東京大学 大学院理学系研究科
天　文　学　教　室
天文学教育研究センター

年次報告

2015 (平成 27) 年度

2016 (平成 28) 年 7 月

目 次

第 1 部　天文学教室 **5**
1.1　天文学教室の沿革と現状 7
1.1.1　天文学教室の歴史 7
1.1.2　天文学教室の所在地 8
1.1.3　理学部卒業生 8
1.1.4　大学院修士課程修了者 8
1.1.5　大学院博士課程修了学位取得者 8
1.1.6　大学院博士課程修了学位取得者 (修業年限の特例による) 8
1.1.7　大学院博士課程退学後学位取得者 (1990 年度からの統計) 8
1.2　教員, 職員, および研究員 9
1.2.1　教員および職員 9
1.2.2　学術支援職員 9
1.2.3　日本学術振興会外国人特別研究員 9
1.2.4　特任研究員 9
1.2.5　名誉教授 9
1.2.6　学部・大学院教育に参加する関連研究機関の教員 10
1.3　学部学生, 大学院学生, および研究生 10
1.3.1　学部学生 10
1.3.2　大学院学生 ([ ] 内は指導教員) 10
1.3.3　受託学生 (大学院特別研究学生、[ ] 内は指導教員) 11
1.3.4　大学院研究生 ([ ] 内は指導教員) 11
1.3.5　大学院外国人研究生 ([ ] 内は指導教員) 11
1.3.6　博士論文, 修士論文および課題研究発表 12
1.4　授業 14
1.4.1　学部 14
1.4.2　大学院 15
1.5　研究活動 16
1.5.1　宇宙及び系外銀河 16
1.5.2　宇宙の高エネルギー現象 18
1.5.3　銀河系および星間物質 19
1.5.4　恒星 23
1.5.5　太陽系外惑星および星惑星形成 34
1.5.6　太陽系 36
1.5.7　機器・ソフトウェア開発 36
1.6　論文および出版物 38
1.6.1　英文報告 38
1.6.2　和文論文および解説記事 50

1.6.3 著書, 訳書, 編書 . . . 51
1.7 学会, 研究会における発表 . . . 51
1.7.1 日本天文学会 2015 年秋季年会, 甲南大学 (2015/9/9/–9/11) . . . 51
1.7.2 日本天文学会 2016 年春季大会, 首都大学東京 (2016/3/14–3/17) . . . 52
1.7.3 日本物理学会 2015 年秋季大会, 大阪市立大学 (2015/09/25–28) . . . 53
1.7.4 国際研究会 . . . 53
1.7.5 国内研究会 . . . 58
1.7.6 その他の講演 . . . 60
1.8 その他の活動 . . . 62
1.8.1 記者会見, プレスリリース, 新聞報道 . . . 62
1.8.2 受賞 . . . 63
1.8.3 他学科・専攻での講義 . . . 63
1.8.4 他学部での講義 . . . 63
1.8.5 他大学での講義 . . . 63
1.8.6 委員その他 . . . 63
1.8.7 科研費等 . . . 64
1.8.8 科研費報告書 . . . 65
1.8.9 出張記録 . . . 65
1.9 来訪者 . . . 69
1.10 教室談話会 . . . 70

第 2 部 天文学教育研究センター 73
2.1 天文学教育研究センターの沿革と現状 . . . 75
2.1.1 東京大学アタカマ天文台 – TAO 計画の経緯と進捗 . . . 76
2.2 教員, 職員, 名誉教授, 研究員等 . . . 78
2.2.1 教員及び職員 . . . 78
2.2.2 研究員及び客員 . . . 78
2.2.3 名誉教授 . . . 78
2.3 天文学教育研究センター運営委員会 . . . 79
2.4 敷地, 建物, 及び主な設備・備品 . . . 79
2.5 研究活動 . . . 80
2.5.1 宇宙および系外銀河 . . . 80
2.5.2 銀河系および星間物質 . . . 89
2.5.3 恒星および系外惑星 . . . 90
2.5.4 望遠鏡, 観測機器, ソフトウェアの製作と開発 . . . 94
2.5.5 TAO 計画 . . . 98
2.5.6 東京大学アタカマ 1m 望遠鏡 . . . 109
2.6 論文及び出版物 . . . 110
2.6.1 英文報告 . . . 110
2.6.2 和文報告 . . . 123
2.6.3 和文その他の解説記事 . . . 123
2.7 学会, 研究会における発表 . . . 123
2.7.1 日本天文学会 2015 秋季年会, 甲南大学 (2015/09/09 – 09/11) . . . 123
2.7.2 日本天文学会 2016 年春季年会, 首都大学東京, (2015/03/14 – 03/17) . . . 126
2.7.3 2015 年度精密工学会秋季大会, 東北大学 (2015/9/4–6) . . . 128

2.7.4 国際研究会 . . . 128
2.7.5 国内研究会 . . . 132
2.7.6 その他の講演 (談話会等) . . . 135
2.7.7 研究会の主催 . . . 136
2.8 広報普及活動・社会貢献 . . . 137
2.8.1 特別公開 . . . 137
2.8.2 東大オープンキャンパス . . . 138
2.8.3 全国同時七夕講演会 . . . 138
2.8.4 普及講演 . . . 138
2.8.5 普及活動 . . . 139
2.8.6 プレスリリース . . . 139
2.8.7 雑誌等取材記事 . . . 139
2.9 天文センター談話会 . . . 140
2.10 その他の活動 . . . 141
2.10.1 講義等 (学部) . . . 141
2.10.2 講義等 (大学院) . . . 141
2.10.3 講義等 (他大学) . . . 141
2.10.4 各種委員 . . . 141
2.10.5 科研費等 . . . 142
2.10.6 PI 共同利用時間 . . . 143
2.10.7 国外出張 . . . 144
2.10.8 来訪研究者 . . . 148

第 3 部 天文学教育研究センター木曽観測所 151
3.1 沿革と現状 . . . 153
3.2 木曽観測所の活動 . . . 154
3.2.1 開発 . . . 154
3.2.2 望遠鏡の指向・追尾異常の調査その後 . . . 156
3.2.3 共同利用研究 . . . 157
3.2.4 重力波電磁波対応天体追観測 . . . 184
3.2.5 X 線天文衛星「ひとみ」の追跡観測 . . . 184
3.2.6 所員の研究活動 . . . 187
3.2.7 論文および出版物 . . . 192
3.2.8 学会, 研究会等での報告 . . . 199
3.2.9 東大 3 年生学生実習 . . . 205
3.2.10 教育 (パブリックアウトリーチ)・広報活動 . . . 206
3.3 施設, 設備 . . . 212
3.3.1 観測所 . . . 212
3.3.2 105cm シュミット望遠鏡 . . . 213
3.3.3 K.3T . . . 214
3.3.4 広視野カメラ KWFC . . . 215
3.3.5 遠隔自動観測システム . . . 215
3.3.6 観測サポート機器 . . . 216
3.3.7 計算機/ネットワーク . . . 219
3.4 運営, 管理 . . . 220

3.4.1 滞在者数 220
3.4.2 日誌 220
3.4.3 役務, 営繕工事等 221
3.4.4 環境安全衛生 221
3.4.5 望遠鏡とドームの保守, 整備 221
3.5 所員 223
3.5.1 教員および職員 223
3.5.2 外国人来訪研究者 223
3.5.3 木曽観測所共同利用相談会 (東京大学天文学教育研究センター, 2015/10/16) 223
3.5.4 記録事項 224

第１部

天文学教室

東京大学大学院理学系研究科天文学専攻 (天文学教室)
〒 113-0033 東京都文京区本郷 7–3–1
電話: 03-5841-xxxx (内線 2xxxx) [xxxx は下表参照]
FAX: 03-5841-7644 (内線 27644)
ホームページ: http://www.astron.s.u-tokyo.ac.jp/

表 1.1: 天文学教室 (2016 年 3 月 31 日)

氏名または室名	部屋番号	電話番号	mail address	研究者番号
理学系研究科・理学部 1 号館西棟				
事務室 (小野塚)	1108	4254	onozuka.akira@mail.u-tokyo.ac.jp	
事務室 (浅川)	1108	4251	asakawa.yuko@mail.u-tokyo.ac.jp	
事務室 (永山)	1108	4251	adachi.etsuko@mail.u-tokyo.ac.jp	
図書室 (野口)	1110	4253	ayusawa.yuko@mail.u-tokyo.ac.jp	
柴橋	1113	4256	shibahashi@astron.s.u-tokyo.ac.jp	30126081
尾中	1115	4261	onaka@astron.s.u-tokyo.ac.jp	30143358
戸谷	1117	4257	totani@astron.s.u-tokyo.ac.jp	90321588
田村	1112b	4258	motohide.tamura@astron.s.u-tokyo.ac.jp	00260018
嶋作	1103	4259	shimasaku@astron.s.u-tokyo.ac.jp	00251405
梅田	1105	8055	umeda@astron.s.u-tokyo.ac.jp	60447357
藤井	1101	1030	fujii@astron.s.u-tokyo.ac.jp	90722330
高田	1104	8056	takata@astron.s.u-tokyo.ac.jp	20334245
左近	1106	4276	isakon@astron.s.u-tokyo.ac.jp	70451820
松永	1102	4272	matsunaga@astron.s.u-tokyo.ac.jp	80580208
川中	1103	4255	norita@astron.s.u-tokyo.ac.jp	60507838
院生室	1119	4265		
院生室	1120	4266		
院生室	1121	4267		
院生室	1122	4268		
理学系研究科・理学部 1 号館中央棟				
計算機室 (1032)	なし			
実験室	1033	4273		
実験室 (1035)	なし			
研究員室	1036	4569		
研究員室	1037	1032		
客員研究室	1038	4264		
講師控室	1039	8303		
学部学生控室	1040	4269		
学部学生端末室 (1041)	なし			
実験室	1044	4681		
理学系研究科・理学部 4 号館				
名誉教授室	1724	4260		

1.1 天文学教室の沿革と現状

1.1.1 天文学教室の歴史

東京大学理学部天文学教室の歴史は 1877 年 (明治 10 年) に東京大学の創設と同時に理学部第 2 グループの数学科, 物理学科と共に星学科が発足した時にまで遡る. 1886 年 (明治 19 年) に東京大学は帝国大学に改組され, 分科大学として理科大学が制定されて東京大学理学部を継承したが, その 7 学科の一つとして星学科が開設された. 当初星学科は他学科と同じく本郷にあったが, 1888 年 (明治 21 年) 星学科は, 理学部天象台の理学部東京天文台への改組移転と共に本郷から麻布飯倉に移転した. 1897 年 (明治 30 年) に帝国大学は東京帝国大学に改称し, 1919 年 (大正 8 年) に理科大学をはじめとする分科大学は東京帝国大学に統合されて理科大学は東京帝国大学理学部に改められ, 星学科は天文学科と改称された. その後, 東京天文台は, 1921 年 (大正 10 年) に理学部を離れて大学附置の研究所となり, 1924 年 (大正 13 年) には三鷹に移転したが, 天文学教室は麻布飯倉に留まった. 第二次大戦中戦況の激化に伴い, 天文学教室は 1945 年 (昭和 20 年) 3 月上諏訪に疎開し, 麻布飯倉の教室は同年 5 月空襲により消失した. 同年 10 月に疎開先から戻った天文学教室は, 一時本郷キャンパス内に仮教室を置いたが, 1947 年 (昭和 22 年) 4 月再び飯倉に戻った. 同年 10 月, 東京帝国大学は東京大学と改称した.

1949 年 (昭和 24 年) に新制東京大学が発足し, 1951 年 (昭和 26 年) 天文学科は物理学科天文学課程と改称されたが, 1967 年 (昭和 42 年) に再び天文学科に戻った. この間 1960 年 (昭和 35 年) には, 長く過ごした麻布飯倉の地を去り, 東京大学本郷キャンパスの浅野地区に新築された理学部 3 号館に移転した. 1995 年 (平成 7 年), 本郷キャンパス内に分散している理学部の学科や施設の集中化計画の中核となる理学系研究科・理学部 1 号館新設の第一期工事が着工され, 1997 年 (平成 9 年) に安田講堂裏に 12 階建ての西棟が完成した. これに伴い同年 12 月に天文学科は, 講義室や実験室などを 3 号館に残し, 主要部分を新設された 1 号館西棟の 11 階に移転した. 浅野地区の 3 号館は 1999 年 (平成 11 年) に大規模な改修工事が行われた. 2004 年 (平成 16 年) には理学系研究科・理学部 1 号館中央棟が完成し, 3 号館から講義室や実験室などが移転した.

1949 年 (昭和 24 年) に新制の東京大学が発足すると共に, 1953 年 (昭和 28 年) 修士課程 2 年, 博士課程 3 年の新制東京大学大学院が発足した. 天文学の課程は数物系研究科天文学専門課程とされた. その後 1965 年 (昭和 40 年) に, 数物系は理学系と工学系に改組され, 天文学課程は大学院理学系研究科天文学専門課程となった. なお 1987 年 (昭和 62 年) に専門課程は専攻と改称されたので, 大学院理学系研究科天文学専攻として現在に至っている. 大学附置研の東京天文台の多くの教員 (20 余名) も大学院天文学専攻の教育に参画していたが, 1988 年 (昭和 63 年) 7 月に, 東京天文台が東京大学を離れ大学共同利用機関の国立天文台として改組されたのに伴い, これに代わり, 東京大学には木曽観測所を擁する理学部天文学教育研究センターが三鷹に新設され, 3 講座から成る本郷の天文学教室と協力して東京大学における天文学の教育と研究に当たることとなった.

新生東京大学の発足以来長らく, 理学部天文学科の講座は天文学第 1–第 3 講座の 3 講座であった. 1993 年 (平成 5 年) 度に理学部天文学科の 3 講座は, 東京大学の大学院重点化構想に基づく大学院部局化により, 大学院理学系研究科天文学専攻の「天文宇宙理学講座」という名前の大学院講座に改組された. これに伴い, 教員・職員は大学院の天文学専攻が主務となり理学部の天文学科が兼務となった. 5 年遅れて 1998 年 (平成 10 年) には, 天文学教育研究センターも大学院部局化されて大学院理学系研究科附属天文学教育研究センターとなり, 天文学専攻の協力講座「観測天文学講座」として大学院の教育と研究に当たることになった. 1999 年 (平成 11 年) 4 月のビッグバン宇宙国際研究センター (大学院理学系研究科附属施設) の発足にあたり, 天文宇宙理学講座のポストを一つ振り替えた.

2004 年 (平成 16 年), 東京大学をはじめとする国立大学は, それぞれ法人組織となり, 東京大学は国立大学法人東京大学となった. この法人化に伴い様々な変革がなされた. 大学院天文学専攻は, 天文学教室から成る基幹講座 (天文宇宙理学講座並びに広域理学講座), 天文学教育研究センターとビッグバン宇宙国際研究センター (一部) から成る協力講座 (それぞれ観測天文学講座並びに初期宇宙データ解析講座), それに独立行政法人宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部並びに大学共同利用機関法人自然科学研究機構国立天文台 (それぞれ一部) の教員が参加する連携講座 (それぞれ学際理学講座並びに観測宇宙理学講座) から成る体制に整備された.

1.1.2　天文学教室の所在地

天文学教室は本郷キャンパス内にある理学系研究科・理学部 1 号館 (西棟, 中央棟) と浅野地区の 3 号館に以下の部屋を所有している.

1 号館西棟 (11 階)	教員室 (11 室), 院生室 (4 室), 事務室, 図書室, 会議室, 計算機室, コピー室
1 号館中央棟 (10 階)	客員研究室, 講師控室, 学生控室, 学生端末室, 学部実験室, 大学院講義室, 学部講義室, 実験室 (3 室), 計算機室 (3 室)
1 号館中央棟 (9 階)	書庫
3 号館 (3 階)	研究室 (3 室)
4 号館 (7 階)	セミナー室, 名誉教授室

1.1.3　理学部卒業生

星学科	(1877 年度–1918 年度)	20 名	
旧制天文学科	(1919 年度–1953 年度)	127 名	
新制天文学科	(1953 年度–2015 年度)	462 名	(うち 2015 年度 9 名)

1.1.4　大学院修士課程修了者

数物系研究科天文学専門課程	(1954 年度–1964 年度)	36 名	
理学系研究科天文学専門課程/専攻	(1965 年度–2015 年度)	603 名	(うち 2015 年度 20 名)

1.1.5　大学院博士課程修了学位取得者

数物系研究科天文学専門課程	(1957 年度–1963 年度)	3 名	
理学系研究科天文学専門課程/専攻	(1967 年度–2015 年度)	337 名	(うち 2015 年度 9 名)

1.1.6　大学院博士課程修了学位取得者 (修業年限の特例による)

理学系研究科天文学専攻	(2003 年度–2015 年度)	6 名	(うち 2015 年度 0 名)

1.1.7　大学院博士課程退学後学位取得者 (1990 年度からの統計)

博士課程満期退学者・課程博士	(1990 年度–2015 年度)	19 名	(うち 2015 年度 0 名)
博士課程退学者・論文博士	(1990 年度–2015 年度)	10 名	(うち 2015 年度 0 名)
論文博士 (天文以外の出身者)	(1990 年度–2015 年度)	8 名	(うち 2015 年度 0 名)

1.2 教員, 職員, および研究員

1.2.1 教員および職員

教 授	柴橋 博資	(しばはし ひろもと)	
	尾中 敬	(おなか たかし)	
	戸谷 友則	(とたに とものり)	
	田村 元秀	(たむら もとひで)	
准 教 授	嶋作 一大	(しまさく かずひろ)	
	梅田 秀之	(うめだ ひでゆき)	
	藤井 通子	(ふじい みちこ)	2016 年 1 月 1 日着任
助 教	高田 将郎	(たかた まさお)	
	左近 樹	(さこん いつき)	
	松永 典之	(まつなが のりゆき)	
	川中 宣太	(かわなか のりた)	
事務職員	小野塚　朗	(おのづか　あきら)	
	浅川　優子	(あさかわ　ゆうこ)	
臨時職員	野口 真紀	(のぐち　まき)	2015 年 10 月 1 日着任
	永山 悦子	(ながやま　えつこ)	2015 年 11 月 1 日採用
派遣職員	山村　悦子	(やまむら　えつこ)	2015 年 7 月 27 日着任
	足立　栄津子	(あだち　えつこ)	2015 年 7 月 31 日離任
	鮎澤　ゆう子	(あゆさわ ゆうこ)	2015 年 9 月 30 日離任

1.2.2 学術支援職員

臨時職員 [尾中]	遠藤　千裕	(えんどう ちひろ)	2015 年 12 月 22 日離任
派遣職員	山口　則子	(やまぐち のりこ)	2016 年 1 月 4 日着任

1.2.3 日本学術振興会外国人特別研究員

Hammonds, Mark [尾中]　2015 年 9 月 29 日退職
Benomar, Othman [柴橋]　2015 年 10 月 20 日退職
權　靜美 [田村]
Wu, Ronin [尾中]

1.2.4 特任研究員

安井 千香子 [尾中]
臼井 文彦［尾中］
吉田 敬［梅田］　2015 年 10 月 1 日採用

1.2.5 名誉教授

海 野 和三郎　堀 源一郎　尾 崎 洋 二　野 本 憲 一　岡 村 定 矩

1.2.6　学部・大学院教育に参加する関連研究機関の教員

学部教育には上記の天文学教室教員のほかに, 天文学教育研究センター教員 (名簿は第 2 章参照) とビッグバン宇宙国際研究センターの茂山俊和准教授が参加している. また, 非常勤講師として国立天文台の竹田洋一准教授と宇宙科学研究所の吉川真准教授が参加している.

大学院教育には上記の天文学教室教員のほかに, 天文学教育研究センター教員 (名簿は第 2 章参照) とビッグバン宇宙国際研究センターの茂山俊和准教授, また, 非常勤講師として国立天文台の櫻井隆教授と柏川伸成准教授、首都大学東京の大橋哉教授，茨城大学の百瀬宗武教授、鹿児島大学の和田桂一教授が参加している. さらに下記の関連研究機関の教員が加わっている.

兼担教員 (東京大学)

准教授　蜂 巣 泉 (総合文化研究科)　大 内 正 己 (宇宙線研究所)

兼任教員 (国立天文台)

教 授	川 辺 良 平	郷 田 直 輝	小 林 秀 行	小 林 行 泰
	山 下 卓 也	大 橋 永 芳	小久保 英一郎	Raffaele FLAMINIO
准教授	梶 野 敏 貴	関 本 裕太郎	原 弘 久	水 野 範 和

兼任教員 (宇宙科学研究所)

教 授	海 老 沢 研	坪 井 昌 人
准教授	片 坐 宏 一	

1.3　学部学生, 大学院学生, および研究生

1.3.1　学部学生

4 年	石田　剛	一木　真	入倉　和志	大澤　健太郎	大橋　宗史
	木村　智幸	須藤　貴弘	谷岡　論	山口　淳平	
3 年	菊地原　正太郎	河野　志洋	小嶋　洋平	財前　真理	佐藤　一樹
	武井　勇樹	谷川　真悟	谷本　悠太	陳　家偉	津名　大地
	山崎　雄太				

1.3.2　大学院学生 ([ ] 内は指導教員)

D3	福江 慧 [小林尚]	内山 瑞穂 [宮田](平成 27 年 5 月 28 日修了)		清兼 和紘 [水野]
	藤井 宏和 [吉井] (平成 27 年 6 月 30 日退学)		泉 奈都子 [小林尚]	森 珠実 [尾中]
	大谷 友香里 [茂山]	小屋松 進 [大橋]	関根 正和 [関本]	舎川 元成 [戸谷]
	橋場 康人 [土居]	原 拓自 [郷田]	原 千穂美 [川辺]	藤井 浩介 [水野]
	Hamidani HAMID[梅田]			
D2	Mede, Kyle A [田村]	麻生 有佑［大橋］	泉 拓磨［河野］	大橋 聡史 [水野]
	岡田 一志［宮田］	岡田　裕行［戸谷］	北川 祐太朗［本原］	小久保 充 [土居]
	後藤 亮介 [嶋作]	今野 彰［大内］	斉藤 俊貴［川辺］	佐藤 裕史［蜂巣］
	柴垣 翔太［梶野］	柴田 雄［小久保］	関口 繁之［関本］	高橋 亘［梅田］
	佐野 圭［片坐］	田川 寛通［郷田］	田染　翔平［梅田］	皆口　裕樹　[吉井]
	和田 師也［海老沢］			
D1	李 民主［川邊］	上原 顕太 ［坪井］	漆畑 貴樹［蜂巣］	加藤 裕太 [水野]
	川俣 良太 [嶋作]	酒井 大裕 [小林秀]	谷口 暁星 [河野]	平居 悠［梶野］
	BELL Aaron Christopher [尾中]		MARCHIO Manuel[Raffaele FLAMINIO]	
	水本 岬希［海老沢］	満田 和真［土居］	和田 健太朗 [茂山]	
	舒 詩博［関本］(平成 27 年 10 月 1 日進学)		Livingston John Henry[田村]	
M2	舒 詩博［関本］(平成 27 年 9 月 25 日修了)		磯江　麻里［小久保］	伊藤　勇太［郷田］
	内山　允史 ［宮田］	鵜山 太智［田村］	菊池　勇輝［土居］	木村　泰久 ［原］
	日下部 晴香 [嶋作]	倉持　一輝 [小林秀]	桑原　翔　[水野]	小早川　大 [本原]
	島本 早也佳［尾中］	高橋　晴香 [小林尚]	藤本 征史　[大内]	増山　美優 [茂山]
	森 陽里［梅田］	山口 裕貴［河野］	山崎　廣樹［海老沢］	吉原 健太郎［戸谷］
	AIRALE Louis Jean [梅田]		姜　継安　[土居]	
M1	安藤 亮［河野］	池内 綾人［尾中］	石川 聡一［坪井］	石塚 将斗［田村］
	岡村 拓［嶋作］	楠 絵莉子［海老沢］	黒瀬 一平［大橋］	酒井 伊織［小林行］
	佐々木 宏和［梶野］	辰馬 未沙子［小久保］	谷口 由貴［土居］	寺尾 恭範［本原］
	野田 和弘［茂山］	藤井 喜範 [Raffaele FLAMINIO］		藤田 綾豊［郷田］
	藤本 空［梅田］	向江 志朗［大口］	毛利 清［宮田］	山崎 翔太郎［戸谷］
	ZHANG Jin［尾中］(平成 27 年 10 月 1 日入学)		FENG Chien-Chang［梅田］(平成 27 年 10 月 1 日入学)	

1.3.3 受託学生 (大学院特別研究学生、[ ] 内は指導教員)

呉　大鉉 [田村]

1.3.4 大学院研究生 ([ ] 内は指導教員)

1.3.5 大学院外国人研究生 ([ ] 内は指導教員)

1.3.6　博士論文, 修士論文および課題研究発表

博士論文 (平成 28 年 5 月 28 日取得)

内山　瑞穂	Mid Infrared Studies of Massive Star Formation

博士論文 (平成 28 年 3 月 24 日取得)

清兼　和紘	Kinematics of dense cores and surrounding materials in Taurus and Lupus star-forming regions
泉　奈都子	Star formation in the outer Galaxy
森　珠実	Evolution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the interstellar medium revealed by AKARI
大谷　友香理	Study of relation between emission of supernova shock breakout and central engine activity
舎川　元成	The FastSound Spectroscopic Redshift Survey at z 1.4: Survey Design, Development of Data Analysis Method, and Production of Redshift Catalog
橋場　康人	An Observational Study of the Origin of Spiral Structures with High Resolution Imaging of Nearby Spiral Galaxies
藤井　浩介	Giant Molecular Cloud Formation at the Interface of Colliding Supershells in the Large Magellanic Cloud
Hamidani HAMID	Numerical simulations of the collapsar jets of Gamma-Ray Bursts

修士論文 (平成 27 年 9 月 25 日修了)

舒 詩博 (SHU Shibo)	Development of superconducting MKID camera for CMB B-mode polarization

修士論文 (平成 28 年 3 月 24 日修了)

磯江　麻里	Exoplanetary System Architecture: Planetary Multiplicity and Mass Effects
伊藤　勇太	恒星の集団運動を用いた銀河系非軸対称構造の解析
内山　允史	中間赤外線高精度モニタリングに向けた二視野同時観測手法の開発
鵜山　太智	Search for Companions around Young Stellar Objects
菊池　勇輝	高感度 CMOS イメージセンサの性能評価及び木曽超広視野高速カメラ試作機の開発
木村　泰久	コロナループ足下の遷移層におけるサブ秒角増光現象の観測的研究
日下部　晴香	The Star Formation Activity and Its Diversity of Low-Mass Galaxies at Cosmic Noon
倉持　一輝	サブミリ波 VLBI と疎性モデリングによる Sgr A*のブラックホールシャドウの撮像シミュレーション
桑原　翔	大質量星団 [DBS2003]179 に対する分子雲衝突による誘発的星形成の観測的研究
小早川　大	水素電離輝線を用いた近傍の高光度赤外線銀河におけるダスト減光の観測的研究
島本　早也佳	Study of Dust Emission in Novae Based on the AKARI All Sky Survey and Ground-based Infrared Observations
橋　晴香	Extremely gas-rich 矮小銀河における星形成の観測的研究
藤本　征史	ALMA Faint-mm Sources Down to 0.02 mJy: Physical Origins and Contributions to the Extragalactic Background Light
増山　美優	マグネター駆動超新星の進化シミュレーション
森　陽里	The Evolution of Primordial Gas Clouds under the Weak Radiation Field
山口　裕貴	ALMA で検出された暗いサブミリ波銀河の多波長解析及び CO 輝線銀河探査
山崎　廣樹	X 線天文衛星 「すざく」アーカイブデータを用いた天体カタログの開発
吉原　健太郎	銀河におけるダスト／金属量比の進化とその物理的起源について
AIRALE Louis Jean	Effects of possible magnetically driven mass loss on the evolution of Population III pair-instabillity supernova progenitors
姜　継安	Studying Early-Phase Type Ia Supernovae with Wide-Field Surveys

課題研究発表

石田　　剛 [河野・田村陽]	A New Algorithm of Source Plane Reconstruction and Resolved Star-Formation Properties for a Highly Lensed Submillimeter Galaxy
一木　　真 [土居・諸隈]	広視野・高速 CMOS カメラ Tomo-e Gozen の測光性能評価と短時間変光現象の探査
入倉　和志 [嶋作]	COSMOS 天域における多波長撮像データを用いた原始銀河団探査の検証
大澤　健太 [田中]	SMC 大質量星クラスターの近赤外撮像を用いた観測的研究
大橋　宗史 [本原]	赤外線撮像分光装置 SWIMS の結像性能評価
木村　智幸 [尾中・左近・田辺]	AKARI を用いた YSO の氷吸収の観測・解析及びイメージスライサ型赤外面分光観測装置 MIRSIS の地上試験
須藤　貴弘 [戸谷・川中]	Testing anthropic reasoning for the cosmological constant with a realistic galaxy formation model
谷岡　　諭 [小林・松永]	セファイド変光星で探る銀河系円盤内縁部
山口　淳平 [宮田・酒向]	近赤外線検出器 HAWAII-1RG の駆動試験

1.4　授業

1.4.1　学部

教養学部主題科目

11549	(S セメスター)	全学自由研究ゼミナール「最新の宇宙像」	本原 顕太郎・他

理学部第２学年専門科目

0520002	(A セメスター)	天体物理学演習 I	高田 将郎
0520003	(A セメスター第 4 学期)	天文地学概論	戸谷 友則・尾中 敬・田村 元秀

天文学科 3 年

0520013	(S セメスター)	銀河天文学	嶋作 一大
0520015	(S セメスター)	天体観測学	土居 守・宮田 隆志
0520020	(A セメスター)	太陽物理学	柴橋 博資・横山 央明
0520031	(S セメスター)	計算天文学 I	梅田 秀之・嶋作 一大
0520033	(A セメスター)	天体輻射論 I	小林 尚人
0520034	(S セメスター)	天体物理学演習	田村 陽一
0520038	(A セメスター)	天文学ゼミナール	左近 樹・田邉 俊彦
0520040	(S セメスター)	基礎天文学実験	左近 樹・各教員
0520041	(通年)	基礎天文学観測	田中培生・各教員
0520042	(S セメスター)	位置天文学・天体力学	吉川 真
0520801	(通年)	研究倫理	各教員

天文学科 4 年

0520021	(S セメスター)	恒星進化論	梅田 秀之
0520022	(A セメスター)	宇宙論	吉井 譲
0520028	(通 年)	天文学課題研究	各教員
0520029	(通 年)	天文学課題研究	各教員
0520036	(S セメスター)	天体輻射論	茂山 俊和
0520043	(S セメスター)	星間物理学	尾中 敬・田中 培生
0520044	(S セメスター)	星間物理学	河野 孝太郎・本原 顕太郎
0520045	(A セメスター)	系外惑星	田村 元秀・生駒 大洋・須藤 靖

1.4.2 大学院

35604-0017	(S セメスター)	理論天体物理学特論 II	蜂須 泉
35604-0021	(A セメスター)	太陽物理学特論 I	櫻井 隆
35604-0029	(S セメスター)	電波天文学特論 IV	河野 孝太郎
35604-0031	(A セメスター)	銀河天文学特論 I	柏川 伸成
35604-0039	(A セメスター)	恒星物理学特論 IV	小林 尚人
35604-0045	（A セメスター)	星間物理学特論	山下 卓也・川邊 良平
35604-0047	(S セメスター)	高エネルギー天文学特論	大橋 隆哉
35604-0054	(S セメスター)	天文学特別講義 IV	百瀬 宗武
35604-0055	(S セメスター)	天文学特別講義 V	宮田 隆志
35604-0056	(A セメスター)	系外惑星特論 I	田村 元秀・生駒 大洋・須藤 靖
35604-0057	(S セメスター)	系外惑星特論 II	田村 元秀・生駒 大洋・須藤 靖
35604-0083	(S セメスター)	科学英語演習 I	相原 博昭
35604-1020	(A セメスター)	理論天文学特別講義 X	和田 桂一
35604-3001	(通年)	論文輪講 I	各教員
35604-3002	(通年)	論文輪講 II	各教員
35604-3003	(通年)	天文学考究 I	各教員
35604-3004	(通年)	天文学考究 II	各教員
35604-2003	(通年)	天文学特別実習 I	各教員
35604-2004	(通年)	天文学特別実習 II	各教員
35604-2005	(通年)	天文学特別実習 III	各教員
35604-2006	(通年)	天文学特別問題考究 I	各教員
35604-2007	(通年)	天文学特別問題考究 II	各教員
35604-2008	(通年)	天文学特別問題考究 III	各教員
35604-2009	(通年)	天文学特別研究	各教員

1.5　研究活動

1.5.1　宇宙及び系外銀河

1. すばる FMOS による宇宙論銀河分光サーベイ (FastSound) の推進 (戸谷, 舎川, 岡田)
 すばる望遠鏡戦略枠プログラムとして採択されている, FastSound プロジェクトの推進を行った。プロジェクトの総まとめとして、主要科学目的である赤方偏移歪み効果を用いた赤方偏移 1 を超える宇宙での史上初めての一般相対性理論の検証を行い、標準Λ CDM モデルと一致することが確かめられた。結果は順次論文としてまとめられており, H27 年度に第一論文 (サーベイ概要, Tonegawa et al.), 第三論文 (銀河の金属量についての研究, Yabe et al.) が出版され、第二論文 (カタログ概要, Okada et al.), 第四論文 (宇宙論の検証, Okumura et al.), はそれぞれ印刷中である。

2. 高速電波バーストの研究 (戸谷, 山崎)
 2013 年, Fast Radio Burst (FRB) と呼ばれる, 継続時間わずか 1 msec で宇宙論的な遠方からやってきている新種の変動天体が発見された. 戸谷は, この FRB が, 連星中性子星の合体でうまく説明できるという理論を提唱している. H27 年度から、すばる望遠鏡による FRB の追観測プロジェクトをスタートさせた。FRB 150418 について初めてすばるで観測を行い、その結果、FRB の母銀河と距離を初めて確定し、論文は Nature に出版され、プレスリリースも行い広く報道された。

3. 重力レンズ効果を利用して測定した銀河サイズで探る $z \sim 6-9$ の銀河の性質 (川俣, 嶋作)
 石垣真史, 大内正己 (宇宙線研究所), 大栗真宗 (東大物理) との共同研究. 我々のこれまでの研究によって, $z \sim 6-8$ の銀河のサイズと光度の関係が明らかになり, 単位質量あたりの角運動量などが議論された. 発表時点で最大のサンプルを用いた研究であったが, さらにサンプルを拡大すべく, Hubble Frontier Fields の他の 3 つの銀河団データの解析を進めた. このより大きなサンプルに基づいて, $z \sim 6-9$ の銀河の性質を議論する予定である.

4. Hubble Frontier Fields 銀河団の質量分布モデル構築 (川俣, 嶋作)
 大栗真宗 (東大物理), 石垣真史, 大内正己 (宇宙線研究所) との共同研究. 重力レンズ効果はより暗い天体の観測を可能にする強力なツールであるが, 事前にレンズ天体の質量分布を知っておく必要がある. Hubble Frontier Fields という銀河団のレンズ効果を活用した観測を利用することを念頭に置き, 観測の完了している 4 つの銀河団の質量分布モデルを構築した. 偶然にも, そのうちの 1 つの銀河団である MACS J1149 に, 多重像をなす超新星爆発が観測された. 我々は, この発見後に遅れて出現すべくもう 1 つの多重像の出現時期と光度を良い精度で予言した. この結果は, 我々のモデルの精度の高さを実証するものとなった.

5. z￥$sim3$ の 星形成銀河のダークハローの研究 (岡村, 嶋作)
銀河の星質量-サイズ関係には正の相関があり, また同じ星質量でも銀河サイズには 1 桁程度の分散が存在している. 我々は 3D-HST のカタログを用いて, GOODS South, COSMOS の領域において星質量-サイズ関係のこの物理的性質を調べた. $z \sim 3$ の星形成銀河のサイズを SExtractor を用いて測定し, またクラスタリング強度を測定することでハロー質量を求めた. 星質量とクラスタリング強度には正の相関が見られ, 星質量-サイズ関係の正の相関を説明することが可能である. しかし, サイズとクラスタリング強度の関係を調べると領域により異なる結果となっており, さらに詳しい解析を進めている.

6. $z \sim 2$ の Lyα 輝線銀河 (LAEs) の星形成活動とその多様性 (日下部, 嶋作, 後藤)
 中島王彦 (ヨーロッパ南天文台), 橋本拓也 (リヨン天文台), 大内正己 (宇宙線研究所) との共同研究. 遠方の小質量銀河は, より近傍で見られるより重い銀河のパーツ, “building block” として, 銀河形成 · 進化において重要な役割を果たす. 本研究では, 一般的に小質量とされる, $z \simeq 2.2$ の Lyα Emitters (LAEs) の星形成活動と, その多様性について調べた. 昨年度, GOODS-South 領域の 213 個の LAEs について,

Spitzer/MIPS と Herschel/PACS の深い画像の stacking 解析を行い, LAEs は典型的に赤外線 (IR) 光度が大変暗く, 赤外線光度の 3 σ の上限値が $L_{¥rmIR} = 1.1 \times 10^{10} L_{\odot}$ であること, 減光曲線は一般的に使われている Calzetti curve よりも SMC curve の方が適していることを明らかとした. 本年度は, その結果を基にして, LAEs を星形成活動を反映したサブサンプルに分けて星形成活動の多様性に迫った. 用いた LAEs は, SXDS 領域の 604 個である. 4 つの物理量 ($M_{\rm UV}$, β , $L_{\rm Ly\alpha}$, $\rm EW_{Ly\alpha,r}$) に基づいてサブサンプルに分け, クラスタリング解析と SMC curve を仮定した SED fit からダークマターハローの質量と星種族のパラメータをそれぞれ求めた. 全体の LAEs の三分の二は, $z \sim 2$ の star formation main sequence の小質量側の外挿にのる ($M_{\star} \sim 10^9\ M_{\odot}$). ところが, 残りの三分の一は, $\sim 10^7\ M_{\odot}$ という非常に低い星質量を持ち, 爆発的に星を形成していて, 星形成率は, ダークマターハローのバリオン降着率よりも大きい程である. これらの小質量 LAEs は, 宇宙の星形成が最も盛んな $z \sim 2$ の時代において, 銀河形成初期のフェーズにある可能性がある. 今後は, 他の領域にある LAEs も用いてサンプルを増やし、統計的精度をあげて議論を行う予定である.

7. $z \sim 0 - 3$ の星形成銀河の紫外連続光の脱出率とダストのジオメトリー (日下部, 嶋作)
 清水一紘 (大阪大学), 竹内努 (名古屋大学), 矢島 秀伸 (東北大学) との共同研究. 銀河の若い星からの紫外連続光放射の一部は, ダストによって減光されずに銀河から脱出する. 紫外連続光の脱出率は銀河の性質に深く関係する重要な物理パラメーターである. しかし、これまでは近傍から遠方の星形成銀河を統一的に扱って, 紫外連続光脱出率のダスト質量やダストの柱密度の依存性は調べられておらず, 理論で仮定されるダスト減光モデルも観測的に確かめられていない. 我々は, Herschel Reference Survey から $z \sim 0$ の gas rich 星形成銀河, $z \sim 1$ の PEP 銀河, $z \sim 1.5$ の BzK 銀河, $z \sim 1 - 3$ の 重力レンズ銀河を用いて, 紫外連続光脱出率をダストの柱密度を用いてモデル化することに成功した. 観測結果は, 既存の一様平板ダスト減光モデルであるスラブモデルやサンドウィッチモデル (Shimizu et al. 2014) では表現できないが, ダストと若い星で同じ exponential profile を仮定した我々の新しいモデルでは, 表現できる. シミュレーションでは、シミュレーションの銀河のもつダストのジオメトリーの情報を用いず, 既存の単純なモデルを組み込んでいるものがある. 一方で, $z \sim 0 - 3$ のシミュレーションの銀河 (Shimizu et al. 2014) のもつダストのジオメトリー情報に基づいて輻射輸送を解き, 紫外線脱出率を求めると, 我々の観測に基づいたモデルと矛盾しない結果が得られた. ジオメトリーとして組み込んでいた既存モデルを我々の新しいモデルに替えることで, 理論モデル (シミュレーション/準解析的モデル) の銀河がより観測される銀河に近しくなり, さらに理論モデル内での整合性も増すことがある. ジオメトリーのモデルを替えると, 結果として得られる赤外の光度関数, 銀河の色の質量や光度に対する依存関係, サブミリ帯での銀河の個数密度などが変わりうる. 今後は, 理論モデルに我々の新しいジオメトリーモデルを組み込んだ結果の検証も行う予定である.

8. 遠方銀河の爆発的星形成史の研究 (日下部, 嶋作, 後藤)
 中島王彦 (ジュネーブ天文台), 橋本拓也 (リヨン天文台), 大内正己 (宇宙線研究所), 小野 宜昭 (宇宙線研究所) トの共同研究. 近年, 遠方銀河で特に低質量のものは, 複雑な星形成史を辿ると示唆されている. そのような銀河の SED は過去の星形成と現在進行中の星形成を表す 2 つの成分で近似できる. しかしながら, 2 成分をもつ銀河の観測がほとんど無いため, どのような銀河が 2 成分の SED をもつのか, それぞれの成分の性質はどのようなものなのかは明らかにされていない. そこで我々は, 複雑な星形成史を辿る銀河に特化して, 紫外の測光データを用いて 2 成分の銀河を効率よく選び出す手法を開発した. 今年度は, $z = 2.2$ の Lyα 輝線銀河 (LAEs) のサンプルの中からこの手法の適用できる天体を選びだし, 測光観測の結果についてモデルとの比較をおこなった. 今後は分光観測の提案を行い, より詳細を調べる予定である.

9. 合体銀河 NGC2782 と NGC7727 の「あかり」衛星赤外線撮像観測のデータ解析 (尾中, 左近, 森)
 「あかり」衛星による合体銀河 NGC2782 及び NGC7727 の赤外線撮像観測データ解析を進めた. NGC2782 については, 衝突により 母銀河から流失したと考えられるガス成分が HI で検出されている. 今回の「あ

かり」の観測で, この HI の成分と非常によく似た空間構造をもつ UIR バンド放射を検出した. この成分と母銀河の中心部のエネルギースペクトルを抽出し, モデルと比較したところ, 流失成分には超微粒子による放射が弱いことがわかった. この結果から UIR バンドのキャリアが衝突の衝撃による破砕で生成されている可能性を議論し, 中心核周りの SED についての議論も行った. NGC7727 も NGC2782 の流出成分と似た SED を北側の tail 構造で示し, 同様に破砕により UIR バンドキャリアが生成されている可能性を示唆した. どちらの銀河の結果もバンドキャリアが激しい環境下でも生き残る可能性を示唆し, キャリアの生成と破壊について新しい知見を与えた.

10. ヒクソンコンパクトグループの「あかり」衛星赤外線分光観測データ解析 (池内, 左近, 尾中)
銀河相互作用が銀河進化に与える影響を調べるため、ヒクソンコンパクトグループの「あかり」衛星による赤外線分光観測の解析を進めている. HCG56 については, 5 つのメンバー銀河のうち, a, b について近・中間赤外線の分光スペクトルと遠赤外線までの SED を抽出し, UIR バンドの有無及び F. Galliano (CNRS) との共同でダスト SED モデルのフィットを行った. 特に b については顕著が UIR バンドが見られず AGN を含むモデルでよくフットできることが示された. b については c との間にブリッジ構造が見られ, ガスの導入により AGN が成長している可能性が示唆される. また HCG92 中の tidal dwarf の候補と考えらえている SQ-B についても同様の解析を進めた. 顕著が UIR バンド放射が見られず, 活発な星生成活動は生じていないことが示された.

11. 星団のバリエーションとその形成条件 (藤井)
Simon Portegies Zwart (ライデン大学) との共同研究. 流体シミュレーションと N 体シミュレーションを用いて, 星団のバリエーションがどのような条件で生じるかを調べた. この研究により, 天の川銀河で典型的な分子雲からは散開星団や OB アソシエーションが生まれ, スターバースト銀河で典型的な密度の高い大質量の分子雲からは, 高密度で大質量の星団が生まれることがわかった. これは, 天の川銀河では散開星団や OB アソシエーションが主な星団である一方, スターバースト銀河では高密度大質量星団が多く見られるという観測結果と一致する.

1.5.2　宇宙の高エネルギー現象

1. ガンマ線バーストの中心エンジンとしてのニュートリノ冷却優勢円盤における対流の効果について (川中)
Tong Liu, Wei-MIn Gu, Ang Li (中国・厦門大学) との共同研究. ガンマ線バーストの中心エンジンは, 大質量星の重力崩壊や連星中性子星の合体などといった現象ののちに形成される, 星質量程度のブラックホールとそれを取り巻く大質量降着円盤であるというモデルが有力視されている. 川中は以前この降着円盤の構造を, 対流による鉛直方向のエネルギー輸送を考慮に入れて解き, 力学的に不安定になりうることを示した. 今回の研究においては, この対流の効果を 2 次元的に考えることにより, 円盤の厚み方向の構造まで詳細に解いてニュートリノ光度やそれによるエネルギー解放率を求め, 対流を仮定することによりガンマ線バーストを引き起こすのに有利な条件が得られることを示した (The Astrophysical Journal にて出版済).

2. ガンマ線バーストの中心エンジンとしてのニュートリノ冷却優勢降着円盤の時間進化について (川中)
木邑真理子, 嶺重慎 (京都大学) との共同研究. 上に述べたガンマ線バーストの中心エンジンとしての大質量降着円盤について, 川中は以前に移流優勢な状態からニュートリノ冷却優勢な状態へ遷移する際に力学的に不安定になりうることを示した. 本研究ではそのような状態の円盤の時間発展を 1 次元計算で数値的に解くことにより, 非局所的な振動が円盤中に起こることを示した. これによりブラックホールへの質量降着率が短時間のスケールで非定常な振る舞いを示し, ガンマ線バーストの即時放射における短時間変

動の起源となる可能性を初めて指摘した (Publications of the Astronomical Society of Japan にて出版済).

3. 衝撃波におけるパイ中間子・ミュー中間子の加速による高エネルギーニュートリノのエネルギースペクトルの変化 (川中)
井岡邦仁 (KEK) との共同研究. 10^{19} eV を超えるような高エネルギーの宇宙線粒子は, 銀河系外にあるガンマ線バーストや活動銀河核において強い衝撃波により加速されたという説が有力視されている. これらのソースにおいては宇宙線と周辺光子との反応によりまずパイ中間子 π^+ が生成され, ミュー中間子 $\mu^\pm$ への崩壊を経て, 高エネルギーニュートリノが生成されることが期待される. このニュートリノのエネルギースペクトルは, 最も単純にはその元となる宇宙線のスペクトルと周辺光子のスペクトルのみによって決められるが, 粒子のエネルギーや磁場の強さの組み合わせによっては, パイ中間子・ミュー中間子がその寿命の間に衝撃波で加速されることもありうる. 川中はこの効果を考慮に入れた宇宙線粒子および中間子のエネルギースペクトルを, 衝撃波中の移流拡散方程式を解くことにより初めて求め, それに基づいたニュートリノエネルギースペクトルおよびそのフレーバー比を初めて計算した. 特に大質量星の崩壊時にガンマ線バーストを引き起こすジェットが親星の中を伝播する際、先に述べた条件が満たされることを確かめ、そのときに加速された粒子起源のニュートリノスペクトルが高エネルギー側でハードになり、ニュートリノフレーバー比も従来の予想から大きく変化することを示した。これにより, 観測からガンマ線バーストの親星中の物理量に関する情報を得られる可能性を議論した (Physical Review D にて出版済).

4. 銀河系内のブラックホール連星の個数評価と Gaia 衛星による観測可能性 (川中)
Tsvi Piran (Hebrew University of Jerusalem), Tomasz Bulik (University of Warsaw) との共同研究. 銀河系内のブラックホール候補天体は, X 線連星としてこれまで 20 個程度確認されているが, 他にも伴星からの質量降着を伴わないようなブラックホール連星が多く存在すると考えられる. このようなブラックホールは伴星の観測によりその存在が確認されるはずであり, 2013 年 12 月に打ち上げられた Gaia 衛星による発見が期待される. 川中はこのような質量降着を伴わないブラックホール連星が Gaia でいくつ発見されるかを, 連星の population synthesis を考慮することで見積もった. その結果, 系内の質量降着を伴わないブラックホール連星のうち, $V = 15$ mag より明るいものが 15,000 個程度, $V = 20$ mag より明るいものが 150,000 個程度あることが分かった. また, 伴星が主系列星のものに限ると $V = 15$ mag まで観測する場合は B 型星が最も多く 10,000 個程度, $V = 20$ mag までだと F 型, G 型星といった低質量星が最も多く 80,000 個程度検出されることが分かった.

5. 宇宙線中の陽子・ヘリウム・炭素スペクトルの解釈 (川中)
大平豊 (青山学院大学), 井岡邦仁 (高エネルギー加速器研究機構) との共同研究. 国際宇宙ステーションに搭載されている宇宙線観測装置 AMS-02 の最新のデータによると, 宇宙線中のヘリウム・炭素のエネルギースペクトルが陽子のそれに比べてややハードなこと, また陽子とヘリウムのスペクトルに同じ rigidity で折れ曲がりが見えることが報告された. これは全ての核種の宇宙線が同様に超新星残骸の衝撃波において加速されたと考えると説明がつかない特徴である. 川中らはこの解釈として既存の様々な宇宙線生成モデルを検討し, 宇宙線が太陽近傍で過去に起こった多くの超新星爆発により形成されたスーパーバブルにおいて加速されたというモデルが最も有力であることを主張した. さらにより重い原子核のスペクトルにも同様の特徴が現れることを予言した (Physical Review D に受理済).

1.5.3 銀河系および星間物質

1. 「あかり」による惑星状星雲の近赤外線分光観測 (尾中, 左近)
大澤 (センター), Bernard-Salas(OU), Joblin (IRAP) らと協力して, 「あかり」を用いて 72 個の惑星状

星雲についての近赤外線分光観測を行い解析を進めている．これらのうち Spitzer により中間赤外線の分光観測のある惑星状星雲を抜き出し, 中間赤外線の赤外線未同定 (UIR) バンド (6.2, 7.7, 11.3 μm) と近赤外線の UIR バンド (3.3, 3.4 μm) の変化を詳しく調べ, その変化と惑星状星雲の物理パラメータとの関連を明らかにした．得られた「あかり」のスペクトルカタログを一般公開した．

2. 銀河系内 HII 領域–PDR complex の近赤外線分光観測 (尾中, 森, 左近)
下西 (神戸大) 等とともに,「あかり」で観測された銀河系内の多数の HII 領域–PDR complex の近赤外線分光データの解析を進めた．特に多数の天体で検出された H_2O 及び CO_2 氷の解析を行い, この 2 つの氷の柱密度を導出し比較した．この結果, 銀河系内の星間雲で知られている相関関係に近い値を得た．この結果は H_2O 及び CO_2 が吸着する OH とダスト表面上の H_2, CO との反応により同時に生成していることを強く示唆するものである．この相関を詳しく調べたところ, 柱密度の低い領域で CO_2 氷が相関線より減少していることを見出し, この減少が UIR3.3 μm バンド, あるいは Brα の強度と相関があることを示した．この結果は CO_2 氷が PDR 領域の中で減少していることを示唆する．また氷の存在する条件に Av の閾値があることが示唆された．

3. 銀河系 HII 領域–PDR complex の赤外線未同定バンドの詳細解析 (Hammonds, 森, 臼井, 尾中)
「あかり」衛星搭載の IRC による銀河系 HII 領域–PDR complex の近赤外線分光データを詳細に解析し, 3.3 μm バンドが少なくとも 3.28, 3.30 μm の 2 つの成分があることを示唆した．3.28 μm バンドがいわゆる PAH の bay site の構造に起因するという仮説があり, 今回の結果は 3.3 μm バンドがより広い範囲で 2 つの成分を持つことを示すものである．3.4–3.5 μm バンドについても同様の解析を行い 4 つの成分がある可能性を示唆し, それぞれの成分の起源を検討した．またそれぞれの成分が Gaussian, Lorentzian と比べて Voigt 関数で最もよく表されることを見出した．

4. 重水素化 PAH の実験 (森, 左近, 尾中)
重水素化した赤外線未同定バンドキャリアの吸収係数を測定する室内実験を行なった．用いた手法は赤外線未同定バンドのキャリアの候補として室内実験で合成される QCC を用い, 従来の CH_4 ガスの代わり CH_4 と CD_4 ガスの混合の割合を変化させたガスから出発し, 重水素の混入によるバンド波長の移動とバンド強度を芳香族起源と脂肪族起源の C-H, C-D バンドに初めて分離して求めた．合成された物質の重水素の含有量は大気海洋研の nano-SIMS を用い測定し, バンド強度と重水素の割合との定量的な関係を導いた．「あかり」衛星の近赤外線分光観測により重水素化したバンドキャリアの量は従来予想されていたものより 1 桁少ないことが示唆されているが, 重水素化した物質のバンド強度は仮定に基づいていた．今回芳香族起源のバンドについては従来の仮定とほぼ同じ値が得られた．一方脂肪族起源のものについては C-D のバンド強度がやや弱いことがわかったが, 観測データの解釈に大きく影響するものではなく, 重水素化した微小有機物が予想より少ないとするこれまでの結論を支持する結果を得た．

5. 重水素イオン付加 PAH の赤外線スペクトルの研究 (尾中, 左近)
Buragohain, Pathak (Tezpur 大) 等とともに, 重水素イオンが付加した PAH の赤外線スペクトルを密度汎関数理論 (DFT) を用いて理論計算し, その強度を求めた．この結果から重水素イオンが付加した PAH が星間空間内に存在する可能性を議論した．

6. 「あかり」衛星による星間重水素化 PAH の観測 (森, 尾中)
Doney, Candian, Tielens (ライデン大) 等と共に「あかり」衛星搭載近・中間赤外線カメラ (IRC) による森等が発表した HII 領域の近赤外線分光データを詳細解析し, 重水素化した PAH バンドの特徴を探した．この結果, 4.7 μm に脂肪族の C-D 結合の対称振動起源と考えられる輝線バンドを持つ天体を検出した．しかし, C-D の振動輝線は一般的には見られず, 星間空間の PAH は一般には重水素を多量に含んでいないことを明らかにした．この結果は以前の尾中等による結論を支持するものである．

7. 銀河面中間赤外線放射とマイクロ波異常放射の研究 (Bell, Wu, Hammonds, 森, 左近, 尾中)
Giard (IRAP), 石原, 金田 (名大) らと協力し, Planck 衛星の銀河面データと「あかり」中間赤外線全天サーベイデータを併せて解析し, Planck データから導出されるマイクロ波異常放射の成分と中間赤外線放射との相関を調べている. マイクロ波異常放射は中間赤外線放射を担う PAH の回転に起因とするモデルが提唱されており, 相関が確認できれば, モデルを強く支持する結果となる. 「あかり」の全天サーベイのデータからの黄道光の差し引きを慎重に行った結果, 予想に反して, PAH の輻射をよくトレースする 9 μm の強度との相関は明確にはみられなかった. この結果は最近の Planck チームの解析結果とも一致しており，PAH 仮説の再考を示唆するものである. 現在, 黄道光の見積もりを改善したデータを用いて解析を進めている.

8. 竜骨座星生成領域の遠赤外線観測 (Wu, 尾中, 森, 岡田, 左近)
岡田 (ケルン大学) らとともにハーシェル衛星による竜骨座大規模星生成領域の遠赤外線分光観測を行い, その結果を解析している. 得られたスペクトルと Spitzer 衛星による中間赤外線分光観測で得られた 22 μm バンドの空間分布を比較し, 22 μm バンドが電離領域でもっとも強度が強くなっていることを見出し, バンドキャリアの同定を進めている. また高い回転準位の CO 輝線が多数検出されており, これらを輻射輸送モデルを用いて物理状態を推定する解析を行うと同時に, 「あかり」衛星の 9, 18 μm データ, MXS, Herschel 衛星のデータを同じ空間分解能のデータに集約し, F. Galliano (CNRS) との共同でダストモデルによる SED フィットを進めている.

9. 「あかり」衛星による超新星残骸 G318.05+0.09 の近赤外線分光観測 (森, 尾中, 臼井)
「あかり」衛星による超新星残骸 G318.05+0.09 の近赤外線分光観測データを解析したところ 4–5 μm 帯に特異なスペクトルを示すことを見出した. このスペクトルは −4700 km/s で青方偏移した CO 分子の基底振動回転遷移でよく説明されることがわかった. 同様のスペクトルは超新星残骸 Cas A のノットでも見られている. 水素分子の輝線が見られないこと速度が非常に大きいことから, 超新星残骸起源である可能性が高いと考えられる. 超新星残骸中の分子の生成はダスト生成の問題にも関連する重要なテーマであり, さらに詳しい解析を進めている.

10. 「あかり」衛星による若い天体候補の発見 (木村, 尾中, 左近, 臼井)
「あかり」衛星による銀河面のスリットレス分光データを解析し, H_2O, CO_2 氷の吸収を持つ天体を 2 つ発見した. XCN の吸収も示唆される. このことと氷吸収の存在から大質量の若い星である可能性が高いが近傍には知られた星生成領域はない. また近赤外線から遠赤外線までの撮像データを解析したところ, 通常氷吸収が見られる天体とは異なり, 4 μm 付近にピークを持つ比較的青い SED を持つことがわかった. この特徴は背景星である可能性を示唆するものの、近傍には nebulocity は見られない. この 2 つがどのような天体であるか様々な方向から検討している.

11. 密度汎関数理論を用いたケイ酸塩バンドの理論的研究 (尾中)
密度汎関数理論 (DFT) を用いたケイ酸塩バンドの理論的研究を行い, それぞれのバンドの振動モードの特定と温度, 組成への依存性の研究を進めている.

12. 窒素含有炭素質物質の合成実験とその赤外分光特性の測定実験 (左近, 尾中)
電気通信大学の木村誠二、和田節子らとともに、2.45GHz マイクロ波電源プラズマ生成装置を用いて、窒素含有炭素質物質の合成実験を行った。実験では、石英管内に多環式芳香族炭化水素、フラーレン等の炭素質ダストを設置し、4 torr で窒素を流し込んだ状態でマイクロ波電源を作動させ石英管内でプラズマ化した窒素と炭素質ダストを作用させ、Si 基板または SiO2 基板上に再凝縮させる事で、窒素含有炭素質物質を得る。この方法で合成した窒素含有炭素室物質は、6.2 μm, 7.6–8.3 μm に強いバンドピークを示し、その形状は比較的中心温度の低い天体周囲で観測される未同定赤外バンド（Class C UIR bands と分類）と究めて良い類似性を示す事が分かった。微少量元素分析および XPS 測定の結果、7.6–8.0μm

バンドには、N-sp^2 C が寄与することが示唆され、未同定赤外バンドの理解には、多環式芳香族炭化水素のみでなく、窒素等の異原子混入の影響も考慮する必要がある可能性を指摘した。

13. 国際宇宙ステーションきぼう実験棟簡易船外曝露実験装置 ExHAM を利用したダストの曝露実験 (左近, 尾中)

電気通信大学の木村誠二、和田節子、北海道大学の木村勇気、日本大学の中村正人、宇宙科学研究所の市村淳らとともに、恒星周囲で凝縮したダストが星間ダストとして拡散する過程で被る変成過程を解明する事を目標とし、実験室で合成した炭素質ダストや比較用試料を含む合計約 30 種の試料を、高度 400km の国際宇宙ステーションきぼう実験棟船外の宇宙環境に 1 年間曝露し、曝露前後での物性変化を測定する実験を進めている。2015 年 4 月に打ち上げられた実験サンプルは、EE64-I と EE64-II の 2 つで、それぞれ 64 個の試料スロットに急冷炭素質物質 (QCC) や、窒素含有炭素質物質、Hydrogenated Amorphous Carbon、グラファイト、多環式芳香族炭化水素、非晶質／結晶質シリケイトなどの試料を搭載し、国際宇宙ステーション「きぼう」実験棟簡易船外曝露実験装置 ExHAM1 号機にインストールされ 2015 年 5 月 26 日より船外曝露実験を開始した。1 年の宇宙環境曝露を経て、2016 年度に回収／分析を予定している。なお、搭載試料に対しては、事前に赤外吸光度測定、赤外 ATR 分光測定、XPS 測定棟を実施し、曝露前の物性測定試験を行った。また、1 年間の宇宙曝露実験で期待される試料の変性要因のうち、原子状酸素の照射、紫外線照射、電子線照射の影響を、筑波宇宙センターで地上対照実験として各種搭載試料同等品に対して調査した。また、太陽風中の高エネルギープロトンの影響に対する地上対照実験として、原子力研究機構高崎量子応用研究所の 3MV シングルエンド加速器を利用し、各種搭載試料同等品に対して、2MeV のプロトン照射の影響を調べる実験を実施した。さらに、2016 年 4 月に打ち上げを予定する実験サンプル EE64-III の準備を行なった。実験サンプル EE64-III には、重水素化急冷炭素質物質や、人造グラファイトなど、新規試料を含む合計 64 個の試料を搭載する。2016 年 2 月に安全審査、2 月 29 日に認定試験後審査 (PQR) および出荷前審査 (PSR) を実施し、JAXA への引き渡しを完了した。

14. フェルミバブルの研究 (戸谷)

戸谷は, 早稲田大の片岡淳らと共同で, 銀河系中心部にみられる拡散ガンマ線放射, いわゆるフェルミバブルの研究を行った. とくに, 新たに得られたすざく衛星の X 線データとその理論解釈から, フェルミバブルの形成機構に新たな示唆を得た. また、フェルミバブルの金属量汚染について理論的な検討を行い、バブルの膨張と大局的構造について流体シミュレーションに基づく研究を行った。

15. 銀河系中心以遠の古典的セファイドの発見 (松永)

銀河系円盤では強い減光が生じるため，太陽系から数キロパーセク以上離れた領域では古典的セファイドをはじめとする脈動変光星の探査が著しく不完全である．これに対し，近年行われるようになってきた近赤外線での探査では星間減光の影響が小さくなるため，強い減光を受けた変光星も発見されるようになってきた．我々が 2011 年に銀河系中心領域で発見した古典的セファイドは，その嚆矢ともいえる．欧州南天天文台 (ESO) の VISTA 望遠鏡で行われている VVV プロジェクト (VISTA Variables in the Vía Láctea) は，K バンドを中心にバルジから南半球の銀河系円盤領域の広い範囲に対して変光星を探査している．その VVV のデータを用いた Dékány et al. (2015, ApJ, 812, L29) は，銀河系中心の周囲数キロパーセクに古典的セファイドが円盤状に分布していると報告した．一方，我々は南アフリカ天文台の IRSF 望遠鏡でバルジ方向 (銀経 -10 から $+10$ 度) の変光星探査を 2007 年から 2012 年にかけて行い，その領域に 29 個の古典的セファイドを発見した．このうち，11 個は Dékány たちの天体と一致している．しかし，我々がこれらの天体に対して得た距離は，銀河系中心までの距離よりも有意に大きく，銀河系中心の周囲 200 パーセクを除いて，その周囲約 2.5 キロパーセク以内にはセファイドが存在しないことを示唆している．Dékány たちの結果との違いは，星間減光を補正する係数の違いによるもので，彼らが発見したセファイドも我々の補正係数を用いれば，銀河系中心よりも遠くに存在するという結果が得られた．

16. KWFC 銀河面変光星探査 KISOGP (松永，福江)
小林尚人，泉奈都子 (東大・天セ)，前原裕之，浮田信治 (国立天文台)，その他 KISOGP チームにおける共同研究．KISOGP は，KWFC Intensive Survey of the Galactic Plane の略である．木曽観測所シュミット望遠鏡と木曽超広視野カメラ KWFC を用いて，銀河面の広い領域を繰り返し観測し，脈動変光星や新星・矮新星などの変光天体を探査する．松永が PI として中心となって，観測や解析を進めている．詳しくは，第 3 部「木曽観測所」にある KISOGP の項を参照.

1.5.4 恒星

1. A unifying explanation of complex frequency spectra of γ Dor, SPB and Be stars: combination frequencies and highly non-sinusoidal light curves (Kurtz, D. W., Shibahashi, H., Murphy, S. J., Bedding, T. R., Browman, D. M.)
There are many Slowly Pulsating B (SPB) stars and γ Dor stars in the Kepler Mission data set. The light curves of these pulsating stars have been classified phenomenologically into stars with symmetric light curves and with asymmetric light curves. In the same effective temperature ranges as the γ Dor and SPB stars, there are variable stars with downward light curves that have been conjectured to be caused by spots. Among these phenomenological classes of stars, some show ‘frequency groups’ in their amplitude spectra that have not previously been understood. While it has been recognised that nonlinear pulsation gives rise to combination frequencies in a Fourier description of the light curves of these stars, such combination frequencies have been considered to be a only a minor constituent of the amplitude spectra. In this paper we unify the Fourier description of the light curves of these groups of stars, showing that many of them can be understood in terms of only a few base frequencies, which we attribute to g mode pulsations, and combination frequencies, where sometimes a very large number of combination frequencies dominate the amplitude spectra. The frequency groups seen in these stars are thus tremendously simplified. Among the B stars are pulsating Be stars that show emission lines in their spectra from occasional ejection of material into a circumstellar disk. Our analysis gives strong support to the understanding of these pulsating Be stars as rapidly rotating SPB stars, explained entirely by g mode pulsations. (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 450, Issue 3, p.3015-3029)

2. FM stars II: a Fourier view of pulsating binary stars — determining binary orbital parameters photometrically for highly eccentric cases (Shibahashi, H., Kurtz, D. W., Murphy, S. J.)
Continuous and precise space-based photometry has made it possible to measure the orbital frequency modulation of pulsating stars in binary systems with extremely high precision over long time spans. Frequency modulation caused by binary orbital motion manifests itself as a multiplet with equal spacing of the orbital frequency in the Fourier transform. The amplitudes and phases of the peaks in these multiplets reflect the orbital properties, hence the orbital parameters can be extracted by analysing such precise photometric data alone. We derive analytically the theoretical relations between the multiplet properties and the orbital parameters, and present a method for determining these parameters, including the eccentricity and the argument of periapsis, from a quintuplet or a higher order multiplet. This is achievable with the photometry alone, without spectroscopic radial velocity measurements. We apply this method to *Kepler* mission data of KIC 8264492, KIC 9651065, and KIC 10990452, each of which is shown to have an eccentricity exceeding 0.5. Radial velocity curves are also derived from the *Kepler* photometric data. We demonstrate that the results are in good agreement with those obtained by another technique based on the analysis of the pulsation phases. (Monthly Notices of the Royal

Astronomical Society, Volume 450, Issue 4, p.3999-4015)

3. Deriving the orbital properties of pulsators in binary systems through their light arrival time delays (Murphy, S. J., Shibahashi, H.)
   We present the latest developments to the phase modulation method for finding binaries among pulsating stars. We demonstrate how the orbital elements of a pulsating binary star can be obtained analytically, that is, without converting time delays to radial velocities by numerical differentiation. Using the time delays directly offers greater precision, and allows the parameters of much smaller orbits to be derived. The method is applied to KIC 9651065, KIC 10990452, and KIC 8264492, and a set of the orbital parameters is obtained for each system. Radial velocity curves for these stars are deduced from the orbital elements thus obtained. (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 450, Issue 4, p.4475-4485)

4. Nonadiabatic analysis of rosette modes of oscillations in rotating stars and their contribution to angular momentum transport (Takata, M., Saio, H.)
   Rosette modes compose a peculiar group of oscillation modes in rotating stars. Although they have been investigated in some theoretical works, it has not been clear yet whether these modes are excited in real stars or not. In order to study this problem, a stability analysis of the modes is performed. It turns out that some rosette modes are unstable due to the kappa mechanism in a model of slowly pulsating B stars. It is also examined how unstable rosette modes can transport angular momentum in stars.

5. 赤色巨星の振動の双極子モードの漸近解析と星震学への応用 (高田)
   近年 CoRoT 衛星や Kepler 衛星からの観測により、膨大な数の赤色巨星で周期数時間の微弱な変光が検出され るようになった。これらは太陽と同様、表面近くの対流によって励起された固有振動モードと解釈され、赤色巨 星の内部を探る手段として、活発に研究されている。赤色巨星の振動で特に興味深いのは、中心部では (浮力を復元力とする) 重力波的、外層では音波的な振動を 示す「混合モード」と呼ばれる振動モードが多数観測されていることにある。(これらは主として、角度方向に双 極子なパターンで振動するモードである。) このため、混合モードの性質を調べることで、星の中心部と外層の両 方の構造を探ることが可能になる。しかしながら、最近の観測精度の著しい向上に伴い、従来用いられてきた振 動周波数のスペクトルを解釈する表式が、不正確である、ないしは観測と矛盾することが認識され始めている。 そこで、本研究では、これまで無視されていた、以下の点を取り入れることにした。
   ・振動に伴う重力ポテンシャルの変動の効果
   ・中心部の (重力波) 振動と外層の (音波) 振動の強い相互作用
   これらを考慮したうえで、(振動の波長が構造のスケール長より十分短い場合に) 双極子モードの漸近解析を実施し、振動周波数を決定する理論表式をあらたに導出した。こうして得られた表式は、観測結果と矛盾せず、また 赤色巨星の星震学において、特に中心部の構造を探るあらたな手段を与えることがわかった。

6. Nearly-uniform internal rotation of solar-like main-sequence stars revealed by space-based asteroseismology and spectroscopic measurements (Benomar, O., Takata, M., Shibahashi, H., Ceillier, T., García, R. A.)
   The rotation rates in the deep interior and at the surface of 22 main-sequence stars with masses between 1.0 and 1.6 M_odot are constrained by combining asteroseismological analysis with spectroscopic measurements. The asteroseismic data of each star are taken by the Kepler or CoRoT space mission. It is found that the difference between the surface rotation rate and the average rotation rate (excluding the convective core) of most of stars is small enough to suggest that an efficient process of angular

momentum transport operates during and/or before the main-sequence stage of stars. If each of the surface convective zone and the underlying radiative zone, for individual stars, is assumed to rotate uniformly, the difference in the rotation rate between the two zones turns out to be no more than a factor of 2 in most of the stars independently of their ages. (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 452, Issue 3, p.2654-2674)

7. Global Analysis of KOI-977: Spectroscopy, Asteroseismology, and Phase-curve Analysis (Hirano, T., Masuda, K., Sato, B., Benomar, O., Takeda, Y., Omiya, M., Harakawa, H., & Kobayashi, A.)
 We present a global analysis of KOI-977, one of the planet host candidates detected by Kepler. The Kepler Input Catalog (KIC) reports that KOI-977 is a red giant, for which few close-in planets have been discovered. Our global analysis involves spectroscopic and asteroseismic determinations of stellar parameters (e.g., mass and radius) and radial velocity (RV) measurements. Our analyses reveal that KOI-977 is indeed a red giant, possibly in the red clump, but its estimated radius ($\gtrsim 20\,R_\odot = 0.093\,\mathrm{au}$) is much larger than KOI-977.01's orbital distance ($\sim 0.027\,\mathrm{au}$) estimated from its period ($P_\mathrm{orb} \sim 1.35\,\mathrm{d}$) and host star's mass. RV measurements show a small variation, which also contradicts the amplitude of ellipsoidal variations seen in the light curve folded with KOI-977.01's period. Therefore, we conclude that KOI-977.01 is a false positive, meaning that the red giant, for which we measured the radius and RVs, is different from the object that produces the transit-like signal (i.e., an eclipsing binary). On the basis of this assumption, we also perform a light curve analysis including the modeling of transits/eclipses and phase-curve variations, adopting various values for the dilution factor D, which is defined as the flux ratio between the red giant and eclipsing binary. Fitting the whole folded light curve as well as individual transits in the short cadence data simultaneously, we find that the estimated mass and radius ratios of the eclipsing binary are consistent with those of a solar-type star and a late-type star (e.g., an M dwarf) for $D \gtrsim 20$. (The Astrophysical Journal, Volume 799, Issue 1, article id. 9, 11 pp. (2015))

8. Asteroseismic inference on rotation, gyrochronology and planetary system dynamics of 16 Cygni (Davies, G. R., Chaplin, W. J., Farr, W. M., Garc?a, R. A., Lund, M. N., Mathis, S., Metcalfe, T. S., Appourchaux, T., Basu, S., Benomar, O., Campante, T. L.,Ceillier, T., Elsworth, Y., Handberg, R., Salabert, D., & Stello, D.)
 The solar analogues 16 Cyg A and B are excellent asteroseismic targets in the Kepler field of view and together with a red dwarf and a Jovian planet form an interesting system. For these more evolved Sun-like stars we cannot detect surface rotation with the current Kepler data but instead use the technique of asteroseimology to determine rotational properties of both 16 Cyg A and B. We find the rotation periods to be $23.8^{+1.5}_{-1.8}$ and $23.2^{+11.5}_{-3.2}$ d, and the angles of inclination to be 56^{+6}_{-5} and 36^{+17}_{-7} degrees, for A and B, respectively. Together with these results we use the published mass and age to suggest that, under the assumption of a solar-like rotation profile, 16 Cyg A could be used when calibrating gyrochronology relations. In addition, we discuss the known 16 Cyg B star-planet eccentricity and measured low obliquity which is consistent with Kozai cycling and tidal theory. (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 446, Issue 3, p.2959-2966 (2015))

9. Non-adiabatic study of the Kepler subgiant KIC 6442183 (Grosjean, M., Dupret, M. A., Belkacem, K., Benomar, O., Deheuvels, S., Samadi, R., & Grigahcene, A.)
 Thanks to the precision of Kepler observations, we were able to measure the linewidth and amplitude of individual modes (including mixed modes) in several subgiant power spectra. We perform a forward modelling of a Kepler subgiant based on surface properties and observed frequencies. Non-adiabatic

computations including a time-dependent treatment of convection give the lifetimes of radial and non-radial modes. Next, combining the lifetimes and inertias with a stochastic excitation model gives the amplitudes of the modes. We can now directly compare theoretical and observed linewidths and amplitudes of mixed-modes to obtain new constraints on our theoretical models. (The Space Photometry Revolution - CoRoT Symposium 3, Kepler KASC-7 Joint Meeting, Toulouse, France, Edited by R. A. Garcia & J. Ballot, EPJ Web of Conferences, Volume 101, id.06028 (2015))

10. Asteroseismology of Solar-Type Stars with K2: Detection of Oscillations in C1 Data (Chaplin, W. J., Lund, M. N., Handberg, R., Basu, S., Buchhave, L. A., Campante, T. L., Davies, G. R., Huber, D., Latham, D. W., Latham, C. A., Serenelli, A., Antia, H. M., Appourchaux, T., Ball, W. H., Benomar, O., Casagrande, L., Christensen-Dalsgaard, J., Coelho, H. R., Creevey, O. L., Elsworth, Y., Garc?a, R. A., Gaulme, P., Hekker, S., Kallinger, T., Karoff, C., Kawaler, S. D., Kjeldsen, H., Lundkvist, M. S., Marcadon, F., Mathur, S., Miglio, A., Mosser, B., R?gulo, C., Roxburgh, I. W., Silva Aguirre, V., Stello, D., Verma, K., White, T. R., Bedding, T. R., Barclay, T., Buzasi, D. L., Dehuevels, S., Gizon, L., Houdek, G., Howell, S. B., Salabert, D., & Soderblom, D. R.)
We present the first detections by the NASA K2 mission of oscillations in solar-type stars, using short-cadence data collected during K2 Campaign 1 (C1). We understand the asteroseismic detection thresholds for C1-like levels of photometric performance, and we can detect oscillations in subgiants having dominant oscillation frequencies around 1000 μHz. Changes to the operation of the fine-guidance sensors are expected to give significant improvements in the high-frequency performance from C3 onwards. A reduction in the excess high-frequency noise by a factor of 2.5 in amplitude would bring main-sequence stars with dominant oscillation frequencies as high as $\simeq$ 2500 μHz into play as potential asteroseismic targets for K2. (Publications of the Astronomical Society of Pacific, Volume 127, Issue 956, pp. 1038-1044 (2015))

11. Oscillation frequencies for 35 Kepler solar-type planet-hosting stars using Bayesian techniques and machine learning (Davies, G. R., Silva Aguirre, V., Bedding, T. R., Handberg, R., Lund, M. N., Chaplin, W. J., Huber, D., White, T. R., Benomar, O., Hekker, S., Basu, S., Campante, T. L., Christensen-Dalsgaard, J., Elsworth, Y., Karoff, C., Kjeldsen, H., Lundkvist, M. S., Metcalfe, T. S., & Stello, D.)
Kepler has revolutionized our understanding of both exoplanets and their host stars. Asteroseismology is a valuable tool in the characterization of stars and Kepler is an excellent observing facility to perform asteroseismology. Here we select a sample of 35 Kepler solar-type stars which host transiting exoplanets (or planet candidates) with detected solar-like oscillations. Using available Kepler short cadence data up to Quarter 16 we create power spectra optimized for asteroseismology of solar-type stars. We identify modes of oscillation and estimate mode frequencies by 'peak bagging' using a Bayesian Markov Chain Monte Carlo framework. In addition, we expand the methodology of quality assurance using a Bayesian unsupervised machine learning approach. We report the measured frequencies of the modes of oscillation for all 35 stars and frequency ratios commonly used in detailed asteroseismic modelling. Due to the high correlations associated with frequency ratios we report the covariance matrix of all frequencies measured and frequency ratios calculated. These frequencies, frequency ratios, and covariance matrices can be used to obtain tight constraint on the fundamental parameters of these planet-hosting stars. (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 456, Issue 2, p.2183-2195 (2016))

12. Spin-Orbit Alignment of Exoplanet Systems: Ensemble Analysis Using Asteroseismology (Campante,

T. L., Lund, M. N., Kuszlewicz, J. S., Davies, G. R., Chaplin, W. J., Albrecht, S., Winn, J. N., Bedding, T. R., Benomar, O., Bossini, D., Handberg, R., Santos, A. R. G., Van Eylen, V., Basu, S., Christensen-Dalsgaard, J., Elsworth, Y. P., Hekker, S., Hirano, T., Huber, D., Karoff, C., Kjeldsen, H., Lundkvist, M. S., North, T. S. H., Silva Aguirre, V., Stello, D., & White, T. R.)

The angle ψ between a planet ' s orbital axis and the spin axis of its parent star is an important diagnostic of planet formation, migration, and tidal evolution. We seek empirical constraints on ψ by measuring the stellar inclination is via asteroseismology for an ensemble of 25 solar-type hosts observed with NASA's Kepler satellite. Our results for is are consistent with alignment at the 2σ level for all stars in the sample, meaning that the system surrounding the red-giant star Kepler-56 remains as the only unambiguous misaligned multiple-planet system detected to date. The availability of a measurement of the projected spin-orbit angle λ for two of the systems allows us to estimate ψ. We find that the orbit of the hot Jupiter HAT-P-7b is likely to be retrograde ($\psi = 116 \overset{\circ}{.} 4^{+30.2}_{-14.7}$), whereas that of Kepler-25c seems to be well aligned with the stellar spin axis ($\psi = 12 \overset{\circ}{.} 6^{+6.7}_{-11.0}$). While the latter result is in apparent contradiction with a statement made previously in the literature that the multi-transiting system Kepler-25 is misaligned, we show that the results are consistent, given the large associated uncertainties. Finally, we perform a hierarchical Bayesian analysis based on the asteroseismic sample in order to recover the underlying distribution of ψ. The ensemble analysis suggests that the directions of the stellar spin and planetary orbital axes are correlated, as conveyed by a tendency of the host stars to display large values of inclination. (The Astrophysical Journal, Volume 819, Issue 1, article id. 85, 28 pp. (2016))

13. Oscillatory convective modes in red giants: a possible explanation of the long secondary periods (Saio, H., Wood, P. R., Takayama, M., & Ita, Y.)

We discuss properties of oscillatory convective modes in low-mass red giants, and compare them with observed properties of the long secondary periods (LSPs) of semiregular red giant variables. Oscillatory convective modes are very non-adiabatic g-modes and they are present in luminous stars, such as red giants with $\log L/L_{\odot} \gtrsim 3$. Finite amplitudes for these modes are confined to the outermost non-adiabatic layers, where the radiative energy flux is more important than the convective energy flux. The periods of oscillatory convection modes increase with luminosity, and the growth times are comparable to the oscillation periods. The LSPs of red giants in the Large Magellanic Cloud (LMC) are observed to lie on a distinct period-luminosity sequence called sequence D. This sequence D period-luminosity relation is roughly consistent with the predictions for dipole oscillatory convective modes in asymptotic giant branch models if we adopt a mixing length of 1.2 pressure scaleheight ($\alpha = 1.2$). However, the effective temperature of the red-giant sequence of the LMC is consistent to models with $\alpha = 1.9$, which predict periods too short by a factor of 2. (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 452, Issue 4, p.3863-3868 (2015))

14. 急速な降着により形成された超大質量星の進化 (梅田、高橋亘)

吉田直紀, 細川隆史 (東京大学) らとの共同研究。初期宇宙には $1 M_{¥} odot$ yr $^{-1}$ を超えるような急速な質量降着によって質量が $10^5 M_{¥} odot$ を超えるような超大質量星が形成され、超大質量ブラックホールの種となる可能性が言われている。しかしこのような大質量な星が最終的にブラックホールになるのか爆発するか等の計算はまだほとんど行われていない。このような超大質量星の崩壊には一般相対論的不安定性が重要な役割を果たすと考えられているため、本研究では一般相対論的効果を取り入れた星の進化コードと崩壊（爆発）計算を行う流体力学コードを用いてそのような星の進化を調べている。

15. 巨大質量星の脈動電子対生成不安定における質量放出と高輝度超新星への応用 (吉田, 梅田, 石井)

前田啓一 (京都大学) との共同研究。ペア不安定型超新星になる星よりも少し軽い約 40–60$M_\odot$ の CO コアを持つ星は酸素燃焼から脈動電子対生成不安定を起こしながら重力崩壊に至る。そして、この星全体の脈動によって外層の一部が失われることが知られており、複数の外層放出による放出物質同士の衝突により突発的な増光が起こる可能性がある。本研究では小マゼラン星雲程度の金属量を持つ 140–250$M_\odot$ の星の進化を計算し、これらの星が脈動電子対生成不安定を起こした時の外層放出と、放出物質同士や放出物質と超新星爆発時の放出物との衝突による突発的な増光について調べた。その結果、CO コア質量が大きい星ほど脈動回数が少なく 1 回の脈動における質量放出量が大きくなることが得られた。また、脈動の間隔が数 1000 年程度まで長くなり、1 回質量放出量が数太陽質量にまでなりうることも得られた。脈動時の放出物同士の衝突による星の増光は −16–−20 等に達し、超新星物質との衝突ではより明るくなりうる。そのため、これらの突発的な増光天体は I 型の超高輝度超新星や前駆増光を持つ超新星の起源となりうる。

16. ultra-stripped 超新星における元素合成 (吉田, 梅田, 高橋)
諏訪雄大 (MPA/京都大学), 柴田大 (京都大学) との共同研究。この研究では ultra-stripped 超新星における爆発的元素合成を計算し、生成元素の特徴と爆発時の光度曲線の特徴について調べた。まず我々は 1.45, 1.5$M_\odot$ の CO 星が進化した ultra-stripped 超新星の 2 次元爆発計算を行い、約 0.1$M_\odot$ の超新星物質が放出されることがわかった。次にその爆発環境における爆発的元素合成を計算した。その結果、0.01$M_\odot$ より少ない ^{56}Ni が生成された。また、弱い r-過程重元素合成が起こり、0.01$M_\odot$ 程度の 1st peak r-過程元素が生成された。この爆発における光度曲線は最大光度で約 −15–−16 等で、暗く減衰時間が短い光度曲線となることがわかった。

17. ultra-stripped 超新星の親星の進化 (吉田, 高橋, 梅田)
諏訪雄大 (MPA/京都大学), 柴田大 (京都大学) との共同研究。中性子星-大質量星の連星では連星進化の間に大質量星の水素外層やヘリウム外層が失われ超新星爆発を起こせるものの軽い CO 星に進化する可能性がある。そして、この星が重力崩壊型超新星になる場合には Ic 型の超新星となり、ultra-stripped 超新星と呼ばれる。この研究ではこれら超新星を起こせる程度に軽い CO 星の進化を調べた。軽い CO 星は、星の質量によってネオン燃焼やケイ素燃焼が中心から外れたところで点火し、燃焼面が徐々に中心に移動する進化をたどる。そして、ケイ素 shell 燃焼の時に鉄 shell を形成し、ケイ素燃焼面が中心に達することで鉄コアが形成され、その後重力崩壊に至ることが示された。現在は、ネオン燃焼が起こる CO 星の最小質量や、ネオン燃焼以降の燃焼過程の CO 星質量に対する依存性について調べている。

18. 超新星前兆ニュートリノ (吉田, 高橋, 梅田)
石徹白晃治 (東北大学) との共同研究。太陽系からの距離が数 100pc 程度の近傍で超新星爆発が起こる場合、親星である大質量星が超新星爆発を起こす数日前から星内部で生成されるニュートリノが地球上で観測される可能性がある。この研究では超新星爆発を起こす直前の星が放出するニュートリノの観測的な特徴と大質量星の最終進化との関係について調べた。その結果、大質量星におけるケイ素コア燃焼後の酸素 shell 燃焼やケイ素 shell 燃焼のときに、放出されるニュートリノの生成量や平均エネルギーが一時的に下がることがわかった。将来、数 10kt サイズの液体シンチレーター型や数 100kt サイズの水チェレンコフ型のニュートリノ検出装置を用いれば、数 100pc 程度で超新星爆発が起こる数日前から数 100 程度のニュートリノイベントを観測する可能性がある。この場合、ニュートリノイベントの時間変化から大質量星の最終進化に起こる酸素 shell 燃焼やケイ素 shell 燃焼を特定でき、超新星直前の星の内部を観測できる可能性がある。

19. Numerical simulations of the collapsar jets of Gamma-Ray Bursts (Hamidani, 高橋, 梅田)
In the fiscal year 2015-2016, I continued my numerical research on Gamma-Ray Bursts, through numerical simulations with a 2D relativistic MHD code (Okita 2013), in a supercomputer account (CFCA). Using the collapsar scenario for Long Gamma Ray Bursts (GRBs), I carried out series of

numerical simulations to investigate the properties of expanding jets, driven by engines deploying the same total energy differently. I included a wide range of engine durations (from 0.1 to 100 sec), as well as different initial opening angles (from 1 up to 90 $^\circ$), for the same deployed energy (10^{52} erg; but also for lower energies in some cases). Then I examined the produced diversity of jets, considering the effect of the viewing angle. I developed with the help of my colleague (Mr. Takahashi) an AMR 2D special relativistic hydrodynamical code. By using an initially 25 solar mass Wolf-Rayet star as the progenitor, I analyzed the effect of the initial parameters on the jet ' s hydrodynamic properties, the three radiative phases, discussed the implications on GRB prompt emission and SN energy. This was the procedure of my PhD thesis that I submitted and defended.

My results showed that the engine ' s duration dramatically affects the three radiative phases launch and contribution in the jet (for the first time). As a consequence, the expanding jet ' s hydrodynamical properties differed. In particular outflow collimation and relativistic acceleration, with brief engines (shorter than the breakout time: $T_{inj} < T_b$) producing failed jets, in contrast with longer engines that produce successful jets ($T_{inj} >> T_b$). The implication of this is that brief engines represent excellent systems to explain the debated low-luminosity GRBs (llGRBs), for the first time producing and explaining the two peculiar features of llGRBs: i) the estimated llGRBs rate at least about 100 times higher than that of GRBs, and ii) potentially energetic SN emission. I found that these two features only arise in the case of failed jets. Then, by extending the results over different initial opening angles, I found that large opening angle can also produce failed jets, even when the engine duration is long, and can explain both of i) and ii), and thus present one other explanation of llGRBs origin. My research conclusion was that llGRBs are well explained by failed collapsar jets ($T_{inj} < T_b$: either due to a short T_{inj} or to a large opening angle), and thus, one prediction is that such collapsar events should dominate, at least at low redshift.

I am currently preparing 3 papers, based on the above research: 1) " From Short Engines to Long Engines: The best engine timescale to launch GRB relativistic jets ", 2) " Collapsar engine duration to explain GRB diversity and low luminosity GRBs " and 3) " Collapsar engines: Duration combined with the opening angle to explain SNe, GRBs and low luminosity GRBs ". In the mean time I am extending the research. The current project I am working on evolves a large computation domain (up to $\sim 1e13$ cm). Furthermore, in collaboration with Prof Guessoum, I am planning to conduct research on GRBs ' SN detection, by conducting new analyses of various aspects of a large sample of GRBs.

20. 電子捕獲型超新星の親星からの超新星前兆ニュートリノ (高橋, 梅田, 吉田)
加藤ちなみ, Milad, D. Azari, 山田章一 (早稲田大学) 石徹白晃治 (東北大学) との共同研究。この研究では電子捕獲型超新星に至る ONe コアの爆発直前におけるニュートリノ放出について調べ、より大質量の重力崩壊型超新星となる星との違いを調べた。ONe コアではコア内部において縮退の効果が強いため主なニュートリノ生成過程が電子陽電子対消滅ではなくプラズモンの崩壊過程となる。ONe コアから出る電子反ニュートリノの全エネルギーは鉄コアから出る場合よりも 1 桁程度低い。一方、ONe コアから出る電子反ニュートリノ平均エネルギーは倍程度になる。200pc 程度の近傍で超新星が起こる場合、重力崩壊型超新星では爆発前に KamLAND や Super-Kamiokande で数 10 程度のニュートリノを観測されるが、ONe コアではニュートリノの観測は難しいと予想される。

21. 極超新星からのニュートリノ駆動風における重元素合成 (吉田)
藤林翔 (京都大学), 関口雄一郎 (東邦大学) との共同研究。巨大質量星が重力崩壊を起こす時に一時的に大質量の原始中性子星を形成する。この原始中性子星から放出する強いニュートリノ駆動風では 10^{-3} 秒程度の非常に短いタイムスケールで物質が放出され、1 核子あたりの電子数 Y_e が 0.5 程度の時に質量数

が 100 を超える重元素を合成する重元素合成過程が起こる。本研究ではこの環境で起こる元素合成過程について調べ、この元素合成が n, p, ^{4}He の量により制限される準核統計平衡 'alpha-constrained QSE" によって説明できることを示した。そして、このような星が極超新星になれば最大で質量数が 140 程度の重元素まで生成されうることを示した。

22. 電子捕獲型超新星爆発の爆発計算 (高橋, 梅田, 吉田)
住吉光介 (沼津高専), 山田章一 (早稲田大学) らとの共同研究。酸素 + ネオンコアの至る超新星爆発である電子捕獲型超新星爆発について, 詳細なニュートリノ輸送を取り入れた第一原理的一次元計算を行っている。これまでの先行研究と比較した更新点として、我々があらたに計算した酸素 + ネオンコアを持つ親星構造を初期条件に用いた点が挙げられる。非 NSE 状態方程式や核反応を考慮した第一原理計算によって、電子捕獲型超新星爆発が球対象の取り扱い下でも爆発するという Kitaura et al. (2006) の結果を確認することができた。これにより酸素着火後のデフラグレーションの伝播が、従来知られていたケルビン・ヘルムホルツ不安定性によるものではなく、高エネルギーニュートリノの非弾性散乱によるものだということが判明した。

23. ブラックホールを形成する大質量星の進化計算 (高橋, 梅田, 吉田)
2015 年 9 月に検出された重力波は、約 30 太陽質量のブラックホール連星が衝突する際に発したものだった。これまで約 10 太陽質量を超える恒星質量ブラックホールは検出されたことがなく、その形成過程に注目があつまっている。本研究では初期質量・金属量・初期回転の三つのパラメータのもとで恒星進化計算をおこない、どのような大質量星が 30 太陽質量のブラックホールを形成するのか、進化過程の制限を行うべく研究を進めている。

24. 回転星進化理論を制限する観測量の提案 (高橋, 梅田, 吉田)
Georges Meynet (ジュネーブ天文台) との共同研究。自転する恒星の進化理論には、依然大きな不定性が存在する。回転星の進化には星内部での角運動量輸送・物質混合がおおきな影響力を持つが、一体どのような物理過程がこのような輸送現象を引き起こすのか詳しく検証されていない。進化理論の不定性は進化コードの多様性に引き継がれており、ジュネーブ天文台のもつ恒星進化コードと我々の開発してきたコードとの間には仮定されている物理仮定に違いがある。本研究では太陽組成の大質量主系列星を対象に両者のコードを用いた進化計算をおこない、その出力の特徴を比較している。それぞれの特徴がどのような物理過程によって引き起こされたのかを理解し、その知識をもとに、実際の観測から自転星進化理論に制限をつけることを目標としている。

25. ペア不安定型超新星爆発の元素合成計算 (高橋, 吉田, 梅田)
住吉光介 (沼津高専), 山田章一 (早稲田大学) らとの共同研究。太陽の 60-130 倍の質量をもつ CO コアは, 電子陽電子の対生成による不安定性の結果非常に強力な酸素燃焼を行いペア不安定型超新星爆発として爆発する。金属を含まない初代星の計算結果から爆発の結果大量のシリコンや鉄が合成されることが知られているが、金属を含む場合のペア不安定型超新星爆発の元素合成はこれまで計算されてこなかった。前年度に引き続き、本研究では金属を含むペア不安定型超新星の爆発計算を行っている。幅広い初期パラメータに対してその元素合成を計算することを目標としている。

26. 超低金属量の漸近巨星分枝星からのダスト放出量計算 (田染)
保田悠紀、小笹隆司 (北海道大学) らとの共同研究。　最近の化学進化モデルは，宇宙初期において漸近巨星分枝 (AGB) 星がダストの供給源として重要であることを示している。初期宇宙において AGB 星がダストの供給源となりうるかを見るためには, ダスト形成とそれに伴う質量放出 (dust driven wind) を AGB 星進化と整合的に取り扱うことが必要である。dust driven wind を取り扱った過去の研究では、ダスト形成は取り扱っておらず、ダストの seed の個数密度と質量放出率を仮定している。AGB 星の進化と dust driven wind による質量放出率を整合的にとりあつかう手法を確立するために、AGB 星の表面

組成進化と整合的な opacity data を作成し、恒星進化計算コード MESA に組み込んだ。そして、表面組成進化と整合的な opacity を含む 3 つの opacity パターンを用いて様々な初期質量・初期金属量に対して AGB 星進化計算を行い、opacity の取り扱いが星の構造と進化に与える影響について調べた。この進化計算結果をもとに、3 つの opacity 全ての場合に対して dust driven wind 計算を行い、dust-driven wind への opacity の取り扱いの影響を調べた。その結果から、質量放出率およびダスト質量放出率の星質量、金属量、表面組成依存性を調べ、それぞれの質量放出則を導出した。この予備計算によって表面組成進化と整合的な opacity を用いる場合のみ、AGB 星は初期金属量の下限なくダスト放出可能であることが明らかになった。現在これらの結果を論文にまとめている。そして、ここで導出した質量放出則およびダスト質量放出則を MESA に組み込み、AGB 星進化とともに整合的に放出されるダスト量を計算することが直近の課題である。

27. SN 1987A の親星モデル (漆畑, 梅田, 高橋, 吉田)
連星合体を想定した SN 1987A の親星モデルの構築を行っている。回転を考慮した恒星進化コードを用いて、自転の効果や合体時に輸送される角運動量の効果等を取り入れ計算を行っている。また、合体時に重たい星のコアと軽い主系列星の衝突を想定した計算も行っている。これらの計算の結果、 SN 1987A の親星には衝突の影響が重要であるという示唆が得られた。

28. Effect of red giant mass loss for Pop III pair-instability supernova progenitors (Louis Airale, 高橋, 梅田)
Although not yet observed, metal-free first generation stars (so-called popIII stars) have long been described and studied because of their assumed strong influence on today's chemical elements distribution. Yet uncertainties remain as for the mass function of these primordial stars, or the type of mass loss they may endured. Knowledge of these issues are crucial because they not only determine the yields of popIII stars but also their fate and thus their detection. In my current research, I have been conducting stellar evolution calculation for metal-free supermassive models, experiencing different kind of mass losses. I have been focusing on the potential progenitors of Pair-instability Supernovae (PISNe) that are thought to be the fate of 150-250Msun initial mass stars. Results of this study is that an accurate prescription for mass loss during the Red Giant phase of evolution drives huge total amount of mass loss, considerably modifying stellar photosphere and its circumstellar medium. Further research is in progress to probe the impact on the observable features of the supernova explosions themselves.

29. 臨界強度未満の解離輻射を受けた始原ガス雲の星形成 (森、梅田)
平野信吾（東京大学）との共同研究。質量が太陽の数十億倍の超大質量ブラックホール (SMBH) が z¥ *sim*6 の初期宇宙で観測されているが、その形成メカニズムは未解明である。有力なモデルとして Direct Collapse シナリオが提唱されている。初代星を形成する始原ガス雲は主に水素分子によって冷却されるが、外部からの紫外輻射によって水素分子が解離されると、水素原子によって冷却される。水素原子による冷却は高温でのみ効率的なため、このガス雲は高温のまま収縮する。ジーンズ質量が下がらないため，ガス雲は分裂せずに大質量星を形成すると考えられる。この Direct Collapse シナリオに必要な紫外輻射の強度は、宇宙の平均的な紫外輻射に比べて非常に大きい。多くのガス雲では，外部からの輻射強度は臨界値未満になるが，このような場合の過程は詳しく調べられていない。そこで本研究では，臨界強度より弱い紫外輻射を受ける始原ガス雲の成長を，数値計算によって調べ形成される星の質量に対する輻射の影響を議論する。

30. 「あかり」衛星中間赤外線全天サーベイによる暖かい残骸円盤の探査 (尾中)
石原 (名古屋大) らとともに「あかり」衛星中間赤外線全天サーベイのデータと IRSF の近赤外線観測から 18 μm でフラックスの超過のある天体の探索を行った．従来の探査は 2MASS の近赤外線観測に基づいていたが，特に明るい恒星については 2MASS の飽和領域に入るため精度が悪くなり，微弱な超過の

検出を困難にしていた．この研究はこの問題を克服するため，IRSF により新たに近赤外線の精度のよいデータを取得して行った．この結果 678 個の主系列星に対して 53 個の天体からの超過を検出することに成功した．このうち 8 個の恒星については定常の衝突モデルでは説明できない明らかに大きな超過を示していることがわかり, 非定常な過程, 例えば惑星系形成に伴う微惑星の衝突の増加, あるいは巨大衝突や後期重爆撃 (Late Heavy Bombardment) のような一時的な現象, または共鳴軌道に長時間微小ダストが束縛される現象により生じている可能性を議論している．

31. 大マゼラン雲中の若い星のメタノール氷及び 3.47 μm バンドの観測 (尾中)
下西 (東北大), Dartois, Boulanger (IAS) らとともに VLT の ISAAC を用い「あかり」衛星で氷が検出された大マゼラン雲中の若い星の近赤外線分光観測を行った．9 個の天体を観測した結果, メタノール氷の 3.53 μm のバンドは未検出か，非常に弱かった．この結果は大マゼラン雲においては明確にメタノール氷の存在量が少ないことを示している．我々はこれを大マゼラン雲中のダスト温度が高いことによるとの仮説を提唱した．このことは CO_2 の氷と H_2O の氷の存在量の比が我々の銀河系に比べ, 大マゼラン雲で大きいという結果も説明する．一方 3.47 μm バンドは 9 個中 6 個の天体から検出され，我々の銀河系との相違は少ないことが示された．3.47 μm バンドのキャリアは未同定ではあるが，少なくとも大マゼラン雲の低金属量が大きな影響を与えていないことが示された．メタノール氷は蒸発により気相に戻り, より複雑な有機物ガスの元になると考えられている．メタノール氷の存在量が少ないことは, 従って複雑な有機分子が大マゼラン雲では生成されにくいことを示唆し, 金属量が分子ガスの化学に大きな影響を与えている初めての証拠を示めした．

32. 古典新星 V1280Sco 周囲でのダスト形成過程の解明 (左近、尾中)
古典新星は、白色矮星質量によって特にダスト形成の観点から異なる振る舞いを示す。特に CO 新星ではしばしば新星放出物質中でのダスト形成が報告されている。中には、炭素質ダストと珪酸塩ダストの両方の存在を指摘する観測例が報告されているが、それらのダストの形成過程の理解は不十分である。2007 年にさそり座に発見された近傍の新星 V1280Sco は、これまで知られている古典新星の中でも、光度曲線進化の最も遅い新星の一つで、発見後 23 日目でダスト形成が報告された。我々は 2007 年以降 5 年間にわたり、すばる望遠鏡 COMICS および Gemini 南望遠鏡 T-ReCS を用いた継続観測を行い、赤外スペクトルエネルギー分布 (SED) 分析の結果、炭素質ダストと珪酸塩ダストの存在が必要となる事を明らかにした。2012 年夏 (発見後 1947 日) に取得した赤外線撮像観測データから、双極方向にのびるダスト放射が分解観測され、そのジオメトリを考慮して詳細なダスト SED モデル解析を行い、炭素質ダスト及び珪酸塩ダストのジオメトリや個数密度に関するパラメータの時間進化を調べた。本研究の重要な点は、中間赤外線で新星に付随し時々刻々と拡散するダスト雲を 8m 級の望遠鏡に搭載された中間赤外線観測装置で解像し、かつ新星爆発後から約 2000 日間に複数回の広帯域の赤外 SED を取得できた点である。この結果、白色矮星の温度、光度進化、ダストのジオメトリを踏まえて、赤外 SED を再現するダストの密度分布やサイズに制限を得る事が可能になった。分析の結果、炭素質ダストのサイズが 0.01 μm 程度であるのに対し、シリケイトダストのサイズは 0.3–0.5 μm と比較的大きいサイズを必要とすることが分かった。また、ダストの形成量については、発見後約 2000 日の時点で炭素質ダストは 6.6–8.7$\times10^{-8}M_\odot$、シリケイトダストは 3.4–4.3$\times10^{-7}M_\odot$ を得た。さらに、新星放出ガス中で凝縮し白色矮星から遠ざかる炭素質ダストの後方 (白色矮星より遠い側) で、シリケイトダストの形成が後発的に起こったという解釈に至った。恒星周囲でのダスト形成の観測に基づく探査は、多くの場合近赤外の観測から探られる凝縮温度付近のダストの調査に依存しがちであるが、本研究結果は、中間赤外域分光観測によるダストの組成診断と赤外広帯域観測による多温度成分の識別能力と、大型望遠鏡に寄る星周ダストの解像能力、および長期間にわたるモニター観測に基づくダスト雲の時間進化を捉える事が、ダスト形成過程の理解の鍵となる事を強く指摘する。

33. ヘリウム新星 V445 の赤外観測 (島本、左近、尾中、臼井)

2000 年に新星爆発に至った V445 Pup は、ヘリウム星を伴星として有し、これまでに唯一のヘリウム新星として観測的に認められた新星である。2006 年 10 月に「あかり」衛星中間赤外線および遠赤外線全天サーベイデータで捉えられた V445Pup の爆発後約 2100 日目の赤外測光データと、2012 年 12 月にすばる-Gemini 時間交換枠の観測プログラム (GS-2012A-C-5) で取得した爆発後約 4200 日目の中間赤外線測光データを用いて、赤外スペクトルエネルギー分布 (SED) の成分分離と各成分の両エポック間での時間進化を調べた。この結果、1.6–4.5×10^{-4} $M_\odot$ の 121–125 K の低温のダスト成分の存在に加えて、2100 日目のデータでは $1.8^{+1.0}_{-0.5}$×10^{-5} $M_\odot$ で 250 K の暖かいアモルファスカーボンダスト成分が、4200 日目のデータでは $5.0^{+2.9}_{-3.4}$×10^{-5} $M_\odot$192 K の温かいアモルファスカーボンダスト成分が存在する事が分かった。このダストの時間進化は、爆発後 2100 日から 4200 日の間に白色矮星およびヘリウム星伴星から供給されるエネルギーが 20%減少し、低温成分のダストの分布位置はおおよそ同じ場所で、温かい成分のダストの分布位置がおおよそ 2 倍遠ざかっている事で説明できる。このことは、2000 年の新星爆発の放出ガス中で 1.8–5.0×10^{-5} $M_\odot$ 規模のアモルファスカーボンダスト形成があった事を意味する。これまでの理論から、V445 Pup は、新星爆発の際の放出ガスの総量が 10^{-4} $M_\odot$ 程度と小さく、約 1000 年周期の新星爆発の度に降着した質量の約半分が白色矮星上に残ることでコア質量が増加し、現在の白色矮星質量が 1.35 $M_\odot$ 以上と非常に massive であることから、Ia 型超新星の親星候補であると考えられていた。本研究で示唆される大規模な炭素質ダスト形成からは、(1) ヘリウム新星において triple alpha 反応を起源とする爆発的で高濃度の炭素の合成が起こった結果、究めて高いダスト形成効率 (10%以上) で炭素質ダストが形成された、或いは (2) 新星爆発時の放出ガスの質量がはるかに大規模であり、新星爆発に伴うコア質量の増加の有無は慎重に議論すべきである、という解釈が得られた。

34. 「あかり」中間赤外／遠赤外全天サーベイで検出された新星の赤外放射の分析 (島本、左近、尾中、臼井)
「あかり」衛星の近・中間赤外線カメラおよび遠赤外サーベイヤーによる全天サーベイは、2006 年 5 月 8 にちから 2007 年 8 月 26 日までの 550 日間実施された。この期間、天域上の同じ方向は 6ヶ月に一度観測され、S9W(9 μm), L18W(18 μm), N60(65 μm), Wide-S(90 μm), Wide-L(140 μm), N160(160 μm) のデータが取得されている。この全天サーベイデータによって、過去に起きた古典新星または回帰新星の系統的な中間赤外から遠赤外の測光データを得る事が可能となる。近年発見された古典新星、回帰新星、dusty な激変星などを含む 57 個の天体について、付随する赤外放射の測光観測を行なったところ、V445 Pup, RR tel および V838 Mon の 3 天体について中間赤外線および遠赤外線の放射を検出し、T CrB, DZ Cru, V2361 Cyg, V476 Sct, RS Oph, V2362 Cyg, V1065 Cen, V1280 Sco, および V745 Sco の 9 天体について中間赤外線の放射を検出した。このデータをもとに、各天体の 6ヶ月おきの赤外スペクトルエネルギー分布を分析し、新星に付随するダストの質量、温度進化に関する系統的な調査を行った。

35. 近赤外線高分散分光による銀河系中心セファイドの金属量の導出 (福江, 松永)
小林尚人 (東大・天セ), 池田優二, 近藤荘平 (京都産業大) らとの共同研究．銀河系の化学進化を考える上で，恒星の金属量分布の情報は重要である．セファイドは明るく，距離の決定精度も高いため，若い星 (10–300 Myr) の金属量トレーサーとして適している．近年までは可視光サーベイで太陽系から数 kpc 以内のセファイドしか見つかっていなかったが (特に銀河系中心から 4 kpc 以内は皆無)， 最近の近赤外線観測装置の発達により減光の強い銀河系中心領域を見通す事が可能となり，新たに銀河系中心から 200 pc 程度の範囲に広がる Nuclear Stellar Disk (NSD) と呼ばれる系の中に 4 つのセファイドが見つかった (Matsunaga et al. 2011, 2015)． 2012 年に Subaru/IRCS で観測された H-band の高分散分光スペクトルから，この 4 つのセファイドについて金属量を導出し，銀河系中心の金属量勾配について新たな知見を得ることが本研究の目的である． これまでに，H-band での金属量解析方法を構築してきており， 基本的な物理量である有効温度についても，ライン強度比を用いて決定できることが分かった (Fukue et al., 2015)．セファイドには位相による温度の変動が見られるが，標準的なセファイド (δ Cep, X Cyg) で位相に応じた温度，文献値と合致する金属量を導出し，これらの解析手法がセファイドにも応用が可能であることを確認した． 4 つのセファイドのスペクトルは S/N=30–70 であるものの，3 天体で 0.1–0.2 dex,

1 天体で 0.5 dex という金属量 ([Fe/H]) を得ることができた．この値は銀河系中心の他の天体と同程度の値であり，NSD での星形成はバルジの星の mass-loss によって放出されたガス起源であることを支持し，[Fe/H]=0.5 dex という高い結果は銀河系ディスク内縁部のガスの降着の可能性も示唆する．

36. 近赤外線高分散分光器 WINERED による恒星組成解析 (松永, 福江, 安井)
小林尚人 (東大・天セ)，池田優二，近藤荘平，濱野哲史，鮫島寛明，大坪翔悟 (京都産業大) らとの共同研究．東京大学大学院理学系研究科と京都産業大学神山天文台のグループは共同で近赤外線高分散分光器 WINERED(ワインレッド) を用いて，0.95–1.30 μm のスペクトルから化学組成を調べるための共同研究を行っている．これまでの研究で主に使われていた可視光よりも星間減光の影響が小さいので，銀河系円盤の広い範囲にある強い減光を受けた天体を観測することができる．一方で，この波長域での組成解析はこれまであまり行われていないため，吸収線リストの検証・較正という基礎的な研究が必要である．今年度は，新たな分散素子を使って比波長分解能を 8 万に上げられるように改良を行った．ただし，その状態ではカバーできる波長が半分になり，短波長側 (0.96–1.11 μm) と長波長側 (1.14–1.35 μm) をそれぞれ分けて観測する必要がある．目的に合わせて，分解能 8 万の高分散モードと分解能 3 万のワイドモードを選んで観測する予定である．これまでに，金属量標準星，脈動変光星など様々な恒星のスペクトルを取得したので，この波長域における恒星組成解析の基礎的な手法を確立させるために解析を進めている．

1.5.5　太陽系外惑星および星惑星形成

1. 系外惑星および円盤の直接撮像による探査 (田村)
すばる望遠鏡戦略枠 SEEDS プロジェクトに基づく国際共同研究. HiCIAO を用いた高コントラスト観測を行い, 系外惑星・円盤の探査を行った. 主たるサーベイを完成し, そのレビュー論文を出版した (Tamura 2016).

2. 原始惑星系円盤の高コントラスト高解像度直接観測 (田村)
すばる望遠鏡戦略枠 SEEDS プロジェクトに基づく国際共同研究. HiCIAO を用いた高コントラスト観測を行い, 原始惑星系円盤および残骸円盤の観測を行った. その結果, TW Hya のまわりの円盤の 20AU に位置する空隙の発見 (Akiyama et al. 2015), SU Aur のまわりの円盤の特異な構造の発見 (de Leon et al. 2015), DoAr 28 のまわりの円盤の空隙の詳細構造の解明 (Rich et al. 2015), HD 169142 のまわりの円盤の空隙の詳細構造の解明 (Momose et al. 2015), LkCa 15 のまわりの傾いた内側円盤の発見 (Oh et al. 2016) 等に成功した.

3. FU Ori 型星の高解像度直接観測 (田村)
すばる望遠鏡と HiCIAO を用いた国際共同研究により, FU Ori 型星を高コントラスト観測し, 質量降着による重力不安定に起因する構造を発見した (Liu et al. 2016).

また, 同じく FU Ori 型星である V899 Mon のモニタ観測を行った (Ninan et al. 2015).

4. HST/STIS による残骸円盤の高解像度直接観測 (田村)
ハッブル宇宙望遠鏡を用いた国際共同研究により, HD 141569 A の内側円盤を可視光コロナグラフ観測で発見した (Konishi et al. 2016).

5. 系外惑星研究のための観測装置の開発（田村）
系外惑星・円盤の直接観測のための、すばる望遠鏡用高コントラスト装置 HiCIAO（ハイチャオ）を保守・運用している。その機能を向上させるために，2000 素子相当の超補償光学（SCExAO）の開発も行っており，その装置論文を出版した。すばる望遠鏡用面分光器装置 CHARIS（カリス）の開発にも関与している。地球型惑星探査のための、すばる望遠鏡用超高精度視線速度分光器 IRD （アイアールディー）

を開発している。本装置は, 広ピッチ回折格子, 光周波数コム, 光ファイバー, セラミック光学系およびベンチ, 2048x2048 素子赤外線検出器等を用いている。TMT のための高コントラスト観測装置 SEIT（サイト）の開発を京都大学・国立天文台・北海道大学等と進めている。この装置によって地球型惑星の直接観測を実現することを目指している. また，NASA が計画する WFIRST 宇宙望遠鏡への搭載を目指したコロナグラフ WACO（ワコ) の基礎開発を進めている。位相マスクの開発に関する装置論文を北海道大学の共同研究者らと出版した。さらに, IRSF 望遠鏡のための偏光器 SIRPOL（サーポル）の保守・運用も行っている。

6. トランジット観測による系外惑星大気の研究 (田村)
   トランジット多重惑星系 K2-19 の高分散分光観測, 補償光学撮像, トランジット時刻変動を行った (Narita et al. 2015).

7. 偏光観測による星間物質および星周構造の研究 (田村)
   主に赤外線による直線および円偏光観測を行い，分子雲中の磁場構造や YSO の星周構造を研究している (Kwon et al. 2016; Kim et al. 2016).

8. 銀河系外縁部における低金属量星生成領域 Sh 2-207, Sh 2-208 の近赤外線深撮像 (安井, 泉)
   小林 (天文セ)，齋藤 (国立天文台), Alan T. Tkunaga(ハワイ大) らとともに，銀河半径が 15 kpc 以遠の銀河系外縁部における星生成の探査とその観測を進めている。銀河系外縁部は、ガス密度や金属量が極めて低い、銀河の渦状腕の影響がほとんど無いなど、太陽近傍と環境が大きく異なることが知られている。中でも「金属量」が大きく異なることで、星生成において重要な加熱・冷却過程や、惑星形成において重要な惑星の核となるダストの量が大きく変わることが予想され、星・惑星形成への影響を調べる格好の実験場となっている。

   本年度は、特に低い金属量 ($12+[\mathrm{O/H}] < 8$) が見積もられる２つの星生成領域 Sh 2-207 (S207), Sh 2-208 (S208) について、すばる望遠鏡の多天体撮像分光器 MOIRCS を用いた深撮像を行った。２領域は互いに約 12pc の非常に近い距離に位置しており、同じ環境下において異なる進化段階にある星形成活動を探る上でのよいターゲットとなっている。まず、それぞれの領域中で同定したメンバーの光度関数をモデルと比較することで、２領域の年齢を求めた。その結果、S207 は星形成からやや時間の経った段階 (年齢約 2–3M yr) に、S208 は非常に若い段階 (年齢約 0.5 Myr) にあることが示唆された。この結果と広域の中間赤外線画像から、この領域では半径約 30pc にまで広がる巨大なバブルによりトリガーされた連続的な星形成活動が起こっていることが示唆された。また、惑星形成の 1 つの指標である原始惑星系円盤を持つ星の割合 (disk fraction) を求めたところ、S207, S208 ともに年齢の割に低い値が得られたが、低金属量下における円盤消失のタイムスケールが太陽近傍と比較して短いというこれまでの我々の示唆と合致する結果が得られた。その一方で、若い S208 においては、色超過の量が非常に大きな星の存在も確認されたことより、このような環境下であっても、星の初期の進化段階には十分に厚い星周物質に囲まれている状態にあることが示唆された。

9. 原始惑星系円盤の寿命の統計的性質の研究 (尾中, 安井)
   大澤 (天文セ) とともに, disk fraction を用いた原始惑星系円盤の寿命の統計的性質について解析し, 初期円盤質量関数の分布を考慮した場合 disk fraction から見積もられる円盤の寿命が系統的に長くなることを解析的に示した. 実際のデータに適用し, 定量的には初期円盤関数の形に依存するが, これまで単純な仮定で見積もられていた円盤の寿命が, 実際は数分の 1 の 1Myr 程度であり, 惑星系形成モデルに大きな影響を与える結果である.

10. HD 169142 の星周円盤の中間赤外線高空間分解能観測 (尾中, 左近)
    岡本 (茨城大), 片ざ (宇宙研) 等とともにすばる望遠鏡搭載中間赤外線撮像分光装置 (COMICS) による

transitional disk 天体 HD 169142 の高空間分解能 N バンド撮像データを詳細に解析したところ, アーク状の構造と分解されない点源を初めて発見した. これらの構造と惑星形成との関連を検討している.

1.5.6　太陽系

1. 赤外線衛星による小惑星サーベイの比較 (臼井)
   長谷川 (宇宙研), 石黒 (韓国ソウル大), ミュラー (ドイツ MPE), 大坪 (東大総合文化) らとともに, IRAS(1983 年), 「あかり」(2006–2007 年), WISE(2010 年–) の 3 つの赤外線衛星による小惑星サーベイのカタログ比較を行った. IRAS は先駆的な観測であったのに対して, 「あかり」は 16ヶ月間の連続した全天サーベイで小惑星帯を網羅的に観測しており, 一方 WISE は高感度の検出器により小サイズ小惑星までを捉えている. これらのデータを相補的に組み合わせて活用することが重要である. これについては, Mainzer(アメリカ JPL), Trilling(アメリカ Northern Arizona University) とともに, 研究書「Asteroids」シリーズの最新巻において議論した.

2. 「あかり」搭載近・中間赤外線カメラ (IRC) による小惑星の含水鉱物探査 (臼井, 尾中)
   長谷川 (宇宙研), 大坪 (東大総合文化) らとともに, 「あかり」搭載 IRC による小惑星の近赤外線分光データ解析を行った. 3 μm 付近には小惑星表面の水氷や含水鉱物の特徴的な吸収フィーチャーが見られる. 特に含水鉱物は氷の昇華温度以上になっても安定に存在するので, 生成後の温度変化でリセットされない水の存在を示す重要なマーカーになるため, 太陽系の進化, 特に温度環境の変遷を解き明かす大きな手がかりが得られる. 「あかり」の分光データを解析することによって, 多くの C 型小惑星で世界で初めて含水鉱物の吸収フィーチャーを明確に捉えた. さらに, 小惑星における 3 μm 帯の吸収フィーチャーにはいくつかのパターンがあることも明らかにした.

3. 「あかり」搭載近・中間赤外線カメラ (IRC) による中間赤外線全天サーベイ観測データにおける黄道光モデル (尾中)
   近藤 (名古屋大) 等とともに, 「あかり」搭載近・中間赤外線カメラ (IRC) による中間赤外線全天サーベイ観測データ (9, 18 μm) の黄道光成分の評価を精密に行い, 新しい黄道光モデルのパラメターを導いた. この結果は従来の COBE 衛星の観測に基づきえられたモデルに比較し, より高い精度で黄道光を再現するものである. このモデルを IRC の全天サーベイ観測データに適用し高い精度で黄道光を除去したデータを作成することに成功した. この新しい中間赤外線の全天サーベイのデータを公開した.

4. あかり」搭載近・中間赤外線カメラ (IRC) による中間赤外線全天サーベイ観測データ中の地球近傍のダスト雲の検出 (尾中)
   石原 (名古屋大) 等とともに, 「あかり」搭載近・中間赤外線カメラ (IRC) による中間赤外線全天サーベイで見られた一時的な赤外線釣果を解析し, 観測当時生じていた coronal mass ejection により地球近傍でダストが一時的に増加していた可能性を検討している.

1.5.7　機器・ソフトウェア開発

1. 「あかり」搭載近・中間赤外線カメラ (IRC) の分光データのアーカイブ化 (臼井, 尾中)
   「あかり」搭載 IRC の分光データのアーカイブ化のためのデータ解析を実施した. 点源観測用の short slit 分光の観測データについて一貫処理を行い, 液体ヘリウム冷却期間の Phase 1, 2 については 217 個, その後の機械式冷凍機冷却期間の Phase 3 については 5495 個のスペクトルデータを提供し, 公開した.

2. 「あかり」搭載近・中間赤外線カメラ (IRC) の撮像データ処理手法の改善 (尾中)
   江草 (国立天文台) 等とともに「あかり」搭載近・中間赤外線カメラ (IRC) の撮像データの処理手法の

改善を行い, 液体ヘリウムにより冷却されていた期間に観測された 4000 個余りの撮像データを再整約し, 一般に公開した.

3. 「あかり」搭載近・中間赤外線カメラ (IRC) の近赤外線グリズム分光データの較正の改善 (尾中, 臼井)
馬場 (宇宙研) 等とともにあかり」搭載近・中間赤外線カメラ (IRC) の液体ヘリウム冷却期間の近赤外線グリズム分光データを詳しく評価し, 4.9 μm 以長の波長で 2 次光の混入があることを突き止め, その成分を分離する手法を見出した. また近赤外線グリズム分光での波長較正を低温屈折率を用いて再評価し, 精度を上げることに成功した.

4. 次世代赤外線衛星計画 SPICA の推進 (尾中, 左近)
JAXA 宇宙科学研究本部のグループらとともに, 口径 2.5m の次世代冷却宇宙望遠鏡 SPICA の計画の推進を行っている. 尾中は Project Scientist として欧州のミドルクラスの公募へのプロポーザルのサイエンス検討を行っている. また左近は日本側搭載装置 (SMI) 開発メンバーの一員として検討を行っている. 2015 年 7 月にはフランス, パリにて欧米の主要な研究者 6 名のよる SPICA の科学検討のレビュー (preview) を行い, 10 項目の提言を得るとともに計画推進への強い支持を得た. 9 月には宇宙研でのミッション定義審査 (MDR) の準備に協力し, 審査を通過した.

5. 次世代赤外線衛星計画 SPICA 中間赤外観測装置 SMI の開発 (左近)
金田、石原、大藪 (名古屋大学)、和田 (宇宙研) 等とともに、次世代赤外線衛星計画 SPICA の日本側担当装置である中間赤外線観測装置 SMI の光学設計および構造設計を進め、欧州のミドルクラスの公募へのプロポーザルに向けた光学系および構造の成立解を得るための検討を行った。

6. 次世代赤外線衛星計画 SPICA 中間赤外線観測装置 SMI の予測性能評価 (左近)
検出器に関する最新のパラメータや、最新の光学設計パラメータを基に、SPICA/SMI の低分散分光器 (LRS), 中分散分光器 (MRS) および高分散分光器 (HRS) の合計 3 つの分光チャンネルに対して、点源連続光検出感度、点源ライン検出感度、拡散光連続光検出感度、拡散光ライン検出感度、飽和限界の予測性能評価計算を実施した。

7. Thiry Meter Telescope (TMT) 第二期観測装置に搭載を目指す赤外線観測装置 MICHI の開発 (左近)
Chris Packahm (フロリダ大), 本田 (久留米大学) らと、TMT に第二期観測装置として搭載を目指す赤外線観測装置 MICHI のサイエンス検討および開発を行っている。中間赤外線補償光学 (MIRAO) と組み合わせる事で、0.1 秒各を切る空間解像度で系内の星周物質の空間構造や空間変化を調べることが可能となり、特に、効率的に二次元のスペクトル情報を得る目的で赤外波長域での面分光機能に高い需要がある。これまでに、小型フォーマット (スライス数 6 枚) のイメージスライサーの実験室試験モデルの製作と赤外線を用いた疑似スリット像の結像性評価試験を実施し、さらに、TMT/MICHI の光学設計検討を基に、大型フォーマット (スライス数 11 枚) のイメージスライサーユニットの試作を実施した。

8. ロケット実験に搭載する赤外分光器の開発 (左近)
木村勇気 (北海道大学), 池田優二 (photocoding) らと、酸化物系宇宙ダストの核生成過程の解明を目的とする小型ロケット実験に搭載する赤外分光器を設計・製作した。本ロケット実験では、容器内モニター、二波長干渉計、浮遊ダスト赤外スペクトルのその場測定装置を、打ち上げロケット S-520-30 号機に搭載し、平成 27 年 9 月 11 日に内之浦宇宙空間観測所より打ち上げた。特に、加熱ヒーターに寄って蒸発した酸化物から微小重力下で浮遊粒子が生成・成長・用集する過程を調べる目的で搭載した赤外分光器は、スペクトルの時間変動を調べる上で一度に全波長のスペクトルが得られるようグレーティング分光器を採用した。更に、装置の小型化を図るため、グレーティングには convex グレーティングを採用した。本実験の結果、酸化アルミニウムの核形成過程の微粒子の赤外スペクトルを測定する事に成功し、晩期型巨星周囲の星周部室の赤外線スペクトルに見られる 13μm バンドとの類似性を見いだし、比較議論を行った。

1.6　論文および出版物

1.6.1　英文報告

出版済 (2015 年)

1. Kurtz, D. W., Shibahashi, H., Murphy, S. J., Bedding, T. R., Browman, D. M. 2015, “A unifying explanation of complex frequency spectra of γ Dor, SPB and Be stars: combination frequencies and highly non-sinusoidal light curves”, MNRAS, 450, 3015-3029

2. Shibahashi, H., Kurtz, D. W., Murphy, S. J. 2015, “FM stars II: a Fourier view of pulsating binary stars — determining binary orbital parameters photometrically for highly eccentric cases”, MNRAS, 450, 3999-4015

3. Murphy, S. J., Shibahashi, H. 2015, “Deriving the orbital properties of pulsators in binary systems through their light arrival time delays”, MNRAS, 450, 4475-4485

4. Benomar, O., Takata, M., Shibahashi, H., Ceillier, T., García, R. A. 2015, “Nearly-uniform internal rotation of solar-like main-sequence stars revealed by space-based asteroseismology and spectroscopic measurements”, MNRAS, 452, 2654-2674

5. Maeda, K., Shibahashi, H. 2015, “Pulsations of pre-white dwarfs with hydrogen-dominated atmospheres”, In: Proceedings of 19th European Workshop on White Dwarfs, eds. P. Dufour, P. Bergeron, and G. Fontaine, ASP Conference Series, Vol. 493, pp.193–197

6. Kurtz, D. W., Saio, H., Takata, M., Shibahashi, H., Murphy, S. J., Sekii, T. 2015, “Asteroseismic measurement of surface-to-core rotation in a main-sequence star”, The Space Photometry Revolution - CoRoT Symposium 3, Kepler KASC-7 Joint Meeting, Toulouse, France, eds. R.A. García, J. Ballot, EPJ Web of Conferences, Vol. 101, id.01007

7. Takata, M. 2015, “Nonadiabatic analysis of rosette modes of oscillations in rotating stars and their contribution to angular momentum transport”, The Space Photometry Revolution - CoRoT Symposium 3, Kepler KASC-7 Joint Meeting, Toulouse, France, eds. R.A. García, J. Ballot, EPJ Web of Conferences, Volume 101, id.05008

8. Benomar, O., Masuda, K., Shibahashi, H., Suto, Y. 2015, “3D spin-orbit angle of Kepler-25 and HAT-P-7”, The Space Photometry Revolution - CoRoT Symposium 3, Kepler KASC-7 Joint Meeting, Toulouse, France, eds. R.A. García, J. Ballot, EPJ Web of Conferences, Vol. 101, id.02007

9. Murphy, S. J., Bedding, T. R., Shibahashi, H., Kurtz, D. W., Kjeldsen, H. 2015, “Finding non-eclipsing binaries through pulsational phase modulation”, The Space Photometry Revolution - CoRoT Symposium 3, Kepler KASC-7 Joint Meeting, Toulouse, France, eds. R.A. García, J. Ballot, EPJ Web of Conferences, Vol. 101, id.04002

10. Maeda, K., Shibahashi, H. 2015, “Pulsations of Post-AGB Pre-White Dwarfs with Hydrogen-dominated Atmospheres”, The Space Photometry Revolution - CoRoT Symposium 3, Kepler KASC-7 Joint Meeting, Toulouse, France, eds. R.A. García, J. Ballot, EPJ Web of Conferences, Vol. 101, id.06044

11. Sonoi, T., Shibahashi, H. 2015, “Nonadiabatic analysis of strange-modes in hot massive stars with time-dependent convection”, The Space Photometry Revolution - CoRoT Symposium 3, Kepler KASC-7

Joint Meeting, Toulouse, France, eds. R.A. García, J. Ballot, EPJ Web of Conferences, Vol. 101, id.06060

12. Hirano, T., Masuda, K., Sato, B., Benomar, O., Takeda, Y., Omiya, M., Harakawa, H., & Kobayashi, A. 2015, "Global Analysis of KOI-977: Spectroscopy, Asteroseismology, and Phase-curve Analysis", ApJ, 799, id. 9, 11 pp.

13. Davies, G. R., Chaplin, W. J., Farr, W. M., Garcia, R. A., Lund, M. N., Mathis, S., Metcalfe, T. S., Appourchaux, T., Basu, S., Benomar, O., Campante, T. L.,Ceillier, T., Elsworth, Y., Handberg, R., Salabert, D., & Stello, D. 2015, "Asteroseismic inference on rotation, gyrochronology and planetary system dynamics of 16 Cygni", MNRAS, 446, 2959-2966

14. Grosjean, M., Dupret, M. A., Belkacem, K., Benomar, O., Deheuvels, S., Samadi, R., & Grigahcene, A. 2015, "Non-adiabatic study of the Kepler subgiant KIC 6442183", The Space Photometry Revolution - CoRoT Symposium 3, Kepler KASC-7 Joint Meeting, Toulouse, France, eds. R. A. García & J. Ballot, EPJ Web of Conferences, Volume 101, id.06028

15. Chaplin, W. J., Lund, M. N., Handberg, R., Basu, S., Buchhave, L. A., Campante, T. L., Davies, G. R., Huber, D., Latham, D. W., Latham, C. A., Serenelli, A., Antia, H. M., Appourchaux, T., Ball, W. H., Benomar, O., Casagrande, L., Christensen-Dalsgaard, J., Coelho, H. R., Creevey, O. L., Elsworth, Y., Garc?a, R. A., Gaulme, P., Hekker, S., Kallinger, T., Karoff, C., Kawaler, S. D., Kjeldsen, H., Lundkvist, M. S., Marcadon, F., Mathur, S., Miglio, A., Mosser, B., R?gulo, C., Roxburgh, I. W., Silva Aguirre, V., Stello, D., Verma, K., White, T. R., Bedding, T. R., Barclay, T., Buzasi, D. L., Dehuevels, S., Gizon, L., Houdek, G., Howell, S. B., Salabert, D., & Soderblom, D. R. 2015, "Asteroseismology of Solar-Type Stars with K2: Detection of Oscillations in C1 Data", PASP, 127,1038-1044

16. Saio, H., Wood, P. R., Takayama, M., Ita, Y. 2015, "Oscillatory convective modes in red giants: a possible explanation of the long secondary periods", MNRAS, 452, 3863-3868

17. Pilleri, P., Joblin, C., Boulanger, F., and Onaka, T., 2015, "The mixed aliphatic/aromatic composition of evaporating very small grains in NGC 7023 viewed by the 3.4/3.3 μm ratio,'' A&A, 577, A16 (8pp). DOI: 10.1051/0004-6361/201425590

18. Honda, M., Maaskant, K., Okamoto, Y. K., Kataza, H., Yamashita, T., Miyata, T., Sako, S., Fujiyoshi, T., Sakon, I., Fujiwara, H., Kamizuka, T., Lopez-Rodriguez, E., Packham, C., and Onaka, T., 2015, "High-resolution 25 μm imaging of the disks around Herbig Ae/Be stars,'' ApJ, 804, 143 (8pp). DOI: 10.1088/0004-637X/804/2/143

19. Hammonds, M., Mori, T. I., Usui, F., and Onaka, T., 2015, "Variations in the 3.3 μmm feature and carbonaceous dust in AKARI data," P& SS, 116, 73–83. DOI: 10.1016/j.pss.2015.05.010

20. Onaka, T., Mori, T. I., and Okada, Y., 2015, "Dust processing in the Carina nebula region,'' P& SS, 116, 84–91. DOI: 10.1016/j.pss.2015.03.025

21. Kokusho, T., Nagayama, T., Kaneda, H., Ishihara, D., Lee, H.-G., and Onaka, T., 2015, "A study of iron and dust in the supernova remnant IC443," P& SS, 116, 92–96. DOI: 10.1016/j.pss.2015.04.009

22. Yamagishi, M., Kaneda, H., Ishiara, D., Oyabu, S., Onaka, T. Shimonishi, T., and Suzuki, T. 2015, "Systematic Variations in CO2/H2O Ice Abundance Ratios in Nearby Galaxies Found with AKARI Near-Infrared Spectroscopy," ApJ, 807, 29 (8pp) DOI: 10.1088/0004-637X/807/1/29

23. Shinozaki, K., Mizutani, T., Fujii, T., Onaka, T., Nakagawa, T., and Sugita, H., 2015, "Thermal property measurements of critical materials for SPICA payload module," Physics Procedia, 67, 270–275. doi:10.1016/j.phpro.2015.06.086

24. Buragohain, M., Pathak, A., Sarre, P., Onaka, T., and Sakon, I., 2015, "Theoretical study of deuteronated PAHs as carriers for IR emission features in the ISM," MNRAS, 454, 193–204. doi: 10.1093/mnras/stv1946

25. Ohsawa, R., Onaka, T., and Yasui, C., 2015, "Impact of the initial disk mass function on the disk fraction," PASJ, 67, 120 (9pp). doi: 10.1093/pasj/psv094

26. Onaka, T., 2015, "An overview of AKARI observations of the interstellar medium," Asian Journal of Physics, 24, 1007–1018

27. Sakon, I., Sato, K., Onaka, T., Kimura, S., Wada, S., Ogawa, N., Ohkouchi, N., and Pathak, A., 2015, "Infrared properties of laboratory-synthesized nitrogen-containing carbonaceous composites (NCCs)," Asian Journal of Physics, 24, 1143–1150.

28. Nakagawa, T., Shibai, H., Onaka, T., Matsuhara, H., Kaneda, H., and Kawakatsu, Y., 2015 "The Next-Generation Infrared Astronomy Mission SPICA Under the New Framework," PKAS, 30, 621–624

29. Onaka, T., Sakon, I., Ohsawa, R., Mori, T. I., Kaneda, H., Tanaka, M., Okada, Y., Boulanger, F., Joblin, C., and Pilleri, P., 2015, "Near-Infrared Spectroscopy of the Diffuse Galactic Emission," Highlights of Astronomy, 16, 703–704 DOI: 10.1017/S1743921314012976

30. Rho, J., Andersen, M., Tappe, A., Gomez, H., Smith, M., Bernard, J. P., Onaka, T., and Cami, J., 2015, Highlights of Astronomy, 16, 583–585 DOI: 10.1017/S1743921314012277

31. Maeda, K., Hattori, T., Milisavljevic, D., Folatelli, G., Drout, M. R., Kuncarayakti, H., Margutti, R., Kamble, A., Soderberg, A., Tanaka, M., Kawabata, M., Kawabata, K. S., Yamanaka, M., Nomoto, K., Kim, J. H., Simon, J. D., Phillips, M. M., Parrent, J., Nakaoka, T., Moriya, T. J., Suzuki, A., Takaki, K., Ishigaki, M., Sakon, I., Tajitsu, A., and Iye, M. "Type IIb Supernova 2013df Entering into an Interaction Phase: A Link between the Progenitor and the Mass Loss," 2015, ApJ, 807, 35 (10pp) DOI: 10.1088/0004-637X/807/1/35

32. Kataza, H., Sakon, I., Wada, T., Sarugaku, Y., Fujishiro, N., Ikeda, Y., Mitani, S., Ohyama, Y., and Kobayashi, N., 2015, "Performance estimation of the Mid-infrared Camera and Spectrometer aboard SPICA,"Journal of Astronomical Instrumentation, 4, 1550001(19pp) DOI: 10.1142/S2251171715500014

33. Ishizuka, S., Kimura, Y., and Sakon, I., 2015, "In situ infrared measurements of free-flying silicate during condensation in the laboratory," ApJ, 803, 88 (6pp) DOI: 10.1088/0004-637X/803/2/88

34. Kasuga, T., Usui, F., Shiarahata, M., Kurod, D., Ootsubo, T., Okamura, N., and Hasegawa, S., 2015, "Near-Infrared Spectra of High-Albedo Outer Main-Belt Asteroids," AJ, 149, 37 (8pp) DOI: 10.1088/0004-6256/149/2/37

35. Sarugaku, Y., Ishiguro, M., Ueno, M., Usui, F., and Reach, W. T., 2015, "Infrared and Optical Imagings of the Comet 2P/Encke Dust Cloud in the 2003 Return," ApJ, 804, 127 (9pp)

36. Mainzer, A., Usui, F., and Trilling, D., 2015, "Space-based thermal infrared studies of asteroids," Asteroids IV, 89–106

37. Hamano, S., Kobayashi, N., Kondo, S., Ikeda, Y., Nakanishi, K., Yasui, C., Mizumoto, M., Matsunaga, N., Fukue, K., Mito, H., Yamamoto, R., Izumi, N., Nakaoka, T., Kawanishi, T., Kitano, A., Otsubo, S., Kinoshita, M., Kobayashi, H., and Kawakita, H., 2015, "Near-infrared diffuse interstellar bands in 0.91-1.32 micron, '' ApJ, 800, 137 (17pp) DOI: 10.1088/0004-637X/800/2/137

38. Fukue, K., Matsunaga, N., Yamamoto, R., Kondo, S., Kobayashi, N., Ikeda, Y., Hamano, S., Yasui, C., Arasaki, T., Tsujimoto, T., Bono, G., and Inno, L., 2015. "Line-depth Ratios in H-band Spectra to Determine Effective Temperatures of G- and K-type Giants and Supergiants," ApJ, 812, 64 (10pp) DOI: 10.1088/0004-637X/812/1/64

39. Hony, S., Gouliermis, D. A., Galliano, F., Galametz, M., Cormier, D., Chen, C.-H. R., Dib, S., Hughes, A., Klessen, R. S., Roman-Duval, J., Smith, L., Bernard, J.-P., Bot, C., Carlson, L., Gordon, K., Indebetouw, R., Lebouteiller, V., Lee, M.-Y., Madden, S. C., Meixner, M., Oliveira, J., Rubio, M., Sauvage, M., and Wu, R., 2015, "Star formation rates from young-star counts and the structure of the ISM across the NGC 346/N66 complex in the SMC, '' MNRAS, 448, 1847-1862 DOI: 10.1093/mnras/stv107

40. Wu, R., Madden, S. C., Galliano, F., Wilson, C. D., Kamenetzky, J., Lee, M.-Y., Schirm, M., Hony, S., Lebouteiller, V., Spinoglio, L., Cormier, D., Glenn, J., Maloney, P. R., Pereira-Santaella, M., Rémy-Ruyer, A., Baes, M., Boselli, A., Bournaud, F., De Looze, I., Hughes, T. M., Panuzzo, P., and Rangwala, N., 2015, "Spatially resolved physical conditions of molecular gas and potential star formation tracers in M 83, revealed by the Herschel SPIRE FTS, '' A&A, 575, A88 (28pp). DOI: 10.1051/0004-6361/201423847

41. Kamenetzky, J., Glenn, J., Rangwala, N., Maloney, P., Bradford, M., Wilson, C. D., Bendo, G. J., Baes, M., Boselli, A., Cooray, A., Isaak, K. G., Lebouteiller, V., Madden, S., Panuzzo, P., Schirm, M. R. P., Spinoglio, L., and Wu, R., 2015, "The cool and warm molecular gas in M82 with Herschel-SPIRE," Highlights of Astronomy, 16, 618 DOI: 10.1017/S1743921314012472

42. Akiyama, E., Muto, T., Kusakabe, N., Kataoka, A., Hashimoto, J., Tsukagoshi, T., Kwon, J., Kudo, T., Kandori, R., Grady, C. A., Takami, M., Janson, M., Kuzuhara, M., Henning, T., Sitko, M. L., Carson, J. C., Mayama, S., Currie, T., Thalmann, C., Wisniewski, J., Momose, M., Ohashi, N., Abe, L., Brandner, W., Brandt, T. D., Egner, S., Feldt, M., Goto, M., Guyon, O., Hayano, Y., Hayashi, M., Hayashi, S., Hodapp, K. W., Ishi, M., Iye, M., Knapp, G. R., Matsuo, T., Mcelwain, M. W., Miyama, S., Morino, J.-I., Moro-Martin, A., Nishimura, T., Pyo, T.-S., Serabyn, G., Suenaga, T., Suto, H., Suzuki, R., Takahashi, Y. H., Takato, N., Terada, H., Tomono, D., Turner, E. L., Watanabe, M., Yamada, T., Takami, H., Usuda, T., Tamura, M., 2015, "Discovery of a Disk Gap Candidate at 20 AU in TW Hydrae", ApJ, **802**, article id. L17, 5 pp.

43. Rapson, Valerie A., Kastner, Joel H., Andrews, Sean M., Hines, Dean C., Macintosh, Bruce, Millar-Blanchaer, Max, Tamura, Motohide, 2015, "Scattered Light from Dust in the Cavity of the V4046 Sgr Transition Disk", ApJ, **803**, article id. L10, 5 pp.

44. Soam, A., Kwon, Jugmi, Maheswar, G., Tamura, Motohide, Lee, Chang Won, 2015, "First Optical and Near-infrared Polarimetry of a Molecular Cloud Forming a Proto-brown Dwarf Candidate", ApJ, **803**, article id. L20, 5 pp.

45. de Leon, Jerome, Takami, Michihiro, Karr, Jennifer L., Hashimoto, Jun, Kudo, Tomoyuki, Sitko, Michael, Mayama, Satoshi, Kusakabe, Nobuyuki, Akiyama, Eiji, Liu, Hauyu Baobab, Usuda, Tomonori, Abe, Lyu, Brandner, Wolfgang, Brandt, Timothy D., Carson, Joseph, Currie, Thayne, Egner, Sebastian

E., Feldt, Markus, Follette, Katherine, Grady, Carol A., Goto, Miwa, Guyon, Olivier, Hayano, Yutaka, Hayashi, Masahiko, Hayashi, Saeko, Henning, Thomas, Hodapp, Klaus W., Ishii, Miki, Iye, Masanori, Janson, Markus, Kandori, Ryo, Knapp, Gillian R., Kuzuhara, Masayuki, Kwon, Jungmi, Matsuo, Taro, McElwain, Michael W., Miyama, Shoken, Morino, Jun-Ichi, Moro-Martin, Amaya, Nishimura, Tetsuo, Pyo, Tae-Soo, Serabyn, Eugene, Suenaga, Takuya, Suto, Hiroshi, Suzuki, Ryuji, Takahashi, Yasuhiro, Takato, Naruhisa, Terada, Hiroshi, Thalmann, Christian, Tomono, Daigo, Turner, Edwin L., Watanabe, Makoto, Wisniewski, John P., Yamada, Toru, Takami, Hideki, Tamura, Motohide, 2015, "Near-IR High-resolution Imaging Polarimetry of the SU Aur Disk: Clues for Tidal Tails?", ApJ, **806**, article id. L10, 6 pp.

46. Samal, M. R., Ojha, D. K., Jose, J., Zavagno, A., Takahashi, S., Neichel, B., Kim, J. S., Chauhan, N., Pandey, A. K., Zinchenko, I., Tamura, M., Ghosh, S. K., 2015, "Star formation in the filament of S254-S258 OB complex: a cluster in the process of being created", A& A, **581**, id. A5, 14 pp.

47. Rich, Evan A., Wisniewski, John P., Mayama, Satoshi, Brandt, Timothy D., Hashimoto, Jun, Kudo, Tomoyuki, Kusakabe, Nobuhiko, Espaillat, Catherine, Abe, Lyu, Akiyama, Eiji, Brandner, Wolfgang, Carson, Joseph C., Currie, Thayne, Egner, Sebastian, Feldt, Markus, Follette, Kate, Goto, Miwa, Grady, Carol A., Guyon, Olivier, Hayano, Yutaka, Hayashi, Masahiko, Hayashi, Saeko S., Henning, Thomas, Hodapp, Klaus W., Ishii, Miki, Iye, Masanori, Janson, Markus, Kandori, Ryo, Knapp, Gillian R., Kuzuhara, Masayuki, Kwon, Jungmi, Matsuo, Taro, McElwain, Michael W., Miyama, Shoken, Morino, Jun-Ichi, Moro-Martin, Amaya, Nishimura, Tetsuo, Pyo, Tae-Soo, Qi, Chunhua, Serabyn, Eugene, Suenaga, Takuya, Suto, Hiroshi, Suzuki, Ryuji, Takahashi, Yasuhiro H., Takami, Michihiro, Takato, Naruhisa, Terada, Hiroshi, Thalmann, Christian, Tomono, Daigo, Turner, Edwin L., Watanabe, Makoto, Yamada, Toru, Takami, Hideki, Usuda, Tomonori, Tamura, Motohide, 2015, "Near-IR Polarized Scattered Light Imagery of the DoAr 28 Transitional Disk", ApJ, **150**, article id. 86, 9 pp.

48. Kwon, Jungmi, Tamura, Motohide, Hough, James H., Nakajima, Yasushi, Nishiyama, Shogo, Kusakabe, Nobuhiko, Nagata, Tetsuya, Kandori, Ryo, "Wide-field Infrared Polarimetry of the ρ Ophiuchi Cloud Core", ApJS, **220**, article id. 17, 16 pp.

49. Jovanovic, N., Martinache, F., Guyon, O., Clergeon, C., Singh, G., Kudo, T., Garrel, V., Newman, K., Doughty, D., Lozi, J., Males, J., Minowa, Y., Hayano, Y., Takato, N., Morino, J., Kuhn, J., Serabyn, E., Norris, B., Tuthill, P., Schworer, G., Stewart, P., Close, L., Huby, E., Perrin, G., Lacour, S., Gauchet, L., Vievard, S., Murakami, N., Oshiyama, F., Baba, N., Matsuo, T., Nishikawa, J., Tamura, M., Lai, O., Marchis, F., Duchene, G., Kotani, T., Woillez, J., 2015, "The Subaru Coronagraphic Extreme Adaptive Optics System: Enabling High-Contrast Imaging on Solar-System Scales", PASP, **127**, pp. 890-910.

50. Narita, Norio, Fukui, Akihiko, Kusakabe, Nobuhiko, Onitsuka, Masahiro, Ryu, Tsuguru, Yanagisawa, Kenshi, Izumiura, Hideyuki, Tamura, Motohide, Yamamuro, Tomoyasu, 2015, "MuSCAT: a multicolor simultaneous camera for studying atmospheres of transiting exoplanets", Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems, **1**, id. 045001

51. Momose, Munetake, Morita, Ayaka, Fukagawa, Misato, Muto, Takayuki, Takeuchi, Taku, Hashimoto, Jun, Honda, Mitsuhiko, Kudo, Tomoyuki, Okamoto, Yoshiko K., Kanagawa, Kazuhiro D., Tanaka, Hidekazu, Grady, Carol A., Sitko, Michael L., Akiyama, Eiji, Currie, Thayne, Follette, Katherine B., Mayama, Satoshi, Kusakabe, Nobuhiko, Abe, Lyu, Brandner, Wolfgang, Brandt, Timothy D., Carson, Joseph C., Egner, Sebastian, Feldt, Markus, Goto, Miwa, Guyon, Olivier, Hayano, Yutaka, Hayashi,

Masahiko, Hayashi, Saeko S., Henning, Thomas, Hodapp, Klaus W., Ishii, Miki, Iye, Masanori, Janson, Markus, Kandori, Ryo, Knapp, Gillian R., Kuzuhara, Masayuki, Kwon, Jungmi, Matsuo, Taro, McElwain, Michael W., Miyama, Shoken, Morino, Jun-Ichi, Moro-Martin, Amaya, Nishimura, Tetsuo, Pyo, Tae-Soo, Serabyn, Eugene, Suenaga, Takuya, Suto, Hiroshi, Suzuki, Ryuji, Takahashi, Yasuhiro H., Takami, Michihiro, Takato, Naruhisa, Terada, Hiroshi, Thalmann, Christian, Tomono, Daigo, Turner, Edwin L., Watanabe, Makoto, Wisniewski, John, Yamada, Toru, Takami, Hideki, Usuda, Tomonori, Tamura, Motohide 2015, "Detailed structure of the outer disk around HD 169142 with polarized light in H-band", PASJ, **67**, id.8316 pp.

52. Ninan, J. P., Ojha, D. K., Baug, T., Bhatt, B. C., Mohan, V., Ghosh, S. K., Men'shchikov, A., Anupama, G. C., Tamura, M., Henning, Th., 2015 "V899 Mon: An Outbursting Protostar with a Peculiar Light Curve, and Its Transition Phases", ApJ, **815**, article id. 4, 19 pp.

53. Narita, Norio, Hirano, Teruyuki, Fukui, Akihiko, Hori, Yasunori, Sanchis-Ojeda, Roberto, Winn, Joshua N., Ryu, Tsuguru, Kusakabe, Nobuhiko, Kudo, Tomoyuki, Onitsuka, Masahiro, Delrez, Laetitia, Gillon, Michael, Jehin, Emmanuel, McCormac, James, Holman, Matthew, Izumiura, Hideyuki, Takeda, Yoichi, Tamura, Motohide, Yanagisawa, Kenshi, 2015, "Characterization of the K2-19 Multiple-transiting Planetary System via High-dispersion Spectroscopy, AO Imaging, and Transit Timing Variations", ApJ, **815**, article id. 47, 11 pp.

54. Yasui, Kazuki, Nishiyama, Shogo, Yoshikawa, Tatsuhito, Nagatomo, Schun, Uchiyama, Hideki, Tsuru, Takeshi Go, Koyama, Katsuji, Tamura, Motohide, Kwon, Jungmi, Sugitani, Koji, Schodel, Rainer, Nagata, Tetsuya, 2015, "Number density distribution of near-infrared sources on a sub-degree scale in the Galactic center: Comparison with the Fe XXV K α line at 6.7 keV", PASJ, **67**, id.1237 pp.

55. Baba, Naoshi; Murakami, Naoshi; Miura, Noriaki; Tamura, Motohide, 2015, "Numerically designed phase-mask for stellar coronagraph", Proceedings of the SPIE, **9605**, id. 96051V 6 pp.

56. Tahara, M.; Kataoka, J.; Takeuchi, Y.; Totani, T.; Sofue, Y.; Hiraga, J. S.; Tsunemi, H.; Inoue, Y.; Kimura, M.; Cheung, C. C.; Nakashima, S. 2015, "Suzaku X-Ray Observations of the Fermi Bubbles: Northernmost Cap and Southeast Claw Discovered With MAXI-SSC", ApJ, 802, 91

57. Tonegawa, Motonari; Totani, Tomonori; Iwamuro, Fumihide; Akiyama, Masayuki; Dalton, Gavin; Glazebrook, Karl; Ohta, Kouji; Okada, Hiroyuki; Yabe, Kiyoto 2015, "FIELD: Automated emission line detection software for Subaru/FMOS near-infrared spectroscopy", PASJ, 67, 31

58. Inoue, Yoshiyuki; Nakashima, Shinya; Tahara, Masaya; Kataoka, Jun; Totani, Tomonori; Fujita, Yutaka; Sofue, Yoshiaki 2015, "Metal enrichment in the Fermi bubbles as a probe of their origin", PASJ, 67, 56

59. Kataoka, J.; Tahara, M.; Totani, T.; Sofue, Y.; Inoue, Y.; Nakashima, S.; Cheung, C. C. 2015, "Global Structure of Isothermal Diffuse X-Ray Emission along the Fermi Bubbles", ApJ, 807, 77

60. Tonegawa, Motonari; Totani, Tomonori; Okada, Hiroyuki; Akiyama, Masayuki; Dalton, Gavin; Glazebrook, Karl; Iwamuro, Fumihide; Maihara, Toshinori; Ohta, Kouji; Shimizu, Ikkoh; Takato, Naruhisa; Tamura, Naoyuki; Yabe, Kiyoto; Bunker, Andrew J.; Coupon, Jean; Ferreira, Pedro G.; Frenk, Carlos S.; Goto, Tomotsugu; Hikage, Chiaki; Ishikawa, Takashi; Matsubara, Takahiko; More, Surhud; Okumura, Teppei; Percival, Will J.; Spitler, Lee R.; Szapudi, Istvan 2015, "The Subaru FMOS galaxy redshift survey (FastSound). I. Overview of the survey targeting H α emitters at z 1.4", PASJ 67, id.8112

61. Yabe, Kiyoto; Ohta, Kouji; Akiyama, Masayuki; Bunker, Andrew; Dalton, Gavin; Ellis, Richard; Glazebrook, Karl; Goto, Tomotsugu; Imanishi, Masatoshi; Iwamuro, Fumihide; Okada, Hiroyuki; Shimizu, Ikkoh; Takato, Naruhisa; Tamura, Naoyuki; Tonegawa, Motonari; Totani, Tomonori 2015, "52. The Subaru FMOS Galaxy Redshift Survey (FastSound). III. The mass-metallicity relation and the fundamental metallicity relation at z 1.4", PASJ, 67, id102(16pp)

62. Kashikawa, N., Ishizuka, Y., Willot, C.-J., Onoue, M., Im, M., Furusawa, H., Toshikawa, J., Ishikawa, S., Niino, Y., Shimasaku, K., Ouchi, M., Hibon, P., 2015, "The Subaru High-z Quasar Survey: Discovery of Faint $z \sim 6$ Quasars", ApJ, 798, 28 (10 pp.)

63. Ishigaki, M., Kawamata, R., Ouchi, M., Oguri, M., Shimasaku, K., Ono, Y., 2015, "Hubble Frontier Fields First Complete Cluster Data: Faint Galaxies at $z \sim 5$–10 for UV Luminosity Functions and Cosmic Reionization", ApJ, 799, 12 (21 pp.)

64. Kusakabe, H., Shimasaku, K., Nakajima, K., Ouchi, M., 2015, "First Infrared-based implications for the dust attenuation and star formation of typical Lyα emitters", ApJ, 800, L29 (5 pp.)

65. Kawamata, R., Ishigaki, M., Shimasaku, K., Oguri, M., Ouchi, M. 2015, "The sizes of $z \sim 6$–8 lensed galaxies from the Hubble Frontier Fields Abell 2744 data", ApJ, 804, 103 (13 pp.)

66. Hashimoto, T., Verhamme, A., Ouchi, M., Shimasaku, K., Schaerer, D., Nakajima, K., Shibuya, T., Rauch, M., Ono, Y., Goto, R. 2015, "A Close Comparison between Observed and Modeled Lyα Lines for $z \sim 2.2$ Lyα Emitters", ApJ, 812, 157 (22 pp.)

67. Hayashi, M., Ly, C., Shimasaku, K., Motohara, K., Malkan, M. A., Nagao, T., Kashikawa, N., Goto, R., Naito, Y. "Physical conditions of the interstellar medium in star-forming galaxies at $z \sim 1.5$", PASJ, 67, 80 (22 pp.)

68. Taniguchi, Y., Shimasaku, K. et al. 2015, "The Subaru COSMOS 20: Subaru optical imaging of the HST COSMOS field with 20 filters", PASJ, 67, 104 (14 pp.)

69. Kato, C., Azari, M. D., Yamada, S., Takahashi, K., Umeda, H., Yoshida, T., and Ishidoshiro, K., 2015, "Pre-supernova neutrino emissions from ONe cores in the progenitors of core-collapse supernovae: Are they distinguishable from those of Fe cores?", ApJ 808, 168

70. Suwa, Y., Yoshida, T., Shibata, M., Umeda, H., and Takahashi, K., 2015, "Neutrino-driven explosions of ultra-stripped Type Ic supernovae generating binary neutron stars", MNRAS 454, 3073

71. Matsunaga, N., Fukue, K., Yamamoto, R., Kobayashi, N., Inno, L., Genovali, K., Bono, G., Baba, J., Fujii, M. S.., Kondo, S., Ikeda, Y., Hamano, S., Nishiyama, S., Nagata, T., Aoki, W., Tsujimoto, T., 2015, "Kinematics of Classical Cepheids in the Nuclear Stellar Disk", ApJ, 799, 46 (9 pp.)

72. Matsunaga, N., Ita, Y., Nakada, Y., 2015, "Optical to Near-Infrared Light Curves of Classical Cepheids in the SMC Based on the OGLE-III and IRSF/SIRIUS Catalogues", ASP Conf. Ser., 491, 289 (8 pp.)

73. Matsunaga, N., 2015, "Cepheids and stellar populations in the Galactic bulge", Mem. SAI, 86, 186 (4 pp.)

74. Fukue, K., Matsunaga, N., Yamamoto, R., Kondo, S., Kobayashi, N., Ikeda, Y., Hamano, S., Yasui, C., Arasaki, T., Tsujimoto, T., Bono, G., Inno, L., 2015, "Line-depth Ratios in H-band Spectra to Determine Effective Temperatures of G- and K-type Giants and Supergiants", ApJ, 812, 64 (10 pp.)

75. Braga, V. F., Dall'Ora, M., Bono, G., Stetson, P. B., Ferraro, I., Iannicola, G., Marengo, M., Neeley, J., Persson, S. E., Buonanno, R., Coppola, G., Freedman, W., Madore, B. F., Marconi, M., Matsunaga, N., Monson, A., Rich, J., Scowcroft, V., Seibert, M., 2015, "On the Distance of the Globular Cluster M4 (NGC 6121) Using RR Lyrae Stars. I. Optical and Near-infrared Period-Luminosity and Period-Wesenheit Relations", ApJ, 799, 165 (21 pp.)

76. Konishi, M., Motohara, K., Tateuchi, K., Takahashi, H., Kitagawa, Y., Kato, N., Sako, S., Uchimoto, Yuka K.., Toshikawa, K., Ohsawa, R., Yamamuro, T., Asano, K., Ita, Y., Kamizuka, T., Komugi, S., Koshida, S., Manabe, S., Matsunaga, N., Minezaki, T., Morokuma, T., Nakashima, A., Takagi, T., Tanabe, T., Uchiyama, M., Aoki, T., Doi, M., Handa, T., Kato, D., Kawara, K., Kohno, K., Miyata, T., Nakamura, T., Okada, K., Soyano, T., Tamura, Y., Tanaka, M., Tarusawa, K., Yoshii, Y., 2015, "ANIR: Atacama near-infrared camera for the 1.0 m miniTAO telescope", PASJ, 67, 4 (15 pp.)

77. Hamano, S., Kobayashi, N., Kondo, S., Ikeda, Y., Nakanishi, K., Yasui, C., Mizumoto, M., Matsunaga, N., Fukue, K., Mito, H., Yamamoto, R., Izumi, N., Nakaoka, T., Kawanishi, T., Kitano, A., Otsubo, S., Kinoshita, M., Kobayashi, H., Kawakita, H., 2015, "Near-infrared Diffuse Interstellar Bands in 0.91–1.32 μm", ApJ, 800, 137 (17 pp.)

78. Inno, L., Matsunaga, N., Romaniello, M., Bono, G., Monson, A., Ferraro, I., Iannicola, G., Persson, E., Buonanno, R., Freedman, W., Gieren, W., Groenewegen, M. A. T., Ita, Y., Laney, C. D., Lemasle, B., Madore, B. F., Nagayama, T., Nakada, Y., Nonino, M., Pietrzyński, G., Primas, F., Scowcroft, V., Soszyński, I., Tanabe, T., Udalski, A., 2015, "New NIR light-curve templates for classical Cepheids", A&A, 576, A30 (22 pp.)

79. Yatsu, Y., Kataoka, J., Takahashi, Y., Tachibana, Y., Kawai, N., Shibata, S., Pike, S., Yoshii, T., Arimoto, M., Saito, Y., Nakamori, T., Sekiguchi, K., Kuroda, D., Yanagisawa, K., Hanayama, H., Watanabe, M., Hamamoto, K., Nakao, H., Ozaki, A., Motohara, K., Konishi, M., Tateuchi, K., Matsunaga, N., Morokuma, T., Nagayama, T., Murata, K., Akitaya, H., Yoshida, M., Ali, Gamal B.., Essam Mohamed, A.., Isogai, M., Arai, A., Takahashi, H., Hashimoto, O., Miyanoshita, R., Omodaka, T., Takahashi, J., Tokimasa, N., Matsuda, K., Okumura, S., Nishiyama, K., Urakawa, S., Nogami, D., Oasa, Y, OISTER Team, 2015, "Multi-wavelength Observations of the Black Widow Pulsar 2FGL J2339.6-0532 with OISTER and Suzaku", ApJ, 802, 84 (11 pp.)

80. Onozato, H., Ita, Y., Ono, K., Fukagawa, M., Yanagisawa, K., Izumiura, H., Nakada, Y., Matsunaga, N., 2015, "A study on the mid-infrared sources that dramatically brightened", PASJ, 67, 3926

81. Neeley, J. R., Marengo, M., Bono, G., Braga, V. F., Dall'Ora, M., Stetson, P. B., Buonanno, R., Ferraro, I., Freedman, W. L., Iannicola, G., Madore, B. F., Matsunaga, N., Monson, A., Persson, S. E., Scowcroft, V., Seibert, M., 2015, "On the Distance of the Globular Cluster M4 (NGC 6121) Using RR Lyrae Stars. II. Mid-infrared Period-luminosity Relations", ApJ, 808, 11 (15 pp.)

82. Genovali, K., Lemasle, B., da Silva, R., Bono, G., Fabrizio, M., Bergemann, M., Buonanno, R., Ferraro, I., Francois, P., Iannicola, G., Inno, L., Laney, C. D., Kudritzki, R.-P., Matsunaga, N., Nonino, M., Primas, F., Romaniello, M., Urbaneja, M. A., Thévenin, F., 2015, "On the α-element gradients of the Galactic thin disk using Cepheids", A&A, 580, A17 (13 pp.)

83. Inno, L., Bono, G., Romaniello, M., Matsunaga, N., Pietrinferni, A., Genovali, K., Lemasle, B., Marconi, M., Primas, F., 2015, "The Recent Star Formation History of the Magellanic Clouds Traced by Classical Cepheids", ASP Conf. Ser., 491, 265

84. Bono, G., Genovali, K., Lemasle, B., Romaniello, M., Nonino, M., Bergemann, M., Buonanno, R., Fabrizio, M., Francois, P., Inno, L., Laney, C., Matsunaga, N., Pedicelli, S., Primas, F., Thévenin, F., 2015, "The Transition between the Inner Disc and the Innermost Galactic Regions", ASP Conf. Ser., 491, 148

85. Genovali, K., Romaniello, M., Lemasle, B., Matsunaga, N., Bono, G., Primas, F., Buonanno, R., Thévenin, F., 2015, "Metallicity estimates of Galactic Cepheids in the Inner Disk", Mem. SAI, 86, 340

86. Inno, L., Bono, G., Matsunaga, N., Romaniello, M., Primas, F., Buonanno, R., Caputo, F., Genovali, K., Laney, C. D., Marconi, M., Pietrinferni, A., 2015, "On the relative distance of Magellanic Clouds using Cepheid NlR and Optical-NIR PW relations", Mem. SAI, 86, 262

87. Lagioia, E. P., Milone, A. P., Bono, G., Stetson, P. B., Aparicio, A., Buonanno, R., Calamida, A., Dall'ora, M., Ferraro, I., Gilmozzi, R., Iannicola, G., Matsunaga, N., Monelli, M., Prada Moroni, P. G., Walker, A., 2015, "The globular cluster NGC6528 the ferrous side of the Galactic Bulge", Mem. SAI, 86, 215

88. Liu, T., Gu, W.-M., Kawanaka, N. & Li, A., 2015, "Vertical Convection in Neutrino-dominated Accretion Flows", ApJ, 805, 37 (6pp.)

89. Kimura, M., Mineshige, S. & Kawanaka, N., 2015, "How does a secular instability grow in a hyperaccretion flow?", PASJ, 67, 101 (15pp.)

90. Kawanaka, N & Ioka, K., 2015, "Neutrino flavor ratios modified by cosmic-ray secondary acceleration", Phys. Rev. D, 92, 085047 (14pp.)

出版済 (2016 年)

1. Davies, G. R., Silva Aguirre, V., Bedding, T. R., Handberg, R., Lund, M. N., Chaplin, W. J., Huber, D., White, T. R., Benomar, O., Hekker, S., Basu, S., Campante, T. L., Christensen-Dalsgaard, J., Elsworth, Y., Karoff, C., Kjeldsen, H., Lundkvist, M. S., Metcalfe, T. S., & Stello, D. 2016, "Oscillation frequencies for 35 Kepler solar-type planet-hosting stars using Bayesian techniques and machine learning", MNRAS, 456, 2183-2195

2. Campante, T. L., Lund, M. N., Kuszlewicz, J. S., Davies, G. R., Chaplin, W. J., Albrecht, S., Winn, J. N., Bedding, T. R., Benomar, O., Bossini, D., Handberg, R., Santos, A. R. G., Van Eylen, V., Basu, S., Christensen-Dalsgaard, J., Elsworth, Y. P., Hekker, S., Hirano, T., Huber, D., Karoff, C., Kjeldsen, H., Lundkvist, M. S., North, T. S. H., Silva Aguirre, V., Stello, D., & White, T. R. 2016, "Spin-Orbit Alignment of Exoplanet Systems: Ensemble Analysis Using Asteroseismology", ApJ, 819, id. 85 (28pp.)

3. Shimonishi, T. Dartois, E., Onaka, T. and Boulanger, F., 2016, "VLT/ISAAC infrared spectroscopy of embedded high-mass YSOs in the Large Magellanic Cloud: Methanol and the 3.47 μm band," A&A, 585, A107 (20pp) doi: 10.1051/0004-6361/201526559

4. Doney, K., D., Candian, A., Mori, T., Onaka, T., and Tielens, A. G. G. M., 2016, "Deuterated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: Revisited," A&A, 586, A65 (10pp) doi: 10.1051/0004-6361/201526809

5. Sakon, I., Sako, S., Onaka, T., Nozawa, T., Kimura, Y., Fujiyoshi, T., Shimonishi, T., Usui, F., Takahashi, H., Ohsawa, R., Arai, A., Uemura, M., Nagayamaya, T., Koo, B.-C., and Kozasa, T., 2016, "Concurrent Formation of Carbon and Silicate Dust in Nova V1280 Sco," ApJ, 817, 145 (23pp) doi: 10.3847/0004-637X/817/2/145

6. Kondo, T., Ishihara, D., Kaneda, H., Nakamichi, K., Kobayashi, H., Ootsubo, T., Pyo, J., and Onaka, T., 2016, "Modeling of the Zodiacal Emission for the AKARI/IRC Mid-infrared All-sky Diffuse Maps," AJ, 151, 71 (11pp) doi: 10.3847/0004-6256/151/3/71

7. Ohsawa, R., Onaka, T., Sakon, I., Yamamura, I., Matsuura, M., and Kaneda, H., 2016, "AKARI/IRC Near-Infrared Spectral Atlas of Galactic Planetary Nebulae," AJ, 151, 93 (28pp) doi: 10.3847/0004-6256/151/4/93

8. Egusa, F. Usui, F., Murata, K., Yamashita, T., Yamamura, I., and Onaka, T., 2016, "Revised calibration for near- and mid-infrared images from $\sim$ 4000 pointed observations with *AKARI*/IRC PASJ, 68, 19 (19pp) doi: 10.1093/pasj/psv135

9. Baba, S., Nakagawa, T., Shirahata, M., Isobe, N., Usui, F., Ohyama, Y., Onaka, T., Yano, K., and Kochi, C. 2016, "Revised Wavelength and Spectral Response Calibrations for AKARI Near-Infrared Grism Spectroscopy: Cryogenic Phase," PASJ, 68, 27 (12pp) doi: 10.1093/pasj/psw013

10. Ishiguro, M., Sarugaku, Y., Kuroda, D., Hanayama, H., Kim, Y., Kwon, Y., Haehara, H., Takahashi, J., Terai, T., Usui, F., Vaubaillon, J. J., Morokuma, T., Kobayashi, N., and Watanabe, J., 2016, "Detection of Remnant Dust Cloud Associated with the 2007 Outburst of 17P/Holmes," ApJ 817, 77 (9pp). doi: 10.3847/0004-637X/817/1/77

11. Hamano, S., Kobayashi, N., Kondo, S., Sameshima, H., Nakanishi, K., Ikeda, Y., Yasui, C., Mizumoto, M., Matsunaga, N., Fukue, K., Yamamoto, R., Izumi, N., Mito, H., Nakaoka, T., Kawanishi, T., Kitano, A., Otsubo, S., Kinoshita, M., and Kawakita, H., 2016, "Near infrared diffuse interstellar bands toward the Cygnus OB2 association," ApJ, 821, 42 (12pp) doi: 10.3847/0004-637X/821/1/42

12. Yasui, C., Kobayashi, N., Hamano, S., Tokunaga, A. T., Saito, M., and Kondo, S., 2016, "Herbig Ae/Be candidate stars in the innermost Galactic disk: Quartet cluster," ApJ, 817, 181 (12pp) doi: 10.3847/0004-637X/817/2/181

13. Yasui, C., Kobayashi, N., Tokunaga, A. T., Saito, M., and Izumi, N., 2016, "Low-metallicity Young Clusters in the Outer Galaxy I. Sh 2-207," AJ, 151, 50 (10pp) doi: 10.3847/0004-6256/151/3/50

14. Yasui, C., Kobayashi, N., Saito, M., and Izumi, N., 2016, "Low-metallicity Young Clusters in the Outer Galaxy II. Sh 2-208,' AJ, 151, 115 (14pp) doi: 10.3847/0004-6256/151/5/115

15. Hughes, T. M., Baes, M., Schirm, M. R. P., Parkin, T. J., Wu, R., de Looze, I., WIlson, C. D., Viaene, S., Bendo, G. J., Boselli, A., Cornier, D., Ibar, E., Karczewski, O. J., Lu, N., and Spinoglio, L. 2016, "The spatially-resolved correlation between [NII] 205μm line emission and the 24 μm continuum in nearby galaxies," A&A, 587, A45 (7pp) doi: 10.1051/0004-6361/201527644

16. Kim, Jaeyeong, Jeong, Woong-Seob, Pak, Soojong, Park, Won-Kee, Tamura, Motohide, 2016, "Near-Infrared Polarization Source Catalog of the Northeastern Regions of the Large Magellanic Cloud", ApJS, **222**, article id. 2, 13 pp.

17. Konishi, Mihoko, Grady, Carol A., Schneider, Glenn, Shibai, Hiroshi, McElwain, Michael W., Nesvold, Erika R., Kuchner, Marc J., Carson, Joseph, Debes, John. H., Gaspar, Andras, Henning, Thomas K., Hines, Dean C., Hinz, Philip M., Jang-Condell, Hannah, Moro-Martin, Amaya, Perrin, Marshall, Rodigas, Timothy J., Serabyn, Eugene, Silverstone, Murray D., Stark, Christopher C., Tamura, Motohide, Weinberger, Alycia J., Wisniewski, John. P., 2016 "Discovery of an Inner Disk Component around HD 141569 A", ApJ, **818**, article id. L23, 8 pp.

18. Tamura, M., "SEEDS - Strategic explorations of exoplanets and disks with the Subaru Telescope -", Proceedings of the Japan Academy, Ser. B: Physical and Biological Sciences, **92**, p. 45-55.

19. Liu, Hauyu Baobab, Takami, Michihiro, Kudo, Tomoyuki, Hashimoto, Jun, Dong, Ruobing, Vorobyov, Eduard I., Pyo, Tae-Soo, Fukagawa, Misato, Tamura, Motohide, Henning, Thomas, Dunham, Michael M., Karr, Jennifer L., Kusakabe, Nobuhiko, Tsuribe, Toru, 2016 "Circumstellar disks of the most vigorously accreting young stars", Science Advances, **2**, id.e1500875.

20. Oh, Daehyeon, Hashimoto, Jun, Tamura, Motohide, Wisniewski, John, Akiyama, Eiji, Currie, Thayne, Mayama, Satoshi, Takami, Michihiro, Thalmann, Christian, Kudo, Tomoyuki, Kusakabe, Nobuhiko, Abe, Lyu, Brandner, Wolfgang, Brandt, Timothy D., Carson, Joseph C., Egner, Sebastian, Feldt, Markus, Goto, Miwa, Grady, Carol A., Guyon, Olivier, Hayano, Yutaka, Hayashi, Masahiko, Hayashi, Saeko S., Henning, Thomas, Hodapp, Klaus W., Ishii, Miki, Iye, Masanori, Janson, Markus, Kandori, Ryo, Knapp, Gillian R., Kuzuhara, Masayuki, Kwon, Jungmi, Matsuo, Taro, Mcelwain, Michael W., Miyama, Shoken, Morino, Jun-Ichi, Moro-Martin, Amaya, Nishimura, Tetsuo, Pyo, Tae-Soo, Serabyn, Eugene, Suenaga, Takuya, Suto, Hiroshi, Suzuki, Ryuji, Takahashi, Yasuhiro H., Takato, Naruhisa, Terada, Hiroshi, Turner, Edwin L., Watanabe, Makoto, Yamada, Toru, Takami, Hideki, Usuda, Tomonori, 2016, "Near-infrared imaging polarimetry of LkCa 15: A possible warped inner disk", PASJ, **Advance Access**. 6 pp.

21. Keane, E. F.; Johnston, S.; Bhandari, S.; Barr, E.; Bhat, N. D. R.; Burgay, M.; Caleb, M.; Flynn, C.; Jameson, A.; Kramer, M.; Petroff, E.; Possenti, A.; van Straten, W.; Bailes, M.; Burke-Spolaor, S.; Eatough, R. P.; Stappers, B. W.; Totani, T.; Honma, M.; Furusawa, H.; Hattori, T.; Morokuma, T.; Niino, Y.; Sugai, H.; Terai, T.; Tominaga, N.; Yamasaki, S.; Yasuda, N.; Allen, R.; Cooke, J.; Jencson, J.; Kasliwal, M. M.; Kaplan, D. L.; Tingay, S. J.; Williams, A.; Wayth, R.; Chandra, P.; Perrodin, D.; Berezina, M.; Mickaliger, M.; Bassa, C. 2016, "The host galaxy of a fast radio burst", Nature, 530, 453

22. Tomonori Totani, Kentaro Aoki, Takashi Hattori, Nobuyuki Kawai 2016, "High Precision Analyses of Lyman alpha Damping Wing of Gamma-Ray Bursts in the Reionization Era: On the Controversial Results from GRB 130606A at z = 5.91", PASJ 68, id.15 (8pp.)

23. Sofue, Y.; Habe, A.; Kataoka, J.; Totani, T.; Inoue, Y.; Nakashima, S.; Matsui, H.; Akita, M. 2016, "Galactic Centre hypershell model for the North Polar Spurs", MNRAS, 459, 108-120

24. Jiang, L., Finlator, K., Cohen, S. H., Egami, E., Windhorst, R. A., Fan, X., Dave, R., Kashikawa, N., Mechtley, M., Ouchi, M., Shimasaku, K., Clement, B. 2016, "Physical Properties of Spectroscopically Confirmed Galaxies at $z \geq 6$. III. Stellar Populations from SED Modeling with Secure Ly α Emission and Redshifts", ApJ, 816, 16 (18 pp.)

25. Treu, T., Brammer, G., Diego, J. M., Grillo, C., Kelly, P. L., Oguri, M., Rodney, S. A., Rosati, P., Sharon, K., Zitrin, A., Balestra, I., Bradač, M., Broadhurst, T., Caminha, G. B., Halkola, A., Hoag, A., Ishigaki, M., Johnson, T. L., Karman, W., Kawamata, R., Mercurio, A., Schmidt, K. B.,

Strolger, L. G., Suyu, S. H., Filippenko, A. V., Foley, R. J., Jha, S. W., Patel, B. 2016, “”Refsdal” Meets Popper: Comparing Predictions of the Re-appearance of the Multiply Imaged Supernova Behind MACSJ1149.5+2223”, ApJ, 817, 60 (25 pp.)

26. Kawamata, R., Oguri, M., Ishigaki, M., Shimasaku, K., Ouchi, M. 2016, “Precise Strong Lensing Mass Modeling of Four Hubble Frontier Field Clusters and a Sample of Magnified High-redshift Galaxies”, ApJ, 819, 114 (26 pp.)

27. Momose, R., Ouchi, M., Nakajima, K., Ono, Y., Shibuya, T., Shimasaku, K., Yuma, S., Mori, M., Umemura, M. 2016, “Statistical properties of diffuse Ly α haloes around star-forming galaxies at $z \sim 2$”, MNRAS, 457, 2318–2330.

28. Takahashi, K., Yoshida, T., Umeda, H., Sumiyoshi, K., and Yamada, S., 2016, “Exact and approximate expressions of energy generation rates and their impact on the explosion properties of pair instability supernovae,” MNRAS 456, 1320

29. Fujibayashi, S., Yoshida, T., and Sekiguchi, Y., 2016, “Alpha-constrained QSE nucleosynthesis in high-entropy and fast-expanding material,” ApJ 818, 96

30. Yoshida, T., Umeda, H., Maeda, K., and Ishii, T., 2016, “Mass ejection by pulsational pair instability in very massive stars and implications for luminous supernovae,” MNRAS 457, 351

31. da Silva, R., Lemasle, B., Bono, G., Genovali, K., McWilliam, A., Cristallo, S., Bergemann, M., Buonanno, R., Fabrizio, M., Ferraro, I., Francois, P., Iannicola, G., Inno, L., Laney, C. D., Kudritzki, R.-P., Matsunaga, N., Nonino, M., Primas, F., Przybilla, N., Romaniello, M., Thévenin, F., Urbaneja, M. A., 2016, “Neutron-capture elements across the Galactic thin disk using Cepheids”, A&A, 586, A125 (15 pp.)

32. Hamano S., Kobayashi, N., Kondo, S., Sameshima, H., Nakanishi, K., Ikeda, Y., Yasui, C., Mizumoto, M., Matsunaga, N., Fukue, K., 2016, “Near Infrared Diffuse Interstellar Bands toward the Cygnus OB2 Association”, ApJ, 821, 42

印刷中

1. Ootsubo, T., Doi, Y., Takita, S., Nakagawa, T., Kawada, M., Kitamura, Y., Matsuura, S., Usui, F., and Arimatsu, K., 2016, “AKARI far-infrared maps of the zodiacal dust bands,” PASJ in press.

2. Chevance, M., Madden, S. C., Lebouteiller, V., Godard, B., Cormier, D., Galliano, F., Hony, S., Indebetouw, R., Le Bourlot, J., Lee, M. Y., Le Petit, F., Pellegrini, E., Roueff, E., and Wu, R. 2016, “A milestone toward understanding PDR properties in the extreme environment of LMC-30Dor,” A&A, in press.

3. Usui, F., Onaka, T., and the AKARI/IRC team, 2016, “Data Reduction of AKARI/IRC Spectroscopic Observations”, PKAS, in press

4. Usui, F., Hasegawa, S., Ishiguro, M., Müller, T. G., and Ootsubo, T., 2016, “A Comparative Study of Infrared Asteroid Surveys: IRAS, AKARI, and WISE”, PKAS, in press

5. Hammonds, M., Mori, T. I., Usui, F., and Onaka, T., 2016, “Modelling the 3 Micron Region in Akari IRC Spectra,” PKAS, in press

6. Bell, A. C., Onaka, T., Doi, Y., Sakon, I., Usui, F., Sakon, I., Ishihara, D., Kaneda, H., Giard, M., Wu, R., Ohsawa, R.,Mori, T. I., Hammonds, M., and Lee, H.-G., 2016, "AKARI and Spinning Dust: Investigating the Nature of Anomalous Microwave Emission via Infrared Surveys," PKAS, in press

7. Sakon, I., Onaka, T., Usui, F., Shimamoto, S., Ohsawa, R., Wada, T., Matsuhara, H., Arai, A., 2016, "Spectral Evolution of Novae in the Near-Infrared based on AKARI Observations," PKAS, in press

8. Shimamoto, S., Sakon, I., Onaka, T., Usui, F., Ootsubo, T., Doi, Y., Ohsawa, R., and Ishihara, D., 2016, "Infrared Observations of Dust Around Helium Nova V445 Puppis," PKAS, in press

9. Amatsutsu, T., Ishihara, D., Kondo, T., Kaneda, H., Oyabu, S., Yamagishi, M., Nakamichi, K., Sano, H., and Onaka, T., 2016, "The Current Status of the AKARI Mid-Infrared All-Sky Diffuse Maps," PKAS, in press

10. Wu, R., 2016, "Physics revealed by broad-range CO ladders and fine-structure lines In M83," PKAS, in press

11. Okumura, Teppei; Hikage, Chiaki; Totani, Tomonori; Tonegawa, Motonari; Okada, Hiroyuki; Glazebrook, Karl; Blake, Chris; Ferreira, Pedro G.; More, Surhud; Taruya, Atsushi; Tsujikawa, Shinji; Akiyama, Masayuki; Dalton, Gavin; Goto, Tomotsugu; Ishikawa, Takashi; Iwamuro, Fumihide; Matsubara, Takahiko; Nishimichi, Takahiro; Ohta, Kouji; Shimizu, Ikkoh; Takahashi, Ryuichi; Takato, Naruhisa; Tamura, Naoyuki; Yabe, Kiyoto; Yoshida, Naoki 2016, "The Subaru FMOS galaxy redshift survey (FastSound). IV. New constraint on gravity theory from redshift space distortions at z 1.4", PASJ in press

12. Okada, Hiroyuki; Totani, Tomonori; Tonegawa, Motonari; Akiyama, Masayuki; Dalton, Gavin; Glazebrook, Karl; Iwamuro, Fumihide; Ohta, Kouji; Takato, Naruhisa; Tamura, Naoyuki; Yabe, Kiyoto; Bunker, Andrew J.; Goto, Tomotsugu; Hikage, Chiaki; Ishikawa, Takashi; Okumura, Teppei; Shimizu, Ikkoh 2016, "The Subaru FMOS Galaxy Redshift Survey (FastSound). II. The Emission Line Catalog and Properties of Emission Line Galaxies", PASJ in press.

13. Ohira, Y., Kawanaka, N. & Ioka, K., 2016, "Cosmic-ray hardenings in light of AMS-02 data", Phys. Rev. D, in press

14. Harikane, Y., Shimasaku, K. et al. 2016, "Evolution of Stellar-to-Halo Mass Ratio at z=0-7 Identified by Clustering Analysis with the Hubble Legacy Imaging and Early Subaru/Hyper Suprime-Cam Survey Data", ApJ, in press.

15. Konno, A., Ouchi, M., Nakajima, K., Duval, F., Kusakabe, H., Ono, Y., Shimasaku, K. 2016, "Bright and Faint Ends of Lyα Luminosity Functions at $z = 2$ Determined by the Subaru Survey: Implications for AGN, Magnification Bias, and ISM HI Evolution", ApJ, in press.

1.6.2　和文論文および解説記事

1. 柴橋博資:「ケプラー革命と星震学」, 理科年表 第 89 冊, 175-176

2. 柴橋博資:「梶田先生のノーベル賞をお祝いして」, 天文月報 第 108 巻, 788-791

3. 高田将郎:「脈動する星々が明かす内部の姿、星震学最前線」C. アーツ（著）、高田 将郎（訳）, パリティ 2016 年 2 月号, 13-21

4. 田村元秀 “系外惑星，この「20」年”, パリティ, 2015 年 5 月号
5. 田村元秀 “太陽系外惑星と宇宙における生命の観測”, OplusE, 2015 年 10 月号
6. 松永: 「理学の現場—南アフリカ天文台」, 理学部ニュース 47 巻, 3 号, 8 (2015)
7. 左近 樹, 尾中 敬, 木村勇気, 木村誠二, 中村正人, 市村淳, 稲富裕光, 小川奈々子, 大河内直彦, 渡辺英幸, 赤城弘樹, 杉紀夫, 和田節子 2015, “炭素質ナノ粒子の宇宙風化と星間有機物進化の実証研究”, JSASS-2015-4315, 1–6.

1.6.3 著書, 訳書, 編書

1. 「理科年表」2015, 柴橋博資（天文部, 分担執筆）
2. 「理科年表」2014, 柴橋博資, 田村元秀 (天文部, 分担執筆), 松永 典之 (暦部, 分担執筆), 丸善.
3. 「太陽系外惑星」, 田村 元秀, 日本評論社
4. 「宇宙生命論」, 海部宣男ほか, 東京大学出版会

1.7 学会, 研究会における発表

共同発表者が多数の場合, 天文学教室所属でない発表者名は, 筆頭発表者以外は省略した.

1.7.1 日本天文学会 2015 年秋季年会, 甲南大学 (2015/9/9–9/11)

1. 高田 将郎: 赤色巨星の振動の双極子モードの漸近解析と星震学への応用, N16a
2. 高山 正輝: 星のスペクトルタイプと LSP 変光現象の関連性, N15a
3. Ronin Wu, Takashi Onaka, Tomohiko Nakamura, Fumihiko Usui, Tamami I. Mori, Itsuki Sakon, et al.: The origin of the broad feature at 22 μm and its association with the molecular clouds of the Great Nebula in Carina, E04a
4. Ronin Wu, Tamami I. Mori, Takashi Onaka, Fumihiko Usui, and Itsuki Sakon: Catalog of the AKARI, Spitzer, and Herschel-inspected Nearby Galaxies (CASHING), R25b
5. 左近　樹, 尾中　敬, 他: 国際宇宙ステーション「きぼう」利用 簡易曝露実験装置 ExHAM を利用した炭素質ダストの宇宙環境曝露実験, Q97a
6. 臼井文彦, 他: 赤外線天文衛星「あかり」による小惑星の近赤外線分光サーベイ, L04b
7. 安井千香子, 小林尚人, 泉　奈都子, 他: 銀河系外縁部における低金属量星生成領域 Sh 2-207 の近赤外深撮像, R139a
8. Aaron Bell, Takashi Onaka, Itsuki Sakon, Fumihiko Usui, Ronin Wu, Mark Hammonds, Tamami Mori, Ryou Ohsawa, et al.: AKARI and AME: A look at microwave dust emission via the Infrared, Q09b
9. 池内綾人, 左近　樹, 臼井文彦, 尾中　敬: 「あかり」衛星によるヒクソン・コンパクト銀河群の赤外線観測, R23a

10. 鵜山太智, 田村元秀, 橋本淳, 葛原昌幸, 工藤智幸, SEEDS/YSO team, SCExAO team: すばる戦略枠プロジェクト SEEDS による Young Stellar Object における惑星探査 2., P201a
11. 成田憲保, 福井暁彦, 日下部展彦, 工藤智幸, 泉浦秀行, 柳澤顕史, 平野照幸, 鬼塚昌宏, 笠嗣瑠, 田村元秀, K2/ESPRINT チーム: 岡山 188cm 望遠鏡 MuSCAT の観測成果 I：K2 のトランジット惑星候補 EPIC201505350b のトランジット時刻変動 (TTV) の確認., P208a
12. 川俣良太, 大栗真宗, 石垣真史 (東京大学): 4 つの Hubble Frontier Fields 銀河団の質量分布モデルの構築, X25b
13. 日下部晴香, 嶋作一大, 清水一紘 (大阪大学): $z \sim 0-3$ の星形成銀河のダストジオメトリー：新しい減光モデル, X30a
14. 日下部晴香, 嶋作一大, 中島王彦 (ジュネーブ天文台), 橋本拓也 (リヨン天文台), 後藤亮介, 大内正己 (宇宙線研究所), 小野 宜昭 (宇宙線研究所): 遠方銀河の星形成史: Second (or more) star-burst の銀河を調べる手法, X39b
15. 岡村拓, 嶋作一大, 川俣良太: $z \sim 4$ における銀河サイズとダークハローの関係, X23b
16. 森 陽里, 平野 信吾, 梅田 秀之: 臨界強度未満の解離輻射を受けた始原ガス雲の星形成, P106a
17. 松永典之: KWFC 銀河面変光天体探査 (KISOGP)—IV, N07a
18. 川中 宣太, Tomasz Bulik, Tsvi Piran: 質量降着を伴わない星質量ブラックホール連星の位置天文衛星による検出数予測と理論モデルへの示唆, J113a

1.7.2　日本天文学会 2016 年春季大会, 首都大学東京 (2016/3/14–3/17)

1. 高田 将郎: 星震学と分光観測で明らかになった太 陽型星の内部自転, N11a
2. Ronin Wu, Takashi Onaka, Tomohiko Nakamura, Fumihiko Usui, Tamami I. Mori, Itsuki Sakon, et al.: The origin of the 22 μm broad feature and its association with the molecular clouds of the Great Nebula in Carina, A28a
3. Aaron Bell, Takashi Onaka, Itsuki Sakon, Ronin Wu, Ryou Ohsawa, et al.: An Investigation of Possible Electric Dipole Emission from Interstellar PAHs and/or Dust Grains, using AKARI, Q29a
4. 左近　樹, 他: SPICA 中間赤外線観測装置 SMI の予想性能評価, V206b
5. 臼井　文彦, 他: AO/MIMIZUKU による小惑星の近赤外線分光サーベイ計画, Z116a
6. 成田　憲保、他: K2/TESS による全天トランジットサーベイと TAO との連携., Z115a
7. 山崎翔太郎, 戸谷友則, 川中宣太, “Fermi-LAT データを用いた Fast Radio Bursts の全天ガンマ線探査”, W211a
8. 吉田 敬, 高橋 亘, 梅田 秀之: 超新星前兆ニュートリノの観測と大質量星の最終進化, Z403a
9. 福江 慧: 近赤外線高分散分光による銀河系中心セファイドの金属量の導出, N17a
10. 川中 宣太, 井岡 邦仁: 2 次粒子の衝撃波加速による高エネルギーニュートリノのフレーバー比の変更, Z404a

1.7.3 日本物理学会 2015 年秋季大会, 大阪市立大学 (2015/09/25–28)

1. 川中 宣太, 井岡 邦仁: 宇宙線粒子の再加速によるニュートリノフレーバー比の変更, 27aSJ-6

1.7.4 国際研究会

1. Kurtz, D. W., Shibahashi, H., Murphy, S. J., Bedding, T. R., & Bowman, D. M.: "A unifying explanation of complex frequency spectra of γ Dor, SPB and Be stars: combination frequencies and highly non-sinusoidal light curves", in Space Asteroseismology: The next generation, Kepler KASC-8 / TESS TASC-1 joint meeting, Aarhus, Denmark 2015/06/15–19

2. Murphy, S. J., Shibahashi, H. & Bedding, T. R.: "Finding planets and brown dwarfs in orbit around A stars", in Space Asteroseismology: The next generation, Kepler KASC-8 / TESS TASC-1 joint meeting, Aarhus, Denmark 2015/06/15–19

3. Shibahashi, H., Kurtz, D. W., & Murphy, S. J.: "Asteroseismic search for invisible binary companions", in Space Asteroseismology: The next generation, Kepler KASC-8 / TESS TASC-1 joint meeting, Aarhus, Denmark 2015/06/15–19

4. Shibahashi, H.: "Asteroseismic new insights to stellar internal rotation", in IAU XXIXth General Assembly, Meeting of the Working Group on Ap and Related Stars, Honolulu, Hawaii, U.S.A. 2015/08/11

5. Shibahashi, H., Kurtz, D. W., & Murphy, S. J.: "Asteroseismic search for invisible binary companions", in IAU XXIXth General Assembly, Focus Meeting 17: Advances in stellar physics from asteroseismology, Honolulu, Hawaii, U.S.A. 2015/08/12–14

6. Takata, M.: "Asymptotic analysis of dipolar mixed modes", in Space Asteroseismology: The next generation, Kepler KASC-8 / TESS TASC-1 joint meeting, Aarhus, Denmark, 2015/06/15–19

7. Takata, M.: "Theoretical view of asteroseismology and Galactic Archaeology", in Workshop on Galactic archaeology – Asteroseismology, National Astronomical Observatory of Japan, Tokyo, 2016/3/22

8. Benomar, O., Takata, M., Shibahashi, H., Ceillier, T., & García, R. A.: "Nearly uniform internal rotation of solar-like main-sequence stars revealed by space-based asteroseismology and spectroscopic measurements", in Space Asteroseismology: The next generation, Kepler KASC-8 / TESS TASC-1 joint meeting Aarhus, Denmark, 2015/06/15–19

9. Benomar, O., Takata, M., Shibahashi, H., Ceillier, T., & García, R. A.: "Nearly uniform internal rotation of solar-like main-sequence stars revealed by space-based asteroseismology and spectroscopic measurements", in IAU XXIXth General Assembly, Focus Meeting 17: Advances in stellar physics from asteroseismology, Honolulu, Hawaii, U.S.A., 2015/08/12–14

10. Takayama, M.: The nature in broadband photometry of long secondary periods in AGB stars ESO workshop "Stellar End Products: The Low Mass - High Mass Connection", Garching, Germany, 2015/07/06–10

11. Takayama, M.: The broadband photometry of the long secondary periods in red giants 2015/06, Summer school new era of the cosmic distance scale, Tokyo

12. Onaka, T., "SPICA update," invited talk, FIR Surveyor Workshop, Pasadena, U.S.A., 2015/6/3–5.

13. Usui, F., “Infrared Asteroid Survey with AKARI,” invited talk, Thermal Models for Planetary Science II, Tenerife, Spain, 2015/6/3–5.

14. Yasui, C., “Metallicity dependence of protoplanetary disk lifetime,” oral presentation, The Formation of the Solar System II, Berlin, Germany, 2015/6/2–4.

15. Sakon, I., ”Study on dust formation in V1280Sco based on multi-epoch Infrared Observations,” poster presentation, The Physics of Evolved Stars: A conference dedicated to the memory of Oliver Chesneau, Nice, France, 2015/6/8–12.

16. Onaka, T., Mori, T., Sakon, I., Bell, A., Ohsawa, R., Shimonishi, T., and Ishihara, D. ”Near-infrared spectroscopy of galactic PDRs with AKARI,” oral presentation, chair (SOC), & closing remarks, 30 years of PhotoDissociation Regions, A symposium to honor David Hollenbach’s lifetime in science, Asilomar, California, U.S.A., 2015/6/28–7/3.

17. Wu, R., Madden, S., Galliano, F., Wilson, C., Onaka, T., and Nakamura, T., ”Spatially resolved physical conditions of molecular gas: A zoom-in from circumnuclear region of M83 to Carina Nebula,” oral presentation, 30 years of PhotoDissociation Regions, A symposium to honor David Hollenbach’s lifetime in science, Asilomar, California, U.S.A., 2015/6/28–7/3.

18. Yasui, C., ”Rapid evolution of the innermost dust disc of protoplanetary discs surrounding intermediate-mass stars,” Disc Dynamics & Planet Formation, Larnaka, Cyprus, 2015/6/29–7/3.

19. Hammonds, M., Candian, A., Mori, T., Usui, F., & Onaka, T., ”Structural Evolution of Interstellar Polycyclic Aromatic Hydrocarbons,” Focused Meeting 12, Bridging Laboratory Astrophysics and Astronomy, IAU General Assembly, Honolulu, Hawaii, U.S.A., poster presentation 2015/8/3–5

20. Hammonds, M., Tian, M., Liu, B.-S., Wang, N., Cheung, A. S.-C., & Sarre, P., “Formation of Polycyclic Organic Molecules on Crystalline Silicate Grains,” Focused Meeting 15, Search for Water and Life’s Building Blocks in the Universe, IAU General Assembly, Honolulu, Hawaii, U.S.A., poster presentation 2015/8/3–5

21. Hammonds, M., Bell, A., C., Candian, A., Sarre, P., & Onaka, T., “Deprotonated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons as Candidate Anomalous Microwave Emission Carriers,” IAU General Assembly, Honolulu, Hawaii, U.S.A., poster presentation 2015/8/10–14

22. Hammonds, M., Mridusmita, B., Pathak, A., & Sarre, P. “Time Dependent Density Functional Theory Studies on Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Containing Five Membered Rings,” IAU General Assembly, Honolulu, Hawaii, U.S.A., poster presentation 2015/8/10–14

23. Onaka, T., Mori, T., Sakon, I., Shimonishi, T. “AKARI near-infrared spectroscopy of interstellar ices,” Focused Meeting 12, Bridging Laboratory Astrophysics and Astronomy, IAU General Assembly, Honolulu, Hawaii, U.S.A., invited talk, 2015/8/3–5.

24. Onaka, T., Nakamura, T., Sakon, I., Ohsawa, R., Mori, T., Wu, R., Kaneda, H., “AKARI observations of dust processing in merger galaxies: NGC2782 and NGC7727,” IAU Symposium 315, From Interstellar Clouds to Star-forming Galaxies: Universal Processes? IAU General Assembly, Honolulu, Hawaii, U.S.A., poster presentation, 2015/8/3–7.

25. Wu, R., Madden, S., Galliano, F., Wilson, C., Onaka, T., and Nakamura, T., "Spatially resolved physical conditions of molecular gas: a zoom-in from circumnuclear region of M83 to Carina nebula," IAU Symposium 315, From Interstellar Clouds to Star-forming Galaxies: Universal Processes? IAU General Assembly, Honolulu, Hawaii, U.S.A., poster presentation, 2015/8/3–7.

26. Bell, A. C., Onaka, T., Wu, Roning, Hammonds, M., Sakon, I., Ishihara, D., Doi, Y., Kaneda, H., "AKARI and Spinning Dust: A look at microwave dust emission via the Infrared," IAU General Assembly, Honolulu, Hawaii, U.S.A., poster presentation, 2015/8/10–14

27. Shimonishi, T., Dartois, E., Onaka, T., & Boulanger, F., "Infrared spectroscopy in the C-H stretching region towards embedded high-mass young stellar objects in the Large Magellanic Cloud," Focused Meeting 12, Bridging Laboratory Astrophysics and Astronomy, IAU General Assembly, Honolulu, Hawaii, U.S.A., poster presentation, 2015/8/3–5.

28. Shimonishi, T., Kato, D., Ita, Y., & Onaka, T.., "AKARI Infrared Camera Survey of the Large Magellanic Cloud," IAU General Assembly, Honolulu, Hawaii, U.S.A., poster presentation, 2015/8/10–14

29. Onaka, T., Mori, T. I., Sakon, I., and Shimonishi, T., "Interstellar ices as revealed by AKARI near-infrared spectroscopy," Cosmic Dust VIII, Tokyo Skytree campus of Chiba Institute of Technology, Tokyo, Japan, oral presentation, 2015/8/17–21

30. Shimonishi, T., Dartois, E., Onaka, T., and Boulanger, F., "Infrared spectroscopy in the C–H stretching region towards embedded high-mass young stellar objects in the Large Magellanic Cloud," Cosmic Dust VIII, Tokyo Skytree campus of Chiba Institute of Technology, Tokyo, Japan, oral presentation, 2015/8/17–21

31. Kondo, T., Ishihara, D., Kaneda, H., Kakamichi, K., Sano, H., Torii, K., Ootsubo, T., and Onaka, T., "Modeling of the zodiacal emission for the AKARI mid-infrared all-sky diffuse maps," Cosmic Dust VIII, Tokyo Skytree campus of Chiba Institute of Technology, Tokyo, Japan, oral presentation, 2015/8/17–21

32. Hammonds, M., Candian, A., Mori, T. I., Usui, F., and Onaka, T., "Analysis of edge structures of polycyclic aromatic hydrocarbons using infrared emission bands," Cosmic Dust VIII, Tokyo Skytree campus of Chiba Institute of Technology, Tokyo, Japan, poster presentation, 2015/8/17–21

33. Buragohain, M., Pathak, M., Sarre, P., Onaka, T., and Sakon, I., "Mid-infrared vibrational study of substituted PAHs: implications to aromatic infrared bands," Cosmic Dust VIII, Tokyo Skytree campus of Chiba Institute of Technology, Tokyo, Japan, poster presentation, 2015/8/17–21

34. Yasui, C., Kobayashi, N., Tokunaga, A. T., Saito. M. "Rapid Evolution of the Innermost Dust Disk of Protoplanetary Disks Surrounding Intermediate-mass Stars," Protoplanetary disk dynamics and planet formation, Yokohama, Japan, oral presentation, 2015/9/29–10/02

35. Sakon, I., "Image Slicer for TMT/MICHI and its Science Cases," TMT Science & Instrumentation Meeting-III, oral presentation, Tezpur University, India, 2015/12/01–03

36. Onaka, T., "Organic dust in galaxies," The 11th Pacific Rim Conference on Stellar Astrophysics, Physics and Chemistry of the Late Stages of Stellar Evolution, Hong Kong, PR China, invited review, 2015/12/14–17

37. Ohsawa, R. Onaka, T., Sakon, I., Yamamura, I., Mori, T. I., Matsuura M., and Kaneda, H., "Near-infrared views of dust in planetary nebulae: AKARI/IRC NIR spectral atlas of galactic PNe," The 11th Pacific Rim Conference on Stellar Astrophysics, Physics and Chemistry of the Late Stages of Stellar Evolution, Hong Kong, PR China, poster presentation, 2015/12/14–17

38. Sakon, I., Sako, S., Onaka, T., Nozawa, T., Kimura, Y., Fujiyoshi, T., Shimonishi, T., Usui, F., Takahashi, H., Ohsawa, R., Arai, A., Uemura, M., Nagayama, T., Koo, B.-C., and Kozasa, T., "Concurrent Formation of Carbon and Silicate Dust in Nova V1280 Sco," The 11th Pacific Rim Conference on Stellar Astrophysics, Physics and Chemistry of the Late Stages of Stellar Evolution, Hong Kong, PR China, oral presentation, 2015/12/14–17

39. Onaka, T., "SPICA in Japan," SPICA meeting at Royal Astronomical Society, London, U.K., oral presentation, 2016/1/22

40. Ohsawa, R., Onaka, T., and Yasui, C., 2016, "Impact of the initial disk mass function on the disk fraction," Exoplanets and Disks: Their Formation and Diversity III, Ishigaki, Japan, oral presentation, 2016/2/21–24

41. Yasui, C., 2016, "Metallicity dependence of protoplanetary disk lifetime," Exoplanets and Disks: Their Formation and Diversity III, Ishigaki, Japan, oral presentation, 2016/2/21–24

42. Bell, A. C., et al, 2016, "Features of the circumstellar medium: an investigation of the 8.9 μm feature towards IRAS18424-0242 and other regions," Exoplanets and Disks: Their Formation and Diversity III, Ishigaki, Japan, poster presentation, 2016/2/21–24

43. Sakon, I.., et al, 2016, "Infrared properties of nitrogen-bearing carbonaceous composite," Exoplanets and Disks: Their Formation and Diversity III, Ishigaki, Japan, poster presentation, 2016/2/21–24

44. Yasui, C., 2016, "The spatially-resolved study of initial mass function in the outer Galaxy," IAU Symposium No. 321: Formation and evolution of galaxy outskirts, Toledo, Spain, oral presentation, 2016/3/14–18

45. Kuzuhara, M., Tamura, M., Helminiak, K., Mede, K., Brandt, T., Janson, M., Kandori, R., Kudo, T., Kusakabe, N., Hashimoto, J., "The SEEDS High-Contrast Imaging Survey: Exoplanet and Brown Dwarf Survey for Nearby Young Stars Dated with Gyrochronology and Activity Age Indicators", in ESS meeting #3, id.104.04. BAAS volume 47 #6, Hawaii, U.S.A., 2015/11/29–2015/12/4

46. Anthes Rich, Evan, Wisniewski, John P., Hashimoto, Jun, Brandt, Timothy, Kuzuhara, Masayuki, Tamura, Motohide: "Discovery of Low Mass Binary with Super Jupiter Companion", in ESS meeting #3, id.117.10. BAAS volume 47 #6, Hawaii, U.S.A., 2015/11/29–2015/12/4

47. Uyama, T., Tamura, M., Hashimoto, J., Kuzuhara, M. "Search for Exoplanets around Young Stellar Objects by Direct Imaging", in ESS meeting #3, id.120.05. BAAS volume 47 #6, Hawaii, U.S.A., 2015/11/29–2015/12/4

48. Grady, C. A., et al.: "Decoding Debris System Substructures: Imprints of Planets/Planetesimals and Signatures of Extrinsic Influences on Material in Ring-Like Disks", in AAS Meeting #227, id.343.10. Florida, U.S.A., 2016/01/04–08

49. M. Tamura: "Development of Astrobiology with Exoplanet Explorations", in JpGU, Makuhari, Japan, 2015/05/24–28

50. M. Tamura: “NINS Astrobiology Center: Development of Astrobiology with Exoplanet Explorations”, in NAI/EC, Chicago, U.S.A., 2015/06/19–20

51. M. Tamura “Subaru Observations of Exoplanets and Toward TMT：A Role of the New Astrobiology Center at NINS”, in Annual Meeting of the Astronomische Gesellschaft ’From the First Quasars to Lie-Bearing Planets From Accretion Physics to Astrobilogy’ Kiel, Germany, 2015/09/14–18

52. M. Tamura, SEEDS team: “Five Years of SEEDS: Strategic Exploration of Exoplanets and Disks with Subaru”, in Subaru Users Meeting, Mitaka, Japan, 2016/01/19–21

53. M. Tamura, SEEDS team: “Five Years of the Subaru SEEDS Direct Imaging Survey and Next Steps”, in Exoplanets and Disks: Their Formation and Diversity III, Ishigaki, Japan, 2016/02/21–24

54. M. Tamura: “Workshop summary”, in Post SEEDS Workshop, Mitaka, Japan, 2016/02/26

55. N. Narita: “Characterizing Companions of Planetary Systems”, in Post SEEDS Workshop Mitaka, Japan, 2016/2/26

56. M. Tamura: “Exoplanet exploration with IRSF/SIRIUS and future”, in The Infrared Survey Facility: Past and Future, Cape Town, South Africa, 2016/03/02–04

57. Tomonori Totani: “Gamma-ray bursts as a reionization probe”, Invited talk at “ISSI-BJ workshop on Gamma-Ray Bursts”, Beijing, China, 2015/04/13–17

58. Tomonori Totani: “Gamma-ray bursts as a reionization probe”, Invited talk at Fourteenth Marcel Grossmann Meeting, Rome, Italy, 2015/07/12–18

59. Tomonori Totani: “Fast Radio Burst from Binary Neutron Star Mergers”, Invited talk at Fourteenth Marcel Grossmann Meeting, Rome, Italy, 2015/06/12–18

60. Tomonori Totani: “Gamma-ray bursts as a Reionization Probe”, Invited talk given at “RIKEN GRB workshop 2015”, Wako, Saitama, Japan 2015/8/31–09/01

61. Motonari Tonegawa: “The FastSound Project: A Galaxy Redshift Survey at z 1.3 with Subaru/FMOS”, a talk given at the Olympian Symposium on Cosmology and the Epoch of Reionization, Katerini, Greece, 2015/05/18

62. Shimasaku, K: “Updates from High-z WG”: Subaru Hyper Suprime-Cam Survey Collaboration Meeting, Taipei, Taiwan, 2015/01/13–15

63. H. Kusakabe, K. Shimasaku, I. Shimizu: “UV escape fraction and dust distribution of star forming galaxies at $z = 0 - 3$: a new dust attenuation model”: The 29th International Astronomical Union General Assembly, Honolulu, Hawaii, U.S.A., 2015/08/10–17

64. Takahashi, K., Yoshida, T., Umeda, H., Sumiyoshi, K., Yamada, S.: “Electron capture reactions in a highly degenerate ONe core”, Numazu workshop 2015, Numazu, Japan, 2015/09/01–04

65. Matsunaga, N.: “Kinematics of classical Cepheids in the Nuclear Stellar Disk”, Frontiers of Stellar Spectroscopy-in the Local Group and Beyond, Max Planck Institute for Astronomy, Heidelberg, Germany, 2015/04/27–30

66. Matsunaga, N.: “Bilateral Program between SA/JP: Studies of the Milky Way galaxy”, The Infrared Survey Facility: Past and Future, South African Astronomical Observatory, Cape Town, South Africa, 2016/03/02–04

67. Matsunaga, N.: “IRSF/SIRIUS survey of pulsating stars towards the bulge”, The Infrared Survey Facility: Past and Future, South African Astronomical Observatory, Cape Town, South Africa, 2016/03/02–04

68. Kawanaka, N.: “Theoretical Models of X-ray Emission from Black Hole Accretion Flows”, Workshop on ’Prospects, Challenges and Evolution of AGN modeling in the ASTRO-H Era,’ Rikkyo University, Tokyo, Japan, 2015/10/21–22

69. Kawanaka, N., Ioka, K.: “Neutrino Flavor Ratios Modified by Cosmic Ray Secondary-acceleration”, TeV Particle Astrophysics 2015, Kashiwa-no-ha Conference Center, Kashiwa, Japan, 2015/10/26–30

1.7.5　国内研究会

1. 柴橋 博資：“Kepler と TESS による星震学”, TESS 研究会, 国立天文台, 2015/11/26

2. 左近　樹 “炭素質ナノ粒子の宇宙風化と星間有機物進化の実証研究テーマについて,” 第 59 回　宇宙科学技術連合講演会かごしま県民交流センター 2015/10/7-9

3. 左近　樹 “炭未同定赤外バンドの担い手の同定への試み：実験室でのダスト合成実験と宇宙環境での炭素質ダストの曝露実験” 新学術領域「宇宙分子進化」全体集会北海道大学低温科学研究所 2015/10/22-23

4. 左近　樹 “Properties of dust formed around V1280Sco revealed by long-term monitoring observations in the mid-infrared,” 第 32 回 Grain Formation Workshop 北海道大学低温科学研究所 2015/12/9-11

5. 左近　樹 “Attempts to understand the nature of the carriers of UIR bands,” 第 32 回 Grain Formation Workshop 北海道大学低温科学研究所 2015/12/9-11

6. 尾中　敬: “SPICA プロジェクトの現状: 再定義結果,”（口頭発表）“SPICA が目指すサイエンス,”（ポスター発表）宇宙科学シンポジウム, 宇宙科学研究所、相模原 2016/1/6-7

7. 左近　樹 “赤外線 (ダスト) からみた新星の正体,” 新星の世界戦略 Work Shop 慶應義塾大学　日吉キャンパス 2016/1/18

8. 尾中　敬: “星間ダストサイズ分布,” サイズ分布ビッグピクチャー研究会（招待講演）千葉工業大学スカイツリータウンキャンパス 2016/2/11-12

9. Motohide Tamura: 「SEEDS and Current/Future Exoplanet Instruments at Subaru」, Subaru-Keck Synergy Workshop, Sendai, 2015/09/01-02

10. 田村元秀：「SEEDS による系外惑星と円盤観測のまとめ」, 星形成の諸階層 - 銀河から惑星まで -, 箱根, 2015/09/14-16

11. M. Tamura: 「Observations of Exoplanets and Disks with Subaru Telescope」Kyoto Prize Workshop, Kyoto. 2015/11/12

12. 田村元秀：「太陽系外の惑星探査：巨大惑星からハビタブル惑星へ」, 第 11 回最新の天文学の普及をめざすワークショップ, 国立天文台, 2015/11/15–17

13. 田村元秀：「Workshop Summary」, 近赤外高分散分光研究会：地球型惑星探索と広がるサイエンス, 国立天文台,
14. 田村元秀：「これからの系外惑星観測」, TESS workshop, 国立天文台
15. 田村元秀：「ハビタブル系外惑星の観測：過去と将来」, 第 38 回分子生物学会年会・第 88 回生化学会大会合同大会, 神戸
16. 田村元秀、ほか WACO/WFIRST ワーキンググループ：「WFIRST/AFTA コロナグラフによる系外惑星直接観測 2」, 宇宙科学シンポジウム, 宇宙科学研究所
17. 田村元秀、H. Bouy：「近赤外線で見たへびつかい座 X 線フレアー原始星」, 研究会「ASTRO-H、ALMA cyc-4 で探る X 線フレアー原始星」, 国立天文台
18. 田村元秀：「HiCIAO, SCExAO, CHARIS などの展望」, 2016 年春の系外惑星観測検討会, 石垣島
19. 田村元秀：「系外惑星探査」, 高宇連　第 15 回研究会
20. 戸谷友則: “FastSound Status Report”, すばるユーザーズミーティング, 静岡県熱海市, 2016/1/19
21. 戸谷友則: 「FRB の母銀河、赤方偏移、そしてミッシングバリオン」, HSC 時間領域天文学（TDA）ブレインストーミング研究会, 国立天文台, 三鷹市, 2016/3/4
22. 舎川元成: “The Subaru FMOS redshift survey at z 1.4: the survey report and scientific results”, 第 4 回観測的宇宙論ワークショップ, 京都大学基礎物理学研究所, 京都府京都市, 2015/11/18
23. Kawanaka, N.: “Hyperaccretion Flow as a Central Engine of Gamma-ray Bursts”, ガンマ線バースト研究会 2015, 理化学研究所, 2015/8/31–9/2
24. Kawanaka, N.:“Structure and Evolution of a Hyperaccretion Flow as a Central Engine of Gamma-Ray Bursts”, HEAP2015 “Central Engines in the High Energy Universe”, 高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所理論センター, 2015/10/6–9
25. 嶋作 一大: “Lyα Emitters”, 系外銀河 ISM 研究会, 国立天文台, 2015/5/11–12
26. 後藤亮介他: 「極度に青い銀河の研究」, 第 2 回銀河進化研究会, 口頭発表, 2015/06/03–05, 名古屋大学, 愛知県
27. 日下部晴香他: “A Novel Method for Selecting Secondary Starburst Galaxies and Its Application to $z \sim 2$ LAEs”, 第 2 回銀河進化研究会, 口頭発表, 2015/06/03–05, 名古屋大学, 愛知県
28. 日下部晴香他: 「$z = 0 - 3$ の星形成銀河のダスト分布と紫外光脱出率」, 銀河・銀河間物質に関する観測・理論合同ミニワークショップ, 口頭発表, 2015/6/10–11, 筑波大学, 茨城県
29. 日下部晴香他: 「clustering と SED fit でみる LAEs の多様性」, 科研費基盤 B「すばる HSC 観測と宇宙再電離大規模シミュレーションによる電離度マップ描画」銀河進化研究会, 口頭発表, 2015/11/25–27, 大阪大学, 大阪府
30. 日下部晴香他: “Stellar population and dust properties of optically selected galaxies”, ALMA workshop: “ALMA deep surveys on GOODS-S and beyond”, 口頭発表, 2015/12/15–16, 国立天文台, 東京都
31. 岡村拓他: “$z \sim 4$ の星形成銀河の銀河サイズとダークハロー質量”, 第 2 回銀河進化研究会, 口頭発表, 2015/06/03–05, 名古屋大学, 愛知県

32. Hamid Hamidani, 梅田 秀之: “How does the central engine duration influence the properties of GRBs relativistic jets? ”, GRB Workshop 2015, 理化学研究所, 埼玉, 2015/9/1

33. 吉田 敬, 高橋 亘, 梅田 秀之: “超新星前兆ニュートリノと大質量星の最終進化”, 第 28 回理論天文学宇宙物理学懇談会シンポジウム, 大阪大学豊中キャンパス, 大阪, 2015/12/23–25

34. 吉田 敬, 梅田 秀之, 高橋 亘: “超新星前兆ニュートリノと重力崩壊直前における大質量星の内部構造進化”, 新学術領域「地下素核研究」第二回超新星ニュートリノ研究会, 富山商工会議所, 富山, 2016/1/6

35. 藤井 通子: “Can globular clusters bring millisecond pulsars in the Galactic center?:Tidal disruption of star clusters in the Galactic center”, 特別推進研究研究会・宇宙線研究所共同利用研究会「高エネルギーガンマ線でみる極限宇宙 2015」, 東京大学柏キャンパス, 茨城, 2016/1/13–14

36. 藤井 通子, “The formation and dynamical evolution of star clusters”, 国立天文台天文シミュレーションプロジェクト平成 27 年度ユーザーズミーティング, 国立天文台水沢キャンパス, 2016/1/28–29

37. 松永 典之: “KISOGP 進捗報告”, 2015 年度木曽シュミットシンポジウム, 上松町公民館 (長野県木曽郡), 2015/7/13–14

38. 松永 典之: “KISOGP(KWFC 銀河面変光天体探査) と分光追観測”, 2015 年度岡山 (光赤外) ユーザーズミーティング, 国立天文台, 2015/8/17–18

39. 松永 典之: “Probe the Stellar Population of Milky Way and Nearby Galaxies using Photometry and Spectroscopy of Variable Stars”, SWIMS Science Workshop, 東京大学天文学教育研究センター, 2015/9/18,

40. 松永 典之: “天の川銀河の脈動変光星と TESS への期待”, TESS と地上望遠鏡等の連携で広がる多様なサイエンス”ワークショップ, 2015/11/26, 国立天文台

41. 松永 典之: “Infrared spectroscopy of Cepheids in the Galactic Center and more”, Subaru Users Meeting 2015, 熱海 ホテル KKR, 2016/1/19–21

42. 松永 典之: “近赤外線高分散分光観測で探るバルジの化学進化”, Nano-JASMINE サイエンスワークショップ, 国立天文台, 2016/1/27

43. 松永 典之: “KISOGP: overview”, KISOGP workshop ’sciences and follow-up observations’, 東大・天文学教室, 2016/2/23

1.7.6　その他の講演

1. Shibahashi, H.: “Asteroseismic search for invisible binary companions”, Institute of Astrophysics, Pontificia Universidad Cat’olica (Santiago, Chile) 談話会, 2015/10/30

2. Shibahashi, H.: “Asteroseismic search for invisible binary companions”, ESO (Santiago, Chile) 談話会, 2015/11/04

3. Benomar, O.: “The Life of Star and of their planetary companion”, JSPS science dialogue program at 筑波大学附属駒場高校, 2015/09/12

4. 高山 正輝：天文学者の仕事について
長野県飯山高校 2015/11

5. Ronin Wu: Science Dialog 東京都立科学技術高校江東区、東京 2015/4/28
6. 森　珠実: Science Dialog 東京都立科学技術高校江東区、東京 2015/4/28
7. 左近　樹 “実験室で作る宇宙の塵” 本郷宇宙塾東京大学 伊藤国際学術研究センター 2015/4/28
8. 安井　千香子: 大阪大学理学研究科宇宙地球化学セミナー「惑星形成の金属量依存性の観測的研究」2015/6/12
9. Ronin Wu: “Spatially resolved physical conditions of molecular gas: a zoom-in from circumnuclear region of M83 to Carina nebula,” Subaru seminars, Subaru telescope, Hilo, Hawaii, U.S.A., 2015/8/04
10. Mark Hammonds: “Edge Structure Variations in Interstellar PAHs,” Subaru seminars, Subaru telescope, Hilo, Hawaii, U.S.A., 2015/8/04
11. 臼井　文彦: “はやぶさ 2 はいま,” 早稲田大学オープンカレッジ 最新天文学, 早稲田大学エクステンションセンター中野校, 2015/7/11
12. 臼井　文彦: “小さな星の神秘・小惑星科学の最前線,” 東京大学木曽観測所及び名古屋大学太陽地球環境研究所特別公開講演会, 東京大学大学院理学系研究科附属天文学教育研究センター 木曽観測所, 2015/8/9
13. 臼井　文彦: “太陽系,” 第 11 回スペースカフェ☆お茶の水「子ども宇宙教室」, 千代田区役所 4 階研修室, 2015/8/17
14. 臼井　文彦: “リモート観測による、小惑星の含水鉱物探査,” 第 6 回 CPS 月惑星探査研究会・大学共同利用連携拠点キックオフワークショップ, 神戸大学・惑星科学研究センター (CPS), 2015/8/27-28
15. 臼井　文彦: “「あかり」衛星による小惑星の赤外線サーベイ,” CPS セミナー, 神戸大学・惑星科学研究センター (CPS), 2016/1/13
16. 臼井　文彦: “太陽系概論,” 早稲田大学オープンカレッジ 天文学基礎講座, 早稲田大学エクステンションセンター中野校, 2016/1/23
17. 左近　樹: “サイエンス班報告：星間物質” 2015 年度光赤天連シンポジウム, 国立天文台, 2015/9/14-15
18. 左近　樹: “銀河系・局所銀河・近傍銀河” 2015 年度光赤天連シンポジウム 2　光赤外将来計画：将来計画のとりまとめ, 国立天文台, 2016/2/9-10
19. 左近　樹: “TAO/MIMIZUKU でさぐる星周ダスト形成の現場,” TAO サイエンスミニワークショップ, 東京大学天文教室, 2016/3/18
20. 尾中　敬: “SPICA: Space Infrared Telescope for Cosmology and Astrophysics: Current Status.” IRAP, Toulouse, France, 2015/10/5
21. Ronin Wu: “Spatially resolved physical conditions of molecular gas: a zoom-in from circumnuclear region of M83 to Carina nebula,” IRAP, Toulouse, France, 2015/10/8
22. 尾中　敬: “チリも積もれば、赤外線で見る宇宙,” 東京大学理学部　高校生のための冬休み講座 2015, 小柴ホール、東京大学, 2015/12/25
23. Ronin Wu: “Spatially resolved physical conditions of molecular gas: a zoom-in from circumnuclear region of M83 to Carina nebula,” 理論コロキウム, コスモス会館、国立天文台, 2016/1/20
24. 戸谷友則: 「Fast Radio Burst の正体は何か？」, 国立天文台談話会, 国立天文台, 三鷹市, 2015/6/5

25. 戸谷友則: 「ガンマ線天体の宇宙論的進化・ガンマ線バーストとブレーザー」, 天文天体物理若手の会夏の学校, 戸倉上山田温泉, 長野県, 2015/7/29
26. 戸谷友則: 「様々な波長での宇宙背景放射」, 早稲田大学・片岡研究室セミナー, 早稲田大学, 2016/1/20
27. 高橋 亘: “Evolution simulation of CCSN progenitors: From Pop III faint SN to solar metallicity ECSN”, Group meeting, Geneva Observatory, 2015/11/05
28. 高橋 亘: “Evolution simulation of CCSN progenitors: From Pop III faint SN to solar metallicity ECSN”, Stellar group meeting, University of Bonn, 2015/12/01
29. 高橋 亘: “Supernovae from the least-massive massive stars”, Nuclear, Particle, and Astrophysics Seminar, Basel University, 2016/03/03
30. 松永 典之: “KISOGP(KWFC 銀河面変光天体探査) と分光追観測”, 西はりま天文台コロキウム, 兵庫県立大学西はりま天文台, 2015/7/15
31. 松永 典之: “KISOGP(KWFC 銀河面変光天体探査) と分光追観測”, 国立天文台 VLBI 詳報ゼミ, 国立天文台, 2015 年 10 月 7 日
32. 松永 典之: “Infrared photometric/spectroscopic observations of Cepheid variable stars as tracers of the Milky Way”, Colloquium at the Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics, Peking University (中国), 2015/10/15
33. 松永 典之: “明るさを変える星を探して天の川の地図を作ろう!”, 足立区こども未来創造館天文ネットワークプログラム 特別講演会, ギャラクシティ・まるちたいけんドーム, 2015 年 10 月 12 日
34. 松永 典之: “脈動星の周期光度関係–その原理と観測的特徴の橋渡し”, 談話会,　鹿児島大学, 2015 年 12 月 2 日
35. 松永 典之: “セファイド変光星－その原理から幅広い応用まで”, 朝日カルチャーセンター「宇宙の距離を測る」講座 第 4 回, 朝日カルチャーセンター横浜教室, 2016 年 2 月 22 日

1.8　その他の活動

1.8.1　記者会見, プレスリリース, 新聞報道

1. 田村元秀: 原始惑星系円盤における多重リングギャップ構造の発見, 2015 年 6 月 6 日, 国立天文台 他 共同発表
   +http://subarutelescope.org/Pressrelease/2015/06/16/j_index.html
2. 田村元秀: 生命がいなくても酸素を豊富に保持する地球型惑星の存在可能性を示唆, 2015 年 9 月 10 日, 分子化学研究所 他 共同発表
   +http://esppro.mtk.nao.ac.jp/Members_PRESS/201509/
3. 田村元秀: すばる望遠鏡、食べ散らかす赤ちゃん星の姿を捉える, 2016 年 2 月 24 日, 国立天文台 他 共同発表
   http://subarutelescope.org/Pressrelease/2016/02/24b/j_index.html
4. 田村元秀: 近傍の赤色矮星をまわる新たなスーパーアースを発見, 2016 年 3 月 31 日, 国立天文台 他 共同発表
   http://www.oao.nao.ac.jp/public/research/k2-28b/

5. 戸谷 友則: すばる望遠鏡が解明、本当に５０億光年の彼方からやってきていた–謎の天体・高速電波バースト–, 2016 年 2 月 25 日, 東京大学大学院理学系研究科

6. 下西 隆（現東北大学・助教)、尾中 敬: “宇宙の氷 ’’ で大マゼラン雲を探る〜天の川銀河との違いが明らかに〜,
http://www.sci.tohoku.ac.jp/news/20160301-7724.html

7. 安井　千香子 他: 論文”Low-Metallicity Young Clusters in the Outer Galaxy. II. Sh 2-208,” AJ 151, 115 が AAS Nova で”Feature Image: A Bubble Triggering Star Formation”として紹介,
http://aasnova.org/2016/05/13/featured-image-a-bubble-triggering-star-formation/

1.8.2 受賞

1. 臼井文彦, 尾中　敬他の論文 “Asteroid Catalog Using AKARI: AKARI/IRC Mid-Infrared Survey” が 2015 年度日本天文学会欧文研究論文報告賞を受賞

1.8.3 他学科・専攻での講義

1. 柴橋博資: 天体物理学特別講義,　国立ラプラタ大学 (アルゼンチン)

2. 田村元秀: 宇宙生物学, 総合研究大学院大学

1.8.4 他学部での講義

1.8.5 他大学での講義

1.8.6 委員その他

柴 橋　学　内　理学系研究科天文学専攻長・理学部天文学科長
理学系研究科教育会議委員
理学系研究科学術運営委員
理学系研究科天文学教育研究センター運営委員
他機関　国際天文学連合 2015 年総会 Focus Meeting 17 科学組織委員 (-2015.08)
国際天文学連合 Ap stars Working Group 科学組織委員 (-2015.08)
国際天文学連合 Comission G 科学組織委員 (2015.08-)
国際研究会 STARS2016 (2016.09.11-16; Lake District, UK) 科学組織委員
国際研究会 2nd BRITE Science Conference (2016.08.22-26; Innsbruck, Austria) 科学組織委員
日本天文学会欧文研究報告編集顧問

尾 中　学　内　学術運営委員会委員
理学系研究科天文学教育研究センター運営委員
理学系研究科地殻化学実験施設運営委員
ビッグバン宇宙国際研究センター運営委員
キャンパス計画委員会委員
国際交流委員会委員
他機関　（公財）天文学振興財団理事
（公財）宇宙科学振興会 宇宙科学奨励賞選考委員会委員

SPICA Project Scientist (JAXA/ISAS)
30 YEARS OF PHOTODISSOCIATION REGIONS: A SYMPOSIUM TO HONOR DAVID HOLLENBACH'S LIFETIME IN SCIENCE 科学組織委員
11th Pacific Rim Conference on Stellar Astrophysics 科学組織委員

田村　他機関　国立天文台・太陽系外惑星探査プロジェクト室長
自然科学研究機構・アストロバイオロジーセンター長
国立天文台・電波専門委員会委員
国立天文台・光赤外専門委員会 ExOfficio
神戸大学・CPS 運営委員会委員

戸谷　学内　理学部教務委員
理学系研究科教務委員
理学系研究科企画室会議オブザーバー
理学系研究科キャリア支援室運営委員
他機関　日本天文学会代議員推薦委員会委員
日本天文学会欧文研究報告編集委員
光赤外天文学連絡会 将来計画検討報告書「２０２０年代の光赤外天文学」編集委員
国立天文台 TMT 推進小委員会

嶋作　学内　理学系研究科図書委員
日露学生交流プログラム運営委員会委員
技術委員会委員
他機関　国立天文台・すばる小委員会委員
国立天文台・光赤外専門委員会委員

梅田　学　内　理学系研究科建物委員
理学系研究科 3 号館運営委員
グローバルサイエンスコースファカルティ委員

左近　学内　環境安全管理室天文学専攻室員
学　会　日本天文学会年会実行委員

松永　学内　理学系研究科ネットワーク委員
他機関　国立天文台 岡山プログラム小委員会委員

1.8.7　科研費等

柴橋　特別研究員奨励費 [26・02816] 大質量星の星震学

尾中　挑戦的萌芽研究 [26610043] 密度汎関数理論に基づく宇宙鉱物学へのアプローチ
特別研究員奨励費 [25・03771] 星間空間における対称性の高い多環式芳香族炭化水素の分布の研究
特別研究員奨励費 [26・04022] スピッツァー、あかり、ハーシェル衛星による星生成トレーサーの比較研究
新学術領域研究（分担） [23103004] 円盤から惑星へ
委託研究費 [JAXA] 「あかり」近・中間赤外線分光アーカイブデータの作成

田村　基盤研究 [15H02063] すばる望遠鏡における地球型惑星探査

戸谷　基盤研究 (C) [15K05018] 突発変動天体でさぐる初期宇宙
特別推進 (分担) [40197778] 高エネルギーガンマ線による極限宇宙の研究

梅田　基盤研究 (C) [26400220] 超巨大ブラックホールの種となる超巨大星の進化と運命の解明
基盤研究 (C)（分担）[26400271] 超新星の観測と理論へ向けた大質量星進化データベースの開発

新学術領域研究 (分担) [26104007] 近傍天体ニュートリノ包括的観測体制の構築と天体活動の研究

藤井　若手研究 (B) [26800108] 銀河円盤内での星団形成過程と星団のバリエーションの起源の解明
基盤研究 (B) (分担) [15H03719] GPU クラスターを用いた 1 億粒子シミュレーションによる惑星形成過程の解明

高田　基盤研究 (C) [26400219] ロゼット・モードで探る恒星における振動と自転の相互作用の研究

左近　新学術領域研究 (分担) [23103001] 太陽系外惑星の新機軸:地球型惑星へ
新学術領域研究 (分担) [23103002] ガス惑星の直接撮像・分光と地球型惑星の検出
二国間交流事業共同研究 [インドとの共同研究] 系内及び系外銀河環境における PAH およびダスト放射の観測研究
TMT 戦略基礎開発研究経費 (委託) [NAOJ] MICHI（Mid-Infrared Camera, High-disperser, and IFU）の要素技術開発
新学術領域研究 公募研究 未同定赤外バンドのキャリアの同定と重水素化による赤外スペクトルへの影響の調査

松永　基盤研究 (B) [26287028] 近赤外線高分散分光観測による恒星組成解析の確立と銀河系研究への応用
日本学術振興会 二国間交流事業 (共同研究，日本–南アフリカ) 「変光天体で探る天の川銀河の研究」
国立天文台 研究集会経費 「サマースクール—宇宙距離尺度の新時代」
天文学振興財団助成 (国際研究集会開催) 「サマースクール—宇宙距離尺度の新時代」
日本学術振興会 外国人招へい研究者 (長期，Giuseppe Bono 氏)「セファイド変光星の理論と観測の融合による銀河系およびマゼラン銀河の研究」

吉田　基盤研究 (C) [26400271] 超新星の観測と理論へ向けた大質量星進化データベースの開発

安井　若手研究 (B) [26800094] 星・惑星形成過程における角運動量散逸の時間進化の観測的研究

臼井　基盤研究 (A) (分担) [26247074] 広視野高速カメラによる太陽系外縁天体の探査
基盤研究 (C) (分担) [15K05277] 近赤外分光観測による小惑星の水・含水鉱物の探査

森　特別研究員奨励費 [252763] 星間空間における PAH の形成と進化のメカニズムを探る

高橋　特別研究員奨励費 [26・06748] 自転運動を考慮した大質量星進化・超新星元素合成の網羅的計算

1.8.8 科研費報告書

1.8.9 出張記録

柴橋 博資　2015/04/20-05/10, アルゼンチン，ラプラタ，国立ラプラタ大学にて集中講義，討論.
2015/06/14-06/21, デンマーク，オーフス，国際研究会 KASC8/TASC1 にて討議.
2015/08/09-08/15, アメリカ，ホノルル，国際天文学連合 2015 年総会 にて討議，講演.
2015/10/21-11/09, チリ，サンチャゴ，カトリカ大学にてセミナー、欧州南天文台にて談話会. サンペドロ・アタカマ，TAO 視察，パラナル，VLT 視察. アルゼンチン，ラプラタ，国立ラプラタ大学にて講演

尾中　敬　2015/6/2–7, Pasadena, U.S.A., IR Surveyor Workshop, invited talk
2015/6/27–7/5, Asilomar, U.S.A., 30 years of PhotoDissociation Regions, A symposium to honor David Hollenbach's lifetime in science, oral presentation, chair (SOC), closing remarks
20157/14–18, Paris, France, Preview of SPICA, presenter
2015/8/2–10, Honolulu, U.S.A., IAU general assembly, FM12, Bridging Laboratory Astrophysical and Astronomy, invited talk & IAU Symposium 315, From Interstellar Clouds to Star-forming Galaxies: Universal Processes? poster presentation

2015/9/28–10/7, Bordeaux &Toulouse, France Safari consortium meeting (bordeaux) & colloquium and collaboration
2015/12/12-19, Hong Kong, PR China, The 11th Pacific Rim Conference on Stellar Astrophysics, Physics and Chemistry of the Late Stages of Stellar Evolution, Hong Kong, PR China, invited review
2016/1/21–25, London, U.K., SPICA meeting at Royal Astronomical Society, invited talk
2016/3/7–13, Paris, France & Cologne, Germany, collaboration

戸谷 友則
2015/4/13–17, 中国、北京, SSI-BJ workshop on Gamma-Ray Bursts に参加
2015/6/5, 国立天文台三鷹, 談話会で講演
2015/7/12–18, イタリア, ローマ, Fourteenth Marcel Grossmann Meeting に参加
2015/7/29-30, 長野県, 戸倉上山田温泉, 天文天体物理若手の会夏の学校で講演
2015/8/31–9/1, 理化学研究所, 埼玉県和光市, RIKEN GRB workshop 2015 に参加
2015/9/13–19, 英国, リバプール, CTA general meeting に参加
2016/1/19, 静岡県熱海市, すばるユーザーズミーティングに参加
2016/1/29, 早稲田大学でセミナー
2016/3/4, 国立天文台三鷹, HSC 時間領域天文学 (TDA) ブレ インストーミング研究会に参加

嶋作 一大
2015/6/3–5, 名古屋市, 名古屋大学, 第二回銀河進化研究会, 議論
2015/9/9–11, 兵庫県神戸市, 甲南大学, 日本天文学会秋季年会, 議論
2015/11/25–27, 大阪市, 大阪産業大学, 「次世代大規模探査とシミュレーションで挑む宇宙再電離」ミーティング, 議論
2016/1/11–16, 台湾, 台北, 台湾中央研究院, Subaru Hyper Suprime-Cam Survey Collaboration Meeting, 議論
2016/2/23–26, 米国, Hilo, すばる望遠鏡 ULTIMATE Subaru レビュー

梅田 秀之
2015/9/9—-11, 兵庫, 甲南大学, 日本天文学会 2015 年秋季年会, 参加
2015/10/17—-18, 兵庫, 甲南大学, 「超巨大ブラックホール研究推進連絡会」第 3 回ワークショップ, 参加・講演
2015/11/30—-12/2, 群馬, 草津セミナーハウス, 初代星・初代銀河研究会 2015@草津温泉, 参加・講演
2016/1/5–8, 富山, 富山商工会議所, 第二回超新星ニュートリノ研究会, 参加・招待講演
2016/1/31—2/3, 大阪, 大阪市立大学, 講演・研究打ち合わせ
2016/3/14—-16, 東京, 首都大学東京, 日本天文学会 2016 年春季年会, 参加

藤井 通子
2016/1/13–14, 茨城県柏市, 東京大学柏キャンパス, 特別推進研究研究会・宇宙線研究所共同利用研究会「高エネルギーガンマ線でみる極限宇宙 2015」, 口頭発表 (招待講演)
2016/1/28–29, 岩手県水沢市, 国立天文台水沢キャンパス, 国立天文台天文シミュレーションプロジェクト平成 27 年度ユーザーズミーティング, 口頭発表

高田 将郎
2015/06/14-06/21, デンマーク，オーフス，国際研究会 KASC8/TASC1 にて討議.
2015/09/09-09/10, 甲南大学、日本天文学会秋季年会にて講演
2016/01/10-01/24, フランス，パリ，パリ天文台にてセミナー、共同研究
2016/03/15, 首都大学東京、日本天文学会春季年会にて講演
2016/03/22, 国立天文台、研究集会 ”Workshop on Galactic archaeology - Asteroseismology”にて講演

左近 樹	2015/6/8-12, Nice, France, The Physics of Evolved Stars: A conference dedicated to the memory of Oliver Chesneau, poster presentation 2015/11/29-12/7, Tezpur, India, collaboration 2015/12/13-18, Hong Kong, PR China, The 11th Pacific Rim Conference on Stellar Astrophysics, Physics and Chemistry of the Late Stages of Stellar Evolution, Hong Kong, oral presentation
松永 典之	2015/4/27–4/30, MPIA, ハイデルベルグ, ドイツ, 「Frontiers of Stellar Spectroscopy」研究会 2015/10/14–10/17, 北京大学, 北京, 中国, 共同研究の打合せ 2016/2/29–3/6, 南ア天文台, ケープタウン, 南アフリカ, 「The Infrared Survey Facility: Past and Future」研究会 2016/3/20–29, サンチアゴ, チリ, La Silla 天文台，Paranal 天文台にて共同研究の打合せ
川中 宣太	2015/8/11–12, 宇宙科学研究所, 研究会「超巨大ブラックホール降着円盤スペクトルの解釈を巡って」参加 2015/8/31–9/2, 理化学研究所, 研究会「ガンマ線バースト研究会 2015」参加・講演 2015/9/9–11, 甲南大学, 日本天文学会秋季年会参加・講演 2015/9/25–28, 大阪市立大学, 日本物理学会秋季大会参加・講演 2015/10/6–9, 高エネルギー加速器研究機構, 研究会「HEAP15: Central Engines in the High Energy Universe」参加・講演 2015/10/21–22, 立教大学, 研究会「Prospects, challenges and evolution of AGN modeling in the ASTRO-H era」参加・講演 2015/10/26–30, 柏の葉コンファレンスセンター, 研究会「TeV Astropaticle Physics 2015」参加・講演 2015/11/30, 国立天文台, セミナー 2016/1/12–14, 東京大学柏キャンパス, 研究会「高エネルギーガンマ線で見る極限宇宙 2015」参加 2016/3/14–17, 首都大学東京, 日本天文学会春季年会参加・講演 2016/3/30, 高エネルギー加速器研究機構, 研究打ち合わせ
吉田 敬	2015/12/23–25, 大阪, 大阪大学, 第 28 回理論懇シンポジウム, 参加・ポスター発表 2016/1/5–8, 富山, 富山商工会議所, 第二回超新星ニュートリノ研究会, 参加・講演 2016/2/8–19, 北海道, 北海道大学, 研究打ち合わせ 2016/3/14,16, 東京, 首都大学東京, 日本天文学会 2016 年春季年会, 参加・講演
臼井　文彦	2015/5/7–10, Seoul, Korea, collaboration 2015/6/2–8, Tenerife, Spain, Thermal Models for Planetary Science II, invited talk
Hammonds, Mark	2015/8/2-16, Honolulu, U.S.A., IAU general assembly, FM12, Bridging Laboratory Astrophysical and Astronomy, invited talk & IAU Symposium 315, From Interstellar Clouds to Star-forming Galaxies: Universal Processes?, poster presentation
Wu, Ronin	2015/6/27-7/5, Asilomar, U.S.A., 30 years of PhotoDissociation Regions, A symposium to honor David Hollenbach's lifetime in science, oral presentation 2015/8/3-10, Honolulu, U.S.A., IAU general assembly, IAU Symposium 315, From Interstellar Clouds to Star-forming Galaxies: Universal Processes?, poster presentation 2015/10/7-23, Paris & Toulouse, France, Colloquium at Toulouse and collaboration 2016/3/1–11, Paris, France, collaboration

安井　千香子	2015/5/31–6/6, Berlin, Germany, The Formation of the Solar System II,oral presentation
	2015/6/29–7/3, Larnaka, Cyprus, Disc Dynamics & Planet Formation, poster presentation
	2016/1/6–9, Taipei, Taiwain, collaboration
	2016/3/11–23, Toledo, Spain, IAU Symposium No. 321: Formation and evolution of galaxy outskirts, oral presentation
舎川元成	2015/5/17–24, ギリシャ、Katerini, 国際会議 The Olympian Symposium on Cosmology and the Epoch of Reionization に参加
	2015/11/18–20, 京都大学, 京都市, 第 4 回観測的宇宙論ワークショップに参加
高橋 亘	2015/5/25–29, 京都, 京都大学, 研究議論
	2015/8/25–28, 神戸, 甲南大学, 研究議論
	2015/9/1–4, 沼津, 沼津商工会議所, Numazu workshop 2015, 参加・講演
	2015/9/29, 早稲田, 早稲田大学, 研究議論
	2015/11/4–2016/3/10, ジュネーブ（スイス）, ジュネーブ天文台, 長期滞在
	2015/11/28–12/4, ボン（ドイツ）, ボン大学, セミナー発表
	2016/2/29–3/4, バーゼル（スイス）, バーゼル大学, セミナー発表
Bell, Aaron, C.	2015/8/3-13, Honolulu, U.S.A., IAU general assembly, poster presentation
	2015/11/22-12/4, Tezpur, India, Collaboration
川俣良太	2015/9/9–12, 兵庫県神戸市, 甲南大学, 日本天文学会 2015 年秋季年会
	2015/11/13, 千葉県柏市, IPMU, PFS-SSP 銀河サーベイワークショップ 2015
	2016/3/16–17, 東京都八王子市, 首都大学東京, 日本天文学会 2016 年春季年会
森陽里	2015/9/9—-11, 兵庫, 甲南大学, 日本天文学会 2015 年秋季年会, 参加・講演
	2015/11/30—-12/2, 群馬, 草津セミナーハウス, 初代星・初代銀河研究会 2015@草津温泉, 参加・講演
山崎翔太郎	2015/9/9–10, 甲南大学, 日本天文学会 2015 年秋季年会に参加
日下部晴香	2015/6/3–5, 愛知県名古屋市, 名古屋大学, 第 2 回銀河進化研究会, 口頭発表.
	2015/6/10–11, 茨城県筑波市, 筑波大学, 銀河・銀河間物質に関する観測・理論合同ミニワークショップ, 口頭発表.
	2015/6/18–23, kona, Hawaii, W. M. Keck Observatory, Subaru-Keck 時間交換枠による Keck 望遠鏡を使った観測.
	2014/7/27–30, 長野県千曲市, ホテル圓山荘, 2015 年度第 45 回天文・天体物理若手夏の学校, 口頭発表.
	2015/8/10–17, Honolulu, Hawaii, Hawaii Convention center, 国際会議 IAU XXIX General Assembly, ポスター発表.
	2015/9/11–13, 兵庫県神戸市, 甲南大学, 日本天文学会 2015 年秋季年会, 口頭発表とポスター発表 (1 件ずつ)
	2015/11/25–27, 大阪府大阪市, 大阪大学, 科研費基盤 B「すばる HSC 観測と宇宙再電離大規模シミュレーションによる電離度マップ描画」 銀河進化研究会, 口頭発表.
	2015/12/1–3, 東京都三鷹市, 国立天文台, Workshop for ALMA Large Proposal of gAlactic Cold gAs (ALPACA) Survey, 参加.
	2015/12/15–16, 東京都三鷹市, 国立天文台, ALMA workshop: “ALMA deep surveys on GOODS-S and beyond”, 口頭発表.
	2015/3/6–9, ミュンヘン, ドイツ, ESO, ランチトーク発表.

2015/3/9–13, リヨン, フランス, リヨン天文台, 談話会発表.
2015/3/13-20, サースフェー, スイス, 46th "Saas-Fee Advanced Course" of the Swiss Society for Astrophysics and Astronomy (SSAA) "LYMAN ALPHA AS AN ASTROPHYSICAL AND COSMOLOGICAL TOOL", 参加
2015/3/20-28, ジュネーブ, スイス, ジュネーブ天文台, 研究発表。

1.9 来訪者

氏名	所属	受入	期間	備考
G. Mathys	Joint ALMA Observatory	柴橋	2015/5/15–5/17, 2015/6/26–6/27	
S. J. Murphy	University of Sydney	柴橋	2016/1/7–4/04	JSPS Postoctoral Fellow
D. W. Kurtz	University of Central Lancashire	柴橋	2016/3/16–2016/3/30	
吉田 敬	京都大学 基礎物理学研究所	梅田	2015/4/27–2015/4/30	研究議論
Laura Inno	University of Rome Tor Vergata, Italy	松永	2015/5/11–2015/6/13	共同研究
Giuseppe Bono	University of Rome Tor Vergata, Italy	松永	2015/11/3–2016/3/5	学振招へい研究者(長期)
Chris Packham	University of Texas, San Antonio, U.S.A.	尾中, 左近	2015/6/12–8/22	TMT MICHI の共同開発
Christine Joblin	IRAP	尾中	2015/6/12–13	共同研究
Soheb F. Mandhai	University of Leiscester	尾中	2015/6/12–7/22	UTRIP 学生
Helen Davidge	Open University	尾中	2015/6/25	AKARI 共同研究
Mingjie Jian	Beijing Normal University	尾中, 松永	2015/7/27–8/21	internship student
Mridusmita Buragohain	Tezpur University	左近, 尾中	2015/8/12–9/11	共同研究
Frédéric Galliano	Saclay	Wu, 尾中	2015/8/26–9/3	共同研究
Franck Le Petit	Observatory of Paris	Wu, 尾中	2015/11/9–13	共同研究
Emeric Bron	Observatory of Paris	Ronin Wu	2015/11/9–13	共同研究
Francois Boulanger	IAS	尾中	2015/12/9	共同研究
Chris Packham	University of Texas, San Antonio, U.S.A.	尾中, 左近	2015/12/22	TMT MICHI の共同開発
Mridusmita Buragohain	Tezpur University	左近, 尾中	2016/2/29–3/13	共同研究

1.10　教室談話会

回	月日	講演者 (所属)	題名
1554	2015/4/14	高山正輝 (天文学教室)	可視・近赤外で探る赤色巨星の LSP 現象の起源
1555	2015/4/21	Toshio FUKUSHIMA (NAOJ)	Precise and fast computation of generalized Fermi-Dirac integral by parameter polynomial approximation
1556	2015/4/28	Karl-Heinz Raedler (Astrophysical Institute Potsdam, Germany)	Magnetic fields of cosmic bodies generated and maintained by dynamos
1557	2015/5/12	安藤真一郎 (アムステルダム大学)	宇宙ガンマ線・ニュートリノ背景放射：超新星、銀河、銀河団
1558	2015/5/19	Gerhard Hensler（ウィーン大）	The Shape and Survival of High-velocity Clouds
1559	2015/5/26	林 航平 （東大 Kavli IPMU）	矮小楕円体銀河を用いたダークマター理論の検証
1560	2015/6/2	諸隈佳菜（国立天文台）	$0 < z < 2$ における銀河の低温ガス量の進化: ガスを残しつつ星形成を止めるフィードバックの必要性
1561	2015/6/9	Laura Inno	Gauging the Universe with Classical Cepheids: from galactic structures to the cosmic acceleration
1562	2015/6/16	高本 亮 （東京大学・地球惑星科学専攻)	高エネルギー天体現象と相対論的強磁場散逸問題
1563	2015/7/10	Anna Mangilli (パリ天体物理研究所・フランス)	The Planck 2015 release: general overview of the Planck results and news from the CMB at large angular scales
1564	2015/7/14	Ana Lopez Sepulcre (東京大学・物理学専攻)	Broadband spectral-line surveys of star-forming regions: unveiling all the molecular secrets
1565	2015/7/21	坂井伸行（国立天文台）	VLBI 位置天文観測で探る、天の川銀河の 3 次元構造と 3 次元運動
1566	2015/7/28	Chris Packham（The University of Texas at San Antonio）	Future Observational Prospects at Thermal-IR Wavelengths and The AGN Torus
1567	2015/9/1	Frederic Galliano（Service d'Astrophysique - Laboratoire AIM）	The Dust Properties of the Nearby Universe, in the Herschel Era
1568	2015/9/16	後藤友嗣（台湾・国立精華大学）	A new distance measure using the correlation between CO luminosity and its line width
1569	2015/9/29	藤本正行（北海学園大学/北海道大学)	The evolution of stellar rotation
1570	2015/10/13	Daniela Hadasch（東京大学・宇宙線研究所）	Binary systems at high energies
1571	2015/10/27	Patrick Antolin (国立天文台)	Combining IRIS/Hinode observations and modelling: a pathfinder for coronal heating
1572	2015/11/10	Emeric Bron (パリ天文台)	Surface chemistry in astrochemical models
1573	2015/11/24	大栗真宗 (東京大学・物理学専攻/RESCEU/Kavli IPMU)	超新星重力レンズの発見
1574	2015/12/1	森谷友由希 (Kavli IPMU)	Probing the nature of the compact object in the gamma-ray binaries
1575	2015/12/8	濱野哲史 (京都産業大学・神山天文台)	Near-infrared diffuse interstellar bands の観測的研究

1576	2015/12/16	Harvey Richer (University of British Columbia)	Stellar Dynamics Informing Stellar Evolution
1577	2015/12/22	谷川衝 (総合文化研究科・広域科学専攻)	SPH シミュレーションによる Ia 型超新星爆発の研究
1578	2016/1/12	久徳浩太郎 (理化学研究所)	ブラックホール・中性子星連星からの質量放出と電磁波対応天体
1579	2016/1/26	藤井通子 (天文学教室)	N-body simulations of stellar systems: star clusters and disk galaxies
1580	2016/2/2	奥村哲平 (東京大学・Kavli IPMU)	New constraint on gravity theory at z 1.4 from the Subaru FMOS galaxy redshift survey (FastSound)
1581	2016/2/16	福島登志夫 (国立天文台)	Rotation curve of M33 explained by dark matter disc
1582	2016/2/23	Richard Armstrong (Univ. Oxford/Univ. Cape Town)	Fast Radio Transients with MeerKAT
1583	2016/3/9	Erik Petigura (Hubble Fellow/Caltech)	Formation and Compositions of Planet Interiors and Atmospheres: Discoveries from Kepler, K2, and Beyond
1584	2016/3/22	Kwon Jungmi (天文学教室)	Near-Infrared Linear and Circular Polarimetry in Star Forming Regions
1585	2016/3/29	Simon Murphy (天文学教室)	Asteroseismic detection of planets and other companions to intermediate-mass stars

第2部

天文学教育研究センター

東京大学 大学院理学系研究科附属 天文学教育研究センター
〒 181-0015 東京都三鷹市大沢 2-21-1
FAX : 0422.34.5041
ホームページ : http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/

表 2.1: 天文学教育研究センター (三鷹)

氏名	電話	mail address	研究者番号
事務室 (橋口 剛)	0422.34.5021	t-hashi@ioa.s.u-tokyo.ac.jp	
吉井 譲	0422.34.5027	yoshii@ioa.s.u-tokyo.ac.jp	00158388
土居 守	0422.34.5026	doi@ioa.s.u-tokyo.ac.jp	00242090
河野 孝太郎	0422.34.5029	kkohno@ioa.s.u-tokyo.ac.jp	80321587
田中 培生	0422.34.5037	mtanaka@ioa.s.u-tokyo.ac.jp	70188340
川良 公明	0422.34.5047	kkawara@ioa.s.u-tokyo.ac.jp	50292834
小林 尚人	0422.34.5032	naoto@ioa.s.u-tokyo.ac.jp	50280566
宮田 隆志	0422.34.5079	miyata@kiso.ioa.s.u-tokyo.ac.jp	90323500
本原 顕太郎	0422.34.5039	kmotohara@ioa.s.u-tokyo.ac.jp	90343102
田辺 俊彦	0422.34.5061	ttanabe@ioa.s.u-tokyo.ac.jp	90179812
峰崎 岳夫	0422.34.5063	minezaki@ioa.s.u-tokyo.ac.jp	60292835
酒向 重行	0422.34.5079	sako@ioa.s.u-tokyo.ac.jp	90533563
諸隈 智貴	0422.34.5049	tmorokuma@ioa.s.u-tokyo.ac.jp	10594674
田村 陽一	0422.34.5062	ytamura@ioa.s.u-tokyo.ac.jp	10608764
加藤 夏子	0422.34.5240	natsuko@ioa.s.u-tokyo.ac.jp	
木曾教員室	0422.34.5245		
客員・名誉教授室	0422.34.5083		
大学院生室 1 (2015)	0422.34.5208		
大学院生室 2 (2016)	0422.34.5219		
大学院生室 3 (1001)	0422.34.5094		
大学院生室 4 (1002)	0422.34.5092		
大学院生室 5 (1003)	0422.34.5097		

2.1 天文学教育研究センターの沿革と現状

東京大学 大学院理学系研究科 附属天文学教育研究センター (通称天文センター, 英訳は Institute of Astronomy, The University of Tokyo 略して IoA-UT) は, 1988 年 (昭和 63 年) 7 月に旧東京天文台が国立天文台に改組された機会に, 東京大学における天文学の教育を拡充し, 特に観測面での教育・研究を推進する目的で発足した. 独自の観測装置及び大学共同利用機関における諸大型観測装置を用いた天文学研究を行うとともに, 木曽観測所を有し大学天文台としての機能を果している.

教育面においては, 東京大学 大学院理学系研究科 及び 理学部における大学院生, 学部学生の研究指導と教育を天文学教室と協力して行い, 次世代の研究者の養成にあたっている.

研究面においては, 現代天文学の主要分野, 主として光学赤外線天文学と電波天文学の分野で, 観測的宇宙論, 銀河構造・活動・進化, 恒星物理学, 星間物理学の先端的な研究を行っている. 装置開発を含む萌芽的基礎的な研究も進めると同時に, 国立天文台及び宇宙科学研究所などの大学共同利用機関と密接な関係を保ち, 地上観測装置及びスペース天文学において共同研究を推進し, 諸大型装置の建設と計画に積極的に参画している. また, 国内はもとより, 諸外国の研究機関とも国際共同研究を進めている.

平成 10 年度には東京大学の大学院重点化構想に基づく大学院部局化にともない, 大学院理学系研究科 附属天文学教育研究センターとして大学院化した. これに伴い, 教官・職員は大学院が主務となり学部が兼務となった.

平成 10 年度の補正予算により実現した三鷹キャンパスの新教育研究棟は平成 12 年 3 月に竣工した.

平成 13 年度には天文学専攻と合同で外部評価を受け, 教育環境等, 改善が望まれる点もなくはないが, 全般的に現在の研究・教育の両面において高く評価された. 特に, 将来計画としての TAO 計画 (詳しくは後述) に対しては, 計画の独自性及び科学的目的の斬新性に対して大変高い評価を受けた.

天文センターは, 三鷹に本部を置く 3 分野 (銀河天文学, 電波天文学, 恒星物理学) と長野県木曽郡に置かれた木曽観測所により構成されている. 即ち,

[1] **銀河天文学分野**は,

従来からの銀河系構造・系外銀河の研究に加えて観測的宇宙論の研究を推進しつつあり, 主な研究テーマは以下の如くである.

- 銀河・銀河系の構造と進化 : 星の計数観測による銀河系の構造及び表面測光による銀河構造の研究. 銀河内に於ける元素合成, 星とガスの循環, 銀河の化学・スペクトル進化モデルの構築と, それに基づいた観測的な銀河系及び系外銀河の形成, 進化, 星の生成史の研究.

- 観測的宇宙論 : 銀河進化モデルに基づく銀河計数解析, 宇宙モデルの研究. 赤外線衛星 ISO の遠赤外線観測による銀河形成ならびにクェーサーの研究. Ia 型超新星を標準光源として用いた宇宙膨張測定と宇宙モデルの研究. 可視光広視野サーベイによる銀河と銀河核・クエーサーの研究.

[2] **電波天文学分野**は, ミリ波・サブミリ波での電波観測を中心として次のような研究を行っている.

- 銀河・銀河団の形成と進化 : ミリ波サブミリ波帯銀河探査と多波長追及観測. 大質量銀河やクエーサー・銀河団・大規模構造の形成と進化の研究. 星間物質と星形成, 星間物理学の探究. 星間化学の手法に基づく活動銀河核と爆発的星形成の研究. ガンマ線バーストとその母銀河の研究. ALMA を使った銀河探査など観測計画の策定.

- 電波観測装置の開発と運用 : ASTE10m 望遠鏡や野辺山 45m 望遠鏡等へ搭載するミリ波サブミリ波観測装置, 観測技術の開発. ALMA 建設への協力と参画. 次世代大型ミリ波サブミリ波単一開口望遠鏡計画の科学的・技術的検討.

[3] **恒星物理学分野**は, 主として可視光・赤外線観測による次のような各種の銀河系内及び近傍銀河内天体の観測的研究を行っている.

- 星形成領域・高温度星：赤外二次元素子等を実用化した赤外カメラ, 赤外分光装置の開発, 及びこれらを用いた大質量星の進化, 星形成領域・分子雲などにおける物理過程の研究.
- 低温度星：地上及びスペースからの可視・赤外線観測による, 赤色 (超) 巨星, 炭素星, AGB 星, 晩期型 (準) 矮星, 褐色矮星等の大気構造, 質量放出, 化学組成, 進化などの研究.

木曽観測所 (詳しくは第 3 部参照) ではシュミット望遠鏡による観測を中心に, 大きく分けて以下の 2 つのグループで研究が行われている.

- 銀河系内天体の分布と進化及び銀河系構造の研究.
- 系外銀河の構造と進化及び観測的宇宙論の研究.

以上のように, 当センターは上記 3 分野及び木曽観測所において, 可視光・赤外線, サブミリ波から電波にわたる広いスペクトル領域における観測的研究を中心に, 恒星, 星形成, 銀河系, 銀河から宇宙論にいたる幅広い観測的研究を行って成果をあげている. さらに関連する実験的研究においても成果をあげている.

当センターには所員に加え, 約 30 名の大学院生・研究員が所属しこれらの研究に参加しており, 研究の上で大きく貢献すると同時に教育的にも大きな効果が得られている.

2.1.1　東京大学アタカマ天文台 – TAO 計画の経緯と進捗

天文センターでは, 6 年計画で南米チリ北部アタカマ砂漠地域の 5640m の地点に口径 6.5m の赤外性能に最適化した天体望遠鏡建設を計画している. これが東京大学アタカマ天文台 (TAO) である.

計画の経緯

TAO 計画は天文センター教員有志での検討の後, 平成 11 年度後半から天文センター内で公の議論を開始し, 平成 12 年度に天文センターの将来を語りあうための懇談会を設け議論を深めた. この懇談会では, 天文センター設立以来の研究及び進められてきたプロジェクトを総括し, それに基づいて, 国立共同利用機関である国立天文台などとも密接な協力を保ちつつ, 大学独自の大型計画の推進を強力に進めることが重要であるという合意を得た. さらに, 平成 12 年 11 月 24 日の天文センター所員会議で天文センターの計画として正式に承認された. 平成 13 年度, 20 年度には天文学専攻と合同で外部評価を受け, 特に, TAO 計画に対しては, 計画の独自性及び科学的目的の斬新性に対して大変高い評価を受けた. 日本学術会議天文研連においても平成 14 年度より TAO 計画について議論され, 計画の重要性の認識と強い支持が, 平成 14 年 10 月には天文研連委員長談話という形で, 平成 15 年には特別議事録という形で表明されている. また, 平成 15 年 1 月にはチリ大学と東京大学との間で学術協定及び科学協定が締結され, 両大学間での学術交流の促進と TAO 計画の推進についての密接な協力関係が深まっている. また, 平成 17 年には光学赤外線天文連絡会が運営委員会声明という形で, 日本学術会議天文研連においても特別議事録という形で, TAO 計画の実現に対して強い支持が表明されている. この間, 標高 5600m のチャナントール山を望遠鏡設置の候補地と選定し, 平成 18 年 2 月には, 山麓から山頂へ向けての調査用道路の建設を開始し, 4 月に完成した. 山頂での各種環境調査ののち, 平成 21 年 3 月に, 1m 望遠鏡を建設し, ファーストライト観測に成功した. また同年 6 月に本望遠鏡に搭載した近赤外線カメラ ANIR により, 赤外線 Pa α 水素輝線 (波長 1.875 μm) での銀河中心の構造をとらえることに成功した. さらに同年 11 月, 中間赤外線カメラ MAX38 により, 波長 38 ミクロンの光で捉えることに成功した. 平成 22 年 7 月 7 日には 1m 望遠鏡完成を記念し 1m 望遠鏡完成を記念し, 平成 22 年 7 月 7 日には, サンチャゴ市において東京大学

主催, チリ外務省エネルギー科学技術局およびチリ科学技術庁と共催, 在チリ日本国大使館の後援の下, 記念式典を開催した (出席者約 150 名). チリ共和国の記念切手も式典当日に発行された. miniTAO 望遠鏡は太陽系内から銀河まで各種の科学観測に用いられ, 多くの成果をあげている. 平成 25 年度末には TAO6.5m 望遠鏡の製作予算が措置され, 望遠鏡および付帯設備の設計製作が本格化している.

2.2　教員, 職員, 名誉教授, 研究員等

2.2.1　教員及び職員

吉井　　譲　　(よしい ゆずる, 教授, センター長)
土居　　守　　(どい まもる, 教授)
河野　孝太郎　　(こうの こうたろう, 教授)
田中　　培生　　(たなか ますお, 准教授)
小林　　尚人　　(こばやし なおと, 准教授)
宮田　　隆志　　(みやた たかし, 准教授)
本原　顕太郎　　(もとはら けんたろう, 准教授)
田辺　　俊彦　　(たなべ としひこ, 助教)
峰崎　　岳夫　　(みねざき たけお, 助教)
酒向　　重行　　(さこう しげゆき, 助教)
諸隈　　智貴　　(もろくま ともき, 助教)
田村　　陽一　　(たむら よういち, 助教)
青木　　勉　　(あおき つとむ, 助手)*
征矢野　隆夫　　(そやの たかお, 助手)*
樽沢　　賢一　　(たるさわ けんいち, 技術専門員)*
加藤　　夏子　　(かとう なつこ, 技術職員 旧姓 三谷)
橋口　　剛　　(はしぐち つよし, 事務職員, 事務係長)

*印は木曽観測所勤務. 木曽観測所に関しては第 3 章に詳述.

2.2.2　研究員及び客員

小西　　真広　　(こにし　　まさひろ, 特任助教　　2009.4 – 2016.3)
高橋　　英則　　(たかはし　　ひでのり, 特任研究員　　2011.4 – 2016.3)
上塚　　貴史　　(かみづか　　たかふみ, 特任研究員　　2011.4 – 2016.3)
真喜屋　龍　　(まきや　　りゅう　, 日本学術振興会特別研究員 PD 2013.4 – 2016.1)
石井　　峻　　(いしい　　しゅん　, 特任助教　　2014.4 – 2016.3)
大澤　　亮　　(おおさわ　　りょう　, 日本学術振興会特別研究員 PD 2014.4 – 2016.3)
梅畑　　豪紀　　(うめはた　　ひでき　, 日本学術振興会特別研究員 PD 2015.4 – 2016.3)
三戸　　洋之　　(みと　　ひろゆき, 特任研究員　　2000.4 – 2015.3)*
猿楽　　祐樹　　(さるがく　　ゆうき　, 特任研究員　　2015.4 – 2016.3)*

*印は木曽観測所勤務. 木曽観測所に関しては第 3 章に詳述.

2.2.3　名誉教授

石田　　蕙一　　(いしだ　けいいち, 1994.4 – 2013.1)
辻　　隆　　(つじ　　たかし, 1998.4 –)
祖父江　義明　　(そふえ　よしあき, 2006.4 –)
中田　　好一　　(なかだ　よしかず, 2009.4 –)

2.3 天文学教育研究センター運営委員会

第 11 期委員 (平成 26 年 4 月より 28 年 3 月まで) :

福田　裕穂	(物理学)
横山　順一	(ビッグバン宇宙国際研究センター)
尾中　敬	(天文)
柴橋　博資	(天文)
寺沢　敏夫	(宇宙線研究所)
林　　正彦	(国立天文台台長)
河野　孝太郎	(天文センター)
土居　守	(木曽観測所長)
吉井　譲	(センター長, 委員長)

2.4 敷地, 建物, 及び主な設備・備品

天文学教育研究センターの敷地, 建物, 及び主な設備の現状は下記のとおり (木曽観測所に関しては第 3 章参照).

敷地 ··· 天文センター発足時に旧東京天文台の敷地 (三鷹市大沢 2-21-1) が国立天文台と東京大学の敷地に区分された. 東京大学の敷地は総面積 34855m^2 である.

建物 ··· 三鷹キャンパスの新教育研究棟は平成 12 年 3 月に竣工した. 三鷹東大敷地内に, 2 階建て 2138m^2 の楕円形をした瀟洒な建物である. 大型実験棟は平成 23 年に竣工した. 1 階建て 268 m^2 の建設面積に, 大型実験室, 精密実験室, 遠隔実験室を備えた建物である.

主な設備・備品 ··· 木曽観測所 (3 章参照), 学生実習用 30cm 光学望遠鏡 (三鷹構内敷地内), 60cm サブミリ波広域サーベイ望遠鏡 (国立天文台野辺山太陽・宇宙電波観測所構内及びチリのヨーロッパ南天天文台ラシヤ天文台構内にて使用中), アタカマ 1m 望遠鏡.

2.5　研究活動

2.5.1　宇宙および系外銀河

1. Super-MAGNUM プロジェクト及び reverberation mapping による遠方活動銀河核の距離測定の検討 (吉井, 峰崎, 諸隈; 越田, 小林, 松岡 (国立天文台); 川口 (札幌医科大学); 鮫島 (京都産業大学); 岩室 (京都大学))

   MAGNUM プロジェクトは dust reverberation 観測に基づく独自の活動銀河核の距離測定法を提案し, Haleakala 山頂 (3055m) に設置した口径 2m 望遠鏡により多数の活動銀河核の可視近赤外線多波長モニター観測を遂行し, MAGNUM 距離測定法に基づいてハッブル定数を精度良く求めた (Yoshii et al. 2014).

   そこでさらに遠方の活動銀河核の距離測定を行い, 膨脹宇宙モデルやダークエネルギーの性質を明らかにするため, 東京大学が建設を進めている TAO 望遠鏡による Super-MAGNUM プロジェクトを始め, すばる望遠鏡, 京都大学岡山 3.8m 望遠鏡による観測計画を検討している. これまで我々が研究をリードしてきた dust reverberation による MAGNUM 距離測定法だけでなく, 広幅輝線の reverberation mapping による方法 (Watson et al. 2011; Czerny et al. 2013) も実施予定であり, $z \sim 0$ から ~ 7 の広い赤方偏移範囲を reverberation mapping による活動銀河核距離測定だけでカバーする. 2019 年から観測開始予定のすばる望遠鏡主焦点広視野分光器 (PFS) のすばる戦略観測の枠組みの中でも分光モニター観測を開始すべく, 具体的なターゲット選定に着手している.

2. Dust reverberation による距離測定法の Ia 型超新星による検証 (越田 (国立天文台); 吉井, 峰崎, 青木, 富田, 坂田, 菅原; 小林 (国立天文台); 塩谷, 菅沼 (JAXA); B. A. Peterson (Australian National University))
   我々は MAGNUM プロジェクトの結果を元に dust reverberation に基づく独自の宇宙論的距離の測定法を提案した (Yoshii et al. 2014). この新しい手法を精査するために, 既に信頼性が確立されている距離測定法と比較検討することは重要である. そこで宇宙論的距離の測定法として広く使われている Ia 型超新星を標準光源とする手法と比較した.

   MAGNUM 望遠鏡によるモニター観測中に活動銀河核をもつ二つの銀河に Ia 型超新星が出現した (SN 2004bd in Mrk 744, SN 2008ec in NGC 7469). 我々はこれらの超新星の可視多色変光曲線を取得し, Guy et al. (2007), Jha et al. (2007) らの標準的な解析手法に則って二つの銀河の距離を独立に求めた. dust reverberation によって求められた光度距離とこれら超新星による値を比較した結果, 両手法による光度距離補正係数 g は 1σ の範囲で一致し, その値は 10.6 であった. これにより dust reverberation による距離推定法は信頼度の高い手法であることが示された. この結果を投稿論文として準備中である.

3. 活動銀河核の clumpy なダストトーラスを想定した dust reverberation モデルの開発 (皆口 裕樹, 峰崎, 吉井)
   活動銀河核の dust reverberation 観測で測定される可視変光に対する近赤外線変光の応答には, 光度曲線間の遅延時間に相当するダストトーラス内径の情報だけでなくダストトーラス内縁部における様々な幾何・物理情報が含まれている. これを詳しく調べるためには dust reverberation モデルが必要となる. そこで我々はダストトーラスの現代的な理解に基づき clumpy な分布をしたダストトーラスを想定し, 幾何学的な光路差による遅延を計算して近赤外線の多波長応答を評価するモデルを構築した.

   我々のモデルによれば波長 $(1-5\mu\mathrm{m})$ による応答の差は光学的に薄いスムーズなダストトーラスモデルから予想される値よりもずっと小さく, 最近の近赤外線多波長観測によるダスト反響探査の結果 (Tomita et al. 2006; Pozo Nunez et al. 2014; Oknyanskji et al. 2015; Schnulle et al. 2015; Koshida et al. in prep.) の結果を自然に説明することがわかった. 一方で, Spitzer 宇宙赤外線望遠鏡による NGC 6418 のモニターの結果は 3.6μm と 4.5μm の変光とのあいだに比較的大きな遅延を示しており (Vazquez et al. 2015), 我々のモデルの結果とは一致しない. ただし, 3.6μm と 4.5μm との変光遅延の性質は活動銀河核ごとに異なり (Robinson et al. 2015), 活動銀河核のダストトーラス構造が多様である可能性もある.

4. クェーサーの分光観測で探る宇宙の化学進化 (吉井; 鮫島 (京都産業大学))
昨年度までに赤方偏移 0.7 – 1.6 の SDSS クェーサー約 17,000 天体の解析から (i) 従来, 組成比の指標とされていた FeII/MgII 輝線強度比は密度に大きく依存しており, そのまま組成比と見なすことはできない, (ii) 密度依存性を補正した輝線強度の測定値を光電離シミュレーションと比較することではじめて, クェーサー電離ガスの Mg/Fe 組成比の測定が可能になることを明らかにした.

   今年度はクェーサー電離ガスの Mg/Fe 組成比の測定という目標を達成するために組成比を変化させながら光電離シミュレーションを行い, それに応じて輝線強度がどのように変化するかを調べた. 現実的な範囲で組成比パターンと金属量を変化させた計算により得られた輝線強度は測定値の分布をよく再現することが判明し, 密度補正した輝線強度が組成情報を強く反映しているという示唆を得た. この結果を受け, 各天体について輝線強度の測定値とモデルの予測値を比較することでクェーサー広輝線領域電離ガスの [Mg/Fe], [Fe/H] 組成比の導出を試み, 赤方偏移 0.7 – 1.6 における進化の様子を世界で初めて明らかにした. 理論が予測する化学進化モデルとの比較から, 赤方偏移 $\sim$ 2 に相当する時期あるいはそれ以前に, 宇宙初期に生まれた小質量星からの質量放出により α 元素が宇宙に大量に供給されたことが強く支持されるという結果を得た. 以上の結果は論文の形にまとめて The Astrophysical Journal 誌に投稿し, 査読中である.

5. 重力レンズサブミリ銀河 SDP. 81 における銀河間空間質量分布構造の重力レンズ効果 (井上 (近畿大学); 峰崎; 松下 (ASSIA); 千葉 (東北大学))
サブミリ銀河の重力レンズ天体 SDP. 81 の ALMA による高空間分解能データを解析し, CDM 構造形成モデルが予測する小質量スケールの天体による重力レンズ摂動の徴候を調べた. この結果, ダスト連続放射および CO 分子輝線放射の輝度分布に全体的な重力レンズモデルでは説明できない, 重力レンズ像の明るさおよびピーク位置の異常を発見した. とくに 0.01 arcsec オーダーのピーク位置異常が検出できるようになったのは ALMA ならではの高空間分解能データのおかげである.

   半解析的な計算から, 重力レンズ像の明るさとピーク位置の異常の両方を説明するためには, 重力レンズ源となっている銀河に付随する小質量サブハローによる摂動よりも, 視線上の銀河間空間に存在する大小さまざまなスケールでの質量分布構造の重ね合わせによる摂動のほうがもっともらしいと考えられることがわかった (Inoue et al. 2016, MNRAS, 457, 2936). なお本研究に引き続き, Hezaveh et al. が同じ SDP. 81 の同じデータに基づき, 同様の重力レンズ像の異常を報告している.

6. セイファート銀河 NGC 3516 の X 線と可視光の変光の相関と一次 X 線放射領域 (野田 (理化学研究所); 峰崎, 小久保 充, 諸隈, 土居; 渡辺, 中尾, 今井 (北海道大学); 河口, 伊藤, 川端, 深沢 (広島大学); 森鼻, 伊藤 (兵庫県立大学); 斉藤 (東京工業大学), 牧島 (東京大学/理研); 中澤 (東京大学); 山田 (首都大学東京))
強力な X 線放射は活動銀河核の際立つ特徴であるが, X 線スペクトルでは複数の放射モデルが許容されることも多く, 実のところその放射機構の詳細は明らかではない. そこで可視放射変動に対する X 線放射変動の関係を調べることでその放射領域と放射機構を解明すべく, すざく衛星と国内 5ヶ所の望遠鏡 (可視光観測は北海道大学ピリカ望遠鏡, 東京工業大学みつめ望遠鏡, 東京大学木曽シュミット望遠鏡, 兵庫県立大学なゆた望遠鏡, 広島大学かなた望遠鏡) を用い, 近傍セイファート銀河 NGC 3516 の X 線可視同時モニター観測を行った.

   この結果, X 線・可視放射変動について過去には明確な相関が見られなかった本ターゲットに対して, 今回の観測では非常に強い相関が見られた. 得られた X 線・可視放射変動の時間相関, および観測時の X 線・可視放射強度 (観測史上最小レベル) から, 可視光を放射する光学的に厚く幾何学的に薄い円盤はブラックホール近傍まで延びておらず, その内側に光学的に薄く幾何学的に厚い高温ガスが存在し, その領域から X 線を放射している状況にあったと考えられる以上の結果は論文の形にまとめて The Astrophysical Journal 誌に投稿し, 査読中である.

7. ALMA deep survey on GOODS-S-JVLA field (河野, 田村, 真喜屋, 梅畑, 泉 拓磨, 山口 裕貴, 嶋作, 大内, 藤本, Wiphu Rujopakarn, Daniel Espada; 児玉, 廿日出, 中西 (NAOJ); Rob Ivison, Richard Ellis (ESO); 但木, Linda Tacconi (MPE); 五十嵐, Karina Caputi (U. Groningen); Wei-Hao Wang (ASIAA); Jim Dunlop (Edinburgh); 中井 (筑波大); Min Yun, Grant Wilson (UMASS); David Hughes, Itziar Aretxaga (INAOE); George Rieke (U. Arizona); 他 ALMA-GOODS-S-JVLA deep survey team)
ALMA を用いて, GOODS-S 領域, 特に JVLA で 0.3μJy (1σ) というこれまでに最も深い波長 5cm での撮像観測が行われている 23 平方分領域において, 波長 1.1mm 帯および 1.2mm 帯の 2 波長にわたる deep survey 計画を立案, ALMA cycle3 に提案し, 採択された. これは, ALMA cycle1/cycle2 での SXDF 2 平方分 survey および SSA22 での 6 平方分 survey に基づくものであり, ALMA ではじめて見えてきた “faint submm population” の他波長対応天体を同定し, 赤方偏移分布や星質量, 隠された星形成活動とそこでの巨大ブラックホールの成長, クラスタリングなどを系統的に調査することを目的としている. 2015 年 12 月には研究会を行い, ALMA を使った deep survey の現状を俯瞰するとと共に, データをいかに活用し, どのようなサイエンスが展開できるか等について議論を行った. 現在, cycle 3 での実行を待っている段階である.

8. 高光度 1 型セイファート銀河 NGC 7469 における高密度分子ガスの探査 (泉 拓磨, 河野, 田村, 五十嵐 創; 土居 明広 (宇宙研); Daniel Espada, 廿日出 文洋, 服部 尭, 今西 昌俊, 伊王野 大介, 石附 澄夫, 永井 洋, 中西 康一郎 (NAOJ); Susanne Aalto (Chalmers University of Technology); Kambiz Fathi (Stockholm University); 原田 ななせ, Pei-Ying Hsieh, 松下 聡樹 (ASIAA); Melanie Krips, Sergio Martín (IRAM); David S. Meier (New Mexico Institute of Mining and Technology); 中井 直正 (筑波大); 中島 拓 (名古屋大); 野村 英子 (東工大); Michael W. Regan (STSI); Eva Schinnerer (MPIA); Kartik Sheth (NRAO); 高野 秀路 (日本大); 寺島 雄一 (愛媛大); 濤崎 智佳 (上越教育大); Jean L. Turner (UCLA); Tommy Wiklind (JAO))
銀河形成史の中でも重要な種族と考えられる, 塵に埋もれた天体の熱源, すなわち, 活動銀河核 (active galactic nucleus = AGN) か爆発的星形成 (Starburst = SB) かを判定する手法の構築を目指している. そのために, 我々がこれまでの研究で見出した, AGN 天体ではサブミリ波帯 HCN 分子輝線強度の HCO^+ イオンや CS 分子の輝線強度に対する比が, SB 天体の場合に比べて高くなる現象 (submm-HCN enhancement) に注目している. この現象は, 具体的には, HCN(4-3)/HCO^+(4-3), HCN(4-3)/CS(7-6) というサブミリ波帯輝線強度比に関するものである. この現象は, 元々は低光度 AGN の NGC 1097 にて最初に報告された (T. Izumi et al. 2013, PASJ, 65, 100) ものだが, 同様の輝線強度比を高光度 AGN でも調査することで, この比の AGN 光度への依存性を調べることができる. そこで, 高光度 AGN である NGC 7469 に対して ALMA によるサブミリ波観測を遂行した. NGC 7469 は, 過去の研究ではミリ波帯においては HCN 強度の, 同波長帯の HCO^+ や CS に対する超過が見られていない. ただし, この天体は AGN の周辺に非常に明るい環状の星形成領域が存在することが知られており, これまでの低解像度の電波観測では, その星形成領域からの分子輝線放射の影響を排除できていなかった. したがって, AGN 由来の放射成分を正しく評価できていないことが予想される. この観点で, 今回の ALMA による高解像観測の結果は, サブミリ波帯輝線強度比の測定における空間分解能の影響を推し量る上でも重要な意味を持っていた. データ解析の結果としては, まず, NGC 7469 で submm-HCN enhancement が起きていることが確認された. 先行研究との結果の不一致から, 熱源の影響を反映した輝線比の正確な測定には, 空間分解能 (より正確には AGN により加熱される程度の空間範囲のガスを適切に探査できているか否か) が大きく影響するという我々の予想が支持された. その一方, その submm-HCN enhancement の度合いは, 低光度 AGN である NGC 1097 よりも低いことが判明した. これまでの研究では, AGN 環境における HCN 強度超過の原因として, しばしば AGN からの強烈な X 線放射による分子ガス化学組成の変化が挙げられていたが, 低光度 AGN である NGC 1097 の方がより顕著な submm-HCN enhancement を示すことは, この説に一石を投じるものである. おそらくは, 輻射ではなく, AGN ジェットやアウトフ

ローによる力学的な加熱が, 系の化学組成を HCN 分子存在量が相対的に大きくなるように変えた結果, submm-HCN enhancement が発現したのではないかと推測される. この結果は, T. Izumi et al. 2015 として, The Astrophysical Journal に投稿・受理された.

9. 多天体データを用いたサブミリ波帯熱源探査法の提案とその物理化学的起源の考察 (泉 拓磨, 河野; Daniel Espada, 廿日出 文洋, 今西 昌俊, 中西 康一郎 (NAOJ); Susanne Aalto (Chalmers University of Technology); Kambiz Fathi (Stockholm University); 原田 ななせ, Pei-Ying Hsieh, 松下 聡樹 (ASIAA); Melanie Krips, Sergio Martín (IRAM); David S. Meier (New Mexico Institute of Mining and Technology); 中井 直正 (筑波大); Eva Schinnerer (MPIA); Kartik Sheth (NRAO); 寺島 雄一 (愛媛大); Jean L. Turner (UCLA))
銀河中心部の熱源 (活動銀河核, active galactic nucleus =AGN か, 爆発的星形成, starburst = SB か) を判定する手法を, 塵の減光を受けない波長特性を持つミリ波サブミリ波帯で提案・構築することを目指している. 既に, 近傍セイファート銀河 NGC 1097, NGC 7469 の観測結果から, サブミリ波帯分子輝線の強度比, 具体的には, HCN(4-3)/HCO^+(4-3) 比と HCN(4-3)/CS(7-6) 比が, AGN 環境では SB 環境に比べて増加することを見出している. ところが, 我々のこれまでの研究は, 個別天体の観測結果に基づいており, 多天体観測での統計的調査による追検証が必要とされていた. また, 依然としてこの輝線強度比の AGN における増加 (submm-HCN enhancement) の起源は不明なままであった. そこで, 近年飛躍的にデータ蓄積が進んでいる ALMA のアーカイブデータを主に用いて, 熱源が既知の天体の HCN, HCO^+, CS 輝線データの解析を進めた. その結果, 先行研究 (e.g., T. Izumi et al. 2013, PASJ, 65, 100) に比べて, ∼ 5 倍に拡張されたサンプル天体数を用いた議論から, AGN での submm-HCN enhancement の発現がより確実視された. そして, 改めて HCN(4-3)/HCO^+(4-3), HCN(4-3)/CS(7-6) の 2 つの輝線強度比を用いた銀河の熱源診断図を作成・提唱した. 熱源が既知の天体を用いているので, 診断図の妥当性を支持できている. 結果, 我々は, この診断図上で AGN と SB 銀河を区別できることを提唱しただけでなく, 通常の AGN と「埋もれた AGN」をも区別できる可能性を指摘した. ここで,「埋もれた AGN」とは, AGN が星間ガスや塵に極めて深く埋もれていて, 可視光線や X 線では光が大きく吸収・減光されるためにその存在を感知できないものを指す. こうした天体は, 中心のブラックホールが急激に成長している段階にあるとも考えられているので,「埋もれた AGN」の発見手法の構築は, 宇宙におけるブラックホールの真の成長史を探る上で重要である. また, 我々は, 構築した熱源診断図に物理化学的解釈を与えるため, 分子輝線比の詳細なモデル解析も行なった. その結果, submm-HCN enhancement の原因として, AGN の影響により (ただし, 単に X 線の影響とは限らず, AGN ジェットやアウトフローによる力学的加熱が重要だと推定された), 周囲の分子ガスの化学組成が変わる現象を挙げた. これらの結果は, T. Izumi et al. 2016a として, 天体物理学誌 The Astrophysical Journal に投稿・受理された.

10. 2 型セイファート銀河 NGC 1068 におけるサブミリ波帯水素再結合線の観測 (泉 拓磨, 河野; 中西 康一郎, 今西 昌俊 (国立天文台))
活動銀河核 (Active Galactic Nucleus = AGN) はその輝線放射の特徴から大きく 2 つのグループに分けることができる. 一つは極めて線幅の広い (数千から 1 万 km/s の高速度幅) を持つ 1 型, 比較的細い線幅 (<1000 km/s 程度) の輝線しか持たない 2 型, である. この違いを説明するために, AGN 統一モデルというものが 約 30 年前から提唱されている. このシナリオでは, 2 つの型の AGN は本質的に同じもので, その違いは, AGN を取り囲むドーナツ状の星間ガスや塵からなる遮蔽構造 (ダストトーラス) をどの角度から見込むかによるのだと説明している. すなわち, ドーナツ の穴を覗く角度から観測すると中心部分 (高速度成分を伴う) が丸見えな一方, ドーナツの真横から見ると, 中心部分が塵に遮蔽されて高速度成分が見えない, ということである. 提唱から 30 年近く経ち, 多くの観測がこのモデルを支持する間接的な証拠を提示しているが, 未だ直接的な検証はなされていない. そこで, 申請者は星間塵による減光を受けないサブミリ波帯の水素再結合線 (電離された AGN 近傍のガスをトレースできる) のデータを用いて, この問題に取り組むことを考えた. すなわち, 減光を受けないサブミリ波の特性を活かし, 積極的に 2

型 (= 遮蔽された) AGN を観測するのである. もし AGN 統一モデルの予言が正しいなら, 2 型の場合でもサブミリ波で減光を受けずに透過して観測する以上, 通常の 1 型と同様の広輝線が観測できるはずである. この考えの元, 我々は ALMA のデータを用いて, サブミリ波帯水素再結合線が, 近傍の典型的な 2 型 AGN である NGC 1068 中心で検出されていないかを調査した. 結果, 残念ながらそのような検出は確認できなかった. そこで我々は, この非検出が, この AGN の特性によるものなのか, ALMA の装置的な制限 (感度不足など) によるものなのかを切り分けるため, AGN からのサブミリ波水素再結合線強度を理論計算で予測した. その結果, サブミリ波再結合線は, 通常の熱力学的状況下では極めて微弱で, その検出は ALMA をもってしても難しいことを示した. すなわち, 装置感度の制限による非検出だったことが判明した. 以上の結果は, T. Izumi et al. 2016b として, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society に投稿・受理された.

11. 核周高密度ガス円盤と超巨大ブラックホールの共進化 (泉 拓磨, 河野; 川勝 望 (呉高専))
銀河中心部には, 流入するガスの残存角運動量により, 100 pc 程度の大きさの高密度の核周円盤 (circumnuclear disk = CND) が形成されることが, 理論的にも観測的にも支持されている. 活動銀河核 (active galactic nucleus = AGN; 超巨大ブラックホールへの質量降着で輝く) を保有する銀河においては, この CND は, さらに内側へ降着するガスの供給源と予想され, 母銀河からブラックホールへ至る質量降着過程の包括的理解に欠かせない存在と言える. ここで, 銀河中心 < 1 kpc 領域では, ガスの主たる存在形態は分子であるが, 過去の観測では, 空間分解能の制限から, CND スケールのガスの性質の探査は, ごく一部の有名天体に限られており, その性質の AGN 活動性との関連については系統的に調べられていない. そこで, 我々は, 3 mm 帯の高密度ガストレーサーである HCN 分子輝線の高空間分解能データを, ALMA のアーカイブデータシステムや文献から広く収集してこの課題に挑んだ. これらの高分解能データでは, 確かにサンプル銀河の中心部には HCN 輝線で輝く高密度ガス円盤が見られ, CND の実在性がより強く支持された. AGN 天体について導出された, HCN 光度から高密度ガス質量への変換係数を用いることで, サンプル天体について CND 質量を推定した. その結果, AGN 光度 (ブラックホールへの質量降着率を反映) と CND 質量の間に明確に相関関係があることを発見した. この相関関係は, ブラックホールの成長に関して, その周囲のガス円盤が重要な役割を担うことを示唆している. 一方, そのような相関は銀河規模に広がる分子ガス質量との間には全く見られなかった. これはブラックホール (銀河の 100 万分の 1 以下の空間スケール) の成長に寄与するのは, そのごく近傍のガスなのであり, 銀河規模のガスは物理的関連を持たないことを意味する. このような事象を観測的に示したのは本研究が初めてのことであり, 今後本格稼働を迎える ALMA を用いた AGN 研究の大きな潮流を作りうるものだと期待している. さらに, 単なる相関関係の提示に留まらず, 我々は CND スケールで重要な降着機構についても検討を進めた. ここでは, CND は分子ガスが豊富ゆえに, 活発な星形成も期待されることに注目した. 先行研究 (Kawakatu & Wada 2008, ApJ, 681, 73) で示された, 星形成活動とそれに続く超新星爆発で駆動される降着モデルを観測にあてはめ, モデル予想されるブラックホール降着率と実際の観測から推定されたブラックホール降着率を比較した. その結果, 適切に中心核近傍の質量の移動 (降着だけでなく, 実際には中心からのガスアウトフローも存在する) を考慮すると, これら 2 通りの値はよく一致した. 現時点では依然としてサンプル数が限られて統計性に欠けるが, それでも ALMA で詳細観測が可能になる CND スケールの物理に重要な示唆を与える結果である. 以上の成果は, T. Izumi et al. 2016c として, 現在 The Astrophysical Journal に投稿中である.

12. SiO 複数輝線観測による近傍銀河 NGC1068 の中心部におけるショックの物理化学過程 (谷口 暁星, 河野, 田村, 泉 拓磨; 高野 (日本大学); 中島 (名古屋大); 濤崎 (上越教育大))
これまでの単一鏡や干渉計の観測により, 活動銀河核 (AGN) をもつ銀河では HCN/HCO^+ の分子輝線強度比がスターバースト銀河に比べて高い値を持つことが知られている. その物理化学過程としては AGN からの X 線卓越領域 (XDR) の存在や, ジェット・アウトフローのショックによる力学的加熱などが考えられるが, どの寄与が卓越しているかは明らかとなっていない.

そこで我々は, ALMA を使って近傍銀河 NGC1068 の中心部分に対して, ショックの良いトレーサー分子である SiO の複数回転遷移輝線 (SiO $J = 2-1, 3-2, 5-4, 6-5$) の高空間分解能 (∼40 pc) 観測を行った. SiO のすべての輝線は NGC1068 の AGN の周囲に等方的に分布しているのではなく, AGN の東側のノット (以降 E-knot) に偏って分布していることが明らかになったため, SiO は XDR ではなくショックによって生成されたという仮説のもと, 以下に挙げる解析を行った.

(1) ボルツマン図を SiO と CS について計算することにより, CS に対する SiO の存在量 [SiO]/[CS] を求めるとおよそ 0.3 となった. これにより他の近傍銀河 (<0.1) 対して SiO の存在量が顕著に増大していることが明らかになった. (2) E-knot では $H^{13}CN$ $J = 1-0$/$H^{13}CO^+$ $J = 1-0$, SiO $J = 2-1$/ HCO^+ $J = 1-0$ の輝線強度比がともに高い (>2) 値を持つことが明らかになった. これは, E-knot において AGN からのエネルギー流入が存在することを示唆するものである. (3) SiO が卓越する E-knot は, 鉄イオン [Fe II] でトレースされる狭輝線領域 (NLR) アウトフローの縁と空間的に重なっている (Barbosa et al. 2014) ことが明らかになった. これはアウトフローと SiO を含む星間物質 (ISM) の相互作用の可能性を示唆するものである.

以上より, NGC1068 では AGN からのアウトフローやジェットによる強いショックの影響が見えていることが明らかになりつつある. この結果は国際会議で口頭とポスター発表を終え, 現在出版に向けて論文執筆中である.

13. ALMA で探る近傍スターバースト銀河 NGC253 中心部での多様な星形成活動とその加熱機構 (安藤 亮, 河野, 田村, 泉 拓磨, 谷口 暁星; 中西 (国立天文台); 原田 (台湾中央研究院); 高野 (日本大); 中島 (名古屋大); 徂徠 (北海道大); 中井, 久野 (筑波大); 菅井 (東京大 IPMU); 松林 (京都大))
多量の星間物質に覆われた系外銀河中心部での活発な星形成活動を直接捉える上では, ミリ波サブミリ波帯での連続波・分子輝線観測が強力な手法となる. しかし, 従来の観測装置の分解能・感度では, 個々の星形成領域を空間分解し, その活動性や化学組成を調べることは困難であった. 本研究では, ALMA のサブミリ波帯高分解能観測 (PI: 中西, ほか) により, 近傍スターバースト銀河 NGC253 の中心 200 pc の領域について, 先行研究より 5 倍以上高い空間分解能 (0".3; 5 pc に相当) でのイメージングを行った. その結果, 850 μm 帯の連続波放射でトレースされる, ダストに覆われた 10 pc スケールの星形成領域 8 個が, 2 本の平行な列状に分布する姿を初めて分解できた. また, 各領域で H_3O^+ や H_2CO など多種の分子輝線を検出したが, その化学的性質はわずか 10 pc 程度しか隔てていない領域ごとに大きく異なった. とりわけ, HII 領域に起因する水素再結合線 H26α と, 赤外線輻射で振動励起された HNC 分子 ($J = 4-3, v_2 = 1f$) は特徴的な分布を示した. 加えて各領域の分子組成は, 顕著な HCN の増加や SO の減少など, 銀河系内星形成領域には見られない性質を有していた. これらの結果から, NGC253 中心部の星形成領域には, 大質量星に加熱される典型的な HII 領域に加えて, 比較的大質量星を欠いた大規模な中質量星団を熱源とする領域が存在することが示唆される. こうした領域は系内星形成領域とは異なる初期条件や進化過程により生じ, その進化段階と加熱機構の差により多様な活動性を示していると考えられる. また上述の成果から, 系外銀河中心部の星形成活動を探る上では, 個々の星形成領域を分解し個別に性質を調べることのできる, 高分解能のミリ波サブミリ波観測の重要性が示唆される. 2016 年度は, これらの結果を元に論文化を進める予定である.

14. 原始銀河団領域における ALMA 深宇宙探査領域の開拓 (梅畑, 田村, 河野, 泉 拓磨; 中西, 川邊, 伊王野, 松田, 廿日出 (国立天文台); 山田 (東北大); 久保 (東京大学); 五十嵐 (University of Groningen); M.S. Yun, G. Wilson (UMASS); D. Hughes, I. Aretxaga (INAOE); R. Ivison (ESO))
赤方偏移 3.1 の SSA22 原始銀河団の中心部に対して, ALMA 望遠鏡による広視野マッピング観測を行った. 広さはおよそ 7 平方分, 感度は 50 μJy/Beam (rms) に及ぶ, 最大規模の ALMA 深宇宙探査領域である. より正確に言うと, この領域は, 共動距離スケールで 50Mpc ほどの広さを持つ宇宙大規模構造の結節点に相当する. この観測から 18 個のサブミリ波で明るい銀河 (サブミリ波銀河) が発見され, そのう

ち 11 個についてこれまでに分光赤方偏移が求まっている. (少なくとも) 実に 10 個が原始銀河団のある赤方偏移 3.1 に存在することが明らかになった. さらに, 6 個のサブミリ波銀河については X 線天文衛星 Chandra による観測でも検出されていることが明らかとなり, 活動銀河核の保持が確実視される. これらの観測成果は, この時代の宇宙大規模構造の中心部において, 爆発的な星形成活動や活動銀河核の成長が同時多発的に生じていたことを強く主張している.

15. 原始銀河団領域におけるサブミリ波銀河の炭素ガスの運動状態解析 (梅畑, 田村, 河野, 泉 拓磨; 中西, 川邊, 伊王野, 松田, 廿日出 (国立天文台); 山田 (東北大); 久保 (東京大学); 五十嵐 (University of Groningen); M.S. Yun, G. Wilson (UMASS); D. Hughes, I. Aretxaga (INAOE); R. Ivison (ESO))
サブミリ波銀河はこれまでの研究から極めて激しい星形成活動を示す大質量銀河であると考えられているが, その運動状態の解析に成功した例はごく少数の銀河に限られている. とりわけ, 高密度環境に存在するサブミリ波銀河と一般領域に存在するサブミリ波銀河の間に何らかの差異があるのか否かはほとんど調べられていない. 我々は ALMA 望遠鏡を用いて静止系赤外線で最も明るい輝線の一つである炭素の 1 解電離輝線 ([CII] 158um) の観測を原始銀河団 SSA22 で見つかったサブミリ波銀河に対して行い, 4 個のサブミリ波銀河からこの輝線の検出に成功した. うち 1 天体では 2 つの天体が衝突している (major-merger) 兆候を見つけた. 一方で, 単一の天体が非常に大きな速度成分ながら回転しているように見える銀河も見つかった. これらの結果は, 原始銀河団中心部において, 爆発的星形成活動を引き起こすチャネルが複数存在する可能性を示唆している.

16. 重力レンズ銀河 SDP.81 の ALMA 30 ミリ秒角撮像データの重力レンズ効果モデリング (田村, 石田 剛; 大栗 (東京大 RESCUE); 伊王野, 廿日出, 松田, 林 (国立天文台))
我々は, ALMA 長基線キャンペーンで得られた角度分解能 30 ミリ秒角 (mas) の波長 1 mm 連続波および CO 輝線データを用いた, 銀河-銀河重力レンズシステム SDP.81 のレンズ銀河 ($z = 0.2999$) の質量分布モデリングを行った. この結果, 前景の楕円銀河が 400 pc のコアをもつ等温楕円体と外部 shear (3 次, 四重極摂動含む) によって背景の星形成銀河 ($z = 3.042$) の像をよく再現できることがわかった. このとき, 背景銀河は 100 pc サイズの複数の巨大分子雲に分解されていることがわかった. 前景銀河の質量/光度比は, 近傍の楕円銀河と同程度の $\sim 2\,M_\odot\,L_\odot^{-1}$ であり, 中心 1 kpc 以内は暗黒物質より恒星が支配的である. また, その質量重心が ALMA で検出された点状非熱的放射源の位置と一致しており, この非熱的放射源は前景銀河の活動銀河核である可能性が示唆される一方, 中心に現れることが期待される背景銀河の中心像が ALMA で検出されなかった. このことから, 前景銀河の超大質量ブラックホール質量が $> 3 \times 10^8\,M_\odot$ である制限を得た. これは, 近傍のブラックホール質量–バルジ速度分散関係から期待されるブラックホール質量 ($\sim 1 \times 10^9\,M_\odot$) と矛盾しない. (Tamura et al. 2015a, PASJ, 67, 72) さらに, 干渉計逆畳み込み演算の CLEAN アルゴリズムを利用した, 重力レンズ像復元法の開発を進め, SDP.81 の詳細な星形成活動を調べたところ, Eddington 限界に近い極めて高い星形成密度を持つことがわかった.

17. Lupus-I 分子雲の背景に位置する極高光度サブミリ波銀河の多波長解析と CO 分子による分光学的赤方偏移の決定 (田村, 谷口 暁星, 山口 裕貴, 安藤 亮, 石田 剛, 泉 拓磨, 河野; 川邊, 中島, 江澤 (国立天文台); 塚越 (茨城大); 島尻 (CEA Saclay); 西合 (大阪府立大); Wilner (CfA); 大朝 (埼玉大); Chandler, Goss, Dickman (NRAO); Yun, Wilson (UMass); Hughes (INAOE))
最も明るいサブミリ波銀河は遠方宇宙の星形成活動を研究するうえで重要なプローブだが, 非常に希少である. このような背景のもと, 我々は, Lupus-I 分子雲に対する AzTEC/ASTE 1.1 ミリ撮像探査データの中から, 2 つの極高光度サブミリ波銀河候補天体の検出した. これらの 1.1 ミリフラックスは 44 mJy, 27 mJy であり, AzTEC/ASTE 銀河探査で発見されたサブミリ波銀河の中でもっとも明るい. 中間赤外線からセンチ波のスペクトル分布をもとにした測光的赤方偏移は, それぞれ $z_{\rm photo} \simeq 4$, 3 と求まった. 一方で, 近赤外領域では, 離角 $\sim 1''$ 程度の位置において, 低赤方偏移 ($z \lesssim 1$) の楕円銀河とみられる天体が見つかった. これは, 楕円銀河が背景のサブミリ波銀河を重力レンズ効果で増光している可能性が示唆さ

れる. 25 mJy 以上のサブミリ波銀河計数は 0.70 ± 0.35 deg^{-2} と推定され, これは強い重力レンズによる増光を考慮した銀河計数モデルと一致することがわかった (Tamura et al. 2015b, ApJ, 808, 121). さらに, 2 天体のうち明るい天体に対して, 2014 年に Australia Telescope Compact Array (ATCA) を用いた輝線分光探査を行い, 幅 500 km/s の輝線を 48.5 GHz に同定した. 2015 年度には, 国立天文台野辺山 45 m 望遠鏡による CO 探査を行い, 97.0 GHz において輝線の検出に成功した. 測光的赤方偏移との比較から, これらはそれぞれ $z_{\rm spec} = 3.752$ の CO (2–1) および (4–3) 輝線である可能性がきわめて高い. 輝線幅と CO 輝線光度の比較からも, 本天体が強い重力レンズ増光を受けていることが示唆される (Tamura & Taniguchi et al. 2016, in preparation).

18. 宇宙再電離期における 2 階電離酸素 [O III] 88 μm 輝線の検出 (井上 (大阪産業大); 田村, 吉田, 河野, 梅畑, 山口 裕貴; 松尾, 澁谷, 柏川, 廿日出, 家, 松田 (国立天文台); 馬渡 (大阪産業大); 清水 (大阪大); 太田 (Cambridge); Zackrison (Uppsala U.); 岡本 (北海道大))
宇宙再電離期における銀河の星間物質の物理的性質や元素組成は, 宇宙再電離の過程を理解するうえで重要である. 我々は, ALMA を用いて赤方偏移 $z = 7.215$ の Lyα 輝線銀河が放射する 2 階電離した酸素の禁制線 [O III] 88 μm を検出することに成功した. 恒星の連続光や Lyα 光度, および [O III] 輝線光度を用いた SED 解析を行った結果, 酸素組成比は太陽の約 1/10 にまで達しており, 若い大質量星による硬い輻射場が発達していることがわかった. この特徴は, ダスト連続波や [C II] 158 μm 輝線の非検出とも整合しており, 本銀河が光解離領域等の中性ガスを多く持たないことを示している. このような環境下では, 電離光子は銀河内の中性ガスに吸収されることなく銀河間空間にまで達し, 宇宙再電離を引き起こす要因の一つになった可能性が高い (Inoue & Tamura et al. 2016, *Science*, in press).

19. SXDF-ALMA 2 arcmin^2 Deep Survey: Resolving and Characterizing the Infrared Extragalactic Background Light Down to 0.5 mJy (山口 裕貴, 田村, 河野, 石井, 泉 拓磨, 梅畑, 真喜屋; 川邊, Lee, 廿日出, 兒玉, 松田, 中西 (国立天文台); 矢部, W. Rujopakarn (Kavli IPMU); 五十嵐 (Groningen); 但木 (MPE); 太田 (京都大); I. Aretxaga, D. H. Hughes (INAOE); J. Dunlop, R. Ivison (Edinburgh); W.-H. Wang (ASIAA); G. W. Wilson, M. S. Yun (UMass))
本研究では, ALMA を使った波長 1.1 mm の連続波探査 (SXDF-UDS-CANDELS 領域; PI. K. Kohno; see Tadaki et al. 2015, Hatsukade et al. 2016) によって検出された, 5 つの ALMA 天体に対し, 多波長解析を行なった. 宇宙全体の星形成活動を理解するためには, 赤外線背景放射の大部分を占めるとされる, 暗いサブミリ波銀河の性質を知ることが必要である. 検出された 5 天体のうち, 2 天体は単一鏡望遠鏡 (AzTEC/ASTE) によって選択された明るいサブミリ波銀河であった. 一方で, 残る 3 天体は ALMA によって新たに見つかった暗いサブミリ波銀河であった. 明るいサブミリ波銀河 2 天体を除いた, 3 天体の赤外線背景放射への寄与は, ~ 4.1 Jy/deg^2 であり, 従来の明るいサブミリ波銀河の寄与と同程度である. 多波長 SED 解析は 5 天体中 4 天体が星形成銀河のメインシークエンスに属していることを示唆している. 残る 1 天体は可視光/近赤外線で非常に暗く, 深い電波画像 (JVLA / 6 GHz) と組み合わせることで, $z \sim 2-3$ のスターバースト銀河である可能性が高いことが分かった. これは ALMA によって単一鏡のコンフュージョン限界以下かつ可視光/近赤外線の深探査では検出できない星形成銀河種族が分解できたことを示している. 以上の結果は山口 裕貴の修士論文としてまとめられ, 投稿論文として出版予定である.

20. SXDF-ALMA 2 arcmin^2 Deep Survey のデータを用いた無バイアスミリ波分子輝線探査 (山口 裕貴, 田村, 河野)
本研究では, ALMA データを用いて行った輝線銀河探査を行った. 近年の観測により, 宇宙の星形成率密度の変遷が明らかになりつつある. 次なるステップとして, その進化の原因を探るためには, ミリ波輝線銀河探査を行い, 宇宙の分子ガス質量密度を制限する必要がある. ところが, これまでのミリ波輝線銀河探査の多くは, 赤外線などの他波長で選択された銀河を対象にしているという問題があった. 本研究

では, ALMA による SXDF 領域の掃天観測 (観測波長 1.1 mm, 探査面積 2 arcmin^2, $1\sigma = 0.048$–0.061 mJy beam^{-1}) のデータを用いて, 無バイアスなミリ波分子輝線探査を行った. 周波数幅 60 MHz で作成した 3 次元データキューブは, $1\sigma = 0.45$–0.70 mJy beam^{-1} を達成している. このデータキューブに対して, CLUMPFIND を用いた天体抽出を行ったところ, 観測周波数 273.29 GHz に輝線天体候補 ($S_{\rm peak} = 3.8 \pm 0.7$ mJy, $S\Delta V = 0.53 \pm 0.08$ Jy km s^{-1}, FWHM = 100 km s^{-1}) を検出した. 輝線天体付近で同定された対応天体候補に対する, 可視光–近赤外線 SED フィットによって求められた測光赤方偏移 ($z_{\rm photo} = 0.97^{+0.13}_{-0.40}$) は, 検出された輝線が $z = 0.687$ の CO(4-3) 輝線である可能性が高いことを示している. 求められた輝線天体の分子ガス質量比 [$f_{\rm gas} = M_{\rm gas}/(M_* + M_{\rm gas}) = 0.97, 0.69$; それぞれ M82 と銀河系の輝線比, 換算係数を仮定した場合] は, 同じ時代の星形成銀河の値 ($f_{\rm gas} \simeq 0.2$–0.4) よりも高い値になっている. これらの結果は, 今回の ALMA を用いた無バイアスミリ波輝線銀河探査によって, 従来の探査では見逃されてきた種族の天体が検出されたことを示唆している. 本研究で検出された天体は 1 つだが, CO 輝線光度関数に与える制限は準解析的モデルに矛盾しないことが示された. 以上の結果は山口 裕貴の修士論文としてまとめられた.

21. Paα 撮像で探る近傍 LIRG の空間分解された星形成活動 (北川 祐太朗, 本原; 小山, 美濃和 (国立天文台ハワイ観測所); 児玉 (国立天文台 三鷹))
我々はすばる望遠鏡の近赤外線分光撮像装置 IRCS をもちいて, 赤方偏移 $z \sim 0.1$ における赤外線高光度銀河 (LIRG) の撮像観測をおこなった. LIRG はその赤外光度が 10^{11}–10^{12} $L_\odot$ に達する赤外で非常に明るく輝いている種族であり, そのパワーソースのひとつとしてダストに深く埋もれた爆発的な星形成活動が挙げられている. その星形成活動を支える物理的機構を調べるには, 銀河内の各領域で星形成率を算出するなど空間情報を知ることが有用な情報となる. しかしよく用いられる可視輝線や紫外連続光ではダストによる減光を激しく受け, ダストに深く埋もれた星形成領域の様子を知ることは非常に困難である. そこで我々は, 近赤外領域の水素電離輝線 Paα (静止系波長 1.875 μm) に着目し, ダストに埋もれた星形成活動を高空間分解能でしらべることを目的として IRCS での撮像観測をおこなった.

狭帯域フィルタで赤方偏移した Paα 輝線を捉えることで, 約 20 天体について星形成率の空間マップを算出した. さらに 2 天体については補償光学 (AO188) を援用することで 0.2 arcsec FWHM という高空間分解能を達成した. その初期解析結果からサブ kpc の空間スケールにおいても星質量と星形成率の間に相関関係 (Star Formation Main Sequence) が成り立つことが明らかとなり, これは銀河全体の星形成活動が微視的スケールの集積によって決められていることを示唆している. 現在, 論文化に向けて相関関係の傾きや分散と他の物理量への依存性などさらに詳細な解析を進めているところである.

22. 低質量ブラックホールを持つ活動銀河核の同定 (諸隈, 安田, 谷口 由貴, 加藤, Jiang Jian, 野本, 小久保 充, 土居; 冨永 (甲南大学); 田中, 古澤, 諸隈, 池田 (国立天文台); 長尾 (愛媛大学); Kuncarayakti(チリ大学); Blinnikov (ITEP))
活動銀河核からの紫外・可視放射は, その降着円盤を起源としており, その光度の時間変動が降着円盤における何らかの不安定性によるものとすれば, その時間スケールは降着円盤の物理スケールに依存すると考えられる. つまり, 相対論的ジェットの影響を除けば, 小さなブラックホールほどより早い光度変動を示す (大きなブラックホールは早い光度変動は示さない) ことが予想される. そこで, 我々は, すばる望遠鏡 Hyper Suprime-Cam (HSC) を用いて, 1 時間おきに撮像データを取得した超新星ショック・ブレイクアウト探査のデータ (2014 年 7 月取得) を用いて, 銀河中心部において光度変動を示す天体を選び出し, 低質量ブラックホールの候補とした. 候補天体の一つを 2015 年 6 月 23 日にすばる望遠鏡 FOCAS を用いた分光観測により, $z = 0.164$ の $2.7 \times 10^6 {\rm M}_\odot$ のブラックホールの同定に成功した. この結果を PASJ に投稿, 受理された (Morokuma et al. 2016, PASJ 68, 40). http://adsabs.harvard.edu/doi/10.1093/pasj/psw033

23. すばる望遠鏡 HSC を用いた急増光を示した突発天体の研究 (田中, 古澤 (国立天文台); 冨永 (甲南大学); 諸隈, 安田, 土居, Jiang Jian, 加藤, 菊池 勇輝, 野本, 谷口 由貴; Baklanov, Blinnikov (ITEP); 守屋 (ボ

ン大学); Kuncarayakti (チリ大学); 長尾 (愛媛大学)
すばる望遠鏡 Hyper Suprime-Cam (HSC) を用いて, 1 時間おきに撮像データを取得した高頻度超新星探査 (2014 年 7 月データ取得) において, 複数の急増光を示す突発天体を発見した. ここでの「急増光」とは, 静止系近紫外線において 1 日あたり 1 等級以上の増光のことを指す. このうち, すばる望遠鏡 FOCAS(2014 年 8 月) での分光追観測により, 5 天体に対して, 赤方偏移 $z = 0.384 - 0.821$ であることがわかった. これらの急増光は, SN 2010aq や PS1-13arp 等の超新星の爆発後数日以内の光度の振る舞いに似ており, その頻度の下限値は重力崩壊型超新星の約 9%にも及ぶ. これら 5 天体のうち, 3 天体の光度曲線は, 赤色超巨星の爆発からの冷却中の外層からの放射, 残りの 2 天体の光度曲線は, 質量放出率 $\sim 10^{-3}$ $M_\odot$ の星風でのショック・ブレイクアウト放射と解釈することができる. 特に, この後者の質量放出率は赤色超巨星に対して観測されている典型的な値よりも大きく, ~ 1%以上の大質量星がそのような大きな質量放出を爆発前数年の間に起こしているのかもしれない. この結果を ApJ に出版した (Tanaka et al. 2016, ApJ, 819, 5).

2.5.2 銀河系および星間物質

1. ALMA Calibrator Sources を用いた分子吸収線系探査 (安藤 亮, 河野, 田村, 泉 拓磨, 梅畑; 永井 (国立天文台); 徂徠 (北海道大); 濤崎 (上越教育大))
遠方クエーサーを背景光源とする分子吸収線系は, 銀河系内から遠方まであらゆる星間物質の化学的性質や進化を探求する上で極めて重要な観測対象であるが, その反面, 強い背景光源が必要であることから, 現在知られている吸収線系の数は極めて限られる. 本研究では, 新たな分子吸収線系を探査する対象として, 過去に ALMA で観測されている膨大な数の較正天体に着目した. ALMA アーカイブデータに含まれる較正天体 36 個のスペクトル解析を行った結果, 4 天体において銀河系内の星間物質由来の分子吸収線を検出することに成功し, このうち 3 天体は先行研究のない新たな銀河系内吸収線系であることが明らかになった. また 2 天体においては, 過去に 3 例しか報告のない銀河系内の希薄なガスにおける HCO ラジカルの吸収線を検出したことに加え, HCO が PDR(光解離領域) のトレーサーであることから, 観測された希薄なガスが PDR 的な環境下にあることが示唆された. うち 1 天体については, HCO の柱密度が過去の観測例の半分程度であり, これまでで最も希薄な部類に入る星間分子ガスを捉えることに成功したこととなる. これは従来観測できなかったガスを初めて “見た “という点で, 天文学の新たな地平を切り開く成果である. さらに, HCO を含む 10 種もの分子吸収線を検出した新たな吸収線系 J1717-337 については, 炭素同位体比の測定及び検出された速度成分の議論から, 吸収を生じているガスまでの距離を約 2.5 kpc 以内と制限することができた. 本研究を通して, 複数の新たな分子吸収線系の検出に成功したことに加え, 銀河系内のガスの化学的性質に関する知見を得られたことからも, ALMA のキャリブレーション天体を用いた分子吸収線系探査が有効な手法であることが確かめられた. 以上の成果は投稿論文 (Ando et al. 2016, PASJ, 68, 6) としてまとめられ出版されたほか, 東京大学・国立天文台を通じてプレスリリースが行われた. 加えて, 本研究で検出された分子吸収線系の ALMA による追観測 (PI: 安藤) が採択されており, すでに一部の観測が実行されている. 2016 年度はこのデータ解析を行い, その結果を論文として出版する予定である.

2. 野辺山 45m 電波望遠鏡によるオリオン座 A 分子雲の多輝線広域観測 (石井; 中村, 川邊 (国立天文台); 島尻 (CEA/Saclay); 佐々木 (新潟大))
野辺山 45m 望遠鏡を用いて ^{12}CO (J=1–0), ^{13}CO (J=1–0), C^{18}O(J=1–0), および N_2H^+ (J=1–0) 輝線による広域マッピング観測を推進した. 本研究は角分解能約 20″ の高分解能 (0.04 pc @ d=450 pc) でオリオン座 A 分子雲の主要な領域を高感度でカバーする試みで, 近年開発された 4 ビーム 2SB 受信機 FOREST によって初めて可能となった. これにより, 分子雲内の個々のフィラメントやクランプのサイズ, 質量, 速度分散といった基本的特性から統計的な議論が可能になるほか, 複数の輝線のデータをや他

の望遠鏡で取得された異なる準位からの輝線のデータと組み合わせることで, 分子雲の物理状態の変化を調べることも可能となる. これにより, 周囲の OB 星が分子雲に及ぼす影響や, フィラメント内部での乱流状態の解析など, 分子雲そのものの進化に迫ることも期待できる. また, CARMA 干渉計のデータと足し合わせることで, 最終的には角分解能約 6″ でオリオン分子雲の全体像明らかにすることも目指している. 昨年度より予備的な観測を行ってきたが, 装置の安定化が実現した本年度より観測が本格化させた. 今季は既に 200 時間以上の観測を実施し, 従来の観測の 3 倍以上深い感度での観測を行った.

3. 中間赤外線による Herbig Ae 型星 IRS48 の観測 (岡田 一志, 宮田, 酒向, 上塚, 大澤 亮; 本田 (久留米大学))
近年, proto-planetary/transitional disks の高解像度観測が進み, スパイラル構造やディボット的構造, 非軸対称な構造などが次々と検出されている. これら構造はディスクの進化と密接に関係していると考えられており, 惑星系形成によっても説明されうるものである. 近傍の Herbig Ae 型星 IRS48 も ALMA や Subaru の観測によって非軸対称のディスクが観測されており, 興味深い天体の一つである. このディスクの熱赤外線による観測は Geers らによって行われてはいるものの, 波長範囲が限られており, 全体の構造を知る上では不十分であった.

   我々は Subaru/COMICS を用いて IRS48 の観測を行い, 波長 8.6 から 24.6 μm でマルチカラーの高解像度画像を得ることに成功した. 17.7 μm より長波長ではディスクが 2 つのピークを持つ形でクリアに分解されており, ピークはディスクの長軸方向に並ぶ形をしていた. モデル計算の結果, これは中心部分にある別のディスクの遮蔽によって説明できることがわかった. 同様にディスクが分解されている Herbig Ae 型星としては HD142527 もあるが, こちらはピークが単独である. 従来この天体は IRS48 とは異なり, 中心部分にディスクだけでなくハローを伴うというモデルで解釈されてきたが, 近年, 近赤外線の観測を説明するため中心のディスクが外側のディスクに対して傾いているという提案がなされており, これを認めた上で IRS48 のモデルを応用すると, ハローを伴わない中心ディスクという構造でも熱赤外線の観測結果をよく説明できることが分かった. この結果はディスクの進化を考えるうえで興味深いものである.

   本研究については 2015 年の日本天文学会秋季年会で発表された.

4. 「あかり」衛星に依る惑星状星雲近赤外線分光カタログの作成 (大澤 亮, 尾中 敬, 左近 樹; 松浦 美香子 (Cardiff Univ.); 金田 英弘 (名古屋大学))
惑星状星雲は中小質量星の進化段階の後期であり, 晩期型の星が宇宙空間に供給する物質の性質を研究するうえで重要な天体である. 我々は赤外線天文衛星「あかり」に搭載された近・中間赤外線カメラ IRC によって銀河系内の惑星状星雲 72 天体について近赤外線 (2–5 μm) スペクトルを取得した. 系内惑星状星雲の近赤外線分光観測としては最も感度が高く, かつ最もサンプルが大きい. この波長帯に存在する水素やヘリウムの再結合線や [ArIV], [MgVI] といった高電離の fine-structure lines, polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) による放射の強度を測定した. また, 可視 Hβ 線の強度との比較から惑星状星雲の受けた減光量を推定した. 天体の中には近傍の星に比べて有意に減光量が高い天体が存在しており, 惑星状星雲の段階に於いても自らの星周物質によって強い減光を受けている天体が存在することを統計的に示した. 結果はカタログとしてまとめられ Astronomical Journal 誌にて発表された.

2.5.3　恒星および系外惑星

1. LISS 超低分散スリット分光モードによる系外惑星トランジットの試験観測 (小久保 充, 土居, 満田 和真, 橋場 康人, 諸隈, 酒向, 小早川 大, 寺尾 恭範, 生駒 大洋; 伊藤, 森鼻 (兵庫県立大); 福井, 成田 (国立天文台))
我々が開発を進めてきた撮像分光 LISS を, 西はりま天文台 2.0-m なゆた望遠鏡カセグレン焦点に搭載し, 低分散グリズムスリット分光モードを用いた系外惑星トランジット観測を進めている. トランジットによ

る光度減少の深さの波長依存性を検出し, モデル比較を行うことで, 系外惑星の大気組成を調べることを目的としている. スリットによるフラックス損失を最小化しつつ, 目的天体および参照星の同時分光による相対測光較正を実現するため, 系外惑星トランジット用の 10 秒スリット幅 (スリット長約 3 分角) のロングスリットを新たに製作, 搭載した. 波長分解能 $R \sim 80$ の超低分散グリズムを用い, 浜松ホトニクス社製完全空乏型裏面照射 CCD の赤外高感度を生かして 6000Å$< \lambda <$ 10000Å の近赤外波長域をターゲット波長域とする.

2015 年 12 月 13 日に, ホットジュピター XO-3b をターゲット, TYC3727-399-1 を参照星とする第一回トランジット試験観測を行った. XO-3b のような表面重力が強い巨大惑星では, 惑星大気のスケールハイトが非常に小さく, トランジット深さの波長依存性はほとんど無いことが期待されるため, 装置の安定性 (波長依存性測定に対する系統誤差) を評価するのに適している. 観測を行った 12 月 13 日は天気が良くなく, 全トランジット時間の 3 分の 1 程度の時間 (∼1 時間程度) の光度曲線しか得られなかったが, XO-3b による約 1% の深さのトランジット光度曲線が観測できた. しかし, 波長依存性の測定精度等の評価については本観測では行うことができなかった.

今後の追観測により, 装置の安定性の定量的評価を行うと共に, スーパーアース G1214b などのターゲット観測を行っていく予定である.

2. 木曽超新星探査 KISS で発見された特異な IIn 型超新星 KISS15s の測光・分光追観測 (小久保 充, 土居, 諸隈; 田中 (国立天文台); 冨永 (甲南大); Ivezic, Yoachim (ワシントン大)
KISS15s は, 2015 年 9 月 18 日の KISS の観測によって, $g = 19.71 \pm 0.07$ mag の超新星候補天体として発見された. 母銀河は, SDSS による測光/分光データから z=0.038 の星形成銀河であると見られる. KISS による発見の翌日 9 月 19 日には, なゆた望遠鏡/LISS による低分散分光スペクトルが得られ, 特徴的な線幅の広い Hα 輝線が検出されたことから, IIn 型超新星であると同定された. KISS による測光観測は 2016 年 2 月まで続けられ, 同時にアパッチポイント天文台 ARC3.5m 望遠鏡/DIS によって 2 回の低分散分光, 1 回の高分散分光データが取得された.

KISS15s の著しい特徴として, 2015 年 9 月から 2016 年 2 月の観測までにほとんど光度が変化しなかった点が挙げられる. また, Hα の線幅が非常に広い (半値全幅 ∼15000km/s) ことも特徴の一つである. 光度や線幅から推定される親星の質量放出率は 300 km/s 以下となるが, このような質量放出率は IIn 型超新星の親星が青色超巨星であるという一般的理解と矛盾しない. KISS15s のスペクトル, 光度曲線が示す特異な性質については, 再び KISS15s が観測可能になる 9 月以降に再開を予定している測光および分光追観測により原因を解明していく予定である.

3. Studying Early-Phase Type Ia Supernovae with Wide-Field Surveys (Jiang Jian, 土居, 諸隈, 橋場 康人, 小久保 充, 満田 和真, 猿楽; Zhang (Yunnan Observatories); Mazzali(Liverpool John Moores University))
Ia 型超新星の爆発のメカニズムや起源に迫るため, 爆発早期の超新星の探査を木曽シュミットの KWFC を用いて行った. KISS および SKYS という 2 種類のサーベイから, 赤方偏移が 0.02〜0.11 の 13 個の超新星を発見, うち 3 個が早期の Ia 型超新星, 1 個が早期の IIp 型超新星であった. それぞれの早期発見の超新星について性質をさらに詳しく調べている.

4. 近赤外線狭帯域フィルター撮像観測による大質量星クラスター形成・進化の観測的研究 (田中, 高橋; 奥村 (日本スペースガード協会) ; 他 TAO プロジェクトグループ)
核崩壊型超新星の母天体である Wolf-Rayet 星 (WR) の他, 高輝度青色変光星 (LBV), 黄色超巨星 (YHG), 赤色超巨星 (RSG) などを含む銀河系内外の大質量星クラスターの形成・進化過程および年齢, さらにその空間分布や星間物質への寄与などの解明を目的として, 近赤外線狭帯域フィルターによる撮像観測を継続している. 観測には主に広帯域 $K_{\rm s}$ バンドと 2 枚の狭帯域 ($N187 = 1.875\mu$m, $N207 = 2.07\mu$m) を用いている. $N187$ は, 通常地上からは検出が非常に困難な Paα 輝線の他に HeII 輝線が観測でき, これらは

WR, LBV などの検出に有効である．$N207$ は WC 型 WR 星に特徴的な [CIV] 輝線を効率的に検出できる．このフィルターセットからは 3 つのバンドから得られる色–色ダイアグラムが得られ, 輝線星の検出や減光量の見積もりのみでなく, 減光の大きな領域での減光量を補正した $K_{\rm s}$ 等級とカラー情報を精度良く与えるため, 若い天体も含めた大質量星の形成から終末に至るあらゆる進化段階の天体の検出に有効である．クラスターごとの分布の違いはクラスターの IMF や年齢に依存する他, 周辺環境や金属量にも相関がある可能性がある．

今年度は, これまでに引き続き mini-TAO/ANIR で観測を行った銀河中心領域, Westerlund1 クラスター, LMC, SMC などの観測結果を元に, 具体的なサイエンスの議論を進めた．銀河中心方向 3 領域 (Arches クラスター, Quintuplet クラスター, SgrA*クラスター) ではほぼすべての既知の大質量星が検出されている他, 減光の大きな或は非常に赤い天体が多数見つかっている．もしこれらの天体が YSO である場合, 寿命の短い大質量星からまさにこれから大質量星になるであろう天体が同じクラスターに共存することになる．これは大質量星がクラスター中で, どのように誕生し進化していくのかのシナリオの理解に鍵となるヒントを与える．また, $N187$ の excess 図においては検出天体の Ks 等級の分布にいくつかのシーケンスが見られる．これは Ofpe 型星から WN 型 WR 星にかけてのサブクラス分類に対応しており, さらに同じサブクラスの星にもかかわらず, 異なる mass loss 量に依る free-free 放射量 ($K_{\rm s}$ バンドに寄与) と He II 輝線強度 ($N187$ バンドに寄与) の系統的な相関を示しており,

以前より観測的に知られていた同じサブクラスの星が $K_{\rm s}$ 絶対等級に幅を持つ理由を良く説明できる．系内大質量星形成クラスターの一つである Westerlund1 では, これまでのカタログにはない WR 星候補天体も見つかっており, 我々の手法が大質量星検出のツールとして有効であることを示している．さらに LMC や SMC は金属量が天の川銀河環境とは大きく異なっており (低金属量), 大質量星ひいてはクラスターの形成・進化にも違いがあることが考えられる．観測した複数の領域はクラスターの構成メンバーや進化段階に多様性があり, これらを系統的に調べることで形成環境の違いとその後の大質量星クラスターの進化へ議論が展開できる．

5. CO 振動回転遷移輝線を用いたミラ型変光星の星周構造探査 (上塚, 高橋, 大澤 亮; 高見 (国立天文台))
ミラ型変光星は宇宙におけるダストの主要な供給源の一つであり, ダスト形成過程やダスト供給率の時間変化を探る手段として, これらの天体の星周構造を直接的にとらえる方法が考えられる．この星周構造を, 高い空間分解能, かつ低空間周波数成分まで観測する方法として, 大型望遠鏡を用いた近赤外線の CO 振動回転遷移輝線の高分散分光撮像観測が有効である．そこで本研究では, すばる望遠鏡搭載の AO188 および IRCS を用いて, ミラ型変光星の代表である o Cet および R Leo の観測を実施した．

本年度はこの観測のデータ解析を進めた．その結果, 星近傍から 30 恒星半径に広がる CO 輝線の分布を抽出することに成功した．この輝線の空間分布は二つの星周シェルで説明できる可能性があり, 二回の質量放出現象をとらえている可能性が考えられる．また, 先行研究でとらえられている, より外側の領域の同輝線の空間分布と比較したところ, 輝線強度の半径依存性に変化が見られることがわかった．この変化は, より長期的な質量放出率の時間変化を示している可能性が考えられる．これらの結果について現在議論を進めているが, 本研究で観測した CO 輝線の強度分布の解釈には非局所熱力学平衡の輻射輸送計算を扱う必要があると判明したため, 現在その準備を進めている．来年度, このような輻射輸送コードを開発する研究者と連携し, 議論を進めて論文化をすませる予定である．

6. Young Stellar Object の円盤初期質量関数が disk fraction に与える影響と disk lifetime の統計的研究 (大澤 亮, 尾中 敬, 安井 千香子)
原始惑星系円盤は惑星形成の現場であり, 円盤の寿命は惑星系形成理論にとって重要なパラメタである．近赤外線や中間赤外線による観測は惑星が形成されるであろう円盤の内側の状態を調べるために有効である．Disk fraction は若い星団において近赤外線での超過を示す天体の割合として定義される．Disk fraction は星団の年齢と反相関を示すことが知られており円盤の散逸と結びつけて議論されてきた．し

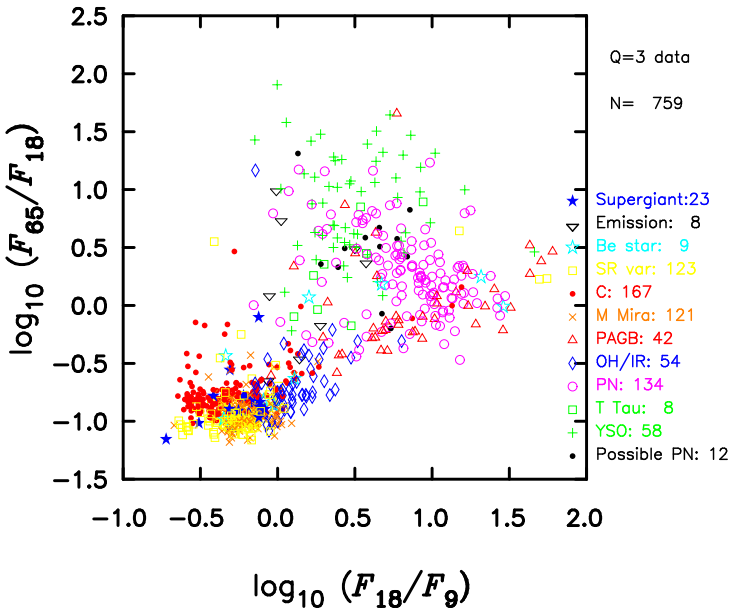

図 2.1: 65/18, 18/9 の 2 色図. 異なるシンボル, 異なる色は種類の異なる天体を表す..

かしながら, これまで disk fraction が減衰するタイムスケールと円盤が散逸するタイムスケールの関係には十分に議論されていなかった. 我々は簡単なモデルで問題を定式化し, 円盤の初期質量関数が disk fraction の減衰のタイムスケールに大きな影響を与えうることを示した. そして観測から示唆される円盤の初期質量関数を考慮に入れると, disk fraction が減衰するタイムスケールは円盤そのものが散逸するタイムスケールよりも常に長くなることを示した.

7. AKARI 中間赤外, 遠赤外測光データによる天体の分類 (田辺, 中田)
AKARI 衛星のサーベイによって得られた中間赤外 (9, 18 μ m) カタログ (AKARI/IRC All-Sky Survey Point Source Catalogue) に含まれる点源, 及び遠赤外 (65, 90, 140, 160 μ m) カタログ (AKARI/FIS All-Sky Survey Bright Source Catalogue) に含まれるソースのクロス・マッチングを行い, 約 8000 のソースについて中間赤外, 遠赤外の測光データベースを構築した. さらにこれらのソースが SIMBAD データベースに登録されているかを調べ, 約 3100 のソースが炭素星, ミラ型変光星, 銀河... など性質が既知の天体であることが分かった. これらのデータをもとに中間赤外, 遠赤外の様々な 2 色図を作成し, 特定の種類の天体がどのような位置を占めるかを調べた. その結果, ある種の天体は特定の 2 色図上で他の天体とは重ならない特異な位置を占めることを見出した. 一例として種類が既知の天体の $F65/F18$ vs. $F18/F9$ の 2 色図を図 2.1 に示す. この 2 色図上で, 特に惑星状星雲 (PN, ピンクの丸) は他の天体とは明らかに異なる特定のに異なる特定の領域を占めることが分かった. SIMBAD データベースにはない天体はこの領域に約 10 存在し, それらは惑星状星雲の候補といえる.

8. 晩期 M 型矮星の炭素・酸素組成 – ダスト形成及び高速回転の効果 (辻; 中島 (国立天文台))
すばる IRCS による近赤外スペクトル (分解能 $R \approx 20000$) の解析から 8 個の晩期 M 型矮星の炭素・酸素組成を決定した. 晩期 M 型矮星においても $T_{\rm eff} \geq 2600\,{\rm K}$ ではダスト形成の効果は無視できるが, $T_{\rm eff} \approx 2275\,{\rm K}$ の M8.5 型矮星 2MASSI J1835379+325954 では, ダスト形成の効果は重要となる. 鉄, コランダムなどのダストが形成されるとその毛布効果により表面温度は約 600 K 上昇し, またダストによる減光の効果と合わせて分子吸収線の予測値は小さくなる. そのため, 観測値から得られる炭素及び酸素組成は, ダスト形成を考慮しない場合と比べて 0.25 及び 0.15 dex 増大する. また, この M8.5 型矮星は高速で回転していることが知られているが, 一般には回転星で観測される吸収線の等価幅は回転速度に

よらないと考えられていた. しかし, 晩期型星では等価幅測定の基準となる pseudo-continuum が回転速度に依存するため, 得られる化学組成も回転速度に依存する. この星の回転速度 ($V_{\rm rot}\sin i$) として 37.6 44.0 $\rm km\,sec^{-1}$ が報告されているが, この違いにより炭素及び酸素組成に 0.23 及び 0.14 dex の違いが生ずる. 我々の解析では, 高い回転速度を採用することにより CO スペクトルはより合理的に理解されることが明らかとなった.

結果として得られた 8 個の晩期M型矮星の酸素/炭素組成比は, 金属量の増加に伴い組織的に減少することが明らかとなり, より高温のM型矮星で得られた結果とよく一致する. ダスト形成が重要となる晩期を含むM型矮星に於いても, 炭素組成は CO から及び酸素組成は H_2O から高い精度で決定可能であることが確認された. 特に, 晩期M型矮星では, CO 形成後残された酸素は殆ど全て H_2O に取り込まれているため, H_2O 組成は $A_{\rm O}$ - $A_{\rm C}$ にほぼ等しく, そのため晩期M型矮星の酸素組成はモデルの不確定性にあまり依存しない. また, 晩期M型矮星でも最近の分子線データベースにより pseudo-continuum が高い精度で理論的に決定可能であることが示され, pseudo-continuum level に準拠して解析を行うことで, true-continuum level が不確定なM型矮星のスペクトル解析も, 高い精度で行うことが可能であることが確認された.

2.5.4　望遠鏡, 観測機器, ソフトウェアの製作と開発

1. miniTAO 望遠鏡用可視補償光学装置の開発 (峰崎; 大屋 (国立天文台))
MEMS 技術の進歩により可変形鏡がこれまでより安価な価格で市販されるようになった. そこで市販の安価な可変形鏡を使った, 小口径望遠鏡向けの補償光学装置の開発を進めている. シーイングに優れたサイトの中小口径望遠鏡に可視補償光学装置を搭載すれば, ハッブル宇宙望遠鏡の観測装置や大口径望遠鏡に搭載されている近赤外線補償光学装置と同等の $\sim 0.1-0.2$ arcsec に迫る角度分解能を達成でき, 中小口径望遠鏡の豊富で安価な観測時間, 柔軟な運用を活かした新しい研究の展開が期待できる.

   昨年度に行った実証実験を目的とした可視補償光学装置の設計を元に実機の製作し, 実験室内での光学系・制御系の調整を行った. 可変形鏡には十分なストロークの tip/tilt 駆動機能を備えるソーラボ社の DMP40 を採用することで, 特殊な光学レンズ・反射鏡を使用せずとも主要部分が 20 cm × 30 cm 程度の寸法に収まるシンプルでコンパクトな光学系を実現できた. また多くの光学素子の設置精度を機械工作精度によって確保し, 調整部分・可動部分を極力減らして調整の簡便化と振動等に対する信頼性の向上をはかった. 光学系調整後は波面制御無しに, サイエンスカメラ上に回折限界に近い分解能にて内蔵波面校正光源の像を結んでおり, 可変形鏡の補償ストロークに可能な限り余裕を持たせている.

   次年度には国内小口径望遠鏡に搭載しての実証実験を計画している.

2. CASA を使った単一鏡観測の解析パイプラインの開発と野辺山高赤方偏移銀河観測データへの適用 (谷口暁星, 田村, 河野, 梅畑; 伊王野, 廿日出, 斉藤, 加藤 (国立天文台))
サブミリ波銀河のような高赤方偏移銀河における輝線観測は, 赤方偏移の厳密な決定に 加えその当時の宇宙の星形成活動を明らかにするために重要であるが, このような輝線は一般的に非常に弱いことが知られている. そのため長時間の観測が必要な一方, 大気の変動をキャンセルするため短時間のオンオフ観測が必須であるためデータ点数は膨大 (10^3–10^4) となり, 従来の目視のデータ選別による客観的な解析は困難であった. そこで我々は, ALMA の解析ソフトウェアである CASA を用いた単一鏡データ解析パイプラインの開発を進めている. これは, CASA の機能を利用した客観的なデータ選別の基準を設けるのに加え, 高速フーリエ変換 (FFT) ベースのベースライン除去の機能を実装することにより, 従来の解析に対して客観的かつ再現性のある解析を極めて高速 (数分) で行うことが可能になるものである. まだ初期の開発段階であるものの, このパイプラインを従来の方法で解析された野辺山 45m 電波望遠鏡によるサブミリ波銀河の CO 分子輝線観測 (Iono et al. 2012) に適用した結果, 得られたスペクトルの形状や強度, ノイズレベルが矛盾ないことが確認された. 次の開発段階として, さらに多数の既存の観測データでパイ

プラインの妥当性を確認するとともに, 従来の解析ではベースラインのうねりの影響で困難であった輝線の検出が可能であるかどうかを検証する予定である.

3. 大型ミリ波望遠鏡 LMT 搭載用 2 ミリ帯受信機 B4R の開発 (田村, 河野; 川辺, 大島 (国立天文台); 酒井 (電通大); 松原 (宇宙研); 奥村 (日本女子大))
我々は, ALMA バンド 4 受信機技術に基づいた超広帯域 2 ミリ帯 2 サイドバンド 2 偏波受信機を開発し, 大型ミリ波 50 m 望遠鏡 (Large Millimeter Telescope, LMT) に搭載する計画を推進している. これによって, 遠方宇宙に大量に発見されつつあるサブミリ波銀河に対する CO 分子輝線の探査に有効な 2 ミリ帯観測チャンネルの開拓を行う. 本学天文学教育研究センターでは, この受信機のうち, 分光計システムと周波数変調局部発振器の開発を担当している. 計画の初年度となる 2015 年度は, Radiometer Physics 社製 XFFTS デジタル分光ボードを 2 点導入し, 2 ミリ帯受信機からの中間周波数出力信号を分光するシステムの構築を開始した. また, 周波数変調局部発振器システムのプロトタイプを開発し, チリの ASTE 望遠鏡に搭載して試験を開始し, 良好な動作結果を得た. 一方で, 遠方宇宙にあるサブミリ波銀河からの微弱な分子輝線を探査し検出するためには, 分光系の広帯域化と長時間積分および観測の高効率化が必須である. そこで今後は, 受信機がカバーする中間周波数範囲をできる限り広く同時観測する分光帯域幅を目指す予定である.

4. 周波数変調局部発振器を用いた新しいサブミリ波分光方式の開発: ASTE 望遠鏡の周波数変調機能の改修 (田村, 谷口 暁星, 河野; 奥田, 松居, 芦田川, 高橋, 畳谷, 前川 (国立天文台); 堀込 (ゼロ); 酒井 (電通大))
我々は, サブミリ波分光観測の感度向上を実現するために, 電波受信系の周波数標準 (局部発振器) を周波数変調しながら高頻度で分光データをサンプルする受信系を構築するための, 基礎的な研究を推進している. 2014 年度までに ASTE 望遠鏡での実証試験, 局部発振器の周波数変調制御を行うシステムの構築, 国立天文台野辺山 45 m ミリ波望遠鏡への実装と試験を完了した. 2015 年度は, ASTE 望遠鏡の分光受信システムのハードウェアとソフトウェアに大規模な改修を加え, 周波数変調の同期のためのクロック, および同期をモニタする機能を追加した. (e.g., 谷口 暁星, 2015, 国立天文台 ALMA/ASTE/野辺山ユーザーズミーティング)

5. ASTE 望遠鏡搭載超伝導遷移端カメラの開発 (石井, 田村, 泉 拓磨, 梅畑, 河野; 大島, 竹 腰, 荒井, 松尾, 川邊 (国立天文台); Lee, A. (UC Berkeley); Dobbs, M. (McGill University); Mauskopf, P., Ade, P. (Cardiff University); 他 TES カメラ開発チーム)
銀河系から遠方銀河に渡る星形成とその歴史, および, 銀河団の動的進化についての理解を目指し, ミリ波サブミリ波多色連続波カメラの開発を 2007 年度より推進している. 連続波カメラは 270 GHz (1.1 mm) 帯, 350 GHz (850 μm) 帯の 2 つのバンドで, 超電導遷移端検出器を用いた素子をそれぞれ 169, 271 ピクセル備え, ミリ波サブミリ波帯での広域撮像観測を行うことができる. 本年度は 2016 年度前期からの ASTE 望遠鏡での科学試験観測に向け, 広い範囲に渡って開発を進めるとともに試験観測計画の策定を進めた. これらの開発により, 検出素子および読み出し用素子の更新による歩留まりの向上, 極低温ステージの改良による冷却温度上昇の低減, 天候変動による素子の感度喪失からの回復と強度較正を可能とする前置光学系キャリブレーション装置の導入が実現し, 従来の試験観測で洗い出した諸課題に対処した. さらに解析手法及びキャリブレーション手法の検討を進め, 観測データから素子の性能を指標化し健全なデータのみを抽出する方法や, 大気からの熱放射と素子の応答を関係づける手法に目処が立った. また, 並行して 10 月および 1 月には国立天文台によるレビューを実施し, 装置開発と科学試験観測計画の双方の観点において, 科学試験観測の基準を満たしているとの評価を得た. これを経て 3 月からはチリ北部の ASTE 望遠鏡サイト (Pampa La Bola, 標高 4800 m) へ連続波カメラを持ち込み, 現地実験室でクライオスタットの最終組み立てと事前冷却試験を完了し, ASTE 望遠鏡受信機キャビン内への搭載作業を行った. この作業に継続して, 2016 年度初頭からは天体の試験観測を進めて, 共同利用観測に向けた最終調整を行なう予定である.

6. 超広帯域サブミリ波分光計 DESHIMA の開発 (石井, 河野, 田村; 遠藤, 唐津 (Delft University of Technology); 大島, 竹腰 (国立天文台野辺山); Baselmans, Yates, Baryshev (SRON))
DESHIMA はダストに覆い隠された初期宇宙の星形成活動を明らかにし, 宇宙における星形成史の解明に迫ることを可能にする次世代サブミリ波超広帯域分光計である. 300–900 GHz という超広帯域に渡って, [CII] 輝線 (158 mum) を用いたサブミリ波銀河の分光赤方偏移測定 ($df/f \sim 1000$) を可能とする他, CO 輝線や CI 輝線の複数の遷移を同時検出することでスペクトル線エネルギー分布 (SLED) から物理状態を明らからにするといった応用も期待されている. DESHIMA は最新の超伝導デバイス作成技術を駆使することで, 超伝導フィルターバンクとマイクロ波力学インダクタンス検出器 (MKIDs) を 1 つのチップ上に形成し, 従来の z-machine に対し優れた小型化と多素子集積化 (素子数 ∼5000) を実現している. 本研究では, 開発の第 1 段階として, まずは 2017 年に 300–400GHz を 1 ピクセルカバーする実証機 (Phase I) を ASTE 望遠鏡に搭載し, 原理実証を行うことを目指している. DESHIMA の開発を主導する遠藤光助教 (デルフト工科大) 他オランダのグループとの連携をさらに強化しつつ共同研究を進めた. また, 搭載予定である ASTE 望遠鏡のマネージャや TES カメラ開発チームメンバーとの調整も重ね, 2017 年の試験搭載を見据えた望遠鏡側およびインフラ系の準備を行った. 光学系開発においては, チップのアンテナデザインを製作の容易なダブルスロットアンテナに変更したことに合わせ, デザインの改良を進めた. また, 高い周波数での性能をアンテナ系も含め最適化すべく, ASTE 望遠鏡の高周波数での性能を集約し, テラヘルツ領域での光学系設計の実績が豊富なデルフト工科大学テラヘルツグループとの議論を行った. 実験室での光学系評価に必要となる, シリコンレンズアレイの開発も国立天文台先端技術研究センターとの共同開発研究として開始した. ソフトウェア関連では, 昨年度策定したデータフォーマットを用いてオランダ現地に滞在して実験室評価を進めフィードバックを図るとともに, MKIDs からの生データの強度較正手法, 解析手法の検討を行い, 試験観測で必要となるシステム及びソフトウェアの概念設計, 観測モードごとのデータサイズの推定・評価を行った. ASTE 望遠鏡への搭載準備として, 野辺山宇宙電波観測所内にある ASTE 受信機キャビンのモックアップと DESHIMA クライオスタットの模型を利用し搭載シミュレーションを実施し, 現実的な搭載手順を確認した. DESHIMA 搭載に先立って必要となる望遠鏡へのインフラ整備に関しても, 冷凍機コンプレッサー用の He 配管や電源系の整備, チラーの新規導入等を進めた. これらについては 3 月よりアタカマ現地に約 2ヶ月渡航し, 並行して開発を推進している超伝導遷移端カメラの搭載試験と併せて実作業を進め, 搭載準備を完了した.

7. マイクロシャッタアレイの開発 (本原, 小西; 年吉 (東大先端研); 高橋 (東大生産研))
近年の観測天文学においてマルチスリット多天体分光器はもはや欠かせないがその運用には, スリットマスクを視野毎に製作してインストールしないといけないなど, 多くの労力を必要とする. この欠点を一気に克服するものとして MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) テクノロジーを用いたマイクロシャッタアレイの開発を東大先端研の年吉洋教授のグループと共同で行っている.

   本年度は引き続き 3×3 のシャッタアレイデバイスの製造を進め, 真空での開閉動作を安定して行うことに成功した. また, 駆動電圧を 100V 以下に下げるとともに, 定電圧でのシャッタのラッチを一定時間安定して行うことにも成功した.

8. チョッピングを用いない地上中間赤外線観測手法の開発 (大澤 亮, 宮田, 酒向, 上塚, 岡田, 内山 允史, 毛利 清; 藤吉 (ハワイ観測所))
地上からの中間赤外線観測では高速で変動する大気, 望遠鏡による輻射, 検出器の不安定性などを克服するために高速 (1 Hz) で視野を切り替えるチョッピング観測が用いられる. 視野の切替には従来より副鏡 tip-tilt が用いられてきたが, TMT のような大型望遠鏡では副鏡のサイズが大きすぎるため副鏡 tip-tilt によるチョッピング観測は不可能である. 我々は観測データから検出器のピクセル応答関数を直接求めるセルフキャリブレーション手法を開発した. この手法を用いることで, 視野の切替に要求される速度を 1/20 程度に低減することが可能になる. 我々はすばる望遠鏡に搭載されている中間赤外線観測装置

COMICS を用いて, 試験観測としてチョッピングを用いない観測を実施した. 我々が提唱するアルゴリズムの有用性を定量的に評価するためのデータが得られた. 現在データの解析を進めている.

9. Tomo-e Gozen プロトタイプモデルの開発 — データ取得・解析システムの設計と開発 (大澤 亮, 酒向, 菊池, 土居, 小林, 本原, 諸隈, 宮田, 青木, 征矢野, 樽沢, 水戸, 猿楽, 中田, 臼井; 渡部, 田中 (国立天文台); 谷川 (理化学研究所); 富永 (甲南大学); Tomo-e Gozen 開発チーム)
東京大学木曽観測所が開発する次世代超広視野高速 CMOS カメラ Tomo-e Gozen は 84 枚の CMOS センサを用いて約 20 $\deg^2$ の領域を最大 2 Hz で読み出す能力を有する. Tomo-e Gozen のデータレートは最大で 760 MB/s に達しは既存の観測装置を大きく上回るカメラとなる. 我々は技術実証試験機として Tomo-e プロトタイプモデル (Tomo-e PM) を作成した. Tomo-e PM の検出器数は Tomo-e Gozen の 1/10 であるが, 検出器あたりのデータレートは Tomo-e Gozen と同じであり, 高速にデータを取得し解析するためのシステムを構築することが必要である. 我々はカメラを駆動するマシンと解析を担当するワークステーションの間にバッファとなるストレージを配置することで, 解析速度の変動に左右されずに, 安定してデータを処理できるシステムを設計した.

   2015 年 11 月 24 日より木曽観測所にて Tomo-e PM の試験観測を実施した. システムは設計通りに機能し, 2 Hz のモニタリング観測によって一晩におよそ 2-3 TB のデータをコンスタントに取得することに成功した. 検出器を 84 枚搭載した Tomo-e Gozen のデータ取得・開発システムの設計に有用なデータを取得することができた.

10. Tomo-e Gozen プロトタイプモデルの開発 — 高速変動天体検出ソフトウエアの開発 (大澤 亮, 菊池 勇輝, 酒向, 土居, 小林, 本原, 諸隈, 宮田, 青木, 征矢野, 樽沢, 水戸, 猿楽, 中田; 渡部, 田中 (国立天文台); 富永 (甲南大学); Tomo-e Gozen 開発チーム)
タイムドメイン天文学では高頻度観測によって宇宙における動的な現象を捉えることを目標としている. 特に突発天体は宇宙の科学進化を支配する重要なイベントである. しかし , 観測機器の制限からこれまで秒スケール以下の変動天体についての大規模な探査は不可能であった. Tomo-e Gozen では動画観測によってこの領域を切り拓く.

    我々は Tomo-e PM のデータから秒スケール以下の突発現象を検出するためのパイプラインを整備した. 差分動画データと予め作成した星マスク画像を用いて `SExtractor` で信号を検出することで一瞬だけ発光する天体の探査を効率よく行うための環境を作成した. すでに開発したパイプラインでいくつかのフラッシュを検出したが, 多くは低起動人工衛星の反射によるものと思われる. 宇宙物理学的な信号を探査するため, ソフトウエアと観測計画のアップデートを進めている.

11. Tomo-e Gozen プロトタイプモデルの開発 — 微光流星検出ソフトウェアの開発 (大澤 亮, 菊池 勇輝, 酒向, 土居, 小林, 本原, 諸隈, 宮田, 青木, 征矢野, 樽沢, 水戸, 猿楽, 中田, 臼井; 渡部, 有松 (国立天文台); 佐藤 (かわさき宙と緑の科学館); Tomo-e Gozen 開発チーム)
Tomo-e Gozen による動画観測では, 長時間積分では背景のノイズに埋もれてしまうような瞬間的な信号を捉えることができる. 肉眼では捉えること不可能な微光流星は Tomo-e Gozen の良いターゲットである. しかしながら Tomo-e Gozen による 2 Hz の観測では流星の運動を時間分解することはできない. そのため流星は視野を横断するトレイルとして現れる. 我々は 2 Hz でのモニタリング動画から線状のシグナルを効率よく検出するためのソフトウエアを開発した. Hough 変換のアイディアを応用することで線状のシグナルをコンパクトなソースに変換し, 面輝度がノイズレベルより低い流星も効率よく検出することに成功した. 現在, Tomo-e PM によって取得したデータを元にソフトウエアの評価とアップデートを進めている.

12. 可視分光撮像装置 LISS:西はりま天文台 2.0-m なゆた望遠鏡への搭載と科学観測 (小久保 充, 橋場 康人, 満田 和真, 酒向, 諸隈, 土居; Kuncarayakti (チリ大); 森鼻, 伊藤 (兵庫県立大), 新井 (京都産業大))

我々は, ファブリ・ペロー撮像 ($R \sim 200$, $6000 - 9000$Å), グリズム分光 (超低分散グリズム $R \sim 100$, $4000 - 10000$Å; および新規搭載された低分散グリズム $R \sim 400$, 4000-8000Å), および広/狭帯域フィルター撮像の 3 つの観測モードを搭載した可視光分光撮像装置 LISS (Line Imager and Slit Spectrograph) を開発してきた. 2014 年 7 月からは兵庫県立大学西はりま天文台なゆた望遠鏡に搭載し, 科学観測を行ってきた. これまでに 2014 年 9 月, 11 月, 2015 年 1 月, 2 月, 5 月, 9 月, 12 月に, なゆた望遠鏡公募観測時間を利用して科学観測を行ってきた (詳細に関しては本年次報告の各項を参照). さらに, 科学観測と並行する形で, 観測モードの設定やオートガイダーの操作などを統合した GUI の整備, 測光フィルターの拡充, 新たなグリズム ($R \sim$400; 4000-8000Å) と波長校正ランプの追加搭載等を行ってきている. Hashiba et al. (2014, SPIE, 9147, 2) による LISS 開発状況の報告以後の改良を経た LISS の最新の仕様や, なゆた望遠鏡搭載時の LISS の性能等については, 兵庫県立大学天文科学センター紀要第 3 号に詳細な情報を発表しており, 西はりま天文台のウェブ上で公開されている.

LISS は現在では定常的に科学観測を行える安定した装置になっている. 2.0-m なゆた望遠鏡との組み合わせにより, LISS は現在日本国内で使用できる可視分光器 (ただし低分散) としては最も高感度の装置になっている. LISS は 2015 年度以降, PI 装置として西はりま天文台公募観測に供されており, LISS 開発メンバー以外の方々からの観測提案も受け入れ始めている.

2.5.5　TAO 計画

天文センターでは南米チリアタカマ砂漠の標高 5,640m の地点に赤外線観測に最適化した口径 6.5m の大型望遠鏡を建設する計画 (TAO 計画) を推進中である. 平成 12 年度に天文センター内で議論を開始して以来, サイト調査やアクセス道路の整備, 望遠鏡の概念設計など準備を進めてきた. また平成 19 年度には先行望遠鏡である東京大学アタカマ 1m 望遠鏡 (通称 miniTAO 望遠鏡) も観測を開始した. 平成 24 年度には補正予算によって 6.5m 望遠鏡の製作予算が措置され, 望遠鏡本体および付帯設備の検討が本格化した.

平成 27 年度は TAO 本格製作フェーズの三年目として, 望遠鏡および付帯設備の設計製作を進めた. 具体的には, 望遠鏡鏡 (主鏡・副鏡・第三鏡), 主鏡セル, 望遠鏡架台と, エンクロージャの一部製作を行った. また, 山頂設備および蒸着釜の設計や輸送計画の検討および現地建設業者調査なども行った.

1. TAO 計画の全体進捗 (吉井, 土居, 田中, 河野, 宮田, 本原, 田辺, 峰崎, 酒向, 諸隈, 田村, 小西, 高橋, 上塚, 加藤, 青木, 征矢野, 樽沢; 越田 (国立天文台))
   TAO 計画は現在製作フェーズに入っている. 平成 27 年度は製作フェーズ 3 年目にあたり, 各部の国内製作が大詰めを迎えた. 製作は基本企業で行われるが, 詳細な仕様の決定や進捗管理は TAO グループで行っている. このため, グループ内の担当が一堂に会して情報交換を行い, 技術的な各種決定を行うための技術検討会をおおよそ 10 日に 1 回, 計 27 回行った. また, 業者を含めた担当者が一堂に会し, 現況の情報交換及び今後の計画のすり合わせを行う拡大技術検討会を 11/6 に実施した. 参加者は東大スタッフ, 院生を含め 30 名であった.

   さらに, ファーストライトに向けた科学検討を行うため, 日本天文学会にて企画セッションを実施した. セッションは 2016 年 3 月 16 日の午前午後に渡って開催され, 宇宙論から太陽系天体まで幅広い分野について講演と議論が行われた. 講演数は基調講演が 4 件, 一般講演が 16 件であり, 参加者はのべ約 150 名であった.

   さらに 2016 年 3 月 18 日には, 天文センター・天文教室のスタッフが参加してのサイエンスミニワークショップも開催した. ここでは吉井, 戸谷, 宮田, 左近が講演を行い, TAO でのサイエンスについて集中的な議論が行われた.

時間	番号	講演者	題目
09:30-09:54	Z101r	吉井 譲 (東京大学)	東京大学アタカマ天文台 TAO6.5m 望遠鏡計画の概要
09:54-10:06	Z102a	鮫島 寛明 (京都産業大学)	クェーサーで探る [Mg/Fe] 組成比の宇宙宙論的進化と星形成史
10:06-10:18	Z103a	峰崎 岳夫 (東京大学)	Super-MAGNUM project Unprecedented Long-Term Infrared Monitoring of High-Redshift QSOs
10:18-10:42	Z104r	梅村 雅之 (筑波大学)	TAO による銀河形成研究の新展開
10:42-10:54	Z105a	児玉 忠恭 (国立天文台)	SWIMS-18 サーベイ : $1 < z < 5$ の銀河形成史を極める
10:54-11:06	Z106a	前田 啓一 (京都大学)	超新星追観測でせまる親星・爆発の統一的理解と TAO に期待される役割
11:06-11:18	Z107a	米徳 大輔 (金沢大学)	ガンマ線バースト観測衛星 HiZ- GUNDAM と TAO 望遠鏡との連携による初期宇宙探査
11:18-11:30	Z108a	吉田 道利 (広島大学)	TAO による重力波放射源の光学対応天体の追跡探査
11:30-11:33	Z109b	松岡 良樹 (国立天文台)	宇宙最遠クエーサーの探索 : Subaru/HSC から TAO/SWIMS へ
11:33-11:36	Z110b	利川 潤 (国立天文台)	SWIMS-18 サーベイによる原始銀河団探査
13:30-13:54	Z111r	中村 文隆 (国立天文台)	星間物質/星形成から TAO に期待すること
13:54-14:18	Z112r	野沢 貴也 (国立天文台)	TAO で紐解くダスト形成過程
14:18-14:30	Z113a	浅野 健太朗 (JAXA/ISAS)	TAO 中間赤外線観測を用いた双極状惑星状星雲ダストトーラスの観測計画
14:30-14:42	Z114a	生駒 大洋 (東京大学)	惑星系の多様性と起源の解明に向けた系外惑星トランジット観測の重要性
14:42-14:54	Z115a	成田 憲保 (アストロバイオロジーセンター)	K2/TESS による全天トランジットサーベイと TAO との連携
14:54-15:06	Z116a	臼井 文彦 (東京大学)	TAO/MIMIZUKU による小惑星の近赤外線分光サーベイ計画
15:06-15:18	Z117a	坂野井 健 (東北大学)	TAO とハレアカラ望遠鏡群による木星ならびに小天体の連続観測
15:18-15:21	Z118b	佐藤 隆雄 (JAXA/ISAS)	Subaru/COMICS データで探る金星雲頂構造の特徴 -TAO への期待
15:21-15:24	Z119b	上塚 貴史 (東京大学)	TAO 中間赤外線観測によるミラ型変光星のダスト形成モニタリング観測
15:24-15:27	Z120b	宮田 隆志 (東京大学)	TAO 中間赤外線観測による dustiest evolved stars の観測計画

表 2.1: 日本天文学会 2016 年春季年会企画セッション「東京大学アタカマ天文台のサイエンス戦略」プログラム

図 2.2: 日本天文学会 2016 年春季年会における TAO 企画セッションの様子.

2. TAO 望遠鏡本体等の検討 (吉井, 土居, 田中, 河野, 宮田, 本原, 田辺, 峰崎, 酒向, 諸隈, 田村, 小西, 高橋, 上塚, 加藤, 青木, 征矢野, 樽沢; 半田 (鹿児島大学); 越田 (国立天文台))
TAO6.5m 望遠鏡は, 主鏡口径 6.5m, 光学系瞳を副鏡に置いた視野 ϕ25 分角直径の広視野リッチ・クレチエン系を採用し, 観測装置搭載焦点としてナスミス焦点 2ヶ所と将来拡張用のベントカセグレン焦点を 2ヶ所を備えることとしている. 観測装置は, 基本的に各焦点部に取り付けたまま運用することを想定し, 第三鏡の回転による光線切り替えのでみ迅速に観測装置を交代させる. 望遠鏡単体での結像性能は, TAO サイトの良好なシーイングを劣化させないよう, 星像の 80% encircled energy 直径 $\theta_{80} = 0.33$ arcsec, 半値全幅 FWHM= 0.22 arcsec を仕様としている. 赤外線観測性能だけでなく紫外線観測性能にも優れた観測条件を活かすべく主鏡・副鏡・第三鏡はいずれもアルミニウムコーティングを採用する. また, 焦点面の最終 F 値をすばる望遠鏡と同じ 12.2 とすることで, 同望遠鏡との観測装置の相互運用を可能にしている.

このような仕様のもと, 主鏡, 副鏡, 第三鏡およびそれらの支持機構をアリゾナ大学スチュワート天文台リチャード・F・カリス・ミラーラボ (旧 SOML) が, 望遠鏡鏡筒および架台を西村製作所が, 星像位置および波面測定装置と望遠鏡制御 ソフトウェアを LLP 京都虹工房が, 主鏡蒸着装置は三光精衡所が, 分担して製作を進めることとなった.

アリゾナ大学において, 平成 27 年度は, TAO サイトにおける低温での駆動に対応した空力アクチュエータ, 固定点アクチュエータの開発, 試験, 製作, 較正を進めた. また, 主鏡セルの位置決めピンの配置, 位置測定, 固定点機構の設置と位置測定を行った. 主鏡支持機構ソフトウェアのシミュレータの製作も並行して行われ, それを元に望遠鏡制御システムの開発が進んだ.

望遠鏡架台はトライポッド – ディスク型式の経緯台である. 望遠鏡方位軸・高度軸ともに流体静圧軸受とフリクションドライブによる駆動機構を備え, 全高約 15m (ピラーを含めず) , 不動点高約 5.5m (ナスミス床より) , 総重量約 200t の巨大な構造物が出来上がった. 高い結像性能を達成するため, 架台の姿勢変化に伴って生じる鏡筒の重力変形や主鏡形状の変化を副鏡駆動機構や主鏡支持機構によって能動的に補正する手法を採用する. 補正にあたっては観測中の望遠鏡指向方向や温度のほか, 波面測定装置により観測装置の視野外の参照星を使い測定された望遠鏡光学系の波面誤差を情報として利用する予定である.

現在望遠鏡架台は兵庫県内の作業場にて調整と試験を進めており, 望遠鏡として高い性能を発揮するために, 架台の駆動とその他の装置群を統合して制御するシステムの開発を進めている. さらに観測装置交換

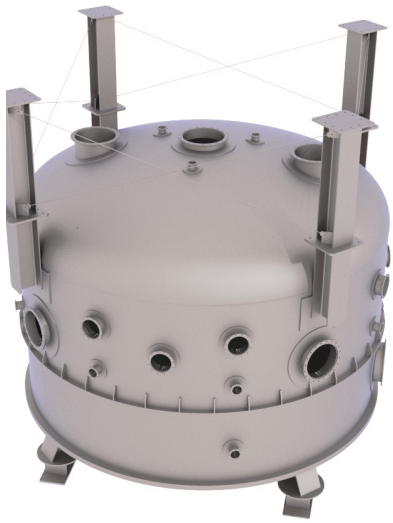

図 2.3: TAO6.5m 望遠鏡蒸着装置チャンバー CG 画像.

機構など観測運用に欠かせない関連装置との結合試験を行い, また国内での組立調整の経験のもと現地での作業手順についても詳細な検討を進めていく予定である.

3. TAO6.5m 望遠鏡蒸着装置の詳細設計および蒸着試験 (吉井, 土居, 田中, 河野, 宮田, 本原, 田辺, 峰崎, 酒向, 諸隈, 田村, 小西, 高橋, 上塚, 加藤, 青木, 征矢野, 樽沢)
蒸着装置とは, 経年劣化による鏡面の反射膜を再生し, 望遠鏡の光学性能を維持するための装置である. 蒸着は, 望遠鏡ドームおよび併設された観測運用棟において以下の流れで行われる. 尚, TAO の主鏡は非常に繊細に扱わなければならないため, 一連の蒸着作業は, 主鏡が主鏡セルに入ったままの状態で行われる. また望遠鏡ドームから蒸着エリアまでレールが敷かれており, 直線平行のみの移動, つまり負荷のかかる上下方向の移動がないような作業工程となっている. レールは望遠鏡直下まで延びており, 蒸着の際は移動昇降台車が主鏡が入った主鏡セルを迎えることになる. 主鏡は望遠鏡ドームと観測運用棟を結ぶブリッジを通り, まず洗浄エリアへと運ばれる. ここで蒸着前の洗浄, 古い膜の剥離および鏡のインスペクションを行う. 剥離・洗浄はシーケンサーにより半自動的に行われる. 一連の洗浄工程の後, 鏡面の傷や剥離残しなどのチェックを行う. その後, 蒸着作業のために蒸着エリアへと移動, チャンバー上部と結合される. その後, 蒸着に十分な真空度になった後, 成膜作業となる.

   これらの作業に必要な専用の洗浄装置および主鏡 (セル) 移動台車は前年度までに完成しており, 問題なく洗浄・剥離が行われること, さらに主鏡セルを安全に且つ十分な余力を持って移動・昇降でることが確認されている.

   蒸着装置のメインコンポーネントとなるチャンバーの詳細設計および実際の TAO での蒸着を想定した実験が平成 28 年度の主な作業である. チャンバー本体は大きく分けてチャンバー上部, チャンバー下部に分割される. チャンバー下部は移動のための移動昇降台車に固定されている. 蒸着時は主鏡セルが上下チャンバーの間にサンドウィッチされる形となる. つまり主鏡セルも真空チャンバーの一部となる. 主鏡と主鏡セル内壁の間には真空分離のためのインフレータブルシールがあり, チャンバー内が真空になったときに, 高真空の鏡面上部と低真空の鏡面下部に分かれるようになっている. これは蒸着側は高い性能の成膜を実現するための高真空が必要であり, 一方アクチェータ等機械部品がある鏡面裏側を低真空に保つためである. 主鏡セルは既に完成しており, その情報を元にチャンバーの詳細設計を行い, 最終的には図 2.3 のような形状となっている.

TAO に必要な鏡面の成膜条件を満たすための蒸着装置の基本概念設計も終了している. この設計を元にした蒸着模擬実験を三光精衡所 4500 mm 成膜装置で行ったところ, 6.5 m の大きさの鏡面に相当する領域 (半径 3.25 m, 中心角 60 度の扇形) に膜厚や一様度などの仕様を満たす膜が実現できることを確認した. この実験では, TAO 専用のフィラメントを用いており, 蒸着時の電流・電圧や蒸発時間などの成膜条件および, 効率を最大限にするスプレーパターン (フィラメントの 2 次元配置) を決定することができた.

4. TAO 山頂施設の設計 (吉井, 土居, 田中, 河野, 宮田, 本原, 田辺, 峰崎, 酒向, 諸隈, 田村, 小西, 高橋, 上塚, 加藤, 青木, 征矢野, 樽沢; 内田 (九州大学))
TAO6.5m 望遠鏡エンクロージャと観測運用棟からなるチャナントール山山頂施設の設計と製作を実施した.2015/6 より, 山頂施設の風の影響について九州大学応用力学研究所と環境 GIS 社との共同で調査を実施した. 九州大学のスパコンを用いてエンクロージャ内部および周辺の詳細なモデルを構築し大規模な風況計算を実施した. 西風に対してスリットを西に向けて開放し, 換気窓の開け方を変えた 2 ケースと, スリットを北に向けた 1 ケースを実施した. 風況計算の結果, 上段の換気窓をスリット後方の 2 個のみに削減しても観測性能の劣化は少ないことがわかった. エンクロージャの上部の製作は西村製作所と共同で進めた. 方位軸の回転駆動を高速円滑化するために水平台車を追加製作した. また, 風況計算の結果を受けエンクロージャ上段の換気窓の個数を 2 個に削減する設計変更を実施した. これにより換気窓は計 14 個 (上段 2 個, 下段 12 個) となった. エンクロージャの下部と観測運用棟の設計を JAG 国際エナジー社 (旧国際ランド社) と共同で作業を進めた. 2015/10 には JAG 国際エナジー社のサポートを受けながらチリのプーマ社が TAO サイトの山頂測量を実施した.2015/12 には山頂施設と道路拡張工事の施工が可能なチリ国内の業者の調査を実施した.

5. TAO 山麓施設の整備と運用 (吉井, 土居, 田中, 河野, 宮田, 本原, 田辺, 峰崎, 酒向, 諸隈, 田村, 小西, 高橋, 上塚, 加藤, 青木, 征矢野, 樽沢)
TAO 山麓施設は,TAO 望遠鏡の運用と開発の拠点となる施設である. チリ共和国サンペドロ・デ・アタカマ市の中心部に位置し, 研究棟, 発電機棟, 観測小屋の設備を持つ.2015 年度は研究棟の内装の仕上げ, キッチンの整備, 電気設備の整備, 屋上防水処理の強化を実施した. また, 施設敷地の内門と外門の整備, 緑化作業も実施した.2015/10 には, 観測小屋に残っていた物資をすべて研究棟へ移動し, 観測小屋を閉鎖した.2015 年度は 1 年を通じ TAO 関係者に加え, 国立天文台 ASTE プロジェクトのメンバが継続的に利用した.

山麓施設の基本情報を以下に示す.

施設名 (日本語)	東京大学アタカマ天文台山麓施設
施設名 (英語)	The University of Tokyo Atacama Observatory Base Facility
住所	PALPANA Sitio#04, Ayllu de LARACHE.SAN PEDRO DE ATACAMA, CHILE
敷地面積	13,000 m^2
建物面積	554 m^2

山麓施設の利用状況を以下に示す.

所属機関	利用人数 (人)	宿泊数 (人・ 日)
東京大学	15	94
国立天文台	43	568
計	58	662

山麓施設に関係した役務, 営繕工事等を以下に示す.

2015 年	4 月	施設内鏡取り付け
	5 月	屋上防水補強工事
	8 月	正門修理塗装作業
	9 月	発電機室屋根防水作業
	10 月	電気室ドア修理, 塗装作業
2016 年	2 月	内門改修設置作業

TAO 6.5m 望遠鏡用近赤外線観測装置 SWIMS

1. TAO 6.5m 望遠鏡用近赤外線観測装置 SWIMS の開発 (本原, 高橋, 小西, 舘内, 北川 祐太朗, 寺尾 恭範, 加藤, 吉井, 土居, 河野, 田中, 宮田, 酒向, 田辺, 峰崎, 諸隈, 田村, 上塚, 青木, 征矢野, 樽沢, 岡田 一志, 内山 允史, 毛利 清; 半田 (鹿児 島大学); 越田 (国立天文台))
   TAO 6.5m 望遠鏡が建設される南米チリ・アタカマ高地のチャナントール山 (標高 5,640 m) では赤外線観測の妨げとなる水蒸気が極めて少ないことが実証されており, これにより近赤外線波長域 (0.9–2.5 μm) のほぼ全域において透明度の高い大気を通した観測が可能となる.

   この利点を活かすために, 我々は広視野に渡り近赤外線の 2 波長域の同時撮像, または全波長域を一度に多天体分光することができる観測装置 SWIMS (Simultaneous-color Wide-field Infrared Multi-object Spectrograph) の開発を進めている. また, 広がった天体に対して, より効率的に情報を抽出できる面分光機能 (IFU) の開発も 2010 年度から進めている. なお, 本装置は TAO 6.5m 望遠鏡に先行して完成するため, 持ち込み装置としてすばる望遠鏡に搭載し, 機能試験及び初期科学観測を行う予定である.

   本年度は開発の最終段階として, 全コンポーネントのデュワーへの組み込みと, 冷却結像性能評価試験を中心に進めてきた. 結像性能評価や検出器ノイズ評価, IFU 開発状況等はそれぞれの報告を参照のこと.

   (a) 全ての光学素子 (コリメータレンズ類, blue/red のカメラレンズ類, ダイクロイックミラー, 広帯域・中帯域・狭帯域フィルター, グリズム) と 4 台全ての検出器に加えて, フィルターボックスの重量バランス用カウンターウェイトのインストールが完了した. また, 昨年度に検出器部の冷却が不十分であり, 熱パスの追加が必要であることを報告したが, 高純度銅ケーブル (ϕ 2 mm × 3 本) を鉛でろう接させた熱パスを自作し, *red*/*blue* arm それぞれの検出器マウントに設置した. 以上により, SWIMS に搭載される全ての素子のインストールを完了することができた.

   (b) 冷却性能として, 到達温度は光学ベンチで約 15 K, 検出器部で 20 K 改善することが出来た. その結果, 検出器部は 100 K に到達したが, 暗電流を抑制するために 80 K 程度までさらに冷却する必要があった. また, 結像評価の結果からは, 検出器面を 0.6 mm 程度望遠鏡から遠ざける必要があることが判明した. これら 2 つの要求を満たすために, 熱伝導率の小さいガラスファイバー樹脂製の薄いシムを作成し, 検出器マウントとカメラ光学系マウントの間に挟んだ. それにより, 最終的に検出器部をおよそ 80 K まで冷却すること, また結像性能 (FWHM) $\sim$ 1.5 pixel を達成することが出来た.

   (c) 制御ソフトウェアは, すばる望遠鏡観測制御システム Gen2 とのインターフェースを持つような設計を MIMIZUKU と共同で進めている. 装置内部の制御システムに関しては, サーバー・クライアント系 (フィルターホイール・MOSU・検出器読み出し) とスタンドアローン系 (温度計・真空系・PDU) の 2 種類の実装をほぼ完了した.

   次年度は, 結像性能の再評価 (と必要があればシムの再調整) を行うとともに, スリットマスクとグリズムを使用して分光性能の評価を行う. 国立天文台ハワイ観測所との調整が出来次第, ハワイへ輸送し, すばる望遠鏡での観測に臨む予定である.

2. SWIMS 光学系の結像性能評価 (大橋 宗史, 本原, 高橋, 小西, 加藤, 北川 祐太朗, 小早川 大, 寺尾 恭範; 山室 (オプトクラフト))
   我々はこれまで SWIMS 光学系の結像性能評価を行ってきた. 2015 年度では初めて SWIMS に光を入れ, ピンホールを用いた結像試験を行った. その結果, 青チャンネル (波長 0.9–1.4 μm), 赤チャンネル (1.4–2.5 μm) ともに焦点がずれていることが判明した. そこで両チャネルともに, カメラ光学系と検出器ボックスの間に厚さ 0.6 mm の樹脂板を挟むことで調整を行った. これにより, FWHM∼1.5pixel の結像性能が得られる見込みである.

   また冷却試験の結果, 冷却時の到達温度が設計値 (65 K) よりも高くなることが判明した. そこで鏡筒や硝材の熱膨張や屈折率の温度依存性を考慮した上光線追跡を再度シミュレートし, 結像性能の温度依存性を調査した. その結果, 結像性能自体には大きな変化はないものの, 両チャンネルともに焦点位置が ∼0.03 mm/K の割合でずれることが示唆された. 次年度は再度結像試験を行い, 光学系の最終調整を進めていく. また, デュワー内の温度を変化させて焦点位置の温度依存性を測定することでシミュレーションを検証し, SWIMS の運用の際の指標とする.

3. SWIMS 検出器システムの開発と評価 (寺尾 恭範, 本原, 小西, 高橋, 加藤, 北川 祐太郎, 小早川 大, 大橋 宗史)
   SWIMS は, Teledyne Scientific & Imaging, LLC (米国) の赤外線検出器 HAWAII-2RG (HgCdTe Astronomy Wide Area Infrared Imager with 2K × 2K resolution, Reference pixels and Guide mode; 以下 H2RG) を red, blue アームそれぞれの焦点面に 2 台ずつ, 計 4 台搭載する (最終的には各 4 台ずつの計 8 台). これまでに, 試験用デュワーを用いて H2RG を単独あるいは 2 台同時に冷却駆動し, 性能評価試験を行ってきた. 本年度は H2RG 複数台同時駆動時のノイズ改善と, H2RG を SWIMS デュワーに搭載しての冷却駆動試験を行った.

   - 新型読み出し用ケーブルの製作と加工: H2RG の読み出しは, Teledyne 社製の専用読み出し回路である SIDECAR ASIC と JADE2 Card をフラットケーブルで接続して行う. 過去の試験で明らかになった H2RG 複数台同時駆動時のケーブル間干渉によるノイズ増加を改善するために, 新たにケーブルを設計し, 沖電線株式会社に製作を依頼した. 新型ケーブルをデュワーに接地するこで, H2RG 複数台同時駆動時にもマルチサンプリングを用いることでノイズ低減が可能であることを示した (32 回読み出しで $\sim 8e^-$).
   - SWIMS デュワーでの駆動試験: 4 台の H2RG を SWIMS デュワーに搭載して冷却下 ($\sim$ 90 K) での駆動試験を行い, すべての H2RG が正常に動作することを確認した. ピンホールを用いた結像試験を同時に行い, 結像性能として FWHM $\sim$ 1.5 pixel が達成された. また, それぞれの H2RG で最適な駆動パラメータ (バイアス電圧など) が異なることがわかった.

   次年度は, SWIMS デュワー環境で駆動パラメータを最適化し, 最終的な性能評価試験を行う. また, 検出器読み出しシステムを SWIMS 全体の制御システムに組み込むためのソフトウェア整備も行う.

4. SWIMS 用イメージスライサー型近赤外面分光ユニットの開発 (北川 祐太朗, 高橋, 小西, 加藤, 小早川 大, 寺尾 恭範, 本原; 山形 (理化学研究所); 森田 (東京電機大); 尾崎 (国立天文台))
   我々はこれまでイメージスライサー方式を用いた面分光ユニット (IFU) を開発してきた. これは近赤外撮像分光カメラ SWIMS に搭載可能な面分光モジュールであり, 広視野 (17 ×13 arcsec^2,TAO 望遠鏡搭載時), 広波長帯 (0.9–2.5 μm) で 3 次元情報 (x, y, λ) を一度に取得できるという特徴を有している. この IFU は多天体分光用スリットマスクと同サイズまで小型化することで, 一晩のうちに撮像・スリット分光・面分光の観測モードを制御 PC から遠隔操作で自在に選択することが可能になる. 現在, ホスト装置である SWIMS の開発と合わせて, IFU もハワイすばる望遠鏡によるファーストライトを目指して急ピッチで開発が進められている. 2015 年度は以下の項目について開発をおこなった.

- SWIMS には多天体分光用スリットマスクを収納するための真空デュワー (カルーセル部) が本体デュワーと独立して昇温できるように設けられている. このカルーセル部に IFU を格納するためのホルダを取り付ける必要があり, そのための設計・製作をおこなった. IFU ホルダは通常のスリットマスク用ホルダ 2 個分の容積を専有することを許容とし, そのもとで設計をすすめた. 製作したホルダを取り出したカルーセルに設置したのち, 動作チェックをおこなうことで新たに導入したホルダが既存の動作環境に影響を与えないことを確認した. これにより IFU に関連した SWIMS 本体への改造は完了となる.
- IFU ホルダの導入に合わせて, IFU 外形を模したダミー IFU を製作し重量試験をおこなった. これは, IFU ホルダとマスク交換用ロボットアームとの位置整合性の検証に加え, IFU の重量 ($\sim$ 1 kg) を問題なく取り扱えるかを検証するための試験となる. ダミー IFU は板金加工でカバーを製作し既存のスリットマスクに取り付けることで準備した (総重量: 905 g). 試験は焦点面とホルダーの間を PC 制御で 100 回往復させ, 途中で異常な事象が見られないかをチェックした. 結果は, ホルダとの位置整合性, 荷重に対する動作ともに問題なく, 常温・大気圧下では現在のロボットアームで IFU を安全に運用できることを実証した. 今後は観測時の運用を想定し, 低温・真空下かつ装置を傾けた状態で同様の試験をおこなう予定である.
- IFU は 0.9–2.5 μm の近赤外領域で使用されため, 光学系全体を熱による背景ノイズ抑制を目的として冷却環境下 ($\sim$80 K) におく必要がある. そこで IFU ミラーアレイの母材は熱収縮率の差異によるミスアライメントを防ぐために支持構造材と同じ金属材料による一体加工が望ましい. 一方, 複雑形状を有するミラーアレイを高精度 (表面粗さ $<$ 5 nm rms, 形状誤差 $<$ 0.1 μm P–V) で加工することは非常にチャレンジングな課題である. そこで我々は近年発展目覚ましい超精密切削加工技術に着目し, 加工手法ごとに試作イメージスライサー製作実験を行った. 実験はアルミニウム合金に無電解ニッケルリンめっきを施して, 最後に超精密加工で鏡面仕上をおこなった. ますエンドミル加工では表面粗さが $\sim$ 3 nm と要求精度を十分満たす値が得られた. ただし形状については加工機の並進軸と工具とのアライメント誤差に起因する緩やかな放物面形状が得られた (理想的には平面). また同様の加工をシェーパ加工でも行ったが, こちらは工具の振動による明らかな粗さの悪化 ($\sim$ 100 nm) がみられた一方, 形状については仕様を満たす平面度が得られている. 解決策としてエンドミル加工については, テストカットを事前におこなうことでアライメント誤差を補正するようなフィードバックをプログラムに加えること, シェーパ加工についてもテストカットから最適な加工パラメータの割り出しが求められる. 今後は各々の技術課題の克服を目的とし, IFU ミラーアレイの製作を早急におこなう予定である.

TAO 6.5m 望遠鏡用中間赤外線観測装置 MIMIZUKU

1. TAO 6.5m 望遠鏡用中間赤外線観測装置 MIMIZUKU の開発 (宮田, 酒向, 上塚, 大澤 亮, 岡田, 内山 允史, 毛利 清, 山口 淳平, 吉井, 土居, 河野, 田中, 本原, 田辺, 峰崎, 諸隈, 田村, 青木, 征矢野, 樽沢, 加藤, 小西, 高橋, 北川 祐太朗, 小早川 大, 寺尾 恭範, 大橋 宗史, 尾中, 左近; 浅野, 片坐 (ISAS/JAXA); 内山 (瑞), 越田 (国立天文台); 半田 (鹿児島大学))

   Mid-Infrared Multi-field Imager for gaZing at the UkNown Universe (MIMIZUKU) は TAO 6.5m 望遠鏡の第一期観測装置として開発している中間赤外線観測装置である. 2–38 μm という広い波長域の撮像・分光モニタリングを実現する装置で, 多様な天体の時間変動現象や, 宇宙に存在するダストの形成・変性・破壊現象の解明を目指すものである. 現在, 2017 年度以降のすばる望遠鏡・TAO 望遠鏡での観測運用を目指し, 着々と開発を進めている. 光学系・近赤外線分光実装・Field Stacker・冷却チョッパー・検出器制御システムの開発については後述することとし, ここではその他の開発進捗について述べる.

   本年度は冷却系の開発を完了した. MIMIZUKU は光学系・検出器を冷却するための冷却系を備える. 昨

年度までにおおむねの開発を終えていたが, 一部の検出器搭載ステージの熱抵抗が高く, 検出器の要求温度が達成できない問題が判明した. これに対してステージ支持部の形状を変更することで熱抵抗を低減し, 検出器要求温度を実現できるようになった. また, 装置全体を回転・傾斜させ, 各部温度の姿勢依存性の評価試験も実施した. 結果, 各部の温度の姿勢依存性は十分に小さく, 姿勢が変化する観測運用にも耐えることが確認できた. 以上により冷却系の開発を完了できたものと考える.

再設計を進めていた冷却駆動系 (フィルターホイール・スリットホイール) については, 本年度すべての設計を固め, 再製作を開始した. 製作はほぼ終盤に入っており, 塗装工程を残すのみとなった. 来年度はこれに光学素子を搭載し, MIMIZUKU 本体に搭載しての動作試験棟を行い完成を目指す. これと並行して進めていた遮光壁の再設計についても, すべての図面化を行い, 設計の確認と製作を残すところとなった. これについても来年度に完成を目指す. ハードウェアとしては装置内の配線の設計・製作も進めた. 必要となる配線の半分の設計・製作を完了することができた. 残る半分についてはおおよその設計を終えた状態にあり, これも来年度に完成を目指す.

本年度はハードウェアだけではなく, ソフトウェアの開発にも着手した. TAO の観測制御システムはすばる望遠鏡の観測制御システム Gen2 に似たシステムを採用する. すばる望遠鏡搭載のこともあり, MIMIZUKU の制御ソフトウェアは Gen2 につなぎこめるよう設計を進め, これを完了した. 来年度はその実装のためのプログラミングを進め, すばる望遠鏡輸送までの完成を目指す.

2. TAO 6.5m 望遠鏡用中間赤外線観測装置 MIMIZUKU の光学系の再調整 (宮田, 内山 允史, 毛利 清, 酒向, 上塚, 大澤 亮, 岡田 一志; 浅野 (ISAS); 岡田, 三ツ井 (NAOJ))
MIMIZUKU の光学系は広い観測波長域と広い視野を確保するために, 自由曲面 (軸外し二次曲面) 鏡を用いた反射光学系を採用している. 自由曲面鏡はアルミニウム合金の超精密切削加工により製作し, さらに反射率を最大化するために, イオンプレーティング法を用いて金の成膜を施している. 光学系は 2012 年度に一度完成させたが, その後電解腐食が起きていることが分かり, 2014 年度に再製作を行っていた. 2015 年度はこれの再調整を行った. 反射光学系の調整は非常に高い精度が求められるため, 調整は大型の三次元測定器とレーザーを併用して行った. 結果, 目標精度内に各光学部品が設置できた. CMOS カメラを用いた検査でも光学性能が十分であることが確認できている.

アルミ腐食の問題については引き続き基礎開発として取り組んでいる. 今年度はイオンプレーティングよりも密着性が高く, ピンホールもできにくいスパッタリング法による試作試験を実施した. 結果, 下地材をチタンに変更したほうが密着性が高く, よりよい鏡面が得られること, 平面鏡については高温高湿炉試験でも腐食しないことが確認できた. 来年度以降に曲面鏡についても試験を行い, 技術確立を目指す.

3. TAO 6.5m 望遠鏡用中間赤外線観測装置 MIMIZUKU の近赤外線分光機能の実装 (上塚, 宮田; 長谷川 (ISAS/JAXA); 臼井 (神戸大学); 高遠 (国立天文台); 森田 (東京電機大学); 海老塚 (理研))
TAO サイトでは 2.7 μm 帯に新たな大気の窓を得ることができ, この波長帯で観測ができれば, 太陽系小天体に存在する含水鉱物の観測が可能となる. しかしこれまでの MIMIZUKU の分光モードは, 短波長側は L バンドまでしかカバーされておらず, 本波長帯の観測ができなかった. そこで我々は, 太陽系小天体の含水鉱物・氷の探査を通した小惑星の熱史・地球の水の起源についての研究を進めるべく, MIMIZUKU に 2.7 μm 帯・KL バンドの分光機能を実装する計画を立ち上げ, これを進めることとなった.

本年度はまず本機能の設計を行った. 設計では含水鉱物・氷の観測に必要となる観測要求を洗い出し, MIMIZUKU 光学系とのマッチング, 観測スペクトルの安定性を考慮して観測波長帯・波長分解能を決定し, グリズム・スリットの仕様を確定させた. その後この設計に従って, 必要となる素子の手配・開発を進めた. 結果, フィルタ・スリット, およびグリズムの一部を準備することができた. 来年度はグリズムへの反射防止コートを実施し, 装置にインストールして分光性能の評価試験を行い, 観測の準備を進める.

4. TAO 6.5m 望遠鏡用中間赤外線観測装置 MIMIZUKU の二視野合成機構 Field Stacker の開発 (内山 允史, 宮田, 上塚, 酒向, 大澤 亮, 岡田, 毛利 清, 山口 淳平)

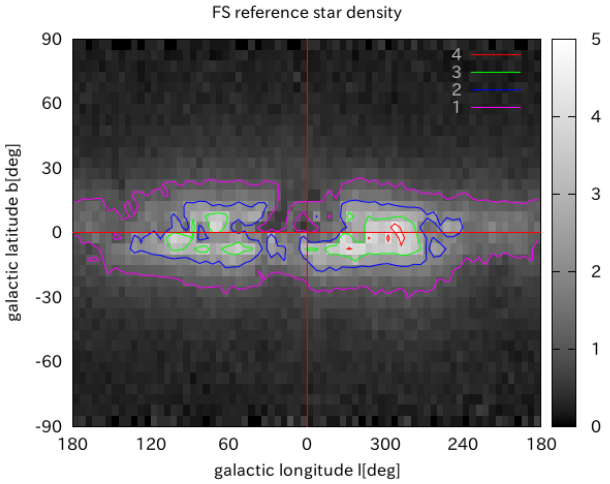

図 2.4: Field Stacker 参照星の密度. 等高線は TAO 望遠鏡の一視野 (ϕ 25 分角) あたりの参照星の個数を表しており, 1 以上のところで Field Stacker の利用が可能となる.

Field Stacker は MIMIZUKU 上部に設置する装置で, 2 つの離れた視野を合成する. これにより観測天体と標準星の同時観測を実現し, 高い測光精度の実現を狙う. 昨年度は装置の駆動誤差に起因する測光誤差が 1.1–2.3% であることを明らかにしたが, 本年度は大気起因で発生する測光誤差を評価した.

Field Stacker を用いた観測では二視野間の角距離が最大 25 分角となり, 従来の中間赤外線装置の視野 (1–2 分角) に比べて約 10 倍大きい. この大きく離れた二視野の間で大気透過率が同じである保証はない. 大気透過率が異なると相対測光の精度を損なうため , 大気透過率の空間的な差異について考察する必要がある. 大気透過率の空間的な差異を直接求めることは容易ではないため, 大気モデルを介し, 大気放射の時間変動からこれを推定した. 大気放射の時間変動は実観測のデータ (miniTAO/MAX38 による 31 μm 帯撮像の背景光カウント) を解析することで得た. MIMIZUKU 搭載予定の, 波長 8.9–38 μm をカバーする 7 枚のフィルターに対して推定を行った結果, 角距離が 25 分角のときの大気透過率の空間的な差異は 30 μm を超える波長域では 0.37–0.51%, それより短い波長の観測で生じる差異は 0.1% 未満ということが分かった. これより Field Stacker を用いた観測で狙う 1% の測光精度の達成において, 大気透過率の空間的な差異の影響は十分小さく, 障害にはならないという結論を得た.

また, Field Stacker を使用して二視野同時観測を行う際, 視野 ϕ 25 分角の中に参照星がある状況が, 全天でどれほど実現するかも調査した. AKARI・WISE 衛星のデータをクロスマッチングした赤外線全天カタログを用い, 中間赤外線観測の標準星として用いられる Cohen Standard Star と同じ色を持ち, かつ MIMIZUKU で観測可能な明るさ (波長 9 μm で 50 mJy 以上) の天体を参照星として選出した. これを銀経・銀緯を 5 度ごとに区切った領域でカウントし, スケールすることで ϕ 25 分角視野あたりの個数の分布を導出した. 結果を図 2.4 に示す. これより銀河面に近い領域では, ほとんどの場所で Field Stacker を用いた二視野同時観測が可能であることが分かった. この範囲には全天の観測可能天体の 74.2% が含まれており, 多くの天体で高精度観測を行うことができる.

5. TAO 6.5m 望遠鏡用中間赤外線観測装置 MIMIZUKU の新冷却チョッパーの開発 (毛利 清, 上塚, 宮田, 高橋, 酒向, 大澤 亮, 岡田, 内山 允史; 本田 (久留米大学); 大崎, 広江 (東京大学); 片坐 (ISAS/JAXA); Packham (UTSA))
地上中間赤外線観測では大気放射の変動が大きいため, これを取り除く技術が重要である. これまでは望遠鏡の副鏡を傾けるチョッピングによってこの変動を取り除いていたが, TMT などの次世代大型望遠鏡の副鏡は巨大になるため, チョッピングに必要な高速駆動が副鏡では実現できなくなる. そこで, 装置内

の副鏡と共役な位置に鏡を設け, これを傾けることで同じ効能を得る冷却チョッピングと呼ぶ新しい手法の開発を進めている. TAO 望遠鏡の副鏡もチョッピングができないため, MIMIZUKU においても冷却チョッピングは必要な技術である. 当開発は TMT の第二期装置としての搭載を目指している中間赤外線観測装置 MICHI に用いる冷却チョッパーの開発が最終的な目標であるが, MICHI と MIMIZUKU で冷却チョッパーを取り付ける鏡の寸法がほぼ等しいうえ, MIMIZUKU で要求される性能が MICHI で要求される性能の 40% ほどであることから, 冷却チョッパー開発の重要なチェックポイントとして MIMIZUKU 用の冷却チョッパーの開発を進めている.

平成 26 年度には装置要求をまとめ, 試作 1 号機としての超伝導ボイスコイルモーター (VCM) の設計を完了し, 平成 27 年度は設計した超伝導 VCM の製作・性能評価を行った. 低温環境下での評価では VCM が超伝導状態になることを確認できたが, 動作試験の結果, 設計と異なる挙動を示すことが明らかとなった. これについては使用している超伝導線が低温時に磁性を持つことが原因と考えられ, 現在調査を進めている. また, 1 号機の評価と並行して, MIMIZUKU に合わせた試作 2 号機の基本設計も行った.

平成 28 年度は 1 号機の評価をもとに低温時の VCM 制御システムを整備するとともに, 2 号機を製作し, MIMIZUKU 搭載チョッパーのシステム全体としての設計を行う予定である.

6. TAO 6.5m 望遠鏡用中間赤外線観測装置 MIMIZUKU の検出器システムの開発 (酒向, 岡田 一志, 山口 淳平, 大澤 亮, 宮田, 上塚, 内山 允史, 毛利 清)
MIMIZUKU は 2–38 μm の広い波長範囲をカバーするため, 3 種類の検出器を用いる. 波長 2–6 μm の NIR チャンネルには HAWAII-1RG (Teledyne Technologies 社製), 波長 8–26 μm の MIR-S チャンネルには Aquarius (Raytheon 社製), 波長 17–38 μm の MIR-L チャンネルには MF128 (SB) (DRS Technologies 社製) をそれぞれ用いる. 検出器制御システムは miniTAO/MAX38, Kiso/KWFC, Kiso/Tomo-e PM 等の検出器制御システムを改変し開発している. 制御システムは異なる検出器間でなるべく共通化し, また, 互いに独立に駆動することで簡略化を図っている. ここではその開発進捗について報告する.

先行する装置と大きく異なるのは低温エレクトロニクスである. 大規模な装置である MIMIZUKU では検出器から AD 変換を行う常温エレクトロニクスまでに 3 m もの長い配線があり, 寄生容量が大きい. これにより, 中間赤外線で要求される高速読み出しが困難となるのと同時に, 過渡的に大きな電流が流れて検出器発熱が大きくなる懸念がある. そこで検出器から約 1 m 配線を伸ばした位置に出力信号をバッファする回路を置くこととした. この部位は 20 K の低温環境であり, その中でも動作するバッファ回路 (ソースフォロワ) の開発を行っている. 昨年までに回路基板の製作を終えており, 今年度はその動作検証を行った. 実験用のデュワー内にバッファ回路を設置して 20 K に冷却し, その先に検出器を模擬した抵抗をつなげ, 検出器制御システム全体のノイズを測定した. 結果, Aquarius 検出器の読み出しノイズと同等以下のノイズレベルが達成可能であることを確認した. これにより基板に採用した GaAs-MESFET, および基板設計の妥当性が確認された. Aquarius 検出器については, 検出器マウントが板バネを用いた特殊な冷却・支持構造になっているため, 組立性, 冷却性能, 検出器破壊がおこらないか等の懸念があり, ダミー検出器チップを用いてそれぞれを試験した. 結果, 検出器マウントは冷却性能以外は問題ないことを確認することができた. 冷却性能についてはアルミ製の部品を無酸素銅で作り替えることで検出器の温度要求を実現できることを熱計算であきらかにし, その再製作を進めた.

HAWAII-1RG, Aquarius 検出器については, 検出器制御システムを構築し, システム評価を行った. 検出器駆動部・読み出し部ともに, 要求を満たすことが確認されたため, 検出器マウントに検出器マルチプレクサをインストールし, 常温駆動試験を開始した. 来年度は各検出器について検出器マルチプレクサ, および検出器の駆動試験をすすめ, 検出器・システム性能評価, 最適化を実施する.

2.5.6 東京大学アタカマ 1m 望遠鏡

1. Paα, β, Hα を用いた近傍 LIRG におけるダスト減光 (小早川 大, 本原, 小西, 高橋, 北川 祐太朗, 寺尾 恭範)
   我々はこれまで, miniTAO/ANIR による, 近傍 ($cz = 2800 - 8100$km/s) 高光度赤外線銀河 (LIRG) の Paα 輝線による撮像サーベイを行ってきた. Paα は星形成領域の直接の指標であるとともに, ダスト吸収に強いため, このような活発な星形成銀河の中の星形成活動を詳細に探ることが可能となる.

   しかしながら, Paα 輝線でもやはりダスト吸収の影響を受ける. そこでその量を定量的に評価するため, これら天体の可視 Hα 及び近赤外 Paβ 輝線によるフォローアップの狭帯域撮像観測を 14 天体について行った, その結果, これら LIRG の星形成領域におけるダスト減光量は銀河中心領域のほうが大きく, やはりダスト減光量の正確な評価が銀河内の星形成領域の分布を正確に把握するには重要であることが示された. また, 銀河全体では混合ダストモデルの減光曲線で再現されるものの, 銀河中心部のみではスクリーンダストモデルの減光曲線が合うものが 4 天体あり, これらは全て, LINER または Seyfert2 の活動銀河核をもつ天体であった. このことは, 星形成領域と活動銀河核では異なったダスト減光曲線を用いる必要があることを示唆している.

   これらの結果は, 修士論文 (小早川 大) としてまとめられた.

2.6　論文及び出版物

2.6.1　英文報告

[2015]

・Main journal

1. Akiyama, M., Ueda, Y., Watson, M. G., Furusawa, H., Takata, T., Simpson, C., Morokuma, T., Yamada, T., Ohta, K., Iwamuro, F., Yabe, K., Tamura, N., Moritani, Y., Takato, N., Kimura, M., Maihara, T., Dalton, G., Lewis, I., Lee, H., Curtis-Lake, E., Macaulay, E., Clarke, F., Silverman, J. D., Croom, S., Ouchi, M., Hanami, H., Díaz Tello, J., Yoshikawa, T., Fujishiro, N., and Sekiguchi, K., "The Subaru-XMM-Newton Deep Survey (SXDS). VIII. Multi-wavelength identification, optical/NIR spectroscopic properties, and photometric redshifts of X-ray sources†", 2015, PASJ 67, 82

2. Bonato, M., Negrello, M., Cai, Z.-Y., De Zotti, G., Bressan, A., Wada, T., Kohno, K., Maiolino, R., Gruppioni, C., Pozzi, F., and Lapi, A.,
"Predictions for surveys with the SPICA Mid-infrared Instrument", 2015, MNRAS 452, 356

3. Fathi, K., Izumi, T., Romeo, A. B., Martín, S., Imanishi, M., Hatziminaoglou, E., Aalto, S., Espada, D., Kohno, K., Krips, M., Matsushita, S., Meier, D. S., Nakai, N., and Terashima, Y., "Local Instability Signatures in ALMA Observations of Dense Gas in NGC 7469", 2015, ApJ 806, L34

4. Fukue, K., Matsunaga, N., Yamamoto, R., Kondo, S., Kobayashi, N., Ikeda, Y., Hamano, S., Yasui, C., Arasaki, T., Tsujimoto, T., Bono, G., and Inno, L., "Line-depth Ratios in H-band Spectra to Determine Effective Temperatures of G- and K-type Giants and Supergiants", 2015, ApJ 812, 64

5. Hamano, S., Kobayashi, N., Kondo, S., Ikeda, Y., Nakanishi, K., Yasui, C., Mizumoto, M., Matsunaga, N., Fukue, K., Mito, H., Yamamoto, R., Izumi, N., Nakaoka, T., Kawanishi, T., Kitano, A., Otsubo, S., Kinoshita, M., Kobayashi, H., and Kawakita, H.,
"Near-infrared Diffuse Interstellar Bands in $0.91 - 1.32\mu$m", 2015, ApJ 800, 137

6. Hatsukade, B., Tamura, Y., Iono, D., Matsuda, Y., Hayashi, M., and Oguri, M.,
"High-resolution ALMA observations of SDP.81. II. Molecular clump properties of a lensed submillimeter galaxy at $z = 3.042$", 2015, PASJ 67, 93

7. Hayashi, M., Ly, C., Shimasaku, K., Motohara, K., Malkan, M. A., Nagao, T., Kashikawa, N., Goto, R., and Naito, Y., "Physical conditions of the interstellar medium in star-forming galaxies at $z \sim 1.5$", 2015, PASJ 67, 80

8. Honda, M., Maaskant, K., Okamoto, Y. K., Kataza, H., Yamashita, T., Miyata, T., Sako, S., Fujiyoshi, T., Sakon, I., Fujiwara, H., Kamizuka, T., Mulders, G. D., Lopez-Rodriguez, E., Packham, C., and Onaka, T.,
"High-resolution 25 μm Imaging of the Disks around Herbig Ae/Be Stars", 2015, ApJ 804, 143

9. Ikarashi, S., Ivison, R. J., Caputi, K. I., Aretxaga, I., Dunlop, J. S., Hatsukade, B., Hughes, D. H., Iono, D., Izumi, T., Kawabe, R., Kohno, K., Lagos, C. D. P., Motohara, K., Nakanishi, K., Ohta, K., Tamura, Y., Umehata, H., Wilson, G. W., Yabe, K., and Yun, M. S.,
"Compact Starbursts in $z \sim 3 - 6$ Submillimeter Galaxies Revealed by ALMA", 2015, ApJ 810, 133

10. Ikeda, H., Nagao, T., Taniguchi, Y., Matsuoka, K., Kajisawa, M., Akiyama, M., Miyaji, T., Kashikawa, N., Morokuma, T., Shioya, Y., Enoki, M., Capak, P., Koekemoer, A. M., Masters, D., Salvato, M., Sanders, D. B., Schinnerer, E., and Scoville, N. Z., "The Quasar-LBG Two-point Angular Cross-correlation Function at $z \sim 4$ in the COSMOS Field", 2015, ApJ 809, 138

11. Inada, N., Oguri, M., Rusu, C. E., Kayo, I., and Morokuma, T., "Erratum: "Discovery of Four Doubly Imaged Quasar Lenses from the Sloan Digital Sky Survey", 2015, AJ 149, 35

12. Inno, L., Matsunaga, N., Romaniello, M., Bono, G., Monson, A., Ferraro, I., Iannicola, G., Persson, E., Buonanno, R., Freedman, W., Gieren, W., Groenewegen, M. A. T., Ita, Y., Laney, C. D., Lemasle, B., Madore, B. F., Nagayama, T., Nakada, Y., Nonino, M., Pietrzyński, G., Primas, F., Scowcroft, V., Soszyński, I., Tanabé, T., and Udalski, A.,
"New NIR light-curve templates for classical Cepheids", 2015, A&A 576, A30

13. Ishiguro, M., Kuroda, D., Hanayama, H., Takahashi, J., Hasegawa, S., Sarugaku, Y., Watanabe, M., Imai, M., Goda, S., Akitaya, H., Takagi, Y., Morihana, K., Honda, S., Arai, A., Sekiguchi, K., Oasa, Y., Saito, Y., Morokuma, T., Murata, K., Nogami, D., Nagayama, T., Yanagisawa, K., Yoshida, M., Ohta, K., Kawai, N., Miyaji, T., Fukushima, H., Watanabe, J.-i., Opitom, C., Jehin, E., Gillon, M., and Vaubaillon, J. J., "Dust from Comet 209P/LINEAR during its 2014 Return: Parent Body of a New Meteor Shower, the May Camelopardalids", 2015, ApJ 798, L34

14. Ishiyama, T., Enoki, M., Kobayashi, M. A. R., Makiya, R., Nagashima, M., and Oogi, T., "The ν^2GC simulations: Quantifying the dark side of the universe in the Planck cosmology", 2015, PASJ 194

15. Izumi, T., Kohno, K., Aalto, S., Doi, A., Espada, D., Fathi, K., Harada, N., Hatsukade, B., Hattori, T., Hsieh, P.-Y., Ikarashi, S., Imanishi, M., Iono, D., Ishizuki, S., Krips, M., Martín, S., Matsushita, S., Meier, D. S., Nagai, H., Nakai, N., Nakajima, T., Nakanishi, K., Nomura, H., Regan, M. W., Schinnerer, E., Sheth, K., Takano, S., Tamura, Y., Terashima, Y., Tosaki, T., Turner, J. L., Umehata, H., and Wiklind, T., "ALMA Observations of the Submillimeter Dense Molecular Gas Tracers in the Luminous Type-1 Active Nucleus of NGC 7469", 2015, ApJ 811, 39

16. Kataza, H., Sakon, I., Wada, T., Sarugaku, Y., Fujishiro, N., Ikeda, Y., Mitani, S., Ohyama, Y., and Kobayashi, N., "Performance Estimation of the Mid-Infrared Camera and Spectrometer Aboard SPICA", 2015, J. Astronomical Instrumentation 4, 1550001

17. Kokubo, M., "Constraints on the temperature inhomogeneity in quasar accretion discs from the ultraviolet-optical spectral variability", 2015, MNRAS 449, 94

18. Konishi, M., Motohara, K., Teteuchi, K., Takahashi, H., Kitagawa, Y., Kato, N., Sako, S., Uchimoto, Y. K., Toshikawa, K., Ohsawa, R., Yamamuro, T., Asano, K., Ita, Y., Kamizuka, T., Komugi, S., Koshida, S., Manabe, S., Matsunaga, N., Minezaki, T., Morokuma, T., Nakashima, A., Takagi, T., Tanabé, T., Uchiyama, M., Aoki, T., Doi, M., Handa, T, Kato, D., Kawara, K., Kohno, K., Miyata, T., Nakamura, T., Okada, K., Soyano, T., Tamura, Y., Tanaka, M., Tarusawa, K., and Yoshii, Y., "ANIR : Atacama Near-Infrared Camera for the 1.0-m miniTAO Telescope", 2015, PASJ 67, 4

19. Kuncarayakti, H., Aldering, G., Anderson, J. P., Arimoto, N., Doi, M., Galbany, L., Hamuy, M., Hashiba, Y., Kruehler, T., Maeda, K., Morokuma, T., and Usuda, T., "Constraining Supernova Progenitors: AN Integral Field Spectroscopic Survey of the Explosion Sites", 2015, PKAS 30, 139

20. Kuroda, D., Ishiguro, M., Watanabe, M., Akitaya, H., Takahashi, J., Hasegawa, S., Ui, T., Kanda, Y., Takaki, K., Itoh, R., Moritani, Y., Imai, M., Goda, S., Takagi, Y., Morihana, K., Honda, S., Arai, A., Hanayama, H., Nagayama, T., Nogami, D., Sarugaku, Y., Murata, K., Morokuma, T., Saito, Y., Oasa, Y., Sekiguchi, K., and Watanabe, J.-i., "Optical and Near-infrared Polarimetry for a Highly Dormant Comet 209P/LINEAR", 2015, ApJ 814, 156

21. Maeda, K., Nozawa, T., Nagao, T., and Motohara, K., "Constraining the amount of circumstellar matter and dust around Type Ia supernovae through near-infrared echoes", 2015, MNRAS 452, 3281

22. Martín, S., Kohno, K., Izumi, T., Krips, M., Meier, D. S., Aladro, R., Matsushita, S., Takano, S., Turner, J. L., Espada, D., Nakajima, T., Terashima, Y., Fathi, K., Hsieh, P.-Y., Imanishi, M., Lundgren, A., Nakai, N., Schinnerer, E., Sheth, K., and Wiklind, T.,
"Multimolecule ALMA observations toward the Seyfert 1 galaxy NGC 1097", 2015, A&A 573, A116

23. Matsuda, Y., Nagao, T., Iono, D., Hatsukade, B., Kohno, K., Tamura, Y., Yamaguchi, Y., and Shimizu, I., "The ALMA Patchy Deep Survey: A blind search for [CII] emitters at $z \sim 4.5$", 2015, MNRAS 451, 1141

24. Matsunaga, N., Fukue, K., Yamamoto, R., Kobayashi, N., Inno, L., Genovali, K., Bono, G., Baba, J., Fujii, M. S., Kondo, S., Ikeda, Y., Hamano, S., Nishiyama, S., Nagata, T., Aoki, W., and Tsujimoto, T., "Kinematics of Classical Cepheids in the Nuclear Stellar Disk", 2015, ApJ 799, 46

25. Minezaki, T. and Matsushita, K.,
"A New Black Hole Mass Estimate for Obscured Active Galactic Nuclei", 2015, ApJ 802, 98

26. Miyamoto, Y., Nakai, N., Seta, M., Salak, D., Hagiwara, K., Nagai, M., Ishii, S., and Yamauchi, A., "Hot ammonia in the center of the Seyfert 2 galaxy NGC 3079", 2015, PASJ 67, 5

27. Nakajima, T., Takano, S., Kohno, K., Harada, N., Herbst, E., Tamura, Y., Izumi, T., Taniguchi, A., and Tosaki, T., "A multi-transition study of molecules toward NGC 1068 based on high-resolution imaging observations with ALMA", 2015, PASJ 67, 8

28. Nakajima, T., Tsuji, T., and Takeda, Y., "Physical Properties of Gliese 229B Based on Newly Determined Carbon and Oxygen Abundances of Gliese 229A", 2015, AJ 150, 53

29. Ohsawa, R., Onaka, T., and Yasui, C.,
"Impact of the initial disk mass function on the disk fraction", 2015, PASJ 67, 120

30. Onaka, T., Sakon, I., Ohsawa, R., Mori, T. I., Kaneda, H., Tanaka, M., Okada, Y., Boulanger, F., Joblin, C., and Pilleri, P., "Near-Infrared Spectroscopy of the Diffuse Galactic Emission", 2015, Highlights of Astronomy 16, 703

31. Onishi, K., Iguchi, S., Sheth, K., and Kohno, K.,
"A Measurement of The Black Hole Mass in NGC1097 Using ALMA", 2015, ApJ 806, 39

32. Saito, T., Iono, D., Yun, M. S., Ueda, J., Nakanishi, K., Sugai, H., Espada, D., Imanishi, M., Motohara, K., Hagiwara, Y., Tateuchi, K., Lee, M., and Kawabe, R.,
"ALMA Multi-line Observations of the IR-bright Merger VV 114", 2015, ApJ 803, 60

33. Sano, K., Kawara, K., Matsuura, S., Kataza, H., Arai, T., and Matsuoka, Y., "Derivation of a Large Isotopic Diffuse Sky Emission Component at 1.25 and 2.2 μm from the COBE/DIRBE Data", 2016, ApJ 811, 77

34. Shirakata, H., Okamoto, T., Enoki, M., Nagashima, M., Kobayashi, M. A. R., Ishiyama, T., and Makiya, R.,
"The impact of dust in host galaxies on quasar luminosity functions", 2015, MNRAS 450, L6

35. Tadaki, K.-i., Kohno, K., Kodama, T., Ikarashi, S., Aretxaga, I., Berta, S., Caputi, K. I., Dunlop, J. S., Hatsukade, B., Hayashi, M., Hughes, D. H., Ivison, R., Izumi, T., Koyama, Y., Lutz, D., Makiya, R., Matsuda, Y., Nakanishi, K., Rujopakarn, W., Tamura, Y., Umehata, H., Wang, W.-H., Wilson, G. W., Wuyts, S., Yamaguchi, Y., and Yun, M. S., "SXDF-ALMA 1.5 arcmin^2 Deep Survey: A Compact Dusty Star-forming Galaxy at $z = 2.5$", 2015, ApJ 811, L3

36. Tamamitsu, M., Kitagawa, Y., Nakagawa, K., Horisaki, R., Oishi, Y., Morita, S., Yamagata, Y., Motohara, K., Goda, K.,,
"Spectrum slicer for snapshot spectral imaging,", 2015, Opt. Eng. 54, 123115

37. Tamura, Y., Kawabe, R., Shimajiri, Y., Tsukagoshi, T., Nakajima, Y., Oasa, Y., Wilner, D. J., Chandler, C. J., Saigo, K., Tomida, K., Yun, M. S., Taniguchi, A., Kohno, K., Hatsukade, B., Aretxaga, I., Austermann, J. E., Dickman, R., Ezawa, H., Goss, W. M., Hayashi, M., Hughes, D. H., Hiramatsu, M., Inutsuka, S., Ogasawara, R., Ohashi, N., Oshima, T., Scott, K. S., and Wilson, G. W., "Extremely Bright Submillimeter Galaxies beyond the Lupus-I Star-forming Region", 2015, ApJ 808, 121

38. Tamura, Y., Oguri, M., Iono, D., Hatsukade, B., Matsuda, Y., and Hayashi, M.,
"High-resolution ALMA observations of SDP.81. I. The innermost mass profile of the lensing elliptical galaxy probed by 30 milli-arcsecond images", 2015, PASJ 67, 72

39. Tateuchi, K., Konishi, M., Motohara, K., Takahashi, H., Mitani Kato, N., Kitagawa, Y., Todo, S., Toshikawa, K., Sako, S., Uchimoto, Y. K., Ohsawa, R., Asano, K., Ita, Y., Kamizuka, T., Komugi, S., Koshida, S., Manabe, S., Nakamura, T., Nakashima, A., Okada, K., Takagi, T., Tanabé, T., Uchiyama, M., Aoki, T., Doi, M., Handa, T., Kawara, K., Kohno, K., Minezaki, T., Miyata, T., Morokuma, T., Soyano, T., Tamura, Y., Tanaka, M., Tarusawa, K., and Yoshii, Y.,
"Ground-based Paα Narrow-band Imaging of Local Luminous Infrared Galaxies. I. Star Formation Rates and Surface Densities", 2015, ApJS 217, 1

40. Toba, Y., Nagao, T., Strauss, M. A., Aoki, K., Goto, T., Imanishi, M., Kawaguchi, T., Terashima, Y., Ueda, Y., Bosch, J., Bundy, K., Doi, Y., Inami, H., Komiyama, Y., Lupton, R. H., Matsuhara, H., Matsuoka, Y., Miyazaki, S., Morokuma, T., Nakata, F., Oi, N., Onoue, M., Oyabu, S., Price, P., Tait, P. J., Takata, T., Tanaka, M. M., Terai, T., Turner, E. L., Uchida, T., Usuda, T., Utsumi, Y., Yamada, Y., and Wang, S.-Y., "Hyper-luminous dust-obscured galaxies discovered by the Hyper Suprime-Cam on Subaru and WISE", 2015, PASJ 67, 86

41. Tsuji, T., Nakajima, T., and Takeda, Y., "Near-infrared spectroscopy of M dwarfs. II. H_2O molecule as an abundance indicator of oxygen", 2015, PASJ 67, 26

42. Umehata, H., Tamura, Y., Kohno, K., Ivison, R. J., Alexander, D. M., Geach, J. E., Hatsukade, B., Hughes, D. H., Ikarashi, S., Kato, Y., Izumi, T., Kawabe, R., Kubo, M., Lee, M., Lehmer, B., Makiya, R., Matsuda, Y., Nakanishi, K., Saito, T., Smail, I., Yamada, T., Yamaguchi, Y., and Yun, M.,
"ALMA Deep Field in SSA22: A Concentration of Dusty Starbursts in a z = 3.09 Protocluster Core", 2015, ApJL 815, L8

43. Yadav, R. K., Pandey, A. K., Sharma, S., Jose, J., Ogura, K., Kobayashi, N., Samal, M. R., Eswaraiah, C., and Chandola, H. C.,
"Deep optical survey of the stellar content of Sh2-311 region", 2015, New Astronomy 34, 27

44. Yamanaka, M., Maeda, K., Kawabata, K. S., Tanaka, M., Tominaga, N., Akitaya, H., Nagayama, T., Kuroda, D., Takahashi, J., Saito, Y., Yanagisawa, K., Fukui, A., Miyanoshita, R., Watanabe, M., Arai, A., Isogai, M., Hattori, T., Hanayama, H., Itoh, R., Ui, T., Takaki, K., Ueno, I., Yoshida, M., Ali, G. B., Essam, A., Ozaki, A., Nakao, H., Hamamoto, K., Nogami, D., Morokuma, T., Oasa, Y., Izumiura, H., and Sekiguchi, K., "OISTER Optical and Near-Infrared Observations of Type Iax Supernova 2012Z", 2015, ApJ 806, 191

45. Yatsu, Y., Kataoka, J., Takahashi, Y., Tachibana, Y., Kawai, N., Shibata, S., Pike, S., Yoshii, T., Arimoto, M., Saito, Y., Nakamori, T., Sekiguchi, K., Kuroda, D., Yanagisawa, K., Hanayama, H., Watanabe, M., Hamamoto, K., Nakao, H., Ozaki, A., Motohara, K., Konishi, M., Tateuchi, K., Matsunaga, N., Morokuma, T., Nagayama, T., Murata, K., Akitaya, H., Yoshida, M., Ali, G. B., Essam Mohamed, A., Isogai, M., Arai, A., Takahashi, H., Hashimoto, O., Miyanoshita, R., Omodaka, T., Takahashi, J., Tokimasa, N., Matsuda, K., Okumura, S.-i., Nishiyama, K., Urakawa, S., Nogami, D., Oasa, Y., and OISTER Team, "Multi-wavelength Observations of the Black Widow Pulsar 2FGL J2339.6-0532 with OISTER and Suzaku", 2015, ApJ 802, 84

・Proceedings

1. Casey, C. M., Hodge, J. A., Lacy, M., Hales, C. A., Barger, A., Narayanan, D., Carilli, C., Alatalo, K., da Cunha, E., Emonts, B., Ivison, R., Kimball, A., Kohno, K., Murphy, E., Riechers, D., Sargent, M., and Walter, F., "Next Generation Very Large Array Memo No. 8 Science Working Group 3: Galaxy Assembly through Cosmic Time", 2015, NRAO Next Generation Very Large Array Memos Series (arXiv:1510.06411)

2. Hatsukade, B., Ohta, K., Endo, A., Nakanishi, K., Tamura, Y., Hashimoto, T., and Kohno, K., "Gamma-ray Bursts from Dusty Regions with Little Molecular Gas", 2015, Revolution in Astronomy with ALMA: The Third Year, ASPC 499, 47

3. Inoue, A., Shimizu, I., Okamoto, T., Yoshida, N., Matsuo, H., and Tamura, Y.,
"Prediction of emission line fluxes of gravitationally lensed very high-z galaxies", 2015, IAU General Assembly, Meeting #22, 2246421

4. Izumi, T.,
"Submillimeter ALMA Observations of the Dense Gas in the Type-1 Active Nucleus of NGC 1097 and NGC 7469 for a Robust Energy Diagnostic", 2015, Revolution in Astronomy with ALMA: The Third Year. ASPC 499, 113–116

5. Kato, Y., Matsuda, Y., Smail, I., Swinbank, M., Alexander, D., Geach, J., Lehmer, B., Tamura, Y., Umehata, H., Kohno, K., Kubo, M., Yamada, T., Hayashino, T., Erb, D., and Steidel, C.,
"Protocluster Survey at $z = 2.23$: from Herschel to ALMA", 2015, Revolution in Astronomy with ALMA: The Third Year, ASPC 499, 25

6. Kohno, K., "High resolution ALMA observations of dense molecular medium in the central regions of active galaxies", 2015, IAU General Assembly, Meeting #22, 2252946

7. Kohno, K., Tamura, Y., Yamaguchi, Y., Umehata, H., Rujopakarn, W., Lee, M., Motohara, K., Makiya, R., Izumi, T., Ivison, R., Ikarashi, S., Tadaki, K.-i., Kodama, T., Hatsukade, B., Yabe, K., Hayashi, M., Iono, D., Matsuda, Y., Nakanishi, K., Kawabe, R., Wilson, G., Yun, M. S., Hughes, D., Caputi, K., and Dunlop, J., "SXDF-UDS-CANDELS-ALMA 1.5 arcmin^2 deep survey", 2015, IAU General Assembly, Meeting #22, 2258620

8. Lee, M., Suzuki, K., Kohno, K., Tamura, Y., Iono, D., Hatsukade, B., Nakanishi, K., Tanaka, I., Kodama, T., Tadaki, K., Ikarashi, S., Ueda, J., Umehata, H., Saito, T., and Kawabe, R., "Jansky VLA S-band view of Hα emitters (HAEs) associated with a protocluster 4C23.56 at $z = 2.5$", 2015, IAU Symposium S309 (Galaxies in 3D across the Universe), ed. B. L. Ziegler, F. Combes, H. Dannerbauer & M. Verdugo, (Cambridge University Press), 309, 287

9. Lee, M., Suzuki, K., Kohno, K., Tamura, Y., Iono, D., Hatsukade, B., Nakanishi, K., Tanaka, I., Kodama, T., Tadaki, K., Ikarashi, S., Ueda, J., Umehata, H., Saito, T., and Kawabe, R., "Deep JVLA and ALMA observations of dusty star forming galaxies in protocluster 4C23.56 at z = 2.5", 2015, IAU General Assembly, Meeting #22, 2254344

10. Lee, M., Suzuki, K., Kohno, K., Tamura, Y., Iono, D., Hatsukade, B., Nakanishi, K., Tanaka, I., Kodama, T., Tadaki, K., Ikarashi, S., Ueda, J., Umehata, H., Saito, T., and Kawabe, R., "Dusty, Intensively Star Forming Hα Emitters (HAEs) in Protocluster 4C23.56", 2015, Revolution in Astronomy with ALMA: The Third Year, ASPC 499, 27

11. Miyamoto, Y., Nakai, N., Kuno, N., Seta, M., Salak, D., Kaneko, H., Nagai, M., & Ishii, S., "The velocity vectors of gas in spiral galaxies and influence of the dynamics on Giant Molecular Associations" 2015, Revolution in Astronomy with ALMA -The 3rd year-, 159

12. Nakajima, T., Takano, S., Kohno, K., Harada, N., Herbst, E., Tamura, Y., Izumi, T., Taniguchi, A., and Tosaki, T., "High-Resolution Imaging in 3-mm and 0.8-mm Bands and Abundances of Shock/Dust Related Molecules Toward the Seyfert Galaxy NGC 1068 Observed with ALMA", 2015, Revolution in Astronomy with ALMA: The Third Year, ASPC 499, 109

13. Nakanishi, K., Sorai, K., Nakai, N., Kuno, N., Matsubayashi, K., Sugai, H., Takano, S., Kohno, K., and Nakajima, T., "Ionized Gas Observation Toward a Nearby Starburst Galaxy NGC 253", 2015, Revolution in Astronomy with ALMA: The Third Year, ASPC 499, 117

14. Onaka, T., Nakamura, T., Sakon, I., Ohsawa, R., Mori, T., Wu, R., and Kaneda, H., "AKARI observations of dust processing in merger galaxies: NGC2782 and NGC7727", 2015, IAU General Assembly, Meeting #22, 2254465

15. Onishi, K., Iguchi, S., Sheth, K., and Kohno, K., "A Measurement of the Black-Hole Mass in NGC 1097 using ALMA", 2015, IAU General Assembly, Meeting #22, 2242531

16. Onishi, K., Iguchi, S., Sheth, K., and Kohno, K., "A Measurement of the Black-Hole Mass in NGC 1097 using ALMA", 2015, Revolution in Astronomy with ALMA: The Third Year, ASPC 499, 161

17. Saito, T., Iono, D., Yun, M. S., Ueda, J., Espada, D., Hagiwara, Y., Imanishi, M., Motohara, K., Nakanishi, K., Sugai, H., Tateuchi, K., Lee, M., and Kawabe, R., "Investigating AGN/Starburst activities through ALMA multi-line observations in the mid-stage IR-bright merger VV 114", 2015, IAU Symposium S309 (Galaxies in 3D across the Universe), ed. B. L. Ziegler, F. Combes, H. Dannerbauer & M. Verdugo, (Cambridge University Press), 309, 196

18. Saito, T., Iono, D., Ueda, J., Nakanishi, K., Imanishi, M., Hagiwara, Y., Yun, M. S., Kaneko, H., Komugi, S., Espada, D., Sugai, H., Motohara, K., Lee, M., Kawabe, R., and Yamashita, T., "Molecular Gas Excitation and Chemistry in Nearby LIRGs with ALMA", 2015, IAU General Assembly, Meeting #22, 2254284

19. Saito, T., Iono, D., Ueda, J., Yun, M. S., Nakanishi, K., Imanishi, M., Hagiwara, Y., Kaneko, H., Komugi, S., Espada, D., Motohara, K., Sugai, H., Yamashita, T., Tateuchi, K., Lee, M., Michiyama, T., and Kawabe, R., "Diffuse and Dense Gas in Nearby Luminous Merging Galaxies", 2015, Revolution in Astronomy with ALMA: The Third Year, ASPC 499, 133

20. Takano, S., Nakajima, T., Kohno, K., Harada, N., Herbst, E., Tamura, Y., Izumi, T., Taniguchi, A., and Tosaki, T., "Distribution of Molecules in the Circumnuclear Disk and Surrounding Starburst Ring in the Seyfert Galaxy NGC 1068 Observed with ALMA", 2015, Revolution in Astronomy with ALMA: The Third Year, ASPC 499, 99

21. Taniguchi, A., Kohno, K., Tamura, Y., Izumi, T., Takano, S., Nakajima, T., and Tosaki, T., "Spatial Distribution of CO Isotopologue Abundance Ratios in the Center of NGC 1068", 2015, Revolution in Astronomy with ALMA: The Third Year, ASPC 499, 107–108

22. Ueda, J., Iono, D., Yun, M. S., Crocker, A. F., Narayanan, D., Komugi, S., Espada, D., Hatsukade, B., Kaneko, H., Matsuda, Y., Tamura, Y., Wilner, D. J., Kawabe, R., and Pan, H.-A., "Investigating the evolution of merger remnants from the formation of gas disks", 2015, IAU Symposium S309 (Galaxies in 3D across the Universe), ed. B. L. Ziegler, F. Combes, H. Dannerbauer & M. Verdugo, (Cambridge University Press), 283

23. Ueda, J., Iono, D., Yun, M. S., Crocker, A. F., Narayanan, D., Komugi, S., Espada, D., Hatsukade, B., Kaneko, H., Matsuda, Y., Tamura, Y., Wilner, D., Kawabe, R., and Pan, H.-A., "Investigating nuclear and extended molecular gas disks in the final stages of mergers", 2015, IAU General Assembly, Meeting #22, 2256394

24. Umehata, H., Tamura, Y., and Kohno, K., "Dusty Starbursts within a $z = 3$ Large Scale Structure revealed by ALMA", 2015, IAU General Assembly, Meeting #22, 2256861

25. Umehata, H., Kohno, K., Tamura, Y., Iono, D., Nakanishi, K., Hatsukade, B., Ikarashi, S., Izumi, T., Matsuda, Y., Ivison, R., Yun, M., Wilson, G., and Hughes, D., "Dusty Starbursts within a $z = 3$ Large Scale Structure", 2015, Revolution in Astronomy with ALMA: The Third Year, ASPC 499, 29

26. Umehata, H., Tamura, Y., and Kohno, K., "Dusty Starbursts within a $z = 3$ Large Scale Structure revealed by ALMA", 2015, IAU General Assembly #22, 2256861

27. Yamaguchi, Y., Kohno, K., Tamura, Y., and Matsuda, Y., "Constraints on the CO Luminosity Function at $z \sim 1$ Using ALMA Archival Data", 2015, Revolution in Astronomy with ALMA: The Third Year, ASPC 499, 61

28. Yamashita, T., Komugi, S., Matsuhara, H., Armus, L., Inami, H., Ueda, J., Iono, D., Kohno, K., Stierwalt, S., Arimatsu, K., and Evans, A., "The Nobeyama 45 m ^{12}CO(J=1-0) Survey of local Luminous Infrared Galaxies", 2015, IAU General Assembly, Meeting #22, 2256489

29. Yun, M. S., Gim, H., Morrison, G., Hales, C. A., Momjian, E., Owen, F., Kellermann, K., Aretxaga, I., Giavalisco, M., Hughes, D., Lowenthal, J., Miller, N., Kawabe, R., and Kohno, K.,

"Tracing Evolution of Starbursts and AGNs using Ultra-deep Radio and mm/smm Surveys", 2015, IAU General Assembly, Meeting #22, 2257185

・Circulars & Telegrams

1. Kikuchi, Y., Tanaka, M., Ohsawa, R., Ichiki, M., Sako, S., Morokuma, T., Doi, M., Tominaga, N., Serino, M., Suzuki, A., Maeda, K., and Sakamoto, T., "GRB 151205C: Optical follow-up observations at Kiso.", 2015, GRB Coordinates Network, Circular Service, No. 18677, 1

2. Kikuchi, Y., Tanaka, M., Ohsawa, R., Ichiki, M., Sako, S., Morokuma, T., Doi, M., Tominaga, N., Serino, M., Suzuki, A., Maeda, K., and Sakamoto, T., "GRB 151205C: Optical follow-up observations at Kiso", 2015, The Astronomer's Telegram, 8394, 1–1

3. Matsumoto, E., Shibata, T., Tominaga, N., Morokuma, T., Tanaka, M., Fukuda, S., Takeishi, M., Tomita, K., Tomita, R., Ukita, N., and Maehara, H.,
"Supernova 2014dy", 2015, Central Bureau for Electronic Telegrams, 4050, 1

4. Morokuma, T., Tanaka, M., Yoshida, M., Kawabata, K. S., Utsumi, Y., Doi, M., Motohara, K., Tamura, Y., Abe, F., Fujisawa, K., Kawai, N., Ohta, K., and Yanagisawa, K.,
"LIGO/Virgo G184098: optical transient search with Kiso Schmidt telescope and KWFC on behalf of J-GEM collaboration.", 2015, GRB Coordinates Network, Circular Service, No. 18361, 1

5. Morokuma, T., Tominaga, N., Matsumoto, E., Shibata, T., Tanaka, M., Mameta, K., Takeishi, M., Itoh, R., Nakaoka, T., Kanda, Y., Kawataba, M., Akitaya, H., Yamanaka, M., Hashiba, Y., Kokubo, M., Morokuma, T., Hashiba, Y., Kokubo, M., Morokuma, T., Doi, M., Sako, S., Mitsuda, K., Kikuchi, Y., Takahashi, H., Tateuchi, K., Kuncarayakti, H., Watanabe, M., Nakao, H., Itoh, Y., Morihana, K., Honda, S., Takagi, Y., and Takahashi, J.,
"Supernova 2015E", 2015, Central Bureau for Electronic Telegrams, 4053, 1

6. Morokuma, T., Tominaga, N., Matsumoto, E., Shibata, T., Tanaka, M., Mameta, K., Takeishi, M., Ochner, P., Benetti, S., Pastorello, A., Tomasella, L., Cappellaro, E., Elias-Rosa, N., Tartaglia, L., Terreran, G., and Turatto, M. "Supernova 2014ec in UGC 6109 = PSN J11023520+5035094", 2015, Central Bureau for Electronic Telegrams, 4056, 1

7. Morokuma, T., Tominaga, N., Matsumoto, E., Shibata, T., Tanaka, M., Fukuda, S., Kokubo, M., Mitsuda, K., Hashinda, Y., Doi, M., Sako, S., Kikuchi, Y., Takahashi, H., Tateuchi, K., Kuncarayakti, H., Watanabe, M., Nakao, H., Itoh, Y., Morihana, K., Honda, S., Takagi, Y., and Takahashi, J., "Supernova 2014ed", 2015, Central Bureau for Electronic Telegrams, 4057, 1

8. Morokuma, T., Mazzali, P., Piascik, A., Ashall, C., Prentice, S., Taddia, F., Stritzinger, M., Slumstrup, D., Drout, M. R., Cowperthwaite, P. S., Tominaga, N., Tanaka, M., Tsvetkov, D., Pavlyuk, N., Sarugaku, Y., Saito, Y., Yagi, M., Jiang, J.-a., Shibata, T., Mameta, K., and Takeishi, M.,
"ATel 7532: KISS: Discovery and Identification of a young SN Ia KISS15n in the Coma cluster", 2015, The Astronomer's Telegram, 7532, 1–1

9. Morokuma, T., Tominaga, N., Tanaka, M., Jiang, J.-a., Shibata, T., Kokubo, M., Hashiba, Y., Mitsuda, K., Doi, M., Sako, S., Kikuchi, Y., Takahashi, H., Tateuchi, K., Kuncarayakti, H., Watanabe, M., Nakao, H., Itoh, Y., Morihana, K., Honda, S., Takagi, Y., Takahashi, J., and Takeishi, M.,
"KISS: Discovery and Spectroscopic Classification of a Type Ia Supernova KISS15q", 2015, The Astronomer's Telegram, 7562, 1–1

10. Morokuma, T., Tominaga, N., Tanaka, M., Sarugaku, Y., and Kawai, N., “Imaging Follow-up Observations with KWFC for MAXI J1501-026”, 2015, The Astronomer’s Telegram, 7960, 1–1

11. Morokuma, T., Tominaga, N., Tanaka, M., Suzuki, A., Serino, M., Sakamoto, T., Maeda, K., “GRB 160206A: Kiso/KWFC optical observations”, 2015, GRB Coordinates Network, Circular Service, 19008, 1–1

12. Tominaga, N., Morokuma, T., Tanaka, M., Jiang, J.-a., Kato, T., Taniguchi, Y., Yasuda, N., Furusawa, H., Okabe, N., Futamase, T., Miyazaki, S., Moriya, T. J., Noumaru, J., Schubert, K., and Takata, T., “Fifty supernova candidates discovered with Subaru/Hyper Suprime-Cam”, 2015, The Astronomer’s Telegram, 7565, 1–1

13. Tominaga, N., Morokuma, T., Tanaka, M., Yasuda, N., Furusawa, H., Morii, M., Ikeda, S., Ueda, N., Yamato, J., Ishiguro, K., Nakamura, Y., Yamanaka, A., Yoshida, N., Suzuki, N., Jiang, J.-a., Kato, T., Taniguchi, Y., Shibata, T., Miyazaki, S., Moriya, T. J., Noumaru, J., Schubert, K., and Takata, T.,
“Supernova candidates discovered with Subaru/Hyper Suprime-Cam”, 2015, The Astronomer’s Telegram, 7927, 1–1

[2016]

・Main journal

1. Ando, R., Kohno, K., Tamura, Y., Izumi, T., Umehata, H., and Nagai, H., “New detections of Galactic molecular absorption systems toward ALMA calibrator sources”, 2016, PASJ 68, 6

2. Chibueze, J. O., Miyahara, T., Omodaka, T., Ohta, T., Fujii, T., Tanaka, M., Motohara, K., and Makoto, M., “Near-infrared Observations of SiO Maser-emitting Asymptotic Giant Branch (AGB) Stars”, 2016, ApJ 817, 115

3. Hamano, S., Kobayashi, N., Kondo, S., Sameshima, H., Nakanishi, K., Ikeda, Y., Yasui, C., Mizumoto, M., Matsunaga, N., Fukue, K., Yamamoto, R., Izumi, N., Mito, H., Nakaoka, T., Kawanishi, T., Kitano, A., Otsubo, S., Kinoshita, M., and Kawakita, H.,
“Near Infrared Diffuse Interstellar Bands Toward the Cygnus OB2 Association”, 2016, ApJ 821, 42

4. Hatsukade, B., Kohno, K., Umehata, H., Aretxaga, I., Caputi, K. I., Dunlop, J. S., Ikarashi, S., Iono, D., Ivison, R. J., Lee, M., Makiya, R., Matsuda, Y., Motohara, K., Nakanishi, K., Ohta, K., Tadaki, K.-i., Tamura, Y., Wang, W.-H., Wilson, G. W., Yamaguchi, Y., and Yun, M. S., “SXDF-ALMA 2-arcmin^2 deep survey: 1.1-mm number counts”, 2016, PASJ 68, 36

5. Inoue, K. T., Minezaki, T., Matsushita, S., and Chiba, M., “ALMA imprint of intergalactic dark structures in the gravitational lens SDP.81”, 2016, MNRAS 457, 2936

6. Ishii, S., Seta, M., Nagai, M., Miyamoto, Y., Nakai, N., Nagasaki, T., Arai, H., Imada, H., Miyagawa, N., Maezawa, H., Maehashi, H., Bronfman, L., & Finger, R., “Large-scale CO (J = 4–3) Mapping toward the Orion-A Giant Molecular Cloud”, 2016, PASJ, 68, 10

7. Izumi, T., Kohno, K., Aalto, S., Espada, D., Fathi, K., Harada, N., Hatsukade, B., Hsieh, P.-Y., Imanishi, M., Krips, M., Martín, S., Matsushita, S., Meier, D. S., Nakai, N., Nakanishi, K., Schinnerer, E., Sheth, K., Terashima, Y., and Turner, J. L.,
“Submillimeter-HCN Diagram for Energy Diagnostics in the Centers of Galaxies”, 2016, ApJ 818, 42

8. Izumi, T., Nakanishi, K., Imanishi, M., and Kohno, K., “ALMA observations of the submillimetre hydrogen recombination line from the type 2 active nucleus of NGC 1068”, 2016, MNRAS 459, 3629

9. Kuncarayakti, H., Maeda, K., Anderson, J. P., Hamuy, M., Nomoto, K., Galbany, L., and Doi, M., “Evolving into a remnant: optical observations of SN 1978K at three decades”, 2016, MNRAS 458, 2063

10. Ishiguro, M., Sarugaku, Y., Kuroda, D., Hanayama, H., Kim, Y., Kwon, Y. G., Maehara, H., Takahashi, J., Terai, T., Usui, F., Vaubaillon, J. J., Morokuma, T., Kobayashi, N., and Watanabe, J.-i., “Detection of Remnant Dust Cloud Associated with the 2007 Outburst of 17P/Holmes”, 2016, ApJ 817, 77

11. Keane, E. F., Johnston, S., Bhandari, S., Barr, E., Bhat, N. D. R., Burgay, M., Caleb, M., Flynn, C., Jameson, A., Kramer, M., Petroff, E., Possenti, A., van Straten, W., Bailes, M., Burke-Spolaor, S., Eatough, R. P., Stappers, B. W., Totani, T., Honma, M., Furusawa, H., Hattori, T., Morokuma, T., Niino, Y., Sugai, H., Terai, T., Tominaga, N., Yamasaki, S., Yasuda, N., Allen, R., Cooke, J., Jencson, J., Kasliwal, M. M., Kaplan, D. L., Tingay, S. J., Williams, A., Wayth, R., Chandra, P., Perrodin, D., Berezina, M., Mickaliger, M., and Bassa, C.,
“The host galaxy of a fast radio burst”, 2016, Nature 530, 453

12. Morokuma, T., Tominaga, N., Tanaka, M., Yasuda, N., Furusawa, H., Taniguchi, Y., Kato, T., Jiang, J.-a., Nagao, T., Kuncarayakti, H., Morokuma-Matsui, K., Ikeda, H., Blinnikov, S., Nomoto, K., Kokubo, M., and Doi, M., “An effective selection method for low-mass active black holes and first spectroscopic identification”, 2016, PASJ 68, 40

13. Muraoka, K., Takeda, M., Yanagitani, K., Kaneko, H., Nakanishi, K., Kuno, N., Sorai, K., Tosaki, T., and Kohno, K., “CO ($J = 3 - 2$) on-the-fly mapping of the nearby spiral galaxies NGC 628 and NGC 7793: Spatially resolved CO ($J = 3 - 2$) star-formation law”, 2016, PASJ 68, 18

14. Ohsawa, R., Onaka, T., Sakon, I., Matsuura, M., and Kaneda, H.,
“AKARI/IRC Near-infrared Spectral Atlas of Galactic Planetary Nebulae”, 2016, AJ 151, 93

15. Saito, Y., Imanishi, M., Minowa, Y., Morokuma, T., Kawaguchi, T., Sameshima, H., Minezaki, T., Oi, N., Nagao, T., Kawatatu, N., and Matsuoka, K., “Near-infrared spectroscopy of quasars at $z \sim 3$ and estimates of their supermassive black hole masses”, 2016, PASJ 68, 1

16. Saito, T., Iono, D., Xu, C. K., Ueda, J., Nakanishi, K., Yun, M. S., Kaneko, H., Yamashita, T., Lee, M., Espada, D., Motohara, K., and Kawabe, R., “Spatially resolved radio-to-far-infrared SED of the luminous merger remnant NGC 1614 with ALMA and VLA”, 2016, PASJ 68, 20

17. Sakon, I., Sako, S., Onaka, T., Nozawa, T., Kimura, Y., Fujiyoshi, T., Shimonishi, T., Usui, F., Takahashi, H., Ohsawa, R., Arai, A., Uemura, M., Nagayama, T., Koo, B.-C., and Kozasa, T.,
“Concurrent Formation of Carbon and Silicate Dust in Nova V1280 Sco”, 2016, ApJ 817, 145

18. Sano, K., Kawara, K., Matsuura, S., Kataza, H., Arai, T., and Matsuoka, Y.,
“Measurements of Diffuse Sky Emission Components in High Galactic Latitudes at 3.5 and 4.9 μm Using Dirbe and WISE Data”, 2016, ApJ 818, 14

19. Tanaka, Y. T., Itoh, R., Uemura, M., Inoue, Y., Cheung, C. C., Watanabe, M., Kawabata, K. S., Fukazawa, Y., Yatsu, Y., Yoshii, T., Tachibana, Y., Fujiwara, T., Saito, Y., Kawai, N., Kimura, M., Isogai, K., Kato, T., Akitaya, H., Kawabata, M., Nakaoka, T., Shiki, K., Takaki, K., Yoshida, M., Imai,

M., Gouda, S., Gouda, Y., Akimoto, H., Honda, S., Hosoya, K., Ikebe, A., Morihana, K., Ohshima, T., Takagi, Y., Takahashi, J., Watanabe, K., Kuroda, D., Morokuma, T., Murata, K., Nagayama, T., Nogami, D., Oasa, Y., and Sekiguchi, K.,
"No Evidence of Intrinsic Optical/Near-infrared Linear Polarization for V404 Cygni during Its Bright Outburst in 2015: Broadband Modeling and Constraint on Jet Parameters", 2016, ApJ 823, 35

20. Tanaka, M., Tominaga, N., Morokuma, T., Yasuda, N., Furusawa, H., Baklanov, P. V., Blinnikov, S. I., Moriya, T. J., Doi, M., Jiang, J.-a., Kato, T., Kikuchi, Y., Kuncarayakti, H., Nagao, T., Nomoto, K., and Taniguchi, Y., "Rapidly Rising Transients from the Subaru Hyper Suprime-Cam Transient Survey", 2016, ApJ 819, 5

21. Tsuji, T. and Nakajima, T.,
"Near-infrared spectroscopy of M dwarfs. III. Carbon and oxygen abundances in late M dwarfs, including the dusty rapid rotator 2MASSI J1835379+325954$^{\dagger;}$", 2016, PASJ 68, 13

22. Yasui, C., Kobayashi, N., Hamano, S., Kondo, S., Izumi, N., Saito, M., and Tokunaga, A. T.,
"Herbig Ae/Be Candidate Stars in the Innermost Galactic Disk: Quartet Cluster", 2016, ApJ 817, 181

23. Yasui, C., Kobayashi, N., Tokunaga, A. T., Saito, M., and Izumi, N.,
"Low-metallicity Young Clusters in the Outer Galaxy. I. Sh 2-207", 2016, AJ 151, 50

24. Yasui, C., Kobayashi, N., Saito, M., and Izumi, N.,
"Low-metallicity Young Clusters in the Outer Galaxy. II. Sh 2-208", 2016, AJ 151, 115

25. Yun, Y., Cho, S.-H., Imai, H., Kim, J., Asaki, Y., Chibueze, J. O., Choi, Y. K., Dodson, R., Kim, D.-J., Kusuno, K., Matsumoto, N., Min, C., Oyadomari, M., Rioja, M. J., Yoon, D.-H., Byun, D.-Y., Chung, H., Chung, M.-H., Hagiwara, Y., Han, M.-H., Han, S.-T., Hirota, T., Honma, M., Hwang, J.-W., Je, D.-H., Jike, T., Jung, D.-K., Jung, T., Kang, J.-H., Kang, J., Kang, Y.-W., Kan-ya, Y., Kanaguchi, M., Kawaguchi, N., Kim, B. G., Ryoung Kim, H., Kim, H.-G., Kim, J., Kim, K.-T., Kim, M., Kobayashi, H., Kono, Y., Kurayama, T., Lee, C., Lee, J., Lee, J. A., Lee, J.-W., Lee, S. H., Lee, S.-S., Lyo, A.-R., Minh, Y. C., Oh, C., Oh, S.-J., Oyama, T., Roh, D.-G., Sawada-Satoh, S., Shibata, K. M., Sohn, B. W., Song, M.-G., Tamura, Y., Wi, S.-O., and Yeom, J.-H.,
"SiO Masers around WX Psc Mapped with the KVN and VERA Array (KaVA)", 2016, ApJ 822, 3

・Circulars & Telegrams

1. Morokuma, T., Tominaga, N., Tanaka, M., Suzuki, A., Serino, M., Sakamoto, T., and Maeda, K., "GRB 160206A: Kiso/KWFC optical observations.", 2016, GRB Coordinates Network, Circular Service, 19008, 1

[in press]

・Main journal

1. Abbott, B. P., ⋯, Doi, M., Morokuma, T., Motohara, K., et al. "Localization and broadband follow-up of the gravitational-wave transient GW150914", 2016, ApJL in press (arXiv:1602.08492)

2. Horiuchi, T., Misawa, T., Morokuma, T., Koyamada, S., Takahashi, K., and Wada, H.,
"Optical variability properties of mini-BAL and NAL quasars", 2016, PASJ in press

3. Inoue, A. K., Tamura, Y., Matsuo, H., Mawatari, K., Shimizu, I., Shibuya, T., Ota, K., Yoshida, N., Zackrisson, E., Kashikawa, N., Kohno, K., Umehata, H., Hatsukade, B., Iye, M., Matsuda, T., Okamoto, T., and Yamaguchi, Y., "Detection of an oxygen emission line from a high redshift galaxy in the reionization epoch", 2015, Science in press

4. Karim, Md.T, Stassun,K.G., Briceno, C., Vivas, A.K., Raetz, S., Mateu, C., Downes, J.J., Calvet, N., Hernandez, J., Neuhauser, R., Mugrauer, M., Takahashi, H., Tachihara, K., Chini, R., Cruz-Dias, G.A., Aarnio, A., James, D.J., and Hackstein, M.,
"The rotation period distributions of 4–10 Myr T Tauri stars in Orion OB1: New constraints on pre-main-sequence angular momentum evolution", 2016, ApJ in press (arXiv:1605.04333)

5. Kato, Y., Matsuda, Y., Smail, I., Swinbank, A. M., Hatsukade, B., Umehata, H., Tanaka, I., Saito, T., Iono, D., Tamura, Y., Kohno, K., Erb, D. K., Lehmer, B. D., Geach, J. E., Steidel, C. C., Alexander, D. M., Yamada, T., and Hayashino, T., "Herschel protocluster survey: A search for dusty star-forming galaxies in protoclusters at $z = 2 - 3$", 2016, MNRAS in press

6. Katsuda, S., Tanaka, M., Morokuma, T., Fesen, R., and Milisavljevic, D.,
"Constraining the Age and Distance of the Galactic Supernova Remnant G156.2+5.7 by H-alpha Expansion Measurements", 2016, ApJ in press (arXiv:1605.07271)

7. Kokubo, M., "The relationship between variable and polarized optical spectral components of luminous type 1 non-blazar quasars", 2016, PASJ in press (arXiv:1604.04626)

8. Morokuma, T., Tanaka, M., Asakura, Y., Abe, F., Tristram, P. J., Utsumi, Y., Doi, M., Fujisawa, K., Itoh, R., Itoh, Y., Kawabata, K. S., Kawai, N., Kuroda, D., Matsubayashi, K., Motohara, K., Murata, K. L., Nagayama, T., Ohta, K., Saito, Y., Tamura, Y., Tominaga, N., Uemura, M., Yanagisawa, K., Yatsu, Y., and Yoshida, M., "J-GEM Follow-Up Observations to Search for an Optical Counterpart of The First Gravitational Wave Source GW150914", 2016, PASJ in press (arXiv:1605.03216)

9. Noda, H., Minezaki, T., Watanabe, M., Kokubo, M., Kawaguchi, K., Itoh, R., Morihana, K., Saito, Y., Nakao, H., Imai, M., Moritani, Y., Takaki, K., Kawabata, M., Nakaoka, T., Uemura, M., Kawabata, K., Yoshida, M., Arai, A., Takagi, Y., Morokuma, T., Doi, M., Itoh, Y., Yamada, S., Nakazawa, K., Fukazawa, Y., and Makishima, K., "X-ray and Optical Correlation of Type I Seyfert NGC 3516 Studied with Suzaku and Japanese Ground-Based Telescopes", 2016, ApJ in press (arXiv:1605.08050)

10. Raetz, St, Schmidt, T.O.B., Czesla, S., Klocová, T., Holmes, L., Errmann, R., Kitze, M., Fernández, M., Sota, A., Briceño, C., Hernández, J., Downes, J. J., Dimitrov, D.P., Kjurkchieva, D., Radeva, V., Wu Z.-Y., Zhou X., Takahashi, H., Henych, T., Seeliger, M., Mugrauer, M., Adam, Ch., Marka, C., Schmidt, J.G., Hohle, M.M., Ginski, Ch., Pribulla, T., Trepl, L., Moualla, M., Pawellek, N., Gelszinnis, J., Buder, S., Masda, S., Maciejewski, G., and Neuhäuser, R.,
"YETI observations of the young transiting planet candidate CVSO 30 b", 2016, MNRAS in press

11. Tanveer Karim, M., Stassun, K. G., Briceno, C., Vivas, A. K., Raetz, S., Mateu, C., Downes, J. J., Calvet, N., Hernandez, J., Neuhauser, R., Mugrauer, M., Takahashi, H., Tachihara, K., Chini, R., Cruz-Dias, G. A., Aarnio, A., James, D. J., and Hackstein, M.,
"The rotation period distributions of 4–10 Myr T Tauri stars in Orion OB1: New constraints on pre-main-sequence angular momentum evolution", 2016, AJ in press (arXiv:1605.04333)

12. Yamanaka, M., Maeda, K., Tanaka, M., Tominaga, N., Kawabata, K. S., Takaki, K., Kawabata, M., Nakaoka, T., Ueno, I., Akitaya, H., Nagayama, T., Takahashi, J., Honda, S., Omodaka, T., Miyanoshita, R., Nagao, T., Watanabe, M., Isogai, M., Arai, A., Itoh, R., Ui, T., Uemura, M., Yoshida, M., Hanayama, H., Kuroda, D., Ukita, N., Yanagisawa, K., Izumiura, H., Saito, Y., Masumoto, K., Ono, R., Noguchi, R., Matsumoto, K., Nogami, D., Morokuma, T., Oasa, Y., and Sekiguchi, K., "OISTER optical and near-infrared observations of the super-Chandrasekhar supernova candidate SN 2012dn: Dust emission from the circumstellar shell", 2016, PASJ in press

13. Yonekura, Y., Saito, Y., Sugiyama, K., Soon, K. L., Momose, M., Yokosawa, M., Ogawa, H., Kimura, K., Abe, Y., Nishimura, A., Hasegawa, Y., Fujisawa, K., Tomoaki, O., Kono, Y., Miyamoto, Y., Sawada-Satoh, S., Hideyuki, K., Kawaguchi, N., Honma, M., Shibata, K. M., Sato, K., Ueno, Y., Jike, T., Tamura, Y., Hirota, T., Miyazaki, A., Niinuma, K., Sorai, K., Takaba, H., Hachisuka, K., Kondo, T., Sekido, M., Murata, Y., Nakai, N., and Omodaka, T.,
"The Hitachi and Takahagi 32 m radio telescopes: Upgrade of the antennas from satellite communication to radio astronomy", 2016, PASJ in press

・Proceedings

1. Ohsawa, R.; Onaka, T.; Sakon, I.; Mori I., T.; Kaneda, H.; Matsuura, M., "Near-Infrared PAH features in Galactic Planetary Nebulae", 2015, *THE UNIVERSE IN THE LIGHT OF AKARI and Synergy with future Large Space Telescopes*, ed. White, G. (Publications of the Korean Astronomical Society, Korea), in press

2. Kohno, K., Ando, R., Taniguchi, A., Izumi, T., and Tosaki, T.,
"High resolution ALMA observations of dense molecular medium in the central regions of active galaxies", 2016, IAU Symposium S315 (From Interstellar Clouds to Star-forming Galaxies: Universal Processes?), eds. P. Jablonka, P. Andre, and F.F.S. & van der Tak, in press (arXiv:1601.00187)

3. Kohno, K., Yamaguchi, Y., Tamura, Y., Tadaki, K., Hatsukade, B., Ikarashi, S., Caputi, K. I., Rujopakarn, W., Ivison, R. J., Dunlop, J. S., Motohara, K., Umehata, H., Yabe, K., Wang, W.-H., Kodama, T., Koyama, Y., Hayashi, M., Matsuda, Y., Hughes, D., Aretxaga, I., Wilson, G. W., Yun, M. S., Ohta, K., Akiyama, M., Kawabe, R., Iono, D., Nakanishi, K., Lee, M., and Makiya, R.,
"SXDF-UDS-CANDELS-ALMA 1.5 arcmin^2 deep survey", 2016, IAU Symposium S319 (Galaxies at High Redshift and Their Evolution over Cosmic Time), eds. S. Kaviraj & H. Ferguson, in press (arXiv:1601.00195)

投稿中のもの

・Main journal

1. Izumi, T., Kawakatu, N., and Kohno, K., "Do Circumnuclear Dense Gas Disks Drive Mass Accretion onto Supermassive Black Holes?", 2015, submitted to ApJ

2. Matsuoka, Y., Onoue, M., Kashikawa, N., Iwasawa, K., Strauss, M. A., Nagao, T., Imanishi, M., Niida, M., Toba, Y., Akiyama, M., Asami, N., Bosch, J., Foucaud, S., Furusawa, H., Goto, T., Gunn, J. E., Harikane, Y., Ikeda, H., Kawaguchi, T., Kikuta, S., Komiyama, Y., Lupton, R. H., Minezaki, T., Miyazaki, S., Morokuma, T., Murayama, H., Nishizawa, A. J., Ono, Y., Ouchi, M., Price, P. A., Sameshima, H., Silverman, J. D., Sugiyama, N., Tait, P. J., Takada, M., Takata, T., Tanaka, M., Tang,

J.-J., and Utsumi, Y., “Subaru high-z exploration of low-luminosity quasars (SHELLQs). I. Discovery of 15 quasars and bright galaxies at $5.7 < z < 6.9$”, 2016, submitted to ApJ (arXiv:1603.02281)

2.6.2 和文報告

・集録

1. 高橋, 田中; 奥村 : 「近赤外狭帯域フィルター撮像観測で探る大質量星クラスターの性質」,
2015 年 新世紀における銀河宇宙観測の方向 集録

2. 高橋, 酒向, 大澤 亮, 菊池, 土居, 小林, 宮田, 本原, 諸隈, 谷口 由貴, 山口 淳平, 一木 真; 青木, 征矢野, 樽沢, 猿楽, 三戸, 森; 臼井, 渡部 : 「CMOS センサーカメラ Tomo-e 作ってみました (PM) 」,
2015 年 第 35 回天文学に関する技術ワークショップ 集録

2.6.3 和文その他の解説記事

1. 田村 :
「ALMA がとらえたアインシュタインリング」, 2015 年, 丸善 (パリティ Volume 30, No. 11), 47–49

2. 田村, 大栗 : 「学部生に伝える研究最前線: 超高解像度でせまる太古の銀河のすがた」,
2015 年, 東京大学 (理学部ニュース 2015 年 9 月号)

3. 小久保 充, 橋場 康人, 満田 和真, 酒向, 諸隈, 土居, Kuncarayakti, 森鼻, 伊藤, 新井 :
「可視分光撮像装置 LISS:西はりま天文台 2.0-m なゆた望遠鏡への搭載と科学観測」, 2015, 兵庫県立大学天文科学センター紀要第 3 号, pp. 1–20

2.7 学会, 研究会における発表

2.7.1 日本天文学会 2015 秋季年会, 甲南大学 (2015/09/09 – 09/11)

1. L05c: 上塚 貴史, 臼井 文彦, 宮田 隆志, 酒向 重行, 大澤 亮, 岡田 一志, 内山 允史, 毛利 清 (東京大学), 長谷川 直 (JAXA), 高遠 徳尚 (NAOJ),
「小天体の含水鉱物探査にむけた MIMIZUKU 近赤外線分光機能の検討」

2. N07a: 松永 典之 (1), 岩崎 仁美 (2), 前原 裕之 (3), 浮田 信治 (3), 坂本 強 (4), 三戸 洋之 (1), 小林 尚人 (1), 泉 奈都子 (1), 山本 遼 (1), 福江 慧 (1), 青木 勉 (1), 征矢野 隆夫 (1), 樽澤 賢一 (1), 猿楽 祐樹 (1), 酒向 重行 (1), 諸隈 智貴 (1), 土居 守 (1), 中田 好一 (1), 田中 雅臣 (3), 岩田 生 (3), 柳澤 顕史 (3), 板 由房 (2), 小野里 宏樹 (2), 花上 拓海 (2), 山下 智志 (5), 新井 彰 (6); (1) 東京大, (2) 東北大, (3) 国立天文台, (4) 日本スペースガード協会, (5) 鹿児島大, (6) 京都産業大,
「KWFC 銀河面変光天体探査 (KISOGP)–IV」

3. N12b: 上塚 貴史, 大澤 亮, 高橋 英則 (東京大学), 高見 英樹, Tae-Soo Pyo (NAOJ),
「ミラ型変光星 o Cet および R Leo の星周構造の探査」

4. N19a: 水本 岬希, 小林 尚人 (東京大学), 濱野 哲史, 池田 優二, 近藤 荘平 (京都産業大学), 福江 慧, 松永 典之, 安井 千香子, 泉 奈都子, 三戸 洋之 (東京大学), 河北 秀世, 中西 賢之, 鮫島 寛明, 川西 崇史, 中岡 哲弥, 大坪 翔悟 (京都産業大学), 前原 裕之 (国立天文台),
「近赤外高分散分光観測で迫る LBV 星の周辺構造」

5. P139a: 安井 千香子, 小林 尚人, 泉 奈都子 (東京大学), 斎藤 正雄 (国立天文台/総合研究大学院大学), Alan T. Tokunaga (ハワイ大学),「銀河系外縁部における低金属量星生成領域 Sh 2-207 の近赤外深撮像」

6. P140a: 泉 奈都子, 小林 尚人, 安井 千香子 (東京大学), 濱野 哲史 (京都産業大学), 斎藤 正雄 (国立天文台/総合研究大学院大学), Alan T. Tokunaga (ハワイ大学),
「WISE データを用いた銀河系最外縁領域における星生成領域探査」

7. P213a: 岡田 一志 (東京大学), 本田 充彦 (神奈川大学), 宮田 隆志, 酒向 重行, 上塚 貴史, 大澤 亮, 内山 允史, 毛利 清 (東京大学),「中間赤外線撮像観測でさぐる Oph IRS 48 の遷移円盤の構造」

8. Q05b: 濱野 哲史, 河北 秀世, 近藤 荘平, 池田 優二, 鮫島 寛明, 中西 賢之, 川西 崇史, 中岡 哲弥, 大坪 翔悟, 北野 綺華 (京都産業大学), 小林 尚人, 松永 典之, 安井 千香子, 福江 慧, 泉 奈都子, 水本 岬希, 山本 遼, 三戸 洋之 (東京大学), 木下 将臣 (名古屋大学),
「WINERED を用いた Cyg OB2 association の赤外線高分散分光観測 －-DIB の環境依存性-－」

9. Q09b: Aaron Bell, Takashi Onaka, Itsuki Sakon, Yasuo Doi, Fumihiko Usui, Ronin Wu, Mark Hammonds, Tamami Mori, Ryou Ohsawa (University of Tokyo), Daisuke Ishihara, Hidehiro Kaneda (Nagoya University), Frederic Galliano (IAS), Martin Giard (IRAP) of Tokyo), Ho-Gyu Lee (KASI),
「AKARI and AME: A look at microwave dust emission via the Infrared」

10. Q11a: 安藤 亮, 河野 孝太郎, 田村 陽一, 泉 拓磨, 梅畑 豪紀 (東京大学), 永井 洋 (国立天文台) , 徂徠 和夫 (北海道大学) , 濤崎 智佳 (上越教育大学) ,
「ALMA Calibrator Source を用いた銀河系内分子吸収線系の検出とその物理化学状態の考察」

11. S21a: 泉 拓磨, 河野 孝太郎 (東京大学) , 川勝 望 (呉高専) ,
「近傍 Seyfert 銀河中心の分子ガス円盤と巨大ブラックホールの共進化」

12. S28c: 小久保 充 (東京大学),「クエーサー紫外-可視域多バンド光度曲線から得られる Inhomogeneous Accretion Disk Model への制限」

13. V207b: 酒向 重行, 小林 尚人, 土居 守, 本原 顕太郎, 宮田 隆志, 諸隈 智貴, 高橋 英則, 大澤 亮, 青木 勉, 征矢野 隆夫, 樽沢 賢一, 猿楽 祐樹, 三戸 洋之, 中田 好一, 菊池 勇輝, 谷口 由貴, 松永 典之, 臼井 文彦 (東京大学), 田中 雅臣, 渡部 潤一, 前原 裕之, 有松 亘 (国立天文台), 冨永 望 (甲南大学), 板 由房, 小野里 宏樹, 花上 拓海, 岩崎 仁美 (東北大学), 浦川 聖太郎 (日本スペースガード協会), 佐藤 幹哉 (かわさき宙と緑の科学館), 河北 秀世, 近藤 荘平 (京都産業大学), 谷川 衝 (理化学研究所),
「木曽超広視野高速 CMOS カメラ Tomo-e の開発 – 基本設計の完了」

14. V208b: 大澤 亮, 酒向 重行, 小林 尚人, 土居 守, 本原 顕太郎, 宮田 隆志, 諸隈 智貴, 高橋 英則, 青木 勉, 征矢野 隆夫, 樽沢 賢一, 三戸 洋之, 中田 好一, 菊池 勇輝, 谷口 由貴, 猿楽 祐樹, 松永 典之, 臼井 文彦 (東京大学), 田中 雅臣, 有松 亘, 渡部 潤一, 前原 裕之 (国立天文台), 冨永 望 (甲南大学), 板 由房, 小野里 宏樹, 花上 拓海, 岩崎 仁美 (東北大学), 浦川 聖太郎 (日本スペースガード協会), 佐藤 幹哉 (かわさき宙と緑の科学館), 河北 秀世, 近藤 荘平 (京都産業大学), 谷川 衝 (理化学研究所),
「木曽超広視野高速 CMOS カメラ Tomo-e のバックエンドデータ転送システムの設計と評価」

15. V209a: 菊池 勇輝, 酒向 重行, 小林 尚人, 土居 守, 本原 顕太郎, 宮田 隆志, 諸隈 智貴, 高橋 英則, 大澤 亮, 青木 勉, 征矢野 隆夫, 樽沢 賢一, 三戸 洋之, 中田 好一, 松永 典之, 臼井 文彦, 猿楽 祐樹, 谷口 由貴 (東京大学), 田中 雅臣, 渡部 潤一, 前原 裕之, 有松 亘 (国立天文台), 冨永 望 (甲南大学), 板 由房, 小野里 宏樹, 花上 拓海, 岩崎 仁美 (東北大学), 浦川 聖太郎 (日本スペースガード協会), 佐藤 幹哉 (かわさき宙と緑の科学館), 河北 秀世, 近藤 荘平 (京都産業大学), 谷川 衝 (理化学研究所),
「木曽超広視野高速 CMOS カメラ Tomo-e のイメージセンサ評価試験」

16. V210a: 有松 亘, 渡部 潤一, 田中 雅臣, 前原 裕之 (国立天文台), 臼井 文彦, 猿楽 祐樹, 大坪 貴文, 大澤 亮, 酒向 重行, 小林 尚人, 土居 守, 本原 顕太郎, 宮田 隆志, 諸隈 智貴, 高橋 英則, 青木 勉, 征矢野 隆夫, 樽沢 賢一, 三戸 洋之, 中田 好一, 菊池 勇輝, 谷口 由貴, 松永 典之 (東京大学), 和田 武彦 (宇宙科学研究所), 冨永 望 (甲南大学), 板 由房, 小野里 宏樹, 花上 拓海, 岩崎 仁美 (東北大学), 浦川 聖太郎 (日本スペースガード協会), 佐藤 幹哉 (かわさき宙と緑の科学館), 河北 秀世, 近藤 荘平 (京都産業大学), 谷川 衝 (理化学研究所), 「木曽超広視野高速 CMOS カメラ Tomo-e による TNO 掩蔽現象の捜索」

17. V213b: 毛利 清, 宮田 隆志, 上塚 貴史, 高橋 英則 (東京大学) , 本田 充彦 (神奈川大学) , 酒向 重行, 大澤 亮, 岡田 一志, 内山 允史 (東京大学) ,
「TMT 搭載中間赤外線観測装置における冷却チョッピングの検討」

18. V215b: 満田 和真, 橋場 康人 (東京大学), 美濃和 陽典, 早野 裕 (国立天文台), 菅井 肇, 下農 敦司 (東京大学), 松林 和也 (京都大学), 服部 尭, 鎌田 有紀子, 尾崎 忍夫 (国立天文台), 土居 守, 酒向 重行 (東京大学), 「可視面分光装置 Kyoto3DII の CCD システムアップグレード」

19. V216b: 小久保 充, 橋場 康人, 満田 和真, 酒向 重行, 諸隈 智貴, 土居 守 (東京大学), Hanindyo Kuncarayakti (チリ大学), 森鼻 久美子, 伊藤 洋一 (兵庫県立大学), 新井 彰 (京都産業大学),
「可視光ファブリ・ペロー分光撮像装置 LISS の開発: 西はりま天文台 2.0m なゆた望遠鏡への搭載」

20. V234a: 大坪 翔悟 (1), 池田 優二 (1,2), 小林 尚人 (3), 助川 隆 (4), 近藤 荘平, 濱野 哲史, 鮫島 寛明, 中西 賢之, 中岡 哲弥, 渡瀬 彩華, 竹中 慶一, 朝野 彰, 新井 彰, 河北 秀世 (1), 松永 典之, 安井 千香子, 福江 慧, 泉 奈都子, 三戸 洋之 (3), 吉川 智裕 (5); (1). 京都産業大学, (2). フォトコーディング, (3). 東京大学, (4). キヤノン株式会社, (5). エデックス,
「近赤外線高分散分光器 WINERED: high-blazed echelle grating を用いた超高分散化」

21. V247a: 吉井 譲, 土居 守, 河野 孝太郎, 田中 培生, 宮田 隆志, 本原 顕太郎, 田辺 俊彦, 峰崎 岳夫, 酒向 重行, 諸隈 智貴, 田村 陽一, 青木 勉, 征矢野 隆夫, 樽沢 賢一, 加藤 夏子, 小西 真広, 上塚 貴史, 高橋 英則 (東京大学), 越田 進太郎 (国立天文台), 半田 利弘 (鹿児島大学),
「東京大学アタカマ天文台 TAO6.5m 望遠鏡の建設進捗」

22. V248a: 小西 真広, 本原 顕太郎, 高橋 英則, 加藤 夏子, 北川 祐太朗, 小早川 大, 寺尾 恭範, 吉井 譲, 土居 守, 河野 孝太郎, 田中 培生, 宮田 隆志, 田辺 俊彦, 峰崎 岳夫, 酒向 重行, 諸隈 智貴, 田村 陽一, 青木 勉, 征矢野 隆夫, 樽沢 賢一, 上塚 貴史, 大澤 亮, 岡田 一志, 内山 允史, 毛利 清 (東京大学), 越田 進太郎 (国立天文台), 半田 利弘 (鹿児島大学),
「近赤外線 2 色同時多天体分光撮像装置 SWIMS の開発進捗と運用計画」

23. V249a: 上塚 貴史, 宮田 隆志, 酒向 重行, 大澤 亮, 岡田 一志, 内山 允史, 毛利 清, 尾中 敬, 左近 樹, 吉井 譲, 土居 守, 河野 孝太郎, 田中 培生, 本原 顕太郎, 田辺 俊彦, 峰崎 岳夫, 諸隈 智貴, 田村 陽一, 青木 勉, 征矢野 隆夫, 樽沢 賢一, 加藤 夏子, 高橋 英則, 小西 真広, 北川 祐太郎, 小早川 大, 寺尾 恭範 (東京大学), 片ざ 宏一 (JAXA), 半田 利弘 (鹿児島大学), 越田 進太朗 (国立天文台),
「中間赤外線二視野同時撮像分光装置 MIMIZUKU の開発進捗と運用計画」

24. V252a: 芝井 広 (大阪大), 小川 博之, 中川 貴雄, 松原 英雄 (JAXA), 尾中 敬, 河野 孝太郎 (東京大), 金田 英宏 (名古屋大), 他 SPICA チーム, 「次世代赤外線天文衛星 SPICA: プロジェクト再定義」

25. V253a: 中川 貴雄 (JAXA), 芝井 広 (大阪大), 小川 博之, 松原 英雄, 川田 光伸, 片ざ 宏一, 山村 一誠, 塩谷 圭吾, 和田 武彦, 村田 泰宏, 磯部 直樹, 浅野 健太朗, 船木 一幸, 後藤 健, 竹内 伸介, 上野 宗孝, 杉田 寛之, 篠崎 慶亮, 佐藤 洋一, 山脇 敏彦, 水谷 忠均, 巳谷 真司 (JAXA), 尾中 敬, 河野 孝太郎, 土井 靖生, 左近 樹 (東大), 金田 英宏, 大藪 進喜, 石原 大助 (名古屋大), 津村 耕司 (東北大), 松浦 周二 (関学), SPICA Cosmic Vision M5 対応チーム, 「次世代赤外線天文衛星 SPICA: システム技術検討」

26. X10a: 諸隈 佳菜 (NAOJ), 馬場 淳一 (東京工業大学), 諸隈 智貴 (東京大学), Grace Telford (Univ. of Washington), 「4000Å ブレイクの強さと星質量に対する分子ガスの割合との関係 II」

27. X14b: 真喜屋 龍 (東京大学), 「銀河形成モデルで探る星間ガスの宇宙論的進化史」

28. X34a: 田村 陽一, 大栗 真宗 (東京大学), 伊王野 大介, 廿日出 文洋, 松田 有一, 林 将央 (国立天文台), 「ALMA による SDP.81 の高分解能観測 I. – 30 ミリ秒角画像でさぐる重力レンズ銀河の中心質量分布」

29. X35a: 廿日出 文洋, 伊王野 大介, 松田 有一, 林 将央 (国立天文台), 田村 陽一, 大栗 真宗 (東京大学), 「ALMA による SDP.81 の高分解能観測 I. – 重力レンズされた $z = 3.042$ サブミリ波銀河の分子ガスクランプの性質」

30. X36a: Soh Ikarashi, Karina I. Caputi (Kapteyn Astronomical Institute, University of Groningen), Rob J. Ivison, Hideki Umehata (ESO), Kotaro Kohno, Kentaro Motohara, Yoichi Tamura, Kiyoto Yabe, Takuma Izumi (University of Tokyo), Kouji Ohta (Kyoto University), Ryohei Kawabe, Daisuke Iono, Kouichiro Nakanishi, Bunyo Hatsukade (NAOJ), James S. Dunlop (ROE), David H. Hughes, Itziar Aretxaga (INAOE), Grant W. Wilson, Min S. Yun (UMASS),
「SMGs with extremely red optical/near-infrared colors revealed by ALMA」

31. X37b: 山口 裕貴, 田村 陽一, 河野 孝太郎 (東京大学),
「Herschel 宇宙望遠鏡分光データの stacking 解析によるサブミリ波銀河の物理化学状態の制限」

2.7.2　日本天文学会 2016 年春季年会, 首都大学東京, (2015/03/14 – 03/17)

1. N17a: 福江 慧, 松永 典之, 山本 遼, 小林 尚人, 安井 千香子 (東京大学), 近藤 荘平, 池田 優二, 濱野 哲史, 新崎 貴之 (京都産業大学), 辻本 拓司 (国立天文台), G. Bono (ローマ大学トルベルガータ校), L. Inno (マックスプランク天文学研究所), 「近赤外線高分散分光による銀河系中心セファイドの金属量の導出」

2. N18b: 鮫島 寛明, 池田 優二, 近藤 荘平, 濱野 哲史, 河北 秀世 (京都産業大学), 小林 尚人, 松永 典之, 福江 慧 (東京大学), 「近赤外線高分散分光器 WINERED: 大気吸収線の補正」

3. R16b : 小早川 大, 本原 顕太郎, 小西 真広, 高橋 英則, 北川 祐太朗, 寺尾 恭範, 加藤 夏子, 土居 守, 酒向 重行, 諸隈 智貴, 橋場 康人, 小久保 充, 満田 和真, 吉井 譲 (東京大学), 小麥 真也 (工学院大学), 金子 紘之 (国立天文台野辺山), 「水素電離輝線を用いた近傍 LIRG におけるダスト減光の観測的研究」

4. R22a: 河野 孝太郎, 泉 拓磨 (東京大学), 松下 聡樹, 原田 ななせ (ASIAA), 中井直正 (筑波大学), S. Martín (ESO/JAO), K. Fathi (Stockholm Univ.), K. Sheth (NASA) 他 ALMA NGC1097 チーム,
「ALMA でみた 10 pc スケールでの 1 型低光度活動銀河核 NGC1097」

5. V204a: 芝井 広 (大阪大), 小川 博之, 中川 貴雄, 松原 英雄 (JAXA), 尾中 敬, 河野 孝太郎 (東京大), 金田 英宏 (名古屋大), 山田 亨 (東北大), 他 SPICA チームメンバー,
「SPICA (次世代赤外線天文衛星) : 再定義完了」

6. V218c: 満田 和真, 橋場 康人 (東京大学), 美濃和 陽典, 早野 裕 (国立天文台), 菅井 肇, 下農 淳司 (東京大学), 松林 和也 (京都大学), 服部 尭, 鎌田 有紀子, 尾崎 忍夫 (国立天文台), 土居 守, 酒向 重行 (東京大学), 「可視面分光装置 Kyoto3DII における新 CCD システムの性能評価と試験観測」

7. V228b: 小西 真広, 本原 顕太郎, 高橋 英則, 加藤 夏子, 北川 祐太朗, 小早川 大, 寺尾 恭範, 吉井 譲, 土居 守, 河野 孝太郎, 田中 培生, 宮田 隆志, 田辺 俊彦, 峰崎 岳夫, 酒向 重行, 諸隈 智貴, 田村 陽一, 青木 勉, 征矢 野隆夫, 樽沢 賢一, 上塚 貴史, 大澤 亮, 岡田 一志, 内山 允史, 毛利 清 (東京大学), 越田 進太郎 (国立天文台), 半田 利弘 (鹿児島大学), 「東京大学アタカマ天文台近赤外線観測装置 SWIMS」

8. V229b: 上塚 貴史, 宮田 隆志, 酒向 重行, 大澤 亮, 岡田 一志, 内山 允史, 毛利 清, 山口 淳平, 尾中 敬, 左近 樹, 吉井 譲, 土居 守, 河野 孝太郎, 田中 培生, 本原 顕太郎, 田辺 俊彦, 峰崎 岳夫, 諸隈 智貴, 田村 陽一, 青木 勉, 征矢野 隆夫, 樽沢 賢一, 加藤 夏子, 高橋 英則, 小西 真広, 北川 祐太朗, 小早川 大, 寺尾 恭範 (東京大学), 片ざ 宏一 (JAXA), 半田 利弘 (鹿児島大学), 越田 進太郎 (国立天文台),
「東京大学アタカマ天文台中間赤外線観測装置 MIMIZUKU」

9. V230a: 内山 允史, 宮田 隆志, 上塚 貴史, 酒向 重行, 大澤 亮, 岡田 一志, 毛利 清, 山口 淳平 (東京大学), 浅野 健太朗 (ISAS), 内山 瑞穂 (国立天文台), ほか TAO メンバー,
「中間赤外線高精度モニタリングに向けた二視野同時観測手法の開発」

10. V231a: 小西 真広, 酒向 重行, 吉井 譲 (東京大学), 内田 孝紀 (九州大学), 荒屋 亮 (株式会社環境 GIS 研究所), 金 高義 (福島工業高等専門学校),
「TAO 6.5m 望遠鏡エンクロージャー設計における非定常数値風況解析」

11. V240a: 菊池 勇輝, 酒向 重行, 高橋 英則, 大澤 亮, 土居 守, 小林 尚人, 本原 顕太郎, 宮田 隆志, 諸隈 智貴, 青木 勉, 征矢野 隆夫, 樽沢 賢一, 三戸 洋之, 猿楽 祐樹, 中田 好一, 松永 典之, 臼井 文彦, 谷川 衝, 谷口 由貴, 小久保 充, 満田 和真, 一木 真, 山口 淳平 (東京大学), 渡部 潤一, 田中 雅臣, 前原 裕之, 有松 亘 (国立天文台), 吉川 真 (宇宙航空研究開発機構), 冨永 望 (甲南大学), 板 由房, 小野里 宏樹 (東北大学), 奥村 真一郎, 浦川 聖太郎 (日本スペースガード協会), 佐藤 幹哉 (かわさき宙と緑の科学館), 春日 敏測 (千葉工業大学), 河北 秀世 (京都産業大学),
「木曽超広視野高速 CMOS カメラ Tomo-e プロトタイプ機の性能評価」

12. V241a: 大澤 亮, 酒向 重行, 高橋 英則, 菊池 勇輝, 一木 真, 山口 淳平, 小林 尚人, 土居 守, 本原 顕太郎, 宮田 隆志, 諸隈 智貴, 青木 勉, 征矢野 隆夫, 樽沢 賢一, 三戸 洋之, 中田 好一, 谷口 由貴, 小久保 充, 満田 和真, 猿楽 祐樹, 松永 典之, 臼井 文彦, 谷川 衝 (東京大学), 田中 雅臣, 有松 亘, 渡部 潤一, 前原 裕之 (国立天文台), 吉川 真 (ISAS/JAXA), 冨永 望 (甲南大学), 板 由房, 小野里 宏樹 (東北大学), 春日 敏測 (千葉工業大学), 奥村 真一郎, 浦川 聖太郎 (日本スペースガード協会), 佐藤 幹哉 (かわさき宙と緑の科学館), 河北 秀世 (京都産業大学), 「木曽超広視野高速 CMOS カメラ Tomo-e の開発 – Tomo-e プロトタイプ機の開発および試験観測の報告」

13. X09b: 小嶋 洋平, 河野 志洋, 陳 家偉 (東京大学), 秋山 優太 (法政大学), 岡部 愛, 関 大策 (愛知教育大学), 竝木 茂朗 (京都大学), 依田 萌 (名古屋大学), 美濃和 陽典, 児玉 忠恭, 利川 潤, 小山 佑世 (国立天文台), 北川 祐太朗 (東京大学), 林 左絵子 (国立天文台),
「高解像度 Pa α 撮像で分解する合体途上銀河の星形成活動」

14. Z101r: 吉井 譲, 土居 守, 河野 孝太郎, 田中 培生, 宮田 隆志, 本原 顕太郎, 田辺 俊彦, 峰崎 岳夫, 酒向 重行, 諸隈 智貴, 田村 陽一, 青木 勉, 征矢野 隆夫, 樽沢 賢一, 加藤 夏子, 小西 真広, 上塚 貴史, 高橋 英則 (東京大学), 越田 進太郎 (国立天文台), 半田 利弘 (鹿児島大学),
「東京大学アタカマ天文台 TAO 6.5m 望遠鏡計画の概要」

15. Z102a: 鮫島 寛明 (京都産業大学), 吉井 譲 (東京大学),
「クェーサーで探る [Mg/Fe] 組成比の宇宙論的進化と星形成史」

16. Z103a: 峰崎 岳夫, 吉井 譲, 諸隈 智貴 (東京大学天文学教育研究センター), 「Super-MAGNUM project 〜Unprecedented Long-Term Infrared Monitoring of High-Redshift QSOs〜」

17. Z105a: 児玉 忠恭 (国立天文台), ほか SWIMS-18 チーム一同 (東大天文センター, 国立天文台),
「SWIMS-18 サーベイ: $1 < z < 5$ の銀河形成史を極める」

18. Z109b: 松岡 良樹 (国立天文台), 土居 守, 河野 孝太郎, 本原 顕太郎 (東京大学), 長尾 透 (愛媛大学),
「宇宙最遠クエーサーの探索: Subaru/HSC から TAO/SWIMS へ」

19. Z110b: 利川 潤, 児玉 忠恭 (国立天文台), ほか SWIMS-18 チーム一同 (東大天文センター, 国立天文台),
「SWIMS-18 サーベイによる原始銀河団探査」

20. Z113a: 浅野 健太朗 (JAXA/ISAS), 植田 稔也 (デンバー大学), 宮田 隆志, 上塚 貴史 (東京大学),
「TAO 中間赤外線観測を用いた双極状惑星状星雲ダストトーラスの観測計画」

21. Z116a: 臼井 文彦, 上塚 貴史, 宮田 隆志 (東京大学), 長谷川 直 (ISAS/JAXA), 高遠 徳尚 (NAOJ),
「TAO/MIMIZUKU による小惑星の近赤外線分光サーベイ計画」

22. Z117a: 坂野井 健, 鍵谷 将人, 北元, 笠羽 康正 (東北大), 宮田 隆志, 大坪 貴文, 臼井 文彦, 上塚 貴史 (東京大), 平原 靖大 (名古屋大), 米田 瑞生 (ドイツ・ケーペンハウワー研), 長谷川 直, 佐藤 隆雄 (ISAS/JAXA),
「TAO とハレアカラ望遠鏡群による木星ならびに小天体の連続観測」

23. Z119b: 上塚 貴史, 宮田 隆志, 酒向 重行, 大澤 亮, 岡田 一志, 内山 允史, 毛利 清, 山口 淳平 (東京大学), 浅野 健太朗 (JAXA), ほか TAO グループ,
「TAO 中間赤外線観測によるミラ型変光星のダスト形成モニタリング観測」

24. Z120b: 宮田 隆志, 酒向 重行, 上塚 貴史, 大澤 亮, 岡田 一志, 内山 允史, 毛利 清, 山口 淳平 (東京大学) , 浅野 健太朗 (ISAS), ほか TAO グループ,
「TAO 中間赤外線観測による dustiest evolved stars の観測計画」

25. ALMA 特別セッション : 田村, 「ALMA 特別セッション: ミリ波サブミリ波高空間分解能観測が切り拓く天文学 – 銀河形成 (SDP.81)」

2.7.3　2015 年度精密工学会秋季大会, 東北大学 (2015/9/4–6)

1. 2015A_223: 北川 祐太朗, 「超精密切削加工を用いたイメージスライサーの開発」

2.7.4　国際研究会

1. Izumi, T. : “ALMA Observations of Dense Molecular Gas in Nearby AGNs”,
2015/04/13, Galshop + NAOJ/IoA Seminar, Tokyo, Japan

2. Doi, M : “The University of Tokyo Atacama Observatory (TAO) project”,
2015/05/15–16, “Chajnantor Working Group ”, OSF-ALMA, Chile

3. Kokubo, M. : “UV-optical spectral variability from the viewpoint of accretion disk theory”,
2015/06/1-5, “Blackhole Accretion and AGN Feedback”, Shanghai, China

4. Izumi, T. : “Dense molecular gas observations in AGNs with ALMA: Feeding and Feedback”,
2015/06/01–05, Galaxies of Many Colours, Marstrand, Sweden

5. Ohsawa, R., Sako, S., Kikuchi, Y., Doi, M., Motohara, K., Morokuma, T., Kobayashi, N., Miyata, T., Aoki, T., Soyano, T., Tarusawa, K., Mito, H., Sarugaku, Y., Nakada, Y., Tominaga, N., Tanaka, M., Watanabe, J., Usui, F., Tanikawa, A., Tomo-e Development Team : “Development of Extremely Wide-Field CMOS Camera Tomo-e for Follow-up Observations of GW Counterparts”, 2015/06/17–20, “Gravitational Wave Physics and Astronomy Workshop (GWPAW) 2015”, Osaka, Japan

6. Minezaki, T. : “Active Galactic Nuclei as Cosmological Distance Indicators”, 2015/06/29–07/03, an invited lecture of the Summer School “New Era of the Cosmic Distance Scale”, Tokyo, Japan

7. Kokubo, M. :
“Constraints on the temperature inhomogeneity in quasar accretion discs from the ultraviolet-optical spectral variability”, 2015/07/14-16, “East-Asia AGN Workshop 2015”, Changchun, China

8. Izumi, T. : “Submillimeter observations of molecular gas in nearby/high-z AGNs”,
2015/07/14–16, 2015/07/14-16, “East-Asia AGN Workshop 2015”, Changchun, China

9. Umehata, H., :
“Dusty Starbursts and AGNs in a $z = 3.1$ Protocluster revealed by ALMA”, 2015/07/20–24, “Theoretical and Observational Progress on Large-scale Structure of the Universe”, Garching, Germany

10. Ishii, S., Tamura, Y., Izumi, T., Kohno, K., Takekoshi, T., Arai, H., Sato, T., Hirota, A., Oshima, T., Iwashita, H., Maekawa, J., Minamidani, T., Matuo, H., Kawabe, R., Nakatsubo, S., Mori, S., Kouchi, A., & Sorai, K. :
“Multicolor mm/submm TES Bolometer Camera for ASTE: 4. Calibration’, 2015/07/28–30, “NRO-ALMA Science/Development Workshop 2015”, Nobeyama Radio Observatory, Japan

11. Tamura Y. :
“High-resolution ALMA observations of SDP.81. I. The innermost mass profile of the lensing elliptical galaxy probed by 30 milli-arcsecond images”, 2015/7/28–7/30, “NRO-ALMA Science/Development Workshop 2015”, Nobeyama Radio Observatory, Japan

12. Kohno, K.: “High resolution ALMA observations of dense molecular medium in the central regions of active galaxies” (Invited),
2015/8/3–7, IAU Symposium 315, Hawaii Convention Center, Honolulu, Hawaii, USA

13. Umehata, Hideki, Tamura, Yoichi, Kohno, Kotaro : “Dusty Starbursts within a $z = 3$ Large Scale Structure revealed by ALMA”, 2015/08/8–14, “IAU General Assembly”, Honolulu, United States

14. Kohno, K. : “SXDF-UDS-CANDELS-ALMA 1.5 arcmin2 deep survey” (Contributed),
2015/8/11–14, IAU Symposium 319, Hawaii Convention Center, Honolulu, Hawaii, USA

15. Izumi, T. : “Possible collaborations with a Survey of Cold Molecular Gas in the Southern Seyfert Galaxies”, 2015/08/25, ALMA Workshop for Large Proposals on Nearby Galaxies, Tokyo, Japan

16. Motohara K.: “Next NIR Instrument of Subaru Telescope (personal comment)”
2015/9/1–2, “Subaru Keck Synergy Workshop”, Tohoku University, Japan

17. Umehata, H., : “Concentration of dusty starbursts and AGNs at a $z = 3.09$ proto-cluster core”, 2015/09/7–11, “In the Footsteps of Galaxies: Tracing the Evolution of Environmental Effects”, Soverato, Italy

18. Minezaki, T. : “A New Black Hole Mass Estimate for Obscured Active Galactic Nuclei”,
2015/09/14–17, “TORUS2015 The unification scheme after 30 years”, Winchester, UK

19. Izumi, T. : “Coevolution of SMBHs and Circumnuclear dense molecular gas disks in Seyfert galaxies”,
2015/09/14–17, “TORUS2015 The unification scheme after 30 years”, Winchester, UK

20. Kohno, K. : “ALMA-TAO/SWIMS synergies” (Contributed), 2015/9/17–18, SWIMS Science Workshop 2015, IoA, Mitaka, Japan

21. Tamura Y. : “High-resolution ALMA observations of SDP.81. I. The innermost mass profile of the lensing elliptical galaxy probed by 30 milli-arcsecond images”, 2015/10/20–22, “ALMA/NRO45m/ASTE/Mopra Users Meeting 2015”, National Astronomical Observatory of Japan, Japan

22. Tamura, Y. : “Time-domain science with 45 m/ASTE: Target-of-opportunity observations of sub/millimeter flares from γ-ray bursts”, 2015/10/20–22, “ALMA/NRO45m/ASTE/Mopra Users Meeting 2015”, National Astronomical Observatory of Japan, Japan

23. Ishii, S., Endo, A, Karatsu, K., Kohno, K., Tamura, Y., Oshima, T., Takekoshi, T., Baselmans, J., Yates, S., Baryshev, A., Grim, M., van Rantwijk J., & van der Werf, P. : “Development of DESHIMA for ASTE’, 2015/10/20–22, “ALMA/NRO45m/ASTE/Mopra Users Meeting 2015”, National Astronomical Observatory of Japan, Japan

24. Izumi, T. : “One way of living in the ALMA era - a student’s (bit critical) view”, 2015/10/20–22, “ALMA/NRO45m/ASTE/Mopra Users Meeting 2015”, National Astronomical Observatory of Japan, Japan

25. Taniguchi, A. : “A new off-point-less method for (sub)mm spectroscopy with FMLO: IV. Evaluation of the FMLO on the NRO 45m telescope” (Oral), 2015/10/20–22, “ALMA/NRO45m/ASTE/Mopra Users Meeting 2015”, National Astronomical Observatory of Japan, Japan

26. Taniguchi, A. : “Potential of a new CASA pipeline for NRO 45m high-z data” (poster), 2015/10/20–22, “ALMA/NRO45m/ASTE/Mopra Users Meeting 2015”, National Astronomical Observatory of Japan, Japan

27. Yamaguchi Y., Tamura Y., Kohno K. : “SXDF-ALMA 1.5 arcmin^2 Deep Survey: The Multi-Wavelength Analysis of Faint Submillimeter Galaxies ”, 2015/10/20–22, “ALMA/NRO45m/ASTE/Mopra Users Meeting 2015”, National Astronomical Observatory of Japan, Japan

28. Ando, R. : “New detections of Galactic molecular absorption systems toward ALMA calibrator sources”, 2015/10/20–22, “ALMA/NRO45m/ASTE/Mopra Users Meeting 2015”, National Astronomical Observatory of Japan, Japan

29. Umehata, H., : “SMGs and PFS”, 2015/11/13, “PFS-SSP GALAXY SURVEY WORKSHOP”, Kashiwa, Japan

30. Kohno, K. : “Deep Surveys using ALMA” (Invited), 2015/12/1–3, ALMA Workshop for ALMA Large Proposal of gAlactic Cold gAs (ALPACA) Survey, NAOJ, Mitaka, Japan

31. Tomoki Morokuma : “An Effective Selection Method for Low-Mass Active Black Holes”, 2015/12/1–3, Understanding Evolution of Quasars: Collaboration between Theoretical Models and Initial HSC Survey, University of Kagoshima, Japan

32. Tamura Y. : “Toward the Better Understanding of Early Galaxies with ALMA New Capabilities”, 2015/12/8–11, “East-Asia ALMA Science Workshop 2015”, I-Site Namba, Osaka, Japan. (Invited)

33. Izumi, T. : “Do Circumnuclear Dense Gas Disks Drive the Growth of Supermassive Black Holes?”, 2015/12/8–11, “East-Asia ALMA Science Workshop 2015”, I-Site Namba, Osaka, Japan.

34. Taniguchi, A. : “SiO multi-transition observations and analysis toward the strongly-shocked dense gas in the center of NGC 1068” (Oral),
2015/12/8–11, “East-Asia ALMA Science Workshop 2015”, I-Site Namba, Osaka, Japan.

35. Yamaguchi Y., Tamura Y., Kohno K. : “SXDF-ALMA 1.5 arcmin^2 Deep Survey: The Multi-Wavelength Analysis of Faint Submillimeter Galaxies ”,
2015/12/8–11, “East-Asia ALMA Science Workshop 2015”, I-Site Namba, Osaka, Japan.

36. Ando, R. : “New detections of Galactic molecular absorption systems toward ALMA calibrator sources”, 2015/12/8–11, “East-Asia ALMA Science Workshop 2015”, I-Site Namba, Osaka, Japan.

37. Kohno, K. : “IoA Overview” (Invited),
2015/12/9–12, “MPE IR-Group Retreat”, Schloss Ringberg, Germany

38. Kohno, K.: “ALMA deep surveys” (Invited),
2015/12/9–12, “MPE IR-Group Retreat”, Schloss Ringberg, Germany

39. Motohara K. : “NIR Side of The University of Tokyo Atacama Observatory: from miniTAO-1m/ANIR to TAO-6.5m/SWIMS”, 2015/12/9–12, “MPE IR-Group Retreat”, Schloss Ringberg, Germany

40. Taniguchi, A. : “FMLO: A New HD3 Spectroscopic Method for Radio Astronomy with Removing Correlated Noises” (poster),
2015/12/14–17, International Meeting on High-Dimensional Data Driven Science, Kyoto, Japan

41. Ohsawa, R., Onaka, T., Sakon, I., Yamamura, I., Mori, I. T., Matsuura, M., Kaneda, H. : “Near-Infrared Views of Dust in Planetary Nebulae: AKARI/IRC NIR Spectral Atlas of Galactic PNe”, 2015/12/14–17, “The 11th Pacific Rim Conference on Stellar Astrophysics Physics and Chemistry of the Late Stages of Stellar Evolution”, Hong-Kong, China

42. Kohno, K. : “Introduction”, 2016/12/15–16, ALMA Workshop “ALMA deep surveys on GOODS-S and beyond”, IoA, Tokyo, Japan

43. Izumi, T. : “Submm study of SMBH-galaxy co-evolution”, 2015/12/15–16, ALMA Workshop “ALMA deep surveys on GOODS-S and beyond”, IoA, Tokyo, Japan

44. Umehata, H., : “ALMA Deep Field in SSA22”,
ALMA Workshop “ALMA deep surveys on GOODS-S and beyond”, IoA, Tokyo, Japan

45. Yamaguchi Y., Tamura Y., Kohno K. : “SXDF-ALMA 1.5 arcmin^2 Deep Survey: The Multi-Wavelength Analysis of Faint Submillimeter Galaxies ”, 2015/12/15–16, ALMA Workshop “ALMA deep surveys on GOODS-S and beyond”, IoA, Tokyo, Japan

46. Tomoki Morokuma : “An Effective Selection Method for Low-Mass Active Black Holes”,
2016/1/19–21, “Subaru Users’ Meeting FY2015”, KKR Hotel Atami, Japan

47. Kamizuka T., Miyata T., Sako S., Ohsawa R., Okada K., Uchiyama S. M., Mori H., Yamaguchi J., Onaka T., Sakon I., Kataza H., Yoshii Y., and TAO Project Team :
“Mid-infrared Double-field Imager and Spectrometer MIMIZUKU ”,
2016/01/19–21, “Subaru Users’ Meeting FY2015”, KKR Hotel Atami, Japan

48. Izumi, T. : “Do circumnuclear dense gas disks fuel supermassive black holes? - A test on the supernova-driven turbulent accretion model”,
2016/2/16–17, ALMA Workshop ALMA deep surveys on GOODS-S and beyond, IoA, Tokyo, Japan

49. Tomoki Morokuma : “Subaru Wide-Field Imaging Follow-Up Observations for GW EM Counterparts”, 2016/2/18–20, 4th Annual Symposium of the Innovative Area on Multi-Messenger Study of Gravitational Wave Sources, Kavli IPMU, Japan

50. Doi, M., Kokubo, M., Mitsuda, K., Ito, Y., Morihana, K., Ikoma, M., Fukui, A., Narita, N., Hashiba, Y., Morokuma, T., Sako, S., Kobayakawa, Y., and Terao, Y. : “The first trial of transit observations with a very low resolution slit spectroscopy with LISS”, 2016/2/21-24, “International Workshop on “Exoplanets and Disks: Their Formation and Diversity III””, Okinawa, Japan

51. Ohsawa, R., Onaka, T., Yasui, C. : “Impact of the initial disk mass function on the disk fraction”,
2016/02/21–24, “International Workshop on “Exoplanets and Disks: Their Formation and Diversity III””, Okinawa, Japan

2.7.5　国内研究会

1. 峰崎 :「X 線 FeKα 輝線コア放射領域とダストトーラス」,
2015/3/31–4/2, 研究会「新世紀における銀河宇宙観測の方向」, KKR ホテル熱海

2. 上塚 :「晩期型巨星星周の ダスト形成研究の将来」,
2015/3/31–4/2, 研究会「新世紀における銀河宇宙観測の方向」, KKR ホテル熱海

3. 高橋 :「近赤外狭帯域フィルター撮像観測で探る大質量星クラスターの性質」,
2015/3/31–4/2, 研究会「新世紀における銀河宇宙観測の方向」, KKR ホテル熱海

4. Motohara, K. :「SWIMS:NIR MOS Spectrograph for the TAO 6.5m Telescope」,
2015/4/13, Galshop Collaboration Meeting, 国立天文台三鷹

5. 峰崎 :「Reverberation mapping of AGNs using Subaru-PFS」, 2015/5/18–19, 活動銀河核ワークショップ 2015〜すばる PFS の登場に向けて〜, 国立天文台三鷹キャンパス

6. 小久保 :「クエーサー紫外-可視域多バンド光度曲線から得られる Inhomogeneous Accretion Disk Model への制限」, 2015/5/18–19, 活動銀河核ワークショップ 2015〜すばる PFS の登場に向けて〜, 国立天文台三鷹キャンパス

7. 泉 拓磨 :「HSC/PFS 検出天体のミリ波サブミリ波フォローアップ観測」, 2015/5/18–19, 活動銀河核ワークショップ 2015〜すばる PFS の登場に向けて〜, 国立天文台三鷹キャンパス

8. 北川 祐太朗 :「A new Near- IR integral field unit for Subaru/SWIMS」,
2015/6/3–5, 第 2 回銀河進化研究会, 名古屋大学

9. 小久保 :「AGN 紫外-可視域光度変動に対する標準円盤+質量降着率変化モデルの妥当性の検証」,
2015/6/21-22, 降着円盤大研究会 2015, 京都大学, 京都

10. 北川 祐太朗 :「超精密切削加工を用いた天文用イメージスライスミラーの製作」, 2015/6/25–26, 第 40 回光学シンポジウム, 東京大学生産技術研究所

11. Motohara, K. :
「TAO/SWIMS and PFS」2015/7/9–11, PFS サイエンスワークショップ, 国立天文台三鷹

12. 峰崎 :「近傍活動銀河核の可視 X 線モニター観測」,
2015/7/13–14, 木曽シュミットシンポジウム 2015, 上松町公民館 (長野県・上松町)

13. 諸隈 :「Kiso Supernova Survey (KISS)」,
2015/7/13–14, 木曽シュミットシンポジウム 2015, 上松町公民館 (長野県・上松町)

14. 大澤 亮, Tomo-e Gozen プロジェクト :「木曽超広視野高速 CMOS カメラ Tomoe Gozen を支える解析システムの開発」, 2015/7/13–14, 木曽シュミットシンポジウム 2015, 上松町公民館 (長野県・上松町)

15. 小久保 :「クエーサー可視域スペクトル中の偏光成分と変光成分の関係」,
2015/7/13–14, 木曽シュミットシンポジウム 2015, 上松町公民館 (長野県・上松町)

16. 小久保 :「クエーサー紫外-可視域多バンド光度曲線から得られる 不均一円盤モデルへの制限」,
2015/7/27-30, 第 45 回天文・天体物理若手夏の学校, 長野県戸倉上山田温泉ホテル圓山荘

17. 北川 祐太朗 :「次世代を切り開く近赤外面分光ユニットの開発 -A new near-IR IFU for Subaru-」,
2015/7/27–30, 第 45 回天文・天体物理若手夏の学校, 長野県戸倉上山田温泉ホテル圓山荘

18. 谷口 暁星 :「FMLO: オフ点不要の新しいミリ波サブミリ波分光法の開発と性能評価」 (口頭),
2015/7/27–30, 第 45 回天文・天体物理若手夏の学校, 長野県戸倉上山田温泉ホテル圓山荘

19. 安藤 亮 :「ALMA Calibrator Sources を用いた分子吸収線系探査」,
2015/7/27–30, 第 45 回天文・天体物理若手夏の学校, 長野県戸倉上山田温泉ホテル圓山荘

20. 峰崎 :「A New Black Hole Mass Estimate for Obscured Active Galactic Nuclei using the neutral FeKα emission line」, 2015/8/11–12, 超巨大ブラックホール降着円盤スペクトルの解釈を巡って, 宇宙科学研究所相模原キャンパス

21. 諸隈 :「An Effective Selection Method for Low-Mass Active Black Holes」,
2015/9/14–16, 光赤天連シンポジウム 2015, 国立天文台 (東京都・三鷹市)

22. Motohara, K. :「SWIMS Overview」,
2015/9/17–18, 第 3 回 SWIMS サイエンスワークショップ, 東京大学天文学教育研究センター

23. 高橋 :「Research of Massive Star Clusters by NIR Narrow-band Imaging Observations」,
2015/9/17–18, 第 3 回 SWIMS サイエンスワークショップ, 東京大学天文学教育研究センター

24. 北川 祐太朗 :「Current Status of SWIMS-IFU」,
2015/9/17–18, 第 3 回 SWIMS サイエンスワークショップ, 東京大学天文学教育研究センター

25. 泉 拓磨 :「銀河中心ガス円盤と AGN 活動の関係 + 最近の分子ガス観測の成果」,
2015/9/28–29, SNAWS 会議, 東北大学

26. 諸隈 :「木曽超新星探査 (KISS) におけるアマチュア天文家との連携」,
2015/10/2–4, Stella Nova 2015 第 1 回新天体捜索者会議, なよろ市立天文台 (北海道・名寄市)

27. 土居 :「 TAO 望遠鏡と遠方クエーサーサーベイ」, 2015/10/17-18, 第 3 回超巨大ブラックホール研究推進連絡会ワークショップ, 甲南大学 (兵庫県・神戸市)

28. 河野：「宇宙初期の巨大ブラックホール」(招待講演), 2015/10/17–18, 第 3 回超巨大ブラックホール研究推進連絡会ワークショップ, 甲南大学 (兵庫県・神戸市)

29. 諸隈：「An Effective Selection Method for Low-Mass Active Black Holes」, 2015/10/17–18, 第 3 回超巨大ブラックホール研究推進連絡会ワークショップ, 甲南大学 (兵庫県・神戸市)

30. 泉 拓磨：「超巨大ブラックホールと核周分子ガス円盤の共進化」, 2015/10/17–18, 第 3 回超巨大ブラックホール研究推進連絡会ワークショップ, 甲南大学 (兵庫県・神戸市)

31. 峰崎：「Reverberation mapping of AGNs using Subaru-PFS」,
2015/10/27, PFS-AGN 議論の会, 国立天文台三鷹キャンパス

32. 田村：「Deep Extragalactic Survey with Tsukuba 10 m THz Telescope」,
2015/11/18–11/19, 南極で切り開くテラヘルツ天文学, 国立天文台三鷹 (招待講演)

33. Motohara, K., Vanzi, L. :「TARdYS: a Y-band High-resolution Spectrograph for TAO telescope」,
2015/11/24–26, 近赤外線高分散分光研究会 , 国立天文台三鷹

34. 上塚：「TAO/MIMIZUKU を用いた小天体の含水鉱物探査計画」,
2015/11/25–28, 天体の衝突物理の解明 (XI), 北海道大学

35. 河野：「電波望遠鏡における能動鏡と指向誤差計測: Green Bank Telescope の例」,
2015/11/27, LST 拡大検討会, キャンパスプラザ京都

36. 田村：「アルマによる重力レンズ銀河の高分解能観測と Lyα 輝線銀河の遠赤外線微細構造線観測」,
2015/11/30–12/2, 初代星・初代銀河研究会 2015, 群馬大学草津セミナーハウス (招待講演)

37. 北川 祐太朗：「力学構造で探る銀河形成進化」, 2015/12/6–7, 若手銀河研究者研究会, 京都大学

38. 泉 拓磨：「AGNs near and far; mm/submm view」, 2015/12/6–7, 若手銀河研究者研究会, 京都大学

39. 上塚：「長波長中間赤外線用光学フィルタ・モスアイ光学素子の開発」,
2015/12/7–8, 第 5 回可視赤外線観測装置技術ワークショップ, 東北大学

40. 北川 祐太朗：「イメージスライサー型近赤外面分光ユニット SWIMS-IFU における要素技術開発」,
2015/12/7–10, 第 5 回可視赤外線観測装置技術ワークショップ, 東北大学

41. 高橋：「東京大学アタカマ天文台 (TAO) 6.5m 望遠鏡」,
2015/12/9, 第 5 回光赤外線装置技術ワークショップ, 東北大学

42. 上塚：「Circumstellar structure around o Cet and R Leo」,
2015/12/10, 第 32 回 Grain formation Workshop, 定山渓保養所 渓流荘

43. 高橋：「CMOS センサーカメラ Tomo-e 作ってみました (PM) 」,
2015/12/10, 第 35 回天文学に関する技術ワークショップ, 東北大学

44. Motohara, K. :「SWIMS:a NIR MOS spectrograph for TAO 6.5m Telescope」, 2015/12/15–16, ALMA workshop: “ALMA deep surveys on GOODS-S and beyond”, 国立天文台三鷹

45. 峰崎：「ダストトーラスの観測的現状の概観 ($r > 1$ pc を考える上での inner boundary として)」,
2015/12/21–22, ALMA ワークショップ「AGN 銀河の中心 1kpc → 1pc スケールでの質量降着機構の理解に向けて」, 国立天文台三鷹キャンパス

46. 泉 拓磨 :
「核周分子ガス円盤は SMBH 成長の担い手となるか?」, 2015/12/21–22, ALMA ワークショップ「AGN 銀河の中心 1kpc → 1pc スケールでの質量降着機構の理解に向けて」, 国立天文台三鷹キャンパス

47. 大澤 亮, 酒向 重行, 臼井 文彦 (東京大学), 渡部 潤一, 有松 亘 (NOAJ), 浦川 聖太郎 (日本スペースガード協会), 吉川真 (JAXA), Tomo-e 開発チーム :「Tomo-e Gozen Camera: 広視野高速撮像の世界と地球接近天体観測への貢献」, 2016/2/10, 小惑星観測のための研究会, JAXA

48. 河野 :「Short comment: Prospects for extragalacc astrophysics (+ cosmology, fundamental physics) using ngVLA」, 2016/03/09–10, 宇宙電波懇談会シンポジウム, 国立天文台三鷹

49. 田村 :「電波天文学の将来展開: 高赤方偏移研究の観点から」, 2016/03/09–10, 宇宙電波懇談会シンポジウム, 国立天文台三鷹 (招待講演)

2.7.6 その他の講演 (談話会等)

1. 本原 :「地上 Paα 撮像で探る銀河形成」, 2015/7/17, 国立天文台談話会, 国立天文台三鷹

2. 河野 :「Dust-obscured cosmic star-formation unveiled by ALMA」,
2015/07/23, 北海道大学宇宙物理セミナー, 札幌

3. Kitagawa, Y.:「A new near-IR Integral field unit for Subaru : SWIMS-IFU」,
2015/10/7, Subaru Jorunal Club at Hawaii Observatory, 国立天文台ハワイ観測所

4. 土居 :「爆発現象で探る宇宙の進化」, 2015/11/6, 東京大学理学系名誉教授の会, 小柴ホール

5. 河野 : “Deep surveys of dusty star-forming galaxies using ALMA”,
2015/12/8, MPE Colloquium, Garching, Germany

6. 土居 :「爆発現象で探る宇宙の進化」, 2016/01/6, 宇宙進化研究センター談話会, 愛媛大学

7. 上塚 :「高分散高空間分解能分光撮像で探るミラ型変光星の星周構造」,
2016/01/26, 県立ぐんま天文台談話会, 県立ぐんま天文台

8. 田村 : “Submillimeter-wave observations of gravitationally-lensed distant galaxies”, 2016/02/17, 物理学コースセミナー, 近畿大学, 大阪

9. 宮田 :「アタカマ 6.5m 望遠鏡「TAO」の切り拓く次世代光赤外観測」,
2016/3/3, PPARC 談話会, 東北大学理学研究科

10. 土居 :「The University of Tokyo Atacama Observatory (TAO) project And Tomo‐e Gozen Camera」,
2016/3/7, Rochester Institute of Technology, Rochester, USA

11. 土居 :「The University of Tokyo Atacama Observatory (TAO) project And Tomo‐e Gozen Camera」,
2016/3/9, University of Washington, Seatle, USA

2.7.7　研究会の主催

1. Summer School “New Era of the Cosmic Distance Scale”,
   LOC (Giuseppe Bono, Richard de Grijs, Mamoru Doi, Naoteru Gouda, Mareki Honma, Noriyuki Matsunaga, Takeo Minezaki, Ken’ichi Nomoto, Hiromoto Shibahashi, Naotaka Suzuki, Tomonori Totani, Yuzuru Yoshii), SOC (Laura Inno, Noriyuki Matsunaga, Takeo Minezaki, Tomoki Morokuma, Nobuyuki Sakai, Takuji Tsujimoto), 2015/06/29–07/03, The University of Tokyo, Japan

2. “第 3 回 SWIMS サイエンスワークショップ ”,
   世話人 (本原, 小西, 高橋, 児玉, 林, 小山, 但木), 2015/9/17–18, 東京大学天文学教育研究センター講義室

3. “第 6 回光赤外線天文学大学間連携ワークショップ”,
   世話人 (諸隈, 渡辺, 大朝, 斉藤, 村田, 野上, 高橋, 黒田, 植村, 永山, 泉浦, 関口), 2015/11/11–12, 国立天文台・三鷹・大セミナー室

4. “Understanding Evolution of Quasars: Collaboration between Theoretical Models and Initial HSC Survey Data”
   世話人 (和田, 寺本 (鹿児島大学); 秋山 (東北大学); 柏川, 松岡 (国立天文台); 諸隈; 長尾 (愛媛大学); 長島 (文教大学); 大山 (ASIAA); Strauss (Princeton University)), 2015/12/1-3, 鹿児島大学

5. “ALMA Workshop: ALPACA”,
   世話人 (田村), 2015/12/1–3, 国立天文台三鷹コスモス会館

6. “第 5 回 可視赤外線観測装置技術ワークショップ”,
   世話人 (宮田, 本原), 2015/12/7-9, 東北大学理学研究科 青葉サイエンスホール

7. “ALMA deep surveys on GOODS-S and beyond”,
   世話人 (河野, 大内, 嶋作, 本原, 田村; 太田, 上田 (京都大学); 中井 (筑波大学); 山田 (東北大学); 長尾 (愛媛大学)), 2015/12/15–16, 東京大学天文学教育研究センター講義室

8. “AGN 銀河の中心 1kpc → 1pc スケールでの質量降着機構の理解に向けて”,
   世話人 (泉, 河野, 田村), 2015/12/21–22, 国立天文台三鷹

9. “2015 年度光学赤外線天文連絡会シンポジウム 2「光赤外将来計画: 将来計画のとりまとめ」”,
   世話人 (宮田), 2016/2/9-10, 国立天文台三鷹キャンパス すばる棟大セミナー室

10. “TAO 企画セッション”,
    世話人 (吉井, 宮田, 本原, 諸隈, 戸谷), 2016/3/16, 首都大学東京 (日本天文学会春季年会会場)

2.8 広報普及活動・社会貢献

2.8.1 特別公開

自然科学研究機構国立天文台, 本センター, 総合研究大学院大学物理科学研究科天文科学専攻の共催で例年秋に行われている, 三鷹キャンパスの特別公開 “三鷹・星と宇宙の日 2015” は, “アストロバイオロジーへの挑戦” というメインテーマで,10 月 23 日 (金), 24 日 (土) の 2 日間にわたって開催された. 1 日目の 10 月 23 日 (金) は 16:00 に開場, 16:15–17:00 に大澤 亮が講師となり, “赤外線分光観測—見えない色で探る宇宙の物質” という題目でミニ講演会を実施した. その他研究活動を紹介するポスター展示を, 説明員は付けずに自由に見てもらった. 平日であったにも関わらず, また短時間ながら多くの方が来場した.

2 日目の 10 月 24 日 (土) は 10:00–17:00 に下記の内容で開催した.

- 講演会: “宇宙の始まりから私たちに至る 138 億年の長い道” (講師: 田中)
- 研究活動を紹介する展示
  - 東京大学アタカマ天文台計画 (TAO) の紹介
  - 電波天文・ASTE 望遠鏡の紹介
  - 木曽観測所の紹介
  - 最新研究の紹介
- 院生会企画
  - クイズラリー
  - チャナントールサイトのジオラマ
  - ミニ講演会
    - “天文学者をめざす東大生の実態調査” (講師: 谷口 由貴)
    - “銀河の形態とその性質 〜見た目が違えば中身も違う〜” (講師: 寺尾 恭範)
    - “天文センターでのものづくり” (講師: 毛利 清)
    - “電波で見る冷たい宇宙〜目には見えない光で生命の起源を探る〜” (講師: 安藤 亮)

研究活動を紹介する展示では, ポスター発表や実演を通じて, 本センターで推進するプロジェクトや最新の研究成果を紹介した.

TAO の展示では, 例年実施している TAO 望遠鏡とチリ・アタカマ地方の紹介, 汎用赤外線カメラを用いた赤外線天文学の実演, 真空デシケーターを用いた高地低圧環境の再現 (「アタカマ・シミュレーター」) に加え, アタカマの星野写真を使ったクイズ企画「南十字星を探そう」を実施した.

電波天文学の展示では, 可視光・赤外線と異なる電波観測で得られた宇宙像や本センターで開発が進む観測装置をポスターで紹介した他, 模型による重力レンズ効果のデモンストレーションやスライドショーも行った.

木曽観測所の展示では, 例年実施している写真乾板や実際の天体写真の展示に加え, 昨年度同様, 中庭に置いた天体写真を望遠鏡で探してもらい, 景品として木曽の天体写真ポストカードをプレゼントするという企画を行い賑わいをみせた.

院生会企画では, 例年行っているクイズラリーや院生ミニ講演会に加え, 昨年度に引き続き miniTAO や ASTE があるチャナントールサイトのジオラマを展示した. 大きさは約 2 m 四方のスペースにチャナントール山を再現した他, miniTAO, ASTE, ALMA 望遠鏡の模型も設置した.

国立天文台の質問コーナーへは, 土居・田辺が回答者として参加した. 本センターへの来場者数は, 2 日間で 2022 名を記録した (1 日目: 119 名, 2 日目: 1903 名).

2.8.2　東大オープンキャンパス

毎年本郷キャンパスで行われている理学部オープンキャンパスは 2015 年 8 月 5–6 日の 2 日間開催された. 本センターは 8 月 6 日 (木) に出展し, 例年どおり天文学教室と会場を共有 (理学部中央棟 1 号館 10 階 1042, 1043 号室) して展示・解説を行った. 展示は, 本センター独自のプロジェクトである TAO に関係した光赤外線天文学関係および ASTE を中心とした電波天文学からそれぞれ「世界最高標高にある天文台 ～TAO 計画～」「電波で聞く銀河と星のうぶ声」というテーマでポスターや模型 等の展示, 解説員による研究成果の説明やデモンストレーションが行われた. また, 附属の木曽観測所からも「高校生のための天文学体験合宿「銀河学校」に参加しよう」として主に銀河学校の活動報告があった. TAO ブースではこれまでの TAO 開発の歴史から, miniTAO サイトやチリ・アタカマでの活動の様子をポスターで紹介したほか, チャナントール山頂の低圧状態を体感できる「アタカマ・シミュレータ」も例年同様に設置し, 高地での環境の違いを体感してもらった. またチャナントール山周辺のアタカマ高地を再現した約 2m 四方のジオラマも展示した. 電波ブースでは, 電波天文学の基礎から最先端の科学的成果や技術開発などの内容がポスターを中心に紹介された. オープンキャンパス全体の参加者は例年と同様高校生を主として若い世代が中心であり, 理学部への来場者数は例年並みの 5,073 名という報告があった.

2.8.3　全国同時七夕講演会

全国同時七夕講演会は, ガリレオ・ガリレイが望遠鏡で天体観測行ってから 400 周年を記念した 2009 年の「世界天文年」の一環としてスタートした. 平成 27 年度もこれまでに引き続き全国で開催され, 本センターは法政大学主催の元, 国立天文台, 日本天文学会との共催で 2015 年 7 月 31 日小金井市民交流センターで行われたイベントに参加した[1]. “七夕の夜は宇宙を見上げて” は, 本会場のテーマとなっている. 第 1 部の講演会は, 講師としてカブリ数物連携宇宙研究機構の村山斉氏を迎えて「たなばたから暗黒物質まで」というタイトルで行われた. 600 席近い会場はほぼ満席で, 一般の方の天文学・宇宙への興味の大きさをうかがい知ることができた. 村山氏の講演の後 (第 2 部) は「宇宙のことを聞いてみよう」と題して, 法政大学の岡村定矩氏, 国立天文台の渡部潤一氏に加わって頂き, 本センターの土居守氏の司会の下, ホールにて大質問コーナーを開いた. 天文や宇宙のことから, 研究者の生活のことまで多岐にわたる質問があり大変盛況であった. さらに講演後の講師との談話やサイン会, 記念撮影が遅くまで続くなど大いに盛り上がったイベントとなった.

2.8.4　普及講演

1. 河野 : 「南米アタカマの砂漠から探る宇宙のダークサイド」, 2015/5/21, SSH 講演会, 熊谷高校
2. 田村 : 科学ライブショー “ユニバース”「アルマ望遠鏡がとらえたアインシュタイン・リング」, 2015 年 7 月 11 日, 日本科学技術館
3. 宮田 : 「宇宙からの見えない光, 赤外線を見てみよう！」, 2015/7/19, ギャラクシティ (足立区)
4. 大澤 亮 : 「赤外線分光観測 — 見えない色で探る宇宙の物質」, 2015/10/23, 三鷹・星と宇宙の日 2015 (国立天文台特別公開日) ミニ講演会, 国立天文台
5. 高橋 : 科学ライブショー・ユニバース「世界最高標高の天文台とそこから観る宇宙」, 2015/11/07, 科学技術館
6. 高橋 : 放送大学・講演会「世界最高標高の天文台とそこから観る宇宙」, 2015/11/07, 科学技術館

[1] http://www.asj.or.jp/tanabata/2015/list.pl?lid=3234990149_10Gl7hGlAcUns_56HKD89bu2HN6&mode=detail&pid=P13

2.8.5 普及活動

1. 宮田: ギャラクシティ星空学校, 2015/11/22-23. 木曽観測所 (長野県木曽郡)
2. 宮田: 特別プログラム 東京大学・国立天文台見学日帰りツアー.
   2016/1/16, 三鷹キャンパス (東京都三鷹市)

2.8.6 プレスリリース

1. 田村; 大栗 (東京大 RESCUE); 廿日出 (国立天文台) : 「視力 13,000 を達成！アルマ望遠鏡と重力レンズ望遠鏡のかけ合わせでモンスター銀河の真の姿をとらえることに成功」, 2015/6/9, 掲載依頼
2. 梅畑 豪紀, 田村, 河野 : 「115 億光年彼方の原始グレートウォールの内部に巨大銀河誕生の現場を発見」, 2015/12/5, Web リリース
3. 安藤 亮, 河野; 永井 洋 (国立天文台) : 「電波の影絵で希薄な星間分子ガスを “見る”」, 2015/12/07 (掲載依頼) https://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/press/2015/57.html

2.8.7 雑誌等取材記事

1. 田村: 「南天をいろどる宝石たち — リングの形にゆがめられた遠方の銀河」,
   ニュートン 2015 年 4 月号 (第 36 巻 4 号, p. 94)

2.9　天文センター談話会

回	月日	講演者 (所属)	題目
第 262 回	2015/04/09	Linda Tacconi (MPE Garching)	The Evolution of Molecular Gas and Star Formation from the Peak Epoch of Galaxy Formation to the Present
第 263 回	2015/04/16	Masao Saito (Nobeyama Radio Observatory, NAOJ)	Starformation Project: SOLA
第 264 回	2015/05/14	秋山 和徳 (水沢 VLBI 観測所, NAOJ)	EHT による M87 のブラックホールの事象の地平面付近の探査
第 265 回	2015/05/21	Toshio FUKUSHIMA (NAOJ)	Precise and fast computation of generalized Fermi-Dirac integral by parameter polynomial approximation
第 266 回	2015/06/11	諸隈 佳菜 (NAOJ)	$0 < z < 2$ における銀河の低温ガス量の進化: ガスを残しつつ星形成を止めるフィードバックの必要性
第 267 回	2015/07/02	江草 芙実 (NAOJ)	Spiral structures of nearby galaxies from CO observations
第 268 回	2015/07/09	John W Menzies (South African Astronomical Observatory)	The Southern African Large Telescope
第 269 回	2015/07/23	Kohei Ichikawa (NAOJ)	赤外線観測による AGN トーラスの研究
第 270 回	2015/09/24	深川 美里 (国立天文台・チリ観測所)	サブミリ波・近赤外撮像で探る惑星形成
第 271 回	2015/10/08	川島 朋尚 (国立天文台/Center for Computational Astrophysics)	数値シミュレーションで探るブラックホール降着流・噴出流の観測的特徴
第 272 回	2015/10/15	新納 悠 (国立天文台光赤外研究部)	ガンマ線バーストの起源を探る
第 273 回	2015/10/29	浜名 崇 (国立天文台理論研究部)	重力レンズ銀河団計測による宇宙論パラメーター推定と HSC survey による重力レンズサイエンス
第 274 回	2015/11/05	利川 潤 (国立天文台光赤外研究部)	広視野観測を用いた原始銀河団探査
第 275 回	2015/11/26	志達 めぐみ (理化学研究所)	ブラックホール X 線連星の降着流・噴出流の観測的研究
第 276 回	2015/12/17	野沢 貴也 (国立天文台理論研究部)	超新星とダスト
第 277 回	2016/01/07	大宮 正士 (国立天文台太陽系外惑星探査プロジェクト室)	近赤外高分散分光による太陽系外惑星探索
第 278 回	2016/01/28	Toshio FUKUSHIMA (NAOJ)	Rotation curve of M33 explained by dark matter disc
第 279 回	2016/02/16	Dave Sanders (IfA, Univ. of Hawaii)	The Role of Molecular Gas and Mergers in the Evolution of the Galaxy "Main Sequence"

第 280 回	2016/02/17	Luis C. Ho (Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics, Peking University)	Supermassive Black Holes: Impact on Galaxy Formation and Evolution
第 281 回	2016/02/19	Russell Chipman (College of Optical Sciences, The University of Arizona)	Polarization Aberration in Astronomical Telescopes
第 282 回	2016/03/09	Eric Gaidos (University of Hawaii)	Atmospheres of TESS Exoplanets: A Ground-Based Perspective

2.10 その他の活動

2.10.1 講義等 (学部)

河野, 土居, 田中, 小林, 宮田, 本原, 田辺, 峰崎, 酒向, 田村, 諸隈, 石井	1,2 年	全学自由研究ゼミナール (夏学期)
土居, 宮田	天文学科 3 年	天体観測学 (夏学期)
田村	天文学科 3 年	天体物理学演習 II (夏学期)
田辺	天文学科 3 年	天文学ゼミナール (冬学期)
土居, 河野, 田中, 小林, 宮田, 本原, 峰崎, 酒向, 諸隈, 田村	天文学科 3 年	基礎天文学観測 I・II (夏冬学期)
尾中, 田中	天文学科 4 年	星間物理学 I (夏学期)
河野, 本原	天文学科 4 年	星間物理学 II (夏学期)

2.10.2 講義等 (大学院)

河野	大学院	電波天文学特論 IV (夏学期)
宮田	大学院	天文学特別講義 V (夏学期)

2.10.3 講義等 (他大学)

上塚	工学院大学	学部 1 年	物理学演習

2.10.4 各種委員

吉井	東京大学	ビッグバンセンター運営委員会委員
吉井	国立天文台	光・赤外線天文学研究教育大学間連携協議会委員
吉井	足立区教育委員会	事業企画委員会委員
土居	日本天文学会	代議員
土居	国立天文台	研究計画委員会委員
土居	東京大学	国際センター副センター長
土居	東京大学	グローバルキャンパス推進室室員 (学生交流部門)
河野	日本学術会議	電気電子工学委員会 URSI 分科会 電波天文学小委員会 委員
河野	国立天文台	ALMA プロポーザル審査委員会 (ARP) member
河野	国立天文台	東アジア ALMA 科学諮問委員会 (EASAC) member

河野	国立天文台	電波専門委員会 委員
河野	国立天文台	ALMA 推進小委員会/日本 ALMA 科学諮問委員会 (JSAC) 委員
河野	国立天文台	周波数保護小委員会 委員
河野	国立天文台	国立天文台野辺山宇宙電波観測所外部評価委員会 委員長
河野	宇宙電波懇談会	運営委員会 委員
河野	IRAM	Program Committee, member
田中	国立天文台	理科年表編集委員
田中	東京大学	理学系研究科広報委員
宮田	国立天文台	光赤外専門委員
宮田	国立天文台	すばる小委員会委員
宮田	光学赤外線天文連絡会	運営委員
本原	日本天文学会	ネットワーク委員長
本原	国立天文台	ALMA 科学諮問委員会 (ASAC) 委員
本原	国立天文台	東アジア ALMA 科学諮問委員会 (EASAC) 委員
本原	国立天文台	ALMA 推進小委員会/日本 ALMA 科学諮問委員会 (JSAC) 委員
本原	SPIE Conference	Astronomical Telescopes + Instrumentation / Ground-based and Airborne Instrumentation for Astronomy VI 組織委員
本原	ALMA	ALMA Proposal Review Panel 委員
田辺	国立天文台	図書委員会オブザーバー
峰崎	国立天文台	国立天文台ネットワーク委員会オブザーバー
峰崎	東京大学	理学系研究科ネットワーク委員
諸隈	大学間連携	「大学間連携による光・赤外線天文学研究教育拠点のネットワーク構築」事業企画運営委員会 委員
諸隈	日本天文学会	天文月報 編集委員
諸隈	日本天文学会	日本天文学会年会実行委員会 委員
諸隈	国立天文台	特別公開運営委員会 委員
田村	東京大学	世界展開力強化事業 (中南米) 3 研究科合同ファカルティ委員会 委員
田村	東京大学	世界展開力強化事業 (中南米) 理学系研究科小委員会 委員
田村	日本天文学会	ネットワーク委員会 委員
田村	国立天文台	野辺山宇宙電波観測所プログラム小委員会 委員
田村	国立天文台	チリ観測所外部審査委員会 オブザーバー

2.10.5　科研費等

土居	科研費新学術領域研究 (課題番号 15H00774), (2015–2016) 第 1 年度, 3,000 千円
(代表者)	課題名: 可視光同時撮像による重力波天体の同定と出現環境の研究
土居	科学研究費基盤 (B) (課題番号 26287029), (2014–2016) 第 2 年度, 2,600 千円
(代表者)	課題名: 狭帯域多色撮像による超新星出現環境の研究
土居	科研費新学術領域研究 (課題番号 26103703), (2014–2015) 第 2 年度, 2,200 千円
(代表者)	課題名: 可視高精度分光撮像測光による系外惑星大気の研究
河野	科研費基盤研究 (A) (課題番号 25247019), (2013–2016) 第 3 年度, 8,000 千円
(代表者)	課題名: 超伝導共振器を使ったオンチップ型低分散超広帯域サブミリ波分光計の実証
宮田	科学研究費基盤 (A) (課題番号 25247017), (2013–2016) 第 3 年度, 6,600 千円
(代表者)	課題名: 二視野同時観測による中間赤外線時間軸天文学の開拓
本原	科研費基盤研究 (A) (課題番号), (2015–2019) 第 1 年度, 11,300 千円
(代表者)	課題名: 広波長帯域赤外線分光装置による銀河進化の観測的研究
本原	科研費新学術領域研究 (課題番号 24103003), (2012–2016) 第 4 年度, 7,000 千円
(分担者)	課題名: 計画研究 A02 天体重力波の光学赤外線対応現象の探索
峰崎	科研費基盤研究 (B), (課題番号 25287033), (2013–2015) 第 3 年度, 4,100 千円
(代表者)	課題名: 小口径望遠鏡用の低コスト可視補償光学装置の開発
酒向	科研費若手研究 (A), (課題番号 25707009), (2013–2016) 第 3 年度, 2,100 千円

(代表者) 課題名: シリカで探る地球型惑星の巨大衝突の痕跡
諸隈 科研費若手研究 (B) (課題番号 25800103), (2013–2015) 第 3 年度, 600 千円
(代表者) 課題名: 超新星ショック・ブレイクアウト可視光大規模探査研究
諸隈 科研費基盤研究 (A) (課題番号), (2015–2018) 第 1 年度, 2,100 千円
(分担者) 課題名: 大規模サーベイ観測による時間軸天文学のフロンティアの開拓
田村 基盤研究 A, (課題番号 15H02073), (2015–2018) 第 1 年度, 6,921 千円
(分担者) 課題名: 高感度 2 ミリ帯分光観測による隠された爆発的星形成と巨大ブラックホールの研究
高橋 科研費基盤研究 (C), (課題番号 25400226), (2013–2015) 第 3 年度, 2,480 千円
(代表者) 課題名: 近赤外ファブル・ペロー分光器の開発と大質量星のスペクトル同定観測
真喜屋 科研費特別研究員奨励費 (PD) (課題番号 25–9516), (2013–2015) 第 3 年度, 1,100 千円
(代表者) 課題名: ALMA 観測と宇宙論的理論モデルで明らかにする銀河形成
梅畑 豪紀 科研費特別研究員奨励費 (DC2), (課題番号 26–11481), (2015–2016) 第 1 年度, 900 千円
(代表者) 課題名: サブミリ波観測で探る爆発的星形成銀河及び大質量ブラックホールの形成環境
橋場 康人 科研費特別研究員奨励費 (DC1) (課題番号 25–3100), (2013–2015) 第 3 年度, 900 千円
(代表者) 課題名: 近傍渦巻銀河における局所的星生成史の統計的性質
内山 瑞穂 科研費特別研究員奨励費 (DC1) (課題番号 2610274), (2014–2015) 第 2 年度, 1,000 千円
(代表者) 課題名: 赤外線変光観測を用いた大質量星形成時の内部構造進化の解明
泉 拓磨 科研費特別研究員奨励費 (DC1) (課題番号 26–8410), (2014–2016) 第 3 年度, 1,000 千円
(代表者) 課題名: 銀河進化解明に向けたミリ波サブミリ波帯分子分光観測による銀河の熱源診断法の開発
北川 祐太朗 科研費特別研究員奨励費 (DC1) (課題番号 26–6780), (2014–2016) 第 1 年度, 1,000 千円
(代表者) 課題名: 近赤外面分光ユニットの開発と, それを用いた銀河形成・進化機構の解明
小久保 充 科研費特別研究員奨励費 (DC1) (課題番号 15J10324), (2015–2016) 第 1 年度, 900 千円
(代表者) 課題名: 銀河中心核の光度変動観測による超巨大ブラックホール周辺構造の解明
谷口 暁星 科研費特別研究員奨励費 (DC1) (課題番号 15J05101), (2015–2017) 第 1 年度, 1,200 千円
(代表者) 課題名: ALMA で探る AGN フィードバックの物理化学過程: SiO 分子を使った新診断手法
吉井 国立天文台大学支援経費, (2015) 第 1 年度, 2,500 千円
(代表者) 課題名: 光赤外線観測装置のためのアレイ検出器駆動・データ処理システムの基盤技術の開発
本原 二国間交流事業共同研究, (2014–2015) 第 2 年度, 2,250 千円
(代表者) 課題名: ダストに隠された電離ガス観測のための赤外線エシェル分光器の基礎開発
本原 国立天文台共同開発経費, (2015) 第 1 年度, 1,870 千円
(代表者) 課題名: 特殊アルミ材の超精密加工切削による低温用面分光ミラーアレイの開発
本原 少額設備整備支援, (2015) 第 1 年度, 1,000 千円
(代表者) 課題名: 試験用赤道儀架台
田村 国立天文台 ALMA Japan Research Grant,
(課題番号 NAOJ-ALMA-2011.0.00016.SV), (2015) 第 1 年度, 550 千円
(代表者) 課題名: High-resolution ALMA observations of SDP.81
安藤 亮 国立天文台 ALMA Japan Research Grant,
(課題番号 NAOJ-ALMA-0138), (2015) 第 1 年度, 550 千円
(代表者) 課題名: New detections of Galactic molecular absorption systems toward ALMA calibrator sources

2.10.6 PI 共同利用時間

諸隈 すばる望遠鏡, S15A
Identification of Low-Mass Active SMBHs Selected via Hour-Scale Variability
諸隈 すばる望遠鏡, S15B
High-z Low-Mass Active BHs Selected via Hour-Scale Variability
諸隈 VERA, 2015A
VLBI Imaging for a Peculiar Radio-Loud Narrow Line Seyfert 1
河野 ALMA, Cycle 3

	ALMA deep survey on GOODS-S-JVLA field
田村	国立天文台野辺山 45 m 電波望遠鏡
	“Is Lupus-AzTEC2 an Extremely-Dense Starless Core in the Lupus-I Cloud or an Extremely-Bright SMG at $z = 3.8$?”
石井	ALMA, Cycle 3
	’A statistical study of molecular clumps in the triggered star-forming region M17SW
梅畑	The Karl G. Jansky Very Large Array, 2016 年 2 月-5 月
	A Molecular Gas Survey at the nodes of the cosmic web at z=3.1
梅畑	The Atacama Large Millimeter/submillimeter Array, 2015 年 4 月
	Confusion-free Mapping of the Node within the Cosmic Web at z=3.1
梅畑	The Atacama Large Millimeter/submillimeter Array, 2015 年 6 月
	Biased SMG Formation at a z=3.1 Protocluster
泉 拓磨	ALMA, Cycle 3
	Spatially Resolved 3 mm Imaging Line Survey toward the High Luminosity Type-1 Seyfert Galaxy NGC 7469
安藤 亮	ALMA, Cycle 3
	Looking into “invisible” ISM: Physics and chemistry of Galactic molecular absorption systems under PDR-like environments

2.10.7　国外出張

1. 吉井:
   2015/04/14–17, アリゾナ大学 (アリゾナ/米国), TAO 望遠鏡ミラー製作に関する技術情報収集
   2015/06/14–21, サンチアゴ市 (チリ), TAO 望遠鏡建設に関する許認可等の情報収集
   2015/09/06–14, アリゾナ大学 & チリ科学技術省他 (アリゾナ/米国 & サンチアゴ/チリ), TAO 望遠鏡ミラー製作に関す技術情報収集, TAO 望遠鏡建設に関する打ち合わせ
   2015/10/21–30, TAO 山麓施設, TAO サイト (サンペドロ・デ・アタカマ/チリ) チリ・アタカマにおける赤外線天文学に関する情報収集
   2016/01/24–31, チリ大学, カトリカ大学 & TAO 山麓施設 (サンチアゴ & サンペドロ・デ・アタカマ/チリ), チリ大学・カトリカ大学との天文学分野学術交流に関する情報収集
   2016/02/18–21, アリゾナ大学 (アリゾナ/米国), TAO 望遠鏡ミラー製作に関する技術情報収集
   2016/03/20–28, チリ大学, カトリカ大学 (サンチアゴ/チリ), チリ大学, カトリカ大学にて展開力 (中南米) に関する情報収集

2. 土居:
   2015/05/11–23, チリ大学, チリ務省 & TAO 山麓施設 & アントファガスタ (サンチアゴ & サンペドロ・デ・アタカマ & アントファガスタ/チリ), TAO プロジェクトに関する情報収集
   2015/11/30–12/07, チリ大学, カトリカ大学 (サンチアゴ/チリ), チリ大学・カトリカ大学との天文学分野学術交流に関する情報収集
   2016/01/09–17, TAO 山麓施設 & チリ大学, カトリカ大学 & アントファガスタ大学 (サンペドロ・デ・アタカマ & サンチアゴ & アントファガスタ/チリ), TAO 山麓施設, チリ大学, カトリカ大学, アントファガスタ大学視察
   2016/02/23–26, 国立天文台ハワイ観測所 (ハワイ/米国), すばる望遠鏡の観測装置についてのレビュー会議
   2016/03/06–13, ロチェスター工科大学, ワシントン大学 (米国), 超新星観測・母銀河観測等に関する研究

3. 河野:
   2015/07/14–18, CAP15 国際会議場 (パリ/フランス), SPICA 国際科学評価委員会出席
   2015/08/02–15, ホノルル (ハワイ/米国), 国際天文学連合総会・シンポジウムでの講演
   2015/09/29–10/04, ボルドー固体材料化学研究所 (ボルドー/フランス), SPICA/SAFARI コンソーシアム会議出席
   2015/10/20–25, IRAM 観測所 (グルノーブル/フランス), IRAM 研究所プログラム委員会出席
   2015/12/07–12, Max Plank 研究所 (ドイツ), Max Plank 研究所における談話会, ワークショップにおける研究発表, および銀河研究に関する研究打合せ
   2016/02/23–28, 合同 ALMA 観測所サンチアゴ・オフィス (サンチアゴ/チリ), ALMA 科学諮問委員会出席

4. 小林:
   2015/07/19–26, Aryabhatta Research (インド), 近赤外高分散分光器 WINERED の開発に関する調査
   2016/03/17–29, ローレンスリバモア研究所 & チリ大学, カトリカ大学ほか (リバモア/米国 & サンチアゴ/チリ), 中間赤外高 Ge イマージョングレーティング製作技術情報収集

5. 宮田:
   2015/05/20–23, アリゾナ大学 (ツーソン/米国), TAO 望遠鏡ミラー製作に関する技術情報収集
   2015/09/06–10, アリゾナ大学 (ツーソン/米国), TAO 望遠鏡ミラー製作に関する技術情報収集
   2015/10/22–10/29, TAO 山麓施設 (サンペドロ・デ・アタカマ/チリ), TAO 現地視察
   2015/12/07–12/12, サンチャゴ (チリ), TAO 現地工事業者視察
   2016/02/18–21, アリゾナ大学 (ツーソン/米国), TAO 望遠鏡ミラー製作に関する技術情報収集
   2016/03/20–30, チリ大学 & Paranal 天文台, 北カトリカ大学 & TAO 山麓施設 (サンチアゴ & アントファガスタ & サンペドロ・デ・アタカマ/チリ), チリ大学, Paranal 天文台, 北カトリカ大学, TAO 山麓施設視察および教育研究交流

6. 本原:
   2015/10/18–29, TAO 山麓施設, TAO サイト (サンペドロ・デ・アタカマ/チリ), 赤外線エシェル分光器の基礎開発のための観測研究
   2015/12/07–13, Max Plank 研究所 (ガーヒン/ドイツ), Max Planck 研究所赤外線グループでの観測装置開発, 装置要素技術検討
   2016/2/22–26, 国立天文台ハワイ観測所 (ハワイ/米国)

7. 田辺:
   2016/03/20–03/30, チリ大学 & Paranal 天文台, 北カトリカ大学 & TAO 山麓施設 (サンチアゴ & アントファガスタ & サンペドロ・デ・アタカマ/チリ), チリ大学, Paranal 天文台, 北カトリカ大学, TAO 施設視察および教育研究交流

8. 峰崎:
   2015/04/14–17, アリゾナ大学 (アリゾナ/米国), TAO 望遠鏡ミラー製作に関する技術情報収集
   2015/07/22–25, アリゾナ大学 (アリゾナ/米国), TAO 望遠鏡ミラー製作に関する技術情報収集
   2015/09/13–19, サウサンプトン大学 (サウサンプトン/イギリス), 「Torus 2015」研究会へ参加, 研究発表
   2015/12/06–10, アリゾナ大学 (アリゾナ/米国), TAO 望遠鏡ミラー製作に関する技術情報収集

9. 酒向:
   2015/10/05–12, TAO 山麓施設, TAO サイト (サンペドロ・デ・アタカマ/チリ), チリ・アタカマにおける赤外線天文学に関する情報収集

10. 諸隈:
    2015/05/20–23, アリゾナ大学 (アリゾナ/米国), TAO 望遠鏡ミラー製作に関する技術情報収集
    2015/06/20-26, 国立天文台・ハワイ観測所 (ヒロ/米国), すばる望遠鏡共同利用観測
    2015/07/22–25, アリゾナ大学 (アリゾナ/米国), TAO 望遠鏡ミラー製作に関する技術情報収集
    2015/08/16-21, 国立天文台・ハワイ観測所 (ヒロ/米国), すばる望遠鏡共同利用観測
    2015/12/06–14, アリゾナ大学 (アリゾナ/米国) & 国立天文台・ハワイ観測所 (ヒロ/米国), TAO 望遠鏡ミラー製作に関する技術情報収集 & Gemini 望遠鏡共同利用観測
    2016/01/12–15, ASIAA (台北/台湾), HSC Collaboration Meeting
    2016/03/12–18, 国立天文台・ハワイ観測所 (ヒロ/米国), すばる望遠鏡・Gemini 望遠鏡共同利用観測

11. 田村 :
    2016/01/27–02/14, TAO 山麓施設, ASTE サイト (サンペドロ・デ・アタカマ/チリ), ASTE 周波数変調局部発振器システム改修・搭載作業および世界展開力強化事業参加学生の引率

12. 小西:
    2015/10/18–28, TAO 山麓施設, TAO サイト (サンペドロ・デ・アタカマ/チリ), 赤外線エシェル分光器の基礎開発のための観測研究

13. 高橋:
    2015/09/14–16, 大連信東機械有限公司他 (大連/中国) , TAO 望遠鏡蒸着装置製作業者視察
    2015/10/18–29, TAO 山麓施設, TAO サイト (サンペドロ・デ・アタカマ/チリ), チリ・アタカマにおける赤外線天文学に関する情報収集
    2016/03/20–30, チリ大学 & Paranal 天文台, 北カトリカ大学 & TAO 山麓施設 (サンチアゴ & アントファガスタ & サンペドロ・デ・アタカマ/チリ), チリ大学, Paranal 天文台, 北カトリカ大学, TAO 山麓施設視察および教育研究交流

14. 上塚:
    2015/10/18–28, TAO 山麓施設, TAO サイト (サンペドロ・デ・アタカマ/チリ), 赤外線エシェル分光器の基礎開発のための観測研究
    2016/03/20–30, チリ大学 & Paranal 天文台, 北カトリカ大学 & TAO 山麓施設 (サンチアゴ & アントファガスタ & サンペドロ・デ・アタカマ/チリ), チリ大学, Paranal 天文台, 北カトリカ大学, TAO 山麓施設視察および教育研究交流

15. 真喜屋:
    2016/08/23–30, (ワルシャワ/ポーランド), 研究会 (1stRoman Juszkiewicz Symposium) へ参加, 研究発表

16. 石井:
    2015/11/30–12/12, オランダ宇宙機関 & デルフト工科大学 (ユトレヒト &デルフト/オランダ), DESHIMA 開発のための素子評価試験および研究打ち合わせ
    2016/03/13–04/30, TAO 山麓施設, ASTE サイト (サンペドロ・デ・アタカマ/チリ), DESHIMA 搭載準備作業および TES カメラ搭載試験

17. 大澤 亮:
    2015/08/23–29, Caltech (米国), 国際研究会 iPTF Summer School への参加, 研究発表

18. 梅畑:
    2015/04/26–2016/03/30, ESO (南ヨーロッパ天文台) 本部 (ガーヒン/ドイツ), サブミリ波銀河の爆発的星形成銀河及びブラックホールの観測的研究

19. 泉 奈都子
2016/03/12–21, 研究会「”Formation and evolution of galaxy outskirts”」(トレド/スペイン), 研究会への参加
2016/03/23–29, チリ大学, ESO, カトリカ大学 (サンチアゴ/チリ), チリ大学, カトリカ大学, ESO における教育研究交流

20. 小久保 充
2015/05/31–06/05, Jianguo Hotel (上海/中国), 研究会 Black Hole Accretion and AGN Feedback への参加, 発表
2015/07/13–17, Sheraton Changchun Jingyueta (長春/中国), East-Asia AGN Workshop 2015 へ参加, 発表

21. 北川 祐太郎:
2015/10/01–10/09, 国立天文台ハワイ観測所 (ハワイ/米国), すばる望遠鏡での星型銀河の観測, 及び取得したデータの解析

22. 泉 拓磨 :
2015/05/30–06/07, Marstrand(スウェーデン), 研究会 (Galaxies of Many Colours) へ参加
2015/07/13–16, Sheraton Changchun Jingyueta (長春/中国), East-Asia AGN Workshop 2015 へ参加, 発表
2016/03/13–30, TAO 山麓施設, ASTE サイト (サンペドロ・デ・アタカマ/チリ), チリ・アタカマにおける天文観測データの収集

23. 谷口 暁星:
2016/01/27–02/14, TAO 山麓施設, ASTE サイト (サンペドロ・デ・アタカマ/チリ), チリ・アタカマにおける天文観測データの収集

24. 満田 和真:
2015/04/22–05/08 国立天文台ハワイ観測所 (ハワイ/アメリカ合衆国), Kyoto3DII CCD Upgrade
2015/09/13–10/02 国立天文台ハワイ観測所 (ハワイ/アメリカ合衆国), Kyoto3DII 試験観測, 所員時間観測, 共同利用観測
2016/02/16–03/04 国立天文台ハワイ観測所 (ハワイ/アメリカ合衆国), Kyoto3DII 共同利用観測

25. 内山 允史:
2016/03/20–30, チリ大学 & Paranal 天文台, 北カトリカ大学 & TAO 山麓施設 (サンチアゴ & アントファガスタ & サンペドロ・デ・アタカマ/チリ), チリ大学, Paranal 天文台, 北カトリカ大学, TAO 山麓施設視察および教育研究交流

26. Jiang Jian:
2015/07/22–08/03, 中国麗江, 中国天文学会天文研究会への参加, 発表
2016/03/13–16, 国立天文台・ハワイ観測所 (ヒロ/米国), すばる望遠鏡・Gemini 望遠鏡共同利用観測

27. 谷口 由貴:
2015/06/20–06/27, 国立天文台ハワイ観測所 (ハワイ/米国), すばる望遠鏡 HSC で発見した超新星の分光追観測
2015/12/07–14, 国立天文台ハワイ観測所 (ハワイ/米国), すばる望遠鏡 HSC で発見した超新星の分光追観測

28. 安藤 亮:
2016/01/27–02/14, TAO 山麓施設, ASTE サイト (サンペドロ・デ・アタカマ/チリ), チリ・アタカマにおける天文観測データの収集

29. 毛利 清:
2015/04/25–30, 国立天文台ハワイ観測所 (ハワイ/米国), ハワイ観測所すばる望遠鏡による Oph IRS48 の中間赤外観測
2016/03/20–30, チリ大学 & Paranal 天文台, 北カトリカ大学 & TAO 山麓施設 (サンチアゴ & アントファガスタ & サンペドロ・デ・アタカマ/チリ), チリ大学, Paranal 天文台, 北カトリカ大学, TAO 山麓施設視察および教育研究交流

30. 寺尾 恭範 :
2016/2/16–20, 国立天文台ハワイ観測所 (ハワイ/米国)

2.10.8　来訪研究者

1. Karl Menten (ドイツマックスプランク電波天文学研究所) : [土居], 近傍銀河の超新星出現環境に関する多色撮像を中心とした観測的方法の議論, 2015/06/17–21

2. Reid Mark (Smithsonian Astrophysical Observatory) : [土居], サマースクール「宇宙距離尺度の新時代」, 2015/06/18–07/07

3. Scarlet Saez Elg (University of Concepcion) : [土居], サマースクール「宇宙距離尺度の新時代」, 2015/06/25–07/08

4. Subash Adhikari (Tribhuvan University) : [土居], サマースクール「宇宙距離尺度の新時代」, 2015/06/26–07/06

5. Fabian Koehlinge (Leiden University) : [土居], サマースクール「宇宙距離尺度の新時代」, 2015/06/26–07/14

6. Faezeh Aghaee (Institute for Research in Fundamental Sciences) : [土居], サマースクール「宇宙距離尺度の新時代」, 2015/06/27–07/13

7. Tuan Anh Pham (Vietnam National Satellite Center) : [土居], サマースクール「宇宙距離尺度の新時代」, 2015/06/27–07/10

8. Shrinivas Kulkar (カリフォルニア工科大学) : [土居], 近傍銀河の超新星と出現環境に関する議論, 2015/06/27–07/07

9. Grittiya Pongsup (Chiang Mai University) : [土居], サマースクール「宇宙距離尺度の新時代」, 2015/06/27–07/04

10. Anut Sangka (Suranaree university of technology) : [土居], サマースクール「宇宙距離尺度の新時代」, 2015/06/27–07/04

11. Anupam Bhardwaj (University of Delhi) : [土居], サマースクール「宇宙距離尺度の新時代」, 2015/06/27–07/04

12. Grzegorz Pietrzy (ポーランド・ワルシャワ大学物理学科) : [土居], サマースクール「宇宙距離尺度の新時代」, 2015/06/27–07/04

13. Xiaodian Chen (Peking University) : [土居], サマースクール「宇宙距離尺度の新時代」, 2015/06/27–07/04
14. Vasaant Krishnan (University of Tasmania) : [土居], サマースクール「宇宙距離尺度の新時代」, 2015/06/27–07/12
15. Sherry Suyu (台湾中央研究院) : [土居], サマースクール「宇宙距離尺度の新時代」, 2015/06/28–07/10
16. Minbae Kim (Kyung Hee University) : [土居], サマースクール「宇宙距離尺度の新時代」, 2015/06/28–07/04
17. Yoon Chan Taak (Republic of Korea) : [土居], サマースクール「宇宙距離尺度の新時代」, 2015/06/28–07/04
18. Nabila Aghanim (フランス・パリ 11 大学) : [土居], サマースクール「宇宙距離尺度の新時代」, 2015/06/28–07/07
19. In Sung Jang (Seoul National University) : [土居], サマースクール「宇宙距離尺度の新時代」, 2015/06/28–07/05
20. Dian Puspita Tri (Institut Teknologi Bandung) : [土居], サマースクール「宇宙距離尺度の新時代」, 2015/06/28–07/07
21. Nuri van Marrewijck (Delft University of Technology) : [田村], 修士課程インターンシップ, 2015/7/15–9/15
22. 但木 謙一 (Max-Planck-Institut fuer extraterrestrische Physik) : [土居], 広波長帯域赤外線分光装置による銀河進化に関する研究打合せ, 2015/09/07–22
23. Lee Spitler (Macquarie University & Australian Astronomical Obse) : [本原] , 広波長帯域赤外線分光装置による銀河進化に関する研究打合せ, 2015/09/15–20
24. Chris Packham (テキサス大学サンアントニオ校) : [酒向], TMT/MICHI L, M-band サイエンス検討, および AAS にての WS の検討, 2015/12/10–2016/01/02
25. Maurizio Mattoli (Center for Medical Informatics and Telemedicine) : [土居], チリ大学との学術交流に関する情報収集, 2016/02/05–19
26. Claus Behn (チリ大学) : [土居], 大学の世界展開力強化事業による教員招へい (日本ーチリ学生指導), 2016/02/05–19
27. Russell Chipman (College of Optical Sciences, The University of Arizona) : [峰崎岳夫], MAGNUM 望遠鏡視察, 2016/2/19
28. 水野 範和 (国立天文台チリ観測所) : [土居], 大学の世界展開力強化事業による教員招へい (日本ーチリ学生指導), 2016/03/21–28

第3部

天文学教育研究センター木曽観測所

- 木曽観測所 〒 397-0101 長野県木曽郡木曽町三岳 10762-30 番地
- 電話 0264-52-3360, FAX 0264-52-3361

- 上松連絡所 〒 399-5607 長野県木曽郡上松町大字小川 1935 番地

表 3.1: 天文学教育研究センター木曽観測所

氏名	Internet e-mail
土居 守	doi@ioa.s.u-tokyo.ac.jp
小林 尚人	naoto@ioa.s.u-tokyo.ac.jp
宮田 隆志	tmiyata@ioa.s.u-tokyo.ac.jp
酒向 重行	sako@ioa.s.u-tokyo.ac.jp
諸隈 智貴	tmorokuma@ioa.s.u-tokyo.ac.jp
青木 勉	aoki@kiso.ioa.s.u-tokyo.ac.jp
征矢野 隆夫	soyano@kiso.ioa.s.u-tokyo.ac.jp
樽沢 賢一	tarusawa@kiso.ioa.s.u-tokyo.ac.jp
三戸 洋之	mito@kiso.ioa.s.u-tokyo.ac.jp
猿楽 祐樹	sarugaku@kiso.ioa.s.u-tokyo.ac.jp
森 由貴	moriyuki@kiso.ioa.s.u-tokyo.ac.jp

- 木曽観測所ホームページ http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/kisohp/

3.1 沿革と現状

木曽観測所は 1974 年（昭和 49 年）4 月 11 日に東京大学東京天文台の 5 番目の観測所として開設された．設置目的は次の通りである:

> 木曽観測所は 105cm シュミット望遠鏡による銀河系内外の諸天体の観測的研究を行う．木曽観測所は, 全国の天文学研究者の観測研究にも供する．木曽観測所の共同利用に関する事項を審議するために,「木曽観測所共同利用相談会」が設けられている．

1988 年 (昭和 63 年)7 月 1 日に東京天文台が国立天文台に改組されたのに伴い, 木曽観測所は, 東京大学理学部附属天文学教育研究センターの観測所となった．2004 年 4 月 1 日, 東京大学は独立法人となった．これに伴い, 木曽観測所の運営にも旧来の方式を踏襲するだけでなく, 自己責任と自由のバランスの上に新たな活動の方向を目指す必要が生じてきた．このような状況の変化に対応して木曽観測所は (1) 共同観測を軸とする観測的天文学の研究, (2) 他大学学生の実習を含めた学生教育, (3) 社会との教育連携を活動の 3 本柱としている．以下には研究, 教育, 社会連携について順に述べる．

(1) 共同観測を軸とする観測的天文学の研究

木曽観測所は 1974 年の設立以来全国の関連研究者に門戸を開放して実質的な共同利用に供する形で運営されてきた．この運営方針は東京天文台の改組, 東京大学の法人化を通じても堅持された．

木曽観測所では開所以来長い間, 写真乾板が観測の主流であった．しかし, 微光天体を高感度かつ精密に測定する必要から最新の固体撮像素子技術を導入し, 現在では 8K×8K の木曽広視野カメラ (KWFC: Kiso Wide Field Camera, 2012 年度公開) がシュミット望遠鏡の主力観測装置となっている．木曽観測所共同利用に応募した観測課題は所内に設けられた課題検討委員会で審査され, 緊急性の高い研究に対しては重点的な時間配分を実施し, 迅速な観測が行われるように努めている．木曽観測所では, 全国共同利用として 所内所外を問わず 3ヵ月毎に一般研究課題を募集している．採択された課題に対し, 観測所の日程と調整した上で「共同研究予定表」を作成し, それに従って研究教育活動を進めている．2015 年度は継続も含めて合計 23 件の共同研究課題を採択した．木曽観測所の観測の成果と新しい観測計画等を討議するため, 毎年「木曽シュミットシンポジウム」を開催している．今年度は, 2015 年 7 月 13–14 日の 2 日間にわたり, 上松町公民館大会議室に於いて実施した．

(2) 他大学学生の実習を含めた学生教育

観測実習を中心とする天文教育は, 研究と並んで大学観測所としての最も重要な任務である．木曽観測所では毎年夏季に東京大学理学部天文学科 3 年生の観測実習が実施されている．今年度も 3 年生全員が実際に望遠鏡を用いた観測, データ解析, ならびに考察までの一連の流れを経験するコースを履修した．また，データ解析を含む大学実習を，東京学芸大学, 日本女子大学, 文教大学, 三重大学の 4 大学の学生 29 名が夏季に，また甲南大学の学生 3 名が冬季に行った．

(3) 社会との教育連携

最先端の研究の成果を社会に還元することは, 広い意味での教育活動として大学に課された重要な任務である．木曽観測所では青少年に対する科学教育を活動の柱の一つとし,「地域特別授業」,「銀河学校」,「星の教室」の 3 本の事業が行なわれてきた．また, 2004 年からは「木曽星の会」による教育普及活動も活発に行われるようになった．第 19 回「銀河学校」も, 恒例通りに 2016 年 3 月 22–25 日に実施された．文部科学省の SSH 事業に採択された 3 高校を含む 7 高校が「星の教室」の課題研究を行った．

本年度は, 装着開発でとくに大きな進展があり, まだ世界的に実用化が進んでいない最新の CMOS センサーを用いた Tomo-e Gozen 広視野カメラのプロトタイプモデルの製作ならびにファーストライトに成功した．その結果, JAXA「はやぶさ 2」衛星のスイングバイの観測や「ひとみ」衛星の追跡観測などでも早速その威力を発揮して貢献することができたと考えている．また, 年度末にはアメリカで重力波が発見されるという大ニュースが飛び込んできたが, 重力波を放出する天体のフォローアップはまさに Tomo-e Gozen カメラの最大の目的

である. 隣の岐阜県にある東大宇宙線研究所の KAGRA 重力波望遠鏡では近いうちに定常的な観測が開始されるが, 木曽観測所はこういった施設で同定された重力波天体, ならびに関連したさまざまな変光天体の専門光学観測施設として, 今後大きな役割を果たすことが期待されている.

3.2　木曽観測所の活動

3.2.1　開発

木曽広視野 CCD カメラ (KWFC) の開発

木曽広視野カメラ (KWFC) は 8 枚の 2048×4096 ピクセル CCD をモザイク配置し, 2.2 度 ×2.2 度の視野をカバーする広視野カメラである. 現在, 共同利用観測装置として運用している. 広視野を活かした超新星, 晩期型星, AGN, 太陽系内天体の観測に用いられている. 2015 年度は共同利用観測を進めながら, 以下の開発を実施した.

- フィルタ交換機構の安定化
  フィルタ交換機構の安定化を行った（樽沢, 青木, 征矢野）. 稀にロボットアームがフィルタカセットの搬送に失敗するケースが発生した. この問題は, フィルタカセットのロックピンの長さを均一に調整することで解決された. また, ロックピンの材質を金属製に統一し, 制御ソフトウエアのロバスト性を向上する修正を加える等の改修により, 動作のいっそうの安定化を実現した.

- 計算機群の保守と予備機の準備
  KWFC に関係する計算機群の保守を強化するとともに予備機の準備を実施した（青木, 猿楽, 三戸, 征矢野, 樽沢）. KWFC の計算機群の導入から数年が経過したため, 故障の発生を想定した保守の強化を行った. CCD 読み出し用 PC(ten) は年間 2 回のソフトウエアのフルバックアップを, コンソール用 PC(encke) は年間 4 回のフルバックアップを実施することとした. データベース用 PC(orihime) のソフトウエアのフルバックアップは 2016 年度のメンテナンス期から定期的に実施する予定である. また, ハードウエアの故障に備え, ten, encke, orihime の予備機を購入し準備を行った.

木曽超広視野高速 CMOS カメラ Tomo-e Gozen の開発

シュミット望遠鏡の視野（ϕ9 度）を CMOS センサで覆う超広視野高速 CMOS カメラ Tomo-e Gozen の開発を行った. Tomo-e は, 常温 CMOS センサを採用することでカメラの軽量化を実現し, シュミット望遠鏡の主焦点への大型カメラの搭載を可能にする. これにより, 最大 2Hz の超広視野高速観測（20 平方度）を世界で初めて実現する. 2015 年度は観測所内外からなる Tomo-e 研究チームによるサイエンス検討会を 5 回, ハードウエア検討会を 10 回実施し, 検討と開発を進めた. サイエンス検討会では, 広視野と高速性を活かした「1 時間頻度の全天監視観測」, 「超高頻度 (20Hz) の広視野監視観測」, 「重力波源の広視野可視同定観測」, 「地球近傍の高速移動天体の観測」等の観測計画が検討された. ハードウエア検討会では, 2015 年 4–6 月に Tomo-e の概念設計を進めた. 7 月からは CMOS センサを 8 台搭載した Tomo-e Gozen 試作機の設計と製作を行った. Tomo-e 試作機は 11 月 24 日にファーストライトに成功し, その後, 2015 年 12 月と 2016 年 3 月に科学試験観測を実施した. 以下に 2015 年度に行った Tomo-e の開発をまとめる.

- 高感度 CMOS センサ用読み出しシステムの開発
  高感度 CMOS センサ用読み出しシステムの開発を実施した（酒向, 征矢野, 菊池, 大澤, 高橋）. 2014 年度に CMOS センサの読み出しシステムを開発し, 2015 年 3 月に実験室にてセンサの駆動に成功した. 今年

度は, この読み出しシステムを用いて, センサの低速駆動を目的とした実験を進めた. 結果, 駆動クロックと駆動電圧を調節することで, センサからの発熱を仕様値の 25%に削減することに成功した. また, これに伴い読み出しノイズも 1.7e$^-$ まで低減することができた. 2015 年 8 月からは, Tomo-e 試作機の 8 台のセンサを駆動できるシステムの開発を行った. 10 月には実験室にて 8 台のセンサの同時駆動に成功した.

- Tomo-e Gozen 試作機のカメラ筐体の開発
  Tomo-e Gozen 試作機のカメラ筐体の開発を実施した（高橋, 酒向, 大澤, 青木, 樽沢, 征矢野, 猿楽, 菊池, 谷口）. Tomo-e 試作機は技術実証機という位置付けのため, 筐体はフルサイズに近い形状で設計された. 光学系の基準となるベースプレートは 50 個のセンサを配置できるサイズとし, 国立天文台先端技術センタのマシンショップにて製作された. 材料は入手性の良い Hi-plate の A5052-15mm 厚を用いた. 加工後に面形状測定を行ったところ, ローカルの P-V で 43μm, 全体で 8.3μm のばらつきが見られた. ベースプレートの歪みはセンサの光学的位置が最適になるように, センサ高さ調整用治具（HAP：Height Adjustment Plate）で調整される. Tomo-e 試作機のセンサ面は望遠鏡の焦点面（曲率半径 R=3300mm の球面）に沿って配置される. 許容される被写界深度は 40μm 程度になる. Tomo-e 試作機ではセンサ個別の 8 個の HAP が作られ, 最終的な加工精度は 4-5μm であった. Tomo-e ではセンサのチップキャリアの固定に熱伝導型両面接着テープを用いる. これにより, 確実な固定とともに, HAP への排熱と容易な交換作業を実現する. 2ヶ月間の接着テストの結果, 時間変化及び接着性・施工性の観点から 3M 社 8904-0.20mm 厚のテープが採用された. チップキャリアの固定は, 専用固定治具と HAP 位置決定治具の組み合わせで, 容易（センサ 1 個あたり 10 分以内）且つ正確な固定（位置精度 10μm）が実現している. 筐体を覆う構造体は軽量化のため板金で製作されたが, 本目的のためには十分な精度となっている. またセンサで発生する熱は, HAP を通じてベースプレートへ流れ, ベースプレート背面に設置された放熱板と強制空冷機構により, 筐体外へ排熱される構造となっている. 最終的に Tomo-e 試作機の重量は 27kg（本体のみ. エレキを含めると 34kg）となった. また, Tomo-e 筐体をシュミット望遠鏡の鏡筒内に運び込むための経路の調査も実施した. 最も大きな開口は, 旧フィルタ交換機構の退避用スペースであることがわかった. 通常は保護カバーで覆われており, このカバーを着脱できることも確認した. 2 番目に大きな開口は, 通常のメンテナンスで使用されている焦点部直下の搬入口であることがわかった.

- Tomo-e Gozen 試作機のソフトウエアシステムの開発
  Tomo-e Gozen 試作機での観測に向けたソフトウエア環境を整備した (大澤, 酒向, 高橋, 青木, 樽沢, 征矢野, 菊池). Tomo-e は光赤外線天文学において初めて広視野動画観測という手法を提供する．2015 年度は Tomo-e Gozen 試作機の試験観測に向けたソフトウエアの整備を行った．試作機を駆動するためのソフトウエアを開発し, リモート環境からネットワークを通じて観測が実行できるようにインターフェースを整えた． 木曽観測所の観測システムとの繋ぎこみを行い，観測を予め決められたキューにしたがって実行できるようにした． 試作機のデータレートは ∼2–3 TByte/night に達する．データを適切にアーカイブするための転送システムを整備した． データの転送には多大なオーバヘッドが必要なため木曽観測所ドーム内で逐次解析ができるように解析環境を整備した． 動画データからサブ秒の発光現象と流星を抽出するためのパイプラインの実装を完了した.

- 望遠鏡の駆動速度の測定
  Tomo-e Gozen の観測に向けたシュミット望遠鏡の駆動速度の調査を行った (猿楽, 青木, 樽沢, 征矢野). Tomo-e では数秒の露光で次々に視野をスイッチする機敏な観測が計画されている. このような観測の効率を見積もるために, シュミット望遠鏡に同架されている案内望遠鏡に監視カメラ用 CMOS センサを搭載し, 望遠鏡駆動の静定時間を測定した. Tomo-e の全視野に相当する 9 度の視野移動を行った場合の静

定時間は 11 秒であった．また, Tomo-e の 1 センサの視野に相当する 0.5 度の視野移動を行った場合の静定時間は 4–6 秒であった．これらの静定時間は望遠鏡の姿勢に依存しないことがわかった．今後, 望遠鏡の制御パラメータの調整等により静定時間を短縮する試みを行う予定である．

- Tomo-e Gozen 試作機の試験観測
  Tomo-e Gozen 試作機の試験観測を行った (酒向, 大澤, 高橋, 菊池, 小久保, 満田, 谷口, 山口, 猿楽, 青木, 征矢野, 樽沢, 三戸, 毛利, 大澤, 一木, 臼井, 渡部, 有松, 佐藤)．Tomo-e 試験機を用いた試験観測を行った．2015 年 11 月 24 日に Tomo-e 試験機をシュミット望遠鏡に搭載し, 同日にファーストライトに成功した．その後, 12 月 21 日までの約 1 か月間に試験観測を実施した．前半は Tomo-e 試験機の基本的な性能を評価するための機能試験観測を実施した．12 月 3 日には小惑星探査機はやぶさ 2 の地球スイングバイの観測に成功し, 高速移動天体の動画観測の有効性を確認した．この成果は多くの報道機関によりニュース等に取り上げられた．試験の後半は, フラッシュ現象の探査, フレア現象の探査, 微光流星の観測, ふたご座流星群の観測などを目的とした科学試験観測が実施された．機能試験の結果, 大部分の性能が設計仕様を満たすことが確認された．しかし, 観測中に頻繁にデータ転送エラーが発生したため, センサ読み出し用計算機を 20m 離れたドーム床から, 5m 離れた望遠鏡同架のラック上に移設する改修を行った．その後, 2016 年 2 月 29 日から 3 月 17 日に 2 回目の観測ランを実施した．この観測では, フラッシュの検出を目的とし, 観測に混入する人工天体を除外するために地球の影領域を追跡する観測を実施した．

3.2.2　望遠鏡の指向・追尾異常の調査その後

シュミット望遠鏡を用いて写真乾板や CCD で観測を行った際，まれに星像が流れる（直線状や 2 点像などの）現象が発生していた．それらの原因は主に主鏡のガタつきによるものと考えられてきたが, 有効な調査や対処方法を見い出せないまま現在に至っている．平成 25 年度にシュミット望遠鏡制御系の大改修を行った．その際に，望遠鏡の RA・DEC 軸の駆動方法も大きく変わり，これまでは 3 台のモータで速度の切り替えを行っていたものを，1 台のモータで行い，尚かつウォームギアを介して駆動する方法に変更した．大改修後の観測結果から，これまでと同様に RA 軸の追尾異常や DEC 軸の指向の異常などの現象が見られるようになった．そこで今年度も各軸について追尾異常や指向精度等の調査・調整を行ってきたので，これまでの進捗状況についてまとめる．

望遠鏡の指向・追尾異常の調査と調整

- DEC 軸の指向精度の調査・調整
  H25 年度に西村製作所による望遠鏡の大改修で, 望遠鏡の指向位置制御は RA で 0.1sec，DEC 軸については 1arcsec の精度で指定することができるようになった．しかしながら望遠鏡の極軸設定の誤差やウォームギアの遊びなどの影響により，指向精度が悪化することが知られている．前原（国立天文台・岡山），青木は指向精度の状況を把握するため，観測中に実際の指向位置と目標とする指令位置との誤差を計測し，観測翌日早朝には誤差を含めた情報を作図して所員に配布するプログラムを作成した．これらの初期的な解析から，望遠鏡の DEC 軸が時には南に〜50arcmin もズレていくことが判った．これは DEC 軸とウォームホイールを固定するクラッチが滑ることが原因で，4 月に征矢野，樽沢，青木は DEC 軸とウォームホイールを固定する作業を行った．また，これまで使用していたウォームホイールとウォームギアの噛み合わせ部分は磨耗が激しく，ギヤの遊びが大きいことも判った．8 月の保守・整備期間にこれまで使用されていないウォームホイールの歯を使用する作業を樽沢，征矢野，青木で行った．その他の調整としてギアの噛み合わせを一定方向から押し付け安定させるため，トルクモーターの出力調整も行っている．これらの作業の結果，現在では安定したポインティングが行えるようになっており，ポイ

ンティグ誤差は DEC 軸では± 30arcsec 程度となっている．今後もよりポインティング精度を上げるよう調整していく予定である．

- RA 軸の追尾異常の調査・調整
  西村製作所による望遠鏡改修により, 望遠鏡の駆動はウォームギヤ系を介して望遠鏡のポインティング及びトラッキングに使用する駆動方法に変更された．改修後観測中まれに RA 方向に約 40″角程度の像流れが発生することが報告されていたため，RA 軸について追尾異常の調査を行ってきた．今年度も引き続き星像流れを根絶する為にトルクモーターを効果的に利用する方法を検討した．征矢野，樽沢，青木は RA 軸の東側のフォークが重いことを突き止め，東側のフォーク内から約 40kg のバランスウエイトを取り外し，調整を行った．また，その調整に合わせトルクモーターを調整しやすくするためギアヘッドのギヤ比を 1：9 から 1：3 に変更した．これらの調整により観測中にトラッキングの不具合による画像のトビ現象がほぼ解消し，安定して追尾できるようになった．RA 軸の追尾誤差は現在± 50arcsec 程度となっている．RA 軸も DEC 軸と同様に今後より精度の高いポインティングができるよう継続して調整していく予定である．

- 望遠鏡のバランス調整
  今年度 11 月より Tomo-e gozen カメラの試験機を望遠鏡に取り付け試験観測を開始した．Tomo-e gozen カメラは KWFC よりも数 10 キロ軽量であり，その他の機材も取り付けるため新たに望遠鏡のバランス調整が必要となった．青木，征矢野，樽沢は望遠鏡鏡筒内に取り付けられていたバランスウエイト約 160kg を取り外し，望遠鏡のバランス調整を行った．また，これまでは望遠鏡の鏡筒先端にあるバランスウエイトを調整して望遠鏡の南北方向のバランスのみ調整していたが，今年度の調整で望遠鏡の東西南北のすべての方角でアンバランスを解消することができたと考えている．

3.2.3 共同利用研究

様々な目的の観測を KWFC で効率よく行うために, 通常観測課題 (N), モニタリング観測課題 (M), ToO 観測課題 (T), 大学実習課題 (E), 観測を行わない研究課題 (R), 大規模観測課題 (L), 観測所観測時間 (O) の 7 種類のカテゴリに研究課題を分類し, 四半期毎に新規・継続両方の課題を募集している. 平成 27 年度採択の共同研究は合計 23 課題であった. 内訳は以下のとおりである.

カテゴリ	課題数	研究代表者の所属	課題数
通常観測 (N)	7 課題	東大・天文センター	7 課題
モニタリング (M)	6 課題	他大学, その他	16 課題
ToO (T)	2 課題		
大学実習 (E)	5 課題		
観測を行わない			
研究課題 (R)	1 課題		
大規模観測 (L)	2 課題		

平成 27 年度一般研究課題 申請一覧

課題番号	カテゴリ	課題名	代表者	所属機関
P0003	N	アウトフローガスの時間変動とクェーサー光度曲線の関係	堀内 貴史	信州大学
P0021	N	若い散開星団における変光星の測光観測	小倉 勝男	国学院大学
P0024	N	KWFC 狭帯域フィルター撮像観測による惑星状星雲の 2 次元電離診断手法の確立	植田 稔也	デンバー大学
P0025	N	Photometric Observation of Two Outburst comets, 15P/Finlay and 17P/Holmes	Yuna Kwon	ソウル国立大学
P0027	N	KWFC によるケプラーの超新星のライトエコー探査	勝田 哲	JAXA ISAS
P0028	N	超新星残骸 G156.2+5.7 を縁取る Hα フィラメントの固有運動測定	勝田 哲	JAXA ISAS
P0029	N	A Young Type Ia Supernova Survey with the Kiso Wide Field Camera	Jian Jiang	東京大学 (天セ)
P0009	M	近傍活動銀河核の可視 X 線同時モニター観測	峰崎 岳夫	東京大学 (天セ)
P0017	M	NGC4151 のダストエコーマッピング観測	峰崎 岳夫	東京大学 (天セ)
P0020	M	M31 における古典新星の UBV 測光サーベイ	前原 裕之	国立天文台
P0023	M	Radio-quiet クエーサーの可視域スペクトル中の偏光成分と変光成分の関係	小久保 充	東京大学 (天セ)
P0026	M	木星族彗星の進化に関する研究	Yoonyoung Kim	ソウル国立大学
C0901	M	銀河系ハロー領域のミラ型変光星サーベイ	坂本 強	日本スペースガード協会
P0031	T	全天 X 線監視装置 MAXI で発見されたガンマ線バーストの可視光フォローアップ観測	鈴木 昭宏	京都大学
E0401	E	教員養成系大学学生に対する観測実習とそのためのカリキュラム教材の開発	山縣 朋彦	文教大学
E0402	E	天文学観測による天文学教育の実践と教材開発	浜部 勝	日本女子大学
E0403	E	105cm シュミット望遠鏡を用いた理科教育実践と観測データ教材化の試み	西浦 慎悟	東京学芸大学
E0501	E	シュミット望遠鏡を用いた天体観測実習と理科教材開発	伊藤 信成	三重大学
E1103	E	KWFC・Tomo-e 突発天体・変動天体観測に向けた甲南大学観測実習	冨永 望	甲南大学
P0030	R	シュミット乾板のディジタル化とその公開	中嶋 浩一	一橋大学
P0001	L	KWFC 銀河面変光天体探査 (KISOGP)	松永 典之	東京大学
P0002	L, T	木曽超新星探査 (KISS)	諸隈 智貴	東京大学 (天セ)

共同利用研究報告

1. **KWFC 銀河面変光天体探査 KWFC Intensive Survey of the Galactic Plane (P0001)**
松永典之 (東京大学・天文学教室), 小林尚人, 猿楽祐樹, 三戸洋之, 青木勉, 征矢野隆夫, 樽沢賢一 (東京大学・木曽観測所), 酒向重行, 諸隈智貴, 土居守, 中田好一 (東京大学・天文センター), 前原裕之, 浮田信治, 柳澤顕史 (国立天文台岡山天体物理観測所), 福江慧 (東京大学・天文学教室/京都産業大学), 新井彰 (京都産業大学), 板由房, 小野里宏樹, 花上拓海, 岩崎仁美 (東北大学), 山下智志 (鹿児島大学), 泉奈都子 (東京大学・天文センター), 岩田生, 田中雅臣 (国立天文台) 坂本強 (日本スペースガード協会), 山本遼 (東京大学・天文センター)

銀河面（Galactic Plane，すなわち銀緯がゼロに近い領域）は，天の川銀河に存在するほとんどの星間物質とその星の多くが集まっている銀河の骨格部分である．しかし，銀河面の星の分布を天の川銀河の広い範囲について調べることは容易ではない．その大きな原因は，銀河面に存在するダスト（固体微粒子）によって減光が起こるために，天の川銀河の中でも遠い天体は可視光線で観測することが出来なくなることである．また，ほとんどのガスが銀河回転に沿って動いていることを利用してガスの運動から円盤中の位置を推定する手法が利用されるのに対し，星の場合は円盤中でも様々な運動をもつものが混在しているため，観測から星の分布を再現するのは容易ではない．そこで，我々が星の分布を調べるのに利用するのはミラやセファイドと呼ばれる脈動変光星である．これらの星は周期光度関係をもち，それによって個々の変光星までの距離を精度よく求めることができる．また，恒星進化や脈動の理論に基づく年齢・質量の情報も得られるので，天の川銀河の構造や恒星種族を調べるために有効なトレーサである．

そこで，平成 23 年に完成した木曽超広視野カメラ KWFC の視野の広さを活かし，平成 24 年度から木曽観測所大規模観測プログラムのひとつとして，北半球銀河面の変光星探査 KISO GP (KWFC Intensive Survey of the Galactic Plane) を行っている．観測領域は，銀河面に沿って銀経 60 度〜210 度の範囲に KWFC の 80 個分の視野を並べた合計 320 平方度である．この領域中では，これまで約 3500 個の変光星が報告されている．星間減光の効果が比較的小さくなる I バンドを用い，各視野 1 回あたりの観測では I=17 等級でも精度の高い測光（信号雑音比 30 以上）を行えるように露光を行う．平成 24 年度から 26 年度までの 3 年間で，各領域を 40〜80 回程度観測し，ほぼ計画通りにデータが集まった．平成 27 年度には，変光のタイムスケールの短い天体を詳しく調べることと，逆に周期が数年と長い変光星を追いかけるために，各領域を 5〜15 回観測した．

現在，初期計画の 3 年間のデータを用いた解析を進めている．KISOGP 観測領域内全体では，およそ 500 万天体を検出した．既知変光星についていえば，約 3500 個のうち約 2000 個を検出し，そのライトカーブを調べることが出来る．検出できていない 1500 個の多くは，5 秒露光での飽和限界（I バンド約 9 等級) よりも明るいものである．一方，セファイドやミラ型変光星など周期性の高い変光星の解析も進め，これまでに 800 個近くのミラ型変光星候補天体と約 80 個の古典的セファイドを検出した．その 8〜9 割は，これまでに変光星として報告されていなかった新発見の変光星である．周期を我々のデータから求め，2MASS の近赤外線等級を利用してそれらの変光星の距離と前景減光量を見積もると，3-10 kpc の距離にあり K バンドで 0.5 等級 (V バンドではおよそ 5 等級）の減光を受けているものが多い．銀河系円盤内でのミラ，セファイドの分布を図 3.1，3.2 にプロットした．ただし，正確な距離と減光量を見積もるために近赤外線での平均等級が必要であるため，鹿児島大学 1m 望遠鏡の赤外線カメラや中国 Xinglong 天文台での追観測を計画している．現在，変光星カタログの作成を進めており，振幅が 0.05 等級程度まで小さい変光星を含めれば数千個の新しい変光星が見つかると考えられる．

また，主にミラ型変光星を対象として，他の天文台での分光追観測も行っている．ミラ型変光星が生じる AGB 星段階後期では，熱パルスとそれに伴って起こる汲み上げ (3rd dredge up) によって，恒星内部での元素合成を受けた物質が恒星表面に運ばれる．これによって，表面の酸素と炭素の比が逆転すると，酸素過多の星 (低温であれば，M 型星) から炭素過多の星 (炭素星) に変化する．AGB 星が炭素星になる

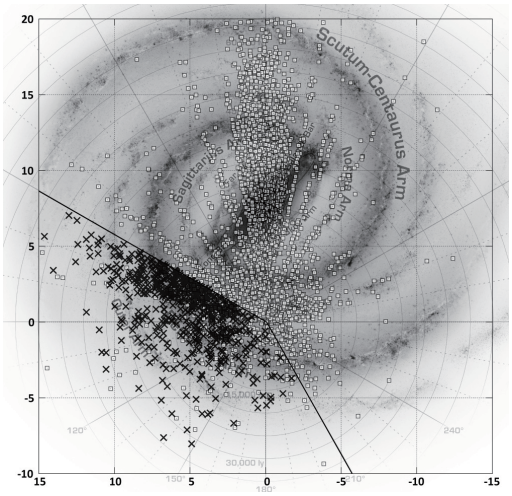

図 3.1: KISOGP で検出したミラ型変光星の銀河系円盤内での分布（黒×印）．ただし，平均等級ではなく，一回の観測で得られた 2MASS の赤外線等級を用いて距離を見積もったため，その距離には 50 パーセント程度の大きな誤差がある．AAVSO Variable Star Index にカタログされた既知のミラ型変光星のうち，銀緯 5 度以内のもの（約 8000 個）を四角形で示した．背景は，NASA/JPL-Caltech/R. Hurt (SSC/Caltech) による銀河系の想像図．

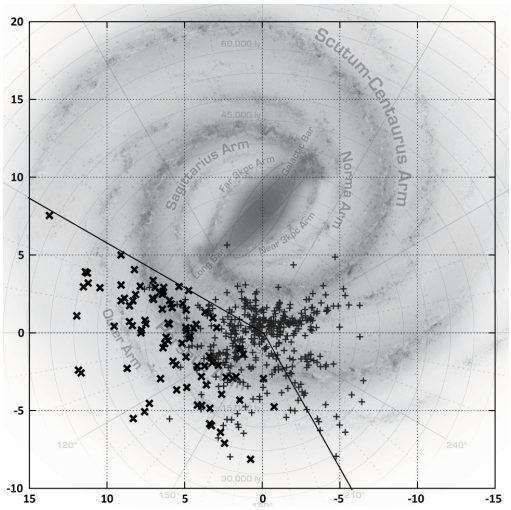

図 3.2: KISOGP で検出した古典的セファイドの銀河系円盤内での分布（黒×印）．図 3.1 と同様に距離には誤差 50 パーセント程度の大きな誤差がある．約 500 個の既知のセファイド（DDO Galactic Cepheids Database）を＋印の点で示した．

かどうかは，その星の初期質量（年齢）や金属量に依存する．そのため，炭素星の分布や酸素過多の星（M 型星）との存在比は恒星種族を考えるうえで重要な情報を提供する．我々は，炭素星の中でも距離や進化段階がよくわかるミラ型変光星に注目し，銀河系中での分布などを調べる．そのために，国立天文台岡山天体物理観測所の 188cm 望遠鏡 (KOOLS，ISLE 分光器) と兵庫県立大学西はりま天文台の 2m 望遠鏡 (MALLS 分光器) を用いる共同利用観測，公募観測で分光観測を進めており，これまでに KISOGP で発見した上記ミラ型変光星の約 240 個を分光した．これまでに 140 天体の分類を行ったところ，108 個が M 型星，33 個が炭素星という割合であった．すでにスペクトル型が既知であった天体を考えると合わせて 216 個のミラ型変光星（候補）のスペクトル型がわかっている．また，図 3.3 に示すように赤外線のカラーで酸素過多と炭素過多のタイプを分類する方法と比較的よい対応があることも確認できた．その方法も用いると，分光スペクトルが得られているものと 7 割程度のミラを分類することが出来る．図 3.4 にその分類を周期ごとに行ったヒストグラムを示し，大小マゼラン銀河で見つかっているミラに対する同様のヒストグラムと比較した．各恒星系の金属量の違いを反映して，酸素過多と炭素過多の割合が異なっていることがわかる．

ミラ型変光星の一部は質量放出によって厚い星周ダストシェルをもつようになり，メーザ輝線を放出することが知られている．中でも 23GH z 帯にある SiO メーザ輝線は多くのミラ型変光星で検出されており，その観測から視線速度を精度よく決定することが出来る．そこで我々が発見したミラのうち，赤外線のカラーから星周ダストが多くあると考えられるものに対して，野辺山宇宙電波観測所の 45m 電波望遠鏡を用いた SiO メーザ観測を開始した．2016 年 2 月から 3 月にかけて 74 時間がアロケートされた観測で，109 個を観測したところ，54 個のミラから SiO メーザを検出した（図 3.5）．今後，他の天体に対

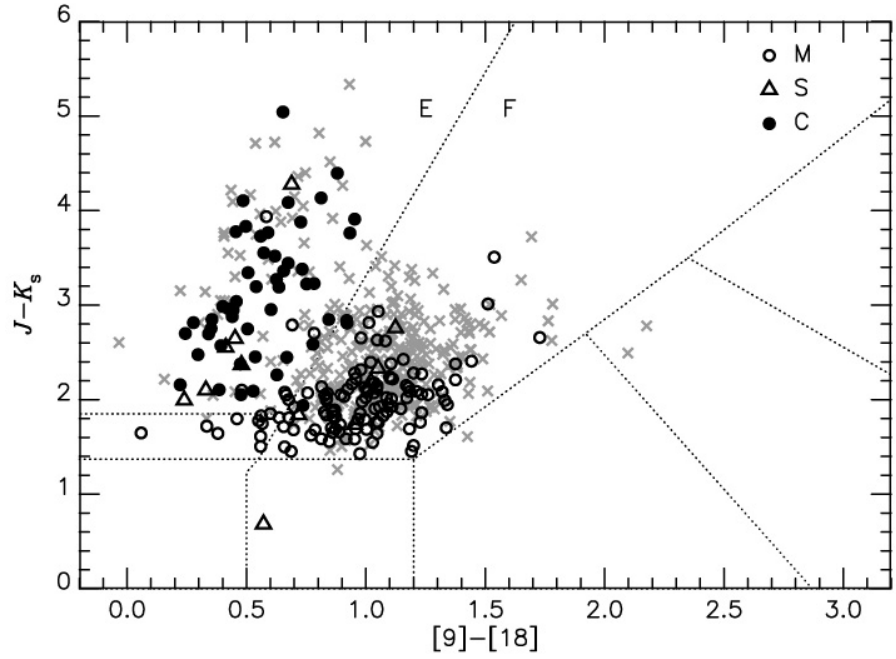

図 3.3: KISOGP で検出したミラの近赤外線（2MASS の J，Ks）および中間赤外線（AKARI の [9]，[18]）におけるカラーをプロットした二色図．分光でスペクトル型（M 型星，S 型星，炭素星）が確認された天体は，凡例に示すシンボルを用いた．点線は Ishihara et al. (2011) による分類の境界であり，E 領域と F 領域はそれぞれ炭素星，M 型星が多い領域である．

する同様の観測も行いつつ，SiO メーザで測定された視線速度から銀河系円盤中での運動について，銀河回転からのずれがあるかどうかなど考察を進める．

上記のように，多くの観測所で追観測を行い，国内はもちろん中国やイタリアの研究者らとも広く共同研究を進めている．これまでの結果と今後の研究方針について議論するために，中国から 4 人，イタリアから 1 人の研究者を含む，18 人が集まって KISOGP に関する研究会を開催した（2016 年 2 月 23 日，東京大学）．

なお，今年度の KISOGP の研究遂行に当たって，下記の競争的研究資金（の一部）を利用した．

- 科学研究費補助金 (基盤研究 B),「近赤外線高分散分光観測による恒星組成解析の確立と銀河系研究への応用」，研究代表者・松永

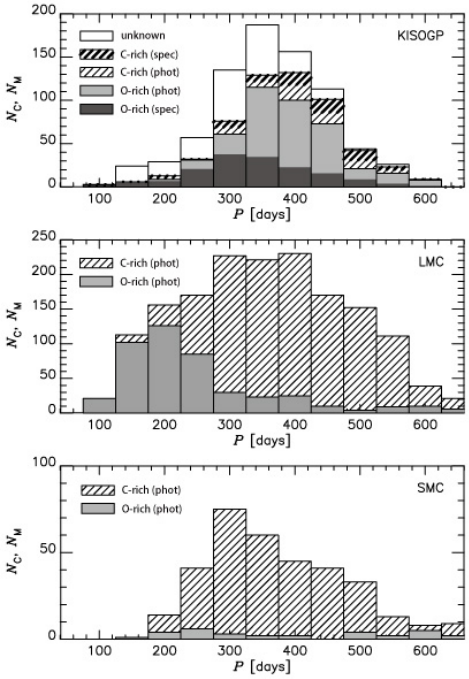

図 3.4: KISOGP 領域内のスペクトル型がわかっているミラの周期分布と，大小マゼラン銀河（LMC, SMC）のミラの周期分布．KISOGP 天体のうち，140 天体は我々の分光追観測でスペクトルが決められたもの，残りはスペクトル型が既知の天体である．マゼラン銀河については Soszynski et al. (2009, Acta Astron. 59, 239; 2011, Acta Astron., 61, 217) が OGLE 探査で報告したもので，炭素過多 (C) と酸素過多 (O) の区別は可視・近赤外でのカラーによりなされたものである

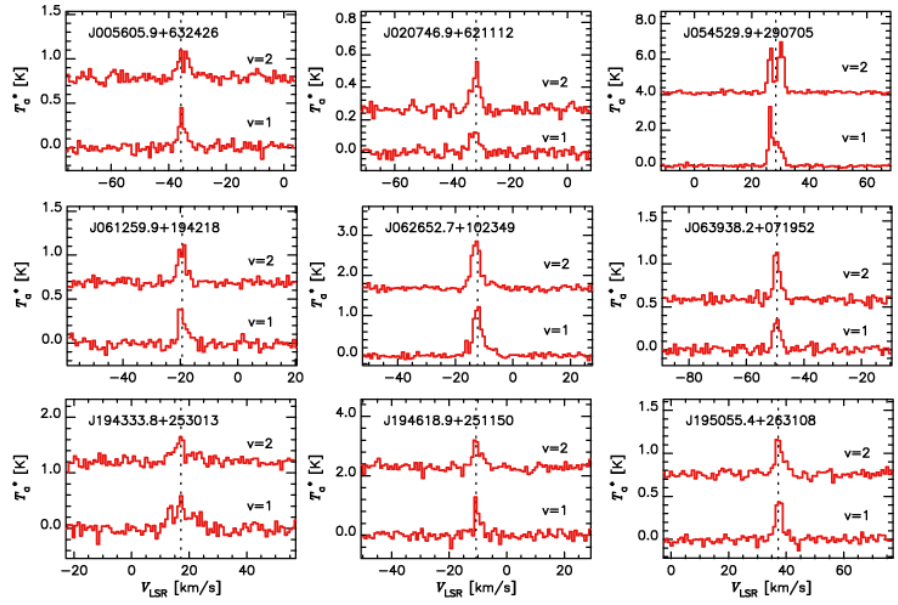

図 3.5: KISOGP ミラに対して，野辺山 45m 電波望遠鏡で SiO メーザ輝線（J=1-0，v=1 および v=2）を検出した例．

2. **Kiso Supernova Survey (P0002)**
諸隈智貴 (東京大学・天文センター), 冨永望 (甲南大学), 田中雅臣 (国立天文台), 小久保充, Jiang Jian(東京大学), 他 KISS メンバー

超新星爆発の瞬間であるショックブレイクアウトの可視光での初検出を主目的として, 世界的にも珍しい超高頻度 (1 時間間隔) 観測による超新星サーベイを 2012 年 4 月に開始し, 2015 年 9 月をもってサーベイ観測を中断した. 2015 年 4 月から 2015 年 9 月までの 6ヶ月間では, 他のプログラムとのシェアも含め, 計 40 晩が割り当てられ, 計 25 晩でデータを取得する[1]ことができた. また, 発見天体 (KISS15m, KISS15n, KISS15s) のフォローアップ観測のため, ToO 観測として割当夜以外に 35 晩でデータを取得した. これまでに確立してきた, 専用自動データ解析パイプラインによるデータ取得後の即時解析, アマチュア天文家の協力による候補天体チェックは順調に継続している. また, 国内外研究者との共同研究および共同利用観測 (公募観測) での追観測を表 3.2 のように行った.

主目的の超新星ショックブレイクアウトの検出を行うことはできていないが, 2015 年度は 8 天体の超新星候補天体を発見し, うち計 2 天体の超新星 (2012 年 4 月のサーベイ開始以降計 26 超新星+1 矮新星) を国際天文学連合へ, 計 2 天体[2]の超新星 (2012 年 4 月のサーベイ開始以降計 2 超新星) を The Astronomer's Telegram[3]へ報告した.

これらの成果については, 国際会議発表 2 件, 国内研究会・学会発表 8 件等を行った.

早期発見に成功した Ia 型超新星 KISS15m, KISS15n 2 つの爆発後間もないと考えられる超新星 KISS15m, KISS15n をそれぞれ 2015 年 4 月 22 日, 2015 年 5 月 10 日に発見した. NOT 望遠鏡 ALFOSC, Liverpool 望遠鏡 SPRAT での分光観測によって, それぞれ赤方偏移 $z = 0.024$ およびおとめ座銀河団の距離 (100 Mpc) の Ia 型超新星と同定された. その後の継続的な撮像観測により, KISS15m は最大光度 $g = -17$ 等程度で, SN 1991bg と似た subluminous な種族に属し, KISS15n は最大光度 $g = -19.6$ 等程度の, Ia 型超新星の中でもやや明るい種族であることがわかった. KISS15m は, subluminous な Ia 型超新星の中で, 最も早期での発見に成功した天体の一つ[4]である. KISS15n は, Super-Chandrasekhar 質量 Ia 型超新星と考えられている SN 2006gz とよく似た光度曲線・スペクトルを示す. 早期発見に成功した Ia 型超新星, 特にこれら 2 天体のような Ia 型超新星の中でも特異な天体についての観測的研究の数は非常に限られており, Ia 型超新星の親星や爆発メカニズムの解明へ貴重なサンプルとなる. これらの結果は, Jian Jiang 氏の修士論文 (東京大学) の一部としてまとめられ, 今後, 査読論文での出版を目指す.

特異な IIn 型超新星 KISS15s KISS15s は, 2015 年 9 月 18 日に $g = 19.71 \pm 0.07$ 等の超新星候補天体として発見された. 母銀河は, SDSS による測光・分光データから $z = 0.038$ の星形成銀河であると考えられる. 発見翌日 9 月 19 日に, なゆた望遠鏡/LISS による低分散可視分光スペクトルを取得し, 特徴的な線幅の広い Hα 輝線が検出されたことから, IIn 型超新星であると同定された. KWFC を用いた撮像観測を 2016 年 2 月まで継続し, 同時にアパッチポイント天文台 ARC 3.5m 望遠鏡/DIS によって 2 回の低分散分光, 1 回の高分散分光データを取得した.

KISS15s の著しい特徴として, 2015 年 9 月から 2016 年 2 月の観測までにほとんど光度が変化しなかった点が挙げられる. また, Hα の線幅が非常に広い (半値全幅 $\sim 15,000$ km/s) ことも特徴の一つである. 光度や線幅から推定される親星の質量放出率は 0.05 $M_\odot$ yr^{-1} 以下となるが, このような質量放出率は IIn 型超新星の親星が青色超巨星であるという一般的理解と矛盾しない. KISS15s のスペクトル, 光度曲線が

[1]画像引き算まで行われたデータが 1 exposure 以上あったことを意味する.
[2]前述の国際天文学連合への報告天体と 1 天体重複している.
[3]http://www. astronomerstelegram. org/
[4]これまでの発見例は最大光度 8 日前程度のものが最も早い時期での発見.

望遠鏡	装置	共同研究者または PI	観測日	観測日数	セメスター等
岡山 188cm	KOOLS	(□:田中雅臣)	2013/09/06-10	2.5	2013B
	KOOLS	(□:田中雅臣)	2013/10/01-06	3	2013B
	KOOLS	(□:田中雅臣)	2013/11/01-05	2.5	2013B
	KOOLS	(□:諸隈智貴)	2013/11/01-05	2.5	2013B
	KOOLS	(□:田中雅臣)	2014/01/29-2014/02/03	3	2014A
	KOOLS	(□:田中雅臣)	2014/02/27-2014/03/03	2.5	2014A
	KOOLS	(□:田中雅臣)	2014/03/28-2014/04/03	3.5	2014A
	KOOLS	(□:松本恵未子)	2014/03/28-2014/04/03	3.5	2014A
	KOOLS	(□:田中雅臣)	2014/04/26-29	4	2014A
	KOOLS	(□:田中雅臣)	2014/05/26-2014/06/01	3.5	2014A
	KOOLS	(□:田中雅臣)	2014/08/30-2014/09/01	2.5	2014B
	KOOLS	(□:田中雅臣)	2014/09/25-29	5	2014B
	KOOLS	(□:田中雅臣)	2014/10/24-27	4	2014B
	KOOLS	(□:田中雅臣)	2014/11/25-27	3	2014B
	KOOLS	(□:松本恵未子)	2014/12/19-21	3	2014B
	KOOLS	(□:田中雅臣)	2014/12/22-23	2	2014B
	KOOLS	(□:田中雅臣)	2015/01/21-22	2	2015A
	KOOLS	(□:田中雅臣)	2015/02/20-21	2	2015A
	KOOLS	(□:田中雅臣)	2015/03/21-24	4	2015A
なゆた 2m	LISS	(□:諸隈智貴)	2014/09/27-30	~ 1	2014A
	LISS	(□:諸隈智貴)	2014/11/23-28	~ 1	2014B
	LISS	(□:諸隈智貴)	2015/01/16-21	~ 1	2014B
	LISS	(□:諸隈智貴)	2015/02/17-22	~ 1	2014B
	LISS	(□:諸隈智貴)	2015/05/17-22	~ 1.5	2015A
	LISS	(□:諸隈智貴)	2015/09/17-22	~ 1.5	2015A
UH88	WFGS2	(□:松本恵未子)	2014/10/13	-	2014
Subaru	FOCAS	(□:諸隈智貴)	2014/02/23	< 0.1	S14A(隙間時間)
Swift	XRT	(ToO:田中雅臣)	2014/03/16-17	-	ToO
Suzaku	-	(□:伊藤亮介)	-	-	AO-10 (Priority C)
JVN	-	(□:諸隈智貴)	2014/08, 10, 11	-	2014B
VERA	-	(□:諸隈智貴)	2015/04/19	8h	2015A
かなた 1.5m	HOWPol	川端, 秋田谷, 高木他	-	-	即時撮像, 分光
	HONIR	-	-	-	即時撮像
東工大 50cm	MITSuME	斉藤他	-	-	即時撮像
岡山 50cm	MITSuME	黒田, 浮田, 岩田	-	-	即時撮像
KPNO0.9m	-	Richmond	-	-	数日/年, 即時撮像
TNG	DOLORES	Mazzali 他	-	-	
Liverpool	SPRAT	Mazzali 他	-	-	
HCT	HFOSC	Sahu 他	-	-	
Magellan	FIRE	Hsiao 他	-	-	
NOT	ALFOSC	Hsiao 他	-	-	
du Pont	WFCCD	Hsiao 他	-	-	
APO3.5m	DIS	Ivezić 他	-	-	

表 3.2: 主な観測の一覧. 特記したもの以外は分光観測のみを記している. □は共同利用観測を示している.

示す特異な性質については, 再び KISS15s が観測可能になる 2016 年 9 月以降に再開を予定している撮像および分光追観測により原因を解明していく.

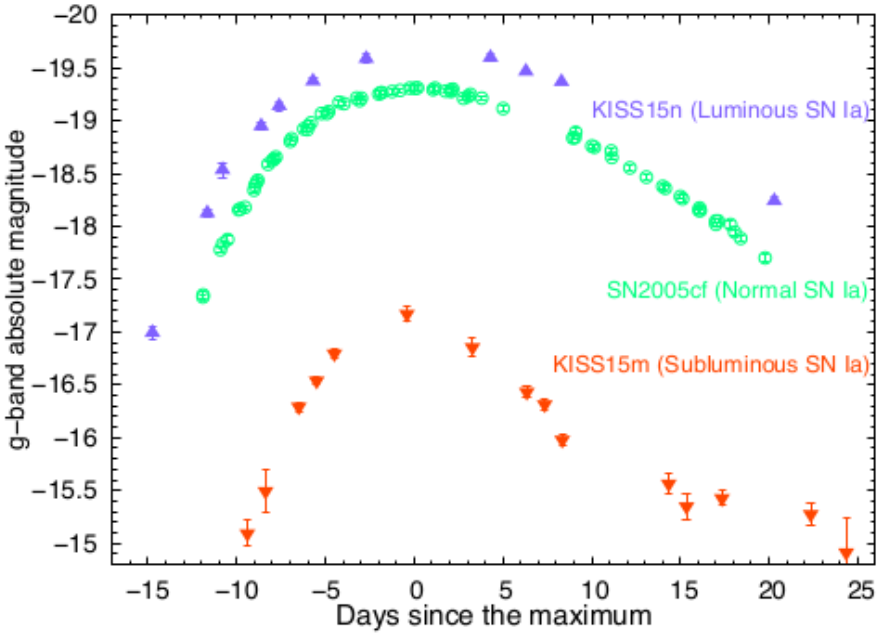

図 3.6: KISS15m, KISS15n の可視 g バンド光度曲線と過去の超新星との比較 (V バンド).

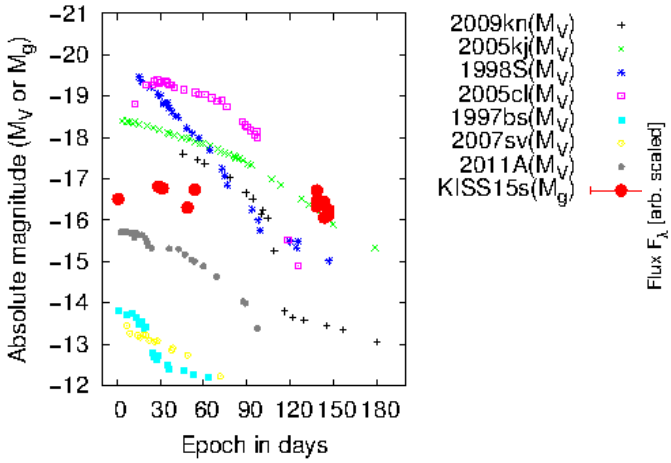

図 3.7: KISS15s の可視 g バンド光度曲線と過去の超新星との比較 (V バンド).

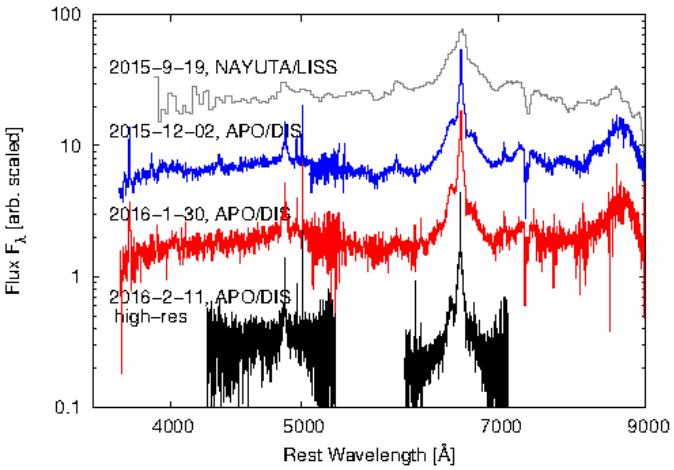

図 3.8: KISS15s の可視スペクトル. なゆた望遠鏡 LISS および APO 3.5m DIS で取得した.

3. **アウトフローガスの時間変動とクェーサー光度曲線の相関関係 (P0003)**
堀内貴史, 三澤透 (信州大学), 諸隈智貴 (東京大学), 小山田涼香, 高橋一馬, 和田久 (信州大学)

クェーサーの降着円盤より放出されるアウトフローガスは, クェーサー自身の成長に欠かせない要素である. それだけではなく周辺の星間・銀河間空間の化学進化に与える影響も大きいため, 研究対象として重要である. 従来のアウトフローの研究には, クェーサーのスペクトル上に現れる幅の広い吸収構造, すなわち BAL (Broad Absorption Line) が主流として用いられてきた. しかし近年アウトフロー由来の吸収線で, BAL より幅が狭くモデルフィットによる物理量 (柱密度, 温度等) の評価が可能な mini-BAL, NAL (Narrow Absorption Line) というカテゴリーも利用されている. BAL は時間変動を示すことが既に知られているが, 先行研究による 10m 級望遠鏡を用いた mini-BAL, NAL のモニター観測の結果, mini-BAL のみが明らかな時間変動を示すことが明らかになった. その理由として, ガス運動, 散乱光の増減, 電離状態の変動が挙げられたが, すでに前者ふたつについては可能性が低いという結論が下された. そこで, これらのクェーサーの光度変動傾向を調べることにより, 現在最も有力な「電離状態変動シナリオ」を検証することが本研究の目的である.

2012 年 4 月から 4 年間にわたり 1ヶ月または 3ヶ月に一度の頻度で, 半夜 ×3 日ずつ 9 天体 (mini-BAL クェーサー 4 天体, NAL クェーサー 5 天体) の測光モニター観測を SDSS 系フィルター (u, g 及び i) を用いて行った. また, 岡山天体物理観測所においてはそれらの天体の分光観測を 188cm 望遠鏡/KOOLS を用いて 2012 年 9 月から 3ヶ月に一度の頻度で, 測光モニター観測と同時期に行った.

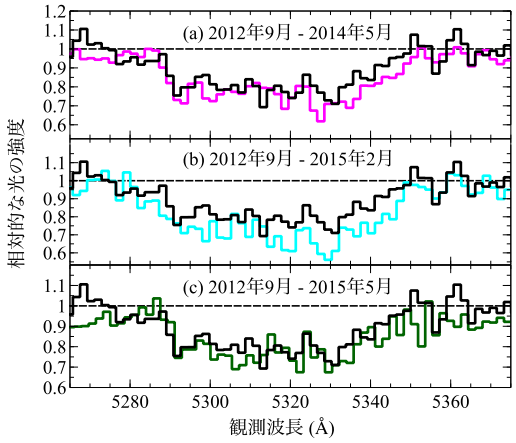

図 3.9: クェーサー HS1603+3820 の CIV(炭素の 3 階電離)mini-BAL 周辺のスペクトル (Horiuchi et al. 2016, accepted). 観測波長で 5290Å∼5350Å 付近まで吸収線の分布を確認できる. また, 2012 年 9 月 (初回の分光観測) に取得した吸収線 (黒) の強度を (a)2014 年 5 月 (マゼンタ), (b)2015 年 2 月 (シアン) 及び, (c)2015 年 5 月 (緑) に取得した吸収線と比較した.

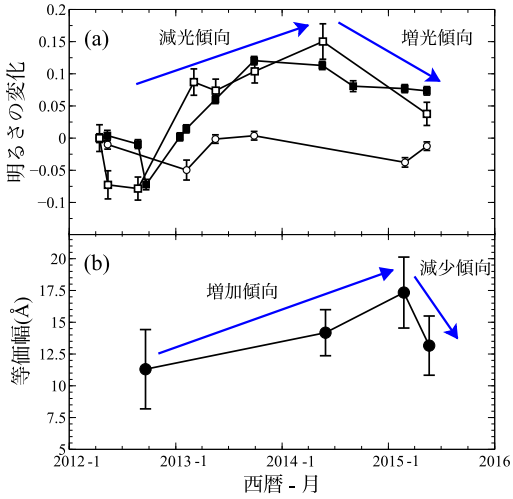

図 3.10: (a)SDSS u-(白四角), g-(黒四角), と i-band(白丸) の光度曲線. 縦軸の上方に変動すればクェーサーは減光することを示す. 2012 年 9 月から 2014 年 5 月まで減光し, それ以降は 2015 年 5 月まで増光することが確認できる. (b)CIVmini-BAL の等価幅の変動 (Horiuchi et al. 2016, accepted). 2012 年 9 月から 2015 年 2 月まで炭素イオンの吸収が強くなり, 2015 年 5 月まで弱くなる傾向が確認できる. また, 時間差を伴い光度と吸収線の変動傾向が互いに関連していることがわかる.

mini-BAL クェーサー HS1603+3820(V=15.9, z=2.54) の分光観測による吸収線等価幅のデータは前回報

告時の 3 つから 4 つに増やすことができた (図 3.9). 再度, 光度-吸収線等価幅の時間変動解析をした結果, クェーサーの光度と吸収線の等価幅の変動傾向が時間差 (約 9ヶ月) を伴い互いに関連していることがわかった (図 3.10). しかしながら, このクェーサーにおける光度変動の最大値は u-band で観測された 0.23mag であり, アウトフローを変動させるための光度変動 (1.0mag) は観測されなかった. さらに他 8 つのクェーサーでも最大で 0.3mag の変動にとどまり, 1.0mag の変動には遠く及ばなかった. これらの事実は, 吸収線の時間変動が光源の変化が主要な原因ではなく, (光学的厚さが変化する) 遮蔽物質によってもたらされている可能性を示唆する. この遮蔽物質はX線観測で検出される warm absorber に対応するといわれている. 以上の結果は, 2016 年 4 月 2 日に PASJ に論文として受理された. しかしながら電離状態変動シナリオを検証したクェーサーの数は少なく, 今後アーカイブデータ等による統計的調査が不可欠である.

4. **近傍活動銀河核の可視 X 線同時モニター観測 (P0009)**
峰崎岳夫, 小久保充, 土居守, 諸隈智貴 (東京大学), 野田博文 (理化学研究所), 牧島一夫, 中澤知洋 (東京大学), 渡辺誠, 中尾光 (北海道大学)

活動銀河核は銀河中心部から X 線〜電波まで広い波長範囲にわたり強力なエネルギーを放射する天体現象であり, その放射は, 超巨大ブラックホールへの質量降着がエネルギー源であるとされる. しかし複数の放射機構が同居しているため, それらの詳細はいまだ解明されていない. 我々は 2013-2014 年に近傍活動銀河核 NGC 3516 の可視 X 線同時モニター観測を遂行し, X 線と可視光の変光に強いフラックス相関と時間相関を発見した. 今回の観測期間中, NGC 3516 は観測史上に極めて暗い状態にあり（エディントン比 0.01 以下）, その硬いスペクトルを持ちゆっくりと変動する成分が卓越した一次 X 線放射の変光に約 2 日遅れて可視光変光が生じていた. これらの観測結果から我々は, 標準降着円盤が最小安定軌道半径まで達せずに中途で消失しており, その内側には放射効率の小さい降着流（RI AF）が形成されて一次 X 線を放射しているという, セイファート銀河のセントラルエンジンについて新しい描像を提案した. これまでクエーサー・セイファート銀河には標準降着円盤が存在し, 低光度活動銀河核には RIAF が発達していると考えられてきたが, 暗い状態のセイファート銀河では両者の中間的な状態に遷移すると示唆される.

5. **NGC 4151 のダストエコーマッピング観測 (P0017)**
峰崎岳夫 (東京大学), 深沢泰司, 川端弘治, 伊藤亮介 (広島大学)

NGC4151 は近傍にある非常に明るい 1 型セイファート銀河で, 古くから長期間の変光モニター観測が行われている. Koshida et al. (2009) らは長期間のダストエコーマッピングの観測から, Kishimoto et al. (2014) の赤外線干渉計観測から, セントラルエンジンの変光に伴いダストトーラス内径が変化していることが見いだされた. これはダストトーラス内径がセントラルエンジンの放射によるダストの昇華によるとするモデルから期待される現象である. しかし, セントラルエンジンの変光に瞬時には応答せず, 1 年数年間ほどの時間がかかることがわかった. その後の Schnulle et al. (2015) によって, 赤外線変光に応じて赤外線 SED の色温度が変化していることが示された. これはダストトーラス内径が短期間では変化しないことから導かれる予想と一致する. そこでさらに長期間のダストエコーマッピング観測を継続し, ダストトーラス内縁部でのダスト雲の生成・破壊のタイムスケールを評価し, ダスト雲の大きさや物理状態を明らかにすることを目的に, 広島大学で行われている活動銀河核のモニター観測に可視モニター観測データを追加するため木曽観測所での可視モニター観測を行っている. なお広島大学の観測データからは NGC 4151 の有意な光度変動が確認されている.

6. M31 における古典新星の UBV 測光サーベイ (P0020)

前原裕之 (国立天文台)

古典新星の極大等級と減光速度の間には関係があることが知られており (MMRD: maximum magnitude and rate of decline), 一般に明るい新星ほど速く減光する (Hachisu & Kato 2010, ApJ, 709, 680). 減光の早い新星は一般に重い白色矮星を持つと考えられており, このような新星の中には数年から数十年の間隔で爆発を起こす「回帰新星」と呼ばれるものがあり, Ia 型超新星の親星の候補の一つと考えられている. 2015 年度は 10-12 月期および 1-3 月期に M31 中の回帰新星 M31N2008-12a の増光の早期検出を目的とした観測を行った. M31N2008-12a は爆発間隔が 1 年ないし半年と, これまでに発見されている回帰新星の中では最も短く, これは理論的に予想される最短に近い (Kato et al. 2015, ApJ, 808, 52). M31N2008-12a は前年度の 2014 年 10 月に増光を起こしており (Darnley et al. 2015, A&A, 580, A45), 増光周期 1 年とすると 2015 年も 10-12 月に増光が予想されていた.

しかしながら, M31N2008-12a の 2015 年の増光は予想よりも 1ヶ月以上早い 2015 年 8 月 27 日に起こった (Darnley et al. 2015, ATel, 7964). 悪天候およびサーベイ観測開始前であったため, 木曽でこの増光の観測を行うことはできなかった. また, 105 シュミット望遠鏡と平行してサーベイを行う予定であった OAO MITSuME 50cm 望遠鏡では 8 月から観測を始めていたが, 増光前日の upper limit は得られたものの (Arai et al. 2015, ATel, 7979), 増光後は悪天候のため観測が行えなかった.

さらに, 半年周期の増光の可能性を調べるため, 2016 年 1-3 月期にも同様の観測を行い, 1 月 2 日から 2 月 29 日までに 33 夜のデータを得た. 木曽での観測期間およびその後 4 月上旬までの海外等での観測のいずれからも増光は検出されず, 半年周期での増光の可能性は否定された. 今期の観測結果から, M31N2008-12a は 10-11 か月周期の増光周期を持つことが明らかになった.

さらに, M31N2008-12a の増光モニタリング観測と平行して M31 中の出現する新星のサーベイ観測を行った. このうち, MASTER OT J004514.13+420007.2 (図 3.11) および, PNV J00444349+4153401 の 2 天体については発見前の観測データを得ることができた (Maehara 2016, ATel, 8606). データ解析・検出天体データのチェック等が遅れたために第一発見とはならなかったが, ほぼ毎晩のサーベイ画像から光度変化のデータを得ること自体には成功した (図 3.12).

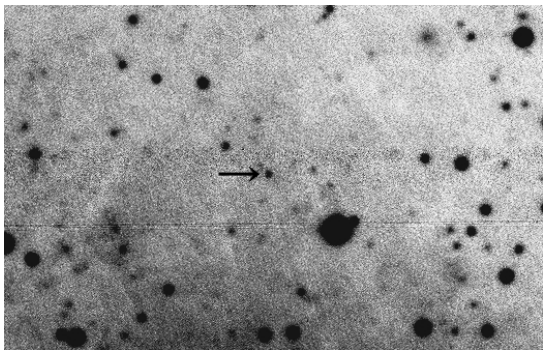

図 3.11: MASTER OT J004514.13+420007.2 の発見前の画像 (2016 年 1 月 26.412 日)

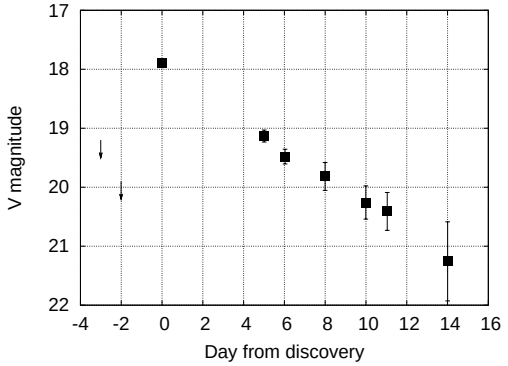

図 3.12: MASTER OT J004514.13+420007.2 の V-band の光度曲線. t_3(3 等級減光するのにかかる時間) は 13 日だった.

7. **若い散開星団における変光星の測光観測 (P0021)**
小倉勝男 (国学院大学), Anil K. Pandey, Saurabh Sharma, Sneh Lata(ARIES), 小林尚人, 三戸洋之 (東京大学)

2015 年度には 10 月と 11 月 3 夜ずつ, 合計 6 夜の割当を受けた. なお, 観測に際してはインド側からの来日・来所はなかった.

目的とする観測の方法は, 通夜あるいはそれに近い長時間にわたる断続的な V・I バンドの撮像データのセットを, 数週間程度の間隔をおいて複数取得する, というものである. 今シーズンの観測では NGC654, IC1805, IC1848 についてほぼ十分な通夜データがそれぞれ 2 セット得られた（IC1805 については昨年度の 1 セットを合わせて）. これらの他に NGC6823 に対してやや短い時間ではあるものの 1 夜のデータが得られた. その結果, 前者の 3 天体についてはさらに 1 通夜データ, NGC 6823 については 2 通夜データを来年度以降に追加取得をする必要が残った.

使用した KWFC は画素数 2K×4K の CCD チップを 8 枚を使用している事もあって, この観測データは膨大であり, しかもチップ毎の感度が等しくはないので, その整約は非常に複雑である. 加えて ARIES においては 3.6m 望遠鏡が完成しつつあるところ（2016 年 3 月 31 日に完成式）で, その立ち上げに忙殺される面もあって, 昨年度取得のデータも含めて整約・解析はまだ始まっていない.

8. **Radio-quiet クエーサーの可視域スペクトル中の偏光成分と変光成分の関係 (P0023)**
小久保充 (東京大学)

岸本ら (Kishimoto et al. 2004, MNRAS, 354, 1065) によって行われたクエーサー偏光分光サーベイ観測によって, 静止系波長 4000Å 以下の波長域において偏光成分フラックスが急激に減少しているクエーサーが数天体発見された. 岸本らは観測された偏光成分フラックスの減少について, 古くからブラックホール降着円盤モデルで予言されてきたが観測できていなかった, 降着円盤内の輻射輸送効果によって生じる広がったバルマー吸収端に対応する特徴であると主張した.

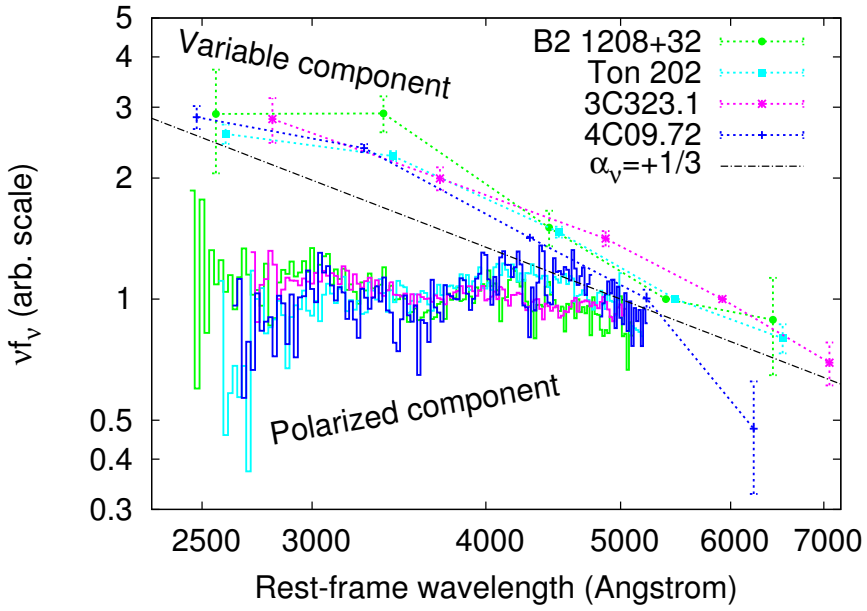

図 3.13: 岸本らによって観測された偏光成分スペクトル (実線) と, 本観測で得られた光度変動成分スペクトル (破線). 比較としてスペクトル指数 1/3 の冪乗スペクトルも示している.

一方, クエーサー紫外 – 可視域観測スペクトル中の降着円盤放射成分を抽出するまったく別の手法として, クエーサーの光度変動成分スペクトルに着目することができる. クエーサー光度変動についての先行研究では, 光度変動成分スペクトルとして抽出される降着円盤放射のスペクトル形は一般的に非常に青く, 紫外波長域でも減少が見られないことが知られている (e. g., Kokubo et al. 2014, ApJ, 783, 1, 46).

では, 岸本らの観測で偏光成分フラックスの紫外域減少を示していたクエーサーについて, 光度変動成分スペクトルの形状はどのようになっているだろうか. 我々は, 岸本らによって偏光分光スペクトルが撮られているクエーサー 4 天体 (4C09.72, 3C323.1, Ton 202, B2 1208+32; 3C95 については別途解析中) に対して, 木曽シュミット望遠鏡/KWFC を用いた u, g, r, i, z の 5 バンドのモニタリング観測 (2015 年 4 月–2016 年 2 月) を実施し, 光度変動成分スペクトルを抽出したうえで, 偏光成分スペクトルとの比較を行った. その結果, これら 4 天体のクエーサーについて, 偏光成分スペクトルと光度変動成分スペクトルは全く異なる形状を持っている, つまり光度変動成分は他の一般的なクエーサーと同様に非常に青い冪乗スペクトル的な紫外-可視域スペクトル形状を持つことがわかった (図 3.13 参照).

本観測で明らかになった偏光成分と光度変動成分との間のスペクトル形状の不一致は, 我々が想定しているクエーサー放射の偏光, 光度変動を生み出すメカニズムに関する解釈の何処かに誤りがあることを明確に示している. スペクトル形状不一致の原因として, (1) 偏光成分スペクトルの紫外域減少は降着円盤放射のバルマー吸収端を見ているのではなく, まったく別の偏光メカニズムに由来している, あるいは (2) 光度変動成分は降着円盤全体からの放射を反映しておらず, クエーサー光度変動は降着円盤内縁部の変動のみに由来する現象である, という可能性を考えることができるが, 本観測結果のみからはその原因を特定するには至らなかった. 今後の偏光モニタリング観測によって, 本研究で明らかになった偏光成分, 光度変動成分間のスペクトル形状の不一致の原因を追求し, クエーサーにおけるブラックホール降着円盤についての正しい描像を確立していきたい. なお, 本研究の結果は Kokubo 2016 として PASJ に投稿, 受理されている.

9. KWFC 狭帯域フィルター撮像観測による惑星状星雲の 2 次元電離診断手法の確立 (P0024)

植田稔也 (デンバー大学), 三戸洋之, 中田好一（東京大学）

惑星状星雲や巨大 H II 領域からの輝線マップは電離領域の診断を行うための出発点である. しかし, 通常の狭帯フィルターでは波長が近接した輝線の分離が不可能で, 個々の輝線に対するマップを得ることが出来なかった. 我々は 1 つのフィルターに含まれる複数の輝線は異なる透過率を受けることに着目した. 2 本の輝線対に対しては 2 種類のフィルター, [N II]6548, Hα, [N II]6584 ラインのように, 近接する 3 本の輝線群に対しては 3 種類のフィルターによる撮像観測を行い, 各画像は複数の輝線からの異なる透過率による異なる重みの貢献の重ね合わせであると仮定すると, 各輝線の強度を画像ピクセル毎に分離することが可能である.

木曽観測所には歴代撮像装置のために準備されたフィルターの蓄積があり, 2KCCD と KWFC 用の Hα 波長域の狭帯域フィルター Ha6577, N657, Ha6417（以上 2KCCD 用フィルター, 前者 2 フィルターは Hα 狭帯域フィルター, 後者は Hα 域の連続線フィルター）と N6590（KWFC 用 Hα 狭帯域フィルター）には [NII]6548, Hα, [NII]6584 輝線が含まれる. そこで, このフィルターセットを用いて惑星状星雲の撮像を行い, 近接輝線の強度を分離する観測を提案した.

2015Q0406 として半夜 11 晩を頂いたが, 天候の影響でデータ取得率は計画の 66%に留まった. 追加観測のため 2015Q0709 として 4 晩頂いたが, 台風直撃でトータル 120 分しか観測できなかった. そのため 2015 年 10 月 25 日に割り込み観測をさせていただいて, 最低限必要なデータを確保した. 2015Q0406 では積分中に望遠鏡が振動する事例が発生し, 2015Q0709 では KWFC で 2KCCD フィルターを使うことでフォーカス値が自明でない事例が発生したため, 一部のデータの取り直しも必要であった. ターゲットは NGC 6543 と NGC 6720 の 2 惑星状星雲である.

観測と 1 次処理は三戸が担当し, その後の解析は植田が担当している. 植田はデンバー大学学内の国際共

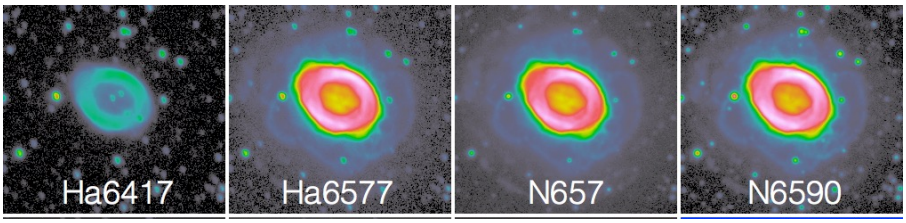

図 3.14: 処理前の画像

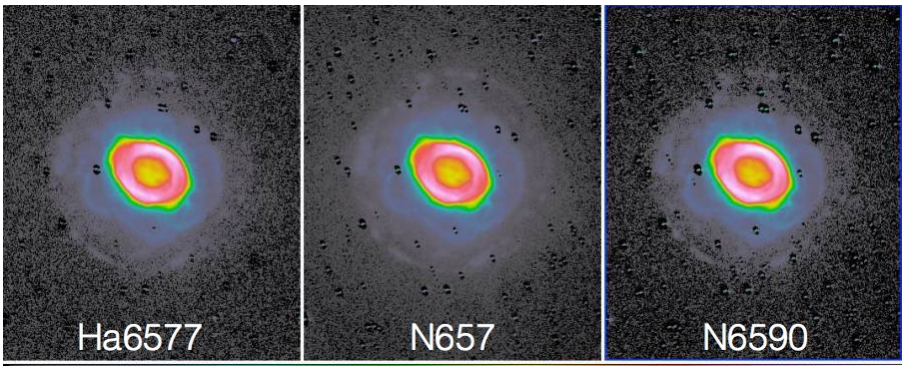

図 3.15: 連続線成分を引いた画像

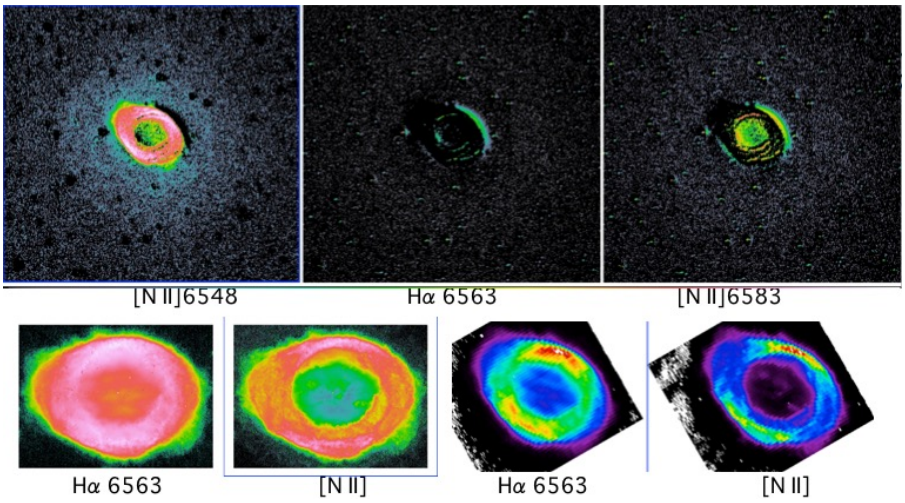

図 3.16: 輝線成分を抽出した画像

同研究準備グラントとして$ 3,000 US ドルを確保した. これまで, KWFC で 2KCCD 用のフィルターを使うためのアダプター作成費用として 12 万 96 円出資し, 植田・三戸・中田の三者で 2016 年 3 月 19 日, 4 月 25 日に東京で行ったミーティングに掛かる費用の一部を分担している. 現在, 撮像した画像（図 3.14）データを用いて, 各画像から連続線成分を引き（図 3.15）, [N II]6548, Hα6563, [N II]6583 輝線成分を抽出する（図 3.16）解析法を試行中である.

解析手順としては, (1) 一次処理した画像を揃えて coadd する, (2) 各狭帯域フィルター画像の相対面輝度較正, (3) 連続線成分引き, (4) 3 元連立方程式の逆問題を解いて特定輝線のみの画像に変換, となる. デー

タの問題（望遠鏡振動やフォーカス値違いで PSF が変形している）や PI 多忙, また, 新データ解析手法確立に伴う自明でなかった問題等でプロセスを何度か繰り返す必要があったが, 上記 (3) までは手法は確立している. 最後の輝線抽出の段階で, 一部の面輝度成分が負になってしまう問題が起きており, 現在この問題の対処中である. これは, 観測した面輝度カウントの誤差とフィルター透過度の誤差によって, この逆問題が「不適切」になってしまうピクセルがあることに起因していることは把握している.

上記解析手順 (4) で問題となっている不適切な逆問題を解くため, (i) 面輝度とフィルター透過度の誤差を考慮したパラメータースペース内で最小自乗解を探す, (ii) Tikhonov 正則化を導入して不適切な逆問題を数学的に正しく解く, の両手法を試している. 上記どちらかで決着が付けばその段階での論文化を予定している. また, フィルタープロファイルの似たものを排除し, 特定輝線画像を抽出する問題を「適切」にするため, 1KCCD 用のフィルターも導入して観測を再度行うことも検討中である.

また, NGC6543 の Hβ フィルター (N487) 画像でとらえた星雲の拡がりが Hα 画像の星雲の拡がりと不自然に異なって見えているため, これが実際にそうなのか, 散乱等のアーティファクトによるものか精査中である.

10. **Photometric Observation of Two Outburst comets, 15P/Finlay and 17P/Holmes (P0025)**
Yuna Kwon, 石黒正晃, Yoonyoung Kim(ソウル国立大学), 高橋隼, 本田敏志（兵庫県立大学）, 黒田大介, 花山秀和, 宮地竹史（国立天文台）, 猿楽祐樹（東京大学）, 渡部潤一 (国立天文台)

We could not get any data due to the unfavorable weather conditions. Although we could not get any data from this Kiso observation, we published one paper using other OISTER web telescopes.

11. **木星族彗星の進化に関する研究 (P0026)**
Yoonyoung Kim, 石黒正晃, Yuna Kwon(ソウル国立大学), 猿楽祐樹（東京大学）

4 月と 5 月にそれぞれ 5 夜と 4 夜割り当てて頂いたが, 4 月の観測時は悪天候により全くデータを取得することができなかった. 5 月の観測では, 2 時間弱の有効なデータを取得した.

12. **KWFC によるケプラーの超新星のライトエコー探査 (P0027)**
勝田哲（ISAS JAXA）, 田中雅臣 (国立天文台), 諸隈智貴（東京大学）, 冨永望（甲南大学）, 佐野栄俊（名古屋大学）, 前田啓一（京都大学）, 森浩二（宮崎大学）

2015 年 8 月 4〜8 日の間, ケプラーの超新星残骸 (SN 1604) の周辺領域 19 ポインティングを, 超新星ライトエコーを探査する目的で観測した. また, この観測に先立って, 2015 年 4 月 17 日には, Kiso Supernova Survey プロジェクトの時間を利用し, 試験的に超新星残骸を含む周辺領域 6 点の観測を実施しており, 計 25 ポインティング (100 deg^2 の領域) をカヴァーした.

図 3.17 に示すように, 観測提案時に有力なライトエコー候補と考えていた星雲（1987 年の POSS II サーヴェイで検出された起源不明の星雲）は, KWFC 画像にも鮮明に写った. しかし残念ながら, 固有運動を全く示さなかったため, ライトエコーの可能性は極めて低いことが判明した（仮にこの構造がライトエコーとすれば, 超新星との離角 10° から判断して, 28 年で 10 分角ほど動いている筈である）. 加えて, この領域の NANTEN CO データを解析した結果, 対応する分子雲を確認し, その視線速度が Ophiuchus molecular complex (@120 pc) と一致することを明らかにした. Ophiuchus molecular complex は, 超新星との離角と距離から判断して, いま観測できるライトエコー源たり得ない. 以上から, この構造がライトエコーでないことが確定的となった. 残念ながら, 他の観測領域からもライトエコー及びその候補は未だ発見できていない.

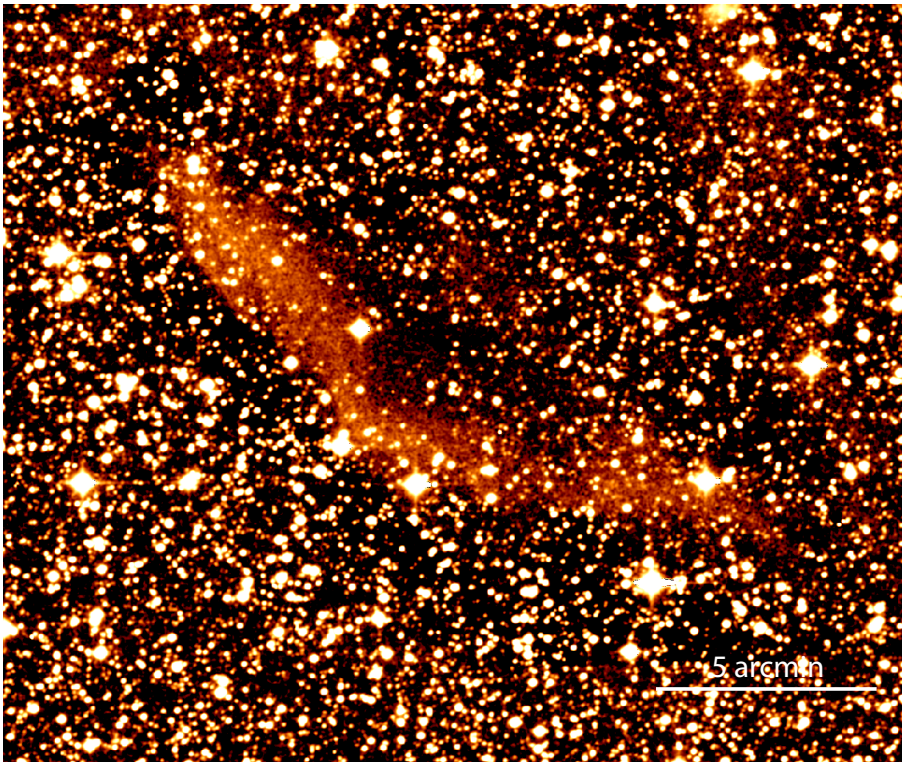

図 3.17: KWFC で取得したライトエコー候補天体の画像

13. **超新星残骸 G156.2+5.7 を縁取る Hα フィラメントの固有運動測定 (P0028)**
勝田哲（ISAS JAXA）, 田中雅臣 (国立天文台), 諸隈智貴（東京大学）

2015 年 11 月 12〜21 日の間, KWFC に Hα フィルターを組み合わせ, 銀河系内の巨大超新星残骸 G156.2+5.7 を観測した. 観測目的は, 2004 年に McDonald Observatory (米国テキサス州) で取得された Hα 画像と比較することで, 残骸の膨張を直接測定することである. このときは天候不順のため, 実質 2 時間ほどしか露出時間を稼げなかった. これは要求観測時間のたった 10%であり, とても成果を出せるレベルではなかった. そこで再観測を申請, 2016 年 1 月 8〜15 日に実施した. このときは天気にも恵まれ, 1 回目の観測と併せ, 計 8 時間ほど積分できた.

得られた KWFC による Hα 画像を図 3.18 右に示す. 上下のパネルは, 超新星残骸の北端と東端の領域に対応し, 左のパネルは 2004 年の McDonald Observatory で得た同一領域の画像である. 超新星残骸を縁取る Hα フィラメントが黒線で鮮明である. 固有運動を測るため, 我々は特にシャープな Hα フィラメント 4 カ所 (図中 N1, N2, E1, E2) に着目した. これらの動径方向の射影プロファイルを 2 回の観測 (2004 vs. 2015-2016) で比較することで, 固有運動を定量評価した. その結果, 厳しい上限値（$\mu = 0.06$ “/yr at 1-sigma level）を与えることに成功した.

この固有運動の上限値と, X 線観測から推定した衝撃波の実速度 500 km/s を組み合わせると, G156.2+5.7 までの距離の下限値を 1.7 kpc と導出できる. この距離推定法は, 過去のどの手法よりも単純で信頼できるものであり, かつて指摘された Taurus-Auriga 星雲@0.2-0.3kpc と G156.2+5.7 の関連性を明快に棄却する. また, 複数の超新星残骸の膨張率と年齢を比較することで, G156.2+5.7 の年齢を数万年と類推することにも成功した.

14. **A Young Type Ia Supernova Survey with the Kiso Wide Field Camera (P0029)**

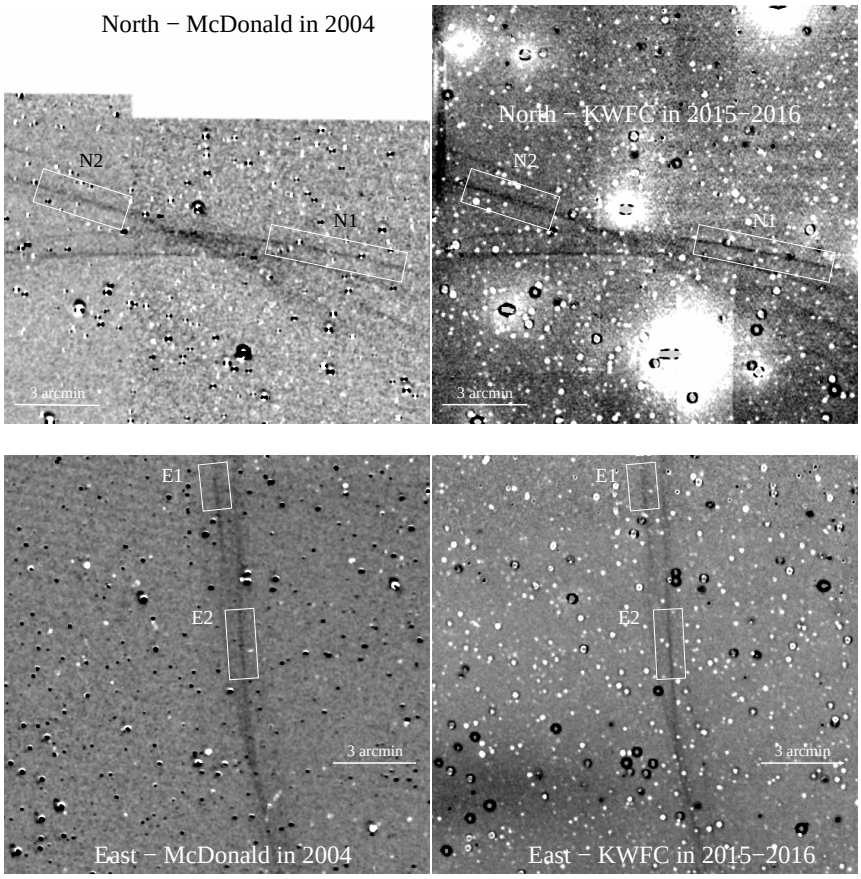

図 3.18: KWFC で取得した Hα 画像 (右) と, 2004 年の McDonald Observatory で得た同一領域の画像 (左). 上下のパネルは, 超新星残骸の北端と東端の領域に対応.

Jiang Jian, 土居守, 諸隈智貴（東京大学）

Early-phase SNe Ia and the SKYS Project　Although a tremendous amount of Type Ia Supernovae (SNe Ia) have been discovered in recent years, our understanding of SNe Ia, especially for their progenitor system and explosion mechanism is still limited. As photometric information of SNe Ia within one week after explosions (so-called the early-phase Type Ia Supernovae, ESNe Ia) plays an important role in figuring out such essential issues in SNe Ia study, systematically investigating ESNe Ia via an ESNe Ia survey is a promising approach.

As ESNe Ia are fainter than peak by more than 2 magnitude, statistically investigating ESNe Ia haven't been well conducted so far. However, in consideration of the great scientific importance of ESNe as well as the prominent survey capability of the KWFC, we designed an ESNe-targeted survey project with KWFC, so-called "the Survey with KWFC for Young Supernovae" (SKYS) in Oct. and Nov. 2015. In the 26 full-night observation (usable night fraction is ∼33%), we discovered 11 SN candidates based on their photometric behaviors. Four of them have been identified spectroscopically. More importantly, as we expected, one SN Ia, SKYS6 and one core-collapse SN (CCSN), SKYS9 have been successfully discovered within about 6 days after their explosions.

The SKYS ESNe

SKYS6 —Atypical low-velocity ESN Ia SKYS6 was detected in the first night of our November observing run. The spectroscopic follow-up by the Liverpool telescope (LT) on Nov. 23 shows typical spectral features of normal SN Ia around one week before the maximum and further photometric observations also well supported that SKYS6 is a normal SN Ia and our first detection was within one week after the explosion (Figure 3.19).

By investigating the spectra of SKYS6, we noticed a relatively clear deficit redwards the SiII 6355 line at -6 days and +1 day after the maximum, which is a likely CII 6580 absorption feature. Our preliminary measurement indicates that the velocity of CII 6580 line and SiII 6355 line is as low as 13,300 km/s and 10,500 km/s at -6 days respectively. In terms of the SiII 6355 velocity categorization, SKYS6 belongs to low-velocity (LV) group and the extremely slow SiII 6355 velocity evolution of SKYS6 is well in line with other LV SNe Ia as well. Hence, the spectral features of SKYS6 could be a good sample in supporting the possible connection between the LV group and the unburnt carbon footprint, which is particularly important in figuring out the explosion mechanism of SN Ia, e. g. testifying the offcenter explosion model.

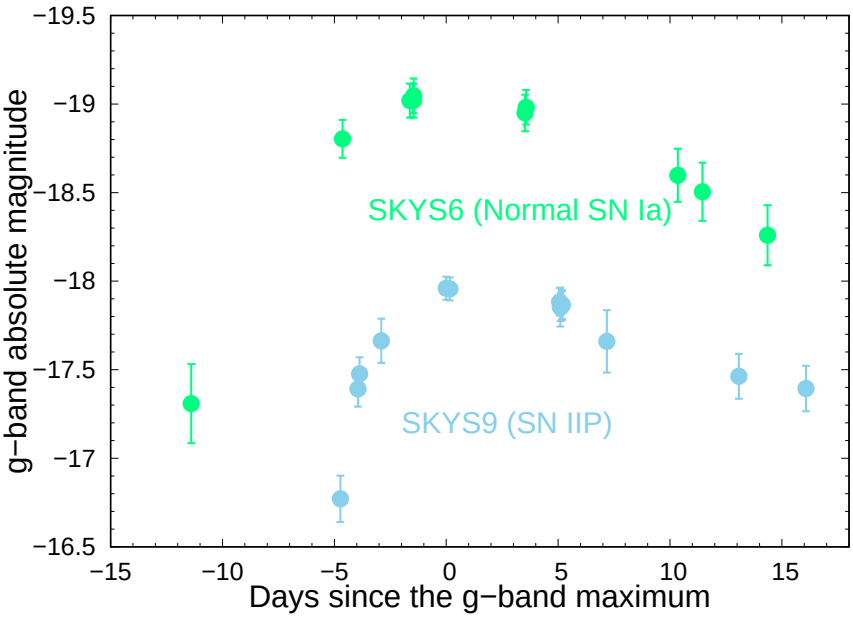

図 3.19: g-band light curves of SKYS6 and SKYS9.

SKY9 —One of the youngest SNe IIP SKYS9 was firstly discovered on Nov. 10. Based on the spectroscopic redshift of the likely host galaxy, the g-band absolute magnitude of SKYS9 during our first detection was about -16.8 mag, which implies that SKYS9 might be a SN. Therefore, we implemented both g- and r-band follow-up observations with KWFC in the second night and the photometry surprisingly showed that the g-band magnitude of SKYS9 was ∼1 magnitude brightened. Then, multi-band photometric and spectroscopic follow-up observations were triggered with the SKYS collaboration from Nov. 12.

The first spectrum of SKYS9 was taken by YFOSC mounted on the 2.4-m Lijiang telescope (LJT) on Nov. 14. The featureless blue continuum indicates that SKYS9 should be a very young CCSN. As we expected, the KWFC follow-up observations clearly showed that SKYS9 quickly reached to the peak and then stepped into a stable stage, which is the same with the photometric behavior of a SN IIP. Until about two weeks after our first observation, Hα emission line and other Balmer features were identified in the spectra of SKYS9, which are also consistent with a typical SN IIP spectrum. Spectral evolution and light curve within one month after the first observation have been successfully obtained (Figure 3.19 and 3.20). With the multi-band photometric and spectroscopic information of SKYS9, stringent constraint on the property of the SN IIP progenitor star can be expected.

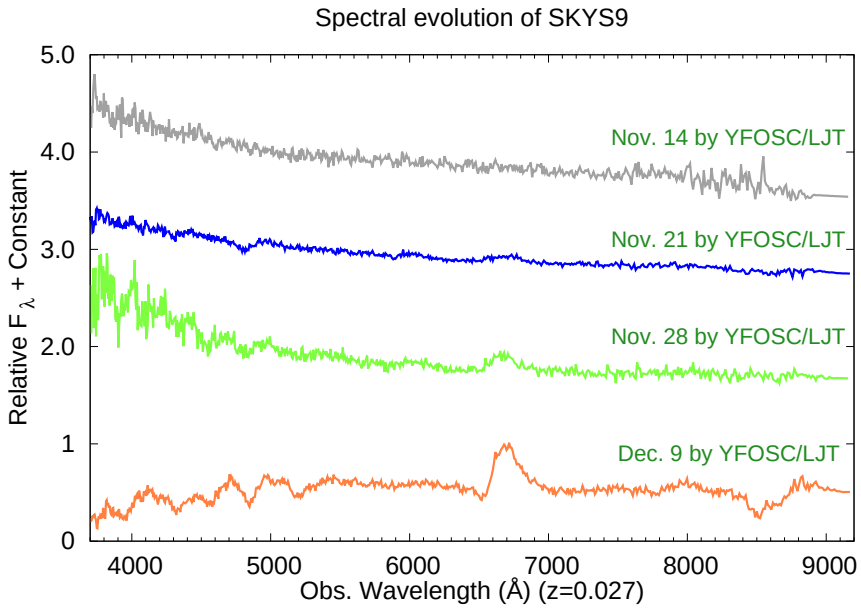

図 3.20: The spectral evolution of SKYS9 in the first month after the explosion. We quickly triggered the 2.4-m Lijiang Telescope (LJT) for carrying out spectroscopic follow-up observations of this rapidly brightening object. Hα emission line and other Balmer features can be identified since Nov. 23.

15. **シュミット乾板のディジタル化とその公開 (P0030)**
中嶋浩一 (一橋大学), 宮内良子 (国立天文台)

本研究は，木曽観測所のこれまでのシュミット乾板をすべてディジタル化して保存・公開することを目的として，2015 年 9 月から開始された．

2015 年度末までの研究経過は，下記のとおりである：

(a) 年度初めに木曽観測所に導入された A3 判フラットベッドスキャナを用いて，8 月に試験測定を行い，測定方法・手順などを比較検討した．

(b) 9 月に課題申請が承認された後，10 月上旬にスキャンを開始し，まず最初の 50 枚，および星雲などの天体の写真の主なものを 11 枚，ディジタル化した．

(c) 11 月下旬に，続きの 209 枚をディジタル化した．

(d) 2016 年 1 月中旬に，KUG プロジェクトの観測プレート 232 枚のディジタル化を開始し，第 1 シリーズ 170 枚中の 70 枚，および第 2 シリーズ 62 枚すべてをスキャン．

上記のように，2015 年度内に，プレート番号 00010260 までの 259 枚（1 枚欠落），星雲などを 11 枚，KUG プレートを 132 枚，計 402 枚がディジタル化された．引き続き 2016 年度も同様なスキャンを行い，ある程度まとまったところで web 上に公開する予定である．

シュミット乾板の大型判は，A3 判スキャナの範囲には収まらないが，4 本のウェッジの 2 本をカットすればほぼ主要部全体を収めることができる．また，スキャンの解像度を 1200dpi とすると，1 枚のスキャンが 10 分程度で可能となる．また保存形式は，スキャナの仕様から，tiff 形式とした．この場合，1 枚のデータ量が 250MB 程度となる．

16. **全天 X 線監視装置 MAXI で発見されたガンマ線バーストの可視光フォローアップ観測 (P0031)**
鈴木昭宏 (京都大学), 田中雅臣 (国立天文台), 諸隈智貴 (東京大学), 芹野素子 (理化学研究所), 坂本貴紀 (青山学院大学), 冨永望 (甲南大学), 前田啓一 (京都大学)

本研究課題では, 全天 X 線監視装置 MAXI で発見されたガンマ線バーストの可視光フォローアップ観測を行い, 可視光対応天体の有無を調査した. MAXI GRBs の位置決定精度は典型的に 1deg 程度であり, 可視光天体の探索には広い視野を持った望遠鏡を使用することが必要である. 従って, 2deg×2deg の視野を一度に撮像できる KWFC は, 本研究課題の遂行にとって最適な手段である.

本研究課題による 2016 年 1-3 月期の観測で, 可視光追観測を行った MAXI 天体と GCN サーキュラーのリストは以下の通りである.

- GRB 160102A (Itoh et al. 2016, GCN Circ. 18801)
- GRB 160104B (Kawakubo et al. 2016, GCN Circ. 18818)
- GRB 160206A (Furuya et al. 2016, GCN Circ. 18993)

GRB 160102A については, Konus-Wind による検出が報告されている (Golenetskii et al. 2016, GCN Circ. 18867). また, 発見後に Swift 衛星による X 線での追観測が行われたが, 対応天体は検出されなかった (D'Elia et al. 2016, GCN Circ. 18808). GRB 160104B についても, Konus-Wind による検出があるが (Golenetskii et al. 2016, GCN Circ. 18869), 他の衛星による追観測は行われていない. GRB

160206A については, Swift XRT による追観測が行われ, uncatalogued X-ray source を 2 天体報告している (Page et al. 2016, GCN Circ. 18996). その後, X-ray source のうち一つ (Source 2) については, TYC 7149-2271-1 という天体であることがわかり, もう片方 (Source 1) については, 対応天体かもしれないが, Swift UVOT による可視光追観測では上限のみ (u-band で 3-sigma upper limit 21 mag) がついている状況である (Pasquele et al. 2016, GCN Circ. 19000). 他の可視光追加観測としては, GROND によるものがあるが, XRT のエラーサークル内に限界等級より明るい天体は発見されていないことが報告されている (Kruehler et al. 2016, GCN Circ. 18997).

本研究課題による可視光追観測では, いずれの天体に関しても, 可視光対応天体を発見するには至っていない. GRB 160206A に関しては, 結果を GCN サーキュラーに報告している (Morokuma et al. 2016, GCN Circ. GRB 160206A optical limit 19008). この観測の天体の位置が悪く浅い観測しかできなかったため, 限界等級 (r-band) は 17 等であった.

図 3.21 は, z=1 で起こったと仮定した場合の, 様々な GRB 残光の R-band 光度曲線と本課題による GRB 160206A の可視光追加観測による上限値との関係を示したものである. 宇宙論距離で起こったイベントだと仮定したとしても, 平均的な残光の付随を否定するには至らなかった.

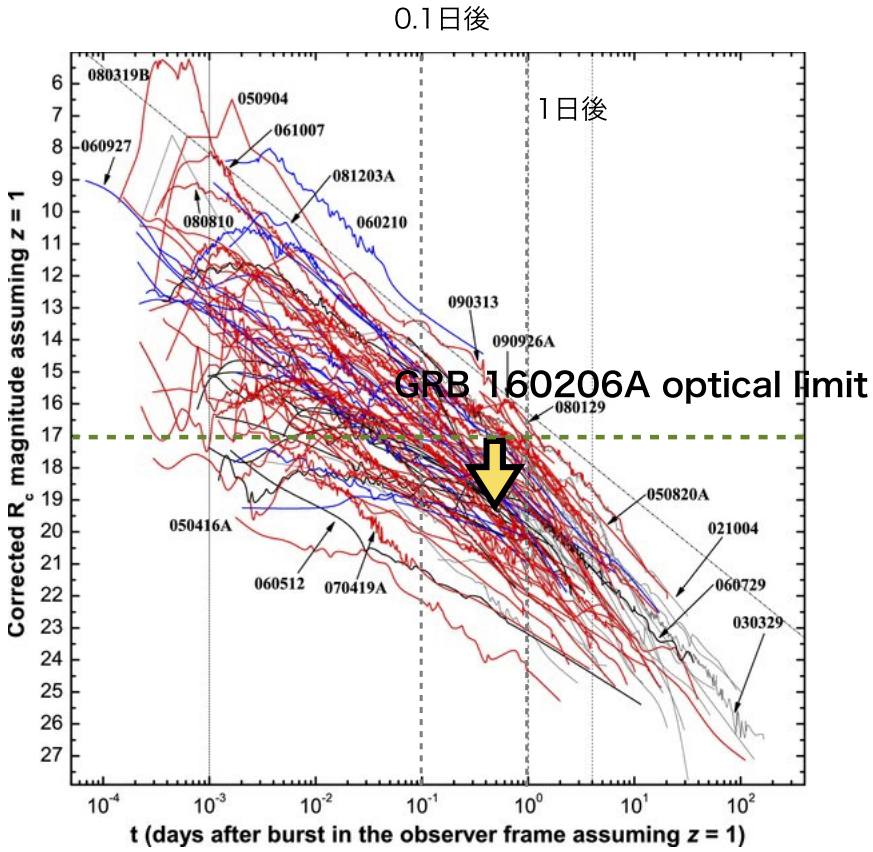

図 3.21: 様々な GRB 残光 (z=1) の R-band 光度曲線と本課題による GRB160206A の可視光追加観測による上限値との関係

17. **多色撮像観測による近傍銀河 HII 領域の SED 研究 (A0601)**
西浦慎悟 (東京学芸大学), 富田晃彦 (和歌山大学), 濤崎智佳 (上越教育大学), 伊藤信成 (三重大学), 根本明宗, 宮野彩, 土橋一仁 (東京学芸大学), 長谷川優子 (川口市立博物館)

本研究の目的は, 多色撮像観測によって, 近傍渦巻銀河中の HII 領域の SED からその性質を調査・解明することである. その一端として, 現在は, 近傍渦巻銀河領域の広視野狭帯域撮像観測を行い, 近傍渦巻銀河とその周辺領域に存在する HII 領域を探索, その性質の分析を行っている.

本年度は, 木曽 105cm シュミット鏡と 2kCCD カメラを使用して, 2008 年 3 月 8 日に得られた NGC4414 と 2008 年 3 月 10 日に得られた NGC4236 の狭帯域 Ha6417, Ha6577, Ha6737 撮像データを用いて, これら銀河周縁部の HII 領域の探索を行った. 積分時間は, NGC4236 の Ha6417 撮像のみ 1500 秒, 他は全て 1800 秒, 観測中の代表的なシーイング・サイズは 2-3 秒角であった. 画像解析は, IRAF を用いて典型的な手法で行った. また, Ha6577 画像および Ha6737 画像からフラックス・レベルを合わせた Ha6417 画像を差し引くことで, Hα 輝線画像 (図 3.22a および 3.22b 参照) と [SII] 輝線画像を得た. フラックス較正には, NGC4414 および NGC4236 と同じ視野内に位置する恒星のうち SDSS で既に測光されたものを用いた. Ha6417, Ha6577, Ha6737 の帯域は, SDSS-r と SDSS-i の間に相当するため, これら恒星に対する SDSS-r と SDSS-i の測光値を内挿することで, Ha6417, Ha6577, Ha6737 における AB 等級を算出, これを実際の狭帯域撮像データから得られた器械等級と比較することで, フラックス較正を行った.

HII 領域候補の検出には, Source Extractor を使用し, 背景光揺らぎの 1.5σ 以上かつ最小面積 16pix, を条件として行った. そして, (Ha6417-Ha6577) と (Ha6417-Ha6737) の 2 カラー・ダイアグラムを用いて, 輝線成分が卓越しているものを HII 領域として選出した. さらにこれらに Hα 輝線のみが検出されたものを併せて, 最終的に, NGC4414 領域には 6 個, NGC4236 領域には 59 個の HII 領域を検出した. このうち, 可視半径 (R25) 外に位置する HII 領域は, NGC4414 に 1 個のみであった (図 3.22a 参照). また, 検出された HII 領域の H α 光度分布を図 3.23a および図 3.23b に示し, さらに銀河系内の典型的な HII 領域である M42 の H α 光度 (10^{37} erg/s) を, 矢印によって示した.

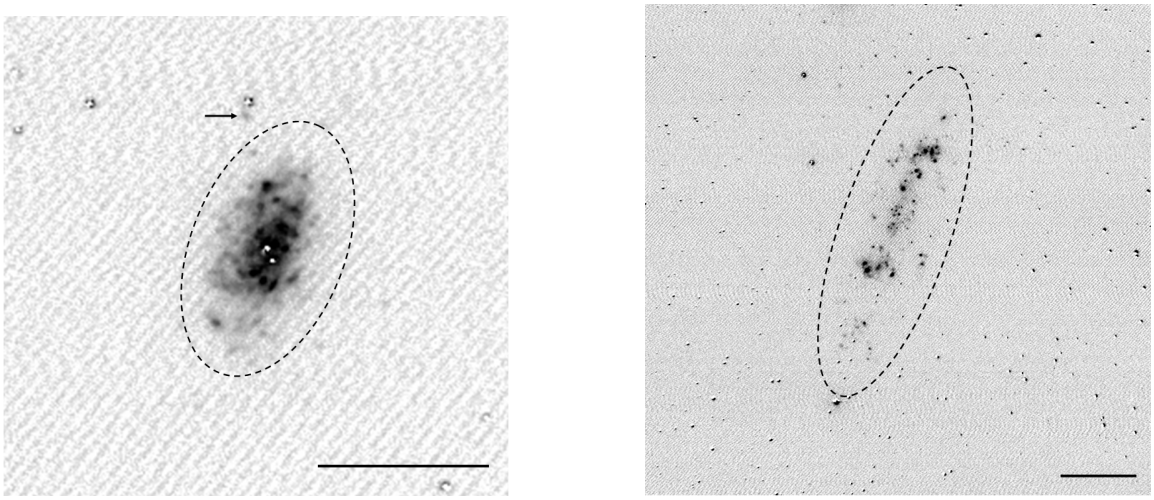

図 3.22: 近傍渦巻銀河 a) NGC4414, b) NGC4236, の H α 輝線画像. 破線による楕円は可視半径 (R25), 右下のバーは 2 秒角 (NGC4414) と 5 秒角 (NGC4236) を示す. 方角は, 上が北, 左が東で, 矢印は可視半径外の HII 領域である.

NGC4414 は Sc 型に分類される晩期型渦巻銀河であり, de Blok et al. (2014, A&A, 566, 80) によって, 可視サイズよりも広がった HI ガスの存在が確認されている. NGC4414 と同じ Sc 型の NGC628 は, V バンドの絶対等級が-20.51 等と NGC4414(-21.38 等) とほぼ同じであり, また, Ferguson et al. (1998, AJ,

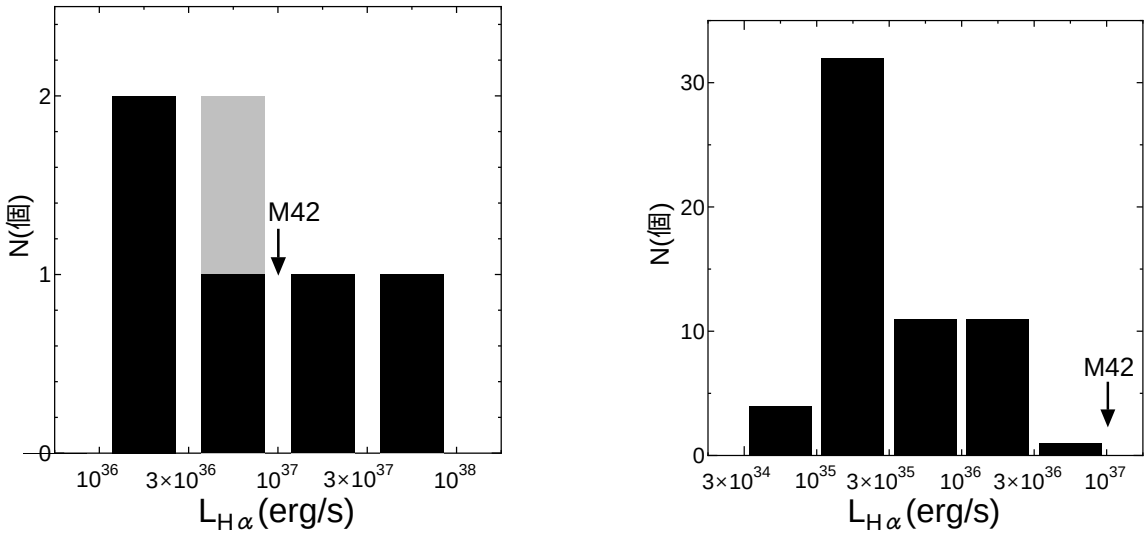

図 3.23: a) NGC4414, b) NGC4236, の HII 領域の H α 光度分布．グレーは可視半径外で検出されたことを意味する．また, 矢印は銀河系内の典型的な HII 領域である M42 を示す.

116, 673) や Lelievre & Roy (2000, AJ, 120, 1306) などで可視半径外の HII 領域に関する詳細な研究が行われており, NGC4414 の比較対象として最適である．特に注目すべきは, 可視半径外の HII 領域の数と H α 光度の違いである (図 3.23a 参照)．NGC628 では可視半径外に数 10 個もの HII 領域が検出されているが, NGC4414 における検出は僅か 1 個である．しかも, この H α 光度は NGC628 に検出された HII 領域の最大値よりも 1 ケタほど小さい．検出数の違いは積分時間の違いとも考えられるが, NGC4414 の可視半径外の HII 領域の H α 光度は, NGC628 よりも系統的に低いと考えられる．中性水素ガスの含有量は, NGC628 が 1.2×10^{10} M_sol (Lelievre & Roy 2000) であるのに対して, NGC4414 では, 4.5×10^{9} M_sol と NGC 628 の半分程度である．可視半径外の HII 領域の H α 光度の違いは, この HI ガス含有量の違いに起因しているのかも知れない.

NGC4236 はハッブル形態が SBdm の晩期型渦巻銀河であり, Shostak (1973, A&A, 24, 411) などによって, 可視半径よりも広がった HI ガスの存在が指摘されている．しかしながら, 今回の観測では, 可視半径外の HII 領域を検出することはできなかった．これは一見, 積分時間が短いためのようにも考えられるが, 可視半径内に検出された HII 領域の H α 光度 (図 3.23b) を考慮すると, 決して積分時間だけの問題とは考え難く, 少なくとも NGC628 に検出された可視半径外の HII 領域と同程度に暗いものは存在しないと考える方が合理的である．また M42 と比べても, NGC4236 の可視半径内に検出された HII 領域の H α 光度は, 全般的に低くなっている．Shostak (1973) が報告した NGC4236 の HI ガス量は 1.5×10^{9} M_sol であり, NGC628 と比べても著しく少ない．また, NGC4236 の V バンドの絶対等級も-18.67 等と暗く, NGC4414 や NGC628 に比べて質量が小さいことが予想される．可視半径外の HII 領域は, 渦状腕の延長上に分布しているように見えることが多いため (Ferguson et al. 1998, ApJ, 506, L19), 密度波の形成と関係している可能性がある．すると, NGC4236 では質量が小さく, 十分な渦状腕が形成されないために可視半径外の HII 領域が形成され難いのかも知れない.

18. **教員養成系学生に対する観測実習とそのためのカリキュラム教材の開発 (E0401)**
山縣朋彦 (文教大学)

2015 年度の文教大学教育学部学生に対する木曽観測所での観測解析実習は, 8 月 10 日から 8 月 13 日の 3 泊 4 日で行った. 初日の到着直後は, シュミット望遠鏡のドームや観測所内部の見学を行った. 今回の実習は一部の内容を三重大学, 日本女子大学, 東京学芸大学と合同で行った. 文教大学の参加学生は 9 名であった. 実習は, 2kCCD, KWFC の生データから Iraf を使って, 通常の処理方法に従って整約し, 3 色合成によって, カラー写真を作り, それをもとに, 測光, 解析等を行った.

19. **天文学観測による天文学教育の実践と教材開発 (E0402)**
浜部勝 (日本女子大学)

本年度は, 2015 年 8 月 10 日から 13 日にかけて, 木曽観測所において, 東京学芸大学, 文教大学, 三重大学のグループと共に実習を行った. 日本女子大学からの参加者は 4 年生 3 名, 大学院生 1 名, 教員 1 名のあわせて 5 名であった. 残念ながら天候条件は良くなく 105cm シュミット望遠鏡を使っての観測実習はできなかったが, IRAF および SPIRAL を用いての CCD 観測データの処理や解析の実習はおこなえた. その経験は, 卒業研究や修士課程の研究において大変有効であった.

本年度の卒業研究としては, 修士 2 年の学生が, 観測所の三戸研究員の指導協力の下で 2kCCD の観測データを用い「2 色図を用いた早期型星の探査」の研究を実施し, 2 色図上の恒星の位置から OB 型星を検出する手法の有効性を確認した. 学部の学生は, 大学の施設と小型直視分光器を使用して明るい恒星のスペクトルの撮影と, 波長感度補正を試みた. データは木曽観測所で得たものではなかったが, 観測所でのデータ整約の経験が役に立った.

20. **105cm シュミット望遠鏡を用いた理科教育実践と観測データ教材化の試み (E0403)**
西浦慎悟 (東京学芸大学)

本研究の目的は, 木曽 105cm シュミット鏡によって得られた様々な観測データを元に, 中学・高校生および大学の初学者を対象とした教材セットを開発することである. 前年度は, 木曽 105cm シュミット鏡と 2kCCD で得られた, 恒星を主とした対物分光データの実習用画像解析セットを作成した (2014 年度報告参照). 対物分光データから天体のスペクトルを得るための画像解析は, 撮像データの画像解析同様の手順を経た後, さらに, 波長較正とフラックス較正を行わねばならない. 今年度は, 波長較正で導出するフィッティング・パラメータの頻度分布の調査と, フラックス較正で必要となる, 典型的な A 型星の分光的エネルギー分布 (spectral energy distribution = SED) の導出を行った.

木曽 105cm シュミットで取得された対物分光データの波長較正については, 経験的にピクセル座標 x と波長 λ の間に, 定数 a, b, n を用いて, $x = a * \lambda^{-n} + b$, という関係があることが知られている. これを利用して, 画像中の天体の波長既知の吸収線を同定・フィットすることで a, b, n を決定し, ピクセル座標と波長間の変換式を導出する. 原理的には, これらフィッティング・パラメータの値は, 今回の全ての対物分光データで共通となるはずであるが, これを検証するために, 2000 年 7 月, 2000 年 12 月, 2001 年 7 月, 2003 年 7 月の観測で得られた 12 天域内の B 型星 7 個, A 型星 12 個, F 型星 9 個に対して, フラウンホーファーの A 線, B 線, C 線 (Hα), D 線 (Na), Hβ, Hγ, Hδ, Hϵ の 8 つの吸収線を同定・フィットすることで, 各ピクセル座標から波長への変換式を導いた. 特に, 冪 n は恒星スペクトル中の吸収線の性質に影響を受ける可能性がある. そこで, 冪 n と各恒星のスペクトル型 (図 3.24a), 見かけの V 等級 (図 3.24b), 視線方向速度 (図 3.24c) の間の相関関係を調べたが, いずれのケースにおいても, 有意な相関は得られなかった. また, 観測機器の影響を考慮して, 冪 n と観測シーズンの間の相関関係も調査したが, やはり, 有意な相関関係は見出せなかった. また, 恒星の CCD チップ上の位置の影響も確認したが, 目視による調査からは, どのような傾向も見出せなかった. 以上の結果から, 波長較正に必要となるピクセル座標から波長への変換式の係数, 特に冪 n は, ほぼランダムノイズのみによってばらつきを見せることが分った.

フラックス較正は, SED, I(λ) が既知の天体に対して得られたスペクトル・データ Iobs(λ) を用いて, Iobs(λ)・$\alpha(\lambda)$ = I(λ) となる $\alpha(\lambda)$ を求め, この $\alpha(\lambda)$ を観測で得られた任意の天体のスペクトル・データに乗じることで行う. なお, この前段階で, 対物プリズムによる分散の波長依存性 (短波長側で分散が大きく, 長波長側で分散が小さくなる) を補正する必要があるが, この補正は, 天体のスペクトルに関わらず, 波長のみの関数となるため, $\alpha(\lambda)$ の中に取り込んで考えてよい. 本研究では, Borisov et al. (1998, AAT, 17, 309-320) 中の 3 個の早期型 A 型星の SED を 5500Å のフラックス密度で規格化して平均したものを典型的な早期型 A 型星の SED とし, これと観測で得られた 5 つの早期型 A 型星のスペクトルとを比較することで, フラックス較正用の補正関数 $\alpha(\lambda)$ を求めた (図 3.25 参照).

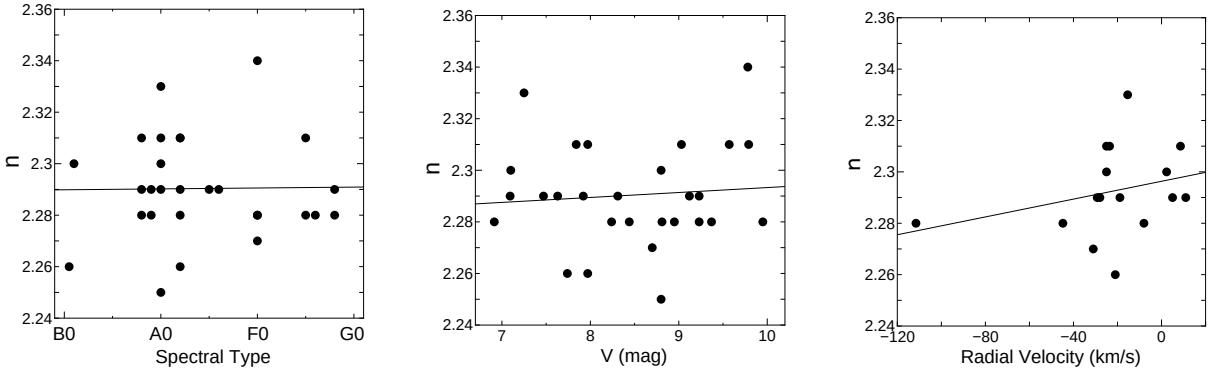

図 3.24: 恒星の a) スペクトル型, b) 見かけのV等級, c) 視線方向速度に対する, フィッテイングで得られたスペクトルのピクセル座標から波長への変換式の冪 n. 実線はベスト・フィットを示す.

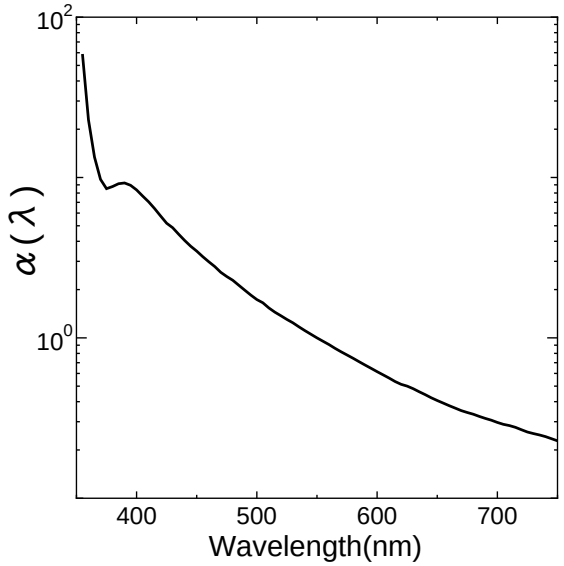

図 3.25: 観測で得られた早期 A 型星の SED に対する,
典型的な早期 A 型星の SED の比 $\alpha(\lambda)$.

今後は, 変換式の冪 n を典型的な値に固定した場合の, 波長決定精度のばらつき具合いを確認し, 1 次処理済みの対物分光データに対して, 任意の天体スペクトルの波長較正とフラックス較正を行うためのスクリプトもしくは表計算マクロの開発を行い, 中学・高校生や大学の初学者でも恒星スペクトルを容易に得ることができる教材セットを構築する.

また, 2015 年 8 月には, 学部 3 年生対象の観測・画像解析実習を 3 泊 4 日で行った. 本実習は三重大学, 文教大学, 日本女子大学との合同で実施され, 本学からの参加者は 3 名であった. 実習テーマは散開星団・球状星団の HR 図作成, 楕円・渦巻銀河の表面輝度・カラー分布調査, 銀河団の性質調査, 太陽系内小天体の探索, など天文学全般の広い領域を対象とした.

なお, 本研究は, 学術振興会科学研究費補助金 26350193(代表：伊藤信成) の支援を受けた. 深く感謝申し上げる.

21. **シュミット望遠鏡を用いた天体観測実習と理科教材開発（E0501）**
伊藤信成 (三重大学)

教員養成系の学生は理科専攻であっても, 天体観測の経験を有するものは少ない. また近代以前の眼視観測による天文学の印象が強く, 現代天文学に対して必ずしも正しい認識を持っているとは言えない. そこで, 本研究では理科教員を目指す学生が実践的な研究体験を通して自然科学の観測手法・思考方法を習得するとともに, 天文学が扱う幅広いテーマに触れることで, 現代天文学に対し新たな認識を持ってもらえるような体験型の教材開発を目指している.

2015 年度は文教大学・日本女子大学・東京学芸大学と合同で 4 日間の実習を行った. 三重大学の参加学生数は 13 名である. 今回は昨年度に続き KWFC による実習となったが, 実習内容は基本的には 2kCCD と同じとしたが, 今後広視野撮像装置の特性を活かした実習テーマを検討していく必要がある. また, 大学合同で実習を行うことにより大学ごとの個別実習に比べ教育効果が大きいことが確認された.

22. **銀河の多色撮像観測の実習と教材化 (E1101)**
富田晃彦 (和歌山大学)

SMOKA での, 特に木曽 2kCCD データを基にして, 星団の色等級図を作成して, 銀河系の姿を浮かび上がらせる教材を開発しようと計画していたが, 進めることができず, 2016 年度に再挑戦したい.

23. **KWFC・Tomo-e 突発天体・変動天体観測に向けた甲南大学観測実習（E1103）**
冨永望 (甲南大学), 諸隈智貴 (東京大学)

甲南大学理工学部物理学科の 3 年生 1 名 4 年生 2 名の合計 3 名に参加してもらい, KWFC および Tomo-e を用いた突発天体・変動天体観測へ向けて, これまで彼女らが触れたことのない天体望遠鏡を用いた観測研究の一端を経験してもらった. 今年度は 4 晩の観測で KISOGP との観測との共同であった. 比較的天候に恵まれ, KWFC を用いた観測を行うことができた. また昼間および最終日前日の夜にはデータ解析を行った. 実際に自分たちで取得したデータに対して, 生データから通常の一次処理, astrometry, 複数露出のスタック, 観測した星雲や銀河の 3 色合成, mosaicing なども行った. また, この際 visibility や finding chart を基に観測する天体を自ら選択するといった経験を積んだ. 今回の観測を通して, 学生たちは天文学の研究に欠かせない天体観測・データ解析の実感をつかみ, 自分で観測した画像を自分で解析するという喜びを知ったと考えられる.

3.2.4　重力波電磁波対応天体追観測

木曽観測所では, 現行カメラの KWFC (視野 4.8 平方度) を用いて, 重力波電磁波対応天体のフォローアップ観測を行っている. KWFC の観測は, 広島大学・吉田道利氏を PI とする, 日本における重力波の電磁波対応天体フォローアップ観測グループ J-GEM の活動の一環として行われている. 将来的には, 開発中の Tomo-e Gozen (視野 20 平方度, 第 3.2.1 節参照) を用いた, より広域のサーベイを行う予定である.

J-GEM は, LIGO-Virgo collaboration との MoU を 2014 年 4 月に結び, 2016 年 3 月 31 日時点で東京大学・木曽観測所関係者からは土居守, 本原顕太郎, 諸隈智貴の 3 名が参加している. また, 学外では, 田中雅臣 (国立天文台), 冨永望 (甲南大学) の 2 名がフォローアップ観測システム開発に大きく貢献している.

LIGO Observing Run 1 (O1) における観測

Advanced LIGO の 2 つの干渉計 (米国ハンフォード, リヴィングストン) を用いた最初の観測ラン (O1) が 2015 年 9 月から 2016 年 1 月 12 日まで行われた. 当初, O1 は 2015 年 9 月 18 日から開始される予定であったが, 下記 GW150914 の検出により, エンジニアリングランから継続的に O1 観測が行われることになった.

2015 年 9 月 14 日 09 時 50 分 45.39 秒 (UTC) に検出された GW150914[5]は, 人類初の重力波の直接検出として 2016 年 2 月に発表された. GW150914 は, 最終的な解析によると, 36^{+5}_{-4} 太陽質量のブラックホールと 29^{+4}_{-4} 太陽質量のブラックホールとの合体であり, その光度距離は 410^{+160}_{-180} Mpc と見積もられている. 重力波の検出は 5.1σ であり, 203,000 年に 1 度の false alarm rate であった.

その存在確率領域 (90%以上) は 590 平方度と広く, その大部分が南天に位置しており, 北天から観測可能だったわずかな領域も太陽方向に近く, 木曽観測所では, アラート (2015 年 9 月 16 日) を受けた 2 日後の 2015 年 9 月 19 日の夜明け付近に i バンドで 24 平方度にわたって観測を行った. この KWFC による観測と名古屋大学によるニュージーランド 61cm B&C 望遠鏡 Tripole5 による近傍銀河観測とを合わせて, GW150914 に対する J-GEM フォローアップ観測論文を 2016 年 3 月に PASJ に submit した.

- Morokuma, T., et al. 2016, PASJ, submitted, “J-GEM Follow-Up Observations to Search for an Optical Counterpart of The First Gravitational Wave Source GW150914”
- Morokuma, T., et al. 2015, The Gamma-ray Coordinates Network Circulars, 18361, 1, “LIGO/Virgo G184098: optical transient search with Kiso Schmidt telescope and KWFC on behalf of J-GEM collaboration”

LIGO Observing Run 2 (O2) における観測

2016 年度には, Advanced LIGO の 2 回目の観測ランが 6ヶ月程度行われることが予定されている. 木曽観測所では, O1 同様, KWFC を用いた ToO 観測を行っていく予定であり, そのための準備として, アラート受信後の自動 ToO 観測開始, 引き算処理のための SDSS テンプレート準備等の作業を進めている.

3.2.5　X 線天文衛星「ひとみ」の追跡観測

開発中の超広視野高速 CMOS カメラ Tomo-e Gozen の試験機を用いて, 異常事象が発生した X 線天文衛星「ひとみ」の追跡観測を行い, 衛星の状態や事象発生メカニズムの推定の手助けとなるデータを JAXA に提供した.

[5]詳細情報は https://losc. ligo. org/events/GW150914/に詳しい.

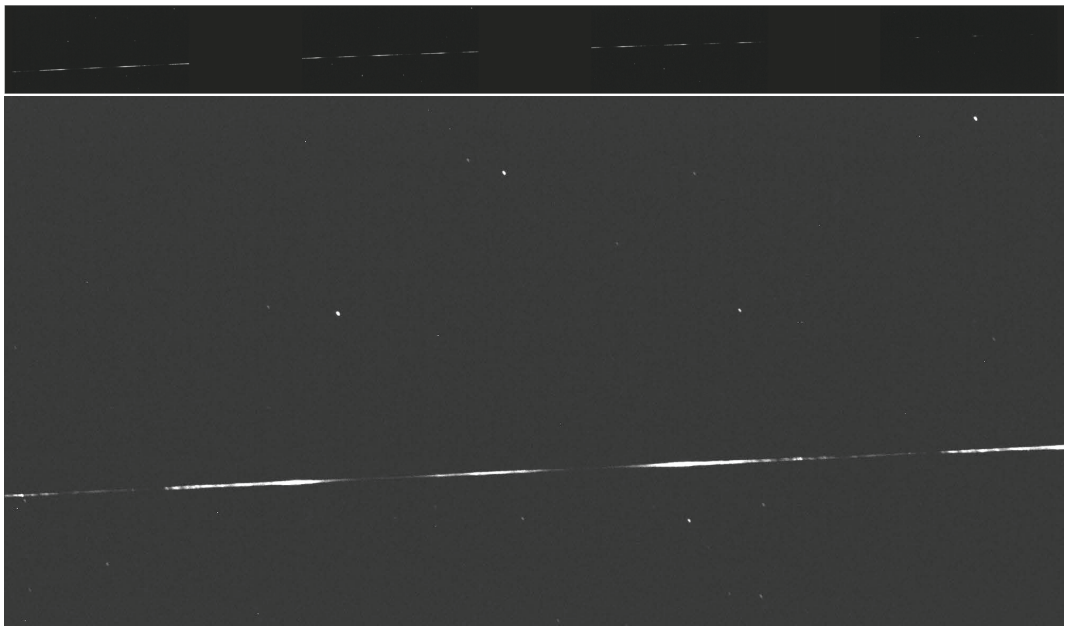

図 3.26: ひとみ」本体の光跡. 通過予想天域に対して 2016 年 3 月 31 日 20 時 24 分 8 秒より 50 秒間取得した動画データ (2 フレーム/秒) の合成画像. チップ番号 0,1,2,3 の天域は濃い雲で覆われていたが, チップ番号 4,5,6,7 の天域では薄雲を通して対象の観測に成功. 上はチップ番号 4,5,6,7 の 4 チップ分の合成画像. チップ間の天域は灰色で埋めている. 下はチップ番号 7 の合成画像.

経緯

2016 年 3 月 27 日に「ひとみ」の通信異常が JAXA から報じられ, 3 月 29 日に「ひとみ」チームから衛星の光学観測の依頼を受けた. そこで, 予定されていた KWFC の観測プログラムを急遽変更して, 高感度な動画観測が可能な Tomo-e Gozen 試験機をシュミット望遠鏡に搭載し, 「ひとみ」の追跡観測の体制をとった.

観測結果

JAXA から「ひとみ」の位置情報の提供を受けながら気象条件の悪い低高度の観測を続けた結果, 3 月 31 日の夕方に薄雲を通して計 2 つの光跡の検出に成功した. 当時, 「ひとみ」本体とそこから分離した物体は計 5 つとされており, それぞれの通過予想天域に対して「天体の日周運動」を追尾しながら 30–50 秒間の動画観測 (2 フレーム/秒) を実施していた. 光学フィルタは使用せず, 波長 400–650nm の可視光での観測であった. 検出した 2 つの光跡は, 一方が「ひとみ」本体 (図 3.26), もう一方が「ひとみ」から分離した物体であることが確認された (2016/4/8 の JAXA 記者発表を参照). 取得したデータから「ひとみ」本体のライトカーブを導出した結果, ライトカーブに周期的なピークが見えること, また, その中に特徴的な弱いサブピークがあることが分かった (図 3.27). さらに, ライトカーブを周期 5.22 秒で折り重ねると時間変化のプロファイルが揃うことが分かった (図 3.28). これらの観測, 解析の結果を「ひとみ」チームへ報告した.

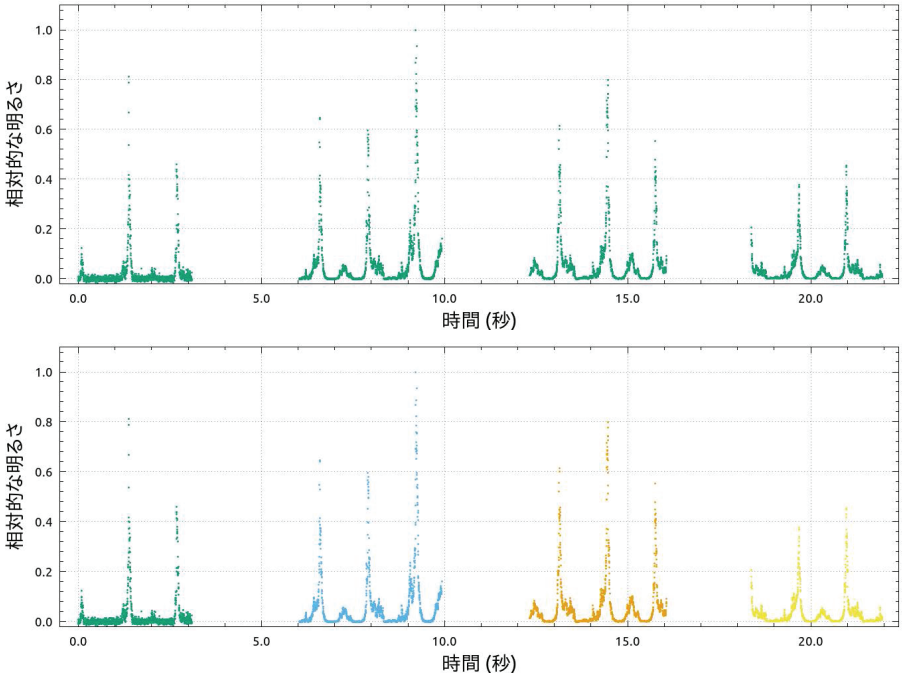

図 3.27: 「ひとみ」本体のライトカーブ. (上) 単色, (下) センサごとに色分け. 横軸は 2016 年 3 月 31 日 20 時 24 分 36 秒からの経過時間. データのない時間帯があるのは, チップ間のすき間のため. ピークの明るさ (縦軸が 1.0) は, 約 8 等級の明るさに相当する.

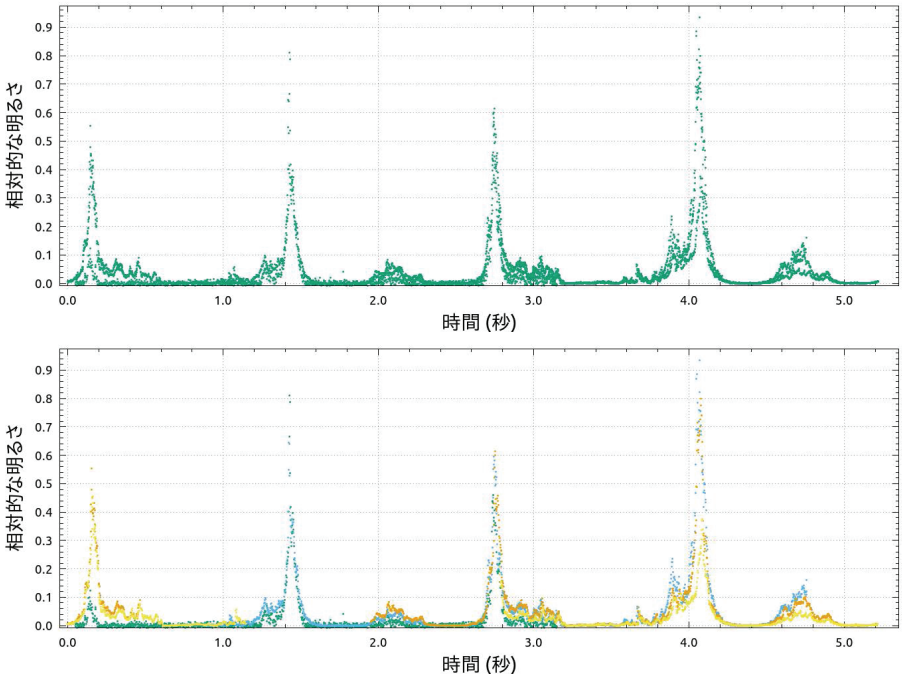

図 3.28: 「ひとみ」本体のライトカーブの周期性. (上) 単色, (下) センサごとに色分け. 図 3.27 のライトカーブを 5.22 秒周期で折り重ねて表示. 時間変化のプロファイルが揃うことが分かる.

3.2.6 所員の研究活動

1. **シュミット望遠鏡を用いた共同利用研究**

   木曽観測所所員が参加している共同利用研究には次のようなものがある.

   - **P0001**:「KWFC 銀河面探査 (KISOGP)」 松永典之 (東京大学) 他
   - **P0002**:「木曽超新星探査 (KISS) 」 諸隈智貴 (東京大学) 他
   - **P0003**:「アウトフローガスの時間変動とクェーサー」 堀内貴史 (信州大学) 他
   - **P0009**:「近傍活動銀河核の可視 X 線同時モニター観測」 峰崎岳夫 (東京大学) 他
   - **P0021**:「若い散開星団における変光星の測光観測」 小倉勝男 (国学院大学) 他
   - **P0024**:「KWFC 狭帯域フィルター撮像観測による惑星状星雲の 2 次元電離診断手法の確立」 植田稔也 (デンバー大学) 他
   - **P0025**:「Photometric Observation of Two Outburst comets, 15P/Finlay and 17P/Holmes」Yuna Kwon(ソウル国立大学) 他
   - **P0026**:「木星族彗星の進化に関する研究」 Yoonyoung Kim(ソウル国立大学) 他
   - **P0027**:「KWFC によるケプラーの超新星のライトエコー探査」 勝田哲 (JAXA ISAS) 他
   - **P0028**:「超新星残骸 G156.2+5.7 を縁取る Hα フィラメントの固有運動測定」勝田哲 (JAXA ISAS) 他
   - **P0029**:「A Young Type Ia Supernova Survey with the Kiso Wide Field Camera」 Jian Jiang(東京大学) 他
   - **P0031**:「全天 X 線監視装置 MAXI で発見されたガンマ線バーストの可視光フォローアップ観測」鈴木昭宏 (京都大学) 他
   - **C0901**:「銀河系ハロー領域のミラ型変光星サーベイ」 坂本強 (日本スペースガード協会) 他

2. **エンケ彗星ダスト雲の赤外線, 可視光同時期観測**

   猿楽祐樹 (東京大学), 石黒正晃 (ソウル国立大学), 上野宗孝 (JAXA), 臼井文彦 (東京大学), William T. Reach(USRA)

   Spitzer 宇宙望遠鏡で撮像されたエンケ彗星ダスト雲 (図 3.29) の形状を詳細に分析し, その形成過程を明らかにした. エンケ彗星は可視光の観測から揮発性成分が枯渇した活動度の低い彗星と考えられている. 一方で赤外線の観測からは大量の大きいダストを放出していることが明らかになっており, このようなダストがどのように放出されているのか謎だった. 彗星の自転や活動領域を考慮した独自のダスト雲形成シミュレーションを行い, 近日点付近のごくわずかな期間にバースト的にダストを放出することで観測されたダスト雲の形状を説明できることを示した (図 3.30). また赤外線, 可視光の同時期観測から mm-cm サイズの彗星ダストのアルベドを初めて正確に決定した. この放出モデルを用いることで, 木曽で様々な位相角 (太陽-天体-観測者のなす角) で観測したエンケ彗星ダスト雲のダストの数密度を推定でき, その光散乱特性の導出も可能になる.

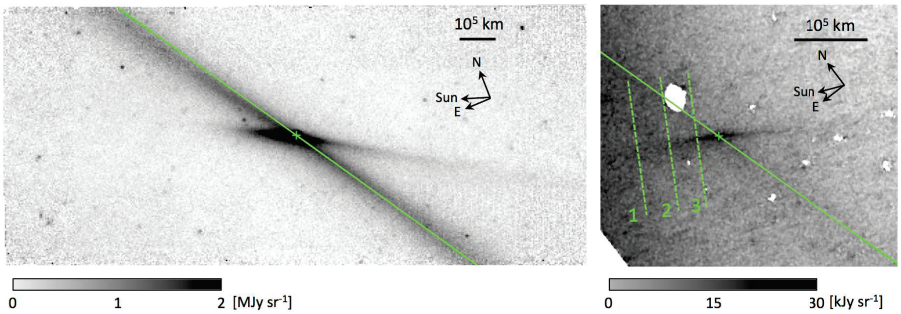

図 3.29:　エンケ彗星ダスト雲.　(左)Spitzer で観測された赤外線画像 (波長 24um). (右)UH88 ” で観測された可視光画像 (R バンド). 緑の十字マークと直線はそれぞれ彗星の位置と軌道を示す. 彗星軌道と交差しているダスト雲は直近の回帰に放出されたダストで形成されたものである. 彗星軌道に沿って伸びるダスト雲は, 複数の回帰で放出された mm-cm サイズの大きいダストが徐々に彗星軌道上に広がってできたもので, ダストトレイルと呼ばれる.

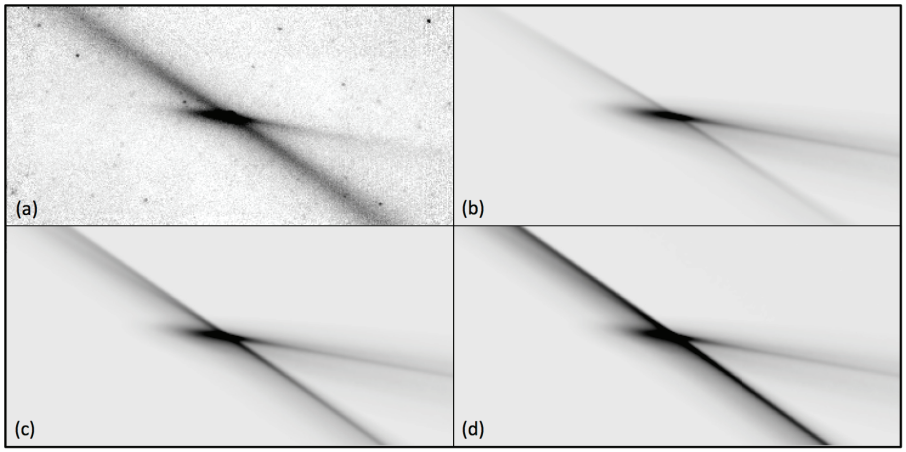

図 3.30: エンケ彗星ダスト雲の形成シミュレーション. (a) は観測画像. (b),(c),(d) は, 回帰ごとに彗星活動は変化しないと仮定して 1 周期, 8 周期, 88 周期分のダスト放出を積分したシミュレーション画像. 観測画像に対するダストトレイルの明るさ (積分値) の比は, それぞれ 0.2, 0.5, 1.0.

3. **ホームズ彗星バーストの ”ネックライン ” の検出**
石黒正晃 (ソウル大学), 猿楽祐樹 (東京大学), 黒田大介, 花山秀和 (国立天文台), Yoonyoung Kim , Yuna Kwon (ソウル大), 前原裕之 (国立天文台), 高橋隼 (兵庫県立大学), 寺居剛 (国立天文台), 臼井文彦 (東京大学), Jeremie J. Vaubaillon(パリ天文台), 諸隈智貴, 小林尚人 (東京大学), 渡部潤一 (国立天文台)

木曽の広視野カメラ KWFC を用い, ホームズ彗星の軌道に沿って長く伸びた淡いダスト雲の検出に成功した (図 3.31, 図 3.32).

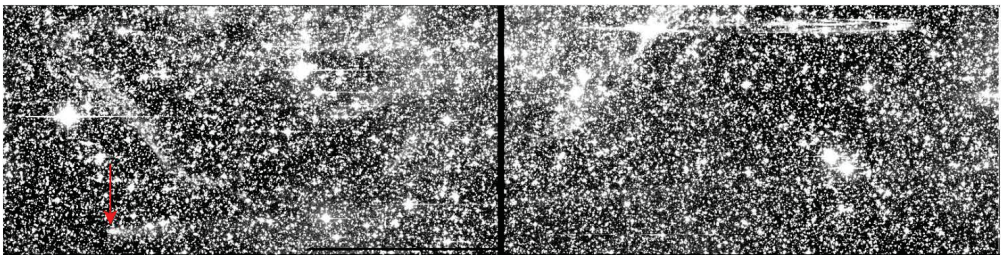

図 3.31: ホームズ彗星の処理前画像. 2014 年 9 月 22 日に, R バンド, 積分時間 180 秒で観測した. KWFC の CCD8 チップのうち 2 チップ分を表示. 横幅は 2.2 度. 矢印が彗星核の位置を示す. スナップショットでは背景の星や銀河拡散光によって彗星のテイルさえも確認かが難しい.

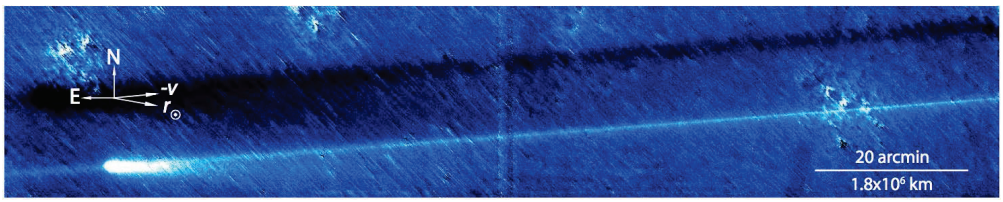

図 3.32: ホームズ彗星の処理後画像. 背景の星に対して彗星が移動する前後の画像を利用して星や銀河拡散光を差し引き, 60 枚分の画像を足し合わせて得られた画像. 反太陽方向 ($r_\odot$) に今回の回帰 (2014 年) で放出されたダストで形成されるテイルが見られる. 彗星の軌道方向 ($-v$) に伸びたダスト雲が 2007 年のアウトバースト時に放出された 1mm−−1cm サイズのダストで形成されたものである. 差し引きのため彗星の正のカウントの画像 (白) と負のカウントの画像 (黒) ができている.

ホームズ彗星は 2007 年に約 40 万倍も明るくなる歴史的な急増光 (アウトバースト) を起こした天体である. バースト直後には世界中で観測が行われたが, アウトバーストの原因究明の基本となる放出物質の質量が推定できないまま残されていた. 今回木曽で観測されたダスト雲は, アウトバースト時に低速で放出された大きいダスト (1mm–1cm) が非常にゆっくりと彗星軌道上に広がり ”ネックライン ” として再び集まったもので, 質量の推定には放出物の質量への寄与が大きいこのようなサイズのダストによる微弱なダスト雲の検出がクリティカルになる. その結果, 全ダスト放出量が初めて (4–8)$\times 10^{11}$ kg と精度よく見積られた. 同時に, その放出に必要なエネルギーも (1–6)$\times 10^{15}$ J と見積もられ, 2007 年の大アウトバーストが「アモルファス氷の結晶化」によって説明できることを示した. 本結果は, 太陽系の化石と言われる彗星核の内部構造の理解につながるものである. 2002 年から木曽では彗星観測を継続しているが, アウトバーストから 1 周期後で大きいダストを検出しやすくなるタイミングを狙うアイデア, 星の込み入った領域 (図 3.31) を移動する彗星の深い画像を得る高度な解析手法はこれまでの木曽での蓄積によるとこ

ろが大きく, 装置の高感度とあわせて木曽でしかできない観測研究となっている.

4. **赤外線用高分散光学素子イマージョングレーティングの開発**
猿楽祐樹 (東京大学), 池田優二 (フォトコーディング/京都産業大学), 小林尚人 (東京大学), 河北秀世, 加地紗由美 (京都産業大学), 助川隆, 杉山成 (キヤノン株式会社), 中西賢之, 近藤荘平 (京都産業大学), 安井千香子 (東京大学), 中川貴雄, 片ざ宏一 (JAXA)

中間赤外線波長域において, TMT の集光力を生かした高感度の高分散分光観測やスペースからの高分散分光観測の実現を目指して, 赤外線用イマージョングレーティングの開発を進めている. イマージョングレーティングとは高屈折率な媒質の表面に溝形状を刻線した回折格子のことで, 小型ながらも高い波長分解能を持つ分光器実現のキーとなるデバイスである. これまでの R&D で, CdZnTe や Ge を材料として, 理論限界の回折効率を達成する溝形状の実現に成功しており, 現在, 天文観測での実用化に向けて, コーティング (入射面の反射防止膜, 回折面の反射膜) を施したイマージョングレーティングの評価を進めている. 今年度は, 常温でイマージョングレーティングの回折効率を測定するシステム (エシェルメータ) を開発し, 波長 2–5um の AR コートを施した Ge イマージョングレーティングの波長 4.5um 付近での回折効率を常温において測定した. その結果, ほぼ理論限界値 (厳密結合波解析法による回折効率計算) に等しい絶対回折効率 (ピーク波長において ∼65%) が得られ, 天文観測への応用に十分な光学性能を持つことを実証した. また, 高効率なイマージョングレーティングの実現には, 高い透過性 (吸収係数 < 0.01 cm^{-1}) を持つ材料が必要であり, その基本的なデータとなる様々な赤外線透過材料の吸収係数の精密な測定も行っている. 本来の目的は高透過帯の特定であるが, CdZnTe について, これまでの方法 (赤外顕微鏡) で確認できなかったサイズの凝結物を我々の精密な測定で得られた吸収係数スペクトルから定量的に評価できることを見出した. 来年度は, 素子の回折効率, 材料の透過率ともに実際の使用環境となる低温 (< 30 K) での測定を行う.

5. **銀河系外縁部における星生成活動**
泉奈都子, 小林尚人 (東京大学), 濱野哲史 (京都産業大学), 安井千香子 (東京大学), 斎藤正雄 (国立天文台)

銀河系内において, 銀河半径（$R_{\rm G}$）が 13.5 kpc 以遠の領域である外縁部は太陽近傍と比較して極めて低いガス密度・金属量をもつことなど, 矮小銀河や銀河系の形初期, 特に Thick disk 形成期の環境と似通った環境にあることが知られている (Kobayashi et al., 2008). ゆえに我々は主に銀河系形成時の星生成メカニズムの解明を目的とし, すばる 8.2m 望遠鏡, 野辺山 45 m 電波望遠鏡などの大型望遠鏡による高感度・高解像度観測を用いて外縁部の星生成領域における観測的研究を進めてきた（e.g. Izumi et al., 2014, Yasui et al., 2008）. しかし, 銀河系の外縁部は観測の進んでいない未開の領域のため既存の星生成領域はわずか 30 天体程であり (e.g. Snell et al., 2002), 星生成の性質を統計的に明らかにするにはサンプル数が不十分であった. そこで我々は優れた感度を持つ広域赤外線衛星 WISE (Wide-Field Infrared Survey Explorer; Wright et al., 2010, Jarrett et al., 2011) の全天サーベイに注目し, 既存の星生成領域のカラーから制約をつけることで, WISE のデータを用いた効率的な星生成領域候補の同定方法を確立した. その結果, 新たに約 700 天体もの若い星生成領域 (embedded cluster) 候補を同定し, 外縁部の星生成における統計的な議論を初めて可能とした. その最初のステップとして, H_2 分子ガスから星が生成される効率を分子雲単位で調べた. 星生成効率の指標としては, 1）星生成領域を持つ分子雲の存在比率と 2）分子雲の単位質量あたりの赤外線光度を定義し, それらの $R_{\rm G}$ に対する変化を調べた. $R_{\rm G} = 13.5$, 20.0 kpc の間では HI ガスの密度や金属量が半分以上減少するため, 周囲の環境の変化に伴い, 星生成効率も変化することが予想されたが, これらの指標の大きな変動は $R_{\rm G} = 13.5$ – 20.0 kpc の間では検出されなかった. これは, 分子雲単位での星生成は, 金属量などの環境パラメータで大きく変化しないことを示唆している. 銀河系外縁部では星生成効率が低下することが知られているが (Kennicutt & Evans, 2012), 以上の結果よりこれは分子雲中の星生成プロセスの変化よりも, 分子雲の数自体の減少（HI 原子ガスから分子ガス

が生成される効率の減少）によることが示唆される．また, 本研究で同定した多数の星生成領域はこのような特殊環境における星生成プロセスの詳細過程を明らかにできる貴重なサンプルであり, 今後の多数のフォローアップ観測が期待される．

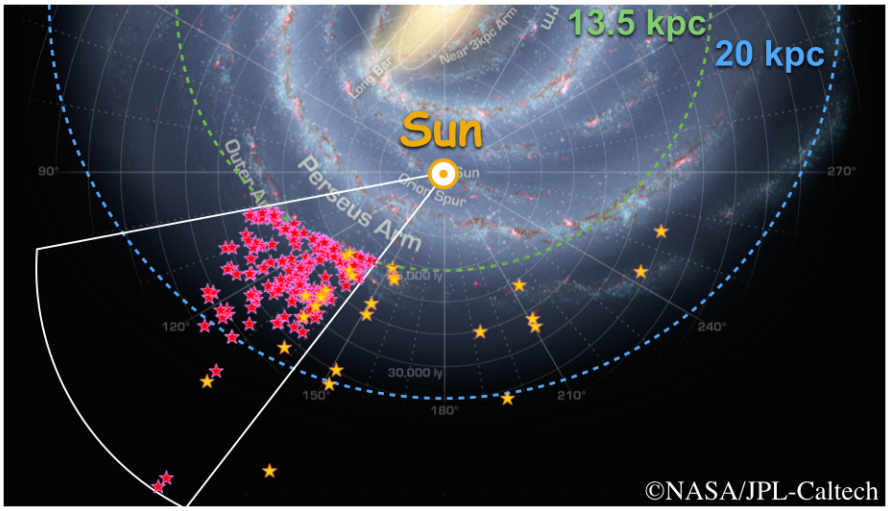

図 3.33: 銀河系外縁部（第 2・3 象限）における星生成領域の分布．黄色の星が既存の星生成漁期, 赤色の星が新たに同定した星生成領域の位置を示す．白色の線で囲まれた扇形の領域は, 今回星生成領域を探査した領域を示す．NASA/JPL-Caltech による銀河系の画像を改変．

3.2.7　論文および出版物

以下に木曽所員及び共同利用研究者が本年度に発表した研究論文, 報告, 著述, 紹介記事等をまとめる. 編集にあたってはできるだけ広く共同利用研究者に呼びかけて資料を送っていただいたが, 若干の遺漏はあり得る. 昨年度の年次報告で, submitted, in-press となっていたもので, 巻号がその後決定したものについては再掲した. また, 最近 10 年間の査読論文数の推移を図 3.34 に示す.

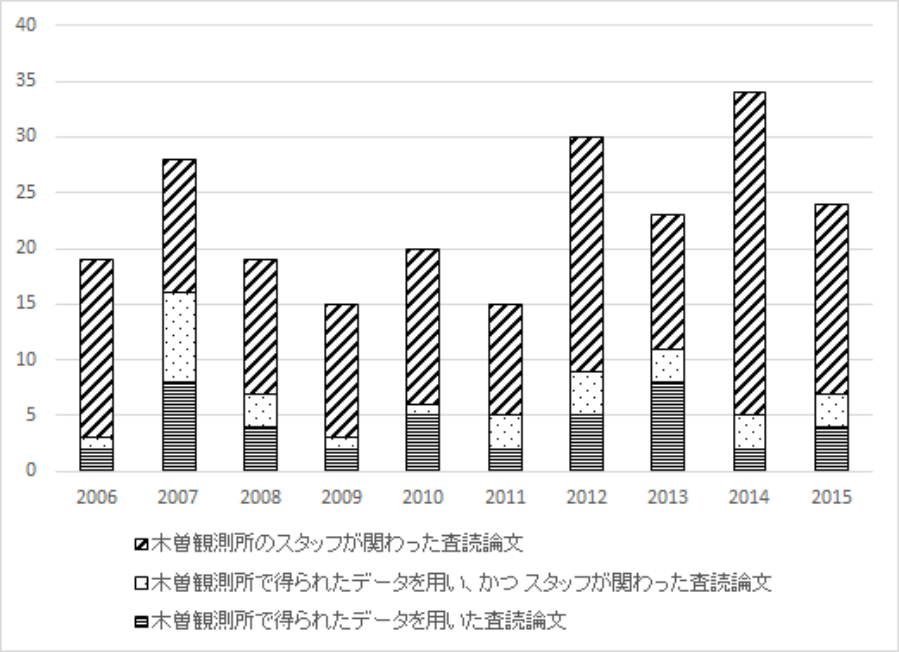

図 3.34: 最近 10 年間の査読論文数の推移（2016 年 5 月 9 日調べ）

欧文論文

[2015]

1. Ikeda, Y., Kobayashi, N., Sarugaku, Y., Sukegawa, T., Sugiyama, S., Kaji, S., Nakanishi, K., Kondo, S., Yasui, C., Kataza, H., Nakagawa, T., Kawakita, H.
"Machined immersion grating with theoretically predicted diffraction efficiency"
Applied Optics, Vol. 54, Issue 16, pp. 5193-5202 (01/2015)

2. Yatsu, Y., Kataoka, J., Takahashi, Y., Tachibana, Y., Kawai, N., Shibata, S., Pike, S., Yoshii, T., Arimoto, M., Saito, Y., Nakamori, T., Sekiguchi, K., Kuroda, D., Yanagisawa, K., Hanayama, H., Watanabe, M., Hamamoto, K., Nakao, H., Ozaki, A., Motohara, K., Konishi, M., Tateuchi, K., Matsunaga, N., Morokuma, T. ., Nagayama, T., Murata, K., Akitaya, H., Yoshida, M., Ali, G. B., Essam M. A., Isogai, M., Arai, A., Takahashi, H., Hashimoto, O., Miyanoshita, R., Omodaka, T., Takahashi, J., Tokimasa, N., Matsuda, K., Okumura, S., Nishiyama, K., Urakawa, S., Nogami, D., Oasa, Y., OISTER Team
"Multi-wavelength Observations of the Black Widow Pulsar 2FGL J2339.6-0532 with OISTER and Suzaku"
The Astrophysical Journal, Volume 802, Issue 2, article id. 84, 11 pp. (04/2015)

3. Sarugaku, Y., Ishiguro, M., Ueno, M., Usui, F., Reach, W. T.
"Infrared and Optical Imagings of the Comet 2P/Encke Dust Cloud in the 2003 Return"
The Astrophysical Journal, Volume 804, Issue 2, article id. 127, 9 pp. (05/2015)

4. Honda, M., Maaskant, K., Okamoto, Y. K., Kataza, H., Yamashita, T., Miyata, T., Sako, S., Fujiyoshi, T., Sakon, I., Fujiwara, H., Kamizuka, T., Mulders, G. D., Lopez-Rodriguez, E., Packham, C., Onaka, T.
"High-resolution 25 M Imaging of the Disks around Herbig Ae/Be Stars"
The Astrophysical Journal, Volume 804, Issue 2, article id. 143, 8 pp. (05/2015)

5. Nakauchi, D., Kashiyama, K., Nagakura, H., Suwa, Y., Nakamura, T.
"Optical Synchrotron Precursors of Radio Hypernovae"
The Astrophysical Journal, Volume 805, Issue 2, article id. 164, 7 pp. (06/2015)

6. Yamanaka, M., Maeda, K., Kawabata, K. S., Tanaka, M., Tominaga, N., Akitaya, H., Nagayama, T., Kuroda, D., Takahashi, J., Saito, Y., Yanagisawa, K., Fukui, A., Miyanoshita, R., Watanabe, M., Arai, A., Isogai, M., Hattori, T., Hanayama, H., Itoh, R., Ui, T., Takaki, K., Ueno, I., Yoshida, M., Ali, G. B., Essam, A., Ozaki, A., Nakao, H., Hamamoto, K., Nogami, D., Morokuma, T., Oasa, Y., Izumiura, H., Sekiguchi, K.
"OISTER Optical and Near-Infrared Observations of Type Iax Supernova 2012Z"
The Astrophysical Journal, Volume 806, Issue 2, article id. 191, 14 pp. (06/2015)

7. Darnley, M. J., Henze, M., Steele, I. A., Bode, M. F., Ribeiro, V. A. R. M., Rodrguez-Gil, P., Shafter, A. W., Williams, S. C., Baer, D., Hachisu, I., Hernanz, M., Hornoch, K., Hounsell, R., Kato, M., Kiyota, S., Kuckov, H., Maehara, H., Ness, J. -U., Piascik, A. S., Sala, G., Skillen, I., Smith, R. J., Wolf, M.
"A remarkable recurrent nova in M31: Discovery and optical/UV observations of the predicted 2014 eruption"
Astronomy & Astrophysics, Volume 580, id. A45, 23 pp. (08/2015)

8. Ikeda, H., Nagao, T., Taniguchi, Y., Matsuoka, K., Kajisawa, M., Akiyama, M., Miyaji, T., Kashikawa, N., Morokuma, T., Shioya, Y., Enoki, M., Capak, P., Koekemoer, A. M., Masters, D., Salvato, M., Sanders, D. B., Schinnerer, E., Scoville, N. Z.
"The Quasar-LBG Two-point Angular Cross-correlation Function at z∼4 in the COSMOS Field"
The Astrophysical Journal, Volume 809, Issue 2, article id. 138, 14 pp. (08/2015)

9. Kuncarayakti, H., Aldering, G., Anderson, J. P., Arimoto, N., Doi, M., Galbany, L., Hamuy, M., Hashiba, Y., Kruehler, T., Maeda, K., Morokuma, T., Usuda, T.
"Constraining Supernova Progenitors: AN Integral Field Spectroscopic Survey of the Explosion Sites"
Publications of The Korean Astronomical Society, vol. 30, issue 2, pp. 139-143 (09/2015)

10. Akiyama, M., Ueda, Y., Watson, M. G., Furusawa, H., Takata, T., Simpson, C., Morokuma, T., Yamada, T., Ohta, K; Iwamuro, F., Yabe, K., Tamura, N., Moritani, Y., Takato, N., Kimura, M., Maihara, T., Dalton, G., Lewis, I., Lee, H., Curtis-Lake, E., Macaulay, E., Clarke, F., Silverman, J. D., Croom, S., Ouchi, M., Hanami, H., Daz Tello, J., Yoshikawa, T., Fujishiro, N., Sekiguchi, K.
"The Subaru-XMM-Newton Deep Survey (SXDS). VIII. Multi-wavelength identification, optical/NIR spectroscopic properties, and photometric redshifts of X-ray sources"
Publications of the Astronomical Society of Japan, Volume 67, Issue 5, id. 8238 pp. (10/2015)

11. Toba, Y., Nagao, T., Strauss, M. A., Aoki, K., Goto, T., Imanishi, M., Kawaguchi, T., Terashima, Y., Ueda, Y., Bosch, J., Bundy, K., Doi, Y., Inami, H., Komiyama, Y., Lupton, R. H., Matsuhara, H., Matsuoka, Y., Miyazaki, S., Morokuma, T., Nakata, F., Oi, N., Onoue, M., Oyabu, S., Price, P., Tait, P. J., Takata, T., Tanaka, M. M., Terai, T., Turner, E. L., Uchida, T., Usuda, T., Utsumi, Y., Yamada, Y., Wang, S.
"Hyper-luminous dust-obscured galaxies discovered by the Hyper Suprime-Cam on Subaru and WISE"
Publications of the Astronomical Society of Japan, Volume 67, Issue 5, id. 8615 pp. (10/2015)

12. Fukue, K., Matsunaga, N., Yamamoto, R., Kondo, S., Kobayashi, N., Ikeda, Y., Hamano, S., Yasui, C., Arasaki, T., Tsujimoto, T., Bono, G., Inno, L.
"Line-depth Ratios in H-band Spectra to Determine Effective Temperatures of G- and K-type Giants and Supergiants"
The Astrophysical Journal, Volume 812, Issue 1, article id. 64, 10 pp. (10/2015)

13. Kuroda, D., Ishiguro, M., Watanabe, M., Akitaya, H., Takahashi, J., Hasegawa, S., Ui, T., Kanda, Y., Takaki, K., Itoh, R., Moritani, Y., Imai, M., Goda, S., Takagi, Y., Morihana, K., Honda, S., Arai, A., Hanayama, H., Nagayama, T., Nogami, D., Sarugaku, Y., Murata, K., Morokuma, T., Saito, Y., Oasa, Y., Sekiguchi, K., Watanabe, J.
"Optical and Near-infrared Polarimetry for a Highly Dormant Comet 209P/LINEAR "
The Astrophysical Journal, Volume 814, Issue 2, article id. 156, 9 pp. (12/2015)

[2016]

1. Ishiguro, M., Sarugaku, Y., Kuroda, D., Hanayama, H., Kim, Y., Kwon, Y. G., Maehara, H., Takahashi, J., Terai, T., Usui, F., Vaubaillon, J. J., Morokuma, T., Kobayashi, N., Watanabe, J.
"Detection of Remnant Dust Cloud Associated with the 2007 Outburst of 17P/Holmes"
The Astrophysical Journal, Volume 817, Issue 1, article id. 77, 9 pp. (01/2016)

2. Saito, Y., Imanishi, M., Minowa, Y., Morokuma, T., Kawaguchi, T., Sameshima, H., Minezaki, T., Oi, N., Nagao, T., Kawatatu, N., Matsuoka, K.
"Near-infrared spectroscopy of quasars at z $\tilde{3}$ and estimates of their supermassive black hole masses"
Publications of the Astronomical Society of Japan, Volume 68, Issue 1, id. 119 pp. (02/2016)

3. Sakon, I., Sako, S., Onaka, T., Nozawa, T., Kimura, Y., Fujiyoshi, T., Shimonishi, T., Usui, F., Takahashi, H., Ohsawa, R., Arai, A., Uemura, M., Nagayama, T., Koo, B. -C., Kozasa, T.
"Concurrent Formation of Carbon and Silicate Dust in Nova V1280 Sco"
The Astrophysical Journal, Volume 817, Issue 2, article id. 145, 23 pp. (02/2016)

4. Keane, E. F., Johnston, S., Bhandari, S., Barr, E., Bhat, N. D. R., Burgay, M., Caleb, M., Flynn, C., Jameson, A., Kramer, M., Petroff, E., Possenti, A., van Straten, W., Bailes, M., Burke-Spolaor, S., Eatough, R. P., Stappers, B. W., Totani, T., Honma, M., Furusawa, H., Hattori, T., Morokuma, T., Niino, Y., Sugai, H., Terai, T., Tominaga, N., Yamasaki, S., Yasuda, N., Allen, R., Cooke, J., Jencson, J., Kasliwal, M. M., Kaplan, D. L., Tingay, S. J., Williams, A., Wayth, R., Chandra, P., Perrodin, D., Berezina, M., Mickaliger, M., Bassa, C.
"The host galaxy of a fast radio burst"
Nature, Volume 530, Issue 7591, pp. 453-456 (02/2016)

5. Yasui, C., Kobayashi, N., Hamano, S., Kondo, S., Izumi, N., Saito, M., Tokunaga, A. T.
"Herbig Ae/Be Candidate Stars in the Innermost Galactic Disk: Quartet Cluster"
The Astrophysical Journal, Volume 817, Issue 2, article id. 181, 12 pp. (02/2016)

6. Yasui, C., Kobayashi, N., Tokunaga, A. T., Saito, M., Izumi, N.
"Low-metallicity Young Clusters in the Outer Galaxy. I. Sh 2-207"
The Astronomical Journal, Volume 151, Issue 3, article id. 50, 10 pp. (03/2016)

7. Tanaka, M., Tominaga, N., Morokuma, T., Yasuda, N., Furusawa, H., Baklanov, P. V., Blinnikov, S. I., Moriya, T. J., Doi, M., Jiang, J., Kato, T., Kikuchi, Y., Kuncarayakti, H., Nagao, T., Nomoto, K., Taniguchi, Y.
"Rapidly Rising Transients from the Subaru Hyper Suprime-Cam Transient Survey"
The Astrophysical Journal, Volume 819, Issue 1, article id. 5, 15 pp. (03/2016)

8. Lata, Sneh; Pandey, A. K., Panwar, Neelam; Chen, W. P., Samal, M. R., Pandey, J. C.
"Variable stars in young open star cluster NGC 7380 "
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 456, Issue 3, p. 2505-2517 (03/2016)

9. Yasui, C., Kobayashi, N., Saito, M., Izumi, N.
"Low-metallicity Young Clusters in the Outer Galaxy. II. Sh 2-208"
The Astronomical Journal, Volume 151, Issue 5, article id. 115, 14 pp. (05/2016)

10. Hamano, S., Kobayashi, N., Kondo, S., Sameshima, H., Nakanishi, K., Ikeda, Y., Yasui, C., Mizumoto, M., Matsunaga, N., Fukue, K., Yamamoto, R., Izumi, N., Mito, H., Nakaoka, T., Kawanishi, T.,

Kitano, A., Otsubo, S., Kinoshita, M., Kawakita, H.
"Near Infrared Diffuse Interstellar Bands Toward the Cygnus OB2 Association"
The Astrophysical Journal, Volume 821, Issue 1, article id. 42, 12 pp. (06/2016)

11. Horiuchi, T., Misawa, T., Morokuma, T., Koyamada, S., Takahashi, K., Wada, H.
"Optical Variability Properties of Mini-BAL and NAL Quasars"
Publications of the Astronomical Society of Japan, in press

12. Kokubo, M.
"The relationship between variable and polarized optical spectral components of luminous type 1 non-blazar quasars"
Publications of the Astronomical Society of Japan, in press

13. Katsuda, S., Tanaka, M., Morokuma, T., Fesen, R. A., Milisavljevic, D.
"Constraining the Age and Distance of the Galactic Supernova Remnant G156.2+5.7 by Hα Expansion Measurements"
Astrophysical Journal, submitted

14. Noda, H. et al.
"X-ray and Optical Correlation of Type I Seyfert NGC 3516 Studied with Suzaku and Japanese Ground-Based Telescopes"
Astrophysical Journal, submitted

15. Morokuma, T. et al.
"J-GEM Follow-Up Observations to Search for an Optical Counterpart of The First Gravitational Wave Source GW150914"
Publications of the Astronomical Society of Japan, submitted

国際会議集録等

[2015]

1. Kawakita, H., Shinnaka, Y., Kondo, S., Hamano, S., Sameshima, H., Nakanishi, K., Kawanishi, T., Nakaoka, T., Otsubo, S., Kinoshita, M., Ikeda, Y., Yamamoto, R., Izumi, N., Fukue, K., Yasui, C., Mito, H., Sarugaku, Y., Matsunaga, N., Kobayashi, N.
"High-resolution spectroscopy of the CN red system in comet C/2013 R1 (Lovejoy) using WINERED at Koyama Astronomical Observatory"
DPS meeting #47, #415.15 (11/2015)

[2016]

1. Rubin, D., Aldering, G. S., Amanullah, R., Barbary, K. H., Bruce, A., Chappell, G., Currie, M., Dawson, K. S., Deustua, S. E., Doi, M., Fakhouri, H., Fruchter, A. S., Gibbons, R. A., Goobar, A., Hsiao, E., Huang, X., Ihara, Y., Kim, A. G., Knop, R. A., Kowalski, M., Krechmer, E., Lidman, C., Linder, E., Meyers, J., Morokuma, T., Nordin, J., Perlmutter, S., Ripoche, P., Ruiz-Lapuente, P., Rykoff, E. S., Saunders, C., Spadafora, A. L., Suzuki, N., Takanashi, N., Yasuda, N., Supernova Cosmology Project
"The Union3 Supernova Ia Compilation"
AAS meeting #227, #139.18 (01/2016)

天文電報等

[2015]

1. Maehara, H., Ukita, N. 2015, "New outburst of the young binary system Z CMa", The Astronomer's Telegram, #6874
2. Nakano, S., Maehara, H. 2015, "Nova Scorpii 2015 = Pnv J17032620-3504140", Central Bureau Electronic Telegrams, 4078, 1
3. Nishiyama, K., Kabashima, F., Maehara, H. 2015, "Nova Sagittarii 2015 (No. 1) = Pnv J18142514-2554343", Central Bureau Electronic Telegrams, 4079, 1
4. Morokuma, T., et al. 2015, "ATel 7532: KISS: Discovery and Identification of a young SN Ia KISS15n in the Coma cluster", The Astronomer's Telegram, #7532
5. Morokuma, T., et al. 2015, "KISS: Discovery and Spectroscopic Classification of a Type Ia Supernova KISS15q", The Astronomer's Telegram, #7562
6. Nakano, S., et al. 2015, "Supernova 2015M = Psn J13003230+2758411", Central Bureau Electronic Telegrams, 4123, 1
7. Tominaga, N., et al. 2015, "Supernova candidates discovered with Subaru/Hyper Suprime-Cam", The Astronomer's Telegram, #7565
8. Tominaga, N., et al. 2015, "Fifty supernova candidates discovered with Subaru/Hyper Suprime-Cam", The Astronomer's Telegram, #7927
9. Morokuma, T., et al. 2015, "Imaging Follow-up Observations with KWFC for MAXI J1501-026", The Astronomer's Telegram, #7960
10. Morokuma, T., et al. 2015, "Supernova 2015aa", Central Bureau Electronic Telegrams, 4172, 1
11. Kikuchi, Y., et al. 2015, "GRB 151205C: Optical follow-up observations at Kiso", The Astronomer's Telegram, #8394

[**2016**]

1. Morokuma, T., et al. 2016, “GRB 160206A: Kiso/KWFC optical observations”, GRB Coordinates Network, Circular Service, 19008, #1

2. Maehara, H. 2016, “Pre-discovery observations of MASTER OT J004514.13+420007.2”, The Astronomer’s Telegram, #8606

学位論文

1. Jiang, Jian
「Studying Early-Phase Type Ia Supernovae with Wide-Field Surveys」
東京大学 平成 27 年度 修士論文

2. 塩田千幸
「2 色図を用いた早期型星の探査」
日本女子大学 平成 27 年度 修士論文

3. 佐藤唯香
「狭帯域撮像観測による晩期型渦巻銀河最外縁部の HII 領域の探査」
東京学芸大学 平成 27 年度 卒業論文

4. 大久保瑞希
「可視光と中間赤外線から探る球状星団内晩期型星の特徴」
明星大学 平成 27 年度 卒業論文

和文論文・解説記事他

[**2015**]

1. 伊藤信成, 山縣朋彦, 浜部勝, 西浦慎悟, 三戸洋之
「撮像データを用いた恒星の表面温度推定のための自主学習型教材の開発」
地学教育, 第 68 巻 第 1 号, 13-28 頁 （2015 年 3 月）

2. 伊藤信成, 高田碧郎
「星団に属さない恒星を用いた HR 図描画教材の開発」
地学教育, 第 68 巻 第 2 号, 69-91 頁 （2015 年 8 月）

3. 小久保充, 橋場康人, 満田和真, 酒向重行, 諸隈智貴, 土居守, Hanindyo Kuncarayakti, 森鼻久美子, 伊藤洋一, 新井彰
「可視分光撮像装置 LISS:西はりま天文台 2.0-m なゆた望遠鏡への搭載と科学観測」
兵庫県立大学天文科学センター紀要, 第 3 号, 1-20 頁 （2015 年 11 月）

3.2.8 学会, 研究会等での報告

国際研究会

1. The Second TimeDomain Astronomy Conference (Lijiang City, Yunnan Province, China, 2015/07/29)
   “Overview of Supernova Survey Projects in Japan ”
   Jian Jiang

2. Symposium on Supernovae and Supernova Remnants (SNSNR2015) (宇宙科学研究所, 2015/11/10-11)
   “Hunting for the First Moment of Supernovae”
   Tanaka, M. (invited)

3. 4th Annual Symposium of the Innovative Area on Multi-messenger Study of Gravitational Wave Sources (Kavli IPMU, 2016/2/18-20)
   “Kiso Supernova Survey: Optical Followup Observations of GW Sources”
   Tanaka, M.

4. KISOGP workshop - sciences and follow-up observations (The University of Tokyo, 2016/2/23)
   “KISOGP: overview”
   Matsunaga, N.

日本天文学会 2015 年秋季年会 (甲南大学, 2015/09/09–11)

1. 上塚貴史, 臼井文彦, 宮田隆志, 酒向重行, 大澤亮, 岡田一志, 内山允史, 毛利清 (東京大学), 長谷川直 (JAXA), 高遠徳尚 (NAOJ)
   L05c 「小天体の含水鉱物探査にむけた MIMIZUKU 近赤外線分光機能の検討」

2. 松永典之 (東京大学), 岩崎仁美 (東北大学), 前原裕之, 浮田信治 (国立天文台), 坂本強 (日本スペースガード協会), 三戸洋之, 小林尚人, 泉奈都子, 山本遼, 福江慧, 青木勉, 征矢野隆夫, 樽沢賢一, 猿楽祐樹, 酒向重行, 諸隈智貴, 土居守, 中田好一 (東京大学）, 田中雅臣, 岩田生, 柳澤顕史 (国立天文台), 板由房, 小野里宏樹, 花上拓海 (東北大学), 山下智志 (鹿児島大学), 新井彰 (京都産業大学)
   N07a 「KWFC 銀河面変光天体探査 (KISOGP)—IV」

3. 伊藤洋一, 冨田堅太郎 (兵庫県立大学), 松永典之 (東京大学), 大朝由美子 (埼玉大学)
   P119b 「変光に基づく前主系列星の探査」

4. 安井千香子, 小林尚人, 泉奈都子 (東京大学), 斎藤正雄 (国立天文台/総合研究大学院大学), Alan T. Tokunaga (ハワイ大学)
   P139a 「銀河系外縁部における低金属量星生成領域 Sh 2-207 の近赤外深撮像」

5. 泉奈都子, 小林尚人, 安井千香子 (東京大学), 濱野哲史 (京都産業大学), 斎藤正雄 (国立天文台/ 総合研究大学院大学), Alan T. Tokunaga (ハワイ大学)
   P140a 「WISE データを用いた銀河系最外縁領域における星生成領域探査」

6. 濱野哲史, 河北秀世, 近藤荘平, 池田優二, 鮫島寛明, 中西賢之, 川西崇史, 中岡哲弥, 大坪翔悟, 北野綺華 (京都産業大学), 小林尚人, 松永典之, 安井千香子, 福江慧, 泉奈都子, 水本岬希, 山本遼, 三戸洋之 (東京大学), 木下将臣 (名古屋大学)
   Q05b 「WINERED を用いた Cyg OB2 association の赤外線高分散分光観測 DIB の環境依存性」

7. 堀内貴史, 三澤透, 小山田涼香, 高橋一馬, 和田久 (信州大学), 諸隈智貴 (東京大学)
   S27c 「分光モニター観測によるクェーサーアウトフローガスの調査」

8. 酒向重行, 小林尚人, 土居守, 本原顕太郎, 宮田隆志, 諸隈智貴, 高橋英則, 大澤亮, 青木勉, 征矢野隆夫, 樽沢賢一, 猿楽祐樹, 三戸洋之, 中田好一, 菊池勇輝, 谷口由貴, 松永典之, 臼井文彦 (東京大学), 田中雅臣, 渡部潤一, 前原裕之, 有松亘 (国立天文台), 冨永望 (甲南大学), 板由房, 小野里宏樹, 花上拓海, 岩崎仁美 (東北大学), 浦川聖太郎 (日本スペースガード協会), 佐藤幹哉 (かわさき宙と緑の科学館), 河北秀世, 近藤荘平 (京都産業大学), 谷川衝 (理化学研究所)
   V207b 「木曽超広視野高速 CMOS カメラ Tomo-e の開発 基本設計の完了」

9. 大澤亮, 酒向重行, 小林尚人, 土居守, 本原顕太郎, 宮田隆志, 諸隈智貴, 高橋英則, 青木勉, 征矢野隆夫, 樽沢賢一, 三戸洋之, 中田好一, 菊池勇輝, 谷口由貴, 猿楽祐樹, 松永典之, 臼井文彦 (東京大学), 田中雅臣, 有松亘, 渡部潤一, 前原裕之 (国立天文台), 冨永望 (甲南大学), 板由房, 小野里宏樹, 花上拓海, 岩崎仁美 (東北大学), 浦川聖太郎 (日本スペースガード協会), 佐藤幹哉 (かわさき宙と緑の科学館), 河北秀世, 近藤荘平 (京都産業大学), 谷川衝 (理化学研究所)
   V208b 「木曽超広視野高速 CMOS カメラ Tomo-e のバックエンドデータ転送システムの設計と評価」

10. 菊池勇輝, 酒向重行, 小林尚人, 土居守, 本原顕太郎, 宮田隆志, 諸隈智貴, 高橋英則, 大澤亮, 青木勉, 征矢野隆夫, 樽沢賢一, 三戸洋之, 中田好一, 松永典之, 臼井文彦, 猿楽祐樹, 谷口由貴 (東京大学), 田中雅臣, 渡部潤一, 前原裕之, 有松亘 (国立天文台), 冨永望 (甲南大学), 板由房, 小野里宏樹, 花上拓海, 岩崎仁美 (東北大学) 浦川聖太郎 (日本スヘースカート協会), 佐藤幹哉 (かわさき宙と緑の科学館), 河北秀世, 近藤荘平 (京都産業大学), 谷川衝 (理化学研究所)
    V209a 「木曽超広視野高速 CMOS カメラ Tomo-e のイメージセンサ評価試験」

11. 有松亘, 渡部潤一, 田中雅臣, 前原裕之 (国立天文台), 臼井文彦, 猿楽祐樹, 大坪貴文, 大澤亮, 酒向重行, 小林尚人, 土居守, 本原顕太郎, 宮田隆志, 諸隈智貴, 高橋英則, 青木勉, 征矢野隆夫, 樽沢賢一, 三戸洋之, 中田好一, 菊池勇輝, 谷口由貴, 松永典之 (東京大学), 和田武彦 (宇宙科学研究所), 冨永望 (甲南大学), 板由房, 小野里宏樹, 花上拓海, 岩崎仁美 (東北大学), 浦川聖太郎 (日本スペースガード協会), 佐藤幹哉 (かわさき宙と緑の科学館), 河北秀世, 近藤荘平 (京都産業大学), 谷川衝 (理化学研究所)
    V210a 「木曽超広視野高速 CMOS カメラ Tomo-e による TNO 掩蔽現象の捜索」

12. 有松亘 (国立天文台), 臼井文彦, 猿楽祐樹, 大坪貴文 (東京大学), 和田武彦 (宇宙科学研究所)
    V228b 「OASES: TNO 掩蔽同時検出プロジェクト」

13. 大坪翔悟, 池田優二 (京都産業大学), 小林尚人 (東京大学), 助川隆 (キャノン株式会社), 近藤荘平, 濱野哲史, 鮫島寛明, 中西賢之, 中岡哲弥, 渡瀬彩華, 竹中慶一, 朝野彰, 新井彰, 河北秀世 (京都産業大学), 松永典之, 安井千香子, 福江慧, 泉奈都子, 三戸洋之 (東京大学), 吉川智裕 (エデックス)
    V234a 「近赤外線高分散分光器 WINERED: high-blazed echelle grating を用いた超高分散化」

14. 吉井譲, 土居守, 河野孝太郎, 田中培生, 宮田隆志, 本原顕太郎, 田辺俊彦, 峰崎岳夫, 酒向重行, 諸 隈智貴, 田村陽一, 青木勉, 征矢野隆夫, 樽沢賢一, 加藤夏子, 小西真広, 上塚貴史, 高橋英則 (東京 大学), 越田進太郎 (国立天文台), 半田利弘 (鹿児島大学)
    V247a 「東京大学アタカマ天文台 TAO6.5m 望遠鏡の建設進捗」

15. 小西真広, 本原顕太郎, 高橋英則, 加藤夏子, 北川祐太朗, 小早川大, 寺尾恭範, 吉井譲, 土居守, 河野孝太郎, 田中培生, 宮田隆志, 田辺俊彦, 峰崎岳夫, 酒向重行, 諸隈智貴, 田村陽一, 青木勉, 征矢野隆夫, 樽沢賢一, 上塚貴史, 大澤亮, 岡田一志, 内山允史, 毛利清 (東京大学), 越田進太郎 (国立天文台), 半田利弘 (鹿児島大学)
V248a 「近赤外線 2 色同時多天体分光撮像装置 SWIMS の開発進捗と運用計画」

16. 上塚貴史, 宮田隆志, 酒向重行, 大澤亮, 岡田一志, 内山允史, 毛利清, 尾中敬, 左近樹, 吉井譲, 土居守, 河野孝太郎, 田中培生, 本原顕太郎, 田辺俊彦, 峰崎岳夫, 諸隈智貴, 田村陽一, 青木勉, 征矢野隆夫, 樽沢賢一, 加藤夏子, 高橋英則, 小西真広, 北川祐太郎, 小早川大, 寺尾恭範 (東京大学), 片ざ宏一 (JAXA), 半田利弘 (鹿児島大学), 越田進太朗 (国立天文台)
V249a 「中間赤外線二視野同時撮像分光装置 MIMIZUKU の開発進捗と運用計画 」

17. 三戸洋之（東京大学）, 板由房, 田中幹人, 服部誠 (東北大学), 岩崎仁美 (仙台市天文台・東北大学)
Y12a 「「銀河学校」と「もし天」, その他天文学実習の連携についての考察」

日本天文学会 2016 年春季年会 (首都大学東京, 2016/03/14–17)

1. 福江慧, 松永典之, 山本遼, 小林尚人, 安井千香子 (東京大学), 近藤荘平, 池田優二, 濱野哲史, 新崎貴之 (京都産業大学), 辻本拓司 (国立天文台), G. Bono(ローマ大学トルベルガータ校), L. Inno(マックスプランク天文学研究所)
N17a 「近赤外線高分散分光による銀河系中心セファイドの金属量の導出」

2. 鮫島寛明, 池田優二, 近藤荘平, 濱野哲史, 河北秀世 (京都産業大学), 小林尚人, 松永典之, 福江慧 (東京大学)
N18b 「近赤外線高分散分光器 WINERED: 大気吸収線の補正」

3. 小西真広, 本原顕太郎, 高橋英則, 加藤夏子, 北川祐太朗, 小早川大, 寺尾恭範, 吉井譲, 土居守, 河野孝太郎, 田中培生, 宮田隆志, 田辺俊彦, 峰崎岳夫, 酒向重行, 諸隈智貴, 田村陽一, 青木勉, 征矢野隆夫, 樽沢賢一, 上塚貴史, 大澤亮, 岡田一志, 内山允史, 毛利清 (東京大学), 越田進太郎 (国立天文台), 半田利弘 (鹿児島大学)
V228b 「東京大学アタカマ天文台近赤外線観測装置 SWIMS」

4. 上塚貴史, 宮田隆志, 酒向重行, 大澤亮, 岡田一志, 内山允史, 毛利清, 山口淳平, 尾中敬, 左近樹, 吉井譲, 土居守, 河野孝太郎, 田中培生, 本原顕太郎, 田辺俊彦, 峰崎岳夫, 諸隈智貴, 田村陽一, 青木勉, 征矢野隆夫, 樽沢賢一, 加藤夏子, 高橋英則, 小西真広, 北川祐太朗, 小早川大, 寺尾恭範 (東京大学), 片ざ宏一 (JAXA), 半田利弘 (鹿児島大学), 越田進太郎 (国立天文台)
V229b 「東京大学アタカマ天文台中間赤外線観測装置 MIMIZUKU 」

5. 菊池勇輝, 酒向重行, 高橋英則, 大澤亮, 土居守, 小林尚人, 本原顕太郎, 宮田隆志, 諸隈智貴, 青木勉, 征矢野隆夫, 樽沢賢一, 三戸洋之, 猿楽祐樹, 中田好一, 松永典之, 臼井文彦, 谷川衝, 谷口由貴, 小久保充, 満田和真, 一木真, 山口淳平 (東京大学), 渡部潤一, 田中雅臣, 前原裕之, 有松亘 (国立天文台), 吉川真 (宇宙航空研究開発機構), 冨永望 (甲南大学), 板由房, 小野里宏樹 (東北大学) 奥村真一郎, 浦川聖太郎 (日本スペースガード協会), 佐藤幹哉 (かわさき宙と緑の科学館), 春日敏測, (千葉工業大学), 河北秀世 (京都産業大学)
V240a 「木曽超広視野高速 CMOS カメラ　Tomo-e プロトタイプ機の性能評価」

6. 大澤亮, 酒向重行, 高橋英則, 菊池勇輝, 一木真, 山口淳平, 小林尚人, 土居守, 本原顕太郎, 宮田隆志, 諸隈智貴, 青木勉, 征矢野隆夫, 樽沢賢一, 三戸洋之, 中田好一, 谷口由貴, 小久保充, 満田和真, 猿楽祐樹,

松永典之, 臼井文彦, 谷川衝 (東京大学), 田中雅臣, 有松亘, 渡部潤一, 前原裕之 (国立天文台), 吉川真 (ISAS/JAXA), 冨永望 (甲南大学), 板由房, 小野里宏樹 (東北大学), 春日敏測 (千葉工業大学), 奥村真一郎, 浦川聖太郎 (日本スペースガード協会), 佐藤幹哉 (かわさき宙と緑の科学館), 河北秀世 (京都産業大学)
V241a 「木曽超広視野高速 CMOS カメラ Tomo-e の開発 –Tomo-e プロトタイプ機の開発および試験観測の報告」

7. 西浦慎悟, 宮野彩, 根本明宗 (東京学芸大), 長谷川優子 (川口市立科学館)
V248c 「木曽 105cm シュミット/KWFC による 501nm および 659nm 狭帯域撮像」

8. 西浦慎悟 (東京学芸大学), 三戸洋之 (東京大学), 伊藤信成 (三重大学), 山縣朋彦 (文教大学), 濱部勝 (日本女子大学), 中田好一 (東京大学)
Y17c 「木曽 105cm シュミット鏡/2kCCD/4 度プリズムによる恒星の対物分光データの教材化」

9. 吉井譲, 土居守, 河野孝太郎, 田中培生, 宮田隆志, 本原顕太郎, 田辺俊彦, 峰崎岳夫, 酒向重行, 諸隈智貴, 田村陽一, 青木勉, 征矢野隆夫, 樽沢賢一, 加藤夏子, 小西真広, 上塚貴史, 高橋英則 (東京大学), 越田進太郎 (国立天文台), 半田利弘 (鹿児島大学)
Z101r 「東京大学アタカマ天文台 TAO6.5m 望遠鏡計画の概要」

10. 峰崎岳夫, 吉井譲, 諸隈智貴 (東京大学)
Z103a 「Super-MAGNUM project ∼Unprecedented Long-Term Infrared Monitoring of High-Redshift QSOs∼」

11. 松岡良樹（国立天文台）, 土居守, 河野孝太郎, 本原顕太郎（東京大学）, 長尾透（愛媛大学）
Z109b 「宇宙最遠クエーサーの探索：Subaru/HSC から TAO/SWIMS へ」

12. 浅野健太朗 (JAXA/ISAS), 植田稔也 (デンバー大学), 宮田隆志, 上塚貴史 (東京大学)
Z113a 「TAO 中間赤外線観測を用いた双極状惑星状星雲ダストトーラスの観測計画」

13. 臼井文彦, 上塚貴史, 宮田隆志 (東京大学), 長谷川直 (ISAS/JAXA), 高遠徳尚 (NAOJ)
Z116a TAO/MIMIZUKU による小惑星の近赤外線分光サーベイ計画

14. 坂野井健, 鍵谷将人, 北元, 笠羽康正 (東北大), 宮田隆志, 大坪貴文, 臼井文彦, 上塚貴史 (東京大), 平原靖大 (名古屋大), 米田瑞生 (ドイツ・ケーペンハウワー研), 長谷川直, 佐藤隆雄 (ISAS/JAXA)
Z117a 「TAO とハレアカラ望遠鏡群による木星ならびに小天体の連続観測」

15. 上塚貴史, 宮田隆志, 酒向重行, 大澤亮, 岡田一志, 内山允史, 毛利清, 山口淳平 (東京大学), 浅野健太朗 (JAXA), ほか TAO グループ
Z119b 「TAO 中間赤外線観測によるミラ型変光星のダスト形成モニタリング観測」

16. 宮田隆志, 酒向重行, 上塚貴史, 大澤亮, 岡田一志, 内山允史, 毛利清, 山口淳平（東京大学）, 浅野健太朗（ISAS）, ほか TAO グループ
Z120b 「TAO 中間赤外線観測による dustiest evolved stars の観測計画・(3)」

日本天文学会第 18 回ジュニアセション (首都大学東京, 2016/3/14)

1. 銀河学校 2015 A 班：兼久晃輔 (横浜インターナショルスクール), 小沼優希 (千葉市立千葉高等学校), 仁木敬子 (神戸女学院高等部)
「星団から探る星の性質」

2. 銀河学校 2015 B 班：小川大雅 (早稲田実業学校高等部), 坂井郁哉 (栄光学園高等学校), 戸井田澪里 (長野県長野西高等学校), 三平舜 (新潟県立新潟南高等学校), 福山紘基 (奈良県立奈良高等学校), 金井紗弥 (明星高等学校), 久保圭慧 (八戸工業大学第二高等学校), 仲澤輝 (山梨県立日川高等学校), 松沢彩華 (新潟県立新潟高等学校), テレングト雛子 (立命館慶祥高等学校), 柴田理佳 (広尾学園高等学校), 守山五葉 (星野高等学校)
「銀河の形は生まれか育ちか？」

3. 銀河学校 2015 C 班：佐藤知寧 (千代田区立九段中等教育学校), 島田明音 (岡山県立岡山一宮高等学校), 麦踏松秀 (兵庫県立龍野高等学校), 金子美由起 (鴎友学園女子高等学校), 白洲瞭 (千葉市立千葉高等学校), 田中愛登 (広島大学附属福山高等学校), 藤本凌 (明星高等学校), 深草彩子 (東京都立西高等学校)
「どんな星が超新星爆発を起こすのか」

木曽シュミットシンポジウム 2015

木曽観測所では毎年, 木曽観測所の施設を用いた観測・研究の発表議論を行う場として「木曽シュミットシンポジウム」を行っている. 2015 年度は 7 月 13–14 日の 2 日間, 上松町公民館大会議室にて開催され, 37 名の参加があった. 「3 年の区切りを迎えた大規模観測プログラムのこれまでの成果と今後の展望」を始め, 「KWFC を用いた観測の成果や新しい観測提案」, 「2015 年度から正式にスタートしたリモート自動観測 システム」, 「2017 年度の稼働を目指している次期超広視野高速 CMOS カメラ」など多岐にわたる発表があり, 今後の大規模プログラムや木曽観測所の方向性についても活発な議論が行われた.

図 3.35: 木曽シュミットシンポジウム 2015 集合写真

口頭講演とポスター講演のリストを次に示す.

口頭講演		
1.	観測所報告	小林尚人
2.	望遠鏡/KWFC の現況	青木勉
3.	リモート自動観測システムの現況	猿楽祐樹
4.	KISOGP	松永典之
5.	KISOGP のデータを用いた突発天体サーベイ	前原裕之
6.	Kiso Supernova Survey (KISS)	諸隈智貴
7.	木曽 KWFC とすばる HSC での超新星探査観測	冨永望
8.	光赤外線大学間連携における近傍超新星爆発の追観測	山中雅之
9.	彗星ダストトレイルの可視サーベイ観測	猿楽祐樹
10.	SMOKA の現状と利用状況	樋口祐一
11.	近傍渦巻銀河領域の狭帯域撮像観測	西浦慎悟
12.	2 色図を用いた早期型星の探査	塩田千幸
13.	Neck-line structure associated with 2007 megaburst of 17P/Holmes	石黒正晃 (代理講演：猿楽)
14.	クェーサーの光度変動がアウトフローガスに与える影響	堀内貴史
15.	3C 454.3 の可視光変動成分の分離	橘優太朗
16.	近傍活動銀河核の可視 X 線モニター観測	峰崎岳夫
17.	木曽超広視野高速 CMOS カメラ Tomo-e Gozen の開発の進捗報告	酒向重行
18.	木曽超広視野高速 CMOS カメラ Tomo-e Gozen を支える解析システムの開発	大澤亮
ポスター		
1.	クエーサー可視域スペクトル中の偏光成分と変光成分の関係	小久保充
2.	KUG カタログの画像データベース，および位置データ修正	宮内良子
3.	Kiso105+2kCCD+ 4 度プリズムによる対物分光データの教材化	西浦慎悟
4.	SMOKA の現状と利用状況	樋口祐一
5.	KISS プロジェクト密着レポート	冨田小冬

その他の学会, 研究会

1. 日本地球惑星科学連合大会 (幕張メッセ国際会議場, 2015/5/22-26)
   「Optical Survey of Cometary Dust Trails with the Kiso Schmidt Telescope」
   猿楽祐樹 (東京大学), 石黒正晃 (ソウル国立大学), 臼井文彦 (東京大学), 上野宗孝 (JAXA)

2. 西はりま天文台コロキウム (兵庫県立大学西はりま天文台, 2015/7/15)
   「KISOGP(KWFC 銀河面変光天体探査) と分光追観測」
   松永典之 (東京大学)

3. 新学術 3 領域（重力波天体・地下素核研究・中性子星核物質）合同シンポジウム 「多面的アプローチで解きあかす宇宙と天体」 (東北大学, 2015/7/24–25)
   「重力波源からの可視光・赤外線放射」
   田中雅臣（国立天文台）

4. JAXA 研究会”超巨大ブラックホール降着円盤スペクトルの解釈を巡って”(宇宙科学研究所, 2015/08/11–12)
「多波長時間変動から迫る巨大ブラックホール降着流の放射と幾何」
野田博文（理化学研究所） 招待講演

5. 岡山ユーザーズミーティング (国立天文台三鷹キャンパス, 2015/08/17–18)
「KISOGP(KWFC 銀河面変光天体探査) と分光追観測」
松永典之 (東京大学)

6. Stella Nova 2015 新天体捜索者会議 (なよろ市立天文台, 2015/10/2-4)
「木曽超新星探査 (KISS) におけるアマチュア天文家との連携」(基調講演)
諸隈智貴（東京大学）

7. 国立天文台 VLBI 詳報ゼミ (国立天文台, 2015/10/7)
「KISOGP(KWFC 銀河面変光天体探査) と分光追観測」
松永典之 (東京大学)

8. 足立区こども未来創造館天文ネットワークプログラム特別講演会 (ギャラクシティ・まるちたいけんドーム, 2015/10/12)
「明るさを変える星を探して天の川の地図を作ろう!」
松永典之 (東京大学)

9. 第 35 回天文学に関する技術シンポジウム 2015（東北大学理学研究科，2015/12/09-12/11）
「シュミット望遠鏡による自動観測の運用について」
青木 勉，木曽観測所スタッフ，前原裕之（国立天文台），松永典之（東京大学）

10. 重力波可視光対応天体探索・新学術領域 A05 班合宿 (KKR 伊豆長岡千歳荘, 2016/1/7-9)
冨永望（甲南大学）(invited)

11. どう活かす？新しい研究のすすめ方 オープンサイエンス (MTRL KYOTO, 2016/1/8)
「市民と協力した天文学研究：超新星探査の現場から」
田中雅臣（国立天文台）

12. 朝日カルチャーセンター「宇宙の距離を測る」講座第 4 回 (朝日カルチャーセンター横浜教室, 2016/2/22)
「セファイド変光星－その原理から幅広い応用まで」
松永典之 (東京大学)

3.2.9 東大 3 年生学生実習

1. **対物プリズム分光で学ぶ CCD 観測の基礎**
松永典之 (天文学教室), 小林尚人，三戸洋之 (天文センター・木曽観測所)

2015 年 9 月 14〜17 日に「対物プリズム分光で学ぶ CCD 観測の基礎」という課題で基礎天文学観測 I の実習を行った．東京大学理学部天文学科 3 年の 5 名（菊地原，小嶋，佐藤，武井, 陳）が参加し，松永典之, 小林尚人，三戸洋之の 3 名が指導にあたった．

この実習の目標は，105cm シュミット望遠鏡に対物プリズムを取り付けた分光観測を通して，観測天文学の一通りの流れを学ぶことである．3 泊 4 日の実習を通して，観測の準備，実施から，CCD データの取り扱いの基礎，簡単な解析用プログラムの作成，恒星のスペクトル（波長 vs フラックス）の導出までを行い，スペクトルに現れる吸収線の特徴と表面温度の関係などについて考察を行う．

1 日目には，まず実習の目的や実施する観測の基礎について解説を行った後，観測の準備を行い，不安定な天候であったが，各自が計画した観測の一部を行うことができた．2 日目以降は，それらのデータを用いて解析の実習を行った．まず，IRAF を用いて基本的な一時処理を行った後，その場で学生自ら作成する C 言語プログラムなどを用いながら，一人当たり 3 天体程度のスペクトルを得た．3 日目までに各自得たスペクトルについて，まず，全員のスペクトルを見比べてスペクトル型による違いなどについて確認した後，以下に挙げる各自のテーマについて特に考察を行った．

- スペクトル型の系列 (菊地原)
  A0，F8，G5, M のスペクトル型を持つ 4 天体を比較し，スペクトル型によって変化する特徴を考察した．
- アルビレオの観測所 (小嶋)
  宮沢賢治の「銀河鉄道の夜」でサファイアとトパーズのくるくる回る星として描かれる二重星アルビレオを観測し, 2 つの星のスペクトルの違いを調べた．
- 宇宙の残り火 (白色矮星) (佐藤)
  白色矮星 1 天体のスペクトルについて，同じようにバルマー系列が強く見える A 型星のスペクトルと比較しながら考察を行った．
- 星の種族とスペクトル (陳)
  球状星団および散開星団という種族の異なる星団にある明るい星のスペクトルを調べて, 星の進化とスペクトルの変化について考察を行った．
- 金属量によるスペクトルの変化 (武井)
  $[Fe/H]$ が -3.8 dex の 1 天体と，-3.8 dex という低金属量の 2 天体のスペクトルについて，吸収線の深さと金属量の違いの関係を調べた．

実習の成果とその後各自が進めた考察が，それぞれ 10 ページ前後のレポートとして後日提出された．

2. **CCD 撮像と画像解析**
   嶋作一大 (東京大学理学部天文学科), 三戸洋之 (木曽観測所)

天文学科の選択必修科目の一つ「基礎天文学観測」では, 学生がテーマ別に少人数の班に分かれて各地の天文台に出向き, 観測とデータ解析を実地に学ぶ．木曽観測所で行なわれるテーマの一つが「CCD 撮像と画像解析」である．2015 年度は, 学部 3 年生 5 名が, 10 月 20 日から 22 日の 2 泊 3 日の日程で滞在し, Abell 2634 という $z = 0.03$ の近傍銀河団を KWFC で観測し, 早期型銀河の分布などを調べた．幸い天候に恵まれ, g と i バンドの良いデータが取れた．また, 観測を通して, シュミット望遠鏡の仕組みや観測の一連の操作を習得できた．解析は, 観測所の計算機群を用いて, IRAF による一次処理, 天体検出ソフト SExtractor による天体検出, 色に基づく早期型銀河の選び出しまでを行ない, 可視光の撮像データの標準的な整約過程を学んだ．

3.2.10　教育 (パブリックアウトリーチ)・広報活動

パブリック・アウトリーチ (Public Outreach) とは「研究開発を行う機関による, 一般に対する教育普及活動」といった意味で使用される言葉である．

木曽観測所は東京大学大学院理学系研究科に附属する観測天文学の研究施設であり, 主とする役割は観測天文学を行う研究者への様々なサポートと観測天文学に関連した研究開発業務である．しかしながら当観測所が運営する観測設備や今までに取得された観測データは, 専門の研究者のみならず一般の方々への教育普及活動に対しても非常に効果的に使用し得るという判断から, 観測所スタッフを中心として様々なパブリック・アウトリーチ活動が行われている．

天文学研究の体験実習として日本で最初にスタートした「銀河学校」, 文部科学省の理科教育プログラムとして年間を通して開催される「星の教室」など高校生に向けたアウトリーチを中心に, 一般向けの数多くのアウトリーチ活動がすすめられている.

銀河学校は 1998 年から続いている全国の高校生を対象とした天文学体験実習である. 第 19 回銀河学校は 2016 年 3 月 22–25 日に実施された.

銀河学校 2016

銀河学校 2016 のテーマは, 「天の川 ペルセウス座-カシオペア座領域を探れ！」, 「超新星・新星残骸の観測から探る超新星・新星爆発のいろいろ」, 「星間減光の分析から宇宙に漂うダストを探る」だった. 参加者は 105cm 望遠鏡を使った天体観測, 観測データの解析, 考察, 結果発表というステップに従って実習をすすめる. 銀河学校の目的は, 将来の研究者を育てることにもあるが, 科学の基本的な研究スタイルを体験させ, 科学的な考え方を持った人材を育てる, ということにも重点を置いている.

図 3.36: 研究についての話し合い (左), 望遠鏡の見学 (右)

- **対象**
  全国の高校生
- **日程・場所**
  2016 年 3 月 22 日 (火) − 25 日 (金)・木曽観測所
- **担当者**
  三戸洋之, 猿楽祐樹, 諸隈智貴, 青木勉, 征矢野隆夫, 樽沢賢一, 森由貴ほか木曽観測所所員, TA9 名
- **参加人数**
  高校生 36 名 (応募者 70 名から作文により選抜)
  北海道, 栃木県, 埼玉県, 茨城県, 千葉県, 東京都, 神奈川県, 山梨県, 長野県, 三重県, 奈良県, 大阪府, 和歌山県, 兵庫県, 島根県, 沖縄県より参加
- **主催**
  銀河学校実行委員会
- **協力**
  NPO 法人サイエンスステーション

- **後援**
  日本学術会議 IAU(国際天文学連合) 分科会
- **助成**
  国立青少年教育振興機構　子どもゆめ基金

理科教育プログラム『星の教室』

星の教室は, 文部科学省によって進められている『科学技術・理科大好きプラン』の一環として, サイエンスパートナーシッププロジェクト, スーパーサイエンスハイスクールの施策に則り, 2002 年度から木曽観測所で行われている理科教育プログラムである. 実習テーマは, 「ビッグバン宇宙の年齢」, 「銀河から来る光の赤方偏移」である. 1 泊 2 日の日程で実施され, 高校生にレクチャー, 観測機器の見学, 実験, 実習などを通じて, 天文学をはじめとした自然科学への興味, 理解を深めさせることを目的としている. 2015 年度は, 長野県, 岐阜県, 愛知県から 7 校の高校の参加があった.

参加学校	参加生徒数	実施日時
愛知県立岡崎北高等学校*	2 年生 40 名	7 月 23–24 日
長野県木曽青峰高校	2 年生 32 名	8 月 3– 4 日
長野県屋代高校**	2 年生 34 名	8 月 28–29 日
長野県飯山北高校**	2 年生 30 名	11 月 7– 8 日
岐阜県立恵那高校**	1, 2 年生 12 名	1 月 30–31 日 合同参加
長野県諏訪清陵高校	1 年生 13 名	
長野県松本深志高校	1, 2 年生 6 名	

*コスモサイエンスコース
**SSH(スーパーサイエンスハイスクール指定校)

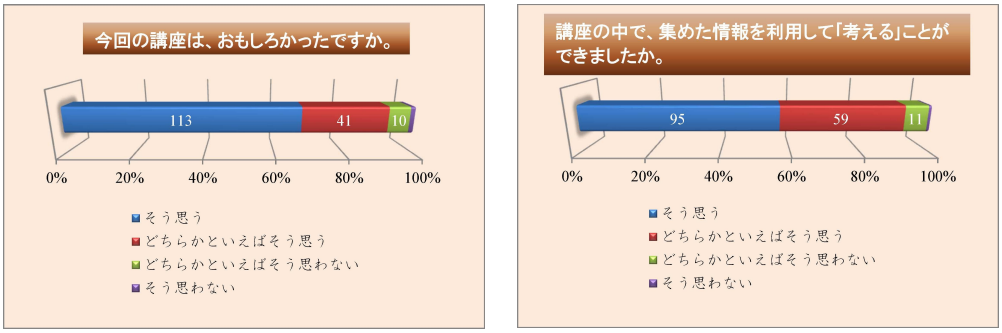

図 3.37: 2015 年度星の教室参加者のアンケート結果 総回答者数 167 名

木曽観測所特別公開 (2015 年 8 月 8 日–9 日)

8 月 8 日–9 日に名古屋大学太陽地球環境研究所とあわせて開催した. 天気に恵まれ, 来場者は約 400 人であった. 講演会, 105cm シュミット望遠鏡の見学と解説, 天体写真, 観測装置解説パネル, 研究紹介パネルの展示, 太陽黒点観測, 昼間の星の観測, 天体写真との合成記念写真, 分光器工作, 天体パズルなどが行われた. 講演は, 「超新星爆発の謎に挑む」田中 雅臣氏（国立天文台), 「小さな星の神秘・小惑星科学の最前線」臼井 文彦氏（東京大学）の 2 つが行われた.

図 3.38: 公開日の様子

山ノ内町立志賀高原ロマン美術館における観測装置展示 (2015 年 7 月 18 日–10 月 12 日)

山ノ内町立志賀高原ロマン美術館では, 7 月 18 日から 10 月 12 日まで, 企画展「宇宙をみる眼」アートと天文学のコラボレーションを開催した. それにあわせて, 木曽観測所からは液体窒素冷却型 CCD カメラ 1KCCD, 近赤外線カメラ KONIC, 天体観測用色ガラスフィルター, 写真乾板「アンドロメダ銀河」, 「プレアデス星団」, 「オリオン大星雲と馬頭星雲」, 「ハレー彗星」を出展した.

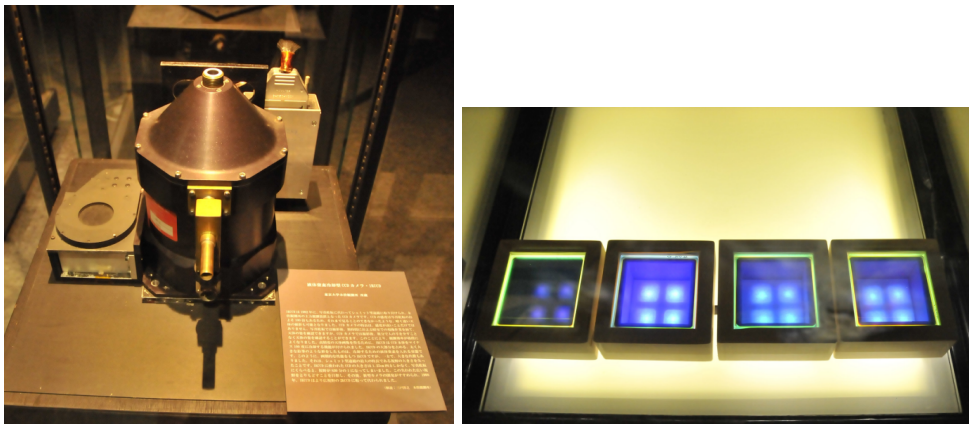

図 3.39: 山ノ内町立志賀高原ロマン美術館における観測装置展示. 1KCCD(左) と狭帯域フィルター (右).

天文学教育研究センター特別公開 (三鷹 2015 年 10 月 23–24 日)

例年, 国立天文台と同時開催される天文学教育センター特別公開が 2015 年 10 月 23 日–24 日に行われた. 木曽のセクションを三戸, 森, 青木, 樽沢, 諸隈, 小林で担当した. 観測所からは, 観測所紹介パネルを始め, 写真乾板, カラー天体写真など展示を行った. また, 「望遠鏡で銀河を探せ」と題して, センターの内庭を利用し小さな望遠鏡 3 台を使って 30m 程度離れた銀河の写真の中から銀河を探すゲームを行い, 多くの参加者があった. 回答者にはポスター, ポストカード, 木曽町物品を配った.

広報用ポスターの制作

木曽観測所の広報を目的としたカレンダーを制作した（森, 酒向）. ばら星雲のデータを, KWFC を用いて B, V, R, Hα のフィルタで取得した. 国立天文台の前原裕之氏の協力を得て, 観賞用画像の制作に最適化した一次処理法を用い, チップ間の画像の段差や, 画素の飽和パタンの除去を行った. 一次処理した画像データの色合成処理は天体写真家の山中侯英氏が担当した. 色合成した画像を用いてカレンダー（B2 版）を制作した. デザインはイラストレーターの若尾寛子氏が担当した. 制作したカレンダーは木曽観測所, 東京大学, 天文学コミュニティー, 教育機関等に幅広く配布された. 次年度に向けて広報用画像データの取得も行った.

その他のアウトリーチ活動

特別授業・見学・観望会

実施日時	実施場所・内容	人数	担当職員
5 月 20 日	犬山中学校総合学習	中学生 4 名	三戸, 青木
5 月 26 日	木曽星の会天体観察会	一般 5 名	青木, 樽沢, 森, 三戸
7 月 6 日	木曽町まちの案内人の会町内研修	一般 15 名	三戸, 森
7 月 21 日	名古屋市高年大学社会研究クラブ見学	一般 30 名	三戸
7 月 29 日	JR 東海ツアーズ見学	JR 職員と役場職員 4 名	三戸
8 月 17 日	おんたけ休暇村見学	一般 16 名	征矢野
8 月 22–23 日	第 8 回木曽の手仕事市	全体で一般 7000 名	三戸, 森, 小林, 青木, 征矢野
8 月 25 日	三岳中学校見学	中学生と一般約 20 名	樽沢
9 月 4–26 日	ほんとの夜と出会う秋 vol. 2	会期全体で一般 550 名	三戸, 森
9 月 6 日	キッズサイエンス 2015in トイーゴ (長野市)	小学生とその保護者 80 名 (イベント全体では 1300 名)	三戸
10 月 14 日	南箕輪村南殿地区社会福祉協議会見学	一般 44 名	樽沢, 青木
10 月 20 日	星を見る会 (名古屋市高年大学 OB) 見学会	一般 19 名	三戸
10 月 22 日	長野県経営者協会中信支部 D ブロック見学会	一般 15 名	三戸
10 月 31 日	木曽町ジュニアマイスター天体観察会	小学生とその保護者 77 名	青木, 征矢野, 樽沢, 森
10 月 31 日	キッズサイエンス長野高専 2015	小学生とその保護者約 90 名 (イベント全体では 1463 名)	三戸
11 月 12 日	島根県立松江北高校特別授業	高校生 41 名	三戸
11 月 13 日	サイエンスカフェin 松江	高校生と一般約 40 名	三戸
11 月 22–23 日	ギャラクシティ星空学校 ～木曽観測所親子天文教室	小学生とその保護者 18 名	宮田
1 月 26 日	松本市教育委員会寿公民館見学	一般 15 名	三戸
1 月 27 日	岐阜県立恵那高校天文学研修	高校生と教員 30 名	三戸
2 月 5 日	雪灯りの散歩路天体観察会	一般約 50 名	三戸, 森, 青木
2 月 6 日	開田高原かまくら祭り	一般約 20 名	三戸, 樽沢, 森

各メディアでの紹介

1. 新聞

2015 年 4 月 15 日	木曽町へ星空を見に行こう	市民タイムス
2015 年 5 月 16 日	宇宙を見つめて 東京大学木曽観測所	朝日新聞
	「ちり」撮った口径 105 センチ	長野県中南信地方版
2015 年 8 月 23 日	市民が支える 科学の進歩	日本経済新聞 全国版
	人手いる研究 有志が参加	
2015 年 11 月 21 日	27 日木曽合庁で超新星爆発語る 東大木曽天文台協力会	タウン情報
2015 年 11 月 29 日	木曽天文台での研究解説 東大大学院の諸隈助教	市民タイムス
2015 年 12 月 4 日	はやぶさ 2 「いってきます」	朝日新聞 全国版
	地球に接近, リュウグウへ進路変更	
2015 年 12 月 4 日	はやぶさ 2 行ってらっしゃい	読売新聞 全国版
	スイングバイ リュウグウへ旅立ち	
2015 年 12 月 4 日	はやぶさ 2 地球に最接近	中日新聞
	小惑星へ旅立ち, 18 年到着	
	「星の間駆け抜けた」 長野の観測所も撮影成功	
2015 年 12 月 4 日	はやぶさ 2 小惑星へ加速 地球に最接近 重力で軌道変更	信濃毎日新聞
	県内観測所でも撮影	
	信州の夜空 軌跡捉えた はやぶさ 2 最接近	
2015 年 12 月 4 日	「はやぶさ 2」撮影成功 木曽町の東大観測所	市民タイムス
2016 年 3 月 23 日	高校生が天体観測 銀河学校 25 日まで 東大観測所	市民タイムス
2016 年 3 月 23 日	星空の向こう 広がる未来	信濃毎日新聞
	「銀河学校」に県内外の中高生	長野県中南信地方版

2. 雑誌

木曽観測所および名古屋大学太陽地球環境研究所	パリティ	2015 年 7 月号
特別公開のお知らせ	天文月報	2015 年 8 月号
	月刊星ナビ	2015 年 8 月号
	月刊天文ガイド	2015 年 8 月号
「銀河学校 2016」参加者募集	パリティ	2016 年 1 月号
	天文月報	2016 年 1 月号
	月刊天文ガイド	2016 年 1 月号
	Newton	2016 年 2 月号
	日経サイエンス	2016 年 2 月号
	月刊星ナビ	2016 年 2 月号
質問コーナーでの 写真「アンドロメダ銀河」使用	子供の科学	2016 年 2 月号

3. テレビ

2015 年 4 月 2 日	「私の宇宙絶景」松本零士	NHK BS プレミアム
	(アンドロメダ銀河の写真使用)	コズミックフロント☆ NEXT
2015 年 12 月 4– 5 日	Tomo-e PM による	NHK ニュース 7
	はやぶさ 2 スイングバイ観測	NHK ニュースウォッチ 9
		TBS ニュース 23
		フジテレビ みんなのニュース
		日本テレビ Oha!4
2016 年 2 月 6 日	NHK ドラマ「木曽オリオン」 再放送	NHK 総合テレビ＜全国放送＞

4. Web ニュース

2015 年 12 月 1 日	「Tomo-e Gozen」試験機ファーストライト 世界初の超広視野高速 CMOS カメラ目指す	アストロアーツ 天文ニュース
2015 年 12 月 4 日	Tomo-e PM による はやぶさ 2 スイングバイ観測	NEWSALT, ITmedia ニュース Hazard lab, 信毎 web, 毎日新聞 YOMIURI ONLINE, libedoor news

5. 書籍

2015 年 7 月	書籍 「星が「死ぬ」とはどういうことか」 田中雅臣 (著) 写真「アンドロメダ銀河」使用
2015 年 12 月	書籍 「現代天文学史」 小暮智一 (著) 写真「105cm シュミット望遠鏡」使用
2015 年 12 月	書籍 「谷口少年、天文学者になる」 谷口義明 (著) 写真「木曽観測所のドーム夜景」「105cm シュミット望遠鏡」使用

木曽星の会

5 月 16 日	木曽教育会総集会 講演会 後援 「宇宙の一番星を探せ！」 谷口義明氏（於：上松町ひのきの里総合文化センター）
5 月 16 日	星の会総会（於：上松町公民館）
5 月 26 日	星空撮影の勉強会 （於：木曽観測所）
8 月 8 日	木曽町合併 10 周年記念 星降る里 PR 事業 星空風景写真撮影講習会（講師：大西浩次氏, 於：木曽観測所） 木曽町の星空風景写真・動画募集
8 月 8–9 日	木曽観測所 特別公開への協力
9 月 4 日–9 月 26 日	観光イベント「ほんとの夜と出会う秋」 星空案内人（於：木曽馬の里）
9 月 19 日–20 日	山ガール御嶽登山と星空観察への協力 (於：石室山荘) (主催：木曽町観光協会, おんたけロープウェイ)
2 月 6 日	かまくら祭り 講演会（三戸）, 星空観察会

3.3 施設, 設備

3.3.1 観測所

木曽観測所は, 山頂の主要施設 (通常はこれを木曽観測所と呼ぶ) と上松町の上松連絡所から成る. 山頂の主要施設は, 海抜 1120 m, 長さ約 1 km の尾根に位置する木曽町, 王滝村, 上松町の三ヶ町村にまたがり, 村有, 組合有, 共有, 個人有 等からの借地に置かれた本館, シュミット観測室, 夜天光観測室 等から成る. 本館は, 事務室, 研究室, 仮眠室, 食堂, 測定機室, 実験開発室, 写真暗室, 変電室, ボイラー室 等からなる. シュミット観測室は, シュミット望遠鏡を入れるドームとその関連設備を内包する. シュミット望遠鏡の中心不動点は, 海抜 1130 m, 測地位置 9 時 10 分 30.8 秒, +35 度 47 分 38.7 秒である.

	建築延面積	建築年
本館	1,285 m^2	1974 年
画像処理室	71 m^2	1985 年
学生実習室 (プレハブ)	29 m^2	1991 年
シュミット観測室	701 m^2	1974 年
夜天光観測室	105 m^2	1974 年
夜天光赤道儀室	18 m^2	1974 年
揚水ポンプ室	8 m^2	1974 年
圧力ポンプ室	19 m^2	1974 年
教育・共同研究室	82.9m^2	2004 年
建物小計	2,319 m^2	
敷地小計	64,822 m^2	(借地)

- 上松連絡所及び職員宿舎 〒 399-5607 長野県木曽郡上松町大字小川 1935 番地

	建築延面積	建築年
上松連絡所	72 m^2	1974 年
職員宿舎	256 m^2	1977 年
建物小計	328 m^2	
敷地小計	686 m^2	(個人有の借地)

- 建物, 敷地総面積

  建物合計 2,564 m^2

  敷地は次のように三ヶ町村に跨がっている.

町村	面積	建物
木曽町	32,605 m^2	観測所
王滝村	27,494 m^2	観測所
上松町	4,723 m^2	観測所
上松町	686 m^2	連絡所・職員宿舎
敷地合計	65,508 m^2	

3.3.2 105cm シュミット望遠鏡

	直径	厚み	材質	重量
補正板	105cm	2cm	UBK7	48kg
主鏡	150cm	24cm	CERVIT	1350kg

	頂角	直径	分散 (於 Hγ/A band)	重量
対物プリズム 1	2°	105cm	800/3800 Å/mm	121kg
対物プリズム 2	4°	105cm	170/1000 Å/mm	245kg

焦点距離 330cm	像スケール 62.6 秒/mm
口径比 F/3.1	視野 6° × 6°

3.3.3　K.3T

木曽観測所 30cm 望遠鏡 (**K**iso 0**.3**m **T**elescope) は, 変光天体を長期にわたって観測し, 研究するための望遠鏡として開発された. 変光観測には, 長期にわたった反復的, 規則的な観測が必要であるため, 簡単で, 効率よく望遠鏡を制御できるシステムの構築が, その成果を大きく進展させる. この観点にたち, **K.3T** はあらかじめ決められたスケジュールにしたがって観測が自動的に進められる望遠鏡として製作された.

スケジュールはテキスト形式のファイルに, 望遠鏡駆動, 望遠鏡位置補正, CCD 露出, フィルター交換, フォーカス調整などといったコマンドを記述することで設定される. 望遠鏡位置補正は, 実際に CCD でとられた画像内の星の位置と, USNO カタログを比べ, 望遠鏡の正しい位置をもとめ, 望遠鏡位置を補正することで実現されている. 実際の観測で, この位置補正の精度が 1 分角以内であることを確認している.

望遠鏡の遠隔制御は, インターネットを介しブラウザを用いて行うことができる. そのため観測者は計算機の種類や, ネットワーク環境にとらわれずに, 観測をおこなうことが可能となっている. この遠隔制御の根幹をなす部分は, Java 言語をもちいて製作された.

また, 一般教育活動の一環として, 『銀河学校』, 『星の教室』, 『特別公開』などの際, 観望用望遠鏡として公開している.

主な仕様

検出器	MUTOH CV16II 1536 × 1024pixels
画素サイズ	9μm × 9μm
	2 × 2 で binning して使用
受光面サイズ	13.8mm × 9.2mm (望遠鏡視野で $17.3' \times 11.5'$)
分解能	1.35”/pixel
データサイズ	FITS 形式 771KB/フレーム
望遠鏡架台	SHOWA 25E 赤道儀
観測の目安	S/N 55, Rc=14mag., 300s

3.3.4 広視野カメラ KWFC

装置仕様

検出器	MIT/LL 製 2048 ×4100 ×4 台
	SITe 製 ST-002A 2048 ×4096 ×4 台
画素サイズ	15 μm × 15 μm
受光面サイズ	30mm×60mm
画素スケール	0.946”/pixel
視野	2.2°×2.2°
最短露光時間	0.1 秒
読み出し雑音	MIT-CCD: 5-10 e^-
	SITe-CCD: 20 e^-
読み出し時間	120 秒
暗電流	<5 e^-/hour/pixel
CCD 動作温度	-105 ℃
変換効率	∼2.2e^- /ADU
データサイズ	FITS 形式 128MB/フレーム
シャッタ	2 枚羽スライド式シャッタ
大型フィルタ	16cm 角 Johnson-Cousins BVRI, SDSS ugriz, Hα
中型フィルタ	2kCCD 用フィルタの一部も使用可（web ページ参照）
フィルタ交換	ロボットアーム (三菱 RV-2SQ) による搬送方式 12 枚格納可
フィルタ交換時間	45 秒
デュワ窓材	直径 220mm BK7, フラットナとして利用
冷凍機	岩谷瓦斯製パルスチューブ式 PDC-08 (8W/77K)
補助真空装置	Varian 製イオンポンプ VacIon Plus-20
温度コントローラ	Lakeshore model 330M
CCD コントローラ	Kiso Array Controller(KAC) システム
制御用計算機	Linux PC (Intel Corei7 920 2.67GHz CPU, DDR3 DIMM 3GB メモリ,
	480GB SSD, Cent-OS 5.5)

3.3.5 遠隔自動観測システム

観測条件判定プログラム

木曽観測所屋上の気象観測機器 (観測サポート機器を参照) によって約 1 分おきに取得される気象情報とその時の太陽高度から観測の可否を判定し, 自動で観測キューの開始, 停止が可能となっている. 表 3.3 に観測の開始・再開条件および終了・中断条件を示す. 太陽高度が-8° 未満であり, すべての気象データが観測開始・再開条件を満たした場合にはドームスリットを開け, キューシステムの動作を開始することで登録されている観測コマンドが順次実行される. また, 太陽高度が-8° を超えるか, どれか 1 つでも気象データが観測中断・終了条件を満たした場合には, ドームスリットを閉め, キューを休止状態とする.

VPN 接続 Web ユーザーインターフェース

観測者が天体の座標や露出時間等の観測パラメーターを登録したり, 撮像したデータを検索・ダウンロードするためのユーザーインターフェースとして,Web ベースのシステムを構築している. 観測者は木曽観測所の VPN サーバーに接続し, そこから専用の Web ページに観測者ごとに発行される ID とパスワードを用いてログインする. VPN サーバーには YAMAHA の RTX-810 を用いており, VPN プロトコルには L2TP/IPsec を採用している. 学外の観測者も利用する関係からセキュリティの確保のため, VPN で接続できるネットワークは所内のネットワークとは隔離されたセグメントとなっており, 直接の接続はできない. 所内の計算機上にある

表 3.3: 観測の開始・再開条件および終了・中断条件

判定項目	開始・再開条件	中断・終了条件
雨滴	雨滴を検知したセンサ数が 0	雨滴を検知したセンサ数が 1 以上
湿度	94%未満	95%以上
霧	視程 3500m 以上	視程 2500m 未満
視程の時間変化（10 分間の最大最小値の差）	10 分間の平均に対して 20%以下	10 分間の平均に対して 25%以上
雲（外気温から推定した快晴時の放射強度と観測された放射強度の比）	1.0 以下	1.05 以上
太陽高度	-8° 未満	-8° 以上

観測用の Web ページには専用のプロキシサーバー経由でアクセスする.
観測パラメーターの登録用 Web フォームでは観測天体の情報（名称・位置）や観測の詳細（露出時間, 読出しモード, フィルターなど）を登録できるほか, 観測時刻や天体を観測する高度の閾値, 観測の優先度などの条件も設定することが可能である.
観測データの検索・ダウンロードページでは, 観測天体のデータにはログインした観測者の観測課題のデータのみにアクセスできるようになっている. ただし, バイアスやフラット画像などキャリブレーション用のデータには, ログインした ID には関係なくすべてのデータが利用できるようになっている.
標準的な VPN(L2TP/IPsec) と Web ベースのシステムにより, 特に専用のクライアントソフトウェア等に依存することなく利用することができ, スマートフォン等の端末から観測パラメータを登録し観測を行うことも可能である.

観測コマンド自動生成プログラム

前節の Web システムから観測者が登録した観測天体リストから, 指定された観測時刻, および観測すべき高度の条件を満たしている天体を選び出し, 観測可能な残り時間や観測可能になるまでの時間などから, 観測する順序を自動決定し, 観測の優先度の高い天体から順に撮るように, 観測コマンドが自動的に生成される. 図 3.40 にコマンド生成のフローを示す. 自動生成される観測コマンドでは, CCD の読み出し時間に次の天体へのポインティングやフィルター交換を行うようになっており, 通常のコマンドを逐次実行するよりも高効率の観測が可能である.
観測コマンド自動登録システムでは, 1 回に 4 つのコマンドをキューシステムに登録し, コマンドの終了予測時間後に, 観測天体リストから観測済みの天体を除去し観測順を再評価し, 新たな観測コマンドをキューシステムに登録する. これは, 観測条件の自動判定システムによって観測が中断されることがあることや, 観測者が観測天体リストを観測途中で変更することがあるため, 定期的に観測順を再評価することが必要となるためである.

3.3.6　観測サポート機器

赤外線全天カメラ

木曽観測所では夜間の天候確認のための赤外雲モニタを 2003 年に完成, 運用を続けている. モニタによって得られた雲画像は, システム PC によって自動解析され, 雲量データ画像の形で結果が得られるようになっている. この結果は本館内のネットワークを通じて観測所内すべての計算機から見ることができるとともに, 気象監視 PC に保存, 気象監視データベースに記録されている. また, このデータはデータアーカイブ SMOKA にも供給している.

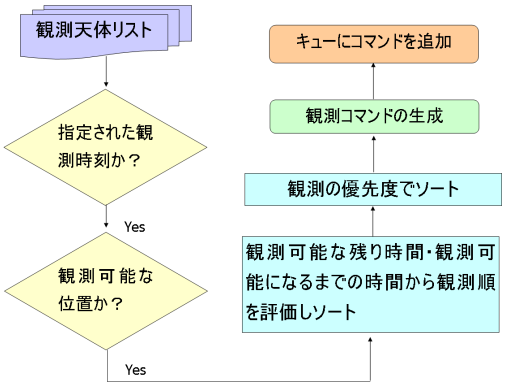

図 3.40: 観測コマンド生成フロー

全天鏡	カセグレンタイプ全天鏡 (国立天文台と共同開発), 入射窓 ϕ40 タイプ
入射窓	Geϕ40 mm t3 mm 表面 DLC コート裏面反射防止コート
カメラ	AVION 製 IR-30
制御 PC	himawari (Vine Linux)
画像取込ボード	GV-BCTV5/PCI (I/O データ製)
観測範囲	天頂角 0-70 度の範囲
観測波長	8-12 ミクロン
観測頻度	5 分に一度画像を取得, 自動解析
設置場所	木曽観測所本館屋上

赤外線放射計

上空の赤外線放射温度を測定する機器 AAG CloudWatcher を観測所本館屋上に設置し, ほぼ天頂まわりの空の 72 度の赤外線放射を測定している. 毎分 1 回の頻度で気象監視データベースへ記録するとともに, 観測者の閲覧可能な web ページでの表示を行っている. この他にも気温, 風速の測定, および雨滴検知を行っている.

制御 PC	orihime (CentOS Linux)
観測範囲	天頂角 0-36 度の範囲
観測波長	8-12 ミクロン
観測頻度	1 分に一度測定
設置場所	木曽観測所本館屋上

可視全天カメラ

夜間の天候確認のための可視全天カメラを 2012 年に完成させた. 可視全天カメラの仕様は以下の通り. 10 分に 1 回の頻度で撮影を行い, 気象監視データベースへ記録するとともに, 観測者の閲覧可能な web ページでの表示を行っている. その晩の天候, 特に雲の分布を知るのに役立っている.

霧センサ

主に夜明け前に現れる霧を検知するための Optical Sensors 社の霧センサ Sten Löfving を 2013 年に導入した. 木曽観測所では夜半過ぎに霧が上がってくることが多く, これを感知し, 望遠鏡およびカメラを守るために

カメラ	Nikon D810
制御 PC	camera_control (Ubuntu Linux)
観測範囲	天頂角 0-90 度の範囲
観測波長	可視
観測頻度	10 分に一度画像を取得
設置場所	木曽観測所本館屋上

設置した. 毎分 1 回の頻度で visibility データ (0-10000m) を取得し, 気象監視データベースへ記録するとともに, 観測者の閲覧可能な web ページでの表示を行っている. 霧センサの仕様は以下の通り.

制御 PC	orihime (CentOS Linux)
レーザー出力	5 mW 以下
レーザー波長	650 nm
設置場所	木曽観測所本館屋上

気象ステーション

Vaisala 社ウェザートランスミッター WXT520 を設置し, 風速, 風向, 雨量, 温度, 湿度, 気圧を毎分 1 回の頻度で測定し, 気象監視データベースへ記録するとともに, 観測者の閲覧可能な web ページに表示している.

制御 PC	orihime (CentOS Linux)
設置場所	木曽観測所本館屋上

視野カメラ

シュミット望遠鏡の指向方向の天候 (主に雲) を素早く知るために, シュミット望遠鏡の鏡筒中央部の南側側面に視野カメラを設置した. 5 秒おきに撮影を行い, 観測者が閲覧可能な web ページにおいて画像を表示している. また, 気象監視データベースへ毎分 1 回の頻度で画像を記録している.

カメラ	Panasonic DG-SP509 (2.2μm, 2048 $\times$ 1536 ピクセル)
視野	3.04 deg $\times$ 2.28 deg
フィルタ	なし
露出時間	16/30 秒
制御 PC	orihime (CentOS Linux)
設置場所	シュミット望遠鏡鏡筒

監視カメラ（屋内, 屋外）

ドーム内 5ヶ所, ドーム内観測室 1ヶ所, 本館観測室 1ヶ所, ドーム外 1ヶ所, 鏡筒内 1ヶ所の計 9ヶ所に監視カメラを設置している. 主な目的は, 観測時のドーム内の安全確認やフィルター交換機構ロボットの動作確認等であり, 遠隔観測を視野に入れた整備の一環として設置した. 画像は毎分 1 回取得し, 気象監視データベースへ記録するとともに, 観測者が閲覧可能な web ページに表示している.

カメラ	Panasonic BB-SC384
	Panasonic BB-HCM715
	Panasonic BB-SC384
	Panasonic DG-SP305
	Panasonic BL-C111
制御 PC	orihime (CentOS Linux)
設置場所	観測所内各所計 9ヶ所

新雨露センサ ×6 台, 旧雨露センサ ×1 台+警報機

アスザック社製雨センサ AKI-1805 を計 7 台設置した. うち 1 台は警報機に接続され, 雨滴を検知すると, 警報が鳴る. また他の 6 台は気象監視用に使用しており, 毎分 1 回の頻度でデータを取得し, 気象監視データベースへ記録するとともに, 観測者の閲覧可能な web ページでの表示を行っている.

制御 PC	orihime (CentOS Linux)
センサ	AKI-1805
設置場所	木曽観測所本館屋上

- 前気象ステーションの退役
  新しい観測支援機器の設置に伴い, 旧望遠鏡視野カメラ, 旧気象ステーションの運用を停止した. 既存のドーム内監視用 Web カメラと雨露センサ（警報機付き）はしばらくの間, 新観測支援機器と併用して使用を続ける.

観測レポートシステム

観測者と観測所の意志疎通を円滑にし, 問題点に的確に対応できるように, 観測レポートシステムの運用を行っている (2004 年 11 月より). これは WEB ベースのレポートシステムであり, 観測所内のどこからでもレポート作製が可能である. 作製されたレポートは全スタッフに配布される.

3.3.7 計算機/ネットワーク

木曽観測所では観測およびデータの整約用に以下のような計算機を運用している.

1. **望遠鏡/観測装置制御用計算機群**
   望遠鏡やドームなどを制御する計算機群は, 2013 年度に制御系更新を行った際に大幅に変更された. 従来複数台のワークステーションで行っていた望遠鏡等の制御は 1 台の Windows PC で行えるようになった. 望遠鏡制御計算機では望遠鏡, ドーム, およびドームフラット用ランプ・ND フィルターの制御用プログラムが動作し, 所内のネットワーク経由で望遠鏡等の制御コマンドの実行とステータスの取得を行うことが出来るようになっている. 観測装置制御計算機は KWFC やフィルター交換機構の制御 PC が用意されている. これらの計算機は相互に通信を行ない, 本館の観測室から遠隔操作で効率的な観測を行うことができる.

2. **観測用計算機群**
   観測に用いる計算機は, (1) 望遠鏡や観測装置の制御用計算機に観測指令を送るための観測制御算機（この計算機は取得した画像の簡易解析も行っている） (2) 撮影した画像データや気象観測機器から取得した気象データ等を保存・表示するデータ・Web サーバー用計算機 (3) ドームや観測室内の監視カメラ

画像の表示と音を聞くための専用計算機（Windows）から成っている．特に, (1) 及び (2) の計算機は大量のデータを扱う上に簡易解析などを行うことから高性能な計算機が必要となっている．これらは導入後５年を迎えようとしているため, 2016 年度内に新しい計算機に移行する予定である．

3. **教育/研究用共用計算機**
木曽観測所では各大学の大学生, 大学院生向けの天文学実習や, 銀河学校, 星の教室などの高校生向け天文学実習などに利用する計算機を 11 台用意している．2013 年度に旧計算機のリプレースを行い，WindowsPC を新たに導入した．ソフトウェア環境の整備省力化のため, Windows 8 が動作する PC 上の仮想環境で Ubuntu Linux を動作させている．Windows 環境には FITS 画像解析のためのマカリ, ds9 の他, MSOffice がインストールされている．また, Linux 環境では IRAF が使用可能となっている．台数が増えたことおよびより高速な計算機になったことで, 大学生の観測実習のように KWFC の大きな画像を扱う大人数での実習が円滑に行なえるようになった．

4. **SMOKA (Subaru Mitaka Okayama Kiso Archive)**
木曽観測所で観測された KWFC, 2KCCD, 1KCCD 及び KONIC の観測データはアーカイブされ, 公開規則に則り広く一般に公開されている．アーカイブデータの運用に関しては, データベースの構築を含め, 国立天文台天文学データ解析計算センターの全面的な協力を得て行なわれている．データ解析計算センターでは観測データから観測天体, 観測者名などのヘッダ情報をデータベース化し, 1 年以上経過した観測データの各種情報を公開し, 観測データを請求に応じて配布する作業を行っている．2014 年度内に SMOKA を介して木曽観測所関連のデータ利用申請は延べ 42 件あり, 1KCCD のデータは 580 フレーム, 2KCCD のデータは 6773 フレーム, KWFC のデータは 4316 フレームの利用があった．

3.4　運営, 管理

3.4.1　滞在者数

所属機関	延人数 (人)	滞在期間 (人・ 日)
東京大学 (天文センター)	24	259
東京大学 (センター以外)	29	115
国立天文台	10	41
他大学・他機関	88	280
外国	3	12
高校生	218	292
その他	30	33
計	402	1032

3.4.2　日誌

2015　7. 3　内部監査
7. 13–14　木曽シュミットシンポジウム (於:上松町公民館)
8. 8–9　木曽観測所特別公開 (於:木曽観測所)
8. 24　産業医巡視
10. 16　木曽観測所共同利用相談会 (於:天文学教育研究センター)
10. 20　施設修繕カルテ現地調査
11. 24　Tomo-e PM ファーストライト
11. 27　天文台協力会（於:合同庁舎）
2016　3. 22–25　第 19 回 銀河学校

3.4.3 役務, 営繕工事等

2015 年	9 月	夜天光観測室壁天井修繕
	9 月	火災報知器保守点検
	9 月	給湯ボイラー点検整備
	9 月	浄化槽法定検査
	9 月	道路補修工事（第 1 ゲート〜第 2 ゲート）
	11 月	廃棄試薬処理
	11 月	道路補修工事（第 2 ゲート〜本館）
	11 月	研究棟屋根他改修工事
	11 月	ボイラー室換気扇取付
	12 月	セレナ車検
	12 月	上松宿舎 給水栓・水抜栓バルブ交換
2016 年	1 月	ドーム低圧ブレーカー・電磁接触器交換
	2 月	上松宿舎 出入口建具取替
	3 月	仮眠室洗面台水栓取替（7・9・11 号室）
	3 月	浄化槽清掃 (し尿処理)
	3 月	火災報知器保守点検

3.4.4 環境安全衛生

1. **産業医の巡視**
   8 月 24 日　黒田産業医、吉田環境安全管理室
   He ガスボンベのラベルの取り付けのほか通路の確保など 11 点の指摘事項があった.
   速やかにすべての処置を行い報告した.

2. **廃棄試薬処理**
   11 月 13 日　保管中であった廃棄試薬 52 点を業者に依頼し廃棄処理した.
   11 月 19 日　保管中であった水銀使用機器 2 本を理系管理業務に持ち込み廃棄処理した.
   (樽沢、環境安全管理室)

3. **廃棄乾板処理**
   2016 年 2 月 2 日　自動車にて本郷に持ち込み廃棄処理した. (青木)

3.4.5 望遠鏡とドームの保守, 整備

今年度の保守・整備期間は 6 月 22 日から 8 月末までを割り当てた. 例年, 梅雨の時期に望遠鏡やドームの保守・整備を行なっている. 今年度は整備期間以降を含め一年を通しての保守・整備を行った. 例年行っている望遠鏡の補正板拭きやドームの架線点検及び, グリスアップなど予定された項目は殆ど行うことができた. 今年度も望遠鏡の指向精度及び星像流れ問題への対応を重点的に行った. これらについては別項を設けて詳しく述べているので, ここではそれ以外の項目についてまとめる.

その他のメンテナンス作業等

- 御嶽監視カメラの設置（5 月–6 月）
  征矢野は御嶽山の噴火と噴煙の監視を行うため，御嶽監視カメラを設置した．パンやズームが可能なカメラで，ドーム東のガードレール沿いにポールを立て設置している．また，青木は定点カメラをドーム外壁に取り付け，常時御嶽山の方角を監視している．この機種はパンやズームはできないが，撮影したカメラ画像は今後リニューアルする予定の木曽観測所 HP に掲載することを考えている．

- ドーム回転異常・ドームスリット開閉不具合（8 月）
  8 月 2 日の観測中にドーム上部駆動系に電源を供給している主ブレーカーが落ちて，ドーム関連の制御が全くできない不具合が発生した．原因は明らかになっていないが，ドーム回転時に大きな電流が流れたことで遮断したものと想像される．復旧にはメインブレーカーのスイッチを入れ，電源を再投入することで復帰させることができた．この主ブレーカーは旧タイプで交換時期を過ぎていたため，1 月に新型ブレーカーに交換した．その後は同様の不具合は発生していない．一方，ドームスリットの開閉はスリット上下に設置したリミットスイッチ各 4 個で判断している．ドーム開閉モーターはドーム閉の指令を受けると稼働するが，上下左右 4 ケ所のリミットスイッチ全てが ON にならないとモーターが止まらないことが分かっている．今回の不具合時にも，リミットスイッチを乗り越えたためこの症状が発生した．今回の場合は，一旦ドームを開けた後再度閉めることで不具合を解消したが，今後とも同様の不具合が発生することが考られるため，先ずはドームスリット開閉駆動のロジックを変更することを手始めに，最終的にはドーム回転駆動方式の改修も行って行きたいと考えている．

- 観測用計算機の HD 復旧（8 月）
  観測所の保守・整備期間中に観測用計算機のディスクが不調となり， 猿楽，青木，前原（国立天文台）が復旧作業を行った．この計算機はキュー観測の実行や VPN 接続などの主要な役割を担っており，このマシンが正常に動作しない場合はリモート観測が実行できなくなる．マシンの復旧には新たなディスクに再インストールする方法で対応した．今後もディスクの故障が起り得るので，予め観測用計算機の予備機を用意し，観測のロス期間を最短で済ませるよう，バックアップ体制を整えていく予定である．

- 望遠鏡 DEC 軸モーター過負荷エラー（10 月）
  望遠鏡の DEC 軸モーターは，以前から観測中に駆動モーター過負荷エラーが発生し，観測が中断することがあった．この現象は今年度に入ってからも何度か発生している．キュー観測や自動観測で望遠鏡がストップした際には望遠鏡制御 PC の制御画面からエラーのリセット処理を行う．しかしながら VPN を介したログインがネットワークや装置の不調により利用できない場合には，これらのエラー対応処理が行えなくなる．青木，征矢野，樽沢はモータードライバの設定調整を行うなど，過負荷エラーが発生し難いシステムにするための方法を検討中である．また，DEC 軸のウオームギアとウオームホイールの滑りが悪いため過負荷エラーが発生している可能性もあったため，ギアグリスを専用のグリスに変え定期的にグリスアップの必要があるかチェックしている．

- ドーム位置検出異常（2 月）
  2 月 8 日明け方の観測で, ドーム回転が止まらない不具合が発生した．青木，征矢野，樽沢で状況を調査したところドームエンコーダーの傘歯車が噛み合っておらず，ドームは回転するがドーム位置が変化しないためドームが指令位置まで到達しないことが原因であった．なぜ歯車の噛み合わせがズレたのかは検証できなかったが，ドーム外周のピン数本が曲がっており，非常に強い力が加わったような痕跡があった．修理はエンコーダーの台座にスペーサーを挟み，歯車の軸調整を行うとともにドーム外周のピンの曲がりを修正して全周で歯車が正常に回ることを確認した．昨年度にも外周のピンが曲がる故障が発生していたが，本格的な原因究明には至っていない．次年度の保守・整備期間に再調査を行う予定である．

3.5 所員

3.5.1 教員および職員

教員および常勤職員

土居 守 (教授, 所長)
小林 尚人 (准教授, 副所長)
宮田 隆志 (准教授)
酒向 重行 (助教)
諸隈 智貴 (助教)
青木 勉 (助手)
征矢野 隆夫 (助手)
樽沢 賢一 (技術職員)

非常勤職員

中地 紀子 (技能補佐員)
森 由貴 (学術支援員)

研究員

三戸 洋之 (特任研究員)
猿楽 祐樹 (特任研究員)

3.5.2 外国人来訪研究者

Yoonyoung Kim	ソウル国立大学	2015/4/1–6
Yuna Kwon	ソウル国立大学	2015/4/1–6
Giuseppe Bono	ローマ大学	2016/2/8–10

3.5.3 木曽観測所共同利用相談会 (東京大学天文学教育研究センター, 2015/10/16)

相談会メンバー

吉井 譲 (センター長)	
土居 守 (観測所長)	小林 尚人 (観測副所長)
尾中 敬 (東京大学)	渡部 潤一 (国立天文台)
富田 晃彦 (和歌山大学：欠席)	中西 裕之 (鹿児島大学)

3.5.4　記録事項

1. 科学研究費補助金等

吉田 道利	科学研究費補助金　新学術領域研究（研究領域提案型）(2012-2016)
(本原 顕太郎 分担)	「重力波天体の多様な観測による宇宙物理学の新展開」
諸隈 智貴	科学研究費補助金 若手研究（B）(2013-2015)
	「超新星ショック・ブレイクアウト可視光大規模探査研究」
酒向 重行	科学研究費補助金 若手研究（A）(2013-2016)
	「シリカで探る地球型惑星の巨大衝突の痕跡」
宮田 隆志	科学研究費補助金　基盤研究（A) (2013-2016)
	「二視野同時観測による中間赤外線時間軸天文学の開拓」
松永 典之	科学研究費補助金 基盤研究 (B) (2014-2016)
(小林 尚人 分担)	「近赤外線高分散分光観測による恒星組成解析の確立と銀河系研究への応用」
渡部 潤一	科学研究費補助金 基盤研究（A）(2014-2017)
(酒向 重行 分担)	「広視野高速カメラによる太陽系外縁天体の探査」
中川 貴雄	科学研究費補助金 基盤研究 (A) (2014-2017)
(小林 尚人 分担)	「赤外線高分散分光観測による活動的銀河核構造の解明」
中川 貴雄	科学研究費補助金 基盤研究 (A) (2014-2017)
(猿楽 祐樹 分担)	「赤外線高分散分光観測による活動的銀河核構造の解明」
小林 尚人	宇宙研搭載機器開発経費 (2015)
	「2-10μm 帯用高効率 Ge イマージョングレーティングの光学性能評価」
小林 尚人	国立天文台 TMT 戦略基礎開発研究費 (2015)
	「高効率 Ge イマージョングレーティングの性能評価」
土居 守	科学研究費補助金　新学術領域研究（研究領域提案型）(2015-2016)
	「可視光同時撮像による重力波天体の同定と出現環境の研究」
本原 顕太郎	科学研究費補助金　基盤研究（A) (2015-2019)
	「広波長帯域赤外線分光装置による銀河進化の観測的研究」

2. 委員その他

小林 尚人	理学系研究科・理学部 技術委員会 委員
小林 尚人	理学系研究科・理学部 男女共同参画委員会 委員
樽沢 賢一	本郷地区 過半数代表者選挙管理委員会 委員

3. 学部大学院講義

教員名	講義名	大学または大学院名	時 期
小林 尚人・松永 典之	基礎天文学観測	東大理学部	2015 年度夏学期
宮田 隆志	天体観測学	東大理学部	2015 年度夏学期
小林 尚人	天体輻射論	東大理学部	2015 年度冬学期
小林 尚人	恒星物理学特論	東大大学院理学系	2015 年度冬学期
宮田 隆志	全学体験ゼミナール	東大教養学部	2015 年度夏学期
酒向 重行	全学自由研究ゼミナール	東大教養学部	2015 年度夏学期
宮田 隆志	全学自由研究ゼミナール	東大教養学部	2015 年度夏学期
小林 尚人	全学自由研究ゼミナール	東大教養学部	2015 年度夏学期

4. 学生・大学院生指導

教員名	課程	学生・大学院生氏名	研究テーマ
小林 尚人	博士課程（D3）	福江 慧	銀河中心セファイドの元素組成の研究
小林 尚人	博士課程（D3）	泉 奈都子	銀河系外縁部の星形成の研究
小林 尚人	修士課程（M2）	高橋 晴香	近傍 gas-rich 矮小銀河の Hα 撮像観測

5. 学位取得

福江 慧　2016 年 5 月, 博士 (理学)
”Abundance Determinations of Classical Cepheids in the Galactic Center with Near-infrared High-resolution Spectroscopy”

泉 奈都子　2016 年 3 月, 博士 (理学)
”Star formation in the outer Galaxy”

高橋 晴香　2016 年 3 月, 修士 (理学)
”Extremely gas-rich 矮小銀河における星形成の観測的研究”

6. 国外出張

小林 尚人　2015/07/19–07/26
Aryabhatta Research/インド
近赤外高分散分光器 WINERED の開発に関する調査

酒向 重行　2015/10/05–10/12
サンペドロデアタカマ TAO 山麓施設, TAO サイト/チリ共和国
チリ・アタカマにおける赤外線天文学に関する情報収集

小林 尚人　2016/03/17–03/29
ローレンスリバモア研究所/アメリカ合衆国,
チリ大学, カトリカ大学/チリ共和国
中間赤外高 Ge イマージョングレーティング製作技術情報収集