

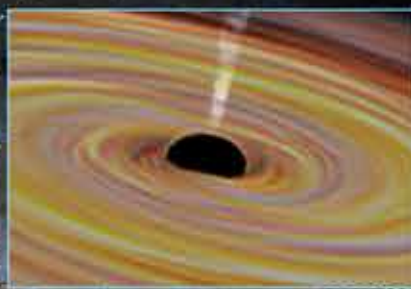
DEPARTMENT OF
ASTRONOMY
GRADUATE
SCHOOL
OF SCIENCE
THE UNIVERSITY
OF TOKYO

東京大学 大学院理学系研究科 天文学専攻・理学部天文学科



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

天の川銀河の本当の姿とは? MF NM



銀河とブラックホールの関係は? TT NK KS MF

銀河はどうして様々な姿をしているのか? TT NK KS MF

星間ダストの一生を理解する YA HU IS

星間物質は銀河内でどのように変化し循環するのか? YA MF IS NM

謎の突発天体の正体を暴く TT HU

超新星から探る極限状態の物理 TT HU

宇宙の灯台とは何か? NM

恒星はどのように

多様な惑星系はどのように

重力波の起源天体はどこにある? TT HU MF

恒星の内部はどのような構造になっているか? HU MT

なぜ恒星のなかには明るさや形を変えるものがあるのか? HU MT NM

人類の宇宙

暗黒物質・暗黒エネルギーの正体は何か? TT NK

宇宙最初の星はどのように形成されるか? TT NK HU

元素はどこでどのように作られるか? TT HU NM

銀河はいつどのように生まれたのか? TT NK KS MF

宇宙の再電離は何がいつどのようにひきおこしたのか? TT NK KS

銀河はどう成長してきたのか? TT NK KS MF NM

アイコンの説明：各テーマの担当教員

TT 戸谷研 MT 田村研 YA 相川研 NK 柏川研 KS 嶋作研

HU 梅田研 MF 藤井研 MT 高田研 IS 左近研 NM 松永研

形成されるのか? MT YA

生まれるのか? MT YA MF

宇宙空間における有機物の起源を探る YA IS

地球外にも生命はあるのか? MT YA IS

観を革新する

人類の宇宙観を革新する ～天文学の醍醐味

天文学は、最も歴史ある学問のひとつです。天文学者というと、望遠鏡で夜空を眺める浮世離れした人々というイメージをお持ちの方も多かもしれません。しかし現代の天文学は、その研究対象に基礎物理法則の探求や生命の起源をも包含しつつ、人類の宇宙理解のフロンティアを切り拓く、最もホットな学問分野のひとつなのです。

星や銀河、そして宇宙はいつどのように誕生したのでしょうか。宇宙の大部分を占めるダークマターやダークエネルギーの正体は？我々の体を作る様々な元素はどのようにつくられた？地球のような生命を育む場所は他にはないのでしょうか？こうした根源的な謎に答えようと、有史あるいはそれ以前から人類は宇宙に思いをはせ、知の地平を広げてきました。例えば地動説、相対性理論、ビッグバン宇宙論、系外惑星など、枚挙にいとまがありません。宇宙を舞台とする壮大なスケールでの人類の世界観の革新、それこそが天文学の使命であり存在意義といえるでしょう。

現代の天文学の最前線では、極めて微弱な遠方の天体を検出するために地上の巨大望遠鏡や人工衛星を用いています。それらに搭載されるのは最新工学技術を満載した検出器です。理論と観測が密接に相互作用しながら発展しているのも天文学の魅力で、観測データを理解す

るために大規模な数値シミュレーションも盛んに行われています。もちろん、理論でも観測でも最も重要なのは独創的で斬新なアイデアです。

天文学科の教育は、本郷の天文学教室と三鷹の天文学教育研究センターで行われており、幅の広い天文学分野をカバーできる体制を敷いています。センター附属の木曽観測所には口径1mのシュミット望遠鏡があり、学部教育にも利用されています。また、チリ・アタカマ高地では口径6.5mのTAO望遠鏡の建設が進んでいます。

現代天文学の基礎は物理学です。そのため、天文学科生は基礎物理学の講義を履修しつつ、天文学科の専門科目も履修してゆきます。3年次では観測実習などで実際に天文観測を行う機会もあります。4年生になると指導教員について研究グループに分かれ、課題研究に取り組みます。そこでは最先端の観測データや理論研究に触れることができます。

天文学は今後もますます大きな発展が期待される学問です。天文学科では、国内はもとより国際的に活躍し、世界の天文学を開拓していく優秀な人材を求めています。是非、大宇宙のロマンに挑戦してみてください。

学部教育・大学院教育

江戸時代の天文方（1684年設置）にも遡ると言われている東京大学の天文学教室（東京大学理学部星学科設立は1878年）は、現在、東大正門から見て安田講堂の背後に位置する理学部1号館の11階と10階にあります。教員数が10名と理学系研究科の中でも小さい教室のひとつですが、三鷹市にある天文学教育研究センターをはじめ、本学のビッグバン宇宙国際研究センター、総合文化研究科、宇宙線研究所、カブリ数物連携宇宙研究機構、さらに自然科学研究機構 国立天文台、宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所の合計30名以上の教員の協力を得て、東京大学の天文学教育・研究の中心的な役割を果たしています。学部学生の1学年あたりの定員は10名と少数精鋭で、アットホームな

雰囲気を楽しんでいる学生も多いようです。大学院は毎年約23名の修士を受け入れており、博士を取得する学生も毎年10名を越えています。国内全体で見ても、天文学教室をもち、学部から天文学の専門教育を行う大学は数が限られています。上述のように多機関協力による多数の教員数やカバーする研究テーマの豊かさは、国内外でトップクラスの水準といえます。さらに、自然科学研究機構 国立天文台や同アストロバイオロジーセンターとの連携などにより、学生が天文特有の装置開発、観測、データ解析などのトレーニングの恩恵を受けやすい環境にもなっています。

研究

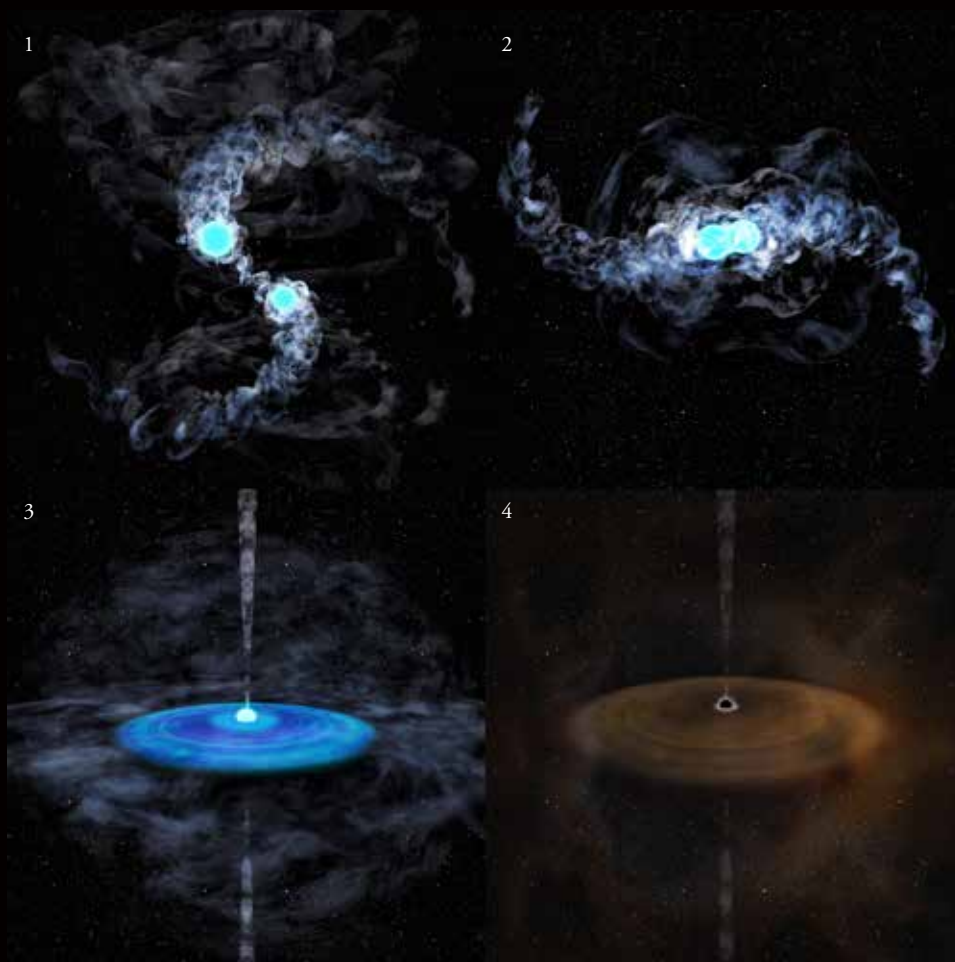
天文学は医学と並んでもっとも長い歴史をもつ学問です。宇宙の謎が多いように、その長い歴史の中で天文学の多様な分野が形成されてきました。科学の他分野でもそうですが、それぞれの分野には「旬」もあります。しかし、今の旬を後追いつけるだけでは「芸」がありません。天文学教室ではなるべく多様な分野をカバーできるような教員体制をとり、現在は、遠方銀河、高エネルギー現象、超新星、星間物

質・化学、恒星の振動、系外惑星という幅広い分野で世界的に第一線の研究を行っています。この順番はスケールの大きな順に並べただけであり、教室の方針として、天文学の一分野を先端化したり順位付けしたりしているわけではありません。また、いわゆる理論と観測という分類で見ても、本教室はほぼ半数ずつの分布です。このため、学生の広い興味に応えることができています。



連星中性子星の合体の想像図。合体後にできる降着円盤からのジェットが、ガンマ線バーストを生み出すと考えられている。

※4つのパネルは時系列



広大な宇宙は多様な極限天体を生み出す。
謎に満ちたそれらの天体の正体を暴き、さらにそれを道具にして宇宙史を明らかにする

超新星、ガンマ線バースト、高速電波バースト。謎の天体の魅力！

この宇宙では本当に多様な天体現象が日々、起きています。その中でも星の終末を飾る大爆発こそ、最も劇的なものと言えるでしょう。超新星は昔から知られる、星の最期の爆発の代表選手ですが、その超新星にも様々な種族があることが近年わかってきました。例えば、かつて「謎の天体」と呼ばれたガンマ線バーストは、非常に特殊な超新星や連星中性子星の合体が引き起こす、巨大な爆発であると判明しつつあります。そして、10年ほど前に発見された高速電波バーストは今、「謎の天体」として、世界中の天文学者を悩ませています。

これらの天体はそれ自体が魅力的であるだけでなく、明るく遠方の宇宙からでも発見できるため、遠方つまり昔の宇宙を探る道具としても重要です。遠方銀河までの距離を測る標準光源

として利用することで、暗黒エネルギーによる宇宙の加速膨張が発見されました。さらに、宇宙史の中でどのように星や銀河が作られてきたかを調べたり、さらには初期宇宙の物理状態をも探ることができるのです。

また、これらの天体が生み出す極限状態では、高エネルギーの粒子が加速され、地球に降り注ぐ宇宙線の起源となると考えられています。X線やガンマ線でこれらの天体を観測することで、可視光では決して見えない、激しい宇宙の姿が見えてきます。さらに近年では、連星中性子星合体からの重力波や、銀河中心核の巨大ブラックホールからのニュートリノなど、電磁波以外の手段で天体を見る「マルチメッセンジャー天文学」が花開きました。

当研究室では、理論研究を軸にしつつ、観測との連携も重視しています。そして宇宙全体を俯瞰する広い視野を持って、これらの様々な謎の宇宙現象に挑んでいます。

理学系研究科 天文学教室 教授

研究分野 天文学、宇宙物理学

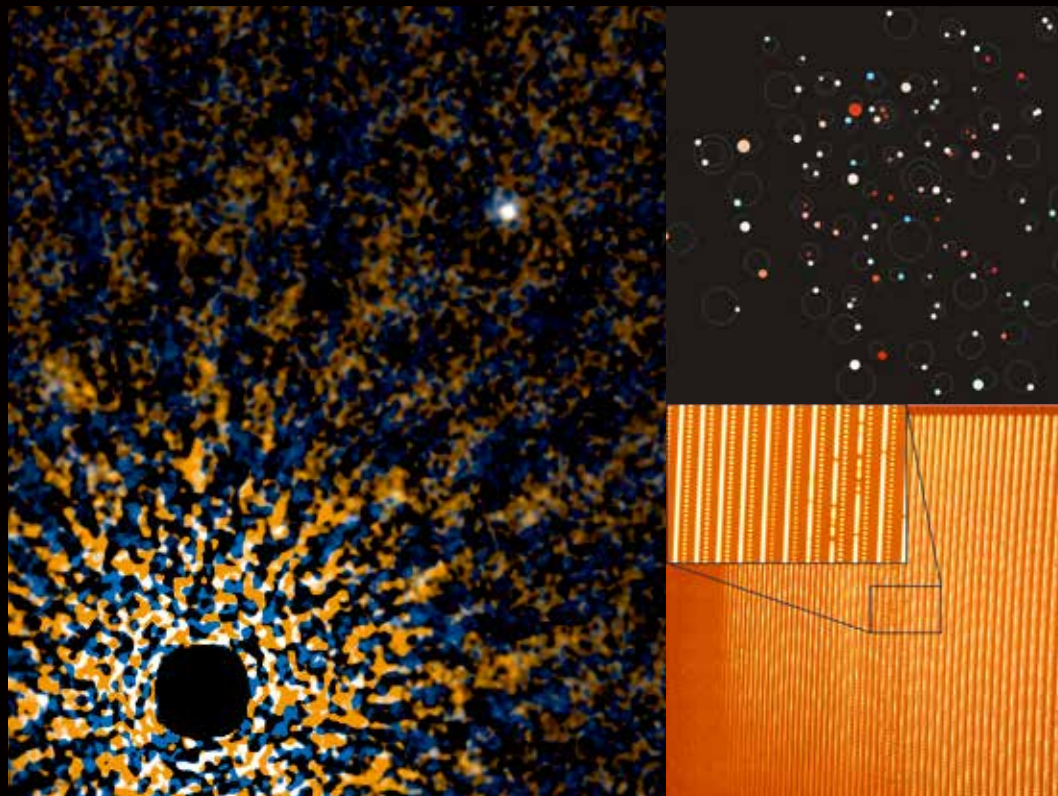
戸谷 友則



keyword 超新星、ガンマ線バースト、銀河、宇宙論、暗黒物質、暗黒エネルギー

戸谷 研

totani@astron.s.u-tokyo.ac.jp
<http://groups.astron.s.u-tokyo.ac.jp/totani/>



さまざまな手法で検出される系外惑星。

(左図) 太陽に似た恒星を周回する「第二の木星」の直接撮像による画像。左下の明るい恒星を隠すコロナグラフ技術により右上の小さな惑星が画像で発見された。

(右上図) 宇宙望遠鏡によるトランジット法で発見された系外惑星の軌道の模式図。

(右下図) すばる望遠鏡用に開発された分光器 IRD のデータ画像。赤外線ドップラー法により赤色矮星まわりの地球型惑星の探索を行う。

太陽系を超えて惑星を探索し、多様な惑星系や星間物質の観測的・開発的研究を進め、そこに生命の根拠を求めるアストロバイオロジーを展開している研究室です。

系外惑星の観測を柱とする アストロバイオロジー

太陽以外の恒星を周回する惑星（系外惑星）の観測は、現代天文学の最もホットな分野のひとつです。最初の確実な発見は1995年ですが確認された系外惑星の個数は既に4000個を超えました。これまでの系外惑星探索は、主星と惑星を分離して撮像しない「間接法」が主流でした。しかし、巨大望遠鏡に加え、地球大気の揺らぎをリアルタイムで補正し星像をシャープにする補償光学と、明るすぎる主星からの光を抑制するコロナグラフ技術など、近年の天文観測手法の発展により、巨大系外惑星に関しては、惑星そのものを直接に撮像し分光することが可能になりました。このように、天文学の新分野開拓には望遠鏡以外に装置開発も重要な鍵となります。本研究室では、観測と装置開発をバランス良く進め、最先端の系外惑星研究を進めています。

す。

すばる望遠鏡においては、直接観測による系外惑星および星周円盤の探索プロジェクト（SEEDS）が2009年に開始され、2015年にその主サーベイを完了しました。その結果、太陽型恒星まわりの巨大系外惑星の世界初の直接検出や、世界初の多数の原始惑星系円盤における空隙・渦巻腕の構造の発見などを輩出しました。さらに、近い将来の宇宙における生命探索の期待もあり、系外惑星探索もより小さな地球型惑星に向かいつつあります。そこで、本研究室では、すばる望遠鏡や長期間観測のための国内外望遠鏡を用いて、新しく地球型惑星探索のために赤外線分光器IRDや多色カメラMuSCATシリーズを開発し、地球近くにも多数ある軽い恒星（赤色矮星）まわりの生命居住可能領域にある地球型惑星（ハビタブル惑星）の探索も開始しています。

国内外の機関との交流も活発です。

理学系研究科 天文学教室 教授

研究分野 系外惑星・星惑星形成・星間物質（磁場）・

田村 元秀

アストロバイオロジー

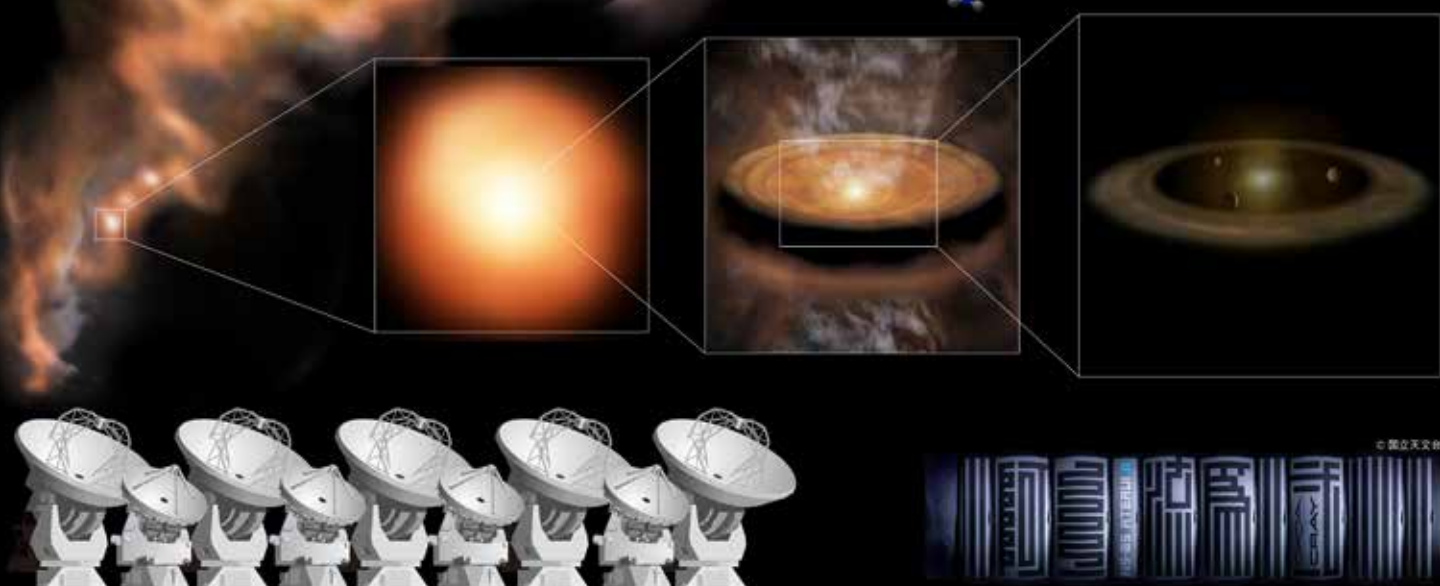


keywords 系外惑星、星・惑星系形成、星間物質、赤外線観測、観測装置、アストロバイオロジー

田村 研

motohide.tamura@nao.ac.jp
URL：田村元秀で検索

分子雲では、分子雲コアと呼ばれる高密度なガス塊の重力収縮により星が形成される。角運動量を持ったガスは直接星に降着できないので、若い星には円盤が付随する。この円盤の中で惑星系が形成される。



銀河内を漂う星間物質から惑星系形成まで理論と観測を組み合わせる研究をしています。

星・惑星系形成領域のアストロケミストリー

銀河内には星間物質が循環し、星の誕生と死が繰り返されています。主系列を離れた星からはガスが放出されます。このとき重元素の一部から固体のダスト微粒子も生成され、ガスとダストは星間物質として銀河内を漂います。星間物質には温度や密度の異なる複数の相が存在し、このうち分子雲と呼ばれる低温高密度な領域で次の世代の星が生まれます。

本研究室では星と惑星系の形成過程について、そこでの星間物質の化学的進化を中心に、数値シミュレーションと観測を組み合わせた研究を行っています。天文学と化学は意外な取り合わせに思われるかもしれませんが、分子の生成、解離、電離などは星間物理学の基礎過程です。星が生まれるには、星間物質が電磁波を放射して冷える必要があり、冷却効率はガスやダスト

の化学組成に依存します。また星と惑星系の形成過程の観測は、これら物質からの放射をとらえることで行われます。観測データから星と惑星系の形成過程を解き明かすには、天体形成の物理と物質の化学的変化を同時に考える必要があります。さらに星・惑星系形成領域のガスやダストはやがて形成される系外惑星系の材料となり、惑星の組成や大気など表層環境に直結します。

現在アルマ望遠鏡など最先端の観測技術により惑星系形成の現場である原始惑星系円盤の高空間分解能観測が進み、従来の惑星系形成理論を覆す新たな発見が相次いでいます。一方、近傍の系外銀河においてもさまざまな有機分子が検出、観測されるようになってきました。物理化学的素過程を共通の鍵として、銀河から惑星系まで異なるスケールの天体を横断的に研究できるのもこの分野の醍醐味です。

Yuri Aikawa

理学系研究科 天文学教室 教授 研究分野 星・惑星系形成、アストロケミストリー

相川 祐理

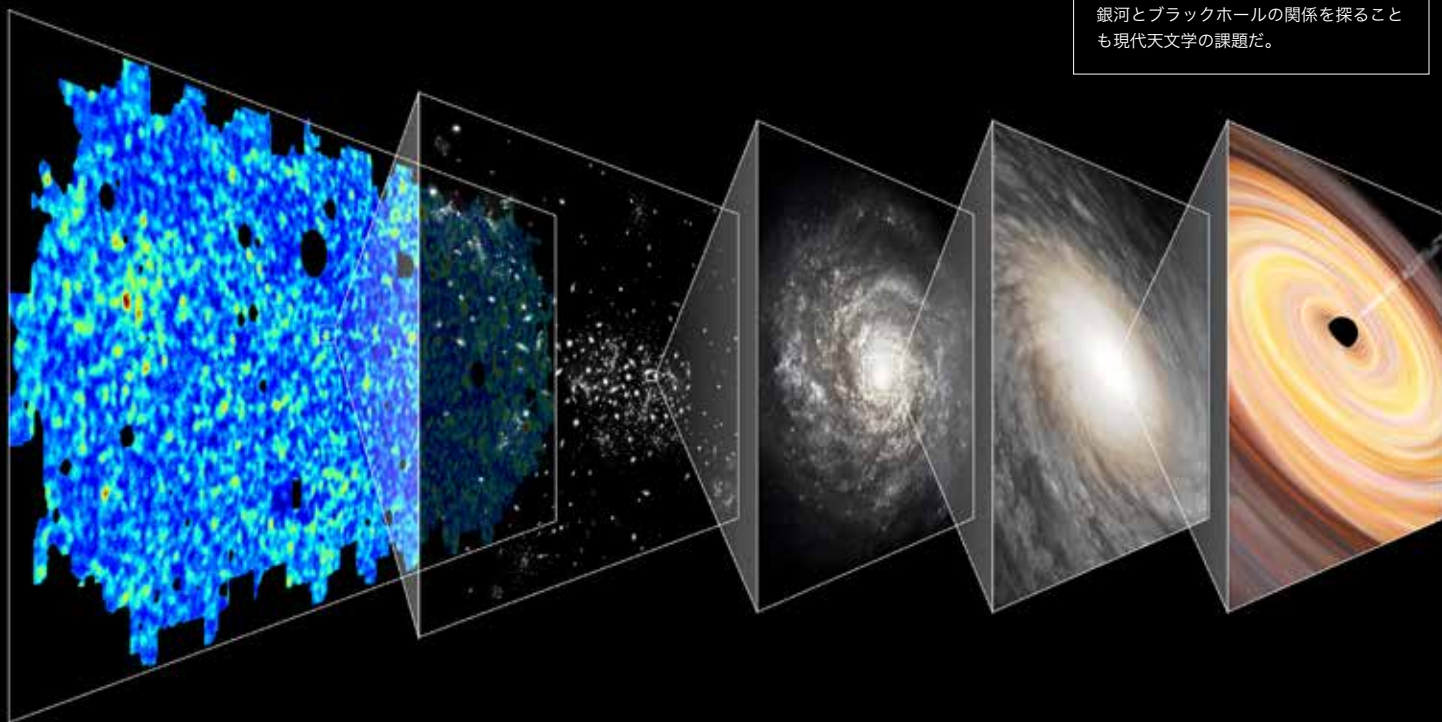


keyword 星・惑星系形成、星間物質、分子雲、原始惑星系円盤

相川 研

aikawa@astron.s.u-tokyo.ac.jp
http://www.astron.s.u-tokyo.ac.jp/members/doa/aikawa_yuri/

すばる望遠鏡で見つかった120億光年かなたの原始銀河団（左）。その1つ1つの銀河の中心にはブラックホールが宿っている（右）。銀河団と銀河、そして銀河とブラックホールの関係を探ることも現代天文学の課題だ。



Nobunari Kashikawa

宇宙が美しくあり続ける限り、人類が宇宙を知りたいという願いはあり続ける。

天体の誕生、 宇宙の始まりを知りたい。

「この宇宙はどこまで広がっているのだろうか?」「宇宙は何からできているのだろうか?」「星や銀河はいつ生まれたのだろうか?」夜空を見上げているときさまざまな疑問や謎が頭に浮かびます。しかし、最新の知識や技術をもってしても、こうした基本的な謎にまだきちんと答えられていません。わたしたちは実際に宇宙を観測することによって、こうした謎に現代科学の力で実証的に答えようとしています。宇宙全体の構造、歴史を考える上で観測対象となるのは銀河です。宇宙には無数に銀河がありますが、わたしたちは、その中でも最も遠くにある銀河、ブラックホール、銀河団といった天体を観測しています。すべての科学分野の中でも最も大きい空間と最も長い時間を研究対象にしていると言えるでしょう。宇宙の観測においては、遠く

を見るということは昔を見るということ。つまり、こうした非常に遠くにある天体は初期宇宙にある生まれたばかりの天体ということになります。わたしたちの観測対象はあまりにも遠くにあるために、現代の巨大望遠鏡を駆使しても小さな点のようにしか見えません。でも、私たちの独創的な工夫やアイデアを観測に加えることによって、今まで誰も知らなかった初期宇宙に関するさまざまな情報を得ることができるのです。こうした観測を通じて、そもそも天体はどのようにできたのか、宇宙の歴史の最初はどのような姿から始まったのか、を知りたいと考えています。私が宇宙の研究をする上で究極的に知りたいことは、「なぜわたしたちがこの宇宙に生きているのか」ということであり、自分たちの住む宇宙を研究対象としていて魅力に感じ続けていることは「宇宙は非常に美しい」ということです。

理学系研究科 天文学教室 教授

研究分野 初期宇宙 銀河天文学

柏川 伸成



keywords

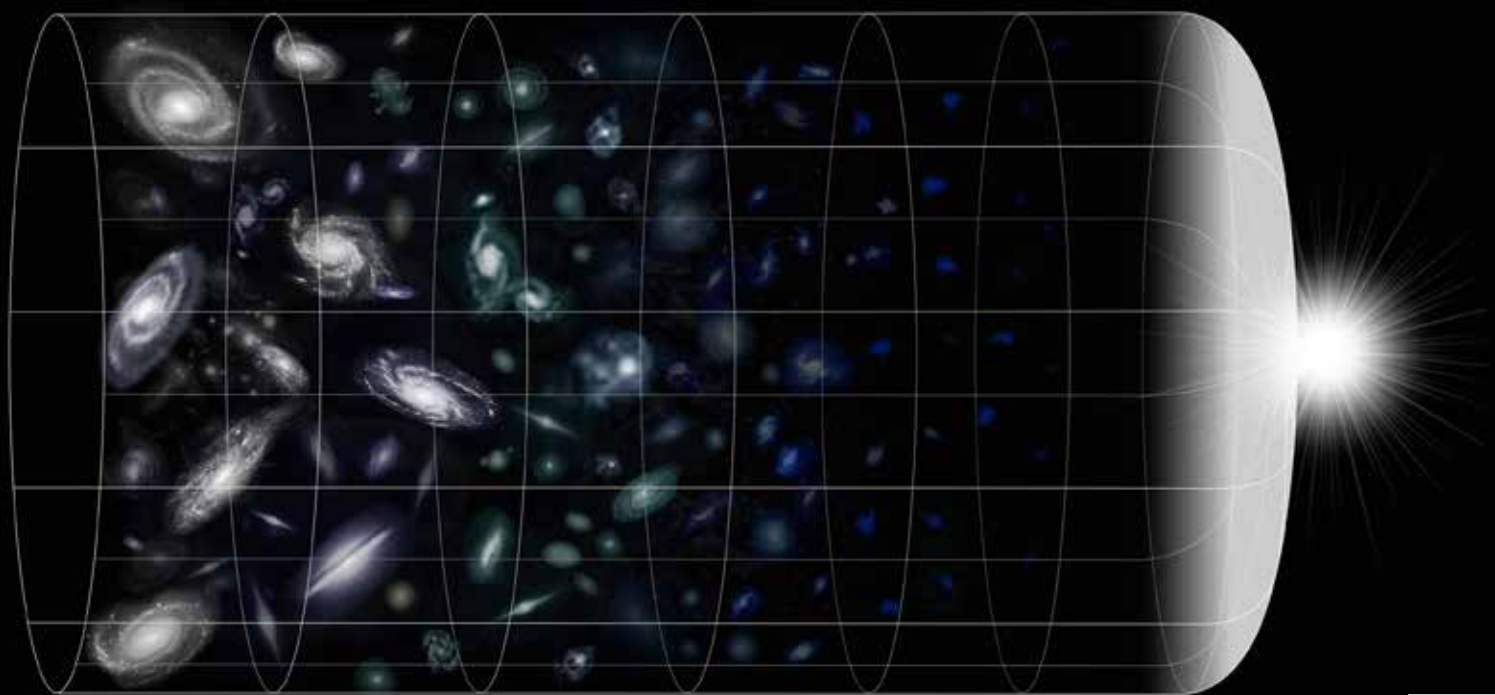
初期宇宙、銀河形成、構造形成、宇宙再電離、ブラックホール、銀河間物質

柏川 研

n.kashikawa@astron.s.u-tokyo.ac.jp

http://groups.astron.s.u-tokyo.ac.jp/kashik/

銀河進化の想像図。右端がビッグバン、左端が現在。銀河は宇宙のごく早い時期に生まれ、さまざまな出来事を経験しながら成長し、現在見られるような大きくきれいな姿になったと考えられています。銀河が時間とともに姿や性質を変えていくことを銀河進化といいます。



Kazuhiko Shimasaku

私たちは銀河で一生を送る。では銀河はどんな一生を送る？

銀河の進化を探る

私たちは、銀河系という巨大な星の集合体に住んでいます。そして宇宙には、銀河系のような天体 - 銀河 - が無数に存在することが知られています。宇宙において銀河は、星や生命が生まれる舞台でもあります。

しかし銀河は永遠の昔から存在していたわけではありません。宇宙自身に始まりがあるからです。永遠に輝き続けることもないでしょう。星には寿命があり、星の材料となるガスもいずれ銀河からなくなってしまうからです。では、銀河はいつどのように生まれ、どう成長して現在の姿になったのでしょうか。今後はどう変わっていくのでしょうか。私の研究室では、銀河の形成と進化の問題に取り組んでいます。

銀河は面白い天体です。複雑な系なのに、規則的で形がきれいなのです。多くの銀河はきれいな渦巻か楕円形をしています（しかし大昔の

銀河はいびつな形でした）。宇宙膨張が銀河の観測から発見されたことからわかるように、銀河は宇宙論の道具としても重要な役割を果たしています。

銀河を研究する上で、私たちは幸運な時代にあります。まず、初代の銀河まで見渡せるかもしれない強力な望遠鏡を持っている/持とうとしています。また、宇宙年齢138億歳の現在、多くの銀河は成熟期を迎えているようです。過去しか観測できない私たちにとって、これは幸運なことです。銀河の一生の主要な出来事が、その気になれば全部見えるからです。一緒に銀河の謎解きをしませんか。

理学系研究科 天文学教室 准教授

研究分野 初期宇宙、銀河天文学、

嶋作 一大

光学赤外線天文学

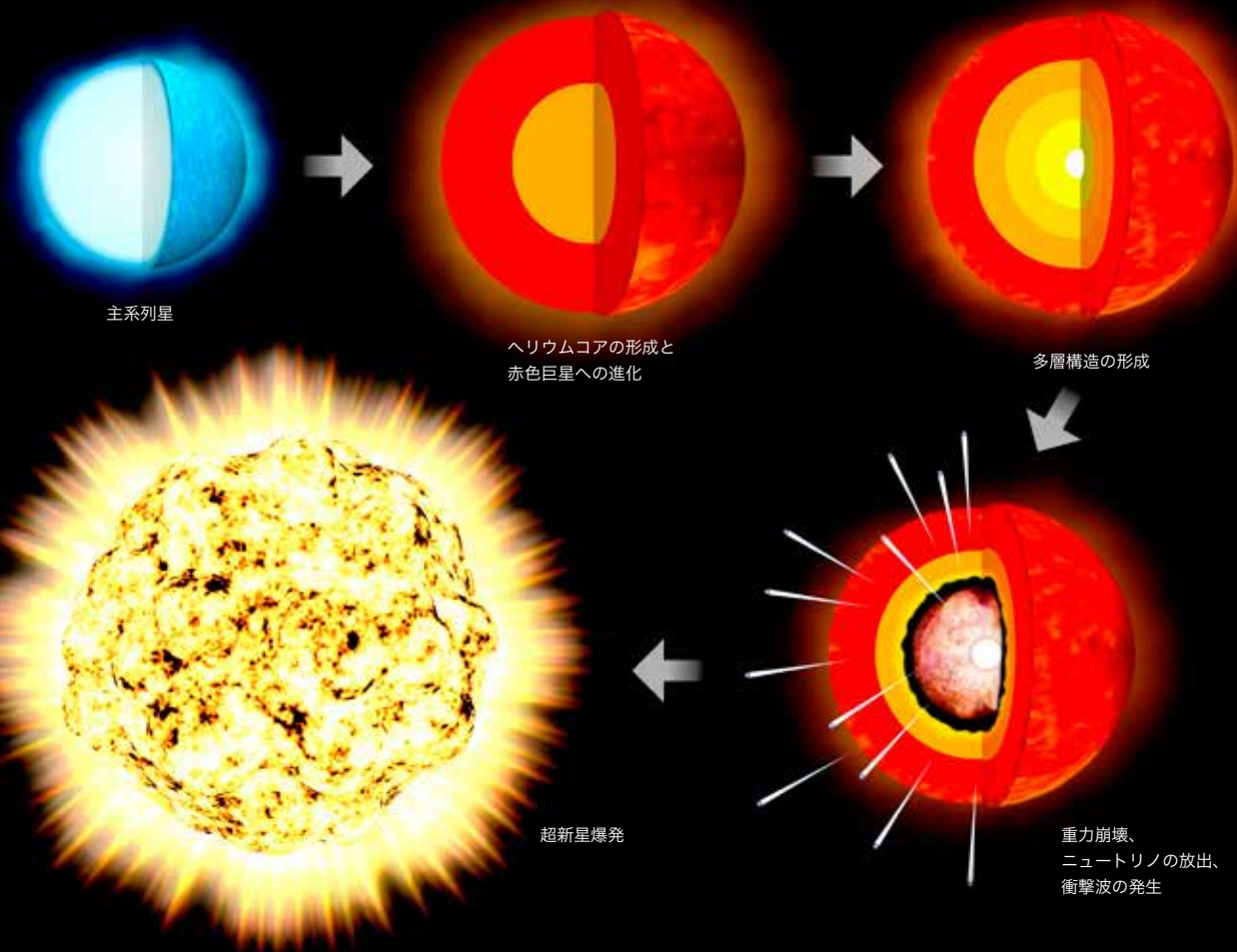


keywords 初期宇宙、銀河形成、銀河進化、構造形成、銀河団、宇宙再電離

嶋作 研

shimasaku@astron.s.u-tokyo.ac.jp
http://hikari.astron.s.u-tokyo.ac.jp/





星の進化などの天体现象を数値シミュレーションで解き明かす

Hideyuki Umeda

天体物理とシミュレーション

我々は星の進化や元素の起源に関する研究を数値シミュレーションを用いて行なっています。太陽の8-10倍以上の質量を持つ大質量星の多くは進化の過程で鉄族までの元素を作り、最期は中心部の重力崩壊を経て超新星爆発を起こします。しかし実際の進化は星の質量や金属量の違いで大きく異なり、これが観測されている超新星やガンマ線バーストなどの天体とどのように関わっているのか研究を進めています。

宇宙には単独星だけでなく、互いに回転しあっている連星と呼ばれる星々が存在します。連星は進化の途中で互いに質量をやりとりすることで複雑な進化を辿ります。我々は種族合成という手法を用いて連星の進化を追ひ、重力波により観測され始めた中性子星やブラックホールの連星の合体頻度を調べています。将来の連星合体の重力波観測と連携することでより精密な連

星進化のモデルを構築していきます。

超新星爆発は可視光だけでなく、ニュートリノや重力波でも観測されます。特にニュートリノは重力崩壊で解放されるエネルギーの99%を持ち去ることから超新星の爆発機構を解明する鍵の一つと考えられています。しかし、超新星内部では非常に複雑なニュートリノ振動が起ると考えられており、観測されたものから直接情報を得ることはできません。そこで私たちは超新星内部におけるニュートリノ振動の数値シミュレーションを行い、将来実際にニュートリノが観測されたときに備えています。

初代星形成から始まる星の進化過程や超新星爆発では多種多様な元素が作られ、これが宇宙に放出されることで宇宙の重元素量が増えていきます。我々は初代星形成から現在に至る元素合成過程についても数値計算を行います。これらの計算から、観測されるさまざまな超新星の物理的性質や元素の起源を明らかにします。

理学系研究科 天文学教室 准教授

研究分野 理論天体物理学

梅田 秀之



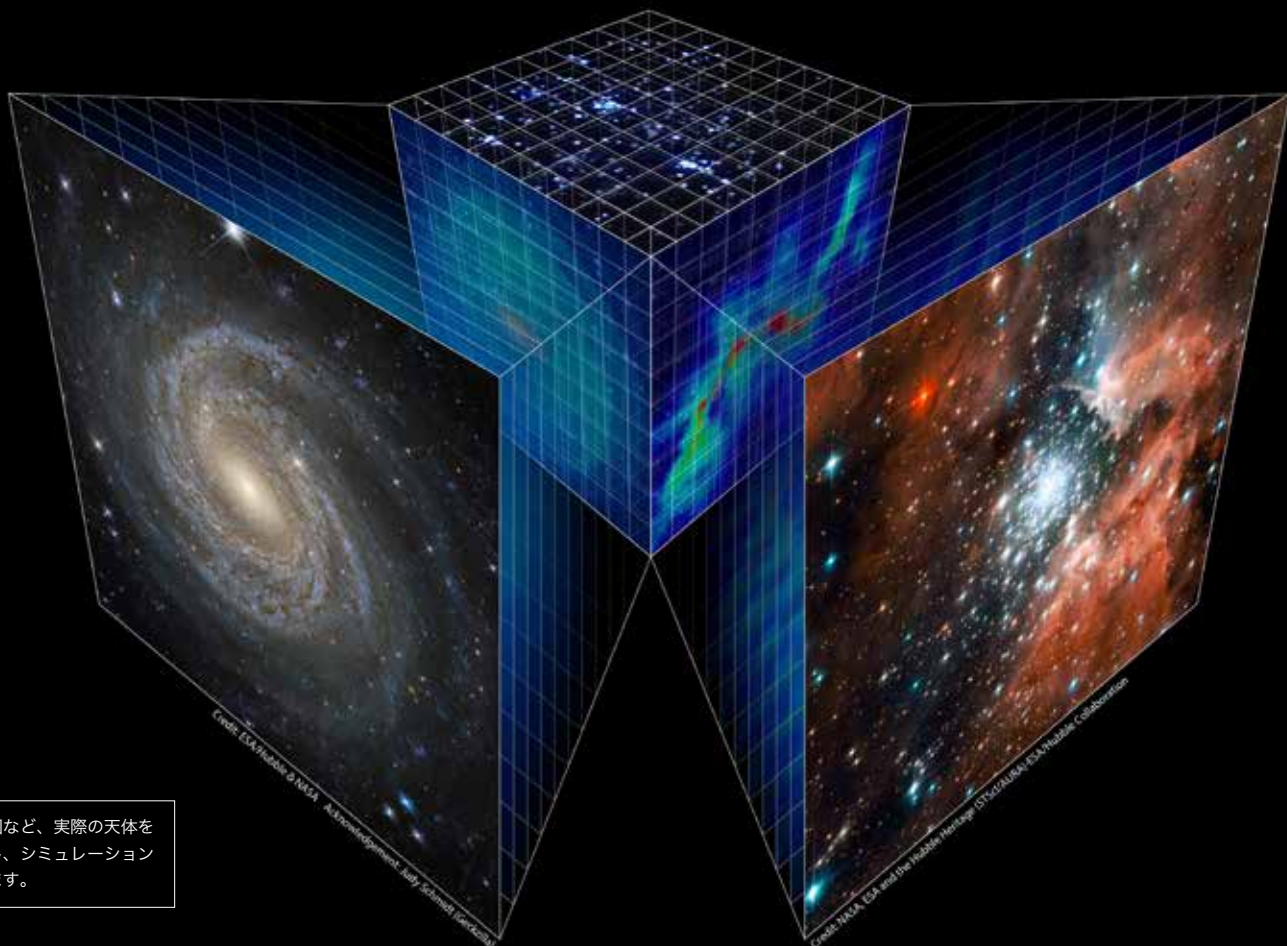
keywords

恒星進化、第一世代星、超新星、ガンマ線バースト、中性子星、ブラックホール、元素合成

梅田 研

umeda@astron.s.u-tokyo.ac.jp

<http://tron.astron.s.u-tokyo.ac.jp/~umeda/>



銀河や星団など、実際の天体をモデル化し、シミュレーションで再現します。

惑星から銀河まで スーパーコンピュータで迫る宇宙の成り立ち

シミュレーションで見る宇宙

銀河はどうして様々な形をしているのか？ 惑星はどうやって出来上がったのか？ スーパーコンピュータを用いたシミュレーションは宇宙の様々な天体の成り立ちに迫ります。

シミュレーション研究の強みは、大きく2つあります。1つは、望遠鏡では見ることのできない天体の細部を再現して「観測」できる点、2つめは、人間の歴史より遥かに長い何億年という時間をかけて起こる天体の進化を見ることができる点です。例えば、渦巻き銀河のシミュレーションを行うと、まるで生き物のように渦巻き腕の形状が変化していく様子が見られます。しかし、銀河が変形する時間スケールは数億年と非常に長いので、観測でそのような姿を見ることができません。このように、シミュレーションは「理論の望遠鏡」とも呼ばれ、現代の天

文学の研究には欠かせないものとなっています。私たちは、宇宙のシミュレーションの中でも、「N体シミュレーション」と呼ばれる、星や惑星同士の重力相互作用による運動のシミュレーションを行っています。何万から何十億という星一つ一つの重力による運動を計算していくことで、銀河のような星の集合体である天体全体の形状の時間進化を追うことができます。

また、シミュレーション研究では、シミュレーションを行うためのプログラムの開発も行います。コンピュータの発展と共に、シミュレーションで扱える範囲も広がっていますが、そのためには、常に新しい計算手法を考え、プログラムに組み込んでいく必要があります。プログラムを書き、数字の羅列であるシミュレーション結果を図に起こし、観測と比較しながら結果を検証していく…シミュレーション研究は地道な仕事でもあります。

理学系研究科 天文学教室 准教授

研究分野 理論天体物理学・計算天体物理学

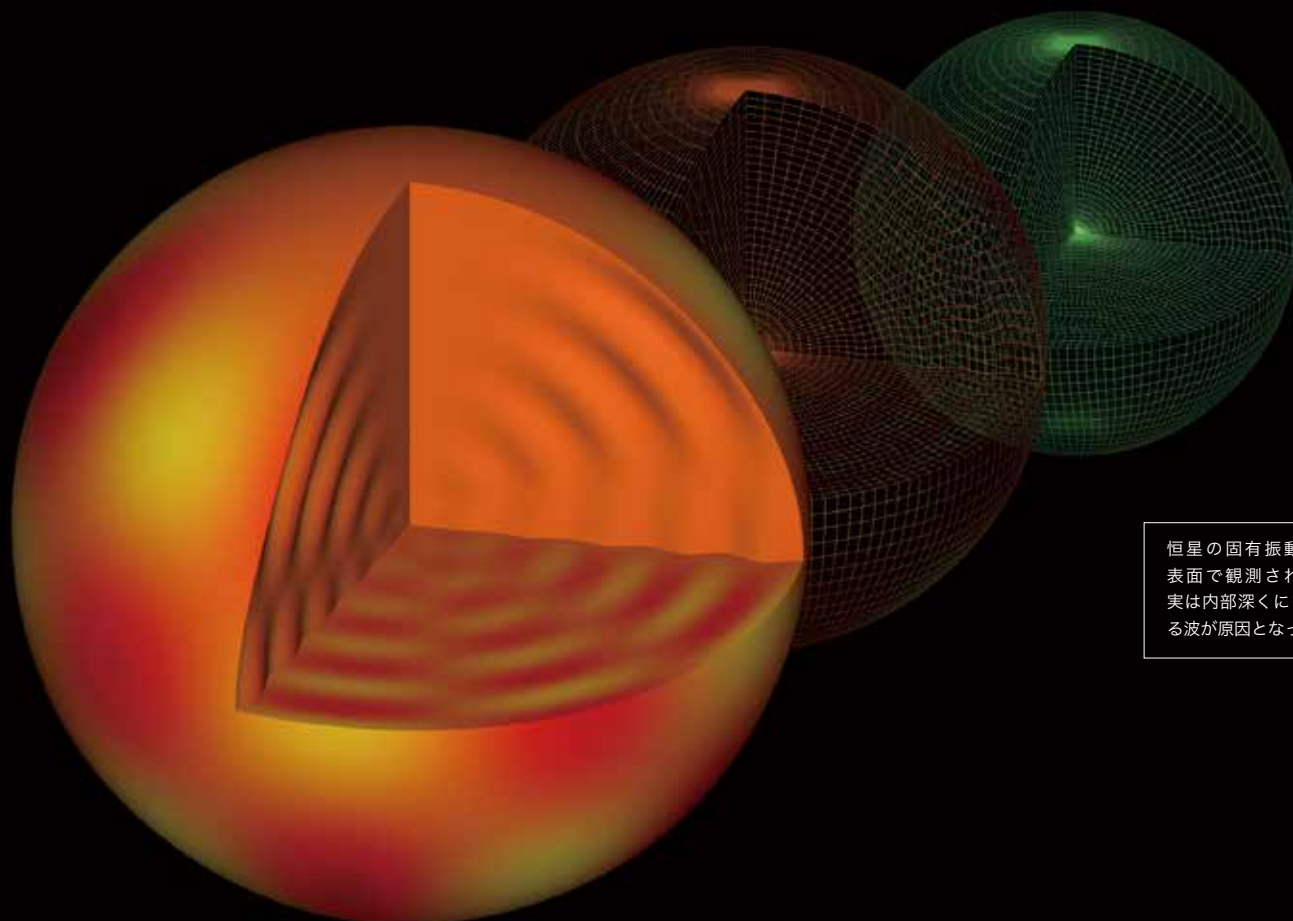
藤井 通子



keywords N体シミュレーション、星団、銀河、惑星形成、ブラックホール

藤井 研

fujii@astron.s.u-tokyo.ac.jp
http://groups.astron.s.u-tokyo.ac.jp/fujii/



恒星の固有振動の概念図。表面で観測される明暗は、実は内部深くにまで伝播する波が原因となっています。

Masao Takata

振動で探る恒星の内部構造～星震学の研究



星の表面の揺れから内部を探る

太陽をはじめとする恒星は、宇宙を構成する基本要素であり、その性質を理解することは、古くから天文学の重要課題です。しかしながら恒星を観測して直接わかるのは、明るさや有効温度など、ほぼ表面の性質だけであり、内部の構造を調べるには、従来は物理法則に基づく理論を構築するしかありませんでした。とはいえ、恒星の内部構造と進化に関わる物理過程は複雑であり、すべてを理論的な手法だけで解明するのは困難です。こうした中、近年新たなアプローチが登場しました。表面の振動を用いて内部を調べる星震学です。例えば太陽を詳しく観測すると、実は表面で周期約5分の微弱な振動現象が起きています。詳しい研究の結果、この現象は表層だけのものではなく、深部にまで達する太陽全体の振動、固有振動であるということ

が明らかになりました。その性質は内部構造で決まるため、固有振動の性質がわかれば、反対に内部の情報が得られます。これが星震学（太陽の場合、特に日震学といいます）の原理です。一方、太陽以外の恒星でも同様の振動現象が観測されていますが、とくに21世紀以降宇宙探査機による観測のおかげで、恒星振動のデータが質量ともに大きく向上した結果、星震学は飛躍的な発展を遂げました。星震学で得られた情報は、恒星物理学のみならず天文学の他分野、たとえば系外惑星や銀河系の構造と進化を調べる研究においても貴重なものとなっています。私自身が最近興味を持っている課題には、恒星の内部自転構造の詳細な測定や赤色巨星の振動にみられる謎の現象の原因究明があります。さらに星震学の土台となる恒星振動の基礎理論についても研究しています。

理学系研究科 天文学教室 助教

研究分野 理論天体物理学

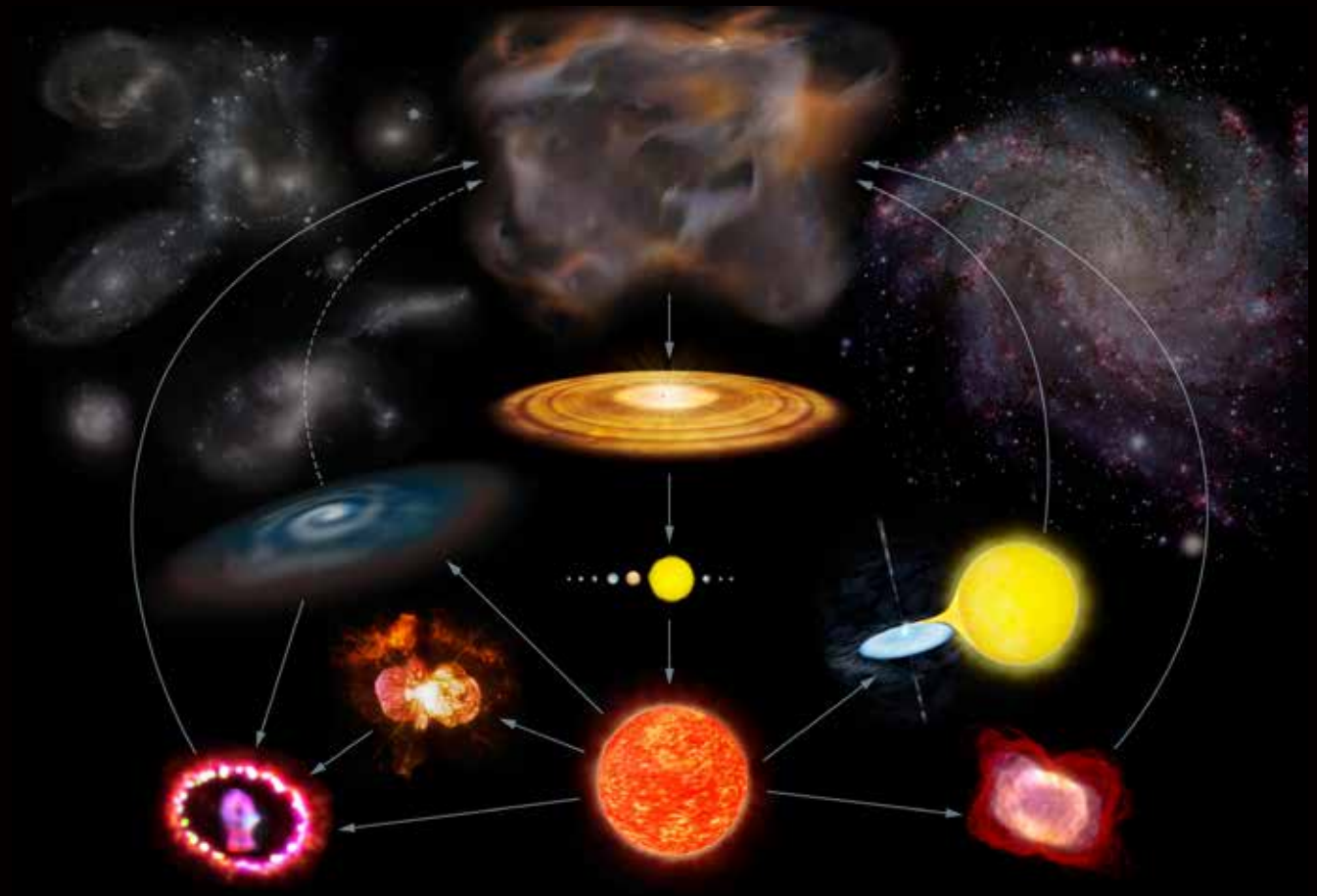
高田 将郎



keywords 恒星振動、星震学

高田 研

takata@astron.s.u-tokyo.ac.jp
http://seismology.astron.s.u-tokyo.ac.jp/



ビッグバン直後、ほぼ水素とヘリウムしか無かった宇宙が、生命を育む現在の宇宙に至る過程を、観測、実験、理論の融合した最新の天文学で理解する

宇宙の化学進化の歴史の中で ダストの性質と一生を理解する

ビッグバン直後、ほぼ水素とヘリウムだけであった宇宙は、恒星進化の結果合成された重元素で充ち、現在の化学的に豊かな姿に至る。その化学進化の歴史を理解し、高度な有機物の起源を解明する試みは、「我々人間は宇宙で唯一の存在であるのか」、「我々はどこからやって来たのか」という人類の問いに直結する。銀河の星間空間には、電離／原子／分子ガスの他、固体微粒子（ダスト）が漂う。ダストは、銀河のエネルギー収支を理解する上で、またそれ自体が高度な有機物の起源や化学合成反応の場として、極めて重要な研究対象であるが、我々のダストの知識は乏しい。星間ダストの赤外放射を利用して宇宙の星間物理環境を測るためには、星間／星周ダストの物性と星間／星周物理環境

を対応付けて「いかに精度の良い物差しを作れるか」が本質的である。そのためには、ダスト合成／変成実験、ダスト放射の量子化学理論計算、星間／星周ダストの赤外分光観測などの融合的な取り組みが不可欠となる。衛星を用いた赤外線天文学観測は、全波長帯域で、高感度の観測データを排出し、ダストの赤外分光特性調査を可能にする。一方、30mクラスの次世代地上大型望遠鏡は、高い空間分解能を以て、近傍の星周環境を『宇宙の実験場』として、環境変化に対応するダスト放射の空間変化や時間変動を精密に捉えることを可能にする。また近年の実験天文学では、国際宇宙ステーションを用いた実験や、惑星科学のサンプルリターンミッションなど、実宇宙環境へのアクセスが拡張している。観測、実験、理論を総動員して、宇宙空間に存在する物質の性質と化学進化過程を理解し、生命の起源に迫る研究が、今、新しい。

理学系研究科 天文学教室 助教 研究分野 星間物理学、星間化学、衛星観測

左近 樹



keywords

星間物質、星間塵、星形成領域、近傍銀河、衛星観測、赤外線観測、星間化学、星間物理学、多環式芳香族炭化水素

isakon@astron.s.u-tokyo.ac.jp

<http://komatta.astron.s.u-tokyo.ac.jp/>

左近 研



無数の星がきらめく天の川銀河の中心部分にセファイド型変光星 3 個を世界で初めて発見しました。星が少なく暗くなっているように見える部分では、星間空間に存在するダストによる減光のために、実際には存在する多くの星が観測できなくなっています。



Noriyuki Matsunaga

誰も見たことのない天の川銀河の本当の姿を知るために



宇宙の灯台となる星を観測して、 天の川銀河の三次元地図を描く

都会の人工光を離れて暗い夜空を見上げると、「天の川」と呼ばれるぼんやりと光る帯を見ることができます。古来より畏敬の念とともに楽しまれてきた天の川は、数千億個の星が集まる銀河であることがわかっています。太陽もその多くの星の一つで、私たち人類も天の川銀河の片隅に暮らす存在です。他の銀河のように外から眺めることはできないため、この銀河の詳しい姿を知ることは容易ではありません。どのように星が散らばっているかという天の川銀河の三次元地図を描くためには、四方八方に見える星がどの距離にあるかを知る必要があります。私たちの研究グループでは、「宇宙の灯台」とも呼ばれる特殊な星の観測を行っています。これらの星は膨らんだり縮んだりしながら明るさ

が変化するために脈動変光星と呼ばれ、距離を測定することができます。これまで、東京大学木曽観測所にあるシュミット望遠鏡や南アフリカ天文台にあるIRSF望遠鏡で数多くの探査観測を行い、天の川銀河の中心に世界で初めて脈動変光星（セファイド型）を発見するなどの成果を上げることができました。さらに、どのような化学組成のガスが星に含まれるかなど、それらの星の詳しい性質を探索するための分光観測も行っています。特に、WINERED（ワインレッド）という高感度の赤外線分光観測装置を用いて広範囲に散らばる変光星を調べ、どこでどのような星が生まれてきたのか、銀河の進化を解き明かすための観測を進めようとしています。今から46億年前に太陽系を生み出した銀河がどのように進化をしてきたのか、私たち人類がどのような銀河の中にいるのか、天の川銀河の本当の姿を知るために研究を続けています。

理学系研究科 天文学教室 助教

研究分野 光赤外線天文学、恒星天文学

松永 典之



keywords 脈動変光星、高分散分光、天の川銀河、星間減光

松永 研

matsunaga@astron.s.u-tokyo.ac.jp
<http://stella.astron.s.u-tokyo.ac.jp/nmatsuna/>



須藤 貴弘

博士課程1年

天文学の魅力は、その範囲の広さだと思います。天文学は、惑星や星、銀河といった天体から、宇宙全体や時空そのものまで、様々なスケールの物事が対象です。そのため、広範な物理学に加え、化学や生物学など様々な分野の知見が活かされています。また、空から来る微弱な信号を捉えるための、高度な観測や装置、最先端のデータ解析技術など、様々な手法が使われています。このように、人類が持っている能力を結集して宇宙の謎に挑むのを間近で見ることができ、またその一部を自分が経験することができるのが、天文学研究の魅力だと思います。極端な事例ですが、僕が以前に参加したある学会は、初日に哲学者の講演やダークマターやブラックホールに関する話があったかと思えば、翌日は隣の星を探索する将来計画について発表があり、最終日には生物学に関する発表がありました。研究活動では、日々色々なことを学べる以外にも様々な経験ができます。例えば、大学院生でも海外で学会に参加したり、共同研究のため長期滞在したり、刺激的な国際体験を数多くすることができます。僕も博士課程1年の大半をアメリカで過ごし、貴重な経験ができました。これらの多彩な経験を楽しむことができるのは、天文学研究の良い所だと思います。

山崎 翔太郎

博士課程2年

私は2015年に大学院理学系研究科天文学専攻修士課程へと進み、戸谷友則教授のご指導のもと、高速電波バーストと呼ばれる、電波帯において宇宙で最も明るい爆発的天体現象の研究を行ってきました。私たちヒトの目には、可視光域に対する感覚がありますが、天文学ではこれに加えて、様々な波長で観測する望遠鏡を、宇宙を探索する「目」として用います。望遠鏡を通して見ると、異なる波長で、異なる時間スケールを持つ、新しい天体現象に遭遇することがしばしばあります。高速電波バーストもその一つで、世界中で新しい発見が日々報告され、私たちはその解釈に頭を悩ませます。こういった未知の現象を説明することや、謎を解明するところに、天文学独特の魅力があると思います。東京大学天文学専攻は、宇宙にまつわる幅広い領域をカバーしており、国内随一の多様性を誇る教育・研究機関です。学生は天文学を学ぶだけでなく、実際の研究に取り組むことになります。研究に関する議論の場では、学生といえども対等な研究者として扱われますので、自分の頭で考えるという、研究者として最も大事な習慣が身につくと思います。大学院の自由な時間、恵まれた研究設備、周囲の優秀な研究者たちを活用して、未知の世界を探索の楽しさを見つけてください。

日下部 晴香

博士課程3年

天文学専攻の魅力は、1学年10-20人程度と少人数ならではのアットホームな雰囲気の中で天文学を専門的に学び、世界最先端の研究のできるところです。天文学を専門的に扱う学科は国内でも珍しい中、本専攻には系外惑星から銀河進化、宇宙論まで、理論、観測、装置の幅広い分野の研究者が数多く所属しています。研究室配属では分野の豊富な選択肢があり、4年生の卒業研究から最新のデータを用いた研究や装置開発を行うことができます。研究を進める際には、異なる研究室の研究者と議論をすることも多く、気軽に議論のできる研究者が多いというのは非常に恵まれた環境です。自分が知りたいと思う最先端のテーマを追求するために、学生が主体となって世界中の望遠鏡に観測提案を出したり、国内外の研究者との共同研究をおこなったり、積極的に活動をすればとても充実した生活を送ることができます。博士課程まで進学しても学科で過ごす7年間はあっという間に過ぎてしまうほどです。天文学専攻は、将来天文学者を目指している人には勿論、学生時代に他ではできない天文学の研究に思いっきり取り組んでから企業就職を目指す人にもおすすめです。



John Livingston

博士課程3年

For thousands of years, human beings have gazed up at the sky, appreciating the beauty of the heavens and wondering about our place in the Universe. Perhaps even before early humans developed the language with which to talk about the stars, they had already developed a connection with the night sky, as they first began to understand the connections with seasonal weather patterns. Humanity's connection with astronomy is both ancient and deep, an important part of our survival and a constant source of inspiration.

We now live in the so-called "golden age" of astronomy, in which the advent of modern technology has enabled an explosion in our understanding of the Universe. With the increasing sophistication of computers and charge-coupled devices (CCDs) beginning in the late 20th

century, the volume of astronomical data and the computational power with which to analyze it have grown exponentially. Now it has become almost a routine exercise to launch telescopes equipped with hundred-million-pixel cameras into space. In this way, NASA's *Kepler* space telescope has discovered thousands of planets orbiting other stars in the Galaxy, and its successor mission, *TESS*, has just begun its own search for planets around many more stars even closer to the Earth. In the early 2020's, the *Hubble* space telescope's successor, *JWST*, will enable astronomers to study the atmospheres of some of these planets, and in doing so possibly even discover the signatures of biological activity on other worlds. This will be a momentous occasion in human history, as we will be able to address empirically the age-old question: Are we alone?

As the exponential growth of astronomical resources continues, even powerful modern computers will struggle to cope with the deluge of data generated by near future projects, such as LSST. What discoveries lie ahead? The Universe is a big and mysterious place, and as with all scientific endeavors, the more that we understand, the more we realize we don't know, and the more questions there are to ask. Asking the right questions is the necessary first step to pushing the boundaries of human knowledge, and working hard to pursue the answers is a rewarding journey. At the end of the day, there are many reasons why I hope to see more people study astronomy in the future, but perhaps the simplest reason is the best one: it's fun.

(学年は執筆当時のものです)



天
文
学
教
室
に
進
学
し
た
学
生
の
声
か
ら



Remote sensing of the internal structure of stars based on helio- and asteroseismology

Observational, theoretical, and experimental studies of interstellar dust in space

The evolution of matter in space based on those studies

Cosmology and High Energy Astrophysics

Exoplanet detections and observations from ground and space

Star and planet formation, ISM, and IR instrumentations

Observational studies of galaxy formation and evolution

Supernovae, gamma-ray bursts, nucleosynthesis, and the early universe

Formation of stars and planetary systems

Astrochemistry

Early universe, galaxy formation, black hole, structure formation, cosmic reionization, and inter galactic medium

Study of the formation and evolution of galaxies, star clusters, and planets using numerical simulations

Pulsating variable stars and the application to study the structure and evolution of the Milky Way

ACCESS



東京大学 大学院理学系研究科 天文学専攻・理学部天文学科

所在地 〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1 東京大学理学部1号館

電話番号 03-5841-4254

FAX番号 03-5841-7644

ホームページ <http://www.astron.s.u-tokyo.ac.jp/>

