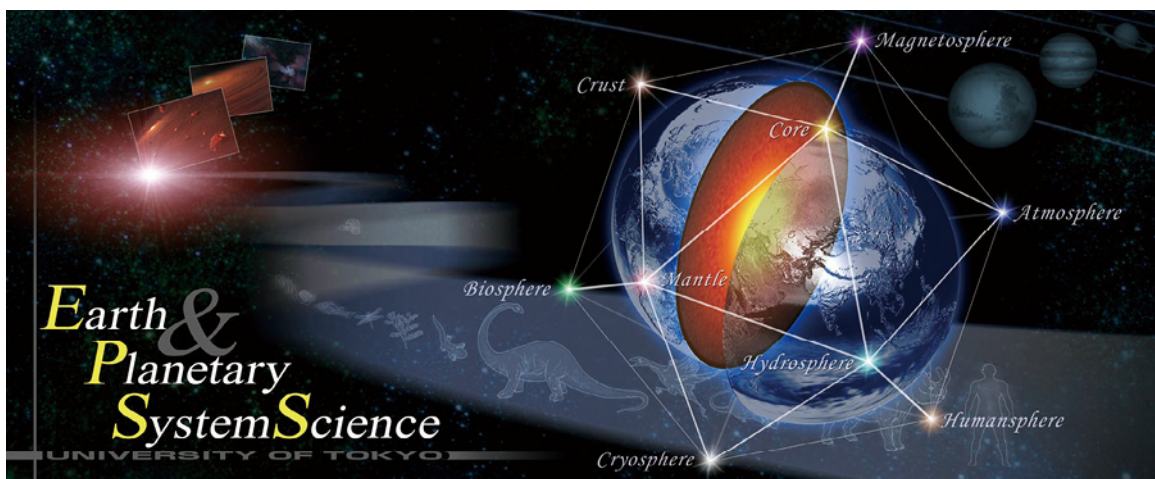


地球惑星システム科学講座



地球や惑星をひとつのシステムとして捉える

私たちは地球や惑星をひとつの巨大複合システムとして捉え、その構造や挙動、それらの時間発展をシステム科学的立場から理解する新しい研究体系「地球惑星システム科学」の構築を目指しています。地球惑星科学が対象とする太陽系空間、地球や惑星の電磁気圏、大気圏、水圏、生物圏、固体圏などの領域では、それぞれ異なる物理・化学・生物過程が現象を支配しており、これまでは領域別に研究されてきました。しかし、これら各圏は、様々なフィードバック過程を通じた多圏間相互作用によって、互いに影響を及ぼし合っていることが明らかになってきました。したがって、地球や惑星をひとつのシステムとして捉え、系統的かつ総合的に研究する分野“地球惑星システム科学”の確立が必要とされています。

これまでの学問体系に収まらない新しい分野

地球惑星システム科学は、今までの学問体系の中に納まりきれない非常に新しい分野です。複雑な現象やシステムを研究するために、からまりあった“原因と結果”の糸を解きほぐすのではなく、さまざまな要因の間の“相互関係”に着目し、“全体としての働き”を理解しようとしています。そのためには研究対象や手法を異にする、多様な研究者の集まりが必要で、グループを構成するスタッフの出身も地理学、地質学、惑星科学、固体地球物理学と幅広く、研究手法も野外調査、観測、室内実験、分析、計算機シミュレーションと多岐にわたっています。しかも単に集まっているだけ、というものではなく、日常的に議論をし、相互作用をする有機的な結合の集団です。これによって一つ一つの現象に複眼的視野を確保し、地球惑星システムを統一的に理解したいと考えています。



■ 私たちが取り組んでいること

地球惑星システムの形成

地球惑星システムを構成する諸要素やサブシステムはあらかじめ決まったものではなく、新しく形成され、時間的に変化していきます。このような地球惑星システムのふるまいは通常のシステム科学にはない特徴です。私たちは宇宙での固体物質形成、それらを材料とした分子雲からの原始惑星系円盤形成、円盤内での惑星の形成、惑星表層での海・大気の形成、内部でのコア・マントル形成といったサブシステムの分化の結果として起こる地球惑星システムの形成、時間発展およびその普遍性・特殊性を実験、分析、理論、モデリングの手法を用いて理解することに取り組んでいます。

系外惑星システムの多様性

惑星は、太陽系に固有のものではありません。太陽以外の恒星のまわりにも惑星の存在が確認されており、その数はすでに数千個におよびます。しかも、発見された惑星系の形態は実に多様であることが知られています。私達は、惑星形成過程の理論シミュレーションや観測データ解析に基づいた大気および内部組成推定などによって、惑星系というシステムの多様性の起源を探り、そこから太陽系の普遍性・特殊性を理解することに取り組んでいます。

地球表層環境システムの動態

地球表層環境システムの重要な構成要素の1つは、生物圏です。その一部だった人間によって、地球環境は変化しつつあり、生物圏は変化の影響を受けるとともに、フィードバックしています。地球表層環境システム変動に対する生物圏の応答を、野外調査・観測や試料の分析、モデルを通じて解明し、私たち自身の未来を考える上で重要な地球規模変動の正確な予測と対応につなげたいと考えています。

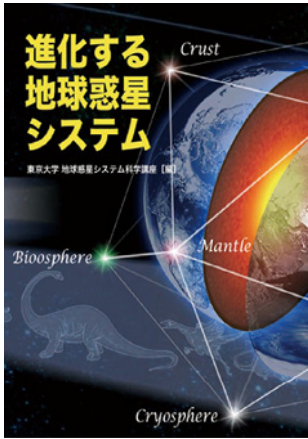
地球大気環境システムの変動

太陽から地球に入射する可視光と地球から宇宙に放出される赤外光のエネルギーのバランスにより地球の平均気温が決定されるため、放射収支は気候変動の重要な因子です。太陽・地球放射を散乱・吸収するエアロゾル・雲・温室効果気体の物理的・化学的特性やその挙動に関する知見は気候（気温、降水）や表層システム（大気・海洋、雪氷圏、生命圏など）の変動の理解に不可欠です。最先端の技術による測定（室内実験・野外観測）と、数値モデルと組み合わせて、地球表層環境の変動の要因、特に人間活動の影響を解明し、その変動の正確な予測につなげます。

惑星地球システムの変動

惑星地球システムは、内的・外的的作用により、複数の安定状態を行き来してきました。そうした安定状態（モード）間のジャンプは、様々な時間スケールで起きています。例えば、過去数十百万年間に繰り返した氷期・間氷期変動、数百～数千年スケールで繰り返すモンスーン変動なども地球システムモード間のジャンプとして説明できます。また、約2億5千万年前に起きた地球史上最大の大量絶滅を引き起こした環境変動も、内的要因による惑星地球システムのモードジャンプという視点で捉えることができるかもしれません。惑星地球システムが地球史を通じて経験した変動の規模や様式、変動の時間スケールを地質調査や試料分析で求め、変動の仕組みやその要因を理解することを目指しています。

■ 読む地球惑星システム科学



進化する地球惑星システム 東京大学地球惑星システム科学講座編

当講座スタッフによる書き下ろし！これまでの地球惑星科学の限界をうち破り、総合的に地球と惑星の進化と現象を理解しよう。太陽系の誕生から現代の地球環境問題まで、あらゆる時間スケール・空間スケールの対象を系統的にとらえる新しい学問への入門書。2004年5月初版刊行、2005年5月重刷、2006年8月第三刷発行。

東京大学出版会・四六判・縦組み・ソフトカバー・256頁
税込2,625円（本体2,500円）ISBN 4-13-063703-7

地球惑星システム科学とは何か	阿部 豊・田近 英一・茅根 創
太陽系の原物質とその進化	永原 裕子
地球惑星システムの誕生	阿部 豊
冷却する地球の進化	栗田 敬
スノーボールアースー凍り付いた地球	田近 英一
カンブリア紀における生物の爆発的進化の謎	ジョセフ カーシュビंक
二億年の地球のリズム	浜野 洋三
天体衝突と地球システム変動	多田 隆治
アイスエイジの気候変動 - 氷期と間氷期の繰り返し	横山 祐典
地球の水とアジアモンスーン	松本 淳
地球温暖化に対する生命圏の応答	茅根 創
進化する地球惑星システム科学	茅根 創・田近 英一・阿部 豊



地球・惑星・生命

日本地球惑星科学連合 編集
(編集委員 田近 英一, 橘 省吾)

東京大学出版会
2020年



凍った地球
スノーボールアースと
生命進化の物語

田近 英一 著
新潮社
2009年



地球環境 46億年の大変動史

田近 英一 著

化学同人

2009年



地球システム科学

和田 英太郎, 田近 英一,
吉田 茂, 河内 直彦,
松井 孝典, 鳥海 光弘,
住 明正 著

岩波書店

2010年

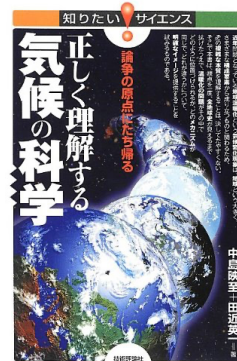


**大気の進化 46億年
O₂とCO₂ -酸素と
二酸化炭素の不思議な関係-**

田近 英一 著

技術評論社

2011年

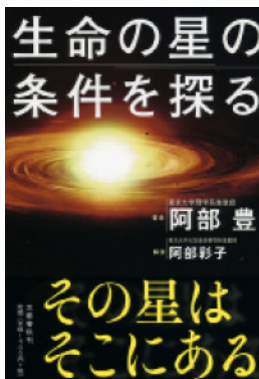


**正しく理解する気候の科学
~ 論争の原点にたち帰る**

中島 映至, 田近 英一 著

技術評論社

2012年



生命の星の条件を探る

阿部 豊 著
阿部 彩子 解説

文藝春秋

2015年

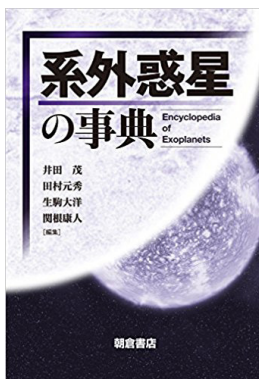


**久米島の人と自然
小さな島の環境保全活動**

権田 雅之, 深山 直子,
山野 博哉
編著

築地書館

2015年



系外惑星の事典

井田 茂, 田村 元秀,
生駒 大洋, 関根 康人
編

朝倉書店

2016年



**星くずたちの記憶
銀河から太陽系への物語**

橘 省吾 著

岩波書店

2016年



気候変動を理学する

多田 隆治 著

みすず書房

2017 年

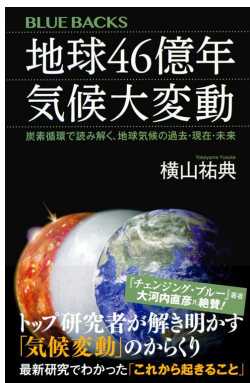


**系外惑星探査
地球外生命をめざして**

河原 創 著

東京大学出版会

2018 年



地球 46 億年気候大変動

横山 祐典 著

講談社

2018 年



**46 億年の地球史
生命の進化、
そして未来の地球**

田近 英一 著

三笠書房

2019 年



**東京大学の先生が
教える海洋のはなし**

茅根 創, 丹羽 淑博
編著

成山堂書店

2023 年



**地球・生命の大進化
46 億年の物語**

田近 英一 著

新星出版社

2023 年

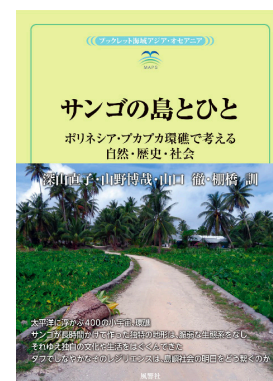


**「はやぶさ2」は
何を持ち帰ったのか
リュウグウの石の声を聴く**

橘 省吾 著

岩波書店

2024 年



**サンゴの島とひと
ポリネシア・ブカバカ環礁で
考える自然・歴史・社会**

深山 直子, 山野 博哉,
山口 徹, 棚橋 訓 著

風響社

2026 年

■ 講座 Q&A

地球惑星システム科学分野について

Q. 「システム全体の挙動を解析する」という研究はどのように行われてきましたか（行おうとしていますか）？

地球惑星システム科学はまだ発展途上で、地球や惑星というシステムが誕生してから現在までの全体としての挙動を完全に記述するところまでは至っていません。しかし、これまでに、システムを構成する要素（サブシステム）の挙動やサブシステム間の相互作用の解明として、惑星表層システムに生命存在可能条件を持続させるのに必要な条件の検討、地球や火星の気候の安定状態の解析、地球内部の活動が表層活動に影響を与えた証拠の探索、太陽系や地球システムが長期間・短期間にどのように進化・変動したかの実証的検証などをおこなってきました。私たちは、個別対象の研究をおこなう際も、それが地球惑星システム全体や他のサブシステムにどのように影響するかという視点を常に持ちつつ、研究をおこなっているため、これまでの研究を通じて、地球や惑星のある挙動を理解するために考慮する必要のあるシステムの切り出し方や、システムの安定性をつくりだすサブシステム間の相互作用が何かなどが明らかになりつつあります。このように常に全体の働きを考えると意識を持った研究者間の相互作用によって、システム全体を記述する方法を産み出すことができないうかど期待しています。また、この科学的営みに大学院生や若い研究者が多く参加してくれることを私たちは望んでいます。

Q. 幅広い分野をやっているということで「広く浅く」の「浅く」になってしまわないんですか？

私たちの研究対象は実に多様ですが、個人個人はそれぞれ深く極めた研究対象や研究手法を持ち、そこに軸足をしっかりと置いています。その上で、日常的な議論を通じて、互いの研究背景や手法を理解し合い、多圏間相互作用を考慮したシステム科学の構築を目指しています。地球や惑星をシステムとして捉えるためには、対象を広く多角的に捉えることが重要で、幅広い知識や様々な分野での研究への理解が要求されますが、「広く浅く」だけでよいとは考えておらず、必ず何か自分の武器となる研究手法や対象を身に付けた上で、地球惑星システムを考えてもらいたいと思っています。

Q. 地球惑星システム科学をおこなうにあたって必要であると考えられることは何ですか？また、今、何を主に勉強しておけばいいですか？

地球惑星システムにおけるサブシステム間相互作用を理解するためには、それぞれのサブシステムの科学の理解が必要です。地球惑星科学は、物理学、化学、生物学などの上に成り

立つ学問なので、どのようなサブシステムの科学を理解するためにも物理や化学といった基礎学問を習得しておくことが望まれます。研究対象によって、必要とされる基礎学問が異なるので、各教員にお問い合わせ下さい。また、地球惑星システム科学では、地球や惑星の存在やその安定性、変動を相対視し、普遍性や特殊性を論じることを目指しているため、研究対象を深く見つめる目とともに、俯瞰的に捉える目も持つ必要があります。このような視野の切替ができることは重要だと思います。さらに、地球や惑星で起こる様々な現象に興味を持ち、積極的に知識を吸収することも重要です。

Q. 多様な要素を扱っているという点が特徴とのことですが、他の講座との違いはどのような点でしょうか？例えば宇宙惑星科学講座との決定的な違いは何でしょうか？

私たちの講座の研究対象は、地球惑星科学専攻の他講座（大気海洋科学、宇宙惑星科学、固体地球科学、地球生命圏科学）と重なりがあるため、地球惑星システム科学講座においておこなわれている研究が、他の講座いずれかにおいてなされていても少しもおかしくありません。私たちは多様な研究対象の科学を個別に深めることもおこないながら、他の要素との相互作用を考え、多圏相互作用の結果としての地球や惑星の振る舞いを理解することを常に念頭に置いています。これが他の講座との違いだと考えています。例として、宇宙惑星科学講座との違いについてですが、宇宙惑星科学講座では惑星探査を中心として、現在の太陽系や惑星を徹底的に理解するという重要な研究をおこなっていますが、地球惑星システム科学講座では、太陽系や地球を個別の対象としてではなく、太陽系や地球の誕生やその後の地球の進化を、宇宙や惑星系における様々な相互作用の結果として捉え、システムの誕生や進化が普遍的であったか、特殊なものであったかを理解することを目的とし、理論的な検討や実験による物質分化を支配する反応の定式化などを進めています。

Q. 社会とはどのように関わっていますか？

理学における学問と社会との関わりは多様ですが、地球惑星科学はその研究成果に対する社会的期待の大きなものです。とりわけ、地球表層環境については、全地球的な課題に直接関連しています。例として、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)にも取り上げられている気候変動に伴う海水準の変動に関する研究、環境変動に対する生態系の応答に関する研究、地球温暖化で破壊が懸念される環礁島の保全に関する研究などが挙げられます。これらの研究の中では、現地の研究者や政府関係者（大統領とも！）とも交流を持ち、研究成果を積極的に還元しています。固体地球や惑星に関するシステ

ム科学的研究は時間・空間スケールが、社会とは大きく異なるため、直接的な還元は難しいですが、「地球や人類が宇宙に希有な存在であるのか、それとも普遍的な存在であるのか」と言う根源的疑問に対して、地球惑星システム科学から見た答を提供することで、知的好奇心をくすぐり、**新しい科学の芽**を育むことができるのではないかと考えています。若い人たちにこの分野のおもしろさを伝えるために、私たちは講座全体で、**普及書“進化する地球惑星システム”**を出版するとともに、メンバーの多くが、講演会や出版物などを通じ、普及活動を積極的におこなっています。

進路について

Q. 修士課程修了後にはどういった進路がありますか？

年度によるばらつきがありますが、**10-50%程度の人が博士課程に進学**します。主な就職先は、専攻の入試情報ページで紹介されているように、官公庁や製造業、情報産業が多くなっています。博士号取得後は、多くの場合、国内外の研究機関で任期付研究員（ポスドク）のポストに就きます。博士号取得後数年の間に、新たな研究テーマを発掘したり、博士課程でおこなった研究を深めるなどして、研究の幅や奥行きを広げ、常勤の研究職を目指すこととなります。海外でポスドクとして国際的な研究に関わる方も多くおられます。ポスドク以外には、関連分野の企業に就職された方もいます。

Q. 研究者を目指していますが、この分野の研究者になるのは難しいでしょうか？

私たちは博士課程院生が一人前の研究者としての実力を備えられるように、研究グループでの日常的なセミナーや、院生生活の節目節目でおこなわれる講座全体での研究発表会を通じて、教育をおこなっています。

最近では、**自然科学の分野では、博士課程を修了した人は、ポスドクとして一定の期間、さらに研究を続けるのがほとんどのケース**です。ポスドクのポジションは比較的豊富にあり、いくつかのポスドクの地位を続けることも多くなっています。ポスドクは任期がありますが、新しい考え方や技術を身に付けたり、個人の研究時間を比較的自由に持てる場合には自身の研究テーマや方向性についてじっくり考えたりもできる貴重な機会です。その後、常勤研究者の職に就けるかどうかについては、ポスドクの間、いかに研究能力を高め、研究業績を上げるかが最も重要です。逆に言えば、自身の研究能力と研究に対するあくなき情熱が、研究者への道を開くといえます。このような個人の能力という内的条件に加えて、その分野に就職先があるかという外的条件も満たされないとなりません。地球惑星システム科学は新しい学問分野ですが、地球惑星科学において今後ますますその重要性が増していく

と考えています。こうした地球惑星システム科学講座の特性を活かして、院生時代に多角的な視野と深い見識を身に付けて、将来は研究者として成功されることを私たちは願っていますし、そのための教育を進めています。

講座について

Q. 内部進学者と外部進学者の比率はどうなっていますか？

年度によるばらつきはありますが、当講座の場合、過去5年を平均すると入学者の半数程度が外部進学者です。

Q. 各教員は一人で複数のテーマをもって研究しているのですか？また、院生も複数のテーマで研究するのでしょうか？

地球惑星システムの全体像を把握するために、各教員は複数の研究テーマを持って研究しています。大学院生は通常、その内のひとつのテーマに関連する内容の研究をおこなうこととなります。もちろん、余力のある方は複数のテーマに挑戦することもできますでしょう。

Q. 協力講座教員の方はどの程度、講座全体の活動に携わっていますか？また、基幹講座教員や他の協力講座教員との程度、共同研究をおこなっていますか？

協力講座教員は講座の教育・研究活動の様々な形で携わっています。地球惑星システム科学セミナーでの講演、参加しての議論や講演者の紹介の他、共同でおこなう個別セミナーもあります。また、**教員間の共同研究**もおこなわれており、大学院生も指導教員だけでなく、他の教員からの指導を受ける機会もあります。

Q. フィールド調査や学会発表に出掛ける際に、学生の費用負担はどの程度でしょうか？

研究グループや時期などによって様々です。全額援助される場合もあれば、一部援助となる場合もあります。詳しくは各教員にお問い合わせ下さい。

Q. 副指導教員とはどういうことですか？

研究指導を主に受ける指導教員に加えて、大学院生活全般において様々なサポートをしてくれる教員として各大学院生に1名の副指導教員が付きます。指導教員とは別の観点で**アドバイス**が必要な場合や、指導教員には相談しづらいことがある場合など、遠慮なく相談できる相手です。

Q. フィールド調査、解析、理論（モデリング）の各研究室でのバランスを教えてください

研究グループごとに研究手法のバランスは異なっているので、教員紹介ページの研究内容をぜひ参考にしてください。

また、各教員にお問い合わせ下さい。どのグループに所属するかによって、修士課程の間に皆さんが軸足を置く研究手法は変わることになりますが、他の研究手法に関しても、日常的なセミナーや地球惑星システム科学セミナーを通じて、研究の進め方や考え方を学んでいただくことが可能ですし、私たちはそれを期待しています。

Q. フィールド調査が多い研究室では年どのくらい調査に行くのですか？修士院生も現地調査（海外も含む）に参加できますか？

各研究グループの年間予定や研究テーマにも依りますが、時間の取れる夏休みの期間にフィールド調査に行くことが多くなります。短期の調査は、学期中でもおこなうことがあります。フィールド調査で修士論文を書く場合には、自身で調査をおこなった上で考えることが何よりも重要です。調査には院生も当然、参加します。テーマによっては海外調査もあり、これまでも修士論文のための調査として、米国、カナダ、南アフリカ、中国、東南アジア、パラオなどに院生が出掛けています。具体的なことは、各教員にお問い合わせ下さい。

Q. 公的機関や企業との共同研究や、他の講座との共同研究はおこなっていますか？

各教員は、国内および海外の複数の研究機関や企業と様々な共同研究をおこなっています。その共同研究の枠組みで、大学院生も他研究機関の研究者と共同研究を行う可能性があります。詳細については各教員にお問い合わせください。

また、研究や教育に関して他講座と協力しておこなうこともあります。他講座の教員と共同で主催しているセミナーもあり、講座を越えて、多様な視点で教育をおこなっています。また、地球惑星システム科学セミナーは、専攻や附置研究所すべてにオープンでおこなっており、他講座や研究所から講演テーマに応じて、様々なバックグラウンドを持つ研究者が参加し、活発な議論をおこなっています。

大学院生活について

Q. 現在、他分野を専攻しています。修士課程から地球惑星科学分野の研究を始める際に苦労することなどありますか？

他分野から入学した場合、地球惑星科学分野出身者よりも物理や数学、生物学が得意だったり、化学分析の技術を持っていたり、逆に強みであることも大いにありますので、決して苦労ばかりではありません。自分の武器を有効活用してください。とは言え、他分野から入学すると、最初のうちは地球惑星科学に関する基礎的知識が乏しいという不利を感じることもあるかと思います。そのため、地球惑星科学専攻では、修士課程の科目の一部は、一般基礎科目として学部と共通の

講義となっており、入学後に基礎的知識を学ぶことが充分可能です。また、一般基礎科目以外の学部講義を受講して、修士修了の単位とすることも可能になっています（ただし、修了単位に認定される学部講義の単位数には限度があります）。

Q. 院生は毎日こういったスケジュールで研究を進めていますか？

日々の研究時間の配分については、個人差があり、明確な回答は難しいので、修士2年間について概観してお答えします。修士課程修了に必要な講義・演習の単位数は16で、多くの院生は修士1年の間に単位を取得し、修士2年の期間は研究に集中しようとしています。そのため、修士1年の間は講義が毎日1つ程度あるのが一般的です。また、講義以外に、研究グループや講座単位のセミナーや勉強会が週に2-3回あります。それ以外の時間を活用して、研究をおこないます。学外の活動としては、毎年5月には地球惑星科学分野の最大の学会である日本地球惑星科学連合（JpGU）の年會が開催され、秋には個別分野学会の年會があります。研究の進展に応じて、学会発表をおこなったりします。フィールド系院生の場合、春や夏の長期休暇の時期を利用して、野外調査に出掛けることとなります。

Q. 院生生活の中で、他の研究機関との関わりはどの程度ありますか？

研究テーマにもよりますが、他の研究機関の装置を使って実験や分析をすることや他機関の先生にアドバイスをいただくことがあります。他の研究機関に向いて、セミナー発表をしてアドバイスをもらったり、研究の幅を広げたりすることは将来の財産になるので、積極的に外部機関と関わりを持つことをお勧めします。

Q. 研究を進めるにあたって求められる最低限の物理学・化学・数学等の知識の目安を教えてください

所属する研究グループによって異なります。理論や数値モデルを用いて、地球惑星システムを研究する場合には物理学の修得は必須です。実験や観測の研究をおこなう場合には、一般教養課程程度の物理や化学は必要ですし、分析を主とする場合にも、一般教養課程程度の化学の知識があることが望まれます。フィールド調査を主とする場合でもある程度の理系科目の知識は必要と考えてください。詳しくは各教員にお問い合わせ下さい。

Q. 研究室には何人ぐらい学生がいるのですか？

日常的な教育や研究指導がおこなわれる研究グループ単位では、院生数はグループごとに異なります。地球惑星システム

科学セミナーや、修士論文、博士論文の中間発表などは、講座の全院生を対象におこなっています。

Q. 研究テーマは、すぐに具体的に決まるものですか？

研究グループや院生個人の興味や学部における教育内容によって変わってきます。研究テーマをじっくりと自分で考えたいという希望にも応えることができる場合もありますので、各教員にお問い合わせください。

Q. 研究と並行してアルバイトをしている学生はいますか？

授業や研究で忙しく、アルバイトを長時間おこなうのは難しいと思いますが、家庭教師など比較的時給の高い職種でアルバイトをおこなっている院生はいます。また、**ティーチングアシスタント (TA)** として、学部授業や実習、実験の補助をおこなう学生もいますし、**日本学生支援機構の奨学金**を受けている院生もいます。修博一貫教育プログラムである**国際卓越大学院プログラム**のコース生に採用された場合（修士1年の6月頃に申請）、**卓越リサーチ・アシスタント**として、修士1年の秋から経済的支援を受けることができます。博士課程院生には、**日本学術振興会特別研究員**に選ばれて、研究奨励金（給料）と研究費をもらい、研究に集中できる権利

を得ている院生もかなりいます。また、学内の次世代研究者挑戦的研究プログラム「**グリーントランスフォーメーション (GX) を先導する高度人材育成**」に採択されて、研究奨励金・研究費をもらっている博士課程院生や、理学系研究科リサーチアシスタント (RA) として、経済的サポートを受ける博士課程院生もいます。

入試について

Q. それぞれの先生に入試科目の指定はありますか？

受験要求科目を指定している教員もいます。地球惑星科学専攻のウェブページ「大学院入学案内」で確認してください。

Q. 大学院入試に向けて、どのような勉強をしていくことが望まれますか？

地球惑星科学専攻のウェブサイト過去問が掲載されていますので、参考にして下さい。ただし、2022年度実施の入試より、筆記試験の実施方式が変わったので、注意してください。入試対策は、試験に受かるための勉強ではありますが、**その後の研究の基礎力を培うためにもなるものです**。しっかり頑張って勉強してください。

■ 私たちはこんな人を求めています

さまざまなバックグラウンドや特技・特徴を持った人の参入を望んでいます。大学入試は平均点の世界でしたが、大学院や研究においては各自が自分の特性を最大限発揮することが重要です。野外調査や実験、分析、計算機シミュレーションなど多様な研究手法の中から自分を活かせる手法を選択し、システムとしての地球や惑星の形成・進化・安定性・変動・動態などについて研究をおこないたいと考えている学生さんを、私たちは大いに歓迎します。また、これまで地球惑星科学が専門ではなかった学生さんも、地球惑星科学に興味を持ち、システム科学的な研究したいと考えているならば、大いに歓迎します。これまで深めてきた物理学、化学、生物学などの知識と経験を大きな武器として存分に活かすことを期待しています。修士論文ではなにか一つのテーマに集中した研究をおこなう場合が多いと思います。それによって、自分の得意分野や手法を確立することができるでしょう。しかし、地球や惑星をシステムとして捉えるためには、多角的視点を持つことが重要で、そのためには多くのことを学ぶ必要があります。自分の研究テーマ以外のことも興味を持って積極的に吸収するような能動的な人を私たちは求めています。私たちスタッフは全員研究と教育に情熱をもち、新しい研究分野の開拓や大学院生との共同研究による学問の発展を楽しみにしています。

■ ぜひ話を聞きに来てください

このパンフレットでは地球惑星システム科学講座の基幹講座教員と協力講座教員の研究内容を紹介しています。ぜひ興味を持った教員と直にあって、話を聞いてみてください。自分の研究のこと、大学院での研究・教育について、より具体的にお話しします。同時にその研究グループの大学院生などからも話を聞かれることをお奨めします。自分の興味・希望がまだ漠然としているときには、ガイダンス担当教員へ連絡をください。皆さんの関心のあるテーマに応じて、コンタクトをとったらよい教員を紹介します。

- ・ 2026 年度 地球惑星システム科学講座教務・ガイダンス担当教員：
池田 昌之 e-mail : ikeda.masayuki@eps.s.u-tokyo.ac.jp

■ 教員リスト

基幹講座教員

池田 昌之	理学系研究科 地球惑星科学専攻	---	12
佐久間 杏樹 △	理学系研究科 地球惑星科学専攻	---	14
瀧川 晶	理学系研究科 地球惑星科学専攻	---	16
橘 省吾	理学系研究科 地球惑星科学専攻	---	18
田近 英一 †	理学系研究科 地球惑星科学専攻	---	20
野津 翔太 △	理学系研究科 地球惑星科学専攻	---	22
芳賀 智宏 △	理学系研究科 地球惑星科学専攻	---	24
山野 博哉	理学系研究科 地球惑星科学専攻	---	26

△ 助教

協力講座教員

今西 祐一 †	地震研究所	---	28	小宮 剛	総合文化研究科	---	36
三浦 弥生	地震研究所	---	29	黒川 宏之	総合文化研究科	---	37
森 俊哉	理学系研究科 地殻化学実験施設	---	30	小口 高 *	空間情報科学研究センター	---	38
須貝 俊彦	新領域創成科学研究科	---	31	小坂 優	先端科学技術研究センター	---	39
阿部 彩子 *	大気海洋研究所	---	32	日比谷 由紀	先端科学技術研究センター	---	40
黒田 潤一郎	大気海洋研究所	---	33	生駒 大洋	国立天文台	---	41
横山 祐典	大気海洋研究所	---	34	藤井 友香	国立天文台	---	42
吉森 正和	大気海洋研究所	---	35	齋藤 仁 ‡	名古屋大学 大学院環境学研究科	---	43

* 2027年度に大学院生を指導対象として受け入れません

† 2027年度に博士課程の大学院生を指導対象として受け入れません

‡ 副指導教員として、指導を受けることができます

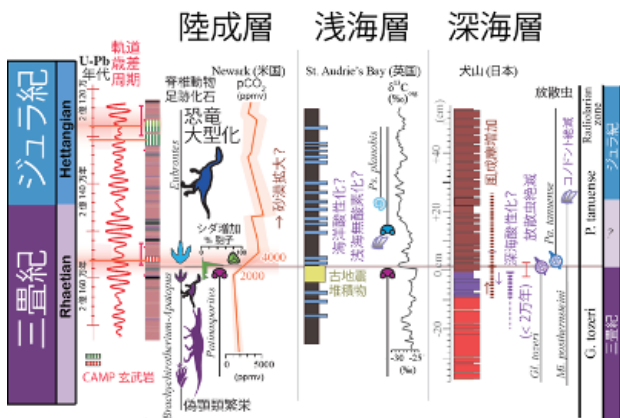


図2 三畳紀/ジュラ紀境界における陸-浅海-深海の層序対比 (Ikeda et al., 2015).

これは植物に限らず、恐竜や哺乳類のような動物にも影響した可能性があります。動物は植物の種子を拡散させ、植物は蒸散により水循環を活発化するため、相互作用したかも知れません。

日射変化はモンスーンや氷床に作用し、全球的な物質循環を介して湿潤化や温暖化を促すため、生物の大進化や分布拡大にも様々な影響を与えたのではないかと考えています。



図3 三畳紀の大陸配置と恐竜の初期進化 (Ikeda et al., 2017 改). 南半球で誕生した恐竜類は乾燥域 (黄色部分) を超えて、徐々に分布を北上した。

研究方法

地質学的手法 (野外地質調査や陸域・海洋での掘削により得られる堆積物から、過去の環境や生態系を復元) が主要な研究方法です。特に、私は天文年代層序という観点から、高解像度で地層の柱状図を作成し、鉱物、化学組成、化石から古環境を推定し、その周期性から、ミランコビッチサイクルや太陽活動の変化に伴う日射変化の周期性を検出します。これにより、年-万年単位の年代目盛を構築し、「濃度」を「速度」に変換して、その変動メカニズムを解明します。同時に、日射変化を推定でき、日射が地球環境や生態系に与えた影響を解読できます。さらに天体力学計算結果と比較することで、太陽系天体運動のカオスの挙動の制約や地球-月系の潮汐進



図4 層状チャートの堆積リズム (縞々) に刻まれた天文学的周期 (Ikeda and Tada, 2020)

化といった地球軌道変化自体の制約も行っています。

最近、黄鉄鉱 (パイライト) や赤鉄鉱 (ヘマタイト)、燐灰石 (アパタイト)、石英 (シリカ)、風成塵、有機質化石 (花粉・バイオマーカー) に注目した堆積岩岩石学的・地球化学的・古生物学的な手法により海洋や湖の酸化還元度や pH 指標の変化、酸素や珪素の同位体比変動や元素組成による水温や生物生産、風化の変化の推定、微化石や植物化石に注目した炭素循環の有機地球科学的研究等も進めています。他グループとの共同研究についても積極的に取り組んでおり、最新の化学分析や室内実験を行います。こうして得られた“物証”を説明する気候変化、物質循環変化を物質循環モデルや大気-海洋大循環モデルなどの数理モデル研究を用いて検証し、温室効果ガスや軌道要素などが、モンスーンやエルニーニョ等を介して、どのようなプロセスで地球環境に影響したか、各プロセスにどの程度不確実性があつたかを検討します。

これらによって、従来より一桁高い時間分解能での地球環境史・生命史の解読を進め、未知のフィードバックプロセスが表層環境や生態系の変動に与えた影響を模索しています (詳細は HP を参照)。

講義

野外調査実習, 環境学実習

セミナー

地球システム変動コロキウム (通称: 表層セミナー)

田近・山野・後藤・池田などの教員が担当する、地球表層環境変動等に関するセミナーです。

地球惑星システム科学セミナー

地球惑星科学の分野の最先端の研究を内外の研究者に紹介して頂き、活発な議論を行います。



佐久間 杏樹 [Aki Sakuma]

E-mail: a.sakuma@eps.s.u-tokyo.ac.jp / Tel: 03-5841-4538

Room: 理学部 1 号館 852 室

研究分野 古気候学、古環境学、堆積学

メッセージ 地球の表層環境は、固体地球、大気、生物などが相互に作用をしあって、複雑に変化をしてきました。私は堆積学的・化学的な手法を用いて、環境変動が起きた原因やプロセスなどを解明することを目指して、研究を行っています。一緒に楽しんで研究をしていきましょう。

研究内容の紹介

地球の過去の環境は、岩石や化石などに記録されています。私は、主に野外地質調査や採取した堆積岩試料の化学分析などの手法を用いて、その記録を読み解き、過去の表層環境の変動を調べてきました。具体的には、以下のようなテーマで研究を行っています。

(1) 新生代アジアにおける気候変動とテクトニクスの関係の検証

地球の歴史上もっとも新しい時代である新生代(約6600万年前～現在)は、大気中の二酸化炭素濃度の減少と関係して段階的に寒冷化が起きたことが、海洋における研究によって明らかにされています。しかし、アジア地域の気候条件は、地球全体規模の寒冷化に加えて、約5000万年前に

インド亜大陸がユーラシア大陸に衝突したことに関係するヒマラヤ・チベット高原の隆起という地形の変化にも、強く影響を受けていることが指摘されてきました。テクトニクスと気候変動の関係を明らかにするため、野外地質調査や岩石の顕微鏡を用いた観察といった堆積学的な手法と、採取した岩石試料を用いた化学分析を組み合わせ、アジア各地における新生代の環境変動や地形変化について研究を行っています(図1)。

(2) 新たな古環境復元手法の開発と応用

海洋において過去の環境変動を調べる手法は比較的確立されたものが多い一方で、陸上の環境を知る手段は限られています。より多くの年代・場所で過去の記録を復元し、様々な



図1 熊本県天草市における野外地質調査の様子。採取した試料は実験室に持ち帰り、様々な分析に用いる。

視点から環境変動を調べるために、新たな分析技術を積極的に取り入れたいと考えています。現在は、中赤外レーザー分光装置と呼ばれる装置を用いて、炭酸塩の新たな同位体比の測定技術の開発に取り組んでおり、現在堆積しつつある堆積物を用いて同位体比の挙動について検証を行っています(図2)。

(3) 炭酸塩堆積物の堆積メカニズムの解明

炭酸塩堆積物には、貝やサンゴといった生物由来のものから、海洋・河川・湖などにおいて無機的に沈殿したものまで、様々な種類のものがあります。特に陸上で沈殿した陸成炭酸塩は、沈殿過程が複雑であり、どのように形成したのかに対

する理解が未だ曖昧なものが多いです。そこで、フィールドワークや岩石試料の顕微鏡観察、化学分析などを組み合わせて、過去の環境を知る手がかりとなる陸成炭酸塩堆積物の沈殿が起きた場所やメカニズムを解き明かすことを目指しています(図3)。

講義

地形・地質調査法及び実習、地球惑星環境学野外調査Ⅰ、地球惑星環境学実習

セミナー

表層セミナー、地球惑星システム科学セミナー



図2 オーストラリアにて分析に用いる陸成炭酸塩試料を採取している様子。

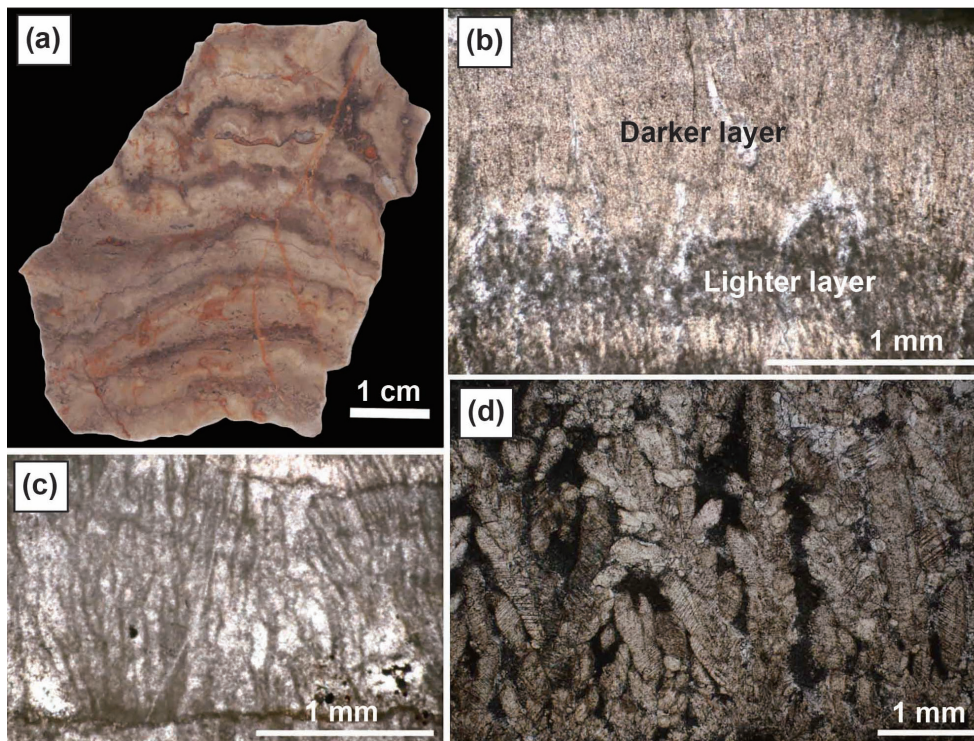
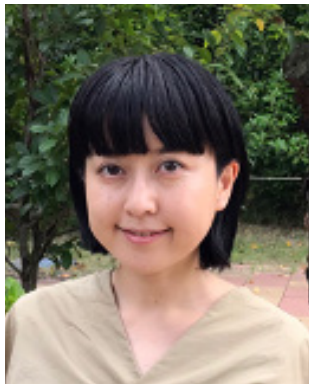


図3 中国雲南省にて採取した約4000万年前の冷泉成炭酸塩の顕微鏡写真(Sakuma et al., 2021a)。構造観察から岩石の種類を分類し、堆積環境を推定している。



瀧川 晶 [Aki Takigawa]

E-mail: takigawa@eps.s.u-tokyo.ac.jp / Tel: 03-5841-4523

Room: 理学部 1 号館 C 棟 734 室

研究分野 宇宙鉱物学, 実験宇宙物理化学, 銀河物質循環学

メッセージ 太陽系は、天の川銀河系に所属する一つの惑星系です。宇宙をみわたすと、地球にありふれた鉱物と似た物質が、1 ミクロンほどの小さな塵としてあらゆるところに存在します。若い星の周りにも、年老いた星の周りにも、太陽くらいの年齢の星の周りにも、分子雲や星間空間とよばれる場所にもみられます。

この宇宙塵は、遠くの星で何がおこっているのか、46 億年前に太陽系ができたときに何がおこったのかを記録しているメッセンジャーです。宇宙塵を通じて、銀河物質循環を理解し、一世代前の恒星から太陽系の形成までを物質科学的に理解したいと思って研究をしています。実験室に小さな宇宙空間を作り、宇宙のどのような物理化学条件でどうやって鉱物が形成されているのかを調べています。ときには大型望遠鏡を使って宇宙塵ができる場を観測し、そして電子顕微鏡の中で、隕石中のナノメートル以下の小さな構造を分析します。

最新の技術を使って小さな塵に耳を傾けると、太陽が生まれるより前の歴史の切れ端がみえてきます。好奇心と探究心をもって、銀河を見渡し、太陽系の歴史を拓き、太陽が生まれる前の世界を探求しませんか。

研究内容の紹介

進化末期の恒星は、宇宙空間に大量のガスや鉱物や有機物などの固体微粒子(宇宙塵)を放出します。これらの宇宙塵は、星間空間を漂い、やがて次世代の惑星系の原材料となります。銀河系において、物質は形を変えながら星から星へと世代を超えて、受け渡されていき、これを「銀河物質循環」とよびます。太陽系もこの銀河物質循環の中の一つのサブシステムです。太陽系のガス円盤をつくった分子雲の物質は、一世代前の恒星からの放出物でできていると考えられています。銀河物質循環において、太陽系は他の恒星・惑星系と比べて、特殊なのでしょうか、それともごくありふれているのでしょうか？そして、太陽より一世代前の恒星から太陽系までの歴史は、ひとつづきに理解することができるのでしょうか？この問いに答えるために、(1) 物質に着目した銀河物質循環の解明、と(2) 太陽系原材料物質の形成と進化の解説、の

2つに挑戦しています。

(1) 銀河物質循環の解明

銀河系の中で、恒星の周りや星間空間、分子雲といった宇宙塵がみられる環境は銀河物質循環のサブシステムです。さまざまな環境での宇宙塵形成と変質過程の一般的描像を明らかにするために、年老いた恒星(赤色巨星や超新星爆発)や若い恒星(原始惑星系円盤)での宇宙塵形成環境を模擬した実験装置を開発し、代表的な宇宙塵であるケイ酸塩や酸化物鉱物や非晶質珪酸塩の形成や化学反応実験をおこなってきました(図1)。また、分子雲や星間空間を模擬した宇宙塵形成実験装置を立ち上げ、近年注目を浴びている低温での宇宙塵形成実験にもとりこんでいます(図2)。

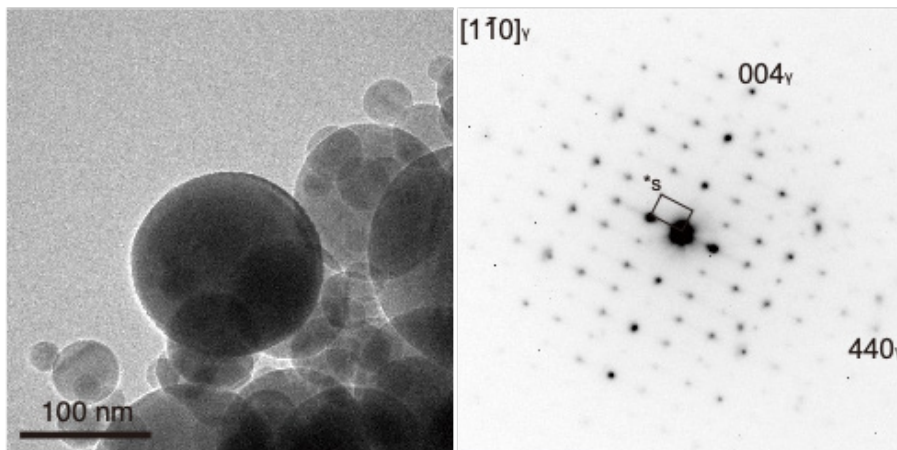


図1 誘導熱プラズマ装置で合成した星周塵模擬 Al_2O_3 粒子の透過型電子顕微鏡像 (Takigawa et al. 2019).

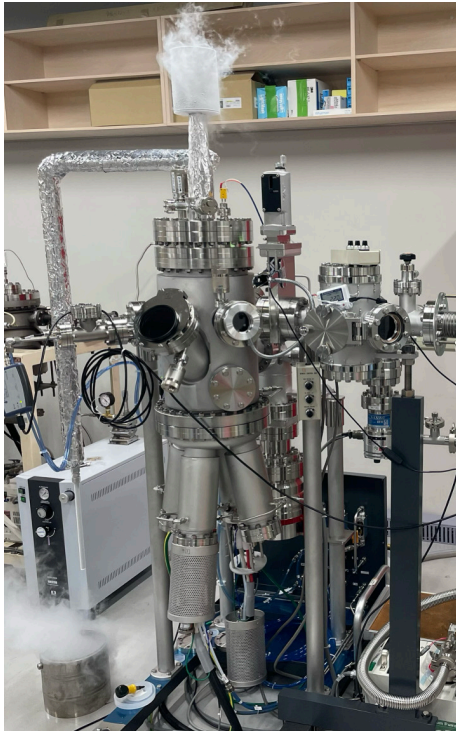


図2 分子線エピタキシー装置

さらに、進化末期星におけるダストの形成過程や環境を調べるために、アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計 (ALMA) を用いた電波観測をおこなっています。進化末期巨星であるうみへび座 W 星における AlO, SiO 分子の分布を初めて詳細に明らかにし、アルミナダストが効率的に凝縮し、質量放出風加速の引き金とること、珪酸塩ダストを形成する SiO の大半がガスとして残されることを示しました (図3)。このような研究を通じて、天文学と鉱物学の境界にある宇宙鉱物学を大きく発展させようとしています。

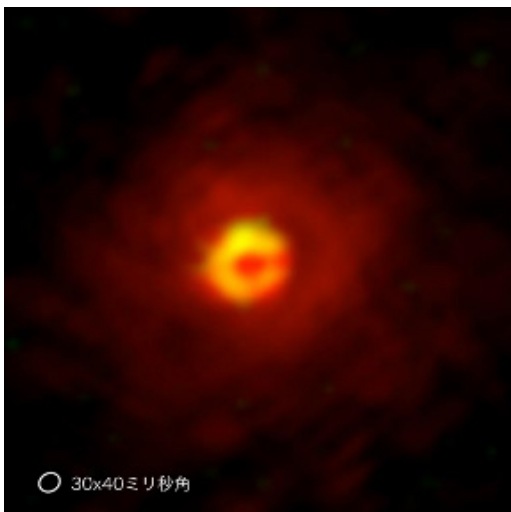


図3 ALMA 望遠鏡で観測したうみへび座 W 星のガス分布。明るい部分が AlO 分子、やや暗い部分が ^{29}SiO の分布。AlO 分子が恒星近傍で塵を形成している (Takigawa et al. 2017)。

(2) 太陽系原材料物質の形成と進化の解説

太陽系の原材料が実際どんなもので、どのような種類があって、どこでどうやってできて、どうやって太陽系形成場にたどり着いたのか、実はわかっていることはほんの少しです。始原的隕石や彗星塵の一部には、太陽系が形成したときの状態をほぼそのまま残しているものがあります。そのような試料を調べると、太陽系がまだ原始惑星系円盤と呼ばれるガスと塵の円盤であったころに作られた塵の生き残りや、太陽ができるより一世代前に年老いた星で作られた宇宙塵の行きの残りがみつかります。

これまでに、始原的普通コンドライトから進化末期星ダストの生き残りであるプレソーラー粒子を探索し、漸近赤色巨星でコランダムが直接凝縮し、太陽系まで生き残った特徴的な証拠を示すプレソーラーコランダム粒子を初めて発見しました (図4)。最近では、炭素質隕石からケイ酸塩、酸化物、SiC などのプレソーラー粒子を見つけて研究しています。

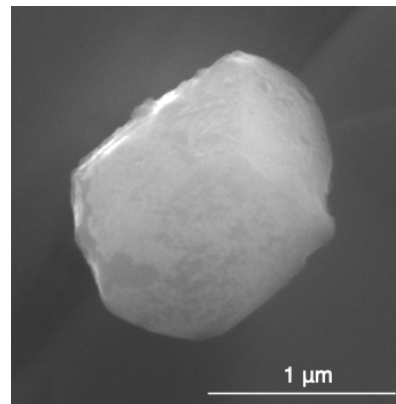


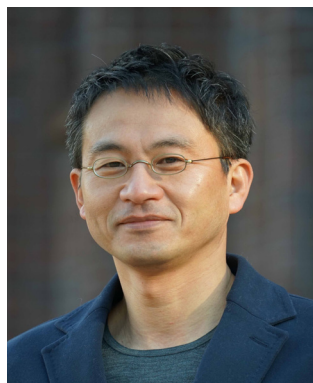
図4 隕石からみつかった赤色巨星でガスから成長した証拠をもつ半球形プレソーラーコランダム ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) (Takigawa et al. 2018)。

研究手法

宇宙塵の形成や変質に関する実験的研究を軸に、興味や関心に応じて隕石の分析や天文観測に応用し、新しい手法にも挑戦していきます。宇宙塵の形成実験をおこなえる研究室は世界的にも少なく、多様なテーマでの研究が可能です。誘導熱プラズマ装置、抵抗加熱型真空炉、分子線エピタキシー装置を用いて、星の周りでの高温環境や、分子雲での低温環境を模擬した実験が可能です。宇宙塵そのものを分析するために、目的に応じて種類の異なる電子顕微鏡を駆使します。隕石試料や実験生成物は、光学顕微鏡、走査型電子顕微鏡、集束イオンビーム加工、透過型電子顕微鏡、粉末 X 線回折、フーリエ変換型赤外分光、二次イオン質量分析器 (NanoSIMS) などの装置を用いて分析します。

セミナー

地球惑星システム科学セミナーに加えて、研究グループ (橘・瀧川・野津) で進捗報告や教科書や論文の輪読をする宇宙化学・宇宙鉱物学セミナーを毎週おこなっています。



橘 省吾 [Shogo Tachibana]

E-mail: tachi@eps.s.u-tokyo.ac.jp / Tel: 03-5841-4430

Room: 理学部 1 号館 836 室

Personal website: <https://shogo-tachibana.webnode.com/>

研究分野 宇宙化学（地球惑星システムの形成と進化）

メッセージ 宇宙誕生以来、銀河、恒星、惑星といった様々なシステムが形成されてきました。宇宙の歴史はシステム形成の歴史であり、太陽系、地球、私たち生命もその一部です。太陽系そのものや、多様な太陽系惑星のなりたちや進化を、宇宙でのシステム形成史の中で理解したいと考えています。「物質（元素、同位体、分子、鉱物、およびそれらの間の化学反応）」を研究の中心に据え、構造形成の物理過程を、化学や物質科学から理解することをめざし、原子や分子の時空間スケールと宇宙の時空間スケールを常に行き来しています。

研究内容の紹介

太陽系や惑星の形成・進化を理解するための鍵を握る化学反応を実験で明らかにし、地球外物質の分析、観測、探査から得られる情報と合わせ、宇宙におけるシステム形成プロセス、システム形成史に太陽系を位置づけることを目標に、国内外の研究者や大学院生と協力して、以下のような研究を進めています。

原隕石コンドライトと地球型惑星の化学組成の関係にも興味をもっています。

分子雲の化学条件：太陽系誕生環境

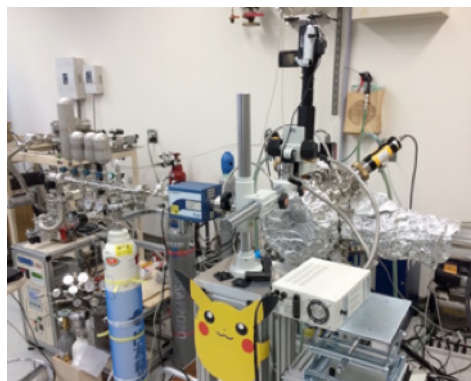
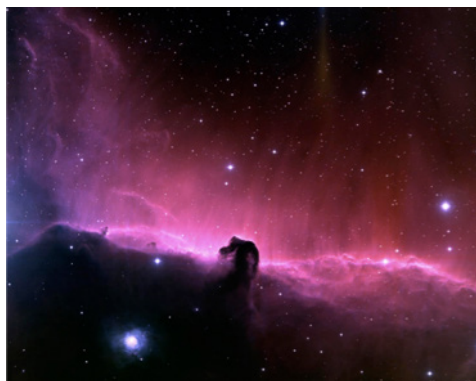
恒星は分子雲とよばれるガスの塊の収縮によって形成されます。アルマ望遠鏡による天文観測で、恒星誕生の場に化学的多様性があることが発見されました。この化学的多様性が星・惑星系形成プロセスと関連していることもわかってきました。では、太陽系誕生の場の化学条件はどのようなものだったのでしょうか。分子雲の化学環境がどのように惑星系にもたらされるのかを分子雲を再現した有機分子形成実験を進め、太陽系の初期化学環境を制約したいと考えています。この取り組みの中で、分子雲で紫外線照射を受けた非晶質氷が 50–150 K という低温にも関わらず、液体状の物性を示するという興味深い発見をしました。

初期太陽系円盤化学進化：惑星形成の初期条件

誕生直後の太陽の周囲を取り巻いたガスと塵からなる初期太陽系円盤（原始惑星系円盤）の化学構造とその変動は、その後起きた多様な惑星形成の化学的初期条件となったと考えられます。原始惑星系円盤で起こりうる様々な化学反応（マグネシウムケイ酸塩や金属鉄の凝縮・蒸発、ガスとケイ酸塩鉱物との化学反応・同位体交換反応など）の速度や、その物理化学条件依存性を室内実験で調べ、初期太陽系円盤の化学構造の再現をめざしています。最近では太陽系最初期のケイ酸塩ダストの円盤での残存条件を実験で決定しました。実験で求めた化学反応速度を用いて、原始惑星系円盤を移動するダストが経験する化学反応をシミュレーションし、円盤の中にどのような化学構造がつけられるのかを調べています。また、初期太陽系円盤でのダストの化学進化の結果つけられる、始

宇宙でのダスト形成・進化：星・惑星系の材料

進化末期の恒星の放出する恒星風の中でつくられる固体微粒子（塵）は、星間空間を経て、新たな星・惑星系の材料となります。様々な天文観測データから、銀河スケールでの物質循環や塵の形成・進化の情報を抽出するために、晩期型星



周でのダスト形成実験や、原始惑星系円盤でのケイ酸塩ダストの熱進化に関する室内実験をおこなっています。Mgに富む輝石に近い組成をもつ非晶質エンスタタイトダストの結晶化が、原始惑星系円盤の物理化学条件に大きく依存しないことがわかり、ダスト観測から原始惑星系円盤のダスト熱進化を読み解く指標として使えることを示しました。また、天文学者と共同で、実際の星・惑星形成の場の化学構造を、電波干渉計ALMAの観測から調べる研究も進めています。2024年には、東京大学アタカマ天文台も完成し、赤外線での原始惑星系円盤観測も進めたいと考えています。

初期太陽系での始原隕石構成物質の形成：円盤条件の制約

太陽系初期進化の記憶は始原隕石コンドライトを構成する多様な物質に残されています。これらの物質の形成条件は初期太陽系円盤の物理化学環境を反映しています。初期太陽系円盤で形成された太陽系最古の物質（難揮発性包有物）の組織や鉱物組成、同位体組成を説明する温度やガス密度を実験で決定し、難揮発性包有物形成場の水素の圧力が 10^{-5} bar程度であることを示しました。

太陽系小天体探査：地球・海・生命の材料物質を求めて

地球表層システムを特徴付ける液体の水（海）と生命の材料がどこから来たのか、いまだはっきりしませんが、ひとつの可能性は小惑星です。小惑星が海や生命の材料をもたらした可能性を調べるための最良のサンプルを求める探査にも関わっています。「はやぶさ2」サンプルリターン探査では2020年末に地球に届けられた小惑星リュウグウ試料から、地球の海と生命の材料に関わる新たな情報を引き出すことをめざして、分析をおこないました。また、サンプルから情報を読み解くために必要な辞書づくりとしての室内実験（例えば、リュウグウ構成鉱物の熱分解実験や、小惑星を模擬した有機分子の水熱合成実験）もおこなっています。

地球惑星システムで起こる化学反応の速度論

地球惑星システムでは、正のフィードバックで新たなシス

テムが形成され、負のフィードバックでシステムは安定化します。また、システム自体も時間とともに変化していきます。時間とともに移りゆくシステムの中では、様々な化学反応を通じて、系の形成・維持・進化が起きますが、その理解には化学反応の速度論的理解が必要となります。地球惑星システムで起こる様々な化学反応の中について、原子レベルでの理解をめざした実験をおこなっています。その中で、大学院生とともにケイ酸塩ガラス（マグマの模擬物質）における水の拡散メカニズムや、鉱物表面での化学反応を統一的に説明するモデルをつくる研究を進めています。

一般向け書籍

橘 省吾 (2016) 星くずたちの記憶 — 銀河から太陽系への物語 (岩波科学ライブラリー), 岩波書店

橘 省吾 (2024) 「はやぶさ2」は何を持ち帰ったのか — リュウグウの石の声を聴く (岩波科学ライブラリー), 岩波書店

大学院生と取り組んできた (取り組んでいる) 研究テーマ

[修士論文]

- ・ 原始惑星系円盤での有機物の熱分解
- ・ 原始惑星系円盤での硫化鉄の蒸発・金属鉄の硫化
- ・ 鉱物表面での化学反応の原子レベルでの理解
- ・ 非晶質ケイ酸塩ダスト結晶化への原始惑星系円盤ガスの効果
- ・ 太陽系最古の物質（難揮発性包有物）の形成条件
- ・ リュウグウ表面での鉱物の熱分解速度論
- ・ 分子雲氷から昇華する揮発性有機分子の化学的特徴
- ・ 小天体内部での可溶性有機分子合成反応
- ・ 難揮発性包有物構成鉱物中の酸素自己拡散

[博士論文]

- ・ 非晶質ケイ酸塩ダストと原始惑星系円盤ガスとの酸素同位体交換速度論 (太陽系酸素同位体進化)
- ・ 太陽系最古の物質（難揮発性包有物）の酸素同位体進化および蒸発・組織形成実験から制約する原始惑星系円盤のガス密度 (円盤物理条件)
- ・ ケイ酸塩ガラス中の水の拡散の原子レベルでの理解 (地球内部水輸送への貢献)
- ・ 原始惑星系円盤での惑星材料の化学進化モデル

大学院講義

- ・ 宇宙惑星物質科学 II
- ・ 地球惑星システム科学基礎論 (学部共通講義)

セミナー

地球惑星システム科学セミナー
宇宙化学・宇宙鉱物学セミナー (橘・瀧川・野津)





田近 英一 [Eiichi Tajika]

E-mail: tajika@eps.s.u-tokyo.ac.jp / Tel: 03-5841-4516

Room: 理学部1号館 732室

Personal website: <https://park.itc.u-tokyo.ac.jp/tajika/>

研究分野 地球惑星システム進化学, 地球環境・生命共進化学, 比較惑星学, アストロバイオロジー

メッセージ 地球惑星環境の変動と進化の研究には広い視野とさまざまな知識が必要です。従来の学問分野や手法にしばられない柔軟な思考と知的好奇心がとても大切です。必要であれば、何でもどんどん自分で勉強することが求められます。まず学部生時代には基礎学力をしっかりと身につけ、研究に活かせる得意分野を何かひとつは作っておくようにしてください。数学・物理・化学・生物・地学, なんでも構いません。大学院で一緒に研究できることを楽しみにしています。

研究内容の紹介

地球や惑星の環境はどのように成立し変動・進化してきたのでしょうか？ 生命活動には液体の水の存在が必須だと考えられていることから、地球のような「海惑星」の成立条件を解明することは、太陽系外惑星系に第二の地球が存在する可能性を探るためにも必要不可欠です。

私にとっては、地球のように生命が生存・進化することが可能な惑星の条件を理解することが究極的な目標で、そのためにまず地球環境とその進化・変動に関する理解を深めること、そしてそのような知見に基づいて地球以外の惑星をシームレスに理解することが重要であると考えています。

このような考えに基づき、本研究室では、地球や惑星の表層環境の進化及び変動について、「地球惑星システムにおける熱輸送と物質循環」という視点から、主として数値シミュレーション及び理論的な研究を行なっています。

現在の関心は、地球環境と生命の共進化、地球環境の安定性と変動性、地球史における炭素循環と大規模地球環境変動、地球大気の変化、地球や惑星の熱進化、天体衝突と地球環境変動、火星環境の変動と進化、太陽系外惑星系におけるハビタブル（生命生存可能）惑星の存在条件などです。具体的には、以下のような研究課題を推進しています。

(1) 地球環境と生命の共進化 ～地球環境の変動と進化, 生命進化との関わりを明らかにする～

地球史を通じた地球環境の進化や変動、地球環境と生命の共進化、とりわけ生物の大量絶滅が生じたと考えられているスノーボールアース（全球凍結）イベント、小惑星衝突イベント、海洋無酸素イベントなどの大規模地球環境変動イベントを、気候モデルや物質循環モデルを組み合わせた地球システムモデリングによる数値シミュレーションや理論解析に基づいて明らかにしたいと考えています（図1）。また、フィー

ルド調査や岩石試料の化学分析に基づいて、当時の地球環境変動の実態解明にも挑みたいと考えています。

最近とくに注目しているテーマは、大気海洋系の酸素濃度上昇史・変動史と生命進化との関係の解明です。生物にとって環境中の酸素濃度変化は生死に関わる問題であり、生命進化にとって最も重要な要因のひとつであったと考えられます。とりわけ約23億年前に生じた大酸化イベント（酸素濃度の急激な上昇イベント）に生物がどのように適応進化したのかについて、代謝酵素の遺伝子配列の分子系統解析から明らかにしようとしています。また、大気海洋系の酸化還元環境の変動について、私たちの研究室で開発した海洋生物化学循環モデルCANOPS(図2)や微生物生態系モデリングによって明らかにしたいと考えています（図3）。

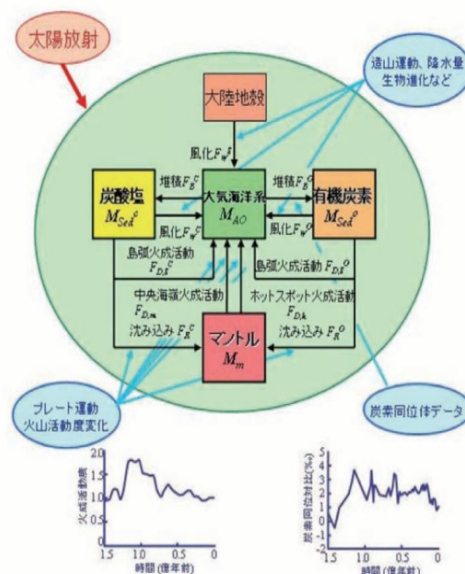


図1 炭素循環システムモデリング (Tajika, 1998).

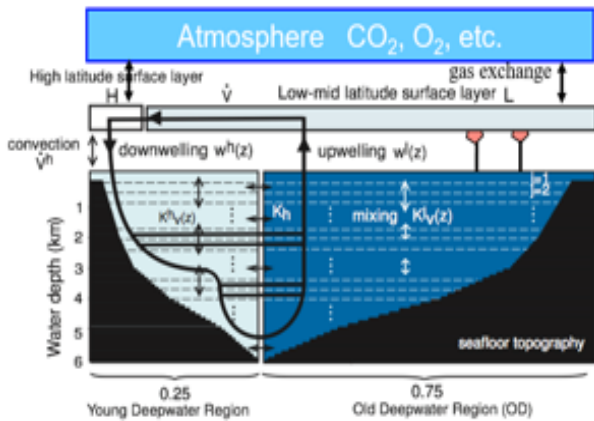


図2 海洋生物化学循環モデリング (CANOPS モデル; Ozaki and Tajika, 2013).

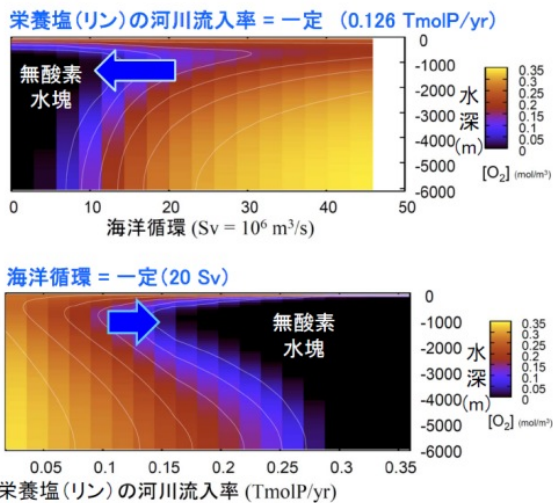


図3 海洋生物化学循環モデルを用いた海洋無酸素イベントの数値シミュレーション。海洋循環が停滞するか栄養塩の河川流入率増加によって生物生産が増加すると無酸素水塊が発達する (Ozaki et al., 2011).

(2) ハビタブル惑星の進化 ~太陽系及び太陽外惑星系における惑星環境を明らかにする~

火星や金星など太陽系における地球型惑星の表層環境システムの挙動特性や進化、過去の気候変遷、氷衛星の内部海環境、太陽系外惑星系における地球型惑星の表層環境進化や生命生存可能惑星 (ハビタブル・プラネット) の存在条件、生命生存可能性 (ハビタビリティ) などについて、数値シミュレーションや理論解析に基づいて明らかにしたいと考えています。

とくに、地表面付近の水が凍結した全球凍結惑星のハビタビリティの解明や、惑星の気候がその進化とともにどのように変わっていくのかをあらわす「気候進化トラック」という新しい概念でさまざまな惑星の気候進化について調べるとともに、太陽系外惑星の天文観測による検証可能性についても検討していきたいと考えています (図4)。

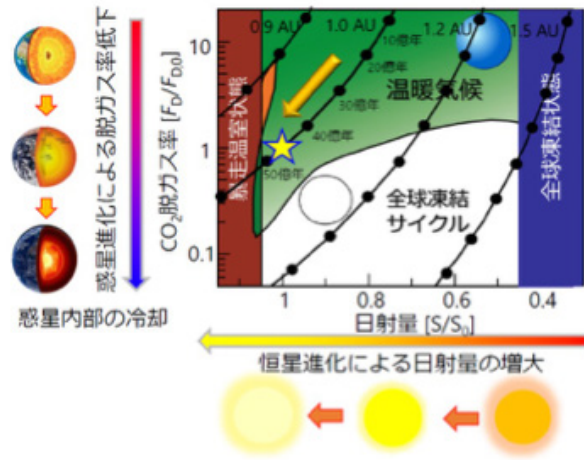


図4 ハビタブルゾーンにおいて地球の軌道要素を変えた場合の惑星の気候進化。地球の熱進化の結果、二酸化炭素の脱ガス率が低下し、一方で恒星進化の結果、太陽光度は増加するため、左下がりの進化トラックとなる (Kadoya and Tajika, 2015).

研究手法

計算機を使った数理的手法 (数理モデリング, 数値シミュレーション, データ解析など) が主要な研究手法ですが、目的や研究課題に応じて他の研究室や研究機関との共同研究として、フィールド調査, 化学分析, 室内実験, 遺伝子の分子系統解析などにも積極的に取り組んでいます。

一般向けの参考書

田近英一 (2019) 知的生きかた文庫「46億年の地球史」三笠書房, 253pp.
 田近英一 (2015) 「宇宙生命論」(海部宣男他編) (編集, 分担執筆), 東京大学出版会, 212pp.
 田近英一 (2011) 知りたいサイエンス「大気の進化 46億年 O2 と CO2 - 酸素と二酸化炭素の不思議な関係」技術評論社, 232pp
 田近英一 (2009) 新潮選書「凍った地球. スノーボールアースと生命進化の物語 -」新潮社, 196pp.
 田近英一 (2009) DOJIN 選書「地球環境 46億年の大変動史」化学同人, 228pp.

大学院講義

地球惑星環境進化学, 地球史学,
 地球惑星システム学基礎論 (学部共通)

セミナー

表層セミナー 田近・山野・後藤・池田・佐久間, 南館の各教員が担当する, 地球表層環境変動等に関するセミナーです。



野津 翔太 [Shota Notsu]

E-mail: shota.notsu@eps.s.u-tokyo.ac.jp / Tel: 03-5841-8332

Room: 理学部 1 号館 7 階西棟 721 号室

Personal website: <http://sites.google.com/view/shotanotsu/>

研究分野 惑星系形成論・アストロケミストリー・宇宙物理学・観測天文学

メッセージ 「太陽系や太陽系外の惑星はどのように作られたのか」「惑星の形成現場において、水や有機分子を含む物質がどのようにして作られ、地球の様な惑星に供給されたのか」などの疑問に迫ることを目指し、惑星形成の現場である原始惑星系円盤（および原始星天体や系外惑星大気）の物理・化学構造とその進化を、主に理論モデル計算と天文観測（アルマ望遠鏡など）の手法を用いて研究してきました。今後は円盤化学構造と太陽系始原天体の化学組成の比較や、円盤内縁高温部の化学進化過程など、天文学・惑星科学を繋ぐ観点の議論・研究もさらに深めていくことができると考えています。従来の常識や枠組みに留まらず、広い視野と柔軟性を持って楽しく研究を進めていきましょう。

研究内容の紹介

惑星形成の現場である原始惑星系円盤（および原始星天体・系外惑星大気）の物理・化学構造とその進化を、国内外の共同研究者とも協力しつつ、理論モデル計算と天文観測（アルマ望遠鏡など）の手法を用いて幅広く研究してきました。以下、最近の主な研究課題の概要を解説します。

これらの研究においては円盤内で各分子が気相・固相で存在する領域の境界である“スノーライン”が共通の鍵となっています。スノーラインを軸に円盤内の温度分布・分子組成分布とその時間進化、惑星形成環境との関わりなどについて議論を進める中で、星・惑星形成段階の化学進化過程の理解の深化を目指してきました。（図 1）また化学反応ネットワーク計算を用いた理論モデルに基づき、将来の赤外線・電波望遠鏡の観測計画への提言（サイエンス検討活動）なども行ってきました。

(1) 原始惑星系円盤の H₂O スノーライン：化学構造計算・

高分散分光観測による位置決定

H₂O スノーライン（昇華半径）は地球型の岩石惑星と木星

型のガス惑星の形成領域の境界とされ、様々な円盤において H₂O スノーラインの位置を知ることは、微惑星・惑星形成過程や、地球上の水の起源を理解する上でも重要です。ここで円盤はほぼケプラー回転している為、ガス輝線のドップラーシフトの解析から輝線放射領域の中心星からの距離の情報が得られます。そこで詳細な円盤物理構造モデルの下で円盤中の H₂O 存在量とその分布を化学反応ネットワーク計算で調べた後、その結果を元に多数の H₂O 輝線プロファイルを計算し、H₂O 輝線の高分散分光観測による H₂O スノーライン位置同定の可能性を調べました。その結果アインシュタインの A 係数が小さく励起エネルギーが比較的高い輝線の場合、円盤赤道面の H₂O スノーライン内側からの放射が光学的に薄い円盤外側からの放射と比べ強くなる為、このような特徴を持つ輝線プロファイルを調べる事で、H₂O スノーラインの位置を同定できると分かりました。またこの様な水輝線は中間赤外線からサブミリ波までの幅広い波長帯に多数存在し、アルマ望遠鏡や次世代の中間赤外線・遠赤外線宇宙望遠鏡 (GREX-PLUS, PRIMA) で観測可能であると分かりました。私たちは得られたモデル計算結果をもとに、アルマ望遠鏡 (アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計) での円盤水輝線観測・検出を進めつつ、次世代の中間赤外線・遠赤外線宇宙望遠鏡を用いた円盤水輝線サーベイ観測計画の議論を進めています。

(2) 太陽系外惑星大気と円盤の化学構造の関係

- 元素組成比と惑星形成環境 -

原始惑星系円盤の化学構造の理解は、円盤観測や惑星大気観測、太陽系始原天体（彗星・小惑星等）探査・観測の結果を解釈する上でも重要です。（図 1）特に、惑星大気の元素

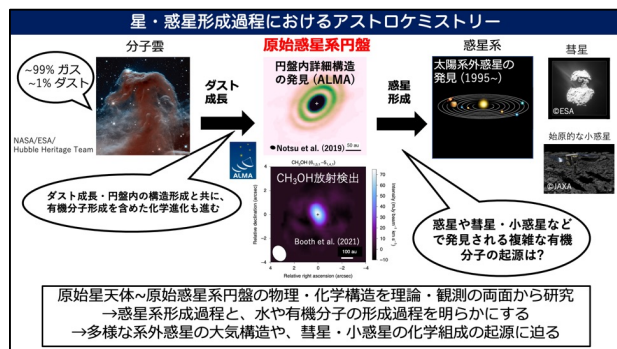


図 1 星・惑星形成過程におけるアストロケミストリー研究の概念図

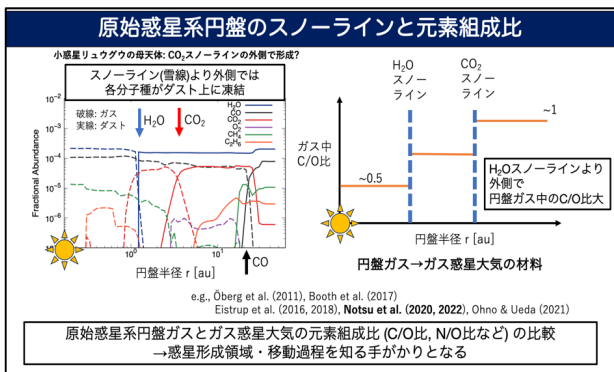


図 2 原始惑星系円盤のスノーラインと元素組成比の関係

組成 (C/O 比, N/O 比など) は、大気形成時の円盤ガス元素組成を反映すると考えられます (図 2)。従来の研究においては、円盤密度・温度分布については滑らかな冪分布がよく仮定されていました。しかし近年のアルマ望遠鏡観測による円盤リング・ギャップ構造 (ダスト濃集領域) の発見等も踏まえ、多種多様な系外惑星の形成過程の理解の為には、より現実的な円盤条件下で化学構造計算を進めることも重要です。私たちはこれまで構築を進めてきたガス・ダスト化学反応ネットワーク計算モデルを応用し、H₂O スノーライン付近でのダスト濃集に伴い形成される影構造 (低温領域) を持つ円盤赤道面の詳細な化学構造計算を行い、主要分子の組成や元素組成比、有機分子形成などへの影響を議論しました。また最近では難揮発性有機物の熱分解反応と光分解反応に着目し、円盤内 C/O 比分布の時間進化に対する影響を調べるモデル計算の研究なども進めています。

(3) 原始星天体の化学的多様性: H₂O 及び関連分子組成に対する中心星 X 線放射の影響

近年の観測により、複数の低質量原始星周りの降着エンベロープ内縁高温部において、分子雲の H₂O 氷組成 (~10-4) と比べ 2 桁以上低い H₂O ガス分子組成が報告されています。原始星の X 線放射による H₂O 分子の破壊反応が効いている

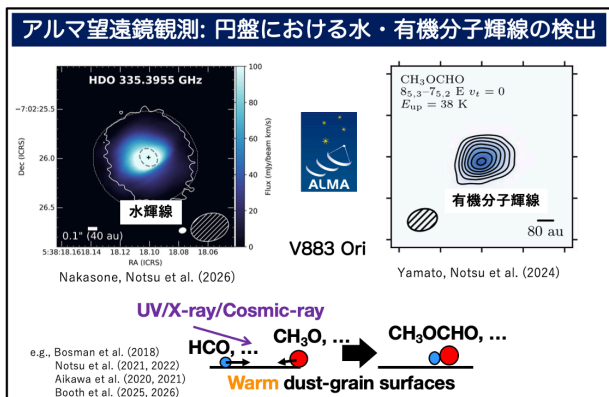


図 3 アルマ望遠鏡による円盤水・有機分子輝線観測の例

可能性がありますが、その詳細な化学反応過程や、代わりに酸素原子を保持する関連分子の組成などは詳しく調べられていませんでした。私たちは低質量原始星周りのエンベロープの詳細な化学反応ネットワーク計算を行い、H₂O や関連分子組成の X 線放射に対する依存性などを調べました。その結果原始星の X 線放射が比較的強い場合、H₂O スノーラインの内側で X 線由来の光解離反応やイオン・分子反応により H₂O や CH₃OH ガス組成が減少し O₂ ガス組成が増加することなどが示されました。

(4) アルマ望遠鏡を用いた原始星天体・原始惑星系円盤の水・有機分子・イオン分子輝線観測

上記 (1)-(3) で述べた化学モデル計算研究の結果も踏まえ、アルマ望遠鏡を用いた原始星天体・原始惑星系円盤の水・有機分子輝線観測研究を進めています。(図 3) また、ダスト上での複雑な有機分子形成を含む円盤内の化学進化や円盤の降着進化に、宇宙線・X 線放射による電離が深く関係している点を踏まえ、円盤内電離環境の理解を目的とするイオン分子輝線サーベイ観測研究なども進めています。

研究紹介記事

野津翔太 (2025) “理学のフロンティア 惑星誕生の”現場”を探る”, 東京大学理学部 ウェブマガジン「リガクル」

野津翔太 (2024) “2022 年度最優秀研究者賞 受賞記念論文: 原始惑星系円盤の化学進化とスノーライン - 水・有機分子の起源”, 日本惑星科学会誌「遊・星・人」, 第 33 巻, 1 号, p.4-13

野津翔太 (2022) “低質量原始星エンベロープと円盤の化学進化: H₂O スノーラインと中心星 X 線放射”, 天文月報, vol. 115, No.4, p.252-262

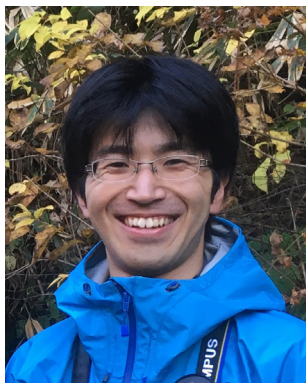
野津翔太 (2018) “2017 年度最優秀発表賞受賞論文: 高分分光観測を用いた原始惑星系円盤の H₂O スノーラインの同定可能性”, 日本惑星科学会誌「遊・星・人」, 第 27 巻, 3 号, p.120-126

講義 (学部)

地球惑星物理学基礎演習 I, 地球惑星環境学基礎演習 I, II

セミナー

地球惑星システム科学セミナー (システム科学講座全教員) 宇宙化学・宇宙鉱物学セミナー (橘・瀧川・野津)



芳賀 智宏 [Chihiro Haga]

E-mail: chihiro.haga@eps.s.u-tokyo.ac.jp / Tel: 03-5841-4550

Room: 理学部 1 号館 850 室

Personal website: <https://hagachi.github.io/>

研究分野 環境学、景観生態学、社会・生態システム、生物多様性、生態系サービス

メッセージ 人間圏と生物圏、地球環境のつながりは複雑で、ある地域の環境問題を解決するための対策が、離れた地域で別の問題を引き起こすこともあります。私はこうした関係を人間社会と自然生態系が相互作用する「社会・生態システム」として捉え、研究を行っています。特に日本を対象に、「人がいなくなったら地域の環境はどうなるのか」「地域の環境が変わることは地球環境にとってどのような意味を持つのか」という問いを出発点として、現在から 2100 年頃までの環境変化の理解に取り組んでいます。

研究内容の紹介

人間活動によって形成・維持されてきた環境が、どのように変化し、将来どのような状態に至るのかを理解することを目指しています。自然環境は、地球温暖化や自然撓乱に加え、人口動態や政策などの社会的要因が駆動する土地・資源利用によっても大きく影響を受けています(図 1)。人間社会と自然生態系からなる社会・生態システムが、どのような条件が重なったときに大きな転換点に至るのか、また人間社会がその変化にどのように対応できるのかを明らかにしようとしています。

(1) 生態系の撓乱と再生ダイナミクス

台風や斜面崩壊など、自然撓乱を受けた生態系では植生遷移が進行する場合もあれば、ササの繁茂やシカの食害、土壌流出などによって遷移が進まない場合もあります。これらの過程は、地形や地質、土壌条件などの物理環境にも強く依存しています。地球温暖化に伴って自然撓乱の頻度や強度が変化する近未来において、撓乱を受けた陸域生態系がどのように変化するかを理解することを目指しています。数十年～数

百年の植生動態を空間明示にシミュレーションできるモデルは主に欧米で発展してきましたが、日本の環境を十分に反映できていません。これまでに、温暖化や積雪量の減少などの気候要因が植生動態に与える影響や、ササと稚樹の競争の相互作用をモデルに新たに組み込むことで、撓乱後の再生過程をより現実的に再現し、生態系動態の理解を進めています(図 2, Haga et al., 2022)。

(2) 社会システムと土地利用変化

現在の日本の景観の多くは人の影響を受けつつ形成されてきました。しかし近年の人口減少により、森林や農地を管理し続けることが困難になりつつあります。このような土地は、放置される場合もあれば、再生可能エネルギー利用など全く異なる用途へ転換される場合もあります。高度経済成長期頃から現在までの土地利用の変化を解析することで、どのような場所で管理の放棄が生じるのか、また、放棄された土地がどのように利用されようとしているのかを明らかにしようとしています(図 3, 芳賀ら, 2024)。得られた知見は、気候変動・



気候変動による
大規模な斜面崩壊地 (北海道厚真町)

社会経済変化による
放棄農地 (新潟県佐渡市樺地区)

エネルギー政策による
再生可能エネルギー施設建設 (北海道)

図 1
様々な要因で
変化する
陸域生態系

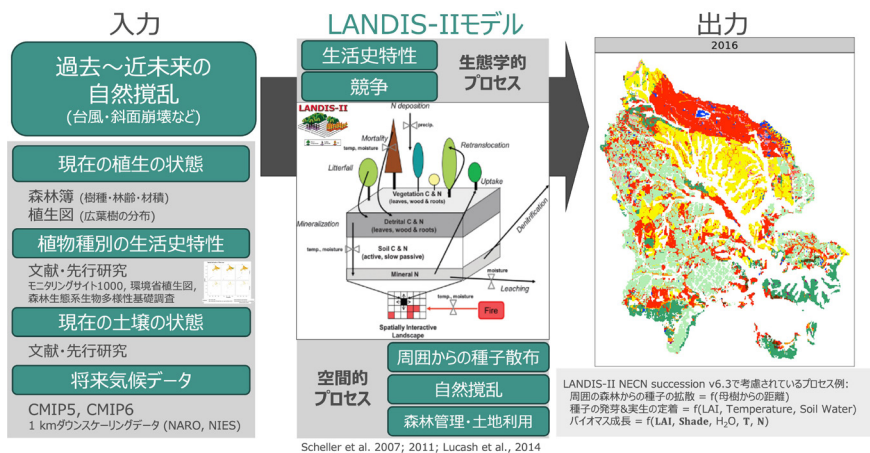


図2 LANDIS-II モデルを用いた生態系シミュレーション

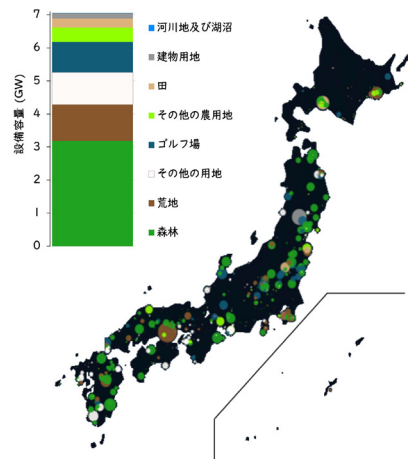


図3 太陽光パネルの立地の解析

生物多様性分野の将来シナリオ分析に応用され、具体的な地域でどのような土地利用が起こりそうなのか、どのような介入策が有効なのかを検討するための基礎情報となります。

(3) 社会・生態システムの Tipping Point と介入策

生態系の変化は、生物多様性だけでなく、人間社会が自然から受ける恩恵 (生態系サービス) にも大きな影響を与えます。今後の地球・地域規模の様々な変化に対して地域内の生態系サービスがどのように変化し、人間社会がどのように対応できるのかを検討します。テーマ (1) の自然システムの理解、テーマ (2) の社会システムの理解を踏まえ、どのような条件が重なったときに、その地域や広域の社会・生態システムにとって重大な変化につながるのかを明らかにしたいと考えています (図4, Haga et al., 2023)。

研究手法

シミュレーションやデータ分析を中心に、多様な手法を組み合わせることで研究を進めています。生態系モデル (LANDIS-II)、GIS、リモートセンシング、機械学習を用いて、生物多様性・生態系サービスの評価や、人間活動と自然環境の相互作用を分析します。学内外のフィールド系研究者の方や、社会実装に強い研究者・実務者の方と連携しながら、研究成果を地域のステークホルダー・政策担当の方にフィードバックすることも重視しています。

講義

地球生態学および実習、地形・地質調査法および実習、地球惑星環境学野外調査II、地球惑星環境学実習、リモートセンシング・GISおよび実習

セミナー

地球表層セミナー、地球惑星システム科学セミナー)

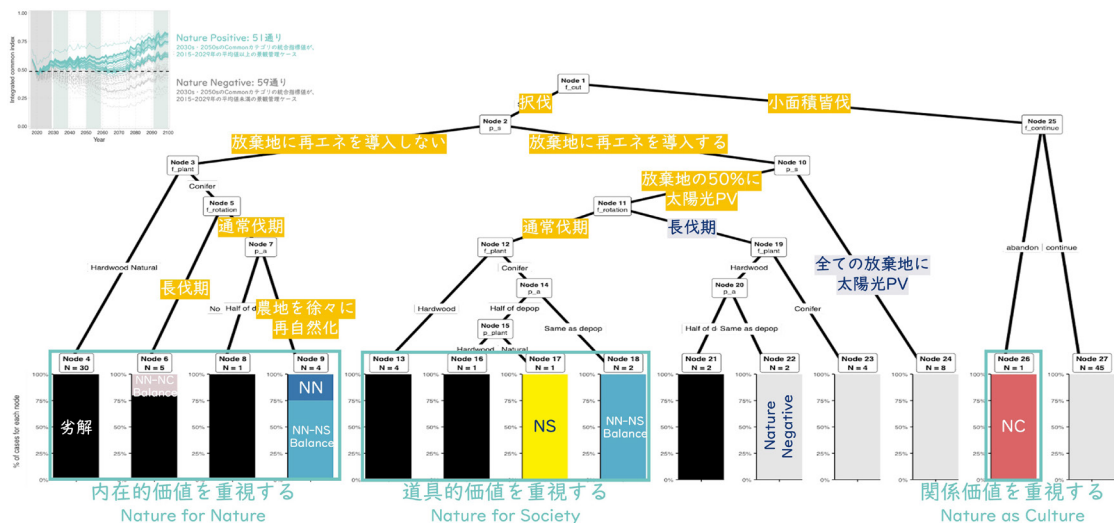


図4 自然の状態が回復する介入策の探索



山野 博哉 [Hiroya Yamano]

E-mail: yamano@eps.s.u-tokyo.ac.jp / Tel: 03-5841-4508

Room: 理学部 1 号館 705 室

Personal website: https://www.nies.go.jp/biology/aboutus/staff/yamano_hiroya.html

研究分野 地球人間圏科学, 自然地理学, 環境学, サンゴ礁学

メッセージ 完新世から人新世にかけて人間の活動が増大し、地球環境や生物圏が変化し、様々な環境問題となって人間圏に影響を与えています。このように、地球環境と生物圏、人間圏は相互に作用するシステムを形成しています。地球惑星科学は基礎から環境問題につながる応用まで幅広さを持っており、中でも、完新世や人新世における地球惑星システム科学とも言える地球人間圏科学は、地球環境と生物圏、人間圏のさまざまな関係性を紐解く新しく刺激的な学問であると思っています。

研究内容の紹介

私は、サンゴ礁などの沿岸域を対象とし、完新世と人新世における地球環境変動が地形や生態系及び人間圏に与える影響の評価・予測と適応策に関する研究をフィールド調査や空間情報解析によって行っています。その知見や視野に基づき、地球環境・生物圏・人間圏のシステムの理解を深め、地球環境変動下において持続可能な社会形成に資する研究展開を行いたいと考えています。

を理解する面白さは失われていません。また、地形発達と人間居住との関係はエキサイティングな課題で、地形の成り立ちを知ることは、災害への備えなど現在の社会課題にもつながります。

(2) 人新世における環境変動影響と適応

産業革命以降、人間は地球環境を大きく改変してきました。その代表例が地球温暖化をもたらす気候変動です。地球温暖化に伴う水温上昇にともなって沿岸環境は大きく変化しており、温帯域では藻場の衰退とサンゴの分布北上が起こっています。過去からのデータの収集整理とモニタリング (図4) による実証的な研究を行うとともに、変化のメカニズムの解明や将来予測を行っています。海面上昇に関しても、州島の地形や水資源などへの影響評価を行っています。

気候変動による変化に対する適応策として、生態系の保全と利活用のための海域・陸域の空間計画の検討を行っています。気候変動以外のストレス要因を取り除くことも重要で、サンゴ礁生態系を劣化させている陸域からの負荷の削減に対して、生物分布に基づく負荷削減目標の設定、発生源となっている場所の特定、発生防止対策の費用の最適化というように、分野横断的な統合的視点での問題の理解と対策の立案を

(1) 完新世における地球表層環境の形成と動態

平野部や沿岸域の地形は、完新世の海面変動にともなって形成されてきました。化石サンゴなどの環境指標を用い、フィールドにおいてコアの掘削や露頭の観察を行って、完新世の海面変動や地殻変動の復元と地形発達史に関する研究を行っています (図1)。太平洋の島嶼はサンゴ礁の基盤の上にサンゴ片や有孔虫遺骸が堆積した州島によって形成されているものが多く、人類の太平洋への拡散と居住を議論する上でも地形発達史を明らかにすることは重要です (図2)。

海面変動史と地形発達はこれまで多くの研究の蓄積がありますが、海面変動については最新の発見 (図3) や知見に基づいて更新できる余地がありますし、地形発達には海面変動以外の要因も関わっており、環境変動と地形の多様性の関係



図1 西表島のサンゴ礁の掘削 (左) と得られたコア (右)。



図2 クック諸島パプカ環礁における考古学者との共同発掘調査。

行っています（図5）。

(3) 地球環境・社会・生態システムの統合評価

人間圏がもたらす環境変化が地形・気候や生物圏など地球表層環境に与える影響、さらには生物圏の変化が生態系機能とサービスの変化を通じて人間圏に与える影響に関して、統合評価モデルの設計と構築を行っています（図6）。生態系サービスは生物の分布と機能が人間圏に認識されて発生するため、フィールド調査において、生物分布変化の実証とともに社会の認識に踏み込んだ研究展開を行っています。これらに基づいて、環境変化に対するシステムの応答を評価し、課題解決に向けた介入策を検討したいと思っています。

(4) 自然に根ざした社会問題の解決

近年、生態系を活用した防災・減災（Eco-DRR）やグリーンインフラなど、自然環境をインフラとみなし活用する考え方が広まりつつあります。これらは総称して、自然に根ざした社会問題の解決策（NbS ; Nature-based Solutions）と呼ばれます。地形の成り立ちを理解し、それに逆らわない土地利用を行うことも NbS と言って良いでしょう。(1)-(3)の地球表層環境やシステムの研究に立脚した NbS の推進を模索しており、最近では、国内におけるグリーンインフラ投入可能性の検討や、島嶼国におけるサンゴ礁生態系の保全に基づいた国土の維持の検討を行っています。

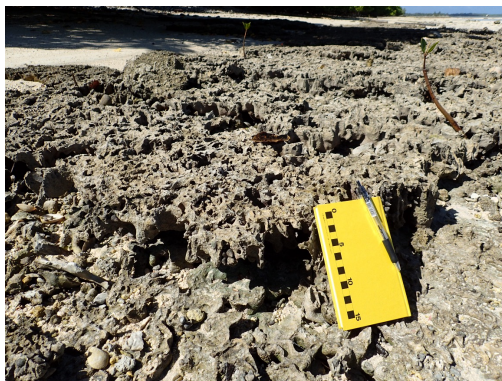


図3 キリバス共和国で新たに発見した化石サンゴ。平らになっている面がかつての海面を示す。

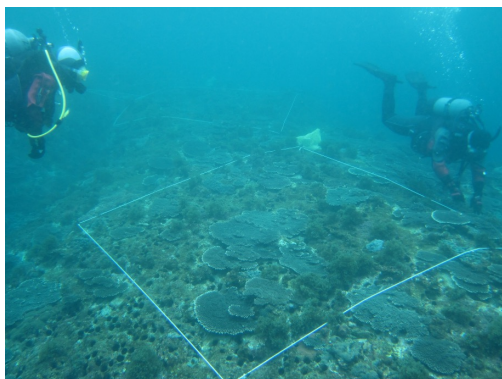


図4 潜水調査による水温とサンゴの変化のモニタリング。

大学院生やポスドクと取り組んでいる研究テーマ

学生の意思を尊重し、研究のサポートを行います。ポスドクの方とは、プロジェクト研究を行っています。

- ・沖縄県の赤土流出要因と対策
- ・ゴーストギア（漁業由来の海ゴミ）付着生物
- ・海岸林の生態系サービス評価
- ・衛星データ解析による環礁州島の海岸線変化
- ・気候変動による生物分布変化の生態系サービスと社会へのインパクトと適応策
- ・社会・生態システムの統合評価モデルの開発

講義

人間—環境システム学，地形・地質調査法および実習，地球生態学および実習

セミナー

地球惑星システムセミナー，地球表層セミナー，自然地理学・地球人間圏科学コロキウム

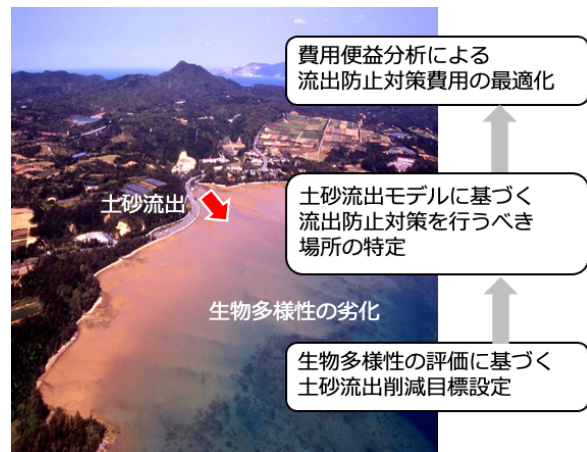


図5 陸域負荷削減のための多分野を統合した検討。

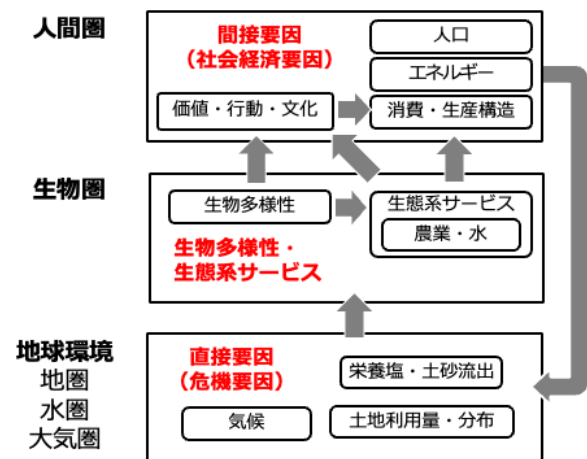
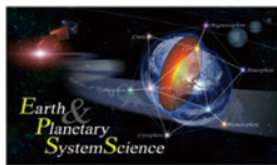


図6 地球環境・生物圏・人間圏が形成するシステム。

今西 祐一 [Yuichi Imanishi]



E-mail: imanishi@eri.u-tokyo.ac.jp / Tel: 03-5841-5721

Room: 地震研究所 2号館 215室

研究分野 重力観測から見る地球ダイナミクス

メッセージ 重力は、地球や月・惑星などの構造やダイナミクスに根源的な影響を与えているものです。地球の重力加速度を精密に測る技術をつきつめていくと、その時間変化から、質量分布の変化つまり物質の動きが手に取るように見えてきます。実際、あまりにも多くのもの（とくに水の影響）が見えすぎて、信号の分離に苦労しているほどです。精密観測の現場にただよう独特の緊張感を共有できれば幸いです。

研究内容の紹介

地上の重力加速度の大きさがおよそ 9.8 ms^{-2} であることはよく知られていますが、この値は場所によって異なるだけでなく、時間とともに変化しています。重力の源はまわりの物質から及ぼされる万有引力ですから、重力の時間変化を測れば、地球の内外における物質の移動が見えてくるわけです。

地震研究所では、重力加速度の絶対値を正確に測るための「絶対重力計」と、時間変化をより精密に測るための「超伝導重力計」を保有しています。超伝導重力計では、超伝導コイルに流れる永久電流が作る磁場によって超伝導物質でできた中空の球が浮いており、その球の動きから重力変化を測ります。極低温の環境で動作するため、熱雑音や材料のクリープなどが低減され、究極の感度と安定性が実現されています。

私たちは現在、松代（長野県）と神岡（岐阜県）のトンネル内で、超伝導重力計による観測を行っています。2012年からは石垣島（沖縄県）での観測も開始しました。超伝導重力計は、地震から地殻変動にいたる非常に広い周波数範囲をカバーしますので、多様なアプリケーションが考えられます。なかでも興味深いのは、2011年東北地方太平洋沖地震のあと継続している地殻変動にともなう重力変化がいままさに記録されつつあり、GPSなどのデータとも組み合わせると、地震の余効変動や粘弾性的変化についての貴重なデータが得られると期待されます。

一方、超伝導重力計の感度の高さと、途中の物質によって遮蔽されない重力という観測手段の特性とを考えると、遠方で起きる微小な変化をとらえることはこの装置ならではのチャレンジングなテーマだと言えます。地上に住む人間からみてある意味でもっとも遠い場所は、地球の中心です。地球の中心にある流体核で起きる運動をとらえるべく、世界各国の研究機関とも協力して観測・解析を行っています。

具体的な研究テーマとしては以下のようなものが考えられます。

- 地震にともなう重力変化の観測
- 絶対重力計との組み合わせによる地殻変動の観測
- 気圧観測ネットワークによる大気圧の荷重効果のモデリング
- 地下水の流動の観測とモデリング
- 積雪による荷重効果の観測とモデリング
- 琉球弧で発生するスロースリップイベントの観測
- 地震で励起される地球自由振動の解析
- 衛星重力観測と地上重力観測との比較
- 地球深部で起きる流体運動の検出



スーパーカミオカンデで知られる神岡（岐阜県）のトンネル内に置かれた超伝導重力計

講義

地球力学

セミナー

地球計測セミナー

地震研究所・地球計測系研究部門が中心となって行っているセミナーです



三浦 弥生 [Yayoi Miura]

E-mail: yayoi@eri.u-tokyo.ac.jp / Tel: 03-5841-5761

Room: 地震研究所 2 号館 420 号室

研究分野 同位体地球惑星科学

メッセージ 地球・惑星物質の分析・観測データをもとに、太陽系の起源や進化を明らかにする研究を行っています。特に、希ガス同位体組成・揮発性元素組成から大気や惑星の形成過程を制約することや小型観測装置の開発などに取り組んでいます。既存の研究方法にとらわれず柔軟な発想で、これまでにわかっていないことの解明を目指しています。

研究内容の紹介

希ガス同位体組成にもとづく惑星大気進化過程の解明

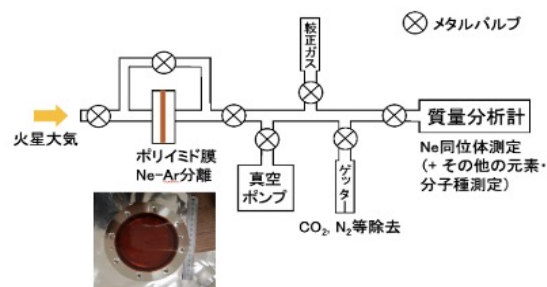
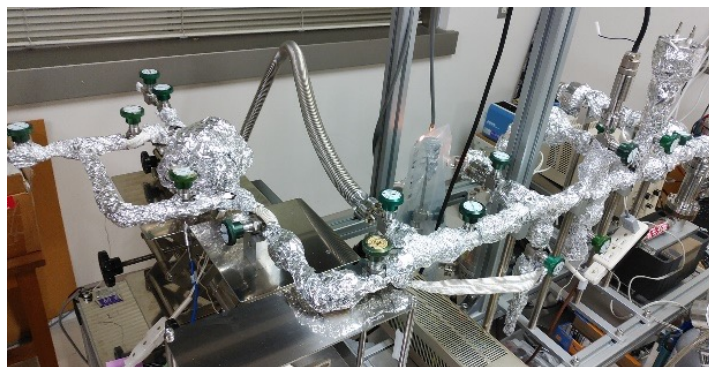
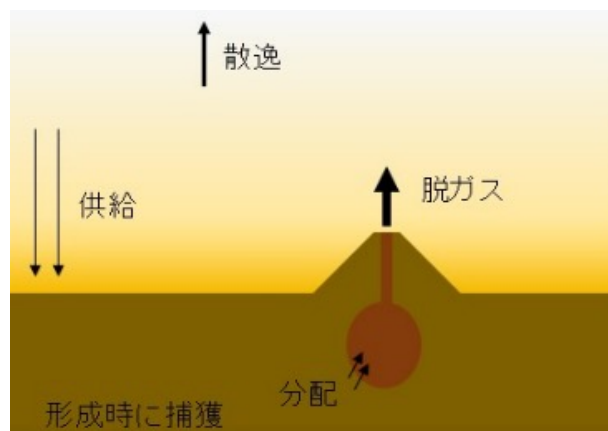
惑星大気組成は惑星ごとに異なっていて、各惑星が辿った歴史の違いを反映していると考えられます。中でも希ガスは化学反応しないため物理的プロセスを制約するのに有用です。惑星大気中の希ガス存在度・同位体組成をもとに大気進化過程に制約を与えるとともに、惑星形成過程についての理解を深めたいと思っています。

火星大気ネオンのその場測定に向けた手法開発

希ガスの一つであるネオンは、質量数が軽く、3つの安定同位体が存在することから、大気におけるその存在度や同位体組成は惑星進化過程を制約する上で重要な情報源となります。しかし、地球以外の惑星に関する情報は限られています。火星表面でのその場ネオン計測を念頭に測定法の開発(特に、干渉となるアルゴンからの分離法開発)に取り組んでいます。惑星探査機への搭載を目指し、専攻内や JAXA の研究者と協力して進めています。

地球や惑星内部（特にマントル）に存在する揮発性元素存在度の推定

火山活動などにより揮発性元素は惑星内部から大気へ供給されます。その量やメカニズムは惑星ごとに異なります。大気組成をもとにして惑星内部の揮発性成分量の推定や物質移動に関する制約を試みています。また、火山性 He や Ne のその場測定により内部からの脱ガス量やその時間変化を観測することに興味を持っています。





森 俊哉 [Toshiya Mori]

E-mail: mori@eqchem.s.u-tokyo.ac.jp / Tel: 03-5841-4649

Room: 地殻化学実験施設 (化学東館 104)

研究分野 火山学・火山化学 (キーワード: 火山性流体, 火山ガス化学組成・放出量, 噴火機構, 遠隔測定, 土壌拡散放出)

メッセージ 火山活動を化学的な視点から研究しています。特に、火山性流体 (火山ガスなど) の新しい観測手法の開発・確立や、フィールドでの観測的研究を中心に火山の研究を進めています。フィールドでの火山観測や研究に興味のある学生を歓迎します。

研究内容の紹介

火山で見られる様々な現象には、火山ガスを含む火山性流体が深く関与しています。私たちの研究グループでは、火山性流体の観測をベースにして、噴火を含めた様々な火山現象の理解を目指しています。ただ、火山ガスの観測は容易ではないので、新しい観測手法の開発や既存の観測手法の改良をしながら研究を進めています。我々の研究グループでは、赤外吸収分光法を応用した火山ガス化学組成の遠隔測定法の開発を手掛けてきました。また、火山ガスの主要成分である無色透明の二酸化硫黄を紫外線で見ることによって定量的に可視化・映像化する方法の開発に成功し、火山ガス放出と火山性地震との関連や噴火活動に伴う火山ガスの挙動などの解明に向けた研究の礎を築いてきました。最近では、火山性流体サンプルを自動採取する装置を開発し、高頻度サンプリングを行うことで、これまでの研究者によるサンプリングではとらえることができなかった現象にも着目し始めています。防災・減災面では、これまで火山ガス情報の少なかった、南西諸島の離島4火山 (薩摩硫黄島, 口永良部島, 中之島, 諏訪之瀬島) の二酸化硫黄放出率のモニタリングを手掛け、これらの火山に対する気象庁の火山活動評価の向上にも貢献してきています。

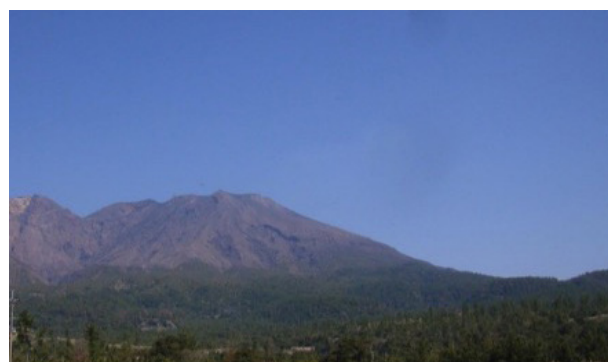


阿蘇中岳第一火口での赤外分光放射計を用いた火山ガス化学組成の遠隔測定の様子

我々のグループが所属する大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設は、理学部1号館の隣にある化学東館および西館において、地球や宇宙で起きている現象を化学の目で調べたり、そのための最先端の分析法を開発したりする研究を行っています。

セミナー

- 地殻化学コロキウム (毎週金曜日 16:00-18:00 化学本館 3階講義室 1302号室) 地殻化学実験施設が中心となって開催しているコロキウムです。



(上) 桜島の写真 (下) 桜島の写真に可視化した火山噴煙の二酸化硫黄カラム量分布を合成した図。森 (2018) より。



須貝 俊彦 [Toshihiko Sugai]

E-mail: sugai@k.u-tokyo.ac.jp / Tel: 04-7136-4771

Room: 新領域創成科学研究科

研究分野 第四紀の古環境復元, 地形発達史, 地殻変動, 地盤災害

メッセージ 自然災害や環境問題が深刻化しています。自然と調和した持続的土地利用をはかるには、過去数十万～数百年間に生じてきた地学現象の理解が不可欠です。河川作用や地震活動などによって、地表が変化してきた歴史やその地域性を、地形や表層堆積物を使って明らかにすることに興味があります。

研究内容の紹介

環境変動と平野・盆地の埋積過程の研究: 濃尾平野, 関東平野, 四国, カンボジア, カザフスタンなどにおいて, 氷期-間氷期や完新世の気候変動・海(湖)面変化・地殻変動が, 土砂移動や河床変動, 地形形成に与えた影響を研究している。逆に地形や堆積物からこうした変動を復元する手法についても研究している。

活断層による古地震研究: トルコの北アナトリア断層や日本の養老断層, 深谷断層を対象として, トレンチ調査やボーリング掘削調査, 変動地形調査を行い, 断層の活動履歴とセグメンテーションを研究している。

山地の侵食過程の研究: マスムーブメントによる斜面変動, 谷の発達による起伏形成について研究している。

最近指導した修士論文・博士論文のテーマ

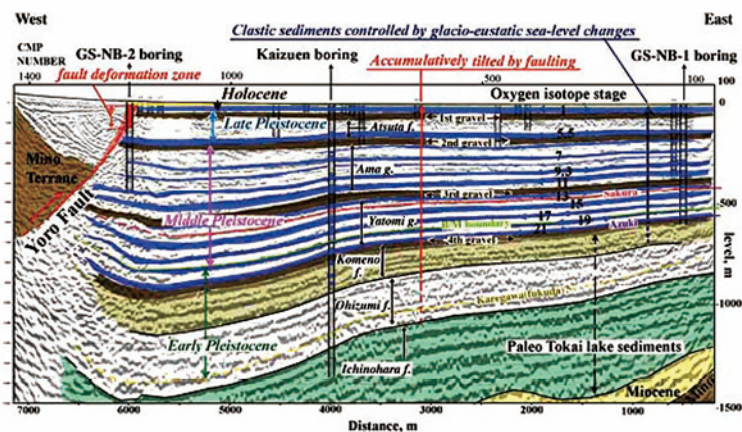
- ・完新世海水準変動に対する濃尾平野の地形の応答
- ・ボーリングコアの解析からみた桑名断層の完新世活動史
- ・火山体の崩壊に伴う大規模土砂移動と流域の地圏環境変動
- ・中期更新世以降の関東平野の古地理復元

セミナー

- ・新領域創成科学研究科自然環境コースの自然環境動態学演習と合同で, 学生の発表を中心に行う。



トルコ, 北アナトリア断層系 1999年 Duzce 地震断層。1999年8月の Izmit 地震発生から約3ヶ月後の11月に Duzce 地震が発生した。Efteni 湖の湖畔には縦ずれ2.6m, 右横ずれ2.7mの地表地震断層が出現した。



濃尾平野の地下構造(地質調査所速報による)。海成層と陸成層の互層が, みごとに発達している。図の左端には低角逆断層の養老断層が認められる。



阿部 彩子 [Ayako Abe-Ouchi]

E-mail: abeouchi@aori.u-tokyo.ac.jp / Tel: 04-7136-4405

Room: 柏キャンパス総合研究棟 310 号室

研究分野 気候力学・気候変動論・古気候学・古環境シミュレーション

メッセージ 地球史に興味がありながらシミュレーションや数値実験といった地球科学の新たな研究手法を開拓したい人はぜひ相談にいらしてください。

研究内容の紹介

地球の表層環境変動が地球史上過去から現在の様々な時間スケールで変遷を遂げていることがわかってきています。私たちの研究室ではこのような過去から現在の地球の表層環境変動のメカニズムを、シミュレーションなどの数値モデリングや数値実験手法を用いて明らかにすることを目標としています。このような数値実験を通じて気候モデルによる将来の気候変化予測の信頼性を高めることも目指しています。またさらに地球環境の安定性や多重性を調べたり、地球と生命の共進化の研究に寄与することに関心があります。現在は、地球温暖化の数値実験と過去の氷河期や温暖期などの気候や環境のシミュレーションを、大気・海氷・海洋大循環モデルや氷床力学モデルや植生モデル等を結合した気候システムモデルを用いて行っています。必要となったら結合モデルにコンポーネントを加えたり、簡素化したりしながら、それらのモデルを開発することも重要な研究活動です。とくに氷床モデルについては南極やグリーンランド氷床の再現を通じて独自開発を進めてきました。具体的なテーマは以下のようなものです。

(1) 氷期-間氷期サイクルとして気候、海水準、二酸化炭素などが、約十万年周期的に変動することが知られていますが、これを数値モデルにより再現してメカニズムを解明しようとしています。

(2) とくに2万年前の最終氷期と現在や約9～6千年前の温暖期のコントラストについて大気海洋大循環モデルを用いて詳細に気温や降水量や大気海洋循環変化を解析したり観測データと比較し、モデルを検証しています。将来の温暖化予測の実験とあわせて比較解析しています。

(3) 氷期のあいだや氷期から間氷期の移行期に気候が急激に変動したことが知られていますが、このような急激な気候変化は大気、海洋、氷床間のプロセスに関連した非線形現象による可能性が高まっています。将来予測についても映画「デイアフタートゥモロー」が反響を起していますが、将来と過去の気候変化の共通点、相違点を、数値実験に明らかにしていくことが重要です。また気候の安定性や多重性を数値モ

デルを用いて明らかにすることを通じて、将来の気候変化について「後戻りのできない」現象の定量的把握をすすめようとしています。

(4) 白亜紀のように現在よりずっと温暖な気候やスノーボールアースのような気候をモデルの中で再現しそのような気候変化条件や気候の安定性を解析することも行っていきます。大陸配置や山岳などの境界条件に対する気候の応答についても数値実験を通じて調べていきます。以上のような研究を、気候システム研究センターや地球惑星システム講座の様々な分野の研究者と協力しながら行っています。

最近指導した修士論文・博士論文のテーマ

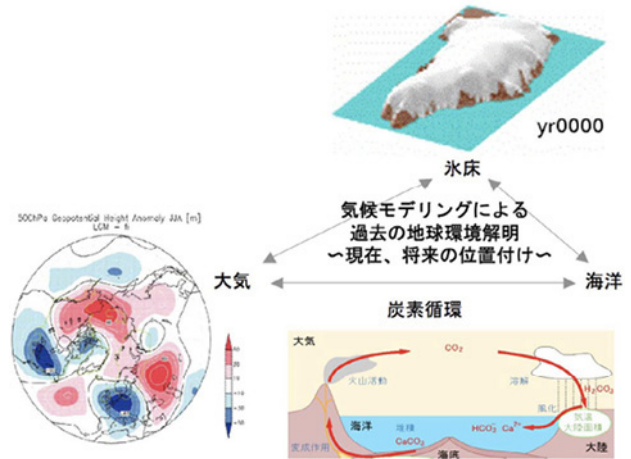
【博士論文】

- ・氷床力学モデルの開発と南極氷床変化のシミュレーション
- ・大気海洋結合気候モデルによる海氷の気候形成に果たす役割
- ・6千年前の緑のサハラの実験と大気循環過程の重要性
- ・植生の気候形成における役割に関する研究

【修士論文】

- ・大気海洋氷床結合モデルによる気候の軌道要素に対する応答実験 他

セミナー ・気候コロキウム ・気候システムセミナー





黒田 潤一郎 [Kuroda Junichiro]

E-mail: kuroda@aori.u-tokyo.ac.jp, uni-kuroda@g.ecc.u-tokyo.ac.jp /

Tel: 04-7136-6120

Room: 大気海洋研究所大気海洋研究棟 750

Personal website: http://ofgs.aori.u-tokyo.ac.jp/kuroda/kuroda_lab_HP/index.html,
<http://www.jamstec.go.jp/res/ress/kurodaj/>,
<https://publons.com/researcher/2322106/junichiro-kuroda/>,
<https://researchmap.jp/kurodaj>

研究分野 海洋地質学・古海洋学・地球化学

メッセージ 堆積物や蒸発岩を使って「太古の海洋の姿」を探る研究に興味がある人、一緒に研究しましょう。

研究内容の紹介

私は深海掘削で得られた堆積物や陸上に露出する堆積岩を用いて、その地球化学的指標から海洋無酸素事変や生物大量絶滅や塩分危機といった Extreme events の原因やトリガーの解明を目指して研究を行っています。また、新しい古環境指標の開発も目指しています。具体的には、以下のトピックに興味を持っています。

- 白亜紀の海洋堆積物の Pb 同位体比や Os 同位体比を用いた海洋無酸素事変と、巨大海台形成に伴う大規模火山活動のリンクの解明
- 三畳紀 - ジュラ紀の海洋堆積物の Os 同位体比を用いた三畳紀末大量絶滅と中央大西洋火成岩区形成に伴う火山活動のリンクの解明（愛媛大学との共同研究）
- 白亜紀 - 古第三紀境界の Os 同位体比や白金族元素組成を用いた白亜紀末隕石衝突イベントの詳細プロセスの解明
- 中新世～鮮新世の地中海および北大西洋堆積物の Os 同位体比を用いた地中海 - 大西洋の海水交換（循環）の変遷と、メッシニアン塩分危機の成因解明
- 赤道太平洋コアを用いた第四紀 Os 同位体組成の変遷史とその意義
- タイの岩塩コアを用いた白亜紀の海水組成の復元への挑戦

主要論文

1. Junichiro Kuroda, Hidetoshi Hara, Katsumi Ueno, Thasinee Charoentitirat, Teruyuki Maruoka, Takashi Miyazaki, Akira Miyahigashi and Stefano Lugli, Characterization of sulfate mineral deposits in central Thailand, Island Arc, vol. 26, article no. e12175, doi: 10.1111/iar.12175, 2017.
2. Junichiro Kuroda, Francisco J. Jiménez-Espejo, Tatsuo Nozaki, Rocco Gennari, Stefano Lugli, Vinicio Manzi, Marco Roveri, Rachel Flecker, Francisco J. Sierro, Toshihiro

- Yoshimura, Katsuhiko Suzuki and Naohiko Ohkouchi, Miocene to Pleistocene osmium isotopic records of the Mediterranean sediments, Paleoceanography, vol. 31, no. 1, p. 148–166, doi: 10.1002/2015PA002853, 2016.
3. Junichiro Kuroda, Masaharu Tanimizu, Rie S. Hori, Katsuhiko Suzuki, Nanako O. Ogawa, Maria L.G. Tejada, Millard F. Coffin, Rodolfo Coccioni, Elisabetta Erba and Naohiko Ohkouchi, Lead isotopic record of Barremian-Aptian marine sediments: implications for large igneous provinces and the Aptian climatic crisis, Earth and Planetary Science Letters, vol. 307, p. 126–134, doi:10.1016/j.epsl.2011.04.021, 2011.
4. Junichiro Kuroda, Rie S. Hori, Katsuhiko Suzuki, Darren R. Gröcke, and Naohiko Ohkouchi, Marine osmium isotope record across the Triassic–Jurassic boundary from a Pacific pelagic site, Geology, vol. 38, p. 1095–1098, doi:10.1130/G31223.1, 2010.
5. Junichiro Kuroda, Nanako O. Ogawa, Masaharu Tanimizu, Millard F. Coffin, Hidekazu Tokuyama, Hiroshi Kitazato, and Naohiko Ohkouchi, Contemporaneous massive subaerial volcanism and Late Cretaceous oceanic anoxic event 2, Earth and Planetary Science Letters, vol. 256, p. 211–223, 2007.
6. Junichiro Kuroda, Naohiko Ohkouchi, Teruaki Ishii, Hidekazu Tokuyama, and Asahiko Taira, Lamina-scale analysis of sedimentary components in Cretaceous black shales by chemical compositional mapping: Implications for paleoenvironmental changes during the Oceanic Anoxic Events, Geochimica et Cosmochimica Acta, vol. 69, p. 1479–1494, 2005.



横山 祐典 [Yusuke Yokoyama]

E-mail: yokoyama@aori.u-tokyo.ac.jp / Tel: 04-7136-6141

Room: 柏キャンパス大気海洋研 711 号室

Personal website: <http://ofgs.aori.u-tokyo.ac.jp/~yokoyama/>

研究分野 同位体地球化学・気候変動学・海面変動・サンゴ骨格気候学・南極氷床・太陽活動復元・加速器質量分析

メッセージ 私は気候変動を含んだ、様々な時間スケールの地球の表層プロセスについて、そのメカニズムの解明を物理・化学的手法を用いて研究しています。地球科学は自分の生活している環境がどのようにして形成されたのか、それらが今後どのように変動していくのかを考えていく学問であるともいえ、一つの手法だけではなく幅広い知見をもって、研究テーマに取り組んでいくことが大切です。フィールドでのサンプリングから実験室での分析、そしてそれらのデータの解析といった一連の流れを行うことで初めて現象の定量的な取り扱いが可能となります。

IPCC 第5次報告書にも関わり、将来の気候変動予測の向上のための気候変動データの高精度復元に取り組んでいます。また国際プロジェクトも積極的にすすめており、欧米やアジアの研究機関との共同研究、EUの研究プロポーザルの審査員なども務めていることから、海外からの客員研究員受け入れも積極的に行っています。国際統合深海掘削計画のグレートバリアリーフプロジェクトでは首席研究員をつとめ、国際研究チームを率いた研究を行うことになっています。

研究内容の紹介

過去 200 万年の地球表層は、氷期—間氷期といった 10 万年スケールの変動や、太陽活動等に起因した数十年—数百年スケールの変動などを繰り返して来ています。雪氷圏—磁気圏—大気圏—海洋そして固体地球の相互の関わりと、気候変動のメカニズムを解明するための高精度—高時間分解能の試料をフィールドにて採取、実験室にて同位体をメインにした分析、そしてデータ解析・モデルによる考察などを行っています。

(1) 南極の環境変動：地球上の約 70%の淡水を蓄えている南極氷床は、地球温暖化に伴う融解によって、海面上昇など、グローバルな気候変動を引き起こすことが危惧されています。南極氷床は安定なのか、氷床コア、岩石分析そして海洋堆積物を使いこれらのことを明らかにしようとしています。

(2) 中—低緯度の環境変動：赤道域、特に西赤道太平洋は、表層水の温度が高く、地球のヒートエンジンとしての役割を果たしています。この地域の変動によって引き起こされる ENSO やモンスーン変動などについて、サンゴ試料や海洋堆積物そしてモデルを用いて研究しています。

(3) 太陽活動と地球磁場変動：宇宙線と大気との相互作用によって生成される核種は、過去の地球磁場変動と太陽活動の変化を記録しています。氷のコア、湖の堆積物、木材の年輪などを通してこれらの変動機構の解明について明らかにしようとしています。

(4) 固体地球の変化と表層環境変遷：氷期に存在した氷床は、厚さ 3 km にもおよび表層環境に様々な影響をもたらしたと考えられます。その後、氷という巨大な“荷重”がとりさられることにより、地球は変形し海水準の変動などを引き起こ

しました。山脈の形成—と気候との関係についての研究や過去の津波の年代決定とテクトニクスとの関係についての研究などもスタートさせています。



低緯度から高緯度までを対象にサンプリングを行うとともに、化学分析による定量的な気候変動の復元を行う。堆積物とサンゴを使った私たちの研究から、過去の気候変動について、地球の公転軌道要素の変化による日射量変動、大気二酸化炭素変動、地球表層気温、氷床量変動、海洋循環などの関係があきらかになってきました。これらは世界に先駆けて行った研究であり、それぞれ Nature (2000, 406, 713-716) と Science (2009, 324, 1186-1189) に発表されました。

動について、地球の公転軌道要素の変化による日射量変動、大気二酸化炭素変動、地球表層気温、氷床量変動、海洋循環などの関係があきらかになってきました。これらは世界に先駆けて行った研究であり、それぞれ Nature (2000, 406, 713-716) と Science (2009, 324, 1186-1189) に発表されました。

参考文献：

- 横山祐典, 氷期—間氷期スケールおよび Millennial スケールの気候変動の研究：同位体地球化学的・地球物理学的手法によるアプローチ, 地球化学, Vol.38, p.127-150 (2004).
- 横山祐典 海洋循環が鍵を握る急激な気候変動～海面下のサンゴサンプルがもたらす重要な古気候情報～ Ship&Ocean News Letter 106 p.6-7 (2005).
- 横山祐典 地球温暖化と海面上昇・氷床変動・海水準上昇・地殻変動. 「地球史が語る近未来の環境 第2章」. 1 159-178. 東京大学出版会 (2007).
- 横山祐典 放射性炭素を用いた気候変動および古海洋研究. 真空, 50, 486-493 (2007).



吉森 正和 [Masakazu Yoshimori]

E-mail: masakazu@aori.u-tokyo.ac.jp / Tel: 04-7136-4380

Room: 柏キャンパス 総合研究棟 209 室

Personal website: <https://ccsr.aori.u-tokyo.ac.jp/~masakazu/>

研究分野 地球温暖化, 極域気候変動, 古気候モデリング, 全球気候モデル

メッセージ 現代の深刻な環境問題の一つである地球温暖化は、『自然』という枠組みの中で変動してきた気候システムが, 人間活動という『外部』からの刺激に対してどのように応答するかという, 本質的理解が試される地球科学的課題でもあります. 私の研究室で

は, 全球気候モデルを主な研究ツールとして使用し, 様々な時間スケールにおける気候変動メカニズムの解明を目指しています. 気候システムの一部のみに注目するというよりは, 構成する大気, 海洋, 海氷, 陸面, (植生, 氷床)といったサブシステム間の相互作用や複雑に絡み合うプロセス間の連動性を解明することによって, 統合的な理解を得ることに重きを置いています. 細部にも注意を払いつつ俯瞰的な視野に立ち, 多階層, マルチスケールの複雑系の理解に挑戦することに興味のある学生と一緒に研究できることを楽しみにしています.

研究内容の紹介

環境影響やその対策を考える上で基礎情報となる気候の将来予測は, 地球全域をカバーする数値気候モデルを中心に行われます. しかし, 様々な要因により不確実性があります. 私の研究では, その不確実性を低減するべく, 主に気候モデルを使って, 気候感度と気候フィードバック, 極域の温暖化メカニズムの理解, 中・高緯度の気候変動と熱帯降水分布のテレコネクション・メカニズムの解明, 過去に起きた気候変動メカニズムの理解とそれを基にした将来の気候変動に関する知見の提供, 気候とグリーンランド氷床や南極氷床との相互作用の理解, 過去と将来の気候変動における植生分布変化の役割の解明などに取り組んでいます.

(1) 気候感度と気候フィードバックの理解の深化

温室効果ガスが増えると, 気温はどのくらい上昇するのでしょうか?この素朴な疑問に答えるために, 地球のエネルギー収支に影響する水蒸気, 気温構造, 雪氷, 雲といった気候フィードバック・プロセスを一つ一つ理解し定量化していくとともに, 複数プロセスの連動性の解明も目指します.

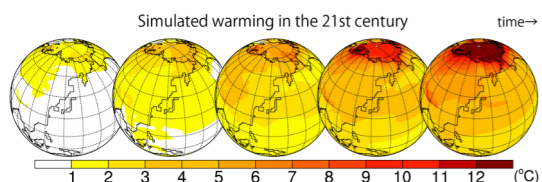


図1 数値シミュレーションのイメージ図

(2) 極域の気候変動メカニズムの解明

地球温暖化と一口に言っても, 地球上どこでも同じスピードで暖くなるのでしょうか?雪氷の存在など他地域と様相が大きく異なる極域では, 一般に大きな気候変化が生じることが知られています. 過去や将来の極域における気候変動メカニズムの解明を目指します.

(3) 過去の気候変動の理解・将来予測への貢献

過去の気候・環境変動の謎を解明することは, それ自体大変興味深い課題です. 加えて, 過去を知るとは人類が経験したことのないほど大きな将来変化について考えるのにも役立ちます. 単に鏡に映る未来像を地球史の中に探すのではなく, 変動メカニズムの理解が過去と将来を結ぶ架け橋になると考えています. 過去の温暖期はもちろん氷期のような寒冷期の研究も通して気候システムの普遍的な理解を目指します.

■研究手法: シミュレーション・数値実験・データ解析
コンピュータの中に数理的に作られた仮想の地球, 全球気候モデルを主な研究ツールとして利用しています. 工夫を凝らしたさまざまな数値実験を通して, コンピュータで再現された現象のメカニズム解明に取り組んでいます. また, 観測データや過去の気候復元データを利用して気候モデルの信頼性評価にも取り組んでいます.

■講義: 気候物理学入門, 地球環境学,
地球惑星環境学基礎演習 II, 古環境学

■参考文献

- 吉森正和ほか (2012): 気候感度 Part 1: 気候フィードバックの概念と理解の現状. 天気, 59(1), 5-22.
吉森正和ほか (2012): 気候感度 Part 2: 不確実性の低減への努力. 天気, 59(2), 91-109.
吉森正和ほか (2012): 気候感度 Part 3: 古環境からの検証. 天気, 59(3), 143-150.
吉森正和 (2021): 北極域の気候変動研究の現状と今後の展開. 気候システムニュース No.8, 1-4.



図2 北極域温暖化増幅に寄与するフィードバック・プロセスの季節進行(北極海)を表す模式図(吉森 2021).



小宮 剛 [Tsuyoshi Komiya]

E-mail: komiya@ea.c.u-tokyo.ac.jp / Tel: 03-5454-6609

Room: 総合文化研究科 16 号館 826B 室

Personal website: <http://ea.c.u-tokyo.ac.jp/earth/Members/komiya.html>

研究分野 地球型惑星の惑星内部・生命環境進化解読, 地質学, 岩石学

メッセージ 小宮研では物質学的手法 (岩石などの試料分析・解析) で地球・生命進化史を解読する研究を進めており、①地質調査、②岩石や化石採取、③鉱物観察と組成分析 (変成岩・火成岩岩石学)、④岩石試料の分析 (地球化学)、④化石試料の観察や分析 (Spring-8 などの先端機器を用いた化学古生物学研究) と言った一連の研究を通して、総合的に地球史を解読することを目指している。

研究内容の紹介

地球型惑星進化の解明に向け、地球内部と生命環境の両面から 46 億年の進化を物質的に解読

- (1) 地球最古物質 (冥王代ジルコン) のナノ鉱物学が拓く冥王代地球解読,
- (2) 最古の堆積岩が存在するカナダ・ラブラドルの地質と冥王代マントルと海水組成復元,
- (3) 最古生命の生息場の地球化学的復元,
- (3) 全球凍結の開始と終結の原因の解明,
- (4) 全球凍結からカンブリア大爆発にかけての多元素・多同位体解析による環境解読と動物出現

- の原因の解明,
- (5) 最古動物胚・幼生化石の三次元像解析と後生動物初期進化解読,
- (6) 化石の化学組成マッピングと化学古生物学研究,
- (7) マントル進化と大陸成長率の解読,
- (8) 過去のプルーム岩の岩石学,
- (9) 海水組成の経年変化解読と生命進化,
- (10) 太古代や原生代の堆積岩の地球化学研究に基づく表層変動と生命進化,
- (11) 顕生代の表層環境解読と海洋循環,
- (12) 地球内部ダイナミクス進化 (海水と酸素の地球大循環)、等。

小宮研究室の研究地域+今年度の予定調査地(大文字)

地球史を通じた大陸成長、マントル進化と酸素 (Redox), H_2O , CO_2 , Cl のマントル内貯留と循環を解明する (ゴルゴナのようなマントル遷移層起源のマagmaには H_2O のみならず Cl も蓄積。ともに過去に沈み込んだ海水の痕跡。)

大陸地殻形成と成長 (プレートの沈み込みによる) (プレートの沈み込みによる) (プレートの沈み込みによる)

酸化還元状態の変化 (酸化還元状態の変化) (酸化還元状態の変化)

太古代では金属鉄が形成・分離 (太古代では金属鉄が形成・分離) (太古代では金属鉄が形成・分離)

プルームで H_2O を放出 (プルームで H_2O を放出) (プルームで H_2O を放出)

リサイクル海洋地殻 (リサイクル海洋地殻) (リサイクル海洋地殻)

下部マントル (下部マントル) (下部マントル)

外核 (外核) (外核)

調査地

2025年 グリーンランド

2026年 南アフリカ・ジンバブエ

2026年 中国

最古地球物質 (>43 億年前) の組成と包有鉱物のナノ鉱物学

グリーンランド・イスア

カナダ・ヌバギック

カナダ・ラブラドル

私達の研究の描像

大気酸素濃度増加と生命進化

真核生物出現

緑藻出現

多細胞生物 (藻類) 出現

大酸化イベント

私達の研究の描像

駒場地球史グループ: 生命・地球進化解読(地球と生命の共進化)

地球と生命の共進化

多細胞動物の起源?

生命の起源?

昔の海の組成?

大陸はどのように増えたのか?

マントルはどのように進化?

プレートテクトニクスはいつから?

冥王代進化?

全球凍結?

真核生物の起源と進化?

月や火星の内部に水は存在するのか?

駒場地球史グループ: 小宮 剛

東京大学総合文化研究科: 小宮 剛

駒場 16 号館 826B

komiya@ea.c.u-tokyo.ac.jp

<https://sites.google.com/g/eccu-tokyo.ac.jp/komiya>

<https://ea.c.u-tokyo.ac.jp/earth/Members/komiya.html>



黒川 宏之 [Hiroyuki Kurokawa]

E-mail: hirokurokawa@g.ecc.u-tokyo.ac.jp / Tel: 03-5454-6612

Room: 総合文化研究科 駒場 I キャンパス 16 号館 801B 号室

Personal website: <https://sites.google.com/g.ecc.u-tokyo.ac.jp/hirokurokawa/>

研究分野 惑星系形成・惑星環境進化・惑星物質循環・太陽系・系外惑星系

メッセージ 地球惑星科学は分野を横断した広い視野と手法を総合したアプローチが本質的に重要となる学問です。広い視野があってこそ到達できる深さがあります。専門分野にとらわれず、新しいことを積極的に学び、自らの研究にも活かしていきましょう。

研究内容の紹介

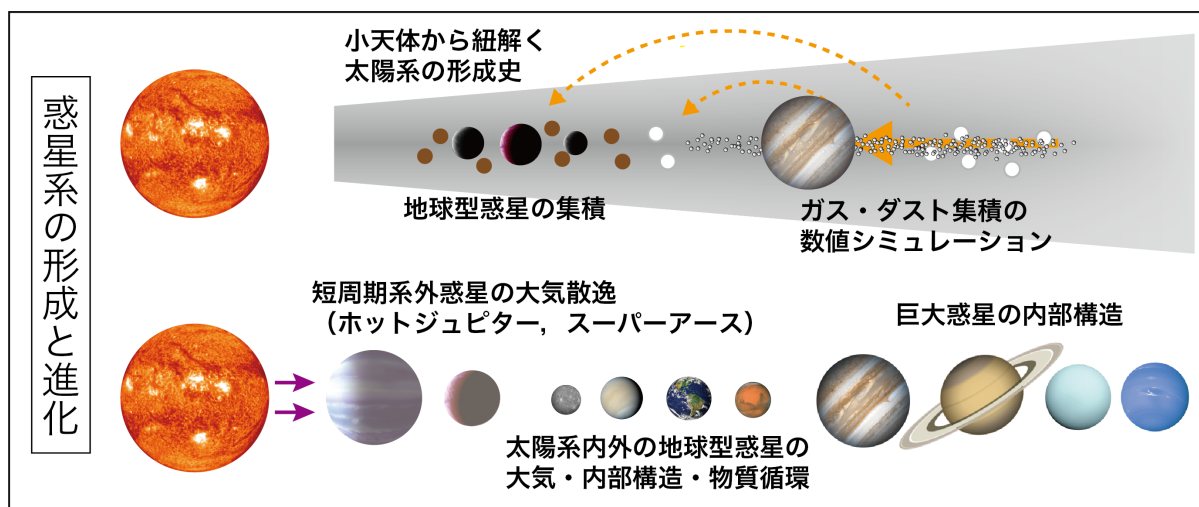
私たちの研究室は、地球を含む惑星がどのように誕生し、その姿を変えていくのかを解明することを目標としています。理論計算・数値シミュレーションを主な手法としつつ、探査・観測と組み合わせるなど、分野横断的アプローチを重視しています。以下で示すような惑星系の形成と進化の研究をもとに、惑星の多様性の起源と進化の駆動力を総合的に理解することを目指しています。

惑星系の形成 太陽系には地球を含む多様な惑星が存在し、さらに、太陽系とは異なる姿をした系外惑星系が多数発見されています。こうした惑星と惑星系の多様性の起源を解明することが、私たちの大きな目標です。例えば、原始惑星系円盤におけるガスやダストの集積の理論計算・数値シミュレーションを軸に、惑星系誕生の鍵となるメカニズムの解明を進めています。そして、異なる形成シナリオで誕生した惑星系の性質や、誕生しつつある原始惑星がどのような兆候を示すかを理論予想することで、原始惑星系円盤や系外惑星の観測の最新の成果との比較検討を行っています。また、太陽系誕生の歴史を記録する小天体（小惑星や彗星）にも着目し、理論研究に加えて、はやぶさ 2、MMX といった探査データの解析や将来計画の立案にも参画しています。

惑星系の進化 多様な惑星は、それぞれのサイズや組成、恒星環境といった条件に応じて、その姿を変えていきます。個々の惑星の歴史を解き明かしながら、惑星進化の駆動力とそのメカニズムを総合的に理解することが私たちのもう一つの目標です。これまで研究を行ってきた対象は、太陽系内外の地球型惑星、巨大ガス惑星、巨大氷惑星、小天体と多岐に渡ります。特に最近では、地球や火星、系外スーパーアースといった小質量の惑星の大気や内部構造、揮発性物質の深部循環の理論モデリングに注力し、多様な惑星の進化史の固有性・普遍性の切り分けを目指しています。理論研究で得た知見をもとに、将来の火星探査計画の検討・提案、観測機器開発協力も行っています。

講義・セミナーなど

黒川は本講座において地球惑星物質循環システム学（大学院生向け）の講義を担当しています。研究室メンバーは、駒場での研究室セミナー、地球惑星グループセミナーに加えて、本郷での地球惑星システム科学セミナー等にも出席しています。本郷・駒場それぞれの多くの教員と連携しながら研究を進めています。





小口 高 [Takashi Oguchi]

E-mail: oguchi@csis.u-tokyo.ac.jp / Tel: 04-7136-4301

Room: 空間情報科学研究センター

Personal website: <https://researchmap.jp/read0007832>

研究分野 地形学, 地理情報科学

メッセージ 地理情報システム (GIS) は Google Maps など日常的なツール値も応用されている技術ですが, 多様な情報処理能力と分析機能を持っているため, 学術研究でも広く活用されています。私は日本の GIS 研究の中心的な組織である, 東京大学空間情報科学研究センターに所属しています。

研究内容の紹介

私の研究室では, 主に GIS を用いた地球科学の研究を行っています。特に地形学 (Geomorphology) の研究に重点を置いており, 地形の形態や分布にみられる法則性と, 地形の形成過程に関する検討を, DEM (デジタル標高モデル) を用いて実施しています。また, 斜面崩壊などの地形に関連した災害の研究や, リモートセンシングを用いた植生分布の研究, 地形・地理教育のための教材開発なども行っています。

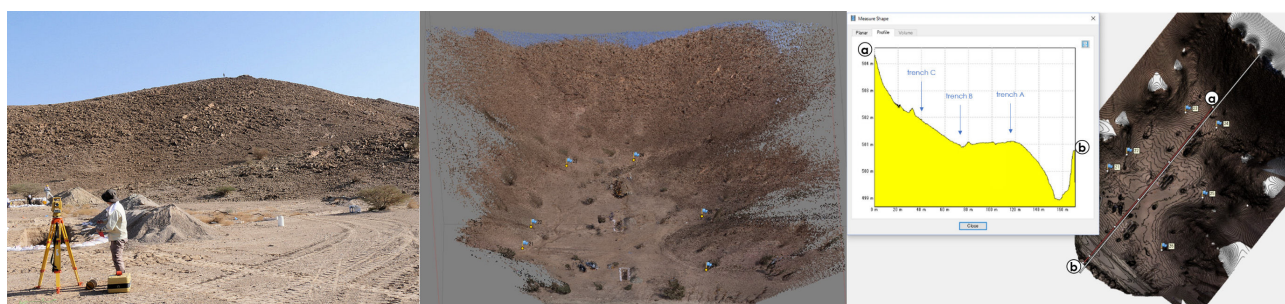
最近指導した修士論文・博士論文のテーマ

- ・火星に存在するローブ状地形の分布と形態の分析
- ・傾向面を利用した沖積平野の地形の可視化と分類
- ・GIS を用いた日本の扇状地とその上流域の地形学的分析と紙地図を用いた既存研究との比較
- ・山地小流域における土壌調査と浸透流解析に基づく水流出の規定要因の検討

- ・最終氷期の日本の自然環境が人間活動に及ぼした影響のモデリング
- ・GIS、AHP、ロジスティック回帰を用いたオマーンのアル・バーティナ地方における土地利用変化と洪水感受性の分析
- ・リモートセンシングと GIS を用いた火山噴火後の植生変化の時空間分析
- ・地形要素を考慮した日本と中国における遺跡・史跡の位置の予測モデリング
- ・Web GIS の技術とカリキュラムの編成が防災教育に与える影響
- ・VR 洪水シミュレーションに基づく生徒のリスク認識と緩和行動の調査

セミナー

- ・地理情報科学セミナー：研究紹介, 論文紹介, および活発な議論を、主に英語で行っています



オマーンの砂漠における地形・地質調査。左：現場の写真。表層堆積物の観察・取得のために掘削したトレンチが見える。中：フォトグラメトリーで得られた地形の三次元点群。右：点群から得られた地形図と地形断面図。



小坂 優 [Yu Kosaka]

E-mail: ykosaka@atmos.rcast.u-tokyo.ac.jp / Tel: 03-5452-5144

Room: 駒場 II キャンパス先端科学技術研究センター 3 号館 409 号室

Personal website: <http://www.atmos.rcast.u-tokyo.ac.jp/>

研究分野 気候変動・異常気象・気候力学

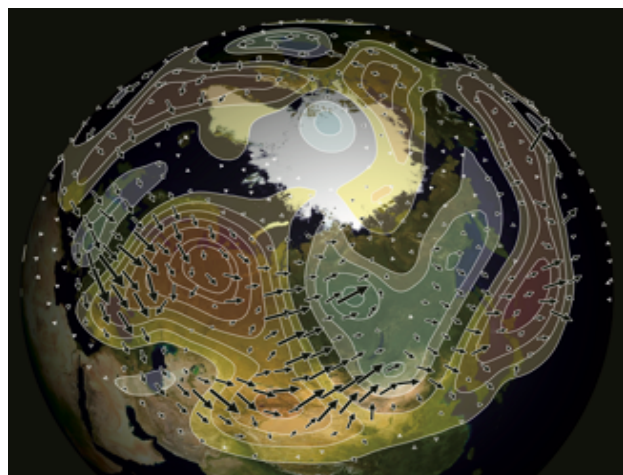
メッセージ 私たちのグループは、大気と海洋の大循環やそれらの相互作用に着目し、気候の成り立ちや気候変動・変化のメカニズム、さらに気候変動と変化の相互作用の理解に挑んでいます。このようなテーマに理論・データ解析・数値実験により取り組んでいく大学院生の皆さんをお待ちしています。

研究内容の紹介

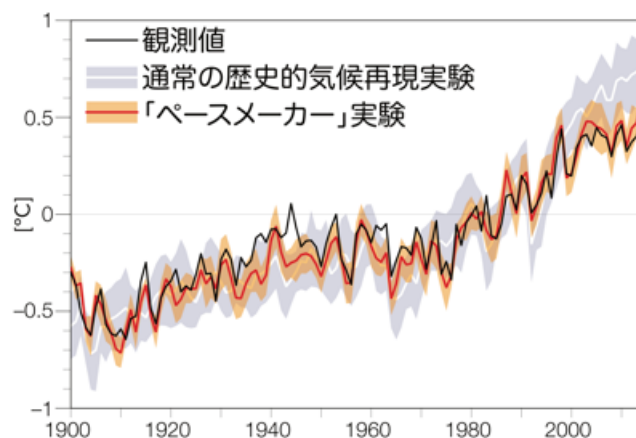
私たちのグループは、1000km～それ以上の大規模な大気循環の形成や、その数週間～数十年スケールでの気候自然変動のメカニズム・大気海洋相互作用・予測可能性について研究しています。この研究は、様々な現象がなぜ特定の空間構造を持ち、特定の季節に（あるいは季節を問わず）卓越し、特徴的な時間スケールを持って変動するかという問いに答えることを目指し、さらにそれらの地域気候影響や予測可能性に挑みます。特にこれまで、夏季の東アジアに異常気象をもたらすような遠隔影響（テレコネクション）パターンの形成メカニズム・影響評価・予測可能性・数十年規模の自然変動や地球温暖化に伴う長期変動の解明に取り組んできました。加えて最近、人為起源地球温暖化と十年規模の自然気候変動との干渉によって引き起こされる全球規模及び地域的な気候変動についての研究を進めています。観測データの統計解析・力学診断に加えて、様々な理想化力学モデルや全球大循環モデルも使い、国内外の研究者と協力して研究を進めています。

東アジアに異常気象をもたらす遠隔影響パターンの力学と予測可能性 数週間以上持続する異常気象はよく、遙か数千 km も離れた地域からの「遠隔影響」によってもたらされます。私たちは我が国を含む東アジアの夏に異常気象をもたらすいくつかの遠隔影響パターンについて、その実態・メカニズムの解明や数ヶ月前からの季節予測可能性の評価に取り組んできました。このような気候の自然変動が、地球温暖化によって将来どのような変動を受けるかも調べています。さらに最近、冬の東アジアに異常気象をもたらす遠隔影響パターンのメカニズムと予測可能性の研究にも取り組んでいます。

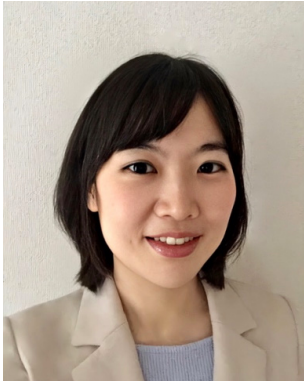
人為起源地球温暖化と自然気候変動の競合 気候は人為起源影響への応答としてだけでなく、自然変動によって自立的に揺らぎます。このような自然気候変動モードの中には、10～20年の長さで全球平均気温を変化させるものもあり、百年規模の人為起源気候変化に作用して地球温暖化を加速したり停滞させたりします。私たちはこのような温暖化の加減速の要因の特定や、十年規模の地域気候変化・変動への影響の解明に取り組んでいます。



2010年8月上旬に日本列島に記録的熱波をもたらした対流圏上層のロスビー波列。



気候モデルを用いた「ペースメーカー実験」による、20世紀以降の全球平均気温変動の再現。



日比谷 由紀 [Yuki Hibiya]

E-mail: yuki-hibiya@igcl.c.u-tokyo.ac.jp / Tel: 03-5452-5096

Room: 駒場 II キャンパス先端科学技術研究センター 3号館 209号室

Personal website: <https://www.igcl.c.u-tokyo.ac.jp>

研究分野 宇宙惑星物質進化学・初期太陽系物質進化学

メッセージ 私たちの太陽系は宇宙空間においてどのようにして誕生し、その後地球をはじめとした惑星の形成に至ったのか。一連の物質進化過程の謎を紐解くために、我々は同位体学や年代学、鉱物化学などの知識を使って、地球に度々降ってくる隕石や地球上の岩石を調べています。実際に宇宙から来た物質を手に取り、分析を通して太陽系の進化と一緒に探ってみたい大学院生を歓迎します。

研究内容の紹介

1. 太陽系誕生時の環境・温度条件と初期太陽系物質進化：

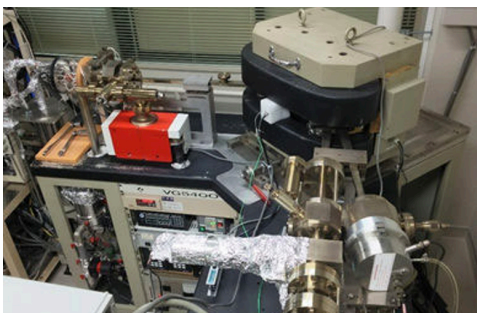
太陽系誕生期の周辺の恒星の種類や、原始惑星系円盤での物質進化を、隕石や隕石を構成する微小固体物質の分析から明らかにしようとしています。具体的には、質量分析計を用いた同位体分析法や年代測定法、および顕微鏡を用いた鉱物組織観察等を適用し、個々の試料の熔融環境や空間情報に時間軸を与えた議論を展開することで、惑星形成に至る物質進化の実態解明に挑んでいます。



太陽系形成初期の情報を保存する原始的隕石

2. 地球形成後の太陽系物質進化：

地球の材料物質はさまざまな隕石種の混合物であり、経時的に変化していた可能性が示唆されています。宇宙化学的な視点から地球材料物質の起源を特定することにより、地球初期進化研究を太陽系物質進化学という広い観点に位置づけていきたいと考えています。最近では、深部マントル由来火成岩や地球上に残されている隕石衝突層から、地球形成期・初期



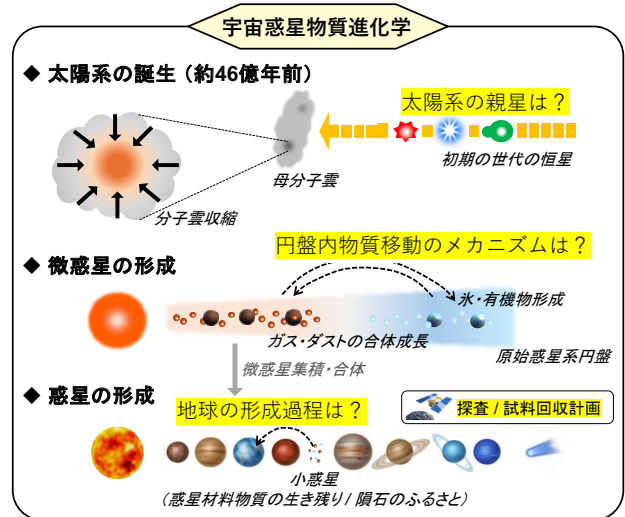
磁場セクター型の希ガス質量分析計

生命誕生期に地球外で起きていた物質科学プロセスを探っています。また、所属研究室の角野浩史教授との共同研究により、希ガス同位体をツールとした地球環境化学のテーマ（試料：火山・温泉ガス、地下水、ダイヤモンド等）にも取り組むこともできます。

3. 将来のサンプルリターン計画のための分析装置・

化学分析法の開発：

国際的な探査計画にも参画し、宇宙開発における諸課題の解決にも惑星科学の観点から貢献することを目指しています。具体的には、将来のサンプルリターン試料から最大限の化学的情報を引き出すための質量分析装置・分析法の開発を行っています。これまでに、マルチコレクター誘導結合プラズマ質量分析計 (MC-ICP-MS)、表面電離型質量分析計 (TIMS) を用いた分析法の開発等を行ってきました。現在は主に、希ガス質量分析計 (VG5400) の立ち上げに取り組んでおり、最近では、隕石試料の分析結果と探査観測データの比較を行うことで、未来の地球外資源探査に向けた理学的な基礎研究も進めようとしています。





生駒 大洋 [Masahiro Ikoma]

E-mail: masahiro.ikoma@nao.ac.jp / Tel: 0422-34-37404

Room: 国立天文台 科学研究部 三鷹キャンパス中央棟 (南) 315 号室

研究分野 系外惑星・惑星形成/進化・惑星大気・惑星システム

メッセージ 我々の暮らす地球、我々を取り巻く表層環境、さらに我々自身を客観的に見つめ、自分たちの存在について考える—系外惑星の発見は、それを科学として行うことを可能にしました。次々に発見される多様な惑星たち、それとともに修正を余儀なくされる理論、我々の宇宙観は今まさに大きな転換期を迎えています。それは 21 世紀という限ら

れた時代に生きる我々だけに与えられた贈り物かもしれません。私は、この幸せをできるだけ多くの人と分かち合いたいと思っています。系外惑星科学は、惑星の形成から進化、内部、大気、ハビタビリティなど幅広い要素を総合的に理解することを目指す学問で、地球惑星システム科学グループが担うべき研究分野といえます。21 世紀に最も発展した理学の一つである系外惑星科学は、とにかく進展が早く、先の読めない研究分野です。意欲的かつ主体的に研究に取り組み、そして、勇気のある人を待っています。

研究内容の紹介

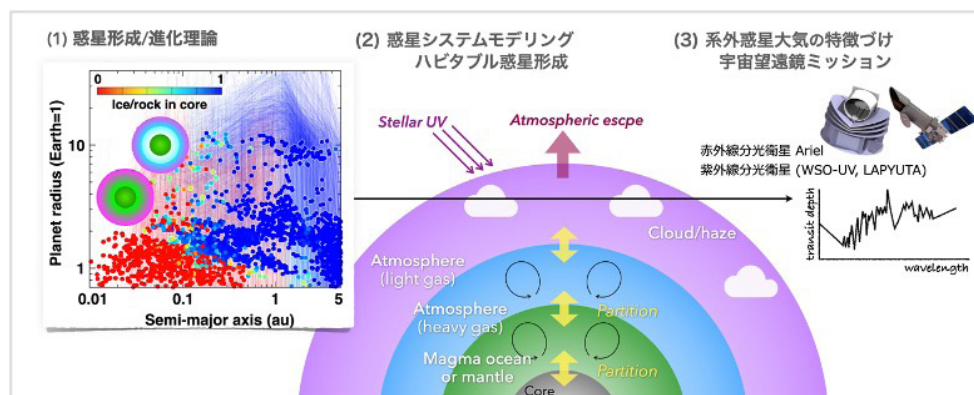
私の研究室では、太陽系を含む多様な惑星および惑星系の形成・進化過程、また、地球のようなハビタブル惑星を含む惑星システムの仕組みと形成条件を明らかにすることを目標としています。近年は主に以下の 3 つの研究課題に力を入れています。

惑星形成および進化に関する理論 太陽系の特徴を説明するために作られた惑星形成理論は、近年の ALMA による原始惑星系円盤の観測や Kepler や TESS による多様な系外惑星系の発見によって、大幅な修正を余儀なくされています。私の研究室では、惑星系全体の形成過程に含まれる素過程を理論的に理解し、それらを統合した汎惑星系形成理論の構築を目指しています。特に、惑星大気やガス惑星、水惑星の形成など揮発性物質の獲得過程に興味を持っています。

惑星システムの仕組みと形成条件 惑星は複数の層から成る巨大な構造体であり、各々の層は互いに物理・化学的に結合し、フィードバックを伴う惑星システムを成しています。私の研究室では、この惑星システムの仕組みおよび惑星の進化を理論的に研究しています。その一つの重要なターゲットとして、地球のように温暖な気候を安定的に維持するハビタブル惑星の形成条件にも興味を持っています。

系外惑星大気の特徴付けと理論の検証 宇宙望遠鏡 JWST の打ち上げによって、系外惑星大気に対する分光観測が盛んに行われるようになりました。その観測結果を理論的に解析すれば、系外惑星の大気組成や温度分布などの情報を得ることができます。私の研究室では、独自の大気構造モデルを開発し、そうした分光観測データから系外惑星大気の特徴を導き、そこから惑星の形成・進化過程を探る研究を行なっています。また、欧州宇宙機関赤外線分光観測ミッション Ariel に Co-PI として参加し、JAXA 紫外線観測ミッション LAPYUTA のサイエンスを立案する立場にあります。理論・観測双方向アプローチで系外惑星の多様性とその成因の解明を目指しています。

国立天文台科学研究部：私の所属する国立天文台科学研究部 (<https://sci.nao.ac.jp/main/>) は、系外惑星・惑星形成/進化・恒星形成/進化の理論研究者が集まる国内最大級の研究組織です。また、すばる望遠鏡や ALMA など国立天文台内の観測プロジェクトとも連携して総合的かつハイレベルの研究を進めています。





藤井 友香 [Yuka Fujii]

E-mail: yuka.fujii@nao.ac.jp / Tel: 0422-34-3735

Room: 国立天文台 科学研究部 三鷹キャンパス 中央棟 (南) 312 号室

Personal website: <https://yukafujii-astro.github.io/>

研究分野 系外惑星

メッセージ 限られた天文学的データから、直接観測することのできない系外惑星の特徴や表層環境を読み解き、その多様性と起源を理解することで、私たちの宇宙観を豊かにすることを目指しています。

研究内容の紹介

系外惑星の表層環境の理解とアストロバイオロジーへの展開

研究の柱の一つは、系外惑星の大気や表面の状態と、天文学的観測によって制約可能な特徴量とを結び付けることで、系外惑星の現在の姿を理解することです。そのために、大気構造や惑星表層環境の物理モデルを用い、それらが透過光・熱放射・反射光スペクトルや、光度の時間変動としてどのように観測されるのかを理論的に調べています。

現在、James Webb 宇宙望遠鏡を主力として、系外惑星大気の観測が精力的に進められています。今後は、さらなる宇宙望遠鏡や地上超大型望遠鏡によって、より多角的なデータが得られると期待されています。私たちは、こうした将来計画を念頭に置いた観測シミュレーションも行いながら、惑星の特徴付けの方法を発展させようとしています。

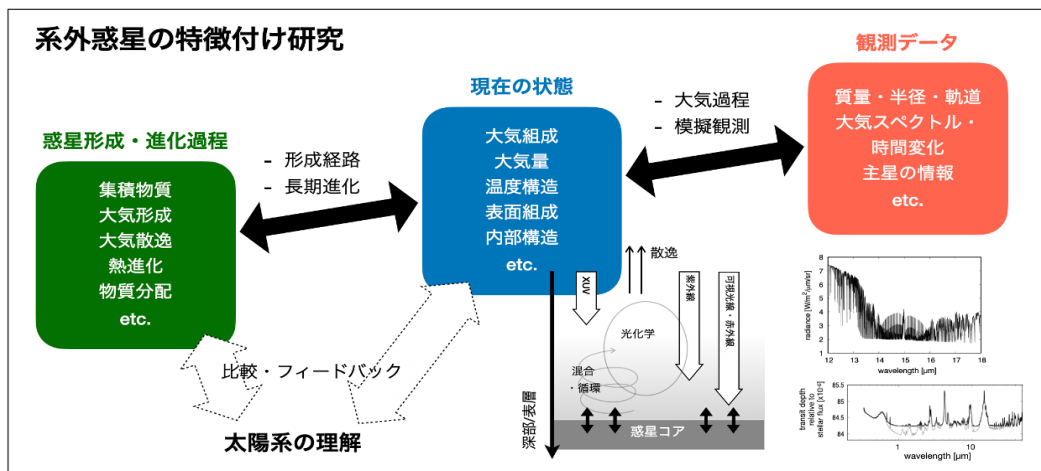
これらの将来計画の中には、ハビタブルゾーンにある地球型惑星の観測を主要課題とするものもあります。こうした惑星の表層環境を知ることは、系外惑星におけるアストロバイオロジーにとって極めて重要な一歩です。そこで、系外惑星に予期されるさまざまな物理化学条件を考慮した地球型惑星の表層環境モデルを用いて、大気の性質や表面組成といった生命環境の評価に必要な情報を得る方法を探るとともに、生命に起因する可能性のある特徴の検出方法についても研究しています。

惑星形成・進化過程と惑星大気

個々の系外惑星の性質が徐々に明らかになる中で、次なる課題は、それらの傾向を惑星形成や進化過程の観点から理解することです。近年は、そのための惑星進化モデリングにも取り組んでいます。特に、観測が急速に進んでいるサブネプチューンやスーパーアースといった中間サイズの惑星を含む小質量系外惑星の性質に注目し、揮発性元素の獲得と分配、散逸を考慮した惑星大気モデルの構築と観測的検証を進めています。

これまでの研究テーマ例

- ・系外地球型惑星における海の存在の制約方法
- ・岩石コアとの物質分配を考慮したサブネプチューン・スーパーアースの大気モデリング
- ・系外惑星に予想される多様な表層環境のベンチマークとしての太陽系内惑星の再評価
- ・バイオシグニチャー候補分子の検出可能性の評価
- ・自転の遅い惑星の三次元大気構造
- ・系外木星型惑星からのオーロラ電波の特徴付け
- ・リングを持つ惑星のライトカーブモデリング





齋藤 仁 [Hitoshi Saito]

E-mail: saito.hitoshi.b7@f.mail.nagoya-u.ac.jp / Tel: 052-789-2236

Room: 名古屋大学 大学院環境学研究科 総合環境館 615 号室

研究分野 自然地理学、地形学、地理情報科学

メッセージ 地理学は、局所的なものからグローバルな規模での、地球上での自然的・人間的環境および景観を研究対象とします。自然地理学は地球表層の自然の成り立ちに焦点を当てながら、地球人間圏における地球環境と生物、人間との相互連結性の解明に貢献できる学問分野と考えています。

研究内容の紹介

気候変動に伴い、豪雨災害や土砂災害の増加、高緯度地域では永久凍土の荒廃の加速が指摘されています。自然災害の増加や土地の荒廃は地球環境や生態系、人間生活などの地球表層システムに波及的に影響を与えます。このような気候変動に伴うハザード連鎖の解明と広域的影響評価を目標に研究を進めています。特に近年は以下の3つの研究課題に力を入れています。

1. モンスーンアジアにおける地すべり発生の地域性

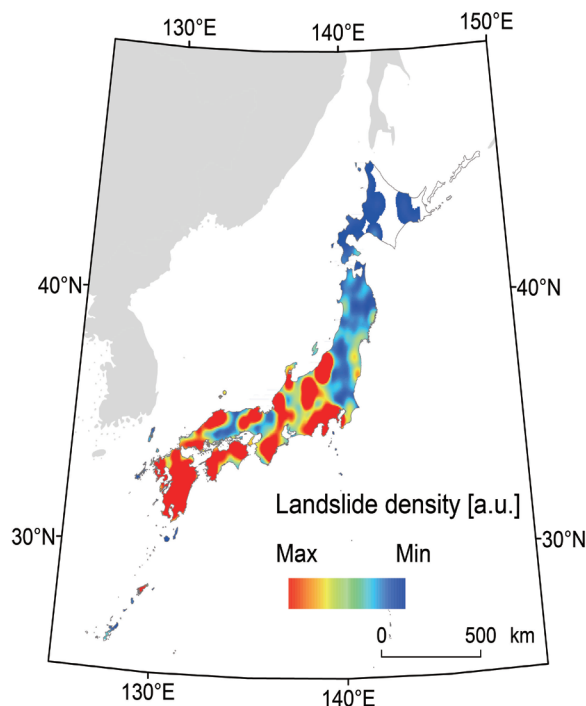
モンスーンアジアでは豪雨が頻発し、山地では多数の地すべりが発生します。また地すべりの発生にはその場所の地形や地質、植生の状態、人間による開発も関係します。地すべりによって生産された土砂は、河川を通じて流下し、下流域での土砂堆積や洪水氾濫など中長期的な影響ももたらします。このような地すべりの発生と誘因と素因との関係や、流域スケールでのハザード連鎖に興味を持っています。また、気候変動に伴う雨の降り方や豪雨頻度の変化が地すべりの規模や頻度にどのように影響するのか、その地域性の解明を目指しています。

2. 永久凍土融解の影響評価

東ユーラシアの高緯度地域では、20世紀後半以降の気温の上昇や降水量の増加などにより、永久凍土の融解が進んでいます。永久凍土の融解に伴い、サーモカルストと呼ばれる土地が不均一な沈降が起こります。サーモカルストによる窪みでは湖沼が拡大し、凍土そのものの変化にとどまらず、水文過程、生態系、さらには人間生活まで波及的に影響が連鎖します。このような永久凍土融解に伴う地形変化や植生変化の定量化と将来予測を目指して研究を進めています。

3. 高精細・時系列地理情報の活用

リモートセンシングの発達に伴い、過去50年以上の地球環境に関するデータが蓄積されてきました。また近年は航空レーザ測量やドローンに様々なセンサを搭載することで、非常に高精細に地形や植生を観測することができるようになりました。このような高精細な地理情報を用いて、斜面崩壊地やサーモカルスト地形の計測、地形変化に伴う中長期的な植生変化の解明に興味を持っています。



日本列島における地すべり発生密度の地域性