


# Earth and Planetary Environment



東京大学

東京大学理学部地球惑星環境学科

〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1 [TEL] 03-5841-4501

[Email] [soudan-chikyu@eps.s.u-tokyo.ac.jp](mailto:soudan-chikyu@eps.s.u-tokyo.ac.jp)

<http://www.eps.s.u-tokyo.ac.jp/jp/gakubu/chikyu.html>

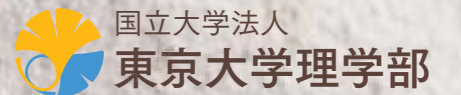
[ 東京大学理学部 ]

地球惑星環境学科

Department of Earth and Planetary

Environmental Science,

Faculty of Science, The University of Tokyo



国立大学法人

東京大学理学部



# Introduction

## 【学生の皆さんへ】

これからの進路を選択しようとしている皆さん、地球惑星環境学科でともに学びませんか。太陽系の惑星の一つである地球の環境は、さまざまな物理現象、化学現象、生命活動が互いに関連しあう複雑なシステムです。私たちの学科では、この複雑なシステムの過去を学び、現在を知り、未来の予測を目指しています。そのため、これらのすべての基礎と複雑な現象の相互作用の理解が重要です。

本学科では、私たちと新しい学問をめざし、ともに学びたいと思う人を求めています。

# Why?

## 【いま、なぜ地球惑星環境学なのか?】

21世紀を迎えたいま、人類は地球環境の危機に直面しています。私たちは自らの知恵と力によってその危機を解決できるか、その真価が問われています。

しかし、これまでの地球環境問題への取り組みは、個別の問題に対する対処療法がほとんどで、地球と生命の複雑な相互作用を十分に理解したものであるようには思えません。現在や将来の地球環境を考えるためには、地球を大気—海洋—固体—生命の織りなすひとつのシステムとしてとらえ、さまざまな時間・空間スケールでの挙動とその変動メカニズムを理解することが重要です。

地球の歴史において実際に生じたさまざまな気候変動などの地球環境変動の理解は、現在の地球の理解につながり、さらには未来を考える上での重要なヒントを与えてくれるはずです。

# What?

## 【そして地球惑星環境学科とは?】

地球惑星環境学では、地球や惑星とその環境の進化・変動、生命の誕生・進化・絶滅、そしてそれらの相互関係を実証的に解明していきます。

自然科学的立場にたって、過去から現在にいたる地球や惑星の環境をさまざまな時間・空間スケールでとらえ、その変動や変化を支配する物理・化学・生物の法則を理解することは、現在や将来の地球環境を考える上でも重要です。

地球惑星環境学科では、こうした思考を身につけるため、地球や惑星を構成する物質、過去の地球環境変動を記録した地層、生物進化を物語る化石などの観察や分析、あるいは現在の気候変動の解析や生態系の観察などを通じた、自然現象の実証的な理解と、それに必要な基礎学力と論理的思考の育成に重点をおいた教育を行います。

## Contents

地球惑星環境学科の教育	p.02
さまざまな研究分野	p.03
カリキュラム	p.04
フィールドワーク(野外巡検)	p.06
フィールドワーク(野外調査)	p.08
生命科学について学ぶ実習	p.10
環境学について学ぶ実習	p.11
地球や惑星の物質・ ダイナミクスについて学ぶ実習	p.12
研究紹介	p.13
大学院における研究紹介	p.15
卒業論文	p.16
学生生活	p.17
卒業後の進路・卒業生のメッセージ	p.18
学科長あいさつ・教員紹介	p.20



## [地球惑星環境学科の教育]

地球惑星環境学科では、自然の観察に基づき、地球や惑星の環境を自然科学的な立場から実証的に解明することを目指しています。そのため、学部教育においては、通常の講義のほかに、フィールドワークと実習・演習を教育の大きな柱にしています。また、基礎学力を身につけた上で、興味のある研究分野に関する知識や学力を効果的に身につけられるように、それに見合ったカリキュラムを組んでいます。地球惑星環境学科の授業には、理科の教職免許を取得するために必要な実習が一通り揃っているのも他学科にはない大きな特徴の一つです。

フィールドワークでは数日から1週間程度にわたって国内や海外に出かけて、実際に多様な自然に接し、地球と生命をめぐる環境の営みや、過去の歴史をひも解く手がかりを得ます。一方、実習や演習では、室内においてさまざまな観察、実験、分析、数値計算・データ解析などの手法を習得し、フィールドで得た情報を解析したり、分析したり、あるいは新しいモデルをつくる基礎を学びます。

2年A Semesterと3年S Semesterでは、この分野の大枠を理解するとともに、基礎となっている物理化学的、生物学的な基礎、地球や惑星固有の現象や物質の基礎についての講義とそれらに関連した実習や演習、数値的問題についての実習、野外における実習や見学を行います。3年A Semesterと4年S Semesterにおいては、地球や惑星の環境や生命活動のより詳細なあるいは発展的な内容についての講義、より実践的な実習や演習、野外巡検を行います。また、4年では各自が関心あるテーマで卒業研究を行います。卒業研究は、ひとりひとりがテーマをもち、指導教官の指導のもとに行う研究で、研究結果を卒業論文としてまとめます。

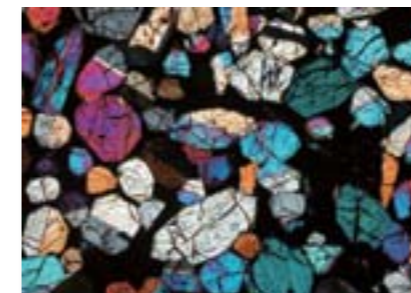


## [さまざまな研究分野]



### 太陽系や惑星の環境史

太陽系の形成過程、惑星の初期環境や進化などを理解するため、観測・実験・理論のほか、隕石やはやぶさ試料の分析、惑星探査で得られたデータの解析などさまざまな手法を用いて、太陽系や惑星の環境史の解明をめざしています。



### 地球や惑星の物質環境

地球や固体惑星を構成する岩石・鉱物、これらの固体物質と水との化学反応、生体が形成する無機物・有機物などを詳細に観察・分析し、実験や理論などを合わせて研究することで、地球や惑星の物質環境の解明をめざしています。



### 地球と生命の共進化

地球環境変動や生命進化が記録された岩石や化石の観察と分析、生物の遺伝情報の解析などを通じて、地球史における地球環境及び生命の進化、さらにそれらの相互作用にアプローチしています。



### 地球や惑星のダイナミクス

地球や固体惑星の表面や内部で起こっているさまざまな現象を理解するために、フィールド調査や観測、岩石の変形実験、コンピュータシミュレーションなどを行うほか、火山噴火や活断層の研究を通じた社会への貢献をめざしています。



### 地球環境と生命圏

世界各地における自然環境や生態系の調査、海や湖の堆積物の分析などを行うことにより、比較的近い過去および現在の地球環境を理解し、生命圏との関係を明らかにするとともに、将来の環境変動を予測しようとしています。



# Curriculum [カリキュラム]

※：地球惑星物理学科開講科目 S：4年でも履修可能 †：3年でも履修可能  
\*：隔年開講

	2年A semester	3年S semester	3年A semester	4年S semester	4年A semester
講義	<b>地球環境学</b> 地球環境と地球環境問題を、地球惑星システム科学の視点から概説する	<b>大気海洋循環学</b> 大気と海洋の熱構造や循環構造を概観し、その仕組みの理解のために必要な基礎知識を概説する	<b>地球環境科学</b> 水溶化学、安定同位体化学の基礎を学び、化学プロセスと地球環境との関係を理解する	<b>気候学基礎論</b> 現在の気候システムの形成メカニズムとその地域的特性を理解し、気候の将来予測を展望する	<b>地球史学</b> 地球史における各ステージの地球環境、生物進化を地質学的証拠に基づき実証的に解説する
	<b>地球システム進化学</b> 地球システムの形成・進化を、個体地球-表層環境-生命の相互作用の観点から概説する	<b>地球生命進化学</b> 生物科学、地球科学での古生物学の理論や研究法を学び、地球史での生物の役割を理解する	<b>地球生命科学</b> 生命体構造や生命現象メカニズムを学び、生命が地球環境に与えてきた影響を評価する	<b>古気候・古海洋学</b> 第四紀の地球表層環境変動について、タイムスケール、原動力などの概要を解説する	<b>先端鉱物学概論</b> 鉱物のミクロな性質とマクロな地球惑星科学的現象を対比させ、それらの情報を理解する
	<b>地球惑星物質科学</b> 結晶学と結晶化学の基礎を学び、地球、惑星を構成する岩石・鉱物の特徴や成因を解説する	<b>地球惑星物理化学</b> 地球や惑星を構成する物質の物理化学的状態とその変化を熱力学と反応速度論により理解する	<b>地球物質循環学</b> 大気-海洋-生命圏間および地球表層-内部間での物質循環と地球環境進化の関係を理解する	<b>堆積学</b> 堆積岩の生成環境と生成プロセスを知る事で、地球表層での諸現象の理解を目指す	<b>惑星地質学</b> 惑星・衛星表面の様々な地質学的な痕跡の実態、その形成プロセス、観測手法を紹介する
	<b>地形・地質学</b> 地球表層の諸現象を観察・記述・解説するための基本的概念を解説する	<b>固体地球科学</b> 地球内部構造、レオロジーとダイナミクス、およびそれらと地表面現象の関連性を解説する	<b>宇宙惑星進化学</b> 宇宙の始まりから太陽系の進化、その物理化学を学び、地球と生命が存在する意味を考える	<b>構造地質学</b> 岩石変形の基本的概念を解説し、その記載方法ならびに成因を調べるための基礎知識を提供する	<b>古生物学</b> 化石として発見される生物、とくに動物の形態や分類について解説する
実習・演習・研究	<b>地球惑星環境学基礎演習 I</b> 地球・惑星の大構造、ダイナミクスなどに関する基礎概念を学びつつ数学的な扱いの基礎を学ぶ	<b>地球惑星空間情報学および実習</b> 地理空間表現のための地図とデジタルデータ、地理情報システムの概要を解説し、実習を行う	<b>地球環境化学実習<sup>S</sup></b> 野外における試料採取、分析、計算実習などを通して、水溶液、同位体分析の基礎を学ぶ	<b>生物多様性科学および実習<sup>†</sup></b> 顕微鏡観察や遺伝子解析を通じ、基礎的な分子生物学・微生物学的実験手法の習得を目指す	<b>地球惑星環境学特別研究</b> 地球惑星環境学の特定のテーマに関して、卒業論文となる研究を行う
	<b>地球生命進化学実習<sup>S</sup></b> 採集した化石の形態観察を通じて、同定方法や様々な解析を行う方法を学ぶ	<b>地球生命進化学実習<sup>S</sup></b> 採集した化石の形態観察を通じて、同定方法や様々な解析を行う方法を学ぶ	<b>リモートセンシング及び実習<sup>S</sup></b> リモートセンシングの基礎と物質同定法、データ可視化、判読法について、講義と実習を行う	<b>地球生態学および実習<sup>†</sup></b> 干潟と森林での現地実習をもとに、生態系の非線形応答、フィードバックなどを議論する	
	<b>地形・地質調査法及び実習</b> 測量、空中写真判読、露頭観察、地質図作成など、地形・地質調査法の基礎を修得する	<b>地球惑星環境学実習</b> それまでの野外実習で得られた試料、データに基づき、各人がテーマを持ち、研究を行う	<b>地球惑星環境学実習</b> それまでの野外実習で得られた試料、データに基づき、各人がテーマを持ち、研究を行う	<b>地球惑星物理化学演習<sup>†</sup></b> 地球惑星物質の物理化学的状態とそその変化を記述するための熱力学と反応速度論の演習を行う	
	<b>造岩鉱物光学実習<sup>S</sup></b> 肉眼、偏光顕微鏡、反射顕微鏡によって地球表層を構成する主要な鉱物の同定法を学習する	<b>結晶学実習(集中)</b> 結晶解析学を中心にその原理と分析の実例を解説し、X線回折写真を実際に撮影する	<b>結晶学実習(集中)</b> 結晶解析学を中心にその原理と分析の実例を解説し、X線回折写真を実際に撮影する	<b>岩石組織学実習 I<sup>†</sup></b> 火成岩、変成岩を構成する鉱物と組織の特徴を、実習を通じて理解する	
野外巡検・調査	<b>地球惑星環境学野外巡検 I</b> 野外において地球科学の諸現象の観察を行い、地球科学に関する理解を深める	<b>地球惑星環境学野外巡検 II<sup>*</sup></b> 野外において地球科学の諸現象の観察を行い、地球科学に関する理解を深める	<b>地球惑星環境学野外巡検 II<sup>*</sup></b> 野外において地球科学の諸現象の観察を行い、地球科学に関する理解を深める	<b>岩石組織学実習 II<sup>†</sup></b> 堆積岩の岩石組織、構成鉱物、堆積構造、続成変質の特徴を明らかにする方法について学ぶ	<b>地球惑星環境学特別研究</b> 地球惑星環境学の特定のテーマに関して、卒業論文となる研究を行う
	<b>地球惑星環境学野外調査 I</b> 過去の地球表層環境とその変化を理解するために、適当なフィールドで、約1週間の地質調査を行う	<b>地球惑星環境学野外調査 II</b> 現在の表層環境理解および水期間氷期サイクルに伴う地表面環境変動復元のための実習を行う	<b>地球惑星環境学野外調査 II</b> 現在の表層環境理解および水期間氷期サイクルに伴う地表面環境変動復元のための実習を行う	<b>地球惑星環境学演習</b> 地球惑星環境学に関する英語論文の講読を通じて、科学論文の論理構成を学ぶ	
	<b>地球惑星環境学野外調査 II</b> 現在の表層環境理解および水期間氷期サイクルに伴う地表面環境変動復元のための実習を行う	<b>地球惑星環境学野外調査 III</b> 火成岩、変成岩、断層岩、鉱床、変質岩の産状をフィールドで観察し、その考察を行う	<b>地球惑星環境学野外調査 III</b> 火成岩、変成岩、断層岩、鉱床、変質岩の産状をフィールドで観察し、その考察を行う		

## [カリキュラムQ&A]

### Question1

理学部には地球惑星環境学科と地球惑星物理学科がありますが、どう違うのでしょうか？

### Answer1

「地球や惑星における諸過程、諸現象の理解を目指す」という意味では、その目的や対象は似ています。異なるのは、その目的を達成するための手法です。地球惑星物理学科が数値解析や物理学的手法によって現象を理解する教育に重点を置くのに対し、地球惑星環境学科では野外において直接観測したり、諸現象を記録する地層・化石・岩石を調査・観察・採取するための野外調査教育に重点を置いています。また採取した試料の分析を行なう上で必要な化学・生物学の教育にも力を入れています。

### Question2

地球惑星環境学科に進学するためには駒場でどのような勉強しておくべきでしょうか？

### Answer2

地球惑星環境学は物理・化学・生物学の複合した総合的な学問であるため、駒場ではそれらすべての基礎的なことをきちんと理解することが大切です。また、物理や化学を支える数学の基礎的なことを勉強することも大切です。

### Question3

全科類枠で文系科からの進学が可能とありますが、進学後に困ることはありませんか？

### Answer3

進学後の授業については、駒場2年A semesterの授業で地球惑星科学の基礎から学ぶことができますが、その時点である程度の理系科目の基礎は修得していることが望まれます。当学科でカバーしている分野は多岐にわたるため、進学前に駒場の基礎科目および総合科目の数理科学、物質科学、生命科学を受講する事により、広い理系科目の知識を身につけておくことをお勧めします。

### Question4

地球惑星環境学科ではフィールド調査や巡検で時間が拘束されるのでは。

### Answer4

3つの野外巡検と3つの野外調査がありますが、野外巡検 I と野外調査のうちの1つのみ履修することが必修で、それ以外は選択必修です。つまり、全部を取る必要はありません。野外調査は、基本的に夏休みにおよそ1週間程度の日程で行なわれます。それぞれの実習の日程が重ならないように配慮していますので、日程と興味を考え合わせて選択する事ができます。また、野外実習は基本的に3年の夏に取る事になっていますが、やむを得ぬ事情がある場合は4年生で取得する事を認める場合もあります。

選択必修科目のうち、野外調査 I、II、III が選択必修A、その他を選択必修Bとし、2単位以上は選択必修Aから取得する



# Field Trip

[フィールドトリップ：野外巡検]



**地**球環境の変化というのは、なかなか実感できないものです。それが過去の変動であればなおさらです。百聞は一見にしかず。だから地球惑星環境学科では、フィールド教育に力を入れています。野外において自然の営みや自然が長い時間をかけて作り出した地形、地層、岩石、鉱物、化石を観察し、そこから不思議なことを見つけ出し、それを解明していく、その一連の過程をぜひ体験してもらいたからです。

地球惑星環境学科では、3つの野外巡検(巡検Ⅰは必修、Ⅱ、Ⅲは選択必修で隔年開講)と3つの野外調査実習(選択必修)プログラムを用意しています。野外巡検Ⅰは一泊二日の短期巡検で、本郷に進学後すぐの4月に行なわれます。進学生も多くにとって初めての地球科学の野外観察の機会となるこの巡検では、千葉県房総半島において、海成の大規模斜交層理や枕状溶岩などを観察し、露頭から科学的な情報を抽出する初歩的なプロセスを経験してもらいます。野外巡検Ⅱ、Ⅲは一週間程度の長期の巡検で、より遠方の地域を訪れ、関東周辺では観察できないような地球科学のさまざまな現象に接するこ



とを目的としています。例えば、2009年3月と2013年2月には、オーストラリア東海岸巡検とオーストラリア国立大学訪問を実施しました。また、2011年2月には、ハワイを訪問し、マウイ島とハワイ島の火山を調査し、すばる望遠鏡の見学も行いました。2012年には韓国巡検、2013年にはフィジー巡検を実施しました。また海外だけではなく、年度によっては、北海道や東北地方など、日本国内の地球科学的に重要な地域を訪れることもあります。

現在、地球惑星科学の分野では、さまざまな最新の手法が取り入れられて研究が行なわれていますが、その一番の基礎は野外での観察・データ収集であることに変わりありません。例えば、いくら数値的なデータ解析の手法が進歩しても、実際にその元となるサンプルの出所についての確かな理解がなくては得られる結論の妥当性に疑問が残るでしょう。地球惑星環境学科では、皆さんがそのような一次的なデータを野外でしっかりと取得できるような教育を行なう事を目指しています。これらの巡検を通して、皆さんがフィールド科学の面白さ、大切さを学ぶことを期待しています。

とを目的としています。例えば、2009年3月と2013年2月には、オーストラリア東海岸巡検とオーストラリア国立大学訪問を実施しました。また、2011年2月には、ハワイを訪問し、マウイ島とハワイ島の火山を調査し、すばる望遠鏡の見学も行いました。2012年には韓国巡検、2013年にはフィジー巡検を実施しました。また海外だけではなく、年度によっては、北海道や東北地方など、日本国内の地球科学的に重要な地域を訪れることもあります。



▲房総半島における更新世の大規模斜交層理の観察



▲韓国南部の海岸にて白亜紀前期の恐竜の足跡化石を観察



▲フィジー巡検 タワタンジ村で地元の方と一緒に記念写真



▶房総半島における海岸段丘



◀ハワイ島のキラウエア火山では現在マグマが地表面に流れ出している現場を見ることができる。

◀ハワイ島の玄武岩を注意深く観察すると、マグマだまりで結晶化したカンラン石の斑晶が含まれているものがある。

▶オーストラリアのシドニー南部では、古生代の地層が状態良く保存されている。



▲中国・茅坪にて先カンブリア代とカンブリア紀の境界露頭を観察。

## 【野外巡検スケジュール(2011年度の例)】

2月20日	日本を出発、ソウル泊
2月21日	ソウル国立大学訪問 修理山にて先カンブリア時代の変磨岩の露頭観察
2月22日	沃川盆地の変成岩類の路頭観察
2月23日	慶尚盆地北部の白亜系花崗岩体、接触変成岩類、環状火成岩体の火砕岩類・貫入岩類などの露頭観察
2月24日	慶尚盆地北部の白亜系淡水成ストロマトライト、河川成堆積物やその中に含まれる二枚貝類の産状観察
//	慶尚盆地南部の白亜系堆積物の露頭における堆積構造および恐竜の足跡観察
2月25日	高城恐竜博物館見学、釜山から帰国

海外巡検では現地の先生や大学生と交流するのも巡検の大きな目的であり、また楽しみのひとつでもあります。普段、接することのない人たちと英語を使ってコミュニケーションを取り、交流を深めます。



◀オーストラリア巡検では、食事を自分たちで用意することもありました。オーストラリア国立大学の先生らとみんなで調理し、楽しい夕食の時間になります。

▶食事の時間は、その日に実習で見た内容を復習する時間にもなります。



## 学生のコメント

### 2013年度野外巡検Ⅱ(フィジー・ツバル巡検)に参加して

13日間に渡ったフィジー、ツバル巡検。実際に見たり触れたりするからこそ学べたこと、感じたことが非常に多い充実した巡検でした。

フィジーは太平洋プレートの沈み込み帯に位置しており、造山運動や火山活動、また珊瑚礁の発達など様々な要因によって形成された島です。私達は、タワタンジ村という農村を訪れ、付近の山の地質を自らの足で調査したり、夜のミーティングでは全員で議論を交わしたりして、その地形の生成過程について理解を深めました。まさに地球の息吹を感じられる調査でした。また、村の人々との交流も巡検の目的のひとつでした。村に一泊し、日本の文化の紹介をしたり、カバという木の根から作った飲み物を皆で飲み交わす儀式をしたり、語り合ったりして交流を深め、現地の人々の温かさを感じました。

ツバルは、温暖化による海面上昇で「沈みそうな島」として知られていますが、実際に行ってみるとその問題にはツバルでの人口増加やゴミ処理の問題が大きく関わっていることを身をもって知りました。そのような問題を生態工学的に解決しようとする、茅根教授をはじめとするプロジェクトについて教わり、私達の学んでいることがこれからの地球と人間にとっていかに重要であるかを感じました。

栗栖 美菜子(4年)





# Field Work

[フィールドワーク：野外調査]



▲神奈川県城ヶ島で地質調査の基本を学ぶ。ここでは、砂泥互層がきれいに露出しており、褶曲や断層のようすがはっきりと観察できる。



▲「野外調査Ⅰ」では、千葉県清澄で、川床に沿って地層を観察、鍵層を追う。時には滝を登って露頭を観察しに行くことも。



▲伊豆白浜海岸で採集した石灰藻球。海底でレキの表面に付着して成長する。

▼伊豆白浜海岸で、露頭を観察しながら地層上部に移動。



◀地層の向きや傾きを計測して、それを地図上にプロットして行く。

## map

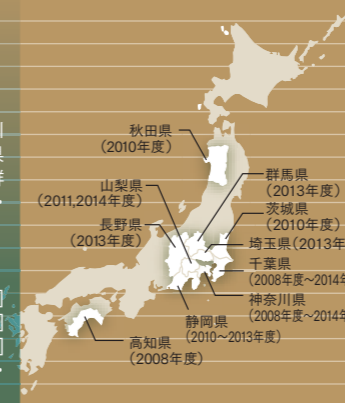
### 【国内野外実習先】

#### 2013年度◎

6/1～3[地形・地質調査法及び実習]神奈川県(城ヶ島)、7/25～30[野外調査Ⅰ]千葉県(清澄山)、9/3～6[野外調査Ⅱ]埼玉/群馬/長野、9/23～27[野外調査Ⅲ]富士山・丹沢

#### 2014年度◎

5/30～6/1[地形・地質調査法及び実習]神奈川県(城ヶ島)、8/4～8/9[野外調査Ⅰ]千葉県(清澄山)、8/11～8/14[野外調査Ⅱ]山梨県、9/22～26[野外調査Ⅲ]富士山・丹沢



### 【野外調査実習スケジュール(2014年度「野外調査Ⅰ」の例)】

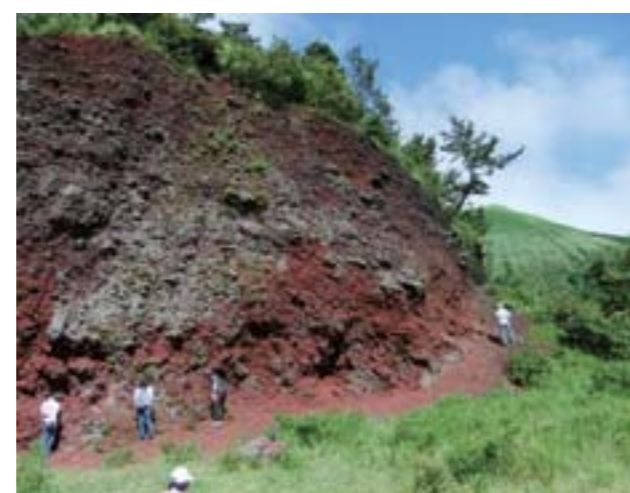
8月4日(半日)	七里川の道路沿い露頭および枝沢で凝灰岩の鍵層のスケッチおよび柱状図作成
8月5、6日	七里川本流および池の沢において凝灰岩の鍵層柱状図作成および岩相記載、ルートマップ作成。夜宿舎にて、鍵層の露頭線を作成し、翌日の調査ルートにおけるその露出地点を予測。
8月7、8日	上記と同様な作業を、本流の残りの部分について行なう。
8月9日(半日)	環境学実習のための試料採取、補足データ取得

3年の夏に行なわれる野外調査実習Ⅰ、Ⅱ、Ⅲでは、地球科学のさまざまな側面について、観察、データ収集、さらに図学などの作業を通してのまとめや考察を行なうことにより、実際の研究において用いられている調査法を学びます。野外調査実習Ⅰでは、堆積岩の地質調査を通して、地質層序の編み方、地層の観察法、堆積環境の推定法、地層の時代推定法の基礎を学び、その具体的な応用法を学習します。野外調査実習Ⅱでは、陸域の水環境について、海岸での堆積・浸食作用、陸塊と水の相互作用、人為活動による水環境への影響、水環境と生物活動を利用した生産について理解を深めるとともに、水環境について自然のみと人為活動による効用について考察します。



そして、実習Ⅲでは、火成岩、変成岩の地質調査を通じて、秒～一億年の様々な時間範囲で地球の内部や表層で作られた地

質や岩石の産状の観察を行い、岩石記載、組織・構造解析、物性測定を通して諸現象についての考察を行います。これらの実習を通じて、皆さんに野外調査の基礎を習得してもらいます。



## 野外巡検を通しての交流

野外実習を通して、学科内の学生同士や教員と仲が良くなるのも地球惑星環境学科の特色です。1学年の人数が約20名なので、お互いを知るにはちょうどよいサイズです。様々なところへ学科の仲間たちと出かけたこと自体が思い出になり、その後、一生の友人になるはず。



▶実習では、バーベキューも行われることもあります。



◀実習から帰って来て、その日のデータを整理すると、夕食の時間になります。教員も学生も同じ釜の飯を食べることでお互いの交流が深まります。

## 学生のコメント

地球科学の問題は、この惑星に住む誰しもに関係することです。地球の歴史、これからのこと、知りたいと思う人は多いのではないのでしょうか。おおざっぱに言えば、地層は古いものが下になるように堆積しているから、地層の連なりを調べ地図上に表すことでその土地の歴史を推測することができます。人類が出現するよりもずっと前の歴史は、地層の連なりの中に、おぼろげながら記録されているのです。野外調査Ⅰでは、千葉演習林に赴き、地質図と地質柱状図の作り方を学びました。一週間かけて野山を歩き作った地質図は、千葉演習林の歴史書と言えます。また自分で地質図を作る経験をする事で、既成の地質図をより深く読むことができるようになります。野外へ調査に出ると、自然の雄大さに圧倒されます。大きく曲げられた地層、巨大な断層、溶岩が固まってできた洞窟。そして野外に出る度、(どんなに小さなことであれ)新しい発見があります。(さらに都会の喧騒とストレスを忘れ、大自然におおいに癒されます。)座学にとどまらず、大自然を直接見、触れて学ぶ(癒される)ことができるということが、この学科の魅力だと思います。

多田 賢弘 (3年)





# 生命科学について学ぶ実習



フィールドおよびラボでの作業・解析を通じて、現在の生物・生態系や、地球史を通じたその進化を学び、長い時間軸に沿った生物進化の概念を養います。また、生物と環境との相互作用に基づいた地球表層環境の進化についても考えます。



▲「地球生命進化化学実習」では、貝化石の露頭での観察や採集、その種の同定やそれに基づく古水深の推定などを行います。



▶「生物多様性科学および実習」では、不忍池で微生物の採集を行います。この後、PCR法でDNAを増幅してシーケンサーで配列情報を読み取り、クラスター分析を行って採水地点ごとの微生物群集の組成を比較します。



▲「地球生態学および実習」では、干潟の地形・底質や底生生物の分布についての野外調査や、採取した試料を用いての生態学的解析などを行います。

## 【生命科学に重点をおいた時間割例】(4年・S semester)

	月	火	水	木	金
1					火山・マagma学
2		古気候・古海洋学	堆積学	構造地質学	地球惑星物質分析学
3					
4		地球生態学および実習	岩石組織学実習II		生物多様性科学および実習
5					



在学生のコメント

地球惑星環境学科の大きな特徴の一つに「多様性」があると思います。まず科学の分野として多様であるといえます。地学そのものの他にも物理、生物、化学といった多様な分野と関わりあって成り立っているのです。様々な分野の先生方と授業の他にも懇親会などいろいろな機会です話の機会があり、自分が最も興味がある分野の他にも、幅広い視野を得ることができます。先生方や院生の方との距離も短く気軽に質問や相談ができます。



杉山 弘一 (3年)

一方で、進学する学生も多様です。東京大学では入学時は文科・理科で合計6つの科類に別れますが、環境学科には文科一類から理科二類まで幅広いバックグラウンドの学生が進学します。私はもともと文科一類(法学系)でした。もちろん、理学部なので文系から進学するのは大変な面もありますが、思うほど文理の壁は高くありません。さらに、気候変動問題などはサイエンスの問題ではありますが、サイエンスの世界だけで解決することはできません。このような問題を扱うときに文系的な視点も役に立つことがあります。

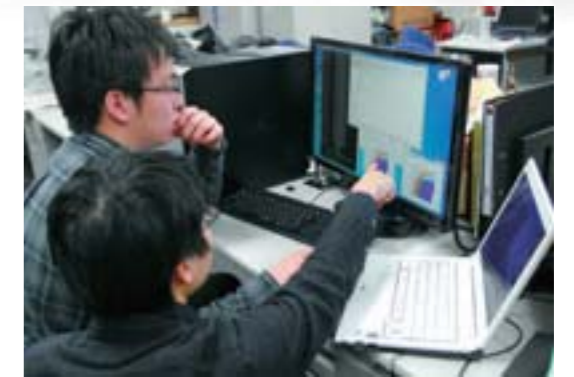
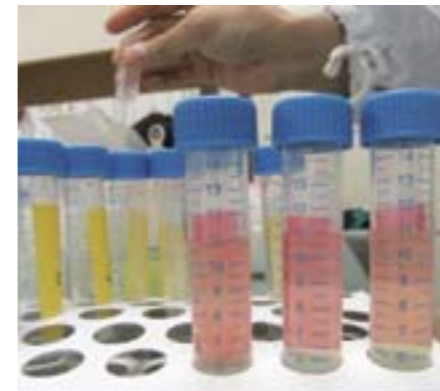
# 環境学について学ぶ実習



実験や試料の化学的分析を通じて現在および過去の環境の様々な側面について学ぶことにより、現在の環境を地球環境進化史の中に位置づける視点を養い、またそれを基に未来の地球環境のあるべき姿について考えます。



▲「地球環境化学実習」では大学近くの井戸水を採集し、窒素濃度を測定します。



▲「地球惑星環境学基礎演習II」では計算機を使った数値シミュレーションの基礎を学習します。

◀「野外調査II」で採集した各地の温泉水の分析も行われます。

## 【環境学に重点をおいた時間割例】(4年・S semester)

	月	火	水	木	金
1		気候学基礎論	地形学		
2	海洋物理学	古気候・古海洋学	堆積学		地球惑星物質分析学
3					地球惑星システム学基礎論(地球惑星物理学)
4		地球生態学および実習		地球惑星物理化学演習	
5					



在学生のコメント

地球科学では、日常生活からかけはなれた時間的にも空間的にも巨大なスケールの現象に出会えます。私たちに身近な温泉も、莫大な時間をかけて地層内を流れてきた水に、地球内部の核反応などで生じた熱が作用した結果できたものです。このような非常にダイナミックな現象を、高等学校や駒場で学んできた物理・化学・生物の基礎法則を用いて議論できることに地球科学の醍醐味を感じます。

環境学科では、地震・火山学、地質学、鉱物学、地理学、生命進化化学など広範な分野を学びますが、巡検や様々な野外実習があり、座学だけでなく、実習を通じて勉強できるのが特徴です。実際に手に取って観察をし、科学的考察を行い、先生方や学生同士で議論を重ねることで理解が深まります。実習後には学生控室で懇親会を開くこともあり、仲間たちと楽しく充実した日々を送っています。



大柳 綾香 (3年)

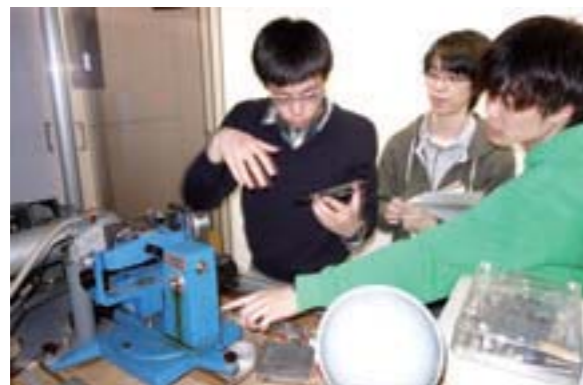


# 地球や惑星の構成物質・ダイナミクスについて学ぶ実習

地球や他の惑星を構成する岩石・鉱物・生体物質の観察、化学・構造分析、また環境変動の内部原因となる地震・火山・地殻変動について地形や岩石・地層に記録された変形・破壊・流動・熔融などの理論、観察・観測、実験などの方法を学びます。延長として自然災害予測・防災についても考えます。



◀「造岩鉱物光学実習」では、実際の岩石・鉱物試料を手に取りその物理的特徴を捉えたり、偏光顕微鏡を用いて光学的性質を利用した鑑定作業を行います。



▶「結晶学実習」では、X線や電子線回折実験を通して、結晶が持っている性質を学習します。



▲「野外調査Ⅲ」では、富士山の火山灰層から試料を採集し、その粒度分布から噴火のダイナミクスを推測します。

## RECOMMEND

### 教員が勧める地球惑星物質・ダイナミクスについて深く学べる講義・実習

- ・固体地球科学
- ・地球惑星物理化学
- ・宇宙惑星進化学
- ・地球物質循環学
- ・結晶学
- ・地球環境化学
- ・地球惑星物理化学演習
- ・野外調査 I, II, III
- ・結晶学実習
- ・リモートセンシングおよび実習
- ・岩石組織学実習 I, II

## 在学生のコメント

地球惑星環境学科では様々な分野への興味を満たすことができると同時に、巡検や調査で、対象である自然を肌で感じ、考えることの重要性に気づかされます。時空間スケールの大きな地震・火山・地殻変動などのダイナミクスを学ぶにおいて、地球科学の基礎だけでなく、自分自身で採取したサンプルをもとに観察・分析・考察を行うことは非常に魅力的だと思います。雄大な自然に疑問を抱き、思いを馳せる、ロマンに溢れているとは思いませんか!?



板野 敬太(修士1年)

同期だけではなく、教員・TAの方々との距離感も近く、多くのことを学び、様々な視点を持った同期たちと接することで充実した学生生活を送ることができるはずです。

# [研究紹介]

## 研究紹介 1 地球が生み出す生命と資源

日本周辺に存在する資源に注目が集まっています。近海では海底熱水鉱床、マンガンクラスト、およびメタンハイドレートなどが豊富です。これらの鉱床が生成するプロセスには、海洋プレートの沈み込み、それに伴う島弧の火山活動ばかりでなく、地球表層環境の変遷や微生物活動などの様々な要因が関係していると考えられています。

深海の熱水噴出域や冷水湧出域は、海底下からの物質供給により資源が形成する場であると同時に、地球表層とは異なる生態系を育む場でもあります。過去の大量絶滅時の海洋とも環境が類似しているため、地質記録を読み解く上でも重要です。また、海底下の岩石中にも微生物の生態系が広がっており、地球初期生態系や地球外生態系と類似するため注目されています。

我々が暮らす陸上でも、海洋プレートの沈み込みの影響は小さくありません。周期的に起こる地震、津波、火山の噴火と共に、温泉に見られる熱水活動は日本列島のほぼ全域で定期的な現象です。沈み込み帯の地下深部で起きている物質循環プロセスと生命活動を解明することは、日本周辺になぜ資源が形成するかを解き明かす上で、重要な鍵となることでしょう。

フィールドにおける試料採取と実験室における分析・再現実験を通じて、上記の研究課題に取り組んでいます。



▲日本海東縁部の海底から回収された燃える水「メタンハイドレート」。



▲南部マリアナのブラックスモーカーと金属硫化物チムニー。

## 研究紹介 2 地球史最初の10億年に迫る

生痕化石の記録は、約38-35億年前には地球に生命が存在していたことを示しています。一方、地球はその形成時(約45億年前)に超巨大衝突を経験し、マグマの海に覆われていたと考えられています。それでは、地球はどのようにして灼熱地獄から、生命を宿す星に変わってきたのでしょうか?

我々は、この地球史最初の10億年間の進化を解読するために、地球上に僅かに残されている35億年前よりも古い岩石・鉱物試料を用いて研究を進めています。

地球上で起きる様々な地質学的過程の痕跡は、岩石・鉱物の化学組成や同位体組成に記録されます。例えば、水岩石反応の痕跡は岩石・鉱物中の僅かに重い酸素同位体組成に反映されます。そこで、初期地球進化を解読するため、初期地球岩石・鉱物試料について高精度の化学・同位体分析を実施しています。これらの研究により、45億年前にはマグマオーシャンは固化し、42億年前には海洋が存在していたことが分かりつつあります。

また、地球の起源や最初期進化を調べるため、隕石や探査機によってもたらされる地球外天体の試料についても分析が進められています。2020年には、はやぶさ2によって小惑星の岩石試料が持ち帰られる予定であり、それらの試料から太陽系・地球の初期進化について新たな知見が得られるでしょう。このような地球・生命の起源と進化の謎に迫る学問に興味のある人、さらには、自らの手でその謎を解明したい人を待っています。



▲世界最古のカナダ アカスタ岩体における調査風景



▲高精度化学・同位体分析に必要なクリーンルームでの化学分離作業



### 研究紹介 3 大気微粒子とその気候影響

大気に浮遊する微粒子であるエアロゾルや雲は、太陽光を散乱・吸収することで気候を駆動する放射収支に大きな影響を及ぼしています。分子と連続体の境界に位置する微粒子は、物理・化学的性質やそれらの変化過程を簡潔な理論で記述することが困難です。このため、大気微粒子は、科学法則に基づいた地球気候のシミュレーションにおいて最も大きな不確定要因の1つとされています。微粒子の観測・モデリングを定量的に行うためには詳細な工夫が必要です。私たちは、大気微粒子の動力学過程・放射過程の理解をより精密なものにするため、理論的手法の開発・新しい装置の開発・実大気観測という総合的なアプローチで研究を行っています。微粒子と放射の相互作用のうち特に不確定性の大きな、太陽放射の吸収過程を精密に知るためには、地球大気における主要な光吸収性粒子であるブラックカーボン粒子と鉄含有鉱物粒子を精密に観測する必要があります。私たちは、これら光吸収性粒子の粒径別数濃度や単一粒子形態をレーザーで高速自動分析する装置を開発し、東アジア域や北極域において地上・航空機観測を行っています。それらの観測データは、気候モデル計算の検証・改良に必要不可欠なものとなり、第5次IPCC報告書にも反映されています。また、光吸収性粒子のうち、1.大気中に浮遊しているもの、2.雲粒に取り込まれて浮遊しているもの、3.雪氷面に沈着したもののそれぞれによる放射影響を、観測と理論を組み合わせて定量評価することを目指しています。



▲開発した装置の1つ：単一粒子レーザー誘起白熱光検出装置

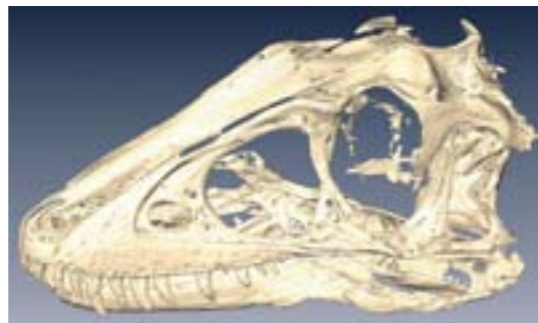


▲微粒子測定装置を搭載して観測中の航空機内

### 研究紹介 4 生き物としての恐竜

化石は過去に絶滅した生物の存在を示し、その進化過程を知るための唯一の直接証拠です。その種類には様々なものがありますが、恐竜など骨のある動物では化石記録として残っているものは骨や歯などの硬組織に限られることがほとんどです。しかし実際に生きている動物ではこれらの硬組織に、筋肉、靭帯、脳神経系などの軟組織が加わって機能しています。そのため絶滅した種がどのような生き物であったかを推定するには、化石に残されている部分を観察するだけでは不十分であるということになります。これを克服するための研究手法はいくつかあります。まず筋肉形態などについては今生きている近縁分類群を複数解剖することにより、その化石種における形態を推定(復元)することができます。化石の恐竜の場合には、一番系統学的に近縁な現生分類群は鳥類、次に近縁なのがワニ類になりますので、これらの解剖学的情報が重要です。また脳は頭骨の中にある空洞に収まっています。そのため脳そのものは保存されていなくても、化石の頭骨をCTスキャンしてその空洞の情報を得て、さらにその形態を3D復元すれば、間接的に脳の形を復元できることとなります。

以上のように恐竜を生き物としての過去に生きていた動物として研究するためには、地質学的な手法だけでなく生物学的な知識や他分野の最新の技術が必要です。学問の垣根を越えて研究を進める必要のある学際分野の一つであると言えます。



▲CTスキャン画像を基に再構築した肉食恐竜の頭骨の3Dイメージ



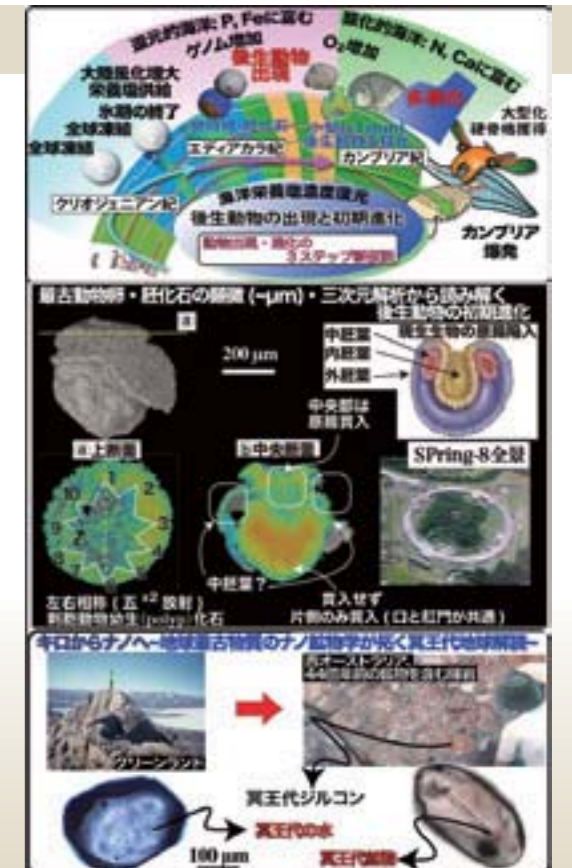
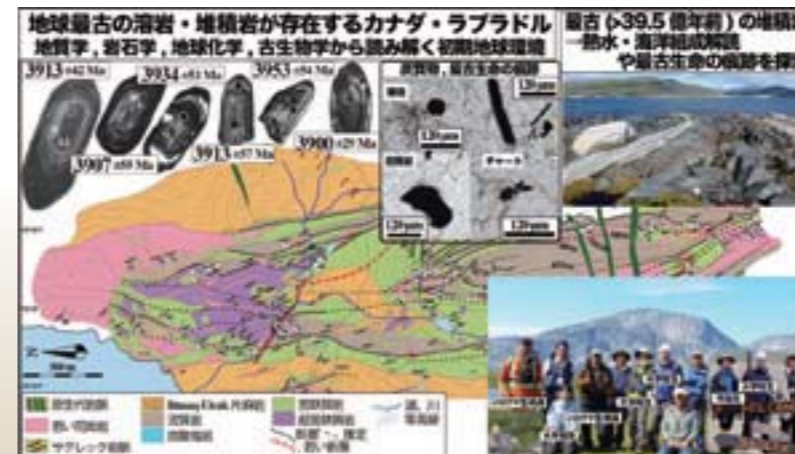
▲肉食恐竜の脳と復元された脳形態

## 研究紹介(大学院)

地球惑星環境学科を卒業した後に、大学院ではより広い分野での研究を行うことができます。ここでは本郷キャンパス以外で実施している研究を2例紹介します。

### 研究紹介 1 生命・地球進化解読 (総合文化研究科：小宮剛准教授)

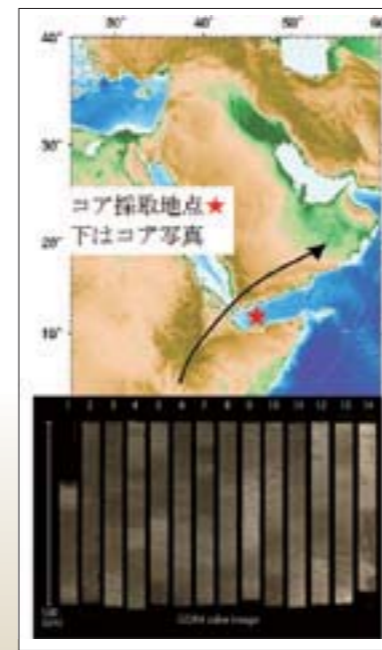
地球は高等生命が躍動する唯一の天体です。その生命溢れる星がどのように生まれ、進化し、今日に到ったのかは、私たち人間が知識を有して以来ずっと考えてきた問題であり、未だ到達できない課題でもあります。生命・地球進化の解明には、地球科学がもつ時間軸を含めた思考が必須であり、地質学や古生物学に加え、地球物理学、岩石学、地球化学、地球生物学、惑星学といった分野横断型の総合科学を必要とします。私たちは、世界の主要地質体の地質調査から放射光施設を用いたナノ分析までシームレスに研究することで、特に初期地球とカンブリア爆発を物質学的見知から解読する研究を行っています。



### 研究紹介 2 人間を育んだ地球環境と人間が変え始めた地球環境 (大気海洋研究所：川橋穂高教授)

私達、ホモ・サピエンスは約20万年前にアフリカの北東部に誕生しました。その名は「知恵のある人」という意味です。人類は世界中に居住するなど、世界最強の動物として発展してきました。しかし、これは決して単純な発達ではなく、繁栄・衰退を伴うものでした。これに大きく影響を与えたのが気候・環境変動だったと考えられています。現在、この証拠は極めて不十分です。

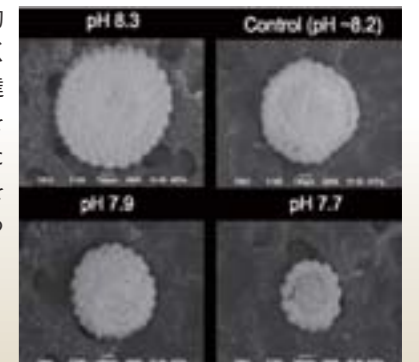
ホモ・サピエンス誕生以来の環境変動は、氷期・間氷期という大変動とともに、短期的に激変する環境を伴っていました。私達は同位体、特定有機物、微量元素、鉱物、花粉などを精密分析し、水温、気温、乾燥・湿度などの気象パラメーターをデジタルで復元し、アジアモン



▲ホモ・サピエンスの約6万年前の故郷脱出

スーンやエルニーニョ・南方振動の挙動を明らかにするとともに、植生、食糧など人類の生活に直接影響を与えた環境の理解を深めています。このような環境復元には、湾を含む海で採取した堆積物柱状コアが威力を発揮します。陸は削剥の場、海は堆積の場なので環境記録が連続して残っているからです。ホモ・サピエンス誕生から、文明の創造、歴史時代の事件に特に注目して環境を復元し、人類と環境の関係を解析しています。

さて、人類活動は20世紀に、ついに自然の地球表層システムに影響を与えるほど大きなものとなり、地球環境問題がクローズアップされました。二酸化炭素は酸性気体なので、濃度の上昇は温暖化のみならず海洋のpHを下げ、貝やサンゴなどの炭酸カルシウム殻を溶解させ、これらの生物が今後急速に衰退していくと予想されています。私達は、精密飼育実験などを通じて、人間が変え始めた地球環境が及ぼす影響を評価し、人類の将来について考えます。



▲海洋酸性化実験：pH減少に伴う炭酸塩殻の縮小化



# [卒業論文]

## 単結晶を用いたBiotite-Vermiculite 雲母へのセシウム吸着実験

菊池 亮佑(平成25年度卒業)

人が手を加えた訳でもなく、天然に存在するものが幾何学的な形をしていることを不思議に思ったのが鉱物に興味を持ったきっかけで、そのまま4年生の6月には鉱物学・結晶学に関わる研究をするのに適した小暮研究室を訪ねていました。ところが、そこで渡されたのはポロポロに風化した黒雲母で、お世辞にも綺麗とは言えない“粘土鉱物”でした。しかし、粘土鉱物は私たちの足元の土を構成している非常に微細な粒子で、他の鉱物にはない様々な性質を持っていることから、紙や鉛筆の芯・化粧品など実は私たちの生活には欠かせない物質です。その特徴の一つ

が周囲の物質を吸着する能力の高さで、それは現在の福島県で問題となっている放射性セシウムによる土壌汚染の問題と密接な関係にあります。「風化した黒雲母(Biotite-Vermiculite雲母)がどのようにセシウムを吸着するのか?」を調べるのが卒業研究のテーマになりました。

4年生の8月に福島のフィールド調査をして持ち帰った花崗閃緑岩とその風化土壌を基に実験用の鉱物試料を作成し、セシウムの吸着実験と分析を繰り返しました。分析には粉末X線回折や電子顕微鏡を用いて、セシウムを取り込むことによる結晶構造の変化や取り込まれたセシウムの結晶内分布をとらえました。Biotite-Vermiculite雲母の層構造の間に存

## 足尾帯大釜セクションにおける下部-中部三畳系境界の認定：美濃-丹波-足尾帯における遠洋性堆積岩の地域差による示唆

武藤 俊(平成25年度卒業)

私は、卒業研究で古生代から中生代に起きた生命の進化や、その背景にあった生物の生息環境の変化に関わる研究をしたいと思っていました。また、詳細な野外調査を基に地層の記録を読み解いて行く作業にとっても魅力を感じていたため、野外調査と化学分析の両方を使った研究をしている高橋聡先生の指導を受けながら卒業研究を行うことになりました。



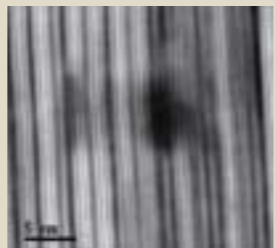
(図1) 調査の風景

古生代と中生代の境である2億5千万年前には、当時の動物種の80%以上が絶滅するという大量絶滅事変が起こりました。この絶滅事変後、生態系の回復に数百万年の時間がかかったことが知られています。その証拠の一例として、絶滅事変後の前期三畳紀に外洋域で堆積した地層にはプランクトンの化石がほとんど含まれないことが挙げられます。2億5千万年前に外洋の深海底で形成された地層は、海洋プレートに乗って大陸の縁まで移動し、プレートが沈み込むときに剥がされて、現在は日本など大陸の縁に分布しています。前述の絶滅事変後に外洋の底でできた地層を調べて行けば、絶滅事変とその直後の環境変動がどれくらいの時間、プランクトンなど

に在する層間イオンとセシウムのイオン交換反応によってセシウムが結晶の中に取り込まれた様子を走査透過型電子顕微鏡-高角散乱環状暗視野法(STEM-HAADF)を用いて、直接観察することができました(図1,2)。各分析結果をまとめ、セシウムの風化黒雲母への吸着プロセスについての考察を加えて卒論としました。本研究のように鉱物を対象にした研究では結晶構造、つまり原子スケールの性質がイオン吸着などのマクロな性質を左右していたり、それが地域規模または地球規模の元素の拡散や濃集につながっていたりすることが興味深いと思います。

座学で学んでいた頃は実感がありませんでしたが、実際の研究は試行錯誤の連続でした。適切な試料作成の方法から、分析機器の使い方、出てきたデータの解釈やその再現性の確認など、様々な面で思い通りに事が進まないことがほとんどです。また、分かったこと以上に分からないことが増えていくこともしばしばです。しかし、同時に地球科学にはまだまだ未開拓の分野が多く残っているということでもあり、卒業研究を通じて皆さんがその分野の先駆者となることだってあります。ぜひ、自分の興味にあったテーマを見つけ、試行錯誤しながら経験を積んでもらいたいと思います。

(図2) STEM-HAADF像層構造が並んでおり、セシウムの原子列が明るいスポットとして存在する層間を確認できる。



外洋の生物に影響を与えていたのかが分かるはずですが。そこで、まずは文献調査を基に目的とする絶滅事変後の深海底の地層が残されているような場所を5カ所程度回り、地層の変形具合などの保存状態を見て、卒業研究を行えそうな場所を選び出しました。その結果、栃木県佐野市仙波町大釜にある地層が最も有望であるということになり、この場所を再び訪れることになりました。大釜では一週間に渡って調査を行い、地層の記載などを行いました。調査から帰った後は、地層の時代を決める微化石探しと、地層の構成物を調べるための顕微鏡観察という二つの作業をなるべく多くの層準で行いました。

これらの結果、大釜の地層には外洋域の地層からプランクトンの化石が多産し始める現象が記録されていて、その時代は大量絶滅事変が起きてから500万年も後の中期三畳紀だということが分かりました。さらに、同じ時代の深海の地層が一部見られる他地域の研究と比較することで、従来の研究ではほとんど考慮されて来なかった、当時の外洋域で堆積した地層の側方変化についての情報も得られました。

私の卒業研究では、高度な分析機器を使うことも無く、地道な作業がほとんどでしたが、不完全な地質記録の穴を埋めて行くことの重要性を体感することができました。また、野外に出て観察するときは分からないことだらけで圧倒されますが、調査中に抱いた疑問を一つ一つ解いて行くのは、とても充実したプロセスでした。

(図2) プランクトン(放射虫)化石がほとんど含まれない前期三畳紀の珪質粘土岩(左)と多く含まれる中期三畳紀のチャート(右)(スケールは0.5 mm)



▲卒論発表会の様子

# [学生生活]

## 地球惑星環境学科 卒業までのスケジュール(平成25年度進学生例)

### 2年4学期

- 9月下旬 進学内定者ガイダンス・新入生歓迎会
- 2月 親睦会

### 3年夏学期

- 4月上旬 進学ガイダンス・野外巡検 I
- 4月中旬 地球生命進化学実習(日帰り・君津)
- 5月下旬 五月祭参加
- 5月下旬 地球惑星科学連合大会参加
- 6月上旬 地形・地質調査法および実習(城ヶ島)
- 7月 夏学期授業試験
- 7月下旬 TA慰労会
- 7月下旬 野外調査 I(千葉県清澄山)
- 8月下旬 野外巡検 II(フィジー)
- 9月上旬 野外調査 II(埼玉県・群馬県・長野県)
- 9月下旬 野外調査 III(富士山・丹沢)

### 3年冬学期

- 1月下旬 4年生卒論発表会参加
- 2月下旬 学生自主巡検(京都)
- 3月上旬 学生自主巡検(隠岐)
- 3月下旬 学生自主巡検(小笠原)

### 4年夏学期

- 4月下旬 地球惑星科学連合大会参加
- 5月 生物多様性科学および実習(日帰り・君津)
- 5月下旬 五月祭出展
- 6月上旬 地球生態学および実習(浦安) 干潟の調査
- 6~7月 卒論指導教員の決定
- 8月下旬~9月上旬 大学院入学試験

### 4年冬学期

- 9月下旬 卒論構想発表会
- 1月下旬 卒業論文提出
- 1月下旬 卒論発表会
- 3月中旬 卒業旅行(四国)



◀学部生控室  
地球惑星環境学科の3年生と4年生には、それぞれ理学部1号館に学生控室があります。学生控室には、一人に机と棚が1つつ与えられ、このスペースを使って、実習の続きなどを行うことができます。

### 地球惑星科学連合大会参加▶

毎年5月下旬に千葉県幕張メッセで、地球惑星科学連合の連合大会が開催されます。この期間は多くの授業が休講になるために、3・4年生は自分の興味のある学会発表を聞きに行くことができます。



◀五月祭  
毎年5月下旬に本郷キャンパスで行われる五月祭ですが、例年地球惑星環境学科では、学部4年生が中心になって、企画展示に参加しています。

### 学生自主巡検▶

時々、学生が自主企画した巡検が行われ、日本各地の地球科学的に興味のある場所を訪ねます。



## 地球惑星環境学科の学生必需品!

地球惑星環境学科の学生ならではの持ち物を紹介します。野外巡検の際に使う下に載せた道具は必携のものです。フィールドノート以外の道具はどれも学科で管理しているものを借りることができます。

- 1 ロックハンマー**  
まずはハンマーがないと始まりません。どうやって使うかははじめに習います。
- 2 フィールドノート**  
巡検で見たり調べたりしたことを書きこみます。ページには方眼が入っていて、これをもとにルートマップを書いたり、柱状図を書いたりします。
- 3 クリノメーターとルーペ**  
クリノメーターは地層の向きや傾きを測る時に使う必須用具です。ルーペは、鉱物や化石を拡大して見るときに使います。
- 4 ヘルメット**  
野外巡検ではヘルメットの着用も安全のために重要です。



# [卒業後の進路]

## 学部卒業後の進路

地球惑星環境学科は、平成20年3月に初めての卒業生を輩出しました。学部卒業後、多くの学生は大学院へ進学します。これは、理学部のどの学科にも共通する特徴です。大学院の修士課程に進学した場合は、地球惑星科学分野の専門知識をさらに深く学び、研究というものを経験した上で、さらに大学院の博士課程にまで進学するか就職するかを選択することになります。博士課程に進学した場合には、博士号を取得後に大学や研究機関

### 【就職・進学状況統計】

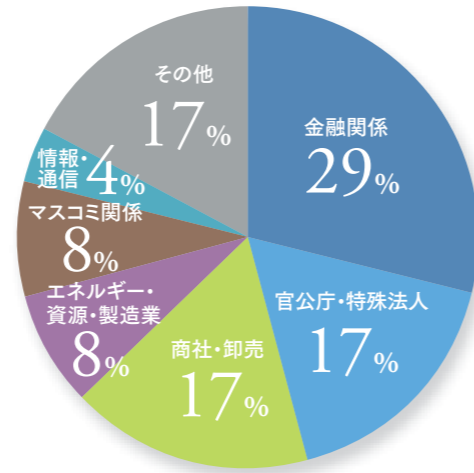
	大学院進学 (地惑専攻)	大学院進学 (地惑以外)	官公庁・ 研究所	民間企業	その他
平成16年度	8	1	2	1	3
平成17年度	13	2	0	2	0
平成18年度	8	3	0	0	0
平成19年度	5	1	0	4	1
平成20年度	12	3	0	3	1
平成21年度	14	2	0	1	2
平成22年度	11	1	1	2	1
平成23年度	14	1	1	2	0
平成24年度	10	0	2	4	0
平成25年度	16	1	0	4	0

旧地学科データ 地球惑星環境学科データ

で研究者として研究教育活動に従事したり、あるいは民間企業に就職する人もいます。

学部卒業後に就職する場合も、大学院の修士課程修了後に就職する場合も、就職先の業種は多岐にわたっています。官公庁（研究機関を含む）や中学・高等学校教員から、製造業、情報産業、コンサルタント、金融・保険業、マスコミ・出版関係などの民間企業まで、さまざまです。

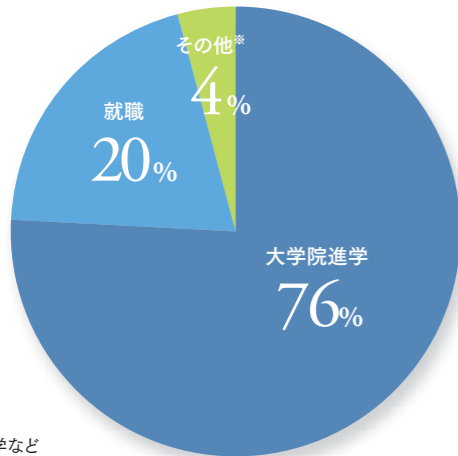
### 【就職先の業種(過去7年間)】



## ◎学部

本学科を初めて卒業した平成19年度以降の学生、過去7年間（平成19年度～平成25年度卒業、総計122名）の進路状況をグラフに示します。全体の約8割近くは大学院に進学、残りの卒業生の多くは就職しています。学部卒の場合、就職先は主に民間企業で、専門分野とは直接関係のない場合も多く、幅広い職種に就いています。

### 【学部卒業生の進路】

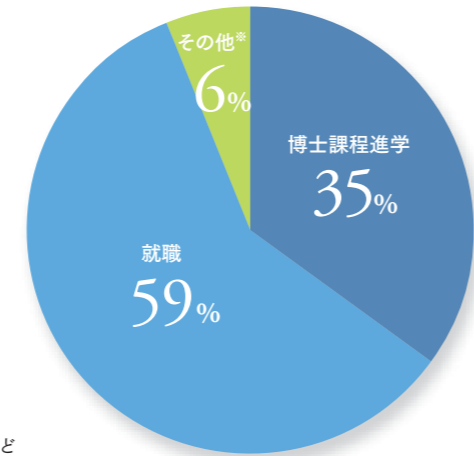


\*大学再入学など

## ◎大学院(修士課程)

参考までに、大学院修士課程(地球惑星科学専攻)修了後の過去8年間(平成18年度～平成25年度修了、総計610名)の進路状況をグラフに示します。これには他学科・他大学からの大学院進学者も含まれます。修士修了者の3分の1強はそのまま博士課程に進学していることが分かります。就職先の多くはやはり民間企業ですが、官公庁・研究所等への就職も1割ほどあります。

### 【修士課程修了者の進路】



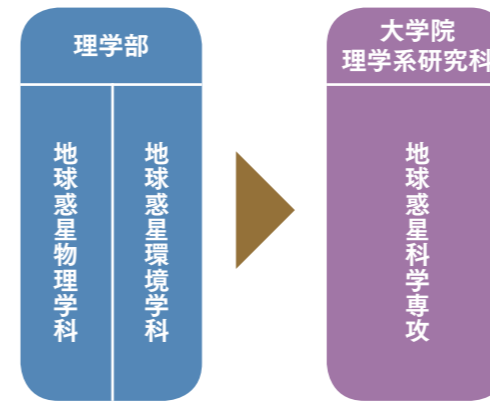
\*研究生など

## 大学院への進学

学部卒業後の進路状況からも分かるように、多くの学生が大学院へ進学します。大学院の主な進学先は理学系研究科地球惑星科学専攻で、そのほかに新領域創成科学研究科環境学専攻や複雑理工学専攻、総合文化研究科広域科学専攻等への進学も考えられます。

地球惑星環境学科の多くの教員は、理学系研究科地球惑星科学専攻に所属しています。地球惑星科学専攻は、理学部の地球惑星環境学科および地球惑星物理学の担当教員に加えて、東京大学の位置研究所である大気海洋研究所、地震研究所、物性研究所、先端科学技術研究センター、学外研究機関である宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部などに所属する研究者から構成されます。総勢100名を超す教員団を有し、修士1学年が約

### 【学科と大学院との関係図】

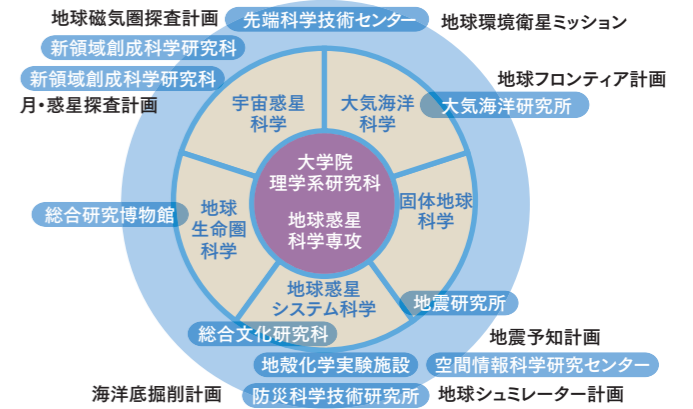


100名という、地球惑星科学分野においては世界有数の大規模な研究教育組織です。

地球惑星科学専攻には、大気海洋科学、宇宙惑星科学、地球惑星システム科学、固体地球科学、地球生命圏科学の5つの研究分野があり、地球惑星科学におけるほとんどの領域をカバーしています。各研究分野においては、地球や惑星に関するさまざまな研究教育活動が行われており、最新の知識を学び、最先端の研究を行うことができます。

大学院での教育研究には、東京大学以外にも国内のさまざまな研究所や研究機関が関わっており、関連する国内・国際プロジェクトに参加することもできます。

### 【大学院の構成図】



地球惑星科学専攻についてもっと詳しく知りたい方は、地球惑星科学専攻のホームページをご覧ください

<http://www.eps.s.u-tokyo.ac.jp/>

## Message From Graduates

### 卒業生からのメッセージ



**大村 泰平**  
(平成20年度卒業)  
・国際石油開発帝石ホールディングス勤務

石油開発会社で扱う技術は大学で学んだ科目と直結しており、野外地質調査、岩石薄片鑑定、シーケンス層序学、物理化学、連続体力学、同位体地球化学が特に役に立っています。現在、担当しているのは南米の油田です。これは、1億年前の生物遺骸が海底に沈殿し、プレートの動きに乗って地球を約1/8周する間に数千m埋没して地熱による分解を受け、その結果生じた原油が岩石の微細孔隙中を移動して集積したものです。自然は、マイクロからマクロへ、太古から現代へ4次元的に広がっています。本学科で学んだ自然に対する感性は生涯の財産です。



**関 有沙**  
(平成22年度卒業)  
・大学院理学系研究科地球惑星科学専攻博士課程在学中

この学科の一番の魅力は、フィールドワークだと思います。フィールドワークでは、教室の中だけでは学べないことを数多く学び、自分で何かを発見した時の喜び、それについて深く考えることの楽しさも知ることができました。また、フィールドワークに興味を持ったことについて更に深く追求する、3年冬学期の地球惑星環境学実習はとても面白く、大学院へ行って研究をしようと思えるきっかけになりました。大学院へ入った今も、学科の実習で学んだことを生かして、フィールドワークと実験室での分析を組み合わせる研究をしています。さらに、野外調査などを通じて仲良くなり、卒業後も続く関係が築けるのも、この学科の魅力のひとつだと思います。



# Message

## 【学科長からのメッセージ】



地球惑星環境学科長  
多田 隆治 Tada Ryuji  
専門分野：古海洋学・堆積学  
教授(\*)

地球惑星環境学科では、地球を太陽系の惑星の一つとして捉え、固体地球や惑星とそれの内部構造、大気、海洋、そして生命がいつ、どこで生まれ、その後の歴史の中で、相互にどう作用し合いながらどのように進化・変動してきたのかを考え、そうした過程を、実証的に明らかにすることの重要性を学ぶ教育・研究を行っています。

大きな人的・物的被害をもたらした東日本大震災は、たかだか過去数10年間の観測記録を基にした予測では想定外のことでした。しかし、過去数万年～数10万年間の地質記録からは、この規模の地震・津波が千年のタイムスケールで繰り返し起こっていたことが明らかです。地震や気象災害といった自然災害だけでなく、地球温暖化や資源・エネルギーの枯渇、生態系の崩壊など、人間活動をもたらす様々な地球規模の問題が山積になりつつある現在、その場しのぎの対症療法ではなく、問題を様々な時間・空間スケールで多面的、多層的に捉えることにより問題の本質を見据えた解決を探ることが求められています。こうした困難な課題に取り組める人材の育成のために、地球惑星環境学の教育・研究が社会から必要とされているのです。

しかしこうした課題の解決だけが、地球惑星環境学科の教育・研究の目的ではありません。私たち生命はなぜ多様なのか、私たちを取り巻く自然はどのようにして形成されてきたのか、そうした自然環境の維持に、固体地球や生命はどうかかわってきたのか、こうした生命・環境・固体地球の共進化、そして人類の出現、繁栄は、どの様な偶然と必然の帰結だったのか、これから人類、環境、地球はどの様になってゆくのか、と言った純粋な疑問を大切に、その疑問を科学的に解決する力を育むことこそが、本学科が目指す教育です。

地球や惑星の歴史とそのダイナミクスを理解するためには、物理・化学・生物学の知識を総動員して、地球や惑星がつくった「もの」を見て、触れて、考えることが重要です。こうした力を身につけるために、本学科では、地球と惑星に関わる物理学、化学、生物学の基礎を教えるとともに、地球や他の惑星における現在の地形や環境動態、過去の環境を記録した地層、生命の進化や多様性の変動を記録した化石、固体地球の進化や変動を記録する鉱物、岩石、地質構造を観察して学ぶフィールド教育と、野外で測定したデータの解析、採取した試料の分析・実験など、野外調査と室内分析、実験をベースにした教育に力を入れています。2・3年次の講義、実習、野外調査を経て、4年次では自ら計画を立て調査、実験を行い卒業論文としてまとめるという一連の研究過程を、教員の指導のもとで体験します。

地球と惑星、その環境の進化とダイナミクスを本質から理解したいと考える、多くの学生が進学されることを期待しています。

## 「教員紹介」 (五十音順)

Iizuka Tsuyoshi  
飯塚 毅  
地球惑星化学  
講師(\*)

Kimura Gaku  
木村 学  
構造地質学  
教授(\*)

Sunamura Michinari  
砂村 倫成  
地球微生物学  
助教(\*)

Tsunehiji Takaharu  
對比地 孝亘  
古脊椎動物学  
比較形態学  
講師(\*)

Ikeda Yasutaka  
池田 安隆  
自然地理学  
准教授(\*)

Kogure Toshihiro  
小暮 敏博  
鉱物学  
物質科学  
准教授(\*)

Sekine Yasuhiro  
関根 康人  
アストロバイオロジー  
准教授(\*)

Nagahara Hiroko  
永原 裕子  
惑星科学  
教授(\*)

Endo Kazuyoshi  
遠藤 一佳  
分子古生物学  
教授(\*)

Shimizu Ichiko  
清水 以知子  
構造地質学  
助教(\*)

Takahashi Satoshi  
高橋 聡  
古生物学  
地球化学  
助教(\*)

Mikouchi Takashi  
三河内 岳  
鉱物学  
惑星物質科学  
准教授(\*)

Ogihara Shigenori  
荻原 成騎  
有機地球科学  
助教(\*)

Sugai Toshihiko  
須貝 俊彦  
自然地理学  
教授(S)

Takahashi Yoshio  
高橋 嘉夫  
地球化学  
環境化学  
放射化学  
教授(\*)

Murakami Takashi  
村上 隆  
環境鉱物学  
教授(\*)

Ozawa Kazuhito  
小澤 一仁  
岩石学  
教授(\*)

Sugita Seiji  
杉田 精司  
惑星科学  
惑星探査  
教授(\*)

Tajika Eiichi  
田近 英一  
地球惑星システム科学  
教授(†)

Moroki Nobuhiko  
茂木 信宏  
大気物理化学  
助教(\*)

Kayane Hazime  
茅根 創  
地球システム学  
サンゴ礁学  
教授(\*)

Suzuki Yohei  
鈴木 庸平  
地球微生物学  
准教授(\*)

Tanaka Hidemi  
田中 秀実  
構造地質学  
講師(\*)

Yamamuro Masumi  
山室 真澄  
生物地球化学  
水圏環境学  
教授(S)

( )内は下記の所属を表す  
\*：東京大学 大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻

S：東京大学 大学院 新領域創成科学研究科 環境学専攻

†：東京大学 大学院 新領域創成科学研究科 複雑理工学専攻