

地球惑星科学科

I. 目的・特色

星間雲から原始太陽と原始太陽系ガス円盤ができ、その中で惑星が生まれる。原始地球はマグマの海に覆われるが、やがて冷えて海や大陸ができ、原始生命が誕生する。中心核のダイナモ作用で磁場が発生して変動し、マントルが対流して大陸が移動する。その間、小惑星の衝突をはじめ種々の環境変動が生物の大量絶滅を引き起こし、生物進化を促す。現在に至っても火山が噴き、地震がおきる。

このような地球・惑星の諸現象を理解するために必要な基本

的学力を持ち、複雑な現象も科学的に理解しようとする人材の育成を地球惑星科学科は目指します。

地球惑星科学は新しい学問分野です。巨大望遠鏡を駆使する天文学と地形図・ハンマーを手に山を歩く地質学、その中間に地球惑星科学が誕生したのは、惑星探査などによって惑星を地球と同じ目で見ることが可能になったからです。本学科の教育は、地球科学・天文学をX軸に、数学・物理学・化学をY軸に、理論・実験観測・野外調査をZ軸にとり、それらの交点を中心としてできるだけ広い領域をカバーします。

学科教育では、学生の「個性・興味」にあった科目を「より自由に選択」できるように、必須科目は2年次実験1科目と卒業研究しかありません。それと同時に多様な科目を用意し、「主体性・自立性」を持って学習できるようにしています。本学科では、生命を含む地球や太陽系の起源や進化、そして未来に関心のある人を歓迎します。

II. 学習内容

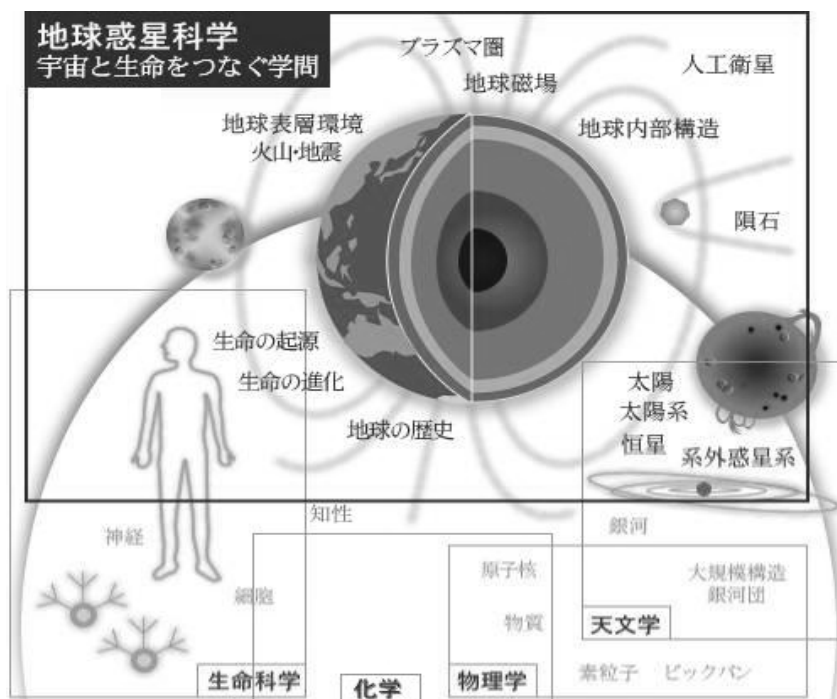
必須科目は2年次の実験1科目と4年次の卒業研究だけです。学生が主体的に科目を選択・計画し、学習を進めます。もちろん教員は、適宜相談に乗りアドバイスをします。

1年次：1類学生として数学・物理学・化学に加え、入門的な宇宙地球科学を学習します。

2年次：地球惑星科学の概論的な講義を受講するとともに、柔軟な基礎学力を養うために物理数学・力学・電磁気学・物理化学などの基礎科目を習得します。また、国内外において野外実習を行い、雄大な自然現象を直に体験します。

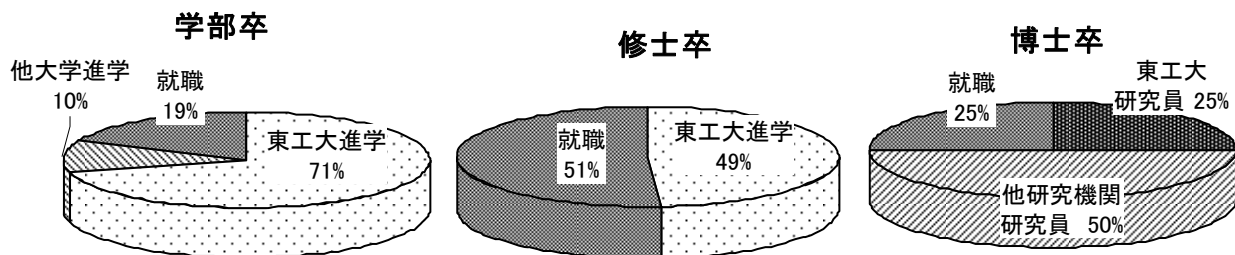
3年次：地球惑星科学の専門科目を学ぶとともに、機器を使った室内実験やコンピュータシミュレーションなどを行います。

4年次：卒業研究として研究室に所属し、セミナー、実験、観測、野外調査を行いながら、最先端の研究に触れます。4年次末に卒業研究発表をします。



Ⅲ. 卒業後の進路

学科卒業生の多くは大学院修士課程に進学しています。もちろん、企業に就職する人もいます。修士課程修了後はさまざまな企業に就職する人が多いですが、博士課程へ進学する人もあります。



就職先（例）

学部卒：トヨタ自動車，簡保生命保険，川口市立在家中学校，東京計装，土木管理総合試験所，野村総合研究所，JP ビジネスサービス，みずほ銀行，NTT データ，蝶理，電通，小島不動産，サイバーエージェント，Acroquest Technology，光通信，T O K A I ホールディングス，レバレッジズ

修士卒：野村総合研究所，ヤフー，J S O L，キャノン，インターフェイス，ウエザーニュース，日本ユニシス，みずほ証券，富士通，新日本製鐵，三菱重工環境・化学エンジニアリング，三井物産，新日鉄マテリアルズ，丸全昭和運輸，NEC 航空宇宙システム，農林中央金庫，住友大阪セメント，古河電気工業，N T Tデータ，鹿島建設，住友ゴム工業，日本ファーンエス，あらた監査法人，バジンプ

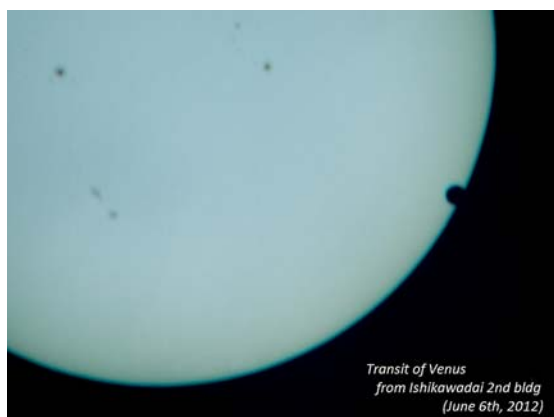
博士卒：I H I，オネスト，D e N A，古河電気工業

Ⅳ. 連絡先

さらに詳しく知りたい方は，遠慮せずに尋ねてください。窓口教員は学科長ですが，具体的な研究分野や内容に興味をもったら，直接その先生を訪ねてみるのもよいでしょう。学科ホームページからも，多くの情報が得られます。

学科長 綱川 秀夫 教授（石川台2号館，事務室215号室，電話03－5734－2333）

学科ホームページ <http://www.geo.titech.ac.jp/>



V. 各研究室の紹介

中本研究室

専門分野 惑星科学，理論天文学

研究内容 太陽系を含む一般的な星・惑星系の形成過程を，物理を基礎にして理論的に追究する。星間ガス雲が重力収縮して星とその周囲の原始惑星系円盤が誕生する。原始惑星系円盤の内部ではダスト粒子が集まって微惑星が形成され，さらに微惑星から惑星が形成される。本研究室の現在の主な研究対象は，星形成，原始惑星系ガス円盤の形成と進化，円盤内ダスト粒子の進化，隕石の形成など。ガス，ダスト粒子，輻射，磁場，などが絡んだ現象に挑戦中である。



中本 泰史 准教授

佐藤研究室

専門分野 光赤外線天文学（系外惑星・恒星）

研究内容 様々な恒星の周りに存在する多様な惑星系（系外惑星系）を発見し，その性質を観測によって明らかにする。これをもとに，惑星系の形成と進化の統一的理解を目指す。現在は主に太陽型恒星や中質量巨星を対象とした系外惑星探索を進めている。観測手法としては，惑星の引力による恒星の微小な視線速度変化を精密分光観測によってとらえるドップラーシフト法，惑星が恒星の前を通過する際の食を精密測光観測によってとらえるトランジット法を主に用いており，これらの手法の開発・高精度化にも取り組んでいる。観測には主に国立天文台の望遠鏡（岡山天体物理観測所188cm 望遠鏡・ハワイ観測所8.2m望遠鏡）や東工大に設置した30cm 望遠鏡を使用し，また，東アジアを始めとする世界各地の研究者との共同観測も積極的に推進している。他にも，惑星をもつ恒星の性質（化学組成，恒星振動など）を明らかにする研究や，惑星形成論の理論グループとの共同研究も行っている。



佐藤 文衛 准教授

綱川研究室

専門分野 古地磁気学，月惑星磁場探査

研究内容 私たちは，磁場を利用して「地球・月・惑星の進化」を解明することを目指しています。「地磁気」は，地球深部の金属流体球＝コアのダイナモ作用でつくりだされ，これまでに何百回，何千回と逆転してきました。では，地磁気を生み出すコアはどのようなものでしょうか？今の月・火星には磁場がないのに，大規模な磁気異常が発見されています。い

つ，どのようにしてできたのでしょうか？「地球・月・惑星の磁場」はこれからどうなるのでしょうか？これらのことを解くキーワードは，「岩石の残留磁化」です。岩石は冷却・固化するときに磁化を獲得し，その磁化は周囲の磁場を記録するという物理学的性質があります。私たちは室内実験・人工衛星探査によって，直接・間接的に地殻岩石の残留磁化を測定し，そのデータをもとに地球・月・惑星磁場の変動を明らかにしようとしています。たとえば2007年に打ち上げた月周回衛星「かぐや」では，高度100km から月の磁気異常を観測しました。現在，磁力計も含めた14種類のリモートセンシング観測メンバーが協力して，地球・月系の誕生・進化を研究しています。



綱川 秀夫 教授

横山研究室

専門分野 同位体宇宙地球化学，分析化学

研究内容 元素合成に端を発する太陽系の形成から46億年にわたる現在までのプロセスを，元素及びその同位体を利用して化学的に解明することを目的とする。私たちの体や地球を構成する元素は，主にビッグバンやそれ以降の恒星内における核融合，および超新星爆発によって合成された。隕石はそのような合成過程だけでなく，初期太陽系内で生じたさまざまな出来事を記録している太陽系最古の「化石」である。地球外物質（隕石や月試料）を対象に，最新の質量分析計を用いて超高精度同位体分析（分析誤差0.001%以下）を行い，太陽系の形成・進化過程を明らかにしていく。また，超高精度同位体分析が切り開く新しい地球化学的研究にも着手している。貴重な試料から極微量の目的元素を汚染なく抽出するため，クリーンルームにおける化学分析が必須となる。



横山 哲也 准教授

主な研究テーマは次の通り。

- ① 元素合成プロセスの解明（プレソーラー粒子）
- ② 初期太陽系の年代学（精密絶対年代測定法の開発と，相対年代法との融合）
- ③ 新しい同位体トレーサーを用いた地球化学（地球内部物質循環の解明）
- ④ 新しい分析法の開発とその応用

上野研究室

専門分野 安定同位体地球化学・地質学・原核生物化石

研究内容 46億年を通して地球生態系と大気・海洋の化学環境がいかに変遷してきたかを明らかにするため，地層に残された記録を解読しています。特に炭素や硫黄の安定同位体組成は当時の生物活動や大気・海洋の物理化学過程を反映します。このシグナルを地層から掘り起こして古環境を復元するために，(1) 外地質調査と岩石試料の分析を行っています。(2) 培養実験や現在の海底熱水・成層湖など極限生態系の観測を行い，微生物代謝による同位体分別挙動を明らかにしています。(3) 内実験によって大気光化学が生じる同位体分別過程の理解を深めています。また，地質記録を再現可能な惑星大気モデルを構築するため，他研究室と共同で数値実験にも取り組んでいます。



上野雄一郎 准教授

現在進行中の主な研究内容：

- ① 太古代／原生代の地質記録解読（地球表層の酸化過程と原核生物の進化）
- ② 光化学実験による波長依存同位体効果の研究（古大気の化学組成を推定）
- ③ 非質量依存同位体分別を用いた鉛直一次元古大気モデルの構築（無酸素大気の温室効果）
- ④ 培養実験による微生物代謝同位体分別過程の研究（過去の生物活動を検知する手法開発）
- ⑤ 海底下熱水系など無酸素環境の観測と同位体生物地球化学（初期地球類似環境の解析）

高橋研究室

専門分野 岩石学，超高压実験，火山学

研究内容 内熱式ガス圧発生装置 (0.9GPa, 1600℃)，ピストンシリンダー装置 (3.5GPa, 2000℃)，大型マルチアンビル装置 (50GPa, 3000℃) などの高温高压発生装置を用いて地球や惑星の内部状態を再現し，45億年前に起きた惑星形成過程とその後の内部進化を研究している。実験結果と火山岩，マントル岩石などの比較から，地球内部を構成する各層の化学組成・鉱物組成，マグマ発生の仕組み解明を目指している。火山深部でのマグマ発生の仕組み，火山噴火機構の解明も重要な研究課題である。また，SPRING-8放射光施設などでの高压X線その場観察実験に基づいて地球鉱物の高压物性を解明し，地球ダイナミクス解明を目指している。



高橋 栄一 教授

現在進行中の主な研究課題は以下の通り。

- ①地球形成過程でのマグマオーシャンの実験的再現
- ②金属核・シリケートマントルの化学分別の実験的解明
- ③上部マントル・下部マントル境界面のダイナミクス
- ④ホットスポット・洪水玄武岩など巨大火成作用の解明
- ⑤日本列島の活火山のマグマ溜まりと噴火ダイナミクスの解明



赤熱の溶岩の上で

キラウエア火山（ハワイ）は地球上でもっとも活動的な火山である。穏やかな玄武岩マグマの流出が続いている間は，まだ熱い溶岩にも近づくことができる。

長井研究室

専門分野 宇宙空間物理学，磁気圏物理学

研究内容 極夜を彩るオーロラは，光のカーテンが全天を走り回る一大スペクタクルであり，見る人に自然の美しさと神秘を垣間見せてくれる。このオーロラは，加速された電子が磁力線に沿って上層大気に降り込み，そこにある窒素や酸素の原子や分子に衝突してエネルギー状態を励起させ，それらの原子や分子が元のエネルギー状態に戻るときに発する光に相当する。これらの電子の通る磁力線はどこにつながり，そこでどのような加速機構がはたっているのであろうか。さらに，この壮大な光のページェントを作るエネルギーは何か。人工衛星による直接探査により，太陽風と地球を取り巻く磁気圏のダイナミクスを，解明していく。



長井 嗣信 教授



現在の主要なテーマは次の通り。

- ①磁気圏尾部のダイナミクス
- ②オーロラサブストームの発生メカニズム
- ③宇宙天気予報を目指した地球放射線帯の変動メカニズム
- ④地球近傍の宇宙空間における各種の磁場変動

岩森研究室

専門分野 地球内部ダイナミクス

研究内容 現在の研究テーマは、地球のダイナミクスと物質循環（メルトの生成や大陸形成過程）－ 地質現象の関係性を理解し、それに基づき地球の形成・変遷過程を理解することである。このために地質学的なフィールドワークや室内実験、理論・コンピュータシミュレーションなど、幅広い手法と視野からの研究を行っている。具体的な研究対象の一つは沈み込み帯のダイナミクスと火成－変成作用の研究である。流体の生成と移動、マントル対流、溶融を取り入れた数値モデルに基づき、沈み込み帯での諸過程についてのモデルをたて、火山岩や地殻熱流量、地震活動・地震波速度に記録されている情報から実際に起こっている過程を解き明かそうと試みている。また、マグマの生成、上昇の素過程に関する理論的研究を行っており、特に相平衡－化学反応と固体－流体混相流の力学の相互作用について研究を行い、実際の地球惑星内部での火成岩の成因を議論しようと試みている。



岩森 光 教授

地球惑星科学科関連研究所・センター

地球生命研究所

廣瀬 敬 教授	専門分野	地球深部物質学，超高压高温実験
井田 茂 教授	専門分野	惑星形成論
丸山 茂徳 教授	専門分野	地球・惑星テクトニクス，野外地質学，地球古環境，生命進化
牧野 淳一郎 教授	専門分野	天体物理学，計算科学

火山流体研究センター

小川 康雄 教授	専門分野	地球内部電磁誘導，火山物理学，地震学
神田 径 准教授	専門分野	火山物理学，地球内部電磁気学
野上 健治 教授	専門分野	火山物理学，地球内部電磁気学

