

# 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

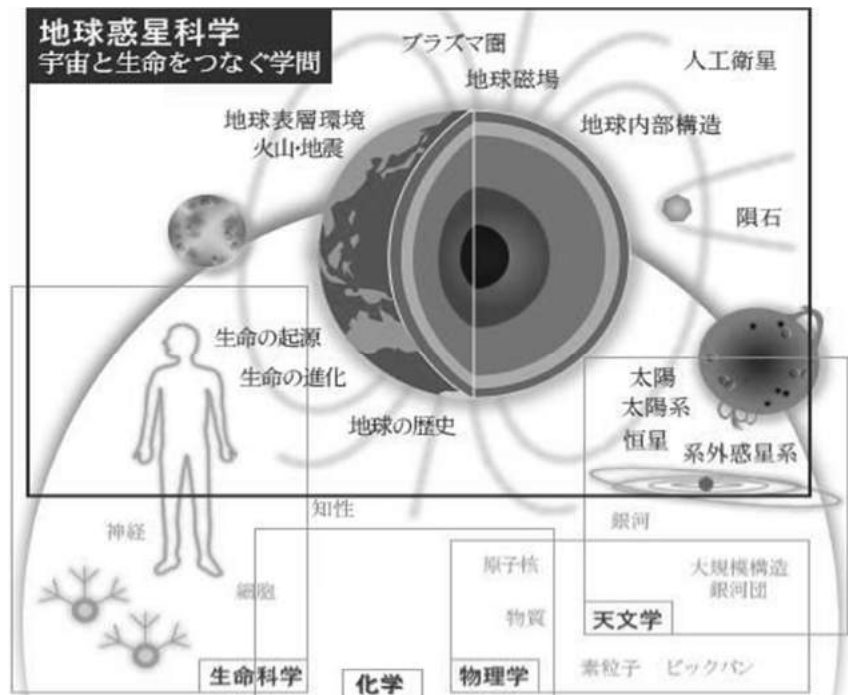
必須科目は2年次の実験科目と4年次の卒業研究だけです。学生が主体的に科目を選択・計画し、学習を進めます。もちろん教員は、適宜相談に乗りアドバイスをします。

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・熱力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。

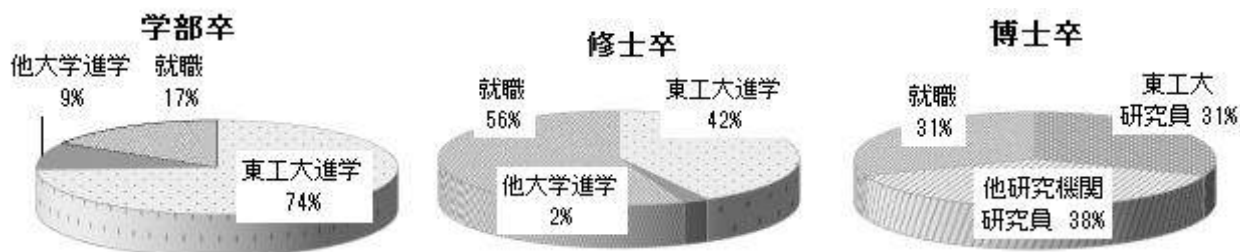
4年次：卒業研究として研究室に所属し、セミナー、実験、観測、野外調査を行いながら、最先端の研究に触れます。4年次末に卒業研究発表をします。



### 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います。

(2012～2014年度卒)



就職先 (例)

学部卒：サイバーエージェント，Acroquest Technology，光通信，TOKAIホールディングス，レバレジーズ，農林中央金庫，新日鉄住金ソリューションズ，SAPIX，気象庁，ピーエスジー，新生ファイナンシャル，セブテーニホールディングス，県庁

修士卒：NTT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，三菱マテリアル，東京オリエンタルランド，マグネスケール，シグマ，三井住友信託銀行，こうゆう，有人宇宙システム，電通国際情報サービス，NTTデータ，静岡ガス，NEC航空宇宙システム，新生銀行，日本冶金工業，富士通，三菱スペース・ソフトウェア，三菱総研DSC，三菱電機

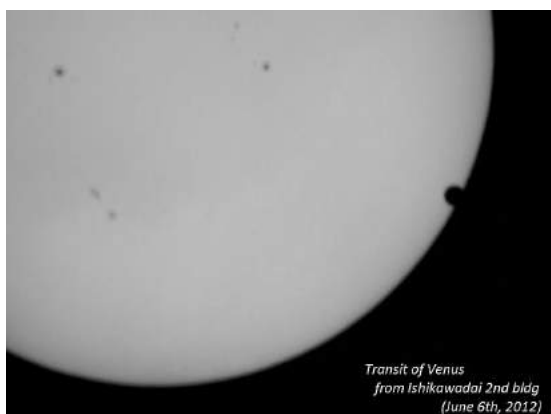
博士卒：DeNA，古河電気工業，JFEテクノリサーチ，昭栄化学工業，海洋研究開発機構，マイクロジェット，私立小学校

### 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 中本泰史教授 (石川台2号館，事務室208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

### 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



上野雄一郎 准教授

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) 屋内実験によって大気光化学が生じる同位体分別過程を理解し、地質記録と対比することで初期大気組成とその変動を研究しています。

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：地球表層の酸化還元分化過程の理解
- ② 光化学的な同位体異常を用いた地球初期大気組成の推定
- ③ 惑星大気から供給される低分子有機化合物と生命起源
- ④ 地質記録から生物活動を検知する手法の開発（微生物培養）
- ⑤ 初期地球に類似する無酸素環境の観測（海底下熱水系など）

### 太田研究室

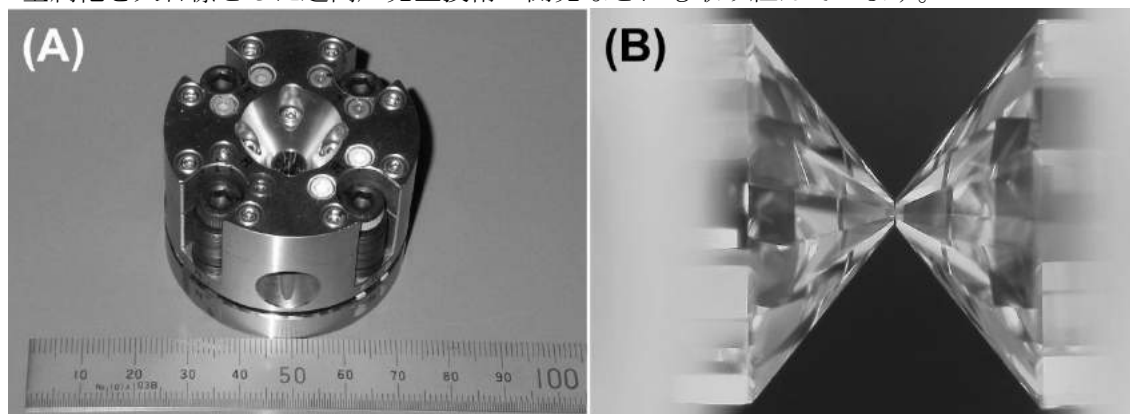
専門分野 高圧地球科学、地球内部ダイナミクス

研究内容 ”冷えゆく地球の過去、現在、未来の姿を知るための研究”

地球表層全てがマグマで覆われていた程に高温であった初期地球がどのくらいの速度で冷えて現在の姿となったのか？地球の磁場はいつどのようにして誕生したのか？などといった、地球内部の熱進化やダイナミクスを考える上で、地球を構成する物質の熱伝導率や電気伝導率、弾性波速度などの諸物性値への理解は必要不可欠です。そこで、本研究室では地球や他の惑星を構成する物質の物性を高圧実験という手法を用いて調べています。全く新しい高圧力下その場物性測定手法の開発や、固体水素の金属化を大目標とした超高圧発生技術の開発などにも取り組んでいます。



太田 健二 講師



ダイヤモンドアンビルセル高圧発生装置 (A：概観、B：ダイヤモンド圧子)

## 奥住研究室

専門分野 宇宙物理学、惑星形成論

研究内容 我々の住む地球は直径10,000kmにも及ぶ巨大な固体の塊ですが、宇宙に漂う固体といえ  
ばミクロンサイズに満たない微粒子（塵）ばかりです。私たちは、このよ  
うな微粒子の合体成長を支配する物理現象を理論的に理解することを通じ  
て、微粒子が惑星を形づくまでの全工程を解明することを目指していま  
す。具体的には、(1)惑星と塵の中間に位置する「微惑星」の形成にまつわ  
る謎の解決、(2)微粒子の静電気が惑星形成に及ぼす影響の理解、(3)氷微粒  
子が原始惑星に水を供給する過程の解明、などに取り組んでいます。また、  
宇宙における微粒子成長と類似の現象である、惑星大気における雲や靄(も  
や)の形成過程の研究にも取り組み始めています。



奥住 聡 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な理解を目指す。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 地球惑星電磁気学

研究内容 私たちは、「地球・月・惑星の進化」を解明するために、様々な磁場情報を利用しよう  
としています。例えば、「地磁気」は地球深部の金属流体球＝コアのダイ  
ナモ作用で作りだされ、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となる磁場データを、実  
験・人工衛星探査により得て、「地球・月・惑星の進化」を解明しようと  
しています。



綱川 秀夫 教授

## 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

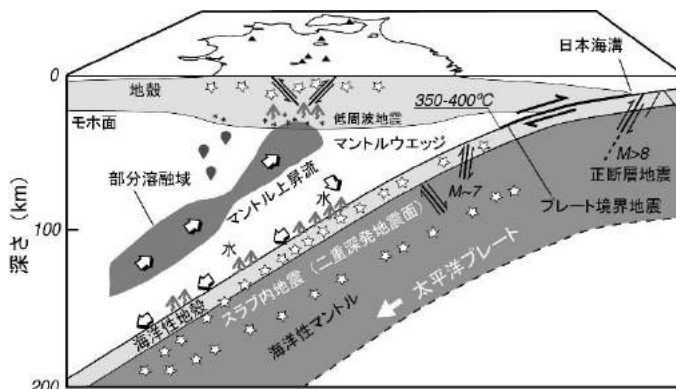
## 中島研究室

専門分野 地震学, 地震・火山テクトニクス

研究内容 日本列島が位置するプレート沈み込み帯では、地震・火山活動が非常に活発です。では、冷たいプレートが沈み込む領域で、なぜ熱いマグマ活動が生じるのでしょうか？沈み込むプレート（スラブ）内で深さ700km付近まで地震が発生するのはなぜでしょうか？これらを紐解く鍵は「水」です。本研究室では、沈み込み帯におけるスラブ内地震の発生メカニズムやマグマの生成・上昇過程の解明を目的に、(1) 三次元地震波不均質構造の高精度推定、(2) 震源過程の物理パラメータの決定、(3) 震源分布と脱水反応の関係解明などを行っています。地震波形データを用いて地球内部の「水の影」を見つけて出すことが主要な研究テーマです。他にも関東地方の地震テクトニクスの



中島 淳一 教授



の研究や内陸地震・プレート境界地震・深部低周波地震の研究も進めています。

東北地方中央部の地震・火山活動の模式図。沈み込み帯の地震・火成活動は、沈み込む海洋プレート内の水によって引き起こされています。

## 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 教授

## 野村研究室

専門分野 理論天文学, 惑星系形成理論

研究内容 近年急激に進展している赤外線・電波の詳細観測にもとづいた, 原始惑星系円盤の物理・化学構造モデルの構築に主に取り組んでいます。原始惑星系円盤内でダストは合体成長, 赤道面へ沈澱し, 最終的に固体惑星やガス惑星コアを形成します。一方で円盤ガスは, 中心星への降着や光蒸発, ガス惑星形成などを経て, 散逸してゆきます。また円盤ガス中やダスト表面では, 温度や密度に応じて化学反応により様々な分子種が生成されます。これらの分子種の遷移線は円盤物理量のトレーサーとなる一方で, 円盤内の化学進化は生命起源分子種も含めた太陽系内物質の生成に繋がると考えられます。



野村 英子 准教授

私達は, 円盤内ダスト進化やガス散逸, 分子組成進化の理論計算により, ガス・ダストの物理・化学素過程を取り入れた包括的原始惑星系円盤進化モデルの構築に取り組んでいます。このモデルと最新の円盤観測にもとづき, 惑星形成過程および彗星・隕石中に見つかる太陽系内物質の起源の解明を目指しています。またさらに, 原始惑星系円盤モデルで用いられる手法を, 近年太陽系外で発見されている惑星の大気モデルの構築に応用し, 系外惑星観測データから大気の物理・化学構造や惑星形成に関する情報を読み解く手法を確立したいと考えています。

## 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

## 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

### 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

