

Department of
Earth and Space Science

宇宙地球科学専攻

概要

近年めざましく発展しつつある宇宙地球科学に対して1995年に大学院修士課程宇宙地球科学専攻が理学研究科に設立されました。(1)宇宙惑星進化学講座、(2)極限物質学講座、

(3)自然物質学講座の三つの大講座からなっています。それらには基礎宇宙物理学、X線天文学、赤外線天文学、惑星科学、地球物理化学、固体地球科学、極限生物学などが含まれています。1996年には大学院重点化により入学定員も28名に増員されました。博士課程は1997年から発足しました。

本専攻の教育と研究は基礎物理を重視しており、宇宙地球科学の実験的及び理論的研究は物理学専攻と緊密な関連をもって行われています。本専攻の目的は宇宙や惑星、地球内部また色々な極限状態等で、幅広い時間と空間座標で起こる自然現象を、新しく開発した手法を用いて解明することにあります。そして、伝統的な天文学や地球物理学とは異なった視点から、現代物理学の成果を基礎にして宇宙と地球の相互関連を明らかにします。これらの科学から得られた知識は21世紀の地球環境問題、生命起源や将来の人類の生活などの研究にも関連しています。

組織

[教授]

川村 光 近藤 忠 佐々木晶 芝井 広
住 貴宏 寺田健太郎 中嶋 悟 長峯健太郎
波多野恭弘 松本浩典 中井光男(協力講座)
シュロスマン アイザック(招へい教授)

[准教授]

植田千秋 大高 理 佐伯和人 谷口年史
寺崎英紀 林田 清 久富 修 廣野哲朗
藤田 裕 山中千博 湯川 諭 横田勝一郎
坂和洋一(協力講座)
バイオッティ ルカ(特任准教授・兼任)

[助教]

青山和司 桂 誠 河井洋輔 木村 淳
境家達弘 富田賢吾 中山典子 野田博文
松尾太郎

研究はグループ単位で行われており、その研究内容については、グループ紹介を参照してください。

教育・研究の現況

物理学の基礎的原理の習得から宇宙・地球へのマクロな展開を総合的な視点で把握することに重点が置かれています。観測、計測についても最先端技術の積極的利用と新しい手段の開発を目指しています。素粒子・核物理学は宇宙の誕生、進化や太陽系形成等の学問分野と特に関係し、物性物理学は宇宙空間、惑星内部及び地球内部の極限条件化での物質合成や物性の研究と深く関わっており、密接な研究協力が行われています。

将来展望

宇宙地球科学専攻は、従来の天文学、地球物理学、鉱物学、地質学、生物学の境界領域の研究を基礎科学の知識を土台にして総合的におしすすめる新しい専攻です。地球環境問題に象徴されるように、人間の諸活動の自然に及ぼす影響が無視できなくなり、人間の活動と自然の調和が強く求められている現在、基礎科学の素養を持ちつつ宇宙・地球の全容を把握できる人材の輩出が強く求められているといえます。

就職先

就職紹介に関しては物理学専攻と共通して行われています。

*その他

大学院生の募集は年2回行われています。



Department
of
Earth and
Space Science

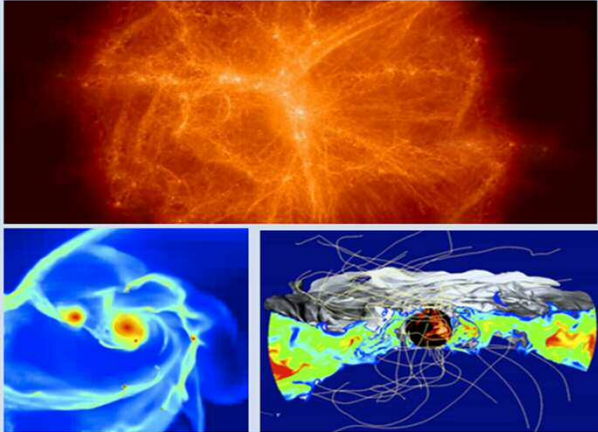
宇宙進化学グループ

スタッフ 長峯健太郎（教授）、藤田裕（准教授）、富田賢吾（助教）、シュロスマン アイザック（招へい教授）、バイオツティルカ（特任准教授・兼任）

ホームページ <http://astro-osaka.jp/>

【研究テーマ】

- 1) 宇宙論と構造形成（大規模構造、銀河形成、銀河団）
- 2) 高エネルギー宇宙物理学（活動銀河核、ガンマ線バースト、宇宙線の起源など）
- 3) 天体形成の研究（巨大ブラックホール、星や惑星の形成機構）
- 4) 重力波天文学（ブラックホール、中性子星連星の合体）



我々の宇宙は、138億年前にビッグバンとよばれる大爆発によって誕生しました。宇宙の膨張とともに、銀河や宇宙の大規模構造が形成され、その中で星や惑星が誕生し進化していきます。宇宙を舞台として超新星の爆発、元素の進化、ブラックホールの、重力波の放出、ガンマ線バーストの発生、高形成エネルギー宇宙線の加速等々の極限状況での物理現象が生起していきます。このような宇宙物理学・宇宙論の研究は理論・観測の両面にわたって急速に発展しており、新たな宇宙像が切り拓かれつつあります。宇宙の研究には宇宙を基礎物理学の検証の場として研究する立場と、観測事実を基礎に宇宙そのものの進化や天体現象を研究する立場の、双方からのアプローチが必要です。本グループはその双方を基軸とした理論的研究を進め、視野の広い研究者養成を行っています。上に示したように広範な研究テーマを扱っていますが、研究方法も純理論的なものからモデル構築、数値シミュレーション、観測データ解析にまでわたっています。

Department
of
Earth and
Space Science

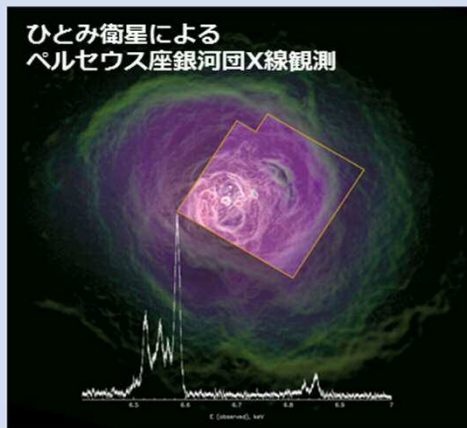
X線天文学グループ

スタッフ 松本浩典（教授）、林田 清（准教授）、野田博文（助教）

ホームページ <http://wwwxray.ess.sci.osaka-u.ac.jp/>

【研究テーマ】

- 1) 高エネルギー天体の観測的研究
- 2) 宇宙X線観測のための機器開発



© Hitomi collaboration, JAXA, NASA, ESA, SRON, CSA

宇宙では、至る所で高エネルギー現象が起こっています。例えば、恒星は寿命の最期に超新星爆発を起こし、その後には温度数千万度の高温ガスが残ります。これを超新星残骸と呼び、X線で輝いています。超新星爆発の際には、中性子星やブラックホールが誕生すると考えられており、これらのコンパクト天体は非常に重力が強いため、ガスを吸い込みながら重力エネルギーを解放し、X線で輝きます。ほとんどの銀河の中心には巨大なブラックホールが存在しますが、そのうちの一部は大量の物質を飲み込みつつX線で輝き、活動銀河核となります。宇宙で最も大きな構造である銀河団は、高温ガスで満たされており、やはりX線で輝きます。

我々は、これら宇宙の高温・高エネルギー現象を観測的に研究するため、「すざく」をはじめとする世界中のX線天文衛星を使い、X線による宇宙観測を行っています。我々はすざく衛星、MAXI、ひとみ衛星搭載用X線CCDを開発してきました。将来のX線撮像分光やX線偏光観測を切り拓くため、新たな観測機器の開発を行っています。

Department
of
Earth and
Space Science

惑星科学グループ

スタッフ 寺田健太郎（教授）、植田千秋（准教授）、山中千博（准教授）、
横田勝一郎（准教授）、河井洋輔（助教）

ホームページ <http://planet.ess.sci.osaka-u.ac.jp>

【研究テーマ】

- 1) 隕石物質からみた元素の起源と太陽系初期形成史
- 2) 自然界における固体粒子の磁気活性
- 3) レーザー分光・電磁気現象を用いた惑星環境計測
- 4) 粒子計測/質量分析による月惑星周辺環境の研究
- 5) 次世代に向けた新しい分析手法の開発 など

近年、私たちの太陽系以外にも惑星がたくさん発見され、惑星の形成は恒星誕生に伴う比較的普遍的なプロセスであることが解ってきました。一方で、生命を育む太陽系第3惑星「地球」は、惑星達の中でも特異な存在と言えます。このような、人類にとってかけがえのない「地球」の個性は、いつ（when）、どのようにして（how）決定づけられたのでしょうか？

私たちの研究グループでは、従来の望遠鏡を使った観測的なアプローチではなく、同位体顕微鏡等を使った物質科学的なアプローチで宇宙の歴史を探ります。具体的には、地球や火星などの惑星物質や、月試料、隕石などの高精度同位体分析や磁性/ESR測定、探査機を用いた惑星間プラズマ粒子のオンサイト観測等を通して、元素合成の物理環境、太陽系の初期形成史とその進化、ならびに現在の惑星環境についての研究を行っています。併せて、素粒子ミュオンを用いた3次元非破壊分析など、新しい分析手法の開発にも取り組んでいます。

Department
of
Earth and
Space Science

惑星物質学グループ

スタッフ 佐々木晶（教授）、大高 理（准教授）、佐伯和人（准教授）、木村 淳（助教）

ホームページ <http://www.astroboy-jp.com/>

【研究テーマ】

惑星、衛星、小惑星など太陽系天体の進化を、理論的・実験的手法や探査機等の観測データの解析から探究しています。

1. 固体天体（地球、月、火星、小惑星、氷天体など）の形成・進化過程
岩石の化学組成分析や組織解析、現象再現実験による惑星形成モデルや、探査機が得た表面の分光データや測地重力データにもとづく固体天体の表層環境や地下海をふくむ氷天体内部構造のモデルを組み立てます。
2. 地球深部物質の相転移と物性（深部物質・模擬物質）の放射光超高压実験
その場観察実験により地球内部の進化過程やダイナミクスの解明を目指します。
3. 実験装置および画像解析法の開発
高压実験技術や、月観測に向けた画像分光望遠鏡、天体の画像解析法、宇宙風化模擬実験装置の開発などを行います。
4. 天体表層の動的地学現象
火成活動や地質現象などを、実験や数値モデルなどを用いて探ります。
5. 宇宙機探査計画における物質科学研究と観測機器開発
小惑星探査機「はやぶさ2」、月着陸探査機「SLIM」、木星系探査機「JUICE」などの観測機器の開発や運用の検討を行います。

私たちの住む地球や月惑星などの太陽系天体は、様々な表層環境と内部構造をもちます。これには、天体の熱進化にともなう物質の分化が大きな役割を果たしています。探査機および地上からの観測、シミュレーション、実験などを用いて、多様な現在の地球惑星の形成・進化に関する情報を解読し、天体の成り立ちを明らかにしていきます。



Department
of
Earth and
Space Science

赤外線天文学グループ

スタッフ 芝井 広 (教授)、住 貴宏 (教授)、松尾 太郎 (助教)

ホームページ <http://www-ir.ess.sci.osaka-u.ac.jp>

【研究テーマ】

- 1) 太陽系外惑星の観測的研究
- 2) 太陽系外生命探査
- 3) 重力波天体の光学観測
- 4) 銀河系構造、暗黒物質の観測的研究



地上望遠鏡やスペース望遠鏡を用いた赤外線観測(可視光、サブミリ波を含む)により、宇宙諸現象の研究とそのための装置開発を行っています。特に、太陽系外惑星の形成過程の解明に焦点をあて、将来は太陽系外生命現象の検出を目指しています。また、重力波天体の光学的同定、銀河系の構造、暗黒物質などの研究も行っています。

ニュージーランドにある口径1.8mのMOA-II望遠鏡を用いて、重力マイクロレンズ現象を利用した太陽系外惑星探査を行っています。また、南アフリカに1.8m望遠鏡を建設し、近赤外線マイクロレンズ系外惑星探査をする計画です。これまでに木星や海王星、地球の数倍程度の重さの惑星を発見しており、今後地球のような軽い惑星の発見を目指しています。さらに、NASAの次期旗艦衛星WFIRSTに参加して、スペースからのマイクロレンズ系外惑星探査を行う予定です。また、将来の太陽系外生命探査のための技術実証を行っています。惑星の大気成分を測定し、生命が存在する痕跡(バイオシグネチャー)を見つけ出すのに必要な、衛星搭載用の非常に安定した分光装置の開発を行っています。

Department
of
Earth and
Space Science

理論物質学グループ

スタッフ 川村 光 (教授)、波多野 恭弘 (教授)、湯川 論 (准教授)、青山和司 (助教)

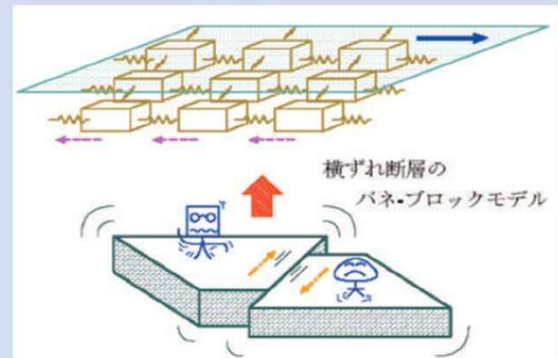
ホームページ <http://thmat8.ess.sci.osaka-u.ac.jp/>

【研究テーマ】

- 1) 地震の統計モデルの計算機シミュレーション。特に、摩擦の物理法則に基づいた、固着-滑り動的不安定性としての地震現象の物理的研究。サイレント地震や余効すべり、地震核形成過程等の遅い滑りも含めた、多様な地震性すべりの統一的理解を目指して。
- 2) フラストレーションの統計物理。特に相互作用に強い競合があるパイロクローアや3角格子系等のフラストレート磁性体の秩序化と「スピン液体」的性質の探究。
- 3) ランダム系、ガラス系の秩序化現象とスローダイナミクス。特に、カイラリティ自由度に着目したスピングラスの相転移と非平衡ダイナミクスの研究。
- 4) 分子動力学シミュレーションによる非平衡現象の研究。

自然界には多様な物質があり、それらが互いに影響を及ぼし合ったり協調したりして、より複雑なシステムを構成しています。ミクロなスケールでは原子・分子から、マクロなスケールでは宇宙・地球に至るまで、多自由度の相互作用系

として理論的に解明するアプローチにチャレンジしています。目下の2大テーマは、磁性体を主たる対象とした物質の示す多様な相転移・秩序化現象の解明と、固着-滑り不安定性としての地震現象の解明です。これらを多体相互作用系の協力現象と捉える統計力学的観点から、主として計算機シミュレーションを用いた研究を行っています。



Department
of
Earth and
Space Science

惑星内部物質学グループ

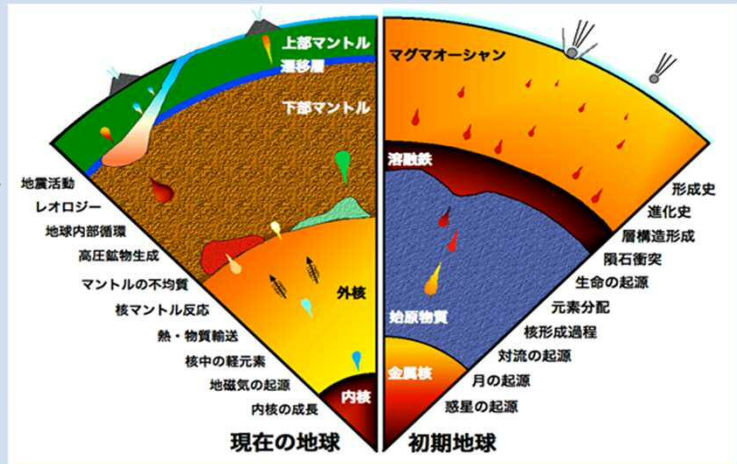
スタッフ 近藤忠（教授）、谷口年史（准教授）、寺崎英紀（准教授）、境家達弘（助教）

ホームページ <http://anvil.ess.sci.osaka-u.ac.jp/>

【研究テーマ】

- 1) マントルにおける鉱物の相転移と物性変化
- 2) 惑星核の形成過程と化学組成及び物性変化
- 3) 形成期の地球・惑星・衛星とその進化過程
- 4) 極限環境下におけるその場観察と物性測定
- 5) 超高圧・高温温発生技術と測定技術の開発

地球や惑星・衛星の深部は高温・高圧力の極限の世界であり、人類が到達するの極めて困難です。そこに存在する物質は、表層とは異なった性質を持っていて、地表での常識が通じないことがたくさんあります。我々は主に地球物理学・固体物理学の観点から、様々な高圧発生装置を用いて実験室に惑星深部や形成期の惑星の条件を再現することで、天体内部条件における物質の姿を明らかにし、現在の地球・惑星・衛星がどのように進化してきたのかを調べています。実験室では静的圧縮法のダイヤモンドアンビルセルから動的圧縮法の大型レーザーまでを駆使し、様々な観察・分析手法を組み合わせたり、新たに開発したりして、地球や惑星・衛星の成り立ちについて物質科学的な解明を目指した研究を行っています。



現在の地球と初期地球における興味ある問題

Department
of
Earth and
Space Science

地球物理化学グループ

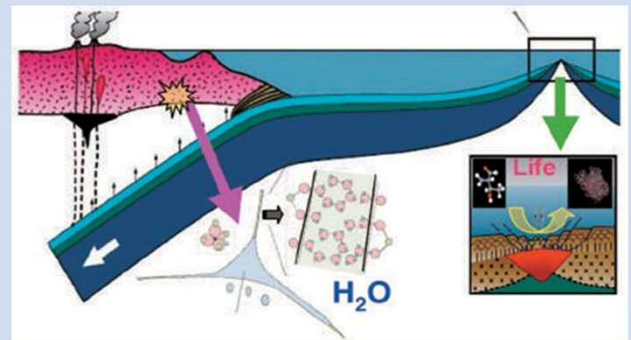
スタッフ 中嶋 悟（教授）、久富 修（准教授）、廣野哲朗（准教授）、桂 誠（助教）、中山典子（助教）

ホームページ <http://life.ess.sci.osaka-u.ac.jp/>

【研究テーマ】

- 1) 岩石・水・有機物相互作用
- 2) 地球資源環境科学
- 3) 地震と断層の物質科学
- 4) 生物物理学

地球や惑星の主として表層で起きている動的な過程（火山・地震活動、地殻変動、物質移動・反応・循環、資源の集積、環境汚染、生命の起源と進化等）は、水、無機物質（岩石・鉱物）、有機物質、生物等が複雑な相互作用を行っている結果です。そこで、水、溶存物質、無機・有機物等の性質及び岩石・水相互作用、有機無機相互作用、生命現象等を定量的に物理化学的に記述し、動的過程の機構と時間スケール等を解明し、地球惑星表層変動、生命現象の予測を行い、実世界の総合自然科学を構築していきます。



Department
of
Earth and
Space Science

レーザー宇宙物理学グループ (レーザー科学研究所)

スタッフ 中井光男(教授)、坂和洋一(准教授)、安部勇耀(研究員)

ホームページ <http://www.ile.osaka-u.ac.jp/research/lap/>

【研究テーマ】

- 1) 宇宙(無衝突)衝撃波と粒子加速(宇宙線加速)
- 2) 相対論的プラズマ物理の解明
- 3) 超高強度レーザーを用いた新たな核科学の開拓

宇宙物理学では、宇宙の諸現象を地上で検証された物理によって理解しようとしています。しかし、多くの宇宙・天体現象は、従来地上では実現できなかった極めてエネルギー密度の高い環境で実現される、非平衡・多階層の複雑系を形成しています。その理解のために高度な計算機シミュレーションが駆使されており、その妥当性を検証するためには、特徴的な現象を抽出した模擬実験が不可欠です。近年、高出力・高強度レーザーの出現によって、未踏の「高エネルギー密度状態」下での宇宙現象の模擬実験が可能となりました。宇宙の高エネルギー密度現象を実験室で模擬し、国際的な共同研究によって、その物理を解明します。



大阪大学レーザー科学研究所の
高出力レーザー (GXII & LFEX)

