

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関して、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学を重視しており、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連携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]

桂木洋光 近藤 忠 佐々木 晶
住 貴宏 寺田健太郎 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
林田 清 久富 修 廣野哲朗
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 (兼任)

[助教]

青山和司 桂 誠 河井洋輔 木村 淳
境家達弘 鈴木大介 高棹真介 中山典子
野田博文 増田賢人

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

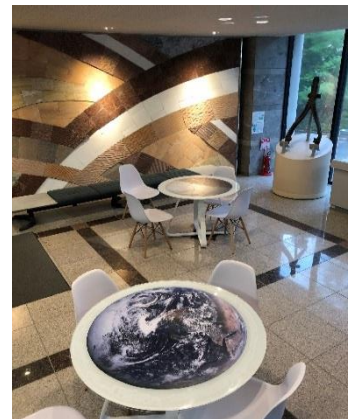
宇宙地球科学専攻は、従来の天文学、地球物理学、鉱物学、地質学、生物学の境界領域の研究を基礎科学の知識を土台にして総合的におしすすめる新しい専攻です。地球環境問題に象徴されるように、人間の諸活動の自然に及ぼす影響が無視できなくなり、人間の活動と自然の調和が強く求められている現在、基礎科学の素養を持ちつつ宇宙・地球の全容を把握できる人材の輩出が強く求められているといえます。

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。



宇宙地球科学専攻のホームページ

<http://www.ess.sci.osaka-u.ac.jp/top1.html>

Department
of
Earth and
Space Science

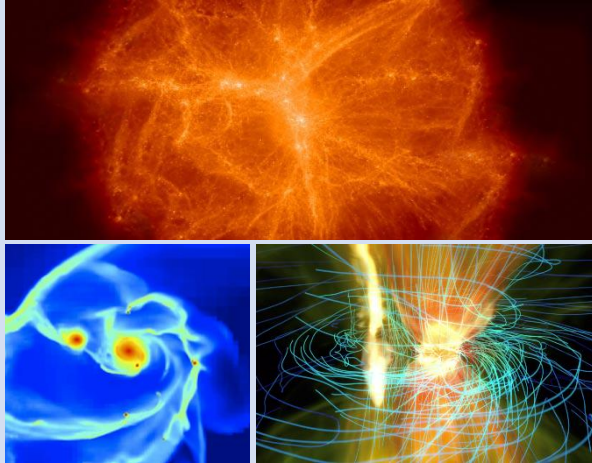
宇宙進化学グループ

スタッフ 長峯健太郎 (教授), 未定 (准教授), 高棹真介 (助教), バイオッティ ルカ (兼任准教授)
シュロスマン アイザック (国際共同研究促進プログラム 招へい教授)

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) 天体形成の研究 (巨大ブラックホール、星や惑星の形成)
- 3) 宇宙プラズマ物理、磁気流体、太陽物理
- 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。宇宙を舞台として銀河や星の形成、元素の進化、超新星の爆発、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

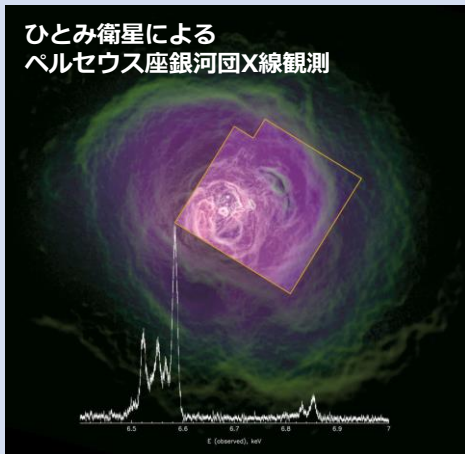
スタッフ 松本浩典 (教授)、林田 清 (准教授)、野田博文 (助教)

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

ひとみ衛星による
ペルセウス座銀河団X線観測



© 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、日本のすざく衛星、米国のChandra衛星、欧州のXMM-Newton衛星など、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。また、将来のX線撮像分光やX線偏光観測を切り拓くため、X線CCD、X線多重像干渉計、X線望遠鏡などの、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）

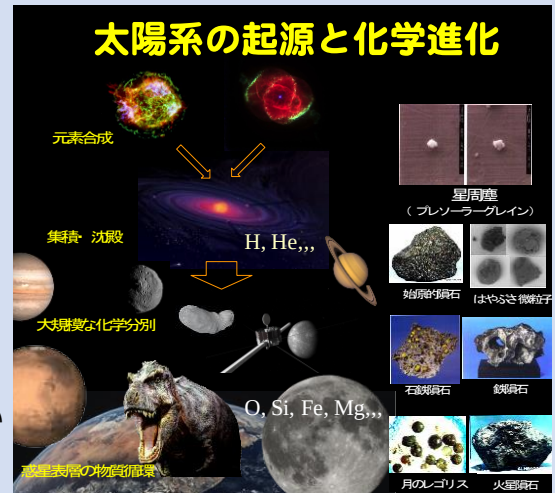
ホームページ <http://planet.ess.sci.osaka-u.ac.jp>

[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
高圧実験技術や、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. 天体表層の動的地球現象
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 住 貴宏（教授）、増田賢人（助教）、鈴木大介（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検討を行っています。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、装置開発や観測計画の検討を行っています。

Department
of
Earth and
Space Science

理論物質学グループ

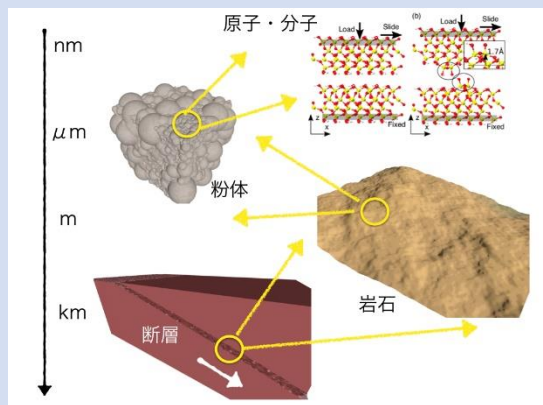
スタッフ 波多野恭弘（教授）、湯川 諭（准教授）、青山和司（助教）

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

【研究テーマ】

- 1) 地震・摩擦・破壊の物理：地震の時系列解析から、摩擦と破壊のダイナミクスと統計法則、摩擦の原子論、地震予知の可能性に至るまで、幅広く研究しています。
- 2) さまざまな非平衡現象とそのダイナミクス：特に流れや拡散・相転移などが強く影響しあっている系の非平衡ダイナミクス。熱流やスピン流から粉体の流動まで、様々な「流れ」を非平衡統計力学の観点から解明します。
- 3) 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アや3角格子系等のフラストレート磁性体の秩序化を研究しています。

多様な物質の示す動力学・統計法則とその普遍性を研究しています。主に地球や惑星表層における様々な現象を「多体系の協同現象」という観点で捉え、統計物理学的・非線形動力学的手法を用いて研究しています。



Department
of
Earth and
Space Science

惑星内部物質学グループ

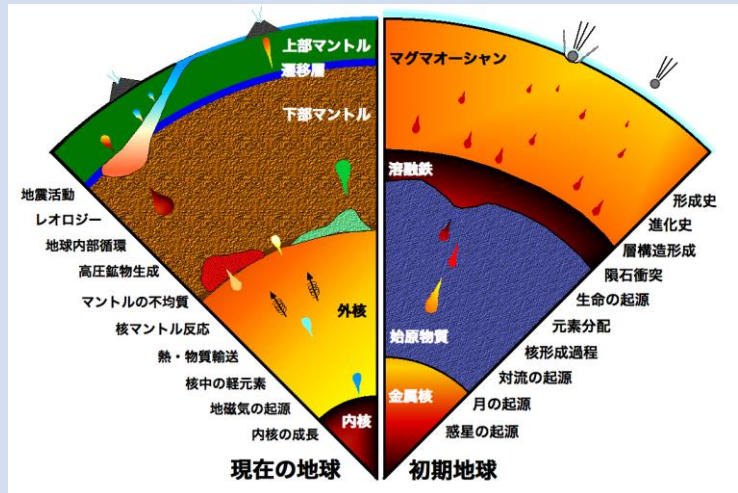
スタッフ 近藤 忠(教授)、谷口年史(准教授)、境家達弘(助教)

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・高圧力の極限環境の世界であり、人類が到達することは極めて困難です。そこにある物質は、表層環境とは異なる性質を持っていて、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高強度レーザーまでを駆使し、様々な観察法・分析手法を組み合わせたり、新たに開発を行い、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

ソフトマター地球惑星科学グループ

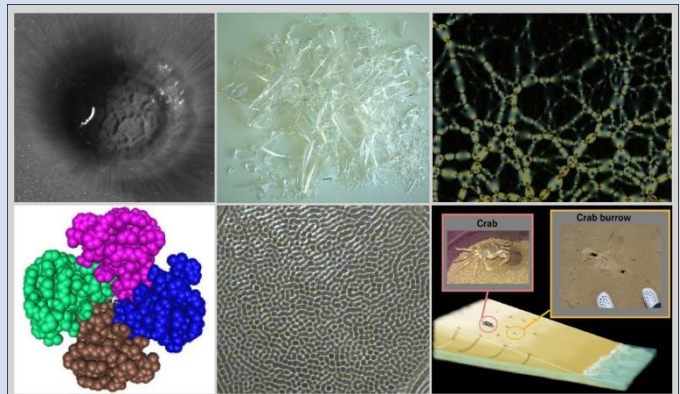
スタッフ 桂木洋光(教授)、久富 修(准教授)、廣野哲朗(准教授)、桂 誠(助教)、中山典子(助教)

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

[研究テーマ]

- 1) 粉体を中心としたソフトマター物理とその地球惑星科学的応用(衝突、破壊、内部応力構造、パターン形成など)
- 2) 生命現象と生体分子の物理学的解析
- 3) 岩石・鉱物の物理化学的性質と地球ダイナミクス(地震発生・地殻変動)
- 4) ソフトマターを対象とする高精度物理計測法の理論的・実験的研究
- 5) 生物圏・土壌圏・水圏における環境物質動態のその場観測と生物地球物理化学過程

物質の流動や固化、自己組織化等の複雑な絡み合いにより地球惑星の表層で生起する多彩で複雑な現象の理解に「ソフトマター」をキーワードに物理学、化学、生物学、地学の知見を総合して取り組みます。具体的には、太陽系天体の表面地形から地球表層環境で起こる動的物理化学過程、生命の起源と進化に至るまでの様々なスケールの自然現象の解明に挑みます。また、これらの複雑な現象に潜む普遍性を紡ぎ出し、一般的な自然科学法則を明らかにすることも目標とします。



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）

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

〔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物理実験が不可欠です。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」下での宇宙現象の要素物理実験が可能となりました。国際的な共同研究によって、宇宙の高エネルギー密度現象の素過程を実験室で解明します。



大阪大学レーザー科学研究所の
高出力レーザー（GXII & LFEX）

