



大阪大学 理学部 物理学科 宇宙地球合同卒業研究発表会

2023 年 2 月 13 日(月) 10:00~16:30

大阪大学大学院理学研究科

F 棟 102 号室

卒業研究発表会プログラム（発表7分、質疑応答3分）

午前の部

1. 10:00~10:40 座長：長峯教授

副島 美優	(近藤研)	・・・・・・・・・・・・・・・・	4
戎 隆亮	(桂木研)	・・・・・・・・・・・・・・・・	4
安保 貴悠	(寺田研)	・・・・・・・・・・・・・・・・	5
白濱 健太郎	(松本研)	・・・・・・・・・・・・・・・・	5

2. 10:40~11:20 座長：近藤教授

服部 大貴	(波多野研)	・・・・・・・・・・・・・・・・	6
坂東 賢	(住研)	・・・・・・・・・・・・・・・・	6
木原 健司	(長峯研)	・・・・・・・・・・・・・・・・	7
佐藤 龍成	(佐々木研)	・・・・・・・・・・・・・・・・	7

～休憩～

3. 11:30~12:00 座長：住教授

鋤田 大地	(桂木研)	・・・・・・・・・・・・・・・・	8
國料 彩香里	(寺田研)	・・・・・・・・・・・・・・・・	8
後藤 竜之介	(波多野研)	・・・・・・・・・・・・・・・・	9

4. 12:00~12:30 座長：桂木教授

島 耕平	(松本研)	・・・・・・・・・・・・・・・・	9
LI XINRU	(住研)	・・・・・・・・・・・・・・・・	10
江頭 勇介	(佐々木研)	・・・・・・・・・・・・・・・・	10

午後の部

5. 13:40~14:20 座長：波多野教授

草壁 克典	(長峯研)	・ ・ ・ ・ ・	11
松本 和海	(桂木研)	・ ・ ・ ・ ・	11
北村 悠稀	(寺田研)	・ ・ ・ ・ ・	12
出口 大	(佐々木研)	・ ・ ・ ・ ・	12

6. 14:20~15:00 座長：佐々木教授

濱崎 直人	(住研)	・ ・ ・ ・ ・	13
井上 駿	(波多野研)	・ ・ ・ ・ ・	13
Dedu Maria-Cristiana	(桂木研)	・ ・ ・ ・ ・	14
炭谷 拓真	(寺田研)	・ ・ ・ ・ ・	15

～休憩～

7. 15:10~15:50 座長：寺田教授

藤原 立貴	(長峯研)	・ ・ ・ ・ ・	15
倉本 春希	(松本研)	・ ・ ・ ・ ・	16
浜田 隼陽	(住研)	・ ・ ・ ・ ・	16
宮原 健輔	(波多野研)	・ ・ ・ ・ ・	17

8. 15:50~16:30 座長：松本教授

御子柴 陸	(佐々木研)	・ ・ ・ ・ ・	17
松本 波音季	(桂木研)	・ ・ ・ ・ ・	18
西平 龍成	(寺田研)	・ ・ ・ ・ ・	18
高橋 虎太郎	(近藤研)	・ ・ ・ ・ ・	19

ステイショバイトの高温非晶質化の メカニズムと速度

副島美優 近藤研究室

Key Words: 高压鉱物、非晶質化

隕石中に、高压下で安定な鉱物（高压鉱物）が発見されることがある。これは、天体衝突時の衝撃により瞬間的に高温・高压が生じるためであり、高压力状態が解消された後に残る温度が高い場合、生成された高压鉱物の非晶質化が引き起こされる。したがって、高压鉱物の非晶質化条件は、天体衝突前後の温度圧力履歴を解明するための指標の一つとなる可能性がある。

そこで本研究では、高温下でのX線回折測定により、高压鉱物であるステイショバイト（ SiO_2 ）の非晶質化を観察した。実験で得られたX線回折パターンからピークの積分強度の変化を調べ、ステイショバイトが非晶質化する温度と時間の関係を考察した。

棒状物体の砂層への斜め衝突

戎隆亮 桂木研究室

Keywords: 棒状物体, 斜め衝突, 減速ダイナミクス

球体の砂層への衝突については多くの先行研究があるが、棒状物体の砂層への衝突については垂直衝突のみで、斜め衝突に関する実験はこれまで行われていない。そこで、本研究では棒状物体の砂層への衝突実験を行い、棒状物体が砂層へ突き刺さる（直進貫入）条件や跳ね返る条件、衝突後の減速ダイナミクスを調べた。この実験は粉体衝突の基礎実験であるが、将来の惑星地中探査等のためのペネトレーター開発の基礎にも関わる。

実験は市販の弓矢を用いてアルミ棒を豊浦砂のターゲットへ射出し、棒状物体の衝突前後の運動を高速度カメラで撮影した。画像から棒の速度、回転角速度等を測定し、棒状物体の衝突後の回転や突き刺さり、跳ね返りなどの状態を記録し、その結果を相図にまとめた。

また、直進貫入の結果より、棒状物体の減速の様子を観察した。

実験の結果、棒状物体の衝突前の回転方向が衝突後の回転方向、ひいてはターゲットに突き刺さるかどうかに関与していることが明らかになった。また棒状物体の減速運動の解析より、その衝突による減速度が衝突速度にはよらず、ほぼ一定であることが分かった。

微小重力下での常磁性粒子の磁気並進の観察

安保貴悠 寺田研究室

Key Words: キュリー則、常磁性粒子、磁気並進運動

これまでに微小重力空間において、様々な固体粒子の磁気並進運動が、報告されてきた。しかし、原始惑星系空間で多数を占める常磁性粒子に関しては、研究が進んでいなかった。そこで今回、鉄濃度が異なる様々なオリビン粒子に着目して、微小重力において磁気並進の実験を進めた。実験では磁場が一方向に単調増加する空間で、常磁性粒子に誘導される並進を観測した。その加速度から磁化率を測定し、それが文献値と一致することで、並進が磁気的エネルギーの勾配で発生することを検証した。実験方法としては、微小重力中で常磁性粒子の並進を観測するための装置を新たに製作し、粒子の運動を高速度カメラによって撮影し、解析を行なった。さらに上記の装置をドライアイスによって冷却し、 $T=300\text{K}\sim 200\text{K}$ の温度範囲で磁気並進を観測する。これにより、キュリー則から予想される並進速度の温度変化を実験的に検証する。

NuSTAR 衛星による突発天体の探査

白濱 健太郎 松本研究室

Key Words: NuSTAR、突発天体、硬 X 線

NuSTAR 衛星は現在までに運用されてきた X 線観測衛星の中で硬 X 線帯域に対して最も高いエネルギー分解能および空間分解能を持つ。本研究ではこの特徴を用いて硬 X 線を放つ恒星フレアやジェットを伴う潮汐破壊現象などを候補とした突発天体の探査を行った。

本研究ではある天体をターゲットとする複数の NuSTAR の観測についてターゲット天体をくり抜いたバックグラウンドのイメージを任意のエネルギーバンドについて自動で抽出するツールを開発した。これを用いて、その他の X 線観測衛星に典型的な 10keV 以下の軟 X 線帯域、NuSTAR に特有の 79keV 以下の硬 X 線帯域におけるバックグラウンドのイメージを作成し比較することで突発天体の探査を行った。その結果を報告する。

流体中における旗の挙動に対する Immersed Boundary Method を用いた数値解析

服部 大貴 波多野研究室

Key Words:不安定性、カオス、CFD、Immersed Boundary Method

一様流れの流体中における旗のはためき現象は、多重振り子と並んで身近に存在するカオスの一つである。流体の流れが旗の振動を誘起するこの現象は、数値計算を用いた先行研究が今までに数多く行われており、それらの configuration は主に以下の三つに分類される: 1) 旗の固定端を上流側に、自由端を下流側に配置する Instability-induced excitation (IIE)、2) 固定端を下流側に配置する Movement-induced excitation (MIE)、3) 旗の上流側にシリンダーなどの剛体を置いた Extraneously Induced excitation (EIE)。

本研究では、流体と旗の相互作用を計算する手法として Immersed Boundary Method を用いる。これは流体中の物体表面に沿った格子を用意しなくてよい点で、比較的簡便で汎用性が高く、上記の三つの構成において主に使われている手法である。まず IIE と MIE のシミュレーションを二次元流体中で行い、数値計算の妥当性を示した上で、先行研究がまだそれほどない「三次元中のひも」や、両端を自由にして流速をゼロにした「落下する紙」等の解析も行う。

Kepler-296 系における トランジット時間変動の解析

坂東 賢 住研究室

Key Words: トランジット時間変動、トランジット法、Habitable zone

トランジット法とは、惑星が主星の前を周期的に通過するときに生じる、主星の周期的な光度変化から惑星を発見する手法である。減光量は主星と惑星の面積比で決まるため、主星の半径が既知なら惑星の半径を求めることができる。しかし、トランジット法のみでは惑星の質量を決定することができない。

トランジット惑星が主星を通過する周期は一定だが、複数の惑星が存在すると惑星間の重力相互作用により周期が変動することがある。これをトランジット時間変動 (TTV) と呼ぶ。TTV の変動パターンは惑星の質量に依存するため、TTV の測定から小さい惑星の質量を決定することが可能である。

本研究の目的は、Habitable zone に存在する地球サイズの惑星の質量を求めることである。そこで、2つの地球サイズの惑星が Habitable zone に存在する可能性のある Kepler-296 系を解析対象とし、TTV の変動パターンから質量の推定を試みた。

自己相互作用するダークマターの 重力崩壊の可能性

木原 健司 長峯研究室

Key Words: 自己相互作用するダークマター、重力崩壊、
Ultra-faint Dwarf Galaxies

ダークマターは宇宙のエネルギー量の約2割を占めると言われており、シミュレーションが示すその性質は、銀河団の分布などの大規模な観測結果とはよく一致している。一方、それらが集まってできるダークマターハローの内部や個々の重力系などの細かい性質に関しては、主流のモデル(冷たいダークマターモデル)では説明できないところが多い。このうち、単一のハローの密度分布が中心部分で集中してしまうという問題を解決するのが、「自己相互作用するダークマター」である。ダークマターの粒子が近づくときに散乱することでその「集中」を防ぐモデルだ。

しかし近年の Ultra-faint Dwarf Galaxies の観測結果には、中心部分の密度が高く、散乱の可能性を否定するものがある。本研究では、宇宙論的流体シミュレーションコード GADGET4 を用いた、単一のハローについての N 体シミュレーションを行った。このモデルではいずれ重力崩壊を迎えるという示唆を交え、主流のモデルと比較しながら考察する。

M 型小惑星の鉄溶融：可視分光観測による組成 推定と熱進化モデル計算

佐藤龍成 佐々木研究室

Key Words : 分化, 可視分光観測, 熱進化モデル

M 型小惑星は高い金属含有率を持つことが観測的に示唆されており、鉄隕石の起源とも考えられている。このことは小惑星自身やその母天体が過去に鉄溶融イベントを経たことを意味するが、そのような熱履歴の可否は良く分かっていない。そこで本研究では、M 型小惑星でも特に大型の Psyche (平均半径 111 km) と Kleopatra (50-65 km) に対して地上望遠鏡を用いた可視分光観測を行い、鉄・岩石含有率を推定した。また多様な天体密度や熱伝導率、放射性同位体量をパラメタとした内部熱進化のモデル計算を行い、鉄溶融イベントが生じ得るパラメタ範囲を制約した。

その結果、分光観測から推定される鉄含有率は小惑星 Psyche において 75-100 wt%、Kleopatra では 50-75 wt%であった。また、半径 100 km の天体を模した熱進化モデル計算からは、天体内部の熱伝導率が 0.1 W/mK 以下であれば内部温度が金属の融点を超え得ることがわかった。

粒状表面からの跳躍

鍬田大地 桂木研究室

Key Words: 粒状物質、跳躍

砂浜などの砂地(粒状物質上)では体育館などの硬い床と比べると砂に足を取られるため、表面から高く跳躍することが難しくなる。これは粒状物質が容易に変形して跳躍のための斥力を十分に発揮できないためと考えられる。本研究では、砂浜などの粒状表面と硬い板上の両者からの跳躍において、どのような差異があるのかを定量的に調べるために、簡単なジャンプ装置を用いて実験研究を行った。バネによって鉛直上方に跳躍することが可能で、跳躍表面との接地面積を変化させることのできるジャンプ装置を開発し、硬い板、豊浦砂(直径約 0.23mm)、粒径の異なるガラスビーズ(直径約 0.1mm, 0.4mm, 1mm, 2mm)のそれぞれの表面からの跳躍をハイスピードカメラで撮影し、画像解析をすることで跳躍高さを計測した。実験の結果、粒状物質の粒径により跳躍の最高到達高さが異なることがわかった。本発表では接地面積や質量などを変化させた場合の跳躍高さの変化について解析した結果について報告する。

火星衛星探査機搭載 イオン質量分析器の較正試験

國料 彩香里 寺田研究室

Key Words: イオン質量分析器、火星、フォボス

MMX 計画では、2024 年に火星衛星であるフォボスに向けて探査機を打ち上げ、探査機による「その場」観測とサンプルリターンを予定している。この計画では、火星衛星フォボス・ダイモスの起源、および、火星の形成過程を解明することを目的としている。

我々は、MMX 探査機搭載予定の飛行時間型イオン質量分析器(MSA)の開発を行っている。MSAによって、フォボスに入射、散乱、反射するイオンを「その場」観測することができる見込みである。

本研究では、まず MSA のフライトモデル(FM)を数値シミュレーションによって、飛行時間、および、装置内でのイオンの飛行経路を計算した。その後、真空槽内で H^+ 、 O^+ イオンビームによる FM 較正試験とそのデータ解析を行った。発表では、FM が達成した質量分解能について報告する。

捕食-被食関係のポピュレーションダイナミクス における情報熱力学

後藤 竜之介 波多野研究室

Key Words: 情報熱力学、ポピュレーションダイナミクス、
レプリケーター方程式

動物の捕食-被食の関係における両者の個体数の変動は、レプリケーター方程式、もしくはそれを応用した方程式で記述され、周期的な方程式の解が得られる。一方で、捕食者と2種類の被食者の方程式の場合は、必ずしも3種類が共存する解が得られるわけではなく、出生率や死亡率に関するパラメーターの僅かな差でどちらか一方の被食者が絶滅する可能性もある。

本研究では、この系のそれぞれの個体数におけるシャノンエントロピーを定義し、また観測により得た相互情報量を用いて、方程式内のパラメーターの値を変える等のフィードバックを行う。これらを通じて、情報熱力学の立場から、系の個体数を操作することを目的とする。

活動銀河核を持つ ULIRG の X 線時間変動の解析

島 耕平 松本研究室

Key Words: ULIRG 活動銀河核 X 線

ULIRG (Ultra Luminosity InfraRed Galaxy) とは、太陽の 10^{12} 倍を超えるエネルギーを赤外線で放射している銀河である。ULIRG のほとんどが合体や衝突といった銀河間の相互作用を経験しており、中心部には豊富なガスやダストが存在するため、そこでは爆発的な星形成が起こっていると考えられている。

また、銀河中心にある巨大ブラックホールに物質が降着することで、銀河全体よりも中心部が明るく輝いている天体を活動銀河核 (Active Galactic Nuclei ; AGN) と呼ぶ。ULIRG の中でも AGN を持つものが複数発見されており、それらからは中心部からの強い X 線放射が観測されている。

本研究では、ULIRG とそれ以外の銀河で、AGN からの X 線放射の特長に何か違いが現れるのかを調べるために、太陽系近傍の特に X 線で明るいいくつかの ULIRG について、今までよく調べられていない X 線強度のパワースペクトルの解析を試みた。その結果を報告する。

機械学習を用いた重力マイクロレンズイベント の生データからのアノマリーの判別

LI XINRU 住研究室

Key Words: 重力マイクロレンズ、機械学習、深層学習

Micro lensing Observations in Astrophysics (MOA) グループは、ニュージーランドの Mt. John 天文台にて重力マイクロレンズ現象を用いた太陽系外惑星探索を行っている。重力マイクロレンズ現象とは、観測者と光源星（ソース天体）の間を恒星程度の質量を持った天体（レンズ天体）が通過する際に、レンズ天体の重力によってソース天体の光が曲げられることで、観測者から一時的に増光して見える現象である。時間とフラックスの関係を表す光度曲線から、マイクロレンズイベントを判別できる。もしレンズ星が惑星を持ち、その惑星が背景星の像の位置にいれば、惑星の重力によって、観測される光度曲線にはさらにアノマリーが生じる。

従来の研究手順は、マイクロレンズイベント終了後、Grid Research で MCMC 法を用いて光度曲線をフィッティングすることによって、アノマリーがあるかどうかを判断する。本研究では、畳み込みニューラルネットワークという深層学習の手法を用いて、MOA 望遠鏡により観測される時間とフラックスを含む生データから、アノマリーを持つかどうかを判断するモデルを構築する。

炭素質隕石への紫外線照射による 宇宙風化模擬実験

江頭勇介 佐々木研究室

Key Words: 宇宙風化作用、C 型小惑星、紫外線

宇宙風化作用とは、大気を持たない岩石天体が宇宙空間に長期間さらされることでその表面の光学特性が変化する現象である。これはリモートセンシングの妨げとなるため、研究が進められている。C 型小惑星は有機物や水を多く含むと考えられており、太陽系形成のプロセスを知る重要な手がかりとされているが、C 型小惑星における宇宙風化作用について、いまだ明確な結論は得られていない。また宇宙風化模擬実験は太陽風を模擬するイオン照射と微小隕石の衝突を模擬するレーザー照射が主に用いられており、紫外線照射を用いた実験はほとんど行われていない。そこで、C 型小惑星が由来と考えられている炭素質隕石に紫外線を照射することで C 型小惑星での宇宙風化作用を模擬した。その結果、スペクトルの変化が確認され、紫外線も宇宙風化の原因となり得ることがわかった。以上の結果について報告する。

X 線連星系における Magnetically Arrested Disk の形成

草壁 克典 長峯研究室

Key Words: Magnetically arrested disk、X 線連星系、磁束輸送

ブラックホールなどのコンパクト天体の降着系からはほぼ光速で吹き出すプラズマ流、ジェットが存在が知られている。理論的にはジェット形成にはブラックホール周辺に強い磁場の存在が要請される。この強磁場環境を作る有力候補が降着により集積した磁場による磁気圧が力学を支配している Magnetically Arrested Disk (MAD) である。MAD 形成には十分な外部初期磁束が必要となる。

そこで、本研究では特に銀河系内に存在するブラックホールにより駆動される X 線連星系ジェットに着目し、ジェットが観測されている X 線連星系において、ブラックホールが持ちうる磁束量をペアの星である伴星からの磁束輸送過程を調べることにより計算した。この結果と、シミュレーションにより確認されている MAD の状態を保つために必要な磁束量を比較することにより、MAD の状態が達成されているか調べ、MAD の形成を仮定した場合の磁場分布を評価した。

大腸菌死の熱力学

松本 和海 桂木研究室

Key Words: 生物物理学、アレニウスの式、大腸菌

生物は、それぞれの環境に応じて生存あるいは死滅し、時に増殖する。大腸菌 (BL21) の増殖の至適温度は 37℃ であり、55℃ 以上の高温に曝されると死滅する。しかし、大腸菌がどのように死滅するのか、また、死滅する際のエネルギーなどについてはまだ十分に理解されていない。

そこで本研究では、大腸菌を加熱する温度と時間をさまざまに変化させ、大腸菌がどのように死滅していくのかについて実験を行った。その結果、大腸菌の生存率は加熱時間とともに指数関数的に低下することがわかり、このことから、大腸菌は各温度である一定の割合で死滅することが示唆された。そこで、アレニウスの式を用いて死滅の活性化エネルギーを算出したところ、約 420 kJ/mol と求まった。死滅の原因は大腸菌の細胞膜が破れたことや DNA の水素結合が切れたことなどさまざま考えられる。先行研究の検討や、光学顕微鏡での観察結果などにより、その原因やメカニズムについて考察する。

MMX ミッションにおける探査機搭載用 エネルギー分析器の校正実験

北村 悠稀 寺田研究室

Key Words : MMX, エネルギー分析器, 校正実験

MMX ミッションにおいて、2024 年度打ち上げ予定の探査衛星にはエネルギー質量分析器が搭載され、火星衛星であるフォボス表面から放出される難揮発性イオンや水関連イオン、火星大気からの散逸イオン、太陽風によって供給されるイオンといった火星及びその衛星と周辺空間のイオン環境を測定し火星及びその衛星の起源や進化過程についての新たな知見を得ることを目標としている。

本研究では、数値モデルによって期待される装置性能を算出し、一方でフライトモデルのエネルギー分析器に対して真空チャンバー内で N_2^+ ビームを入射することで得られた検出データを取得、解析した。両者の結果の比較により、実際にエネルギー分析器が数値モデルと同程度に機能しているか、またミッションによって要求される装置性能を満たしているかを評価する。

マルチアンビルプレスを用いた Li_2O-GeO_2 系の 高温高压相関係の研究

出口 大 佐々木研究室

keywords: 高温高压実験、マルチアンビルプレス、高压融体、ジャーマネート

高温高压下でのマグマの物性を知ることは、マグマオーシャン等の地球の進化・分化過程や現在のマントルダイナミクスに与える部分溶融の影響を考えるうえで大変重要である。ここで、マントルの主要物質であるシリケートの高温高压下での相関係を調べていく必要があるが、シリケートの融点や相転移の圧力領域が非常に高いことから、実験技術的に困難である。そこで、シリケートのアナログ物質であるジャーマネートを使用することで、低い温度、圧力での実験を可能にする。さらに特定のジャーマネート試料について、どの温度、圧力で液相一相にすることが出来るのかを調べる。相関係における共晶点を調査することでより低い温度、圧力での実験へとつなげることが出来る。高温実験をするための実験環境を構築し、使用するジャーマネートについての相関係を調べる。

重力マイクロレンズイベント MOA-2012-BLG-286/OGLE-2012-BLG-0678 の解析

濱崎 直人 住研究室

Key Words: 重力マイクロレンズ、形外惑星

私が参加している Microlensing Observation in Astrophysics (MOA) プロジェクトでは、ニュージーランドの Mt. John 天文台に設置した口径 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形外惑星探査を行っている。重力マイクロレンズ現象とは、ある恒星質量程度の天体(レンズ天体)が、光源星(ソース天体)と地球の間を通過する際に、ソース天体の光がレンズ天体の重力場によって曲げられることで、一時的にソース天体が増光して観測されるという現象である。重力マイクロレンズ法による形外惑星探査では、ソース天体の光を利用しており、レンズ天体の光には依存しないため、暗い恒星まわりの惑星も発見することができる。本研究では、惑星候補イベントである MOA-2012-BLG-286/OGLE-2012-BLG-0678 の光度曲線をフィッティングすることにより、レンズ天体の物理パラメーターを求めた。

Active XY モデルの提案と自己駆動性の効果

井上 駿 波多野研究室

Key Words: アクティブマター、XY モデル、スピン、相転移

鳥や魚の群れのように自らを駆動する要素の集団はアクティブマターと呼ばれ、多様な協同現象を示すことがわかっている。アクティブマターを記述する有名な数理モデルとしては Vicsek モデルが挙げられる。このモデルは動き回る粒子がそれぞれ近くの粒子と動く方向を揃えようとするモデルである。2次元格子点上に配置されたスピン集団で磁性を考えるモデルである 2次元 XY モデルを自由空間上にアクティブな系として拡張したものとして「動き回る 2次元 XY モデル」のようにも説明される。

本研究では格子点上に固定された XY モデルと自由空間を動き回れる Vicsek モデルとの中間のようなモデルとしてスピンの向きに自らを駆動して格子点上を動き回れるようにした Active XY モデルを提案する。自己駆動性の有無やマクロな集団運動の温度依存性について調べた結果を報告し、その中でも面白いと思われる挙動や物理量について考察する。

The influence of degraded PE pellets on the growth rate of *E. coli* in saline solution

Dedu Maria-Cristiana 桂木研究室

Keywords: bacteria, microplastics, *E. coli*

Plastics are widely used in today's world for a plethora of applications, from packaging to the textile and medical industries. Although their ease of production, mechanical properties and low cost make them perfect materials to be used on a daily basis, safe disposing turned into a significant problem, with conservative estimates of 14 million tons of plastics entering the oceans every year from both coastal populations and rivers. Therefore, the relationship between plastics and the marine biome is forever-changing and requires arduous investigation.

As a first step, I focused on polyethylene (PE) pellets, because it is the main seawater plastic pollutant. Also, PE quickly degrades under ultraviolet (UV) light in laboratory conditions. The experiment was performed with three types of samples: pristine PE beads, UV-degraded PE beads and fragments picked up from the sands of Omaehama (Hyogo prefecture).

E. coli was chosen as biota because it is nonpathogenic and can be easily grown and observed in a lab, its doubling time in ideal conditions being approximately 20 minutes. Its presence in seawater is also of importance, as any fecal contamination can encourage the spread and creation of antibiotic-resistant bacteria.

To comprehend what makes plastics attractive for bacteria, *E. coli* cells were mixed with each PE sample for one hour in a saline solution. Then, *E. coli* fractions that bound to the pellets and those who did not (free-floating in the saline solution) were separated using Econospin filters, and the number of *E. coli* cells in each fraction was estimated visually.

So far, small differences were found in the binding ratio and growth rate between samples containing pristine and UV-degraded PE beads. However, the results might change depending on the polymer type or bacteria used. I hope my research may provide a cue to understanding the relationship between plastics and the marine biome.

コンドルール形成温度の高精度推定から探る 原始太陽系円盤内ダスト加熱過程の時空間依存

炭谷拓真 寺田研究室

Key Words: コンドルール 原始太陽系円盤 オリビーン-スピネル地
質温度計

太陽系諸天体の形成・進化過程を明らかにする上で、母体となる原始太陽系円盤の環境を知ることは重要である。始原的な隕石に含まれる珪酸塩球粒コンドルールは、円盤内に発生した何らかの加熱現象によって前駆物質が溶融・急冷・再固化することで形成したと考えられている。したがって、コンドルールの形成過程を明らかにすることで、コンドルール形成領域および当時の太陽系円盤における物理的・化学的環境を復元できる可能性がある。しかし、その加熱メカニズムについてはいくつかのモデルが提唱されているものの誰もが納得できる結論には至っていない。本研究では、オリビーン-スピネル地質温度計を用いて前駆物質加熱メカニズムの温度を推定し、コンドルール形成過程への制約を試みた。また、得られた加熱温度の情報に加え、個々のコンドルールの安定同位体比と形成年代の情報を組み合わせることで、コンドルール形成過程の時空間依存性について議論する。

太陽系内天体における ^{26}Al ガンマ線と宇宙線量の の解明

藤原 立貴 長峯研究室

Key Words: ^{26}Al 、MeV 帯域観測、小惑星、月、宇宙線

月の表層や、地球に飛来する隕石に含有される半減期 70 万年の ^{26}Al は、太陽系内天体にも広く分布し、微惑星形成の熱源とも考えられている。月隕石や隕石といった限られたサンプルでは ^{26}Al の含有量が測定されているが、太陽系内での ^{26}Al の真の存在量は不明のままである。ここで、 ^{26}Al は崩壊時に 1.8 MeV ガンマ線を放射する。月や小惑星帯からの 1.8 MeV ガンマ線を捉えることが可能であれば、そこから太陽系での ^{26}Al 含有量を決定できる。本研究では月隕石・隕石での ^{26}Al 含有割合を、月・小惑星で仮定することでこれら天体からの 1.8 MeV ガンマ線強度を見積もった。この結果、COSI といった次世代 MeV ガンマ線計画であれば、月を計測可能と期待できる。また、太陽系形成は 46 億年も前に起こったが、現在もなお ^{26}Al が存在するのは、天体岩石中の安定核種である ^{27}Al などが宇宙線に照射されることで生成されるからである。そこで本研究では簡単なモデルを用いて、隕石中の ^{26}Al 含有量から約 70 万年前の宇宙線密度も推定した。

硬 X 線偏光検出気球実験 XL-Calibur 用 X 線望遠鏡の性能評価

倉本 春希 松本研究室

Key Words: XL-Calibur, X 線望遠鏡

我々は硬 X 線偏光検出気球実験 XL-Calibur 用 X 線望遠鏡の開発と性能評価を行っている。XL-Calibur 実験では、気球に X 線望遠鏡と検出器、制御系を載せたゴンドラを吊り下げ、20keV 以上の硬 X 線帯域で高感度な偏光観測を行う。高エネルギー天体由来の硬 X 線の偏光を観測することで、パルサーの磁場構造やブラックホール降着円盤の反射体構造などを探ることが目的である。しかし 2022 年 7 月 12 日から 7 月 18 日にかけて行われたフライトでは、かに星雲とはくちょう座 X-1 を観測したものの、天体からの信号は検出できなかった。

我々はこの結果を受け、Goddard Space Flight Center (GSFC) にて、X 線（拡散光）を用いて望遠鏡の光軸を測定したところ、フライト時の望遠鏡中心と検出器中心を結ぶ軸が、望遠鏡の光軸と一致しておらず、光軸からおおよそ 25 分角ずれていることを確認した。さらに宇宙科学研究所で可視光（平行光）を用いて GSFC と同様の測定を行ったところ、フライト時の望遠鏡中心と検出器中心を結ぶ軸と、望遠鏡光軸の間には、22 分角程度のずれがあるという結果を得た。天体からの X 線を検出できなかった理由は、このずれが原因だと考えられる。

重力マイクロレンズイベント MOA-2021-BLG-333 / KMT-2021-BLG-2142 の解析

浜田 隼陽 住研究室

Key Words: 重力マイクロレンズ、系外惑星

私が所属する Microlensing Observations in Astrophysics (MOA) グループは、ニュージーランドの Mt. John 天文台（南極天文台を除く全ての南半球天文台の中で最南端にある）に口径 1.8m の主焦点式 MOA-II 望遠鏡を設置し、系外惑星探査を主な目的とした銀河中心バルジ方向の重力マイクロレンズ現象のサーベイ観測を行っている。重力マイクロレンズ現象とは、ある天体（レンズ天体）が観測している天体（ソース天体）と観測者の間を通過するときに、ソース天体の光がレンズ天体の重力場によって曲げられることによって、一時的に増光してみえる現象である。重力マイクロレンズ現象は、他の惑星探査の方法と比べ、唯一スノーライン以遠の地球質量の惑星を観測が出来る方法である。本研究では、重力マイクロレンズ現象の増光部分に注目して、重力マイクロレンズイベント MOA-2021-BLG-333 / KMT-2021-BLG-2142 の光度曲線をモデルフィッティングして、レンズ天体の物理量（観測者からの距離、質量など）を求めた。

セルオートマトン法による金属腐食の 表面凹凸形成のモデル化

宮原 健輔 波多野研究室

Key Words: セルオートマトン、局部腐食、アノード（酸化）/カソード（還元）反応

水中にある金属表面ではアノード（酸化）/カソード（還元）反応によって腐食が進行する。これらの反応は金属の電位差で誘起されるが、外的要因によって局所的な反応が進行する場合がある。これらの局部腐食は金属表面の形状を大きく変化させ、一定の条件下では孔食や閉塞腐食といった内部的な腐食により金属の破壊にも繋がる危険性がある。

本研究では、金属表面の凹凸形成の確率的特徴をセルオートマトン法を用いて三次元的にモデル化することを考える。セルオートマトン法は、系を有限の格子状セルに区切り、一定の規則下での時間発展を考える離散的な計算法である。反応の起きる箇所を確率的に設定し、各セルの周囲環境からセルの状態変化を観察する。また金属表面を不動態層/絶縁態層で覆うことによって起きる凹凸形成の変化にも着目し、様々な条件下での金属腐食について定量的な予測を行う。

月探査機「SLIM」に搭載されるマルチバンドカメラの Fe# の推定精度検証

御子柴 陸 佐々木研究室

Key Words: SLIM, マルチバンドカメラ, カンラン石, Fe#

JAXA にて 2016 年から Smart Lander for Investigation for Moon (SLIM 計画) が進められており、2023 年度に月探査機「SLIM」が打ち上げられる。SLIM は、目標地点から 100m 以内のピンポイント着陸を目指す、高精度着陸技術実証機である。理学目的としては、マントル由来のカンラン石が露出しているだろう SHIOLI クレーター近傍(南緯 13.3 度、東経 25.2 度)に着陸し、搭載されたマルチバンドカメラで岩石をその場観測して Fe# を推定する。

そこで本研究では、実験室にて SLIM に搭載されるマルチバンドカメラと同じ設定を施した近赤外線分光カメラを用いて Fe# が既知の岩石を観測し、観測に基づいて Fe# を推定し、その精度を検証する。また、観測に用いる岩石は東京大学博物館からお借りした。

ドライアイスが混合した砂山の昇華による 形状変化

松本 波音季 桂木研究室

Key Words: ドライアイス, 砂山, 安息角, 傾斜緩和

太陽系には彗星等の揮発性成分を多く持つ天体が多く存在する。そのような天体における地形の進化過程を議論するためには、衝突や震動等による地形の緩和過程のみでなく、揮発性成分の昇華による地形進化を理解する必要がある。本研究では、砂礫と揮発性成分の集合体を模擬するために、砂とドライアイスを混合した系を用いて、ドライアイスの昇華により駆動される地形の緩和過程について実験的に調べた。

本研究では、細かく破碎したドライアイスと豊浦砂を一様に混合した砂礫集合を用いて初期砂山を作成し、ドライアイスの昇華による砂山の形状変化を長時間観察した。ドライアイスと砂の混合比については、5 パターン{(砂,ドライアイス)=(150g,50g),(150g,100g),(150g,150g),(100g,150g),(50g,150g)}を設定し、それぞれの実験条件で3回ずつ実験した。混合比を変化させることによって、昇華により変化する砂山の形状に質的变化が見られた。また、ドライアイスが完全に昇華した後の砂山の最終形状も混合比に大きく依存することが確認された。

月の位相別に見た月周辺プラズマの化学組成

西平 龍成 寺田研究室

Key Words: 月、月面近傍プラズマ、質量スペクトル、地球磁気圏

月周回衛星「かぐや」搭載のプラズマ質量分析装置により、地球起源の酸素や宇宙空間に恒常的に流出する月の炭素が観測されている。これらの発見は、月表土の複雑な組成の理解や月誕生進化モデルの考え方に大きな影響を与えた。「かぐや」のプラズマデータは月環境の新しい知見を得るのに重要なデータとなっている。

月周辺プラズマには、太陽風、地球風、隕石衝突、そして太陽光による月表面の光電離など様々な起源のプラズマが混在していると考えられている。本研究では、太陽風が遮断される地球磁気圏の内と外、また太陽光照射の有無、つまり月の昼と夜ごとに「かぐや」が取得した質量スペクトルを調べ、月周辺プラズマの化学組成の変化とその起源について考察した。

本発表では、「かぐや」のプラズマデータの解析手法について説明し、月の位相別に見た月周辺プラズマデータから得られた結果について報告する。

下部マントル条件下における SiO₂-Al₁₀₀H の固溶体形成 及び含水ステショバイトの安定性について

高橋 虎太郎 近藤研究室

Key Word: 固溶体形成、ダイヤモンドアンビルセル

近年、地球内部の高温高压状態において含水化する鉱物が相次いで発見されたことから、マントル対流により駆動される地球内部の大規模な水循環と、その地球ダイナミクスへの影響が盛んに議論されている。

本研究では、海洋地殻の主要鉱物である SiO₂ の高压相であるステショバイトと、含水相 Al₁₀₀H の固溶体の形成に着目し、シリカゲル(SiO₂)、ベーマイト(Al₁₀₀H)の混合物に圧力校正物質としての金(Au)を混ぜた試料を焼結ダイヤモンドのアンビルをもちいて、マルチアンビルプレス装置で加熱圧縮する実験を行った。その実験で得られた試料の解析データから固溶度を調べ、含水量を求めることで、高温高压条件下における含水ステショバイトの安定性を評価した。