



大阪大学 理学部 物理学科
宇宙地球合同卒業研究発表会

2021 年 2月6日(土) 10:00~15:50

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：寺田教授	
山 響	(住研)	4
橋本 佳依	(近藤研)	4
保田 彪賀	(桂木研)	5
筏 明子	(佐々木研)	5

2. 10:40~11:20	座長：近藤教授	
陣内 創	(寺田研)	6
大出 優一	(松本研)	6
各務 衣月	(波多野研)	7
仲田 慶晴	(桂木研)	7

～休憩～

3. 11:30~12:00	座長：波多野教授	
加藤 礼也	(佐々木研)	8
戸丸 一樹	(長峯研)	8
戸田 大凱	(住研)	9

4. 12:00~12:30	座長：佐々木教授	
秦 駿斗	(桂木研)	9
柴田 健吾	(長峰研)	10
永野 優大	(波多野研)	10

午後の部

5. 13:30~14:10	座長：桂木教授	
鴨川 航	(松本研)	11
丹羽 宏輔	(近藤研)	11
瀧上 駿	(寺田研)	12
松本 翔	(住研)	12

6. 14:10~14:40	座長：長峯教授	
盛光 眞一	(佐々木研)	13
袴田 知宏	(松本研)	13
種子 文也	(波多野研)	14

～休憩～

7. 14:50~15:20	座長：住教授	
矢野 弘道	(桂木研)	14
柳澤 馨	(長峯研)	15
大野 正和	(近藤研)	15

8. 15:20~15:50	座長：松本教授	
嶋本 朱那	(桂木研)	16
高橋 華乃子	(佐々木研)	16
岡村 有紗	(住研)	17

PRIME望遠鏡 H-bandテストカメラの設計

山響 住研究室

Key Words: PRIME、重力マイクロレンズ現象、近赤外線装置開発

近年、多くの太陽系外惑星が発見されており、それらの発見方法の一つとして重力マイクロレンズ法が用いられている。

我々の研究室では、近赤外領域で重力マイクロレンズ現象を検出するためPRIME望遠鏡を南アフリカ共和国に建設中である。PRIME望遠鏡には近赤外線4波長帯（Z、Y、J、H-band）を観測できるカメラ（本番カメラ）が取り付けられる予定である。

本研究では、H-band（近赤外線、1500～1700nm）の光を用いてPRIME望遠鏡の光学調整、また、本番カメラの製作が遅延、故障した場合に重力マイクロレンズ現象の科学的な解析に使用可能な撮像データを取得できるH-bandテストカメラの設計を行った。テストカメラ筐体を設計し、テストカメラの性能シミュレーションを行った。

本発表では、現在のテストカメラ筐体設計案、性能シミュレーションの結果に加え、テストカメラの転用案についても報告する。

高圧下液体水の屈折率測定器の試作

橋本佳依 近藤研究室

Key Words : 氷天体、ダイヤモンドアンビルセル、屈折率

近年の惑星探査による観測結果から、太陽系内の多くの氷天体に内部海の存在が示唆されている。内部海にはいくつかの塩類が含まれていると考えられていて、その環境条件によっては液体中に高圧氷や水和物が生成される。氷天体の進化過程を考える上では、これらの固体と共存する内部海の密度が、組成・温度・圧力でどのような変化をするのか知らなければならぬ。高圧力下での液体密度の測定方法は幾つか提案されており、その中でも透明な窓を持つダイヤモンドアンビルセル型の高圧装置では光学測定が有効である。光学的手法で密度を求めるには、多くの場合に液体の屈折率の測定が必要となる。そこで本研究では、実験室で簡便に高圧下液体の屈折率を測定する臨界角法の手法開発を行っている。発表では測定方法の原理や、装置の設計・開発を報告する。

団粒構造による土壌の保水性評価

保田彪賀 桂木研究室

Key Words: 団粒構造、蒸発、マクロ・ミクロポア

団粒構造とは、土壌微細粒子が土中の有機物を介して凝集・結合することでより大きな複合粒子を形成した構造のことである。団粒内には保水機能を担うミクロポア、団粒間には排水機能を担うマクロポアが存在するため、農作の現場では理想的な構造とされる。しかし、蒸発速度の団粒ポアサイズ依存性については詳しい研究が為されていない。

そこで本研究では、ガラスビーズを用いて団粒構造を模擬した試料を作成し、等量の水を加えたのち定温乾燥機内でその蒸発過程を測定した。実験には7種の粒径(18~2000 μm)のビーズを使用し、ふるい分けにより3つの団粒サイズに区分して蒸発速度の違いを比較した。また、単粒構造の試料及び天然試料の川砂・黒ボク土について同様の測定を行い、その結果を団粒の場合と比較考察した。発表では、蒸発過程の単粒・団粒・天然試料間の違いとそれらの粒径依存性、ポアサイズ依存性について議論する。

中型・小型氷天体の熱構造と内部構造の進化： 地下海の発生条件と存続期間

筏明子 佐々木研究室

Key Words: 熱進化、地下海、モデル計算

太陽系において木星よりも外側に位置する固体天体の多くは表面が固体 H_2O 主体の氷で覆われており、氷天体と呼ばれる。従来の探査によって、半径約1600km級のエウロパや約2400km級のカリストといった大型の氷天体内部では氷層の底面が融け、全球的な地下海が現在も存在することが強く示唆されている。また内部構造のモデル計算による進化の考察も行われつつある。一般に、表面半径や平均密度が大きい天体は、冷えにくく岩石核の熱源量が大きくなるため、地下海は形成しやすいと予想される。太陽系には、半径1000 km以下の中・小型の氷天体が数十個存在するが、そのようなサイズの氷天体の内部進化に関する考察はほとんど行われていない。そこで本研究では半径100~1000kmの様々な平均密度を持った氷天体に対し、その内部を長寿命放射性核種の崩壊で発熱する岩石核とそれを覆う氷殻の2層構造と仮定した、長期熱進化シミュレーションを行った。それによって、地下海が存在する期間の違いや、海が発生し得る下限となる半径や密度を見出す。

ネオジム磁石による反磁性粒子の 磁気収束及び磁気分離

陣内創 寺田研究室

Key Words: ネオジム磁石、磁場勾配、磁気分離、磁気収束、反磁性

ネオジム磁石による常磁性体、反磁性体の粒子の分離が、これまで研究されてきた。そして磁気勾配による粒子の運動速度は、質量に依らず、磁場、磁場勾配の大きさおよび磁化率 χ (emu/g) に依存することが、実験で確認された。本実験では、同一の物質でできた粒子を、磁場勾配中の異なる位置から開放した場合、それらの粒子が、低磁場領域の特定の位置で収束することを、この目的のために新たに作成した装置を用いて検証する。また、改良した実験装置により、磁気分離の分解能が向上した結果も報告する。

実験ではグラファイト ($\chi = -52 \times 10^{-7}$ emu/g)、ビスマス ($\chi = -12 \times 10^{-7}$ emu/g)、ダイヤモンド ($\chi = -5.9 \times 10^{-7}$ emu/g) 及び金 ($\chi = -1.4 \times 10^{-7}$ emu/g) の磁気並進と磁気分離に重点を置き、磁場勾配中における粒子の軌跡の観察を目指す。発表では磁気並進の原理、実験方法、実験装置の磁場分布の計測、実験結果およびその考察について報告する。

TeVガンマ線天体HESS J1825-137からの 中性鉄特性X線の調査

大出優一 松本研究室

Key Words: 中性鉄輝線

本研究の対象であるHESS J1825-137は、パルサーPSR J1826-1334に付随するパルサー星雲 (Pulsar Wind Nebula; PWN) を起源とするTeVガンマ線天体である。一方、宇宙には高エネルギー荷電粒子である「宇宙線」が存在し、その中でも 10^{15} eV未満のものは銀河系内で加速されているとされ、「銀河宇宙線」と呼ばれている。TeVガンマ線天体は、銀河宇宙線の起源の候補として考えられている。しかし、PWNがどの程度宇宙線を生み出しているか、詳細はよくわかっていない。

一方、いくつかの超新星残骸 (supernova remnant; SNR) から、中性に近い鉄からの特性X線を発見されている。鉄を電離する起源としては、主に ~ 10 MeV陽子による電離、 ~ 20 keV電子による電離、外部のX線源による光電離、の3つが考えられる。輝線と連続X線の強度比である「等価幅」を用いて電離起源に制限を与えることができることを実証した。

本研究では、HESS J1825-137からの非熱的中性鉄輝線を調査し、SNRで確立した方法を用いて、その電離起源に制限を与えることを目指す。

超音波の圧力振動による泡の成長

各務衣月 波多野研究室

Key Words : 泡、超音波、ビール、核生成

繊細な実験機器を洗う超音波洗浄機、きめ細やかな泡を作るビールのサージャーなど、超音波による泡の生成、成長、崩壊(キャビテーション)を利用した製品は身近にもある。しかしそれがどういった原理で誘起されているのかまだ解明されていない部分も多い。

今回は超音波による炭酸水の泡の成長に着目し、超音波洗浄機を使った簡単な実験を想定してパラメーターを決める。本研究の支配方程式である、泡の収縮・膨張運動を表すレイリー・リセット方程式は極座標表示のナビエ・ストークス方程式に泡の境界条件を代入して導出される。これを用いて数値シミュレーションを行い、超音波による泡の成長の周波数依存性、初期半径依存性、初期の不凝縮ガス(空気)量依存性を調べ、周波数と泡の成長の時間スケールを考慮しながら定性的に考察する。

マッシュ状物質の音波特性

仲田慶晴 桂木研究室

Key Words: 粉粒体、超音波測定

マグマだまりとは地殻内のマグマが蓄積されていると考えられる場所である。古典的なマグマだまりのイメージは液体のマグマが地殻の壁によって区切られているものであったが、近年ではその大部分が結晶含有率が50%以上のほとんど流動できないマッシュ状のマグマであると考えられている。実験的な手法によってその物性を明らかにし、地震波などを用いた観測結果と比較することはマッシュ状マグマの存在を確かめる際に重要である。

本研究では高温高压のため再現の困難なマッシュ状マグマの模擬物質としてガラスビーズとシリコンオイルを使用し、シリコンオイルの粘性、圧力を変化させ弾性波速度と透過度の測定をした。その実験結果と実際のマッシュ状マグマへの適応を考察する。

月極域氷探査のための月模擬土壌を用いた 近赤外スペクトル観測

加藤礼也 佐々木研究室

Key Words: 月、水氷、月模擬土壌

月極域に存在する永久影において水氷の存在を示唆する報告がいくつもあがっているが、その量や分布は明らかになっていない。月極域での水の有無、量や分布に関するデータを取得することを目的とした月極域探査ミッションがJAXAとインド宇宙研究機関 (ISRO) との共同で計画されており、この探査での観測方法の一つに近赤外画像分光装置を用いたその場観測が選ばれている。本研究では、極域探査に適用可能な近赤外吸収と氷の質量の関係を導出するために、微量の氷が付着した月模擬土壌の近赤外反射スペクトルの観測を行った。具体的には、湿潤空気で満たした筒の中を落下する間に空気中の水蒸気が凝縮し鉱物表面に着氷するような機構を持つ落下式の着氷装置を用いて、粒径を125-180 μm にそろえた月模擬土壌に着氷させた。斜長石やかんらん石を用いた既存の実験結果に見られた近赤外吸収と氷の質量の比例関係は得られなかった。透明鉱物とは違う解析手法が必要だということがわかった。

孤立銀河シミュレーションにおける、フェルミバブルの金属量

戸丸一樹 長峯研究室

Key Words: 銀河、金属量、フェルミバブル

フェルミバブルは、天の川銀河中心から南北55° に広がる巨大な泡状の構造である。その形成シナリオは、銀河中心の超新星爆発か活動銀河核 (AGN) によるエネルギー注入だと考えられている。超新星爆発では金属が放出されるので、AGNシナリオに比べて、超新星爆発シナリオのほうがバブルの金属量が大きいと推定されている (Inoue et al. 2015)。そのため、バブルの金属量を調べることは、銀河中心の活動を理解することにつながる。

本研究では、宇宙論的流体シミュレーションコードGADGET3-Osakaを用いた孤立銀河シミュレーション結果を解析した。AGNの活動を考慮した場合としない場合を比較した結果、バブルの金属量に違いはみられたが、この差にはAGNの効果だけでなく、シミュレーションのモデルによる影響も入っていると考えられる。

重力マイクロレンズイベントにおける 伴星の検出効率の導出

戸田 大凱 住研究室

Key Words: 重力マイクロレンズ効果、連星系、検出効率

我々MOA(Microlensing Observations in Astrophysics)グループでは、ニュージーランドのMt. John天文台にあるMOA-II望遠鏡を用いて、重力マイクロレンズ法による太陽系外惑星探査を目的として観測を行っている。伴星を持つ重力マイクロレンズ現象における検出効率とは、主星と伴星の質量比 q と、主星と伴星の距離 s が与えられたときに、光度曲線上の伴星シグナルが検出できるかどうかを示す指標である。

先行研究では、惑星を伴う重力マイクロレンズイベントから惑星の検出効率を求めているが、主星に比べて惑星は質量がはるかに小さいため、伴星による効果を見逃して検出効率を導出している。しかし、この方法では恒星質量の伴星の検出効率を正しく求めることができない。

そこで本研究では、恒星を伴星に持つ重力マイクロレンズイベントMOA-2019-BLG-277を用いて、伴星の効果を取り入れた検出効率を導出してみた。

Washboard Road の性質

秦駿斗 桂木研究室

Key Words: 粉体、不安定性、履歴依存性

舗装されていない砂利道の上を車が一定の速度以上で何度も通過すると、道路の表面に周期的な波紋が形成される。この波紋が生じた道路のことをwashboard roadと呼んでいる。この現象は車輪に限らず、粉体上で物体を引きずったときに発生する普遍的な現象であり、先行研究から、物体を引きずる速度が大きくなると、発生する波の振幅と波長も大きくなることがわかっている。しかし、この波紋によって車の乗り心地が悪くなるために人々の悩みの種になっている。

そこで、本研究では一度生成した波を消滅・緩和させることに着目する。今回の実験では、実験系を簡素化するために、車輪ではなく木の板を用いて、円形の砂の走路の上を引きずらせて波を発生させた。ある速度で砂の表面に波を発生させ、その後、速度を落としたときの波の振幅や波長の変化、また、速度に対する履歴依存性について、実験結果に基づいて行った解析の結果を発表する。

恒星黒点の形成過程に対する星表面磁場の影響

柴田健吾 長峯研究室

Key Words: 恒星、黒点、磁場、ダイナモ理論

恒星黒点の形成過程を探ることはダイナモ機構を理解するための重要なステップである。黒点は太陽以外の恒星でも存在することが確認されているが、太陽と同じように黒点を形成するののかについては十分理解されていない。実際、太陽よりも遥かに磁気活動性の高い太陽型星では黒点の現れ方に違いが見られることが観測で報告されている。違いを生じる要因は星内部における熱対流や磁場増幅場所の違い、星表面の磁場による黒点成長の抑制などが考えられており、この違いを明らかにすることは恒星一般の磁気活動性の理解を進めることになる。本研究では、この中で星表面磁場が黒点に与える影響に着目し、Athena++コードを用いた磁気流体シミュレーションを実施し、星表面磁場が黒点成長に与える影響を評価することを試みた。この結果、100G未満の星表面磁場では浮上率に大きな影響を及ぼさないことを確認した。本発表では、これに加えより強い星表面磁場がある場合についても考察する予定である。

動的OFCモデルによるスロー地震の特性について

永野優大 波多野研究室

Key Words: 動的OFCモデル、スロー地震

一般的に、我々がこれまでに経験してきた地震は断層が速い速度ですべて発生すると知られている。しかし、自然界には我々が体感できないほど、普通の地震よりもはるかに遅い速度ですべる「スロー地震」と呼ばれる地震が存在している。このスロー地震は近年発見された地震であり、普通の地震と同様に謎が多い現象である。また、このスロー地震にも種類があり、先行研究ではこの種類のなかでも「微動」について、普通の地震の統計的性質をある程度再現する「OFCモデル」を拡張した「動的OFCモデル」を用いて、エネルギー解放の時系列を解析している。そこで本研究では、先行研究にならい、「微動」について先行研究では分析されておらず、先行研究で報告されている結果とは異なる結果が出た蓄積率の領域でのエネルギー解放の時系列の分析を行った。

X線干渉計のための高精度星姿勢計の開発

鴨川航 松本研究室

Key Words: MIXIM、衛星姿勢検出、星姿勢計、CMOS検出器

我々は従来の斜入射X線反射望遠鏡とは全く異なる原理で、高い角度分解能のX線撮像をするX線干渉計、Multi Image X-ray Interferometer Module (MIXIM)の開発を行っている。地上実験で0.1秒角をきる分解能を達成しているが、これを軌道上で実現するためには、X線イベントの検出ごとに衛星姿勢のずれを、高い精度で測定する必要がある。MIXIMのX線検出には、可視光用にデザインされた微細ピクセル($2.5\mu\text{m}$)CMOS素子GMAX0505を使用していることに着目し、これを使い高精度星姿勢検出系を開発することを考えた。本研究では、その第一歩として市販のデジタル一眼レフカメラ+320mm望遠レンズで撮影した星写真を用いて、重心法による星位置決定、複数の星による姿勢決定を行い0.45秒角の精度が出ることを実証した。さらに、レンズ歪みの補正による精度向上を試みる。あわせて、GMAX0505で実際に星を撮影し星像中心決定精度を測定する。

衝突による未分化天体内部の鉄合金分布の変化

丹羽宏輔 近藤研究室

Key Words: レーザー衝撃回収実験、衝撃変成、核形成

核形成のプロセスとして、ダイアピルによる沈降や重力不安定によるダイナミックなオーバーターンなどが考えられているけれども、近年、天体の衝突によるエネルギーで天体表層が局部的に熔融し、その領域内で鉄合金とケイ酸塩の分離が起こり、密度の重い鉄合金が沈降していくことで核形成されるというモデルが報告された。また、未分化天体内での鉄合金の分布の違いでその分離様相が異なることが示唆されていた。そのため、未分化天体内部で鉄合金がどのように分布しているのかを調べることは、核形成過程を考える上で重要である。

本研究では、未分化天体内部の鉄合金の分布に対して天体衝突がもたらす影響を調べるために、未分化天体模擬試料として、かんらん石に10vol.%程度の硫化鉄(FeS)を混ぜた粉末試料(空隙率30%程度)を用いて、衝突速度約10km/sまでの天体衝突を模擬したレーザー衝撃回収実験で得られた回収試料をSEM観察し、先行研究では解析されなかった小さな粒子(断面積が $0.2\mu\text{m}^2\sim 2\mu\text{m}^2$)に対しても再解析を行って、試料中の鉄合金分布や形状変化を評価した。発表では解析の詳細を報告する。

月面探査機搭載を想定した 水同位体分析装置の性能評価

瀧上駿 寺田研究室

Key Words: 月、水同位体、CRDS

近年のリモートセンシング観測により、月極域における水の存在が示唆されているが、その存在量や起源を探るには水同位体のその場観測が必要不可欠である。そこで我々は、同位体測定の中でも光学分析法の一つであるCRDS (Cavity Ring-Down Spectroscopy) 法を用いた探査機搭載用観測機器の開発を行っている。

CRDS法とは、分子による赤外領域の吸収スペクトルを測定する方法である。2枚の高反射率ミラーで挟み込んだ試料気体入り共振器内にレーザー光を閉じ込め、漏れ出る透過光強度の減衰時間から試料を同定する。ミラー間で反射を繰り返し、数kmに及ぶ実効光路長が得られることで高感度計測が可能になる点が本方法の特長である。

本実験では1.4 μm 波長帯を用いる。現在は、キャビティ内水蒸気圧力100~200Paにおける、アクアスタンダード試料を用いたH₂O, HH¹⁸Oなどの水同位体の吸収スペクトル測定を行い検量線を作成している。本発表では装置の説明および測定によって得られたスペクトル結果と今後の課題について述べる。

重力マイクロレンズイベント MOA-2019-BLG-067の解析

松本翔 住研究室

Key Words: 重力マイクロレンズ、系外惑星

私の所属するMOA (Microlensing Observations in Astrophysics) グループは、ニュージーランドの Mt. John 天文台にある口径1.8mの MOA-II 望遠鏡を用いて重力マイクロレンズ現象を用いた太陽系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で増光して見える現象である。レンズ天体に伴星がある場合、伴星によっても増光され特徴的な光度曲線を示すため、これを解析することによって連星系や惑星系の物理量を求めることができる。この方法においてレンズ天体は質量さえあれば良いので、暗い褐色矮星や惑星を検出することもできる。本研究では、重力マイクロレンズイベント MOA-2019-BLG-067 の光度曲線をモデルフィッティングして、レンズ天体のパラメーターを求めた。

小惑星表面における含水鉱物の熱変成

盛満眞一 佐々木研究室

Key Words: 加熱、レーザー、隕石

近年の観測から、主に3 μ m付近での吸収帯を測定することによって、リュウグウを含む、太陽系において最も豊富で始原的なC型小惑星の表面には、含水鉱物が存在していることが明らかになった。中でもリュウグウの表面は、過去に太陽に近づき高温で加熱されたということが予想されている。したがって、熱変化を伴う含水鉱物を研究することは非常に重要である。本研究では、小惑星リュウグウの表面に存在する含水鉱物が加熱によってどのように変成するかを探る。そのため、含水鉱物である蛇紋石に対して900 $^{\circ}$ C程度での加熱やパルスレーザーによる微小隕石の衝突による宇宙風化作用の模擬実験を行った。その結果、レーザーを照射した蛇紋石のスペクトルがよりリュウグウのスペクトルに類似していることがわかった。その後、リュウグウと似た組成と考えられているCM2炭素質隕石のMurchison隕石やAguaZarcas隕石にも同様にレーザーを照射し、スペクトルの比較を行った。以上の結果について報告する。

活動銀河核Centaurus Aのダスト反響マッピングによる中心構造の研究

袴田 知宏 松本研究室

Key Words : 巨大ブラックホール、ジェット、X線赤外線同時観測

銀河の中には中心に太陽の 10^6 倍の質量の巨大ブラックホール(BH)が存在し、BHに物質が降着して重力エネルギーが解放される事で母銀河全体を超える光度の電磁波を放射する「活動銀河核(AGN)」となる。AGNの中にはプラズマを光速に近い速度で放出する「ジェット」という構造が存在することがあるが、その生成メカニズムや、ジェットの有無によって中心核構造に違いがあるかどうかは未解明である。我々はジェットを持たないAGNとの違いを解明するため、強いジェットを持つ代表的なAGN、Centaurus A(Cen A)という電波銀河を対象に、中心構造として重要なダストトラスを調べることにした。具体的には、BH近傍から放射されるX線とトラスから放射される赤外線強度変動の相関や時間遅延から中心構造を決定する「ダスト反響マッピング」という手法を使用する。本研究では全天X線監視装置MAXIと広域赤外線探査衛星WISEによるCen AからのX線及び近赤外線モニタのデータを解析し、ライトカーブを作成した。本講演ではこの解析について報告し、強度変動について議論する。

寒冷地域における環状礫地形の形成モデル

種子文也 波多野研究室

Key Words : 凍上、活動層、凍結前線、熱拡散

土の凍結により土壌は鉛直上向きに持ち上がり、土の融解が起こると逆に下向きに移動する。これを数百年にわたって繰り返すと粒子の種類、大きさや凍結の仕方の違いにより土壌が激しくかき混ぜられる凍結攪乱現象が発生し、最終的には礫が分離され円形のパターンが形成されることが観測されている。本研究では、寒冷地域における環状礫地形の形成過程を示した論文「Kessler et al. JGR, 106, B7, 13287 (2001)」を基にして二次元のシミュレーションを行い、初期条件における礫と土の総量、比率のパラメーターを変更しての解析を行った。それにより得られた地形について活動層の高さの分散の時間発展を取ることで、初期条件と地形の凹凸具合の相関を観察、考察した。

回転式せん断摩擦試験機を用いた 砂岩の摩擦挙動の解明

矢野弘道 桂木研究室

Key Words: 摩擦、砂岩、ナノ粒子、断層鏡面

近年のプレート境界断層掘削調査によって、南海トラフは砂質であることが明らかになった。地震時の断層滑り挙動を理解するためには、室内実験が有効であるが、未だ砂岩での研究例がほとんど実施されていない。そこで本研究では、南海トラフにおける断層のすべり挙動を解明するために、回転式剪断摩擦試験機を用いた砂岩の摩擦実験を実施した。

実験では砂質な断層を模擬するため、砂岩ブロックを用い、垂直応力1MPaとすべり距離20mの一定の条件下で、1 m/sから0.001 m/s までの広い速度域にて、摩擦特性の速度依存性を調べた。さらに、光学および電子顕微鏡を用いて、実験前後の試料の微小構造観察を実施した。

結果、高速滑りでは摩擦係数の増減を繰り返す不安定な挙動を示し、実験終了時にはブロックが大きく破壊、摩耗した。低速滑りでは表面にナノ粒子と断層鏡面を形成し、安定なすべり弱化を起こした。このような、滑り速度による摩擦挙動および断層面の状態の違いは、砂質な断層での破壊伝播挙動に強い影響を与えると予想される。

AGNトーラスを用いたPrimordial Black Hole存在量の制限

柳澤 馨 長峯研究室

Key Words: PBH, AGN torus, Dark Matter

Primordial Black Hole (PBH)とは輻射優勢の初期宇宙において、非常に高密度な領域が重力崩壊を起こすことにより形成されたとされるブラックホールである。また、PBHはDark Matter (DM)の候補の一つと考えられている。恒星の重力崩壊により形成されるブラックホールや超大質量ブラックホールとは異なり、PBHは様々な質量をとる。2015年、LIGOにおいて検出された重力波は、約30太陽質量の二つのブラックホールから成る連星ブラックホールにより発せられたものだと考えられている。そのため、この質量帯におけるDMに対するPBHの存在量が活発に研究されている。本研究では、活動銀河核に存在するとされるダストトーラスを用いてPBHの存在量の制限を行った。

レーザー衝撃圧縮を受けたSiO₂の変成分布

大野正和 近藤研究室

Key Words: SiO₂、高圧相、レーザー衝撃回収実験、μ-XRD測定

衝突現象を経験した隕石中には様々な高圧鉱物が発見されており、その存在から隕石が経験した衝突温度や圧力を推定することができる。しかし衝撃圧縮を受けた高圧鉱物は静的圧縮と比べて複雑で、準安定相などの出現も多いため、生成条件を実験的に制約していくことが重要である。試料として粉末のSiO₂を用いた大型レーザーによる衝撃回収実験の先行研究では、約100 GPa以上の衝撃圧縮を受けた試料を、位置情報を残して殆ど回収することに成功しており、また予備的な解析からSiO₂の高圧相であるスティショバイトやガラス化した領域が含まれていることが報告されている。そこで本研究では、これらの高圧相がどのような条件で生成し常圧に回収されるのかを明らかにするため、微小部X線回折測定による回収試料中の変成と高圧相の分布を詳細に調べている。発表では、明らかになってきた変成状況と高圧相の分布や、隕石の衝撃変性指標として重要になる試料が経験した推定衝撃圧力条件を比較した結果について報告する。

炭質物の熱熟成と地球科学的分析を用いた 紀伊半島の断層すべり挙動の評価

嶋本朱那 桂木研究室

Key Words: 炭質物、分光分析、微量元素

プレート沈み込み帯で発生する地震は津波を引き起こし社会に大きな被害を与えるため、断層すべり挙動を理解することは重要である。そこで、かつての南海トラフ地震発生帯の痕跡が残る四万十付加体での断層研究が有効であり、本研究では紀伊半島四万十帯日高川層群に着目する。本層群は著しく変形した砂岩・泥岩・チャート・玄武岩からなるメランジュユニットを含む、三尾海岸にて良好に露出している。このユニットには、多くの断層が発達し、その中でも連続性の高い断層が確認される。この断層は主滑り帯、カタクレサイト、母岩から構成され、激しい変形構造を呈す。それぞれに炭質物についてラマン分光分析を行った結果、母岩は200°C、主滑り帯・カタクレサイトは400~900°Cという高温を履歴していることが分かった。また、主元素分析、微量元素分析の結果、主滑り帯は母岩と比較して、LiやRbなどの高温流体との共存環境で動きやすい元素の濃度異常が認められた。一方で、主滑り帯にて、流体に含まれにくいZr、Nb、Tiなどの不適合元素は母岩のトレンドから大きく外れ、断層にてかつて熔融に達する温度を履歴したことが推測される。

月の永久影を想定した真空低温着氷装置の 開発と模擬レゴリスへの着氷実験

高橋華乃子 佐々木研究室

Key Words: 真空、水氷、コールドトラップ

近年の月観測から、月には水氷が存在する可能性が高まりつつある。月の極地域には永久影と呼ばれる、太陽光がほとんど届かないためにマイナス一八〇°C以下を保つ環境が存在し、水のような揮発性物質を捕獲するコールドトラップとして機能しうると考えられている。

本研究では、月面を漂う水分子が、永久影のレゴリスに付着する過程を経て、月の表層から地下へ移動していく氷の移動過程を模擬する実験装置を開発した。最初の実験として、一定の水蒸気圧下でコールドトラップに水分子を凝結させる実験を行った。得られた実験結果から、レゴリス模擬物質への水蒸気の凝結速度を求めた。

深層学習を用いた 重力マイクロレンズ現象の分類

岡村有紗 住研究室

Key Words: 重力マイクロレンズ法、深層学習

重力マイクロレンズ現象とは、光源星（ソース天体）と観測者の間を星質量程度以下の天体（レンズ天体）が通過することにより、レンズ天体の重力場によってソース天体からの光が曲げられ、ソース天体の増光として観測される現象である。光度曲線に対してモデルフィッティングを行うことでレンズ天体などの物理量が求められるのだが、レンズ天体が付随天体を持つ際のモデルフィッティングではかなりの時間を要する。そこで、惑星イベントとそれ以外を機械学習の一種である深層学習を用いて分類できないかと考えた。

本研究では前段階として、2025年打ち上げ予定のRoman宇宙望遠鏡により重力マイクロレンズ法で観測される時間、フラックス、フラックスエラーのシミュレーションデータを畳み込みニューラルネットワークという手法を用いて認識させ、イベントのレンズ天体が1つ、あるいは2つかを自動分類するシステムを構築した。