



大阪大学 理学部 物理学科  
宇宙地球合同卒業研究発表会

2018年2月3日(土) 10:00~17:00

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：芝井教授	
藤城翔	(長峯研) . . . . .	3
福家朱莉	(中嶋研) . . . . .	3
山口若奈	(寺田研) . . . . .	4
高谷慧	(川村研) . . . . .	4
2. 10:40~11:20	座長：中嶋教授	
村山純平	(寺田研) . . . . .	5
神谷朝香	(近藤研) . . . . .	5
坪井隆浩	(芝井研) . . . . .	6
泉智大	(松本研) . . . . .	6
3. 11:20~12:10	座長：松本教授	
生野雄大	(中嶋研) . . . . .	7
末松春乃	(芝井研) . . . . .	7
吉田和樹	(近藤研) . . . . .	8
大西佑輝	(佐々木研) . . . . .	8
猪飼洸太郎	(長峯研) . . . . .	9

## 午後の部

4. 13:30~14:10	座長：寺田教授	
藤沼高	(川村研)	9
松井弥志	(佐々木研)	10
小林樹	(中嶋研)	10
山田伊織	(近藤研)	11
5. 14:10~14:50	座長：佐々木教授	
朝倉一統	(松本研)	11
宮治耕太郎	(川村研)	12
松崎太郎	(寺田研)	12
渡辺壮流	(川村研)	13
～ 休憩 ～		
7. 15:00~15:40	座長：長峯教授	
片岡叡	(芝井研)	13
岡田克也	(中嶋研)	14
中田諒	(松本研)	14
荻島葵	(佐々木研)	15
8. 15:40~16:20	座長：川村教授	
神田志穂	(佐々木研)	15
渡邊宏海	(寺田研)	16
佐伯守人	(芝井研)	16
吉田俊太郎	(長峯研)	17

# ALMA に向けた原始星周囲の磁場構造の偏光観測 シミュレーション

藤城翔 長峯研究室

Key Words : 星形成、磁場、偏光、輻射輸送、ALMA

星形成過程では磁場が角運動量輸送に大きな役割を担うため、原始星周辺の磁力線の構造を知る事は重要である。分子雲中のダストは磁力線に整列されるため、偏光観測により磁力線の方向を調べることができる。近年 ALMA 等による偏光観測で磁力線の構造が研究されている。単純な重力収縮のモデルでは磁力線は砂時計型であると考えられているが、観測では砂時計状の磁場を持つ天体がある一方、明確な構造が見られない天体もある。後者は磁場が弱く乱流によって磁力線が乱されている可能性が指摘されている。一方で現実的な理論モデリングには原始星からのアウトフローや見込み角の影響も考慮する必要がある。そのため観測と理論を対応させるには現実的なモデルに基づいた輻射輸送計算が必要である。本研究では星形成過程のシミュレーションに対しダスト熱放射の偏光を含む輻射輸送計算と疑似観測を行い偏光の性質を調べた。アウトフロー内では視線方向の磁場が相殺することにより偏光度が下がることがわかった。またその効果を様々な見込み角について調べた。本発表ではこの理論モデルとこれまで・将来の観測との比較について議論する。

# 火山砕屑性堆積物の摩擦すべり挙動の実験的検証

福家朱莉 中嶋研究室

Key Words : 地震、断層すべり挙動、火山性砕屑物

房総半島には、伊豆弧からの火山性砕屑物が広く分布しており、その存在は相模トラフや房総沖日本海溝での断層すべり挙動に何らかの影響を及ぼす可能性が高い。しかし、過去に火山性砕屑物を含む岩石の摩擦強度は報告されておらず、その速度依存性も不明であった。本研究では、火山性砕屑物を含む断層における摩擦挙動の解明を目的として、過去の房総沖プレート境界断層の天然試料について  $2.0 \times 10^{-5}$ - $1.0$  m/s の速度領域で摩擦実験を行った。その結果、 $1.0 \times 10^{-2}$  m/s 以上の速度領域で摩擦強度が急激に弱化的になることが明らかになった。この傾向は、従来までの他の主要鉱物を用いた実験結果と比較しても極めて特異である。この急激な弱化的原因を探るため、熱重量/示差走査熱量測定を用いて脱水反応の温度依存性及び脱水量を調べたが、速度による有意な差は認められなかった。そこで、実験後試料の薄片を作成し、微小構造観察を実施した。断層の強度弱化和変形組織の関係について報告する。

# 磁気並進運動を用いた揮発性固体の分離・識別装置 の開発

山口若奈 寺田研究室

Key Words : 宇宙、外惑星、反磁性、磁化率、磁気並進運動、分離、  
ドライアイス

我々の身の回りにある多くの物質は、各々固有の反磁性磁化率を有している。先行研究では、小型のネオジウム永久磁石を用いて、異なる粒子の集合体を並進運動させることでそれらを磁化率ごとに分離・識別できることが、微小重力環境を利用して示されている。この実験は、これまで室温条件のみで行われてきたが、自然界では、地球上の寒冷地や外惑星領域などのように揮発性固体が多数を占める領域が多い。これらの領域で固体物質の存在比を計測する新たな手段として上記の磁気分離の原理が利用できないかと考え、その可能性を探るために装置開発を行った。今回、従来の装置の問題点が明らかとなり、その改良を進めたのでそれを報告する。

## DLA モデルにおける川の分岐角度分布

高谷慧 川村研究室

Key Words : DLA(拡散律速凝集) モデル、シミュレーション、  
分岐角度分布

川は地下水脈の流入によって成長する、というモデルに基づく先行研究によると、川の分岐角度分布は  $72^\circ = 2\pi/5$  にピークを持つことが数学的に予想される。実際、アメリカ、フロリダ州にあるアパラチコラ川の支流系ではこの理論を裏付ける分岐角度分布が確認されている。また、原の 2015 年度の卒業研究によって、日本の河川系(都市部の人工的な川などは除いて)の分岐角度分布では  $75^\circ$  付近にピークがあることがわかっていて、そこで、川の分岐角度分布の普遍性を調べるといふ目的のもと、昨年度の卒業研究として、鳥海によって DLA モデルでの川の成長シミュレーションが行われた。しかし、そのシミュレーションの条件設定(河口の数、ランダムウォークのメソッド、など)には改善、拡張の余地が残されていたため、今回はそれらを踏まえ改めて、様々な条件のもとで川の成長シミュレーションを行った。そこで得られた分岐角度分布の普遍性について議論したい。

# 月面水探査を見据えた半導体レーザー分光計 CRDS(Cavity Ring-Down Spectroscopy)の開発

村山純平 寺田研究室

Key Words : 月面水、同位体比、レーザー分光

現在、様々な探査でのセンシング調査により、月面における水の存在が指摘されつつある。しかし、その水がどういった量、起源を持つのか等の詳細を知るためには、現地にて水の同位対比を厳密に調べる必要がある。探査機に搭載する計測機器は軽量・小型かつ省電力でなければならない。同位体測定には一般には質量分析計が用いられるが、半導体レーザーを用いた吸光分光計である CRDS は、小型化が可能であり、ガスセル内でレーザー光を共振させることによって同位体測定に耐えうる高感度を実現できるため、そういった要求に耐えうる可能性を秘めている。しかし、CRDS には温度や圧力などの環境の変化に非常に敏感であるという短所があり、また、少しでもアラインメントが狂うと測定不能になってしまう。本研究は、それらの問題を克服するための前段階として、実験室的環境下の CRDS 装置がどの程度の精度を持ちうるか、どういった測定条件が適当なのかについて試行錯誤したものである。

## 金属の熱弾性測定装置の開発

神谷朝香 近藤研究室

Key Words : 惑星中心核、金属の密度・音速測定、電気炉開発

鉄合金の密度や音速、体積弾性率、熱膨張率といった弾性特性は、惑星中心核の構造や組成を推定する上で、探査機による観測データと共に不可欠な情報である。そのうち常圧下における弾性特性は、状態方程式を記述する上で初期条件となる基礎データである。ところが常圧下のデータにおいても、特に液体試料の弾性特性のデータは限られているのが現状である。本研究では高温下における金属（固体・液体）の密度および音速測定用に設計された電気炉（物性測定炉）を立ち上げ、金属の密度・音速の測定およびそれら物性の温度依存性から熱膨張率などの熱弾性特性を求めることを目指している。今回の発表では、物性測定炉の立ち上げとして行った Fe と Ni の高温下での測定結果を発表する。この実験では試料融解判定による加熱性能の検証、Fe, Ni 固体試料の密度とその温度変化から熱膨張率を求めた。

# 気球搭載型遠赤外線干渉計 FITE の観測計画立案

坪井隆浩 芝井研究室

Key Words : 赤外線観測、球面三角法、天体の運行

FITE (Far-Infrared Interferometric Telescope Experiment) はマイケルソン型の天体干渉計で、最終構想では基線長 20m で観測波長  $100\mu\text{m}$  において空間分解能 1 秒角を達成することを目指している。2018 年の春にアリススプリングス（オーストラリア）で行う気球実験においては、基線長 6m で  $150\mu\text{m}$  において 4.5 秒角の空間分解能を達成することが目標である。今回のターゲット天体はしし座にある IRC+10216 である。この天体は中間・遠赤外線領域では明るい可視光では暗い。FITE は目標天体の初期捕捉で可視光を用いるため、動作テストも兼ねて可視光でも明るい天体をこの前段階として使う必要がある。必要な条件としては可視光で光軸調整が可能で、波長  $25\mu\text{m}$  で干渉縞計測に耐えうることである。それらの条件を満たす天体と IRC+10216、惑星、月の位置の時間変化を計算し、観測計画を立案した。

## すざく衛星によるスーパーバブル N44 の x 線分光観測

泉智大 松本研究室

Key Words : スーパーバブル、超新星残骸、recombining plasma

スーパーバブル (SB) は 10pc 100pc 程度のシェル状構造で、OB アソシエーションの大質量星からの星風や複数の超新星爆発の重ね合わせにより形成される。SB は星内部で作られた重元素が宇宙に放出される現場であり、銀河の化学的進化の重要な情報源である。単一の超新星残骸 (SNR) に比べプラズマの状態はより複雑なものになり、その詳細は解明されていない。従来 SNR からの放射は、電子温度 > 電離温度の ionizing plasma からの放射であるとされることが多かったが、近年、電離温度 > 電子温度の recombining plasma からの放射がある SNR が発見されている。本研究では大マゼラン雲にある SB、N44 のすざく衛星で取得した x 線スペクトルを解析した。その結果、単一温度の ionizing plasma や電離平衡プラズマモデルでは、高電離したイオン (Ne, Mg) の輝線放射をよく説明できないことがわかった。他の plasma モデルと比較しつつ、この recombining plasma の可能性を議論する。

# 減衰全反射赤外分光法を用いたポリペプチドの 二次構造変化の解析

生野雄大 中嶋研究室

Key Words : アスベスト、健康影響、タンパク質、二次構造、  
減衰全反射赤外分光 (ATR-IR) 法

地球表層環境にはアスベスト、ナノマテリアル、大気粉塵など人間への健康影響が懸念される微粒子が存在している。中でもアスベスト ( $\text{Fe}^{2+}$ , OH を持つ鉱物) は、肺に滞留し長い潜伏期間を経て中皮腫や肺がんになることが知られている。これらの物質は表面が正または負に帯電しているが、生体分子との相互作用は良くわかっていない。本研究では、アスベストのような表面が正に帯電している鉱物表面で、タンパク質が構造変化を起こす可能性があるのではないかと作業仮説を実験的に検証する。その第一段階として、鉱物表面でのタンパク質の官能基構造を測定することが可能な減衰全反射赤外分光 (ATR-IR) 法を用いて、モデルペプチドの二次構造変化の解析方法を検討する。今回は、良好な赤外吸収帯形状を得るのに障害となる水蒸気ノイズの軽減方法を確立し、二次構造が pH によって変化することが知られているポリグルタミン酸水溶液について、ペプチド結合や側鎖の COOH などの赤外吸収帯の pH 変化を報告する。

# DIA 法を用いた重力マイクロレンズイベント MOA-2016-BLG-242 の測光

末松春乃 芝井研究室

Key Words : 重力マイクロレンズ、系外惑星、測光

我々 MOA (Microlensing Observations in Astrophysics) グループは、ニュージーランドにある Mt. John 天文台で口径 1.8m の MOA-II 可視望遠鏡を用いて、重力マイクロレンズ現象を用いた系外惑星探査を行っている。また、南アフリカに世界最大級の近赤外線カメラを搭載して世界で初めて近赤外での重力マイクロレンズ系外惑星探査を行う口径 1.8m 広視野近赤外望遠鏡である PRIME 望遠鏡 (PRime-focus Infrared Microlensing Experiment) を建設予定である。本研究では、PRIME 望遠鏡での測光、解析パイプラインを作るための前段階として、現行の MOA-II 望遠鏡のパイプラインを改造し、南アフリカの IRSF1.4m 望遠鏡 (InfraRed Survey Facility) によって 2016 年に近赤外で撮影された重力マイクロレンズ現象による連星イベント MOA-2016-BLG-242 の DIA (Difference Image Analysis) 測光解析を行なった。その解析的手法と測光精度について議論する。



# 高圧下における H<sub>2</sub>O の粘性測定

吉田和樹 近藤研究室

Key Words : 氷天体、内部海、ダイヤモンドアンビルセル、落球法

近年の探査機の観測結果は、太陽系内の幾つかの氷天体で内部海の存在を示唆しており、その中には様々な塩が含まれていることが有力視されている。内部海の物理的性質を理解することは、氷衛星の内部構造や進化過程・ダイナミクスを制約する上で重要であり、中でも密度と粘性は重要性が高い。本研究ではダイヤモンドアンビルセル内に封入した液体に対して粘性測定を行った。粘性を決めるためには液体の密度が必要であるが、液体の高温高圧力下での密度は未知の物質が多いため、複数の落球を用いて同時に密度を決定する方法がこれまで用いられている。しかしながら、密度の決定誤差が大きいため実験結果の不確実性が大きいため、今回の実験では高温高圧下・液体状態における密度があらかじめ分かっている純水に対し、様々な種類の金属球を用いた高圧下における液相線直上条件での落球実験を行ったのでその結果を報告する。

# Li<sub>2</sub>O-GeO<sub>2</sub> 系の高温高圧下での相関係

大西佑輝 佐々木研究室

Key Words : 高温高圧、相関係

超高圧下でのマグマの物性を知ることは、マグマオーシャンなどの地球の進化・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上で重要である。私たちのグループでは、シリケートのアナログ物質であるジャーマネート液体の高温高圧下での局所構造変化について調べてきた。次のステップとして高温高圧下での Li<sub>2</sub>O-GeO<sub>2</sub> 系ジャーマネートの局所構造変化に伴う粘性変化を落球法を用いて測定する計画があり、その前段階として落球時の温度条件設定のため相関係を知る必要がある。本研究では、高温高圧から急冷した回収試料を X 線回折と電子顕微鏡観察することで、高温高圧下での相関係の推定をした。

未定

猪飼洸太郎 長峯研究室

Key Words :

## 沈み込み帯を模した不均一バネブロックモデルにおける特異なすべり現象

藤沼高 川村研究室

Key Words : バネブロックモデル、沈み込み帯、不均一性、  
摩擦パラメーター

地震はプレートの運動によって駆動された断層の示す固着-滑り運動であり、その様子は断層面の摩擦法則に大きく依存する。一般的に知られている地震は、断層面の破壊が高速で伝搬し、激しい揺れを伴うものであるが、近年 GPS などの観測技術の発達により、余効すべりやスロー地震といった断層がゆっくりと破壊されるスロースリップ現象が確認されている。本研究では速度状態依存摩擦則に基づいた次元バネブロックモデルにおいて沈み込み帯を模して、摩擦パラメーター  $a$ 、 $b$  を一様不均一に設定したモデルを用いてシミュレーションを行った。その結果、沈み込み帯深部を震源として発生したスロースリップの伝播が、沈み込み帯の特定の深度で停止し、次にその周辺を震源として高速破壊を伴うイベントが発生する現象を観測した。その特定の深度が摩擦パラメーター  $a, b$  のどのような条件で決まっているのか、講演ではその詳細について述べたい。

# 冥王星表面の氷の昇華と凝結による反射率の変化

松井弥志 佐々木研究室

Key Words : 冥王星、氷、昇華・凝結、反射率

2015年、冥王星に接近し観測を行った探査機ニューホライズンズは、冥王星表面に H<sub>2</sub>O、N<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、CO の氷が共存し、強い明暗のコントラストがあることを明らかにした。氷天体表面が現在の反射率分布に至るまでの変化には昇華、凝結といった氷の動態が大きく影響していると考えられるが、冥王星におけるその定量的な考察は行われていない。そこで本研究では、冥王星の大気の主成分である窒素の氷について、その動態と表面の反射率の変化を調べるために数値シミュレーションを行った。まず明るい氷と暗い非氷物質が均一に混合された表面状態を仮定し、初期反射率を与えた。次に緯度ごとの日射角の変化から表面の温度変化と、それに伴う氷の昇華量を計算した。さらに表面温度が下がった時に大気中の窒素が再凝結し表面に沈着する効果も加え、反射率の変化を調べた。その結果、現在の冥王星の低緯度帯に広がる反射率の低い領域の存在を説明できる可能性があることが分かった。

# LOV タンパク質における光情報変換機構

小林樹 中嶋研究室

Key Words : 光受容タンパク質、光情報変換、二量体化

光はほとんどの生命にとってエネルギー、情報の源であると言える。例えば植物は光合成を行うことで光をエネルギーに変換し、動物はその植物を食べることで間接的に光をエネルギーとしている。さらに、動物は目から光を取り入れることで、物体を認識することができる。このように生命にとって欠かせない光受容であるが、この過程には様々な分子が複雑に関わっている。本研究では LOV 型光受容タンパク質の一種である光ジッパーがどのように光情報を生体情報に変換しているかを調べた。光ジッパーは青色光を照射すると単量体状態から二量体化状態に変化して、特定の DNA と結合し、この変化が可逆的に起こるといった性質がある。LOV 領域の発色団付近にある 317 番目のグルタミン (Gln317) が光反応に重要な役割を果たすことが他の LOV タンパク質の研究から示唆されている。そこで暗再生時間の測定、流体力学的半径の測定、DNA 結合性を調べ、Gln317 は暗再生時間だけでなく二量体化にも大きな影響を与えていることが明らかになった。

# 水星核条件での Fe-Ni-S-Si 系融体の音速

山田伊織 近藤研究室

Key Words : 水星外核、音速

地球型惑星である水星は、Fe,Ni だけでなく軽元素も含まれていると考えられている。水星探査機 MESSENGER の XRS での観測により、水星表層に S が 1~4wt% 含まれていることがわかった。また、先行研究の鉄合金/ケイ酸塩間の分配結果から水星外核に、S と Si が両方含まれていることが示唆されている (Chabot et al., 2014)。鉄合金に S と Si が同時に溶解した場合、液体鉄の音速にどのような影響を及ぼすかはまだ明らかとなっていない。本研究では、SPring-8 BL04B1 にて水星外核条件において超音波パルスエコー法を用いて Fe-Ni-S-Si 系融体の音速測定を行った。これまでに報告されている液体鉄や二成分系融体の音速との比較から、S+Si が音速およびその圧力依存性に及ぼす効果について考慮する。

# 微小ピクセル検出器を用いた X 線偏光検出性能の Geant4 による評価

朝倉一統 松本研究室

Key Words : X 線検出器、X 線偏光観測、Geant4 シミュレーション、Si ピクセル検出器

X 線偏光観測は、いまだ 2 天体の検出例しかないものの、天体の磁場構造や幾何学を明らかにする重要な手段として期待されている。X 線が K 殻光電吸収される際の光電子放出方向の異方性を、Si ピクセル検出器中で複数ピクセルにまたがる信号として取り出す方法は、数ある測定原理のひとつである。撮像分光と同時に偏光測定できるというメリットがある。我々は、サブ秒角撮像をめざす X 線干渉計用に、ピクセルサイズ  $4.25\mu\text{m}$  角の CMOS 検出器を導入した。これまでの X 線ピクセル検出器 (ピクセルサイズ  $24\text{--}75\mu\text{m}$ ) では難しかった偏光検出が実用的になる可能性がある。我々は 2017 年 11 月に SPring8 で偏光 X 線照射実験を行った。本研究では、放射線と物質の相互作用シミュレーションのライブラリとして広く用いられている Geant4 を使い、この検出器に偏光 X 線が入射した場合の反応をシミュレートしその偏光検出感度を実験データと比較する。

# 乱数を導入した乾燥破壊パターンの動的スケーリング

宮治耕太郎 川村研究室

Key Words : 乾燥破壊、確率モデル、動的スケーリング

水と粉粒体の混合物が乾燥することによってひび割れる乾燥破壊のパターンにおいて、その破片の平均サイズや破片サイズ分布は時間に依存して変化していく。また、時間変化していく破片サイズ分布を、平均サイズでスケールすると、十分時間がたった後は時間によらない一つの分布に収束していくという、動的スケーリング則の存在が理論的に予言されている。過去の研究では、Gibrat の確率モデルを元にした確率モデルに、破片の寿命を取り入れることで乾燥破壊のサイズ分布の時間発展を表現するモデルを作成し、破片サイズ分布に動的スケーリング則がみられることを確認した。実際の系には、破片の形や、破片の密度による、破片にかかる応力のランダム性が存在する。先行研究のモデルに新たな確率変数を導入し調べた結果、動的スケーリング則がこの新たな確率変数によらず成り立つことがわかった。

# 大地震前の電離層 TEC 異常を与えうる MgO セラミックス圧力誘起電荷の影響

松崎太郎 寺田研究室

Key Words : 地震前電磁気現象、TEC 異常、過酸化架橋構造

地震発生の直前約 40~50 分前から震源上空の電離層において、正の TEC(総電子数) 異常が発生していることが、1994 年以降の M8 以上の 11 個以上の地震において報告・確認されている (Heki,2011)。2011 年東北沖太平洋地震では、その震源の磁気共役点であるオーストラリア上空においても同時に TEC 異常が観測された。観測結果から一連の現象は地震に先行する電磁気現象としてとらえることができ、一つの仮説として震央付近のマクロスケールな電気分極現象が電離層に影響を与えることが考えられている。地殻の分極のメカニズムとして、ケイ酸塩結晶中に存在する過酸化架橋構造が準静的に圧縮されることによって正孔を励起し、それが拡散する説が提示されており、(Freund,2006) ハンレイ岩などにおいて圧力下でその現象が確認されている。本研究では、岩石に比し、組成が明らかな高純度 MgO セラミックス (純度 99.77%) を用い、常温で最大 10MPa の一軸圧縮実験を行い、セラミックス両端間の電流を測定した。発表ではこれまでの岩石実験と本研究の比較を交えつつ、圧力誘起電荷発生についての検討を行う。

# 日本の河川の統計的性質

渡辺壮流 川村研究室

Key Words : 合流角度分布

地下水脈が土壌を侵食することで河川が形成される。河川が成長していく過程で合流角度に特徴的な角度(72度)が存在することが先行研究によって明らかにされた。この先行研究では川の形成過程を複素数平面上で再現することで72度を説明し、フロリダ州における河川の合流角度の実測データと比較している。この先行研究を元にした原による一昨年の卒業研究において日本の川の合流角度分布が調べられている。そこでは角度分布がそれぞれ75度と90度を平均とするガウス分布の重ね合わせとなっているという結果が得られた。75度の分布は川が成長する過程で生じたもので90度の分布は川の人工的な合流によるものだと推測した。そこで今回はこの90度の合流が人間によるものだけであることを確かめるために標高毎に角度分布をとり、標高が高くなるにつれ90度の分布が消えていくことを確かめた。加えて下流側の合流角度の分布から川が直線的に合流していることも確かめられた。このことを受けて先行研究と異なった合流の形で理論計算を試みたところ72度からずれてしまう可能性があることが分かった。

# 重力マイクロレンズ現象の位置天文学的観測の検討

片岡叡 芝井研究室

Key Words : 重力マイクロレンズ現象、アインシュタイン角半径

重力マイクロレンズ現象とは、光源となる天体(ソース天体)からくる光がそれよりも手前の天体(レンズ天体)の重力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見える現象である。この間ソース天体の見かけの位置は実際の位置からずれ、レンズ天体が単独の場合にはずれの軌跡は楕円となる。この楕円の形状を解析することで、光度曲線からはわからなかったアインシュタイン角半径を知ることができ、そこからレンズ天体の質量と距離の関係が得られる。そこで本研究では、ソース天体のずれを観測することで得られる物理量の精度を評価することを目的とする。今回、様々な質量の天体が6kpcの距離にあるときに、ソース天体のずれを測定した場合の擬似データを作成してフィッティングし、アインシュタイン角半径の相対誤差と質量の関係を見積もった。その結果、アインシュタイン角半径で規格化したソース天体とレンズ天体の最小離角が1.0の場合は1太陽質量以上、2.0の場合は8太陽質量以上であれば10%の精度でアインシュタイン角半径が求められることがわかった。

# 顕微可視分光と SEM-EDS による大谷石の色と元素・ 鉱物相の分布

岡田克也 中嶋研究室

Key Words : 大谷石、顕微可視分光、SEM-EDS、色値、鉄

岩石の劣化によって土砂や地盤災害，土壤や水の酸性化，有害重金属の流出等が起きるが，これらの減少の重要な素過程の 1 つが含鉄鉱物の酸化であり，多くの場合黒緑色系 ( $\text{Fe}^{2+}$ ) から黄褐色系 ( $\text{Fe}^{3+}$ ) への変化を伴う。しかしこの詳しい機構と速度は良くわかっていない。そこで，二価鉄を含み，1-3 か月で色が青緑-白-黄褐色と変化することが知られる栃木県の大谷石について，まず色と元素の分布を調べた。大谷石の表面について顕微可視分光計により面分析を行ったところ，可視光反射スペクトルにおいて，720nm 付近の  $\text{Fe}^{2+}$ - $\text{Fe}^{3+}$  の電荷移動 (IVCT) 吸収帯と，430nm 付近の  $\text{Fe}^{3+}$  由来の吸収帯が見られた。720nm 付近の吸収帯が大きいと  $a^*$  が小さく緑色に，430nm 付近の吸収帯が大きいと  $b^*$  が大きく黄色になった。これらの色値の分布図を，エネルギー分散型 X 線分光装置付き走査型電子顕微鏡 (SEM-EDS) による元素と各鉱物相の分布と比較したところ，鉄の多い箇所は緑色味 (負の  $a^*$  値) または黄色味 (正の  $b^*$  値) が強い場所とおおよそ一致していた。大谷石の色は主に  $\text{Fe}^{2+}$  と  $\text{Fe}^{3+}$  によることが確認できた。

# 銀河面の NuSTAR 硬 X 線天体のすぎく衛星による フォローアップ観測

中田諒 松本研究室

Key Words : すぎく、NuSTAR、X 線天体

NuSTAR 衛星は、 $E_j 10\text{keV}$  の硬 X 線集光を初めて可能にした衛星である。NuSTAR 衛星による銀河面のサーベイ観測で、数多くの硬 X 線点源天体が発見された。その中には、まだ正体のわかっていない天体が含まれる。本研究の目的は、いくつかの NuSTAR 銀河面硬 X 線天体のすぎく衛星のデータを解析し、その正体に迫ることである。すぎく衛星は、 $E_j 10\text{keV}$  までの X 線に感度を持ち、バックグラウンドノイズが低く安定しており、高感度を誇る。そのため、一例をあげると、NuSTAR の感度では点源と判定された NGP12, NGP16 (Hong et al. 2016) という天体から、空間的に広がった X 線放射を検出することに成功した。本研究では、すぎく衛星で検出できたいくつかの NuSTAR 天体の X 線スペクトルを解析し、その起源を考察する。

# 月面水資源探査のための霜付き鉱物の近赤外 スペクトル観測

荻島葵 佐々木研究室

Key Words : 月極域探査、月の水、反射スペクトル

月には一年中太陽光の当たらない「永久影領域」が存在する。近年、極付近の永久影領域において、水の存在を示唆する報告がいくつもなされている。また、JAXA と ISRO (インド宇宙研究機関) による月極域探査計画の検討が始まった。当研究室では、近赤外画像分光により鉱物に霜として付着する水氷を検出する装置を提案しており、永久影領域での近赤外スペクトル観測による月の含水量の定量化を目指している。本研究では、温度制御可能なクーリングステージを用いてかんらん石表面に霜を付着させ、霜付きかんらん石のスペクトルを観測し、さらに付着した霜をひょう量することで、スペクトルと霜の質量との関係を定量的に調べた。また、二層試料の反射率シミュレーションと実験結果との比較から、推定される水分量も同時に求めた。以上の結果から、水分量の定量化が可能な下限値を推定した。

# Ryugu simulant を用いた熱疲労実験

神田志穂 佐々木研究室

Key Words : 熱疲労 (thermal fatigue)、反射スペクトル

近年、小天体の進化や表面状態の変化に熱疲労 (thermal fatigue) の影響が示唆されている。この変化は昼夜の温度変化によってもたらされる応力により天体表面の岩石の疲労亀裂が成長し、さらに小さな岩石へと破壊されていくことが原因であるということが知られている。また、熱疲労は温度変化がより急激に起きるアルベドが低い (暗い) 天体で起こりやすいとされ、現在進行中のはやぶさ 2 ミッションのターゲットである Ryugu のような地球近傍 C 型小惑星に影響を与えやすいと考えられる。本研究では熱疲労が小天体表面にもたらす変化、特に光学的性質の変化に注目し、この変化は温度変化が繰り返された回数、つまり天体表面が露出していた時間に依存するのではないかと考える。Ryugu のレゴリスシミュラントに温度変化を周期的に与え、反射スペクトルを測定した結果を報告する。



# ルナ 16 号試料 L1613 の年代測定に向けての 鉍物分析

渡邊宏海 寺田研究室

Key Words : 月、ルナ 16 号試料、U-Pb 年代測定法、輝石

月の進化を議論する上で、月隕石やアポロ計画、ルナ計画による月面から持ち帰られたサンプルは重要な試料である。1970 年にソ連が打ち上げたルナ 16 号が豊かの海から持ち帰ったドリルコアサンプルは月面から深くなるほど粒が荒く、その大部分を玄武岩質の粒が占めている。本研究では、ルナ 16 号試料 L1613 の火成史を明らかにするために、サンプルの特徴と U-Pb 年代測定法に適した磷酸塩鉍物の同定を行った。理由は、(1) リン酸鉍物が月の U の主要鉍物であること、(2) 磷酸鉍物の U-Pb 系は閉鎖温度が高く二次的な変成を受けにくく、(3) もし変成を受けていたとしても  $U^{238} - Pb^{206}$ 、 $U^{235} - Pb^{207}$  の二つの壊変系を用いる事で結晶化年代と変成年代を求めることができるからである。樹脂に包埋したレゴリス試料について、SEM-EDS の Spectral imaging 機能を用いて、元素マッピングを行い、P と Ca が濃集する領域を磷酸塩鉍物の候補とし、Point&shoot 機能によって領域の定量分析を行い、磷酸塩鉍物であることを同定した。また、レゴリス試料の輝石に注目し、 $Fe\# (= Fe/(Fe+Mg))$  や  $Ti\# (= Ti/(Ti+Cr))$ 、また、輝石内の  $Fe : Ca : Mg$  などから、レゴリス個々の火成活動の起源について議論を行った。これらについて報告する。

# FITE に搭載する中間赤外線検出器の感度評価

佐伯守人 芝井研究室

Key Words : 中間赤外線、半導体検出器

FITE (Far-Infrared Interferometric Telescope Experiment) は遠赤外線で空間分解能 1 秒角を目指す、気球搭載型のマイケルソン天体干渉計である。4 月に予定されているフライトでは基線長 6 m、 $150 \mu m$  において空間分解能 4.5 秒角達成を目標としている。FITE には遠赤外線に加えて、干渉縞をモニターする役割を持つ中間赤外線検出器が搭載されている。中間赤外線は遠赤外線よりコヒーレンス長が短いため、中間赤外線干渉縞を検出することによって、遠赤外線干渉縞が取れていることをより強く裏付けることができる。今回、私はこの中間赤外線検出器の感度試験を行い、得られる信号強度と入射光の対応関係を求めた。また、観測天体、背景放射等の予想信号強度、入射光の揺らぎノイズの大きさ及び干渉計によって検出面に作られる光像 (PSF (Point Spread Function)、干渉縞及び干渉縞の鮮鋭度) をモデルを用いて求めた。これらを用いて、実際に天体を観測した場合の S/N を求めた。

# 木星型惑星の進化に対して自転が及ぼす影響

吉田俊太郎 長峯研究室

Key Words : 自転、惑星進化、MESA

近年、観測技術の発達により多くの系外惑星が発見され、そこから得られたデータを用いて惑星の理論的な進化や形成過程を解明しようとする試みが現在活発になされている。惑星の初期の進化を制限することができれば未だ解明されていない惑星形成過程の理解に重要な手がかりを与える。これまでに惑星の様々な進化モデルが提唱されてきたが、多くの議論では惑星の自転の効果は無視されていた。しかしながら、自転は対流による熱輸送を通して進化に影響することが知られているため、惑星を含む星の進化には自転の効果が非常に重要である。そこで本研究ではガス惑星の冷却段階に焦点を当て、オープンソースの星・惑星進化計算コードである MESA(Paxton et al.) を用いてシミュレーションを行い、自転を考慮した場合に惑星の進化や構造がどの程度変化するのかを調べた。本発表では、得られたシミュレーション結果をもとに自転が光度や表面温度、年齢などの観測量に及ぼす影響を説明し、観測データと進化モデルを比較する際に自転の効果をどの程度考慮すべきかを議論する。