



大阪大学 理学部 物理学科  
宇宙地球合同卒業研究発表会

2019年2月2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	
石倉 彩美	(松本研)	4
山下 修平	(中嶋研)	4
佐藤 亜紗子	(長峯研)	5

2. 10:30～11:00	座長：近藤教授	
谷口 翔一	(佐々木研)	5
田中 謙	(赤外線天文学グループ)	6
三宅 杏奈	(中嶋研)	6

～休憩～

3. 11:10～11:40	座長：長峯教授	
津田 洸一郎	(寺田研)	7
土井 惇司	(近藤研)	7
小路 ひかる	(赤外線天文学グループ)	8

4. 11:40～12:10	座長：川村教授	
島名 亮太	(佐々木研)	8
Leonard Romano	(長峯研)	9
室田 雄太	(寺田研)	9

## 午後の部

5. 13:30～14:00	座長：佐々木教授	
中島 硯士	(中嶋研) .....	10
山脇 翼	(赤外線天文学グループ) .....	10
福島 啓太	(長峯研) .....	11

6. 14:00～14:40	座長：松本教授	
李 叡	(川村研) .....	11
山田 幸子	(佐々木研) .....	12
出口 雅樹	(寺田研) .....	12
島村 優太郎	(中嶋研) .....	13

～休憩～

7. 14:50～15:20	座長：住教授	
松本 光生	(長峯研) .....	13
柘田 夏丸	(近藤研) .....	14
松岡 夏季	(中嶋研) .....	14

8. 15:20～15:50	座長：中嶋教授	
松井 俊樹	(佐々木研) .....	15
西本 巧	(赤外線天文学グループ) .....	15
服部 兼吾	(松本研) .....	16

# X線蛍光分析 3D カメラのための多重化コード化マスクの基礎実験

石倉彩美 松本研究室

Key Words: X線検出器、X線蛍光分析、コード化マスク

携帯用 X 線蛍光分析装置は撮像機能を持たず、撮像機能をもつ走査型の装置は大型である。ピンホールと X 線分光撮像器 (X 線 CCD や CMOS 検出器) を組み合わせると、蛍光 X 線イメージを撮像することはできるが、効率が悪いこともあり、実用されるにはいたっていない。X 線やガンマ線天文学の分野では、広い視野を高い効率で天撮影するために、コード化マスクが用いられる。最適なマスクパターンや、像再合成の方法も多くの研究で確立しているが、基本的に無限遠の天体を対象にしている。我々は、そこで、コード化マスクを多数配置し多数のステレオ像を得ることで、近距離にあるサンプルからの蛍光 X 線を任意の距離にピントをあわせた (つまり 3D) 画像として取得するアイデアを提案した。本研究では、その第一歩として、可視光を用いた実験を行い、レーザー彫刻機を用いたマスク製作、像合成のソフトウェアの開発を行った。

## 高熱成炭質物の熱熱成反応におけるメカノケミカル効果の実験的検証

山下修平 中嶋研究室

Key Words: 断層滑り、炭質物、分光分析

地震発生時に解放されるエネルギーの大部分は摩擦発熱であり、重要な地震滑りパラメータの一つである剪断応力は摩擦発熱から求めることができる。摩擦発熱の定量評価手法として炭質物の熱熱成反応を用いた手法が挙げられる。一方で、地震発生時の断層帯では剪断ダメージに伴う結晶構造の変化、粒子の細粒化が生じる。断層滑り時の剪断ダメージが炭質物の熱熱成反応に影響を及ぼすことが先行研究において指摘されているが、精査されていない。したがって本研究では、高熱成炭質物におけるメカノケミカル効果の影響を調べるため、試料に軸荷重 1 MPa、3 MPa 滑り速度  $1 \text{ mm s}^{-1}$  で摩擦実験を実施し、100, 200, ...1300 °C で高温処理を施したのち、赤外・ラマン分光分析による分子構造解析を行った。本発表では解析結果をもとに無煙炭とグラファイトにおける摩擦時のメカノケミカル効果の影響について報告する。

# 前主系列星へのガス降着ダイナミクス

佐藤亜紗子 長峯研究室

Key Words: 前主系列星、ガス降着、磁場

前主系列星の周りには原始惑星系円盤があり、円盤のガスは前主系列星の磁気圏に突入し磁場に沿って星に降着する。このガス降着は前主系列星から主系列星への進化において重要な役割を担う。X線観測から得られるガス降着率が可視光観測から推測される降着率よりも1桁以上小さくなる矛盾が議論されてきた。Revet et al (2017)は、レーザー模擬実験とシミュレーションを用いて、降着流衝突で熱されたプラズマ(高温プラズマ)の周囲に形成されたシェル構造が、高温プラズマが放出したX線を吸収するならば降着率の矛盾を説明できると示した。Revet et al (2017)はシェル構造がみられる星の磁場強度と降着流の物質量でシミュレーションを行なった。そこで本研究では、他の磁場強度の場合でもシミュレーションを行い、高温プラズマのふるまいを調べた。磁気圧がラム圧よりも大きい場合、高温プラズマの運動が磁場に制限されシェル構造は形成されなかった。磁気圧がラム圧よりも小さい場合、シェル構造は形成され、ラム圧の大きさによってシェル構造の広がりには違いがみられた。

# Li<sub>20</sub>-GeO<sub>2</sub>系ジェーマネートの高温高压下での 相関係

谷口翔一 佐々木研究室

Key Words: 相関係、高温高压実験、液体、マグマ

地球内部のマントルやマグマの性質を明らかにし、地球の分化過程について解明するためには、それらの主要構成物質であるシリケートの物性を知ることが重要である。シリケートのアナログ物質であるジェーマネートに関する研究も行われている。ジェーマネートはシリケートより低い融点を持ち、配位数変化を起こす圧力も低いため、種々の高压実験に適している。我々のグループではLi<sub>20</sub>-GeO<sub>2</sub>系ジェーマネート融体を用いて高压下での配位数変化に伴う粘性の変化を落球実験により測定する計画がある。本研究はその前段階として、配位数変化後のジェーマネート融体が存在する条件を決定することを目的とした。高温高压環境下に置いたLi<sub>20</sub>-GeO<sub>2</sub>系ジェーマネートを急冷し、それを微小部X線回折装置と電子顕微鏡を用いて分析することによってLi<sub>20</sub>-GeO<sub>2</sub>系ジェーマネートの高温高压環境下での相関係を推定した。

# 重力マイクロレンズイベント MOA-2018-BLG-211 の解析

田中謙 赤外線天文学グループ

Key Words: 重力マイクロレンズ 系外惑星 MOA

我々MOA(Microlensing Observations in Astrophysics) グループでは、ニュージーランドにある Mt. John 天文台で口径 1.8m の MOA-II 望遠鏡を用いて重力マイクロレンズ法により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、レンズ天体がソース天体と地球の間を横切ったときに、レンズ天体の重力場によってソース天体の光が曲げられ、地球からみるとソース天体が増光してみえる現象である。レンズ天体が単星である場合光度曲線はピークに対し対称な形になるが、レンズ天体が伴星を伴っている場合、光度曲線は特徴的な非対称性を示す。この光度曲線に対して、モデルフィッティングを行うことで、レンズ天体の物理量を求めることができる。重力マイクロレンズ現象はソース天体の明るさによらず起こる現象であるため、太陽系から遠く離れた系外惑星や褐色矮星などを検出することができる。本研究では、MOA-2018-BLG-211 という重力マイクロレンズイベントをモデルフィッティングにより解析し、レンズ天体のパラメーターを求めた。

## モミジ葉の色変化速度の分光その場観測

三宅杏奈 中嶋研究室

Key Words: モミジ葉, 顕微可視分光, クロロフィル

自然の生命活動は、紅葉や野菜の熟成過程などにしばしば色変化を伴う。このような植物の色変化の機構と速度には不明な点が多い。そこで本研究では、モミジ葉の色変化過程に着目し、クロロフィルの減少速度を調べた。紅葉前の緑色のイロハモミジ葉の可視透過反射スペクトルには、675nm 付近にクロロフィル a の吸収帯が見られる。そこで、顕微可視分光計に加熱ステージを設置し、モミジ葉を 110-200°C の 10°C おきの一定温度で数時間加熱し、675 nm の吸収ピーク高さの減少速度を調べた。675 nm の吸収ピーク高さは指数関数的に減少したので、近似により 1 次反応速度定数を求め、アーレニウス図上にプロットした。このアーレニウス図上での 110-200°C での速度定数の直線的な傾向を、低温に外挿し、低温でのモミジ葉のクロロフィル減少速度や文献値と比較した。

# SS520-3 観測ロケット搭載用 低エネルギー粒子計測器の性能評価

津田洸一郎 寺田研究室

Key Words: 大気流出、超高層大気、電離圏

超高層大気の加速・流出現象は、地球のみならず火星、水星を含む他惑星や衛星周辺でも起こる普遍的な現象であることが最近の観測で分かってきた。しかし、その流出機構は、それぞれの天体で様々に変化する。それらの機構を理解することは天体周辺の大気の変遷を理解・予測する上で必要不可欠である。その流出機構の解明を目的として、SS520-3 観測ロケットは 2019 年以降の 12 月に打ち上げを予定している。SS520-3 観測ロケットには、磁場・電場の観測器などと共に、電子用とイオン用の低エネルギー粒子計測器が搭載される。本研究では、この粒子計測器の性能を評価した。数値モデルを用いて粒子計測器の感度、エネルギー分解能、角度分解能を求めた。また、実際に粒子計測器にイオン・電子ビームを照射して得た実験データから粒子計測器の感度、分解能を求めた。数値モデルと実験データの結果を比較し、性能評価を行ったのでここに報告する。

## 一次元温度勾配場におけるオリビン中の Soret 効果

土井惇司 近藤研究室

Key Words : Soret 効果、オリビン、マントル、DAC

物質中で温度勾配があることにより元素や分子の移動が起こり濃度勾配が形成される Soret 効果は、場合によって物質の組成比を大きく変化させる。地球科学においてもマグマの成分の分離や、地表付近、核・マントル境界など大きな温度勾配が存在している場での拡散現象に影響を及ぼす可能性があり、高温高压下における Soret 効果を検証することは重要である。固体中の Soret 効果測定として、レーザー加熱式 DAC を用いてオリビンに温度勾配をつけ、Mg-Fe 相互拡散や高压相転移への Soret 効果の影響の観測が報告されている。しかしながらレーザーの特性から温度場は不安定であり、安定した温度勾配場における定量的な固体中の Soret 効果の検証をした実験は少ない。本研究では DAC を用いた高压下での測定の前段階として、常圧下で抵抗加熱と水冷によりオリビンに定常的かつ拡散発生に十分長時間かつ大きな温度勾配をつくった。回収試料の分析による Soret 効果の評価を報告する。

# Deep Learning を用いた重力マイクロレンズ イベントの判別

小路ひかる 赤外線天文学グループ

Key Words : 重力マイクロレンズ法、Deep Learning、畳み込みニューラルネットワーク

我々MOA(Microlensing Observations in Astrophysics)グループは、ニュージーランドのMt. John 天文台で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。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。観測中に増光している天体のうち、マイクロレンズイベントと判断されたものはアラートを出して世界中の望遠鏡で追観測がなされる。しかし、光度曲線や星の画像から観測者が目視でイベントを判別しているため、観測者の判断基準によっては見落とされてしまい、重要なイベントにも関わらず十分にデータ点が揃っていないイベントも多々ある。そこで、本研究では各イベントを特徴づけるパラメータを自動で抽出し学習できるDeep Learningを用いて、光度曲線からマイクロレンズイベントかどうかを判別するシステムの構築を行った。また、マイクロレンズイベントが見落とされる割合を減らすために改良を試みた。

## 混合物における宇宙風化の模擬実験

島名亮太 佐々木研究室

Key Words: 宇宙風化、反射スペクトル、月

宇宙風化とは、小惑星など大気のない天体が長期間宇宙空間にさらされることで光学的性質が変化する作用のことで、反射スペクトルの赤化(傾きが大きくなる)、暗化(全体的に暗くなる)、吸収帯が弱くなる、という3つの変化があり、それは微小隕石の衝突や太陽風の照射などによる。月面に多く含まれる斜長石は、単体では風化を受けにくいとされているが、月面は風化を多く受けている。そのことから、単体では風化を受けにくい鉱物も、風化を多く受けるカンラン石等を少量含むことによって風化を多く受ける可能性がある。ここでは、単体では風化を受けにくいとされる鉱物にカンラン石を混合したものを試料とし、ナノ秒パルスレーザーの照射で宇宙風化を模擬し、分光器で反射スペクトルを計測してMGM(修正ガウスモデル)で斜長石、カンラン石に特徴的な波長 $1\mu\text{m}$ 付近にある吸収帯を解析した結果を報告する。

# Baryonic feedback and small-scale problems in hydrodynamical $\Lambda$ CDM simulations

Leonard Romano 長峯研究室

Key Words: Cosmology, Numerical Simulations, Dark Matter

This thesis is part of a larger study, in which the effects of baryonic feedback and star formation on hydrodynamical simulations of isolated galaxies and zoom-in galactic simulations in the  $\Lambda$ CDM framework are being studied and analysed in relation to small-scale problems. Here I analyse the rotation curves, dark matter radial density profiles and dark matter velocity distributions of simulations, which are part of the AGORA project, run by members of the Osaka University theoretical astrophysics group. My results for isolated galaxy simulations show that the snapshot at  $t \sim 1$  Gyr resembles the Milky Way the most, and we also give hints at how to improve the initial conditions for further studies. Furthermore I present the results of the analysis of several milky-way-like galaxies in galactic scale simulations. I also calculate the local dark matter mass density for each snapshot and find that the values are very close to the observed value of  $\rho_{\text{DM}} = (0.30 \pm 0.03) \text{ GeVcm}^{-3}$ .

## 負ミューオンビームを用いた 隕石の非破壊元素分析

室田 雄太 寺田研究室

Key Words : ミューオン、特性 X 線、隕石、元素分析、非破壊

近年、物質の透過力が高い素粒子であるミューオンを用いて、様々な試料を分析する研究が進められている。負電荷をもったミューオンビーム分析の最大の特徴は、電子プローブ分析に比べ、約 200 倍のエネルギーをもつ特性 X 線を発生することである (例えば、炭素のミューオン特性  $K\alpha$  線は、75 keV)。このような高いエネルギーを持つ X 線は、1cm 程度の岩石試料であれば透過することから、貴重な考古学試料や隕石の元素組成を非破壊で三次元的に分析する可能性をもつ。本研究では、核物理研究センターのミューオンビームライン (RCNP-MuSIC) を使い、組成に特徴のある 4 種類のコンドライト隕石 (CI, CO, EH, L) について負ミューオンビーム照射し、特性 X 線スペクトルを取得した。卒業論文発表会では、それぞれの元素組成について先行研究と比較した結果について報告を行う。また隕石中の鉄元素の化学状態についても議論する。

# タンパク質の DNA 結合性の定量的解析

中島 碩士 中嶋研究室

Key Words: タンパク質-DNA 複合体、光情報

生命はさまざまな環境下で活動するために、細胞外の情報を受容し、その情報を伝達して、それに対して応答をする能力を培ってきた。一般的な細胞内での情報伝達は、生体分子同士の結合や解離を介して行われる。その代表的な例として、タンパク質が環境依存的に DNA に結合することが知られている。しかし、タンパク質と DNA の結合は、ナノ mol/L 程度の低濃度で生じ、形成される複合体も繊細であるため、これまでの解析は定性的なものが主であった。そこで、今回、私は光依存的に DNA に結合するタンパク質のうちの一つである光ジッパーを試料として、DNA への結合を定量的に解析することを試みた。測定手法として、水晶振動子微小天秤法や蛍光偏光解消法などの物理的手法を用いて測定を行い、定量的な結果が得られたので報告する。

## 重力マイクロレンズ観測用近赤外線望遠鏡

PRIME

## 光学調整用テストカメラの設計とテスト方法

山脇翼 赤外線天文学グループ

Key Words: 望遠鏡、カメラ、設計

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 2019 年度に建設予定である。本研究では近赤外線カメラの完成に先立って、PRIME 望遠鏡の光学系の調整するための可視カメラの設計を行った。光学調整カメラ自体に求められる誤差は光学系に許容される誤差よりも小さくなくてはならない。そこで、光学調整用カメラの誤差を小さくするために用いる測定器の選定も行った。また、このカメラを用いたテスト方法も考察する。

# 原始銀河団のメタル進化

福島啓太 長峯研究室

Key Words : 原始銀河団、メタル進化、宇宙論的流体計算

近年、すばる望遠鏡の Hyper Supreme-Cam を用いた撮像観測で、多くの原始銀河団候補が見つかってきている。そして 2020 年頃からすばる超広視野分光器 Prime Focus Spectrograph (PFS) による分光観測が始まる予定である。この観測により高赤方偏移にある原始銀河団から放出される輝線や背景光源を利用した吸収線の情報から、ガスやメタルの分布・組成・運動などの情報が得られると考えられている。そのため、将来 PFS による観測が始まった時に、観測と理論の比較からその原始銀河団の物理状態を推測できるようにする必要がある。そこで今回、超新星爆発などによるメタル放出過程を実装した宇宙論的流体シミュレーションコード GADGET3-Osaka を用いて、原始銀河団形成・進化シミュレーションを zoom-in 手法を用いて行った。原始銀河団中の HI ガスとメタルの分布の時間進化を追うことで、銀河とメタルの相関やメタル汚染の様子、それらの時間進化を調べた。また、すでに見つかっている大質量の原始銀河団 HS-1700 との比較や、高赤方偏移にある銀河の環境効果による違いについても議論する。

# 非平衡系における気液相転移

李叡 川村研究室

Key Words: 非平衡、気液相転移、分子動力学法

平衡系における相転移現象は古くから議論されてきたテーマである。一方、温度勾配が存在する場合、それに伴う熱流の影響を考慮する必要がある。先行研究では、温度差のある 2 つの熱浴に接する定常系に対し、熱浴間に生じる気液界面の位置  $X$  の系全体の平均温度  $T$  に対する依存性を、変分原理の式から求めている。彼らの主張によると、界面位置  $X$  の温度  $T$  に対する曲線が不連続であり、また界面温度が転移温度より低く、その結果界面付近で過冷却気体が安定して存在するとされている。本研究ではこの背景のもとで、同様の現象が見られるかどうか、シミュレーションの観点から模索する。シミュレーションには分子動力学法 (MD 法) と呼ばれる、原子の物理的な動きを直接制御する手法を用いる。原子間ポテンシャルには、経験的なモデルとされるレナード-ジョーンズ・ポテンシャルを導入し、2次元での熱伝導下にある系について、粒子の振る舞いや物理量などを調べた。

# 冥王星衛星 Charon の熱史と地下海進化

山田幸子 佐々木研究室

Key Words: 氷天体、Charon、熱進化、地下海

太陽系には表層を氷に覆われた氷天体が数多くあり、それらのいくつかでは氷殻下の内部海やそこでの生命の存在可能性が示唆されている。NASA の New Horizons spacecraft が 2015 年 7 月に冥王星系の接近観測を行ったことにより、冥王星の衛星 Charon の表面は H<sub>2</sub>O 氷が主体であり、全球的な膨張を示唆する大規模な拡張性断層の存在が確認された。その成因として、地下海の形成とその緩やかな固化に伴う体積変化が考えられている。そこで本研究では、Charon の内部海の過去または現在の存在、表面拡張に整合的な Charon の内部構造を推定するために、岩石核を H<sub>2</sub>O 層が覆う二層構造を仮定し、岩石中の長寿命放射性核種同位体崩壊熱を熱源とする、内部熱史の数値シミュレーションを行った。その結果、初期 H<sub>2</sub>O 層を全固化状態と仮定した Charon では氷の粘性率がかなり大きい場合にのみ、岩石核からの熱を受けて地下海が形成し、その後の熱源の枯渇とともに地下海は再び固化、最終的に消滅することが分かった。こうした地下海の固化ステージにおける体積増加が、表面の拡張性地形を形成したと考えられる。

## 火星衛星探査計画 MMX に搭載する イオンエネルギー質量分析器の開発

出口雅樹 寺田研究室

Key words : MMX、火星衛星、イオン分析、LEF-TOF 法

火星衛星探査計画 (MMX: Martian Moons eXploration) とは 2 つの火星衛星 Phobos と Deimos の起源を明らかにすることであり、判定のためにサンプルリターンとリモートセンシングの両方が行われる。その探査機に搭載されるイオンエネルギー質量分析器は、宇宙空間から飛来する火星・衛星起源イオン及び太陽風イオンのエネルギー電荷比と質量電荷比の分析という役割を担う。分析器の構造は大きく二つに分かれており、上半部には球殻電極に印加する電圧を掃引するトップハット型静電分析器を有し、数 eV/q から数 10keV/q までの範囲において入射イオンのエネルギー分別を行う。下半部では線形に増大する電場 (LEF: Linear Electric Field) 中を移動するイオンの飛行時間を計測する TOF (Time Of Flight) 法により質量分析を行う。本研究では質量分析器において高い質量分解能を得るために、内部の電場の形状に影響を与えるメッシュの形状と、直進して飛来する中性粒子や陽イオンなどを遮断するマスクの最適な位置を求めたのでここに報告する。

# 炭質物熱熟成反応への累積加熱による 影響の実験的検証

島村優太朗 中嶋研究室

Key Words: 繰り返し地震、摩擦発熱、炭質物、分光分析

地震発生時のエネルギーの大部分は摩擦による熱エネルギーが占めており、重要な地震滑りパラメータの一つである剪断応力を摩擦発熱履歴の測定によって求めることができる。その定量評価手法として断層中の炭質物の熱熟成度を利用する手法が挙げられる。しかし、地質学的タイムスケールで何度も繰り返す地震による複数の高温履歴が熱熟成度に与える影響は未だ報告されていない。よって、本研究にて、その影響の定量的解明を目的とし、繰り返す地震を模擬した室内実験および分光分析を実施した。手法としては、ガラス管に真空封入した瀝青炭と無煙炭の炭質物 2 種類を管状電気炉の中に挿入し 100°C/sec の昇温速度で 100, 300, …1300°C の 7 通りの温度で加熱、炉から取り出し冷却後、再度挿入する、という操作を 1, 10, 100 回の 3 通りの回数で繰り返した。その後、各試料においてラマン分光分析及び赤外分光分析を行った。今回はその結果について報告する。

## $z = 2$ における銀河ハロー内の金属分布とその 起源

松本光生 長峯研究室

Key Words : 銀河進化、超新星爆発、Cold Flow、金属量

銀河進化を調べる上で、銀河内の星形成などに関わる金属量とその起源を理解することは、極めて重要である。近年の研究から、銀河には金属量-星質量関係がある事が分かっている。また、銀河の質量増加には高赤方偏移で見られる Cold Flow と銀河衝突が重要であり、それらがどのように銀河の金属量にも影響を及ぼすかを調べる必要がある。本研究では、宇宙流体シミュレーションコード Gadget3-Osaka を用いて、 $z=6$  から  $z=2$  における銀河の Mass outflow/inflow rate, SFR, radial profile の時間進化を調べた。また、 $z=2$  で銀河内部に存在するガス粒子の ID を用いて、その粒子の軌跡を調べることにより、その粒子の起源を同定することに成功した。それらの結果から、超新星爆発によって銀河内の金属を放出する outflow と、外部から低金属量のガスを持ち込む cold flow が、それぞれ中心銀河の金属量分布にどのような影響を及ぼすのかを議論する。

# 隕石衝突による隕石中の金属粒子の形状分布への影響

栞田夏丸 近藤研究室

Key Words : 衝撃回収実験、普通コンドライト隕石、鉄粒子、形状分布

隕石の衝突現象の際には隕石と被衝突体の両側に衝撃波が発生し、衝撃波の伝搬により高圧・高温が発生します。その痕跡は隕石中や天体のクレータ周辺に内部粒子の扁平や空隙率の変化などとしてみられる。衝撃波の伝搬のプロセスを解明するために、ガス銃や大型レーザーを使った衝撃回収実験が行われていて、それぞれの衝撃波発生装置ごとに実現可能な衝撃圧や衝撃持続時間が違う。従来用いられてきたガス銃では $\sim 10\text{km/s}$ の衝突速度に相当する衝撃圧の衝撃回収実験は実現が難しかったが、大型レーザーを用いた衝撃回収実験ではその方法が確立されていて、従来の実験では得られなかった情報が得られようになった。本研究では普通コンドライト隕石の組成を参考にケイ酸塩鉱物・鉄合金の混合物を試料としてレーザー衝撃回収実験を行った。その回収試料を画像解析ソフトを用いて解析し得られた粒子の形状や扁平、空隙率の分布と試料の経験圧力との相関を議論します。

# 顕微赤外分光法を用いたイースト菌の水和・脱水過程の追跡

松岡夏季 中嶋研究室

Key Words: イースト菌, 乾燥耐性, 顕微赤外分光

微生物の中には、生命活動に必須な水が無い環境でも生き抜くことができるものがあり(乾燥耐性)、脱水状態では休眠し、水和状態で活性化する。先行研究では乾燥耐性のメカニズムとして次の2点が提案されている。(1)トレハロースのような糖がタンパク質を取り囲み変性を防ぐ。(2)細胞膜(脂質)がガラス状態に相変化して構造を凍結する。この乾燥耐性は、生命活動と水との相互作用を理解するために重要であるが、休眠状態から活性状態への変化、またはその逆、さらには活性状態と不活性状態を比較して詳しく調べた例は見当たらない。本研究では、乾燥耐性を持つ単細胞微生物のイースト菌(パン酵母)を対象に、タンパク質、脂質、糖、水の分子振動をその場観測するのに適した赤外分光法を用いて、異なる温度条件下での水和・脱水過程を顕微赤外分光その場観測により追跡し、各吸収帯面積の時間変化などを解析した。

# 月縦孔形成条件を探るための 海玄武岩の粘性率マップ作成

松井俊樹 佐々木研究室

Key Words : 月、粘性率、縦孔、溶岩トンネル、蛇行谷、玄武岩

月の縦孔とは、溶岩トンネルの天井が隕石の衝突などにより崩落してできた天窓と推定されている。縦孔の地下には基地利用可能な隠された溶岩トンネルが存在している可能性がある。しかし、月には溶岩が豊富にあったにも関わらず、縦孔は限られたところにしか発見されていない。本研究では、溶岩の粘性率が縦孔の形成場所を制約しているのではないかとこの仮説の元に、月探査機「かぐや」のリモートセンシングデータから月の玄武岩の地域ごとの妥当な組成を推定し、溶岩の粘性率マップを作成した。そして、このマップを利用して縦孔や参考データとしてプロットした蛇行谷の位置の粘性率のヒストグラムを作成した。その結果、縦孔や蛇行谷の位置はある粘性率の範囲に納まることがわかった。

# 重力マイクロレンズ現象による惑星イベント MOA-2018-BLG-116 の解析

西本巧 赤外線天文学グループ

Key Words : 重力マイクロレンズ、太陽系外惑星

我々、Microlensing Observations in Astrophysics (MOA) グループでは、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広視野高頻度の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、観測している天体(ソース天体)の前を質量をもった天体(レンズ天体)が横切るときに、ソース天体から出た光がレンズ天体によって曲げられ、観測者からはソース天体の光が増光しているように見える現象である。レンズ天体が単星であった場合増光率の光度曲線は対照的になるが、伴星をもつ場合はアノマリーと呼ばれる特徴をもつため、それを解析することによってレンズ天体の様々な物理量を求めることができる。

本研究では、重力マイクロレンズ法により、2018年に観測された MOA-2018-BLG-116 のフィッティングによる解析を行った。結果、レンズ天体の主星と伴星の質量比が  $5.3 \times 10^{-3}$  程度、主星と伴星との間の距離をアインシュタイン半径で規格化したものは 1.03 程度になった。

# 中間質量ブラックホール候補天体 CO-0.40-0.22\*の解析

服部兼吾 松本研究室

Key Words: 中間質量ブラックホール、Bondi 降着

近年、分子雲 CO-0.40-0.22 に見つかった点状電波源 CO-0.40-0.22\*近傍の分子の速度の議論から質量が $1.0 \times 10^5$ 太陽質量( $M_{\odot}$ )程度の中間質量ブラックホール(IMBH)が存在すると提唱された。IMBH は恒星質量ブラックホール( $\sim 10M_{\odot}$ )と超大質量ブラックホール(SMBH,  $> 10^6 M_{\odot}$ )の中間の質量を持つ。また、銀河中心に存在すると考えられている SMBH を形成するための種となる BH として存在が期待されているが、いまだ見つかっていない。BH にガスが降着する際、重力エネルギーが解放されガスが高温になり X 線が放射され X 線天体として観測にかかる。本研究では、X 線観測衛星 XMM-Newton の 2012 年 9 月の 2 データ、Chandra の 2007 年 4 月の 1 データを用いて、その電波源付近に X 線天体があるか調査した。これらのデータの観測時間はそれぞれ 4 万秒程度である。今回対応する X 線天体の存在は認められなかったが、光度の上限値を与えた。結果、上限値として $1.1 \times 10^{31} \text{ erg/s}$ を得た。また、ガスの降着形態として Bondi 降着を仮定し、星間吸収を考慮した光度の上限値からブラックホール質量の上限についても議論し、質量の上限として、 $M < 51M_{\odot}$ を得た。