



大阪大学 理学部 物理学科 宇宙地球合同卒業論文発表会

2016年1月30日(土)

10:00 ~ 16:40

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)

【数字】は要旨掲載ページ数を示しています。

午前の部

1. 10:00 ~ 10:40 座長：長峯教授

原賢二 (川村研) 【4】

尾方優士 (近藤研) 【4】

館山佐夢 (中嶋研) 【5】

森本仰喜 (佐々木研) 【6】

2. 10:40 ~ 11:20 座長：芝井教授

丹秀也 (佐々木研) 【6】

田坂直也 (寺田研) 【7】

小川丈彰 (中嶋研) 【7】

池山優樹 (常深研) 【8】

休憩 10分

3. 11:30 ~ 12:10 座長：川村教授

椎野朱里 (寺田研) 【8】

足立知大 (長峯研) 【9】

中野友貴 (中嶋研) 【9】

Huang Rouchen (常深研) 【10】

4. 12:10 ~ 12:50 座長：寺田教授

田中祐輔 (芝井研) 【11】

黒川冬華 (近藤研) 【12】

孕石友太 (常深研) 【13】

阿久刀川潤 (川村研) 【14】

午後の部

5. 13:50 ~ 14:30 座長：常深教授

堀川卓哉 (中嶋研) 【15】
中村亮介 (長峯研) 【15】
松田貴博 (寺田研) 【16】
河波俊和 (佐々木研) 【17】

6. 14:30 ~ 15:10 座長：中嶋教授

谷貴人 (芝井研) 【18】
宮晃平 (寺田研) 【19】
芦田覚 (近藤研) 【19】
坂之上聖史 (佐々木研) 【20】

休憩 10分

7. 15:20 ~ 16:00 座長：佐々木教授

米山友景 (常深研) 【21】
山北絵理 (中嶋研) 【22】
弘田和將 (寺田研) 【23】
廣海真吾 (近藤研) 【23】

8. 16:00 ~ 16:40 座長：近藤教授

山田瞳子 (芝井研) 【24】
丸山大貴 (中嶋研) 【25】
宮永和範 (寺田研) 【25】
池田光夢 (川村研) 【26】

日本国内の河川ネットワークの統計的性質

原賢二 川村研究室

Key words : 河川ネットワーク、浸潤浸食

河川同士のつながりである河川ネットワークは様々な要因で時間をかけて成長していく。先行研究[1]によると、成長の特性として河川同士の特徴的な合流角度(72°)が存在し、この理由として河川を形作る一番の要因は、地表の雨などによる浸食ではなく、浸潤浸食であるからだと主張している。浸潤浸食とは地下にある水の留まりやすい層とそれに接触した水路との作用である。

本研究では、日本国内の河川の角度分布を実際に計算し、日本河川であってもこの予想と合うのかを確認した。またその際に使用したデータ[2]から得られた角度以外の分布（長さ、合流点の数）についても簡単に紹介する。

[1]O. Devauchelle, A. P. Petroff, H. F. Seybold, D. H. Rothman: Proc. Natl. Acad. Sci. USA 109, 20832(2012)

[2]国土交通省国土政策局国土情報課「国土数値情報ダウンロードサービス」
<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>>

地球核条件下における FeS の音速測定

尾方優士 近藤研究室

Key words:地球核、硫黄、レーザー、衝撃圧縮、音速

地球核は鉄を主成分とし、少量の軽元素が含まれていると考えられている。その候補として水素、炭素、酸素、珪素、硫黄等が挙げられているが、詳しい組成についてはまだ解明されていない。その組成を解明する手がかりとして、地球内部環境（高温高压条件）を実験室にて再現し、各軽元素が鉄の音速に対してどのような影響を与えるかを調べる事が重要である。得られた音速のデータと、地震波の解析による地球内部モデル（PREM）を比較することで、地球核組成に制約を与えることができる。

本研究では軽元素の候補の中で、隕石中に多く含まれており親鉄性が高い硫黄に着目し、大型レーザーを用いて磁硫鉄鉱（FeS）の衝撃圧縮実験を行った。実験で得られた音速や密度、圧力等のデータを過去の研究結果やPREMと比較することにより、硫黄が鉄の音速や密度に与える影響を評価し、地球核組成について議論する。

水晶微量天秤 (QCM)による DNA 結合タンパク質の評価

館山佐夢 中嶋研究室

Keywords : QCM・タンパク質・分子認識

生体内には無数の生体分子が存在している。そのような状況にもかかわらず、タンパク質はターゲットとなる他の分子を正確に見つけ出し、相互作用して機能を発揮することができる。中でも、遺伝子調節に関わる DNA 結合タンパク質の塩基配列依存的な複合体形成は、生命の最も根源的な分子特異的な複合体形成反応の一つである。

本研究では、この DNA 配列依存的な複合体形成の解析に、水晶微量天秤 (QCM) を用いることを試みた。試料として用いた光ジッパータンパク質 (PZ と略記) は、光受容ドメイン (LOV ドメイン) を持つ青色光受容タンパク質で、暗状態では単量体として存在するが、青色光をあてると二量体を形成して DNA と結合することが示されている。

金電極表面に特異的配列を含む DNA を固定して PZ 溶液中で測定した場合、青色光によって振動数の減少が認められ、PZ が DNA への結合性を増加させることが示唆された。一方、特異配列を持たない DNA を固相化した場合には振動数の減少は認められず、PZ の DNA への結合が配列依存的であることが示唆された。さらに、PZ の濃度を変えて測定を行い、PZ と DNA の結合の強さ (解離定数 K_d) の定量化を試みた。

高圧セルの昇温特性評価

森本仰喜 佐々木研究室

Keywords：高温高圧、温度較正

私たちの研究グループでは、CuBr、AgI について高温高圧下での振る舞いを調べるために、マルチアンビル型装置を用いて X 線吸収微細構造(XAFS)を測定する実験を行っている。この実験の際、温度測定のために試料セル内に熱電対を導入しているが、XAFS スペクトルに熱電対からのシグナルが入ることを避けるために、中心部からずらしてグラフアイトヒーターの真横に通している。そのため、この熱電対が示す温度は中心部の試料の温度とは異っている。また、熱電対の基準接点として試料セルを押しているアンビルを使用しているため、試料セルの温度上昇に伴い基準接点の温度も上昇するため、熱電対の起電力が低下し、見かけ上試料セル内部の温度が実際よりも低くなる。

本実験では、マルチアンビル型装置を用い、XAFS 実験で用いる熱電対に加えて中心部にも熱電対を通して温度を測定し、XAFS 実験における試料の温度と測定される温度の違いを評価する。

タイタン型の大気と表面環境の安定性

丹秀也 佐々木研究室

Key words：惑星大気、表面環境

土星の衛星タイタンは、発達した窒素大気が保持されている唯一の氷天体である。さらにその表面では、大気温度分布により圧力と温度がそれぞれ 1.5 気圧、94K 程度であるため、液体メタンが存在している。こうした大気・表面環境が他の条件でも成立可能かどうか、つまりユニークなものであるかどうか調べることを本研究の目的とした。

惑星大気温度分布は主に放射と対流により決まるが、タイタンでは気体分子と有機化合物のエアロゾル、および表面付近でのメタンの凝結がこれらに影響する。先行研究をもとにこうした効果を簡単な式により表現し、タイタン大気温度分布を算出する手法を検討した。この手法において重力加速度や太陽光の量、表面圧力などをパラメータとして変化させることで、タイタン型の大気および表面環境の安定性について定性的に評価した。今回はその結果について報告する。

月探査における水分子同位体その場観測装置の 開発

田坂直也 寺田研究室

keyword:水分子同位体、キャビティリングダウン吸収分光

近年リモートセンシング技術の発達などにより月極域には一定量の水が存在することが示唆されている。月面に存在する水の起源を知るには、同位体組成の情報が重要である。将来の月面着陸ミッションにおいてその場観測を行うため、私は水素、酸素の同位体組成分析が行える宇宙機搭載用の光学分析装置の開発を目指している。この装置では、空間に閉じ込めた水蒸気に短波長レーザーを照射し、分子による吸収測定することにより各同位体の存在度を測定する。レーザー光を何回も反射させることにより、吸収効率の向上を図る。レーザー装置、光学反射装置ともに光ファイバーのみで構成される新開発の部品の導入を計画している。このうち今回は、レーザー装置を用いて水分子による吸収スペクトルを観察した。

紀伊半島四万十帯日高川層群に発達する プレート境界断層の構造地質学的特徴

小川 丈彰 中嶋研究室

Key words: プレート境界断層, 付加体, 南海トラフ

プレート沈み込み帯での大地震は、巨大津波を伴い、甚大な被害をもたらす。そのメカニズムを理解するため、近年、陸上付加体に発達する過去のプレート境界断層がさかんに実施されている。しかし、東海から九州に横断する四万十付加体にて、紀伊半島での断層研究は未だ実施されていない。そこで、本研究では和歌山県四万十帯日高川層群三尾地域に分布するメランジュ地質帯に着目し、フィールド現地での地質図の作成、採取した断層試料での顕微鏡観察・鉱物組成分析を実施した。その結果、高い直線性と鉱物粒子の細粒化および高温履歴を保持する断層を発見した。これは、かつての南海トラフにおいて巨大地震を引き起こした過去のプレート境界断層と推測できる。

XMM-Newton による大マゼラン雲内超新星残骸 0540-69.3 の分光観測

池山優樹 常深研究室

Key words: 超新星残骸、爆発噴出物、パルサー星雲

大マゼラン雲(LMC)内の若い重力崩壊型超新星残骸 0540-69.3 は、明るいパルサーとパルサー星雲という、かに星雲によく似た特徴を持っており、さらにその爆発噴出物には LMC 内で最も酸素を多く含んでいる。XMM-Newton 衛星の打ち上げ初期における観測の結果、爆発噴出物に鉄が含まれるという報告がなされた。超新星爆発のコアで生成される鉄が若い超新星残骸から報告されたことは、爆発における重元素合成や爆発噴出物の混合について理解するために重要であったが、その後のチャンドラ衛星による観測結果では鉄元素が検出されないという矛盾があった。我々は XMM-Newton 衛星の RGS 検出器による観測データを再解析することで、SNR 内部の領域毎に含まれる重元素組成を正確に測定し、過去の研究との差異を報告する。

火星表層模擬鉱物試料のレーザー誘起蛍光分光 分析

椎野朱里 寺田研究室

Key words : 火星 生命探査 レーザー誘起蛍光 鉱物 水

NASA の火星探査計画により、火星表層からメタンや塩素化炭化水素 (Freissinet et al,2015)、流水跡(Ojha et al.2015)が発見され、地球外の生命存在可能性が高まっている。日本の将来火星探査では、生体細胞を検出する目的で蛍光顕微鏡を搭載する計画があるが、本装置にレーザー誘起蛍光分光 (LIFS) 法を備え付ければ、細胞に限られない惑星物質調査が可能になる。そこで本研究では、パルス YAG レーザー(355 nm)を用いて 16 種の火星表層模擬鉱物試料の LIFS スペクトルを取得した。その結果、4 種のケイ酸塩抗鉱物では 400-700 nm にブロードな蛍光スペクトルが得られ、モンモリロナイトについては照射後 9 ns 以降で蛍光が減衰した。また 5 種の水和塩では 405 nm に鋭いピークを検出した。以上から LIFS が火星表面の水の探査に有用である可能性を示した。

銀河団と銀河群ハローの形成進化と物質分布

足立知大 宇宙進化(長峯)グループ

Key words:宇宙論、spherical collapse モデル、シミュレーション

銀河団は質量が 10^{15} 太陽質量という宇宙最大の構造である。本研究ではどのように銀河団が形成されたのか簡単な構造形成のモデルの一つである spherical collapse モデルを用いて銀河団サイズの時間変化を計算した。一方、銀河団および銀河群内部にはガス、ダークマター、星が存在する。本研究ではガスやダークマターがハローの内部でどう分布しているのか、それらの密度分布を宇宙論的流体シミュレーションを用いて調べた。その結果、シミュレーションの結果は観測結果と異なることが分かった。

Fe 含有鉱物がシュードタキライト生成時の 黒色化に及ぼす影響の実験的検証

中野友貴 中嶋研究室

Key words: シュードタキライト, 黒色化, 熔融

シュードタキライトは高速すべり由来の摩擦発熱によって鉱物が熔融し生成する黒色のガラス物質であり、“地震の化石”である。シュードタキライトから地震時の滑りパラメータを抽出する研究は数多く報告されているが、それらが呈する色との関係については未だ報告されておらず、黒色化の物理化学的プロセスも未解決である。そこで、本研究では鉱物組成が熔融前後の色変化に及ぼす影響を検証すべく、Fe を含む鉱物の熔融によるシュードタキライトの黒色化に着目した。シュードタキライト生成を模擬するために、石英と曹長石の混合試料、およびそれに黒雲母もしくは緑泥石 10 wt.%を加えた試料において、1300 °C加熱を施し、加熱前後の色測定を行った。その結果、Fe 含有鉱物を混合した試料では有意な黒色化が認められた。また実験試料の X 線回折分析および走査型電子顕微鏡観察の結果、Fe 含有鉱物の熔融が認められた。そのため、熔融物（模擬シュードタキライト）の黒色化には、試料中の Fe 含有鉱物の熔融が大きく寄与していると考えられる。

“New Type AGN” の X 線スペクトル～時間変動 とホスト銀河の吸収

Huang Rouchen 常深研究室

Key words: 超巨大ブラックホール、2型 AGN、トーラス

銀河中心にある数 10 万～数 10 億倍の質量の超巨大ブラックホール(BH)への降着現象である活動銀河核 (AGN)には可視光の輝線や X 線のスペクトルで分類される二つのタイプがある。このうち 2 型は中心 BH が分子雲トーラスによって隠されているとする描像が信じられている。2 型の X 線スペクトルは、トーラスで吸収されつつ透過してきた成分、トーラスの表面で反射された成分、トーラス構造の中にある電離ガスで散乱された成分で構成される。多くの 2 型 AGN の観測結果をもとに推定されたトーラスは開口角が 30 度以上、水素柱密度が 10^{23-24}cm^{-2} であった。ところが、Swift、すざく衛星の観測で、散乱成分が小さく、反射成分が大きい 2 型がみつき、開口角が 20 度、柱密度が 10^{25}cm^{-2} の “New Type AGN” と称して注目を集めた。本研究では、このうちのひとつ NGC1142 のすざくによる 2 回の観測データを解析し、時間変動と、ホスト銀河吸収の面から “New Type” という解釈が適切かどうか検証する。

重力マイクロレンズを用いた 褐色矮星砂漠の検証

田中祐輔 芝井研究室

Key words :重力マイクロレンズ、褐色矮星、太陽系外惑星

我々MOA(Microlensing Observations in Astrophysics)グループでは、ニュージーランドのMt. John 天文台において、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、ソース天体がレンズ天体の前を横切った際に、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、ソース天体の一時的な増光が観測される現象である。レンズ天体が単星の場合は、光度曲線は対称性を持っているが、レンズ天体が伴星を有していると、光度曲線に特徴的な非対称性(アノマリー)が現れる。光度曲線のフィッティングを行うことにより、主星と伴星の質量比、射影距離などの情報が分かる。おおよそ 12~77 木星質量の天体は褐色矮星と呼ばれているが、この天体は惑星や恒星に比べて形成されにくいことが知られており、褐色矮星砂漠と呼ばれている。本研究では、MOAグループで2014年に観測された重力マイクロレンズイベントを用い、伴星の質量分布を作成し、褐色矮星砂漠がみられるか検証を行った。

Fe-Ni-S 融体の音速の圧力変化

黒川冬華 近藤研究室

Key words: 液体核、硫黄、高温高压、音速

地球型惑星の外核は主に鉄ニッケルからなる融体と考えられているが、形成時の条件に応じていくらかの軽元素(H, C, O, S, Si など)を含むとされており、含まれる元素の種類と量に応じて鉄合金の物性は変化する。鉄合金の物性の中でも音速は、観測から得られる地震波速度データと比較することで、核の組成に制約を与えることができる。このため近年鉄合金の音速について盛んに報告されている。本研究では、揮発性元素ではあるものの親鉄性が高いため核中の軽元素の有力候補であるSに着目し、高温高压下でのFe-Ni-S系融体の音速測定を行った。

高压発生にはSPring-8放射光施設のBL04B1及びBL22XUビームライン設置のマルチアンビプレスをを用いて、超音波法による音速測定を行った。圧電素子から超音波を発生させ、試料境界面からの反射波をオシロスコープで測定し試料中の伝搬時間を決定する。さらにX線イメージから試料長を測定し、縦波速度を求めた。試料には $\text{Fe}_{60}\text{Ni}_{10}\text{S}_{30}$ 組成を用いた。本実験によりFe-Ni-S融体の縦波速度を9.8GPa, 1700Kまでの温度圧力条件のもとで求めることができた。得られた音速の温度依存性は小さく、圧力とともに増加する傾向がみられた。

シンチレータ用光検出器としてのMPPCの利用

孕石友太 常深研究室

Key words : シンチレータ, MPPC, 暗電流, 同時計数

放射線計測用シンチレータのシンチレーション光検出には、長年、光電子増倍管が使用されてきた。近年、光電子増倍管を置き換える形で Multi Pixel Photon Counter (MPPC) が使用されはじめている。MPPC は数 10-100 μm のピクセルサイズの Avalanche Photo Diode (APD) を多数敷き詰めたデバイスで、ある時間に光子が入射したピクセル数に比例した信号出力が得られる。コンパクトで光子数計測の誤差も小さいなどの利点がある一方、暗電流が高いなどの欠点もある。本研究では、高圧、アンプを内蔵したモジュール型の MPPC を使用し、暗電流測定、(CsI, BGO, GSO, プラスチック) シンチレータと組み合わせた X 線計測を実施した。暗電流イベント数は 140kc/s とバックグラウンドとして大きな問題になることがわかった。これを回避するために、2 個の MPPC をシンチレータ両側に設置し、同時計数で暗電流イベントを落とす試みを行った。この結果を報告する。

1次元バネブロックモデルを用いた数値シミュレーションによる地震の不均一性の探究

阿久刀川潤 川村研究室

Key words： 速度状態依存摩擦側、バネブロックモデル、不均一性

地震はプレートの運動によって駆動された断層が示す固着-すべり不安定性であり、摩擦の物理法則によって支配される。地震の統計的性質を調べるため、断層面を離散化してブロックの集まりと考え、ブロック同士をバネでつなぐことで断層の弾性的性質を表したバネ-ブロックモデルによる数値シミュレーションが広く行われている。また摩擦則として、すべりの速度とすべり面の状態に依存する速度状態依存摩擦則が広く用いられている。当グループではこれまで、各ブロックに対し同一のパラメータを仮定した一様均一モデルを用いたシミュレーションを主に行ってきた。しかし、現実の地震断層には不均一性が存在する。地震現象の複雑性に対し、摩擦則や弾性則に関わる物性パラメータの不均一性がどのような役割を果たしているかを明らかにすることは大変重要である。そこで本研究では、不均一な摩擦則の簡単な例として、系の左右半分ずつで摩擦パラメータの大小が異なるブロック群から成る1次元バネ-ブロックモデルを用いて数値シミュレーションを行った。得られた結果を、摩擦則が均一な場合の結果と比較しつつ、摩擦則パラメータの不均一性が地震の諸性質に及ぼす効果について議論する。

岩石の水飽和率が弾性波速度に及ぼす影響

堀川卓哉 中嶋研究室

Key words : 岩石, 弾性波速度, 水飽和率, 間隙径分布

岩石の水飽和率 S (間隙を水が満たす割合) が変化すると、弾性波速度 (V_p) が複雑に変化することが知られている。従来の研究では、 V_p 変化の全てを定量的に予測できるには至っていない。ベレア砂岩 2 種と白浜砂岩 1 種を用いて、まず間隙を水飽和させ、乾燥させながら V_p を測定した ($S = 1 \rightarrow 0$)。岩石中には様々なサイズの間隙があるが、乾燥が進む際は、大きな間隙から順に水が失われることが知られている。比較的大きな間隙の割合が高いベレア砂岩 A では、4 段階の V_p 変化が見られた [1) $S = 1 \rightarrow 0.5$: V_p 低下、2) $S = 0.5 \rightarrow 0.15$: V_p 上昇、3) $S = 0.15 \rightarrow 0.05$: V_p 低下、4) $S = 0.05 \rightarrow 0$: V_p 上昇]。小さな間隙の割合がより高いベレア砂岩 B では、上記の段階 1 の一部と段階 2, 3, 4 が見られた。小さな間隙のみから成る白浜砂岩では、段階 3, 4 と思われる V_p 変化のみが見られた。すなわち、 S の減少に対しどの段階の V_p 変化が生じるかは、間隙径分布に依存する可能性が示された。この結果に基づき、既存の理論に間隙径分布の影響を加えて、 S - V_p の関係の理解を試みた。

銀河の星形成率の宇宙論的進化の理論モデルと 観測との比較

中村亮介 宇宙進化(長峯)グループ

Key words: 宇宙の構造形成、銀河の星形成率、シミュレーション

様々な時代における各銀河の星形成率 (Star Formation rate; SFR) と星質量との関係を分析することによって、銀河がどのように進化し星を生成してきたのかを探ることが出来る。これまでの観測から銀河の星質量と星形成率の間には強い正の相関があることが知られており、その観測結果を宇宙論的構造形成の観点から理論的に理解することが急務である。本研究では、星形成率の観測データを赤方偏移ごとにまとめ、星形成率の理論モデルを 2 種類提示し、ある宇宙時間で極値を持つ指数関数型減衰モデルが観測データをうまく説明することを明らかにした。

局所同位体分析に向けた レーザーポストイオン化 SNMS の開発

松田 貴博 寺田研究室

Key words : SNMS, 同位体分析

太陽系の形成過程を解明するため、微小領域における同位体を分析する手法として二次イオン質量分析計(SIMS:Secondary Ion Mass Spectrometer)は広く使用されてきた。しかし、SIMS は二次イオン化効率が 1%以下と非常に低く、試料のロスに対して感度が低いという問題が存在する。そのため、小惑星探査機「はやぶさ」が採取した試料や、太陽系形成以前の元素の同位体情報を保持しているプレソーラー粒子のような、大きさが 1 μ m程度の極微小なサンプルを分析することが困難であった。このような SIMS の問題を解決する手法として、現在、レーザーポストイオン化を用いた二次中性粒子質量分析計(SNMS:Sputtered Neutral Mass Spectrometer)の開発を行っている。本装置は、液体ガリウム的一次イオンビームによってスパッタされた中性粒子をフェムト秒レーザーでポストイオン化することによりイオン生成率を向上させることができる。先行研究より、レーザー照射によってイオンビームのみの場合に比べてイオン量が 1 万倍以上増大することがわかった。本研究では、装置の更なる高感度化を図るため、新たな検出システムを考案し、その検証実験を行った。

結晶入りマグマの微視的粘性と巨視的粘性

河波俊和 佐々木研究室

Key words : マグマ、粘度、固液二相流体、アナログ実験

マグマは純粋な液体部分であるメルトと、固体である結晶または気体である水・二酸化炭素などとの混相流体である。このマグマの物性は火山現象の時間スケールや空間スケールを支配するパラメータであり、特にマグマの粘度は物質の輸送に関する重要な性質である。固液二相流体のみかけの粘度には二つの種類があると提案する。一つは流体全体としての見かけの粘度（巨視的粘度）で、もう一つは流体中を動く微小物体が感じる見かけの粘度（微視的粘度）である。このそれぞれの粘度については、先行研究により独立に調べられてきたが、一つの流体に対して双方から粘度を調べるという実験はあまりされてこなかった。そこで本研究では一種類の流体（シロップ+ビーズ）に対して、落球法で微視的粘度を、回転粘度計で巨視的粘度を測定し、その違いを検証した。本実験から結晶量が少なく、落球の相対サイズ（浮遊粒子に対する）が小さい場合では微視的粘度は巨視的粘度よりも小さくなることがわかった。

気球搭載型遠赤外線干渉計 FITE 用 重心調整機構の改造と動作試験

谷 貴人 芝井研究室

Key Words: 姿勢制御, SGSP65-1500, ウォームギア

本研究では、気球搭載型遠赤外線干渉計 FITE の姿勢制御システムに必要な自動ステージとしてシグマ光機製 SGSP65-1500 の改造を行い、動作試験を行った。この自動ステージの目的は、ゴンドラを重心で吊る方式によってゴンドラの 2 重振り子運動を抑え、観測への影響を低減させることである。気球は上昇後に高度を一定に保つために、バラストと呼ばれる鉄の粉を投下する。その結果、ゴンドラの鉛直成分の重心位置が懸架点からずれる。ゴンドラの重心が懸架点に来るように補正するのが自動ステージの役割である。この既成のステージは地上でかつ水平に設置される装置であるので、鉛直に設置して動作が可能になるように、ウォームギアを導入するなどの改造を行った。さらに上空 40km の環境でも動作するように摺動部のグリース交換なども行った。改造後、鉛直で動作試験を行い、正常動作を確認した。

Presolar SiC の同位体分析に向けた Murchison KI sample の評価

宮晃平 寺田研究室

key words : presolar SiC, 同位体分析, 化学処理, 粒径分布

Murchison 隕石をはじめとする始原的隕石には、太陽系形成以前に存在した天体の元素合成の情報を保持した presolar grain が微量ながら含まれる。現在までも粒径の大きい微粒子については先行研究が行われてきたが、サブミクロンオーダーの微粒子の微量元素については検出が困難なため、重元素合成過程の研究は大いに余地を残している。そこで presolar grain 粒子の個々の同位体比を調べるため、本研究ではまず、先行研究に基づき Murchison 隕石を化学処理することによって珪酸塩や有機物質などといった隕石の多くを占める太陽系由来の成分を取り除いた。これにより grain を単離して観察することが可能となった。presolar grain は、同位体比だけでなく粒径によっても起源となる天体の情報を得ることができることから、得られたサンプルの粒径分布を調べた。発表では、これらの実験の結果について報告する。

低温高圧における H₂O の相境界

芦田覚 近藤研究室

Key words: ダイヤモンドアンビルセル、ラマン分光法、氷天体

太陽系のいくつかの氷天体の内部には液体水が存在する可能性が示唆されている。氷天体の内部構造を知るためには、対応する温度圧力範囲の変化で H₂O がどのように振る舞うのかを知る必要がある。H₂O の構造相転移境界の多くは熱力学的にも計算されているが、実際に実験室で観察される相境界は、条件によって大きく移動して見えることが知られている。

本研究では、速度論の影響が認められる低温高圧域での氷の生成について調べるため、新たにダイヤモンドアンビルセルと循環型低温槽とを組み合わせた高圧低温実験装置を作成し、常圧から数百 MPa、-25°C~15°Cの条件で、H₂O の顕微ラマンスペクトル変化を測定し、提唱されている H₂O の相境界との差について観察と議論を行ったので報告する。

高圧下におけるメタンハイドレート分解過程の その場観察のための装置開発

坂之上聖史 佐々木研究室

Key words : メタンハイドレート、分解、その場観察

メタンハイドレートとは、水分子が形成する籠（ケージ）構造にメタン分子が取り込まれた包接水和物である。日本近海の海底にも広く分布していることが確認されており、採掘調査・研究が行われている。ピストンコアにより採取した白い氷様の試料（通常これをメタンハイドレート試料という）は、数 mm 程度の粒状のメタンハイドレート結晶とそれを取り囲む氷でできていることが報告されている。メタンハイドレートの分析を行うには、採取した試料からその粒状の結晶のみを取り出す必要がある。その一つの方法として、高圧下にして試料中の氷のみを融解させ水にすることを採用した。融解の程度を確認する必要があるため、試料から至近距離でその場観察できるようにボアスコープを用いた。ボアスコープに圧力が直接かからないようにサファイアガラス窓のゲージポートを設計し、それを SUS 製耐圧容器に取り付けた装置を開発・作製した。

単独中性子星からの X 線高エネルギー 超過成分の発見

米山 友景 常深研究室

Key words : X 線, RX J1856.5-3754, 単独中性子星

単独中性子星から放射される数 10 万 K の黒体輻射は、核力モデルを検証するカギになる中性子星の質量と半径を測定する上で重要である。単独中性子星のうち地球に最も近く (~ 120 pc) 明るいのがローサット衛星で発見された RX J1856.5-3754 (以下 J1856) で、かつて、中性子星より半径の小さいクォーク星候補として話題を呼んだこともある。複数の X 線天文衛星で繰り返し観測されており、スペクトルは温度 $kT \sim 30\text{keV}$ と 60keV の 2 温度黒体輻射モデルで近似されることが知られており、X 線検出器較正にも用いられてきた。本研究では、すざく衛星、XMM Newton 衛星が 2004-2015 年の間にのべ 22 回観測した J1856 の X 線スペクトルを網羅的に解析した。結果として、 1keV より高いエネルギーで 2 温度黒体輻射では再現できない超過成分があることを発見した。これはレスポンス、バックグラウンドの不定性、パイルアップ、他の天体の混入などでは説明できない。この高エネルギー側 X 線超過成分の性質とその起源に関して議論する。

湿度制御顕微赤外分光法を用いた 多糖類への水吸着挙動の解析

山北絵理 中嶋研究室

Key words： 顕微赤外分光法，湿度制御，ペクチン，結合水

植物の保水には，細胞壁に多く存在する多糖類のペクチンが関連していることが知られている．しかし，その保水能力や水の結合状態についての研究は少ない．本研究では，ペクチンの水溶液を乾燥させて作成したペクチンフィルムを，新たに作成した相对湿度制御セル内に置き，相对湿度の段階的な変化に伴う水の吸着・脱着挙動を調べた．測定には，水晶振動子微小天秤（QCM）と顕微赤外分光法を用いた

相对湿度が増加するにつれて，QCMにより吸着水の重量増加が確認された．また顕微赤外分光法により得られたペクチンフィルムのOH伸縮振動吸収帯($3700\text{-}3000\text{cm}^{-1}$)において， 3510cm^{-1} ， 3380cm^{-1} ， 3260cm^{-1} 付近の成分が増加した．この3成分に，ペクチンの骨格がもつOHによる 3440cm^{-1} 成分を加えた4成分のガウス型関数でOH伸縮振動吸収帯のフィッティングを行った．その結果，ペクチンには 3260cm^{-1} 付近の水素結合距離の短い水（結合水）が多く吸着することがわかった．

弱磁性物質の磁氣的異方性の検出

弘田和將 寺田研究室

Key words : 磁氣的異方性 $\Delta \chi$ 、非晶質

宇宙空間に存在する個体微粒子を星間ダストと呼び、この主成分は非晶質シリケートである。この星間ダストが宇宙磁場によって部分整列することで、恒星からの光が散乱・吸収されて数%程度の偏光が観測される。しかし、弱磁性物質である星間ダストがどのようなメカニズムで整列するのかは未解明の問題である。

その機構を説明するモデルとして、熱平衡条件下での磁気異方性エネルギーによる整列モデルに着目した。従来は等方的で存在しないと考えられてきた非晶質シリケートの磁氣的異方性 $\Delta \chi$ を検出することで、このモデルの有効性を検討するために、測定には、従来の方法よりも小さな試料で、微小な $\Delta \chi$ を測るに適している微小重力環境下での落下実験を導入した。本研究では、先行研究と比べ鉄濃度の小さな試料を測定することで、異方性が生じる機構が何であるかを実験的に考察した。

下部マントルにおける含水高压相の生成条件

廣海真吾 近藤研究室

Key words: 放射光 X 線その場観測、レーザー加熱、DAC、MORB

地球内部には大量の水を含むことができ、水の移動は海洋地殻上面を構成する中央海嶺玄武岩(MORB)に含まれる含水鉱物などが担っていると考えられている。含水鉱物の中でも近年発見された **Phase H** と呼ばれる含水相は下部マントル条件でも安定なため、地球深部へ水を輸送する候補の一つとして挙げられている。しかし **MORB** の多成分系ではこの相の生成条件はまだ定まっていない。そこで本研究では **MORB** 組成ガラスに水を加えた系での高温高压下での反応関係を調べ、**Phase H** の生成条件を調べた。高温高压の発生はレーザー加熱型ダイヤモンドアンビルセルを用い、高エネルギー加速器研究機構(KEK)の放射光実験施設(PF-AR-NE1A)にて、下部マントルに至る温度圧力条件下の X 線回折実験を行い、試料の相転移や反応生成物を観察したのでその結果を報告する。

重力マイクロレンズ現象による惑星イベント MOA-2014-BLG-171 の解析

山田瞳子 芝井研究室

Key words : 重力マイクロレンズ、系外惑星

我々、Microlensing Observations in Astrophysics (MOA) グループでは、ニュージーランドの 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現象を利用し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、観測者と光源星（ソース天体）の間を質量を持った天体（レンズ天体）が通過するときに、そのレンズ天体を持つ重力場によりソース天体の光が曲げられ、観測者からはソース天体が増光して見える現象である。この増光の時間変化を解析することによりレンズ天体の物理量を決定でき、惑星を検出できる。

本研究では、2014 年のイベントである MOA-2014-BLG-171 の解析を行った。その結果、レンズ天体の主星と伴星の質量比が $q = 1.08 \times 10^{-3}$ 、主星と伴星の距離をアインシュタイン半径で規格化した値が $s = 1.19$ である惑星系であることが分かった。

微小部分分析法による 大気微粒子中の硫酸カルシウムの探索

丸山大貴 中嶋研究室

Key words : 雲凝結核, Gypsum, 電子顕微鏡, 顕微赤外分光

大気中で雲が発生するためには、エアロゾルなどの大気微粒子が雲凝結核 (cloud condensation nuclei: CCN) として働く必要がある。エアロゾルの中で凝結核として重要とされる鉱物として、硫酸カルシウムの二水和物である Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) がある。硫酸カルシウムが大気微粒子中にあることは知られているが、その化学形態 (水和状態) を確かめた例は少ない。

そこで本研究では、まず大阪で採集した $\text{PM}_{2.5}$ 中に SEM-EDS (エネルギー分散型 X 線分析装置付き走査型電子顕微鏡) などを用いて硫酸カルシウムを成分として含む粒子を探した。ついで、これらの硫酸カルシウム粒子について、顕微赤外分光法などを用いて、Gypsum であるかどうかの確認を行った。その結果、2015 年春の黄砂飛来時の $\text{PM}_{2.5}$ 中に Gypsum の存在を確認できた。

圧力印加による岩石中の電流変化

宮永和範 寺田研究室

Key words : 地震前電磁気現象、TEC、分極、正孔励起

1994-2015 年における M8 クラスの大きな地震 8 回すべてについて、地震発生 40 分ほど前から震源上空の GPSTEC (GPS 電波の遅延を用いて計測される電離層総電子数) に異常が見られている (Heki, 2015)。この異常の原因として、地殻岩石の電气的分極が考えられ、圧電補償電荷説、岩石中の過酸化架橋の正孔励起、間隙水の移動による流動電位などのモデルが提唱されている。本研究では $3 \times 6 \times 10 \text{cm}$ の斑レイ岩、花コウ岩を用いて、圧力 0-49 MPa における岩石の温度条件および含水率を変えて、流れる電流を測定する室内実験を行った。圧電物質を含まない斑レイ岩では、常温において高压部から低压部に向けて負の電流が圧力印加後 2 分程度流れたが、岩石温度を 0°C 未満に冷却した場合、常温の場合と異なる正の電流が長時間流れた。これは、斑レイ岩において常温の場合と冷却した場合では電气的分極の原因が異なる結果を示していると言える。

Lennard-Jones 相互作用をする粒子系の引き延ばし切断による数値シミュレーション

池田 光夢 川村研究室

Key words : 固体、切断、シミュレーション

日照りによる大地のひび割れや、衝撃によるガラスの粉碎など、「破壊」と呼ばれる現象には多種多様なものがあり、その原因も様々である。リバティ船の破損やデ・ハビランド コメットの連続墜落事故のように、破壊現象に関する性質をうまく制御できていなかったことが大事故をひきおこしたり、その失敗が後世に重大な知見をもたらすことも少なくない。このように破壊現象を制御することは非常に重要である。本研究では破壊の例として Lennard-Jones ポテンシャルによって凝縮している固体を両側から引っ張り、破壊することを目的としたモデルで数値シミュレーションを行い、同時に系のポテンシャルエネルギーや力の大きさを計算した。特に切断の前後でエネルギーや力がどのように変化しているのかに注目し、そのふるまいについて議論する。