



**大阪大学 理学部 物理学科
宇宙地球合同卒業研究発表会**

2024 年 2 月 19 日(月) 10 : 00 ~ 15 : 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)

午前の部

1. 10:00~10:40 座長：近藤教授

鵜木 伸伍 (波多野研) 4

PAN Yue (長峯研) 4

上原 佑斗 (寺田研) 5

長野 冬瑚 (住研) 5

2. 10:40~11:20 座長：住教授

水野 雄亮 (寺田研) 6

山田 晃平 (佐々木研) 6

松田 基弥 (長峯研) 7

川上 稜平 (佐々木研) 7

～休憩～

3. 11:30~12:00 座長：長峯教授

篠崎 裕夢 (寺田研) 8

田吹 修人 (桂木研) 9

山口 誠太 (近藤研) 10

4. 12:00~12:30 座長：松本教授

北原 大地 (佐々木研) 10

村岡 隼 (桂木研) 11

大久保 若菜 (波多野研) 11

午後の部

5. 13:30~14:00座長：寺田教授

福島 大樹 (波多野研) 12

松井 亮介 (近藤研) 12

河村 穂登 (松本研) 13

6. 14:00~14:30座長：波多野教授

出射 旭 (住研) 13

米花 琢真 (桂木研) 14

中村 虎太郎 (近藤研) 14

～休憩～

7. 14:40~15:10座長：桂木教授

村上 海都 (松本研) 15

満田 龍一 (寺田研) 15

奥本 祐生 (住研) 16

8. 15:10~15:40座長：佐々木教授

巽 隆太郎 (松本研) 16

佐伯 翼 (桂木研) 17

山下 陽太郎 (波多野研) 17

ランダムウォークする2本の紐とその絡まり

鵜木 伸伍 波多野研究室

Key Words: 綿埃、絡み数

日常生活においてイヤホンや綿埃など紐状の構成要素が作る絡まりを目にすることができる。特に綿埃は多数の繊維が複雑に絡み合った構造を持つが、なぜそのような構造になるのかはわかっていない。

そこで本研究では2本の紐についてその絡み合いを数値計算を用いて考察することにした。格子点上に2本の紐を用意し、メトロポリス法を用いて紐を変形させるとともにランダムウォークさせ、絡み合いの時間発展を調べた。絡み合いの定量的指標として、結び目理論で定義されている絡み数を計算した。

発表ではその計算結果について報告する。

活動銀河核中心領域の宇宙線による原子核破碎反応

PAN, Yue 長峯研究室

Key Words: 活動銀河核、鉄輝線、破碎反応

活動銀河核はその中心領域から強い鉄輝線をX線で放射することが特徴の一つである。一方、近年の電波・ニュートリノ観測から中心領域には宇宙線粒子が存在することがわかりつつある。宇宙線は核破碎反応を通して、原子核を破碎し、元素組成に影響を与える。鉄よりも軽い元素が生成されれば、XRISM衛星による高エネルギー分解能観測で破碎反応の検証可能であり、宇宙線スペクトルの間接測定も可能となる。

本研究では、まずX線で観測される鉄輝線に着目し、活動銀河核中心領域における鉄の破碎反応についての計算を行った。破碎反応過程は原子核反応コードのTALYSを用い、宇宙線スペクトルについてはニュートリノ観測から示唆される値を用いている。本発表では、これらの初期成果について報告する。

熱変成 CM コンドライトの U-Pb 年代測定法による

C 型小惑星破砕イベントの考察

上原 佑斗 寺田研究室

Key Words: 炭素質コンドライト、熱変成、U-Pb 年代測定法

小惑星リュウグウ、ベンヌはスペクトル観測から炭素質物質や揮発性物質を多く含む C 型小惑星と分類されており、天体衝突によって破砕された母天体の一部が再集積して形成されたラブルパイル構造が確認されている。しかし小惑星イトカワを含む S 型小惑星の衝突年代や、類似した組成をもつ隕石である普通コンドライトの熱変成年代が Ar-Ar 年代測定法などで正確に求められている一方、C 型小惑星の衝突年代や、組成が共通する炭素質コンドライトの熱変成年代は、先行研究が少なくほとんどが不確定である。それゆえ熱変成の熱源についても衝突加熱や短寿命放射性核種の崩壊、太陽放射加熱など複数の可能性が残されている。

そこで本研究では、炭素質コンドライトの中でも熱変成を受けた痕跡のある CM コンドライトの熱変成年代を、質量分析装置 NanoSIMS を用いた U-Pb 年代測定法により推定し、熱変成の原因について考察を行う。

双子連星を用いた星の年齢と自転の関係の検証

長野 冬瑚 住研究室

Key Words: 連星系、星の自転、gyrochronology

恒星の自転と年齢は一般的に相関がある。若い星は自転速度が速く、年老いた星は遅いとされていて、この関係を用いて、自転速度からの年齢推定 (gyrochronology) が行われている。しかし、これらの関係は、主に年齢が比較的精密に決まる若い星団でしか調べられておらず、星団に属していない星では、自転と年齢の関係は確立されていない。本研究では、双子連星を用いて、質量と年齢の関数として自転周期が一意に決まるかどうかを調査する。双子連星とは、ほぼ同じ質量を持ち、ほぼ同時期に誕生したと考えられる連星である。Gaia の連星カタログと Kepler の測光データを用いて、双子連星の自転周期を比べて、その違いなどを定量的に評価する。この検証により、我々が今までよりも幅広い恒星で、自転周期から年齢を推定することが可能になると期待される。

地球電離圏から流出する各種イオンの流出量比の推定

水野 雄亮 寺田研究室

Key Words: 磁気嵐、電離圏、あらせ衛星、イオン質量分析器

磁気嵐は人工衛星の運用に支障をきたす原因となるため、磁気嵐についての研究は重要である。最近の研究で磁気嵐の発達には地球電離圏から流出する H^+ や O^+ の寄与が大きいことが明らかになったが、 H^+ と異なりまだ解明されていない O^+ の流出過程の将来的な理解のため、流出イオンの N^+/O^+ 比を推定することが重要である。 O^+ と m/q が近い N^+ も少量ながら電離圏から流出しておりその過程は O^+ とほぼ同じと考えられるが、 N^+ と O^+ は電離圏では緯度や高度により存在度が異なるためである。

本研究では、あらせ衛星搭載の MEP-i (中エネルギーイオン質量分析器) のデータを用いて N^+ , O^+ など 6 種類のイオンの流出量比を推定した。 m/q が近い N^+ と O^+ は MEP-i のデータではピークが一部重なっておりすぐに流出量比を決定できないため、物質に入射したイオンの挙動を再現する SRIM というソフトを用いイオンが MEP-i 内の炭素膜を通過する際のエネルギー減衰や角度散乱をシミュレーションすることで物理モデルに基づいた推定を実現した。

マルチアンビルプレスを用いた高温高圧力下での ジャーマネートガラスの XAFS 測定

山田 晃平 佐々木研究室

Key Words: ジャーマネートガラス、高圧力、XAFS 測定

マグマオーシャンに覆われていたとされる原始地球から現在の地球内部構造に至るまでの分化過程について、液体シリケートの密度に着目した研究が行なわれておりその解明が非常に重要視されている。しかし液体のシリケートは実験的扱いが難しくその場観察結果もほとんどない。

そこでシリケートのアナログ物質であり実験的扱いが容易なジャーマネートガラスに着目した。マルチアンビルプレスを用いて地球内部の環境を擬似的に再現し、高温高圧力下でそのジャーマネートガラスの局所構造変化をその場観察することにした。その際、ガラスや液体の構造研究として有効な XAFS 測定を採用し、XAFS 測定が比較的容易に行えるルビジウムジャーマネートガラスを対象とした。今回は高圧下での XAFS 測定において現状得られている結果と今後の方針について発表する。

矮小銀河風のシミュレーション

松田 基弥 長峯研究室

Key Words: 銀河風、矮小銀河

銀河風は銀河の中の星形成、金属量の分布、温度に対して影響を与える。矮小銀河風は主に星のフィードバックで駆動されると考えられている。星のフィードバックとしては、超新星爆発、星の輻射、超新星残骸によるものが主に考えられている。超新星爆発によるフィードバックを考慮したシミュレーションを行うことで、銀河風の量を調べる。シミュレーションには星形成・超新星爆発フィードバックなどが実装されている流体コード GADGET4-Osaka を用いる。

2 Gyr の時間で孤立矮小銀河のシミュレーションを行った。ダークマターハローが 80 kpc、ガス円盤が 1.6 kpc の初期条件を作った。質量負荷係数の測定により、超新星爆発のフィードバックで、1 kpc から 10 kpc に到達する銀河風を確認できた。また、超新星フィードバックがない場合の星形成効率を closed box model で近似することで星形成時間を 500 Myr と見積もることができた。

磁場発生条件に基づく木星衛星ガニメデの

内部構造推定

川上 稜平 佐々木研究室

Key Words: ガニメデ、固有磁場、内部構造推定、熱進化モデル計算

木星衛星ガニメデは、太陽系の衛星で唯一、金属核ダイナモ起源の磁場を持つ。ダイナモが核の熱対流で発生・維持されるためには、現在の核が「少なくとも一部が融解」「十分な速度で冷却される」「磁気レイノルズ数が数百以上」という 3 条件を満たす必要がある。現状の慣性率のみに基づく内部推定は不定性が大きく、それに伴いガニメデ内部の熱的状態や進化が変わりうるため、上記の 3 条件を満たさない構造も存在する。そこで本研究では慣性率の制約範囲内における様々な内部構造を仮定した熱進化のモデル計算を行い、上記の 3 条件を課すことで内部構造の許容範囲を狭める。その結果、核の密度は $6000\text{-}6500\text{kg/m}^3$ 、半径 830-1080 km、マントル厚さは 580-720 km の範囲内にあり、核半径が大きいほど磁気レイノルズ数が大きく好ましいことが分かった。この結果は、2031 年に木星系へ到着する JUICE 探査機の重力場探査や磁場測定を通して検証が可能である。

アングライト隕石の高精度同位体分析から探る

短寿命放射性核種 ^{10}Be の起源

篠崎 裕夢 寺田研究室

Key Words: ^{10}Be 、原始太陽系円盤、アングライト隕石、宇宙線

短寿命放射性核種 ^{10}Be （半減期 139 万年）は、宇宙線などの高エネルギー粒子による核破砕反応によって生成する核種である。隕石分析から初期太陽系に ^{10}Be が存在したことが明らかとなっているが、その生成過程は未解明である。主なモデルとして、太陽高エネルギー粒子と円盤物質の相互作用、ならびに銀河宇宙線と分子雲物質の相互作用、の2つが注目されている。前者の場合、 ^{10}Be 存在度は初期太陽活動度の指標になり得るが、後者の場合、太陽系誕生環境（星形成率等）の制約に繋がる。

本研究では円盤進化後期段階に形成したアングライト隕石の $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ 比を決定し、太陽系最古物質 CAI の $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ 比と比較することで、上記2つのモデルの妥当性を評価した。得られたアングライト隕石の $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ 比は、CAI との年代差から予測されるアングライト形成時の推定値よりも有意に高い。このことは、CAI 形成後も ^{10}Be 生成が継続していたことを示唆しており、太陽高エネルギー粒子による ^{10}Be 生成モデルを支持する。

モデル計算を用いた経済格差の 自己組織化のメカニズムの解明及び 富の再分配政策が与える影響について

田吹 修人 桂木研究室

Key Words: 経済物理学、マクロ経済、Bonabeau model、ABM(Agent Based Model)

経済格差を生む要因は様々考えられている。例えば金融政策、技術革新、教育機会などは重要な要因として考えられ、今日に至るまで様々なマクロ経済モデルが考案されている。しかし経済格差を生む本質的なメカニズムを説明する理論やモデルは未だ完成されていない。

そこで、この問題の解決の糸口になると考えられる新しい物理的アプローチによるモデルが近年開発されている。例えば、自由経済において「個人間の富の競争的奪い合いの頻度」と「個人が所有する富の消費による緩和」の競合により経済格差が自己組織化するモデルが考えられている。このモデルでは、個人の行動戦略や、競争ルールの変更によって、経済格差が助長され得ることが示唆されている。

本研究ではこのモデルを応用し、富の再分配政策が経済格差に与える影響を数値計算により調べる。計算結果をもとに、経済格差解消のためにより有効な政策の構築を目指して議論する。さらに、富の再分配が経済発展にどのように寄与するのか等の、今後の展望にも発表では触れる。

ポストスピネルの高温非晶質化中の X 線の回折測定

山口 誠太 近藤研究室

Key Words: 高圧鉱物、隕石、X 線回折測定、非晶質化

隕石中には部分的に非晶質化した高圧鉱物が含まれる事がある。これは天体衝突時の高温高圧状態の発生と、脱圧時の非晶質化の進行を示唆しており、隕石が経験した温度圧力履歴の指標となる。隕石中に含まれる高圧鉱物の 1 例であるブリッジマナイトは、非晶質化する際の体積膨張により応力が発生し、これが非晶質化の進行を妨げる事が報告されている。しかし、現実的な多相系において同様の応力発生現象が起こるかは分かっていない。そこで本研究では、高温常圧下での時分割 X 線回折測定によりブリッジマナイトとペリクレイスから成るポストスピネル多結晶体の非晶質化を研究した。単相の場合と同様に、ポストスピネル中のブリッジマナイトにおいて、非晶質化による応力が発生した。また、ブリッジマナイトの非晶質化は共存するペリクレイスにも応力を発生させることが確認された。隕石中の高圧鉱物の非晶質化は、その鉱物だけではなく周囲の鉱物にも圧力上昇を引き起こし、隕石の構成鉱物の相変化速度を制限することが示唆される。

フォボスに対する YORP 効果の影響

北原 大地 佐々木研究室

Key Words: YORP 効果、動的進化、潮汐力

YORP 効果とは、小さな天体が太陽光を吸収し再放射する際に発生する微小なトルクのことである。近年、地球を周回する人工衛星にもこの効果が及ぶ可能性が指摘され、さまざまな研究が行われている。しかし、YORP 効果の適応範囲についてはまだ明確な理解が得られていない。また、火星の衛星に対して YORP 効果の影響を明らかにする研究は十分に行われていない。

本研究では、火星の衛星に対する YORP 効果についてシミュレーションを行った。特に、火星の衛星は潮汐力による影響が高いと考えられているので、潮汐力と YORP 効果がそれぞれどの程度影響を与えるかを比較し、トルクの大きさを評価した。今回は、火星の衛星である Phobos に対して、軌道、スピン、3 次元形状に基づいて天体の表面温度分布を計算し、YORP 効果の影響に関して検討したので報告する。

万能ジャミング・グリッパーの最大把持力における 構成粒子と把持対象物のサイズ効果

村岡 隼 桂木研究室

Key Words: 粒状物質、ジャミング転移、ジャミング・グリッパー
粉粒体が流体的な性質から固体的な性質に切り替わるジャミング転移現象を利用した把持機構であるジャミング・グリッパーの研究が近年盛んに行われている。ジャミング・グリッパーは、粉粒体を詰めた袋膜で対象物を包み込んでから袋膜内を減圧することで、対象物を把持する。このジャミング・グリッパー機構を用いることで、複雑な形状の対象物を把持可能となる。

ジャミング・グリッパーの最大把持力は、グリッパーを構成する粉粒体の粒径や把持対象のサイズ、グリッパーの対象物への押付け力や押し込んだ距離など様々な要因によって決定される。本研究ではグリッパーを構成する粉粒体の粒径、把持対象物として用いた円柱の直径、グリッパーの押し込み力等のパラメータを系統的に変化させ、最大把持力を測定した。

発表では、得られた最大把持力とグリッパー構成粒子の粒径や把持対象円柱のサイズとの関係等について分析した結果を報告する。

枯草菌における自発的回転運動のシミュレーション

大久保 若菜 波多野研究室

Key Words: アクティブマター、Boid モデル、ローレンツ力

アクティブマターと呼ばれる魚や細菌などの自ら動き相互作用をする粒子は、自由に運動させると、乱流のような複雑な流れや集団運動を引き起こす。アクティブマターでは、境界の影響を大きく受けて運動することが知られており、枯草菌では円形の境界の下では境界付近で逆回転層を伴いながら、中心部が正方向に回転する現象が報告されている。この運動を再現するモデルを作ることは、対称性を破った回転が起こるメカニズムを理解する上で重要である。

本研究では、枯草菌を模した粒子を円形の境界がある空間で自由に運動させることにより、この現象をシミュレーションで再現することを目指した。粒子の運動を整列、分離、集合しようとする力で表す Boid モデルに、非対称性の動きを再現するためのローレンツ力と同じ性質を持つ力を追加し、円形の空間内で運動させてシミュレーションを行った。その結果、境界付近に逆回転層を伴いながら正方向に回転する現象をこのモデルでも観察することができた。

Coupled Map Lattice を用いた雲シミュレーション

福島 大樹 波多野研究室

Key Words: 雲シミュレーション、CML、複雑系

雲の生成や消滅には移流や相転移といった複雑な物理過程が存在する。この複雑な現象に対して Coupled Map Lattice(CML)の手法を応用し、雲をシミュレートするモデルが開発された。これは格子点上に変数を取り時間を離散化した力学系である。2次元格子点上において雲の形成に関わる物理過程を写像で表現し、複数の写像を場の変数に作用させて時間発展を行うことで雲の形成をシミュレートした。

先行研究においてはパラメータの設定に不明確な点があるので、ここでは実際の現象と整合性がとれるようにパラメータを再調節した。このシミュレーションで得られた雲の形態を報告し、実際の雲の形態と比較してモデルを評価する。

GHz-DAC 音速測定法による液体水および高压氷の

高压下音速測定

松井 亮介 近藤研究室

Key Words: 超高压、音速測定、内部海、高压氷

我々は音速測定手法の1つである GHz 法と高压発生装置のダイヤモンドアンビルセル (DAC) を組み合わせた試料中の弾性波速度測定手法 (GHz-DAC 音速測定法) の開発・改良を進めている。本研究ではこの手法を用いて、H₂O-塩系の水溶液、およびその高压固体相の GPa 条件に至る圧力下での音速測定を目指した測定技術の開発を進めた。これらは将来的な氷衛星の地下探査計画において重要な基本情報になると考えられる。また、圧力下の液体を対象とした音速測定は前例が限られており、実験室で測定が可能な圧力下液体相の音速手法開発としても重要性が高い。発表では将来的な水溶液系の試料に対する、アンビル素材やガスケットサイズなどの実験条件を最適化するために、純粋な H₂O の液体・高压氷 (VI相) を対象とした 1 GPa 付近での GHz-DAC 音速測定法による信号の取得を試みた。今回の発表では GHz-DAC 音速測定法の有用性と、実際の水溶液試料の測定結果について報告する。

GRAMS に向けた SiPM シンチレーション光検出器の 性能評価

河村 穂登 松本研究室

Key Words: ガンマ線、シンチレーション光、SiPM、-186°C

GRAMS(Gamma-Ray and AntiMatter Survey)計画は、大型の液体アルゴン検出器を気球に搭載し、MeV ガンマ線天文学の開拓を目指す日米国際協力実験である。Liquid Argon Time Projection Chamber (LArTPC)を検出器として用いて、コンプトン散乱によって生じる電離電子群とシンチレーション光の情報を再構成することで、ガンマ線の到来方向を制限しイメージングを行う。我々は現在、ガンマ線イメージングの実証を目的とした検出器の開発を進めている。シンチレーション光からイベント時刻とエネルギー損失を測定することはガンマ線イメージングに不可欠である。本研究では、昨年12月に行った液体アルゴンクライオスタットの受入れ性能試験において、Na-22, Co-60 ガンマ線源からのシンチレーション光を液体アルゴン下(-186°C)で SiPM を用いて検出した。SiPM から得られた波形データを解析し、線源由来のシンチレーション光の確認とその性能評価を行った。

高空間分解撮像を用いた重力マイクロレンズ惑星系 OGLE-2014-BLG-0676L の質量測定

出射 旭 住研究室

Key Words: 重力マイクロレンズ、系外惑星、高空間分解能撮像

重力マイクロレンズ現象とは、観測している星(ソース星)からの光が、視線を通過する手前の星(レンズ星)の重力場により曲げられ、一時的に増光する現象のことであり、レンズ星に惑星が付随する場合は、特徴的な増光を示すため、系外惑星を発見することができる。このとき、主星と惑星の質量比が測定できるが、光度曲線から高次効果が検出されない限り、質量を測定することができない。レンズ星とソース星を分解して観測できれば質量を測定することができるが、増光時はレンズ星とソース星は1ミリ秒角以下で重なっており分解できず、分解には増光から数年後に宇宙望遠鏡や地上の大口径望遠鏡を用いて高空間分解能撮像をする必要がある。本研究では2014年に検出された惑星重力マイクロレンズイベント OGLE-2014-BLG-0676 について、2020年に行われた Keck 望遠鏡による高空間分解能追観測データを詳細解析し、主星と惑星の質量と距離を測定した。

懸濁液の液膜状流出底面に生じるパターン形成現象

米花 琢真 桂木研究室

Key Words: パターン形成、排水、粒子懸濁液

砂やコーヒー粉などの粒子を含む懸濁液を排水する際に、筋状のパターンが底面に生じることがある。しかしどのような排水条件、懸濁液の濃度条件で筋状のパターンが形成されるかについて、これまで系統的に研究された例はない。本研究では、このパターン形成現象の素過程解明を目指し、カオリン粒子懸濁液の排水時に形成されるパターンの系統的実験・解析を行った。

実験では、懸濁液中のカオリン粒子濃度を変化させ、容器から懸濁液を排水させた際に底面に生じる筋状パターンを撮影した。系統的实验を通して筋状パターンが形成される濃度条件について明らかにした。その後、筋状パターンが観察されたケースにおいて、その筋間隔の計測・解析を行った。本研究では画像解析により筋状パターンのパワースペクトルを高速フーリエ変換を用いて計算し、得られたスペクトルより筋間隔を導出した。その結果、カオリン粒子濃度の増加に伴い生成パターンの筋間隔が広くなることを明らかにした。本発表では実験の結果とパターン形成過程の考察について報告する。

マルチアンビルプレスによる CM bridgmanite の

高温高压合成

中村 虎太郎 近藤研究室

Key Words: 平衡・非平衡、X線回折、焼結ダイヤモンドアンビルセル

地球の下部マントルには、ブリッジマナイト(MgSiO_3)、ペリクレイス(MgO)、デイブマオアイト(CaSiO_3)の3種類の鉱物が主に存在していると考えられている。マントル温度より低温では、ブリッジマナイトとデイブマオアイトが固溶したCMブリッジマナイトが非平衡相として出現するという実験結果が報告されていた。しかし、近年平衡下でもCMブリッジマナイトが存在する可能性が示唆されたため、下部マントルの鉱物組成は議論の余地を残す。本研究では、CMブリッジマナイトの生成条件(温度、圧力、組成)を解明することを目的とした。 $\text{MgCaSi}_2\text{O}_6$ 、 $\text{MgCaAlSi}_2\text{O}_6$ ガラスや天然ダイオプサイドを出発試料とし、焼結ダイヤモンドアンビルを用いたマルチアンビル装置で高温高压実験を行った。本発表では、放射光その場観察実験で得たX線回折の結果とそれに基づく格子体積の比較により、CMブリッジマナイトの生成可能性について発表する。

炭素繊維強化プラスチックを用いた X 線反射鏡の開発

村上海都 松本研究室

Key Words: X 線、反射鏡、炭素繊維強化プラスチック(CFRP)

次世代の大面積高角度分解能 X 線望遠鏡に求められることは軽さと薄くても形状を保つことができる強度である。CFRP(炭素繊維強化プラスチック)はそれらの性質を兼ね備えており、これを X 線反射鏡に適用することを考えた。X 線を反射させるには、表面粗さがサブ nm 程度の金属面を CFRP の上に形成する必要がある。そこで、愛媛大、理化学研究所の協力のもと、我々は NiP の薄い板を作り、それを接着剤で CFRP に貼りつけ、NiP 表面に超精密加工・精密研磨を施すことでサブ nm 程度の表面粗さを実現する方法を考え、そのサンプルを製作した。また、表面粗さは X 線の反射率の角度依存性を用いて推定することができる。そこで、宇宙科学研究所の 27m ビームラインでその推定を行うための実験も行った。

本発表では上述の方法による X 線反射鏡製作のプロセスと宇宙科学研究所の 27m ビームラインでの実験結果を報告する。

CRDS のアンモニア同位体分析への応用

満田 龍一 寺田研究室

Key Words: CRDS、アンモニア、惑星探査、分光スペクトル、同位体比

近年、リモートセンシングにより月の南極域に水が存在することが示唆されており、月極域探査計画 LUPEX が JAXA 主導で進められている。この探査機に搭載予定の分析装置 CRDS は水の同位体分析に有用であることが示されているが、この装置をアンモニアの同位体分析にも応用することを目指す。太陽系にはアンモニアが広く存在しており、これが実現できればさらなる宇宙探査の可能性が広がることが期待される。アンモニアの同位体分析への CRDS の有用性を示す実験として、50cm の CRDS にてアンモニアの吸収波長を同定することを行う。アンモニアの同位体として ^{14}N が ^{15}N に交換したものは、すでに本装置での測定がなされており、今回は H を D に交換した試料を作成し、測定を行う。D に交換されたアンモニアは公開されている分光学的データが少なく、その観点からも研究として重要である。また、装置の測定誤差に寄与するため、アンモニアの吸収スペクトルの同位体比の温度依存性についても計算を行った。

重力マイクロレンズイベントの光度曲線解析

におけるガウス過程の有効性の検証

奥本 祐生 住研究室

Key Words: 重力マイクロレンズ、ガウス過程

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）の間を恒星質量程度の天体（レンズ天体）が通過した際に、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ることにより、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り、その解析は、増光の時間変化を示す光度曲線を用いて行う。従来の解析では、光度曲線から増光シグナルを除いた残差成分は互いに独立な誤差であると仮定していたが、実際には観測天体の微小な変光などにより、一般に残差成分は互いに相関を持つ。また、ガウス過程回帰はこのような相関誤差を扱うことができる。本研究では、実際の観測から得た光度曲線をベースラインとし、そこにマイクロレンズ現象のパラメータを設定することで人工的な増光を加えた擬似増光曲線を大量に作成した。そして、それらをガウス過程を用いない従来の方法と、ガウス過程を用いた方法とで解析をし、その結果を比較することによって重力マイクロレンズイベントの解析におけるガウス過程の有効性を検証した。

NanoGRAMS 搭載液体アルゴン TPC の開発と設計

巽 隆太郎 松本研究室

Key Words: γ 線、液体アルゴン、TPC

GRAMS とは MeV γ 線帯域での分光撮像観測を目的とした日米共同プロジェクトであり、核 γ 線検出による宇宙核反応過程の解明と暗黒物質の間接探索を科学目標としている。 γ 線がアルゴン原子と起こすコンプトン散乱によってシンチレーション光と電離電子群が発生する。それらを検出することで γ 線をイメージングする。我々は現在、世界初の液体アルゴンを用いた γ 線イメージングの小型実証機 NanoGRAMS の開発を行っている。

本研究では、NanoGRAMS に搭載する液体アルゴン TPC(5cm×5cm×10cm)の設計と開発を中心に行なった。TPC は有感領域に約 500V/cm の一様電場をかけることで電離電子を検出器までドリフトさせる。有限要素法を用いて液体アルゴン TPC にできる電場を計算した。また、電離電子を検出器までドリフトさせるには液体アルゴンの純度が重要となる。そこでアウトガスの少ない PTFE を使用し、液体アルゴン温度(約-186°C)での熱収縮を考慮して TPC をパーツごとに 3DCAD で設計し制作した。制作した液体アルゴン TPC とその実験結果について報告する。

ダイラタント流体へのエアジェット衝突により

形成される穴構造の観察

佐伯 翼 桂木研究室

Key Words: ダイラタント流体、エアジェット、穴構造

片栗粉濃厚懸濁液に代表されるダイラタント流体に固体を衝突させてダイラタント流体が突発的に固化する様子を観察する先行研究はこれまで多く行われてきた。しかし、ダイラタント流体と柔らかい衝突体との相互作用に関する実験はこれまで行われていない。そこで、本研究ではダイラタント流体にエアジェットを衝突させ、表面変形を観察した。

実験では、市販の片栗粉と水道水の濃厚懸濁液によりダイラタント流体を作成し、流体層の厚み d と、表面とエアジェット噴出口との距離 h の2つのパラメーターを系統的に変化させた。その結果、ある実験条件下ではダイラタント流体中に安定な空洞穴構造が形成されることを発見した。

このような穴構造形成の特徴を明らかにするために、形成された穴の中心からの距離を測った。計測の結果、 d が大きく、 h が小さい場合に穴構造が中心からほぼ一定の距離に形成されることが分かった。発表では、このような特徴をもつ穴構造形成のメカニズムについて検討した結果を報告する。

金融市場のモデリングにおけるイジングモデルと

時系列分析

山下 陽太郎 波多野研究室

Key Words: 経済物理学、イジングモデル、時系列分析

経済物理学では、金融市場をイジングモデルで解釈する試みがある。先行研究では、金融市場のエージェントの売買をスピンの符号で表すことにより、金融市場の特徴を説明している。このモデルは隣接スピンとの相互作用係数が時間発展することや、外場の項がガウスノイズで与えられることなど、通常のイジングモデルとは異なる部分がある。

本研究では、先行研究のモデルを用いてリターンとボラティリティに関する時系列分析を行う。ここで、リターンとは価格変化を対数変換した対数収益率を指し、ボラティリティはその分散のことを指す。時系列分析により、先行研究のモデルは、パラメータの値によってリターンとボラティリティの自己相関関数が現実と異なる概形をとることがわかる。そこで先行研究で与えられたパラメータの組から、現実に近いハースト指数を取るものを見つけ出し、再び時系列分析を行う。その結果はリターンとボラティリティの自己相関関数が現実に合う概形となる。