

平成 16 年度卒業研究発表会プログラム

注意：卒第 1 会場（31-401）は主として素粒子・宇宙関係の発表で、第 2 会場（31-402）は物性関係の発表です。発表時間は 10 分、質疑応答時間は 5 分。パワーポイント用のパソコンを用意しますが、使用希望の研究室は前日までに 4 年生担任の中原へ全員のファイルを焼いた CD-ROM を提出してください。座長は各発表の制限時間を厳守させてください。

第 1 会場：午前 9 時～午後 4 時 30 分

辻ゼミ（10:00～11:00） 座長：木口先生

A01 渡辺 知宏，地震のフラクタル解析

一昨年の卒業研究では、宇宙線の時系列データの解析に使用していたフラクタル解析の有効性が示された。今回の研究ではさらに詳しく解析するために、最近発生した数例の地震についてフラクタル解析の一部である相関次元を用いて、前兆現象として相関次元に変化は起こるのか、ということについて解析した。

A02 稲垣 良太，中越・釧路沖・大阪北部地震のマグニチュード分布について

現在、地震の前兆現象についてさまざまな研究が行われようとしている。しかし、いまだ説明されていないことが多く、信頼性のある地震予測にはいたっていない。今回の研究ではゲーテンベルグ・リヒターの式という地震の発生頻度とマグニチュードの関係を表す式を用い、その式から求まる b 値というパラメータの変化のしかたを解析し、 b 値の変化がどのようになるかを解析した。

A03 高山 陽子，和歌山北部に大地震は発生するのか？

日本では、体に感じない地震を含めると地震は 1 日約 500 回起きている。最近の地震予知研究はさまざまな方法で解析されている。しかし、いまだ確立された予知方法はない。そういった中で、2002 年度卒業研究で、釧路沖地震、鳥取西部地震のマグニチュードの分布が特異な形を示した。そこで、今回の研究ではゲーテンベルグ・リヒターの式を用い、地震の多く起こる地域の b 値というパラメータの変化を解析した。そこから、その地域に大地震が起こるかどうかの可能性を考えた。今回は、和歌山北部地震、十勝・釧路沖地震、紀伊半島南東沖地震について解析した。

A04 池田 敬基，Gini 係数を用いて地震の前兆現象を探る

科学的な地震の前兆現象を得る事を目的として、前震から余震にかけて地震発生間隔の不平等度の変化などから本震発生の前兆現象を得られるのではないかと考え、経済学などで用いられている所得分布の不平等度を表わす Gini 係数を用いて、地震発生間隔の不平等度の本震直前の特徴的な変化を得るためにインタバルの Gini 係数をグラフに表わし解析した。

木口ゼミ (11:00 ~ 11:45) 座長：千川先生

A05 幡中 公平，流体の運動のリーマン問題

流体の方程式に不連続な初期条件を与え、その後の時間発展を考える問題をリーマン問題という。この問題は天体物理の数値計算手法を構成する上で、最も基礎となる考え方である。また、流体の方程式の解の存在証明を行う上で基本的な道具となる。私は流体方程式の一種であるオイラー方程式のリーマン問題を考察し、その解である単純な波のふるまいを計算機で計算し、その結果を示す。

A06 木曾 寛，擬似乱数とモンテカルロシミュレーション

この論文では乱数の性質と、その乱数を用いたモンテカルロシミュレーションのメトロポリスアルゴリズムについて取り扱う。取り扱う乱数発生アルゴリズムはメルセンヌ・ツイスター、クヌース乱数、および簡単な線形合同法を用いた乱数である。これらのアルゴリズムにより発生させた一様乱数に対していくつかの検定を行い、その乱数の性質や特徴を理解し把握する。また、同時に乱数の使用にあたってはも考察する。

A07 福森 亮平，重力平衡における星の構造

質量 M の球対称の星の構造を考える。星の構造はエントロピーの分布を与えれば、重力と圧力勾配の釣り合いにより決まる。エントロピー分布をポリトロープ変数で表すと、基本方程式は Emden 方程式になる。Emden 方程式で星の内側からと、外側から数値計算し、それらをホモロジー変数でつなげることにより、一般的な星の進化の過程がわかる。

千川ゼミ (11:45 ~ 12:00) 座長：辻先生

A08 清水 鉄大，TA 実験のための大気モニター R & D ~ 雲低高度の比較 ~

GZK cut-off を超える最高エネルギー宇宙線を探索する TA 実験において、観測事象のエネルギー較正をするための大気モニターを研究した。本研究では対象物の温度測定が可能な IR カメラを用いて雲の温度を測定し、雲低高度を求めた。雲低高度は雲の温度だけではなく、大気の高減率や気温や露点温度にも左右されるので、様々な角度からデータ解析を行った結果について発表する。

昼休み

小西ゼミ (13:00 ~ 14:30) 座長：林先生

A09 鶴岡 靖久，knee 領域について

地球上で観測される宇宙線エネルギー分布の折れ曲がり (knee) が、 3×10^{15} eV あたりに見られるという特徴を、宇宙膨張がエネルギースペクトルにおよぼす影響として解釈する可能性を示す。我々の銀河からの距離に依存する減衰率を考慮する。

A10, A11 中村 慎司, 三名田 祥江,

CORSIKA code による宇宙線空気シャワーの解析

近畿大構内に設置された空気シャワーアレイを構成する 5 台の検出器に入射した空気シャワー粒子の平均粒子数分布を CORSIKA code によりシミュレートした空気シャワーイベントと比較し、観測した一次宇宙線の平均エネルギー、およびシャワー中の粒子を調べる。

A12, A13 杉岡 大輔, 小森 由衣子,

100km 以上離れた観測地点間における同期する空気シャワーイベントの探索

従来、宇宙線空気シャワーの到来時間間隔は全くランダムであると考えられている。また、銀河系内磁場によってかき乱され、全く等方的に地球に到達する。今回の研究では、地球規模でほぼ同時、同方向から入射してくる宇宙線の存在を明らかにし、それから何が言えるかを考える。そこで、このような同期する空気シャワーがガンマ線であると仮定し、その方向には、ガンマ線源、X 線源の天体が存在するはずなので、このような天体から同期する空気シャワーが検出された可能性について考察する。

A14 田中 健嗣, ロボットシミュレーション

重力下で 2 足歩行するロボットを PC 画面上で実現するソフト開発をするため、まず床上で上端におもりをつけた棒がバランスをとって静止させるようにする。そのための棒のバランスのとり方、プログラムの概要を説明する。

林ゼミ (14:30 ~ 15:30) 座長: 御法川先生

A15 金子 信行, 特殊相対性理論におけるパラドクスの解決

特殊相対性理論の下では様々なパラドクスが生じる。しかしそれらの多くがある慣性系からみて同時に起きたと判断される事象が他の慣性系から観察したとき同時ではないという事実注目すれば矛盾なく理解できる。

A16 山庄司 泰佑, 特殊相対性理論におけるパラドクスの考察

特殊相対性原理と光速度不変の原理によりローレンツ変換を導き出すことができる。ローレンツ変換の結果いくつかのパラドクスが生じる。それを実際に解いて、なぜパラドクスが生じるのかを考察する。

A17 高橋 利征, カー・ブラックホールにおける星の近日点移動

惑星の近日点移動に対しては、シュバルツシルト時空の場合は良く知られている。中心の星が回転しているとき時空はカー計量で表される。この場合近日点移動がどのようになるかを調べる。その結果、星の回転と同じ向きに回る軌道の場合、近日点移動はより大きくなることが分かった。

A18 綿田 一角, カー・ニューマン ブラックホール時空における光線の道筋

ブラックホールの近傍を光線が通過すると、光の軌道に変化が生じる。この変化の程度はブラックホールの種類によって異なる。Schwarzschild ブラックホール

の場合は既に知られている。ここでは電荷と回転の両方を持つカー・ニューマンブラックホールをとり、その近傍を通過する光の軌道がどうなるかを調べた。

御法川ゼミ (15:30 ~ 16:30) 座長：小西先生

A19 二宮 正樹，ニュートンの宇宙論

ニュートンの運動方程式、ハッブルの宇宙膨張則、質量保存則を用いて、フリードマン方程式を導出する。宇宙項による斥力を考慮した全エネルギーを書き下す。これをスケールファクターについて解くと、相対論的宇宙論のフリードマン方程式に一致することを示す。両者の物理量の対応関係についてもふれる。

A20 根本 香織，フリードマン宇宙 I

初めに、ロバートソン・ウォーカーの線素とアインシュタインの場の方程式（書き換えバージョン）から圧力を含まないフリードマン方程式を導くことを試みる。次に、エネルギー運動量テンソルの定義とそこに含まれる重要な性質をまとめる。その後、両方の結果をあわせて標準フリードマン宇宙を記述する方程式を導き出す。最後に、空間の曲率に関するパラメータの違いにより3つの異なる宇宙のフェイトがあることをスケールファクター-時間図で示す。

A21 仲本 尚史，フリードマン宇宙 II

ロバートソン・ウォーカーの線素と宇宙項を考慮したアインシュタイン方程式から一般化されたフリードマン方程式を丁寧に導く。宇宙項がない場合、この方程式（2つ）はニュートン極限で簡単な物理保存則に帰着することを示す。宇宙項がある場合のスケールファクターをド・ジッター宇宙論をベースに考察する。。

A22 藤中 清和，フリードマン宇宙をあやつる宇宙論パラメータ

宇宙項を含むフリードマン方程式を宇宙論パラメータオメガを軸に様々な角度から解剖する。具体的にはオメガを物質（放射も含む）と宇宙項に分け、両者のせめぎあいをド・ジッター宇宙論とルメートル宇宙論を紹介しながら議論する。宇宙項存在の可能性を示唆し、その上限値を評価する。

第2会場：午前10時～午後3時15分

河島ゼミ (10:00 ~ 10:30) 座長：市川先生

B01 武本 将，レーザー EUV 光源におけるデブリ抑制を目指したパンチアウトターゲットの基礎特性

Sn レーザープラズマ EUV 光源における、低デブリの薄膜ターゲットをレーザーアブレーションにより高速供給し、その性能を評価する実験を行った。ターゲットにはレーザー透過型平板に 90nm ~ 5 μm の Sn を蒸着したものをを用いた。現段階での GATED ICCD CAMERA やトラッキングレーザーによる速度観測は高密度プラズマの影響を受け 10m/s に留まっているが、100nm ~ 100 μm のポーラス状 SnO₂ やプラスチックフォーム、更に、光起電力発生素材などを用いて改良を試みた。

B02 小川 大樹，高出力高輝度レーザーの応用

高出力 (200W) 高輝度 (400 μm ファイバー出力型) 半導体レーザーシステム (波長 808nm、強制水冷式) を用いて、その特色を生かした精密レーザー加工やレーザーエネルギー伝送のために要求される集光系、レーザー伝送系、ターゲット移動系、受光太陽電池、同パネル、レーザー伝送追尾系、同制御系などのサブシステムの設計、製作、作動試験と実験の評価を行った。

市川ゼミ (10:30 ~ 11:15) 座長：南先生

B03 内藤 慎，SQUID を用いた極微量磁性粉体の磁化測定その I

高温超伝導物質を用いた超高感度な磁気検出装置 SQUID の計測応用として極微量磁性粉体を試料として、粉体が時間と共に酸化される様子を磁化の変化で観測できることを示す。1mg 以下の微量の試料で十分な感度で磁化が測定されるので、これを応用すれば例えば小さなカプセル内の酸素の量の検出など、他の方法では得られない新しい計測に利用することが可能である。発表は2人で分担し、私は磁束の量子化、ジョセフソン・ジャンクション、SQUID の動作原理と信号の検出の方法などについて述べる。

B04 青山 直樹，SQUID を用いた極微量磁性粉体の磁化測定その II

I に続いて、実験装置の構造を説明し具体的な SQUID システムと、必要なコイル等の作製法、装置製作の過程で工夫した要点を述べる。SQUID は従来にない超高感度で磁束を検出するので雑音対策が極めて重要であり、雑音に埋もれた微少な磁気信号を検出するための工夫が重要である。そのために用いたアスタティックペアコイルと呼ばれる逆巻同巻数の対称コイルの作製について述べる。測定システムは測定器とコンピュータを GPIB で結び、長時間にわたる測定を正確に効率よく行うようにした。これについても概要を述べる。最後に実験で得たデータとその解析、結論を発表する。

B05 山下 博巨，シリコンダイオードを用いた温度計の開発

低温物理学において温度測定は重要な問題である。温度計は温度によって変化する物理量を利用するが、原理的に温度が下がれば物性の変化は小さくなる困難が存在する。そういう状況の中でシリコンダイオードは温度変化に非常に敏感で、その順方向電圧の温度依存性は温度に対してリニアであるという好適な特性を持っており、またこの特性は低温においても十分な精度で利用することができる。このことを利用してシリコンダイオードを用い、液体窒素温度で利用可能な温度計の開発を行った。また測定面において、測定機器のデータを PC の Windows 上で GPIB 接続を利用してリアルタイムに処理するプログラムの開発も併せて行った。

南ゼミ (11:15 ~ 12:00) 座長：河島先生

B06 金谷 信昭，侵入型パーコレーションのシミュレーション

金属蒸着膜形成過程において、膜内に置かれた電極間に電流が流れる瞬間の島構造には、島の大きさに特徴的な分布がある。このような現象を一般にパーコレーション(浸透)するという。ランダム成長によって得られるイーデン・モデルやバリスティック・モデル、および浸入型パーコレーションによって得られるクラスターの集合状態をコンピュータ・シミュレーションによって調べる。

B07 下江 伸吾，侵入型パーコレーションのシミュレーション

準結晶による回折像の解析からその原子的構造を決定する方法を開発する為に、準結晶の最も簡単なモデルである 1 次元フィボナッチ配列を扱う。周期性はないが、長距離秩序があり、得られる回折像には結晶と同様なラウエ斑点が観察されるのが準結晶の特徴である。部分格子の考え方によって一般的なフィボナッチ配列を作成する。その配列をランダムにシフトして等間隔に並べ、配列を 2 次元にし回折光量を多くした。

B08 對中 健一，一般フィボナッチ準結晶よりの回折強度

準結晶は 3 次元的に周期性は存在しないが、より高次元の周期構造から 3 次元へ投影することによって得ることができる。フィボナッチ配列は正方格子のある領域の配列を投影して得られるが、より一般的な配列を得るために部分格子に分解できることを示し、一般フィボナッチ配列による回折強度式を、「準結晶構造因子」を使った表現で得られることを示す。理論式を光回折像と比較検討する。

昼食

田中ゼミ (13:00 ~ 13:45) 座長：松居先生

B09 赤木 宏行，強誘電性液晶における分子相互作用 I

液晶の基礎、液晶分子の種類と性質の違いについて学び、層間の分子相互作用について研究する。液晶分子の分子間相互作用を距離、チルト角、方位角を変化させることによって検証する。分子間相互作用を最小にするためには距離と角度はどのような関係にあるのか、また分子間相互作用の最小値がどのように変化する

るかを数値解析した。

B10 三山 貴行，強誘電性液晶における分子間相互作用 II

強誘電性を持つ長い棒状の液晶分子の層間に働く分子間相互作用として最近接層間の相互作用を取り上げて考察する。最近接層間相互作用としてはマイヤー・サウペ型、カイラル型、双極子 双極子の相互作用を考慮する。このときの液晶分子のなす角度を傾き角、方位角、最近接分子重心間の位置ベクトルを R としてこれらの角度及び距離と最近接層間の分子間相互作用の関係を明らかにする。

B11 大山 佳宏，強誘電性液晶における分子間相互作用 III

強誘電性液晶分子間の重心距離やチルト角・方位角などを変化させていった場合、液晶分子の最近接分子間の層間における相互作用がどの様に変化するか、また液晶分子の光学活性（不斉がない）を引き起こすカイラルや双極子間相互作用によって分子間相互作用がどのように変化するかを考察した。

松居ゼミ (13:45 ~ 14:15) 座長：中原先生

B12 山田 勉，4次元 $U(1)$ ゲージニューラルネットワーク：相構造と学習・想起

神経細胞変数とシナプス結合変数が $U(1)$ 位相変数で表されるゲージニューラルネットワークモデルを考え，脳の重要な機能の一つである学習・想起を研究する。モンテカルロシミュレーションによって相構造を調べ，神経細胞同士の結合の数を表わす次元数を3次元から4次元に増やしたことで現れる相構造の違いについて調べる。また，学習と想起の成功条件についても研究する。

B13 川崎 博之，4次元 $CP1U(1)$ 量子場脳理論：相構造と学習・想起

人間の脳における意識を説明するモデルとして、量子場脳理論がある。これは、ニューロン周辺の水分子を物質場、水分子間の相互作用をボーズ量子場と見なし、記憶の想起、学習ならびに意識を説明する理論である。本研究ではこの理論にゲージ対称性を考慮し、 $CP1$ 変数を導入した4次元 $CP1U(1)$ ゲージモデルを研究する。その学習、想起の特性を調べるため、平均場近似とモンテカルロシミュレーションによって相構造の変化を調べる。また、学習と想起の成功条件についても研究する。

中原ゼミ (14:15 ~ 15:15) 座長：田中先生

B14 阪口 元規，イオントラップ量子計算の概要とその数学的モデル

近年、量子力学特有の量子並列を応用した量子計算の研究が脚光を浴びている。ここでは、イオントラップを用いた量子コンピュータの概要と数学的モデルについて考察する。イオントラップ量子コンピュータはイオンを qubit として用いているため、イオン群を一行に配列させ、また熱運動を除去する必要がある。そこでパウルトラップ (rf トラップ) とドップラー冷却を併用することにより、この問題が回避することが可能であることを示し、そして量子計算において要とも言うべ

き、さまざまなオペレータの数学的モデルを示す。

B15 吉宗 晋太郎, NMR 量子コンピュータにおける Deutsch-Jozsa のアルゴリズムの最適化

量子コンピュータとして、原子のスピンを量子ビット (qubit) として、NMR を使った Deutsch-Jozsa のアルゴリズムを考える。Deutsch-Jozsa のアルゴリズムは古典的コンピュータに比べて量子コンピュータの有効性を最初に示した点で重要である。このアルゴリズムにおいて 2-qubit の場合での $SU(4)$ の Cartan 分解をすることによって実行時間を最短にすることができることを示す。さらにワープと呼ばれるゲート W を作用させるとさらに実行時間を短くすることができることも示す。

B16 茶林 一誠, 量子ドットを用いた量子ゲート

近年、量子情報処理への関心が高まっています。量子コンピュータや量子情報処理を実現するため、デバイスの 1 つとして量子ドットを用いようという提案がなされています。そこで量子ドットを用いた量子ゲートが 2 qubit の場合においてどのように実現されるのかを試みた。

B17 大久保 智和, NEC 超伝導量子ビットを用いた量子ゲート

ある種の問題を古典コンピュータよりも早く解くことができる量子コンピュータを実現する可能性のあるデバイスの 1 つとして超伝導の Josephson 接合を利用したものがある。本研究ではこの超伝導 qubit を用いた量子ゲートの実現とそれを使った Grover のアルゴリズムを例にとり (数値計算により?) 時間最適化を試みた。