

# 平成 22 年度物理学コース卒業研究発表会

(Dated: 2011/2/5 9:20~17:05)

卒業研究の総まとめである発表会を以下のように行います。4 年生はもちろん、1、2、3 年生も聴講し、近畿大学における今後の勉強に役立ててください。発表時間は 10 分で質疑応答が 5 分です。ベルは 7、10、15 分の時点で鳴らします。ベル係は次の発表研究室の学生です。(最後の研究室の発表時のベル係は最初の研究室の学生です。)

## I. プログラム

- 501 教室 座長 太田先生  
9:20 開会にあたって (コース主任 日下部先生)  
9:25 教室移動など  
座長 太田先生  
9:30 素粒子・宇宙物理学 (千川) 研究室 (4 人)  
素粒子実験 (加藤) 研究室 (1 人)  
座長 井上先生  
10:55 凝縮系物理学 (松居) 研究室 (5 人)  
座長 大田先生  
13:00 素粒子論・重力理論 (太田) 研究室 (4 人)  
天体物理学 (木口) 研究室 (2 人)  
座長 千川先生  
14:40 宇宙論 (井上) 研究室 (4 人)  
宇宙物理学実験 (大田) 研究室 (4 人)  
17:00 挨拶 (田中先生)  
総評 (日下部先生)  
閉会 (後、教員は判定会議)

- 502 教室 最初、501 教室に集合のこと  
座長 中原先生  
9:30 表面科学 (近藤) 研究室 (2 人)  
原子分子物理学 (日下部) 研究室 (4 人)  
座長 近藤先生  
11:05 物性理論 (笠松) 研究室 (5 人)  
座長 日下部先生  
13:00 固体物理 (田中) 研究室 (4 人)  
環境物理学 (青山) 研究室 (4 人)  
座長 笠松先生  
15:10 ソフトマター物理学 (堂寺) 研究室 (3 人)  
理論物理学 (中原) 研究室 (4 人)  
16:55 終了  
閉会後は 501 教室に集合のこと

## II. 501 教室

### A. 素粒子・宇宙物理学 (千川) 研究室

#### 1. Telescope Array 実験と大気モニター: 森本 俊也

宇宙線の中でも  $10^{20}$ eV を超えるような超高エネルギー宇宙線については、その存在を含め未だ不明な点が多い。そこで、 $10^{20}$ eV 以上の宇宙線に対象を絞り存在や起源、加速機構等を解明しようというのが Telescope Array 実験である。その実験装置の中の大気蛍光望遠鏡は大気蛍光の発光点から集光鏡で観測するまでの間に光の吸収、散乱が起こり光量が減衰される。そのため大気モニターを行い大気の状態を知ることがとても重要である。LIDAR はこの大気モニターの 1 つであり、大気透明度を求めることができるので大気蛍光の光量の補正を行うことができる。本発表では TA 実験とそこで行われている大気モニターについて述べる。

#### 2. 大気観測における LIDAR 装置とその制御: 山下 源貴

TA 実験の大気蛍光の観測において、地上で観測される大気蛍光は、大気分子やエアロゾルによって散乱・吸収され、実際に観測される大気蛍光の光量は減衰する。そのため、大気の状態を詳しく観測することが重要となり大気モニターの重要性が高い。大気の状態とは大気透明度の事をいい、その測定は LIDAR 装置および赤外線カメラを用いて行う。本研究では本学で大気透明度の測定を行うため、LIDAR 装置の製作、および C 言語によるプログラミング制御を行った。ここでは主に LIDAR 装置のハードウェアの製作について述べる。

#### 3. 大気観測における LIDAR 装置とその制御: 柘植 正紀

宇宙線を観測する方法の中に大気蛍光を利用するものがある。宇宙線エネルギーを観測する際、大気の状態が影響を与える。そのため大気の状態を知ることが必要である。大気の状態を調べる方法として大気モニター法というものがある。ここではその一つとして LIDAR 法を用いる。LIDAR 装置を用いて短いパルス状のレーザー光を放射し、Rayleigh 散乱や Mie 散乱などの後方散乱光を観測する。本研究では大気透明度観測のための LIDAR 装置を作製し、その制御を目標とした。本発表では LIDAR 装置に使用する各装置の役割、また作成した制御プログラムについて述べる。

#### 4. 赤外線 (IR) カメラによる大気温度分布: 黒井 諒平

地球をとりまく大気。大気を通ってきた可視光や赤外線などの一部の電波や宇宙線を地表で観測することができる。また、大気中の成分には熱を吸収・放出する性質をもつ気体 (温室効果ガス) がある。大気温度変化の過程には、熱放射 (= 赤外放射) のやりとりがある。本研究は大気や Telescope Array (TA) 実験について理解を深め、赤外線カメラを用いて、大気温度を測定し解析をした。また、カメラのレンズには収差があることから赤外線カメラのレンズの収差についても調べた。本発表では、主に大気温度分布について述べる。

## B. 素粒子実験 (加藤) 研究室

### 1. GEM における電子のガス増幅特性の研究: 中村 正人

素粒子実験で使われるガス検出器での電離電子のガス増幅機構にはワイヤーが使われてきたが、近年ではより高精度の位置分解能を達成するために、GEM (Gas Electron Multiplier) と呼ばれるガス増幅機構の開発が進んでいる。本研究では GEM を用いた TPC (times projection chamber) 検出器を荷電粒子の飛跡測定に用いるために、電磁場中における荷電粒子のシミュレーションプログラムである garfield を用いて、GEM の基本特性のひとつである一電子のガス増幅特性について研究を行った。

## C. 凝縮系物理学 (松居) 研究室

### 1. 強相関電子系の相構造のゲージ理論的研究 I: 中谷 和哉

高温超伝導物質などの強相関電子系は、従来のフェルミ流体理論では記述できず、新しい解析法が要求される。標準模型である t-J モデルについて数値シミュレーションやゲージ理論的研究など、多方面にわたる研究が精力的に行われてきた。本発表では t-J モデルの紹介、反強磁性の RVB 状態、スレーブ粒子表示、平均張場理論、ゲージ理論的解析など一連の研究の概略と主な結果の一部を大域的に紹介し、問題点と今後の望ましいと思われる研究方向を述べる。

### 2. 強相関電子系の相構造のゲージ理論的研究 II: 山本 貴大

高温超伝導物質などの強相関電子系は、従来のフェルミ流体理論では記述できず、新しい解析法が要求される。標準模型である t-J モデルについて数値シミュレーションやゲージ理論的研究など、多方面にわたる研究が精力的に行われてきた。本発表ではフェルミオンを含むゲージ理論の数値シミュレーションの概略を説明する。実際には、クォーク・ハドロン物理学で開発されたハイブリッドモンテカルロ法の考え方を紹介し、そのプログラムへの実装を説明する。1 ブラケットモデルに適用した結果も紹介する。

### 3. 数値シミュレーションにおけるヒストグラム法: 高田 基

臨界現象の数値シミュレーションによる研究において、メトロポリス法と呼ばれる方法が多用されてきた。しかしこの方法では、物理量を計算する際、パラメーターの値ごとに長時間の計算を行う必要があった。ヒストグラム法と呼ばれる方法では、メトロポリス法で求めたパラメーターでの物理量から別のパラメーターでの物理量を簡単に計算することができ、物理量のグラフを関数として作成する事が可能になった。そのため、転移点の測定精度の向上と、計算時間の短縮が出来た。本研究では 1 変数モデルとイジングスピンモデルを例に計算方法を紹介します。臨界現象への応用を展望する。

#### 4. マルチカノニカル法を用いた臨界現象の研究：松田 淳志

従来、臨界現象の数値シミュレーションによる研究では、メトロポリス法と呼ばれる方法が多用されてきた。しかし、この方法では、平衡状態への緩和の遅い物理現象に対して、長時間の計算を行う必要があった。本研究ではマルチカノニカル法を用いて物理量を測定し、転移点の測定精度の向上、計算時間の短縮を目指す。マルチカノニカル法では、まず状態密度を求め、それを使って物理量の任意の温度での平均値を簡単に計算することが出来る。すなわち、温度の関数としての物理量を比較的容易に計算できる。今回は 2D イジングスピンモデルと XY スピンモデルを例とし、プログラムへの実装方法および帯磁率の発散による KT 転移の発生の確認等の結果を紹介する。

#### 5. $CP^1 + U(1)$ 格子ゲージニューラルネットの時間発展：岡田 祐也

先行研究では、 $3+1$  次元  $CP^1 + U(1)$  格子ゲージ理論を用いて、脳波など脳の高次機能が研究されてきた。このとき脳の内部状態の時間発展は、モンテカルロシミュレーションでおなじみのメトロポリス法で記述した。本研究では時間発展の記述法として、ブラウン運動などでおなじみのランジュバン方程式を用いる。ランジュバン方程式は連続時間の方程式なのでより現実的と考えられる。発表では、各細胞のカレント、チャージ、表面電位をシミュレーションによって測定し、解析したデータを紹介する。さらに、外部刺激を与えるなどのさまざまな条件に対しての結果がどのように異なるかを議論する。

#### D. 素粒子論・重力理論（太田）研究室

##### 1. ブラックホール解の一意性定理：山家 万実

アインシュタインの重力場の方程式の解は一般的に求めることが難しいので、特別な条件を課して静的な解を求める。これで求まる 4 次元時空の解がシュバルツシルト解と呼ばれていて、漸近的平坦で静的な真空解である。4 次元時空においては、すべての静的で漸近的な真空で、閉じた単連結の等ポテンシャル面が一定なものをもつものうち、特異点を含まない無限赤方偏移面をもっている解は、このシュバルツシルト解のみであることを議論する。

##### 2. 重力場方程式の一意性：藤河 真

卒業研究で学んだ一般相対性理論より重力場方程式をテーマに発表を行う。重力場方程式とは、物質分布を与えて重力場を決定する微分方程式であり、右辺に物質分布を表すエネルギー運動量テンソル、左辺に時空の幾何学を表すアインシュタインテンソルを持つ。このアインシュタインテンソルは、一般相対性理論からの要請とある制限を課することで求めるのが一般的であるが、その制限を課さずに求めた場合にもアインシュタインテンソルが得られることを示し、重力場方程式が一意的であることを明らかにする。さらにこれを高次元へ一般化する。

##### 3. 逆散乱法と軸対称定常時空：荒井 拓磨

本発表では逆散乱法というアプローチで軸対称定常時空でのアインシュタイン方程式の真空解を求める方法を紹介する。逆散乱法とは非線形方程式を線形問題に帰着させて解く方法である。軸対称定常時空は時間的及び空間的なキリングベクトルが 1 つずつ存在し、これらのキリングベクトルが可換であるなら逆散乱法を用いることができる。また、この方法の特徴はミンコフスキー時空から軸対称定常時空解を得ることができることである。

#### 4. *FLRW and Bianchi Universes*：森 祐輔

今まで研究してきたフリードマン宇宙モデルが正しいかどうか確かめるために、それを含むより一般的な宇宙モデルを研究することが重要である。そのような研究で比較的簡単に高い対称性をもつ時空で応用上最も重要なのは、軌道が空間的な超局面となるような等長変換群をもつ時空である。それは空間的に一様だといわれ、可能な空間構造は群によりほぼ決まっており、9 つのタイプに分類される。この分類は宇宙論ではピアンキタイプといわれている。本論文では二次元、三次元 Lie 代数の分類を行い、それを元に一般的に知られる厳密解を考える。

#### E. 天体物理学（木口）研究室

##### 1. 天体の形成での輻射過程と輻射輸送方程式：池上 貴俊

宇宙物理学において輻射はエネルギー輸送、観測情報、運動量輸送など非常に重要な役割を持っている。天体が誕生したり消滅するにあたって、重力と輻射によるエネルギーの輸送が絡んでくる。輻射の求め方は様々だが、ガスの運動方程式とカップリングさせる解き方を用いて天体の進化の過程を探ることができる。今回は 3 次元だと計算量が多い為、まずガスの運動方程式を解いたものと仮定し、球対称についての計算を

行い輻射の強度の分布を表した。その結果を踏まえて、多次元に拡張する為に何が必要であるかを考察していく。

#### 2. 銀河の空間分布の構造：原口 武志

宇宙論の宇宙原理では、宇宙は一様で等方であるとされているが、実際の銀河分布をみると、それは、大規模構造を形成しており、一様であるようには見えない。銀河の分布はフラクタル性を示しているように見える。大きなスケールで見ると、平均密度が 0 に収縮しているように見える。銀河の分布を考えると、フラクタル性を考慮した式を導入する必要がある。今回、Sloan Digital Sky Survey によって観測され、一般公開されているデータをもとに実際に銀河地図を作成し、何が問題であるか、何が読み取れるかを考察していく。

#### F. 宇宙論（井上）研究室

##### 1. ジャイロスコープによる一般相対論的效果の測定：松尾 壮太

1915 年にアインシュタインが一般相対論を提唱して以来、「アインシュタインは正しかったのか？」という疑問は重要でありつづけた。今回は、相対論的效果を検出する様々な実験の中から「ジャイロスコープ実験」に着目する。ジャイロの回転軸は摩擦なしに自由に回れるような台に置く限りいつも同じ方向を向く。しかし一般相対論によれば大質量の物体の近くの曲った空間では必ずしもそうではなく、回転軸が少し傾き、歳差運動をする。今回はこの一般相対論的效果を導出し、Gravity Probe-B のデータによる制限について考察する。

##### 2. シュバルツシルトブラックホール周辺の光の振る舞い：森田 直樹

現在 BH（ブラックホール）の観測の手段としては、X 線、赤外線、電波などがある。しかし、まだ直接的な存在は確認されていない。より精度の高い観測ができるようになった時に理論予測できるように重力レンズ効果を用いて BH を調べる。今回は簡単のため、静的で真空、かつ球対称（シュバルツシルト時空）の場合の BH の周りの光の振る舞いについて考える。BH 近傍を通過してくる光を測地線方程式を用いて数値的に計算した結果について報告する。

##### 3. カオティックインフレーションについて：鈴木 教史

中間発表では「ビッグバンシナリオが抱える問題」という題で、平坦性問題・地平線問題・モノポール問題について発表した。今回は、それらの問題をインフレーション理論によりどのように解決されたかを述べ、具体的にインフレーションの機構について紹介する。そして、インフレーションを起こすスカラー場（インフラトン場）がゆっくり変化をするというモデル「カオティックインフレーション」に触れ、このモデルに対する制限について発表する。

##### 4. 弱い重力レンズを用いた宇宙大規模構造の解析：島ノ江 卓生

未知の物質である暗黒物質「ダークマター」は宇宙全体に偏在しており、特に銀河に付随して存在するが、光でみることはできない。しかし、一般相対性理論によると遠くからやって来る光の経路は物質の重力によって曲げられるので、遠方の天体が発する光の歪み方のパターンを解析することで、視線方向のダークマターの質量分布を調べることができる。本研究では N 体シミュレーションのデータを使って数値計算を行った。その結果について報告する。

#### G. 宇宙物理学実験（大田）研究室

##### 1. 流星の電波観測：河北 英治

電波による流星観測は眼視観測に比べて天候に左右されず 24 時間観測可能である。これは流星から電離された周辺大気によって散乱された電波を観測するもので観測されるシグナルから個々の流星の観測イベント数がわかる。本発表では多地点観測をすることで流星の位置と速度をどの程度決めることができるかを考察する。

##### 2. 口径 1m 電波望遠鏡による銀河観測 1：安原 直人

我々のいる銀河系には星や星間ガスが多く存在する。その内、中性水素（HI）の多いところでは星形成が活発なことで知られている。電波望遠鏡を用いて宇宙から発せられる HI の輝線（波長 21cm）を観測することにより銀河系内における HI の強度分布とその運動（銀河地図）が記述できる。本発表では 21cm 輝線の観測によって得ることのできるデータから銀河地図の作り方と望遠鏡の性能評価について述べる。

### 3. 口径 1m 電波望遠鏡による銀河観測 2 : 中谷 倫哉

我々のいる銀河系には星や星間ガスが多く存在する。その内、中性水素 (HI) の多いところでは星形成が活発なことで知られている。電波望遠鏡を用いて宇宙から発せられる HI の輝線 (波長 21cm) を観測することにより銀河系内における HI の強度分布とその運動 (銀河地図) が記述できる。本発表では昨年度の卒業生が作成した口径 1m 電波望遠鏡を改良と電波望遠鏡システムと、その観測結果について述べる。

### 4. 口径 1m 電波望遠鏡の変形とその効果 : 廣瀬 貴之

宇宙にもっとも多く存在するとされる中性水素の分布は宇宙を理解するうえで重要な手がかりになる。本研究室では中性水素による波長 21cm 輝線を観測する電波望遠鏡を作成し試験観測等を行ってきた。今回はその望遠鏡の動作時に生じるひずみ、ゆがみがどの程度観測へ影響するかについて考察する。

## III. 502 教室

### A. 表面科学 (近藤) 研究室

#### 1. イオンクラフトの浮上 : 木野 祐介

本研究では、イオンクラフトを製作し、その浮上のメカニズムについて研究した。イオンクラフトに必要な高電圧は、約 300V の電圧を発生する既製の発信器の出力をコックロフト・ウォルトン回路を用いて昇圧して得ている。10KV 以上の電圧を得た。また、発生する力の電圧や機体の形状依存性を定量的に調べるために、微小な力を測定することができる電子天秤を用いた。発表ではイオンクラフトが浮上している様子を展示したい。

#### 2. パルス NMR 装置の作製及び応用 : 高下 聖

本研究室では化学分析用の市販の高分解能 NMR 装置を活用して量子コンピュータの実験が行われてきた。しかしながら様々な量子コンピュータのアイデアを検証するためには不十分になってきた。そこで、パルス NMR 装置を作製することとなり、NMR 信号の検出コイルの作製や高周波マッチング装置の回路の組み立て、マイクロコンピュータのプログラミング等を行い、0.34 テスラの磁場 (周波数 14.5MHz) で水分子中のプロトンのスピンエコー信号を観測することに成功した。

### B. 原子分子物理学 (日下部) 研究室

#### 1. 硫黄イオンの電荷移行断面積に関する研究 II : 新井 宏典

木星の衛星イオは火山活動が観測され、噴火に伴い主に硫化物の火山性ガスが宇宙空間に放たれ、イオの木星周回軌道に沿って硫黄イオンを含むプラズマがトーラス状に形成されている。さらに木星の強い磁気圏がこれらのイオンを加速し、電荷移行反応によって高速の中性粒子線を生み出しているとの説がある。そこで本研究では、硫黄イオンの発生方法について検討する。一昨年の卒業研究で用いられた方法 (電子衝撃型イオン源に SF<sub>6</sub> ガスを導入する) による実験をより詳細に検討し、また硫黄粉末を高真空中で加熱する方法も検討した。

#### 2. タングステンイオンの電荷移行断面積に関する研究 II : 世古 良貴

大核融合実験装置 ITER のダイバータ板には、高融点でスパッタリング率の小さなタングステン (W) 材料が使用される予定である。スパッタリング率が小さくてもプラズマ中に W 原子が放たれ、プラズマ中の電子と衝突して部分的にイオン化され、種々の過程を通じてプラズマを冷却する等の悪作用を及ぼす可能性がある。一方、W 原子やイオンに関する原子分子データは少なくこれらの測定が求められている。昨年度の研究では、W(CO)<sub>6</sub> を昇華させて電子衝撃型イオン源に導入する方法を検討し、W<sup>+</sup> や W<sup>2+</sup> イオンが他のフラグメントイオンと識別されて検出された。本研究では同じ方法を用い、質量分解能の低いウィーンフィルターで質量分析可能かどうかを検討した。

#### 3. ハイブリッド IC によるパルス計数回路の製作 II : 谷 佳寿彦

イオン衝突の実験的研究においては、マイクロチャネルプレート (MCP) を用いて、多次元の同時計測がしばしば行われる。その際、多数の前置増幅器や主増幅器等を用意しなければならない。しかし、伝統的な NIM エレクトロニクスは近年高騰しており、特別な予算が必要となる。そこで、一昨年の卒業研究では、宇宙探査衛星搭載用に開発された AMPTEK 社のハイブリッド IC [ A225 (電荷有感型前置増幅器) と A206 (電圧増幅器+弁別器) ] を用いて、パルス計数回路が組み立てられ動作試験されたが、種々の問題点が指摘された。本研究では、その問題点の改善案を検討し、イオン衝突の研究に使用できるようにした。

#### 4. 永久磁石を使用した小型多価イオン源の開発 II - 周期磁界型の $\mu$ -Excel によるシミュレーション - : 山崎 良

低速の多価イオン衝突の研究を行うために、強力なリング状永久磁石を用いた小型の多価イオン源 [電子ビーム入射型; EBIS] が本研究室で 1997 年に開発され、7 価のネオンイオンや 11 価のアルゴイオンなどが引出されている。昨年度の研究では、ミューテック社の電磁場解析ソフト ( $\mu$ -Excel) を用いて、1 個のリング状磁石による micro-EBIS 内の電子ビームの軌道解析が行われた。本研究では、5 個の小リング磁石による周期磁界型 EBIS 内の電磁場中における電子ビームの収束性能をシミュレーションすることにより、最適な電極や磁場の配置を検討できるようにした。

### C. 物性理論 (笠松) 研究室

#### 1. MRI の原理、理論について : 林 佑亮

近年、医療の技術は成長してきており、その中で病気の原因などを見つける MRI や CT などの人体撮像の技術も成長してきている。本研究では、その人体撮像装置の MRI がどのような原理や理論で人体を写し出しているのか、また MRI と CT との違いについて述べ、体内の水素の原子核スピンをパルスの照射により横に倒し、そのスピンの戻り時間、つまり緩和時間 T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub> がどのように人体撮像に関与しているのかをプロッホ方程式を用いて研究していく。

#### 2. ボース凝縮体を用いたトンネル時間の研究 : 根矢 健人

中間発表では、ボース凝縮を表す巨視的波動関数のトンネル現象の理論と、トンネル時間について研究した。今回は、ボース凝縮を表す巨視的波動関数のトンネル時間を求めるためのプログラムを自作し、トンネル時間の依存性等について研究する。また、先行研究の論文と比較し、考察する。

#### 3. 古典ランダムウォークと量子ウォークの関係性 : 中本 兼貴

古典ランダムウォーク (対称分布となるランダムウォーク) と量子ウォーク (アダマールウォーク) の概要を中間発表より厳密にする。そして、ランダムウォークと量子ウォークの分布図を比較し、ランダムウォークが量子の世界に転移するとどのような変化があるのかを確かめ、考察していく。そして、量子ウォークがこれからどのようなものに活用できるかも考察していく。ただし、今回ふれている量子ウォークは、2 状態の離散時間でのみのものである。他の状態に関しては、ふれていない。

#### 4. 周期ポテンシャルにおける凝縮体の扱いについて : 袋瀬 貴

本研究では、周期的ポテンシャル中におけるボース・アインシュタイン凝縮体の運動と原子間の相互作用との関係性を非線形シュレディンガー方程式の数値解析により研究した。本発表では、原子間の相互作用が凝縮体の動きにどのような影響を与えるか、また、加速している周期ポテンシャルの中で凝縮体の動きと原子間の相互作用がどのような関係性があるのかを発表し、原子間の相互作用と超流動との関係性を明らかにします。

#### 5. 離散的なボース・アインシュタイン凝縮の DNLSE を用いた解析 : 石川 裕章

温度が低温になるとボース・アインシュタイン凝縮 (BEC) という現象が起こる。この現象は、低温で全粒子に匹敵する粒子が最低エネルギーに落ち込み、系全体が一つの大きな波として振る舞う現象である。まず、この BEC について説明を行う。そして、BEC の波に大きな周期ポテンシャルを与えて波がポテンシャルの低い場所に局在する状態にし、その波がどのような振る舞いをするのかを DNLSE のシミュレーションを行って研究した。

### D. 固体物理学 (田中) 研究室

#### 1. DNA の融解について : 高木 亮伍

生物の遺伝情報を伝える物質として DNA がよく知られている。DNA は二本の直鎖が、特定の塩基間で水素結合をして、立体構造である 2 重螺旋を形成している。この 2 重螺旋は、遺伝情報を複製するときや、pH 変化、熱によっても 1 直鎖に融解する。本研究では、熱によるグアニン・シトシン塩基対の熱的融解についてセルフ・コンシステント・アインシュタイン・モデルを用いて考察する。

#### 2. オルト、メタ異性体の混合における熱的性質 : 戸松 康行

本研究では異性体分子を研究素材とし、分子構造が物性にどのような影響をあたえるのか熱的性質を調べた。オルト、メタ異性体分子は分子全体としては電気的に中性であるが、電荷に偏りがあるため分子内に双極子モーメントや四重極モーメントを持っている。発表では、それら

の間の相互作用はどのように表せるのかを示し、汎関数法を用いて数値解析した結果から分子の配向が温度によってどのような振る舞いをするのかを発表する。

### 3. 液晶分子間相互作用：小村 卓也

物質には固体、液体、気体の3つの相が存在することが知られている。しかし、ある物質では固体(結晶)の異方性と液体の流動性を併せ持つ、4つ目の相である液晶相が存在することが一般的に知られている。その流動性を保ちつつ規則性を持って配向する液晶分子について、液晶分子間相互作用を考察する。今回は特にマイヤー・サウベ型引力相互作用、双極子-双極子相互作用、またこれらの複合相互作用が液晶分子の配向にどのように影響するのかを発表する。

### 4. 液晶分子のアンカリング効果と印加電場：林口 優太

液晶ディスプレイは基板間に挟まれた液晶分子に印加電場を加えることによって、液晶分子の配向をコントロールしている。今回の発表では、基板で挟まれた1次元液晶分子鎖が基板から受ける“アンカリング効果”や、印加電場によってどのように影響を受けるかを発表する。

## E. 環境物理学(青山)研究室

### 1. 理科教育の変化：辻本 和輝

23年度から新学習指導要領が施行されます。今回の改訂では、多くの学習内容が変更されました。この改訂によって、理科教育がどのように変化していくのか検証しようと考えました。そこで、私は、過去の平成元年度、10年度、今回の施行される20年度の小学校・中学校の学習指導要領の理科の物理分野の内容を比較し、理科教育の課題を調べました。そして、今回変更された内容が、その課題を改善するようなものであるか検証しました。さらに、検証結果から、現代の理科教育に必要な学習内容はこういったものであるのか考察しました。現代にあって近大の近代とはいかがなものであるのかについて論じる。

### 2. 理科教育の未来：吉村 太一

現在、理科の学習意欲の低さが社会で指摘されている。中学校教育課程実施状況調査やTIMSS調査やPISA調査から見ても、理科の学習に対する考え方が、とても浅いのが現状である。理科の学習意欲を生徒から引き出すには、どのようなカリキュラムを元に、理科の学習を進めれば良いかを考える。そして、中学校学習指導要領の歴史を振り返り、その中から課題、改善点を見つけだし、生徒が理解しやすく、目的意識を持って、理科を学習できるカリキュラム案を作成する。

### 3. 地球環境とその影響：橋本 豊

現在地球は産業革命以前に比べ著しく気温が上昇している。世界各地での異常気象や、生物の絶滅、日本における桜の開花時期の早期化、熱中症患者の増加などは近年よく見られるようになった。この原因は我々人類が自らの便利さの追求のため自然を省みなかった結果であり、その中でも特に二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスの影響が大きいと考えられている。そこで、この研究では地球温暖化がどのようなメカニズムで起こっていて、またどのような影響が我々や、自然環境に及ぼすのか調べた。

### 4. 地球温暖化の要因：播川 貴規

現在、地球温暖化が叫ばれている。実際、観測結果から過去100年で地球の平均気温は0.68 上昇している事がわかっている。では、何故上昇しているのか。この原因としては、様々な説がある。その中で最も信頼出来る説として「二酸化炭素温暖化説」があるが、まだまだ未知数な部分が多い。そこで、本研究では、「二酸化炭素温暖化説」以外の理論について調べた。「本当に温暖化が起きているのか」「温暖化の原因は二酸化炭素なのか」という立場の理論である「温暖化懐疑論」について考察し、卒業論文を作成した。

## F. ソフトマター物理学(堂寺)研究室

### 1. 共連続ジャイロイド・ヘリカル構造の光学的性質：白國 秀典

周期的ならせんをもつ構造はブラッグ反射により、異なる円偏光に対して異なる反射率を示す。本研究では、ならせん(ヘリカル)構造をもつABC線状ブロック共重合体高分子系で形成されるジャイロイド構造に

おいて、3回対称軸方向に対し右巻きまたは左巻きに円偏光した平面波を入射し、その透過率の周波数特性を検証した。FDTD法(時間領域差分法)を用いて計算を行った結果、フォトニックバンドギャップ周辺にそれぞれの透過率の差が大きい周波数領域を発見した。

### 2. ドデカゴナル準結晶タイリングの構造相転移：中西 裕也

合金系(~0.5nm)、カルコゲン系(~2nm)ばかりでなく、21世紀に入りメソ多孔体や液晶系(~10nm)、ナノ粒子系(~20nm)、高分子系(~50nm)などのソフトマターでドデカゴナル(12回対称)準結晶が発見されている。本研究では正方形-正三角形タイリングのモンテカルロシミュレーションを行い、ドデカゴナルクラスター間の相互作用を考慮することにより、高分子系の実験で観察された相と8/3相についての構造相転移を再現した。

### 3. ハードコア-ソフトシェル粒子系の準結晶形成：大城 辰也

本研究では、2次元で他粒子が侵入可能な弱い斥力領域を持たせた剛体円盤系(ハードコア-ソフトシェルモデル)でモンテカルロシミュレーションを行い、温度、密度、ハードコア半径、ソフトシェルの厚さが準結晶形成にどう関わるのか研究した。密度一定の粒子数56、209、780、2911個の周期系で、各温度のフーリエピーク、ボンド配向秩序を測定し調べた。その結果、高温極限で正三角形タイルからなる6回対称の構造が形成され、ある温度領域で従来知られていなかった種類の正方形-正三角形タイリングからなる12回対称の構造が形成されることを発見した。

## G. 理論物理学(中原)研究室

### 1. グラフェンの電気特性：上田 卓弥

グラフェンは炭素原子が蜂の巣状に整列した2次元単層シートで、電子相関の効果が弱く、強束縛模型により良く記述されることが知られており、Dirac Pointと呼ばれる波数空間上の点近傍で質量ゼロのディラック粒子のように振舞うという興味深い特徴がある。本研究ではオンサイトポテンシャルや歪みの効果により、フェルミエネルギー近傍の状態密度やエネルギーギャップがどのように変化するかを数値計算により明らかにした。本発表では、現在まで確認されているグラフェンの特性と、格子上の磁場中電子の理論を紹介し、数値計算の結果を報告する。

### 2. 強束縛模型によるトポロジカル絶縁体の研究：宮崎 伸也

トポロジカル絶縁体は時間反転対称性があるにもかかわらず、量子スピンホール効果を示す物質のことである。通常の絶縁体は系のどの部分にも電流は流れないが、トポロジカル絶縁体は、その表面に電流やスピン流が流れる特異な絶縁体である。HaldaneモデルやKane-Meleモデルにより、グラフェンのトポロジカル絶縁体としての性質が記述できることが知られている。卒業研究では、Haldaneモデルについて数値計算による解析を行った。本発表ではトポロジカル絶縁体における物理現象について紹介し、数値計算結果を報告する。

### 3. セルオートマトンによる交通流の研究：平井 鉦史

道路を走る車の交通を物理的に解析するとき、交通流を流体力学や非平衡統計力学で扱う考え方もあるが、本研究ではセルオートマトンという離散モデルを用いて解析を行った。セルオートマトンにおいては様々な時間発展のルールを定めることができる。本研究ではその中でもルール184と呼ばれる、粒子数(車の台数)が保存し、かつ定常状態が存在する時間発展のルールを用いたシミュレーションを行った。本発表では、定常状態に到達するまでの緩和時間、車の密度と定常状態における交通流の関係について報告する。

### 4. 量子スピン系の数値的解析：河合 拓也

量子スピン系は、絶対零度においても外場や相互作用パラメータを変化させることにより、相転移が生じるという性質が見られる興味深い系である。本研究では、量子スピン系のモデルとして代表的なXXZモデルと横磁場イジングモデルの基底状態の性質を、数値計算による厳密対角化法により解析した。外場や相互作用パラメータが極端な場合における物理量の振る舞いを厳密に計算することにより、数値計算の妥当性を確認した。また、横磁場イジングモデルについては、数値計算によって得られた基底状態と第一励起状態のエネルギーギャップの振る舞いの関数形が、厳密に求められている相転移点付近で変化することを確認した。