

平成 18 年度 卒業研究発表会

プログラム および 概要集

平成 19 年 2 月 16 日 (金) 9 : 20 ~ 16 : 30

A 会場 31 号館 401 教室

B 会場 31 号館 402 教室

近畿大学 理工学部 理学科 物理学コース



# 平成 18 年度 理学科 物理学コース 卒業研究発表会

## プログラム

日 時： 平成 19 年 2 月 16 日 (金) 9 : 20 開始

場 所： 31 号館 4 階

A 会場

401 教室

B 会場

402 教室

発表時間： 一人あたり 15 分 (発表 10 分, 質疑討論 5 分)

開 会 式： 開会宣言 物理学コース主任 (於 401 教室)

9 : 20

研究発表： 午前の部

9 : 30 ~ 12 : 15

午後の部

13 : 30 ~ 16 : 30

卒業研究祝賀会 ( Cafeteria November )

18 : 00 ~ 20 : 00

注：

- ・ 主として A 会場は高エネルギー分野 (素粒子・宇宙・宇宙線など), B 会場は物性分野の研究発表が集められているが, プログラム編成上, 必ずしもこの分類に該当していない場合もある。
- ・ プロジェクターを用いる場合は, 所属研究室や各自のノートパソコンをあらかじめ用意すること。また OHP やパソコンの操作は発表者各自で行うこと。
- ・ 座長は, 事情により適宜交代することがある。不測の事態発生時など, 担当の座長の判断でプログラムを, 一部変更する場合がある。

## A 会場 (31 - 401 教室)

座長：小西

### 加藤ゼミ

A01 矢津 貴寛 : GEM を用いた TPC 検出器の信号読み出しパッドの形状最適化 [ 2 月 13 日 15:00 ]

A02 平松 香織 : MicroMEGAS を用いた TPC 検出器の信号読み出しパッドの形状最適化  
[ 9 : 30 ~ 9 : 45 ]

### 千川ゼミ

A03 小林 弓華 : テレスコープ・アレイ(TA)実験のための大気透明度解析 [ 9 : 45 ~ 10 : 00 ]

A04 河田 佳輝 : TA 実験における大気モニタ -slope 法による大気透明度測定- [ 10 : 00 ~ 10 : 15 ]

A05 鹿室 大 : TA 実験における大気モニタ -klett 法による大気透明度測定- [ 10 : 15 ~ 10 : 30 ]

A06 柵木里絵子 : TA 実験における大気モニタ -雲モニタと weather station による気象測定-  
[ 10 : 30 ~ 10 : 45 ]

A07 藤浦 智也 : TA 実験での大気モニタのまとめ [ 10 : 45 ~ 11 : 00 ]

休 憩 ( 11 : 00 ~ 11 : 15 )

座長：千川

### 小西ゼミ

A08 松原 賢次 : 同期する宇宙線空気シャワーイベントの探索 [ 11 : 15 ~ 11 : 30 ]

A09 辻本 圭太 : 宇宙線エネルギースペクトルについて [ 11 : 30 ~ 11 : 45 ]

A10 松下 恵子 : 銀河面からやって来る超高エネルギーガンマ線の検出 [ 11 : 45 ~ 12 : 00 ]

昼 休 み ( 12 : 00 ~ 13 : 30 )

座長：加藤

**井上ゼミ**

- A11 天満 祐太 : 宇宙論パラメーターの測定 -jerk と snap- [ 13 : 30 ~ 13 : 45 ]  
A12 赤木 智将 : 楕円対称ポテンシャルの重力レンズ系における多重像の性質 [ 13 : 45 ~ 14 : 00 ]  
A13 田部 史恵 : 初期宇宙における再結合の物理的過程 [ 14 : 00 ~ 14 : 15 ]  
A14 窪田聡一郎 : 初期宇宙における元素合成 [ 14 : 15 ~ 14 : 30 ]

**木口ゼミ**

- A15 春山 元希 : 超新星爆発時の元素合成の初期条件 [ 14 : 30 ~ 14 : 45 ]

休 憩 ( 14 : 45 ~ 15 : 00 )

座長：井上

**御法川ゼミ**

- A16 岸本 考司 : 宇宙マイクロ波背景放射 [ 15 : 00 ~ 15 : 15 ]  
A17 曾谷 拓司 : ダークエネルギー [ 15 : 15 ~ 15 : 30 ]

**林ゼミ**

- A18 水林 尚之 : 太陽震動について [ 15 : 30 ~ 15 : 45 ]  
A19 松永 崇弘 : 人工ブラックホールについて [ 15 : 45 ~ 16 : 00 ]  
A20 佐藤 裕介 : ブラックホール蒸発 [ 16 : 00 ~ 16 : 15 ]  
A21 田中 雄 : 宇宙の進化 [ 16 : 15 ~ 16 : 30 ]

## B 会 場 (31 - 402 教室)

座長：田中

### 松居ゼミ

- B01 日吉 裕太 : 有限温度における未成熟ホップフィールドモデルの相構造 [ 9 : 30 ~ 9 : 45 ]  
B02 濱野 亮輔 : 3次元ランダム Z(2)ヒッグス格子ゲージ理論：モンテカルロシミュレーション  
[ 9 : 45 ~ 10 : 00 ]  
B03 柿迫 哲平 : 3次元ランダム Z(2)ヒッグス格子ゲージ理論：高温展開 [ 10 : 00 ~ 10 : 15 ]  
B04 土井 俊亮 : 3次元ランダム Z(2)ヒッグス格子ゲージ理論：平均場理論 [ 10 : 15 ~ 10 : 30 ]  
B05 高田 圭子 : 量子ニューラルネットワークにおけるカレント [ 10 : 30 ~ 10 : 45 ]

休 憩 ( 10 : 45 ~ 11 : 00 )

座長：松居

### 中原ゼミ

- B06 前田 真佑 : パンチアウトターゲット供給方式による極端紫外 ( EUV ) 光源開発に関する研究  
[ 11 : 00 ~ 11 : 15 ]  
B07 藤井 将 : 非可積分境界での量子ビリヤード [ 11 : 15 ~ 11 : 30 ]  
B08 土井 裕介 : Josephson Charge Qubits [ 11 : 30 ~ 11 : 45 ]  
B09 亀岡 恒志 : 量子ドットを用いた量子コンピューターにおける量子ゲートの実現  
[ 11 : 45 ~ 12 : 00 ]

### 近藤ゼミ

- B10 後藤 由人 : NMR 量子コンピューターにおける近似の妥当性について [ 12 : 00 ~ 12 : 15 ]

昼 休 み ( 12 : 15 ~ 13 : 30 )

座長：近藤

田中ゼミ

- B11 松井 愛香 : A N N N I モデルにおける反強誘電性液晶の相転移について [ 13 : 30 ~ 13 : 45 ]  
B12 田原 洋介 : 行列法を用いた液晶の構造相転移について [ 13 : 45 ~ 14 : 00 ]

市川ゼミ

- B13 餅原 学 : 雑音に埋もれた微少信号の検出 [ 14 : 00 ~ 14 : 15 ]  
B14 起塚 史貴 : 雑音に埋もれた微少信号の検出 [ 14 : 15 ~ 14 : 30 ]  
B15 坂林 勇輝 : パソコン計測と電子回路による気柱共鳴実験の開発 [ 14 : 30 ~ 14 : 45 ]  
B16 原田 重徳 : パソコン計測と電子回路による気柱共鳴実験の開発 [ 14 : 45 ~ 15 : 00 ]

休 憩 ( 14 : 45 ~ 15 : 00 )

座長：市川

辻ゼミ

- B17 槇納 加奈 : 電磁気学的地震予測 [ 15 : 15 ~ 15 : 30 ]  
B18 中本 妃紅 : 最近の国内の地震についてのフラクタル解析 [ 15 : 30 ~ 15 : 45 ]  
B19 南川 春香 : 最近の世界の地震についてのフラクタル解析 [ 16 : 00 ~ 16 : 15 ]  
B20 木曾 寛之 : 地震時系列データのb値とg i n i 係数 [ 16 : 15 ~ 16 : 30 ]





平成 18 年度 理学科 物理学コース 卒業研究発表会

## 概 要 集

## A 会 場 (31 - 401 教室)

### A01 矢津 貴寛 : GEM を用いた TPC 検出器の信号読み出しパッドの形状最適化 [加藤ゼミ]

ILC : International Linear Collider において中央飛跡検出器として TPC : Time Projection Chamber が用いられ、その読み出し部分に MPGD : Micro Pattern Gas Detector という微細構造のパターンによるガス増幅を用いた検出器を採用する計画である。MPGD の増幅部には GEM : Gas Electron Multiplier や、Micro MEGAS など数種類のタイプがあが、本論文では GEM での増幅した電子の検出に用いる読み出しパッドの形状による TPC の位置分解能への寄与について調べた。

### A02 平松 香織 : MicroMEGAS を用いた TPC 検出器の信号読み出しパッドの形状最適化 [加藤ゼミ]

International Linear Collider (ILC) において中央飛跡検出器として、マイクロパターンガス検出器 (MPGD) を用いた Time Projection Chamber (TPC) を採用することを検討している。TPC などのガス検出器は、電離電子を高電場での急激な増幅作用を用いて多くの電子を生成し、それらを読み出すことで粒子の飛跡を再構成することのできる。今回電子の増幅部に Micromegas と呼ばれる MPGD を用いた場合に、信号読み出し部の形状 (パッドの大きさや形状) によって、どのような広がりの違いを示すのかを、シミュレーションによって解析して検討する。

### A03 小林 弓華 : 最高エネルギー宇宙線探索 TA (Telescope Array) 実験 [千川ゼミ]

米国ユタ州で行われている TA 実験の目的は、10 の 20 乗電子ボルトを超える最高エネルギー宇宙線の存在を確立すると共に、その発生起源と宇宙空間での伝播機構を解明することです。この最高エネルギー宇宙線の存否を確定する上で障害となるのが、観測した宇宙線のエネルギー決定精度です。大気モニタは slope 法、klett 法、雲モニタ解析等を用いて宇宙線が散乱や吸収によって損失する光量の評価や大気の透明度を知る役割を果たし、精度を上げることに貢献します。本発表では TA 実験の概要と、使用された実験データをもとに大気モニタを行う必要性を報告し、続いて大気モニタの詳細について個々に報告する。

### A04 河田 佳輝 : TA 実験における大気モニタ -slope 法による大気透明度測定- [千川ゼミ]

TA 実験において大気蛍光望遠鏡は宇宙線が大気と衝突したときに発生する空気シャワーの相互作用による大気蛍光を観測する装置である。宇宙線のエネルギーを精度良く測定するためには、大気中における光に対する消散係数の値を正確に求めることが重要である。レーザー装置を用いてパルス光を大気中に射出し、大気中のエアロゾルや分子による後方散乱強度を時間の関数として測定する LIDAR 法により消散係数を求める。本発表では大気が均一と仮定して LIDAR 方程式から消散係数を求める手法である slope 法を用いて、ユタ州における大気透明度の解析と結果について報告する。

### A05 鹿室 大 : TA 実験における大気モニタ -klett 法による大気透明度測定- [千川ゼミ]

大気蛍光法は、宇宙線空気シャワーの相互作用により発生する大気蛍光を観測し、そのエネルギーを求める方法である。精度よくエネルギーを求めるためには、大気蛍光は大気中を伝播する間に指数関数的に減衰するため、発光点から観測点に届くまでの消散係数を求める必要がある。レーザー光を大気中に発射し、大気分子、エアロゾルによる後方散乱光を受光する LIDAR 法を用いて後方散乱光強度を測定し、後方散乱光強度を距離の関数で表わした LIDAR 方程式を解くことにより消散係数を求める。LIDAR 方程式の解法にはさまざまな方法が提案されているが、本発表では klett 法を用いた解析と結果について報告する。

**A06 柵木 里絵子 : TA 実験における大気モニタ -雲モニタと weather station による気象測定-**

**[ 千川ゼミ ]**

夜間における雲の状態を観測する雲モニタと、気象条件を観測する weather station は、TA 実験に必要な大気モニタの 1 つである。本発表では、雲モニタと weather station で使用する装置や気象観測の方法等を紹介する。LIDAR を用いた大気透明度測定における解析のうち、Slope 法は大気蛍光の減衰を求める方法の 1 つとして必須である。また観測領域を決定する雲モニタに密接に関わっているため、雲モニタにおいて赤外線カメラを用いて撮影した雲画像の解析結果と weather station によって得られた気象情報を、slope 法による解析結果と対応させて、雲や気象条件が大気蛍光の減衰にどの様に影響するかを考察したので報告する。

**A07 藤浦 智也 : TA 実験での大気モニタのまとめ**

**[ 千川ゼミ ]**

TA 実験の一つの方法として大気蛍光望遠鏡での宇宙線観測が行われています。その観測時に、大気蛍光は大気中の分子やエアロゾルなどの影響を受けて損失します。そこで、LIDAR を用いた大気透明度測定を行い、大気中での光に対する消散係数を求める必要があります。消散係数を精度良く求めることができる解析手法として、slope 法と klett 法を用いた。その解析理論と結果について報告する。また、観測時の雲の存在、気象条件が消散係数に与える影響について考察する。さらに、実際の大気の状態である RadioSonde のデータを用い、消散係数を求める解析手法に補正を加え、より精度を上げる方法を提案する。

**A08 松原 賢次 : 同期する宇宙線空気シャワーイベントの探索**

**[ 小西ゼミ ]**

地上で宇宙線をいくつかの別々の場所から観測する。その内の 2 ヶ所のデータを比較し、同時、同方向から検出器に到達した宇宙線を抽出してそれらが同一発生源から来た宇宙線かどうかを調べる。これら地球に飛来した宇宙線を磁場などの影響をほぼ受けずに直進するガンマ線と仮定できるかどうかを、その方向を赤経・赤緯座標にプロットしてランダム分布からの違いから判定する。そのデータを X 線ガンマ線カタログと比較してそのあたりから来たと思われる 5 つの候補イベントを得た。

**A09 辻本 圭太 : 宇宙線エネルギースペクトルについて**

**[ 小西ゼミ ]**

宇宙線エネルギーフラックスはべき乗型スペクトルをしている。このスペクトルの形は、宇宙線の加速メカニズムが熱的でないことを示している。活動銀座中心核などのブラックホール候補天体からの X 線放射の観測より、低エネルギー光子が高温プラズマ中の電子による逆コンプトン衝突により高エネルギーを得てべき乗スペクトルを示すことが知られている。我々は、このアナロジーから、宇宙線の非熱的加速のモデルを検討する。

**A10 松下 恵子 : 銀河面からやって来る超高エネルギーガンマ線の検出**

**[ 小西ゼミ ]**

宇宙線空気シャワーを引き起こす 1 次宇宙線の到来方向が、銀河面からやって来る場合と、それ以外からやって来る場合について、「一定時間間隔あたり発生するイベント数」の分布を比較し、銀河面からやって来る場合のポアソン分布からのゆがみの確率を計算する。また、シミュレーションの結果から得られる分布に合う平均を持つポアソン分布が、偶然確率を与える確率密度関数の近似式として、それが「統計的な揺らぎ」によるものか、「何らかの原因による影響」なのかを考える。

**A11 天満 祐太 : 宇宙論パラメーターの測定 - jerk と snap -** [井上ゼミ]

1929年にハッブルが幾つかの遠方の銀河の赤方偏移を観測し、距離が遠い銀河ほど大きな速度で我々から遠ざかっていることを発見した(ハッブルの法則)。一方、これに先立つ1915年にアインシュタインは「宇宙は膨張も収縮もしていない」と考えていたため、重力の効果を打ち消す働きをする宇宙定数を考案した。しかし、近年の観測で宇宙の加速膨張がみつき、宇宙定数は再び必要とされるようになった。本論文では、宇宙の減速パラメータと jerk(加速度の時間変化)、snap(jerkの時間変化)を使ったモデルの制限について考察する。

**A12 赤木 智将 : 楕円対称ポテンシャルの重力レンズ系における多重像の性質** [井上ゼミ]

時空は質量によって歪められるため、通過する光の軌道も同時に歪められる。そのため、光源と観測者の間に重力源が存在すると、観測者には光が複数の経路を通過して到達し、光源が複数に見える場合がある。重力場がレンズの役割を果たすので、この現象は(強い)重力レンズと呼ばれ、光学的には観測できない物質であるダークマターを解明する手段として用いられる。本論文では重力レンズの仕組みについてレビューし、円対称と楕円対称の重力ポテンシャルをもつレンズに対して多重像の数とパリティを調べ、それぞれの相違点について考察する。

**A13 田部 史恵 : 初期宇宙における再結合の物理的過程** [井上ゼミ]

初期宇宙における水素原子の生成過程を調べた。簡単のため、再結合時に水素だけが存在すると仮定した。温度が下がり、光子と電子が反応しなくなると、電子が陽子と結合し、水素原子が生成される(再結合)。光子とバリオンが反応している平衡状態でのイオン分率は、サハの式を用いて計算できるが、十分中性化すると、再結合は、主に、光子崩壊とライマンアルファ崩壊という2つの非平衡過程によって決まる(Peebles '68)。本論文では recfast を用いて数値的に再結合の過程を計算した結果について報告する。

**A14 窪田 聡一郎 : 初期宇宙における元素合成** [井上ゼミ]

初期宇宙における元素合成の過程を調べた。まず最初に中性子と陽子が結合して重水素核となる。増えた重水素核は中性子や陽子と次々に原子核反応をおこしてヘリウムを始めとする様々な原子核が出来る。この生成物の量は主にバリオン数と光子数の比で決まる。観測値(Steigman,G.05)を用いて最適なバリオン/光子比を求めたところ、ヘリウムと重水素に関してはよいフィットが得られたが、リチウムの値を考慮するとフィットがやや悪化することが判明した。

**A15 春山 元希 : 超新星爆発時の元素合成の初期条件** [木口ゼミ]

Fe以上の質量をもつ元素は超新星爆発時にできる。超新星爆発時の物質の状態は、宇宙初期の元素合成に比べて密度が高いため、強い相互作用の熱平衡状態になっている。したがって、元素合成は弱い相互作用で決まる。星がつぶれたとき、ニュートリノは星に閉じ込められ、弱い相互作用に関して熱平衡状態になっている。中心星が膨張するにつれ密度が低くなり、ニュートリノは星から抜け出すが、弱い相互作用の速さは十分に膨張の速さに比べて速い。さらに膨張すると、弱い相互作用の速さは膨張の速さについていけなくなり、陽子は中性子に戻れなくなる。この状態は元素合成の初期状態である。この初期条件を求める。

**A16 岸本 考司 : 宇宙マイクロ波背景放射** [御法川ゼミ]

最初に、宇宙マイクロ波背景放射(CMB)の発見と基本的性質について述べる。ビッグバンからの名残り光子であるCMBの宇宙の全エネルギーに占める割合を評価する。次に、宇宙初期におけるCMBの起源について考える。最近観測されたCMBの温度ゆらぎ結果とそれから得られる宇宙論的パラメータについて議論する。最後に、宇宙論的パラメータから予測される宇宙の膨張について考察する。次世代の宇宙ミッションで期待される成果についても言及する。

**A17 曾谷 拓司 : ダークエネルギー**

[ 御法川ゼミ ]

ダークエネルギーとは、宇宙の膨張を説明するための、「万有斥力」をもたらす正体不明の存在で、真空のエネルギーとも考えられる。ダークエネルギー一種の真空の性質であるはあるが、実際に「見る」には次のような現象を観測すればよい：宇宙膨張を加速させる。通常の宇宙では、膨張は減速する一方のはずである。ダークエネルギーの存在下では過去の宇宙の膨張速度は現在より遅い時代があり、遠い（過去）銀河の膨張速度の観測でダークエネルギーの存在が分かる。最近の観測結果を基にダークエネルギーの謎に迫る。

**A18 水林 尚之 : 太陽震動について**

[ 林ゼミ ]

太陽の震動モードの種類というのは、地球のS波とP波の2種類の震動モードと比べてたくさんの震動モードが存在している。それは主に、地球が固体で太陽が流体のためであるからである。そこで、太陽について取り上げることの出来る境界条件や既存の理論などを用いることによって、方程式を組み立てていく。そして、この方程式を計算して解くことによって、求められた結果などから太陽の現象などについて理解する。

**A19 松永 崇弘 : 人工ブラックホールについて**

[ 林ゼミ ]

ブラックホール（BH）の地上での実験は、現在の科学技術では不可能である。この問題の解決策として類似した性質を持つモデル“アナログモデル”が考えられた。アナログモデルでは、BHの性質（の一部）を持つ。アナログモデルの主となるアイデアは、流体中の音である。流体を伝わる音は、流体の速度が音速より速く流れていると流れに逆らって伝われない。これをうまく利用し、音のBHを作る。この人工BHは、音速 光速の違いはあるが、BHの性質を持つことを説明する。

**A20 佐藤 裕介 : ブラックホール蒸発**

[ 林ゼミ ]

ブラックホールは大質量の恒星が超新星爆発した後、自身の重力により極限まで収縮したものである。しかし、ブラックホールも永遠のものではなく、消失してしまう。この消失を初めに熱力学によりブラックホールでの物理的諸過程と熱力学的諸法則との類似性がどのような意味を持っているのかを説明する。次に場の量子論の観点から、ペンローズ図の具体例（ミンコフスキー時空の変換）を紹介していき、量子論的なゆらぎと呼ばれる粒子対の生成、消失の繰り返しを用いて説明する。

**A21 田中 雄 : 宇宙の進化**

[ 林ゼミ ]

宇宙は、現在膨張している。この事実は、過去に遡れば非常に宇宙の密度が高い時代があったことを示している。この宇宙初期において、水素や重水素、ヘリウムなどが高温・高密度によって生成された。しかし、高温の為原子としては存在できず、プラズマ状態として存在していた。宇宙が膨張し冷えていくとともに、プラズマ状態から原子へとなっていった。これをプラズマの中性化という。このようにプラズマの中性化以前と以後、更に現在の宇宙に至までの進化の過程を考察する。

## B 会 場 (31 - 402 教室)

### B01 日吉 裕太 : 有限温度における未成熟ホップフィールドモデルの相構造 [松居ゼミ]

ヒトの脳は 100 億以上の神経細胞が複雑に絡み合ったネットワークとみなせる。その機能,特に連想記憶の機構を記述するニューラルネットワークの典型的なモデルとしてホップフィールドモデルがよく知られている。ヒトの神経細胞間の結合数は生後急速に増加し,その後徐々に減少する。本研究ではホップフィールドモデルにおいて結合数が減少していった場合を考え,連想記憶能力,すなわちあるパターンを想起する効率がどのように変化していくかを数値的に研究する。また,有限温度における平均場理論の結果と比較検討する。

### B02 濱野 亮輔 : 3次元ランダム Z(2)ヒッグス格子ゲージ理論:モンテカルロシミュレーション

[松居ゼミ]

3次元立方格子の各格子点にスピン変数  $S_x = \pm 1$ , リンク上にゲージ変数  $U_{x\mu} = \pm 1$  が乗った Z(2) ヒッグス格子ゲージ理論を考える。この理論は学習と想起のニューラルネットワーク,1個のトラス型量子メモリ,等のモデルと考えられる。また,ヒッグス結合,ゲージ結合の係数の符号をある割合でランダムに変える事によって不純物が入った場合を記述できる。本研究ではモンテカルロシミュレーションによりこのモデルの相構造を調べた。onfinement 相、Coulomb 相、Higgs 相のうち,量子メモリとして機能するのは Higgs 相であるが,Higgs 相の臨界不純物濃度はヒッグス結合により増加することがわかった。

### B03 柿迫 哲平 : 3次元ランダム Z(2)ヒッグス格子ゲージ理論:高温展開

[松居ゼミ]

3次元ランダム Z(2)ヒッグス格子ゲージ理論を高温展開の手法により解析した。この理論は不純物のある場合の(1)学習と想起のニューラルネットワーク,(2)1個のトラス型量子メモリ,等のモデルと考えられる。高温展開は状態和に現れるボルツマン因子(指数関数)を温度の逆数( $\beta = 1/(kT)$ )についてテイラー展開して評価するもので,このモデルではエネルギーの係数(ヒッグス係数,ゲージ係数)が小さい場合(confinement 相)に有効である。実際に  $\beta$  の 6 次まで展開し,内部エネルギー,比熱を求め,モンテカルロシミュレーションの結果と比較し,互いに無矛盾の結果を得た。

### B04 土井 俊亮 : 3次元ランダム Z(2)ヒッグス格子ゲージ理論:高温展開

[松居ゼミ]

3次元ランダム Z(2)ヒッグス格子ゲージ理論を平均場理論により解析した。この理論は不純物のある場合の(1)学習と想起のニューラルネットワーク,(2)1個のトラス型量子メモリ,等のモデルと考えられる。平均場理論は近似理論であるが,系の相構造や各相の特徴を調べるために有用である。ランダム系の平均場理論を解くためには不純物濃度  $p_1, p_2$  に対する格子点及びリンク不整合濃度  $q_1, q_2$  が必要になる。次に自由エネルギーに対する Jensen の不等式により相構造を調べ,confinement 相、Coulomb 相、Higgs 相が存在することがわかった。モンテカルロシミュレーションの結果との比較検討も行う。

### B05 高田 圭子 : 量子ニューラルネットワークにおけるカレント

[松居ゼミ]

人間の脳が意識や学習・想起などの高次活動を行っている時に脳内の各場所がどのように活性化しているかを調べることは興味深い。本研究では量子ニューラルネットワークの U(1)ゲージモデルを用いて,学習,想起過程のシミュレーションを行い,各細胞でのカレント(血流や情報の流れを表す)がどのように変化するかを調べた。初期状態や脳構造が異なるとき,結果がどのように異なるかも議論する。また,脳神経変数を CP1 スピン変数で表した,より現実的な CP1+U(1)モデルについてもカレントの測定を行い,比較,検討する。

**B06 前田 真佑 : パンチアウトターゲット供給方式による極端紫外 (EUV) 光源開発に関する研究 [中原ゼミ]**

次世代半導体用リソグラフィーとして極端紫外 (Extreme UltraViolet: EUV) 光源開発が進んでいる。スズターゲットは、要求波長領域(13.5nm)に強い放射特性を持つため高効率であるが、デブリ低減、高速供給等の課題がある。上記課題の解決法としてパンチアウト法の研究を行った。パンチアウト法とは、スズを透明基板に蒸着したターゲットを基板側からレーザーを照射し、スズターゲットを噴出させ、レーザー加熱し EUV を得る方法である。ターゲットとして薄膜とレーザー径とほぼ同じ大きさにしたドットターゲットを用い、ターゲットの飛翔状態、速度、密度等を計測した。

**B07 藤井 将 : 非可積分境界での量子ビリヤード [中原ゼミ]**

可積分境界 (円形や長方形など、古典ビリヤードにおいてボールの軌道が周期的になる系) と、非可積分境界 (スタジアム形など、古典ビリヤードにおいてボールの軌道がカオスを示す系) では、ビリヤード台のサイズをナノスケールにした量子ビリヤードにおいてどのような違いが現れるのかを調べる。具体的には、量子ビリヤードではボールは波として振る舞うので、そのエネルギースペクトルと波動関数を長方形境界とスタジアム形境界で比較する。このような研究は「量子カオス」と呼ばれ、ナノテクノロジーと非線形物理学を結ぶ掛橋になると期待されている。

**B08 土井 裕介 : Josephson Charge Qubits [中原ゼミ]**

超伝導を用いた量子コンピュータは scalable であり、ノイズやデコヒーレンスに強いと期待されている。この量子コンピュータは超伝導体の荷電キャリアを Qubit 表現として考え、Cooper 対の数が良い量子数となるように Cooper 対を静電的箱に閉じ込めて量子情報の表現を用いることが可能である。そして単一の Qubit の演算は静電 Gate と Josephson 接合を使って実現される。ここでは、Josephson Charge Qubit を使い、同一の Josephson 接合を組み込んだ超伝導 Loop である Split Cooper Pair Box を使って代表的な Gate との比較をし、考察を行なう。

**B09 亀岡 恒志 : 量子ドットを用いた量子コンピューターにおける量子ゲートの実現 [中原ゼミ]**

量子ドットを用いた量子コンピューターにおいて、どのように量子ゲートを、特に CNOT ゲートを実現するかについて理論的に調べる。まず、1章で本論文で用いる量子ドットのモデルを紹介する。次に、2章では1章で紹介した量子ドットのモデルを用いて、どのように CNOT ゲートを実現するか理論的に求める。最後の3章で結果考察をまとめる。具体的には、このモデルではキュービットは電子のスピン上向き下向きで表され、磁場を制御することでゲート操作を可能にする。つまり、どのように磁場を制御して CNOT ゲートを実現するのか、というのが本論文での要である。

**B10 後藤 由人 : NMR 量子コンピューターにおける近似の妥当性について [近藤ゼミ]**

古典的なコンピュータが bit という2値しか取らないレジスターを基本動作素子とするのに対して、量子コンピュータは qubit という量子力学的な重ね合わせ状態を許すレジスターを基本動作素子とするコンピュータのことである。量子コンピュータは様々な物理系で実現する方法が提案されているが、ここではもっとも成功を収めている NMR 量子コンピュータをテーマとした。NMR 量子コンピュータによってアルゴリズムを実行する場合、多くの近似を行うことによって qubit に対する操作を単純化する。この近似の妥当性について詳細な検討を行った。その検討の結果を発表する。

**B11 松井 愛香 : ANNNIモデルにおける反強誘電性液晶の相転移について [田中ゼミ]**

物質の三態には、固体、液体、気体があることが知られている。液晶状態とは、物質の第四の状態とよばれ、固体と液体の間の状態であり、一般に棒状あるいは円板状分子からなる物質に現れる。液晶では、熱力学的環境において様々な相が存在することが知られている。

本研究では、第3近接相互作用まで考慮したイージングモデル即ちANNNIモデルを用いて、反強誘電性液晶がどのような逐次相転移を引き起こすかを調べた。そして、最近接相互作用パラメータ $J_1$ と、温度 $T$ の変化によるさまざまな自由エネルギーを計算し、 $J_1 - T$ 相図を作成した。

**B12 田原 洋介 : 行列法を用いた液晶の構造相転移について [田中ゼミ]**

液晶とは、液体と固体の中間的な状態にある物質のことである。液晶分子のほとんどは、細長い棒状または円盤状の形をしているため、様々な層構造をしている。特に、キラル分子(光学活性分子)からなる(反)強誘電性液晶分子においては温度上昇に伴って様々な構造相転移が起こることが知られている。本研究では、1次元行列法を用いて、ガラス基板内に挟まれた(反)強誘電性液晶分子の配向状態が基板とのアンカリングの強さによってどのように変化するか、また構造相転移が温度変化によってどのように引き起こされるか、を解析した。

**B13 餅原 学 : 雑音に埋もれた微少信号の検出 [市川ゼミ]**

物理の実験で測定される信号は微弱である場合が多く、SN比(信号対雑音比)が1以下であることが少なくない。このような信号はコンピュータによる統計処理を行うことで望む信号と雑音を区別することができる。ここではFFT(高速フーリエ変換)によるスペクトルによって信号と雑音をふるい分けし、その後逆FFTによって雑音に埋もれた微少信号を検出する方法を開発した。これによりSN比が0.1以下の悪条件の元でも有意な信号を取り出すことができた。共同研究の分担で発表を行う。

**B14 起塚 史貴 : 雑音に埋もれた微少信号の検出 [市川ゼミ]**

物理の実験で測定される信号は微弱である場合が多く、SN比(信号対雑音比)が1以下であることが少なくない。このような信号はコンピュータによる統計処理を行うことで望む信号と雑音を区別することができる。ここでは自己相関関数を利用して雑音に埋もれた微少信号を検出する方法を開発した。得られた結果では、SN比=0.02あるいはそれ以下の場合でも有意な信号を取り出すことができた。共同研究の分担で発表を行う。

**B15 坂林 勇輝 : パソコン計測と電子回路による気柱共鳴実験の開発 [市川ゼミ]**

物理の教育において従来から行われている気柱共鳴実験は、音叉と耳で音の共鳴点を探すものである。改良された方法としてスピーカーとマイクロフォンを用いてかなり精度を上げた方法もある。我々は、共鳴管に振動板とセンサーを取り付け、装置を全て電子化した装置で実験を行った。測定は共鳴周波数と強度をGPIBでパソコンに送りリアルタイムで高精度な測定を可能とした。実験の概要と得られた結果について発表する(共同研究、分担)。

**B16 原田 重徳 : パソコン計測と電子回路による気柱共鳴実験の開発 [市川ゼミ]**

物理の教育において従来から行われている気柱共鳴実験は、音叉と耳で音の共鳴点を探すものである。改良された方法としてスピーカーとマイクロフォンを用いてかなり精度を上げた方法もある。我々は、共鳴管に振動板とセンサーを取り付け、装置を全て電子化した装置で実験を行った。測定は共鳴周波数と強度をGPIBでパソコンに送りリアルタイムで高精度な測定を可能とした。実験の概要と得られた結果について発表する(共同研究、分担)。



**B17 横納 加奈：電磁気学的地震予測**

[辻ゼミ]

地震の発生前には何らかの地震前兆現象があると言われている。地震前兆現象の中には電磁気学的な現象があり、さまざまな方法で研究が行われている。今回の研究では去年に引き続き、電磁気学的な現象、特に中波帯の地震予兆電波信号を観測する装置「くるぞーくん」を用いて継続した観測を行った。得られた地震予兆電波信号をグラフに表示するプログラムで解析し、そのデータの特徴をまとめ、装置の性能を調べる。また新しい試みとして観測場所を学内から他の観測地点に近い場所に変え、相関及び地震発生との関連を調べる。

**B18 中本 妃紅：最近の国内の地震についてのフラクタル解析**

[辻ゼミ]

本研究室では、フラクタル解析により、地震の発生時刻の時系列データにはカオスの性質が含まれている可能性を示す数例の事例がこれまで見つかっている。今回の研究ではさらに、インターネット上で公開されている地震のデータから地域とマグニチュードを選別、そして時間の時系列データに変換し、フラクタル解析を行うことで、前兆現象として相関次元に変化が起こる新たな事例を探した。また、日本全国における最近の地震について同様の解析を行い、大地震の発生を予測するマップを作り、地震予知の可能性を示した。

**B19 南川 春香：最近の世界の地震についてのフラクタル解析**

[辻ゼミ]

これまでの研究で、地震の発生時刻と空間的な分布にカオスの性質が含まれている可能性があり、地震の時間の時系列データにフラクタル解析の手法を利用した。今回は、インターネット上に公開されている、スマトラ島西方沖地震とパキスタン地震の地震データ（発生日時・緯度・経度・深さ・マグニチュード）を取得し、時間の時系列データへの変換を行った。時間の時系列データの変換は、各地震の発生時刻の差（インタバル）を計算することにより得られる。次に、フラクタル解析を行い、相関次元を計算した。そして、前兆現象として、相関次元に変化が起こる事例を探した。

**B20 木曾 寛之：地震時系列データのb値とgini係数**

[辻ゼミ]

2002年度の卒研では「1993年釧路沖地震・2000年鳥取西部地震について、地震のマグニチュード分布を表すb値を調べたとき、b値が時間的に変化していき、大地震発生前にb値が下がる地震の前兆現象があり、b値が0.8以下になれば大地震が起こる可能性があると考えられる。」という結果が出ている。今回の研究では、他の地震においても同様の結果が得られるかを調べる。また、地震発生間隔の時系列データの前震から余震にかけての変化を統計的に解析することで、本震の発生を予測できる可能性を探る。その解析方法として経済学で用いられる所得分布の不平等度を表す「Gini係数」を用いた。