

平成 18 年度
東京工業大学理学部
物理学科
卒業論文要旨集



平成 19 年 3 月

平成18年度 物理学科 学士論文研究発表会 素粒子・原子核・宇宙理論分野

日時: 平成19年3月5日(月) 13:30-16:50

場所: 本館 H113 講義室

発表時間: 20分(発表15分+議論5分)

注意: 卒研生は必ず最初から最後まで出席し、1人1回以上質問すること。

時間	学籍番号 氏名	論文題目	指導 教員	副審 査員
13:30-13:50	03-1568-9 田中 秀武	量子電磁気学	坂井 伊藤	武藤
13:50-14:10	03-0064-7 浅野 克行	ゲージ場の理論	坂井 伊藤	武藤
14:10-14:30	03-0176-0 池田 宙紀	粒子の性質を基礎においた場の量子論	坂井 伊藤	武藤
14:30-14:50	03-1069-2 坂 拓哉	超対称性理論の基礎	坂井 伊藤	細谷
14:50-15:10	02-1107-9 佐藤 信吾	電子と μ 粒子の電弱相互作用	武藤	岡

休憩(20分)

15:30-15:50	03-1581-5 田辺 健太朗	ブラックホール物理学	白水	岡
15:50-16:10	03-2731-4 三石 郁之	時空の3+1分解と量子宇宙論	白水	細谷
16:10-16:30	03-1270-0 白石 歩	EPRパラドックスとBellの定理	細谷	白水
16:30-16:50	03-1195-8 鹿野 豊	Quantum Measurement Theory on a Half Line (半直線上の量子観測理論)	細谷	白水

卒業研究発表会

素粒子・原子核・宇宙実験分野

日 時： 平成 19 年 3 月 5 日(月) 9:20-16:15

会 場： 本館 H116 講義室

発表時間： 20 分（発表 15 分 + 議論 5 分）

* 注意： 4 年生は必ず最初から最後まで出席し、1 人 1 回以上質問をすること。

●セッション 1 (9:20 - 10:40) 司会： 時間係：

時 間	氏 名	タイトル	指導 教員	副審 査員
9:20-9:40	深谷 正史	インチワームロボットの開発	實吉	渡邊
9:40-10:00	上野 潤也	ドリフト走行制御のための車両運動シミュレーション	實吉	久世
10:00-10:20	各務 惣太	ダイヤモンド中の単一 N-V Center の高感度検出	旭	中村
10:20-10:40	畠山 直人	^{129}Xe のスピノ偏極度測定装置の開発	旭	實吉

———— 休憩 (10:40 - 10:55) ———

●セッション 2 (10:55 - 12:30) 司会： 時間係：

時 間	氏 名	タイトル	指導 教員	副審 査員
10:55-11:15	森田 琢也	^{60}Ni 原子核からの γ 線角相関の測定	柴田	實吉
11:15-11:35	田森 緑	原子からの光のスペクトラムと原子の量子状態の研究	柴田	旭
11:35-11:55	島村 智之	非束縛中性子過剰 He 核の質量測定	中村	垣本
11:55-12:15	中山 佳晃	^6He の非弾性散乱	中村	河合

———— 昼休み (12:15 - 13:20) ———

●セッション3 (13:20 - 14:40) 司会: 時間係:

時 間	氏 名	タイトル	指導 教員	副審 査員
13:20-13:40	田近 道英	C ₆ D ₆ 大強度中性子モニターの開発	井頭	柴田
13:40-14:00	若松 弘晃	チャカルタヤ山における大気モニターシステム	垣本	渡邊
14:00-14:20	福田 崇徳	TA-FD 信号解析手法の研究	垣本	河合
14:20-14:40	小泉 誠	アバランシェ・フォトダイオードを用いた次世代 PET 用 LSI の開発	河合	垣本

———— 休憩 (14:40 - 14:55) ————

●セッション4 (14:55 - 16:15) 司会: 時間係:

時 間	氏 名	タイトル	指導 教員	副審 査員
14:55-15:15	熱田 英紀	封入型ガス比例計数管の特性の研究	久世	中村
15:15-15:35	田中 浩基	新型光センサーの放射線耐性の研究	久世	柴田
15:35-15:55	及川 栄一	Belle シリコンバーテックス検出器の性能の S/N 比依存性に関する研究	渡邊	旭
15:55-16:15	Jan Pieczkowski	Background rejection for DIS events with final-state neutrino	渡邊	久世

終了後、教員の方は会場にお残りください。

平成18年度 物理学科 学士論文研究発表会 物性物理 理論系

日 時: 平成19年3月5日(月) 13:20-16:40
 場 所: 本館1階115講義室

時間	氏名	指導教員	副審査員	タイトル
13:20-13:40	後藤 孝平	安藤 恒也	斎藤 晋	単層グラファイトの軌道帯磁率
13:40-14:00	福沢 俊幸	安藤 恒也	斎藤 晋	2層グラフェンの軌道帯磁率
14:00-14:20	加藤 幸一郎	斎藤 晋	上田 正仁	カーボンナノチューブの圧力誘起構造相転移 : カイラリティ依存性
14:20-14:40	櫻井 誠大	斎藤 晋	椎野 正壽	カーボンナノチューブの圧力誘起構造相転移 : 直径依存性
14:40-15:00 休憩(20分)				
15:00-15:20	中田 喜之	上田 正仁	斎藤 晋	弱く相互作用するポース粒子の転移温度
15:20-15:40	渡辺 優	上田 正仁	西森 秀穂	Nクイーン問題とその量子計算アルゴリズム
15:40-16:00	太田 晓宏	椎野 正壽	西森 秀穂	Ising Spin型の金融市場モデル
16:00-16:20	播磨 健明	西森 秀穂	上田 正仁	ネットワーク模型における占有確率の考察
16:20-16:40	松田 佳希	西森 秀穂	椎野 正壽	±J イジングスピングラス模型における Lee-Yang 零点分布

各発表は15分(発表)+5分(質問)とする。(発表時間は厳守のこと)

卒研生は最初から最後まで出席し、必ず1回以上質問し積極的に議論に参加すること。

卒研生・指導教員以外の聴衆(特に学部3年生)からの質問も歓迎する。

平成18年度 物理学科 学士論文研究発表会 物性物理 実験系

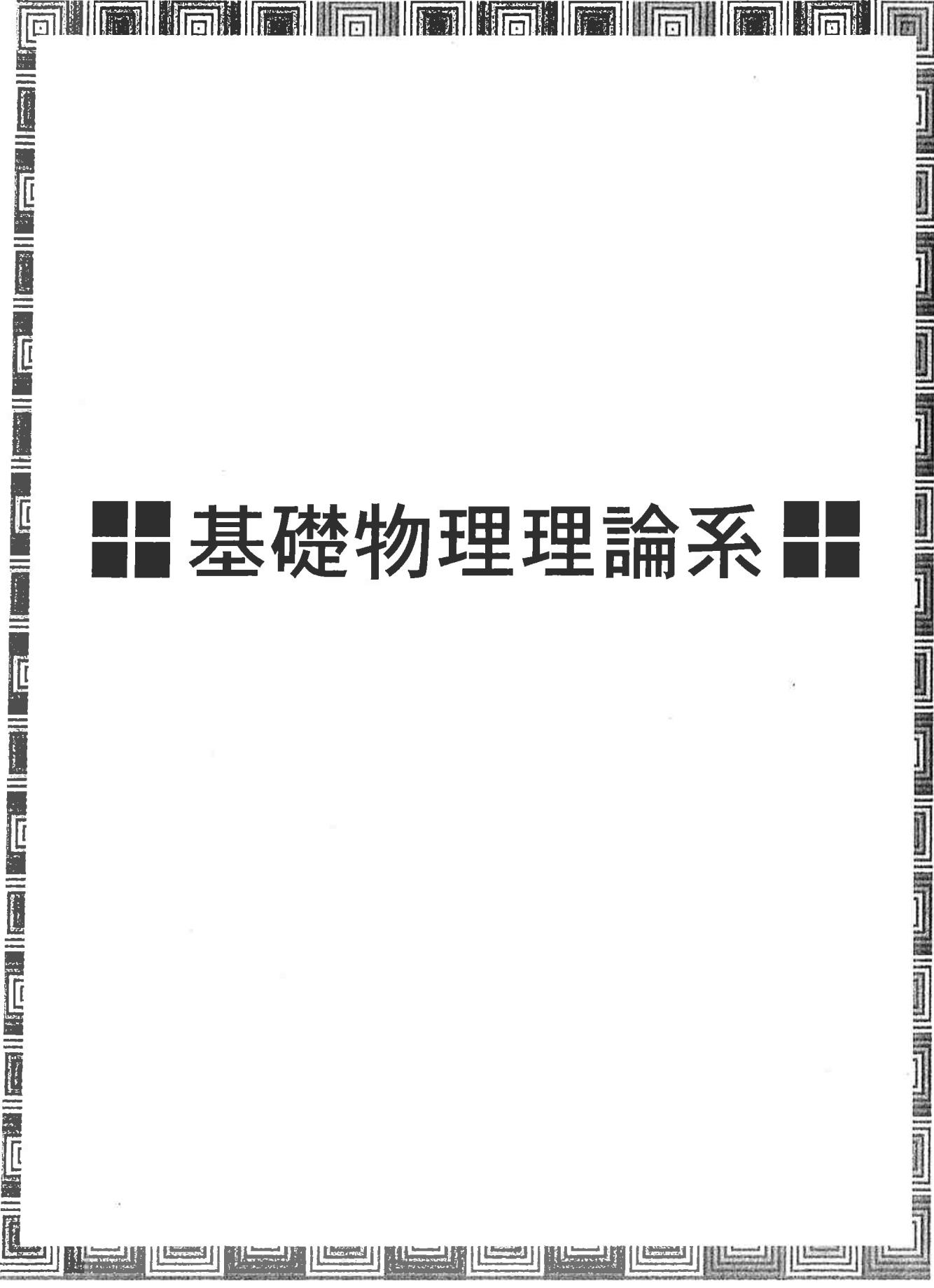
日 時: 平成19年3月5日(月)9:00-17:20
 場 所: 本館1階112講義室

開始時刻	発表者氏名	指導教官	審査員	論文題目
1 9:00	笠原 嘉晃	金森	上妻	励起状態分子の光-光二重共鳴分光
2 9:15	酒井 俊明	金森	松下	量子演算に向けたマイクロ波二重共鳴分光の研究
3 9:30	有川 学	上妻	金森	冷却Rb原子集団を用いた真空スケイズド状態の電磁誘起透明化
4 9:45	永塚 哲史	上妻	金森	冷却Rb原子集団を用いたコヒーレント光の保存再生
5 10:00	藤嶋 敏之	南	松下	微粒子マニピュレーションによるフォトニック結晶クラスタの作製とその光学特性
			休憩 (15分)	
6 10:30	田中 翔一	南	上妻	強度相関を用いたGaAs QDsの発光起源の同定
7 10:45	平野 充遙	松下	金森	自作の顕微分光装置による色素を結合させたタンパク質の単一分子分光
8 11:00	吉弘 達矢	松下	上妻	Prイオンの分光を目的とした波長478nm線幅1MHzのレーザー光源の製作
9 11:15	小川 達彦	吉野	山本	TMR構造を用いた磁壁移動の観察
10 11:30	吉田 貴史	吉野	南	STM/STSを用いたGaMnAs(001)面の観察
11 11:45	加藤 雅博	山本	南	金属フォトニック結晶からのSmith-Purcell放射
			昼休み	
12 13:20	菊島 史恵	山本	吉野	Si(100)表面上のInナノ構造
13 13:35	大橋 宣宏	高柳	田中	TEM-AFMによる金ナノワイヤーの破断過程の研究
14 13:50	佐野健太郎	高柳	吉野	透過電子顕微鏡法によるルチルTiO ₂ の(110)及び(100)表面構造の観察
15 14:05	矢野みどり	田中	高柳	Na ₂ CuF ₄ で観測される理想的常磁性
16 14:20	川谷 朗稔	田中	高柳	ペロブスカイト構造をもつCsSnBr ₃ の単結晶育成と物性測定
			休憩 (15分)	
17 14:50	深澤 直人	腰原	南	Pd(dmit) ₂ 塩における光誘起相転移現象の探索
18 15:05	高村 陽太	宗片	田中	Silicon-on-insulator(SOI)基板を用いたフルホイラー合金の形成と磁性
19 15:20	田村 雄太	奥田	大熊	超流動 ³ He表面束縛状態測定とVibrating Wireの挙動
20 15:35	森川 道弘	奥田	大熊	固体 ⁴ Heの結晶成長と融解
21 15:50	小川 翔之	大熊	西田	熱処理によるアモルファスMg _x B _{1-x} 膜の高T _c 化の試み
			休憩 (15分)	
22 16:20	山崎 祐介	大熊	西田	ピーク効果近傍における渦糸ダイナミクス
23 16:35	鈴木 慧	西田	大熊	原子追跡STM法を用いた超伝導渦糸運動の測定
24 16:50	綿貫 良祐	西田	奥田	アモルファスNb超伝導超薄膜電気抵抗の温度磁場依存性
25 17:05	神田 輝生	江間	奥田	液晶LN36のスマートエラストマー副次相転移に伴なう熱異常
26 17:20	羽賀 岳尋	江間	山本	凍結割断法によるMHPOBC系反強誘電性液晶のSmI*相の観察

・各発表は10分(発表)+5分(質問)とする。(発表時間は厳守のこと)

・卒研生は最初から最後まで出席し、必ず2回以上質問、積極的に議論に参加すること。

・卒研生・指導教員以外の聴衆(特に3年生)からの質問も歓迎する



■ 基礎物理理論系 ■

題目	量子電磁気学		
氏名	田中秀武	指導教員	坂井・伊藤
<p>自然界には電磁力・強い力・弱い力・重力という4つの力が存在すると考えられており、それらを統一的に理解する上でゲージ場の概念は不可欠である。ゲージ場とは、内部空間における成分を変換してもラグランジアンが不变となるために導入される場であるが、そのようなゲージ変換の中で最も単純な変換群から導き出されるのが電磁場である。そのような電磁場を場の量子論として扱う理論体系である量子電磁気学は、歴史上最も精密な理論の一つとされている。</p>			
<p>本論文では、量子電磁気学についての理解を深めることを目的とし、まず一般的なゲージ場の導入から始め、ゲージ場の量子化の手法を確立した上で、量子電磁気学における取り込みに関する議論をまとめた。</p>			

題目	ゲージ場の理論		
氏名	浅野克行	指導教員	坂井・伊藤
<p>ゲージ場の紹介を行い、経路積分の方法で量子論を展開する。</p>			
<p>QED ラグランジアンの局所ゲージ変換対称性を見る。次に議論を一般化して Yang-Mills 非可換ゲージ場を導入し、電磁場がゲージ場の中でもっともシンプルな例であることを理解する。非可換ゲージ場にも同様な対称性が存在すると同時に、非可換性ゆえの相違点も現れる。</p>			
<p>つづいてゲージ場の量子論を展開するうえで非常に有用な手法である経路積分を導入する。経路積分のイメージをつかんだ後、実スカラー場を例にとり、経路積分によって相關関数や摂動項を計算し、正準量子化の時とまったく同じ結果が得られることをみる。</p>			
<p>最後にゲージ場について経路積分の方法を用いてそのふるまいを見る。電磁場については、Faddeev-Popov によるゲージ固定条件を課すことで計算がうまく行える。非可換ゲージ場についても同様にゲージ固定が有効であるが、非可換性ゆえの問題点が現れる。これを ghost という新しい概念の導入によってうまく説明をつける。</p>			

題目	粒子の性質を基礎においた場の量子論		
氏名	池田 宙紀	指導教員	坂井・伊藤
<p>通常の場の量子論は古典的な場を導入した後それを演算子とみなして交換関係を課すという形で導入される。しかし、なぜ場を用い、それを量子化するのかについて明確な理由が述べられている教科書は少ない。また、状態空間がどの様な構造をしているのかという点についても詳しく説明されていないことが多い。</p> <p>本論文では The Quantum Theory of Fields (Weinberg)を参考にして、量子論の枠組み+特殊相対性理論+保存則などの経験的事実 の帰結が自然に場の量子論となることを説明する。</p>			

題目	超対称性理論の基礎		
氏名	坂 拓哉	指導教員	坂井・伊藤
<p>現在、標準模型を超えた素粒子理論として、超対称性の研究が行われている。超対称性とは、一口に言えば、ボソンとフェルミオンの間の対称性のことである。あまり直感的でないこの理論がなぜ物理の最先端で研究されているのか、また、超対称性を用いてどのように相互作用を含む場の理論を構成するのか、本論文では、これらの基礎的な超対称性理論のモチベーションについて説明し、また、超対称性をもつ簡単な場のモデルを構成していく。</p>			

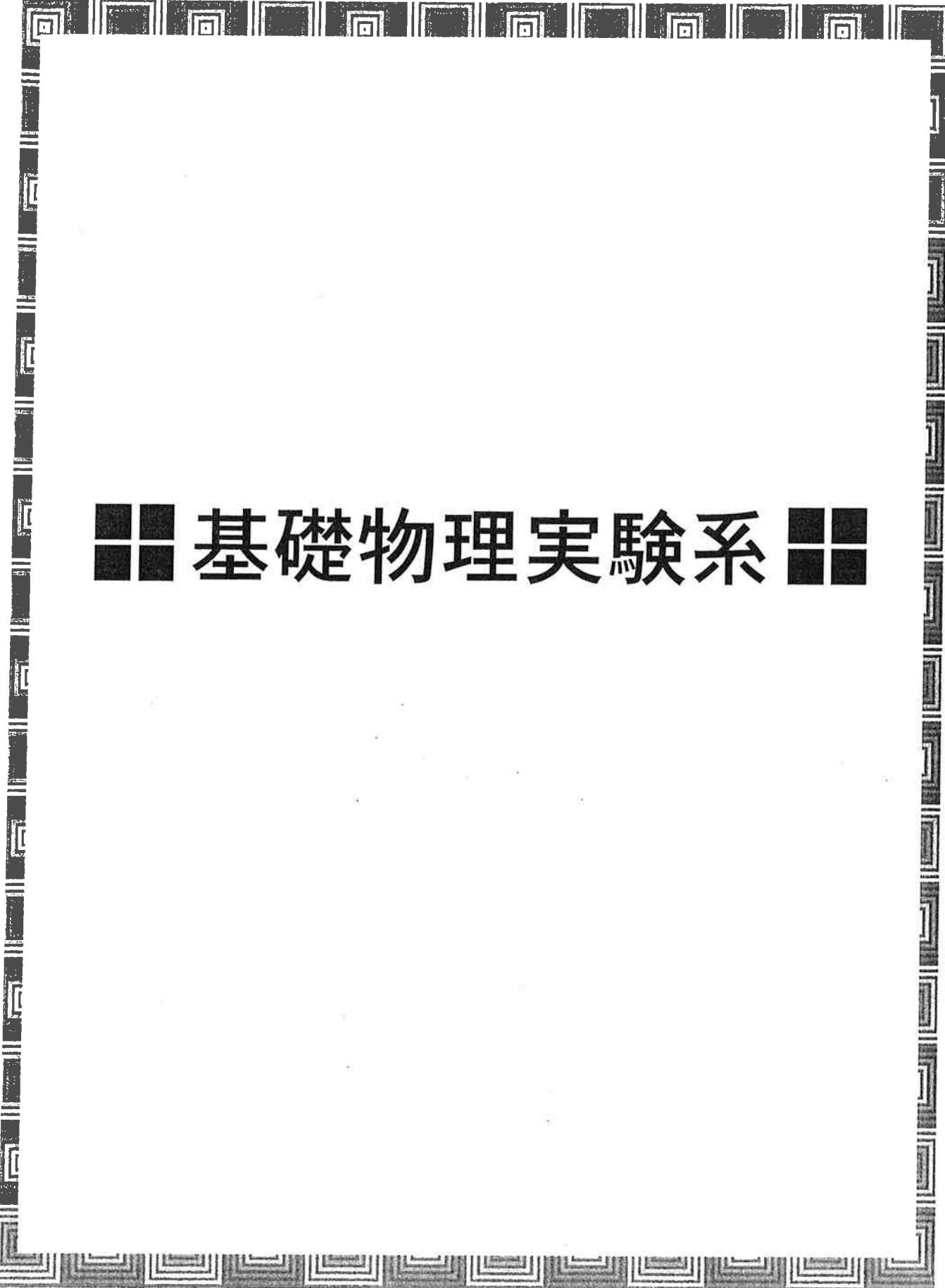
題目	電子と μ 粒子の電弱相互作用		
氏名	佐藤信吾	指導教員	武藤一雄
<p>電子μ粒子散乱においては、光子が媒介する電磁気力と、弱いベクトルボソンZが媒介する弱い相互作用が働く。これら二つの相互作用を統一的に記述するのがいわゆるワインバーグサラムの理論である。実験ではこの二つの粒子を衝突させ散乱断面積を測定する。そこで電磁相互作用を基本に考え、どの程度弱い相互作用の影響が現れるのかを散乱断面積の計算によって定量的に求める。</p> <p>散乱断面積を計算するために必要な散乱振幅はファインマンルールを利用すると簡単に機械的に書き下すことが出来る。そのため、電磁相互作用及び弱い相互作用に関するファインマンルールを定めることをこの論文の中間目標とする。一般的なファインマンルールを定めた上で、電子μ粒子に特殊化した議論を行う。</p> <p>電子もμ粒子もフェルミ粒子でスピン$1/2$を持つ。しかしながら実際に散乱断面積を測定するときには、スピンの向きは測定しないことが多い。したがって、スピンに関して和をとった形の散乱断面積を計算する必要があるので、その際いわゆるトレース技術を使って計算する。</p>			

題目	ブラックホールの唯一性定理		
氏名	田辺 健太朗	指導教員	白水徹也
<p>星が重力崩壊によりブラックホールになるとき、その最終状態は定常状態だと考えられている。Einstein 方程式の解としてそのような定常なブラックホールの種類がどれだけあるのかは気になるところである。今回の発表では、定常なブラックホールが有限個のパラメータで決定されるという唯一性定理を紹介する。また弦理論から予想される時空が高次元である可能性も踏まえて、高次元における静的解についての唯一性定理も紹介する。</p>			

題目	時空の(3+1)分解と量子宇宙論		
氏名	三石郁之	指導教員	白水徹也
フリードマンによって宇宙原理の仮定のもと一様等方な宇宙モデルにおいての Einstein 方程式が解かれ、これによって今日の宇宙の基本モデルが確立された。さらにガモフらによって、このフリードマンの解に基づいたビッグバンモデルである標準ビッグバンモデルが今日の確固たる理論になっている。			
しかし、フリードマンモデルによる Einstein 方程式の解は過去の有限な時刻で宇宙の体積が0となってしまう特異性を持つ。このような膨張宇宙の初期特異性の問題を解決するための一つのアプローチとして、時空構造の量子性の考慮が挙げられる。ここでは正準理論を用いて正準量子化を行い、宇宙の初期特異性の問題を解決することを試みる。これが量子宇宙論である。			
さらに、これによって得られた Wheeler-De Witt 方程式に具体的な宇宙モデルの幾つかを適用し、その振る舞いを調べてみる。			

題目	EPRパラドックスと Bell の定理		
氏名	白石歩	指導教員	細谷暁夫
EPRは量子力学の確率的な解釈に納得せず波動関数で記述される量子力学が不完全な理論であると主張した。そのために物理的実在と完全性を古典的な物理学の理論に一致するように定義をした。			
しかしEPRの量子力学に対する物理的実在の議論から、量子力学においては相互作用していた2粒子にはたとえ空間的に離れていても分離不可能であると言う結論に達する。			
そして後にEPRの議論における局所性を汲んで Bell やCHSHなどによって2つの間の観測値に相関があるかどうかを確かめるための不等式が提出された。それらがどのような仮定の下で導出されてどのような意味を持つのか、そしてそれらが結果的に意味していることを議論する。			
さらに近年提出された Heisenberg の不等式のより一般的な形式をとる小澤の不等式を用いたEPRの再解釈をしてみる。			

題目	Quantum Measurement Theory on a Half Line. (半直線上の量子観測理論)		
氏名	鹿野 豊	指導教員	細谷 晓夫
<p>近年の量子情報理論の研究は、量子力学の基礎的な問題に直面している場合が多い。その一つに、量子観測理論がある。量子観測理論の数学的基礎付けは、J. von Neumann によって最初に行われ、その後、E. B. Davies & J. T. Lewis、M. Ozawa らによって発展してきた。しかし、いまだに量子観測理論の理論体系は未完成のままである。そこで、本論文ではその理論の拡張を試みたい。</p> <p>観測量は数学的に self-adjoint operator によって定義される。しかし、半直線上の運動量演算子は self-adjoint operator にはならない。本論文では、被測定系の運動量と位置の不確定性関係が最小になるような状態となるような測定を最適測定と定義して、半直線上での運動量最適測定の方法を考えたい。先行研究として、A. S. Holevo、J. Twamley & G. J. Milburn による論文がそれぞれ違った方法で与えられているが、これらの問題を完全に解決したとはいえない。本論文中では、A. S. Holevo の論文をもとにして、H. P. Yuen によって提唱された Heterodyne Measurement という手法によって問題解決を試みた結果とその考察について紹介する。方法としては、半直線上の Hilbert 空間に 2 準位系の状態を加え、擬似的に Hilber 空間を全直線上の系に拡張し、そこに観測系を加えて全体系とし、全体系を時間発展した後に、partial trace をとり、被測定系の状態を計算した。</p> <p>最後に、量子観測理論を考察することによって得られる Open question を提案する。</p>			



基礎物理実験系

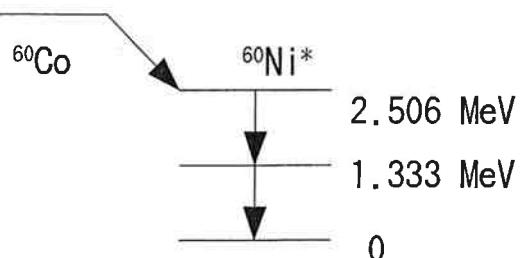
題目	インチワームロボットの開発		
氏名	深谷 正史	指導教員	実吉 敬二
地震などの災害時に倒壊した家屋に埋もれて発見されず、尊い人命が失われることが大きな問題になっている。また、被害者の救出活動を行う最中に建物の二次倒壊などにより殉職するレスキュー隊員も少なくない。このような現場では足場の状況が悪く、人間が近くことが不可能あるいは極めて危険な場合が多いため、人間に代わって埋もれた人命を発見する方法の開発が急務となっている。このためにロボット技術を応用する試みが行われているが、このようなロボットをレスキュー用探索ロボットと呼んでいる。			
<p>実際に都市災害の現場で初めて移動ロボットが用いられたのは同時テロで被害にあつた世界貿易センターでの救出活動時であった。わが国では特に1995年の阪神淡路大震災を契機に災害救助ロボットの必要性が唱えられて、現在までに多くの救助・探索ロボットの研究が行われている。</p> <p>本研究ではさまざまな移動ロボットの研究を踏まえて探索ロボットに使用可能な移動機構について、検討した結果得られた移動形態を提案する。</p>			

題目	ドリフト走行制御のための車両運動シミュレーション		
氏名	上野潤也	指導教員	実吉敬二
本研究室ではステレオカメラの研究を行っており、そのカメラを用いた高速自律走行車の実現を目指している。自律走行車とは人の力を借りることなく、自ら状況を判断して走行する車のことである。今後ますます発展していくであろう自律走行の分野において、走行速度の高速化は課題の一つである。高速化する上での問題点の1つとして考えられるのが、車両の運動の限界付近において車両が不安定になったときの自律制御で、未舗装路や雪道においてはさらに車両の限界は低くなり、限界を超えたときにコントロール不能に陥るのを防ぐ必要がある。			
そこで本研究では、横滑り角が大きいときの自動車の運動特性を組み込んだシミュレーションプログラムを開発、車両の基本的な特性を調べた上で、ドリフト走行の維持やドリフト状態からの復帰の際に必要な舵角調整のアルゴリズムを構築し、有効性をシミュレーションで確認した。ただし、単純な数値シミュレーションでは、結果が数値としてのみ表示されるので、車両がどのように走行し、その動きが正しいのかどうかなどの情報が分かりにくい。そこで3Dグラフィックを用いて視覚的に分かりやすくした。			

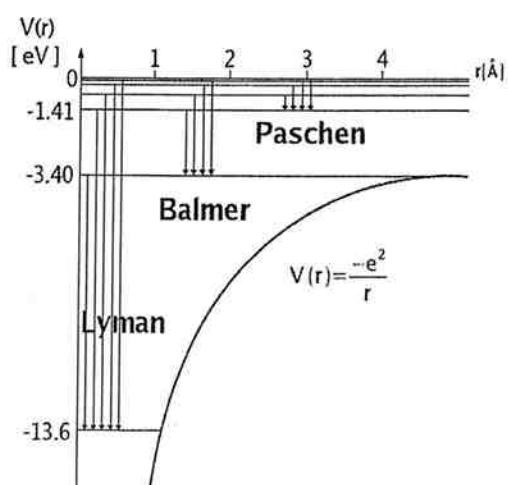
題目	ダイヤモンド中の単一 N-V center の高感度検出		
氏名	各務 惣太	指導教員	旭 耕一郎
<p>電子スピン及び核スピンを量子ビットとして扱うためには、単一のスピンの量子状態を検出・制御することが必要とされる。そこで我々はダイヤモンド中の格子欠陥の1つであるN-V (Nitrogen Vacancy) centerに注目した。N-V centerはレーザーを照射して光励起を行うことで最大で10^8photons/secの強い蛍光を放出し、これが単一centerの検出を可能にする。また蛍光強度がN-V Centerの電子スピンの状態により変化することから、蛍光強度の観測により単一スピンの検出が可能となる。</p> <p>本研究では、窒素を不純物として含む人工ダイヤモンドに電子線照射及びアニールを行ってN-V centerを生成した。電子線照射は原研・高崎研究所の1号加速器からの2.0MeVの電子線を用いて行った。次に共焦点レーザー走査顕微鏡を構築し、レーザー励起による蛍光観測を通じてダイヤモンド試料中の単一N-V centerの検出に取り組んだ。さらにその物理的性質を研究するため、集団のN-V centerに対して光検出磁気共鳴を行った。</p>			

題目	^{129}Xe のスpin偏極度測定装置の開発		
氏名	畠山 直人	指導教員	旭 耕一郎
<p>粒子の電気双極子モーメント(EDM)の存在は、時間反転の対称性を破る。また、標準理論を越える理論の存在の検証ができるという点でも大きな意味を持つ。</p> <p>我々は、安定核である^{129}Xeの原子に注目し、EDMの測定を目指している。測定は、ラーモア歳差運動の電場反転による変化を調べることで行う。ラーモア歳差運動の観測には^{129}Xe核スピンの偏極が必要で、それはレーザーポンピングを用いて偏極させた、Rb原子とのスピン交換作用によって実現させる。本研究では、この^{129}Xe核スpin偏極度を測定するための装置の開発を行った。</p> <p>^{129}Xe核スpin偏極度の測定には、AFP-NMR法を用いた。磁化は、スpinの偏極に由来する。磁化の運動によって生じる誘導起電力を作製したピックアップコイルにより測定する。温度T=76°Cにおいて、^{129}Xeのスpin偏極度は、$40.3 \pm 4.1\%$となった。</p>			

題目	^{60}Ni 原子核からの γ 線角相関の測定		
氏名	森田 琢也	指導教員	柴田 利明
本研究では、 ^{60}Ni 原子核の励起状態のスピンを求めるため、放出される 2 個の γ 線の角相関を測定した。			
<p>不安定核 ^{60}Co は、β 崩壊して ^{60}Ni の 2.5 MeV の励起状態に遷移する。さらに ^{60}Ni は、1.333 MeV の中間準位を経由しながら基底状態に遷移する。その際、1.173 MeV と 1.333 MeV のふたつの γ 線を放出する。遷移前後のスピンの状態によって、それらの γ 線間の角相関が生じる。つまり角相関を測定することにより、原子核の励起状態のスピンを決定することが出来る。実験では、2 つの γ 線を 2 個の NaI シンチレータで同時計測した。線源を中心とした検出器間の角度を 90 度から 180 度まで変えながら、測定を行った。その結果を基に、^{60}Ni 原子核の励起状態のスピンについての考察を行った。</p>			



題目	原子からの光のスペクトラムと原子の量子状態の研究		
氏名	田森 緑	指導教員	柴田 利明
本研究では、スペクトル管と簡易分光器を用いて原子からの光のスペクトラムを観測し、原子の量子状態について調べた。			
<p>実験では、水素とヘリウムのスペクトル管からの光を分光器を利用してデジタルカメラで撮影した。スペクトルの位置を正確に測定することにより、放出エネルギーがわかる。撮影したのは可視光領域の光である。スペクトルが離散的に表れるのは、原子が離散的なエネルギー準位をとるためである。</p> <p>水素原子のスペクトル系列は厳密に解け、ヘリウム原子のスペクトル系列は近似を用いることで解くことができる。計算から算出されるスペクトル系列と撮影されたスペクトル系列の値がほぼ一致した。これによって撮影されたスペクトル系列がどの遷移かを特定することができる。撮影したスペクトルの強度からは、遷移確率を知ることができる。得られた結果を基にヘリウム原子の構造について考察を行なった。</p>			



題目	非束縛中性子過剰 He 核の質量測定		
氏名	島村智之	指導教員	中村隆司
近年重イオン加速器技術の進展により、高強度の不安定核ビームの生成が可能になった。これに伴い、中性子過剰な領域に属する不安定核の研究が急速に進みつつある。中性子過剰な領域では、安定核には見られない様々な特異構造が見つかっている。			
本研究では、この中性子過剰な領域に属する非束縛核 ⁷ Heの質量測定を行う。非束縛核とは、束縛されていない、基底状態が共鳴状態となっている原子核のことと、 ⁷ He以外にもドリップライン領域に多数存在する。これら非束縛核の質量を決定することは、原子核の束縛限界を議論する上で重要である。本研究では、質量測定法として不变質量法を用いる。 ⁷ Heは、以前の実験によりその基底状態のエネルギーが知られているので、手法の確認に適している。一方、第一励起状態のエネルギーは、幾度か測定されているが結果は一致しておらず、まだ確立されていない。最終的には、本手法により第一励起状態を特定することを目指している。			
実験は、理化学研究所の加速器研究施設RARFの入射核破砕片分離装置RIPSにおいて行われた。RIPSで得られた ⁸ HeビームをC標的に入射し、中性子ノックアウト反応により ⁷ Heを生成した。そして ⁷ Heが崩壊し放出された ⁴ Heと中性子の運動量ベクトルを測定し、不变質量法を用いて ⁷ Heの相対エネルギーを求めた。その結果得られた相対エネルギースペクトルに関する議論を行う。			

題目	⁶ He の非弾性散乱		
氏名	中山佳晃	指導教員	中村隆司
重イオン加速器技術の発達に伴い、大強度不安定核ビームの生成が可能となり、これまで研究不可能であったドリップライン上の中性子過剰核の研究が進展しつつある。中性子過剰核の中には、安定核では見られない特異構造を持つ原子核が存在する。本研究で対象とした ⁶ He 原子核は、ニ中性子ハロー核と呼ばれる原子核であり、通常の原子核密度を持つ α 粒子核の周囲に、中性子分離エネルギー1MeV 以下という非常に弱く束縛されたニ中性子が、低い密度で広く分布した構造をしている。			
一方、近年、中性子過剰核領域で、中性子分布と陽子分布の変形度が異なる原子核が発見され注目されている(¹⁶ C)。本研究の最終目的は中性子過剰核 ⁶ He において、中性子分布と陽子分布の変形度を特定することである。			
本研究では、 ⁶ He の非弾性散乱実験を炭素標的に對して行ない、第一励起状態(2+) の性質を調べた。実験は、理化学研究所の加速器研究施設RARF(RIKEN Accelerator Research Facility) の入射核破砕片分離装置RIPS(RIKEN Projectile fragment Separator) で行なわれた。 ⁶ He(2+) 状態から崩壊して放出される ⁴ He とニ中性子の運動量を同時測定し、不变質量法を用いて三体の相対エネルギーを求めた。その結果、 ⁶ He(2+) の共鳴エネルギーが0.89 MeV と求まり、以前行なわれた陽子標的を用いた実験との一致をみた。今後、さらなる解析により断面積を求め、その断面積から導出した変形度と、陽子標的を用いた実験で得られた変形度との比較から、中性子と陽子の遷移行列要素を独立に求めることが可能となる。			

題目	C ₆ D ₆ 大強度中性子モニターの開発		
氏名	田近道英	指導教員	井頭政之
現在、茨城県東海村に「大強度陽子加速器計画」(J-PARC)の「物質・生命科学実験施設(MLF)」が建設されている。このMLFの核データ測定用ビームラインにおいて、大強度パルス中性子を用いて中性子捕獲反応断面積の測定が行われることになっている。昨年度に設計製作されたC ₆ D ₆ 検出器一式は、このJ-PARC MLFの核データ測定用ビームラインにおける中性子ビームの強度と形状を測定するためのもので、本研究ではこの検出器一式の特性試験を行った。			
中性子ビーム中に標準Au試料を設置して中性子捕獲反応を発生させ、この捕獲γ線を計測することで中性子をモニターする。重水素化ベンゼン(C ₆ D ₆)を溶媒とする液体シンチレータを用いたγ線検出器は、他のγ線検出器と比較して散乱中性子に対する感度が小さく、中性子場中でのγ線計測においてバックグラウンド低減ができる。			
標準γ線源を用いて検出器の基本的な応答関数を調べた後、モンテカルロ・シミュレーションでエネルギー分解能を評価し、エネルギー較正を行った。次に、東京工業大学のペレトロン加速器を用いた中性子場中で ¹⁹⁷ Au試料の中性子捕獲γ線を測定し、中性子場での検出器の特性を調べた。今回の特性試験の中性子場とMLF核データ測定用ビームラインにおける中性子場の比較を行った結果、核データ測定用ビームラインでの中性子捕獲γ線の測定に十分な性能を有することが確認された。			

題目	チャカルタヤ山における大気モニターシステム		
氏名	若松弘晃	指導教員	垣本史雄
宇宙線観測の目的は地球に到達する宇宙線の起源や加速・伝播機構の解明である。これまでBASJE(Borivian Air Shower Joint Experiment)グループにおいて、Kneeと呼ばれる宇宙線のエネルギースペクトルの急激な変化が起こる領域の観測を行ってきた。そのスペクトルの変化が宇宙線起源の違いにより生じるものであれば、宇宙線の化学組成に反映されると考えられる。これまでにKnee領域についてのデータは得ることができたが、10 ¹⁶ eV以上のKnee領域より高いエネルギーの宇宙線については到来頻度が小さく、観測データが非常に少ない。			
データの少ない10 ¹⁶ eV以上のエネルギーを持つ宇宙線を観測するため、ボリビアのチャカルタヤ山の標高5200mに位置する観測所では、従来の地表検出器アレイの再配置・拡張に加えて、大気望遠鏡を建設し、ハイブリッド観測を試みている。これにより、10 ¹⁶ ~10 ¹⁸ eVのエネルギー領域の宇宙線観測を行う。			
大気蛍光を観測し、正確にその補正を行うためには、大気の状態を詳しく知る必要がある。大気蛍光がどのようにしてアレイに到達するかを測定するシステムとしてはLIDAR(Light Detection And Ranging)が有力で、チャカルタヤ山においても、LIDARを用いる。本研究では、チャカルタヤ山で使用するLIDARを作成し、大気のモニタリングを自動で行うことのできるシステムの開発を行う。			

題目	TA-FD 信号解析手法の研究		
氏名	福田崇徳	指導教員	垣本史雄
宇宙線のエネルギーに限界があるか否かは、宇宙線研究における重要なトピックのひとつである。エネルギー限界は GZK 限界として予想されているが、AGASA ではそれを超えた宇宙線が観測された。			
Telescope Array 実験はこの GZK 限界を超える 10^{20} eV の最高エネルギー宇宙線を高い精度で観測することを目的としている。これは米国ユタ州の砂漠地帯で行われる日米共同のプロジェクトで、地表検出器(SD)と大気蛍光望遠鏡(FD)の両検出器によるハイブリッドな観測が可能である。このうち FD は PMT で空気シャワーからの大気蛍光を観測するが、夜光ノイズが宇宙線のエネルギー決定精度を悪くする。よって観測データから信号を間違わずに抽出することは非常に重要である。			

本研究ではこうしたデータ中から信号を抽出する最適なフィルターを作成した。これはマッチドフィルターと呼ばれるもので、ある時刻における既知の信号波形に対して S/N を最大にするものである。実際の観測データおよびシミュレーションデータを用いてこのフィルターの特性評価を行った。

題目	アバランシェ・フォトダイオードを用いた次世代 PET 用 LSI の開発		
氏名	小泉誠	指導教員	河合誠之
陽電子放出断層撮影(PET)とは、被験者に陽電子放出核種を投与し、体内から放出される対消滅ガンマ線を利用してがん細胞の位置を特定する最新のがん検査装置の一種である。がんの形状のみならず活動性まで可視化できること、また一度に全身を検査でき、放射線被曝量も少ないことなどから、がんの再発・転移の診断等で特に有効性が認められている。一方で、装置の大型化や高い検査コスト、空間分解能の制限などといった問題が PET の広い普及を妨げており、誰もが気軽に検査を受けられる状況ではないのが現状である。			
ところで、本研究室ではアバランシェ・フォトダイオード(APD)と呼ばれる半導体検出器の宇宙利用を目指して研究開発を行ってきた実績がある。内部に電荷増幅機能を持つ高感度な光検出器である APD を 64ch ないし 256ch に並列化し、専用のアナログ信号処理 LSI と共にハイブリッドセンサユニット化することで、今までにない小型高性能かつ低コストな「拡張型次世代 PET」を実現することが可能になると考えられる。			

本論文では PET 及びアバランシェ・フォトダイオードの概要と、ISAS/JAXA の協力を得て開発を行った次世代 PET 用 LSI のチップの概要、及び SPICE シミュレーションによる結果について述べる。

題目	封入型ガス比例計数管の特性の研究		
氏名	熱田 英紀	指導教員	久世 正弘
<p>標準理論ではニュートリノの質量はゼロであるとして扱われてきた。しかし1998年、スーパーカミオカンデ実験によってニュートリノ振動が観測され、ニュートリノが質量を持つことが実験的に証明された。</p> <p>現在、3種類あるニュートリノ振動のうち2つの振動角θ_{12}、θ_{23}についてはすでに測定されている。残された振動角θ_{13}を正確に測定するための実験が、KASKA実験である。この実験では、バックグラウンドとして宇宙線起源による疑似信号が含まれる。そこで必要となるのが宇宙線飛跡検出器であり、その候補として封入型ガス比例計数管がある。</p> <p>本研究では、封入型ガス比例計数管の性能評価を行い、宇宙線飛跡検出器として適しているか議論した。</p>			

題目	新型光センサーの放射線耐性の研究		
氏名	田中 浩基	指導教員	久世 正弘
<p>MPPC (Multi Pixel Photon Counter) は、近年開発された新しいタイプの半導体光検出器で、光電子増倍管などにかわる光検出器として注目されている。MPPC は非常にコンパクトで、1 mm²ほどの受光面に、ピクセル状の APD が多数敷きつめられている。MPPC はガイガーモードに入るバイアス電圧（数十 V）で用いられ、フォトンが1個入射すると、入射した1ピクセルの APD がガイガーモードでの動作により、MPPC は非常に高いフォトンカウンティング能力を備えている。</p> <p>本研究では、今後の加速器実験などの使用に備え、MPPC サンプルに対して、東工大コバルト 60 照射室において γ 線の照射試験を行い、その特性変化を測定し、どの程度放射線耐性があるのかを調べた。</p>			

題目	「Belleシリコンバーテックス検出器性能のS/N依存性に関する研究」		
氏名	及川 栄一	指導教員	渡邊 靖志
<p>近年加速器の性能向上によりluminosityが増加するが、オキュパンシーとともに増加するので粒子バックグラウンドが増加すると考えられる。したがって、エレクトロニクスの性能向上が行われていて、具体的にはpeaking timeが1/10ほどに減る。</p> <p>これにより、粒子バックグラウンドを減らすことができるが、一方で、エレクトロニクスからくるnoiseが増える(S/Nが減少する)と予想される。</p> <p>本研究は、このS/Nの減少がした時に、シリコンバーテックス検出器の性能へどのような影響を引き起こすか調べるものである。</p> <p>具体的には、モンテカルロ(MC)データとμペイイベントを使用して、クラスター位置分解能、クラスターwidth、オキュパンシー、検出効率への影響を調べた。</p> <p>結果は、S/Nの減少に対して、</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 位置分解能が悪化。 (2) 平均widthが減少。 (3) オキュパンシーに変化なし。 (4) 検出効率が低下。 <p>また、この結果を引き起こす原因に、検出器から得られた信号に対してかけるスレッショルドをnoiseの増加とともに上げていることがあると分かった。</p>			

題目	Background Cosmic Muon Rejection for DIS ep-Events with final-state Neutrinos		
氏名	PIECZKOWSKI · Jan	指導教員	渡邊、久世
<p>Abstract</p> <p>At the German HERA accelerator, deep inelastic scattering of electrons and protons is investigated using the ZEUS detector, at a centre of mass energy of 320GeV. Of the two major reactions, NC and CC, the CC-event is harder to safely identify due to its signature lacking momentum. In this case, the scattering electron is transformed into a <i>final-state neutrino</i>, thus leaving no trace in the detector after the collision. Background events involving charged particles, such as cosmic and halo muons, and beamgas collisions, leave signatures in the detector which are non-trivial to identify in computational analysis. Although good progress has been made recently in the detection of halo muon events [1], the current first-order analysis tools used by the collaboration can't perform the filtering of cosmic muon events. Thus, until now, many events have to be differentiated and distinguished from background events by eye-scanning the event data. This is, of course, very time-consuming. The goal of this thesis is to develop an algorithm that is able to identify and thus filter cosmic background events from the actual event data.</p>			

■■ 物性物理理論系 ■■

題目	単層グラファイトの軌道帯磁率		
氏名	後藤 孝平	指導教員	安藤 恒也教授
<p>単層グラファイトは近年実験によって作成可能になったこともあり、2次元系の新奇な物理現象を引き起こす物質として注目を集めている。理想的な単層グラファイトの軌道帯磁率は、すでに S. A. Safran らの研究によって(福山公式を用いて)得られているグラファイトの軌道帯磁率の単層あたりの値として得ることはできる。しかし、実験によって作成可能になった単層グラファイトは不純物の存在しない理想的な物質であるとは限らず、その不純物依存性を明らかにすることは重要な課題と言えるだろう。</p> <p>この論文では S. A. Safran らと同様に帯磁率の計算には福山公式を用いるが、微量な不純物が存在し、さらにその不純物による散乱が短距離散乱であると仮定してセルフコンシステントボルン近似を用いて単層グラファイトの帯磁率の不純物強度依存性を明らかにした。</p>			

題目	2 層グラフェンの軌道帯磁率		
氏名	福沢 俊幸	指導教員	安藤 恒也
<p>グラファイトは炭素原子を頂点とする六角網目状のシートが無限に積み重なつてできた炭素材料で、古くから黒鉛として広く産業用途に使われている。最近では実験技術の発展により非常に薄いグラファイト薄膜や、単層グラファイトの作製が可能となり、その特異な電気的性質が実験的にも明らかになってきた。また磁気輸送についても実験が進み、整数量子ホール効果も観測された。</p> <p>単層のグラファイトをグラフェンと呼ぶが、2 層のグラフェンは单層のものとはエネルギーバンドの構造、また電気的性質も異なることが実験的にも理論的に研究されている。本研究では、この 2 層グラフェンに対して、層間の相互作用を取り入れた有効ハミルトニアンを導出し、その軌道帯磁率を理論的に研究した。具体的には、2 層グラフェンでの軌道帯磁率に対する一般的表式を導出し、不純物がある場合にセルフコンシステントボルン近似の範囲で評価した。その結果、不純物のない系では軌道帯磁率がフェルミエネルギーの対数に比例してゼロエネルギーで発散し、その発散が不純物散乱により緩和時間の逆数程度のエネルギーで押さえられることを明らかにした。</p>			

題目	カーボンナノチューブにおける圧力誘起構造相転移： カイラリティ依存性		
氏名	加藤 幸一郎	指導教員	斎藤 晋
<p>1991年、Iijimaによってカーボンナノチューブ(CNT)の発見がなされた。CNTの特異な構造を考えると、圧力による構造相転移によって未知なる相に転移する可能性が十分に考えられ、圧力誘起構造相転移現象は非常に興味深い問題と言える。しかし、現状では直径のある程度揃ったCNTの固体相の生成は可能だが、カイラリティの揃った固体相の生成技術は確立されておらず、CNTの固体相に対する加圧実験も多くは行われていない。</p> <p>そこで、本研究ではカイラリティの揃ったCNTの固体相が圧力下においてどのような変化を起こすのか、分子動力学法を用いた理論的予測を行った。本研究で計算対象としたのは7Å程度の直径を持ちカイラリティの異なるCNTの固体相であり、用いた手法は外圧による結晶構造の変化までを考慮した分子動力学法として提案されているParrinello-Rahmanの方法及びWentzcovitchの方法である。また、粒子間相互作用の計算には長距離相互作用まで考慮したタイトバインディング法を用いた。</p> <p>さらに、分子動力学法によって得られた新構造について、密度汎関数法を用いた最適化構造の解析も行ったので、それらの結果を併せて報告する。</p>			

題目	カーボンナノチューブにおける圧力誘起構造相転移：直径依存性		
氏名	櫻井 誠大	指導教員	斎藤 晋
<p>カーボンナノチューブ、フラーーゲンの固体相は、圧力下において構造相転移し、非晶質ダイヤモンド、超硬層になることが報告された。圧力下における炭素ナノ構造体の構造相転移は興味深く、今後新相に達する可能性がある。</p> <p>本研究では、外圧による結晶構造の変化を扱うことができると考えられているParrinello-Rahmanの分子動力学法とOmataタイトバインディングモデルを用いて、圧力下における単層カーボンナノチューブの構造についてシミュレーションを行った。Omataタイトバインディングモデルは、従来用いられてきたXuらのモデルを改良し、sp^2面間の長距離相互作用も記述できるようにしたモデルである。</p> <p>結果は、アームチェアーチューブ結晶のシミュレーションでは、四員環を単位構造とする体心正方構造(bct C₄)、六方晶ダイヤモンド(Hexagonal Diamond)、Cubic DiamondとHexagonal Diamondが交互に積層した新構造が得られた。ジグザグチューブ結晶では、六方晶ダイヤモンドが得られた。直径が10から14Åのチューブを10, 12 GPaで圧縮した場合にはグラファイトになり、直径が15Å以上のチューブを18, 20 GPaで圧縮した場合にはsp^3優勢の非晶質的な構造へ転移した。局所密度近似を用いた密度汎関数法を用いて、得られた構造の全エネルギー計算をした結果についても報告する。</p>			

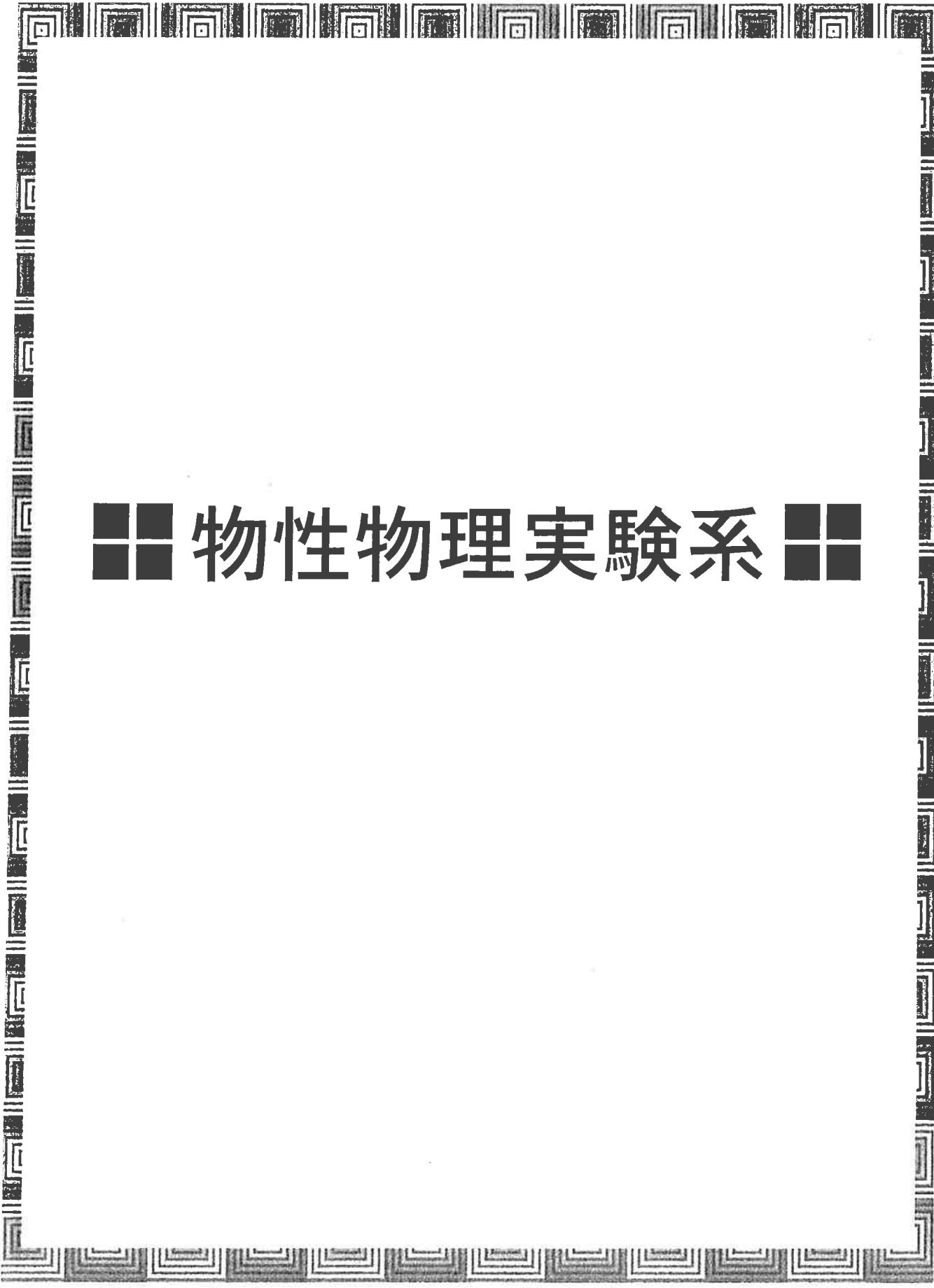
題目	弱く相互作用するボース粒子の転移温度		
氏名	中田 喜之	指導教員	上田 正仁
希薄原子気体、具体的にはアルカリ金属原子(^{87}Rb , ^7Li , ^{23}Na , など)のボース・AINシュタイン凝縮は、近年、実験的に実現可能となった。これらは原子のミクロな性質を知る上で興味深い現象として注目されている。その希薄原子気体の凝縮温度の厳密な値は、いまだ解析的に得られていない。			
この種のボース・AINシュタイン凝縮は低密度の系で実現する。それは平均原子間距離が原子間の相互作用の散乱長よりも遥かに長く、原子間の相互作用は極めて弱い系となる。そのため、それらの凝縮温度は理想気体のそれと近い値になることが予想される。理想気体の凝縮温度は厳密に算出可能である。現在、盛んに研究されているトピックは、この弱く相互作用する系の凝縮温度と理想気体の凝縮温度のずれの計算である。			
ところで、Feynman は、液体ヘリウムの研究を行った際、経路積分を用いてその分配関数を表現した。だが、ヘリウムの場合、粒子間の相互作用が強すぎるため、この方法は適さなかった。しかし、相互作用が弱い系では、凝縮温度の計算に Feynman が用いた方法は適用可能であると考えられる。			
そこで、Feynman の方法を、希薄なボース粒子の系に適用して、その凝縮温度と理想気体の凝縮温度のずれの計算を試みた。この手法は元来の凝縮温度のずれの計算に用いられる方法とはまったく異なるユニークなものである。			

題目	Quantum Algorithm for N-Queens Problem		
氏名	渡辺 優	指導教員	上田 正仁
量子計算機は現在我々が使用しているコンピュータ(古典計算機)よりも画期的に高速であると言われている。たしかに、因数分解や離散対数問題、Groverの検索アルゴリズムなど、いくつかの古典計算機上では効率的に解けない問題について量子計算機上で効率的に解けるアルゴリズムが発見されている。しかし、そのようなアルゴリズムの数は多くないのもまた事実である。どのような問題であれば量子計算機上で効率的に解くことができるのか、また、どのような問題は量子計算機を用いても効率的には解けないのか、といった疑問はいまだ解決されていない。			
本研究ではそれらを解明する前段階として、N-Queens問題と呼ばれる古くから知られている問題に取り組んだ。この問題は、計算量の考察やアルゴリズムについて学習する上で(古典)情報科学の分野では誰しも必ず一度は取り組む問題である。今回は、この問題を量子計算機上で解くためのアルゴリズムについて考察、分析することで、計算量と計算結果の誤差の関係を導き、ある程度の誤差が許される状況であれば量子計算機の方が高速であることを示した。			

題目	Ising Spin 型の金融市場モデル		
氏名	太田 晓宏	指導教員	椎野 正壽
<p>近年、経済現象が物理学、特に統計物理の専門家により活発に研究されており、その研究分野を経済物理学、あるいはエコノフィジックスと呼ぶ。経済物理学のテーマの一つに、株式市場等の金融市場の理論的なモデル化がある。これは、非常に複雑な金融市場の本質を理解する為に必要な試みであり、現象を正しく記述したモデルによって、現実に起こる事を予想、制御することを期待してのものである。</p> <p>最近では、Ising Spin 型の市場モデルが頻繁に取り上げられ研究されており、相互に影響し合うトレーダーの集団的な振る舞いをより良く記述することが出来るものと考えられている。2007 年に入って S.M.D. Queiros らが提案した市場モデルは、このような Ising Spin 型のモデルに、ボラティリティと呼ばれる価格変動の大きさに対する反応の項を取り入れたものであるが、私は本研究で、このモデルに更に改良を加えた新たなモデルを提出する。そして、このモデルに基づくコンピュータシミュレーションにより市場価格のもつ性質を調べる。</p>			

題目	ネットワーク模型による占有分布の考察		
氏名	播磨健明	指導教員	西森秀穂
<p>実社会には様々なネットワークが存在するが、これらネットワークの特性は今までよく知られていなかった。近年、これらの研究が進められ、いろいろな性質がわかつってきた。</p> <p>ネットワークについて、特に興味ある性質のひとつが、その占有分布であるが、多くのネットワークには共通の占有分布が確認されており、その性質をスケールフリー性という。これは、ネットワークの占有分布がベキ則に従うというものである。今まで、どのような条件がスケールフリー性を発現させるのかということについて様々な研究がなされてきた。</p> <p>今回は、現実に存在するネットワークの特性からスケールフリー性が発現するための条件を予測した上で、その条件を盛り込んだネットワーク模型を考案し、その占有分布等がどのように得られるかを考察した。</p>			

題目	$\pm J$ イジングスピングラス模型における Lee-Yang 零点分布		
氏名	松田 佳希	指導教員	西森 秀穂
本論文では、相互作用がランダムで正負の値を取る $\pm J$ イジングスピングラス模型に対し、Lee-Yang の零点を数値的に計算することで、零点分布とスピングラス特有の相転移とどのような関係があるのかを調べた。			
<p>統計力学によれば、系の物理量は分配関数により記述される。分配関数はすべての取り得る状態の重み付き和で表されるため、一般に正の解析的な関数となるが、相転移点では分配関数の \log をとったポテンシャルや、その微分に特異性が現れる。これらが相転移点で非解析的であるためには、相転移点の温度や磁場で分配関数が 0 にならなくてはならない。よって、分配関数の零点を計算するということは、相転移現象の理解する一つの方法として有効である。特に、温度を与え分配関数を磁場の多項式で表したとき、分配関数が 0 になる複素磁場は Lee-Yang の零点とよばれている。</p> <p>強磁性イジング模型についてはある程度解析的に零点分布が知られているが、今回の模型はランダム系であるため、解析計算は容易ではない。そこで数値的に分配関数と零点を計算し、分布が温度やシステムサイズを変化させることでどのように変化するかを考察した。その新たな結果として、これまで解析計算や数値計算で確かめられていなかった弱い特異性を持つ Griffiths 相に対して、存在を示唆する結果を得ることができた。</p>			



■ 物性物理実験系 ■

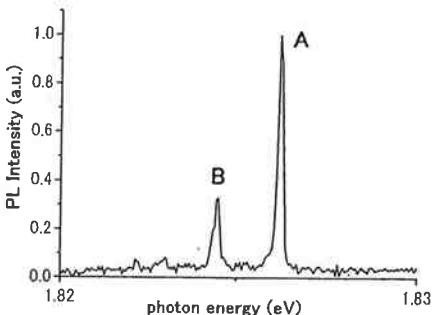
題目	励起状態分子の光-光二重共鳴分光		
氏名	笠原嘉晃	指導教員	金森英人
<p>今回、研究対象として用いているアセチレンは、電子・振動・回転・ спинといったすべての量子状態を完備している多原子分子であり、そのため多原子分子の典型例として多くの研究がなされてきた。本研究室では、これまでに三重項電子励起状態間の電子遷移である $\tilde{a}^3\text{B}_2$ から $\tilde{d}^3\text{A}_2$ 状態への 0-0band、1-0band、1-1band を Doppler 極限の分解能で観測し三重項励起状態 cis 型アセチレンの詳細な分子情報を得ている。その中で、特にある回転状態($K_a=1$)を含む遷移において分子定数の理論値と測定値のずれが報告されている。そのため、三重項励起状態のアセチレンには帰属のつかないスペクトル線が数多く存在する。</p> <p>本実験では、これらのスペクトル線に対し実験的に帰属をつけることを最終目標とし、その前段階となる実験方法の確立を目指した。具体的には、2本の外部共振器型半導体レーザーを用いた長光路セル中の光-光二重共鳴分光である。分子の振動・回転からくる準位構造の複雑さが原因となり、多原子分子に対して光-光二重共鳴分光が行われた例は非常に数少ない。二重共鳴分光とは、光学禁制な二準位間の情報を光学的に許容な二つの遷移を用いて引き出す方法であり、共通準位の分子数変化の影響を受けたスペクトルが得られることから帰属の決定に用いることができる。</p>			

題目	量子演算に向けたマイクロ波二重共鳴分光の研究		
氏名	酒井俊明	指導教員	金森英人
<p>近年、量子情報分野の研究が盛んに行われているが、量子ビットの候補の一つに分子の回転準位がある。分子の回転遷移はマイクロ波領域のエネルギー準位差を持っている。そこで本研究では、マイクロ波と光の二重共鳴分光法に焦点を当てることとした。</p> <p>まず、比較的その準位構造が簡単であり、よく調べられているルビジウム原子(^{87}Rb)の超微細構造準位と電子準位を用いて、マイクロ波と近赤外光による二重共鳴分光の実験系を立ち上げ、そこでどのような現象が起こっているかを調べた。行った実験は大きく二つに分けられる。一つはマイクロ波の周波数を超微細構造準位間の遷移周波数を中心に掃引する実験、もう一つは遷移周波数のマイクロ波をスイッチングする実験である。そのどちらに対しても系の観測には入射する近赤外レーザーの吸収を用いた。</p> <p>次に、分子として H_2CO の二重共鳴分光を試みた。最初のステップとしてマイクロ波のワンカラーの吸収信号をロックイン検出で測定し、その後赤外のパルスレーザーを用いた二重共鳴実験に移行したが、これは未だ有意な結果は得られていない。</p>			

題目	冷却 Rb 原子集団を用いた真空スクイーズド状態の電磁誘起透明化		
氏名	有川 学	指導教員	上妻 幹男
<p>光の量子状態を原子に保存、再生する方法として電磁誘起透明化を用いる方法が提案されている。これにより光と原子の間の量子情報のやり取りが可能になる。電磁誘起透明化とは下準位 2 つと上準位 1 つの 3 準位系にプローブ光、コントロール光と呼ばれる 2 つの光を入射することで、遷移の間の暗干渉により本来吸収されるはずのプローブ光が透過する現象である。</p>			
<p>本研究では真空スクイーズド状態の保存・再生にむけて、まず真空スクイーズド状態に対して電磁誘起透明化を行うことを目的として実験を行った。真空スクイーズド状態とは電場の \sin、\cos 成分の振幅に対応する直交位相振幅のゆらぎを圧縮し、一方を真空におけるゆらぎよりも小さくした状態である。(量子力学では交換しない 2 つの演算子のゆらぎの間に不確定性関係が成り立つ。ゆらぎの分配の方法は制限されないので、一方を犠牲にしてもう一方のゆらぎを小さくすることが可能である。)</p> <p>具体的な実験としては、磁気光学トラップによって Rb 原子を冷却捕獲した後、冷却用のレーザー、磁場等を遮断し、スクイーズド状態のプローブ光とコヒーレント状態のコントロール光を入射した。その結果、真空スクイーズド状態に対して電磁誘起透明化が起こることが確認された。</p>			

題目	冷却 Rb 原子集団を用いたコヒーレント光の保存再生		
氏名	永塚 哲史	指導教員	上妻 幹男
<p>光は情報を高速で伝達でき、しかも環境に乱されないという利点があるため、量子情報通信に有用であると考えられている。しかしその一方で、とどめておくことができないという欠点も持っている。この欠点を補う媒体として注目されているのが原子である。原子はトラップしておくことが可能であるため、光の情報を原子に保存し、再生することができれば、光の持つ欠点を補うことができる。</p> <p>光の保存再生を実現するための方法として、電磁誘起透明化——量子的干渉効果により光の吸収が消失し、本来原子に吸収されるはずの光が透過してくる現象——を用いた方法がある。この方法を用いると、古典的な情報だけではなく、量子情報を保存することも可能である。つまり、非古典的な状態を保存することも可能なのが、その実験をおこなう前に、古典的な情報の保存再生を評価する必要がある。本研究はそれを目的としておこなった。</p> <p>本研究では、まず Rb 原子をレーザー冷却し、磁気光学トラップを用いて冷却原子集団を生成した。次に、この冷却原子集団を用いて、電磁誘起透明化がコヒーレント光に対して起こることを確認した。そして、電磁誘起透明化を用いたコヒーレント光の保存再生を確認した。</p>			

題目	微粒子マニピュレーション法によるフォトニック結晶クラスタの作製とその光学特性		
氏名	藤嶋 敏之	指導教員	南 不二雄
<p>フォトニック結晶は光の波長程度の大きさの誘電体を周期的に並べた構造物であり、その周期構造は一定の波長の光を反射させたり伝播方向を限定する特性をもつ。このことから、フォトニック結晶は光の伝播を制御するデバイスへの利用が期待されている。</p>			
<p>今回我々は微粒子マニピュレーション技術によって、フォトニック結晶のうち周期構造を小規模に限定した構造、フォトニック結晶クラスタを構築できることに着目した。色素粒子を1粒子混ぜることで内部に点光源を配置したフォトニック結晶クラスタを作製し、その光伝播特性を測ることを試みた。</p>			
<p>まず、微粒子マニピュレーションによる作業に必要な技術を習得し、検証用のクラスタを作製した。さらに従来のフォトニック結晶クラスタ作製の手段を改善することにより、意図した場所に色素粒子を混ぜた面心立方構造・六方最密構造の3層クラスタを作ることに成功した。</p>			
<p>次に、それぞれのクラスタにおいて色素粒子の蛍光の光伝播像を測定した。さらに東北大学の宮崎博司助教授の開発した電磁場計算アルゴリズムを元にシミュレーション計算を行い、実験結果と比較した。</p>			

題目	強度相関を用いた GaAs QDs の発光起源の同定		
氏名	田中 翔一	指導教員	南 不二雄
<p>半導体量子ドット(QDs)は三次元井戸型ボテンシャルによる閉じ込め効果により、右図のように原子のような線幅の細い、多励起子発光を示す。</p>			
<p>本研究では GaAsQDsからの発光の強度相関および励起強度依存性を調べることによって、多励起子発光の起源を同定する。</p>			
<p>試料は Modified Droplet Epitaxy (MDE)法で作製された、低密度の GaAs/AIGaAs 量子ドットである。8 Kにおいて顕微分光法により単一量子ドットからの多励起子発光を測定した。A、B 二つの発光の強度相関を測定することにより、カスケード遷移の有無を調べた。また励起強度依存性から、各ピークに対応する多励起子のキャリアー数についても調べた。</p>			
<p>二つの発光ピークの励起強度依存性および、強度相関の結果から A を励起子、B を荷電励起子による発光と同定した。</p>			
 <p>The figure is a plot of Photoluminescence (PL) Intensity (a.u.) on the y-axis versus photon energy (eV) on the x-axis. The x-axis is labeled from 1.82 to 1.83. There are two distinct peaks: a smaller peak at approximately 1.825 eV labeled 'B', and a larger, sharper peak at approximately 1.828 eV labeled 'A'.</p>			

題目	自作の顕微分光装置による色素を結合させたタンパク質の単一分子分光		
氏名	平野 充遙	指導教員	松下 道雄
<p>本研究では、共焦点レーザー走査顕微鏡を作製して、単一分子の蛍光像を測定した。単一分子測定は、得られるシグナルが小さく、外部の影響を受けやすいので、シグナルとノイズの選別が重要である。共焦点レーザー走査顕微鏡は、共焦点系とレーザーの特性を用いて、レーザーを十分に絞って励起した部分からの蛍光だけを検出するため、余計なノイズを減らすことができる。しかし、一方で、走査型の顕微鏡のため、蛍光像を得るには時間がかかる。そのため、測定中に少しづつでも装置の状態が変化していくと、測定時間全体では検出精度が大きく下がる。そのため、安定性の高い装置作りを目指した。こうしてできた装置で色素(Alexa647)が結合したたんぱく質(牛血清アルブミン以下 BSA と略す)の蛍光像をとった。そこで、その蛍光が本当に単一 BSA 由来の蛍光かを調べるために、光退色及び励起光の偏光と蛍光強度の関係について調べる実験を行った。さらにこの実験からは、測定した1つ1つの分子の光学的情報が得られるので、その情報からわざることについても考察した。同じ種類の分子でも、その周りの環境の違いから性質の違いが生じていて、集団の分子の測定ではそれらは平均化されて隠れてしまうが、単一分子の測定を行えば、その違いを測定できるのである。結果からまず、1つの蛍光像に関与する色素の数がわかったので、その色素の数が1つの蛍光は、単一 BSA 由来の蛍光だと決定できた。2つ以上の色素からの蛍光については、1つの BSA に複数の色素が結合できるので、この結果からだけでは、蛍光に関与する BSA の数は決定できなかった。さらに結果から、レーザー偏光に対する色素の向きや、測定環境内(PVA(Polyvinyl Alcohol)を 1%加えた BSA 濃度 5pM の溶液を合成石英基板にスピンドルコート(2000 rpm、90 秒)した試料を常温で測定)では BSA が回転していないこともわかった。</p>			

題目	単一 Pr イオンの分光を目的とした波長 477.75nm 線幅 1MHz のレーザー光源の製作		
氏名	吉弘 達矢	指導教員	松下 道雄
<p>固体中の単一核スピン状態を観測するために必要なレーザー光源の製作を行った。現在考えている実験では、高磁場近似が成り立つ条件下において LaF_3 中の単一 Pr^{3+} イオンの核スピン状態が光遷移周波数に依存することを利用する。これは Pr^{3+} の電子基底状態 $^3\text{H}_4$ と電子励起状態 $^3\text{P}_0$ では g 因子が異なり、Zeeman 分裂の大きさが異なるからである。従って、光遷移周波数のずれを測定することができれば核スピンの状態がわかることになる。この分裂の大きさは 10MHz 程度であるため、光源の線幅は数 MHz 程度である必要がある。そこで、Pr^{3+} の電子基底状態 $^3\text{H}_4$ から電子励起状態 $^3\text{P}_0$ への遷移に共鳴する波長 477.75nm で線幅 1MHz の波長可変レーザー光源の製作を行った。</p> <p>波長可変リングレーザーを用いて波長 955.5nm の单一モードレーザー光を発生させた。この出力を周期分極反転結晶による第二高調波発生を用いて波長 477.75nm に波長変換を行った。現在のところ波長 955.5nm で最大強度 50mW のレーザー光源を得ることに成功し、波長変換により波長 477.75nm で最大強度 90 μW を達成した。波長変換は 477.0nm から 478.1nm で行うことができ、掃引に十分な範囲の波長を得られる。今後は線幅の測定および狭帯域化に取り組む予定である。</p>			

題目	TMR 構造を用いた磁壁移動の観察		
氏名	小川達彦	指導教員	吉野淳二
<p>電子の電荷に加えてスピン自由度も同時に利用する新しいデバイスを目指すスピントロニクスは、近年精力的に研究されている。スピントロニクスを応用したデバイスを作るうえでは、動作時の磁化の時間的・空間的变化を正確に見積もることが非常に重要である。これまで多数の理論計算や、主として光学的手段を用いた実験例が報告されているが、実験の多くは変化前の定常状態から変化後の定常状態を比較しているにすぎず、その間に起こる過渡現象は確認できていない。そのため、理論の検証やスピントロニクスデバイスの設計のためには、動的観測が不可欠である。</p> <p>そこで、そのような過渡現象の観測を目標として、磁性層／絶縁層／磁性層からなる磁気トンネル接合素子を作り、片方の磁性層中で磁壁を駆動している間の磁性層間の抵抗(TMR)をリアルタイムで測定することを試みた。本研究では磁壁を磁場により駆動する場合について実験を行い、電流で駆動する場合については計算機によるシミュレーションを行った。</p>			

題目	STM/STS を用いた GaMnAs(001)面の観察		
氏名	吉田貴史	指導教員	吉野淳二
<p>磁性体/非磁性体金属の積層構造において観測される巨大磁気抵抗(Giant Magneto resistance; GMR)の発見により、電子スピンの状態が伝導現象において顕著にあらわれる現象とその応用に注目が集まり、研究が進められている。一方、低温 MBE(Molecular Beam Epitaxy)法を用いてⅢ-V 族半導体に磁性不純物を添加することにより、強磁性が発現することが見出され、スピン依存電導現象を調べる新しい材料系として注目されている。</p> <p>しかし、Ⅲ-V 族磁性半導体の強磁性転移温度は室温よりも低く(173K)応用上室温以上に高める必要があり、そのためにはⅢ-V 族磁性半導体の結晶ならびに電子構造の理解が必要不可欠である。</p> <p>本研究では GaMnAs の電子状態を明らかにすることを目的として、成長した GaMnAs 表面を STM/STS を用いて観測して、Mn 添加による結晶構造および電子構造の変化を調べた。</p>			

題目	金属フォトニック結晶からの Smith-Purcell 放射		
氏名	加藤 雅博	指導教員	山本 直紀
Smith-Purcell 放射は、荷電粒子が金属回折格子上を走行する際、鏡像電荷と作る双極子が振動するため電磁波が放射される現象である。電磁波の波長(λ)、回折格子の周期(d)、電子と光の速度の比(β)、放射角(θ)、次数(n)の関係は			
$\lambda = \frac{d}{n} \left(\frac{1}{\beta} - \cos \theta \right)$			

となる。これにより周期を変えることにより、様々な波長の電磁波を発生できることがわかる。

従来の研究として、回折格子の代わりにフォトニック結晶を用い、発光効率を高めるという手法がよく見られる。そこで本研究では、光の波長程度の直径を持つポリスチレン球に銀を蒸着させるという方法により作製した金属フォトニック結晶を試料とし、光検出装置を備えた透過型電子顕微鏡(TEM)を用いて Smith-Purcell 放射を観測することを試みた。

その結果、放射光スペクトルの角度分解の測定とそれの理論との比較を行い、また球のエッジ部から離れた位置における放射スペクトルと強度減衰が得られた。

題目	Si(100)表面上の In ナノ構造		
氏名	菊島 史恵	指導教員	山本 直紀
近年、エレクトロニクス分野の発展に伴い、デバイスの微細化が進んでいる。これまでに比べより高度なボトムアップ式の加工技術についての関心が増し、表面物性の研究が注目を浴びている。			
エレクトロニクスに広く用いられている Si などの半導体結晶は強い共有結合で結ばれており、表面第 1 原子層は各々結合の相手のいない結合の手 (ダングリングボンド) を持つ。この状態のままで電子エネルギーが高く、不安定であるため表面原子は再結合により様々な原子配列をとって安定な状態になる。特に Si(100) 上では、Ga,In,Pb などの金属原子を蒸着させると、自己組織化によって一次元の金属原子鎖が形成されることから多くの研究がなされている。			
本研究では Si(100) 上に 3 族の金属原子 In を蒸着し、反射高速電子回折 (RHEED) と走査トンネル顕微鏡 (STM) を用いて、基板温度と蒸着時間による相図を作成し、原子レベルでの観察像から実際の原子配列を観察した。			

題目	TEM-AFM による金ナノワイヤーの破断過程の研究		
氏名	大橋 宣宏	指導教員	高柳 邦夫

金属ナノワイヤーは常温においてもコンダクタンスの量子化が現れるなど興味深い物性を示す。プローブ顕微鏡を用いて金属ナノワイヤーのコンダクタンスと力学特性の関係、シミュレーションにより構造とコンダクタンスや力学特性に関する研究が行われている。しかし、力学的性質と構造変化の関係についてはほとんど調べられていない。

本研究では、UHV-TEM-AFM（超高真空透過型電子顕微鏡と原子間力顕微鏡の複合機）を用いて金ナノワイヤーの構造観察と力の同時計測を行った。金でコーティングされたAFM-tipと金薄膜の間にナノワイヤーを形成することができた。形成されたナノワイヤーについての構造変化における力の大きさの変化の関係を調べた。

題目	透過電子顕微鏡による RutileTiO ₂ の(110)および(100)表面構造の観察		
氏名	佐野 健太郎	指導教員	高柳 邦夫

近年、表面科学では金属酸化物の表面構造の解析が盛んに行われてきた。これは金属酸化物が、工業的に金属ナノ粒子の担体として触媒に用いられており、かつその反応機構が、表面構造に強く依存すると考えられているからである。

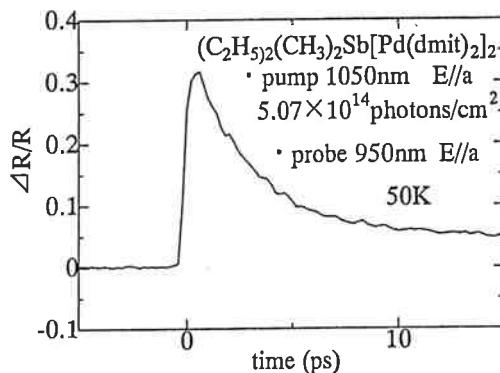
特に TiO₂ 表面は光触媒として広く利用され、多くの研究がなされてきた。最近では、TiO₂ 表面は、Au ナノ粒子触媒の担体としても広く利用され、TEM および STM 法により、その表面構造について多くの研究がなされている。しかしながら、酸素原子を含めた、TiO₂ の原子構造を直接観察できなかったため、触媒の詳細なメカニズムの解明は進んでいない。

このような背景から、本研究では RutileTiO₂ について、TEM 法によって[001]方向より(110)、(100)表面構造を観察した。観察した TEM 像をシミュレーション像と比較した。また、多く観察されるステップ形状についても考察を行った。

題目	Na ₂ CuF ₄ で観測される理想的常磁性		
氏名	矢野みどり	指導教員	田中秀数
<p>常磁性は物質の磁性を考える上で最も基本的な性質であり、多くの物質でその性質が観測されている。しかしながら、スピン 1/2 を持つ物質では、理想的な常磁性を示す例がほとんどなかった。</p> <p>今回調べた Na₂CuF₄ は、スピン 1/2 を持つ Cu²⁺ イオンが鎖状に並んだ物質で、結晶構造からは 1 次元的な磁性が推測される。しかし磁気測定を行ったところ、磁化率はみごとなキュリー則に従い、ヘリウム温度での磁化過程は Brillouin 関数で非常によく表される。つまり、Na₂CuF₄ は磁性イオン Cu²⁺ が密に配列するにもかかわらず、S = 1/2 の理想的な常磁性物質であることが分かった。</p> <p>また Na₂CuF₄ の単結晶の育成は粉末の NaF、CuF₂ を白金パイプに封入し、水平ブリッジマン法により行われた。</p>			

題目	ペロブスカイト構造をもつ CsSnBr ₃ 単結晶育成と物性測定		
氏名	川谷朗稔	指導教員	田中秀数
<p>CsSnBr₃ はペロブスカイト構造をもち 292, 274, 247K の温度において逐次相転移する物質であることが知られている。それに伴い結晶構造は立方晶 → 正方晶 → 正方晶 → 単斜晶へと転移する。また、様々なバンド計算がされており、その構造は半金属またはゼロギャップ半導体とも言われている。</p> <p>励起過程において生成された伝導電子とホールが結合したエキシトンのエネルギーが、そのバンドギャップよりも大きいときには自発的にエキシトンが生成され、excitonic insulator なる相になることが理論的に予言されている。</p> <p>本研究では CsSnBr₃ の温度、磁場変化に伴う excitonic insulator への転移の可能性を調べ、また上述の逐次相転移に伴う物性値の測定を行った。</p>			

題目	Pd(dmit) ₂ 塩における光誘起相転移現象の探索		
氏名	深澤 直人	指導教員	腰原 伸也 教授
(C ₂ H ₅) ₂ (CH ₃) ₂ Sb[Pd(dmit) ₂] ₂ は、Pd(dmit) ₂ 分子が強く二量体化し、二量体当たり一個の不対電子を持つハーフフィルドである。この為、室温付近では 1 値の二量体から成る強相關絶縁体であるが、0 値の二量体の安定性が高い為、温度低下により 70K 付近で相転移し、0 値と 2 値の二量体に分離した電荷分離絶縁体相が発現することで注目されている ¹ 。今回このような特異な物質に対してフェムト秒パルスレーザーを用いたポンプ・プローブ時間分解分光測定を行い光誘起相転移現象の探索を行った結果を報告する。			
右図は、電荷分離絶縁体相である 50K における測定結果である。この図より 1ps 以内の素早い反射強度の立ち上がりと 10ps 以内の速い緩和現象が見られる。このように、熱平衡状態に至るよりも速い時間領域の現象と考えられる事から、熱による温度上昇ではなく光励起により新たな相が発現したと考えている。			
1. M.Tamura <i>et al.</i> , Chem. Phys. Lett., 133 (2005).			



題目	Silicon-on-insulator(SOI) 基板を用いたフルホイスラー合金の形成と磁性		
氏名	高村陽太	指導教員	宗片比呂夫
本論文は、SOI 基板を用いた遷移金属 Co、Fe のシリサイド化反応によって、ハーフメタル強磁性体(HMF)となることが期待されるフルホイスラー合金 Co ₂ FeSi の形成と評価をまとめたものである。第 1 章「序論」では、近年盛んに研究が進められているスピニエレクトロニクスを概観し、スピニ分極率が 100% となる HMF の重要性を指摘した。次いで、本研究の意義と目的として、シリコンテクノロジーに整合する手法を用いて、HMF となる L ₂ ₁ 型フルホイスラー合金 Co ₂ FeSi を形成することを述べた。第 2 章「試料の作製法」では、SOI 基板を用いた、Rapid thermal annealing(RTA)による Co ₂ FeSi の形成法を提案し、その原理と組成制御の手法を示した。第 3 章「評価法」では形成した Co ₂ FeSi 薄膜の組成、結晶構造、電子構造、磁性の評価法を示した。第 4 章「試料作製と評価」では形成した Co ₂ FeSi 薄膜を上記の評価に基づき解析を行った。X 線回折測定により、RTA 温度 T_A の上昇に伴い L ₂ ₁ 構造の基本格子線が現れることが確認され、 $T_A \geq 700^\circ\text{C}$ では強配向の単相となることを確認した。また、規則格子線の評価から、この温度領域では L ₂ ₁ 構造が形成されていることを確認した。二次イオン質量分析(SIMS)により、SOI 基板の埋め込み酸化膜によって Co と Fe の拡散が抑止され、均一な組成の Co ₂ FeSi 薄膜が形成できることを確認した。透過型電子顕微鏡観察から、膜厚方向に均一な柱状結晶粒の多結晶膜であることが確認され、SIMS の結果と同様に SOI 基板の有効性が確認できた。磁性評価から、Co ₂ FeSi 薄膜の飽和磁化 M_S と保磁力は、 T_A とともに変化するが、L ₂ ₁ 構造ができる温度領域では一定となり、特にこの領域での M_S の値はバルク Co ₂ FeSi とほぼ同じ値となった。また磁化曲線は急峻な磁化反転を示した。以上の結果から、本提案の手法を用いれば結晶性の優れた規則合金相を有するフルホイスラー合金 Co ₂ FeSi が形成できると結論した。第 5 章「結論」では以上の結果をまとめた。			

題目	原子追跡STM法を用いた超伝導渦糸運動の測定		
氏名	鈴木 慧	指導教員	西田 信彦
<p>第2種超伝導体 YNi_2B_2C の混合状態における渦糸の動的挙動について、STM法を用いて1枚1枚画像を取得する事でどのようなふるまいをするか研究した。しかし、画像の取得には最低でも1枚10秒の時間が掛かるため、その10秒の中でどのような振る舞いを示すかは全体の動きからの推測であり、渦糸単体の詳細な動きは解明できていない。</p> <p>原子1個の動きを追跡できる原子追跡STM法を用いれば、測定範囲内全体の渦糸の挙動を観察することはできないが、従来より2桁高い100msオーダーの時間分解能で渦糸1個の動きを詳細に追うことができると期待される。この方法を用いて渦糸単体の詳細な運動を調べる。</p>			

題目	アモルファス Nb 超伝導超薄膜電気抵抗の温度磁場依存性		
氏名	綿貫良祐	指導教員	西田信彦
<p>アモルファス Nb 超伝導超薄膜の超伝導・絶縁体(SI)転移に関する研究を行ってきた。a-Nb 超薄膜は1nm程の厚さの膜で約4Kの超高真空(10^{-9})中でNb原子をサファイア基板に蒸着させることによりつくられる。この膜の電気抵抗ははじめ絶縁体を示すが、そこからさらに1nm付近で低温で超伝導になり0になる。原子サイズ以下の厚さの変化で絶縁体から超伝導体に変わるのである。これは非常に興味深い事である。目で見ることができない膜に電圧をかけると電流が流れるのである。この現象にどういった物理があるのかをしるためにはより低温でより多くのデータが必要となるのでこの実験を行った。</p> <p>今回、2006年末に行われた a-Nb 超伝導薄膜の実験で0.4Kまで温度を下げ測定した。しかし、このとき温度計に使われた RuO₂ 抵抗温度計はその電気抵抗の温度依存性に個体差をもつてるので正確な温度を知るために温度較正が必要となる。</p> <p>較正実験は RuO₂ の温度基準に³Heの飽和蒸気圧をつかい³He冷凍機で0.45Kまでの温度依存性と0.045~1.0Kで超伝導磁石を使い6Tまでの磁場依存性について測定、考察しました先の実験のデータについての温度磁場依存性についても考察も報告する。</p>			

題目	液晶LN36の Sm-C*副次相転移に伴う熱異常		
氏名	神田 輝生	指導教員	江間 健司 助教授
<p>反強誘電性及び強誘電性を示す液晶が注目を集め、多くの研究が行われつつある。本研究では、そのような液晶のひとつとして LN36 を測定対象とした。LN36 は次のような相系列を示す。ただし、スメクティックを Sm と略記した。また、Sm-C*_α では反強誘電性、Sm-C*相では強誘電性、Sm-C*_{FII} 相ではフェリ誘電性を示すことが報告されている。</p>			
$\text{Sm-}A^* \rightarrow (388.2\text{K}) \rightarrow \text{Sm-C}_\alpha^* \rightarrow (387.6\text{K}) \rightarrow \text{Sm-C}^* \rightarrow (380.2\text{K}) \rightarrow \text{Sm-C}_{\text{FII}}^* \rightarrow (378.0\text{K}) \rightarrow \text{Sm-C}_\alpha^* \rightarrow \text{Crystal}$ <p>これらの相転移に伴う熱異常を交流法熱量計(AC 法)および非断熱走査型熱量計(NAS)によって精密測定した。</p> <p>測定の結果、Sm-A*-Sm-C*_α相転移に伴う顕著な熱異常が観測された。Sm-C*_α-Sm-C*相転移に伴う熱異常は AC 法ではほとんど観測されず、NAS 法では顕著な熱異常が観測された。</p>			

題目	凍結割断法による MHPOBC 系反強誘電性液晶の Sm-I*相の観察		
氏名	羽賀岳尋	指導教員	江間健司・八尾晴彦
<p>MHPOBC 系反強誘電性液晶では Sm-C*_A 相の低温側にヘキサティック相が見出されており Sm-I*相と同定されている。しかし X 線測定で求めた Sm-I*相の層間隔は Sm-A 相よりも大きな値であり、Sm-I*相との同定に疑問が呈してきた。最近、赤外分光測定により Sm-I*層の分子配向が測定され、ヘキサティック相の分子は Sm-A 相の層法線から傾いていないことが明らかになった。これにより MHPOBC 系反強誘電性液晶のヘキサティックな相は Sm-I*相ではなくループ変調構造を持つ Sm-B*相である可能性が提案された。これを踏まえ、本研究では凍結割断法により反強誘電性液晶 MHPOBC と MHPOCBC の Sm-I*相のレプリカ膜を作成し、透過型電子顕微鏡で観察を行った。その結果スメクティック層の表面は平らに見え、ループ変調構造は観察されなかった。</p>			