

平成24年度 近畿大学工学部理学科物理学コース 卒業研究発表会

平成25年2月7日(木) 9:00 ~ 17:20

於 31号館 401教室、402教室

プログラム

9:00 開会の辞：笠松先生 31号館 402教室

31号館 401教室

9:05~11:06 午前の部 その1 座長：千川先生

一般相対論・宇宙論研究室

天体物理学研究室

11:06~ 11:15 休憩

11:15~ 12:46 午前の部 その2 座長：松居先生

素粒子論・重力理論研究室

素粒子実験研究室

12:46 ~ 13:30 休憩

13:30~ 15:46 午後の部 その1 座長：加藤先生

素粒子・宇宙物理学研究室

宇宙物理学実験研究室

15:46~ 15:50 休憩

15:50~ 17:05 午後の部 その2 座長：太田先生

凝縮系物理学研究室

31号館 402教室

9:05~ 11:06 午前の部 その1 座長：堂寺先生

物性理論研究室

理論物理研究室

11:06 ~ 11:15 休憩

11:15~ 12:46 午前の部 その2 座長：近藤先生

環境物理学研究室

原子分子物理学研究室

12:46 ~ 13:30 休憩

13:30~ 15:46 午後の部 その1 座長：中原先生

生物物理学研究室

ソフトマター物理学研究室

15:46 ~ 15:50 休憩

15:50~ 16:50 午後の部 その2 座長：日下部先生

表面科学研究室

・発表時間 10分、質疑応答 5分。

・ベルは発表経過時間 7分、10分、12分。ベル係は発表研究室の次の研究室が担当
(但し発表最初の研究室は発表最後の研究室のベルを担当すること)。

・全4年生及び教員は8時50分迄に集合。3,4年は全てのゼミの発表をきくこと。

17:15 ~ 17:20 総評：青山先生 31号館 401教室

17:20 閉会の辞：大田

31 号館 401 教室

一般相対論・宇宙論研究室

- 359 : 石部 剛大 「光速を超えるワープドライブ：一般相対論における大域的・局所的因果関係」
因果律は物理学の大前提であるが、その性質はニュートン力学と相対論で大きく異なる。特に一般相対論においては、特殊相対論での因果律はあくまで局所的なものとなり、大域的には非自明となり得る。私の卒業研究は、一般相対論における因果律の“大域的”および“局所的性質”の違いを理解することを目的とし、その典型例としてワームホールやタイムマシン、ワープドライブの時空構造を研究し、その様な時空の構成に必要な物質のストレスエネルギーテンソルの性質を調べ、ワームホールやワープドライブ時空の実現可能性を考察する。特にM・アルカビレにより提案されたワームホールを使わないで時空の膨張率を局所的に変動させる方式のワープドライブ機構について、その基本アイデアとワープドライブ時空の幾何学的性質とこの種のワープドライブ機構の実現可能性について議論する。
- 333 : 池下 琢真 「時間のズレ-GPS-」
私の卒業研究は、相対論での時間のズレ(重力や物体の運動による誤差)を理解するのが目的とし、現在、世界で広く使われているGPSシステムのしくみを研究しています。GPSは現在カーナビなどの身近なものにも使われていて、正確な位置の計測が重要になります。GPSは衛星から地上の受信機まで情報が到達する過程によって誤差が生じます。GPSの大きな誤差の原因は2つの相対論の効果が影響してきます。衛星の運動による特殊相対論の効果と地球上と衛星の位置の違いによる重力の違いによって生じる一般相対論の効果があります。本研究では、特殊相対論と一般相対論でのそれぞれの誤差が生じる理由とそれぞれの誤差の大きさ、またどちらの誤差の方が影響が大きいのかを説明します。
- 352 : 林 周平 「現在の宇宙の加速膨張と暗黒エネルギー、そして宇宙の未来とビッグリップ特異点」
1929年のハッブルの観測以来われわれの宇宙が膨張していることは観測的に確立されている。膨張宇宙はアインシュタイン方程式で記述され、通常の物質の満たすエネルギー条件を仮定すると、重力は万有引力であるから宇宙膨張は減速すると考えられていた。ところが1998年のパールムッターらの観測により、宇宙膨張は加速していることが判明した。加速膨張の原因源には“ダーク・エネルギー”という名前がつけられたが、その正体は未だ不明であり、宇宙の未来のダイナミクスに多様な可能性をもたらす。その一つは、通常の宇宙モデルで良く知られた“ビッグクランチ”特異点とは全く異なり、膨張を続けながら突然、未来で破壊的な終焉がおこるという“ビッグリップ”特異点の可能性である。私の卒業研究は、ダークエネルギーによる現在の宇宙の加速膨張のメカニズムと、宇宙の未来にビッグリップ特異点が発生する条件を調査し、宇宙の未来について考察する。
- 336 : 救仁郷 博司 「インフレーション宇宙モデル」
私は宇宙初期のダイナミクスに興味があり一般相対論的宇宙論を研究してきた。現在の宇宙は膨張しており、時間を遡れば、宇宙はとても小さく、高温高圧の火の玉状態(ビッグバン)から始まったと考えられる。しかし、このビッグバン宇宙論は、地平線問題や平坦性問題など、幾つかの問題点がある。これらの問題を一網打尽に解決する理論が、インフレーション理論である。現在、様々な宇宙論的観測により、この理論を検証する研究が盛んに行われている。このインフレーション理論には多くのモデルが提案されている。その違いは主に初期条件とインフレーションの終わり方の違いであり、典型的にはインフラトン場のポテンシャルの形によって特徴づけられる。私の卒業研究では、まずインフレーション理論の基本的アイデアを解説し、次にいくつかの異なるインフレーションモデルについて、特にその長所と短所に着目して解説する。
- 310 : 矢寺 建示 「量子トンネル効果によるインフレーション宇宙の誕生」
我々の宇宙は膨張しており、時間を過去に遡ると、古典力学的には宇宙のスケール(大きさ)がゼロの特異点から始まったことになる。しかし宇宙がプランク長さ程度になったところでは、重力の量子効果を考える必要がある。一方、様々な観測から宇宙は誕生直後に“インフレーション”とよばれる加速度膨張を経験した可能性が大きい。私の卒業研究の目的は、これらの初期宇宙問題の研究をとおして“宇宙の起源”に迫ることである。重力の量子論を記述する方法の一つとしてホイラー・ドウィット方程式が知られている。この方程式の解法や“宇宙の波動関数”の解釈については未だ多くの問題が残っているが、本研究では、このホイラー・ドウィット方程式に動機づけられたヴィレンキンの研究に従って、閉じた宇宙が量子トンネル現象により“無”から誕生し、インフレーション宇宙へとつながる量子宇宙のアイデアを理解し、考察する。

334 : 石川 茜 「磁場の観測と星の形成理論」

星の形成には、星間磁場が大きな役割を果たしている。星間において、ガス粒子の一部が宇宙線の影響でプラズマ化しており、そのイオン粒子が磁場に凍結する。イオンと中性粒子はその間の相互作用で強く結合し、イオンと中性粒子は共に動く。ガスの磁場への凍結によって、星が形成される際に重力に逆らう磁圧が生じ、星の形成を妨げる。星が形成される際には、中性粒子と磁力線がずれていく AMBIPOLAR DIFFUSION 理論が考えられている。AMBIPOLAR DIFFUSION は星の形成の標準理論である。しかし、この理論を証明するためには、観測と照らしあわせなければならない。観測では星間の磁場の形、磁場の方向性を調べる。この磁場の観測方法は、中間発表で発表した星間磁場の測定方法、チャンドラセカール・フェルミの方法、ゼーマン効果、ファラデー回転の三つを用いる。観測方法、得られる結果について発表する。

325 : 藤原 啓太 「惑星の移動」

標準モデルとは、現在の太陽系の質量分布から、原始太陽系円盤のモデルを作り、惑星形成までを追ったものです。しかし近年、我々の地球とは違う様々な惑星系が発見されました。灼熱巨大惑星や、大離心率惑星です。灼熱巨大惑星とは、公転半径が 0.05 ~ 0.1 天文単位で、木星質量程度以上の質量がある惑星です。しかし標準モデルでは、太陽系のように木星質量程度の惑星は、5 AU 位の所にでき、0.1AU の所にはそんなに大きな惑星はできないと考えられています。このような惑星系の形成過程を説明するためには、5 AU 位の所にできた木星質量程度の惑星が内側に移動したと考えるのが妥当でしょう。そこで本研究では、惑星系の形成過程で、惑星がどのような力を受けてどのように移動するのか、主に惑星と原始惑星系円盤の相互作用について調べそれにより灼熱巨大惑星の形成過程が説明出来ましたが、ではなぜ太陽系が出来たかという疑問が残りました。

378 : 氏橋 翔伍 「ガンマ線バーストについて」

ガンマ線バースト (GRB) とは天文学の分野において最も光度の明るい現象だと言われています。GRB は数 keV から数 MeV のガンマ線がミリ秒から 1000 秒程度の間でバースト的に観測される天体現象で、100 億光年以上遠方より 1 日に数回程度やってきます。放出されるガンマ線の全エネルギーは 10^{52} 乗 erg (地球の 1000 個分の質量エネルギーに相当) であり、宇宙で最も劇的な爆発現象であるといえます。GRB は現在においても完全に解明されておらず、研究がすすめられています。観測されたデータから、我々に向かう相対論的ジェット (ほぼ光速で進むジェット) から生じていると考えられていて、中心となる天体は超新星爆発を起こしているのではないかと考えられています。本研究では、GRB を理論的に解析することにより、現象についての理解を深めました。

318 : 桜井 雅晃 「コンプトン散乱」

素粒子の性質は粒子同士の散乱や反応で生成された不安定粒子の崩壊での振る舞いを調べることによって得られる。この研究ではコンプトン散乱に注目する。コンプトン散乱とは、静止している電子に短波長の光子を当てたとき電子と光子が飛び出してくる現象である。卒業論文ではこのコンプトン散乱の散乱断面積を出すことで素粒子の振る舞いをみていく。しかし散乱断面積を調べるには準備が必要である。これまで卒業研究ゼミナールで学んできたクライン-ゴールドン方程式の成り立ちと問題点、場の量子化の方法、ディラック方程式の成り立ちとパウリ行列とガンマ行列、電子の伝播関数と T 積、S 行列、相対論断面積を説明し、そして最後にコンプトン散乱の散乱断面積やフォトンの偏極、さらにクライン仁科の公式を導出する。

312 : 土田 現貴 「ヒッグス粒子」

素粒子の相互作用で標準的なゲージ理論を考えます。ゲージ理論では、ラグランジアンに最初から質量を入れておくと陽にゲージ不変性を破ってしまい、現実の素粒子を記述する理論にはなりません。このゲージ不変性を破ることなく、観測に一致する質量を導くのがヒッグス機構です。ヒッグス粒子の質量を決める手がかりはきわめて薄弱である。現在全ての実験事実を矛盾なく説明して、欠点のないように見える標準理論に、綻びがあるとすればそれはヒッグスセクターで見つかることはほぼ確実であると考えられます。それゆえにヒッグス粒子は発見された今ヒッグス機構の仕組みを解明することが肝要です。今回は、ヒッグス粒子の性質、質量の許容範囲を研究しました。

349 : 内田 大樹 「ニュートリノ振動」

ニュートリノには電子ニュートリノ、ミューニュートリノ、タウニュートリノの 3 種類が存在します。これを 3 つの香り (フレーバー) と表現します。ニュートリノは質量がとても軽く、標準理論では質量がないとされてきまし

た。しかしスーパーカミオカンデの実験によりニュートリノに質量があることを証明されました。本論で発表するニュートリノ振動はニュートリノがごくわずかな質量を持ち、その固有状態が香りの固有状態と混合しているため起こる現象です。本論ではニュートリノの紹介とニュートリノ質量の諸問題から取り組み、質量行列やシーソーメカニズム、太陽ニュートリノなどについて解説しながらニュートリノ振動とはどういったものか説明します。

354 : 西本友久 「カシミール効果」

カシミール効果とは、真空の空間に平行な金属板を置くと、微弱な力によって引き合うというもので、1948年にヘンドリック・カシミールによって提唱され、1997年にラムローにより実験的に確認された現象である。これは、金属板を置くことによって電磁場エネルギー固有値が量子化された結果起こるものであり、量子場の影響が巨視的に現れた現象と説明できる。卒業研究では、調和振動子の説明からはじめて、金属板の間の零点エネルギーの総量を求める。しかしそれは無限大なので、真空状態との差を求める。有限の結果のカシミール効果を得るために波数 k についてある上限までで切断して計算する。それらの差はオイラー・マクローリン公式を用いて計算でき、カシミール効果の力を導出した。カシミール力は単位面積あたりの力である。

素粒子実験研究室

332 : 大山 貴也 「GEM-TPC を用いた電子の増幅率のドリフト依存性」

電子と陽電子の衝突実験である ILC 計画において、生成された荷電粒子の位置や運動量を正確に測定するために高精度の飛跡検出器の開発が必要とされている。そのため TPC(time projection chamber) と呼ばれるガス検出機構をもつ飛跡検出器の開発が進められており、TPC 内の電子増幅部である GEM(Gas Electron Multiplier) の特性の研究が行われている。TPC 内に入射した荷電粒子はガス分子を電子とイオンに電離させる。生成された電離電子は GEM を通ることによってその数は増幅されるが、電子の増幅率は電子の移動した距離に依存する。本研究では、電離電子の移動距離が電子の検出効率にどのような依存性を持っているかを調べ評価した。

320 : 川口 真人 「GEM-TPC のガス増幅特性のシミュレーションによる評価」

当研究室では、GEM(Gas Electron Multiplier) を用いたガス飛跡検出器の研究を進めている。本研究では、3 次元の位置測定が可能な GEM を用いた TPC(Times Projection Chamber) の電子のガス増幅特性の実験で得られた、ドリフト距離と増幅率の関係を理論的に理解するために、電磁場シミュレーションプログラムである Maxwell SV と Garfield を用いた。今回は、実験で用いた GEM-TPC と同じ構造を持つ、電場モデルを Maxwell SV で作成し、電子増幅を Garfield を使用しシミュレーションを行い、ドリフト距離を変化させていき、実験で得られた増幅率とシミュレーションで得られた増幅率の比較をしデータの解析を行った。

素粒子・宇宙物理学研究室

379 : 寺澤 克記 「CTA 大口径望遠鏡用分割鏡の R&D - 鏡の性能評価 - 」

宇宙は様々な高エネルギー現象で満ちている。高エネルギー宇宙観測は、ガンマ線バースト、超新星残骸、活動銀河核などの物理現象の研究だけでなく、宇宙論や基礎物理学の発展に重大な貢献をする可能性がある。このような科学的課題を解決するために、さらに高感度・高性能の観測装置を必要としている。CTA (Cherenkov Telescope Array) 計画とは、TeV ガンマ線を観測するための大口径 (LST)、中口径 (MST)、小口径 (SST) で構成されるこれまでにない大規模な望遠鏡群により、現在と比較して 10 倍の感度と、より広いエネルギー領域を達成しようという国際共同実験計画である。実現すれば、1000 以上の TeV ガンマ線天体の発見が期待され、単にガンマ線のみならず、高エネルギー宇宙物理学全体を大きく牽引することになる。本発表は CTA 計画の概要、計画で用いる LST 用分割鏡の性能評価について報告する。

306 : 阿部 由佳 「CTA 大口径望遠鏡用分割鏡の R&D - 接着剤の性能評価 - 」

CTA Japan は主に、LST 用のカメラ、高速データ読み出し回路、高精度分割鏡などの開発に貢献している。直径 23 m の LST において、206 枚の高精度分割鏡は Cold Slump 法を用いて製作される。Cold Slump 法とは、曲率のついた鋳型の上にガラス、アルミハニカム、ガラスと置き、上から荷重をかけることで鋳型の曲率をガラス基盤に移し取る方法である。ガラスとアルミハニカムは接着剤で固定される。この時に使用する接着剤の強度は、CTA が考える 10 年後までの使用にも問題のない性能であるか考察するために実験を行った。実験方法は、JIS 規格の接着剤の強度試験を参考にした、(1) 常温引張りせん断試験、(2) 温度と時間の異なる 4 種類の条件の下で加温硬化引張りせん断試験である。試験の結果、常温硬化での十分な強度と、加温硬化の優位性が得られたので、それを踏まえ CTA で用いる際の性能評価を報告する。

- 374 : 両橋 皓平 「CTA 大口径望遠鏡用 AMC システムの R&D - 位置検出画像処理プロセス - 」
CTA 実験において日本グループが担当するのは LST の要求性能の設定と、それに対応するシステムの R&D である。LST は宇宙線の荷電粒子が大気中の原子などと反応して放出する Cherenkov 光を複数のミラーで反射し、その反射光を PMT (光電子増倍管) カメラを用いて観測するものである。従って、宇宙線の観測にはそれぞれのミラーが PMT カメラに正しく Cherenkov 光を反射させることが重要である。そのため、LST の自重や風圧、温度変化等によるフレームの歪みによって生じるミラーの光軸のずれを検出し、補正しなければならない。それらの補正過程は AMC (Active Mirror Control) を用いて行う。本発表では、AMC システムのアクチュエータ制御に繋がる、光軸のずれを検出する画像処理の原理・方法とプログラムの開発状況について報告する。
- 365 : 大谷 亜紗子 「CTA 大口径望遠鏡用 AMC システムの R&D - アクチュエータ制御 - 」
CTA 計画は、多数のチェレンコフ望遠鏡を用いた大規模なガンマ線天文台の建設計画を進めている。中でも近畿大学は、LST の電気回路関係および分割鏡の製作と AMC システムの開発を目指している。LST は 206 枚の鏡で構成された総重量約 50 トンの巨大な望遠鏡であるため、装置全体の自重や風圧、温度変化等によって望遠鏡全体に歪みが生じる事が予想される。生じた歪みによる分割鏡の光軸のずれを AMC システムにより補正する。位置検出画像処理によって検出されたデータをもとにアクチュエータを用いた補正を行う。歪みの検出からアクチュエータによる補正までの流れを素早くスムーズに行えるような制御プログラムの開発が必要とされる。本発表では、AMC システムの概要とアクチュエータ制御プログラムの開発状況について報告する。

宇宙物理学実験研究室

- 340 : 鶴島 高士 「小型衛星を実務へ」
人工衛星は地球上を多目的に観察し、様々なデータを収集できる。現在、超小型衛星においては大学の研究室からでも打ち上げることが可能である。コストを下げ打ち上げられる個数も増えてきた現代だからこそ、商流の下流に対してどのようなサービスが提供できるかが重要である。現在衛星からのデータを処理解析し IT ネットワークを介して、自然災害や環境保護の分野におけるデータ提供の取り組みが進められている。発表者は特に日本や新興国における農業ビジネスに注目している。今後、日本が輸出産業として多いに発展させるべきものが農業である。地球温暖化や気候変動による奇妙な天候に左右されても、高い品質を保つことの出来る日本の農業を輸出産業として、拡大させるため衛星からの画像を解析し効率化したデータを提供し新しい農業を確立したい。本発表では小型衛星の価値を拡大させるためにどのようなことができるかについて現状と意見をまとめる。
- 340 : 松下 晃佳 「口径 1 m 電波望遠鏡による 21 cm 線観測」
宇宙に最も多く存在している元素は水素である。その多くは中性水素 (HI ガス) として分布し、波長 21 cm の電波 (以下 21 cm 線) を発している。この電波の強度が強いほど HI ガスが多く、星形成が活発と言える。この電波は昨年度までの先輩方の作成した 1 m 電波望遠鏡を用いた観測が可能であり、天の川銀河に存在する 21 cm 線を観測し、その地図の作成を目指して研究を進めている。電波を受信して解析をする際に、電波望遠鏡の性能を評価する必要があり、その手法として「システム雑音温度」というパラメータの計測を用いる方法がある。本発表では、21 cm 線を観測するにあたっての理論、装置の各部分の役割、観測方法、装置の性能評価の方法、今後の方針について述べる。
- 319 : 大谷 晃平 「私たちの銀河に存在する中性水素が発する波長 21cm の電波の強度分布図の作成」
これまでの先輩方の研究を継承して、私たちの銀河に存在する中性水素が発する波長 21 cm の電波 (以下 21 cm 線) の強度から中性水素の密度分布を調べ、中性水素の分布図を作成する取り組みを進めてきた。中性水素は宇宙で最も多く存在しており、それが発する 21 cm 線は星形成活動や天体の位置を知るのにも便利である。私たちの銀河がある一定速度で回転していることを仮定すると、観測の方角とスペクトルの分布を用いて観測対象までの距離を求めることができる。これらの情報を利用して中性水素の電波強度分布図を作成することができる。発表者は実際に観測する上で必要であると考えられる、天体の位置を銀河座標と赤道座標に相互的に変換できるソフトを作成した。本研究ではこれらを用いて観測データをできるだけ自動化して銀河地図作成できるシステムについて考察する。
- 373 : 別府 憲 「食変光星について」
数ある星の中で、自ら明るさを変えることができる変光星について調べる。恒星の全ては、変光星と言っても過言ではないが、人間が光度の変化を確認できる星を変光星と定義する。変光星は数時間で変光するものから、1 年、さらには何十年かけて変光するもの、突発的に変光するものまで様々である。その中で今回発表者が着目したのは、

比較的に一年間通して観測でき、変光時間が短く明るいカシオペア座 RZ 星という食変光星である。食変光星とは二つの星が連星として運動しており、お互い隠しあうことで星の輝きを変える星である。今回は観測を通じて明るさの移り変わりを光度曲線というグラフで表し、それを利用しつつ二つの星の絶対等級や質量、軌道半径を求める方法と観測方法等について発表する。

333 : 小池 達 「木星大気について」

これまで木星の物理的な状態については探査機などによる観測精度の向上により、今までの地上観測では分からなかった事が解明されるようになった。ガリレオと呼ばれる惑星探査機は木星に観測器を突入させ内部の情報を正確に観測した。そのためこれまで考えられてきた理論モデルでは説明できない現象も観測された。本研究ではこれらの結果を元に木星の磁気圏や内部構造、特に大気の循環や化学組成について研究を行う。これまで考えられてきた対流の循環や太陽エネルギーの影響、内部エネルギーの発生源などの理論モデルと現在のデータを下に木星の気象や大気の縞状構造の原因や大赤班の性質について考察する。本発表では今までの先行研究や観測結果を紹介し、今後の課題をまとめる

凝縮系物理学研究室

341 : 森継 有希 「SU(2) 格子ゲージ理論による量子重力宇宙のシミュレーション」

現代の物理学において初期宇宙やブラックホールの近傍などの微視的なスケールにおける重力の効果を記述するには量子重力理論が必要とされる。重力の量子論は未だ完成していないが、そのアプローチのひとつとして Ashtekar 理論が知られている。Ashtekar 理論はゲージ理論とみなせるので、よく知られたゲージ場の量子論をこの理論に適用することにより、量子重力を研究する可能性が生まれる。さらに、ゲージ理論の非摂動的側面の研究では、格子ゲージ理論によるシミュレーションが有効である。先行研究ではそのような格子モデルとして 4 次元 SU(2)+CP1 格子ゲージ理論が提案された。本研究では、そこで無視されていた作用中に現れる体積要素因子 $(-g)^{1/2}$ (g は計量テンソルの行列式) を組み込んだ新しい格子ゲージ理論を提案する。さらにモンテカルロ・シミュレーションにより相構造の解明と 4 次元時空の構築を目指す。

344 : 羽野 友貴 「SU(2)+CP1 格子ゲージ理論による量子時空の研究」

自然界には 4 つの基本的な力 (相互作用) が存在する。その内の 3 つはゲージ理論を用いて量子論的な記述が可能である。重力相互作用の古典論はアインシュタインの一般相対性理論であるが、その量子論は未完成である。本研究では Ashtekar によって提案された一般相対論のゲージ理論的量子論に基づき、重力の量子論を記述するために格子ゲージ理論を導入し、モンテカルロ・シミュレーションを用いてその性質を定量的に解析する。先行研究では作用に現れる体積要素である $(-g)^{1/2}$ (g は計量テンソルの行列式) を無視していたが、本研究では、連続理論と格子ゲージ理論の対応から格子点上での g を定義して重力の量子論をより忠実に解析する。因子 $(-g)^{1/2}$ を考慮した高温展開を行い、モンテカルロ・シミュレーションの妥当性を示したのち、得られたエネルギー、比熱から相構造を調べ、更に量子時空の生成を行う。

319 : 佐藤 涼梨 「非対称実数シナプス結合を持つ Z(2) ゲージニューラルネットワーク」

人の脳の代表的機能である連想記憶・想起機構を説明するネットワークモデルとしてホップフィールドモデルが良く知られている。さらに学習過程も記述可能なモデルとして、シナプス結合強度を時間変化するゲージ変数に拡張した Z(2) ゲージニューラルネットワークが提唱されている。このモデルは i 番目のニューロンの興奮・抑制を表わすニューロン変数 $S_i = \pm 1$ と j 番目から i 番目のニューロンへのシナプス結合の強度を表す結合変数 J_{ij} で表される。先行研究では $J_{ij} = \pm 1$ の整数モデルでの対称結合 ($J_{ij} = J_{ji}$) と非対称結合 (J_{ij} と J_{ji} が独立変数)、及び、 $-\infty < J_{ij} < \infty$ の実数モデルでの対称結合の場合が研究された。本研究ではより実際の人間の脳に近いモデルとして J が実数の非対称結合モデルを取り上げ、その相構造や学習・想起能力などの脳の高次機能を調べ、先行研究と比較・検討する。

357 : 束野 文香 「スモールワールド Z(2) ゲージニューラルネットワーク」

人間の脳内では 1000 億個以上のニューロン (神経細胞) が複雑に絡み合ってきたネットワーク上をたえず電気信号が行きかっている。本研究では、このようなネットワークの単純化としてスモールワールド構造をもつネットワークを考える。まず、スモールワールドについて説明し、さらに学習・想起のモデルとしてスモールワールド Z(2) ゲージニューラルネットワークを導入する。このモデルは、スモールワールドネットワークの各点にニューロンの興奮・抑制を表わすニューロン変数 $S_i = \pm 1$ を置き、各線上にシナプス結合変数 $J_{ij} (= J_{ji})$ を置いたものである。具体的には $J_{ij} = \pm 1$ とした整数モデルと、より人間の脳に近い J_{ij} が実数のモデルを考察する。これらのモ

デルの相構造や学習・想起能力を数値シミュレーションにより調べ、一様な構造の全結合ネットワーク上での $Z(2)$ ゲージモデルの結果と比較・検討する。

324 : 木村 政孝 「マルチカノニカル法によるヒステリシス対策」

一次転移を表す系をモンテカルロシミュレーションで調べることは多方面で行われている。しかし代表的な方法であるメトロポリス法を使うと、大きなヒステリシスが現れ、転移点の決定が難しい場合がある。例えば、学習・想起可能なニューラルネットワークモデルのひとつである全結合ネットワーク上での実数対称シナプス結合の $Z(2)$ ゲージニューラルネットワークでは、confinement 相-Coulomb 相間で大きなヒステリシスを伴う一次転移が存在し、正確に転移点を調べる為にはヒステリシスを大幅に狭める必要がある。本研究では、この目的のためにマルチカノニカル法を用いた解析を行う。マルチカノニカル法はメトロポリス法とは異なり、最初に状態密度を求めることで、物理量を比較的簡単な一重積分で評価する方法で、原理上ヒステリシスは現れない。上記の例で実行すると、転移点はヒステリシスの高温側に現れる事が分かった。

31 号館 402 教室

物性理論研究室

322 : 鈴木 慶彦 「渦系のなだれのピン外れのノックオンメカニズム」

中性子星にグリッチと呼ばれる現象がある。正確に一定の割合で自転の速度が遅くなっていた中性子星が、あるとき、突然スピナップする現象である。その原因の一つとして「量子渦系のなだれのピンはずれ」が考えられている。この渦系のなだれのピンはずれの 2 つのメカニズムとして (i) 渦が動いている時に起きる音波放射 (ii) ピン止めされていない渦と隣接するピン止めされた渦の近接効果、があり、全体的にせん断される確率的なピンはずれと結びついて作用すると考えられている。本研究では時間依存する Gross-Pitaevskii 方程式の解に基づいた一連の数値実験を行い、渦をピンはずれさせるための全体のせん断および、(i) の音波放射からピン外れする能力を実証することを目指します。

353 : 高松 大將 「中性子星のグリッチと超流体の関係」

中性子星では、一定の割合で自転の速度が遅くなり、あるときに突然スピナップする現象が起こっている。この現象はグリッチと呼ばれ、その原因として、中性子星内部の中性子の量子流体が超流動状態になっていることに起因する渦系のなだれのピンはずれがあると考えられている。本研究では、このグリッチのメカニズムを明らかにするために超流体中の渦系の運動について考える。渦系が 1 本の状態、渦系が 2 本の状態の 2 つの場合を作り、それぞれの場合に分けて考える。渦系が 1 本の状態では、凝縮体の回転の速度を減少させ意図的にピンはずれさせる。また、渦系が 2 本の場合では渦系同士を近づけ、斥力を働かせることにより渦系を強制的にピン外れさせる。この 2 つの場合の結果から超流体の運動と中性子星におけるグリッチとの関連性について考察していく。

327 : 畑本 貴大 「熱ダイオードに関して」

熱ダイオードとは、電気回路のダイオードから類推されるように、物体に温度勾配を加えた時に、一方では熱流を通し、その勾配の逆転に際しては、系が断熱体のように振舞う素子である。今回は 2 つの非線形 1 次元格子を結合させることによって、広範囲にわたるシステムパラメータで動く熱ダイオードモデル (この研究では離散型非線形シュレーディンガーモデル) を調べる。熱伝導の特性を調べる。そのためには系に熱浴を couple させる事が必要である。これは難しいので今回は $T=0$ (絶対零度) を想定し、単純音波の伝搬が系のパラメータにどのように依存するかに関して予備的な実験を行う。適当なパラメータを与えて数値シミュレーションを行い、波の動きから整流効果を考察した。

340 : 柴田 誠康 「光格子中の BEC のサイト間の相互作用を考慮した密度波の周期構造の安定性について」

離散的な系を考えるために深い光格子を用意し、双極子ガスの粒子をトラップする。その粒子を極低温まで冷やすと全粒子数に匹敵する大量の粒子が一斉に最低エネルギー準位の状態に落ち込むボース・アインシュタイン凝縮が起こり、個々の粒子の物質波がコヒーレント状態になり、粒子系全体が巨大な波として振る舞う。その時の粒子の波動関数の振る舞いは離散的非線形シュレーディンガー方程式で書ける。本研究では、格子サイト間の粒子の長距離双極子 双極子相互作用を含み、時間に依存する離散的非線形シュレーディンガー方程式を用い、数値シミュレーションを行った。設定として格子サイト内で起こる接触相互作用が引力、長距離双極子 双極子相互作用が斥力とし、密度波の周期構造の安定性を考察した。

- 358 : 奥村 弘基 「光格子中のボース・アインシュタイン凝縮体の構造における相互作用の効果」
2つの異なる波長のレーザー光を対向的に照射して、気体内部に周期ポテンシャルを誘起させる光格子を作成し、そこにトラップされた粒子を極低温まで冷やすと全粒子数に匹敵する大量の粒子が一斉に最低エネルギー準位の状態に落ち込むボース・アインシュタイン凝縮 (BEC) が起こる。そして、個々の粒子の物質波がコヒーレント状態になり、粒子系全体が巨大な波として振舞う。周期ポテンシャルを深くすることによって離散的な系を実現させることができ、その BEC の波動関数は、離散非線形シュレディンガー方程式 (DNLSE) で書ける。DNLSE を数値シミュレーションによって解析し、粒子同士が及ぼしあう相互作用による系の安定性を調べ、どのような時にそれが起こるか、また、なぜその結果になるのかを考察した。

理論物理研究室

- 325 : 大川 大王 「CPU と GPU による Ising model Monte Carlo Simulation」
物理学で必要となる計算の中には膨大な計算量により、通常のプログラムでは長時間の計算を要するものがある。これらの中には並列処理に対応するプログラムを作成し最適化することで、より高速に計算を実行できるものもある。例として Ising model のシミュレーションが挙げられる。Ising model では系が小さい場合 CPU でも十分高速に計算し、その結果を可視化することが可能であるが、2次元では 64x64 以上での系では処理に膨大な時間がかかる。近年の CPU は多くのスレッドを扱い並列化できるが、それでも GPU に比べるとスレッド数が少ない。本研究では多数のコアとスレッドをもつ NVIDIA 社の GPU を用いた CUDA 並列処理プログラムを作成し、2D Ising model Monte Carlo Simulation を行なった。CPU と GPU での処理時間を比較するとともに、CPU にてシミュレーションした結果と GPU にてシミュレーションした結果を比較し、可視化した。
- 382 : 池田 勇生 「1次元における量子ウォークの確率分布解析」
量子ウォークとは、古典ランダム・ウォークの量子版と考えることができ、量子コンピュータの研究に伴い、2000年代に入ってから研究が活発に研究されている分野である。通常の1次元モデルの古典ランダム・ウォークとの違いは、時刻 t に対する確率分布の標準偏差の増大オーダーの違いがあり、古典系では $O(\sqrt{t})$ に対し量子系は $O(t)$ となる。また時刻 t が無限大における極限分布が、古典系では正規分布に収束するのに対し、量子系では有限の範囲内で広がっていくような分布に収束する。本卒業研究では、1次元での量子ウォークの基礎からの理解と確率分布の解析を目標として上記の結果にいたるまでを確かめ、量子ウォークの確率分布の局在分布にいたるまでの詳細な結果を導き出し、それらの結果を古典ランダム・ウォークと比較する。
- 362 : 松井 亮輔 「ESR に基づいた量子ゲートの実装」
量子計算では量子力学的な二準位系を用い、重ねあわせ状態・シュレディンガー方程式に従った時間発展・観測における波束の収縮という3つの重要な性質を利用している。そして、現在の計算機では膨大な時間を要する問題、例えば整数の因数分解やデータベース探索問題に対して、量子アルゴリズムはこれらを高速に解くことが可能であると期待される。これは、キュービットに対してアルゴリズムに従いユニタリ変換 (量子ゲート) を施し、解である量子状態の確率振幅を高確率で残すように操作されている。量子ゲートが実現できる物理系の候補の1つとして、電子スピンの向きを制御する電子スピン共鳴 (ESR) が挙げられる。任意の量子ゲートは、1量子ビットのユニタリゲートと2量子ビットの制御ゲートの組み合わせで実現することがわかっている。本研究では量子論理ゲートを実装する為に、ESR に基づいた NOT ゲートと CNOT ゲートのユニタリ演算子を求めた。

環境物理学研究室

- 302 : 辻本 祥平 「環境と水質」
本研究テーマは、趣味のバス釣りを通じて興味を持った池の水質とそれをとりまく環境について考えていくことです。山の中にひっそりある池、周囲を護岸された住宅街の池、透明できれいな池、アオコに一面覆われた池。一口に“池”といっても実に多種多様です。なぜこんなにも水質に違いがあるのだろうか？周囲の環境とどのような関わりがあるのだろうか？などの疑問を持ちました。これらの疑問を解決するため一部自作の装置を用いながら奈良県橿原市のため池46個について、それぞれ8つの測定項目と4つの観測項目で水質調査を行い、調査結果をもとに今ため池がどのような状況におかれているのかを把握して、水が汚れている原因、水質の改善策、生物にとってのより良い環境について自分なりに考えました。
- 326 : 澤田 俊樹 「理科離れについて」
最近、理科離れが社会的に問題となっています。ここで述べる理科離れとは、理科に対する子どもの興味・関心・

学力が低下し、理工系学生の学力も低下し、科学技術関連の人材が育たないことです。そこで、理科離れの原因や理科嫌いの理由について考えます。そして、学校教育の場における理科離れを学習指導要領の変遷と社会背景から考察します。教員の意識や質が、子どもの学力、理科に対する意識に影響があると考えられることから、小学校、中学校の教員が理科に対してどのような意識で授業をおこなっているか、また、教員年数の差による意識の違いを見ます。そして、日本がおこなっている理科離れ改善のための取り組みを述べます。最後に私が考える理科離れを改善する為の対策を述べます。

320：長谷川 新 「理科離れについて」

近年、「理科離れ」問題についてテレビなどのメディアや世間で話題になることが多い。理科離れの進行により、次の時代の研究者・技術者が育たず、ものづくりの基盤が危うくなることへの危機感がその背景にあります。しかし、実際に子どもたちは理科離れをしているのか。少し前までは家の周りに自然があり、自然体験が豊富だった環境で育った子どもたちと現代的になり生活がどんどん便利になった環境で育った子どもたちの生活環境の違いが理科離れを起こす原因なのではないのかなどを調べたいと思い「理科離れについて」をテーマにしました。まず、全国学力テストや実際に実施されたアンケート、自分で行ったアンケート、TIMSS、PISA といった国際調査の結果から理科離れの実態とその原因を紹介し、さらに、その原因から子どもたちの理科離れを減らすことが可能であるのかを紹介し、可能であればそれはどんな改善策なのかを紹介し、

379：水野 雄太 「地球温暖化とその解決策」

中間発表では二酸化炭素の過剰排出が温暖化と関係していることを示しました。問題を解決する為には、何をしなければならぬかを考察していきます。二酸化炭素の排出量の約40%を占めているのはエネルギー変換の分野です。これは主として発電に伴い排出される二酸化炭素のことです。だから今発表では発電について取り上げます。今後必要とされるのは、自然エネルギーを利用した発電です。その中でも風力発電・地熱発電に注目します。また東日本大震災を受け、発電時には二酸化炭素を排出しないといわれている発電である原子力発電が、ほとんど稼働していない、また今後も発電量を増加させにくいという現状から、火力発電に頼らなければならないので、火力発電の現状と問題、また問題解決の為に今後期待されている事柄についての考察を行います。最終的には私が考える地球温暖化についての対策を述べたいと思います。

318：吉田翔馬 「今後の太陽光発電について」

今、地球ではエネルギー供給が問題視されています。なぜなら、地球温暖化の原因である二酸化炭素の発生は、主に石油や石炭などの化石燃料を燃やすことによって生じます。また、この化石燃料には限りがあるのです。そのため、新たなエネルギー供給源が必要となります。そこで、注目されたのが原子力発電と再生可能エネルギーです。しかし、2011年の東日本大震災による事故により、原子力発電での安全面の問題が懸念されます。そこで、再生可能エネルギーである、限りのない太陽光をエネルギー供給源とする太陽光発電が注目されています。しかし、問題点や課題はまだあります。今回の研究では、太陽光発電の原理を知り、その問題の一つであるエネルギーの変換効率の限界である理論変換効率を知り、今後の課題などを考えていきます。また、最先端技術である理論変換効率60%を超える量子ドット型について調べ、まとめました。

原子分子物理学研究室

355：立石 智哉 「シリコン・フォトダイオードを用いた簡易型ガンマ線検出器に関する研究」

東日本大震災に伴い福島第1原発で過酷事故が起きた。それによりCsを初め大量の各種の放射性同位元素が、環境中にまき散らされた。本格的な放射線測定器は極めて高価であり、一般人の周囲の環境放射線や放射能の計測には、安価な簡易型測定器の普及が必要である。これまでの簡易型測定器はGM計数管、またはCsI(Tl)シンチレータとSiフォトダイオードを組み合わせた物が主流であった。最近、エステー社より、破格値の簡易型放射線測定器「エアカウンター」が発売された。使用されている検出器はSiフォトダイオードのみであり、これがCs-137からの0.662MeVのガンマ線をどのように検出するのか興味深い。そこで本研究では、種々のガンマ線源を用い、浜松ホトニクス社の二種類のSiフォトダイオード(S6775, S3590-08)からの出力信号の波高分布を測定し、ガンマ線検出のメカニズムを考察した。

生物物理学研究室

323：國井 祥平 「レーザーを使ったDNA回折像の観測およびフーリエ解析の検討」

1953年、波長0.1nm程度のX線を用いて撮影されたX線回折像からDNAが周期3.4nm、半径1nmの二重らせ

ん構造をしていることが判明した。DNA が二重らせん構造モデルであることはよく知られているが、X 線回折像から元の構造を理解できる人は少ない。本研究では回折現象を使った構造解析法を理解するために、DNA の構造を模した回折格子を作製し、波長 650nm のレーザーを光源に使い、周期 0.656mm、半径 0.249mm の DNA の拡大図の回折格子を作製したところ、X 線回折像と同じ特徴の回折像を得ることができた。また、回折格子と回折像の関係はフーリエ変換の関係で表すことができるので、Visual Basic でプログラムを作製し本研究で得た回折像でフーリエ解析を行った。

339 : 中西 勇太 「タンパク質の気液界面吸着過程の表面張力測定」

タンパク質は、界面活性物質とあって、疎水性と親水性の部分を併せ持つ両親媒性物質である。この界面活性物質は界面に選択的に吸着して、表面張力を低下させる性質がある。また、タンパク質水溶液への塩の添加はタンパク質分子間に働く相互作用に大きな影響を与え、界面への吸着量を増加させる性質がある。今回の卒業研究では、電子天秤を使った表面張力測定装置を用いて、4つの塩 (NaCl、NaI、NaBr、NaF) について、表面張力にどのような影響をもたらすのかを調べた。また、これまでの装置は、電子天秤を使った表面張力測定装置を用いており、急激な表面張力の変化をとらえることができなかった。本研究では、デジタル変位センサーを用いた表面張力測定装置を製作し、より精度の高い測定データを得ることができた。

366 : 川上 真登 「赤外吸収分光法による卵白中タンパク質の熱変性の観測」

卵白は熱を加えることで透明な液体の状態から、白く固まった状態に変化する。これは、熱を加えることにより卵白中に含まれるタンパク質が変性することによっておきる。タンパク質には α -ヘリックス構造や β -シート構造といった特殊な構造をもち、これらの構造が変化することによって変性が起きると考えられている。また、赤外吸収分光法装置 (FT-IR) は赤外線を用いた分析装置の一つであり、試料に赤外線を入射し、吸光度を測定することで試料の分子結合の情報を得ることができる。本研究では、加熱によって卵白中のタンパク質がどのように変化するかを測定するために、卵白の吸収スペクトルの温度変化を測定し、解析することで構造変化を調べた。

342 : 永島 達大 「LabVIEW を使った X 線反射率測定プログラムの作成」

X 線反射率法とは試料に対する X 線の反射率を測定し、試料の表面・界面の膜厚、膜密度、界面粗さを非破壊的に求める分析方法である。さらに材料を選ばないことが特徴であり、金属膜や有機膜のような固体だけでなく、液体の表面や界面の評価を行うことが可能である。しかし、試料に対する入射角を厳密に操作する必要がある。これまでは N88BASIC という言語で作成された反射率測定プログラムで測定を行っていたが、より拡張性を高めるために、LabVIEW(NATIONAL INSTRUMENTS) で開発を行った。作成したプログラムでは 5 つの自動ステージとユニバーサルカウンタを GP-IB インターフェースを介して制御し、かつ測定データの収集と保存を行えるようにした。また、プログラムの開発および動作確認のために、シリコンウェハの X 線反射率測定を行った。

356 : 江畑 翔一 「波長分散型 X 線反射率測定装置の開発」

X 線反射率法は、試料表面の構造解析手法である。反射率を測定する方法として、角度分散型と波長分散型が挙げられる。通常、単色 X 線を用いて試料に対する入射角度を走査する角度分散型は測定に数時間を要するが、白色 X 線 (10keV-50keV) を用いる波長分散型は角度を試料の全反射臨界角付近に固定し、エネルギースペクトルを幅広く検出することで短時間での測定が可能である。今回の卒業研究では、試料中のタンパク質の状態を分析する FT-IR(赤外分光測定装置) と同時に、界面の素早い測定が可能な波長分散型 X 線反射率測定装置を設計・製作した。応用性のある装置開発を目標に設計した装置の性能評価をするため、実際に装置を用いて得たシリコンウェハの X 線反射率測定データを文献値と比較した。

ソフトマター物理学研究室

321 : 山崎裕貴 「階層的ジャイロイド構造の格子高分子シミュレーション」

ポリイソプレン (I)、ポリスチレン (S)、ポリ 2-ピニルピリジン (P) の三種類の高分子ブロックを一点で結合させた ISP 星形ブロック共重合体はマイクロ相分離して、S がジャイロイド曲面、P がジャイロイドネットワークを形成し、S のジャイロイド曲面上に I の球が並ぶことが実験的に示されている。本研究では、二種類の星形ブロック共重合体 (ABC 星形ブロック共重合体と ABD 星形ブロック共重合体) を用いて、ジャイロイド曲面上に並ぶ球の個数を調べた。温度制御にシミュレートド・アニール法を用いて、メトロポリス法による格子高分子モンテカルロ法で計算を行った結果、高温でジャイロイド曲面とジャイロイドネットワークが形成され、温度が下がるとジャイロイド曲面上に球が並んだ。温度に依存して、球の数は 35~55 個の範囲である。これはジャイロイド曲面上で剛体球のアルダー転移が発見された剛体球の数 40、48 個を含んでいる。

351 : 小林昭博 「6回-12回-18回対称準結晶の相転移」

疎水性のポリイソブレン (PI) のコアと親水性のポリエチレンオキシド (PEO) のシェルをもつ $PI_{30}PEO_{120}$ ブロック共重合体ミセルの水溶液を高温状態から冷却したとき、6回-12回-18回対称の回折像をもつ結晶-準結晶相-準結晶相の相転移が発見された。本研究ではハードコアソフトシェルモデル粒子を用いて、2次元系で温度に伴いコアシェル比を変化させるシミュレーションを行い、6回-12回-18回対称相転移を再現した。また、粒子の配置によってできる多角形を解析することで相転移中に何がおこっているかを調べた結果、12回対称相の領域で三角形と四角形の比が一定値をとり、その他の領域では一定値をとらないことがわかった。この比は、ランダム正三角形-正方形タイリングのエントロピーの研究から明らかになったエントロピー最大となる比の値と一致する。

315 : 鍋野昂祐 「三次元ソフトマター準結晶の探索」

本研究の平成 22 年度卒業研究 (大城辰也) によって、ソフトマター系のコアシェル粒子をモデル化したハードコアソフトシェルポテンシャルの計算機実験で二次元準結晶構造が発見された。本研究では三次元に拡張して、三次元準結晶構造を探索することを目指す。三次元系のパラメータ空間は広大なため、今回は基底状態について調べた。十二回対称準結晶の近似結晶を含む 7 種類の構造 (立方格子、体心立方格子、面心立方格子、3.3.4.3.4 構造、Z 構造、 σ 構造、A15 構造) を仮定し、密度 ρ とコアシェル比 λ を変化させるごとにエネルギーを計算し、温度 $T=0$ の相図を作成した。また、低温のモンテカルロシミュレーションによって、あるパラメータ領域で近似結晶の σ 構造の安定性を確認できた。実際の実験では構造近傍で準結晶が発見されており、このパラメータ付近の有限温度シミュレーションで準結晶が見つかることが予想される。

337 : 橋本博充 「二成分レナードジョーンズ系の等圧シミュレーション」

定積条件下での結晶構造予測のシミュレーションには、一般にシミュレーションボックスと結晶格子が正確に整合しないという困難がある。本研究では、定圧条件下でシミュレーションボックスの形が結晶格子に整合するように変化し、結晶構造が予測できるモンテカルロ・シミュレーション法についてまとめた。論文内容は、レナードジョーンズポテンシャルとその二成分系、定積でのモンテカルロ・シミュレーションから定圧でのモンテカルロ・シミュレーションへの書き換え、大きさと角度が変化する平行 6 面体シミュレーションボックスとその内部の粒子の記述の仕方、最後にこのモンテカルロ・シミュレーション法の応用例として二成分レナードジョーンズ系が作る結晶構造を取り上げる。

表面科学研究室

322 : 川本 壮彦 「3次元プリンター (I)」

本研究では、南君と共同で 3次元プリンターを製作している。3次元プリンターとは、2次元データを元に平面的な 2次元のオブジェクトを紙などに印刷 (造形) するプリンターに対して、3次元データ (2次元データに高さの情報を含んだデータ) を元に 3次元のオブジェクトを造形する装置である。今回、Maker Bot Industries という会社の熔融樹脂押し出し法を使った 3次元プリンターを製作した。現在、3次元プリンターの組み立ては終わっているが正常に動作しないのでトラブルシューティングを行っている。この発表会では前半部分の“造形方法 (光造形法、切削法、熔融樹脂押し出し法、薄膜積層法) の特徴”と“CAD/CAM について”を私が説明し、後半の“現在制作中の 3次元プリンターについて”と“トラブルシューティングについて”を南君が説明する。

336 : 南 直人 「3次元プリンター (II)」

川本君と共同研究で 3次元プリンターを製作している。2次元データを元に平面的な 2次元のオブジェクトを紙などに印刷 (造形) するプリンターに対して、3次元データ (2次元データに高さの情報を含んだデータ) を元に 2次元のオブジェクトを造形する装置が 3次元プリンターである。我々の 3次元プリンターは組み立てが終了したのだが、現在正常には動いていないのでトラブルシューティングを行っている。その過程でマザーボードのコネクター部分が間違っていることも見つけた。さらにトラブルシューティングを続けて動くようにしたい。この発表の前半部分は川本君が 3次元プリンターの概要を説明し、私は 3次元プリンターの組み立てが終了してから、どのようにトラブルシューティングをしていったかを説明する。

361 : 大久保 貴生 「地球磁場 NMR 装置 (I)」

本研究では、既存の NMR 装置の制御をマイコンを用いて行った。静磁場に対して十分に大きい磁場を静磁場に対して垂直にかけ縦緩和時間程度待った後、垂直にかけていた磁場を急に消すと元からあった静磁場の周りを磁化が歳差運動する。この歳差運動の発生と検出を行うための NMR 装置を制御するマイコンのプログラミングや、信号を出力するインターフェイス回路の作製、NMR 装置に制御信号を出力し NMR からの信号データの収集を行う装

置の製作などを行った。この卒業研究は田中卓氏との共同研究であり、私の担当はインターフェイス回路の作製である。装置が正常に動作するかを確認するため、NMR 装置に水をセットし作製したインターフェイス回路で制御を行い、水分子のプロトンの検出を行った。

328 : 田中 卓 「地球磁場 NMR 装置 (II)」

本研究では前任者が製作した NMR 装置の { (1) 制御 } および { (2) データ収集 } を行うシステムを構築することを目的とする。各目的に、マイコンを一つずつ割り当てている。(1) 制御用のマイコンでは、2つの出力のスイッチングを行うプログラムを作成した。さらに、制御に必要な出力を得るためのドライブ回路をプリント基板の設計も含めて製作した。(2) NMR 装置から出力されるアナログ信号の大きさは、マイコンで A/D 変換するには小さすぎたので、アンプ回路を製作した。データ収集用のマイコンのために、A/D 変換とデータ収集を行うプログラムを作成した。A/D 変換は制御用マイコンからのトリガーによってスタートする。このように動作電圧の異なるこれら二つのマイコンを有機的に連動して動作させるために、インターフェース回路 (ロジック電圧変換回路) も製作した。