

# 粒子宇宙論II

## 研究室構成員

八尋 正信 教授  
清水 良文 助教授  
緒方 一介 助手

### 《 大学院 博士課程 》

橋本 慎太郎 江上 智晃 島田 誠 小路 拓也

### 《 大学院 修士課程 》

柏 浩司 河野 賢治 浜田 政智 鬼塚 徹  
角 剛典 村瀬 貴博

### 《 学部 卒業研究生 》

田上 真伍 豊増 佳宏 花田 真也 三股 祥平  
森崎 知治

## 担当授業

量子力学 (清水良文)、量子力学演習 (清水良文・緒方一介)、物理学基礎演習 (緒方一介)、現代の物理学 (八尋正信)、特殊相対論と電気力学 (八尋正信)、核物理学II (八尋正信)、物理数学II (八尋正信)、原子核構造論 (清水良文)、物理学特別研究I (八尋正信・清水良文・緒方一介)、物理学特別研究II (八尋正信・清水良文・緒方一介)、基礎粒子系科学特別研究I (八尋正信・清水良文) 基礎粒子系科学特別研究II (八尋正信・清水良文) 基礎粒子系科学講究I (八尋正信・清水良文) 基礎粒子系科学講究II (八尋正信・清水良文)

## 研究・教育目標と成果

《 今年度の目標 》

### 超弦理論描像によるハドロンの研究 (八尋正信)

QCDは本質的に非摂動的であり、このことがQCDの理論的解明の大きな障壁となっている。この困難を解決するアイデアとして、本研究では gauge/gravity 対応に注目する。この対応は、ゲージ理論と等価な重力理論が存在するという仮説であり、実際、

$N=4$  の超対称性ゲージ理論と  $AdS_5 \cdot S^5$  (5次元の Anti-de-Sitter と 5次元球) 時空をもつ 10次元重力理論が等価であることが指摘された。その後、QCD と等価な重力理論の探査が超弦理論を用いて top-down 方式で行われたが、未だ成功していない。そこで、本研究では、QCD と等価な重力理論をハドロンの観測量から現象論的に構築してゆく bottom-up 方式をとる。今年度は、特に有限密度 QCD に注目し、QCD と定性的に等価な性質をもつ重力理論の構成を目指す。

**格子ゲージ理論と有効理論による QCD 相図の解明** (八尋正信、松崎昌之 [福岡教育大学]、河野宏明 [佐賀大]、柏浩司 (M2)、浜田政智 (M2))

QCD 相図の解明は RHIC の実験と密接に関わっており、QCD 物理の中心課題である。この解明の方法として、格子ゲージ理論と有効理論を用いる。まず、格子ゲージ理論によりクォークのプロパゲータを計算し、ポール質量の温度依存性を調べ、閉じ込め相転移を調べる。次に、有効理論として Nambu-Jona-Lasinio (NJL) 模型に着目する。このモデルに 8点相互作用を加えて、ベクター型相互作用の有効結合定数に密度依存性を付加する。この非線形 NJL 模型を用いて、カイラル相転移とカラー超伝導における 8点相互作用の影響を調べる。

**不安定核の核力/クーロン分解比の標的核依存性の解明** (緒方一介、八尋正信、井芹康統 [千葉経済短大教授]、松本琢磨 [理化学研究所博士研究員])

重い (電荷が大きい) 標的核を用いた不安定核の分解反応では、クーロン力による 1次の分解過程が主要な役割を果たすが、定量的な反応解析を遂行するためには、核力による分解や多段階過程を考慮する必要がある。これらは、大規模なチャネル結合計算を行うことによって取り入れることができるが、それらの寄与が、反応系の性質、特に標的核によってどのように変化するかを予め見積もっておくことは、将来の不安定核分解反応実験の計画や解析にとって非常に有用であると思われる。

本研究では、代表的な不安定核である  ${}^8\text{B}$  を研究対象とし、核子あたり 50MeV のエネルギーにおける  ${}^8\text{B}$  の分解反応断面積を、離散化チャネル結合法 (CDCC) によって計算する。計算には核力・クーロン力の両方 (干渉を含む) を取り入れ、多段階過程も全て考慮する。標的核を  ${}^{12}\text{C}$  から  ${}^{208}\text{Pb}$  まで変化させたとき、分解断面積に対する核力・多段階過程の寄与がどのように推移するかを解明することを、本年度の研究目的とする。

**複素型 2 核子有効相互作用を用いた核間相互作用の統一的記述** (緒方一介、八尋正信、清水良文、河野賢治 (M2))

現在世界的に精力的な研究が展開されている不安定核物理を推進するにあたって本

質的に重要となる、原子核間相互作用 (光学ポテンシャル) の純理論的決定を行う。計算方法としては、メルボルングループによって計算された2核子間有効相互作用をベースとした畳み込み模型を用いる。今年度は、この手法を核子-原子核弾性散乱解析に適用し、その有効性を検証する。また、古くから用いられてきた標準的な畳み込み模型の妥当性を議論する。

**陽子- $^8\text{B}$  弾性散乱の2核子有効相互作用に基づく理論的記述** (緒方一介、八尋正信、S. Bishop[理化学研究所訪問研究員]、本林透[理化学研究所主任研究員])

軽い不安定核である $^8\text{B}$ と陽子の弾性散乱を、理論的に求めた光学ポテンシャルを用いて記述し、最近測定された実験データと比較する。この研究は、陽子を用いた $^8\text{B}$ の核力分解反応を解析する上で必須となる、陽子-不安定核の光学ポテンシャルを理論的に構築できるかどうか検証するという意味も持っている。

本研究では、 $^8\text{B}$ と陽子の散乱を、3体CDCC模型によって記述する。この模型に必要なのは、陽子-陽子および陽子- $^7\text{Be}$ のポテンシャルであり、特に問題となるのは後者である。本年度は、 $^7\text{Be}$ とその鏡像核である $^7\text{Li}$ の類似性に着目し、実験データが存在する $^7\text{Li}$ -陽子散乱を、前項(「複素型2核子有効相互作用を用いた核間相互作用の統一的記述」)で述べた手法によって記述し、データと比較することにより、軽い原子核と陽子との弾性散乱に対する畳み込み模型の有効性を検証する。

**加速器中性子源設計に関連した重陽子入射反応核データの研究** (緒方一介、渡辺幸信[九州大学総合理工学研究院助教授]、叶涛[九州大学総合理工学研究院博士後期課程1年])

現在、核融合炉用材料照射試験のための大強度加速器中性子源の開発計画(International Fusion Material Irradiation Facility: IFMIF計画)が、国際協力の下で推進されている。この中性子源として注目されているのが $^6,7\text{Li}(d, nx)$ 反応である。実際の中性子生成実験では、厚いLi標的に40MeV程度の重陽子を入射する。このとき、重陽子は標的との相互作用により次第にエネルギーを失っていき、その過程で中性子の生成反応が起こる。従って中性子源の開発には、幅広い入射エネルギーにわたる $^6,7\text{Li}(d, nx)$ 反応の核データが必要となるため、全てのデータを実験的に整備することは難しい。

そこで我々は、重陽子の分解反応を正確に記述する手法として定評のある離散化チャネル結合法(CDCC)を用いて $^6,7\text{Li}(d, nx)$ 反応の計算を行い、この核データ整備に理論的に貢献することを目指している。本年度は、最も基礎的な物理量となる $d$ - $^7\text{Li}$ の弾性散乱断面積をCDCCによって計算し、実験データと比較することにより、模型の正当性を検証することを目的とする。

**連続状態離散化チャネル結合法(CDCC法)による原子核反応解析コードの開発** (八尋

正信、緒方一介、井芹康統 [千葉経済短大教授]、櫻木弘之 [大阪市立大学教授]、上村正康 [理化学研究所研究嘱託])

九大グループが1981年に提唱した離散化チャネル結合法 (CDCC法) は、不安定核等の弱く結合した複合粒子が原子核に入射し、分解する (仮想的な分解も含む) 反応過程を最も正確に記述する反応模型として世界的に認知されている。我々は、不安定核の研究が世界的規模で精力的に展開されている現状に鑑み、CDCC法の実用的な計算プログラムを九州大学の情報基盤センターにライブラリとして登録、公開するプロジェクトを展開している。

今年度は、チャネル結合方程式を散乱の境界条件の下で解くプログラムを整備し、九州大学情報基盤センターライブラリに登録・公開することを目標とする。

**陽子準弾性散乱の偏極分解能問題の解決** (緒方一介、G. C. Hillhouse [University of Stellenbosch, South Africa])

準弾性散乱過程は、中間エネルギーにおける陽子非弾性散乱の包括的スペクトルに対して主要な寄与を持つ。この準弾性散乱に関して、最も基本的なスピン偏極量である偏極分解能  $A_y$  を理論的に説明できないという問題が指摘されていたが、我々は前年度の研究で、調整パラメータを用いることなく、この  $A_y$  のデータを再現することに初めて成功した。本年度はその成果を論文に纏め、発表することを目的とする。

**離散的4体分解断面積の連続化** (八尋正信、緒方一介、江上智晃 (D2)、松本琢磨 [理化学研究所博士研究員]、井芹康統 [千葉経済短大教授]、上村正康 [理化学研究所研究嘱託])

離散化チャネル結合法によって得られる分解反応断面積は、入射核の“離散化された連続状態”へと遷移する断面積である。一方、実験で測定される断面積は連続的なものであるため、理論計算と実験データを比較するためには、計算によって得られる離散的断面積を連続化しなければならない。通常、この離散化の手法には入射粒子の連続状態の波動関数が必要であるが、3体クラスター系入射の場合、計算は極めて困難となる。そこで、この困難を克服する新しい連続化の手法を開発することを本年度の研究目標とする。

**半古典歪曲波模型によるハイペロン生成反応の記述** (緒方一介、橋本慎太郎 (D3)、河合光路 [九州大学名誉教授]、河野通郎 [九州歯科大学教授])

ハイペロンが原子核から受ける一体場ポテンシャルは、バリオン間相互作用を理解する上で重要な役割を果たす。このポテンシャルはハイペロン生成反応実験の解析を通して調べられてきたが、過去の解析は不適切な仮定の下で行われたものが多く、その結果の信頼性は乏しい。

そこで我々は、半古典歪曲波模型 (SCDW) を用いることによって、ハイペロン生成反応のより正確な反応解析を行っている。本年度は昨年度に引き続き、 $\Xi^-$  生成反応である  $^{12}\text{C}(K^-, K^+)$  の解析を行い、特にこの反応における 2 段階過程の寄与について評価を行う。

#### **歪曲波に対する局所半古典近似を用いた $(p, 2p)$ 反応の DWIA 解析** (緒方一介、角剛典 (M1))

前年度の研究成果 (「陽子準弾性散乱の偏極分解能問題の解決」) により、核子-原子核の準弾性散乱過程の偏極データを再現するためには、原子核内における 2 核子衝突の運動学を正確に記述する必要があることが明らかになった。このことは、排他的  $(p, 2p)$  反応においても同様であることが予測される。

そこで本年度は、 $(p, 2p)$  反応の実験データ解析に着手し、その前段階として、3 重微分断面積の計算コード開発を行い、実験データとの比較を行うことを研究目的とする。

#### **超変形回転バンドの生成・崩壊** (清水良文、松尾正之 [新潟大学教授]、G. Benzoni, S. Leoni 他 [ミラノ大学])

以前に超変形状態の生成と崩壊を統一的に記述モデルを提案したが (Yoshida-Matsuo-Shimizu, 2001)、最近になってミラノグループによって、 $A \approx 150$  および  $A \approx 190$  領域の超変形回転バンドからの準連続  $\gamma$  線の測定が行なわれるようになり、この方面での研究が進みつつある。以前のモデルによって最新の実験データがどこまで説明できるのか、また、何か新しい効果が見えるかを調べるために、ミラノ大学の実験グループとの共同研究を始める。

#### **Woods-Saxon ポテンシャルを用いた低励起集団運動の記述** (清水良文、小路拓也 (D1))

昨年度は、高速回転する原子核に特有の集団励起状態であるウォブリング回転運動を調べ、平均場として Woods-Saxon ポテンシャルを用いた計算により実験に対応する結果が自然に得られることがわかった。本年度はこの時に用いた「クランキング平均場上の乱雑位相近似」の方法を、原子核に現れるいろいろな低励起集団運動に適用してその応用範囲を広げ、このような微視的な方法により低励起集団運動の定量的記述ができることを確かめたい。

#### **ガウス基底関数展開法の平均場計算への応用** (清水良文、鬼塚徹 (M1))

ガウス基底関数展開法の平均場計算への応用についての研究をここ数年行っているが、本年度は対相関を考慮に入れる計算プログラムの拡張を行ない、最近不安定核物理で注目を集めている、中重核領域でのダイニュートロン相関について調べたい。

**原子核基底状態のプロレート変形優勢の起源** (清水良文、田嶋直樹 [福井大学]、高原哲士 [杏林大学])

原子核の変形状態は何故プロレート変形が圧倒的に多いのかを調べることが目的として昨年度から始めた研究であるが、ドリップ近傍の不安定核では核表面のぼやけが大きくなり、 $ls$ -力の効果が弱まると考えられており、このような効果を調べるにはより現実的な Woods-Saxon ポテンシャルを用いることが重要である。昨年度は、Woods-Saxon ポテンシャルを用いた Strutinsky 計算の精密化を行ってきたが、本年度は実際の計算を行なってプロレート変形優勢の起源を調べることが目標である。

**不安定核における回転運動** (清水良文、山上雅之 [理化学研究所基礎科学特別研究員])

不安定核物理における興味深い課題の一つは、連続状態が原子核の良く知られた低励起集団運動にどのような影響を及ぼすかということである。本研究ではドリップライン近傍の原子核において、最も典型的な集団運動である集団的回転運動を調べることにより、連続状態の影響を調べる。

《 今年度の成果 》

**超弦理論描像によるハドロンの研究** (八尋正信、郷六一生 [福岡工大])

・QCD のバリオン有限密度系を記述する 5 次元重力理論は見つかっていない。このため、5 次元重力として Behrnd, Cvetice and Sabra 解を採用した。この重力理論に対応する 4 次元ゲージ理論はバリオンの有限密度ではなく、R-charge の有限密度をもつ。meson を記述するラグランジアンとしては、これまで通り、5 次元の chiral-Lagrangian を仮定した。興味深いことに、この理論においても、閉じ込め相から非閉じ込め相への相転移を記述でき、その温度-化学ポテンシャル相図は QCD の相図に類似していることが分かった。そのため、このモデルで meson の質量、崩壊巾、パイ中間子速度の化学ポテンシャル依存性を求めた。本研究を論文としてまとめた。

**格子ゲージ理論と有効理論による QCD 相図の解明** (八尋正信、松崎昌之 [福岡教育大学]、河野宏明 [佐賀大]、柏浩司 (M2)、浜田政智 (M2))

・閉じ込め・非閉じ込め相転移を調べるために、格子 QCD による数値シミュレーションを用いてクォークプロパゲータからポール質量を計算した。その結果、閉じ込め相ではポール質量が純虚数となり、非閉じ込め相ではポール質量が実となり、実在できる質量を得るというデータが得られた。これらの結果を研究会で発表し、論文投稿を

準備中である。(担当：浜田)

・これまでのカイラル相転移とカラー超伝導の研究では、クォーク4点相互作用のみで構成される Nambu–Jona-Lasinio(NJL) 模型が多く用いられてきた。しかし、NJL 模型の相互作用からクォーク4点相互作用よりも高次の相互作用が排除される原理的理由は存在しない。そこで、高次の相互作用を考慮した Extended NJL 模型を用いてカイラル相転移とカラー超伝導の研究を行なった。カイラル相転移のみを考慮した場合、8点相互作用はベクター型4点相互作用の性質(カイラル相転移を弱める性質)を相殺するはたらきがあることが分かった。この結果を Physics Letters B に投稿し、掲載された。更に、カラー超伝導を考慮した場合の結果をだし、研究会で報告した。(担当：柏)

**不安定核の核力/クーロン分解比の標的核依存性の解明**(緒方一介、八尋正信、井芹康統 [千葉経済短大教授]、松本琢磨 [理化学研究所博士研究員])

核子あたり 50MeV における  $^8\text{B}$  分解反応断面積を、 $^{12}\text{C}\cdot^{16}\text{O}\cdot^{40}\text{Ca}\cdot^{58}\text{Ni}\cdot^{90}\text{Zr}\cdot^{152}\text{Sm}\cdot^{208}\text{Pb}$  の7種類の標的核を用いた場合について計算し、断面積の標的核(標的核の質量数  $A$ ) 依存性を調べた。その結果、核力のみを取り入れた場合の分解断面積は、 $^{152}\text{Sm}$  までは  $A^{1/3}$  という単純なスケール則に従うが、 $^{208}\text{Pb}$  ではその法則が成り立たないという新たな知見を得た。また、分解反応に対する核力とクーロン力の干渉が最前方では消えること、核力による分解は最前方でも 10%程度残ることがわかった。本研究は緒方助手を中心に推進された。

**複素型 2 核子有効相互作用を用いた核間相互作用の統一的記述**(緒方一介、八尋正信、清水良文、河野賢治 (M2))

メルボルンの2核子間有効相互作用とハートリー・フォック法によって計算した核子密度分布を用いて標準的な畳み込みポテンシャルを計算し、代表的な安定核による陽子弾性散乱の微分断面積および偏極分解能を調整パラメータなしに再現した。また同様の方法を酸素同位体(不安定核含む)に適用し、不安定核を含む光学ポテンシャルの純理論的な構成への一步を踏み出した。さらに、標準的な畳み込み模型が用いている近似を個別に議論し、それぞれの近似が成立するエネルギー範囲等を確認した。本研究は河野氏を中心に推進された。

**陽子- $^8\text{B}$  弾性散乱の 2 核子有効相互作用に基づく理論的記述**(緒方一介、八尋正信、S. Bishop[理化学研究所訪問研究員]、本林透 [理化学研究所主任研究員])

$^3\text{H}+^4\text{He}$  という2クラスター模型に基づいて記述した  $^7\text{Li}$  の波動関数と、メルボルンの2核子間有効相互作用を用いた畳み込み模型によって、陽子- $^7\text{Li}$  間の光学ポテンシャル

ルを求めた。このポテンシャルを用いて 50MeV 入射の陽子- ${}^7\text{Li}$  弾性散乱断面積を計算したところ、実験データをほぼ再現することがわかった。また、スピン軌道力が重要であること、 ${}^7\text{Li}$  が大きく変形している効果が大きいことが明らかになった。本研究は緒方助手を中心に推進された。

**加速器中性子源設計に関連した重陽子入射反応核データの研究** (緒方一介、渡辺幸信 [九州大学総合理工学研究院助教授]、叶涛 [九州大学総合理工学研究院博士後期課程 1 年])

$d-{}^7\text{Li}$  散乱を  $p+n+{}^7\text{Li}$  の 3 体模型で記述し、CDCC を用いて弾性散乱断面積の計算を行った。この計算には、 $d(=p+n)$  が散乱の過程で仮想的に崩壊する自由度が全て取り入れられている。計算に必要なとなる核子- ${}^7\text{Li}$  の歪曲ポテンシャルとしては、定評のある広域光学ポテンシャルを利用した。分析の結果、CDCC による理論計算値は、28MeV における  $d-{}^7\text{Li}$  弾性散乱断面積の実験データを非常に良く再現することが確認された。このことは、 $d-{}^7\text{Li}$  の 3 体系の波動関数が、CDCC によって正しく記述されていることを示唆しており、今後展開される中性子生成反応への道筋を作る重要な結果が得られた。本研究は叶氏を中心に推進された。

**連続状態離散化チャンネル結合法 (CDCC 法) による原子核反応解析コードの開発** (八尋正信、緒方一介、井芹康統 [千葉経済短大教授]、櫻木弘之 [大阪市立大学教授]、上村正康 [理化学研究所研究嘱託])

チャンネル結合方程式を散乱の境界条件の下で解くプログラム、「CDCC 散乱 S 行列の算出」を整備し、九州大学情報基盤センターライブラリに登録申請を行った。本研究は井芹氏、上村氏を中心に推進された。

**陽子準弾性散乱の偏極分解能問題の解決** (緒方一介、G. C. Hillhouse [University of Stellenbosch, South Africa])

前年度の研究成果を論文に纏め、Physical Review C に投稿した。

**離散的 4 体分解断面積の連続化** (八尋正信、緒方一介、江上智晃 (D2)、松本琢磨 [理化学研究所博士研究員]、井芹康統 [千葉経済短大教授]、上村正康 [理化学研究所研究嘱託])

離散的断面積 ( $S$  行列) の連続化に必要なのは、真の連続状態と擬状態との重なり積分である。これを連続化係数と呼ぶ。この係数を離散的  $S$  行列に掛け、全ての擬状態について和をとると、連続的な  $S$  行列を得ることができる。このとき重要なのは、最終的に計算する物理量 (断面積等) に寄与する空間は有限であり、その有限の空間内で  $S$  行列の正解が用意できれば良いという考え方である。連続化に必要なのは連続化係数であるから、擬状態が分布する空間内で正解と見なせる 3 体の連続状態が用意で



できれば良いことになる。

我々はこの考え方にに基づき、Lippmann-Schwinger 方程式を利用して、連続化係数を直接求める方法を開発した。この方法の妥当性を確かめるために、連続状態の波動関数を正確に求めることができる 2 体系に対して、従来の方法と、今回提唱する新しい方法による結果 (連続化係数、 $S$  行列) を比較した。その結果、両者は非常に高い精度で一致することがわかり、新しい手法の妥当性を示すことに成功した。その後、この手法を 3 体系に拡張する作業に着手し、定式化を完了した。本研究は江上氏を中心に推進された。

**半古典歪曲波模型によるハイペロン生成反応の記述** (緒方一介、橋本慎太郎 (D3)、河合光路 [九州大学名誉教授]、河野通郎 [九州歯科大学教授])

$^{12}\text{C}(K^-, K^+)$  反応における 2 段階過程の寄与を評価するにあたり、半古典歪曲波模型 (SCDW) を用いて、 $(p, p'x)$  反応の場合と同様に断面積の定式化を行った。実際の計算には、断面積に主要な寄与を持つと考えられる、(a)  $K^-$  が非弾性散乱を起こした後  $\Xi$  を生成する過程、(b)  $\Xi$  を生成した後  $K^+$  が非弾性散乱を起こす過程、(c) 2 度の衝突で  $\Lambda$  や  $\Sigma$  を 2 つ生成する過程、という 3 種類の過程を取り入れた。その結果、我々が解析の対象としている前方散乱においては、2 段階過程の寄与は 1 段階過程の数%であること、多段階過程の寄与が  $\Xi$  のポテンシャルを決定する上では問題にならないことを明らかにした。本研究は橋本氏を中心に推進された。

**歪曲波に対する局所半古典近似を用いた  $(p, 2p)$  反応の DWIA 解析** (緒方一介、角剛典 (M1))

$(p, 2p)$  反応の微分断面積を計算するコードの開発を進めた。現在、計算に必要な核内 2 核子有効相互作用を組み込む作業を進めている段階である。本研究は角氏を中心に推進された。

**超変形回転バンドの生成・崩壊** (清水良文、松尾正之 [新潟大学教授]、G. Benzoni, S. Leoni 他 [ミラノ大学])

$^{151}\text{Tb}$ ,  $^{196}\text{Pb}$  核における超変形回転バンドに対する EURBALL を用いた実験がミラノ大学の原子核実験グループによって行なわれ、イラストバンドだけでなく数多くの励起超変形回転バンドからの準連続  $\gamma$  線が観測された。 $\gamma$  線の相関を調べることにより、この実験で励起された超変形回転バンドの数を推定することができるが、これを回転減衰の理論およびトンネル崩壊の理論によって分析を行なった。Nilsson の平均場を用いた変形ポテンシャルエネルギー面計算によると、特に  $^{196}\text{Pb}$  核では超変形回転バンドの崩壊スピンの高めにいるが、これを補正してやると、ほぼ実験データの傾向

を再現できそうであることがわかった。これはミラノ大学実験グループを中心に行なわれているが、引続き理論的な分析を行なう。

昨年度計画した  $A \approx 80$  領域の超変形回転バンドの崩壊現象の研究は Woods-Saxon 平均場を用いた Strutinsky 法のポテンシャル面の計算方法の改良 (後述) を試みており、これがうまく機能することを確かめた後に継続することにした。

#### **Woods-Saxon ポテンシャルを用いた低励起集団運動の記述 (清水良文、小路拓也 (D1))**

主に昨年度に調べたウォブリング回転運動の結果については国際会議で発表を行なったが、現在それを論文としてまとめつつある。また、本年度はまず、基底状態回転バンドの慣性能率を調べ、次に、比較的重い原子核で系統的に観測されている低励起四重極振動である、 $\beta$ -、 $\gamma$ -振動について、同じ理論的枠組を用いて分析を行なった。Nilsson 平均場を用いた場合に比べて、慣性能率の対ギャップ依存性が弱くなり、より実験と一致がよくなることがわかった。また、Nilsson 平均場を用いた同様の計算では 3 倍程度過大評価する、 $\gamma$ -振動の  $B(E2)$  の計算値が 1.5 倍程度の過大評価で済むなど、平均場として Woods-Saxon ポテンシャルを用いた場合の計算結果の優位性を確かめることができた。この研究は小路氏を中心に行なわれた。

#### **ガウス基底関数展開法の平均場計算への応用 (清水良文、鬼塚徹 (M1))**

ガウス基底関数展開法を用いた計算方法の長所の一つは有限レンジの有効核力に対して、自己無撞着な平均場計算が可能になることである。最近、BEC(ボーズ・アインシュタイン凝縮)-BCS クロスオーバー現象との関連で、不安定核での中性子対相関が注目を集めているが、これまでの分析は主にゼロレンジ有効核力を用いたものであり、ゼロレンジ力の不定性により定量的な議論が難しい状況である。本研究では有限レンジ核力としてよく用いられる Gogny 力を使った Hartree-Fock-Bogoliubov 計算によって、2 中性子相関を調べている。本年度は計算の準備を整え、現在計算プログラムの作成中である。この研究は鬼塚氏を中心に行なわれている。

#### **原子核基底状態のプロレート変形優勢の起源 (清水良文、田嶋直樹 [福井大学]、高原哲士 [杏林大学])**

本研究では、原子核の平均ポテンシャルのパラメータを変更して、ドリップラインまでの広範囲の原子核の変形状態を計算することによって、現実の原子核においてプロレート変形状態が多い原因を探るものである。昨年度から準備を始め、本年度に本格的な計算を始めたが、特に最外核子軌道の束縛エネルギーが小さくなるドリップライン近傍の原子核で、変形状態の計算結果が安定しないという困難があることがわかった。これには束縛エネルギーの小さな不安定核に特有の幾つかの原因があるが、特に、

問題になるのは Strutinsky 法におけるシェルエネルギーの計算で、一粒子軌道を計算する模型空間を広げても一定値に近付かないことある。これについては、連続状態の効果を正しく取り扱う Kruppa の方法によって、解決できる目処が付いた。さらに、プラトー条件が満たされるように改善する方法を探っている。この改善された方法を確立してから、この改良された Strutinsky 法によって不安定核を含めた変形状態の系統的分析を行なう予定である。

#### **不安定核における回転運動** (清水良文、山上雅之 [理化学研究所基礎科学特別研究員])

ドリップライン近傍の不安定核における回転運動を調べるために、本年度は、まず、Hartree-Fock-Bogoliubov 法を正確に解いて、対相関に対する連続状態の効果を正しく取り入れた変形平均場状態を基礎に、Belyaev のクランキング公式を用いて慣性能率の計算を行なった。ドリップラインに近い原子核においては、連続状態の効果が対相関を強め、それによって安定核の場合以上に慣性能率が小さくなり得ることがわかった。これにより、かなり大きく変形し、 $B(E2)$  が大きくなっても、 $2^+$  状態の回転エネルギー自身は高くなるということが、ドリップライン近傍では起こり得るという興味深い結果を得た。

《 来年度の目標 》

#### **超弦理論描像によるハドロンの研究** (八尋正信)

今年度において当初の目標を達した。このため、来年度は本課題と密接な関連がある課題「格子ゲージ理論と有効理論による QCD 相図の解明」に力点をおいて研究を進める。

#### **格子ゲージ理論と有効理論による QCD 相図の解明** (八尋正信、松崎昌之 [福岡教育大学]、河野 [佐賀大]、柏浩司 (M2)、浜田政智 (M2))

・論文投稿のため、格子ゲージ理論の結果の精度を上げた計算を行なう。次に、モデル計算によって示唆されている相転移点近傍における準粒子描像が成り立つのかを解析する。(担当：浜田)

・論文投稿のため、カラー超伝導を考慮した場合の結果を整理する。次に、3 フレーバー NJL 模型と NJL 模型に Polyakov loop を取り入れた Polyakov-loop-extended NJL 模型を用いて、カイラル相転移とカラー超伝導の研究を行なう。(担当：柏)

#### **不安定核の核力/クーロン分解比の標的核依存性の解明** (緒方一介、八尋正信、井芹康)

統 [千葉経済短大教授]、松本琢磨 [理化学研究所博士研究員])

前年度得られた知見をより詳細に分析する。特に、核力とクーロン力の干渉が最前方で消えるメカニズムの解明と、計算に用いる光学ポテンシャルの不定性が計算結果に及ぼす影響の定量化を目指す。さらに、3体系をなす代表的な不安定核である  ${}^6\text{He}$  を入射する場合についても同様の解析を行い、 ${}^8\text{B}$  の場合との違いを明らかにする。

**複素型 2 核子有効相互作用を用いた核間相互作用の統一的記述** (緒方一介、八尋正信、清水良文、河野賢治 (M2))

前年度の研究成果により、畳み込みポテンシャルを求める際に標準的に行われている局所化の近似は、入射エネルギーが高い場合には精度が不十分であることが明らかになった。そこで我々は、新しい考えに基づく局所化の方法を提案し、高エネルギー領域における畳み込みポテンシャルの正確な計算を試みる。その際、局所化の近似を行わず、非局所ポテンシャルを直接用いた解析も行い、より厳密に近似の正当性を評価する。

**陽子- ${}^8\text{B}$  弾性散乱の 2 核子有効相互作用に基づく理論的記述** (緒方一介、八尋正信、S. Bishop [理化学研究所訪問研究員]、本林透 [理化学研究所主任研究員])

前年度得た知見を利用して、陽子- ${}^8\text{B}$  弾性散乱の理論的記述を行う。特に、 ${}^7\text{Li}$  と似た構造を持つ  ${}^7\text{Be}$  が変形している効果と、 ${}^7\text{Be}$ -陽子間のスピン軌道力を、どのように CDCC 計算に取り入れるかに研究の主眼を置く。

**加速器中性子源設計に関連した重陽子入射反応核データの研究** (緒方一介、渡辺幸信 [九州大学総合理工学研究院助教授]、叶涛 [九州大学総合理工学研究院博士後期課程 1 年])

CDCC を用いて  ${}^7\text{Li}(d, np)$  反応の断面積を計算し、既存のデータとの比較を行う。

**連続状態離散化チャネル結合法 (CDCC 法) による原子核反応解析コードの開発** (八尋正信、緒方一介、井芹康統 [千葉経済短大教授]、櫻木弘之 [大阪市立大学教授]、上村正康 [理化学研究所研究嘱託])

S 行列から物理量を計算するプログラムを整備し、九州大学情報基盤センターライブラリに登録することを目的とする。

**離散的 4 体分解断面積の連続化** (八尋正信、緒方一介、江上智晃 (D2)、松本琢磨 [理化学研究所博士研究員]、井芹康統 [千葉経済短大教授]、上村正康 [理化学研究所研究嘱託])

3 体系についての連続化係数を求め、離散的な  $B(E1)$  や分解断面積の連続化を行い、実験と比較する。その上で、研究成果を論文にまとめ発表する。

**半古典歪曲波模型によるハイペロン生成反応の記述** (緒方一介、橋本慎太郎 (D3)、河合光路 [九州大学名誉教授]、河野通郎 [九州歯科大学教授])

2008年より稼動する J-PARC での実験を見据え、Pb 等の重い標的核の反応解析も行い、 $(K^-, K^+)$  のより詳細な反応機構の解明を目指す。

**歪曲波に対する局所半古典近似を用いた  $(p, 2p)$  反応の DWIA 解析** (緒方一介、角剛典 (M1))

まず中心力のみを取り入れて微分断面積を計算するコードを完成させた後、スピン軌道力およびテンソル力を組み込み、 $(p, 2p)$  反応の微分断面積およびスピン偏極量の実験データを解析する。

**超変形回転バンドの生成・崩壊** (清水良文、松尾正之 [新潟大学教授]、G. Benzoni, S. Leoni 他 [ミラノ大学])

$^{151}\text{Tb}$ ,  $^{196}\text{Pb}$  核の超変形回転バンドの分析を継続して行ない、他の原子核での特徴と比較することによって超変形状態の生成・崩壊現象の理解を深める。

**Woods-Saxon ポテンシャルを用いた低励起集団運動の記述** (清水良文、小路拓也 (D1))

本年度の結果により、低励起集団振動の記述に Woods-Saxon 平均場を用いた理論的方法が大変有効であることがわかったので、その他の実験的に観測されている集団モード、低励起八重極振動やプリセッション回転運動にも現在の方法を適用する。また、乱雑位相近似の方法自身は、低励起振動だけでなく、高励起振動運動である巨大共鳴の記述にも適用可能であり、できれば変形核での巨大共鳴の分析も行ないたい。

**ガウス基底関数展開法の平均場計算への応用** (清水良文、鬼塚徹 (M1))

現在行なっている、Hartree-Fock-Bogoliubov 計算のプログラムを完成させ、他の方法では難しい、有限レンジ Gogny 力を用いた 2 中性子相関の分析を推進する。

**原子核基底状態のプロレート変形優勢の起源** (清水良文、田嶋直樹 [福井大学]、高原哲士 [杏林大学])

これまでの研究を継続し、不安定核にも適用可能な Strutinsky 計算の方法を確立したい。これによって、広範囲の原子核の変形状態を調べ、プロレート変形が優勢である起源の分析に迫る。

**不安定核における回転運動** (清水良文、山上雅之 [理化学研究所基礎科学特別研究員])

本年度得られた興味深い結果をより信頼性の高いものとするために、Belyaev のクラッキング公式では取り入れられていない、乱雑位相近似の相関を取り入れる。これによって、ドリップライン近傍での原子核の慣性能率の分析を通して、不安定核における回転運動の研究をさらに押し進める。

## 発表論文

### 《原著論文》

Holographic model for hadrons in deformed AdS5 background:

K. Ghoroku, N. Maru, M. Tachibana and M. Yahiro

Phys. Lett. B633(2006), 602-606.

Five-body calculation of resonance and scattering states of pentaquark system:

E. Hiyama, M. Kamimura, A. Hosaka, H. Toki and M. Yahiro

Phys. Lett. B633(2006), 237-244.

Observational constraints on accelerating brane cosmology with exchange between the bulk and brane.

K. Umezu, K. Ichiki, T. Kajino, G.J. Mathews, R. Nakamura and M. Yahiro

Phys.Rev.D73(2006), 063527.

Holographic model for mesons at finite temperature.

K. Ghoroku and M. Yahiro.

Phys. Rev. D73(2006), 125010.

Holographic model at finite temperature with R-charge density.

K. Ghoroku, A. Nakamura and M. Yahiro.

Phys. Lett. B638(2006), 382-387.

Chiral phase transition in an extended NJL model with higher-order multi-quark interactions.

K. Kashiwa, H. Kouno, T. Sakaguchi, M. Matsuzaki and M. Yahiro

Phys. Lett. B647(2007), 446-451.

Coulomb breakup effects on the elastic cross section of  ${}^6\text{He}+{}^{209}\text{Bi}$  scattering near Coulomb barrier energies:

T. Matsumoto, T. Egami, K. Ogata, Y. Iseri, M. Kamimura, and M. Yahiro,  
Phys. Rev. **C73**, 051602(R) (2006).

Semiclassical distorted-wave model analysis of the  $(\pi^-, K^+)$  Sigma formation inclusive spectrum:

Michio Kohno, Yoshikazu Fujiwara, Yukinobu Watanabe, Kazuyuki Ogata and Mitsuji Kawai,  
Phys. Rev. **C74**, 064613 (2006).

⟨⟨Proceedings⟩⟩

Quark propagators at finite temperature with the clover action:

M. Hamada, H. Kouno, A. Nakamura, T. Saito, M. Yahiro,  
Proceedings of Science, SISSA, XXIVth International Symposium on Lattice Field Theory(LAT2006), 136 (2006).

Determination of  $S_{17}$  from  ${}^8\text{B}$  breakup by means of the method of Continuum-discretized coupled channels:

K. Ogata, S. Hashimoto, Y. Iseri, M. Kamimura, and M. Yahiro,  
Proceedings of the International Symposium on Origin of Matter and Evolution of Galaxies (OMEG05), November 8 – 11, 2005, Koshiba Hall, University of Tokyo, Japan, p. 269, 2006.

Precession Mode on High- $K$  Configurations: Non-Collective Axially-Symmetric Limit of Wobbling Motion:

Yoshifumi R. Shimizu, Masayuki Matsuzaki and Kenichi Matsuyanagi,  
Proceedings of conference on *Finite Fermionic Systems — Nilsson Model 50 years*, Physica Scripta, T125 (2006), 134.

Wobbling Motion in Triaxial Superdeformed Nuclei:

M. Matsuzaki, Y. R. Shimizu and K. Matsuyanagi,  
Nuclear Physics Trends: 6th China-Japan Joint Nuclear Physics Symposium, May 16 – 20, Shanghai, China, 2006, Ed. Y.-G. Ma and A. Ozawa, (AIP Conference Proceedings 865), pp.139-144.

《その他の論文》

Holographic Model for Mesons at Finite Temperature:

M. Yahiro, K. Ghoroku

素粒子論研究 114 巻 3 号, 2006, C87-89

カイラル相転移とカラー超伝導に対するクォーク多体相互作用の効果:

柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 坂口智彦, 八尋正信,

素粒子論研究 114 巻 3 号, 2006, C43.

クローバー作用を用いた有限温度クォークプロパゲータの格子 QCD 計算:

浜田政智, 斎藤卓也, 河野宏明, 中村純, 八尋正信,

素粒子論研究, 114 巻 3 号 C83-85 (2006 年).

**講演**

《海外での講演》

Flavor quark at high temperature from a holographic Model:

M. Yahiro

Trento workshop on Hadrons and Strings, July 17-22, 2006, European Center for Theoretical Studies in Nuclear Physics and Related Areas.

The method of CDCC for four-body breakup reactions:

Takuma Matsumoto, T. Egami, K. Ogata, Y. Iseri, M. Yahiro and M. Kamimura,

Joint JUSTIPEN-LACM Meeting, Oak Ridge National Laboratory, March 5 – 8, 2007.

Microscopic Description of Nuclear Wobbling Motion — Rotation of triaxially deformed nuclei —:

T. Shoji and Y. R. Shimizu,

International Conference on *Nuclear Structure Physics*, June 12 – 17, 2006, Shanghai, China; Int. J. Modern Physics **E15** (2006), 1407.

《国内での講演》

CDCC 法ならびに微視的散乱理論による反応解析の進展と将来:

八尋正信, 清水良文, 緒方一介, 松本琢磨, 江上智晃, 河野賢治, 井芹康統, 上村正康

基研研究会「原子核クラスター物理の現状と展望」, 2006 年 12 月 18 日-23 日, 基礎物



理学研究所

Nambu–Jona-Lasinio 模型におけるカイラル相転移に対して非線形項が及ぼす影響：  
柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 坂口智彦, 八尋正信,  
原子核三者若手夏の学校, 2006 年 8 月 6 日, パノラマランド木島平

カイラル相転移とカラー超伝導に対するクォーク多体相互作用の効果：  
柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 坂口智彦, 八尋正信,  
基研研究会「熱場の量子論とその応用」, 2006 年 8 月 23 日, 京都大学基礎物理学研究所

Nambu–Jona-Lasinio 模型におけるカイラル相転移に対する非線形項の効果：  
柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 坂口智彦, 八尋正信,  
日本物理学会 2006 年秋季大会, 2006 年 9 月 22 日, 奈良女子大学

Phase transitions in an extended NJL model with higher-order multi-quark interactions  
K. Kashiwa, H. Kouno, M. Matsuzaki, T. Sakaguchi, M. Yahiro,  
Yukawa International Seminar (YKIS) 2006,  
Yukawa Institute for Theoretical Physics, 27-28 November 2006.

カイラル相転移とカラー超伝導に対する非線形項の効果：  
柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 坂口智彦, 八尋正信,  
第 112 回日本物理学会九州支部例会, 2006 年 12 月 9 日, 鹿児島大学

Nambu–Jona-Lasinio 模型におけるカイラル相転移に対する非線形項の効果 II：  
柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 八尋正信,  
日本物理学会 2007 年春季大会, 2007 年 3 月 25 日, 首都大学東京

格子 QCD を用いた有限温度におけるクォーク・プロパゲータの計算：  
浜田政智, 斎藤卓也, 河野宏明, 中村純, 八尋正信,  
原子核三者若手夏の学校, 2006 年 8 月 9 日, パノラマランド木島平

クローバー作用を用いた有限温度クォークプロパゲータの格子 QCD 計算：  
浜田政智, 斎藤卓也, 河野宏明, 中村純, 八尋正信,  
基研研究会「熱場の量子論とその応用」, 2006 年 8 月 24 日, 京都大学基礎物理学研究所

クローバー作用を用いた有限温度のクォーク・プロパゲータの計算:  
浜田政智, 斎藤卓也, 河野宏明, 中村純, 八尋正信,  
日本物理学会 2006 年秋季大会, 2006 年 9 月 22 日, 奈良女子大学

格子 QCD を用いた有限温度クォークプロパゲータの解析:  
浜田政智, 斎藤卓也, 河野宏明, 中村純, 八尋正信,  
第 112 回日本物理学会九州支部例会, 2006 年 12 月 9 日, 鹿児島大学

相転移点近傍におけるクォークプロパゲータの振る舞い:  
浜田政智, 河野宏明, 斎藤卓也, 中村純, 八尋正信,  
日本物理学会 2007 年春季大会, 2007 年 3 月 25 日, 首都大学東京

Analysis of  $^8\text{B}$  elastic scattering:  
Kazuyuki Ogata, K. Kohno, S. Bishop, T. Motobayashi, and M. Yahiro,  
RIBF mini workshop on Elastic scattering of unstable nuclei, RIKEN, June 23 – 24,  
2006.

Three-body and four-body CDCC analysis of reactions of unstable nuclei:  
Kazuyuki Ogata, T. Matsumoto, T. Egami, K. Kohno, Y. Iseri, M. Kamimura, and M.  
Yahiro,  
Opening meeting of Japan-US Theory Institute for Physics with Exotic Nuclei, RIKEN,  
July 10 – 11, 2006.

陽子- $^8\text{B}$  弾性散乱断面積の CDCC 解析:  
緒方一介, 河野賢治, 井芹康統, S. Bishop, 本林透, 八尋正信,  
日本物理学会 2006 年秋の分科会, 2006 年 9 月 20 日, 奈良女子大学

陽子準弾性散乱の偏極分解能問題の解決:  
緒方一介, G. C. Hillhouse,  
日本物理学会 2006 年秋の分科会, 2006 年 9 月 23 日, 奈良女子大学

Recent developments of the Continuum-Discretized Coupled-Channels method and its  
application to nuclear astrophysics:  
Kazuyuki Ogata, T. Matsumoto, T. Egami, Y. Iseri, M. Kamimura, and M. Yahiro,  
2nd German-Japanese Workshop on Nuclear Structure and Astrophysics, RIKEN, Oc-

tover 4 – 7, 2006.

Recent developments of the Continuum-Discretized Coupled-Channels method and its application to nuclear astrophysics:

Kazuyuki Ogata, T. Matsumoto, T. Egami, Y. Iseri, M. Kamimura, and M. Yahiro, Japan-US Theory Institute for Physics with Exotic Nuclei (JUSTIPEN) informal meeting, RIKEN, November 16, 2006.

離散化チャンネル結合法による反応解析の進展と将来:

緒方一介, 松本琢磨, 江上智晃, 河野賢治, 井芹康統, 上村正康, 八尋正信,  
「核反応データ解析の歩み」研究会, 2006年11月24日, 筑波大学

Systematic analysis of proton-nucleus scattering with the Melbourne  $g$  matrix:

Kazuyuki Ogata, K. Kohno, Y.R. Shimizu, M. Yahiro,  
RIBF mini-workshop 「2核子力に基づく陽子-不安定核弾性散乱の理論的記述」, 2007年3月2日, 理化学研究所

Analysis of proton- $^8\text{B}$  scattering at 72 A MeV with the Melbourne  $g$  matrix:

Kazuyuki Ogata, S. Bishop, T. Motobayashi, M. Yahiro,  
RIBF mini-workshop 「2核子力に基づく陽子-不安定核弾性散乱の理論的記述」, 2007年3月2日, 理化学研究所

不安定核の核力/クーロン分解比の標的核依存性:

緒方一介, 松本琢磨, 井芹康統, 八尋正信,  
日本物理学会 2007年春の分科会, 2007年3月27日, 首都大学東京南大沢キャンパス

$^6\text{He}$  核力・クーロン分解反応の解析:

松本琢磨, 緒方一介, 江上智晃, 井芹康統, 八尋正信, 上村正康,  
日本物理学会 2006年秋期大会, 2006年9月21日, 奈良女子大学

不安定核分解反応による di-neutron 相関の研究:

松本琢磨, 緒方一介, 江上智晃, 井芹康統, 八尋正信, 上村正康,  
RCNP 研究会「核子多体系におけるクラスター現象」, 2007年2月15日, 大阪大学核物理研究センター

${}^6\text{He}+p$  の 4 体 CDCC 計算:

松本琢磨, 緒方一介, 江上智晃, 井芹康統, 八尋正信, 上村正康,  
RIBF mini-workshop 「2 核子力に基づく陽子-不安定核弾性散乱の理論的記述」, 2007  
年 3 月 2 日, 理化学研究所

中性子過剰核分解反応における断面積の計算:

松本琢磨, 江上智晃, 緒方一介, 井芹康統, 八尋正信, 上村正康,  
日本物理学会 2007 年春季大会, 2007 年 3 月 27 日, 首都大学東京南大沢キャンパス

ストレンジネス交換反応における多段階過程:

橋本慎太郎, 河野通郎, 緒方一介, 渡辺幸信, 河合光路,  
KEK 研究会「現代の原子核物理 —多様化し変化する原子核の描像」, 2006 年 8 月 3 日,  
KEK

半古典歪曲波模型を用いた ( $K^-$ ,  $K^+$ ) 反応における多段階過程の記述:

橋本慎太郎, 河野通郎, 緒方一介, 渡辺幸信, 河合光路,  
日本物理学会 2006 年秋季大会, 2006 年 9 月 23 日, 奈良女子大学

半古典歪曲波模型を用いた  $\Xi$  生成 ( $K^-$ ,  $K^+$ ) 反応の記述:

橋本慎太郎, 河野通郎, 緒方一介, 河合光路,  
特定領域研究「ストレンジネスで探るクォーク多体系」研究会 2006, 2006 年 12 月 14  
日, 熱海 南明ホテル

( $K^-$ ,  $K^+$ ) 反応における多段階過程の半古典歪曲波模型による記述:

橋本慎太郎, 河野通郎, 緒方一介, 河合光路,  
日本物理学会 2007 年春季大会, 2007 年 3 月 27 日, 首都大学東京

4 体 CDCC における分解反応断面積の計算:

江上智晃, 松本琢磨, 緒方一介, 井芹康統, 上村正康, 八尋正信,  
KEK 研究会『現代の原子核物理—多様化し進化する原子核の描像—』, 2006 年 8 月 2  
日, 高エネルギー加速器研究センター

4 体 CDCC における分解反応の記述に向けて:

江上智晃, 松本琢磨, 緒方一介, 井芹康統, 上村正康, 八尋正信,  
原子核三者若手夏の学校, 2006 年 8 月 9 日, 長野県パノラマランド木島平

離散化チャンネル結合法による ( ${}^6\text{He}$ ,  ${}^4\text{He}$   $n$   $n$ ) 分解反応の記述:  
江上智晃, 松本琢磨, 緒方一介, 井芹康統, 上村正康, 八尋正信,  
日本物理学会 2006 年秋季大会, 2006 年 9 月 20 日, 奈良女子大学

離散化チャンネル結合法による  ${}^6\text{He}$  4 体分解反応の記述:  
江上智晃, 松本琢磨, 緒方一介, 井芹康統, 上村正康, 八尋正信,  
第 112 回日本物理学会九州支部例会, 2006 年 12 月 2 日, 鹿児島大学

4 体 CDCC における  ${}^6\text{He}$  分解反応の記述:  
江上智晃, 松本琢磨, 緒方一介, 井芹康統, 上村正康, 八尋正信,  
RCNP 研究会「核子多体系におけるクラスター現象」, 2007 年 2 月 15 日, 大阪大学核  
物理研究センター

${}^6\text{He}$  の 4 体分解反応に対する離散化チャンネル結合法による解析:  
江上智晃, 松本琢磨, 緒方一介, 井芹康統, 上村正康, 八尋正信,  
日本物理学会 2007 年春期大会, 2007 年 3 月 28 日, 首都大学東京南大沢キャンパス

Melbourne G 行列を用いた陽子弾性散乱の微視的記述:  
河野賢治, 緒方一介, 八尋正信,  
RIBF ミニワークショップ「不安定核の弾性散乱 ~核構造と核間相互作用の解明を  
目指して~」, 2006 年 6 月 24 日, 理化学研究所

複素 G 行列を用いた陽子弾性散乱の微視的記述:  
河野賢治, 緒方一介, 八尋正信,  
原子核三者若手夏の学校, 2006 年 8 月 6 日, パノマランド木島平

陽子-安定核弾性散乱の純微視的計算:  
河野賢治, 緒方一介, 清水良文, 八尋正信,  
日本物理学会 2006 年秋期大会, 2006 年 9 月 23 日, 奈良女子大学

陽子-原子核弾性散乱の微視的計算:  
河野賢治, 緒方一介, 清水良文, 八尋正信,  
RIBF ミニワークショップ「反応断面積で探る核構造」, 2006 年 11 月 18 日, 理化学研  
究所

微視的模型による陽子-安定核弾性散乱の解析:

河野賢治, 緒方一介, 清水良文, 八尋正信,

第 112 回日本物理学会九州支部例会, 2006 年 12 月 9 日, 鹿児島大学

純微視的光学ポテンシャルにおける非局所項の取り扱い:

河野賢治, 緒方一介, 清水良文, 八尋正信,

日本物理学会 2007 年春季大会, 2007 年 3 月 28 日, 首都大学東京

局所半古典近似を用いた  $(p,2p)$  反応の DWIA 計算:

角剛典, 緒方一介,

第 112 回日本物理学会九州支部会, 鹿児島大学, 2006 年 12 月 9 日

ウォブリング回転運動の微視的研究:

小路拓也, 清水良文,

2006 年度原子核三者若手夏の学校, 2006 年 8 月 5 日-10 日, パノラマランド木島平.

不安定核における低エネルギー回転運動:

山上雅之, 清水良文,

日本物理学会 2006 年秋季大会, 2006 年 9 月 20 日, 奈良女子大学

非軸対称変形した原子核のウォブリング回転運動に対する非軸対称変形度の効果:

小路拓也, 清水良文,

日本物理学会 2006 年秋季大会, 2006 年 9 月 22 日, 奈良女子大学

核変形における prolate 優勢の起源—Woods-Saxon ポテンシャルでの解析 II—:

高原哲士, 田嶋直樹, 清水良文,

日本物理学会 2006 年秋季大会, 2006 年 9 月 23 日, 奈良女子大学

不安定核領域での高速回転状態:

清水良文,

実験核物理、理論核物理領域合同シンポジウム「 $\gamma$ 線分光が切り開く新しい高スピン・アイソスピン領域」, 日本物理学会 2006 年秋季大会, 2006 年 9 月 20 日, 奈良女子大学

原子核の高スピン状態 — RIKEN-RIBF で何をめざすか —:

清水良文,

RIBF mini-workshop 「RIBF に於ける  $\gamma$  分光実験 II」, 2006 年 10 月 16-17 日, 理化学研究所

有限スピンにおける  $\beta$ ,  $\gamma$ -振動の Woods-Saxon 平均場を用いた解析:

小路拓也, 清水良文,

日本物理学会 2007 年春季大会, 2007 年 3 月 25 日-30 日, 首都大学東京.

## 外部資金

《 文部省科学研究費補助金 》

科学研究費補助金、基盤研究 (C)

5次元重力理論によるハドロン物理の新記述

研究代表者：八尋正信

科学研究費補助金、若手研究 (B)

統一的に記述した原子核間相互作用を用いた不安定核反応の系統的解析手法の構築

研究代表者：緒方一介

科学研究費補助金、特定領域研究 (公募研究)

ハイペロン生成過程の動的記述に基づくバリオン間相互作用の決定

研究代表者：緒方一介

## 学部4年生卒業研究

[前期] 田上 真伍、豊増 佳宏、花田 真也、三股 祥平、森崎 知治：「素粒子・原子核物理入門」(指導教官、清水 良文)

[後期] 境 裕二、田上 真伍、花田 真也、森崎 知治：「原子核・ハドロン物理学」(指導教官、八尋 正信、清水 良文、緒方 一介)

## 修士論文

柏 浩司：(指導教員、八尋正信)：格子 QCD を用いた有限温度におけるクォークプロパゲータの解析

浜田 政智：(指導教員、八尋正信)：クォーク多体相互作用を考慮した Extended Nambu-Jona-Lasinio 模型によるカイラル相転移とカラー超伝導の研究

河野賢治：(指導教員、緒方一介、八尋正信)：微視的光学ポテンシャルを用いた陽子弾性散乱の系統的解析

#### 学外での学会活動

物理学会代議員 (八尋)

物理学会九州支部委員長 (八尋)