

理論核物理

研究室構成員

八尋 正信 教授

清水 良文 准教授

緒方 一介 助教

《 博士研究員 》

江上 智晃

《 大学院 博士課程 》

小路 拓也 柏 浩司 浜田 政智 角 剛典

《 大学院 修士課程 》

境 祐二 田上 真伍 花田 真也 小野 寿哉

甲斐 貴則 松本 健史 蓑茂 工将

《 学部 卒業研究生 》

郷田 創一郎 佐々木 崇宏 濱田 泰賀 小田 輝

松本 優一 山本 潤輝

担当授業

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)、原子核反応論 (八尋正信)、計算物理学 (清水良文)、原子核物理学 (清水良文)、量子力学 I・同演習 (清水良文・緒方一介)、物理学基礎演習 (緒方一介)、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 》

純虚数化学ポテンシャルの情報を用いた QCD 相図の解明 (八尋正信、松崎昌之 [福岡教育大学]、河野宏明 [佐賀大学]、柏浩司 (D2)、境祐二 (M2))

純虚数化学ポテンシャル領域では格子 QCD 計算が可能である。この虚数化学ポテンシャル領域で、Polyakov-loop extended Nambu–Jona-Lasinio (PNJL) 模型が QCD の持つ周期性を再現することを、昨年度、示した。そこで、純虚数化学ポテンシャル領域において、PNJL 模型の結果と格子 QCD の結果を直接比較し、現時点での最良のパラメータを見つける。さらに、そのパラメータでの PNJL 模型計算から実化学ポテンシャルの相構造を決定する。

実数および純虚数化学ポテンシャルにおける擬スカラー中間子質量の計算 (八尋正信、松崎昌之 [福岡教育大学]、河野宏明 [佐賀大学]、柏浩司 (D2)、境祐二 (M2))

中間子質量は、PNJL 型模型のパラメータの影響を強く受ける物理量の一つである。このことは、純虚数化学ポテンシャル領域において PNJL 模型のパラメータを決める際に使う物理量として、中間子質量が有望である事を意味している。そこで、今年度は実数・虚数化学ポテンシャル領域での中間子質量の性質を調べることで、将来のより定量的な議論への足がかりを作ることを目標とする。

実数および純虚数化学ポテンシャルにおける 2+1 フレーバー PNJL 模型の計算 (八尋正信、松崎昌之 [福岡教育大学]、河野宏明 [佐賀大学]、柏浩司 (D2)、松本健史 (M1))

これまで 2 フレーバー系 (アップクォーク+ダウクォーク系) の研究を進めてきた。新たにストレンジクォークを加えた 2+1 フレーバーでの研究を PNJL 模型を用いて行う。今年度は、純虚数化学ポテンシャル領域での 2 フレーバー PNJL 模型で得られた結果が 2+1 フレーバー PNJL 模型においてどのように変更されるかを調べる。

カイラル相転移と閉じ込め・非閉じ込め相転移の相関の解析 (八尋正信、松崎昌之 [福岡教育大学]、河野宏明 [佐賀大学]、柏浩司 (D2)、甲斐貴則 (M1))

PNJL 模型は、カイラル相転移のみが記述できる NJL 模型を、閉じ込め・非閉じ込め相転移を近似的ではあるが記述できるように改良された模型である。しかし、カイラル相転移の秩序変数と閉じ込め・非閉じ込め相転移の秩序変数との相関が十分に模型に含まれているかについては原理的な疑問が残る。そこで、PNJL 模型に相関を調整できる関数を手で足すことで相関を変化させ、相転移の相関に対する応答を調べる。

クォークプロパゲータによる閉じ込め・非閉じ込め相転移の解析 (八尋正信、中村純 [広島大学]、河野宏明 [佐賀大学]、齊藤卓也 [高知大学]、浜田政智 (D2))

格子 QCD 計算を用いてクォークプロパゲータを計算し、ポール質量の温度依存性を

調べた。その振る舞いと閉じ込め・非閉じ込め相転移の関係を解析する。

動的相対論的補正を考慮した不安定核分解反応の記述 (緒方一介、C. A. Bertulani [Texas A&M 准教授])

不安定核の分解反応において、クーロン相互作用による分解を相対論的に記述し、その影響を見積もる。

3重 α 反応の量子力学的記述 (緒方一介、上村正康 [理化学研究所研究嘱託])

3つの α 粒子によって ^{12}C が形成される、いわゆる3重 α 反応の量子力学的記述を行う。特に、共鳴過程と非共鳴過程を統一的に扱い、低温領域における ^{12}C 生成率を正確に評価することを目指す。

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准教授]、叶涛 [九州大学総合理工学研究院博士後期課程3年])

包括的反應過程を簡便に記述する Glauber 模型を用いて $^7\text{Li}(d, np)$ 反応の解析を行い、実験データとの比較を行う。また同時に、弾性分解反応の断面積を Glauber 模型と CDCC で計算し、両者を比較することにより、Glauber 模型の有効性を定量的に評価する。

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 (博士研究員)、松本琢磨 [理化学研究所リサーチアソシエイト]、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])

離散化チャンネル結合法によって得られる分解反応断面積は、入射核の励起エネルギーに関して離散的な量である。一方、実験で測定される断面積は、励起エネルギーに関して連続的な量である。よって、理論計算と実験データを比較する為には、計算によって得られる離散的断面積を連続化しエネルギーの滑らかな関数として求める必要がある。今年度は、昨年度提案した新しい連続化の方法を3体系入射反応に適用し、 ^6He のクーロン分解反応における電磁遷移確率 $B(E1)$ および分解反応断面積(S 行列)の連続化を試みる。

重陽子分解融合反応の純量子力学的記述 (緒方一介、八尋正信、橋本慎太郎 [日本原子力研究開発機構博士研究員]、千葉敏 [日本原子力研究開発機構主任研究員])

原子核が衝突した際に起こる融合反応は、核反応の中でも最も重要な反応過程のひとつである。しかし、融合過程を純量子力学的に記述する方法は確立しておらず、特に入射原子核の一部のみが標的核と融合する、いわゆる不完全融合反応を計算する手法

は多くの仮定を含んだものとなっている。本研究では、重陽子入射反応を解析の対象とし、純量子力学的に不完全融合反応の断面積を計算する方法を新たに提案する。重陽子を構成する陽子と中性子に標的を加えた 3 体系の反応を離散化チャンネル結合法を用いて記述する。その上で、陽子或いは中性子が標的に融合される反応を、それぞれの核子と標的との間の距離で表現し、不完全融合反応や完全融合反応の断面積を計算する。

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 (D1))

スピン偏極量の計算を行うコードを完成させるために、偏極分解能計算において重要な役割を果たすことが知られている、光学ポテンシャルのスピン-軌道結合力部分を計算に組み込む。この数値計算コードを用いて $(p,2p)$ 反応の全ての実験量、すなわち 3 重微分断面積、偏極分解能および 5 種類の偏極移行係数の計算を実行する。特に、既存の DWIA 計算では再現することができない、偏極分解能の分析に力点を置き、 $(p,2p)$ 反応解析において核内 2 核子散乱の運動学を正確に取り扱うことの重要性を明らかにする。また、偏極移行係数を含む全てのスピン偏極量を解析し、2 核子間有効相互作用のオフシェル要素の寄与を評価する。

中高エネルギー核反応に対する微視的理論の構築 (八尋正信、緒方一介、河合光路 [九州大学名誉教授]、蓑茂工将 (M1))

不安定核反応実験を正確に解析するためには、核力から出発した微視的反応理論が不可欠である。本研究では理化学研究所の RI ビームファクトリー (RIBF) で行われる実験の解析を主な目的とし、中間エネルギー及び高エネルギーに対する微視的反応理論として Glauber 理論に注目する。しかし既存の Glauber 理論の枠組みでは、強い斥力芯を持った核力を直接用いることができないため、必然的に相互作用についての不定性が生じてしまう。そこで我々は、多重散乱理論に基づいて Glauber 理論を定式化し、相互作用に関する不定性を含まない新しい理論的枠組みを提案する。

有限温度での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]、S. Leoni, G. Benzoni 他 [ミラノ大学])

励起超変形状態の生成と崩壊を統一的に記述する理論的模型 (Yoshida-Matsuo-Shimizu, 2001) を用いて、ミラノ大学の実験グループによる EUROBALL 実験データを分析する共同研究を 3 年前から行っている。今年度は実験データの現実的分析を行う。

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 (D3))

昨年度までは、「クランキング平均場上の乱雑位相近似」の方法で、代表的な回転・振動集団状態に対し、Woods-Saxon ポテンシャルの優位性を確かめたが、今年度は、より系統的計算により、この現実的理論模型の有用性を確かめる。

ガウス基底関数展開法による対相関の研究 (清水良文、松尾正之 [新潟大学教授])

数年前から、ガウス基底関数展開法の平均場計算への応用により、不安定核の研究を行っているが、昨年度の開発研究により、対相関を取り入れた Hartree-Fock-Bogoliubov 計算が可能になった。これを応用し、不安定核を含む現実的な場合の対相関についてさらに調べる。

連続状態の効果を考慮した Strutinsky 法の開発 (清水良文、高原哲士 [杏林大学講師]、田嶋直樹 [福井大学准教授])

原子核の変形状態としてプロレート変形が優勢である理由を調べることを目的として 3 年前から研究を始めたが、現実的な Woods-Saxon ポテンシャルを用いると、連続状態の効果を正しく取り入れた計算方法を開発することが重要であることがわかり、昨年度からこのことに集中的に取り組んでいる。今年度は計算法の確立を目指す。

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]、中務孝 [理化学研究所准主任研究員])

中性子スキンの発達した不安定核における対相関には連続状態が重要な役割を果たすと考えられており、典型的な集団運動である回転運動に対する効果を調べている。しかしながら、どのようなゼロレンジ力が不安定核の現実的記述に必要なかが分かっておらず、今年度はこの点を明らかにすることを試みる。

原子核におけるエキゾチック変形の研究 (清水良文、田上真伍 (M2)、J. Dudek [Strasbourg 大学])

昨年度作成した角運動量射影の計算プログラムにパリティ射影を組み込み、四面体変形した原子核の回転スペクトルの計算を行って、実験データとの比較を試みる。その後、多くの原子核で重要である対相関を考慮可能な計算プログラムを作成し、より広い領域の核で解析を行う。

《 今年度の成果 》

純虚数化学ポテンシャルの情報を用いた QCD 相図の解明 (八尋正信、松崎昌之 [福岡教育大学]、河野宏明 [佐賀大学]、柏浩司 (D2)、境祐二 (M2))

・QCD のもつ Roberge-Weiss (RW) 周期性を PNJL 模型が再現することを数学的に証明した。RW 周期性が拡張された Z_3 対称性を見なせることを提案した。Physical Review D に掲載された。

・純虚数化学ポテンシャルの情報からベクター型 4 点相互作用の強さを決定できることを示した。Physical Review D に掲載された。

・第一原理である格子 QCD 計算が可能な純虚数化学ポテンシャル領域において、格子 QCD 計算を定量的に再現するように有効模型 (PNJL 模型) を拡張し、パラメータを決定した。この拡張された模型を用い、より信頼できる実化学ポテンシャルにおける QCD 相図を得た。Physical Review D に掲載予定である。

実数および純虚数化学ポテンシャルにおける擬スカラー中間子質量の計算 (八尋正信、松崎昌之 [福岡教育大学]、河野宏明 [佐賀大学]、柏浩司 (D2)、境祐二 (M2))

実数・純虚数化学ポテンシャル領域での σ 、 π 中間子質量の計算を行い、その性質を調べた。その結果、虚数化学ポテンシャル領域において、これらの中間子質量が Roberge-Weiss (RW) 周期性を持つことが分かった。更に、 π 中間子質量が虚数化学ポテンシャル領域においてカレント質量の影響を強く受け、その振動の方向が反転することも分かった。この結果は Physical Review D に論文掲載が決まっている。

実数および純虚数化学ポテンシャルにおける 2+1 フレーバー PNJL 模型の計算 (八尋正信、松崎昌之 [福岡教育大学]、河野宏明 [佐賀大学]、柏浩司 (D2)、松本健史 (M1))

2+1 フレーバー系の PNJL 模型のプログラムを作成し、カイラル凝縮等の熱力学量の計算を行った。その結果、すべてのクォークの化学ポテンシャルが縮退した場合、カイラル凝縮や中間子質量等の熱力学量が RW 周期性を持つ事が分かった。

カイラル相転移と閉じ込め・非閉じ込め相転移の相関の解析 (八尋正信、松崎昌之 [福岡教育大学]、河野宏明 [佐賀大学]、柏浩司 (D2)、甲斐貴則 (M1))

カイラル相転移と閉じ込め・非閉じ込め相転移の相関を、PNJL 模型を用いて、分析した。その結果、化学ポテンシャルがゼロの領域において、二つの相転移の相関を強くしていくと、もともと離れている二つの相転移の擬臨界温度が一致していく傾向が得られた。

クォークプロパゲータによる閉じ込め・非閉じ込め相転移の解析 (八尋正信、中村純 [広島大学]、河野宏明 [佐賀大学]、齊藤卓也 [高知大学]、浜田政智 (D2))

格子 QCD 計算を用いてクォークプロパゲータを計算し、ポール質量の温度依存性を調べた。閉じ込め・非閉じ込め相転移前後で、ポール質量の値に変化があることが分かった。この結果は現在論文としてまとめているところである。

動的相対論的補正を考慮した不安定核分解反応の記述 (緒方一介、C. A. Bertulani [Texas A&M 准教授])

クーロン相互作用を相対論的に記述し、不安定核 ${}^8\text{B}$ および ${}^{11}\text{Be}$ の ${}^{208}\text{Pb}$ による分解反応断面積を求めた。分析の結果、核子あたり 250 MeV のエネルギー領域で、動的相対論効果によって分解反応断面積が 10% 程度増大することが明らかになった。この成果は Progress of Theoretical Physics に投稿中である (2009 年 6 月号に掲載決定)。この研究は緒方助教を中心に推進された。

3 重 α 反応の量子力学的記述 (緒方一介、上村正康 [理化学研究所研究嘱託])

離散化チャンネル結合法を用いて 3 重 α 反応の量子力学的計算を行い、1 億度よりも低温の環境では、 ${}^{12}\text{C}$ の生成率が従来の結果よりも劇的に増大する (例: 1,000 万度で 10^{26} 倍になる) ことを明らかにした (arXiv:0905.0007[astro-ph])。この研究は緒方助教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准教授]、叶涛 [九州大学総合理工学研究院博士後期課程 3 年])

前年度までの研究成果を Phys. Rev. C に発表した。 ${}^7\text{Li}(d, np)$ 反応のうち、標的核が励起しない分解過程を離散化チャンネル結合法で、標的核の励起を伴う過程を Glauber 模型を用いて記述することにより、応用上重要となる 40 MeV 入射の実験データを再現することに成功した。調整パラメータを一切含まない本研究によって、核データを理論的に整備する可能性が開かれたと考えられる。この研究は叶氏を中心に推進された。

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 (博士研究員)、松本琢磨 [理化学研究所リサーチアソシエイト]、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) の連続化に必要な連続化係数を求めるため、昨年度提案した模型空間内で近似的に Lippmann-Schwinger 方程式を解く方法を用いた。まず、 ${}^6\text{He}$ のハミルトニアンを対角化して得られる離散的励起状態へ遷移する電気的雙極遷移確率に対し、新しい方法によって連続化を行った。分析の結果、実験の分解能を計算に取り入れるることにより、比較的小規模の模型空間で計算結果が収束することがわかった。次に、クーロンバリア近傍の ${}^6\text{He}+{}^{209}\text{Bi}$ 散乱の S 行列を同様に連続化することにより、

実験データと比較可能な分解断面積のエネルギー分布を得ることに成功した。この成果は Progress of Theoretical Physics に投稿中である (2009 年 4 月号に掲載決定)。本研究は江上氏を中心に推進された。

重陽子分解融合反応の純量子力学的記述 (緒方一介、八尋正信、橋本慎太郎 [日本原子力研究開発機構博士研究員]、千葉敏 [日本原子力研究開発機構主任研究員])

リシウムを標的とした重陽子入射反応の解析を行った。本研究では、離散化チャンネル結合法で求めた波動関数を用いて、光学ポテンシャルの虚数部の期待値を計算する。提案する手法とは、その計算を行う際、陽子-標的間の距離及び中性子-標的間の距離の 2 変数に関する空間積分を分割することで、各々の積分範囲に対応した融合反応断面積を求める、というものである。本年度は、はじめに融合反応を計算するための定式化を行い、次に数値計算を実行するための計算コードを作成した。反応解析は、重陽子の入射エネルギーが 10 から 50 MeV の反応を対象とした。各融合反応の断面積がこのエネルギー領域において数 100 mb であるという結果を得た。また、各融合反応のエネルギー依存性を調べ、それが陽子及び中性子の光学ポテンシャルが持つ性質と関係していることがわかった。

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 (D1))

偏極分解能の分析を行い、核内陽子の軌道角運動量が 0 でない場合、核内 2 核子散乱の運動学を正確に取り扱う必要があること、また、偏極分解能と光学ポテンシャルの спин-軌道結合力部分との間に明快な関係があることを見出した。この研究は角氏を中心に推進された。

中高エネルギー核反応に対する微視的理論の構築 (八尋正信、緒方一介、河合光路 [九州大学名誉教授]、蓑茂工将 (M1))

多重散乱理論を基礎として Glauber 理論を再定式化した。最も重要な点は、核力ではなく、有効相互作用を用いることにより、Glauber 理論が準拠する 2 つの近似、すなわちアイコンナル近似と断熱近似の双方が高い精度で成立する、ということである。このことは、テスト計算として近似的に導出された有効相互作用を用いた計算で数値的にも確認された。この成果を、Progress of Theoretical Physics に発表した。本研究は八尋教授と蓑茂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]、S. Leoni, G. Benzoni 他 [ミラノ大学])

ミラノ大学の原子核実験グループによる ^{151}Tb , ^{196}Pb 核における、超変形回転バンドからの準連続 γ 線の実験データの分析を昨年度以来進めているが、なかなか満足の行く結果が得られなかった。特に、実験的に引き出された γ 線の経路数を超変形励起回転バンドの数を理論的予測と比較すると、どちらの原子核でもバンド数の方がずっと大きくなる。ミラノ大学グループでは、ガンマ線遷移の統計的シミュレーションを行っているが、今回始めて超変形状態と通常変形状態の両方を取り入れた拡張されたプログラムを開発し、現実的なシミュレーションを行なうことによって、初めて観測された γ 線の経路数が再現できることが確かめられた。これは、励起超変形回転バンドがかなり早く脱励起して基底超変形回転バンドに到達するためであり、実際には多くの回転バンドが存在するにも関わらず、観測された同時計測 γ 線の統計的分布にはその影響が抑えられるからである。この結果は、有限温度での回転状態の減衰メカニズムの興味深い例を与えており、論文としてまとめられた。この研究は S.Leoni 氏を中心に進められた。

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 (D3))

本年度は、昨年度までの β - γ -低励起振動運動、ウォブリング回転運動に加え、プリセッション回転運動の系統的な分析を行った。昨年度の分析から、Nilsson ポテンシャルを用いた時に β - γ -低励起振動運動の振動的電磁遷移確率を大きく過大評価する問題が、Woods-Saxon ポテンシャルを平均場として用いることによって著しく改善することを示したが、それと同時に、Nilsson ポテンシャルですでに説明できていた、 β - γ -低励起振動運動に対する集団的回転の効果も同程度にうまく記述できることが分かった。また、プリセッション回転運動の計算結果は、Nilsson ポテンシャルを用いた場合にうまく行かない状態を含めて、エネルギースペクトルおよび電磁遷移確率ともに非常に良く実験データを再現することが分かった。このことから、これまで開発してきた、Woods-Saxon ポテンシャルを用いた乱雑位相近似 (RPA) 理論の枠組みは、高スピン状態における回転および低励起集団振動状態を統一的に記述できる枠組みであることが確かめられた。本研究は小路氏を中心に進められ、博士論文 (2009 年 4 月) となった。

ガウス基底関数展開法による対相関の研究 (清水良文、松尾正之 [新潟大学教授])

昨年度我々が開発したガウス基底関数展開法を用いた計算方法の長所を生かし、Hartree-Fock-Bogoliubov 近似の範囲内で、現実的な核力を用いて有限核における対相関を調べた。対相関については、有効核力を用いるべきか、現実的核力を用いるべきか、長年議論されており、ミラノ大学グループの計算では、現実的核力のみでは、実験的に引き出されたペアリングギャップの 6 割程度しか出ないという結果が得られているが、我々の計算でもほぼ同様の結果になった。ただ、我々の結果は、重い核では軌道角運動量

について十分取束しておらず、確定的な結論を得るためにはもう少し分析が必要である。この研究は清水准教授を中心に進められた。

連続状態の効果を考慮した **Strutinsky 法**の開発 (清水良文、高原哲士 [杏林大学講師]、田嶋直樹 [福井大学准教授])

一昨年度より、すべての物理量の計算で自由粒子の効果を引き去る Kruppa の方法を拡張することにより、Strutinsky の殻エネルギーや対相関エネルギーに対し、Woods-Saxon ポテンシャルを用いて、連続状態の効果を正しく取り込んだ計算ができることを確認してきた。本年度は、この方法論を適用して、実際にドリップラインまでの原子核の基底状態の系統的な計算を行った。変形としては軸対称な四重極・十六重極変形までを入れたものであり、半現象論的質量公式として有名な Möller-Nix の計算にほぼ対応する。彼らの計算では連続状態の効果は正しく取り入れられておらず、我々の計算結果との比較は興味深い。これまでの分析では、変形の大きさやドリップライン等は比較的近い結果が得られている。この研究は高原氏を中心に行われた。

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]、中務孝 [理化学研究所准主任研究員])

一昨年度より、Hartree-Fock-Bogoliubov 法を正確に解き、連続状態の効果を正しく取り入れた上で、Belyaev のクランキング公式を用いて変形不安定核の慣性能率の計算を行ってきたが、その結果はどのような対相関相互作用を取るかに敏感である。従って、本年度はどのような密度依存ゼロレンジ対相関力を用いるべきかを調べた。通常よく取られているアイソスカラー型の密度汎関数では中性子過剰核における陽子の対相関をうまく記述できず、アイソベクトル型の密度汎関数が必要であることをかなり一般的に示し、結果をまとめた。また、安定核から不安定核に到る偶奇質量差を系統的に HFB 計算することにより、アイソベクトル型密度について2次まで展開した汎関数を用いれば、実験データをかなりよく説明できることが分かった。この研究は山上氏を中心に進められた。

原子核におけるエキゾチック変形の研究 (清水良文、田上真伍 (M2)、J. Dudek [Strasbourg 大学])

一般的な四重極変形核で解析した結果、現実の原子核との定量的な比較を行うためには、対相関とともに平均場が回転している効果を正しく取り扱う必要があることが判明した。そのため、対相関ポテンシャルと回転している平均場から得られる状態に対して、角運動量射影と粒子数射影が同時に可能な計算プログラムを作成した。このような状態に角運動量射影を適応する場合、正確に実行するには数値計算上の困難が

あった。しかし、本年度にこの問題を回避する方法が発表されたため、上記のプログラムではその新しい方法を用いて計算を行っており、新たな方法が機能することを数値的に確かめた。この研究は田上氏を中心に進められた。

《 来年度の目標 》

純虚数化学ポテンシャルでのダイクォーク質量を利用したクォーク間相互作用の解析 (八尋正信、松崎昌之 [福岡教育大学]、河野宏明 [佐賀大学]、柏浩司 (D2))

PNJL 模型を用いてダイクォーク質量の実数・虚数化学ポテンシャル領域での性質を調べる。

アイソスピンおよび純虚数化学ポテンシャルの情報を用いた QCD 相図の解明 (八尋正信、松崎昌之 [福岡教育大学]、河野宏明 [佐賀大学]、境祐二 (M2))

前年度に引き続き純虚数化学ポテンシャル領域を PNJL 模型を用いて解析するとともに、格子 QCD 計算が可能なアイソスピン化学ポテンシャル領域を解析する。

実数および純虚数化学ポテンシャルにおける 2+1 フレーバーでの QCD 相図の解明 (八尋正信、松崎昌之 [福岡教育大学]、河野宏明 [佐賀大学]、柏浩司 (D2)、松本健史 (M1))

擬スカラー中間子 (π , K , η , η' 中間子) の質量を詳細に解析する。

実数および純虚数化学ポテンシャルにおけるカイラル相転移と閉じ込め・非閉じ込め相転移の相関の解析 (八尋正信、松崎昌之 [福岡教育大学]、河野宏明 [佐賀大学]、柏浩司 (D2)、甲斐貴則 (M1))

有限の実数および純虚数化学ポテンシャルにおける二つの相転移の相関を調べる。

離散化チャンネル結合法を用いた不安定核の反応解析 (緒方一介、八尋正信、井芹康統 [千葉経済短大教授]、橋本慎太郎 [日本原子力研究開発機構研究員]、松本琢磨 [理化学研究所リサーチアソシエイト])

理化学研究所の RI ビームファクトリー (RIBF) が本格的に稼働し、実験データが出始めている現状に鑑み、これまでの研究で構築された反応解析の手法を再整備し、反応解析の要請に即座に対応できる体制を構築する。

3 粒子入射反応の量子力学的記述 (緒方一介、上村正康 [理化学研究所研究嘱託])

2008年度の成果を学術誌上に発表すると共に、天体核物理における3粒子入射反応の役割を系統的に模索する。

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准教授]、叶涛[九州大学総合理工学研究院博士後期課程3年])

2008年度の研究成果を学術誌上に発表し、これまでに得られた知見を総括する。

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(博士研究員)、松本琢磨[理化学研究所リサーチアソシエイト]、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])

離散化チャンネル結合法の計算を実行し、その結果得られる S 行列の連続化を行い、低エネルギーから中間エネルギーの実験データと理論計算の結果を比較する。また、複素スケーリング法を用いた S 行列の連続化を試みる。さらに、3体系の角度相関やエネルギー相関を見ることで、 ${}^6\text{He}$ や ${}^{11}\text{Li}$ などのようなハロー核に特徴的な構造の解明を目指す。

重陽子分解融合反応の純量子力学的記述(緒方一介、八尋正信、橋本慎太郎[日本原子力研究開発機構博士研究員]、千葉敏[日本原子力研究開発機構主任研究員])

2008年度提唱した不完全融合反応を計算する手法を研究論文として発表する。

離散化チャンネル結合法を用いた2核子移行反応の記述(緒方一介、八尋正信、橋本慎太郎[日本原子力研究開発機構博士研究員]、井芹康統[千葉経済短大教授]、宇都野穰[日本原子力研究開発機構研究員]、千葉敏[日本原子力研究開発機構主任研究員])

$({}^{18}\text{O}, {}^{16}\text{O})$ 反応に代表される2核子移行反応を精密に解析する方法を確立することは、応用の面で極めて重要である。革新的原子炉の設計の際、マイナーアクチノイドの核反応データが必要となるが、これを直接測定するのは困難であるため、間接的に測定することが可能な「代理反応法」が注目されている。原子力研究開発機構のグループは $({}^{18}\text{O}, {}^{16}\text{O})$ の実験を行い、代理反応法により間接的に上記の核データを取得するための研究を進めており、その際には信頼性の高い2核子移行反応の解析手法が必要となる。この反応を、離散化チャンネル結合法を用いて記述することを来年度の目的とする。

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(D1))

2008年度の成果を学術雑誌上で発表する。次に、原子核構造論の計算によって得られた波動関数を計算に組み込み、また、光学ポテンシャルを微視的に求めることによ

り、不安定核が関与する $(p, 2p)$ 反応の理論的記述に着手する。

中高エネルギー核反応に対する微視的理論の構築 (八尋正信、緒方一介、河合光路 [九州大学名誉教授]、蓑茂工将 (M1))

実際に反応計算を行うための枠組みを準備する。我々が提案した新しい理論の入力部分は有効相互作用であるが、これを厳密に計算することは困難である。そこで本研究では、有効相互作用を有効理論によって構築する。まずは2体の中心力のみを考慮した有効相互作用を提案し、核子-核反応に対する実験との定量的比較を行う。これと並行し、有効相互作用として g 行列を利用する方法についても検討する。

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]、S. Leoni, G. Benzoni 他 [ミラノ大学])

今年度は、2つの超変形原子核 ^{151}Tb , ^{196}Pb に対する明確な結論が得られたが、それはこれまでの通常変形核や ^{143}Eu 核の場合とはかなり様相が異なっており、今年度開発された統計的シミュレーションを用いて改めて他の超変形核の分析を行い、その原因を探る。

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 (D3))

小路氏の博士論文として得られた新しい結果をまとめる。

ガウス基底関数展開法による対相関の研究 (清水良文、松尾正之 [新潟大学教授])

現実的核力を用いた有限核の対相関に関して、今年度得られた結果を確かなものとするために、より多くの軌道角運動量を取り入れた計算が可能になるように努める。

連続状態の効果を考慮した **Strutinsky** 法の開発 (清水良文、高原哲士 [杏林大学講師]、田嶋直樹 [福井大学准教授])

今年度の分析で、少なくとも基底状態については、ドリップラインまでの不安定核の計算が可能になったものと思われるので、これらの結果をまとめる。また、元々の目的である原子核におけるプロレート変形優勢について調べる。

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]、中務孝 [理化学研究所准主任研究員])

引き続き、対相関に対するできるだけ現実的な密度汎関数はどのようなものか、について分析を進める。

原子核におけるエキゾチック変形の研究(清水良文、田上真伍 (M2)、J. Dudek[Strasbourg 大学])

本年度作成した計算プログラムの有効性を確かめるため、複数の四重極変形核の回転スペクトルと電磁遷移確率を計算し、実験値との比較を行う。それにより計算手法の有効性が示せた場合には、パリティ射影も組み込んだ計算プログラムで、四面体変形の解析を行う。

Kruppa 法をもちいた不安定核の慣性能率(清水良文、小野寿哉 (M1))

連続状態の効果を取り入れた Kruppa の方法により不安定核の慣性能率を分析し、不安定核に特有の回転状態の存在を調べる。

発表論文

《原著論文》

Critical endpoint in the Polyakov-loop extended NJL model:

Kouji Kashiwa, Hiroaki Kouno, Masayuki Matsuzaki, and Masanobu Yahiro,
Phys. Lett. **B662** (2008), 26-32.

Phase diagram in the imaginary chemical potential region and extended Z_3 symmetry:

Yuji Sakai, Kouji Kashiwa, Hiroaki Kouno, and Masanobu Yahiro,
Phys. Rev. **D78**(2008), 036001.

Vector-type four-quark interaction and its impact on QCD phase structure:

Yuji Sakai, Kouji Kashiwa, Hiroaki Kouno, Masayuki Matsuzaki, and Masanobu Yahiro,
Phys. Rev. **D78**(2008), 076007.

Lepton effects on the protoneutron stars with the hadron-quark mixed phase in the Nambu–Jona-Lasinio model:

Nobutoshi Yasutake and Kouji Kashiwa
Phys. Rev. **D79**(2009), 043012.

Full coupled-channel description of three-body and four-body breakup reactions:

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

Nucl. Phys. **A805** (2008), 447.

Analysis of (K^- , K^+) Inclusive Spectrum with Semiclassical Distorted Wave Model:
Shintaro Hashimoto, Michio Kohno, Kazuyuki Ogata, and Mitsuji Kawai,
Prog. Theor. Phys. **119** (2008), 1005.

Analysis of deuteron elastic scattering from ${}^6,7\text{Li}$ using the continuum discretized coupled channels method:

Tao Ye, Yukinobu Watanabe, Kazuyuki Ogata, and Satoshi Chiba,
Phys. Rev. **C78** (2008), 024611.

A New Glauber Theory Based on Multiple Scattering Theory:

Masanobu Yahiro, Kosho Minomo, Kazuyuki Ogata, and Mitsuji Kawai,
Prog. Theor. Phys. **120** (2008), 767.

One-neutron removal reactions of ${}^{18}\text{C}$ and ${}^{19}\text{C}$ on a proton target:

Y. Kondo *et al.* (著者 30 名: うち 18 番目に緒方),
Phys. Rev. **C79** (2009), 014602.

Pairing effects for rotational excitations unique to neutron-rich nuclei

M. Yamagami and Y. R. Shimizu,
Phys. Rev. **C77** (2008), 064319.

Probing the order-to-chaos reton in superdeformed ${}^{151}\text{Tb}$ and ${}^{196}\text{Pb}$ nuclei with continuum γ -transitions:

S. Leoni, G. Benzoni, N. Blasi, A. Bracco, S. Brambilla, F. Camera, A. Corsi, F. C. L. Crespi, P. Mason, B. Million, D. Montanari, M. Pignanelli, E. Vigezzi, O. Wieland, M. Matsuo, Y. R. Shimizu, D. Curien, G. Duchêne, J. Robin, P. Bednarczyk, M. Castoldi, B. Herskind, M. Kmiecik, A. Maj, W. Meczynski, J. Styczen, M. Zieblinski, K. Zuber, and A. Zucciatti,
Phys. Rev. Lett. **101** (2008), 142502.

Microscopic calculation of the wobbling excitations by employing the Woods-Saxon potential as a nuclear mean-field:

T. Shoji and Y. R. Shimizu,

Prog. Theor. Phys. **121** (2009), 319.

《その他の論文》

Nambu–Jona-Lasinio 模型における高次相互作用が相転移に及ぼす影響:
柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 八尋正信,
素粒子論研究, 116 巻 2 号, 2008 年, B53 – B55.

純虚数化学ポテンシャル領域におけるクォーク物質の相構造と中間子質量:
柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 境祐二, 八尋正信,
素粒子論研究, 116 巻 6 号, 2009 年, F128 – F130.

虚数化学ポテンシャルを利用した QCD 相図の解明:
境祐二, 柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 八尋正信,
素粒子論研究, 116 巻 6 号, 2009 年, F131-F133.

虚数化学ポテンシャルを利用した QCD 相図の解明:
境祐二, 柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 八尋正信,
原子核研究, Vol.53, Suppl.1 (2009), p88-91.

Analysis of inclusive (K^- , K^+) reaction with semi-classical distorted wave model:
Shintaro Hashimoto, Michio Kohno, Kazuyuki Ogata, and Mitsuji Kawai,
JAEA-Tokai Tandem Annual Report 2007 April 1, 2007–March 31, 2008 (2008), p.75.

連続状態離散化チャネル結合法による核反応解析と応用:
緒方一介,
「核データニュース」, No.92 (2009).

($p,2p$) 反応における核内 2 核子散乱の役割:
角剛典, 緒方一介,
原子核研究, Vol.53, Suppl.1 (2009), p.48.

中高エネルギー核–核反応に対する微視的散乱理論:
蓑茂工将, 河合光路, 緒方一介, 八尋正信,
原子核研究, Vol.53, Suppl.1 (2009), p.44.

原子核における対相関 (ペアリング):

清水良文,

「南部陽一郎先生ノーベル賞受賞記念特集号」

原子核研究, Vol. 53, Suppl. 5, 2009年4月, pp. 142-152.

講演

《海外での講演》

Quark Propagators in the confinement and deconfinement phases:

Masatoshi Hamada, Hiroaki Kouno, Atsushi Nakamura, Takuya Saito, and Masanobu Yahiro,

The XXVI International Symposium on Lattice Field Theory, 2008 July 14-19, College of William and Mary, Williamsburg, Virginia, USA.

Analyses for four-body breakup reactions of ${}^6\text{He}$:

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

50th Anniversary Symposium on Nuclear Sizes and Shapes, Jun. 23–25, 2008, University of Surrey.

Dissociation of Relativistic Projectiles with the Continuum-Discretized Coupled-Channels Method:

C. A. Bertulani and K. Ogata,

Fall Meeting of the American Physical Society, Oct. 23, 2008, Marriott City Center Hotel, Oakland, USA.

Coupled-Channel analyses of three-body and four-body breakup reactions:

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

Workshop on Unbound Nuclei, Nov. 3–5, 2008, INFN, Sez. di Pisa, Pisa, Italy.

Dissociation of Relativistic Projectiles with the Continuum-Discretized Coupled-Channels Method:

C. A. Bertulani and K. Ogata,

Workshop on Unbound Nuclei, Nov. 3–5, 2008, INFN, Sez. di Pisa, Pisa, Italy.

《国内での講演》

(ポスター)

中高エネルギー核-核反応における微視的散乱理論:

蓑茂工将, 河合光路, 緒方一介, 八尋正信,

原子核三者若手夏の学校, 2008年8月23日, 国立オリンピック記念青少年総合センター.

Four-body CDCC for four-body breakup reaction of ${}^6\text{He}$:

江上智晃, 松本琢磨, 緒方一介, 井芹康統, 上村正康, 八尋正信,

理研仁科センター研究会「原子核物理学の展望」, 2008年11月26-27日, 理化学研究所仁科センター.

$(p,2p)$ 反応を用いた中性子過剰核の分光学:

角剛典, 緒方一介,

理研仁科センター研究会「原子核物理学の展望」, 2008年11月26-27日, 理化学研究所仁科センター.

中高エネルギー核反応に対する微視的散乱理論:

蓑茂工将, 河合光路, 緒方一介, 八尋正信,

理研仁科センター研究会「原子核物理学の展望」, 2008年11月26-27日, 理化学研究所仁科センター.

(口頭)

A New Glauber Theory based on Multiple Scattering Theory (Invited talk):

M. Yahiro,

JUSTIPEN-EFES-Hokudai-UNEDF meeting, 21-25 July, 2008 in Onuma-park, Hokkaido, Japan.

次世代スーパーコンピューティングシンポジウム2008 (パネルスピーカー):

八尋正信,

2008年9月16-17日、東京.

虚数化学ポテンシャルを利用したQCD相図の解明:

境祐二, 柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 八尋正信,
九州核理論懇親会, 2008年6月22日, 柳川市かんぼの宿.

虚数化学ポテンシャルを利用した QCD 相図の解明:
境祐二, 柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 八尋正信,
原子核三者若手夏の学校, 2008年8月23日, 国立オリンピック記念青少年総合センター.

純虚数化学ポテンシャル領域におけるクォーク物質の相構造と中間子質量:
柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 境祐二, 八尋正信,
基研研究会「熱場の量子論とその応用」, 2008年9月5日, 京都大学基礎物理学研究所.

虚数化学ポテンシャルを利用した QCD 相図の解明:
境祐二, 柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 八尋正信,
基研研究会「熱場の量子論とその応用」, 2008年9月5日, 京都大学基礎物理学研究所.

Phase structure of two-flavor quark matter at real and imaginary chemical potential:
柏浩司, 境祐二, 河野宏明, 松崎昌之, 八尋正信,
日本物理学会 2008 年秋季大会, 2008 年 9 月 20 日, 山形大学.

QCD phase diagram in the imaginary chemical potential region and extended Z_3 symmetry:
境祐二, 柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 八尋正信,
日本物理学会 2008 年秋季大会, 2008 年 9 月 20 日, 山形大学.

クォーク物質の虚数化学ポテンシャル領域での構造:
柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 境祐二, 八尋正信,
第 114 回日本物理学会九州支部例会, 2008 年 12 月 6 日, 福岡工業大学.

虚数化学ポテンシャルを利用した QCD 相図の解明:
境祐二, 柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 八尋正信,
第 114 回日本物理学会九州支部例会, 2008 年 12 月 6 日, 福岡工業大学.

虚数化学ポテンシャルを利用した現象論的模型による QCD 相図の解析:
Kouji Kashiwa, Masanobu Yahiro, Masayuki Matsuzaki, Hiroaki Kouno, Yuji Sakai,
Takanori Kai and Takeshi Matsumoto,

九大若手研究会「量子色力学の相構造研究の原状と展望」, 2008年12月25日, 九州大学.

格子 QCD 計算と有限密度における現象論的模型:

境祐二, 柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 八尋正信,

九大若手研究会「量子色力学の相構造研究の現状と展望」, 2008年12月26日, 九州大学.

Meson masses and phase structure using information of imaginary chemical potential:

柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 境祐二, 松本健史, 八尋正信,

日本物理学会第64回年次大会, 2009年3月30日, 立教大学.

格子 QCD 計算から導かれる現象論的模型と QCD 相図:

境祐二, 柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 八尋正信,

日本物理学会第64回年次大会, 2009年3月30日, 立教大学.

Coupled-Channel analyses of ${}^6\text{He}$ breakup reactions:

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

Hokudai-TORIJIN-JUSTIPEN-EFES workshop & JUSTIPEN-EFES-Hokudai-UNEDF meeting, Jul. 21–25, 2008, Onuma International Seminar House.

Dissociation of relativistic projectiles with the continuum-discretized coupled-channels method:

K. Ogata and C. A. Bertulani,

Hokudai-TORIJIN-JUSTIPEN-EFES workshop & JUSTIPEN-EFES-Hokudai-UNEDF meeting, Jul. 21–25, 2008, Onuma International Seminar House.

Coupled-Channel analyses of ${}^6\text{He}$ breakup reactions:

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

KGU Yokohama Autumn School of Nuclear Physics, Kanto Gakuin University, Oct. 9–10, 2008.

CDCC による ${}^6\text{He}$ のクーロン分解反応の解析:

江上智晃, 松本琢磨, 緒方一介, 井芹康統, 上村正康, 八尋正信,

「原子核の分子的構造と低エネルギー核反応-束縛系から散乱系へ閾値を超えて-」, 2008

年7月2日, 京都大学基礎物理学研究所.

組み替え入り離散化チャンネル結合法の展開と天体核物理学への応用:

緒方一介, 松本琢磨, 江上智晃, 井芹康統, 上村正康, 八尋正信,
「原子核の分子的構造と低エネルギー核反応-束縛系から散乱系へ閾値を超えて-」, 2008
年7月2日, 京都大学基礎物理学研究所.

重陽子標的を利用した不安定核の陽子・中性子分布の研究:

緒方一介, 清水良文, 八尋正信,
RCNP 研究会「RCNP における不安定核の研究 ~RCNP ビームラインの可能性を探る
~」, 2008年8月9日, 大阪大学核物理研究センター.

$(p,2p)$ 反応における核内2核子散乱の役割:

角剛典, 緒方一介,
原子核三者若手夏の学校原子核パート研究会, 2008年8月20日, 国立オリンピック記
念青少年総合センター.

中高エネルギー核-核反応における微視的散乱理論: 蓑茂工将, 河合光路, 緒方一介, 八
尋正信,

原子核三者若手夏の学校, 2008年8月20日, 国立オリンピック記念青少年総合センター.

連続状態離散化チャンネル結合法による核反応解析と応用:

緒方一介,
日本原子力学会 2008年秋の年会, 2008年9月5日, 高知工科大学.

重陽子標的を利用した不安定核の陽子・中性子分布の研究:

緒方一介, 清水良文, 八尋正信,
日本物理学会 2008年秋季大会, 2008年9月21日, 山形大学小白川キャンパス.

中性子過剰核の分解反応断面積の計算:

松本琢磨, 江上智晃, 緒方一介, 井芹康統, 上村正康, 八尋正信,
日本物理学会 2008年秋季大会, 2008年9月21日, 山形大学小白川キャンパス.

離散化チャンネル結合法を用いた重陽子不完全融合反応の解析:

橋本慎太郎, 緒方一介, 千葉敏, 八尋正信,

日本物理学会 2008 年秋季大会, 2008 年 9 月 23 日, 山形大学小白川キャンパス.

中高エネルギー核-核反応に対する微視的散乱理論:

蓑茂工将, 河合光路, 緒方一介, 八尋正信,

日本物理学会 2008 年秋季大会, 2008 年 9 月 23 日, 山形大学小白川キャンパス.

$(p, 2p)$ 反応のスピンの偏極量解析への理論的アプローチ:

角剛典, 緒方一介,

日本物理学会 2008 年秋季大会, 2008 年 9 月 23 日, 山形大学小白川キャンパス.

共鳴を仮定しない 3 粒子熱核融合反応の研究:

緒方一介, 上村正康,

日本物理学会 2008 年秋季大会, 2008 年 9 月 23 日, 山形大学小白川キャンパス.

中高エネルギー核反応に対する微視的散乱理論:

蓑茂工将, 河合光路, 緒方一介, 八尋正信,

第 114 回日本物理学会九州支部会, 2008 年 12 月 6 日, 福岡工業大学.

$(p, 2p)$ 反応における核内 2 核子散乱の役割:

角剛典, 緒方一介,

第 114 回日本物理学会九州支部会, 2008 年 12 月 6 日, 福岡工業大学.

離散化チャンネル結合法を用いた重陽子入射反応における不完全融合反応の解析:

橋本慎太郎, 緒方一介, 千葉敏, 八尋正信,

日本原子力学会 2009 年春の年会, 2009 年 3 月 23 日, 東京工業大学大岡山キャンパス.

SAMURAI の物理と原子核反応論:

緒方一介,

日本物理学会第 64 回年次大会, 2009 年 3 月 27 日, 立教大学.

重陽子入射反応における不完全融合反応の離散化チャンネル結合法を用いた解析:

橋本慎太郎, 緒方一介, 千葉敏, 八尋正信,

日本物理学会第 64 回年次大会, 2009 年 3 月 28 日, 立教大学.

$(p, 2p)$ 反応を用いて探る中性子過剰核の一粒子状態:

角剛典, 緒方一介,
日本物理学会第 64 回年次大会, 2009 年 3 月 29 日, 立教大学.

共鳴・非共鳴過程を統一的に記述した 3α 熱核融合反応の計算:
緒方一介, 上村正康,
日本物理学会第 64 回年次大会, 2009 年 3 月 30 日, 立教大学.

エキゾチックな回転・変形状態:
清水良文,

「RCNP における不安定核の研究 ～RCNP ビームラインの可能性を探る～」RCNP 研究会、2008 年 8 月 9 日、大阪大学核物理研究センター (RCNP).

中性子過剰核における Woods-Saxon Strutinsky 法の大域的計算:
高原哲士、田嶋直樹、清水良文、
日本物理学会 2008 年秋季大会、2008 年 9 月 22 日、山形大学小白川キャンパス.

高アイソスピン核の記述を目指した対相関密度汎関数の拡張:
山上雅之、清水良文、
日本物理学会 2008 年秋季大会、2008 年 9 月 22 日、山形大学小白川キャンパス.

拡張された対密度汎関数をもちいた弱束縛核の系統的記述:
山上雅之、清水良文、中務孝、
日本物理学会第 64 回年次大会、2009 年 3 月 30 日、立教大学.

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、基盤研究 (C),
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
研究代表者：渡辺幸信

研究分担者：緒方一介

《 文部省科学研究費補助金以外の外部資金 》

日本原子力研究開発機構「若手研究者等の斬新な発想に基づく萌芽研究」,
代理反応法における核子移行反応の反応機構の解明

研究代表者：橋本慎太郎

研究分担者：緒方一介

日本学術振興会特別研究員等及び共同研究の採択 (学外からの受け入れを含む)

Carlos A. Bertulani (Texas A&M, Commerce, Associate Professor)

九州大学理学府 FR・AS 育成プログラムによる外国人研究者招聘 (2009 年 2 月 14 日か
ら 27 日まで滞在)

受入教員: 緒方一介

他大学での研究と教育

緒方一介: 理化学研究所仁科加速器研究センター, 客員研究員。

緒方一介: 日本原子力研究開発機構, 研究嘱託。

学部 4 年生卒業研究

【前期】

郷田創一郎、佐々木崇宏、濱田泰賀、松本優一、山本潤輝 (担当：八尋)
場の量子論の輪講

【後期】

郷田創一郎、佐々木崇宏、濱田泰賀、小田輝 (担当：八尋、清水、緒方)
場の量子論、核反応論、核構造論の輪講

修士論文

境祐二: (指導教員、八尋正信)：有効模型を用いた QCD 相図の定量的解明

博士論文

小路拓也：(指導教員、清水良文)：Microscopic study of various collective motions by means of the cranked Woods-Saxon potential (回転した Woods-Saxon 型一体場を用いた多様な集団運動の微視的研究) [2009 年 4 月授与]

その他の活動と成果

八尋正信: 学術雑誌 (Progress of Theoretical Physics) の編集委員

八尋正信: 核物理研究センターの運営委員

緒方一介: 基研研究会「原子核の分子的構造と低エネルギー核反応-束縛系から散乱系へ閾値を超えて-」, 世話人.

緒方一介: RCNP 研究会「RCNP における不安定核の研究 ~RCNP ビームラインの可能性を探る~」, 世話人.

緒方一介: 九大原子核反応ワークショップ「2 核子間有効相互作用に基づく原子核反応研究の現状と展望」, 世話人代表.

緒方一介: 独立行政法人理化学研究所仁科加速器研究センター, 理論研究推進会議委員.

緒方一介: 独立行政法人理化学研究所仁科加速器研究センター, RIBF-UEC (Users Executive Committee) 委員.

緒方一介: 大阪大学核物理研究センター, 研究計画検討専門委員.

緒方一介: 大阪大学核物理研究センター, 実験課題審査会 (B-PAC) 委員.