

夏の学校 2005
原子核パート研究会
アブストラクト集
(*Third Edistion*)

於 国立オリンピック記念青少年総合センター
(2005. 8. 6 - 11)

プログラム

7日 (13:30 - 16:45) 研究会 A

レビュー

13:30 - 14:30

明 孝之 氏 (RCNP) 軽い中性子過剰核における弱束縛、共鳴、連続状態の性質

§ Reaction (14:40-15:40)

14:40-15:00

湊 太志 (東北大, M2) 有限温度中でのニュートリノ原子核反応

15:00-15:20

山本 一幸 (甲南大, M2) 恒星内元素合成

15:20-15:40

山縣 淳子 (奈良女子大, M2) In-flight(K,N) 反応による K 中間子原子および K 中間子原子核の生成

§ Hadron & Experiment(15:45-16:45)

15:45-16:05

三ツ谷 和也 (京大, M2) カイラル相転移の臨界点近傍におけるクォークの準粒子描像

16:05-16:25

中川 義之 (阪大 RCNP, M2) Confinement mechanism in Coulomb gauge QCD

16:25-16:45

松山 貴史 (新潟大, M2) 高エネルギービームに対する NaI シンチレーション検出器の応答性に関する研究

8日 (13:15 - 16:45) 研究会 B

レビュー

13:15-14:15

大西 一聡 氏 (京大基研) カイラル相転移の非平衡 (動的) 臨海現象

§ Structure & Reaction (14:25-15:45)

14:25-14:45

大庭 広士 (新潟大, M2) 原子核の変形がもたらす対密度分布への影響の解析

14:45-15:05

大倉 朋久 (北海道大, M2) 4核子系 (^4H , ^4He , ^4Li) の $3\text{N}+\text{N}$ クラスタモデルによる解析

15:05-15:25

小笠原 弘道 (京都大, M2) 高スピンの不安定核に特有な低エネルギー振動モードの探求に向けて

15:25-15:45

村上 永里子 (大阪市立大, M2) 光学ポテンシャルの探求

ポスターセッション 1(15:45-16:45)

10日(18:30-22:00) 研究会 C

§ Reaction & Hadron(18:30-19:10)

18:30-18:50

橋本 慎太郎 (九州大, D2) 半古典歪曲波模型によるハイペロン生成反応の記述

18:50-19:10

堀川 敦 (東海大, D3) 核子の形状因子に対する媒質効果

§ Structure (19:20-20:20)

19:20-19:40

石川 拓司 (茨城大, D2) 有限系における量子干渉性の消失に関する研究

19:40-20:00

吉田 賢市 (京都大, D2) 中性子ドリップ線近傍にある変形した不安定核の励起状態の性質

20:00-20:20

日野原 伸生 (京都大, D1) Adiabatic SCC 法による変形共存現象の微視的解明

ポスターセッション 2(20:20-21:50)

アブストラクト

7日 研究会 A

レビュー

軽い中性子過剰核における弱束縛、共鳴、連続状態の性質

明 孝之 氏 (RCNP)

軽い中性子過剰核にて発見されたハロー構造をきっかけとして、不安定核の物理は目覚ましい進展を遂げてきた。レビューでは、そのハロー構造を中心に、軽い中性子過剰核でおこる現象、弱束縛状態や準位逆転、魔法数の破れ等について紹介する。また、不安定核の非束縛状態を調べる理論枠組として、特に共鳴状態を正しい境界条件で扱う方法について紹介する。実際に方法の有効性とハロー核の分解反応への適用例について触れる予定である。

§ Reaction

有限温度中でのニュートリノ原子核反応

湊 太志 (東北大, M2)

超新星中での元素合成はさまざまなモデルによって盛んに研究が進められている。190 $< A < 320$ の重い元素の生成には現在 r-process が有力な候補となっているが、まだ説明することのできない少ない存在量をもった元素がいくつかある。星によってはウラニウムやトリウムの水素に対する存在比が少ないものもある。その違いを示す原因として、周りにある自由な中性子を吸収し尽くした後の原子核に中性子星からやってきたニュートリノが反応しているからではないかと考えられている。私たちはその中で、ニュートリノ反応によって高いエネルギー準位に励起させられた原子核が核分裂を起こし、超新星爆発時の元素合成の存在量にどのような変化をもたらすかを調べるために、有限温度を考慮したニュートリノ原子核反応の計算を行っている。その計算には連続状態への励起を正確に取り込んだ RPA を用いて、温度依存に着目しながらいくつかの原子核において結果を紹介する。

恒星内元素合成

山本 一幸 (甲南大, M2)

恒星内で起きている元素合成において重要になる原子核を見つける。低エネルギーでの反応断面積の再評価を行う。

In-flight(K,N) 反応による K 中間子原子および K 中間子原子核の生成

山縣 淳子 (奈良女子大, M2)

近年、ストレンジネス核物理の新しい対象として注目されている、深く束縛された K 中間子原子核の生成反応について、理論的に研究した結果を発表する。K 中間子原子核は日本のグループが理論的にも実験的にも活発に研究しており、その存在や性質について多くの議論がなされている。我々は、In-flight(K,N) 反応による K 中間子原子核生成を理論的に研究し通常の K 中間子原子生成過程を含めた包括的なスペクトラムを理論的に得る事により、K-原子核相互作用の性質と生成断面積の関係を明らかにしたい。

§ Hadron & Experiment

カイラル相転移の臨界点近傍におけるクォークの準粒子描像

三ツ谷 和也 (京都大, M2)

高温高密度の状況下で実現されていると考えられるクォークとグルーオンの流体クォーク・グルーオン・プラズマ (QGP) は米国ブルックヘブン研究所の RHIC における超相対論的重イオン衝突の実験で肯定的な結果が出ていることもあり最近ホットな話題となっている。ところで、QCD の強結合性よりカイラル相転移の臨界点近傍でクォークの準粒子描像は大きな変更を受けると考えられる。そこで我々は QCD の低エネルギーカイラル有効模型である NJL 模型を用いてカイラル相転移の臨界点近傍における準粒子描像を研究した。

Confinement mechanism in Coulomb gauge QCD

中川 義之 (阪大 RCNP, M2)

アブストラクト：ハドロンを構成するクォークやグルーオンはこれまで単体で観測されたことがない。この閉じ込め現象の機構を解明するために我々はクーロンゲージでの量子色力学を研究している。クーロンゲージをとったときに現れる瞬間相互作用は、クォーク・反クォーク間の距離に関して線形上昇関数として振る舞うことが格子 QCD シミュレーションで確かめられている。我々は有限温度下での瞬間相互作用の振る舞いを調べている。

高エネルギービームに対する NaI シンチレーション検出器の応答性に関する研究

松山 貴史 (新潟大, M2)

現在、加速器技術の発達により、ドリップライン近傍の原子核の実験的研究が可能となっている。そして、その結果ハロー構造、スキン構造といった、安定核では見られない性質が発見された。しかし、まだ軽い原子核でしかこれらの性質を見出せないでいる。そこで、より重い原子核でのこれらの性質を実験的に見出すためにより新たな加速器が必要であり、理化学研究所において RIBF 計画という、新たな加速器および実験装置が作られている。この施設ができると、新たな原子核モデルの構築、元素の起源解明に貢献できる。

また、加速器が高性能になるために、検出器もそれだけ高性能化が求められており。現在高エネルギービームを用いた実験で全エネルギー検出器として優れた分解能を示す NaI(Tl) 検出器が、今後使用されるエネルギー

ギー領域で十分な性能を有しているか検証した。

実験は2回行われ、ビームには ^{84}Kr (200、300、400MeV/u)、 ^{132}Xe (177、208、300、357MeV/u) が用いられた。

解析は、エネルギーに対する線形性、核反応の寄与、位置依存性の3点から行った。その解析結果を中心に発表を行いたい。

8日 研究会 B

レビュー

カイラル相転移の非平衡（動的）臨界現象

大西一聡 (京大基研)

陽子、中性子、パイ中間子などのハドロン粒子の間に働く強い相互作用は、クォークとグルーオンを基本的自由度とする量子色力学 (Quantum ChromoDynamics, QCD) と呼ばれる非可換ゲージ理論により記述されると考えられている。低温・低密度の QCD 物質は、カイラル対称性が自発的に破れた閉じ込め相にあるが、高温・高密度においては、系はカイラル対称性の回復した非閉じ込め相 (クォーク・グルーオン・プラズマ相) へ相転移を起すと期待される。現在、クォーク・グルーオン・プラズマを実験室で作るための相対論的重イオン衝突実験がアメリカのブルックヘブン国立研究所 (BNL) 等で盛んに行われている。本講演ではカイラル相転移の臨界現象について議論する。

従来、平衡状態におけるカイラル相転移の静的な性質については、格子ゲージ計算や低エネルギー有効模型を用いた解析が多くある。一方、非平衡状態における動的な性質についての理解は比較的乏しい。相対論的重イオン衝突実験では系は時間発展するため、非平衡状態における QCD 物質の理解が重要である。カイラル相転移の動的臨界現象を議論することが本講演の目的である。

一般に 2 次相転移点 (臨界点) は universality class へ分類することが可能である。同じ universality class に属する臨界点は同じ臨界現象を示す。例えば、相関長、感受率あるいは緩和時間などの発散を特徴づける臨界指数は、同じ universality class に属すれば同じ値をとる。静的な場合、universality class は系が持っている対称性と空間次元によって分類することができる。例えばカイラル相転移の場合、カイラル変換は $SU(2)_L \otimes SU(2)_R$ であるが、これは $O(4)$ の回転群と同型であるので、カイラル相転移は強磁性体や反強磁性体などの回転対称性を持つ臨界点と同じ universality class に属することになる。

動的な universality class の分類法はより複雑である。臨界点近傍の特徴的な非平衡現象として、非平衡状態から平衡状態への緩和時間が長くなる臨界減速と呼ばれる現象がある。このため系の時間発展は、いわゆる「遅い変数」と呼ばれる特定の力学的自由度のみで記述することが可能である。通常遅い変数は、相転移の秩序変数と保存量で与えられる。この遅い変数 (秩序変数と保存量) によって分類するというのが、Hohenberg と Halperin によって確立された動的 universality class の分類法である。

この分類法によってカイラル相転移の動的 universality class を分類すると反強磁性体と同じ動的 universality class になることがわかる (Rajagopal & Wilczek:1993)。しかしながらこの同一視はあまりにナイーブであり正しくない。我々はカイラル相転移と反強磁性体の違いを注意深く吟味し、カイラル相転移の動的臨界現象を再解析する。そして従来の Hohenberg と Halperin による動的 universality class の分類法を再考する。

遅い変数の揺らぎは slow mode と呼ばれるが、slow mode には 2 種類ある。伝播 (振動) モードと拡散 (減衰) モードである。カイラル相転移の秩序変数はメゾン場であり、その揺らぎはメゾン粒子つまり伝播モードであるが、一方、反強磁性体の秩序変数の揺らぎは拡散モードであることが知られている。これが両者の違いである。我々はモード結合理論と呼ばれる理論を用いカイラル相転移を再解析する。その結果、メゾンモードの記述のためには、秩序変数と保存量の他に、秩序変数 (メゾン場) に対する共役運動量が遅い変数として必

要であることを指摘する。従って、秩序変数と保存量によって分類する従来の分類法は不完全である。

我々はさらに、メゾンモードについてくりこみ群を用いたより詳細な解析を行う。その結果、伝播モードと拡散モードに対する2つの固定点を見つけ、伝播モードは臨界点近傍で過減衰となり、拡散モードへ crossover することを見出す。これは、カイラル相転移においてはメゾンモードは粒子性を失い過減衰となり、カイラル相転移の動的 universality class は臨界点近傍においては反強磁性体と同じになることを意味する。これはまた、共役運動量は臨界点では遅い変数でなくなることを意味し、従来の動的 universality class の分類法は臨界点近傍のみで成り立つものとして理解することができる。また、固体の構造相転移における音波モードは臨界点で過減衰になることが実験的に知られているが、我々の解析はこの現象に対する説明を与えるものである。

§ Structure & Reaction

原子核の変形がもたらす対密度分布への影響の解析

大庭 広士 (新潟大, M2)

原子核の興味深い性質として変形が上げられる。原子核が変形することで球形の原子核には無い特徴的な現象がいくつも見られる。そうした状況のなかで変形した原子核を解析する手法も様々な発展をしてきた。その様々な手法のなかで、広い質量領域をカバーし、なおかつ極めて微視的な立場から解析が可能な Hartree-Fock-Bogoliubov 理論 (以下 HFB 理論) を今回の解析に用いた。HFB 理論では核子の対の間に働く相互作用を準粒子という概念で取り入れており、偶核と奇核のエネルギーギャップなど種々の物理量をうまく再現する。また、特にこの HFB 理論のなかで取り扱う対密度という量は、核子の対が原子核中でどのように分布しているかを示す量であり、対相関が重要な原子核においては非常に重要な意味を持つ。しかし、この対密度は球形の核の場合は非常に良く研究されているが、変形した核において対密度がどうなっているのか、また対密度分布が原子核の変形にどのような影響を与えているかはあまり研究されていない。そこで今回は、変形が対密度にどのような影響を与えるかを軸対称変形した核に HFB 理論を適用し解析をした。また、現在の手法での適応限界や今後の展望を述べる。

4 核子系 (${}^4\text{H}$, ${}^4\text{He}$, ${}^4\text{Li}$) の $3N+N$ クラスタモデルによる解析

大倉 朋久 (北海道大, M2)

4 核子系 (${}^4\text{H}$, ${}^4\text{He}$, ${}^4\text{Li}$) は核の励起及び束縛状態が現れる原子核として最も質量数 A の小さな系であり、核構造や励起の基本的な性質を調べる上で重要である。しかしこの系の状態は ${}^4\text{He}$ の基底状態を除き、幅の広い共鳴状態として表れるため、実験から準位や構造を説明する十分な解析がこれまで確立されていなかった。今回の研究では 4 核子系の共鳴状態について 3 体 +1 体のクラスタモデルに複素座標スケールリング法を適用することで、3 核子-1 核子の散乱の位相差の解析を行った。今回得られた結果について、従来の解析結果のエネルギー準位との比較及び求めた 3 核子-1 核子間のポテンシャルの検証を行う。

高スピンの不安定核に特有な低エネルギー振動モードの探求に向けて

小笠原 弘道 (京都大, M2)

標記の題で理論の面からお話ししたいと思います。理論形式の説明と具体的な計算に基づいた議論のどちらに重点を置くか、実験との関連についてどの程度述べるか等の具体的なことは未定です。

光学ポテンシャルの探求

村上 永里子 (大阪市立大, M2)

光学模型は原子核同士による弾性散乱を、ポテンシャルによる散乱として記述する方法である。その特徴は、反応により入射粒子が吸収される効果を取り入れるために虚数の複素ポテンシャルを用いるところである。

これまでに、フォールディングモデルを用いた理論計算によって光学ポテンシャルは得られ、それらは重イオン散乱等を記述することに成功してきた。しかしそれらのポテンシャルは実数部分のみで、光学ポテンシャルの複素部分はあとで数値を入れてゆかなければならなかった。

そこでフォールディングモデルに用いる核力ポテンシャルに複素部分入りのものを用いて複素光学ポテンシャルを求めること目指す。そのことについてその意味や方法などを紹介する。

10日 研究会 C

§ Reaction & Hadron

半古典歪曲波模型によるハイペロン生成反応の記述

橋本 慎太郎 (九州大, D2)

Λ , Σ , Ξ などのハイペロンが原子核中で受ける一休場ポテンシャルは、 $^{32}\text{Si}(\pi^\pm, K^+)$ や $^{12}\text{C}(K^-, K^+)$ のハイペロン生成反応を解析することにより求められている。

我々はこれらの反応に対し半古典歪曲波模型 (SemiClassical Distorted Wave model ;SCDW) を適用して解析を行っている。この模型を用いることで、これまでの解析では取り扱うことができなかった核内核子のフェルミ運動を考慮に入れた計算が可能となる。

本研究会では、 Ξ 生成 $^{12}\text{C}(K^-, K^+)$ 反応を SCDW を用いて解析した結果について報告し、この反応に対する上記の反応機構の重要性について議論する。

核子の形状因子に対する媒質効果

堀川 敦 (東海大, D3)

本研究では、有効クォーク模型を使い、クォーク-ダイクォーク描像の基で核子に対する形状因子を計算した。更に媒質中での影響について調査した。

§ Structure

茨城大学大学院 理工学研究科 応用粒子線科学専攻 量子基礎科学講座 坂田文彦研究室
博士後期課程二年 石川拓司 (nd4601s@mcs.ibaraki.ac.jp)

講演題名 有限系における量子干渉性の消失に関する研究

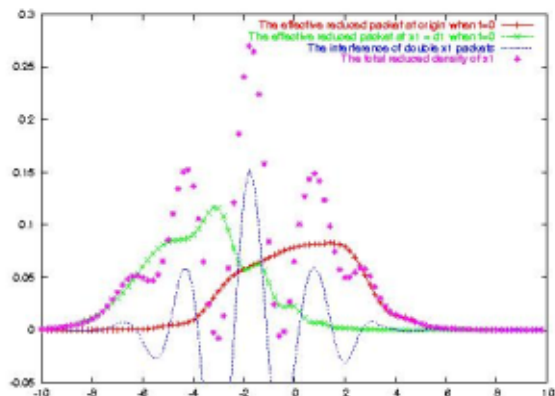
講演概要 量子デコヒーレンスとは/3匹のシュレーディンガー猫模型/原子核物理との関連

量子デコヒーレンスとは非ユニタリ過程の一種で、状態ベクトル間の量子干渉が減衰・消失する事を指す。エネルギーの散逸やランダムな揺動などの不可逆過程が原因である。

古典的に現象の不可逆性を引き起こすとされたのが、系の混合性（乱雑性、stochastisity）と位相空間の粗視化操作であった。この事は統計力学においてエルゴード仮説を正当化する為にも用いられた。一方、原子核物理においても、高励起状態での統計性の出現は、原子核内部の古典カオスの性質、すなわち混合性の存在を示唆している。

私は非対称な調和振動子で結ばれた3粒子系に Feynmann-Vernon の影響汎関数法を適用し、そのうち粒子1の持つ縮約密度分布関数の干渉項が有限時間で消失するという計算結果を得た。影響汎関数法は環境粒子（粒子2、3）に対する情報を平均化する操作であるから、運動が混合性を持つとき、それは系の時間反転対称性を破壊する。

この研究は、原子核の大振幅集団運動に対する非関与自由度の影響を評価する事を目標としている。集団的自由度を適切に取り出す為の手法として SCC 法があるが、その適用条件が成り立たない場合、対応したTDHF 位相空間での軌道の振舞いがカオス的になると言われている。そこまで至らなくとも、非関与自由度との非線型結合が集団的自由度の量子性に影響を与えている可能性がある。



中性子ドリップ線近傍にある変形した不安定核の励起状態の性質

吉田賢市

京都大学大学院 理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻 原子核論研究室

RIBF や RIA 等の次世代の不安定核実験施設の完成に伴い、実験的にアクセス可能な不安定核の領域はこれまでの軽い領域から中重核領域に拡大される。更に高分解能ガンマ線分光技術との結合により、基底状態のみならず低励起状態の性質も明らかになることが期待される。中性子過剰核では中性子スキンやハローといった、密度分布に中性子と陽子の大きな非対称性が現れたり、これまで常識とされてきた魔法数が破れ、新たな魔法数が現れるといったシェル構造の変化することが分かってきた。このような原子核の静的な性質のみならず、不安定核の新しい性質を反映した励起状態、すなわち動的な性質との両方を調べることでこの“新しい”原子核の構造を知ることができる。例えば、中性子スキンの発達に伴い、中性子・陽子の芯がスキンの中を振動するような“ソフトダイポールモード”やスキンが breathing する“ソフトモノポールモード”などの存在可能性が考えられる。更に、原子核が変形すると角運動量もはや良い量子数では無くなるので異なるモードが結合し、多様な励起モードが現れる可能性がある。

そこで我々は、中性子ドリップ線近傍にありよく変形していると考えられている Mg 同位体に対して、連続エネルギー状態も含めた対相関を記述することのできる座標表示 HFB 法に基づいた変形準粒子 RPA 計算を行い、いくつか面白い励起モードを得ることができた。下の図に示すように ^{40}Mg における $K^\pi = 0^+$ の状態は、動的な対相関に極めて敏感であり、対振動モードと四重極振動モードが結合することによって集団性を獲得していることが分かった。この 0^+ の状態は対振動モードが主成分であるのに対して、 $K^\pi = 2^+$ の状態は γ 振動モードが主成分である。いずれの励起モードも、系の弱束縛性を反映し Fermi 面近傍の波動関数が原子核の外側に大きく広がることによって、遷移行列要素が大きくなっている。

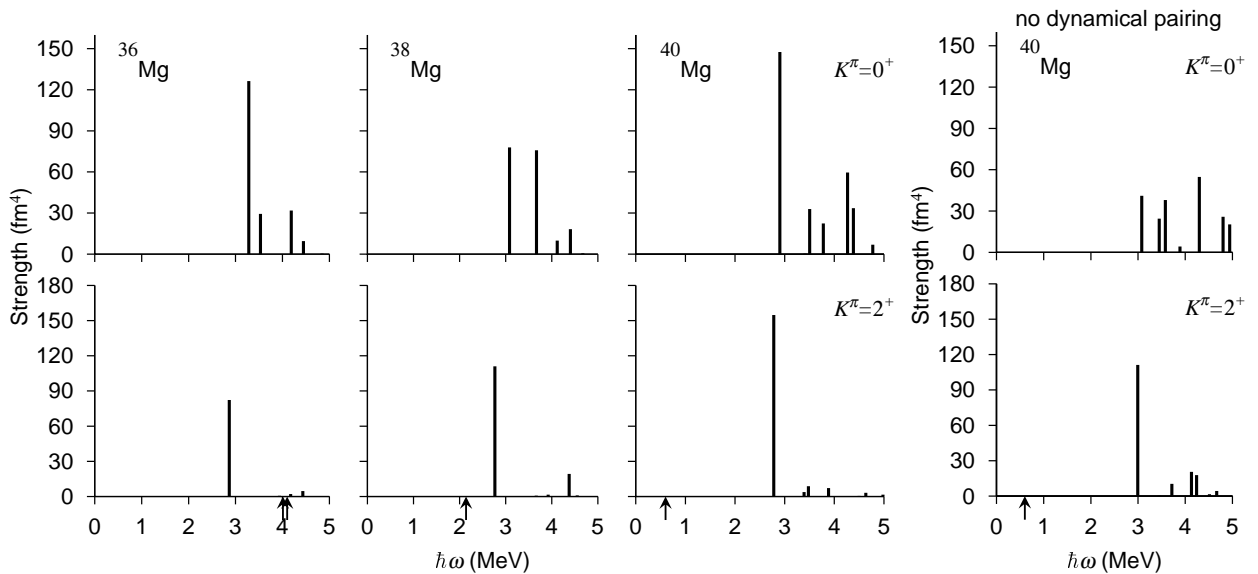


図1 (左): $^{36,38,40}\text{Mg}$ における $K^\pi = 0^+, 2^+$ の四重極遷移強度関数. (右): ^{40}Mg において、残留のペアリング相互作用を無視した場合の遷移強度関数.

Adiabatic SCC 法による変形共存現象の微視的解明

日野原 伸生 (京都大, D1)

原子核の中には励起状態に基底状態と異なった形を持つものがある。このような異なる変形状態が共存する核では多体系の量子トンネル効果により変形の混合が起こり、それぞれの状態は形の個性を失う。

変形共存核を微視的理論に基づいて記述する様々な試みがなされているが、集団経路と呼ばれる、量子トンネル効果を引き起こす最も重要な集団的自由度を抜き出すことが本質的である。Adiabatic SCC 法では集団経路を自己無撞着に求めることで変形共存のダイナミクスの記述を可能にする。

本発表では、Adiabatic SCC 法、および Adiabatic SCC 法によって記述されるダイナミクスの特徴を、集団運動の質量の観点から議論する。 ^{68}Se , ^{72}Kr 付近の陽子過剰核領域における oblate-prolate 変形共存を、Pairing + Quadrupole 模型を用いて扱い、どのような自由度を通じて変形混合が起こるのかを議論する

ポスターセッション

^{40}Ca におけるクラスター構造と平均場的構造の共存

谷口 億宇 (京都大, D1)

^{40}Ca の構造をクラスター構造と平均場的構造の共存という観点から議論する。

QCD sum rules for $I=0, \text{spin } 1/2$ pentaquark

古城 徹 (京都大, D1)

2002年に存在の兆候が得られた pentaquark Θ^+ の存在, 量子数などの諸性質を明らかにすることは現在のハドロン物理学の中心的課題の一つとなっている。本発表では、共鳴状態の解析においてこれまで数々の成功を収めてきた QCD 和則を簡単にレビューするとともに、それらを Θ^+ に適用した結果を報告する。

ドリップライン近傍核の低励起モードにおける連続状態と対相関の効果

水山 一仁 (新潟大, D2)

連続状態 QRPA 理論を用いた中性子過剰不安定核の低励起モード、とりわけソフト双極子励起に見られる連続状態と対相関の効果に関する分析を報告し、他の計算 (連続状態 RPA や相対論的 RPA) との比較から現在、進行中の Skyrme 有効相互作用の速度依存項まで拡張した連続状態 QRPA 計算に関するこれからの展望について議論する。

クーロンバリア近傍における $^6\text{He}+^{209}\text{Bi}$ 散乱の解析

江上 智晃 (九州大, D1)

2003年に、クーロンバリア近傍における $^6\text{He}+^{209}\text{Bi}$ 散乱と $^6\text{Li}+^{209}\text{Bi}$ 散乱の反応断面積の値が約 2~2.5 倍異なるという報告がなされ注目を浴びた。その差異を説明するため、Kelley らによって離散化チャネル結合法 (CDCC) による解析が行われた。 $^6\text{Li}+^{209}\text{Bi}$ 散乱の実験を再現することはできたものの、 $^6\text{He}+^{209}\text{Bi}$ 散乱を説明することが出来なかった。これは、 ^6He を 2 体 ($\alpha+2n$; dineutron model) で取り扱ったためであり、 ^6He はより自然なモデルである 3 体 ($\alpha+n+n$) で取り扱うべきである。そこで我々は、 ^6He を 3 体で取り扱い CDCC を用いることで $^6\text{He}+^{209}\text{Bi}$ 散乱の実験を再現することを試みる。今回は、その解析結果を紹介する。

ブラウン運動と低エネルギー重イオン反応

鷺山 広平 (東北大, D2)

クーロン障壁近傍のエネルギー領域における重イオン反応では、原子核間の相対運動自由度が原子核の内部運動自由度に強く結合し、相対運動から内部運動へのエネルギーの急速な転換が起こる。さらに核融合反応や核分裂反応では、反応前後で原子核が劇的に形を変えるため、取り扱うべき自由度は核子の自由度も含め、大きくなりうる。しかし、全ての自由度を考慮することは困難であるため、適当な近似に基づき重要な自由度を抜き出す必要がある。

以上を踏まえ本ポスター発表では、(1) ブラウン運動の簡単な説明、(2) 低エネルギー重イオン反応とブラウン運動との関連について解説、(3) それに関わる私たちの研究紹介、の三本立てで、その困難を乗り越える方法を紹介する。(2) については、原子核反応における摩擦と揺らぎというキーワードを通して、重イオン反応をブラウン運動とのアナロジーから解説する。その後(3)では、このような考えを重イオン反応、特に超重元素合成反応に応用した結果を、従来は取り込まれなかった量子統計揺らぎの効果について着目しつつ議論する。

クラスター模型による原子核少数体系の解析

富樫 智章 (北海道大, D1)

原子核の励起状態においてしばしば殻模型によって表現するのが難しい状態が現れる。このような状態はクラスター模型によって表現できることが示唆されてきている。クラスターや殻模型などの模型空間の波動関数を現実的核力から導き出される実空間の波動関数と結び付ける「ATMS」とよばれる手法を用いて、少数体系における第一原理計算の結果と比較しながらクラスター模型の有効性、クラスター模型におけるテンソル相関などを議論する。

乱雑な多 Slater 行列式の重ね合わせによる原子核励起構造の記述

篠原 聡始 (筑波大, D2)

Self-consistent mean-field model (SCMF), using Skyrme or Gogny effective interaction, has been applied to description of the ground-state properties of nuclei with great success for a wide mass region. In excited states, there appear various excitation structures such as cluster, super deformation and so on, which are significantly different from the shell model-like ground states and we need to go beyond the mean-field to describe them. For this purpose, a model which uses the superposition of multiple Slater determinants have been developed; e.g., the generator coordinate method (GCM).

The GCM based on the mean-field theory is a method to take account of the correlations beyond the mean-field in terms of the configuration mixing. The basis function is superposition of mean-field solutions which are determined by the constrained Hartree-Fock(-Bogoliubov) calculation. The constraint operators are selected from experimental information and physical intuitions. In this framework, it is difficult to describe different models of excitation structures because the generator coordinates are restricted to one dimension in most cases.

Our purpose is to develop a theory for many kinds of excitation models without any assumption

about deformation using 3D-mesh representation. To achieve this, we introduce the imaginary-time method which is often used when solving self-consistent equations. Randomly-generated initial Slater determinants are developed in imaginary-time and finally converge to the energy minimum state. In this process, total energy decreases monotonically. If the configuration approaches a local minimum or a shoulder state, the state stays unchanged for a long time. We are mainly interested in such quasi-stationary states and soft modes of excitation. The imaginary-time method produces these during the time evolution and we pick them up, then, like GCM, diagonalize the Hamiltonian in the space spanned by the multiple Slater determinants. There is no restriction on the nuclear shape in the calculation.

In this study, we test our method with the simple BKN effective interaction and check whether several independent numerical calculations with randomly generated initial states must produce the identical results. We show low-lying levels are uniquely determined with the method.

Introduction to Wobbling Motion

小路 拓也 (九州大, M2)

平均場のオーダーで回転対称性が破れると、その対称性の回復運動として回転運動が生じる。回転の自由度は二つあるが、それが二つとも破れることによってウォブリング運動が生じる。つまり、ウォブリング運動とは非軸対称変形した原子核に特有の回転運動である。この回転運動を扱う単純なモデルとして Rotor Model がある。モデルパラメータとして原子核の変形度と慣性モーメントを含んでいる。このモデルは、原子核が剛体のように回転しているという描像を与える。このモデルを高スピン極限に適応すると、回転バンド間に非常に強い E2 遷移を持つ回転バンド帯が得られる。一方、2001 年に二つの回転バンド間に非常に強い E2 遷移が観測された。これは、ウォブリング運動であると思われる。しかし、Rotor Model に低スピンでの慣性モーメントをよく記述する渦無し慣性モーメント (原子核を渦無し非圧縮性完全流体とみなし、その変形度と慣性モーメントを結び付けたもの) を適用すると実験を説明できない。これは、回転整列した準粒子の寄与のためと考えられる。この準粒子の効果を取り入れる方法として Cranked Shell Model + Random Phase Approximation がある。これにより定性的なことはうまくいった。しかし、定量的な問題が残っている。以上のウォブリング運動を研究する背景を説明する。

格子 QCD 数値シミュレーションによるグルーオン・プラズマの動的物性の解明

津村 享佑 (京都大, D2)

物質の高温極限の形態クォーク・グルーオン・プラズマ (QGP) の物性を探るためブルックヘブン国立研究所では重イオン衝突実験が行われ、QGP の粘性係数はほぼゼロであることが判明した。この新しい描像を理論的に検証するため格子 QCD と最大エントロピー法に基づき、QGP の前段階としてグルーオン・プラズマの粘性係数を計算した。その結果を報告する。

講演者一覧

名前	大学	学年	email
湊 太志	東北大学	M2	minato@nucl.phys.tohoku.ac.jp
山本 一幸	甲南大学	M2	mn421015@center.konan-u.ac.jp
山縣 淳子	奈良女子大学	M2	aa.j.yamagata@cc.nara-wu.ac.jp
三ツ谷 和也	京都大学	M2	kazuya@yukawa.kyoto-u.ac.jp
中川 義之 (*)	大阪大学 RCNP	M2	nkgw@rcnp.osaka-u.ac.jp
松山 貴史	新潟大学	M2	miramira@np.gs.niigata-u.ac.jp
大庭 広土	新潟大学	M2	ooba@nt.sc.niigata-u.ac.jp
大倉 朋久	北海道大学	M2	okura@nucl.sci.hokudai.ac.jp
小笠原 弘道	京都大学	M2	ogasawar@ruby.scphys.kyoto-u.ac.jp
村上 永里子	大阪市立大学	M2	murakami@ocump.hep.osaka-cu.ac.jp
橋本 慎太郎	九州大学	D2	hashimoto2scp@mbox.nc.kyushu-u.ac.jp
堀川 敦	東海大学	D3	3aspd004@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp
石川 拓司	茨城大学	D2	nd4601s@mcs.ibaraki.ac.jp
吉田 賢市	京都大学	D2	kyoshida@ruby.scphys.kyoto-u.ac.jp
日野原 伸生	京都大学	D1	hinohara@ruby.scphys.kyoto-u.ac.jp
小路 拓哉	九州大学	M2	shoji2scp@mbox.nc.kyushu-u.ac.jp
古城 徹 (*)	京都大学	D1	torujj@kern.phys.sci.osaka-u.ac.jp
江上 智晃 (*)	九州大学	D1	egami2scp@mbox.nc.kyushu-u.ac.jp
谷口 億宇 (*)	京都大学	D1	yasutaka@ruby.scphys.kyoto-u.ac.jp
富樫 智章 (*)	北海道大学	D1	toga@nucl.sci.hokudai.ac.jp
鷺山 広平	東北大学	D2	washi@nucl.phys.tohoku.ac.jp
水山 一仁	新潟大学	D2	mizu@nt.sc.niigata-u.ac.jp
津村 享佑	京都大学	D2	tmura@ruby.scphys.kyoto-u.ac.jp
篠原 聡始	筑波大学	D2	sinohara@nucl.ph.tsukuba.ac.jp

* は研究会世話人

研究会世話人

古城 徹 京都大学

中川 義之 大阪大学 RCNP

大沼 俊彦 北海道大学

江上 智晃 九州大学

富樫 智章 北海道大学

谷口 億宇 京都大学

準備校

水山 一仁 新潟大学

センター校

坂戸 裕昭 大阪市立大学

村上 永里子 大阪市立大学