

第70回原子核三者若手夏の学校
原子核パート研究会プログラム

研究会 1 日時：8/22(Thu) 17:00~19:00 部屋：401

No.	時間	発表者	タイトル
1-1	17:00~17:20	東本 海旺	JLab におけるハイパー核分光実験用水チェレンコフ検出器の最適データ読出し手法の決定
1-2	17:20~17:40	丹羽 駿輔	JLab におけるハイパー核の高分解能質量分光実験のための焦点面検出器プロトタイプ の製作
1-3	17:40~18:00	西田 賢	崩壊パイ中間子分光法を用いたラムダハイパー核の質量測定実験
1-4	18:00~18:20	影山 璃音	理研 BigRIPS における超高速プラスチックシンチレータの研究
1-5	18:20~18:40	澁谷 純平	超重元素領域における生き残り確率の評価のための統計モデルコードの開発

研究会 2 日時：8/23(Fri) 17:00~19:00 部屋：401

No.	時間	発表者	タイトル
2-1	17:00~17:20	和田 辰也	Lee-Yang ゼロの有限サイズスケーリング解析と 3 状態ポッツ模型と重クォーク QCD への応用
2-2	17:20~17:40	岩中 章紘	落ちる林檎の真空は?: 加速度系のカイラル相転移
2-3	17:40~18:00	Kong Yuk Kei	A Study of Asymmetric Matter Using a Parity Doublet Model with Isovector Scalar Meson Effects
2-4	18:00~18:20	LIU Xiang	From Hadrons to Quarks: constraints on the neutron star matter equation of state with a general approach
2-5	18:20~18:40	Gao Bikai	Reconciling constraints from the supernova remnant HESS J1731-347 with the parity doublet model
2-6	18:40~19:00	Kwon	HSCF 法を用いた中性子星の構造に対する回転効果の研究

研究会 3 日時：8/24(Sat) 13:30~16:30 部屋：311

No.	時間	発表者	タイトル
3-1	13:30~13:50	金子 将大	パイ中間子気体中における重クォークonium間の複素ポテンシャル
3-2	13:50~14:10	具志堅 エリキ	複素ポテンシャルを用いた散乱振幅の極と有効レンジ展開
3-3	14:10~14:30	三宅 浩太郎	チャーモニウムとハドロン分子
3-4	14:30~14:50	酒井 愛斗	ハドロン分子としての束縛状態、共鳴状態の doubly heavy tetraquark の解析
	14:50~15:10	◆ 休憩 ◆	
3-5	15:10~15:30	西淵 拓磨	カイラルユニタリー法を用いたチャンネル結合散乱振幅における固有状態の分類
3-6	15:30~15:50	浦津 源	d-Xi 相関関数に対するバリオン 3 体力の影響
3-7	15:50~16:10	小宮 良介	Stochastic Variational Method を用いた Kbar 中間子原子核束縛状態の構造計算
3-8	16:10~16:30	宇野 千聡	強い相互作用による束縛状態に及ぼすクォーク相互作用の影響

研究会 4 パラレル A/B 日時：8/24(Sat) 17:00~19:00 部屋：310(A)/311(B)

No.	時間	発表者	タイトル
4A-1	17:00~17:20	庄司 拓未	殻模型計算における Cd 領域に有効な相互作用の構築
4A-2	17:20~17:40	木田 浩樹	密度汎関数理論をもちいた三体核力に起因する反対称スピン軌道力の分析
4A-3	17:40~18:00	古賀 幸太郎	Nuclear fission with mean-field instantons
4A-4	18:00~18:20	長尾 昂青	TDHF による一次元原子核ダイナミクス
4A-5	18:20~18:40	中邨 陽	OFDFT による原子核の基底状態及び高スピン状態の計算
4A-6	18:40~19:00	橋 刀生	相対論的平均場近似によるスピン偏極物質の EOS の記述

No.	時間	発表者	タイトル
4B-1	17:00~17:20	服部 竜大	中性子星内部における超流動量子渦の微視的な解析
4B-2	17:20~17:40	類家 千怜	原子核内中性子対凝縮に伴う核子対ダイナミクス
4B-3	17:40~18:00	本間 雅也	相互作用するボソン模型における中性子過剰なジルコニウム同位体のベータ崩壊のパラメータ依存性
4B-4	18:00~18:20	田中 峻	ロックアウト反応を用いた漸近規格化係数の決定
4B-5	18:20~18:40	中川 昂星	$^8\text{He}, ^{12}\text{C}$ における 3 体クラスター構造
4B-6	18:40~19:00	山口 雄紀	シリコン 28 基底状態におけるクラスター構造の痕跡

第70回原子核三者若手夏の学校

原子核パート研究会概要集

◆ 研究会1：8/22(Tue) 17:00~19:00 ◆

1-1：東本 海旺（東京大学 中村研究室）17:00~17:20

【JLabにおけるハイパー核分光実験用水チェレンコフ検出器の最適データ読出し手法の決定】

我々の国際共同実験グループは米国ジェファソン研究所（JLab）においてラムダハイパー核分光実験を展開してきた。高分解能でのハイパー核分光実験の実現には、高分解能 K 中間子スペクトロメーター（HKS）における K 中間子同定精度の向上が重要である。そのため背景事象に対する目的信号の割合の増加を目的として、K 中間子識別用水チェレンコフ（WC）検出器の量産に取り組んでいる。

また、従来は電荷積分型 ADC によって WC 検出器のデータ読出しを行ってきたが、JLab のデータ収集系の更新に伴って Flash ADC、Time Over Threshold 計測への更新を計画している。本講演では JLab 実験で用いる水チェレンコフ検出器の概要および、各電荷測定法による性能評価の結果について報告する。

1-2：丹羽 駿輔（東京大学 中村研究室）17:20~17:40

【JLabにおけるハイパー核の高分解能質量分光実験のための焦点面検出器プロトタイプの製作】

我々のグループはアメリカのジェファソン研究所（JLab）において、崩壊 π 中間子分光法を用いたラムダハイパー核の高精度質量測定実験を計画している。この実験では、磁気スペクトロメーター Enge を用いて、 π 中間子の運動量を高分解能、高精度で測定する。スペクトロメーターの運動量の絶対値校正には α 線源を用いる。そのため、 α 線を高い位置分解能で測定できる焦点面検出器が必要である。そこで我々は焦点面検出器として、シンチレーティングファイバー検出器の開発を行っている。この検出器のプロトタイプを製作し、真空槽内で α 線を当てて、検出器の応答を調べた。今回はその検出器の概要及び α 線テストの結果について報告する。

1-3：西田 賢（東京大学 中村研究室）17:40~18:00

【崩壊パイ中間子分光法を用いたラムダハイパー核の質量測定実験】

ストレンジネス $S=-1$ を持つ原子核であるラムダハイパー核は、核力を明らかにする上で重要な情報を与える。我々の研究グループは、米国ジェファソン研究所において軽いラムダハイパー核の高精度での質量分光実験を実施する計画である。この実験では崩壊パイ中間子分光法と呼ばれる手法を用いて、世界最高精度でのラムダハイパー核の質量測定を実現する。本講演では、軽いラムダハイパー核の高精度での質量測定の重要性とともに、この実験の計画について紹介する。

1-4：影山 璃音（東京都市大学 実験原子核物理研究室）18:00~18:20

【理研 BigRIPS における超高速プラスチックシンチレータの研究】

不安定原子核の内部構造や強い相互作用などを理解するために加速器で粒子を加速させ、標的に当てることで人工的に不安定核ビームとして生成している。不安定核ビームには様々な種類の原子核が混在しているため理研 RIBF では RI ビーム分離生成装置 BigRIPS で複数の検出器で粒子識別している。本研究では BigRIPS での不安定核ビームの粒子識別における質量電荷比 A/Q の分解能向上の方法について調査し、プラスチックシンチレータと光電子増倍管および電子回路がそれぞれ高速応答に対応した飛行時間の測定システムを開発した。本発表では今回開発した時間測定システムによる A/Q の分解能を既存のシステムと比較して議論する。

1-5：澁谷 純平（近畿大学 核反応エネルギー研究室）18:20~18:40

【超重元素領域における生き残り確率の評価のための統計モデルコードの開発】

現在、我々の研究室では統計モデルの数値計算の際に近似式によるモンテカルロ法を用いている。

本研究では新たに積分を用いた超重元素領域の生き残り確率の計算に特化した統計モデルコードの開発を行い、そのコードを用いた計算結果の評価を行う。

◆ 研究会 2 : 8/23(Wed) 17:00~19:00 ◆

2-1 : 和田 辰也 (京都大学 基礎物理学研究所) 17:00~17:20

【Lee-Yang ゼロの有限サイズスケーリング解析と 3 状態ポッツ模型と重クォーク QCD への応用】

QCD において温度と化学ポテンシャルを変化させたとき、一次相転移線とその端点である QCD 臨界点 (QCD-CP) の存在が期待されている。しかし、第一原理計算である格子 QCD 数値計算においては有限密度領域で符号問題と呼ばれる問題により、QCD-CP 探索が困難となっている。最近の研究において、Lee-Yang ゼロ (LYZ) を用いて QCD-CP を探索する手法とその結果が提案された。しかし、その研究では有限サイズ効果が考慮されておらず、得られた結果が正確ではない可能性がある。そこで、本研究では、CP をもつ一般の系について、LYZ の有限サイズスケーリングと有限体積系で LYZ を用いて臨界点を特定する新手法を提案する。特に、3 状態ポッツ模型と重クォーク臨界点に適用した場合について紹介する。

2-2 : 岩中 章紘 (阪大 RCNP 理論部) 17:20~17:40

【落ちる林檎の真空は?: 加速度系のカイラル相転移】

重力は相構造にどのような影響を与えるでしょうか?等価原理より重力場中の系と加速度系は局所的に等価ですから、次のように言い換えることもできます: 加速度は相構造にどのような影響を与えるでしょうか? この問いに一つの答えを与えるべく、本研究では加速度系におけるカイラル相転移について調べます。具体的な模型として Gross-Neveu model を選択し、その加速度系における相構造について議論します。

2-3 : Kong Yuk Kei (名古屋大学 クォーク・ハドロン理論研究室) 17:40~18:00

【A Study of Asymmetric Matter Using a Parity Doublet Model with Isovector Scalar Meson Effects】

We study the effect of the isovector-scalar meson $a_0(980)$ on the properties of nuclear matter and asymmetric matter by constructing a parity doublet model with including the a_0 meson based on the chiral $SU(2)_L \times SU(2)_R$ symmetry. We find that, when the chiral invariant mass of nucleon m_0 is smaller than about 800 MeV, the existence of $a_0(980)$ enlarges the symmetry energy by strengthening the repulsive ρ meson coupling. We then construct the equation of state (EoS) of a neutron star matter to obtain the mass-radius relation of NS. We find that, in most choices of m_0 , the existence of $a_0(980)$ stiffens the EoS and makes the radius of NS larger. We then constrain the chiral invariant mass of nucleon from the observational data of NS, and find that $580 \text{ MeV} \lesssim m_0 \lesssim 860 \text{ MeV}$ for $L_0 = 57.7 \text{ MeV}$.

2-4 : LIU Xiang (名古屋大学 クォーク・ハドロン理論研究室) 18:00~18:20

【From Hadrons to Quarks: constraints on the neutron star matter equation of state with a general approach】

We employ an analytical approach to constrain the equation of state (EOS) of neutron star matter from $2n_0$ to $5n_0$ (where n_0 is the normal nuclear density), a range strongly related to the transition from hadronic to quark matter. For the low-density regime up to $2n_0$, we construct the nuclear matter EOS based on the parity doublet model. For the high-density regime starting from $5n_0$, we use the Nambu-Jona-Lasinio (NJL) model.

To constrain the EOS in the intermediate region from $2n_0$ to $5n_0$, we extract information only from the thermodynamic potential. This general approach allows us to obtain constrained pressure-energy regions in the intermediate density range that are completely independent of any interpolation functions.

2-5 : Gao Bikai (名古屋大学 クォーク・ハドロン理論研究室) 18:20~18:40

【Reconciling constraints from the supernova remnant HESS J1731-347 with the parity doublet model】

The recent discovery of a central compact object (CCO) within the supernova remnant HESS J1731-347, characterized by a mass of approximately $0.77^{+0.20}_{-0.17} M_\odot$ and a radius of about $10.4^{+0.86}_{-0.78} \text{ km}$, has opened up a new window for the study of compact objects. This CCO is particularly intriguing because it is the lightest and smallest compact object ever observed, raising questions and challenging the existing theories.

To account for this light compact star, a mean-field model within the framework of parity doublet structure is applied to describe the hadron matter. Inside the model, part of the nucleon mass is associated with the chiral symmetry breaking

while the other part is from the chiral invariant mass m_0 which is insensitive to the temperature/density. The value of m_0 affects the nuclear equation of state for uniform nuclear matter at low density and exhibits strong correlations with the radii of neutron stars. We point out that HESS J1731-347 can be explained as the lightest neutron star for $m_0 \simeq 850$ MeV.

2-6 : Kwon (東京工業大学 関澤研究室) 18:40~19:00

【HSCF 法を用いた中性子星の構造に対する回転効果の研究】

現在まで多くの原子核理論分野で中性子星が研究されているが、静的状態を記述する TOV (Tolman-Oppenheimer-Volkoff) 方程式に基づいている。しかし、パルサーの観測によると中性子星は回転している (周期 $T=1\text{ms}\sim 10\text{s}$ 程度)。また、原始中性子星や中性子星の合体後に形成される超巨大中性子星 (Hypermassive Neutron Star) などの回転速度が特に速い場合には、回転効果がより重要になり、回転の効果を無視することはできない。中性子星の回転する方法として、古典的な天体の回転を記述する HSCF (Hachisu-Self-Consistent-Field) 法や相対論的に計算する KEH (Komatsu-Eriguchi-Hachisu) 法が知られている。本講演では、HSCF 法を用いた数値計算の結果を示し、中性子星の回転による中性子星の変形について議論する。

◆ 研究会 3 : 8/24(Thu) 13:30~16:50 ◆

3-1 : 金子 将大 (新潟大学 原子核理論研究室) 13:30~13:50

【パイ中間子気体中における重クォークコニウム間の複素ポテンシャル】

有限温度の媒質中に置かれた粒子間のポテンシャルは、一般に虚部を持つ複素ポテンシャルになることが知られている。本研究では、パイ中間子気体中ではたらくクォークコニウム間のポテンシャルを有限温度のカイラル摂動論を用いて記述する。結果として、媒質中の熱的なパイ中間子との相互作用によりクォークコニウム間にどのような複素ポテンシャルが生じるかについて発表する。

3-2 : 具志堅 エリキ (東京都立大学 原子核ハドロン物理学研究室) 13:50~14:10

【複素ポテンシャルを用いた散乱振幅の極と有効レンジ展開】

ハドロンの束縛状態や散乱を調べるためにハドロン間の相互作用をポテンシャルとして扱う。強度が実数のポテンシャルを用いると束縛状態を扱うことができ、その固有運動量は複素運動量平面に解析接続された散乱振幅の極として表される。しかし殆どのハドロンは不安定であるため、ポテンシャルに虚部を入れると束縛状態に幅が生じることを利用し複素ポテンシャルを用いて解析を行う。本研究ではポテンシャルの実部を変化させた時の散乱振幅の極の軌跡について、ポテンシャルに虚部を入れた時の影響を調べる。また、数値計算から厳密に得られた極の値と有効レンジ展開で見積もられた値を比較し、有効レンジ展開の妥当性とその性質について議論する。

3-3 : 三宅 浩太郎 (名古屋大学 クォーク・ハドロン理論研究室) 14:10~14:30

【チャーモニウムとハドロン分子】

エキゾチックハドロンは、通常のハドロンよりも複雑な構造を持つとされ、2003 年に Belle 実験で発見された $X(3872)$ をはじめ、多くのチャームを含むエキゾチックハドロンが報告されている。その構造については未だ決着はついていない。 $X(3872)$ は、その質量が $D^0\bar{D}^{*0}$ の閾値に極めて近く、クォーク模型の予測質量 3953MeV にも近い。本研究では、 $X(3872)$ をハドロン分子、 $\chi_{c1}(2P)$ の重ね合わせ状態として解析する。 $X(3872)$ の結果を他のエキゾチックハドロンに応用する。

3-4 : 酒井 愛斗 (名古屋大学 クォーク・ハドロン理論研究室) 14:30~14:50

【ハドロン分子としての束縛状態、共鳴状態の doubly heavy tetraquark の解析】

2022 年に LHCb 実験によって報告された $cc\bar{q}\bar{q}$ で構成されるエキゾチックハドロンのひとつ doubly charmed tetraquark T_{cc} とそのボトムカウンターパート T_{bb} について議論する。実験で報告された T_{cc} はスピン・パリティが $1+$ のアイソスカラーと考えられている。本研究では、この量子数の T_{cc} だけでなくスピンが 2 以下の量子数をもつ T_{cc} と $bb\bar{q}\bar{q}$ で構成される T_{bb} をハドロン分子として解析した。実験で報告された T_{cc} は束縛状態であるが、本研究では共鳴状態まで扱う。

3-5：西淵 拓磨（東京都立大学 原子核ハドロン物理研究室）14:50～15:10

【カイラルユニタリー法を用いたチャンネル結合散乱振幅における固有状態の分類】

X_i の励起状態である $X_i(1620)$ 、 $X_i(1690)$ は近年、実験および理論の両面で解析が活発に行われている。我々は以前に Belle 実験の結果および ALICE 実験に基づいた、カイラルユニタリー法を用いたモデルを構築した。

本研究では、異なるモデルのポールを外挿することで、それぞれのポールの物理的な意味について議論する。

また、 $K\bar{b}$ 閾値近傍に着目し、単純化した 2 チャンネル模型で Weinberg-Tomozawa ポテンシャルにおけるチャンネル結合の強さを変えた場合でのポールの軌跡を調べ、構築した散乱振幅における固有状態の物理的性質の解明を目指す。

3-6：浦津 源（九州大学 理論核物理研究室）15:30～15:50

【d-Xi 相関関数に対するバリオン 3 体力の影響】

高エネルギー原子核衝突により生成される重陽子と Ξ 粒子の相関関数は、衝突時に生成されるそれらの粒子の空間分布と、両者の間にはたらく相互作用の情報をもたらす量として注目されている。この相互作用としては 3 バリオン系の部分系に働くバリオン 2 体力、およびバリオン 3 体力が考えられるが、バリオン 3 体力が相関関数に果たす役割は未だ解明されていない。そこで、本講演ではバリオン 3 体力として分離型ポテンシャルを採用し、これが相関関数に及ぼす影響について説明する。

3-7：小宮 良介（京都産業大学 ハドロン原子核研究室）15:50～16:10

【Stochastic Variational Method を用いた $K\bar{b}$ 中間子原子核束縛状態の構造計算】

Stochastic Variational Method を用いて $K\bar{b}$ 中間子原子核束縛状態の計算をした。 $K\bar{b}$ 中間子原子核束縛とは、通常の原子核の内側に $K\bar{b}$ 中間子が束縛している状態である。その状態を計算する際、NN 相互作用として AV_{14} 、 $K\bar{b}N$ 相互作用として Kyoto ポテンシャルを用いた。Stochastic Variational Method とは、ガウス型基底関数と相対ガウス座標により、与えられたハミルトニアン束縛エネルギーを非常に正確に求めることができる手法である。更に、幅広い応用が可能であり、様々な系に対して計算が可能である。まず、 $K\bar{b}NN$ の結果と先行研究を比較し再現した後、核子数を増やした結果を報告する。

3-8：宇野 千聡（東京都立大学 原子核ハドロン物理研究室）16:10～16:30

【強い相互作用による束縛状態に及ぼすクーロン相互作用の影響】

陽子や荷電 π 中間子などの電荷を持つハドロンの束縛状態には、強い相互作用だけでなくクーロン相互作用が働いている。強い相互作用に比べてクーロン相互作用の束縛エネルギーは 1/1000 程度であるため、通常は無視して扱うことが多い。しかし、 $X(3872)$ の束縛エネルギーは 40keV 程度であり、クーロン相互作用と同程度の束縛エネルギーである。この場合はクーロン相互作用の効果を無視できない。

本研究では、井戸型ポテンシャルモデルを用いて、クーロン相互作用を無視できない場合の束縛状態を考える。引力井戸型ポテンシャルの束縛解にクーロンポテンシャルを追加し、束縛エネルギーの変化を数値的に調べる。結果から、クーロン相互作用によって束縛エネルギーが変化することがわかる。さらに、クーロン相互作用の影響が波動関数の広がりに関係していることを議論する。

◆ 研究会 4（パラレル A）：8/24(Thu) 17:00～19:00 ◆

4A-1：庄司 拓末（筑波大学 原子核理論研究室）17:00～17:20

【殻模型計算における Cd 領域に有効な相互作用の構築】

原子核の構造計算に殻模型計算は広く使われている。殻模型計算では、一粒子エネルギーと二体相互作用を基にしたハミルトニアンの対角化により原子核状態を求める。先行研究によって Cd 領域の原子核に対して有効な現象論的相互作用がある。一方、第一原理計算に基づく VS-IMSRG (Valence Space In-medium Similarity Renormalization Group) 相互作用を使用すると、 ^{116}Cd の第一励起エネルギーが実験値の約 2 倍になることがわかった。本発表では、現象論的相互作用と VS-IMSRG 相互作用を比較する。また、VS-IMSRG 相互作用に最小限の変更を加えて第一励起エネルギーを求め、この差異の原因を議論する。

4A-2：木田 浩樹（九州大学 理論核物理研究室）17:20～17:40

【密度汎関数理論をもちいた三体核力に起因する反対称スピン軌道力の分析】

本研究の目的は、ゼロレンジ型の三体力のランク1テンソル部分（反対称スピン軌道力）の影響をSkyrme-Hartree-Fock+BCS (SHF+BCS) を用いて調べることである。まず最初に、SHF+BCSの相互作用にテンソル力を追加し、先行研究を再現することを試みた。次に、我々が新たに導入したゼロレンジ型の反対称スピン軌道力を用いて、実験データとの比較を行った。本発表ではその結果について報告する。

4A-3：古賀 幸太郎（東京工業大学 関澤研究室）17:40～18:00

【Nuclear fission with mean-field instantons(review)】

J. Skalski, Phys. Rev. C 77, 064610 (2008) に基づいた review を行う：量子多体系である原子核は、微視的理論である Hartree-Fock (HF) 法を用いることによってその構造を自己無撞着に計算することができる。加えて、時間依存 Hartree-Fock (TDHF) 法では原子核衝突を核子自由度から微視的に記述することができ、一定の成功を収めている。一方で、TDHF では自発核分裂の計算をすることができない。これは TDHF で多体のトンネル現象を記述することができないことに起因している。トンネル効果を記述する方法として、虚時間発展の周期解であるインスタントンを用いた方法が知られている。本発表では、このインスタントンを TDHF に用いることによって、自発核分裂を記述する方法について議論する。

4A-4：長尾 昂青（京都大学 原子核理論研究室）18:00～18:20

【TDHF による次元原子核ダイナミクス (review)】

時間依存したハートリフォック法 (TDHF) を板状の核物質という系に適用して、原子核ダイナミクスを理解する。外場との反応や二つの平板を衝突させたときの時間発展を入射エネルギーを変化させながら議論する。

4A-5：中邨 陽（東京工業大学 関澤研究室）18:20～18:40

【OFDFT による原子核の基底状態及び高スピン状態の計算】

原子核の基底状態の性質を調べる方法の一つに密度汎関数法 (DFT) と呼ばれるものがある。DFT は基底状態を波動関数ではなく一体密度によって表す方法である。しかし、原子核系において一般的に用いられている DFT は核子の数だけ用意した Kohn-Sham 軌道によって状態を表す Kohn-Sham の方法と呼ばれるものである。この方法では多くの核子から構成された重い原子核を計算するためには非常に大きい計算コストがかかる。このため、Kohn-Sham 軌道ではなく一体密度を用いる本来の意味での密度汎関数法 (OFDFT) も研究されている。本発表では OFDFT による基底状態の計算及び、高スピン原子核の計算を紹介する。

4A-6：橘 刀生（京都大学 原子核理論研究室）18:40～19:00

【相対論的平均場近似によるスピン偏極物質の EOS の記述】

核物質の状態方程式 (EOS) は原子核と高密度天体の物理をつなぐ重要な役割を持つ。その中でも、核子のスピンの一方に偏ったスピン偏極核物質の EOS は、飽和密度付近でさえ理論の不定性が大きく、未だよく分かっていない。本研究では、スピン自由度を自然に取り扱える相対論的平均場近似 (RMF) を用いて、スピン偏極物質の EOS を探索する。

◆ 研究会 4 (パラレル B) : 8/24(Thu) 17:00～19:00 ◆

4B-1：服部 竜大（東京工業大学 関澤研究室）17:00～17:20

【中性子星内部における超流動量子渦の微視的な解析】

中性子星は主に中性子で構成された高密度の天体で、内部には超流動性を示す中性子が存在する。中性子星の回転速度が急に変化するグリッチと呼ばれる現象が知られている。グリッチの起源はクラスト内での超流動量子渦のピン留め、内部の複数の超流動相における量子渦同士が相互作用することによる量子渦ネットワークなどのモデルが提唱されている。

グリッチの起源と考えられる超流動量子渦の性質やダイナミクスの解析のため、Gross-Pitaevskii 方程式を用いた spin-0, spin-1, spin-2 超流動相の2次元・3次元数値シミュレーションを行った。本発表では、各超流動相における量子渦の静的な性質、結合定数による振る舞いの違い、量子渦の性質の差について議論する。

4B-2：類家 千怜（筑波大学 原子核理論研究室）17:20～17:40

【原子核内中性子対凝縮に伴う核子対ダイナミクス】

対相互作用によって2中性子がペアを組みボソン凝縮を起こすと、核内は超流動状態になり粒子数ゲージ対称性を破る。その回転対称性を回復するモードは対回転モードと呼ばれ、これによって現れる対回転慣性性能率は対相関を議論する上で有用な物理量になりうる。

本研究では対回転慣性性能率の基本的性質と秩序変数依存性について得られた結果を空間回転の比較とともに説明し、その理由をBCSモデルを用いて議論する。さらにこの対回転モードと秩序変数の揺らぎによって発生する対振動モードを結合し、大振幅対集団運動を正確に記述する試みについても議論する。

4B-3：本間 雅也（北海道大学 原子核理論研究室）17:40～18:00

【相互作用するボソン模型における中性子過剰なジルコニウム同位体のベータ崩壊のパラメータ依存性】

中重不安定核に関する研究はRIBFに代表されるRIビーム技術の発展により強く関心がもたれている。特に $Z\sim 40$ 、 $A\sim 100$ である 100Zr 近傍の領域は核構造の変化が大きい領域として知られており、より一層注目されている。そのため、中重領域でのベータ崩壊を含めた核構造の理論的な予測と理論の発展の必要性が高まっている。本講演では、中重核を記述する模型の一つである相互作用するボソン模型（IBM）における中性子過剰なZr同位体のベータ崩壊の $\log\{ft\}$ 値のパラメータ依存性について議論する。

4B-4：田中 峻（九州大学 理論核物理研究室）18:00～18:20

【ノックアウト反応を用いた漸近規格化係数の決定】

ノックアウト反応は、原子核内にある核子の一粒子情報をクリーンに観測する手段として注目されている。本研究では、重イオン原子核を入射粒子とする核子ノックアウト反応を考え、核内核子の一粒子波動関数の漸近情報（漸近規格化係数）を決定できるかどうかを議論する。

4B-5：中川 昂星（京都大学 原子核理論研究室）18:20～18:40

【 $8\text{He}, 12\text{C}$ における3体クラスター構造】

8He の 0_2^+ 状態は $\alpha + 2n + 2n$ の3体クラスター構造が発達していることが観測され、 3α 構造をもつ 12C の 0_2^+ 状態とのアナロジーから $2n$ が凝縮していることが予想されている。本研究では 8He に対してクラスター壊れを取り込んだ解析を行い、 8He の 0_2^+ 状態では3体構造のみならず2体クラスター構造の寄与も無視できないことが判明した。さらに 8He 、 12C における $1s$ 力によるクラスター構造の壊れの効果を議論する。

4B-6：山口 雄紀（大坂公立大学 原子核理論研究室）18:40～19:00

【シリコン28基底状態におけるクラスター構造の痕跡】

原子核は陽子と中性子からなる量子多体系であり、構成粒子の数が増えるほど複雑な構造を持ち得る。その複雑性が現れ始める軽中子原子核の中でも、s-d殻原子核は多彩な構造を持つことが知られている。このs-d殻原子核の構造を解明することは、原子核の多様な構造を体系的に理解する上で重要である。そこで本講演では、典型的なs-d殻原子核であるシリコン28の構造について議論する。シリコン28の配位の候補をAQCMによって再現し、生成した波動関数から陽子弾性散乱断面積を計算・実験値と比較した。その結果、シリコン28原子核の表面付近において、 α 粒子が構成単位である、 α クラスター構造を示唆する結果が得られた。