

# 2022年三者若手夏の学校原子核パート研究会プログラム

更新 2022年7月25日

## 1 研究会

口頭発表は持ち時間が1人25分(発表20分+質疑応答5分)で、発表と発表の間には5分の予備時間があります。

番号	発表者	題目	座長
1-1	三澤 悠人	QCD 近藤効果のストレンジネス系への応用	金 龍熙
1-2	五十嵐 律矩	$pp \rightarrow \Lambda^{\uparrow} X$ に対するツイスト3グルーオン破碎関数の寄与	
1-3	岩中 章紘	ホログラフィック QCD による $N(1535) \rightarrow N\pi$ 崩壊過程の研究	
2-1	落合 達哉	八重極振動模型の $A \sim 80$ への応用	五十嵐 律矩
2-2	金 龍熙	ダイクォークの相互作用に基づくヘビーバリオンの崩壊反応	
3-1	吉村 健太	中性子星内殻スラブ相における自己無撞着超流動バンド計算	花井 奏太
3-2	金子 悠仁	ホログラフィック QCD を用いた中性子星の再現	
4-1	矢野 朝陽	反応断面積測定のための固体水素・重水素標的の開発	野口 法秀
4-2	渡辺 証斗	機械学習を用いた核データ生成	
5-1	曾根 克佳	有効場の理論を用いた閾値近傍のハドロン散乱	三浦 大輝
5-2	花井 奏太	中性子星・超新星内部のクォーク物質におけるカイラル磁気波と重力波	

表1 発表者リスト：番号は(研究会番号)-(発表順)。

## 1.1 研究会 1 (8/6 10:45-12:15)

**発表者** 三澤 悠人 (東京都立大学) 10:45-11:10

**題目** QCD 近藤効果のストレンジネス系への応用

**概要** ストレンジネスを持つ中間子には、反  $s$  クォークを含む  $K$  中間子と  $s$  クォークを含む反  $K$  中間子がある。そして  $K$  中間子と原子核との散乱において、線形密度近似だと実験結果と比較して全断面積が 14-34% 足りないことが知られている。一方で QCD 近藤効果は、質量の大きいハドロンが媒質中の核子と散乱する際、散乱振幅の摂動計算が破綻することで起きる量子現象であり、 $c, b$  クォークを含む反  $D, B$  中間子において議論されてきた。そこで本研究では  $K$ -原子核散乱における高次の寄与のひとつとして、ストレンジネス系での QCD 近藤効果を調べる。

ここでは一次と二次の散乱振幅の値が等しくなる時の中間子の質量を臨界質量と定義し、結合定数が十分大きければ臨界質量に対して  $K$  の質量が無視できない量であることを示す。さらに媒質中の中間子のプロパゲーターを計算することで、線形密度近似に対する QCD 近藤効果の寄与の割合を求めることを目指す。

**発表者** 五十嵐 律矩 (新潟大学) 11:15-11:40

**題目**  $pp \rightarrow \Lambda^+ X$  に対するツイスト 3 グルーオン破砕関数の寄与

**概要** 陽子陽子衝突におけるハイペロンの偏極現象に対するツイスト 3 グルーオン破砕関数の寄与を定式化する新しい方法を提示する。この方法は共変ゲージを採用し、コリニア展開を行う前に Ward-Takahashi 恒等式を最大限に利用する。これにより一般公式を構成する強固な方法が提供され、ツイスト 3 断面積における「ゴースト項」のキャンセルが示される。

**発表者** 岩中 章紘 (大阪大学) 11:45-12:10

**題目** ホログラフィック QCD による  $N(1535) \rightarrow N\pi$  崩壊過程の研究

**概要** 本研究では酒井・杉本模型を用いて  $N(1535) \rightarrow N\pi$  崩壊の結合定数を求め、実験値と比較した。ホログラフィック QCD 模型とは、5 次元の重力理論を用いて 4 次元 QCD の強結合領域を扱う模型である。本研究では、弦理論に基づくホログラフィック QCD 模型である酒井・杉本模型を用いた。代表的なソリトン模型である Skyrme 模型に対し、酒井・杉本模型は  $N(1535)$  のような負パリティ状態を自然に含むという利点がある。得られた値は実験値と整合するものであった。

## 1.2 研究会 2 (8/6 13:45-14:45)

**発表者** 落合 達哉 (埼玉大学) 13:45-14:10

**題目** 八重極振動模型の A~80 への応用

**概要** 八重極振動模型を質量数 80 領域の核種に適用することで、集団的な八重極励起状態を計算する。

**発表者** 金 龍熙 (九州大学) 14:15-14:40

**題目** ダイクォークの相互作用に基づくヘビーバリオンの崩壊反応

**概要** ヘビークォーク (チャーム・ボトム) を一つ含む「シングルヘビーバリオン」は、含有する残り 2 つの軽いクォーク (アップ・ダウン・ストレンジ) の複合粒子、「ダイクォーク」という描像を顕著にもつと期待される。この場合、シングルヘビーバリオンは「ヘビーバリオン」と「ダイクォーク」の 2 体系と見なすことができる。

シングルヘビーバリオンの崩壊反応について、弱い相互作用を除くと、バリオンが含むヘビークォークそのものは変化しない。このような崩壊については、ダイクォークとダイクォーク-ヘビークォーク間相互作用のみが影響していると思なせる。本研究ではこのようなシングルヘビーバリオンの崩壊反応について、ダイクォークの観点から解析を行う。ダイクォーク模型としては、「ダイクォークのカイラル有効理論」を参考に構築する。

## 1.3 研究会 3 (8/7 13:45-14:45)

**発表者** 吉村 健太 (東京工業大学) 13:45-14:10

**題目** 中性子星内殻スラブ相における自己無撞着超流動バンド計算

**概要** 中性子星の「内殻」と呼ばれる領域の底面部では、巨大な原子核とドリップした一様な中性子ガスが共存した状態にあると考えられている。このような相は総称してパスタ構造と呼ばれ、先行研究においてバンド理論を用いた数値シミュレーションが行われている。本研究では HFB 理論に基づき、超流動性を含めた自己無撞着なバンド理論計算を行った。

**発表者** 金子悠仁 (大阪大学) 14:15-14:40

**題目** ホログラフィック QCD を用いた中性子星の再現 (review)

**概要** 近年の観測技術の向上により中性子星の理論的研究が大きく進展している。ホログラフィック QCD の酒井・杉本模型を用いて、アイソスピン非対称性を考慮することで、従来の手法と比べて実際の中性子星に近い理論的構成が可能である。中性子星の半径と質量の関係について理論値と観測値を比較し、手法の妥当性を議論する。本発表は Phys.Rev.D105(2022)034022 のレビューである。

## 1.4 研究会 4 (8/8 13:45-14:45)

**発表者** 矢野 朝陽 (筑波大学) 13:45-14:10

**題目** 反応断面積測定のための固体水素・重水素標的の開発

**概要** 反応断面積は原子核の物質半径を導出する有効な手法の一つである。また、この手法は反応断面積のアイソスピン非対称性を利用することで原子核の陽子半径と中性子半径を分離し、スキン厚を導出することも可能である。

我々は中性子半径に対する測定感度を最大化するため、固体水素標的を完成させていた。しかし、この標的にはその幾何学的厚さが位置に依存するという問題があったため、これを解決するための開発を行った。

また、最近、重水素標的と水素標的の両方を用いることで原子核と中性子との反応断面積を導出できることが示された。これは陽子半径に対する測定感度を最大化し、スキン厚の精度を改善できることを示唆している。そこで、これを実験的に検証するため固体重水素標的の開発を行った。

**発表者** 渡辺 証斗 (北海道大学) 14:15-14:40

**題目** 機械学習を用いた核データ生成

**概要** 核データの生成には膨大な人的・時間的コストを要する。この問題を解決するために、機械学習を用いて、核反応模型の光学ポテンシャルを最適化することを発想した。本発表では本研究で行った計算結果を報告する。

## 1.5 研究会 5 (8/9 13:45-14:45)

**発表者** 曾根克佳 (東京都立大学) 13:45-14:10

**題目** 有効場の理論を用いた閾値近傍のハドロン散乱

**概要** エキゾチックハドロンの質量や崩壊幅は実験データの様々な解析によって決定される。チャンネル結合を含む閾値近傍のハドロン散乱を対象とする解析の方法として、Flatte 分布が最近注目を集めている。この Flatte 分布とは Breit-Wigner 分布に閾値の効果を加えたものであり、有効レンジ展開の形で書かれている。

本研究では有効場の理論を用いて一般的なチャンネル結合散乱振幅の性質について調べる。2チャンネル散乱の場合、散乱振幅は  $2 \times 2$  行列になる。行列の各成分をあるチャンネルの運動量で展開したとき、そのチャンネルの対角成分のみ有効レンジ展開の形にできることを示す。さらに下にチャンネルが開いている場合、有効レンジ展開の展開係数である散乱長と有効レンジが複素数になることを示す。これに対して Flatte 分布は全ての行列成分を有効レンジ展開の形であると仮定し、実数の有効レンジが用いられている。一般的な散乱振幅と Flatte 分布の散乱振幅を数値計算によって比較し、Flatte 分布の適用可能範囲を検証する。

**発表者** 花井 奏太 (慶應義塾大学) 14:15-14:40

**題目** 中性子星・超新星内部のクォーク物質におけるカイラル磁気波と重力波

**概要** 中性子星内部を探求する有効な手段に、天体の振動を解析する星震学がある。星震を調べるためには、天体内部の輸送の理解が不可欠である。近年、素粒子のカイラリティに起因するカイラル輸送が重イオン衝突実験の文脈で研究されている。本講演では、中性子星や超新星内部のクォーク物質において磁場方向の波であるカイラル磁気波が星震として現れることを示す。そしてそれに伴って生じる重力波の振動数と観測可能性について議論する。