

2. 【研究計画】 適宜概念図を用いるなどして、わかりやすく記入してください。なお、本項目は1頁に収めてください。様式の変更・追加は不可。

(1) 研究の位置づけ

特別研究員として取り組む研究の位置づけについて、当該分野の状況や課題等の背景、並びに本研究計画の着想に至った経緯も含めて記入してください。

当該分野の状況や課題等の背景 ～中間子は物質の構成粒子となり得るのか～

原子核は核子と呼ばれる陽子と中性子から構成される。核子同士は核力で結合しており、この核力の源となる粒子が「中間子」である。原子核内で中間子は量子力学の不確定性原理に従って生成消滅を繰り返し、固有の質量を持たない「仮想粒子」として振る舞う。一方、真空中で中間子は固有の質量と寿命をもった「実粒子」として存在できる。このことから、中間子が原子核内で実粒子として存在する「中間子原子核」は存在するのか、その特性は通常原子核といかに違うのか、という疑問が生じる。 π 中間子は核子との相互作用が斥力のため、核内では実粒子として存在できないことが明らかになっている。 η 中間子や η' 中間子に関して中間子原子核探索研究が精力的に行われているが、まだその存在の発見には至っていない。

そこで、申請者は反 K 中間子に注目する。これまでに、反 K 中間子 \bar{K} と核子 N の間に非常に強い引力が働くと言うことがよく知られている。これは、 $\bar{K}N$ 閾値質量よりも 30 MeV 小さい質量を持つ $\Lambda(1405)$ を反 K 中間子 \bar{K} と核子 N が強く束縛した状態であるという考え方と無矛盾である。さて、 $\Lambda(1405)$ を $\bar{K}N$ 束縛状態と考えると、核子数を1つ、2つ増加させた“ $\bar{K}NN$ ”や“ $\bar{K}NNN$ ”などの「反 K 中間子原子核」が存在すると考えるのは自然である(図1)。

最も単純な構造を持つ反 K 中間子原子核“ K^-pp ”探索実験は21世紀に入って世界各地で行われた。初めてこの存在の決定的な証拠を示した実験が J-PARC E15 実験である [PLB. Vol.789 620-625]。発見された“ K^-pp ”は、束縛エネルギーにして約 40 MeV であった。同じく2核子系である重陽子 ^2H の束縛エネルギーが 2.2 MeV であることと比較すると、20 倍近く深く束縛していることがわかる。これは構成要素である反 K 中間子とその強い引力により2つの核子 pp を強く引きつけることで通常核より高密度でコンパクトな構造を持つ可能性を示唆している。

また、反 K 中間子原子核の探索は以下のような研究にもつながる(図2)。40 MeV の束縛エネルギーを持つ、すなわち質量閾値よりも 40 MeV 軽いということは、反 K 中間子の質量が原子核内で軽くなった可能性があるという見方もできる。ハドロンの質量はカイラル対称性の破れにより獲得されるとされており、原子核内のような高密度状態ではその破れが回復するという事が知られている。したがって、反 K 中間子の質量変化を精査することにより、原子核密度中でのカイラル対称性の部分的回復を検証できる。また、“ K^-pp ”をはじめとする反 K 中間子原子核の詳細研究は通常の実験ではアクセスできない超高密度状態の物理がプローブできる新しい実験環境を手に入れることができるという観点で、理論的にも、実験的にも非常に注目されている研究分野である。

本研究計画の着想に至った経緯

上述のように、J-PARC E15 実験で明らかになった“ K^-pp ”の存在は、核力の媒介粒子である中間子自体が物質の構成要素になりうることを示した。これはこれまでの中間子像を大きく変え得るものである。しかしながら、存在が明らかになった反 K 中間子原子核は“ K^-pp ”のみであり、その存在に懐疑的な者もいる。また、その空間的サイズやスピンパリティといった基本的な物理量は明らかになっていない。さらに、反 K 中間子原子核が存在することは全ての理論計算で一致しているが、束縛エネルギーや幅などの性質はその理論モデルによってバラバラである。これは、実験的な情報が不足しているために理論のモデル構築が十分でないという事を示している。この状況を解決するためには、核子数の異なる反 K 中間子原子核に関する実験的情報を得る必要がある。

先行研究や理論研究を基にすると“ K^-ppn ”が存在する確率は非常に高い [PLB. Vol.535 70-76]。“ K^-pp ”に続く軽い反 K 中間子原子核である“ K^-ppn ”の束縛エネルギーや崩壊幅、生成断面積等を測定し、反 K 中間子原子核の存在を確実なものにすることが、今後反 K 中間子原子核研究を進める上で必要不可欠である。

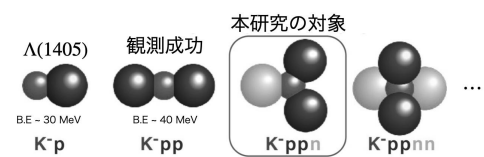


図1: 軽い反 K 中間子原子核

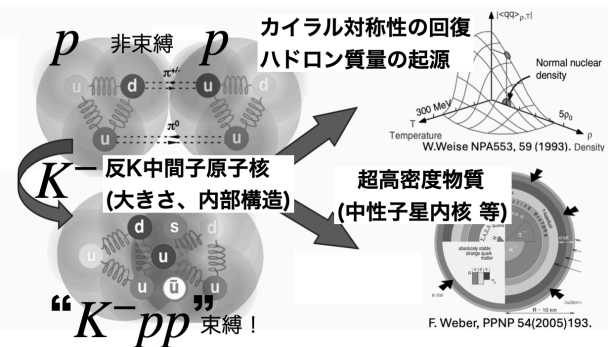


図2: 我々の研究概要

【研究計画】(続き) 適宜概念図を用いるなどして、わかりやすく記入してください。なお、各事項の字数制限はありませんが、全体で2頁に収めてください。様式の変更・追加は不可。

(2) 研究目的・内容等

- ① 特別研究員として取り組む研究計画における研究目的、研究方法、研究内容について記入してください。
- ② どのような計画で、何を、どこまで明らかにしようとするのか、特別研究員奨励費の応募区分(下記(※)参照)に応じて、具体的に記入してください。
- ③ 研究の特色・独創的な点(先行研究等との比較、本研究の完成時に予想されるインパクト、将来の見通し等)にも触れて記入してください。
- ④ 研究計画が所属研究室としての研究活動の一部と位置づけられる場合は申請者が担当する部分を明らかにしてください。
- ⑤ 研究計画の期間中に受入研究機関と異なる研究機関(外国の研究機関等を含む)において研究に従事することも計画している場合は、具体的に記入してください。

(※) 特別研究員奨励費の研究期間が3年の場合の応募総額は(A区分)が240万円以下、(B区分)が240万円超450万円以下(DC1のみ)。2年の場合は(A区分)が160万円以下、(B区分)が160万円超300万円以下。1年の場合は(A区分)が80万円以下、(B区分)が80万円超150万円以下。(B区分については研究計画に必要な場合のみ記入)

(1) 研究目的・研究方法・研究内容

研究目的 “ K^-pp ”に続く、3核子反 K 中間子原子核である“ K^-ppn ”の束縛エネルギー、崩壊幅、生成断面積、崩壊モード比を測定し、その存在を明らかにする。この成果を反 K 中間子原子核の系統的研究の第一歩とし、原子核構成粒子としての「中間子」の物理を切り拓く。

研究方法 J-PARC ハドロンホールの K1.8BR ビームラインにおいて 1.0 GeV/c の K^- ビームを ^4He に照射し、 $^4\text{He}(K^-, n)$ 反応で反 K 中間子原子核“ K^-ppn ”を生成させる。“ K^-ppn ”生成反応の概念図を図3に示す。“ K^-ppn ”は Λ と重陽子 (Λd)、または Λ + 陽子 + 中性子 (Λpn) に崩壊すると予想されている。反 K 中間子原子核からの崩壊粒子を新たな大立体角円筒型検出器システム(CDS)で検出し、前方に放出される中性子をミッシングマスで識別をすることにより全粒子を特定、反応の運動学を完全に再構成し、これら崩壊粒子の不変質量スペクトルから束縛状態に対応するピーク構造を探索する。

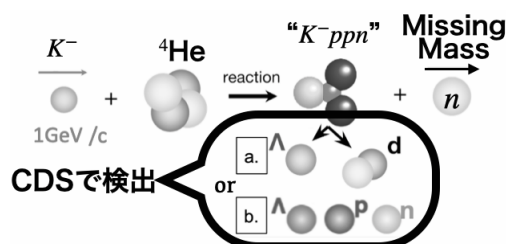


図3: 反応概念図

研究内容 実験は J-PARC E80 として実施する [“E80 Proposal” http://ag.riken.jp/J-PARC/new_e15/new_e15_20200626.pdf]. 本研究のために、先行研究 J-PARC E15 実験で使用した CDS の約 2 倍の立体角と約 8 倍の中性子検出効率を備えた CDS を新設している。2026 年度にデータ収集を開始する。申請者はまず CDS を完成させるため、メイン検出器である円筒型中性子カウンター (CNC) と円筒型ドリフトチェンバー (CDC) の設計・製作を進めている。本検出器を完成させることで、図3が示す、 $K^- + ^4\text{He} \rightarrow K^-ppn + n \rightarrow \Lambda + p + n + n$ 反応等、先行研究である E15 実験では達成できなかった、終状態に複数の中性子を含み、終状態粒子数が多いモードのデータの収集・解析が可能になる。これによって、 Λd と Λpn 崩壊モードを比較することができ、反 K 中間子原子核の構造に対する新たな知見が得られる。また、これらのメインの崩壊モードが見つからなかった場合、荷電・非荷電粒子を広いアクセプタンスで検出できるという特性を活かして、終状態に中間子を含む崩壊モードでの K^-ppn 束縛状態探索を実施する。

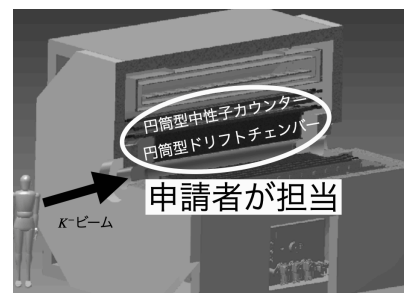


図4: 新円筒型検出器システム CDS

(2) 研究計画 申請者は 2023 年度(修士1年次)に本研究推進のため、E80 実験 CDS の主要検出器の1つである円筒型中性子カウンター (CNC) 試作機性能評価を実施した。長さ 2.6m のプラスチックシンチレーターで構成される CNC 試作機を、申請者主導で東北大学旧電子光学研究センターにおいてテストし、その時間分解能が要求性能を満たす 115 ps であること、信号読み出しとして PMT と MPPC が同様の時間分解能を示すことを確認(研究成果 [3])するとともに、実機製作に向けて、形状や読み出しの最適化によるさらなる改善の提案をした。

2024 年度(修士2年次)より本実験のもう一つの要である円筒型ドリフトチェンバー (CDC) の立ち上げを申請者主導で開始している。この CDC 長さ 2.6m 直径 1m という素粒子大型実験に匹敵する大型検出器である。6,428 本のダイジーチェーン配線、高電圧印加試験、1,816 チャンネルの読み出し確認、宇宙線での分解能評価までを、今までのドリフトチェンバー運用経験(詳細は p.7 最後〜)を活かして申請者が責任を持って 2024 年度中に行う。

2025 年度(博士後期1年) CNC 実機製作のため、最終デザインを決定する。コスト削減のため MPPC を読み出しとして使う。そのためのバイアス電圧・閾値電圧管理の開発を行う。また、2.6m もある CNC を水平に真っ直ぐインストールするために、重力によるたわみ防止の治具設計も必要である。さらに、新たな CDS の設置と K1.8BR エリア改造に伴う、ビームライン検出器の組み直しを行う。

2026 年度 (博士後期 2 年) 本実験及び解析の準備を完了させ、1 週間ビームを水素標的に当て検出器の性能評価をし、装置に関する技術論文を書く。その後 3 週間のビームタイムにより ^4He 標的を用いた J-PARC E80 実験のデータ収集を行う。複数の仮定の下ではこのデータ収集により先行研究である E15 実験が収集した “ K^-pp ” $n \rightarrow \Lambda pn$ (収量 1.7×10^3) と同程度の統計量の反応 a “ K^-ppn ” $+ n \rightarrow \Lambda + d + n$ (推定 1.2×10^4) [“E80 Technical Detector Report” http://ag.riken.jp/J-PARC/PAC/E80_TDR_20220603_submitted.pdf] と反応 b “ K^-ppn ” $+ n \rightarrow \Lambda + p + n + n$ (推定 1.5×10^3) が得られる、というのが現段階の見積もりである。

2027 年度 (博士後期 3 年) 取得したデータを解析し、反 K 中間子原子核 “ K^-ppn ” の存在を世界で初めて確立させる。また、これまでの $\Lambda(1405)$ および “ K^-pp ” の結果と合わせ、少数核子系における反 K 中間子の束縛エネルギーや崩壊幅、生成断面積の核子数依存性を明らかにする。また、反 K 中間子原子核の崩壊分岐比を世界で初めて導く。さらに、原子核に埋め込まれた反 K 中間子による原子核の高密度化に限界はあるのかなど、未解決の疑問を理論研究者と議論をしつつ、国際会議等で成果を発表し反 K 中間子原子核の研究を推し進める。最終的にその成果をまとめ、投稿論文を執筆する。

B 区分に採用された場合 円筒型ドリフトチェンバー (CDC) の読み出しに用いるプリアンプ回路は先行実験である E15 実験で使用していたものを流用できるが、ノイズを拾いやすい基板であること、またすでに製造が中止された部品が使われているなど、長期的な視点に立つと不確定な要素が大きい。そこで申請者は CDC の信号読み出し基板に SPADI Alliance(<https://www.rcnp.osaka-u.ac.jp/~spadi/>) 開発の「ASAGI ASD」への変更を提案している。B 区分に採用された場合「ASAGI ASD」の開発に本格的に参入して、まずは最内層分の基板を「ASAGI ASD」に変更し、性能の向上の程度を検証する。本評価次第で全て取り替えて本実験に臨む。

(3) 研究の特色、独創的な点

先行研究との比較 本研究はシグナルとバックグラウンドを完全に分離することに成功した先行実験 J-PARC E15 の特色である、「反 K 中間子を直接入射して質量エネルギー以下の反応を強く励起することが可能な (K^-, N) の反応チャンネル」、「反応の終状態を全て特定」、「広い運動学領域において反応断面積の運動量移行 q の依存性測定」を基盤としている。その上で、CDS のアップグレードにより終状態に複数の中性粒子を含む反応、より終状態粒子数の多い反応を、さらに広範囲の運動学領域で測定することが可能となる。これにより、未だ存在すら明らかになっていない “ K^-ppn ” の探索が可能になることに加え、さまざまな崩壊モードのデータ取得・解析ができるようになる。また、大強度 $1\text{ GeV}/c$ の K^- ビームを使用できるのは世界で J-PARC だけである。すなわち、本研究はその大強度 $1\text{ GeV}/c$ の K^- ビームと新規製作中の CDS を用いることができる世界で唯一我々だけが達成可能な課題である。

本研究の完成時に予想されるインパクト

- 世界で初めて測定する反 K 中間子原子核 “ K^-ppn ” の崩壊分岐比の測定から反 K 中間子原子核の内部構造 (空間的サイズや反 K 中間子原子核内に重水素クラスターが存在するのかなど) の解明に近づく。
- “ K^-ppn ” の束縛エネルギー、崩壊幅、生成断面積から有限核密度下における $\bar{K}N$ 相互作用の変化に対する新しい知見を与え、それによりメソン-バリオン相互作用に関する理論に強い制限をかけることができる。
- 有限核密度下における反 K 中間子の質量の変化とカイラル対称性の回復と密接な関係があることから、ハドロン質量の起源に関する理解が大きく深まる。

将来の見通し 核子数をさらに増やした “ K^-ppnn ” について調査を進める。非常に安定で中心密度も高い α に K^- を入れたらどうなるかが非常に興味深い。より高密度になるかもしれないし NN 斥力が勝り深い束縛系を作らない可能性もある。現時点では ^6Li 標的 (K^-, d)、 Λt 崩壊に着目してデータ取得・解析を検討している。本研究課題遂行後、“ K^-ppnn ” 探索の具体的な実現性を検討する。

(4) 申請者の担当する部分

E80 実験は国際共同実験として進めている計画であるが、現時点で E80 実験の中心メンバーの学生は申請者のみである。特に申請者が責任を持って担当する課題は以下の通りである。まずは円筒型ドリフトチェンバー CDC の立ち上げと性能評価実験をし、設計通りの性能が出ているかを確認する。並行して、円筒型中性子カウンター CNC の試作機性能評価の結果をもとに最終デザインを決定し製作する。その後、ビームラインの改造を申請者が現場をまとめて実施し、CDC・CNC を新たに整備されたビームラインに置かれた新 CDS にインストールする。ビームを水素標的に当てて得られたデータを解析し新たな実験装置に関する技術論文執筆する。全ての検出器の動作確認・メンテナンスを申請者中心となり行い、2026 年度に行われる J-PARC E80 実験を遂行し、 $\Lambda dn/\Lambda pnn$ 終状態を中心に “ K^-ppn ” の解析を行い学術論文を執筆する。

3. 人権の保護及び法令等の遵守への対応 本項目は1頁に収めてください。様式の変更・追加は不可。

本欄には、「2. 研究計画」を遂行するにあたって、相手方の同意・協力を必要とする研究、個人情報の取り扱いの配慮を必要とする研究、生命倫理・安全対策に対する取組を必要とする研究や安全保障貿易管理を必要とする研究など指針・法令等（国際共同研究を行う国・地域の指針・法令等を含む）に基づく手続が必要な研究が含まれている場合、講じる対策と措置を記入してください。

例えば、個人情報を伴うアンケート調査・インタビュー調査、行動調査（個人履歴・映像を含む）、国内外の文化遺産の調査等、提供を受けた試料の使用、侵襲性を伴う研究、ヒト遺伝子解析研究、遺伝子組換え実験、動物実験、機微技術に関わる研究など、研究機関内外の情報委員会や倫理委員会等における承認手続が必要となる調査・研究・実験などが対象となりますので手続の状況も具体的に記入してください。

なお、該当しない場合には、その旨記入してください。

本研究は該当しない。

4. 【研究遂行力の自己分析】 各事項の字数制限はありませんが、全体で2頁に収めてください。様式の変更・追加は不可。

本申請書記載の研究計画を含め、当該分野における(1)「研究に関する自身の強み」及び(2)「今後研究者として更なる発展のため必要と考えている要素」のそれぞれについて、これまで携わった研究活動における経験などを踏まえ、具体的に記入してください。

(1) 研究に関する自身の強み

好奇心

私の一番の強みは、強い好奇心である。未知に対する興味や疑問を抱くことが、私の研究や人生の原動力となっている。幼少期から変わらず持ち続けている問い「宇宙とは」から全てが始まった。学校の図書館で宇宙に関する図鑑を読み漁り、宇宙の広大さを知った。ブラックホールという畏怖の念を抱かずにはいられない天体が銀河系の中心にはあるであろうことも知った。申請者が愛してやまないアニメ「ドラえもん」にはタイムマシンが登場する(なんと今実験で運転している電磁石の愛称は「ドラエモン」であり、運命を感じずにはいられない!)。私は小学校2年生の時タイムマシンを作ることを試みた。どうやって過去に行けるのだろうか、答えは見つからずに断念した。小学校4年生の時に相対性理論の一般向けの本を母に買ってもらい、夢中で読み、こんなに不思議なことが起こっているのかとワクワクした。それからは地元の図書館へ行き「時間」に関する本を探して読んだ。そうしているうちに素粒子という存在を知った。それが研究者への道へとつながった。まだ誰も知らないこと、まだ誰も実際に観測できていないことを探求したい。私の研究者としての魂の根幹は、幼少から変わらぬこの好奇心にある。

主体性、積極性

私は自ら考え進んでいく「主体性」と自分の成長に繋がる機会を逃さない「積極性」を大切にしている。学部4年次から修士課程1年次の間の2年間で特に以下のことを主体的、積極的に取り組んできた。

- 学部4年次の卒業研究で申請者らは ^{22}Na の崩壊陽電子の対消滅事象を利用してベルの不等式の破れの検証実験を行った。当初は実測データの解析評価で終わる予定だったが、統計量が不十分になること予測し、シミュレーションもしたいと提案した。申請者が指導教員の力も借りながら進め、量子もつれが無い場合の実験結果を見積もった。やはり十分な統計量は得られなかったが、それがシミュレーションと整合性が取れていることまで確認し、実験結果をより深く考察することができた。
- 実験物理学者になるためには、検出器に対する卓越した理解が必要である。そこで申請者は同じ研究センターの同期などを誘い、William R. Leo氏の「Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments」の輪講ゼミを企画、提案し推進した。物理学について英語で円滑にコミュニケーションをとる練習として、英語を主言語としてゼミを進めた。
- 原子核実験に関連するいくつかのイベントに自ら積極的に参加した。具体的にはSPADI AllianceのDAQ実践キャンプに参加し、RaspberryPiとGPSモジュールと各種センサーを使って現在地と気温を取得するシステムを構築した。また、SNP school 2023というストレンジネス核物理関連の国際スクールでは自分の研究成果を発表し(研究成果[1])、理論・実験の垣根をこえて他の若手研究者や学生たちと議論してきた。

このように申請者は決して受け身になることが無く、「こうするべきだ、やりたい」と思ったことに向かって積極的に行動している。

計画的な実験準備力

修士課程1年で研究室に配属されてすぐ反 K 中間子原子核に興味を持ち、J-PARCで研究したいという意志を指導教員に告げ、そこで課題となっていた「円筒型中性子カウンターCNC」の時間分解能の位置依存性とライトガイドの長さ依存性についての実験の準備に着手した。この課題はカウンターが長いこと(水平方向に約2.6m)とライトガイドを何度も付け替えねばならず、きちんとした固定がその都度できないことが原因で過去の実験結果に明確な結論付けをすることができていなかった。そこで申請者は実験を成功させるための治具と架台の設計から取り組んだ。治具は何度も試作を繰り返した。実験実行予定から逆算して計画をたて、従来の課題を全て克服しCNCの性能を正しく評価することができた。

ワイヤードリフトチェンバーの操作・管理力

2024年2月から本格的にJ-PARC K1.8BR ビームラインで行うJ-PARC E73 実験に中心メンバーとして参加している。本実験はハイパートライトン ^3H の寿命直接測定実験である。E73 実験で使っている一部の検出器を本研究課題E80 実験にもそのまま用いる。申請者は全部で6台あるビームラインドリフトチェンバーBLDCのアンインストール、修理、動作確認、再インストールを責任を持って行ってきた。動作確認中、6台中1台の検出効率

(研究遂行力の自己分析の続き)

が70%程度と低いことに気がつき、そのBLDCを分解した。そこで申請者がカソード面の電圧ラインが内部で断線していることを発見し修復し、無事100%近い検出効率を達成することができた(研究成果[1][2][3])。

また、実験ホール内外にあるCDCとBLDCまでガス配管について漏れがあることを発見し、数十箇所ある全ての接続箇所を丹念に確認し、僅かな漏れでもあるところはコネクタの交換などで修復した。結果、CDCについては3年来原因不明だった増幅率の低下の問題を解決させた。E73実験中もガスの残量、流量のチェックと操作を申請者が責任を持って行っている。

僅かな違和感や疑問であっても、地道な作業をして徹底的に調べて解決することが、大規模な実験装置を動かして高品質なデータを取得することに欠かせないということを実感として得た。

牽引力

申請者はこれまで幾つかの活動を通して持ち前の牽引力を発揮させ、自身の成長に繋げてきた。

- 修士1年次、学部1年生の科学実験と3年生の物理学実験のティーチング・アシスタント(TA)として半年間活動した。実験は本来誰にとっても楽しいはずである、楽しくないのは指導者の責任にある、という信念のもと安全に・楽しく・かつその実験の背後に潜む現象の本質を理解してもらえるように、TAが一方向的に全て教えるということはず、一緒に考えるという方針で指導した。
- また、修士1年次には学部4年生の卒業研究にも携わった。昨年申請者が行なったテーマを引き継いでいたからである。前年度の結果と反省点を詳しく後輩たちに伝え、彼らの進捗状況を聞きアドバイスをした。
- J-PARC E73実験において、実験を円滑に漏れなく・問題が起きても冷静に対応できるようにシフトマニュアルを作成し、シニアな研究者から修士課程1年の学生まで、彼らに説明し引張った。また、教えるという過程の中でいろいろなことを逆に教えてもらい、実験に関するさらなる理解に繋がった。

[研究成果]

- [1] Y. Kimura and J-PARC E80 collaboration, "Measurement of Neutron Counter's time resolution for J-PARC E80", International school for Strangeness Nuclear Physics 2023 (2023年12月11-15日, J-PARC, 査読無し, 口頭発表, ポスター発表)
- [2] 木村 佑斗, 他 J-PARC E80 collaboration 「反 K 中間子束縛原子核探索のための中性子カウンターの性能評価」, 2024年ELPHシンポジウム(2024年3月8日, オンライン, 査読無し, ポスター発表)
- [3] 木村 佑斗, 他 J-PARC E80 collaboration 「反 K 中間子束縛原子核探索のための中性子カウンターの性能評価」, 2024年春季日本物理学会(2024年3月19日, オンライン, 査読無し, 口頭発表)

(2) 今後研究者として更なる発展のため必要と考えている要素

自身の研究を魅力的に発信する能力、他の研究を積極的に自身の研究に活かそうとする姿勢

己の研究成果を世に広め、人類の発展のために還元していくことが研究者の役目である。良い研究をしていてもこの多様化・細分化した研究の世界において、自分の成果の素晴らしさを多くの人々に知ってもらえなければ、いわゆる「閉じた」研究になってしまい、応用や発展の可能性が小さくなる。現段階で申請者は研究成果をプレゼンテーションや何気ない会話の中で効果的・魅力的に発信するためのスキルのさらなる向上が必要だと考えている。研究者としてのさらなる発展のため、より多くの機会を積極的に・主体的に活用してプレゼンテーションをし、他の研究者とのコラボレーションを通じて自身の研究をアピールする。加えて、相手の話をよく聞き、自身の研究に活かせる部分はないか、と常に考えていく。また、インターネットが発達した今日、SNSやWebでの活動も重要になったと考えている。この時代に合わせるべく、申請者は現在個人ブログ・ホームページの整備中である。(kbarnuc-yul.net)

論理的で説得力のある言語力・英語での円滑なコミュニケーション能力

研究者としてさらなる発展のために必要なことは、国際共同研究をリードするために必要な英語力を含めた「言語力」の向上だと考えている。普段の会話・短時間のプレゼンテーションに支障は無い。しかし、いざ自分が実験の代表者として国際的な舞台に立つことを考えると、未だその力は不十分である。幸い本研究課題 J-PARC E80 実験は国際共同研究であり、このような能力を高める良い機会である。実験現場レベルでは海外からの学生らを含めて指揮をとって実験を行う。申請者は2024年度、J-PARC E73実験に中心メンバーとして参加しており、海外から参加している研究者に実験の概要やデータ収集についての解説を行うなど、英語力向上に努めている。また、申請者の所属研究室はイタリアで行われている反 K 中間子原子 X 線分光実験や、パウリ排他率の破れ検証実験に参加している。積極的にこれらの実験・議論にも参加、多くの研究会での発表や議論を経験して言語力を高めていく。

5. 【目指す研究者像】 各事項の字数制限はありませんが、全体で1頁に収めてください。様式の変更・追加は不可

日本学術振興会特別研究員制度は、我が国の学術研究の将来を担う創造性に富んだ研究者の養成・確保に資することを目的としています。この目的に鑑み、(1)「目指す研究者像」、(2)「目指す研究者像に向けて特別研究員の採用期間中に行う研究活動の位置づけ」を記入してください。

(1) 目指す研究者像 ※目指す研究者像に向けて身に付けるべき資質も含め記入してください。

自分の研究分野と他の研究分野を結びつけ、新たな可能性を生み出す研究者

本研究課題である反 K 中間子原子核はその存在が予言されて約半世紀、実際にその中の1つの存在が確固たるものになったのはたったの10年前である。そんな生まれたての分野である反 K 中間子原子核は、未知のおもしろい物理がまだまだ眠っているはずである。今申請者がこの実験に携わっているのは、反 K 中間子原子核という未知の領域を切り拓いた先人らのおかげである。申請者は彼らからのバトンを引き継ぎ、反 K 中間子原子核の物理を他の分野と融合させ、未だ眠っている反 K 中間子原子核の新たな可能性を生み出す使命があると考えている。

実験現場を統率し、最善へ導ける研究者 原子核実験分野はおよそ数十人規模で実験が進んでいく。決して1人が頑張ることができるものではない。実験を成功させるには現場をまとめ、最善に導く人が不可欠である。実験というのは常にベストな状況でできるとは限らない。むしろマイナスからのスタートで、どうやって最善に近づけていけるかを考える場合のほうが多い気がしている。現在申請者はJ-PARC ハドロンホール K1.8BR ビームラインでJ-PARC E73 実験のコアメンバーとして実験に貢献している。このような大規模な実験に初めて参加している申請者は、現場をまとめ上げ指揮している先輩研究者の的確な指示と、休むことなく毎日正確に作業をする姿を見て感銘を受けている。このような研究者になるべく、日々彼らの言動を目と耳に焼き付け、いつ自分が統括する立場になってもいいように準備をしている。

身につけるべき資質 自分の研究テーマと他の研究領域を結びつけるためには、物理学全体に対する広範かつ深い理解が必要不可欠である。その上で実験現場を統率し、最善へと導くには、まずどのような物理を明らかにしたいか、そのためにどのような物理量を測定したいか、を考える必要がある。物理の議論のために必要な統計量を見積り、バックグラウンドとその除去の方法を考え、実験セットアップ全体をデザインする必要がある。さらに、その実験のために新たに必要になるハードウェアやソフトウェアの選択、必要であれば開発を進める必要がある。申請者には実験を遂行するためのデータ解析とデータ収集系構築のためのソフトウェア、検出器や回路などのハードウェアなどについての全般的な知識がまだまだ足りない。少しでも早く十分な知識レベルとなるために積極的に様々な実験や研究に参加していき、少しでも分からないことがあれば自ら学び、些細なことでも質問し自分のものにしていく。

(2) 上記の「目指す研究者像」に向けて、特別研究員の採用期間中に行う研究活動の位置づけ

p.8で述べた今後更なる発展のため必要と考えている要素を満たした研究者となるために、先輩後輩、同僚との議論や、TAで学生を指導する際に自分の研究の楽しさを人に伝え、反 K 中間子原子核ひいては原子核ハドロン物理に興味を持ってもらえるように努める。加えて、学会や研究会に積極的に参加することで様々な研究者と積極的に交流し親交を深め、視野を広げてコミュニケーション力、論理的で説得力のある英語力を磨くとともに、原子核ハドロン物理が活きる研究領域を探す。

上で述べた目指す研究者像に向け、幅広く深い専門知識と実験の技量を会得し、全ての検出器・データ収集系回路と関わり、その特性・個性を隈なく調べ、じっくりと腰を据えて博士論文・投稿論文にまとめる。採用期間は、一つの大規模実験を完遂することにより原子核ハドロン物理実験を最善へと導ける研究者へと成長し、さまざまな研究会へ赴き反 K 中間子原子核が秘めている可能性を探し、応用・発展先を見つけるための期間とする。

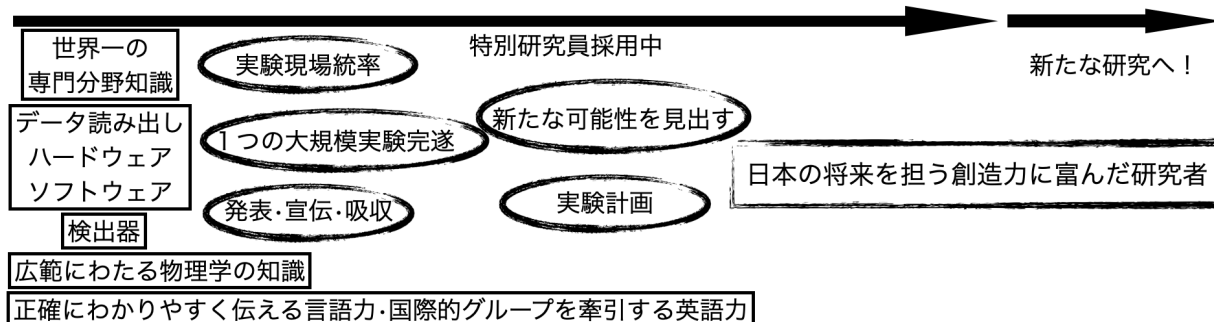


図 5: 採用期間中に行う研究活動の位置付け