



出願理由書 Statement of Purpose

フリガナ	キムラ ユウト
氏名 /Name	木村 佑斗

日付/ Date:2024/07/16

宇宙創成物理学国際共同大学院 (GP-PU: Graduate Program on Physics for the Universe) のホームページや学生便覧の記載事項を参考にして、以下の項目について分かり易く書いて下さい (英語での記載も可能です)。記入にあたっては各項目の枠内および与えられたページに収まるよう記載して下さい。

Refer to the website and application guideline of GP-PU and answer the questions to fill in the blanks below. Answers in English is accepted. Please do not exceed the given frame and pages.

- (1) あなたがGP-PUへの入学を希望するにあたり、どのような能力や経験などを身につけたいかを記載して下さい。海外への留学経験などがある場合には、それも含めて記載して下さい。

What abilities and experiences you would expect to develop in this program? Please also write about your study abroad experiences if you have any.

私は現在私が進めている研究(下記(3)参照)を日本国外の研究者や学生に拡散し、多くの共同研究者を集めたい。彼らから技術を学び、協力して己の研究に活かし、観測可能性を増やしたい。また、現在私が研究を進めているグループにおいて、中心的な役割を担っている学生は私のみである。そのような状況の中、将来私は本グループを発展させ牽引していきたいと考えている。

そのためには国際的な場で自分の研究内容や意見を正確に、わかりやすく論理的に英語で伝える能力と、彼らの研究とその技術を完璧に理解する能力を身につける必要がある。また、日本国外での国際共同研究という経験は、国際的に活躍している研究者たちと同じレベルの視野角を持って先の研究を進めていく上で必要不可欠である。

- (2) GP-PUの特徴は海外教育研究機関との共同教育です。学生には博士課程修了までに延べ3ヶ月以上海外教育研究機関に滞在し、国際共同研究を行うことを義務付けています。あなたがどのような国際共同研究等を考えているか記載して下さい。具体的な予定がすでにある場合はその概要を記載して下さい。

GP-PU is a joint Educational Program with overseas institutions. Students must spend more than three months at an overseas institution for international joint education and research. Describe your plan of international research and trainings, etc. If you already have a specific idea, please write about summary of the plan.

私の博士課程でのテーマであるJ-PARC E80実験とのコラボレーターが所属するLNF-INFN(イタリア)での共同研究を予定している。本施設はエネルギーの揃った世界最低エネルギーのK中間子を入射粒子として利用できるDAΦNEコライダーを保有している。本実験は数keV領域のX線に関して高水準のエネルギー分解能を誇るSDDという検出器を用いて、K中間子重水素原子のX線分光によりK中間子と核子の相互作用の決定的な情報を得ることを目的とした実験が進行中である。博士課程在籍時に現地へ行き、この実験に参加したいと考えている。本研究はRN相互作用の研究という点で、私の研究テーマの反K中間子束縛原子核と密接に関わっている。さらに、重いK中間子原子からのX線測定を目的としたEXKALIBUR実験が予定されている[1]。この実験はK中間子の質量問題の解決を目標としている。これらの共同実験を通してK中間子の物理全体に関する研究経験を積む。これらの国際研修でK中間子原子の分光で世界をリードしているグループとK中間子-核子間相互作用に関わる物理に関して議論を深め、私の博士課程での研究はもちろん、将来のハドロン実験物理の発展を牽引していくための能力向上の糧にする。

[1] Curceanu C. Siddharta-2 status report. Sci Com LNF-INFN (2023) 2023



- (3) これまでのあなたの研究内容、研究実績を記載して下さい。また今後宇宙創成物理学分野でどのような研究を推進する予定であるかを記載して下さい。

Describe your past research and achievements so far. Write down your plan to research in Physics for the Universe in the future.

【研究内容 (Research)】

J-PARC E15実験では最も単純な構造を持つ反K中間子束縛原子核($\bar{K}NN$)の存在が確かになった。私は現在、J-PARCのK1.8BRビームラインで行われる予定の反K中間子原子核($\bar{K}NNM$)探索実験 J-PARC E80グループに所属している。E80の主要検出器が円筒型中性子検出器(CNC)と円筒型ドリフトチェンバー(CDC)である。CNCは長さ260cm、幅12cm、厚さ5cmのシンチレータ136本を2層の円筒形に配置した構造である。CDCは全長約3m、直径約1m、8244本のワイヤー、全15層という構造である。

申請者は昨年度、CNCの性能評価実験を旧電子光理学研究センターの陽電子ビームラインで行った。具体的には、このシンチレータ1本の時間分解能とその入射位置依存性を調べ、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し[業績1,2,3]、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。

申請者は今夏7月22日より、J-PARCにてCDCの立ち上げと性能評価実験を始動する。6,428本のダイジェーション配線、高電圧印加試験、1,816 ch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(詳細は次段落)を活かして申請者が責任を持って2024年度中に行う。

2024年2月から6月まで、申請者はJ-PARC K1.8BRビームラインで行ったハイパートライトンの寿命直接測定実験(J-PARC E73実験)の中心メンバーとして参加した。申請者はE73実験においてE80実験に使用する全部で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。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。ビームタイム中はシフトの中心メンバーとして国内外から参加した共同研究者らにビームラインや検出器、DAQに関して説明をしたり、シフトマニュアルを作成して彼らを牽引した。

今後はCNCとCDCを完成させ、3核子系の反K中間子原子核($\bar{K}NNM$)の存在を世界で初めて確定させる。また、その実験データとE15実験($\bar{K}NN$)の結果、理論側の力も借りて、通常原子核密度を超えているのかや、内部構造(spin-parityなど)を調べる。さらにその後は $\bar{K}NNNN$ も同様に調べ、軽い反K中間子原子核の系統的研究を完遂させる。ここまで調べることによって、カイラル対称性が自発的に破れている核媒質中での $\bar{K}N$ 相互作用の性質が解明できると考えている。このように、申請者は反K中間子原子核を通して $\bar{K}N$ 相互作用を実験的に研究・推進することで宇宙創成物理学分野の中のハドロン実験分野を発展させ、最終的にQCDを第一原理として統一的にクォーク多体系であるハドロンを説明することを目指す。

【研究業績 (Achievements)】論文や学会発表など、投稿中の論文や受け付けられた学会発表も含めて良い。

[1] SNP School 2023 Young Researchers' Setion 口頭発表、ポスター発表

「Performance evaluation of Neutron Counter for J-PARC E80 at K1.8BR」

[2] 日本物理学会 2024年春季大会 口頭発表(オンライン)

「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

[3] ELPH シンポジウム 2024 ポスター発表(オンライン)

「同上」

[4] 日本物理学会 2024年秋季大会 北海道大学 (一般講演にて発表予定)

「J-PARCでの反K中間子束縛原子核探索のための円筒型ドリフトチェンバーの性能評価(I)」



宇宙創成物理学
国際共同大学院

Office use
受験番号