

1. 計画内容と実施内容のレビュー

参加者の募集・認知活動

・体験会

参加者は随時募集を行い、以下の選考方法で示すフローに従って参加申し込みをしてもらう。全国の中高生に宇宙線探究活動を知ってもらうため、2024年には検出器の組み立てと測定を体験できる会を以下の通り9回実施した。

2024年8月23日	千葉市科学館 (12名)	千葉市未来の科学者育成プログラムとして
2024年10月13日	大阪大学 (30名)	大阪大学SEEDSとの連携事業として
2024年10月20,21日	チェンマイ大学(タイ) (22名)	大学周辺の高校生を集めたワークショップとして
2024年10月25日	CHU(台湾) (5名)	大学周辺の高校生を集めたワークショップとして
2024年11月14日	順天高校 (17名)	学内イベントGlobalWeekの一環として
2024年12月23日	小松高校 (24名)	校内のワークショップとして
2024年12月25日	千葉市科学館 (10名)	千葉市未来の科学者育成プログラムジュニアとして
2024年3月7日(予定)	筑波大学附属視覚特別支援学校 (1名)	インクルーシブ教材の実証として
2025年3月21日(予定)	森村学園(30名)	校内のワークショップとして

昨年度同様、世界初の「検出器組み立てと測定を1日で体験できる」プログラムを行った。いずれの会も、加速キッチンの中高生・大学生メンターが中心となって実施・運営していることが特徴である。三菱みらい育成財団の助成団体である大阪大学SEEDSプログラムと連携し、大阪大学核物理研究センターの見学も兼ねた体験会を行うことで、双方の参加中高生同士の交流や新たな機会の創出につなげることができた。また、小松高校や森村学園などからウェブ経由で問い合わせを受け、体験会が実施された例もあり、本体験会の認知度が高まっていると考えられる。さらに、チェンマイ大学(タイ)やCHU(台湾)など海外の大学と連携し、現地で体験会を実施することで、国外の高校生にも探究活動への参加や認知を広げることができた。なお、タイには2台の検出器を貸与しており、現地の中高生が測定した宇宙線の観測データは、日本の中高生による探究活動にも活用されている。

筑波大学附属視覚特別支援学校では、高エネルギー加速器研究機構と連携してインクルーシブ教材「音で伝わる宇宙線検出器」を開発しており、その実証として中高生に直接触れてもらう機会を2025年3月中に実施する予定である。



CHU(台湾)



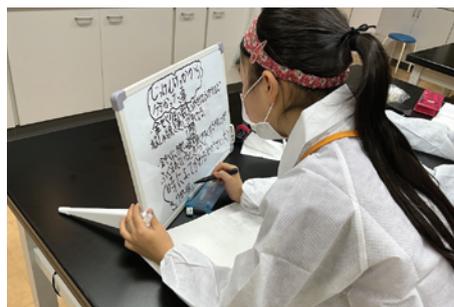
チェンマイ(タイ)



大阪大学SEEDS



順天高校



千葉市科学館



小松高校

## ・イベントでの発信

より広く発信するため、さまざまな機関と連携してイベントやシンポジウムを開催した。

### 2024年3月25日 応用物理学会シンポジウム

2024年第71回応用物理学会春季学術講演会(応用物理学会)で「放射線教育・市民科学に向けた検出器開発」という一般公開のシンポジウムを実施。国内からは雷雲プロジェクトの辻直希博士、AxeLatoonの大谷将士博士、大阪公立大学の秋吉優史准教授、ミュオグラフィアートプロジェクトの角谷賢二客員教授が、海外からはCosmic Watch開発のAxani N Spencer、QuarknetのKenneth Cecire、イタリアOCRAのCarla Aramo氏、CERN・Beamline for SchoolsのMarkus Joosが登壇し、国内外の放射線アウトリーチを牽引する研究者による活発な議論が行われた。

### 2024年4月28日 超KEK

高エネルギー加速器研究機構と連携し、幕張メッセで行われたニコニコ超会議2024にブースを出展。霧箱による実際の探究活動を行っている江戸川取手高校2年生や大学生メンターが、来場者に霧箱の体験を紹介した。

### 2024年9月7日 高エネルギー加速器研究機構一般公開

高エネルギー加速器研究機構の一般公開でブース展示を行い、後述するSuperKEKBブレスレットの手作りワークショップを実施。約200名が参加する人気ブースとなった。また、理系女子ミニツアーとして20名の中高生を対象に、SuperKEKBブレスレットづくりや加速キッチンで探究活動を行っている中高生との交流機会も提供した。

### 2025年1月14日 第22回UNIIC/INC「学外で行うPBLの好事例を知ろう～学生・院生が中高生のプロジェクトをサポートするタイプのPBL～」

スーパー連携大学コンソーシアム(複数の大学・企業の交流コンソーシアム)において、学外で行うPBLの好事例として加速キッチンの活動紹介とパネルディスカッションを行った。

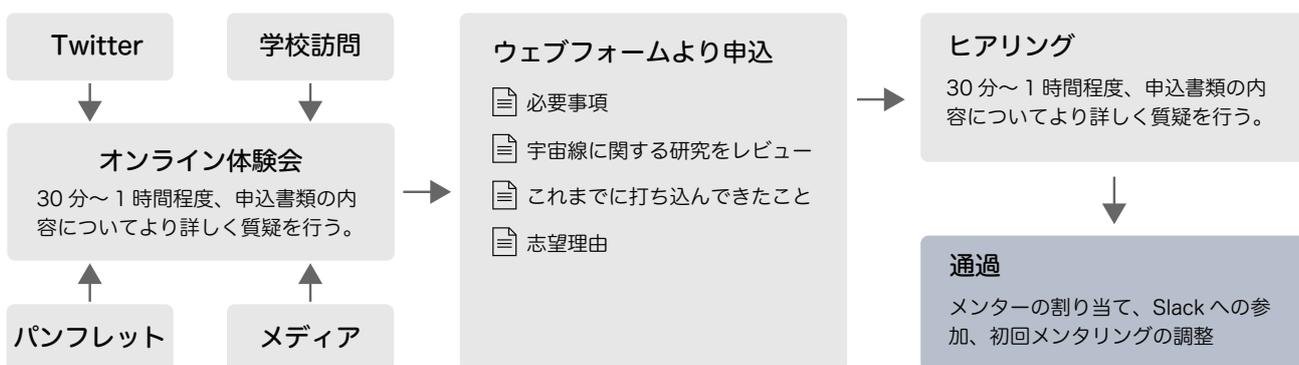
### 2025年1月29～31日 G空間Expo

東京大学国際ミュオグラフィ連携研究機構と連携し、東京ビッグサイトで行われるG空間Expoに出展。ミュオグラフィの関係者や宇宙線のアート作品を手がける芸術家とともにブース展示・パネルディスカッションを行った。



## 選考方法

参加を希望する中高生は以下のフローに従って選考する。体験会などを通して興味を持った中高生はウェブ上のフォームで必要な書類を添付の上申し込みを行う。この内容に基づいてZoomにて30分～1時間のヒアリングを行い選考する。

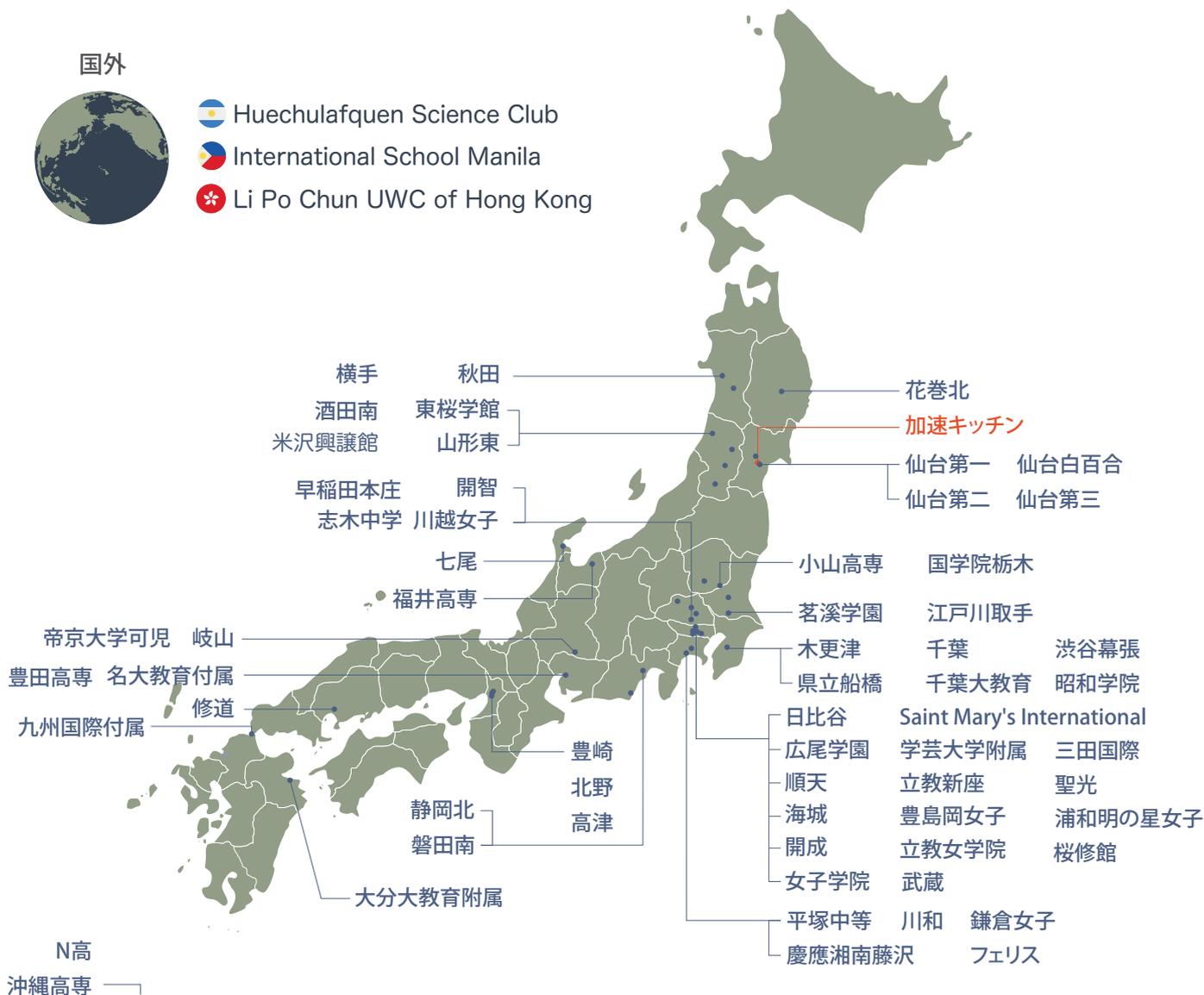


宇宙線検出器組み立て測定体験会の様子

国外



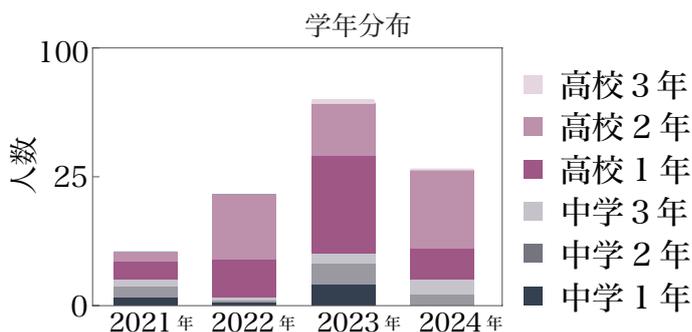
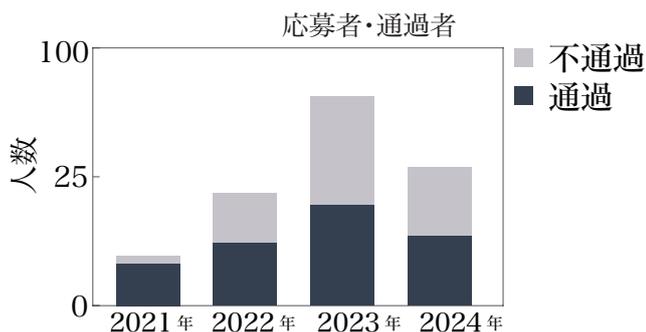
- Huechulafquen Science Club
- International School Manila
- Li Po Chun UWC of Hong Kong



### 参加人数

開始時数名だった中高生参加者は100名を超え、より多くの中高生に参加してもらえるように拡大している。昨年同様中高生が大学生サポーターとして活動するケースは多く、目標としていた、中高生から大学生への循環も達成している。

また、これらの大学生の多くが探究活動の成果をアピールし、U. C Berkeley, University College Londonといった海外大学に進学し、後述するように海外から大学生メンターとして加速キッチンの活動に参画する学生も増えている。



## 市民科学としての外部機関との連携

### 造山古墳のミュオグラフィ

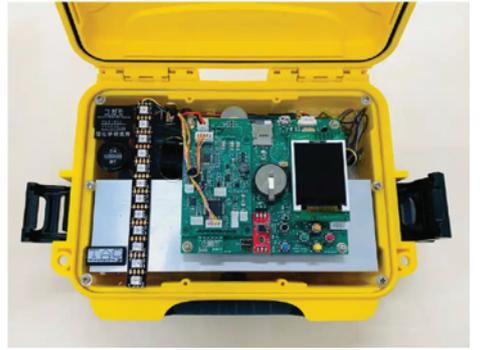
昨年度に引き続き、東京大学国際ミュオグラフィ連携研究機構およびミュオグラフィアートプロジェクトが推進している「古墳のミュオグラフィ」と連携し、古墳を長期間イメージングしたデータの提供を受けた。これを帝京大可視高校の高校生グループが探究に活用し、特にガスの流量や温度による検出効率の依存性を調べた。その成果は東海地区理科研究発表会で奨励賞を受賞している。



古墳ミュオグラフィ

### 雷雲プロジェクトとの連携

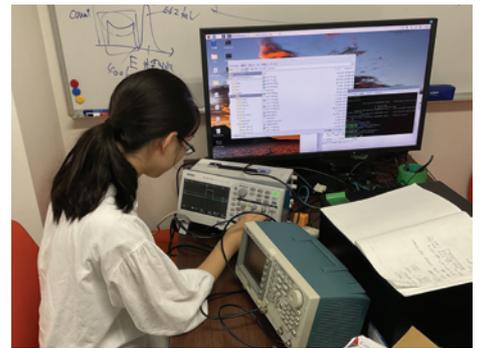
京都大学の雷雲プロジェクトでは、金沢エリアに80台を超えるCsIシンチレーター検出器を一般家庭に設置し、雷ガンマ線観測を市民科学として推進している。これらの観測データや検出器は複数の学校の中高生によっても活用され、その成果は「THE名門校 日本全国すごい学校名鑑」(BSテレ東)で特集された。また、この取り組みをきっかけに、後述の高校生によるニューメキシコ州滞在・雷雲ガンマ線観測が行われた。



一般宅に設置する雷雲ガンマ用検出器

### 大阪大学SEEDSとの連携

大阪の中学3年生による探究活動を、加速キッチンと大阪大学SEEDSが連携して支援した。加速キッチンは大学生メンターのサポートおよび装置の提供を行い、大阪大学の和田有希助教の研究室では、自宅では難しい線源を用いた実験を実施。その結果、放射線によるシンチレーター発光をカメラで撮像することに成功した。本成果はSEEDS内でも「大阪大学SEEDSカフェ第16回 放射線測定のための蛍光イメージング～中学生が身近なカメラで挑む～」において一般向けに発表されている。



大阪大学SEEDSとの連携活動

### 東北大学科学者の卵との連携

2024年度から、東北大学の「科学者の卵」プログラムの発展コースに参加する高校生3名の探究活動をサポートしている。東北大学内に拠点がある利点を活かし、定期的に加速キッチンのスペースへ訪問して探究を行う形式を採用。現在は、さまざまなシンチレーター部材の評価に取り組んでいる。

### 名古屋大学KMIとの連携

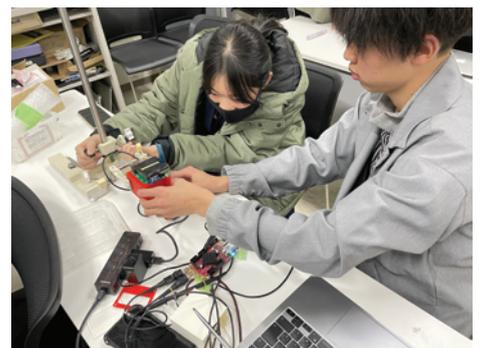
名古屋大学 素粒子宇宙起源研究所(KMI)と連携し、キャンパス内にある名古屋大学教育学部附属中学・高校での探究活動を支援している。名古屋大学の高橋将太特任助教が定期的に学校を訪問し、KMIでの探究も組み合わせることで、Time of Flight法を用いた宇宙線の速度測定に取り組んだ。その成果として、2024年度のハイスクールラジエーションクラスで最優秀賞を受賞している。



湯之奥金山地学実習

### 中高生向け湯之奥金山地学実習

日本地球科学教育普及協会と連携し、南部フォッサマグナ地域に位置する湯之奥金山において、中高生を対象にした宿泊型の地学実習を行った。日本列島の形成過程において地質学的に重要な南部フォッサマグナを調査するとともに、加速キッチンの放射線検出器を用いて実習中の放射線モニタを実施。洞窟内などでウラン由来の環境放射線が有意に観測されることを確認した。



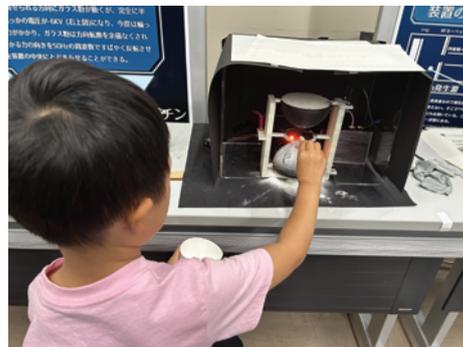
名古屋大学での検出系設計

### ソラマメとの連携

ウェブカメラを用いた放射線計測と識別に取り組んできた渋谷幕張高校およびSt. Mary Internationalの高校生が、誰でも宇宙粒子を観測できるアプリ「ソラマメ」を開発した神奈川大学の鷹野和紀子氏と交流・議論しながら研究を進めた。こうした連携を通じて、より幅広い視点からの探究活動が展開されている。

## ・東大工学部学生と連携した五月祭出展

東京大学の文化祭にあたる「五月祭」で、物理工学科・計数工学科が主催する「工学博覧会」と連携し、加速キッチンの高校生が開発した卓上微粒子ポールトラップ装置を活用した企画展示を実施した。特に子どもが楽しめるよう、通常よりも大きなポールトラップを加速キッチンが提供したパーツをもとに東京大学工学部の大学生が製作し、多くの来場者に好評を博した。



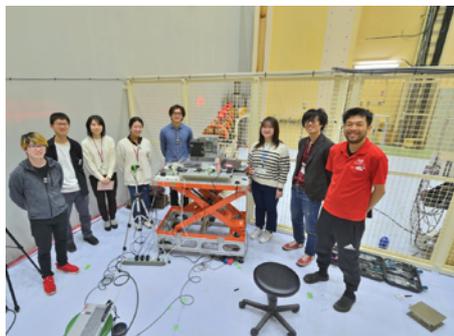
ポールトラップの展示(五月祭)

## ・応用物理学会一般公開シンポジウム「放射線教育・市民科学に向けた検出器開発」企画

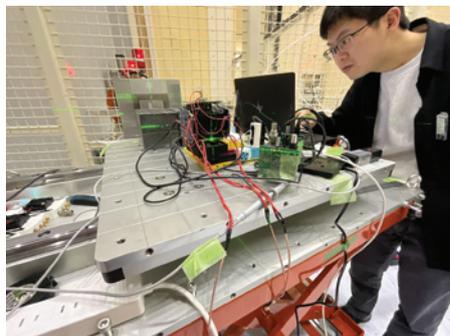
国内外で顕著な放射線教育や市民科学に取り組むアウトリーチ事例を、国内から4件、国外から4件招聘し、応用物理学会の一般公開シンポジウムとして実施した。各国の事例紹介や意見交換が行われ、放射線教育や市民科学の今後の方向性について活発な議論が交わされた。

## ・KEK PF-ARとの連携

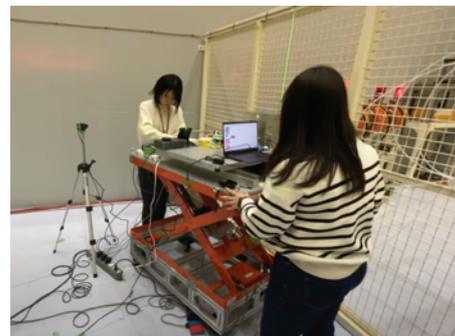
高エネルギー加速器研究機構(KEK)のPF-AR測定器開発テストビームラインにおいて、教育用ビーム実験が初めて採択された。本ビームタイムでは、加速キッチンの探究サポートを受けて素粒子検出器の開発などを行っている中高生を対象に実験課題を募集したところ、合計9つのグループから実験提案書が提出され、2日間にわたって並行して実験を行った。実験を提案した中高生は自宅からリモートで参加し、現場では大学生スタッフがビーム操作や装置設置などを担い、スムーズな運営を実現した。



KEKで実験を行う大学生メンター



検出器の設置・動作確認



検出器の設置・動作確認

## ・検出器の提供

加速キッチンが提供する検出器は、中高生向けの活動だけでなく、科学みらい館や大学の授業など幅広い場面で活用されている。たとえば、東京大学教養教育高度化機構にも提供しており、科学館や大学の教養課程での活用についても共同で推進している。

### シミュレーション・データ解析講座

より体系的で属人的になりにくい探究サポートを行うため、放射線解析に必要なシミュレーションやデータ解析に関するオンライン講習会を定期的で開催し、講習用の資料や動画を用意している。具体的には以下のような内容を扱っており、ウェブマニュアルやGoogle Colaboratory上のサンプルコード、例題を充実させることで学習をサポートしている。また、Phitsの利用法については経験豊富な高校生参加者が講師となり、実際の講習を行った。

#### 基礎講座

- ・放射線の基礎
- ・統計の基礎
- ・仮説検定の基礎
- ・先行研究の調べ方

#### 発展講座

- ・原子力研究機構が開発した放射線シミュレーションソフトウェアのPhitsの利用法
- ・Pythonを用いた放射線のデータ解析
- ・宇宙線シミュレーションソフトウェアのCorsikaの利用法
- ・3Dプリンティングのための3Dモデリング方法

## 国際交流

### ・海外での探究活動

以下の2件の海外研究機関と連携して中高生の海外滞在・探究がおこなわれた。

#### Langmuir Laboratory(アメリカ)での高校生による雷雲ガンマ線観測

金沢で行われていた雷雲ガンマ線観測データを用いた探究活動に取り組んでいた高校2年生が、「トビタテ!留学JAPAN」に採択され、3週間にわたり標高3,240mに位置するLangmuir Laboratoryに滞在して雷雲ガンマ線観測を行った。本探究滞在中には、Langmuir LaboratoryのRichard G. Sonnenfeld博士と連携し、滞在受け入れや現地の電場計などに関する情報提供を受けることで、世界最先端の雷雲観測との組み合わせによる探究活動が実現した。さらに、滞在期間中にAlbuquerque(アメリカ)で開催された素粒子アウトリーチ研究会「Virtual Quark-Net Center Summer Workshop」にも登壇し、雷雲ガンマ線観測に関する発表を行うなど、加速キッチンネットワークを活用した国際交流の機会を得た。

#### 世界最大加速器施設CERN(スイス)での高校生のビーム実験

加速キッチンがNational Contactとして関わるCERNの高校生ビーム実験提案コンテスト「Beamline for Schools 2024」において、高校生チーム“Sakura Particles”が461件の応募の中から採択され、旅費や滞在費の支援を受けて現地で2週間のビーム実験を行う機会を得た。日本のチームとしては初の採択であり、前述の高エネ研でのビーム実験結果を基にした提案内容が高く評価された。

### ・Global Cosmic Group

2024年より、世界11か国・17の宇宙線アウトリーチ団体で構成されるGlobal Cosmic GroupのDirectorを、DESY(ドイツ)のCarolyn Gnebnerから引き継ぎ、国際連携を牽引している。11月にはIPPOG内のSteering Groupとして交流・報告会を開催し、Chiang Mai University(タイ)、Huechulafquen Science Club(アルゼンチン)、National Central University(台湾)、Marvericks(エストニア)、Quarknet(アメリカ)などの事例報告や意見交換を行った。これらを基に、後述する現地訪問・ワークショップや国際交流の機会が生まれている。さらに、このミーティングに加えてGlobal Cosmic GroupのDiscordを開設し、各国のアウトリーチ団体が定期的にコミュニケーションをとる場として活用している。

### ・アジア各国のアウトリーチ団体との共同

上記のGlobal Cosmic Groupをきっかけに、Chiang Mai University(タイ)、National Central University(台湾)、Dream Train(ミャンマー)において、中高生が素粒子検出器に触れて測定を体験できるワークショップを実施した。その結果、Chiang Mai Universityでは南極掘削船に加速キッチンが提供した検出器を搭載し、緯度による宇宙線到来頻度の差を観測。タイの高校生がそのデータを解析し、日本の中高生にも提供するなど、国際共同探究へとつながっている。また、Universidad del Atlántico(コロンビア)やRamkhamhaeng University(タイ)など、さまざまな海外アウトリーチ機関にも検出器を提供し、相互にデータを共有することで、宇宙線観測データのネットワークを拡大している。

### ・インタビュー

各国のアウトリーチ団体の活動は日本からは把握しづらいという課題があるため、海外との国際交流に意欲のある中高生や大学生メンターを中心に、これらの団体へのインタビューやブログ記事作成を開始した。これにより、海外アウトリーチ団体のリアルな活動内容を伝え、国際的な交流のさらなる活性化を目指している。

### ・海外学会・研究会での中高生や大学生メンターの発表機会

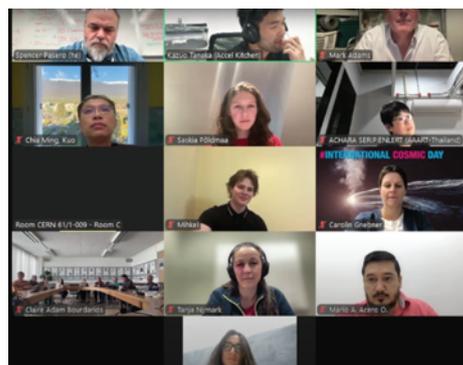
今年は、高校生や大学生メンターに対して海外での発表機会を多く提供した。28th IPPOG Meeting(ジュネーブ、スイス)では、大学生メンターが2件の発表を(1件は現地、1件はオンライン)実施。また、AGU24(ワシントン、アメリカ)では大学生メンターが現地でポスター発表を行い、中高生がオンラインで2件の発表を行った。こうした取り組みを通じて、若い世代の国際舞台での発信力が高まっている。



Langmuir Lab.で雷雲ガンマ線観測



CERNでのビーム実験



Global Cosmic Group交流会



NCU(台湾)でのワークショップ



CMU(タイ)でのワークショップ

## その他

### ・Youtube

- これまでの認知・広報活動では主にX(旧Twitter)を活用してきたが、加えてYouTube上で素粒子アウトリーチコンテンツの制作にも注力している。中高生を中心としたチームが以下のようなコンテンツを公開した。
- **説明会:**大学生メンターが登場し、加速キッチンでの探究活動や質問対応をライブ形式で行う。
- **サイエンスカフェ「研究者に質問してみよう」:**研究者をゲストに招き、研究内容を紹介してもらうほか、中高生からの質問や研究内容へのフィードバックに応じてもらう。初回は超高エネルギー宇宙線を専門とする藤井俊博先生が登場。
- **Beamline for Schoolsの報告説明会:**高校生チーム“Sakura Particles”がCERNのビーム実験に参加した内容を中心に、報告と質疑応答を行う。
- **学会発表・進捗報告会などのダイジェスト動画:**加速キッチンのメンバーが参加する学会や発表会の様子をダイジェストにまとめて紹介。

### ・アクセサリ制作

参加中高生の多くがアクセサリ作りに興味を持っており、素粒子の認知にもつながることから中高生主導の素粒子アクセサリグッズ制作グループが結成され、さまざまな制作活動が行われている。

- **ハドロンアクセサリ:**原子核のようなハドロンの構造を理解し、親しみが持てるようにと、自分でオリジナルのハドロンアクセサリを制作するキットを開発。パッケージにはハドロン名を記載し、内部に入れるクオークなどを調べつつ、それをイメージする素材や色を組み合わせさせて製作する。加速キッチンの進捗報告会プログラムとして、制作ワークショップも実施した。
- **加速器ブレスレット:**大型加速器は見学の機会があっても実際に見られるのは一部分だけで、その全体構造を把握するのは困難である。そこで、リング加速器をブレスレットに見立てて自分で制作するキットを開発した。特に高エネルギー加速器研究機構のSuperKEKBを模したキットを制作し、一般公開の際に「SuperKEKBブレスレット」の手作りワークショップをブース展示として実施。約200名が参加する人気ブースとなった。さらに、理系女子ミニツアーとして20名の中高生を対象にブレスレットづくりや加速キッチンで探究活動を行っている中高生との交流機会を設けた。
- この成果は国際素粒子アウトリーチコンソーシアム(IPPOG)の28th IPPOG meetingで紹介し、それがきっかけで世界最大の加速器LHCのブレスレット作りを委託され、2025年にはドイツなどで開催される科学フェス出展が予定されている。



加速器ブレスレット



検出器キーホルダー



イベントエプロン



ハドロンアクセサリ

### ・インクルーシブ素粒子

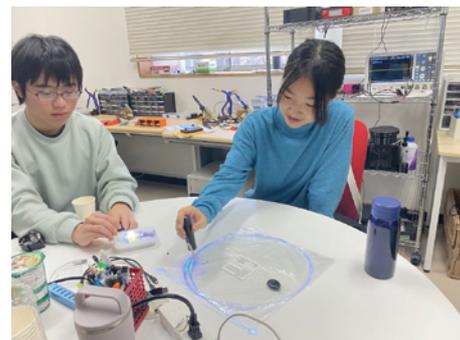
高エネルギー加速器研究機構(KEK)の加速器科学国際育成事業「インクルーシブ素粒子教材の開発」に採択され、中山浩幸博士と共同で、視覚障害を持つ中高生にも素粒子に興味を持ち、探究できる機会を創出している。具体的には、音で検出器に落ちたエネルギーを把握できる素粒子検出器を製作し、筑波大学附属視覚特別支援学校での実証を予定している。

### ・企業連携

活動の認知が高まる中、CSRの観点から企業からの問い合わせや案件依頼が増えてきている。より持続的な探究サポートを行うため、今年度は以下のように各部材の提供を企業から受けている。

**株式会社C&A(東北大学ベンチャー):**高速で高発光なGAGGシンチレーターを開発・製造しており、これを提供してもらうことで、中高生による高性能検出器の製作が進んでいる。

**クラレトレーディング株式会社:**シンチレーションファイバーを提供しており、これを用いた検出器を中高生が製作している。



企業提供の素材で高校生が検出器製作

## 論文・解説

1. 田中香津生他「中高生が放射線探究を楽しむ世界を目指して」、応用物理学会誌5月号掲載予定
2. 田中香津生他「国際素粒子実験コンテストBeamline for Schoolsに採択されて—Sakura Particlesのあゆみ—」、応用物理学会誌5月号掲載予定

## 学会発表(中高生)

1. 「Investigation of Cosmic Ray Shielding Materials Using PHITS Simulation」、つくばサイエンスエッジ (秋田県立秋田高等学校)
2. 「宇宙線遮蔽材料としての水素貯蔵材料の有用性の検討」、第26回化学工学会学生発表会 (秋田県立秋田高等学校)
3. 「Webカメラを用いた放射線の研究～画像解析による放射線の識別～」、物理学会Jrセッション2024 (渋谷教育学園幕張高校 St. Mary's International School Tokyo)
4. 「ミュオグラフィによる造山古墳の内部構造の解明 気象条件がミュオンの検出に与える影響」、第10回 金沢大学高大接続ラウンドテーブル「高校生探究成果報告会～探究を探究する～」(帝京大学可児高等学校)
5. 「放射線測定のための蛍光イメージング」、大阪大学SEEDSカフェ (大阪市立豊崎中学校)
6. 「Development and Evaluation of Two-Dimensional Detector」、BL4S **最優秀賞**
7. 「放射線モニタ「コガモ」により測定された環境放射線と気象要素の関係」、日本地球惑星科学連合2024年大会 高校生セッション (七尾高等学校、順天高等学校)
8. 「分割シンチレータを用いた放射線検出器の開発」、日本地球惑星科学連合2024年大会 高校生セッション (渋谷教育学園幕張高等学校)
9. 「Preliminary Study on Portable Muon Detector Calibration with Ship-borne Neutron Monitor」、AOSWA2024(A. Suttikulbutr et al.)
10. 「高校生による高エネルギー宇宙線探索」、日本地球惑星科学連合2024年大会 高校生セッション (女子学院高校)
11. 「Webカメラを用いた放射線の測定と画像解析」、日本地球惑星科学連合2024年大会 高校生セッション (仙台第三高等学校)
12. 「陽電子の発生効率の最適化に関するシミュレーション」、高校生理科研究発表会 (江戸川学園取手高校)
13. 「Scintillation Light Imaging by Camera for Radiation Energy Estimation」AGU24 Bright STaRs program (北野高等学校)
14. 「Development and evaluation of a two-dimensional detector」AGU24 Bright STaRs program (女子学院、北野、順天、川和)
15. 「CosmicWatchを用いた構造解析」ハイスクールラジエーションクラス (秋田県立秋田高等学校)
16. 「陽電子の発生効率の最適化に関するシミュレーション」ハイスクールラジエーションクラス (江戸川学園取手高校)
17. 「 $\mu$ 粒子の速度測定」ハイスクールラジエーションクラス (名古屋大学教育学部附属高等学校) **最優秀賞**
18. 「2024年5月におけるフォーブッシュ効果の観測について」ハイスクールラジエーションクラス(女子学院中学校高等学校)
19. 「UVレジンによる自作シンチレータの製作と性能評価」ハイスクールラジエーションクラス (秋田県立秋田高等学校)
20. 「分割シンチレータを用いた放射線検出器の放射線種識別に向けたベータ線源を使った実験」ハイスクールラジエーションクラス (大阪府立高津高等学校)

## 1. 学会発表(大学生サポーター・スタッフ)

2. 脇田奈々他、「日本分析センターにおける放射線教育活動報告—千葉市未来の科学育成プログラム・ジュニア講座—」、アイソトープ・放射線研究発表会
3. 田中香津生、「若手企画 (研究者のキャリアパス)」、アイソトープ・放射線研究発表会
4. 田中香津生、「中高生を対象とした加速器の教育利用」、第2回 中間子科学の将来討論会
5. K. S. Tanaka、「Particle physics research at home」、Virtual QuarkNet Center Summer Workshop
6. 田中香津生、「「中高生の放射線探究サポート」加速キッチン」、第5回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会
7. T. Hayashi、「Accel Kitchen」、28th IPPOG meeting
8. M. Nukiwa、「Handmade Accelerator Bracelet」、28th IPPOG meeting
9. 田中香津生、河野 理夏子他「学生が大学外で行うPBLの好事例を知ろう～加速キッチン合同会社(LLC)」、ユニーク・イノベーション・ネットワーク・カフェ(電気通信大学)
10. 田中香津生、「中高生の宇宙線ネットワーク」、「宇宙線学」の共創:宇宙線でつなぐ天体と生命の共進化の多角的探究

11. C. Nose et al, 「Support for cosmic ray research activities in high schools and junior high schools and development of educational radiation detectors at Accel Kitchen LCC」、AGU24 Annual Meeting
  12. 須藤 舞子「中高生における放射線探究活動「加速キッチン」について」、放射線教育関係者意見交換会
  13. 須藤 舞子他「中高生の宇宙・素粒子探究サポート「加速キッチン」」、日本物理学会2025年春季大会
  14. 貫輪美博他、「ブレスレット型ミニチュア加速器教材の開発と教育的効果の検証」、日本物理学会2025年春季大会
- その他
1. 「カメラを用いたシンチレータ中におけるガンマ線の減衰の観測」 JSEC (大阪府立北野高等学校) 佳作
  2. 「ミュオグラフィ装置におけるミュオン検出数、温度及び内部ガス流量の関係」 JSEC (帝京大学可見高等学校)

メディア

- |              |   |
|--------------|---|
| 1. TBS       | The TIME 中高生ニュース!                         |
| 2. 高校生新聞     | 日本の女子高校生ら5人組が素粒子実験のコンテストで世界最優秀 研究の魅力は?    |
| 3. 全私学新聞     | 国際的コンテストで最優秀賞の日本の女子高校生5人 世界最大の加速器施設で素粒子実験 |
| 4. 科学新聞      | 日本の女子高校生チーム スイスで素粒子実験                     |
| 5. NHK第1・Nラジ | 見えない世界に挑む“素粒子女子”5人組                       |
| 6. 雑誌Newton  | 女子高校生5人 スイスで素粒子実験へ                        |
| 7. 日刊工業新聞    | 女子学院高が最優秀賞受賞 CERN加速器使いデータ取得               |
| 8. 産経新聞      | 女子高校生チームがスイスで素粒子実験 検出器を自作、コンテスト最優秀で実現     |
| 9. 朝日新聞      | (教育の小径)子どもの未来へ、社会が広く教育の支援を                |
| 10. 朝日新聞     | スイスで素粒子実験へ、高校生ら夢へ一歩 CERN公募、日本から初採択        |
| 11. 朝日新聞     | 女子高校生ら5人スイスで素粒子実験へ 世界的機関で日本から初選出          |
| 12. BSテレ東    | 順天中学校・順天高等学校…突き詰める意欲と踏み出す力                |



## 展望

### ・次世代の中高生用素粒子検出器開発

中高生の探究活動が高度化しているに伴い、より自由度の高い素粒子検出器を開発する予定である。具体的には、大阪大学の和田有希博士が開発した「pirad」をベースに、4台以上の同時測定や耐高レート性を実現し、宇宙線シャワー現象などをより柔軟に測定できるようにする。

### ・海外機関との連携

2024年度にGlobal Cosmic Groupを引き継ぎ、多くの海外宇宙線アウトリーチグループと共同機会を創出している。なかでもLangmuir Laboratory (アメリカ)での雷雲ガンマ線観測をさらに拡大していく。特にタイ・台湾・香港などアジア地域との連携を強化し、中高生の訪問や現地での共同実験の機会を創出していく予定である。また、現在進めている海外のアウトリーチ機会を紹介するポータルサイトの作成を加速させ、日本の中高生が世界中の多様な素粒子探究機会にアクセスできる環境を整備する。

### ・インクルーシブ放射線教育

NPO法人ダイアログ・イン・ザ・ダーク・ジャパンや筑波大学附属視覚特別支援学校と連携し、視覚障害を持つ中高生でも素粒子探究に触れられる機会創出を進めている。特に、音によって検出器でのエネルギー値を把握できるインクルーシブ素粒子検出器を学生主導で開発しており、今後は盲学校や当事者を対象に実証を行う予定である。

### ・中高生による加速器実験機会

2024年はKEK PF-AR測定器開発テストビームラインにおいて中高生の製作した検出器のテスト機会を3月に、CERN (スイス)でのビーム実験機会をBeamline for Schools2024の中で実施した。次年度は群馬大学医学部附属病院 重粒子線医学研究センターでのビーム実験、J-PARC MLF(物質・生命科学実験施設)などより幅広いビーム実験機会を検討している。

### ・中高生による素粒子アクセサリ制作

2024年度の「加速器プレスレット」は、学生の発案で実現した素粒子アクセサリの好例であり、今後もこうした学生主導の素粒子アクセサリ制作を多様な表現の場として支援・促進していく。加速器プレスレットは、世界各国で開催される科学イベント「THE BIG BANG Collective」や、ドイツで行われる「Quantum Year 2025 Closing Event」での出展が予定されており、国際的な展開も視野に入れている。

### ・認知活動

2024年度は、高エネルギー加速器研究機構の一般公開やG空間Expoに加え、さらに幅広いイベントへの参加を計画している。中高生の探究事例紹介や前述のアクセサリ展示の機会として、2025年4月26日・27日に開催されるニコニコ超会議の「クリエイタークロス枠」にも当選しており、出展を予定している。その他、日本地球惑星科学連合でのブース展示なども企画中である。また、次年度には本活動のノウハウを活かした書籍化も計画している。

2. 実施したプログラムについて自己評価をお願いします。5段階で3を標準としてください。

(1) 「選考の視点」の1から5の項目に対する自己評価をお願いします。

(添付の「選考の視点」(募集要項に記載)をご覧ください。)

5つの選考の視点	自己評価
1.プログラム内容の特徴(趣旨との合致)	5
2.プログラムの目標と達成可能性	5
3.プログラムの独自性・先進性・卓越性	5
4.プログラムの予算・経費計画の適正性	5
5.プログラムの社会的インパクト・定着・継続性	5

(2) (1)を踏まえたプログラム全体に対する評価をお願いします。

プログラムの全体の評価	5
-------------	---

3. うまくいった点、課題となった点をそれぞれおれ記載してください。

#### プログラム内容の特徴(趣旨との合致)

・「プログラムのイメージ」に即した提案となっているか。

世界初の継続的な宇宙線探究ネットワークを構築し、これまで大学研究室に入学するまで触れることが難しかった素粒子・宇宙探究を中学生でも可能にした点が特筆される。全国から基礎研究に強い関心を持つ中学生が1年以上継続的に参加し、新検出器の開発や査読論文への掲載など、学術的にも高い成果を上げている。特に、CERN(スイス)やLangmuir Laboratory(アメリカ)への高校生の滞在・実験など国際研究の機会も実現しており、「プログラムのイメージ」である将来、先端的・異能的な基礎研究・応用研究を担う人材が継続的に参加し、早期に発掘・育成するという趣旨と合致した活動が進められている。

#### プログラム目標と達成可能性

プログラム達成目標が適切で明確なものか、またはそれが達成できたか

本プログラムの目標として、以下の2点を掲げている。

**$\alpha\beta\gamma$ 線等の放射線種に対して中学生が検出器を製作・測定できるハードウェア基盤を整備する:**昨年度に引き続き、ウェブカメラを用いたアルファ・ベータ・ガンマ線の識別や、シンチレーターの発光からベータ・ガンマを識別する取り組みなど、多様な検出器を活用した事例が展開されている。

雷雲プロジェクト用のコガモ検出器を用いたガンマ線スペクトルの分析など、世界でも珍しい多彩な放射線探究環境を構築している。

**あらゆる放射線に関連した探究活動をテーマに、異なる地域・国で構成される中学生の探究グループを形成する:**今年からGlobal Cosmic Groupを引き継ぎ、世界11か国17団体の宇宙線アウトリーチ団体を牽引する立場となった。

Chiang Mai University(タイ)、Huechulafquen Science Club(アルゼンチン)、National Central University(台湾)、Marvericks(エストニア)、Quarknet(アメリカ)など、多岐にわたる国際連携の機会を創出している。

特に、CERN(スイス)やLangmuir Laboratory(アメリカ)への高校生の滞在・実験機会を実現し、中学生の海外での研究活動を大きく広げた。

これらの活動により、プログラム目標はおおむね達成され、今後もさらに発展が見込まれると考えられる。

**成果を上げるための専門的な知見を有する者の協力・実施体制を確保できたか**

昨年度に引き続き国内外の多くの専門的な研究機関との協力体制を構築し、より幅広い探究活動がスタートした。国内の市民科学としては造山古墳ミュオグラフィ、雷雲プロジェクトと連携した探究活動が行われている。大学の高大連携プログラムとの共同事例として名古屋大学、埼玉大学HiGEPsや三菱みらい育成財団カテゴリ3採択プログラムとして大阪大学SEEDSや東北大学科学者の卵などがあり、加速キッチンの素粒子探究サポートや各プログラムの大学研究室訪問を組み合わせ、大学での検出器製作などの共同を生かした探究活動が行われている。その他一般公開等やニコ生超会議等で高エネルギー加速器研究機構、インクルーシブ素粒子として中山浩幸博士、NPO法人ダイアログ・イン・ザ・ダーク・ジャパン等様々な協力・実施体制を新たに構築した。また放射線検出器の各部材を扱う企業からの提供を受け、C&A株式会社から最先端のシンチレータ結晶であるGAGGやクラレレーティング株式会社からシンチレーションファイバー等の提供を受け、これらを用いた中学生による検出器製作がはじまっている。

### 3. プログラムの独自性・先進性・卓越性

当該校・団体ならではの課題や特色、着眼点等を反映したプログラムや取組となっているか

国内には類似の取り組みがほとんど存在しない宇宙・素粒子分野の探究活動支援を行っている点が最大の特色である。研究者が中高生の探究活動に並走し、最先端の探究事例を生み出している。たとえば、高校生チームが日本人として初めてBeamline for Schools (CERN) に選出されるなど、国際的にも評価が高い事例が次々と誕生している。

当該団体が有する優れた教育手法や教育資源等を活用した、独自の創意工夫(海外機関・プログラムとの連携など)が盛り込まれた取組となっているか。

#### ・海外機関

2024年はLangmuir Laboratory (アメリカ)での高校生による雷雲ガンマ線観測、CERN (スイス)でのビーム実験など海外研究所での実験機会を2件実現。後者は日本の高校生として初めての試みである。

2024年から世界11か国17団体で構成されるGlobal Cosmic GroupのDirectorをDESY (ドイツ)のCarolin Gnebner氏から引き継ぎ、国際連携を牽引。11月にはIPPOG内のSteering Groupにて、タイ、アルゼンチン、台湾、エストニア、アメリカなど各国の事例報告や意見交換を行った。Global Cosmic Group用のDiscordを立ち上げ、定常的なコミュニケーションの場を確保。これをきっかけにタイ、台湾、ミャンマー、コロンビアなどで中高生向けワークショップや検出器配布が進展し、国際共同探究の機会が増えている。

各国のアウトリーチ団体の活動を日本に紹介するため、海外交流に意欲的な中高生・大学生メンターが中心となり、インタビューやブログ記事の作成を始めた。28th IPPOG meeting (ジュネーブ、スイス)では大学生メンターが2件の発表(1件は現地、1件はオンライン)を行い、AGU24 Annual Meetingでは大学生メンターの現地ポスター発表や中高生によるオンライン発表2件など、海外学会・研究会での発表も盛んに行われている。

#### ・プログラム連携

当団体が有する教育資源の1つは様々な検出器やその開発技術であり、様々な中高生独自の検出器制作が生まれている。プログラム連携として今年度は三菱みらい育成財団カテゴリー3採択の大阪大学SEEDS、東北大学科学者の卵の採択高校生の探究サポートで連携をしているが、これも加速キッチンの教育資源である検出器と開発技術を活かすことで、各プログラムにこれまでなかった探究事例創出をしたものになる。

・教育課題や社会課題を適切に捉え、その解決に資する卓越した成果を期待できる取組となっているか。

中学・高校の探究活動では物理、とりわけ基礎物理の探究事例が極めて少ないという現状の中、本プログラムは2年目にして30を超える学校、100名以上の中高生が参加する唯一のネットワークへと成長している。問い合わせも増加傾向にあり、選考ハードルを上げざるを得ない状況であるが、基礎物理探究を求める強いニーズに応える活動として今後もさらなる成果が期待される。

### 5. プログラムの社会的インパクト・定着・継続性

・今後、日本社会や教育界に対して革新的なインパクトをもたらすことが期待できる取組となっているか。

・助成対象のプログラムや取組の成果を、助成期間終了後も継続的に波及させるための工夫が盛り込まれているか。

上記のように世界でも唯一の基礎物理探究支援の取り組みであり、卓越した日本の基礎物理を担う人材発掘・育成に対して日本の教育界に革新的なインパクトをもたらすことが期待できる。本プログラム期間終了後も継続して探究活動支援を行うために、プログラム参加者が大学進学後に大学生サポーターとして活動する形をとっている。

また経済的にも自走して活動できるように2021年度から合同会社として活動を開始した。経済的な自立を目標にC&A株式会社から最先端のシンチレータ結晶であるGAGGやクラレトレーディング株式会社からシンチレーションファイバー等の提供を受けるなどの企業支援を受けている。

#### (1) 課題となった点

2023年度は東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターと連携した中高生による加速器実験を計画し、実験課題として無事採択されていたが加速器の故障により中止となった。その後2024年末まで修理のため運転が中止されていたが、代替手段としてKEK PF-AR測定器開発テストビームラインを3月に実施した。次年度は群馬大学医学部附属病院 重粒子線医学研究センターでのビーム実験、J-PARC MLF(物質・生命科学実験施設)などより幅広いビーム実験機会を検討している。