

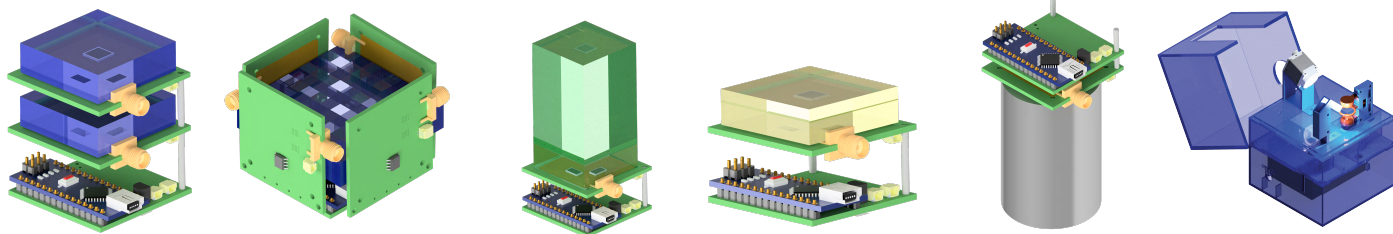
1. 実施した3カ年のプログラムについて計画内容と実施内容のレビュー

3カ年のプログラムにおいて、日本初の宇宙線探究プラットフォームを構築し世界最大規模まで拡大した。また、申請時に以下の6点を目標として掲げており、3年間のプログラムでいずれも目標以上の達成が得られた。

1.日本初の探究が可能な宇宙線検出器の製作

これまで日本に存在しなかった教育活動用の宇宙線検出器を製作し、3年間で世界最大規模の100台以上を配布した。パソコンがあれば自宅で誰でも測定可能な直観的な検出器のため、コロナ禍下で全国一斉休校の状況でも全ての参加者が探究活動を活発に進め多くの成果をあげることができた。

また、世界でも例がない中高生による独自の検出器づくりをサポートした。中高生自身が開発した検出器の例として、チェレンコフ検出器、ポールトラップ(東レ理科教育賞奨励賞,2023)、ラドン検出器、手作り望遠鏡とのハイブリット型検出器、ウェブカメラ型検出器、CsI検出器、ゲル線量計、セグメント検出器などがある。これらの成果は世界的にも評価されIPPOGやInternational Cosmic Group等でも取り上げられた。現在ではアメリカのFermi Lab.やコロンビアのUniversity等での教育用検出器開発も監修しており、世界中の様々な宇宙線啓発活動を牽引している。



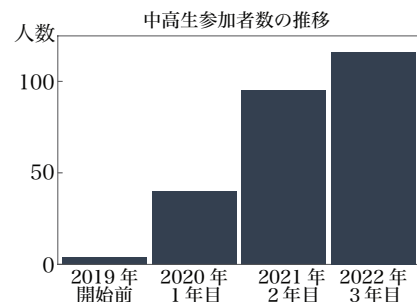
デュアル検出器    セグメント検出器    チェレンコフ検出器    CsI検出器    ラドン検出器    ポールトラップ  
 中高生が開発した検出器モデル

2.異能人材による査読論文掲載等を目標とした先端的な探究サポート

Discordを活用することで国内外のあらゆる地域の150名以上の中高生が30名を超える大学生・研究者の専門的なサポートを受けて探究できる環境を構築した。そのため、海外在住など大学・研究所への訪問が難しい地域の中高生からも多くの科学的成果が生まれ、Journal of Science EGGs等の査読付き論文に年間数本投稿・掲載され、各分野で評価されている。また、物理学会、天文学会、JpGUの高校セッションだけでなく超異分野学会のような中高生に限定されない学会にも多くの中高生が登壇・学会賞の受賞をしている。これらの成果が評価され、東京大学等の推薦入試で多くの中高生が進学しており、理工学人材の輩出にも成果が得られている。

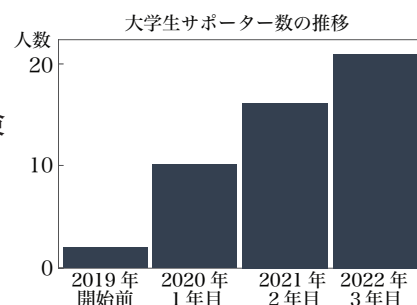
3.年間あたり10校程度が新規参加し100名以上の参加者規模を目指す

右図のように、1～3年目でいずれも目標値を達成し、現在では150名規模の中高生が探究活動を行っている。Discordを活用することで国内外のあらゆる地域の中高生が宇宙線を探究できる環境を構築した。多くの参加者が異なる学校同士の遠隔での共同探究を行っており、中には海外の高校生と日本の高校生が共同を行う国際共同探究も生まれた。



4.探究を通して発掘した中高生が大学進学後にスタッフとして活躍する体制

本プログラムに参加した中高生が大学進学後、多くが探究を継続しながら中高生の探究をサポートする側に回り活動している。現在では20名以上の大学生が検出器開発や探究サポートをはじめ、ワークショップの企画運営、広報活動など主体的に行っている。大学生も様々な研究成果をあげており(日本物理学会学生優秀発表賞を最年少受賞,2022)、参加学生がさらに異能を発揮しながら運営主体として活躍する活動となっている。



## 5.多くの中高生に認知してもらうため体験会やSNS活用を行う

世界で初めての検出器の組み立て・観測を両方できる体験会を年間数回程度行った。これらは理化学研究所、大阪市立科学館などの様々な研究所や教育機関と連携して行い、研究者との交流・加速器施設の見学・科学館の展示や取り組みとの連動など、連携を活かした新しいワークショップが多く生まれた。Yahooニュース!や新聞等でも取り上げられ、100名を超える応募があるものもあるなど、社会的にも注目されている。

また、より多くの中高生の認知を目的としてSNS広報をはじめ、最大でTwitterでは14万インプレッションを得るようになった。そのためSNS経由の中高生からの問い合わせが増え、より広い地域の中高生への認知が得られた。



東北大学での体験会



つくばのレゴブロック塾での体験会



大阪市立科学館での体験会

## 6.宇宙線を通じた国際的な探究機会

世界中で測定できる宇宙線の特徴をいかし、これまでアルゼンチン、コロンビア、フィリピン、香港、スイス等の5カ国の中高生に検出器を配布し、日本の中高生との国際共同研究が生まれた。数百名規模の国際探究交流会「International Research for Schools」をNASAやAmerica Geoscience Institute、日本地球惑星科学連合等の共催を受けて実施し、以降もドイツやアメリカ等の研究者との研究交流など、中高生と海外研究者の国際交流の機会も多数創出した。



国際探究交流会の様子

また、International Cosmic Groupの日本機関やBLASのJapan Contactとして認定され、ドイツ主催のInternational Cosmic Dayに日本の代表として参加者中高生が発表を毎年行い、Beamline for Schoolで3年連続日本の中高生がファイナリストとして選出される等、多くの参加者が国際的に活躍している。

## 7.他機関との連携を深める

中高生が国内外の研究機関・研究者と連携研究ができる環境を構築するため、国内では国際ミュオグラフィー連携研究機構、ミュオグラフィアートプロジェクト、日本地球惑星科学連合、東北大学CYRIC、分子科学研究所UVSOR等と交流・連携やワークショップの等を行った。国外ではInternational Cosmic Group、America Geoscience Institute、International Particle Physics Outreach Group、Quarknet等と連携事業を行い、宇宙・素粒子分野では国内随一の国際交流機会になった。教育機関・施設では仙台市科学館、大阪市立科学館と、産学連携としてKODOキッズステーション、東北大学連携ビジネスインキュベータなどの支援や連携を受け、本プログラムの行政や教育機関への認知に大きく生かされた。

また、三菱みらい育成財団で得られたネットワークを活用し、大阪の中学2年生がアドバイザーの大阪大学和田有希助教とカテゴリー3助成団体の大阪SEEDSの枠内で2023年度から探究活動を行う方向で準備を進めている。また、カテゴリー1の宮城第一高校の探究科のアドバイザーとして参画し、広島県立広島井口高等学校と交流・意見交換を行うなど、三菱みらい育成財団内での交流や知見の共有にも大きく寄与している。

## 代表的な成果・実績

### 論文

1. K. Kumagai et al., “Partial correlation between the frequency of muon detection on the ground in Akita Prefecture and the surface temperature, humidity, and atmospheric pressure for each Weather”, *Journal of Science EGGS* **4**, 2110004 (2021)
2. K. S. Tanaka et al., “Online support for cosmic-ray research works by secondary students at Tan-Q”, *Japanese Journal of Science Communication* **29** 37 (2021)
3. T. Nakamori et al., “Collaboration between high schools in Japan and Argentina for cosmic-ray research using CosmicWatches”, *PoS(ICRC2021)* **395** 1365 (2021)
4. W. Yanagimoto et al., “Analysis and Simulate the Absorbed Dose Distribution by Beam Irradiation Using Radiochromic Gel Dosimeter.”, *Proceedings of SISC2021* (2021)
5. K. S. Tanaka et al., “An accelerator experiment for junior and senior high school students to improve students’ involvement in fundamental physics”, *Physics Education* **57** 045013 (2022)
6. R. Saito et al., “Measurements of the charge-to-mass ratio of particles trapped by the Paul Trap for education”, *Physical Review Physics Education Research* (to be submitted)

### 学会賞

1. 全国高等学校総合文化祭県代表選出、秋田高校(2020,2021,2022年の3年連続)
2. スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会代表校選出、米沢興譲館(2020)
3. 日本地球惑星科学連合高校生セッション奨励賞、開智高校(2021)、磐田南高校(2022)、仙台白百合高校(2022)
4. 宮城県高等学校生徒理科研究発表会 最優秀賞(仙台第二高校)部会長賞(仙台第一高校) (2021)
5. 日本物理学会優秀発表賞、東北大学(学部3年生で史上最年少) (2022)
6. ハイス쿨ラジエーションクラス 最優秀賞(川名高校)、優秀賞(川越女子高校、開成高校) (2022)
7. サイエンスキャッスル 優秀賞(川名高校)、ポスター優秀賞(開成高校) (2022)
8. Beamline for Schools shortlisted (2020,2021,2022年の3年連続)

### 受賞

1. 三菱みらい財団 成果報告会 ベストプレゼンテーション賞 (2021)
2. 東北大学総長賞 (2021) 主催団体の1つとして参画した東北大学アウトリーチプログラムに対して
3. 東レ理科教育賞 奨励賞 (2023)
4. 品川ビジネス創造コンテスト ファイナリスト賞(2023)

### メディア

1. NHKテレビ(仙台)「てれまさむね」(2020) 夕方の情報番組で本プログラムの特集
2. NHKラジオ(仙台)「ごじだっちゃ!」(2020) 夕方の情報番組で宇宙線測定ワークショップの特集
3. ENLIGHT Highlights(2021) 欧州の放射線治療専門雑誌で加速キッチンの大学生スタッフが特集
4. 山形新聞「SDGsと関連付けた探究活動」(2021)
5. 日刊工業新聞「「T-Biz」ではじめよう 東北大学連携BI」(2022)
6. 日刊スポーツ(2022) 宇宙線測定ワークショップの特集

2. 実施した3カ年の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. 実施した3カ年のプログラムについて、うまくいった点、課題となった点をそれぞれ記載してください。

(1) うまくいった点

上記の5つの選考の視点に基づいて記載する。

**1.プログラム内容の特徴(趣旨との合致)**

日本初の素粒子分野の探究活動機会を創出し、150名以上の中高生が論文や学会発表を行うようになった。参加者は大学進学後も研究を続け成果を出しながら、次世代の探究活動サポートにかかわる様になっている。このようにこれまで日本で発掘されていなかった素粒子分野で卓越した能力を持つ人材を中学生から発掘し、異能を引き出しているという点でカテゴリ3は「卓越した能力を持つ人材を早期に発掘育成する」という趣旨に合致している。

**2.プログラムの目標と達成可能性**

前述の「計画内容と実施内容」で記載したように1年目に掲げた6点の目標を全て達成し、目標としていた世界最大規模の宇宙線探究プラットフォームを構築した。プログラム期間中はコロナ禍で中高生の活動が大きく制限されたものの、オンラインツールを活用して自宅でできる探究活動として展開し、逆に一斉休校時や部活制限期間でも可能な探究活動として普及することに成功するなど柔軟に遂行した。

**3.プログラムの独自性・先進性・卓越性**

日本でこれまでなかった教育用検出器を普及させ、素粒子・原子分野の探究活動をオンラインを活用してあらゆる地域の中高生ができるようになったことがこれまで誰もなし得なかった独自性になる。特に多くの中高生が自身の探究に合わせた検出器の設計・開発・製作を行い、査読論文掲載するような研究成果をあげており、一般的に中高生には難しいと思われていた素粒子研究が本格的に行える環境を構築したことが先進性・卓越性になる。

**4.プログラムの予算・経費計画の適性**

広報・経理・発送作業などプログラム管理に関わる作業は代表者及び大学生によって行われており、間接労務費を最小限に抑えられた。例えばウェブサイト・ポスター・パンフレット等の広報物も全て内製で制作している。これにより、検出器の開発費用等のプログラム遂行に対して本質的な項目に予算を集中できた。

また1~3年目ともに、プログラム遂行中の予算修正時に事務局への連絡・承認を行っており、年末での執行内訳の差異を10%以内に押さえている。2年目以降合同会社に運営機関を移行した後は毎年決算書を一般公開しており、本助成金以外の収益についても適切に執行されている。

**5.プログラムの社会的インパクト・定着性・継続性**

本プログラムは国内でこれまでになかった素粒子・原子分野の探究活動を開拓した。3年間でニュース・新聞・ラジオ等でも取り上げられ、例えばYahooニュースにはこれまで3回取り上げられるなど、社会的にも注目された。世界的にも素粒子アウトリーチ分野では大きく認知されるようになり、International Cosmic Groupに日本代表として参画し、世界最大の宇宙線の国際会議ICRC2023でもOutreach Sectionのボードメンバーに選出されている。

3年間の活動を通して、参加した中高生の多くが大学入学後も研究を継続し次の世代の探究サポートを行うようになり自走可能な体制が定着した。また、装置開発や探究サポートだけでなく本プログラムの広報・事務・経理といった管理部分も大学生スタッフが大部分を担っており、属人性を減らし継続的に活動できる形態になっている。

(2) 課題となった点

2年目から合同会社を設立し実施機関を東北大学から移行し、経済的にも自走可能な体制を目標としている。本プログラムとは独立した案件を教育委員会などから徐々に受注するようになってきているが、助成金に依らない活動を行う上では十分ではない。継続性を高め経済的な自立を目標として、公益性を保ちつつ半導体センサーなどを扱う検出器関連企業等のスポンサーシップ等多様な支援を受けられる体制を今後目指していく。

4. 次年度以降の開催（実施）予定について、記載してください。（決まっている部分までで結構です）

**放射線教育への拡大**

3年間で構築した宇宙線探究活動を拡張し、あらゆる放射線を対象にした探究活動サポートへと拡大する。

宇宙線は $\alpha$ ・ $\beta$ ・ $\gamma$ 線といった環境で観測される放射線の一部になる。2011年の原発事故以降、こういった放射線を理解し、情報を正しく判断する教育の重要性が大きく認識されている。しかし未だに多くの学校では放射線の検出器や教材が普及していないため、十分に放射線教育が行われていない実情がある。そこで、以下の2点を行っていく。

**1. 既存の宇宙線探究活動を拡張し、あらゆる放射線を対象にした探究サポートを行う**

3年間の活動を通して、既に中高生が $\alpha$ ・ $\beta$ ・ $\gamma$ 線などあらゆる放射線の検出器を開発しており、これらをベースに宇宙線に限らない放射線探究用の検出器を普及していく。例えば中高生が放射線治療に向けた放射線検出器開発を行ったり、土壌や河川のウラン・トリウム系列の岩石の調査を行うなど、宇宙線以外の医療・地球惑星・公衆衛生など様々な分野の探究活動サポートを既に行い、学会賞などで各分野で評価をうけている。

**2. これまでの探究活動支援をベースに中学高校の教員でも運用可能な教材として横展開する**

これまでは中高生個人を対象にしていたが、より幅広い中高生に放射線検出器の組み立て・測定の経験機会を広げるために教員が実施可能な探究教材化を行う。例えば、「校内での環境放射線による線量を測定」という探究授業案を作成・提供することで、あらゆる学校機関でこれまでできなかった放射線を定量的に考えつつ、自分の独自テーマで放射線探究活動を行う機会を創出することができる。

この探究教材を三菱みらい育成財団で得られた学校ネットワークをもとに広げたいと考えており、アドバイザーとして関わっている宮城第一高校等でを検討している。さらに、これはリ・エントリー制度の「グッドプラクティスの横展開」の趣旨に合致したものであり、採択され場合プロジェクトパートナーとして全国への普及に取り組んでいきたい。

**国内外の連携の強化**

**活動拠点:** 現在東北大学内に活動スペースを確保しているため、特に仙台近辺の高校の探究活動では放射線源や加速器施設利用など通常難しい内容も行えている。2022年より東北大学CYRICと共同研究契約を締結し、より幅広い探究支援を東北大学と連携して行える予定である。同様に代表者の現所属先である早稲田大学でも同様の活動拠点を確保し、都内の中高生にも高度な放射線実験環境を提供できるようにしていく。

**国内:** 2023年度にカテゴリ3採択機関の大阪大学SEEDSと連動した探究サポートを行う予定である。このようなカテゴリ3に代表される大学のアウトリーチプログラムと連携することで、中高生が大学への訪問機会を自分の研究に活かす環境をさらに構築していく。

**国外:** 国際会議ICRC2023においてOutreach Sectionのボードメンバーとして参加予定で、より多くの国との共同関係を構築する機会とする。現在数カ国の学校・教育機関へ検出器の提供、中高生の国際共同探究機会の創出を行っているが、これをより幅広い国へ広げていく。

5. リ・エントリー制度への応募予定（ A:応募する ）

前述のように、来年度以降中学高校の教員でも実施可能な放射線教材として教材や授業案を作成して普及させたいと考えている。既に多様で先進的な取り組みが行われているカテゴリ1の採択校へと広げることで、これまで日本になかった放射線探究の文化を普及することができると考えている。これは、この3年間で得られた知見や環境を他の助成校の取り組みへと活かすもので、リ・エントリー制度の「グッドプラクティスの横展開」の趣旨に合致している。