

1. 計画内容と実施内容のレビュー

■参加者の募集方法

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行ってもらう。全国の中高生に宇宙線探究活動について知ってもらうために2021年は3回オンライン体験会を以下の通り行った。

- ・第1回(8月11日):26名
- ・第2回(8月14日):22名
- ・第3回(10月23日):32名

それぞれ3~4人程度のグループに分かれて、観測計画を議論したうえでサポーター大学生が持っている宇宙線検出器をリモート操作して測定を行った。目標として宇宙線の天頂角依存性を観測するとして、それぞれが操作する検出器の性質に合わせた探究を行い、最後にそれぞれの観測結果及び考察を全体で共有してもらった。この体験会をきっかけに宇宙線探究を申し込んだ中高生が15名程度おり、広く宇宙線探究を伝えるきっかけとなっている。

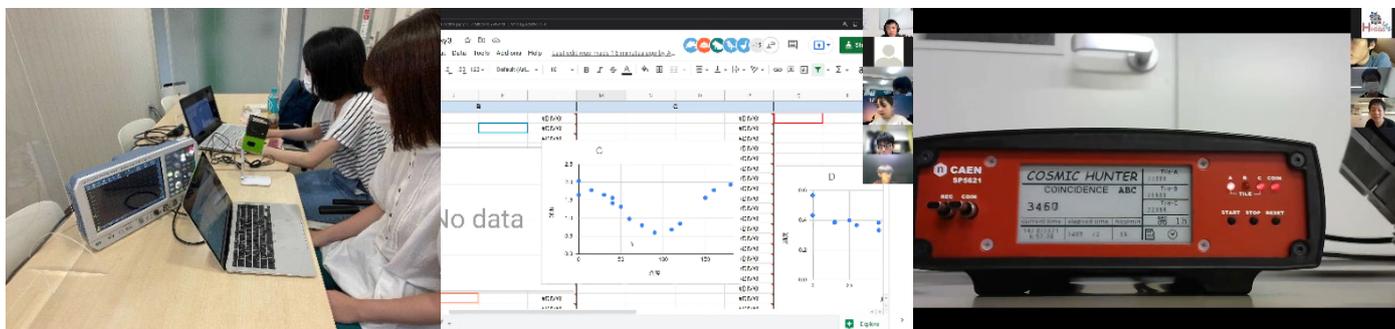


図1 オンライン体験会の様子

■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。

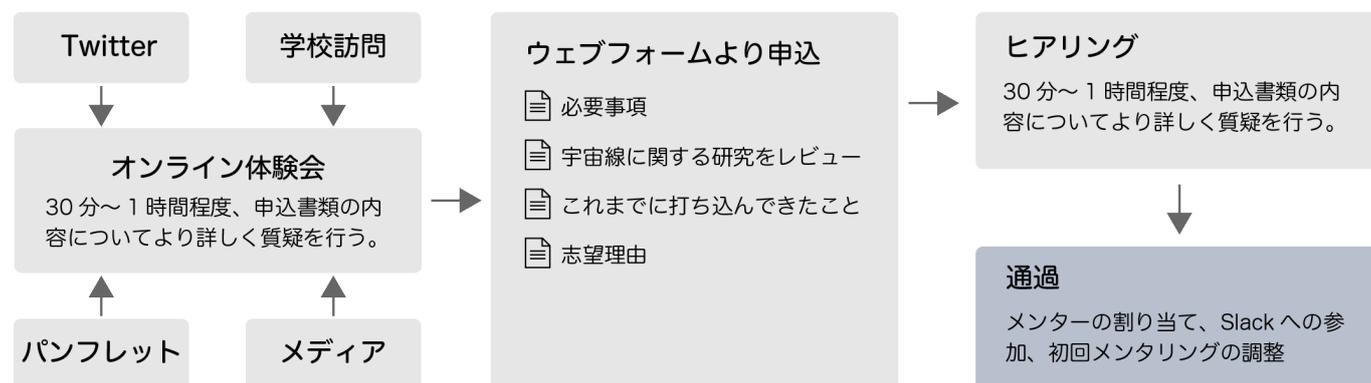


図2 中高生が探究活動に参加するフロー

■参加者

2021年は新規で61名の中高生が加わり2021年12月時点で約100名の中高生が参加している。サポートを行う大学生・大学院生も2021年12月時点で15名が参加している。2021年度は海外を含めた複数の学校の中高生による合同探究グループやも多く生まれた。



-  Quarknet
-  NETZWERK TEILCHENWELT
-  Huechulafquen Science Club
-  International School Manila



図3 探究活動に参加している中高生・研究者の所属機関

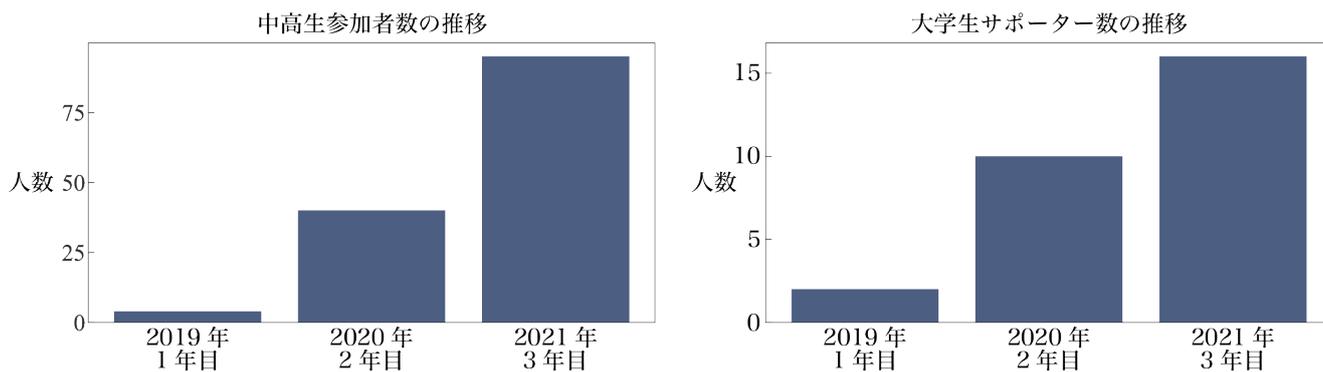


図4 探究活動に参加する中高生・大学生サポーターの数の推移

宇宙船における宇宙線被ばく	立教女学院 1名 (高2)	川越女子 1名 (高1)	
チェレンコフ光の検出	豊島岡女子 3名 (高1)	早稲田本庄 1名 (高3)	
アルゼンチンと日本の宇宙線の比較	東桜学館 4名 (高2)	米沢興譲館 1名 (高2)	Huechulafquen 1名 (高3)
宇宙線減衰による積雪量観測	山形東 1名 (高2)		
太陽黒点と宇宙線の関係	秋田 3名 (高2)	磐田南 4名 (高2)	
宇宙ステーションでの被ばく防護材	秋田 4名 (高2)		
宇宙線ミュオンの速度測定	仙台一高 6名 (高1)		
気温・湿度・気圧と宇宙線の関係	仙台一高 4名 (高1)	秋田 5名 (高3)	
天気と宇宙線の関係	米沢興譲館 6名 (高2)	江戸川取手 4名 (中2)	
粒子線癌治療にむけたゲル線量計	早稲田本庄 1名 (高3)		
金属板による宇宙線の減衰	立教新座 1名 (高2)	大分教育付属 1名 (中1)	
スカイツリー等高高度での宇宙線	豊島岡女子 3名 (高1)		
宇宙線ミュオンの寿命測定	仙台二高 2名 (高2)	米沢興譲館 3名 (高3)	
宇宙線の東西効果と地磁気	平塚中等 2名 (高2)	江戸川取手 1名 (中2)	
ポールトラップの開発	早稲田本庄 1名 (高3)		
スイス・CERNでのビーム実験	豊島岡女子 5名 (高1)		
宇宙線と地磁気変動の関係	豊崎中 1名 (中1)		
ラドン検出器の開発	仙台白百合 1名 (高2)		
富士山での宇宙線観測	開成 1名 (中3)		
ウェブカメラで宇宙線観測	渋幕 1名 (中3)	Saint Mary's Inter 1名 (高1)	Inter. Sch. Manila 1名 (高1)
CsIを用いた放射線源測定	日比谷 1名 (高3)		
宇宙線による後者の天井厚み推定	開智 1名 (高3)		
ミュオグラフィによる古墳透視	早稲田本庄 5名 (高1～高3)		

図 5 2021 年度の代表的な探究テーマ例

■ 中高生による検出器・装置開発

・チェレンコフ検出器

豊島岡女子学園の高校1年生によって既存の検出器を応用して光速を超える粒子が媒質中を通過する際に生じるチェレンコフ光の検出器開発を行った。アクリルや塩化ビニルの透明ブロックを光検出器と接続することで、これらのブロック中で生じるチェレンコフ光を検出することに成功し、形状や遮光方法によって検出効率がどのように変わるかについて探究を続けている。



図6 チェレンコフ検出器

・ポールトラップ

2020年から開発を進めている中学・高校で使える粒子トラップ装置「ポールトラップ」を試験的に早稲田大学本庄高等学院に導入し、実際にトラップ電極の最適化や観察方法の工夫に高校生が取り組んだ。下図は4本の電極を平行に配置し、振動電場を印加するリニアトラップで、荷電粒子を一行に並べてトラップすることができる。このほか、地面に対して垂直なりニアトラップと下面に設置した電極を組み合わせることで任意の粒子の重力と電場のバランス調べることができる装置などの開発事例が行われた。

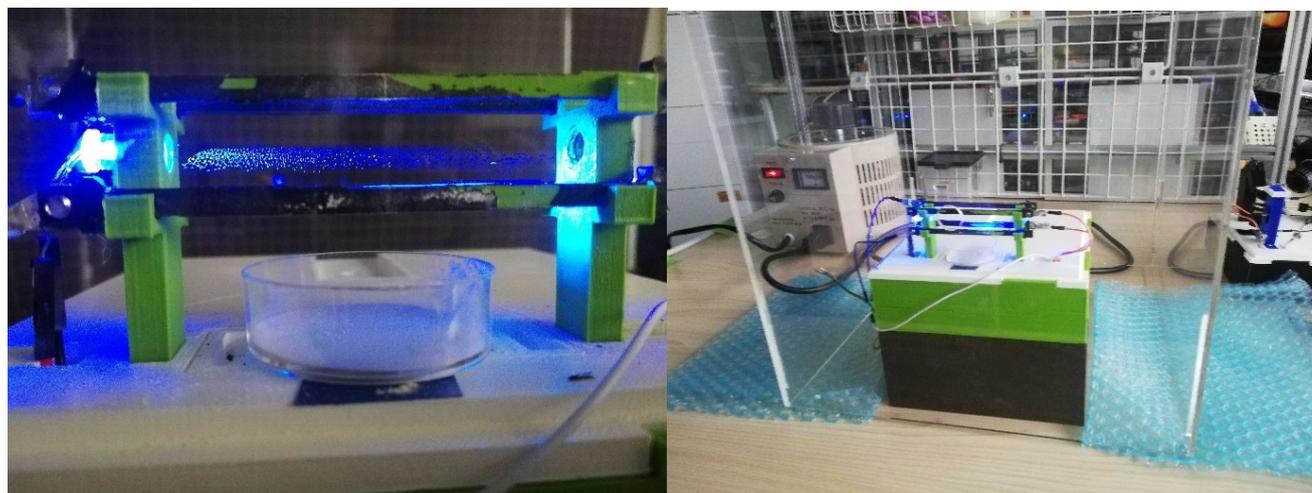


図7 ポールトラップリニア型

・ラドン検出器

仙台白百合高校の高校生が標準状態で気体の放射性同位体であるラドンの検出器の開発を行った。密閉された缶のなかに電場を印加し、ラドンの娘核を光検出器上に集め、検出器上のアルファ崩壊を測定する。高校生によって製作された検出器は動作テストが完了し、これから地震活動と大気中や地下のラドン濃度の関係などの探究を進めている。



図8 ラドン検出器

・電波望遠鏡

安価に市販されている BS アンテナを用いた電波望遠鏡づくりを行った。対象の天体にアンテナを向けると 12 GHz の電波を受信することができ、例えば太陽に向けると太陽の熱放射を、空に向けると宇宙からの背景放射を観測することができる。主に仙台の高校生が集まる東北大学 T-Biz 内で政策を行い、太陽の熱放射の観測に成功できた。これから、宇宙線検出器と組み合わせた探究を進めていく予定である。



図9 電波望遠鏡

・ウェブカメラで宇宙線検出

ウェブカメラに用いられている CCD センサーは宇宙線検出器で使う光検出器同様に、放射線によるエネルギー付与によって電荷を生じ電気信号を得ることができる。渋谷教育学園幕張の高校1年と Saint Mary International の高校1年およびフィリピンの International School Manila に通う高校1年の国際共同チームで様々なウェブカメラを用いてこの仕組みによる検出器づくりに挑戦した。下図のようにカメラを分解して遮光することで、宇宙線以外による光検出を抑えて長時間露光を行う。右図は加速器施設による中性子ビーム生成実験中に観測した結果で、中性子ビームによって放射化したエリア内の物質からのガンマ線などによる放射線が観測できていることが分かる。これ以外にもモナズ石のような放射性の岩石など様々な対象の探究が進んでいる。

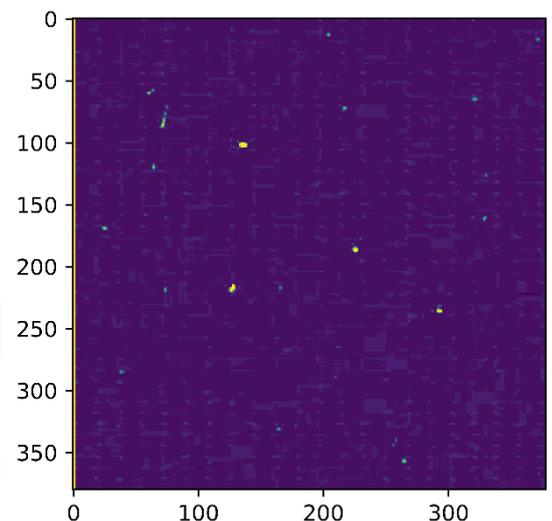


図10 ウェブカメラ検出器の開発中（左）、取得放射線像（右）

・CsI を用いた放射線検出器

日比谷高校の高校生が宇宙線検出器のシンチレーターを無機物質である CsI に置き換えることでガンマ線のエネルギーに敏感な放射線検出器を製作した。これまで ^{137}Cs や ^{60}Co といった線源を用いて性能評価を進めており、空間中の放射線検出器として身近な場所における線量測定という形での探究を行っていく予定になっている。

・ゲル線量計

早稲田大学本庄高等学校3年の高校生が粒子線癌治療への応用を目的として3次的に線量分布測定を行うことができる放射線感受性のあるゲルを製作した。分子研究所の UVSOR の紫外光照射や東北大学の CYRIC でのビ

ーム照射等を行い、性能評価を行い。アルゼンチンの科学クラブと合同でドイツの DESY 加速器施設での実験提案を行い、最終選考まで残った。



図 11 UVSOR で実験準備を行う高校生

・中性子検出器

広尾学園及び山形東の高校生がシンチレーターを EJ-276 というモデルに置き換えることで、中性子を観測できる検出器を製作した。宇宙線シャワー中の中性子は数 cm 程度の厚みの積雪で有意に遮蔽されるため、積雪量モニタとしての応用ができると期待しており、水槽を用いた水の遮蔽測定や、加速器施設での中性子ビームを用いたテストを行っている。

■中高校生による宇宙・素粒子研究活動

2020 年は 34 の研究グループが形成され、それぞれ宇宙線を中心とした独自性の高い研究活動を行った。特徴の 1 つとして多くの探究が全国の異なる場所の中学・高校同士の共同であったり他国との共同研究であることで、宇宙線探究を軸に学校間の研究交流が生まれていることである。ここではそのうち一部の内容について紹介する。

・校舎の厚みの推定

開智高校の高校 2 年生が校舎の各天井の厚みを宇宙線ミュオンの遮蔽率の違いから測定を行った。各階の教室で一定の距離を離れた 2 つの宇宙線検出器で同時観測できる宇宙線の到来頻度を測定することで透過率を求め、素粒子反応モンテカルロシミュレーションから得られたコンクリートの遮蔽率から各階の厚みを不確かさ 10 % の測定精度で推定し、設計図から得られた参考値と不確かさの範囲で一致した。

・負ミュオンの寿命測定による物性評価

米沢興譲館と仙台二高において宇宙線の主な成分であるミュオンを用いて、ミュオンの寿命測定及び特に負ミュオンの金属中での寿命を用いた物性評価の基礎研究を行っている。ミュオンは自由状態で 2.2 マイクロ秒の寿命で崩壊するが、物質中の原子核に捕獲された場合、捕獲後の原子核との相互作用反応によって消滅するため実効的に寿命が短くなることが知られている。これを利用して、アルミ、鉄といった各金属板での寿命測定を行い、各金属における原子核捕獲反応由来の寿命測定を行った。また、磁石を用いて負ミュオンと正ミュオンを分別してより負ミュオンのみのデータを測定する研究が進められている。

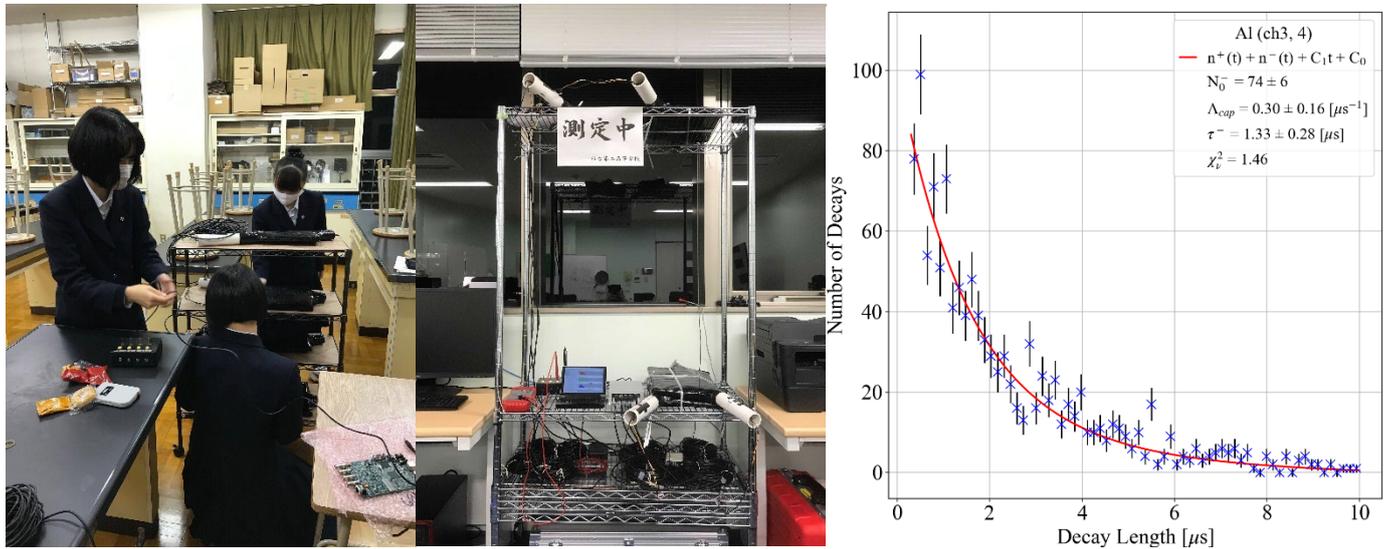


図 12 宇宙線ミュオン寿命測定装置の準備 (左、中央)、寿命の測定データ

・学校内の望遠鏡を用いた活動

磐田南高校では大型の天体望遠鏡が設置されており、地学部ではこれまで 30 年以上黒点数の観測が続けられていたが、この観測データはこれまで探究に用いられてきていなかった。そこで、このデータを生かすために宇宙線検出器を設置して宇宙線到来頻度と太陽黒点の相関を調べることで、太陽活動と宇宙線の間関係について探究を行っている。また、秋田高校では宇宙線到来頻度の時間変動をフーリエ解析することで太陽の活動周期に相当する変動を調べており、この 2 校で連携しながら宇宙線と太陽活動についての探究が行われている。

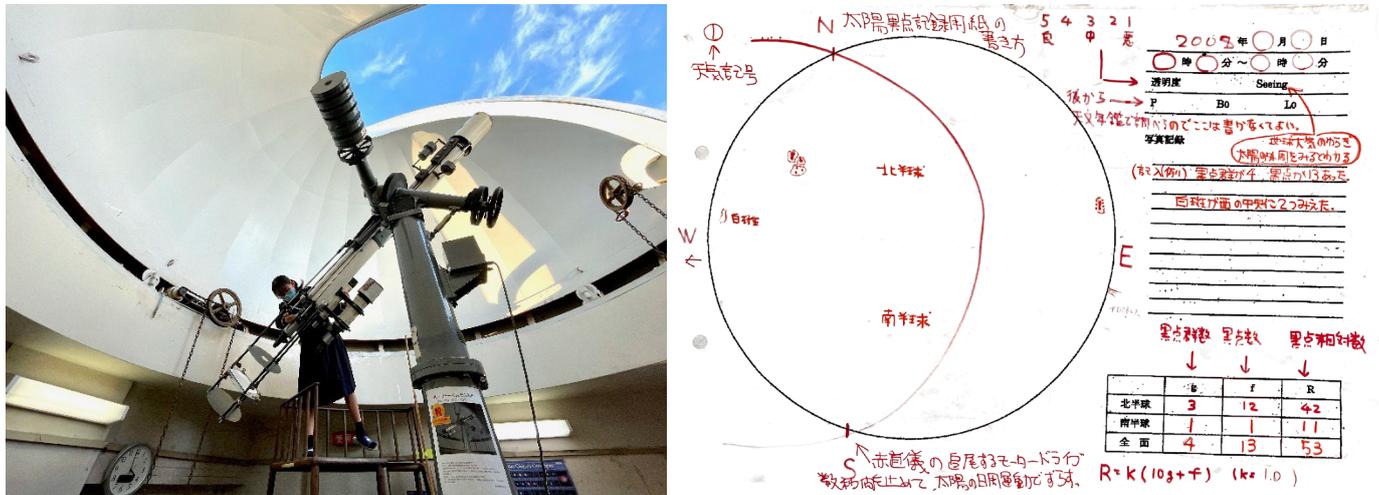


図 13 天体望遠鏡での観測の様子 (左)、黒点観測シート (右)

・積雪量観測

広尾学園、山形東、米沢興譲館ではそれぞれ水の厚みによる宇宙線遮蔽効果を調べている。特に山形東では水の遮蔽によって影響を受けやすい宇宙線由来の中性子に感度の高い検出器を独自に製作して、相補的な観測を行っている。この探究の目標の 1 つは積雪地域における積雪量観測であり、特に蔵王山の重力変動精密観測における積雪補正を行うことを想定し、東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター三浦センター長と高校生が議論を行いながら進めている。

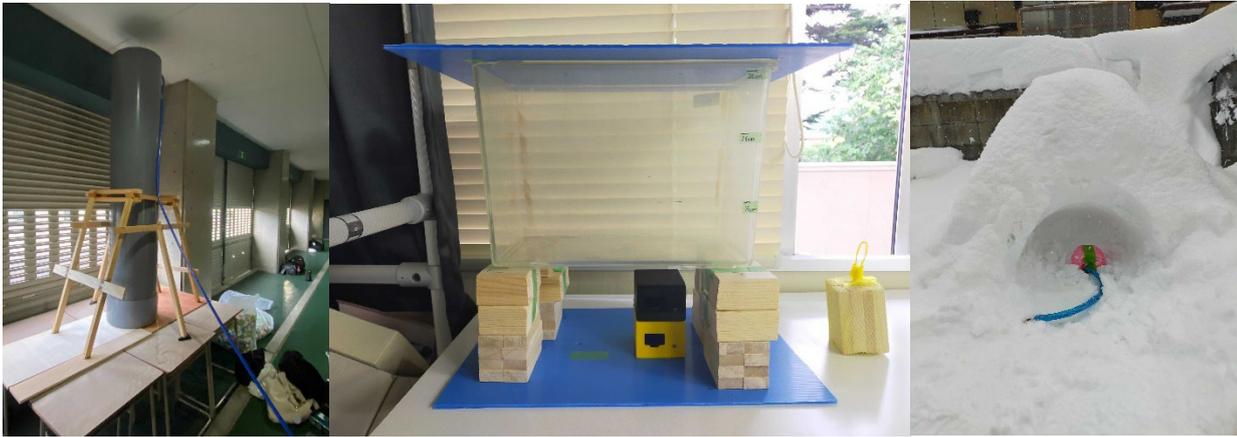


図 14 塩ビ管（左）や水槽（中央）での測定、雪中での宇宙線測定（右）

■進捗報告会

探究活動を行う中高生が成果をオンラインで発表する進捗報告会を Zoom Webinar にて 2021 年 6 月、12 月に行った。成果報告会には宇宙・素粒子を専門にする研究者、宇宙線探究に関心のある中高生、一般の方が参加する。進捗報告会以下のような方式で行っている。

- ・スライド等の事前資料の準備を禁止している。これは多くの場合資料準備に多くの時間を費やしてしまい本来の探究活動を行う時間が確保できないこと、スライド資料に頼ってしまいその場での双方向的な議論が生まれずらくなるからである。
- ・発表形式ではなく大学生との対談形式をとる。中高生は多くの場合事前に原稿を用意する傾向があり、対話を通してより自分の言葉で紹介をするようにする目的である。
- ・事前に他の中高生から質問を Notion を用いて集め、それに答えながら対談を行う。また、進捗報告会の最中も Zoom Webinar の Q&A 機能を用いて聴講者からの質問を集め、対談の途中で回答する。



図 15 進捗報告会の流れ。事前に質問を収集し、それをもとに Zoom Webinar で対談を行う。

■国際交流

・ International Research for School

様々な国との中高生による国際共同研究を促進するために、中高生による国際共同研究を国内外の中高生に紹介し、交流を行うワークショップ (International Research for School) を 2022 年 1 月 30 日に行った。NASA、American Geosciences Institute、日本地球惑星科学連合等の各国の中高生研究アウトリーチ活動を行っている研究機関に後援をうけた。日米から合計 120 名の中高生が研究交流を行い、これを機に日米の共同探究活動が創出されつつある。

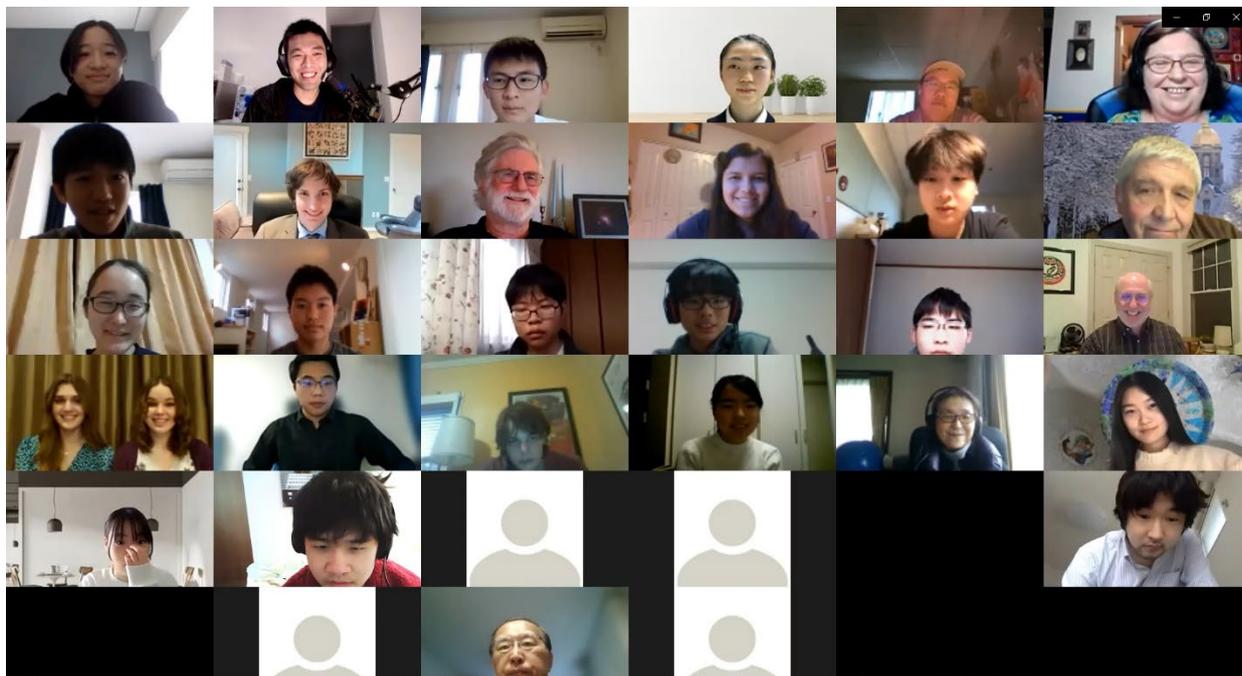


図 16 Internatinal Research for School の議論の様子。数十人の日米中高生が同時に交流した。

・ International Cosmic Day (  )

ドイツの研究機関 DESY が主催する国際的な中高生の宇宙線探究ワークショップ International Cosmic Day に日本側の中高生の取りまとめを行った。イタリア、中国、ドイツ等 20 か国程度から 43 の研究グループが参加し、それぞれの研究内容の紹介や議論などの交流を中高生同士で行った。日本側からは豊島岡女子の高校 1 年 3 名と豊崎中の中学 1 年 1 名が参加し、それぞれ宇宙線の到来頻度と高度の関係に関する探究と、太陽フレア現象と宇宙線に関する探究についてドイツや中国の中高生に対して紹介を行った。



図 17 ICD2022 の様子

・ Beamline for School ( )

世界最大の加速器施設であるドイツの DESY における高校生の実験課題募集にアルゼンチンの科学クラブと共同で取り組み提案を行った。粒子線癌治療への応用を目的として 3 次元的に線量分布測定を高エネルギー電子ビームを用いて行うという実験課題を設定し、分子研究所の UVSOR や東北大 CYRIC でのテストビーム実験や Geant4 を用いた物理シミュレーションなどを行い、十分な具体的な計画を立案し 57 か国 289 チームの中で最終選考まで残った。



図 18 BLAS での国際交流

・アルゼンチンとの宇宙線共同観測 (🇦🇷)

東桜学館と米沢興譲館のグループがアルゼンチンの科学クラブと共同で宇宙線を観測し、それぞれの国での党ら頻度の違いを調べた。本共同研究を進めるにあたってアルゼンチンは磁気異常帯のなかにあるため、磁場による荷電宇宙線の巻き付き効果がちいさくなり有意に宇宙線の到来頻度が高いことが期待されている。標高などの系統誤差を複数地点で観測することで補正した結果測定の結果およそ 20 %程度日本での到来頻度よりも高いことが明らかになった。



図 19 宇宙線での国際交流

・フィリピンとの共同グループ (🇵🇭)

2021 年 12 月から渋谷教育学園幕張、インターナショナル校の Saint Mary International とフィリピンの International School Manila の高校生での宇宙線探究活動としてウェブカメラを用いた宇宙線検出器が 2 国間をまたいだ国際探究としてスタートしている。

■研究所・産学連携・

・ MUOGRAPHY ART PROJECT

宇宙線ミュオンとサイエンスアートを組み合わせることで、ミュオグラフィ技術の認知に取り組んでいる MUOGRAPHY ART PROJECT との連携を行い、今年度は岡山県造山古墳に設置されている古墳ミュオグラフィ装置の視察を高校教員・研究者によって行った。コロナの影響で中高生による見学は断念したが、来年度以降古墳ミュオグラフィを中心とした中高生の探究活動を行う上でのキックオフ交流を行うことができた。



図 20 MUOGRAPHY ART PROJECT との交流および造山古墳ミュオグラフィ見学

・アースサイエンスウィーク

American Geosciences Institute、日本地球惑星科学連合が主催する国内での地学分野の普及を目的としたアースサイエンスウィークにおいて、仙台市科学館でのブース展示を行った。宇宙線検出器、ポルトラップ装置等中高生によって開発された装置を展示し、また仙台一高の探究を行っている中高生によるポスター展示も行った。



図 21 仙台市科学館での展示の様子

■大学生サポーターの活動

宇宙線探究活動は各グループに大学生サポーターがつき、Zoom や Slack を活用して中高生の探究活動を支える。2021 年度は 15 名の大学生・大学院生が大学生サポーターとして活動をしたが、そのうち新規の大学生はいずれもこれまで本活動の中で探究活動を行ってきた中高生が大学進学後に参加したもので、参加中高生が大学生サポーターとして活動する流れができつつある。

■成果報告

・論文・記事

1. 秋田高校の高校生が主著となり 2020～2021 年に行われた探究活動の成果が高校生・大学生・大学院生による研究を対象とした査読付きオンラインジャーナル Journal of Science EGGS に掲載された。

“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”, Kouki KUMAGAI et al., *Journal of Science EGGS* 4, 2110004 (2021)

2. Japanese Journal Science Communication のオンラインを用いた科学技術コミュニケーションに関する小特集にて、オンラインを活用した中高生の宇宙線探究支援として本活動の記事が掲載された。

“Online support for cosmic-ray research works by secondary students at Tan-Q”, et al., *Japanese Journal of Science Communication* 29 37 (2021)

3. 本活動を支援している山形大学の中森教授が International Cosmic Ray Conference にて本活動の内容に関する口頭講演を行い、その Proceedings に記事が掲載された。

“Collaboration between high schools in Japan and Argentina for cosmic-ray research using CosmicWatches”, T. Nakamori et al., *PoS(ICRC2021)* 395, 1365 (2021)

・学会発表（中高生）

1. 小型宇宙線検出器を用いたミュオグラフィによる天井の厚みの推定, JpGU 高校生ポスター発表, 開智高等学校, 奨励賞
2. 宇宙線検出器のエネルギー校正, JpGU 高校生ポスター発表, 日比谷高等学校,

3. チェレンコフ光検出の最適条件, JpGU 高校生ポスター発表, 豊島岡女子学園高等学校,
4. Cosmic Watch を用いた中性子宇宙線観測データに基づいた雪量計の作成, JpGU 高校生ポスター発表, 広尾学園高等学校、山形東高等学校,
5. 宇宙線ミュオンを利用した古墳透視プロジェクト, JpGU 高校生ポスター発表, "水による宇宙線の弾性散乱の検出
6. 宇宙線と気象の関係に関する研究, 第 45 回全国高等学校総合文化祭の国わかやま総文 2021 自然科学部門, 秋田県立秋田高等学校
7. 宇宙線と太陽黒点の関係, 生徒理科研究発表会, 磐田南高等学校
8. μ 粒子を活用した気象予報, サイエンスキャッスル 2021 東北大会, 山形県立米沢興譲館高等学校
9. μ^- 粒子による物質の構成元素識別システムの確立, 天文学会, 仙台第二高等学校
10. Geant4 シミュレーションを用いた最適宇宙線遮蔽材の探索, 化学工学会, 秋田県立秋田高等学校
11. 高度による宇宙線到来頻度の違い、ベネッセ STEAM フェスタ、豊島岡女子学園高等学校
12. 宇宙線・地中レーダーを利用した本庄市の古墳透視プロジェクト「墳 Q」、日本考古学協会 **高校生ポスターセッション**、早稲田大学本庄高等学院

・コンテスト（中高生）

1. 高度による宇宙線到来頻度の違い, JSEC, 豊島岡女子学園高等学校,
2. チェレンコフ光観測の最適条件, JSEC, 豊島岡女子学園高等学校,
3. μ 粒子と気象要素との関係, JSEC, 秋田県立秋田高等学校,
4. 水中通過後の減衰の検証, JSEC, 山形県立山形東高等学校,

・学会発表（大学生サポーター）

1. 宇宙線探究活動『探 Q』で行う意欲と学びの継続, JAXA 宇宙教育シンポジウム, 東北大学理学部天文,
2. 中高生に向けた宇宙線探究活動「探 Q」の現況報告, 天文学会 2022 春季年会, 榎本晴日
3. 大気圧中で使用可能なポルトラップによる微粒子の比電荷測定, 物理学会 第 77 回年次大会, 齋藤隆太
4. Web カメラを用いた放射線検出器の製作及び中高生を対象にした教材としての活用, 物理学会 第 77 回年次大会, 中川鈴彩
5. BS アンテナを利用した電波望遠鏡の開発及び中高生向け宇宙教育用教材への活用, JpGU, 能勢千鶴
6. 中高生を対象とした宇宙線探究活動支援, JpGU, 榎本晴日

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。

以下、選考の視点に沿いながら 2021 年度の計画書に記載したプログラム目標及びヒアリングでのフィードバックに対する達成度を評価する。

1. 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られなかった素粒子・宇宙探究を中高生でも可能にした。全国から基礎研究に強い関心を持つ中高生が1年以上継続的に参加して、新検出器の開発・査読論文の掲載など学術的にも高い成果を上げており、「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・育成するプログラムの趣旨と合致した活動を行えた。

2. 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

2021 年度は数値目標として、3 回のオンライン体験会に合計 81 名が参加し、その中から 15 の探究グループが新規で探究をはじめた。計画書内の目標値をそれぞれ満たしており、目標通りの規模で多くの中高生に探究の機会が目に届き機会を提供できたといえる。

- ・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

2021 年度は国際ミュオグラフィ連携研究機構の田中宏幸機構長やミュオグラフィアートプロジェクトに携わっている関西大学の角谷賢二客員教授と造山古墳ミュオグラフィに関連した交流を行い、最先端の宇宙線研究に中高生が関われる環境を整えている。また、分子科学研究所の極端紫外光研究施設の平義隆グループリーダー協力のもとでの高校生がガンマ線照射を行った。また、昨年から継続して高エネルギー加速器研究機構、九州大学、山形大学のスタッフが中心となり検出器開発で共同している。このように、国内の宇宙線中高生アウトリーチの軸となる活動になりつつある。

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

国内には存在しない宇宙・素粒子分野の探究活動支援が当プログラムの特色になる。研究者が中高生の探究活動に並走することで最先端の探究事例が多く生まれ、目標として設定していた中高生の査読論文への投稿については、秋田高校が宇宙線と気候の関係に関する論文が Journal of Science EGGs 掲載された。その他にも全国総文祭への代表選抜や各学会の高校生セッションにおける入賞等、各探究活動の成果が外部から評価される機会も多く生まれた。

- ・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。

海外機関との連携として、NASA、American Geosciences Institute、日本地球惑星科学連合等に後援をうけて International Research for School 2022 の主催、CERN・DESY の Beamline for school の日本代表、International Cosmic Day でのイタリア・中国・ドイツの中高生や研究者との交流、アメリカ Quarknet との技術・教育交流を行った。

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、これを活用して 2021 年度は高校生が各々の探究目的に向けた検出器製作として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、ウェブカメラ検出器等を自らの手で行った。ヒアリング時に指摘のあった「宇宙線検出器の製作などの STEM 要素」について世界で例のない独自で先進的な事例が創出されたと言える。

もう一点の教育資源は宇宙線探究を中心とした中高生・研究者のオンラインネットワークである。Slack コミュニティには 250 人が参加して、2021 年度にはオンライン上での交流をきっかけに 10 の国内での学校をまたいだ共同研究、3 の海外との共同研究が生まれた。

- ・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、特に基礎物理の領域の事例はほとんどないが、当プログラムは2年目にて30を超える学校から100名以上の中高生が参加する世界でも唯一のネットワークとなった。現在は非常に多くの中高生・教員からオンライン上で問い合わせがあるため、選考ハードルを大きく上げている状況で、唯一の基礎物理探究支援として大きな需要が適切にとらえられており、成果が今後も期待できる。

4. プログラム予算・経費計画の適正性

経費計画について、当初予定の10%を超える変更はコロナ禍による学校訪問キャンセルに関連した旅費によるものでその他は当初の計画通り経費を使用した。交通費についても1月初旬に契約書にある通り経費計画の変更案を提出している。経費の使途については支払リスト（経理担当者の捺印付）を証憑書類として提出し、号外プログラムに直接関与する使途のみに使用されていることを示している。

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。2021年度から参加した大学生サポーター4名のうち3名は過去のプログラム参加者になる。

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。東北大学連携ビジネスインキュベータから支援を受け半導体企業や教育事業を行う企業との連携を進めている。事例として来年度以降の学校での探究の時間での活用に向けて教育図書出版社の株式会社育伸社、株式会社エデュソルと共同で教職員向け学びのコンテンツ総合サイト「MIGAKU」を開設した (<https://ibl.jp/>)。宇宙線探究活動を提供プログラムの一つとして当サイト上で展開してより全国の学校へ認知を広げていく。

(1) 課題となった点

当初の計画では年間10回程度の学校訪問を予定していたが、コロナ禍による制限のため個々の学校への訪問は一部を除いて中止とした。その代わりとして、仙台市科学館でのアースサイエンスウィーク出展を行う等可能な発信活動を行い、オンラインだけでなく対面での認知活動にも努めた。

4. 上記3. を踏まえ、次年度にはどのような対応を行い、プログラムに盛り込むか記載ください。

1. 宇宙線探究活動をより異能人材の育成を行うため、国内外交流の促進、学際分野へ探究のすそ野を広げるための外部との連携を進める。2022年1月に主催したInternational Research for Schoolでは本プログラムの参加者とアメリカを中心とした海外の探究活動との交流が実現した。次年度はこれを基にした中高生の国際共同研究を創出していく。また、時差を日本と欧州・インド等の間で最適化した第2回のInternational Research for Schoolを開催してより広範な交流の機会を模索する。2021年度は早稲田大学の考古学チームによるレーダー探査と中高生によるミュオグラフィ計測を連動させた文理融合探究や極端紫外光研究施設におけるガンマ線照射等、宇宙線を軸にした学際的な探究活動が中高生によって多く行われた。次年度は今年度交流したミュオグラフィアートプロジェクト等と連携して、より多様な探究活動を展開する。また、2020年度は様々な中高生による素粒子を検出する装置開発が行われた。現在進めている電波望遠鏡開発との連動等、来年度もより幅広い開発機会を増やす。

2. より全国の学校に認知を広げ、継続的に波及させるために、2020年度ローンチしたMIGAKUをベースに全国の学校に展開を進めていく。具体的には数校に対して学校の探究の時間での数コマ程度の宇宙線探究プログラムの活用を提案している。

5. その他（選考委員会への訴求点、財団への要望、提案、他特記事項）

貴財団のYoutubeチャンネルにおいて当プログラムの成果報告動画は最も再生された動画となっており、助成を受けている学校や一般にとって注目されたテーマになっているといえる。