

FOUNDATION FOR HIGH ENERGY
ACCELERATOR
SCIENCE

FAS だより

2025.8 第30号



公益財団法人
高エネルギー加速器科学研究奨励会

■ 広報誌「FAS だより」第 30 号の発行に当たって ■

- 賛助会員の皆様にはますますご清栄のこととお喜び申し上げます。
日頃より、当財団に対する格別のご協力をいただき、心より厚く御礼申し上げます。
- 広報誌「FAS だより」も公益財団法人に移行してから第 30 号を発行することになりました。
- 当財団では、ホームページや広報誌「FAS だより」などで加速器科学に関する知識の普及啓発活動を行っておりますが、是非ご覧いただき、より良いものにするために皆様のご意見をお寄せください。
- また賛助会員の皆様で、広報誌「FAS だより」に投稿したい高エネルギー加速器に関する記事等を募集しております。是非ご投稿ください。お待ちしております。
- 賛助会員のバナー広告掲載について
当財団のホームページ上に賛助会員様のバナー広告を掲載しております。
掲載を希望される賛助会員様は、是非ご利用ください。(無料)

< 連絡先 : info@heas.jp 又は TEL/FAX 029-879-0471 >

公益財団法人 高エネルギー加速器科学研究奨励会
事務局

FAS だより 第30号 目次

2025年8月

1. 代表理事挨拶	増澤 美佳	1
2. 理研 RI ビームファクトリーの進化と将来計画	理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 上垣外 修一	2
3. 国際会議等助成報告	第10回電子・陽電子衝突型のファクトリーマシンに関する国際ワークショップ (eeFACT2025) 開催報告 高エネルギー加速器研究機構 船越 義裕	10
4. 2025年度奨励賞候補者募集要項		14
5. 2025年度研究助成等応募要領		18
6. 高エネルギー加速器セミナー (OHO'25) 開催		28
7. 2024年度事業報告および2024年度決算報告		29
8. 賛助会員一覧 (2025年7月1日現在)		34
9. 評議員・役員・選考委員会委員名簿		35

代表理事挨拶

今期より、公益財団法人 高エネルギー加速器科学研究奨励会の代表理事を務めることとなりました増澤美佳です。

高エネルギー加速器科学研究奨励会は、1977年の発足以来、約半世紀にわたり、日本の加速器科学の歩みをともしてきました。この間、たゆまぬ技術革新と人材育成の積み重ねにより、我が国は世界でも有数の加速器科学の拠点へと大きく発展しています。

加速器は、B中間子、ニュートリノ、ヒッグス粒子といった素粒子の発見において、つねに重要な役割を果たしてきました。これらの成果はノーベル賞に結びつくような科学的快挙として人類の知を深め、私たちの宇宙や物質に対する見方を根本から変えてきました。

さらに現在では、加速器の活躍の場は基礎科学を越え、がん治療や創薬、材料開発、文化財の非破壊分析、精密な年代測定、さらには情報通信技術の基盤にまで広がっています。

こうした加速器科学の進展と社会的な広がり、現代の社会が掲げるSDGs（持続可能な開発目標）の理念とも深く重なります。環境にやさしい新素材づくり、医療・健康の向上、エネルギー効率の改善など、さまざまな課題に対して加速器技術は直接的な解決手段を提供しています。

また、これからの科学技術には、多様性（ダイバーシティ）の尊重が一層求められます。さまざまな背景や専門性を持つ人々が交わり、協力し合うことで、より創造的で持続可能な社会イノベーションが生まれます。本奨励会と日本加速器学会では、若手・女性・国際的な研究者の参画を積極的に支援し、誰もが活躍できる、開かれた研究コミュニティの形成を目指しています。

日本は、世界トップレベルの加速器施設と、それを支える優れた人材を有しています。こうした強みを活かし、基礎研究のさらなる発展だけでなく、産学官民の連携を通じて社会課題の解決にも貢献していくことが、私たちに与えられた重要な使命だと考えています。

本奨励会はこれからも、加速器科学をつなぎ役として、社会との対話と協働を深め、次の世代に誇れる知と技術をしっかりと引き継いでまいります。今後とも、皆さまのご理解と温かいご支援を心よりお願い申し上げます。

公益財団法人 高エネルギー加速器科学研究奨励会
代表理事 増澤美佳

理研 RI ビームファクトリーの進化と将来計画

理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 上垣外 修一

概要

理化学研究所の RI ビームファクトリー (RIBF) は、サイクロトロンを基盤とした重イオン加速器施設です。最終段に $K=2600$ MeV の超伝導リングサイクロトロン (SRC) を備えた加速器システムを用いて、ウランを含む重イオンを最大 345 MeV/u まで加速し、インフライト法によって放射性同位元素 (RI) ビームを生成します。RIBF では 2006 年末に初めて重イオンビームの加速に成功、翌 2007 年にはユーザーへの RI ビームの供給を開始しました。それ以降 15 年以上にわたる研究開発の結果、重イオンビームの強度および安定度は大きく向上しました。たとえば、SRC から取り出されたウランビームでは、ビーム強度 117 pnA、ビームパワー 9.6 kW を世界に先駆けて達成しました。また、 ^{70}Zn ビームでは 826 pnA、 19.9 kW というビームパワーを記録しています。さらに、加速器の可用性も 90% 以上に達しています。このような大強度ビームの実現により、多数の新しい同位元素の発見をはじめとして、不安定核に関する多くの科学的成果が得られています。本稿では、RIBF 稼働開始以降に直面した技術的な困難とその克服について紹介し、今後の展望について述べます。

1. はじめに

理化学研究所 (理研) の RI ビームファクトリー (RIBF) は、天然に存在しない放射性同位元素 (RI) を、ビームの形で生成・供給する、いわば「工場」のような加速器施設です。加速器の詳細に入る前に、まず RIBF が目指している役割について簡単にご紹介します。

元素の本質である「原子核」の全体像を示したものが、図 1 に掲げた「核図表」です。この図では、縦軸に陽子数、横軸に中性子数を取り、個々の原子核が 1 つ 1 つの小さな四角形で表されています。図中には、自然界に存在する約 300 種類の安定核 (黒)、これまでに発見されている約 3000 種類の不安定核 (橙と青)、そして今後の発見が期待される約 4000 種類の未知の不安定核 (緑) が示されています。

多くの不安定核は、ごく短時間のうちにベータ崩壊によって他の核種へと変化します。しかしそ

の寿命は、原子核内の陽子や中性子の運動の時間スケールから見れば、ほぼ「永遠」です (腕に覚えのある方は、陽子や中性子が 1 ミリ秒の間に原子核を何周できるかを見積もってみてください)。したがって、たとえ寿命が短くても、不安定核はまぎれもなく原子核としての構造をもつ存在です。しかしながら、こうした短寿命の原子核については、その性質がまだ十分に理解されていません。さらに、陽子や中性子を引きつけて原子核を構成する「核力」が、不安定核の中でどのように変化するのかについても、未解明の部分が多く残されています。

不安定核が重要な役割を果たす現象のひとつに、「宇宙における元素合成」があります。中でも「r 過程 (急速中性子捕獲過程)」と呼ばれる元素合成のメカニズムでは、超新星爆発などの大規模な天体現象の発生から、わずか 1 秒以内に非常に重い元素が合成されます。この過程では、図 1 に示した中性子過剰な不安定核を数多く経由します。このような現象のスケール感や速度感は、参考文献[1]の YouTube 動画をご覧くださいと、より直感的に理解していただけるでしょう。つまり、現在の宇宙に存在する元素の多くには、不安定核が深く関わっています。そして、こうした元素合成過程を解明するためには、合成の途中に現れる不安定核の性質を知ることが不可欠なのです。

また、RI は基礎科学だけでなく、がんの診断や治療など医療分野にも活用されており、現代社会に幅広い恩恵をもたらしています。このようなことから、RI 応用技術のさらなる高度化や、新たな研究分野の開拓も、極めて重要な課題となっています。

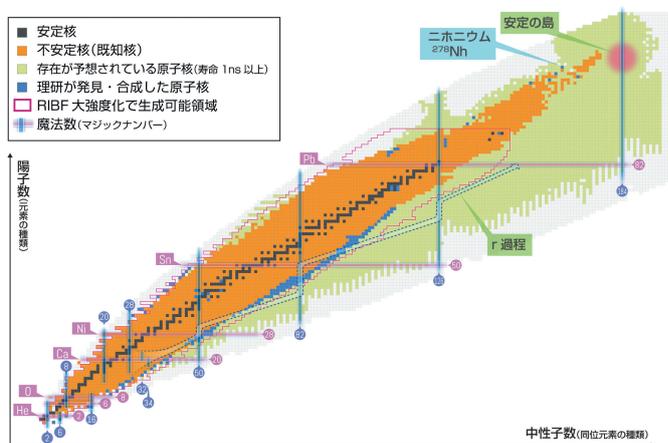


図 1 : 核図表 (理研仁科センターホームページより)

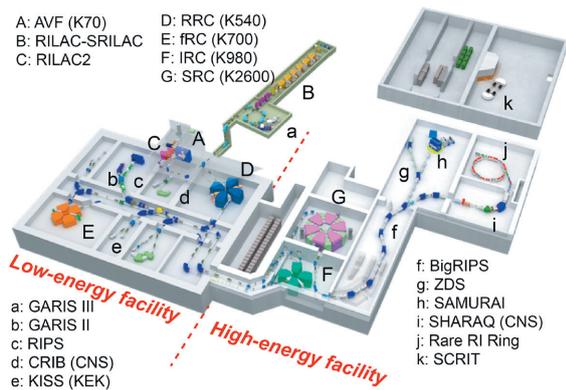


図 2 : RIBF 加速器の鳥瞰図

理研は、1980 年代に完成した重イオン加速器施設を基盤として、比較的軽い領域の不安定核の研究や、RI の応用研究を先導してきました。RIBF は、この既存の加速器施設を拡張する形で計画され、不安定核を含む原子核の性質を包括的に理解すること、さらに RI や重イオンビームの応用分野を一層発展させることを目的として提案・建設されました[2]。RIBF の R&D は 1995 年に承認され、続く 1997 年には建設が正式に認められました。そして、ファーストビームは 2006 年末に得られました[3]。

2. RIBF の加速器

現在の RIBF の鳥瞰図を図 2 に示します。3 基の入射器 (AVF、RILAC、RILAC2) および 4 基のリングサイクロトロン (RRC、fRC、IRC、SRC) が稼働しています。このうち AVF、RILAC、RRC は 1980 年代に建設されたものです。これらの加速器で加速された重イオンビームはベリリウム標的に照射され、前方に放出された破砕片 (すなわち RI) が超伝導 RI ビーム生成分離装置 (BigRIPS) で選別されて (インフライト法)、実験に供されます。

希少な RI をインフライト法で生成するために

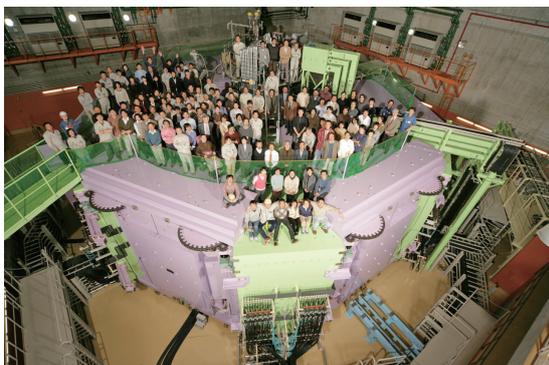


図 3 : 超伝導リングサイクロトロン SRC

は、一次ビームである重イオンビームの強度が決定的に重要です。さらに、核図表上の広範囲な領域で RI を生成するために、多様な重イオンビームを加速することが必要です。インフライト法を使うためには、一次ビームのスピードが光速の 50% 以上であることが必須です。RIBF 加速器システムはこれらの要求を満足するようにデザインされています。実際、RIBF 加速器は、水素からウランまであらゆるイオンを、光速の 70% まで、連続波 (CW) モードで加速することができます。

RIBF 加速器の中核は図 3 に示す世界初の超伝導リングサイクロトロン SRC です[4]。6 基の超伝導セクター電磁石は最大 3.8 T もの磁場を発生させることができ、345 MeV/u のウランビーム (全運動エネルギー 82.4 GeV[5]) を直径 18.4 m という比較的コンパクトなスペースで加速します。全加速電圧が 640 MV にも上ることも特筆すべきです。

RIBF では図 4 に示す 3 種類の加速モードが運用されています。こうした多段サイクロトロンによる加速は、世界で初めての試みでした。このうち最もよく使われているのはウランなど非常に重いイオンの加速を目的として設計された「固定エネルギーモード」です。このモードでは、高性能な 28 GHz 超伝導 ECR イオン源を備えた RILAC2 を入射器として使用し、4 基のリングサイクロトロン (RRC、fRC、IRC、SRC) を通じて 345 MeV/u までビームエネルギーを高めます。

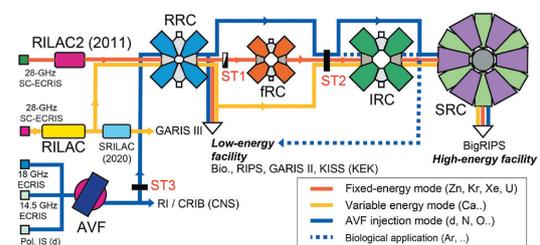


図 4 : RIBF の加速方式。ST1-ST3 はチャージストリッパーを表す。

ウランビームの加速には 2 つのチャージストリッパーが用いられます。1 つ目は RRC 出口 (エネルギー 11 MeV/u) に配置されたヘリウムガスストリッパー (図 4 の ST1)、2 つ目は fRC と IRC の間 (エネルギー 50 MeV/u) に設置された回転式グラファイトシートストリッパー (図 4 の ST2) です。最近では、イオン源の高性能化により、亜鉛やクリプトンのビームについては第 2 ストリッパーのみで加速が可能になっています。

一方、図 4 に示すように、RILAC、AVF、RRC、IRC から供給される比較的低エネルギーの重イオンビームは、核化学や生物学など多様な研究分野で活用されています。特に固定エネルギーモードで運転されている時には、AVF と RILAC は

独立に運転が可能です。すなわち、ウランビームから高速 RI ビームを生成している最中に、AVF ではアスタチンなどの有用 RI の製造を[6]、RILAC では超重元素の合成実験を行うことができます。実際、RILAC2 の完成によって 113 番元素の合成実験の時間が増え、2012 年の第 3 事象の観測成功と「ニホニウム」の命名につながりました[7]。その後 RILAC には超伝導線形加速器 SRILAC が増設され[8]、119 番以降の新しい超重元素の合成実験が行われています。

3. 技術的な困難とその克服

重イオンビームの中でも、ウランビームは特に重要な位置を占めています。その理由は後述するように、ウランビームを用いることで、安定核から大きく離れた中間質量の RI ビームを生成できるためです。しかし、RIBF が稼働を開始した当時、大強度のウランビームを安定に加速した例は世界のどこにもありませんでした。そのため、RIBF 稼働後の研究開発では、ウランビームの強度向上が最優先課題の一つとなり、重点的な取り組みが行われてきました[9-11]。本節では、これまでに行われた多くの取り組みの中から、代表的な例をいくつか紹介します。

28 GHz 超伝導 ECR イオン源[12]

2007 年に、強力な ECR イオン源の建設が始まりました。このイオン源は、すべてのコイルにニオブ・チタン導体を使用し、液体ヘリウムで浸漬冷却されるもので、28 GHz のマイクロ波で動作するよう設計されています（図 5 参照）。

コイルアセンブリは、六極コイルと 6 基のソレノイドコイルで構成され、これによりプラズマを閉じ込めるための磁場を生成します。この構成によって六極コイルに強いラジアル磁場が加わり、不均一かつ強い拡張力が生じます。このため、コイルアセンブリの設計と製作は困難を伴いました。

コイルアセンブリ完成後の 2008 年 6 月、製造

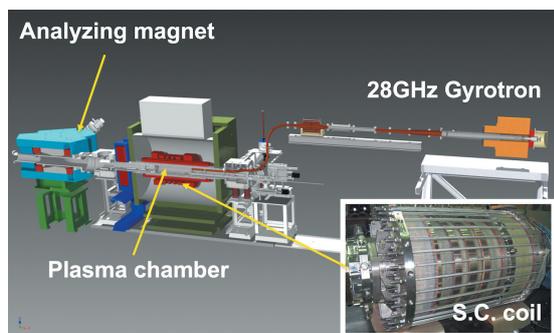


図 5：28 GHz 超伝導 ECR イオン源の概念図と超伝導コイルの外観

会社で励磁試験が行われました。しかし、ソレノイドと六極コイルを同時に励磁した際、設計電流の約 85% のところで六極コイルがクエンチを起きました。原因はコイルの変位によるものと推定され、コイルをより強固に固定するよう支持構造が改良されました。この改良後、同年 10 月には設計電流の達成に成功しました。

2008 年末に新入射器 RILAC2 の建設予算が承認されたことにより、このイオン源を RILAC2 に設置する方針が決まり、2011 年 8 月には 28 GHz ジャイロトロンを用いた運転が開始されました。初期の数年間、金属ウランロッドを用いたスパッタリング方式でウランイオンを生成し、マシンタイム供給において約 100 eμA の U³⁵⁺ビームを得ることができました。ただし、ビームの安定度には課題が残っていました。

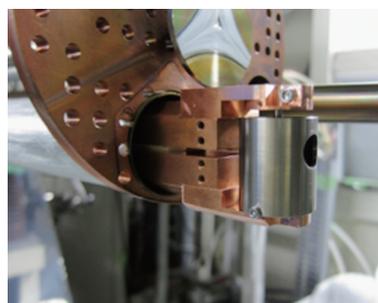


図 6：酸化ウラン用高温オーブンの外観

そこで 2013 年より、高温オーブン (HTO) 法の開発に着手しました。この方法は、イオン源のプラズマに供給する蒸気量を制御できることが期待されました。図 6 に示すように、HTO は、ウラン酸化物を装填した純タングステン製の坩堝を備えており、この坩堝は一对の銅バスバーによって支えられ、直流電流を流して加熱されます。ウラン酸化物の蒸気圧を 0.1~1 Pa にするには、坩堝の温度を 2000 °C にする必要があります。

HTO は 2016 年秋からウランビーム運転に用いられています。初回のビーム供給では、120 eμA 以上の U³⁵⁺ビームが 34 日間連続で安定供給されました。以後のビーム運転では蒸気噴出口が閉塞することもありましたが、その後改良が施され、今では RILAC2 入射器に供給されるビーム電流を 1 か月以上にわたり 100~130 eμA の範囲で維持できています。

第 1 ストリッパー[13]

図 4 に示されているように、ウランビームの加速には 2 段のチャージストリッパーが用いられています。第 1 ストリッパーは RRC の下流に位置しており、この時点でのビームエネルギーは 11 MeV/u です。

RIBF の初期運転段階では、第 1 ストリッパーに厚さ 300 μg/cm² のカーボンフォイルを使用し

ていました。これにより、 U^{35+} は U^{71+} に変換され、その効率は18%でした。しかしながら、フォイルの寿命は0.03 μA の照射ビーム強度に対して12時間未満と非常に短いものでした。困ったことにこのような微弱ビームでもフォイルがみるみる薄くなり、ビーム位相が急激に変化していくという惨憺たる状況でした。

そこで2008年以降、カーボンフォイルの寿命を延ばすための研究が精力的に進められました。2011年のビーム運転では、理研で新たに開発されたカーボンナノチューブ/スパッタ炭素複合(CNT-SDC)フォイルが使用されました。このフォイルは直径100 mmの円盤形状をしており、1/20 rpmの速度で回転するシリンダーに取り付けられていました。CNT-SDCフォイルの寿命は0.3 μA のビーム強度に対して約30時間となり、一定の改善が見られました。しかしながらフォイル厚の不均一性によりビーム品質には問題が残りました。一方、目標ビーム強度はこのセクションで5 μA であり、その達成には全く新しいタイプのストリッパーの開発が不可欠であることが明らかでした。

このため、2010年からガスストリッパーの開発が始まりました。まず、11 MeV/uのウランビームに対する窒素ガス中での平衡電荷状態を測定しました。当時はこのような基本的なデータすら存在していませんでした。その結果、平衡電荷状態は56+となり、fRCの受け入れ下限である69+を大きく下回っていることが分かりました。この時、私の目の前には分厚い壁が立ちだかつた気がして、先が全く見えませんでした。

転機となったのは、ウランイオンの11 MeV/uにおけるヘリウムガス中での電子剥離・捕獲断面積を測定したことでした[14]。その結果は注目すべきもので、平衡電荷状態は66+と推定され、これはfRCの受け入れ可能電荷にかなり近いものでした。

これを受けて、入念に設計された差動排気システムを用い、窓なしのヘリウムガスセル(長さ8 mおよび0.5 m)を通過するウランイオンの電荷

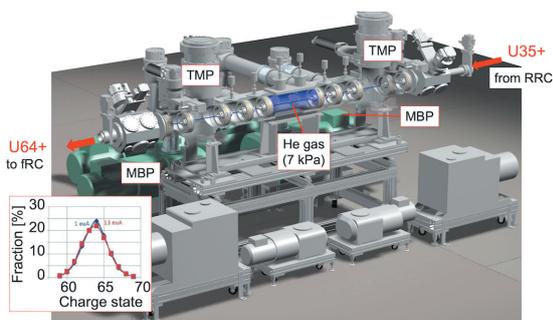


図7: ヘリウムガスストリッパーの概念図。左下は荷電変換後の価数分布。

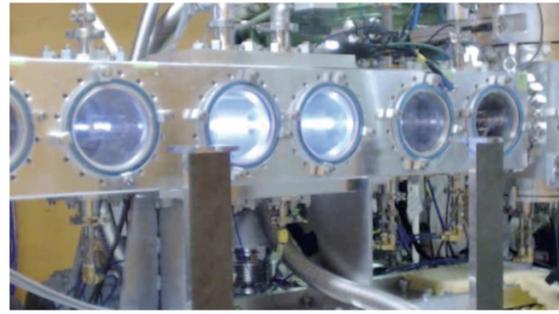


図8: ヘリウムガスストリッパーのウランビームによる蛍光

状態の変化を測定することに成功しました[15]。測定された平衡電荷状態は約65+に達し、これは電子損失・捕獲断面積から推定された値とよく一致しました。このようにヘリウムガスは有望と判断されましたが、問題は十分な厚みのヘリウムガスを窓なしでビームライン内に保持する方法でした。

この課題は、2012年1月に新たに開発された革新的なヘリウムガスストリッパーによって最終的に解決されました[13]。このストリッパーは、図7に示すように5段の差動排気システムに基づいています。ストリッパーのターゲットセル内には約7 kPaのヘリウムガスが蓄積されており、隣接段に漏れたガスはメカニカルブースターポンプにより回収・循環され、再びターゲットセルに戻されます。

ヘリウムガスストリッパーの実装と同時にfRCの改造も実施され、偏向能力が $K=570$ MeVから $K=700$ MeVに増強されるとともに、入射取出し電磁石も強化されました[10]。

このストリッパーを運転したところ、ウラン原子の電子殻効果によって64+の電荷状態の生成率が高いことが見出されたため、 U^{64+} がfRCで加速されることになりました。

こうして開発されたヘリウムガスストリッパーは、ウランビームの強度と安定度の向上において、非常に重要な役割を果たしてきました。現在このストリッパーに入射されるウランビームの強度は2.5 μA に達しており、システムは安定に稼働しています。図8にウランビームを入射したときのヘリウムガスストリッパーの蛍光を示します。この蛍光自体にも興味深い性質があることがわかっています[13]。私はこの光を見たとき、目の前の壁がすーっと消えていく感覚になりました。

RRC 加速共振器の改造[16]

1986年に稼働したリングサイクロトロン(RRC)には、可変周波数型の半波長共振器に基づく加速空洞が2基設置されています[17]。この空洞の共振周波数は、図9に示すように、2つの

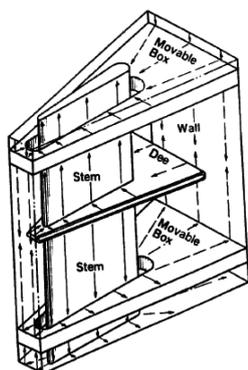


図 9 : RRC 加速空洞の概念図[17]

「可動箱」を上下に移動させることで調整されま
す。空洞内部の高さを 2.1 メートルまで抑えつつ、
20~45 MHz という広い共振周波数範囲が確保さ
れています。

しかしながら、ウランビーム加速に用いられる
周波数は 18.25 MHz であり、設計範囲を下回って
いました。このため、ディー電極と可動箱との間
のギャップ長を約 20 mm という非常に狭い間隔
にする必要がありました (図 10(a)参照)。

この狭いギャップが、大強度ウランビーム加速
の最後のボトルネックになりました。まずギャッ
プ間の放電によって空洞電圧が最大 80 kV に制
限されていました。加えて、この狭いギャップに
より空洞の静電容量が増加してシャントインピー
ダンスが低下するという問題もありました。この
ように加速電圧が低いため、RRC 内でのウラ
ンビーム電流は空間電荷限界に達していました。

この問題に対処するため、図 10(b)に示すよう
に、空洞内部の構造 (ステムとディー電極) を新
たに設計し、外箱および可動箱はそのままにて
改造を行いました。直線状だったステムにノッチ
(切り欠き) を挿入することで、RRC 空洞の共振
周波数範囲を低い方へシフトさせました。近年、
RRC 空洞は 39 MHz 以上では運転されていなか
ったことから、改造後は 16~38 MHz の範囲に設
定されました。

シャントインピーダンス、電圧分布、周波数範
囲の最適化は、電磁場解析ソフト Microwave
Studio を用いた 3 次元電磁場計算に基づき、ノッ
チのサイズを調整することで実施されました。

改造工事は 2018 年 2 月から 3 月にかけて行わ
れ、4 月には低電力 RF 試験が実施されました。
その結果、共振周波数範囲が設計値を十分にカバ
ーしていることが確認されました。また予想通り、
18.25 MHz での Q 値は従来の約 2 倍に向上しま
した。

改造された空洞は 2018 年 5 月以降のビーム運
転に投入され、18.25~32.6 MHz の範囲で良好な
性能を示しています。特に 18.25 MHz では、120
kV という高電圧での安定運転が実現されました。

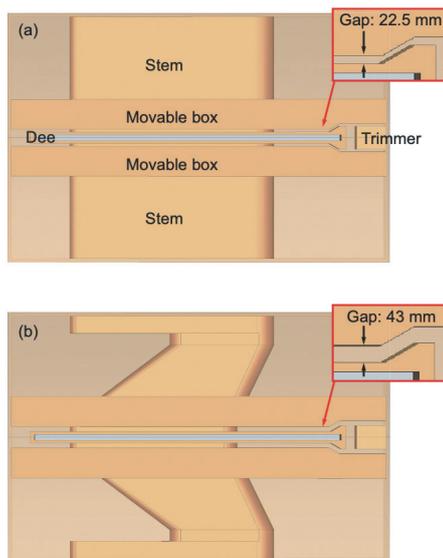


図 10 : RRC 加速空洞の内部構造。(a) 改造
前、(b) 改造後。

これは、シャントインピーダンスの改善と、ディ
ー電極と可動箱の間のギャップ長の増加による
成果です。実際、放電の頻度は大幅に低減されま
した。

こうして、ウラン加速における最後のボトルネ
ックが解消されました。

4. RIBF の現状

SRC で加速されたイオンビームの最大強度の
推移を図 11 に示します。これまでに紹介した研
究開発を含む継続的な努力により、SRC から取り
出されるウランビームは 117 p nA を達成し、2011

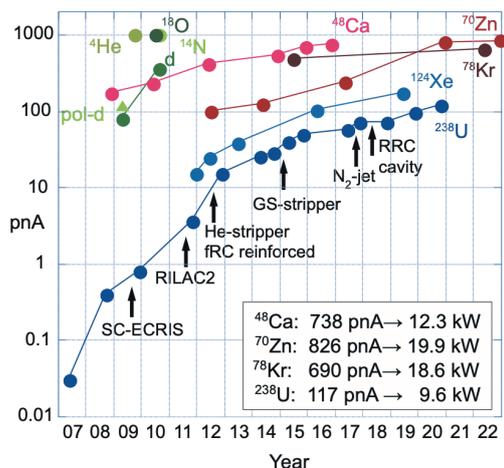


図 11 : RIBF におけるビーム強度の推移。横軸
は年、縦軸は対数スケールで表したビーム強
度 (pnA) を示す。あわせて、ウランビームに
関連する主要な研究開発項目も記載されてい
る。

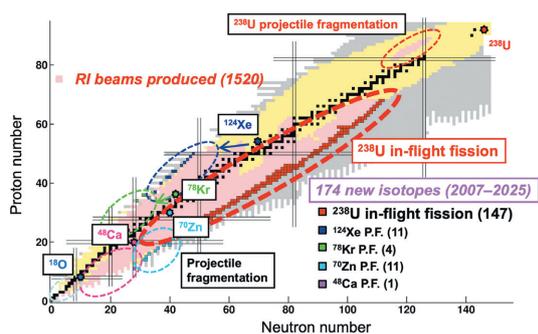


図 12: BigRIPS で生成された RI ビームの分布 (提供: 福田直樹氏)。ウランビームによって広範な RI ビームが生成されていることがわかる。あわせて、RIBF において確認された新しい同位元素も図中に示されている。

年に設定された施設目標 (100 pnA) を上回りました。ビームパワーは 9.6 kW に上ります。

前述したとおり、28 GHz 超伝導 ECR イオン源の高い性能により、図 4 に示した ST1 (第 1 ストリッパー) は、亜鉛やクリプトンといった中間質量イオンに対しては不要になりました。これらのイオンビームのパワーも現在では約 20 kW に達しています (図 11 参照)。このようなハイパワーの重イオンビームを加速したのは世界で RIBF が初めてです。

これらの大強度ビームを使って、RIBF ではこれまでに多数の RI ビームが生成され、実験に供給されています [18]。図 12 に、BigRIPS で生成された RI ビームを核図表上にプロットしたものを載せます。この図から、ウランビームは広範囲の RI ビームを生成できることがわかります。

図 12 に示すように、RIBF ではこれまでに 170 種類を超える新しい原子核が発見されています。米国ミシガン州立大学 (MSU) の研究者が公開し

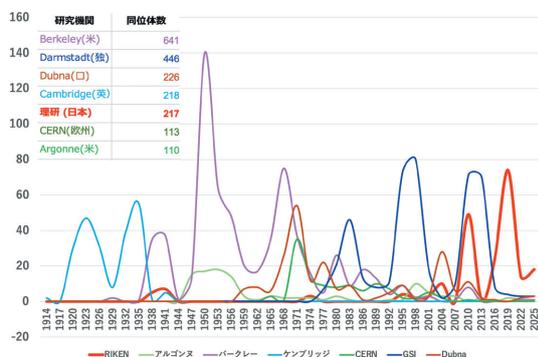


図 13: 世界の研究機関における新しい同位元素発見の推移。上位 7 機関について、その発見数の時系列的变化を示している。左上には、各機関でこれまでに発見された同位元素の総数を記載した。

ているウェブサイト [19] には、新しい同位元素の発見に関する網羅的な情報が掲載されており、それによれば、理研がこれまでに発見した同位元素の数は 217 種類であり、世界第 5 位に位置しています。この発見数の推移を時系列で示したものが図 13 です。近年では理研 RIBF による発見が突出していることがわかります。言うまでもなく、希少な RI であるほど生成や確認が困難となるため、これらの成果は、日本の科学技術水準の高さを示す好例といえます。

これらの RI ビームを活用して、ハイインパクトな学術誌に数多くの科学的成果が掲載されています。詳細は参考文献 [20] をご覧ください。このように理研 RIBF では、原子核科学のフロンティアが着実に広がっています。

5. 将来計画

現在、RIBF 加速器から取り出されるビーム強度は、世界の RI ビーム施設の中で最も高い水準にあります。しかし、世界各国では新しい RI ビーム施設が稼働あるいは稼働間近にあります。たとえば、アメリカの FRIB [21]、ドイツの FAIR [22]、韓国の RAON [23]、中国の HIAF [24] などです。これらの一部は、2020 年代末までに 400 kW もの重イオンビーム加速を目指しています。

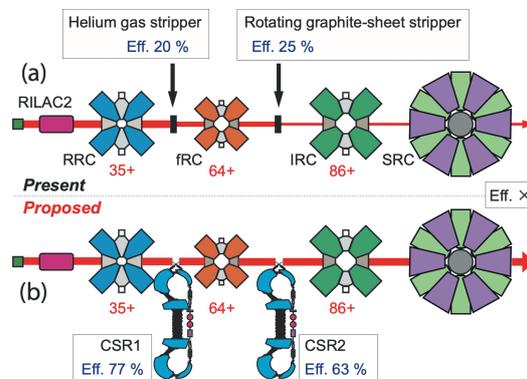


図 14: 現在のウランビームの加速構成 (a) および RIBF 高度化計画における加速器構成 (b)。2 つのストリッパーを荷電変換リング (CSR) に置き換えることで、実効的な荷電変換効率を 10 倍に向上させることを目指す。

このような状況の中で、理研 RIBF が RI ビーム科学の世界的拠点としての地位を維持し続けるためには、近い将来における施設の高度化が不可欠です。最近、理研に集う若手研究者を中心として、RIBF のアップグレードに関する科学的・技術的検討が行われ、その成果は報告書 [25] にまとめられました。この報告書では、ウランビームをはじめとする非常に重いイオンビームのさらなる大強度化が、新しい科学的機会への鍵であると位置づけられています。

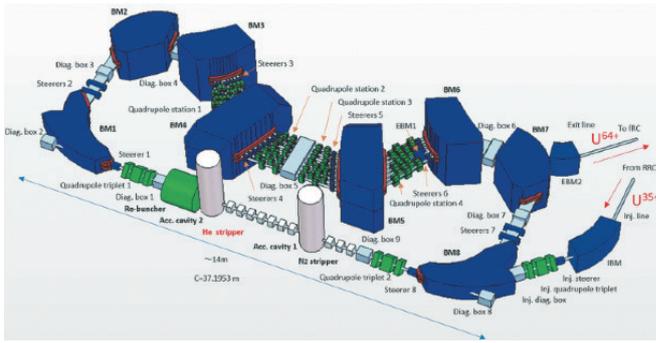


図 15：荷電変換リング（CSR）の概念図。CSR1 を例にとって構成要素を示す[26]。

では、RIBF においてウランビームをさらに大強度化するには、どのような方法があるでしょうか。前述のように、RIBF ではウランビームの加速過程において 2 段のチャージストリッパーを用いており、この方式では図 14(a)に示すように、全体の荷電変換効率は約 5%にとどまります。一方、米国の FRIB では「マルチチャージ加速法」が採用されており、超伝導リニアックによって 5 つの電荷状態を同時に加速することで、85%という高い有効荷電変換効率の実現を目指しています[21]。しかし、この方式はサイクロトロンを用いる RIBF には適用できません。

そこで、RIBF における荷電変換に伴うビーム損失を低減する新たなコンセプトとして、「荷電変換リング（Charge Stripping Ring : CSR）」が提案されました[26]。図 15 には、そのうち 11 MeV/u における第 1 ストリッパーに対応する CSR1 の構成要素が示されています。

CSR1 では、まず U^{35+} ビームを荷電変換入射によりリングに入射します。ストリッパーで失われたエネルギーは、直後に設置された RF 空洞によって回復されます。この段階でリング内には多数の電荷状態のイオンが生じていますが、それらは価数ごとに別々の軌道を辿り、目標電荷状態（ここでは $64+$ ）のイオンは取出し用の電磁石で偏向されてリング外へ取り出されます。一方、 $64+$ 以外のイオンはリング内を周回し、入射ビームと合流して再びストリッパーに戻されます。つまり、CSR に入射されたイオンは、理想的には、目標の電荷状態になるまでリング内を周り続けることとなります。

CSR の最大の特長は、すべての電荷状態に対して軌道長が等しく (isometric)、バンチ構造が保持される点にあります。さらに、分散の大きい領域には、各電荷状態の軌道に応じて独立に制御可能な、コンパクトな四重極磁石が配置されています。

理研ではこれまでに、詳細な磁場計算および軌道計算を実施し、重電・機械メーカーと連携して機械設計に関する概念検討を行ってきました。あ

わせて、コンパクトな四重極磁石と取出し用電磁石の試作を行い、想定通りの磁場が得られることを確認しています。

シミュレーションによれば、第 1 および第 2 ストリッパーの代替として CSR を導入した場合、それぞれ 77%、63%の有効荷電変換効率が達成可能であると予測されています (図 14(b))。したがって、現在のチャージストリッパーを CSR に置き換えることで、ウランビーム加速における全体の荷電変換効率を、現状の 10 倍にまで高めることが期待されます。

最終的には、ビーム強度 2,000 pnA、ビームパワー 160 kW の達成を目指します。これが、RIBF の将来計画における加速器システムの基本方針です。

謝辞

本稿で紹介した内容の多くは、理研仁科センター加速器基盤研究部の職員と、住重加速器サービスのオペレーターの皆様による長年のご尽力の成果です。理研関係者の皆様、関連企業の皆様をはじめ、ご支援・ご協力を賜りましたすべての方々に、心より感謝申し上げます。

参考文献

- 日本加速器学会誌の記事は無料でダウンロードできます。ご興味のある方はぜひご覧ください。
- [1] <https://www.youtube.com/@n.nobuya>
 - [2] Y. Yano, "The RIKEN RI Beam Factory Project: A status report", Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. B, vol. 261 (2007) 1007.
 - [3] 福西暢尚, 「RIBF 加速器のビームコミッションニング」, 日本加速器学会誌 4 巻 2 号 (2007) 112.
 - [4] 奥野広樹, 「理研 RI ビームファクトリーのサイクロトロン」, 日本加速器学会誌 20 巻 4 号 (2023) 289.
 - [5] 理化学研究所広報活動ページ「超伝導リングサイクロトロン、ギネス世界記録™に登録」, 2022 年 4 月 22 日.
 - [6] 羽場宏光, 「理研 RI ビームファクトリーにおける応用研究用ラジオアイソトープの製造」, 日本加速器学会誌 12 巻 4 号 (2015) 206.
 - [7] 矢野安重, 「いかにして森田浩介らは 113 番元素の命名権を獲得したか」, 日本物理学会誌 71 巻 5 号 (2016) 330.
 - [8] 坂本成彦, 「理研 RIBF における低速重イオン用超伝導線形加速器の開発」, 日本加速器学会誌 17 巻 2 号 (2020) 70.
 - [9] H. Okuno, N. Fukunishi, and O. Kamigaito, "Progress of RIBF accelerators", Prog. Theor. Exp. Phys. (2012) 03C002.

- [10] 福西暢尚, 「RI ビームファクトリー加速器系の性能向上と現状」, 日本加速器学会誌 17 巻 4 号 (2020) 236.
- [11] O. Kamigaito, “High-beam-power operations at heavy-ion facilities: technical developments, challenges, and resolutions”, IPAC2025, Taipei, Taiwan, 1–6 June 2025, paper MOXP2.
- [12] 中川孝秀, 「Radioactive Isotope Beam Factory のための多価重イオン源」, 日本加速器学会誌 17 巻 4 号 (2020) 247.
- [13] 今尾浩士, 長谷部裕雄, 「理研 RI ビームファクトリーにおける He ガスと回転ディスクストリッパー」, 日本加速器学会誌 18 巻 4 号 (2021) 249.
- [14] H. Okuno *et al.*, “Low-Z gas stripper as an alternative to Carbon foils for the acceleration of high-power uranium beams”, Phys. Rev. Spec. Top. Accel Beams, vol. 14 (2011) 033503.
- [15] H. Imao *et al.*, “Charge stripping of ^{238}U ion beam by Helium gas stripper”, Phys. Rev. Spec. Top. Accel Beams, vol. 15 (2012) 123501.
- [16] 山田一成, 「理研リングサイクロトロン RRC の高周波系アップグレード」, 日本加速器学会誌 17 巻 3 号 (2020) 159.
- [17] T. Fujisawa *et al.*, “The radiofrequency system of the RIKEN ring cyclotron”, Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A, vol. 292 (1990) 1.
- [18] 福田直樹 他, 「インフライト型 RI ビーム生成分離装置 BigRIPS で作る不安定核ビーム」, 日本加速器学会誌 17 巻 4 号 (2020) 224.
- [19] “Discovery of Nuclides Project”, <https://frib.msu.edu/public-engagement/learning-resources-and-programs/brief-history-of-rare-isotopes>
- [20] 櫻井博儀, 「不安定核ビームの物理と世界展開」, 日本加速器学会誌 17 巻 4 号 (2020) 212.
- [21] 丸田朋史, 山崎良成, 「ビーム性能の当初目標を達成した FRIB 加速器」, 日本加速器学会誌 17 巻 4 号 (2021) 269.
- [22] 杉田圭, 「国際加速器プロジェクト FAIR とその超伝導電磁石の進捗状況」, 日本加速器学会誌 17 巻 4 号 (2020) 279.
- [23] M. Kwon 他, 「RAON, Korean Heavy Ion Accelerator Facility」, 日本加速器学会誌 17 巻 4 号 (2020) 293.
- [24] 王惠仁, 「中国科学院 HIAF 計画」, 日本加速器学会誌 17 巻 4 号 (2020) 286.
- [25] RIKEN Nishina Center, “RIBF facility upgrade project”, https://www.nishina.riken.jp/researcher/RIBFupgrade/RIBF_Upgrade_NCAC.pdf.
- [26] 今尾浩士, 「理研 RIBF における荷電変換リング構想」, 日本加速器学会誌 17 巻 4 号 (2020) 260.

eeFACT2025 国際ワークショップ開催報告

高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 船越 義裕

1. はじめに

公益財団法人高エネルギー加速器科学研究奨励会より国際会議助成を受け、国際ワークショップ (eeFACT2025) が開催された。このワークショップについて報告する。

本ワークショップは、高エネルギー加速器研究機構 (KEK) がホストになり、2025年3月3日～3月7日にかけて、つくば市のつくば国際会議場 (EPOCHAL: Tsukuba International Congress Center) において開催された。このワークショップは、衝突型加速器の特にファクトリーマシンと呼ばれる加速器のビームダイナミクスや技術的な側面に関して、現在の状況・将来の展望に関する重要な課題について報告を行い、また意見を交換することによって、この加速器分野の発展に貢献することを目的としている。過去に9回の同様のワークショップが、中断を含めて25年間にわたって基本的にアジア・アメリカ・ヨーロッパの各地域が持ち回りで、ほ

ぼ隔年に開催されてきた。このシリーズのワークショップは、ICFA Advanced Beam Dynamics Workshopの一つとして開催されてきている。今回のワークショップでは、サマリートークも含めると、104の講演 (ほぼ全ての講演が質疑応答を含めて30分) が行われた。講演は全て招待講演であった。講演者を含めて、本ワークショップに登録した人数は121人であった。参加者の内、約3/4が海外からの参加者であった。新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) がほぼ終息した後のワークショップとして、リモート講演は認めず、現地参加のみとした。これは、同じ場所に一堂に会して議論を行うことの重要性を重視したためである。ワークショップのWebページが公開されている。詳細なスケジュールや講演のスライドなどは、このWebページを参照していただきたい。

(URL: <https://indico.jacow.org/event/75/>)

		講演の数
WG1	Present and future colliders (plenary)	10
WG2	High Energy Physics (parallel)	7
WG3	Optics & Beam Dynamics (parallel)	5
WG4	Beam-beam & Instabilities (parallel)	11
WG5	Machine Detector Interface (parallel)	9
WG6	Injector and Beam Injection (parallel)	7
WG7	Beam Instrumentation (parallel)	6
WG8	Polarization, Energy calibration (parallel)	8
WG9	Vacuum (parallel)	5
WG10	Magnets, IR, Alignment (parallel)	8
WG11	RF System (parallel)	9
WG12	Cryogenics, Infrastructures (parallel)	5
WG13	Machine learning and automatic tuning (parallel)	9
SS1	Combined effects of different physical processes (plenary)	4
SS2	Sudden Beam Loss at SuperKEKB (plenary)	2
Summary	Summary Session (plenary)	3

表1: ワーキンググループ (WG) とスペシャルセッション (SS) の構成と講演数

2. ワークショップの概要

2.1 会議の準備と講演の構成

実際のワークショップの開催の約一年前から会場予約を進めるとともに、International Organizing Committee (IOC, 6名; chairは筆者)とScientific Programme Committee (SPC, 34名)を組織して、今回のワークショップの基本的な性格と、どういう内容のワークショップにするかを議論し、決定した。ワークショップは、基本的に招待講演とその講演に関する議論から成り立つ。講演は、13のワーキンググループと二つのスペシャルセッションで構成した。ワーキンググループの構成は、基本的にはイタリアのINFN-LNF研究所で開催された前回のeeFACT2022を踏襲したが、新しい試みとして、最近大きな進展を見せている、Machine learning & automatic tuningに関するワーキンググループを新設した。一方、eeFACT2022で講演の数が少なかった、Polarization, Energy calibration と Monochromatizationの二つのワーキンググループを融合して一つのワーキンググループとしたが、今回はMonochromatizationに関する講演はなかった。また、後述のように二つのスペシャルセッションを設けた。ワーキンググループとスペシャルセッションの構成と行われた講演の数を表1にまとめて示す。eeFACTワークショップの慣例として、ワーキンググループ毎に2~3名のConvenerと呼ばれる研究者を選定し、そのConvenerが講演者を選定するというやり方を行っている。Convenerが講演者を全て選定するので、講演は全て招待講演である。Convenerは、SPCの推薦に基づいて決定した。

2.2 講演の内容

このワークショップで取り上げられた衝突型加速器は、現行マシンのSuperKEKB, BEPC-II, LHC, DAFNE, VEPP-2M, VEPP2000などと現在計画中のFCC-ee, CEPC, STCF, EIC, ILCを始めとするLinear Collider計画、などであった。今回は、二つの将来計画を持つ中国からの参加者多いこ

とが目立った。

ワーキンググループの講演は、基本的には二つのワーキンググループの講演を同時に別の会議室で行うパラレルセッションで行われたが、ワーキンググループ1 (WG1) と二つのスペシャルセッション (SS1, SS2) および、サマリーセッションはプレナリーセッションとして一つの会議室で行われた。



図1 : WG1の講演の様子

WG1は、既存の衝突型加速器の現状や教訓の報告、および現在計画中または来たるべき将来の衝突型加速器の計画、展望の報告が行われ、この分野の現行および将来のマシンについての現状認識を新たにする機会になった。スペシャルセッション1 (SS1)では、新しい試みとして、これまで各ワーキンググループで別々に扱ってきたような現象が合わさって発現するような、複合的な現象を総合的に捉えようとする試みがなされた。スペシャルセッション2 (SS2)は、SuperKEKBの性能を大きく制限している Sudden Beam Lossと呼ばれる現象について、世界で情報を共有することと世界の専門家から意見を求めることを目的として設けられた。

ワークショップの講演の中でも、世界に先駆けて、Large Piwinski Angle衝突方式を採用して稼働中のSuperKEKBの状況に、世界の注目が集まった。このLarge Piwinski Angle衝突方式は、大きな衝突交差角と小さな衝突水平ビームサイズを組み合わせたもので多くの計画中の衝突型

加速器で採用が予定されており，SuperKEKBでは nano-beam scheme と呼ばれているものである．SuperKEKBでは，ルミノシティの世界記録を更新し続けているが，その最終目標とするルミノシティまでは，まだ遠い段階にある．

また，今回新たに設けた Machine learning & automatic tuning に関するワーキンググループでは，行われた講演に対して非常に活発な議論が行われ，この比較的新しい研究分野に対する各プロジェクトからの関心の深さが伺われた．このワーキンググループの講演を講演者に依頼する段階でも，Convenerを中心に数多くの候補が提案されて，最終的には，講演数が予定をかなり上回るという結果になり，やはりこの分野に対する関心の深さを実感した．また，Polarization, Energy calibration (ビーム偏極) のワーキンググループの講演数も予定 (eeFACT2022の実績を考慮) を大幅に上回り，将来および現行のマシンの将来計画において，ビーム偏極が大きな位置を占めていることが実感された．

2.3 その他のイベント

招待講演とそれに基づく議論以外のイベントとして，1日目の Welcome Cocktail (於 EPOCHAL)，3日目午後のSuperKEKBへの見学ツアー，4日目のバンケット (つくば市内のレストラン) などが開催され，参加者の友好を深めた．また，ワークショップとは直接関係ないが，世界の研究者が集合したこの機会に，新たに立ち上げられる International Collaboration on beam-beam effects at SuperKEKB の kick-off meetingも開催された．

2.4 LOC

ワークショップ開催の実務を担当する Local Organizing Committee (LOC, chairはKEKの池田仁美氏) を立ち上げて，やはりワークショップ開催の一年近く前から本格的に活動を開始した．会場の手配，ポスターの制作と配布，Webページの制作・運営，参加者のビザ申請用の書類の発行，会計，会場設営などの準備，ワークショップ

期間中の実務，Proceedings用に提出された原稿の処理，などを担当した．メンバーは，SuperKEKB加速器の研究者や秘書の方々からなる17名で，過去のワークショップ (特に2023年に開催されたWA02023) の経験者も多数参加し，非常に実務能力が高いことを感じた．

3. ワークショップの成果と今後

3.1 ワークショップの成果

この伝統あるワークショップを新たに開催することにより，過去に稼働した加速器の経験，現在まさに稼働しているマシンにおける成果と問題点の再確認，現在計画中的のマシンの検討や明らかになってきた問題点などの認識をアップデートして，この分野の加速器の到達点に関する認識を共有できたことは大きな成果であると考える．

特に，SuperKEKBは，将来の加速器である FCC-ee, CEPC, STCF などと共通する設計方式を取っており，その成功はそれらの加速器にとって重要な意味を持つという認識から，多くの注目を集めた．SuperKEKBの成果と Sudden Beam Loss などの問題点と解決の展望を世界の専門家の間で共有できたことは，このワークショップの大きな成果であったと思う．

3.2 今後

eeFACT2025ワークショップは，Proceedingsを完成させる仕事が残っているが，成功裡に終わったと思う．いくつかの新しい試みも，今後の展開につながることを期待している．この成功により，KEK加速器としては伝統あるワークショップ開催に関して次にバトンを渡すことができた．ワークショップの開催は，かなりの労力を費やす仕事であり，今後の同様の会議の開催のためには各研究所の更なる支援と，経験の蓄積が可能な体制がとられることが必要だと感じる．次の eeFACT ワークショップの開催は，Electron-Ion Collider (EIC) を将来計画として持つ 米国 Brookhaven National Laboratory (BNL) がホストとして行われることが決まってい

る。おそらく、2027年の開催になると思われる。

4. 最後に

参加者の集合写真を図2に載せる。この分野

で世界の最前線で活躍する研究者や技術者たちである。最後に、公益財団法人高エネルギー加速器科学研究奨励会の心強い助成に感謝申し上げたい。



図2：ワークショップ参加者の集合写真

公益財団法人 高エネルギー加速器科学研究奨励会

奨励賞候補者募集要項

(2025 年度)

1. 趣 旨

加速器ならびに加速器利用に関する研究において、特に優れた業績をおさめた研究者・技術者に次の4賞で構成される奨励賞を授与し、もって加速器科学の発展に資することを目的とする。

2. 各賞の応募条件

西川賞 : 高エネルギー加速器に関する実験的あるいは理論的な基礎研究ならびに応用研究において、独創性に優れ国際的にも評価の高い業績をあげた、単数または複数の研究者および技術者

小柴賞 : 素粒子分野などの基礎科学における測定器技術の開発研究において、独創性に優れ国際的にも評価の高い業績をあげた、単数または複数の研究者及び技術者

諏訪賞 : 高エネルギー加速器科学の発展上、長期にわたる貢献など特に顕著な業績があったと認められる単数または複数の研究者及び技術者ならびに研究グループ

熊谷賞 : 研究開発、施設建設など長年の活動を通して、加速器や加速器装置への顕著な貢献が認められる企業の単数または複数の加速器関係者

3. 表彰件数 4 賞合わせて 5 件程度

4. 賞の内容 賞金（各賞 30 万円）及び表彰盾（各課題毎）を授与する。

5. 選考方法 推薦のあった者について当財団の選考委員会で選考し、理事会において決定する。

6. 選 考 2025 年 12 月上旬

7. 提出書類 (1) 推薦書（当財団のホームページに掲載の様式による）
(2) 選考資料

西川賞・小柴賞・諏訪賞については研究業績に関する出版された（Open access を含む）論文等（3 編以内）、熊谷賞については業績に関する論文または資料（3 編以内）を pdf ファイルとして添付すること。

8. 受付期間 2025 年 9 月 1 日（月）～ 2025 年 11 月 28 日（金）必着

9. 書類の提出ならびに問合せ先

(公財) 高エネルギー加速器科学研究奨励会事務局

〒 305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1 高エネルギー加速器研究機構内

※ Eメールによる提出でも受け付けます。その場合書類の PDF を添付してください。

TEL・FAX : 029-879-0471

Eメール : info@heas.jp

ホームページ : <https://www.heas.jp/>

受付番号	
受付年月日	年 月 日

公益財団法人 高エネルギー加速器科学研究奨励会
奨励賞候補者推薦書

候補者	氏名（ふりがな）	所属・職
		候補者連絡先・email アドレス等
研究課題／ 業績名	(和文)	
	(英文)	
賞の種類 ^(*)	<input type="checkbox"/> 西川賞 <input type="checkbox"/> 小柴賞 <input type="checkbox"/> 諏訪賞 <input type="checkbox"/> 熊谷賞	
推薦要旨		
<p style="text-align: center;">年度 公益財団法人 高エネルギー加速器科学研究奨励会 奨励賞候補者として、上記の者を推薦します。</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p> <p style="text-align: center;">公益財団法人高エネルギー加速器科学研究奨励会 選考委員会委員長 殿</p> <p style="text-align: center;">推薦者の所属機関・職・連絡先電話番号・email アドレス等</p> <p style="text-align: right;">推薦者名</p>		

(*) 授与する賞の種類については応募内容に応じて選考委員会に変更する場合があります。

候補者略歴	(生年月日 (西暦)	年	月	日)
研究課題／業績及び推薦理由 (候補者が複数の場合はその役割分担等も記載のこと)				

公益財団法人高エネルギー加速器科学研究奨励会 研究助成等応募要領

1. 趣 旨

高エネルギー加速器科学研究奨励会（以下「奨励会」という。）は、高エネルギー加速器科学及びその関連技術に関し、優れた業績を有する国内及び国外の研究者（大学院生を含む。）及び技術者（以下「研究者等」という。）に対する研究助成等を行います。

2. 助成の対象

- 1) 加速器の原理、物理、技術に関する研究
- 2) 加速器を用いる研究のための測定技術や装置の開発研究
- 3) 高エネルギー加速器を用いる研究（但し、共同利用実験等は除く）
- 4) 我国の加速器科学振興のために必要と認められる研究・人材育成

3. 助成内容

- 1) 研究に対する助成
高エネルギー加速器科学及びその関連技術に関し国内、国外の研究者等に対する研究費・旅費等の助成
- 2) 国際交流に対する助成
 - (1) 高エネルギー加速器科学及びその関連技術に関し国内の研究者等を海外に派遣する際に必要とする旅費等の助成
 - (2) 高エネルギー加速器科学及びその関連技術に関し海外の研究者等を招聘する場合に必要なとする旅費等の助成
- 3) 国際会議等に対する助成
国内において開催される高エネルギー加速器科学及びその関連技術に関する国際会議等で、高エネルギー加速器科学研究機関が主催する場合に必要な国内旅費等及び会場費等の費用の助成

4. 助成件数 年間それぞれ5件程度とします。

ただし、それぞれの助成件数、助成額は助成全体の中で調整することがあります。

5. 申込時期 随時、但し助成金使用予定の1ヶ月以上前

ただし、受付期間は原則として2025年4月から2026年1月末日までとします。

5. 申込要領 下記書類を奨励会に提出してください。（メール・PDF申請可）

- (1) 奨励会指定の研究助成申請書等に必要事項を記入した書類
様式1：研究助成申請書
様式2：国際交流助成申請書（研究発表等で国際会議等に出席する場合）
様式3：国際会議等助成申請書（国際会議等を主催する場合）
- (2) 国際交流助成・国際会議等助成の場合は会議開催通知、プログラム、招聘状、会議での役割

分担等、研究の重要性が判断できるもの

(3) 旅費計算書（航空運賃見積書・領収書等を添付）

(4) その他必要と思われる書類

6. 決定通知 選考委員会の審査を経て、申請後1ヶ月以内に助成決定通知書（様式4）で申請者に通知します。

7. 助成金の支払い

申請者指定口座への振込みとします。

8. 報告の義務

助成を受けた者は、業務終了後、1ヶ月以内に研究等の「研究等成果報告書（様式5）」及び「助成金使用実績内訳書（様式6）」を提出してください。

9. 個人情報の取扱いについて

申請書等に記入いただいた個人情報は、奨励会の個人情報保護方針に基づき、その利用範囲内で利用いたします。

10. 申込書の請求、提出ならびに問合せ

〒305-0801 茨城県つくば市大穂1-1 高エネルギー加速器研究機構内
公益財団法人 高エネルギー加速器科学研究奨励会

TEL・FAX 029-879-0471

E-mail：info@heas.jp

研究助成申請書

年 月 日

公益財団法人

高エネルギー加速器科学研究奨励会

代表理事 ○ ○ ○ ○ 殿

申請者氏名

所属機関

所属名

下記の研究課題に対する助成を申請します。

記

研究課題（内容が把握できるよう表現してください）		
実施期間	年 月 日～ 年 月 日	
実施場所		
助成申請者に関する事項	申請者氏名	
	最終学校名 卒業年月	年 月
	学位名・学位授与大学名 取得年月日	年 月
	現在の研究分野	
	所属機関・職名	
	連絡先住所・ 電話（内線）	住所 Tel. E-mail

※共同研究の場合は、氏名欄は代表者

助成申請額	
-------	--

申 請 理 由

申請額算出内訳（使途概要）

上記申請を適切と認めます。

年 月 日

所属機関

所属名

所属長職・氏名

※ 申請時に見積書・申請額算出内訳（使途概要）を記入すること。

※ 申請書にご記入いただいた個人情報は、奨励会の個人情報保護方針に基づき選考及び選考結果の通知のために利用いたします。

国際交流助成申請書

年 月 日

公益財団法人

高エネルギー加速器科学研究奨励会

代表理事 ○ ○ ○ ○ 殿

申請者氏名

所属機関

所属名

下記の国際交流に対する助成を申請します。

記

研究課題（内容が把握できるよう表現してください）		
実施期間	年 月 日～ 年 月 日	
実施場所（開催国・都市・機関等）		
助成申請者に関する事項	申請者氏名	
	最終学校名 卒業年月	年 月
	学位名・学位授与大学名 取得年月日	年 月
	現在の研究分野	
	所属機関・職名	
	連絡先住所・ 電話（内線）	住所 Tel. E-mail

※共同研究の場合は、氏名欄は代表者

助成申請額	
-------	--

申 請 理 由

申請額算出内訳（使途概要）

上記申請を適切と認めます。

年 月 日

所属機関

所属名

所属長職・氏名

※ 申請時に見積書・申請額算出内訳（使途概要）を記入すること。

※ 申請書にご記入いただいた個人情報は、奨励会の個人情報保護方針に基づき選考及び選考結果の通知のために利用いたします。

国際会議等助成申請書

年 月 日

公益財団法人

高エネルギー加速器科学研究奨励会

代表理事 ○ ○ ○ ○ 殿

申請者所属・職名

申請者氏名

主催機関名

主催機関代表者

申請者と主催機関との関係

下記の国際会議等に対する助成を申請します。

記

会議の名称	和文名
	英語名
会 期	年 月 日から 月 日 日間
開 催 場 所	(都市・機関等)
参加者(国別)	
参 加 人 員	人
助成申請額	円
連絡先住所・ 電話(内線)	住所 Tel. E-mail 振 込 先

申 請 理 由

申請額算出内訳（使途概要）

上記申請を適切と認めます。

年 月 日

所属機関

所属名

所属長職・氏名

- ※ 申請時に会議・集会の概要を添付すること。
- ※ 申請時に見積書・申請額算出内訳（使途概要）を記入すること。
- ※ 申請書にご記入いただいた個人情報は、奨励会の個人情報保護方針に基づき選考及び選考結果の通知のために利用いたします。

様式4
年 月 日

様

公益財団法人
高エネルギー加速器科学研究奨励会
代表理事 ○ ○ ○ ○

助成決定通知書

年 月 日付にて申請のあった下記課題について、選考委員会での審査の結果承認されましたので、当財団では貴殿に対して下記のとおり研究助成金（○○○○助成）を交付することと決定いたしました。

なお、事業終了後1か月以内に「研究等成果報告書」及び「助成金使用実績内訳書※」を提出してください。本報告書をはじめ、その他本件に関わる学会報告、出版物などには、当財団より助成を受けたことを明記していただけるようお願いいたします。

また、研究等成果報告書については当財団の広報誌「FAS だより」に掲載しますのでご承知おきください。

※報告書様式についてはホームページ参照してください。

記

研究課題

助成金額 円

交付年月日 年 月 日以降

交付方法 指定口座への振込み

助成金受取のための銀行・支店名、普通口座番号、口座名義（フリガナも）
をお知らせ願います。

以上

様式 5 (省略)

様式 6

年 月 日

助成金使用実績内訳書

公益財団法人

高エネルギー加速器科学研究奨励会

代表理事 ○ ○ ○ ○ 殿

提出者

(機関名)

(氏名)

研究課題 (会議) :

研究助成額 _____ 円

上記の課題 (会議) に関し、貴奨励会より研究等助成金の支援を受けましたので、下記のとおり助成金使用実績内訳書を提出いたします。

< 科目内訳 >

支払科目	金額	備考
①航空運賃等	円	
②宿泊費	円	
③材料費	円	
④諸経費	円	
合計		

※ 国際会議等助成については支払科目を適宜変更してください。

第 42 回高エネルギー加速器セミナー OHO'25 開催

今年度の高エネルギー加速器セミナー OHO'25 は、現地（KEK）開催とオンラインによるハイブリッド形式により開催されます。

申込み、プログラムなどは下記をご参照ください。

<https://conference-indico.kek.jp/event/327/>

第 42 回 高エネルギー加速器セミナー参加者募集

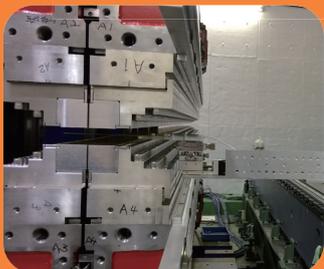
OHO'25

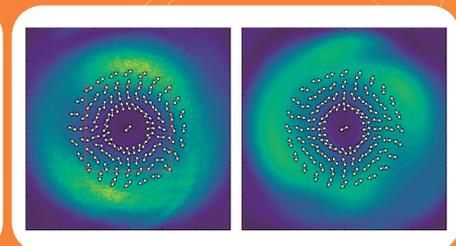
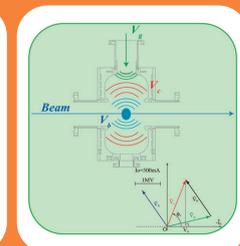
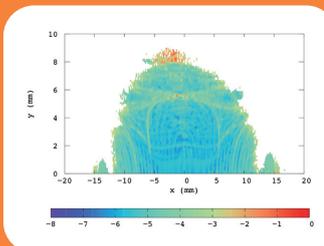
放射光源加速器の基礎

2025年 9月 2日(火) ▶ 5日(金)

🌐 KEK + 🖥️ オンライン開催

夜話 放射光は粒か波か？ 加藤 政博 特任教授 (広島大・分子研)







公益財団法人
高エネルギー加速器科学研究奨励会 (FAS)
〒305-0801 つくば市大穂 1-1 <https://www.heas.jp>
高エネルギー加速器研究機構内 TEL/FAX : 029-879-0471



大学共同利用機関法人
高エネルギー加速器研究機構 (KEK)

✉ oho25@ml.post.kek.jp

<https://conference-indico.kek.jp/event/327/>



2024 年度 事業報告書

(2024 年 4 月 1 日～2025 年 3 月 31 日)

2024 年度は、例年と同様各事業に取り組んできた。なかでも加速器施設探訪会では賛助会員からのアンケートの結果、青森県六ヶ所の六ヶ所フュージョンエネルギー研究所と近隣の青森県量子科学センター、公益財団法人環境科学技術研究所の三か所を探訪することとなり初めて県外の施設に赴いた。

また、今年度は財政基盤を安定させるため賛助会員の勧誘を積極的に行い、前年度末 47 社だった会員数は 18 社増えて 65 社となった。賛助会員会費も 435 万円から 550 万円に増えた。

広報に力を入れるため奨励会の紹介パンフレットを新しく作成した。また国際会議や行事などの時に奨励会を PR するためのバナーも作成した。

執行部の定例打合せ会を毎月開催しその時々々の懸案等を議論した。

以下に各事業について報告する。

1. 研究に対する助成

応募無し

2. 国際交流に対する助成

- ①申請者 佐藤光一
東北大学大学院工学研究科量子エネルギー工学専攻
橋爪・伊藤・江原・程研究室
研究課題 REBCO 線材内部の REBCO/Ag 界面と Ag/Cu 界面の層間抵抗の個別評価
開催期間 2024 年 9 月 1 日～9 月 6 日
開催場所 アメリカ・ソルトレーク Salt Palace Convention center
- ②申請者 和田 健 高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 准教授
研究課題 陽電子生成ハイパワーターゲット技術の物質研究への応用
開催期間 2024 年 10 月 16 日～2024 年 10 月 18 日
開催場所 フランス・Orsay・Laboratoire de Physique des 2 Infinis Irène Joliot-Curie (IJCLab)
- ③申請者 NGUYEN THI HONGTHUONG
総研大 加速器科学・PhD student
研究課題 Theoretical interpretation of experimental data for photon-induced reaction
開催期間 2025 年 1 月 24 日～7 月 25 日
開催場所 Los Alamos National Laboratory, New Mexico 87545, United States

3. 国際会議、学術講演会等の開催助成

- ①申請者 阪井寛志 高エネルギー加速器研究機構加速器研究施設 教授
会議名称 エネルギー回収型加速器ワークショップ (ERL2024)
開催期間 2024年9月24日から9月27日
開催場所 KEK つくばキャンパス
- ②申請者 小林 隆 J-PARC センター長
会議名称 J-PARC シンポジウム 2024
開催期間 2024年10月14日から 10月18日
開催場所 水戸市民会館、 J-PARC センター
- ③申請者 船越義裕 eeFACT2025 チェアマン
高エネルギー加速器研究機構研究員 (名誉教授)
会議名称 第10回電子・陽電子衝突型のファクトリーマシンに関する国際ワークショップ (eeFACT2025)
開催期間 2025年3月3日から3月7日
開催場所 茨城県つくば市・つくば国際会議場 (EPOCHAL)

4. 研修会等の開催事業

- (1) 高エネルギー加速器セミナー OHO'24 の開催
- ・高エネルギー加速器研究機構との共催
 - ・テーマ 「新奇・革新的な加速技術」
 - ・開催期間：2024年9月10日 (火) ～9月13日 (金)
 - ・参加者数：学生、研究機関、企業関係者等 約140名
- (2) 第4回加速器施設探訪会の実施
- ・一般見学ではアクセスできない場所、機器等を担当者の解説を交えてじっくりと視察、十分な質疑応答の時間なども設けて、施設の「探訪」を行うことを目的として実施した。
詳細は資料6-3参照
 - ・実施期日 2024年10月7日 (月) 9:00～15:30
 - ・見学場所 ・青森県量子科学センター
 - ・量子科学技術研究開発機構六カ所フュージョンエネルギー研究所
 - ・公益財団法人環境科学技術研究所
 - ・参加者数： 賛助会員 13社22名
- (3) インターンシップへの助成
申請なし
- (4) レクチャーアンドコンサート 「科学と音楽の饗宴」への助成
2024年12月1日 (日) つくば市 ノバホールにて開催した。来場者約360名

5. 研究成果の褒賞

今年度の奨励賞（西川賞、小柴賞、諏訪賞、熊谷賞）には西川賞に4件、小柴賞に3件、熊谷賞に1件の計8件の推薦があった。諏訪賞には推薦がなかった。今年度の奨励賞の募集期間は9月から11月末までの2か月間として、奨励会のホームページ、FAS だより、各学会のホームページなどでの広報、また学会や団体等のメーリングリストにより広報活動を行った。

選考委員会を12月11日に開催し、厳正な選考を行った結果、推薦のあった8件のうち西川賞に2件、小柴賞に3件、熊谷賞に1件の計6件を奨励賞候補者として決定し理事会に推薦した。2025年2月6日に開催された理事会に諮った結果、選考委員会の案通りに承認され、西川賞2件、小柴賞3件、熊谷賞1件の計6件の授賞が決定し、奨励賞授与式を2025年3月5日（水）、アルカディア市ヶ谷で評議員会終了後に開催した。

6. 加速器科学に関する出版物等の頒布

(1) 高エネルギー加速器セミナー OHO'24 テキスト

- ・2024年9月に発行済、配布先：学生・賛助会員（無料）
一般企業、研究機関等（1冊2,000円で頒布）

(2) 高エネルギーニュース

- ・賛助会員、他関係者に配付している。
- ・Vol.43 - 1（9月配付済）、Vol.43 - 2（1月配付済）、Vol.43 - 3, 4（3月31日納品、2025年4月9日配付済）

(3) FAS だより（公益財団法人高エネルギー加速器科学研究奨励会 広報誌）

- ・賛助会員、他関係者に配付している。
- ・8月に第28号を発行・配付済、第29号は2025年3月末に発行した。
2025年4月9日配付済

7. 理事会の開催

1) 第39回理事会を4月25日（木）13:30～14:45までWeb会議（ZOOM利用）で開催した。

(1) 承認・決議事項

第1号議案 「2023年度事業報告書（案）承認」の件
事業報告附属明細書（案）を含む

第2号議案 「2023年度貸借対照表（案）、損益計算書（案）、損益計算書内訳表（案）及び
財産目録（案）承認」の件 監査報告書含む

第3号議案 「第31回評議員会の招集」に関する件

(2) 報告事項

①代表理事、業務執行理事の業務執行状況報告について

2) 第40回理事会を2025年2月6日（木）13:30～15:30までWeb会議（ZOOM利用）で開催した。

(1) 承認・決議事項

第1号議案 「2024年度奨励賞授賞者選考」に関する件

第2号議案 「2025年度事業計画書（案）承認」に関する件

第3号議案 「2025年度収支予算書（案）・収支予算書内訳表（案）、
資金調達及び設備投資の見込みについて承認」に関する件

第4号議案 「第32回評議員会の招集」に関する件

第5号議案 「個人情報保護規程（案）、特定個人情報等取扱要項（案）の制定」に関する件

(2) 報告事項

- ① 2024年度事業報告（中間）について
- ② 2024年度収支決算の見込みについて

8. 評議員会の開催

1) 第31回評議員会を5月31日（金）13:30～14:20までWeb会議（ZOOM利用）で開催した。

(1) 承認・決議事項

第1号議案 「2023年度事業報告書（案）承認」の件
事業報告附属明細書（案）を含む

第2号議案 「2023年度貸借対照表（案）、損益計算書（案）、損益計算書内訳表（案）
及び財産目録（案）承認」の件 監査報告書含む

第3号議案 「任期満了に伴う監事選任」の件

(2) 報告事項

① 業務報告について

2) 第32回評議員会を2025年3月5日（水）13:00～14:20まで東京・アルカディア市ヶ谷で開催した。

(1) 承認・決議事項

第1号議案 「2025年度事業計画（案）承認」に関する件

第2号議案 「2025年度収支予算書（案）、収支予算書内訳表（案）、資金調達及び設備投資の見込みについての承認」に関する件

第3号議案 「個人情報保護規程（案）、特定個人情報等取扱要項（案）の制定」に関する件

(2) 報告事項

① 2024年度奨励賞選考結果について

② 代表理事、業務執行理事の業務報告（中間）について

③ 2024年度収支決算見込みについて

④ 賛助会員数について

(3) その他 理事の増員について

9. その他報告事項

(1) 3月21日、2025年度事業計画書及び収支予算書を内閣府に提出した。

(公財) 高エネルギー加速器科学研究奨励会賛助会員一覧

2025年5月1日現在

	会員名		会員名
1	英和株式会社	33	ニチコン草津株式会社
2	S.P. エンジニアリング株式会社	34	日新パルス電子株式会社
3	株式会社大阪真空機器製作所	35	株式会社日本アクシス
4	キヤノン電子管デバイス株式会社	36	日本高周波株式会社
5	金属技研株式会社	37	日本製鉄株式会社
6	工藤電機株式会社	38	日本電磁工業株式会社
7	小池酸素工業 株式会社	39	株式会社野村鍍金
8	神津精機株式会社	40	伯東株式会社
9	コミヤマエレクトロン株式会社	41	浜松ホトニクス株式会社
10	秀和電気株式会社	42	ハヤシレピック株式会社
11	JFE テクノリサーチ株式会社	43	株式会社パルスパワー技術研究所
12	株式会社ジェック東理社	44	株式会社日立製作所
13	真空光学株式会社	45	株式会社日立テクノロジーアンドサービス
14	スキャンジノバ・システムズ株式会社	46	株式会社 Bee Beans Technologies
15	住友重機械工業株式会社	47	株式会社富士サービス
16	セイコー・イージーアンドジー株式会社	48	V A T 株式会社
17	大陽日酸株式会社	49	武州ガス株式会社
18	株式会社多摩川電子	50	株式会社双葉工業
19	株式会社千代田テクノ	51	古本機工株式会社
20	ツジ電子株式会社	52	ブルーフォース株式会社
21	T & M コーポレーション株式会社	53	株式会社プロテリアル
22	TDK ラムダ株式会社	54	株式会社マイテック
23	株式会社電研精機研究所	55	株式会社前川製作所
24	東京ニュークリア・サービス株式会社	56	三菱重工機械システム株式会社
25	東康建設工業株式会社	57	三菱電機株式会社
26	東芝エネルギーシステムズ株式会社	58	三菱電機システムサービス株式会社
27	東洋プラント工業株式会社	59	三菱電機ディフェンス&スペーステクノロジーズ株式会社
28	株式会社トヤマ	60	(株) ミラプロ
29	長瀬ランダウア株式会社	61	ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ (株)
30	株式会社 NAT	62	明昌機工株式会社
31	仁木工芸株式会社	63	森松工業株式会社
32	ニチコン株式会社		(五十音順)

評 議 員 名 簿

2025年4月1日現在

氏 名	所 属
矢 野 安 重	国立研究開発法人理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 客員主管研究員
横 溝 英 明	一般財団法人総合科学研究機構 理事長
佐 藤 潔 和	東芝エネルギーシステム株式会社 原子力先端システム設計部 シニアエキスパート
下 村 理	高エネルギー加速器研究機構 名誉教授
大久保 光 一	元三菱重工機械システム株式会社
武 田 廣	神戸市公立大学法人 理事長

任期 2022年度の最終のものに関する定時評議員会の終結時（2023年5月25日）から
2026年度の最終のものに関する定時評議員会の終結の時（2027年5月下旬）までとする。

役員（理事）名簿

2025年6月3日

役職	氏名	所属
代表理事	増澤美佳	高エネルギー加速器研究機構 特別教授
業務執行理事	小林幸則	高エネルギー加速器研究機構 研究員
理事	上垣外修一	理化学研究所 仁科加速器科学研究センター 加速器基盤研究部 部長
理事	上村みどり	CBI 研究機構量子構造生命科学研究所 所長
理事	小関忠	高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設 施設長
理事	杉山純	(一財) 総合科学研究機構中性子科学センター サイエンス・コーディネーター
理事	住吉孝行	前高エネルギー加速器研究機構 監事
理事	西森信行	量子科学技術研究開発機構 Nano Terasu センター 高輝度放射光研究開発部 次長兼加速器グループリーダー
理事	長谷川和男	量子科学技術研究開発機構 六ヶ所フュージョンエネルギー研究所 核融合炉材料研究開発部 部長
理事	湯城磨	スカンジノバ・システムズ株式会社 代表執行役 /CEO

任期 2024年度の最終のものに関する定時評議員会の終結時（2025年5月28日）から、
2026年度の最終のものに関する定時評議員会の終結の時（2027年5月）までとする。

役員（監事）名簿

2025年6月3日

役職	氏名	所属
監事	古屋貴章	高エネルギー加速器研究機構 名誉教授
監事	須賀伸一	株式会社 NAT 相談役

任期 2023年度の最終のものに関する定時評議員会の終結時（2024年5月31日）から、
2027年度の最終のものに関する定時評議員会の終結の時（2028年5月下旬）までとする。

選考委員会委員名簿

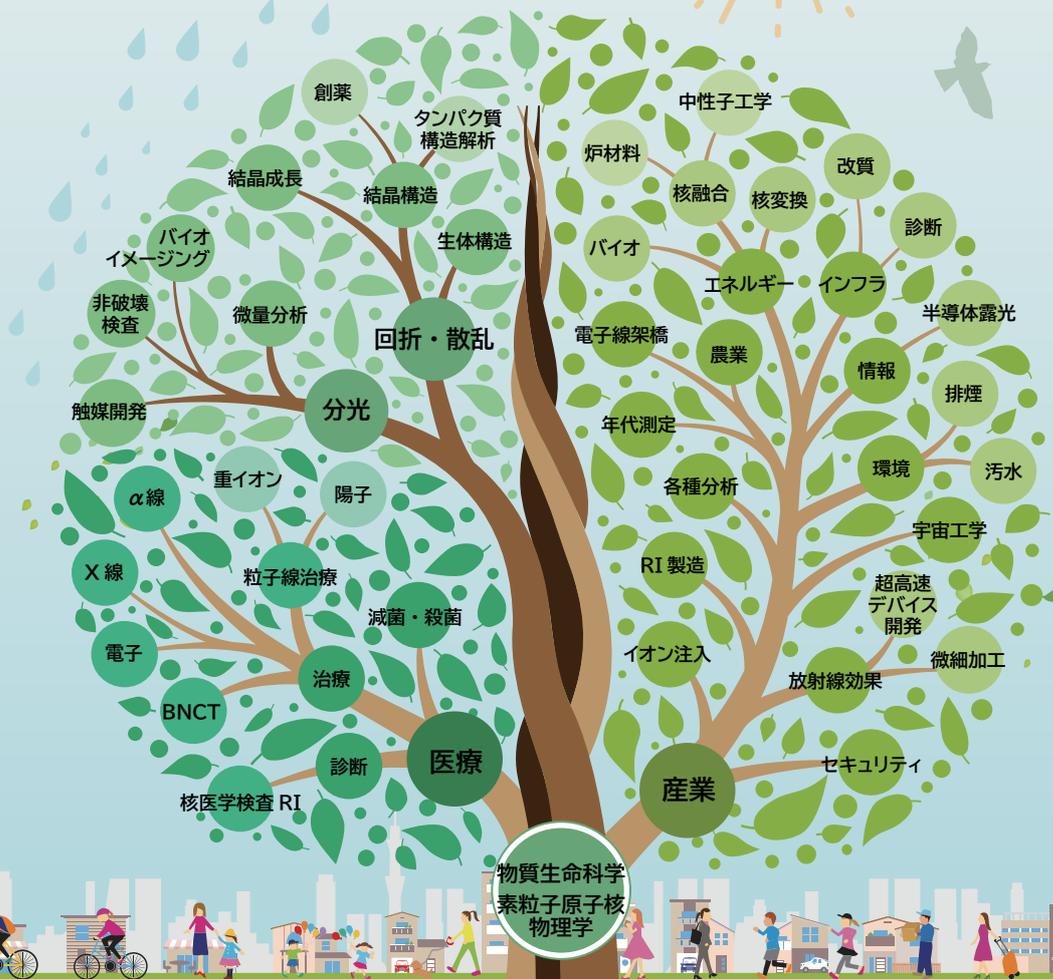
2025年7月8日

氏 名	所 属
木 下 豊 彦	バキュームプロダクツ株式会社 先端機器事業部 上席研究員
神 山 崇	中国科学院 高エネルギー物理学研究所 破碎中性子源科学センター 上級顧問
加 藤 政 博	広島大学 放射光科学研究センター 特任教授
仲 井 浩 孝	高エネルギー加速器研究機構 加速器科学支援センター シニアフェロー
中 野 貴 志	大阪大 核物理研究センター センター長
福 西 暢 尚	理化学研究所 仁科加速器科学研究センター加速器基盤研究部 副部長
道 園 真一郎	高エネルギー加速器研究機構 理事
森 俊 則	東京大学 素粒子物理国際研究センター 教授

任期 2023年5月1日から2026年3月31日までとする。

基礎科学・産業・医療にイノベーションをもたらす 加速器科学研究をサポートします。

高エネルギー加速器科学



画像診断 グリッド技術 加速空洞(常伝導・超伝導) 放射線計測
 高速・大容量ネットワーク レーザー 電磁石(常伝導・超伝導) 耐放射線材料
 高速計算技術 コンピューター 高周波源(大電力・低電力) 超精密加工
 粒子検出器 大型 He 冷凍機 低温 診断 制御 溶接
 高速エレクトロニクス 真空 測量技術 粒子源(電子銃・イオン源)

加速器基盤技術

<https://www.heas.jp/>



発行 公益財団法人
高エネルギー加速器科学研究奨励会

〒305-0801 茨城県つくば市大穂1-1
高エネルギー加速器研究機構内(職員会館2階)

TEL・FAX : 029-879-0471

E-mail : info@heas.jp