

R I B F  
S T Y L E

[リブフスタイル]

世界をイノベートする  
R I ビームファクトリー



[リブフスタイル]

# R I B F S T Y L E

世界をイノベートするR I ビームファクトリー

## C O N T E N T S

03 R I ビームファクトリーで拓く未来

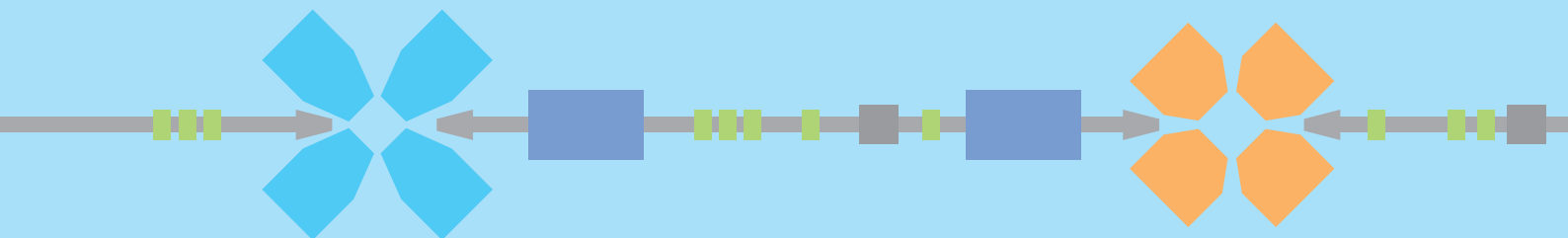
05 STYLE 01  
R I B Fで「環境」

07 STYLE 02  
R I B Fで「エネルギー」

09 STYLE 03  
R I B Fで「材料」

11 STYLE 04  
R I B Fで「医療」

13 社会に溶け込んだ唯一の加速器施設



# RIBF のサステナビリティ

RIBF STYLE は人類の持続可能な社会を創造します。

私たちの住む地球の運命は、ここ数十年の私たちのライフスタイルにかかっていると言われています。地球温暖化をはじめとする環境問題、人口増加や水不足や土壌劣化で引き起こされる食料問題、枯渇が予想される化石燃料にかわる代替エネルギーの問題、稀少な地下資源の問題、人々の幸せに直接かかわる医療の問題、高齢化の問題。どれも重要な問題であり、21世紀における私たちの「生き方」が選択を迫られています。

RI ビームファクトリー(RIBF)では、

「環境」(Environment)

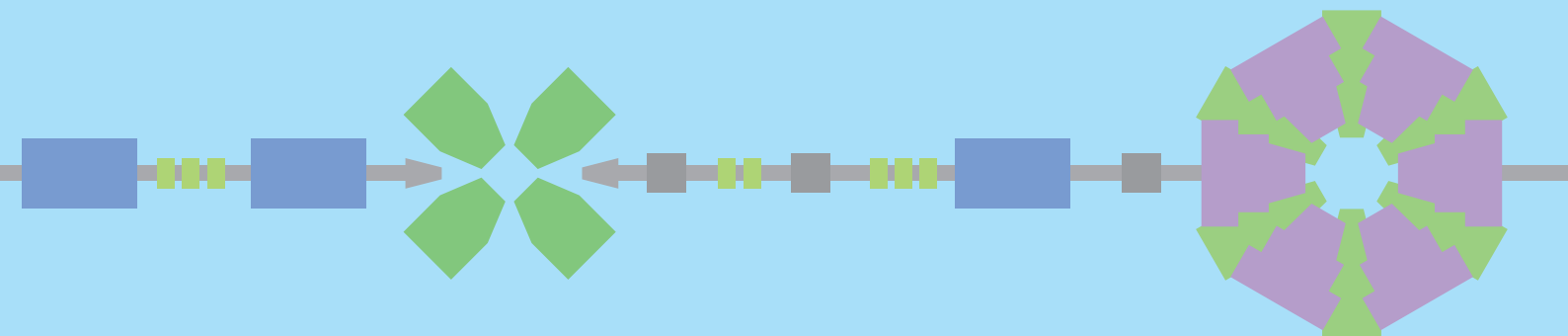
「エネルギー」(Energy)

「材料」(Material)

「医療」(Medical)

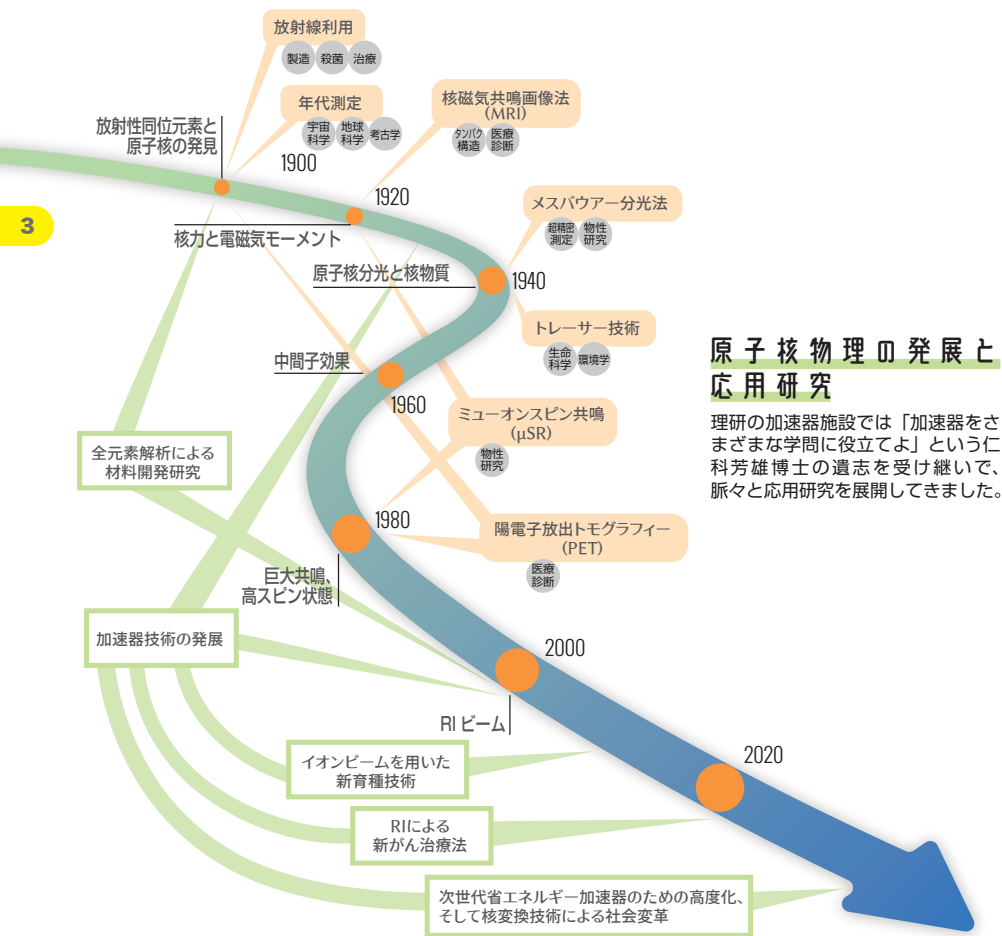
これら項目にとりくむ社会基盤施設として、地球と人類の未来に貢献し、持続可能でよりよい社会の実現を目指します。

—それがRIBF STYLEです。



# RIビームファクトリーで拓く未来

理研の最先端施設 RI ビームファクトリー (RIBF) では世界で最もバラエティーに富んだ放射性同位元素 (ラジオアイソトープ、以下 RI) をビームとして発生することができます。ビーム強度が大きいだけでなく、全元素にわたって種類やエネルギーを自由に選べる強みがあります。つまり RIBF はこれまで人類が手にしたことのなかった道具です。そこからは、さまざまな新しい応用研究の発展が芽吹いていきます。



## 原子核物理の発展と応用研究

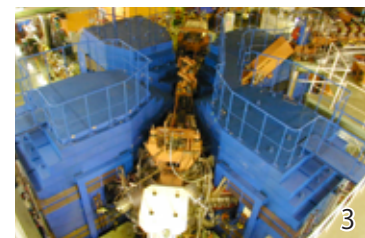
理研の加速器施設では「加速器をさまざまな学問に役立てよ」という仁科芳雄博士の遺志を受け継いで、脈々と応用研究を展開してきました。



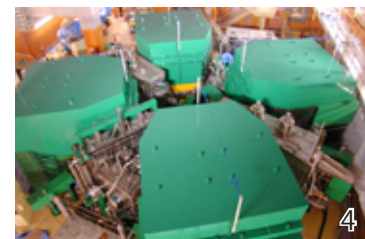
1



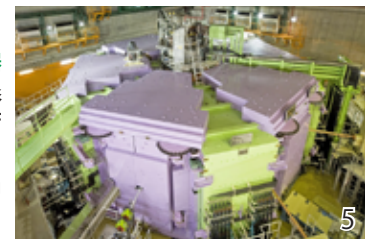
2



3



4



5

## RIBFの加速器

1. 理研重イオン超伝導線形加速器 (S-RILAC)
2. AVFサイクロトロン
3. 理研リングサイクロトロン (RRC)
4. 中間段リングサイクロトロン (IRC)
5. 超伝導リングサイクロトロン (SRC)



# 時間の壁を破る、品種改良

## 次世代のオリジナル技術「イオンビーム育種法」

イオンビームによる育種法では、他の方法に比べ短期間に品種改良がおこなえます。

これは自然界でも時々起きているごく普通の突然変異をきわめて効率よく誘発する技術です。照射した植物材料から約2年後に新色ダリア品種が試験販売され、その半年後には不稔化バーベナ品種が世界初のイオンビーム育種の成果として本格的に市販されました。

この技術で育成すると新しい植物そのものが新品種になるため、通常10年と言われる育種年限を2～3年に短縮し、商品開発に大きなメリットをもたらすことができました。

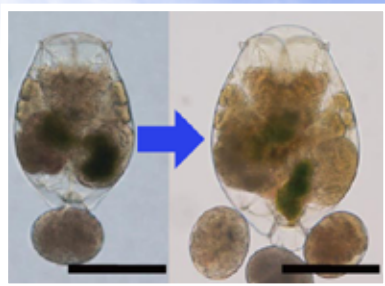
その後、花だけではなく、穀類、果樹、ワカメなどの藻類、酵母などの菌類もイオンビーム照射により育種されています。最近では、春暖かくなってからでも収穫できるミカン、マグロの稚魚の餌として欠かせない巨大ワムシ（動物性プランクトン）の育種にも成功しています。



### 新品種作成にかかる期間を大幅に短縮

この理研オリジナルの品種改良法は一気に商品開発のペースを早めました。この方法による開発法は「平成19年度文科大臣表彰科学技術賞開発部門」を受賞しました。

イオンビーム育種でサントリーフラワーズ(株)との共同開発によって生まれたペチュニア（サフィニア ローズ）



### 赤ちゃんマグロの餌「メガワムシ」

イオンビーム育種により養殖マグロ仔魚の餌であるシオミズツボワムシ（ワムシ）の大型化に成功しました。養殖生産の向上につながれば食糧不足問題や漁獲量問題の解決にもつながります。



### 塩害水田で育てたイネ

左後方の普通のイネは枯れてしまっているのに対し、中央枠内の改良型のイネは元気に育っています。

# R I B F で「環境」

STYLE 01

理研で発明したイオンビーム育種法では塩分が高い土壌でも育つイネを開発しています。将来的には、病気や害虫に強い食物、砂漠で育つ植物や海洋農場などの建設も可能になり、食料問題の解決に大きく貢献することでしょう。また、汚染土壌から効率よく有害物質を吸収する植物の開発を行い、環境分野へ貢献します。



## 農業のできない場所はない

### —海洋農場の構想

イオンビームを照射した植物の子孫から、塩分が高い土壌でも育つような植物ができました。

この方法では、イオンが切断した遺伝子を植物自らが修復することによって、新しい能力を引き出します。太古の昔から自然界で起こっているごく普通の突然変異と同じです。イオンビームを使うとその効率が格段に高くなるので、農業に応用すれば食料問題の解決につながります。



海洋農場

地球の面積の70%を占める海上での農業が可能になれば、食料問題を解決する極めて有効な手段となります。

# 世界中、どこでも農業

有害物質による汚染土壌、汚水

稀少金属の含まれる土壌、汚水



有害物質捕集植物

RIBFで開発した植物で有害物質を捕集することができる。環境浄化・資源の効率的な捕集がおこなえるようになるでしょう。

## 有害金属を取り除く・再利用する

RIBFでは、土や水の中の有害物質を取り除く植物を開発しています。

社会的に問題になっている産業廃棄物から出ている人体に有害な金属や有害物質を土壌から回収することができ、環境分野への貢献が期待できます。同時に、回収した希少金属などは有用な資源となります。



### 超伝導高周波加速空洞

将来の核変換技術のための重要な装置の心臓部。これによりエネルギー変換効率を飛躍的に向上させることができ、加速器の運転コストを下げることに成功しました。



### バイオ燃料ファーム（想像図）

海洋農場でバイオ燃料を生産できれば、エネルギー危機を解決できるかもしれません。

# R I B F で「エネルギー」

STYLE 02

RIBFでは、持続可能な社会の実現のため、エネルギー問題、地球環境問題への基礎研究にも積極的に貢献しています。RIビームを使った原子核物理学の研究成果を放射性廃棄物処理の研究へ応用したり、イオンビーム育種技術をバイオ燃料生産へ展開することなどが考えられます。



### 半減期が短い放射性廃棄物

RIBFでのRIの研究によって放射性廃棄物の半減期を短くすることが可能となります。

### 「核変換装置」

RIBFの研究によって将来実現できる可能性があります。

### 電力回収

高いエネルギーを持った長寿命放射線核種を安定核種や短寿命核種に変換することでエネルギーを回収できます。

### 放射性廃棄物

現在、放射性廃棄物は中間貯蔵施設に一時的に保管したのち、地下深くに処分することになっています。

## 放射性廃棄物処理技術への貢献

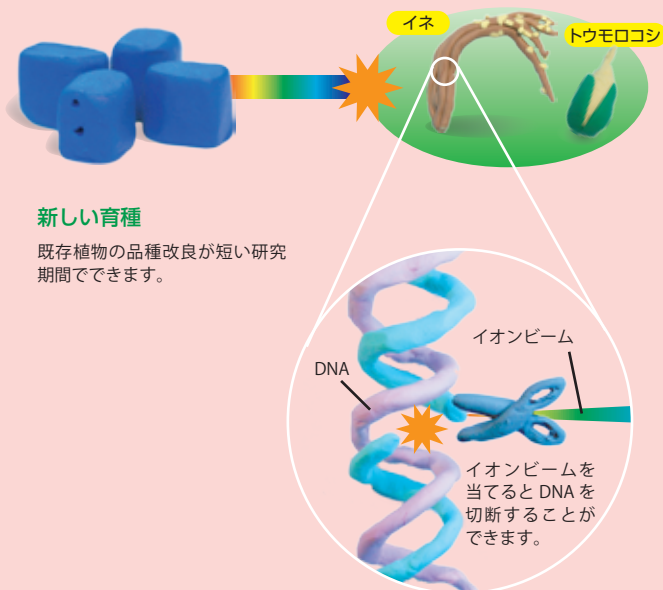
原子力発電所から出る放射性廃棄物は長期間にわたり強い放射線を出し続ける大変な厄介ものです。しかし、それは高いエネルギーを持っていることでもあります。廃棄物中の放射線核種を安定核種や短寿命のものに変換できると、短い時間で放射能をゼロに近づけることができます。うに、エネルギーも回収できるようになります。そのためには、放射性核種の核反応データが必須です。さまざまな放射性核種を作るのが得意なRIBF、基礎的な核反応データを次々と集めることで放射性廃棄物の問題、そしてエネルギー問題の解決に貢献します。

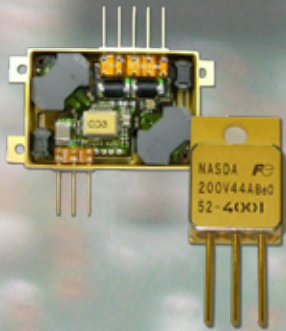
# 放射性廃棄物、 $\emptyset$ へ

## バイオ燃料で地球温暖化防止

地球温暖化防止のため、二酸化炭素を増加させない再生可能な有機資源として、バイオ燃料への期待が高まっています。

イオンビーム育種法によってサトウキビやイネの収穫量を増やせる可能性があります。この方法で増産した植物の残渣(食料を取った残り)からさらにバイオ燃料を作ることが可能です。成長する過程で二酸化炭素を吸収しているので、地球温暖化防止にも役立ちます。





### 開発した宇宙用部品

宇宙空間の厳しい放射線にも耐えられる部品の開発に貢献しています。

## RIBFで「材料」 STYLE 03

近年の電子部品は高密度化・小型化に伴い放射線耐性が低下する傾向にあります。一方、宇宙空間は様々な放射線が飛び交っており電子機器の誤動作などが予想されます。そこでRIBFでは宇宙空間と同等の放射線としてイオンビームを照射し、予め電子機器の放射線耐性の評価を行っています。

またRIBFが生成する放射性同位元素（RI）をRIビームとして半導体に照射し埋め込むことで、新材料を生み出したり、別の新材料の性能を飛躍的に向上させることが期待されます。

ロケット

太陽電池

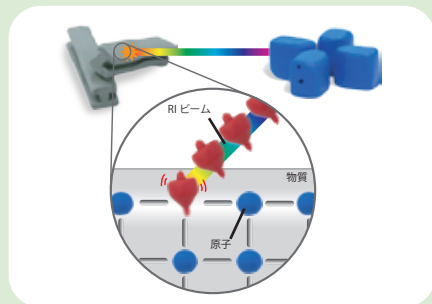
リニア  
モーターカー

# 新材料を創る

## 夢の新材料が生まれる

RI ビームを使えば、今まで調べられなかった材料の構造や性質を調べることができるため、革新的な材料の開発が期待できます。

最近、半導体素子を製造する際に中性子を照射していることをご存じでしょうか？中性子照射によりシリコン (Si) のほんの一部がリン (P) に変化することでN型半導体となり、高性能電子部品となるのです。この中性子のような様々なRIを材料に照射・埋め込むことで、今まで以上の革新的な材料の開発が期待されます。



## 物質の構造を調べる

RI ビームを物質へ照射することにより、物質中の原子がRI原子に入れ替わり、特定位置の磁氣的・電氣的性質を調べることができます。また、RIBFは全元素のRIを供給できるので、どんな物質でも研究対象とすることができます。

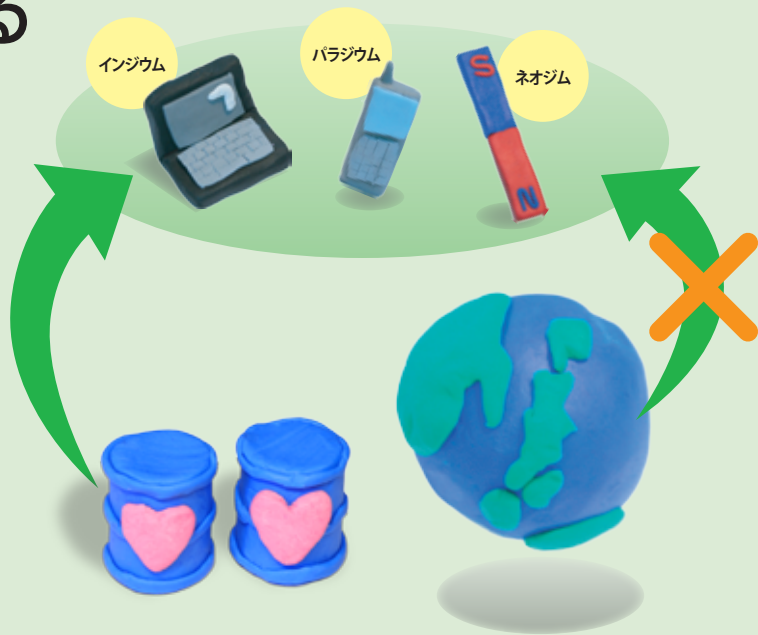
## 日本の先端産業の将来を救うレアメタル

日本の先端産業である電子工業、自動車産業には、さまざまなレアメタル(稀少金属)が使われています。

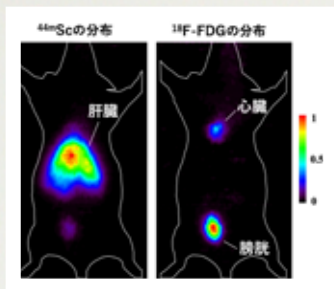
例えば、パソコンの液晶にはIn(インジウム)、携帯電話にはPd(パラジウム)、最強の永久磁石としてさまざまな製品に用いられるNd(ネオジム)などです。

これらのレアメタルは外国からの輸入に頼っていますが、貴重な資源であり、将来入手が困難になることが予想されます。

一方、放射性廃棄物の中にはレアメタルや白金族元素などが大量に含まれていることが分かっています。「核変換装置」により低放射能化した放射性廃棄物からゼロ放射能のレアメタルを取り出すことができるようになります。







#### 複数トレーサーの同時イメージング PET 画像

2種類のRIをマウスに接種し撮像した、世界初の複数核種の同時イメージング画像。2枚の独立した画像は1回の撮像で得ました。複数部位の診断を同時に行うことで、病気の診断の精度・確度を向上させ、かつ患者さんの負担も軽減します。

## R I B F で「医療」 STYLE 04

RIBFがつくるラジオアイソトープ (RI) は、医療分野、特にがんの診断や治療への応用が期待されています。

RIの製造技術と創薬技術の開発は、がんだけでなく、脳機能障害、糖尿病、各種代謝異常症などの生活習慣病、老人性疾患の早期発見や治療に大きく貢献することでしょう。



## RIで狙い撃ち

RIを含んだ薬剤を疾患部や病巣に選択的に集積させ、RIから放出されるベータ線やアルファ線等の放射線を用いて細胞を死滅させる治療法を核医学治療とよびます。切らずにがんを治す先端のがん治療法として、既に実用化されています。

特に、アルファ線は生体組織内での飛程がベータ線に比較して短く、ほぼ細胞内だけに大きなダメージを与えるため、高い細胞死滅効果と副作用の低減が期待されます。

アルファ線放射体で  
標識した薬剤を投与

がん細胞に  
集積したアルファ線放射体

進行がん患者

アルファ線  
放射体

α線

がん細胞

正常細胞

がん細胞に  
集積する薬剤  
+  
アルファ線  
放射元素

がん細胞  
で  
アルファ線放出

がん細胞  
を  
破壊

### 狙った細胞だけ死滅させる

がん細胞に集まる性質を持つ薬剤にアルファ線放射体を付与することで、アルファ線放射体が自動的にがん細胞に集まり、アルファ線がその細胞を死滅させます。

# がん細胞を狙い撃ち



## 見ながら治す

診断と治療を合わせて行う医療技術をセラノスティクスとよびます。

RIは、セラノスティクスを実現する有望なツールです。

早期から治療できる、治療しながら常に病気の最新情報が把握できる、治療の効果がどの程度出ているかを随時把握できる、患者さんの身体への負担を減らせるなど、従来の診療の方法に比べ、様々なメリットがあります。

RIBFは大型加速器施設でありながら、市街地の真ん中に位置しています。いったい何故でしょうか？

その理由は RIBF オリジナルの発想で加速器施設全体をコンパクトにすることができたため、施設全体を地下に収めることが可能となったからです。このような加速器施設は世界にも珍しく、地域社会とも共存できる大きな要因となっています。

アクセスの良い都心近郊の利便性に富んだ RIBF では国内外の多くの研究者が容易に研究することができます。

# 社会に溶け込んだ 唯一の加速器施設

13



駅前のニホニウム記念碑

ニホニウム発見を記念して、最寄駅の和光市駅前には記念碑が設置され、駅から理研までの道には118個の元素プレートが埋め込まれています。



RIBF 上空から

交通の利便性から、協力研究が盛んにおこなわれています。毎年、理研の一般公開では多くの地域住民が訪れるなど、住民との交流も盛んです。



## 自家発電する RIBF

なんと RIBF では自ら発電施設を建設し、よりクリーンで環境に優しい施設を目指しました。

ガスタービンコージェネレーション設備 (CGS 設備) は 6,500kW の電力を発電します。これは一般住宅 2,000 軒分の電気に相当する発電量です。CGS 設備により CO<sub>2</sub> 排出削減量は 1,100t にもなり、これは森林 220 ヘクタールに匹敵します。

さらにこの施設から生じた廃熱を近隣施設の暖房や温水プールとして利用することも将来的には考えられます。まさに RIBF は地域と一体化した施設と言えるでしょう。

CO<sub>2</sub> 排出削減量  
1,100t/年

CO<sub>2</sub> の削減と地域との繋がりが

施設見学者数  
約 5,000 人  
(年間)

### コージェネレーション設備

東京電力に正式な発電所として登録されています。  
非常にクリーンなエネルギーで、廃熱もうまく利用します。



### 地元高校生への講義

現役の研究者による説明や、実際に一緒に花の苗を植えるなどの作業をしたりして将来の科学者育成に一役かっています。



### 地域住民との交流

RIBF は近隣住民との交流も盛んです。毎年おこなわれる一般公開では多くの方が訪れ、施設の公開やイオンビーム育種で商品化された花の苗やビーム照射した花の種の配布をおこなっています。

これ以外にも普段から県内外の中学校・高校・大学等の施設見学を受け入れ、毎回好評のお声をいただいています。

こういった取り組みで、一般の人に科学を身近に感じてもらい、将来の立派な科学者の芽を育てることに力を入れています。



理化学研究所  
仁科加速器科学研究センター

〒351-0198  
埼玉県和光市広沢 2-1  
<https://www.nishina.riken.jp/>

2022.7  
本誌掲載の記事・イラスト・写真の無断転載を禁じます。  
初版発行 2007年9月