

# 環境報告 2024

## KEK Environmental Report 2024

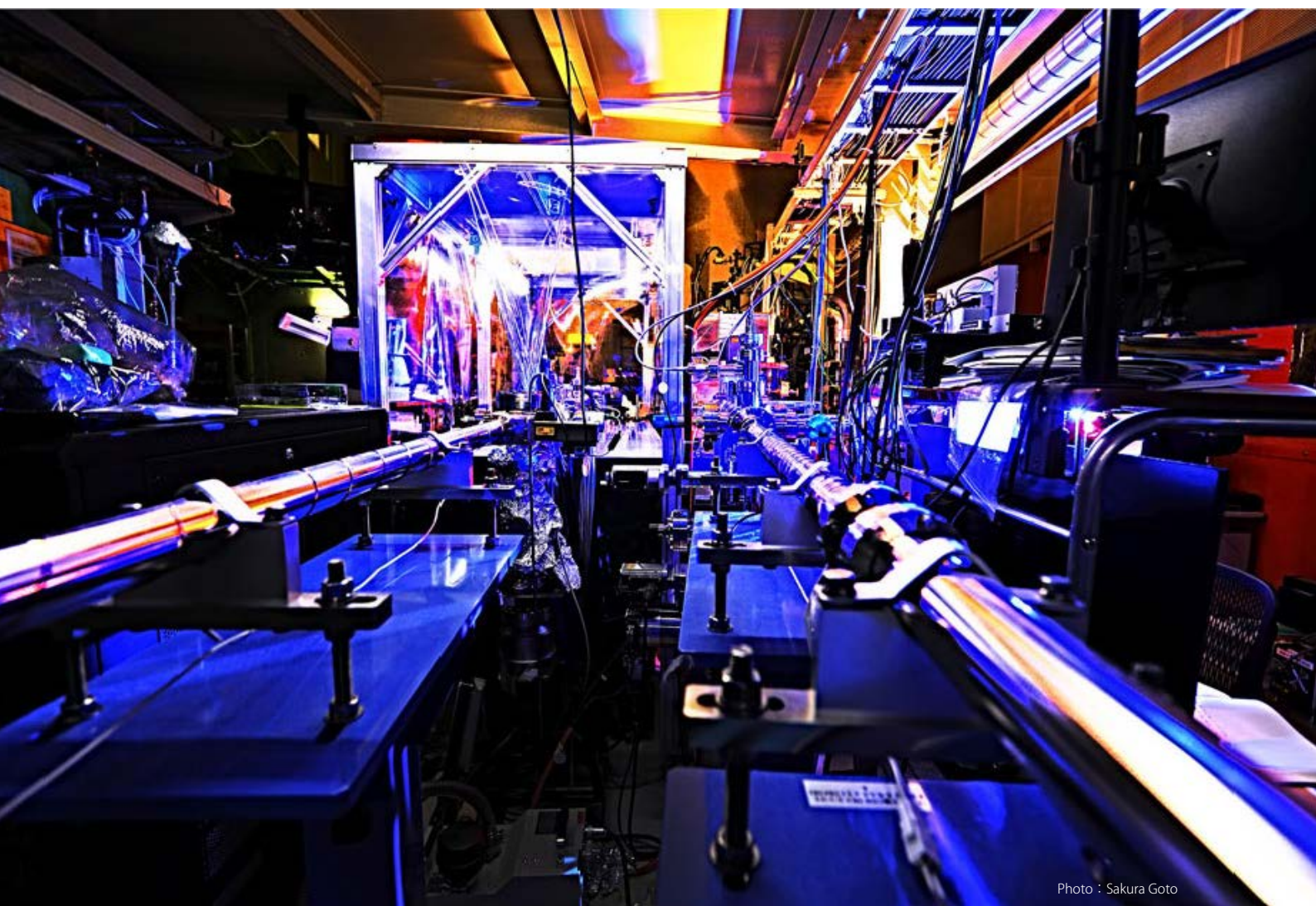


Photo : Sakura Goto

大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構  
Inter-University Research Institute Corporation High Energy Accelerator Research Organization

# 編集方針

高エネルギー加速器研究機構(KEK)は大型の粒子加速器を建設・運転し、加速器科学の総合的発展の拠点として研究を推進し、国内外の共同利用者に研究の場を提供するという使命を有しています。研究活動を行うに当たり、地域・地球環境保全は不可欠であることを認識し、持続可能な社会の創造のため取り組んでいる活動について職員、共同利用者、学生、関連企業、地域住民など幅広い層の方々にご理解いただけるよう作成しました。環境という概念を広く捉え、KEKの社会的責任を念頭において教育、地域交流等の社会貢献活動、労働安全衛生管理の状況についても記載しました。

|        |                                                                                                                                         |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ■ 対象期間 | 2023 年 4 月～ 2024 年 3 月<br>※この期間以外はそれぞれに明記しています。                                                                                         |
| ■ 対象範囲 | 大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構<br>・つくばキャンパス 〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1<br>・東海キャンパス 〒319-1106 茨城県那珂郡東海村大字白方 203-1                                 |
| ■ 作成部署 | 高エネルギー加速器研究機構 環境・地球温暖化・省エネ対策連絡会、<br>施設部施設企画課 施設企画係、環境安全管理室                                                                              |
| ■ 問合せ先 | 環境安全管理室<br>〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1<br>TEL：029-864-5498 FAX：029-864-5567 E-mail：k-anzen@ml.post.kek.jp<br>URL：https://rcwww.kek.jp/chem/ |
| ■ 公 開  | 2024 年 9 月                                                                                                                              |

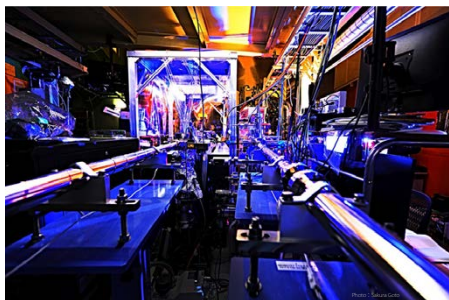
## 環境・地球温暖化・省エネ対策連絡会

武智 英明（議長・共通基盤研究施設・環境安全管理室）、足立 一郎（素粒子原子核研究所）、  
渡邊 裕（素粒子原子核研究所）、杉山 弘（物質構造科学研究所）、小林 庸男（物質構造科学研究所）、  
渡邊 謙（加速器研究施設）、芝田 達伸（加速器研究施設）、阿部 慶子（共通基盤研究施設）、  
飯塚 誠（経理課）、横田 勇（施設企画課）、山本 英恭（整備管理課）

## 環境安全管理室

武智 英明、平 雅文、古宮 綾、石田 正紀、佐藤 充

## 表紙写真



PF BL-19

フォトンファクトリーの軟 X 線頭微分光ビームラインの写真。  
2024 年 3 月リニューアルの KEK ウェブトップページにも使用している。

撮影：後藤さくら

# CONTENTS

## トップメッセージ . . . . . 1

## KEK の役割と組織 . . . . . 3

- KEK の目指すもの
- KEK データ
- 組織

## 環境マネジメント . . . . . 8

- 環境方針
- 環境管理体制
- 環境目標・計画と達成度
- 環境負荷の全体像
- 総エネルギー投入量
- 電力
- 都市ガス
- 石油燃料
- 印刷用紙
- 水資源
- ヘリウム
- 温室効果ガス
- 廃棄物・リサイクル
- 下水道
- 大気
- 環境会計
- 環境関連法規の遵守状況

## 環境関連トピックス . . . . . 19

- Belle II 実験データ収集システムの高度化に伴う省スペース・省電力化
- 電池などの材料開発に向けた Transient  $\mu$ SR 法～ミュオンで見る過渡過程～
- $\text{Nb}_3\text{Sn}$  超伝導加速空洞の研究開発～ヘリウム使用削減に貢献～
- レアメタル使用削減に貢献する空洞製造技術
- 量子場計測システム国際拠点棟における環境配慮への取り組み
- 機構コロキウムの開催

## 社会との関わり . . . . . 28

- 広報活動
- 安全・安心への取り組み
- 地域との共生活動

## 第三者意見 . . . . . 33

## 資料 . . . . . 34

- 環境データ集

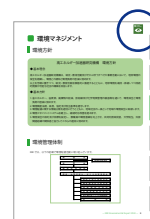
### 用語等について

以下の Web ページをご覧ください。

- やさしい物理教室  
≫ <https://www2.kek.jp/kids/class/>
- 加速器ってナニ？  
≫ <https://www2.kek.jp/kids/accelerator/>
- カンタン物理辞典  
≫ <https://www2.kek.jp/kids/jiten/>
- 用語解説  
≫ <https://www2.kek.jp/ja/news/glossary/>

### SDGs アイコンについて

環境マネジメント以降の各ページ右上に、関連する SDGs アイコンを記載しています。SDGs については p.2 をご覧ください。



KEK の研究活動についてもっと知りたい方は下記をご覧ください。

### 要覧

- ≫ <https://www.kek.jp/ja/about/pr/publication>
- Annual Report (英語のみ)
- ≫ <https://www2.kek.jp/library/ar/ar.html>
- KEK-PIP・KEK ロードマップ・国際諮問委員会
- ≫ [https://www.kek.jp/ja/about/mission/strategic\\_plan/roadmap](https://www.kek.jp/ja/about/mission/strategic_plan/roadmap)





# ■ トップメッセージ

大学共同利用機関法人  
高エネルギー加速器研究機構 機構長

浅井 祥仁

高エネルギー加速器研究機構 (KEK) は、大型加速器を中心施設とする国際的な共同利用及び共同研究の拠点であり、宇宙・物質・生命の謎を解明するための基礎科学やその応用研究を推進して人類の知的資産の拡大に貢献しています。

現在 KEK のつくばキャンパスでは放射光利用のための電子加速器である PF と PF-AR が稼働しており、物質構造の解明、材料科学や生命現象の理解などに貢献を続けています。学術的な成果ばかりでなく、環境を改善するために技術や創薬などの研究も進められています。SuperKEKB と呼ばれる電子・陽電子衝突型加速器は、2019 年の運転開始以来順調に性能を上げており、世界の多くの国と地域から研究者が集まって、大きな国際研究が展開されています。将来素粒子物理学において新しい進展をもたらすと期待されています。

また、東海キャンパスでは日本原子力研究開発機構 (JAEA) との共同プロジェクトである大強度陽子加速器施設 J-PARC において、素粒子から物質・生命科学に至る幅広い研究が行われています。これらはいずれも世界最高水準の性能を誇る加速器で、そこで行われる研究は世界の科学研究をリードすると同時に、国内における学術レベルの向上や、後進の育

成にも大きく貢献しています。

しかしその一方では、KEK における研究では大型加速器の運用が中心となるため、現状では大電力を消費し大きな環境負荷をもたらすことが避けられません。これを改善するために、「減らす・新しい技術を創造する・再利用する」をモットーに頑張ってきています。KEK では加速器の運転においては実効性のあるエネルギー管理を行うことに加えて、エネルギー利用の高効率化を目指す基盤技術の開発と装置の改善にも特に力を入れてきました。高周波を生成する装置の高効率化の研究や、J-PARC 加速器においては、加速の際に用いた電力を回収して再利用する電磁石電源への置き換えを進めています。また、SuperKEKB 加速器では粒子を加速するための高周波加速空洞に超伝導技術を多用すること、ビームをより小さく絞る技術によって効率的に実験データを収集することなどで環境、エネルギー負荷の低減を図っています。また多くの実験データを処理する計算機システムの省電力化に向けた開発を進めています。一方、オフィスや基盤施設の一般需要については、教職員が一丸となって環境負荷低減に対する積極的な取り組みを進めています。

各国政府の強いイニシアティブのもと、カーボンニュートラル社会を目指す動きが急速に高まっており、日本においても 2050 年までに温室効果ガスの排出を実質ゼロにするという目標が掲げられています。今後は KEK においても可能な限りエネルギー消費を抑制しつつ研究成果を上げ続けるための知恵と工夫が一層重要になると同時に、環境問題に寄与する研究成果や素材の開発などを発信し続けることも重要な責務であると考えております。

また、KEK では学術研究に加えて、2019 年度から応用超伝導加速器センターを設け、半導体製造のための将来の光源、核医学製剤、癌治療への応用、道路のアスファルト長寿命化を目的とした加速器など社会に役立つ加速器の開発に力を入れています。これらは新しい産業や医療につながり、環境負荷の低減にも役立つ技術を社会に提供するもので、KEK

が担う新たな役割であると考えています。

これらの KEK で行っている科学研究は、国民の皆様のご理解とご支持をいただき、初めて成り立つものです。このことを深く心にとどめ、地球環境保全の大切さを認識しつつ、今後も省エネルギー、省資源、資源循環を推進します。安全の確保と法令遵守に十分配慮し、これらに関する情報を積極的に開示し、地域社会と連携した環境配慮活動に取り組みながら研究を進めて参ります。

本報告書では、単に事業活動に係る環境配慮の内容にとどまることなく、研究成果、安全への取り組み、社会活動など KEK の CSR (社会的責任) 活動全般も含めて、幅広くまとめております。本報告書により KEK の事業活動を地域社会の皆様はもとより、広く国民の皆様にご理解いただければ幸いです。

## SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



SDGs とは「持続可能な開発目標 /Sustainable Development Goals (SDGs)」であり、2015 年 9 月の国連サミットで採択された「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」に掲載され、17 の目標と 169 のターゲット、232 の指標が決められており、国際社会全体で取り組むことが求められている。

# KEKの役割と組織

## KEKの目指すもの

KEKでは、最先端の大型粒子加速器を用いて、宇宙創生の謎や物質や生命の根源など、人類の知に貢献する基礎研究を推進しています。

この世界にある物質は、分子や原子の組み合わせからできています。その原子は原子核と電子から、原子核は陽子と中性子から構成されています。さらに陽子と中性子の中を探ると、最も小さな構成要素—素粒子—ある「クォーク」にたどり着きます。そうした素粒子や原子核などを調べるのに欠かせないのが、電子や陽子などの粒子をほぼ光の速さまで加速して、高エネルギーの状態を作り出す高エネルギー加速器です。この高エネルギー状態から作られる素粒子の世界を研究すると、誕生直後の宇宙の様子を探ることができます。一方、分子や原子の無数の集まりは私達の周りの様々な物質を構成し、そのなかには、私たちのような生物も含まれます。加速器は、原子や分子レベルで物質の構造や機能を調べたり、また生命現象を解き明かしたりするうえでも強力な手段となります。

### 宇宙・物質・生命の研究

宇宙は約138億年前のビッグバンによって始まったと考えられています。宇宙が出来た当初は素粒子の世界でした。天文学では望遠鏡や人工衛星を使って天体を観測しますが、KEKは加速器を使って宇宙の初期状態を人工的に再現することで宇宙の起源に迫ろうとしています。

また、さまざまな物質・生命の構造や機能を原子や分子のレベルで詳細に観察するのに使われるのが、光速近くまで加速した電子の軌道を曲げたときに生じる「放射光」という強い光や、高速の電子を金属標的に衝突させて発生させエネルギーを揃えた「低速陽電子」、加速した陽子を標的に衝突させ発生させる「中性子」や「ミュオン」などの量子ビームです。それによって、物理学、化学、生物学、地学、医学、薬学、歴史学（文化財）など幅広い分野の研究を行います。近年では、生命現象を知るための電子顕微鏡も活用されています。

日本原子力研究開発機構（JAEA）と共同で運営しているJ-PARCでは、大強度陽子ビームを利用した素粒子・原子核の研究、および中性子・ミュオンによる物質生命科学の研究が進められています。

### 新しい加速器科学に向けて

欧州の大型ハドロンコライダー（LHC）で、素粒子に質量を与えるヒッグス粒子が見つかりました。質量の起源とされるこの粒子は、素粒子の「標準理論」を完成させる最後のピースになるはずでしたが、発見された粒子は標準理論だけでは説明できない性質を持っており、新しい物理の探索が求められています。

放射光分野では、異なるエネルギー領域、空間領域、時間領域の放射光を駆使して統合的に研究する時代が到来しています。一部の性能だけ先鋭化した加速器では物質に内在する情報の一部しか引き出すことができません。多様な情報を同時に得ることのできるような、新たな光源加速器技術が求められています。

KEKは、これらに対応する研究計画を策定することを我が国の加速器科学の喫緊の課題と認識し、今後取り組むべき研究の指針である「KEK ロードマップ」の最新版を2021年に策定しました。それを具体的に進めるための実施計画としての「KEK Project Implementation Plan (KEK-PIP)」も策定し、2022年度から6年間、その実現に向けての取り組みを進めます。

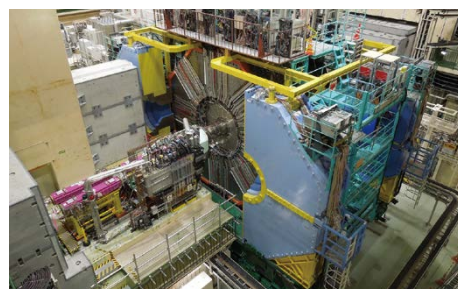
新物理探索に向けて大きな期待がかかる電子・陽電子衝突加速器である国際リニアコライダー（ILC）を国際協力で推進することや、次世代の放射光施設であるハイブリッドリング計画の実現などを目指します。



# 組織

## 素粒子原子核研究所

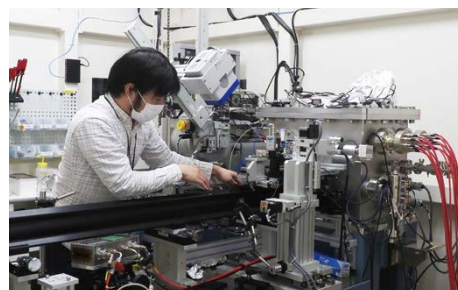
物質を構成する最小単位である素粒子や原子核のふるまいを探るため、素粒子物理学・原子核物理学の研究を実験、理論の両面から幅広く行っています。素粒子をはじめとした極微の世界の謎を解明するとともに、現在の宇宙がどのように生まれたのかという根源的な謎に、加速器など最先端技術を駆使して挑んでいます。



Belle II 測定器 (つくばキャンパス)

## 物質構造科学研究所

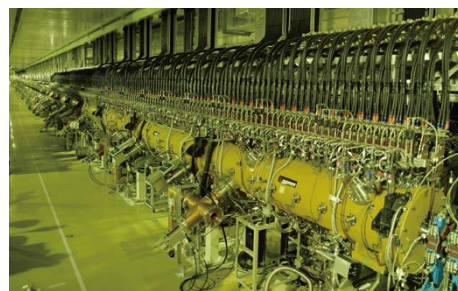
加速器から発生する放射光・中性子・ミュオン・低速陽電子を利用して、原子レベルから高分子、生体分子レベルにいたる幅広いスケールの物質の構造と機能を解明し、物質科学・生命科学の基礎から応用に至る研究をしています。複数の量子ビーム施設が連携することで、同じ物質を多角的に捉えることが可能なマルチプローブ研究を推進し、ビーム生成や利用技術などの開発研究を通して物質構造科学の発展に貢献しています。



放射光実験の様子

## 加速器研究施設

加速器研究施設は、KEKにおける研究の核心的な基盤である加速器の設計・建設・運転維持・性能向上を通じて、素粒子・原子核・物質・生命等に関する共同利用実験の場を国内外の研究者に提供しています。また、次世代の研究を担う最先端の加速器の開発研究を国際的に行うとともに、加速器の産業・医療等への応用、また超伝導技術など高度な加速器技術の一般産業への提供等、幅広い活動を推進しています。

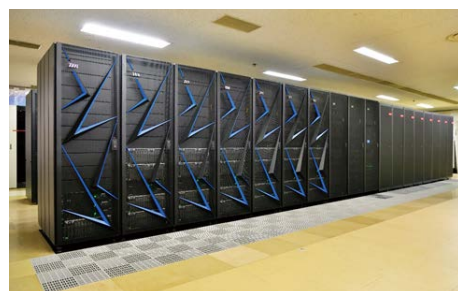


J-PARC の H<sup>-</sup> リニアック (東海キャンパス)

## 共通基盤研究施設

加速器を使った研究に必要な様々な技術に関して、研究支援と研究開発を進めています。

研究支援は放射線防護と環境安全、計算機・ネットワーク環境の整備・運用、液体ヘリウムの供給、装置部品の製作などについて、研究開発は、放射線・放射能測定、データ解析分散処理とソフトウェア、超伝導電磁石や超伝導加速空洞などの実験装置などに係わる開発研究を行っています。



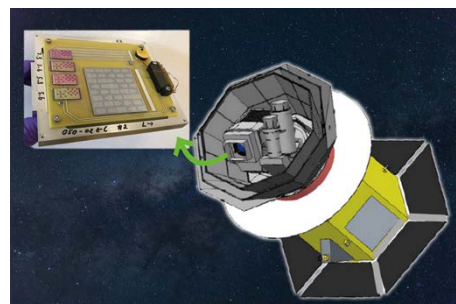
中央計算機システム

## 量子場計測システム国際拠点 (QUP)

現代物理学では、粒子や準粒子と付随する物理量を持つ時空を「量子場」と呼びます。QUP は、様々な研究分野を融合し、量子場を計測する新しいシステムの発明・開発を行っています。新しい計測システムは宇宙観測や素粒子実験に革新をもたらし、時空と物質の真の姿を解明できると考えています。一つの例は LiteBIRD 衛星で宇宙の始まりを見る新しい眼の開発です。さらに、基礎物理学にとどまらず広い分野へ応用し、社会実装することを目指しています。

## J-PARC センター

J-PARC (Japan Proton Accelerator Research Complex) は、KEK と日本原子力研究開発機構 (JAEA) が共同で運営する研究施設です。世界に開かれた多目的利用施設として、世界最高クラスの陽子ビームで生成する中性子、ミュオン、K 中間子、ニュートリノなどの多彩な 2 次粒子ビームを利用して素粒子物理、原子核物理、物質科学、生命科学など幅広い分野の研究を行っています。



LiteBIRD 衛星のイメージと搭載する検出器の試作開発



J-PARC の加速器施設と実験施設

## 総合研究大学院大学

総合研究大学院大学 (総研大) は、大学共同利用機関の優れた研究環境と人材を活用してトップクラスの研究者を養成する、世界でも類例のないコンセプトのもとに設立された教育機関です。

KEK には総研大先端学術院の 3 つのコース (加速器科学コース、物質構造科学コース、素粒子原子核コース) が設置されており、学術研究の新しい流れに先導的に対応できる、視野の広い創造性豊かな研究者養成の一端を担っています。

2023 年 4 月より、総研大は 6 研究科 20 専攻から、先端学術院先端学術専攻 20 コース体制へ移行しました。



総研大ブランドロゴ

KEK では、総研大における教育のほか、大学における加速器科学関連分野の教育を支援するため、特別共同利用研究員制度や連携大学院制度による大学院生の教育にも協力を行っています。



# KEK データ

## ■ 職員数 (2023 年及び 2024 年 4 月現在) [単位：人]

| 年度   |           | 機構長 | 理事 | 監事 | 研究教育職員 | 特任教員 | 研究員等 | 技術職員 | 事務職員等 | 合計  |
|------|-----------|-----|----|----|--------|------|------|------|-------|-----|
| 2023 | 役員・職員     | 1   | 5  | 2  | 331    | 0    | 0    | 153  | 161   | 653 |
|      | その他有期雇用職員 | 0   | 0  | 0  | 29     | 24   | 129  | 71   | 178   | 431 |
| 2024 | 役員・職員     | 1   | 5  | 2  | 328    | 0    | 0    | 155  | 169   | 660 |
|      | その他有期雇用職員 | 0   | 0  | 0  | 32     | 31   | 151  | 65   | 183   | 462 |

## ■ 総合研究大学院大学学生数 (2023 年及び 2024 年 4 月現在) [単位：人]

| 年度   | 加速器科学 | 物質構造科学 | 素粒子原子核 | 合計 |
|------|-------|--------|--------|----|
| 2023 | 14    | 8      | 47     | 69 |
| 2024 | 14    | 5      | 47     | 66 |

## ■ 予算 (2023 年度計画) [単位：百万円]

|                   |        |                   |        |
|-------------------|--------|-------------------|--------|
| 収入：35,624         |        | 支出：35,624         |        |
| 運営費交付金            | 19,175 | 業務費(教育研究経費)       | 19,408 |
| 補助金等収入            | 10,760 | 補助金等              | 10,760 |
| 施設整備費補助金          | 3,919  | 施設整備費             | 3,919  |
| 産学連携等研究収入及び寄付金収入等 | 1,538  | 産学連携等研究経費及び寄付金事業等 | 1,538  |
| 自己収入(雑収入)         | 233    |                   |        |

## ■ 施設 (2023 年 4 月現在) [単位：m<sup>2</sup>]

|          | 敷地面積      | 建物面積    |
|----------|-----------|---------|
| つくばキャンパス | 1,531,286 | 199,245 |
| 東海キャンパス  | 107,314   | 44,838  |

## ■ 2023 年度発表論文数 (共同利用・共同研究に基づくものを含む) [単位：本]

| 区分            | 論文数   |
|---------------|-------|
| 素粒子原子核研究所     | 452   |
| 物質構造科学研究所     | 700   |
| 加速器研究施設       | 325   |
| 共通基盤研究施設      | 53    |
| 量子場計測システム国際拠点 | 39    |
| その他           | 5     |
| 合計            | 1,574 |

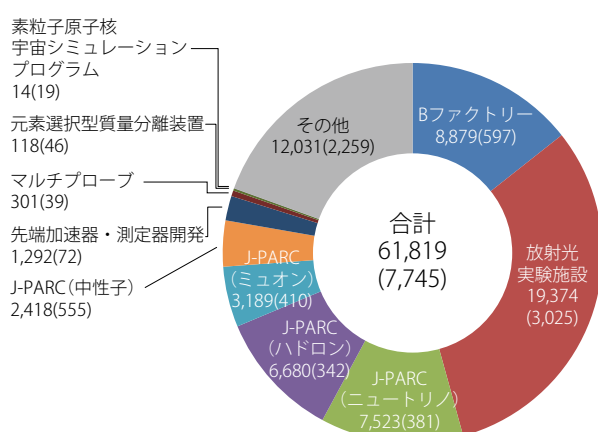
## ■ 2023 年度民間等との共同研究 [単位：件]

| 区分      | 件数 |
|---------|----|
| 2023 年度 | 67 |

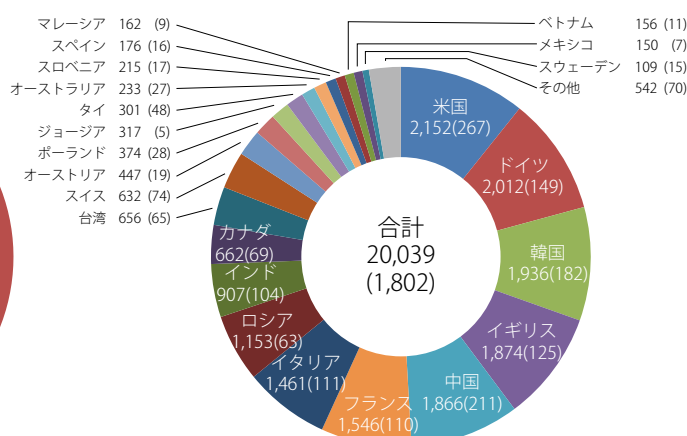
## ■ 共同利用実験の申請・採択・実施状況

| 区分                    | 項目 | 2023 年度 |      |      |
|-----------------------|----|---------|------|------|
|                       |    | 申請件数    | 採択件数 | 実施件数 |
| B ファクトリー実験            |    | 0       | 0    | 1    |
| 放射光実験                 |    | 376     | 361  | 705  |
| 中性子実験 (J-PARC)        |    | 131     | 115  | 83   |
| ミュオン実験 (J-PARC)       |    | 104     | 92   | 56   |
| ハドロン実験 (J-PARC)       |    | 6       | 0    | 0    |
| ニュートリノ実験 (J-PARC)     |    | 1       | 2    | 0    |
| マルチプローブ実験             |    | 3       | 3    | 3    |
| 素粒子原子核宇宙シミュレーションプログラム |    | 5       | 5    | 5    |
| 元素選択型質量分離装置実験         |    | 3       | 1    | 4    |
| 合計                    |    | 629     | 579  | 857  |

## ■ 2023 年度共同研究者等受入 〔単位：延人日（実人数）〕

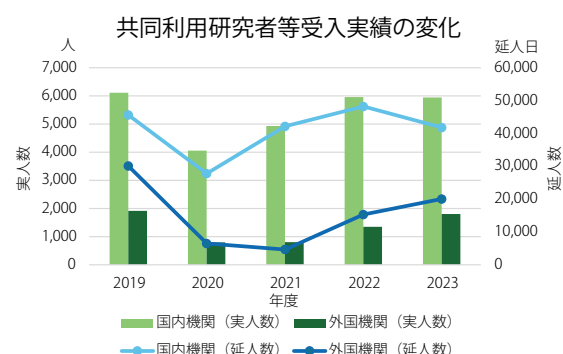


## ■ 2023 年度外国機関共同研究者受入 (国・地域別) 〔単位：延人日（実人数）〕



## 新型コロナウイルスによる影響

受入実人数（棒グラフ）はコロナ禍以前の2019年度に近い程度まで回復しており、今後も同程度を推移すると思われる。しかし、コロナ禍にオンラインミーティング等の利用が増加した影響か、特に外国機関の共同研究者の滞在日数は減少している。今後もこの傾向は続くと思定されるため、延人数（折れ線グラフ）は2023年度と同程度で推移すると推測される。



# 環境マネジメント

## 環境方針

### 高エネルギー加速器研究機構 環境方針

#### ◆ 基本理念

高エネルギー加速器研究機構は、研究・教育活動及びそれに伴うすべての事業活動において、地球環境の保全を認識し、環境との調和と環境負荷の低減に努めます。

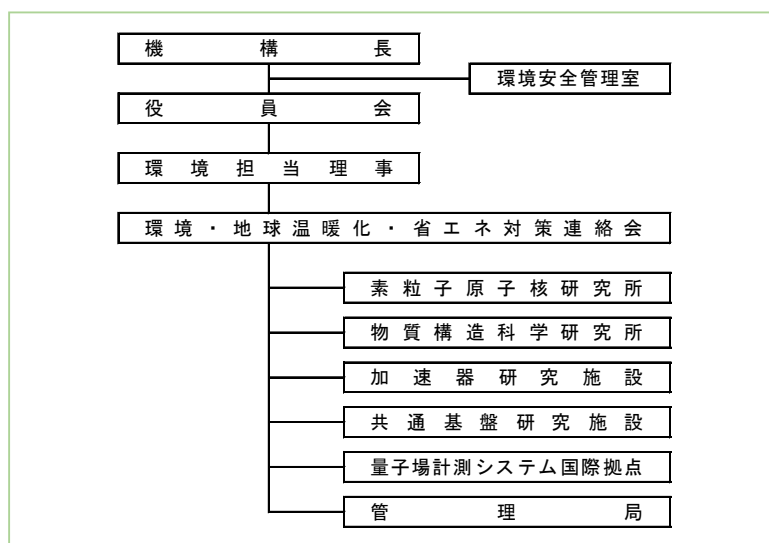
以上を念頭に置きつつ、研究・教育活動を積極的に推進するとともに、地球環境を維持・承継しつつ持続的発展が可能な社会の構築を目指します。

#### ◆ 基本方針

1. 省エネルギー、省資源、廃棄物の削減、放射線及び化学物質管理の徹底等を通じて、環境保全と環境負荷の低減に努めます。
2. 環境関連法規、条例、協定及び自主基準を遵守します。
3. 環境配慮に関する情報公開を適切に行うとともに、地域社会の一員として地域の環境保全に貢献します。
4. 環境マネジメントシステムを確立し、継続的な改善を進めます。
5. 環境保全の目的及び目標を設定し、教職員の環境意識を向上させ、共同利用研究者、大学院生、外部関連組織の関係者と協力してこれらの達成に努めます。

## 環境管理体制

KEK では、以下の組織で環境配慮活動に取り組んでいます。





# 環境目標・計画と達成度

## 環境保全と環境負荷の低減

| 環境目標                             | 行動計画                                                                 | 主な取り組み                                                                 | 評価 |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----|
| 温室効果ガス (CO <sub>2</sub> ) 排出量の削減 | 2023 年度温室効果ガス排出量上限値目標: 257,522 t<br>2005 年度排出量「273,960 t」を基準とし、毎年△1% | 以下の節減努力等により、目標達成に貢献                                                    | ○  |
| 建築物の建築、管理等にあたっての配慮               | 水の有効利用                                                               | 感知式の洗浄弁・自動水栓等節水に有効な器具の設置                                               | ○  |
|                                  | 敷地内の環境の維持管理                                                          | 敷地内に生育する茅を茅葺屋根の保存用に提供するなど、廃棄物の排出削減とともに文化財の保全等にも貢献                      | ○  |
|                                  | その他エネルギー消費量の少ない建設機械の使用等                                              | エネルギー使用量の少ない建設機材の使用等について仕様書への明記                                        | ○  |
|                                  | エネルギーの見える化による省エネ推進                                                   | 分析結果等についての HP 等での公表                                                    | ○  |
| 財やサービスの購入・使用にあたっての配慮             | 次世代自動車の導入                                                            | 公用車の更新時に配慮                                                             | ○  |
|                                  | 自動車の効率的利用 (公用車・業務連絡バスの利用等)                                           | 東海キャンパスとの往来(通勤含む)において、公用車の乗り合い、業務連絡バスの利用促進                             | ○  |
|                                  | 用紙類の使用量の削減                                                           | ペーパーレス会議の実施や両面コピー・集約コピー等の継続した励行                                        | ○  |
|                                  | 省エネルギー型 OA 機器等の導入                                                    | 環境物品等の調達の推進<br>・ 省エネ型機器の購入<br>・ コピー用紙、トイレトペーパーの再生紙利用<br>・ リサイクル可能製品の購入 | ○  |
|                                  | 再生紙などの再生品や合法木材を活用                                                    |                                                                        |    |
|                                  | 再生品等の活用                                                              |                                                                        |    |
|                                  | HFC の代替物質を使用した製品等の購入・使用の促進等                                          |                                                                        |    |
|                                  | その他温室効果ガスの排出の少ない製品、原材料等の選択                                           |                                                                        |    |
| その他の事務・事業にあたっての温室効果ガスの排出の抑制等への配慮 | エネルギーを多く消費する自動販売機の設置等の見直し                                            | 自販機の更新時において省エネ型機器を導入                                                   | ○  |
|                                  | エネルギー使用量の抑制                                                          | 昼休みの消灯、人のいない場所の消灯等の継続した励行                                              | ○  |
|                                  | 廃棄物の減量                                                               | トナーカートリッジの回収、書類等の溶解処理によるシュレッダー使用の抑制等の実施                                | ○  |
|                                  | 地球温暖化対策への戦略的取組                                                       | 省エネ対策について HP により職員への周知徹底                                               | ○  |
| ワークライフバランスの配慮・職員に対する研修等          | 一般需要以外の取り組み                                                          | 休止期間における設備の経済的な運用、高効率機器への更新、ESCO 事業の継続                                 | ○  |
|                                  | 職員に対する地球温暖化対策及び省エネルギー対策に関する研修の機会の提供、情報提供                             | 環境配慮に関する研修への参加、省エネ対策に関する情報について HP での公表                                 | ○  |
|                                  | 情報発信                                                                 |                                                                        |    |
|                                  | 省エネルギー等の教育啓発                                                         |                                                                        |    |
| その他                              | 省エネルギー対策の推進                                                          | 基盤技術の開発と装置の改善、将来型加速器に向けた技術開発、実験材料や機器の再利用や有効利用を促進                       | ○  |
|                                  | 実験機器の省エネルギー、資源の有効活用の推進                                               |                                                                        |    |

### 評価基準

- 目標を達成している
- △ 目標の達成するには更なる努力が必要
- ▲ 目標を達成できなかった

省エネアクションプラン 2023

≫ [https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2024/02/actionplan\\_2023.pdf](https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2024/02/actionplan_2023.pdf)

# 環境負荷の全体像

2023 年度の環境負荷の全体像について以下に示します。

## 投入量

|           |                      |
|-----------|----------------------|
| 総エネルギー投入量 | 2,512 TJ             |
| 電力使用量     | 259 GWh              |
| 都市ガス使用量   | 89 千 m <sup>3</sup>  |
| 石油燃料使用量   | 16 kL                |
| 印刷用紙購入量   | 14 t                 |
| 水資源使用量    | 329 千 m <sup>3</sup> |

|                |        |
|----------------|--------|
| 太陽光発電量<br>ヘリウム | 76 MWh |
|----------------|--------|

## 排出量

|                             |                         |
|-----------------------------|-------------------------|
| エネルギー由来 CO <sub>2</sub> 排出量 | 119 千 t-CO <sub>2</sub> |
| 一般廃棄物排出量                    | 85 t                    |
| 産業廃棄物排出量                    | 411 t                   |
| 実験系廃棄物排出量                   | 13 t                    |
| 放射性廃棄物排出量                   | 11 kL                   |
| 下水道排出量                      | 85 千 m <sup>3</sup>     |

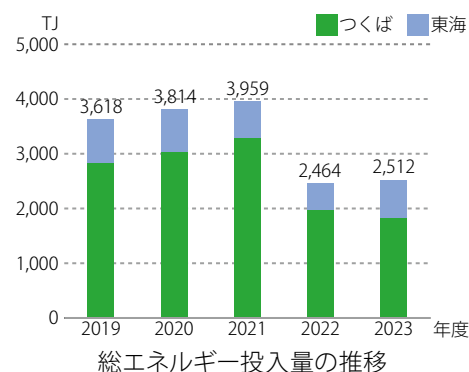
|       |       |
|-------|-------|
| リサイクル | 529 t |
|-------|-------|

## 総エネルギー投入量

2023 年度は、259,347 MWh の電力、89 千 m<sup>3</sup> の都市ガス、14 kL のガソリン、1 kL の軽油、0.6 kL の A 重油を使用しました。これらのエネルギー投入量を熱量に換算すると 2,512 TJ (T (テラ) は 10<sup>12</sup> で、1 TJ = 1,000 GJ) であり、2022 年度と比べ 2% 増となりました。総エネルギー投入量の 99% 以上は電力使用量によるものです。

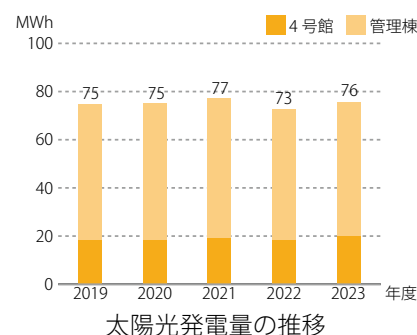
つくばキャンパスでは 2022 年度と比べ 8% 減少しました。これは 2022 年 6 月から 2024 年 1 月にかけて行われた SuperKEKB と Belle II 測定器の大規模改修によって、加速器を停止していたためです。

東海キャンパスでは 2022 年度と比べ 41% 増加しましたが、2021 年度から 2022 年度にかけて行われた MR の高度化とハドロン実験施設のメンテナンスによる運転停止期間が終了し、加速器の運転を再開したためです。換算係数については、p.35 の環境データ集をご覧ください。



## 太陽光発電量

つくばキャンパスでは、太陽光発電設備を管理棟 (50 kW) と 4 号館 (17 kW) の屋上に設置しています。2023 年度は、合わせて 76 MWh を発電しました。





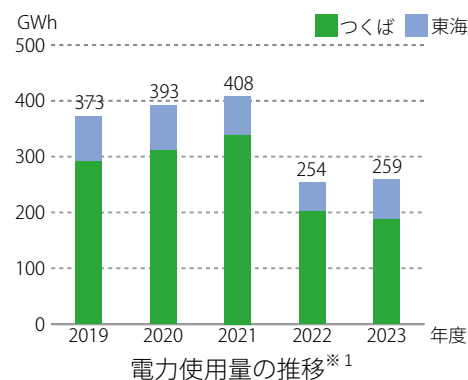
## 電力

2023 年度は、つくばキャンパスにおいて、186,804 MWh の電力を使用しました。2022 年度と比べ、8% 減少しました。一方、東海キャンパスにおいては、72,543 MWh の電力を使用し、2022 年度と比べ 42% 増加しました。

一般家庭の年間電力使用量 3,531 kWh<sup>※2</sup>と比較すると、約 73,000 世帯分に相当します。

※1 J-PARC の電力使用量については、JAEA との協議による負担分を記載しています。

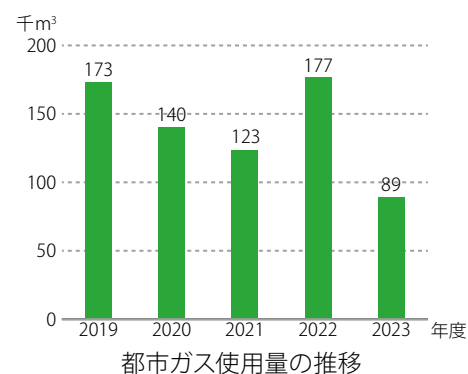
※2 環境省「令和 4 年度 家庭部門の CO<sub>2</sub> 排出実態統計調査（確報値）」  
地方別世帯当たり年間電気消費量（固有単位）：関東甲信



## 都市ガス

都市ガスは主に実験室空調用及び実験冷却水用につくばキャンパスでのみ使用しています。2023 年度は、2022 年度と比べ 50% 減少しました。

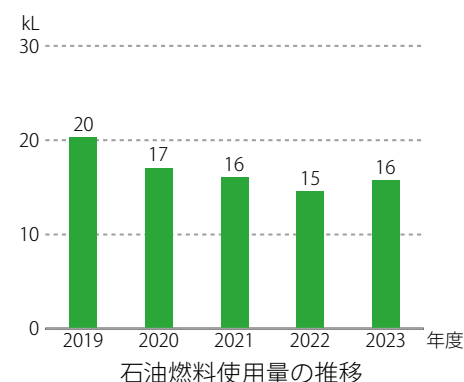
大部分を占める PF エネルギーセンターでの使用が、加速器の運転停止に伴い減少したためです。



## 石油燃料

石油燃料は、公用車のガソリン・軽油及び自家発電に用いる A 重油が該当し、購入量を使用量としています。2023 年度は、2022 年度と比べ 8% 増加しました。

なお、つくばー東海間を往復する業務連絡バスの燃料は、請負業者の事業負担であるため含めていません。

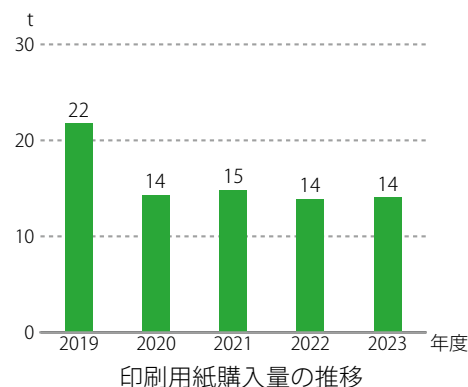




## 印刷用紙

2023 年度の印刷用紙購入量は 14 t と、2022 年度と比べ 1% 増加しました。

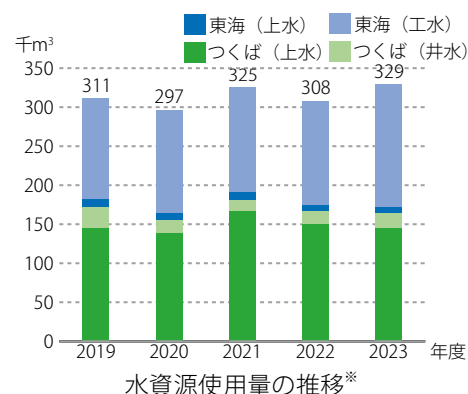
今後とも申請書等の電子化、ペーパーレス会議の効率的な開催、両面印刷の徹底など、紙の使用量削減に努めていきます。



## 水資源

KEK では、上水のほかに、つくばキャンパスでは井水を、東海キャンパスでは工水（工業用水）を使用しています。井水や工水は、実験装置冷却水や空調設備のクーリングタワー（冷却塔）の循環水、便所洗浄水等に使用しています。2023 年度は、2022 年度と比べ、つくばでは上水 3% 減少、井水 12% 増加、東海では上水 1%、工水 18% 増加でした。

※ J-PARC の上水及び工水は、JAEA との協議による負担分を記載しています。

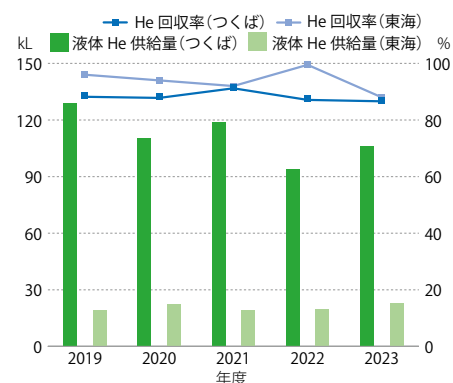


## ヘリウム

ヘリウムは、元素中で最も低い沸点 (-269℃, 1 気圧) を持ち、化学的にも放射線的にも非常に安定な元素です。これらの性質故に、ヘリウムは、病院の MRI 等の超伝導機器、ガラスファイバーや半導体製造などの先端技術に必要な元素となっています。このため、ヘリウムの消費量は年々増加する傾向にあります。一方、ヘリウムは地球上において希少な資源であり、限られた天然ガス田からの副産物としてしか生産されないため、その需給は不安定です。

KEK においてヘリウムは、極低温実験や超伝導技術開発用の冷媒として非常に重要な役割を持っています。超伝導技術は省エネルギー技術として重要な環境技術の一つで、その開発は KEK の環境技術への貢献の一つの柱となっています。KEK での液体ヘリウムの需要は、図の通り、一研究機関の需要としては非常に大きなものです。このため KEK では、ヘリウムの循環再利用は大きな責務として捉え、冷媒として供給した液体ヘリウムを使用後にガスヘリウムとして回収し再利用しています。

2023 年度は、両キャンパスで回収率が低下しました。回収率低下の原因は、つくばではフォトンファクトリーの回収液化設備の老朽化であり、東海ではユーザー側での不純物混入による一部廃棄でした。回収液化設備の改修・更新・拡充やスタッフ・ユーザーへの教育を通して更なる回収率の向上に努力しています。



KEK における液体ヘリウムの供給とガスヘリウムの回収率



## 温室効果ガス

2023 年度のエネルギー由来の CO<sub>2</sub> 排出量は 118,739 t-CO<sub>2</sub> でした。その内訳は電力使用量によるものが 99% 以上を占めています。

2018 年 3 月に「高エネルギー加速器研究機構における地球温暖化対策のための計画書」を 5 年毎の見直しにより改訂し、KEK 全体の CO<sub>2</sub> 排出量の削減目標を、2005 年度比で 2030 年度までに 30% 減としました。なお、2005 年度の CO<sub>2</sub> 排出量 273,960 t-CO<sub>2</sub> と比べ、2023 年度は 57% 減となりました。

換算係数については、p.35 の環境データ集をご覧ください。

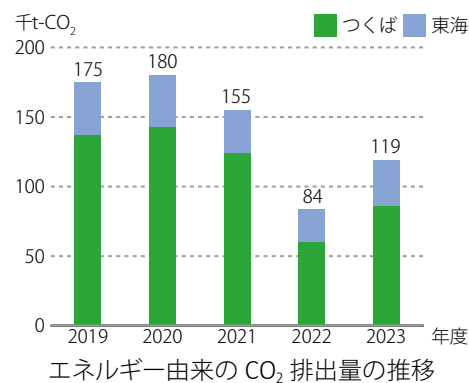
2023 年度の新エネルギー由来の CO<sub>2</sub> 排出量としては、第一種特定製品からのフロン漏えいにより、439 t-CO<sub>2</sub> の排出がありました。また、以下の機器は SF<sub>6</sub>（六フッ化硫黄）が使用されています。通常使用での漏れはありませんが、地球温暖化対策の推進に関する法律の排出量算定計算式により算出したものです。

粒子加速器の使用による漏えいが 24 t-CO<sub>2</sub> と推定されました<sup>\*1</sup>。

電気機械器具の使用（各特高受変電所の GIS 等）による漏えいが 67 t-CO<sub>2</sub> と推定されました<sup>\*2</sup>。

<sup>\*1</sup> 封入量 (tSF<sub>6</sub>) × 排出係数 (0.045 tSF<sub>6</sub>/tSF<sub>6</sub>/年) × 1 年 × 地球温暖化係数 23,500 で推定

<sup>\*2</sup> 封入量 (tSF<sub>6</sub>) × 排出係数 (0.001 tSF<sub>6</sub>/tSF<sub>6</sub>/年) × 1 年 × 地球温暖化係数 23,500 で推定



## 廃棄物・リサイクル

### 一般廃棄物

2023 年度は、一般廃棄物として 82 t の可燃物、2 t の不燃物を排出しました。つくばキャンパスからの不燃物については、2019 年度から産業廃棄物として処理しています。今後もゴミの分別やリサイクルに対する意識の向上に努めていきます。

一般廃棄物排出の推移 (5 年間) (単位: kg)

|     | 2019 年度 | 2020 年度 | 2021 年度 | 2022 年度 | 2023 年度 |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|
| 可燃物 | 92,641  | 81,011  | 80,389  | 85,206  | 82,068  |
| 不燃物 | 2,641   | 2,687   | 2,615   | 2,342   | 2,441   |
| 合計  | 95,282  | 83,698  | 83,004  | 87,548  | 84,509  |

### 産業廃棄物

2023 年度は、東海キャンパスでコンクリート遮蔽体の廃棄等があり、2022 年度に比べ、大きく増加しました。また、2021 年度は、高濃度 PCB 廃棄物のみを委託処理しましたが、2022 年度に続き 2023 年度は低濃度 PCB 廃棄物を多く委託処理したため、増加しました。今後も、廃棄物の内容を十分に把握し、適切な処理を行っていきます。

産業廃棄物排出の推移（5 年間）（単位：kg）

|              | 2019 年度 | 2020 年度 | 2021 年度 | 2022 年度 | 2023 年度 |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| プラスチック       | 37,435  | 12,055  | 21,350  | 6,730   | 56,400  |
| 木屑           | 28,487  | 11,200  | 131,110 | 52,670  | 38,311  |
| 金属屑          | 3,811   | 11,115  | 3,415   | 8,944   | 4,062   |
| コンクリート、がれき類等 | 59,621  | 42,790  | 352,720 | 31,940  | 296,360 |
| 蛍光灯、水銀灯      | 2,732   | 1,986   | 266     | 2,794   | 2,425   |
| 蓄電池          | 20      | 300     | 2,835   | 59      | 0       |
| PCB 廃棄物      | 69,300  | 52,157  | 2       | 9,374   | 13,295  |
| 合計           | 201,405 | 131,603 | 511,699 | 112,511 | 410,852 |

## 実験系廃棄物

2023 年度は、無機系や有機系の廃液や廃油、廃試薬類などの実験系廃棄物類を合計 13 t 排出しました。無機廃液と有機廃液の一部は KEK 内の実験廃液処理施設で処理していますが、その他は外部の専門業者に処理を委託しています。2022 年度に比べ 36% 減少しました。

実験系廃棄物排出の推移（5 年間）（単位：kg）

|      | 2019 年度 | 2020 年度 | 2021 年度 | 2022 年度 | 2023 年度 |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 無機廃液 | 4,424   | 1,369   | 3,572   | 1,898   | 2,034   |
| 有機廃液 | 24,048  | 9,219   | 9,220   | 7,868   | 3,793   |
| 廃油   | 7,129   | 4,682   | 2,623   | 9,737   | 5,233   |
| 写真廃液 | 0       | 0       | 0       | 852     | 0       |
| 廃水銀  | 0       | 3       | 0       | 0       | 0       |
| 固形物他 | 792     | 938     | 4,407   | 404     | 2,220   |
| 合計   | 36,393  | 16,212  | 19,823  | 20,759  | 13,280  |

## 放射性廃棄物

放射性廃棄物のうち、50 L ドラム缶に充填できるものは、日本アイソトープ協会へ減容処理・保管を依頼しています。つくばキャンパスでは、協会へ引き渡せる放射性廃棄物の発生量が少なく、2023 年度の引き渡しはありませんでした。東海キャンパスからは 11,156 L を日本アイソトープ協会と JAEA 原子力科学研究所(原科研)に引き渡しました。2022 年度は廃棄物処理の予算の関係で、これまで保管していた分も含めて引き渡しましたが、2023 年度は例年と同程度の量に戻っています。原科研への引き渡しは 2023 年度が初めてです。日本アイソトープ協会へ引き渡せないものも含めた KEK 内での放射性廃棄物の保管については、p.17 の放射線管理をご覧ください。

放射性廃棄物搬出の推移（5 年間）（単位：L）

|                  | 2019 年度 | 2020 年度 | 2021 年度 | 2022 年度 | 2023 年度 |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| つくばキャンパス         | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 東海キャンパス (J-PARC) | 11,568  | 6,802   | 7,182   | 18,250  | 11,156  |
| 合計               | 11,568  | 6,802   | 7,182   | 18,250  | 11,156  |

## リサイクル

コピー用紙、新聞、雑誌を古紙として、専門業者に売却しています。情報セキュリティのため売り払いできない文書は溶解処理を委託し、リサイクルされています。また、使用を終了した実験機器や部品、工作加工に伴う金属材料の端材などの金属廃棄物のうち、鉄、銅、アルミニウム、鉛、真鍮、ステンレスを分別して回収し、専門業者に売却しています。産業廃棄物の金属屑が4tに対し、478tの金属屑がリサイクルのために売却されており、大部分が有効利用されています。家電は家電リサイクル法に基づき、適切に処理しています。

リサイクルの推移（5年間）（単位：kg）

|         | 2019 年度 | 2020 年度 | 2021 年度 | 2022 年度 | 2023 年度 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 古紙(売却)  | 32,270  | 37,480  | 34,740  | 41,070  | 35,060  |
| 文書溶解処理  | 9,970   | 9,435   | 12,800  | 9,650   | 15,910  |
| 金属屑(売却) | 466,545 | 132,402 | 660,697 | 766,770 | 477,900 |
| 合計      | 508,785 | 179,317 | 708,237 | 817,490 | 528,870 |

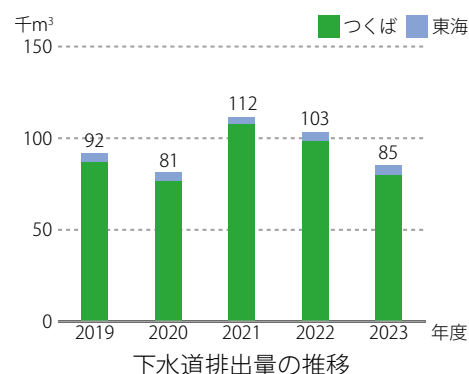
## 下水道

2023 年度、つくばキャンパスからは、80 千 m<sup>3</sup> の排水を公共下水道に排出しました。2022 年度と比べ 19% 減となっています。

東海キャンパスの東海 1 号館地区からの排水は下水道に排出していますが、排出量を計測していないため、上水使用量を下水道排出量と見なしています。

J-PARC の排水については、原科研内第 2 排水溝より海域に放流しています。

排水管理についての詳細は、p.17 をご覧ください。



## 大気

### NOx、ばいじん

KEK では冷水の製造のために冷温水発生機を使用しています。燃料に都市ガスを用いるため、大気汚染物質の窒素酸化物 (NOx) 及びばいじんが排出されます。つくばキャンパス PF エネルギーセンターの冷温水発生機 2 台、真空温水発生機 2 台について、10 月と 3 月に行った窒素酸化物の測定結果は排出基準値 150 ppm 以下で問題ありませんでした。ばいじんについては 10 月と 3 月に測定しましたが、いずれの発生機でも排出基準値 0.05 g/m<sup>3</sup> を超えることはありませんでした。

# 環境会計

## 環境保全コスト

環境負荷の発生の防止、抑制又は回避、影響の除去、発生した被害の回復などへの取り組みのための投資額を以下に示します。

| コストの分類・取組内容                | 2022 年度*投資額(千円) | 2023 年度*投資額(千円) |
|----------------------------|-----------------|-----------------|
| 公害防止コスト                    | 10,704          | 6,693           |
| 石綿調査                       | 10,704          | 6,693           |
| 地球環境保全コスト                  | 102,823         | 73,132          |
| フロンガスの回収・処理                | 3,327           | 2,940           |
| ルームエアコンの更新                 | 2,841           | 15,453          |
| パッケージ型エアコン更新               | 82,340          | 41,278          |
| 照明器具の取替                    | 6,446           | 6,734           |
| 変圧器の取替                     | 6,732           | 4,994           |
| 網戸の取付                      | 143             | 1,733           |
| 計量器の取付(建物毎の上水、井水、電力使用量の把握) | 994             | 0               |
| 資源循環コスト                    | 92,320          | 87,524          |
| 一般廃棄物処理                    | 1,709           | 1,666           |
| 産業廃棄物処理                    | 11,669          | 19,913          |
| PCB 廃棄物処理                  | 5,624           | 6,060           |
| 実験系廃棄物処理                   | 37,735          | 38,440          |
| 放射性廃棄物処理                   | 35,583          | 21,445          |
| 管理活動コスト                    | 48,757          | 48,915          |
| 環境報告書作成                    | 420             | 343             |
| 電子マニフェストシステム利用料金           | 3               | 2               |
| 冷温水発生機等ばい煙測定               | 463             | 463             |
| 植物管理                       | 44,206          | 43,526          |
| 枯損木撤去                      | 3,665           | 4,582           |
| 合計                         | 254,604         | 216,265         |

\*各項目の金額は、単位未満を四捨五入しているため、各コスト計及び合計と一致しない場合があります。

## 環境保全対策に伴う経済効果

リサイクルや自家発電による収益、環境保全対策等による費用節減について、以下に示します。

| 実質的効果 |                    | 2022 年度(千円)   | 2023 年度(千円)   |
|-------|--------------------|---------------|---------------|
| 収益    | 太陽光発電              | 1,693         | 1,739         |
|       | リサイクル              | 151,244       | 123,759       |
|       | 古紙                 | 788           | 488           |
|       | 金属屑                | 150,456       | 123,271       |
| 推定的効果 |                    | 2022 年度(千円/年) | 2023 年度(千円/年) |
| 費用節減  | 省エネルギーによるエネルギー費の節減 | 65,170        | 47,806        |
|       | エアコン等の更新           | 15,339        | 3,059         |
|       | 冷却水関連機器の停止         | 32,219        | 23,719        |
|       | 変圧器の停止             | 17,612        | 21,028        |

|      |                  |                                                                                                        |
|------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 算定条件 | 1. 光熱水費          | 各資源の年度単価による                                                                                            |
|      | 2. 居室等の照明器具点灯時間  | 20 日 / 月 x12 ヶ月 x12 時間 / 日 = 2,880 時間 / 年                                                              |
|      | 3. 居室等の空調機器運転時間  | 冷房: 20 日 / 月 x4 ヶ月 x12 時間 / 日 = 960 時間 / 年, 暖房: 20 日 / 月 x5 ヶ月 x12 時間 / 日 = 1,200 時間 / 年 (圧縮機稼働率: 0.6) |
|      | 4. 実験室等の空調機器運転時間 | 制御室: 365 日 x24 時間 / 日 = 8,760 時間 / 年, 実験室: 200 日 x24 時間 / 日 = 4,800 時間 / 年 (圧縮機稼働率: 0.6)               |
|      | 5. 変圧器の通電時間      | 365 日 x24 時間 / 日 = 8,760 時間 / 年                                                                        |



# 環境関連法規の遵守状況

## 放射線管理（放射性同位元素等の規制に関する法律・電離放射線障害防止規則など）

KEKの研究の基盤となる加速器では運転により放射線や放射能が発生します。この放射線や放射能が漏れることのないように、加速器はコンクリートや鉄などの厚い遮蔽体の中に設置しており、法令やKEKの規程に基づいて管理しています。

放射線・放射能は測定器を用いて連続的に集中監視しており、放射線量の増加を検知した際には自動的に加速器の運転を停止する信号を出します。測定器の測定値と機能の確認は毎年行っています。

KEKの施設からの放射線量は、敷地境界で自然の放射線による量を十分に下回るように設計しています。年間を通じて敷地境界での測定を行っており、実際に測定値は自然の変動の範囲内であることを確認しています。

高エネルギー加速器の運転に伴い放射能が生じた機器は、放射化物または放射性廃棄物として管理します。放射化物は法令に基づき指定した保管施設に台帳登録して保管し、放射性廃棄物も指定した保管廃棄施設で保管を行います。また、非密封放射性同位元素を扱う実験で生じた放射性廃棄物も同様に、保管廃棄施設で保管を行います。これらの施設では、定期的な出入口の汚染検査と周辺の線量率測定を実施しています。

その他に実験室から出る廃水や施設の作業環境についても、放射線・放射能の測定を実施し法令で定められた値よりも十分に低いことを確認しています。

## 排水管理（水質汚濁防止法、下水道法、土壤汚染対策法、放射性同位元素等の規制に関する法律）

つくばキャンパスで発生する排水は、汚水排水槽から公共下水道に排出されます。毎月1回水質検査を行い、排出基準値を超えないことを確認しています。

廃液を伴う実験研究は廃水貯留槽が設置された建物で行うこととし、発生した廃液は専用の容器に分別回収、実験に使用した器具類を洗浄した廃水は廃水貯留槽に貯留し、それぞれ無害化処理を行った後に下水道に放流しています。更に、周辺環境保全のため、敷地境界付近に掘削した4ヶ所の井戸から定期的に地下水を採水し、その水質を監視しています。

また、水質汚濁防止法における有害物質使用特定施設、並びに有害物質貯蔵指定施設について定期点検を実施しています。放射線管理区域内で発生する廃水については、放射性廃水処理施設に集められ、放射能濃度が濃度限度基準値の1/20以下であること及びその水質が排出基準値を下回っていることを確認した上で公共下水道に放流しています。

東海キャンパス（J-PARC）で発生する排水は、トイレ等の生活排水系統、雨水等の雑排水及び放射性排水の3系統があり、放射性排水は、MRトンネル等放射線管理区域で発生する実験冷却水、湧水等の排水で各機械室に設置されているRI水槽に一時貯留され、放射能濃度が高い場合は、希釈等を行い安全な濃度以下にしてから原科研内第2排水溝に放流しています。

## エネルギー管理（エネルギーの使用の合理化及び非化石エネルギーへの転換等に関する法律）

KEKは、エネルギーの使用の合理化等のため「エネルギー管理組織」を設置しエネルギーの使用の合理化等に努めています。また、各研究所施設等から選出された委員で構成する「エネルギー調整連絡会」を設置し、①エネルギー需要のピーク時の需要調整、②エネルギーの使用の合理化等に関する法律に基づく管理標準の作成について連絡・調整、を行っています。例えば、実験スケジュールを調整し、夏場の電力需要が高まる期間にKEKでは実験を控え、エネルギー需要を平準化する調整を本連絡会で取り決めています。

## 温室効果ガス（地球温暖化対策の推進に関する法律）

KEK は、特定排出者に該当し、省エネ法に基づくエネルギー使用量の報告と合わせて、事業所管大臣である文部科学大臣へ CO<sub>2</sub> 排出量を報告しています。また、KEK では、文部科学省からの要請により 2008 年に「大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構における地球温暖化対策のための計画書」を策定し、省エネルギー及びエネルギー起源 CO<sub>2</sub> の削減に取り組んでいます。

## 化学物質管理（PRTR 法：特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律）

PRTR 法は対象物質を年間 1 t（特定第一種指定化学物質は 0.5 t）以上取り扱う事業所に、その排出量・移動量の届出を義務付けています。2023 年度に届出の対象となる量の取り扱いはありませんでした。

## 廃棄物管理（廃棄物の処理及び清掃に関する法律、PCB 特別措置法）

KEK 内で発生する廃棄物には、1) 廃プラスチック類、木屑、がれき類などの産業廃棄物、2) 研究活動で発生する廃油、有機系・無機系の廃液類、有害固形廃棄物などの実験系廃棄物、3) その他の一般廃棄物に大きく分類されます。実験系廃棄物の一部は、KEK 内の実験廃液処理施設において無害化処理を行い、その他は専門の産業廃棄物処理業者へ委託し、事業系一般廃棄物として適正に処分しています。

古いトランスやコンデンサ、安定器などの電気機器の中には、絶縁油中に有害な PCB（ポリ塩化ビフェニル）を含むものがあります。これらについては専用の保管庫で保管し、保管・処分状況を毎年茨城県に報告すると共に、2026 年度末の処分期限に向けて計画的に処分を進めています。

## グリーン購入（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）

グリーン購入法（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）を遵守し、環境負荷低減に資する製品・サービス（特定調達品目）などの調達を進め、毎年その実績を関係省庁に報告しています。

2023 年度における特定調達品目の調達率は 100% に近い割合を達成しました。2024 年度以降も引き続き KEK 内への周知徹底を図り、全ての調達において継続して適合商品を購入することに努めていきます。

## フロン管理（フロン類の使用の合理化及び管理の適正化に関する法律）

管理している業務用空調機や冷凍機などの第一種特定製品に関して、機器毎に簡易点検（3 ヶ月毎に 1 回）及び定期点検（年 1 回）を確実に実施し、その記録を保管しています。また、フロン類の回収や処分については、第一種フロン類充填回収業者に委託し、適切に処理しています。

## アスベスト管理（石綿障害予防規則及び大気汚染防止法）

石綿障害予防規則及び大気汚染防止法の改正に伴い、建築物、工作物の解体等の作業を行うときは、石綿（アスベスト）による労働者のばく露防止及び環境への飛散防止の措置を講じることとしています。事前調査に関する情報は、KEK 施設部が一括して管理し、KEK 内の類似作業において情報共有を行っています。また、工事発注者となる KEK 職員に向けて、法改正にあわせたアスベスト確認フローチャートを用いた注意喚起及び周知をしており、さらに 2023 年度からは、契約（発注）時に作業現場の安全を確保するための仕組みとして安全対策チェックシートの活用が始まりました。これにより、作業場所におけるアスベスト建材の事前確認、保護具着用、記録の保管など、作業管理のための注意事項を契約の都度確認する体制となっています。

## 環境関連トピックス

# Belle II 実験データ収集システムの高度化に伴う省スペース・省電力化

素粒子原子核研究所 山田 悟

Belle II 実験はつくばキャンパスにある周長約 3 km の SuperKEKB 加速器を用いた電子陽電子衝突実験で、数十億電子ボルトまで加速された電子陽電子ビームを衝突させて生じた様々な粒子を縦・横・高さが約 8 メートルの大きさを持つ Belle II 測定器で測定します。2019 年より本格的な実験データ収集を開始しており、素粒子物理における新しい事象の発見を目指して現在もデータを収集、解析しているところです。この Belle II 実験では、検出器で得られた粒子の反応データを読み出して処理し、最終的にディスクやテープに保存するデータ収集システムというものが稼働しています。ここでは 2024 年に完了したデータ収集システムの高度化とそれによって得られた省スペースと省電力化について説明したいと思います。

まず Belle II 実験のデータ収集システムの概略図を図 1 に示します。Belle II 測定器というのは 7 つの異なる機能を持つサブ検出器より構成されており、これらの検出器の信号はアナログの電気信号となりますが、この電気信号は減衰やノイズを防ぐために検出器近くに設置されているフロントエンド電子回路 (FEE) ボードでデジタル情報に転換された後、検出器の横にあるエレクトロニクスハットという建物内

のデータ収集システムに送られます。このデータの流において、FEE からデータを受け取って必要な処理を行い、下流のサーバ室にある High-level Trigger (HLT) システムへと送る部分を読み出しシステムと呼んでいますが、今回の高度化はこの読み出しシステムについて行ったものです。正確に言いますと検出器の最内層のピクセル検出器については別の特殊な読み出しシステムが使われているため、高度化はその他のサブ検出器の読み出しシステムとなります。

読み出しシステムは今までは COPPER ボードという Belle II 実験の先代の Belle 実験から使われている電子回路を使っていました。この COPPER ボードは汎用性を重視したボードであるため、いろいろな機能を持った子ボードを COPPER ボード上に搭載して用いる形になりますが、Belle II 実験は長期にわたり行われる実験であるため、最近は徐々に修理用の部品の確保が難しくなっていました。また COPPER ボードで使われている PCI バスやギガビットイーサネットなどの通信規格も性能的に物足りなくなってきたこともあり、読み出しシステム全体の刷新を行うことになりました。COPPER ボードに代わる新しい読み出しボードについては色々と検討を行った結果、Belle

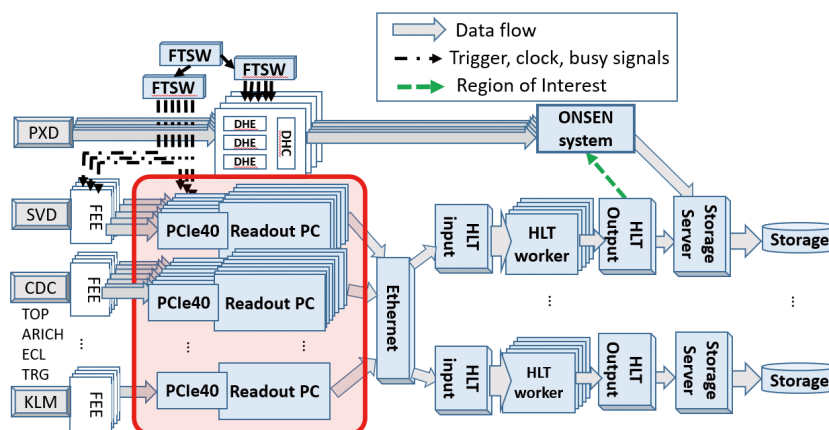


図 1. Belle II 実験データ収集システムのダイアグラム。赤枠内が高度化した読み出しシステム。



II 実験のライバルでもある CERN の LHCb 実験が同時期にデータ収集システムのアップグレードを計画していましたので、そこで開発された PCIe40 ボードを採用することにして、そのボードに搭載されている FPGA というプログラム可能な電子チップの内容を Belle II 実験用に独自に開発するという作業を行いました。

FPGA というのは近年非常に需要が旺盛となっている電子デバイスであり、CPU のような汎用的な使い方はできませんが、ファームウェアと呼ばれるプログラムを走らせることができ、決まった処理を高速で繰り返しするような機器には向いています。近年は素粒子実験のデータ処理においても FPGA 搭載ボードが広く使われています。この FPGA に今まで COPPER ボード上の CPU で行ってきたデータ処理を一部担わせることで、読み出しボードとそれをホストするサーバというシンプルな構成で新しい読み出しシステムを構成することができました。

コンパクトな読み出しシステムを作る後押しとなったのが、FPGA チップの入出力部分とそれを処理出来るだけのロジック容量の増加です。素粒子実験では測定精度向上の為に検出器はどんどん高精細化されており、必然的に読み出しチャンネル数は増加して FEE ボードから大量のケーブル経由でデータが送られてくる形となります。このため読み出しボードの FPGA が持つ入出力のトランシーバーの数が重要になります。PCIe40 ボードの FPGA は 48 のシリアルトランシーバーを持っており、従来のシステムは COPPER ボード 1 枚当たり最大 4 チャンネルで運用していたことを考えると、一枚の読み出しボードで多くの検出器の FEE ボードからデータを集めることができるようになっていきます。

結果として今までのシステムでは 203 枚の COPPER ボードと 43 台のサーバで構成されていた読み出しシステムが、21 枚の PCIe40 ボードとそれを搭載する 21 台のサーバという構成になりました(図 2)。新読み出しシステムで消費電力量を調べると、全体で 3.9 kW の電力消費となっており、以前のシステムでは概算で約 12 kW の電力を消費していたことを考え合わせると、この高度化でおよそ 1/3 に電力消費を減らすことができたことになります。省スペース化については機器の数からも明らかですが、従来システムではエレクトロニクスハット内で 13 台のラックを占有していましたが、新システムではラック 2 台分までに圧縮されています。Belle II 実験のような規模の実験において読み出しシステムがラック 2 台分に収まっているのはかなり驚きではありません。

今回の読み出しシステムの高度化による省電力化は Belle II 実験や SuperKEKB 加速器運転の全体と比べるとわずかなものではありませんが、最先端のデバイスを用いることによるシステムの集積化、省電力化の良い実例になったのではないかと思います。



図 2. 刷新後の読み出しシステム。2 台のラックに 21 台のサーバを収納。

#### 原著論文

Q. D. Zhou et al. "PCI-Express Based High-Speed Readout for the Belle II DAQ Upgrade", IEEE Trans. Nucl. Sci. 68, 1818–1825, 2021.

D. Levit et al. "Trigger Timing Interface for the Read-Out Upgrade of the Belle II DAQ", IEEE Trans. Nucl. Sci. 70, 941–948, 2023.

#### 関連サイト

Belle II 実験

≫ <https://belle2.jp/ja/>

# 電池などの材料開発に向けた Transient $\mu$ SR 法～ミュオンで見る過渡過程～

物質構造科学研究所 西村 昇一郎

自然エネルギーの持続性の観点から、より高効率な電池材料開発の重要性は日々増えています。リチウムイオン電池などの電池はイオンが電荷を運ぶため、電池材料の開発研究において、充放電している時の電池内部のイオンの運動を理解することが最大の関心です。

ミュオンスピン回転 / 緩和 / 共鳴 ( $\mu$ SR)<sup>\*1</sup> は、電池内部の微小なイオンの運動を非破壊的に捉えることができ、電池内部のイオン運動の解明に期待が寄せられています。ところが、従来の  $\mu$ SR では測定中に試料環境を変えることができなかったため、過渡的な試料の状態変化を調べるには測定時間を短く区切るなどの工夫が必要でした。一方で、統計的なばらつきを抑えて精度を上げるためには測定時間を長くする必要があります。ミュオンビームの利用には時間に限りがあり、難しい測定時間の最適化が求められました。

大強度陽子加速器 J-PARC では、世界最高強度のミュオンビームを使った実験が行われています。短時間でたくさんのミュオンが得られるため、測定時間も短くすることが可能です。近年はむしろ測定を始める前の、温度などの試料環境の安定化にかかる時間の方が長くなる傾向にありました。安定化するまで待っている間もビームは出ているので、そのビームを使うことでより効率的に測定を行うことができます。これを可能にしたのが新しく開発した Transient  $\mu$ SR です。

Transient  $\mu$ SR は、従来の  $\mu$ SR 測定データと試料環境の情報を統合的に扱う手法です。図1にこの手法の手順を示しました。まず時間情報を使って  $\mu$ SR データに試料環境情報を紐付けます。J-PARC のビームは 25 Hz 繰り返しのパルス構造になっており、ストロボ写真のように  $\mu$ SR のデータが蓄積されていきます。そして、測定が終了した後で、試料環境情報をもとに  $\mu$ SR データを整理することで、特定の試料環境条件に絞った  $\mu$ SR データを表示することができます。これにより、例えば測定中に試料環境が変わってしまったとしても、必要な部分のみを切り取ることが可能になります。あるいは、積極的に試料環境や

試料そのものを変化させ、過渡的な測定が可能になります。

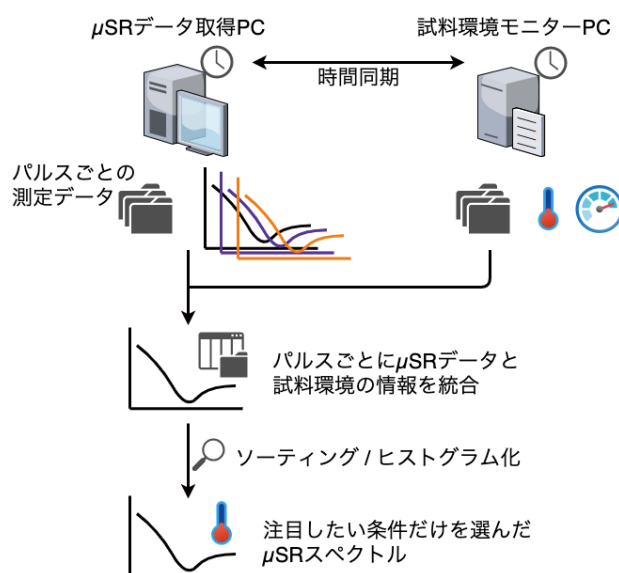


図1. Transient  $\mu$ SR の仕組み。従来の  $\mu$ SR 測定データと試料環境のデータを統合して解析する。

Transient  $\mu$ SR を使うためには、従来のソフトウェアでデータを扱うことができないため、多くのユーザーが使えるようなソフトウェアを開発しました。また、Transient  $\mu$ SR の有効性を実証するため、J-PARC 物質・生命科学実験施設 (MLF) ミュオン科学実験施設 (MUSE) の S line で既知試料のビーム試験を行いました。

1つ目は温度により磁気構造が変化する酸化銅 ( $\text{CuO}$ ) を測定しました。図2に示す通り、230 K (ケルビン)<sup>\*2</sup> と 214 K 付近で色の変化が分かっています。これこそが磁気構造が変化する温度 (転移温度) で、過去の文献と一致することが分かりました。

もう1つは磁場を変化させる測定で、銅 ( $\text{Cu}$ ) を用いて準位交差共鳴という測定を行い、共鳴磁場を探しました。その結果、8 mT (テスラ) で共鳴によるスピン緩和が観測され、過去の測定と一致することが分かりました。



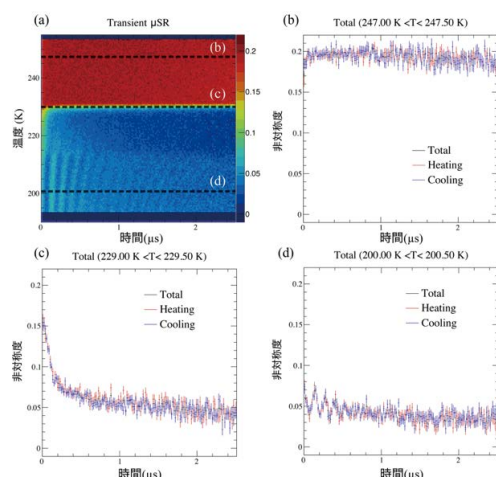


図2. Transient  $\mu$ SR 専用ソフトウェアで描画した実験結果。描画すると最初に (a) の図が表示される。(a) では縦軸に試料環境 (温度)、横軸に  $\mu$ SR 測定の時間、色は  $\mu$ SR 測定における非対称度を表している。(b), (c), (d) はそれぞれ線の位置で切り出した  $\mu$ SR スペクトルで、コンピュータのカーソルを (a) のそれぞれの位置に持っていくと自動的に描画される。温度によって形が大きく異なっていることが分かる。

※<sup>1</sup> ミュオンスピン回転 / 緩和 / 共鳴 ( $\mu$ SR)

ミュオンはスピンという性質を持っており、磁場を感じるとスピンの向きが回転する。正ミュオンは約 2.2 マイクロ秒の寿命を持って崩壊し、スピンの方向に多く陽電子を放出するため、前後左右に飛んでいく陽電子数の違い (非対称度) を測定することでスピンの運動が分かり、物質内部の局所的な磁場構造を調べることができる。

※<sup>2</sup> K (ケルビン)

絶対温度の単位。0 K=-273.15℃より、230 K=-43℃、214 K=-59℃となる。

#### 原著論文

Shoichiro Nishimura, Hirotaka Okabe, Masatoshi Hiraishi, Masanori Miyazaki, Jumpei G. Nakamura, Akihiro Koda, and Ryosuke Kadono, Development of transient  $\mu$ SR method for high-flux pulsed muons, Nuclear Inst. And Methods in Physics Research, A 1056 (2023) 168669. <https://doi.org/10.1016/j.nima.2023.168669>

#### 関連サイト

2023 年 11 月 26 日 KEK プレスリリース  
大強度パルスミュオンで過渡現象を追う ～ Transient  $\mu$ SR の開発～  
≫ <https://www.kek.jp/ja/press/202311161400>

温度と磁場を変化させる 2 つの測定から、データ収集中に試料環境が変化しても問題なくデータを整理することができることが明らかになりました。

上記の Transient  $\mu$ SR の開発により、まずミュオンビームをより効率的に使うことができるようになります。また、過渡的な過程を  $\mu$ SR で測定ができるようになるため、冒頭の記述のような電池研究への応用も期待されます。この Transient  $\mu$ SR は大強度ビームであればあるほど、短時間でデータ収集が完了するため、その効力を発揮します。従って、世界最高のミュオンビーム強度を誇る J-PARC だからこそ有効な手法であり、唯一無二の手法です。

# Nb<sub>3</sub>Sn 超伝導加速空洞の研究開発～ヘリウム使用削減に貢献～

加速器研究施設 井藤 隼人

超伝導加速空洞は、空洞内部に蓄えた電磁波を用いて電子や陽子などの粒子を加速する装置です。空洞材料には一般にニオブ (Nb) が使われ、文字通り超伝導状態で運転するため、常伝導加速空洞に比べて消費電力が非常に小さいことが利点です。一方で、空洞を絶対温度 2 K (-271℃) もしくは 4.2 K (-269℃) まで冷却するために、希少資源である液体ヘリウムを大量に必要とし、その液化のための大型冷凍機設備も必須となります。そのため、これまでの超伝導加速空洞の利用は大型加速器に限定されてきました。

KEK では 1980 年代から Nb 製超伝導加速空洞の研究開発を進めています。長年の研究により空洞性能は飛躍的に向上し、近年では Nb の材料としての理論限界に到達しつつあります。そこで、空洞性能のさらなる向上、また上述の液体ヘリウム使用の観点から、Nb に代わる超伝導材料を用いた空洞開発研究が盛んに行われるようになりました。その中で最も有力視されている材料がニオブスズ (Nb<sub>3</sub>Sn) です。

転も可能となります。これにより、これまで大型加速器での利用に限定されていた超伝導加速空洞が医療・産業などさまざまな分野で広く利用される道が開けます。

KEK では Sn 蒸気拡散法による Nb<sub>3</sub>Sn 空洞開発研究を 2019 年に開始しました。この手法では 1100℃ 程度に加熱された Nb 空洞内に Sn 蒸気を供給し、壁面の Nb と Sn 蒸気を熱的に反応させることで Nb 空洞内面に Nb<sub>3</sub>Sn 膜を成膜します。外観は Nb 空洞と違いはありませんが、内面は Nb<sub>3</sub>Sn 膜で覆われ、空洞内部に蓄えられる電磁波にとっては Nb<sub>3</sub>Sn 膜しか見えない状態になります。

図 2 に成膜前後の空洞内面の様子の違いを示します。成膜前の Nb 表面はギラギラ輝いており、いわゆる金属光沢が確認できますが、成膜後の Nb<sub>3</sub>Sn 表面は白っぽく、金属光沢とは少し様子の異なる光の反射をします。



図 2. Nb<sub>3</sub>Sn 成膜前後の空洞内面の様子。左：成膜前 (Nb 表面)、右：成膜後 (Nb<sub>3</sub>Sn 表面)



図 1. Nb 製単セル超伝導加速空洞

Nb<sub>3</sub>Sn 空洞の到達可能な加速性能は Nb 空洞の 2 倍であることが理論的に示唆されています。また、Nb<sub>3</sub>Sn 空洞は 2 K まで冷却された Nb 空洞と同等の低消費電力を 4.2 K で実現できるため、液体ヘリウムを用いず、小型冷凍機による伝導冷却での加速器運

図 3 に 2024 年 5 月に成膜した Nb<sub>3</sub>Sn 空洞の性能試験結果を示します。縦軸は空洞の Q 値 (Q<sub>0</sub>)<sup>\*1</sup>、横軸は加速勾配 (E<sub>acc</sub>)<sup>\*2</sup> を示します。Q 値が高く、加速勾配が高い空洞が性能が良い空洞となります。我々はこのグラフの右上の領域に点がプロットできるような空洞を目指して研究を行っています。青色の点が Nb<sub>3</sub>Sn 空洞の性能、灰色の点が Nb 空洞の性能を示しています。どちらの空洞も 4.2 K の液体ヘリウムの中で測定した結果です。Nb 空洞の Q 値は 7 × 10<sup>8</sup> であるのに対し、Nb<sub>3</sub>Sn 空洞は低加速勾配で 1

$\times 10^{10}$  を超える高い Q 値を示しています。この値は 2 K での Nb 空洞の Q 値にも匹敵する値です。

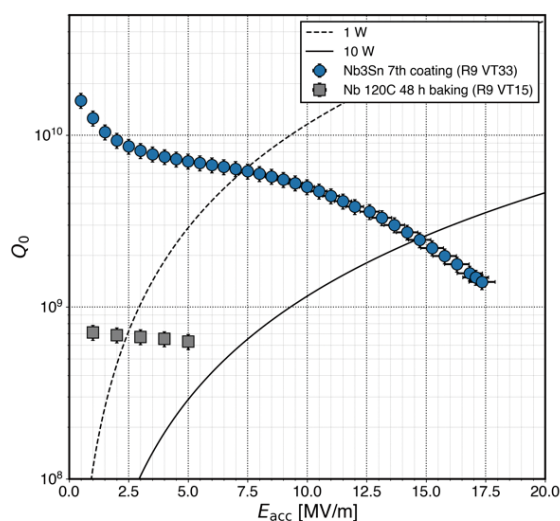


図 3. 4.2 K における Nb<sub>3</sub>Sn 空洞と Nb 空洞の性能比較

#### ※<sup>1</sup>Q 値

空洞内壁での電磁波損失がどれだけ少ないかを表す指標。空洞の表面抵抗の逆数と比例関係にある。高い Q 値は空洞の電磁波損失が低い事を意味する。

#### ※<sup>2</sup>加速勾配

単位長さあたりの加速電圧。超伝導加速空洞の場合は MV/m の単位で表現される。加速電圧が高い方が短い距離で荷電粒子を高いエネルギーまで加速することができる。

#### 原著論文

H. Ito, H. Sakai, K. Takahashi, K. Umemori, and T. Yamada. Development of Nb<sub>3</sub>Sn Coating System and RF Measurement Results at KEK. JACoW, SRF2023:414–418, 2023.

また加速勾配に関して、Nb 空洞は 4.2 K での Q 値が低いため、強い電磁波を空洞に蓄えることができません。一方で、Nb<sub>3</sub>Sn 空洞は 17 MV/m という高加速勾配まで加速性能を伸ばすことができます。

グラフ内の破線と実線は、空洞内の消費電力がそれぞれ 1 W, 10 W となる場合の等高線を示しています。例えば、1 W の消費電力で 10 MV/m の加速勾配を実現するには、10 MV/m における Q 値が  $1 \times 10^{10}$  を超えている必要があります。この空洞性能を 4.2 K において達成することができれば、液体ヘリウムを用いない、小型冷凍機による伝導冷却での加速器運転が可能になり、超伝導加速器の汎用化に大きく近づくことができます。

今後も、Q 値、加速勾配ともにさらに性能の高い Nb<sub>3</sub>Sn 空洞の実現を目指して研究を行っていきます。

# レアメタル使用削減に貢献する空洞製造技術

共通基盤研究施設 機械工学センター 山中 将

レアメタルは現代の産業にとって欠かせない元素であり、重要な約 50 種類の元素が指定されています。レアメタルの多くは入手しにくい金属です。例えばリチウムは、スマートフォンやノートパソコンのバッテリー用のリチウムイオン電池をつくるのに必要なレアメタルです。これが入手できなくなると、スマートフォンやノートパソコンは製造できなくなり、日本全体さらには世界の産業や経済にも影響が及びます。そこで、レアメタルの使用量をできるだけ少なくしたり、レアメタルではない「ありふれた元素」で同じはたらしをする材料の開発をしたり、環境に配慮した様々な研究開発が進められています。

電気抵抗がほぼゼロの状態では粒子を加速できる超伝導加速空洞を利用した加速器が、近年、世界各地に建設され、各種の新しい実験を可能にしています。超伝導加速空洞は、消費電力は低いのですが、材料にレアメタルであるニオブを使うため初期コストは高くなります。そこで、銅で空洞本体を製作し、内面にニオブをコーティングして超伝導を発現させ、廉価な超伝導空洞を実現する研究が盛んに行われています。加速空洞の内面は滑らかであることが求められるため、コーティングの下地には継ぎ目のない空洞が理想的ですが、まだ誰も製造に成功していませんでした。2023 年に塑性加工法の一つである液圧成形を用いて、1 本のシームレス（継ぎ目なし）銅パイプから、図 1 に示す一体型のフルシームレス空洞を製造することに世界で初めて成功しました。この内面に図 2 に示すようにニオブをコーティングします。空洞の肉厚は 3 ミリ程度で、ニオブのコーティング厚さは 5-10  $\mu\text{m}$  程度ですので、ニオブで空洞を作る場合に比べて、ニオブの使用量を大きく減らすことが可能です。

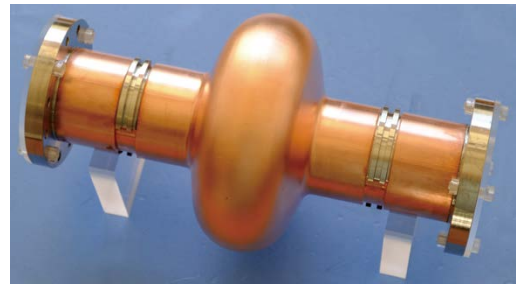


図 1. 1.3 GHz 1 セル銅フルシームレス空洞



図 2. ニオブコーティングした空洞の内面

KEK は 1990 年ごろに液圧成形による空洞製造の研究を開始しました。2015 年にニオブ製の 3 セル空洞の製作に成功しました。しかしニオブパイプのコストが高く、従来の継ぎ目のある工法に比べてメリットが出せず開発が中断していました。近年になって、コーティングの研究者から「滑らかな銅空洞が作れないか」と相談されたことをきっかけに、銅で空洞下地を作る研究を始めました。液圧成形では、パイプの外側に金型を配置し、パイプの内部を水で高圧にして軸方向に圧縮し、金型に沿って変形させることにより空洞を作ります。1 本のパイプを一気に空洞形状に成形する方法を試しましたが難しいことが分かりました。そこで、成形を 2 段階に分けたことが成功のポイントです。

## 関連サイト

2023 年 11 月 2 日 KEK プレスリリース

世界初の継ぎ目なし加速器心臓部の製造に成功～次世代加速器のコストダウンに貢献～

≫ <https://www.kek.jp/ja/press/hf202311021400/>

2024 年 6 月 13 日 KEK トピックス

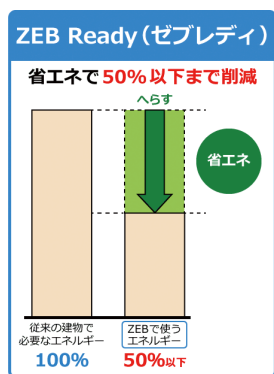
ニオブコーティング銅空洞の加速性能が目標をクリア

≫ <https://www.kek.jp/ja/topics/20240613hydroforming>



# 量子場計測システム国際拠点棟における環境配慮への取り組み

キャンパスマスタープラン 2022 において、キャンパス内の建物は、従来の建物で必要なエネルギー消費量から 50% 以上のエネルギー消費量削減を実現させた建物である「ZEB Ready」（図 1. ZEB Ready 概念図参照）を目標として施設整備を行うこととしています。



現在建設中の量子場計測システム国際拠点棟は、2023 年 12 月に着工し、2025 年 3 月完成予定で、完成すれば ZEB Ready を達成する見込みです。

## 【Low-E 複層ガラスの採用】

エントランス周りのカーテンウォール等のガラスに Low-E 複層ガラスを採用して、明るさを確保すると共に空調負荷の削減を図っています。

Low-E ガラスは英語の「Low Emissivity」の頭文字をとって「Low-E」と表記され、低放射ガラスとも呼ばれています。



図 2. 量子場計測システム国際拠点棟完成イメージ

特殊金属薄膜をガラス表面にコーティングすることで表面放射率を小さくし、放射伝熱を低減させることができます。

また、「複層ガラス」はガラスとガラスの間に、ガラスより熱伝導率の低い空気の層（中空層）を設けることで、「伝導」・「対流」を抑制します。

高い断熱性能と日射遮蔽性能を両立し、夏は涼しく、冬は暖房熱を外へ逃がしません。

量子場計測システム国際拠点棟は Low-E 複層ガラスを含んだ建物外皮の空調負荷を従来と比較して 36% 削減しています。

## 【照明設備における環境配慮】

建物全体に LED 照明器具を採用することにより、省エネを図っています。

LABO の室内は明るさセンサーにより、昼間の外光分を検知し、適切な照度に自動制御することにより、快適な照明環境を保ちながらの省エネを実現させています。

また、トイレや廊下は人感センサーにより、不要な照明の消灯を図っています。

照明設備における従来機器と比較した省エネ効果は 73% となります。

## 【空調・換気設備における環境配慮】

空調設備の方式は、個別分散熱源方式（エアコン）を採用しています。

室外機を屋上に集約することから、超高効率のビル用マルチエアコンと全熱交換器の組み合わせとなっており、消費エネルギーが少なく、快適な研究の空間を提供します。

空調・換気設備における従来機器と比較した省エネ効果は、概算ですが、それぞれ空調 46%、換気 42% となります。

※出典：環境省 HP (<https://www.env.go.jp/earth/zeb/detail/01.html>) より一部抜粋。



## 機構コロキウムの開催

2023年12月20日(水)に人間文化研究機構 総合地球環境学研究所・谷口真人副所長による「カーボンニュートラル達成に向けたSDGs ネクサスアプローチ」と題したコロキウムを、また、2024年3月26日(火)には国立研究開発法人 国立環境研究所・森口祐一理事による「カーボンニュートラルーその科学的・社会的背景と実現に向けた取り組みー」と題したコロキウムを開催し、カーボンニュートラルに関する背景や課題、その捉え方や考え方、現在の取組状況などについて、お二人の講師にお話しいただきました。両日とも会場とオンライン合わせて100人を超える参加者があり、カーボンニュートラルに関する国内外の最新状況を把握し、KEKとして何を進め、どのような役割発揮が可能なのか、今後の取り組みについて考える機会となりました。



機構コロキウム(2024.3.26開催)の様子

# 社会との関わり

## 広報活動

### ニコニコ超会議に初出展

千葉・幕張メッセで4月29、30日に開催された「ニコニコ超会議」にKEKとして初めて出展しました。このイベントは、ゲーム関係のほか自衛隊や自治体も出展することで知られるイベントで、来場者が桁違いに多いのが特徴です。2023年は約11万9000人が来場しました。

「超KEK」というキャッチコピーで多くの人にKEKの存在をまず知ってもらうことを目指しました。うちわを6000枚用意し、約4100枚を配布。ブースでは研究者（素核研、物構研、加速器）トークショー、実験体験などを行いました。



ニコニコ超会議 2023 の KEK ブース

### 国際基礎科学年の24時間ウェビナー、筑波会議に参加

KEKは2022年6月末から2023年9月にかけて、国連の「持続可能な発展のための国際基礎科学年 (IYBSSD)」(The International Year of Basic Sciences for Sustainable Development) に日本から唯一の創設パートナーとして参加しました。

この国際年の最大のイベントとなる「24時間ウェビナー (ウェビナソン)」が世界環境デーである6月5日に設定され、KEKは中国、韓国の研究機関と協力して冒頭4時間のプログラムを企画しました。

KEKは「電気電子廃棄物問題の解決に役立つ基礎科学：南北対話の必要性」をテーマに、ガーナのクワメ・エンクルマ科学技術大学、KEK物質構造科学研究所、龍谷大学、国立環境研究所の研究者によるオンライン講演を行いました。アーカイブも配信中 (<https://www.iybssd2022.org/en/home-24-hour-online/>) です。

9月26日には、筑波大学が主導する筑波会議2023のKEK主催セッションで、同様のテーマの議論を行いました。



24時間ウェビナーで話す KEK 物質構造科学研究所の阿部仁准教授

### 一般公開を4年ぶりに現地開催

KEK一般公開は、新型コロナウイルス感染症の影響で2020年以降オンライン開催が続いていましたが、同感染症が2023年5月、季節性インフルエンザと同じ感染症法の5類に移行したのを受け、9月23日に4年ぶりとなる本格的な現地開催を行いました。大きなトラブルはなく、約3700人の来場者がありました。

今回の一般公開では、これまであまり来場がなかった中学生～大学生にも来てもらいたいということで、学生限定の「バックヤードツアー」も行いました。



筑波実験棟で Belle II 測定器を見学する一般公開来場者たち



## 「科学と音楽の響宴」と KEK コンサートも再開

新型コロナウイルス感染症の感染拡大で開催を見送っていた「科学と音楽の響宴」と KEK コンサートを4年ぶりに再開しました。

レクチャーと音楽のコンサートを組み合わせた「科学と音楽の響宴」は12月3日、つくば市のノバホールで開催しました。600人以上の来場者が、森林総合研究所東北支所の高梨琢磨さんによる「虫たちの音と振動の世界～生物音響学への招待」という講演と、クラシックギターの村治奏一さんによる「ギターで綴る愛と映画の音楽」のコンサートを楽しみました。

「弦と管と鍵盤のアンサンブル」と題した KEK コンサートは1月26日、KEK つくばキャンパスの小林ホールで開催されました。小林富雄・東京大学名誉教授が KEK 在籍中の2020年3月に開催を予定していたもので、200名を超える多くの来場者がありました。



「科学と音楽の響宴」に出演した森林総研の高梨琢磨さん(左)とギタリストの村治奏一さん

## 広報誌“KEK Stories”を創刊

一般的な研究機関の広報誌と一線を画し、映画のパンフレットをモチーフにしたユニークな広報誌“KEK Stories”を創刊しました。10代をターゲットにし、「これは何だろう」と思って手に取ってもらえるようなB5横・16ページの判型にしました。

創刊号は「小林・益川理論」がテーマで、小林誠特別栄誉教授、山内正則前機構長のインタビューが特集の中心です。1万部印刷し、文科省など関係各所、つくば・東海周辺の中高校・全国の高専・大学などや KEK の委員会や会議メンバーにも手渡しました。KEK ウェブサイトにも PDF を掲載しています。



“KEK Stories” 創刊号の表紙

## 地域との共生活動

### 茅葺き屋根保存会による茅刈り

つくばキャンパスは、実験施設周辺以外は自然の草地になっており、一部には良質の「茅」が群生しています。KEK では地域社会への貢献として、2004年よりこの茅を茅葺き屋根保存会のために提供しており、この茅場は、2013年3月に文化庁より文化財建造物の修理に必要な資材のモデル供給林及び研修林となる「ふるさと文化財の森」に設定されています。

2023年度は、12月17日に、やさと茅葺き屋根保存会とボランティアによる茅刈りが行われ37名が参加、500束以上が刈り取られました。この茅は、つくば市の平沢官衙遺跡をはじめ、石岡市、桜川市などの県内6軒の屋根補修に使われています。今後も茅場の保全に取り組み、このような地域社会への貢献活動を続けていく予定です。



茅刈りの模様



# 安全・安心への取り組み

## 安全管理体制

KEK では機構長による総括のもと、統括安全衛生管理者（担当理事）が機構全体の安全衛生管理をしています。キャンパスごとに、安全衛生管理者及び安全衛生推進室を配置し、それぞれの事業所の安全衛生管理を行っています。また、関係法令等にもとづき、各種取扱主任者や安全責任者等を選任するとともに、衛生委員会をキャンパスごとに設置しています。更に、KEK 独自に安全委員会、放射線安全審議委員会を設置しています。

これらの組織と現場担当者は、常に連携し、講習、危険事象の情報共有、安全巡視、安全訓練等を通して機構における安全確保に努めています。

J-PARC においては、KEK と JAEA が協力し、安全管理を行っています。

## 安全文化の醸成

### 安全・衛生週間

毎年、安全・衛生週間を実施し、職員の他、共同利用者、学生、委託業者の方の安全意識及び健康意識の向上に努めています。

2023 年度は、11 月の 2 日間と 1 月の 3 日間の 2 回に分けて開催し、外部講師による安全講演会として、「チームワークで挑む！国際宇宙ステーションの安全管理」のタイトルで、宇宙空間での過酷な状況での安全管理に関する講演を行いました。また、シートベルト体験車で事故の衝撃を体験し、交通事故時のシートベルト着用の大切さを学ぶイベント、資格の取得できるイベントとして、テールゲートリフター特別教育を行いました。

そのほか、機構長による安全巡視や電気、放射線、レーザー、化学の基本的な安全作業の教育、AED（自動体外式除細動器、構内各所に設置）の取り扱いを含めた普通救命講習会、つくば警察署による交通安全講習会、産業医による健康講演会などの各種イベントを開催しました。



機構長巡視の模様



普通救命講習会の模様

### クリーンアップ月間・キャンパスゴミ拾い

12 月 1 日から 28 日の 1 か月間、職場の整理・整頓作業を通じて職員の安全・衛生意識の向上を図るとともに、職場環境を改善し、事故及び怪我を防止することを目的に、「KEK クリーンアップ月間」を実施しました。

11 月の安全・衛生週間のイベントとして、キャンパスゴミ拾いを行いました。キャンパス内各所のほか、キャンパス周辺道路でも実施しました。多くの方が参加し、2 トントラック 1 台分程度のゴミを拾いました。

ゴミ拾いのほか、清掃用ウェットシート（約 170 個）を各所に配付し、身の回りの清掃を行いました。



ゴミ拾いの模様

## 業務委託者等への安全教育

KEKの加速器や関連施設等の運転維持には数多くの業務委託の作業員が携わっており、そのほかにも、工事や役務等の業者の方も構内で作業を行っています。

業務委託業者等を対象とした安全教育を目的として、毎年、安全業務連絡会を開催しています。



安全業務連絡会の模様

## ヒヤリハット収集

構内各所にヒヤリハット投書箱を設置し、日ごろの業務等におけるヒヤツとしたこと、安全について気がかりとなっていることを収集し、職場改善に生かしています。2023年度は、より投書がしやすいようにwebフォームから投書ができるようにしました。収集した情報は、類似事象の発生防止に活用してもらうためホームページに掲載しています。

## 巡視点検

法令等に基づき職場の安全衛生確保と職員の健康障害を防止するため、産業医、衛生管理者等による巡視点検を実施しています。重点項目を設定のうえ、両キャンパスあわせて189回（累計489棟）実施し、指摘事項は625件あり、約80%が改善されました。また、各研究所施設の安全担当者主催の巡視点検にも同行し、機構内組織を越えた災害防止活動も行っています。



巡視の模様

## 防災への対応

つくばキャンパス全体規模で大地震の発生による避難訓練及び火災発生を想定した防火訓練を実施しました。また、消防署員指導による消火器取扱訓練及び煙体験も併せて実施しました。

東海キャンパスでは、J-PARC ニュートリノ第2設備棟において火災の発生を想定した訓練や消火器取扱訓練等を行ったほか、JAEA 原科研が実施した大地震に続いて大津波が発生したとの想定による防災訓練に参加しました。



つくばキャンパスでの煙体験の模様



J-PARC センターでの消火器取扱訓練の模様

## J-PARC 安全の日

J-PARC センターでは、2013 年に J-PARC ハドロン実験施設で放射性物質漏えい事故が発生した 5 月 23 日の前後に「J-PARC 安全の日」を設け、職員一人ひとりが安全について考える機会としています。2023 年の「安全の日」は、同事故から 10 年目となる 5 月 23 日にリモートライブ形式で開催され、J-PARC センター構成員(KEK/JAEA 職員)及びつくばキャンパスに勤務する KEK 職員等、計 358 名が参加しました。

午前中は安全情報交換会として、各施設やセクションにおける、放射線安全向上のための技術的取り組み事例の紹介が行われました。午後は安全文化醸成研修会として、小林センター長からのあいさつに引き続き、長年にわたり様々な面から J-PARC の安全性向上に関わる活動にご貢献をいただいた 3 名の職員に対する「安全貢献賞」、多くの良好事例の報告を行った 2 セクション / チームに対する「良好事例最多賞」の表彰が行われました。

続いて、本研修会の主講演として、一般社団法人チーム力開発研究所の青島未佳理事から「チームワークの土台となる心理的安全性」とのご講演をいただきました。心理的安全性とは、組織の中で自分の考えや気持ちを安心して発言でき、発言や指摘によって人間関係の悪化を招くことがないという安心感が共有されている状態、と定義されています。組織の中に心理的安全性の基盤があると、失敗からの学習や適切な情報に基づく意思決定が促進されること、このようなチーム風土を作るためには、自他の尊重、主体性、公平性、透明性の確保が重要であることなどをご教授いただきました。

最後に「放射性物質漏えい事故から 10 年を経て」とのセッションを設け、はじめに、新たに作成した記録映像「J-PARC 放射性物質漏えい事故 ―社会からどのようにみられたか―」を参加者全員で視聴しました。引き続き、2013 年の事故の対応には直接には関わっていなかった立場として選定をいただいたパネラーの皆様を中心にする討論会「放射性物質漏えい事故 (2013 年) から 10 年を経て」を行い、現在の J-PARC の安全に関わる状況と今後の活動の継続や改善のために有益な意見交換を行うことができました。最後に、宮本安全統括副センター長から、事故時の社会への情報発信のための初動対応において意識すべき点、などについて解説をいただき、研修会を終えました。



講演中のチーム力開発研究所・青島未佳理事



主講演会場の様子



## 第三者意見

私が所属する国立研究開発法人理化学研究所では、高エネルギー加速器研究機構(KEK)と同様、RIビームファクトリーや大型放射光施設 SPring-8 などの大型加速器施設を有しており、一部の研究においては KEK とも密接に連携を図りながら活動を行っています。私自身は、安全管理部門の責任者及び放射線取扱主任者という立場から、それら施設の管理に携わっておりますので、KEK の「環境報告 2024」を身近なものとして大変興味深く拝読しました。今回、第三者意見を述べる機会をいただきましたので、安全管理に携わる者としての所感を記したいと思います。

まず本報告書の全体的な印象としては、明確な編集方針のもと、環境安全への取り組みがとてもわかりやすくまとめられており、KEK が環境安全に対して真摯に向き合っている姿勢が強く感じられました。また、トップメッセージでは、大型加速器施設において最大の懸案となる大電力使用という問題点を取り上げ、これに対して「減らす・新しい技術を創造する・再利用する」というモットーを掲げることで、様々な対応が執られているということが明確にされています。万全な管理が求められる放射線管理と同様、省エネルギー対策については引き続きトップ主導で対応が進められることに期待いたします。

環境負荷に係る項目については、年度ごとのデータ推移がキャンパスごとに図示されており、その状況が非常に見やすい形で記載されています。ただ、最も注目すべき電力使用量においては、各キャンパスで交互に加速器の停止や再開がされたということで、イレギュラーな形でのデータとなっていますが、それに対する説明が数値の増減だけに留まっていますので、次の報告書では施設の高度化等に対する効果などについても触れられることが望めます。他方、ヘリウムの回数率が各キャンパスともに 90% を切った点は気になります。ヘリウムガスは、希少性が高くかつ近年入手が困難になっていますので、設備の老朽化対策はもちろんのこと、ユーザーへの教育や使用状況の点検などを通じて、より一層の回収率向上に努めてください。

続いてトピックスとして研究紹介が取り上げられていますが、その内容は電池などの材料開発につなが



よ し き はじめ  
吉 識 肇 氏

国立研究開発法人  
理化学研究所  
安全管理部 部長

大学等環境安全協議会  
副会長

る手法の開発であったり、液化ヘリウムの使用量を削減するための研究であったりと、環境負荷の低減に直接つながるもので、大変興味深い記事となっています。しかし、残念ながらこのままの内容では専門的すぎて一般の方が理解するのは難解と言えます。本報告書でも積極的な広報活動の様子が紹介されていますが、より多くの方々が KEK の環境安全に係る研究活動を理解できるよう、わかりやすく図解をされたりするなどして紹介方法の改善をご検討いただきたいと思います。

安全への取り組みは、KEK の CSR 活動の中核をなすものと言えますが、しっかりとした安全管理体制の下、定常的な点検や教育訓練を行うことに留まらず、毎年、安全・衛生週間を実施することで継続的に安全衛生活動を推進している点は高く評価できます。特に、2013 年に発生した放射性物質漏えい事故を契機に毎年「J-PARC 安全の日」を設け、節目となった 10 年後の 2023 年においても放射線安全向上のための各種イベントを行うことで、安全文化の醸成に努められている点は特筆すべきであり、今後も事故を風化させることのないよう継続して実施されることが望めます。

共用の大型加速器施設においては、機関の構成員に限らず、外国人を含む他機関の研究者が日々研究活動を行うこととなりますが、2023 年度にはそれがコロナ禍以前に近い状況に回復していることが統計資料からも読み取れます。文化や制度の違う機関の研究者に対し、KEK の環境安全方針や行動計画について理解を求めながら研究業務に従事してもらうのは大変なことだと思いますが、KEK の事業形態に即した独自の環境安全への取り組みが行われ、今後の報告書にそれが紹介されていくことに期待をしたいと思います。



# 資料

## 環境データ集

|                                   | 2019年度    | 2020年度    | 2021年度    | 2022 年度   | 2023 年度    | 単位                | 記載   |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------------|------|
| 総エネルギー投入量 (合計)                    | 3,618,041 | 3,813,872 | 3,959,175 | 2,464,006 | 2,512,443  |                   |      |
| つくばキャンパス                          | 2,830,867 | 3,021,664 | 3,285,623 | 1,967,394 | 1,814,183  | GJ                | p.10 |
| 東海キャンパス                           | 787,174   | 792,208   | 673,552   | 496,612   | 698,260    |                   |      |
| 太陽光発電量 (合計)                       | 74.8      | 75.1      | 77.2      | 72.7      | 75.5       |                   |      |
| 4 号館                              | 18.1      | 18.3      | 19.3      | 18.3      | 19.7       | MWh               | p.10 |
| 管理棟                               | 56.7      | 56.8      | 57.9      | 54.4      | 55.8       |                   |      |
| 電力使用量 (合計)                        | 372,715   | 393,075   | 408,238   | 253,531   | 259,347    |                   |      |
| つくばキャンパス                          | 291,457   | 311,321   | 338,676   | 202,295   | 186,804    | MWh               | p.11 |
| 東海キャンパス J-PARC,RNB                | 80,350    | 80,777    | 68,523    | 50,168    | 71,432     |                   |      |
| 東海キャンパス 東海 1 号館*                  | 907       | 977       | 228   811 | 1,069     | 84   1,027 |                   |      |
| 都市ガス使用量 (つくばキャンパス)                | 173       | 140       | 123       | 177       | 89         | 千m <sup>3</sup>   | p.11 |
| 石油燃料使用量 (合計)                      | 20        | 17        | 16        | 15        | 16         |                   |      |
| つくばキャンパス (合計)                     | 8.3       | 7.6       | 7.2       | 7.3       | 7.2        |                   |      |
| ガソリン                              | 5.9       | 5.6       | 4.8       | 4.7       | 5.7        |                   |      |
| 軽油                                | 1.8       | 1.5       | 1.7       | 1.9       | 0.9        |                   |      |
| A 重油                              | 0.56      | 0.5       | 0.65      | 0.66      | 0.57       | KL                | p.11 |
| 東海キャンパス (合計)                      | 12.0      | 9.4       | 8.9       | 7.3       | 8.5        |                   |      |
| ガソリン                              | 11.5      | 8.7       | 8.2       | 6.9       | 8.1        |                   |      |
| 軽油                                | 0.5       | 0.7       | 0.7       | 0.4       | 0.3        |                   |      |
| 印刷用紙購入量                           | 22        | 14        | 15        | 14        | 14         | t                 | p.12 |
| 水資源使用量 (合計)                       | 311       | 297       | 325       | 308       | 329        |                   |      |
| つくばキャンパス (合計)                     | 172       | 155       | 180       | 167       | 164        |                   |      |
| 上水                                | 144       | 139       | 166       | 150       | 145        |                   |      |
| 井水                                | 28        | 16        | 14        | 17        | 19         | 千m <sup>3</sup>   | p.12 |
| 東海キャンパス (合計)                      | 139       | 142       | 145       | 141       | 165        |                   |      |
| 上水                                | 9         | 9         | 11        | 7         | 7          |                   |      |
| 工水                                | 130       | 133       | 134       | 134       | 158        |                   |      |
| ヘリウム供給量 (合計)                      | 148.1     | 132.4     | 138.4     | 113.7     | 129.3      | KL                |      |
| 供給量 (つくばキャンパス)                    | 129.0     | 110.2     | 119.0     | 94.1      | 106.4      | KL                |      |
| 回収率 (つくばキャンパス)                    | 88.6      | 88.2      | 91.6      | 87.5      | 87         | %                 | p.12 |
| 供給量 (東海キャンパス)                     | 19.1      | 22.2      | 19.4      | 19.6      | 22.9       | KL                |      |
| 回収率 (東海キャンパス)                     | 96.0      | 94.0      | 92.0      | 99.5      | 88         | %                 |      |
| 温室効果ガス排出量                         |           |           |           |           |            |                   |      |
| エネルギー由来 CO <sub>2</sub> 排出量 (合計)  | 174,867   | 179,990   | 155,047   | 83,701    | 118,739    |                   |      |
| つくばキャンパス                          | 136,810   | 142,606   | 123,911   | 60,293    | 85,569     |                   |      |
| 東海キャンパス                           | 38,057    | 37,384    | 31,136    | 23,408    | 33,170     | t-CO <sub>2</sub> | p.13 |
| 非エネルギー由来 CO <sub>2</sub> 排出量 (合計) | 450       | 419       | 585       | 2,136     | 401        |                   |      |
| つくばキャンパス (フロン)                    | 361       | 419       | 577       | 1,973     | 335        |                   |      |
| 東海キャンパス (フロン)                     | 89        | 0         | 8         | 163       | 66         |                   |      |

\* 2021 年度は 4/1-7/15 と 7/16-3/31 で、2023 年度は 4/1-15 と 4/16-3/31 で契約電気事業者が異なる。

|             | 2019年度  | 2020年度  | 2021年度  | 2022年度  | 2023年度  | 単位              | 記載           |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------|--------------|
| 廃棄物 (合計)    | 333,080 | 231,513 | 614,525 | 220,818 | 508,641 | kg              | p.13<br>p.14 |
| 一般廃棄物 (合計)  | 95,282  | 83,698  | 83,004  | 87,548  | 84,509  |                 |              |
| つくばキャンパス    | 70,040  | 60,880  | 58,630  | 60,520  | 60,200  |                 |              |
| 東海キャンパス     | 25,242  | 22,818  | 24,374  | 27,028  | 24,309  |                 |              |
| 産業廃棄物 (合計)  | 201,405 | 131,603 | 511,699 | 112,511 | 410,852 |                 |              |
| つくばキャンパス    | 198,045 | 123,839 | 506,722 | 104,877 | 193,540 |                 |              |
| 東海キャンパス     | 3,360   | 7,764   | 4,979   | 7,634   | 217,313 |                 |              |
| 実験系廃棄物 (合計) | 36,393  | 16,212  | 19,823  | 20,759  | 13,280  |                 |              |
| つくばキャンパス    | 35,896  | 13,950  | 19,583  | 20,361  | 13,087  |                 |              |
| 東海キャンパス     | 497     | 2,262   | 239     | 398     | 193     |                 |              |
| 放射性廃棄物 (合計) | 11,568  | 6,802   | 7,182   | 18,250  | 11,156  | L               | p.14         |
| つくばキャンパス    | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |                 |              |
| 東海キャンパス     | 11,568  | 6,802   | 7,182   | 18,250  | 11,156  |                 |              |
| リサイクル (合計)  | 508,785 | 179,317 | 708,237 | 817,490 | 528,870 | kg              | p.15         |
| 古紙          | 32,270  | 37,480  | 34,740  | 41,070  | 35,060  |                 |              |
| 文書溶解処理      | 9,970   | 9,435   | 12,800  | 9,650   | 15,910  |                 |              |
| 金属屑         | 466,545 | 132,402 | 660,697 | 766,770 | 477,900 |                 |              |
| 下水道排出量 (合計) | 92      | 82      | 112     | 103     | 85      | 千m <sup>3</sup> | p.15         |
| つくばキャンパス    | 87      | 77      | 108     | 98      | 80      |                 |              |
| 東海キャンパス     | 4       | 4       | 4       | 5       | 5       |                 |              |

換算係数表

|                       | 2005年度 <sup>※1</sup> | 2019年度 | 2020年度 | 2021年度 | 2022年度 | 2023年度             | 単位                     |
|-----------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------------------|------------------------|
| 単位発熱量                 |                      |        |        |        |        |                    |                        |
| 電力 (昼間)               | 9.97                 | 9.97   | 9.97   | 9.97   | 9.97   | 9.97               | GJ/MWh                 |
| 電力 (夜間)               | 9.28                 | 9.28   | 9.28   | 9.28   | 9.28   | 9.28               | GJ/MWh                 |
| 都市ガス                  | 45                   | 45     | 45     | 45     | 45     | 45                 | GJ/ 千m <sup>3</sup>    |
| ガソリン                  | 34.6                 | 34.6   | 34.6   | 34.6   | 34.6   | 33.4               | GJ/kL                  |
| 軽油                    | 38.2                 | 37.7   | 37.7   | 37.7   | 37.7   | 38                 |                        |
| A 重油                  | —                    | 39.1   | 39.1   | 39.1   | 39.1   | 38.9               |                        |
| 二酸化炭素換算係数             |                      |        |        |        |        |                    |                        |
| 電力 <sup>※2</sup> つくば  | 0.555                | 0.468  | 0.457  | 0.365  | 0.296  | 0.457              | t-CO <sub>2</sub> /MWh |
| 東海 J-PARC,RNB         | —                    | 0.468  | 0.457  | 0.447  | 0.457  | 0.457              |                        |
| 東海 1 号館 <sup>※3</sup> | —                    | 0.468  | 0.457  | 0.447  | 0.473  | 0.434 0.438 0.457  |                        |
| 都市ガス                  | 0.0506               | 0.0499 | 0.0499 | 0.0499 | 0.0499 | 2.05 <sup>※4</sup> | t-CO <sub>2</sub> /GJ  |
| ガソリン                  | 0.0671               | 0.0671 | 0.0671 | 0.0671 | 0.0671 | 0.0686             |                        |
| 軽油                    | 0.0686               | 0.0686 | 0.0686 | 0.0686 | 0.0686 | 0.0689             |                        |
| A 重油                  | —                    | 0.0693 | 0.0693 | 0.0693 | 0.0693 | 0.0708             |                        |

<sup>※1</sup> 「大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構における地球温暖化対策のための計画書」における温室効果ガス排出削減基準年 (2005 年度はガソリン、軽油、A 重油を含まない。)

<sup>※2</sup> 2005 年度は地球温暖化対策の推進に関する法律に基づくデフォルト値、2015 年度以降は契約電気事業者の値。

<sup>※3</sup> 2021 年度は 4/1-7/15 と 7/16-3/31 で、2023 年度は 4/1-15 と 4/16-3/31 で契約電気事業者が異なるため、排出係数も異なる。

<sup>※4</sup> ガス事業者別排出係数一覧 (2024 年度提出用) より、単位は t-CO<sub>2</sub>/ 千m<sup>3</sup>。



## 高エネルギー加速器研究機構 環境報告 2024

本報告書はホームページで公表しています。

URL : <https://www.kek.jp/ja/about/pr/publication>

 KEK 環境報告 2024 で検索



### ■問合せ先

環境安全管理室 〒 305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1

TEL : 029-864-5498 FAX : 029-864-5567 E-mail : k-anzen@ml.post.kek.jp