

環境報告 2025

KEK Environmental Report 2025



量子場計測システム国際拠点棟 (ZEB Ready 認証建物・2025年7月竣工)



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、地球環境保全是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	2024年4月～2025年3月 ※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 ・つくばキャンパス 〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1 ・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、 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 〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1 TEL：029-864-5498 FAX：029-864-5567 E-mail：k-anken@ml.post.kek.jp
■ 公開	2025年9月 URL：https://www.kek.jp/ja/about/pr/publication

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）、猪野 隆（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）、勝田 敏彦（広報室）

環境安全管理室

武智 英明、平 雅文、古宮 綾、石田 正紀、佐藤 充

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。

CONTENTS

トップメッセージ 1

省エネと構内の自然 3

- KEK の省エネの取り組み
- 構内の自然

KEK の役割と組織 5

- KEK の目指すもの
- KEK データ
- 組織

環境マネジメント 10

- 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 21

- J-PARC ハドロン実験施設における電磁石用直流安定化電源更新の取り組み
- 電子陽電子入射器での高効率クライストロンの開発研究
- 電力効率の改善を目指して -

社会との関わり 25

- 広報活動
- 安全・安心への取り組み

資料 30

- 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

省エネと構内の自然および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 については表紙裏のページをご覧ください。



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



■ 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。更に2025年度より太陽光発電のポートを増設して、カーボンニュートラルへの努力を続けていきます。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。



省エネと構内の自然

KEK の省エネの取り組み

KEK では 2008 年から「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、計画書は概ね 5 年おきに更新してきており、2025 年 1 月には最新の更新を行いました。

KEK 全体については、(1) エネルギー消費の効率性を示す「エネルギー消費原単位」の 5 年間平均値を年 1% 以上削減すること、(2) 研究室や事務室が入っている「一般需要建物」については温室効果ガス排出を 2030 年までに、2013 年比 50% 削減することを目標としています。

また個別目標として (1) 太陽光発電の導入、(2) 新築建築物の ZEB 化 (建物で消費する年間の一次エネルギーの収支をゼロにすることを目指した「Net Zero Energy Building (ネット・ゼロ・エネルギー・ビル) 化」、(3) 電動車の購入、(4) LED 照明の導入、(5) 再生可能エネルギー電力の調達を掲げています。

太陽光発電については、つくばキャンパスの管理棟では発電容量 75 kW、4 号館では 20 kW 太陽光発電パネルが稼働していますが、2025 年度、環境省の補助金を活用してつくばキャンパス内の駐車場 3 か所にソーラーカーポートを新設します。

このソーラーカーポートによる年間想定発電量 1,582,463 kWh はすべて自家消費することにしており、新設は削減目標達成に向けた大きな弾みとなります。



ソーラーカーポートのイメージ

新築建築物の ZEB 化では、つくばキャンパスで量子場計測システム国際拠点 (WPI-QUP) が建設する新しい建物が KEK として初めて「ZEB Ready」と呼ばれる種類になります。省エネと、太陽光など再生可能エネルギーによる「創エネ」を組み合わせることでエネルギー消費が実質的にゼロになることを目指した建物です。

新たに建設する「ZEB Ready」の建物は、高効率の空調機や熱透過率の低い窓ガラスを採用することでエネルギー消費を 50% 以上削減します。

LED 照明導入率は KEK 全体で 13% 程度ですが、一般照明用の蛍光灯が 2027 年末までに製造・輸入禁止になることに伴い、照明器具の老朽化、及び省エネルギー対策として、リース方式 (譲渡権付き)*により 2025 年より 3 年計画で LED 照明へ更新を行います。

残り約 2 万台 (トンネル内照明は除く) の更新により年間 260 万 kWh 削減温室効果ガス排出量約 1,000 t <太陽光発電設備の 2.2 MW に相当> し、省エネを推進させます。

2027 年度までの 3 年計画により、つくば・東海キャンパスとも一般需要建物・実験施設は LED 照明化率 100% を達成予定です。(一部特殊実験施設を除く)

*リース方式 (譲渡権付き)

リース期間満了後に照明設備の所有権がリース会社から契約者になり、リース期間終了後も継続して使用できる。



量子場計測システム国際拠点棟の ZEB Ready 認証プレート

構内の自然

つくばキャンパス構内には豊かな自然が残り、一定の生物多様性が保たれています。今後、KEKとしてキャンパスマスタープランに沿って整備を進めていくにあたり、生物多様性も重要な要素になります。2030年までに国土の30%以上で生物多様性を保全することを目標とする取り組みを促進する生物多様性増進活動促進法が施行されたのを機に、国立環境研究所の石濱史子 主幹研究員を招き、生物多様性について考える機構コロキウムを2025年5月に開催しました。

石濱さんは「生き物を『希少だから』『かわいそうだから』と保全するだけではありません。生態系サービスとって、人にとってさまざまな恵みを与えてくれるのです。漁獲資源、木材もそうです」と話し、生物多様性を保存する意義を述べました。

また筑波研究学園都市の開発の歴史を振り返り、研究機関が既存の集落や農地を避けて平地林や原野

を中心に建設され、「立派な緑が残っている」と話しました。人口減少で農地が減り、山村放棄が起きている。かつての里地里山の生物が減っているとも指摘しました。

講演会のあと浅井祥仁機構長も参加してつくばキャンパス南部の観察会も開催されました。

つくばキャンパスにはススキなどの茅が自生しています。他の植物の混入が少なく平地で大通りに近いため刈り入れ・運搬にも適しているなどの理由で、2004年から「やさと茅葺き屋根保存会」による茅刈りが毎冬、行われています。

2024年度は12月21、22日に行われ、のべ51人が参加し、計約350束が刈り取られました。この茅は石岡市、桜川市の茅葺き民家3軒の屋根補修に使われています。



機構コロキウムで話す国立環境研究所の石濱史子 主幹研究員



2024年度の茅刈りの様子

機構コロキウムの開催

2024年7月29日(月)、東京大学未来ビジョン研究センター・高村ゆかり教授による「カーボンニュートラルに向かう世界～「変化」の中の「変革」、技術の役割～」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などについて、お話しいただきました。オンラインのみの開催でしたが100人近くの参加者があり、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。

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。

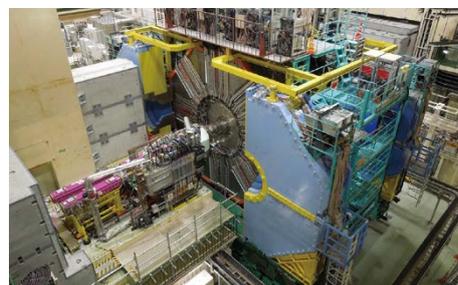
KEK は、これらに対応する研究計画を策定することを我が国の加速器科学の喫緊の課題と認識し、今後取り組むべき研究の指針である「KEK ロードマップ」の最新版を 2021 年に策定しました。それを具体的に進めるための実施計画としての「KEK Project Implementation Plan (KEK-PIP)」も策定し、2022 年度から 6 年間、その実現に向けての取り組みを進めます。

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

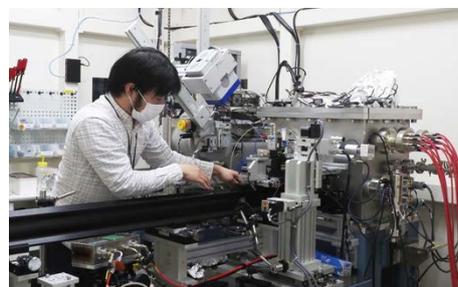
物質を構成する最小単位である素粒子や原子核のふるまいを探るため、素粒子物理学・原子核物理学の研究を実験、理論の両面から幅広く行っています。素粒子をはじめとした極微の世界の謎を解明するとともに、現在の宇宙がどのように生まれたのかという根源的な謎に、加速器など最先端技術を駆使して挑んでいます。



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、世界最先端の加速器を開発、建設するとともにそれらの運転・維持及びビーム性能の向上を担い、素粒子・原子核・物質・生命などの幅広い分野にわたる様々な研究に用いられる多彩なビームを国内外の研究者に提供しています。また、新しい研究を開く将来の加速器の開発研究を国際的な枠組みで推進するとともに、加速器と関連技術の産業・医療への応用に関わる幅広い研究を行っています。



J-PARC MR の速い取り出し部

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。

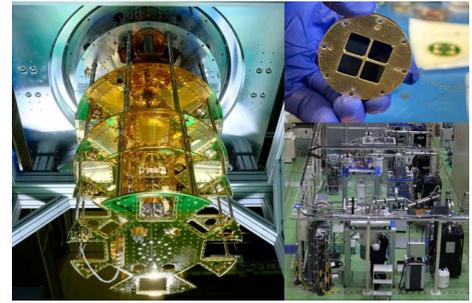
研究支援は放射線防護と環境安全、計算機・ネットワーク環境の整備・運用、液体ヘリウムの供給、装置部品の製作などについて、研究開発は、放射線・放射能測定、データ解析分散処理とソフトウェア、超伝導電磁石や超伝導加速空洞などの実験装置などに係わる開発研究を行っています。



中央計算機システム

量子場計測システム国際拠点 (WPI-QUP)

QUP は、最先端の量子デバイスを開発・利用して、これまで KEK が進めてきた加速器によるエネルギーフロンティアを拡張するだけでなく、極めて弱い信号を観測することで、素粒子物理学における弱結合フロンティアを切り拓きます。具体的には、ダークマターやアクシオンの発見、超微弱な重力シグナルの検出など、新たな自然法則の発見を目指します。



QUP 極低温実験施設と、ダークマター検出器のセンサー部

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。



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 (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
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 (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
2024	14	5	47	66

■ 予算 (2024 年度計画) [単位：百万円]

収入：40,474		支出：40,474	
運営費交付金	23,858	業務費(教育研究経費)	24,274
補助金等収入	10,186	補助金等	10,186
施設整備費補助金	4,460	施設整備費	4,494
産学連携等研究収入及び寄付金収入等	1,547	産学連携等研究経費及び寄付金事業等	1,547
自己収入(雑収入)	390		
大学改革支援・学位授与機構施設費交付金	34		

■ 施設 (2024 年 4 月現在) [単位：m²]

	敷地面積	建物面積
つくばキャンパス	1,531,286	199,026
東海キャンパス	110,865	44,838

■ 発表論文数 (2024 年度) (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	432
物質構造科学研究所	273
加速器研究施設	115
共通基盤研究施設	45
量子場計測システム国際拠点	75
その他	2
合計	942

■ 民間等との共同研究 (2024 年度) [単位：件]

区分	件数
2024 年度	56

■ 共同利用実験の申請・採択・実施状況 (2024 年度)

区分	項目	2024 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		311	297	705
中性子実験 (J-PARC)		143	134	58
ミュオン実験 (J-PARC)		95	91	40
ハドロン実験 (J-PARC)		7	6	10
ニュートリノ実験 (J-PARC)		0	0	3
マルチプローブ実験		2	2	6
元素選択型質量分離装置実験		3	3	1
PF-AR 測定器開発テストビームライン共同利用実験		20	20	20
合計		581	553	844

■ 共同研究者等受入 (2024 年度)

(単位：延人日・実人数)

	延人数	実人数
放射光実験施設	21,232	3,212
B ファクトリー	13,432	775
J-PARC (ハドロン)	9,462	316
J-PARC (ミュオン)	1,907	311
J-PARC (中性子)	4,632	1,427
J-PARC (ニュートリノ)	6,515	377
先端加速器・測定器開発	802	15
マルチプローブ	256	36
測定器開発テストビームライン	712	100
元素選択型質量分離装置	29	29
その他	24,988	1,800
総計	83,967	8,398

■ 外国機関共同研究者受入 (2024 年度)

(国・地域別) (単位：延人日・実人数)

	延人数	実人数		延人数	実人数
米国	4,800	291	スウェーデン	431	41
中国	2,904	470	ベトナム	353	10
韓国	2,704	173	スロベニア	307	21
イタリア	2,402	116	スペイン	241	22
フランス	2,355	105	インドネシア	227	3
インド	2,197	150	ハンガリー	199	3
イギリス	2,156	117	タイ	197	10
ドイツ	2,059	175	オーストリア	184	15
ロシア	1,420	71	オランダ	167	6
スイス	1,361	77	トルコ	154	4
台湾	970	49	チェコ	147	7
カナダ	905	62	メキシコ	145	6
豪州	737	35	香港	144	19
ジョージア	692	8	パキスタン	110	1
ポーランド	645	30	その他	546	65
総計			31,859	2,162	

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。

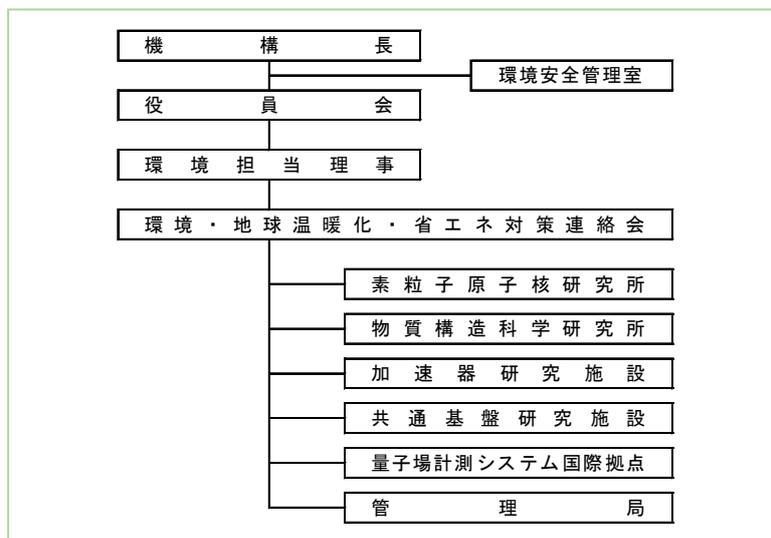
以上を念頭に置きつつ、研究・教育活動を積極的に推進するとともに、地球環境を維持・承継しつつ持続的発展が可能な社会の構築を目指します。

◆ 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 ₂) 排出量の削減	2024 年度温室効果ガス排出量上限値目標 : 254,783 t 2005 年度排出量「273,960 t」を基準とし、毎年△1%	各項目による節減努力等により、目標達成に貢献	○
建築物の建築、管理等にあつたの配慮	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・使用にあつたの配慮	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を促進	○
	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	環境物品等の調達推進 ・省エネ型機器の購入 ・コピー用紙、トイレットペーパーの再生紙利用 ・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	エネルギーを多く消費する自動販売機の設置の見直し	自販機の更新時において省エネ型機器を導入	○
その他の事務・事業にあつたの温室効果ガスの排出の抑制等への配慮	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	○
	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	○
ワークライフバランスの配慮・職員に対する研修等	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		
	省エネルギー対策の推進		
その他	実験機器の省エネルギー、資源の有効活用の推進	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	○

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

環境負荷の全体像

2024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	3,869 TJ
電力使用量	402 GWh
都市ガス使用量	175 千 m ³
石油燃料使用量	14 kL
印刷用紙購入量	12 t
水資源使用量	566 千 m ³

太陽光発電量 ヘリウム	73 MWh
----------------	--------

排出量

エネルギー由来 CO ₂ 排出量	184 千t-CO ₂
一般廃棄物排出量	82 t
産業廃棄物排出量	89 t
実験系廃棄物排出量	12 t
放射性廃棄物排出量	6 kL
下水道排出量	105 千 m ³

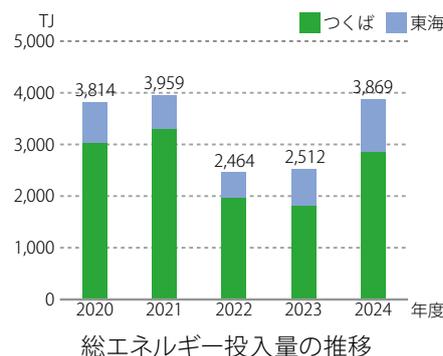
リサイクル	291 t
-------	-------

総エネルギー投入量

2024年度は、401,864 MWhの電力、175千m³の都市ガス、10.5kLのガソリン、1.6kLの軽油、1.4kL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3,869TJ（T（テラ）は10¹²で、1TJ = 1,000GJ）であり、2023年度と比べ54%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。

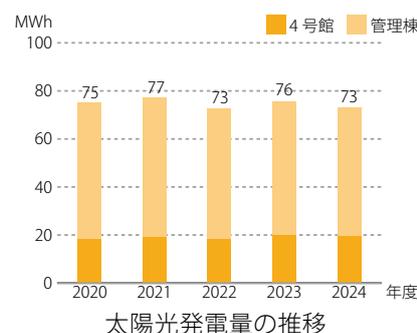
つくばキャンパスでは2023年度と比べ57%増加しました。これは2022年6月から2024年1月にかけて行われたSuperKEKBとBelle II測定器の大規模改修が完了し、加速器の運転時間が増加したためです。

東海キャンパスでは2023年度と比べ46%増加しましたが、加速器の運転時間が増加したためです。換算係数については、p.31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（50kW）と4号館（17kW）の屋上に設置しています。2024年度は、合わせて73MWhを発電しました。



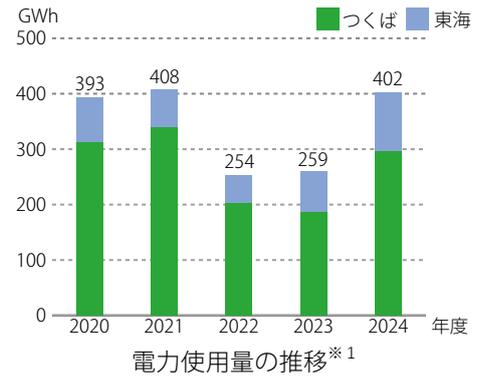
電力

2024年度は、つくばキャンパスにおいて、295,842 MWhの電力を使用しました。2023年度と比べ、58%増加しました。一方、東海キャンパスにおいては、106,022 MWhの電力を使用し、2023年度と比べ46%増加しました。

一般家庭の年間電力使用量 3,600 kWh^{※2}と比較すると、約82,000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5年度 家庭部門のCO₂ 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。2024年度は、2023年度と比べ97%増加しました。

2023年度は、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ていたためです。



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。2024年度は、2023年度と比べ14%減少しました。

なお、つくば-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

2024年度の印刷用紙購入量は12 tと、2023年度と比べ14%減少しました。

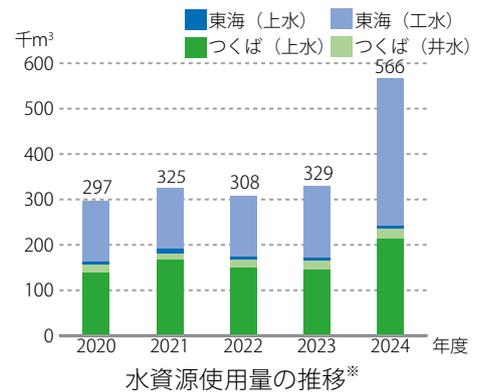
今後とも申請書等の電子化、ペーパーレス会議の効率的な開催、両面印刷の徹底など、紙の使用量削減に努めていきます。



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。2024年度は、2023年度と比べ、つくばでは上水48%・井水5%増加、東海では上水12%・工水105%増加でした。両キャンパスで加速器の運転期間が増加、外気温の上昇に伴う冷却塔への補給水の増加が要因と考えています。

※ 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。



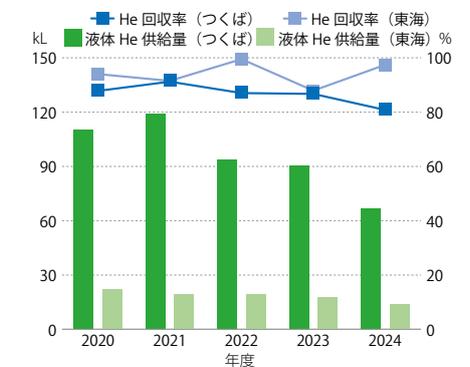
ヘリウム

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実験ユーザーが使用した後は、蒸発したヘリウムガスとして回収し、再液化しています。

2024年度は、つくばキャンパスでの回収率が低下しました。これはフォトンファクトリーのヘリウムガス回収用ガスバッグの安全弁が動作後、そのまま意図せず開状態だったインシデントが発生したためでした。その後、再発防止策を実施し、ガスバッグは正常に運用されています。今後もヘリウム液化機やガス回収設備の改修・更新・拡充を進めるのと並行して、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きます。

※昨年までの環境報告の2021-23年度の数値に誤りがありました。



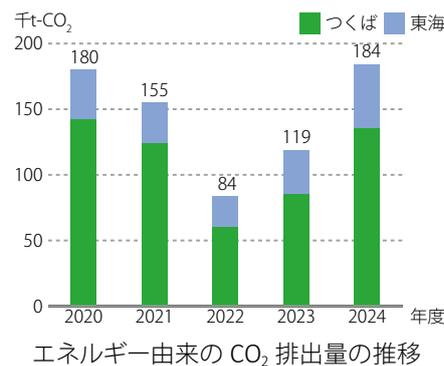
温室効果ガス

2024年度のエネルギー由来のCO₂排出量は184,044 t-CO₂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CO₂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CO₂排出量273,960 t-CO₂と比べ、2024年度は33%減となりました。

換算係数については、p.31の環境データ集をご覧ください。

2024年度の新エネルギー由来のCO₂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、606 t-CO₂の排出がありました。



廃棄物・リサイクル

一般廃棄物

2024年度は、一般廃棄物として79 tの可燃物、2.8 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)

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度
可燃物	81,011	80,389	85,206	82,068	79,108
不燃物	2,687	2,615	2,342	2,441	2,789
合計	83,698	83,004	87,548	84,509	81,897

産業廃棄物

2024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った2023年度に比べ、大きく減少しました。また、PCB廃棄物について、2021年度は、高濃度PCB廃棄物のみを委託処理しましたが、2022年度以降は低濃度PCB廃棄物を多く委託処理しており、排出量は増加しました。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）

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度
プラスチック	12,055	21,350	6,730	56,400	2,270
木屑	11,200	131,110	52,670	38,311	8,930
金属屑	11,115	3,415	8,944	4,062	8,981
コンクリート、がれき類等	42,790	352,720	31,940	296,360	48,724
蛍光灯、水銀灯等	1,986	266	2,794	2,425	560
蓄電池	300	2,835	59	0	131
PCB 廃棄物	52,157	2	9,374	13,295	19,103
合計	131,603	511,699	112,511	410,852	88,699

実験系廃棄物

2024年度は、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12t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。2023年度に比べ11%減少しました。2024年度から集計方法を変更しました。

実験系廃棄物排出の推移（5年間）（単位：kg）

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度
無機廃液	1,369	3,572	1,898	2,034	0
有機廃液	9,219	9,220	7,868	3,793	6,720
廃油	4,682	2,623	9,737	5,233	4,032
写真廃液	0	0	852	0	0
廃水銀	3	0	0	0	0
廃試薬	0	0	0	0	559
固形物他	938	4,407	404	2,220	479
合計	16,212	19,823	20,759	13,280	11,790

放射性廃棄物

放射性廃棄物のうち、50L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、2024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6,098Lを日本アイソトープ協会に引き渡しました。JAEA原子力科学研究所（原科研）への固体廃棄物の引き渡しは2024年度はありませんでした。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年度以降は例年と同程度の量に戻っています。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.19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）

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度
つくばキャンパス	0	0	0	0	0
東海キャンパス（J-PARC）	6,802	7,182	18,250	11,156	6,098
合計	6,802	7,182	18,250	11,156	6,098

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9tに対し、251t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)

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度
古紙(売却)	37,480	34,740	41,070	35,060	24,350
文書溶解処理	9,435	12,800	9,650	15,910	15,750
金属屑(売却)	132,402	660,697	766,770	477,900	251,314
合計	179,317	708,237	817,490	528,870	291,414

下水道

2024年度、つくばキャンパスからは、100千m³の排水を公共下水道に排出しました。2023年度と比べ25%増となっています。

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.19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150ppm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0.05g/m³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	2023年度*投資額(千円)	2024年度*投資額(千円)
公害防止コスト	6,693	1,409
石綿調査	6,693	1,409
地球環境保全コスト	73,132	74,324
フロンガスの回収・処理	2,940	3,857
ルームエアコンの更新	15,453	2,067
パッケージ型エアコン更新	41,278	23,349
照明器具の取替	6,734	3,223
変圧器の取替	4,994	0
網戸の取付	1,733	28
チラーユニット、ガスヒートポンプ	0	41,800
資源循環コスト	87,524	79,876
一般廃棄物処理	1,666	1,603
産業廃棄物処理	19,913	13,035
PCB 廃棄物処理	6,060	4,940
実験系廃棄物処理	38,440	39,087
放射性廃棄物処理	21,445	21,210
管理活動コスト	48,915	62,177
環境報告書作成	343	393
電子マニフェストシステム利用料金	2	2
冷温水発生機等ばい煙測定	463	463
植物管理	43,526	58,620
枯損木撤去	4,582	2,699
合計	216,265	217,786

*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。

実質的效果		2023年度(千円)	2024年度(千円)
収益	太陽光発電	1,739	1,741
	リサイクル	123,759	76,304
	古紙	488	344
	金属屑	123,271	75,960
推定的効果		2023年度(千円/年)	2024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	47,806	57,712
	エアコン等の更新	3,059	7,195
	冷却水関連機器の停止	23,719	35,751
	変圧器の停止	21,028	14,766

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 x 12ヵ月 x 12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 x 4ヵ月 x 12時間/日 = 960時間/年、暖房：20日/月 x 5ヵ月 x 12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 x 24時間/日 = 8,760時間/年、実験室：200日 x 24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 x 24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、測定値は降雨などの影響による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 CO₂ 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 CO₂ 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。2024 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。

2024 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。2025 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

J-PARC ハドロン実験施設における電磁石用直流安定化電源更新の取り組み

素粒子原子核研究所 里 嘉典

J-PARC ハドロン実験施設には、主リング加速器で最大 30 GeV に加速された大強度陽子ビーム (2025 年 4 月に 1 回あたり 7.95×10^{13} 個の世界最高取り出し陽子数で利用実験を実施) を用いて、国内外の研究者から提案される多種多様な実験課題を効率的に遂行するための一次ビームライン及び二次ビームラインが整備されています。実験で必要とされる様々なエネルギーのビーム輸送に対応して電磁石を励磁するため、多数の直流安定化電源が必要となります。ハドロン実験施設では、ビーム軌道の微調整等に使用される出力 10 kW 程度の小規模なものから、大型の磁気運動量分析器等の励磁に必要な出力 500 kW クラスの大型のものまで、幅広い出力レンジの直流安定化電源を 100 台以上運用しています。

経済的な理由から、ハドロン実験施設の建設時には KEK つくばキャンパスの東・北カウンターホールで使用されていた電源が J-PARC へ移設されました。最も古いものでは 1973 年頃に製造された電源(図 1)を使用しており、老朽化の懸念がありました。また、古い時代に米国及び日本で製造された電源にはポリ塩化ビフェニル (PCB) を含有した部品が使用されている可能性があり、PCB 特措法に定められている期限までに法律に則って適切な対応が必要です。PCB 含有の有無については、2019 年に KEK つくばキャンパスに保管されていた電源を対象として、分析会社に依頼して電源内部に使用されている部品の PCB 含有濃度を調査しました。その結果、図 1 の電源を含む古い米国製電源に使用されていたオイルコンデンサが高濃度 PCB 含有と判定されました。急遽代替用のフィルムコンデンサを調達して部品の入替を行い、高濃度 PCB 該当品は KEK つくばキャンパスの安全衛生推進室に引き渡しました。その他の保管電源も部品の抜き取り調査を行い、PCB の含有基準に該当する疑いのある部品を撤去した上で廃棄処分を行いました。



図 1. ハドロン実験施設で使用されていた 1973 年頃製造の 500 kW 直流安定化電源 (出力定格 100V-5000A)

2009 年の J-PARC ハドロン実験施設の運転開始以降、新規に製造した電源は表 1 の通りです。ハドロン実験施設の電磁石用直流電源は、整流素子にサイリスタ (THY) を用いた 12 相整流方式の直流安定化電源が主流です。サイリスタは故障しづらく長期間の安定使用実績があるのがメリットですが、電源内に大型の変圧器が必要になることや、力率・効率の面でスイッチング (SW) 電源にやや劣るデメリットがあります。近年、半導体素子の発展に伴い社会的要請から SW 電源の製品が増えてきており、負荷容量の小さい電磁石については SW 電源を採用できるようになってきました。低電圧・大電流電源が必要となる大型の電磁石にはコストや寸法等の問題から依然としてサイリスタ整流方式電源が有利ですが、今後も社会の技術動向を踏まえた検討が必要です。

製造年	定格出力	整流方式	台数
2013	50V-1000A	THY	5
2014	120V-2500A	THY	9
	180V-3000A	THY	2
	100V-5000A	THY	2
2015	100V-5000A	THY	1
	120V-2500A	THY	1
2016	10V-100A	SW	1
2017	50V-1000A	THY	1
2018	30V-330A	SW	2
2022	100V-5000A	THY	5
	50V-1000A	THY	10
	40V-1125A	SW	2
	20V-250A	SW	7
	15V-375A	SW	1
2023	100V-5000A	THY	5
2024	30V-170A	SW	1
	30V-510A	SW	2
計			57

表 1. 2009 年以降に新規製造した直流安定化電源の一覧 (THY: サイリスタ整流方式、SW: スイッチング整流方式)

2022 年から 2024 年にかけて、大規模な電源入替業を行いました。一番の目的は低濃度 PCB 含有基準に該当する可能性のある高経年電源を撤去し処分することですが、運転電流の実績にあわせて電源の配置を変更し、上位 AC400V 系統の負荷電力の平準化を行いました。また、図 2 に示すように 3 台分の電磁石電源を 1 つの筐体に格納できる電源を複数台導入し、省スペース化ができました。図 1 に示す THY 電源を 4 台直並列接続して励磁していた大型の偏向電磁石については、2 台の電源の直列接続 (図 3) で励磁することで、省スペース化と約 20 kW の省電力化に成功しました。3 年にわたる置き換え作業により 1985 年以前に製造された電源 40 台を廃棄することができましたが、1996 年以前に製造された電源は保管分も含めて 50 台以上残っており、今後も更新作業を計画的に行う必要があります。

関連サイト

2025 年 9 月 11 日 KEK プレスリリース J-PARC 加速器、遅い取り出し運転でビーム強度世界記録を達成
 >> <https://www.kek.jp/ja/press/202509111400mr>



図 2. 2024 年に設置された 3 in 1 電源。電磁石 3 台分の SW 電源が 1 つの筐体に収納されている。



図 3. 入替作業後の 500 kW THY 電源 2 台 (電磁石負荷 140V-4800A)

電子陽電子入射器での高効率クライストロンの開発研究 - 電力効率の改善を目指して -

加速器研究施設加速器第五研究系 松本 修二

KEK つくばキャンパスにて稼働している電子陽電子入射器は、電子または陽電子を直線的に最高 8 GeV (陽電子は 4 GeV) まで一気に加速する大型加速器で、電子線形加速器と呼ばれる部類に属します。加速には波長が約 10 cm の電波 (マイクロ波) を利用します。入射器には 60 台のマイクロ波発生装置があり、受電した商用電力から大電力*のマイクロ波を作り出します。各発生装置は、マイクロ波を発生する大電力クライストロン 1 台とそれを駆動するパルス電源から構成されています。ここではマイクロ波発生の効率を大きく改善できると期待されている新しいクライストロンの開発研究を紹介します。

このマイクロ波発生装置の働きは、以下のようになります。まず商用電力を整流し、パルス電源内のコンデンサに蓄えます。ビームを加速するタイミングに合わせて、蓄えておいた電力を約 6 マイクロ秒という短時間で一気に取り出すことで大電力のパルスが得られます (このときピーク電力値は約 100 MW にまで達する)。この電力でクライストロンを動かし、目的である大電力のマイクロ波を発生させるわけです。クライストロンは、電子銃部、本体部 (マイクロ波増幅部)、マイクロ波出力部およびコレクタ等からなる

真空管で、内部は図 1、左図のようなものです。電源からのパルス電圧を電子銃に印加しカソードで発生した電子ビームを加速します (印加電圧が 310 kV の時、電子ビームの電流は 340 A になり、両者の積 100 MW がビームの持つパワー)。小電力のマイクロ波によって共振空洞 (入力空洞) を励振し、発生する交流電場によりビームを変調します (速度変調)。速度変調を受けたビームは管内を進行する間にビームの密度に濃淡が生じてきます (電子がバンチされる、といいます)。密度変調されたビームで共振空洞 (出力空洞) を励振し、増幅されたマイクロ波を外部へ取り出します。ビームの持つパワー P と発生したマイクロ波の電力 (P_{out}) の比 (P_{out} / P) がクライストロンの効率で、現状では 40 ~ 60% のものがほとんどです。つまり、マイクロ波で利用できるのは元の電力の約半分で、残りはコレクタで熱になり、未利用のまま捨てられます。実際、KEK 入射器で使用しているクライストロンは効率 45% です。

一般的には、出力するマイクロ波が大電力になればなるほど、クライストロンの効率は下がる傾向にあります。それは出力電力を大きくするためにはクライストロン電子銃からの電子ビームの強度 (電流) を大

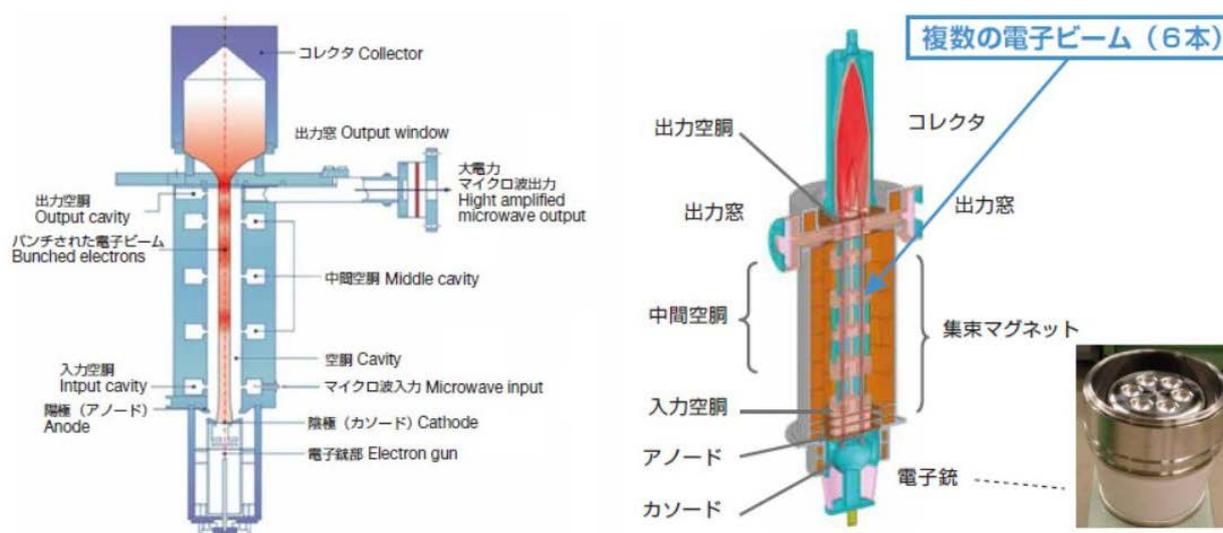


図 1. クライストロン原理解説図 (左) とマルチビーム化されたクライストロン (右)
(出典: キヤノン電子管デバイス社 HP. > <https://etd.canon/ja/tech/klystron.html>)

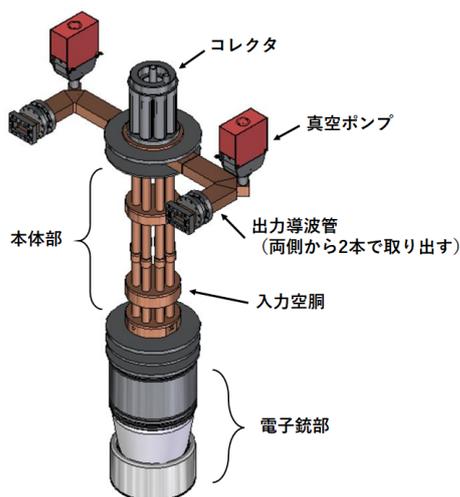


図2. 試作段階の80MW Sバンドマルチビームクライストロン

きくしなければならぬからです。しかしそうすると、ビーム内の電子同士の反発でビームの密度変動の度合いが下がり、その結果、効率が下がってしまうからです。必要な出力電力は確保しつつ効率の低下を防ぐため、クライストロン管内の電子ビームを数本から数十本の小電流ビームの束に分けることで、各小電流ビームの変調の度合いを保つアイデアが提案されました。ビーム束を管内に収めて、一つのクライストロンとして動作させると効率を下げずに大電力のマイクロ波を得ることができます(マルチビームクライストロンと称されています。図1右図)。

*大電力

大電力とはおおむね1 MW (メガワット)～数10 MW程度、小電力は数W～100 W程度のパワーを指している。例えば、KEK入射器で稼働しているクライストロンでは、マイクロ波出力40 MW、同入力200 W、増幅度(利得)53 dB、効率45%。

原著論文

Sバンド高効率マルチビームクライストロンのRFセクションの設計研究とモデリング, 王盛昌, 他 WEPO74, Proc. of PASJ2024, 日本加速器学会2024年度年会。

S-band 80 MW マルチビームパルスクライストロンの電子銃およびマグネット設計, 夏井拓也, 他. THP021, Proc. of PASJ2024, 日本加速器学会年会。

関連サイト

キャノン電子管デバイス社 HP.

同社の製品紹介や、クライストロンおよびマルチビームクライストロンの一般向け解説もある。

≫ <https://etd.canon/ja/tech/klystron.html>

Powering into the future, 19 May 2025.

CERNにおける高効率クライストロンの解説記事. CERN COURIER Vol 65 No.3, May/June 2025.

≫ <https://cerncourier.com/a/powering-into-the-future/>

近年の計算機能力の発展により、マルチビームクライストロンのような複雑な形状をした真空管内の電子ビームの三次元軌道でも計算機で詳細にシミュレーションができるようになりました。コンピュータ上でクライストロンを再現した設計研究ができるようになったわけです。我々の行った設計研究では、期待した通り、マルチビーム化により、効率を45%から70%以上に飛躍的に向上できることが示されています。

新しいクライストロンに置き換えることで、今と同じだけのマイクロ波が、約40%の電力削減をして得られることとなります。あるいは、同じ商用電力を使えば、発生装置1台当たりのマイクロ波出力を40 MWから65 MW以上に引き上げられます。つまり、これまでよりも効率よくマイクロ波電力を得られるので、入射器の性能を大きく向上できる可能性が広がります。

現在、設計研究結果に基づいて、図2のようなマルチビームクライストロンの試作機の製造に取り掛かっています。試験結果が楽しみです。将来の加速器には、このような高効率化されたクライストロン(もしくはマイクロ波管全般)は電力の有効活用のためにも必須と考えられており、現在世界的にもいろいろな取り組みがなされています。

社会との関わり

広報活動

初の科技週間のプレイベントに参加

4月14日、つくば市内の13の研究機関が初めて一堂に会し、「科学技術週間プレイベント2024」を開催しました。これは、1960年に制定された毎年4月の「科学技術週間」（2024年は4月15～21日）の直前に開催することで、その認知度向上を目的としたものです。KEKも参加し、加速器実験の必須である真空を体感できる展示を行いました。プレイベントの次週に当たるKEKでは、「科学技術週間」イベントとして小規模な一般公開を開催し、約470人の来場者を集めました。



プレイベントでKEKが行った子ども向け真空実験

ニコニコ超会議に出展

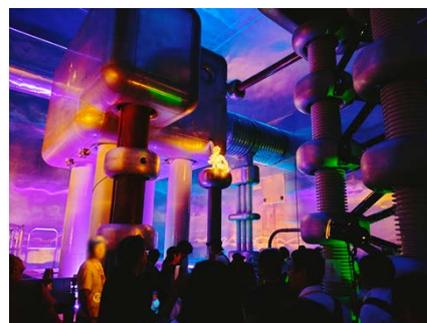
2023年に引き続き、千葉・幕張メッセで4月27、28日に開催された「ニコニコ超会議」に出展しました。このイベントは、ゲーム関係のほか自衛隊や自治体も出展することで知られるイベントで、来場者が桁違いに多いのが特徴です。2024年は約12万5000人が来場しました。KEKは「超KEK」というキャッチコピーで多くの人にその存在をまず知ってもらうことを目指し、ブースでは研究者によるトークショー、実験体験などを行いました。



加速器実験について説明する研究者

一般公開には4200人が来場

つくばキャンパスで9月、一般公開を開催しました。新型コロナウイルス感染症が季節性インフルエンザと同じ扱いになった2023年からKEKでは現地開催に戻しており、この年は約4,200人が来場しました。特別企画として、科学と芸術の融合にも取り組みました。廃止されたコッククロフト・ウォルトン型と呼ばれる古い加速器をLEDライトで照らし、ユニークで幻想的な体験を創出しました。2021年にKEK設立50周年記念事業のために制作されたビデオの舞台を再現したもので、この展示だけで1,000人を超える来場者があり、大変好評でした。



ライトアップされたコッククロフト・ウォルトン型加速器

「暗黒物質」テーマでサイエンスアゴラ出展

科学技術振興機構 (JST) が東京・お台場で開催する、語り合い、アイデアを共有する科学イベントです。KEK は長年、参加しており、2024 年 10 月 27 日には「暗黒物質研究の未来：あなたはどの挑む？」と題したステージトークを行いました。まず、宇宙の 25% を占める謎の物質「暗黒物質」とは何か、そして科学者がどのようにそれを研究しているのかを説明しました。その後、参加者はステージ前のスペースを移動し、3 つの研究手法の中から、自分が挑戦したいものを選ぶ趣向でした。



3 つの研究手法に対応する赤、緑、青に色分けされたスペース

つくばの研究機関連携の「水夜サイエンスカフェ」

2024 年 12 月から 2025 年 3 月までのほぼ毎週水曜日の夜、茨城県の助成を受け、KEK を含む 11 の研究機関が協力して「水夜サイエンスカフェ」というイベントが開催されました。KEK からは研究者が登壇したり、他機関の研究者が登壇したカフェで KEK の広報担当者が司会を務めたりしました。異なる分野の研究者同士の交流は、活発な議論を巻き起こしました。カフェは計 13 回が開催され、約 1,100 人が対面とオンラインの両方でイベントを楽しみました。



KEK と気象研究所の研究者が「基礎科学から実学へ」をテーマに議論しているところ

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、関係法令等に基づき、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独自の安全委員会、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。

2024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、「持続可能な安全衛生管理～リスクアセスメントの本質～」のタイトルで、安全管理に重要なハザードとリスク評価に関する講演を行いました。また、資格の取得できるイベントとして、低圧電気取扱者特別教育を行いました。

そのほか、他の施設の安全クロスチェック～他の施設の良いところ発見!!～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。



安全講演会の模様



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、清掃用ウエットシート(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

2023年度から、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ており、日ごろの業務等におけるヒヤリとしたこと、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。また、webフォームから投書ができない業者等のため、インフォメーションセンターなど構内3箇所にはヒヤリハット投書箱を設置しています。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

トップマネジメントによる安全管理の一環として、機構長、理事による現場の安全巡視を実施しています。

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。2024年度は、キャンパス間の情報共有を目的として、つくば、東海担当者による相互巡視を実施しました。

重点項目を設定のうえ、両キャンパスあわせて172回（累計312棟）実施し、指摘事項は487件あり、約60%が改善されました。また、改善の促進を目的に安全衛生上の問題点を見つけるだけでなく99件の良好事例の紹介を行っています。



機構長等巡視の模様

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シンクロトロンMR第2機械棟において電気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消火器取扱訓練の模様



J-PARCセンターでの火災想定訓練の模様

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。2024 年の「J-PARC 安全の日」は、5 月 30 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)、つくばキャンパスの KEK 職員等、計 352 名が参加しました。

午前は安全情報交換会として、2023 年度に J-PARC で発生した 2 件の火災事象も踏まえ、火災防止に関する事例研究について各セクションからの報告と意見交換が行われました。

午後は安全文化醸成研修会として、最初に安全貢献賞と良好事例の表彰を行いました。続いて、名古屋大学名誉教授 / あいち・なごや強靱化共創センター長の福和伸夫先生による講演「温故知新で大規模地震に備える」が行われました。2024 年 1 月 1 日の能登半島地震の発生時における多くの映像を使って、揺れにより建物が被害を受ける様子などを分かりやすくご説明いただきました。さらに、我が国の耐震設計基準や耐震補強の考え方、災害の歴史を学びどのように災害と付き合うかを意識して生活することの重要性、大都市の地震災害に対する脆弱性に関わる問題点などを解説いただき、国と個人が一丸となって地震への対応を再考する必要性が述べられました。その後、記録映像「放射性物質漏えい事故 -社会からどのようにみられたか-」を全員で視聴しました。最後に、宮本安全統括副センター長から、2011 年の東日本大震災における J-PARC での経験、教訓、大規模地震に備えて加速器研究施設で働く私達が意識すべき点等について解説をいただき、研修会を終えました。



安全情報交換会における講演会場の様子



講演中の福和伸夫先生

資料

環境データ集

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	単位	記載
総エネルギー投入量(合計)	3,813,872	3,959,175	2,464,006	2,512,443	3,869,099		
つくばキャンパス	3,021,664	3,285,623	1,967,394	1,814,183	2,849,927	GJ	p.12
東海キャンパス	792,208	673,552	496,612	698,260	1,019,171		
太陽光発電量(合計)	75.1	77.2	72.7	75.5	72.9	MWh	p.12
4号館	18.3	19.3	18.3	19.7	19.5		
管理棟	56.8	57.9	54.4	55.8	53.4		
電力使用量(合計)	393,075	408,238	253,531	259,347	401,864	MWh	p.13
つくばキャンパス	311,321	338,676	202,295	186,804	295,842		
東海キャンパス J-PARC,RNB	80,777	68,523	50,168	71,432	104,811		
東海キャンパス 東海1号館 ^{*1}	977	228 811	1,069	84 1,027	1,211		
都市ガス使用量(つくばキャンパス)	140	123	177	89	175	千m ³	p.13
石油燃料使用量(合計)	17	16	15	16	14	kl	p.13
つくばキャンパス(合計)	7.6	7.2	7.3	7.2	6.5		
ガソリン	5.6	4.8	4.7	5.7	3.8		
軽油	1.5	1.7	1.9	0.9	1.3		
A重油	0.5	0.65	0.66	0.57	1.4		
東海キャンパス(合計)	9.4	8.9	7.3	8.5	7.0		
ガソリン	8.7	8.2	6.9	8.1	6.7		
軽油	0.7	0.7	0.4	0.3	0.3		
印刷用紙購入量	14	15	14	14	12	t	p.14
水資源使用量(合計)	297	325	308	329	566	千m ³	p.14
つくばキャンパス(合計)	155	180	167	164	234		
上水	139	166	150	145	214		
井水	16	14	17	19	20		
東海キャンパス(合計)	142	145	141	165	332		
上水	9	11	7	7	8		
工水	133	134	134	158	324		
ヘリウム供給量(合計) ^{*2}	132.4	138.8	113.7	108.1	81.0	kl	p.14
供給量(つくばキャンパス)	110.2	119.4	94.1	90.3	67.1	kl	
回収率(つくばキャンパス)	88.2	91.6	87.4	87.1	81.2	%	
供給量(東海キャンパス)	22.2	19.4	19.6	17.8	13.9	kl	
回収率(東海キャンパス)	94.0	91.5	99.5	87.9	97.4	%	
温室効果ガス排出量						t-CO ₂	p.15
エネルギー由来CO ₂ 排出量(合計)	179,990	155,047	83,701	118,739	184,044		
つくばキャンパス	142,606	123,911	60,293	85,569	135,575		
東海キャンパス	37,384	31,136	23,408	33,170	48,468		
非エネルギー由来CO ₂ 排出量(合計)	419	585	2,136	401	606		
つくばキャンパス(フロン)	419	577	1,973	335	587		
東海キャンパス(フロン)	0	8	163	66	19		

^{*1}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。

^{*2}昨年までの環境報告の2021-23年度の数値に誤りがありました。

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	単位	記載
廃棄物 (合計)	231,513	614,525	220,818	508,641	182,386	kg	p.15 p.16
一般廃棄物 (合計)	83,698	83,004	87,548	84,509	81,897		
つくばキャンパス	60,880	58,630	60,520	60,200	55,790		
東海キャンパス	22,818	24,374	27,028	24,309	26,107		
産業廃棄物 (合計)	131,603	511,699	112,511	410,852	88,699		
つくばキャンパス	123,839	506,722	104,877	193,540	82,148		
東海キャンパス	7,764	4,979	7,634	217,313	6,551		
実験系廃棄物 (合計)	16,212	19,823	20,759	13,280	11,790		
つくばキャンパス	13,950	19,583	20,361	13,087	11,116		
東海キャンパス	2,262	239	398	193	674		
放射性廃棄物 (合計)	6,802	7,182	18,250	11,156	6,098	L	p.16
つくばキャンパス	0	0	0	0	0		
東海キャンパス	6,802	7,182	18,250	11,156	6,098		
リサイクル (合計)	179,317	708,237	817,490	528,870	291,414	kg	p.17
古紙	37,480	34,740	41,070	35,060	24,350		
文書溶解処理	9,435	12,800	9,650	15,910	15,750		
金属屑	132,402	660,697	766,770	477,900	251,314		
下水道排出量 (合計)	82	112	103	85	105	千m ³	p.17
つくばキャンパス	77	108	98	80	100		
東海キャンパス	4	4	5	5	5		

換算係数表

	2005年度 ^{*1}	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024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 ³
ガソリン	34.6	34.6	34.6	34.6	33.4	33.4	GJ/kL
軽油	38.2	37.7	37.7	37.7	38	38	
A 重油	—	39.1	39.1	39.1	38.9	38.9	
二酸化炭素換算係数							
電力 ^{*2} つくば	0.555	0.457	0.365	0.296	0.457	0.457	t-CO ₂ /MWh
東海 J-PARC,RNB	—	0.457	0.447	0.457	0.457	0.457	
東海 1号館 ^{*3}	—	0.457	0.447	0.473	0.434	0.438	
都市ガス	0.0506	0.0499	0.0499	0.0499	2.05 ^{*4}	2.05 ^{*4}	t-CO ₂ /GJ
ガソリン	0.0671	0.0671	0.0671	0.0671	0.0686	0.0686	
軽油	0.0686	0.0686	0.0686	0.0686	0.0689	0.0689	
A 重油	—	0.0693	0.0693	0.0693	0.0708	0.0708	

^{*1} 「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。)

^{*2} 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。

^{*3} 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。

^{*4} 単位は t-CO₂/千m³。