

環境報告 2019

KEK Environmental Report 2019



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	2018年4月～2019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：029-864-1993 E-mail：k-anzen@ml.post.kek.jp URL：http://rcwww.kek.jp/chem/
■ 公 開	2019年9月



■ つくばキャンパス

つくばエクスプレス「つくば駅」下車、路線バスで約20分
常磐自動車道「桜土浦」インターより約30分

■ 東海キャンパス

JR常磐線「東海駅」下車、タクシーで約10分
常磐自動車道「那珂IC」「日立南太田IC」より約20分
東水戸道路「ひたちなかIC」より約20分

CONTENTS

トップメッセージ 1

KEK の役割と組織 3

- KEK とは
- KEK の目指すもの
- 組織
- 基礎データ
- 実績データ

環境マネジメント 12

- 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 30

- 計測装置に使用する水晶発振回路の高速起動化がもたらす省エネおよび社会環境への効果
- 電力をほとんど使わない真空ポンプの開発
- GaN の結晶欠陥を大面積かつ非破壊で検出・分類する方法を開発
- 前処理不要・再利用可能な中性子個人線量計
- 環境に配慮した設備更新
- ESCO 事業による CO₂ 削減

社会との関わり 38

- 広報活動
- 教育プログラムの実施
- 地域との共生活動
- 産学官の連携活動
- 安全安心文化の醸成
- 職場環境の向上

資料 49

- 環境データ集
- 用語集

第三者意見 54

- コラム 一般家庭と KEK の電力使用量 . . . 15

環境データ集について

環境データ集 (p.49-50) にはキャンパスごとの環境データと換算係数を一覧表で掲載しています。

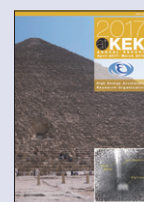
用語・略語について

用語集 (p.51-53) に掲載している用語については、p.3 以降の本文中最初に登場した際に、「**加速器**」のように青太字で記載しています。また、略語については、本文中に登場する略語を記載しています。

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/PublicRelations/DigitalLibrary/Annual Report](https://www.kek.jp/ja/PublicRelations/DigitalLibrary/AnnualReport) (英語のみ)
- ≫ <https://www2.kek.jp/library/ar/ar.html>



■ 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

山内 正剛

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。これまで建設が続けられてきた SuperKEKB と呼ばれる電子・陽電子衝突型加速器は 7 年に及ぶ建設を終えて運転を開始し、近い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。

KEK における研究では大電力を消費する大型加速器の運用が中心となるため、大きな環境負荷をもたらすことが避けられません。このため、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るための知恵と工夫が非常に重要です。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。例えば、SuperKEKB 加速器においては、ビーム粒子束を数十ナノメートルまで絞る技術を開発することにより、投入エネルギーに対して前人未到の高い効率で加速粒子の衝突事象を起こすことが可能になっています。また、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、ビームの輸送路には超伝導電磁石を用いることなどで環境、エネルギー負荷の低減を図っています。一方、オフィスや基盤施設の一般需要については、省エネパトロールを実施するなど、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組を進めています。

また、KEK では学術研究に加えて今年度から応用超伝導加速器センターを設け、将来の半導体製造のための光源、核医学製剤、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ち、環境負荷の低減にも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につながる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。安全の確保と法令順守に十分配慮し、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いきたいと考えています。

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、取りまとめを行いました。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。



KEK の役割と組織

KEK とは

(1) 人類の知的資産の拡大に貢献します

自然界に働く法則や物質の基本構造を探究し、人類の知的資産の拡大に貢献します。素粒子・原子核や生命体を含む物質の構造・機能に関して高エネルギー加速器を用いた実験的研究や、理論的研究を推進します。

(2) 大学共同利用機関法人です

国内外の研究者と共同研究を行うとともに共同利用の場を提供し、大学の高度な教育・研究を支え、加速器科学の最先端の研究や、関連分野の研究を発展させます。

(3) 世界に開かれた国際的な研究機関です

国際共同研究を積極的に推進します。アジア・オセアニア地域に位置する研究機関として、諸機関との連携協力を重視し、同地域における加速器科学の中心的役割を果たします。

(4) 教育協力・人材育成を進めます

総合研究大学院大学の基盤組織として、加速器科学の推進およびその先端的研究分野の開拓を担う人材を養成します。また、大学院などへの教育協力を行い、加速器科学分野の人材育成を行います。



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、宇宙の起源、物質や生命の根源を探求しています。研究者の自由な発想による「真理の追究」を目指して研究開発を推進しています。

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）である「クォーク」にたどり着きます。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、その最も進んだ一形態としての生命体にまで行き着きます。KEKは加速器を用いて、素粒子や原子核の研究から原子や分子レベルでの物質の構造や機能の研究、生命体の生命活動の研究まで、幅広い基礎科学の研究を行っています。

高エネルギー加速器とは、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装置です。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。また、加速器が作る光や中性子、ミュオンなどの量子ビームは、倍率の高い顕微鏡として、これまでに見ることができなかった物質の構造や、生命活動の研究を行うことができます。

素粒子・原子核の世界の研究

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。望遠鏡や人工衛星で宇宙を眺めるのに対し、KEKは加速器を用いて宇宙の初期状態を再現することで宇宙の研究を行います。

物質の構造や機能の研究

電子加速器で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、電子を金属標的に衝突させて発生させる「陽電子」、陽子加速器で陽子を金属標的に衝突させ発生させる「中性子」や「ミュオン」という粒子を試料に照射し、さまざまな物質の構造や機能を原子や分子のレベルでの詳細な観察をすることで、物理学、化学、生物学、工学、農学、医学、薬学など幅広い分野の研究を行います。

世界の加速器科学は今、転換期を迎えています。

日本原子力研究開発機構（JAEA）と共同で建設を進めてきたJ-PARCが完成し、大強度陽子ビームを利用した新しい時代の素粒子・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始まりました。また、KEKB加速器は積分ルミノシティの目標値を達成し、宇宙の謎のさらなる解明のためにSuperKEKB（スーパーKEKB）として生まれ変わろうとしています。

放射光を利用した研究分野では、全世界的にその中心が第三世代光源から新第三世代光源を用いたものに移行しつつあり、次世代の光源の建設計画も検討されています。

海外では今後の素粒子物理の方向性を大きく左右する大型**ハドロン**衝突型加速器（LHC）が本格稼働し、国際協力で進めている次世代の電子・陽電子衝突型加速器である国際リニアコライダー（**ILC**）のための研究開発も量産化を視野に入れた新たな段階に入ろうとしています。

KEKは、このような転換期における研究計画を策定することを我が国の加速器科学の緊急の課題と認識し、2009年から5か年間の具体的な研究計画である「KEKロードマップ」を策定しました。2013年5月にはそのロードマップのアップデートである「KEKロードマップ2013」を、2016年6月にはロードマップに挙げられた研究計画を具体的に進めるための実施計画「KEK Project Implementation Plan(KEK-PIP)」を策定し、その実現に向けて努力しています。

組織



素粒子原子核研究所

素粒子原子核研究所では、この世界にある物質を構成する素粒子や原子核、さらにそれらに働く力の性質などを明らかにするため、実験と理論の両面から研究が行われています。それにより、素粒子をはじめとした極微の世界の謎を解明し、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挑みます。

つくばキャンパスには、B 中間子を詳しく研究する、SuperKEKB 加速器と Belle II 測定器が設置されています。これらは、小林誠・益川敏英両博士の 2008 年ノーベル物理学賞受賞を導くなど、輝かしい成果をあげた KEKB 加速器、Belle 測定器を大幅にグレードアップしたのですが、2018 年 4 月には改造後初めての電子・陽電子の衝突を達成し、2019 年 3 月からは本格物理運転を開始しました。世界最高となるルミノシティ（衝突頻度）を活かし、Belle 時代の 50 倍に及ぶ大量のデータを蓄積し、高い感度で新しい物理法則を探索します。また、理論センターには多くの物理学者が所属し、素粒子、原子核、宇宙物理学など幅広い理論研究が行われています。

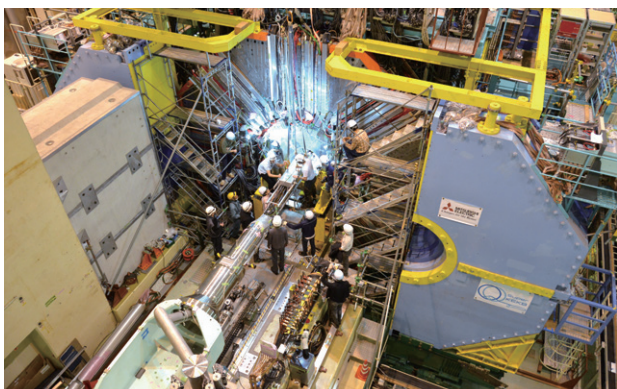
東海キャンパスでは、J-PARC の大強度陽子加速器を利用した実験が行われています。

T2K 実験は、J-PARC の**ニュートリノ**生成施設で作成した大強度ニュートリノビームを、J-PARC 敷地内の前置検出器と 295 km 離れた**スーパーカミオカンデ**に打ち込み、その振動現象の精密測定を通して

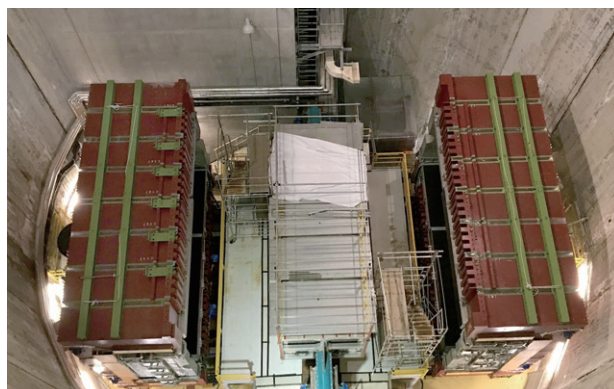
ニュートリノの謎に迫る国際共同研究です。また、ハドロン実験施設では、生成された多彩なハドロンから「強い力」に反応するハドロン・原子核の性質や構造を調べる実験が行われているほか、ミューオンを使った実験も準備されています。

理化学研究所（和光市）にある和光原子核科学センター（WNSC）では、元素選択型質量分離装置（KISS）が設置され、中性子が過剰な重い短寿命原子核の基礎特性を調べる実験が行われています。また、最新の多重反射型飛行時間測定式質量分析器（MRTOF-MS）を用いた超ウラン元素の質量を直接測定するなどの実験も行われています。

一方、欧州合同原子核研究機関（CERN）・大型ハドロン加速器（LHC）の ATLAS 実験、スイス・ポールシェラー研究所（PSI）の MEG II 実験、南米チリで宇宙マイクロ波背景放射（CMB）の観測を行う POLARBEAR 実験、Simons Array 実験、カナダの TRIUMF 研究所で超冷中性子（UCN）を用いた電気双極子モーメント（EDM）の精密観測を行う TUCAN 実験など、海外が拠点の実験にも参画しています。この他にも、国際リニアコライダーの日本での実現を目指し、物理の検討や測定器の建設準備研究を行っています。さらに、JAXA の CMB 観測衛星 LiteBIRD 計画に参画しています。



Belle II 測定器 (つくばキャンパス)



T2K 実験で使われる J-PARC の前置ニュートリノ検出器 (東海キャンパス)

物質構造科学研究所

物質構造科学研究所では、電子加速器から発生する放射光や低速陽電子、陽子加速器から作られる中性子とミュオンを使い、物質・生命の構造とそのダイナミクスを分子や原子のスケールで解明する基礎研究を行っています。

例えば、磁性や伝導性など、物質がもつ多彩な性質を決定づける、原子の種類や並び、電子の振る舞いを調べ、制御し、新しいテクノロジーの開発につながる物質科学。また、資源・エネルギー源の乏しい日本で求められる、太陽電池や燃料電池普及のための水素貯蔵技術などの実現・普及、化学産業の低炭素グリーンプロセス化（低環境負担化）など、持続可能な社会実現の実現を目指した研究を行っています。

そして生命科学の分野では、生命現象を担う巨大で複雑な分子であるタンパク質の立体構造を放射光によって解明しています。タンパク質は、たった 20

種のアミノ酸が鎖のようにつながり、折りたたまれて立体構造をとることによって、初めて多様な機能を発揮します。タンパク質の立体構造を知るとは、その機能を見ることに等しく、解明が進むことで病気発現の理解や、副作用の少ない新薬の開発へとつながります。

これらにより得られる機能発現に関する知見は、新素材や新機能の開発など、私たちの生活をより快適に、便利にする応用研究にもつながっています。

このような研究を推進するため、物質構造科学研究所には、放射光科学研究系、中性子科学研究系、ミュオン科学研究系という研究手法ごとのグループの他、これらを横断的に活用する構造生物学研究センター、構造物性研究センター、計測システム開発室があります。



フォトンファクトリー実験ホール (つくばキャンパス)



J-PARC 物質・生命科学実験施設実験ホール (東海キャンパス)

加速器研究施設

加速器研究施設は KEK のすべての加速器の運転維持とビーム性能の向上を通じて、素粒子・原子核・物質・生命などの共同利用実験で用いられるビームを、日本と世界の研究者に提供しています。また、さまざまな将来の加速器科学と関連技術の研究、設計、開発に取り組んでいます。

つくばキャンパスでは、シンクロトン放射光利用の世界的パイオニアであるフォトンファクトリー (PF と PF-AR) など、共同利用実験を推進しています。2008 年のノーベル物理学賞の受賞を決定づけた KEKB (電子陽電子リング及びリニアックから成る B ファクトリー) の高度化計画である SuperKEKB の建設、及び次世代放射光源のための研究開発に取り組んでいます。同時に、国際リニアコライダー (ILC) の

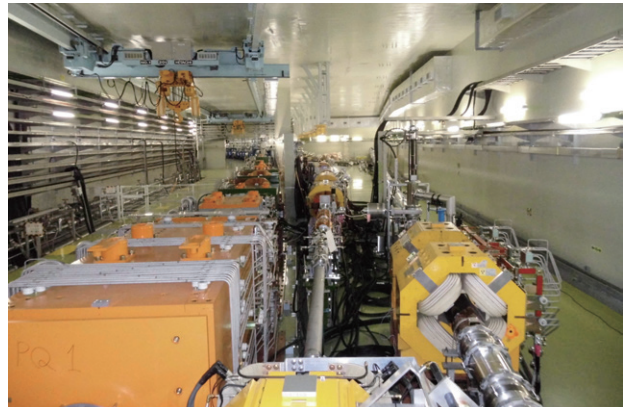
ための技術開発を試験加速器 ATF と STF などで行っています。ERL 開発で培った技術を発展させるため、先端加速器推進部内で超伝導加速器利用推進チームが活動しています。

東海キャンパスでは、日本原子力研究開発機構と共同で大強度陽子加速器施設 (J-PARC) を運用し、物質・生命科学実験施設、ニュートリノ実験施設、ハドロン実験施設に向けて大強度陽子ビームを供給しています。

加速器研究施設では米国 (Fermilab、SLAC、Cornell 大学、JLab 等)、アジア (北京 IHEP、上海、浦項、台湾、BINP、RRCAT 等)、ヨーロッパ (CERN、DESY、INFN 等) などの世界の加速器研究者とさまざまな研究協力・交流を展開しています。



完成した SuperKEKB 陽電子ダンピングリング (右) とビーム輸送路 (左) (つくばキャンパス)



J-PARC 主リングシンクロトン (東海キャンパス)

共通基盤研究施設

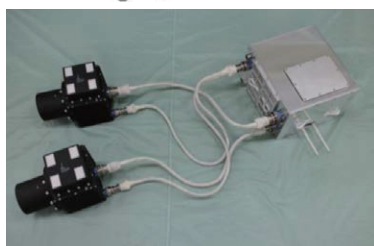
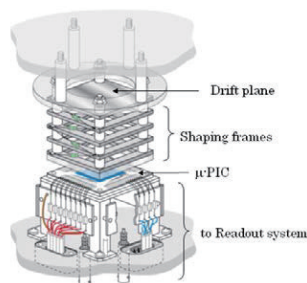
大型加速器の開発・利用研究には、放射線防護、化学安全、コンピュータ・ネットワーク技術、超伝導・極低温技術、精密機械加工技術などの基盤技術が必要で、共通基盤研究施設ではこれらの技術支援を行うとともに、その開発研究が行われています。この目的の為に、放射線科学センター、計算科学センター、超伝導低温工学センター並びに機械工学センターの 4 つのセンターが置かれています。

放射線科学センターは、加速器の放射線防護・安全管理を行います。放射線検出法の技術開発や検出器開発、放射線の挙動をシミュレーションし、遮蔽や線量評価への応用を図る技術開発、加速器で生

成する放射化物の調査研究、環境放射能の分析などを行っています。また、加速器開発や実験に使用する化学物質に関わる総合的な安全管理、分析法の開発を行っています。

計算科学センターは、大型計算機システム、ネットワーク及びメールや Web サーバーなどの KEK の情報環境の整備・運用を行うとともに、これに関連する開発・研究を行っています。大規模加速器実験におけるデータ解析や、スーパーコンピュータによる理論数値シミュレーション計算におけるデータ・計算資源を多国間、国内の研究機関の間で共有し、分散処理をするためのシステム開発・運用も行っています。

超伝導低温工学センターは、液体ヘリウム の供給と極低温技術支援を行っています。また、加速器超伝導電磁石の開発拠点の1つとして、欧州合同原子核研究機関(CERN)に協力して、大型ハドロン衝突型加速器(LHC)の高輝度化アップグレードのための超伝導ビーム分離用大口径2極磁石の開発を進めています。

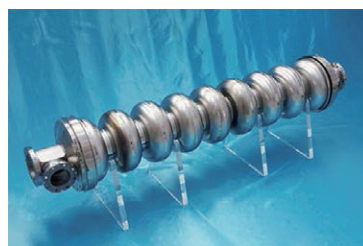


上：位置有感組織等価比例計数箱 (PS-TEPC) の概念図：生体組織等価物質で構成され、LET 測定により放射線種に関係しない計測が可能な線量計として開発、国際宇宙ステーション (ISS) に設置され、宇宙放射線測定実験が行われた。
下：ISS に搭載された PS-TEPC。黒の部分が検出部で、制御器に接続される。

J-PARC センター

大強度陽子加速器施設 J-PARC (Japan Proton Accelerator Research Complex) は、KEK と日本原子力研究開発機構 (JAEA) が共同で建設、運営する世界最高クラスの大強度陽子ビームを生成する加速器と、その大強度陽子ビームを利用する実験施設で構成される最先端科学の研究施設です。高いエネルギーまで加速された陽子を原子核標的に衝突させると、原子核反応により、中性子、K 中間子、 π 中間子、ミュオン、ニュートリノ、反陽子などの多様な二次粒子が生成されます。これらの二次粒子を利用して、原子核物理、素粒子物理、物質科学、生命科学、原子力工学の分野におけるさまざまな最先端の研究を進めています。加速器はリニアック (LINAC)、3 GeV シンクロトロン (RCS)、50 GeV シンクロトロン (MR) で構成され、実験施設としては 3 GeV 陽子ビー

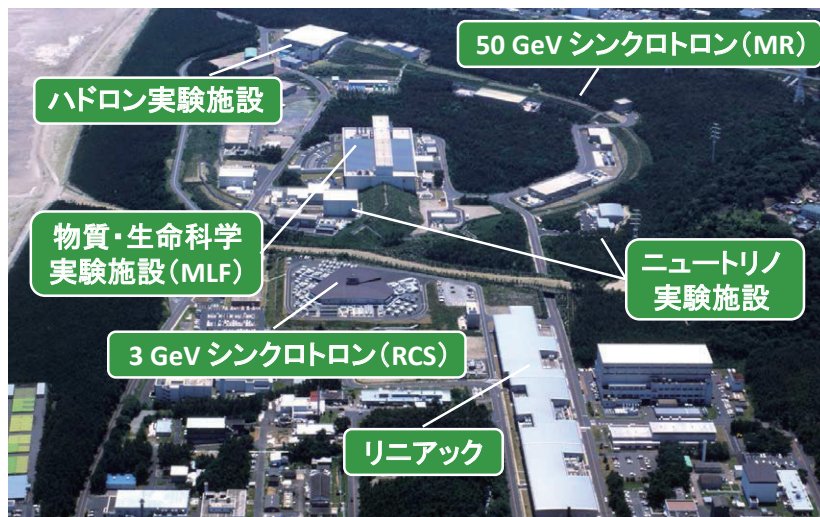
機械工学センターは、加速器・実験装置開発のため、工作機械を使った製造と加工、組立、計測、設計を行っています。超伝導加速空洞の製造技術の開発、加速器でのロボット技術、低温環境での機器の特性評価などの開発研究を行い、企業への技術移転も進めています。



上：空洞製造施設 CFF (機械工学センター運営) におけるニオブ製 9 セル超伝導加速空洞の製造風景
下：完成したニオブ製 9 セル超伝導加速空洞

ムにより生成される中性子とミュオンを利用する物質・生命科学実験施設 (MLF)、MR からの陽子ビームを利用するハドロン実験施設とニュートリノ実験施設があります。

MLF では、中性子やミュオンを用いて物質の構造や運動状態を解明し、新材料の開発などに役立てようとしています。ニュートリノ実験施設では、MR を用いて発生させたニュートリノビームを射出し、295 km 離れた岐阜県神岡にある 5 万トンの水を水槽にためた大型検出器スーパーカミオカンデで検出することにより、ニュートリノの性質を解明するための T2K 実験を進めています。ハドロン実験施設では K 中間子、 π 中間子、ミュオンなどの 2 次粒子ビームを利用して、物質の起源の謎に迫る様々な研究が進められています。



J-PARCの加速器施設と実験施設

総合研究大学院大学 高エネルギー加速器科学研究科 S O K E N D A I

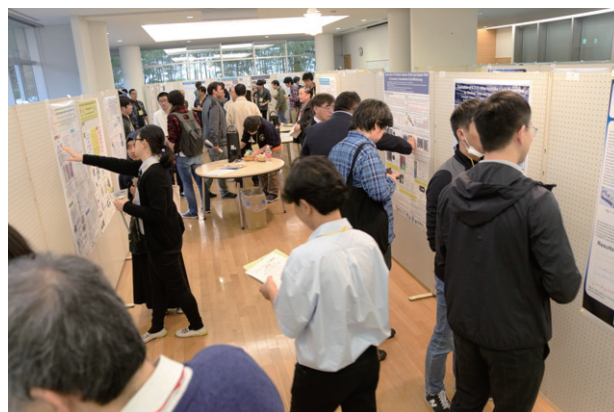
加速器研究施設・共通基盤研究施設、物質構造科学研究所、素粒子原子核研究所は総合研究大学院大学（総研大）を支える基盤機関として、それぞれ、高エネルギー加速器科学研究科加速器科学専攻、物質構造科学専攻、素粒子原子核専攻の教育を担っています。本研究科では、KEKでの研究活動を基礎に、全専攻が緊密に協力して幅広い分野の大学院教育を展開し新しい時代の研究者を養成しています。

加速器科学専攻

加速器の原理研究や先端的加速器技術の開発など、理論・実験両面から加速器教育を実施しています。放射線科学、コンピュータ・サイエンス、超伝導技術、機械工学などの教育・研究を通じて、加速器科学の将来を中心的に担う人材の総合的育成を行っています。

物質構造科学専攻

放射光・中性子・ミュオン・低速陽電子の4つのビームプローブを用いて、物理・化学・生物・医学などの様々な分野の物質構造科学研究を行っています。世界最先端のビームの発生と加工に関する学理と応用開発研究、これらのビームプローブを用いた物質構造と機能に関する基礎と先進的応用の研究を行い、物質構造科学研究の将来を担う人材の養成を目指しています。



総研大生のほか、各種制度により受け入れた大学院生が一堂に会して、ポスター発表した「KEK スチューデント・デイ」

素粒子原子核専攻

素粒子および原子核物理学とその関連分野について、理論と実験の両面にわたる教育を行い、これらの分野の発展に貢献できる広い視野と高い専門性を備えた人材を養成することを目指しています。

また、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。

基礎データ

■ 職員数 (2018 年 4 月現在) [単位：人]

	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
役員・職員	1	4	2	354	-	-	154	167	682
その他有期雇用職員	-	-	-	29	14	114	54	179	390

■ 総合研究大学院大学学生数 (2018 年 4 月現在) [単位：人]

加速器科学専攻	物質構造科学専攻	素粒子原子核専攻	合計
22	13	40	75

■ 予算 (2018 年度計画) [単位：百万円]

収入：31,599		支出：31,599	
運営費交付金	18,433	業務費(教育研究経費)	15,997
補助金等収入	10,217	補助金等	10,217
産学連携等研究収入及び寄付金収入等	2,331	長期借入金償還金	2,718
施設整備費補助金	295	産学連携等研究経費及び寄付金事業等	2,331
自己収入(雑収入)	282	施設整備費	335
大学改革支援・学位授与機構施設費交付金	40		

■ 施設 (2018 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	197,059
東海キャンパス	107,989	44,633

■ 沿革

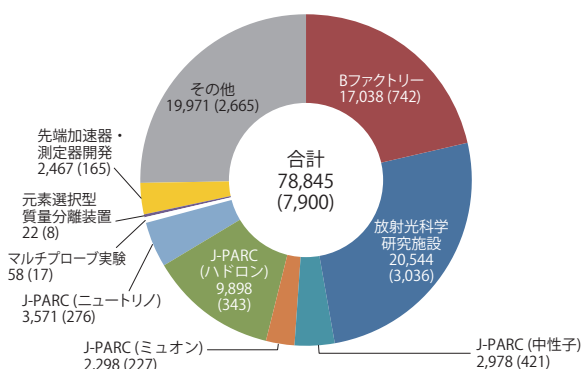
- 1955 年 7 月 東京大学原子核研究所設立 (東京都田無町 現：西東京市)
- 1971 年 4 月 高エネルギー物理学研究所設立 (茨城県大穂町 現：つくば市)
- 1978 年 4 月 東京大学理学部附属施設中間子科学実験施設設立 (茨城県大穂町 現：つくば市)
- 1997 年 4 月 高エネルギー加速器研究機構設立 (上記の 3 つの組織を改組・転換)
- 2004 年 4 月 大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構発足 (法人化)
- 2005 年 4 月 東海キャンパスの設置
- 2006 年 2 月 J-PARC センターを日本原子力研究開発機構と共同で設置

実績データ

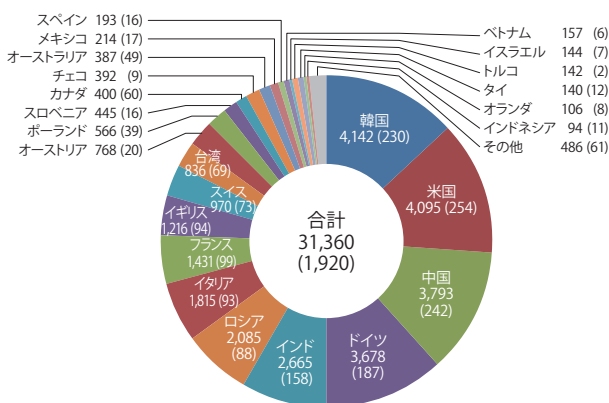
共同利用実験の申請・採択・実施状況

区分	項目	2018 年度		
		申請件数	採択件数	実施件数
B ファクトリー実験		-	-	1
放射光実験		363	356	753
中性子実験 (J-PARC)		120	114	113
ミュオン実験 (J-PARC)		76	75	61
ハドロン実験 (J-PARC)		5	0	13
ニュートリノ実験 (J-PARC)		2	2	3
マルチプローブ実験		1	1	1
大型シミュレーション研究		0	0	0
元素選択型質量分離装置実験		3	3	3
合計		570	551	948

2018 年度共同研究者等受入 〔単位：延人日（実人数）〕



2018 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）〕



2018 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	474
物質構造科学研究所	672
加速器研究施設	388
共通基盤研究施設	61
合計	1,595

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。

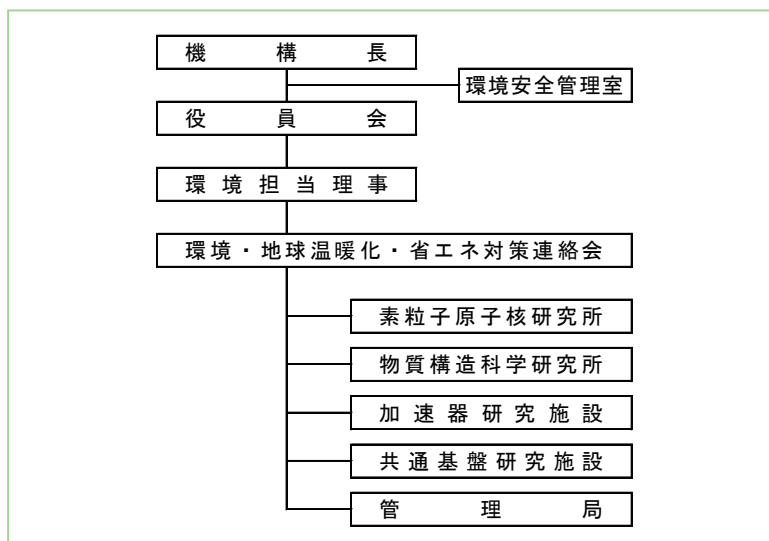
以上を念頭に置きつつ、研究・教育活動を積極的に推進するとともに、地球環境を維持・承継しつつ持続的発展が可能な社会の構築を目指します。

◆ 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

KEKの2018年度環境目標・環境計画の達成度を以下に示します。達成度の評価基準はp.14に示します。

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	2018年度温室効果ガス排出量上限値目標：271,220(t) 2005年度排出量「273,960(t)」を基準とし、△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	敷地内に生育する樹木の剪定した枝等の再利用により廃棄物の排出削減	○
	支障のない限りエネルギー消費量の少ない建設機械の使用	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	○
	建設廃棄物等の適正処理		
	エネルギーの見える化による省エネ効果	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	自動車の導入なし	○
	自動車の効率的利用	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 ・省エネ型機器の購入 ・コピー用紙、トイレ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	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等	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	○
	地球温暖化対策への戦略的取組	管理標準の改定、これらを含む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、ESCO事業による設備更新	○

環境目標	行動計画	主な取り組み	評価
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、KEK内でのエコアイデア募集及び省エネパトロールの実施、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	○

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 2018

≫ <https://www.kek.jp/ja/ForBusiness/Procurement/Construction/21ab39a15f39606254a2356c3dbf5703.pdf>

環境負荷の全体像

2018 年度の環境負荷の全体像について以下に示します。

個別の項目の詳細については、次ページ以降に記載しています。

キャンパスごとのデータと換算係数については、p.49「環境データ集」をご覧ください。

投入量

総エネルギー投入量 3,372 TJ ▶p.16

電力使用量 342 GWh ▶p.16

都市ガス使用量 1,304 千m³ ▶p.17

石油燃料使用量 23 kL ▶p.17

印刷用紙購入量 19 t ▶p.18

水資源使用量 313 千m³ ▶p.18

太陽光発電量 79 MWh ▶p.17

ヘリウム ▶p.18

排出量

CO₂ 排出量 156 千t-CO₂ ▶p.19

一般廃棄物排出量 101 t ▶p.19

産業廃棄物排出量 82 t ▶p.20

実験系廃棄物排出量 20 t ▶p.20

放射性廃棄物排出量 5 kL ▶p.21

下水道排出量 72 千m³ ▶p.22

大気中への排出
ばいじん、NOx、揮発性化学物質 ▶p.22

リサイクル 379 t ▶p.21

コラム

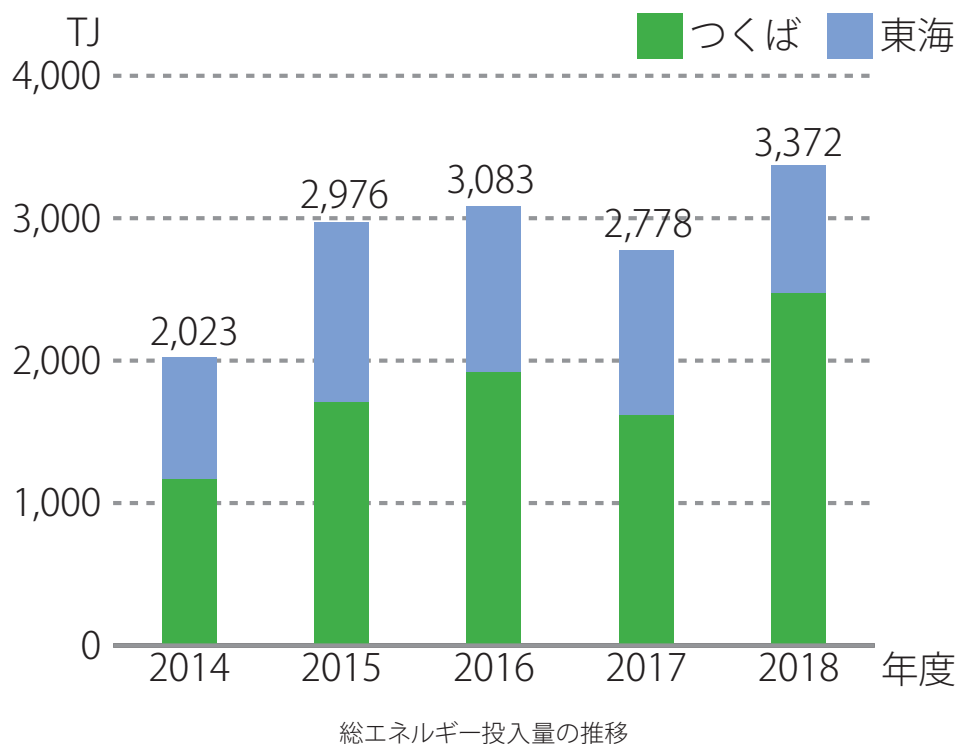
一般家庭と KEK の電力使用量

一般家庭 1 軒当たりの電力使用量は、1 月当たり 248.7 kWh(出典 東京電力、2015 年)で、1 年間では 2,984 kWh(約 0.003 GWh)です。KEK の電力使用量は一般家庭の約 102,000 軒分に当たります。



総エネルギー投入量

2018年度は、342,032 MWhの電力、1,304 千 m³の都市ガス、21 kLのガソリン、2 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3,372 TJ (1 TJ = 1,000 GJ)であり、2017年度に比べ21%増となりました。つくばキャンパスでは53%増加し、東海キャンパスでは23%減少しました。換算係数については、p.50をご参照ください。

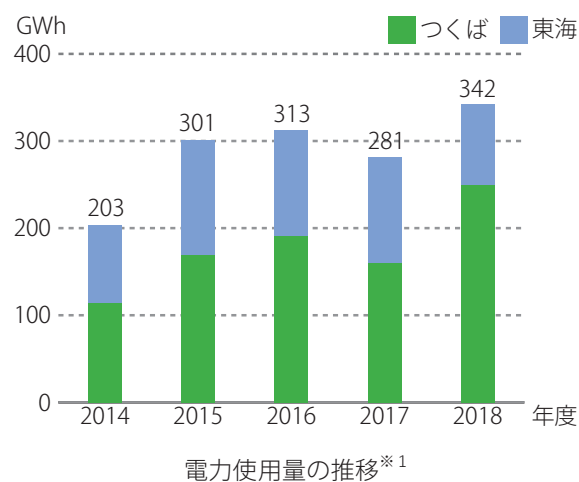


電力

2018年度は、つくばキャンパスにおいて、249,465 MWhの電力を使用しました。2017年度に比べ、56%増加しました。これは、SuperKEKBの本格稼働に向けて調整運転を行ったためです。一方、東海キャンパスにおいては、92,567 MWhの電力を使用し、2017年度に比べ23%減少しました。

総エネルギー投入量に占める割合は98.22%になります。

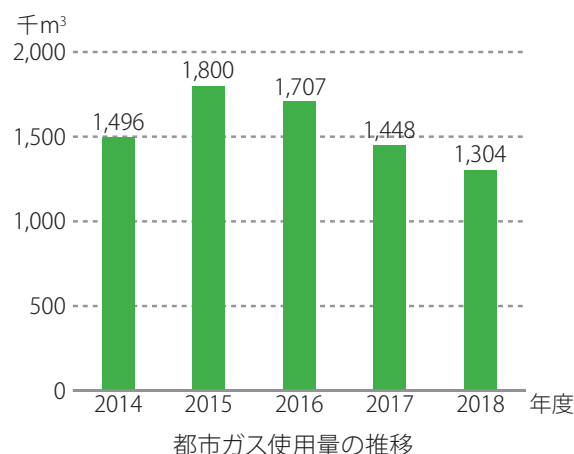
※¹J-PARCの電力使用量については、JAEAとの協議による分担分を記載しています。



都市ガス

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。2018年度は、2017年度に比べ10%減少しました。

総エネルギー投入量に占める割合は1.75%になります。

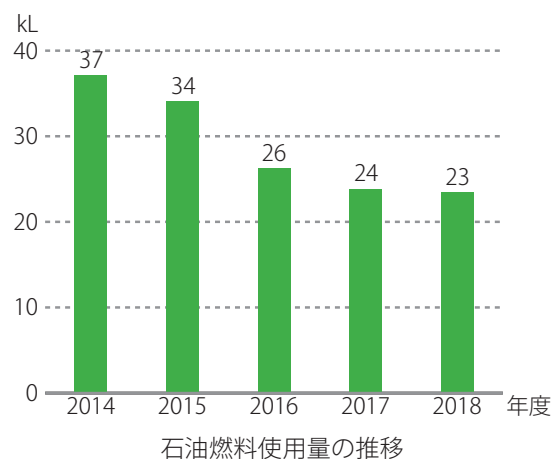


石油燃料

石油燃料使用量は、公用車のガソリン・軽油及び自家発電に用いるA重油によるもので、購入量を使用量としています。2018年度は、2017年度に比べ2%減少しました。

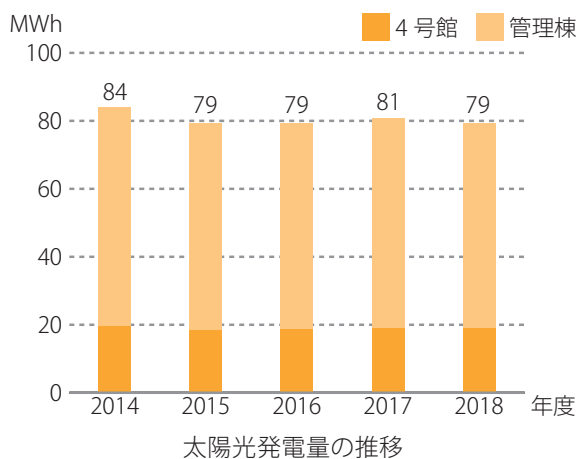
総エネルギー投入量に占める割合は0.02%になります。

なお、つくば一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考慮していません。



太陽光発電量

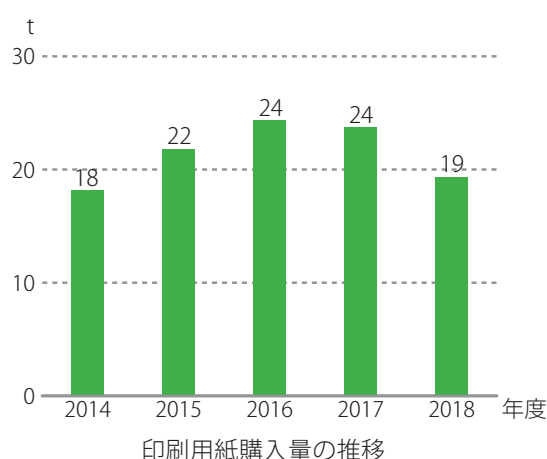
つくばキャンパスでは、太陽光発電設備を管理棟 (50 kW) と4号館 (17 kW) の屋上に設置しています。2018年度は、合わせて79 MWhを発電しました。



印刷用紙

2018年度の印刷用紙購入量は19.2 tと2017年度に比べ19%減少しました。

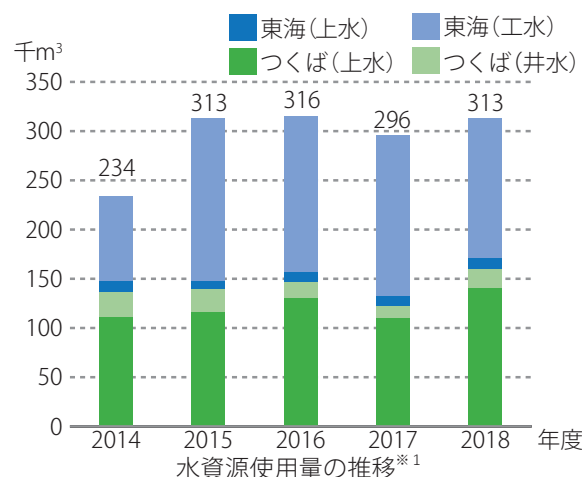
KEKではペーパーレス会議の開催に努めており、これによる印刷用紙の削減量は年間約2.8 tに上ります。今後とも申請書等の電子化、ペーパーレス会議の効率的な開催、両面印刷の徹底など、紙の使用量削減に努めていきます。



水資源

KEKでは、上水のほかに、つくばキャンパスでは井水、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。2018年度は、2017年度に比べ、上水（つくば）は28%増加、井水は63%増加、上水（東海）は12%増加、工水は13%減少しました。

*¹J-PARCの上水及び工水は、JAEAとの協議による分担分を記載しています。

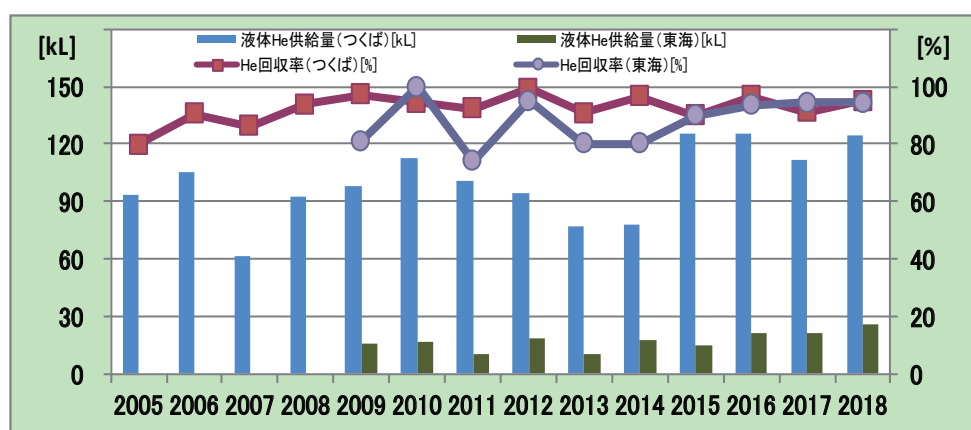


ヘリウム

ヘリウムは、元素中で最も低い沸点(-269℃, 1気圧)を持ち、最も軽く、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不可欠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るだけでなく、限られた天然ガス田からの副産物としてしか生産されず、ヘリウム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、次ページの図の通り、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。回収は比較的高い回収率で行われていますが、回収液化設備の拡充や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。



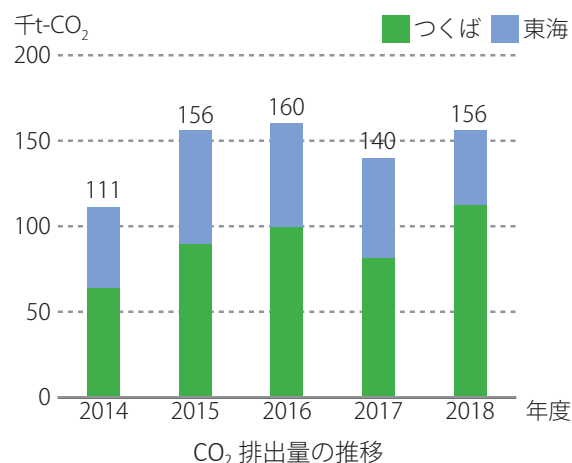
KEKにおける液体ヘリウムの供給とガスヘリウムの回収率
2011年における東海の回収率減少は東日本大震災の影響

温室効果ガス

2018年度のCO₂排出量は156,222 t-CO₂でした。その内訳は電力使用量によるものが98%以上を占めています。

2017年度までは、加速器施設などの運転以外に使用している研究棟、管理棟などの電力と都市ガス及び石油燃料等の「一般需要によるCO₂排出量」について、「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」で2008年に設定した2006年度比5%減の目標を維持してきました。

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」を改訂し、KEK全体のCO₂排出量に対し、2030年度までに2005年度比30%減、2018年度-2022年度の5年間では5%減を新たな目標としました。2005年度排出量273,960 t-CO₂に比べ、2018年度は、43%減となりました。



なお、CO₂換算係数は契約電気事業者の値を使用しました。過年度のCO₂排出量についても再計算したため、環境報告2018までの報告値とは異なります。換算係数については、p.50をご参照ください。

廃棄物・リサイクル

一般廃棄物

2018年度は、一般廃棄物として95 tの可燃物、6 tの不燃物を排出しました。2015年度から、東海キャンパスからの一般廃棄物について把握に努め、加算

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）

	2014 年度	2015 年度	2016 年度	2017 年度	2018 年度
可燃物	77,710	105,462	96,521	102,296	95,011
不燃物	7,740	13,370	8,966	5,923	5,675
合計	85,450	118,832	105,487	108,219	100,686

(単位：kg)

産業廃棄物

2018 年度の排出量は、コンテナハウス 25 基の解体・撤去を実施するなどした 2017 年度に比べ減少しました。金属類については、大部分をリサイクルのために売却することができました (p.21 リサイクル参

照)。また、高濃度 PCB 廃棄物の処理を行いました。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）

	2014 年度	2015 年度	2016 年度	2017 年度	2018 年度
プラスチック	127,520	420,554	59,123	174,278	26,513
木屑	171,090	377,680	81,787	26,836	24,380
金属類	160	12,886	4,585	8,541	1,255
コンクリート、がれき類	34,119	31,599	32,860	1,988	29,103
蛍光灯	550	1,910	560	2,524	274
蓄電池	10	970	91	600	288
PCB 廃棄物	0	180	600	1,365	584
合計	333,449	845,779	179,606	216,132	82,397

(単位：kg)

実験系廃棄物

2018 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 19.6 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。つくばキャンパスで、2017 年度に続き、電解研磨液の交換作業が行われ、強酸性の無機廃液が発生しました。

実験系廃棄物排出の推移（5 年間）

	2014 年度	2015 年度	2016 年度	2017 年度	2018 年度
無機廃液	3,175	1,533	1,155	3,678	3,476
有機廃液	22,789	9,996	9,473	10,008	10,911
廃油	3,465	6,164	17,237	6,421	3,421
写真廃液	0	708	0	0	0
固形物他	2,516	1,951	6,911	5,411	1,829
合計	31,945	20,352	34,776	25,518	19,637

(単位：kg)

放射性廃棄物

放射性廃棄物は、50 L ドラム缶に充填し、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、ここ数年発生量が少なかったため、アイソトープ協会への引き渡しはありませんでしたが、2016 年度、数年分をまとめて引き渡しました。2018 年度は引き渡しはありませんでした。また、東

海キャンパスからは4,724 Lを協会に引き渡しました。2018 年度は大規模なメンテナンスがなかったかつ、通常年 2 回のところ 1 回の搬出であったため、例年に比べ搬出量は少なくなりました。KEK 内での放射性廃棄物の保管については、p.26 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)

	2014 年度	2015 年度	2016 年度	2017 年度	2018 年度
つくばキャンパス	0	0	5,104	0	0
東海キャンパス (J-PARC)	23,160	15,002	16,988	7,918	4,724
合計	23,160	15,002	22,092	7,918	4,724

(単位：L)

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。産業廃棄物として金属類は 1.2 t に対し、335 t の金属類がリサイクルのために売却されており、使用済みとなった金属資材の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)

	2014 年度	2015 年度	2016 年度	2017 年度	2018 年度
古紙 (売却)	49,420	42,260	37,860	36,420	31,970
文書溶解処理	5,050	12,660	9,680	6,640	12,200
金属屑 (売却)	464,700	139,200	871,350	447,900	335,271
合計	519,170	194,120	918,890	490,960	379,441

(単位：kg)

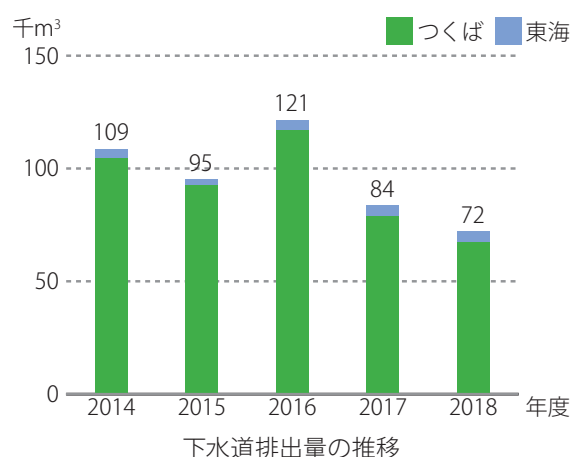
下水道

2018 年度、つくばキャンパスからは、67 千 m³ の排水を公共下水道に排出しました。2017 年度に比べ 15% 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。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。2017 年度に比べ、4% 減少しました。

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。

排水管理について詳細は、p.26 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 4 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を以下に示

します。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 0.05 g/m³ を超えることはありませんでした。

冷温水機 2 と 4 は、2019 年 1 月に撤去しました。

2018 年度窒素酸化物 (NOx) の排出濃度 (ppm) (PF エネルギーセンター)

	冷温水機 1	冷温水機 2	冷温水機 3	冷温水機 4	真空温水機 1	真空温水機 2
10 月	25	31	34	37	64	91
3 月	22	—	18	—	49	49

大気中への化学物質の排出

KEK で実験等に使用される化学薬品のうち、揮発性の有機溶剤については使用後にできるだけ回収しています。2018 年度の調査で、KEK 全体で最大 433 kg の有機溶剤が大気中に排出されたと考えられます。部品等の洗浄、器具の消毒・滅菌等の作業により放出されたものが多くを占めています。今後、大気中への排出を減らすため、作業方法の見直し、設備の整備などを行っていく予定です。特に、水質検査で使用されるノルマルヘキサンは、有害大気汚染物質に該当する可能性がある化学物質のひとつであり、

排出量削減を目指して取り組みを行っていきます。

2018 年度大気中への化学物質排出量

化学薬品名	排出量 (kg)	作業内容
エタノール	144	洗浄・消毒・滅菌
アセトン	81	洗浄
ソルミクス	56	洗浄
ノルマルヘキサン	23	水質検査
その他	130	塗料、洗浄など
合計	433	

環境会計

KEKでは環境保全活動の取り組みに対する費用対効果を把握するために、「環境会計」情報の集計を行っていますが、完全な情報収集には至っていません。現在、把握・集計しているデータは下記の通りです。

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環境保全コストとして以下に示します。

環境保全コスト

コストの分類・取組内容	2017 年度 ^{※1} 投資額(千円)	2018 年度 ^{※1} 投資額(千円)
公害防止コスト	4,212	41,666
北カウンターホール屋外 RI 排水取設その他工事	4,212	0
電子放射性廃水処理棟 RI 水処理施設他改修工事	0	41,666
地球環境保全コスト	99,938	134,139
フロンガスの回収・処理	2,018	974
ルームエアコンの更新	5,408	710
パッケージ型エアコン更新	12,605	37,202
照明器具の取替	8,590	11,469
変圧器の取替	15,498	16,826
計量器の取付(建物毎の上水、井水、電力使用量の把握)	0	2,127
チラーユニット、ガスヒートポンプ	55,819	64,831
資源循環コスト	86,802	78,376
一般廃棄物処理	2,145	2,009
産業廃棄物処理	12,668	5,914
PCB 廃棄物処理	11,890	14,649
実験系廃棄物処理	38,831	36,956
放射性廃棄物処理	21,269	18,849
管理活動コスト	39,786	39,442
環境報告書作成	340	361
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	536	527
植物管理 ^{※2}	37,818	36,718
枯損木撤去 ^{※2}	1,091	1,835
合計	230,738	293,624

※1 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。

※2 2018 年度より職員宿舍等の費用も加算しました。

環境保全効果

KEKの研究活動等に伴う環境負荷の主な環境パフォーマンス指標について、環境保全効果を以下に示します。

環境保全効果

環境パフォーマンス指標(単位)	2017 年度 ^{※1}	2018 年度 ^{※1}	前年度比 ^{※1}
総エネルギー投入量 (GJ)	2,778,176	3,371,712	121%
電力使用量 (MWh)	281,093	342,032	122%
都市ガス使用量 (千 m ³)	1,448	1,304	90%
石油燃料使用量 (kL)	24	23	98%
水資源使用量 (千 m ³)	296	313	106%
上水 (千 m ³)	120	152	126%
井水 (千 m ³)	12	19	163%
工水 (千 m ³)	164	142	87%
温室効果ガス排出量 (t-CO ₂)	139,906	156,222	112%
廃棄物排出量 (t)	350	203	58%
一般廃棄物 (t)	108	101	93%
産業廃棄物 (t)	215	82	38%
実験系廃棄物 (t)	26	20	77%
PCB 廃棄物 (t)	1.4	0.6	43%
放射性廃棄物排出量 (L)	7,918	4,724	60%
下水道排出量 (千 m ³)	84	72	86%
大気への有害物質排出量			
有機溶剤の排出量 (kg)	436	433	99%
NO _x 排出平均濃度 (ppm)	35	42	120%

※1 各項目は、単位未満を四捨五入しているため、各計や前年度比の値が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、環境保全対策に伴う経済効果を以下に示します。

環境保全対策に伴う経済効果

実質的効果		2017 年度(千円)	2018 年度(千円)
収益	太陽光発電	1,329	1,269
	リサイクル	80,019	27,201
	古紙	771	610
	金属屑	79,248	26,591
推定的効果		2017 年度(千円 / 年)	2018 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	17,965	13,291
	エアコン等の更新	6,383	2,030
	冷却水関連機器の停止	4,003	2,747
	変圧器の停止	7,580	8,514

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 × 12 ヶ月 × 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 × 4 ヶ月 × 12 時間 / 日 = 960 時間 / 年 (圧縮機稼働率を 0.6 とする) 暖房: 20 日 / 月 × 5 ヶ月 × 12 時間 / 日 = 1,200 時間 / 年 (圧縮機稼働率を 0.6 とする)
	4. 実験室等の空調機器運転時間	制御室: 365 日 × 24 時間 / 日 = 8,760 時間 / 年 (圧縮機稼働率を 0.6 とする) 実験室: 200 日 × 24 時間 / 日 = 4,800 時間 / 年 (圧縮機稼働率を 0.6 とする)
	5. 変圧器の通電時間	365 日 × 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（放射線障害防止法・電離放射線障害防止規則など）

KEKにおける研究の基盤となる加速器では運転中に放射線や放射能が発生します。このため、放射線や放射能が外部に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、遮蔽体の中の空気、水は厳重に測定、管理されています。

放射線・放射能を監視するための測定器は、つくばキャンパスで221系統、東海キャンパスで82系統あり、24時間、室外の中性子・ガンマ線、排水・排気中の放射能を測定し、データを1ヶ所に送り集中監視しています。このうちつくばで78系統、東海で22系統の測定器は、一定時間積算し自然の放射線の数倍程度の量を検出すると、自動的に加速器の運転を停める信号を出します。

KEKでは、敷地境界での放射線の量が最大出力で運転しても年間積算で0.05 mSv以下になるように施設の設計・管理を行っています。この値は自然の放射線による量の約1/10という低い値です。敷地境界では24時間365日連続で放射線測定を行っており、実際に測定されている値は更にその1/10以下の自然の変動の範囲です。

高エネルギーの加速器を運転すると、加速器自体や加速器周辺の機器に放射能が生じる事があります。これらの機器は加速器として使用している間は、放射線発生装置として管理されますが、その加速器の利用が終了した時や、機器の交換などで取り外しを行った場合は、放射化物または放射性廃棄物として放射線管理されることになります。放射化物は他の加速器での再利用や、修理や改造をすることにより再使用の可能性がある物品で、法令に基づき設定

した保管場所に台帳登録して保管します。KEKでは2,000件超の物品について保管、管理をしています。再利用の可能性のない放射能を持った物品については、放射性廃棄物として管理を行っています。

KEKには非密封放射性同位元素を扱える実験室があり、実験によって生じた放射性廃棄物についても管理を行っています。放射性廃棄物についても法令に基づき設定した保管廃棄設備内で保管を行い、定期的な出入口の汚染検査、並びに周辺の線量率測定を行って管理をしています。

表面線量率が高い物品が保管される場合などは、収納後周辺の線量率の測定を行い保管廃棄設備のある管理区域の境界で線量率に問題ないかを確認しています。放射性廃棄物のうち50 Lドラム缶に収納できる大きさ・重量のものについては、物品の種類により、可燃物・難燃物・不燃物・非圧縮に区分して収納し、適宜日本アイソトープ協会に引き渡しています。

ドラム缶に入らないサイズの物品も合わせて、50 Lドラム缶の数で換算するとおよそ8千本の放射性廃棄物が保管廃棄設備で保管されています。実験室から出る廃水については、排水前に放射能測定を行い法令の定める排水中濃度基準以下である事を確認した後排水を行っています。

放射線作業を行う作業環境の測定は、先に述べた放射線モニタリング装置や放射線測定機器を使用して連続または定期的に行われています。測定された値は、法令やKEKの規程で定められた値よりも十分に低い値となっており、作業環境は極めて良好といえます。

排水管理（水質汚濁防止法、下水道法、土壌汚染対策法、放射線障害防止法）

つくばキャンパスで発生する排水は、最終的に3ヶ所の污水排水槽に集められ、公共下水道に排出されます。排出時の水質は条例で定める排出基準を満たす必要があり、毎月1回水質検査を行い、これをつくば市に報告しています。2018年度は排出基準値を超えることはありませんでした。

つくばキャンパスにおいては、広い敷地に多数の実験施設が分散しており、更に排水管が生活排水系と実験廃水系とに区分けされていません。このため、3ヶ所の公共下水道接点の他、主要な建物ごとに12ヶ所の監視点を設けて定期的に採水を行い、排水水質の細かい監視、管理を行っています。更に周

辺環境保全のため、敷地境界に掘削した4ヶ所の井戸の地下水を検査し、定期的にその水質を監視しています。

実験研究により排出される実験系排水については、実験廃液を専用の容器に、また、実験に使用した器具を洗浄した洗浄廃水は各建物に設置した専用の廃水貯留槽に貯留し、それぞれ無害化处理を行った後に、公共下水道に放流しています。

また、水質汚濁防止法における有害物質使用特定施設（実験室の流し、ドラフトチャンバー、スクラバーなど）、並びに有害物質貯蔵指定施設（廃水貯留槽、貯留タンク）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、2ヶ所の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3系統あります。

1つ目は汚水で、トイレ等の生活排水系統です。

この排水は、物質・生命科学実験棟の東側屋外にある合併処理浄化槽（120人槽）により処理を行い、中央制御棟北東側にあるポンドを経由して原子力科学研究所（原科研）内第2排水溝に放流しています。なお、水質確認及び点検は原科研側にて行っています。

2つ目は雑排水で雨水、冷却塔オーバーフロー水等です。この排水は物質・生命科学実験棟の東側屋外にあるポンドに貯めて水質が基準値以下であることを確認して中央制御棟北東側にあるポンドを経由して原科研内第2排水溝に放流しています。

3つ目はRI排水で、50 GeV シンクロトロン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ます。測定を行い排水の濃度限度未満のものは直接、放射線レベルが基準値より高い場合は、希釈等を行い安全なレベル以下に下げってから原科研内第2排水溝に放流しています。放射性排水は、放出基準を遵守するように管理し、測定の結果は関係行政庁等に報告しています。

エネルギー管理（エネルギーの使用の合理化等に関する法律）

KEKのエネルギー使用量は、原油換算値で全体86,969 kL（つくばキャンパス63,858 kL、東海キャンパス23,111 kL）*となっています。

この使用量から法律の定めるところにより、特定事業者（1,500 kL以上）に指定され、つくばキャンパス及び東海キャンパスは各々、第一種エネルギー管理指定工場等（3,000 kL以上）に指定されています。

KEKは特定事業者に指定されたことにより、エネルギー管理統括者とエネルギー管理企画推進者を選任し、①経営的視点を踏まえた取り組みの推進、②中長期計画のとりまとめ、③現場管理に係る企画立案・実務の統制を行うこと、が定められており、また、第一種エネルギー管理指定工場等に指定されたつくばキャンパスと東海キャンパスには、エネルギー管理員を選任し、現場管理を行うことと定められています。

これらを踏まえKEKでは、「エネルギーの使用の合理化に関する規程」を制定し、機構長の下、施設担当理事をエネルギー管理統括者、施設部長をエネルギー管理企画推進者に選任し、さらに各研究所

長や施設長等をエネルギー管理責任者、副所長、研究主幹、センター長等をエネルギー施設管理者に指定し、エネルギー管理組織を明確にした上でエネルギーの使用の合理化に努めています。

具体的な取り組みとしては、KEK内に各研究所施設等から選出された委員から構成する「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、エネルギー需要（特に電力需要）を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きます。

また、p.35「環境に配慮した設備更新」で紹介しているエコアイデアにより、エネルギー使用量の削減に繋がる活動も実施しています。

*ガソリンと軽油は、エネルギーの使用の合理化等に関する法律上の報告対象外であるため含めていません。本報告書で公表している総エネルギー投入量を原油換算（0.0258 kL/GJ を乗じる）した値とは異なります。

エネルギー消費原単位

エネルギー消費原単位（以下「原単位」という。）とは、エネルギー使用量とそれに密接な関係を持つ値の比率のことを言い、エネルギーの使用の合理化等に関する法律（以下「省エネ法」という。）では、この原単位を年間平均 1%削減することを努力目標とされています。

この原単位について、KEK ではエネルギー使用に密接な関係を持つ値として、多くの大学等で用いられている「延べ床面積」を用いるのではなく、加速器

運転による大規模実験を行っている研究施設の特性を反映させるため、エネルギー消費の基準となる特定の加速器を設定し、これに対する加速器ごとのエネルギー消費量の比率を加速器の運転時間に乗じて補正するという算定方法を使用しています。

この様な原単位を設定することによって、大規模実験の進行によるエネルギー消費量の変動が生じた場合においても、適正なエネルギー管理を行うことが可能な評価指標となっています。

エネルギー管理標準

エネルギー管理標準は、エネルギー使用の合理化を図ること目的とした運転管理、計測・記録、保守・点検を行うためのマニュアルで、省エネ法により作成が義務付けられています。

KEK では特殊な実験研究設備で構成されるため具

体的な設定が難しかった加速器についても各担当研究者と詳細な調整を行い、エネルギー管理標準を設定することで、より一層の省エネルギーに取り組んでいます。

温室効果ガス（地球温暖化対策の推進に関する法律）

温室効果ガスには、化石燃料の消費等による二酸化炭素（CO₂）、水田で枯れた植物が分解する際に発生する等によるメタン（CH₄）、肥料の使用等による一酸化二窒素（N₂O）、冷凍機等からの漏洩等によるフロンガス（HFC 等）があります。

KEK が排出する温室効果ガスの中で一番大きな影響力を持っているものは、エネルギーを起源とする CO₂ の排出で、全体 156,167 t-CO₂（つくばキャンパス 112,191 t-CO₂、東海キャンパス 43,976 t-CO₂）^{*}となっています。

地球温暖化対策の推進に関する法律では、原油換算エネルギー使用量の合計量が 1,500 kL 以上の事業者を特定排出者として定め、毎年度、7月末日までに事業所管大臣へ排出量の報告が義務付けられています。

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 年に初めて後述する「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（以下「地球温暖化対策計画」という。）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。

加えて KEK では、温室効果に影響のある冷凍機等からの漏洩等によるフロンガス（HFC 等）については、p.29 の「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」に基づき取り組みを行っています。

^{*}ガソリンと軽油は、地球温暖化対策の推進に関する法律上の報告対象外であるため含めていません。本報告書で公表している CO₂ 排出量の値とは異なります。

地球温暖化対策計画

これまで、地球温暖化対策計画に基づき、毎年度、地球温暖化対策・省エネアクションプランを策定し、p.13 の「環境目標・計画の達成度」に示したとおり

毎年、目標を達成しています。

2018 年度における温室効果ガス（CO₂）排出量は 156,222 t であり、排出上限値目標（271,220 t）を

大きく下回っていますが、これは主要加速器である SuperKEKB が本格稼働に向けた調整運転中であつた

ことから、電力使用量が本格運転時よりも大幅に少なかったことによります。

化学物質管理（PRTR 法）

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）は、政令で指定された物質（462 種類）を年間 1 t（特定第一種指定化学物質 15 物質については 0.5 t）以上取り扱う

事業所で、業種や従業員数などの要件に合致するものについて、その排出量・移動量を届け出ることを義務付けています。KEK において、2018 年度は届出の対象となる量の取り扱いはありませんでした。

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）

第一種特定製品の管理者の判断の基準を遵守し、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、機器ごとに簡易点検（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、空調機の改修工事などに伴う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。

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 の研究活動で発生する廃棄物類は、1) 一般廃棄物類、2) プラスチック、木屑類、がれき類などの産業廃棄物類、3) 研究活動で発生する廃油類や有機系・無機系の廃液類、化学物質等を含む固形廃棄物類などの実験系の産業廃棄物に、大きく分類されます。これらは廃棄物の種類に応じた廃棄物処理業者に委託し、適正に処理しています。また、実験系廃棄物類の一部は、KEK 内の実験廃液処理施設において無害化処理しています。

1989 年以前に製造されたトランスやコンデンサ、安定器などの電気機器の一部には、絶縁油中に有害な化学物質の PCB（ポリ塩化ビフェニル）を含むものがあります。PCB を含む機器類は PCB 特別措置法（PCB 廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法）により適切な保管と届出が求められ、KEK においても PCB 廃棄物専用の保管庫で厳重に保管すると共に、保管・使用状況を毎年茨城県に報告しています。

2018 年度は、高濃度 PCB を含有する安定器、コ

ンデンサ、トランスを委託処理するとともに、PCB 含有が疑われる機器について、PCB の分析を進めています。PCB 含有機器と判明した場合は順次処理計画に加えています。今後も順次計画的に処理、保管を行っていきます。

保管中・使用中の PCB 含有機器（2018 年度末現在）

分類	台数	総重量 (kg)
低濃度 PCB を含有する廃止済み機器		
コンデンサ	385	10,019
トランス	95	59,062
リアクトル	2	4,800
直流高電圧発生装置	3	3,083
整流箱	1	1,000
その他	6	198
低濃度 PCB を含有する使用中機器		
トランス	26	40,936
合計	518	119,098

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。

2018 年度における特定調達品目の調達率は 100% を達成しました。2019 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。

環境関連トピックス

計測装置に使用する水晶発振回路の高速起動化がもたらす省エネおよび社会環境への効果

素粒子原子核研究所 田中 真伸

素粒子原子核研究所では素粒子原子核の研究を進めることを目的として、誰も見たことのない世界を見るための目となる計測装置の開発をしています。この計測装置を動かすために必要な水晶発振回路を従来の半分以下の時間で起動させ、起動時の消費エネルギーを大幅に減らすことに成功しました。これにより計測装置の消費電力を削減できるだけでなく、あらゆるものをインターネットでつなげるIoT (Internet of Things、モノのインターネット) 機器^{*1}の低電力動作も可能となるため、社会的に大きなインパクトを与えます。以下詳しく説明します。

KEKでは、高エネルギー加速器^{*2}を用いて宇宙・物質・生命の不思議を研究しています。それは可視光を使って、顕微鏡で小さな領域を拡大し観察する、望遠鏡で遠い宇宙を観測することと似ています。一番大きな違いは、加速器で生成された粒子ビーム^{*3}を可視光の代わりに使用し、自然を別の側面から照らし、不思議を解明していることです。このため、加速器だけでなく、粒子ビーム同士の衝突や粒子ビームと対象物の反応から生成される荷電粒子・放射線等を計測する装置は必須で、加速器開発と計測装置開発は加速器科学を支える車の両輪の役割を果たしています。この人間の目に相当する計測装置は、荷電粒子・放射線等を電気信号に変換する検出器部分と、そこから出てくる微弱信号を処理しコンピュータへ転送するための電子回路からなります。近年我々が使用する検出器の個数は10万個～1,000万個にもなり、その検出器と電子回路はネットワークでコンピュータに接続されて、データの通信が行われています。それゆえ計測装置運転に関わる消費電力は増加の一途をたどっており、それらは熱となって排出されるため冷却装置等の付帯設備も必要になり、環境への負荷もさらに増加します。我々はこの計測装置の低消費電力化の取り組みも行っており、具体的に

は個々の信号処理回路の消費電力をマイクロワットまで下げる、効率の良い電源回路を使用する、計測回路不使用時には電源をオフする(計測回路の間欠動作)などで推進しています。ここでは発振回路の起動消費電力を低減し、それを用いて間欠動作時の消費電力を大幅に下げられたことを取り上げます。

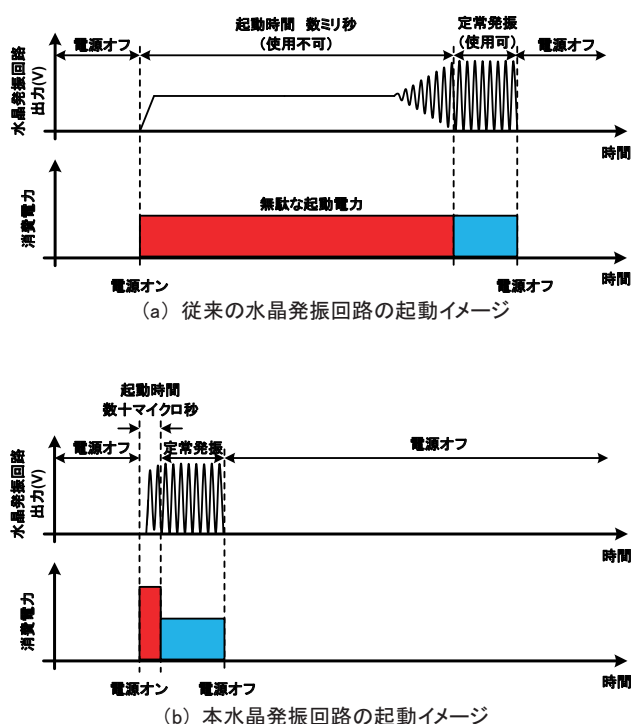


図1. 従来の水晶発振回路と新規水晶発振回路

私たちの身の回りの電子機器には、正確な動作の基準となる電気信号を作り出すための水晶発振器^{*4}が組み込まれています。具体的には時計等の基準時間や携帯電話、パソコンなどの電子機器だけでなく、モーターの制御にも使用されています。従来の水晶発振回路は、図1(a)に示すように電源がオンされてから発振が安定するまでの起動時間に数ミリ秒を要し、この期間に無駄な電力を消費するという課題が

ありましたが、図1(b)のように水晶発振回路を高速起動させ、起動にかかる電力を抑える仕組みを最小線幅 65 nm の CMOS プロセスを用いて 58 μm (マイクロメートル) $\times$ 91 μm の小面積 (日本人の髪の毛の太さ以下) で実現しました。

この技術を用いると消費エネルギーの削減効果も高く、消費エネルギーを 9 分の 1 に抑えることができ、現在計画中の加速器プロジェクト等において、計測機器の間欠動作化に有効な技術として採用され

れば、装置の低消費電力化がさらに進みます。更に社会に目を向けると、あらゆるものがインターネットにつながる IoT 社会が進展するなか、総務省の情報通信白書 (平成 29 年版) では IoT 機器は近い将来、1 兆個を超えるとも予測されます。本水晶発振回路はこの IoT 社会実現の鍵となる技術として、広範な IoT 機器への組み込みによる電池交換頻度の削減などに貢献し、IoT 機器の爆発的普及のきっかけとなることも予想されます。

※¹ IoT 機器

固有の IP アドレスを持ち、インターネットに接続が可能な機器のこと。センサーネットワークの末端として使われる端末から、コンピューティング機能を持つものまで、エレクトロニクス機器を広範囲にカバーするもの。

※² 高エネルギー加速器

高エネルギー加速器とは、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装置。

※³ 粒子ビーム

電子、中性子、陽子、原子核、ミュオン、ニュートリノ等の粒子を束ね一定方向へ集団運動している粒子集団をさす。KEK ではこれ以外に放射光、レーザー等も利用した実験も行っており、これらの総称を量子ビームと呼ぶ。

※⁴ 水晶発振回路

水晶振動子と発振回路 (IC) を組み合わせた発振回路のこと。

原著論文

M. Miyahara, Y. Endo, K. Okada, and A. Matsuzawa, "A 64 μs Start-Up 26/40MHz Crystal Oscillator with Negative Resistance Boosting Technique Using Reconfigurable Multi-Stage Amplifier," Symp. VLSI Circuits Dig. Tech. Papers, pp. 115-116, Jun. 2018.

関連サイト

2018 年 6 月 13 日 KEK プレスリリース

水晶発振回路の高速起動化で IoT 機器の消費電力を大幅低減

≫ <https://www.kek.jp/ja/newsroom/2018/06/18/1100/>

素粒子原子核研究所エレクトロニクスシステムグループ

≫ <http://www-esys.kek.jp>

電力をほとんど使わない真空ポンプの開発

物質構造科学研究所 間瀬 一彦

KEK では大型加速器を支える基盤技術の開発も行っております。ここでは最近 KEK の物構研で開発された電力をほとんど使わない真空ポンプの開発を紹介します。

大気圧よりも圧力の低い状態を真空と呼びます。加速器や放射光施設ではビームの損失や光学素子・試料の汚染を防ぐために月や人工衛星がある宇宙空間並みに高い真空 (超高真空) が必要です (図1)。真空装置を真空に排気するための機器を真空ポンプと呼びます。大気圧 (1×10^5 Pa 程度) から 0.4 Pa 程度まで排気する場合は、装置内の空気を運び出す

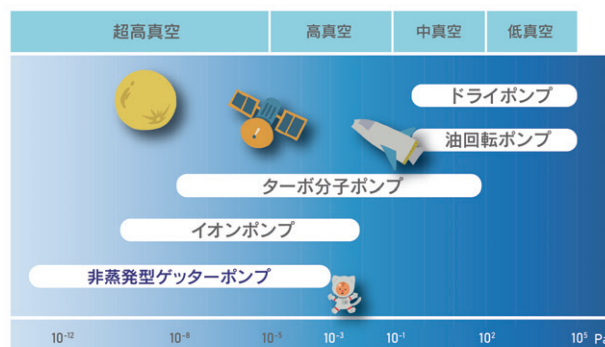


図1. 真空の種類と真空ポンプ

方式のドライポンプや油回転ポンプなどが使われます。さらに高い真空まで排気するためには、ターボ分子ポンプを使います。さらに超高真空まで排気する場合は装置全体の温度を上げて、真空容器の内面に吸着した分子を脱離させて排気します。この工程をベーキングと呼びます。

ベーキング後も真空装置の内面から水 (H_2O)、水素 (H_2)、一酸化炭素 (CO)、二酸化炭素 (CO_2)、メタン (CH_4) などの気体が常時放出されます。このため、超高真空を維持するためには、非蒸発型ゲッター (Non-Evaporable Getter, NEG) ポンプを利用します。NEG は真空中で加熱すると蒸発を伴わずに反応性の高い表面が生成し (活性化)、残留ガスを排気する機能を発現する材料で、代表的な NEG はチタン (Ti)、ジルコニウム (Zr)、バナジウム (V)、アルミニウム (Al)、鉄 (Fe) およびそれらの合金です。NEG を利用した真空ポンプを NEG ポンプと呼び、加速器の超高真空排気では多数の NEG ポンプが使われています。しかしながら、従来の NEG には 180°C 以上の活性化温度が必要、大気圧に戻したり真空にしたり加熱したりを繰り返すと排気性能が低下する、製造に大規模な設備と熟練技術者が必要、などの課題が残されていました。

KEK 物構研の真空技術開発グループは酸素濃度が極めて低いパラジウム / チタン (無酸素 Pd/Ti) を開発し、国際特許を出願しました。無酸素 Pd/Ti は従来よりも低い温度 ($133^\circ\text{C} \sim 176^\circ\text{C}$) で活性化し、 H_2 と CO を排気します。また、大気圧に戻したり真空にしたり加熱したりを繰り返しても排気性能が低下しません。また、無酸素 Pd/Ti の製造は学部学生でも行えるほど簡単で、製造装置は畳半畳のスペースに設置できるくらいコンパクトです。無酸素 Pd/Ti が H_2 と CO を排気するメカニズムを図 2 に示します。超高真空中において 150°C で 12 時間加熱すると Ti に吸蔵されていた水素 (H) と Pd 表面に吸着していた CO が

脱離します。無酸素 Pd/Ti を室温に戻すと残留 H_2 が Pd 表面で解離して H が生成し、H は Pd 層を拡散して Ti 層に吸蔵されます。一方 CO は Pd 表面に吸着します。このようにして H_2 と CO が排気されます。

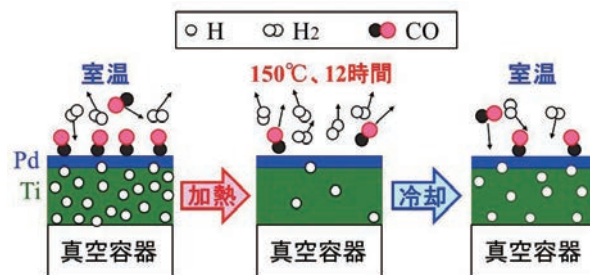


図 2. 無酸素 Pd/Ti が H_2 と CO を排気するメカニズム

さらに仕切り板を設置した真空フランジの内面に無酸素 Pd/Ti を成膜して、真空装置に取り付けて使う新しい NEG ポンプを開発しました (図 3)。この真空ポンプは活性化するときのみ 50 W、6 時間の電力を消費しますが、その後は電力を全く使わずに H_2 と CO を排気し続けます。

KEK では民間企業と特許実施契約を締結し、2019 年 3 月から新しい NEG ポンプの市販を開始しました。このように研究開始から短期間で製品の開発を実現できたのは、KEK 物構研の放射光を用いて無酸素 Pd/Ti の表面分析を行い、その知見を無酸素 Pd/Ti 開発にフィードバックできたためです。本 NEG ポンプを使うと加速器の建設とメンテナンスのコストと消費電力を低減することができます。また、新しい NEG ポンプを国内外の真空関連企業に普及させれば、消費電力を低減できるので CO_2 の排出削減に貢献できます。

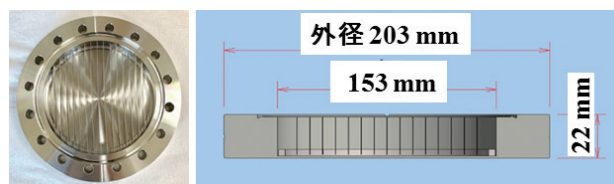


図 3. 無酸素 Pd/Ti を利用した新しい NEG ポンプ

国際特許出願

KEK、「非蒸発型ゲッターコーティング部品、容器、製法、装置」(出願番号: PCT/JP2017/042682、出願日 2017 年 11 月 28 日、審査請求中)

原著論文

T. Miyazawa *et al.*, "Oxygen-free palladium/titanium coating, a novel nonevaporable getter coating with an activation temperature of 133°C ", J. Vac. Sci. Technol. A **36**, 051601 (2018).

T. Kikuchi *et al.*, "Development of NEG Pump Using Oxygen-Free Pd/Ti", AIP Conf. Proc. **2054**, 060046 (2019).

関連サイト

2019 年 5 月 31 日 物構研ハイライト

超高真空を保つために ~ KEK 技術賞受賞! 新しい非蒸発型ゲッターコーティング、非蒸発型ゲッターポンプの開発 ~

» <https://www2.kek.jp/imss/news/2019/highlight/0531NEG/>

※¹ パワーデバイス

電力変換・制御用半導体素子のこと。整流ダイオード、パワートランジスタなどがある。

※² 禁制帯幅

結晶のバンド構造において電子が存在できない領域。

※³ 結晶欠陥

結晶中に存在する原子配列が乱れた部分のこと。

原著論文

Y. Yao, Y. Ishikawa, Y. Sugawara, Y. Takahashi and K. Hirano: *J. Electron. Mater.*, **47**, 5007 (2018).

関連サイト

2018 年 7 月 9 日 KEK プレスリリース

GaN の結晶欠陥を大面積且つ非破壊で検出・分類する方法を開発

～青色 LED から電力制御素子まで、GaN 結晶の高品質化を加速～

≫ https://www.kek.jp/ja/newsroom/attic/20180709pressrelease_imss.pdf

前処理不要・再利用可能な中性子個人線量計

長瀬ランダウア株式会社 橋詰 拓弥

総合研究大学院大学 高エネルギー加速器科学研究科

加速器科学専攻 2018 年度博士号取得

業務として放射線を扱う現場、たとえば病院、研究所、あるいは原子力施設では、個人の被ばく線量を管理することが法令で義務付けられています。被ばく線量の測定には、一般に「個人線量計」が用いられます。その構成は検出対象とする放射線によって異なりますが、ほとんどは再利用可能で環境に配慮した素材でできています。今回は、ホウ素中性子捕捉療法などで注目を集める“中性子”を検出するための新しい個人線量計を紹介します。

現在中性子の検出に、ADC (Allyl Diglycol Carbonate) と呼ばれるプラスチック素材が広く使われています。(図 1(a))。ADC 板は CR-39 と呼ばれ、放射線の測定以外にも眼鏡レンズとして広く利用されています。CR-39 に陽子線や α 線といった電荷を持つ放射線 (荷電粒子と呼ぶ) が入射すると、それらの飛跡に沿って“傷” (放射線損傷) が形成されます。この損傷は元々数 nm サイズですが、化学処理し、数 μm サイズまで拡大することで、一般の光学顕微鏡でも検出することができます (ピットと呼ばれる図 1(b))。一方で、電荷を持たない中性子は CR-39 内に効率よく損傷を作らないため、検出は容易ではありません。そこで CR-39 に、中性子と反応して荷電粒

子を放出する「コンバータ」を重ね合わせます。これが中性子用の個人線量計です (図 1(c))。被ばく線量は、最終的に観測されるピット数から換算できます。

CR-39 を用いた飛跡 (ピット) 検出には、電源不要、小型、堅固、あるいはデータの保存性が良いといった利点があります。一方で、測定前処理に手間暇がかかること、また被ばく後の CR-39 素子は使い捨てであることが課題です。そこで、CR-39 に代わる新たな素材

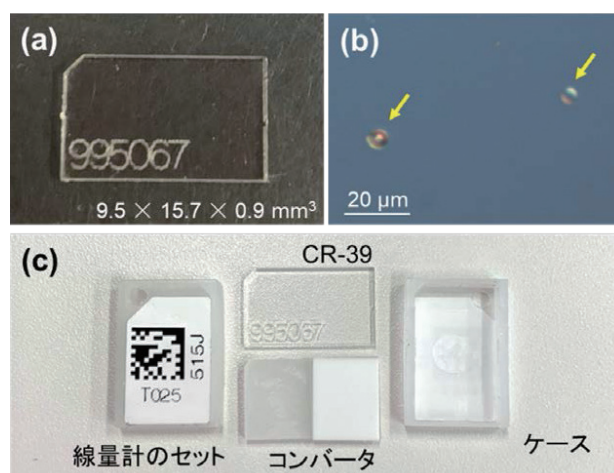


図 1. CR-39 を用いた従来の中性子個人線量計
(a)CR-39 素子、(b) ピット、(c) 中性子線量計

として、蛍光飛跡検出器 FNTD (Fluorescent nuclear track detector) が注目されています (図 2(a))。

個人線量計の素材の候補である FNTD は $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C,Mg}$ を素材としたサファイアの一種です。FNTD に入射した荷電粒子の飛跡は特異な発光特性を持つため、蛍光顕微鏡下で検出することができます (蛍光飛跡と呼ぶ (図 2(b)))。FNTD は CR-39 のように測定前処理を必要としません。また、蛍光飛跡を UV 光で消去し、再利用できる優れたものです。FNTD を用いた中性子検出には、CR-39 同様に、コンバータと組み合わせた個人線量計が開発されています (図 2(c))。また蛍光飛跡を読み出す自動解析装置も開発が進められており、FNTD の個人線量計としての汎用化が期待されます。

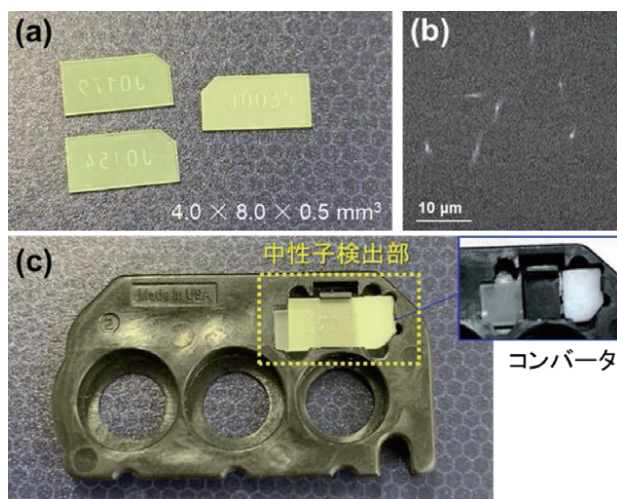


図 2. FNTD を用いた新しい中性子個人線量計
(a) FNTD 素子、(b) 蛍光飛跡、(c) 中性子線量計

環境に配慮した設備更新

老朽化した設備の更新にあたっては環境に配慮した設備を導入しており、KEK 職員に対して環境負荷低減に効果の期待される工事（エコアイデア）を公募するなどの工夫を行い、2018 年度の実績では CO₂ 排出量を 227.7 t^{*}、消費電力を 519,794 kWh 削減しました。

この様な取り組みによる 131,038 千円の投資を行った結果、消費電力の削減に伴って年額約 8,322 千円の経費節減効果が生まれ、その経費節減額を次のエコアイデアに再投資する好循環によって持続可能な設備更新の取り組みを推進しています。

電気設備の例

実験電力を供給する変圧器をより高効率なものに更新するとともに、電力の利用状況を精査し変圧器容量の見直しを行うことで、変圧器自体から発生する電力損失を削減しました。

これにより、年間当たりの CO₂ 排出量 19.5 t^{*}、消費電力 44,571 kWh を削減しました。

^{*}換算係数は電気事業者の値 0.438 t-CO₂/MWh を使用しました。



更新前（容量 150 kVA）

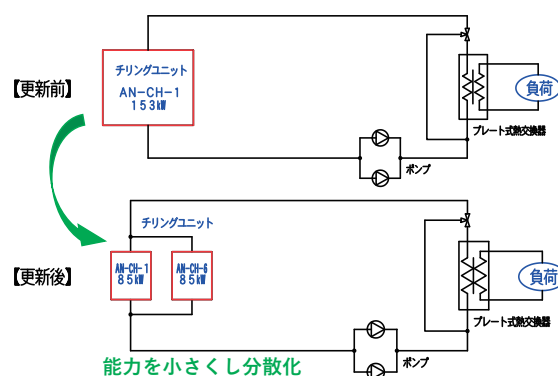


更新後（容量 75 kVA）

機械設備の例

空調や実験機器冷却のための熱源機器（チリングユニット）を更新する際、高効率機器への更新に伴う省エネ効果及び 1 台あたりの能力を小さくし、分散化をすることで、負荷に応じた適切な運転や故障時のリスク分散が可能となり、年間当たりの CO₂ 排出量 21.9 t^{*}、消費電力 50,000 kWh を削減しました。

^{*}換算係数は電気事業者の値 0.438 t-CO₂/MWh を使用しました。



ESCO 事業による CO₂ 削減

KEK では、CO₂ の排出量が多く、エネルギーを多量に消費している冷凍機が設置されており、設置から 18 年が経過することから老朽化によるエネルギー効率の低下に悩まされていました。

しかしながら、エネルギー効率の高い新しい冷凍機への更新には多額の費用がかかるため、KEK 予算での実施は困難であり、国からの支援を要望しても財政難により支援が見送られていました。

これを解決するため、冷凍機を更新することでエ

ネルギー効率が特段に向上し、更新後のエネルギー消費量が少なくなり、光熱水費が削減されることから、この削減された費用を冷凍機更新費用の割賦払いに充てる ESCO 事業（事業期間 7 年）の実施を行う契約を 2018 年 5 月に締結しました。

ESCO (Energy Service Company) 事業とは、省エネルギー化で削減できた光熱水費の中から設備更新や維持管理費が賄われる仕組み（図 1）であり、エネルギー削減効果の高い設備のみを事業対象にするこ

とが一般的です。

これに対し、KEK では可能な限り多くの老朽設備を更新する必要があるため、エネルギー削減効果の低い設備についても事業対象範囲に取込むための工夫を行いました。

ESCO 事業の具体的な内容は、受注を希望する事業者が応募する際に提出する技術提案によって決まります。KEK では、事業者のノウハウによって事業範囲を拡大することを考え、提案の評価基準においてエネルギー削減効果の低い設備をより多く含めたものを高得点とするように設定しました。

これにより、単体では ESCO 事業が成り立たない省エネ効果の小さな設備についても検討がなされ、包括化による相乗効果によって設備更新の対象範囲がさらに拡大しました。

この包括化による事業規模の拡大により、環境負荷としても相乗効果が上がり、冷凍機のみでは 3,480 t/年であった CO₂ 削減量が 4,134 t/年に拡大することができました(図 2)。

以下が今回の ESCO 事業で実施した設備更新の概要です。

①エネルギーセンターのガス焚吸収冷温水機 2 台をターボ冷凍機 2 台に更新。(3,480 t/年CO₂ 削減)

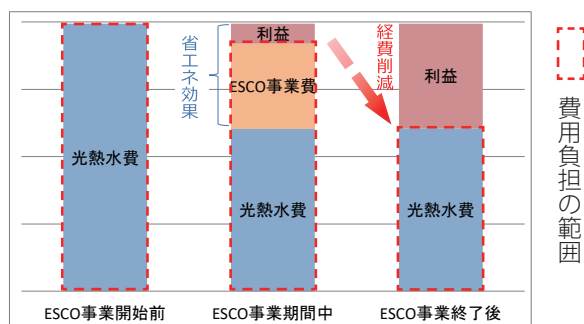


図 1. ESCO 事業の一般的な仕組み

②実験室や電源室の高天井照明器具（水銀灯）を LED 照明器具に更新。(559 t/年CO₂ 削減)

③ 3 号館 (EHP^{※1}) と 4 号館 (GHP^{※2}) の空調設備を更新するとともに、すべて EHP に変更。(95 t/年 CO₂ 削減)

その結果、ESCO 事業を行うことによる省エネルギー・環境負荷低減の効果としては、年間当たりの CO₂ 排出量 4,134 t、消費電力 1,176,444 kWh、ガス使用量 1,624,504 m³ の削減が見込めることとなりました。

ESCO サービスは 2019 年 2 月から開始され、3 月までの CO₂ 削減見込みは 735 t-CO₂ ですが、実績は 760 t-CO₂ (103%) の削減が達成できました。

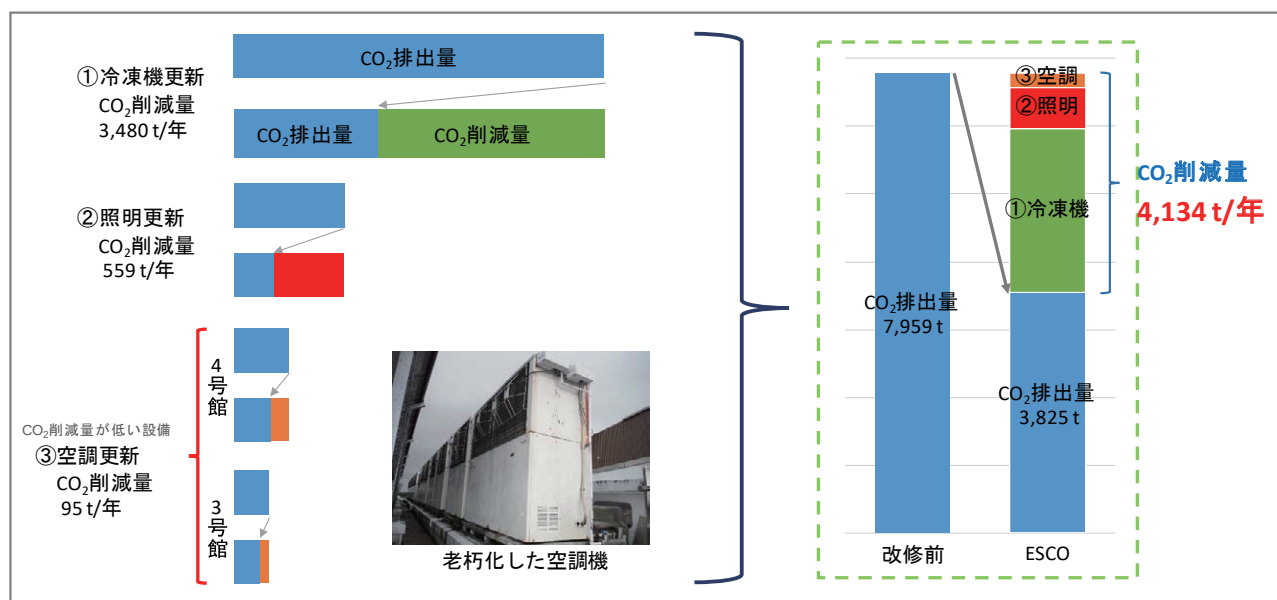


図 2. ESCO 事業による CO₂ 削減^{※3}

※¹ EHP：電気モータヒートポンプ空調機

※² GHP：ガスエンジンヒートポンプ空調機

※³ 換算係数は電気事業者の値 0.438 t-CO₂/MWh を使用しました。

社会との関わり

広報活動

初衝突を一週間生中継

SuperKEKB の電子と陽電子の初衝突が 2018 年 4 月 26 日午前零時 38 分、Belle II 測定器で観測されました。KEK はこの歴史的瞬間をより多くの国民に祝ってもらうため、株式会社ドワンゴが運営する動画サービス「ニコニコ生放送」で 4 月 20 日正午から 24 時間生中継を開始して 26 日の衝突の瞬間まで、衝突点の状態を表示するディスプレイ映像に研究者たちの解説などを交えながら中継しました。この 1 週間で延べ 46 万人が視聴し、衝突の瞬間にはパソコン画面がお祝いの拍手を示す「8」の数字であふれました。



ニコニコ生放送時のパソコン画面

ダークマター・デー・ライブ

動画生中継サービス「フェイスブックライブ」を使って、ダークマター（暗黒物質）に関する各国のイベントを世界同時中継する「ダークマター・デー・ライブ」が、2018 年 10 月 31 日に行われ、日本からは KEK が参加しました。世界の素粒子物理学研究機関の広報担当者らで構成される Interactions Collaboration が主催する国際的なイベントで、ライブは KEK からの生中継を皮切りに、スイス、フランス、イギリス、アメリカ、イタリアなどが参加しました。KEK の筑波実験棟のコントロールルームから、KEK と東京大学宇宙線研究所の研究者らがダークマターについて解説したり、視聴者からの質問に答えたりしました。

メディアサロン

メディアに KEK の研究活動をもっと取材・報道してもらおうと、東京・秋葉原で記者向けの勉強会「KEK メディアサロン」を 2017 年末にスタートしました。2 年目の 2018 年度は 4 回開催しました。テーマは国際リニアコライダー（ILC）、ミュオン物理学、LHC における Atlas 実験、量子ビームの標的材料としてのタングステンでした。新聞社を中心に、テレビ局や雑誌、ウェブの報道関係者らが参加、セミナー終了後も記者たちは各研究者に熱心に個別取材をしていました。

一般公開

つくばキャンパスでは 2018 年 9 月 2 日、一般公開を行いました。筑波実験棟やフォトンファクトリー（PF）など実験施設の見学、「光の測定器を作ってみよう」「理論クイズ王決定戦」など体験型の企画、研究者による講演、Belle II 実験や国際リニアコライダーに関するサイエンスカフェなどを行いました。この日は約 3,600 人の来場者がありました。

東海キャンパスでも 8 月 19 日に施設公開を実施し、MR、ハドロン実験施設、ニュートリノ実験施設前置検出器、物質・生命科学実験施設の見学のほかに、講演会、サイエンスカフェ、展示、実演、工作コーナーなどを行いました。



コッククロフトウォルトン型加速器を見学する人々（つくばキャンパス）

科学技術週間

全国の研究機関や大学で科学技術に関するイベントなどを実施する「科学技術週間」の一環として、つくばキャンパスでは2018年4月21日、Bファクトリーやフォトンファクトリーなどの見学ツアー、「光をつくる磁石、磁石を見る光」などのサイエンスカフェなどを行いました。また、液体窒素で冷やした超伝導体が磁石のレールを滑走する超伝導コースターの実演は家族連れの方に好評でした。4月21日には438人が来場し、科学技術週間期間中の4月16日から22日までの見学者数と合わせて全体で554人が来場しました。



子どもに大人気の超伝導コースター

見学受入

つくばキャンパスには常設の展示ホール「コミュニケーションプラザ」があり、来客に対しKEKの研究について紹介しています。展示ホールでは、加速器が動く仕組みや素粒子について学んだり、宇宙から降り注ぐ宇宙線を観察したり、身近なものからの放射線を測ることができます。また10人以上で事前予約をすると実験施設の見学もできます。2018年度は、一般見学者が7,846人、団体見学者が6,466人でした。一方、東海キャンパスの見学・視察者数は2,959人でした。

KEK 公開講座

KEKで展開されている加速器科学について興味や関心を持ってもらうことを目的に、つくばキャンパスでは毎年春と秋に「KEK 公開講座」を実施しています。

2018年6月の春の公開講座は「J-PARCの中性子で観るエネルギー関連材料」をテーマに2つの講演を行い147人が聴講しました。11月には「ミューオンでさぐる未知の物理現象」をテーマに秋の公開講座を開催し、98人が訪れました。

KEK サイエンスカフェ

KEK サイエンスカフェは毎月一つのテーマを決めて、ほぼ毎週金曜日につくば駅前で開いています。若手研究者を中心に話題を提供してもらい、最先端の研究成果や研究の面白さなど、お茶を飲みながら参加者と一緒になって討論しています。参加者は学校帰りの地元の中高生が多く、将来の物理学者を育てています。2018年度は27回開きました。5月25日のサイエンスカフェはスタート以来の第100回目となり、いくつかの新聞でニュースとして大きく紹介されました。

KEK キャラバン

KEKの活動を全国の児童・生徒に知ってもらうため、KEKの研究者や職員を全国の学校や各種団体等へ講師として派遣するプロジェクトです。2010年4月に開始し、加速器を用いた素粒子や物質・生命などの研究や、その研究を支える仕事を紹介しています。学校の先生方の研究会や研修会、各地方自治体が運営するプログラム、市民講座の講師として職員を派遣、学校の児童・生徒とその保護者向けの日曜親子教室や実験教室なども開催しています。2018年度は、51件の出前授業を行いました。



高校生に霧箱を体験してもらう KEK キャラバン

KEK コンサート

年に数回、国内外で活躍する演奏家を招いて、音楽コンサートを開いています。2003 年度からは地域とのより活発な交流促進のため、入場無料にしました。バロックから現代までのクラシック音楽に加え、邦楽やラテン音楽など多様なジャンルにわたってレクチャー型コンサートを含んだ、知的で自由なコンサートです。2018 年 10 月には「科学者によるジョイントコンサート」を、2019 年 1 月には「札幌交響楽団コンサートマスター田島高宏氏を迎えて～室内楽の愉しみ：ラインの響き」を催しました。

科学と音楽の饗宴

科学者による科学に関する分かりやすい講演と、音楽コンサートを組み合わせたレクチャー＆コンサートで、地域の文化活動の一環としてつくば文化振

興財団と共同で毎年実施しています。2018 年 12 月 9 日、つくば市のノバホールで開催しました。山内正則機構長が「宇宙のからくり、わかったこと、わからないこと」と題した講演をした後、天野寿彦さん（バイオリン）と水永牧子さん（チェンバロ）のコンサートが行われました。



山内機構長（右端）も講演した科学と音楽の饗宴

教育プログラムの実施

TYL スクール理系女子キャンプ

理系分野への進学を考えている女子高校生を対象に、つくばキャンパスで 2 日間にわたって行うサイエンスキャンプです。TYL (Toshiko Yuasa Laboratory) は国際的に活躍された日本人女性物理学者・湯浅年子博士の偉業にちなんだ日仏共同研究事業です。第 7 回 TYL スクール・理系女子キャンプは 2018 年 4 月に開催し、全国の 30 人の女子高生・高専生が参加



TYL スクール・理系女子キャンプの参加者たち

しました。参加者はまず、生卵を包んだ装置を 5 ～ 13 m の高さから落とし、床で割れないように落下させる「卵落とし実験」に挑戦しました。その後、物理学の講義や KEK の研究施設の見学などをして過ごしました。

Belle Plus (ベル・プリュス)

高校、高専生を対象にしたつくばキャンパスでの素粒子物理の体験型サイエンスキャンプです。予備知識がなくても本格的な研究が体験できる 4 日間のコースで、奈良教育大学との共催です。2018 年 8 月の第 12 回 Belle Plus には全国から 23 人が参加しました。参加者は「B-Lab 班」「宇宙線測定班」「ワイヤーチェンバー班」「理論班」の 4 班に分かれ、研究者と大学院生の指導のもと、それぞれ与えられた課題に挑戦しました。素粒子物理学に関する講義と、コース別の実習を行い、最終日にはそれぞれの研究成果を発表しました。その間、KEK にある加速器と測定器の見学ツアーも行いました。



Belle Plus の参加者たち

サマーチャレンジ

サマーチャレンジは大学3年生と高専専攻科1年生を対象とした研究体験型のイベントで、基礎研究を担う若手研究者を育てることが目的です。2018年8月の第12回サマーチャレンジは、43の大学から70人の学生を8泊9日の日程で受け入れました。素粒子・原子核・宇宙の最前線で活躍する研究者から指導を受けながら実験や解析を行い、最後に発表するという研究の一連の流れを体験します。ノーベル賞受賞者の小林誠 KEK 特別栄誉教授の講演もありました。研究者の講義、研究設備の見学、研究者とのキャリア討論などを通して、研究の喜びを実感してもらおうのが狙いです。



サマーチャレンジの様子

ウィンター・サイエンスキャンプ

高校生・高専生を対象とした科学技術体験合宿プログラムです。2018年度は全国から集まった24人が、12月24日から3泊4日の日程でつくばキャンパスに滞在しました。「素粒子を見てみよう」「回折で小さなものを見てみよう」「信号を伝送してみよう」「放射線を知ろう」の4つのコースに分かれて、研究現場を訪れ、研究者との交流を通じて研究の魅力や楽しさを体験しました。実習では加速器科学の基礎的な実験を通して、測定機器の製作・調整、データ取得・整理、

成果発表など、研究の進め方について学びました。



実習に取り組む高校生たち

高校生等実習受入

全国の中高生を対象に、KEKの研究の現場を肌で感じてもらうと毎年、実習受入を行っています。2018年度は、全国から733人が丸一日かけて見学、講義、実習を体験してもらいました。見学施設としては Belle II 測定器、SuperKEKB 加速器、フォトンファクトリーなど、実習では霧箱製作、分光器製作、宇宙線の観測などがあります。

職場体験

文部科学省が推進する中高生対象の学習活動プログラムです。生徒が働く人と接することで、学ぶことや働くことの意義を実感し、主体的に進路を選択決定する態度や意志、意欲などを培うことを目指して行われています。2018年度は、中高合わせて11校から46人がつくばキャンパスを訪れ、鉛、アルミ、プラスチックなど身近なものをを用いて放射線量を測ったり、手仕上げ作業の基礎を学んだり、ねじ切り加工を体験したりしました。



ねじ切り加工の体験をする中学生たち

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。

2018 年度は、12 月 15 日、16 日の 2 日間、やさと茅葺き屋根保存会とボランティアによって茅刈りが実施され、2 日間で延べ約 90 名の参加者がありました。刈り取られた茅は、石岡市などの茅葺き民家の葺き替えに利用されました。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。



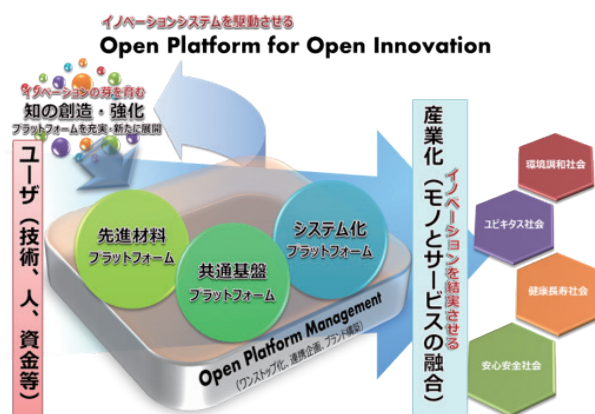
茅刈りの模様

産学官の連携活動

オープンイノベーション拠点 TIA ～ TIA-nano から TIA へ（分野と地域の拡大）

TIA-nano（つくばイノベーションアリーナ）は、世界水準の先端ナノテク研究設備・人材が集積するつくばにおいて、内閣府、文部科学省及び経済産業省からの支援を得て、産業技術総合研究所、物質・材料研究機構（NIMS）、筑波大学、KEK（2012 年 4 月参画）の 4 つが中核機関となり、産業界が加わって、世界的なナノテクノロジー研究・教育拠点構築を目指すものでした。TIA-nano は 2010-2014 年の第 1 期において、オープンイノベーションを実践し、数々の優れた研究成果を挙げました。この成果を基に、2015-2019 年の次の 5 年間で、わが国のイノベーションシステム改革を主導する具体論を「TIA-nano vision 2015-2019」として策定しました。ここでは、我が国の莫大なイノベーション資源（技術、人、資金）をオープンにして流動・連動を誘発させ、新しい「知の創造」と産業界への「橋渡し」を推進する「継続的イノベーションのための資源連動の仕組み」を提唱しています。

東京大学が 2016 年 4 月から TIA-nano に参画し、これを機に TIA-nano の名称を TIA と改称、活動地



継続的イノベーションのための資源連動の仕組み

域をつくばだけではなく東京を含む地域に拡大し、活動分野もナノだけではなく情報や医学等の分野を含めた広い分野に拡大することになりました。

また、TIA の 5 研究機関が組織の枠を超えて連携し、2016 年 4 月より「新しい知の創造と産業界への橋渡し」を具体的に進める「TIA 連携プログラム探索推進事業（かけはし）」を開始しました。2018 年度の

「かけはし」事業では、提案されたテーマ数は 60 件に上り、バイオ、計算科学、IoT、ビッグデータ解析などの新領域、融合領域を含む 47 件が採択され、総計 550 人以上の研究員が本事業に参画しました。さらに企業参画の拡大を目指し、企業と中核 5 機関が連携して研究を行う仕組みを構築し、2018 年度は導入初年度にもかかわらず 4 件の企業連携テーマを立ち上げることができました。

KEK では、TIA が魅力ある世界的オープンイノベーション拠点となるよう連携・協力を進めています。



大学加速器連携協議会の設立

大学共同利用機関法人である KEK の加速器研究施設と大学の加速器施設や加速器関連講座が共同して、大学や KEK の加速器研究を取り巻く難問題を打破し、加速器科学発展を推進する全国組織体「大学加速器連携協議会」を 2017 年 4 月に設立しました。

2019 年 3 月現在、42 の大学の加速器施設や講座が参加して次のような共同事業を行っています。

- (ア) 大学加速器施設と KEK 加速器研究施設の情報共有
- (イ) 加速器技術向上や加速器科学の新展開に関する検討（協働プラン策定等）
- (ウ) 大学加速器施設の維持・管理・運用や機能向上に関する相互扶助・協力
- (エ) 加速器関連の人材育成

また、大学の教職員・学生、大学の地元の自治体・企業に、加速器の先端性と将来性を発信するための講演会・施設見学会も実施しています（2018 年 7 月、「長岡技術科学大学・KEK-day ～加速器のすすめ～」開催）。



先端加速器科学技術推進協議会

先端加速器科学技術推進協議会は、産学官政の連携により、次世代の加速器科学を担う技術開発を推進するための組織です。従来行ってきた現場担当者や研究者レベルでの様々な連携や協力、情報交換に加え、企業のトップレベルや有識者も含めた体制

で加速器開発に必要となる技術開発を推進します。

国際リニアコライダーを中核モデルケースと定め、技術面のみならず、知的財産の取扱いや組織のガバナンスの検討、広報活動の実施等、様々な活動を展開しています。KEK は山内正則機構長が理事として参加しており、科学と技術の両面から協議会の活動に貢献しています。



先端加速器科学技術推進協議会の総会の様子

多企業参画ラボ

研究大学強化促進事業において制度設計を行い、2016 年度末に多企業参画ラボ事業が制定されました。これは KEK から産み出される加速器技術やその周辺技術を核として企業と様々な連携を推進するプラットフォームを形成することにより、継続的にイノベーションを創出するための事業です。2017 年度から、その中核に共創コンソーシアムを設置し事業を推進しています。共創コンソーシアムは、企業法人、その他の法人が参加する会員制とし、ニーズ・シーズのマッチングを進め、会員間の様々な連携を推進することにより、新たなテーマの発掘、発展を図ることを目指して活動を行っています。2019 年度からは、KEK の特定のシーズに基づく産学コンソーシアムとして、応用超伝導加速器コンソーシアム、CryoEM（クライオ電子顕微鏡）コンソーシアム、SOI 量子イメージセンサコンソーシアムを開設しました。



安全安心文化の醸成

J-PARC センターにおける取り組み

J-PARC センターでは、職員および関係者の安全意識を向上させるための取り組みを継続的に進めています。

(1) J-PARC 安全の日

2013 年に放射性物質漏えい事故が発生した 5 月 23 日の前後に、事故の教訓を風化させることなく、安全な J-PARC を築く決意を新たにするため「J-PARC 安全の日」を設けています。2018 年度は 5 月 25 日を安全の日とし、午前には「安全情報交換会」、午後は「J-PARC 5.23 安全文化醸成研修会」を開催しました。

「安全情報交換会」は、J-PARC 内の安全に関わる取り組みを共有する目的で開催しているものです。今回は、施設における良好事例に関わる表彰と事例の紹介、安全に関するサイエンストーク、施設における安全作業の紹介 2 件が行われました。

今回で 5 回目となる「安全文化醸成研修会」は、原子力科学研究所大講堂を主会場に、つくばキャンパスと東海 1 号館に TV 会議中継する形で開催しました(参加者 284 名)。主講演として、トヨタ自動車(株)安全健康推進部の星野晴康氏から「トヨタの自動化時の安全対応と安全文化構築」との内容でご講演をいただきました。「機械安全」の観点から、予防安全技術(Active Safety)の導入などの最先端の装置的工夫なども含めてご紹介いただくと共に、「安全活動」の観点から、安全第一の可視化、管理・監督者の意識改革、一人ひとりの安全意識向上、などを通じて、



J-PARC 5.23 安全文化醸成研修会における
トヨタ自動車(株)星野晴康氏の講演

トヨタ自動車が長年にわたって安全の質を高めるために努力を続けてきた様子を、分かりやすくご紹介いただきました。

(2) 加速器施設安全シンポジウム

国内外の加速器施設の安全関係者や技術者と安全管理の経験と課題について情報を共有する「加速器施設安全シンポジウム」を毎年開催しています。2019 年 1 月 24 日 - 25 日の第 6 回シンポジウムでは、加速器施設における「個人線量管理」と「火災対応」をテーマとして取り上げ、国内の加速器施設、大学、企業等から 117 名の参加があり、活発な情報交換と議論が行われました。

個人線量管理については、各施設や利用者の特徴などを踏まえ、管理や運用において苦労している点や、施設の特徴を踏まえた個人線量管理上の様々な取り組みが紹介されました。火災対応についても、実際の火災事例と再発防止策、医療目的や利用者数の規模、放射化の程度など施設の特徴も考慮した火災発生時の取り組みなどが紹介され、活発な議論がされました。また、ドイツ DESY の技術者 Fabian Saretzki 氏を招聘し、約 3 km の加速器トンネルを有する European XFEL や DESY の加速器施設等における様々な種類の防火設備や消火設備、火災対応における考え方などについて、多くの興味深い話題を紹介いただきました。

ポスターセッションでも 16 件の報告が行われ、有益な情報交流の機会となりました。



第 6 回加速器施設安全シンポジウム参加者の集合写真

つくばキャンパスにおける取り組み

KEKでは、毎年秋に安全・衛生週間を実施し、関連するイベントを集中的に開催し、職員の他、共同利用者、学生、委託業者の方に参加していただき、安全意識の向上を進めています。2018年度は11月26日(月)から11月30日(金)まで行い、外部講師による特別講演会として初日に「大規模災害から仕事と家族を守る方法」と題して、筑波大学環境安全管理室長の中村修教授による講演、28日には「研究開発現場で生きる実効的な環境安全」と題して、東京大学環境安全研究センター・教授の辻佳子氏による講演を行いました。また、工作機械の安全確保のための安全講習会やフルハーネス型安全帯の義務化に伴う説明会や装着体験会、空気呼吸器についての装着体験会、非常食等の備蓄品を保管場所も自ら探しての非常食作り体験会、健康セルフチェック体験会として職員自ら血圧、血管年齢等の計測を実施しました。安全・環境への取り組みや健康に関するパネル展示についても行いました。その他、新たな試みとして、職員と機構役員や所長・施設長との意見交換会を実施し、安全について議論するとともに、各研究所・施設の安全衛生への取組発表会を実施し、各研究現場での安全への取り組みを紹介することにより、安全意識の高揚を図り、有効な情報を共有し各研究現場改善の一助として労働災害の防止を



職員と機構役員や所長・施設長との意見交換会の模様

図りました。

また、ヒヤリハット投書箱を通してのヒヤリハット事例の収集、「安全最優先」と大きく表記したポスターの掲示を継続して行っており、日常の中での安全衛生に関する意識の喚起に役立っています。さらに、火災、地震、ケガ、放射線事故、化学物質の汚染等の緊急時の対応を電話帳形式にまとめた緊急時対応手順書も日本語版と英語版を並べて掲示することも継続して行っており、いざというときに活用できるようにしています。

職場環境の向上

健康管理

年1回の一般定期健康診断と年2回の特殊定期健康診断(電離放射線、特定化学物質等)の他、子宮がん検診、大腸がん検診、胃がん検診をそれぞれ実施しました。このほか雇入時の健康診断及び長期海外渡航等に係る健康診断を随時実施しています。

健康相談室では、健康診断の結果に基づいて産業医等による保健指導を行うとともに、職員からの健康相談には随時対応してきました。また、職員の健康と健康意識の向上に向けた取り組みとして、「高血圧狩り～サイレントキラーの克服～」と題して産業医

による安全衛生講習会をつくばキャンパスと東海キャンパスでそれぞれ開催しました。

KEKではこれらの取り組みを行い、職員の健康の維持・管理、増進に努めました。

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、衛生管理者による巡視点検を両キャンパスあわせて 145 回（累計 464 棟）実施し、指摘事項は 143 件あり、86.0% が改善されました。

2018 年度は、両キャンパスにおいて工作機械に関する基本ルールの見直しを行いました。それに伴い、つくばキャンパスでは巡視点検チームにおいて、KEK 内の工作機械の全体把握も併せて行いました。これらは、安全衛生推進室と各部署担当者や関係者が相互理解を深めながら KEK の安全衛生管理をより一歩進める活動となりました。また、巡視点検の結果は、指摘、改善事項のみならず、好事例も各キャンパス衛生委員会にて紹介し、より質の高い安全衛生管理への一助となるべく情報発信をしています。

さらに、つくばキャンパスでは、産業医、衛生管理者による巡視点検の他に各部署の安全衛生点検者による月 1 回の自主点検も継続して行われています。

AED 設置と取扱訓練

AED（自動体外式除細動器）は、2019 年 3 月末現在、つくばキャンパスに計 10 ヶ所、東海キャンパス（J-PARC を含む）に計 15 ヶ所、設置されています。

なお、2018 年度も、「安全・衛生週間」のイベントのひとつとして、つくばキャンパスでは「普通救命講習会」、東海キャンパスにおいては「AED 講習会」を開催し、両キャンパスで 43 名の職員等の参加があり、心肺蘇生法、AED 使用方法の訓練を受けました。



普通救命講習会の模様

作業環境測定

労働安全衛生法に定める有機溶剤または特定化学物質を取り扱う場合、作業場に対する作業環境測定（当該化学物質の空気中の濃度測定）及び作業員に対する特殊健康診断が義務付けられています。化学実験棟水質検査室で委託業者が行っている水質検査業務のうち、ノルマルヘキサンを取り扱う検査、及び STF 棟内電解研磨設備において電解液として硫酸とフッ化水素酸の混酸を使用する作業が有害業務に該当し、定期的に作業環境測定を行っています。2018 年度は 9 月と 3 月にノルマルヘキサンの作業環境測定を、7 月と 12 月にフッ化水素の作業環境測定を行いました。双方の作業場においていずれの測定も第 1 管理区分（適切）に評価され、作業環境上問題のないことが確認されました。

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から火災に至るとの想定で防災・防火訓練に加え、発災後における宿泊者に対する意思確認等を行う緊急事態等対応訓練も併せて実施しました。その他、自衛消防隊の 5 支部において計 5 回、独自に防火訓練を実施しました。

東海キャンパスでは、トンネル火災を想定した総合的な防災訓練、J-PARC センターとして事故発生時の対応に関する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。



防火訓練の模様（つくばキャンパス）

事故等

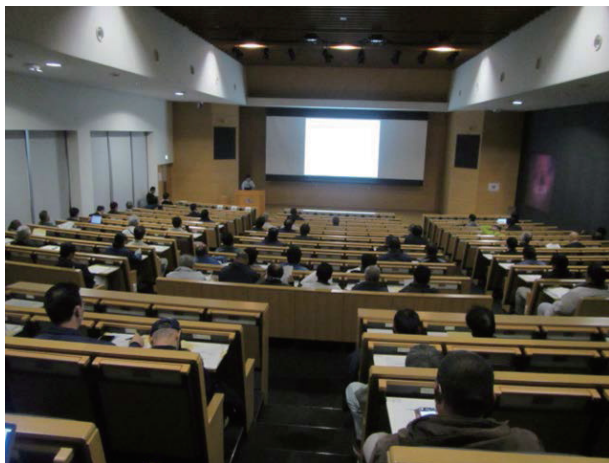
2018年度、つくばキャンパス・東海キャンパス合わせて交通事故18件、発火発煙事故5件、その他事故（作業中の物損やケガなど）が15件ありました。特に交通事故の原因は、出退勤時での自動車等との接触事故（5件）や構内で車を操作する際の接触事故（5件）等の当事者の不注意や確認ミスによる物損事故、自転車による転倒事故等でした。このことから、職員の他、ユーザーや業者に対して、構内での交通ルールの遵守についてのメールを配信し、注意喚起を行いました。

業務委託業者等への安全衛生教育

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います。更に工事や役務等の業者の方も構内で作業を行っています。

2018年度に発生した事故の中には、業務委託の作業員の関わった事故も含まれています。KEKでは、業務委託業者等を対象として、毎年、安全業務連絡会を開催しています。2018年度は2月に開催し、つくばキャンパスの安全全般、機械工作の安全、交通安全について各安全担当者等より事事故事例等の紹介を交えて説明しました。また、フルハーネス型安全帯の義務化について説明しました。

また、J-PARCにおいても、作業における安全情報を業者と職員が共有・意見交換する「J-PARC 請負業者等安全衛生連絡会」を6月に開催し、毎月1回の頻度でJ-PARCの状況をメールニュースとして配信・共有しています。



安全業務連絡会の様子

安全衛生講習会の実施

KEKでは、業務上多数の職員が公用車（業務上における自家用自動車使用を含む）又は自家用自動車を運転している実態を踏まえ、自動車の安全な運転の確保を目的とし、道路交通法に基づくKEKの業務に従事する運転者に対して交通安全教育を行っています。

3月4日に、つくば北警察署交通課長を講師に招いて「交通安全」の講演及び機構産業医の講師による健康講演「高血圧狩り～サイレントキラーの克服～」を実施しました。東海キャンパスでは2月21日に、ひたちなか警察署から講師を招いて「安全運転講習会」、機構産業医を講師とした「安全衛生講習会」を実施しました。



安全衛生講習会「交通安全」の様子

KEK クリーンアップ月間

KEKでは、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。このキャンペーンでは、①各研究所・研究施設等で組織的に「整理・整頓・清掃・清潔」を実施する、②「整理」必要な物と不要な物を分け、不要な物を捨てる、③「整頓」置き場所、置き方を決め、表示を確実に行う、④「清掃」掃除をして、ゴミ、汚れのないきれいな状態にする、⑤「清潔」ゴミや汚れをきれいに取って、清掃した状態を保つ、を重点目標にして取り組みました。

有志によるキャンパスゴミ拾い

クリーンアップ月間の期間中、有志によるキャンパスゴミ拾いを行いました。つくばキャンパスでは12月18日の昼休みに80名が参加し、キャンパスの外周（外側）の歩道周りのゴミを拾いました。東海キャンパスでは12月10日の昼休みに27名が参加し、東海1号館周辺のゴミを拾いました。今後も継続して行っていきます。



多くの有志が参加したゴミ拾いの模様（つくばキャンパス）

育児・介護・女性教職員支援

KEKでは、男女共同参画社会の実現を目指し、仕事と家庭の両立や雇用環境の整備等に関して男女共同参画推進室を中心に活動しています。同室は、育児・介護及び女性教職員への各種の支援について、ホームページにて育児・介護のための休暇・休業制度や休業補償制度等に関する情報提供を行うとともに、大学共同利用機関法人4機構連携での男女共同参画講演会なども開催しています。その他、主な支援の状況は以下の通りです。



理系女子キャンプでの様子

【育児支援】

- ・KEK ベビーシッター利用支援事業（費用補助等）
- ・公益法人全国保育サービス協会のベビーシッター割引券の利用
- ・育児支援室の設置（常設）
- ・産前産後休暇及び育児休業中職員の代替要員に関する取扱いを制定
- ・産前産後休暇及び育児休業中の管理局職員の自宅におけるVPN利用を可能に
- ・一般公開の出勤職員を対象に機構内で一時保育を実施

【介護支援】

- ・介護支援情報の提供

【女子教職員支援】

- ・女子休憩室（搾乳室）の設置及び実験施設等への女子トイレの順次設置
- ・海外若手女性研究者受入事業（アテナプログラム）の実施
- ・I-URIC/4 機構連携男女共同参画講演会の開催
- ・一般公開で「科学大好き応援コーナー」ブース開設

【女性研究者の育成支援】

- ・TYL スクール理系女子キャンプの実施

資料

環境データ集

	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	単位	記載
総エネルギー投入量（合計）	2,022,674	2,976,445	3,083,410	2,778,176	3,371,712	GJ	p.16
つくばキャンパス	1,165,669	1,706,161	1,916,909	1,615,938	2,475,405		
東海キャンパス	857,005	1,270,284	1,166,501	1,162,239	896,307		
電力使用量（合計）	203,201	301,035	312,611	281,093	342,032	MWh	p.16
つくばキャンパス	114,095	168,873	191,298	160,264	249,465		
東海キャンパス J-PARC,RNB	88,159	131,100	120,292	119,775	91,637		
東海キャンパス 東海1号館*	947	1,061	1,021	1,054	245 685		
都市ガス使用量（つくばキャンパス）	1,496	1,800	1,707	1,448	1,304	千m ³	p.17
石油燃料使用量（合計）	37	34	26	24	23	kL	p.17
つくばキャンパス（合計）	17	13.3	9.2	8.5	8.4		
ガソリン	14.1	10.4	6.9	6.6	6.6		
軽油	2.1	2.0	1.6	1.5	1.2		
A重油	0.78	0.86	0.66	0.48	0.6		
東海キャンパス（合計）	20.1	20.7	17.1	15.3	15.0		
ガソリン	18.7	19.6	16.2	14.7	14.0		
軽油	1.4	1.1	0.87	0.54	1.0		
太陽光発電量（合計）	84.2	79.3	79.3	81.0	79.3	MWh	p.17
4号館	19.5	18.4	18.8	18.9	19.0		
管理棟	64.7	60.9	60.5	62.0	60.3		
印刷用紙購入量	18	22	24	24	19	t	p.18
水資源使用量（合計）	234	313	316	296	313	千m ³	p.18
つくばキャンパス（合計）	137	140	146	122	160		
上水	112	116	130	110	141		
井水	25	24	16	12	19		
東海キャンパス（合計）	97	173	169	174	153		
上水	10	8	10	10	11		
工水	87	165	159	164	142		
ヘリウム供給量（合計）	96.3	140.5	146.9	133.5	150.4	kL	p.18 p.19
供給量（つくばキャンパス）	78.2	125.7	125.7	111.7	124.4	kL	
回収率（つくばキャンパス）	96.5	90	96.4	91	95	%	
供給量（東海キャンパス）	18.1	14.8	21.2	21.8	26	kL	
回収率（東海キャンパス）	80	90	93.6	94.4	94.4	%	

* 2018年度の東海1号館は4/1-7/15と7/16-3/31で契約電気事業者が異なる。

	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	単位	記載
CO ₂ 排出量 (合計)	111,142	156,141	160,177	139,906	156,222	t-CO ₂	p.19
つくばキャンパス	63,868	89,352	99,501	81,158	112,211		
東海キャンパス	47,273	66,790	60,676	58,748	44,011		
廃棄物 (合計)	450,844	984,963	319,869	349,869	202,721	t	p.19 p.20
一般廃棄物 (合計)	85,450	118,832	105,487	108,219	100,686		
つくばキャンパス	85,450	85,590	79,430	83,220	74,540		
東海キャンパス	—	33,242	26,057	24,999	26,146		
産業廃棄物 (合計)	333,449	845,779	179,606	216,132	82,397		
つくばキャンパス	299,439	809,815	140,020	206,240	80,065		
東海キャンパス	34,010	35,964	39,586	9,892	2,332		
実験系廃棄物 (合計)	31,945	20,352	34,776	25,518	19,637		
つくばキャンパス	31,795	20,232	13,697	21,203	19,412		
東海キャンパス	150	120	21,079	4,315	225		
放射性廃棄物 (合計)	23,160	15,002	22,092	7,918	4,724	L	p.21
つくばキャンパス	0	0	5,104	0	0		
東海キャンパス	23,160	15,002	16,988	7,918	4,724		
リサイクル (合計)	519,170	194,120	918,890	490,960	379,441	kg	p.21
古紙	49,420	42,260	37,860	36,420	31,970		
文書溶解処理	5,050	12,660	9,680	6,640	12,200		
金属屑	464,700	139,200	871,350	447,900	335,271		
下水道排出量 (合計)	109	95	121	84	72	千m ³	p.22
つくばキャンパス	105	92	117	79	67		
東海キャンパス	4	3	4	5	5		

換算係数表

	2005年度 ^{*1}	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018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	34.6	34.6	GJ/kL
軽油	38.2	37.7	37.7	37.7	37.7	37.7	
A 重油	—	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	
二酸化炭素換算係数							
電力 ^{*2} つくば	0.555	0.530	0.505	0.500	0.486	0.438	t-CO ₂ /MWh
東海 J-PARC,RNB	—	0.530	0.505	0.500	0.486	0.475	
東海 1 号館 ^{*3}	—	0.530	0.505	0.480	0.476	0.502 0.475	
都市ガス	0.0506	0.0499	0.0499	0.0499	0.0499	0.0499	t-CO ₂ /GJ
ガソリン	0.0671	0.0671	0.0671	0.0671	0.0671	0.0671	
軽油	0.0686	0.0686	0.0686	0.0686	0.0686	0.0686	
A 重油	—	0.0693	0.0693	0.0693	0.0693	0.0693	

^{*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 重油を算出に入れていない。)

^{*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、2014 年度以降は契約電気事業者の値。

^{*3} 2018 年度の東海 1 号館の換算係数は契約電気事業者が異なるため、4/1-7/15 は 0.502、7/16-3/31 は 0.475。

用語集

略語

ATF	Accelerator Test Facility	先端加速器試験施設
BINP	Budker Institute of Nuclear Physics	ロシア ブドカ原子核研究所
CERN	Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire	欧州合同原子核研究機関
CFF	Cavity Fabrication Facility	空洞製造技術開発施設
CMB	Cosmic Microwave Background	宇宙マイクロ波背景放射
CSR	Corporate Social Responsibility	企業の社会的責任
DESY	Deutsches Elektronen-Synchrotron	ドイツ電子シンクロトロン研究所
ESCO	Energy Service Company	ESCO 事業
ERL	Energy Recovery Linac	エネルギー回収型リニアック
Fermilab	Fermi National Accelerator Laboratory	米フェルミ国立加速器研究所
HFC	Hydrofluorocarbon	ハイドロフルオロカーボン
IHEP	Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Sciences	中国科学院高能物理研究所
ILC	International Linear Collider	国際リニアコライダー
INFN	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	イタリア国立原子核研究機構
ISS	International Space Station	国際宇宙ステーション
JAEA	Japan Atomic Energy Agency	日本原子力研究開発機構
JLab	Jefferson Laboratory	米ジェファソン研究所
J-PARC	Japan Proton Accelerator Research Complex	大強度陽子加速器施設
KISS	KEK Isotope Separation System	元素選択型分離装置
LET	Linear Energy Transfer	線エネルギー付与
LINAC	Linear Accelerator	線形加速器
MLF	Materials and Life Science Experimental Facility	物質・生命科学実験施設
MR	Main Ring	50 GeV シンクロトロン
NIMS	National Institute for Materials Science	物質・材料研究機構
NSRRC	National Synchrotron Radiation Research Center	台湾国立放射光研究センター
PCB	Poly Chlorinated Biphenyl	ポリ塩化ビフェニル
PF	Photon Factory	放射光科学研究施設
PF-AR	Photon Factory - Advanced Ring	PF-AR
PSI	Paul Scherrer Institute	スイス ポールシュラー研究所
RCS	Rapid Cycling Synchrotron	3 GeV シンクロトロン
RI	Radio Isotope	放射性同位体
RRCAT	Raja Ramanna Centre for Advanced Technology	ラジャ・ラマンナ先端工学センター
STF	Superconducting RF Test Facility	超伝導リニアック試験施設
T2K	Tokai to Kamioka	長基線ニュートリノ振動実験
UCN	Ultra-Cold Neutron	超冷中性子
WNSC	Wako Nuclear Science Center	和光原子核科学センター

用語

用語	説明	頁数
eV	電子ボルト。 1 ボルトの電位差（電圧）で加速された電子の運動のエネルギー。エネルギーの一般的な単位である J（ジュール）で表すと、1 eV は 1.6×10^{-19} J となる。 1 keV = 1,000 eV, 1 MeV = 1,000 keV, 1 GeV = 1,000 MeV	8,9,27
エネルギー回収型リニアック（ERL）	電子ビームを楕円形のリングで一周させ、平行度や強度の高い放射光を得るための加速器。一周した電子ビームのエネルギーをリニアックで回収し、別の電子ビームの加速に再利用することから「エネルギー回収型」と呼ばれる。	7
国際リニアコライダー計画（ILC）	世界最高エネルギーの電子と陽電子を衝突させる実験を行う、国際共同研究計画。約 30 km に及ぶ地下直線トンネル内に建設する直線型の超伝導加速器を利用する。LHC 計画などで探索が進められているヒッグス粒子の精密な調査や、超対称性粒子の発見などを目的とする。	4,7,38
スーパーカミオカンデ	岐阜県飛騨市の神岡鉱山跡地下 1,000 m に建設された、東京大学宇宙線研究所神岡宇宙素粒子研究施設の検出器で、T2K 実験に加えて、宇宙から到来するニュートリノの観測や、陽子が崩壊する現象を探索する実験を行っている。	5,8
先端加速器試験施設（ATF）	ILC 計画において重要な、ビーム径が非常に小さく平行性の良い電子ビームを生成するためのビーム測定装置やビーム制御装置の先端的開発研究を行う施設。世界一質の高い電子ビームを生成する。	7
長基線ニュートリノ振動実験（T2K）	茨城県東海村の J-PARC でニュートリノビームを発生させ、295 km 離れた岐阜県飛騨市神岡町の地下 1,000 m にあるスーパーカミオカンデで検出することで、ニュートリノが飛行中に他の種類のニュートリノに変わる「ニュートリノ振動現象」を調べる実験。	5,6,8
超伝導リニアック試験施設（STF）	超伝導加速空洞システムの総合的試験を行う試験開発施設。冷却設備、大電力マイクロ波発生装置、空洞保冷装置（クライオスタット）、試験用電子ビーム発生装置などを備える。	7,46
ニュートリノ	原子よりも小さく電氣的に中性で、最も軽いクォークや電子の 100 万分の 1 以下の重さしか持たない素粒子。電子型、ミュー型、タウ型の三種類がある。	5,6,7,8,9,11,31,38
ハドロン	陽子や中性子や B 中間子のように、複数のクォークからできている複合粒子の総称。	4,5,7,8,9,11,38
ビッグバン	宇宙誕生初期に起こった、超高温・超高密度の火の玉状態からの大爆発のこと。	4

用語	説明	頁数
放射光	高エネルギーの電子等の荷電粒子が磁場中でローレンツ力により曲がるとき、放射される電磁波（光）で、赤外線からX線に至る幅広いエネルギーを持つ。放射光科学研究施設におけるさまざまな研究に利用される。	4,6,7,9,11,31,32,33
放射光科学研究施設（PF, フォトンファクトリー）	放射光を用いて、物理学、化学、生物学、工学、農学、薬学、医学、産業応用など幅広い分野の研究を行っている共同利用研究施設。	6,7,22,38

以下の Web ページもご覧ください。

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/>

■ 第三者意見



なかむら おさむ
中村 修 氏

筑波大学 教授
環境安全管理室 室長

私の第三者意見は環境報告書にまとめられた KEK の環境管理活動に対する客観的な意見です。この文章を通じて環境報告書の読者の理解を助けると共に、今後の KEK の環境管理活動の更なる発展に資することができれば幸いです。

第三者意見を述べるべく、KEK 環境報告 2019 を通読しました。その中で全体的に印象に残った事が 2 点、環境マネジメントについての意見が 1 点あります。全体的な印象の 1 点目。機構長の意思表示の下、基本方針が示され、かつ省エネアクションプランも設定している事に感銘を受けました。安全衛生推進室のワンマンプレーではなく、機構全体で環境管理、省エネや安全衛生管理に取り組んでいる状況が読み取れました。特に将来の省エネルギーによるコストメリットを見込んで設備更新の資金を調達し、省エネルギーによる経費削減分で償還する仕組み（ESCO 事業）の活用は他機関の見本になる取り組みであると感じました。筑波大学でも省エネルギーは喫緊の課題です。良い取り組みは参考にしていきたいです。

全体的な印象の 2 点目は難解であることです。私自身は平成 30 年秋に防災に係る講演を依頼された際に KEK の概要について調べ、少しは知っているつもりでした。それでも環境報告書には分からない単語が散見され、理解を阻みました。その疑問のほとんどは読み終わった後に解決しました。巻末に「用語集」があったおかげです。恥ずかしながら「B ファクトリー」は最後まで分かりませんでした。「B ファクトリー」は B 中間子・反 B 中間子を生成することを目

的として作られた加速器です。では「B 中間子・反 B 中間子とは?」と 53 ページで挙げられた HP を確認しましたが見つけれませんでした。世界最先端分野の研究機関である以上難解な用語が出るのは避けられません。脚注をつけたり、用語集を最初に掲載したりするなどの工夫があれば、私のような門外漢でも読みやすくなると思います。

最後に細かい点について述べます。環境報告書 13 ページから 14 ページの「環境目標・計画と達成度」は環境マネジメントの核心部分です。ここで PDCA(計画・実行・評価・改善)サイクルが機能していることが確認できませんでした。内容を見ると「次世代自動車の導入」の目標に対する主な取り組みが「自動車の導入なし」で評価は「○」です。理解に苦しむので省エネアクションプランを紐解くと、「(3) 財やサービスの購入・使用にあたっての配慮」において「1) 次世代自動車の導入に努める」のみ記載されており、判断基準が見当たりません。この様な抽象的な目標や、報告書内では確認出来ない目標（例えば業務連絡バスの燃料）が見受けられます。今後は客観的な評価が可能な目標設定を検討されることをお勧めします。

近い将来 SuperKEKB が本格稼働するとともに消費電力量が大幅に増えることが予想されます。これはエネルギー管理において大きなハンディキャップになると考えられますが、国民の一人としてそれを補って余りある研究成果を期待しています。

編集後記

KEK の環境報告 2019 をお読みいただきありがとうございます。

本報告には、KEK における環境活動はもちろんのこと、教育活動、また社会活動についても記載し、ステークホルダーの皆様は KEK の活動をより深くご理解いただけるよう心がけましたが、どのように感じていただけたでしょうか。前回、環境報告 2018 で行った読者アンケートでは、研究開発のハイライトと ESCO 事業について、特に興味を持っていただいたことが分かりました。研究開発のハイライトについては、毎年発行している要覧や Annual Report に掲載しておりますので、目次に掲載した URL からご覧いただければ幸いです。本報告書が、地域社会や関係者の皆様、広く国民の皆様と KEK との親密なコミュニケーションツールになればと願っています。KEK における今後の環境管理活動に活かすために、忌憚のないお声をお聞かせいただければ幸いです。

今年度は KEK の環境報告に対して、筑波大学の中村修先生に第三者意見をいただきました。本報告及び KEK における環境活動全般に関して概ね好意的な評価をいただきましたが、いくつかの課題も指摘していただきました。特に環境目標・計画と達成度について、PDCA サイクルが機能しているか確認できないことや、客観的な評価ができない目標の項目があ

るとご指摘いただいた点については、今後の環境目標・計画の策定と評価方法の検討に生かしていきたいと考えています。また、今回いただいたご意見を環境報告書だけでなく、KEK の環境活動、社会活動にも反映させていきたいと考えています。

KEK では地球温暖化対策として 2018 年度より CO₂ の排出量に関する新たな削減目標を定めました。この削減目標は、電力などエネルギー起源の CO₂ 排出について、2030 年度までに 2005 年度比 30% 削減するというものです。2018 年度は削減目標を達成しましたが、今後、つくばキャンパスの SuperKEKB 加速器の本格稼働で大幅な電力使用量の増加が見込まれています。大電力を消費する加速器施設を運営しながらこの目標を達成するのは容易なことではありませんが、KEK 構成員が一丸となって様々な省エネルギー対策を実施することにより実現可能であると考えています。

最後になりましたが、入念な編集作業をしていただいた環境安全管理室のメンバー、環境・地球温暖化・省エネ対策連絡会のメンバー、原稿をお寄せいただいた方々、また、お忙しい中、本報告書の第三者意見を快く引き受けてくださった中村先生に深く感謝致します。

2019 年 9 月

高エネルギー加速器研究機構 環境安全管理室
室長 文珠四郎 秀昭

表紙写真



KEK フォトコンテスト 2018
「KEK Picture of the year 2018」受賞
J-PARC 加速器メインリング
高橋将太



高エネルギー加速器研究機構 環境報告 2019

本報告書はホームページでも公表しています。

URL : <https://www.kek.jp/>

 KEK 環境報告 2019 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 : 029-864-1993 E-mail : k-anzen@ml.post.kek.jp



この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。