

環境報告 2017

KEK Environmental Report 2017



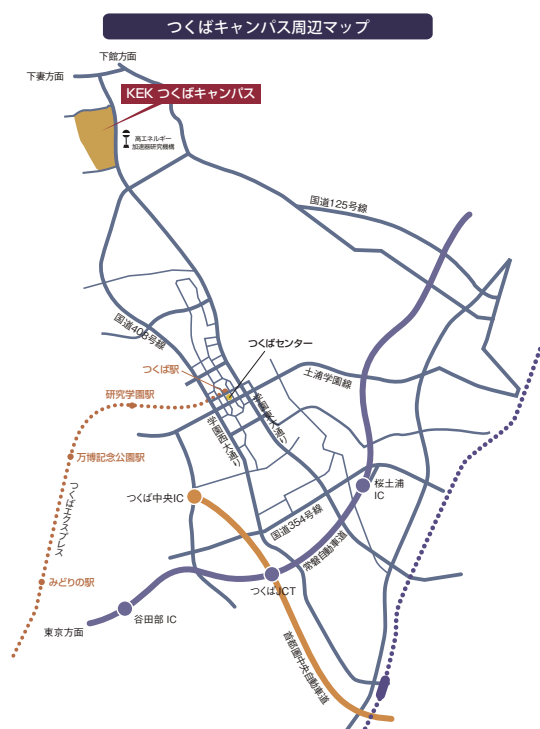
大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構

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、機構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	2016 年 4 月～2017 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 E-mail：k-anken@ml.post.kek.jp
■ 公 開	2017 年 9 月



東海キャンパス周辺マップ



■ 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」よりタクシーで約 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 2016 ハイライト 3

- ・ Belle II 検出器 実験開始に向け改良中
- ・ 筋ジストロフィーの構造生物学
- ・ J-PARC MR でのビーム強度の増強

機構の役割と組織 11

- ・ KEK とは
- ・ KEK の目指すもの
- ・ 機構の組織
- ・ 基礎データ
- ・ 実績データ

環境マネジメント 20

- ・ 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
- ・ エネルギー
- ・ 温室効果ガス
- ・ 印刷用紙
- ・ 水資源
- ・ その他の資源
- ・ 廃棄物・リサイクル
- ・ 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 37

- ・ 農作物生産を支える!!
長持ちで使いやすいアンモニア合成触媒の開発
- ・ 電池の特性を左右する SEI 被膜
- ・ 環境に配慮した設備更新

社会との関わり 41

- ・ KEK キャラバン
- ・ 科学者を育てる活動
- ・ 地域との共生活動
- ・ 産学官の連携活動
- ・ 広報活動
- ・ 安全安心文化の醸成
- ・ 職場環境の向上

用語集 52

第三者意見 55

編集後記 56

用語・略語について

用語集 (p.52-54) 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。

トップメッセージ

機構長からのメッセージです。



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 正則

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・共同研究拠点であり、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。

加速器は 1930 年代に発明されて以来、科学をけん引する機関車の役割を果たしてきました。その中で KEK は創設以来 46 年にわたって、加速器技術の発展を担うと同時に、それによって可能となる基礎研究をはじめ、新しいサイエンスや応用研究のフロンティアを後押し、国際的な加速器拠点として活動を続けています。現在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しています。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試運転を経て本格運転に向けての準備が進行中であり、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維持向上や、後進の育成にも大きく貢献しています。

KEK における研究開発を環境負荷の側面から見ると、エネルギー利用の大部分が大型加速器とその付帯設備及び大型コンピュータ等を稼働させるための電力であることが大きな特徴となっています。このため、加速器などの運転におけるエネルギー利用計画及びその効率的運用に関する年次計画を策定し、実効力のあるエネルギー管理を行っています。

また、電力消費を抑制しつつ、多くの研究実験成果を引き出すための努力として、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を一貫して実践してきました。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達の高い効率で加速粒子の衝突事象を起こすことを可能にしました。また、加速器リングに設置する電磁石については旧 KEKB 加速器の電磁石を可能な限り再利用し、粒子を加速するための高周波加速空洞には超伝導技術を多用することで環境、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り組みを進めています。このような取り組みにより、一般需要による CO₂ 排出量については、建物面積は増加しているにもかかわらず 2006 年度比で 6% の削減を実現しました。

KEK で行っている基礎的な科学研究は、国民の皆様のご理解とご支持をいただき、初めて成り立つものです。このことを深く心にとどめ、地球環境保全の大切さを認識しつつ、今後も省エネルギー、省資源、資源循環を推進します。安全の確保と法令遵守に十分配慮し、これらに関する情報を積極的に開示し、地域社会と連携した環境配慮活動に取り組みながら研究を進めて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 2016 ハイライト

KEK における 2016 年度の研究ハイライトを紹介します。

Belle II 検出器 実験開始に向け改良中

Belle II 実験は SuperKEKB 加速器により対生成される大量の B/D 粒子対や τ 粒子対を Belle II 検出器で捉えて、素粒子物理の標準模型を超える新しい現象を捉えることを目的とする実験です。2010 年 6 月に Belle 実験が終了した後、性能向上をはかるためアップグレード作業を行ってきましたが、2017 年度中に予定されている加速器に組み込んでの運転開始に向け、その作業が最終段階に入っています。

加速器の高輝度化に伴い、興味のある物理現象の発生頻度が 40 倍程度になるため、検出器からの信号をより高速に読み出すことが要求されます。また、加速器の高輝度化は、興味のある物理信号だけでなく、実験の邪魔となる不要な物理信号や、検出器への障害となる放射線の劇的な増加をもたらすので、そのような環境下でも、壊れることなく、興味のある物理現象を Belle 実験よりも高精度で捉えられるよう、さまざまな改良がなされています。

以下に、2016 年度に行われた Belle II 検出器のアップグレード作業について主なものを挙げて述べていきます (図 1)。

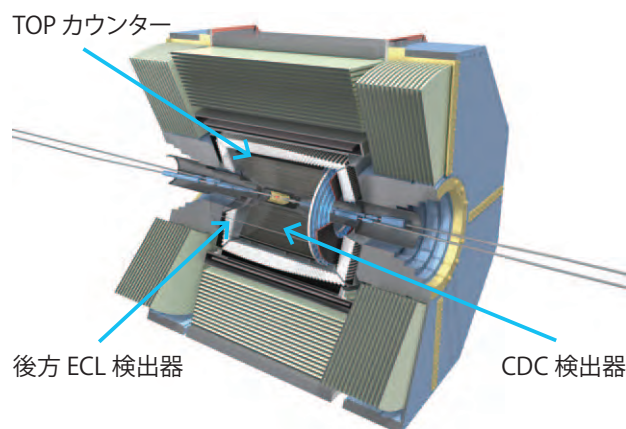


図 1. Belle II の内部構造 ©Rey.Hori/KEK

TOP カウンターのインストール

TOP (Time-Of-Propagation) カウンターは Belle II 実験のバレル部 (円筒部) に置かれる、粒子の種類 (主に荷電 K 粒子と π 粒子) を識別するための検出器で、名古屋大学を中心とするグループにより開発、製作、据え付けが行われました。極限まで滑らか (平滑さ $5\text{\AA}$!!、原子 5 個分ほどの長さ) に磨かれた石英板と、単一光子検出が可能で、かつ究極の時間分解能を持つ光検出器 (MCP-PMT) を組み合わせた、State-of-the-Art と言うにふさわしい、すごい検出器です。TOP カウンターは非常に高い工作精度で作られているため、据え付け時のショックや加重の移動による変形等をさけるために慎重な作業が要求されます。インストールされる TOP カウンターにはストロングバック (強い背中) と呼ばれる補強材を取り付けて構造強度を上げ、専用の治具に取り付けて、重力による変形をモニターしながら慎重に Belle II に取り付けていきます。



図 2. TOP カウンターインストールの様子。長いビームにぶら下げられているのがストロングバックに取り付けられた TOP カウンター。

TOP カウンターは 16 のモジュールからなりますが、最初のモジュールが据え付けられたのが 2016 年 2 月 10 日。その後、最初のモジュールに問題がないことを確認した後、残りのモジュールを 4 月から順次据え付けていき、5 月 11 日に最後のモジュールが据え付けられました。その後、据え付けられたモジュールの連結作業を行い、ストロングバックを 5 月 20 日に取り外して、モジュールの据え付け作業は完了しました。

CDC 検出器のインストール

CDC (Central-Drift-Chamber、中央飛跡検出器) は、TOP カウンターのすぐ内側に置かれ、荷電粒子の飛跡を正確に測定します。Belle II の解析には荷電粒子の種類、運動量、生成位置を正確に知ることがとても重要ですが、CDC はこれらの測定の中心となる重要な検出器で、KEK を中心とするグループにより開発、製作、据え付けが行われました。

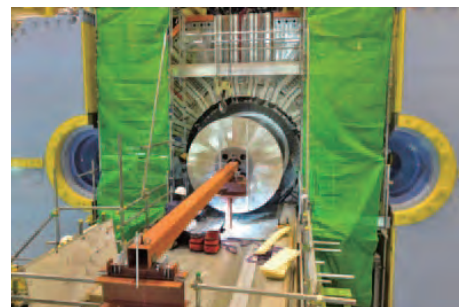


図 3. CDC 検出器インストールの様子

CDC は円筒の容器に細いワイヤー（電線）を大量に張り、ワイヤー間に高電圧をかけることにより、荷電粒子が容器内のガスを電離したときに生じる電離電子を検出します。ワイヤーは数 mm から 1 cm 程度の間隔でしか張られてませんが、粒子が通ってから信号が検出されるまでの時間を測ることにより、約 100 μm の精度で粒子の通過位置が測定できます。Belle II の CDC は直径 2.2 m、長さ 2.3 m 程あり、ワイヤーの総数は 56,576 本、全て人の手で約一年かけて慎重に張られていきました。近年のより高いエネルギーでの実験では、物質量の増加に目をつぶって半導体を使った検出器を使う傾向にあるので、これより大きなワイヤーチェンバーは、今後しばらくは作られないのではないのでしょうか？

CDC は KEK 内の富士実験棟で製作された後、筑波実験棟に移送されて、宇宙線 muon を使ってコミッショニングされていました。Belle II への据え付けは 2016 年 10 月 13 日。Belle II の両側に脚を立てて、太い角形のビーム（柱）を渡し、そこに、別のビームに取り付けられた CDC を運び、ビーム同士を接続。脚をつけ換えたら、ビームのたわみを見ながら位置調整して CDC をスライドさせて Belle II に挿入していきます。測量して、目標の位置に調整した後、ネジで固定されました。

後方 ECL 検出器のインストール

ECL (Electromagnetic CaLorimeter、電磁カロリメーター) は粒子識別装置の外側に置かれ、主に光子（ガンマ線）や電子のエネルギーを測る装置です。ECL は結晶シンチレーターを使った全吸収型と呼ばれるタイプのカリメーターで、バレル部と両端部（前方と後方のエンドキャップ）の 3 つで構成されており、タリウムが添加されたヨウ化セシウム (CsI) の結晶（およそ 5 cm $\times$ 5 cm $\times$ 30 cm）8,736 本を長さ方向が衝突点を向くように並べた構造をしています。光子や電子の入射により CsI 結晶で発光したシンチレーション光は結晶後端に取り付けられた光センサー、Photodiode（フォトダイオード）で読み出されます。



図 4. 後方 ECL 検出器インストールの様子

ECL では結晶自体や Photodiode の交換は行わず、読み出し装置だけを新しいものに換えるので検出器自体は何も変わっていません。しかし、TOP カウンターや CDC など ECL より内側に設置された検出器を取り換えるため、Belle 実験終了後、エンドキャップ部分が取り外されていました。

後方エンドキャップ ECL 検出器は CsI 結晶 960 本で構成され、5 t 程度の重さがあり、上記の検出器よりかなり重いので、据え付けには重量物を扱う苦勞があります。

据え付け作業は年明けの 2017 年 1 月に行われました。まず、Belle II の側面にエンドキャップ引出し装置を取り付けます。この装置は 5 t あるエンドキャップを約 1 m、前後に移動できるので、これを目一杯後ろに下げた状態でエンドキャップを装置に取り付けます。この引出し装置への取り付け作業が行われたのは 1 月 24 日。検出器自体の強度はあまり無いので適切に設計された吊下げ治具を取り付けて慎重にクレーンに加重を移して吊下げ、引出し装置に移動して、今度はクレーンから引出し装置に加重を移動、吊下げ治具を取り外します。その後、引出し装置を使って、予定の位置まで前進させ、これも引出し装置の位置調整機構を使って位置調整をして Belle II にネジ止めされました。

文字にしてみると簡単そうですが、実際は重量物なので少し動かすのも大変で非常に時間がかかる作業となりました。

最後に

ここでは、2016 年度に行った主な据え付け作業を紹介しましたが、据え付け作業は Belle II アップグレードのほんの一部に過ぎません。据え付けた後は、検出器からの信号を読み出す側のテスト、コミッショニング、本番へ向けた校正法の確立などやることはたくさんあります。また、2017 年度以降に据え付けられる予定の検出器の製作は現在も行われています。

最後に今後の予定ですが、2017 年度には、いよいよ、Belle II 検出器全体を加速器に組み込むために、実験ホールの加速器側に移動するロールインが行われ、実験開始へまた一歩進むことになります。その後、Belle II 衝突点付近の加速器の作業が終わると、加速器としてはほぼ完成となります。Belle II は残っている検出器を据え付けて、2017 年度中には、第二段階の運転を開始する予定です。

参考文献

高エネルギー物理学研究者会議 web (<http://www.jahep.org/hepnews/>) より

1. "Belle II 実験", 高エネルギーニュース Vol.29 No.4
2. "Belle II 実験 TOP カウンターのインストール完了報告", 高エネルギーニュース Vol.35 No.3
3. "Belle II CDC", 高エネルギーニュース Vol.32 No.4
4. "Belle II 電磁カロリメーター", 高エネルギーニュース Vol.33 No.2

関連サイト

Belle II 実験

≫ <http://belle2pb.kek.jp/>

筋ジストロフィーの構造生物学

先天性筋ジストロフィー (CMD) は、全身の筋力が低下するヒトの稀な遺伝性神経筋障害疾患です。疾患の原因となる遺伝子群は同定されていて、それらの遺伝子は筋繊維の細胞骨格とその周囲の細胞外マトリックスを繋いでいるタンパク質と糖鎖の複合体の形成に関わることが明らかにされています。糖鎖と CMD 疾患の関係は謎でしたが、現在ではかなり明らかになってきています。

ジストロフィン・糖タンパク質複合体と呼ばれるものが、筋細胞の中のアクチン細胞骨格を細胞外マトリックスに物理的に結合する役割を担っています (図 1)。特に骨格筋のような筋収縮の機械的ストレスのかかる場所では、この結合が強固であることが必要です。これが上手く働いていないと、筋肉の伸縮時に細胞膜が破れることで細胞が破壊され、結果、筋細胞の減少、筋力の低下につながります。

ジストロフィン・糖タンパク質複合体は、 β -ジストログリカン (β -DG) と α -ジストログリカン (α -DG) によって形成され、 α -DG 上に付加された糖鎖こそがラミニン (基底膜を構成するタンパク質の 1 つ) を介しての細胞外マトリックスとの物理的結合の主役です。現在、13 個の CMD 遺伝子が α -DG 上の糖鎖合成に関与していると考えられています [1]。その中で、タンパク質 O 結合マンノース β 1,2-N-アセチルグルコサミニルトランスフェラーゼ 1 (POMGnT1) をコードする遺伝子は、CMD 疾患の 1 つである Muscle-eye-brain 病 (MEB 病, 筋力低下に加え眼や脳の発達異常も伴う) の原因遺伝子です。多くの CMD 関連遺伝子が α -DG 上の core M3 糖鎖に関わっていますが、POMGnT1 は α -DG 上の別の糖鎖である core M1 の合成に関わっています。疾患に直接関係のある core M3 糖鎖の合成に POMGnT1 が必要である理由については、これまで分かっていませんでした。

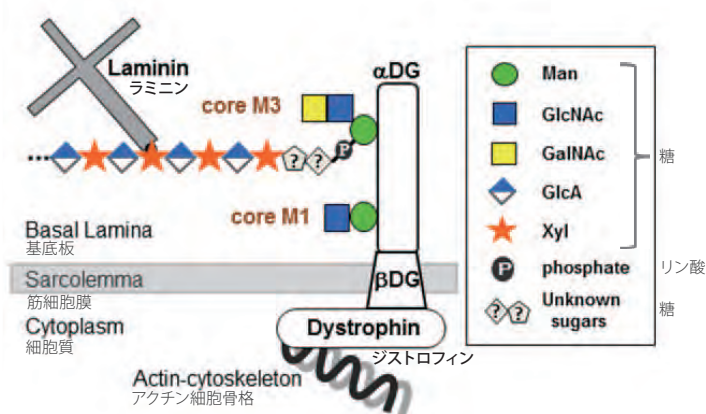


図 1. ジストロフィン・糖タンパク質複合体の模式図

POMGnT1 が core M1 と core M3 の二つの異なる糖鎖の合成にどのように関わっているかを明らかにするために、POMGnT1 の立体構造を決定しました。タンパク質産生および結晶化にしばしば悪影響をおよぼす膜貫通領域を除いた遺伝子（アミノ酸残基 92-646）を作成し、それを哺乳類培養細胞で発現させ、精製、結晶化を行い、Photon Factory (KEK)、SPring-8、NSRRRC (台湾) の放射光ビームラインを用いてデータを収集し、POMGnT1 の X 線結晶構造を決定しました [2]。その結果、POMGnT1 は、ステムドメイン（残基 92-250）と触媒ドメイン（残基 300-646）およびそれらを連結するリンカー領域によって形成されていることが分かりました (図 2)。

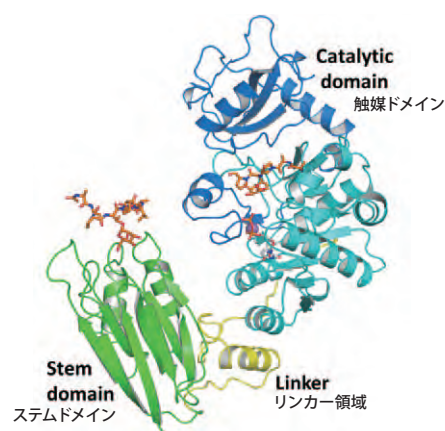


図 2. POMGnT1 の結晶構造。Mn²⁺-UDP は紫色の球と棒モデルで、マンノシル化ペプチド (α -DG のモデル分子) は橙色の棒モデルで示す。

触媒ドメインの全体的な構造は、ウサギ由来の糖転移酵素の GnT I (PDB ID:1FOA) とよく似ていました。また、酵素反応の基質と POMGnT1 の複合体の立体構造も決定し、その結果、POMGnT1 は GnT I と同様の分子機構で糖鎖の付加を行うことが分かりました。基質結合部位の近くには、糖鎖修飾される側の α -DG のモデル分子が結合していました。

予想していなかったことに、 α -DG のモデル分子はステムドメインにも結合していました。ステムドメインがどのような分子と結合するのかを網羅的に調べたところ、POMGnT1 自身の酵素反応の産物である GlcNAc- β 1,2-Man (core M1) ペプチド、および、core M3 構造を模倣する GalNAc- β 1,3-GlcNAc- β -pNP と結合することが分かりました。そこで次に、ステムドメインと GlcNAc- β 1,2-Man-ペプチドおよび GalNAc- β 1,3-GlcNAc- β -pNP との複合体の X 線結晶構造をそれぞれ決定したところ、これらはステムドメイン上のほぼ同一部位に結合していることが分かりました。これらの結果は、ステムドメインは POMGnT1 自身の酵素反応産物である core M1 と、core M3 糖鎖構造の両方を認識するというを示します。

以上の研究によって、POMGnT1 の役割が明らかになりました。POMGnT1 は core M1 糖鎖を α -DG 上に作っていくのですが、その糖鎖の場所は集中しています。酵素反応によって core M1 ができると、そこにステムドメインが結合することによってその近くにさらに core M1 が作られるという分子機構が考えられます (図 3A)。POMGnT1 のステムドメインが core M3 構造を認識することは別の意味を持つと考えられます。POMGnT1 は core M3 のさらなる修飾に必要とされる酵素 FKTN (フクチン) と相互作用することが知られており、そのような酵素を core M3 部位に連れてきて、それ以降の更なる糖鎖付加を進行させるという役割です (図 3B)。

このように、立体構造解析の結果から、なぜ core M1 の生合成を行う酵素である POMGnT1 が CMD 疾患 (core M3 が重要) の原因遺伝子であるのか、という疑問について回答を示すことができました。

文献

- [1] T. Endo, *J. Biochem.* **157**, 1–12 (2015).
 [2] N. Kuwabara et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. **113**, 9280–9285 (2016).

関連サイト

KEK 物質構造科学研究所 構造生物学研究センター

≫ <http://www2.kek.jp/imss/sbr/>

2016 年 8 月 4 日 KEK、東京都健康長寿医療センター研究所 共同プレスリリース
 筋ジストロフィー症発症の新たな仕組みを発見

≫ <https://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/2016/08/04/press20160804.pdf>

日本語総説

"POMGnT1 の構造解析による筋ジストロフィー疾患発症機序解明"

桑原 直之, 加藤 龍一, 萬谷 博, 遠藤 玉夫

日本結晶学会誌 **59**, 114–120 (2017).

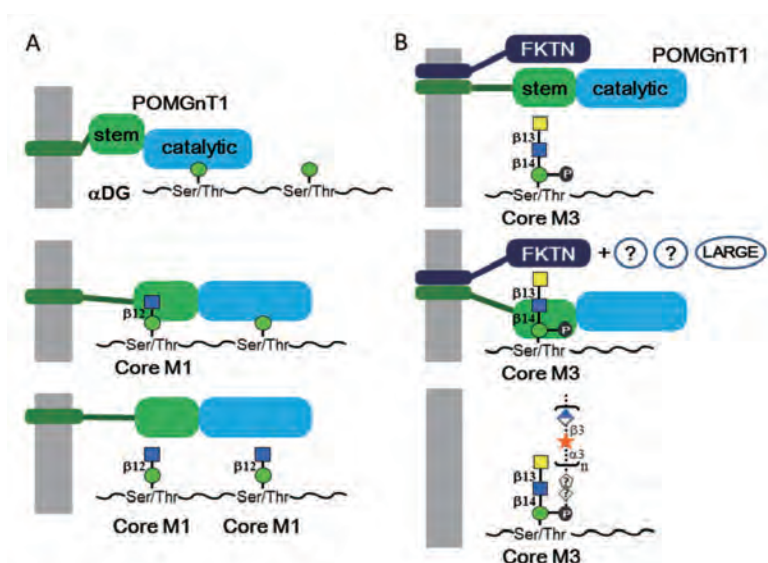


図 3. POMGnT1 の働きモデル。灰色の縦長の箱は生体膜を示す。 α -DG は波線で示し、糖鎖付加されるアミノ酸を表記している。糖の表記法は図 1 と同じ。

J-PARC MR でのビーム強度の増強

J-PARC の主リングシンクロトロン (MR) は 2009 年から 30 GeV の陽子を多くの素粒子・原子核実験に供給しています。陽子ビーム強度が実験の成果に直接関わっていることから、MR ではビーム強度を着実に増加させ、現在では 470 kW の出力で運転を行っています。今後ビーム強度を増強し、当初の目標の 750 kW、更にはそれを超えるビーム強度の達成を目指しています。

これまで MR のビームを使った実験から目覚ましい結果が発表されています。その中で、 $\bar{\nu}_\mu$ 実験からニュートリノ振動において CP 対称性の破れがあることを示唆する結果の発表がありました。これは MR の陽子ビームからニュートリノを生成し、295 km 離れた検出器でニュートリノを検出する実験の結果で、今後更にデータを収集していくと、近い将来には CP 対称性の破れの発見が期待されます。また、アメリカ合衆国の NOvA 実験で同様の実験が行われていますが、世界的な競争をリードするためにも陽子ビームの大強度化が望まれています。

J-PARC の加速器は、400 MeV リニアックと 3 GeV シンクロトロン (RCS)、MR から構成されます (図 1)。MR は最終段の加速器として、RCS からのビームを注入し、30 GeV まで加速した後、各実験施設へ向けて取り出します。

MR は一周約 1.6 km の長さがあり、入射・加速で数十万回、真空ダクト内を安定に周回させる必要があります。ビームを口径内に収めるために、高精度の偏向電磁石 (二極) と収束電磁石 (四極) を多数使用しています (図 2)。また、加速のためにバンチと呼ばれる陽子の集団を高周波空洞により作っています。そのバンチは 1 周ごとに高周波空洞での電場により少しずつ加速され、加速に合わせて電磁石の磁場と空洞電場の周波数を変化させ粒子軌道がダクト内となることを保っています。この他に、ビームを MR へ入射するための電磁石、ビームを実験施設へ取り出すための電磁石などがあります。また、ビームの外縁部を削り、他の加速器装置の放射化を極力避けるためのコリメータと呼ばれる装置があります。

運転モードとしては 2 つの実験施設向けに 2 種類あります。ニュートリノ実験施設向けには、加速終了後に 1 ターンで取り出す速い取り出しモードで運転を行い、入射・加速・取り出しの繰り返し周期は現在 2.48 秒です。ハドロン実験施設向けには、約 2 秒間連続的にビームを取り出す遅い取り出しモードで、その繰り返し周期は 5.52 秒です。このモードでは、多種類の二次粒子を作り様々な実験に供給します。ここでは速い取り出しモードにおける大強度運転のためのビーム調整について述べますが、遅い取り出しモードにおいても強度増強の努力が行われています。

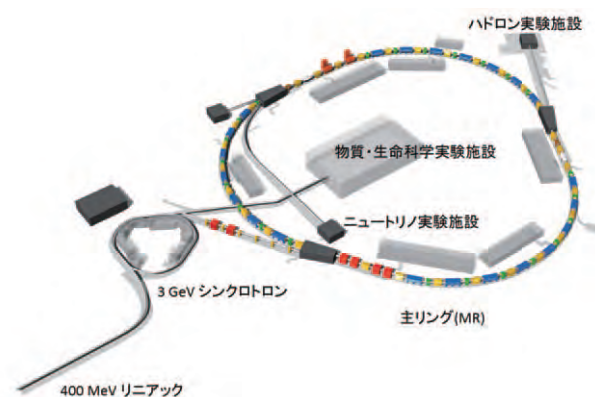


図 1. J-PARC の加速器と実験施設 (模式図)



図 2. MR トンネル内での偏向電磁石 (青色) と収束磁石 (黄色)。偏向電磁石でビームを曲げ、収束磁石でビームを収束させる。

ビーム強度とは、単位時間あたりに取り出すことができるビームの運動エネルギーで、「粒子数 × 陽子エネルギー ÷ 繰り返し周期」で計算されます。図3に過去7年間のビーム強度の推移を示します。着実に増加しており、2016年度には470 kWの運転を達成しました。加速粒子数は、1周期あたり 2.44×10^{14} でした。目標の750 kWを達成するために、繰り返し周期を現在の2.48秒から1.3秒にする予定です。その際の粒子数の目標は 2×10^{14} であり、加速粒子数はすでに当初の目標を達成しています。更に、現在ではT2K実験のCP対称性の破れを有意の信頼度で検証するために、750 kWを大きく超えるビーム強度が求められています。

ビーム強度増強のためにはビームロスを低減することが一番重要です。以下のように多くの調整によりビームを安定に周回させ、ビームロス低減を達成しています。

ビームは電磁石の作る磁場で決まるベータトロン振動を行う軌道をとります(図4)。高精度とはいえ誤差は生じ、その誤差磁場により、加速器の性能が下がります。加速器を1周する間でのベータトロン振動の数をベータトロン・チューンと呼びます。このチューンに依存して、電磁石の誤差磁場による加速器性能への影響が変わります。例えばチューンが整数の場合、誤差磁場により1周ごとに軌道のずれが生じ、それが周回を重ねて大きくなり、ビームロスが生じます。この現象をベータトロン振動の共鳴と呼びます。チューンが半整数(整数と1/2との和で表される数)または1/3の整数倍の場合なども同様に共鳴が起こります。つまりチューンは加速器調整の中で重要なパラメータとなっており、強い共鳴からできるだけ離れたところにチューンを設定しています。

誤差磁場を補正することも大切な調整項目です。軌道が口径の中心になるように、補正偏向電磁石で軌道を補正しています。また、ビーム収束のための四極電磁石以外に、取り出し電磁石からの漏れ磁場として不必要な四極磁場が発生し、それによる半整数共鳴が生じてしまいます。この共鳴は四極電磁石に備えている補正巻線に励磁することにより補正しています。同様に3次共鳴については六極電磁石の補正巻線の励磁により補正しています。また、水平方向と垂直方向の線形結合共鳴については、スキュー四極電磁石と呼ばれる通常の四極電磁石から45度回転している電磁石で補正しています(図5)。

大強度陽子ビームでは、バンチの中でそれぞれの陽子は他の陽子からの斥力(反発し合う力、空間電荷力)を受けます。これは空間電荷効果と呼ばれ、ビームロスを誘発する悪影響があります。空間電荷力は四極電磁石での収束力を低減させる効果があり、ベータトロン・チューンが電磁石での設定より小さくなってしまいます。また、それぞれの陽子の受ける空間電荷力がバンチ内の分布・位置によって変わるために、チューンの変化には広がりがあります。その広がりが強い共鳴にかからないようにするためにチューンの設定をビーム強度に

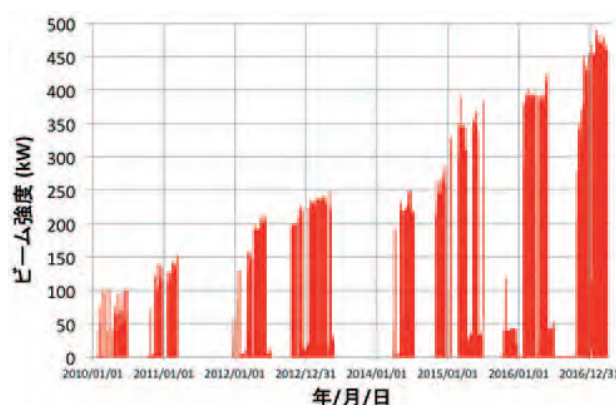


図3. 2010年からのMRのビーム強度の推移

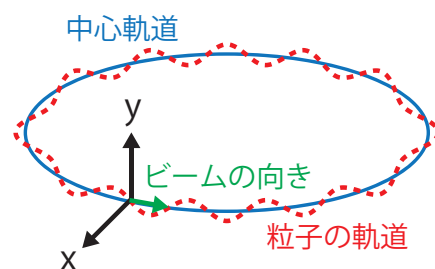


図4. ベータトロン振動のイメージ。ビームの進行方向に垂直な振動が起こる。磁場でうまく調整しないと共鳴を起こして振れ幅が大きくなり、ビームロスの原因になる。



図5. スキュー四極電磁石(青色)と補正偏向電磁石(橙色)

より、見直す必要があります。更に、チューンの広がりを小さくするために空間電荷力自体を小さくする調整も行われています。通常の加速に使われる基本波の周波数の電場を作る高周波空洞とその2倍の周波数の電場を作る空洞を合わせて使うことにより、バンチ自体をできるだけ長くして、走行方向の陽子分布の密度を小さくしています。

今後、ビーム強度を 750 kW にするために、2019 年までに繰り返し周期を 1.3 秒に速くします。そのために、主電磁石電源、高周波空洞、入射・取り出し機器を増強します。更に 750 kW を超えるビーム強度の達成のため、更なるビームロスの低減、およびビームコリメータの増強を検討しています。

関連サイト

2016 年 8 月 8 日 KEK プレスリリース

T2K 実験、ニュートリノの「CP 対称性の破れ」の解明に第一歩を踏み出す

≫ <http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/2016/08/08/press20160808.pdf>

機構の役割と組織

機構の役割と組織について紹介します。

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求し、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究しています。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。

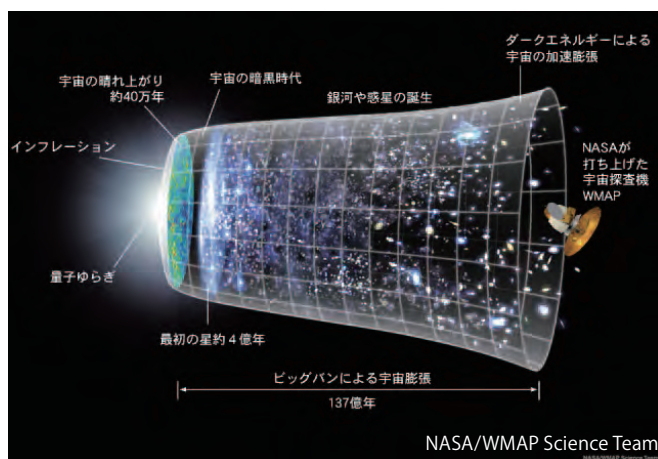
高エネルギー加速器とは、電子や陽子などの粒子を、ほぼ光の速さまで加速して、高エネルギーの状態を作り出す装置です。この高エネルギー状態から作られる素粒子の世界を研究すると、誕生直後の宇宙の様子を探ることができます。また、加速器が作る光や中性子、ミュオンなどの量子ビームは、倍率の高い顕微鏡として、これまでに見ることができなかった物質の構造や、生命活動の研究を行うことができます。

素粒子・原子核の世界の研究

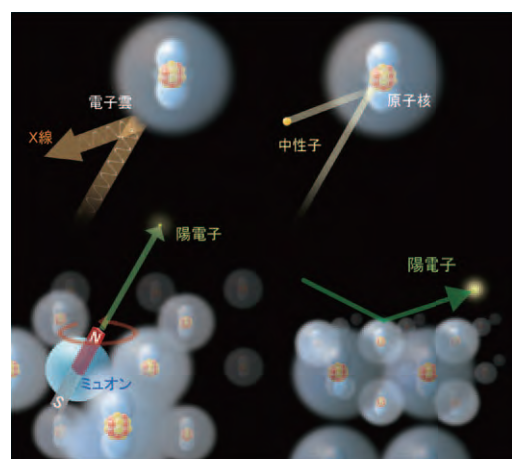
宇宙は約137億年前（±2億年）の**ビッグバン**によって始まったと考えられています。宇宙が出来た当初は素粒子の世界でした。望遠鏡や人工衛星で宇宙を眺めるのに対し、KEKは加速器を用いて宇宙の初期状態を再現することで宇宙の研究を行います。

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。



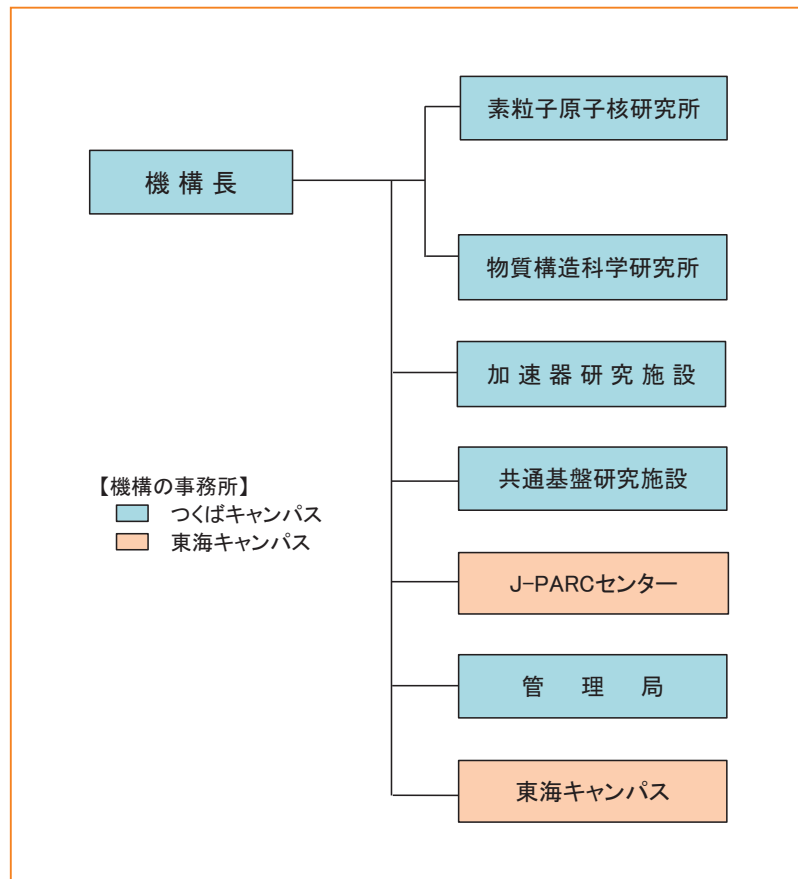
ビッグバン後の宇宙の様子



4種のビーム

機構の組織

組織図



研究所・研究施設紹介

■ 素粒子原子核研究所

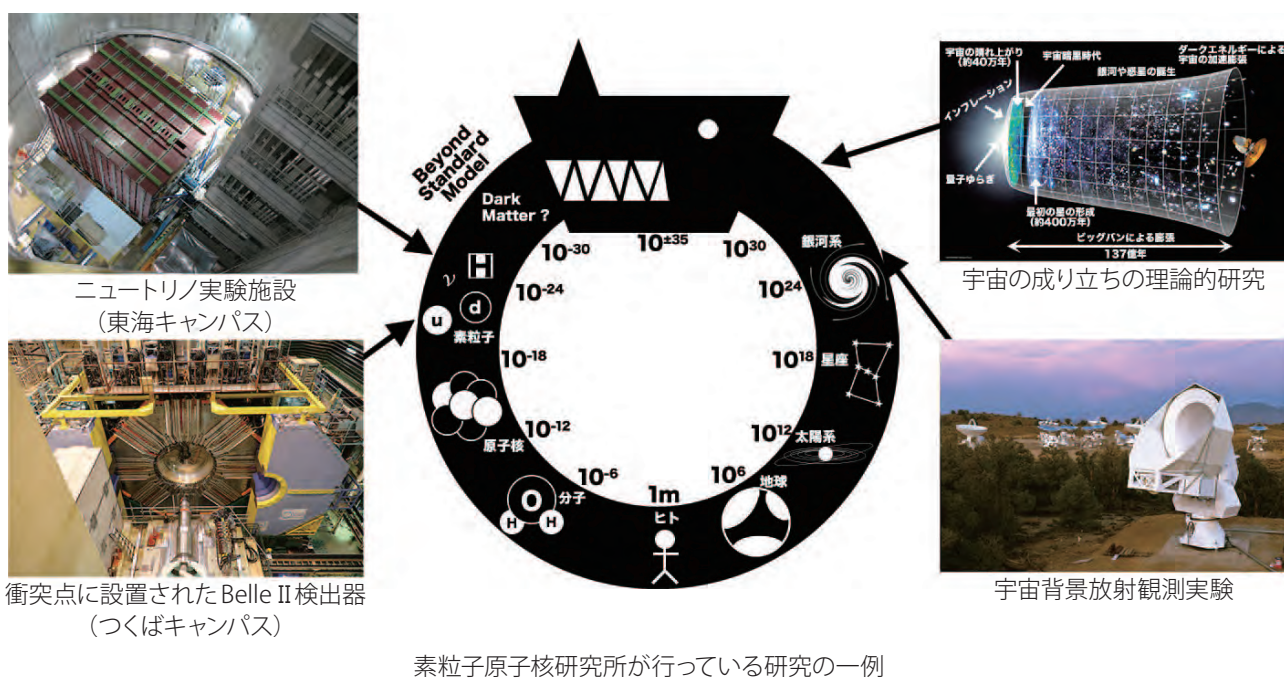
素粒子原子核研究所では、素粒子物理学、原子核物理学、宇宙物理学といった、極微な世界から広大な宇宙までの幅広い分野に対して、理論及び実験の両側面からの総合的研究を行っています。

つくばキャンパスには理論センターを設置し、素粒子論、原子核理論、宇宙物理学理論を網羅しています。また、B中間子研究のための Belle 実験施設が設置されています。2017 年は、Belle II 検出器のアップグレード作業も大詰めを迎え、衝突点への移動作業（ロールイン）も無事終了しました。いよいよ今年度末には衝突実験を試みる予定です。より大量のデータを高い精度で測定することで、新しい物理法則探索への突破口を開きます。

東海キャンパスには J-PARC 加速器を利用した実験施設が多数あります。ニュートリノ研究のための T2K 実験施設は、295 km 離れたスーパーカミオカンデ（東京大学宇宙線研究所 神岡宇宙素粒子研究施設）までニュートリノビームを飛ばし、ニュートリノ振動現象の精密測定を行っています。ハドロン実験施設や物質・生命科学実験施設では、K 中間子実験やミュー粒子実験を行っています。

2015 年度に理化学研究所 (埼玉県和光市) 内に発足した和光原子核科学センターでは、共同利用装置である元素選択型分離装置 (KISS : KEK Isotope Separation System) の運転とともに、この装置を用いた中性子が過剰な重い短寿命原子核の基礎特性や、短寿命原子核を用いた応用研究を行っています。

このようにして理論と実験の両面から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を明らかにすることで、我々の世界を構築している法則はどんなものか、宇宙はどうやってできたのか、なぜ我々は存在できるのか、などの「根源的な謎」の解明に挑んでいます。また、各種実験を支える先端測定機器の技術開発も行っています。



■ 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。

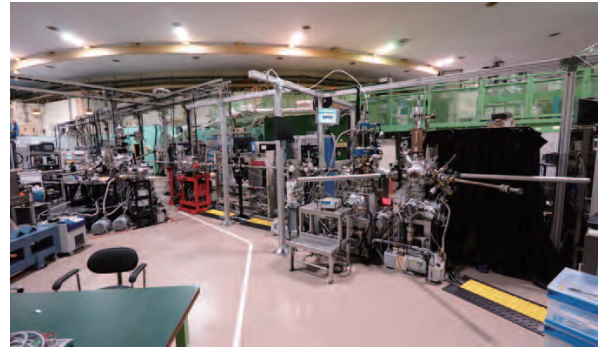
そして生命科学の分野では、生命現象を担う巨大で複雑な分子であるタンパク質の立体構造を放射光によって解明しています。タンパク質は、たった 20 種のアミノ酸が鎖のようにつながり、折りたたまれて立体構造をとることによって、初めて多様な機能を発揮します。タンパク質の立体構造を知るとは、その機能を見ることに等しく、解明が進むことで病気発現の理解や、副作用の少ない新薬の開発へとつながります。

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。



物質・生命科学実験施設実験ホール (J-PARC)



フォトンファクトリー実験ホール (つくばキャンパス)

■ 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、シンクロトロ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に超伝導加速器利用推進チームが発足しました。

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。



SuperKEKB ビーム収束用超伝導磁石システム QCS 完成
(つくばキャンパス)



J-PARC 主リングシンクロトロン (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、高度な技術支援が必要です。共通基盤研究施設には、放射線防護・環境保全、コンピュータ、超伝導・低温技術、機械加工技術に関する基盤的研究を行うため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。放射線を検出し挙動をシミュレーションする技術の開発、加速器で生成する放射化物の研究、環境放射能の分析を行っています。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、コンピュータやネットワークの管理運用を行っています。大規模加速器実験のため共同研究を行う多国間の研究機関とデータ・計算資源を共有するシステム開発を行っています。スーパーコンピュータを使った大型シミュレーション研究のため、他機関と計算基礎科学連携拠点を作っています。

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。加速器の超伝導電磁石を開発する国際的な拠点の1つです。極低温冷却技術で、岐阜県飛騨市神岡町に建設中の大型低温重力波望遠鏡(KAGRA)への協力を行っています。

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。



スーパーコンピュータシステム A
(日立製作所 SR16000 モデル M1)



KAGRA にインストールされたクライオスタット

■ 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

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にはそれぞれ、加速器科学専攻、物質構造科学専攻、素粒子原子核専攻があり、3専攻で高エネルギー加速器科学研究科が成り立っています。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。



総研大シンボルマーク

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。

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。

基礎データ

■ 職員数 (2016 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	362	-	-	159	174	702
その他有期雇用職員	-	-	-	19	14	110	53	168	364

■ 総合研究大学院大学学生数 (2016 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
13	8	39	60

■ 予算 (2016 年度計画) [単位：百万円]

収入：30,933		支出：30,933	
運営費交付金	19,650	業務費(教育研究経費)	17,094
補助金等収入	8,605	補助金等	8,605
産学連携等研究収入及び寄付金収入等	1,914	長期借入金償還金	2,821
施設整備費補助金	457	産学連携等研究経費及び寄付金事業費等	1,914
自己収入(雑収入)	265	施設整備費	499
大学改革支援・学位授与機構施設費交付金	42		

■ 施設 (2016 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	196,995
東海キャンパス	102,972	41,742

■ 沿革

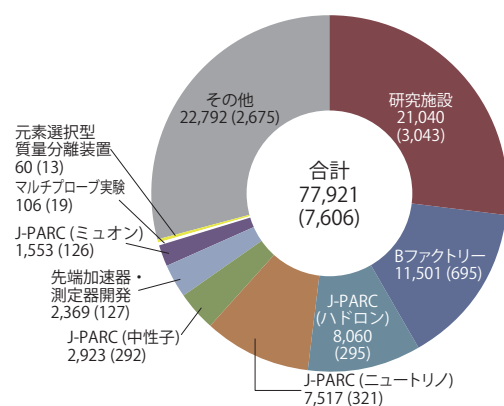
- 1955 年 7 月 東京大学原子核研究所設立 (東京都田無町 現：西東京市)
- 1971 年 4 月 高エネルギー物理学研究所設立 (茨城県大穂町 現：つくば市)
- 1978 年 4 月 東京大学理学部附属施設中間子科学実験施設設立 (茨城県大穂町 現：つくば市)
- 1997 年 4 月 高エネルギー加速器研究機構設立 (上記の 3 つの組織を改組・転換)
- 2004 年 4 月 大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構発足 (法人化)
- 2005 年 4 月 東海キャンパスの設置
- 2006 年 2 月 J-PARC センターを日本原子力研究開発機構と共同で設置

実績データ

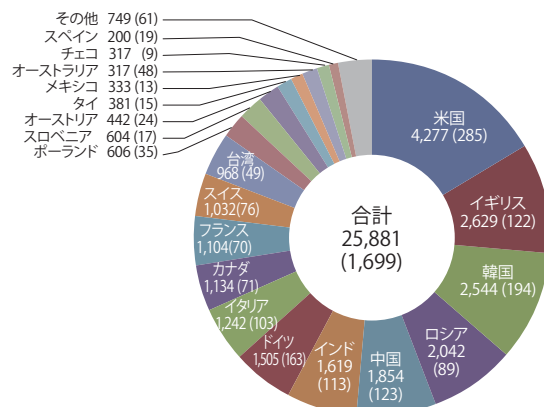
共同利用実験の申請・採択・実施状況

区分	項目	2016 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		401	390	763
中性子実験 (J-PARC)		114	103	65
ミュオン実験 (J-PARC)		63	62	32
ハドロン実験 (J-PARC)		0	0	14
ニュートリノ実験 (J-PARC)		2	2	2
マルチプローブ実験		1	0	4
大型シミュレーション研究		53	53	53
元素選択型質量分離装置実験		3	3	3
合計		637	613	937

2016 年度共同研究者等受入 〔単位：延人日（実人数）〕



2016 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)〕



2016 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	427
物質構造科学研究所	559
加速器研究施設	343
共通基盤研究施設	76
その他	3
合計	1,408

環境マネジメント

KEK の環境配慮への取り組み状況を紹介します。

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。

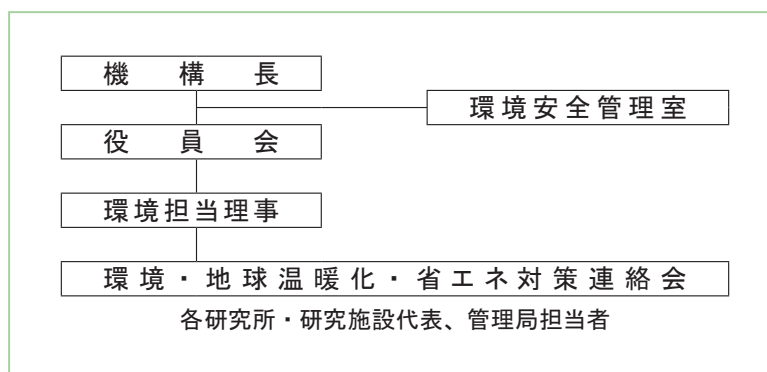
以上を念頭に置きつつ、研究・教育活動を積極的に推進するとともに、地球環境を維持・承継しつつ持続的発展が可能な社会の構築を目指します。

◆ 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 2016 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.22 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
省エネルギー対策の推進	年度計画終了時に検証、次年度の計画を策定	年間使用見込をもって、次年度計画を策定	○
	省エネルギー等の教育啓発	電力使用状況をリアルタイムで機構内へ周知 省エネパトロールを実施	○
情報の発信	年度計画を HP に掲載するなど周知徹底	施設部 HP に掲載、機構内へ周知	○
	光熱水の使用量を各種会議、HP で公表	環境・地球温暖化・省エネ対策連絡会及び施設部 HP で公表	○
	2016 年度の CO ₂ 排出量を公表	施設部 HP で公表	○
実験機器の省エネルギー、資源の有効活用の推進	加速器及び実験装置に関する電力などエネルギー資源の使用による CO ₂ の排出削減に対して、〔投入エネルギー〕対〔研究、教育等の成果〕の効率の向上	様々な基盤技術の開発と装置の改善を实践	○
	省エネルギーにつながる実験装置の開発の促進	ERL や超伝導の技術開発	○
	電磁石、電源その他の機器の再利用、放射線遮蔽用鉄材料などの実験用材料や機器の有効利用の促進	積極的に再利用を図っている	○
	戦略的な執行を図る	各研究所、研究施設で実施	○
	将来型加速器の電磁石、加速装置等の超伝導化	ILC、ERL 基礎研究を実施	○
物品及び役務の調達・使用にあたっての配慮	低公害車の導入	更新時にはグリーン購入法適合車種の購入	○
	自動車の効率的利用 ・ 公用車等の効率的利用 ・ 業務連絡バス利用の促進	公用車の乗り合い及びエコドライブ等の励行 会議等で業務連絡バスの利用状況を発信し、積極利用を働きかけている	○
	用紙類の使用量の削減 ・ 会議用資料や事務手続の一層の簡素化 ・ 両面印刷、集約印刷の徹底 ・ 不要となった用紙の裏面利用 ・ 使用済み封筒の再利用	ペーパーレス会議の実施や両面コピー・集約コピー等の実施を継続して励行している	○

環境目標	行動計画	主な取り組み	評価
物品及び役務の調達・使用にあたっての配慮	再生紙など再生品の活用、リサイクル可能な製品の使用	コピー用紙を始め、トイレットペーパー等に至る用紙類は全て再生紙を使用 文具類等既製品の購入は、環境物品等の調達の推進を図るための方針により、再生材使用品若しくはリサイクル可能な製品を購入 納入業者に対し、メーカー出荷時の最低限の包装のみでの納入、包装材のリサイクル対応可能なものの使用	○
	自動販売機設置の見直し ・設置実態を把握し、更新時にエネルギー消費のより少ない機種に変更	エネルギー使用量の少ない機種に変更	○
建築物の建築、管理等にあたっての配慮	温室効果ガスの排出の少ない空調設備の導入	グリーン購入法の適合品及び効率の良い機器を設置	○
	水の有効利用 ・感知式の洗浄弁・自動水栓等の設置	改修工事等では給水装置に感知式の洗浄弁・自動水栓等を使用	○
	敷地内の環境の維持管理 ・枝葉等の再利用、廃棄物の排出削減	剪定した枝葉等を、構内空地に敷均することにより、循環させている	○
	建築物建築等における省エネタイプの建設機械の使用促進	排出ガス対策型建設機械及びディーゼル車排出ガス規制に適合した車両を使用することを仕様書に明記し、使用	○
その他抑制等への配慮	廃棄物の減量 ・シュレッダーの使用の抑制 ・トナーカートリッジの回収 ・OA機器、家電製品等廃棄物の適正処理	シュレッダーの使用については最低限の使用を呼び掛け、新たな処理方法を取り入れている トナーカートリッジは全て業者回収 各種廃棄物の処理は、適宜廃棄業者へ依頼し適正に処理	○
職員に対する研修等	職員に対する地球温暖化対策に関する研修の機会、情報提供 ・環境配慮に関する研修への積極参加 ・環境配慮に関する情報の提供 ・省エネルギー対策のアイデアを募集	関連する講習会等へ職員が参加 HPや電子メールを活用して情報を提供 環境・地球温暖化・省エネ対策連絡会を通して機構職員へアイディアを求めた	○

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

2016 年度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。

投入量

総エネルギー投入量	3,083 TJ
電力使用量	313 GWh
都市ガス使用量	1,707 千 m ³
石油燃料使用量	26 kL
水資源使用量	316 千 m ³

排出量

CO ₂ 排出量	187 千 t-CO ₂
一般廃棄物排出量	105 t
産業廃棄物排出量	180 t
実験系廃棄物排出量	35 t
下水道排出量	121 千 m ³

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 105,000 軒分になります。



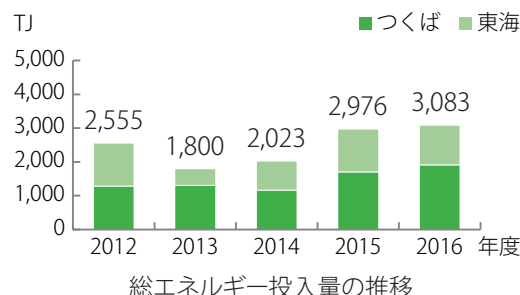
※換算係数について

- 2016 年度の総エネルギー投入量の計算に使用した係数は以下の通りです。
 - 電力：9.97 GJ/MWh(昼間)、9.28 GJ/MWh(夜間)
 - 都市ガス：45.0 GJ/千 m³
 - 石油燃料：(ガソリン：34.6 GJ/kL・軽油：37.7 GJ/kL・A 重油：39.1 GJ/kL)
- 2016 年度の CO₂ 排出量の計算に使用した係数は以下の通りです。
都市ガス及び石油燃料は、エネルギー単位 (GJ) に換算した後、下記係数をかけて求めています。
 - 電力：0.587 t-CO₂/MWh(環境大臣及び経済産業大臣が公表する係数、2016 年度報告用代替値)
 - 都市ガス：0.0499 t-CO₂/GJ
 - 石油燃料：(ガソリン：0.0671 t-CO₂/GJ・軽油：0.0686 t-CO₂/GJ・A 重油：0.0693 t-CO₂/GJ)

エネルギー

総エネルギー投入量

2016年度は、312,611 MWhの電力、1,707 千m³の都市ガス、23.1 kLのガソリン、2.5 kLの軽油、0.7 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3,083 TJ (1 TJ = 1,000 GJ) であり、前年度に比べ4%増となりました。

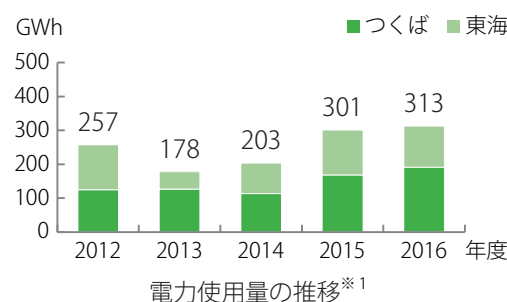


電力使用量

2016年度は、つくばキャンパスにおいては、191,298 MWhの電力を使用しました。6月まで SuperKEKB の調整運転が行われ、2015年度に比べ、増加しました。一方、東海キャンパスにおいては、121,313 MWhの電力を使用し、2015年度に比べ、減少しました。

総エネルギー投入量に占める割合は97.48%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。



都市ガス使用量

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。2016年度は、2015年度に比べ使用量が微減しました。

総エネルギー投入量に占める割合は2.49%になります。

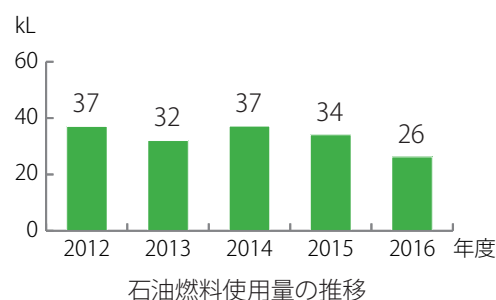


石油燃料使用量

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。2016年度は、つくばキャンパスで、ガソリン6.9 kL、軽油1.6 kL、A重油0.66 kL、東海キャンパスで、ガソリン16.2 kL、軽油0.9 kLを購入しました。それぞれ2015年度に比べ約20%減となりました。

総エネルギー投入量に占める割合は0.03%になります。

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考慮していません。

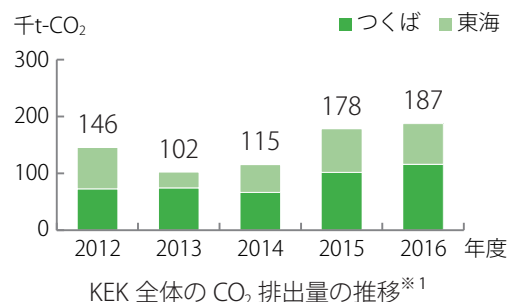


温室効果ガス

KEK 全体の排出量

2016 年度の総二酸化炭素排出量は 187,394 t-CO₂ でした。その内訳は電力使用量によるものが 95% 以上を占めています。つくばキャンパスでは、SuperKEKB の調整運転が行われたことで、電力使用量が増えたことから増加しました。東海キャンパスにおいては減少しました。

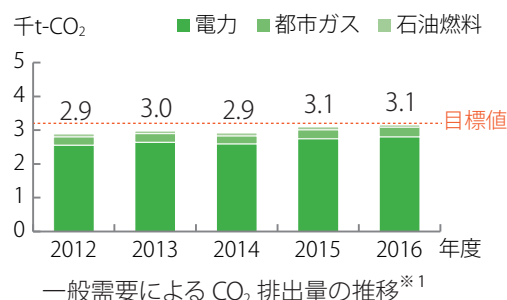
※¹ 電力の換算係数について、2016 年度は 0.587 t-CO₂/MWh、2015 年度は 0.579 t-CO₂/MWh、2014 年度は 0.551 t-CO₂/MWh、2012,2013 年度は 0.550 t-CO₂/MWh を使用しています。



一般需要による排出量

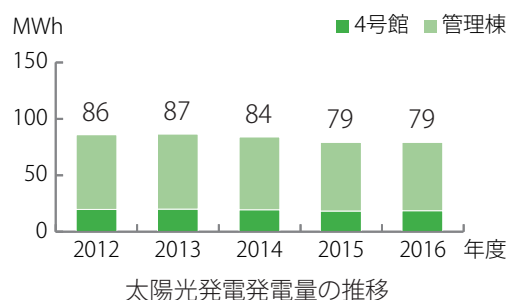
加速器施設などの運転以外に使用している研究棟、管理棟などの一般電力と都市ガス及び石油燃料等の一般需要による二酸化炭素排出量について、「機構における地球温暖化対策のための計画書」で 2012 年度までに 2006 年度比 5% 減の目標を設定し、達成しました。

2012 年度以降は、同 2006 年度比 5% 減の目標値を維持することにし、二酸化炭素排出量削減のため、省エネパトロール、エネルギー使用量の職員への周知徹底などの努力を行いました。2016 年度は、2015 年度と比べると 2% 増でしたが、2006 年度比では 6% 減となり、5% 減の目標達成を維持しました。



太陽光発電発電量

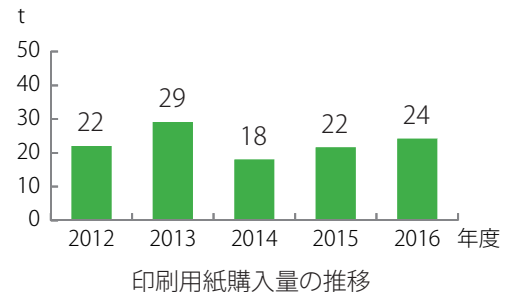
つくばキャンパスでは、太陽光発電設備を管理棟 (50 kW) と 4 号館 (17 kW) の屋上に設置しています。2016 年度は、合わせて 79 MWh を発電しました。



印刷用紙

2016 年度の印刷用紙購入量は約 24 t と増加しました。

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 にのびります。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。

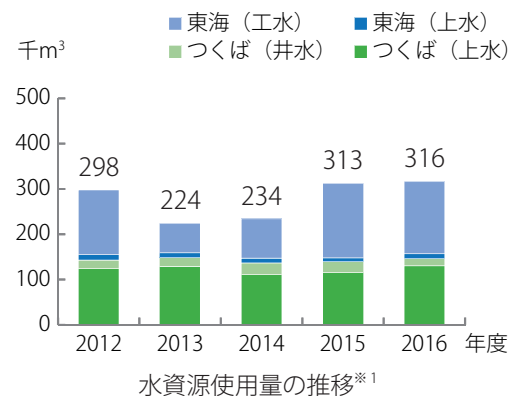


水資源

使用量

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。2016 年度は、2015 年度に比べ、使用量はほぼ横ばいでした。

※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。

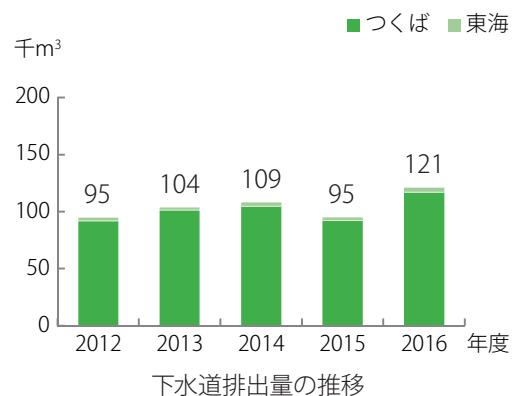


排出量

2016 年度、つくばキャンパスからは、117 千 m³ の排水を公共下水道に排出しました。2015 年度に比べ 27% 増となっています。排水については定期的に水質を検査し、汚染物質の排出を監視しています。つくば市下水道条例に定められた排水基準を超えることはありませんでした。

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、水質検査を行い、水質を確認した後、原科研内第 2 排水溝より海域に放流していますが、排出量は把握していません。

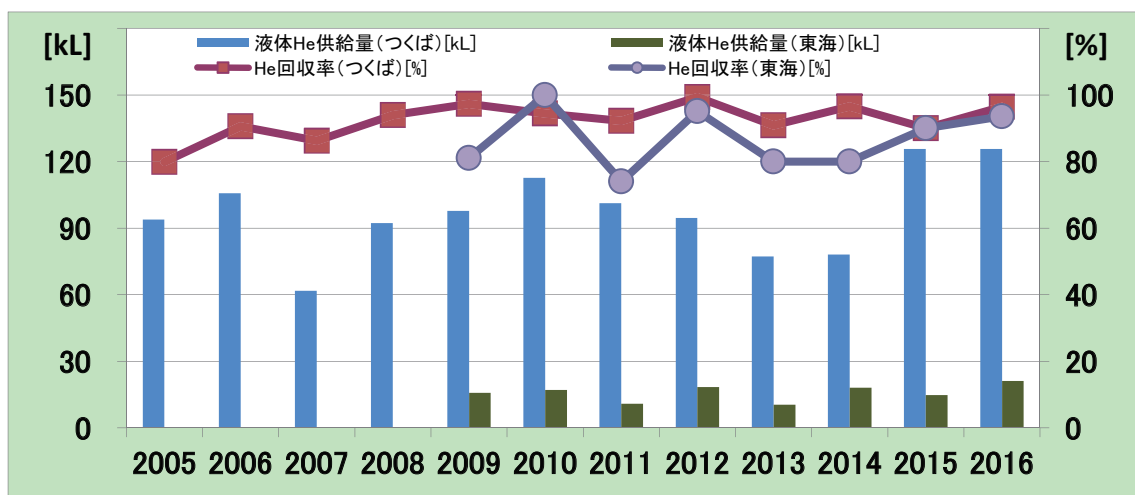


その他の資源

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な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、下図の通り、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。回収は下図の通り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

廃棄物・リサイクル

一般廃棄物

一般廃棄物として 96.5 t の可燃物、9 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）

	2012 年度	2013 年度	2014 年度	2015 年度	2016 年度
可燃物	74,180	78,190	77,710	105,462	96,521
不燃物	8,610	10,440	7,740	13,370	8,966
合計	82,790	88,630	85,450	118,832	105,487

（単位：kg）

産業廃棄物

産業廃棄物 180 t の大部分はプラスチック類や、木屑、がれき、コンクリートなどが占めています。2015 年度は、素粒子原子核研究所で物品整理を行ったため、プラスチックや木屑などの排出量が増加しましたが、2016 年度は減少しました。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.29 リサイクル参照）。また、低濃度 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）

	2012 年度	2013 年度	2014 年度	2015 年度	2016 年度
プラスチック	129,840	131,600	127,520	420,554	59,123
木屑	303,680	204,050	171,090	377,680	81,787
金属類	2,010	0	160	12,886	4,585
コンクリート、がれき類	99,290	52,870	34,119	31,599	32,860
蛍光灯	1,100	1,800	550	1,910	560
蓄電池	2,100	509	10	970	91
PCB 廃棄物	6,311	0	0	180	600
合計	544,331	390,829	333,449	845,779	179,606

（単位：kg）

実験系廃棄物

2016 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 35 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。東海キャンパスで実験室の整理を行ったため、廃油と固形物他の排出量が増加しました。

実験系廃棄物排出の推移 (5 年間)

	2012 年度	2013 年度	2014 年度	2015 年度	2016 年度
無機廃液	5,086	2,443	3,175	1,533	1,155
有機廃液	5,819	5,071	22,789	9,996	9,473
廃油	1,408	14,306	3,465	6,164	17,237
写真廃液	0	0	0	708	0
廃水銀	0	313	0	0	0
固形物他	1,958	2,258	2,516	1,951	6,911
合計	14,271	24,391	31,945	20,352	34,776

(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。ここ数年発生量が少なかったため、つくばキャンパスからの搬出はありませんでした。2016 年度は、つくばキャンパスからは数年分をまとめて 5,104 L、また東海キャンパスからほぼ例年並みの 16,988 L 搬出し、協会に引き渡しました。機構内での放射性廃棄物の保管については、p.34 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)

	2012 年度	2013 年度	2014 年度	2015 年度	2016 年度
つくばキャンパス	0	0	0	0	5,104
東海キャンパス (J-PARC)	6,790	17,422	23,160	15,002	16,988
合計	6,790	17,422	23,160	15,002	22,092

(単位: L)

リサイクル

古新聞、古雑誌を古紙として、専門業者に売却しています。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 4.6 t に対し、871 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。

リサイクル (売却) の推移 (5 年間)

	2012 年度	2013 年度	2014 年度	2015 年度	2016 年度
古紙	59,430	65,190	49,420	42,260	37,860
金属屑	716,500	1,012,420	464,700	139,200	871,350
合計	775,930	1,077,610	514,120	181,460	909,210

(単位: kg)

大気

NO_x、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が、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 (NO_x) 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。

2016 年度窒素酸化物 (NO_x) 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	20	23	26	49	86	59
3 月	25	30	18	41	83	68

大気中への化学物質の排出

KEK で実験等を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回収し、揮散したものは活性炭吸着等により大気中に排出しないよう努めています。2016 年度の調査によると、KEK 全体で最大 355 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、水質検査で使用す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。

2016 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	186	部品の洗浄、器具の消毒・滅菌
アセトン	82	部品の洗浄
ソルミクス	56	部品の洗浄
ノルマルヘキサン	24	水質検査
その他	7	部品の洗浄など
合計	355	

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	2015 年度 ^{※1} 投資額(千円)	2016 年度 ^{※1} 投資額(千円)
公害防止コスト	30,942	0
実験廃液貯留槽・配管改修、防液堤設置	30,942	0
地球環境保全コスト	25,100	44,565
フロンガスの回収・処理	—	467
ルームエアコンの更新	3,217	1,326
パッケージ型エアコン更新	11,674	12,821
照明器具の取替	9,386	14,758
網戸の取付	162	91
計量器の取付(建物毎の上水、井水、電力使用量の把握)	661	1,952
チラーユニット、ガスヒートポンプ	0	13,150
資源循環コスト	78,873	82,581
一般廃棄物処理	2,243	2,083
産業廃棄物処理	7,175	5,327
PCB 廃棄物処理	5,000	262
実験系廃棄物処理	35,359	35,525
放射性廃棄物処理	29,096	39,383
管理活動コスト	45,205	43,143
環境報告書作成	361	340
冷温水発生機等ばい煙測定	596	583
植物管理	42,466	41,572
枯損木撤去	1,782	648
合計	180,120	170,288

※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。

環境保全効果

機構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)	2015 年度 ^{※1}	2016 年度 ^{※1}	前年度比 ^{※1}
総エネルギー投入量 (GJ)	2,976,445	3,083,410	104%
電力使用量 (MWh)	301,035	312,611	104%
都市ガス使用量 (千 m ³)	1,800	1,707	95%
石油燃料使用量 (kL)	34	26	77%
水資源使用量 (千 m ³)	313	316	101%
上水 (千 m ³)	124	141	114%
井水 (千 m ³)	24	16	67%
工水 (千 m ³)	165	159	96%
下水道排出量 (千 m ³)	95	121	127%
温室効果ガス排出量 (t-CO ₂)	178,418	187,394	105%
廃棄物排出量 (t)	985	320	32%
一般廃棄物 (t)	119	105	89%
産業廃棄物 (t)	846	179	21%
実験系廃棄物 (t)	20	35	171%
PCB 廃棄物 (t)	0.18	0.6	333%
放射性廃棄物排出量 (L)	15,002	22,092	147%
大気への有害物質排出量			
有機溶剤の排出量 (kg)	433	355	82%
NO _x 排出平均濃度 (ppm)	41	44	107%

※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。

キンラン@つくばキャンパス

つくばキャンパスでは、4月下旬頃、環境省のレッドデータブックで絶滅危惧Ⅱ類に指定されているキンラン（ラン科キンラン属）が花を咲かせます。

キャンパス内は定期的に草刈りを行っており、林床が草に覆われずに済むため、半日陰に咲くような植物が育つことができます。

観察しているスポットでは、数が増え、今回はキンランのお花畑のようになりました。



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。2016 年度より費用節減の推定的効果を算出する機器の範囲を広げました。

環境保全対策に伴う経済効果

実質的效果		2015 年度(千円)	2016 年度(千円)
収益	太陽光発電	1,377	1,209
	リサイクル	20,247	48,934
	古紙	794	784
	金属屑	19,453	48,150
推定的効果		2015 年度(千円 / 年)	2016 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	7,825	17,494
	エアコン等の更新	733	2,734
	冷却水関連機器の停止	1,124	1,078
	変圧器の停止	5,968	13,682

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

野ウサギ@つくばキャンパス

つくばキャンパスには、野ウサギが暮らしています。しかし、その姿を見ることはなかなかできません。

6 月のある日、建物脇の林の中でまだ小さい子ウサギを見つけました。葉っぱの匂いをかぐような仕草を見せたり、急に走りだしたりしていましたが、そのうち、草むらの中に消えてしまいました。その後、2 回ほど近くで目撃情報がありましたが、それ以降姿を見せなくなりました。どこかで元気でいることを願っています。



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）

本機構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 226 系統、東海キャンパスで 76 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 82 系統、東海で 22 系統の測定器は、一時的にでも自然の放射線の 2 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。

機構では、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。機構では 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。

機構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、法令や機構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ヶ所の汚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。2016年度はすべての検査項目に関して、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。さら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、それぞれ無害化処理を行った後に、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下水道に放流しています。

つくばキャンパスにおける排水管理の詳細は、「化学安全管理報告」に記載しています。

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。

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、2016 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。

エネルギー管理（エネルギーの使用の合理化に関する法律）

KEK は特定事業者として指定されており、「機構長」をトップとしたエネルギー管理組織の下、エネルギー管理を行っています。

廃棄物管理（廃棄物の処理及び清掃に関する法律、ポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法）

機構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、機構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 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。

2016 年度は、低濃度 PCB を含有するコンデンサ等の一部を委託処理するとともに、PCB 廃棄物保管場所の増設を行いました。

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（2016 年度末現在）

分類	台数	総重量 (kg)
高濃度 PCB を含有する廃止済み機器		
照明用安定器	2	5
コンデンサ	17	570
その他ウエス等		8
低濃度 PCB を含有する廃止済み機器		
コンデンサ	200	3,391
トランス	31	29,898
直流高電圧発生装置	2	3,000
リアクトル	1	1,500
低濃度 PCB を含有する使用中機器		
トランス	57	64,023
合計	310	102,395

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）などの調達を進めるとともに、毎年その実績を関係省庁に報告しています。

2016 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。2017 年度以降も引き続き機構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

環境配慮に貢献する研究や環境に配慮した取り組みについて紹介します。

農作物生産を支える！！ 長持ちで使いやすいアンモニア合成触媒の開発

世界の人口は 70 億人を越えて増え続けています。この人口増加を支えているのが、アンモニア (NH_3) です。アンモニアは、その悪臭が有名ですが、農作物などの生育に必要な窒素 (N) の供給源になっています。アンモニアの生産が農作物の安定供給を可能にし、世界の人口を支えているのです。

では、アンモニアはどのように生産されているのでしょうか。100 年以上前に開発された、ハーバー・ボッシュ法として知られる方法が現在も広く利用され、アンモニアの安定生産が行われています。この方法では、窒素ガスと水素ガスからアンモニアを合成する ($3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$) のですが、反応を進めるためには、まず窒素分子 (N_2) の結合を切る必要があります。窒素分子の結合を切るために、鉄 (Fe) をベースにカリウム (K) などを加えた触媒が使われています。効率よく窒素分子の結合を切ってアンモニア合成を行うには、400-600℃、数百気圧という高温高压が必要とされるため、ハーバー・ボッシュ法によるアンモニアの生産工程は、エネルギー消費が大きいという問題点があります。

そこで、より高効率で、よりマイルドにアンモニア合成が可能な触媒が求められています。今回、東京工業大学の細野秀雄教授および原亨和教授の研究室の共同研究で、新しいアンモニア合成触媒が開発されました。実験を行った北野政明准教授らは、カルシウムアミド^{*1} ($\text{Ca}(\text{NH}_2)_2$) の上にルテニウム (Ru) を乗せ ($\text{Ru}/\text{Ca}(\text{NH}_2)_2$)、200℃程度の低い温度かつ大気圧程度の低い圧力の条件で、窒素ガスと水素ガスから非常に高効率にアンモニアを合成できる長寿命な触媒を発明しました。

この触媒が長時間安定に働く要因を明らかにするため、物質構造科学研究所 (物構研) の阿部仁准教授らと共同で、KEK フォトンファクトリーでの XAFS^{*2} (ザフス、X-ray Absorption Fine Structure / X 線吸収微細構造) 測定などの実験を行いました。この $\text{Ru}/\text{Ca}(\text{NH}_2)_2$ 触媒では、Ru 原子が集合し、およそ 2 nm (ナノメートル、 10^{-9} m) という非常に小さい扁平な形状の粒子として存在することが分かりました (図 1 左)。さらに、XAFS データの解析から、Ru はカルシウムアミドに含まれる N と強い結合を作り、安定に存在していることが分かりました (図 1 中右)。

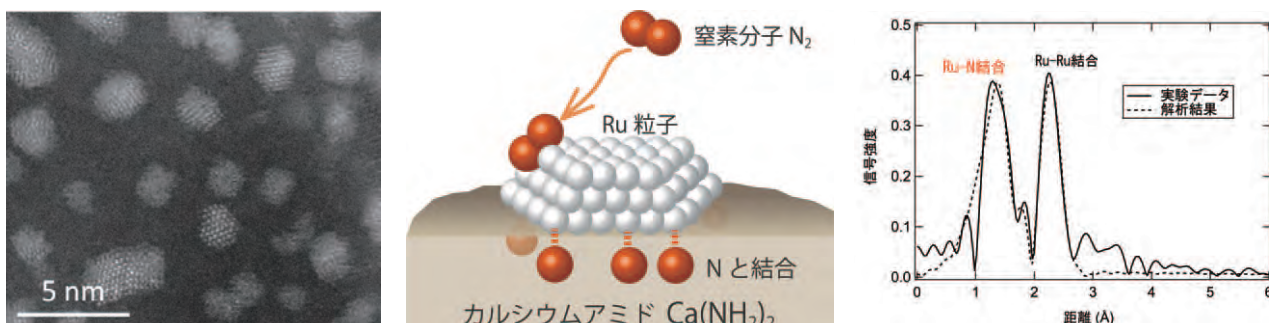


図 1. 左：カルシウムアミドに乗った Ru 粒子の電子顕微鏡像。白く見える Ru 粒子が～2 nm 程度の大きさ。中：Ru 粒子とカルシウムアミドの模式図。この Ru 粒子の上に窒素ガスが吸着した後、アンモニア合成が進行する。右：XAFS データで観察された結合。Ru 粒子内の Ru-Ru 結合に加えて、Ru-N 結合をはっきりと観察された。Ru がカルシウムアミドの N と結合を作り、安定に存在している。

Ru 粒子は反応中にくっついてしまうことがよくあります。粒子同士がくっついて大きな粒子になると、触媒としてあまり働かなくなってしまいます。しかし、今回開発された Ru/Ca(NH₂)₂ 触媒では、この Ru-N 結合によって、アンモニア合成反応中に Ru 粒子が動いたり、くっついていたりすることを防いでいたのです。この Ru-N 結合のアンカー効果が、触媒が長時間安定に働くことを可能にしていることがわかりました。

これまでにない、温和な条件で合成できるこの触媒を用いることにより、アンモニア合成時に必要なエネルギーやコストを大幅に抑えられる可能性があります。また、アンモニアは常温、微加圧条件下で液化するため、水素を運搬貯蔵する媒体の一つと考えられており、水素社会への貢献も期待されています。

※¹ カルシウムアミド

カルシウムイオン (Ca²⁺) とアミドイオン (NH²⁻) から形成されるイオン性化合物。

※² XAFS (X 線吸収微細構造)

入射する X 線のエネルギーを変えながら物質による吸光度を測定する実験方法で、注目した原子の近傍の局所的な構造や化学状態を知ることができる。

原著論文

"Efficient and Stable Ammonia Synthesis by Self-Organized Flat Ru Nanoparticles on Calcium Amide"

Y. Inoue *et al.*, *ACS Catal.* **6**, 7577-7584 (2016).

≫ <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acscatal.6b01940>

関連サイト

物構研 News No.20

悪臭が世界を救う!? アンモニア合成の最前線

≫ <https://www2.kek.jp/imss/news/assets/2017/02/16/imss-news20.pdf>

2016 年 10 月 8 日プレスリリース

低温で高活性なアンモニア合成新触媒を実現

≫ <http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/2016/10/06/pressrelease20161008.pdf>

電池の特性を左右する SEI 被膜

リチウムイオン電池はリチウムを含む正極とリチウムを吸蔵する負極とで構成されていて、リチウムが電解液を介して正極から負極（もしくは負極から正極）へと移動することによって充電（もしくは放電）が生じます。負極の表面には電解液が分解されることによって SEI (Solid Electrolyte Interphase) 被膜と呼ばれる被膜が形成されることが知られています (図 1)。この SEI 被膜はリチウムイオンを電極中に挿入・脱離をさせる役割を果たしつつ、さらなる電解液の分解を抑制するなどの性能向上に寄与していると考えられています。一方、SEI 被膜が薄すぎると電解液の分解反応が生じたり、逆に厚くなりすぎると電気抵抗が高くなったりと、SEI 被膜が電池の寿命や効率に悪影響を及ぼす場合もあります。そのため、SEI 被膜の構造を評価し、それを制御することは電池の性能向上の鍵となるのです。これまで、色々な手法を用いて SEI 被膜の観察が行われてきたのですが、その多くは実験上の制約により、充放電後の電池を解体して、電解液を乾燥させた、言わば「抜け殻」の SEI 被膜しか観察できませんでした。

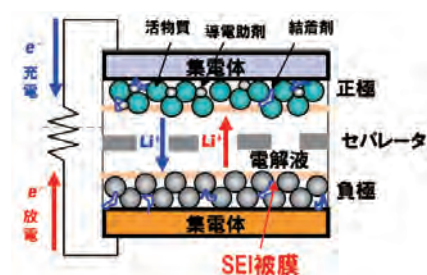


図 1. リチウムイオン電池の模式図。充放電と共に形成される SEI 被膜が電池の性能を大きく左右する。

この問題に対し、豊田中央研究所と KEK のグループは J-PARC の物質・生命科学実験施設 (MLF) に設置された中性子反射率計 SOFIA を用いて SEI 被膜の観察を行いました。中性子は物質に対する透過性が高いため、電極を通りぬけて電極 / 電解質界面に到達することが出来ます。中性子反射率法はこの界面で反射した中性子を解析することによって界面のナノ構造を評価することが可能で、「生きた」SEI 被膜の観察に最適な手法と言えます。今までも、この中性子の長を生かしてリチウムイオン電池の負極界面を観察した実験が行われてきましたが、これらは充放電を止めた状態で測定した静止画的な観察であったのに対し、本研究では充電しながら界面を測定することにより、SEI 被膜の変化について動画的な観察を行いました。これは、J-PARC の大強度中性子ビームがあって初めて実現できた実験です。

図 2 は本研究で得られた中性子反射率実験の結果得られた SEI 被膜の形成過程です。これにより、世界で初めて負極である炭素と電解液の界面に徐々に SEI 被膜が形成している様子を明確に捉えることに成功し、以下の知見を得ることができました。

1. 充電過程において SEI 被膜が成長する様子を観測し、充電が進むと共に SEI 被膜の厚さが増加するだけでなく、構成物の割合が変化していることが明らかになりました。これにより、SEI 被膜の厚みや構成成分と実際の電池性能を比較することができるようになります。
2. 充電過程においてリチウムが炭素電極に取り込まれる様子を観測し、取り込まれたリチウムの量と流れた電流量を比較することによって、SEI 被膜の形成に使われた電流量が評価できることがわかりました。これにより、電池内部の反応を理解する上で重要なファクターであるリチウムの移動による充放電と SEI 被膜の形成による電解液の分解反応とを区別することが可能になります。

これらの情報は今まで触れることの出来なかった「生きた」SEI 被膜を評価する大きな一歩であり、今後の研究によってさらなるリチウムイオン電池の性能向上に繋がる知見が得られると期待できます。

この成果は以下の学術誌に掲載された他、朝日新聞（茨城版）で紹介されました。

原著論文

H. Kawaura et al., *ACS Appl. Mater. Interfaces* **8**, 9540-9544 (2016).

関連サイト

中性子産業利用推進協議会 4月28日(金) J-PARC MLF における利用成果が朝日新聞茨城県版に掲載

≫ <http://www.j-neutron.com/j-parc/428-j-parc-mlf.html>

2016年5月13日 物構研トピックス 電池の特性を左右する SEI 被膜 ～ その正体に迫る手法を開発

≫ <http://www2.kek.jp/imss/news/2016/topics/0513SEI/>

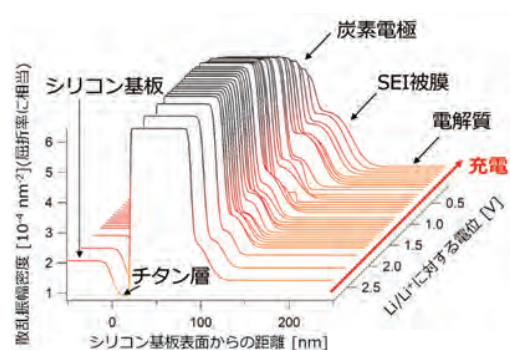


図 2. 中性子反射率法により明らかになった SEI 被膜の形成過程。充電と共に SEI 被膜が形成される様子だけでなく、炭素電極がリチウムイオンの吸蔵する様子も観察することに成功した。

* Reproduced from TOC Figure in the reference (partially modified for better visualization and translation into Japanese).

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、機構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取り入れ、2016 年度の実績では CO₂ 排出量を 89.6 t、消費電力を 179,280 kWh 削減しました。

この様な工夫による 58,125 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 2,734 千円の経費節減効果が生まれており、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サステナブルな設備更新の取り組みを推進しています。

電気設備

外灯の照明器具を LED 器具に更新することで、従来よりも明るくなり安全性が向上されると同時に消費電力も約 70% 削減となりました。

2016 年度の実施分で、年間当たりの CO₂ 排出量を 12.8 t、消費電力を 25,605 kWh 削減しました。



更新前（左）と更新後（右）の外灯

機械設備

一部空調機について、利用状況に合わせて機器能力を見直し最適化しました。

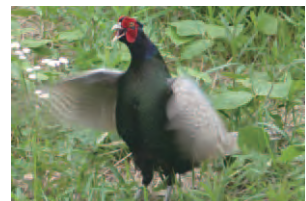
2016 年度の実施分で、年間当たりの CO₂ 排出量を 8.82 t、消費電力を 13,896 kWh 削減しました。



最適サイズの小型ルームエアコンに更新

キジ@つくばキャンパス

つくばキャンパスでは、キジをよく見かけます。身を隠せる林と餌場となる草地が広がっているため暮らしやすいのかもしれません。繁殖期には、メスがヒナを連れて歩く姿も目にすることができます。右の写真は、オスが鳴くところを収めたものです。翼を羽ばたかせながら、大きな声で縄張りを主張していました。



社会との関わり

KEK の社会貢献活動や安全衛生への取り組みについて紹介します。

KEK キャラバン

KEK キャラバンは、「お届けします、科学に夢中。」をキャッチフレーズとして、KEK の研究者や職員を全国津々浦々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。その目的は、KEK の活動をより広い方々に知っていただくことであり、小学生から大人までを対象としています。プロジェクトは 2010 年 4 月からスタートし、これまで、学校の先生方の研究会や研修会等における講師として、日曜親子教室などの学校の児童・生徒とその保護者向けの体験授業として、また、各地方自治体が運営する教育センター主催プログラムの講師や市民講座の講師としても職員を派遣してきました。「研究所ってどんなところ?」、「宇宙はなにからできているんだろう?」、「身近な加速器たち」といった講義で、加速器を用いた素粒子や物質・生命などの研究、その研究を支える仕事を紹介しています。

2011 年度からは、職員に出身都道府県・母校の登録を呼びかけています。派遣される講師が当該学校等の卒業生、あるいは地元出身者であると、授業を受ける側にとってハードルが高くなりがちな「科学」を、より身近なものとして受け入れられ、有効であることから、KEK キャラバン立ち上げ時の目標である「母校へ行く」ことを強化しています。

2016 年度は、52 件の出前授業を実施し、3,907 名を超える方々が参加しました。派遣先の希望に合わせ、素粒子や加速器についての講演だけでなく、霧箱観察実験や小学生向けに人形紙芝居を使った授業も行いました。本プロジェクトは、今後も継続的に実施していきます。



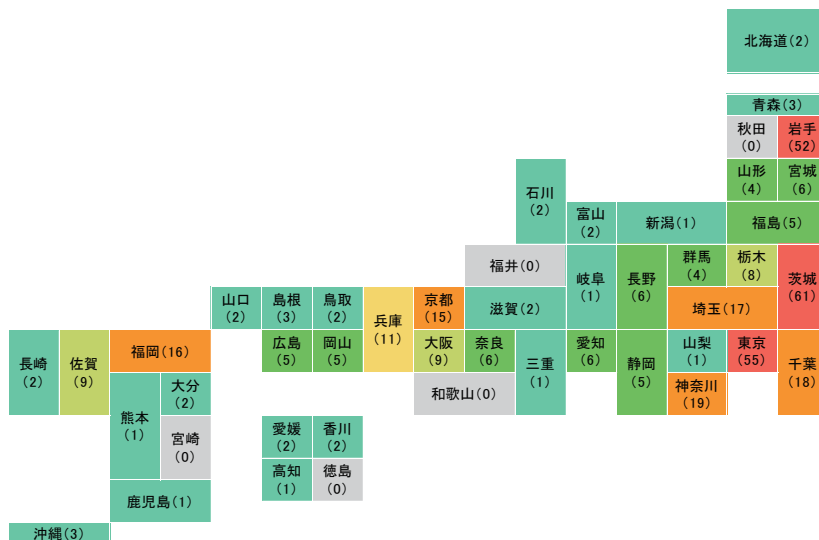
KEK キャラバンロゴ



霧箱観察実験の様様（静岡県）



人形紙芝居の実施（東京都）



これまでに KEK キャラバンを行った都道府県（2017 年 3 月末現在・378 件）

科学者を育てる活動

サマーチャレンジ

サマーチャレンジは、最前線で活躍する研究者を中心に練り上げたスクール構成で、最先端施設を用いた多彩な演習プログラムを実施するものです。学生達は寝食を共にしながら、講義、見学、実験、検証、発表といった研究の流れを体験します。研究者との生きた交流を通して、基礎科学を担える若い知性を育てることを目的に行われています。

2016年度は、8月18日(木)から26日(金)までの9日間にわたり、大学3年生を主な対象者とする「第10回大学生・高専生のための素粒子・原子核、物質・生命スクール サマーチャレンジ」がKEKつくばキャンパスで開催され、全国44大学・高等専門学校から76名の学生が参加しました。

また、物質・生命コースでは、夏期は加速器が運転停止しているため、ビームを使用しない演習を行っていますが、より実際の研究に近い体験をするため、加速器の運転している11月12日(土)、13日(日)の2日間にわたって実際に量子ビームを用いた実習を行いました。



集合写真



秋実習の様様

サイエンスキャンプ

つくばキャンパスでは、2016年度に3つのサイエンスキャンプが行われました。

TYL スクール理系女子キャンプ (KEK、Toshiko Yuasa Laboratory 主催) は、理系分野を目指す女子高校生に、実験や研究の面白さを伝え、今後の進路決定の支援を行おうというものです。5回目となる今回は、4月3日(日)、4日(月)の2日間にわたり開催され、30名が参加しました。

高校生のための素粒子サイエンスキャンプ Belle Plus (KEK、奈良教育大学共催) は、本格的な素粒子物理の研究を体験するものです。10回目となる今回は、8月1日(月)から4日(木)の4日間にわたり開催され、18名が参加しました。

ウインター・サイエンスキャンプは、KEKの加速器科学技術支援事業として、科学技術振興機構(JST)の後援のもと実施する、全国の高校生を対象とした科学技術体験合宿プログラムです。講義や施設見学の他に、実験と発表から構成されるコース別実習に参加し、研究の進め方を体験します。今回は12月25日(日)から28日(水)の4日間にわたり開催され、24名が参加しました。



TYL スクール理系女子キャンプの参加者



Belle Plus の参加者

高校生等実習受入事業

KEK では、研究の現場を肌で感じるにより、学校では得難い体験を提供することを目的に、中学生と高校生を対象とした実習受け入れを行っています。研究者による講義や科学実験・工作などのプログラムを通じて、自然科学への興味関心を育みます。2016 年度は全国から 20 団体 586 名が KEK を訪れました。



高校生実習の様様

地域との共生活動

職場体験

職場体験は、文部科学省が推進する学習活動で、生徒が直接働く人と接することで、学ぶことや働くことの意義や生きることの尊さを実感し、生徒が主体的に進路を選択する態度や意志、意欲などを培うことを目指しています。KEK では、この職場体験の一環として、小中高校生向けに研究所での仕事を体験するプログラムを実施しています。併せて KEK の施設や研究会、会議などの見学や研究者とのディスカッションの場などの機会も提供しています。

2016 年度は、中学校 6 校、高校 2 校から 28 名が職場体験に訪れました。



スーパーコンピュータを見学する様子

つくば科学フェスティバル

つくば科学フェスティバルは、つくば市内の小中学校、高校、大学、研究機関などが、それぞれの取り組みや活動の一端を紹介し、科学を身近に感じてもらうことを目的とした体験型イベントです。

2016 年度は、11 月 12 日（土）、11 月 13 日（日）の 2 日間にわたり、つくばカピオで開催され、約 16,500 人の来場者がありました。KEK のブースでは、「KEK おもしろ実験教室～光・磁石・加速器～」と題し、つくば市立春日学園義務教育学校と連携で出展し、「超伝導コースター」の実演をはじめ、ブラックウォール製作、分光器観察などを行いました。



超伝導コースターの実演

KEK コンサート

年に数回、国内外で活躍しているプロの演奏家を招いて音楽コンサートを開催しています。これは、従来、職員や内外からの来訪研究者への文化活動の一つとして行われてきたものをシリーズ化したもので、2003 年度より、地域の方々との交流促進の一環として、「KEK コンサート」として入場無料で公開しています。

2016 年度は 3 回開催し、延べ 560 名の来場者がありました。

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。

2016 年度は、12 月 10 日から 12 日の 3 日間にわたり、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、3 日間で 110 名を超える参加者がありました。刈り取られた茅は、石岡市八郷地区や筑波山麓の茅葺き民家群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（産総研）、物質・材料研究機構（NIMS）、及び筑波大学、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 に参画することとなり、これを機に TIA-nano の名称を TIA と改称、活動地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、「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（2016 年 4 月）。2016 年度の「かけはし」事業では、TIA の複数機関の研究者が連携した共同提案がナノテク、バイオ、計算物質科学、ビッグデータ解析など



継続的イノベーションのための資源連動の仕組み



TIA かけはし事業ロゴマーク

の広い領域から 79 件あり、この中から 39 件が採択され、平均すると 1 課題あたり 3.5 機関が連携しています。

KEK では機構内に TIA 推進室を設け、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。

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な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会議の様子

光ビームプラットフォーム

2016 年度より開始された文部科学省「先端研究基盤共用促進事業」の中で、光ビームプラットフォームが採択されました。これは、我が国独自の技術に基づき開発・運用されている先端的な放射光研究施設、大型レーザー研究施設 8 施設がプラットフォームを形成し、広く産業界に利用していただくための新しい枠組みで、KEK が代表機関となっています。

KEK ではフォトンファクトリーのトライアルユース、施設利用、共同研究の 3 つの制度を設け、産業界に放射光利用実験を行うための環境を提供しました。



広報活動

見学受入

つくばキャンパスでは、常設展示ホール「KEK コミュニケーションプラザ」において、加速器の仕組みや素粒子・原子核の研究、物質の構造や機能を調べる研究などについて紹介しています。また、研究施設の見学については、平日 10 名以上の団体での予約を受け付けています。2016 年度は、一般見学者が 7,945 名、団体見学者が 6,727 名ありました。

東海キャンパスでは、いばらき量子ビーム研究センター内に「J-PARC 展示コーナー」を開設し、模型や写真等による施設の紹介を行っています。また、J-PARC 施設の個人や団体の見学も受け付けており、2016 年度の見学・視察者数は延べ 3,469 名でした。

科学技術週間

「科学技術週間」は、科学技術について広く一般の方々に理解と関心を深めてもらい、日本の科学技術の振興を図ることを目的として開催されているもので、全国の研究機関等で様々なイベントが実施されます。

2016 年度は 4 月 18 日（月）から 21 日（日）に開催され、KEK では「宇宙・物質・生命の謎に迫る」と題して、水素についてのサイエンスカフェや超伝導コースターの実演などが催されたほか実験施設の公開を行い、約 650 名が見学に訪れました。



サイエンスカフェの様子

一般公開

つくばキャンパスでは、毎年 9 月上旬ごろ一般公開を行っています。

2016 年度は、9 月 4 日（日）に実施し、県内外から約 3,800 名の方々の来場がありました。

「第 5 回小林誠杯 理論クイズ王決定戦」、「おもしろ物理教室」、「ラジオを作ってみよう」など、大人からお子様まで楽しめる体験型コーナーをはじめ、水素や重力波、タンパク質、超伝導加速空洞についての講演会も行われ、KEK で行われている研究の最前線を紹介しました。また、13 ヶ所施設を公開し、多くの見学者に最先端の実験装置を間近にご覧いただきました。



先端加速器試験棟 (ATF) 公開の様子

KEK 公開講座

公開講座は、KEK の研究で蓄積された知見や加速器科学について、一般の方々に広く紹介し、興味や関心を持ってもらうことを目的に例年春と秋に実施しています。

春の公開講座は、6 月 18 日（土）に開催され「SuperKEKB で拓く新物理」をテーマに 2 つの講演が行われ、166 名の方々が参加しました。

秋の公開講座は、12 月 10 日（土）に開催され「J-PARC が拓く物質の起源と成り立ち」をテーマに 2 つの講演が行われ、127 名の方々が参加しました。



春の公開講座の様子

安全安心文化の醸成

KEK では、「健全な研究は、安全を確保して初めて可能になる」の基本的考え方のもと、研究者や周辺地域の安全を確保するため、様々な安全確保の取り組みを行っています。

J-PARC センターにおける取り組み

J-PARC センターでは、2013 年に発生したハドロン実験施設における放射性物質漏えい事故を受け、職員と関係者の安全意識を向上させるための取り組みを進めています。

毎年、事故の発生した 5 月 23 日の前後には、事故の記憶を風化させることなく、各自が安全について考える機会とするために、「J-PARC 5.23 安全文化醸成研修会」を開催しています。2016 年度は、5 月 20 日に、原子力科学研究所大講堂を主会場として、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 317 名）。今回は、JR 西日本安全研究所の阿部啓二研究主幹を迎え、「航空と鉄道における安全の取り組み」と題した講演会を行いました。

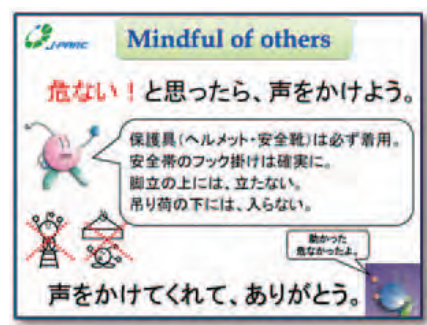
講演では、日航機墜落事故や福知山線脱線事故の経験などを踏まえ、ヒューマンエラーは起こり得るものであることを前提に、エラーが起きても予測・認識・回復能力を向上させて事故につなげないようにすることが重要であることなどをお話いただきました。アクロバット飛行中の機体トラブルからのリカバリー映像などを交えて、分かりやすい内容でした。

また、国内外の加速器施設の安全担当者や技術者と、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。2017 年 1 月 26 日 - 27 日の第 4 回シンポジウムでは、加速器施設における「緊急時対応」と「電気安全」をトピックスとして取り上げ、関連研究機関や大学、企業などから多くの参加がありました（参加者 131 名）。各機関からの 12 件の講演内容は、失敗談も含めた経験や、各施設での工夫を凝らした取り組みなど示唆に富むもので、ポスター発表も含め多くの有益な情報交換が行われました。

この他にも、安全ポータルサイトを利用したヒヤリハット情報の共有に加え、WEB 上から「気がかり情報」を投稿できるコーナーを設け、職員・ユーザー・業者などから意見や情報を得ています。2016 年度は特に「安全活動は、明るく、楽しく」との方針を掲げ、できるだけ良い取り組みを「良好事例」として意識して取り上げて、共有することにも力を入れて取り組みました。「Mindful of Others」というポスターを所内各所に掲示し、お互いの作業の安全にも気を配り、声をかけてくれた時には感謝し合おうというキャンペーンも行っています。



J-PARC 5.23 安全文化醸成研修会における
JR 西日本・阿部啓二氏の講演



「Mindful of Others」ポスター

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、役務契約会社社員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。2016 年度は 11 月 3 日の祝日を除く 10 月 31 日から 11 月 4 日まで行い、初日にはキックオフとして機構長による安全訓示の後、「安全に実験研究を進めるために～マニュアル作成の留意点～」と題して、早稲田大学理工学術院創造理工学部・教授の小松原明哲氏による特別講演を行いました。また、安全・環境講習会として、「一般安全」、「環境安全」のテーマの他、外部講師を招いた「禁煙セミナー」、産業医による「「究極のストレス対処力とは」と題して「こころの健康セミナー」を主会場のつくばキャンパスと東海キャンパスとをTV会議で接続して開催しました。併せて、消防署による「救命救急・AED 講習会」の他、安全への取り組みやヒヤリハット事例のパネル展示をつくばキャンパスと東海キャンパスでそれぞれ行いました。その他、安全な行動や作業が自主的に行われるようになるには、ルールや手順を理解した上で、危険を実感し感受性を高めることが大切との観点から、外部民間事業所において「体感型安全教育」を実施しました。



機構長による安全・衛生週間キックオフ

KEK では研究活動推進する上で電気関連作業に従事することが多いことから、安全の取り組みの一環として、また、感電・電気火災防止、電気の安全な使用方法の再確認の意味を込めて 2 月に関東電気保安協会茨城事業本部の加藤政明氏を招いて「電気安全講習会」を開催しました。この講習会は素粒子原子核研究所が主催したのですが、素粒子原子核研究所以外の機構職員の他、共同利用研究者、学生、役務契約会社職員からも多くの参加がありました。

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し、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、「サイクロンと健康」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 133 回（累計 424 棟）実施し、指摘事項は 197 件あり、89.3% が改善されました。また、これらの活動では、安全衛生推進室と各部署担当者が相互理解を深めるために、巡視点検の同道や、衛生委員会での情報共有も行うとともに、各部署とも巡視指摘に対する改善のスピードが早くなり、意識の高まりがうかがえます。また、指摘事項のみならず、巡視点検における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、2017 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、2016 年度は、「安全・衛生週間」のイベントのひとつとして、つくばキャンパスと東海キャンパスそれぞれにおいて「救命救急・AED 講習会」において心配蘇生法、AED 使用方法を実施し、つくばキャンパスと東海キャンパスで 32 名の職員等の参加がありました。



救命救急・AED 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）及び作業者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。2016 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、新たに、事故発生時の対応に関する訓練も併せて実施しました。その他、自衛消防隊の 4 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、西地区での防火訓練、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。



消火器取扱訓練の模様（つくばキャンパス）

事故等

2016 年度、つくばキャンパスでは交通事故 10 件、発火発煙事故 4 件、その他事故（作業中の物損やケガなど）が 10 件ありました。特に交通事故の原因は、駐車場で車を操作する際の接触事故（4 件）等、当事者の不注意や確認ミスによる物損事故がほとんどでした。このことから、職員の他、ユーザーや関係の業者等の方々に対して、構内での交通ルールの遵守についての注意喚起を機構メールで行いました。

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。

2016 年度に発生した事故の中には、業務委託の方等の関わった事故も含まれています。KEK では、業務委託業者等の方を対象として、毎年、安全業務連絡会を開催しています。2016 年度は 2 月に開催し、構内における火災時の対応や一般安全、電気安全、放射線安全、高圧ガス・クレーンの安全及び健康管理について各安全担当者、産業医より事故事例等の紹介を交えて説明しました。

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 7 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。



安全業務連絡会の模様

2016 年度「安全運転講習会」の実施について

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道路交通法に基づく機構の業務に従事する運転者に対して行う交通安全教育として、1 月 30 日につくばキャンパスで、1 月 17 日に東海キャンパスで所轄警察署から講師を招いて「安全運転講習会」をそれぞれ実施しました。当日は、安全運転管理者挨拶、交通安全講話に続いて、公用車等の適切な使用手続きを行うよう事務担当者から説明・指導を行いました。



安全運転講習会の模様

「キャンパス・クリーンアップ月間」の開催

KEK では、11 月 1 日から 30 日の 1 か月間、職場の整理・整頓作業を通じて職員の安全・衛生意識の向上をはかるとともに、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、各施設等組織的に「整理・整頓」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、表示を確実にを行う、を重点目標と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11月15日の昼休みに32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11月14日昼休みに44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。



理事も参加したゴミ拾いの模様
(つくばキャンパス)

介護・育児・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、男女共同参画推進室を中心に活動しています。当室は、育児・介護・女性教職員に関する支援について、ホームページで休暇・休業制度や休業補償制度等の情報提供を行うとともに、セミナーや勉強会等も開催しています。その他、支援状況は以下の通りです。

【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割引券利用
- ・育児支援室の設置（常設）

【介護支援】

- ・介護支援情報の提供

【女子教職員支援】

- ・女子休憩室及び女子トイレ設置

2016年度は、筑波実験棟1階のトイレ改修及びD5電源棟の女子トイレ設置を行い、雇用環境の充実を図っています。

用語集

環境報告書内で使われている略語・用語について解説します。

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
CMD	Congenital Muscular Dystrophy	先天性筋ジストロフィー
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
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
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
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
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
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

用語

用語	頁数	説明
CP 対称性の破れ	8,9,10	粒子と反粒子の間に本質的な違いがあるかどうかは、粒子と反粒子の入れかえ“C (チャージ: 電荷、+と-)”と、空間反転 (鏡に写して見た状態) に対する性質“P (パリティ)”を組み合わせた“CP 変換”に対する性質を調べることでわかる。粒子と反粒子のふるまいが同じならば「CP 対称である」と言い、違いがあれば「CP 対称性が破れている」と言う。
eV	8,16, 17,35, 45	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
エネルギー回収型リニアック (ERL)	15,21	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。
国際リニアコライダー計画 (ILC)	15,21	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旨とする。
先端加速器試験施設 (ATF)	15,46	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。
長基線ニュートリノ振動実験 (T2K)	8,9, 10,13, 17	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。
超伝導リニアック試験施設 (STF)	15,49	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。
ニュートリノ	8,10, 13,14, 15,16, 17,19	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。
ハドロン	8,13, 15,16, 17,19, 47	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。

用語	頁数	説明
ビッグバン	12	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。
放射光	6,12,14,15,17,19,45	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。
放射光科学研究施設（PF, フォトンファクトリー）	6,15,30,37,45	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。

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

環境報告 2017 についてご意見をいただきました。

高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 環境報告 2017 への第三者意見を述べさせていただくことになりました愛知教育大学の榊原洋子と申します。今回、このような機会をいただきましたのは、本年 7 月まで大学等環境安全協議会 (大環協) の理事を務めさせていただいていたことによるものと理解しております。私の所属する愛知教育大学は、学生数 4,000 人程度教育系単科大学ですが、大環協プロジェクト研究調査の中で「省エネ日本一 (床面積当たり、および人 1 人当たりの CO₂ 排出量が最小) の大学」と示されたことを受けて、その後も省エネ活動や環境リスク管理活動を継続しつつ、他大学等の環境報告書を興味深く拝見しております。

さて、本報告書を拝見して最初に思うのは、KEK が大型加速器を中心施設とする国際的な共同研究拠点であり、KEK で行われている科学研究と事業活動の理解がいかに重要であるかという点です。総エネルギー投入量 3,083 TJ (内、電力が 97.48% を占める) は、環境負荷という側面からすれば相当な量ですが、エネルギー利用の効率化を目指す技術開発と改善を实践し、環境・エネルギー負荷の低減を図り、KEK でなければ実現できない「素粒子・原子核研究」、「物質構造や機能研究」が行われ、その上で研究活動を基礎とした教育組織「総合研究大学院大学」があることが、充実した研究ハイライトのページを筆頭に大変丁寧に記されています。つまり、環境報告書としながら、事業活動に係る環境配慮の内容にとどまることなく、CSR (社会的責任) 報告書の体をなしていることが最も特徴的であると考えますし、このことは、トップメッセージにおいても、KEK の存在意義とともに研究開発の環境負荷の特徴とそれを低減するための取り組み事例について明確に語られていることで、よく理解ができました。

環境マネジメントとして、基本理念と基本方針が示され、KEK で取り組むべき環境配慮活動の環境管理体制、および環境目標・計画と達成度の順で記載され、環境マネジメントの全体の様子がわかりやすく示されています。環境に配慮しつつ、実績データとして示される多大な事業活動と研究成果を比較的少ない教職員で実現していることは、環境マネジメント体制と担当組織がその機能と役割を果たしていると感じました。環境に配慮した設備更新だけでなく、社会貢献活動や地域との共生活動、産官学の連携活動、および積極的な広報活動を通して、多くの学外者の訪問を推進していることも大変好ましく感じました。ただひとつ残念に思ったのは、環境配慮活動の記載内容や実施プロセスの客観的な評価が難しいということです。例えば、環境パフォーマンスデータは数値化され、前年比や経年変化によって図表化されていますが、目標・課題に対する計画の実施プロセスが見えません。いわゆる計画 P → 実施 D → 点検 C → 改善 A の継続は、蓄積データと真摯な解析によって見えてくる事象がありますので、今後ぜひお試しいただきたいと思います。

安全安心文化の醸成、職場環境の向上の記事は、KEK の最重要課題である安全リスクにかかわる取り組みで、有益な活動であると感じました。2015 年以降、国連総会で採択された国際社会の共通プラットフォームである SDGs (持続可能な開発目標)、地球温暖化に取り組む国際的枠組み「パリ協定」合意を経て、環境報告書に寄せられる社会要請は ESG 報告書へとシフトしてきています。ESG とは、E (環境: Environment)、S (社会: Social)、G (ガバナンス: Governance) の頭文字を取ったもので、今日の事業体における長期的な成長に必須の評価概念と言われています。KEK の最先端科学技術施設と事業活動は、将来世代に新たな価値をもたらすものと期待されますが、ひとたび好ましくない事態が起これば、はたして人類にどのような影響を及ぼす可能性があるのか、制御可能な技術をすでに持っているのか、不測の事態を避けるためにどのような管理がなされているのかなど、市民は知りたいと思っています。社会全体のリスク・コミュニケーションに役立つ活動と報告書を今後もお願いいたします。



さかきばら ようこ

榊原 洋子 氏

愛知教育大学
教育学部保健体育講座 准教授
同 危機管理室専任担当
大学等環境安全協議会 前理事
同 実務者連絡会 世話人
日本産業衛生学会
産業衛生技術部会 幹事

編集後記

環境安全管理室長よりごあいさつ申し上げます。

KEKの環境報告 2017 をお読みいただきありがとうございます。

本機構の報告書は、2006 年度より数えて 12 冊目の環境報告書となります。これまで毎年度改善を試み、内容の充実した、わかりやすい報告書を目指して努力してまいりましたが、どのように感じていただけたでしょうか。

今年度は KEK の環境報告に対して、大学等環境安全協議会で活動しておられる愛知教育大学の榊原洋子先生に第三者評価をいただきました。今回の評価では、本環境報告に関して概ね好意的な評価をいただきましたが、いくつかの宿題もいただきました。特に環境目標・課題に対する計画の実施プロセスがうまく表現できていないことにつきましては、今回いただいたご意見を参考に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。

本報告作成にあたっては、KEK における環境活動はもちろんのこと、研究開発、教育活動、また社会活動についてもステークホルダーの皆様により深くご理解いただけるよう心がけましたが、まだまだ不十分な点があるかと思います。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。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。

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 KEK スタッフの方々、また、お忙しい中、本報告書の第三者評価を快く引き受けてくださった榊原先生に深く感謝致します。

2017 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

■ 表紙デザイン：高橋 朝子

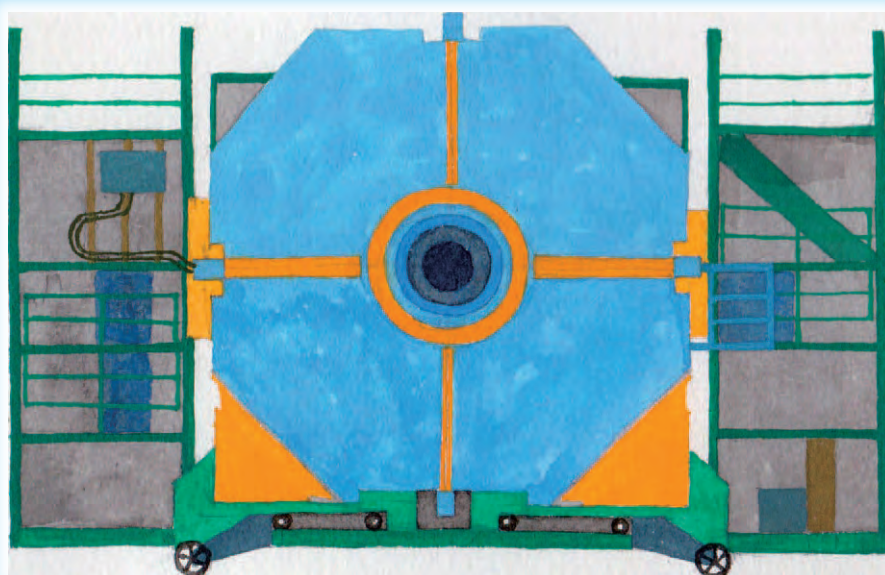


2012 年 3 月末まで、技術職員として KEK に在籍。
現在アーティストとして活躍中。

<http://asakot.com/>

Designer's comment

今回は水彩画で、緑豊かな大地に囲まれた KEK つくばキャンパスを上空から見た作品です。KEK つくばキャンパスは電球のような独特の形をしているので、この人工的な建造物を浮き出させるように描くと面白いと思いました。木や草の緑と土の色が静かな味わいを出しており、最先端の加速器実験を行っている施設とは対照的な印象がします。裏表紙は、代表的な実験装置のひとつである、Belle II 測定器です。



高エネルギー加速器研究機構 環境報告 2017

本環境報告はホームページで公表しています。

<http://www.kek.jp/ja/About/OrganizationOverview/Assessment/OrganizationAccount/EnvironmentalReport/>

■ 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 E-mail: k-anzen@ml.post.kek.jp