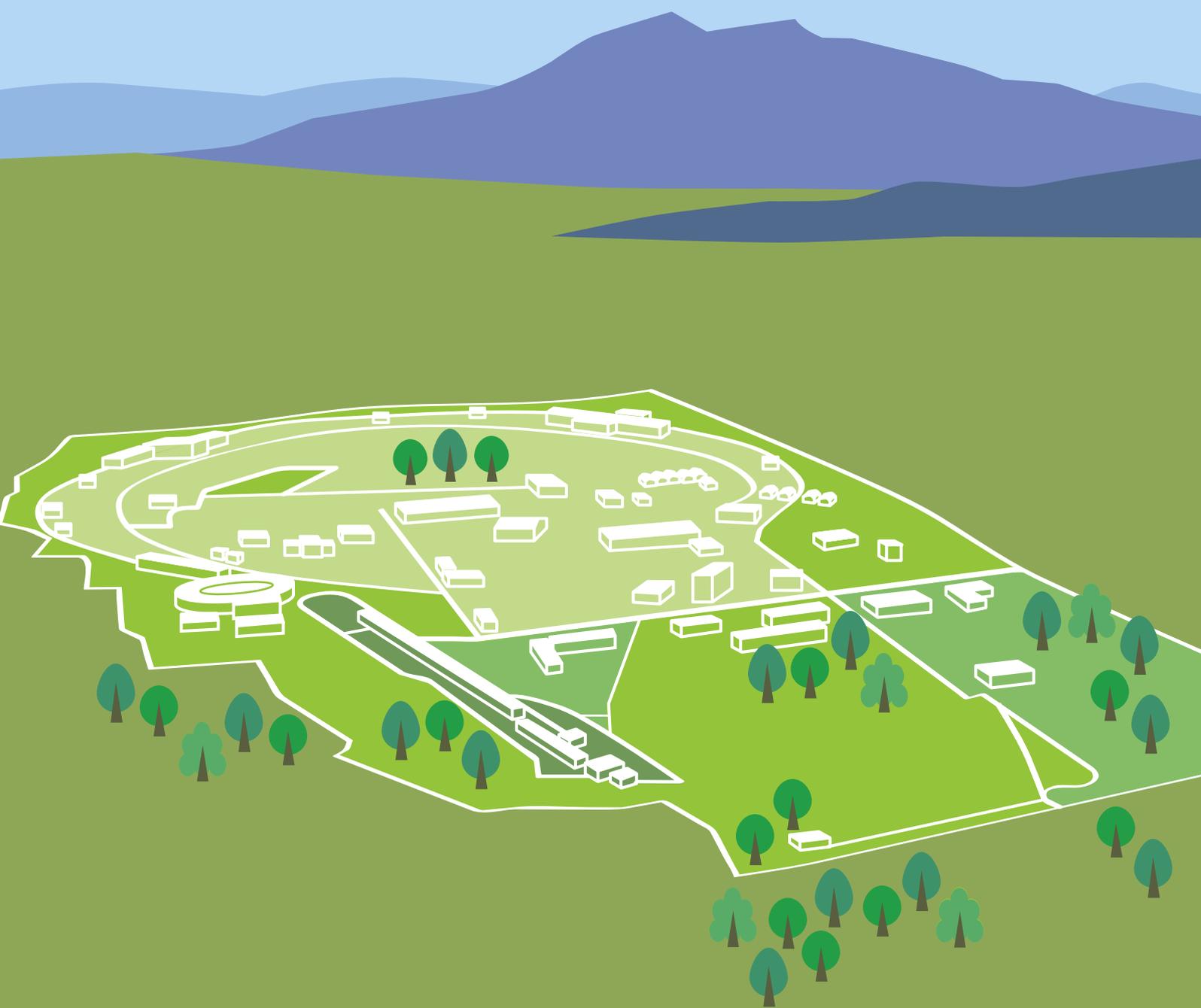


# 環境報告 2012

KEK Environmental Report 2012



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

本報告書は、高エネルギー加速器研究機構が大型の粒子加速器を建設・運転し、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果たす中で、地球環境保全の大切さを認識し、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とらえ、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

2011年4月～2012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 環境報告 2012 作成ワーキンググループ、  
施設部施設企画課 施設企画グループ、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-anzen@ml.post.kek.jp

## ■ 公 開

2012年9月



# 目次

トップメッセージ .....	1
KEK とは	
基本理念 .....	3
KEK の目指すもの .....	4
KEK 2011	
ハイライト .....	5
震災からの復興 .....	10
原発事故に関連する取り組み .....	15
機構の組織	
研究所・研究施設紹介 .....	17
基礎データ .....	22
実績データ .....	23
環境との共生	
環境方針 .....	24
環境管理体制 .....	24
環境目標・計画と達成度 .....	25
環境負荷の全体像 .....	27
エネルギー .....	28
温室効果ガス .....	29
物質 .....	30
水資源 .....	32
その他の資源 .....	33
大気 .....	34
話題 .....	35
環境会計 .....	38
環境関連法規の遵守状況 .....	41
社会との共生	
KEK キャラバン .....	44
科学者を育てる活動 .....	45
地域との共生活動 .....	46
広報活動 .....	47
職場環境の向上 .....	48
第三者意見 .....	50
用語集 .....	51
編集後記 .....	54

# トップメッセージ

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、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。KEKにおける研究活動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ー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。このような背景を鑑み、省エネルギー、地球温暖化対策などの具体的な環境配慮活動として、エネルギーの高効率利用技術の実践とその開発を中心に、教職員の環境保全、省エネルギーの意識を改善しつつ取り組みを行っています。KEKでは2006年度に環境配慮の方針の策定を行い、環境マネジメントシステムの構築を進めました。その後、環境・地球温暖化対策推進会議や同連絡会の設置などを経て、2007年度には「機構における地球温暖化対策のための計画書」を策定しました。

この計画書では、

1. 加速器及び実験装置の稼働による、電力などのエネルギー資源の使用から排出されるCO<sub>2</sub>の削減に関して、「〔投入エネルギー〕対〔研究、教育等の成果〕の効率の向上」、
2. その他の一般電力などのエネルギー資源を使用する際に排出されるCO<sub>2</sub>削減に関して、「2012年度までに2006年度比5%削減という数値目標を設定」という2つの大きな目標を掲げました。

これらの目標を達成するため、具体的な「省エネルギー対策アクションプラン」を毎年度策定し、年度末には、その達成状況を評価し、次年度の計画に反映させています。さらに、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。

1番目の目標に関しては、電力消費を抑制しつつ、多くの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。現在建設中のSuperKEKB加速器においては、ビーム粒子束をナノメートルのサイズにすることにより、投入エネルギーに対して前人未到の高い効率で衝突事象を起こすことを可能にし、さらに、高頻度事象を計測する粒子測定技術を開発、導入します。また、将来計画のプロジェクトであるエネルギー回収型リニアック（ERL）や国際リニアコライダー（ILC）においては、電磁石、高周波加速装置ともに徹底した超伝導化を試み、エネルギー負荷低減を目指した加速器の開発研究を行っています。

2番目の目標に関しては、エネルギー使用量の0.5%に相当する額を省エネルギー対策に投資する「省エネ推進経費（省エネファンド）」を創設し、これを継続するとともに、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、つくばキャンパスでは、4年間ですでに研究設備以外の一般電力などの使用によるCO<sub>2</sub>排出量について、19%の削減を実現しています。

さて、2011年3月に発生した東北地方太平洋沖地震によりKEKもつくば、東海の両キャンパスにおいて加速器施設を中心に大きな被害を受けました。これに対してKEKでは、被災1ヶ月後にいち早く復旧スケジュールを作成し、復旧、復興に努力してまいりました。その結果、応急措置の部分が

多くはありますが、当初の予定どおりほぼ 1 年間で全ての研究施設が再稼働しました。これにより、KEK は国内外の研究機関、研究者からより一層の信頼を得ることができました。これは一重に、復旧に向けた皆様のご理解、ご支援と同時に、KEK 教職員と国内外の共同研究者の努力の賜物であると感謝致します。

また、東京電力福島第一原子力発電所の事故に際しては、事故直後から KEK における放射線量測定のリアルタイム情報の公開を行い、国立環境研究所と共同で、空気中の放射性物質の測定結果も公表してきました。放射線量の測定は KEK 内にとどまらず、文部科学省と連携して福島県などにも職員を派遣し、水や土壌、野菜、魚などの放射線量の測定を実施し、また測定法を教授しました。さらに、つくば市では避難住民への放射線量測定、市民向けの放射線に関する講演、市内の放射線量測定とその対策に力を注いできました。また、飯舘村再興プロジェクトへの支援活動も行っています。本報告書では、このような KEK における震災への対応についてもご紹介させていただくことにしました。

このように 2011 年度は、震災からの復旧、復興に全精力を注ぎ、さらに被災による加速器施設の長期運転停止や夏季期間の節電要請などの特殊な状況下でありましたので、本報告書に記載した年度環境データも、これまでの年次データと比較して特異的なデータとなっていますことをご承知おきいただきますようお願いいたします。

KEK は、今後も大学共同利用機関として、さらなる他研究・教育機関や産業界との連携はもとより、教育を含めた社会への貢献に努め、環境に対する負荷を最小限にとどめつつ、最大の研究、教育成果を得るための努力を継続して実践していく所存です。本報告書により KEK における環境への取り組み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。

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

鈴木 亨人



# KEK とは

## 基本理念

### (1) KEK は人類の知的資産の拡大に貢献します

KEK は自然界に働く法則や物質の基本構造を探求することにより、人類の知的資産の拡大に貢献します。そのために素粒子・原子核に関して、また、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) KEK は大学共同利用機関法人です

KEK は大学共同利用機関法人として、国内外の研究者に共同利用の場を提供し、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) KEK は世界に開かれた国際的な研究機関です

KEK は世界の加速器科学の研究拠点として、国際共同研究を積極的に推進します。また、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) KEK は教育協力・人材育成を進めます

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の活動を行います。また、総合研究大学院大学の基盤組織として、加速器科学の推進及びその先端的研究分野の開拓を担う人材を養成します。



## 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。

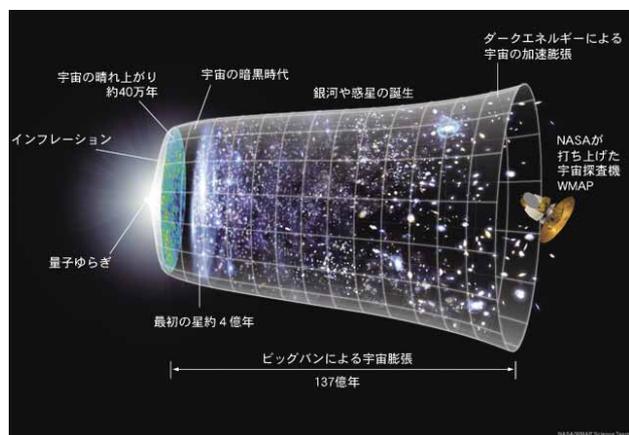
高エネルギー加速器とは、電子や陽子などの粒子を、ほぼ光の速さまで加速して、高エネルギーの状態を作り出す装置です。この高エネルギー状態から作られる素粒子の世界を研究すると、誕生直後の宇宙の様子を探ることができます。また、加速器が作る光や中性子、ミュオンなどの量子ビームは、倍率の高い顕微鏡として、これまでに見ることができなかった物質の構造や、生命活動の研究を行うことができます。

### ■ 素粒子・原子核の世界の研究

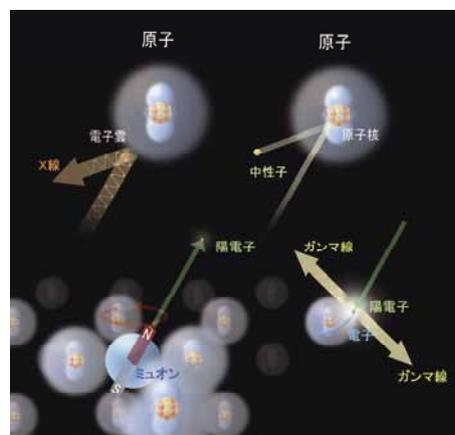
宇宙は約 137 億年前（±2 億年）のビッグバンによって始まったと考えられています。宇宙が出来た当初は素粒子の世界でした。望遠鏡や人工衛星で宇宙を眺めるのに対し、KEK は加速器を用いて宇宙の初期状態を再現することで宇宙の研究を行います。

### ■ 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

# KEK 2011

## ハイライト

### ■ SuperKEKB プロジェクト 各国から大きな期待

小林誠・益川敏英両氏のノーベル物理学賞受賞に貢献した KEKB 加速器の運転は 2010 年半ばに終了し、現在は高度化した加速器 (SuperKEKB) の建設が進められています。この新しい実験施設は、KEKB の 40 倍の性能向上を目指すもので、測定器も高性能な Belle II (ベルツー) 測定器に高度化されます。

震災により延期されていた開始記念式が 11 月 18 日に開催され、本格的に SuperKEKB の建設が始まりました。

SuperKEKB 計画では、KEKB 加速器と同じ衝突型加速器で、70 億電子ボルト (7 GeV) の電子と 40 億電子ボルト (4 GeV) の陽電子を衝突させ、ビームの衝突点を囲むように Belle II 測定器が設置されます。

現在、2014 年の運転開始を目指して建設が進められています。SuperKEKB 加速器を使った実験では、現在の素粒子物理学の基盤である「標準理論」を超える結果が得られると期待されています。



世界 17 の国と地域から招待者を迎えて行われた開始記念式

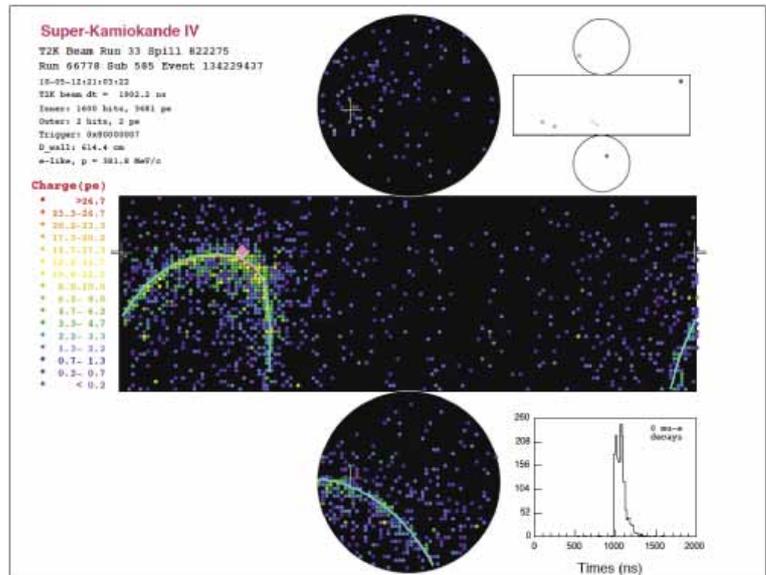
### ■ 世界初、電子型ニュートリノ出現現象の兆候を捉える

T2K 実験グループは、6 月に、ミュー型ニュートリノが電子型ニュートリノに変化する兆候を世界に先駆けて検出したことを発表しました。

ニュートリノは、クォークや電子の 100 万分の 1 以下の重さしかもたない電氣的に中性な素粒子です。他の物質と相互作用を起こすことが極めて稀なので、その姿を捉えることは非常に難しく「幽霊粒子」とも呼ばれています。これまでの研究でニュートリノには、電子型ニュートリノ ( $\nu_e$ )、ミュー型ニュートリノ ( $\nu_\mu$ )、タウ型ニュートリノ ( $\nu_\tau$ ) の 3 種類 (世代) があることがわかっています。これら 3 世代のニュートリノは、

飛行しているうちに別のニュートリノへと変化します。これが「ニュートリノ振動」と呼ばれる現象で、ニュートリノに質量がある場合にのみ起きる現象です。

今回、2010年1月から2011年3月11日までのデータを解析し、スーパーカミオカンデで観測された88個の事象のうち、電子型ニュートリノの反応の候補が6個見つかりました。これより、電子型ニュートリノが出現したとする確率は99.3%と計算され、T2K実験は電子型ニュートリノ出現の兆候をとらえたと言えます。さらに多くのデータを取り解析を進めることで、この確率を100%に近づけ電子型ニュートリノ出現の確証を得るため、実験が続けられています。



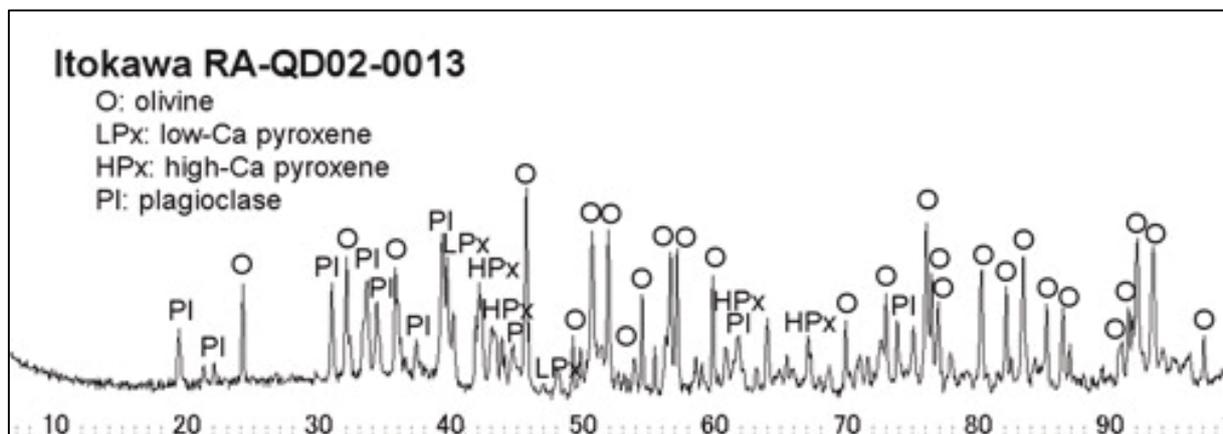
電子型ニュートリノの反応の兆候

## ■ 「はやぶさ」分析結果 イトカワの形成史を解明

東北大学大学院理学研究科・理学部地学専攻中村智樹准教授らは、KEK フォトンファクトリー（PF）とSPring-8の放射光X線回折と電子顕微鏡を使って、小惑星探査機はやぶさ搭載の帰還カプセルにより持ち帰られた微粒子サンプルを分析し、小惑星イトカワの物質構成と形成の歴史を世界で初めて解明しました。

中村准教授らはKEK フォトンファクトリーのビームライン「BL-3A」において小惑星イトカワの微粒子（粒径30～150ミクロン）一粒一粒をガンドルフィカメラに設置し、単色化された放射光X線（波長約2Å程度）を照射しました。

KEKでの分析、さらにその後のSPring-8での分析の結果、イトカワ粒子を構成する鉱物がカンラン石、カルシウム（Ca）に乏しい輝石、Caに富む輝石、斜方石、量は少ないが良く含まれる鉱物として、トロイライト（硫化鉄）、テーナイト（鉄ニッケル金属）、クローマイトなどがあることがわかりました。この鉱物の組み合わせは地球岩石にはなく、コンドライト隕石特有のものです。また、カンラン石が最も存在度が高いということは、電子顕微鏡を用いた分析とも整合的しており、イトカワ微粒子がLLコンドライト的物質であることを示しています。



KEK PFの放射光を用いて取得したイトカワ微粒子のX線回折パターン

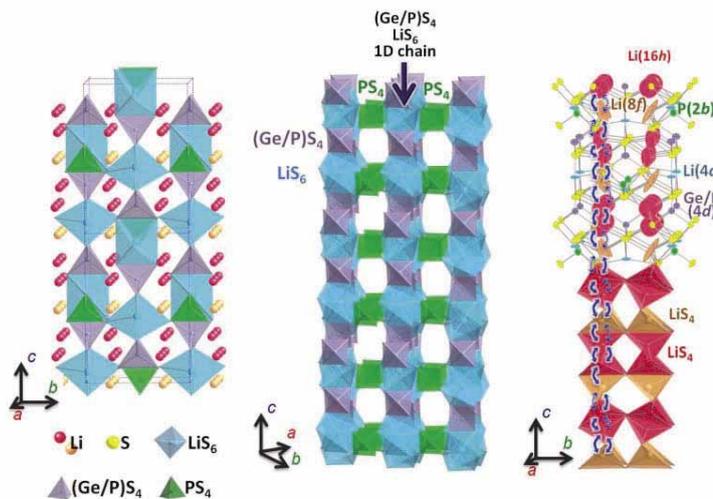
この結果は、小惑星イトカワが太陽系の最も原始的な物質で構成されていることを示す重要な成果といえます。

## ■ 高い安全性を持つ「全固体型」リチウムイオン電池の実用化に光

東京工業大学大学院の菅野了次教授、平山雅章講師とトヨタ自動車株式会社の加藤祐樹氏らの研究グループは、J-PARC の超高分解能粉末中性子回折装置 SuperHRPD（ビームライン BL08）を利用し、液体電解質に代わる固体電解質として硫化物材料  $\text{Li}_{10}\text{GeP}_2\text{S}_{12}$  の構造を調べ、これまでにない三次元骨格構造を持つ物質であり、その骨格構造内にリチウムが鎖状に連続して存在するために、高い伝導率を持つことが分かりました。

更に菅野教授らは、発見した  $\text{Li}_{10}\text{GeP}_2\text{S}_{12}$  を使い、全固体電池としての動作を調べ 5V 以上の分解電圧を持つことを示しました。この結果は、リチウムイオン電池にもたらした大きな革命として、英国の科学誌 Nature Materials の 2011 年 7 月 31 日号に掲載されました。

現在私たちが使用しているリチウムイオン電池は、電解液が可燃性であるため、電池パックの損傷などによりショート、発火する危険性があり、安全装置が必須とされています。今回の発見は、有機電解液に代わる安全な全固体型リチウム電池の開発をすすめる大きな一歩として期待されます。

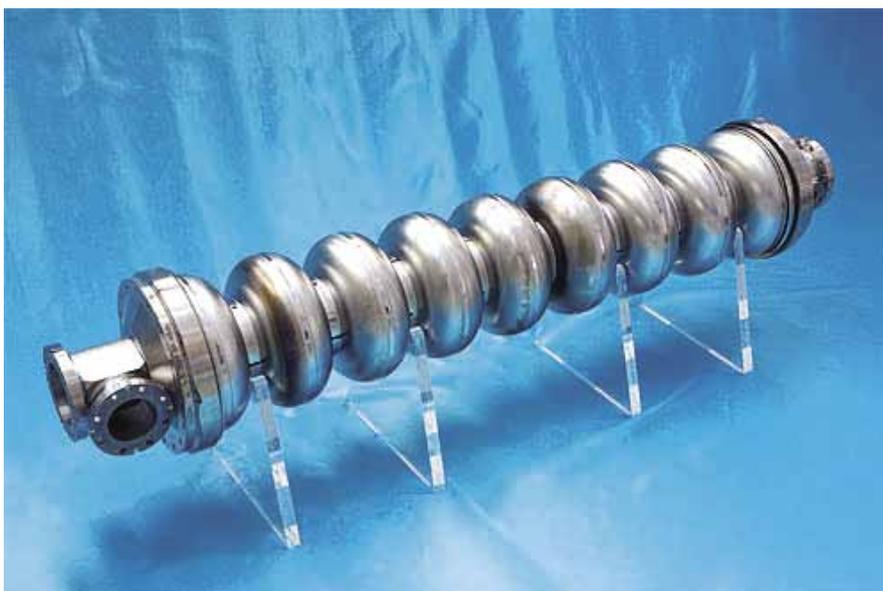


$\text{Li}_{10}\text{GeP}_2\text{S}_{12}$  の、全体の結晶構造（左）、三次元の骨格構造（中）、一次元のリチウムイオン伝導経路（右）

## ■ 先端加速器研究開発 — 超伝導空洞の「シミ対策」 —

国際リニアコライダー（ILC）実現には「高性能な超伝導空洞の量産」が不可欠で、そのための様々な研究開発が行われています。

超伝導加速空洞はニオブで作られています。空洞の内部にホコリや汚れが付着していたり、突起やキズなどの欠陥があると、発熱を起こしたり超伝導状態を維持できなくなったりします。そこで、電流を流して金属を溶解して表面を平滑化する電解研磨を行います。この研磨のプロセスのどこかで原因不明のシミが発



ニオブで作られた超伝導加速空洞。内面のなめらかさが鍵

生することが確認されました。

そこで、実験室レベルでシミの再現実験を行いました。様々な条件で実験を行った結果、シミは電解研磨液の組成であるフッ化水素酸に起因し、フッ素を含む酸化物であることがわかりました。さらに検討を進めた結果、洗浄の際に希釈された電解液から発生するフッ化水素と、その際の水分が原因でシミができることがわかりました。

シミが空洞の性能抑制の原因かどうかは、はっきり解明されていませんが、シミのコントロール方法は解明でき、現在では一番シミのできにくい方法で洗浄を行っています。

## ■ QUIET 実験（国際共同実験）

宇宙マイクロ波背景放射（CMB）の偏光を精密に観測し、宇宙誕生の謎に迫ることを目的とした QUIET 実験が、観測装置の感度において世界トップレベルに立ちました。これにより、宇宙誕生の謎を実験的に調べる道筋が開かれました。

QUIET 実験は、高度 5000 m を超える南米チリのアタカマ高地において宇宙マイクロ波背景放射（CMB）の偏光を精密に測定する実験です。その目的は、ビッグバン（宇宙初期の超高温・超高密度の状態）を引き起こした原因と考えられる、宇宙誕生後の急激な大膨張（インフレーション）の観測的証拠を発見することです。

このインフレーションを裏付ける証拠となるのが、インフレーションの際に時空が振動することで生じた波である原始重力波です。この原始重力波が発見されることにより、インフレーションがビッグバン以前に起こったことを明らかにできるため、原始重力波発見を目指し世界的な競争が行われています。この原始重力波発見の鍵となるのが、宇宙マイクロ波背景放射の偏光（振動の方向）のうち、渦状のパターンを持つ B モードを検出することです。なぜなら、B モードは、現在我々が検出できる原始重力波の痕跡であるからです。

QUIET 実験では、この B モードを検出するために、2008 年 10 月より CMB 偏光測定器（レシーバー）を搭載した望遠鏡で観測を開始しました。今回、初期の 8 ヶ月間の観測の結果、QUIET 実験で用いられている測定器が、世界トップレベルの検出感度を誇ることがわかりました。さらには、検出器ごとのばらつきも小さく B モードの検出にあたって、極めてすぐれた精度を持つこともわかりました。

QUIET 実験は、世界 7 ヶ国 21 研究機関の約 50 名の研究者によって組織され、KEK からは 6 名の職員が参加し、中心的な役割を担っています。



QUIET 望遠鏡

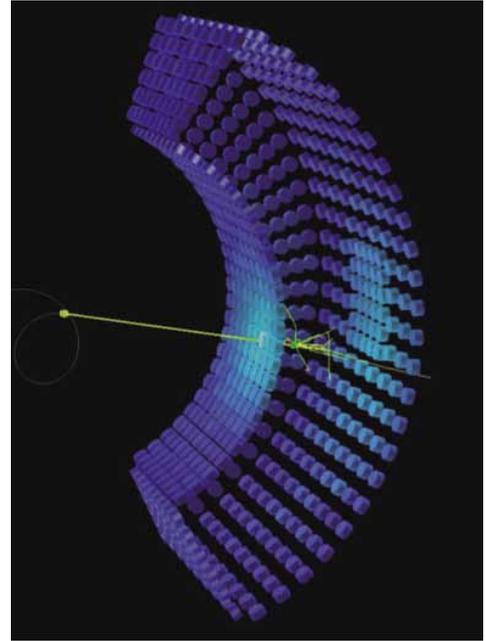
## ■ MEG 実験（国際共同実験）

世界最高感度を持つ MEG 測定器で取得した 2009 年と 2010 年に取得したミュオン崩壊のデータを解析

した結果、「ミュー粒子が光を放出して電子に変化する」現象がこれまで知られているよりも、5倍以上起こりにくいということが分かりました。

MEG 実験は、スイスにあるポールシェラー研究所の陽子サイクロトロンで作った大強度ミューオンビームを用い、ミュー粒子が他の素粒子に変化する「崩壊事象」の中から、電子とガンマ線に変化する $\mu \rightarrow e\gamma$ （ミューイーガンマ）崩壊事象を探し出し、超対称大統一理論をはじめとした新しい物理の証拠を捉えるための実験です。

今回の結果では、 $\mu \rightarrow e\gamma$ 崩壊を確認することができませんでした。しかし、この結果はこれまでの実験で明らかになっていた $\mu \rightarrow e\gamma$ 崩壊の起きる確率であった「 $1.2 \times 10^{-11}$ 以下」を「 $2.4 \times 10^{-12}$ 以下」へと塗りかえることになりました。超対称大統一理論の証拠を得るためには、もう一桁探索を進める必要があり、今後、更に良い感度で実験を行うことで、 $\mu \rightarrow e\gamma$ 崩壊を探し出すことが期待されています。

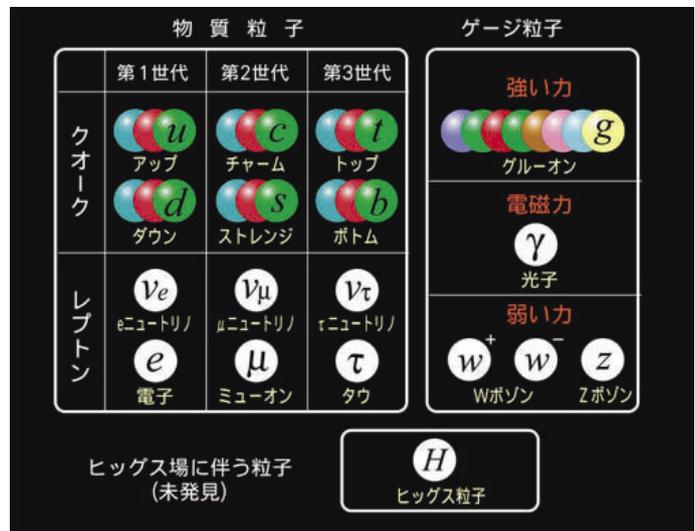


MEG 実験で用いられた液体キセノンガンマ線検出器の模式図

## ■ ヒッグス粒子の探索（国際共同実験）

スイス・ジュネーブの欧州合同原子核研究機関（CERN）が、大型ハドロン衝突型加速器（LHC）によるヒッグス粒子の探索に関して ATLAS 実験グループと CMS 実験グループのそれぞれが最新の実験結果を 12 月に発表しました。KEK は ATLAS 実験グループに参加しています。

標準理論のヒッグス粒子が存在するとすれば、その質量は 116 から 130 GeV の領域（ATLAS 実験）、あるいは 115 から 127 GeV（CMS 実験）にありそうだということがわかりました。ヒッグス粒子とは、現在、この宇宙で起きている物理現象のしくみを最も的確に説明することができる「標準理論」で、唯一未発見の粒子。なぜ素粒子には質量があるのか、そのカギを握る粒子だといわれています。ヒッグス粒子が見つからないと、2 世紀にわたって、世界の物理学者が積み上げて来た理論そのものが足下から崩れてしまうくらいの事件ともなりかねない重要な粒子です。ヒッグス粒子発見というには、まだまだ十分な統計量ではないとのことですが、2012 年中には明らかになるかもしれません。



現在の素粒子像「標準理論」の世界

## 震災からの復興

2011年3月11日の東日本大震災では、機構の加速器施設や実験施設も大きな被害を受けました。震災直後に機構長メッセージとして示された方針『KEKの現時点での最優先事項は、大学共同利用機関、かつ世界の最先端加速器科学研究機関として、できる限り早期の研究活動の再開にむけた全施設・設備・装置の復旧にあります。』を踏まえ、つくば・東海両キャンパスにおいて、急ピッチで復旧作業が進められました。

### ■ 東海キャンパス

東日本大震災では、J-PARC (p.18) が設置されている東海村は震度 6 弱の揺れに見舞われ、道路の陥没や建物の損傷、水・電気等のライフライン停止など大きな被害がありました。J-PARC は、地震発生時には、加速器はビーム運転停止中でしたが、建物周囲の地盤が激しい振動により沈下し、道路の陥没、給排水管の断裂や地下埋設電源ケーブルの損傷、変圧器や液体窒素タンクが傾くといった大きな被害が生じました。幸い津波による被害やけが人等の人的被害はありませんでした。また、放射能漏れ等の事故もありませんでした。施設毎に、被災状況をまとめます。

リニアック施設の被害は、リニアック棟西側上流のエントランス前の崩壊（写真 1）が象徴的です。広い範囲で深さ 1.5 m の陥没が起き、給排水系が破断するなど大きな被害を受けました。加速器が設置されているトンネル内には地下水が漏水し、3月24日には 10 cm もの深さに達しました（写真 2）。発電機を稼働させてポンプによる揚水作業を行いました。床面に設置された機器やケーブルの一部は漏水により損傷しました。また、強い振動により、精密な機器のビーム位置モニターやビーム電流モニターが破損しました。地上部の建屋では柱が傾き、クレーンが使用できない状態となったところもあります。トンネルの床面の変形を、水準測量や水平床測量で調べた結果、震災前（2010年の夏）に比べて最大で 40 mm の沈下があり、東側にも最大で 25 mm の変動が観測されました。



写真 1. リニアック棟エントランス前の陥没



写真 2. リニアック棟トンネル内の漏水

3 GeV シンクロトロン（RCS）棟は、地上 1 階地下 2 階の建物で、RCS は地下 2 階の主トンネルに設置されています。建屋の周りには、電磁石や加速空洞用の電源、変圧整流器、冷却水や空調用冷凍機や冷却塔、高圧受電盤などが設置された屋外ヤードがあります。建屋自体の損傷は大きなものではありませんでしたが、建屋周辺の地盤沈下が大きく、屋外ヤードの被害は甚大でした。受電ヤードが 30 ~100 cm 程度激しく沈降し、高圧受電盤が大きく傾きました（写真 3）。送電設備の破損により高電圧の受電ができなくなり、建屋内

は全区域で停電が長期間続きました。周辺の地盤沈下に伴い給排水系が破断するという被害もありました。ただし、加速器運転再開の鍵となるビームダクト内の真空に関しては大きな異常がないことが確認され、損傷しやすい精密な真空部品であるセラミックスチャンパーも概ね健全であることが確認されました。



写真3. 大きく傾いた受電ヤードと高圧受電盤  
(RCS 棟屋外ヤード)



写真4. MR トンネル内の地下水漏水  
(照明の復電後、電磁石にビニールシートをかけた)

50 GeV シンクロトロン (MR) は、周長 1.6 km の地下トンネル内に設置されています。地震によって主トンネルには 30 ケ所を越えるクラックが発生し、地震直後にそのうちの一部から地下水の漏水があることが確認されました。一部の電磁石は雨のように降り注ぐ湧水に晒されることとなりましたが (写真4)、全周にわたって設置されている排水溝のおかげで、トンネルの床面は冠水を免れました。また、ビームダクト本体の破損が疑われるような真空漏れもありませんでした。さらに、MR はリニアックや RCS の状況に比べてインフラの被害が比較的軽度であり、高電圧を含むすべての受電設備と、空調設備、冷却水設備を5月中にすべて復旧することができました。主トンネル内の400台を超える電磁石の位置を精密に測量した結果、所々に大きな変位が生じており、水平方向に最大 20 mm、垂直方向にも 10 mm の凹凸があることが確認されました。電磁石を1台ずつ持ち上げて位置を微調整する作業を約3ヶ月かけて行いました。

物質・生命科学実験施設 (MLF) においては、主建屋内の第1及び第2実験ホールに大きな被害はありませんでしたが、周辺の地盤沈下に伴い、ホールに接続している増設建屋、長尺ビームライン建屋、BL09 建屋が主建屋に比べて 15 cm ほど沈下し、ビームラインが損傷しました (写真5)。さらに周辺の地盤沈下に伴いミュオン実験のための He 冷却用配管等給排水系が多数破断し、液体窒素タンクが傾きました。ホール内では、落下したものはなかったものの、固定金具が破損し、中性子やミュオンのビームライン及び実験エリアの遮蔽体がずれ、最終的に全ての遮蔽体を一旦撤去後元通りに積み直しました。増設建屋は建屋を元の高さまで持ち上げることで、また長尺ビームライン建屋と BL09 建屋ではビームラインの高さを調整することで、ビームラインの復旧を行いました。一部のビームラインでは 2012 年 1 月の実験再開に間に合わず、2012 年 10 月からの実験再開を目指し現在も復旧作業を続けています。



写真5. MLF 実験ホール (奥側) に比べ約 15 cm 沈下した長尺ビームライン建屋 (手前側)

ニュートリノ実験施設でも建屋周辺の地盤沈下に伴う冷却水系の破断が多数あり、屋外の空調設備の破損、建屋周辺道路の陥没等（写真 6）が随所に見られました。また MR に繋がるニュートリノ一次ビームライントンネルでは、直接の地下水漏水はありませんでしたが、傾斜の関係で MR での漏水が流れ込み、電磁石の架台部分や電力ケーブル等がしばらくの間冠水しました。ターゲットステーション棟や設備棟では、建屋に細かな亀裂が入っており、雨水等の侵入が続いています。

ハドロン実験施設でも建屋周辺で大きな陥没が見られ、他の施設同様冷却水系等の破断や実験ホール周辺道路陥没等（写真 7）が随所に見られました。またホール建屋においては、壁、柱、梁等に多数の亀裂が生じ、一時崩壊のおそれがある壁については、周辺を立ち入り禁止として補修を行いました。ホール内の遮蔽体については幸いに崩れた場所はありませんでしたが、多数の箇所ですれが生じ最終的に全ての遮蔽体を一旦撤去後に元通りに積み直しました。K1.1BR 実験エリアに関しては、2012 年 1 月の実験再開に間に合わず、実験再開後も復旧作業を継続し、2012 年 6 月から実験を再開することができました。



写真 6. 地盤沈下により傾いた空調屋外機と破断した配管（ニュートリノ実験施設 TS 棟）



写真 7. ハドロン実験ホール周辺の地盤沈下により浮き上がった架台の基礎部分

J-PARC では 2011 年 5 月に、同年 12 月から加速器の調整運転を開始するという復旧計画を立て、加速器の運転と実験の再開に関し必要な箇所、及び安全に関わる箇所を優先に復旧作業を行いました。例えばトンネル内漏水箇所の止水、全電磁石の設置場所の調整、建屋の仮補修、破断した配管の応急処理、真空系・冷凍機系の仮復旧作業等を行いました。その結果、予定通り 2011 年 12 月から試運転を開始し、2012 年 1 月末から実験を再開することができ、大震災前の性能まで復帰することができました。しかしながら各施設においては、応急処理は行ったものの、最高性能を満たせない可能性があるまま実験を再開しています。長期に安定して実験ができるよう 2012 年度も引き続き復旧作業を行う予定です。

## ■ つくばキャンパス

つくばキャンパスでは、KEKB 加速器が 2010 年 7 月にシャットダウンし、2011 年 3 月は、KEKB 加速器を SuperKEKB 加速器にアップグレードするための全面的な解体／改造作業が機構内の各所で進められていました。なお、震災当日は筑波実験棟で 50 トンを越える大型機器を搬出するためのクレーン作業が行われていましたが、地震発生時刻の直前に早めの休憩を取って作業を中断していたことが幸いして、大きな被害を免れることができました。一方、電子陽電子入射器、PF、PF-AR などの施設は、震災当日の朝まで稼働し、1 ヶ月間の保守期間に入ったところでした。

14時46分、つくばキャンパスも激しい揺れに襲われ、同時に大音響と閃光を発生して特高受電設備の2系統で碍子が破損しました(写真8)。東京電力からの送電も停止されて全所停電となりましたが、自家発電設備の稼働により最小限の電力は確保されました。東京電力からの送電線は3月13日に1系統のみ復帰し、送電が開始されました。管理棟におかれた東日本大震災対策本部の機能に加え、放射線科学センターでは最小限の電力を利用して原発事故関連の放射線・放射能測定を3月14日に開始し、Webを通じてリアルタイムの放射線測定結果を現在まで発信し続けています。(p.15参照)



写真8. 地震直後の特高受電部碍子の破損

つくばキャンパスの加速器施設では、電子陽電子入射器棟の地下トンネル部が大きな被害を受けました。トンネルのコンクリート接合部が破壊されて多量の泥や地下水が噴出し、床面に浸水しました(写真9)。加速器機器も、真空マニフォールドやビーム位置モニターのパネーズなどが引きちぎられ、陽電子発生装置の下流部では加速ユニットの架台が大きく変形し、電磁石1台が床に落下しました(写真10)。また、長期にわたってトンネル内の空調が停止したために、湿度の高い空気に曝された機器が、腐食などにより性能劣化する可能性も懸念されています。



写真9. 電子陽電子入射器棟トンネル内の漏水



写真10. 落下した四重極電磁石(電子陽電子入射器棟)

KEKB 加速器の施設や設備等もほぼ全箇所ですべて損傷を受けましたが、被災状況は場所により異なりました。大穂地区のD4、D5電源棟では特に大きな被災・損傷を受け、D5電源棟は床や壁に生じた亀裂、ラックからのケーブルの脱落、上部内壁面の剥落、保管器物の散乱等により立ち入りが危険な状態となりました。同棟2階の制御室においては棚の転倒や器物の散乱のみならず、床が陥没して床下のケーブルが押しつぶされ、高周波制御系が完全に使用不可能となりました。KEKB トンネル本体の被災としては、トンネルの接合部でコンクリートの破壊や剥離が全48ヶ所、トンネル上部からの地下水漏水が7ヶ所で発生し、電磁石が水を冠などの被害が出ました。しかし、電磁石等の加速器機器の倒壊はなく、真空チェンバーや真空パネーズ部等においても外面的な損傷は認められませんでした。

放射光を利用する実験施設であるPF及びPF-ARでは、電磁石などの機器のアライメントのずれや、実験機器の転倒・落下、実験装置類の損傷、施設内での湧水、高真空環境である放射光リングのおよそ半周が大気に晒されるなどの被災を受けました。その他の施設では、先端加速器試験棟(ATF)において、建屋の全

シャッターが破損され、シールドブロックが崩落、ケーブルラックが落下するなどの大きな被害がありました。

震災後の復旧作業に当たっては、つくばキャンパスでは電子陽電子入射器、及び共同利用のための放射光実験施設である PF、PF-AR の復旧を優先的に開始する方針が示されました。震災直後の 3 月 15 日には、入射器棟の照明を点灯して被災調査が開始されています。3 月 27 日には被災していたもう 1 系統の東京電力からの送電線も復旧しました。その後も電力使用を制限し、最大限の節電を行いつつ、復旧作業が進められました。大量の地下水漏洩に対する複数回の止水工事や、多くの職員関わった懸命な復旧努力の結果、全長 600 m の電子陽電子入射器のうち PF 及び PF-AR への入射運転に必要な下流側 8 分の 3 を優先的に復旧させることに成功しました。

震災からわずか 2 ヶ月後の 5 月 10 日に電子陽電子入射器がビーム運転を開始し、5 月 16 日には PF ヘビームが入射されています（写真 11）。引き続き 6 月 1 日には PF-AR への入射も始まり（写真 12）、さらに約 1 ヶ月間調整のための加速器運転が行われました。これらの努力の結果、2011 年秋から PF と PF-AR における共同利用実験を開始することができました。



写真 11. PF コントロールルームにて (5 月 16 日)  
(電子陽電子入射器から PF リングに初めて電子ビームを通して)

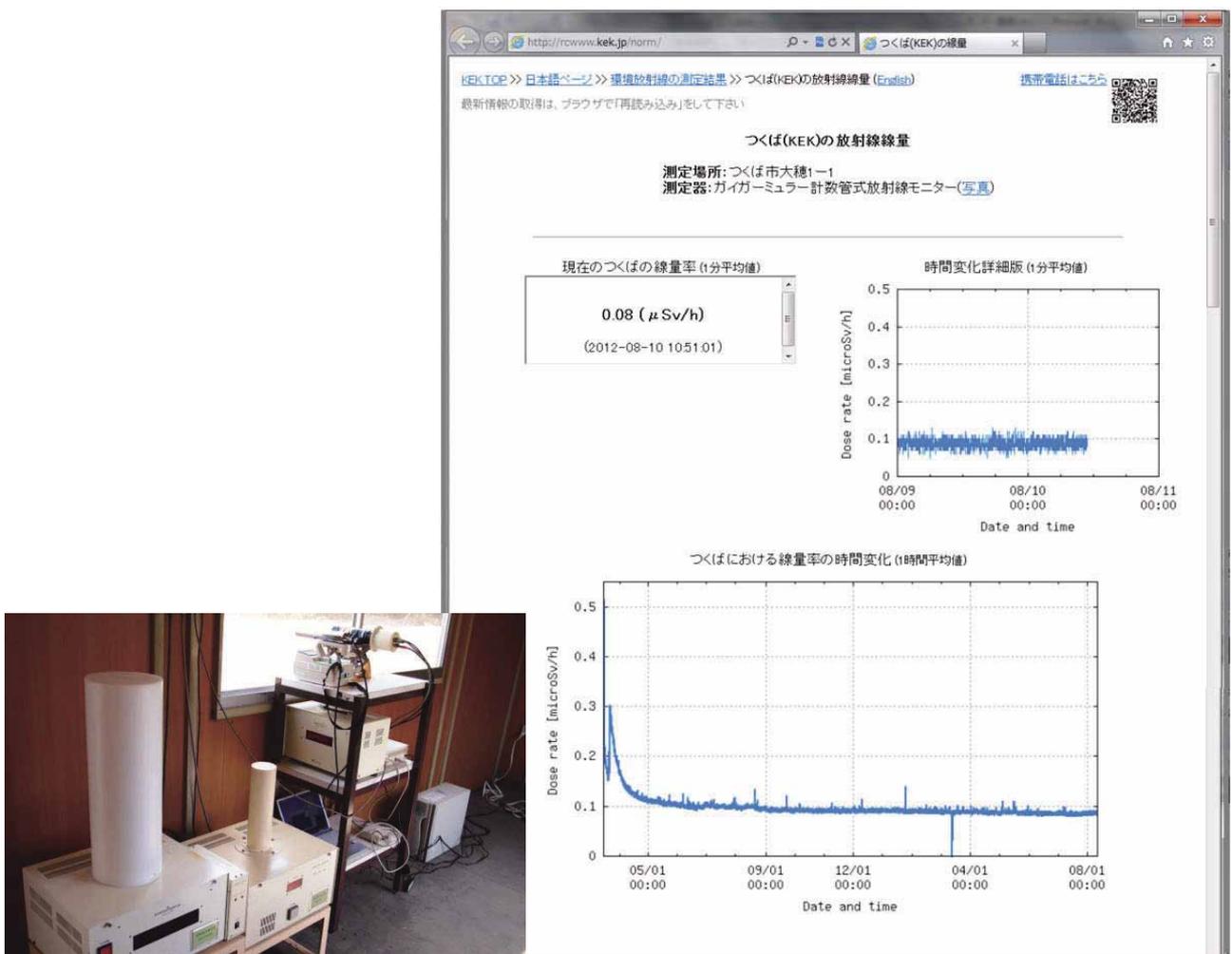


写真 12. PF-AR で、放射光導入前に安全装置 (インターロック) 動作試験を行っている様子

## 原発事故に関連する取り組み

東北地方太平洋沖地震の直後に発生した東京電力福島第一原子力発電所の事故（「原発事故」と略します）は、現在でも広大な範囲に深刻な放射線・放射能影響を与えています。放射線科学センターでは、震災発生直後から、原発事故由来の放射線・放射能測定を継続して行い、ホームページを通して線量率変化を公表してきました。（下図）

このほかにも、原発事故の影響調査、復旧に係わる社会活動を行ってきました。活動の内容は大きく分けて（1）環境放射線・放射能測定と結果の公開、並びにデータの公的機関への開示・提供、（2）国・自治体による放射線・放射能測定と調査への協力、（3）国、自治体等へのコンサルタント業務、（4）公開講座での講演、並びに取材協力等の啓蒙活動等多岐にわたります。件数としては本年度で 80 件を超えますが、その例を以下に紹介します。



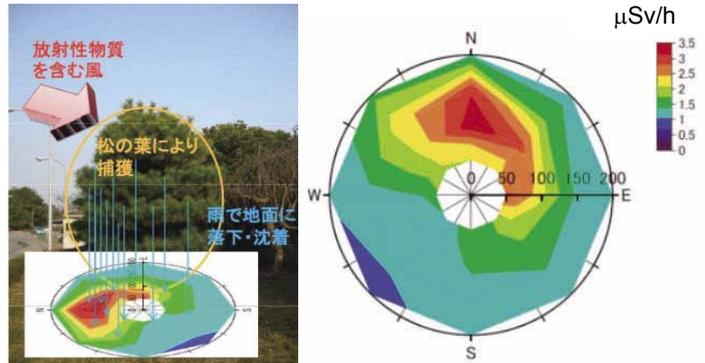
放射線モニターと、放射線量をリアルタイムで表示する Web ページ (<http://rcwww.kek.jp/norm/>)  
震災直後（2011/3/14）から線量測定値の公表を継続中

## ■ 環境放射線・放射能測定と結果の公開

震災直後から核種分析（放射能の種類分析）並びに線量率測定を継続して行ってきました。これらの結果と本機構内で並行して実施されている気象観測の結果から、降雨による飛来放射性物質の降下、地表への沈着の様子が明らかになりました。これらのデータは研究機関にも提供され、多く参照されています。

(<http://www.kek.jp/ja/Research/ARL/RSC/Radmonitor/>)

また、つくばキャンパス、東海キャンパス内の環境測定も詳細に行われ、場所による線量の変化ばかりでなく、対象を土、芝、アスファルトと変えて、放射性物質の沈着の度合いが異なる様子などが明らかにされています。右の図は、東海キャンパス内の松の木周りの地表面の放射線量の分布の一例を示しています。このような分布は、北～北東方面から放射性物質が松の木に吹き付けられて松の葉に付着し、雨で地表に洗い落とされてできたものと考えられます。



東海キャンパス内の松の木で観測された放射線量の分布（観測日：2011年3月30日）

## ■ 放射線・放射能・汚染状況測定への協力

文部科学省、厚生労働省等の政府機関からの依頼により、水道水や避難区域の井戸水中の放射能測定、地表における放射能分布を調査するための土壌サンプルの測定、農産物や水産物の放射能測定を実施しました。また、つくば市からは、市内の小中学校、高校、幼稚園、保育園の線量率測定を依頼され、線量計持参で実施し、線量マップの作成に協力しました。



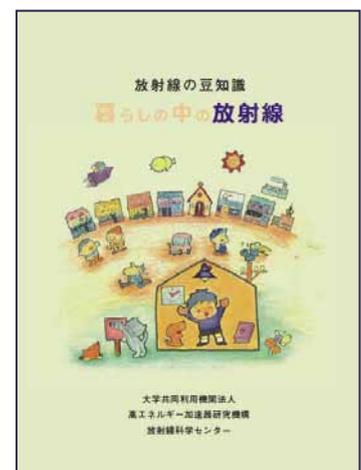
つくば市内の小中学校での放射線測定の様子

## ■ 専門家としての活動

国や自治体のアドバイザーとして意見陳述を行うと共に、講演会講師として依頼され一般向けに放射線・放射能の影響を解説する活動を行いました。また、放射能の影響が多く地域で認められるようになってからは、放射線測定器を中心とした取材要請に協力しました。

先に述べた、環境放射線の測定結果や、調査への測定協力のデータは、学術論文や報告書という形でまとめられ公表されています。

放射線科学センターでは、放射線の知識の普及を目的に、「暮らしの中の放射線」と題した小冊子（印刷版、及び放射線科学センターホームページ掲載版）発行しています。今回の事故を契機に、この冊子の内容の一部は、政府機関等の発表に多く引用されています。



暮らしの中の放射線表紙

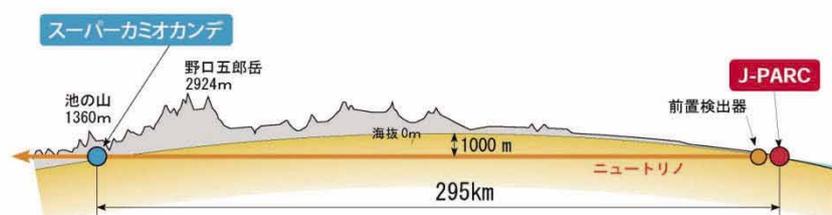
# 機構の組織

## 研究所・研究施設紹介

### ■ 素粒子原子核研究所

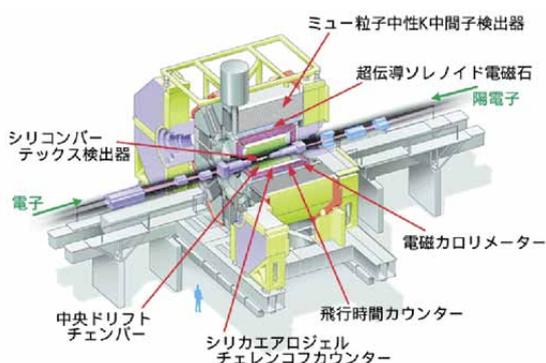
素粒子原子核研究所では、KEKB や J-PARC で生成される多様なビームや、LHC に代表される海外の加速器を用いて、素粒子や原子核の性質、初期宇宙に関する研究を行っています。これらの研究成果を踏まえて、将来建設が計画されている ILC で行う実験の検討も進めています。また、実験装置や手法の開発、応用を含む関連物理学の総合的研究も進めています。さらに実験と密接に協力して素粒子・原子核及び宇宙物理の理論的研究を行っています。いずれの研究においても、国内外の研究者と協力して研究を推進する国際協力体制が取られています。

現在進められている主な研究としては、(1) J-PARC で発生させたニュートリノを 295 km 離れた岐阜県神岡の検出器に向かって打ち込み、ニュートリノが飛行中にどのように変化するかを調べる長基線ニュートリノ振動実験 (T2K)、(2) B ファクトリー (KEKB, SuperKEKB) で大量に生産された B 中間子などの崩壊現象から、粒子・反粒子の対称性の破れや新しい物理法則を探究する研究、(3) J-PARC ハドロン実験施設で世界最強の K 中間子ビームを用いて行う素粒子・原子核物理学研究、(4) 非常に精密な測定により新たな物理原理の検証を目指すミュオン素粒子物理実験や中性子実験、(5) 宇宙に存在するマイクロ波背景放射 (CMB) を精密に測定することで宇宙初期の謎を探る国際協力実験への参画などが挙げられます。また、CERN の LHC 加速器で進められているヒッグス粒子の探索に関する国際共同実験においても、ATLAS 実験の中心グループの一つとして重要な役割を担っています。



長基線ニュートリノ振動実験 (T2K) の概念図

J-PARC 加速器で生成させたニュートリノをスーパーカミオカンデ検出器 (岐阜県神岡) で検出する



KEKB 加速器で実験が行われた Belle 検出器 (左) とその模式図 (右)

現在は大幅に性能を向上した SuperKEKB 加速器と Belle II 検出器の建設が進められている

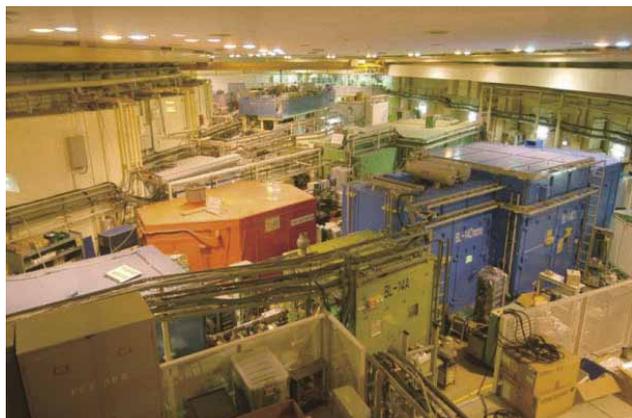
## ■ 物質構造科学研究所

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があり、電子加速器から発生する放射光、陽子加速器が生み出す中性子・ミュオン、専用リニアックから生成する低速陽電子などの粒子を用いて、電子・原子のふるまいから高分子・生体分子などの物質構造と機能、ダイナミクスに関する研究を行っています。

放射光は赤外線からX線に至る幅広いエネルギー（波長）をもつ光で、特に極紫外線やX線では、物質を構成する分子や原子の配列や電子の振舞いを詳しく調べることができます。また、中性子は軽元素に対して高い感度を持ち、透過力が高いため物質内部の構造を調べることができます。そして、ミュオンは生まれながらに持つ磁気モーメントという性質が原子サイズの方位磁針として働くため、物質の局所磁場とそのゆらぎを詳しく調べることができます。低速陽電子は、表面敏感であるため表面構造を詳しく調べることができます。物質構造科学研究所では、これらの特徴的なビームを相補的に組み合わせることにより、幅広いスケールの物質構造と機能を総合的に研究しています。

J-PARCの物質・生命科学実験施設では超高分解能粉末中性子回折装置、高分解能チョッパー分光器、高性能試料水平型中性子反射率計、高強度全散乱装置といった中性子装置群、世界最高強度を達成したパルスミュオンビームを用いて $\mu$ SR実験を行うミュオン分光器などが設置され、基礎研究を推進させる技術開発が進められています。

また、放射光科学研究施設（フォトンファクトリー、PF）では次世代光源（3 GeV-ERL：エネルギー回収型リニアック）の実証器としてコンパクトERLの開発を進めています。3 GeV-ERLは新材料の開発、新薬の開発など益々広がっている最新鋭の放射光源への期待に応えるものです。



放射光科学研究施設（つくばキャンパス）



物質・生命科学実験施設（J-PARC）

## ■ 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、 $\pi$ 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。

J-PARC の加速器施設・実験施設は震災により大きな被害を受けましたが、懸命な復旧作業を経て、2012 年 1 月 24 日から施設利用実験を再開しました。2012 年 3 月時点では、すでに震災前を上回るビームパワーで実験が進められています。



J-PARC の加速器施設と実験施設

## ■ 加速器研究施設

加速器研究施設は、KEK の研究活動における基本的な道具である高いエネルギーの粒子をつくる加速器の開発研究、運転、維持を行っています。加速する粒子の種類で分類すると陽子加速器及び電子・陽電子加速器、また加速器の形態で分類すると線形加速器と円形加速器があり、いずれも世界最高クラスの性能を誇っています。

つくばキャンパスでは、電子ビームを加速する放射光リング (PF)、AR 放射光リング (PF-AR)、電子・陽電子線形加速器 (LINAC) などで、高エネルギー電子ビームから得られる放射光を使った共同利用実験を推進しています。現在、建設中の加速器は、小林・益川理論を実証し 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) の次期計画の SuperKEKB や、次世代の放射光実験施設のエネルギー回収型リニアック ERL などがあり、研究・開発に取り組んでいます。また、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施設の ATF と STF で進めています。

東海キャンパスの J-PARC 加速器は、大強度の陽子を加速する装置として稼働しています。世界最高クラスの高エネルギー陽子ビームを生成し、物質・生命科学、原子核素粒子、ニュートリノ研究を目的とする実験施設にビームを供給しています。

また、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施設・研究者ともさまざまな研究協力・交流を展開しています。



つくばキャンパスの加速器施設



東海キャンパス (J-PARC) の加速器施設

## ■ 共通基盤研究施設

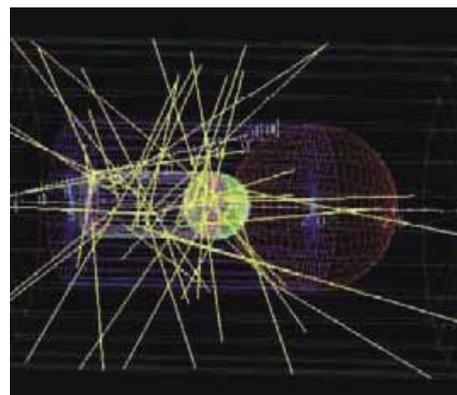
共通基盤研究施設は4つのセンターから構成され、加速器を使った研究に必要となる、放射線防護、環境保全、計算科学、超伝導・低温技術、精密加工技術等に関する基盤的研究を行うとともに、先端的な関連分野の開発研究を行っています。また、これらに関連する高い基盤技術を用いて放射線・環境安全管理、コンピューターやネットワークの管理運用、液体ヘリウム等の供給、機械工作などの支援業務を行っています。

### 放射線科学センター

加速器からは運転中に多種の放射線が発生します。また、強い放射線に曝される加速器周囲の機器には微量の放射能が生成されます。放射線科学センターでは、これらの放射線・放射能に対する安全を確保するために、放射線モニタリング装置や出入監視装置を設計し、設置稼働させています。

放射線モニタリング装置では、外部放射線を監視するため200台を超える放射線測定器が昼夜連続運転を続けており、それらの中には、放射線量が基準値を超過したことを検知すると、加速器を自動停止させる機能（インターロック）が組み込まれているものがあります。また、加速器室内の機器に生成された放射能は、加速器室の出入口に設置した出入監視装置で測定し、放射化した物が誤って持ち出されることを防止します。

これらの放射線安全機器や測定器の開発の他にも、放射線と物質の相互作用とその測定法に関する研究、物質内での放射線の動きに関するシミュレーションシステムの開発と実験研究、加速器施設で生成される放射性核種の種類や生成量の研究、測定が困難な放射性核種の分析法の開発、加速器施設内の空気や水中に生成される化学成分の挙動や分析法の研究など、加速器施設の放射線防護と安全な運用、環境保全に関連する様々な研究活動を行っています。



物質内での放射線の動きのシミュレーション計算

### 計算科学センター

機構の様々な研究活動においては、ネットワークやコンピューターの利用が不可欠です。計算科学センターでは、機構の情報処理システムの基盤設備を整備・提供し、各種実験でのデータ解析やシミュレーション計算に利用される大型計算機システムを複数運用しています。

素粒子・原子核理論などを含む広い意味の加速器科学の大規模なシミュレーション計算を行うために、超並列型スーパーコンピューターシステムが設置されています。大型実験のデータ解析用には、大容量のデータ格納装置を備えた大規模分散処理システムが稼働しています。さらに、つくばキャンパスと東海キャンパス間はもちろんのこと、国内の大学・研究所、さらには国外の研究機関にまたがったデータ共有及び計算能力の共有を可能とするシステムを構築し、運営しています。高速ネットワーク網 SINET を利用することで、世界中に分散する研究機関の計算資源を連携させ、共同で解析を行うために必要な技術の研究と開発が行われ、機構の研究推進に大きく貢献しています。



スーパーコンピューターシステム A  
(2011 年度運用開始)

また、測定器での粒子反応シミュレーションや素粒子実験のデータ解析に必要となるソフトウェアの開発、新しいデータ解析手法に基づくソフトウェアの開発、データベースの有効利用など、計算機技術に関わる様々な研究開発を進めています。

## 超伝導低温工学センター

高エネルギー物理実験、放射光科学、中性子科学などにおける先端的研究には、絶対零度に近い $-269^{\circ}\text{C}$ の液化ヘリウムが利用され、超伝導を始めとする極低温技術が多用されています。超伝導低温工学センターは、「超伝導応用・低温技術の開発研究」と「液体ヘリウム等の冷媒の供給・資源循環利用」を通し、機構の推進する実験的研究を支援しています。

J-PARC ニュートリノビームラインの一次陽子超伝導ビームラインでは、ヘリウム冷凍機により超伝導磁石を冷却・運転することで数十 MW に及ぶ省電力化を計りつつ、岐阜県神岡の宇宙線観測装置に向けてニュートリノを送り出しています。また、欧州合同原子核研究機関（CERN）の大型ハドロン衝突型加速器（LHC）建設に関する国際協力のもと、超流動ヘリウムで冷却する 10 テスラ級の強収束超伝導四極電磁石の開発をはじめ、加速器や粒子検出器で必要とされる様々な超伝導磁石の開発研究を進めています。さらに、超流動ヘリウムを用いた冷却技術の研究、極低温下での電磁気特性や機械特性に関する基礎的研究、冷却機器や極低温機器の開発など、低温工学に関わる広範囲な研究活動を行っています。

また、つくば・東海両キャンパスにおいて、液体ヘリウム等の冷媒の生成・供給、ヘリウムガスの回収・循環再利用等の研究支援を行っています。実験に使われた後の蒸発ヘリウムガスは、回収・再液化して再利用することで、資源の有効活用に貢献しています。



J-PARC ニュートリノ実験用  
超伝導一次陽子ビームライン

## 機械工学センター

機械工学センターは、約 100 台の工作機械や測定器、CAD 設備、超精密加工室、精密測定室、放射化物加工室などを有し、機構の研究活動に必要な様々な実験装置や機器の設計、開発、製作を行っています。また、機械工作や製図技術の教育も行っています。さらに、機械工学を専門とする研究者・技術者の立場から様々な研究プロジェクトに参加し、試作や量産を行う企業との技術的な橋渡しなど、多岐にわたる支援を行っています。

機械工学センターが加速器研究施設と共に設計・建設した電解研磨設備では、ニオブ製超伝導加速空洞の電解研磨処理を実施できる国内唯一の施設として、超伝導空洞の表面処理に関する基礎研究が精力的に進められています。また、7 月には、空洞製造に必要な、電子ビーム溶接機をはじめとする様々な設備を備えた空洞製造技術開発施設が完成しました。ILC 計画実現の鍵となる超伝導空洞の量産化を見据えた開発研究が行われています。



空洞製造技術開発施設内に  
設置された電子ビーム溶接機

## 基礎データ

### ■職員数（2011年4月1日現在）

合計	694名
役員	7名
所長・施設長	2名
教員	365名
技術職員	159名
事務職員等	161名

### ■総合研究大学院大学学生数（2011年4月現在）

合計	67名
加速器科学専攻	14名
物質構造科学専攻	9名
素粒子原子核専攻	44名

### ■予算額（2011年度）〔単位：百万円〕

収入：43,198		支出：43,198	
運営費交付金	29,122	業務費（教育研究経費）	26,308
施設整備費補助金	2,107	施設整備費	2,172
産学連携等研究収入及び寄付金収入等	2,107	産学連携等研究経費及び寄付金事業費等	2,107
自己収入（雑収入）	230	長期借入金償還金	3,079
補助金等収入	9,532	補助金等	9,532
国立大学財務・経営センター施設費交付金	65		
目的積立金取崩	35		

### ■面積（2011年4月現在）

	敷地面積	建物面積
つくばキャンパス	1,531,286 m <sup>2</sup>	184,866 m <sup>2</sup>
東海キャンパス	104,163 m <sup>2</sup>	37,597 m <sup>2</sup>

### ■沿革

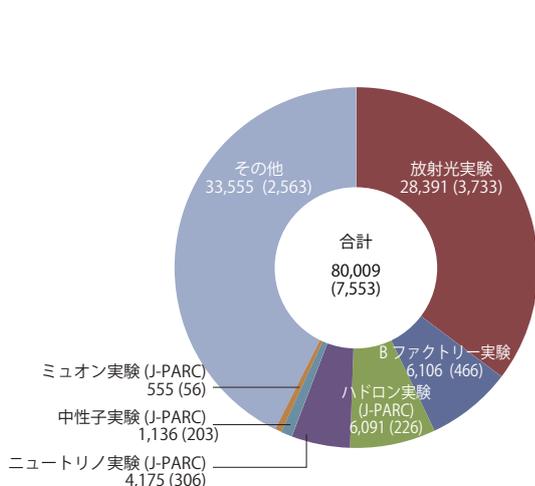
1955年 7月	東京大学原子核研究所設立（東京都田無町 現：西東京市）
1971年 4月	高エネルギー物理学研究所設立（茨城県大穂町 現：つくば市）
1978年 4月	東京大学理学部附属施設中間子科学実験施設設立（茨城県大穂町 現：つくば市）
1997年 4月	高エネルギー加速器研究機構設立（上記の3つの組織を改組・転換）
2004年 4月	大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構発足（法人化）
2005年 4月	東海キャンパスの設置
2006年 2月	J-PARC センターを日本原子力研究開発機構と共同で設置

## 実績データ

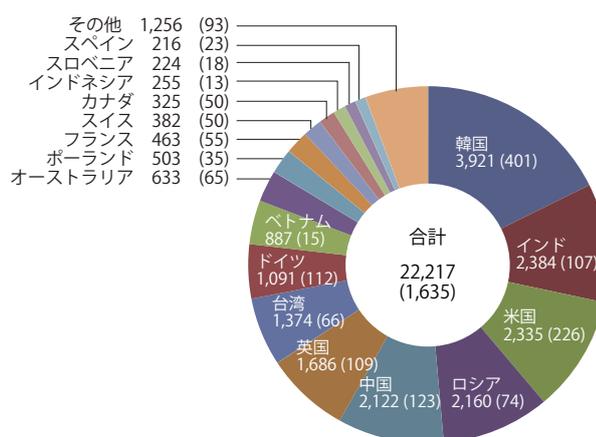
### ■ 共同利用実験の申請・採択・実施状況

区分	項目	2011 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		466	425	777
中性子実験 (J-PARC)		42	42	19
ミュオン実験 (J-PARC)		35	35	12
ハドロン実験 (J-PARC)		2	1	11
ニュートリノ実験 (J-PARC)		0	0	1
大型シミュレーション研究		43	43	43
計		588	546	864

### ■ 共同研究者等受入〔延人日（実人数）〕 （2011 年度）



### ■ 外国人共同研究者等受入（国・地域別）〔延人日（実人数）〕 （2011 年度）



### ■ 2011 年度発表論文数（共同利用・共同研究に基づくものを含む）

	論文数
素粒子原子核研究所	287
物質構造科学研究所	622
加速器研究施設	305
共通基盤研究施設	74
計	1,288

# 環境との共生

## 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

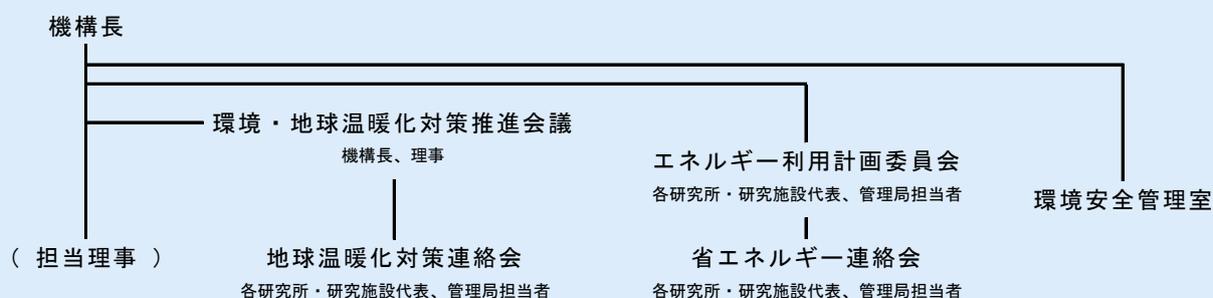
高エネルギー加速器研究機構は、研究・教育活動及びそれに伴うすべての事業活動において、地球環境の保全を認識し、環境との調和と環境負荷の低減に努めます。

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



## 環境目標・計画と達成度

KEKの2011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.26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2回実施	○
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	施設部HP、環境報告書で公表	○
	2011年度のCO <sub>2</sub> 排出量を公表	環境報告書に掲載	○
実験機器の省エネルギー、資源の有効利用の促進	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 <sub>2</sub> 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実践	○
	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	普通車購入の際には、グリーン購入法適合車種を購入	○
	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	積極的な公用車の乗り合いを実施 会議等業務連絡バスの利用状況を発信し、積極利用を呼びかけ	○
	用紙類の使用量の削減 ・ 会議用資料や事務手続の簡素化 ・ 両面印刷、集約印刷の徹底 ・ 不用となった用紙の裏面利用 ・ 使用済み封筒の再利用	ペーパーレス会議や両面コピー等の実施励行により、印刷用紙の使用量を削減	○

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	コピー用紙からトイレットペーパーまで用紙類は全て再生紙を使用 文具類等は、再生材使用品若しくはリサイクル可能な製品を購入 納入業者に対し納入時包装の簡略化、リサイクル対応可能な物の使用を指導	○
	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少ない機種に変更	更新時に、省エネタイプを設置	○
建築物の建設、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	更新時に高効率エアコンを採用	○
	水の有効利用・感知式の洗浄弁・自動水栓等の設置	利用者の多い場所の給水装置に感知式の洗浄弁・自動水栓等の設置	○
	敷地内の環境の維持管理 ・枝葉等の再利用、廃棄物の削減	剪定した枝葉等を粉碎し敷地内に敷均	○
	建物建築時等における省エネタイプの建設機材の使用促進	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	○
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、機密文書の処分に限定 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	関連の研究会等へ職員が参加 HPや電子メールを活用して情報を提供 アイデアの募集を実施	○

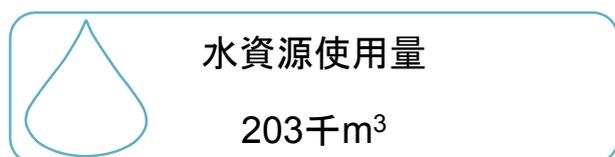
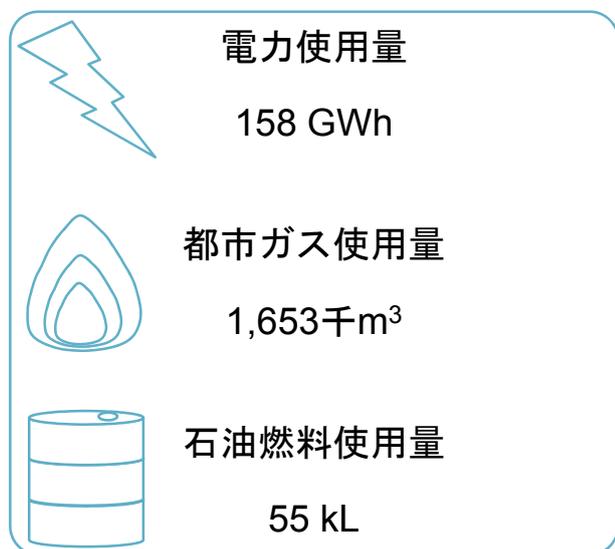
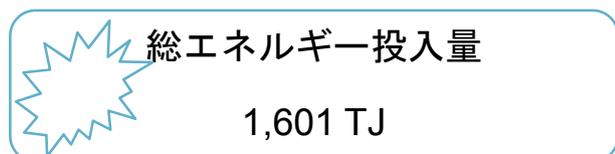
## 評価基準

- 目標を達成している
- △ 目標を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

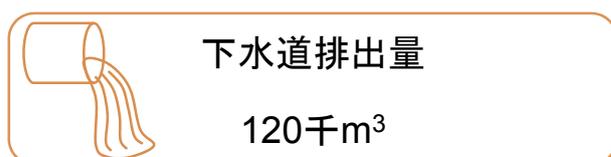
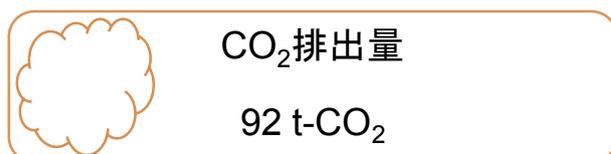
## 環境負荷の全体像

KEKの2011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



### 排出量



#### ※換算係数について

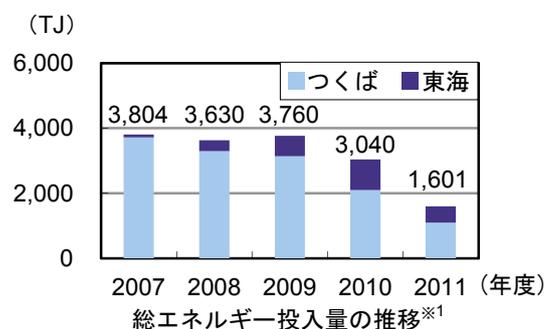
- 2011年度の総エネルギー投入量の計算に使用した係数は以下の通りです。
  - 電力：9.97 GJ/MWh（昼間）、9.28 GJ/MWh（夜間）
  - 都市ガス：45.0 GJ/千m<sup>3</sup>
  - 石油燃料（ガソリン：34.6 GJ/kL・軽油：37.7 GJ/kL・A重油：39.1 GJ/kL）
- 2011年度のCO<sub>2</sub>排出量の計算に使用した係数は以下の通りです。  
都市ガス及び石油燃料は、エネルギー単位（GJ）に換算した後、下記係数をかけて求めています。
  - 電力：0.559 t-CO<sub>2</sub>/MWh（国が定める2011年度報告用代替値）
  - 都市ガス：0.0499 t-CO<sub>2</sub>/GJ
  - 石油燃料：（ガソリン：0.0671 t-CO<sub>2</sub>/GJ・軽油：0.0686 t-CO<sub>2</sub>/GJ・A重油：0.0693 t-CO<sub>2</sub>/GJ）

## エネルギー

### ■ 総エネルギー投入量

2011年度は、158,489 MWhの電力、1,653千m<sup>3</sup>の都市ガス、33 kLのガソリン、2 kLの軽油、20 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1,601 TJ（1 TJ = 1,000 GJ）であり、前年度に比べ47%減となりました。

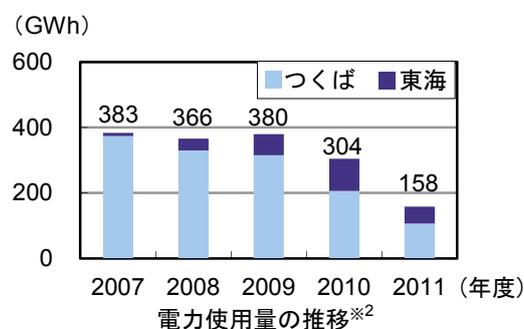
※<sup>1</sup> 軽油の換算係数は、2011年度は37.7 GJ/kL、2010年度以前は38.2 GJ/kLを使用しています。



### ■ 電力使用量

東日本大震災による加速器の運転停止や、夏の電力不足に対応するため電力使用制限を行ったことにより、電力使用量は大きく減少しました。また、つくばキャンパスにおいては、2010年6月末にBファクトリー加速器を運転停止にしたことも使用量減少に寄与しています。

※<sup>2</sup> J-PARCの電力使用量については、JAEAとの協議による分担を記載しています。



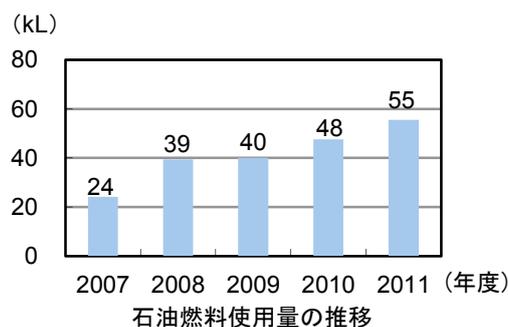
### ■ 都市ガス使用量

都市ガスは、つくばキャンパスのみで使用しており、使用量は電力と同様に減少しました。



### ■ 石油燃料使用量

石油燃料使用量については、東日本大震災の後、自家発電のためにA重油を使用したことにより増加しました。なお、つくば—東海間を往復する業務連絡バスの燃料は、請負業者の事業負担であるため考慮していません。

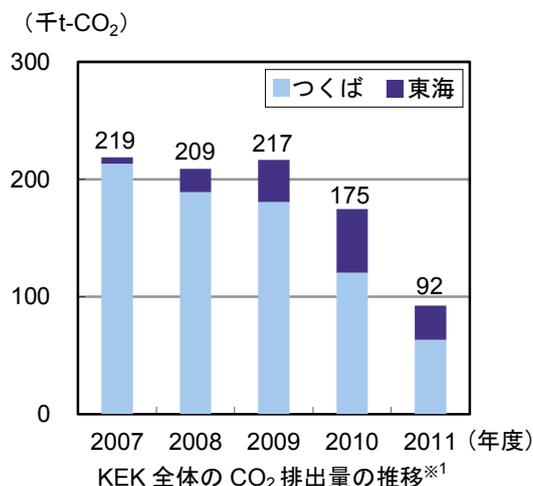


## 温室効果ガス

### ■ KEK 全体排出量

2011 年度の総二酸化炭素排出量は 92,445 t-CO<sub>2</sub> 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。東日本大震災による加速器の運転停止や電力不足への対応のため、電力使用制限を行ったことにより、つくば、東海両キャンパスにおいて大きく減少しました。また、つくばキャンパスにおいては、2010 年 6 月末に B ファクトリー加速器を運転停止にしたことも排出量減少に寄与しています。

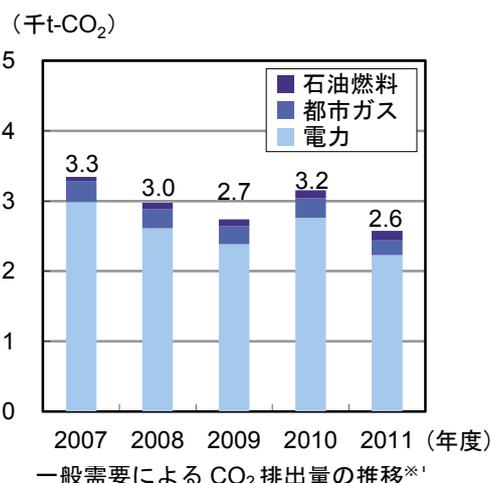
※<sup>1</sup>電力の換算係数は、2011年度は0.559 t-CO<sub>2</sub>/MWh、2010年度以前は0.555 t-CO<sub>2</sub>/GJを、都市ガスの換算係数は、2011年度は0.0499 t-CO<sub>2</sub>/GJを、2010年度以前は0.506 t-CO<sub>2</sub>/GJを使用しています。



### ■ 一般需要による排出量

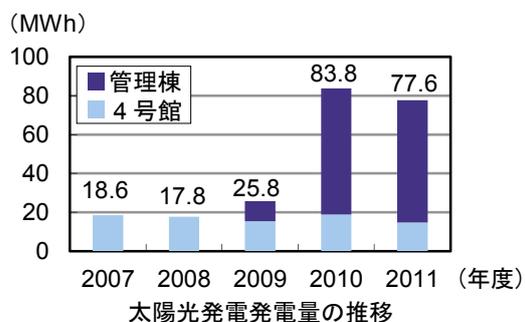
加速器施設などの運転以外に使用している研究棟、管理棟などの一般電力と都市ガス及び石油燃料等の一般需要による二酸化炭素排出量について、「機構における地球温暖化対策のための計画書」で 2012 年度までに 2006 年度比 5%減の目標を設定しています。

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。また、電力使用制限により、一般電力についても節電に努めたことから、2010 年度比 18%減となりました。2006 年度比では、23%減となっています。



### 太陽光発電発電量

KEK つくばキャンパスには、管理棟 (50 kW) と 4 号館 (17 kW) の屋上に太陽光発電設備を設置しています。2011 年度は、合わせて 77.6 MWh を発電しました。

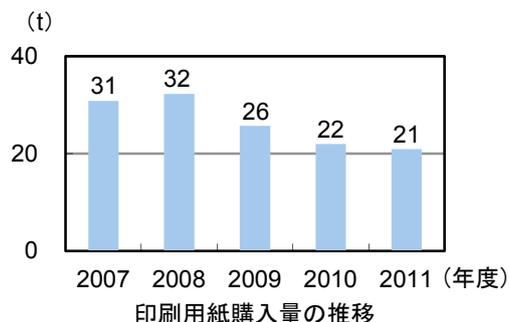


## 物質

### ■ 印刷用紙

2011年度、印刷用紙の購入量は、約21トンでした。前年度に引き続きペーパーレス会議の開催に努めました。これによる印刷用紙の削減量は、約2.8トンに当たります。

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。



### ■ グリーン購入

KEKでは、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。2011年度における特定調達品目の調達状況は、下記の通りです。

2012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。

分野	品目例	全調達量	特定調達品目 調達量	特定調達品目 調達率
紙類	コピー用紙など	25,206 kg	25,206 kg	100%
文具類	ボールペンなど	158,372 個	158,372 個	100%
オフィス家具類	什器など	948 台	948 台	100%
OA機器	コピー機など	23,847 台	23,847 台	100%
携帯電話	携帯電話	3 台	3 台	100%
家電製品	冷蔵庫など	52 台	52 台	100%
エアコンディショナー等	エアコンなど	38 台	38 台	100%
温水器等	ガス温水機器など	1 台	1 台	100%
照明	蛍光灯など	6,134 本	6,134 本	100%
自動車等	エンジンオイルなど	10 L	10 L	100%
消火器	消火器	19 本	19 本	100%
制服・作業服	作業服など	2,263 着	2,263 着	100%
インテリア・寝具類	カーテンなど	275 枚	275 枚	100%
作業手袋	作業手袋	17,559 組	17,559 組	100%
その他繊維製品	ブルーシートなど	98 枚	98 枚	100%
防災備蓄用品	ペットボトル飲料	42 本	42 本	100%
役務	印刷など	1,788 件	1,788 件	100%

※各調達数量は分野ごとの品目をすべて集計しています。

## ■ 廃棄物

### 一般廃棄物

一般廃棄物として75トンの可燃物、8トンの不燃物を排出しました。いずれもやや減少傾向にありますが、今後もゴミの分別やリサイクルに対する意識をさらに高める努力が必要です。

	2009年度	2010年度	2011年度
可燃物	112,650	93,460	75,070
不燃物	13,110	9,360	7,720
合計	125,760	102,820	82,790

(単位：kg)

### 産業廃棄物

KEKの産業廃棄物165トンの大部分はプラスチック、木屑類、がれき類が占めています。2010年度と比較してがれき類の量がやや増大したものの、多くの項目で排出量は減少しています。2011年度は特殊な産業廃棄物類の排出はありませんでしたが、今後も、廃棄物の内容を十分に把握し、適切な処理を行うことが求められます。

	2009年度	2010年度	2011年度
プラスチック	201,257	199,795	82,750
木屑	102,235	59,340	34,290
金属類	4,821	6,780	1,000
がれき類	101,562	9,540	43,820
蛍光灯	1,500	1,600	2,000
蓄電池	800	320	640
PCB廃棄物	0	3,683	0
合計	412,175	281,058	164,500

(単位：kg)

### 実験系廃棄物

2011年度は、無機系や有機系の化学薬品類や廃油、廃試薬類などの実験系廃棄物類を18トン排出しました。無機廃液、有機廃液の一部以外は、KEK内の実験廃液処理施設では処理できないため、外部の専門業者に処理を委託しています。無機廃液5.7トンのうち、ニオブ製超伝導加速空洞の電解研磨設備で使用された電解研磨液（フッ化水素酸と硫酸の混合液）が4.1トンを占めています。2008年度より稼働している第1電解研磨設備に加え、2011年度には第2電解研磨設備の運転も本格的に始まり、電解研磨液の排出量も年々増大しています。

	2009年度	2010年度	2011年度
無機廃液	3,507	3,711	5,672
有機廃液	7,110	6,888	3,788
廃油	1,992	2,790	5,748
写真廃液	562	0	602
固形物他	1,921	2,697	2,189
合計	15,092	16,086	17,999

(単位：kg)

### 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。産業廃棄物として排出された金属類が1トンであるのに対し、540トン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。

	2009年度	2010年度	2011年度
古紙	48,950	19,290	64,030
金属屑	677,120	827,510	537,470
合計	726,070	846,800	601,500

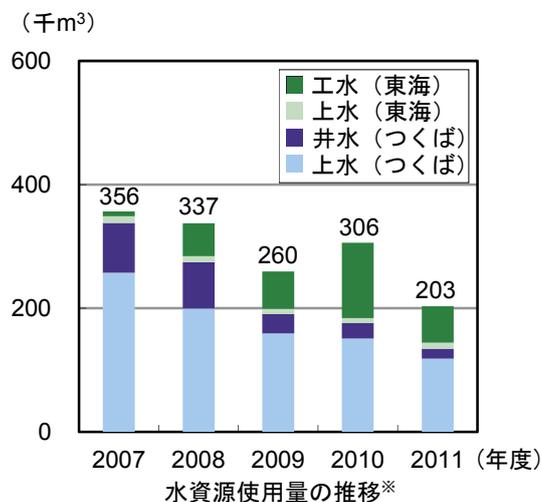
(単位：kg)

## 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。東日本大震災による加速器停止のため、特に J-PARC の工水の利用は減少しました。

※J-PARC の上水及び工水使用量については、JAEA との協議による分担分を記載しています。

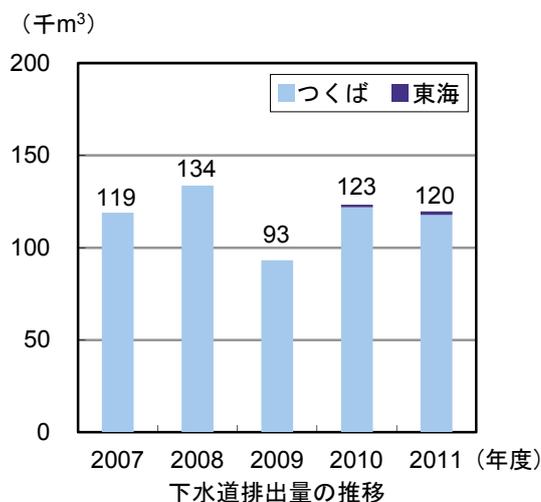


### ■ 排出量

2011 年度、つくばキャンパスからは、120 千 m<sup>3</sup> の排水を公共下水道に排出しました。前年度に比べ 2%減となっています。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。

東海キャンパスの白方地区からの排水は、下水道に排出していますが、排出量は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、排水量は把握していません。

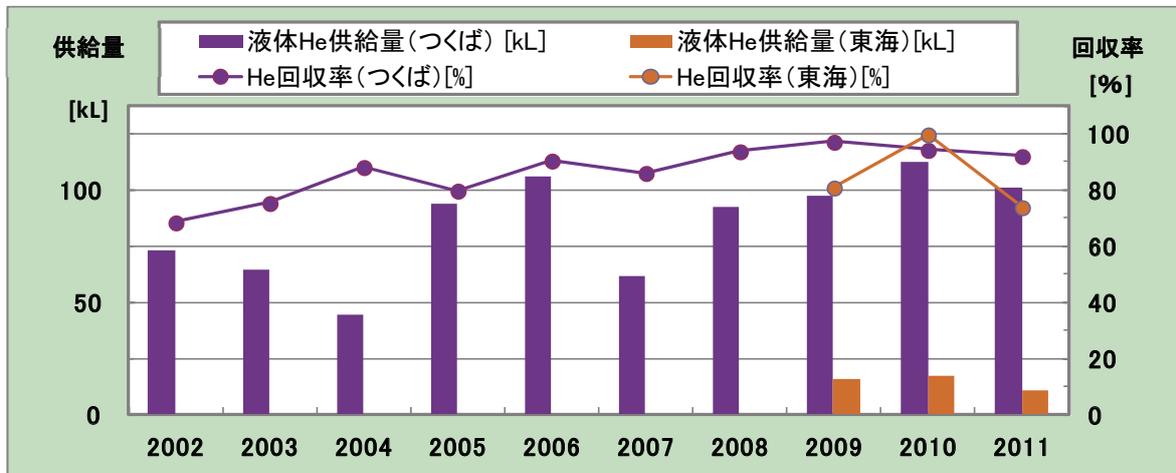


## その他の資源

### ■ ヘリウム

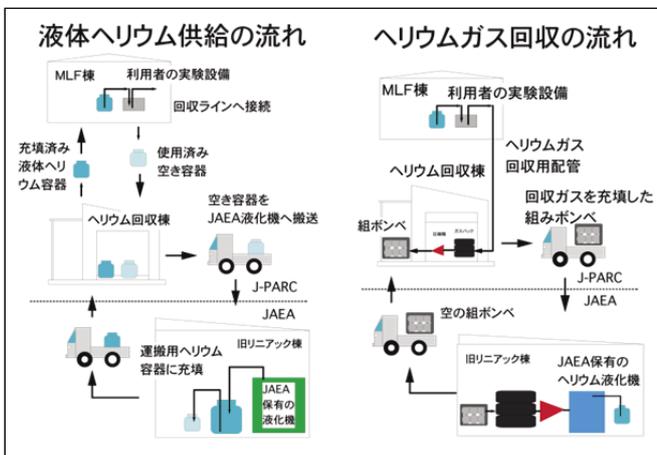
KEKにおいては、超伝導を用いた加速器や測定器、極低温での実験等、液体ヘリウムを冷媒として使用する実験・研究が多く行われています。ヘリウムガスは天然ガスと比べて産出量で2万分の1、埋蔵量では10万分の1という希少資源であり、大気からの回収はほぼ不可能であるため、大気へ逃がさずに再利用する事が求められています。

つくばキャンパスでは、使用後のヘリウムガスを回収し、精製、液化して再利用するヘリウム循環システムを有し、年間100 kL以上の供給に対して、90%以上のリサイクル率を実現しています。



つくばキャンパス、東海キャンパスにおける液体ヘリウム供給量とヘリウムガス回収率の年度推移

一方、東海キャンパスにおいては、ガス回収システムのみが稼働中で、回収ガスの精製及び再液化はJAEAの装置に頼っていますが、現在、新液化機棟を建設中で、数年後にはJ-PARC内で完結するヘリウム循環システムが稼働する予定です。これにより、今後増加が見込まれるMLF棟他での液体ヘリウム需要にも対応が可能になります。なお、東海キャンパスにおいてのヘリウム回収率が2011年度はやや低下していますが、これは震災後の長期停電のため、ハドロン実験施設やMLF施設に供給していた約1,700 Lの液体ヘリウムが、回収されずに大気放出されてしまったことによるものです。



現在のヘリウムリサイクルシステム（東海キャンパス）



東海キャンパスに建設中の新液化機棟

## 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（NOx）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 月に窒素酸化物の測定を行った結果について以下に示します。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 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/m<sup>3</sup> を超えることはありませんでした。

2011 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	20	26	22	43	62	49
3 月	27	33	25	50	82	52

### ■ 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大気中に排出しないよう、回収、排ガスの活性炭吸着等に努めていますが、作業内容によっては、大気中に揮散してしまうことがあります。2011 年度の調査によると、KEK 全体で最大 223 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 248 種類のひとつであり、排出量ゼロを目指して取り組みを行っていきます。

2011 年度大気中への化学物質排出量（つくばキャンパス）

化学薬品名	排出量（kg）	作業内容
エタノール	148	部品の洗浄、器具の消毒・滅菌
アセトン	38	部品の洗浄
ノルマルヘキサン	26	水質検査
その他	11	部品の洗浄など
計	223	

## 話題

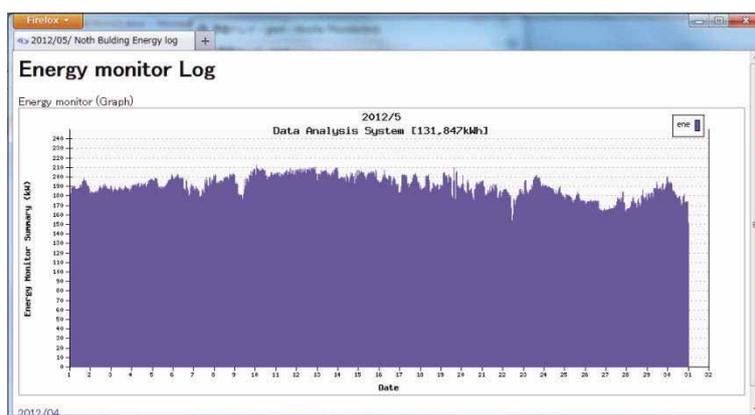
### ■ 新中央計算機システムの省エネ対策

機構内では、大型のコンピューターシステムが複数運用されています。ここでは、2011年度に新たなシステムに更新された「中央計算機システム」における省エネ対策を紹介します。このシステムは、従来、Belle 実験のデータ採取と解析のために利用されてきた「B ファクトリー計算機システム」と、J-PARC 実験の解析や種々の装置の設計などのために大量の計算資源やデータを保管するストレージを提供することを目的とした「共通計算機システム」を統合し、「中央計算機システム」として新たに運用を開始したものです。今回のシステム統合により、さらに効率的な計算機システムの運営が期待されています。



新中央計算機システム

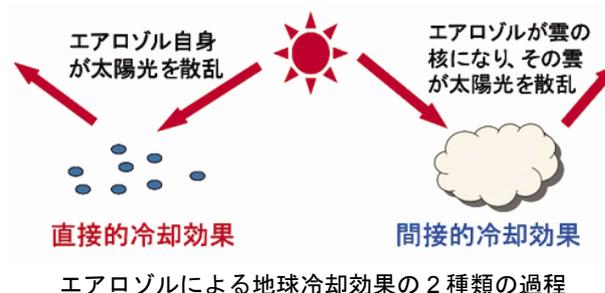
「中央計算機システム」では、計算サーバーの計算能力は約 1.2 倍に、ハードディスク上のデータ保存容量は 4.1 倍に増えましたが、消費電力はそれぞれ 0.47 倍、1.4 倍に抑えられています。これは、単位電力当たりの計算能力、データ保存能力が、それぞれ 2.6 倍、3.0 倍向上したことに相当します。研究の進展に伴ってより高い性能が計算機システムに求められていますが、同時に消費電力の増加を極力抑えるシステムとなっています。またこのシステムでは、東日本大震災の経験もいかし、節電の第一歩である「電力みえる化」を実現するため、システムの電力使用量を各機器から取得し、リアルタイムで監視できるシステムを導入しています。下図は、このシステムによる、電力使用量の推移を示しています。



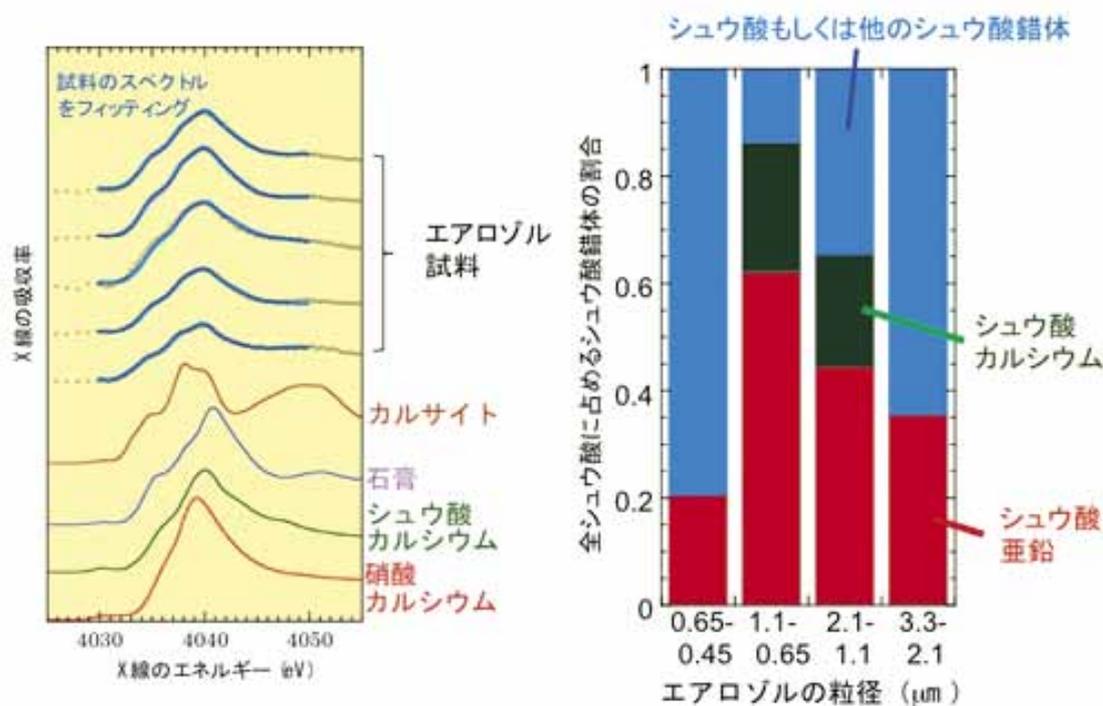
中央計算機システムの電力モニター（2012年5月）

## ■ 大気中の「エアロゾル」の役割 ～地球温暖化の正確な予測に向けて～

地球温暖化とその予測は、世界規模で重要な課題となっています。大気中には自動車の排気ガスや黄砂、花粉といった非常に小さな粒子「エアロゾル」が多数浮遊しており、地球を冷却する効果があることが知られています。このしくみについては2種類の過程があると言われていました。ひとつはエアロゾル自身が太陽光を反射することによる直接的冷却効果、もうひとつはエアロゾルが核となって雲を作り、その雲が太陽光を遮ることによる間接的冷却効果です。このうちの間接的冷却効果は、エアロゾルの組成や雲形成能力による誤差が非常に大きく、地球冷却効果の試算には大きな不確実性があることが示されています。



広島大学の研究グループは、有機エアロゾルの主成分であるシュウ酸がどのような形態を取っているかを、放射光施設フォトンファクトリーのXAFS測定装置で調べました。その結果、エアロゾル中のシュウ酸の大部分がカルシウムや亜鉛などの金属イオンと錯体を形成していることを見出しました。錯体を形成しているシュウ酸は、雲を作る能力が1%以下に減少するため、これまでに見積もられていたシュウ酸の間接的冷却効果が、実際はあまり大きくないことを示しています。この結果は、地球温暖化の正確な予測に大きく貢献することになります。



XAFSによるシュウ酸カルシウムの同定(左)、全シュウ酸に占めるカルシウム及び亜鉛錯体の割合(右)  
エアロゾル試料はいずれもつくば市で採取したもの

プレスリリース (2011.5.30) » <http://legacy.kek.jp/ja/news/press/2011/Aerosol.html>

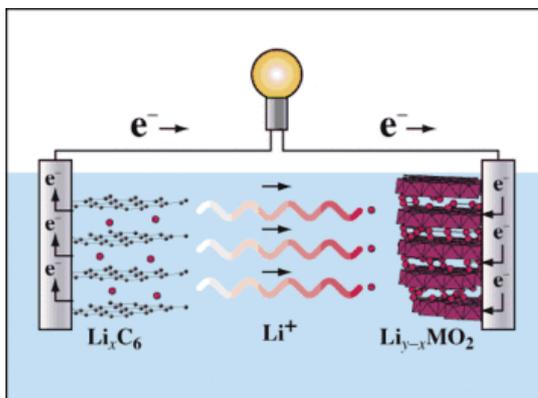
## ■ 高い安全性を持つ「全固体型」リチウムイオン電池の実用化に光

現在の自動車はCO<sub>2</sub>削減や低燃費が求められており、ハイブリッドカーや電気自動車が急速に普及し始めています。電気自動車にはエネルギー密度の高いリチウムイオン電池が使われています。今回、そのリチウムイオン電池の歴史に一石を投じる新たな発見がありました。

リチウムイオン電池は正極にリチウム金属酸化物、負極にグラフェン（網目構造の炭素）などが用いられており、両極が浸されている電解液の中をリチウムイオンが移動することによって電気を発生しています。この電解液は可燃性で、自動車に搭載するためには安全装置が必要になっています。より安全なリチウムイオン電池を目指して、可燃性電解液の代わりに固体電解質を利用し、電池全てがセラミックスでできた全固体型リチウム電池にすることが研究者の究極の目標でした。

東京工業大学とトヨタ自動車株式会社の共同研究グループは、固体電解質として硫化物材料 Li<sub>10</sub>GeP<sub>2</sub>S<sub>12</sub> を発見しました。これまでに発見されている固体電解質のイオン伝導率は、電解液の10分の1以下であるのに対し、この物質は電解液のイオン伝導率をも凌駕する値が得られます。この物質がなぜこのような高いイオン伝導率を示すのか、大強度陽子加速器施設 J-PARC の高分解能粉末中性子回折装置 SuperHRPD を利用し、この硫化物材料の構造を調べました。中性子はリチウムのような軽元素の構造を調べるときに威力を発揮します。その結果、これまでにない三次元骨格を持つ物質であり、その骨格構造内にリチウムが鎖状に連続して存在するために、このような高い伝導率を持つことがわかりました。

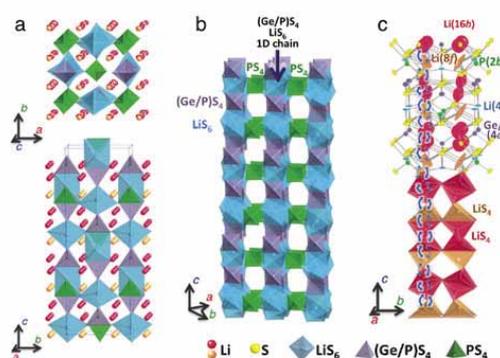
リチウムイオン電池は東日本大震災以降、非常時の電気供給源としての需要も高まり、今後ますます利用拡大が見込まれています。その上で、安全性や効率、耐久性は欠かせません。今回の発見は、それらを進める大きな一歩としてリチウムイオン電池の歴史に刻まれることでしょう。



リチウムイオン電池の構造  
充電時、Li<sup>+</sup> は正極から取り出されて負極の炭素結晶の層間や隙間に挿入される。放電時、負極に挿入されたLi<sup>+</sup> が徐々に抜け、正極の結晶中に戻る



SuperHRPD 本体写真



Li<sub>10</sub>GeP<sub>2</sub>S<sub>12</sub> の結晶構造とイオン伝導経路  
a: 全体の構造、b: 3次元の骨格構造、c: 一次元のリチウムイオン伝達経路

プレスリリース (2011.8.1) >><http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/20110801101838/>

## 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。

コストの分類・取組内容	2010年度 投資額（千円）	2011年度 投資額（千円）
<b>地球環境保全コスト</b>	<b>34,079</b>	<b>33,512</b>
ルームエアコンの更新	2,226	2,411
パッケージ型エアコン更新	17,486	20,132
遮光フィルム取付	1,701	0
照明器具の取替	7,215	5,498
網戸の取付	1,542	1,779
2重サッシ取付	0	645
風除室の取設	0	2,373
一般家電製品更新	1,136	0
計量器の取付（建物毎の上水、井水、電力使用量の把握）	2,773	674
<b>資源循環コスト</b>	<b>92,940</b>	<b>54,780</b>
一般廃棄物処理	1,851	1,667
産業廃棄物処理	5,467	2,827
PCB 廃棄物処理※ <sup>1</sup>	36,054	0
実験系廃棄物処理	49,568	50,286
<b>管理活動コスト</b>	<b>43,128</b>	<b>47,578</b>
環境報告書作成	610	306
冷温水発生機等ばい煙測定	580	580
職員宿舎温水ボイラばい煙測定※ <sup>2</sup>	116	0
植物管理	39,582	45,014
枯損木撤去	1,715	1,678
太陽光発電設備表示器	525	0
<b>合計</b>	<b>170,147</b>	<b>135,870</b>

※<sup>1</sup>2011年度はPCB 廃棄物の処理は行いませんでした。

※<sup>2</sup>2011年度より個別給湯となったため、測定の必要がなくなりました。

## ■ 環境保全効果

機構で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。

環境パフォーマンス指標（単位）	2010年度	2011年度	前年度比
総エネルギー投入量（GJ）	3,039,585	1,601,494	53%
電力使用量（MWh）	304,464	158,489	52%
都市ガス使用量（千 m <sup>3</sup> ）	2,445	1,653	68%
石油燃料使用量（kL）	48	55	115%
水資源使用量（千 m <sup>3</sup> ）	306	203	66%
上水（千 m <sup>3</sup> ）	159	128	81%
井水（千 m <sup>3</sup> ）	25	16	64%
工水（千 m <sup>3</sup> ）	122	59	48%
下水道排出量（千 m <sup>3</sup> ）	123	120	98%
温室効果ガス排出量（t-CO <sub>2</sub> ）	174,661	92,445	53%
廃棄物排出量（t）	400	265	66%
一般廃棄物（t）	103	83	81%
産業廃棄物（t）	281	165	59%
実験系廃棄物（t）	16	18	112%
大気への有害物質排出量			
有機溶剤の排出量（kg）	313	223	71%
NOx 排出平均濃度（ppm）	41	41	100%

### ワレモコウ

野原などで見かける秋を代表する花です。面白い名前ですね。

「ワレモコウ」の漢字表記には吾亦紅の他に我吾紅、吾木香、我毛紅などがあります。このようになったのには諸説あります。

「われもこうありたい」とはかない思いをこめて名づけられたという説があります。また、命名するときに、赤黒いこの花はなに色だろうか、と論議があり、その時みなそれぞれに茶色、こげ茶、紫などと言いつつ争ったそうです。そのとき、選者に、どこからか「いや、私は断じて紅ですよ」と言うのが聞こえたそうです。選者は「花が自分で言っているのだから間違いない、われも紅とする」で「我亦紅」となったという説もあります。（出典 Wikipedia）

数はだいぶ減ってしまいましたが、機構内でもまだ沢山見ることができます。皆さんも探してみてください。



機構内のワレモコウ

## ■ 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として以下に示します。

実質的効果		2010年度 金額（千円）	2011年度 金額（千円）
収益	太陽光発電	838	931
	リサイクル	111,253	97,659
	古紙	245	994
	金属屑	111,008	96,665
推定的効果		2010年度 金額（千円／年）	2011年度 金額（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	61,486	12,216
	エアコン等の更新	2,750	690
	冷却水関連機器の停止	50,600	0
	変圧器の停止	8,136	11,526

算定条件	1. 光熱水費	電気(12円/kWh),ガス(76円/m <sup>3</sup> ),上水(242円/m <sup>3</sup> ),下水道(157円/m <sup>3</sup> )
	2. 居室等の照明器具点灯時間	20日/月×12ヵ月×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ヵ月×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ヵ月×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

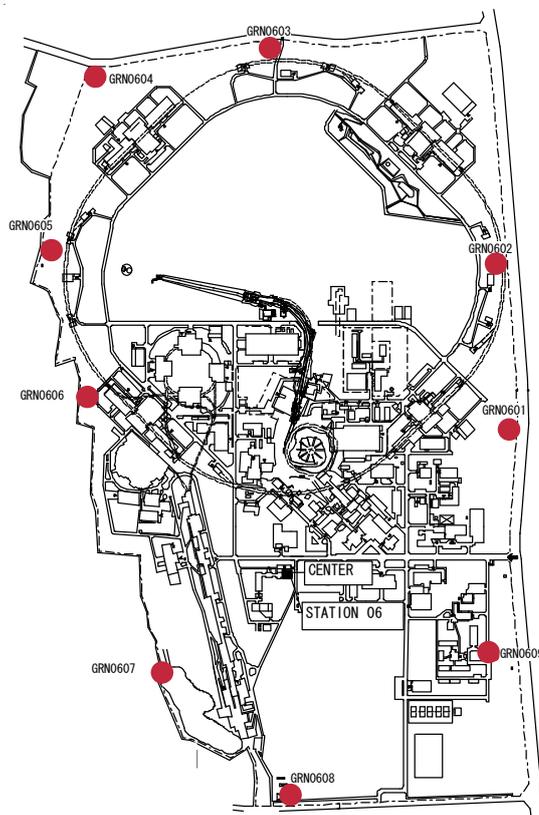
### ■ 放射線管理（放射線障害防止法・電離放射線障害防止規則など）

加速器の放射線が環境に与える影響としては、(1) 遮へいを漏えいしてくる中性子・ガンマ線、(2) 加速器室内の放射化した空気が排出されることによるもの、(3) 放射化した冷却水などの排水、が考えられます。(1)の放射線を抑えるために、加速器は厚く遮へいされた室内にあります。漏えいがないことを確認するために屋外で測定しています。大型の加速器では、加速器の安定な運転のためにも(2)の室内の空気を排気せず、(3)の冷却水も密閉系で循環させています。停止後、空気・水中の放射能は急速に減衰するため影響は極めて小さく、濃度を測定し基準を満たしていることを確認した後、排出しています。

つくばキャンパスで200台以上、東海キャンパスで49台の放射線を監視するための測定器は、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、データは1ヶ所に送り集中監視しています。このうちつくばで64台、東海で22台は、加速器の不調により一時的にでも屋外で自然の放射線の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。

機構での敷地境界での放射線の量は年間0.05 mSv以下を基準に管理を行っています。これは自然の放射線から受ける量の約1/10という低い値です。右図の位置で連続的に測定を続けていますが、実際には更にその1/10以下の自然の変動の範囲内に抑えられています。

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。これらのつくばキャンパスにおける放射線管理の詳細は「放射線管理室報告」に記載しています。また、作業環境の定期測定の結果は「安全衛生推進室報告」に記載しています。



つくばキャンパス敷地境界の放射線モニター  
(中性子・ガンマ線) 設置点

### ■ 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。2011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7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排水は各建物に設置した専用の排水槽に貯留し、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。2011年度には、つくばキャンパス内の洗浄施設の一斉確認作業を行い、廃止施設、追加施設についてつくば市に届け出を行いました。

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た後から原科研内第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（354種類）を年間1トン（特定第一種指定化学物質12物質については0.5トン）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、2011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も無害化処理しています。

PCB（ポリ塩化ビフェニル）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。

機構の所有する PCB 廃棄物のうち、高濃度の PCB を含有するコンデンサーは、日本環境安全事業株式会社（JESCO）の北海道 PCB 廃棄物処理施設（室蘭市）において 2010 年度より処理を行っており、2012 年度中に残り 39 台がすべて処理される予定です。照明用安定器や低濃度の PCB を含む機器類についても、処理が可能となり次第、計画的に処理を進めていく予定です。

保管中・使用中のPCB含有機器 (2011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		
高圧コンデンサー	39	6,321
照明用安定器	58	152
低濃度PCBを含有する廃止済み機器		
高圧コンデンサー	10	264
高圧変圧器	16	17,890
直流高電圧発生装置	2	3,000
低濃度PCBを含有する使用中機器		
高圧変圧器	49	56,851
合計	174	84,478

# 社会との共生

## 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ています。「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」ことを強化したいと考えています。

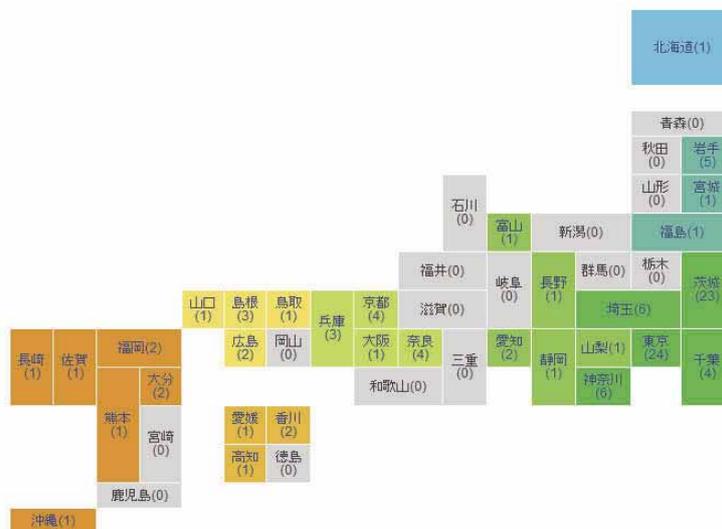
2011 年度は、69 件の出前授業を実施し、延べ約 7,400 名の方々が参加しました。福島第一原発事故の影響で、放射線に関する講義依頼が多く寄せられました。その依頼に応えるとともに、KEK の研究活動に関する依頼では、科学の魅力をお伝えすることができました。本プロジェクトは、今後も継続的に拡大実施していきます。



「宇宙のはじまり」についての講演 (大分県)



「現代社会と放射線」についての講演 (神奈川県)



これまでに KEK キャラバンを行った都道府県 (2012 年 8 月 24 日現在・108 件)

## 科学者を育てる活動

### ■ サマーチャレンジ

8月19日（金）から27日（土）までの9日間にわたり、大学3年生を主対象とする「第5回 大学生のための素粒子・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、「素粒子・原子核コース」59名、「物質・生命コース」28名が参加しました。

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、KEKの施設で講義、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経験を通して、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。

さらに今回は、11月26日（土）、27日（日）の2日間にわたり、「物質・生命コース 秋の放射光実習」が開催され、8月のサマーチャレンジに参加した大学生のうち、24名が参加しました。夏期は加速器が運転停止中のため放射光を利用しない演習を行いました。より実際の研究に即した実験を体験するため、加速器の運転している秋に放射光実習が行われました。



演習成果の発表会



放射光実習の様子

### ■ サイエンスキャンプ

12月26日（月）から28日（水）の3日間にわたり、高校生のための素粒子サイエンスキャンプ Belle Plus がKEKつくばキャンパスで開催され、全国から22名が参加しました。

Belle PlusはKEK、奈良女子大学、奈良教育大学理数教育研究センターが共催している、高校生を対象とした研究体験型のサイエンスキャンプです。研究者に直接指導を受けながら素粒子物理学に関する実習や解析を行い、最終的に研究発表を行うもので、実際に研究者が行っている研究活動の流れを体験することができます。2006年度より Belle 実験グループが中心となって実施しており、今回は2年ぶり5回目の開催となりました。



Belle Plus 参加者の皆様

・その他 KEK で開催されたサイエンスキャンプ

開催日	キャンプ名	参加者	開催地
3/19～22	スプリングサイエンスキャンプ DX <sup>※1</sup>	高校生 20 名	つくばキャンパス
3/29～30	TYL スクール理系女子（リケジョ）キャンプ <sup>※2</sup>	女子高校生 30 名	つくばキャンパス

※1（独）科学技術振興機構主催、KEK 共催 ※2 お茶の水女子大学、奈良女子大学、KEK の共催

### ■ 中高生等実習受入事業

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。2011年度は、全国から16校がKEKを訪れました。

## 地域との共生活動

### ■ 職場体験

職場体験は、文部科学省の推進のもと行われている学習活動です。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決定する態度や意志、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、小中学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。2011年度は、中学校4校、高校2校から23名がKEKを訪れ、KEK職員の仕事を体験しました。



実験に取り組む生徒達

### ■ つくば科学フェスティバル

11月12日（土）と13日（日）の2日間にかけて、つくばカピオ（茨城県つくば市）で「つくば科学フェスティバル 2011」が開催され、KEKも出展しました。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。

KEKのブースでは、自然界に存在する放射線を見ることができる「霧箱」の製作や、加速器にも使われている技術「超伝導」を体感できる「超伝導コースター」の実演、パソコンを使った科学クイズを実施しました。さらに、昨今話題になることの多い「放射線」の性質や日常生活への関わりなどについて、研究者が解説するコーナーも設置し、多くの来場者から様々な質問が寄せられました。



霧箱で放射線を観察中

### ■ KEK コンサート

年に数回、国内外で活躍されているプロの演奏家をお招きし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年度からは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。2011年度は3回開催し、延べ280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、約1.5 km<sup>2</sup>の敷地に実験施設が配置されており、敷地境界は保存緑地となっています。実験施設周辺は、芝生などが植栽されていますが、それ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います。2011年度は、12月10～12日と16～18日の計6日間にわたり、やさと茅葺き屋根保存会と学生などのボランティアによって茅刈りが実施され、6日間を通して150名以上の参加者が筑波実験棟北西部の約2 haの茅の刈り取りに汗を流しました。刈り取られた茅は石岡市八郷地区の茅葺き民家群の葺き替えに利用されました。今後も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。

## 広報活動

### ■ 見学受入

つくばキャンパスでは、2006年9月より常設展示ホール「コミュニケーションプラザ」を開設し、科学おもちゃ、放射線測定の体験、KEK紹介ビデオ上映等により、加速器の仕組み等を分かり易く紹介しています。震災の影響で約2か月間臨時休館していましたが、新しい展示物を増やし、再開しました。また、秋の一般公開に合わせて常設展示「ギャラリー：KEKの過去から未来へ」をオープンしました。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。2011年度は、広報室集計で4,625名の一般見学者及び4,368名の団体見学者がありました。

東海キャンパスでは、2008年12月より、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、個人・団体の見学も受け付けており、2011年度の見学・視察者数はのべ2,725名でした。

### ■ 一般公開

つくばキャンパスでは毎年9月の第1日曜日に一般公開を行っています。2011年度は9月4日（日）に実施し、県内、県外から約3,500名の来場者がありました。通常は運転中で近づくことのできない、巨大な加速器や測定器を直接、それも間近で見させていただくことができるのは一般公開ならではの魅力です。また、「ラジオを作ってみよう」「おもしろ物理教室」「霧箱教室」「科学おもちゃコーナー」などの参加型・体験型のイベントを毎年行っていますが、今回は素粒子カードゲームが加わり、子供たちに大人気でした。

一方、東海キャンパスにおいては、震災の影響のため、J-PARC 施設公開を中止としました。

### ■ 公開講座

KEK 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に広く紹介し、興味や関心を持っていただくことを目的に毎年実施しています。これまでは毎年秋に週末を利用して2回開催してきましたが、2011年度から春と秋に分けて開催することにしました。

春の公開講座は、6月18日（土）に開催されました。「スーパーB ファクトリーで探る宇宙・素粒子の世界」と題して、2014年度の本格稼働を目指し現在準備が進められている SuperKEKB に関連した2つの講義が行われ、約200名の方が参加しました。

秋の公開講座は、12月3日（土）に開催されました。「J-PARC で探るニュートリノの世界」と題して、J-PARC の陽子加速器施設と J-PARC を用いて行われている T2K 実験に関する2つの講義が行われ、約160名の方が参加しました。



ノーベル賞受賞者アダ・ヨナット博士の加速器を使った研究を紹介する新展示



一般公開で職員から説明を受ける来場者



春の公開講座の様子

## 職場環境の向上

### ■ AED 設置及び救命講習会

AED（自動体外除細動装置）は、2012年3月末現在、つくばキャンパスに計10ヶ所、東海キャンパスに計11ヶ所、設置されています。

職員等の救命措置に関する知識と技術の習得のため、2011年度は、両キャンパスにおいて、地元消防署の協力のもと心肺蘇生方法（気道確保、人工呼吸、心臓マッサージなど）に加えて AED の使用方法を含めた普通救命講習会を実施しました。



普通救命講習会の様子

### ■ 巡視点検

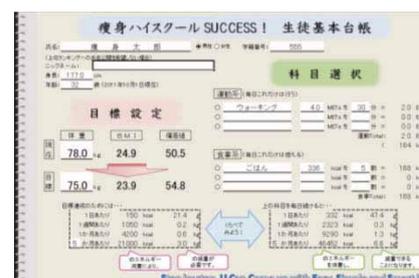
産業医、衛生管理者による巡視点検を86回（累計159棟）実施しました。指摘事項は46件あり、そのうち93%が改善されました。また、産業医、衛生管理者による巡視点検の他に各部署の安全衛生点検者による月1回の自主点検も行われています（つくばキャンパス）。未改善の指摘事項については、早急に対応する予定です。なお、2011年度は東日本大震災を踏まえて、物品等の転落転倒防止や避難経路の確保など「防災」に重点をおいて巡視点検等を行いました。

### ■ 健康管理

年1回の一般定期健康診断と年2回の特別定期健康診断（電離放射線、特定化学物質等）のほか、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に係る健康診断を随時実施しています。

また、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。更に KEK が6月から新たに導入した裁量労働制を適用した職員については、健康管理のため産業医が勤務状況等に応じて面談を実施しています。

職員の健康と健康意識の向上に向けて、「生活習慣病予防に関する基礎知識と体重管理法」をテーマとした安全衛生講習会の開催や、「生活習慣病予防のためのダイエット予備校 瘦身（そうしん）ハイスクール SUCCESS！」を実施しました。



瘦身ハイスクールの生徒基本台帳

## ■ 作業環境管理

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別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。2011 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 1 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。

## ■ 防火・防災

つくばキャンパスでは、機構全体規模で大規模地震の発生から火災に至るとの想定で防災防火訓練を実施したほか、自衛消防隊の 4 支部隊で独自に防災防火訓練等を実施しました。東海キャンパスでは、JAEA や J-PARC センターが実施する防災訓練等に参加しました。

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災では、機構長を本部長とする災害対策本部を設置し、7 月まで合計 22 回の対策本部会議を開催して、両キャンパスの被害状況の確認と復旧計画の策定等に当たりました。

また、この震災を踏まえて KEK では、防災防火専門部会での検討をもとに、以下の取り組みを行いました。

- ・ 構内非常放送での緊急地震速報の発信基準の見直し：「震度 5 弱」 → 「震度 4」
- ・ 外来者が数多く訪れる一般公開時の防災対策の策定



防災訓練の様子

## ■ 事故等

2011 年度は、交通事故 3 件、発火発煙事故 3 件、その他事故（作業中の物損やケガなど）が 8 件ありました（つくばキャンパス）。

交通事故とその他の事故の原因は、当事者の不注意や確認ミスがほとんどでした。発火発煙事故のうちの 1 件は、PF-AR 南実験棟における電子銃テスト用高圧電源の発火事故で、通電試験中に電源が停止したため、職員が現場確認を行ったところ発火を確認し、直ちに消火器による初期消火で鎮火しました。

## ■ その他の取り組み

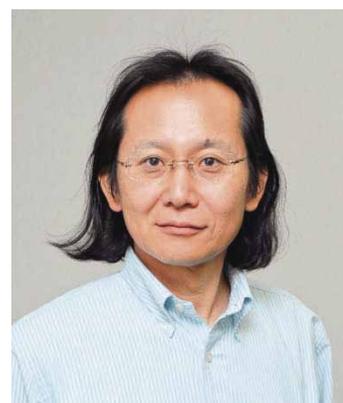
加速器及び関連施設等の運転や維持には、数多くの業務委託の作業員が携わっており、2011 年度に発生した事故の中には、業務委託の方のかかわった事故も含まれています。KEK では、業務委託業者の方を対象として、毎年、安全業務連絡会を開催して、構内における火災時の対応や各種安全の説明を行い安全確保に努めています。

## 第三者意見

あらい みつる

### 新井 充 氏

国立大学法人 東京大学  
環境安全研究センター教授  
環境安全本部 環境管理部長



大学等環境安全協議会の常任理事（事務局）を一昨年まで務めていた関係で、今回高エネルギー加速器研究機構（KEK）の第三者評価を求められたものと理解しております。ただ、KEKについては、大学等環境安全協議会の団体会員になって頂いていることと、KEKB 加速器が、小林誠・益川敏英両氏のノーベル物理学賞受賞に貢献されたこと程度しか存じ上げておりませんでした。今回、KEK の沿革から、法人名が独立行政法人ではなく大学共同利用機関法人であること、事業所名もキャンパスという大学をイメージさせるものであることを知り、自分の認識不足を感じました。

更に、この「環境報告 2012」を読ませて頂き、KEK が大型加速器を中心施設とする国際的にも開かれた共同利用・共同研究拠点として、基礎科学や応用研究を推進し大きな成果をあげて来られたことを再認識致しました。特に、2012 年最大の科学トピックスになるものと思われる、ヒッグス粒子の発見（本報告書の対象期間内ではありませんが）にも実験グループのメンバーとして KEK が貢献しており、KEK の研究ポテンシャルの高さを示しています。

本報告の本題である、環境配慮に関しては、2つの大きな目標

1. 加速器及び実験装置の稼働による電力などのエネルギー資源の使用から排出される CO<sub>2</sub> の削減に関して、「[投入エネルギー]対[研究、教育等の成果]の効率の向上」

2. その他の一般電力などのエネルギー資源を使用する際に排出される CO<sub>2</sub> 削減に関して、「2012 年度までに 2006 年度比 5%削減という数値目標を設定」

を掲げた「機構における地球温暖化対策のための計画書」を策定して省エネルギーに取り組み、その中で、年度毎に策定される具体的な「省エネルギー対策アクションプラン」によって年ごとに着実にその計画を実現して来られています。このような、取り組みは十分に評価できることだと考えます。

一方、本環境報告の対象期間は 2011 年 4 月～2012 年 3 月と、KEK が自らも被災した東日本大震災直後からの 1 年間であるため、特別な年度と言えます。

そのなかで、まず被災施設としては、震災直後から KEK の本来の機能である研究活動の早期再開に向けた復旧作業を最優先で行い、震災からわずか 2 ヶ月後には電子陽電子入射器がビーム運転を開始されたとのこと、職員の皆様の努力に頭が下がります。

また、原発事故に対しては、環境放射線・放射能測定と結果の公開、放射線・放射能・汚染状況測定への協力、専門家としての国や自治体へのアドバイス、意見陳述等、本機構のポテンシャルを十二分に生かした積極的な取り組みを積み重ねて来られていることは特筆に値します。

しかしながら、環境目標・計画と達成度のところでは、震災の影響に関する記述が必ずしも十分では無く感じられます。ここでは、震災が無かったと仮定したときの予測値と実際に測定された値との比較を詳細に考察し、来年度以降の参考にしていただくことが大切だと思われます。

以上、高エネルギー加速器研究機構の着実な環境配慮行動の推進と今後の更に高度な研究の発展を期待して、第三者評価とさせていただきます。

# 用語集

用語	ページ	説明
ATF	13,19	先端加速器試験施設 (Accelerator Test Facility) 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。
B ファクトリー実験	17,23,28,29,35,47	B 中間子とその反粒子である反 B 中間子を大量に生成し衝突させ、そこから現れる現象を精密に測定することで、B 中間子の系における CP 対称性の破れを測定するための実験である。
B 中間子	17	6 種類あるクォークのうち、B (ボトム) クォークを含む中間子を言う。
CMB	8,17	宇宙マイクロ波背景放射 (Cosmic Microwave Background) 宇宙のあらゆる方向から一様に降り注ぐ電磁波のこと。
CP 対称性の破れ	51	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。
ERL	1,18,19,25	エネルギー回収型リニアック (Energy Recovery Linac) を参照。
ILC	1,7,17,19,21,25	国際リニアコライダー計画 (International Linear Collider) を参照。
J-PARC	7,10,12,16-19,21-23,28,32,33,35,37,47,49	大強度陽子加速器施設 (Japan Proton Accelerator Research Complex) を参照。
LHC	9,17,21	大型ハドロン衝突型加速器 (Large Hadron Collider) スイスのジュネーブ郊外のスイスとフランスの国境地帯にある世界最大の素粒子物理学の研究所である欧州合同原子核研究機関 (European Organization for Nuclear Research、略称 CERN) が所有する世界最大の衝突型円型加速器。2008 年 9 月から運転を開始した。
$\mu$ SR	18	ミュオン・スピン回転法 ( $\mu$ SR)。陽子加速器を用いてつくったミュオンはスピン (磁針) の向きが揃っているため、物質中のナノスケールの磁場の「大きさ」や「動き」を高感度に捉えることができる。
PF	6,12-14,18,19,34,49	Photon Factory の略称。フォトン・ファクトリー (光の工場: 放射光科学研究施設) は、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。
STF	19,49	超伝導リニアック試験施設 (Superconducting Accelerator Test Facility) 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。
T2K	5,6,17,47	長基線ニュートリノ振動実験を参照。(T2K: Tokai to Kamioka)
XAFS	36	XAFS (ザフス、X-ray Absorption Fine Structure / 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、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。

用語	ページ	説明
エネルギー回収型リニアック (ERL)	1,18,19,25	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。
加速器	1-5,7,9-14, 17-25,28,29,32, 33,37,38,41, 44-47,49	電気を持った電子や陽子、あるいは原子からいくつかの電子をはぎ取った陽イオンなどを荷電粒子と呼ぶ。このような荷電粒子を電気の力（電場）を使って、より速くする機械を加速器と言う。
原子核	3,4,9,17-23,45	電子と共に原子を構成する。原子の中心に位置しプラスの電気を帯びており、電子はその回りを回っている。水素の原子核は陽子1個から、その他の原子の原子核は複数の陽子と中性子から成る。
国際リニアコライダー計画 (ILC)	1,7,19	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。
素粒子	3-5,9,17-23,44, 45,47	物質を構成する最も基本的な粒子。歴史的には陽子や中性子も素粒子と呼ばれていたが、それらはさらに小さな粒子（クォーク）で構成されている複合粒子であることが解明され、厳密な意味での素粒子ではない。現在のところ、物質を形作る素粒子は電子、ニュートリノなど「レプトン」と、陽子や中性子を構成している「クォーク」である。その他、力を媒介する「光子」「Wボソン」「Zボソン」「グルーオン」などがある。
大強度陽子加速器施設 (J-PARC)	18,19,37	大強度陽子加速器施設 J-PARC (Japan Proton Accelerator Research Complex) は、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。J-PARCの加速器は、リニアック、3 GeV シンクロトロン、50 GeV シンクロトロンで構成される。また、3 GeV シンクロトロンからの陽子ビームを利用する物質・生命科学実験施設、50 GeV シンクロトロンからの陽子ビームを利用するハドロン実験施設及びニュートリノ実験施設がある。
中性子	4,7,11,17,18, 21,23,37,41	中性子は電荷を持たない粒子で、陽子とともに原子核を構成している。
長基線ニュートリノ振動実験 (T2K)	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。
電子	4-6,9,12-14,18, 19,21,49	マイナスの電荷を帯びた素粒子で、原子核の周りを回って原子を構成する。
ニュートリノ	5,6,12,17-19, 21,23,47	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	9,12,17,18,21, 23,33	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。
ヒッグス粒子	9,17	素粒子に質量を与えると考えられている粒子。
ビッグバン	4,8	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。

用語	ページ	説明
放射光	4,6,13,14,18, 19,21,23,36,45	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。
ミュオン	4,9,11,17,18	電子の間であるレプトンの一種で、電子の約209倍の重さを持つ素粒子。J-PARCのミュオン科学研究施設では、世界最高強度のパルス状ミュオンを用いた世界最先端の様々な実験が計画されている。
陽子	4,9,18,19,21, 37,47	プラスの電荷を持つ粒子で、中性子とともに原子核を構成している。水素の原子核は陽子である。
陽電子	4,5,12-14,18, 19	電子とほぼ同じ性質を持つプラスの電荷を帯びた素粒子。

以下の Web ページもご覧ください。

やさしい物理教室 ≫ <http://kids.kek.jp/class/index.html>

加速器ってナニ？ ≫ <http://kids.kek.jp/accelerator/index.html>

カンタン物理辞典 ≫ <http://kids.kek.jp/jiten/index.html>

用語	ページ	説明
環境会計	38	事業活動における環境保全のためのコストとその活動により得られた効果を認識し、可能な限り定量的（貨幣単位又は物量単位）に測定し伝達する仕組み。
環境負荷	1,24,25,27,30, 38,39	人間活動が環境に与える影響で、環境保全上の支障の原因となるおそれのあるもの。
環境マネジメントシステム	1,24	組織が環境保全に関する取り組みを進めるにあたり、環境に関する方針や目標を自ら設定し、その達成に向けて取り組んでいくことを環境マネジメントといい、そのための体制や手続き等の仕組みを環境マネジメントシステム（Environmental Management System、EMS）と呼ぶ。
グリーン購入	25,30	製品やサービスを購入する際に、環境を考慮して必要性をよく考え、環境への負荷ができるだけ少ないものを選んで購入すること。
持続可能な社会	24	環境保全における基本的な共通理念として広く認識されているもので、活動が将来にわたって持続的に発展できるかどうかを表す概念。人間活動を地球の環境容量内に収めつつ、すべての人々が安全で質の高い生活を享受できる社会を実現することが重要であるという考えに立つ。

## 編集後記

KEK の環境報告 2012 をお読みいただきありがとうございます。今回の環境報告では、2011 年度の KEK の活動を広くステークホルダーの皆様を知っていただくため、「KEK 2011」の項目を新たに設け、研究ハイライトや震災復旧活動、原発事故に対する KEK の取り組みを掲載いたしました。また、その他の項目に関しても内容の充実した、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、どのように感じられたでしょうか。

環境報告書は、環境活動とその結果だけではなく、社会との関わりや経済活動に関する情報も加えたものに発展させていこうという動きが強くなっています。これらの要請にもできるだけ対応したつもりですが、まだまだ不十分な点があるかも知れません。今後とも読者の皆様のご意見をお聞きし、報告書をさらに充実したものにしていきたいと考えています。

KEK では 4 年前より環境活動の総括である環境報告書に関して KEK 外部の方に第三者評価をお願いしています。今年度は大学等環境安全協議会の常任理事を務めておられた東京大学環境安全研究センターの新井充先生に評価をお願いしました。今回の評価では機構の様々な活動に対しては好意的な評価をいただきましたが、環境目標・計画と達成度の自己評価について十分でないとのこと指摘をいただきました。このご意見を参考に環境配慮活動とその自己評価法を改善していきたいと考えています。

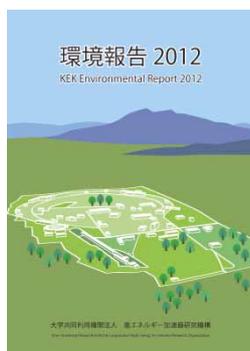
最後になりましたが、入念な編集作業をしていただいた環境安全管理室のメンバー、環境報告 2012 作成ワーキンググループメンバー、原稿をお寄せいただいた機構内の方々、また、お忙しい中、本報告書の第三者評価を快く引き受けてくださった新井充先生に深く感謝致します。

本報告書が、地域社会や関係者の皆様、広く国民の皆様と本機構との親密なコミュニケーションの一助になればと願っています。

2012 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

### ■ 表紙デザインについて



KEK の環境報告として、広大な土地と豊かな自然のイメージを表現したいと思い、筑波山を臨んだ、KEK の敷地全体をデザインしました。

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動中。

<http://www11.ocn.ne.jp/~atelier/>

## 高エネルギー加速器研究機構 環境報告 2012

本環境報告はホームページで公表しています。 <http://environment.kek.jp/>



### ■ 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