

# 環境報告2010

KEK Environmental Report 2010



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**

# 目次

---

1. 機構長メッセージ -----	1
2. 編集方針 (対象範囲・期間・分野) -----	2
2-1. 対象範囲、期間	
2-2. 環境報告書についての考え方	
2-3. 機構概要	
2-4. 作成部署	
3. KEK について -----	4
3-1. 機構の使命	
3-2. 研究所・施設	
• 素粒子原子核研究所   • 物質構造科学研究所   • J-PARC センター	
• 加速器研究施設   • 共通基盤研究施設	
4. KEK の環境配慮活動 -----	12
4-1. 環境方針	
4-2. 環境管理体制	
4-3. 環境目標・環境計画の達成度	
4-4. KEK のマテリアルバランス	
4-5. 環境会計	
4-6. 環境関連法規制の遵守状況	
5. トピックス -----	22
5-1. 省エネ推進事業 (省エネファンド)	
5-2. 管理棟太陽光発電設備の設置	
5-3. ニュートリノビームライン超伝導磁石システム用ヘリウム冷凍機の節電モード運転	
5-4. J-PARC MR における鉛ガラスの再利用	
5-5. 低消費電力のデバイス設計 --- 有機デバイスの性能向上へ	
5-6. 光電子顕微鏡 (PEEM) を用いた隕石の分析と新磁気材料開発の新しい展開	
6. 社会との関わり -----	25
6-1. 共同利用・共同研究	
6-2. 産業界との連携	
6-3. 教育活動	
6-4. 地域との関わり	
6-5. 労働安全衛生	
7. 環境負荷データとその低減対策 -----	33
7-1. エネルギー	
7-2. 温室効果ガス	
7-3. 物質	
7-4. 水資源	
7-5. 大気	
8. ガイドラインとの対照表 -----	40
9. 第三者意見 -----	41
10. 用語集 -----	42
11. 編集後記 -----	45

# 1. 機構長メッセージ

## 同じ消費電力でより多くの実験成果を引き出す

高エネルギー加速器研究機構（KEK）は、粒子加速器を研究手段に用いて、宇宙・素粒子・原子核・物質・生命の謎を解き明かす加速器科学を推進し、国内外の研究者や学生に対して研究の場を提供しています。

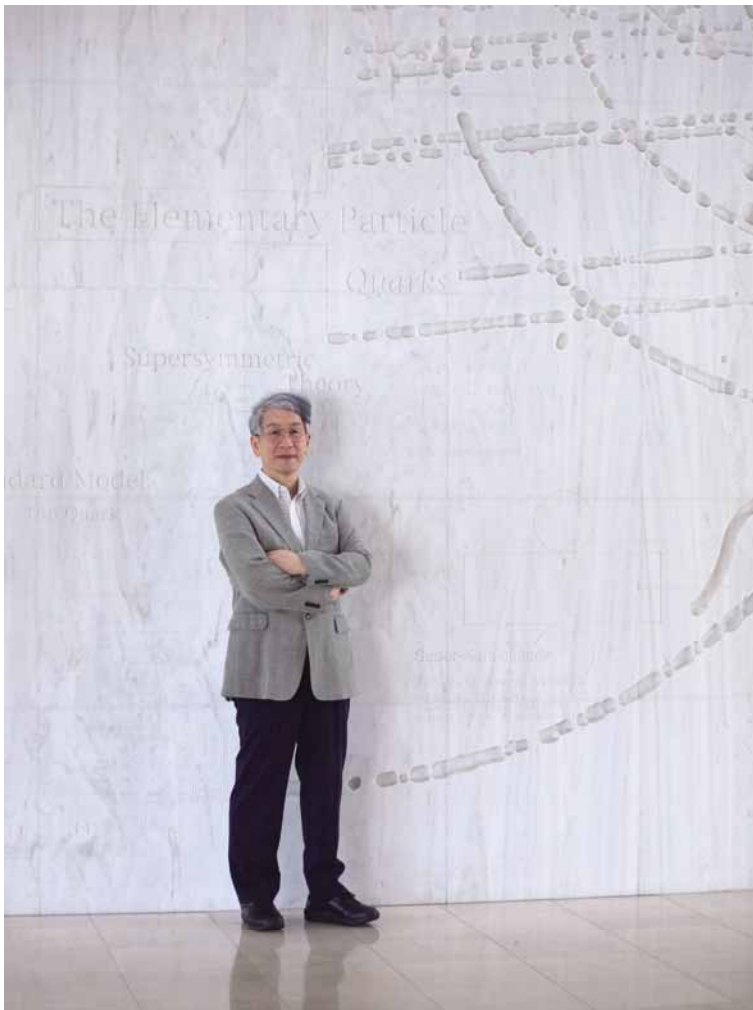
KEKは推進する全ての研究・教育活動とそれに伴う事業活動において、地球環境保全の大切さを認識し、持続可能な社会の創造に全力を尽くします。特に環境との調和と環境負荷の低減に努めるとともに、環境関連の法令や協定を遵守します。また、省エネルギー、省資源、資源循環を推進し、放射線や化学物質の安全管理などを徹底します。さらに、これらの情報を積極的に開示し、地域社会と連携した環境保全活動に取り組みます。

KEKは大型加速器を中心施設とする研究機構であり、大型加速器、実験機器及び大型コンピュータ等を稼働させるために大きな電力を使用します。省エネ、地球温暖化対策の計画策定にあたっては、このことを正面に据えて取り組む必要があります。

KEKでは独自の環境マネジメントシステムの構築に努め、「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>の排出の削減」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、「その他の一般電力などエネルギー資源の使用によるCO<sub>2</sub>の排出の削減」に対して数値目標を掲げています。また、4号館屋上に加え、2010年2月には管理棟屋上に50kWの太陽光発電設備を設置しました。職員の一般消費電力の削減目標

達成キャンペーンなどを通じて、KEKの総力を挙げて省エネルギーの意識を徹底しています。

地球環境保全や省エネを考える時に、大きな目標の設定や施策の遂行も重要ですが、もっとも身近な、地道な努力の必要性を痛感します。ある国の大統領が、「日本は森林と澄み切った湧水に恵まれた実に美しい国である」との感想の後に、「温泉でフランス産のミネラルウォーターが出てきたのには驚いた」と述べられたそうです。こんなに水資源に恵まれている日本人が、輸送費、エネルギーを消費してはるばるフランスから水を運んで飲んでいることに対して疑問を投げかけたのです。ここに環境保全対策、省エネ対策の原点があるように思われます。



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

## 2. 編集方針 (対象範囲・期間・分野)

### 2-1. 対象範囲、期間

#### ■ 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 番地 1

#### ■ 対象期間

2009年4月～2010年3月

※この期間以外はそれぞれに明記しています。



### 2-2. 環境報告書についての考え方

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、請負業者、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。

### 2-3. 機構概要

#### ■ 職員数 (2009年4月1日現在)

合計 662名

役員	7名
所長・施設長	2名
教員	352名
技術職員	152名
事務職員等	149名

#### ■ 総合研究大学院大学学生数 (2009年4月1日現在)

合計 57名

加速器科学専攻	13名
物質構造科学専攻	8名
素粒子原子核専攻	36名



## ■ 予算額（2009年度）〔単位：百万円〕

収入：36,827	
運営費交付金	30,297
施設整備補助金	4,879
産学連携等研究収入及び寄付金収入等	1,272
自己収入（雑収入）	203
国立大学財務・経営センター施設交付金	50
目的積立金取崩	126

支出：36,827	
業務費（教育研究経費）	25,459
一般管理費	1,987
施設整備費	4,929
産学連携等研究経費及び寄付金事業費等	1,272
長期借入金償還金	3,180



## ■ 敷地面積（2009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>	185,232 m <sup>2</sup>
東海キャンパス	78,357 m <sup>2</sup>	25,881 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

## 2-4. 作成部署

作成部署：高エネルギー加速器研究機構環境報告 2010 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

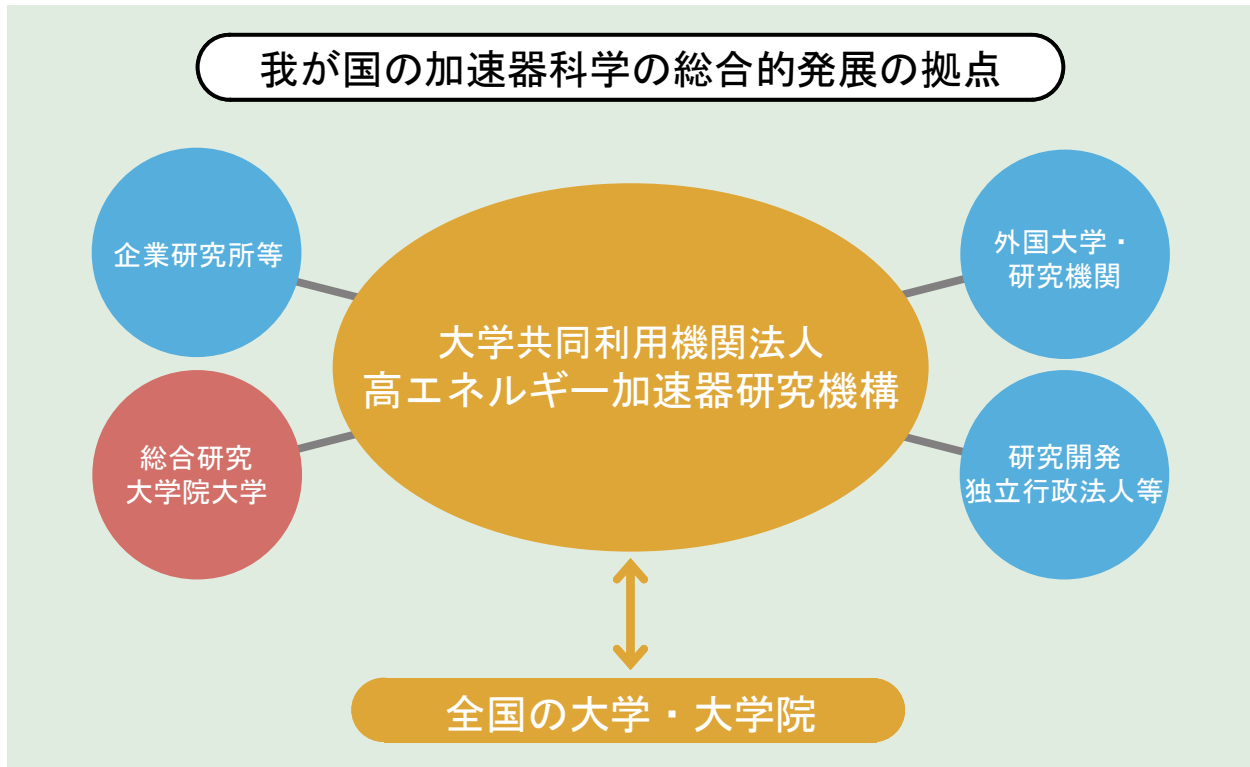
E-mail：k-anzen@ml.post.kek.jp

公開：2010年9月

## 3. KEK について

### 3-1. 機構の使命

高エネルギー加速器研究機構（KEK）は、粒子加速器を研究手段に用いて宇宙・素粒子・原子核・物質・生命の謎を解き明かす加速器科学を推進し、国内外の研究者に対して研究の場を提供することを目的としています。



#### 大学共同利用

現在の KEK の前身である高エネルギー物理学研究所は、昭和 46（1971）年に新しい形態の大学共同利用機関の第 1 号として設立されました。大学共同利用機関法人である KEK には、個々の大学では建設・運営が難しい大型研究設備、大学間で共有することが有効な情報、加速器科学分野のネットワークの拠点としての組織が集約され、全国の大学の研究者に共同利用の場を提供しています。

#### 共同研究

企業等外部機関から研究者（共同研究員）及び研究経費を受け入れ、KEK の研究者と共通の課題について研究を行うことにより、優れた研究成果を生み出すことを目的としています。KEK 研究者の経験・技術・知識を産業界との共同研究に活かすことにより、幅広い分野にわたって、研究成果が企業等において活用されています。

#### 大学院教育

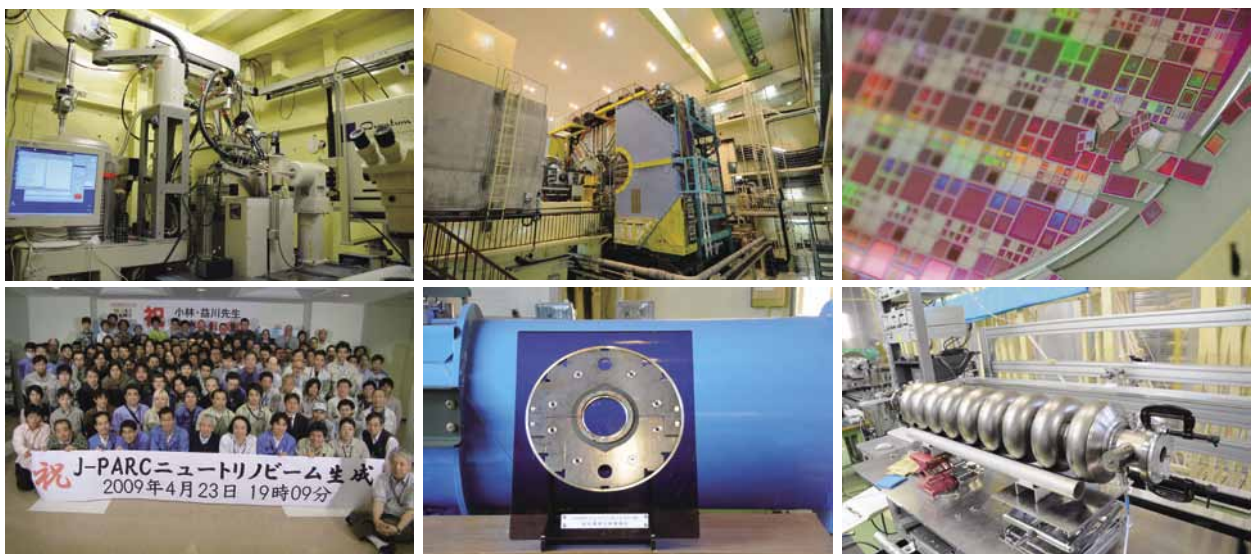
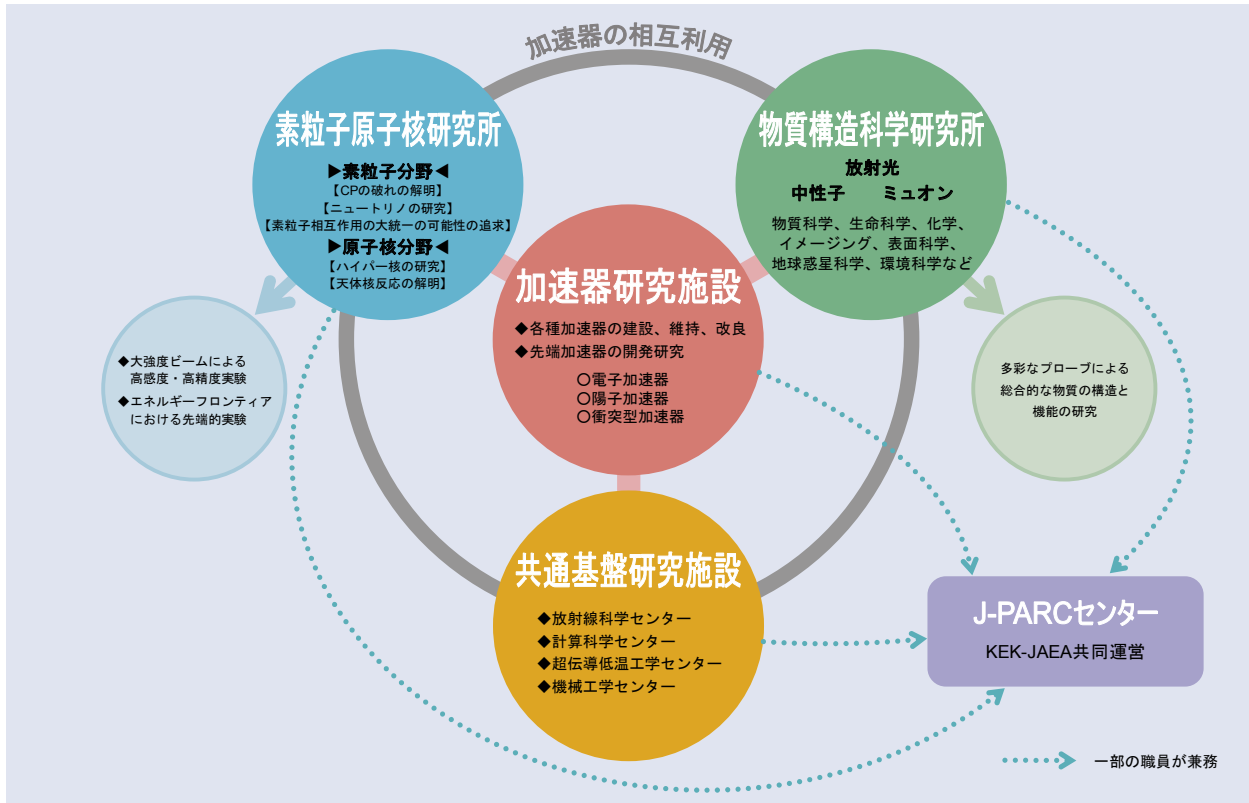
KEK には、総合研究大学院大学の高エネルギー加速器科学研究科が設置されています。この研究科には加速器科学専攻、物質構造科学専攻、素粒子原子核専攻が設けられ、KEK で行われる研究活動を基礎に大学院教育を展開しています。また、国公立大学の大学院学生を特別共同利用研究員として受け入れ、研究指導を行っています。

#### 国際交流

KEK は、Bファクトリー実験や T2K ニュートリノ振動実験など、国際共同研究の場を提供しており、世界各国から多くの研究者が参加しています。また、KEK が日本側の中核機関として取り組んでいる、高エネルギー物理学分野での日米協力や欧州との協力、中性子散乱研究のための日英協力などの共同研究は、国内での研究を補う役割を果たしています。

### 3-2. 研究所・施設

KEKは2つの研究所（素粒子原子核研究所、物質構造科学研究所）と加速器研究施設、これらが円滑に活用される様に支援する共通基盤研究施設より構成されます。その他に日本原子力研究開発機構（JAEA）と共同でJ-PARCセンターを設置し、大強度陽子加速器施設（J-PARC）の運営に関する業務を行っています。



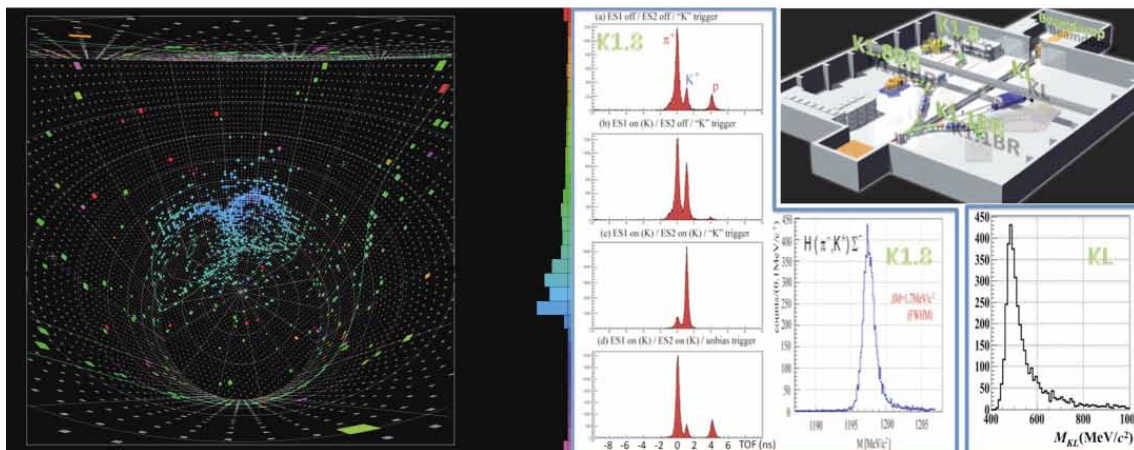
### 3. KEKについて

#### ●素粒子原子核研究所

素粒子原子核研究所では、KEKB や J-PARC がつくる多様なビーム、また 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。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を進めています。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。

つくばキャンパスでは、現在の宇宙には宇宙創成時に作られたはずの反物質が見当たらないという謎の解明を目指して、KEKB で生成される年間 1 億個以上の B 中間子の崩壊を精密に観測する B ファクトリー実験が行われています。2001 年には、小林・益川理論が予測する B 中間子の CP 対称性の破れを実証し、謎の解明に大きな一歩を踏み出しました。それから 7 年後の 2008 年 10 月に小林誠先生(KEK 特別栄誉教授)・益川敏英先生(京都大学名誉教授)がノーベル物理学賞を受賞されたことは、記憶に新しいところです。今後は KEKB の高度化により、小林・益川理論を超える新しい物理原理の発見を目指します。

J-PARC では、50 GeV シンクロトロン主リング (MR) からのビームを利用するハドロン実験施設と、同様に MR から取り出したビーム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にあるニュートリノ検出器「スーパーカミオカンデ」に入射する長基線ニュートリノ振動実験 (T2K) 施設の建設が完了し、ビーム利用を開始しています。今後は、運転効率の向上など環境に配慮しつつ、ビームパワーの向上を図り、世界をリードする施設を目指します。



(左) スーパーカミオカンデで観測された最初の J-PARC ニュートリノ事象  
(右) ハドロンホールからの K 中間子生成の結果

研究ばかりでなく、次世代を担う若者の育成にも力を注いでいます。「サマーチャレンジ」は大学生のための素粒子原子核サマースクールで、真夏に 9 日間開催し、第 3 回目となった 2009 年度のスクールには、全国の 31 大学から 78 人の大学生が参加しました。研究最前線で活躍する大学スタッフを中心に練り上げたプログラムをもとに、世界第一級の研究者による講義、最先端施設を用いた多彩な演習が実施されました。演習では研究者や若手ティーチングアシスタントによる綿密な指導を受け、納得できるまで実験を繰り返し、最終日には大勢の研究者や学生の前でその研究成果を発表しました。学生たちの熱心さに研究者たちも熱くなった 9 日間でありました。今後は、物質構造科学研究所とも協力してより広い分野をカバーする予定です。



小林誠 KEK 特別栄誉教授を迎えた  
第 3 回サマーチャレンジ



## ●物質構造科学研究所

物質構造科学研究所は、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・ミュオンによるビームを用いて、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う施設です。

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、中性子は水素などの軽元素を詳しく見分ける、透過力が高いため物質内部の構造を調べることができる、という特長があります。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。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、エネルギー効率の高い電池や水素吸蔵合金、超伝導材料といった材料開発に必要な基礎研究を推進しています。

2008年より供用開始した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が設置されており、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（5 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。5 GeV-ERLは生命現象と病原の解明による治療薬の設計、環境汚染の理解とその除去方法の開発、高速化する情報化社会における新しい高速機能性物質開発など、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 PF 光源棟（つくばキャンパス）



物質・生命科学実験施設（J-PARC）

### 3. KEKについて

#### ● J-PARC センター

J-PARCはKEKとJAEAの共同プロジェクトとして2001年より建設を開始し、2008年度末には予定通り建設を完了させることができました。2009年7月6日には、東京九段会館で完成記念式典が開催されました。

J-PARCは、入射リニアック、速い繰り返しの3 GeVシンクロトロン (RCS)、50 GeVシンクロトロン (MR)の3つの加速器施設、及び物質・生命科学実験施設 (MLF)、ハドロン実験施設、ニュートリノ実験施設の3つの実験施設から構成されています。建設はビーム上流側の施設より順次進められ、入射リニアックは2006年10月に、RCSは2007年9月に調整運転を開始しました。2008年5月からはMLFとMRの試験運転が開始されました。MLFのビーム利用は2008年12月より始まり、ミュオン及び中性子を利用した実験が行われています。MRは、2008年12月から翌2009年2月にかけて、30 GeVまでのビーム加速と、ハドロン実験施設へのビーム取り出しに成功しました。2009年4月には、ニュートリノ実験施設へのビーム取り出しが始まり、2010年2月24日には、スーパーカミオカンデでJ-PARCから打ち出されたニュートリノの検出に成功しています。2010年3月時点の最大ビームパワーは、MLF行きが300 kW、ハドロン実験施設行きが2.6 kW、ニュートリノ実験施設行きが30 kWとなっています。

最先端の大型加速器は、建設が終了し運転を開始してからも設計性能を達成するまでには長い期間が必要で、この間、実験施設にビームを供給しながら順次性能を向上させていきます。J-PARCの当面の課題は、設計性能を早期に達成することです。



J-PARC 全景



J-PARC 施設配置図

## ●加速器研究施設

現在、つくばキャンパスには、KEKBと呼ばれる電子・陽電子衝突型加速器、物質構造を研究するための放射光施設用電子蓄積リング、両加速器へ電子・陽電子を入射するための直線加速器、技術開発のための試験加速器などがあります。これらの中で最も大きなKEKBは周長が3 kmあり、8 GeVの電子・3.5 GeVの陽電子を衝突させてB中間子を作り出す世界最強の加速器です(図1)。その実験データがB中間子崩壊におけるCP対称性の破れを検証し理論が証明されたことにより、小林・益川の両氏は2008年度のノーベル賞を受賞しました。精度の高い実験を行うためには膨大な量のB中間子を作る必要があり、KEKBは多数の電子と陽電子からなる粒子ビームをより細く絞り込んで互いに衝突させる実験を24時間体制で続けています。2009年度には新たにスキュー6極電磁石を設置し、エネルギーがずれたビーム粒子に対する水平・垂直結合の補正を強化することによって、ピーク・ルミノシティー(加速器の性能指標)を $2.1 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ へ向上させ、運転開始以来の積分ルミノシティーも目標である $1,000 \text{ fb}^{-1}$ を達成しました。このピーク・ルミノシティーをさらに40倍にするための大改造計画の検討も進められています。

物質構造の研究には2.5 GeVと6.5 GeVの放射光リングが稼働していますが(図2)、2009年度は2.5 GeVリングを連続入射で運転するトップアップ方式に移行させるとともに、バンチ毎フィードバックを導入してビームの振動を抑制することで、利用者へ安定な高輝度光を提供しています。またタンパク質構造解析のために周期長12 mmのアンジュレーターも新設されました。

このKEKBに電子と陽電子を、また2つの放射光加速器には電子を供給するのが全長600 mの電子・陽電子線形加速器です(図3)。運転条件を50 Hzのパルス毎に切替える技術を完成させて、周波数やエネルギーが違うこれら4つの蓄積リングへビーム粒子を供給しています。KEKBや放射光リングの運転やその高度化の基盤になる加速器です。

共同利用施設としての運転業務とともにこれからの素粒子・原子核物理探求のための技術として、先端加速器技術の開発研究が進められています。世界協力の下で進められている国際リニアコライダー計画では、アジア地区の拠点として協力体制の強化に努めるとともに、技術開発基地であるATF(先端加速器試験施設)とSTF(超伝導リニアック試験施設)では超伝導技術を含めた先端技術の開発が進められています(図4)。この技術はエネルギー回収型リニアック(ERL)という物質構造研究のための次世代放射光源としても有望であり、国内の大学、研究機関との連携のもとで小型の実証機建設へ向けての基礎研究が進められていますが、2009年度はその開発基地となる東カウンターホールの整備が行われました(図5)。



図1. KEKB 加速器



図2. 2.5 GeV (左下)、6.5 GeV (右上)の放射光施設



図3. 電子・陽電子線形加速器



図4. 超伝導リニアック試験施設



図5. 整備が進む東カウンターホール

### 3. KEK について

#### ● 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、実験・研究の実施に不可欠な高度な技術支援、及びそれら技術の開発研究を行っています。

##### 〔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。このうち透過性の強い中性子・ガンマ線の外部への漏れを防ぐために、加速器はコンクリートや鉄などの厚い遮へい体で囲まれた室中に設置されています。外部の放射線を監視するために 200 台以上の放射線測定器が昼夜測定を続けており、64 台は一時的にでも量の超過を検出すると、加速器を自動停止させる仕組み（インターロック）が採用されています。

加速器室内にある強い放射線に曝された機器は、微量の放射能を帯びます。機器を持ち出す時に、出入口の測定器でガンマ線・ベータ線を測り、放射能がある場合には扉を開かなくして、誤って持ち出すのを防止しています。

##### 〔計算科学センター〕

機構の共同利用や共同研究、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の利用が不可欠です。特に、大型の実験研究や大量のデータを扱う共同研究においては、研究に参加する研究機関を越えてデータを共有する必要があります。また、データの解析や処理のために大きな計算機資源も必要です。これらの計算資源も研究機関を越えて利用ができれば、研究上はもちろんエネルギー利用の観点からもより効率的なものとなります。

計算科学センターでは、コンピュータ・グリッドと呼ばれる技術を用いて、つくばキャンパスと東海キャンパス間、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。これらは、共同で研究するグループ内に限定されるものだけでなく、世界の研究者にデータを提供する目的でも使われています。

##### 〔超伝導低温工学センター〕

KEK が推進する様々な研究計画を「超伝導・低温技術の先進的開発研究」と「液体ヘリウム等の極低温冷媒の製造、供給、回収、循環再利用」を通して支援しています。2009 年度には、新たに J-PARC での液体ヘリウム供給・循環再利用の運用がスタートしています。また、J-PARC ニュートリノ (T2K) 実験のための超伝導磁石を主体とした一次陽子ビームラインが定常運転に入りました。超伝導磁石技術による数十 MW の大きな省電力化を達成しつつ、主リングから取り出された陽子ビームを約 90 度曲げて、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すことに貢献しています。冷凍機システムの運転においても、定常運転時の運転制御の最適化を図ることによって更なる省電力運転に成功しました。(5-3. 参照)



加速器室の出入口にある測定器



Bファクトリー計算機システム  
(このシステムの一部も、共同研究機関とコンピュータ・グリッドにより共有されています。)



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〕

機械工学センターでは、研究活動に必要な装置や機器の設計、開発、製作を行っています。その他、機械工学を専門とする立場での研究プロジェクトへの参加、試作、量産を行う外部企業との技術的な橋渡しなど、多岐にわたる研究支援を行っています。

2009年度には、超伝導空洞製造技術開発施設を建設しました。この施設では国際リニアコライダーの重要な構成機器であるニオブ材を使用する空洞を電子ビーム溶接する工程の技術開発を行ないます。この施設から世界をリードする新たな製造技術開発がされることが期待されます。

金属材料の加工作業においては、切削油や潤滑油、部品洗浄のために有機溶媒が使用されますが、これらは危険物として適正に保管管理すると共に、年間100L程度使用される潤滑油については、大部分を専用の回収装置を利用して廃油として回収し、環境中への排出を最小限にしています。



2009年度完成した  
超伝導空洞製造技術開発施設

### 放置自転車の撤去と駐輪場の整備（つくばキャンパス）

KEKでは、広い敷地に多数の実験施設が分散しており、建物間の移動には自転車の利用を促進しています。主要な建物には、屋根付きの駐輪場が設置してありますが、管理状態が良くありませんでした。そこで、2009年9月から、放置自転車の撤去と駐輪場の整備を進めました。

放置してあると思われる自転車に警告表示をして駐輪場外へ移動し、一定期間後に廃棄処分しました。駐輪場は一度全ての自転車を出して清掃しました。また、3号館と食堂には駐輪場を新設しました。

さらに、2010年度からは、自転車の所有者が特定できるように、構内交通要項を一部改正し、現行の自動車・原動機付自転車に加え、自転車も車両登録し、シール又はタグを装着することにしました。



3号館に新設された駐輪場

## 4. KEK の環境配慮活動

---

### 4-1. 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。

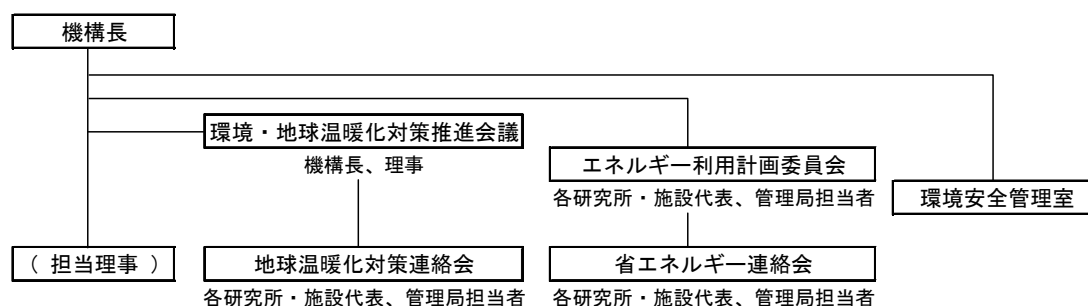
以上を念頭に置きつつ、研究・教育活動を積極的に推進するとともに、地球環境を維持・承継しつつ持続的発展が可能な社会の構築を目指します。

##### ◆ 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。

## 4-2. 環境管理体制

### ●環境管理体制



### ●地球温暖化対策・省エネルギーに対する機構の考え方と環境推進体制

KEKは大型加速器を中心施設とする国際的な共同利用研究機構であり、実験装置を稼働させるために大きな電力を使用しています。たとえば、つくばキャンパスの電子・陽電子衝突型加速器（KEKB）を稼働させるための超伝導及び常伝導高周波加速装置と電磁石には40 MWを超える電力を投入しています。また、2009年に本格的な稼働を開始したJ-PARC 50 GeV シンクロトロンでも、新たな実験・研究プロジェクトを遂行するため膨大な電力が投入されています。KEKでは、エネルギー利用の大部分がこれらの大型加速器、実験機器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。

このような加速器関連設備の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が重要であるとの認識から、KEKでは様々な基盤技術の開発と装置の改善を実践してきました。例えばKEKB施設では、投入エネルギーに対する得られた実験事象の効率は年々目覚ましい上昇を続けています。さらに国際リニアコライダー（ILC）やエネルギー回収型リニアック（ERL）といった将来型加速器の開発においては、電磁石や高周波加速装置とも徹底した超伝導化を目指し、エネルギー負荷低減を考慮した開発研究を行っています。

省エネ、地球温暖化対策の計画の策定にあたっては、これらの高効率技術とその開発を基盤とし、さら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む必要があると考えています。このような考え方に基づき、KEKでは、2006年度より段階的に環境マネジメントシステムの構築を進め、2006年度には環境推進体制の整備、環境配慮の方針の策定、エネルギー削減目標の設定等の重要事項を協議する場として、機構長、理事をメンバーとする環境推進会議を設置しました。その後、環境推進会議は環境への負荷の低減等環境の保全及び、温室効果ガスの排出の抑制等に関して行う活動の促進を図るため、2007年度に環境・地球温暖化対策推進会議に改組しました。

この環境・地球温暖化対策推進会議の下には機構内の各組織の代表からなる地球温暖化対策連絡会を設置し、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、「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>の排出の削減に対して、〔投入エネルギー〕対〔研究、教育等の成果〕の効率の向上」、「その他の一般電力などエネルギー資源の使用によるCO<sub>2</sub>の排出の削減に対して、数値目標（2012年度までに2006年度比5%削減）を設定」を目標として掲げました。こ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、「省エネルギー対策アクションプラン」の達成状況を評価し、次年度の計画に反映させています。

これと密接に関連して、主に加速器の運転に伴う電力及び都市ガス等のエネルギー利用計画及び効率的運用に関する年次計画を策定するエネルギー利用計画委員会及び省エネルギー連絡会を設置し、実効力のあるエネルギー管理を行っています。また、2007年度には、環境安全管理室を機構長の下に設置し、KEKの環境管理に関する実務を行っています。

## 4-3. 環境目標・環境計画の達成度

KEKの2009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.16下に示します。

## ■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	毎月のエネルギー使用量を施設部HPに掲載、各棟に電力使用料を掲示、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	○
	2009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	KEKBにおいてはクラブ衝突スキームを導入し、衝突率向上スタディを継続中 J-PARCは今後性能向上を図る	○
	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、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、前年度に比べ、印刷用紙の購入量が約20%減少	○



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ものの使用を指導	○
	自動販売機設置の見直し ・設置実態の把握し、更新時にエネルギー消費の少ない機種に変更	2009年度の更新分（2台）について、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	○

#### ■法令及び自主基準の遵守

環境目標	行動計画	主な取り組み	評価
PCB廃棄物の適正管理	適切な保管と届出、処分の計画	法に基づき適正に管理	○
アスベストへの適切な対応	飛散防止措置、除去作業	建材に含まれるアスベストを分析、専門業者により除去作業	○
適切な放射線管理	法規制への適切な対応と測定値の公表	放射線管理報告により公表	○
排水の排出基準の遵守	定期的な水質検査の実施と報告	3ヶ月毎に市に水質検査結果を報告	○

#### 4. KEKの環境配慮活動

##### ■情報公開と地域社会との連携

環境目標	行動計画	主な取り組み	評価
機構の環境への取り組みについての情報発信	ホームページ、パンフレット等による情報の発信	HPによる情報発信、環境報告書ダイジェスト版の印刷、配布	○
地域社会と連携した取り組みの推進	茅葺屋根保存会への積極的な協力	茅葺屋根保存会への協力、見学受入等積極的な地域交流	○

##### ■環境マネジメントシステムの確立

環境目標	行動計画	主な取り組み	評価
環境管理体制の確立	省エネルギー推進組織とその実施体制の構築	地球温暖化対策連絡会、省エネルギー連絡会をベースに体制を検討中	△

##### 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

### 省エネパトロール

省エネルギー連絡会では、省エネに関する巡視点検「省エネパトロール」を実施しています。一般需要エネルギーに起因するCO<sub>2</sub>排出量の削減を進めるため、改善を要する事項を発見した場合はその場で指摘、確認を行うものです。また、改善可能な「エコアイデア」を見つけ出し、省エネ推進事業への提案を行います。

2009年度には省エネパトロールを2回実施しました。2008年度までは利用度の高い研究棟を中心に行っていましたが、3月には大型実験施設「富士実験棟」で実施しました。使用していない室の照明が点灯されていたことや空調機の稼働が確認・指摘され、研究棟以外での実験施設での省エネの必要性を確認することができました。

また、旧型の冷蔵庫の交換や照明スイッチの人感センサー化が提案され、省エネ推進事業の候補としました。



省エネパトロール（富士実験棟）

## 4-4. KEKのマテリアルバランス

## 投入量

電力	379,735 MWh
都市ガス	2,496 千m <sup>3</sup>
ガソリン	38 kL
軽油	2 kL
-----	
総エネルギー投入量	3,760,124 GJ

水資源使用量合計	260 千m <sup>3</sup>
・上水	169 千m <sup>3</sup>
・井水	31 千m <sup>3</sup>
・工水	60 千m <sup>3</sup>

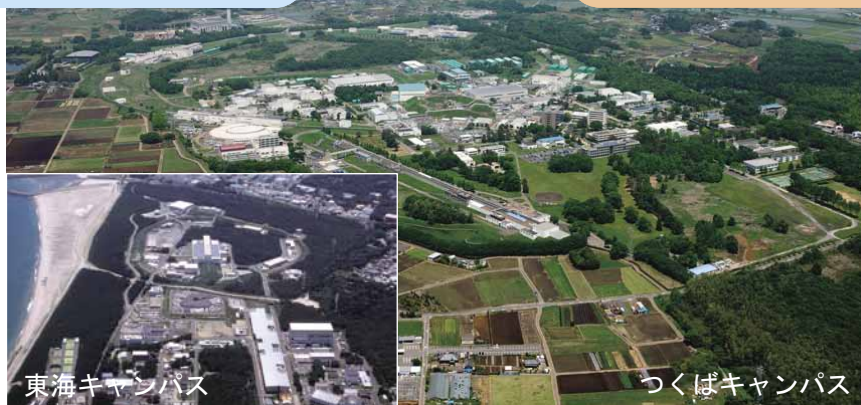
研究用資材（印刷用紙など）

## 排出量

CO <sub>2</sub> 排出量合計	216,530 t-CO <sub>2</sub>
・電力	210,753 t-CO <sub>2</sub>
・都市ガス	5,683 t-CO <sub>2</sub>
・ガソリン	89 t-CO <sub>2</sub>
・軽油	5 t-CO <sub>2</sub>

廃棄物合計	553 t
・一般廃棄物	126 t
・産業廃棄物	412 t
・実験系廃棄物*	15 t

下水道排出量 93 千m<sup>3</sup>



総エネルギー算出にあたっては環境報告ガイドラインの算定式に従いました。  
使用した換算係数は次の通りです。

- ・単位発熱量・・・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>、ガソリン：34.6 GJ/kL、軽油：38.2 GJ/kL
- ・CO<sub>2</sub>排出係数・・・電力：0.555 t-CO<sub>2</sub>/MWh、都市ガス：0.0506 t-CO<sub>2</sub>/GJ、  
ガソリン：0.0671 t-CO<sub>2</sub>/GJ、軽油：0.0686 t-CO<sub>2</sub>/GJ

\*実験系廃棄物・・・無機・有機廃液及び廃液処理に伴う汚泥など。

## 4-5. 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	投資額(千円)
地球環境保全コスト	161,033
ルームエアコンの更新	26,861
パッケージ型エアコン更新	82,725
タイマー運転による換気量の調整	7,947
照明器具の取替	9,148
太陽光発電設備の設置	33,600
計量器の取り付け(建物毎の上水、井水、電力使用量の把握)	752
資源循環コスト	52,414
一般廃棄物処理	2,264
産業廃棄物処理	4,769
実験系廃棄物処理	45,381
管理活動コスト	42,976
環境報告書作成	315
冷温水発生機等ばい煙測定	580
職員宿舎温水ボイラばい煙測定	116
植物管理	41,303
枯損木撤去	662
合計	256,423

## ■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)	2008年度	2009年度	前年度比
総エネルギー投入量 (GJ)	3,629,946	3,760,124	104%
電力使用量 (MWh)	365,686	379,735	104%
都市ガス使用量 (千m <sup>3</sup> )	2,567	2,496	97%
石油燃料使用量 (kL)	39	40	102%
水資源使用量 (千m <sup>3</sup> )	337	260	77%
上水 (千m <sup>3</sup> )	209	169	81%
井水 (千m <sup>3</sup> )	75	31	41%
工水 (千m <sup>3</sup> )	53	60	113%
下水道排出量 (千m <sup>3</sup> )	134	93	69%
温室効果ガス排出量 (t-CO <sub>2</sub> )	208,892	216,530	104%
廃棄物排出量 (t)	347	553	159%
一般廃棄物 (t)	98	126	128%
産業廃棄物 (t)	234	412	176%
実験系廃棄物 (t)	15	15	100%
大気への有害物質排出量			
有機溶剤の排出量 (kg)	279	275	99%
NO <sub>x</sub> 排出平均濃度 (ppm)	44	42	95%

### ■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り達成された資源投入量及び廃棄物排出量の削減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		金額(千円)
収益	太陽光発電	258
	リサイクル	88,755
	古紙	425
	金属屑	88,330
費用節減	資源投入に伴う費用の節減	14,200
	一般需要*の電力使用量削減	4,097
	一般需要*の都市ガス使用量削減	307
	上水使用量削減	9,796
	廃棄物排出に伴う費用の節減	6,350
	下水道排出量削減	6,350
推定的効果		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	17,817
	エアコン等の更新	3,066
	空調機の運転の合理化	7,812
	変圧器の運転の合理化	6,939

\*一般需要・・・加速器施設などの運転以外で使用する電力及び都市ガス

算定条件	1.光熱水費	電気(10円/kWh)、ガス(59円/m <sup>3</sup> )、上水(239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

### LED街灯の設置(東大通り)

KEKでは入口に至る歩道の照明が不足していたことから、国内外からKEKを訪れる人と近隣の方々が夜間にも安全に通行できるよう、街灯を設置しました。LED照明は薄型なため設計の自由度が高く、意匠性に優れた製品も普及しており、光と調和した夜間のキャンパスを効果的に照らしています。

また、今回設置した街灯はLEDの持つ光の指向性を活かし、暗い歩道を明るく、車道側への光を制限するよう設置しました。

LED照明は近年急速に普及しています。従来の白熱灯や蛍光灯と比較して低消費電力であることに加え、長寿命であるという特徴を考慮し、KEKでも省エネに有効なLED照明の積極的な導入を行っています。



KEK入口付近歩道LED照明

## 4-6. 環境関連法規制の遵守状況

### ■放射線管理

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。更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れています。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。

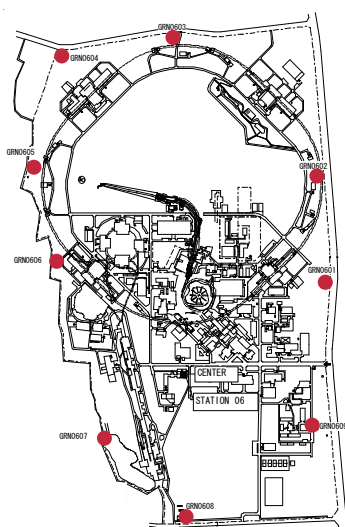
つくばキャンパスで 200 台以上、東海キャンパスで 49 台の放射線を監視するための測定器は、24 時間、室外の中性子・ガンマ線、排水・排気中の放射能を測定し、データは 1ヶ所に送られ集中監視されています。このうちつくばの 64 台では、加速器の不調により一時的にでも屋外で自然の放射線の 2 倍程度の量を検出すると、自動的に加速器の運転を停める信号を出します。

つくばキャンパスでは、敷地境界での放射線の量は年間 0.05 ミリシーベルト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。下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 程度の自然の変動の範囲内に抑えられています。

運転停止後には放射線の量は急激に下がりますが、加速器室内に入っていく修理・保守時に機器内に残っている放射能からのガンマ線が問題になります。大型加速器での被ばくは、停止中に多いのが、世界的な傾向です。このため写真のように修理作業の前に、測定を行います。職員の被ばくも、最大でも年の基準の 1/10 以下になっています。

加速器室内の機器を搬出する際には、測定器でガンマ線・ベータ線を測定し、放射能を帯びた物品が誤って持ち出されないようにしています。つくばキャンパスで 11ヶ所、東海キャンパスで 6ヶ所の出入口では、放射能がある場合には扉が開きません。

2009 年度、つくば市との間で「大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構とつくば市との放射性物質及び放射線発生装置に起因する放射線災害等対策に関する協力等の協定」が結ばれました。つくば市内では加速器・放射性物質が使われており、これらによる災害が、万一発生した時に、つくば市に専門家の派遣、機材等の貸与、助言、分析支援、情報提供などを行うものです。機構での放射線安全管理の経験を生かして、市に協力します。



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



運転停止後に機器に残っている放射能（ガンマ線）を、被ばくを避けるために離れた位置から測定します。

## ■排水管理

### •つくばキャンパス

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、つくば市に報告しています。2009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ないことから、きめ細かい排水管理を行うために、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し、水質が排出基準に適合しているかどうか監視しています。

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、放射能濃度及び水質がそれぞれ基準値を下まわっていることを確認したうえで下水道に放流しています。また、研究活動で発生する無機系の実験廃液、その洗浄廃水については、機構内の実験廃液処理施設において無害化処理を行った後、公共下水道に排出しています。

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

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廃水で、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、湧水等の廃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原科研内第2排水溝に放流しています。

## ■化学物質管理

### •化学物質管理体制

KEKでは、化学薬品等を入手する場合、環境安全管理室に入手願を提出し、管理室を通して化学薬品等取扱責任者と化学薬品等取扱主任者の承認を得る必要があります。また、それらの使用・保管は、使用場所管理責任者・保管庫等管理責任者の置かれた場所で行うことになっています。さらに、毒物・劇物に該当する化学薬品については、環境安全管理室が発行するバーコードラベルを貼付し、施錠可能な専用の金属製保管庫で保管しています。所有者には使用簿により常に保管量と使用量を把握すること、定期的に環境安全管理室へ報告することを義務付けています。

### •PRTR法対象物質

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2009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。

## 5. トピックス

### 5-1. 省エネ推進事業（省エネファンド）

省エネルギーを推進する方策として「省エネ推進事業（省エネファンド）」を新たに設けました。「省エネ推進事業」は、機構のエネルギー（電力・ガス）予算額の概ね0.5%相当額を「省エネ推進経費」として割り当て、省エネ啓蒙効果の高いものや省エネ効果の高い機器の交換等を行い、機構の省エネルギーの推進を図る事業です。

2009年度はこの事業により、共同利用研究者宿泊施設のエアコンの取り替えや外国人宿泊施設の冷蔵庫の交換、管理棟廊下の照明のLED化、また前年度省エネパトロールで指摘のあった給湯室照明の人感センサー化など10事業で約1,700万円の省エネ推進経費を利用して、実施しました。機器の交換を行った建物の使用電力量は減少しており、この「省エネ推進事業」による一つの効果として現れています。

この取り組みを機構内へ周知することや身近な省エネ推進事業の提案を求めるために、機構内職員等から「エコアイデア」として募集を行い、多くの省エネ推進事業の提案を受け取りました。この事業により、機器の改善と職員の意識向上の相乗効果による一層の省エネルギーを推進します。



管理棟廊下LED照明

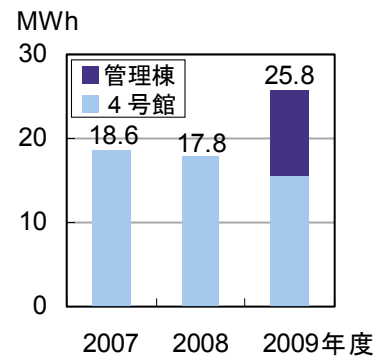
### 5-2. 管理棟太陽光発電設備の設置

2009年度、つくばキャンパス管理棟の屋上に太陽光発電設備を新たに設置しました。この太陽光発電システムの出力は50kWで、一般的な世帯9世帯分の電力をまかなうことができます。太陽光発電パネルは、南向き・約30度という最も発電効率が高い条件で設置されており、KEK正門に近い管理棟の屋根のほぼ全面を覆っています。この発電システムは2010年の1月下旬に稼働を開始し、3月までの約2ヶ月で、総発電量として約10.4MWhを供給しました。すでにつくばキャンパスの4号館には17kW出力の太陽光発電設備が設置（2000年2月完成）され、順調に稼働していますが、これに加えて太陽光発電量が大きく増加しました。

KEKにおける加速器実験のための投入電力量は膨大であり、これに比べると太陽光発電量は大きくありませんが、持続可能なキャンパスづくりには省エネルギーの「見える化」が重要であるとの認識のもと、エネルギー需要の一端として利用されることに大きな意味があると考えています。



管理棟屋根太陽光パネル設置状況



太陽光発電量の推移



発電設備表示パネル（管理棟）



### 5-3. ニュートリノビームライン超伝導磁石システム用ヘリウム冷凍機の節電モード運転

J-PARC に建設されたニュートリノ超伝導ビームラインは、2008 年度に完成し 2009 年度初頭からビーム運転を開始しています。このシステムは超伝導磁石を採用することで曲率半径約 100 m、長さ 150 m のビームラインを約 600 kW の電力で運転可能としています。これは常伝導のシステムを採用した場合と比較すると既に大幅な電力消費の削減となっています。ここで電力のほとんどは超伝導磁石を冷やすためのヘリウム冷凍機の循環圧縮機で消費されており、冷凍機の冷凍能力は、初期冷却時間や、磁石クエンチ時の復帰時間、将来のビームロスの増大等を考慮に入れ、余裕を持って設計されています。このため定常運転時はかなりの余剰冷凍能力が生じ、それらは全て液面制御ヒーターで補償していましたが、生成する寒冷の半分以上に達し、結果として無駄な圧縮機動力を消費していました。ここでは圧縮機の吐出圧力及び流量を積極的に減らすことによって冷凍機の冷凍能力を極力冷凍効率（冷凍能力と消費電力の比）が悪化しない様に制御し、補償ヒーターの出力を定格時の約 900 W から節電モード時の 200 W に減らしました。これによって圧縮機の必要電力は約 600 kW から 420 kW に削減され、月あたりに約 70 トン近い CO<sub>2</sub> の排出量を削減しました。節電モードへ変わるためのシーケンスは自動化されていてスイッチ 1 つで定格運転から節電モード運転に転換することができます。また初期冷却時やクエンチ復帰時は冷凍能力を自動的に定格に戻すことによって速やかな運転状態への復帰を実現し、効率的な物理実験の一助となっています。



節電モードを実現したヘリウム冷凍機の外観  
(左からコールドボックス (水色)、超臨界ポンプ (白色)、  
地下トンネルにつながるトランスファーライン (茶色))

### 5-4. J-PARC MR における鉛ガラスの再利用

J-PARC MR の入射直線部にはセプタムマグネット、キッカーマグネット等の入射機器の下流側にビームコリメーターが設置されています。このコリメーターは、入射ビームのハロー及び入射後リング周回中に発生したビームハローを除去するためのものです。コリメーターは強く放射化されるので、側面は厚さ 50 cm の鉄でシールドされていますが、ビームパイプ方向は、ビームモニターや真空ポートがあるため、ビームパイプを厚いシールドで囲むことは困難です。この部分のシールドを強化するために、付加的な放射線シールドを設置しました。(図 1) このシールドは、トリスタン・ビーナス検出器のカリメーターに使用されていた鉛ガラスを再利用したものです。この鉛ガラスは大きさが約 11 cm × 12 cm × 30 cm のブロックになっていて、それを (図 2) のようにフレームに詰めてシールドとしました。およそ 1,000 個の鉛ガラスブロックを再利用しています。



図 1. 鉛ガラスを再利用したシールド



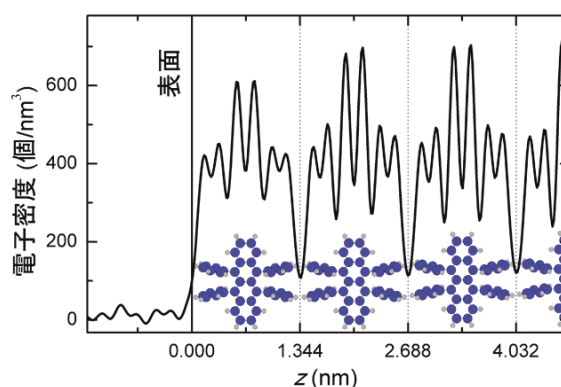
図 2. 製作途中のシールド

## 5-5. 低消費電力のデバイス設計 --- 有機デバイスの性能向上へ

日々の生活で日本中の人々が使っている携帯電話やテレビなどの電子機器には、様々な形で半導体を利用したデバイスが入っています。今日主流なのはシリコンを利用したデバイスですが、作製にエネルギーをほとんど使わず、より軽量であるという特徴を持つ有機半導体デバイスの開発が近年盛んに行われています。有機 EL ディスプレイは、少ない電力で駆動できることから携帯電話などにも搭載されています。これらの有機デバイスを高性能化する事で、現在使われているシリコンデバイスを置きかえて省電力化する、あるいは微妙な制御ができなかった機械に電子制御を新たに搭載する、といった事が期待されます。

このような目的に向けて、有機デバイスが働いている心臓部ともいえる有機半導体表面の構造を明らかにするための研究が、物質構造科学研究所の放射光科学研究施設を用いて行われました。そして、大阪大学大学院基礎工学研究科の若林裕助准教授を中心とするグループは現在知られている中で最も性能の高い有機半導体であるルブレン単結晶の表面の構造を 0.01 nm の精度で観測する事に成功しました。その結果、表面に露出している分子のみが結晶の内側に存在する分子と形状が異なっている事を見出しました。

このような測定はこれまでに行われた事が無く、どのくらいの深さまで表面の影響が及んでいるかすら分かっていませんでした。今後、さらに様々な有機半導体に対する測定が進む事で、より高い性能の有機半導体の物質設計に指針を与えると期待されます。



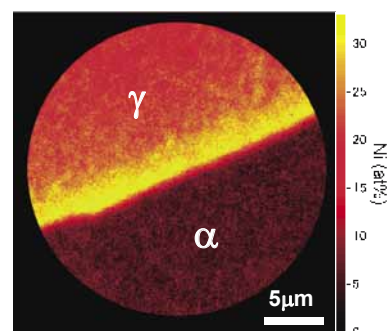
得られたルブレン単結晶の表面近傍における電子密度分布 (曲線)。分子の変形、及び位置の分布の差が山の高さの変化などとして観測されました。表面に露出している分子のみ内側の分子と異なる電子密度がみられます。

## 5-6. 光電子顕微鏡 (PEEM) を用いた隕石の分析と新磁気材料開発の新しい展開

低炭素社会の実現に向けて、環境負荷の少ない素材の開発ニーズが年々増大しています。放射光を用いた顕微分光分野においては、これまでナノサイエンスやナノデバイスの局所分析が広く行われてきましたが、最近では自然界に存在する環境試料の分析から新素材の開発への展開が始まっています。ここでは隕石中の磁性体の局所構造分析により得られた省資源化、省エネルギー化に寄与する次世代磁気材料についての最新の成果を紹介します。

鉄隕石は人工の FeNi 合金とは大きく異なる金属組織や磁気特性を示すことが知られていましたが、その起源は明らかになっていませんでした。そこで KEK と SPring-8 が共同開発した硬 X 線光電子顕微鏡 (HX-PEEM) を用いて、鉄隕石組織の局所構造解析を行ったところ、 $\alpha$  相と  $\gamma$  相という合金相の界面近傍に Ni の組成が非常に高いテトラナイト相と呼ばれる合金相が局所的に存在することが初めて示されました。

この宇宙由来のテトラナイト相は、希少金属 (レアメタル) フリーで極めて優れた機能性を示すことから、スピントロニクスを利用した次世代磁気デバイスの高密度化・省電力化と共に省資源化につながるものです。現在、応用を目指した人工創成や物性評価も始まっており、将来のグリーンナノテクノロジーへの豊かな波及効果が期待されます。



HX-PEEM で観測された鉄隕石の  $\alpha / \gamma$  相の界面近傍における Ni の組成分布

## 6. 社会との関わり

### 6-1. 共同利用・共同研究

KEKには、個々の大学や企業では建設・運営が難しい大型研究設備である粒子加速器があり、毎年、この粒子加速器を用いた研究のために国内だけでなく、アジア、アメリカ、ヨーロッパからも大勢の研究者が訪れています。滞在期間は、数日間の滞在から1年を超える滞在と研究内容によって様々であり、敷地内にはこうした研究者のために宿泊施設が設けられています。

KEKで研究を行うためには研究形態に応じた様々な事前手続きが必要となりますが、特につくばキャンパスでは来訪時、一連の手続きを1ヶ所で済ませることができるよう正門近くに「ユーザーズ・オフィス」を設け、ワンストップサービスに努めています。また、ホームページに「ユーザー・インフォメーション」のコーナーを設け、宿泊手続きや事前手続きに必要な各種申請書のダウンロードなど様々な情報を集中掲載し、来訪研究者の利便性の向上に努めています。

滞在中における研究面においては、研究者が効率的に研究を行うことができるよう専任スタッフを実験施設内に配置するなど研究支援体制の充実に努めています。また、食事処、病院、公共施設等を表示した「機構周辺生活マップ」の作成や外国人研究者とその家族に対する日本語研修など、生活面におけるサポートにも努めています。



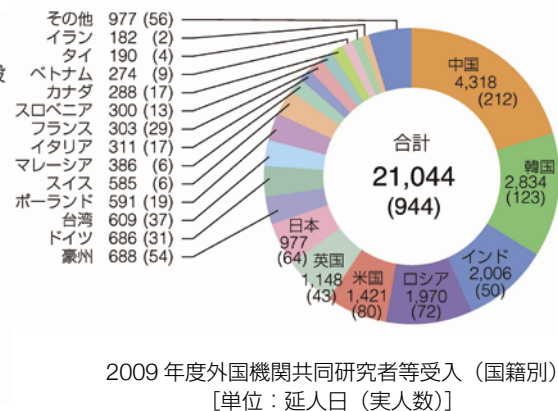
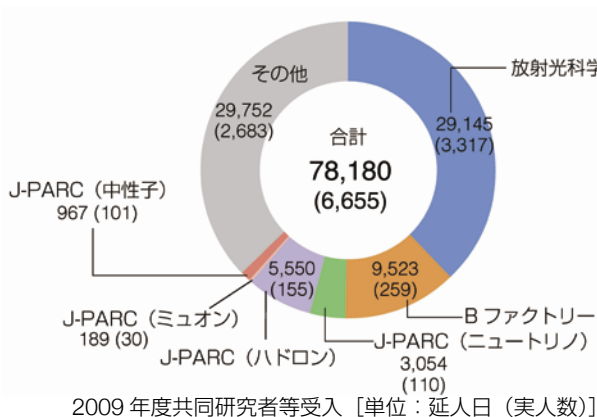
KEKのユーザー・インフォメーション Web サイト

共同利用実験採択の申請・採択・実施状況

項目 区分	2009年度		
	申請件数	採択件数	実施件数
Bファクトリー	—	—	1
放射光科学研究施設 ※1	438	418	1,025
J-PARC・物質・生命科学実験施設（中性子実験）	31	28	16
J-PARC・物質・生命科学実験施設（ミュオン実験）	27	26	16
J-PARC・原子核・素粒子実験施設（ハドロン実験）※2	9	1	9
J-PARC・ニュートリノ実験施設（ニュートリノ実験）	0	0	1
計	505	473	1,068

※1 実施件数については当該年度に有効な課題数を計上。

※2 採択件数は最終採択（第2ステージ）の件数を計上。



## 6-2. 産業界との連携

### ●創薬研究を推進する新ビームライン AR-NE3A

新規の薬剤を設計するに当たり、その標的となるタンパク質の立体構造を原子レベルで明らかにすることは非常に重要で、そのための解析手法としてタンパク質結晶構造解析が広く用いられています。近年ではこの手法の進歩に伴い、標的となるタンパク質に対し、あらゆる化合物との複合体の構造解析を行い比較することで、化合物によりタンパク質の活性を阻害する仕組み（または促進する仕組み）を総括的に理解することが可能になってきています。このような研究を行うためには、結晶構造解析の基となる X 線回折データをより多くの結晶から、より迅速かつ精確に収集することが第一であり、大強度の X 線ビームを安定に供給できる放射光ビームラインの実用化が希求されていました。そこで物質構造科学研究所の放射光科学研究施設ではアステラス製薬からの受託研究により、創薬研究を推進するためのタンパク質結晶構造解析ビームライン AR-NE3A を開発しました。

AR-NE3A では放射光リング内に設置されたアンジュレーターと呼ばれる光源に光学系とその制御系を組み合わせ、これまでの当研究所に設置されているタンパク質結晶構造解析ビームラインよりも大強度の X 線ビームが安定して得られるようになっていました。ビームラインの開発と同時に、データ収集実験の自動化の開発も行い、結晶交換ロボットに代表される自動化技術を最大限に駆使し、約 300 個の結晶について人の手を介することなく、回折データセットの収集から解析用データへの処理までを行うことが出来ます。

2009 年度からビームラインの本格利用が始まり、2009 年度は年間 60 日をアステラス製薬が専有し、創薬研究に利用されました。それ以外のビームタイム（約 120 日、2009 年度）は大学・公的研究機関による一般共同利用、もしくは他の民間企業による施設利用・共同研究に利用され、創薬研究はもとより様々な生命現象の解明につながっています。



実験ハッチ内の実験装置

### 6-3. 教育活動

#### ■サマースクール

学部3年生を主な対象とする大学生のための素粒子原子核サマースクール「サマーチャレンジ - この夏、没頭する -」を、8月20日から28日の9日間、KEKを会場として、関係大学の研究者等の協力を得て開催し、31大学から78名の参加がありました。

このサマースクールでは、我が国の将来を担う若者、特に大学生を対象にして、世界の第一線で活躍する研究者による素粒子・原子核と連携の深い宇宙分野も含む講義や研究施設を用いた実験演習及び施設見学等のプログラムを実施するもので、今年で3回目となります。今回は2008年のノーベル物理学賞を受賞した小林誠 KEK 特別栄誉教授による講演の他、施設見学、演習など、没頭する学生の姿が多く見られました。



小林誠 KEK 特別栄誉教授による講演の様子

#### ■夏期実習

学部高学年の学生、大学院生及び民間企業等の若手研究者を対象とする「夏期実習」を、6月1日から3日の3日間、KEKを会場として開催し、国内の大学等から57名の参加がありました。この実習では、素粒子原子核、物質構造科学及び加速器科学の実験を自らの手で行うことにより、高エネルギー加速器が拓く新分野を体験する機会を提供しました。



実習の様子

#### ■サイエンスキャンプ

9月20日から23日に高校生のための素粒子サイエンスキャンプ「Belle Plus」が開催されました。世界最高性能のKEKB加速器で宇宙や素粒子のいろいろな謎に迫る Belle 実験グループが2006年より毎年開催しているもので、今回で4回目になります。研究者と社会の人々との垣根を取り払う、いわゆる「科学コミュニケーション活動」には、イベントのために準備された箱庭環境ではなく、本物の研究生活が体験できる場の提供が不可欠だという意識が実行委員内にありました。その一方で、研究者自身が日頃楽しみながら駆使している実験装置や実験データを研究者だけが一人占めすることなく、これら多くの人と分かち合いたいという思いがありました。これらの思いが融合し、さらに世界における素粒子研究の一拠点である KEK で何ができるかを考えたとき、KEK が世界に誇る Belle 測定器やそのデータを思い切って参加者に提供してしまおうというアイデアがわきおこりました。これが Belle Plus の出発点です。キャンプの名前「Belle Plus」の「Plus (プラス)」はフランス語で「プラス (+)」の意味です。この「Plus」には、参加されるみなさんに Belle 実験グループの一員として加わり、期間中、一緒に過ごしてもらいたいという気持ちを込めています。



発表の様子



集合写真

今回は全国から23名の高校生を迎えて素粒子物理学に関する講義や Belle 測定器と KEKB 加速器を間近に見られる見学ツアー、外国人を含む研究者や大学院生との懇親会などが行われました。また、実習には4つのコースが設けられ、それぞれのコース毎に実習を行った後、研究結果についての発表が行われ、活発な意見交換がなされました。

## 6-4. 地域との関わり

### ■見学受入

つくばキャンパスでは、2005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、放射線の測定の体験、ビデオ等により、加速器の仕組みなどを分かり易く紹介しています。平日に加え、土日・祝日も予約なしで公開しています。研究本館の改装工事のため9月11日から翌3月31日まで休館し、機構の入り口に近い国際交流センターで新しいコミュニケーションプラザとして4月1日にオープンしました。研究施設の見学については、平日、10名以上の団体で予約を受付けています。2009年度、コミュニケーションプラザには、約3,700名の一般見学者（個人）、及び、約6,200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。現在は、平日（土日・祝日は休館）のみの公開となっています。また、随時見学も受付けており、2009年度の見学・視察による延べ人数は8,135名でした。

### ■一般公開

つくばキャンパスでは毎年秋に一般公開を行っています。2009年度は9月6日（日）に実施し、県内、県外から約3,900名の来場者がありました。今回の目玉となったのが、2008年のノーベル物理学賞を受賞した、小林誠 KEK 特別荣誉教授による受賞理論の解説講演でした。事前にインターネットで聴講の申し込みを募ったところ、受付開始から1日不足で定員350名に達するという人気ぶりで、2ヶ所に設けた同時中継会場でも立ち見の人が出るほど満員となりました。

また、工作や体験コーナーも大変盛況でした。こうした公開施設の各所に設けられた工作や体験コーナーは、楽しい遊びの場であるとともに、実験の原理の解説の一環でもあります。工作に夢中になっている子どももさることながら、大人のほうが真剣に説明に聞き入っているようでした。

8月1日（土）には、J-PARCの施設公開を実施し、約3,700名の来場者がありました。こちらでも、普段は入ることのできない施設・設備の大きさに来場者の感嘆の声が聞かれました。また、説明用のパネルの前で、身振り手振りを交えて語る研究者と熱心に話しこんでいる来場者の姿を、随所で見られました。子どもたちは、体験コーナーに夢中になっていました。



つくばキャンパス一般公開



J-PARC 施設公開

### ■公開講座

毎年秋に、週末を利用して公開講座を開催しています。2009年度は10月17日（土）・31日（土）に筑波大学春日キャンパスで開催しました。今年で14回目となる今回の講座では、「ノーベル賞の先の未来へ」をテーマに、新しい構成の加速器の実現を目指した研究や加速器とともに発展した超伝導技術とその利用と応用について、また、ビッグバンの前を巡る新しい研究やブラックホール熱力学とは何か、といった素粒子物理学による宇宙根源の探究について講演が行われました。会場では、両日あわせておよそ200名の参加者が熱心に耳を傾けていました。

### ■ 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と広報の一環として、「KEK コンサート」として入場無料で公開しています。2009年度はホールの改装に伴い、例年より少ない2回の開催でしたが、のべ180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、1,531,000 m<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。機構では、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有効利用しています。

2009年度は12月5日～7日の3日間、「やさと茅葺き屋根保存会」によるつくばキャンパス内の茅の刈り取りが行われました。機構では自生する茅の内56,000 m<sup>2</sup>分を保存し、保存会に提供しました。今回の刈り取りには保存会関係者や学生などのボランティア約30名が参加し作業に汗を流しました。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。



茅刈りの様子

### 「思い草」

夏の終わりごろ、機構内のススキの根元に、キセルのような形をした奇妙な植物を見ることができます。それがナンバンギセル（南蛮煙管）です。形が南蛮人の煙管に似ていることから命名されました。ススキの根などに寄生して、一切の栄養分をススキに依存している寄生植物です。

万葉集に「道の辺の尾花がしたの思ひ草 今さらさらに何をか思はむ 作者不詳（巻11-2270）」（山田卓三・中嶋信太郎、1995）と歌われていますが、ここで言う「尾花」はススキで「思い草」はナンバンギセルのことだとされています。ススキの陰で慎ましく、小首を傾げてものを思っている佳人のイメージでしょうか。

歌の意味は、「道ばたに生えるススキだけを頼って生きているナンバンギセルのように、私はあなた一人を頼りに生きているのですから、今さら、何一つ考えることはありません」（清水清、1984）という意味だそうです。万葉人のほうがずっとロマンチックだったようですね。



機構内に咲くナンバンギセル

## 6-5. 労働安全衛生

### ■ AED 追加設置及び救命講習会

つくばキャンパスで2台、東海キャンパスで6台のAED（自動体外除細動装置）を購入し設置しました。2010年3月末現在、つくばキャンパスには計7ヶ所、東海キャンパスには計9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、つくばキャンパス及び東海キャンパスのそれぞれにおいて、AEDの使用方法を含めた普通救命講習会を各自治体消防署の協力の下、実施しました。

また、東海キャンパスにおいては、メーカーの講師によるAEDの取扱説明会を2回実施したほか、ストレッチャーや空気呼吸器の取扱説明会を2回実施しました。



普通救命講習会の様子

### ■ 巡視点検

つくばキャンパスにおいては、産業医、衛生管理者による巡視点検を79回（累計214棟）実施しました。指摘事項は46件あり、そのうち96%が改善されました。

東海キャンパスにおいては、産業医、衛生管理者による巡視点検を220回実施しました。指摘事項は51件あり、そのうち94%が改善されました。未改善の指摘事項については、早急に対応する予定です。

### ■ 健康管理

一般定期健康診断の他、特別定期健康診断（電離放射線と特定化学物質）を各2回、子宮がん検診、肺がん検診、大腸がん検診、胃がん検診を各1回実施しました。海外渡航に係る健康診断は随時実施しました。

産業医による講演会として、メンタルヘルス講演会及びダイエット講演会を実施しました。また、職員の健康相談には随時対応してきました。

### ■ KEK ウォーキングキャンペーンの実施

2009年10月からの4か月間、ウォーキングキャンペーンを実施しました。歩数計を貸し出し、Web上の専用ページで歩数管理や体重管理、メンバー間のランキング確認ができる画期的なものです。総勢100名の参加があり、参加者は各々のスタイルでウォーキングを楽しみました。



歩数グラフ



ランキング



四国八十八ヶ所巡り



## ウォーキングの効用について KEK 産業医 大井雄一

ウォーキングをはじめ、ジョギングやサイクリング、水泳などは、「有酸素運動」と呼ばれます。身体が必要とする酸素を通常の呼吸で取り込める程度の負荷で行う運動を指し、言い換えれば、「長時間続けられる運動」「おしゃべりしながらでもできる運動」と言えます。

一方、「無酸素運動」とは、運動をするときに身体が必要とする酸素を、通常の呼吸では取り込めないほど負荷がかかる運動を指します。「長時間続けられない運動」「終わった時に激しく息が上がってしまう運動」を指し、ウエイトトレーニングや全力疾走などがこれに当たります。

有酸素運動は、体脂肪を燃焼して理想的な体型を維持したり、高血圧や糖尿病といった病気に代表されるような様々な生活習慣病を予防したりするのに効果があります。さらに有酸素運動のもつメリットはそのような身体面の影響に留まらず、ストレスを解消し、精神面における健康の維持にも役立つとされているのです。

有酸素運動がストレスを解消する効果は、次の3つの働きから得られるとされています。同じ運動でも無酸素運動には、このような効果があまり期待できません。

### 1. ストレスホルモンの分解

私たちがストレスを感じる時、体の中ではコルチゾールというストレスホルモンが分泌されています。コルチゾールが体内に多くあり過ぎると、心だけではなく、高血圧や免疫力低下など身体にも影響を及ぼします。有酸素運動をするとコルチゾールの分解が促され、体内のストレスホルモンを減らすことができます。

### 2. 脳内麻薬の分泌

有酸素運動の多くは繰り返し動作を伴います。これを続けると「脳内麻薬」とも呼ばれるエンドルフィンという物質が分泌され、快感をもたらします。長時間走っていると気持ちが良くなる「ランナーズ・ハイ」には、エンドルフィンが関連しているという説もあります。さらに運動を続けると、ドーパミンやセロトニンなど、気分を良くするその他の物質も分泌されます。

### 3. 副交感神経の活性化

人間は活動をしている時には「交感神経」が活発になり、リラックスしている時には「副交感神経」が活発になっています。有酸素運動の最中は交感神経が活発ですが、終了後は他の運動と比べて副交感神経が活発になりやすいため、心身ともにリラックスできます。副交感神経の働きでよく眠れるようになる点でも、ストレス解消の効果があります。



## 6. 社会との関わり

### ■新型インフルエンザへの対応

2009年4月からの新型インフルエンザ流行への対応として、KEKでは5月1日に新型感染症対策本部を設置し、個人の感染予防と機構での流行防止のため、発熱者の入構制限や手指消毒用アルコールの設置等の対策を講じました。また新型インフルエンザ予防のための産業医講演会を実施しました。

### ■事故

2009年度は交通事故7件、火災・発煙事故5件、その他の事故が9件ありました。交通事故は全て物損事故で原因は当事者本人の不注意によるものでした。火災・発煙事故では、装置の老朽化が原因と考えられるものが3件、人的ミスが2件で、安全マニュアルや作業手順の確認整備と老朽化した機器の更新が必要であると思われます。その他の事故は操作ミスによる機器の破損、不注意による怪我、確認ミスによる停電事故等でした。

### ■作業環境測定

労働安全衛生法に定める有機溶剤または特定化学物質を取り扱う場合、作業場に対する作業環境測定（当該化学物質の空気中の濃度測定）及び作業員に対する特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。2009年度は10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。

### 機構内にカワセミ

2009年の夏、化学実験棟の裏庭でカワセミの幼鳥の死骸を発見しました。おそらく建物の窓にぶつかってしまったのでしょう。カワセミは翡翠とも書かれる野鳥で、その名のとおり明るいコバルトブルーの背中と濃いブルーの羽が目立つ鳥で腹部はオレンジ色、脚は鮮やかなオレンジ色をしています。そのため飛翔時には光線状態で素晴らしい色彩を見せてくれます。カワセミは、水中の小魚やザリガニ、昆虫やオタマジャクシなどを餌としており、池や川に張り出した枝から水中にダイビングしてこれらを捕食します。また、水面の上空で餌を探してホバリングすることもあります。

私たちが見つけた幼鳥の親鳥はKEK敷地内の調整池に生息しているようです。幼鳥は巣立ち後、自分のテリトリーを探して親元を離れていきますが、このときに運悪く死んでしまったと思われます。幼鳥は嘴が少し短く、脚の色が茶色っぽいため、すぐに見分けがつかず。

野鳥は自然環境に敏感な生き物で、環境のバロメーターとも言われています。また、この他にもKEK敷地内にはキジやウサギといった野生の動物たちが暮らしています。この地域が自然に恵まれている証であり、今後もこのような自然の環境をできる限り守りながら研究や業務を行っていきたくと考えています。



カワセミ（つくば市内の公園にて）

## 7. 環境負荷データとその低減対策

### 7-1. エネルギー

#### ●総エネルギー投入量

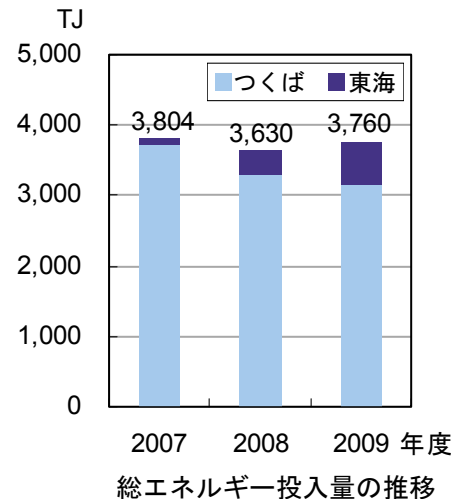
2009年度は、379,735 MWhの電力、2,496千m<sup>3</sup>の都市ガス、38.21 kLのガソリン、1.86 kLの軽油を使用しました。これらのエネルギー投入量を熱量に換算すると3,760 TJ (1 TJ = 1,000 GJ) であり、前年度に比べ3.6% 増となりました。

	電力	都市ガス	ガソリン	軽油
つくば	3,027,732	112,303	729	71
東海	618,696	—	593	—
計	3,646,428	112,303	1,322	71

\*使用した換算係数は次の通りです。

電力：9.97 GJ/MWh (昼間)、9.28 GJ/MWh (夜間)、

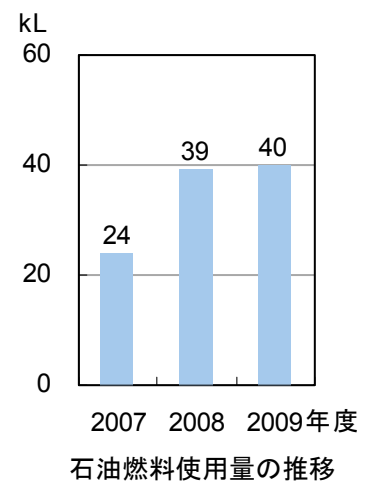
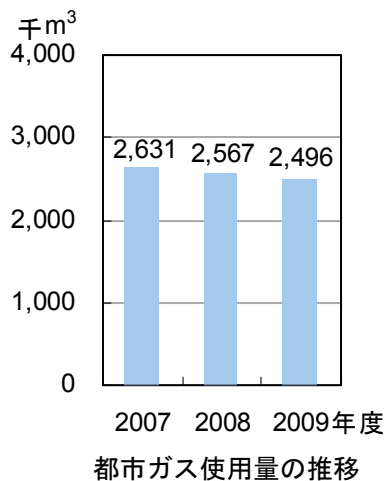
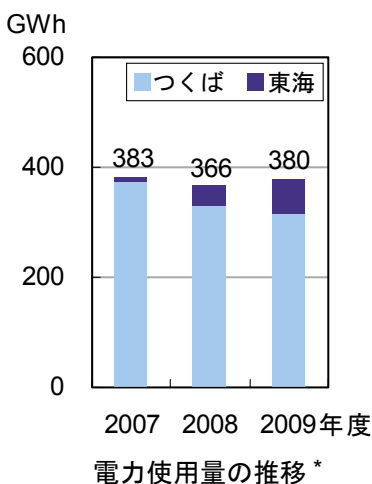
都市ガス：45.0 GJ/千m<sup>3</sup>、ガソリン：34.6 GJ/kL、軽油：38.2 GJ/kL



総エネルギー投入量の約97%は電力が占めており、そのほとんどをKEKB加速器等の運転に利用しました。

つくばキャンパスにおいては、KEKB加速器等の運転時間が減少したため、電力消費量は減少しました。一方、東海キャンパスでは、J-PARCの運用本格化により増加し、全体として総エネルギー投入量は増加に転じました。

都市ガスは、つくばキャンパスのみで使用しており、使用量は減少傾向にあります。また、石油燃料使用量についてはわずかに増加しました。これは、東海キャンパス勤務者及び東海キャンパスへの出張者の増加により公用車のガソリン使用量が増加したためです。なお、つくば-東海間を往復する業務連絡バスの燃料は、請負業者の負担であるため考慮していません。



\* 東海キャンパス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。

### ●一般需要に対する省エネルギー対策（施設改修工事における環境配慮の取り組み）

#### ■ Low-E 複層ガラスの採用

1号館の耐震改修工事において、一部のガラスに Low-E 複層ガラスを採用しています。Low-E ガラスは低放射ガラスとも呼ばれ特殊金属薄膜をガラス表面にコーティングしています。金属コートを施すことで表面放射率を小さくし、放射伝熱を低減させることができます。

複層ガラスの室外側を Low-E ガラスとすることで、室外側に吸収された日射は Low-E 膜の低放射効果によって室内側への放射伝熱が抑制され、吸収された日射はより多く室外側に再放出されることにより、遮熱効果が高まります。Low-E 複層ガラスを用いた複層ガラスの断熱性は 3 層の複層ガラスとほぼ同じです。通常ガラスの 5～10 倍の価格の為、使用については未だ限定的であり、今後の価格低減が普及への条件となります。



Low-E 複層ガラスを採用した  
つくばキャンパス 1 号館

#### ■ 屋上緑化

1号館の耐震改修工事において屋上緑化を実施しています。屋上を緑化することにより、緑化土壌の断熱作用や植物自体が日射を遮ることによる、屋内の温度上昇抑制や省エネ効果が期待できます。また、植物の蒸散作用によって屋外空間の温度上昇を緩和する効果も期待できます。

東京都では 1,000 m<sup>2</sup> 以上の敷地において建築物の新築、増改築等を行う場合は、一定基準以上の緑化が義務づけられており 2000 年から 2008 年までの都内における屋上緑化面積は 1,000,000 m<sup>2</sup> を超えています。

一方で土壌重量などの積載荷重が増加するため、耐震性の劣る建物に施行するのは難しく、建物構造と一体での検討が必要となります。

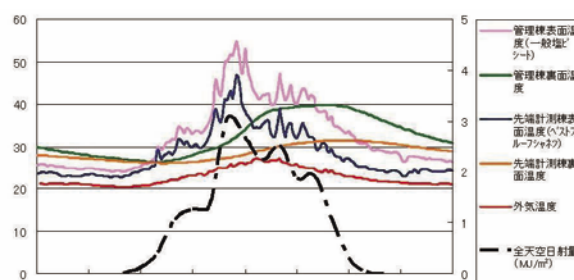


つくばキャンパス 1 号館  
屋上緑化

#### ■ 遮熱・高耐久ルーフィングシート

先端計測棟の防水改修工事で採用した遮熱・高耐久防水シートは一般の防水シートと異なり、太陽光に含まれる熱線（近赤外線）を反射させることでシート表面の温度上昇が抑制できるよう遮熱性能を付与したシートです。熱の流入を小さくできることから、屋内に伝わる熱量を減少させることができ、室内温度低減効果に寄与できると考えられます。熱変動による建物の劣化からの保護効果だけでなく、この温度低減効果によって夏期における冷房消費電力の節減が可能となり、CO<sub>2</sub> の削減効果が期待できます。

機構内において類似した構造の建物である管理棟の改修前の一般的な塩ビシートと夏期における室内側の温度推移及び温度差を比較検証したところシートの表面温度で最大 8.0℃、屋根面の室内側で最大 8.8℃の温度差を生じ、温度上昇を低減、抑制する効果を確認できました。今後、機構内における防水改修においても検討していきたいと考えています。



測定期間中に温度差が顕著に見られた  
2009 年 8 月 1 日の温度推移状況

#### ■ その他

- 排気と外気を熱交換し、空調用の外気導入負荷を低減することによりエネルギーの有効利用と環境への不要なエネルギー放散の削減ができる全熱交換器の採用
- 東カウターホール改修における高い断熱性能を持つ金属断熱パネルの採用

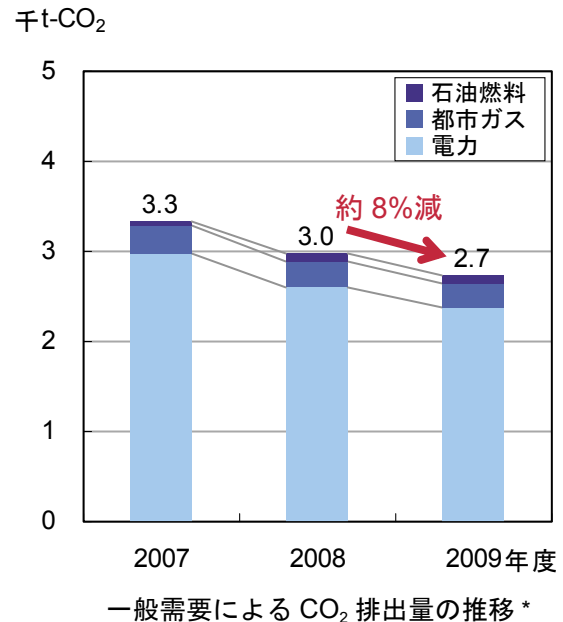
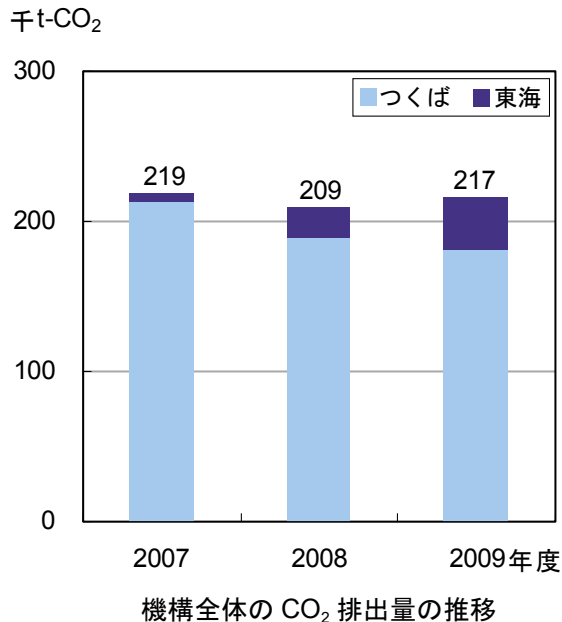
## 7-2. 温室効果ガス

2009年度の総二酸化炭素排出量は216,530 t-CO<sub>2</sub>でした。その内訳は電力消費量によるものが97%以上を占めています。つくばキャンパスではKEKB加速器等の運転時間の減少により2006年度から排出量は減少傾向にあります。東海キャンパスではJ-PARCが稼動したことにより増加傾向にあり、結果として全体でも増加に転じています。

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、都市ガス等消費による二酸化炭素排出量は、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により、2008年度比で約8%削減することができています。

2009年度エネルギー別二酸化炭素排出量

種類	使用量	単位発熱量	CO <sub>2</sub> 排出係数	CO <sub>2</sub> 排出量 (t-CO <sub>2</sub> )
電力	379,735 MWh		0.555 t-CO <sub>2</sub> /MWh	210,753
都市ガス	2,496 千m <sup>3</sup>	45.0 GJ/千m <sup>3</sup>	0.0506 t-CO <sub>2</sub> /GJ	5,683
ガソリン	38.2 kL	34.6 GJ/kL	0.0671 t-CO <sub>2</sub> /GJ	89
軽油	1.9 kL	38.2 GJ/kL	0.0686 t-CO <sub>2</sub> /GJ	5
計				216,530

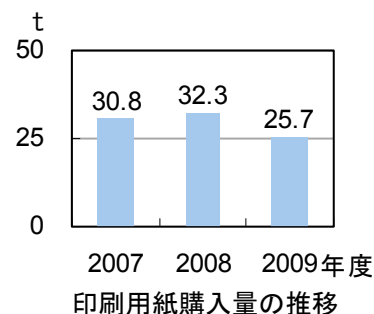


\*一般需要・・・加速器施設などの運転以外で使用した電力及び都市ガスと石油燃料

### 7-3. 物質

#### ■印刷用紙

2009年度、印刷用紙の購入量は、25.7トンでした。本年度は、ペーパーレス会議を178回行いました。これによる印刷用紙の削減量は、約2トンに当たります。KEKでは、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ます。



#### ■化学物質

2009年度の化学薬品等の入手量は10,111kgでした。このうち、毒物は2,935kg、劇物は379kgでした。年度末に化学薬品等の使用状況を調査し、「化学安全管理報告」にまとめ、未使用薬品の在庫が増えないよう注意喚起を行いました。

2009年度化学薬品等入手の状況

分類	入手数 (件)	入手量 (kg)	主な化学薬品等
毒物	107	2,935	電解研磨液、フッ化水素酸
劇物	202	379	苛性ソーダ、塩酸、硝酸、硫酸
一般	1,447	6,797	高圧絶縁油、フッ素系不活性液体
計	1,756	10,111	

#### ■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。2009年度における特定調達品目の調達状況は、下記のとおりです。KEKでは、2010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	コピー用紙等	29,923 kg	29,923 kg	100%
文具類	ボールペン等	73,799 個	73,799 個	100%
オフィス家具類	什器等	2,269 台	2,269 台	100%
OA機器	コピー機等	20,835 個	20,835 個	100%
移動電話	携帯電話	2 台	2 台	100%
家電製品	冷蔵庫等	118 台	118 台	100%
エアコンディショナー等	エアコンディショナー等	238 台	238 台	100%
温水器等	ガス温水機器等	9 台	9 台	100%
照明	蛍光灯等	1,775 本	1,775 本	100%
自動車等	タイヤ等	20 本	20 本	100%
消火器	消火器	24 本	24 本	100%
制服・作業服	作業服等	433 着	433 着	100%
インテリア・寝装寝具	カーテン等	175 枚	175 枚	100%
作業手袋	作業手袋	7,262 組	7,262 組	100%
その他繊維製品	ブルーシート等	10 枚	10 枚	100%
役務	印刷等	1,557 件	1,557 件	100%

※各調達数量は分野ごとの品目を全て集計しています。

## ■廃棄物

### • 一般廃棄物

2009年度は、一般廃棄物として113トンの可燃物、13トンの不燃物を排出しました。2008年度に比べて、いずれもやや増加しています。今後も、ゴミの分別やリサイクルに対する意識をさらに高める努力が必要です。

一般廃棄物排出量の推移

	2007年度	2008年度	2009年度
可燃物	96,230	85,980	112,650
不燃物	11,520	12,060	13,110
合計	107,750	98,040	125,760

(単位：kg)

### • 産業廃棄物

産業廃棄物として計412トンを排出しました。機構からの産業廃棄物のほとんどを占めるプラスチック、木屑類に加え、2009年度は鋳さい88トンを排出しました。これは、J-PARCハドロン実験施設・遮蔽鋼板のサンドブラスト処理において発生した廃砂の一部を産業廃棄物として排出したものです。最終的にはセメントの原料としてリサイクルされています。

産業廃棄物排出量の推移

	2007年度	2008年度	2009年度
プラスチック	167,175	152,393	201,257
木屑	81,990	80,800	102,235
金属類	1,890	288	4,821
がれき類	9,800	350	13,152
鋳さい	0	0	88,410
蛍光灯	1,299	0	1,500
蓄電池	700	0	800
合計	262,854	233,831	412,175

(単位：kg)

### • 実験系廃棄物

15トンの実験系廃棄物を排出しました。無機廃液、有機廃液の一部以外は、機構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3.5トンには、2009年度より本格稼働を始めたニオブ製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）2トンが含まれています。

実験系廃棄物排出量の推移

	2007年度	2008年度	2009年度
無機廃液	1,294	1,241	3,507
有機廃液	3,935	5,050	7,110
廃油	2,433	5,957	1,992
写真廃液	699	546	562
固形物ほか	4,495	2,489	1,921
合計	12,856	15,283	15,092

(単位：kg)

## ■リサイクル

### • 古紙、金属屑のリサイクル

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5トンであるのに対し、726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リサイクルされました。

古紙、金属屑再利用の推移

	2007年度	2008年度	2009年度
古紙	46,560	30,400	48,950
金属屑	304,200	181,570	677,120
合計	350,760	211,970	726,070

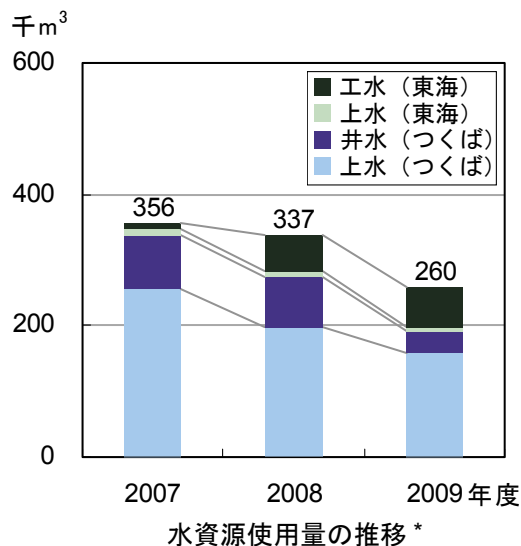
(単位：kg)

## 7-4. 水資源

### ■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。J-PARCの本格稼働に伴い、東海キャンパスでの工水の利用が増加しました。

\* 東海キャンパス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。



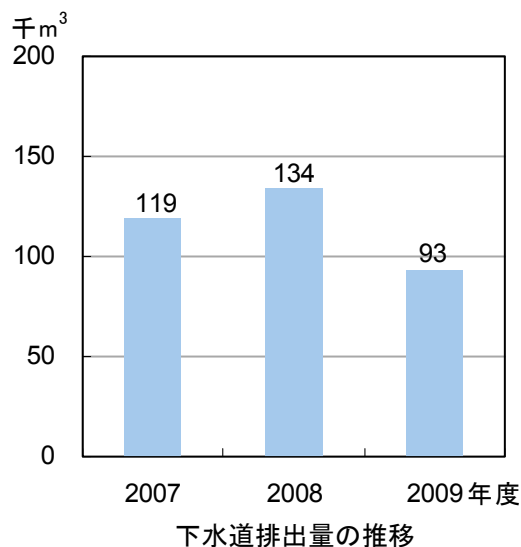
### ■排水量

2009年度、つくばキャンパスからは、93,000 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31%減となっています。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。なお、排水量は計測していません。

詳細は、「4-6. 環境関連法規制の遵守状況 排水管理」の項目に記載しています。



### ■節水対策

#### • 節水型機器の採用

水道水を使用する洗濯機、食器洗い機、便器、水栓などの家庭用の機器について、節水型の機器が浸透していますが、機構内においても新たに設置する便器、水栓などについては節水型の機器を採用しています。

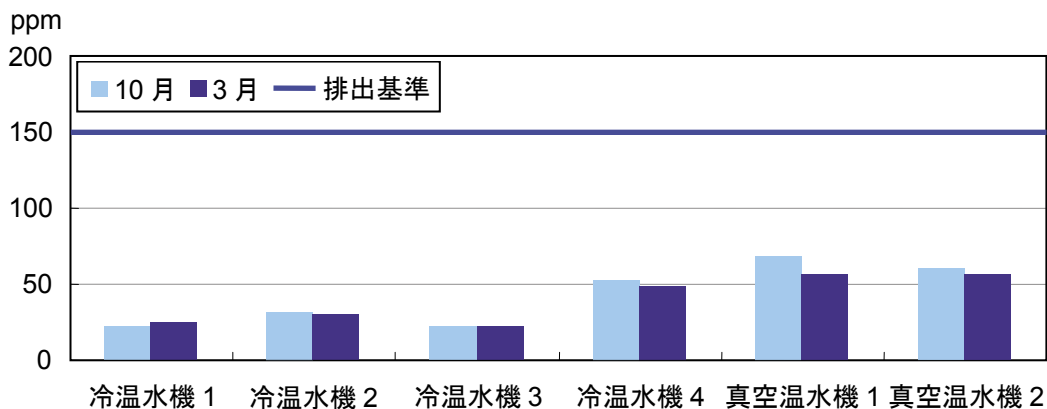
節水型の便器では従来11～13Lだった洗浄水量を6Lまで削減し、ランニングコストの削減の他、送水や下水処理に要する電力を削減できることから、CO<sub>2</sub>削減にも寄与できます。



## 7-5. 大気

## ■窒素酸化物とばいじん

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<sub>x</sub>）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。

2009 年度窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>) の排出量 (PF エネルギーセンター)

## ■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、できるだけ回収、排ガスの活性炭吸着等を行っています。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。2009 年度の調査によると、機構全体で最大 275 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 234 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。

2009 年度大気中への化学物質の排出量

薬品名	排出量 (kg)	作業内容
エタノール	207	部品の洗浄、器具の消毒・滅菌
ノルマルヘキサン	30	水質検査
アセトン	26	部品の洗浄
その他	12	部品の洗浄など
計	275	

## 8. ガイドラインとの対照表

環境報告ガイドライン（2007年版）に基づく項目	記載状況	該当頁数	記載無しの理由
基礎的情報：BI			
BI-1：経営責任者の緒言	○	1	
BI-2-1：報告の対象組織・期間・分野	○	2-3	
BI-2-2：報告範囲と環境負荷の捕捉状況	○	2-3	
BI-3：事業の概況（経営指標を含む）	○	4-11	
BI-4-1：主要な指標等の一覧	○	33,35-38	
BI-4-2：事業活動における環境配慮の取組に関する目標、計画	○	14-16	
BI-5：事業活動のマテリアルバランス(インプット、内部循環、アウトプット)	○	17	
マネジメント・パフォーマンス指標：MPI			
MP-1-1：事業活動における環境配慮の方針	○	12	
MP-1-2：環境マネジメントシステムの状況	○	13	
MP-2：環境に関する規制の遵守状況	○	20-21	
MP-3：環境会計情報	○	18-19	
MP-4：環境に配慮した投融資の状況	—		該当無し
MP-5：サプライチェーンマネジメント等の状況	—		該当無し
MP-6：グリーン購入・調達状況	○	36	
MP-7：環境に配慮した新技術、DfE等の研究開発の状況	○	24	
MP-8：環境に配慮した輸送に関する状況	—		該当無し
MP-9：生物多様性の保全と生物資源の持続可能な利用の状況	○	29,32	
MP-10：環境コミュニケーションの状況	○	28-29	
MP-11：環境に関する社会貢献の状況	○	28-29	
MP-12：環境負荷低減に資する製品・サービスの状況	○	23-24	
オペレーション指標：OPI			
OP-1：総エネルギー投入量及びその低減対策	○	33-34	
OP-2：総物質投入量及びその低減対策	○	36	
OP-3：水資源投入量及びその低減対策	○	38	
OP-4：事業エリア内で循環的利用を行っている物質等	○	23	
OP-5：総製品生産量又は総商品販売量	—		該当無し
OP-6：温室効果ガスの排出量及びその低減対策	○	35	
OP-7：大気汚染、生活環境に係る負荷量及びその低減対策	○	39	
OP-8：化学物質の排出量、移動量及びその低減対策	○	36	
OP-9：廃棄物等総排出量、廃棄物最終処分量及びその低減対策	○	37	
OP-10：総排水量及びその低減対策	○	38	
環境効率指標：EEI			
環境配慮と経営の関連状況	—		主に製造販売業に適用
社会パフォーマンス指標：SPI			
社会的取組の状況	○	25-32	

## 9. 第三者意見

はらぐち ひろき  
原口 紘 氏

名古屋大学名誉教授  
(社) 国際環境研究協会 環境省プログラムオフィサー



記憶が定かでないが、高エネルギー加速器研究機構（以下「研究機構」とする）の前身である高エネルギー物理学研究所を最初に訪問したのは1973年か1974年のことであった。当時は筑波研究学園都市の建設が始まったばかりで、高エネルギー物理学研究所も第一期の加速器の建設が始められた頃であった。訪問の理由は、シンクロトロン放射光（SOR）実験施設の責任者であった黒田晴男先生（当時東京大学理学部教授）が若手研究者を集めて、実験施設の将来の利用計画を相談された会合であった。その後研究所を訪れる機会がなかったが、今回報告書を拝見し、またその他の資料を読み、現在では世界最先端の加速器科学関連の研究機構として発展しておられること、また最近日本の素粒子物理学の分野で3人の先生方がノーベル賞を受賞されたことに対して深甚の敬意を表したい。

さて、今回研究機構の「環境報告2010」の第三者意見を求められた。現在の廃棄物処理などの環境関係の法令では、大学や国立の研究機関も民間企業と同じ事業所として扱われ、環境関連法規制を順守することが求められている。研究機構でも、機構長の下に環境・地球温暖化対策推進会議、エネルギー利用計画委員会、環境安全管理室などを設置し、環境方針を公表して、環境保全及び労働安全衛生に真摯に取り組んでおられる。環境報告も環境省2007年度版「環境報告ガイドライン」で求められている項目を網羅する形でまとめられており、報告書の編集方針、構成、及び内容に関して特に問題点を指摘すべきことがない状況であるので、個々の項目についてのコメントは差し控える。

ただし、注視すべき点は、加速器及び関連施設の運転には莫大なエネルギー（電力、都市ガス、ガソリン）と水資源が必要であり、その施設運営ための費用も膨大であることである。そこで研究機構では環境対策として省エネルギー、省資源を重点項目として取り組み、加速器への超伝導技術の応用開発等を進められている。巨大科学の推進では、費用、エネルギー、人的資源の活用の最大効率が求められるのは必然である。この点については、報告書で「投入エネルギー」対「研究・教育等の成果」を強調されているが、その効率については報告書からは明確でない。これは環境報告でなく、研究報告の問題かもしれないが、民間企業で言えば「投資効率」である。研究機構の活動に対する社会の理解を得るには、今後は研究・教育においても「投資効率」に準ずる指標を策定し、公表する必要があると思われる。

最後に、研究機構の益々の発展を祈念しつつ、環境活動と環境報告の取り組みで参考にさせていただきたいことを記しておく。

- 「4.3 環境目標・環境計画の達成度」の表中の評価項目に「○」が付けられているが、これは内部評価による結果と思われる。今後は、環境方針・行動計画関連の環境マネージメントを含めて、達成度の評価に外部評価システムを取り入れるべきであろう。
- また、上記の表中の「環境目標」、「行動計画」、「主な取り組み」に詳細な環境項目がまとめられ、対応されていることが分かる。ただし、環境目標に数値目標がないのが残念である。すべては無理かもしれないが、数値化できるものは、中長期的な基本方針とともに数値目標を挙げ、努力していただきたい。
- 今回の環境報告で研究機構全体として環境に配慮した取り組みをしておられることは理解できたが、構成員（役員、教員、技術職員、事務職員、学生等）の環境意識や行動がよく見えない。構成員の機構内での取り組み、及び地域環境保全への貢献についても見える化の工夫が必要と思われる。

## 10. 用語集

用語	掲載ページ	説明
ATF	9	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	4,6,10	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	6,9	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と言う。
CP 対称性の破れ	6,9	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	7,9,13,14	エネルギー回収型リニアック (Energy Recovery Linac) を参照。
ILC	13,14	国際リニアコライダー計画 (International Linear Collider) を参照。
J-PARC	3,5-8,10,13,14,23,28,33,35,37,38	大強度陽子加速器施設 (Japan Proton Accelerator Research Complex) を参照。
LHC	6	大型ハドロン衝突型加速器 (Large Hadron Collider) スイスのジュネーヴ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	7	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のも、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	7,39	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	9,32	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	4,6,10	長基線ニュートリノ振動実験を参照。(T2K: Tokai to Kamioka)
アンジュレーター	9,26	永久磁石の列が交互に並んだ装置。これを電子ビームの軌道に挿入すると、蛇行した電子から放出される光同士が干渉して、エネルギーのそろった輝度の非常に高い光が得られる。

用語	掲載ページ	説明
エネルギー回収型リニアック (ERL)	7,9,13	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	1-10,12-14,19,20,22,25,27-28,33,35	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力(電場)を使って、より速くする機械を加速器と言う。
環境会計	18	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	1,12,14,18,24,36	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	1,12,13,16	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。
クエンチ	23	液体ヘリウムなどで冷却された超伝導機器の超伝導が破れて大量の熱を発生する現象。
クラブ衝突	14	電子ビームと陽電子ビームを正面衝突ではなく角度を持たせて衝突させる際、ビームの前後方向の軸を回転させて、ビームの衝突断面積を増加させる衝突のこと。カニの横歩きの様からクラブ衝突と呼ばれる。
グリーン購入	36	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。
原子核	1-6,9,27	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)	9,11,13	世界最高エネルギーの電子と陽電子を衝突させる実験を行う、国際共同研究計画。約30 kmに及ぶ地下直線トンネル内に建設する直線型の超伝導加速器を利用する。LHC計画などで探索が進められているヒッグス粒子の精密な調査や、超対称性粒子の発見などを目指す。
持続可能な社会	1,2	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。
素粒子	1,2,4-6,9,27,28	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。この他、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。

用語	掲載ページ	説明
大強度陽子加速器施設 (J-PARC)	5	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。
長基線ニュートリノ振動実験 (T2K)	6	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	7,9,11,13,24	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。
トップアップ方式	9	電子ビームの減少を常時入射することによって補い、加速器に蓄積される電子ビームの電流が一定になるような方式。いつでも一定の強さの光を使うことができる。
ニュートリノ	4,6,8,10,23	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。
ハドロン	6,8,37	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。
放射光	7,9,24,26	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	7,8	電子の仲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。
陽電子	9,13	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。
ルミノシティ	9	粒子と粒子の衝突の頻度を示す値。

以下の Web ページもご覧ください。

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

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

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

## 1 1. 編集後記

---

高エネルギー加速器研究機構の環境報告 2010 をお読みいただきありがとうございます。

KEK の報告書は、2006 年度より数えて 5 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参りましたが、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 では毎年度環境目標をたてて様々な環境活動を行っています。これらの活動の総括である環境報告書に関して機構内での自己評価が困難であると考え、昨年度より外部の方に第三者評価をお願いしています。今年度は社団法人国際環境研究協会の原口先生に評価をお願いしました。その結果、莫大なエネルギーを投入している機構の環境目標である「[投入エネルギー] 対 [研究・教育等の成果] 効率の向上」について具体的な評価が必要とのご意見をいただきました。非常に難しい宿題であると思いますが、機構全体の課題として取り上げさせていただきたいと思います。また、その他のご指摘いただいた点についても、次年度の環境活動に反映させていただ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 2010 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原口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と KEK 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。

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



## キジ一家

つくばキャンパスにはキジが生息しています。  
みんなで温かく見守っています。  
(2009年8月撮影)



リサイクル適性(B)

この印刷物は、板紙へ  
リサイクルできます。

## 高エネルギー加速器研究機構 環境報告2010

本環境報告はホームページで公表しています。

<http://www.kek.jp/kankyou/>

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