

環境報告 2011

KEK Environmental Report 2011



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

2010年4月～2011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 2011 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

2011年9月

目次

1. 機構長メッセージ	1
2. KEKについて	3
2-1. 機構概要	
2-2. 機構の使命	
2-3. 機構の目指すもの	
2-4. 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	
3. KEK の環境配慮活動	12
3-1. 環境方針	
3-2. 環境管理体制	
3-3. 環境目標・環境計画の達成度	
3-4. KEK のマテリアルバランス	
3-5. 環境会計	
3-6. 環境関連法規制の遵守状況	
4. トピックス	25
4-1. 「KEK キャラバン」プロジェクト	
4-2. 高圧ガスの取り扱いに関する安全確保で評価	
4-3. 福島第一原子力発電所事故由来の放射線測定	
4-4. KEK キャンパスマスタープランと緑地環境の維持	
4-5. 研究本館耐震改修工事	
4-6. 東海キャンパスユーザー宿泊施設の建設	
4-7. 省エネルギー材料における脱希少元素の研究	
4-8. エネルギー変換材料の研究	
5. 社会との関わり	31
5-1. 共同利用・共同研究	
5-2. 教育活動	
5-3. 地域との関わり	
5-4. 労働安全衛生	
6. 環境負荷データとその低減対策	37
6-1. エネルギー	
6-2. 温室効果ガス	
6-3. 物質	
6-4. 水資源	
6-5. 大気	
6-6. ヘリウム	
7. ガイドラインとの対照表	45
8. 第三者意見	46
9. 用語集	47
10. 編集後記	50

1. 機構長メッセージ

高エネルギー加速器研究機構（KEK）は、高エネルギー粒子加速器を研究手段に用いて宇宙、物質、生命の謎を解き明かす加速器科学の国際研究拠点として、国内外の研究者や学生とともに研究を推進し、また、大学共同利用機関として広く研究、教育の場を提供しています。このため KEK は、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、多大な電力を消費します。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。

このため 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 CO₂ 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 CO₂ の排出の削減」に対して数値目標を掲げました。そして、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。

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。

ここに、「環境情報の提供の促進等による特定事業者の環境に配慮した事業活動の促進に関する法律（環境配慮促進法）」に基づき、「環境報告 2011」を作成しました。多くのご意見、ご批判を頂きつつ、職員、共同利用研究者、大学院生、関連企業と協力し、目標の達成に努めて参ります。

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. KEKについて

2-1. 機構概要

■職員数（2010年4月1日現在）

合計	680名
役員	7名
所長・施設長	2名
教員	361名
技術職員	156名
事務職員等	154名

■総合研究大学院大学学生数（2010年4月現在）

合計	63名
加速器科学専攻	12名
物質構造科学専攻	9名
素粒子原子核専攻	42名

■予算額（2010年度）〔単位：百万円〕

収入：33,268	
運営費交付金	29,571
施設整備費補助金	1,688
産学連携等研究収入及び寄付金収入等	1,623
自己収入（雑収入）	228
補助金等収入	107
国立大学財務・経営センター施設費交付金	50

支出：33,268	
業務費（教育研究経費）	26,671
施設整備費	1,738
産学連携等研究経費及び寄付金事業費等	1,623
長期借入金償還金	3,129
補助金等	107

■敷地面積（2010年4月現在）

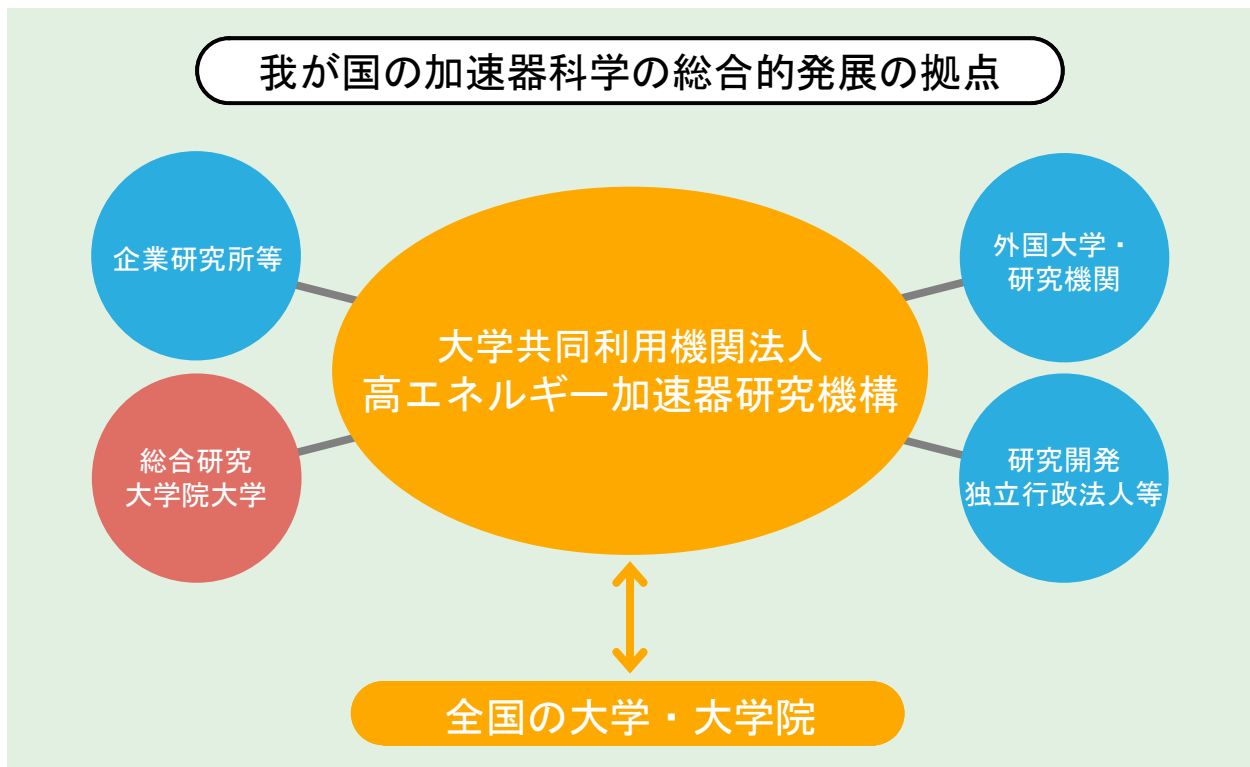
	敷地面積	建物面積
つくばキャンパス	1,531,286 m ²	185,682 m ²
東海キャンパス	104,698 m ²	38,126 m ²

■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	東京大学理学部付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

2-2. 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。

2-3. 機構の目指すもの

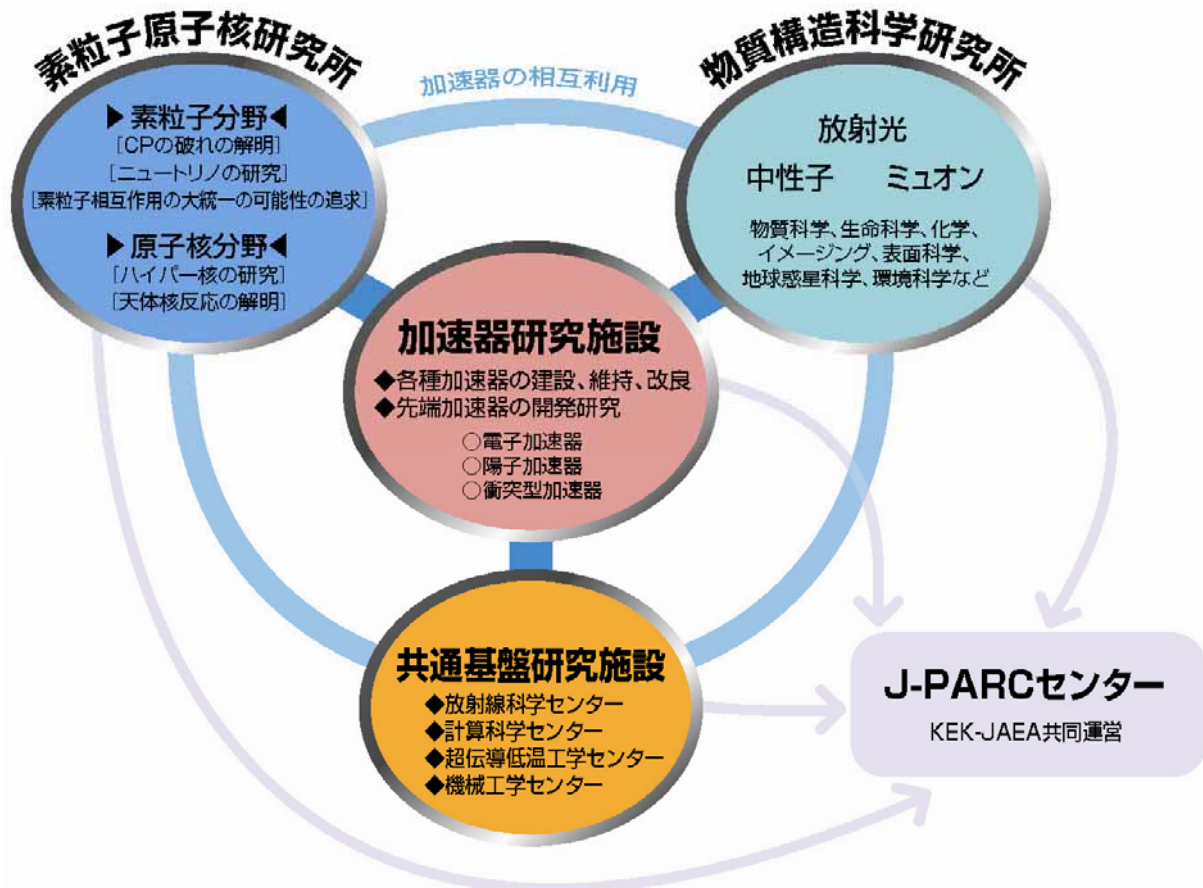
KEKは巨大な加速器と呼ばれる装置群を使って基礎科学の研究を行っています。加速器とは、電子や陽子などの粒子を光の速度近くまで加速して高いエネルギーの状態を作り出す装置です。こうした高いエネルギーの粒子を使って、大きく分けて二つの研究を行っています。

一つは素粒子・原子核の研究で、高いエネルギーの粒子を衝突させ、宇宙誕生時に多数存在した粒子を発生させて反応を調べる研究や、ニュートリノを発生させ、その振る舞いを調べる研究などです。これらはいずれも物質の根源や宇宙誕生時の物質の起源にせまる謎の解明を目指しています。

もう一つは物質の構造や機能の研究です。高エネルギー粒子が曲がる時に放つ強力な光や、粒子の衝突反応から生まれるミュオンや中性子と呼ばれる粒子を使って、物質の極微の世界の構造を調べることで、物質や生命の謎の解明を目指しています。これらの研究により新材料の開発、新薬の開発、医療への利用など、さまざまな分野への応用が期待できます。

2-4. 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。



●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や将来の加速器 ILC 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・原子核およ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 中間子対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来ました。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、謎の解明に大きな進展をもたらしました。それから 7 年後の 2008 年に小林誠先生 (KEK 特別荣誉教授)・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ましたことは、記憶に新しいところです。2010 年 6 月 30 日に KEKB の運転は終了しましたが、小林・益川理論を超える新しい物理原理の発見を目指し、現在、高度化した Super KEK B-factory の建設を遂行中です。

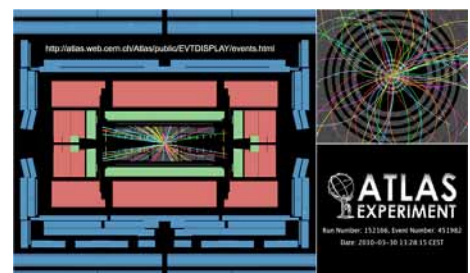


KEKB 運転終了のセレモニーに集まった人々

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) 施設で、実験を進めています。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。

国際協力では、スイス・ジュネーブにある欧州合同原子核研究機関 (CERN) で始まった LHC 加速器による陽子・陽子衝突実験から最初の物理結果が報告されました。LHC 加速器には、現在 4 つの実験グループがありますが、本研究所からは、ATLAS 実験に多くの国内グループとともに参加し、標準理論を超える現象の発見を目指して、世界最高エネルギーである 7 TeV でのデータ収集、解析を行っています。

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として始まりましたが、2010 年度からは、物質構造研究も含めることになりました。(紹介記事 p.32)



7 TeV の初衝突の事象の一つ。
(画像提供：CERN アトラス実験グループ)



益川敏英先生を迎えた
第 4 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 μ 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（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（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

J-PARC は、JAEA と KEK が共同で建設、運営する世界最高クラスの大強度陽子ビームを生成する加速器と、その大強度陽子ビームを利用する実験施設で構成される最先端科学の研究施設です。高いエネルギーまで加速された陽子を原子核標的に衝突させると、原子核反応により、中性子、K中間子、 π 中間子、ミュオン、ニュートリノ、反陽子などの多様な二次粒子が生成されます。これらの二次粒子を利用して、原子核物理、素粒子物理、物質科学、生命科学、原子力工学の分野におけるさまざまな最先端の研究を進めています。加速器はリニアック (LINAC)、3 GeV シンクロトロン (RCS)、主リングシンクロトロン (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原子核素粒子実験施設 (ハドロン実験施設) とニュートリノ実験施設があります (図 1)。震災までに加速器は RCS で 200 kW 連続運転、400 kW テスト運転、MR では 145 kW のビームパワーを実現しました。

MLF では 3 GeV 加速器から取り出した陽子ビームにより中性子やミュオンを発生させ、物質の構造や運動状態を解明して、新材料の開発などに役立てようとしています。中性子科学研究施設では、水に接しているアクリル樹脂の界面付近の分子が水の中にわずかに膨潤している様子を明らかにしました。また、水と有機溶媒の混合液に特殊な塩を加えた時にナノスケールの構造ができることを示しました。ミュオンを利用するミュオン科学実験施設では、新物質 Ba_2IrO_4 の磁気状態をミュオン・スピン回転法で観察することにより、本物質が銅酸化物高温超伝体の母物質によく似た性質を持つことを明らかにしました (図 2、3)。

ニュートリノ実験施設では、MR を用いて発生させたニュートリノビームを射出し、295 km 離れた岐阜県神岡にある 5 万トンの水を水槽にためた大型検出器スーパーカミオカンデで検出することにより、謎の素粒子ニュートリノの性質を解明するための T2K 実験を進めています (図 4)。2010 年 1 月から本格測定を開始、2011 年 3 月 11 日の震災により実験が中断する直前までにビーム強度は 145 kW、累積陽子数 1.43×10^{20} 個相当のデータを収集しました。2010 年夏以前に蓄積した 3.2×10^{19} 陽子相当のデータを解析した結果、J-PARC からのニュートリノ反応 33 個を検出、ニュートリノの種類が変化する現象 (ニュートリノ振動) の測定を開始しました。

ハドロン実験施設では π 中間子や K 中間子などの 2 次粒子を利用して、物質や質量の起源の謎に迫る様々な研究が進められています。過去の実験により存在が示唆されていた新しい物質状態であるペンタクォーク (5 つのクォークの結合状態) の探索実験が行われ、そのような状態は存在しない場合の予想と矛盾しない結果を得、その生成確率に強い上限値を与えました。



図 1. J-PARC 施設配置図

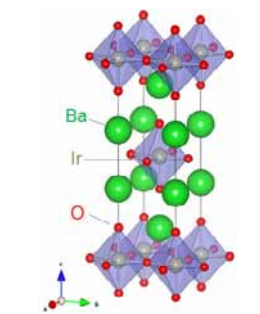
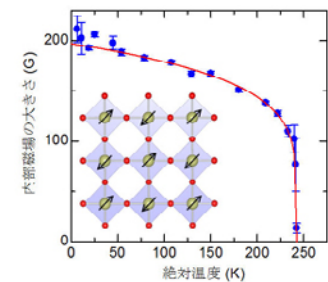
図 2. Ba_2IrO_4 の結晶構造

図 3. ミュオン・スピン回転法で観測された反強磁性相の出現



図 4. T2K 実験の概要

2. KEKについて

●加速器研究施設

加速器研究施設は、最先端の粒子加速器に関する研究開発を行うとともに、大学共同利用機関として、大型の加速器施設を建設し、素粒子及び原子核の実験装置へ、高エネルギーのビーム（電子、陽電子、陽子）を供給しています。

つくばキャンパスのBファクトリー加速器（KEKB）は、実験開始以来の総積分ルミノシティが $1,040 \text{ fb}^{-1}$ を超え、ルミノシティのピーク値とともに世界最高を記録しました。KEKBは2010年夏で終了し、ルミノシティをさらに高めるKEKB高度化（SuperKEKB）に着手、KEKBリングの解体作業（図1）にとりかかるとともに、主要な機器の製作に向けて加速器の詳細設計を進めています。

物質構造の研究には2.5 GeVと6.5 GeVの放射光施設が稼働していますが、2.5 GeVの放射光施設（PF）は、放射光による実験精度をあげるために、可変偏光アンジュレータ（図2）を追加し高速可変偏光スイッチングのビーム試験を開始しました。また老朽化対策としてRF高圧電源の3台目の更新を行い、安定な運転を行っています。

全長600 mの電子・陽電子線形加速器では3リングへの同時トップアップ入射方式への改良によって、種類の違う4つのリングへビームを効率よく供給し、5,847時間の運転、稼働率は99.5%を達成しました。KEKBの高度化に合わせて入射器も改造を開始し、KEKBでの作業を容易にするためにトンネルの上流側と下流側とをシールド壁で分離（図3）、それぞれ独立に運転できるように変更しました。

国際リニアコライダー計画のアジア地区の拠点として、先端加速器試験施設（ATF）は国際協力でビーム開発実験を進め、垂直ビームサイズを320 nmまでの縮小とナノ秒高速キッカーはマルチバンチビーム取出しに成功し、また、超伝導リニアック試験施設（STF）では、8台の超伝導空洞の試験運転を行い、高加速電界での安定制御を実証しました。

東海キャンパスの大強度陽子加速器（J-PARC）の主リングでは（図4）、ビームロスを減らすための改造や、繰り返し周期を上げるなどして、性能を飛躍的に向上させ、取り出されるビームパワーを約4倍へ増加することができました。ニュートリノのT2K実験に対して145 kWでの連続運転を達成し、積算での陽子供給量も 1.45×10^{20} プロトンと調整は順調に進みました。LINACとRCSもこれらの安定した運転を実現するための調整が進められました。

次世代の放射光源としてエネルギー回収型線形加速器（ERL）が期待されており、実証器として開発中のコンパクトERLの建設が進み（図5）、クライストロンやIOTなどのRF源が整備され、大電力試験が可能になりました。



図1.KEKBリングの解体作業



図2. 可変偏光アンジュレータ



図3.KEKBリング内シールド壁



図4.J-PARC主リング



図5. コンパクトERL

●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が、放射能は固定されているので、外には広がりません。機器を持ち出す時だけ問題になります。出入口の測定器（右写真）で測り、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。



J-PARCの加速器室の出入口にある測定器（持ち出す機器の放射能と人の手足の汚染を同時に測る。）

【計算科学センター】

KEK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。加速器の強度やルミノシティの向上に伴い、また測定器の高精細化により、実験で得られるデータ量は膨大になります。これらのデータの処理や解析には、計算パワーとストレージ容量の両面において大きな計算機資源が必要ですが、一研究機関だけでは賅いきれない状況が既に発生しています。

たとえばCERNのLHC加速器での実験では参加機関の計算機資源がグリッド網で繋がれ、ユーザーは計算機の所在地を意識することなく利用することができます。計算科学センターでは、つくばキャンパスと東海キャンパス間だけでなく、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。この実績をベースに、Belle II 実験に向けた大規模なグリッドシステムを構築する準備を始めています。研究機関を越えた計算資源の利用が広がれば、研究上も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。



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。）

2. KEKについて

【超伝導低温工学センター】

「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。2009年度からは、東海キャンパス・J-PARCにおいても液体ヘリウム供給・資源循環利用及びニュートリノ振動観測実験のための一次陽子超伝導ビームラインが定常的に運転されています。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、一次陽子ビームを約 90 度曲げた後、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。冷凍機システムの定常運転時の運転制御パラメータの最適化を図ることにより、更なる省電力を達成し、電力節約、CO₂削減に大きく貢献しています。この節電・制御技術は KEK において優れた技術開発として評価され、技術開発を主導した技師に 2010 年度 KEK 技術賞が授与されました。



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、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。

2010 年度から、空洞製造技術開発施設に電子ビーム溶接機、その他の関係する装置の整備が進められ、空洞製造に関する施設として完成しました。同時に空洞を自前で製作する研究活動を進めており、この研究から得られた成果を今後この施設で応用します。

空洞の製造には、ニオブ材の電子ビーム溶接の直前に CP 処理（化学研磨）が必須工程です。この施設内には CP 処理設備が装備されており、洗浄効果が失われない時間内に電子ビーム溶接作業が実施できます。この CP 処理設備から生じる排ガスについてはスクラバーにより洗浄処理され、廃水については専用の貯留槽に貯められた後、実験廃液処理施設において処理されます。



電子ビーム溶接機

3. KEK の環境配慮活動

3-1. 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。

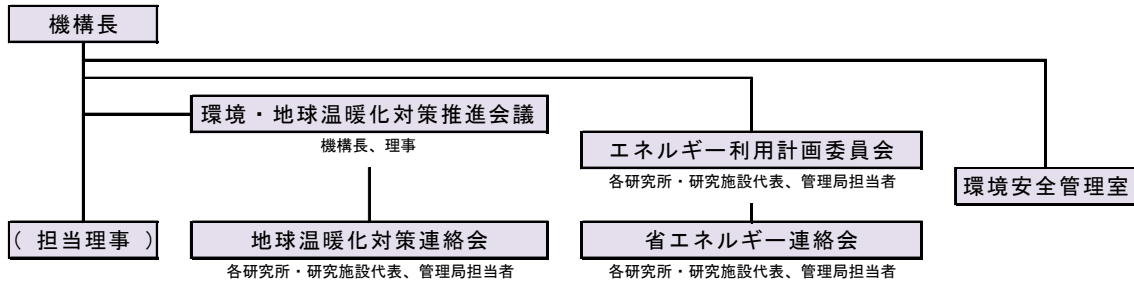
以上を念頭に置きつつ、研究・教育活動を積極的に推進するとともに、地球環境を維持・承継しつつ持続的発展が可能な社会の構築を目指します。

◆ 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。

3-2. 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。たとえば、2010 年 6 月に停止した KEKB 施設では、このような努力により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、世界最高のルミノシティを達成しました。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。

省エネルギー、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 CO₂ 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 CO₂ 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。

さらに、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。省エネルギー連絡会では、エネルギー使用量の概ね 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に対する積極的な取組を進めています。また、2007 年度からは、機構長の下に設置された環境安全管理室が KEK の環境管理に関する実務を行っています。

3-3. 環境目標・環境計画の達成度

KEK の 2010 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	○
	2010 年度の CO ₂ 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 ₂ の排出削減に対して、〔投入エネルギー〕対〔研究、教育等の成果〕の効率の向上	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、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	○

3. KEK の環境配慮活動

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	2010年度の更新分（1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	○

■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	エネルギーの使用の合理化に関する規程を制定し、エネルギー管理体制を組織	○

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


3-4. KEKのマテリアルバランス

投入量

総エネルギー投入量 3,040 TJ [▶ p.37](#)

 電力使用量 304 GWh


 都市ガス使用量 2445千m³

 石油燃料使用量 48 kL

 水資源投入量 306千m³ [▶ p.42](#)

 研究資材


排出量

 CO₂排出量 175千t-CO₂ [▶ p.39](#)

廃棄物 [▶ p.41](#)

 一般廃棄物 103 t

 産業廃棄物※ 281 t

 実験系廃棄物 16 t

 下水道排出量 123千m³ [▶ p.42](#)

*産業廃棄物は、PCB 廃棄物を含んでいます。



共同利用・共同研究

▶ p.31

国内機関共同研究者等受入

60,257延人日
(6,297実人数)



外国機関共同研究者等受入

21,720延人日
(1,660実人数)

発表論文数 (共同利用・共同研究含む)



1,306本

教育

▶ p.32

サマースクール

90人



ウインターサイエンスキャンプ

20人

地域との関わり

▶ p.33

見学者数

- ・つくば 4,314名 (個人)
- ・東海 5,973名 (団体)
- ・東海 6,806名



KEK一般公開 3,300名

J-PARC施設公開 3,800名

公開講座、KEKコンサートなど

3. KEKの環境配慮活動

3-5. 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	投資額(千円)
地球環境保全コスト	34,079
ルームエアコンの更新	2,226
パッケージ型エアコン更新	17,486
遮光フィルム取付	1,701
照明器具の取替	7,215
網戸の取付	1,542
一般家電製品更新	1,136
計量器の取り付け(建物毎の上水、井水、電力使用量の把握)	2,773
資源循環コスト	92,940
一般廃棄物処理	1,851
産業廃棄物処理	5,467
PCB廃棄物処理	36,054
実験系廃棄物処理	49,568
管理活動コスト	43,128
環境報告書作成	610
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	39,582
枯損木撤去	1,715
太陽光発電設備表示器設置	525
合計	170,147

■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)	2009年度	2010年度	前年度比
総エネルギー投入量 (GJ)	3,760,124	3,039,585	81%
電力使用量 (MWh)	379,735	304,464	80%
都市ガス使用量 (千m ³)	2,496	2,445	98%
石油燃料使用量 (KL)	40	48	119%
水資源使用量 (千m ³)	260	306	118%
上水 (千m ³)	169	159	94%
井水 (千m ³)	31	25	81%
工水 (千m ³)	60	122	203%
下水道排出量 (千m ³)	93	123	132%
温室効果ガス排出量 (t-CO ₂)	216,530	174,661	81%
廃棄物排出量 (t)	553	400	72%
一般廃棄物 (t)	126	103	82%
産業廃棄物 (t) ※	412	281	68%
実験系廃棄物 (t)	15	16	107%
大気への有害物質排出量			
有機溶剤の排出量 (kg)	275	313	114%
NO _x 排出平均濃度 (ppm)	42	41	98%

※産業廃棄物の値は、PCB 廃棄物を含んでいます。

■環境保全対策に伴う経済効果

リサイクルや自家発電による収益、環境保全対策等により達成された資源投入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	838
	リサイクル	111,253
	古紙	245
	金属屑	111,008
費用節減	資源投入に伴う費用の節減	2,109
	上水使用量削減	2,109
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	61,486
	エアコン等の更新	2,750
	冷却水関連機器の停止	50,600
	変圧器の停止	8,136

算定条件	内容
1.光熱水費	電気(10円/kWh), ガス(59円/m ³), 上水(239円/m ³), 下水道(157円/m ³)
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

3-6. 環境関連法規制の遵守状況

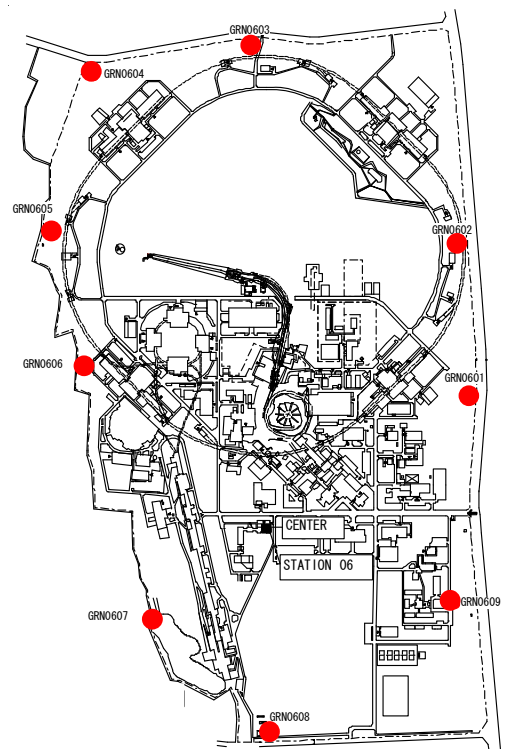
■放射線管理

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が、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。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 以下の自然の変動の範囲内に抑えられています。

強く放射能を帯びた機器は、加速器トンネル内で使用されていますが、放射化が弱く加速器改修のために取り外し、保管していた銅線材（1巻約 4.6 kg、直径約 30 cm）が 12 月 13 日深夜から 14 日正午にかけて、盗難の被害に遭いました。放射化は微量で表面でも天然の放射能による線量と同程度であり、漏れ出すこともなく、放射線障害が発生する恐れはありません。日頃から放射線管理及び安全については最大限の努力をしていたにも関わらず、今回のような盗難が起きたことは誠に遺憾ですが、今後とも、盗難防止の体制強化に努めていきます。



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

■ PCB 廃棄物の管理

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

2010 年度には、KEK の所有する PCB 廃棄物の一部について委託処理を始めました。高濃度 PCB を含有するコンデンサ 19 台が、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）において処理されました。今後も、計画的に処理を進める予定です。

2010年度に処理されたPCB機器

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	19	3,683

保管中・使用中のPCB含有機器 (2010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	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	10	264
高圧変圧器	13	15,580
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	48	51,311
合計	170	76,628



PCB 含有機器の搬出作業の様子

JESCO 北海道事業所・PCB 廃棄物処理施設（室蘭市）の視察

PCB 廃棄物は「PCB 廃棄物処理基本計画」により 2016 年までに処理することが定められ、全国 5 箇所の PCB 廃棄物処理施設（JESCO）において、計画的に処理が進められています。2010 年度から KEK の PCB 廃棄物の処理が始まったことをふまえ、2010 年 12 月に JESCO 北海道事業所・PCB 廃棄物処理施設（室蘭市）を訪問し、処理状況を確認しました。

同処理施設は 2008 年 5 月から操業を開始した施設で、北海道、東北、北関東、北陸、甲信越の 1 道 15 県から排出される、高濃度の PCB を含有する高圧トランス、高圧コンデンサ、PCB 油が処理されています。1 日当たりの処理能力はおよそ 1.8 t です。処理施設内では、機器の受け入れ・検査、機器からの PCB を含む絶縁油の抜き取り、機器の解体・分別・洗浄、及び「脱塩素化分解法」による PCB の分解の各工程が完全に分離された区画で進められ、多重の環境・安全対策が施された中で処理が進められていました。



JESCO 北海道事業所
PCB 廃棄物処理施設

3. KEK の環境配慮活動

■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。2010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別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。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經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經由して原科研内第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2010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。

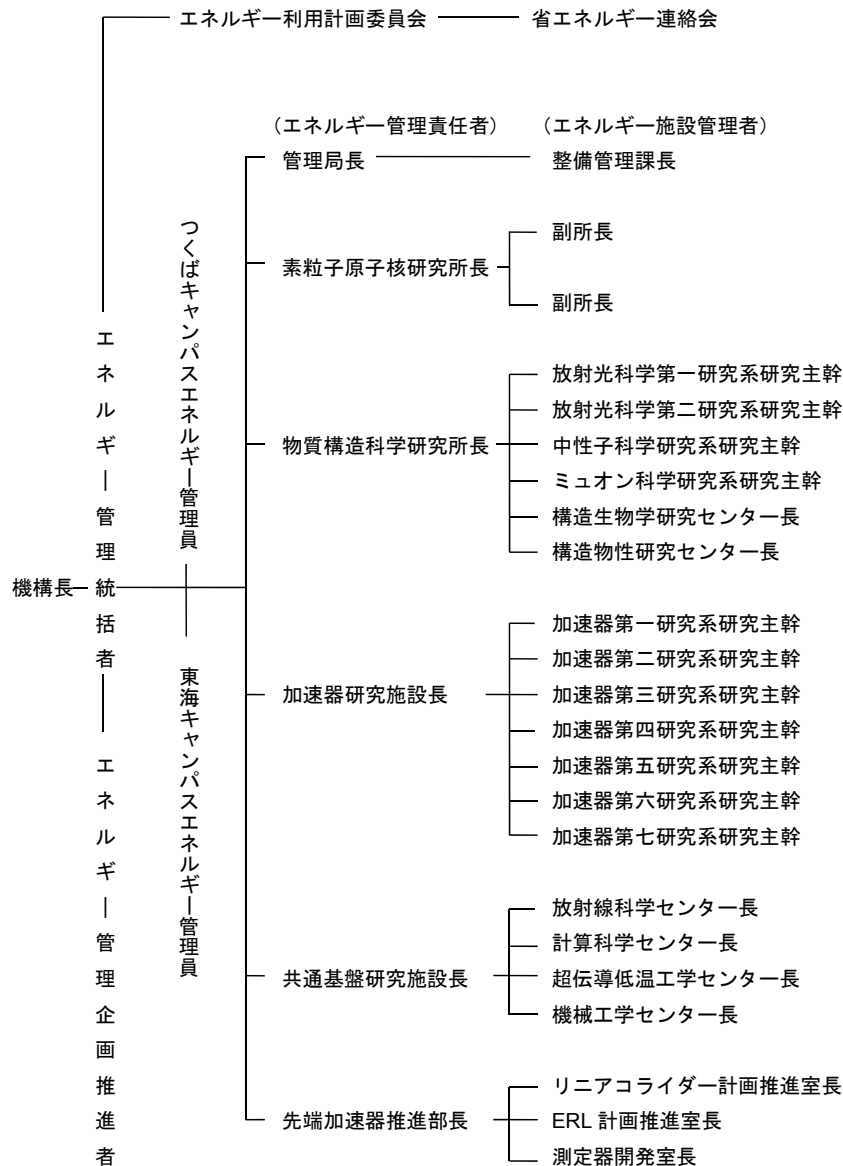
■ エネルギー管理

エネルギーの使用の合理化に関する法律（以下、省エネ法という。）が 2008 年 5 月に改正されました。省エネ法は、石油危機を契機として 1979 年に、「内外のエネルギーをめぐる経済的社会的環境に応じた燃料資源の有効な利用の確保」と「工場・事業場、輸送、建築物、機械器具についてのエネルギーの使用の合理化を総合的に進めるための必要な措置を構ずる」ことなどを目的に制定されました。KEK のエネルギーのうち、省エネ法の対象となるのは、電気、都市ガス、ガソリン、軽油、重油があります。

今回の法改正により、これまでの工場・事業場単位のエネルギー管理から、事業者単位でのエネルギー管理に規制体系が変わるとともに、改めて KEK は特定事業者として指定されました。

このため、組織全体として効率的かつ効果的なエネルギーの使用の合理化を図るため、「機構長」をトップとして、「エネルギー管理統括者」、「エネルギー管理企画推進者」の下で管理を行う「エネルギー管理責任者」、「エネルギー施設管理者」を選任し、エネルギー管理組織を明確に決めました。

また、つくばキャンパス、東海キャンパスそれぞれが、第一種エネルギー管理指定工場等に指定されたことから、つくばキャンパス及び東海キャンパスに、それぞれ「エネルギー管理員」を専任しました。



エネルギー管理組織図

4. トピックス

4-1. 「KEKキャラバン」プロジェクト

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。2010年度は、24件の出前授業を実施し、延べ2,204名の方々にKEKの活動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。

お届けします、科学に夢中。

KEKキャラバンホームページ <http://caravan.kek.jp/>



KEKキャラバン出前授業プログラムによる授業風景

4-2. 高圧ガスの取扱いに関する安全確保で評価（茨城県知事表彰を受賞）

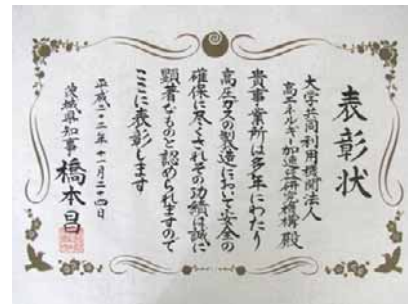
KEKにある加速器や実験装置では、数多くの超伝導空洞や超伝導電磁石を使用しており、これらを冷却するために液体ヘリウムが用いられています。

KEKでは、この液体ヘリウムを製造するため、1974年に高圧ガス製造事業所として届出をして以来、常に安全の確保に努めてきました。今回これが評価されて、優良製造事業所として2010年度の茨城県知事表彰を受賞しました。

この表彰は、茨城県が高圧ガスに携わる関係者の保安技術の向上と保安意識の高揚並びに自主保安の確立に資することを目的として、高圧ガスの保安に不断の努力を重ねた優良な事業所等に対して実施しているものです。



表彰式の模様



授与された表彰状

4-3. 福島第一原子力発電所事故由来の放射線測定

3月11日の東日本大震災後の停電で、KEKの放射線の測定器の多くは停止しました。しかし、敷地の外周部で、ガンマ線・中性子の線量率を測っている測定器は、外部から通電されており、動いていました。3月15日の2:13からガンマ線の線量率の上昇が始まり、8:42に最大値に達したことが確認されました。

Nal(Tl)シンチレータで測られたガンマ線の波高分布から、Xe-133、Te-132、I-132、I-131など、通常的环境中にはない核種が飛来したことが確認されました。15日午後に第1報をKEKのホームページに記載し、3月16日からは自家発電による電力でオンラインデータを収集できるようになり、これを外部からも見えるように公開しました。

15日から国立環境研究所の協力を得て、つくば市における空気中の放射性物質の種類と濃度の測定を開始しました。環境研内で空気を吸引してフィルターに付着した放射能をKEKのGe検出器で測定しました。15-16日に収集した試料で、I-131、Te-132とその娘核種が主であるとの報告を17日にホームページに記載し、その後も環境研の協力で測定を続けています。

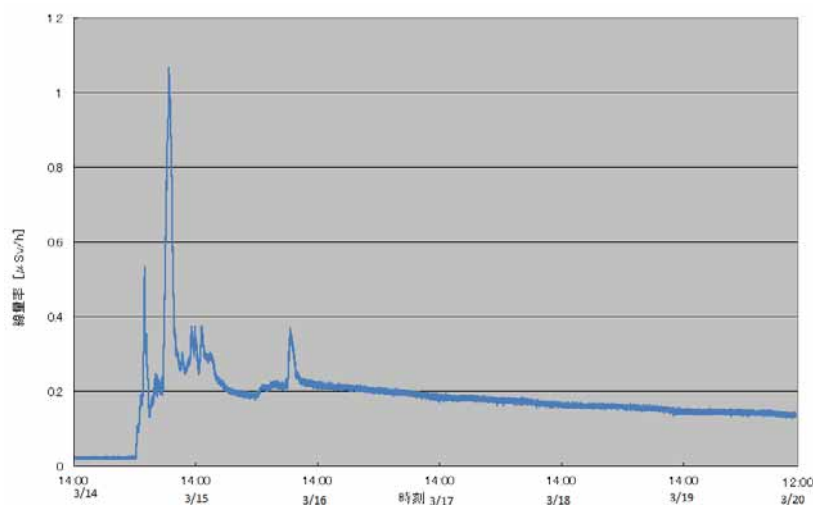
その後、飛来した核種のうちTe-132、I-131などの減衰の早い核種はなくなりましたが、Cs-134、Cs-137の寿命が長い核種が降雨などとともに地表に沈着して残っています。ガンマ線の線量率は、2011年5月現在では元々あった天然の核種などによる値0.07-0.09 $\mu\text{Sv/h}$ を加えても0.11 $\mu\text{Sv/h}$ 程度になっており、発電所事故の影響は天然のバックグラウンドの40%程度という小さい値になりました。

空気中の放射性物質の濃度も、当初の10万分の1程度になっており、天然にあるラドンの濃度よりも低くなっています。

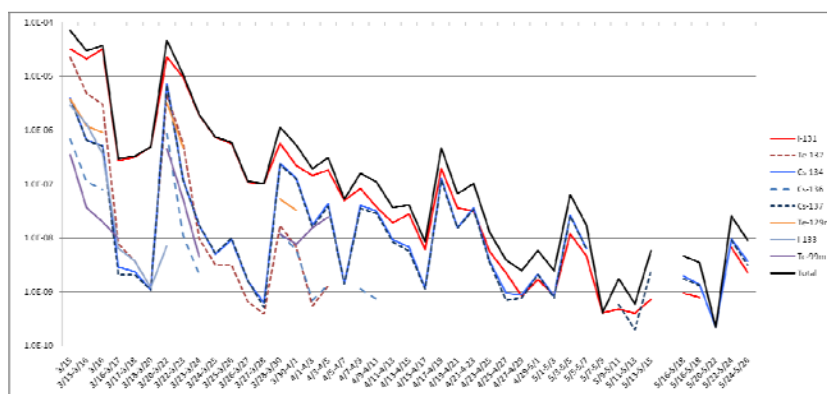
つくば(KEK)の放射線線量：<http://rcwww.kek.jp/norm/>

つくば市で観測された空気中の放射性物質の種類と濃度の測定結果：<http://legacy.kek.jp/quake/radmonitor/>

暮らしの中の放射線：<http://rcwww.kek.jp/kuras/>



KEKの敷地の外周部に置かれたガンマ線線量率モニターの3/13-3/20の線量率の記録。3月15日早朝に福島原子力発電所から飛来した放射能による線量率の上昇が見られた。



国立環境研究所の協力を得て測定したつくば市での空気中の放射性物質の種類と濃度 (Bq/cm^3)。

4-4. KEK キャンパスマスタープランと緑地環境の維持

キャンパスマスタープランとは、国立大学法人や大学共同利用機関法人が作成する中長期的な視点に基づく施設整備計画です。これまでの施設整備計画と異なる点として、建物を新たに作るという方針だけではなく、施設の現状や課題を踏まえ広い視野に基づいたキャンパス計画として「KEK キャンパスマスタープラン2010」を策定しています。

この中で環境にかかる分野として、緑地に関する方針や省エネルギー、サステイナブルといった近年不可欠なテーマを含んでおり、施設の整備充実、老朽改善等とあわせて重要な分野であると認識しています。

緑地に関する方針として既存緑地の維持について取り上げます。所管自治体であるつくば市は都市計画・まちづくり的な側面から、市内の独立行政法人等各機関の敷地について、緑地率や緑地帯の維持・保全について条例化しました。これに基づき KEK でもマスタープラン内で明記し、周辺環境との調和や筑波研究学園都市の統一的设计に同期することとして位置付けています。

緑地帯は KEK の敷地境界線から 30 m（東）、10 m（西、南、北）を緑地として維持するという方針です。KEK の敷地は東西南北で約 5 km ありますが、特に筑波山へと延びる東大通り沿いは緑が豊富な都市的景観の一部を成しています。

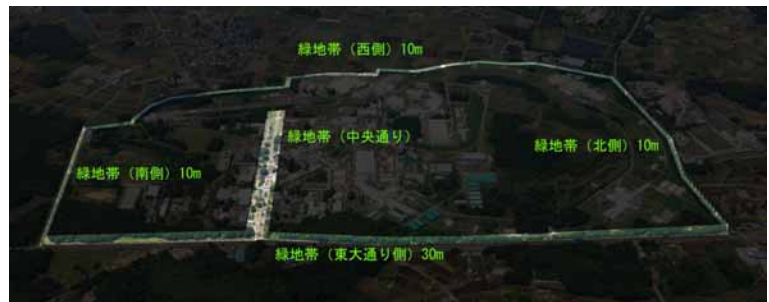
また、KEK 内での緑地に関する自主的な方針として、中央通りの緑地帯の維持について明記しました。中央通りは、機構入口から直線で PF 地区まで延びる主軸であり、道路から両側約 10～15 m 程度の管理された緑地を有しています。中央通りの緑地帯は共同利用研究者や一般者等が多く訪れる機構の軸であり、このような優れた環境や景観を実験研究や来訪者の緩衝的スペースとして提供していくことも有用です

緑地率は敷地面積に対して 30% を緑地として残すという下限値です。これは敷地に対する建物面積の上限値とともに設定された数字で、敷地内部での一定の緑地維持に関して設定されているものです。

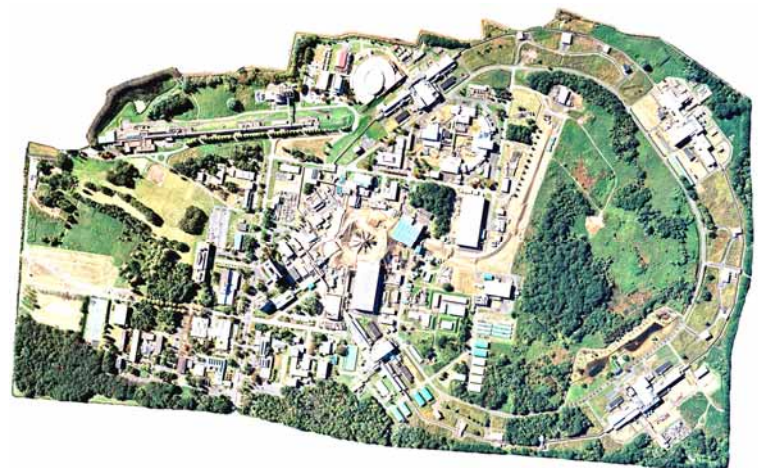
森林が二酸化炭素を吸収するということが広く知られているところで、KEK の保有する森林がどのくらい

二酸化炭素吸収しているか推定してみます。KEK つくばキャンパスの所有する森林面積は、一定に成長した材木で見た場合約 40 ha あります。森林 1 ha が 1 年間に吸収できる二酸化炭素量を 1.4 t/ha・年^{*}として計算すると、40 ha × 1.4 t × (44/12) ≒ 205 t-CO₂/年（推定値）となります。これは実験等を含む年間の総 CO₂ 排出量ベースで比較するとごくわずかな数字ですが、一般需要による CO₂ 排出量ベースでは約 8%（2009 年度排出量に対する）に相当し、決して少なくない数字となります。本機構では実験の性質上、多量のエネルギー投入（≒CO₂ 排出）を必要とします。本報告書内でも触れている CO₂ 排出量削減に関する各取り組みが重要な役割を果たしているところですが、このような CO₂ を吸収できる環境を、将来的な計画の上で上手に維持していくことも重要であると考えます。

^{*}森林総合研究所：「1 年あたりの森林の材木（幹・枝葉・根）による炭素吸収の平均的な量」（20 年生、天然広葉樹を採用）



KEK つくばキャンパスの緑地帯



KEK つくばキャンパス航空写真で見る森林

4-5. 研究本館改修工事

2010年4月、研究本館の耐震改修工事に伴って、レクチャーホールが小林ホールとしてリニューアルオープンしました。小林ホールとそれに連なるラウンジは、これまでの展示や会議に特化した閉じた空間から一体利用も含めた多目的に利用できる空間に生まれ変わりました。

ホール及びラウンジはガラスを利用することで外部空間との連続性を持たせ、この場所の視認性を高めるとともに自然光に満ちあふれた空間となるよう計画しました。また、ホールの演壇側は、スライディングウォールを開放すれば緑豊かな外部空間が望めるようにしました。

改修に伴い外壁のガラス面積は増えましたが、ガラスにはペアガラスを採用し、ホールの屋根には断熱防水を採用することで、ホール全体の空調負荷を抑えるよう配慮しました。また、耐震補強工事においても既存躯体の解体を最小限に抑えることで、建設廃棄物の発生を抑えるよう配慮しました。



リニュアルオープンした小林ホール

4-6. 東海キャンパスユーザー宿泊施設の建設

2010年度、東海キャンパスにユーザー宿泊施設を新たに建設しました。

ユーザーの利用時間が多岐に渡ることから各個室は遮音性に配慮した設計とし、それに合わせて各個室の窓にLow-εペアガラス※の採用、バルコニーには日射対策のルーバーを設けるなど空調負荷の低減に努めました。また、各個室を集約して全体的にコンパクトな建物にすることで、建設コストを抑えると同時に建設時の周囲への影響を抑えるよう計画しました。

建設時においても、発生する土砂の飛散防止に植物原料の粉塵防止剤を使用するなど、環境にも配慮しています。



東海キャンパスユーザー宿泊施設

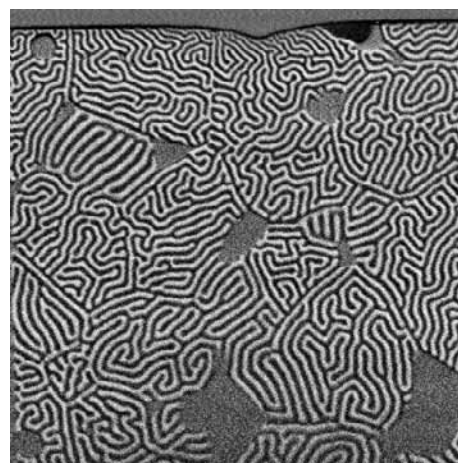
※特殊金属薄膜を表面にコーティングしたガラス。複層ガラスの室外側をLow-εガラスとすることで、室外側に吸収された日射は室内側への放射伝熱が抑制され、吸収された日射はより多く室外側に再放出されることにより、遮熱効果が高まります。

4-7. 省エネルギー材料における脱希少元素の研究

地球温暖化を緩和し将来の低炭素社会を実現するためには化石燃料消費の低減が必須です。輸送部門においては、ハイブリッド自動車や電気自動車へ切り替えることにより、大幅なエネルギー効率の改善が見込まれています。ハイブリッド自動車や電気自動車では、駆動用モータはバッテリーや動力制御装置などとともに最も重要な要素であり、エネルギー効率の高いハイブリッド自動車の実現に高性能の永久磁石が必須となっています。現在、高性能永久磁石として用いられているのはNd-Fe-B系の希土類磁石であり、ネオジム(Nd)、鉄(Fe)、ホウ素(B)の主要3元素から構成されています。

ハイブリッド自動車モータの高温での安定性を考えると、Nd-Fe-Bの主要3元素より成る焼結磁石では減磁(磁石の強さが減少する)の可能性がります。このため、ジスプロシウム(Dy)等の重希土類元素でNdを部分置換し、耐熱性を確保しています。Dyは高品位の鉱床が世界的に少なく、採掘量に大きな制約があります。今後の需要の増加を考えるとDy等の重希土類元素を低減し、かつ高温で高い保磁力を実現するNd-Fe-B焼結磁石の実現が急務です。

KEKでは自動車メーカーと共同で、ハイブリッド自動車モータに用いられる永久磁石の磁気構造をナノメートルレベルで明らかにし、可視化する手法の開発を行っています。これまでの研究で図に示すようなNd-Fe-B焼結磁石の磁区構造を10nmの空間分解能で観察することに成功しました。これらの研究は、希少元素を低減した新しい省エネルギー材料の開発に貢献し、低炭素社会実現のための社会貢献の一翼を担っています。



5 μ m

放射光X線顕微鏡を用いて観察した
Nd-Fe-B永久磁石の磁区構造

4-8. エネルギー変換材料の研究

ボルタが電池を発明してから 200 年経ちますが、100 年以上も前のルクレンシュ電池や鉛蓄電池が未だに製品として利用されています。1990 年代に大容量で充放電可能なニッケル水素、リチウムイオン電池がようやく出現し、パソコンや携帯電話の進歩と共に、生活様式までも変化させるインパクトを人々に与えましたが、社会からの要求の高度化に伴い、不満の残るデバイスであると指摘されるようになりました。さらに化石燃料の枯渇不安や地球温暖化問題により脱炭素社会の流れが大きくなり、内燃機関エンジンから蓄電池を利用する電気自動車やハイブリッド電気自動車への需要が高まり、大容量高出力の蓄電デバイスの開発が必須な状況です。

持続可能で永続可能（サステナブル）な社会を実現するために、次世代のエネルギー変換・貯蔵デバイスの開発が熱望されているのは間違いありません。電池の歴史は、大容量、高出力化、そして軽量化という方針に従い、ニッカド、ニッケル水素、そしてリチウム二次電池と変化してきました。これらは電気エネルギーを化学エネルギーに変換して保存する根本的な概念は同じです。電池性能を向上させるためには、化学反応の速度、効率、可逆性、安全性などがすべてパッケージとしての電池性能に影響します。

物質構造科学研究所の中性子科学研究系では、中性子の特徴（透過性、軽元素構造情報）を最大限に利用した研究を行っています。特に J-PARC では 2 本のビームラインがニッケル水素電池、燃料電池、リチウム二次電池材料をメインターゲットの一つとして開発されています。これらの電池では水素やリチウムなど軽元素の構造情報が、化学反応過程を詳細に検討する上で必須です。開発されたばかりの世界最高性能を持つリチウムイオン導電体に対して、結晶構造中でのリチウムイオンの位置とその導電機構を解明することに成功しました [Nature Mater. 10.1038/NMAT3066]。この結果は安全性を向上した全固体電池開発の新しい一歩となることが期待されています。現在、動作環境下（温度、圧力等）のその場観察による構造情報は学術的にも産業的にも重要で、日本の蓄電技術を向上させ、環境負荷を低減させる社会的貢献へと繋がっています。



J-PARC/MLF 革新型蓄電池実験棟

5. 社会との関わり

5-1. 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、一連の手続きを1ヶ所で済ませることができるよう「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、利便性の向上に努めています。

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。

共同利用実験採択の申請・採択・実施状況

項目 区分	2010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 ^{※1}	474	431	859 (1,054)
中性子実験 (J-PARC)	38	37	46
ミュオン実験 (J-PARC)	25	24	25
ハドロン実験 (J-PARC) ^{※2}	6	2	11
ニュートリノ実験 (J-PARC)	1	0	1
大型シミュレーション研究 ^{※3}	22	22	48 (26)
計	566	516	991

2010年度掲載論文数

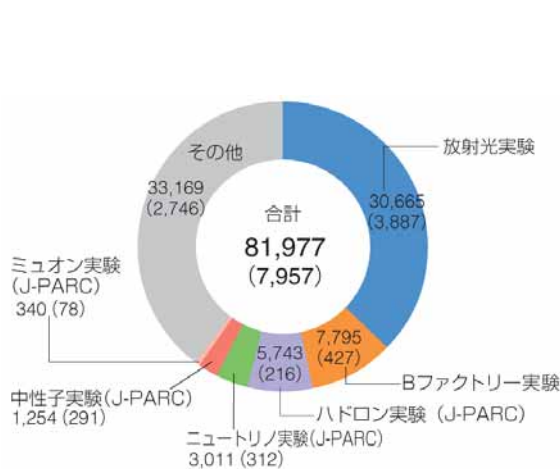
(共同利用・共同研究に基づくものを含む。)

	論文数
素粒子原子核研究所	255
物質構造科学研究所	562
加速器研究施設	443
共通基盤研究施設	46
計	1,306

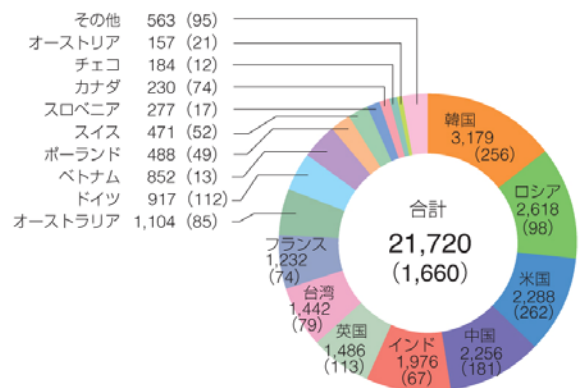
※1 () は当該年度に有効な課題数を計上。

※2 採択件数は最終採択 (第2ステージ) の件数を計上。

※3 () は研究対象期間が2009.10.1~2010.9.30の申請・採択・実施係数の内数



2010年度共同研究者等受入 [単位: 延人日 (実人数)]
※上記データは、大学院生を含んでいます。



2010年度外国機関共同研究者等受入 (国・地域別)
[単位: 延人日 (実人数)]

5-2. 教育活動

■サマースクール

学部3年生を対象とする「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）～この夏、驚愕する～」が8月21日から開催され、39の大学から3年生を中心に90人の参加がありました。今回で4回目のサマーチャレンジですが、「素粒子・原子核コース」に加え、「物質・生命コース」が新設されました。「素粒子・原子核コース」は、29日までの9日間、「物質・生命コース」は、26日までの6日間のスケジュールで開催されました。

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。

今回は2008年ノーベル物理学賞を受賞された名古屋大学素粒子宇宙起源研究機構長の益川敏英先生の講演のほか、大学やKEKの研究者など世界で活躍する第一線の研究者の講義や演習、施設見学などが行われました。最先端の研究施設の中で、サマーチャレンジのテーマの通り「この夏、驚愕する」経験を積む学生たちの姿が見られました。



2008年ノーベル物理学賞を受賞された益川敏英先生による講演



実習風景

■ウインターサイエンスキャンプ

12月23日（木）から25日（土）にかけて、「素粒子」「回折」「加速器」「放射線」「中性子」をテーマとする5班に分かれて実験研究体験をする、ウインターサイエンスキャンプが開かれました。全国から高校生20人が参加しました。このサイエンスキャンプは科学技術振興機構（JST）が毎年主催する高校生のための科学技術体験合宿プログラムです。

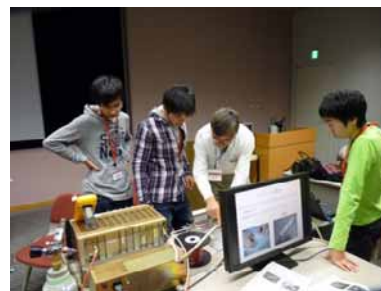
初日は解体作業の進む Belle 測定器や KEKB トンネルとフォトンファクトリーを見学した後、KEK 設計の特製霧箱でアルファ線、ベータ線、宇宙線の観察を行いました。その後、早速テーマごとの各班に分かれて実験を開始しました。2日目は実験やその解析、そして翌日に控える発表の資料作成とその練習で忙しい一日でした。

最終日には研究発表がありましたが、各班とも内容の濃いもので、高度な議論も多く展開されました。堺井義秀教授による Belle 実験とその物理に関する講義、多田将助教による J-PARC とニュートリノに関する講義があり、最後に鈴木機構長から修了証が全員に授与されました。

参加した高校生は KEK の研究者や他校の同世代らとの研究体験を通じて多くの刺激と目標を得たようです。



集合写真



実習風景

5-3. 地域との関わり

■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。この展示ホールは平日に加え、土日・祝日も予約なしで公開しています。2010年4月1日には、コミュニケーションプラザを機構の入口に近い国際交流センター内に移転しました。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。2010年度は、広報室集計で4,314名の一般見学者（個人）及び5,973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、平日のみの公開となっています。また、団体の見学も受け付けており、2010年度の見学・視察者数は6,806名（延べ）でした。



コミュニケーションプラザ



Belle 測定器見学の様子

■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。2010年度は9月5日に実施し、県内、県外から約3,300名の来場者がありました。一般公開の何よりの魅力は「本物の迫力」を味わっていただけることです。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、それも間近で見え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、研究施設の公開とともに「ラジオを作ってみよう」「おもしろ物理教室」「霧箱コーナー」「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おり、子供たちはもちろんのこと、真剣な眼差しで説明に聞き入っている大人の方の姿も印象的です。

8月28日（土）には、東海キャンパスにおいてJ-PARCの施設公開を実施し、約3,800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研究施設・設備を公開しました。施設・設備の巨大さや精密さに驚く方、職員による説明に熱心に聞き入る方、職員に次々と質問を投げかける方などが多数見受けられました。



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。2010年度は15回目となる講座を11月13日（土）・27（土）に開催しました。

13日は「お肌から宇宙まで」をテーマに、ソフトマターと呼ばれるやわらかい物質群の性質を X 線や中性子でどのように調べるのか、及び、「消えた反物質」、「質量の起源」、「暗黒物質」、「加速する宇宙膨張」といった宇宙の4つの謎の解明に挑む素粒子物理の現状に関する2つの講義が行われました。

27日は「がんと闘う加速器」をテーマに、素粒子、原子核、物質、生命、宇宙など様々なサイエンスの分野を切り拓いた道具「加速器」の基礎とその性能をあげるための工夫、及び、加速器の医学応用とがん治療の展望について講義が行われました。会場には、両日合わせて約300名の受講者が熱心に聴講し、講義後には多くの質問が寄せられました。



質問する参加者



講演の様子

■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。2010年度は4回開催し、延べ727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 m²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有効利用しており、今年で7年目となります。

2010年度は、12月4～6日と10～12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200名以上の参加者が筑波実験棟北西部約4ha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。



茅刈りの様子



茅刈りの様子

5. 社会との関わり

5-4. 労働安全衛生

■AED 追加設置及び救命講習会

AED（自動体外除細動装置）を、つくばキャンパスで3台、東海キャンパスで2台、追加設置しました。2011年3月末現在、つくばキャンパスには計10ヶ所、東海キャンパスには計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、2010年度は、東海キャンパスにおいて、地元消防署の協力のもと AED の使用方法を含めた普通救命講習会を実施するとともに、メーカーの講師による AED の取扱説明会を1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1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73回（累計167棟）実施しました。指摘事項は35件あり、そのうち94%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。

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226回実施しました。指摘事項は67件あり、そのうち93%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

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。また、長期海外渡航に係る健康診断は随時実施しています。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。

職員の健康意識の向上に向けて、「過重労働と健康障害」をテーマとした安全衛生講習会の開催やウォーキングキャンペーンを実施しました。2年目となったウォーキングキャンペーンでは、キャンペーン終了後も、昼休みや夕方にウォーキングをする職員が確実に増えています。

■作業環境測定

労働安全衛生法に定める有機溶剤または特定化学物質を取り扱う場合、作業場に対する作業環境測定（当該化学物質の空気中の濃度測定）及び作業者に対する特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。2010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。

■ 防災への対応

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2支部で独自に防災防火訓練を実施しました。東海キャンパスでは、J-PARC センターが実施する火災対応訓練等に参加しました。

また、災害などの発生時に関係者に自動連絡を行う緊急情報伝達システムを、操作性と速度の向上を踏まえて更新しました。

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、例年の防災防火訓練の成果が活かされ、地震発生直後、職員は速やかに避難を行うとともに、機構長を本部長とする災害対策本部を設置して、被害状況の把握や安全確認及びその後の復旧計画の策定等にあたりました。



防火防災訓練の様子

■ 事故等

2010年度は、交通事故5件、発火発煙事故4件、その他事故（作業中の物損やケガなど）が6件ありました。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、先端加速器試験施設におけるクライストロン電源の火災で、加速器運転中にビームが停止したため、現場確認を行ったところ電源の発火を発見し、直ちに消火器による初期消火で鎮火しました。

■ 防犯対策

2010年度には、機構内で廃材ケーブル等の盗難が発生しました。これを受けて、KEKでは防犯カメラの設置や巡回警備の強化など様々な措置を講じました。放射化した銅線の盗難については、「3-6. 環境関連法規制の遵守状況 放射線管理」(p.21)に記載しています。

■ その他の取組み

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っており、2010年度に発生した事故の中には、業務委託の方のかか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、KEK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。



安全業務連絡会の様子

6. 環境負荷データとその低減対策

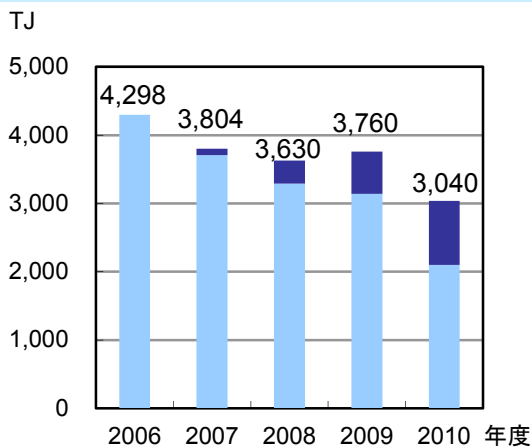
6-1. エネルギー

●総エネルギー投入量

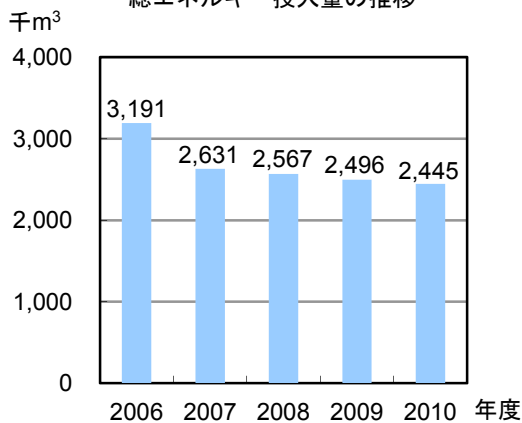
2010年度は、304,464 MWhの電力、2,445 千 m³の都市ガス、35.9 kLのガソリン、2.8 kLの軽油、9 kLのA重油を使用しました。これらのエネルギー投入量を熱量に換算すると3,040 TJ（1 TJ = 1,000 GJ）であり、前年度に比べ19%減となりました。

総エネルギー投入量の約96%は電力が占めており、そのほとんどを加速器等の運転に利用しました。

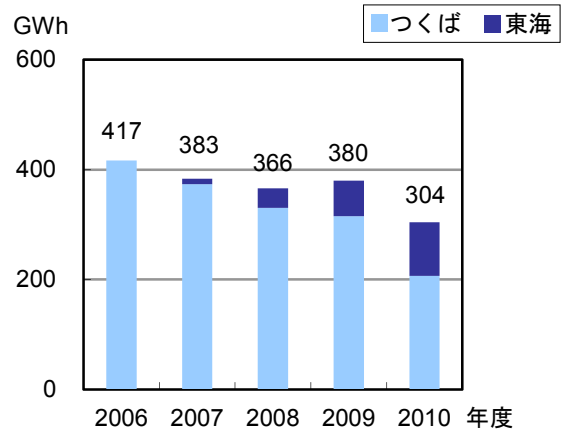
つくばキャンパスにおいては、KEKB加速器がアップグレードのために停止したため、電力使用量は大きく減少しました。一方、東海キャンパスでは、J-PARCの加速器の出力及び運転時間が増加したことにより、電力使用量が大幅に増加しました。都市ガスは、つくばキャンパスのみで使用しており、使用量は減少傾向にあります。また、石油燃料使用量については、3月の東日本大震災の際、自家発電のためにA重油を使用したことにより増加しました。なお、つくば—東海間を往復する業務連絡バスの燃料は、請負業者の事業負担であるため考慮していません。



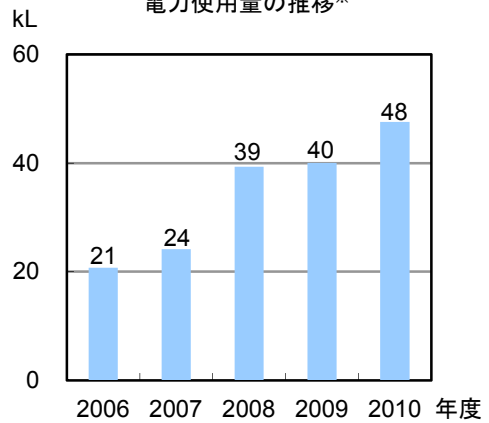
総エネルギー投入量の推移^{※1}



都市ガス使用量の推移



電力使用量の推移^{※2}



石油燃料使用量の推移

※¹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m³、ガソリン：34.6 GJ/kL、軽油：38.2 GJ/kL、A重油：39.1 GJ/kL

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

●一般需要に対する省エネルギー対策

■旧型の家電製品の使用状況調査と旧型冷蔵庫の更新

「旧型の家電製品の状況調査」を2010年度に実施しました。これは、KEKの各事務室や給湯室に設置されている旧型の家電製品の使用状況調査で、製造年等の情報を含み、どのような家電製品がどこで使用されているかを集計したものです。省エネファンド事業の一環として、電力消費量の大きい「冷蔵庫」を対象として更新を図ることとしました。

冷蔵庫の更新は家庭の節電対策としても広く紹介されているところです。冷蔵庫は毎日24時間運転し続けており、家電製品の中でも電力消費の大きい製品となっていることに加え、10年程度前の製品から性能が大きく向上していることが知られています。

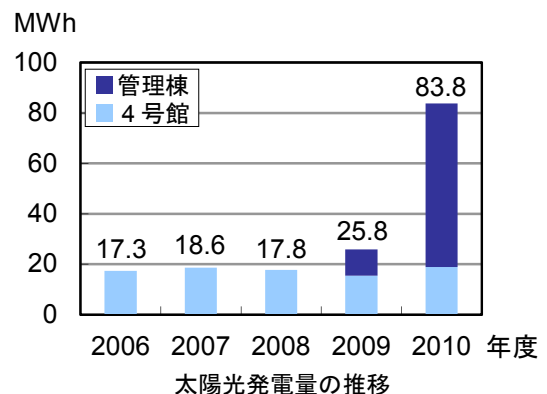
今回、新規で更新したものは13台、廃棄したものは14台、再利用を図ったものは2台でした。旧型の冷蔵庫の消費電力量を2.4 kWh/年/L^{*}とすると、今回の更新により年間約6,700 kWhの節電になり、3.7 tのCO₂削減に相当します。これは一般世帯2世帯分の年間消費電力量に当たります。

今回、更新できなかった冷蔵庫や他の家電製品がまだKEK内に多数あることが調査により確認されています。今後も電力消費削減、CO₂排出量削減の方策の一つとして、計画的にこれらの更新を継続していきます。

^{*} (社)日本電機工業会 冷蔵庫の1L当たり年間消費電力量(kWh/L)、92年値を一律採用(更新対象冷蔵庫の購入年度には幅があり、個別の消費量の算出はできないため近似値を採用)

■太陽光発電量

2010年2月に管理棟屋上に設置した50kWの太陽光発電設備により、KEK全体の太陽光発電量は大幅に増加しました。



コラム

初茸 (ハツタケ)

初茸は初秋、キノコシーズンの最初に生えるのでこの名が付けられました。切り口が緑色に変色するため一見毒々しく見えますが、食べると大変おいしいキノコです。

「初茸や まだ日数経 (ヒカズへ) ん 松の露」 芭蕉

「初茸を 山浅く狩りて 戻りけり」 虚子

など俳句にも読まれるほど、古来より松茸やシメジと並び称されるなじみの深いキノコです。以前はKEK内の松林のいたるところで見かけ、初茸狩りを楽しんだものです。しかしながら、最近ではめっきり少なくなりました。それでも松の生える芝生などで時折見つけることができます。



KEK内の芝生で見つけた初茸

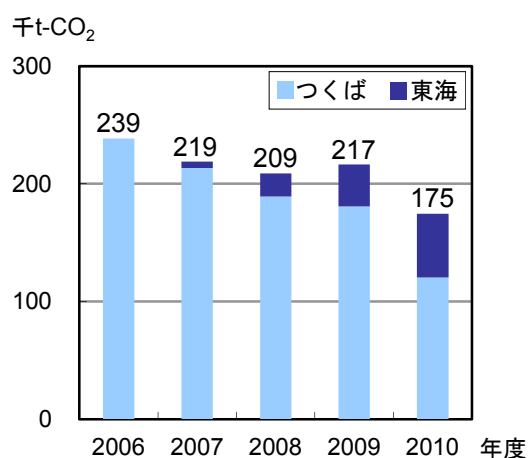
6-2. 温室効果ガス

2010年度の総二酸化炭素排出量は174,661 t-CO₂でした。その内訳は電力消費量によるものが96%以上を占めています。つくばキャンパスではKEKB加速器の運転停止により、排出量は大きく減少しました。一方、東海キャンパスではJ-PARCの加速器の出力及び運転時間が増加したことにより増加傾向にあります。

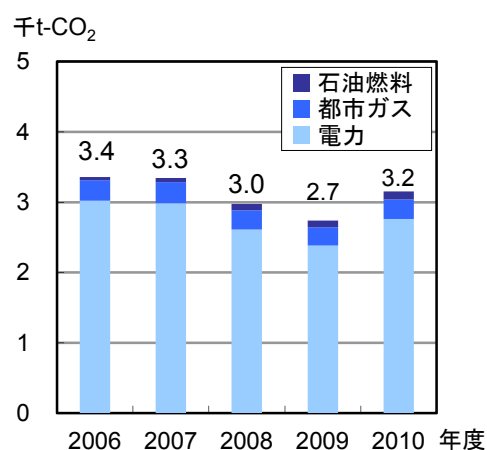
加速器施設などの運転以外に使用している研究棟、管理棟などの一般電力、都市ガス等消費による二酸化炭素排出量削減のため、省エネパトロール、エネルギー使用量の職員への周知徹底などの努力を行いました。しかし、研究本館及び1号館の改修完了、東海1号館及び東海キャンパスユーザー宿泊施設の完成、夏季の酷暑などにより電力使用量が増加したため、3月に東日本大震災による電力使用制限を行ったにもかかわらず、2009年度比15%増となりました。「機構における地球温暖化対策のための計画書」で設定した一般需要によるCO₂排出量2006年度比5%減の目標は達成しています。

KEK全体のCO₂排出量の内訳

種類	使用量	単位発熱量	CO ₂ 排出係数	CO ₂ 排出量 (t-CO ₂)
電力	304,464 MWh		0.555 t-CO ₂ /MWh	168,978
都市ガス	2,445 千m ³	45.0 GJ/千m ³	0.0506 t-CO ₂ /GJ	5,568
ガソリン	36 kL	34.6 GJ/kL	0.0671 t-CO ₂ /GJ	83
軽油	3 kL	38.2 GJ/kL	0.0686 t-CO ₂ /GJ	7
A重油	9 kL	39.1 GJ/kL	0.0693 t-CO ₂ /GJ	24
計				174,661



KEK全体のCO₂排出量の推移



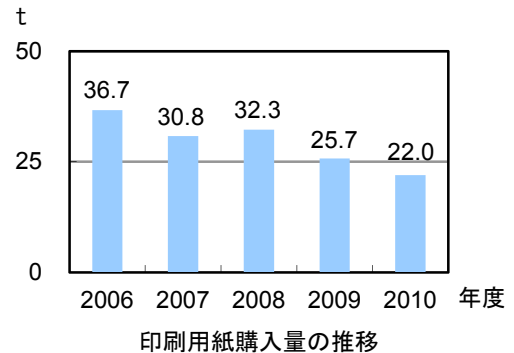
一般需要によるCO₂排出量の推移*

*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

6-3. 物質

■ 印刷用紙

2010年度、印刷用紙の購入量は、約22トンでした。2009年度に引き続きペーパーレスの会議に努め、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。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

2010年度の化学薬品等の入手量は12,898kgでした。このうち、毒物は2,019kg、劇物は428kg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。

2010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	49	2,019	電解研磨液、フッ化水素酸
劇物	273	428	苛性ソーダ、硫酸、硝酸、塩酸
一般	1,930	10,451	エタノール、アセトン、ソルミクス
計	2,252	12,898	

■ 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。2010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、2011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	27,022 kg	27,022 kg	100%
文具類	ボールペン等	86,121 個	86,121 個	100%
オフィス家具類	什器等	1,043 台	1,043 台	100%
OA機器	コピー機等	16,170 個	16,170 個	100%
携帯電話	携帯電話	7 台	7 台	100%
家電製品	冷蔵庫等	39 台	39 台	100%
エアコンディショナー等	エアコンディショナー等	130 台	130 台	100%
温水器等	ガス温水機器等	129 台	129 台	100%
照明	蛍光灯等	6,279 本	6,279 本	100%
自動車等	タイヤ等	19 本	19 本	100%
消火器	消火器	154 本	154 本	100%
制服・作業服	作業服等	982 着	982 着	100%
インテリア・寝具類	カーテン等	238 枚	238 枚	100%
作業手袋	作業手袋	7,613 組	7,613 組	100%
その他繊維製品	ブルーシート等	59 枚	59 枚	100%
防災備蓄用品	ペットボトル飲料	438 本	438 本	100%
役務	印刷等	348 件	348 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。

6. 環境負荷データとその低減対策

■ 廃棄物

・ 一般廃棄物

2010年度は、一般廃棄物として93トンの可燃物、9トンの不燃物を排出しました。2009年度に比べて、いずれもやや減少しています。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

	2008年度	2009年度	2010年度
可燃物	85,980	112,650	93,460
不燃物	12,060	13,110	9,360
合計	98,040	125,760	102,820

(単位：kg)

・ 産業廃棄物

KEKの産業廃棄物277トンの大部分を占めるプラスチック、木屑類に加えて、2010年度には、東カウンターホール改修工事に伴って発生した、ホウ素を含むポリエチレンビーズ14トンが排出されました。これは、陽子加速器の運転で発生する放射線（中性子）を遮蔽する目的で使用されたものです。これらは、同種の廃棄物を専門に取り扱う廃棄物処理業者により、安全に処理されました。今後も、加速器施設や大型実験装置の改修工事に伴い、特殊な廃棄物類が発生することも考えられますが、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。

産業廃棄物排出量の推移

	2008年度	2009年度	2010年度
プラスチック	152,393	201,257	185,325
木屑	80,800	102,235	59,340
金属類	288	4,821	6,780
がれき類	350	13,152	9,540
鉱さい	0	88,410	0
朽素入りポリスチレンビーズ	0	0	14,470
蛍光灯	0	1,500	1,600
蓄電池	0	800	320
合計	233,831	412,175	277,375

(単位：kg)

・ PCB 廃棄物

2010年度には、PCBを含有するコンデンサ類19台計3.7トンが、初めて専用の処理施設に搬出され、処理されました。今後も計画的に処理が進められる予定です。(参照 p.22)

PCB 廃棄物排出量の推移

	2008年度	2009年度	2010年度
PCB廃棄物	0	0	3,683

(単位：kg)

・ 実験系廃棄物

16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、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3.7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）1.7トンが含まれています。

実験系廃棄物排出量の推移

	2008年度	2009年度	2010年度
無機廃液	1,241	3,507	3,711
有機廃液	5,050	7,110	6,888
廃油	5,957	1,992	2,790
写真廃液	546	562	0
固形物ほか	2,489	1,921	2,697
合計	15,283	15,092	16,086

(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7トンであるのに対し、828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ています。

古紙、金属屑再利用の推移

	2008年度	2009年度	2010年度
古紙	30,400	48,950	19,290
金属屑	181,570	677,120	827,510
合計	211,970	726,070	846,800

(単位：kg)

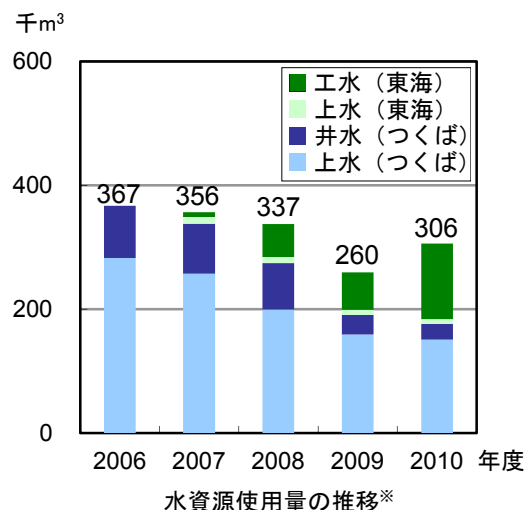
6-4. 水資源

■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は大幅に増加しました。

また、東海キャンパスの白方地区（東海1号館など）については、2010年度より上水の使用を開始しました。

※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。



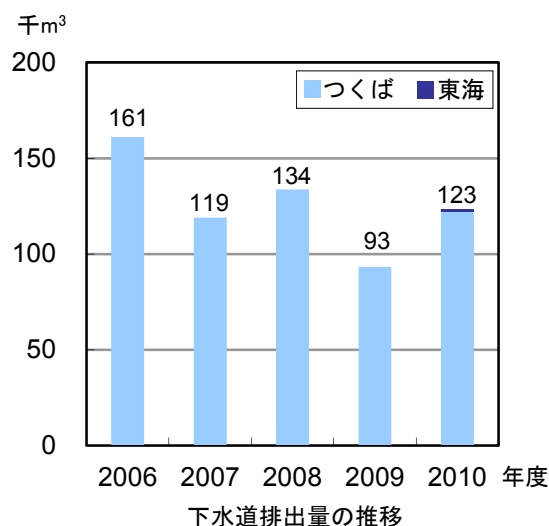
■排水量

2010年度、つくばキャンパスからは、122,000 m³ の排水を公共下水道に排出しました。前年度に比べ31%増となっています。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 (1,294 m³) =下水道排出量としています。

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。

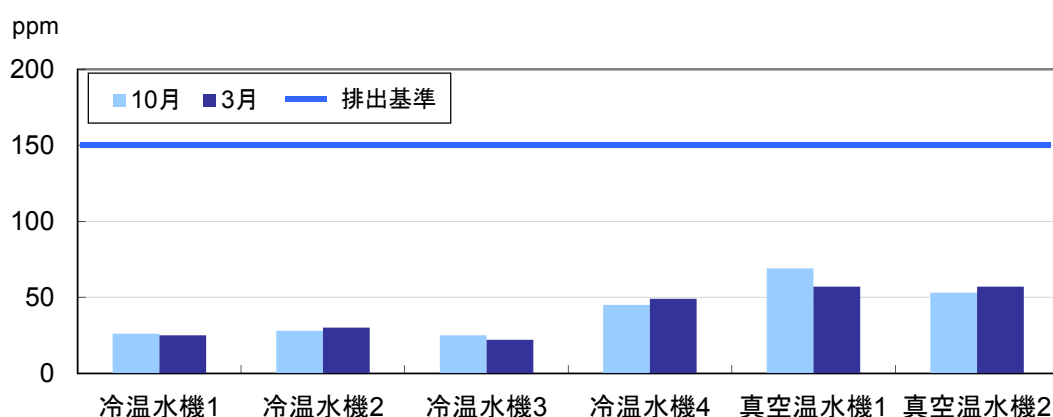
排水管理に関する詳細は、「3-6. 環境関連法規制の遵守状況 排水管理」(p.23) の項目に記載しています。



6-5. 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_x) 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/m³ を超えることはありませんでした。



2010年度窒素酸化物 (NO_x) 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

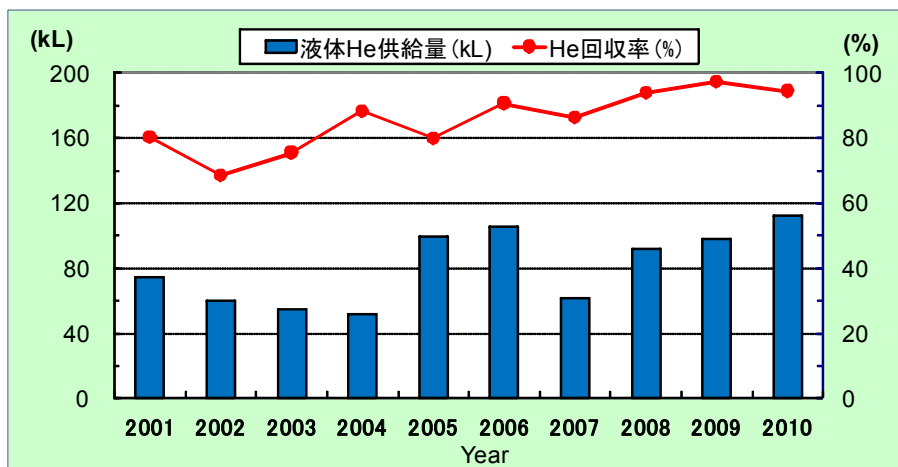
KEK で実験等に使用される化学薬品のうち、揮発性の有機溶剤については大気中に排出しないよう、できるだけ回収、排ガスの活性炭吸着等を行っています。作業内容によっては、大気中に揮散してしまうことがあります。2010年度の調査によると、KEK 全体で最大 313 kg の有機溶剤が大気中に排出されたと考えられます。部品等の洗浄、器具の消毒・滅菌等の作業により放出されたものが多くを占めています。今後、大気中への排出を減らすため、作業方法の見直し、設備の整備などを行っていく予定です。特に、水質検査で使用されるノルマルヘキサンは、有害大気汚染物質に該当する可能性がある化学物質 234 種類のひとつであり、排出量ゼロを目指して取り組みを行っていきます。

2010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	178	部品の洗浄、器具の消毒・滅菌
フッ素系洗浄剤	50	部品の洗浄
アセトン	37	部品の洗浄
ノルマルヘキサン	29	水質検査
その他	19	部品の洗浄など
計	313	

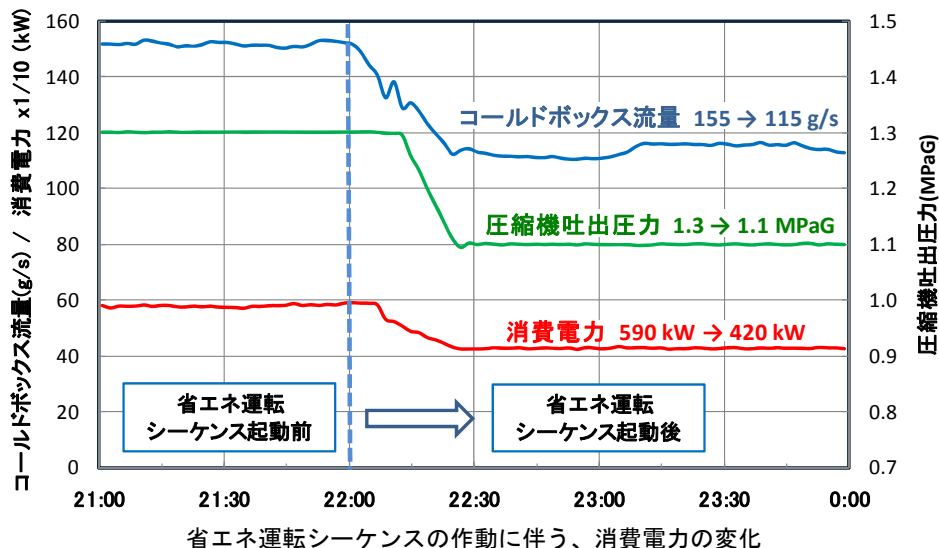
6-6. ヘリウム

KEKにおいては、加速器の電磁石や加速空洞、粒子検出器などの様々な実験機器で超伝導技術が利用されています。電気抵抗をゼロにする超伝導には、約-270℃まで機器を冷却することが必要とされ、そのための冷媒として液体ヘリウムが使用されます。大気中の希少資源であるヘリウムガスを最大限に有効利用するため、実験で使用されたヘリウムガスを回収・精製後に再び液化して再利用する、ヘリウム資源の循環再利用システムがつくば・東海両キャンパスにおいて実現されています。2010年度はつくばキャンパスで100キロリットルを超えるヘリウムが使用されましたが、使用量の約95%が回収再利用されました。東海キャンパスにおいても約18キロリットルの液体ヘリウムが使用されましたが、新たに構築・整備されたヘリウム回収システムにより90%以上が再利用されました。



つくばキャンパスにおける液体ヘリウムの供給量と、回収率の年度推移

また、J-PARC ニュートリノ超伝導ビームラインの超伝導電磁石機器を冷却するためのヘリウム冷凍機システムにおいては、運転に必要な電力を最大限に有効利用するために運転条件について詳細な検討を行い、最小の消費電力で効率の高い冷却を達成し、大幅な節電を実現しています。下図は、新たに開発された省エネ運転モードに切り替えることで主な電力消費源である圧縮機の吐出圧力と流量が減少し、約590 kWの消費電力が420 kWまで減少している様子を示しています。



省エネ運転シーケンスの作動に伴う、消費電力の変化

7. 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	○	1-2	
BI-2-1：報告の対象組織・期間・分野	○	i,3	
BI-2-2：報告範囲と環境負荷の捕捉状況	○	i,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	○	37,39-42	
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)	○	17-18	
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	○	21-24	
MP-3：環境会計情報	○	19-20	
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	○	40	
MP-7：環境に配慮した新技術、DfE等の研究開発の状況	○	29-30	
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	○	27,34	
MP-10：環境コミュニケーションの状況	○	25,33-34	
MP-11：環境に関する社会貢献の状況	○	25,33-34	
MP-12：環境負荷低減に資する製品・サービスの状況	○	29-30	
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	○	28,37-38	
OP-2：総物質投入量及びその低減対策	○	40	
OP-3：水資源投入量及びその低減対策	○	42	
OP-4：事業エリア内で循環的利用を行っている物質等	○	44	
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	○	39	
OP-7：大気汚染、生活環境に係る負荷量及びその低減対策	○	43	
OP-8：化学物質の排出量、移動量及びその低減対策	○	40	
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	○	41	
OP-10：総排水量及びその低減対策	○	42	
環境効率指標：EPI			
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	○	25,26,31-36	

8. 第三者意見

ふじた やすゆき

藤田 委由 氏

国立大学法人島根大学
医学部環境保健医学講座公衆衛生学教授
大学等環境安全協議会会長



私は島根大学医学部環境保健医学講座で公衆衛生学を担当しています。公衆衛生学はヒトの集団を対象に疾病の予防、寿命の延長、身体的、精神的健康と能率の増進を目的に研究や公衆衛生活動を実践する学問です。現在、島根県の地域住民を対象に生活習慣病の予防に関する研究や健康増進活動を実践しています。

私は平成23年4月より大学等環境安全協議会の会長に就任しました。そのようなこともあり研究分野が異なりますが、今回、大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構より「環境報告2011」について第三者意見を求められました。

高エネルギー加速器研究機構は加速器科学の国際研究拠点として共同研究、大学院教育、国際交流の活動を推進しながら、学生及び教職員が一体となって環境との調和と環境負荷の低減活動を推進していることに敬意を表します。これは皆様の並々ならぬご努力があるものと拝察しました。

高エネルギー加速器研究機構は大型加速器、実験機器及び大型コンピュータ等を稼働させるために、多大な電力を消費しています。環境負荷の低減には電力消費量の減少が重要です。この目的を達成するためにいろいろな対策が実施されています。超伝導低温工学センターでは、冷凍機システムの運転制御パラメータを最適化する節電・制御技術を開発して、環境負荷の低減に成功しました。また、一般需要に対する省エネルギー対策として旧型の家電製品の使用状況調査、旧型冷蔵庫の更新及び太陽光発電設備の設置などを実施しています。このような環境負荷の低減対策は今後につながる活動として期待できます。

注目すべき地域貢献活動としては、全国の39大学から学部の3年生を対象に「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）－この夏、驚愕する－」があります。このサマースクールではノーベル物理学賞を受賞された益川敏英先生の講演をはじめとして、世界で活躍する第一線の研究者の講演や演習、施設見学が行われました。参加した学生は高エネルギー加速器研究機構でなければ体験できないような研究の面白さや最先端の知識を吸収することが出来ました。基礎科学を担える若い知性を育てることに貢献しました。

労働安全衛生ではAED追加設置及び救命講習会、巡視点検、健康管理、作業環境測定、防災への適応など産業保健の幅広い分野に取り組んでいます。安全衛生講習会では「過重労働と健康障害」をテーマに取り上げました。「喫煙と健康」や「メンタルヘルス」などをテーマに取り上げることも中高齢者の健康増進に貢献すると思います。また、高エネルギー加速器研究機構の加速器及び関連施設等の運転や維持に携わる業務委託業者の従業員を対象に、安全実務連絡会を開催し、高エネルギー加速器研究機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ることは評価に値します。

以上、高エネルギー加速器研究機構で実施されている環境との調和及び環境負荷の低減活動に対し、深い敬意を表するとともに、今後さらに活発化することを期待して、第三者意見とさせていただきます。

9. 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	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	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。
CP 対称性の破れ	6	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。
Ge 検出器	26	ゲルマニウム半導体検出器。
ILC	6,13,14	国際リニアコライダー計画 (International Linear Collider) を参照。
IOT	9	Inductive Output Tube の略。別名クライストロード。高周波を発生させる装置。
J-PARC	3,5-11,13,14 30-33,36,37 39,42,42,44	大強度陽子加速器施設 (Japan Proton Accelerator Research Complex) を参照。
LHC	6,10	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。
μ SR	7	ミュオン・スピン回転法 (μ 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で、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。
Nal(Tl)シンチレータ	26	放射線が当たると光る Nal (ヨウ化ナトリウム) の性質を利用し、放射線を検出する装置。
PF	7,9,27,43	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。
RF	9	高周波 (Radio Frequency) の略称。
STF	9,35	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	4,6,8,9	長基線ニュートリノ振動実験を参照。(T2K: Tokai to Kamioka)

用語	掲載ページ	説明
アンジュレーター	9	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。
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	1-10,12-14,21 25,31-34,36 37,39,41,44 46	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	19	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	1,12,14,19,20 30,40,46,50	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	14,40	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	3-6,9,32,34 46	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)	9,13	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	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	3-6,8,9,25,32 34,46	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。

9. 用語集

用語	掲載ページ	説明
大強度陽子加速器施設 (J-PARC)	5,9	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	5,7,9,11,13 15	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	4-6,8,9,11,32 44	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	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	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	5,7,8	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	9,10,13	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://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>

10. 編集後記

高エネルギー加速器研究機構の環境報告 2011 をお読みいただきありがとうございます。内容や記述方法について改善を試み、内容の充実した、わかりやすい報告書を目指して努力してまいりましたが、どのように感じられたでしょうか。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。

本年度の大きな事件として 2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災が挙げられます。この震災により KEK もつくば、東海の両キャンパスの大型加速器などに大きな被害を受けました。幸い有害物質の流出などの環境関連事故は起きませんでした。震災後しばらくの間は停電や断水状態が続いたため 3 月度の電力消費などが見かけ上減少していますが、このような一時的な電力消費の減少などに一喜一憂するのではなく、環境負荷の低減のための活動に対し地道な努力を続けていきたいと考えています。

KEK では 3 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会長である島根大学医学部の藤田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好意的な評価をいただきましたが、このご意見を参考に環境活動、社会活動を更に発展させ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 2011 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藤田委由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。

2011 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





高エネルギー加速器研究機構 環境報告 2011

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