

環境報告 2009

KEK Environmental Report 2009



 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	2
	対象範囲、期間	
	環境報告書についての考え方	
	機構概要	
	環境報告 2008 職員アンケート結果	
	作成部署	
3.	KEK について	5
	機構の使命	
	研究所・施設	
4.	KEK の環境配慮活動	12
	環境方針	
	環境管理体制	
	環境目標・環境計画の達成度	
	マテリアルバランス	
	環境会計	
	法令遵守	
5.	トピックス	21
	エコパトロール	
	『磁場環境』提供における永久電流超伝導磁石	
	ヘリウム資源の循環再利用への取り組み	
	加速器の性能向上によるエネルギーの有効利用	
	富士テストビームライン (FTBL)	
	次世代電源としての燃料電池の研究	
	一般公開で CO ₂ クイズ	
6.	社会との関わり	25
	共同利用・共同研究	
	教育活動	
	地域との交流	
	労働安全衛生	
7.	環境負荷データとその低減対策	31
	エネルギー	
	温室効果ガス	
	物質	
	水	
	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

技術力と連携を駆使し、難題を克服



大学共同利用機関法人
高エネルギー加速器研究機構長

鈴木 亨人

高エネルギー加速器研究機構は、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。

機構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。

機構は大型加速器を中心施設とする研究機構であり、装置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。このため、機構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ています。

特に「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の削減」は難題です。しかし、本機構は世界を先導する加速器・測定器技術の宝庫です。この技術力をいかんなく発揮し、かつ産業界との連携を駆使してこの難題を克服することが必須です。すでに、高効率のクライストロンや熱源の効率回収等の技術開発を検討しており、次期の大型研究プロジェクトに役立てるつもりです。「必要は発明の母」をモットーに、世界初となるこれらの技術開発にも挑戦しています。

2008年度の「環境報告書」をここにまとめ、エネルギー、水資源、環境保全等の取り組みを報告します。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。

2. 編集方針

2-1. 対象範囲、期間

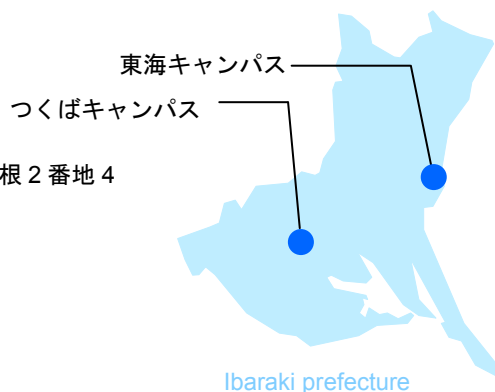
●対象範囲

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、東海キャンパス

*所在地

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：〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2 番地 4



●対象期間

2008年4月～2009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（2008年4月1日現在）

合計	673名
役員	7名
所長・施設長	1名
教員	352名
技術職員	160名
事務職員等	153名

●総合研究大学院大学学生数（2008年4月1日現在）

合計	53名
加速器科学専攻	13名
物質構造科学専攻	9名
素粒子原子核専攻	31名



●予算額（2008年度）〔単位：百万円〕

収入：38,434	
運営費交付金	30,412
施設整備費補助金	6,485
産学連携等研究収入及び寄付金収入等	1,157
自己収入（雑収入）	201
財務・経営センター施設費交付金	50
目的積立取崩	129

支出：38,434	
業務費（教育研究経費）	25,524
一般管理費	1,987
施設整備費	6,535
産学連携等研究経費及び寄付金事業費等	1,157
長期借入金償還金	3,231

●敷地面積（2008年度）

	敷地面積	建物面積
つくばキャンパス	1,531,286 m ²	185,306 m ²
東海キャンパス	70,923 m ²	17,718 m ²

●沿革

1965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）

2-4. 環境報告 2008 職員アンケート結果

機構職員の環境配慮に対する関心を高めるため、環境報告 2008 ダイジェスト版を作成し、機構職員に配布しました。その後、ダイジェスト版の配布によりどの程度環境配慮への関心を高めることができたかの確認と今後の環境報告書作成の参考とするために、アンケート調査を行いました。アンケートはWebサイトから答えてもらう方式で行いました。その結果、職員の環境への意識の高さが確認でき、また、KEKの環境配慮活動に対する貴重なご意見も多数寄せられました。



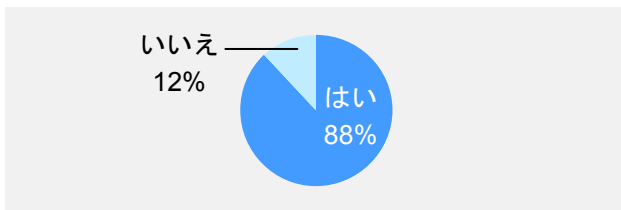
環境報告 2008 ダイジェスト版

* 環境報告 2008 ダイジェスト版

<http://www.kek.jp/kankyoku/pdf/kankyohoukokusho2008d.pdf>

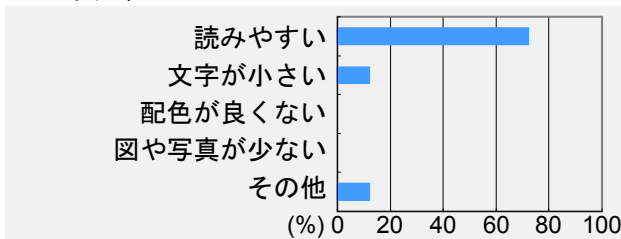
●アンケート結果

Q1.KEK で環境報告書を発行していることを知っていましたか。

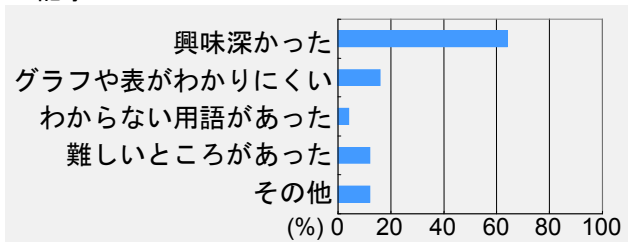


Q2.ダイジェスト版の内容はいかがでしたか。（複数回答可）

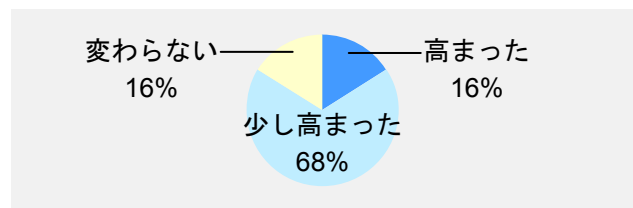
・レイアウトについて



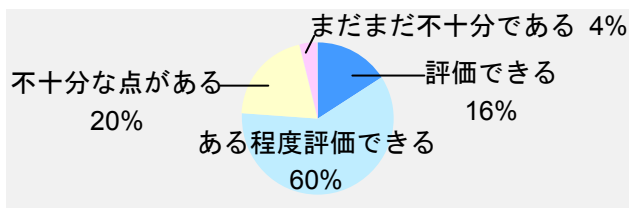
・記事について



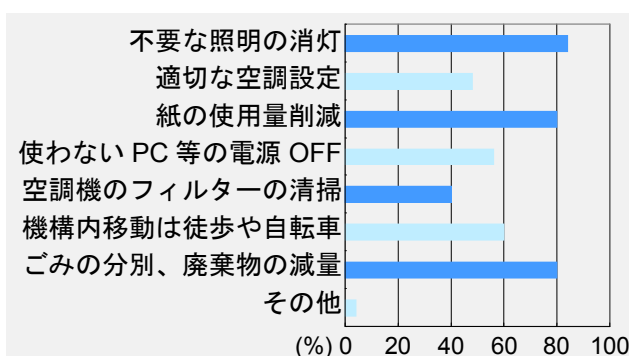
Q3.ダイジェスト版を読んで、環境配慮に対する意識は高まりましたか。



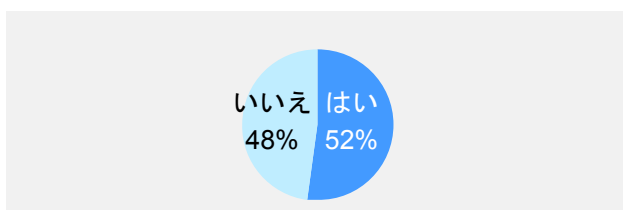
Q4.KEK の環境に対する取り組みについてはどのように感じましたか。



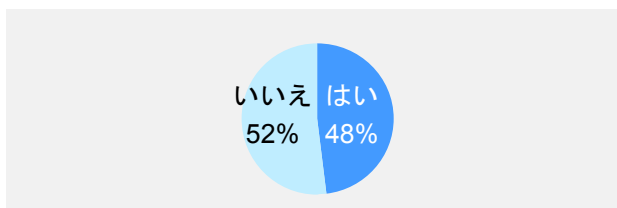
Q5.あなたが職場で行っている環境に配慮した取り組みについて当てはまるものを選んでください。(複数回答可)



Q6.ダイジェスト版を読んで、詳細版をチェックしてみましたか。



Q7.大学や研究機関、企業が発行する環境報告書や CSR レポートを読んだことがありますか。



Q8.環境報告書や KEK の環境に対する取り組みについて、ご意見、ご感想をお寄せください。

ご意見 (抜粋)

- 日頃と違う視点で見ている所に関心を持った。
- 加速器に投入する電力に比べれば照明や各種事務用機器の電力はさほど高くないため、不要時間に電気を切ろうとする意識が大学等に比べると非常に低い。
- 業務改善は結果的には省エネにもつながる。
- 「環境マネジメントシステムの構築」に努めるのであれば、PDCA サイクルに基づき、環境目標の達成度のチェックや外部の目による第三者評価が必ず必要だ。
- 環境の面で限定すれば、組織としてまとまりがない。

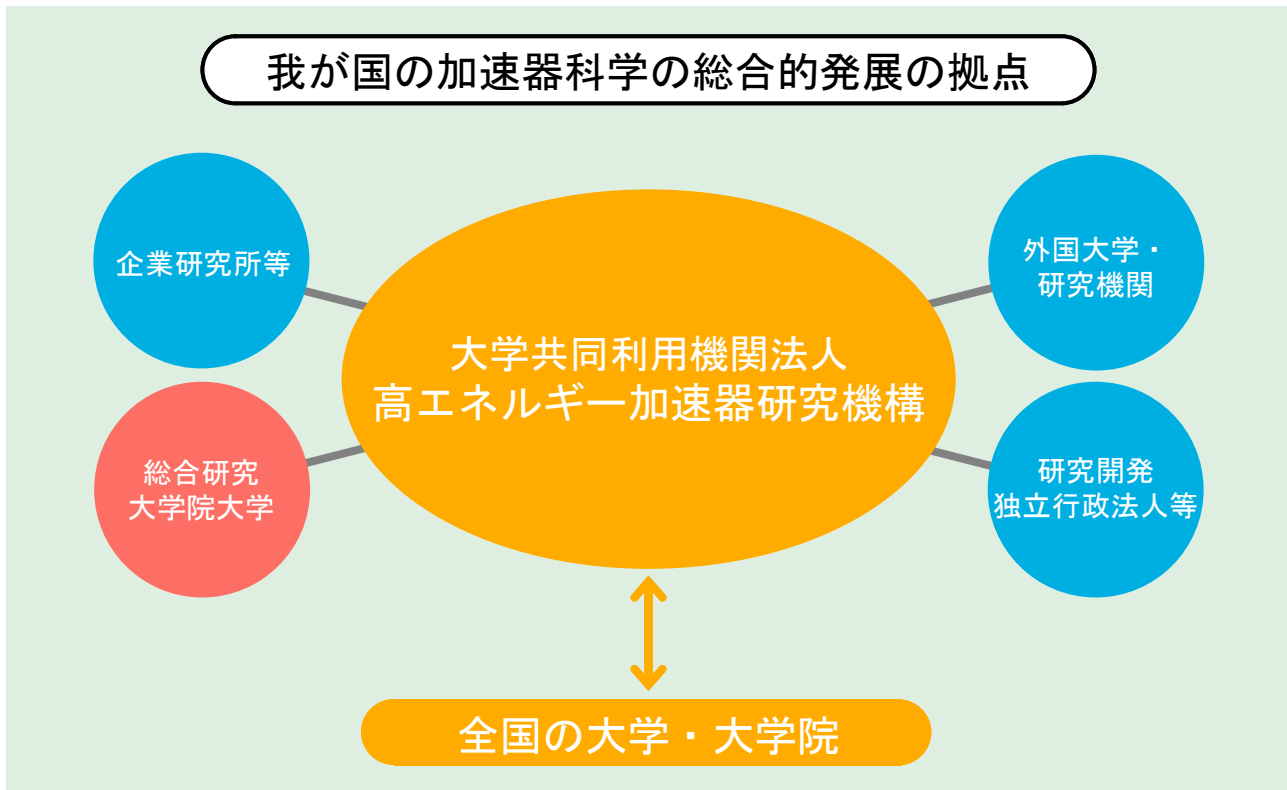
2-5. 作成部署

作成部署 : 高エネルギー加速器研究機構環境報告 2009 作成ワーキンググループ
 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 : 2009 年 9 月 (次回公開は 2010 年 9 月の予定)

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 の研究者と共同研究員とが共通の課題について研究を行うことにより、優れた研究成果が生まれることを促進します。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、幅広い分野に渡って、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に属する加速器科学専攻、物質構造科学専攻、素粒子原子核専攻が設置され、本機構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、国公私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

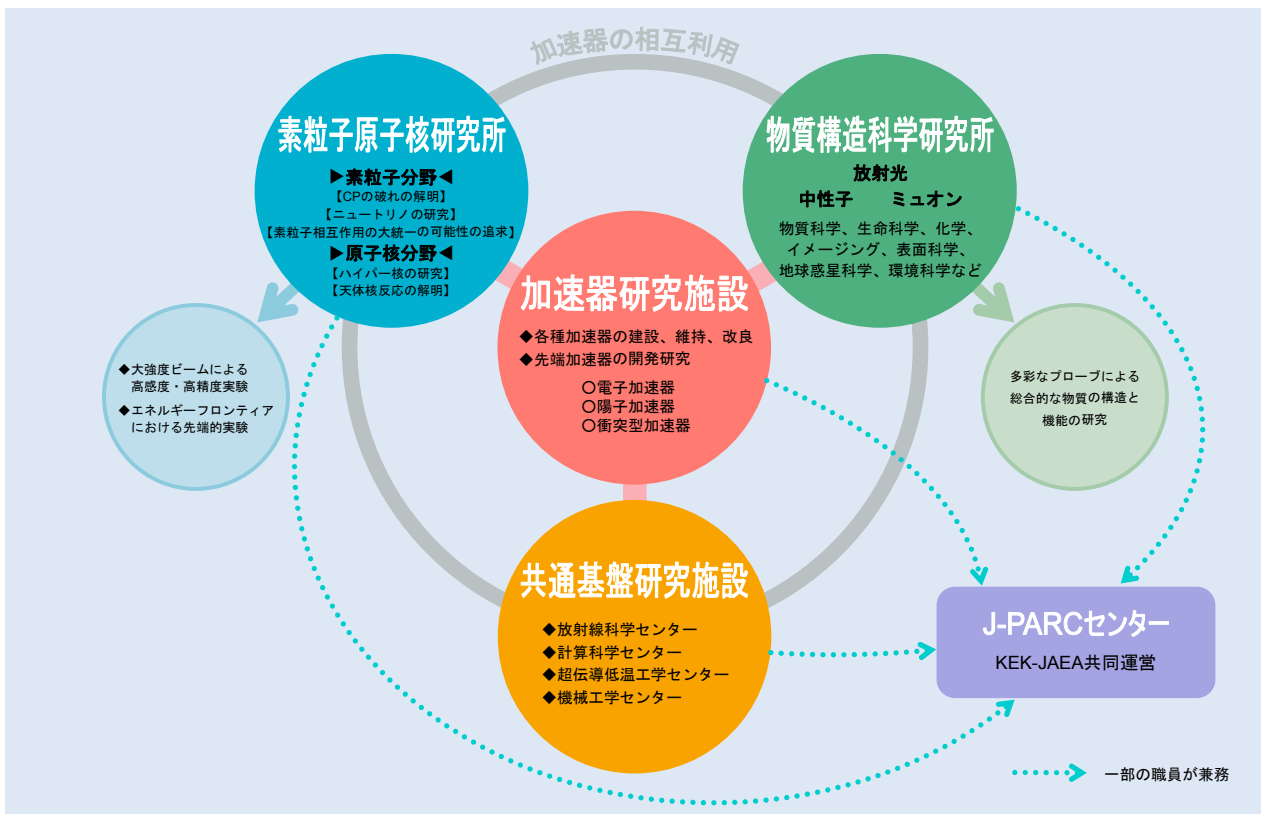
KEK は、B ファクトリー実験や長基線ニュートリノ振動実験など、国際共同研究の場を提供しており、世界各国から多くの研究者が参加しています。また、KEK が日本側の中心機関として取り組んでいる、高エネルギー物理学分野での日米協力や日欧協力、中性子散乱研究のための日英協力などの協力研究は、国内での研究を補う役割を果たしています。

●省エネルギーに対する機構の考え方

本機構は大型加速器を中心施設とする国際的な研究機構であり、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非対称電子・陽電子ビーム衝突型加速器（KEKB）が蓄積するビーム電流は電子加速の場合 1.4 A、陽電子加速の場合には 2 A で、これを支え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 を超える電力が必要になります。また、2008 年に完成した J-PARC 50 GeV シンクロトロン（MR）は、2009 年度には全面稼働を予定しており、この実験施設を用いた新たな実験・研究プロジェクトにおいても膨大な電力を消費することになります。機構におけるエネルギー利用の大部分はこれら大型加速器、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り、投入エネルギーを無駄にしないために同じ電力消費でより多くの実験成果を引き出すための努力が大切であると考え、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 KEKB 施設では毎月の消費電力は、運転開始以来、蓄積電流の増加につれて電力はゆっくりと増加していますが、投入エネルギーに対する得られた実験事象の効率は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、教職員の環境保全、省エネルギーの意識を改善しつつ取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、本機構が 2008 年 3 月に策定した「機構における地球温暖化対策のための計画書」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〕の効率の向上を目標として掲げています。さらに、加速器施設用電力以外のオフィス、食堂、共同利用研究者等宿泊施設、外国人研究員宿泊施設で使用される一般電力における取組みも重要と考え、「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、具体的な数値目標を設定して削減に努めています。

3-2. 研究所・施設



本機構は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、そ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。その他に本機構と日本原子力研究開発機構（JAEA）が共同で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 や大強度陽子加速器が作る多様なビームを用いて、素粒子や原子核の性質やふるまいを実験的に研究する素粒子物理学、原子核物理学研究と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おります。そして、実験と密接に協力して素粒子や原子核の理論的な研究も行っています。

つくばキャンパスでは、現在の宇宙には宇宙創成時に創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すために、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おります。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（素粒子原子核研究所・前所長）・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。この受賞理由の中にBファクトリー実験の貢献が明記されていることは関係者一同の誇りです。



Copyright © The Nobel Foundation 2008
ノーベル賞授賞式 2008/12/10



J-PARC ハドロン実験ホール



第2回サマーチャレンジの様子

J-PARC では、MR からのビームを利用する原子核・素粒子実験施設（ハドロン実験ホール）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、295km 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）施設の建設がほぼ完了しました。建設には当初から電磁石、鉄ヨーク、コンクリートシールドなどの再利用が考慮され、国内ばかりでなく海外の研究所からの寄付により再利用されている物も沢山あります。

研究ばかりでなく、次の時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、東北から九州まで76人の大学3年生が参加しました。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演や講義、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日間でした。

●物質構造科学研究所

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やミュオンなどの粒子を利用し、原子レベルから高分子、生体分子レベルにいたる幅広いスケールの物質構造と機能、ダイナミクスを総合的に研究しています。また、ビーム生成、利用技術などの開発研究を通して、幅広い物質科学の発展に貢献しています。

光に近いスピードに加速された電子は、磁力で方向を曲げられると、放射光と呼ばれる光を放ちます。赤外線からX線に至る幅広いエネルギー（波長）をもつ光です。中でも特に波長の短い光である極紫外線や軟X線、X線を、物質に反射させたり通過させたりすることで、物質を構成する分子や原子の配列や電子の振舞いを調べることができます。環境にやさしくエネルギー効率の高い燃料電池の開発に必要な基礎研究など、環境に関わる様々な研究が放射光を利用して行われています。また、次期放射光源として ERL の開発を進めています。ERL は、線形加速器 (Linac) をベースとし、その高品質の電子ビームを一度だけ周回させることにより、コヒーレント性や短パルス性を有する高輝度な放射光を発生することができ、さらに、一周して戻ってきた電子のエネルギーを回収し、そのエネルギーを次に加速する電子へ与えることができます。

中性子、ミュオンは、ともに放射光や電子顕微鏡に比較して軽元素への感度が高く、また磁場感度があることが大きな特徴であり、双方を使いこなすことにより、環境、エネルギー分野でのイノベーションが期待されます。2008年5月30日に最初の中性子発生に成功した J-PARC は、加速器から放たれるパルス陽子ビームにより、世界最高強度の中性子、及びミュオンのビームを発生させ、物質科学・生命科学研究に利用することを目指しています。



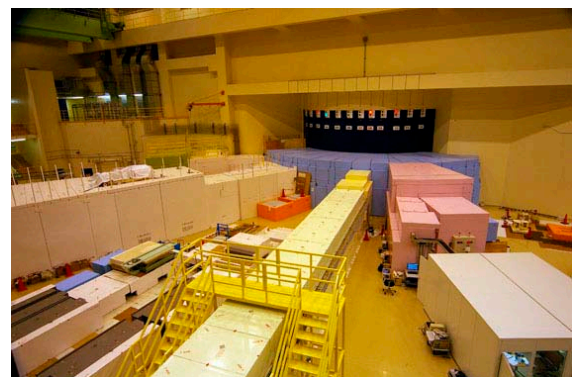
放射光光源棟実験ホール



放射光光源棟、PF-AR 実験棟



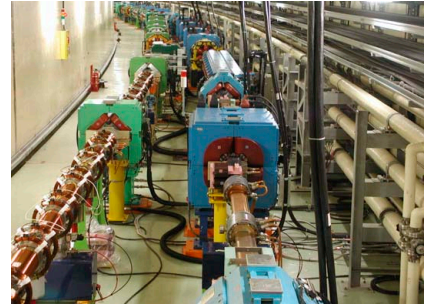
J-PARC 物質・生命科学実験施設



J-PARC 物質・生命科学実験施設内部

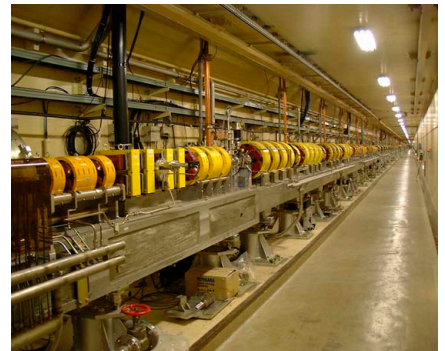
● 加速器研究施設

現在 KEK・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、一周 3 km の 2 本の真空パイプの中に 8 GeV の電子、3.5 GeV の陽電子をそれぞれ蓄積し、交差部で互いに衝突させることによって B 中間子を作り出す加速器（右図上）です。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、より多くの電子と陽電子を強く絞り込んで衝突させる実験を 24 時間体制で続けています。幅 200 ミクロン、高さ 5 ミクロンに絞り込んだ数百億個の電子、陽電子を正確に衝突させる KEKB は世界最強の加速器であり、国際的な共同研究である Belle 実験の基盤になっています。2001 年には蓄積した実験データにより B 中間子崩壊における CP 対称性の破れが確認されて 1972 年に予言された小林・益川理論が証明されたことにより、両氏は 2008 年度のノーベル物理学賞に輝きました。



KEKB 加速器

この KEKB へ電子と陽電子を、また放射光加速器 PF 及び PF-AR へ電子を供給するのが全長 600 m の電子・陽電子線形加速器（右図中央）です。素早い切替え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を供給します。特に 2008 年度は 50 Hz のパルス毎の切替えができるようになり、3 つのリングへの連続入射を行う同時トップアップ運転を開始しました。



電子・陽電子線形加速器

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。KEKB の性能を 2 桁向上させる SuperKEKB 計画では、クラブ衝突の実証試験だけでなくビームを極端に絞り込むナノ・ビーム方式の可能性の検討も始めました。また世界協力の下で進められている ILC 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（先端加速器試験装置）、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（右図下）。この技術は ERL という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応用研究が開始されました。



超伝導リニアック試験施設 (STF)



● 共通基盤研究施設

共通基盤研究施設の4つのセンターでは、加速器を用いた多様な研究計画の遂行のために必要な放射線防護、環境保全、コンピュータ・ネットワーク利用技術、超伝導・低温技術、精密加工技術等に関する基盤的研究を行うとともに、先端的な関連分野の開発研究を行っています。

〔放射線科学センター〕

加速器からは運転中に放射線が発生し、放射線（中性子・ガンマ線）の外部への漏れを防ぐために、コンクリートや鉄などの厚いシールド（遮へい体）で囲まれた室中に設置されています。つくばキャンパスには、外部の放射線を監視するために256台の放射線モニターが設置されており、62台は一時的にでも放射線のレベル超過を検出すると、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。

強い放射線に曝された機器は、微量の放射能を帯びます。不要になった廃棄物は、極微量の放射能を含むものでも黄色のコンテナに収めて厳重に管理し、処分業者に処理を委託しています。再利用可能な物品については、緑色のコンテナに納め、他の加速器で使用するまで保管管理しています。



微量の放射能を帯びた廃棄物と再利用するものを分別して保管

〔計算科学センター〕

コンピュータ・ネットワークを通じた情報の共有や通信が、研究活動の不可欠な道具となっています。古くなったネットワーク機器を更新し、統一的に管理できるようにすることは数年来の課題となっていました。2008年度にこうした機器を更新し、より安全で利便性の高い「KEKセキュア・ネットワークシステム」を導入しました。

電子メールシステムや機構WEBシステム、多くの実験の解析や加速器設計のために用いられる計算機システムを統合した「共通情報システム」も、新たなシステムに置き換えました。今回は、運転を開始したJ-PARCでの実験結果の解析も目的に加え、増強が図られました。



共通情報システム・テーブルボット

〔超伝導低温工学センター〕

機構が推進する多様な基礎科学、加速器科学等の研究計画を、1) 超伝導、低温技術の開発研究、装置開発、2) 極低温冷媒（液体ヘリウム）の供給、回収、循環再利用を通して、研究基盤を支えています。2008年度には、素粒子原子核研究所と協力し、J-PARC ニュートリノ実験用超伝導一次陽子ビームラインを完成させ、今後の加速器施設の運用における省電力化に大きく貢献しました。同ビームライン用の冷凍機システムでの運転においては、定常状態では定格600 kWに対して450 kWで運転し、パラメータの最適化による電力消費の軽減に努めています。



J-PARC ニュートリノ実験用超伝導一次陽子ビームライン

〔機械工学センター〕

機械工学センターは、支援業務の一つとして2005年から加速器研究施設の電解研磨設備建設に取り組んでいます。2007年度に次世代の加速器であるILC空洞専用の電解研磨設備がSTF棟に完成し、2008年度からその実際の運用を行っています。現在は、空洞処理方法のR&Dを中心に空洞内面の清浄度向上に取り組んでいます。

ILC空洞は、Nb（ニオブ）材で製作されているため、その内面研磨は、電解研磨で行う必要があります。この電解研磨液には、硫酸とフッ化水素酸の混液を用います。この液で空洞内表面を研磨した後、空洞内を超純水で洗浄し、その後数時間を要して高圧超純水洗浄を行っています。これらの工程で発生する洗浄排水は、それぞれ専用の排水タンクに貯蔵し、機構内の廃液処理施設で中和・無害化处理します。電解研磨液はNbの溶け込み量が基準値を超えると廃棄処理をすることになり、専用のドラム缶に移して、専門処理業者に処理を委託します。



STF棟・電解研磨設備

● J-PARC センター

J-PARC は本機構と JAEA の共同プロジェクトとして 2001 年度から建設を開始していましたが、2008 年度末までに予定通り完成させることができました。入射リニアック及び速い繰り返しの 3 GeV シンクロトロン (RCS) は 2007 年度中に既に試験運転を開始していましたが、2008 年 5~6 月には最終段加速器となる MR の運転も、入射エネルギー 3 GeV で開始しました。その後 7~11 月の 5 ヶ月間でビーム取り出し機器等をインストールし、12 月から翌 2009 年 2 月にかけて 30 GeV へのビーム加速とハドロン実験ホールへのビーム取り出しにも成功しました。さらに 2009 年 4 月には 30 GeV に加速したビームをニュートリノ実験施設に取り出し、ニュートリノ生成も確認することができたのです。それと並行して 2008 年 12 月には RCS ビームを物質・生命科学実験施設へ供給し、ミュオン及び中性子を利用した実験も既に開始されました。また加速器、実験施設を含め全ての施設の放射線安全検査にも合格し、名実共に加速器として誕生したのです。

J-PARC は世界最先端の大強度陽子ビームフロンティアとなることを目指した加速器施設です。これからの大きな課題は、まずは設計性能を早期に達成することです。そのためには陽子どうしのクーロン力による空間電荷効果を理解・克服しビームロスを抑制しながらビーム強度を順次上げていく必要があります。一方このようなビーム強度の増強の努力と同時にミュオン、中性子、ハドロン及びニュートリノ実験において着実に成果を挙げていくことも必要です。さらには長期的視野にたったパワーフロンティアマシンとしての将来像も模索しながら、施設の有効利用を図っていくことが求められます。



建設完了した J-PARC 施設全景

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

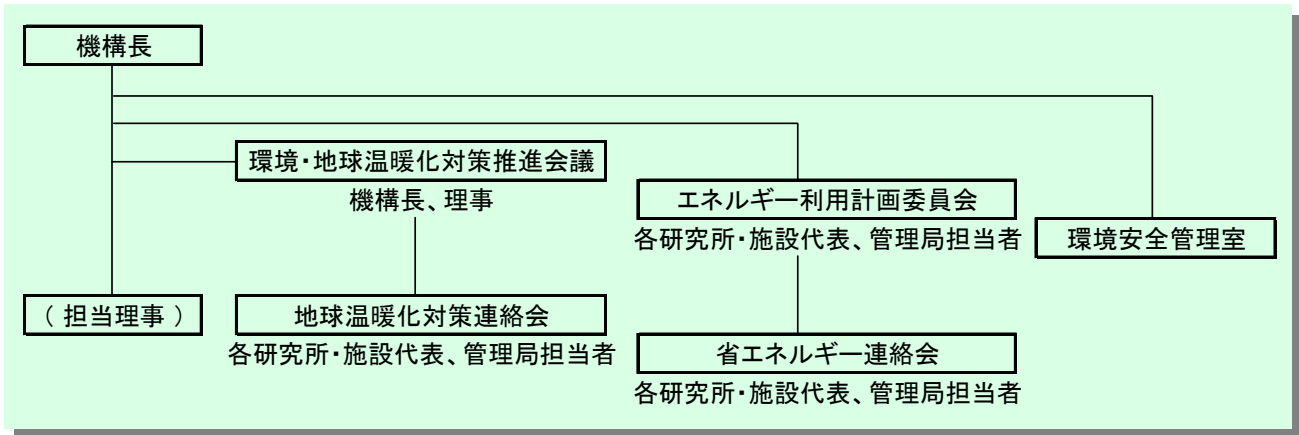
高エネルギー加速器研究機構は、研究・教育活動及びそれに伴うすべての事業活動において、地球環境の保全を認識し、環境との調和と環境負荷の低減に努めます。

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



本機構では、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ています。2006 年度には機構における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が設置されました。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されました。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が設置されており、2007 年度に地球温暖化対策のための計画書の作成が行われました。計画書では、上の図の推進体制の下、「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」の目標を掲げました。この目標を達成するため、具体的な「温暖化対策のためのアクションプラン」を毎年度策定しています。更に、この連絡会では、アクションプランの達成状況を年度末に評価し、次年度の計画に反映させています。また、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、機構の環境管理に関する実務を行うこととしています。



4-3. 環境目標・環境計画の達成度

本機構の2008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.15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	年度後半時に、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機構内へ周知、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、機構内周知	○
	光熱水の使用量を各種会議、HPで公表	HP、委員会、事務連、各研究所会議などで報告	○
	2008年度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	クライストロン廃熱利用を検討	○
	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	J-PARCハドロン、ニュートリノビームライン及びハドロン実験ホールで実行	○
	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	2008年度は、新規車両の調達は無し（現状でもハイブリッド車を3台保有、今後も更新時は低公害車を前提に車種を検討）	○
	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	会議等で公用車、業務連絡バスの利用を働きかける 公用車の運転手には車両の点検、エコドライブを指導	○
	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	前年度に比べ、約2%の購入量が減少	○
	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 ・ エネルギー消費の少ない機種に変更	2008年度当初の更新分について、極力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 ・排水再利用設備の導入について検討	排水再利用設備について検討した結果、多大なコストが掛かることから導入しないことに決定	○
	冷暖房の適切な温度管理		○
	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林に敷く	○
	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	エネルギー使用量の抑制	一般需用の電力・ガス使用に由来するCO ₂ 排出量を440トン削減	○
	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	○
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	関連の研究会等への職員を出席 HPや電子メールを活用して情報を提供	○

●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	○

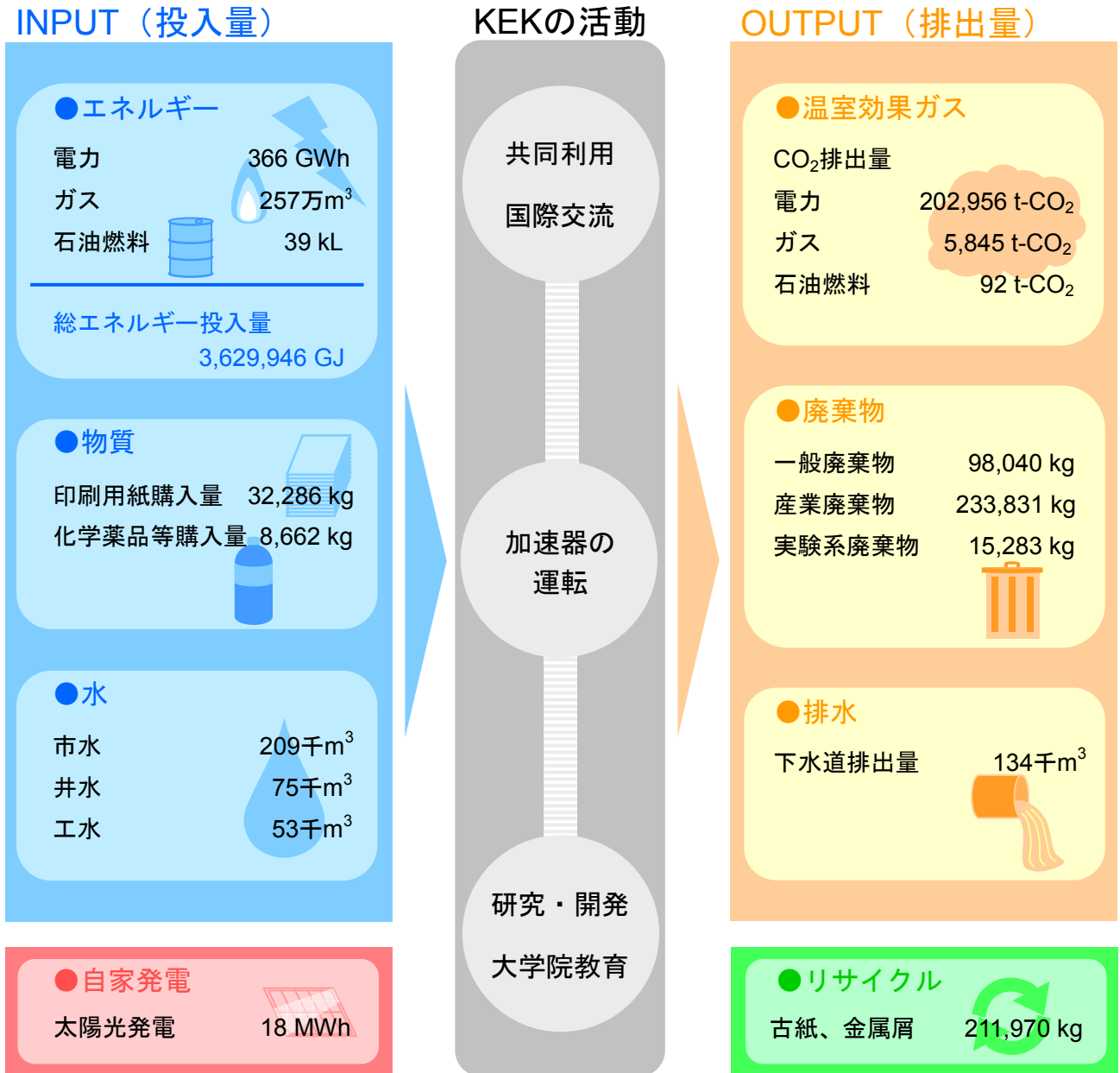
●環境マネジメントシステムの確立

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	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項目
- △ 目標を達成するには更なる努力が必要な項目
- ▲ 目標を達成できなかった項目

4-4. マテリアルバランス



4-5. 環境会計

本機構では、環境保全活動の取組みに対する費用対効果を把握するために、「環境会計」情報の集計に取り組んでいますが、完全な情報収集には至っておりません。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組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	49,025
ルームエアコンの更新	10,745
パッケージ型エアコン更新	25,066
タイマー運転による換気量の調整	400
照明器具の取替(自動点灯)	1,180
建物の断熱性能の向上(ペアガラス、遮熱防水シート)	8,862
計量器の取り付け(建物毎の市水、井水、電気使用量の把握)	2,772
資源循環コスト	60,769
一般廃棄物処理	1,765
産業廃棄物処理	5,419
実験系廃棄物処理	53,585
管理活動コスト	43,355
環境報告作成	110
冷温水発生機等ばい煙測定	580
職員宿舍温水ボイラばい煙測定	116
植物管理	41,782
枯損木撤去	767
合計	153,149

● 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。なお、表中、2008年度の工水使用量が大幅に増加したのは、東海キャンパス J-PARC の実験が本格化してきたためです。

環境パフォーマンス指標(単位)	2007年度	2008年度	前年度比	
エネルギー使用量 (GJ)	3,803,644	3,629,946	-173,698	95%
電力使用量 (千kWh)	383,314	365,686	-17,628	95%
都市ガス使用量 (千m ³)	2,631	2,567	-64	98%
石油燃料使用量 (kL)	24	39	15	163%
水資源使用量 (千m ³)	356	337	-19	95%
市水使用量 (千m ³)	268	209	-59	78%
井水使用量 (千m ³)	81	75	-6	93%
工水使用量 (千m ³)	8	53	45	663%
下水道排出量 (千m ³)	119	134	15	113%
温室効果ガス排出量 (t-CO ₂)	218,787	208,892	-9,895	95%
廃棄物排出量 (t)	384	347	-37	90%
一般廃棄物排出量 (t)	108	98	-10	91%
産業廃棄物 (t)	263	234	-29	89%
実験系廃棄物 (t)	13	15	2	115%
大気への有害物質排出量				
有機溶剤の排出量 (kg)	311	279	-32	90%
NOx排出平均濃度 (ppm)	48	44	-4	92%

● 環境保全対策に伴う経済効果

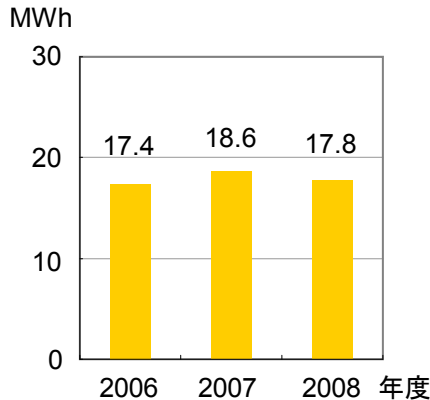
リサイクルや自家発電による収益、環境保全対策等により達成された資源投入量削減による費用節減について、環境保全対策に伴う経済効果として以下に示します。

実質的効果		金額(千円)
収益	太陽光発電	195
	リサイクル	44,119
	古紙	342
	金属屑	43,777
費用節減	省エネルギーによるエネルギー費の節減	8,112
	研究棟等の電気使用削減	7,410
	研究棟等の都市ガス使用削減	701
	省資源等による廃棄物処理費の節減	13,275
	市水使用削減	13,275
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	9,422
	エアコン等の更新	1,212
	空調機の運転の合理化	7,161
	変圧器の運転の合理化	1,049

算定条件	1.光熱水費	電気(11円/kwh)、ガス(60円/m3)、市水(225円/m3)、下水道(105円/m3)
	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

4号館太陽光発電モジュール

4号館入口は北側にあり、あまり気がつきませんが、屋上南側には、太陽光発電モジュールが設置されています。発電量は月平均1.5MWhで、これにより、一般家庭約5戸分の電力をまかなうことができます。



4号館太陽光発電モジュール発電量の推移

4-6. 法令遵守

本機構では、法令で定められている基準を遵守することはもちろん、機構の活動が環境に与える影響を最小限にするよう努めています。2008年度は環境関連法規による指導、勧告、命令、処分はありませんでした。

●放射線管理（J-PARC）

J-PARCにおける放射線管理は、KEKとJAEAとで一元的・一体化に行われています。J-PARCには、高エネルギー大強度の陽子ビームを発生させる三つの陽子加速器施設及び陽子照射により標的から発生する二次粒子を利用する三つの実験施設があります。ここでは、KEK建設担当施設であるMR、ハドロン実験施設、ニュートリノ実験施設の放射線安全管理について紹介します。KEK建設担当施設については、2009年5月のニュートリノ実験施設の施設検査合格により全施設の稼働が始まる予定です。

加速器運転時には、施設周辺の放射線（中性子・ガンマ線）の管理が重要となります。一方、加速器停止時には、室内の空気、冷却水、放射化した機器の管理が重要となります。施設周辺には放射線を監視するための放射線モニターが設置されていて、加速器運転時に設定された放射線レベルを超過すると加速器を自動で停止させる仕組み（インターロック）が採用されています。放射線モニターは、ガンマ線と中性子を測定しています。現在、ガンマ線用と中性子用合わせて、22台の放射線モニターが設置されています。測定データは中央制御棟内放射線監視室で集中監視されています。

加速器室内の空気は、運転時は排気せず、加速器停止時に機械室で粒子状核種をフィルターで除去した後、スタックから排気されます。排気の際には、排気濃度をスタックごとに測定しています。加速器室内の排水は機械室内のタンクに一時貯留し、排水時にタンク内の排水試料を採取して放射能濃度を測定し、放射能濃度が排水基準を満たしていることを確認した後、排水しています。

加速器室内の機器を搬出する際には、6箇所出入口に設置された測定器でガンマ線・ベータ線を測定し、放射化した物品や汚染した物品が誤って持ち出されないよう監視しています。



放射線モニター（右側の白い筐体）



加速器室出入口の放射線測定器

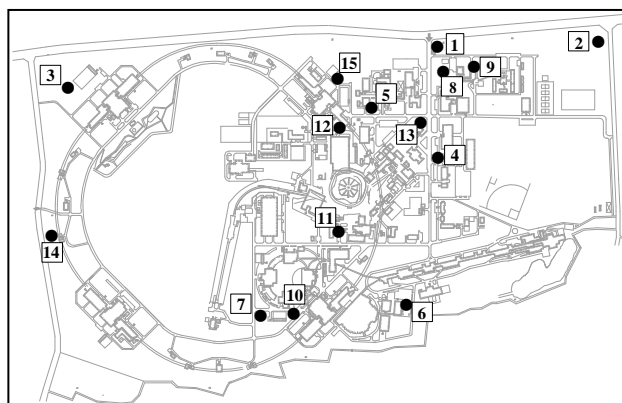
●排水管理

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、定期的な水質検査を行う義務があります。本機構は、広い敷地に多数の実験施設が分散しており、更に配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。月1回の頻度で、条例で定められた全項目について、水質検査を行っています。すべての検査項目に関して、排水の水質が基準値を超えることはありませんでした。

放射線管理区域内で発生する廃水については、全て機構内2ヶ所に設置されたRI廃水処理施設において処理され、放射能濃度及び水質がそれぞれ基準値を満たし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、下水道に放流しています。

排水の管理に関する詳細は、「化学安全管理報告」に記載しています。



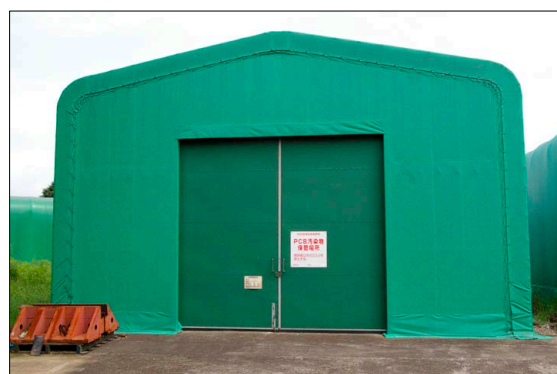
機構内汚水監視点（15箇所）

●PCB 廃棄物の保管状況

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を含む電気機器類に関しては、「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ています。2008年度中に低濃度（0.5 mg/kg 以上）のPCBを含有する機器32台が新たに確認されました。本機構では、2009年3月末現在、下記に示すPCB含有電気機器類計168台を保有しています。

該当機器のうち、高濃度（50%以上）のPCBを含有する廃止済みの機器58台は、PCB廃棄物処理基本計画に基づき、平成27年3月までに処理する予定です。処理するまでは、機構内のPCB廃棄物専用保管庫で厳重に保管すると共に、保管状況を毎年茨城県に報告しています。また、低濃度（0.5 mg/kg 以上）のPCBを含有する機器（廃止済み機器：80台、使用中機器：30台）についても、法に則った管理を行っています。

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	58	9,188
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	10	12,320
直流高電圧発生装置	2	3,000
照明用安定器	58	152
低濃度PCBを含有する使用中機器		
高圧変圧器	30	30,365
合計	168	55,289



PCB 廃棄物専用保管庫

5. トピックス

5-1. エコパトロール

省エネルギー連絡会では、委員により年2回のペースで省エネに関する巡視点検（エコパトロール）を実施することになりました。一般需要エネルギーに起因するCO₂排出量削減を進めるため、改善を要する事項などを発見した場合はその場で指摘・指導を行います。また、ECOアイデアを見つけ出し、省エネ対策工事を提案します。

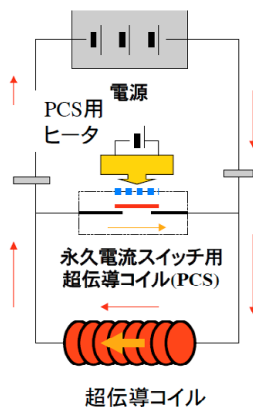
2008年度は、9月19日に2号館、1号館、3号館、研究本館、4号館の巡視を行いました。今すぐできる省エネ活動として、冷房温度は28℃を目安とする、使用していない部屋の空調は停止する、照明はこまめに消す、廊下やロビーなど共用部分の照明は支障ない範囲で消灯する、OA機器は業務終了後電源を切るなどあげられますが、これらについて重点的に声かけと巡視点検を行いました。また、1月20日には放射光研究棟の巡視を行い、給湯室の照明を自動点灯に改修することが提案され、早速、2009年度省エネ推進事業に採択されました。



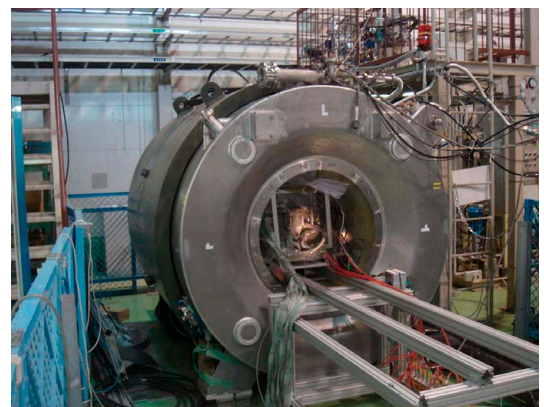
5-2. 『磁場環境』提供における永久電流超伝導磁石

様々な実験、加速器における磁場の利用において、超伝導技術を駆使することによって、電気抵抗による発熱、電力エネルギー消費を無くして、磁場環境を提供することが可能となります。その究極の姿が『永久電流磁石』です。超伝導磁石に、電流を投入し、充電した後、電気回路を超伝導状態で閉じる（超伝導スイッチをONにする）ことによって、電流の減衰がない『永久電流』磁石を形成することができます。いわば、電流、そして磁場の『缶詰』です。あたかも磁性体をもちいた永久磁石のように、減衰しない電流の缶詰によって、永久磁石を創り出すことができます。私達の生活にも身近な医療診断装置であるMRI（核磁気診断医療装置）では、この技術が活躍しています。患者の身体をすっぽり包み込むほどの安定した磁場空間を超伝導・永久電流磁石技術が支えています。

本機構では、永久電流磁石技術を、大型気球を用いた宇宙線観測技術に活用するとともに、超伝導低温工学センターの基幹的な研究支援施設として、MRI永久電流磁石を活用し、年間を通して、約1テスラの磁場環境（直径0.8m長さ~1m）を提供しています。様々な基礎科学実験、測定器開発、そして加速器要素開発に、電力エネルギー資源を節約しつつ、活用されています。



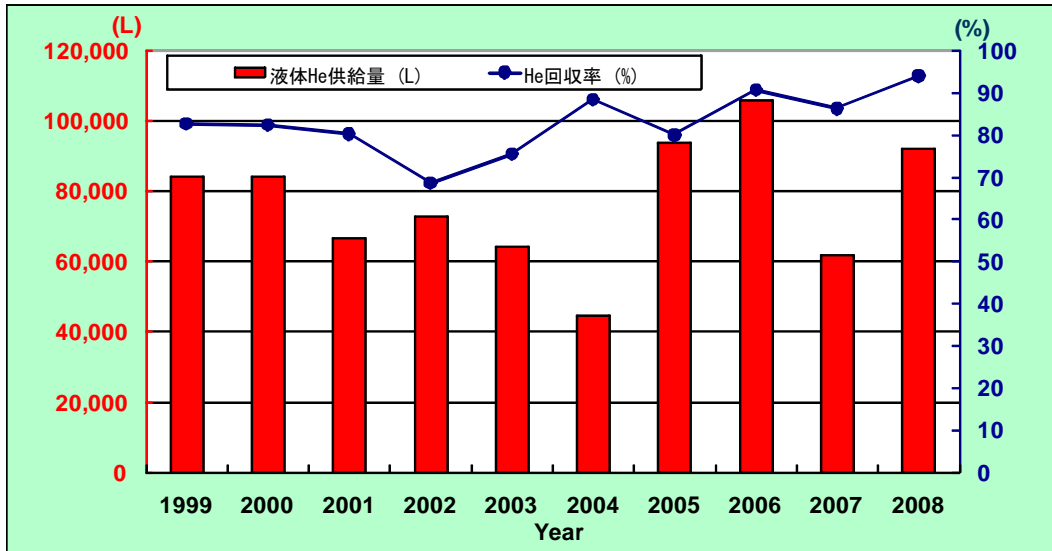
永久電流磁石の仕組み



超伝導低温工学センターに設置されている『永久電流超伝導磁石』

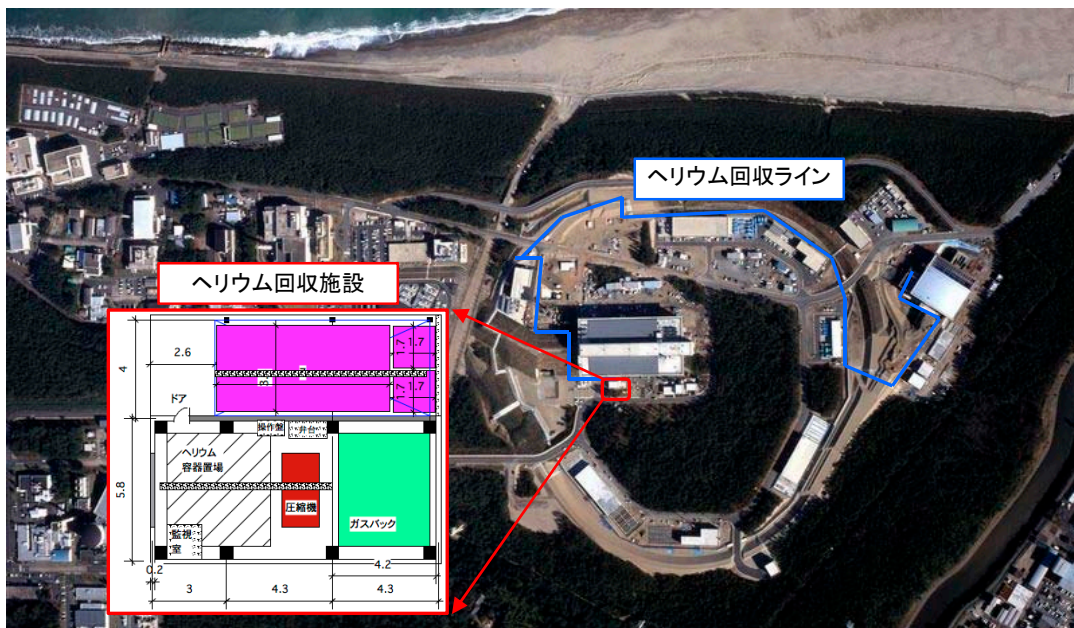
5-3. ヘリウム資源の循環再利用への取り組み

様々な実験機器、加速器等に用いる電磁石、加速空洞等の消費電力を大幅に低減する方法として、電気抵抗をゼロにする超伝導技術があります。電気抵抗をゼロにするには、 -270°C まで冷却する必要があり、そのための冷媒として液体ヘリウムが使用されます。しかし稀少資源であるヘリウムは、現在の使用状態が継続すると 2035 年頃には枯渇すると言われ、循環再利用することが不可欠になっています。つくばキャンパスでは、素粒子実験・粒子検出器の超伝導電磁石、加速器用超伝導加速空洞の開発に大量の液体ヘリウムが使われていますが、使用後の蒸発ガスを回収・精製して再使用する循環再利用システムを構築し、稀少資源の有効活用を目指す努力を長年にわたって行ってきました。2008 年度は、92,240 L の液体ヘリウムを供給し、これまでで最も成績の良い蒸発ガス回収率として 94%を達成しました。



つくばキャンパスにおける液体ヘリウムの供給量とヘリウムガスの回収率

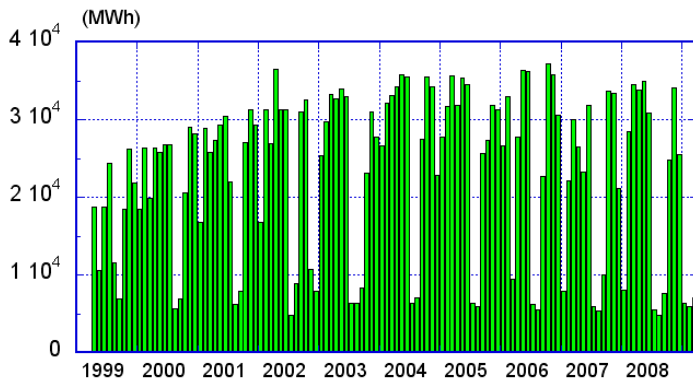
東海キャンパスにおいても、つくばキャンパスでの理念を継承し、ヘリウム資源の循環利用を目指しています。JAEA が所有するヘリウム液化機を活用して液体ヘリウムの製造、提供を行うとともに、使用後の蒸発ヘリウムガスを回収し、ヘリウム液化機による循環再利用を行う予定です。J-PARC 施設の建設に合わせ、ヘリウム回収ライン網の整備を進めています。



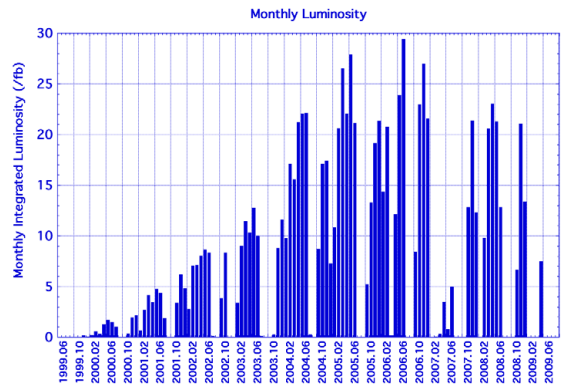
東海キャンパスにおけるヘリウム回収ライン網の整備計画

5-4. 加速器の性能向上によるエネルギーの有効利用

KEKB 加速器の運転では 40 MW を超える電力を消費します。この膨大な投入エネルギーを無駄にしないためには、節電だけでなく同じ電力消費でより多くの実験成果を引き出すための努力が大切であると考え、様々な開発と改善を実践してきました。左図は 1999 年に KEKB が実験を開始してからの毎月の消費電力を示しています。蓄積電流の増加につれて電力はゆっくりと増加しています。一方、得られた実験事象（月毎の積分ルミノシティ）は右図に見られるように目覚ましく上昇しており、結果としてエネルギー資源が有効に活用されていることとなります。これは加速器を構成する装置ひとつひとつの性能向上だけでなく、新しいアイデアの実践、より精密なビーム制御、きめの細かい保守作業と安定な加速器運転を続けてきた結果です。なお 2007 年からは飛躍的な性能向上の鍵となるクラブ交差の検証試験を実施しています。



KEKB 加速器の消費電力（月別）



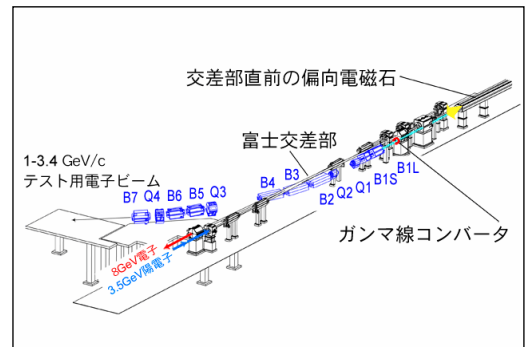
KEKB 加速器のルミノシティ（月別）

5-5. 富士テストビームライン（FTBL）

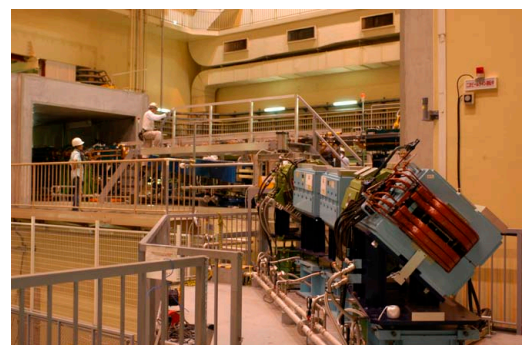
KEKB の 8 GeV 電子リング・富士直線部から発生するガンマ線を有効利用して、高エネルギー検出器テストラインとして活用しています。2005 年 3 月の 12 GeV 陽子シンクロトロンシャットダウンにともない、J-PARC のビーム供用まで何らかの測定器テスト用・代替高エネルギー荷電粒子ビームの確保が関連分野研究者より強く求められていました。その方策として浮上したのが FTBL です。

KEKB の富士セクションには 100 m に及ぶ長い直線区間があり、大強度の電子ビームと残留ガス分子との反応により大量のガンマ線が発生しますが、従来は無用な放射線として厚いビームパイプの壁において吸収されていました。このガンマ線を効率よく取り出せれば、収束性の比較的良好な擬似直流ビームとして活用できます。そこでビームパイプを巧妙な設計によって薄い壁に改造、取り出したガンマ線をタンゲステン標的で電子陽電子対へ変換、右図に示す三次元設計のビームラインにより B ファクトリーを立体交差でかわす富士テストビームラインの構想が実現しました。

真空パイプの壁で吸収されていたガンマ線を利用するという極めて環境に優しい着想にはじまり、電磁石やその電源などほとんどの機器を既存設備からの転用で済ますなど、省資源ポリシーを貫いたため、担当スタッフは多大な苦勞を強いられました。完成後は、陽子シンクロトロンシャットダウンのブランクで待ちかねていたたくさんの共同利用者が全国から訪れ、様々なテスト実験が遂行されています。



FTBL 概念図



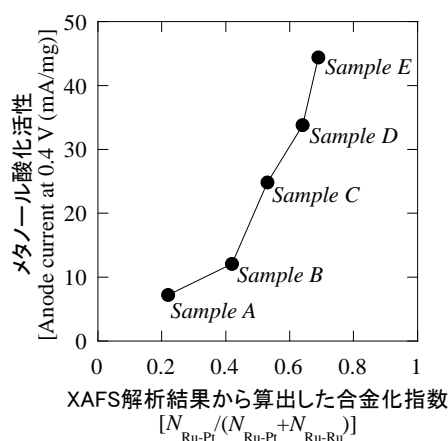
FTBL と KEKB 富士セクション

5-6. 次世代電源としての燃料電池の研究

携帯電話からモバイルPC、さらには自動車にも利用可能な移動体向け次世代電源として、エネルギー変換効率が高く、環境にやさしい燃料電池の研究が世界各国で行われています。特に小型の燃料電池としては液体のメタノールを用いる直接メタノール型燃料電池(DMFC)が注目を集めています。熱力学的に計算するとDMFCの理論起電力は1.2V程度となりますが、現在研究されているDMFCは0.8V程度の起電力しか得られていません。この原因は燃料極におけるメタノール酸化反応時の過電圧によるところが大きいとされています。この問題を解決するため、高活性なメタノール酸化触媒の開発が急務となっています。現在、DMFC用のメタノール酸化触媒として白金とルテニウムの合金ナノ粒子が広く利用されていますが、さらに高い活性を持つ触媒を開発するためには、どのような組成・構造を持った材料が高い活性を示すのかを明らかにする必要があります。しかし、DMFCに用いられる合金ナノ粒子の粒径は数nmと非常に小さいため、このような材料の構造を詳細に決定することは困難です。

そこで、物質の局所構造をサブnmオーダーで解析可能なXAFS法を用いてこの問題に取り組みました。XAFSの測定には広いエネルギーレンジで高強度のX線が必要であるため、物質構造科学研究所の放射光科学研究施設のXAFS用ビームラインを使用して測定を行いました。その結果、測定に用いたナノ粒子の内部では白金とルテニウムが一概には合金化しておらず、ナノ粒子の中心部分ほど白金の割合が多い、いわゆるコアシェル型の構造であることが示されました。また、高いメタノール酸化活性を示す触媒ほどコアシェル型の構造を示さないことから、内部構造が均一な合金ナノ粒子を合成することで高い活性を持つ触媒を開発できるのではないかとこの指針を得ることができました。

このように放射光によるXAFS法はナノスケールの構造解析が可能な技術として幅広い分野での利用が進んでいます。



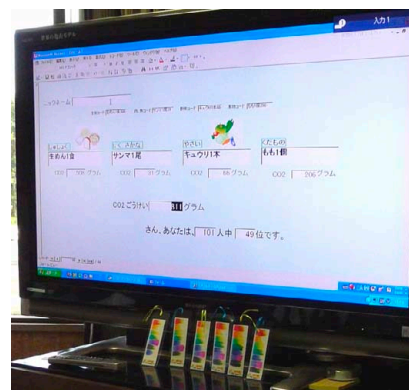
白金ルテニウムナノ粒子のメタノール酸化活性とXAFS解析より得られた合金化指数との関係

5-7. 一般公開でCO₂クイズ

地球温暖化の原因とされる温室効果ガスの一つ、二酸化炭素(CO₂)の排出を考える時、石油やガスなどの直接の燃料消費に伴うものだけでなく、物が製造されてから廃棄されるまでの過程において排出されるCO₂量を考慮しようという考え方があります。製造から、輸送、販売、使用、廃棄、再利用までに排出されるCO₂はライフサイクルCO₂と呼ばれ、一連のプロセスにおける環境負荷を明らかにし、その環境影響を評価する手法はライフサイクルアセスメント(LCA)と呼ばれています。

環境安全管理室では8月31日に実施されたつくばキャンパスの一般公開において、私たちが食べている食品が生産され、輸送されてスーパーなどの店頭で並ぶまでにどれ位のCO₂が排出されるのか実感してもらうために、「CO₂クイズ」を実施しました。色々な食材の中から主食、肉・さかな、野菜、果物からそれぞれ1品ずつ選んでもらい、一番CO₂排出量が少ない、環境にやさしい組合せを選ぶことを競いました。パソコン、バーコードリーダーを用い、ゲーム感覚で楽しんでもらいましたが、食材によっては、店頭で並ぶまでにかなり環境に負荷をかけていることを実感してもらえたと思います。また、お風呂を沸かす、車で旅行に行くなどの日常生活において排出されるCO₂の量をまとめてパネル展示を行い、来場された方々には興味を持って見ていただきました。

同時にペーパークロマトグラフィーにより水性ペンのインクを分けて「しおり」として持ち帰っていただくという企画も行いました。こちらは、特に小さい子供達に人気でした。「CO₂クイズ」で好成績を残した方には、賞品として職員が作った特製のしおりを差し上げました。



6. 社会との関わり

6-1. 共同利用・共同研究

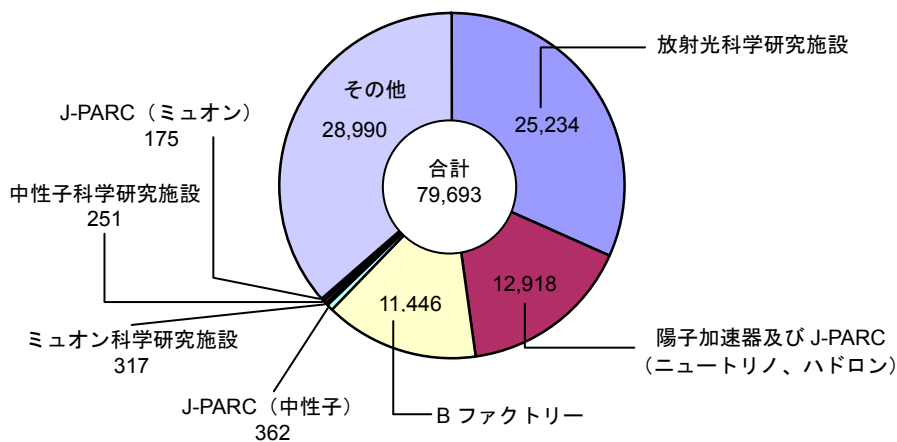
本機構には、個々の大学や企業では建設・運営が難しい大型研究設備である粒子加速器があり、毎年、この粒子加速器を用いた研究のために国内外の大学や研究機関から大勢の研究者が訪れています。滞在期間は、数日間の滞在から1年を超える滞在と研究内容によって様々であり、敷地内にはこうした研究者のために宿泊施設が設けられています。

本機構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、一連の手続きを一箇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、機構ホームページに「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、「研究交流推進室」を中心とした生活面におけるサポートにも努めています。

共同利用実験の申請・採択・実施状況

項目	2008年度		
	申請件数	採択件数	実施件数
区分			
Bファクトリー	—	—	1
放射光科学研究施設	436	424	1035
中性子科学研究施設（海外施設利用）	機構審査分	49	29
	海外機関審査分	(36)	(29)
ミュオン科学研究施設（海外施設利用）	機構審査分	25	29
	海外機関審査分	(25)	(23)
J-PARC・物質・生命科学実験施設（中性子実験）	19	10	10
J-PARC・物質・生命科学実験施設（ミュオン実験）	8	7	6
J-PARC・原子核・素粒子実験施設、ニュートリノ実験施設 （ハドロン実験、ニュートリノ実験）	年度課題数	—	—
	累計課題数(2007～)	26	9
計	539	515	1110



2008年度の共同研究者受入状況 [単位：延人日]

6-2. 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「サマーチャレンジ究極の物質像に挑む」を、8月19日から27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、37大学から77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ことにより、最先端の研究に実際に触れ、研究する喜びを実感する機会を提供しました。



●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2日から4日の3日間、KEKを会場として開催し、国内の大学等から98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。



●Belle Plus

8月10日から13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3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（プリュス）」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。

今回は全国から24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。



6-3. 地域との交流

●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、科学おもしろ、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。研究施設の見学については、平日、10名以上の団体で予約を受けています。2008年度、コミュニケーションプラザには、約3,100名の一般見学者（個人）、及び、約4,400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おります。また、随時見学も受付けており、2008年度の見学・視察による延べ人数は9,109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。2008年度は8月31日（日）に実施し、県内、県外から約3,700名の来場者がありました。大きさの迫力、実物の臨場感を味わえる公開施設はどこも人気で、撮影向きの場所ではカメラを構える人の列ができていたところもありました。今回初公開となったBファクトリー加速器の超伝導クラブ空洞は、離れた場所にある小さい公開施設ながら、“世界初”の魅力をいかに発揮して参加者を魅了していたようです。午前と午後に行われた二つの講演会にも、多くの方にご参加頂きました。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10日（日）には、J-PARCの特別公開を実施し、約2,600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。



一般公開の様子（つくばキャンパス）



一般公開の様子（東海キャンパス）

●公開講座

毎年11月頃、週末を利用して公開講座を開催しています。2008年度は10月18日（土）・25日（土）に筑波大学春日キャンパスで開催しました。今年で13回目となる今回の講座では、「加速器科学の新展開」をテーマに、最先端の加速器研究や、加速器を使った素粒子研究、また、素粒子や放射光を使った物質研究とその利用応用について、加速器と加速器を使った研究の現在と将来展望が紹介されました。会場では、両日ともおよそ100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。

2008年度は5回開催し、のべ968名（うち外部から699名）の来場者がありました。このうち1回は、「科学と音楽の饗宴」と題して、専門の科学者による科学に関するテーマについてわかり易いレクチャーと音楽コンサートを組み合わせて、一般の方々に科学をより身近に感じてもらえるよう工夫した企画を実施しました。

回数	演奏会タイトル	会場
第26回	ヴィオラ・ダ・ガンバ コンサート音楽の夕べ	KEK研究本館レクチャーホール
第27回	ピーター・ブルガー ピアノリサイタル	KEK研究本館レクチャーホール
第28回	特別講演・演奏会 科学と音楽の饗宴	つくばノバホール
第29回	佐々木真(フルート)&石井克典(ピアノ) デュオコンサート	KEK研究本館レクチャーホール
第30回	矢澤一彦・大原亜子 ピアノリサイタル	KEK研究本館レクチャーホール

●茅葺き屋根保存会による茅刈り

つくばキャンパスは、1,531千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。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。

2008年度は12月13日、15日、19日～22日の6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56,000m²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。



6-4. 労働安全衛生

労働安全衛生を確保するために、安全衛生推進室が中心となり、巡視点検、健康診断、講習会の開催などを行っています。

●巡視点検

巡視点検については、産業医、衛生管理者による巡視点検に加え、各部署の安全衛生点検者が自主点検を行い、毎月安全衛生推進室に自主点検報告書を提出しています。2008年度、産業医、衛生管理者による巡視点検は68回実施されました。また、自主点検報告書の提出率は100%でした。これらの点検による指摘数は、138件あり、88%についてはすでに改善されました。対応中10%及び未対応2%については、できるだけ速く対応していきます。

●健康管理

健康管理については、一般健康診断のほか、特別定期健康診断（電離放射線）と特定化学物質健康診断が各2回、子宮がん検診、肺がん検診、大腸がん検診、胃がん検診が各1回、海外渡航に係る健康診断は随時実施しました。

また、禁煙対策として、平成21年1月1日から機構内の居室及び建物内の喫煙を禁止しました。（喫煙する場合は、指定屋外喫煙場所又は分煙設備のある指定屋内喫煙場所において喫煙）

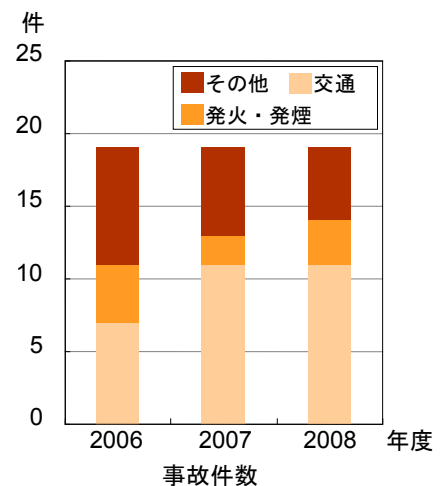
●災害・緊急時対応

機構における危機管理体制として、危機管理担当理事を置くとともに、危機事象への対応が必要な場合には、機構長を本部長として、理事、管理局长、管理局の部長、安全衛生推進室長、放射線取扱主任者及び広報室長で構成する危機対応本部を設置して対処にあたることとしています。

2008年度は、機構全体の防火・防災訓練を1回、各研究系でそれぞれ防火訓練を1回（計5回）行いました。機構全体の防火・防災訓練では、緊急地震速報システム（デジタルなまず）を導入しました。

●事故件数

2008年度は、交通事故11件、発火・発煙事故3件、その他の事故5件ありました。割合が高い交通事故については、職員にメールで注意喚起を行ったり、注意を促す看板を設置するなどの対策を行っています。



●救命講習会

つくばキャンパスには5箇所、東海キャンパスには3箇所にAED（自動体外除細動装置）がおかれています。職員等の救命措置に関する知識と技術の習得のため、東海キャンパスにおいて、AED使用方法を含めた普通救命講習会を東海村消防本部の協力の下、実施しました。



●作業環境管理

労働安全衛生法に定める有機溶剤または特定化学物質を取り扱う作業場及び作業者に対して、作業環境測定（当該化学物質の空気中の濃度測定）及び作業者の特別健康診断が義務付けられています。機構内では、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が有害業務に該当するため、定期的に作業環境測定を行っています。2008年度は9月と3月に作業環境測定を実施し、いずれも第

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。

また、2007 年 12 月より稼働を開始した STF 棟内電解研磨設備についても、電解液として硫酸とフッ化水素酸の混酸を使用することから、フッ化水素の作業環境測定を行いました。2008 年度は 7 月と 1 月に測定を実施し、いずれも第 1 管理区分（適切）で作業環境上問題のないことが確認されました。

健康相談室お引越し

以前より、つくばキャンパスの健康相談室については、相談中のプライバシーが守られないことや、休憩用ベッドが 1 台しかないなど、スペース及び設備に問題が指摘されていました。そこで、2008 年 11 月に正門近くの管理棟から、先端計測実験棟へ移転しました。これにより、専用の相談室とベッドが 2 台ある休憩室を確保することができました。

健康相談室では、主に健康診断実施後の指導、健康に関する情報の提供、健康相談（身体面、精神面を問わず）、各種医療機関の紹介、軽微な傷病・疾病の初期手当、長期休暇・休職時や職場復帰時の調整・相談を行っています。近年、特に労働者のメンタルヘルス不全が社会問題となっていますが、健康相談室の移転は、職員の色々な相談に対するきめ細かい対応の一助になることと思います。



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

2008年度は、366 GWhの電力、257 万 m³の都市ガス、37.2 kLのガソリン、2.1 kLの軽油の使用がありました。これらのエネルギー投入量を熱量に換算すると、3,630 TJであり、前年度比-4.6%となりました。

2008年度種類別エネルギー投入量と換算に用いた単位発熱量

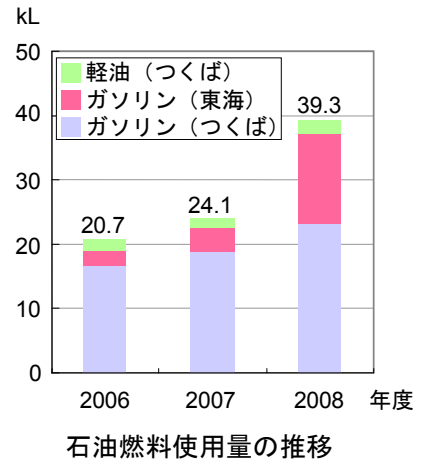
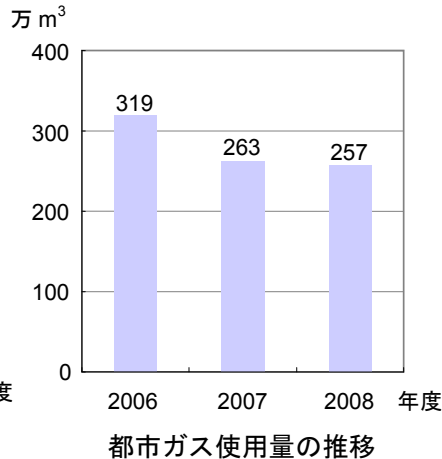
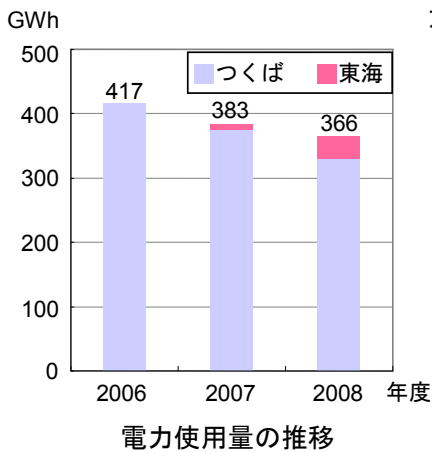
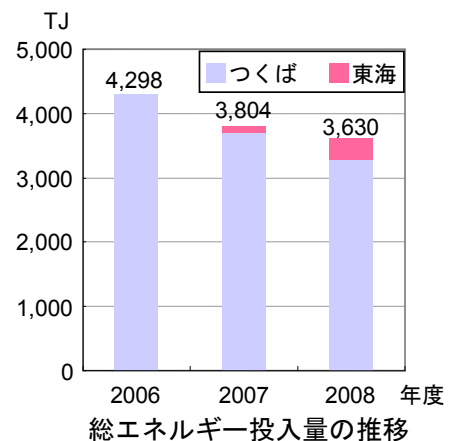
	電力	都市ガス	ガソリン	軽油
つくば	3,172,799GJ	115,515GJ	803GJ	80GJ
東海	340,264GJ	—	485GJ	—
計	3,513,063GJ	115,515GJ	1,288GJ	80GJ

	電力*	都市ガス	ガソリン	軽油
単位発熱量	9.97(9.28)GJ/MWh	450GJ/万m ³	34.6GJ/kL	38.2GJ/kL

* () 内は夜間電力の単位発熱量

総エネルギー投入量の約97%は電力が占めており、そのほとんどを高エネルギー加速器の運転に消費しています。つくばキャンパスにおいては、加速器の運転時間が減少したため電力使用量は減少しました。一方、東海キャンパスでは、J-PARC 稼動を始めて大幅に増加しましたが、全体としては、総エネルギー投入量は減少しました。今後、東海キャンパスでは一層の電力使用量の増加が見込まれています。

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増加しています。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が増加しており、公用車の使用頻度が増えているためです。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。



● 加速器施設の省エネルギー対策

1. ユーティリティ

加速器を運転し、実験を行うためには、実験トンネルの温度を一定に保つための空調や加速器を冷却する冷却水設備が必要です。これらの実験支援設備をユーティリティと呼び、ここで消費されるエネルギーは全消費量の約 25%にも達します。冷凍機、冷却塔、ポンプ、空調機など主要機器の運転について「管理標準」を定めエネルギーの使用の合理化に努めています。また、ユーティリティは実験休止中も精度の維持や保守点検のため運転を停止できませんが、温度湿度条件の緩和や循環ポンプの部分停止などを研究者と設備運転者が協議しながら節電の方法を試行しています。

2008 年度は、つくばキャンパスの KEKB 加速器について 7 月～8 月のシャットダウン中に実験トンネルの空調機、排風機の夜間運転停止を行いました（18:00～10:00）。この運転停止により、直接、節減できた電力は 377 千 kWh、さらに、冷熱源設備（スクリー冷却機）の消費電力が前年度と比較して、274 千 kWh 減少しました。

2. J-PARC

MR から陽子ビームを引き出して T2K ターゲットステーションの標的に入射するためのビームトランスポート（150 m）に 28 台の超伝導電磁石を使って消費電力の低減を行っています。さらに、従来はビームを曲げる役目をする 2 極（偏向）磁石と、ビームが拡散してしまわないように収束させる 4 極（収束）磁石の 2 種類の磁石が必要ですが、これを一緒にした 2 極/4 極複合磁場型の超伝導電磁石を開発することで、よりコンパクトにして冷却効率を上げ、一層の省エネ化を図りました。

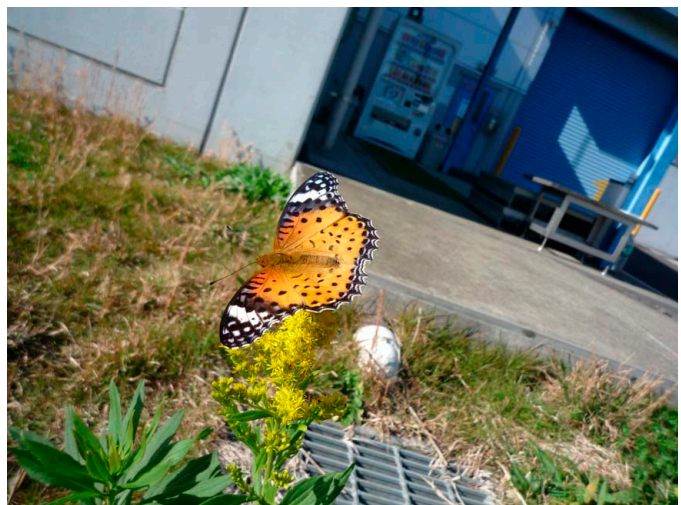


超伝導電磁石

地球温暖化の影響かも？

右の写真は STF 棟前を乱舞するツマグロヒヨウモン（♀）です。

もともとこの蝶は暖帯～熱帯域にかけて広く分布し、日本がこの蝶の分布北限といわれています。西日本を中心に分布し、かつては東日本で見るとは珍しかったのですが、最近では KEK 構内でも数多く見かけるようになりました。年によって見られる北限が変わるようです。これも温暖化の影響でしょうか？



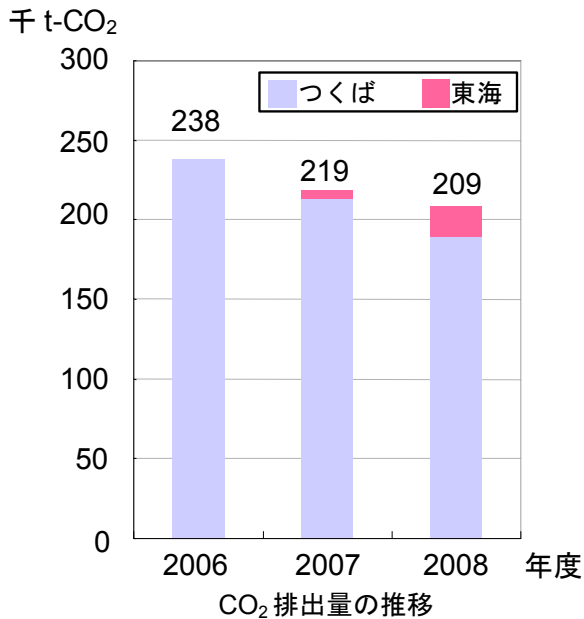
7-2. 温室効果ガス

2008年度の総二酸化炭素排出量は、208,892 t-CO₂でした。その内訳は電力消費によるものが97%以上を占めています。つくばキャンパスでは加速器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大型加速器の建設と運転が始まり増加傾向にあります。東海キャンパス加速器の本格的な運転により、東海キャンパスからの排出量はさらに増加すると見込まれています。

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、エコパトロール、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、2007年度比で約13%削減することができています。

エネルギー別二酸化炭素排出量（2008年度）

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	365.7 GWh		0.555 t-CO ₂ /千kWh	202,956
都市ガス	256.7 万m ³	450 GJ/万m ³	0.0506 t-CO ₂ /GJ	5,845
ガソリン	37.2 kL	34.6 GJ/kL	0.0671 t-CO ₂ /GJ	86
軽油	2.1 kL	38.2 GJ/kL	0.0686 t-CO ₂ /GJ	5
計				208,892



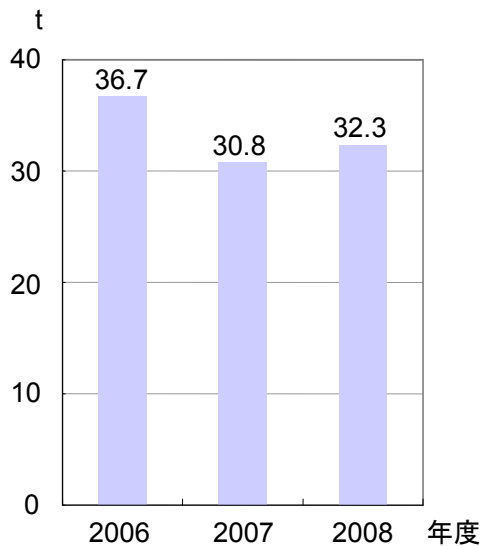
エネルギー使用量の表示（4号館入り口にて）



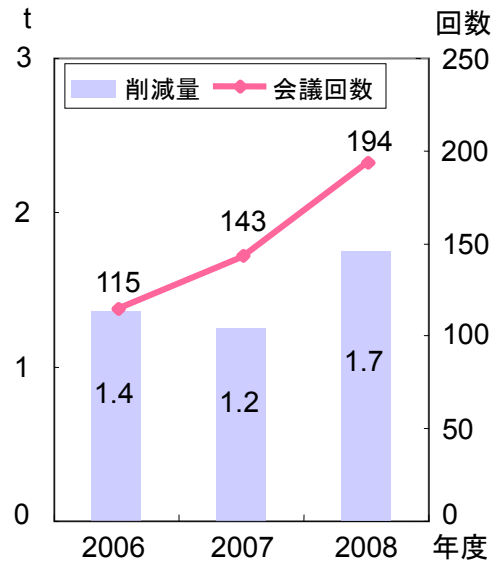
7-3. 物質

●印刷用紙

2008年度、機構で使用された印刷用紙は、32.3tでした。職員一人当たりの年間使用量は48kg、A4用紙でおよそ1万1千枚になります。本機構では、申請書等の電子化や、ペーパーレス会議、両面印刷の徹底など、紙使用量の削減に努めています。



印刷用紙購入量の推移



ペーパーレス会議回数と印刷用紙の削減量の推移

●化学物質

化学物質管理

本機構では、化学薬品等を入手する場合、電子メールで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なければなりません。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、使用量を把握してもらい、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。2008年度は、毒物23kg、劇物2278kgを含む8662kgが入手されました。

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	61	23	フッ化水素酸
劇物	389	2278	苛性ソーダ、塩酸、硝酸
一般	1715	6361	高圧絶縁油、塩化第二鉄、エタノール
計	2165	8662	

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（発がん性のある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が義務付けています。

本機構において2008年度は、届出の対象となる量の取扱いはありませんでした。

● 廃棄物

1. 一般廃棄物

2008年度は、一般廃棄物として86トンの可燃物、12トンの不燃物を排出しました。可燃物類の排出量は減少傾向にあります。ゴミの分別、資源ゴミのリサイクルの促進の効果が見えてきました。

一般廃棄物排出量の推移

	2006年度	2007年度	2008年度
可燃物	105,150	96,230	85,980
不燃物	12,060	11,520	12,060
合計	117,210	107,750	98,040

(単位：kg)

2. 産業廃棄物

2008年度は、産業廃棄物として、234トンを出しました。プラスチック、木屑がほとんどを占めています。蛍光灯、蓄電池は保管中で排出が無かったため0になっています。

産業廃棄物排出量の推移

	2006年度	2007年度	2008年度
プラスチック	208,600	167,175	152,393
木屑	213,000	81,990	80,800
金属類	75,940	1,890	288
がれき類	28,600	9,800	350
蛍光灯	1,102	1,299	0
蓄電池	650	700	0
合計	527,892	262,854	233,831

(単位：kg)

3. 実験系廃棄物

2008年度は、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処理できないため、外部の専門業者に処理を委託しました。

実験系廃棄物排出量の推移

	2006年度	2007年度	2008年度
無機廃液	2,736	1,294	1,241
有機廃液	8,260	3,935	5,050
廃油	2,004	2,433	5,957
写真廃液	0	699	546
固形物ほか	3,350	4,495	2,489
合計	16,350	12,856	15,283

(単位：kg)

● 削減対策

1. 古紙、金属屑のリサイクル

古新聞、古雑誌を古紙として、専門業者に売却しました。また、本機構では、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の金属廃棄物が発生しますが、これらの廃棄物のうち、鉄、銅、アルミニウム、鉛、真鍮、ステンレスを分別して回収し、専門業者に売却しました。

古紙、金属屑再利用の推移

	2006年度	2007年度	2008年度
古紙	50,050	46,560	30,400
金属屑	213,302	304,200	181,570
合計	263,352	350,760	211,970

(単位：kg)

2. 再利用

- ・ニュートリノ振動実験「T2K実験」では高さ6 m×幅5 m×奥行き7 m、総重量900 tの前置検出器用電磁石を使用しますが、欧州合同原子核研究機構（CERN）から寄贈された物を再利用します。
- ・東カウンターホールの改修工事で側室の撤去を行った際、リサイクル出来るもの（什器、ラック、工作機械等）を分別して保管しました。これらはJ-PARCにおいて活用する予定です。
- ・つくばキャンパスのKEK-PS実験施設で使用していた電磁石及び電源を整備（一部改造）の上、J-PARCハドロン実験ホールにおいて再利用しました。2008年度は電磁石33台、電磁石電源55台、静電セパレータ電源1台をハドロン実験ホールに設置しました。電源ケーブル約2 km分についても、リサイクルし再利用しました。また、コンクリートや鉄材からなる放射線遮蔽体についても引き続きつくばキャンパスで使用したもののリサイクルを進め、2008年度には計約2,000トンの遮蔽体を再利用しました。
- ・J-PARCハドロン実験ホールで使用されるK1.8実験用の回路モジュールは、ほとんどがつくばキャンパスで使われていたものをリサイクルしています。
- ・回路室では独自に開発した計測器や回路モジュールを研究グループに貸し出し、更に保守も行って計測器等の有効利用を図っています。

3. 廃油の削減

- ・J-PARCハドロン実験ホールのビームラインでは真空の粗引きポンプにオイルフリースクロールポンプを25台使用しています。このポンプはこれまでのロータリーポンプと異なり、廃油を生じません。
- ・J-PARCハドロン実験ホールK1.8ビームラインの第一セパレータでは真空槽内の高電圧供給部分を新規に開発製作し、絶縁油の使用量を減らすことができました。



●グリーン購入

本機構では、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。

2008年度における特定調達品目の調達状況は、下表のとおりです。なお、紙類の分野については、「グリーン購入法等特定調達品目の紙類に関する調達について（お知らせ）」（平成20年2月14日付け環境省総合環境政策局環境経済課事務連絡）2-③に記載されている準特定調達物品（第1四半期調達分）も含まれています。

本機構では、2009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。

グリーン購入・調達の状況

分野	品目例	全調達量	特定調達品目 調達量	特定調達品目 調達率
紙類	コピー用紙など	33,418 kg	33,418 kg	100%
文具類	ボールペンなど	101,790 個	101,790 個	100%
オフィス家具類	什器など	762 台	762 台	100%
OA機器	コピー機など	17,696 個	17,696 個	100%
家電製品	冷蔵庫など	34 台	34 台	100%
エアコンディショナー等	エアコンなど	134 台	134 台	100%
温水器等	ガス温水機器など	2 台	2 台	100%
照明	蛍光灯など	4,361 本	4,361 本	100%
自動車等	タイヤなど	29 本	29 本	100%
消火器	消火器	57 本	57 本	100%
制服・作業服	作業服など	429 着	429 着	100%
インテリア・寝具類	カーテンなど	35 枚	35 枚	100%
作業手袋	作業手袋	11,949 組	11,949 組	100%
その他繊維製品	ブルーシートなど	25 枚	25 枚	100%
役務	印刷など	361 件	361 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。



7-4. 水

●水資源投入量

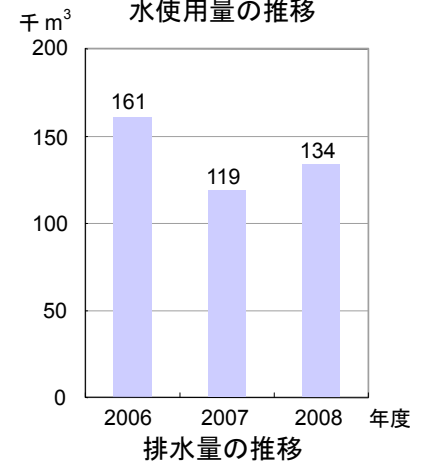
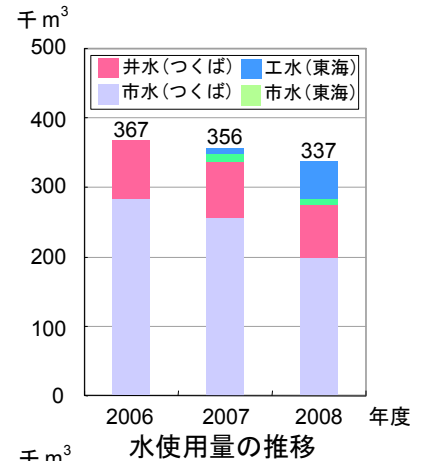
機構では、市水（上水）のほかに、つくばキャンパスでは井水（地下水）、東海キャンパスでは、工水（工業用水）を使用しています。井水や工水は、実験装置冷却水や空調設備のクーリングタワー（冷却塔）の循環水等に使用しています。J-PARC の本格稼動に伴い、東海キャンパスでの工水の利用が増加しました。

実験装置の冷却水を冷やすためにはクーリングタワーが必要になります。つくばキャンパスでは節水のため空冷のクーリングタワーを多く用いていますが、東海キャンパスにおいては、豊富な工水が確保でき、ブロー水は日本原子力研究開発機構が独自に保有する既設の放水路を使うことができるため、水冷を採用しています。水冷の場合、多くの水を必要としますが、設置面積が少なくすむというメリットがあります。

●排水量

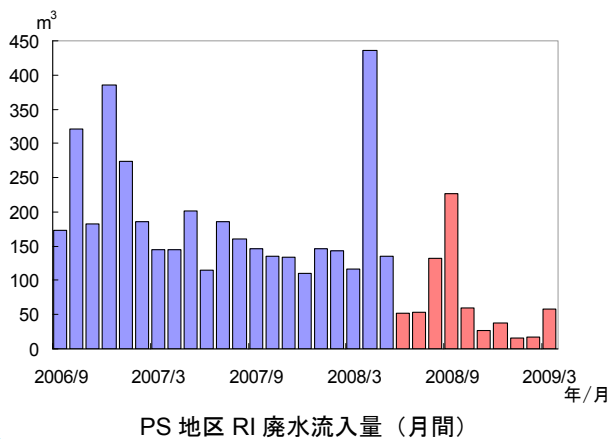
2008 年度、つくばキャンパスからは、134 千 m³ の排水が公共下水道に排出されました。定期的に水質を検査し、汚染物質の排出を監視していません。つくば市下水道条例で定められた排出基準を超えることはありませんでした。

東海キャンパスでは、排水量を計測していません。2008 年度の排水については、海域に放流されました。ただし、汚水は浄化槽を介してから放流されています。



水漏れ発見！

1998 年から PS 加速器施設からの RI 廃水が急激に増加しました。当時、調査を行ったところ PS リニアック高周波実験棟リニアック室周辺が発生源であることが判明しました。また、化学分析の結果、水道水に近い水質であることがわかり、水道水配管からの漏水が疑われました。しかしながら、埋設された配管が多いために漏水箇所を特定することは出来ませんでした。翌年以降も引き続き漏水調査を行い、不備が確認された箇所については順次、補修工事を行いました。RI 廃水の減少には繋がっていませんでした。

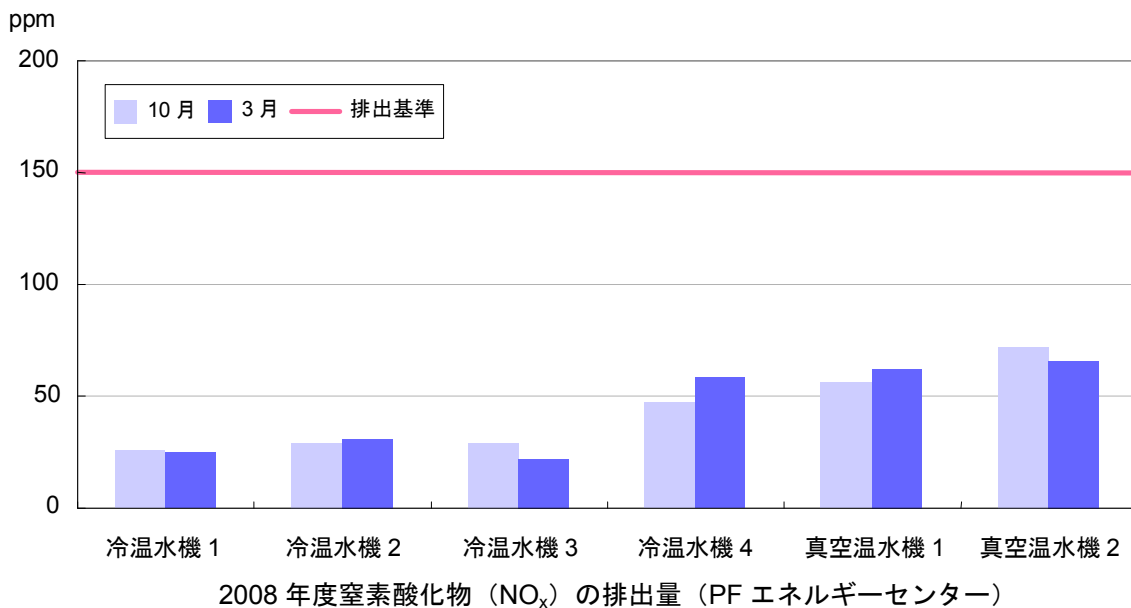


2008 年 5 月 23 日に試験的に PS リニアック高周波実験棟への水道水供給を停止したところ RI 廃水の減少が確認されました。2005 年に PS 加速器の実験が終了し、この実験棟における水使用量が少なくなっていたため、今後も供給停止を続けることにしました。その結果、月平均 150~250 m³ 流入していた RI 廃水は 6 月以降には月平均 68 m³ までに減少しました。PS 加速器の周辺施設は建設時期が機構内で最も古く、老朽化による給水管からの漏水が他にもあると推測されるため、今後も漏水調査を続ける予定です。

7-5. 大気

●窒素酸化物

本機構では、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/m³N を超えることはありませんでした。



●実験等作業に伴う大気中への化学物質の排出

本機構で実験等に使用される化学薬品のほとんどは廃液として回収し、機構内の廃液処理施設で処理または、専門業者に処理を委託しています。しかし、一部の薬品及び作業によっては大気中へ排出を伴います。2008 年度は、279 kg の化学薬品等を大気中に排出しました。部品等の洗浄、または器具の消毒・滅菌等の作業に放出される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、薬品の使用方法の見直しなどを行っていく予定です。また、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、自主的に排出等の抑制に努めることが期待されています。使用にあたっては、コールドトラップにより極力回収するようにしています。

2008 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	206	部品の洗浄、器具の消毒・滅菌
アセトン	33	部品の洗浄
ノルマルヘキサン	23	水質検査
その他	17	部品の洗浄など
計	279	

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	○	2-4	
BI-2-2: 報告範囲と環境負荷の捕捉状況	○	2-4	
BI-3: 事業の概況(経営指標を含む)	○	5-11	
BI-4-1: 主要な指標等の一覧	○	31,33-35,38	
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	○	14-15	
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)	○	16	
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	○	19-20	
MP-3: 環境会計情報	○	17-18	
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	○	37	
MP-7: 環境に配慮した新技術、DfE等の研究開発の状況	○	21,24	
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	○	28,32	
MP-10: 環境コミュニケーションの状況	○	27-28	
MP-11: 環境に関する社会貢献の状況	○	27-28	
MP-12: 環境負荷低減に資する製品・サービスの状況	○	21,24,26	
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	○	31-32	
OP-2: 総物質投入量及びその低減対策	○	34-36	
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	○	22,35-36	
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	○	33	
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	○	34	
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	○	35-36	
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	○	25-30	

9. 第三者意見

山田 悦

やまだ えつ

京都工芸繊維大学
環境科学センター教授
大学等環境安全協議会副会長



第三者意見を書くに当たり、高エネルギー加速器研究機構の沿革史を少し調べさせていただくと、学生時代に物理の友人が実験に行っていると話していた「高エネ研」は、1971年に設立された高エネルギー物理学研究所で、2004年に現在の大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構として法人化されたことがわかりました。

高エネルギー加速器研究機構は、我が国の加速器科学の総合的発展の拠点として、国内外の関連分野の研究者に研究の場を提供し大きな成果をあげてきています。大型加速器を中心施設としており、職員数は小規模の理工系大学である京都工芸繊維大学と同程度、学生数はかなり少ない数です。

高エネルギー加速器研究機構の環境負荷は、主に装置を稼働させるための多大なエネルギーで、京都工芸繊維大学と比較すると、電気使用量とCO₂排出量は約30倍、総エネルギーは約25倍と、装置を稼働させるためのエネルギーがいかに莫大なものがよく理解できます。エネルギー以外の項目では、水使用量がやや高い以外は、本学と同じかやや低い値です。高エネルギー加速器研究機構では、「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、数値目標を掲げて取り組んでおり、このことは大いに評価できます。しかし、環境報告書の中で目標値がどこに記述されているかが、わかりにくくなっています。「環境目標・環境計画の達成度」(p.14-15)のところに、エネルギーやそれ以外の項目の数値目標とその達成度を明記し、構成員が進捗状況を定量的に把握できるようにして、環境負荷低減などの取組を促進することが望まれます。環境省ガイドラインとの比較でも、項目の記載の有無だけでなく、記載状況を段階評価(例えばA~Eに5段階評価)して記述し、PDCAサイクルに基づき取組や環境報告書の内容を継続的に改善していくことが重要です。

高エネルギー加速器研究機構では、世界を先導する加速器の測定技術開発を行っていますので、その技術力を省エネルギー、省資源、資源循環に役立て、地球環境保全、持続可能な社会の創造に貢献することがさらに期待されています。

10. 用語集

用語	掲載ページ	説明
ATF	9	先端加速器試験装置 (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	5,7	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	7,9	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を言う。
CERN	36	欧州合同原子核研究機関 (European Organization for Nuclear Research) 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。2008 年 9 月から運転を開始した世界最大の衝突型円型加速器の大型ハドロン衝突型加速器 (Large Hadron Collider、略称 LHC) を有する。
CP 対称性の破れ	7,9	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	6,8,9,14	エネルギー回収型リニアック (Energy Recovery Linac) を参照。
ILC	6,9,10,14	国際リニアコライダー計画 (International Linear Collider) を参照。
J-PARC	6,7,8,10,11,14,19,22,23,25,27,31,32,36,38	大強度陽子加速器施設 (Japan Proton Accelerator Research Complex) を参照。
K1.8 実験	36	J-PARC ハドロン実験ホールで行われる実験で K 中間子を用いた実験の一つ。
STF	9,10,30,32	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。
SuperKEKB 計画	9	KEK の B ファクトリー実験の電子と陽電子の衝突頻度 (ルミノシティー) を数十倍に向上させることで、現在の加速器では探索できない超対称性理論で予測される粒子などの新しい物理現象を調べる計画。
T2K	7,32,36	長基線ニュートリノ振動実験を参照。(T2K: Tokai to Kamioka)
XAFS 法	24	放射光を用いる研究手法の一つで、物質の X 線吸収における波長 (エネルギー) 依存性を利用して、微細な構造を観測する方法。 (XAFS: X-ray Absorption Fine Structure X 線吸収微細構造)
エネルギー回収型リニアック (ERL)	6,8,9,14	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。

用語	掲載ページ	説明
加速器	1,2,4,5,6,7,8,9,10,他	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	17	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	1,12,14,17,24,31,37	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	1,4,12,13,15	組織が環境保全に関する取組を進めるにあたり、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）とよぶ。
クライストロン	1,14	電子ビームを加速させて高周波で変調することにより、大電力の高周波を発生させる装置。
クラブ衝突	9,14	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	37	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	1,5,7,9,26	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）	6,9,10,14	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 30km 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を行うことや、超対称性粒子の発見などを旨とする。
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	1,5,7,9,10,22,26,27	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。
大強度陽子加速器施設（J-PARC）	6,7,8,10,11,14,19,22,23,25,27,31,32,36,38	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、3GeV シンクロトロン、50GeV シンクロトロンで構成される。また、3GeV 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。50GeV 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。

用語	掲載ページ	説明
長基線ニュートリノ振動実験 (T2K)	7,32,36	茨城県東海村の J-PARC でニュートリノビームを発生させ、295km 離れた岐阜県飛騨市神岡町の地下 1000m 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	6,8,9,23	マイナスの電荷を帯びた素粒子で、原子核の周りを回って原子を構成する。
ニュートリノ	5,7,10,11,14,19,36	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。
燃料電池	8,24	化学反応による発生エネルギーを利用することで、継続的に電力を取り出すことができる次世代電源。発電効率が高く、システム規模の大小にあまり影響されないため、多様な用途や規模の装置をカバーするエネルギー源として期待されている。
ハドロン	7,11,14,19,36	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	8,9,24,27	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	8,11	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	6,9,23	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	23	粒子と粒子の衝突の頻度を示す値。

以下の Web ページも参考にしてください。

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>

11. 編集後記

環境報告 2009 をお読みいただきありがとうございます。

今年度の環境報告では、昨年度発行の環境報告 2008 についての機構内アンケート結果などを参考にし、できるだけ読みやすい報告書をめざして全体の構成にかなり大きな変更を行い、また新たに用語集を付け加えました。これらの改善により読者の皆様の理解が深まるものと信じています。また本報告書が、地域社会や関係者の皆様と本機構との親密なコミュニケーションの一助になればと願っています。

本文にもあるように、本機構では毎年度環境目標をたてて様々な活動を行っていますが、これまで環境報告をまとめるにあたって、達成度などの評価について毎回困難を感じていました。そこで今年度の報告書では、初めての試みとして京都工芸繊維大学の山田先生に報告書の内容について第三者評価をお願いしました。その結果、具体的な数値目標とその達成度の記述、環境省ガイドラインとの比較の方法などに不十分な点があるとのことをご意見をいただきました。ご指摘いただいた点については、次年度の環境報告作成の参考とさせていただきます。

また環境報告には、環境活動とその結果だけを記載するのではなく、社会との関わりや貢献といった社会面や、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。アンケートなどを通じて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。

最後になりましたが、環境報告 2009 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方々、また編集作業に携わっていただいた方々に深く感謝致します。

なお、本報告書は情報発信のあり方を提案することを目的とし、Web での公開のみとさせていただいておりますことを付け加えさせていただきます。

高エネルギー加速器研究機構 環境安全管理室長 文珠四郎秀昭



夏の思い出

超伝導低温工学センターで、
永久電流超伝導磁石の磁力
を体験する子どもたち。

2008年8月31日
つくばキャンパス一般公開



高エネルギー加速器研究機構環境報告 2009

本環境報告はホームページで公表しています。

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

問合せ先：環境安全管理室 〒305-080 茨城県つくば市大穂 1-1 TEL:029-864-5498 E-mail:k-anzen@ml.post.kek.jp