

JAEA ニュース

第9号
2006.10

◆ C O N T E N T S ◆

R&D 研究最前線

高レベル放射性廃棄物地層処分における
ニアフィールドの熱-水-応力-化学連成挙動評価
放射線抵抗性細菌の DNA 修復促進タンパク質の研究

CLOSE UP

原子力機構 核不拡散科学技術センター
遠隔地からの核融合実験を実現

TOPICS

米国エネルギー省による核燃料サイクル施設とナトリウム
冷却高速炉の設計に係る技術提案募集への関心表明について

「平成 18 年度黎明研究のテーマ」を採択

幌延深地層研究センター東立坑の掘削を開始

「環境報告書 2005.10 ~ 2006.3」を公表

「光医療産業バレー」けいはんな国際フォーラムの
開催のご案内

第 11 回東濃地球科学セミナーの開催のご案内

原子力機構原子力研修センター講座のご案内

原子力機構よりお知らせ



JT-60 中央制御室での遠隔実験の様子

高レベル放射性廃棄物地層処分における ニアフィールドの熱 - 水 - 応力 - 化学連成挙動評価



高レベル放射性廃棄物の地層処分においては、処分された放射性廃棄物は天然の地質環境（天然バリア）だけでなく地質環境の条件を考慮に入れて適切に設計された工学的な対策（人工バリア）を組み合わせることによって、人間環境から隔離されます。人工バリアには安定な形態をもつ廃棄体（ガラス固化体）、廃棄体を格納する容器（オーバーバック）、地下に埋設する際にオーバーバックと地層の間に充填される物質（緩衝材）が含まれます（図1参照）。人工バリアの設計や処分システムの性能評価の信頼性の向上のためには、ニアフィールド（人工バリアおよびその周辺）の環境の空間的・時間的な変遷を理解・予測することが必要です。また、処分場を最終的に閉鎖するまでの期間に人工バリアの性能を確認する際の熱、水理、力学、化学に関わる必要な品質管理項目を整理しておくことも重要です。このため、原子力機構では、ニアフィールドの熱 - 水 - 応力 - 化学連成挙動評価を行うための解析モデル/コードを開発しています。



解析コード開発の背景・目的、これまでの経緯を教えてください。

人工バリア定置後の廃棄体周辺では、ガラス固化体からの発熱、周辺岩盤からの地下水の浸潤、地下水浸潤による緩衝材の膨潤圧の発生、緩衝材と地下水の化学変化など、熱的・水理学的・力学的・化学的なプロセスが相互に影響を及ぼします。これらの現象を定量的に捉えることは、人工バリアの長期にわたる健全性評価の信頼性を向上する上で大変重要であり、これに資するために、原子力機構では熱-水-応力-化学連成モデル/コードの開発を進めています。

原子力機構では、1992年の第一次取りまとめ以降、熱-水-応力連成解析モデル/コードの開発に着手し、1999年の第二次取りまとめまでに熱-水-応力連成解析モデル/コードの開発と検証・確認を実施しました。その後、2001年から、これらの成果をもとに、熱-水-応力-化学連成挙動解析コードの開発を進め、この年にプロトタイプコードを構築し、現在、検証・確認による精緻化を行っているところです。

具体的な開発の内容は、どのようなものですか？

連成解析を行うためのモデル/コードの開発がメインテーマです。また、室内および原位置試験を実施し、開発した連成モデル/コードが実現象を正しく表現出来るかどうかの検証・確認も進めています。さらに、連成モデル/コードの検証・確認の場として国際共同研究「DECOVALEX」に参画しています。取り組みの流れは図2の通りです。

解析モデル・コード構築の研究成果は、どのようなものですか？

この連成解析コードは、1999年までに完成させた熱-水-応力連成挙動解析コードに、既存の物質移行解析コードと地

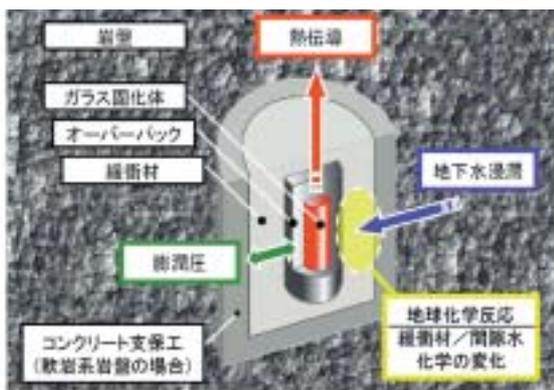


図1 高レベル放射性廃棄物地層処分の概念図
(ガラス固化体～緩衝材までを人工バリアという)

球化学解析コードを組み合わせたものです。この連成解析コードを用いて、具体的な地質環境への適用を考えるため、第2次取りまとめで検討した処分孔縦置き方式における3次元の事例解析を行い、ニアフィールドでの連成現象の空間的・時間的な変遷を定量的に把握できる可能性を示しました。

試験と検証・確認では、どのような成果が得られていますか？

前述の通り、試験の主な目的は連成モデル/コードの検証・確認を行うことです。これまでに、室内実験として大型緩衝材試験装置（装置名称：BIG-BEN）と熱-水-応力連成試験装置（装置名称：COUPLE）を用いた試験を、また、原位置試験として釜石鉱山での試験（試験名称：釜石粘土充填・熱負荷試験）を行い、これらの結果を開発したモデル/コードによる解析結果と比較評価をしてきました。また、これらの試験データのうち幾つかは国際共同研究「DECOVALEX」にも提供され、国際的な連成解析モデル/コードの検証・確認に役立てられました。

今後の課題と計画を聞かせてください。

今後も、熱-水-応力-化学連成モデル/コード開発と検証・確認を実施し、その中で新たな知見が得られた場合にはそれを導入することでシミュレーションのリアリティの向上を目指していきます。また、超長期の現象のリアリティ向上のためには化学現象が熱-水-応力連成現象へ及ぼす影響をモデル化することが重要となりますので、これについても取り組んでいく予定です。さらに、現在建設中の幌延の深地層の研究施設で熱-水-応力-化学連成原位置試験が計画されており、この試験をより精度の高い検証・確認の場とするためには、連成試験データの新しい計測技術の開発も大きな課題です。

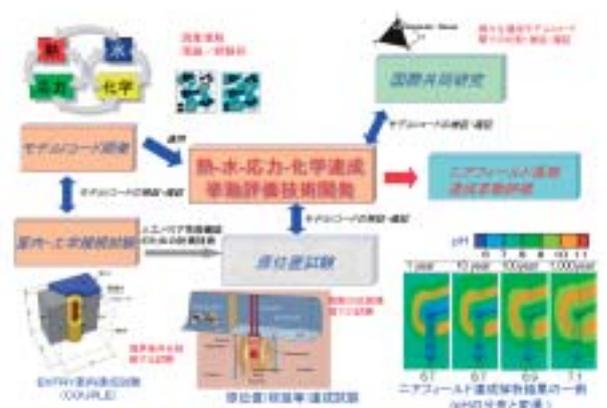


図2 連成解析コード開発・改良の取り組み

放射線抵抗性細菌の DNA修復促進タンパク質の研究

生物は常にDNA損傷を被る環境にさらされています。生物はこれに対抗するため進化の過程でDNA修復機構を獲得してきましたが、DNA修復能力は生物種によってまちまちです。生物の中には、大腸菌の約100倍、人の約1000倍も放射線に強い微生物群がいて、これらを総称して放射線抵抗性細菌と呼んでいます。原子力機構では、代表的な放射線抵抗性細菌であるデイノコッカス・ラジオデュランス(=以下DR)のDNA修復機構解明の研究を行っており、DNA修復に関わる遺伝子を特定し、その遺伝子から作られるタンパク質がDNAの修復を促進することを解明しました。



量子ビーム応用研究部門
バイオ応用技術ユニット
量子ビーム遺伝子資源研究グループ
グループリーダー 鳴海 一成

DRの研究には長い歴史があるようですが、その経緯を簡単にご紹介ください。

1956年にアメリカのオレゴン州の缶詰工場でDRが発見されて以来、この菌の放射線に強い機構を解明するために、多くの研究が行われました。その結果、1970年代末までに分かったことは、DRは細菌を含む他の生物と比べて、DNA修復能力が極めて高いということだけで、その機構は解明できていませんでした。

1999年11月、米国エネルギー省の後押しで米国ゲノム研究所が行ったDRのゲノムプロジェクトの情報が公開されてから、DRの研究はポストゲノム時代に突入しました。DRのゲノム情報解析で分かったことは、DRは他の生物が持っている、既に知られているDNA修復遺伝子のほとんどを持っていることでした。しかし、DRが放射線に強い理由については、ゲノム情報解析からは明らかにすることはできませんでした。DRの遺伝子の中の約半数は機能が全く推定できない未知の遺伝子だったからです。

原子力機構では、DRのDNA修復機構解明のためにどのような研究を行ってきたのですか？

原子力機構では、DRの放射線感受性変異株(遺伝子のどこかに変異が起こったために放射線に弱くなった菌)を解析することで、放射線耐性に重要な役割を果たしている遺伝子を特定するという手法で、DRのDNA修復機構解明のための研究を行いました。その結果、DRの放射線耐性に重要な役割を果たしている遺伝子の特定に成功しました。特定した遺伝子は、未知の遺伝子の1つでした。

その研究によって新しいタンパク質を発見したとのことですが、そのタンパク質はどのようなものですか？

DNAの修復を行うのは遺伝子から作られるタンパク質です。そこで、未知の遺伝子から作られるタンパク質はどのような働きをするか解析したところ、放射線などでDNAの鎖が切れた部分を認識して結合することにより、DNA鎖切断の修復を高効率で促進することがわかりました(図参照)。このタンパク質を「PprA(DNA修復を促進する多面的タンパク質という意味)」と名付

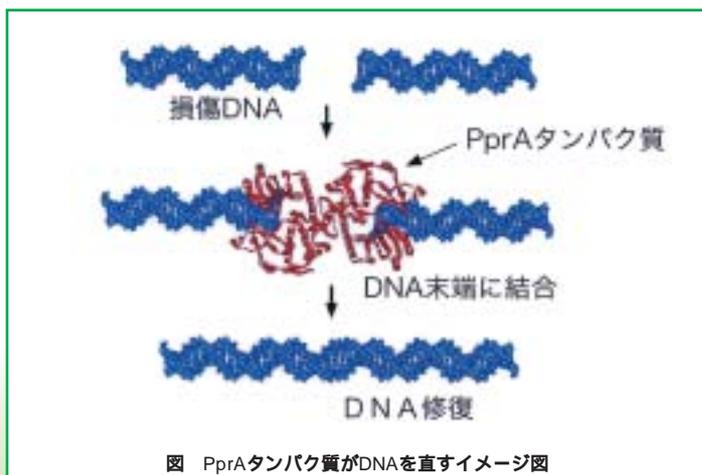


図 PprAタンパク質がDNAを直すイメージ図

けました。

原子力機構が行った、未知の遺伝子の発見とPprAタンパク質の機能解明により、DRは他の生物にはない独自のDNA修復機構を持つことを明らかにしました。

その発見によってどのようなことが期待できますか？

PprAタンパク質とDNAリガーゼ*を組み合わせることで新しいバイオ研究試薬を作れるのではないかと考え、試薬メーカーである株式会社ニッポンジーンに技術移転を行い、2005年11月、PprAタンパク質を利用した高効率のDNA修復試薬が発売されました(写真参照)。この新製品は、従来品と比べて、修復反応終了時間が約32倍短縮され、DNA修復効率が約10倍という特徴があります。今後、この試薬はバイオ研究に幅広く利用され、遺伝子診断や新薬などの開発に役立つことが期待できます。



写真 発売になったDNA修復試薬「TA-Blunt Ligation Kit」

今後、この研究はどのように発展させていくのですか？

今年7月に発足した「量子生命フロンティア研究特定ユニット」で、原子力機構が保有する量子ビーム施設やスーパーコンピュータなどバイオ研究に必要なツールを活用しつつ、各研究拠点と連携しながら研究を進展させていきます。この研究の中で、PprAタンパク質の役割の理解がさらに進めば、PprAタンパク質の産業利用にも新たな展開が期待できます。

※DNAリガーゼ

DNA修復タンパク質の一種。基本的な遺伝子工学技術であるDNAクローニング技術に用いられる試薬の中に入っている。

(<http://www.jaea.go.jp/02/press2005/p06012401/index.html> 参照)

原子力機構 核不拡散科学技術センター

- 核不拡散科学技術センターは、エネルギー・セキュリティと地球環境の保護を目指し、原子力研究開発の知見と経験に立脚し核不拡散に関する技術力を結集するとともに、内外の関係機関と連携し平和利用と核不拡散の両立のために貢献していきます -



千崎 雅生 センター長

原子力の平和利用と核不拡散

核燃料サイクルの確立を目指している日本は、原子力の平和利用と核不拡散の両立に向け国際的な貢献が希求されています。核不拡散科学技術センターは、我が国の平和利用を推進し、核不拡散政策を支援する中核的機関となることを目指して、「核不拡散政策の研究」、「核不拡散技術開発」、「適切な核物質の管理」、「非核化支援」及び「核不拡散分野の人材育成・人的貢献」の5つの業務を実施しています。

核不拡散政策研究

原子力機構の原子力の平和利用に関する技術的な知見や経験を基盤とした核不拡散における日本のシンクタンクとなるべく、国内外の研究機関や専門家と連携して、核不拡散に関する政策研究を進め、政府や国際社会に向けて政策を提言していきます。また核不拡散に係る種々の情報を発信し、核不拡散に対する今日的な課題の解決策を探るとともに、核不拡散に対する理解促進のために国際会議等を開催しています。



平成18年5月に開催した「核不拡散科学技術国際フォーラム」においてキーノート・スピーチを行う米国エネルギー省国家核安全保障庁のジェリー・ポール副長官(当時)

<当該フォーラム結果参照> :

<http://www.jaea.go.jp/04/np/shiryoku/forum2006/>

核不拡散・保障措置技術開発

核不拡散体制を技術面から支援するため、核燃料サイクル技術や国家基幹技術であるFBRサイクルシステム技術に適合する核不拡散抵抗性技術や、より一層効果的かつ効率的な保障措置システムの研究開発を、国内外の関係機関と共同研究を実施しています。また、米国GNEP等の国際協力に参画し、先進的な保障措置の開発を実施していきます。これらの成果は、国際原子力機関(IAEA)による効果的・効率的な査察の実施等に利用されることを目標としています。

世界の非核化への支援

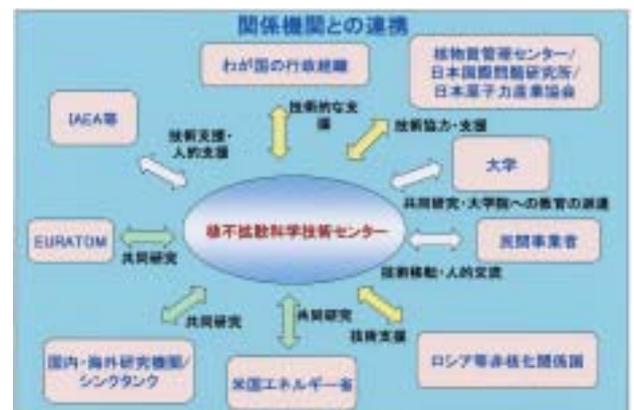
世界の核軍縮・非核化に貢献するため、ロシアにおける余剰核兵器解体に伴い発生するプルトニウムを振動充填法によりMOXバイバック燃料とし、ロシアの高速炉で処分する支援を行っています。

核物質管理

保障措置協定等の国際約束と国内法令に基づき核物質を適切に管理するために、原子力機構内の各研究所等の計量管理報告等に対する総括を行っています。また、統合保障措置の適用を進めるためのIAEA保障措置に係る国及びIAEAとの協議、法令に基づく核物質防護強化策の検討、核燃料物質の輸送、試験研究炉使用済燃料対策等について、各研究所等の活動に対する指導・支援を行っています。

人材育成・人的貢献

核不拡散に関連する国内外研究者等の人材育成と、国や国際機関等への人的貢献を行うプラットフォームの役割を果たすことを目指し、核不拡散科学技術センターから客員教授/助教授として職員を東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻に派遣する等、核不拡散に関する幅広い人材育成に協力しています。



核不拡散科学技術センターは、今後も国内外の関係機関と連携して、核不拡散政策研究や核不拡散関連技術開発を実施していく予定です。皆様の御支援、御協力をお願い致します。

URL : <http://www.jaea.go.jp/04/np/index.html>

問い合わせ先 : npstc.web@jaea.go.jp

遠隔地からの核融合実験を実現

核融合研究推進部門

原子力機構は、高度なセキュリティーを保ちつつ遠隔地から臨界プラズマ試験装置（以下、JT-60）の実験を行うシステムを開発し、京都大学（京都府宇治市）から原子力機構（茨城県那珂市）のJT-60に向けた実験を実施しました。

核融合研究では、実験装置の大型化・集約化に伴い、遠隔地の多数の研究者が大型装置の実験に参加する研究協力が推進されています。実験実施中は、実験条件の作成・変更、設備状態の確認等も迅速かつ頻繁に行い、リアルタイムで実験に反映させる必要がありますが、従来、遠隔地から可能なのはTV会議を利用した議論への参加、計測器の操作および実験データの取得のみでありました。そのため、実験実施には装置のあるオンサイトへの移動が必要であり、また、遠隔地からの実験実施には、大型装置を保護し安全な運転を担保する制御システムへの不正侵入を防止するために、高度なセキュリティーの確保が大きな課題となっていました。そこで、原子力機構のシステム計算科学センターがIT Based Laboratory (ITBL)計画において開発してきたグリッド・コンピューティングにおけるセキュリティー技術を用い、核融合研究開発部門と同センターが共同で高度なセキュリティー

の下で遠隔地からでも実験を実施できるシステムを開発しました。

このシステムでは、遠隔地のパソコン等から遠隔実験用のサーバーへアクセスし、実験条件を作成します。その際、電子化された身分証明書をを用いた個人認証や通信データの暗号化などにより、実験条件の改ざんや制御システムへの不正侵入を防止し、高度なセキュリティーを確保しました。遠隔実験用のサーバーでは、実験条件作成等の機能をウェブ専用言語で記述し、高度なセキュリティーと応答の速い快適な作業環境を両立しました。また、本システムとTV会議システム等を用いることにより、世界中の研究者があたかもJT-60の制御室にいるかのように実験を実施することが可能となりました。

今回の成果は、国内共同研究重点化装置としてのJT-60の役割を高めるだけでなく、青森県六ヶ所村に建設予定の国際核融合エネルギー研究センター内ITER遠隔実験センターから欧州に建設されるITERの遠隔実験を行うための技術基盤を実証し、その実現に向けて大きく前進するものとなりました。

(<http://www.jaea.go.jp/02/press2006/p06080801/index.html>参照)

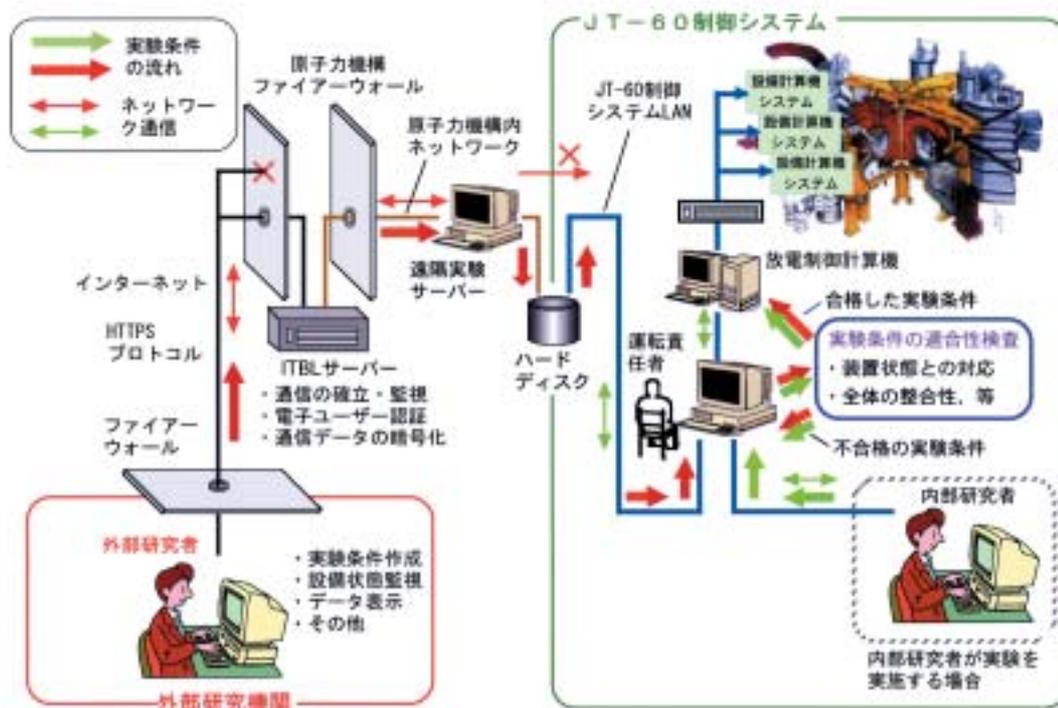


図 遠隔実験システムによるJT-60の実験実施

米国エネルギー省による核燃料サイクル施設とナトリウム冷却高速炉の設計に係る技術提案募集への関心表明について

原子力機構は、国内関連各社と連名で、米国エネルギー省が米国内外の産業界に求めていた核燃料サイクル施設（軽水炉燃料再処理・高速炉燃料製造施設）とナトリウム冷却高速炉の各々の設計に対する「技術提案に関する関心表明の募集」に対して、9月8日、技術提案とともに関心がある旨を表明しました。

この「技術提案に関する関心表明の募集」とは、米国エネルギー省が、国内外に存在する多様な技術を幅広く収集し、実際の「設計案の公募」に役立てるために行うものです。エネルギー省側は、寄せられた技術提案の内容を参考に、具体的な各施設の設計に対する要求内容を定めた上で、次の段階である設計案の公募へ進むことに

なります。

これらの対象施設は、いずれも早ければ2010年頃の建設開始、2020年頃の運転開始が想定されている施設です。今回行う技術提案が、今後に予定されている設計案の公募の内容に反映され、採用されることとなれば、我が国で開発された技術や設計が、米国の施設の場で早期に具体化することになり、我々が目指すグローバル・スタンダード概念の構築に大いに貢献できる可能性があると考えています。

<http://www.jaea.go.jp/02/press2006/p06090801/index.html>

「平成18年度黎明研究のテーマ」を採択

原子力機構は、原子力科学の分野で革新的な原理や現象の発見をめざす先端基礎研究のなかから、個人のユニークな発想、独自性が重視される個人研究、および専門分野、背景などの異なる複数の研究者から構成されるグループ研究を対象とする「平成18年度黎明研究のテーマ」

の公募を行い、それに対して54件の応募があり、選考の結果8件を採択いたしました。

<http://www.jaea.go.jp/02/press2006/p06082501/be.html>

幌延深地層研究センター東立坑の掘削を開始

幌延深地層研究センターでは、地下研究施設の中核となる東立坑の掘削を8月31日に開始しました。当センターの地下施設は内径4.5mの換気立坑、内径6.5mのアクセス立坑である東立坑と西立坑（深さは3本とも500m）水平坑道として連絡坑道及び試験坑道からなります。

東立坑は、換気立坑と西立坑が機械掘りであるのに対し発破掘り（ダイナマイトを用いた掘削）で掘削を進める予定ですが、3本の立坑はいずれもショートステップ工法（1mずつ掘削と観察を交互に実施、その後コンクリートで巻く）をとり、調査研究と並行して掘削を続

けます。

また、換気立坑と東立坑の掘削と並行して、附属する設備である排水処理施設や掘削土（ズリ）置場の建設、排水管路の建設もすすめており、西立坑を含めた施設全体の完成は平成24年度頃を計画しています。



「環境報告書2005.10～2006.3」を公表

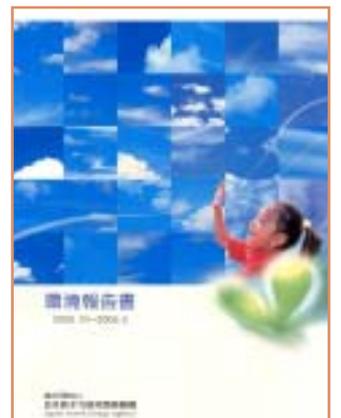
原子力機構は、環境配慮促進法に従い「環境報告書2005.10～2006.3」をとりまとめ、9月15日に公表しました。この報告書は原子力機構が発足した平成17年10月1日から平成18年3月31日までの環境配慮に関する活動を取りまとめたもので、原子力機構として最初の報告書です。

報告書では、原子力機構のミッションと中期計画などの紹介、資源の使用量や温室効果ガス排出量などの環境パフォーマンスデータ、社会活動などについてとりまとめております。

報告書は機構内外に配布するとともに、展示館などへ

の常備や下記ホームページにも公開しておりますので、是非ご覧下さい。

http://www.jaea.go.jp/02/2_12-2005-2.shtml



「光医療産業バレー」けいはんな国際フォーラムの開催のご案内

原子力機構関西光科学研究所では、けいはんな新産業創出・交流センターおよびビーム物理研究会との合同で、「がん・生活習慣病対策の最前線」をテーマに国際フォーラムを開催いたします。

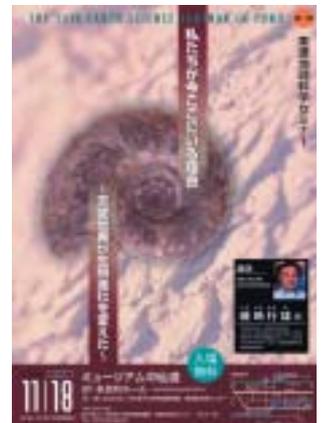
テ ー マ 「がん・生活習慣病対策の最前線」
～「世界の粒子線がん治療の最新動向と革新への期待」を中心として～
日 時 11月14日(火) 10:00～16:50(レセプション17:20～19:00)
11月15日(水) 9:30～16:30
場 所 けいはんなプラザ(京都府相楽郡精華町光台1-7)
申 込 方 法 下記HPよりお申し込みください(先着200名)
締 め 切 り 10月27日(金)
問 い 合 せ 「光医療産業バレー」けいはんな国際フォーラム 事務局
電話:0774-98-2240 FAX:0774-98-2202
HPアドレス: <http://keihanna.biz/>
E-mail: forum200611@keihanna.biz



第11回東濃地球科学セミナーの開催のご案内

原子力機構東濃地科学センターでは、「私たちが今ここにいる理由～天変地異が生物進化を変えた～」と題して、生命の歴史と私たちの未来をテーマに第11回東濃地球科学セミナーを開催します。

日 時 11月18日(土) 13:30～15:30(開場13:00)
場 所 ミュージアム中仙道 2階 多目的ホール
(岐阜県瑞浪市明世町戸狩331)
講 師 磯崎 行雄氏 東京大学大学院 総合文化研究科教授
演 題 『私たちが今ここにいる理由～天変地異が生物進化を変えた～』
そ の 他 入場無料
瑞浪駅～会場間の無料シャトルバス(12:50、13:15発)を運行します。
問 い 合 せ 原子力機構 東濃地科学センター 地域交流課 セミナー係
電話:0572-66-2244



原子力機構原子力研修センター講座のご案内～第1種放射線取扱主任者講習～

コース概要
「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」に基づき、第1種放射線取扱主任者免状交付申請の資格を取得される方を対象に行っています。(文部科学省登録講習機関)

対 象 者 第1種放射線取扱主任者試験に合格している方
開 催 日 第146回:11月27日～12月1日(5日間)
第147回:12月11日～12月15日(5日間)
第148回:1月15日～1月19日(5日間)
第149回:1月29日～2月2日(5日間)
第150回:2月26日～3月2日(5日間)
第151回:3月12日～3月16日(5日間)

申 込 締 切 日 先着順(定員になり次第、締め切り)
会 場 原子力機構 東海研究開発センター
原子力科学研究所 研修講義棟

募 集 人 員 各回32名
受 講 料 170,205円(税込)
問 い 合 せ 原子力機構 原子力研修センター
原子力科学研究所 研修講義棟
電話:029-282-5667
<http://www3.tokai-sc.jaea.go.jp/nutec/>



原子力機構よりお知らせ

日本原子力研究開発機構に対するご意見、ご質問、お問い合わせなど、皆様の声をお寄せ下さい。

原子力機構 広報部 広報課
〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49
電話:(029)282-1122 FAX:(029)282-4934
www-admin@jaea.go.jp
その他、各拠点でも受け付けております。

●メールマガジンの発信申込みについて

原子力機構は、メールマガジンにより情報を発信しています。このメールマガジンでは、原子力機構の最新のプレス発表、イベント開催の案内などの情報を随時お知らせいたします。配信を希望される方は、下記ホームページよりお申し込みください。

<http://www.jaea.go.jp/index.shtml>

● 原子力機構の共用施設 ●

JRR-3

東海研究開発センター 原子力科学研究所



< 概要 >

低濃縮ウラン軽水原則冷却プール型原子炉 (20MW)

< 用途 >

中性子ビーム実験、原子炉用燃料・材料照射、
ラジオアイソトープの製造、放射化分析等

共用施設に関する問い合わせおよび申込み先

原子力機構 産学連携推進部 施設利用課

TEL 029-282-6260

ホームページ http://www.jaea.go.jp/03/3_3.shtml



独立行政法人

日本原子力研究開発機構

広報部 広報課

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松 4 番 49

TEL 029-282-1122 (代表)

JAEA ホームページ <http://www.jaea.go.jp>



2100

JAEAニュースは古紙配合率100%の再生紙とアメリカ大豆協会認定の大豆油インクを使用しています。