

JAEA ニュース

第8号
2006.9

◆ C O N T E N T S ◆

R&D 研究最前線

電子ビームを利用して環境汚染物質を無害化する
滞留ウラン除去・回収技術の開発

CLOSE UP

難治ガン治療を目指す医療照射技術

テクニカルインフォメーション

JAEA 緊急時招集呼出システム

TOPICS

JAEA/DOE「核不拡散・保障措置分野での
研究開発協力取決め」締結

「第1回高崎量子応用研究シンポジウム」を開催

「第5回敦賀国際エネルギーフォーラム」を開催

産学連携サテライトの開設、
「JAEA ライセンス企業」呼称制度の新設

原子力機構 原子力研修センター 11月講座のご案内

「もんじゅ」初装荷燃料の変更計画に係る
事前了解願いの提出について

原子力機構よりお知らせ



産学連携サテライト開設式

電子ビームを利用して 環境汚染物質を無害化する



火力発電所やゴミ焼却施設の排煙、化学工場の換気ガスなどには、極微量であっても地球環境を汚染する有害な物質が含まれています。原子力機構では、これらの環境中に排出される極微量の汚染物質を電子ビームで無害化する技術開発に取り組んでおり、その一環で、ゴミ燃焼排煙中のダイオキシン類の分解技術を開発しました。



量子ビーム応用研究部門
環境・産業応用研究開発ユニット
有害有機化合物除去技術研究グループ
グループリーダー 小嶋 拓治

この研究に取り組むことになったきっかけからご紹介します。

この研究は、大気汚染防止法が改正されたことがきっかけです。この法律によって、平成14年12月から、既設のゴミ焼却炉排煙中のダイオキシン類濃度を、それまでより1ケタ以上低くしなければならなくなりました。そこで、従来の設備に、電子ビーム施設を付加するだけで新しい規制値を満足できれば安いコストで対応できるだろうということを取り組みました。

具体的には、高崎市ほか4町村衛生施設組合の協力のもと、高浜クリーンセンターの敷地内に自己遮へい型の小型電子加速器(300kV、40mA)を組み込んだ分解試験装置を設置し、約200℃の排煙中のダイオキシン分解技術の開発を行いました。ダイオキシン類濃度については、電子ビームを照射する前と後の排煙を採取して研究所で分析をしました。ダイオキシン類の分析は、東京ドームの容積内に耳かき一杯程度の量のダイオキシンを対象とするため、非常に煩雑かつ時間を要する精製・濃縮等の手順が必要です。そこで、効率よく実験を進めるために、時間も費用もかかる分析業者に依頼せずに、自ら技術を習得・改良して分析を行いました。また、実排煙は成分が一定でなく、再現性を得ることも苦労をしました。

ゴミ焼却排煙に電子ビームを照射するとなぜ、ダイオキシン類の分子が破壊されるのですか？

ダイオキシン類が含まれた排煙に電子ビームを照射すると、電子ビームのエネルギーのほとんどは空気の成分である窒素や酸素、水に吸収されてその結果反応性をもつラジカルなどができます。電子ビームはラジカルを高密度に大量につくるので、極微量の物質であっても反応させて分解することが容易にできます。すなわち、このラジカルとダイオキシン類を反応させてその分子構造を破壊することで、毒性が低減し無害化できるわけです。

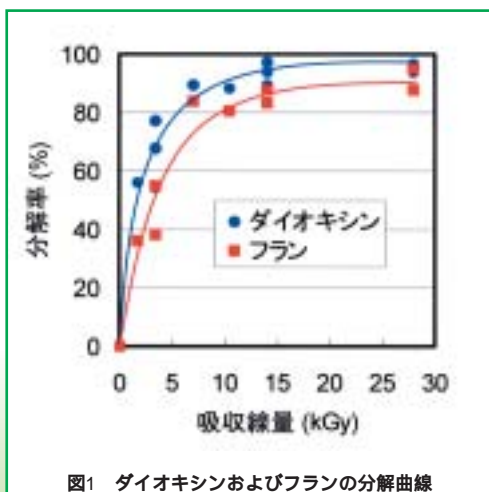
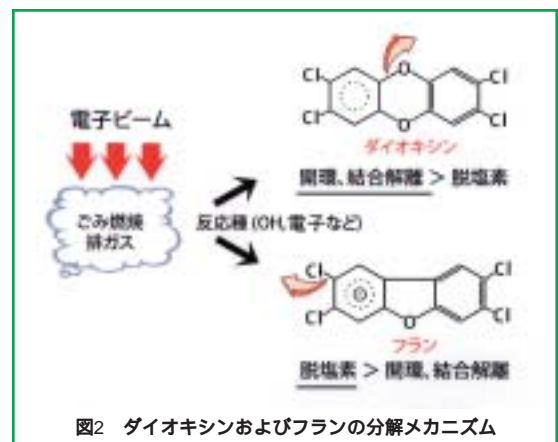


図1 ダイオキシンおよびフランの分解曲線

この研究によってどのような成果が得られましたか？

ダイオキシン類には大きく分けてダイオキシンとフランがありますが、ともに吸収線量が高くなるにつれて分解率も高くなりました。目標とした90%以上の分解率はそれぞれおよそ12kGyおよび16kGyで得られました(図1参照)。模擬排煙でなく実際のごみ焼却施設で生じた排煙を200℃の高温の条件下でダイオキシン類を90%以上分解できることを示したのは、世界で初めてのことです。

また、それぞれの分解メカニズムについては、図2に示すように、ダイオキシンはOHラジカルとの反応によって主として開環やエーテル結合解離反応を、フランはこれらに加えて熱電子による脱塩素反応を起こしたと考えられます。



今後、この研究はどのように展開されていくのですか？

試験結果で得られたデータに基づくスケールアップ検討を行い、適用施設の種別や規模に適した加速器の仕様、周辺機器を含めたプロセスの仕様、装置類の故障を想定した予備施設・プロセスの検討、これらに基づくコスト評価などを進め実用技術となり得るめどをつけました。現在は、廃タイヤやごみ焼却灰などの再資源化施設における排煙中ダイオキシンの分解処理について、電子ビーム法の導入の可能性を検討しています。また、一方、全国のダイオキシン類分析機関に現在保管されているダイオキシン類分析廃液を処理するために、ガンマ線を用いた無害化技術の開発を行い、実証試験につながる基礎データを取得しています。

現在、吸着などの従来技術では困難である、有機溶剤を用いる塗装工場などの換気ガス中に含まれる揮発性有機化合物(いわゆるVOC)の除去・無害化を目的として、技術開発を進めています。また、排水中に含まれる有害な外因性内分泌攪乱化学物質(いわゆる環境ホルモン)や有機ハロゲン化合物の分解・無害化にも技術開発の対象を広げつつあります。

滞留ウラン除去・回収技術の開発

研究最前線

原子力機構 人形峠環境技術センターでは、自らの施設の廃止措置を通じて、合理的な廃止措置および処理・処分に寄与することができるよう各種技術開発を行っており、「滞留ウラン除去・回収技術の開発」は、主に、ウラン濃縮に使用した機器やプラントに滞留したウランの除去・回収を目的とするもので、現在は電気事業者、日本原燃(株)との共同研究や受託試験として実施しています。



人形峠環境技術センター
環境保全技術開発部 濃縮工場処理課
課長 門 一実(右)
江間 晃(左)

滞留ウランとは、どのようなものですか。

ウラン濃縮原型プラントは10年以上に渡る連続運転を行いました。その結果、この間にプラントに供給した六フッ化ウラン(以下、UF₆)のうち、比率的には極めて僅かではありますが、プラントや主要な機器である遠心分離機内にウランが付着し、運転終了後もプラント内部に留まっていることから、これを滞留ウランと呼んでいます。

なぜ、滞留ウランの除去・回収技術を開発する必要があるのですか。

日本国内では、今後、多くの核燃料施設が研究・開発施設としての役割を終え廃止措置段階を迎えることとなります。これらの施設の廃止措置に当たっては、施設の解体・撤去から、廃止措置により発生する放射性廃棄物の処理や処分までの一連の工程を、安全かつ合理的に行うことが求められており、そのためには、最終的に発生する放射性廃棄物の量を極力少なくすることが重要です。一般的には解体後に酸などを使って除染する方法が用いられている一方、滞留ウラン除去・回収技術の開発では、ウラン濃縮プラントが極めて気密性が高いという特徴を生かし、解体前に系統のままで除染することで、除染工程のほか、解体工程も合理化することができます。

どのように滞留ウランを除去・回収するのですか。

ウラン濃縮プラントに滞留しているウランは、中間フッ化合物UF_x (4 ≤ x ≤ 5) と呼ばれる固体化合物ですが、これらの化合物は、七フッ化ヨウ素(以下、IF₇)ガスと式1のような反応を起こし、常温では気体のUF₆と五フッ化ヨウ素(以下、IF₅)を生成します。生成されたUF₆およびIF₅はコールドトラップにより容易に回収することができます。



また、本技術では、回収したUF₆とIF₅混合ガスからIF₅ガス

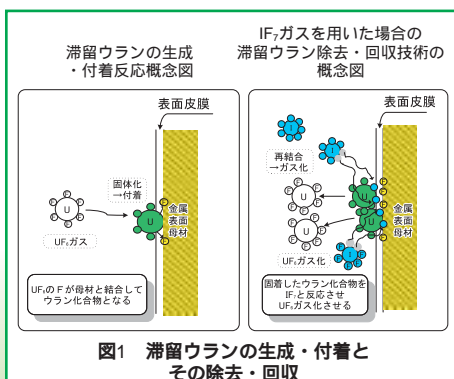


図1 滞留ウランの生成・付着とその除去・回収

のみを分離し、IF₇製造のための原料としてリサイクルできることから、二次廃棄物の発生量が少ないという特徴もっています(図1)。

それぞれの技術と試験について、また、その成果を教えてください。

滞留ウラン除去・回収技術の開発は、1996年より実施しており、基礎的試験・工学試験の結果を踏まえ、主に、以下の4つについて開発を進めています(図2)。

- ①IF₇製造技術開発：IF₇ガスを安全に安定して製造する技術開発
- ②滞留ウラン計測技術開発：滞留ウランの分布を、非破壊測定で評価する技術開発
- ③実カスケード試験：ウラン濃縮原型プラントの実カスケードを使用した滞留ウラン除去・回収技術開発
- ④混合ガス分離技術開発：実カスケード試験で回収したUF₆とIF₅混合ガスから、IF₇製造の原料となるIF₅ガスを分離する技術開発

それぞれの成果は、以下のとおりです。

・IF₇製造技術開発

安全性の観点から、大気圧以下でF₂とIF₅を反応させるプロセスを考案し特許を取得し、また、実カスケード試験に必要なIF₇ガスを安全かつ安定して製造すると共に、混合ガス分離技術で分離したIF₅ガスを原料としたリサイクル技術を実証。

・滞留ウラン計測技術開発

滞留ウランがγ線を放射するという特性を利用し、遠心分離機外部よりγ線を測定することによって、遠心分離機内の滞留ウラン分布を、非破壊で精度良く評価する手法を実証。

・実カスケード試験

初期滞留ウラン量の約95%以上のウラン除去が可能であることを実証。

・混合ガス分離技術開発

混合ガス分離技術開発では、UF₆の飽和蒸気圧とIF₅の飽和蒸気圧の差を利用したガス移送方式によって、UF₆とIF₅混合ガスからIF₅ガスを分離する方法を適用し、IF₅リサイクルに必要な技術を実証。

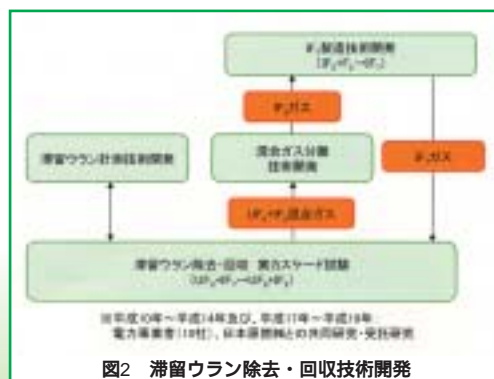


図2 滞留ウラン除去・回収技術開発

今後の展望をお聞かせください。

今後は、各技術開発の効率・精度向上を目指し実施していく計画であり、特に、実カスケード試験では、廃止措置および処理・処分費用合理化への寄与が期待される、ウラン除去率の更なる改善を目標に実施していく計画です。

難治ガン治療を目指す医療照射技術

東海研究開発センター

原子力機構では、東海研究開発センター原子力科学研究所にある研究炉JRR-4を用いて実施されているホウ素中性子捕捉療法（BNCT）の臨床研究に対して、近接する地域病院である茨城県東海村立東海病院との連携による臨床研究への協力を開始しました。

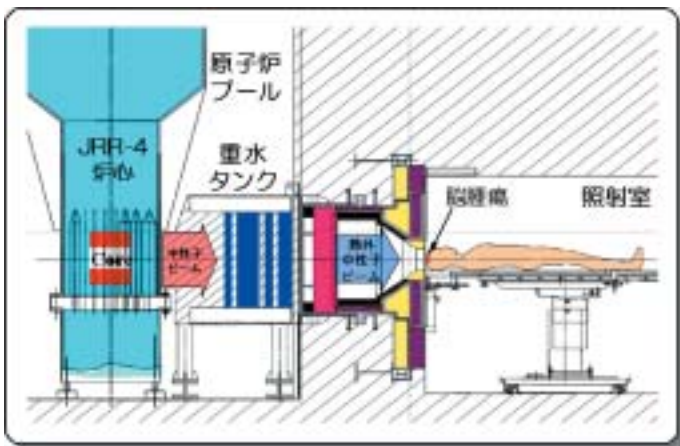
原子力機構では、従来より医療機関と協力し、JRR-4を用いた先端的ながん治療法であるホウ素中性子捕捉療法（BNCT）の臨床研究に貢献してきており、これまでの臨床件数は、悪性脳腫瘍を中心に50件にのぼります。がんの治療方法には、外科的治療、化学的治療および放射線治療がありますが、放射線治療の一つである中性子を用いるBNCTは、ガン細胞に集まるホウ素化合物を患者に投与し、患部に中性子を照射することにより、ガン細胞内で熱中性子とホウ素（ ^{10}B ）が反応、線とリチウム原子を放出してガン細胞を選択的に破壊する放射線治療で、悪性脳腫瘍等の難治がんに対して高い治療効果が期待されています。また近年では、照射に熱外中性子ビームを用いることで、より深部にあるガンも治療できるものと注目されており、さらに治療後のQOL（Quality Of Life、生活の質）が優れているという利点も有り、これらの特徴からその臨床研究が、全国規模で実施されるようになってきましたが、現時点でこのBNCTの臨床研究に使用できる原子炉は、JRR-4が国内で唯一の施設です。

原子力機構では、原子力技術を医療分野にも応用するための技術開発の一環として、このBNCT研究に協力し、患者の症例に応じて適切なスペクトルの中性子ビームを発生することができる照射設備の整備、さらに中性子照射によって患部及び周辺組織に付与される線量を高精度に評価する線量計画システムや、照射位置に患者を正確に固定できる“患者セッティングシステム”などを開発し、より精度の高い照射を可能にしてきました。また、これらの技術開発によって、高い治療効果が期待できる熱外中性子ビームでのBNCTが平成15年から実施されて

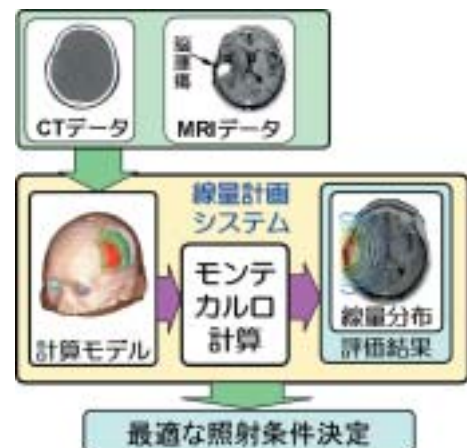
おり、熱外中性子ビーム照射が可能となったことで、近年では悪性脳腫瘍だけでなく、頭頸部ガンや肺ガン等に対してもBNCTを適用することが検討されてきました。この頭頸部ガン等への照射に対応するため肩などの干渉を避けて頭頸部にある腫瘍に対してビームを適切に照射できる“延長コリメータ”の開発も進められ、これらの技術開発の成果を用いて、平成17年から頭頸部ガンに対する臨床研究を開始し、また、平成18年6月から肺の腫瘍に対する照射が行われました。

最近のBNCTの臨床研究では、脳や種々の部位のガンに対してより治療効果を向上させるため、BNCTの実施直前ががんの位置等を正確に把握することが求められています。このためには、がんの状況を正確に把握できるCT（Computed Tomography:コンピュータ断層撮影）、MRI（Magnetic Resonance Imaging:磁気共鳴画像法）等の最新医療設備が整備され、かつ、それらを用いた検査をBNCTのできるだけ直前に行うことが好ましいため、BNCTを行うJRR-4にできるだけ近い医療機関の協力がBNCTの臨床研究の推進には望まれておりました。この度、こうした条件に合致する茨城県東海村立東海病院（平成18年5月開院）との間でBNCT臨床研究に対して連携が可能になり、6月27日、初めて同病院を利用して大阪医科大学（主治医：宮武伸一助教授）がJRR-4でのBNCTの臨床研究を行いました。

原子力機構では、BNCTの臨床研究のより円滑な推進等原子力技術の医療応用を促進するため、今後も村立東海病院を始めとした地域病院との連携を進めていきます。
(<http://www.jaea.go.jp/02/press2006/p06062601/index.html>)



第1図 JRR-4の中性子照射設備



第2図 線量計画システムによる線量評価



安全統括部 保安管理課
山本 雄三

必要性から産まれた技術開発 No.2

「JAEA緊急時招集呼出システム」

原子力機構 安全統括部では、大規模災害発生時の要員の緊急招集手段として、原子力機構内の専用通信回線網（LAN、内線電話）を活用することにより、発災地域周辺で予想される電話回線の混雑による影響を極力回避して、より安定した通報発信を行なうことができる招集通報システム「JAEA緊急時招集呼出システム」を開発し、8月25日より運用を開始しました。

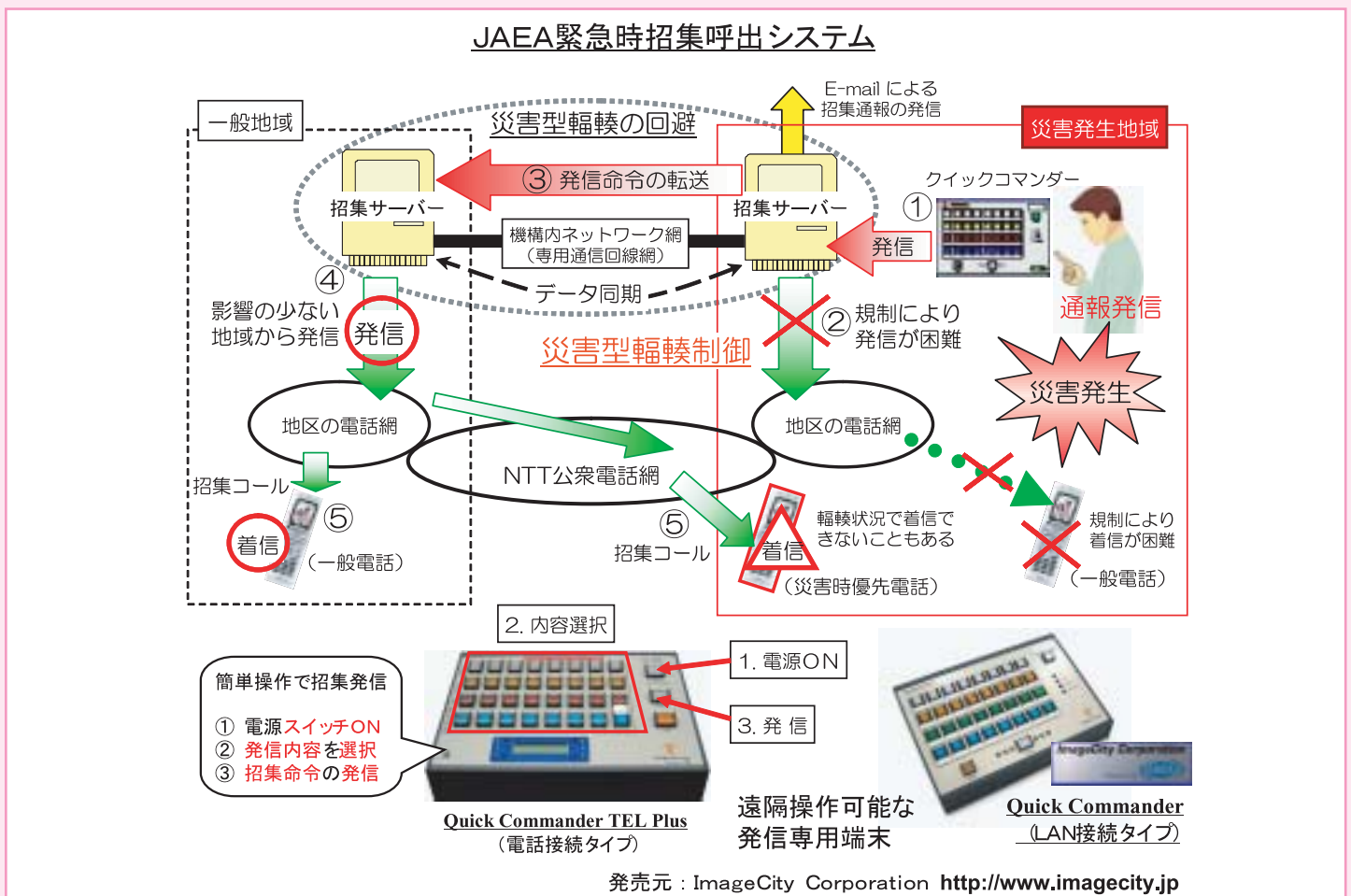
各研究開発拠点で事故・トラブル等が発生した場合、対応要員を速やかに招集し、その復旧作業や関係機関への連絡等を行うため、招集装置を用いて事象に応じてあらかじめ指定した招集対象者の自宅の固定電話や携帯電話に「招集メッセージ」を発信します。

しかし、周辺地域を巻き込むような大地震、台風などの広域災害が発生した場合、安否確認などの電話の集中により回線が混雑すると、電話の不通を避けるため、「災害時優先電話」を優先して一般加入電話の利用を制限する「災害型輻輳」制御が行われることがあります。従来の招集装置は、この影響を受けて要員の円滑な招集に支障を来す恐れがあります。

今回開発した「JAEA緊急時招集呼出システム」は、原子力機構の専用通信回線網（LAN、内線電話）を経由して、「災害型輻輳」制御の影響を受けにくい遠方地域の研究開発拠点等からNTT電話回線に接続し、災害発生地域内の要員に対する招集通報を、電話及び電子メールにより発信する機能を有しています。この輻輳制御を回避できる仕組みは、データを同期させた2台の招集装置を異なる拠点に配置し、専用通信回線網（LAN、内線電話）を介して連携させることで、2重化によるシステムの信頼性向上と、大多数の要員に対する同時呼出を可能としております。

更に、発信操作を迅速かつ簡易に行えるよう、遠隔操作の発信専用端末「クイックコマンダー」（LAN回線接続タイプと電話回線接続タイプの2種類）の開発も行いました。この装置により、回線接続が可能な場所であれば何処からでも、簡単なボタン操作で確実に招集メッセージを発信することが可能となりました。

本システムは、共同開発相手「イメージシティ株式会社」と、日本国内及び米国での特許を共同出願しております。



JAEA/DOE「核不拡散・保障措置分野での研究開発協力取決め」締結

原子力機構は、7月21日にワシントンD.C 米国エネルギー省(DOE)の本部において、「核不拡散・保障措置分野での研究開発協力取決め」を締結しました。本取決めは、効率的・合理的な保障措置の適用、核物質利用の透明性向上・信頼性確保を目指して、DOEと原子力機構で協力していくことを目的としています。

旧サイクル機構は1988年から、旧原研は1990年から、各々DOEと核不拡散・保障措置分野での研究開発協力取決めを締結し、協力を行っていました。今後は、本取決めの下で既存の協力を継続するとともに、更に核不拡散・保障措置分野で核不拡散の強化や保障措置の強化・効率化のための研究協力を推進します。

原子力機構核不拡散科学技術センターURL:

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



取決め署名式において、握手を交わすジェリー・ポールDOE国家核安全保障庁副長官(左)と木村原子力機構理事(右)

「第1回高崎量子応用研究シンポジウム」を開催

6月22・23日、高崎シティギャラリーにて「第1回高崎量子応用研究シンポジウム」を開催し、2日間で延べ500人以上の方々に参加いただきました。本シンポジウムでは、従来の「TIARA研究発表会」におけるイオンビーム利用の研究成果に加えて、電子線・ガンマ線利用の研究成果も新たに発表することとし、第1回目の今回は、材料・バイオ・環境をテーマに最新の研究成果が発表されました。また、東京大学大学院工学系研究科の樽茶清悟教授による「シュレディンガーの猫の世界へ - 固体物理と量子計算-」と題した特別講演や、「イオンビーム・RIを用いた革新的な医学・医療応用」をテーマとした特別セッションも高い関心を集めました。会場でのポスターセッションや懇親会では、研究成果に対する質問や意見交換も盛んに行われ、成功裏に終了いたしました。



ポスター会場での活発な意見交換

「第5回敦賀国際エネルギーフォーラム」を開催

6月28日・29日、福井県若狭湾エネルギー研究センターにて、第5回目となる敦賀国際エネルギーフォーラムを開催し、約950名の方に参加いただきました。米国、仏国、中国、インド、ロシアから政策担当者や研究者を招き、各国が高速炉開発に積極的に取り組んでいること、国際的研究開発拠点としての「もんじゅ」に対し期待することについてご発言いただきました。

開催期間中には、地元小中学校および高等学校の先生方約60名にも参加いただき、エネルギーの研究開発に携わる人材の育成やエネルギー教育について、仏国電力会社の担当者も交えて熱心に討論いただきました。また、一般市民の方約100名とフォーラムの講演者や機構職員とがエネルギーや原子力について意見交換を行う「原子力熱中塾」を開催しました。



パネルディスカッションの様子

産学連携サテライトの開設、「JAEAライセンス企業」呼称制度の新設

原子力機構産学連携推進部は、7月19日、原子力科学研究所「インフォメーションプラザ東海」内に“産学連携サテライト”を開設しました。これは、実用化プロジェクトによる製品の実物を常設展示し、実演による機能・性能のデモンストレーションなどによって製品情報を詳細かつ正確に伝えることを目的としたものです。今回は、既に誕生した数件の製品化事例の中から、呼気分析装置および環境分離型天秤を展示し、今後順次更新していく予定です。

また、当機構が保有する特許技術等を利用している企業に対して「JAEAライセンス企業」の呼称およびロゴ

マークの使用を許可する制度を新設しました。対象企業39社から使用許可申請があり、うち22社が出席し、サテライト開設式に合わせて許可証授与式が行われました。本制度の導入により、対象企業による普及活動が促進されると期待しています。

<http://www.jaea.go.jp/02/press2006/p06071903/index.html>



原子力機構 原子力研修センター11月講座のご案内

原子力機構では、幅広く原子力関係の人材養成のための研修を行っております。

「放射線防護基礎コース」

コース概要

放射線防護関係の業務に従事している方を対象に、業務に直接役に立つ基礎的な知識から専門的な知識と技術までを、講義、演習および実習をとおして習得する事を目的としています

対象者

放射線防護関係の業務に従事する技術者および研究者

開催日 11月13日(月)～12月8日(金) (4週間)

申込締切日 10月13日(金)

会場 原子力機構 東海研究開発センター

募集人員 12名

受講料 263,550円(税込)

お問い合わせ先 原子力機構 原子力研修センター

TEL 029-282-5667

<http://www3.tokai-sc.jaea.go.jp/nutec/>



「もんじゅ」初装荷燃料の変更計画に係る事前了解願いの提出について

7月26日、原子力機構は、「もんじゅ」の性能試験で使用する初装荷燃料の変更計画について、福井県および敦賀市へ安全協定に基づく「事前了解願い」を提出しました。「もんじゅ」の長期停止に伴い、原子炉に装荷されている燃料中に含まれる核分裂性プルトニウムの一部が自然崩壊により減少しています。このため、炉心の反応度が低下しており、性能試験を実施するためには燃料の取替えが必要となります。

今回は、保管している取替燃料と新しく製造する取替燃料を初装荷燃料として使用できるよう、原子炉設置変更許可申請を行うこととしました。

また、工事確認試験後に行うプラント確認試験について、原子炉容器内の燃料集合体数体を対象として健全性確認を追加することから、試験期間を延長することとしました。

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、皆様のお声をお寄せ下さい。

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込みください。

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



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。