

JAEA ニュース

第7号
2006.7

◆ C O N T E N T S ◆

特 集

第1回原子力機構報告会の開催

R&D 研究最前線

来るべき水素社会のために
高温ガス炉による IS プロセスで水素を製造する

CLOSE UP

ITER 建設開始目前の核融合研究開発

TOPICS

「方面ウラン残土の措置に関する協定書」を締結
放射光と高圧装置を組み合わせた液体構造研究で
「とやま賞」を受賞

核不拡散科学技術国際フォーラム開催

カザフスタン共和国との共同研究(EAGLE プログラム)
により FBR の炉心溶融事故を模擬した実験に成功

順調に進む施設建設工事 - 幌延深地層研究センター -
原子力機構よりお知らせ



第1回 原子力機構報告会

日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構）は、6月20日、有楽町朝日ホール(東京都千代田区)にて、「原子力・未来への挑戦 サイエンスからテクノロジーまで」と題した、「第1回原子力機構報告会」を開催しました。本報告会は、原子力機構が発足後、初めての報告会であり、約800名の方に参加をいただきました。

冒頭の殿塚理事長の開会挨拶に続いて、岡崎副理事長による原子力機構の総括報告では「原子力機構における研究開発の現状と将来展望」と題して、原子力機構のミッションである「エネルギー・環境問題の解決」「国際競争力のある科学技術の確立」を通じた豊かな未来社会実現への取り組みとして、高速増殖炉サイクルの確立、高レベル放射性廃棄物の処分、核融合研究、水素社会への貢献、量子ビームテクノロジーについて報告を行いました。その後、特定テーマ報告として、向次世代原子力システム研究開発部門長から「FBRサイクルシステムの実用化に向けて」、加藤量子ビーム応用研究開発部門長から「量子ビームの産業利用」、河田地層処分研究開発部門長から「地層処分の知識基盤構築」、常松核融合研究開発部門長から「核融合研究開発の国際展開」と題し、原子力の基礎・基盤分野から実用化を目指した大プロジェクトに至るまで、原子力の総合的研究開発機関としての原子力機構の活動の一端を報告しました。



立花隆氏による講演

報告会の後半では、作家・科学評論家の立花隆氏による「科学と日本」と題した特別講演をいただきました。「原子力は、より合理性を追求するあまりトライアルすることが少なくなり、若者が離れ、失敗経験が得られなくなり、ダーウィンの進化がなされなくなってきている。さらに、原子力はあまりに大きくなりすぎて、それに安全技術がともなっていないように見える」、「技術は巨大化すると失敗が許されなくなり、表面的には失敗が無いような自己欺瞞が生まれる。原子力が安全で、クリーンで経済的であるとのイデオロギーを守るようルールが変更され、リアリティから離れてしまうことにもなる。原子力で事故が起きると、いつも建前と現実とのずれが指摘されるが、安全でない原子力は結局は見放される。原子力は安全を大前提に考え、隠さない、嘘をつかないことが重要である」との指摘をいただきました。

そのほか、会場ロビーには、高温等方圧加圧装置の技術を生かし製造された「へしこ」や放射線の電子線照射技術を活用した「ハイドロゲル被覆材」など、原子力機構の所有する特許情報や実用新案の紹介のブースを設け、産業界との連携を紹介しました。国際熱核融合実験炉（ITER）で必要とされる遠隔保守のための要素技術として開発した複合型光ファイバ技術に関する研究成果を活かして制作した「胎児治療に使用可能なレーザー照射機能を有する内視鏡の試作品」の展示には、多くの方が興味を持たれ、研究者からの説明に、熱心に耳を傾けていました。

最後に、岡崎副理事長から感謝の言葉と原子力の研究開発機関として課せられた責任を果たしてゆくとの閉会の挨拶を行い、閉会いたしました。

<http://www.jaea.go.jp/02/news2006/060620/index.html>



殿塚理事長の開会挨拶



総括報告の様子

また、各報告の後の質疑応答では、会場から出された「量子ビームテクノロジーと産業界との連携」「地層処分の今後」に関する質問のほか、申込みの際にいただいていた質問に各部門長より回答をいたしました。



特許情報や実用新案の紹介のブース

来るべき水素社会のために 高温ガス炉によるISプロセスで水素を製造する

- 水素エネルギー社会を拓く高温ガス炉および水素製造技術の研究 -

地球環境に優しい水素をエネルギーとして利用する取り組みが世界規模で行われています。来るべき水素エネルギー社会を実現するためには、水素を製造する過程で二酸化炭素を排出しない製造法を確立する必要があります。そこで、原子力機構では、高温ガス炉（HTTR = 高温工学試験研究炉）から取り出せる高温の熱で水を分解して水素を製造する「ISプロセス」の技術開発を進めており、技術的に成立することを世界にさがけて立証しました。

原子力基礎工学研究部門
核熱応用工学ユニット

大洗研究開発センター
高温工学試験研究炉部

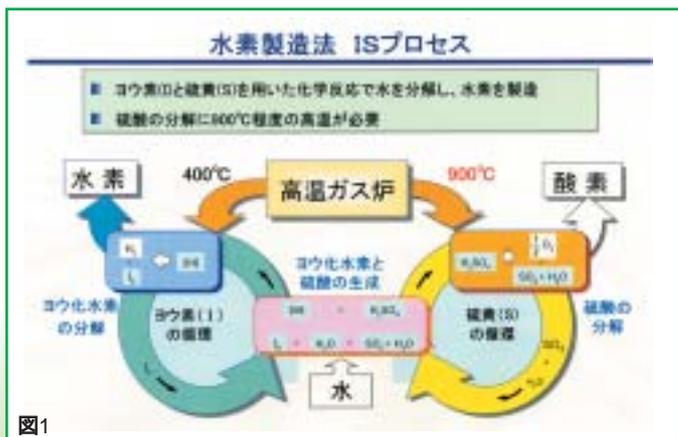
水素を高温ガス炉で製造するとは、
どういうことですか。

地球環境保全の観点から二酸化炭素を排出する化石燃料を使い続けるのには問題がありますし、化石燃料資源もいずれは枯渇します。そこで、水素エネルギーを利用することが考えられていますが、水素は単体で自然界に存在していないため、製造しなければなりません。水素を製造する方法にもいろいろありますが、経済性を考慮すると、1000℃以下の高温の熱と化学反応を組み合わせることにより、水を水素と酸素に分解して水素のみを取り出す方法が有力です。この方法を熱化学法といい、過去に多くの熱化学法が考案されました。中でも有望とされるのは、原子力機構が研究開発を行っている「ISプロセス」です。「ISプロセス」では最も高い温度で850～900℃の熱を使います。一方、原子力機構では長年にわたって高温ガス炉の研究開発も進めており、平成16年4月に原子炉出口冷却材温度950℃を達成しています。つまり、高温ガス炉は「ISプロセス」に必要な高熱が取り出せる原子炉であり、高温ガス炉と「ISプロセス」の組み合わせは、大量・安価に、しかも、経済性評価でも有望な水素製造法だということです。このため、高温ガス炉で水素を製造する技術を確立することを目的とした研究開発を行っています。

水素を製造する「ISプロセス」の原理を教えてください。

「ISプロセス」は、100℃程度で起こる「ブンゼン反応」、850～900℃程度で起こる「硫酸分解反応」、400～500℃程度で起こる「ヨウ化水素分解反応」の3つの化学反応を利用して、水を水素と酸素に分解する方法です（図1参照）。

まず、水にヨウ素を入れて二酸化硫黄（亜硫酸ガス）を加えると、「ブンゼン反応」が起こってヨウ化水素と硫酸が生成します。この反応で生成されたヨウ化水素は「ヨウ化水素分解反応」に、硫酸は「硫酸分解反応」に使います。次に、硫酸を850～900℃程度に加熱すると二酸化硫黄と酸素、水に分解します。このうち、二酸化硫黄は最初の「ブンゼン反応」に再利用し、酸素は回収します。さらに、ヨウ化水素を400～500℃程度に加熱すると水素とヨウ素に分解します。ここで水素を回収し、ヨウ素は最初の「ブンゼン反応」に再利用します。



このプロセスでは、水を供給し水素と酸素を生成する以外（反応に必要な）物質の出し入れを必要としない閉サイクル運転が可能です。

「ISプロセス」の技術開発は、どのようなステップで行われてきたのですか。そして、これまでにどのような成果が出ているのですか。

4つの段階に分けて技術開発を進めてきました。第1段階は実験室規模試験（図2参照）で、世界で初めて理論を検証しました。

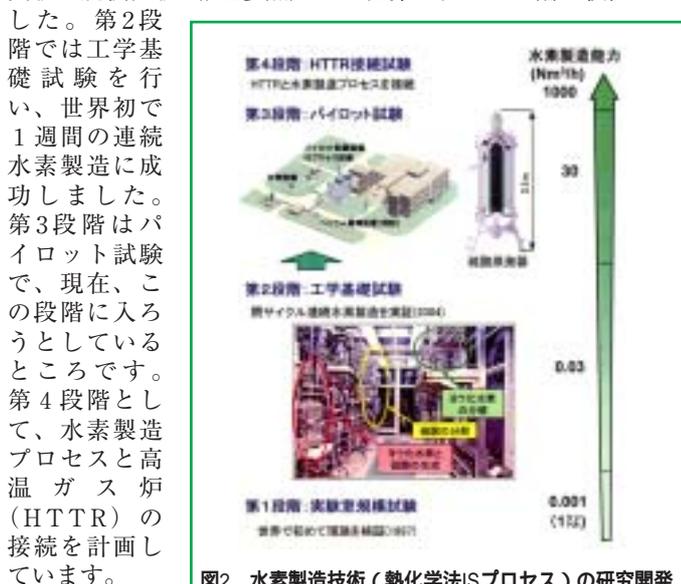


図2 水素製造技術（熱化学法ISプロセス）の研究開発

今後の展望をお聞かせください。

これまでの技術開発で、高温ガス炉から950℃の高温ガスを取り出せることおよび「ISプロセス」が技術的に成立することを立証できました。その成果により、文部科学大臣表彰「科学技術賞」を受賞しました（写真）。これは、これまで技術開発に携わってきた多くの方たちの尽力によるものです。ここまでの成果は終わりではなく、1つの通過点であり、若い世代に受け継ぐテーマとして今後も発展させていきます。



- 受賞者（右から）
- ・塩沢 周策 特別研究員
 - ・小川 益郎 原子力基礎工学研究部門 上級研究主席
 - ・川崎 幸三 高温工学試験研究炉部 次長
 - ・伊与久達夫 高温工学試験研究炉部 研究主席
 - ・小貫 薫 原子力基礎工学研究部門 核熱応用工学ユニット ISプロセス技術開発グループリーダー

ITER建設開始目前の核融合研究開発

核融合研究開発部門

原子力機構の核融合研究開発は、原子力委員会が定めた第三段階核融合研究開発基本計画に基づき、国際熱核融合実験炉（ITER）計画を中心に炉心プラズマおよび核融合工学の研究開発を総合的に進め、ITERの技術目標の達成に貢献するとともに、経済性を見通せる原型炉の実現に必要な技術基盤の構築を目指しています。

ITER計画

ITER計画は、エネルギー源としての核融合の可能性を実証するための計画で、世界人口の半分以上を代表する国々（日、欧、中、印、韓、露、米）が参加する世界最大の科学協力プロジェクトです。ITER建設サイトは昨年6月に仏のカダラッシュに決定され、昨年11月にITER機構長予定者として池田要元クロアチア大使が選ばれました。カダラッシュにもITER共同作業サイト（図1）が設置され、現在原子力機構から池田機構長予定者他5名が派遣されITER建設の準備を始めています。



図1 カダラッシュのITER共同作業サイト開所式

5月24日にITER閣僚級会合がブリュッセルで開催され、ITER協定案の仮署名が行われました（図2）。我が国からは河本三郎文部科学副大臣が出席し署名されました。各参加国は国内での協定案の採択を完了し、2007年中に国際事業体「ITER国際核融合エネルギー機構」（以下「ITER機構」という）が発足しITER建設が開始され、10年後の運転開始を目指しています。原子力機構は、ITER機構発足後は我が国の極内機関に指定される見込みであり、我が国が分担する機器の調達や人材提供の窓口としてITER建設活動を支援していく予定です。



図2 ITER協定案の仮署名の様子

幅広いアプローチ計画

ITER建設と並行して、幅広いアプローチ（BA）計画の推進が日本と欧州の間で合意されました。BA計画は、核融合エネルギーの実現に向かって、ITERと並行して進めるべき研究開発を日欧が各々460億円相当の資金負担（合計920億円）をして、10年間の共同事業として実施しようとする計画です。昨年文科省に設置されたITER計画推進検討会（座長：有馬元文部大臣・科学技術庁長官）での提言を基に、日欧で以下に示す3つの計画を進める議論が行なわれています（図3）。

国際核融合エネルギー研究センター

ITER遠隔実験センター、核融合計算機シミュレーションセンター、原型炉設計R&D調整センターで構成され、原型炉概念の確立や長期的な工学R&Dを実施する予定です。

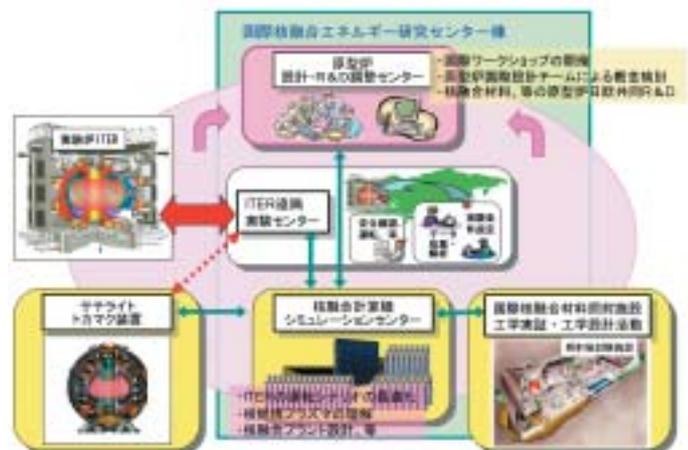


図3 BA計画の全体像

国際核融合材料照射施設 (IFMIF) 工学実証・工学設計活動

IFMIF建設判断に必要な工学設計、および技術データを整えるため、原型コンポーネントの製作、長時間耐久性などの実証を行なう事が目的です。

サテライトトカマク

現在のJT-60に超伝導コイルを導入した機動性の高い装置により、ITER支援研究および原型炉に向けたITERの補完的研究を行なうことを目的としています。

なお、国際核融合エネルギー研究センターとIFMIFの活動は青森県六ヶ所村で、サテライトトカマクは那珂核融合研究所で行なわれる予定です。



図5 フェライト鋼タイル設置後のJT-60真空容器内写真

JT-60の最近の成果

JT-60では、ITERや原型炉に貢献する様々な実験を進めています。最近、特殊な鉄（フェライト鋼）を用いた磁場形状の改良により、ITERで必要とされる条件をほぼ満足する高閉じ込め・高圧力状態のプラズマを、世界最長の28秒間維持することに成功しました。

トカマク装置では、ドーナツ状に並べたコイル（トロイダル磁場コイル）で強い磁場（トロイダル磁場）を発生させてプラズマを閉じ込めます（図4上）。トロイダル磁場は、コイルの真下で強く、その間で弱くなるため、磁力線に凹凸ができます（図4中）。すると、プラズマを加熱するための中性粒子ビームの入射などで生成される高速イオンの一部は、磁場の強い場所で跳ね返されコイルの間を往復しながら磁場に対して垂直方向に逃げて行くことが知られています。この高速イオンの漏れは、プ

ラズマの実効的な加熱パワーを減らすだけでなく、プラズマ閉じ込め性能にも悪い影響を与えることが分かってきました。

磁場を吸いよせる性質を有する強磁性材料であるフェライト鋼をコイルの下に置くと、フェライト鋼はコイルの下の磁場を弱め、コイルの間の磁場を強めるような磁場を生成するため、磁場の強弱がなくなり磁力線が真っすぐになります（図4下）。すると、高速イオンがドーナツの周方向にぐるぐる回り、良好に閉じ込められるようになります。

昨年JT-60において、磁場形状の改良を目的として、フェライト鋼製のタイルを真空容器内に約1100枚設置しました。設置後の真空容器内の写真を図5に示します。昨年12月から始まった設置後の実験では、プラズマを加熱する高速イオンの漏れが減るとともに、予想通りプラズマの閉じ込め性能が改善しました。その結果、ITERの目標である長時間燃焼プラズマの実現のために必要なプラズマの閉じ込め性能と圧力に相当するプラズマの維持時間を、28秒まで伸長し、高性能プラズマの維持時間の世界記録を更新しました（図6）。これは、JT-60が有していた従来の記録（16.5秒）の1.7倍に相当します。今回の成果により、ITERの目標達成へ大きく前進しました。

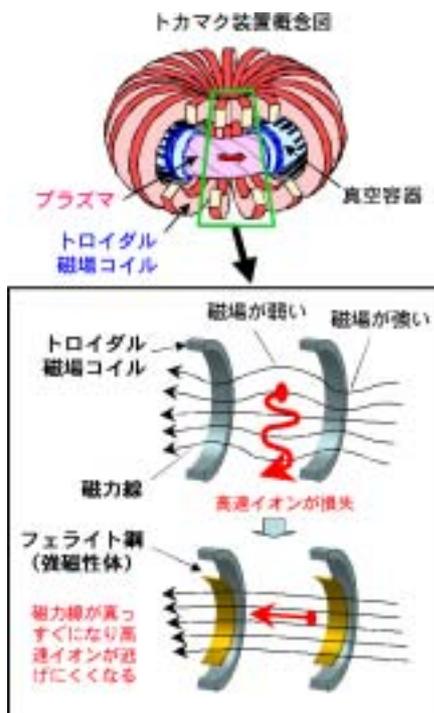


図4 フェライト鋼による磁場形状の改良

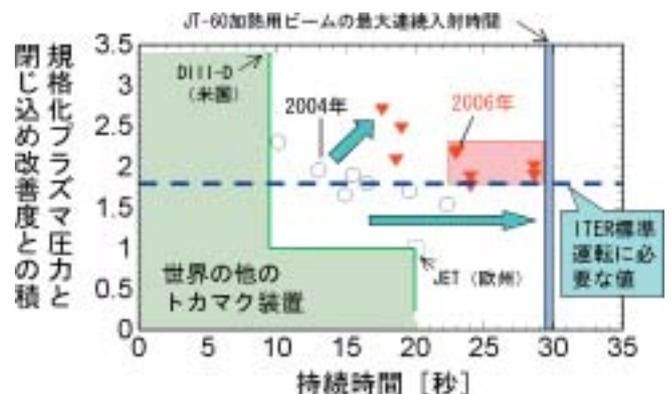


図6 フェライト鋼設置後のプラズマ性能の向上

「方面ウラン残土の措置に関する協定書」を締結

5月31日、鳥取県湯梨浜町方面地区のウラン残土の措置について、小坂憲次文部科学大臣、片山善博鳥取県知事、吉田秀光三朝町長および原子力機構殿塚一理事長の4者間で「方面ウラン残土の措置に関する協定書」を締結いたしました。今後は、安全の確保を最優先として、原子力機構の力を結集して措置を成し遂げる所存です。

<http://www.jaea.go.jp/02/news2006/060531/index.html>



万感の思いを胸に四者が固い握手！

放射光と高圧装置を組み合わせた液体構造研究で「とやま賞」を受賞

原子力機構 量子ビーム応用研究部門放射光高密度物質科学研究グループの片山芳則主任研究員（富山県出身）が「とやま賞（学術研究部門）」を受賞し、表彰式が、5月11日富山国際会議場において行われました。

受賞対象となった業績内容は、大型放射光施設（SPring-8）の放射光と高圧装置を組み合わせた実験手法を開発し、液体や非晶質の構造の系統的な研究を行ったことに関するものです。特に液体リンにおいて1万気圧、1000 Åで発見された急激な構造変化は、純物質において液体-液体1次相転移が起こることを世界で初めて観測したものであり、液体の変化は連続的であるというこれまでの常識を覆す画期的な成果として科学の広い分野に大きなインパクトを与えるとともに、液体研究が世界的に広がる契機となりました。



「とやま賞」受賞時 科学の夢を語る片山主任研究員

核不拡散科学技術国際フォーラム開催

5月18、19日、新生ホール（東京・内幸町）において「核不拡散科学技術国際フォーラム」を開催し、国内外より約340名の方に参加いただきました。冒頭、エルバラダイIAEA事務局長の「核不拡散：変わり行く状況への対応」と題する特別講演をハイノネン同事務局次長に代読いただき、次いで、米国エネルギー省国家核安全保障庁のポール副長官に米国の新しい原子力政策となるGNEPについて、また、秋元勇巳経団連資源・エネルギー対策委員長には、日本の核燃料サイクルの必要性や原子力平和利用にあたっての透明性と信頼性の獲得への努力等について、基調講演頂きました。さらに、核不拡散・保障措置に関わる政策やそれを支える技術について議論する3つのパネル討論がなされ、いずれも盛況で力のこもった議論が展開されました。フォーラムの詳細は、原子力

機構核不拡散科学技術センターのホームページに掲載しておりますので、ご覧ください。

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



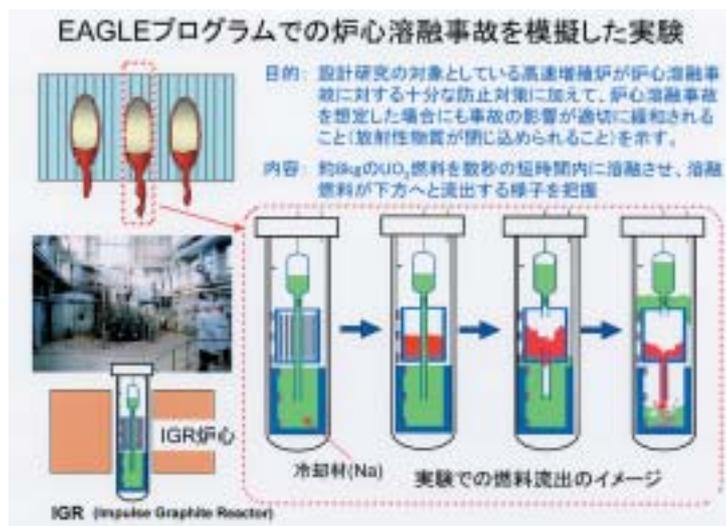
核不拡散と原子力の平和利用の様子

カザフスタン共和国との共同研究(EAGLEプログラム)によりFBRの炉心溶融事故を模擬した実験に成功

次世代原子力システム研究開発部門では、高速増殖炉(FBR)の炉心溶融事故を模擬した高度な実験技術を日本原子力発電(株)の協力のもとカザフスタン共和国との共同研究(平成12年より開始)により開発してまいりましたが、このたび、ナトリウムを用いた実験を実施しました。

今回得られた実験データは、これまでのデータと合わせて、高温の溶融燃料が炉心の周辺部、特に下部に存在するナトリウム中に流出してナトリウムと混合し、適切に冷却されるまでの過程の確認に活用されます。このようなデータの取得により、FBRサイクル実用化戦略調査研究において検討されているFBR設計が過酷な事故条件を想定しても十分な安全性を持っていることを確認していく計画です。

<http://www.jaea.go.jp/02/press2006/p06042701/index.html>



順調に進む施設建設工事 ー幌延深地層研究センターー

幌延深地層研究センターでは、研究坑道(換気立坑および東立坑)および付属する施設、PR施設の建設工事が順調に進んでいます。また、施設の建設に必要な掘削土(ズリ)置場、排水処理施設や排水管路などの関連施設も一斉に工事を進めています。

幌延深地層研究センターでは、今後も安全の確保を大前提とするとともに、環境に対して最大限の配慮を払いながら作業を進めて参ります。

施設の建設状況は、幌延深地層研究センターのホームページに掲載しておりますので、ご覧ください。

<http://www.jaea.go.jp/04/horonobe/genba.html>



施設建設の状況

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。

手紙、電話、FAXによるお問い合わせ先

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

その他、各拠点でも受け付けております。

電子メールによるお問い合わせ先

"www-admin@jaea.go.jp"

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>

原子力機構の「役員の報酬等及び職員の給与の水準」について公表しましたのでお知らせいたします。

下記ホームページをご覧ください。

<http://www.jaea.go.jp/02/2.13.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。