

JAEA NEWS 22

JAEA ニュース 第22号 2008年6月



「国立大学法人東京大学と独立行政法人日本原子力研究開発機構との間における連携協力の推進に係る協定」の締結

CONTENTS

R&D研究最前線

高速増殖炉に適用できるハイブリッド熱化学法の水素製造

Challenger

ITERの高周波加熱装置の定常および高効率化の研究

CLOSE UP

高速増殖原型炉もんじゅの耐震安全性の評価結果について
人形峠レンガ加工場開所式開催

TOPICS

東京大学との連携協力の推進に係る協定の締結
平成20年度文部科学大臣表彰受賞
原子力研修センター講座のご案内
もんじゅコーナー
原子力機構よりお知らせ

高速増殖炉に適用できる ハイブリッド熱化学法の水素製造

水素は、将来のクリーンなエネルギー媒体として重要な役割を果たすものとして注目されています。原子力機構では、その水素の製造技術開発を、いくつかの手法によって取り組んでいます。今回紹介する手法は、高速増殖炉から発生する熱と電気を有効利用して、水から水素を作り出す「ハイブリッド熱化学法」と呼ばれる水素製造技術です。実用的な材料を使って高い効率で水素を製造できる技術の開発に努めています。



大洗研究開発センター／技術開発部／核熱利用試験技術課 高井 俊秀
次世代原子力システム研究開発部門／FBR 要素技術ユニット／炉心・構造材料グループ 中桐 俊男

水素製造の意義と候補技術について教えてください。

水素は次世代型のエネルギーキャリアとして期待されており、各国で高効率な製造技術の開発が進められています。水を原料とした水素製造方法とプルトニウムサイクルにより限られた天然ウランを、有効利用可能な高速増殖炉に組み合わせることで、エネルギー資源の乏しい我が国でも二酸化炭素を排出しないクリーンなエネルギーを長期間安定に供給することができます。

水素は、水や化石燃料のメタン (CH₄) を原料として製造しますが、原子力エネルギーを使った製造技術は、大きく分けて3種類の方法が有望と考えられています。

◆**メタン水蒸気改質法** メタンガスと水蒸気を反応させて水素を取り出す。原子炉で発生する熱の利用効率は70～80%と高いが、高温が必要で二酸化炭素が発生する。低温化技術も開発中。

◆**電気分解** 原子炉で発電した電力を用い、水を直接電気分解して水素を製造。電気分解は実用技術だが、熱効率は発電効率より低くなり、高速増殖炉では30%前後と考えられる。

◆**熱化学法** 複数の反応を組合せ、水を化学的に分解する。熱効率50%以上が期待できるが、高温が必要。硫酸等を使用することで材料の腐食が懸念されるが、二酸化炭素は発生しない。

これらを検討した結果、水を原料として高効率な水素製造が可能な「熱化学法」が有望であると判断し、高速増殖炉の約500℃の熱を利用する方法の検討を開始しました。

「ハイブリッド熱化学法」とはどのような水素製造技術ですか？

熱化学法にはいくつかの方法がありますが、私たちが着目したのは、アメリカのウエスティングハウス社が提案した硫酸の合成・分解反応を組み合わせたプロセスです (図1)。このプロセスでは、まず硫酸を加熱して、水蒸気と三酸化硫黄 (SO₃) に分解します。次に三酸化硫黄を800℃の高温で二酸化硫黄 (SO₂) と酸素 (1/2 O₂) に熱分解します。さらに二酸化硫黄を水に溶解させた亜硫酸水を0.17V (理論値) という低い電圧で電気分解することで水素ガスが製造可能です。水素ガスと同時に生成する硫酸を最初の反応に戻すと、4段階の反応を循環させる水素製造のサイクルができます。

私たちが提案した「ハイブリッド熱化学法」では、本来800℃の高温が必要な三酸化硫黄の熱分解工程に電気分解を用いて約500℃に低温化し、高速増殖炉を熱源として利用可能としています。電気分解にはイットリア安定化ジルコニア (YSZ) という酸素イオン伝導性のセラミックスを使用しています。

「ハイブリッド熱化学法」では二つの電気分解器を使用しますが、合計の電圧が低く、理論的な熱効率は発電効率を上回る約50%であり、二酸化炭素を出さない高速増殖炉の特長を生かすことが可能です。

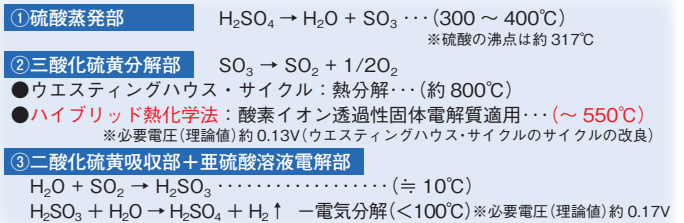


図1 ハイブリッド熱化学法の製造過程

今回開発したHHLT工学試験装置の特徴と何か問題はありますか？

2004年にハイブリッド熱化学法の原理実証試験を行い、1時間に数cc規模ですが水から水素と酸素を製造可能であることを確認できました。現在は次の段階として、1時間に1ℓ規模の水素製造が可能なHHLT工学試験装置を製作し、安定した水素製造が可能であることや装置の耐久性を確認しています。

現在最大の問題は、亜硫酸電解器内の陰極側で固体の硫黄が発生して液が白濁し、数時間以上の連続運転が困難なことです。亜硫酸電解器では市販の陽イオン交換膜を使用していますが、この膜を通して亜硫酸が陽極側から陰極側に浸透し、電気分解時に水素発生副生成物として固体硫黄が発生します。

また、三酸化硫黄 (SO₃) 電解器、亜硫酸電解器の電圧ロスを小さくする必要もあります。



HHLT (thermo-chemical and electrolytic Hybrid Hydrogen process in Lower Temperature range) 工学試験実験装置

今後の課題とその解決方法について教えてください。

原子力機構では技術的な課題を解決するためにさまざまな大学や研究機関などと研究協力を進めています。

まず亜硫酸の浸透の問題については、原子力機構内の量子ビーム応用研究部門と協力して、放射線による橋かけ技術を利用した架橋イオン交換膜の開発を行っています。これによって亜硫酸の浸透量は市販品の数分の1まで低減できることが確認できました。

さらに電圧ロスを低減するため、SO₃電解器で使用するYSZの薄膜化や亜硫酸電解器で使用する新しい電極触媒材料の検討も進めています。

今後の予定としては、来年度中にこれらの問題解決の見通しを得て、さらに大きい規模の試験装置の開発に進みたいと考えています。

ITERの高周波加熱装置の定常および高効率化の研究

将来、核融合エネルギーを実現化させるための実験施設、ITER（国際熱核融合実験炉）は、国際的に研究が進められています。このITER用大電力プラズマ加熱装置の研究に打ち込む高橋さんに、研究の内容と今後の夢や目標について伺いました。



核融合研究開発部門
加熱工学研究グループ 研究副主幹

高橋 幸司

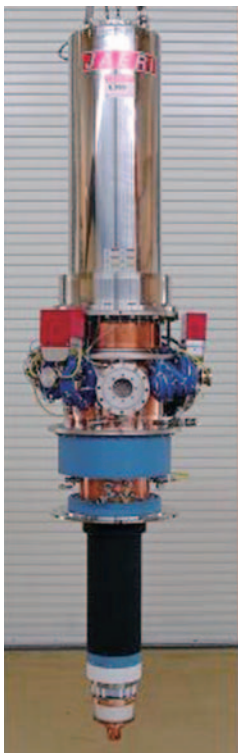
原子力機構に入社したきっかけは何でしょう？

高校の物理の授業で実験を主体とする先生に出会い、物理系の学科に興味を引かれるようになり、大学は物理を専攻。ちょうど環境問題やエネルギー問題が話題になっていた頃で、学部4年のとき核融合の研究室に入りました。さらに大学院で基礎的なプラズマの研究に携わるうちに、原子力機構のJT-60のような大きな核融合実験装置で研究をしてみたくなり、先生の勧めもあり、原研を見学したことが入社のかきかけです。

担当されている業務内容について教えてください。

私たちのグループでは、プラズマを高周波（電磁波）で加熱する装置の研究開発を行っています。核融合反応を起こすには、プラズマを加熱する必要があります。高周波を用いるとプラズマの加熱位置を自由に選べるうえ、その制御や閉じこめも可能なため、最も有力視されている技術です。

この加熱装置は、大きく分けて3つの機器により構成されます。1つは高周波発生装置のジャイロトロン、そして発生した高周波パワーをプラズマを閉じこめるための真空容器の近くまで導く伝送系、3つめが高周波を入射するアンテナ（ランチャーとも呼ぶ）です。



ITER用
ジャイロトロン

私は主にアンテナと伝送系の研究開発を行っています。アンテナの研究では、高周波の入射位置を的確に決めたり、より高効率に入射できるものを開発中で、現在、ITER用アンテナとして170ギガヘルツの高周波をビーム状に集め、効率99%以上のアンテナを目指しています。また、ITERでは、プラズマから大量の中性子が発生しアンテナにダメージを与えることが予測されており、中性子照射に耐えるアンテナの開発が重要です。その点についても着目して研究開発を行っています。

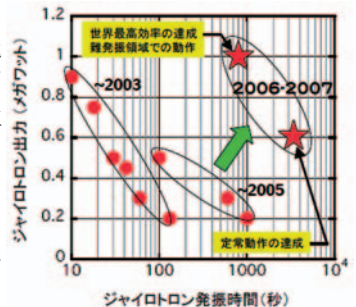
伝送系の研究では、導波管という中空の管に高周波を通し、伝送損失をできる限り低く抑えて真空容器まで導く必要があります。そのために、伝送効率のよい機器の開発を進めています。アンテナで使用する導波管はステンレスを使っていますが、伝送時にロスが生じるので、この点にも工夫を凝らし、損失の少ない導波管を開発しました。

文部科学大臣表彰(科学技術賞)を受けた「ITER用の高周波加熱装置の定常及び高効率化研究」とはどのようなものですか？

ITERでは20メガワットの170ギガヘルツ高周波を400秒以上プラズマに入射し、プラズマの加熱や電流駆動を行います。そのため、大電力マイクロ波発生装置であるジャイロトロンは1本当たり1メガワット（100万ワット）のマイクロ波を出力効率50%以上でパルス幅500秒以上、発生させるという性能が要求されています。また、伝送系・アンテナを介して84%以上の効率でパワーを伝送させる必要があります。

これまでの研究成果をベースに、電子銃形状の改良による高周波エネルギー源である回転電子ビームの質の向上、出力電流制御方法の開発、エネルギー損失の低減を目的としたジャイロトロン内部機器の改良等を進め、ジャイロトロンを安定に動作させることに成功しました。また、電子ビームの回転周波数と回転比（らせん運動の回転速度と進行速度の比）を動作中に制御することで、高周波出力が容易な従来の領域から、一旦出力できれば効率の良い出力が得られる領域に移行することを世界で初めて実証し、1メガワットで効率55%以上、パルス幅800秒という動作に成功しました。さらに、アンテナ・伝送系を介した伝送効率が87%となることも示しました。

このように、私たちが研究開発している「高周波プラズマ加熱装置」が、ITERの性能要求どおりに動作することを示し、ITER用高周波プラズマ加熱装置開発の見通しをつけたことが評価されたと思います。



今後の課題や夢をお聞かせください。

これまでは1メガワットを目標に設計してきましたが、余裕を持って装置を運転するにはより高性能の装置開発が必要です。当面の研究としては1メガワットの連続出力時間をもっと伸ばすことと、1.2～1.5メガワット出力での長時間動作の実証です。また、このジャイロトロンを使った応用研究も考えています。この高い周波数によりジャイロトロンの出力窓でも使用している人工ダイヤモンドの高速度での合成が期待でき、産業分野に貢献できる可能性があります。さらに、ジャイロトロンからのマイクロ波出力を利用してロケットを飛ばすという共同基礎実験も行っており、この先、夢のある研究もできます。

核融合研究に携わっている人間としては、将来、核融合エネルギーによる電気で生活を送るという経験をしてみたいと思います。

高速増殖原型炉もんじゅの 耐震安全性の評価結果について

高速増殖原型炉もんじゅは、平成18年9月に原子力安全委員会が決定した新しい「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」に基づき、さらに新潟県中越沖地震の知見も踏まえた耐震安全性評価を行いました。

地質調査・活断層評価

新しい指針に基づき、敷地周辺の地形、地質や地質構造について、「もんじゅ」建設以降の文献を調査するとともに、陸域については、新しい指針に基づき、詳細な地表地質調査、ボーリング調査、トレンチ調査等の入念な調査を実施しました。

また、海域についても、最新の調査技術を用いた高精度の海上音波探査によって海底の地形、地質構造の調査を行いました。

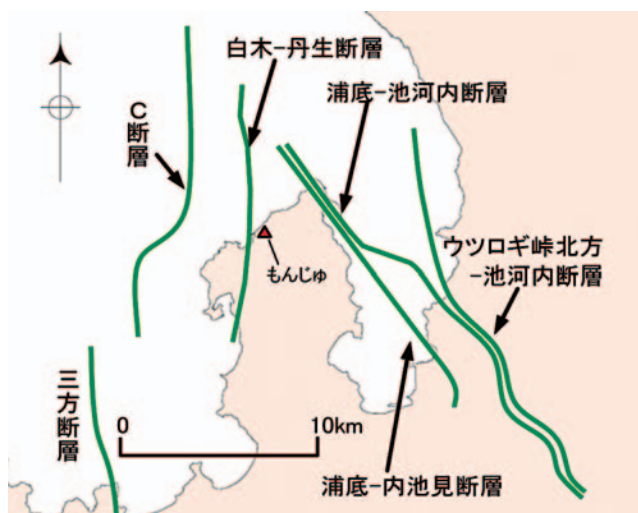
これらの調査の結果を踏まえ、例えば敦賀半島北西方沖の「C断層」等、性状が似ており近接して分布する複数の活断層については、一連とするなどより厳しい基準により評価をしました。さらに、「もんじゅ」の敷地近くの「白木-丹生断層」についても、海域と陸域の断層を連続させた活断層と評価しました。



陸地ボーリング調査の様子



トレンチ調査の様子



「もんじゅ」の敷地に影響を及ぼすと考えられる活断層

基準値震動の策定

地質調査等を踏まえた活断層評価の結果に基づき、敷地に与える揺れの強さについてもより大きめの揺れを想定して評価した上で、基準地震動(敷地で想定される最大の揺れの強さ)を設定しました。その結果、従来の基準地震動(466ガル)から、敷地に最も大きな影響を及ぼす「C断層」による地震動に余裕を持たせた基準地震動(600ガル)を設定しました。

※ガル：加速度の単位。地表面や構造物の揺れの強さを示すのに用います。

新しく設定した基準地震動を用いて評価した結果、「もんじゅ」の耐震安全性が確保されることを確認しました。

新しく設定した基準地震動(600ガル)を用い、原子炉を「止める」「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」といった機能が求められる安全上重要な建物・構築物や機器・配管系の耐震安全性評価を実施した結果、いずれも基準地震動に対し安全機能が保持されることを確認しました。

また、原子炉建物基礎地盤、周辺斜面の安定性評価、屋外重要土木構造物の耐震安全性評価および津波に対する安全性評価を実施し、耐震安全性が確保されることを確認しました。

今後は国の確認を受けるとともに、新潟県中越沖地震等から得られる最新の知見を必要に応じて適切に反映してまいります。

耐震安全性評価の詳細な内容については、ホームページ(敦賀本部プレス)に掲載しています。

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

人形峠レンガ加工場開所式開催

4月28日、原子力機構人形峠環境技術センターでは、人形峠レンガ加工場開所式を開催しました。人形峠レンガ加工場は、平成18年5月に文部科学大臣、鳥取県知事、三朝町長および当機構理事長の間で締結されました「方面ウラン残土の措置に関する協定」に基づいて建設を進めてきました。建設は、昨年5月に着工をはじめ、山留め工事、基礎杭打ち工事などを経て、同年12月に建家が完成。その後、2月から設備機器の搬入・調整を行ってきました。この間、国、鳥取県、三朝町をはじめ関係機関および地元木地山の皆様の温かいご支援の下、作業が順調に進められ、無事故で終了しました。

開所式には、江田 五月参議院議長、田村 耕太郎参議院議員を始め、文部科学省、鳥取県、三朝町、鏡野町等関係者約40名の出席をいただきました。

冒頭、早瀬 佑一副理事長の挨拶では、「安全最優先と透明性の確保を大前提に施設の運転を進める」ことを表明しました。その後、江田参議院議長から「掘削土問題は、私が科学技術庁長官時代の課題であった。いろいろな感情が入った大変難しい問題を話し合いで解決できた。ここに人間の知恵が結集している。」とのご挨拶をはじめ、田村参議院議員、文



開所式での早瀬副理事長による挨拶

部科学大臣（藤田 明博研究開発局長代読）、鳥取県出納長、三朝町長、鏡野町長から数多くの祝辞を頂戴しました。また、人形峠レンガ加工場用地の造成から建家建設を無事故で担当した株式会社間組に対し、感謝状を贈呈しました。

式典終了後は、出席者にレンガ製造設備をご視察いただき、製造されたレンガを実際に見ていただきました。レンガ工場は鉄骨造り2階建てで、延べ床面積は約1700平方メートルで、一般的なレンガ製法であるセメント固化法により、JIS規格準拠の普通サイズのレンガを製造します。

今後は、試運転で製造したレンガを使って、第三者機関によるレンガの物性確認試験を行い、一般建設資材としての使用に支障がないことを評価していただきます。その結果を基に、レンガの安全性について皆様に十分にご説明させていただき、本年初冬より本格運転に入りたいと考えています。製造・搬出は、平成23年6月末までに終了し、平成24年6月末までに施設を解体・撤去する計画です。

我々には無事故でレンガを製造し、搬出するという大きな使命が残されています。「方面ウラン残土の措置に関する協定」を履行できるよう、従業員一同、取り組んでまいります。



完成したレンガ



完成したレンガを手に持ったの記念撮影

東京大学との連携協力の推進に係る協定の締結

4月8日、東京大学と原子力機構とは、「国立大学法人東京大学と独立行政法人日本原子力研究開発機構との間における連携協力の推進に係る協定書」を締結しました。

本協定の目指すところは、国家戦略ビジョンを描き、激変する国内外の原子力情勢に対応し、我が国におけるエネルギー安全保障の確保と世界的な地球環境問題解決に貢献する強い意志と責任感を持ったトップリーダーを養成することにあります。このようなトップリーダーの養成には、我が国で唯一原子力エネルギー分野から放射線利用さらには原子力社会学までを総合的・体系的に教育研究する東京大学と、我が国最大の原子力研究者・技術者集団である原子力機構が包括的に協力し連携しなければならないとの共通の認識から、この連携が実現しました。

今後は、共同研究等の研究協力、人材交流、人材育成、研究施設・設備の相互利用等、幅広い連携協力を進めることで、我が国の学術および科学技術の振興に寄与することが期待されます。

<http://www.jaea.go.jp/02/news2008/080409/index.html>



小宮山 宏東京大学総長と岡崎 俊雄理事長

平成 20 年度文部科学大臣表彰を受賞

平成 20 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰で原子力機構は、科学技術賞(研究部門 2 件 7 名)、若手科学者賞(2 件 2 名)、創意工夫功労者賞(3 件 5 名)を受賞しました。科学技術賞、若手科学者賞については、4 月 15 日虎ノ門パストラルにて表彰式が行われました。また、創意工夫功労者賞については、4 月 16 日文部科学省にて賞状と副賞の授与が行われました。

<http://www.jaea.go.jp/02/news2008/08041602/index.html>



文部科学大臣表彰受賞者

「平成 20 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰」受賞一覧(原子力機構分のみ)

若手科学賞	プラズマ回転制御によるトカマクプラズマの高性能化の研究	核融合研究開発部門	大山 直幸
	イオンビーム育種技術を用いた有用植物品種の創成の研究	量子ビーム応用研究部門	長谷 純宏
科学技術賞	ITER 用大電力プラズマ加熱装置の定常及び高効率化研究	核融合研究開発部門	坂本 慶司 春日井 敦 高橋 幸司
	高速実験炉常陽の高度化とそれによる高速炉サイクルの研究	大洗研究開発センター	鈴木 惣十 仲井 悟 前田 幸基 青山 卓史
創意工夫功労者賞	長パルス化 NBI 加熱装置の保護システムの考案	核融合研究開発部門	薄井 勝富
	災害時のふくそうに強い緊急時招集システムの考案	安全統括部	山本 雄三
	高圧水を用いた溶解槽洗浄装置の考案	東海研究開発センター	下山田哲也 古川 隆之 照沼 宏隆

原子力研修センター 7 月講座のご案内

日本原子力研究開発機構の原子力研修センターでは、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。今回「中性子利用実験基礎講座」についてご案内申し上げます。

中性子利用実験基礎講座 (旧中性子利用実験入門講座)

■コース概要

本講座は、中性子を利用したことのない一般の研究者および技術者を対象とし、中性子利用のために必須の基礎的な事柄(中性子の特徴、生成法、検出法)を講義で学んだ後、実際に中性子を利用した実験(研究炉 JRR-3 を利用)を行うことによって、中性子利用研究を進めるために必要な中性子の利用技術を習得することを目的としています。なお、本講座は中性子学会と共催で実施します。

■対象者

中性子利用を考えている研究者および技術者
※放射線業務従事者に指定されていない方は、放射線業務従事者の指定のための放射線安全に関する教育を受けておく必要があります。この教育を行っている機関(有料)をご紹介しますことも出来ます。

■開催日

前期: 7 月 16 日~7 月 18 日(3 日間)

■募集人数

16 名

■受講料

77,700 円(税込)

■申込締切日

6 月 16 日(月) ※定員になり次第、締め切らせていただきます。

■申込みに必要な書類

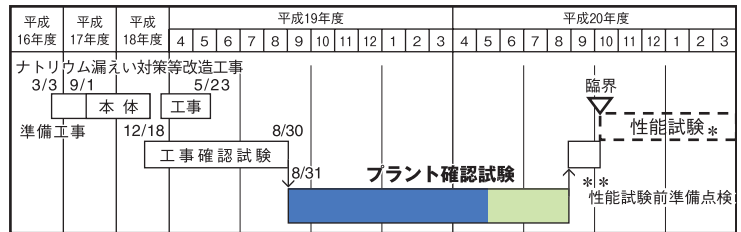
ホームページからダウンロードしてください。(http://nutec.jaea.go.jp/)

会場	日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター 原子力科学研究所 研修講義棟 〒311-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2-4
講習に関するお問い合わせ先	日本原子力研究開発機構 原子力研修センター Tel 029-282-5668

もんじゅコーナー

「もんじゅ」では、長期間停止している機器・設備も含め、施設全体の健全性確認を行う「プラント確認試験」を平成20年8月までの予定で実施しています。
(77項目終了 / 141項目 : 5月16日現在)

「もんじゅ」の主要工程



注) 状況によって工程の変更はあり得ます。
* 性能試験は、地元のご理解を得て実施します。その期間は約2年半を予定しています。
** 性能試験前準備点検では、制御棒駆動機構の作動確認や系統別の弁や電源等の状況の確認を行います。

原子力機構報告会(福井県17市町対象住民説明会)を開催

2月25日敦賀市、3月5日美浜町を皮切りに、福井県内全17市町で「もんじゅ」を中心とした敦賀本部の業務報告としての住民説明会を開始しました。報告会では、近年の地球環境問題や「もんじゅ」の現況等についての説明を行い、これまでに9ヶ所で開催し、合わせて約990名の方々にご参加いただきました。(5月19日現在)参加いただいた方からは、耐震安全性や従業員の教育訓練、「ふげん」の廃止措置計画に関する事など多くのご質問やご意見をいただきました。今後も県内で、順次開催していきます。



報告会の様子

「もんじゅ」一次系ナトリウム漏えい警報の誤警報と地元自治体及び国への通報遅れについて

検出器の点検について

3月26日に誤警報を発報した検出器を含め、類似の漏えい検出器から順次点検を進めており、これまでに、取り付け不良による不具合を確認しています。

原子力機構としては、これらのことを重く受け止めるとともに、地元自治体からの要請及び原子力安全・保安院からの指示を踏まえ、「もんじゅ」の一層の安全確保に向け、最優先でナトリウム漏えい検出器の施工状況等について、点検・確認を行っています。

点検は6月までに実施する計画で、結果につきましては、まとまり次第公表します。



検出器 (CLD) 本体 (引抜後)

通報の遅れについて

今回の通報遅れについては、「安全最優先と透明性の確保が大前提」という基本が組織の隅々まで徹底されていなかったことの現れと深く反省しています。

そのため、問題点を徹底的に検討・分析し、「連絡三原則の設定・徹底」、「体制強化」、「意識改革」、「マニュアル整備」などの対策を講じることとし、取り組んでいます。

これらの対策について、実施状況を定期的に確認し、外部有識者の評価もいただき、継続的に改善します。安全最優先と透明性の確保を徹底し、皆様の信頼をいただけるよう取り組んでまいります。

漏えい検出器の点検および通報遅れの詳細な内容については、ホームページ(敦賀本部プレス)に掲載しています。
URL <http://www.jaea.go.jp/04/turuga/index.html>

連絡三原則の設定・徹底

- 迷った場合は、必ず連絡
- 事実確認に時間がかかる場合、すぐ連絡
- 徴候を確認した時点で、まず連絡

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

http://www.jaea.go.jp/13/13_1.shtml

その他、各拠点でも受け付けております。

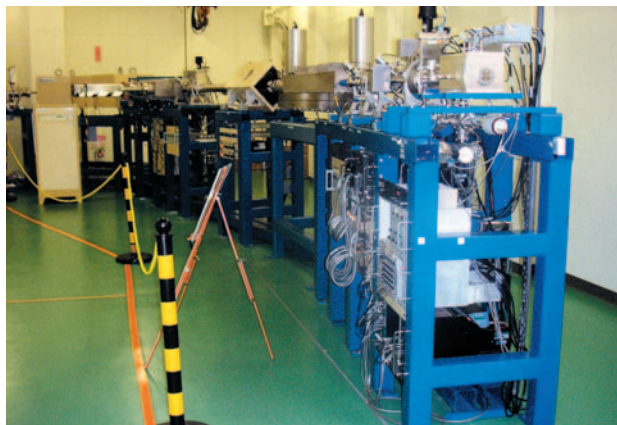
●メールマガジンの発信申込みについて

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>

ペルトロン年代測定装置

東濃地科学センター



- 概要
タンデム型加速器質量分析装置
- 用途
放射性同位体測定及び年代測定

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://sangaku.jaea.go.jp/facilities.html>



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。