

表紙の写真
もんじゅ炉上部の様子(6月24日)
白い筒状の簡易キャスク内に炉内中継装置(12m)を引き抜き収容しました。

JAEA NEWS

VOL. 47

Japan Atomic Energy Agency

JAEAニュース 第47号



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ニュースは志願配合率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。



CONTENTS

●R&D研究最前線

事故時のソースタームをより精度良く評価するプログラムを開発
— 気体となった放射性ヨウ素の量を算出 —
事故で放出された放射性物質の海洋拡散を長期的に予測
— 海中のセシウム137の挙動を解析 —

●CLOSE UP

高速増殖原型炉もんじゅ
炉内中継装置の引抜き作業について

●JAEA TOPICS

JT-60SA真空容器実機の初搬入
— 現地溶接接続・組立開始 —
第12回 量子科学研究シンポジウムと第3回 国際シンポジウム
「Laser-Driven Relativistic Plasmas Applied to Science,
Energy, Industry, and Medicine」との
ジョイントミーティングを開催
原子力人材育成センター講座のご案内
原子力機構各拠点のモニタリングポスト(代表点)における線量率の推移
原子力機構からのお知らせ



事故時のソースタームをより精度良く 評価するプログラムを開発

—気体となった放射性ヨウ素の量を算出—

安全研究センターは、商業用原子力発電がスタートした当初より、原子力施設の安全性について研究を重ねてきました。1979年に米国でTMI事故が起きた後は、何らかの要因で安全のための防護層が次々と破られ燃料が損傷するといった苛酷な事故、いわゆるシビアアクシデントに関する研究やリスクの評価に関する研究を開始しました。その一環として、そうした事故が起きたときの状況をシミュレーションするコンピュータプログラムを開発してきました。今回、事故のときに原子炉から放出される放射性物質の種類や量、放出のタイミング(ソースターム)をより正確に計算するために、気体として放出されるヨウ素の量を計算するプログラムを開発しました。事故進展を予測する今までのプログラムに組み込むことで、周辺住民の健康に与える被害をより正確に見積もることができそうです。



安全研究センター
センター長
平野 雅司



事故で放出された放射性物質の 海洋拡散を長期的に予測

—海水中のセシウム137の挙動を解析—

原子力機構は、福島第一原子力発電所の事故で太平洋に放出された放射性物質の海洋拡散と、海産物摂取による被ばく線量を推定しました。開発した計算コードLAMER[※]でシミュレーションしたもので、それによると事故起源の海水中のセシウム137濃度は、7年後にバックグラウンド(BG)レベル以下になると予測されました。また、海産物摂取による内部被ばくは最大で年間1.7μSvとなり、公衆の線量被ばく限度の500分の1程度になることがわかりました。



核燃料サイクル工学研究所
放射線管理部 環境監視課
技術副主幹
中野 政尚

Q 今回の研究の経緯について教えてください。

A 原子力施設で苛酷な事故が起きた場合、最も懸念されることは放射性物質の周辺環境への放出です。大気中に放出されるソースタームを正確に見積もることは、周辺環境に与える影響を評価する、すなわち公衆のリスクを評価するためにはとても大切なことです。ソースタームで最も重要な物質は放射能が大きく、かつ、放出されやすい希ガス、ヨウ素、セシウムです。このうちヨウ素は健康への影響を考える上で最も重要ですが、粒子状、気体状のものがあって挙動が複雑であり、これまでは比較的良好に分かっている粒子状ヨウ素の放出のみを考慮した評価が行われていました。そこで、気体状の放射性ヨウ素の放出を正しく評価する方法の開発に取り組みました。

Q 研究内容について教えてください。

A ヨウ素はもともと核燃料の中には入っていません。原子炉を運転して、核分裂により、ゼノンなどの希ガス、ヨウ素、セシウムなど多くの種類の放射性物質が生み出されます。原子炉に深刻な事故が起きて燃料が損傷すると、これらが放出されます。ヨウ素は燃料内では主にセシウムと結びついてヨウ化セシウムになっています。ヨウ化セシウムは常温では固体で、また、水に溶け込みやすく、そのままの形では周辺環境にはそれほど多くは放出されません。

原子炉の中心部分は燃料が収められている炉心で、それは圧力容器内にあります。燃料は冷却材の循環により冷却されていますが、それが止まってしまったり、配管に孔が開いて冷却水が漏れてしまったりした場合、燃料から出る熱が除去できず圧力容器内の圧力が上がり、圧力容器を包んでいる格納容器に蒸気が放出されます。このとき、沸騰水型軽水炉(BWR)では、格納容器の下部にある水を貯蔵した設備(サブプレッションプール)が圧力を調整したり、緊急用の冷却水を供給する役割を果たします。炉心が空焚き状態になって燃料が溶けても、大部分のヨウ素(ヨウ化セシウム)はサブプレッションプール内の水に溶け込み、そこに保持されます。この状態が保たれていれば、たとえ格納容器から漏れが起きたとしても、ヨウ素はそれほど多く周辺環境に放出されません。しかし、この状態には1つ問題があります。格納容器やサ

ブプレッションプールの中は、放射線が強い状態にあります。ヨウ化セシウムは水に溶けると、ヨウ化物イオンとセシウムイオンに分かれています。そこに強い放射線が当たると、化学反応が起きて気体状のヨウ素が発生します。また、格納容器内の塗料などに含まれている有機物と反応して有機ヨウ素も発生します。この有機ヨウ素も気体として大気中に拡散しやすいヨウ素化合物です。

そこで、気体状のヨウ素、有機ヨウ素がどのように発生するのかをシミュレーションするために、Kicheという計算プログラムをつくりました。気体状のヨウ素や有機ヨウ素ができる過程は、放射線により水中に生じるラジカルの反応など、多くの化学反応を含みます。過去30年くらいにわたって世界的に行われてきたシビアアクシデント研究で積み上げられてきた、このような反応についての知見や独自に行った実験データに基づく化学反応モデルを使って、気体状ヨウ素の生成量を計算するのがKicheコードです。これによって今まで無視するか簡単な仮定をおいて評価してきた放射性の気体状ヨウ素や有機ヨウ素の放出量を、生成メカニズムに基づいて評価することができるようになりました。福島第一原発事故についても、Kicheコードを用い単純な仮定を設けて放射性の気体状ヨウ素と有機ヨウ素の量を評価しました。

Q この研究成果の使われ方を教えてください。

A 私たちは、シビアアクシデント時のソースタームを予測するために、THALESというプログラムを開発してシミュレーションをしてきました。今までのTHALESでは、放射性ヨウ素の放出を推定するとき粒子状(ヨウ化セシウムのエアロゾル)での放出だけを考慮していました。この場合、気体状のヨウ素や有機ヨウ素を無視することによってソースタームを小さく見積もってしまう場合があります。

今回、KicheをTHALESに組み込むことによって、放射性ヨウ素の放出量をより精度良くシミュレーションできるようになりました。この研究成果は、福島第一原発事故においても、放射性ヨウ素を含むソースタームがどのくらいかを評価するときにも役に立つものと期待しています。今後、実際に事故によって放出された量の評価には、時間をかけて着実に取り組んでいきたいと考えています。

Q 今回の研究の経緯について教えてください。

A 本研究は平成8年度から17年度の10年間にわたって実施した原子力安全委員会の安全研究テーマ「地球規模の海洋環境における放射性物質移行モデルに関する研究」での成果を応用したものです。平成13年度には、IAEAのモナコ海洋環境研究所へ1年間留学し、IAEAの研究者と議論したり、大気圏内核実験起源の海水中放射性物質濃度の計算結果をデータベースと比較する等、精度を高める努力をしてきました。平成19年度には、JAEA技術資料(JAEA-Data/code 2007-024)を作成するとともに、公開コード化して研究の目的をつけたのですが、今回の福島事故があり、活用することとなりました。

これまでに文部科学省が発表してきた「海域における放射能濃度のシミュレーション」は、日本近海を比較的高精度に表現でき、海域モニタリングの実測値とも概ね整合する結果が得られています。しかしながら、大気中から降下する放射性物質や鉛直方向への拡散については考慮されていませんでした。

本シミュレーションでは、沿岸域の詳細な放射能濃度の分布状況については表現することはできませんが、放出シナリオに大気経路のものを含め、さらに鉛直方向への拡散についても計算したものです。また、年オーダーで計算を行うことから、中・長期的な予測に向いているため、太平洋全体でのセシウム137を含む水塊の動きを予測するのに向いています。

Q シミュレーション結果について教えてください。

A セシウム137(大気からの沈着物を含んだ8.45×10¹⁵Bq)が平成23年4月に海洋に一度に放出されたと仮定すると、1年後(平成24年4月)における太平洋の海水中のセシウム137の濃度(事故起源のみ)

は、最も高いところで0.023Bq/lであり、昭和30年代半ばの日本の黒潮流域(太平洋側)におけるセシウム137の濃度3分の1以下と予測されます。

また、セシウム137を含む水塊は、黒潮及び黒潮続流並びに北太平洋海流によって太平洋を東に移流・拡散していき、3年後の水塊の中心は北太平洋東部へ移動していると予測されます。5年後には約0.0002Bq/l(現在のBGの約10分の1)の濃度がアメリカ西海岸へ到達するとともに、7年後にはすべての海域における濃度が0.002Bq/lよりも小さくなり、現在のBGと区別できないほど希釈が進むものと予測されます。

さらに海産物摂取による内部被ばくは、平成24年4月の最高濃度(セシウム137; 0.020Bq/l、セシウム137; 0.023Bq/l)を用い、平成20年の国民健康・栄養調査から日本人の平均摂取量を使用して試算した結果、年間約1.8μSvとなります。なお、同様の計算方法で昭和30年代の年間の内部被ばく線量を試算したところ約1.7μSvと推定されます。この数値は公衆の線量限度である1mSvの約500分の1であり、問題ありません。

Q 今後のシミュレーション計画を教えてください。

A 本結果は簡略なモデルによる概算であり、今後、米国海洋大気圏局(NOAA)等と協力し日米で詳細なモデル計算を行い、その結果について相互に評価することを検討しています。その際には、原子力機構(原子力基礎工学部門)が、海洋研究開発機構及び京都大学の協力によって作成される高精度の再解析データセットを用いて、北太平洋における現実的な放射性物質拡散シミュレーションを実施する予定です。

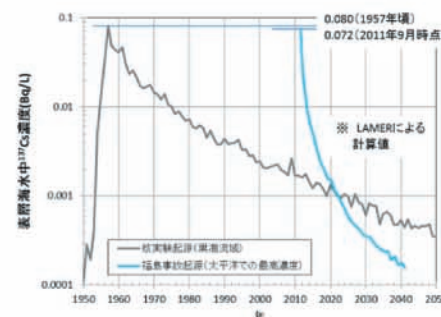
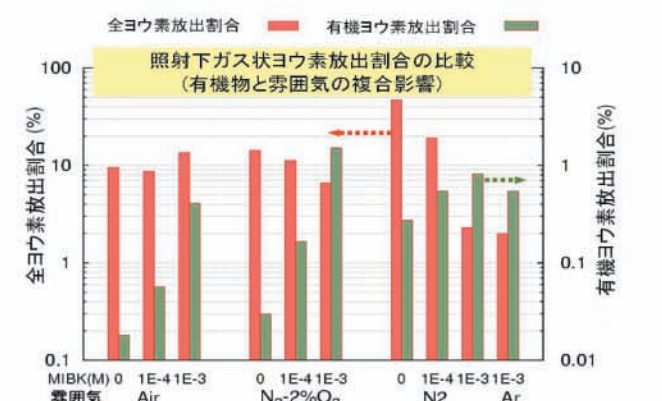
詳細は<http://www.jaea.go.jp/jishin/kaisetsu04/kaisetsu04.pdf>を参照下さい。

※年平均3次元流速場を用いて1年以上の長期的な地球規模の放射性物質の拡散を予測するモデル。流速場のメッシュは水平2度(約200km×200km)、鉛直15層。



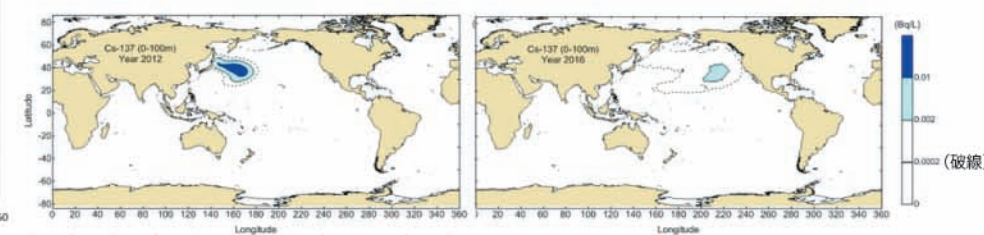
格納容器 放射線照射下のヨウ素挙動

ガス状ヨウ素放出試験



海水中のセシウム137の濃度変化

現在のBGとなっている核実験起源の放射性物質(グレー)は全世界に拡散しており、あまり希釈されないが、福島第一原子力発電所起源のもの(ブルー)は、急速に希釈されつつあることがわかる。



海水中のセシウム137の濃度分布の予測結果(左が1年後、右が5年後)

高速増殖原型炉もんじゅ 炉内中継装置の引抜き作業について

平成22年8月26日、「もんじゅ」の原子炉建物において炉内中継装置の取り外し作業中、原子炉容器内から約2m吊り上げた時点で、炉内中継装置が落下しました。10月13日に、落下した炉内中継装置の引き抜き作業を行いました。引き抜けなかったことから、燃料出入孔(だしいれこう)スリーブと一体で引き抜くこととし、詳細な検討・準備を進め、平成23年6月23日に引き抜き作業を開始し、翌24日に作業を完了しました。現在は、引抜いた本体を分解点検し、下端部の擦り傷や磨耗痕に基づき、設備の健全性評価を行っています。

1. 落下までの経緯

原子力機構は、平成22年5月6日に「もんじゅ」を再起動し、性能試験(試運転)の第一段階である「炉心確認試験」を開始、同年7月22日に終了しました。その後、第二段階の「40%出力プラント確認試験」に向け、33体の燃料の交換を行い8月17日に終了しました。

しかし、8月26日、燃料交換作業の後片付けのため、原子炉建物において炉内中継装置を取り外す作業をしていたところ、原子炉容器内から約2mつり上げた時点で炉内中継装置が落下しました。

2. 落下後の原因調査と引抜き方法の検討

炉内中継装置落下後の調査によって、本体を吊上げるためのケーシング装置内のネジの緩みによって、グリップ(つかみ具)の爪が完全に開かない状態でつり上げたために、途中で落下したものと分かりました。同年10月には、改善を施したグリップで引き抜きを試みましたが、引き抜くことができませんでした。その後、炉内中継装置の内外からの観察によって、炉内中継装置の接続部が落下の衝撃で外側に張り出しており、それによって引き抜けられないものと判断しました。

このため、接続部の張り出し量と炉内中継装置の外径、燃料出入孔スリーブ(炉内中継装置を据え付けている筒)外径等を考慮して、炉内中継装置を燃料出入孔スリーブと一体で引き抜くという方針とし、それに向け詳細な検討を進めました。



引き抜きに向けた工事の開始(平成23年5月24日)

3. 周辺機器等の撤去作業から本体引抜きへ

平成23年2月21日、炉内中継装置の引き抜きに向けた事前調査が終了し、作業要領書などが整ったことから、炉内中継装置引抜き工事に係る準備作業(炉内中継装置引抜き工事に支障となる、周辺の機器等の配管などの撤去作業)を開始しました。また、メーカーの工場で行き抜きのために必要な仮設機器(治具)などの設計・製作を行い、それらの仮設機器(治具)を用いた訓練を実施するなど十分な準備を進め、5月24日からは、炉内中継装置の引き抜きに向けた工事に着手しました。

そして、6月23日、原子力安全・保安院の立ち会いのもと炉内中継装置本体の引き抜き作業を開始し、翌24日に作業を完了しました。



(上) フラバック*を用いて周辺機器(燃料出入孔ドアバルブ)を取り外す作業を実施(5月30日)



(右) 炉内中継装置(長さ約12m)と燃料出入孔スリーブを白い筒状の簡易キャスク*を用いて一体で引き抜く作業を実施(6月24日)

*ナトリウム機器等を点検のために取り外す際には、ナトリウムと空気中の酸素や水分との接触を防ぐためのガス(アルゴンガス)が漏れるのを防ぐため、「フラバック」や「簡易キャスク」などの機器を覆う資材や装置を使用し、密封して作業を実施します。

4. 引抜いた本体を調査・分解点検

引き抜いた炉内中継装置本体は、「もんじゅ」構内のメンテナンス・廃棄物処理建物へ移送し、ナトリウムの洗浄を行った後、分解点検を行い、詳しく調査を行いました。

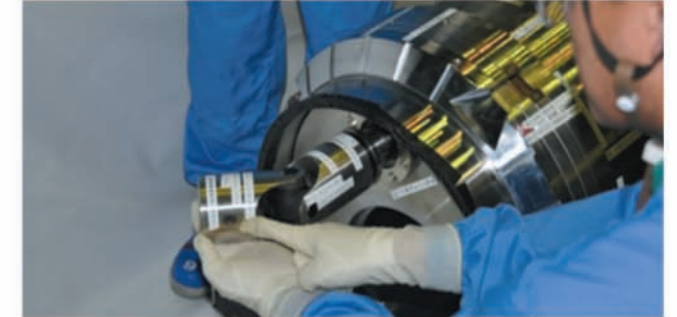
その結果、炉内中継装置本体を構成する全ての部品が回収できていることを確認しました。

炉内中継装置本体については、案内管の接続部の変形及び回転ラック駆動軸の上部ジョイント(接続)部の平行ピン(ステンレス製、直径12mm、長さ80mm)が1本切断されていること、他の1本のピンについて留めていた駆動軸とジョイント部が約8mmずれていることを確認しました。また、炉内中継装置の下端部などに擦り傷や摩耗痕を確認しました。なお、これら以外に変形、傷などはありませんでした。

現在、燃料出入孔スリーブについて、詳細に調査を実施すると共に、炉内中継装置の分解点検の結果等に基づき、設備の健全性評価を実施しています。



引き抜いた炉内中継装置本体の分解点検後の報道関係者への現場公開(7月13日)

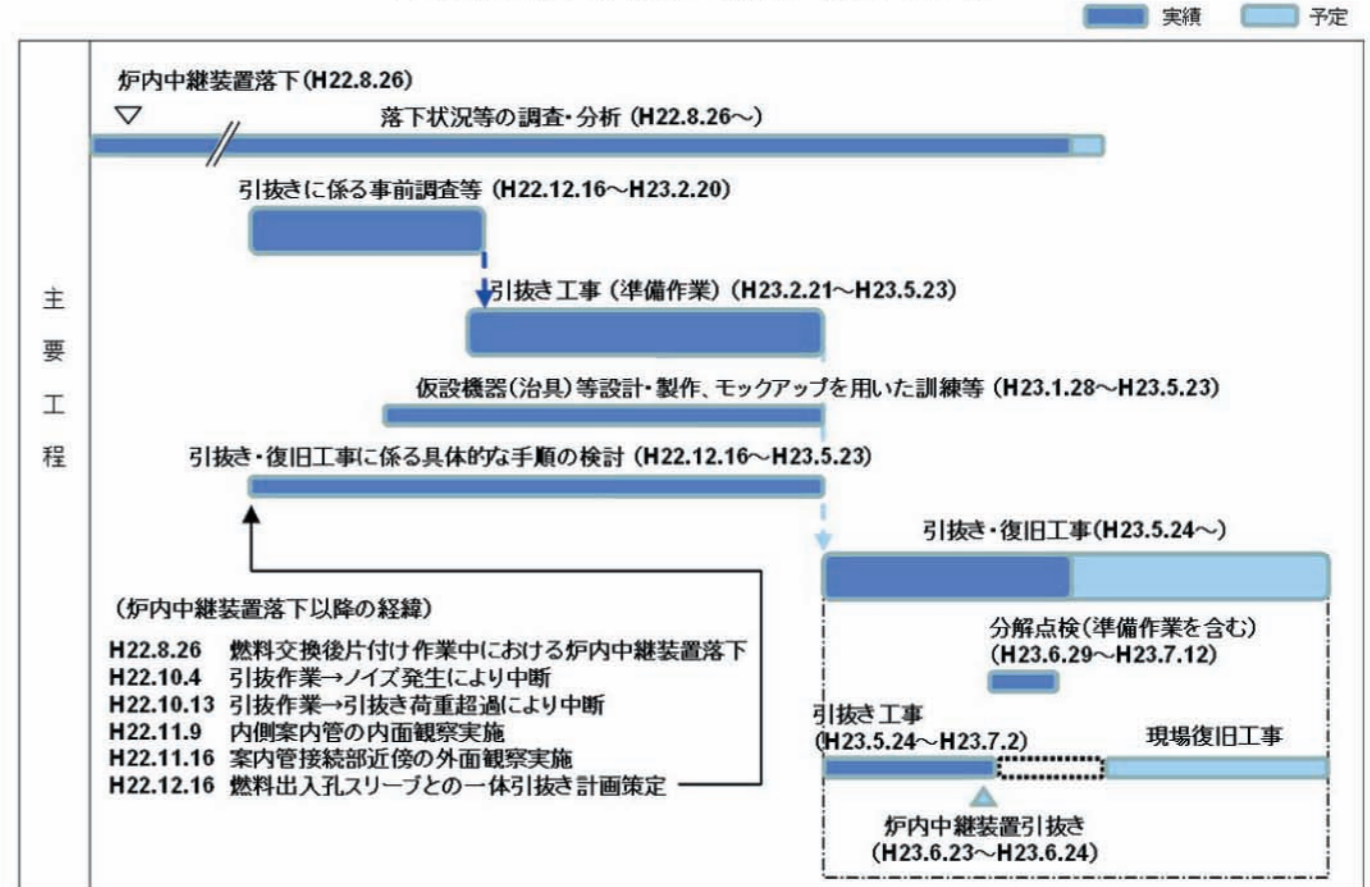


回転ラック駆動軸の上部ジョイント部の平行ピン切断部



炉内中継装置下端部の回転ラック

「もんじゅ」炉内中継装置引抜き・復旧工事工程



JT-60SA真空容器実機の初搬入 — 現地溶接接続・組立開始 —

核融合エネルギーの早期実現を目指して日・欧共同で進めている幅広いアプローチ(BA)活動の一環として、サテライト・トカマク装置(JT-60SA)の建設を進めています。その中核機器である真空容器の一部が、4月22～23日に茨城県那珂市にある那珂核融合研究所に搬入されました。

JT-60SAは、平成20年に実験運転を完遂した臨界プラズマ試験装置JT-60を超伝導トカマク装置に改造して建設する核融合研究のための実験装置です。現在、欧州に建設中の国際熱核融合実験炉(ITER)に先行してJT-60SAの運転を開始し、ITERのサテライト装置として、その成果をITERの目標達成に反映させます。真空容器の役割は、その内部を超高真空に保つことで、1億度以上を要する水素プラズマの発生を容易にすることです。真空容器は、外径10m、高さ7m、重量約150トンに達し一度に輸送できないため、工場で20個に分割して製作され、那珂核融合研究所に搬入後、ドーナツ状に組み立てます。今回搬入された2個を皮切りに、残り18個を今後3年程度かけて順次搬入し完成させる計画です。原子力機構では、真空容器の実機製作に先立ち、溶接時の変形を抑える手法と変形の矯正手法を開発するための試作を行い、2台の溶接ロボットを使って、要求される製作精度(公差10mm以内)を実現する製作手法を確立しました。

那珂核融合研究所は、世界最大級のトカマク実験施設を有する研究所として、研究成果の創出に加えて人材育成を行う研究開発拠点となります。

詳細は那珂研ニュース http://www.naka.jaea.go.jp/naka_news/no_29/honbun.html をご覧ください。



真空容器40度セクター1体目の搬入時の集合写真

第12回 光量子科学研究シンポジウムと第3回 国際シンポジウム
[Laser-Driven Relativistic Plasmas Applied to Science, Energy, Industry, and Medicine]
とのジョイントミーティングを開催

5月30日から6月2日にかけて関西光科学研究所(木津地区)で、第12回 光量子科学研究シンポジウムとLaser-Driven Relativistic Plasmas Applied to Science, Energy, Industry, and Medicine(LDRPシンポジウム)(主催:原子力機構、国際科学技術センター、後援:文部科学省)とのジョイントミーティングを開催しました。

今年で12回目を迎えた光量子科学研究シンポジウムでは、この1年間に得られた成果や研究の進捗状況などについて口頭発表が12件、さらに共同研究、施設供用の成果などを含むポスター発表を40件行いました。

またLDRPシンポジウムは2007年9月、2009年1月に続き3回目の開催であり、今回はロシアから14名の研究者が参加されたほか、チェコ、ドイツ、米国からの参加者を含め、国内外から34件の講演が行われました。現在の高強度レーザー駆動による相対論プラズマとその応用に関する課題や開発要素、特に強光子場科学研究における現在の利用研究の取組みと問題点についての報告と議論が行われました。

126名の参加者を迎えたジョイントミーティングは4日間を通じて、国内外第一線の研究者との熱い議論が交わされ、盛況のうちに幕を閉じました。



第12回 光量子科学研究シンポジウム 集合写真

原子力人材育成センター講座のご案内

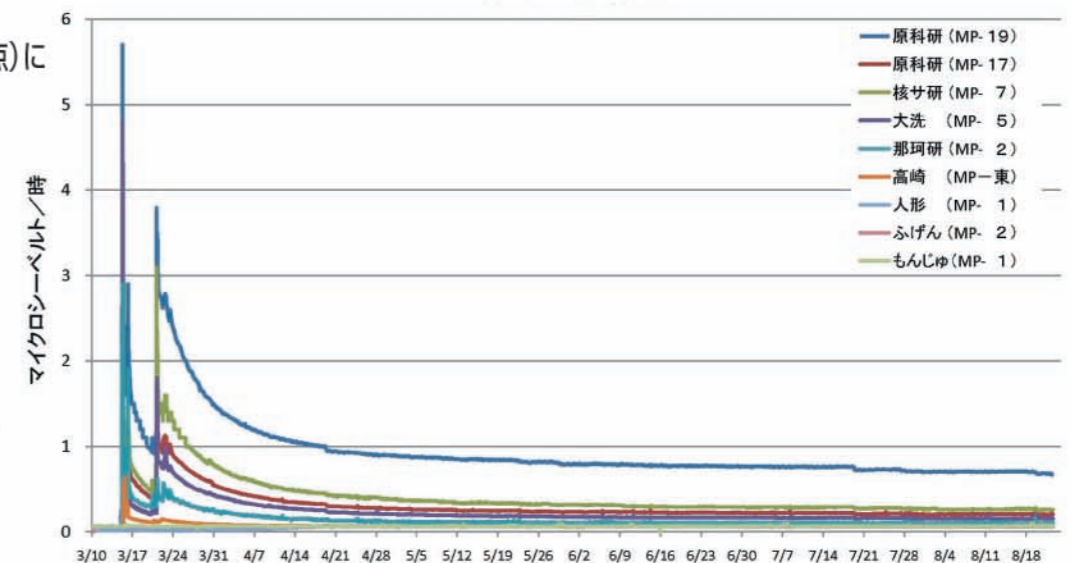
日本原子力研究開発機構の原子力人材育成センターでは、幅広く原子力関係の人材養成のための研修を行っています。今回は「放射線防護基礎コース」、「第1種放射線取扱主任者講習」についてご案内申し上げます。

	放射線防護基礎コース	第1種放射線取扱主任者講習
■コース概要	本コースは、放射線防護関係の業務に従事している方を対象に、実務に直接役立つ基礎的な知識から専門的な知識と技術までを、講義、演習及び実習をとおして習得することを目的としています。	第1種放射線取扱主任者の免状を取得するためには、第1種放射線取扱主任者試験に合格後、本講習を受講することが必要です。期間内に放射線安全管理等の講習、非密封放射性物質の安全取扱いや各種の測定実習を行います。講習終了後、文部科学大臣に対して免状交付の申請を行うことが必要になります。
■対象者	・放射線防護関係の業務に従事する技術者	・第1種放射線取扱主任者試験に合格している方
■開催日	平成23年11月7日(月)～12月2日(金)(4週間)	平成23年11月28日(月)～12月2日(金)(5日間)
■募集人数	14名	32名
■受講料	279,300円	170,205円
■申込締切日	平成23年10月7日(金) ※定員になり次第、締め切らせていただきます。	平成23年10月28日(金) ※定員になり次第、締め切らせていただきます。
■申込に必要な書類	当センターホームページのWEBからお申込みいただけます。なお、受講申込書によるお申込みも受け付けいたしますので、当センターホームページからダウンロードして、お申し込みください。ホームページアドレス： http://nutec.jaea.go.jp/	当センターホームページからのWEB申し込みにより、仮受け付けいたします。本講習については、仮受け付け終了後、専用の受講申込書の提出が必要となります。専用の受講申込書は、当センターホームページの当該講習部分からダウンロードして、お申し込みください。ホームページアドレス： 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	
■お問い合わせ先	日本原子力研究開発機構 原子力人材育成センター TEL 029-282-5668	

原子力機構各拠点の
モニタリングポスト(代表点)に
おける線量率の推移
(3月10日～8月22日)

注) モニタリングポストの線量率は、設置場所の周りの放射線の状況に依存します。原研(MP-19)は、福島第一原子力発電所から飛来した放射性物質が近接する松林に付着し、これからの放射線の影響により他のモニタリングポストよりも若干線量率が高めになっていますが、安全上の問題はありませぬ。

※原子力機構ホームページ <http://www.jaea.go.jp/>にて環境モニタリングの結果を日々お知らせしております。



●原子力機構からのお知らせ●

原子力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。

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松4番地49
電話:029-282-1122 FAX:029-282-4934
お問い合わせフォーム
http://www.jaea.go.jp/13/13_1form.shtm

●メールマガジンの配信申込みについて

原子力機構では、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、原子力機構の最新プレス発表、イベント開催案内などの情報を随時お知らせしています。配信を希望される方は、下記のホームページよりお申し込みください。
http://www.jaea.go.jp/14/14_0.html

平成22年度原子力機構の「役員の報酬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。

職員と国家公務員との給与水準(年額)の比較指標	
事務・技術職員	対国家公務員(行政職(一)) 115.5
	対他法人 109.4
研究職員	対国家公務員(研究職) 103.2
	対他法人 102.4

(注) 法人の年齢別人員構成をウエイトに用い、法人の給与を国の給与水準(「対他法人」においては、すべての独立行政法人を一つの法人とみなした場合の給与水準)に置き換えた場合の給与水準を100として、法人が現に支給している給与額から算出される指数をいい、人事院において算出している。

詳しくは下記のホームページをご覧ください。
http://www.jaea.go.jp/02/2_13.shtm