

近畿大学 原研 NEWS

Kinki University Atomic Energy Research Institute

第7号 2008.10



世界で活躍する U T R

原子力研究所 鶴田 隆雄

近畿大学原子炉は、UTR-KINKI と呼ばれている。UTR は、University Teaching and Research Reactor の略称で、この原子炉は、研究とともに当初から大学における教育をその主要な目的のひとつとして設置された原子炉であるといえる。世界には、UTR の名前を冠する原子炉がいくつかあって、これらの原子炉は炉の型式としては、アルゴノート(Argonaut)炉として分類されている。ここでは、世界で活躍するUTRの現状について紹介する。

アルゴノート炉の名前の由来は、この型の原子炉が米国のアルゴンヌ国立研究所で開発されたことによる。最初の炉(Argonaut: CP-11) が臨界になったのは1957年の2月1日のことである。その後、1974年までの間にこの型の原子炉は、世界12カ国で28基建設され、各国で大学教育、基礎研究等に活用されて来ている。

アルゴノート炉の炉心の形状には、大きく分けて二つのタイプがある。ひとつは、近畿大学炉のように、燃料と減速材の入る直方体のタンクを2個、直方体の内部黒鉛反射体をはさんで置いた二分割炉心タイプである。図1に近畿大学炉の炉心を上方から撮影した写真を示す。他のひとつは、図2に平面図を示すように、燃料と減速材の入る円環形状のタンクを円

筒形の内部黒鉛反射体の周囲にぐるりと取り囲むように置いた円環炉心タイプである。

どちらのタイプの場合も、燃料には濃縮ウラン板状燃料、減速材には軽水を用い、タンクの周囲には外部黒鉛反射体が存在している。どちらのタイプも、内部黒鉛反射体の内側で熱中性子束が最大で、しかも比較的平坦になるように工夫されている。また、内部黒鉛反射体を構成している黒鉛柱のうちの何本かは抜き差し可能になっていて、そこは照射物を挿入するのに都合のよい空間を提供する。アルゴノート炉の代表的なものを表1に示す。ほとんどの炉は、1950年代の末から1960年代にかけて作られ、設置された場所は、炉の性格上大学が多い。出力は

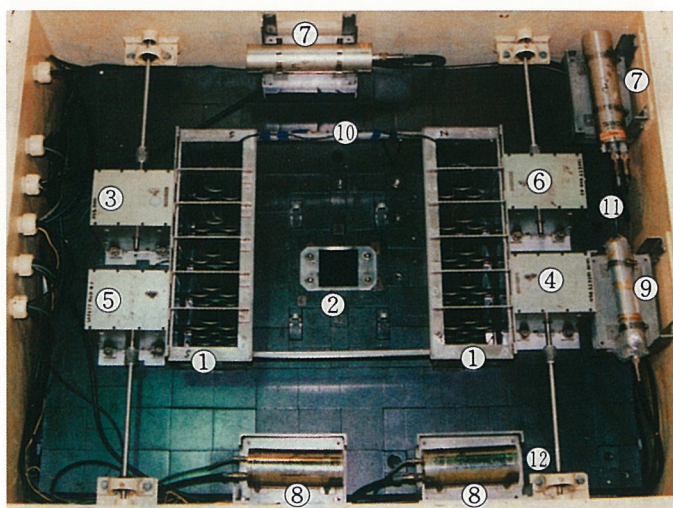


図1 近畿大学炉（2分割炉心タイプのアルゴノート炉）の炉心を上方から撮影した写真

- ①：二つの炉心タンク（燃料集合体と減速材としての水を入れる）
 ②：内部黒鉛反射体（中央は照射のための試料等を挿入する空洞）
 ③：微調整棒、④：粗調整棒、⑤：安全棒No.1、⑥：安全棒No.2
 ⑦～⑨：中性子検出器、⑩：中性子源孔、⑪・⑫：外部黒鉛反射体

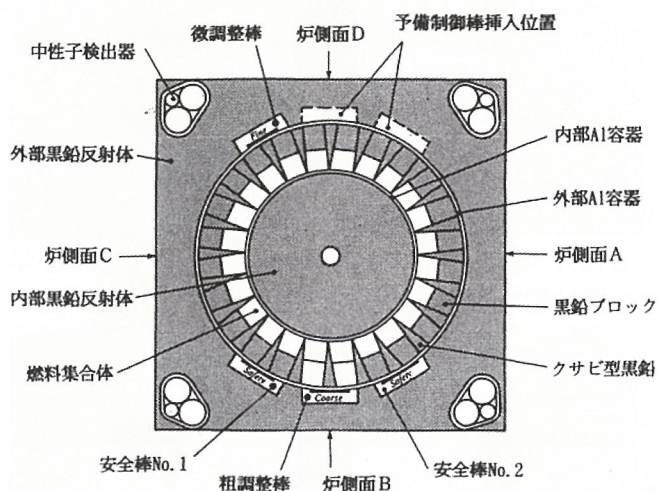


図2 円環炉心タイプのアルゴノート炉の平面図

目 次

- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| ① 世界で活躍するUTR
...1、2ページ | ④ 教員紹介
...4、5ページ |
| ② 国際会議報告 ...2ページ | ⑤ お知らせ
行事報告等 ...6ページ |
| ③ トピックス ...3ページ | |

近畿大学の1Wといった極低出力のものから最大 300kWのものまである。この出力の範囲は、研究炉のなかでは、中・小型炉の領域に属する。炉心の最大熱中性子束は、出力にほぼ比例している。近畿大学炉のように極低出力のもの場合は、減速水の自然循環で炉心の除熱が行なえるが、出力の比較的高いもの場合は、減速水は冷却水を兼ねていて、その水を強制循環させて除熱を行っている。

アルゴノート炉の多くは、その利用の目的の第一に教育を掲げていて、地域の原子力・放射線教育の拠点として人材の養成を行っている。また、中・小型炉であることから、基礎研究をその利用の目的としている場合が多く、放射化分析、放射性同

位体の製造、年代測定、中性子ラジオグラフィ、放射線測定器の開発・校正、生物に対する放射線影響、等の研究分野に対して実験の場を提供している。

表1に見られるように、アルゴノート炉にはすでに運転を停止したものもあるが、近畿大学炉のように設置以来約半世紀の間運転を続け、これからも運転を継続しようとしているものも存在する。機器の経年変化に留意し、丁寧な保守管理を行えばまだまだ活用できる実験装置である。創意工夫を重ねながら教育的効果を高め、新しいアイデアに基づく基礎研究を行うことによって、この原子炉の持つ存在価値をさらに高めてゆくことができるものと考え。

表1 代表的なアルゴノート炉 (2008年現在)

設置国	設置場所	原子炉の名称	初臨界	炉心形状	最大出力	最大熱中性子束 [cm ⁻² ・s ⁻¹]	現状
米国	フロリダ大学	UFTR UNIV. FLORIDA	1959	円環	100kW	2.0×10 ¹²	運転中
米国	アイオワ州立大学	UTR-10 IOWA ST. UNIV.	1959	二分割	10kW	1.0×10 ¹¹	停止
オランダ	エネルギー研究所	LFR	1960	円環	30kW	5.7×10 ¹¹	運転中
日本	近畿大学	UTR-KINKI	1961	二分割	1W	1.1×10 ⁷	運転中
英国	スコットランド 大学研究炉センター	UTR-300	1963	二分割	300kW	4.2×10 ¹²	停止
ブラジル	原子力研究所	ARGONAUTA	1965	円環	200W	5.0×10 ⁹	運転中
フランス	ストラスブール大学	RUS	1966	円環	100kW	1.0×10 ¹²	停止

国際会議報告

「固体中の粒子飛跡」国際会議に出席して 原子力研究所 鶴田 隆雄

9月1日から5日まで、イタリアのボローニャで開かれた「固体中の粒子飛跡」国際会議に出席しました。この会議はほぼ2年ごとに開催され、4年前のスペイン、2年前の中国に引き続く開催です。今回の会議には、世界各国から約 150名の参加があり、約 200件の研究発表が行われました。

近畿大学原研からは「固体中の粒子飛跡の観察による学校教育」と題する発表を行いました。報告者等は、我が国の学校教育の中で原子力・放射線の取り扱い方が不十分なもので、特に実験に基づく教育がほとんどなされていないことに危惧を感じ、教室で生徒が容易に行うことのできる固体飛跡検出器を用いた実験手法を開発、原研で実施されている教員研修等でその導入への提案をして来ました。

今回の発表では、その実験手法を広く世界に紹介するとともに、各国の研究者に自国の原子力・放射線教育の現状に対する評価を問い、この実験手法の導入に対する意見を聴くことを目的としました。各国の研究者とも、自国の原子力・放射線教育が必ずしも満足できる状態にないことを述べ、ここで紹介した実験手法の導入に興味を示しました。

近畿大学原研では、早稲田大学、放射線医学総合研究所等の研究者と宇宙線の線量を正確に求めるための測定器の開発研究を行って来っていますが、今回の会議では早稲田大学の共同研究者が「宇宙線中の重粒子検出のためのCR-39とDAP 共重合樹脂」と題する発表を行いました。

ボローニャは中世の伝統を誇る学術都市で、ボローニャ大学は1088年の創立、ヨーロッパ最古の大学として知られています。宗教的束縛の大きかった時代に、世界で初めて人体解剖を行った医学部の階段教室など、学問的な遺産が数多く残る学内・市内を散策しながらその長い歴史に思いを馳せた数日間でした。



会議のプログラムと要旨集の表紙

人類とエネルギーのかかわり (2)



原子力研究所 准教授 中田 早人

化石燃料への移行

ヨーロッパでは15世紀あたりから木材の入手が困難になり、18世紀には深刻化した。しかしながら、この期間に化石燃料である石炭への移行が徐々に行われた。石炭は薪炭に代わる熱源として特にコークスが開発されてからは製鉄などに広く使われるようになり、またそれまでの人や家畜、水や風に代わる動力源となる蒸気機関が発明されたことで蒸気を作るためにさらに必要とされた。

一方、灯かりのためのオイルランプの燃料として古代一部地域においては既に石油が使われていたが、ヨーロッパやアメリカでは植物性油や獣脂、鯨油が使用されていた。鯨油が手に入りにくくなってきた19世紀中頃にアメリカで地下から石油が採掘されるようになり、それを精製して得られる灯油が広く用いられるようになった。19世紀後半に内燃機関が発明されたことにより自動車や船など輸送分野において石炭に代わって石油の利用が進んだ。

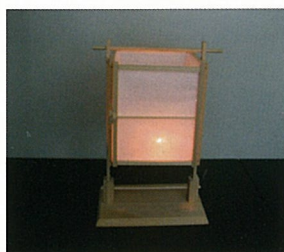
電気エネルギーの利用

電気がエネルギーとして使用されたのは、19世紀初頭のアーク灯である。19世紀後半には、掃除機や洗濯機などの家電製品がすでに見られる。電気は薪炭、石炭、石油などの一次エネルギーに対して二次エネルギーと呼ばれており、灯かり、熱源、動力源としての他、これら一次エネルギーではなし得ない情報通信の分野においても利用されている。しかしながら、電気を作るためには一次エネルギーである石炭、石油、天然ガスやウランなどが主として使われているが、その存在量は有限である。そのため自然エネルギーで無限にあるとして期待される太陽光や風力による発電システムが近年急速に取り入れられつつある。

灯かりでみる人類とエネルギーとのかかわり

前号から人類とエネルギーのかかわりについて述べてきた。人類が利用してきたエネルギーを身近なもので示すことはできないかと考え、灯かりの変遷というテーマで古今の灯かりの道具を揃え話すことにしている。人類が最初に利用したエネルギーは火である。火は灯かりの他暖房や調理にも使われる。最初の住まいが洞窟だとすると、中の灯かりは焚き火であろう。家に住むようになれば、暖炉が囲炉裏、外では篝火や松明

が使われた。家の中では動物や植物の油をオイルランプの燃料として使う。その後蜂蜜や獣脂からロウソクが作られ、日本では木燭が使われている、ここまでは所謂バイオエネルギーである。石炭が使われるようになって、コークスを作るときの副産物となる石炭ガスがガス灯の燃料として、またオイルランプの燃料としては石油から精製された灯油が使われた。これらは化石燃料エネルギーである。アーク灯に始まり、白熱電球、蛍光灯、発光ダイオードなどは電気エネルギーによるものである。灯かりは、オイルランプ、ロウソク、ガス灯など燃焼や白熱電球のフィラメントからの熱放射によるものから、蛍光灯や発光ダイオードのように蛍光を利用したものに変わりつつある。白熱電球の外観と同じもので電気代が五分の一を謳った電球形蛍光灯が造られ、また環境や省エネルギーを考慮して白熱電球の製造停止を決めたメーカーがある。人類が火を使い始めてから100万年とも言われ、今日までその時代に手に入れられるエネルギーを利用していろいろな灯かりを創ってきた。今後も多様なエネルギー源を利用しその時代の人々が叡智を傾けた灯かりが創られ室内や街を照らしていくに違いない。



行 灯



石油ランプ



ガス灯 (大阪)



エジソン型白熱電球



着任のご挨拶

原子力研究所

講師 杉山 亘

みなさま、はじめまして。平成20年度に採用となりました、杉山亘(すぎやま わたる)と申します。よろしくお願い申し上げます。私は、平成7年3月に東京工業大学大学院理工学研究科原子核工学専攻修士課程修了後、中部電力株式会社に入社し、原子力発電に関する業務を行っておりました。具体的には、浜岡原子力発電所の放射線管理などを約3年間、原子炉設置(変更)許可に関する対応などを約5年半(3年と2年半の2回を経験)、電力技術研究所で放射性廃棄物の減容に関する研究を約4年間、それぞれ経験しました。

まず、最初の配属先である浜岡原子力発電所では、原子力発電所に関する基礎的な研修を約半年受けました。この研修期間には、残業が一切ないことから、帰宅後に十分な時間があつたので、第1種放射線取扱主任者の筆記試験の勉強をしました。この研修期間終了後、浜岡原子力発電所の各部署に配属されることになります。結構、まじめに勉強しましたので筆記試験には自信があることを本配属決定の面接場で上長に伝えたところ、資格に直結する放射線安全課に配属となりました。なお、放射線安全課に配属となってから筆記試験の合格発表があり、必要な実習の後、第1種放射線取扱主任者免状を取得しました。

放射線安全課では、放射能で発電所内が異常に汚染されていないか、発電所内をパトロールする日々でした。このパトロールを行うことで、原子力発電所のスケールを実感することができました。また、実際に原子力発電所が安全に運転・運営されていることを自分自身で理解することができました。さらに、放射線安全課での業務として、作業者の管理などの業務も経験しました。

この頃の私は、仕事をするだけでは満足できず、自己を高める何かを求めておりました。それは、原子力発電とは何かという漠然としたものでありました。そこで、会社の勧めもあり、原子炉を運転するには必須である原子炉主任技術者という資格取得を目指しました。多くの方々は、耳にしたことがない資格だと思います。原子核工学を専攻した私ですが、この資格については詳しく理解しておりませんでした。受験する覚悟を決めた旨を会社に伝えたところ、この資格の筆記試験の過去問を渡されました。その時に初めて問題の難しさを知り、非常に驚きました。試験科目は6科目あり、試験期間は3日間です。特に苦労した科目は、法令でした。この資格も自動車の運転免許と同じく、原子炉を運転するための資格なので、法令を覚える必要があります。法令は各種多岐にわたる内容が、まるで複雑な柄の布の縦糸と横糸のように絡み合っており、初めは法令を読むことすらできませんでした。有資格者から、法令以外の5科目が全て満点でも、法令が9割以上正解していないと、自動車の運転免許と同じで不合格になるとアドバイスを受けたため、法令を重視しました。次に苦しんだのは、安全審査指針でし

た。安全審査指針とは、原子炉を安全に設計・運転・運営するためのバイブルと私は思います。しかし、学生時代には法令と同じく安全審査指針の勉強をしたことがなかったので、法令以外の5科目では、安全審査指針に関する内容が多く含まれているため、重要な指針を確実に理解する必要あり、ノートに何回も書いて覚えました。第1種放射線取扱主任者の試験とは比較にならないほど一生懸命に勉強しました。最後に口頭試験でも苦しみましたが、原子炉主任技術者の免状を取得することができました。

資格を取得すると、その資格を生かしたいという自分の気持ちを抑えられず、原子炉設置(変更)許可に関する業務を行いたいと放射線安全課の上司に伝え、本店に転勤することができました。そこでの業務は、正に原子炉主任技術者試験で勉強した安全審査指針と法令に関する業務でした。しかし、この業務には、法令や安全審査指針と共に重要な経験である原子炉の運転に関する経験が必要でした。例えば、原子炉を緊急停止する信号がどのような条件で設定されているのかなど、原子炉の運転を経験している者であれば当たり前のことを私は理解していなかったため、各種資料を作成する上で非常に苦労しました。また、資格試験に頻繁に出題される原子炉設置(変更)許可申請書の勉強から、そのボリュームを認識しておりましたが、業務となるとやはり、圧倒されました。私が初めて担当した浜岡原子力発電所5号炉の原子炉設置(変更)許可申請書のページ数は確か1899ページと覚えています。この業務で、原子炉設置(変更)許可申請の事務局として、被ばく評価、重大・仮想事故、動特性、技術的能力を担当し、原子炉設置(変更)許可に関しては、概ね理解できたと思っております。

浜岡5号炉増設、浜岡1~4号炉の高燃焼度燃料の採用に関する原子炉設置(変更)許可申請の業務を行った後、放射線安全課で仕事をしていた時に気になっていた廃棄物の処理について研究したいことと同時に、さらに自己を高めるために博士の学位を取得したいと思うようになりました。このことを上役に申し出たところ、電力技術研究所に転勤することができました。なお、電力技術研究所で約4年間、放射性廃棄物の減容に関する研究を行った後、浜岡4号炉のプルスーマルに関する原子炉設置(変更)許可に携わりました。

電力技術研究所には、廃棄物の減容処理の研究ができる装置などはありませんでした。しかし、この研究を自分で行いたいということをあきらめることはできませんでした。そのため、修士時代の恩師のみなさまに相談した結果、信州大学で十分な実験ができること、さらに、私の修士時代の指導教官が信州大学大学院工学系研究科社会人博士後期課程に在籍し放射性廃棄物の減容処理に関する研究することにしました。そして超臨界水という水蒸気をさらに高温高压にした水で放射性廃棄物を分解する研究をしました。研究では、放射性同位元素を用い放射性廃棄物の模擬物質を減容処理することを行いました。しかし、信州大学では、放射性同位元素を扱うことができなかったため、修士時代の先輩である東北大学金属材料研究所の教員に頼り、そこで実験を実施することにしました。

次に、社会人博士時代の思い出を記します。学部卒業研究ではフッ素を含有する希土類ガラスの合成を、修士課程の研究では希土類ポリエーテル錯体の合成をしました。これらの合成は、当時、指導教官と先輩から非常に難しいと言われておりました。特に、希土類ポリエーテル錯体の合成では、希土類が加水分解しやすいため苦労しました。そのため、合成に必要な論文を読み、その論文から読み取れる実験条件を変更しては、その内容を都度、ノートに記すことで、合成に成功することができました。そして、指導教官と先輩から、私のノートを読むと実験した気になれると言われ、実験には自信がありました。しかし、会社には実験装置がないことから、

大学で実験せざるを得ず、毎日実験できないため、時間的に苦労しました。指導教官から、博士の学位を取得するには、国際学会での口頭発表2回と査読付論文2報が条件と言われました。論文の2報目がなかなか査読通過せず、博士学位予備審査の前々日に査読通過のメールをエディターから受信したことを覚えています。かなり厳しい状況に追い込まれておりましたが、「念ずれば花ひらく」という言葉は正しいと、その時思いました。

これまで、民間企業の社員でしたこともあり、少しずつ大学教員の業務の内容を理解しつつあります。今後とも、よろしくお願い申し上げます。

研究紹介 超臨界水を用いた放射性廃棄物の減容に関する研究

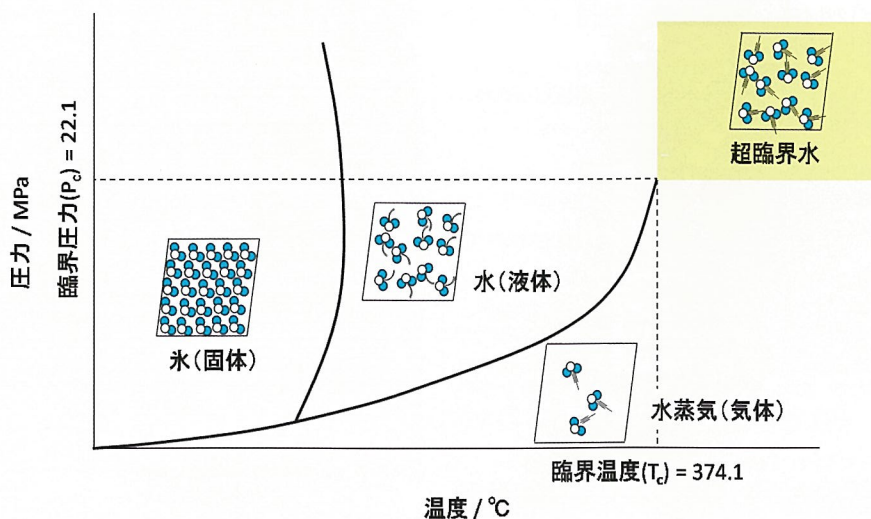
杉山 亘

今後は博士課程の流れで、超臨界水を用いた研究を行いたいと思いますので、このテーマについて簡単に説明します。この4月から着任しましたため、まだ、実験装置などが手元に全くない状態です。何とか、資金を調達し、早く装置を揃えたいと考えております。今年は、東北大学金属材料研究所との共同研究が採用されましたので、東北大学で実験を行う予定です。

超臨界水は、水蒸気よりも高温高压であり、水蒸気と油に類似する性質をもつ流体であります。そのため、非常に難燃物を分解するための溶媒として適していると言えます。つまり、水が非常に激しい分子運動をすることで難燃物を物理的に攻撃すると共に、誘電率が有機溶媒程度になることから、難燃物を分解する溶媒として期待されています。その理由は、有機溶媒は水に比べ有害性があると言えますが、超臨界水では高温高压状態から常温大気圧状態にすることで水になることから安全性は有機溶媒より高いためです。超臨界水

のイメージを下図に示します。この図から、水の臨界圧力と臨界温度を超えた領域にある水が超臨界水と定義されます。近年では、超臨界水を難燃物の分解溶媒として利用するだけでなく、何かを合成するための溶媒として利用する研究が進められております。先ほども述べましたが、超臨界水は有機溶媒に類似する特徴があるため、水を用いた有機合成ができると考えられます。有機合成の基本は、アルコールやエーテルなどの有機溶媒を用いることですが、水から有機合成ができるということは有害性が低くなるという点でも優れていると考えます。

このように、超臨界水の応用範囲は難燃物、つまり有機物を分解することから有機物を合成することまで、様々な用途に利用できると考えられており、その有望性が尽きない分野であります。今後、その応用範囲が広がり、超臨界水が日本の技術として確立することを目指して研究を進めていきたいと考えております。



第11回

原子力展のお知らせ

原子炉運転見学会
&
原子炉施設見学会

PET診断

放射線照射治療

骨密度測定

工作教室「燃料電池」

電気自動車試乗体験

若狭路物産展

場所

近畿大学原子力研究所

日時

平成20年11月1日(土)/2日(日) 10:00~17:00

入場
無料世界一かわいい
原子炉の運転
見学会が
あるよ!近畿大学大学原子炉
のマスコット
「1Wくん」
のぬいぐるみが
完成しました!

サイズ(大) 身長30cmぐらい (非売品)

僕は世界一小さな
原子炉。エネルギー資源
の乏しいわが国の原子力
人材育成の為に
がんばってます。

★研究所行事報告

◎研修会

【原子炉実験・研修会】

1日コース

2008年7月30日 2008年8月1日
2008年8月6日 2008年9月20日

2日コース

2008年 7月23日~24日
2008年 7月25日~26日
2008年 8月4日~5日
2008年 8月26日~27日
2008年10月15日~16日

【文部科学省関連講習会】

2008年 10月3日~4日
平成20年度原子力体験セミナー
[専門(上級理科)コースIV]

◎今後の研修会予定

【原子炉実験・研修会】

1日コース

2008年11月21日 2008年12月4日
2008年12月5日 2008年12月6日

卒業生の近況報告

2005年度卒業 岩井 一朗 (株式会社ESRIジャパン)

情報学科を卒業後、大学院総合理工学研究科(原子力エネルギーコース)へ進学し、今年から株式会社ESRIジャパンというGIS(地理情報システム)の会社で、IT系のコンサルティング業務をしています。現在は、原子力に直接関係することはありませんが、原子力研究所での勉強・研究を通して学んだことや先生方に教えていただいたことは、日々の業務でも社会人としても確実に私の支えとなっています。そして、今はまだまだ勉強中の身ですが、GISは原子力と同様に幅広い分野に応用できる技術ですので、今後も努力を重ね、いつか私の大学院での研究テーマでもあった防災システムで原子力業界と関わることができればうれしいと思っています。



2000年度卒業 守屋 嘉則 (福島県生活環境部原子力安全対策課)



原子炉工学科を卒業し、大学院総合理工学研究科を修了(02年度)後、BWR・PWRプラント両方を経験し、現在は福島県原子力安全対策課で原子力発電所の安全確保に関する業務を行っています。複数の職場を経験して感じたことですが、原子力に関する理論や機器について「知っていること」「触ったこと」が最強の武器になります。原子力研究所は、原子炉運転研修をはじめとする体験による教育活動で、原子力業界に貢献できる非常に価値あるものだと思います。まだまだ若輩の身ですが、今までの経験を活かして原子力に対する理解と安全・安心を与える役割に今後も精進したいと思います。末筆ながら原子力研究所の益々のご発展を祈念いたします。

管理室だより

☆ 平成20年度施設利用登録者 36件 教職員 39名
(外部派遣等含む) 学 生 77名
その他 7名

☆ 平成20年度近畿大学原子炉利用共同研究登録者 23件 73名
参加大学: 名古屋大学、大阪府立大学、摂南大学、神戸大学、
大阪大学 2件、九州大学、広島大学 2件、福井工業高等専門学校、
大阪産業大学、東京大学、核融合科学研究所、兵庫教育大学、
新潟大学、東海大学 2件、鳴門教育大学、大阪信愛女学院
短期大学、岡山大学、京都大学、産業医科大学、東京工業大学
京都大学

☆ 原子炉施設等見学者数
平成19年度 2,263 名
平成20年度(平成20年4月~平成20年9月) 1,170 名

☆ 原子炉運転実績

昭和36年度~平成19年度 累積運転時間 : 27,616 hr
累積熱出力量 : 16,383 W・hr

平成19年度 運転時間 : 653 hr (355 hr)
熱出力量 : 355 W・hr (248 W・hr)
利用日数 : 164 日 (74 日)

平成20年度(平成20年9月末現在)

運転時間 : 344 hr (155 hr)
熱出力量 : 193 W・hr (102 W・hr)
利用日数 : 88 日 (33 日)
() 内は共同研究利用状況

☆ 検査および査察等

核燃料物質実在庫量調査 平成19年10月25日
平成19年度第3四半期保安検査 平成19年12月3日~4日
原子炉施設定期検査 平成20年3月3日~5日
平成19年度第4四半期保安検査 平成20年3月6日~7日
平成20年度第1四半期保安検査 平成20年6月10日~11日
平成20年度第2四半期保安検査 平成20年9月25日~26日

発行所 近畿大学原子力研究所

〒577-8502 東大阪市小若江3-4-1 TEL 06-6721-2332

Homepage <http://kuaeri.ned.kindai.ac.jp/>

発行日: 2008年10月22日 発行責任者: 伊藤 哲夫