

アトムサイエンス くまどり

vol. 13

2012.秋冬号

<http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/>

巻頭特集

**ホウ素中性子捕捉療法(BNCT)、
新たなる高みに立つ**



ASKレポート.1

研究ハイライト

ASKレポート.2

**アトムサイエンスフェア
講演会・実験教室について**

ASK WORLD レポート

熊取滞在記

ASKインタビュー

京都大学原子炉実験所の人たち

INFORMATION

ASK揭示板

ホウ素中性子捕捉療法(BNCT)、新たなる高みに立つ

粒子線腫瘍学センター・小野公二教授

待ちに待った治験が始まりました。世界初の加速器中性子によるBNCTの治験が終に始まったのです。最初のBNCTから38年、臨床研究の再開から22年、実験所における営々たる研究の蓄積が、今、世界初の治験として結実したのです。BNCTに係る基礎と臨床研究の責を負う者として、感慨、ひとしお深いものが在ります。ここに、これまでの研究を回顧しつつ、現状と将来を概観します。

BNCTは中性子とホウ素を利用した放射線(粒子線)治療の一種です。陽子と共に原子核を構成する中性子は電荷を持たず電気的に中性なので中性子と呼ばれています。その為、正の電荷を持った原子核に潜り込み易い、原子核の側からすれば捕獲し易い粒子です。特にエネルギーの低い熱中性子は捕獲されやすい性質を持っています。BNCTで使うホウ素原子核の場合は中性子を捕獲すると、直ちに α 粒子とLi原子核に分裂します。これら分裂粒子が飛び距離は一般的細胞の直径よりも短いので、反応ががん細胞で起こるとがん細胞のみを壊します。がん細胞に選択的に良く取り込まれるホウ素化合物を与えた後に、がん中性子を照射すると、がんが選択的に壊れて副作用の殆ど無い治療が実現します。これがBNCTの原理です。

我が国の臨床BNCTの嚆矢は1968年のそれですが、1974年の実験所初の試みは成功とは言えませんでした。医師団と実験所員の関係も今ほどではなかったと聞いています。こうした事情で臨床研究の休止は1990年まで続きました。学際的研究における指導者の要件、研究集団の有り様に多くの教訓を残しましたが、16年に及ぶ休止は大きな負の遺産ともなりました。

1990年、臨床研究の再開は武蔵工大(現東京都大学)炉の運転不能事態によってもたらされました。私は再開から研究に関わりましたが、医学部から異動の1991年秋からは研究の責任者となりました。当時、BNCT研究は必ずしも歓迎されていませんでした。炉の停止と再起動を要するBNCTは連続したビーム利用が必要な研究者には不都合だったためです。欧米は既に熱外中性子利用の直前で、熱中性子に特化した重水設備は世界の趨勢に遅れた設備でもあり、熱外中性子と連続運転中の臨床利用を可能とする改造が待望されていました。その時、困難と知りつつも文科省に要求していた改造費

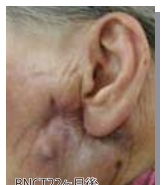
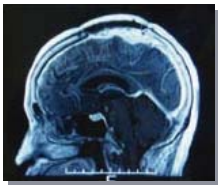
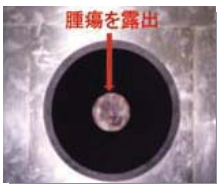
が、1995年度の補正予算で充たされました。重水設備での実験中に電話連絡を頂き、その時の感激は今なお記憶に鮮明です。改造なくしてその後の発展は在りませんでした。しかし、改造設備の性能は目標の1/3に止まり、その後、ガンマ線の増加を容認して調整を指示、何とか2/3まで上昇しました。性能が目標に届いていたなら、4~5年は早く研究が進んででしょう。反面、弱点克服の苦悩から今に生きる種々のアイデア・技術も生まれました。腫瘍の硼素濃度の上昇をも意図した硼素薬剤の二剤併用、中性子分布を改善する術後死腔髄液の非侵襲的空気置換や照射野中央部の遮蔽、MRIによる選択的動注やホウ素薬剤の肝腫瘍への選択的閉じ込め等、がそれです。

2001年12月に行った再発耳下腺癌のBNCTの成功は研究に大きな飛躍をもたらしました。適否審査の申請を躊躇する程の巨大な腫瘍で、顔面皮膚が広く破壊された症例でしたが、幸いにも「先ず目標量の50%を照射、安全性と効果を確認した後に、残りの50%を照射のこと」の条件付で許可されました。理論に違わず、軽度皮膚反応の外に有害事象なく腫瘍は略完全に縮減しました。再発頭頸部がんに対する世界初のBNCTの成功です。翌年の国際学会での本症例の発表は欧州における頭頸部がんBNCTの開始の契機ともなり、KURでも刺激されたように様々ながんのBNCT件数が急増、2005年度には86件に達しました。頭頸部がんでの硼素薬剤の選択的動注投与、悪性髄膜腫、多発肝臓がん、悪性胸膜中皮腫、肺癌、直腸がん局所再発、四肢の肉腫のBNCT等、研究に参画するグループの増加もあり、研究は大きく飛躍しました。

かかる研究の進展を予期し加速器中性子源の開発プロジェクトを開始したのは2003年でした。住友重機械工業との共同開発になる加速器中性子源は、2008年末に実験所に設置され、陽子電流の漸増を経て2009年夏、ビームの物理特性試験、ステラファーマとの共同による生物特性試験へ進みました。これら結果に基づき本年春には再発悪性神経膠腫を対象とする治験申請を行い、この10月、終に治験開始となったのです。BNCTはがん種毎の治験を必要とし、広い適応承認には長い時間を要します。今後、再発頭頸部がん、悪性胸膜中皮腫などの肺癌の治験に向けた準備も進めねばならないで

しょう。世界の研究者が注視する今回の治験の成否はBNCTの将来に重大なる影響を与えます。我々は尚一層、奮励努力しなければなりません。

原子炉実験所でのBNCT研究の発展に寄与した要素の第1は、研究に責任を負う研究分野の存在です。更には言えば、BNCT研究の



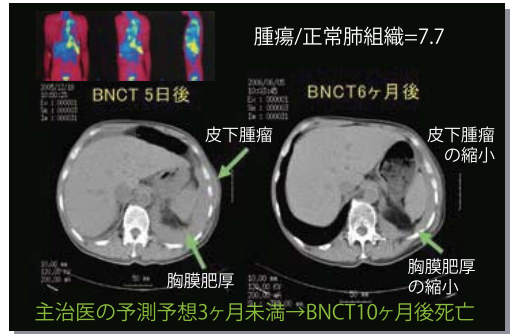
熱外中性子利用が照射方法を変えた中性子エネルギーのやや高い熱外中性子利用によって照射時に手術で腫瘍を露出させて照射する術中照射(上段)から、照射時手術の不要な外照射(下段)へと変わった。

BNCTの歴史を変えた再発耳下腺癌のBNCTの成功

全てを博観できる放射線腫瘍学の専門家をそこに集めたことでしょう。それにより放射線科、脳外科、耳鼻咽喉科、皮膚科、外科等々の臨床医から、生物学者、医学物理学者、化学者等に到る多くの関連研究者を糾合できました。第2は、研究用の中性子源(原子炉)の存在です。大学などの研究者に広く門戸を開いた利便性の高い全国共同利用の設備無くして今日の発展が無かったのは明白です。第3は、特に2000年以降、BNCT研究が所内各分野・部門の研究者、技術職員、事務職員の方々の広い支持を得て、強力に支えて頂いたことです。第4は、地元住民と自治体、特に熊取町や大阪府の方々の強い支援です。そして第5は共同研究企業の住友重機械工業およびホウ素10を高純度に濃縮できる今や世界唯一で在阪企業でもあるステラケミファ(ファーマ)の努力です。



我々は研究炉に加え、臨床専用の新たな中性子源を実現しました。上記の5要素が維持される限り、我が国の、そして、亦世界に冠たるBNCT研究のセンターとしての原子炉実験所の地位が揺らぐことは無いと確信しています。引き続きのご支援をお願いする次第です。



BNCTを行った世界初の悪性胸膜中皮腫例



世界のBNCT施設と実施件数・群を抜(京大炉・KUR)の実績



世界初のBNCT用サイクロトロンと中性子照射システム



設置されたイノベーションリサーチラボラ

熊取アトムサイエンスパーク構想 講演会「BNCTの夜明け」 放射線医学物理学研究分野・田中浩基助教

平成24年11月10日に熊取町町民会館ホールで、熊取アトムサイエンスパーク構想講演会「BNCTの夜明け」が、熊取町・大阪府・京都大学の主催、文部科学省・近畿経済産業局の後援で開催されました。本実験所で研究が進められているBNCTの、世界初の加速器による治験が始まったことを報告するために開催され、約300人の参加者が来場されました。

開会にあたり、長安国土交通副大臣・衆議院議員、松本文部科学副大臣・衆議院議員をはじめ、ご来賓の方々から祝辞を頂きました。長安国土交通副大臣からは京都大学原子炉実験所が、がん医療の拠点となることを期待しており、地元議員として応援していくと、松本文部科学副大臣からは原子力の安全に貢献する人材の育成を支援していくとのお言葉を頂きました。

講演会第1部では本実験所の田中浩基助教から放射線の基礎、BNCTの詳細な原理、BNCTと他の放射線治療との比較についてなど、BNCTに関する基礎的な内容について講演がありました。第2部では本実験所の小野公二教授から、京都大学研究用原子炉を用いたBNCTのこれまでの臨床研究の成果につ

いて紹介があり、加速器によるBNCTの治験に到るまでの経緯について講演がありました。さらに地元住民や自治体、特に熊取町や大阪府の強力なサポートが、本実験所におけるBNCT研究の発展に欠かせなかった要因の一つであり、これからも継続してご支援を頂けるようお願いがありました。

会場の参加者からはBNCTで使用されている薬剤やBNCTに関する基礎的な内容の質問、治験における当局とのやり取りに関する専門的な質問などがあり、活発な質疑応答が行われました。BNCTに対する関心が一般の方々に広がってきていると思いました。

熊取町において世界で初めての加速器によるBNCTの治験が始まり、BNCTのさらなる医療展開への期待感が高まっているのを講演会終了時の拍手の大きさから感じ取れました。この期待感に応えられるように、より一層の努力を継続していく必要があることを痛感しました。



ASKレポート.1 研究ハイライト

環境中微量元素の挙動解明

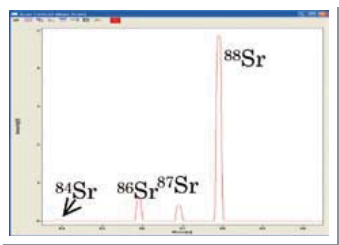
原子力基礎工学研究部門放射性廃棄物安全管理工学研究分野・福谷哲准教授

セシウム-137(^{137}Cs)、セシウム-134(^{134}Cs)やストロンチウム-90(^{90}Sr)など、東京電力の原子力発電所事故ですっかり有名になってしまった放射性核種ですが、今回の事故以前にも日本の環境中には諸外国の核実験やチェルノブイリ原発事故由来の放射性核種が存在していて、私たちの研究グループでは従来そういった放射性核種の挙動を研究してきました。また放射性核種だけでなく、製錬工場や都市ごみ焼却施設などから環境中に負荷された微量元素などの挙動も対象としています。それらの濃度を放射線計測法、質量分析法や原子炉実験所の研究炉(KUR)を用いた放射化分析法などの手法で測定し、対象物の実環境中での濃度分布や移行を評価したり、実験室内で模擬的な環境を設定して対象元素を添加しその挙動を詳しく観察したりして、人為的に環境中に負荷された元素がどのような振る舞いをするのか解明する研究を行っています。



近年は質量分析機器の性能が向上し、安定(放射性ではなく崩壊しない、という意味で安定)同位体核種を質量数で精度良く分離・検出することが比較的簡単に行えるようになってきました。例えばストロンチウムには質量数が84,86,87,88のそれぞれ ^{84}Sr 、 ^{86}Sr 、 ^{87}Sr 、 ^{88}Sr という安定同位体核種が存在していますが、質量分析機器では ^{84}Sr 、 ^{86}Sr 、 ^{87}Sr 、 ^{88}Sr を磁場と電場の作用で分離して、個別に計測することでその存在割合(同位体比)を導出することが出来ます。それぞれの元素の同位体比は地球上でほぼ同じですが、精密に測定するとわずかに異なっていることが分かります。精密に精度良く測定された同位体

比は汚染元素の発生源を特定するのに強力な武器になると考えられ、適用可能な元素の選定、その最適な測定方法の開発に努めています。例に挙げたストロンチウムの同位体分析は地質学や考古学の方分野でよく行われていますが、 ^{90}Sr を含めた同位体比を導出した例はありません。これは ^{90}Sr の存在量が安定ストロンチウム同位体の存在量に比べて、まさに桁違いに少なく、質量分析機器では検出することが難しいからです。現在私たちの研究グループでは原発事故問題に関連して、 ^{90}Sr を含めたストロンチウムの同位体比を導出しようと日夜チャレンジしています。



表面電離型質量分析装置で測定したストロンチウム同位体



中性子を利用したリチウムイオン蓄電池に関する研究

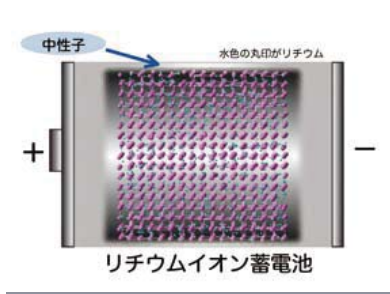
粒子線基礎物性研究部門中性子材料科学研究分野・森一広准教授

中性子は、物質中の原子の配列や運動の様子を見ることが出来るため、物質科学の研究において大変貴重な測定プローブの1つです。特に、水素(H)やリチウム(Li)といった軽元素に対して良好な感度を示すため、最近ではリチウムイオン蓄電池や水素貯蔵材料のようなクリーンエネルギー材料の研究にも多く利用されています。



ここで、中性子を利用したリチウムイオン蓄電池研究の一例についてご紹介致します。従来のリチウムイオン蓄電池では、主に有機電解液を使用しており、液漏れや発火等の危険性がありました。また、自動車搭載用蓄電池については高出力化が求められており、電解質材料の抜本的な開発が必要とされています。その解決方法の1つとして、有機電解液に替わって無機固体物質(固体電解質)を利用する方法が考えられており、固体中でリチウムイオンが高速に稼働できる材料(リチウムイオン伝導体と呼ばれています)の探索やリチウムイオンの伝導メカニズムを明らかにすることが重要な研究テーマとなっています。そこで、私が所属している中性子材料科学研究分野(福永俊晴教授研究

室)では、新規固体電解質の探索を行うと共に、中性子やX線を利用してリチウムを含む原子の配列について詳細に調べ(図を参照)、原子レベル(サブナノ～ナノスケール)の視点からリチウムイオン伝導メカニズムを解明する研究に日々取り組んでいます。近い将来、高品質で安全な蓄電池を普及させるためにも、このような中性子を利用した材料研究が欠かせません。この他にも、セメント材料や水素吸蔵材料など、様々な実用材料に注目して中性子材料科学の研究を推進しています。



ASKレポート2

アトムサイエンスフェア講演会・実験教室について

京都大学原子炉実験所では、地元自治体（熊取町、泉佐野市、貝塚市）の協力を得て、平成24年10月13日（土）に「アトムサイエンスフェア講演会2012」を熊取町の「煉瓦館」で開催しました。

このイベントは、地域住民の方々に研究成果などの情報を広く発信し理解を深めていただくことを目的に、平成17年度から、毎年テーマを変え実施しているものです。

当日は、原子炉実験所の谷垣実助教に「GPS連動型放射線計測システムKURAMAの開発と運用～地域を見守る「目」～」、そして、首都大学東京大学院理工学研究所の海老原克教授に「宇宙からのお土産“はやぶさ探査機が持ち帰った微粒子”の分析・何が分かったか?」と題した講演を行っていただきました。

講演後は活発な質疑が行われ、盛会のうちに終了しました。



京都大学原子炉実験所では、平成24年10月21日（日）に第11回「アトムサイエンスフェア実験教室2012」を開催しました。

このアトムサイエンスフェア実験教室は、小学生・中学生を対象とした実験教室で、平成14年に開始以来、好評を博しております。実験教室では、例年通り、2つの実験コーナーと6つの体験コーナーを設け、今回からスタン



ダラリ方式により、参加者が各コーナーを順次体験し、楽しんでもらえるようになっています。

当日は、52名の子供（保護者を合わせると96名）の参加がありました。小学生を中心とする参加者はそれぞれのコーナーで目を輝かせて実験に取り組み、驚きの体験をして歓声を上げ、また、熱心に質問し、未来の科学者を彷彿させる姿も見受けられました。

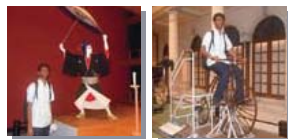
最後に実行委員長から参加者に「アトムサイエンス博士」の称号が授与され、参加者は恥ずいながらも嬉しそうに修了証を受け取っていました。終わりに、このフェアの開催にあたっては熊取町、泉佐野市及び貝塚市の各教育委員会にご協力をいただき、大盛況のうちに終わることができました。厚く御礼申し上げます。今回の実験教室を通して科学に関心を持つ方が青年層を中心に少しでも増えれば、この上ない喜びです。

ASK WORLDレポート 熊取滞在記



放射線生命科学部門 放射線機能生化学研究分野（藤井研究室）
Srinivasagan Ramkumarさん（日本語訳：同研究室博士後期課程2年 坂上弘明さん）

Konichiha, I am Srinivasagan Ramkumar from INDIA, Doctoral student of Dr. K. Anbarasu in Department of Marine Biotechnology, Bharathidasan University, Tiruchirappalli, Tamil Nadu. It a great opportunity to work with Dr. Noriko Fujii laboratory under DST-JSPS program. As part of collaboration work I was engaged as a member in the Indo-JSPS project and based on my research guide request Dr. Noriko Fujii was very kind enough to permit me to work for six month at Research Reactor Institute, Kyoto University, Japan. I am very grateful to Dr. Noriko Fujii for extending her boundless kind, love and help during my stay. Life at Kumatori was so touching that never let me feel that I am away from my home town. I was exposed to many recent advanced techniques in protein biochemistry with the help of my friends in Prof. Fujii laboratory. I was taken up by Japanese people's kindness over the foreigners as well as their politeness. Celebration with my laboratory colleagues was very enjoyable and memorable moments deeply imprinted in the core of my heart. I visited lot of cities like Osaka, Kyoto, Nara and Tokyo. Especially in Tokyo I was amazed to view the sculptures and other monuments in the museum which made me much aware of the ancient days culture of Japanese peoples. Overall, I was very impressed by the Japanese people and their gesture, I am very much thankful to my guide Dr.K.Anbarasu and Dr. Noriko Fujii for providing me the golden opportunity.



こんにちは！私はインドから来ましたスリニバサガン・ラムクマルです。タミルナドゥ州ティルチラッパリにあるバハラティダッサン大学海洋生物学工専攻でクマラサミー・アンバラス先生の指導を受けている博士課程の学生です。Department of Science and Technology (DST:インド科学技術省)-Japan Society for the Promotion of Science (JSPS:日本学術振興会)の二国間交流事業で藤井紀子先生の研究室と一緒に研究できることは、私には願ってもないチャンスでした。藤井紀子先生は、私が二国間交流事業のメンバーとして6ヶ月間、京都大学原子炉実験所で共同研究する事を快く引き受けてくださったので、日本での滞在期間中、愛情のこもったたくさんのもてなしや支援をして頂き藤井先生には心から感謝しています。熊取で過ごした日々は非常に思い出深く、とても楽しいものでした。また、誰もがとても親切で協力的だったので、故郷から遠く離れている気がしませんでした。

藤井研究室のメンバーである友人の助けを借りて、タンパク質生化学に関する多くの最先端の技術に触れました。みなとても親切であたたかく私に接してくれました。研究室のメンバーとは何度もパーティーをしました。それは楽しい時間で、心の奥深く刻まれています。東京、大阪、京都、奈良などの都市にも行きました。特に江戸東京博物館では、歴史的な彫刻や建造物を見て驚き、日本の昔の文化を知ることができました。日本人やそのしぐさがとても印象的でした。絶好の機会を与えてくれたアンバラス先生および藤井紀子先生にとても感謝しています。

原子炉実験所図書室(総務課図書掛) 中塚弘人さんに聞く

Q1:原子炉実験所に来られたいきさつを教えてください。

平成14年に京都大学図書系職員として採用されました後、学内の図書館(室)にて勤務しています。数年毎に異動があり、この4月に、当所に配属となりました。

Q2:原子炉実験所図書室について教えてください。

蔵書構成は、図書資料が約5万5千冊、雑誌資料は1053タイトルを備えています。その内、洋書は約3万7千冊、洋雑誌が862タイトルと、大部分を占めています。当所で行われている研究・教育に関連する専門資料を、多分野に渡り収集しています。主な利用者は、当所員なのですが、その他にも所内施設の利用のため来所される全国の研究者の利用もごさいます。

Q3:原子炉実験所の図書室ということで、京都大学内の他の図書館(室)との違いはありますか。

京都大学には50以上の図書館・図書室があります。各研究科や研究所の運営方針に沿って、それぞれが独自の蔵書を構築しています。当所図書室の特色は、やはり原子力関連の資料が多く備わっていることです。特に力を入れて収集しているのは国際原子力機関(IAEA)が刊行しているレポート類で、年間50冊程度刊行されるほぼ全点を購入しています。他にも、日本原子力学会等の学会誌、各大学・研究所が刊行している紀要・テクニカルレポート類、法令・白書・年鑑等、専門的な学術資料を揃えて利用に供しています。

当所図書室に所蔵していない資料については、学内の図書館(室)から借用・複写取り寄せが可能です。図書館間で、お互いに補いあってサービスの拡充に努めています。また、学内に蔵書がない場合は、国内・国外の図書館から必要な資料を入手し、提供しています。

Q4:趣味はなんですか？

古本市めぐりでしょうか。大阪天満宮や四天王寺で開催される古本市には、かかさず足を運んでいます。また近年では、個人でも海外の図書館から文献をコピーで手に入れることができるようになりはじめておりまして、文献収集も趣味といえるかもしれません。



p r o f i l e
中塚弘人(なかつかひろと)
昭和48年7月31日生れ
出身地:岡山県倉敷市
平成14年4月 京都大学情報学研究科図書室に採用
平成17年1月 同教育学部図書室
平成21年4月 同人間・環境学研究科・総合人間学部図書室
平成24年4月 現職

A S K
インタビュー

京都大学原子炉実験所の人たち

京都大学大学院 工学研究科 原子核工学専攻 粒子線基礎物性研究部門 中性子応用光学研究分野 川端研・小田達郎さんに聞く

Q1:原子炉実験所でのご学生生活はいかがですか。

私は専ら中性子ビームを使う研究室を希望しましたので、研究用原子炉(KUR)がある原子炉実験所に2010年10月に来ました。やはり所属する研究所に原子炉があることは大変恵まれたことで、有効に使わせてもらっています。普段は研究棟の居室と実験室とを行ったり来たりしているのですが、他の学生さんと会う機会が少なくなってしまっているので、何とかしたいと思っています。実験はKURだけでなく、茨城県東海村の研究用原子炉や加速器中性子源、あるいはフランスにある研究所の原子炉を使うこともあります。実験の他にも学会などで国内・海外の色々な所へ行かせていただいています。

Q2:現在の研究テーマを易しく教えてください。

研究テーマは、中性子ビームを使って物質の構造や動的性質を調べる実験手法の研究やそのための分析装置(分光器)の開発です。中性子や光を工夫して使うと、直接目では見えない原子や分子の大きさの世界についての情報を目で見るとよりも正確に知ることが出来ます。現在私は、貴重な中性子ビームを効率よく利用するための実験機器の開発や、中性子のもつスピンを利用して、物質を構成する原子・分子のゆっくりとした運動を観測する「中性子スピンエコー」と呼ばれる分光手法の研究開発を行っています。また、研究室の大きなプロジェクトとして、茨城県東海村にあるJ-PARCの加速器中性子源に新しい共鳴スピンエコー装置とそのための中性子ビームライン

を建設中です。

Q3:将来目指していることを教えてください。

原子レベルの小さな世界では、我々の日常生活の常識とは相容れない不思議な物理現象が起こります。現在研究している中性子共鳴スピンエコー法もそのような物理現象に従って振る舞う中性子を巧みに利用しているのですが、自分でもこのような“うまい”使い方を考え出して、今まで誰も見たことのないものを見られるようにする観測手法やそのための装置を作りたいと思っています。また、原子からエネルギーや量子ビームを取り出して利用することには、その安全性や廃棄物などの未だ解決の難しい問題があると認識していますが、中性子を使ってそれらの解決に対して何らかの貢献ができるとよいなと考えています。

Q4:趣味は何ですか。

最近は趣味らしいことは何もできていないのですが、出張で行った知らない街を歩いて回るの好きです。



p r o f i l e
小田達郎(おだたつろう)
出身地:宮崎県宮崎市
出身大学:京都大学工学部

共同利用研に勤務して

原子力基礎工学研究部門
照射材料工学研究分野・義家敏正教授

原子炉実験所は共同利用研究所であり、現在は共同利用・共同研究拠点である。毎年150グループ以上の共同利用研究者が来所している。私も他大学の共同利用では長い間お世話になってきた。定年も近づき昔を思い出してみた。

最初に赴任した長崎大学教養部には、使える装置が殆どなく、共同利用研究所である東京大学物性研究所で仕事をさせてもらった。毎年4回ほどの出張が認められ、上京するたびに、先輩がいた九州大学応用力学研究所で1日装置を借り、自分の出身大学である大阪大学で1日、物性研究所で1週間、また帰りに大阪大学、九州大学に寄って帰った。1回の上京で1回の学会発表の種を作ることができた。その後移った北海道大学工学部の所属した講座では、中性子照射材料の研究が行われていた。北海道大学にもR施設があったが、その中に必要な実験装置がなく、東北大学金属材料研究所附属材料試験炉利用施設、現量子エネルギー材料科学国際研究センター（大洗）で実験を行った。旅費を節約するために、学生と一緒に室蘭と苫小牧から交互に出港しているフェリーで大洗港まで20時間かけて行き、施設では2人が組んで24時間体制で実験を2週間連続で行った。最盛期は年間10回近く行ったものである。当時の論文は殆ど大洗で

の仕事である。

原子炉実験所に赴任してから大洗に加えて、金属材料研究所仙台、九州大学応用力学研究所、日本原子力研究開発機構、東京大学、京都大学工学研究科付属量子理工学教育研究センターなどで実験をさせてもらってきた。共同利用の利点は希望の装置を使用出来るだけでなく、現地の研究者と親しく付き合うことができることである。彼らの研究に臨む姿勢から多くのことを学ぶことができた。

さて原子炉実験所に在任して20年、来所する多くの共同利用研究者と付き合ってきたが、彼らの役に立ってきたかどうかは明らかでない。年に何回か来所しているのに5年以上実験所の仕事を論文にしてくれないA先生、毎回金曜日の午後から日曜日まで実験するB先生、殆ど自分では手を出さず、口で実験を指示するC先生、来所するたびに使用する装置を必ず故障させるD先生、毎年の最初の来所時の教育のときだけ私のところに顔をだすが、その後は何時来所して何時帰ったのか不明のE先生・・・、皆さん個性豊かである。私の定年後も来所するならば、所内連絡者に迷惑をかけないように願うものである。



2012年夏 共同利用研究者に無理に誘われて北アルプスにて

原子炉実験所での 研究生活を振り返って

原子力基礎工学研究部門
同位体製造管理工学研究分野・柴田誠一教授

私が初めて原子炉実験所に足を踏み入れたのは1970年のことで、ライナックを用いた $^{54}\text{Fe}(\gamma, n)^{53}\text{Fe} \rightarrow ^{53}\text{Mn}$ 反応 (^{53}Fe は8.5分の半減期で β^+ 壊変し ^{53}Mn になる)による ^{53}Mn 製造の共同利用実験の時でした。丁度大阪万博が開催されていた暑い夏の盛りで、重い鉛のコンテナを持って汗だくで万博会場を見物して熊取に向かったことを覚えています。それから二十数年を経て1996年に、今度は実験所の職員として入所しました。着任早々、ホットラボの片付け作業に実験設備管理部門として参加したのが最初の仕事でした。

着任した年の秋、所のバドミントン大会で実験設備チームは優勝しましたが、私も誘われて、3組のダブルスで構成されたチームのメンバーの一人として出場しました。バドミントンは全くやったことがなかったのですが、ソフトボール、バレーボールは以前からよくやっていたので、何とかなるだろうと思ってぶっつけ本番で臨みました。その結果、私のペアは見事全敗、にもかかわらずチームとしては優勝、ということは、あとの2組のペアは全勝だったのです。次にこのような機会があれば汚名挽回をと内心思っていたのですが、残念(?)ながら、それ以来その機会が訪れることはありませんでした。

実験所に着任してまもなく、京都大学創立百周年に関連して、「京都大学工学部」という本が三田出版会から出版されることになり、私も物質エネルギー化学専攻の協力講座の一員として寄稿しました。そこに記載した私の研究のタイトルは、「放射性同位体の生成とその利用から天然における核現象の解明へ」です。このタイトルは実験所

着任以前、以後を通して私の研究内容を一貫して表わしているものです。

着任以前は、加速器を利用した研究が多かったのですが、着任後は原子炉を利用した研究も始まりました。その一つが、マルチトレーサの調製とその応用に関する研究です。これはかつて大気圏内核実験で放出され「死の灰」と恐れられた核分裂生成物を有効利用するための基礎研究です。ホットラボでの雑談中にこの実験に関し思わぬヒントを得て、またよき協力者に恵まれて調製法を確立でき、応用研究も行っています。

私は長崎原爆の被爆二世の一人です。長崎で今でも原爆由来のプルトニウムが観測されている西山水源地は、私が小学生の頃は毎年、春のつづじが美しく咲きほこった時期に遠足で行って、遊びまわっていたところです。専門として放射化学を志した時から漠然と広島、長崎の原爆に関連した研究で自分に何かできることはないだろうかと思っていました。実験所に着任後、広島原爆により生成した ^{63}Ni の定量に成功したことで、原爆中性子線量再評価の研究に多少なりとも貢献できたのではないかと思います。

あと数カ月で十数年に及んだ単身赴任生活にピリオドを打つことができるまで何とかこぎつけました。皆様にはいろいろとお世話になりました。もう少しの間これまでも同様に付き合いをお願い致します。



2011年6月に福島原発の事故を受けて、文科省の放射線量等分布マップの作成のため、福島での土壌採取に参加した時のもの(福島県二本松市岳温泉にて)

ASK掲示板

第47回学術講演会開催案内

第47回学術講演会を下記の要領で開催いたします。今回も各研究本部で行われた研究のトピックス講演、プロジェクト研究と共同利用研究の成果発表を行います。

- ◎開催日時：平成25年1月29日(火) 10:00～18:00
1月30日(水) 10:00～16:00
(プログラム編成の都合で開催時間に若干の変更があるかも知れません)
- ◎開催場所：京都大学原子炉実験所 事務棟会議室(口頭発表)
同 図書棟会議室(ポスター発表)
講演申し込み等、詳細については、実験所ホームページをご覧ください。
(http://www.rii.kyoto-u.ac.jp/pr/event_intro/e_sci_lecture)

平成25年度共同利用研究の公募のお知らせ

平成25年度共同利用研究の公募を行っております。

- ★**★** 国際集合体実験装置共同利用研究
提出締切日：平成25年1月8日(火) 必着

公募要項・申請書は下記URLからダウンロードしてご利用ください。
(<http://www.rii.kyoto-u.ac.jp/JRS/kobo/kobo.htm>)

- 公募に関する照会先
京都大学原子炉実験所総務課共同利用掛
TEL:072-451-2312 FAX:072-451-2600
Eメールアドレス kyodo2312@rii.kyoto-u.ac.jp

随 行 監 事 訪 原 子 炉

三木賢一

陽 酷 暑 残 熊 取 秋
通 関 登 坂 至 龍 楼
相 丞 閑 説 炉 安 定
都 督 熱 談 炉 瞻 調

〔読み〕
監事二随行シテ原子炉ヲ訪ル

陽酷きびシク暑サ残ル熊取ノ秋初
関ヲ通り坂ヲ登ラバ龍楼リゆうらう二至ル。
相丞閑シテ二説ク炉ノ安定。
都督熱あつく談ス炉ノ瞻調せんしゆ。

〔意味〕
陽射しが酷しく暑さが残る熊取の初秋
訪れた実験所の玄関を通り坂道を登ると
龍(原子炉)のいる建物に至る。
いろいろの説明を受けたが、丞相(所長)は閑かに原
子炉の安心安全を説き、
都督(第一線研究者の先生)は熱っぽく原子炉からの
調(調)めくみを談した。

作者の三木賢一氏は昭和四十六年に京大法学部を
卒業後、長年民間企業に勤務されました。ご定年
後は、民間企業での経験を生かして京大事務部監
査室にてご活躍中です。ASK本号の特集記事を
執筆された小野教授とは香川
県立丸亀高校の同級生でもあ
り、今回特別に原子炉を訪問さ
れたときの感想を漢詩に託し
ていただきました。



編 集 後 記

編集後記に何を書こうかと迷っている時、京都大学の山中伸弥教授のノーベル医学・生理学賞の受賞式が華々しくストックホルムで開催される場面をTVで目にしました。山中教授の人間性のせいか、その言葉は含蓄があるものが多いと思うのは私だけではないような気がします。個人的に特に感銘を受けた言葉は受賞式直後の「これからはこのノーベル賞は私にとって過去形になりますので、これからの研究が大切

なのでこれからの研究を一生懸命やっていきたい!」です。まさに第1線の研究者の言葉でした。その山中教授がこれからの目標の1つとして挙げていたのが、iPS細胞の実際の医学への応用だったと思います。ひるがえって原子炉実験所を見ると、今回の特集記事にもありますように、BNCTの治療への適用が本格的に始まりつつあります。まさに、これまでの基礎的な研究の成果が実用へと向かい始めたとも言えます。熊取発のBNCTがストックホルムまで届かないまでも多くの人々の救い手となる日が来ることを思わずにはいられません。

杉山正明

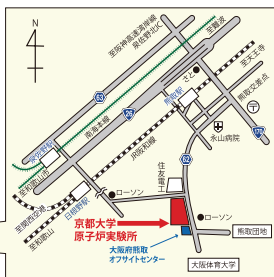
次号以降の配布を希望される方は、総務掛までご連絡ください。

ご意見、ご感想をお待ちしています。

広報紙「アトムサイエンスくらり」に対するご意見、ご感想をお待ちしています。手紙、FAX、Eメールでご寄せください。また、本誌の原稿執筆や取材などにご協力いただける方を求めています。総務掛までご連絡ください。

京都大学原子炉実験所 総務課総務掛
〒590-0494 大阪府泉南郡熊取町朝代西2丁目
TEL.072-451-2310
FAX.072-451-2600
Eメールアドレス soumu2@rii.kyoto-u.ac.jp
ホームページ <http://www.rii.kyoto-u.ac.jp/>

●本誌の一部または全部を無断で複写、複製、転載することは法律で定められた場合を除き、著作権の侵害となります。



●南海ワンバス「原子力研究所」下車すぐ
※JR熊取駅(所要時間約10分)「大阪体育大学前」行き、「つばさか丘北口」行き
※南海佐野駅前発(所要時間約30分)「大阪体育大学前」行き