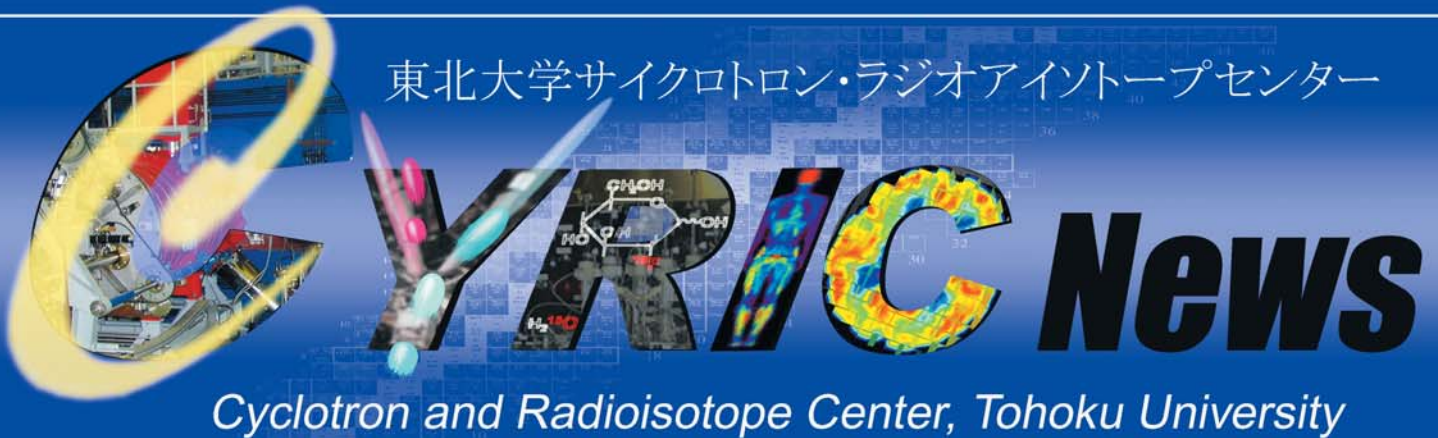


東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター



CYRIC News

Cyclotron and Radioisotope Center, Tohoku University

No. 48 2010. 11 東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター

巻頭言

上海から見た日本と中国の大学における研究教育の諸事情

上海交通大学 核科学工程学院 ・ 主席教授 倉岡悦周
(センター研究教授)

私は平成20年1月からセンター放射線管理研究部、そして核燃料科学研究部に在職し、本年4月末に退職して上海交通大学に転職しました。在職中は石井センター長をはじめ、先生方及び職員皆様の多大なご指導とご支援を頂いたお陰で、充実した仕事ができたとと思います。この場をお借りして深く感謝申し上げます。

私は元々中国の出身で、大学を卒業してまもなく中国政府派遣留学生として1984年10月に日本に留学し、1990年3月に本学工学研究科の博士課程を修了しました。その後主に東京近くの研究機関で原子燃料サイクル、特に原子力発電炉で発生する使用済核燃料の再処理・放射性廃棄物処理の研究に従事していました。センター在職中も、科学技術振興機構の「原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ」受託研究およびセンターが中心に進めている青森県等との連携融合事業「新原子力利用分野の開拓」の一環として、高レベル放射性廃棄物の高度分離および有効利用に関する研究を行ってきました。

原子力は今後世界エネルギー需要の拡大および地球環境温暖化対策において一層重要な役割



写真1. 上海交通大学の正門

を果たしていくことが期待されます。中国は特に90年代に入ってから経済成長が著しく、これに伴いエネルギー需要が急増し、原子力利用も急激なテンポで進められています。一方、中国の大学における原子力の研究教育が日本等に比べてかなり遅れており、数年前までは原子力の学科・専攻を有する大学は清華大学、上海交通大学等の4大学しかありませんでした。しかし、近年原子力関係学科・専攻または附属研究所の創設がブームとなり、現在では約25大学にのぼっています。中国には「文化大革命」の時期（1966～76年）があり、この間大学の研究教育が壊滅的な打撃を受け人材が殆ど育ちませんでした。その影響で今では大学で原子力の研究教育を担える教員が少なく、特に50～60歳代の教授陣が殆どいません。他の科学技術分野も似たような状況ですが、原子力分野では国の政策決定や施設整備の遅れもあって、「文化大革命」からの回復は特に遅れています。中国政府は近年海外から人材を呼び戻す国策人材計画を強力に進めており、特に2009年から米日欧等の先進諸国の著名な大学や研究機関にいるhigh-ranking人材（教授レベル）を導入する国家計画を着実に実施しており、私もこれに応じて本年6月より上海交通大学に着任しました。26年ぶりの祖国は実に大きく変貌し、「浦島太郎」になっています。中国語だけ変わっていないのが何よりの助けです。以下、日本と中国の大学における研究教育等の相違点について個人的な感想を述べさせていただきます。

中国では、原子力を勉強したい学生がたくさんいます。上海交通大学核科学工程学院には現在原子炉物理、原子炉工学、安全工学、核燃料サイクルと材料（私が来て新設）、放射線利用と防護の学系及び原子力設備開発センターがあります。毎年学部生・院生の入学希望者は定員の2～3倍を超えています。中国では9月が新学年の始まりで、私の専門分野は燃料サイクル・放射化学なのでイメージ的に学生に敬遠されるのではと心配していましたが、全くの杞憂でした。大学の規則では教授1人につき毎年修士3名、博士1名の入学定員ですが、応募者が多いため私には特例で修士4名と博士2名に増やしてもらいました。学生たちも必死にアプローチしてきて、私が日本にいる間も国際電話を掛けて頼んできました。教員としては喜ばしいことですが、今も優秀な博士課程入学希望者が2名残されているので、心が痛みます。

教師陣は中国の所謂「格差社会」そのものの映しです。上海交通大学といった研究型の大学では、有力な教授（有能とは限らず）は国や企業から大きな研究プロジェクトをもらい（中には極めて高い競争で勝ちとったものもあります）、研究資金だけでなく個人の収入も圧倒的に多くなります。日本では考えられないことですが、同じ大学の「教授」には4つのランクがあり、個人収入も5倍の差があつてよいとの内規があります。実際には外部資金の獲得状況によってさらに大きな差があると言われていいます。ちなみに、教授の平均年収は准教授の約2倍です。外部資金の効果はそれだけでなく、昇進や学生及び実験室等の配分にも大きく影響します。当然ながら、皆必死で外部資金の獲得に奔走しています。これは良い意味で競争を通じて更なる発展に繋がると見て良いかもしれませんが、しかし競争の公正公平性が保たれているかは甚だ疑問です。

日本では一部を除いて立派なキャンパスを持つ大学はそう多くないと思いますが、中国ではどの大学にも立派な建物と美しいキャンパスがあり、大概町の観光名所にもなっています。写真1は上海交通大学の正門で、中には300ヘクタール以上の広々としたキャンパスがあり、立派な建物があっちこっち

建ち並んでいます。これは中央や地方政府が教育に大きな力を入れている象徴でしょう。それには親がいくら高い学費を払ってもわが子を大学に入れる心情も反映しています。一方、分析・計測機器や実験設備等の研究インフラはまだまだ日本の大学に及ばないのが実情です。ちなみに、中国では精密な分析装置などには大体専門の担当者（以前日本の大学の技官に相当）が付いていて、学生たちが試料を持って行って順番待ちで指導を受けながら一緒に使います。ある意味では効率よく利用されており、これも中国の豊富なマンパワーのお陰だと思えます。日本ではこれからこのような専門職員は減ることがあっても増えることがないでしょう。

中国はまだ勢いが強い成長段階にあり、恐らくどの国よりも競争が激しく、大変活力があるように感じられます。一方、混沌としていて無秩序な競争状態になっている側面も否めません。これを熱力学的な状態に例えると、エントロピーが非常に高く、変化のdriving forceが極めて大きいとなります。日本はある意味で比較的成熟した社会になってきたと言えますが、裏返せば活力が段々弱まっているようにも感じられます。

このように、私には日本と中国の間に多くのことが対照的に見えて、補い合うところが大きく、お互いに協力すればwin-winの関係になるポテンシャルが非常に高いと思います。自分の専門分野である原子力といえば、日本は優秀な研究者・技術者、長年間蓄積してきた高度な技術力、優れた機器設備の製造能力を持っており、中国には豊富な若い人材、比較的豊かな資金調達能力、広大な地域があります。日中両国さらに韓国や台湾も巻き込んで、お互いに知恵を出し合い、東アジアにおける原子力利用の効果的な協力体制が作れるのではないかと考えております。これは私の脳天気です。ユートピア的な発想に過ぎないでしょうか。



阿部笙子先生作

CYRIC ニュース No. 48 目 次

• 巻頭言			
	上海から見た日本と中国の大学における研究教育の諸事情		
	上海交通大学 核科学工程学院・主席教授		
	(センター研究教授)	倉岡 悦周	……1
• 研究紹介			
	臭化タリウム (TlBr) 放射線検出器の開発		
	センター 六ヶ所村分室 放射線高度利用研究部・准教授	人見 啓太郎	……5
• 学内 RI 使用施設紹介			
	加齢医学研究所放射性同位元素研究施設		
	東北大学加齢医学研究所放射性同位元素研究施設		
	技術専門職員	佐藤 和則	
	技術補佐員	千葉 いずみ	
	主任者	福本 学	……9
• 六ヶ所村便り			
	センター 六ヶ所村分室 放射線高度利用研究部・准教授	人見 啓太郎	……12
• センターからのお知らせ			……14
	□ サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター見学		
	□ 受賞のお知らせ		
	□ 運営専門委員会報告		
	□ 放射線と RI の安全取扱いに関する全学講習会		
• 着任のご挨拶			
	— ごあいさつ —		
	センター 測定器研究部・JSPS 外国人特別研究員	Huliyar S. Nataraj	……22
	— ごあいさつ —		
	センター 六ヶ所村分室 核燃料科学研究部・助教	呉 艶	……24
	— ごあいさつ —		
	センター 六ヶ所村分室 核燃料科学研究部・研究員	李 崢	……25
• RI 管理メモ			……27
• 研究交流・人事異動			……28
• 組織図・分野別相談窓口			……29
• 編集後記			……30

研究紹介

臭化タリウム (TlBr) 放射線検出器の開発

センター 六ヶ所村分室 放射線高度利用研究部・准教授
人 見 啓太郎

1. はじめに

現在、医学、工学、物理学等の各分野に於いて、放射線の高度利用が注目を集めています。放射線を計測する場合、その検出媒体としては高い密度を持つ固体が理想的な場合が多くあります。X線やガンマ線などの透過力の高い放射線の計測には特に固体検出器が多く用いられます。固体を用いた放射線検出器の中で代表的なものの一つに、半導体検出器があります。半導体検出器はガンマ線などの放射線を半導体結晶中で直接電子・正孔対に変換し、その担体の移動により直接的に放射線誘起信号を得ることができます。半導体検出器は放射線を直接情報キャリアに変換するので優れたエネルギー分解能を示します。また、微細に加工することができるため、半導体検出器はPositron Emission Tomography (PET) やガンマカメラといったイメージング応用に適しています。

半導体検出器の歴史は古く、1945年にP.J. Van HeerdenがAgCl結晶を用いてアルファ粒子及びガンマ線の検出に成功したところから始まるとされています[1]。現在最も広く使用されている半導体検出器はSi及びGeを用いたものです。Siは荷電粒子などの計測には最適ですが、原子番号が14番、密度が 2.33 g/cm^3 と低いためにX線、ガンマ線の検出には検出効率が低く適しません。Ge検出器はGeの原子番号が32番、密度が 5.33 g/cm^3 と比較的高いために、ガンマ線計測に広く用いられますが、禁止帯幅が 0.67 eV と狭いために液体窒素等による冷却を必要とする欠点があります。このため、半導体検出器の利点を持ちながらも、室温において高検出効率で動作する検出器の開発が求められてきました。様々な元素の組み合わせからなる化合物半導体は単体半導体には無い特徴を持つことができるため、検出器材料として注目を集め様々な材料の研究がなされてきました。特に室温で動作し高検出効率を持つ検出器材料としてCdTe、HgI₂などが1960年代後半から1970年代前半にかけて研究され始められ[2][3]、現在では実用化され市販品等もあります。また、CZT検出器もアメリカを中心に精力的に研究が行われ[4]、実用に至っています。この他の化合物半導体としてはGaAs、GaSe、PbI₂などが室温動作放射線検出器材料として研究されていますが、実用には至っていないのが現状です。

放射線高度利用研究部では、化合物半導体の一つである臭化タリウム (TlBr) に着目し研究を行っています。TlBr検出器の最大の特徴は高い検出効率です。TlBrは原子番号がタリウムで81番、臭素で35番と大変高く、密度もまた 7.56 g/cm^3 と非常に高いものとなっています。TlBr結晶のガンマ線吸収係数は、現存する半導体材料としては最高の値を持っています。PETで利用される511 keVの消滅ガンマ線に対する吸収係数はCdTeの約2倍です。さらに、TlBrは 2.68 eV と広い禁止帯幅を持つために、室温において低雑音で動作する検出器を製作することができます。

TlBr検出器は近年注目され、各地で研究がなされていますが、結晶中の電子及び正孔の輸送特性が他の化合物半導体に比べ低く、良好な信号が得られない事や、検出器動作の時間経過とともに検出器の特性が劣化するポラリゼーションと呼ばれる現象が起こるなど実用化には課題がありました。放射線高度利用研究部では徹底した結晶材料の純化により担体の輸送特性の改善を図りました。また、検出器の電極材料をTlとして電気化学反応を電極とTlBr間で行わせることによりポラリゼーション現象を抑制させることに成功しました。ここでは、放射線高度利用研究部が推進している、TlBr検出器の実用化へ向けた研究についてご紹介いたします。

2. 結晶育成及び検出器製作

放射線検出器材料としての半導体結晶には、高い電荷収集効率を得るために大きい担体移動度 - 寿命時間積 ($\mu\tau$ 積) が求められます。その $\mu\tau$ 積の値は半導体中の不純物濃度に大きく左右され、結晶育成においては素材の純度が問題となります。我々は帯域精製法を用いて素材の純化を行い検出器用 TlBr 結晶を育成しています。現在市販されている TlBr で入手し易い材料は公称純度が 99.99% から 99.999% の物です。我々は公称純度 99.999% の TlBr 粉末を素材として結晶育成を行っています。素材を石英管に封じ切り、水平帯域炉に設置し、帯域精製法により純化を行います。帯域精製法とは棒状試料の一部を溶融し、その溶融帯を試料の先端から末端まで移動させることにより物質の偏析現象を利用して材料を純化する方法です。純化した素材を帯溶融法や Bridgman 法を用いて単結晶に育成します。図 1 は Bridgman 法によって育成した TlBr 結晶と TlBr ウエハの写真です。帯域精製法による純化により、現在 TlBr 結晶は市販されている CdTe 結晶の $\mu\tau$ 積と同等の値 (電子で $10^3 \text{ cm}^2/\text{V}$ 程度、正孔で $10^4 \text{ cm}^2/\text{V}$ 程度) を示すまでに至っています。さらに我々は育成した TlBr 結晶からガンマ線検出器の製作を行っています。育成した結晶を切り出すことから検出器製作が始まります。切り出しによる結晶への欠陥の導入などを避けるために、ダイヤモンドワイヤーソーにより切り出しを行います。所望の厚さに切り出した結晶の表面は粗となっているので、研磨機を用いて研磨を行います。必要があれば更に臭素メタノール溶液で結晶表面をエッチングします。そのようにして処理した表面に Tl や Al などの金属を真空蒸着し電極を形成します。図 2 は製作したプレーナ型、ピクセル型の検出器の写真です。このように放射線高度利用研究部では結晶の育成から検出器の製作、評価までを一貫して行っているため、先駆的な研究を行うことができます。

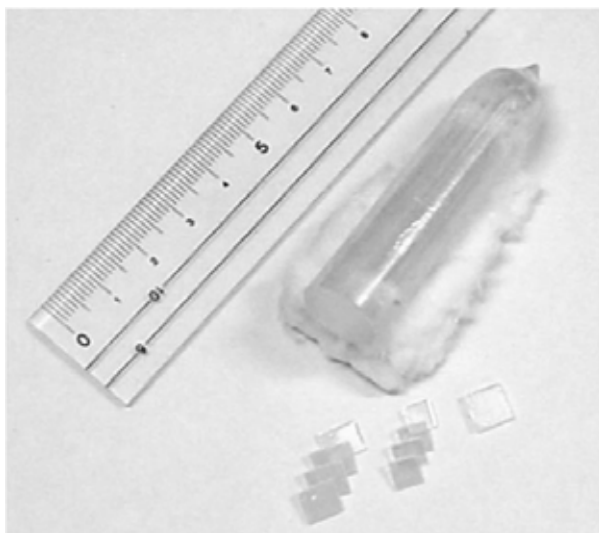


図 1. Bridgman 法によって育成した TlBr 結晶と TlBr ウエハ

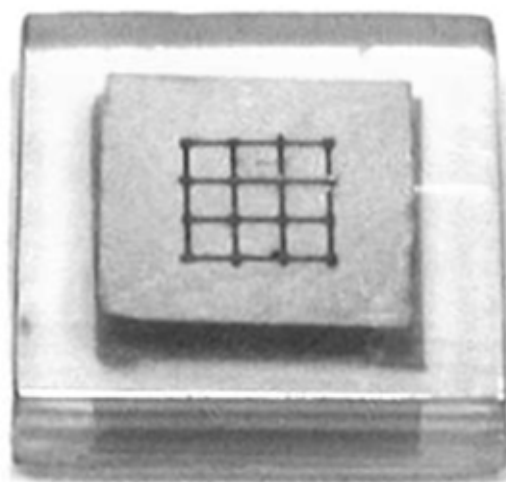
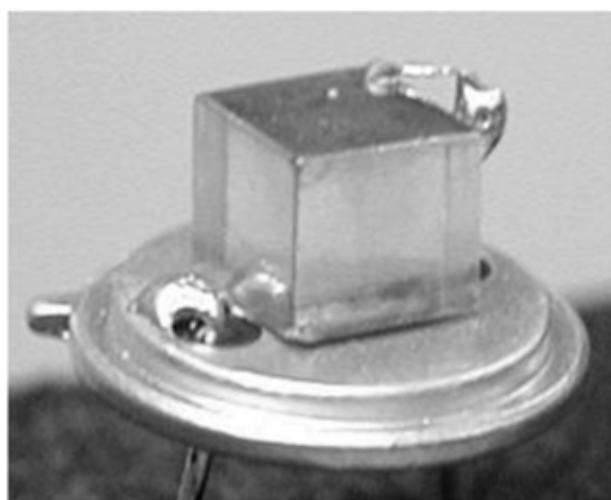


図 2. 製作した TlBr 結晶を用いたプレーナ型(左)、ピクセル型(右)の検出器

3. TlBr 検出器の特性

TlBr 検出器は室温に於いて優れたガンマ線スペクトロメータとして動作します。図 3 はピクセル型 TlBr 検出器の 1 ピクセルから得られた ^{137}Cs 及び ^{60}Co ガンマ線スペクトルです。この検出器は 4.2 mm 厚の TlBr 結晶上に 1 mm² のピクセル電極を 4 個持つ構造となっています。室温に於いて 662 keV のガンマ線に対して 1.22% と非常に高いエネルギー分解能が得られています。また、TlBr はガンマ線吸収効率が非常に高いため、小体積の検出器でも ^{60}Co からの 1 MeV 以上の高いエネルギーのガンマ線を検出することが可能となっています。

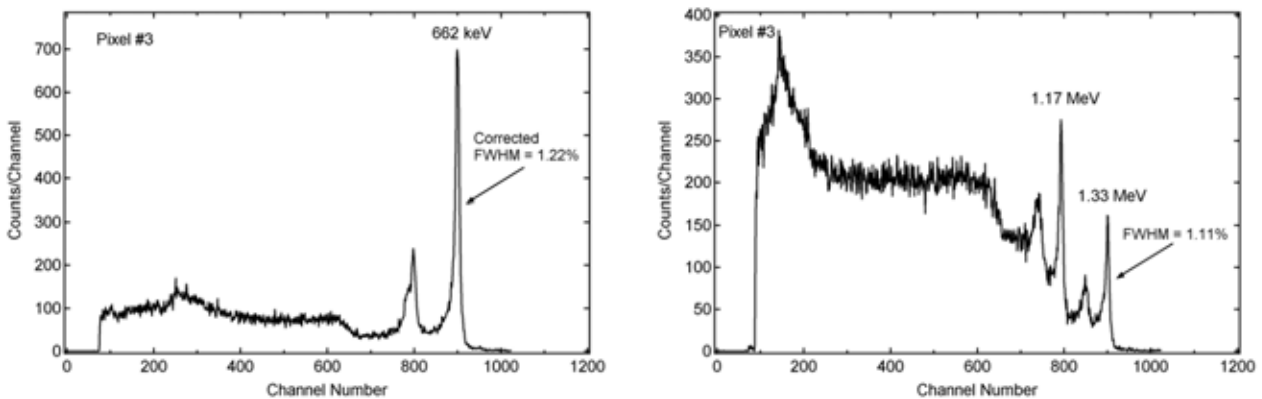


図 3. 室温に於いてピクセル型 TlBr 検出器から得られた ^{137}Cs (左)及び ^{60}Co (右)ガンマ線スペクトル

TlBr 検出器は室温に於いて高効率且つ高エネルギー分解能を示す大変有望な検出器材料ですが、数時間の動作で検出器特性が劣化してしまうポラリゼーションと呼ばれる現象が最大の問題でした。このポラリゼーション現象を抑制するために様々な方法が試みられてきましたが、検出器の動作温度を -20°C 程度に下げること以外に有効な方法がありませんでした。そこで、我々は TlBr がイオン伝導体であることに着目しました。TlBr に高電界を印加すると伝導イオンである Br^- がアノードに集積し、 Tl^+ イオンがカソードに取り残される形で集積します。我々はこの電荷の蓄積が検出器内部の実効電界を低下させるので検出器特性の劣化が起こるものと考えました。このイオン蓄積を抑制する方法として、我々は Tl を電極材料として採用し、電気化学反応を電極で起こすことにより電荷の中和を図り、TlBr 検出器のポラリゼーション現象の抑制に成功しました[5]。図 4 は Tl を電極とするプレーナ型 TlBr 検出器を 24 時間連続させて動作させたときに得られたスペクトルです。測定中は 100 V のバイアスを印加し続け、662 keV のガンマ線を照射し続けました。検出器の特性が全く変化していないことがわかります。Tl 電極を採用することにより、従来までの TlBr 検出器の動作限界時間を大幅に更新することができ、実用化へ大きく前進することができました。

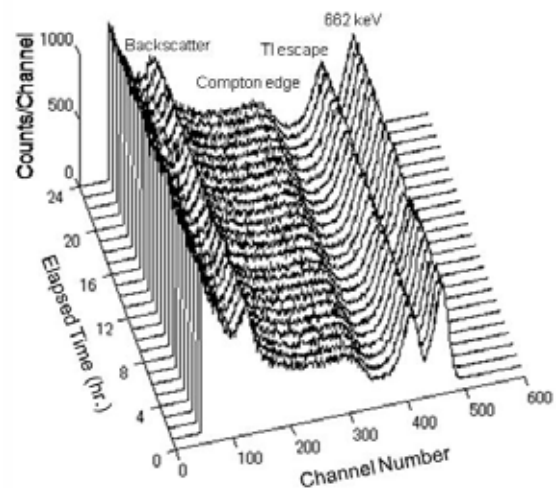


図 4. Tl を電極とするプレーナ型 TlBr 検出器を 24 時間連続動作させたときに得られた ^{137}Cs スペクトル。連続動作にも関わらず、検出器が安定していることが分かる。

4. まとめと今後の展開

TlBr は長年研究されてきた CdTe、CZT、HgI₂ などに比べ研究数も圧倒的に少なく、その特性もそれらの検出器に及ぶものではありませんでした。しかし、結晶の純度の向上、育成方法の改善などにより、室温で 662 keV のガンマ線に対して 1%の分解能を示す検出器の製作が可能なまでに至りました。実用化に向けた最大の関門であったポラリゼーション現象も Tl 電極による電気化学反応を用いる方法により劇的に改善することが可能となりました。今後、TlBr はその非常に高い検出効率のために直接変換型の半導体検出器を使用する様々な装置においてその需要が拡大するものと考えられます。

放射線高度利用研究部では現在、TlBr 検出器を半導体 PET へ応用するために、検出器開発を進めています。図 5 は TlBr ストリップ検出器とその各電極から得られた ²²Na ガンマ線スペクトルです。この検出器は厚さ 1 mm で約 1 mm×5 mm のストリップ電極を 4 個持っています。検出器の一樣性、エネルギー分解能、共に良好な結果が得られています。今後は時間分解能の改善を行い PET への応用を目指して研究を進める予定です。

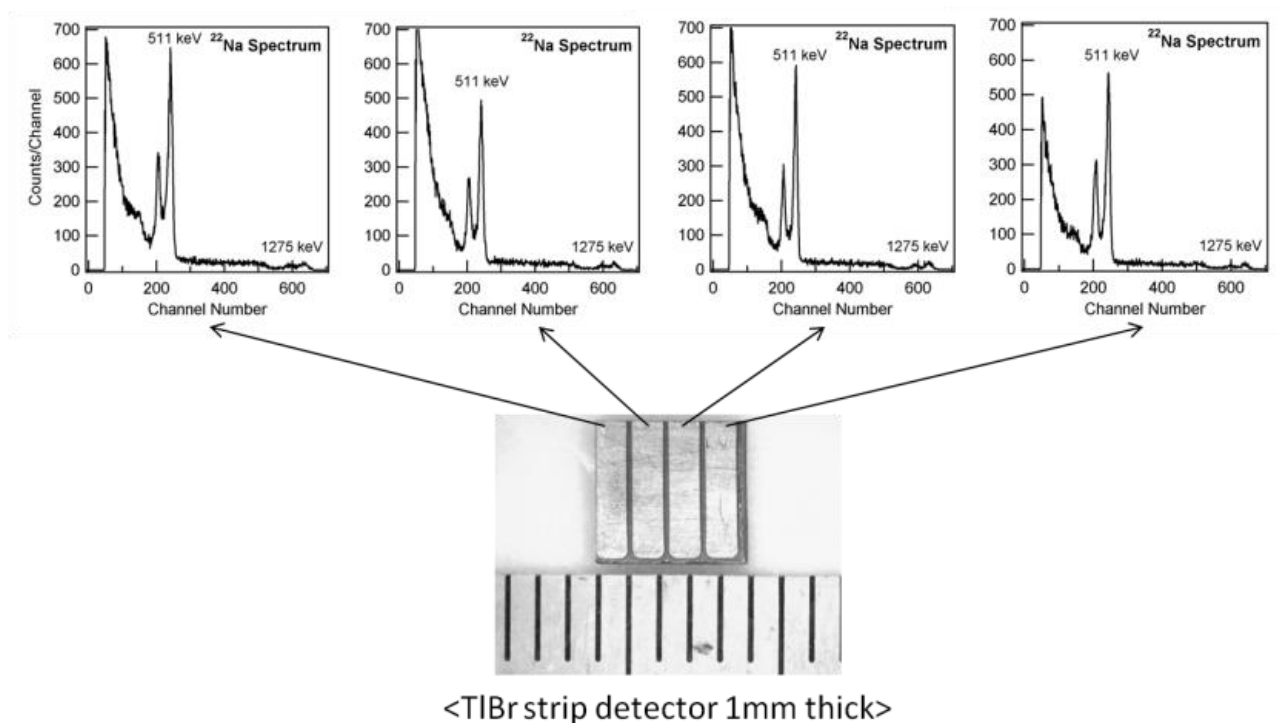


図 5. TlBr ストリップ検出器とその各電極から得られた ²²Na ガンマ線スペクトル

参考文献

- [1] P.J. Van Heerden: *The Crystal Counter*, (Utrecht Dissertation, 1945)
- [2] W. Akutagawa, K. Zanio and J.W. Mayer: Nucl. Instrum. Meth. A, 55(1967)383
- [3] W.R. Willing: Nucl. Instrum. Meth. A, 96(1971)615
- [4] C.E. Lehner, Z. He and G.F. Knoll: IEEE Trans. Nucl. Sci., 50(2003)1090
- [5] K. Hitomi, T. Shoji and Y. Niizeki: Nucl. Instrum. Meth. A, 585(2008)102

学内 RI 使用施設紹介

加齢医学研究所放射性同位元素研究施設

東北大学加齢医学研究所放射性同位元素研究施設

技術専門職員 佐藤 和 則

技術補佐員 千葉 いずみ

主任者 福本 学

加齢医学研究所（加齢研）の前身は抗酸菌病研究所（抗研）で、創設は昭和 16 年。来年（平成 23 年）は 70 周年を迎えます。この間、研究所は一貫して、そのときどきに社会的に大きな問題となっていた疾患の克服を目的としてきました。創設当初は国民病と言われた結核を、昭和 30 年代からは、がんをターゲットとして、その病理、予防、診断、治療の研究を行ってきました。平成 5 年に現在の加齢研へと改組され、加齢に伴って発症する認知症などの神経疾患及び難治性のがんの克服をめざしています。

加齢研（当時は抗研）の放射線施設は、昭和 52 年に使用承認を受けたもので、正式名称は「東北大学抗酸菌病研究所放射性同位元素研究施設（使第 2919 号）」です。医学・生物学の研究のために非密封の RI をトレーサとして利用しています。密封線源や加速器はありません。

近年はどの施設でも同様だと思いますが、加齢研においても放射線と放射性同位元素（RI）の利用自体が縮小傾向にあります。そのため、現在の加齢研放射線施設は小規模なものになっていますが、かつて RI 実験が盛んに行われていた頃は、その需要に応えるべく、たいへんユニークな特徴を有する施設でした。それは「分室制度」を活用していたことです。

研究者にとっては、自分の実験室の中で RI が使えるとたいへん便利です。いっぽう、医学・生物学系の研究所ですので、主に利用される核種は、 ^3H 、 ^{14}C などの軟 β 核種です。また ^{32}P 、 ^{51}Cr 、 ^{125}I なども利用されますが数量的には小さいため、大掛かりな遮蔽は必要としません。そこで、研究棟（8 階建）の 5 つのフロアに 10 箇所の RI 実験室を設置しました。図 1 の正面が研究棟で、白色の枠で囲んだ部分が分室の位置です（昭和 52 年当時）。RI の利用が多い研究室は、自分専用の RI 実験室を持っているという形式です。



図 1.

研究室に隣接する分室で RI 実験ができることは利用者にとって利便性が高く、研究重視の設計でしたが、反面、管理が行き届きにくくなるデメリットも指摘されており、監督官庁（当時の科学技術庁）は分室形式の施設に難色を示しました。そこで、10 箇所の分室ごとに安全管理を行う責任者を

定め、それぞれ第1種放射線取扱主任者資格を有する職員を充てるという、豪華な(?)管理体制を敷くことで、監督官庁の了承を取り付けたそうです。中央のRI実験室も含めると主任者が11人ということになります。各研究室の教官が第1種放射線取扱主任者の試験を受けて資格を取得しました。実際には、研究所の主任者として選任し国に届けるのは3名ほどに限られ、各分室の責任者が資格を有することは内部的な条件でしたが、この体制のおかげで、加齢研は「主任者免状を有する職員には困らない」部局となりました。

先に示した図1の左側の白い建物がRI棟で、この2階と3階は「共通RI実験室」と呼ばれるエリアでした。研究棟の10箇所の分室が、「 ^3H や ^{14}C を中心とした低エネルギー核種を身近で使える施設」を売りにしていたのとは対比的に、共通RI実験室は特殊な実験ができることが特徴です。たとえば、当時黎明期だったPET(陽電子断層撮像装置)の開発研究のため、 ^{11}C 、 ^{18}F 等のポジトロン核種や、 ^{45}Ti 、 ^{65}Zn 、 ^{133}Xe といった通好み(?)の核種の使用承認を取得していました。動物実験では、マウス、ラット等の小動物はもちろん、ヒト肺移植研究の基礎実験のため、イヌ、ヤギ等の中動物の飼育から廃棄までに対応できる設備を有していました。また、低温室(5°C)やグローブボックス、P2レベルまでの組み替えDNA実験室などが利用できました。

このように、ルーチンワークの実験はRI分室で、特殊な実験は共通RI実験室で、という体制は、利用者にとっては好評だったようです。ただ、分室形式のRI管理は実際にはたいへん手間のかかるものでした。あちこちに管理区域があるので、使用に係る変更承認を行うときの遮蔽計算がたいへん複雑です。評価すべき計算点が管理区域ごとに必要ですし、それぞれの計算点に対する線源からの寄与は、11の管理区域内の貯蔵施設、使用施設からの合算をしなければなりません。11箇所の独立した放射線施設の管理を同時に行っているのと同じでした。

分室で使用していた放射線量は、現在でいえば「下限数量以下」にあたるものがほとんどでしたから、現在ならば、下限数量以下のRIを管理区域外で使用する制度を利用することができるでしょう。しかし、当時は、合法的にRIを身近で利用するためには、このような管理の手間をかける必要がありました。

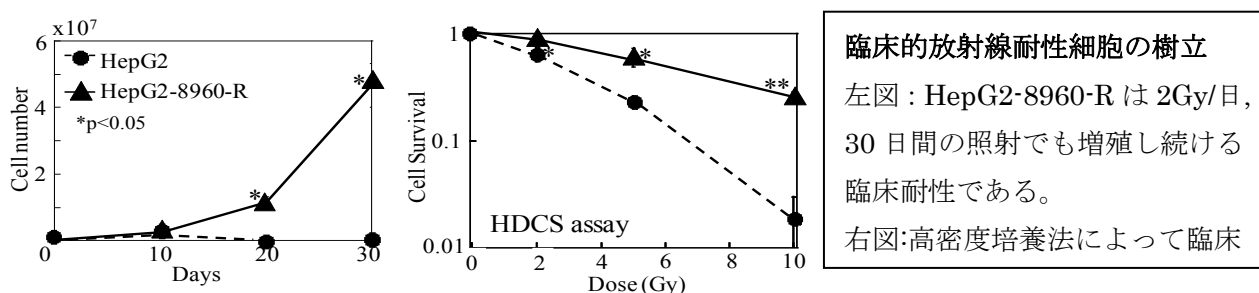


図2.

分室制度のメリットはたしかにありましたが、管理コストは予算的にも人的にも大きく、RIの利用が少なくなった現在では維持するのが難しくなり、平成20年に分室を廃止しました。現在の使用施設はRI棟の2階と3階のみで、使用承認核種は22です。管理区域が一本化されたことで、管理そのものはやりやすくなりました。入退室管理システム(図2)や、全学の放射線取扱者個人管理システムに早くから対応することで、管理コストの削減に努めています。

放射線・RI を利用した加齢研における主な研究の紹介

病理学を専攻している病態臓器構築研究分野では、放射線の生物影響と発がんの分子機構、特に放射線耐性機構の解明研究を行っています。がんの治療法として一般的な放射線治療は、1クールがX線2 Gyを1日1回の分割照射で、5回/週、計60 Gy以上の照射スケジュールからなっています。ヒトがん細胞株にX線0.5 Gyを12時間ごとに照射することから始め、徐々に線量を上げながら6年間を費やして、24時間毎に2 Gy、30日以上照射し続けても増殖し続ける「臨床的放射線耐性細胞」株を複数組の細胞で樹立しました。これらの細胞株を対応する親株細胞と比較することで、耐性発現の分子機構の解析を行っています。また、分割照射による治療開始後、1ヶ月以内にごがん細胞が「獲得耐性」を示すことも発見し、その機構解明を行っています。抗癌剤との交叉耐性も視野にいれて、より有効な放射線療法の確立を目指しています。



照射には加齢研共通機器であるX線照射装置を使用しています。

そのほかRI利用例としては、 γ -³²P-ATPを用いて活性反応を行ったタンパクを電気泳動で分離し、目的のタンパクのバンドの放射線量を測ることにより、リン酸化酵素の活性測定を行っています。また、免疫細胞の機能研究のために、³Hチミジンを用いて細胞の増殖能を測定しています。また、⁵¹Cr遊離法を用いて、細胞の傷害活性を測定しています。

おわりに

蛍光法や比色定量法の進歩によってRIの利用が年々減少しています。しかし、RIを用いることは色素法に比べて高感度で定量性に優れています。研究指導者がRIを利用しないと、若い研究者がRIを利用するという考えが思い浮かばなくなり、さらに利用が減少し、そのためにもっと減少する、というサイクルができています。そのためRIの利用を推進すべく、研究者の利便性を上げるよう努力しています。具体的な取り組みとして、CYRICニュースほどの規模ではありませんが、所内向けのRI管理情報紙「アララ通信」を発行し（不定期）、放射線についての知識の啓発、共通RI実験施設情報の広報に微力ながら努めております。

六ヶ所村便り

センター 六ヶ所村分室 放射線高度利用研究部・准教授
人 見 啓太郎

東北大学における新原子力利用研究分野の開拓プロジェクトを推進するためにサイクロトロン・ラジオアイソトープセンター六ヶ所村分室が青森県上北郡六ヶ所村に開設されました。平成 22 年 5 月 10 日には完成記念式典・記念祝賀会が執り行われました。今回から始まる「六ヶ所村だより」ではセンター六ヶ所村分室の周辺をご紹介します。



写真 1. 国道 338 号線から見たセンター六ヶ所村分室

六ヶ所村は青森県の下北半島の付け根に位置しています。六ヶ所村ホームページによりますと、面積は 253.01 平方キロメートル、人口は 11,401 人（平成 17 年）となっています。六ヶ所村は元来からあった六つの村が明治 22 年の町村制施行に伴い統一されたことからその名が付けました。六つの村の名前は現在も村内の地区名として残っています。北から泊（とまり）、出戸（でと）、尾駱（おぶち）、鷹架（たかほこ）、平沼（ひらぬま）、倉内（くらうち）です。この六つの地名は鎌倉時代の名馬にまつわる伝説が由来となっています。六ヶ所村は古来より名馬の産地で、鎌倉時代に「生食（いけづき）」と呼ばれる名馬が生まれ、源頼朝公の軍馬となりました。その名馬の出た地が「出戸」、名馬の背丈が鷹待場の架のようであり、その鷹待場のあった地が「鷹架」、名馬の背中が沼のように平らでそのような沼のあった地が「平沼」、名馬の尾が駱（まだら）になっており鎌倉からの使者がそれに気付いた地が「尾駱」、その名馬のための鞍を打った地が「倉内（鞍打）」、名馬を鎌倉へ渡すため使者が泊った地が「泊」となったとのことです。



写真2. ショッピングセンター「リーブ」



写真3. 文化交流プラザ スワニー

六ヶ所村分室は尾駈地区の北側にあります。八戸、三沢方面から繋がる国道338号線を北に向かい、村役場を過ぎ、老部川を越えたところに位置しています(写真1)。尾駈地区には村役場があり、村の中心地となっています。尾駈地区は村内最大の工業地区であり、日本原燃(株)も尾駈地区に本社及び工場があります。(財)環境科学技術研究所や日本原子力研究開発機構青森研究開発センターなどの研究機関も尾駈地区にあります。また、尾駈レイクタウンと呼ばれる住宅地もあり、現在その北側において市街地整備事業が進んでいます。ショッピングモールもあり生活の利便性の向上が図られています(写真2)。さらにスワニーと呼ばれる文化交流プラザがあり(写真3)、コンサートなどの各種イベントや量子フォーラム、東北原子力シンポジウムなどが開催されています。また、尾駈漁港では毎年10月の最終土、日曜日に「ろっかしょ産業まつり」が開催されます。祭りでは日本一のメス鮭のつかみどりなどのイベントや地元企業や研究機関による出店や展示が行われます(写真4)。

このようにセンター六ヶ所村分室は村の産業、文化の中心地である尾駈地区に位置しており、センターの原子力教育、研究の六ヶ所村における拠点として最良の環境の中にあります。



写真4. ろっかしょ産業まつりに六ヶ所村分室が参加

センターからのお知らせ

[サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター見学]

● 東北大学「科学者の卵」研究室見学

8月2日に「科学者の卵 養成講座」の一環として、サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターの見学が行われました。東北大学が行っている「科学者の卵 養成講座」とは、科学に興味ある高校生を対象とし、東北大学の教員が直接指導することによって、その体験を通じて、科学を見る目を養い、将来の科学者を育てようという企画です。

今回は大学施設見学ということで、学内でも大規模な共同利用施設である「サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター」に目が向けられました。総勢 120 名程度という見学者は当センターにとっても数年に 1 度程度しかなく、しかも高校生ということで、分かりやすく興味をもてるような説明を心がけました。実際にはこちらが心配するまでもなく、ほとんどの参加者が興味をもって話を聞き、多くの質問がなされていました。多くの人から感想も寄せられ、サイクロトロン加速器を用いた研究や PET 検査に強い印象を受けたようでした。



ECR イオン源の見学



PET 検査室の見学



見学者全員での集合写真

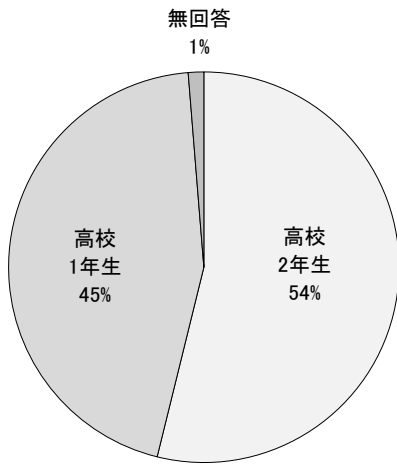
- 「韓国嶺南大学学生の実験室見学」
- 「宮城教育大学からの見学」
- 「宮城第一高校（旧宮城一女）の見学」

その他にも 7 月 15 日に「韓国嶺南大学学生の実験室見学」、8 月 4 日に「宮城教育大学からの見学」、8 月 6 日に「宮城第一高校（旧宮城一女）の見学」が行われました。いずれも、見学に訪れた参加者はサイクロトロン加速器や PET 装置の説明に興味深く耳を傾けていました。

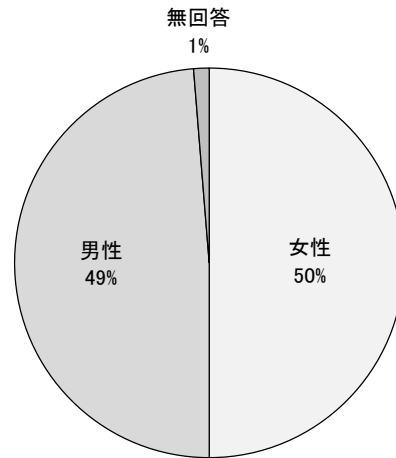
このように多くの人々にサイクロトロン・ラジオアイソトープセンターの施設、活動を知ってもらい理解してもらうことは我々の使命の一つでもあるので、これからも、高校生、一般を問わず多くの方々に施設見学をしてもらいたいと願っています。

• 東北大学 サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター 見学アンケート (H.22 8.2)

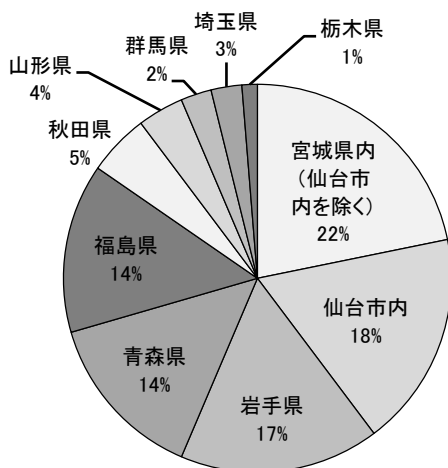
1. 見学者の割合



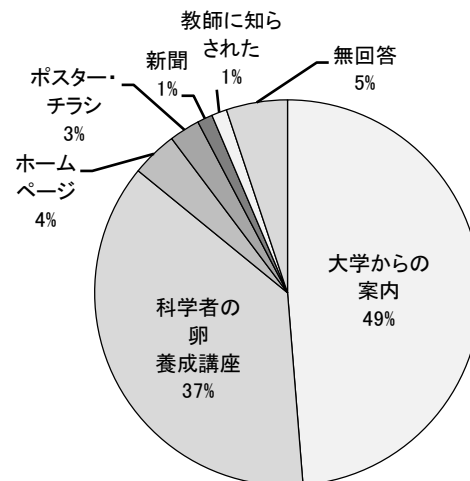
2. 性別



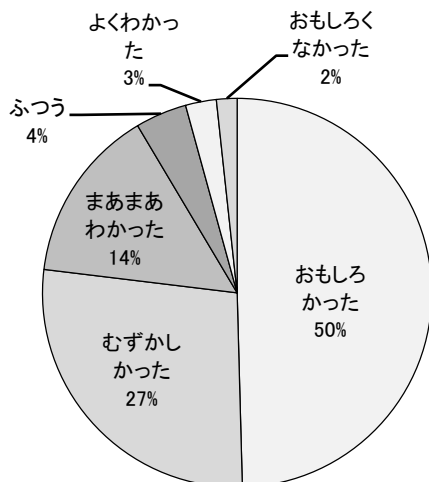
3. どちらから来ましたか？



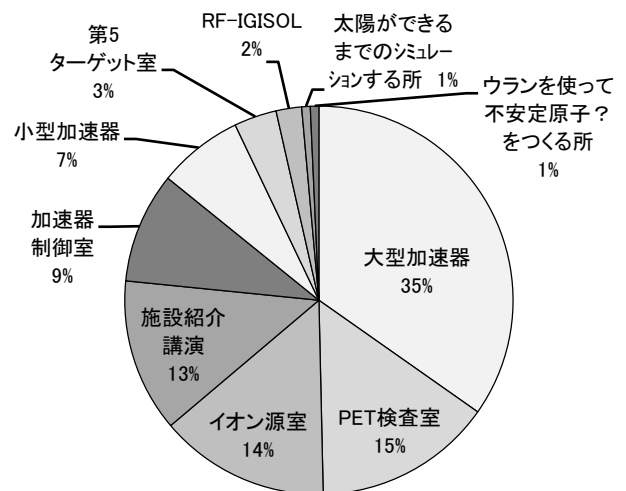
4. この見学をどのようにして知りましたか？



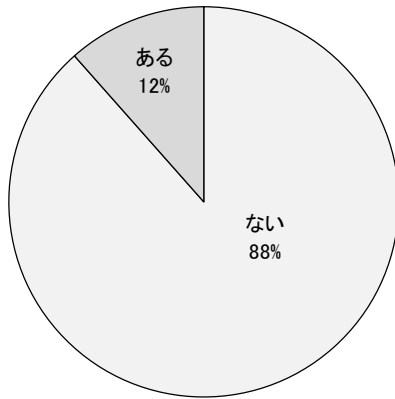
5. サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターの見学はいかがでしたか？ (複数回答可)



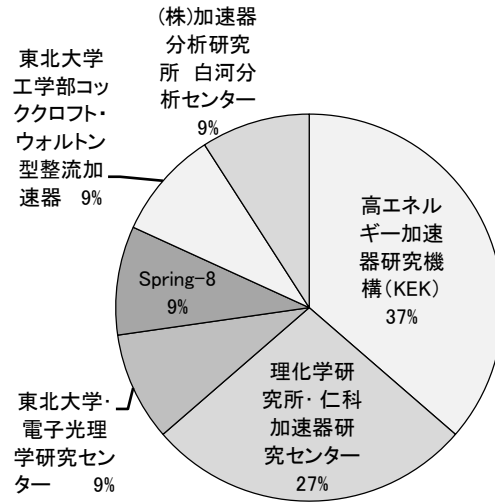
6. どの見学が印象に残りましたか？ (複数回答可)



7. これまでに、このような加速器施設の見学を行ったことがありますか？



8. 7で「ある」と回答した方は、どこの加速器施設の見学を行ったことがありますか？



9. サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターを見学してみて、何か新しい発見はありましたか？感想やご意見・ご希望などをご自由にお書きください。

- ・日本に数台しかない装置を見れてとても有意義だった。
- ・すごい研究をしているのだなあと思った。
- ・反物質というものがどのようなものなのか教えてもらって、様々な想像がふくらんだ。
- ・ここの施設の設備の豊かさがよく分かりました。好きな分野なので、見学できたのが嬉しいです。でもあまり理解できなかったところがあったので、後で調べたいです。
- ・普段あまり見られない所を見学して、知らないことをたくさん学ぶことができ良かったです。特に、PET検査室のX線で見つけることができる所がすごいと思いました。
- ・各部屋ごとにみたこともない複雑な機械がたくさんあり、とてもおもしろかったです。特にPET検査室ではX線を利用して病気(がん)を調べているということがとても印象に残りました。また、室内温度が違う部屋があったのは何故なのか疑問に思いました。
- ・理化学研究所に行ったときは、よく分からなかったが、今回説明を受けて、以前よりよく分かった。来年も見学に行く予定なのでもっと深めることができれば良いと思う。
- ・列の最後になってしまい、十分見学や説明を聞く間も無かった。なので、イマイチなにがなんだかわからなかった。
- ・1グループあたりの人数が多過ぎて、詳しく説明が聞けなかった。もっとわかりやすく説明してほしい。
- ・サイクロトロンは宇宙の研究や薬作りなどの医療関係など、様々な分野の研究に役立っていることが分かりました。930型サイクロトロンは実際に見てみると大きくて、おどろきました。
- ・宇宙に関係することだったので、興味深かった。
- ・機器は大きいし、値も張るようすごかった。また狭い通路が気に入った。黄色いかべに意味はあるのでしょうか。

- 考えていた以上に医療へと活用されていることがわかった。また、不安定な物質を作って、すぐに研究できることを知り、そのようなことを可能にするためには、機材の重要性がわかった。このような物を使って、いろいろな研究をしてみたいと思った。
- サイクロトロンの重さと値段には驚きました。後、PET 検査のことなのですが、がんなどではなく、普通に体が運動していて、ブドウ糖があつまった場合と、どうやって判断するのでしょうか。(時間が無くて聞けませんでした)
- 説明がほとんどわからなかった。何のために機械を使うのかななどもっと詳しく教えてほしかった。
- 今日、見学したところは知らないことばかりだったので、全てが新しい発見だった。今まで自分が知らなかった世界を発見することができて、また新たな世界が広がった。
- 薬の一部が加速器で作られていること。
- 使用する金属の規模が大きすぎて驚いた。
- 普段見ることができないような機械を見ることができ、よかった。
- はるか昔にあった「錬金術」が現在に存在しているというのはおどろきました。原子を「壊す」というのはすごくエネルギーの要ることなんだと感動しました。
- はいせんがたくさんあってどれどれだかわからなくて最初・最後がきになった。あそこでたおれたら助けが遅そうだったと思った。
- 中が複雑でした。今現在自分がどこにいるのか、わからなくなりました。
- 機械の配線がたくさんあってとても複雑なことがわかりました。とてもいい刺激になりました。ありがとうございました。
- 東北大学の学生はこのようなことを使って研究・検索しているんだなあと思った。実際に見学してみてもすごく興味のある内容だったけれど、難しかった。
- 放射線を使って人体を調べられる。また、それはあまり有害ではない。発生させた反物質のもろさ、それを集める技術の凄さ。
- 良い体験になりました。ありがとうございました。
- サイクロトロンやラジオアイソトープの構造や実験の仕方が今回の見学でよくわかりました。今後もこのような実習の機会を増やしていただければ、幸いです。
- 加速器施設の見学は初めてだったので、たくさんの機器や配線がつながっている様子は壮観でした。興味ある分野でもあるので、講演、解説等も面白かったです。貴重な機会、ありがとうございました。今週の金曜日、高校の実験講座の時にも見学させていただくことになるので、よろしくお願いします。
- あらゆる装置の規模が大きく、やはり一流の研究をしているという印象を受けました。
- 加速器施設の見学は初めてで、初めて知る事が多数でした。かなり自分に難しく分からないことがほとんどでしたが、一番驚いたのが電気代 1 日 20~30 万円ということでした。
- 見学した場所のうち 2 つくらいに天井に東西南北が書かれていたので、実験に関係あるのかな? と思った。今までこういう大きな施設に行った経験がないので驚いた。(機械の大きさ、重さ、費用、等)

- ・患者さんに放射能をあて…というお話が多く出てきました。質問してみると、実際ここに患者さんがいらっしょると！！とても驚きました。難しいお話でもあり、上手く理解できない自分が少し情けなくも感じます。しかし、実際に研究現場に足をふみ入れ、さらなるあこがれにつながりました。ありがとうございました。
- ・やはり、あれだけ大きいものをつくるとなると、お金もかかるし、重さもかなりなものになってしまうのだなあと思いました。近い将来、新しい素材かなにかが発明されれば、サイクロトロン施設も増えたりするのではないかと思います。ぜひ、将来そのような素材を開発してみたいと思います。
- ・自分は大型粒子加速器を見るのは初めてだったので感激を受けました。とても貴重な体験だったと思います。ありがとうございました。
- ・純度の高い酸素や200トンもあるという大型の機械を見ることができました。値段も今まで聞いたことが無いくらい高かったです。
- ・それぞれの研究が協力して行われているのだなと感じた。
- ・機械での研究の結果から宇宙の誕生のことを調べることができるということに驚いた。機械一つ一つを守るために液体窒素など様々な物が使われていて、機械の管理の大変さを感じた。
- ・自分の勉強不足によりあまりよく分からなかったが、とても小さなものを分解するのに巨大な機械が必要だということに驚いた。
- ・「酸素をイオンにする」という説明があったが、学校で学んだ知識とつなげられたような気がしておもしろかった。また、ガス流と磁場の組み合わせは東北大独自と知り、驚いた。
- ・私は質問をしませんでしたが、小さなことでも疑問に思ってみることが大切だと思いました。すごい技術が身近にあったことにおどろきました。
- ・サイクロトロンを実際に見て、そのシステムや、活用方法に再びおおいに興味をわきました。なかなか理解が困難な部分も、多数ありましたが、今後さらに理解できなかった部分に関する情報を、注意深く見ていきたいと考えています。
- ・なかなか見ることでできないものを見させて頂き、本当にうれしかったです。ここまで機械などがそろっている大学はあまりないと思うので、すごいと思いました。ありがとうございました。
- ・施設が大規模で後ろにいるとなかなか見れなかったですが、貴重な体験ができてよかったです。
- ・人数が多いただけあってよく見えない人もいたと思う。もう少し小分けした方がよい。声が小さくて聞き取れないところがあった。引率してくれた学生さんがとても親切で、親身に質問に答えてくれた。場所がわかりづらいのでところどころ看板を置いてくれるとありがたい。楽しい時間をありがとうございました。
- ・磁場を使って粒子を作ったり、半導体(?)に粒子をぶつけ強度を調べたりするのに新しく興味をもった。また、れん金術ができないときいていて、できるようになったことに驚いた。色々な原子を違う原子に変えることをやってみたいと思った。
- ・大学の研究なので、とても難しいものだと思っていましたが、中学の勉強が基礎となっていたことに驚きました。また、すべての機械・道具がとても高価なものだったので、緊張しました(笑)。

- ・宇宙での放射線にたえられるような金属の実験が印象に残りました。
- ・頭いいなあと思った。電磁波すげえー。電流はすごい。
- ・医学、工学、理学などで、様々な分野が何らかの形でつながっているということを改めて感じた。
- ・想像よりも大がかりな設備が多く驚いた。
- ・電子と人体のかかわりが今まで見えなかったのですが、+の電価をもった原子と糖や薬を結びつけることによって、ガンなどの-の電価をもった部位が光るなど、実際の技術に用いられていることが分かりました。物理から生物の領域にアプローチできるということが驚きで、より人体に外の少ない治療法ができるようになればいいと思いました。
- ・こういう施設自体、初めてだったので、すごくいい経験になりました。おもしろかったです。ありがとうございました。
- ・前にコック・クロフト型の加速器の見学、実習を東北大でやらせていただいたので、その分なんとなく分かりやすかったです。
- ・特になし。
- ・ガウス加速器について考えるいい機会でした。

[受賞のお知らせ]

- 日本原子力学会 加速器・ビーム科学部会 優秀講演賞（平成 22 年 9 月 17 日）
「波長分散型 PIXE 法による環境試料分析に向けた照射損傷に伴う元素の化学状態変化の研究」
多田 勉（六ヶ所村分室 放射線高度利用研究部・助教）

[運営専門委員会報告]

平成 22 年度第 1 回（平成 22 年 7 月 13 日開催）

- 各部会からの報告
- センター六ヶ所村分室現況報告
- 特任教授（客員）の推薦
- 兼務教員の選出
- 平成 21 年度決算及び平成 22 年度予算配分

[放射線と RI の安全取扱いに関する全学講習会]

平成 22 年 11 月 8 日(月)～10 日(水), 17 日(水)～19 日(金)

・第 69 回基礎コース講義:

理学部大講義室 11 月 8 日(月), 9 日(火) 2 日間の内 1 日受講

・第 69 回基礎コース英語クラス講義:

CYRIC 講義室 11 月 10 日(水)

・実 習:

CYRIC RI 棟 11 月 17 日(水), 18 日(木), 19 日(金) 3 日間の内 1 日受講

・第 32 回 SOR コース (基礎コースの講義のみを受講する)

基礎コース講義内容:

日	時	講 義 内 容	講 師
11 月 8 日(月)			
8:00～	8:50	(受講受付)	
8:50～	9:00	ガイダンス	
9:00～	9:30	放射線の安全取扱(1) 「放射線概論」	CYRIC 山崎 浩道
9:40～	10:40	人体に対する放射線の影響	医学系研究科 本橋 ほづみ
10:50～	11:50	放射線の安全取扱(2) 「物理計測」	CYRIC 酒見 泰寛
12:40～	13:40	放射線の安全取扱(3) 「RI の化学」	工学研究科 三村 均
13:50～	15:20	放射線取扱に関する法令	CYRIC 山崎 浩道
15:30～	17:00	放射線の安全取扱(4)	農学研究科 佐藤 實
17:00～	17:20	小テスト	
11 月 9 日(火)			
8:00～	8:50	(受講受付)	
8:50～	9:00	ガイダンス	
9:00～	9:30	放射線の安全取扱(1) 「放射線概論」	CYRIC 馬場 護
9:40～	10:40	人体に対する放射線の影響	医学系研究科 本橋 ほづみ
10:50～	11:50	放射線の安全取扱(2) 「物理計測」	CYRIC 酒見 泰寛
12:40～	13:40	放射線の安全取扱(3) 「RI の化学」	高等教育開発 推進センター 関根 勉
13:50～	15:20	放射線取扱に関する法令	CYRIC 馬場 護
15:30～	17:00	放射線の安全取扱(4)	薬学研究科 大内 浩子
17:00～	17:20	小テスト	

基礎コース英語クラス講義内容：

日	時	講義内容	講師
11月10日(水)			
8:00～	8:50	(受講受付)	
8:50～	9:00	ガイダンス	
9:00～	9:30	放射線の安全取扱(1) 「放射線概論」	CYRIC 馬場 護
9:40～	10:40	人体に対する放射線の影響	CYRIC 田代 学
10:50～	11:50	放射線の安全取扱(2) 「物理計測」	理学研究科 岩佐 直仁
12:40～	13:40	放射線の安全取扱(3) 「RIの化学」	工学研究科 三村 均
13:50～	15:20	放射線取扱に関する法令	CYRIC 馬場 護
15:30～	17:00	放射線の安全取扱(4)	薬学研究科 大内 浩子
17:00～	17:20	小テスト	

・第55回 X線コース講義：

理学部大講義室 11月11日(木)

・第55回 X線コース英語クラス講義：

CYRIC 講義室 11月11日(木)

X線コース講義内容：

日	時	講義内容	講師
11月11日(木)			
8:00～	8:50	(受講受付)	
8:50～	9:00	ガイダンス	
9:00～	10:30	X線装置の安全取扱い	CYRIC 山崎 浩道
10:40～	11:10	X線関係法令	CYRIC 馬場 護
11:20～	12:00	安全取扱いに関するビデオ	CYRIC 結城 秀行

X線コース英語クラス講義内容：

日	時	講義内容	講師
11月11日(木)			
12:50～	13:20	(受講受付)	
13:20～	13:30	ガイダンス	
13:30～	15:00	X線装置の安全取扱い	CYRIC 山崎 浩道
15:10～	15:40	X線関係法令	CYRIC 馬場 護
15:50～	16:10	安全取扱いに関するビデオ	CYRIC 結城 秀行

着任のご挨拶

— ごあいさつ —

センター 測定器研究部・JSPS 外国人特別研究員

Huliyar S. Nataraj

I am glad to introduce myself to CYRIC staff, faculty and students. I, Huliyar Subbaiah Nataraj from India have recently joined CYRIC as a JSPS post-doctoral fellow. I would be working on the theoretical aspects of Fr EDM in close collaboration with Prof. Yasuhiro Sakemi and his colleagues.

I completed my doctoral research on the thesis titled “Electric Dipole Moment of the Electron and its Implications on Matter-Antimatter Asymmetry in the Universe” at Indian Institute of Astrophysics (IIA), Bangalore, India. The main theme of this work was to look for the possible connection between the two extreme scales of the Universe; the sub-atomic



and cosmic. In the course of the doctoral work, I got some opportunities to travel across Europe and USA to participate and present my research work in various conferences and workshops.

Indian Institute of Astrophysics is one of the premier institutes in the field of Astronomy and Astrophysics in India. It operates radio, optical, and infrared telescopes in different field stations spread across India. A feather on the Institute's cap is the operation of world's highest altitude infrared telescope housed in Ladakh region of Himalaya, remotely from Bangalore. It has been participating in some of the space programs and also in some of the world's large optical telescope projects.

Bangalore, the place where I am from is one of the largest cities in India and it is the capital city of a southern state called Karnataka. It was once called garden city of India, however, due to the increasing demand for space for accommodating more and more industries, the greenery of the city is being diminished day by day. It is now called silicon valley of India as it is the leader in software exports from India.

After the completion of my doctoral work, I joined Budapest University of Technology and Economics, Budapest, Hungary and I was working on the development of “High Accuracy Models in Atomic and Molecular Physics”. I got exposed to the field of quantum chemistry there.

Budapest is one of the beautiful cities in Europe and it is termed as “Eastern Paris”. The country side of Hungary is very green and scenic. I enjoyed touring the northern parts of Europe during last winter. These previous experiences and exposures to multicultural environments have made me truly adoptable. In addition, the kind hospitality and warm welcome I have received at CYRIC have made me feel very comfortable and homely.

I would look forward to interact with you all to maximize my experiences; may it be the academic or the cultural/traditional, during my stay at CYRIC.

Thank you.

Nataraj

CYRIC のスタッフ、教員、学生に自己紹介できることが嬉しいです。私、ヒュリアー・スパイヤ・ナタラージャは 9 月末に日本学術振興会 (JSPS) 外国人特別研究員としてインドから CYRIC に来ました。そこで、酒見泰寛教授と彼の研究室の人たちと一緒にフランシウム (Fr) 原子の電気双極子能率 (EDM) に関して理論的な面から研究しています。

私はインドのバンガロールにあるインド天体物理学研究所で「電子電気双極子能率と宇宙における物質-反物質の非対称性に対する関係」について博士号の研究をしました。この研究の主題は宇宙規模と原子未満という 2 つの究極のスケール間をつなぐというものでした。私は多くの国際会議や研究会に参加し、研究発表を行うためにヨーロッパやアメリカを旅する機会を得ました。

インド天体物理学研究所はインドでは天文学と天体物理学の分野において第一線の研究所の一つです。そこでは電波や可視光および赤外線望遠鏡を操作しており、インドじゅうに存在する様々な分野の拠点となっています。研究所の特徴はヒマラヤのラダク地域にある赤外線望遠鏡をバンガロールから遠隔操作することです。宇宙事業や世界の大光学望遠鏡計画などに参加しています。

私の出身地のバンガロールはインドでも最も大きな都市のひとつで、カルターナカと呼ばれる南の州の首都です。かつてはインドの庭園都市と呼ばれていましたが、産業の発達により街の緑は日々失われています。今ではインドのシリコンバレーと呼ばれ、ソフトウェアの輸出ではインド最大です。

博士課程終了後、ハンガリーのブダペスト工科経済大学で「原子・分子物理学における高精度模型」を発展させる研究をしていました。私はそこで量子化学の分野に接する機会を得ました。

ブダペストはヨーロッパの美しい都市のひとつで「東のパリ」と呼ばれています。ハンガリーの田舎はとても緑が多く景色がきれいです。私は去年の冬のあいだヨーロッパ北部を旅行して楽しみました。多文化的な環境の中での経験で私は本当に寛容になりました。さらに、CYRIC の皆さんの親切や暖かい歓迎がとても心地よく、我が家のように感じています。

私は CYRIC にいる間、経験を豊かさせてくれるあなた方すべての人と交流することを楽しみにしています。それは学問についてかもしれないし、文化や伝統に関することかもしれません。

ありがとうございました。

ナタラージャ

[訳：伊藤 正俊]

— ごあいさつ —

センター 六ヶ所村分室 核燃料科学研究部・助教
呉 艶

7月1日より核燃料科学研究部に助教として着任いたしました呉艶です。新たに開所した六ヶ所村分室に勤務しております。出身は中国南部地区の広西省で、大学院から日本へ留学してきました。昨年9月に、東北大学大学院工学研究科量子エネルギー工学専攻を終了し、博士号を頂いた後、三菱マテリアル(株)中央研究所で勤務していました。



私は元々中国の大学では、環境工学を専攻しておりまして、廃棄物の処理、リサイクル、資源の有効利用などについては非常に強い興味をもっていました。その中で特に、私が興味を抱きましたのは廃棄物からの有用金属リサイクル技術の開発に関する研究です。そして、博士課程前期の課程では、高選択性高機能性金属吸着剤を開発し、使用済み核燃料の再処理に伴い発生する高レベル放射性廃液から有用核種の回収と分離に関する研究を行いました。高レベル放射性廃液中には様々な核種が含まれ、これら核種の高度分離法の開発は、放射性廃棄物の減容および再資源化に繋がります。具体的な研究内容としては、数種類のアルギネートゲルを固定化担体として用いて、抽出剤 TBP を包括固定したマイクロカプセル (MC) を調製し、キャラクタリゼーションを行うとともに、放射性核 (U, Pu, Eu, Tc, Sr, Co, Fe) に関する吸着特性を明らかにしてきました。博士後期では、各核種 (Cs, Pd, Tc) に高選択性を有するナノ分離剤を内包した MC を充填した連続的な吸着カラムで構成されたコンパクトカラムによるクロマト分離を実施し、分離特性を解明するとともに、精密分離技術を確立しました。さらに、実用化を見据えた模擬廃液および実高レベル廃液からの選択的分離・回収に成功し、マイクロカプセルによる先進的核種分離・回収プロセスを提案しました。

三菱マテリアル(株)中央研究所に勤務した時は、反応プロセス開発センター湿式分離グループに所属し、貴金属リサイクルプロセスの開発を研究してきました。初めの研究テーマは、溶媒抽出法によるセレン (Se) と白金族金属 (PGM、Pd, Pt, Ru, Rh) 分離プロセスの開発であります。この開発では、溶媒抽出を用い、Se と PGM の分離特性、プロセスの実用性について評価しました。その後、自動車廃触媒から PGM のリサイクル技術開発を行いました。

就任後の研究では、原子燃料サイクルから排出される高濃度放射性廃棄物から有用 RI を分離利用する研究を行っています。具体的には金先生と共に、優れた吸着剤を設計・合成し、マイナーアクチノイド (Am, Cm 等) および様々な核分裂生成物 (Cs, Sr, Tc, I, 白金族等) に対する基礎的な吸着特性の解明および評価を行い、カラムによるクロマト分離技術を確立し、さらに、高度な核種分離プロセスを構築したいと考えています。

私はこれまで主に原子力バックエンド分野における再処理・高レベル放射性廃液処理の技術開発において、イオン交換および溶媒抽出法を基礎とする核種分離の高度化に携わってきました。これらの知識と経験を生かし、「新原子力利用研究分野の開拓」プロジェクトの推進に努力して参りたいと考えています。

— ごあいさつ —

センター 六ヶ所村分室 核燃料科学研究部・産学官連携研究員
李 嶢 (Li Zheng)

I have never thought it would come to true when I was employed by Cyclotron and Radioisotope Center (CYRIC), Tohoku University as a postdoctoral fellow at July 9, 2010. As a distinguished research centre in a world-famous university, I have no doubt that it would help me fulfill the dream of pursuing advanced scientific research in a top institute.

As a member of radioisotopes researches, I know it well that radioactivity could become a useful process which can be harnessed by man in nuclear power industry, application of radioactive materials in academic and industrial research, biomedical research and medical treatment. When I studied for my doctorate from April, 2007 to June, 2010 in Shanghai Institute of Applied Physics, Chinese Academy of Science, my research work was to study molecular imaging using quantum dots (optical) or radioisotope (radioactive, such as ^{99m}Tc , ^{188}Re , ^{18}F , etc.) as imaging reagents. It could noninvasively visualize the tumor location using optical imaging and accurately assess the tumor-targeting efficacy and biodistribution using radioisotope imaging, which would overcome the tissue penetration limitation and be potential to accelerate clinical molecular imaging technical progress in future.



The energy and development nexus has become one of the most important issues in the world due to the conflict between dwindling fossil fuels and mounting energy demand with progress of social and economic. An increasing number of countries are now looking at the nuclear option as a way to secure the energy supply needed to support development. As a result, it would produce lots of nuclear waste as fuel rods and there would be a planet left with the legacy of nuclear waste, which will be radioactive for thousands of years if they are not disposed of properly. So, it is necessary to develop the treatment of the waste generated at nuclear power plants with a high degree of effectivity and reliability for improving safety and economy of the whole waste management system. From now on, I will engage in the research about the separation of radionuclides from HLLW (high-level liquid waste), generated by spent fuel reprocessing under the supervision of Professor Etsushu Kuraoka, who is experienced in this research field, at CYRIC. I will take the chance to try my best to finish research topic and make some excellent achievements.

私は、2010年7月9日付で産学官連携研究員として、東北大学のサイクロトロン・ラジオアイソトープセンター（CYRIC）に勤めることが本当に現実になるとは思いもよりませんでした。世界的に有名な大学のトップレベルの研究機関で、私は先進的な科学研究を追求するような夢を果たすお手伝いができることを誇りに思います。

私は、ラジオアイソトープ研究者の一員として、‘放射能’が原子力産業、学術的・工学的な研究への放射性物質の応用、生物医学、それに医療などの分野において、人類によって有効利用が可能になったことをよく理解しているつもりです。2007年の4月から2010年の6月まで学位取得のため中国科学院の上海応用物理研究所で学んでいたとき、私の研究課題は量子ドット（光学）を用いる分子イメージング又はイメージング試薬としてラジオアイソトープ（例えば、 ^{99m}Tc , ^{188}Re , ^{18}F など）を研究することでした。腫瘍位置を光学的イメージングにより非侵襲的に視覚化することであり、ラジオアイソトープイメージングを用いて腫瘍標的の有効性と生体内分布を精度よく評価することができますし、後者は組織透過の制約を克服し、恐らく将来臨床分子イメージングの技術進歩を加速するでしょう。

エネルギーと発展の関係は、社会・経済の発達に伴う化石燃料の減少とエネルギー需要の増加という矛盾ゆえに、世界の最重要課題の一つとなっています。発展を支えるために必要なエネルギー供給を確保する手段として、現在原子力を選択する国が増加しつつあります。その結果、使用済核燃料棒という多量の核廃棄物が生じ、もしそれが適正に処分されず何千年もの間‘放射能’のままであり続けたら、地球は核廃棄物という遺産を残された惑星になるかもしれません。そんな訳で、安全で且つ経済的な全廃棄物管理システムを構築するため、原子力発電所で発生する核廃棄物に対しては質の高い有効性と信頼性を有する処理技術を開発することが必要です。今後、CYRICでこの分野に実績のある倉岡悦周研究教授のご指導の下で、私は使用済核燃料再処理から生じるHLLW（高レベル廃棄物）から放射性核種を分離する研究に従事します。私は、この研究を成し遂げ、そして優れた成果を出すために、ベストを尽くす絶好のチャンスと捉えて努力します。

[訳：臼田 重和]

R I 管理メモ

1. 定期再教育訓練

センター利用者に対する放射線業務従事者のための再教育訓練が、例年通り理学部と合同で、6月21日に開催されました。センター利用者の方々だけで90名が受講しました。

2. IAEAによる補完的アクセス

当センターは核燃料物質使用施設であることから、日本-IAEA 保障措置協定の追加議定書に基づき、未申告の核物質や原子力活動が無いこと等をIAEAが確認するための突然の査察（補完的アクセス；CA）が入る場合があります。9月1日にこの補完的アクセスが当センターに入りましたが、特に問題はありませんでした。

3. 電離放射線健康診断

平成22年度第2回目の放射線業務従事者特別定期健康診断が10月に行われ、問診は10月1日に48名が受診し、そのうち30名が10月18日に検診を受診しました。

4. 放射線管理区域自主点検

平成22年度1回目のセンター内放射線管理区域の自主点検を、9月13日～27日にかけて実施しましたが、特に問題となる異常はみられませんでした。

5. 管理下でない放射性同位元素等の一斉点検

平成21年10月に文部科学省放射線規制室から各放射線施設および大学に依頼のあった、管理下でない放射性同位元素等の一斉点検を、本センターにおいても1月から9月にかけて行いましたが、該当する物質はありませんでした。

今後、管理下でない放射性同位元素等が発見された場合には、センターや大学に対しペナルティが与えられることとなります。手続きを踏まない放射性物質の持ち込みや持ち出し、放射性物質の放置や紛失などが無いよう、今後ともセンター利用者の方々のご協力をお願いいたします。

研 究 交 流

新しくセンターに滞在される共同研究者の紹介です。

氏 名 三 浦 末 志
 所 属 (財)無人宇宙実験システム研究開発機構
 役 職 技術本部総括主任研究員
 研究題目 半導体部品の陽子誘起 SEE の実験的研究 (その3)
 受入教員 酒 見 泰 寛 教授
 研究期間 平成 22 年 5 月 1 日～平成 23 年 3 月 18 日

氏 名 鳥 羽 忠 信
 所 属 (株)日立製作所 生産技術研究所
 役 職 回路システム研究部・主任研究員
 研究題目 情報処理装置の中性子ソフトエラー耐性評価に関する研究
 受入教員 酒 見 泰 寛 教授
 研究期間 平成 22 年 11 月 1 日～平成 23 年 3 月 31 日

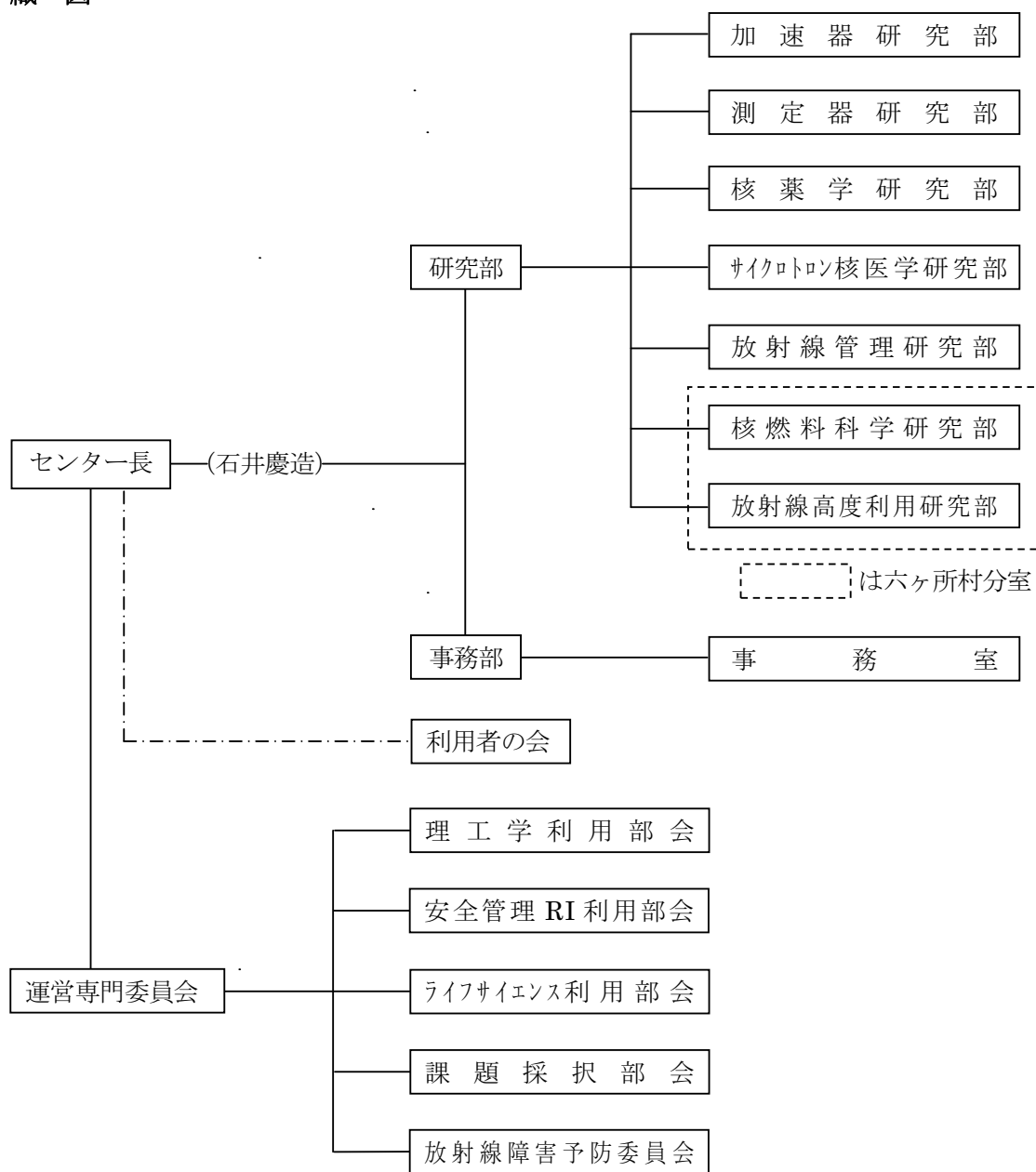
氏 名 新 保 健 一
 所 属 (株)日立製作所 生産技術研究所
 役 職 回路システム研究部・研究員
 研究題目 情報処理装置の中性子ソフトエラー耐性評価に関する研究
 受入教員 酒 見 泰 寛 教授
 研究期間 平成 22 年 11 月 1 日～平成 23 年 3 月 31 日

人 事 異 動

発令年月日	職 名	氏 名	異動内容
22. 5. 31	産学官連携研究員	劉 瑞 芹	辞職
22. 7. 1	助教	呉 艶	採用
22. 7. 9	産学官連携研究員	李 崢	採用
22. 8. 1	東北大学特任教授 (客員)	伊 藤 正 敏	称号付与 (25. 7. 31 まで)
22. 9. 26	JSPS 外国人特別研究員	Huliyar S. Nataraj	受入
22. 10. 1	リサーチ・フェロー	小 倉 毅	称号授与

平成 22 年 11 月 1 日現在

組 織 図



分野別相談窓口（ダイヤルイン）

理 工 系	篠 塚 勉	795-7793	FAX 795-7997
ライフサイエンス系	岩 田 錬	795-7798	FAX 795-7798
R I 系	山 崎 浩 道	795-7792	FAX 795-7809
事 務 室	相 澤 克 夫	795-7800 (内 3476)	FAX 795-7997
R I 棟 管 理 室	結 城 秀 行	795-7808 (内 4399)	FAX 795-7809

編 集 後 記

自動車通勤だったのですが、最近は運動不足解消のためなるべく歩いて通うようにしています。朝は青空を見上げたり広瀬川をのぞきこんだりしながら、夜は暗闇の虫の音を聞きながら歩いています。帰り道山あいから見える仙台の夜景もビューティフル！です。「希望や理想は自分で作り出すもの」今年のノーベル化学賞の鈴木章先生の言葉ですが、常にそういう心持ちで研究していかなばと思っています。広報委員会ではCYRICホームページのリニューアルを予定しています。ご期待ください。

(K. H. 記)

広 報 委 員

委員長	岩 田 錬 (CYRIC)
	木 野 康 志 (理学研究科)
	藤 井 優 (理学研究科)
	岡 村 信 行 (医学系研究科)
	人 見 啓 太 朗 (CYRIC)
	船 木 善 仁 (CYRIC)
	平 岡 宏 太 良 (CYRIC)
	三 宅 正 泰 (CYRIC)
	石 川 洋 一 (CYRIC)
	伊 藤 正 俊 (CYRIC)
	涌 井 崇 志 (CYRIC)
	結 城 秀 行 (CYRIC)
	佐 伯 ち ひ ろ (CYRIC)

題字デザイン：田 代 学

CYRIC ニュース No. 48 2010年11月30日発行

〒980-8578 仙台市青葉区荒巻字青葉6番3号

東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター

TEL 022 (795) 7800 (代 表)

FAX 022 (795) 7997 (サイクロ棟)

〃 022 (795) 7809 (RI 棟)

〃 022 (795) 3485 (研究棟図書室)

E-mail : koho@cyric.tohoku.ac.jp

Web page : <http://www.cyric.tohoku.ac.jp/>

