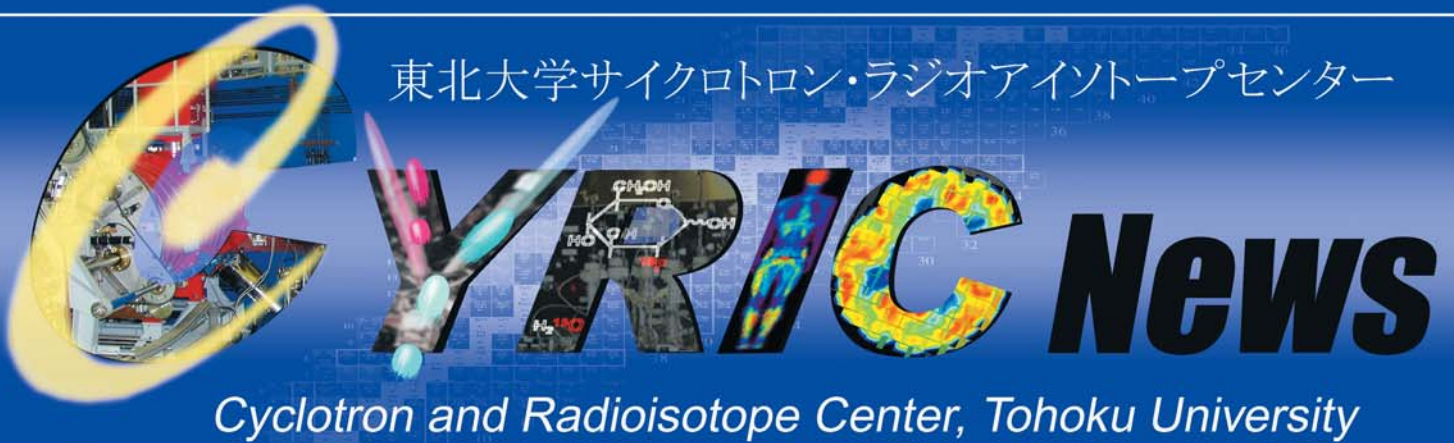


東北大学サイクロトン・ラジオアイソトープセンター



No. 47 2010.5 東北大学サイクロトン・ラジオアイソトープセンター

## 巻頭言

東北大学大学院工学研究科 量子エネルギー工学専攻長・教授 長谷川 晃

春先の天候不順で大幅に遅れた仙台の桜もゴールデンウィークにはようやく満開からちらちらと散り始め、新しい季節の到来とともに、新学期が始まりました。サイクロトン・ラジオアイソトープセンターのサイクロトン実験棟改修も終わり、第114回の照射実験が始まろうとしております。センターの利用者としてこの日を心待ちにしておりました。さらに連休明けにはセンター六ヶ所村分室の開所式を迎えました。同分室における新原子力利用研究の進展と、私どもも力をいれている六ヶ所村地域における原子力教育の拠点としても共に活用させて頂けることを大いに期待しております。

私ども工学研究科量子エネルギー工学専攻では、大学における教育・研究に加えて地域における原子力人材育成の拡充をめざし、以下の活動を推進してまいりました。

- (1) 原子力施設立地地域における原子力共生活動（女川町、六ヶ所村の学校での出前授業や理科教室、講演会）
- (2) 立地地域の企業や研究者、自治体関係者との情報交換の場としての量子フォーラム（六ヶ所村）
- (3) 原子力関係企業等で働く社会人修士・博士のための出前講義

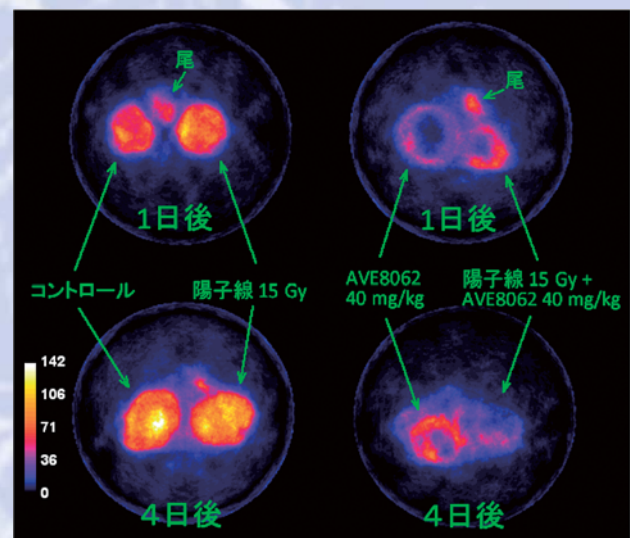
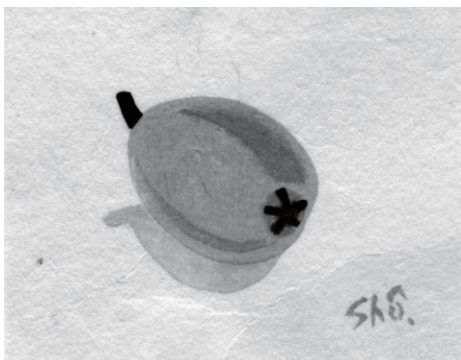


図5. 陽子線治療、腫瘍血管遮断剤AVE8062治療、および併用治療における $^{18}\text{F}$ FDG-PETのマウス体軸方向腫瘍断層画像（研究紹介、本文4ページ）

原子力共生活動については平成 17 年度より、女川町を皮切りに活動を開始し、理科教室や講演会、見学会などで地元の小中学生や住民の皆さんとの交流を継続的に行っています。21 年度からは六ヶ所村においても同様の活動を始めました。また、日本原燃(株)や東北電力東通り発電所のある六ヶ所村地域における社会人教育を進めるために、平成 18 年から六ヶ所村での社会人大学院生向けの出前講義を企画し、準備を進めました。その結果、平成 20 年度には日本原燃(株)から社会人修士 4 名、社会人博士 2 名が入学し、この 22 年 3 月には社会人修士の 1 期生 4 名が卒業し、内 3 名が社会人博士課程に進学しました。この間、文部科学省の人材育成プログラムの補助を頂き、専攻の教員による出前講義を実施してきました。この六ヶ所村での出前授業の立ち上げまでの状況や、実施内容については、雑誌「原子力 eye」(平成 21 年 10 月号から 22 年 2 月号まで連載)に講義を担当された先生方や学生の皆さんの記事が掲載されているので、ご興味のある方はご一読下さい。これまでの出前授業は六ヶ所村文化交流プラザ「スワニー」にて木曜・金曜日の会社終了後と土曜日の午前中に行ってきました。センターの六ヶ所村分室が開所する今年度以降は、同分室を講義の場としても活用させて頂きたいと考えております。専攻の協力講座になって頂いている六ヶ所村分室の先生方には、六ヶ所校の社会人学生を配属致しましたので、今後は学生の皆さんの学位論文の研究指導にもあたって頂きたいと考えております。

この他にも六ヶ所村では専攻が主催の量子フォーラムを毎年夏に開催し、原子力学会東北支部主催の東北原子力シンポジウムなどにも積極的に協力してまいりました。これらの活動の結果、専攻の学生の中にも日本原燃(株)などへの就職希望者も増えており、着々と成果があがっております。センターの関係者の皆様には、センターにおける教育・研究活動に加えて、今後は六ヶ所村を中心とした原子力の教育・研究ならびに原子力共生活動におきましても、いろいろとご協力とご援助を頂けますようお願い申し上げます。



阿部笙子先生作

## CYRIC ニュース No. 47 目 次

• 巻頭言		
	東北大学大学院工学研究科 量子エネルギー工学専攻長・教授	長谷川 晃 ……1
• 研究紹介		
	腫瘍血管標的薬剤を用いた陽子線治療の増感に関する基礎研究 東北大学大学院工学研究科 量子エネルギー工学専攻・准教授 医工学研究科 医工学専攻 兼任	寺川 貴樹 ……4
• トピックス		
	六ヶ所村分室完成記念式典と記念祝賀会の開催 センター 測定器研究部・教授	酒見 泰寛 ……9
• 新しい機器・設備の紹介		
	小動物用 PET 装置・CT 装置の紹介 東北大学大学院医学系研究科 医科学専攻・准教授 センター 六ヶ所村分室 放射線高度利用研究部・助手	古本 祥三 三宅 正泰 ……10
	光脳機能イメージング装置 FOIRE-3000 (研究用：(株)島津製作所) センター サイクロトロン核医学研究部・助手	四月朔日 聖一 ……12
• 学内 RI 使用施設紹介		
	東北大学農学研究科・放射性同位元素実験棟 東北大学大学院農学研究科 農学部・技術一般職員	日尾 彰宏 ……14
• 共同利用の状況 ……		16
• センターからのお知らせ ……		23
	□ サイクロトロン実験棟改修工事の完了の報告	
	□ センタースタッフの六ヶ所村分室訪問・開所式	
	□ 放射線と RI の安全取扱いに関する全学講習会	
	□ 受賞のお知らせ	
	□ 運営専門委員会報告	
• 着任のご挨拶		
	— ごあいさつ —	
	センター 測定器研究部・助教	原田 健一 ……27
	センター 測定器研究部・研究支援者	川村 広和 ……28
	センター サイクロトロン核医学研究部・助教	平岡 宏太良 ……29
	センター 六ヶ所村分室 放射線高度利用研究部・助教	多田 勉 ……30
• RI 管理メモ ……		31
• 運営専門委員会・各部会名簿, 人事異動, 職員名簿, 学生・研究生等名簿 ……		32
• 組織図・分野別相談窓口 ……		37
• 編集後記 ……		38

## 研究紹介

### 腫瘍血管標的薬剤を用いた陽子線治療の増感に関する基礎研究

東北大学大学院工学研究科 量子エネルギー工学専攻・准教授  
医工学研究科 医工学専攻 兼任  
寺川 貴樹

#### 1. はじめに

我々は、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) に小動物に対応した基礎研究用陽子線治療装置を開発し[1][2]、粒子線照射、ビームプロファイル、線量モニタリング技術に関する研究開発や、細胞照射あるいは小動物による治療の基礎研究等を実施しています。今回、研究紹介の機会をいただきましたので、現在実施しております腫瘍血管標的薬剤を用いた陽子線治療の増感に関する研究[3]について紹介させていただきます。

陽子線や炭素線などの荷電粒子ビームは、ブラッグピークと呼ばれる飛程付近で物質への線量付与が最大となる物理的特性があり、放射線治療における理想的な深部線量分布を形成します。放射線の生物学的効果は線エネルギー付与 (Linear energy transfer : LET) に依存し、LETが高いブラッグピーク領域では大きな細胞致死効果がもたらされます。ところが、陽子線は炭素線に比べ LET が低く、腫瘍全体を照射するためにブラッグピーク領域を拡大する治療用の深部線量分布を形成した場合、平均 LET が小さくなりその生物学的効果は X 線程度に低下します。したがって、陽子線治療においても X 線と同様に低酸素腫瘍細胞の放射線抵抗性が問題となります。炭素線の場合はブラッグピークを拡大しても平均 LET は高いため、細胞致死効果が大きく低酸素状態の影響を受けませんが、炭素線治療用の加速器や照射設備の大型化・高コスト化等の問題があります。また、炭素線の高い生物学的効果は正常組織に対しても同様であるため、長期的な放射線影響も含め副作用の慎重な考慮も必要です。よって、我々は、陽子線治療の増感研究は、正常組織の副作用を最小限に留め高い治療効果をねらう治療戦略として重要な位置付けにあると考えています。

一方、腫瘍が成長するためには、細胞増殖に必要な栄養素や酸素を供給する腫瘍血管系の形成・拡大が不可欠です。腫瘍血管の機能や構造には、正常血管の場合と比べて異常な特徴が数多く知られており、がん治療における明確な標的となり得ます。これらの違いを足がかりとして、腫瘍細胞を直接攻撃するのではなく腫瘍血管を標的とする治療戦略が新たながん治療法として注目されています。

我々は、放射線抵抗性の低酸素細胞を腫瘍血管標的薬剤と陽子線治療を組み合わせることで効率的に壊死に追い込み、陽子線の線量を低く抑えることはできないかと考え、腫瘍血管遮断剤 AVE8062 (Combretastatin A4 誘導体) を併用した陽子線治療のマウス固形腫瘍モデルによる基礎研究を開始しました。AVE8062 は微小管阻害剤に分類され血管内皮細胞の細胞骨格破壊などに伴って毛細血管の血流遮断を引き起こします。また、その作用は正常血管内皮細胞よりも腫瘍血管内皮細胞との親和性が高いとされています。その結果、腫瘍血管を選択的・不可逆的に急速に遮断し、腫瘍組織内の細胞代謝物の蓄積による細胞毒性効果も加わって、腫瘍細胞を壊死に追い込みます。現在、欧米にて AVE8062 の第 3 相臨床試験が行われていますが、AVE8062 単独の治療では、腫瘍の広範囲に壊死が誘発される一方で、血流遮断効果が十分でない領域が発生し腫瘍が再増殖することが明らかとなっています[4]。不十分な血流遮断は新たに低酸素・低栄養素環境を腫瘍内にもたらし、腫瘍細胞はそれらのストレスに適応すべく低酸素誘導因子を発現して、血管新生、解糖系の活性化、さらには脱分化に

よる自己複製能、遊走能、転移能の獲得など、かえって腫瘍を悪性化させる可能性があります。したがって、AVE8062 を含め腫瘍血管遮断剤は他のがん治療法との併用が必要と認識されており、このような観点からも我々の研究は、腫瘍血管遮断剤の問題を解決し、その治療的ポテンシャルを最大限活用するアプローチの一つでもあると認識しています。

## 2. CYRIC 基礎研究用粒子線治療装置の開発

図1は、CYRIC 第5ターゲット室の52コースに設置されている水平照射型の粒子線治療装置です。大型サイクロトロンからの80 MeV陽子線（水中飛程約5 cm）を用いて、直径約8 cmの平坦ビーム強度の照射野を形成することができ、細胞レベルの放射線生物学的実験、マウス、ラットによる陽子線治療の基礎研究や、飛程の制約はありますが小型犬等への獣医療臨床応用まで対応可能です。この装置では照射時のビーム走査を水平・垂直偏向用の電磁石によって行います。このビーム走査の制御方法を変えることによって、腫瘍標的全体を同時に照射するワブラー照射法、またはペンシルビーム走査により標的の3次元形状にそって積算的に線量付与するペンシルビームスキヤニング照射法を選択することができます。ワブラー法では円形走査したペンシルビームを散乱体に照射してビームを拡大し、患者固有のコリメータを用いて腫瘍断面形状に一致した一様強度の照射野を形成します。深部線量については、エネルギー変調フィルターによって腫瘍の最大奥行き幅に合った拡大ブラッグピーク（SOBP）を形成し、さらに患者固有のボーラスと呼ばれる局所的飛程調整フィルターを用いて深部線量分布を最適化します。図2に、ワブラー法により形成された陽子線の一様照射野と各種SOBPの例を示します。一方、ペンシルビームスキヤニング法では、ビームの水平・垂直走査とレンジシフターによる深部方向走査を組み合わせ、ビームスポット毎に標的に線量付与し、標的の三次元形状に一致した高線量分布を形成できます。



図1. CYRIC の小動物用粒子線治療システム

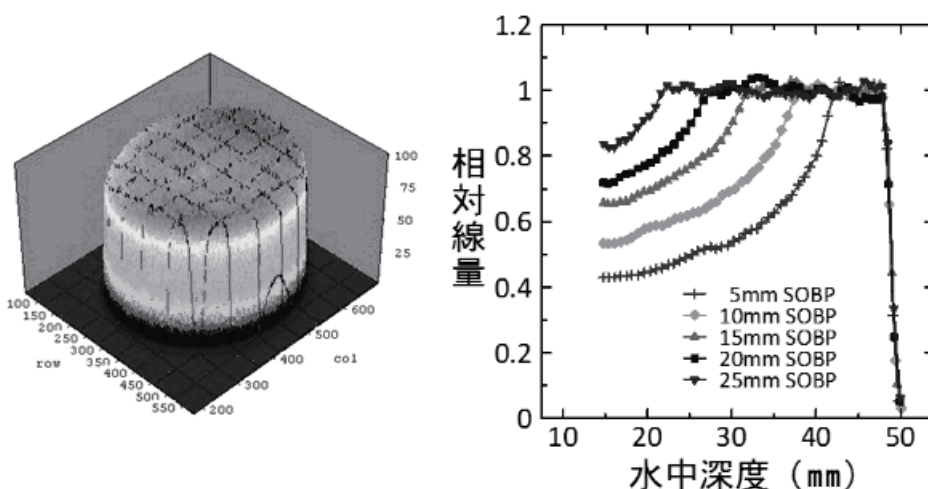


図2. ワブラービームを標的断面形状にコリメートした横方向線量分布（左）、および各種エネルギーフィルターによる水中深部線量分布（SOBP）（右）

### 3. AVE8062 を併用した陽子線治療の基礎研究

本研究では、難治がんの治療を想定し放射線や抗がん剤に抵抗性である NFSa マウス線維肉腫腫瘍モデルを用いて治療実験を行いました。C3H/He slc マウスの両後脚に NFSa 線維肉腫細胞を移植し形成された腫瘍に対して陽子線を局所的に照射します。このとき、腫瘍へは SOBP 領域によって一様な線量が付与されます。種々の照射パラメータの設定は、マウスの CT スキャンデータを用いた体内陽子線線量分布シミュレーション（治療計画）より決定されます。なお、本実験ではワブラー照射法を用いています。マウスに対して、図 3 に示すように右後脚の腫瘍のみに陽子線を照射し、さらにその中の一部のマウスに AVE8062 を投与します。これにより、腫瘍を陽子線単独治療群、AVE8062 単独治療群、併用治療群、および無治療のコントロール群に分けます。併用治療ではこれまでの研究から放射線照射後の薬剤投与が有効であることが知られています[5]。血管遮断剤投与により血流遮断が不十分な領域が腫瘍内に残ると低酸素環境が発生し、X線や陽子線など低 LET 線に対して抵抗性となるためです。

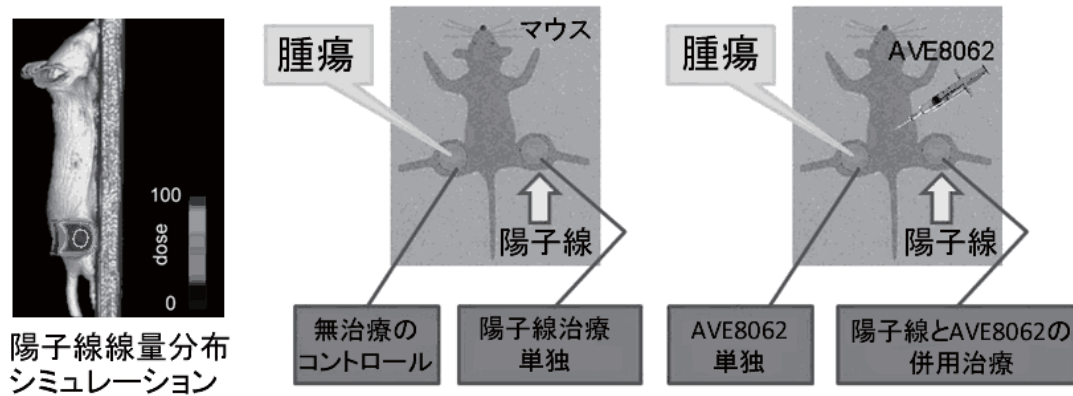


図 3. 陽子線線量分布シミュレーションおよび各種治療群への腫瘍の分類

これまでに行った実験では、NFSa 腫瘍の増殖抑制効果を指標として抗腫瘍効果を評価するための治療条件を設定しました。具体的には、陽子線 15 または 30 Gy、AVE8062 40 mg/kg 腹腔内投与、陽子線 15 Gy と照射 2 時間後の AVE8062 40 mg/kg 腹腔投与の各種治療条件を設定し、いずれも単回治療としました。これらの治療条件ではすべての腫瘍細胞を死滅することはできませんので、治療後に経目的に腫瘍体積を測定し腫瘍増殖遅延（Tumor growth delay : TGD）によって治療効果を評価します。本研究では文献[6]に従って、治療群とコントロール群の間で腫瘍が初期体積の 4 倍に達するまでに要する時間差を TGD として定義します。

各種治療群の腫瘍体積変化を図 4 に示します。腫瘍体積  $V$  は、腫瘍の 3 直径を  $a, b, c$  として  $V \approx (\pi/6)abc$  で近似し、平均値と平均誤差で評価しています。陽子線治療単独では、TGD が 15 Gy 付与の場合で  $2.1 \pm 1.1$  日 ( $n=4$ )、30 Gy 付与の場合で  $9.2 \pm 1.1$  日 ( $n=4$ ) であり、線量依存的に TGD が増加しました。AVE8062 単独治療では  $2.8 \pm 0.7$  日 ( $n=5$ ) となり陽子線 15 Gy の場合と同様の傾向が見られました。一方、併用治療群では、TGD が単独治療群の場合と比べて著しく増加して  $7.4 \pm 0.7$  日 ( $n=5$ ) となり、陽子線 30 Gy に迫る結果が得られました。

併用治療でなぜ顕著な増殖遅延効果が誘発されるのか、TGD の情報のみでは明らかにできません。そこで、CYRIC の 1 mm 以下の高空間分解能を持つ小動物用半導体 PET 装置[7]を活用し治療効果を評価することを試みました。まずは、腫瘍組織内の糖代謝の治療後の変化を調べるために、糖代謝トレーサー $^{18}\text{F}$  標識 Fluoro-Deoxy-Glucose ( $^{18}\text{F}$ FDG) を用いた PET スキャン ( $^{18}\text{F}$ FDG-PET)

を治療後のマウスに実施しました。PET スキャンのタイミングとして、単回治療の 1 日後、および縮小している腫瘍が再増殖に転じるか、あるいは増殖抑制がさらに維持されるか治療条件によって傾向が異なる 4 日後を選択しました。現在までに陽子線 30 Gy 単回治療群を除く各治療群について PET スキャンを行いました。

[<sup>18</sup>F]FDG-PET の結果を図 5 (1 ページ参照) に示します。陽子線 15 Gy 単回治療の腫瘍内は、1 日後および 4 日後ともにコントロール群と同様に FDG の高集積状態が確認され、糖代謝の高い状態が続き再増殖に至っていることが示唆されます。これに対して AVE8062 治療および併用治療群では、急速な血流遮断効果によって腫瘍中心付近の FDG 集積がほとんど無い状態が 1 日後で確認され、腫瘍の広範囲に壊死が誘発されることが期待されます。しかしながら、腫瘍の辺縁部に FDG 集積が認められ、このような正常組織との境界領域の腫瘍細胞には AVE8062 の遮断効果を受けない正常血管由来の FDG が部分的に到達・集積しているためと考えられます。一方、4 日後では、AVE8062 単回治療の腫瘍では辺縁部組織に FDG の高集積が認められ再増殖が示唆されるのに対して、併用治療の腫瘍では FDG の低集積状態が継続しています。これらの実験結果から、併用治療で顕著な増殖遅延効果をもたらされる理由として、AVE8062 単回治療で生き残る腫瘍辺縁部の細胞に投与前陽子線照射により増殖死を誘発させ、陽子線 15 Gy では死滅させることが困難な低酸素細胞の多くが血流遮断で効果的に壊死するという相加的効果が示唆されます。また、併用治療の TGD は、それぞれの単回治療の場合と比較して著しく増大しているため、放射線と薬剤との相互作用による相乗効果の有無についても分析する必要があると考えています。今後は、[<sup>18</sup>F]FDG-PET に加えて、低酸素イメージング剤を用いた PET スキャンにより腫瘍内部の低酸素細胞が存在する領域を可視化し治療効果の解析を進め治療戦略に反映する予定です。

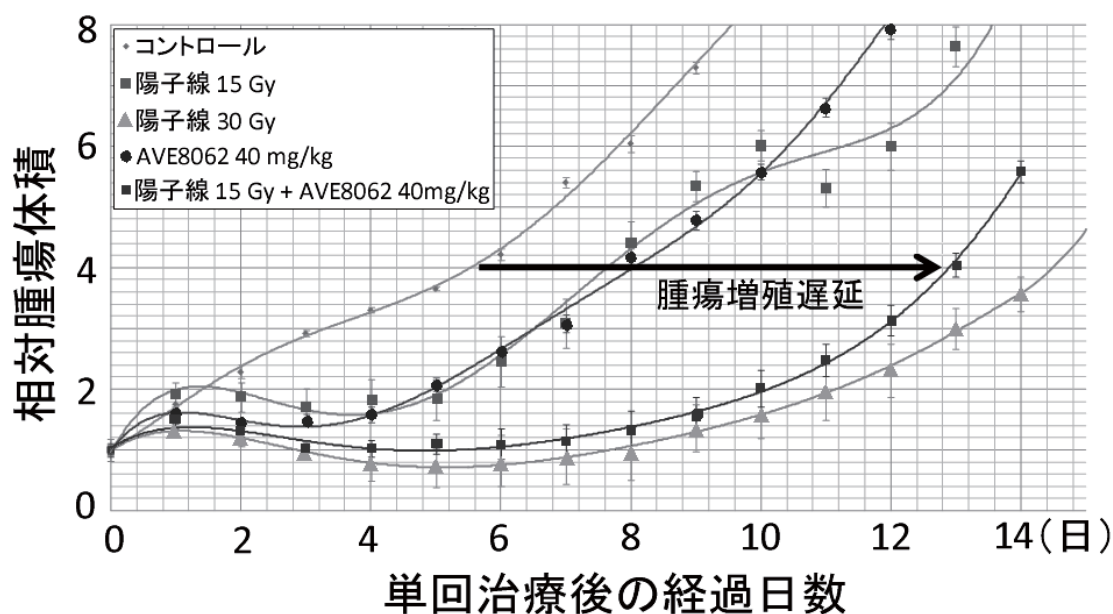


図 4. 各種治療群の腫瘍体積変化。0 日に治療を実施。

## 謝辞

本研究で使用した NFSa マウス線維肉腫細胞は、北里大学獣医学部獣医放射線学教室の伊藤伸彦教授、和田成一講師より分与いただき、治療計画用のマウスの CT スキャンにもご協力いただきました。腫瘍血管遮断剤 AVE8062 は、東北大学医学系研究科の古本祥三准教授より分与いただきました。マウスの PET スキャンでは、センターの船木善仁助教にご協力をいただきました。本研究全般にわたって医学的見地からのご意見をセンターの田代学准教授よりいただきました。また、陽子線の線量校正では、国立がんセンター東病院臨床開発センター粒子線医学開発部 室長の西尾禎治先生にご協力いただきました。本研究は、科学研究費補助金（基盤研究（B）17300169 平成 17-19 年度、同 20300174 平成 20-22 年度、萌芽研究 19650128 平成 19-20 年度、および挑戦的萌芽研究 22650113 平成 22-23 年度、以上 研究代表者 寺川貴樹）の支援を受けて実施しています。

## 参考文献

- [1] A. Terakawa et al., Proceedings of the 16th Pacific Basin nuclear Conference (16PBNC), Aomori, Japan, Oct. 13-18, 2008, P161378, 1-6.
- [2] A. Esmaili Torshabi, A. Terakawa et al., Nucl. Instr. and Meth. A 651 (2010) 183.
- [3] A. Terakawa et al., European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging 36 S2 (2009) S290.
- [4] D.W. Siemann et al., Cancer 100 (2004) 2491.
- [5] Katsuyoshi Hori et al., Cancer Sci. 99 (2008) 1485.
- [6] P. Workman et al., Cancer and Metastasis Reviews 8 (1989) 82.
- [7] K. Ishii et al., Nucl. Instrum. and Meth. A576 (2007) 435.



## トピックス

### 六ヶ所村分室完成記念式典と記念祝賀会の開催

センター 測定器研究部・教授  
酒見泰寛

東北大学における新原子力利用研究分野の開拓を推進する拠点として青森県・六ヶ所村に開設されました六ヶ所村分室の完成記念式典と記念祝賀会が、東北大学・井上明久総長をはじめ、六ヶ所村分室を軸として連携する学内外の関係者を迎えて、平成22年5月10日に執り行われました。はじめに六ヶ所村分室で関係者の見守る中、井上明久総長と石井慶造センター長による除幕式が行われました。引き続き、石井センター長の案内のもと、井上総長が分室内を見学され、施設で推進される研究・教育内容について分室スタッフとともに懇談されました。その後、会場を「レストラン・フォーレスト」に移し、開所式が盛大に行われました。最初に井上明久総長の挨拶に始まり、六ヶ所村村長・古川健治氏の乾杯のあと、石井慶造センター長から六ヶ所村分室の概要についてスライドを用いて紹介がありました。その後、青森県知事（代読）・蝦名武副知事、八戸工業大学・藤田成隆学長、(財)環境科学技術研究所理事長・嶋昭紘氏、ならびに日本原燃(株)代表取締役社長・川井吉彦氏から祝辞をいただきました。青森県・六ヶ所村を拠点に、東北大学、八戸工業大学、八戸高専、北里大学獣医学部、弘前大学、日本原燃(株)、東北電力(株)、新むつ小川原(株)、核融合科学研究所、日本原子力研究開発機構、環境科学技術研究所等、連携の輪は大きく広がっており、参加者65名を超えるなかRI高度分離技術・高度利用技術をはじめとする原子力利用研究に関する熱心な討論や和やかな懇談が行われ、分室に関わる産官学関係者の連携と親睦を深めることができました。記念祝賀会のあと、六ヶ所村分室の見学会において、分室での研究について活発な議論が行われ、今後の原子力教育そして地場産業育成の拠点としての分室への期待を印象付けるものとなりました。午前中、六ヶ所村へ向かう道中の天候はおもわしくありませんでしたが、分室へ到着し除幕式を始めるときには快晴となり、祝賀会・見学会の間もさわやかな天候に恵まれ、六ヶ所村分室の将来の展望を示すような開所式となりました。



写真1. 井上明久総長と石井慶造センター長による除幕式



写真2. 井上明久総長挨拶



写真3. 石井慶造センター長による分室概要紹介

## 新しい機器・設備の紹介

### 小動物用 PET 装置・CT 装置の紹介

東北大学大学院医医学系研究科 医科学専攻・准教授  
古本祥三  
センター 六ヶ所村分室 放射線高度利用研究部・助手  
三宅正泰

#### 1. はじめに

東北大学では、平成 21 年度から分子イメージングに携わる人材の育成を目的とした教育プログラムが開始されました (CYRIC ニュース No.46)。それに伴い、教育実習用機器として、小動物用 PET 及び CT がサイクロトロン・RI センターに導入されました。今回導入された装置は、(株)島津製作所製の Clairvivo-PET 及び Clairvivo-CT になります。両装置は、サイクロトロン・RI センターの RI 棟 3 階物理実験室に設置されました (図 1)。PET と CT の撮像はそれぞれ独立して行われますが、機能 (PET) と形態 (CT) の融合画像を簡便に作成できるようにシステムが構築されています。本稿では、各装置の性能・特色について簡単に紹介します。

#### 2. Clairvivo-PET について

本装置には、高感度と高解像度を両立した 3 次元放射線検出器 (DOI : Depth-of-Interaction 検出器) が搭載されています。シンチレータには発光量が大きく発光減衰時間が短い LYSO 結晶を使い、光電子増倍管には 256 ch フラットパネル PMT (Photomultiplier tube) を使用することで、高解像度化を図っています。さらに結晶を 2 層に配置することで、深さ方向の位置情報を正確に収集することができる工夫がされています。これにより実験小動物に検出器を近づけることが可能になり、解像度を劣化させずに大立体角での近接高感度撮像が可能となっています。従来の検出器では斜め方向から入射したガンマ線に対しては解像度が劣化してしまいますが、DOI 検出器ではその劣化を最小限に抑えることができます。大立体角の DOI 検出器により、視野中心で、感度は 8%以上、空間分解能は 1.5 mm (FWHM) を達成しています。検出器の体軸方向視野は 151 mm を確保しており、ポジションを変更せずにマウスの全身やラットの主要部位の動態 (ダイナミック) 計測が可能です。また、断面内視野は 100 mm 確保されていますので、ラットの全身やマーモセットの頭部計測も可能です。

本装置にはトランスミッション計測用に  $^{137}\text{Cs}$  線源が搭載されており、エミッション計測における生体内でのガンマ線の吸収を補正できるようになっています。トランスミッション線源は収集完了後、自動的にシールド位置に収納されるため、線源を取り付けたままエミッション計測が可能です。さらに実験動物と線源の接触を防ぐため、トランスミッション線源専用の回転スペースを確保するの



図 1. 小動物 PET(手前)と CT(奥)の設置風景

で、安心して使用することが可能です。

実験者の利便性を考慮して、装置本体は継ぎ目のないフラットなテーブルトップとなっており、麻酔などの周辺機器を置くことが可能です。また CCD カメラが搭載され、実験動物をリアルタイムにモニタリングすることで、簡便な位置決めや麻酔の状態の観察などが可能です。小動物用ベッドは容易に着脱可能であり、CT 装置とも共用が可能な設計になっており、計測の準備作業や PET と CT 連続撮像が簡便に行える仕様となっています。

### 3. Clairvivo-CT

本装置は、X線発生部にマイクロフォーカス X線源、検出部に高精細フラットパネル検出器を搭載しており、高解像度でハイコントラストな画像を得ることができます。装置内部には CCD カメラが設置されており、動物の状態を監視することで、麻酔覚醒によるトラブルを未然に防ぐことができます。コンソール画面内で監視カメラの画像が見られます。

1 回の撮像で三次元画像を構築できるコーンビーム再構成法と、撮像視野の大きいオフセット撮影法を採用することで、断面内視野として約 38~110 mm φまでの実験小動物が撮像可能です。これによりメタボリックラットやマーモセットなどの計測も可能です。また、体軸方向の視野は、1 スキャンで最大約 50 mm、マルチスキャンを行うことで最大約 300 mm まで撮像可能となっています。さらに等倍から 3 倍程度まで視野を拡大することができ、関心領域を詳細に観察できます。

計測された画像は、オリジナル断面の他、任意断面（オブリーク画像、ダブルオブリーク画像）で高速に表示できます（MPR 機能）。画像データを DICOM 形式で出力できることから PET との画像フュージョンが容易に行えます。図 2 は正常ラット頭部の CT 画像を DICOM 出力し、 $[^{18}\text{F}]$ FDG 計測を行った PET 画像とのフュージョン画像を作成したものです。CT 画像上に表示することで PET プローブ集積部位の位置関係が明確になります。

### 4. おわりに

近年、分子イメージング研究において小動物 PET は欠くことのできない重要なリサーチツールとして頻用されるようになってきました。さらに最近では、臨床用 PET-CT 装置が急速に普及してきたように、小動物用 PET 装置についても CT との複合機が広く普及する兆しを見せています。このように、これからの PET による分子イメージング研究では、基礎と臨床ともに機能+形態の複合モダリティイメージングが研究スタイルの主流になると予想されます。そのような将来見通しを踏まえ、今回導入した小動物用 PET と CT 装置が、実践的な分子イメージング教育の実習用機器として有意義に活用されることを期待します。

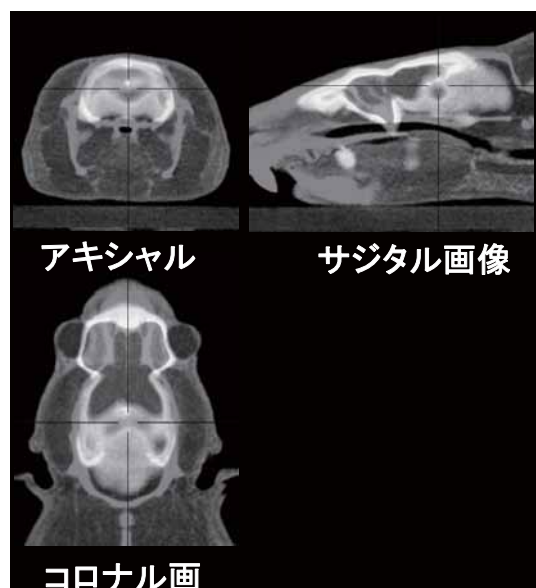


図 2. FDG-PET 画像と CT 画像の重ね合わせ例

近赤外分光法 (NIRS : Near Infrared Spectroscopy) による(株)島津製作所製の光脳機能イメージング装置 FOIRE-3000 (図 1) が本年 3 月に導入されました。

NIRS とは、近赤外領域 (波長 700~2500 nm) の光を物質に照射し、拡散光より得られるスペクトルを基に物質の状態を推測する技術です。血液成分であるヘモグロビンは光を散乱させますが、酸化ヘモグロビンと脱酸素化ヘモグロビンでその吸収・散乱の度合いが異なるため NIRS により各ヘモグロビンの相対的変化量を知ることができます。FOIRE-3000 では、生体に対し安全で透過しやすい近赤外光 (波長 700~900 nm) を用いた NIRS により大脳皮質の神経活動に伴い変化するヘモグロビンの相対的変化量を計測し、リアルタイムにトレンドグラフおよび画像を表示することができます。近赤外光では人間の頭部を透過させることは困難なので、光ファイバーを用いて頭表から脳内に入射され大脳皮質で吸収・散乱した近赤外光を 30 mm 程度離れた頭表上の光ファイバーで集光します。この時、光は頭表から約 20 mm 程度の深部まで到達するので、この深度での脳内ヘモグロビン量の相対変化を測定することが可能です。

今回導入した FOIRE-3000 の構成は、本体 (1 台)、送受光ファイバー (4 組)、コンピュータ (1 式)、17 inch LED ディスプレイおよびファイバーホルダ (側頭用・頭頂部用各 1 式) から成っており、その仕様は表 1 に示すとおりです。計測は、本体での測定条件設定と被験者頭部の計測位置に装着したファイバーホルダへの送受光ファイバーの頭部への固定と装置調整を行った後に行います (図 2)。計測されたデータは、リアルタイムでマッピング表示可能で、デジタルおよびアナログ入力によるトリガーや同期収集も可能です。また、解析ソフトとして、PET 画像との同時表示機能も有しています。

本装置による脳機能検査の長所として、1) 非侵襲 (レーザー クラス 1M)、2) 高い時間分解能 (サンプリング間隔 100 ms 程度)、3) 低拘束測定 (運動下で測定可能)、4) 可搬性 (特殊な使用設備不要) という点があげられます。NIRS は、このような特徴を生かし医学分野での脳梗塞患者リハビリテーション効果や脳高次機能障害に関する研究をはじめ心理学、教育学および認知科学分野での言語機能や脳活動に関する研究に利用されるなど、幅広い分野で脳に着目した研究に利用できる脳機能イメージング装置となっています。一方、短所としては 1) 分解能が低い (数 cm)、2) 深部測定が出来ない、3) 測定準備が煩雑といったことがあります。これまで、本センターでは PET 装置 SET-2400W (島津製作所) が多くの脳機能イメージング研究に利用され成果を上げてきました。脳機能イメージングにおいて PET 装置は、分解能と定量性に非常に優れた装置ですが、時間分解能、被験者への非侵襲性、非拘束性および装置の可搬性において制約をもっています。このような点から、PET と NIRS の両装置を相補的に利用することでより高度で幅広い研究において成果を上げることができると考えています。

今年度上半期中に PET と NIRS の同時計測の試験的運転を行い、その後共同利用に開放する予定でおりますが、その運用方法の詳細に関しては、現在検討中です。共同利用に際して多くの研究者が利用申込されることを期待しています。

表 1. 光脳機能イメージング装置 FOIRE-3000/4 仕様

測定方法	3 波長吸光度演算法	
測定項目	酸化ヘモグロビン (oxyHb)、脱酸素化ヘモグロビン (deoxyHb)、総ヘモグロビン (total Hb) の初期値からの相対変化	
光源	近赤外半導体レーザー 3 波長 (780, 805, 830 nm) クラス 1M	
光源数	4* セット	
外部入出力	入力：デジタル、アナログ (各 8 個)	出力：デジタル (7 個)
PC	CPU : Pentium4 2 GHz 相当以上 OS : Windows XP Professional	
外形寸法	W:610 × H:1164 × D:746 mm	
電源・重量	AC 100 V 50/60 Hz ・ 170 kg	

\* 送受光ファイバー数は、4 組が追加購入 (医学系研究科薬理学講座谷内一彦教授の分子イメージング研究経費による) されており、実際には 8 組で使用可能です。



図 1. 光脳機能イメージング装置  
FOIRE-3000 外観 (提供：(株)島津製作所)



図 2. 光脳機能イメージング装置による計測の様子

## 学内 RI 使用施設紹介

東北大学農学研究科・放射性同位元素実験棟

東北大学大学院農学研究科 農学部・技術一般職員

日尾 彰 宏

雨宮地区農学研究科では昭和 32 年に放射性同位元素の使用許可承認を受けました。当時使用していた小規模施設を廃止し、現在の RI 棟を設立したのは昭和 56 年です。雨宮地区構内には当施設の他、遺伝子実験施設（現ゲノムリサーチセンター）にも RI 使用施設があり、遺伝子シーケンシングを主に利用されていましたが、平成 17 年に解除を行い現在では当施設のみとなっています。建物は 2 階建てで、総床面積は約 500 m<sup>2</sup> を有しており、その大部分が管理区域となっています。1F は植物・微生物実験室、ガラス室、水族実験室、動物実験室の 4 つの特殊実験室を配し、2F は 4 つの一般の RI 実験室の他、暗室、測定室を配置しています。全ての実験室に RI フードが設置されており、特に放射性ヨウ素を使用する実験室にはグローブボックスが配置されています。各特殊実験室にはそれぞれの生物の取扱に適したアイソレーターが設置されており、in vivo 実験が行える環境が整っています。

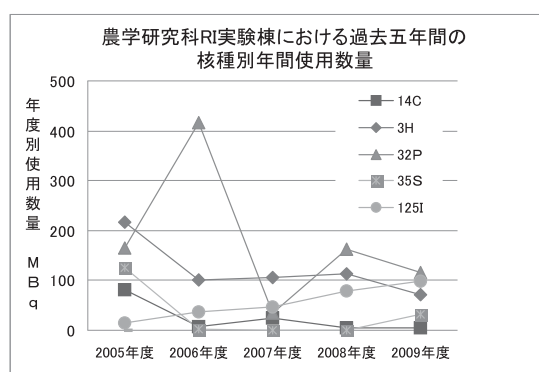
農学研究科 RI 実験棟の特色は、その研究対象とする生物の多様性であり、鉢植え植物、稲、大豆などの植物、小型の魚類、甲殻類、貝類、海藻、動物プランクトンなどの魚類、マウス、ラットなどの齧歯類から、ヤギ、緬羊などの反芻動物などを実験棟内に持ち込んだ飼育実験が行われてきています。植物・微生物実験室では、上記植物の生育環境・条件による代謝の変化に関する研究がおこなわれることが多いため、ガラス室が実験室に隣接しています。ガラス室内には自然光のファイトトロンがあるほか、実験室内には人工光用のファイトトロンを設置しており、過酷な温度条件における植物の CO<sub>2</sub> 吸収の変化や、光合成時の糖の代謝による移動経路の研究などが行われてきました。また、標的核種を酸化するためのサンプルオキシダイザー（Packard 社）も配備しています。



水族実験室では、RI を投与した小型の魚、貝類、ワカメなどを水槽で飼育することが多く、水槽の使用や、水槽内での生物および水の取扱が容易にできる、2 面が全面ガラス引扉で、開口を広く使用するカリフォルニア型フードが設置されており、上記のような水槽飼育実験のほかには小型のガラス容器を使って動物プランクトン、魚卵の飼育実験なども行われていました。動物実験室には、小型動物用の飼育フード 2 台、および上記カリフォルニア型フードを設置しています。以前は反芻動物を直接持ち込んだ in vivo 実験も行われていたようですが（ヤギの解剖現場の写真などが残っている）、最近ではラットを使用した研究がほとんどです。飼育フードがあるにも関わらず、当実験室が動物実験の規定で飼養施設としての承認を受けるのが難しいため（室内に機器類が多数配備されていることに

よる)、動物実験室として飼育が 48 時間以内に限られ、2 台のフードは動物の環境への順応のための一時仮置き場として使用している状況です。青葉山新キャンパス移転では、動物実験室に隣接して飼育専用の飼育室を RI 実験室内に計画しました（その他特殊実験室には部屋全体で昼夜コントロールが可能な工夫等も盛り込んだ）。動物屠体乾燥装置も室内に設置されており、実験が重なる際には繰り返し発生する屠体に対して、使用者自らが迅速に処理を行ってもらっています。2F の一般 RI 実験室においては、 $^{32}\text{P}$  を使ったサザンハイブリダイゼーションや  $^{125}\text{I}$  を使ったホルモンアッセイが例年恒常的に行われている他、培養細胞、微生物を用いた代謝研究、病理、栄養、分子生物学実験に利用されています。測定室には液体シンチレーションカウンター（2 台）、ガンマカウンター（1 台）を配備しています。液体クロマトグラフィー用に Radio-HPLC を 2 台保有しており、TLC や電気泳動以外にも本装置を有効活用している利用者も少なからず存在します。また IP 用のイメージング装置が実験棟内に無く、利用者は各研究室の学系専用の BAS を使用しており、経費削減の折とはいえ 1 台は測定室に配備したいものです。

農学研究科では 22 種類の非密封核種の使用許可を取っていますが、実際に使用している核種は  $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$ 、 $^{32}\text{P}$ 、 $^{33}\text{P}$ 、 $^{35}\text{S}$ 、 $^{45}\text{Ca}$ 、 $^{125}\text{I}$  の主要 7 核種です。昭和 50 年代には  $^{59}\text{Fe}$ 、 $^{65}\text{Mn}$ 、 $^{109}\text{Ag}$ 、 $^{131}\text{I}$  を使った記録が帳簿に残っていましたが現在は使用されていません。過去 5 年の年度毎の使用数量を以下にグラフで示しました。他学部の施設紹介において  $^{32}\text{P}$  が近年増加傾向にあると目にしましたが、農学研究科ではその傾向はありません。 $^{125}\text{I}$  を使用した RIA がこのところ増加しています。現在 100 名近くの登録者がおり、例年 30 名程度の新規利用者の登録があります。 $^{32}\text{P}$  を使用した遺伝子解析などで利用が多かった時期、登録者数は最大 150 名ありましたが、過去 1 度大きく減少したのち、ここ数年は登録者の数ならびに新規登録者数は安定化傾向にあります。



放射線障害予防組織は、2 名の放射線取扱主任者（正：佐藤実教授、副：日尾）と、放射線障害予防委員長の下 6 名の委員で放射線障害予防委員会を編成しており、年に 2 回委員会を開催しています。RI 実験棟の運営管理は実務担当者 1 名および事務補佐員 1 名の 2 名が常駐しており、その他学生アルバイト 2 名に協力いただいています。自慢となるものが見当たらない小規模施設ですが、唯一特徴的なのは、入退管理において指紋認証システムによる入退管理を行っていることでしょうか（平成 11 年導入）。現在開設から

29 年経過し、老朽化による空調・排水設備関連の修繕が毎年のように発生しています。設備面からの事故を懸念し、空調・排水個別の重点点検を毎年(株)日環研にお願いしていますが、経費も毎年逼迫しています。小規模ながら生物の飼育研究にきめ細かい工夫ができるよう、利用者とのコミュニケーションを密に努めております。経費削減の昨今、旧式の測定装置を直し直し使用していただき、不十分な環境の中で安全取扱いに努めて実験いただいている利用者の皆様には感謝しております。なお平成 19 年度初旬には構内において湧き出し線源が発見され、原子力専門委員会、当時の研究協力課ならびに CYRIC の方々にご迷惑をおかけいたしました。この際に多大なご指導ご協力を仰ぎましたこと、また日頃全学講習等利用者の指導にあたっていただき、この場を借りて感謝申し上げます。

## 共同利用の状況

### RI棟部局別共同利用申込件数

(平成21年4月1日～平成22年3月31日)

医学部	歯学部	理学部	薬学部	工学部	農学部	医工学	加齢研	合計
1	2	1	2	2	1	1	1	11

### サイクロトロン共同利用実験申込課題件数

(平成21年4月1日～平成22年3月31日)

分野	113回 (4月～7月)	回 (7月～11月)	回 (11月～3月)
物理・工学	24		
化学	2		
医学・生物(基礎)	21		
医学・生物(臨床)	32		
計	79		

### サイクロトロン共同利用実験参加者数

(平成21年4月1日～平成22年3月31日)

分野	113回 (4月～7月)	回 (7月～11月)	回 (11月～3月)
C Y R I C	191		
理学部	23		
医学部(病院)	142		
歯学部	9		
工学部	170		
薬学部	5		
加齢研	23		
未来医工学研	6		
環境科学	2		
医工学研究科	2		
高等教育	5		
その他	45		
計	623		



平成 21 年度サイクロtron共同利用研究課題名

(平成 21 年 4 月 1 日～平成 22 年 3 月 31 日)

研 究 課 題 名	課 題 申 込 者 責 任 者	実 験 責 任 者
アルツハイマー病患者における老人班の生体画像化に関する研究	荒井 啓行 (加)	古川 勝敏 (病)
[ <sup>18</sup> F]FACTを用いたアルツハイマー病の早期診断	荒井 啓行 (加)	古川 勝敏 (病)
老年期痴呆の臨床所見と脳糖代謝に関する研究	荒井 啓行 (加)	古川 勝敏 (病)
PETによる動きの記憶の再活性化に関する研究	森 悦朗 (医)	藤井 俊勝 (医)
情動と報酬がエピソード記憶の記録に与える影響：PET研究	森 悦朗 (医)	藤井 俊勝 (医)
家族関係想起の神経基盤に関する研究	森 悦朗 (医)	藤井 俊勝 (医)
ポジトロン断層法 (PET) を用いた身体運動後の骨格筋および脳活動の観察	藤本 敏彦 (高教セ)	田代 学 (CYRIC)
<sup>11</sup> C-ドネペジルを用いたレビー小体型痴呆患者のPET臨床研究	森 悦朗 (医)	藤井 俊勝 (医)
パーキンソン病およびパーキンソン症候群における脳内 $\alpha$ -シヌクレイン蓄積の非侵襲的PET計測	糸山 泰人 (医)	武田 篤 (医)
ジストニー患者における脳機能画像研究 (FDG)	糸山 泰人 (医)	武田 篤 (医)
ジストニー患者における脳機能画像研究 (Raclopride)	糸山 泰人 (医)	武田 篤 (医)
パーキンソン病およびびまん性レビー小体病におけるヒスタミン神経系の変化	谷内 一彦 (医)	谷内 一彦 (医)
ヒト自律神経機能に関するヒスタミン神経系受容体賦活試験：睡眠と食欲の解明	谷内 一彦 (医)	谷内 一彦 (医)
全身PETのスポーツ科学への応用的研究	田代 学 (CYRIC)	田代 学 (CYRIC)
<sup>11</sup> C-ドネペジルを用いた健常人および痴呆患者におけるPET臨床研究	目黒 謙一 (医)	目黒 謙一 (医)
初期アルツハイマー病の神経心理学的研究	目黒 謙一 (医)	目黒 謙一 (医)
前頭側頭型痴呆とアルツハイマー病の鑑別に関する神経心理学的研究	目黒 謙一 (医)	目黒 謙一 (医)

平成 21 年度サイクロロン共同利用研究課題名(続き)

研 究 課 題 名	課 題 申 込 者	実 験 責 任 者
血管性認知症に対する包括的リハビリテーションの効果に関する研究	目黒 謙一 (医)	田中 尚文 (医)
抗ヒスタミン薬の鎮静性副作用の時間的变化に関する研究	谷内 一彦 (医)	谷内 一彦 (医)
消化管刺激による線条体ドーパミン分泌の定量的研究	田代 学 (CYRIC)	田代 学 (CYRIC)
用手療法による心身反応に関するPET研究	田代 学 (CYRIC)	田代 学 (CYRIC)
心身症におけるヒスタミンH1受容体機能	福土 審 (医)	福土 審 (医)
ストレス関連疾患に対する経頭蓋磁気刺激の効果	福土 審 (医)	福土 審 (医)
ヒト脳腸相関に関与する脳機能モジュールとその治療的修飾	福土 審 (医)	福土 審 (医)
胃・十二指腸への酸注入時における上腹部症状の発現と脳活動に関するPET研究	阿部 靖彦 (高教セ)	阿部 靖彦 (高教セ)
PETを用いた腱板断裂患者の肩関節外転運動における筋活動の解析	佐野 博高 (医)	岸本 光司 (医)
アルツハイマー病およびMCIにおけるアミロイド蓄積量の追跡研究	荒井 啓行 (加)	田代 学 (CYRIC)
アルツハイマー病とMCIの脳糖代謝の追跡研究	福田 寛 (加)	田代 学 (CYRIC)
[ <sup>18</sup> F]FRP170を用いた健常人および癌・心筋虚血・脳虚血患者におけるPET臨床研究	高井 良尋 (医)	高井 良尋 (医)
[ <sup>11</sup> C]BF-227を用いた脳内蓄積アミロイド定量法の確立	谷内 一彦 (医)	谷内 一彦 (医)
<sup>11</sup> C-ドネペジルを用いた健常人におけるPET臨床研究	谷内 一彦 (医)	谷内 一彦 (医)
PETによる力学的負荷時におけるインプラント周囲骨のイメージング	佐々木啓一 (歯)	横山 政宣 (歯)
PETによる骨粗鬆症ラットの骨代謝動態に関する研究	佐々木啓一 (歯)	横山 政宣 (歯)
PET画像再構成法の開発	石井 慶造 (工)	山崎 浩道 (CYRIC)

平成 21 年度サイクロトロン共同利用研究課題名(続き)

研 究 課 題 名	課 題 申 込 者 責 任 者	実 験 責 任 者
3DPETの散乱および吸収補正の研究	石井 慶造 (工)	山崎 浩道 (CYRIC)
PET診断用 <sup>18</sup> F]FDGの製造	岩田 錬 (CYRIC)	岩田 錬 (CYRIC)
PET診断用 <sup>18</sup> F]FRP-170の製造	岩田 錬 (CYRIC)	岩田 錬 (CYRIC)
PET診断用 <sup>18</sup> F]FACTの製造	岩田 錬 (CYRIC)	岩田 錬 (CYRIC)
PET診断用 <sup>15</sup> O]水の製造	岩田 錬 (CYRIC)	岩田 錬 (CYRIC)
PET診断用 <sup>11</sup> C-標識レセプターリガンドの製造	岩田 錬 (CYRIC)	岩田 錬 (CYRIC)
PET診断用 <sup>11</sup> C]BF227の製造	岩田 錬 (CYRIC)	岩田 錬 (CYRIC)
マイクロリアクター標識合成のための新規 <sup>18</sup> F-フッ素イオン濃縮法とその利用	岩田 錬 (CYRIC)	岩田 錬 (CYRIC)
蛋白標識前駆体の <sup>18</sup> F]SFB合成法の確立とその応用	岩田 錬 (CYRIC)	岩田 錬 (CYRIC)
気相法による項比放射能 <sup>11</sup> C]ヨウ化メチル合成装置の開発	岩田 錬 (CYRIC)	岩田 錬 (CYRIC)
炭素11標識AC7700の実用的標識合成法の確立	福田 寛 (加)	古本 祥三 (医)
<sup>18</sup> F-FDMの新規合成法開発と生物学的評価	福田 寛 (加)	福田 寛 (加)
高分解能PETを用いた粒子線治療効果の評価に関する基礎研究	寺川 貴樹 (工)	寺川 貴樹 (工)
<sup>18</sup> F]FRP170を用いた腫瘍、心臓、脳の画像化に関する基礎研究、およびF-ミソナダゾールとの画像化効果比較	高井 良尋 (医)	高井 良尋 (医)
咀嚼が脳機能に及ぼす影響・脳内受容体発現の検索を通して	坪井 明人 (歯)	山口 哲史 (歯)
PETによるヒスタミン受容体の画像化に関する基礎研究	谷内 一彦 (医)	谷内 一彦 (医)
アミロイドイメージング用プローブの開発	谷内 一彦 (医)	岡村 信行 (医)
ヒスタミン受容体多重欠損マウスを用いた受容体イメージング	谷内 一彦 (医)	櫻井 映子 (医)

平成 21 年度サイクロトロン共同利用研究課題名(続き)

研 究 課 題 名	課 題 申 込 者 課 任 者	実 験 責 任 者
[ <sup>11</sup> C]ドネペジルの合成および臨床応用を目的とした基礎的検討	船木 善仁 (CYRIC)	船木 善仁 (CYRIC)
[ <sup>18</sup> F]フルオロプロキシフェンの合成および臨床応用を目的とした基礎的検討	船木 善仁 (CYRIC)	船木 善仁 (CYRIC)
金198の崩壊過程の測定 (理学部物理学科 物理学実験Ⅱ 2009年度前期)	金田 雅司 (理)	金田 雅司 (理)
サブミリPIXEカメラを用いた考古学試料の分析	石井 慶造 (工)	松山 成男 (工)
サブミリPIXEカメラの開発とその応用	石井 慶造 (工)	松山 成男 (工)
植物に吸収された重金属類のサブミリPIXEカメラによるマッピング	石井 慶造 (工)	松山 成男 (工)
原子核制動輻射の研究	石井 慶造 (工)	石井 慶造 (工)
PIXEによる廃液分析システムの開発	石井 慶造 (工)	松山 成男 (工)
PIXEによる環境汚染監視網の開発	石井 慶造 (工)	松山 成男 (工)
荷電粒子照射による半導体結晶の特性変化	石井 慶造 (工)	松山 成男 (工)
重荷電粒子分析による内殻電離	石井 慶造 (工)	松山 成男 (工)
細胞および生体組織内の病態変化による重金属類のサブミリPIXEカメラによるマッピング	谷内 一彦 (医)	岡村 信行 (医)
ATLAS 実験用シリコン半導体位置検出器の放射線損傷試験	篠塚 勉 (CYRIC)	篠塚 勉 (CYRIC)
偏極標的試料に対する陽子線による不対電子生成	酒見 泰寛 (CYRIC)	岩田 高広 (山形大)
物理学実験 3 向け RI 製造	前田 和茂 (理)	神田 浩樹 (理)
( <sup>12</sup> C,2 $\alpha$ )反応を用いた $\alpha$ クラスター状態の研究	伊藤 正俊 (CYRIC)	伊藤 正俊 (CYRIC)
逆運動学による <sup>16</sup> Oの $\alpha$ 凝縮状態の研究	伊藤 正俊 (CYRIC)	伊藤 正俊 (CYRIC)
フランシウム電気双極子能率探索のための表面イオン化器開発	酒見 泰寛 (CYRIC)	酒見 泰寛 (CYRIC)

平成 21 年度サイクロトロン共同利用研究課題名(続き)

研 究 課 題 名	課 題 申 込 者 責 任 者	実 験 責 任 者
J-PARC中性K中間子ビームライン用n/γモニター検出器 Cerberusの中性子に対する応答の測定	酒見 泰寛 (CYRIC)	田島 靖久 (山形大)
高速増殖炉用材料の長寿命化のためのHeの影響評価	長谷川 晃 (工)	長谷川 晃 (工)
低線量・低副作用型の粒子線治療法の開発	寺川 貴樹 (工)	寺川 貴樹 (工)
新PET薬剤合成のためのI-124製造	山崎 浩道 (CYRIC)	山崎 浩道 (CYRIC)
重イオンPIXEによる微量元素の化学状態分析	石井 慶造 (工)	松山 成男 (工)
Z=50, N=82二重閉殻近傍核の低励起準位のg-factor測定	篠塚 勉 (CYRIC)	谷垣 実 (京都大)
ネオジウム系磁石の高速中性子による減磁効果	篠塚 勉 (CYRIC)	谷垣 実 (京都大)
RFイオンガイド型オンライン同位体質量分離装置を用いた 中性子過剰核の研究	涌井 崇志 (CYRIC)	島田 健司 (CYRIC)

平成 21 年度 RI 棟共同利用研究課題名

(平成 21 年 4 月 1 日～平成 22 年 3 月 31 日)

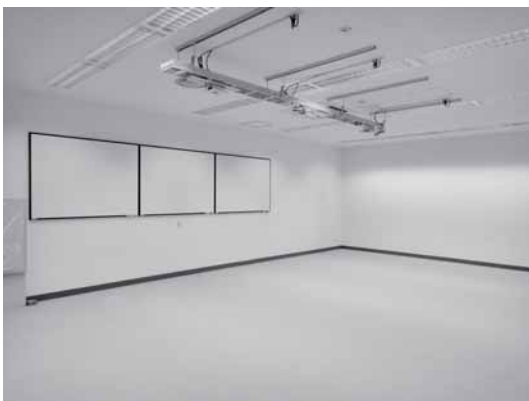
研 究 課 題 名	課 題 申 込 者 責 任 者	実 験 責 任 者
農学部応用生物化学科生物化学系 3 年次学生実習 放射性同位元素の安全取扱法の基礎知識の習得および実習	桑原 重文 (農)	阿部 直樹 (農)
理学部化学学生実験	木野 康志 (理)	木野 康志 (理)
Am-Be 線源による Ce:LSO シンチレータの波高スペクトル測定	笹尾 真実子 (工)	M.ナホースティン (工)
核医学イメージングを用いたインプラント周囲骨の改造 機転に関する研究	佐々木 啓一 (歯)	横山 政宣 (歯)
核内受容体VDRによるヒトABACB1遺伝子の転写活性化 機構の解明	山添 康 (薬)	吉成 浩一 (薬)
Am-Be線源によるCe:LSO照射実験	笹尾 真実子 (工)	M.ナホースティン (工)
低分子化抗体に関する標識方法の構築と機能性評価	古本 祥三 (医)	古本 祥三 (医)
<sup>18</sup> F-FDMの新規合成法開発と生物学的評価	福田 寛 (加)	古本 祥三 (医)
咀嚼が脳機能に及ぼす影響 —脳内受容体発現の検索を通して—	坪井 明人 (歯)	山口 哲史 (歯)
血液脳関門機能解析	寺崎 哲也 (薬)	大槻 純 (薬)
非侵襲性組織標的性癌遺伝子治療法の開発と応用	児玉 哲也 (医工学)	児玉 哲也 (医工学)

## センターからのお知らせ

### [サイクロトロン実験棟改修工事の完了の報告]

平成 21 年度 7 月から 3 月にわたり、サイクロトロン実験棟の改修工事が行われました。この改修工事では耐震補強工事のほかに、高圧変電設備や放射線管理区域用温調設備などの基幹設備工事、そしてサイクロトロン実験棟非管理区域の内外装工事を実施しました。

工事終了後、全停止していた共同利用設備の復旧作業を進め、平成 22 年 5 月より共同利用を再開しています。今回の工事に伴い、約半年にわたり 930 サイクロトロンおよび HM12 サイクロトロンを用いた共同利用が休止となり、共同利用者の皆様にはご迷惑をおかけしました。皆様のご理解とご協力に感謝いたします。



改修直後の加速器制御室



改修後のサイクロトロン実験棟

### [センタースタッフの六ヶ所村分室訪問・開所式]

3 月 23 日（火）、石井センター長をはじめ各研究部代表の教員と事務職員の総勢 10 名で、新幹線と特急を乗り継ぎレンタカーにて残雪の六ヶ所村分室を訪問しました。今回は施設見学を兼ねた内輪の開所式ということでしたが（正式の開所式は 5 月 10 日に開催され、本号のトピックスに報告されています）、会議室でささやかに祝杯（お茶）をあげ、現地で頑張る金准教授と人見准教授を激励しました。なお、次号より人見広報委員による「六ヶ所村だより」が連載予定です。当地での関連施設の紹介だけでなく、近辺の観光名所案内や年中行事など楽しい報告が期待されます。



[放射線と RI の安全取扱いに関する全学講習会]

平成 22 年 5 月 10 日(月)～13 日(木), 17 日(月)～6 月 1 日(火)

・第 68 回基礎コース講義:

理学部大講義室 5 月 10 日(月), 11 日(火), 12 日(水) 3 日間の内 1 日受講

・第 68 回基礎コース英語クラス講義:

CYRIC 講義室 5 月 13 日(木)

・実 習:

CYRIC RI 棟 5 月 17 日(月), 18 日(火), 19 日(水), 21 日(金), 24 日(月), 26 日(水),  
27 日(木), 28 日(金), 31 日(月), 6 月 1 日(火) 10 日間の内 1 日受講

・第 31 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
<b>5 月 10 日(月)</b>			
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(3) 「RI の化学」	金研 佐藤 伊佐務
12:40～	13:40	放射線の安全取扱(2) 「物理計測」	工学研究科 寺川 貴樹
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	
<b>5 月 11 日(火)</b>			
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	CYRIC 田代 学
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」	金研 佐藤 伊佐務
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	



5月12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	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)	農学研究科	佐藤 實
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

5月13日(木)

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(3) 「RI の化学」	工学研究科	三村 均
12:40～13:40	放射線の安全取扱(2) 「物理計測」	理学研究科	岩佐 直仁
13:50～15:20	放射線の安全取扱(4)	電子光理学 研究センター	大槻 勤
15:30～17:00	放射線取扱に関する法令	薬学研究科	大内 浩子
17:00～17:20	小テスト		

・第54回 X線コース講義：

理学部大講義室 5月6日(木), 5月7日(金) 2日間の内1日受講

・第54回 X線コース英語クラス講義：

CYRIC 講義室 5月7日(金)

X線コース講義内容：

日 時 講 義 内 容 講 師

5月6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
15:50～16:30	安全取扱いに関するビデオ	CYRIC	結城 秀行

## 5月7日(金)

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
5月7日(金)			
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

### [受賞のお知らせ]

- 日本カイロプラクティック徒手医学会 最優秀論文賞 (平成 21 年 10 月 12 日)  
「カイロプラクティック施術前後における腰椎の解剖学的位置関係の評価」  
田代 学 (サイクロトロン核医学研究部・准教授)
- 2009 年度三井住友海上福祉財団賞 交通安全部門 (平成 21 年 11 月 18 日)  
「自動車運転シミュレーション中の局所脳血流と運転成績に対する  
鎮静性抗ヒスタミン薬 D・クロルフェニラミンの影響」  
田代 学 (サイクロトロン核医学研究部・准教授)
- 第 20 回 (2009 年度) 臨床薬理研究振興財団賞学術奨励賞 (平成 21 年 12 月 4 日)  
「分子イメージング法を用いた創薬科学：薬物副作用と疾患病態研究」  
田代 学 (サイクロトロン核医学研究部・准教授)

### [運営専門委員会報告]

平成 21 年度第 4 回 (平成 22 年 2 月 22 日開催)

- サイクロトロン実験棟改修工事の完了
- センター六ヶ所村分室進捗状況
- センターサイクロトロン核医学研究部助教候補者の選出
- センター測定器研究部助教候補者の選出
- 平成 23 年度概算要求について (特別教育研究経費・施設整備費)
- 研究教授・リサーチフェローの称号授与

## 着任のご挨拶

— ごあいさつ —

センター 測定器研究部・助教

原田 健一

4月1日よりサイクロトロン・ラジオアイソトープセンター (CYRIC) 測定器研究部に着任しました原田健一です。出身は九州の宮崎県なので、4月になってもこの寒さというのに正直驚いています。本格的な冬が来たときに耐えられるか心配ですが、東北地方に住むのは初めてなのでお酒や料理などとても楽しみにしています。

私はこれまで量子光学を専門として研究を行ってきたので、放射線管理区域という場所に入ったことはなかったのですが、この加速器施設で見たイオン源、サイクロトロン、ビーム輸送系などの装置に圧倒されました。またこれらの装置の整備や制御を行う人の多さに驚きました。物理学会誌等で共著者数の多さは目にしていましたが、これだけ大規模な装置を扱うならなるほどと実感しました。これほど多くの人たちが関わる実験に参加することはとても緊張しますが、逆にいいデータが得られた時の喜びはとても大きいのではないかと思います。

私は学生時代、熊本大学でレーザー冷却、EIT (電磁誘導透過)、非線形分光など、光と物質の相互作用の研究を主に行っていました。レーザー冷却とは光を用いて原子の速度を制御し、ある空間の1点に捕獲することができる技術で、これによって数  $100 \mu\text{K}$  にまで冷却された 10 億個程度の原子集団を作ることができます。私が実際に行ったのは Na (ナトリウム) 原子を用いたレーザー冷却で、用いる光がオレンジ色なので非常に綺麗な原子集団を見ることができます。機会があれば写真がありますので、お見せしたいと思います。この冷却された原子集団はほぼ止まった状態にあるためドップラー広がりがなく非常に高分解な分光に適しています。また EIT とは共鳴する 2 光波をある特定の条件下で媒質に入射すると量子干渉効果により光が媒質に吸収されずに透過する現象です。この現象によって光パルスが媒質中で遅らせたり、閉じ込めたりすることができ、光によって光を制御することが可能になります。これらは光の量子状態を制御する量子メモリーとしての応用が期待され、冷却原子集団、もしくは蒸気ガスセルを用いて多くの実験を行いました。

大学で博士号を取得し、JST-CREST (科学技術振興機構一戦略的創造研究推進事業) のポスドクとして 2 年間在籍した後、NTT 物性科学基礎研究所に移りリサーチアソシエイトとして量子暗号の研究を行いました。光ファイバー網上で盗聴不可能な通信を行うためには「量子もつれ光子対」と呼ばれる特殊な状態をもつ光子対の発生が重要であり、この光子対発生実験を SWW (シリコン細線導波路) や PhC (フォトニック結晶導波路) などのナノデバイスを用いて行っていました。NTT 物性研は神奈川県厚木市の山の中にあって、野生のサルやシカなどの動物に出くわすことも多々あり、とても自然豊かな場所にあります。一度機会があれば訪れてみてください。

ここ CYRIC では Fr (フランシウム) 原子のレーザー冷却を行い、EDM を見つけることを目的としています。研究分野的には全く異なった場所での研究と、今まで考えたことのない原子での実験ということで色々不安な点がありますが、新しい出会いと新たな発見があることを大変楽しみにしています。前述したとおり、この実験はオペレーターの方々や共同利用の皆様の協力なくしては行うことができない実験です。各分野の皆様方と活発な議論を行い、楽しく研究ができればと思います。まだまだ未熟者の私ですが、今後ともご支援、ご協力をよろしくお願いいたします。



4月1日より、測定器研究部の研究支援者として採用されました川村広和です。埼玉県出身で、大学も実家からほど近い立教大学に、今年の3月まで通っていました。この歳になって初めての親元を離れた一人暮らしで、日々新鮮な生活を送っています。4月だというのに雪が降ったり、ゴールデンウィーク直前でも凍える日があったりして、東北とは斯くも寒いものかと感心しているばかりです。と思ったら今年は全国的に寒春のようですが。



現在、酒見教授が推進されている「冷却不安定原子を用いた電子電気双極子能率の探索」に携わって研究を行っています。特に、サイクロトロンで生成した不安定なフランシウムイオンを中性化して、中性フランシウム原子ビームを生成する装置開発を担当させていただくことになりました。同様の研究を行っている海外のグループでも、なかなか良好な結果を出せていない困難かつ重要なポイントです。精一杯、可能な限りの汗と知恵をしばって最高の結果が出せるよう頑張りますのでよろしくお願い致します。

さて、一人暮らしはこの春からの経験が初めてですが、仙台に来たのは実は初めてのことはありません。私が通っていた立教大学は、地理的に近いこともあって埼玉県和光市にある理化学研究所とのつながりが強く、私自身も修士課程の頃から研修生として理研・応用原子核物理研究室（偏極 RI ビーム生成装置開発チーム）のお世話になっていました。その研究室では、核磁気モーメント測定やベータ崩壊の精密観測に用いるための「原子線共鳴法」の開発を行っていました。これを実現するにはまず、加速器で生成された不安定核のイオンを、減速・停止したのち中性化して低速の原子ビームを生成する必要があります。その開発実験を、ここ東北大学 CYRIC で実施していたことがあるのです。修士1年だった私もこの実験に参加すべく、しばらく仙台に滞在していました。ほとんど実験初心者だったので、本当に右も左も分からない状態で実験作業の手伝いをしておりましたが、事ある毎に先輩方から御馳走してもらった牛タンが美味しかったことだけはよく覚えています。

博士課程に進学してからは、原子線共鳴法からは離れて、「飛跡検出器を用いた偏極  $^6\text{Li}$  のベータ崩壊における時間反転対称性の研究」に専念していました。偏極した不安定核のベータ崩壊によって生じた電子のスピンが、核偏極に垂直な横方向の成分をもっていたとしたら時間反転対称性が破れていることを意味する、という指摘を動機としたものです。私はこの研究で用いる電子横方向偏極度計を開発し、高精度測定のための原理検証を行いました（なおこの研究は、初めは茨城県の原研にある KEK-TRIAC で行いましたが、現在は活動の場をカナダ TRIUMF-ISAC に移し、世界最高精度の測定を達成すべく継続されています）。

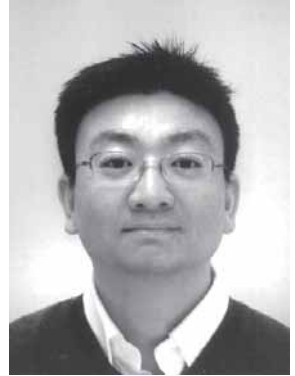
ベータ崩壊における時間反転対称性の研究は、究極的には素粒子標準模型を越える未知の新しい物理の発見を目指したものです。そして、現在私が携わっている電気双極子能率の研究も、同じく対称性の破れを通じて、ひいては新しい物理の発見・確立を目指しています。そこで一つの鍵を握るフランシウムイオンの中性化は、原子線共鳴法における中性化と共通するテーマです。博士課程の間、目標としてきた時間反転対称性の研究に、奇しくも修士課程のときに携わった中性化をテーマに、しかもそのとき実験を行ったサイクロトロン・ラジオアイソトープセンターで再び取り組むことになり、何か因縁を感じずにはいられません。せっかくの縁を大切に、ここでひとつ大きな研究成果を出せたら、それほど素晴らしいことはないと思っています。研究生活の中で皆様にはご迷惑おかけすることもあるかも知れませんが、きっとそれ以上の結果につなげたいと思いますので、どうかよろしくお付き合いをお願いします。

— ごあいさつ —

センター サイクロトロン核医学研究部・助教  
平 岡 宏太良

この春大学院を卒業し、サイクロトロン核医学研究部に助教として就任致しました平岡宏太良（ひらおか こうたろう）と申します。ご挨拶かたがた自己紹介をさせていただきます。

出身は大阪で、小学校から大学まで大阪で過ごし、大学卒業後も大阪で7年間神経内科医として病院に勤務しました。神経内科は、脳卒中やパーキンソン病などの脳神経疾患を専門とする内科医と考えていただければわかりやすいかと思います。5年前に仙台に移って来て、東北大学大学院医学系研究科高次機能障害学の博士課程に入学しました。大学院ではレビー小体型認知症や特発性正常圧水頭症といった認知症疾患の臨床研究に取り組みました。大学院2年目からはCYRICにおいて $^{11}\text{C}$ ドネペジルを用いたPET研究にも携わらせていただいております。今後は認知症などの脳疾患を中心とした核医学を自分の研究分野と定め、専心努力していきたいと思っています。



プライベートなお話を致しますと、サッカーが好きで、大阪ではフットサル（少人数制のサッカー）のサークルに入っておりました。サッカーをされている方がいらっしゃれば、お誘いいただければと思います。なんでも一度は見てみよう、やってみよう、食べてみようという好奇心旺盛な性格です。いろいろな国に行くのは好きですし、バイクやダイビングの免許も持っており、ギターを習っていたこともあります。最近友人とダーツにはまっています。食は和洋中エスニックとなんでもいけます。

サイクロトロン核医学研究部の研究室の一番奥の机を使わせていただいております、落ち着いた雰囲気の中気さくな方々に囲まれて、研究に専念できる良い環境を与えていただいたと着任して間もないですが感じております。CYRICからより質の高い研究がより多く出るように微力ながら貢献致したいと思っています。今後ともご指導ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。

— ごあいさつ —

センター 六ヶ所村分室 放射線高度利用研究部・助教  
多田 勉

4月1日より放射線高度利用研究部・助教として着任致しました多田勉です。新たに開所したセンター六ヶ所村分室に勤務しております。出身は兵庫県で、大学入学後約10年間は東京で生活し、分室着任を機に青森に引っ越してまいりました。六ヶ所村での生活はこれまでの東京でのものとは一変し、気候・人・言葉の違いに日々驚き奮闘しております。

私は昨年度の3月に東京工業大学原子炉工学研究所の小栗慶之准教授のもとで学位を取得しました。東工大原子炉研では、環境試料の化学状態分析に向けた高感度・高分解能な波長分散型 PIXE 分析装置の開発を行ってきました。PIXE 分析において測定される特性 X 線のエネルギーは、原子の化学状態により異なったエネルギーを持ちます。そのため、高いエネルギー分解能を持つ検出器を用いて X 線を測定することで標的原子の化学状態を知ることができます。本研究では、分析用ビームラインの構築を行い、その後分光結晶を用いた高いエネルギー分解能を持つ波長分散型 X 線検出器の開発、検出器系の高感度化、また開発した検出器を用いて環境中微量元素標的の測定試験等を行ってまいりました。



日本における PIXE 分析に関する研究は、センター長である石井先生が中心となって進められています。そのため、これまでにセンターの先生方が執筆された論文・書籍を目にし、研究の参考にさせて頂く機会が多くありました。また、2004年に初めて PIXE シンポジウムに参加した際は、センターの先生・学生の方々から多くの発表があり、研究活動の活発さ・センターの規模の大きさに圧倒されたのを覚えています。それ以来、毎年 PIXE シンポジウムや日本原子力学会において、センターの先生方とお会いする機会がありました。そのため、私にとってサイクロトロン・ラジオアイソトープセンターは身近でもあり、憧れの研究機関でもありました。

私がこれまでの研究を通して取り組んできた放射線計測は、医療・環境・材料等のさまざまな分野の現場で利用されています。私は当センター六ヶ所村分室において、さらにその高度利用を行っていきたいと考えています。具体的には人見先生と共に、高性能な新しい放射線検出器の開発を行ってまいります。現在、医療で用いられる PET に利用されているガンマ線は、そのエネルギーが高く、これらを高感度で検出するには原子番号の大きな半導体材料を用いた放射線検出器が望まれます。化合物半導体である臭化タリウム (TlBr) は、現在広く半導体検出器材料として用いられている CdTe に比べ構成元素の原子番号が大きく、高い感度を得ることが可能です。従来 PET 装置に比べ、より安価で高感度な装置の実現に向け、私はこれまでの X 線検出器の開発の経験を活かし、この TlBr を用いた新たな放射線検出器の開発を行い、放射線高度利用の推進に努力してまいりたいと考えています。

## R I 管理メモ

### 1. 放射線管理区域の入退域システムの改良

センター内放射線管理区域の入退域管理用のゲートにおいて、エラー（カードリーダ装置のフリーズ等）の発生頻度が多くなってきていたため、利用者の皆様には大変ご不便をおかけしておりましたが、これを解消するための改良をこの度行いました。もし今後またエラーが見受けられるようでしたら、センター放射線管理室までご連絡をお願いいたします。

### 2. 放射性排気モニターの動作確認

平成 20 年度から、PET 施設において放射性排気モニターの定期的な確認校正が義務づけられました。本センターでは、平成 21 年度はサイクロトロン棟改修工事後の 3 月に行ない、正常動作の確認を行いました。

### 3. 放射線管理区域自主点検

平成 21 年度 2 回目のセンター内放射線管理区域の自主点検を、平成 22 年 3 月 8 日～29 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。

### 4. 電離放射線健康診断

平成 22 年度第 1 回目の放射線業務従事者のための特別定期健康診断が 4 月 1 日（問診）および 4 月 26 日（検診）に行われ、問診は 45 名が受診し、その内 32 名が検診を受診しました。

### 5. 共同利用について

平成 21 年度サイクロトロン棟改修工事のために中止しておりましたサイクロトロン共同利用が平成 22 年 5 月 11 日から再開されました。それに合わせて、RI 棟の共同利用も再開されました。

なお今回から、RI 棟共同利用申込書の様式を変更いたしました。また、RI 棟長期利用（数週間以上）の申込みについては、年 3 回から年 2 回（3 月と 9 月）の募集に変更いたしました。

### 6. 変更承認申請の予定

現在の研究棟 1F 工作室に、新しい PET-CT 装置が設置されることになりました。そこで、工作室とその前の廊下の一部を新しく放射線管理区域とするための変更承認申請を、今年行う予定です。この申請の際に、RI 棟 3F 物理実験室に今年設置されました動物用 PET-CT 装置の校正用密封線源についても、使用の承認を取る予定です。

## 運 営 専 門 委 員 会 ・ 各 部 会 名 簿

平成 22 年 4 月 1 日現在

### 運営専門委員会

委員長	石 井 慶 造 (センター長)	清 水 肇 (電子光理学研究センター)
委員	飯 島 敏 夫 (研究・法務コンプレックス ライアンス担当理事)	岩 田 鍊 (CYRIC)
	前 田 和 茂 (理学研究科)	山 崎 浩 道 (CYRIC)
	岩 佐 和 晃 (理学研究科)	酒 見 泰 寛 (CYRIC)
	本 橋 ほづみ (医学系研究科)	倉 岡 悦 周 (CYRIC)
	佐々木 啓 一 (歯学研究科)	篠 塚 勉 (CYRIC)
	山 添 康 (薬学研究科)	田 代 学 (CYRIC)
	長谷川 晃 (工学研究科)	金 聖 潤 (CYRIC)
	佐 藤 實 (農学研究科)	人 見 啓 太 朗 (CYRIC)
	十 川 和 博 (生命科学研究科)	田 村 裕 和 (理学研究科・兼)
	寺 川 貴 樹 (工医学研究科・兼)	谷 内 一 彦 (医学系研究科・兼)
	阿 部 弘 亨 (金属材料研究所)	小 野 哲 也 (環境・安全委員会 原子科学安全専門委員会委員)
	福 田 寛 (加齢医学研究所)	庭 野 道 夫 (環境・安全委員会 原子科学安全専門委員会委員)
	柳 原 美 廣 (多元物質科学研究所)	
	高 橋 昭 喜 (病 院)	

### 理工学利用部会

部会長	酒 見 泰 寛 (CYRIC)	寺 川 貴 樹 (工学研究科・兼)
	橋 本 治 (理学研究科・兼)	佐 藤 裕 樹 (金属材料研究所)
	小 林 俊 雄 (理学研究科)	柳 原 美 廣 (多元物質科学研究所)
	前 田 和 茂 (理学研究科)	岩 田 鍊 (CYRIC)
	田 村 裕 和 (理学研究科・兼)	山 崎 浩 道 (CYRIC)
	岩 佐 和 晃 (理学研究科)	倉 岡 悦 周 (CYRIC)
	木 野 康 志 (理学研究科)	篠 塚 勉 (CYRIC)
	大 槻 勤 (電子光理学研究センター)	田 代 学 (CYRIC)
	石 井 慶 造 (工学研究科)	涌 井 崇 志 (CYRIC)
	長谷川 晃 (工学研究科)	伊 藤 正 俊 (CYRIC)

### 安全管理 RI 利用部会

部会長	山 崎 浩 道 (CYRIC)	四 竈 樹 男 (金属材料研究所)
	岩 佐 直 仁 (理学研究科)	堀 勝 義 (加齢医学研究所)
	上 原 芳 彦 (医学系研究科)	高 浪 健 太 郎 (病 院)
	青 木 淳 賢 (薬学研究科)	岩 田 鍊 (CYRIC)
	石 井 慶 造 (工学研究科)	倉 岡 悦 周 (CYRIC)
	駒 井 三千夫 (農学研究科)	篠 塚 勉 (CYRIC)
	牟 田 達 史 (生命科学研究科)	



### ライフサイエンス利用部会

部会長	岩田 鍊 (CYRIC)	関 政 幸 (薬学研究科)
	谷内 一彦 (医学系研究科・兼)	石井 慶造 (工学研究科)
	山田 章吾 (医学系研究科)	西谷 和彦 (生命科学研究科)
	高橋 昭喜 (医学系研究科)	福田 寛 (加齢医学研究所)
	本橋 ほづみ (医学系研究科)	眞野 成康 (病院)
	齋藤 春夫 (医学系研究科)	山崎 浩道 (CYRIC)
	工藤 幸司 (未来医工学 治療開発センター・兼)	田代 学 (CYRIC)
	佐々木 啓一 (歯学研究科)	船木 善仁 (CYRIC)

### 課題採択部会

部会長	山崎 浩道 (CYRIC)	福田 寛 (加齢医学研究所)
	田村 裕和 (理学研究科・兼)	高橋 昭喜 (病院)
	前田 和茂 (理学研究科)	清水 肇 (電子光理学研究センター)
	関口 仁子 (理学研究科)	大槻 勤 (電子光理学研究センター)
	谷内 一彦 (医学系研究科・兼)	関根 勉 (高等教育開発推進センター)
	福土 審 (医学系研究科)	岩田 鍊 (CYRIC)
	長谷川 晃 (工学研究科)	酒見 泰寛 (CYRIC)
	寺川 貴樹 (工学研究科・兼)	倉岡 悦周 (CYRIC)
	高橋 明 (医工学研究科)	篠塚 勉 (CYRIC)
	佐藤 裕樹 (金属材料研究所)	田代 学 (CYRIC)

### 放射線障害予防委員会

委員長	山崎 浩道 (CYRIC)	倉岡 悦周 (CYRIC)
	岩佐 直仁 (理学研究科)	篠塚 勉 (CYRIC)
	木野 康志 (理学研究科)	田代 学 (CYRIC)
	石井 慶造 (工学研究科)	結城 秀行 (CYRIC)
	岩田 鍊 (CYRIC)	相澤 克夫 (CYRIC)
	酒見 泰寛 (CYRIC)	

## 人 事 異 動

発令年月日	職 名	氏 名	異動内容
22. 2. 28	研究支援者	楊 金 波	辞職 (米国オークリッジ国立研究所就職)
22. 3. 6	助教	上 條 亮 毅	辞職
22. 3. 31	教育研究支援者	長谷川 雅 幸	退職
22. 4. 1	助教	原 田 健 一	採用
22. 4. 1	助教	平 岡 宏太良	採用
22. 4. 1	助教	多 田 勉	採用
22. 4. 1	研究支援者	川 村 広 和	採用
22. 4. 30	教授	倉 岡 悦 周	辞職 (中国上海交通大学教授就職)
22. 5. 1	研究教授	倉 岡 悦 周	称号授与
22. 5. 1	産学官連携研究員	倉 岡 悦 周	採用

平成 22 年 5 月 1 日現在

## 職 員 名 簿

(平成 22 年 5 月 1 日現在)

センター長 石 井 慶 造 (併任 工学研究科)

### 加速器研究部

橋 本 治 (理学研究科)  
 篠 塚 勉  
 涌 井 崇 志  
 島 田 健 司

### 測定器研究部

酒 見 泰 寛  
 田 村 裕 和 (理学研究科)  
 寺 川 貴 樹 (工学研究科)  
 伊 藤 正 俊  
 原 田 健 一  
 川 村 広 和  
 吉 田 英 智

### 核薬学研究部

岩 田 錬  
 工 藤 幸 司 (未来医工学  
 治療開発センター)  
 古 本 祥 三 (医学系研究科)  
 船 木 善 仁  
 石 川 洋 一

### サイクロトロン核医学研究部

谷 内 一 彦 (医学系研究科)  
 田 代 学  
 平 岡 宏太良  
 四月朔日 聖一  
 熊 谷 和 明  
 Md. Mehedi Masud  
 武 田 和 子

放射線管理研究部

山崎 浩 道  
臼田 重 和  
劉 瑞 芹  
結城 秀 行  
宮田 孝 元  
大友 一 広  
真山 富美子  
澤田 麻 美

核燃料科学研究部

金 聖 潤  
倉岡 悦 周

放射線高度利用研究部

人見 啓太朗  
多田 勉  
三宅 正 泰

センター長室

山下 宥 子

事務室

石田 秀 明  
相澤 克 夫  
小出 雅 嗣  
荒生 諭 史  
藤澤 京 子  
阿部 紀三子  
松原 由美子  
伊深 勝 男  
佐伯 ちひろ  
民部田 幸 枝  
室井 良 夫

東北大学特任教授 (客員)

伊藤 正 敏 (マイクロ核医学研究部)

研究教授

織原 彦之丞 (測定器研究部)  
鈴木 和 年 (核薬学研究部)  
石渡 喜 一 (核薬学研究部)  
山口 慶一郎 (マイクロ核医学研究部)  
川島 孝一郎 (マイクロ核医学研究部)  
窪田 和 雄 (マイクロ核医学研究部)  
中村 尚 司 (放射線管理研究部)  
長谷川 雅 幸 (放射線管理研究部)  
馬場 護 (放射線管理研究部)  
臼田 重 和 (放射線管理研究部)  
倉岡 悦 周 (核燃料科学研究部)

リサーチフェロー

段 旭 東 (マイクロ核医学研究部)

共同研究員

三浦 末 志 ((財)無人宇宙実験  
システム研究開発機構)

制御室 (住重加速器サービス(株))

大宮 康 明  
高橋 直 人  
横川 茂 永  
鈴木 惇 也  
高橋 研

放射線管理室 (株)日本環境調査研究所)

中江 寛 和

建屋管理 (株)日本環境調査研究所)

今野 亮  
川上 修  
遠藤 洋 一  
赤間 義 和  
伏見 武  
新海 美恵子  
堀井 弥 美

## 学 生・研究生名簿

平成 22 年 5 月 1 日現在

### 加速器研究部

M2 泉 さ や か (理学研究科物理学専攻)

### 測定器研究部

M1 及 川 明 人 (理学研究科物理学専攻)

M1 早 水 友 洋 (理学研究科物理学専攻)

B4 佐 藤 智 哉 (理学部物理学科)

B4 齋 藤 真 樹 (理学部物理学科)

### 核薬学研究部

M2 Rebecca Wong (薬学研究科生命薬学専攻)

M2 新 保 亮 (薬学研究科生命薬学専攻)

M1 村 上 圭 秀 (薬学研究科生命薬学専攻)

B5 川 内 岳 海 (薬学部薬学科)

B4 伊 東 弘 晃 (薬学部創薬科学科)

B4 多 胡 哲 郎 (薬学部創薬科学科)

### サイクロトロン核医学研究部

D4・社会人 小 倉 毅 (医学系研究科医科学専攻)

D4 菅 原 昭 浩 (医学系研究科医科学専攻)

### 放射線管理研究部

D3・社会人 永 津 弘太郎 (工学研究科量子エネルギー工学専攻)

D2・社会人 徳 田 玄 明 (工学研究科量子エネルギー工学専攻)

M2・社会人 高 山 徹 (工学研究科量子エネルギー工学専攻)

M2 木 村 泰 樹 (工学研究科量子エネルギー工学専攻)

M2 登 澤 大 介 (工学研究科量子エネルギー工学専攻)

M1 伊 藤 辰 也 (工学研究科量子エネルギー工学専攻)

M1 佐 藤 誠 悟 (工学研究科量子エネルギー工学専攻)

M1 深 谷 篤 生 (工学研究科量子エネルギー工学専攻)

B4 志 村 大 樹 (工学部機械知能・航空工学科)

B4 川 野 裕 斗 (工学部機械知能・航空工学科)

B4 佐々木 隆 博 (工学部機械知能・航空工学科)

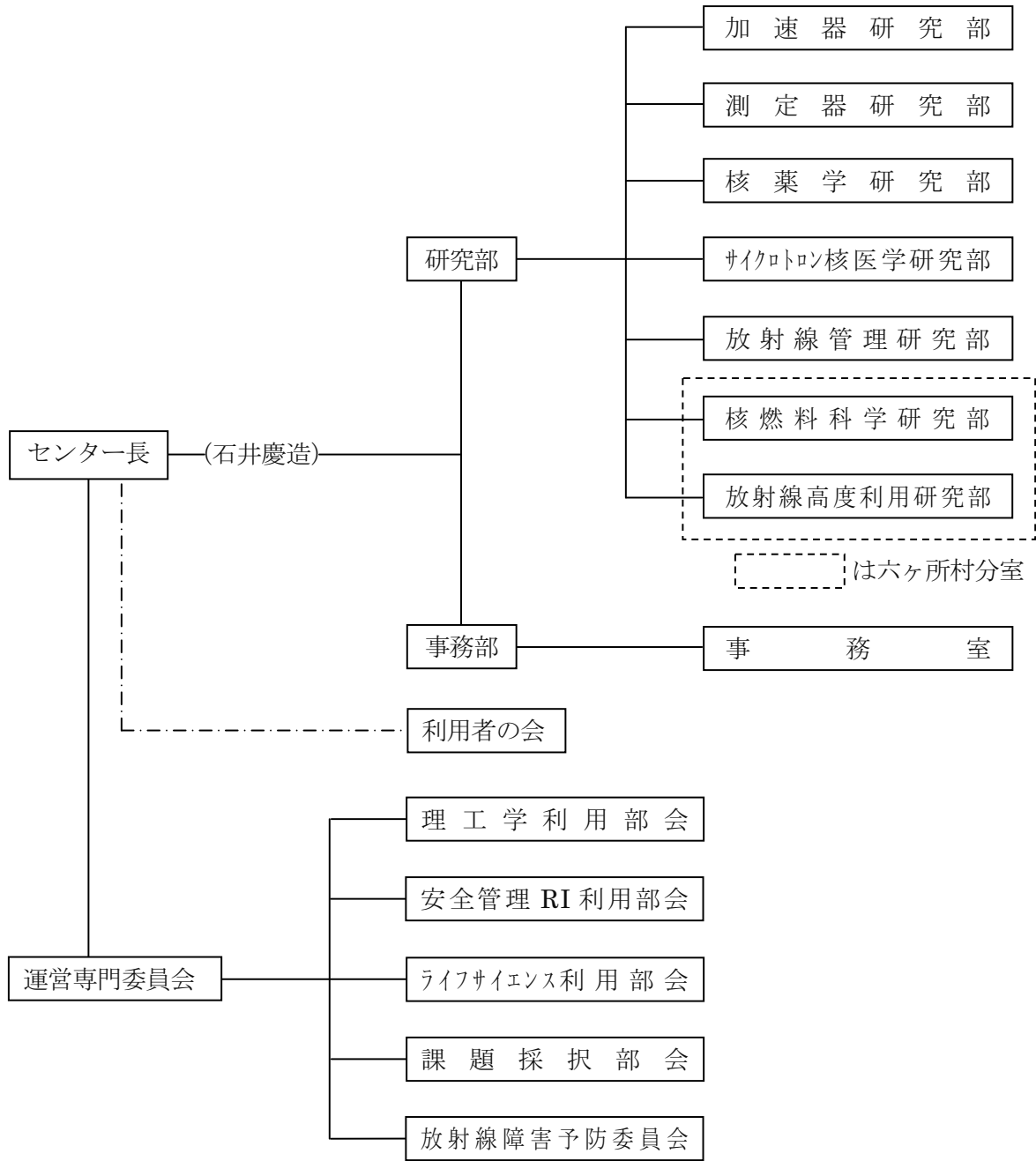
B3 池 田 千 穂 (工学部機械知能・航空工学科)

B3 笠 原 和 人 (工学部機械知能・航空工学科)

B3 渡 部 浩 司 (工学部機械知能・航空工学科)

学部学生 (B), 大学院生 博士課程後期 (D), 博士課程前期 (M)

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

ジュネーブ郊外にある欧州合同原子核研究機関 (CERN) の大型ハドロン衝突型加速器 (LHC) が昨年 11 月に運転を再開しました。一昨年秋に稼働早々にヘリウム漏れ事故により運転が止っていましたが、ようやく本格実験に入ったとの事です。質量の源となるヒッグス粒子の発見が最大の目的となる様ですが、まずはダークマターの候補として超対称性粒子が発見されるのではとされています (実は、超対称性粒子が見つければ、宇宙初期の元素合成反応にも影響があり、原子核物理に携わる者としては多いに期待しています)。長い年月と巨額の予算をかけて LHC を建設してきましたが、この間にも CERN は「反水素合成」「ミニブラックホール」等の話題を様々な形で世の中に提供してきました。また、最近では多くの LHC 紹介画像を YouTube 等の動画サイトで見る事ができます。

このような状況の中で、広報活動は益々重要になってくると思われれます。広報委員の末席を汚す者としても身が引き締まる思いです。今後ともよろしくお願い致します。

(Y. K. 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. 47 2010 年 5 月 31 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/>

