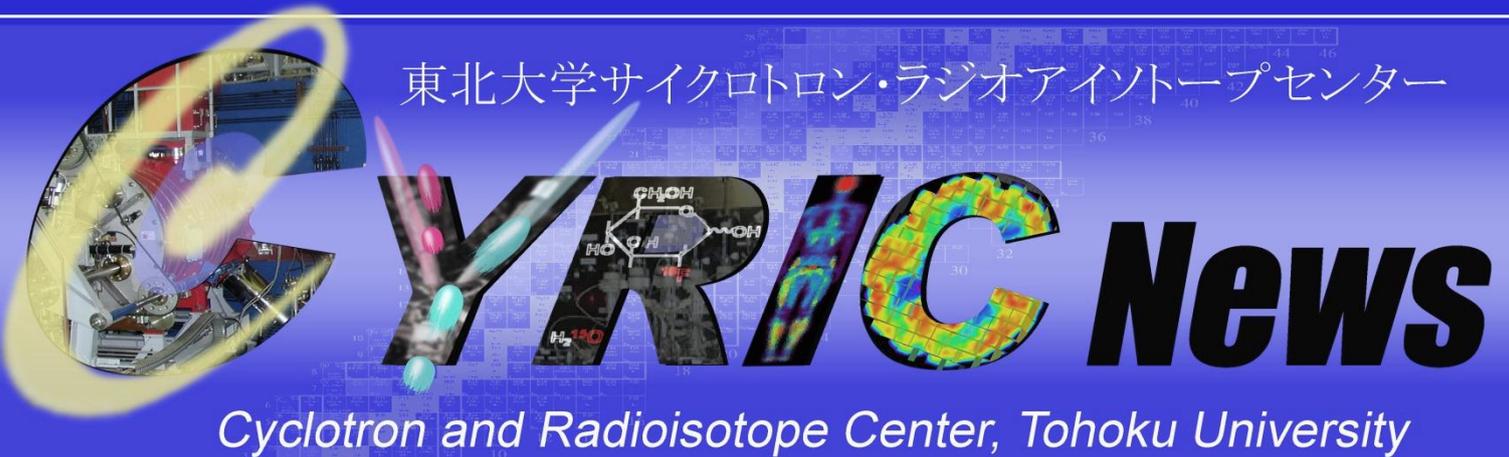


東北大学サイクロトン・ラジオアイソトープセンター



No. 52 2012.12 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

震災復興と将来への更なる飛躍を目指して

東北大学サイクロトン・ラジオアイソトープセンター センター長
谷内 一彦

故山崎浩道前センター長の後を受けて、平成24年7月からCYRICセンター長を拝命している谷内一彦（やないかずひこ）です。医学系では松澤大樹先生に続き2人目のセンター長です。本センターは、1979年の創立以来、学内外の皆さまのご協力ご支援を賜わり、サイクロトン並びにラジオアイソトープ（RI）の多目的利用と、全学の放射線並びにRIの安全取扱に関する訓練の役割を果たすことを使命としております。就任以来、加速器を用いた研究と教育、全学のRI管理の責任者として重責を日々感じてセンター長業務を行っております。

最初に簡単な自己紹介をしたく思います。私は医学研究科の博士課程大学院に入学した1982年からサイクロトンで最初に研究を開始しました。その当時、松澤大樹先生（抗酸菌病研究所教授、元センター長）、小暮久也先生（神経内科学）、鈴木二郎先生（脳外科）、井戸達雄先生（核薬学、センター前教授）、多田啓也先生（小児科学、平成5年学士院賞受賞）など錚々たる医学・薬学系の教授が私を含む若い大学院学生をサイクロトンの医学・生物学利用に大きな期待を持って誘っており、私もサイクロトンの医学応用のために研究を開始しました。30年前に既に若手研究者としてCYRICで研究を指導されておられた岩田鍊先生、福田寛先生、石井慶造先生、伊藤正敏先生、篠塚勉先生が時々徹夜実験をしておられ、私も活気のあるCYRICで楽しく実験していたことを今でもつい最近のここのように思い出します。理学、工学、薬学、医学系の研究者が大型装置

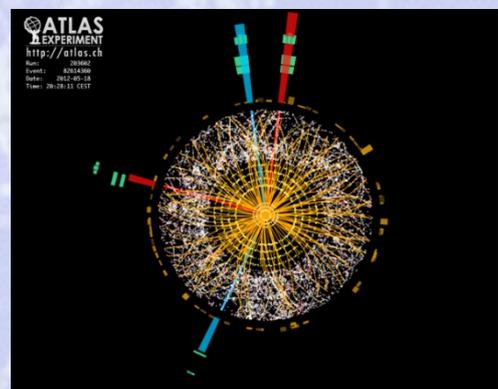


図1. “Higgs粒子”が4つの電子に崩壊した事象の候補（研究紹介、本文4ページ）

であり共通機器であるサイクロトロンを協力して利用し、30年以上前から新しい異分野融合的研究領域を開拓しておりましたので、予算を付けてくれた当時の文部省官僚の素晴らしい先見の賜物と考えております。

CYRIC が主体で日本全国に普及した関連技術は沢山ありますが、医学系の代表として松澤大樹先生が発案し、CYRIC 関係者が関与した PET 検診センターがあります。CYRIC が関与した最初の成功例から 20 年以上が経過し、日本全国に 100 以上の PET 検診センターが普及しております。センター前教授の伊藤正敏先生が産学連携としてアイリスオーヤマ株式会社と協力して仙台画像検診クリニックを運営しており、PET 検診センターの更なる発展に CYRIC の重要性が増しております。さらに日本における医療観光としても諸外国から注目を集めておりますし、愛玩動物の PET 検査も実用化の段階になりつつあります。

現在の CYRIC の喫緊の課題は、大震災からの復興であります。東日本大震災の被害は甚大で一時は再開不可能ではないかと危惧されておりました。しかし CYRIC 職員、住友重機械工業㈱を含む関係者の皆様の寝食を忘れた御努力によって、平成 24 年 10 月より完全復旧しており、共同利用が再開されています。東北大学内外の共同利用者には大変なご不便をおかけしたことを深くお詫びいたします。またこの間、日本国内外の加速器施設から温かいご援助を賜り、加速器を用いた研究の継続ができましたことを厚く御礼申し上げます。このような大災害に備えるには日本国内および国際的連携協力が必要不可欠と実感しております。大震災の厳しい環境下でも共同利用者の方々がサイクロトロンに関連して研究費を取得されておりますので、今後、共同利用再開後の更なる発展が期待されます。

私が CYRIC センター長として特に 2 年間でやりたいことは「産学連携の推進」です。加速器を用いた理学、工学、バイオ、医学・薬学の産学連携は加速器を持つ大学の新しいミッションと考えております。CYRIC は今まで学内外の学術研究にマシンタイムの殆どを使ってきましたが、将来的にはマシンタイムの 10%をめぐりに産業界の加速器利用を進めていきたいと思います。企業との共同研究契約などの締結を目指して関係部署と協力しながら CYRIC の産学連携の制度設計を進めていきたいと思います。

CYRIC は、加速器からの粒子ビームおよび放射性同位元素を用いた教育研究の最高の場を学内外の教員および学生に提供することを使命としていますが、さらに産業界へのアピールを進めていきたいと思います。このために使用される装置の高性能化への努力を一層進めてまいります。実際、CYRIC の AVF サイクロトロンからの粒子ビーム、放射線計測、PET 機器開発、RI 標識合成開発、分子イメージング創薬は世界最高水準のものとなっており、これらの最先端技術を用いて優れた研究成果に世界が注目しております。震災復興と将来への更なる飛躍のために、共同利用者とセンター職員のご努力を期待し、関係各位のご支援ご鞭撻を切にお願いすると同時に、関係各位の忌憚のないご意見をお待ちしております。



阿部笙子先生作

研究紹介

High Luminosity LHC 計画のためのシリコン半導体位置検出器の開発

高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所・講師
池上 陽一

1. はじめに

2012年は、長年未発見であった慣性質量の起源とされる“Higgs粒子”と矛盾しない新粒子がLHC (Large Hadron Collider) によって発見出来たと言う、高エネルギー物理学にとっては、まさに輝かしい年となりました。

LHCは、スイスのジュネーブ郊外にあるCERN (欧州原子核研究機構) に建設された、周長27 kmの陽子-陽子衝突型加速器で、重心系エネルギーで世界最高の14 TeVを目指すものです。このLHC計画には、二つの汎用の超大型検出器 (ATLAS、CMS) が設置されていて、我々はATLAS検出器²⁾のシリコンストリップ型半導体位置検出器 (SCT : SemiConductor Tracker) ³⁾の研究開発を行って来ました。図1 (1ページ参照) に、新粒子の候補となる事象を示します。これは、“Higgs粒子”に特徴的な4つの高いエネルギーを持つ電子への崩壊を示しています。黄色で示された最内層の3層がピクセル型検出器、その外側の4層がシリコンストリップ型半導体位置検出器を示しています。現在、CYRICで行っている照射試験は、このLHCの高輝度化計画であるHigh Luminosity LHC (HL-LHC) に向けて、シリコンストリップ型及びピクセル型半導体位置検出器の研究開発を行っています。

2. 放射線損傷との戦い

LHCでは、陽子と陽子は、25 nsecサイクルで衝突を繰り返していて、極めて高いLuminosityのために同時に複数の事象が重なって観測されています。一方、求める事象の発生頻度は、極めて低く、検出器が受ける放射線によるダメージは極めて甚大です。LHCの様な高エネルギー加速器実験では、放射線損傷は、照射線が物質内に入射して失うエネルギーのうち、原子の弾き出しにのみ使われるエネルギー (NIEL : Non Ionizing Energy Loss) を使って評価されます。エネルギーの違う各粒子に対しては、変位損傷断面積のエネルギー依存性を考慮して1 MeVの中性子相当 (1-MeV neq/cm²) に換算します。例えば、70 MeV陽子に対する換算係数は1.4となります。HL-LHCで予想される放射線量を図2に示します。最内層ピクセル (R = 3.7 cm) では、 2.2×10^{16} 1-MeV neq/cm²、ピクセル-ストリップ境界 (R = 31 cm) で、 1×10^{15} 1-MeV neq/cm²にも達します。ピクセル領域では、中性子より荷電粒子による放射線損傷が支配的で、ストリップ領域では中性子が支配的になります。

3. n型かp型か?

図3に、シリコン半導体位置検出器の原理を説明するためにその断面図を示します。シリコン基材表面には、外側から、HV Ring (必要に応じて Guard Ring が複数付加される場合があります)、バイアスリング、インプラント電極の順でインプラントされ

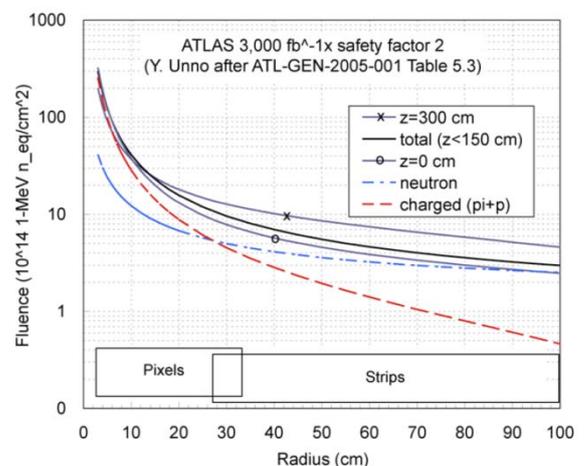


図2. HL-LHC で予想される放射線量

ています。インプラント電極とバイアスリングは、バイアス抵抗 (1.5 MΩ) を介して接続されて、インプラント電極間の信号の分離を可能にしています。裏面は、全面にインプラントが施されていて、表面には Al が蒸着されています。バイアスリングとバックプレーン電極に逆バイアス電圧を印加すると、p-n 接合部から空乏層が広がって行きます。空乏層に高エネルギーの粒子が入射すると、センサーの厚さが 300 μm のときに電子正孔対が約 20000 対生成されます。空乏層内の電場によって電子、正孔それぞれ逆に向かって移動し、この電荷の移動により、インプラント電極に信号が誘起されます。その信号を読み出すことで、粒子が通過した位置を特定することが出来ます。これらのシリコンセンサーは、半導体の製造プロセスを使って製造されますので、極めて高い位置精度を得ることが出来ます。

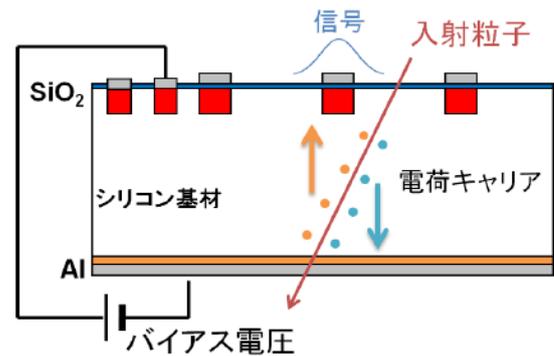


図 3. シリコン半導体位置検出器の断面図

これらのシリコンセンサーは、半導体の製造プロセスを使って製造されますので、極めて高い位置精度を得ることが出来ます。

現行の SCT は n 型基材に p+ストリップを埋め込んだ (p-in-n) 構造をしています。センサーが放射線の損傷を受けると、p 型不純物として振る舞う格子欠陥が生成されて行きます。放射線を受け n 型基材に p 型不純物が増加すると、しだいに基材の有効不純物密度が減少し、やがて基材が p 型になる型反転が発生します。型反転の発生により基材が p 型となると、裏側であるバックプレーン電極と基材界面が p-n 接合面となり、バックプレーン電極側から空乏層が広がって行きます。すると、空乏層がストリップまで達しないと信号の読み出しが出来なくなり、全空乏化しなければセンサーとして機能しなくなっています。全空乏化電圧がシステムの耐圧を超えたときセンサーとしての寿命を迎えることになります。

もし、p 型基材でセンサーを作ることが出来れば、放射線損傷により p 型不純物が増加しても型反転は発生しません。n ストリップ側 (p-n 接合側) から読み出すことにより、常に読み出し側から空乏化することになるため、部分空乏化でも信号の読み出しが可能となります。また、荷電キャリアが電子であるので高速で、電荷捕獲が起きにくいと考えられます。さらに、片面プロセスで製造が可能であるため、相対的に低価格であり、裏面は傷に強いことが期待できます。一方、p 型基材センサーは、製造プロセスにより Si-SiO₂ 界面に正電荷が蓄積され、Si 表面に電子層を形成し、電極間の分離の悪化が報告されています。そのため、電極分離構造として、ストリップ間に高濃度 p をインプラントした p-stop や、センサー表面に高濃度 p を照射した p-spray が必要となります。また、放射線の損傷により全空乏化電圧が上昇すると高電圧運転が必要となるため、部分放電の発生を抑制も重要な課題です。これらの優れた特徴を生かしつつ、課題を克服して、高い放射線耐性を有するセンサーを研究開発することが、我々の研究テーマです。加えて、n 型シリコンセンサーに比べて、p 型シリコンセンサーの基礎特性は未知の部分があり、これについても詳細に研究を行っています。

4. CYRIC における照射試験

高い放射線耐性を有するセンサーの開発は、TCAD 等を用いたシミュレーション結果を踏まえて試験センサーの製作、照射試験前特性の評価、照射試験、照射試験後特性の評価の工程を何度か繰り返す必要があります。試験センサーの製作時には、様々な電極構造、電極間分離構造をした 10 mm × 10 mm のミニチュアセンサーや 4 mm × 4 mm のミニチュアダイオードを同時に製造しこれらを照射用サンプルとし照射試験を行っています。照射用サンプルを図 4-1 の様に横に並べて、さらに、

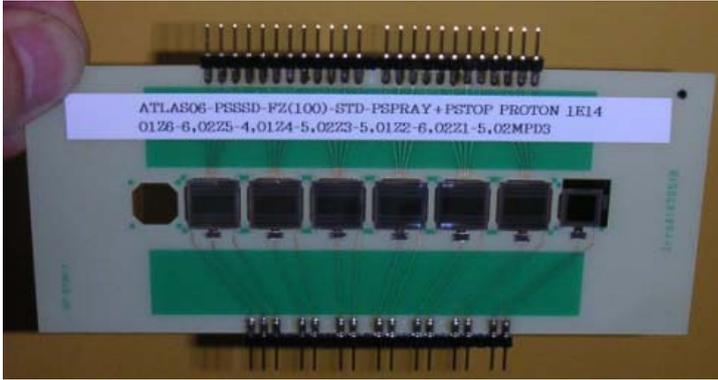


図4-1. 照射用サンプル



図4-2. 照射用サンプルボックス

図4-2の様にビーム軸方向に積層します。照射の均一性を保つために、可動式ステージでサンプルを入れたサンプルボックスを動かし、20回以上スキャンを行うようにビーム量を調整しています(図4-3)。放射線照射中のサンプルは水冷のペルチェ素子によって -10°C 程度に冷やされており、照射後は -20°C の冷蔵庫に保管することでアニーリングが進行しないように試験を行っています。照射試験は、32コースで行っています。供給頂いているビームは、70 MeV 陽子線で、電流値は1~1000 nA、スポットサイズは約7 mmです。照射量は、ビームの電流値と照射時間から概算して照射を行い、詳細は、サンプルボックスに取り付けて同時照射を受けたアルミニウム箔を用いて算出しています。このアルミニウム箔には、破碎反応の結果、 ^{24}Na が生成されます。 ^{24}Na は、半減期15時間で1368.6 keVの γ 線を放射します。この放射された γ 線をCYRICに設置されているゲルマニウム検出器で測定して陽子の照射量を見積もっています。



図4-3. 可動式ステージ

過去に行った照射実験を表1にまとめました。

表1. これまで行った照射実験

課題番号	実験実施時期
8918	2009/3/2-3
9136	2009/6/22-23
9214	2010/7/21
9362	2011/2/22
9429	2012/10/24-25

5. p型基材シリコンセンサーの放射性耐性の試験結果と今後

各照射量における全空乏化電圧の測定結果を図5-1に示します。"nonirrad"と書かれた左の点は、未照射のサンプルの結果を示していて、約200 Vで全空乏に達します。 $\sim 1 \times 10^{13}$ 1-MeV neq/cm²までは、全空乏化電圧はほぼ変化はなく、 $\sim 1 \times 10^{14}$ 1-MeV neq/cm²で約300 Vに増加を始め、 $\sim 1 \times$

10^{15} 1-MeV neq/cm²に達すると約-1000 Vに達します。この場合でもセンサーは、部分放電を発生させることなく安定な動作を確認できました^{4,5)}。現在は、電荷収集効率の解析を進めているところです。

実機のプロトタイプ製作も平行して進められています(図5-2)。実機のセンサーの大きさは、約10 cm×10 cmで製造保守の観点からモジュール化されています。現在8台のプロトタイプモジュールが完成しておりシステム試験がCERNのクリーン内で進行中です⁶⁾。

ストリップ領域(1×10^{15} 1-MeV neq/cm²)に関する研究開発は収束しつつあります。今後は、ピクセル外層部領域($\sim 1 \times 10^{16}$ 1-MeV neq/cm²)について研究の範囲を広げて行きたいと考えております⁷⁾。より効率的で安全な照射試験を目指して、現有の可動式ステージを含む照射試験設備の全面的な改修を現在進めているところです。

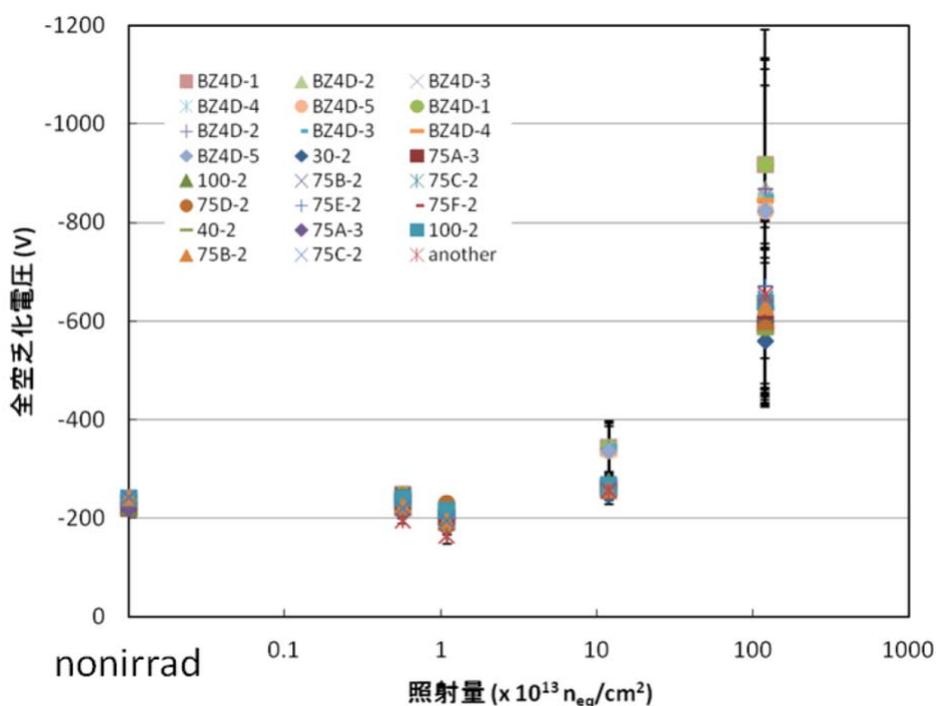


図5-1. p型基材シリコンセンサーの全空乏化電圧の放射線量依存性

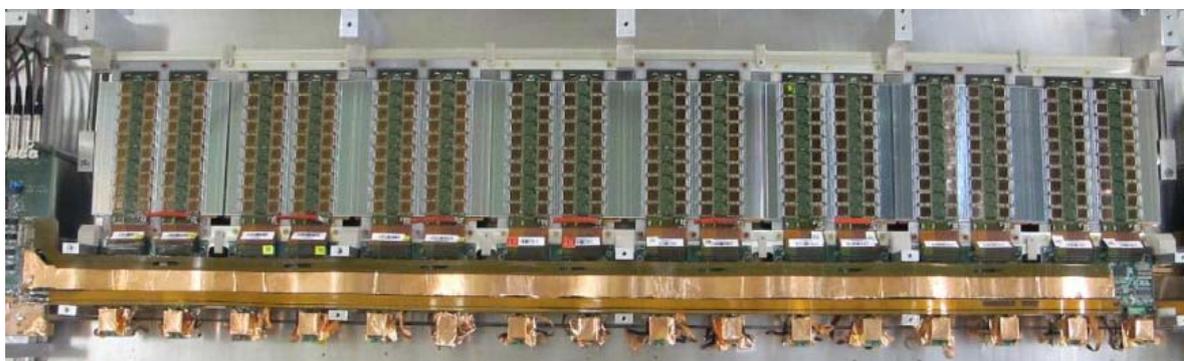


図5-2. HL-Luminosity用シリコン-ストリップ-プロトタイプモジュール

6. 謝辞

本研究の遂行にあたり、多大なるご協力を頂いております、篠塚勉先生、酒見泰寛先生に深く感

謝いたします。

照射試験のビームの運転にあたり、涌井崇志先生、伊藤正俊先生、運転スタッフの皆さんに深く感謝いたします。

放射線管理にあたりまして、結城秀行先生に深く感謝いたします。

共同研究者名

海野信義、寺田進、高力孝、三井真吾、堀 龍馬 (KEK)、
原和彦、山田美帆、河内山真美、瀬賀智子、濱崎菜都美、高橋優 (筑波大学)
陣内修、永井遼、岸田拓也、久保田知徳、本橋和貴 (東工大)

参考文献

- 1) ATLAS Collab. Phys. Lett. B 716 (2012) 1-29.
- 2) ATLAS Collab., JINST 3 S08003 (2008).
- 3) A. Ahmad et al. Nucl.Instr.Meth. A578 (2007) 98-118.
- 4) Y. Unno, et al., Nucl. Instr. Meth. A 636 (2011) S24-S30.
- 5) K. Hara, et al., Nucl. Instr. Meth. A 636 (2011) S83-S89.
- 6) A. Clark et al., Nucl. Instr. Meth. A 699 (2013) 97-101.
- 7) Y. Unno, et al., Nucl. Instr. Meth. A 650 (2011) 129-135.

センター 共同利用再開

加速器施設の共同利用再開のお知らせ

センター 加速器研究部・助教
涌井 崇志

東日本大震災の発生以降、加速器施設の復旧作業を行ってきましたが、HM12型サイクロトロンは平成24年10月16日より、また930型サイクロトロンは10月25日より共同利用を再開しましたので、お知らせします。共同利用の停止期間中は、利用者の皆様にはご不便・ご迷惑をおかけしましたこととお詫びします。また、復旧作業中に頂きました多大なご支援・ご協力と多数の励ましに感謝いたします。

共同利用再開後、HM12型サイクロトロン本体の状態は概ね良好で、ほぼ予定通りにビームを供給しています。しかし、震災復旧に伴い変更となった制御系ソフトウェアに複数の不具合が生じています。不具合の中には、運転状態の異常を知らせる警報音が(十分な大きさで)鳴らないなど、運用に支障が実際に生じている内容が含まれており、修正が必要です。共同利用に影響が出ないように日程を調整して修正作業を行う予定です。

930型サイクロトロンは、共同利用再開直前からサイクロトロン本体やビームライン、電源などで故障や不具合が続出し、一部の共同利用が中止となったり、ビーム供給開始時間が遅れたりするなど、利用者の皆様にご迷惑をおかけする状態が続いています。これらの故障機器は、事前の試験では異常が見つからず、試験と実運用の違いをあらためて認識させられています。930型サイクロトロン本体は11月上旬以降、新たな故障も発生せず落ち着き、また、ビームラインも11月23日の時点で今期(117回)使用を予定している全てのコースにビームを輸送したことから、新たな機器故障や不具合は今後、減少すると期待しています。



現在の930型サイクロトロン



復旧作業中の930サイクロトロン

930型サイクロトロンは、また、加速パラメータが震災前を再現しておらず、加速調整に時間を要し、ビーム供給開始時間が遅れたり、一部ではビーム量が利用者の要求値を下回ったりする場合があります。これは、震災復旧作業に伴い、加速真空箱やその内部に設置されている電極等を一度全て取り外す必要がありましたが、再組み上げを行った際の微妙な取り付け位置の差異や、破損により交換した機器の状態の違いなどが原因と考えています。本来であれば、加速核種やエネルギーごとに、サイクロトロンの現状に最適な加速パラメータを追究したいところですが、それには相当な時間を必要とします。現状では、利用者のビームに対する要求と加速調整時間とのバランスを取りながら、

加速回数を重ねるごとに最適な加速パラメータに近づけるよう改善を図っていく方針です。ビーム供給開始時間やビーム量などが震災前の水準に戻るまで、もうしばらく時間がかかる場合がありますが、ご理解頂ければ幸いです。

加速器施設の被害状況と復旧作業の概要は下記をご参照下さい。どちらも CYRIC のトップページ (http://www.cyric.tohoku.ac.jp/index_j.html) に掲載されている“サイクロトロン・スケジュール”から辿ることができます。

加速器施設の被害状況：

<http://choukai.cyric.tohoku.ac.jp/cyclotron/CYRIC-damage.pdf>

加速器施設の復旧作業：

<http://choukai.cyric.tohoku.ac.jp/cyclotron/CYRIC-recovery.pdf>

共同利用再開後、930 型サイクロトロンでは、CYRIC としては新規加速となる ^{12}C –140 MeV と ^{40}Ar –378 MeV、 ^{84}Kr –405 MeV の重イオンビームを共同利用に提供しました。これらは CYRIC にとってはその核種の過去最高エネルギーです。今後も、加速器施設を震災前の水準に戻すだけでなく、利用者の皆様のご要望に応えられるよう発展させていきたいと思ひます。



復旧作業中の地下ピット室



現在の地下ピット室

新しい機器・設備の紹介

R I 棟の新しい装置の紹介

センター 放射線管理研究部・技術専門職員
結城 秀行

東日本大震災により、R I 棟で共同利用に供されてきた測定装置のうち、幾つかの機器が大きな損傷を受けましたが、それらに代わる新機種の装置が震災復旧の予算によりこのたび納入されました。今後の共同利用において利用者の方々にお使いいただける新しい装置を、以下に紹介します。

1. 画像解析装置 Typhoon FLA 9500 (GE ヘルスケア・ジャパン株式会社)

破損した富士フィルム製イメージング装置 BAS3000 の代わりとして、R I 棟 3F 測定室に設置されました。

放射性同位元素からの放射線のみならず、蛍光についても高解像度かつ高感度で読み取れるスクリーナー方式で、青色 (473 nm) から近赤外 (785 nm) までの幅広い波長に一台で対応するマルチタイプ画像解析システムです。

- ・ 読取方式：メカニカルスキャン方式
- ・ 光源：473 nmLD、532 nmSHG 固体レーザー、635 nmLD
- ・ 最大フィルター搭載数：4 枚
- ・ 検出系：バイアルカリ PMT、マルチアルカリ PMT
- ・ 画素サイズ：10/25/50/100/200 μm 選択、1,000 μm プレスキャン
- ・ 読取階調数：65,536 階調
- ・ 直線性：5 桁
- ・ 読取サイズ：最大 40×46 cm
- ・ 読取時間：約 15 分 (50 μm 、20×25 cm 読取時)



2. 液体シンチレーションカウンター LSC-7400 (日立アロカメディカル株式会社)

R I 棟 3F 液シン室に設置されました。

サンプル数の多い測定に対応可能な機種です。測定しているサンプルのスペクトルをタッチパネルカラー液晶ディスプレイにてリアルタイムに表示します。

- ・ 基本性能： ^3H 計数効率 60%以上、 ^{14}C 計数効率 90%以上
- ・ クエンチング補正法：レベルメソッド法、効率トレーサ法
- ・ 測定サンプル数：20 mL バイアル最大 400 本、ミニバイアル最大 780 本
- ・ サンプル交換方式：ラック方式 (20 mL バイアル×10 本/ラック、ミニバイアル×15 本/ラック)
- ・ 分析方法：4,000ch マルチチャンネルアナライザーのゲイン切り換えによる高分解能スペ



クトル分析

- 外部出力インターフェイス：プリンタ、LAN、USB、RS-232C

3. オートウェルガンマカウンター AccuFLEXy7001 (日立アロカメディカル株式会社)

R I 棟 2F 生化学測定室に設置されました。検出器にはφ3×3 インチの NaI(Tl) ウェル型シンチレーション検出器を採用しているため、低エネルギーから高エネルギーのγ線を効率良く測定可能です。外部からのバックグラウンドを抑えるため、検出器の外周の他、検出器の上下を鉛で遮へいしています。遮へい厚は最大 150 mm (検出器=コンベア間) です。

- 測定エネルギー範囲：10 ~2000 keV
- サンプル容器：20 mL 標準バイアル、ミニバイアル
- サンプル搭載量：390 サンプル(10 mL ミニバイアル、試験管)、200 サンプル (20 mL 標準バイアル)
- 測定核種数：最大 5 核種
- プリセット核種：核種テーブルとして 16 核種設定
- 演算・機能：DPM/Bq 演算、検出限界計算、半減期補正、放射能濃度 (Bq/mL)、バックグラウンド減算、コンタミチェック機能、割込測定機能



4. ガンマカウンター 2480WIZARD II (株式会社パーキンエルマージャパン)

R I 棟 2F 生化学測定室に設置されました。

高効率・低バックグラウンド測定用の 1 検出器タイプの自動ガンマカウンターです。バックグラウンドとクロストークを低減するために 75 mm 厚の鉛シールドを備えています。3 インチの検出器と大型の測定ウェルを備えているため、最大 20 mL までの容量のサンプルを測定することが可能です。また、最大 28 mm 直径までのチューブを測定することができますので、低活性のサンプルの測定に適しています。

- サンプル数：1000 チューブ (13 mm 径の場合)、270 チューブ (28 mm 径の場合)
- 装備：Windows XP PC 内蔵、核種解析機能 Wizard² Data analyzer、タッチパネルモニター



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・助教
多田 勉

六ヶ所村は11月に入り、雪が舞うようになり次第に冬を迎えようとしています。今回は10月に行われた“ろっかしょ産業まつり”、11月にセンターで主催した“新原子力利用研究分野の開拓プロジェクト報告会”の様子についてお伝えしたいと思います。

六ヶ所村では毎年“ろっかしょ産業まつり”という六ヶ所村・六ヶ所村観光協会が主催する祭りが開催されます。お祭りは六ヶ所村尾駈漁港特設会場で行われ、ステージでのショーや地元団体の出店などが楽しめます。今年は10月27日（土）、28日（日）の二日間にわたって行われ、全部で43ブースの出店がありました。一昨年、昨年に引き続き今年も六ヶ所村の人々に広くセンター六ヶ所村分室を知ってもらい、地域貢献する目的で六ヶ所村分室もお祭りに出店致しました。今年は量子フォーラム室藤原先生に加え、石崎先生・藤代先生も仙台から参加してくださいました（写真1）。毎年一番の目玉である「鮭つかみ取り・鮭レース」は、今年は悪天候のため鮭が不漁となり、実施されませんでしたがお祭り当日は例年に比べて暖かく、多くの人で賑わっていました。我々のブースでは東北大学の除染活動・センター六ヶ所村分室の紹介とミニ科学教室を行いました。ミニ科学教室では人工イクラ製作体験を行いました。人工イクラ製作体験は例年幼児から小中学生に大変人気があり、今年は人工イクラ約200セットを準備しましたが、お祭り二日目の午前中には実験が終了するほどの盛況で、幼児から小中学生まで多くの方に実験して頂き、センター六ヶ所村分室のPRを十分行うことができました。



写真1. ろっかしょ産業まつりの様子

11月27日にはセンター主催で六ヶ所村文化交流プラザスワニーにて新原子力利用研究分野の開拓プロジェクト報告会を開催致しました。報告会は量子エネルギー工学専攻の長谷川先生・前センター長石井先生の開会の挨拶に始まり、センター長谷内先生の司会の下、センター六ヶ所村分室核燃料科学研究部の金先生より高度分離研究、放射線高度利用研究部の人見先生よりRI高度利用研究、量子エネルギー工学専攻の長谷川先生よりプロジェクトの概要・RI発熱利用に加え、六ヶ所村における今後の計画についてのご発表がありました（写真2）。本報告会には東北大学、八戸工業大学、日本原子力研究開発機構、青森県、日本原燃（株）、六ヶ所村、六ヶ所村内企業より参加があり、発表後には実際に分離したRIの利用に関する事や今後のRI分離・高度利用研究の方向性に関する質問・コ

メントがありました。また、発表後にはセンター六ヶ所村分室の見学会も実施致しました。本報告会はプロジェクトに参加・協力して頂いている青森県・六ヶ所村に加え、地元研究機関・企業の方々に研究内容・成果をご理解して頂くよい機会となったとともに、我々センター六ヶ所村分室の教員にとっても今後の研究の励みになるよい機会となりました。



写真2. 新原子力利用研究分野の開拓プロジェクト報告会の様子

センターからのお知らせ

[第36回国立大学アイソトープ総合センター長会議]

平成24年6月5日から6日の2日間、「第36回国立大学アイソトープ総合センター長会議」(世話校：鹿児島大学)が鹿児島市のかごしま県民交流センターにて開催されました。21の国立大学関連部局より60人以上が出席し、本センターからは岩田錬、石井慶造、結城秀行、伊藤奈美子の4人が出席しました。会議の議事次第は以下の通りでした。

6月5日(火) 13:30~18:00

- 開会挨拶
- 講演1. 「学術研究を取り巻く動向について」 文科省研究振興局学術機関課 村瀬誠 氏
- 講演2. 「放射線障害予防法に係る最近の動向」 文科省科学技術・学術政策局原子力安全課放射線規制室 上田智一 氏
- 報告1. アイソトープ総合センター長会議の活動報告(幹事校)
- 報告2. WG-分子イメージングの教育研修(京大)
- 幹事校選挙および事務担当者連絡会議
- 議事1. アイソトープ総合センターの現状と課題及び今後の展望(1)
- 講演3. 「宇宙焼酎ミッション構想と焼酎酵母およびこうじ菌の国際宇宙ステーションへの打ち上げについて」 鹿児島大学大学院医歯学総合研究科 馬嶋秀行 氏
- 講演4. 「しょうちゅう~宇宙からのたより~」 鹿児島大学農学部付属焼酎・発酵学教育研究センター 鮫島吉廣 氏

(記念写真撮影)

6月6日(水) 9:00~12:00

- 議事2. アイソトープ総合センターの現状と課題及び今後の展望(2)
- 閉会挨拶

会議中本学の石井教授より「放射線の国民的理解のための国立大学アイソトープ総合センターの充実の要望(案)」が提案され、本会議終了後にメール審議により提言文を加筆修正した後、文科省大臣ならびに各大学学長宛に提出する旨承認されました。

なお、幹事校選挙の結果は、これまでと同様に東北大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、大阪大学の5校が選ばれ、引き続き東北大学が校長校を務めることになりました。平成25年は岡山大学を世話校として岡山市で開催の予定です。

[国際ワークショップ・FPUA2012の報告]

このたび、サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター(CYRIC)が主催して、国際ワークショップ・FPUA2012「Fundamental Physics using Atoms 2012」を2012年9月28日(金)から30日(日)までに3日間、開催しましたので、ここに紹介させていただきたいと思います。

このワークショップは、原子や分子を用いた素粒子・原子核物理を議論する会議として2007年から毎年行っており、毎回、多くの原子核物理、素粒子物理、量子光学、原子物理、化学分野の国内外の研究者を集めて、活気ある議論が行われています。2007年は京都大学、2008年は東北大学、2009年は東京工業大学、2010年は大阪大学、2011年は岡山大学で行われ、今回はCYRIC主催として2度目の会議となり、80名近くの参加者を招いて、宇宙における反物質消失の機構、物質創成のメカニズムを解明する実験、理論研究の最先端の話題が活発に議論されました。

特に、CYRIC で推進している放射性元素・フランシウム (Fr) を用いた物質・反物質非対称性の生成機構を探る研究に関して 3 名の研究者が講演を行い、続けて CYRIC の研究施設の見学を行いました。外国からは、2011 年に、Nature に YbF 極性分子による電気双極子能率探索に関してインパクトある成果を報告したイギリスのインペリアル・カレッジ・ロンドンの Edward Hinds 教授をはじめ、オランダ・VU University Amsterdam の Wim Ubachs 教授、Hendrick L. Bethlem 博士等が来日しており、CYRIC の施設、研究内容を詳細に見学しました。昨年の震災以降、どのように施設を復旧していったのか、また RI を用いた様々な研究展開について、多くの質問があり、イギリス、オランダ等との研究機関との学术交流がいつそう深まりました。来年は、岡山大学で開催する予定ですが、数年に一度は CYRIC がホストとなりますので、そのおりはご協力、よろしくお願いいたします。最後に、工学研究科の大会議室をワークショップ会場として使用させていただくのにご協力いただいた寺川先生ならびに関係者の皆様に深く感謝の意を表して、FPUA2012 の紹介を終わりたいと思います。

測定器研究部・酒見泰寛



写真 1. FPUA2012 の参加者記念撮影

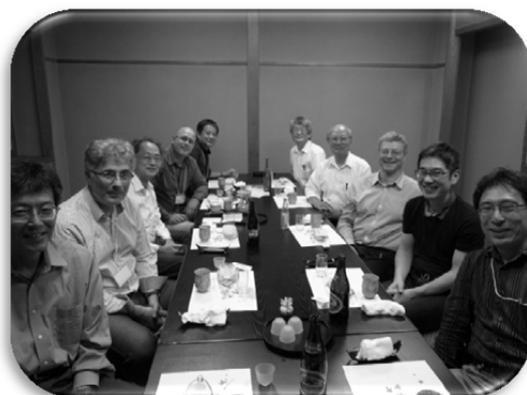


写真 2. 外国人研究者との研究・文化交流
(喜良久亭にて)



写真 3. CYRIC 見学。本体室や実験室で復旧や研究に関する議論を行った

[放射線と RI の安全取扱いに関する全学講習会]

平成 24 年 11 月 1 日(木)、2 日(金)、5 日(月)、12 日(月)、13 日(火)、20 日 (火) ~22 日 (木)

・第 72 回基礎コース講義:

理学研究科大講義棟 11 月 5 日(月)、12 日(月)

- ・第72回基礎コース英語クラス講義：
CYRIC 講義室 11月13日(火)
- ・実習：
CYRIC RI棟 11月20日(火)、21日(水)、22日(木)
- ・第35回SORコース(基礎コースの講義のみを受講)

基礎コース講義内容：

日	時	講義内容	講	師
11月5日(月)				
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～	11:10	放射線取扱に関する法令	薬学研究科	吉田 浩子
11:20～	12:20	放射線の安全取扱(2)「物理計測」	CYRIC	酒見 泰寛
13:10～	14:10	放射線の安全取扱(3)「RIの化学」	多元物質科学研究所	桐島 陽
14:20～	15:20	人体に対する放射線の影響	CYRIC	田代 学
15:30～	17:00	放射線の安全取扱(4)	農学研究科	白川 仁
17:00～	17:20	小テスト		
11月12日(月)				
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～	11:10	放射線取扱に関する法令	薬学研究科	吉田 浩子
11:20～	12:20	放射線の安全取扱(2)「物理計測」	CYRIC	伊藤 正俊
13:10～	14:10	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
14:20～	15:20	人体に対する放射線の影響	医学系研究科	本橋 ほづみ
15:30～	17:00	放射線の安全取扱(4)	農学研究科	白川 仁

基礎コース英語クラス講義内容：

日	時	講義内容	講	師
11月13日(火)				
8:50～	9:00	Guidance		
9:00～	9:30	Introduction to safe handling of radiation	CYRIC	馬場 護
9:40～	11:10	Regulation law for radiation handling	薬学研究科	吉田 浩子
11:20～	12:20	Physics for safe handling of radiation	理学研究科	岩佐 直仁
13:10～	14:10	Chemistry for safe handling of radiation	工学研究科	三村 均
14:20～	15:20	Effects of radiation to human	医学系研究科	本橋 ほづみ
15:30～	17:00	Safe handling of radiation/isotopes	電子光理学 研究センター	大槻 勤
17:00～	17:20	Examination		

- ・第59回X線コース講義：

理学部大講義室 11月1日(木)

・第59回 X線コース英語クラス講義:

CYRIC 講義室 11月2日(金)

X線コース講義内容:

日	時	講義内容	講師
11月1日(木)			
8:50~9:00		ガイダンス	
9:00~10:30		X線装置の安全取扱い	工学研究科 寺川 貴樹
10:40~11:10		X線関係法令	工学研究科 松山 成男
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2日(金)			
13:20~13:30		Guidance	
13:30~15:00		Safe handling of X-ray machines	CYRIC 馬場 護
15:10~15:40		Regulation for X-ray machine handling	CYRIC 馬場 護
15:50~16:10		VTR for safe handling of radiation	CYRIC 結城 秀行

[東北大学・CYRIC 共同利用再開記念シンポジウム「震災復興と将来への飛躍を目指して」]

平成24年12月10日(月)と11日(火)の2日間にわたりセンター共同利用発表会が開催されました。今年は1年半に及ぶ震災による停止後の共同利用期間がわずか2か月程度と短いため、共同利用再開記念シンポジウムとして開催されました。伊藤貞嘉研究担当理事の開会の挨拶に引き続き、学内外からの演者による19の講演が行われました。以下にそのプログラムを示します。



伊藤研究担当理事の開会挨拶

12月10日(月)

- 開会の挨拶
- 震災復興とBNCT

10:40 震災復興と将来への飛躍を目指して

10:50 サイクロトロン復旧と高度化に向けて

11:10 がんのホウ素熱中性子治療(BNCT)の現状と将来展望

11:40 BNCTのための加速器ベース中性子場

放射線医学総合研究所・重粒子医科学センター 米内俊祐

12:10 BNCT用加速器開発の動向とサイクロトロンの大強度化

大阪大学・核物理研究センター 福田光宏

研究担当理事 伊藤貞嘉

座長: CYRIC 岩田 鍊

CYRIC センター長 谷内一彦

CYRIC 篠塚 勉

加齢医学研究所 福田 寛

- CYRIC 将来展望 座長：理学研究科 前田和茂
- 13:50 CYRIC の将来展望と原子核・素粒子物理学 理学研究科 田村裕和
- 14:20 福島原発事故と放射線影響 広島大学・緊急被ばく医療推進センター 細井義夫
- 14:50 サイクロトロンを使用した放射性金属核種の製造と利用
放射線医学総合研究所・分子イメージング研究センター 永津弘太郎
- 工学系 座長：金属材料研究所 阿部弘亨
- 15:50 高エネルギー粒子を使った材料研究 工学研究科 長谷川 晃
- 16:20 半導体 LSI の中性子ソフトウェア評価の加速器利用について
日立製作所・横浜研究所 鳥羽忠信
- 16:50 含浸吸着材による高レベル放射性廃液核種分離 CYRIC 金 聖潤
- 18:00 懇親会・ユーザーの会

12月11日(火)

- 理学系 座長：理学研究科 木野康志
- 9:00 高分解能磁気スペクトロメータと RI ビームによる天体核物理 理学研究科 岩佐直仁
- 9:30 CYRIC における少数系実験と核力研究の展望 理学研究科 関口仁子
- 10:00 中性子科学～基礎物理から産業応用まで～ 名古屋大学・理学研究科 清水裕彦
- 分子イメージング等 座長：薬学研究科 平澤典保
- 11:00 CYRIC での RI 製造とその応用研究の展望 電子光理学研究センター 大槻 勤
- 11:30 ガンマ線イメージング用半導体検出器の開発 CYRIC 人見啓太郎
- 12:00 ストレス関連疾患の分子イメージング：基礎研究から臨床研究への展開
医学系研究科 福土 審
- 粒子線治療 座長：CYRIC 田代 学
- 13:40 炭素イオン線の臨床応用の実際 医学系研究科 神宮啓一
- 14:10 CYRIC における陽子線治療システムの開発と陽子線治療の基礎研究 工学研究科 寺川貴樹
- おわりに：大強度ビームで開拓する基礎科学 CYRIC・課題採択部会長 酒見泰寛

[運営専門委員会報告]

平成 24 年度第 3 回（平成 24 年 7 月 24 日開催）

- 東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター規程の一部改正
- 放射線管理研究部教授選考委員会の設置
- 各部会報告

[受賞のお知らせ]

- 第 33 回日本臨床薬理学会学術総会（2012 年 11 月 29 日～12 月 1 日：沖縄）最優秀ポスター賞
「Brain histamine H1 receptor occupancy measured by PET in humans after oral administration of levocetirizine, a new second-generation antihistamine」
平岡宏太郎（サイクロトロン核医学研究部・助教）

[センター防災訓練]

平成24年12月25日(火)午前10時44分サイクロトロン実験棟地下1階の電気室から出火したことを想定した防災訓練が実施されました。センター長、センター教職員、各研究部所属学生、住重および日環研スタッフのほぼ全員が参加して寒空の下熱心に訓練に励みました。今回は、消火器を使用した火災消火訓練、避難器具「オリロー」を使用した2階からの避難訓練の外、サイクロ実験棟地下1階ターゲット室で停電した場合を想定しての「シールド扉の人力での動かし方」の説明と実践が行われました。自衛消防隊の任務と防災マニュアルの点検・確認を行い、防災意識を高めることが出来た大変有意義な訓練でした。



R I 管理メモ

1. 施設の状況

東日本大震災による損傷のうち、修復に長い期間を要したサイクロトロンと放射性廃水貯留槽の修復作業も終わり、施設および設備の修復作業がほぼ完了しました。平成 24 年秋からサイクロトロン共同利用並びに RI 棟共同利用が再開されました。

また、現在、研究棟 1 F において東北大学病院出張診療所としての機能を拡充するための改修工事が行われており、近々、放射性薬剤準備室や放射性薬剤輸送用気送管を増設し、放射線管理区域も拡張される予定です。

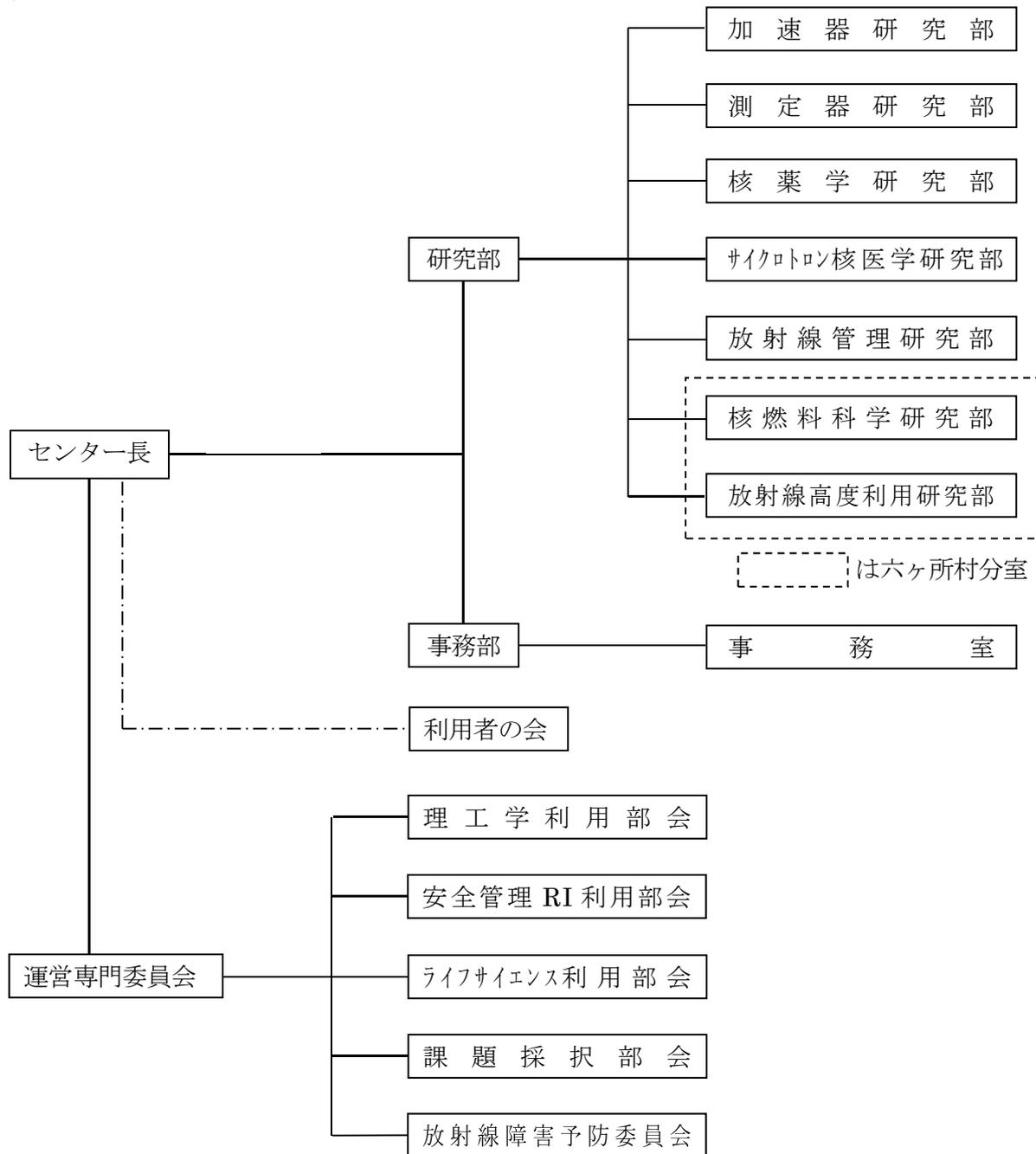
2. 定期再教育訓練

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 25 日に開催されました。センター利用者の方々だけで 78 名が受講しました。

3. 電離放射線健康診断

平成 24 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 29 日に 49 名が受診し、そのうち 9 名が 10 月 29 日～31 日に検診を受診しました。

組 織 図



共同利用相談窓口（ダイヤルイン）

理 学 系	酒 見 泰 寛	795-7795	sakemi@cyric.tohoku.ac.jp
工 学 系	石 井 慶 造	795-7931	keizo.ishii@qse.tohoku.ac.jp
薬 学 系	岩 田 錬	795-7798	rencyric@cyric.tohoku.ac.jp
医 学 系	田 代 学	795-7797	mtashiro@cyric.tohoku.ac.jp
事 務 室	相 澤 克 夫	795-7800 (内 3476)	cyric-jm@bureau.tohoku.ac.jp
R I 棟 管 理 室	結 城 秀 行	795-7808 (内 4399)	yukihide@cyric.tohoku.ac.jp

編 集 後 記

東日本大震災から1年半、サイクロトロン共同利用によるPET検査がようやく再開されました。復旧へ向けた関係者の方々のご尽力に対して、ユーザーの一人として感謝を申し上げます。また共同利用の停止期間中、研究や臨床検査の場をご提供いただいた放射線医学総合研究所、東京都健康長寿医療センターの関係者の皆様にも、この場を借りて厚く御礼申し上げます。震災で損傷した機器の一部が新しく入れ替わり、ところどころ老朽化の目立つセンターもわずかにリフレッシュを果たしました。今後、復旧にご支援くださった皆様のご厚意に報いるためにも、研究活動に全力で取り組んでいきたいと考えております。

(N. O. 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)
	相 澤 克 夫 (CYRIC)

題字デザイン：田 代 学

CYRIC ニュース No. 52 2012年12月26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 (センター事務室)

〃 022 (795) 7808 (放射線管理事務室)

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

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

