



青森県量子科学センター



外観

二ツ川章二
Futatsukawa Shoji

1. はじめに

青森県六ヶ所村の風力発電用風車の林を抜けると、12,000 m²の敷地に延べ床面積 5,500 m²の平屋建て（一部2階）、広大な土地にゆったりと構える青森県量子科学センターが現れる。青森県量子科学センターは、原子力関連施設の安全確保や原子力・放射線利用促進等の基盤となる人材育成、研究開発活動を推進する施設である。平成29年10月に開設、平成29年度中は県が運営、平成30年4月より指定管理者制度を導入し、指定管理者として(株)青森原燃テクノロジーセンターと東京ニュークリア・サービス(株)が共同事業体として運営管理している。平成30年6月15日、青森県量子科学センターを訪問し、青森県エネルギー総合対策局エネルギー開発振興課量子科学振興グループ鹿内伸泰主幹、原子力人材育成・研究開発共同事業体栃木孝夫施設長と共に、共同企業体の一翼を担う東京ニュークリア・サービス(株)畔柳 誠取締役、結城政則部長代理、西本隆行係長にお話を伺った（写真1、写真2）。

2. 目的と経緯

青森県には原子燃料サイクル施設、東通原子力発電所、大間原子力発電所、使用済燃料中間貯蔵施設等の原子力施設と共に、国際核融合エネルギー研究センター、環境科学技術研究所等の研究施設が立地されている。青森県は平成20年2月、このような

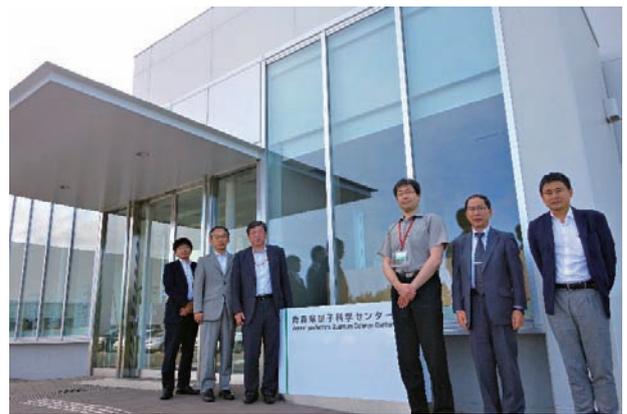


写真1 青森県量子科学センター玄関 左から結城東京ニュークリア・サービス部長代理、畔柳東京ニュークリア・サービス取締役、栃木共同事業体施設長、鹿内青森県主幹、筆者、松本日本アイソトープ協会企画課長



写真2 鹿内主幹と栃木施設長からの施設説明

原子力関連施設の立地環境を活かし、量子科学分野の人材育成、研究開発を推進するため「青森県原子力人材育成・研究開発推進構想」を策定、今回その構想実現のため青森県量子科学センターを開設した。研究活動として、「放射性同位元素の医学・工学等への応用」を含む4つの活動目標を柱とした研究を進めている。同時に、産学官が連携しながら、人材育成を行うことにより、多くの若者が原子力や放射線に関する実践的かつ高度な知識・技術を習得し、原子力関連産業における雇用促進が図られると共に、量子科学分野の教育と研究の拠点形成が進み、青森県の人づくり、産業づくりに繋がることを期待しているとのことである。

3. 施設・設備概要

施設は、研修棟、研究棟、RI棟の3棟からなる。今回は、サイクロトロンビームの利用及びサイクロトロンで製造したRIを人臨床と動物実験に利用するための設備があるRI棟を中心に案内していただいた。RI棟は、一部地下の鉄筋コンクリート造で約2,700㎡、3棟の中では最も大きな建物である。管理区域の入口は人臨床用と動物用の動線が重ならないよう工夫がされている。

(1) サイクロトロン

まず、主要設備のあるサイクロトロン室に案内していただいた。遮蔽扉を設置せず放射線を遮蔽する迷路構造のために、一旦地下に降りてからサイクロトロン室に入室する。サイクロトロン室は装置のメンテナンス等を考慮し、十分に広いスペースが確保されている。何とも羨ましい限りである。サイクロトロンは住友重機HM-20V、加速器のスペックとしては陽子が14 MeV又は20 MeVで150 μ A（ただしターゲットに照射できる最大ビーム電流値としては100 μ Aに制御）、重陽子が10 MeVで50 μ Aである。加速粒子は縦型加速箱の中で加速され、上下反対方向の2ポートから取り出される（写真3）。

下部取出口はPET4核種製造用で、各核種用のターゲットがターゲットボックス中に収められ、製造されたRIは輸送配管で標識合成室に送られる。一方、上部取出口から水平方向に取り出されたビームは、真空配管中を輸送され、電磁石により3方向に振り分けられる。

最も手前はPIXE(粒子線励起X線)分析用であり、



写真3 縦型サイクロトロン、右下部にPET核種用ターゲットが収められており、左上部から水平にビームを引き出す



写真4 中性子実験室での鹿内主幹の説明、上部が中性子照射口

真空中PIXE分析装置が設置されている。20 MeVの高エネルギー陽子を活用したPIXEとして整備している。

その横にはNRT(中性子ラジオグラフィ撮影)装置が設置されている。水平方向の陽子ビームを垂直に曲げ、金属ベリリウムターゲットに照射させることにより下部方向に中性子を発生させる。発生した中性子は地下の中性子実験室に送られ非破壊検査等に使用される。中性子実験室は広々としており、測定試料はリフターによって照射口まで持ち上げられる。測定部位が取り外せない大型機器の非破壊検査にも十分対応でき、垂直ビームであるため、液体等様々な状態の測定試料にも対応できる。また、必要な場合には、水平ビームにすることも可能であり、中性子照射場として非破壊検査以外の用途にも幅広く利用することが期待される（写真4）。

最も奥のビームラインはBNCT(ホウ素中性子捕捉療法)用である。金属ベリリウムターゲットから

発生した中性子は壁を隔てて隣接する中性子実験室に輸送され、BNCT実験に利用される（写真5）。対象試料は細胞及び小動物であり、小動物は中性子実験準備室から遠隔でセットアップから照射までを行うことができる（写真6）。BNCTの基礎データの集積・技術開発だけではなく、新しいホウ素集積薬剤の開発にも有効に利用することができるだろう。加速器によるBNCTでは、中性子束密度が課題となる。当センターでは既に、陽子100 μ Aで1.14 $\times 10^9$ 個/cm 2 ・sを達成し、BNCT実験が可能となっているとのことであった。

(2) PET

サイクロトロンで製造されたPET核種は標識合成室に輸送され、標識合成される。標識合成装置が設置された実験室は、将来的にGMPに対応可能な実験室と多目的な合成試験が可能な実験室とがある。薬剤の他施設への供給は考慮していないということなので、厳格なGMP対応は必要がないかもしれない。現在汎用されている標識薬剤が合成できるような標識合成装置がすべて揃えられており、研究用途に応じた新しい薬剤合成の研究開発も可能である。

人臨床用PET装置は、最新のGE社製PET/CT装置が設置されている（写真7）。人臨床のための専用の出入口、措置室、休憩室、トイレ等が動線に沿って設置されている。動物用PET装置は、MR Solutions社製小動物用PET/MRI装置が設置されている（写真8）。この装置は国内初の導入とのことである。

(3) その他の設備

PET4核種以外にも非密封の研究用RIの利用が可能である。また、隣接する研究棟では放射線以外の材料試験等のための装置が揃っており、一般の化学実験が可能である。詳細はセンターHPで確認できる。

(4) 宿泊設備

地域的に遠方からの研究者等のために、研修棟2階に産学連携室、多目的ルーム、宿泊室が設けられている。宿泊室はビジネスホテル並みの仕様となっている（写真9）。また、研究者等が外出時に利用できる無料貸出用の車、自転車が準備されている。

4. 研究体制

研究開発活動は、青森県が主体となり大学・研究



写真5 鹿内主幹，栃木施設長のBNCTビームラインの説明

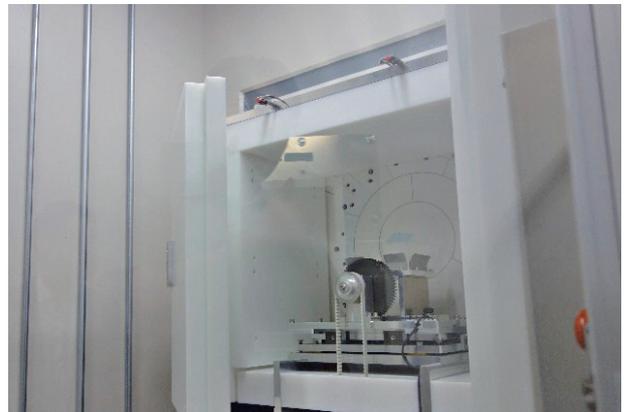


写真6 小動物用BNCT中性子照射装置，中央に小動物がセットされる



写真7 PET/CT装置，左から栃木施設長，筆者，鹿内主幹

機関等に委託する委託研究と大学・研究機関が主体となって施設等を利用する一般研究がある。委託研究の場合、研究棟、RI棟の施設使用料は徴収されない。また、一般研究であっても成果を公表する場合には、施設使用料が半額となる特別措置があるとのことである。施設使用申込み、施設使用料等についてはセンターHPで確認できる。

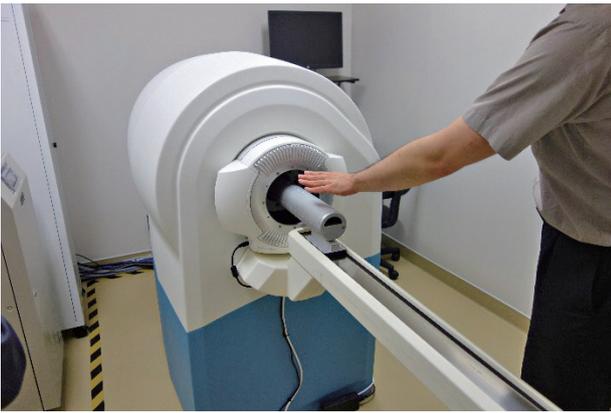


写真8 小動物用PET/MRI装置、この装置は国内初の導入



写真9 宿泊設備、ビジネスホテル並みの仕様

施設はすべての人に開放されており、研究申込みに対する制限は設けられていない。なお、放射線を取扱う研究の場合は、自施設において放射線業務従事者になっていることが原則とのことである。

現在、各装置の性能開発試験、人臨床及び動物実験の仕組みづくり等の委託研究が進んでおり、2018年度中を目標に整備する予定とのことである。施設の

運営費は県の予算で措置されているが、安定的な施設運営のためには、研究成果を出すだけでなく、施設使用料の確保という点も重要なので、多くの方にセンターを利用していただきたいと鹿内主幹は話していた。

5. おわりに

今回、青森県量子科学センターを訪問させていただいた。センターはすべての研究者に開放されている。また、道を隔てて、日本原燃(株)再処理工場、国際核融合エネルギー研究センターがあるなど、六ヶ所村には私たちアイソトープ・放射線を取り扱う者にとって興味深い様々な原子力関連施設が存在する。センターでの研究の合間にそれらの施設を訪ねてみるのもよいかもしれない。

現在、センターの施設を利用できる研究者は、加速器を使用した研究に熟練した研究者に限られるかもしれない。しかし、青森県の委託研究が進み各種のルールとマニュアルが整備されると多くの研究者が利用することが可能となる。特に中性子を自由に利用できる施設は国内に数少なく、関係者からの期待は大きなものがあると思う。また、将来的には測定試料を送ると結果を出してくれる測定サービスも実現するかもしれない。近隣には娯楽施設は見当たらず、研究活動に専念できる環境である。宿泊施設を活用した、新しい滞在型研究施設となることが期待されている。

最後に、ご丁寧にご対応いただいた鹿内主幹、栃木施設長等の皆様に感謝申し上げます。

((公社)日本アイソトープ協会)