

## 核医学検査・研究を総合的に行う 画像診断棟2階RI検査施設紹介

高度画像診断研究を行う施設として画像診断棟が完成し利用が始まっています。この画像診断棟はPETやMRI、X線CTなどの画像診断装置を駆使して文字通り高度な画像診断研究を遂行する目的で建てられました。一方で、一足早く建設され利用されている重粒子治療センターの診断部門に欠けていた核医学検査施設として、RIセンターの役割を担うという性格を画像診断棟は持った建物でもあります。画像診断棟完成以前は核医学検査部門は重粒子治療センター建物内にはなく、ガンマカメラは第3研究棟(旧病院)2階のRI検査室に、PET装置はサイクロトロン棟2階ポジトロンカメラ室に設置されて検査が行われておりました。画像診断棟の完成によって核医学検査・研究を総合的に行う施設が実現しました。2階にはPET装置とガンマカメラ(SPECT装置)が設置され研究に限らず、重粒子線治療患者を対象とした臨床核医学検査を行う設備が整っています。その概略を紹介させていただきます。

### 放射線管理区域と非管理区域

2階フロアは大きく分けてPET装置やガンマカメラが設置された放射線管理区域と患者待合室、リハビリルーム、受付、核医学検査読影室、カンファランスルームなどからなる非管理区域に2分されています。放射線管理区域への入室はPET検査室・ガンマカメラ検査室共通で一カ所に集中され、ICカードにより入退室が管理されています。

### PET検査室と腫瘍診断

PET検査部門は3室の独立したPET室と、コンソール室およびRI分注室、血液分析室などからなります。設置されているPET装置はシーメンス社製PET装置2台(ECAT HR+、ECAT EXAT 47)とイマトロン社製PET装置1台(POSICAM HZL-R)が設置されています(図1,2)。腫瘍診断および脳機能検査はシーメンス社製PETで行われています。ECAT HR+の設置されているPET室は外部からの電磁波をカットするシールドルームになっており高精細な脳機能評価を行えるように設計されています。イマトロン社製PETは装置性能の基礎的検討などが行われており、平成12年度末頃まで設置されている予定です。その後は同室はPET-CTの開発や次世代PET装置の開発などに利用される予定です。PETの操作をするコンソール室は3室のPET室に共通で人員の効率的な運用を図るよう設計されています。

重粒子線治療におけるPET診断は治療方針の決定や治療効果の評価、予後の予測など治療に直接貢献する診断情報の提供や治療経過の把握に重要な役割を果たすと期待されます。すなわち、重粒子線治療前においてはがんの悪性度診断、がんの浸潤範囲や転移病巣の検出などによる臨床病期の診断、重粒子線治療中・治療直後にお

いてはがんの重粒子線治療に対する反応の評価、そして重粒子線治療後には予後予測や再発の診断などがPETを用いて精度良く評価できると期待されます。

以上の観点に立って重粒子線治療におけるPET診断が行われています。放医研でのPETによる腫瘍診断は、重粒子線治療が開始されて以来現在まで(検査期間1994年6月～2000年8月)1700件以上施行されており、蛋白合成・アミノ酸代謝の指標である $^{11}\text{C}$ -メチオニンを用いたPET検査が全体の約77%で、残り23%が糖代謝の指標であるFDGを用いた検査が行われています。画像診断棟に移ってからは既に120件余りの検査が施行されています。FDG検査は肝癌や膵臓癌が主な対象で、その他消化器癌の全身転移検索等が検査対象となっています。肝癌以外の重粒子線臨床施行対象疾患のほとんどはメチオニンを用いたPET検査が行われています。



図1 シーメンス社製PET装置  
ECAT HR+



図2 シーメンス社製PET装置  
ECAT EXAT 47

## ガンマカメラ室(SPECT検査室)

RI検査室は仕切のない広いフロアが中心で、その周辺に患者処置室や作業室、RI貯蔵室などを配置した構造になっています。この広いフロアには現在2台のガンマカメラが設置されています。島津社製2検出器型ガンマカメラ(PRISM2000XP)と東芝メディカル製3検出器型ガンマカメラ(GCA-9300A)です(図3, 4)。このフロアには必要となれば3台装置を設置できるくらい十分なスペースを確保してあります。重粒子線治療に関連して骨シンチ、ガリウムシンチを中心に、肺血流シンチ、肝アシアロシンチ等々がルーチンに施行されています。必要に応じてSPECT検査が施行され断層像による診断が行われます。このような通常の核医学検査に加えて、画像診断棟に移ってからの本施設の重要な機能として新たなSPECT製剤の臨床応用研究に利用するという目的があり、今後研究が発展していくものと期待されます。

以上、簡単に画像診断棟2階の核医学検査施設の紹介をさせていただきました。2階フロアへのアクセスは画像診断棟1階からエレベータや階段を利用する方法と、重粒子治療センターと通じる渡り廊下から直接2階へ至るルートがあります。いずれにしても2階へ来ると明るい患者待合室が直ぐ目に付きます。ピンク系統の絨毯に座り心地の良いソファがセンスよく配置されています(図5)。旧来の検査室と比べれば格段に患者さんにとって満足して頂ける環境になったことと思います。画像診断棟が高度な研究を目指して作られた建物であると同時に、患者さんを対象とした医療施設であることを再認識し、より大きな成果が実ることを期待したいと思います。



図3 RI検査室と東芝メディカル製3検出器型  
ガンマカメラ GCA-9300A



図4 島津社製2検出器型ガンマカメラ  
PRISM2000XP



図5 検査待合室

(治療・診断部 吉川 京燦)

## 非破壊型ビームプロファイルモニタ

本モニタは、シンクロトロン内を周回するビームのプロファイルを非破壊的に観測するものです。非破壊的と言われる理由は、シンクロトロン内の残留ガス中をビームが通過する際に生成される2次イオンを捕まえて、その発生点の正確な情報からビーム形状を覗き見るというもので、ビームには何の影響をも与えない(非破壊)と云うことです。図1にはこのモニタの動作原理を示す。

HIMACのシンクロトロン(以下リングと呼ぶ)内にも数年前から垂直方向のビームプロファイルを観測するため、この方式によるモニタが設置されています。リング内の真空度はおよそ $1 \times 10^{-9}$  Torr(大気圧の約1000億分の1)でその残留ガスの主成分はH<sub>2</sub>ガスです。

今、HIMACを例にとってその動作原理を述べると次のようになります。ビームとして12 C<sub>6</sub><sup>+</sup> ; 290MeV/u、残留ガスの主成分をH<sub>2</sub>と仮定します。この時ビームを構成する1個の粒子が残留ガスとの相互作用で失うエネルギーは、単位cm当たり $1.8 \times 10^{-14}$  MeV/cmとなります。H<sub>2</sub>ガスのイオン対をつくる平均エネルギー(33eV)、及びビーム中の粒子数を現実的な値として $1 \times 10^9$  ppsとすれば生成されるイオン数は約 $2 \times 10^6$  ppsと計算され、これを2段重ねのMCP(Micro-Channel-Plate)に入射することでその信号はさらに10<sup>4</sup>~10<sup>5</sup>倍となり、電気信号として容易に処理出来る大きさになります。この様な非破壊型モニタでは間接的にビームプロファイルを観測するため、その媒体となる電場が重要な役割となります。即ち2次イオンをMCPに正確に導くための歪みのない均一な電場が検出領域内を満たしていることが理想となります。我々は3次元電磁場解析コードを用いて実際の電位分布のシミュレーションを行い、さらにその電場を基にして2次イオンの詳細な軌道計算をしてモニタの観測精度を確認しています。

シンクロトロンでは一般にビームの入射、加速、そして取り出しの過程が周期的に行われます。HIMACのリングの場合はその1過程の周期が約3.3秒であり、リングの中を周回するビームの形状もその過程において変化します。そのビームプロファイルの変化を連続的に観測することがこのモニタの第一の目的ですが、最近HIMACの下リングでは電子冷却装置が設置され、その装置による冷却技術や加速器の研究も進められています。電子冷却されたビームはそのエミッタンスが著しく縮小し、ビームサイズも小さくなり、質の良い高密度のビームとなることが期待されています。その様子を12 C<sub>6</sub><sup>+</sup>ビームについて本モニタで観測した例を写真1に示します。

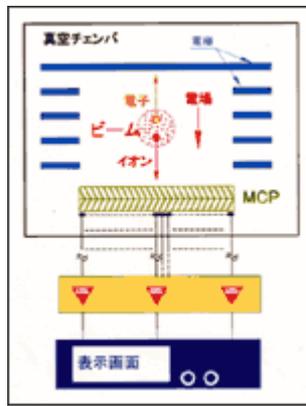


図1 MCPを用いた非破壊型ビーム  
プロフィールモニタの動作原理

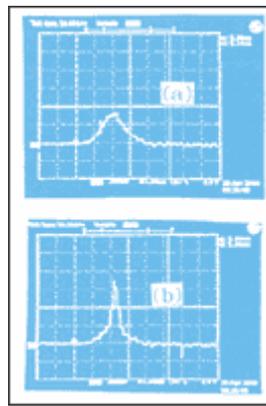


写真1 観測されたビームプロフィール  
(a)電子冷却前のプロフィール  
(b)電子冷却後のプロフィール

(AEC加速器グループ 小川 弘幸)

## 熱中症について

毎日暑い日が続きますが皆さんいかがお過ごしですか? つい油断していると、熱中症になるかもしれません。熱中症とは、熱射病、日射病などの総称で、一般的に暑い日の野外活動や体育館など、高温環境下で発症し、体温維持のための生理的反応より生じた失調状態から全身の臓器の機能不全に至るまでの連続的な病態とされています。今回は熱中症についてお話したいと思います。労働中に起こるものは、近年増加傾向です。スポーツにおいては、依然死亡事故が無くない状況です。運動中は体内から大量の熱を発生するため、それほど高くない気温でも発生することがあるので注意が必要です。また、30分程度の短時間の運動でも発症することがあります。初めは軽い症状だったのが、放置して手当をしないでおくと急速に重症へと進んでしまう事もあります。知識をもてば熱中症は予防できるのです。

### 《症状と手当》

#### ◇熱痙攣

運動中に四肢や腹筋などに痛みを伴った筋肉の痙攣が起きることがあります。スポーツドリンクを補給し、涼しい場所で安静にします。多量の汗で電解質、塩分が失われているので、水道水よりも電解質、塩分が入っているスポーツドリンクが補給に適しています。

#### ◇熱失神、日射病

運動を止めた後に脈が早くなり、呼吸数が増え、めまい、失神などが起こることがあります。涼しい場所に運び、衣服をゆるめ、安静にして寝かせ、スポーツドリンクを補給します。

#### ◇熱疲労

発汗が多く、全身倦怠、脱力感、めまい、吐き気、嘔吐、頭痛などの症状があらわれ、血圧の低下、頻脈、皮膚の蒼白が起こることがあります。涼しい場所に運び、衣服をゆるめ、安静にして寝かせて、スポーツドリンクを補給します。

#### ◇熱射病

急激に体温が、40℃前後に上がり、意識障害、吐き気、めまい、ショック症状が起こることがあります。すぐに涼しい場所に運び、冷たいタオルなどで全身を冷やししながら救急車を呼びます。



(健康管理室 海老原 幸子)

## お知らせ

### 環境セミナー開催案内

放医研の環境セミナーを今年も保健物理学会との共催で開催いたします。今回の第28回環境セミナーではJCO事故関連の環境測定、線量評価に携わった方々が一同に会して、様々な面からの発表と議論を展開し、将来への指針にしたいと考えております。発表予定内容は事故の経緯、事故時の周辺環境評価、事故後の周辺環境測定、患者の生物学的・物理学的線量評価、防災関係者、住民の線量評価など26題です。多数お集まり下さい。

- タイトル:** ウラン加工工場臨界事故に対する環境測定・線量推定
- 日時:** 12月7日及び8日
- 場所:** 放医研・講堂
- 連絡先:** 〒263-8555 千葉市稲毛区穴川4-9-1  
放射線医学総合研究所 企画室・統計係  
TEL 043-251-2111 FAX 043-256-9616