

# 重粒子治療センター竣工記念式典 開催される



重粒子治療センター（新病院）1階ロビーで行われたテープカット



新病院前の内庭で千葉県木「イヌマキ」の記念植樹

国の「対がん十か年総合戦略」及び「がん克服新十か年戦略」に基づき、放射線医学総合研究所が平成5年度から建設を行ってきた重粒子治療センター（新病院）がこのほど完成。その竣工記念式典が平成9年2月26日午後2時から当研究所講堂において、岡科学技術政務次官、中曽根衆議院議員（がん征圧議員連盟会長）、阿部重粒子治療ネットワーク会議議長らの列席のもと盛大に開催された。



主催者として挨拶される平尾放射線医学総合研究所長



科学技術庁長官に代わって挨拶をされる岡科学技術政務次官（左）と  
建設報告をされる奥田建設省関東地方建設局営繕部長（右）



来賓祝辞の挨拶をされる中曽根衆議院議員（左）と  
阿部重粒子線治療ネットワーク会議議長（右）

## ●新病院紹介

# がん治療専門の重粒子治療センター — 大きな期待を担って3月10日開院 —

この度、待望の新病院が完成し、平成9年3月10日開院の運びとなった。放医研の正門守衛所からみると真正面に位置する周囲よりひととき高い建物がそれで、2月26日ささやかながら竣工式も行われた。



建物の形はなかなか個性的で、放医研にしては珍しく殺風景なサティアン風ではない。全体がL字型で、その中央に玄関があり、4、5階部分は病室がバルコニー風に突出しており、壁の色は軟らかいクリーム色で統一されている。ただ、この病院棟の両サイドには緊急避難用の鉄骨階段がむきだしでくっついているのは、なんともアンバランスで少々美観が損なわれているのが残念である。この部分だけはいかにもお役所仕事という感じがする。実はこの病院、最初の設計では割と平凡な四角形であった。しかし、建設準備委員会のなかでもっと個性的なデザインにならないのかとクレームがつき、急遽今の形に変更されたという経緯がある。

放医研の病院は科学技術庁のなかで唯一の病院で設立は36年前であるが、1994年6月より医療用として世界初の重粒子がん治療装置（HIMAC:

Heavy Ion Medical Accelerator) を用いて重粒子線治療の臨床試行を実施している。臨床試行の開始に当たっては、まず関係医療機関との協力的体制を固めるためネットワーク会議をはじめとする各種委員会が発足し、さらに同じ頃、治療患者の受け入れを円滑にするため新病院の建設が開始され、平成8年10月完成した。地上5階地下1階の建物で、総工費約117億円、床延面積9923m<sup>2</sup>、建屋面積1900m<sup>2</sup>である。放射線診療単科の病院としては日本で唯一の病院で、主に重粒子線治療患者の診療を行うため、治療・診断部のもとで専門のスタッフと最新の医療装置を擁している。外部には放医研のなかに病院があるのを知らない人が多く、そのことで不都合を感じることもあるが、ここはがんの放射線治療を行うれっきとした病院である。

病床数は全部で100床あるが、新病院棟にはそのうちの96床あり、残り4床は旧病院棟に被曝事故で汚染した患者用として残してある。これは放医研に課せられた業務のなかに緊急被曝医療があり、それに対処するためである。96床のうち4床は無菌室と負圧室で、これもやはり何らかの事故で被曝したが汚染の心配のない患者を収容するためのものである。われわれはこれら緊急被曝医療用の病床は実際に使う必要の無いことを願っているが、準備だけは万全を期しているのである。

各階の機能は、まず1階の玄関を入るとロビーがあり、その左手に受付と薬局、さらに先に行くと外来と臨床検査室がある。地下1階には放射線治療関連機器があり、ここと重粒子線治療室とは連絡通路でつながっている。2階は各種の画像診断(CT、MRI、超音波など)を行うところで、3階は医局などスタッフの居室、4階と5階が入院病室である。主な診療装置は、治療関係では、リニアック、小線源治療装置(セレクトロン、マイクロセレクトロン)、CTシミュレータ、X線シミュレータ、放射線治療計画装置などがあり、診断関係では、CT装置、MRI装置、コンピュータドラジオグラフィ装置、核医学診断装置、超音波装置などがある。

新病院を開設するに当たって看護婦数の確保は大きな課題であった。

2病棟を2、8体制で運営するためには5人の増員が必要で、そのため治療診断部内で4人の振り替えを敢行し、純増は最低限の1人ということで何とか認められた。本当はさらに2人必要であったが、ぜいたくを言うときりがないのでまずはこれでやっていくことにした。振り替え人事は栄養部門から行ったが、これは最近厚生省がとかく評判の悪い病院給食を改善するため外部業者に調理を委託することを認めたので、われわれも新病院で調理委託を行うことにしたからである。最近、インテリジェントホスピタルという表現を耳にするが、新病院はまさにその感がある。最新の治療機器に加えて、画像診断やオーダリングシステムのための通信網が張り巡らされているさまは、今までの病院では考えられなかった事態である。おかげでわれわれスタッフは連日、慣れないコンピュータ機器の前で悪戦苦闘している。猫に小判と言われたいために。

(治療・診断部長 辻井 博彦)

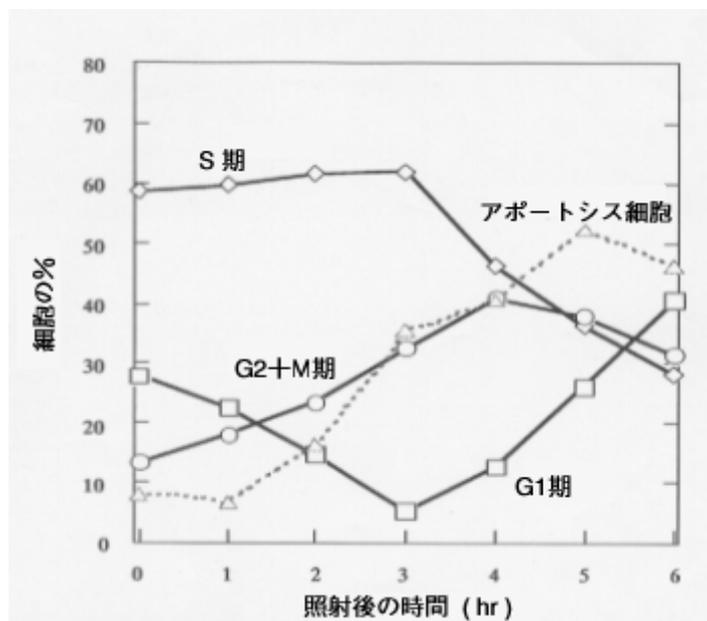
## ●研究最前線

## 放射線誘発アポトーシスの機能と機構

アポトーシスという細胞死が、多くの生理的、病的要因により生じ、生体の制御、防御に重要な役割を果たしていることが明らかになり注目されている。アポトーシスは、細胞種、組織、誘発要因など多くの因子により異なる遺伝子発現を介しており、その発現異常は多くの疾病と関連することが明らかにされつつある。

放射線誘発アポトーシスは、放射線により損傷を受けた細胞を積極的に除去し、発癌や奇形発生などのリスクを抑制する働きを有しているとされる。高線量照射では、障害発現にも関与し、また、癌の放射線治療とも関連する。これらの点から、その研究は、放射線の生物作用の解明にはきわめて重要である。

私たちは、照射後分裂を介さず短時間で起こる胸腺細胞の間期死研究から、それが細胞サイズ縮小、クロマチン凝縮、DNA断片化などを伴う典型的なアポトーシスであることを見いだした。こうした研究を基礎として、タンパク質分解、活性酸素との関連などの研究を進めてきている。



## 図 X線0.5Gy照射後の細胞周期動態変化とアポトーシス発現

さらに、放射線誘発リンパ腫から樹立した放射線高感受性細胞株（3SB）が、5 Gy照射4時間で90%以上がアポトーシスを起こすことを見いだした。この細胞は、これまで報告されている中で、もっとも放射線高感受性にアポトーシスを起こす細胞の一つである。この細胞のX線と紫外線誘発アポトーシスの細胞周期依存性について明らかにするため非同調細胞および細胞周期各期に同調した細胞を用い検討した結果、X線ではG1期の細胞がとくに高感受性であり（図）、紫外線ではとくにS期細胞が高感受性にアポトーシスを起こすことを見いだした。

このアポトーシスはタンパク質合成阻害剤、およびプロテアーゼ阻害剤により抑制され、タンパク質合成および分解依存性の過程であることが示唆された。そこで、このアポトーシスの分子機構の解析を進め、アポトーシス関連遺伝子発現について調べた結果、p53やp21タンパク質の発現増加、ポリ（ADP-リボース）ポリメラーゼの限定分解などを検出した。さらに、放射線反復照射により抵抗性株を樹立し、抵抗性となる機構についても検討中である。

また、L5178Y細胞は照射後分裂してからアポトーシスを示すのに対し、その放射線感受性変異株L5178Y-Sは遅発間期死型アポトーシスを起こすことを明らかにした。

（障害基盤研究部 大山 ハルミ・森 雅彦、  
生物影響研究部 武藤正弘、第1研究グループ 稲葉浩子）



# Osteoporosis Etiology, Diagnosis, and Management Second Edition

**B. Lawrence Riggs and L. Joseph Melton III編**  
**(発行 : Lippincott-Raven 定価23,620円)**

骨粗鬆症は長寿健康社会の確立を進める上で、がん、心臓疾患、糖尿病などと並ぶ解決しなければならない重大な疾患である。米国における骨折を起こした患者は年間150万人にも達し、その医療費も1兆円を超え、大きな社会問題に発展している。本疾患の恐ろしいことは、骨折を起こして寝たきりや痴呆症になる誘因になるだけでなく、その原因が細菌やウイルスなどの特定される原因によるものではなく、成長期からの食事や運動などの生活形態や加齢に伴う生理的現象に起因することにある。

骨粗鬆症は、最近の診断技術の急速な進展に伴って、疫学的調査や骨代謝研究からその実態が明らかになった疾患で、本格的な研究の歴史は浅い。とりわけ、この10数年の進展は目覚ましく、世界中で広く研究が進められている。本書はこのような状況下で、1988年に発行された初版を刷新した第2版であり、最近続々と発行される骨粗鬆症の専門書の一つで、編者以外にも各国の著名な12人の専門家によって執筆されている。

全体は5章からなり、各章は2-8の興味ある課題から構成されている。第1章は後章を理解するための基礎、第2章は生理病理学、第3章は臨床症状、第4章は診断、第5章は予防や治療について述べられている。

各章では基礎的な内容を説明しながら述べられているのが特徴である。医学的な専門書であるが、第5章では一般的な予防方法、骨粗鬆症の重大な原因となる閉経の管理、Quality of lifeについて触れられていると同時に、リハビリの項では予防にも役立つ運動方法が具体的に図示されているので、この部分を眺めるだけでも役に立つと思われる。

(内部被ばく・防護研究部 福田 俊)

## ダイヤルイン電話番号のご案内

- 交換手扱い代表電話番号 043-251-2111  
(代表電話番号による所内各部課への交換手接続は従来通り)

- 3月1日から実施されたダイヤルイン電話

所長(秘書室)	043-206-3001	内部被ばく・防護研究部長	3100
科学研究官	3002	人間環境研究部長	3110
管理部長	3003	放射線障害医療部長	3210
企画室長	3010	第1研究グループ総合研究官	3120
庶務課長	3020	第2研究グループ総合研究官	3130
会計課長	3030	第3研究グループ総合研究官	3140
技術安全全部長	3050	第4研究グループ総合研究官	3150
技術課長	3028	第5研究グループ総合研究官	3160
安全施設課長	3038	特別研究官(田口)	3167
放射線安全課長	3044	重粒子センター 運転課長	3168
人材・研究基盤部長	3060	医療情報室長	3175
放射線科学研究部長	3070	治療システム開発室長	3177
障害基盤研究部長	3080	重粒子物理・工学研究部長	3170
生物影響研究部長	3090	高度診断機能研究ステーション	3180

- 3月10日から実施されたダイヤルイン電話、内線番号、ファックス番号

	ダイヤルイン番号	内線番号	FAX番号
重粒子治療センター長	043-206-3300	7000	043-252-8276
管理課長	3302	7020	206-0342
治療診断部長	3301	7010	256-6507
治療課長	3314	7040	256-6506
技師長	3310	7009	206-3313
診断課長	3312	7050	206-0346
総看護婦長	3319	7030	206-0347
薬剤室長	3317	7130	206-0349



# 放射線研究の最前線

—40周年の放医研—

## 【本所公開のご案内】

4月21日（月） 10：00～16：00

●各部の活動と成果をパネルと実物で紹介

（本部棟・講堂・内部被曝実験棟、重粒子線棟）

●公開施設等

重粒子線棟、ポジトロン棟管理室、廃液処理棟、  
緊急医療棟、

内部被ばく実験棟内肺モニタ室、高速らせんCT搭載  
検診車展示 （午前10時から）

X線棟 （午前11時から）

サイクロトロン棟内操作室 （午後1時から）

内部被ばく実験棟 （午前11時、午後2時各10名）

（注）天候等により、一部公開ができなくなる施設が  
ある場合があります。予めご了承下さい。

●体験コーナー（第1研究棟地下）

目で見る放射線コーナー（第2会議室）

持ち物等の元素分析（第1微量放射能測定室）



●重粒子線がん治療臨床試行の適応と大まかな経過について  
(重粒子線棟資料室)

●講演とビデオ (講堂)

11:00~11:20 ビデオ 「明日を拓く放医研」

11:20~12:00 講演 「命を守る細胞死  
ーアポトーシスー」  
障害基盤研究部室長 大山ハルミ

13:00~13:20 ビデオ 「重粒子線がん治療」

13:30~14:10 講演 「放射線を利用した病気の診断と  
治療ー過去、現在、未来ー」  
重粒子治療センター長 佐々木康人

14:30~14:50 ビデオ 「放射線を目で見よう」

15:00~15:20 ビデオ 「放射線への扉」

---

## 【那珂湊放射生態学研究センター公開のご案内】

### 4月21日 (月) 10:00~16:00

●公開施設等

- ・管理区域  
第1研究棟：大型水槽室、生物実験室、測定室  
第2研究棟：ヨウ素曝射実験室

- ・非管理区域  
第1研究棟：生物化学実験室  
第3研究棟：測定室、機器分析室

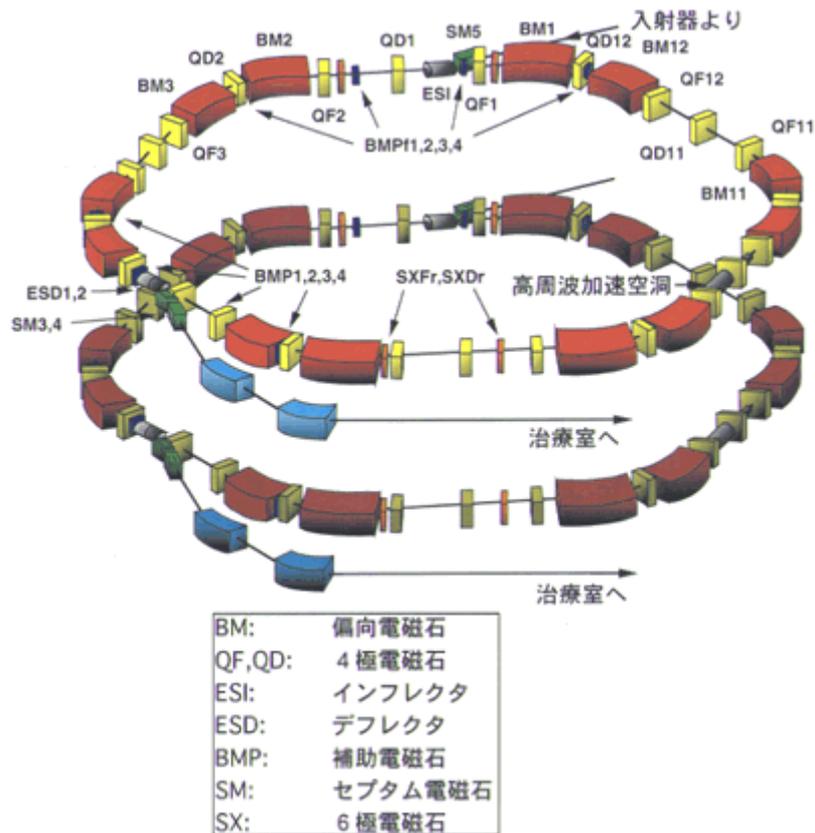
●その他

- ・ビデオ上映、パネル説明、各種分析機器、放射能測定機器、放射能管理機器等の展示を行っています。



## 主加速器－1：シンクロトロン加速

荷電粒子が一定の円形軌道を走るようにして加速するのがシンクロトロンです。「加速高周の周期を粒子回転周期に同期させることにより高エネルギーまで加速が可能である」という原理の発見からこの名前が付けられました。粒子軌道が一定で閉じているため、粒子の入射・取り出しには特別な工夫が必要になります。HIMACの主加速器であるシンクロトロンの説明は、今回の「加速」と次回の「入射・取り出し」との二回に分けます。



シンクロトロンの主な機器は、ビーム軌道を一定に保つための偏向電磁石、軌道上におけるビームの広がりを押える4極電磁石、加速を行う

高周波加速空洞、ビーム入射装置であり、上図のように直径42mの上下2つの同じリングから構成されています。

最初磁束密度を、ライナックからのビーム（エネルギーは核子当たり6 MeV）が回転できるよう、偏向電磁石の場合0.1T（テスラ）、に低く設定します。この状態でビームを入射し、シンクロトロン軌道に乗せます。この間約0.1~0.2msです。次に高周波を核子当り6 MeVのビームが回転する周波数の整数倍（HIMACの場合は4倍の1 MHz）に合わせてバンチング（ビームの団子化）を行った後、加速に移行します。周回ビームは、1回転あたり1 kV程度（核子当たり）加速されていくので、徐々に上昇するエネルギーにおいても軌道が一定となるように磁束密度を増やします。この際、ビーム回転速度の上昇に伴って加速高周波の周波数も増やします。磁束密度と周波数との関係は高精度に制御されます。こうしてビームは約80万回の加速（回転）の後最大エネルギーに達します。この間約1.0sで、最終的な磁束密度は1.5T、高周波は8 MHzとなります。この状態で、取り出し機器を励磁してビームを取り出します。この間およそ0.5sです。ビーム取り出しが終わった後、磁束密度と高周波を約1 sで最初の値に戻して再び入射手順から開始します。このようなパルス状の運転を2~3 s周期で繰り返します。

入射から取り出しまで、ビームは約10万km（地球を2回転半）走行します。この間、真空ダクト内の残留ガス（気体分子）との衝突によるビーム損失が起こらないように、ダクト内は高真空（ $10^{-9}$  Torr→大気圧の約1兆分の1）に保たれます。

（物理工学研究部 佐藤 幸夫）