

粒子線治療の生物効果研究を推進 —粒子線治療生物研究グループ—



粒子線治療生物研究グループは、独法化に伴い、重粒子医科学センターの基盤研究部の研究グループとして改組され、より良い重粒子線治療の方法を模索するため、重粒子線の生物効果特性を始めとした基礎実験研究により、最適な分割照射法とその理由を明らかにする研究を進めている。

粒子線治療生物研究グループリーダー 安藤興一

■ 装置の効率的運用に向けてデータの把握を目指す

そもそもこの研究グループの発端は、HIMACで治療を開始するにあたって、重粒子線の治療における生物効果の自前データを持つ必要があり、その効果を明らかにすることから研究が始まった。こうしたデータはわが国はもちろん、海外でも少ない。重粒子線治療装置は、その建設費用が膨大なことから、わが国では限られた資源といえる。この限られた資源を効率的に運用するためには、治療効果が高い腫瘍の選別や、各腫瘍に対応した適切な照射量や照射回数の設定が重要になってくる。当然のことながら、重粒子線の照射量や照射回数によって、その効果は違ってくるが、最大効果が得られるデータを把握していれば、無駄な照射もせずに済むし、装置の効率的運用が可能になる。

研究グループは、重粒子線治療装置の効率運用を実現するために、具体的にはLET/粒子種と生物効果の関係、重粒子線RBEを決定する細胞内因子、腫瘍治癒に寄与する因子、正常組織反応の特徴について研究を進め、炭素線治療効果を最大にする照射方法を明らかにするとともに、放射線抵抗性低酸素がんの治療効果を予測する方法の開発を目標にしている。

■ 低いLETの方が相対的效果は強い

重粒子線の生物効果を活かす治療法を探るためには、腫瘍と正常組織に対する生物効果比(RBE)と線エネルギー付与(LET)の属性を調べ、その際の線量による違いを研究する必要がある。(図-1参照)

重粒子線治療は数日間かけて行うが、毎回の線量を大きくすれば効果が上がるとは限らない。むしろ線量が小さくなるほど生物効果比としては相対効果が強くなる。実際にマウスへの照射実験によって、治療で用いている炭素線6cm拡大ピーク分割照射効果(1から6分割まで)を4つのLETについてデータを出した。図-2に示すよう

に、腫瘍と皮膚について生物効果のデータを分析した結果、中程度LETで少数回照射するケースの方が、相対効果が強いことを示している。

また、腸管については、炭素線1Gyを反復照射すると、X線とは異なり、7回目(初回照射から24時間目)以降で小腸陰窩細胞の炭素線感受性が低下することが判ったが、この場合でも20keV/μmという低いLETで効果が顕著であった。

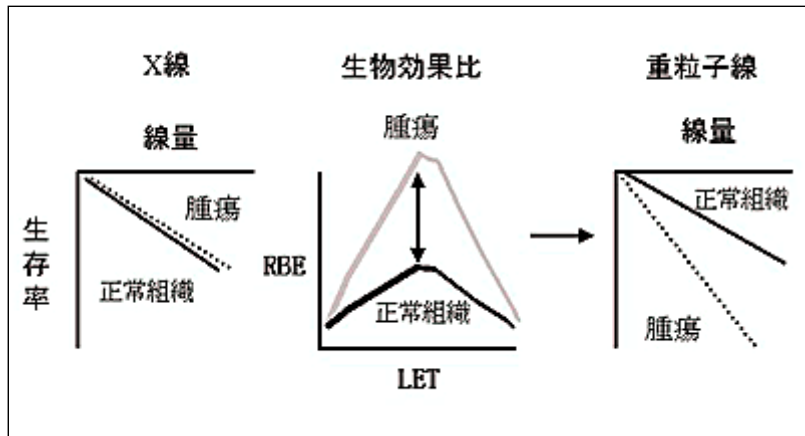


図-1 重粒子線の生物効果を活かす治療法とは?
(「腫瘍でのRBE > 正常組織でのRBE」というLETを探す)

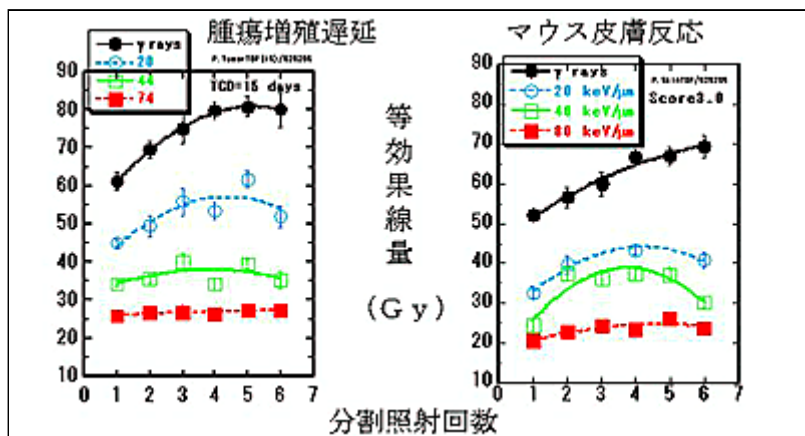


図-2 重粒子線の生物効果を活かす治療法とは?
(分割照射回数と等効果線量との関係)

■ 複雑な細胞の影響度合

このほか次期治療ビーム選定のためのヒト由来腫瘍細胞の感受性差の研究を進めている。

具体的にはヒト由来メラノーマ細胞株(8株)を収集し、X線とC290(50keV/μm;SOBP中心)にて各3回生存率曲線を得た5種類の細胞について、感受性(10%細胞生存率、D10)の違いを調べた。その結果、X線のD10は4.68+/-1.07(23%)Gyであったが、炭素線のD10は2.81+/-0.35 (12%)Gyと小さくなっているとともに、株間感受性差が収束していた。

これらのことから、細胞の種類によって、放射線を受ける影響が違っていることが判明した。このことは、裏返せば放射線の影響を受けやすい細胞があると推測され

る。(図-3参照)

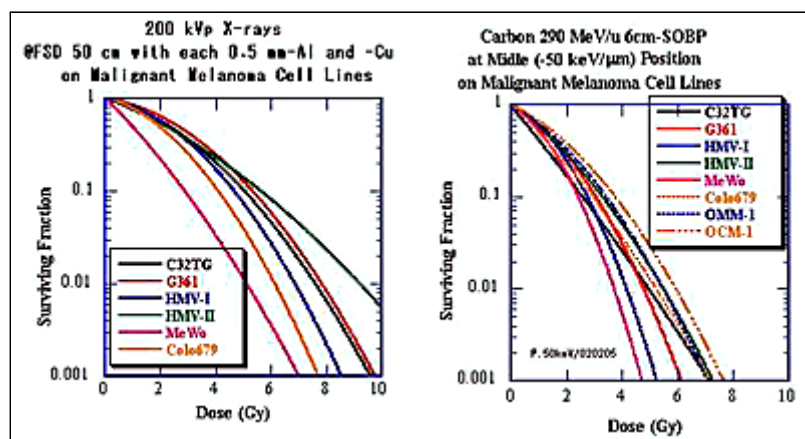


図-3 ヒト悪性黒色種の放射線感受性(細胞間比較)

■ DNAレベルでの影響調査が今後の課題

一方、重粒子線の物理的特長としては、現時点でこれを越える治療用放射線はないと言われている。重粒子線治療は、いわば放射線治療の究極にあるといわれており、今後は実用化レベルでの広がり注目されている。しかし、重粒子線の生物への影響については、照射する側からの物理的な研究は進んでいるが、それを受ける生物側の影響に関する研究はまだ分からないことばかりといえる。

特に重粒子線は時間と場所をコントロールできるのが最大の特長だが、同時に細胞の損傷の仕組みや解明が可能であり、放射線による細胞死についてDNAレベルでの影響を調べていくことが今後の課題である。

WORKSHOP

子宮頸がん放射線治療におけるアジア地域国際共同臨床研究

本研究の目的は、アジア地域で罹患率の多い子宮頸がんを対象に、統一・基準化された治療法を開発するとともに、それを用いて国際共同臨床試験を行うことにより、アジア地域に適した放射線治療法を確立し、よって子宮頸癌の治療成績を向上させることである。子宮頸がんは、アジア地域で女性の死亡原因の上位を占める疾患であり、初診時すでに進行がんの状態で見られることが多い。従って、本疾患に対する放射線治療法を確立することは医療経済の点から言っても急を要する社会的要請である。わが国では、原子力の平和地用の推進の一環として、文科省主導で「アジア原子力協力フォーラム(FNCA)」が実施されているが、放医研はそのなかでアジア地域8か国で構成される「医学利用分科会」を担当し、ワークショップ(WS)の事務局となっている。

重粒子医科学センター病院 院長 辻井博彦

◆医学利用WSの活動

今年度のWSは、2002年1月マレーシアの首都クアラルンプールにて開催されたが、ここで開催されるのは1994年に続いて2回目である(図-1)。このWSにおいて放医研は、これまで連続して事務局を務めて来た(図-2)。



図-1 マレーシア・クアラルンプールで第9回医学利用分科会WSが開催された

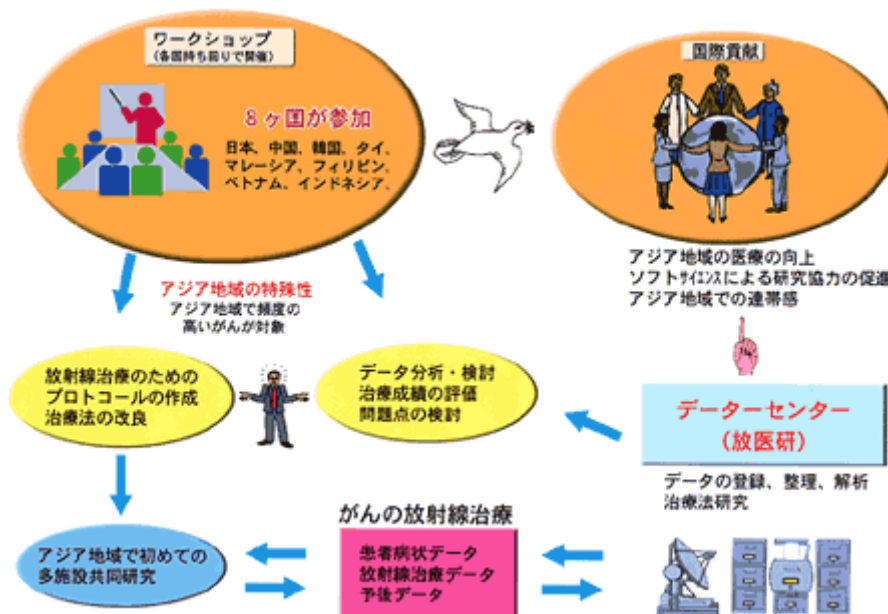


図-2 ラジオアイソトープ・放射線の医学利用分科会の活動。アジア地域における国際共同臨床研究を通じて、がん治療における放射線治療レベルの向上を目指す

●子宮頸がんの標準的治療法

今回のWSでの最大の収穫は、アジア地域における子宮進行がんの標準放射線治療手順書(プロトコール)をガイドブック「Radiation Therapy of StageIIIB CervicalCancer for Asians」として完成し、出版にこぎつけたことである。このプロトコールは、1994年のWSで日本から提案された「子宮頸がん放射線治療のためのパイロットスタディ」を骨子に作成されたもので、実際の治療は1996年から開始され、1998年に目的症例数(IIIB期症例219人)に達した。一般に子宮頸がんの治療は、ライナックX線やコバルトγ線による外部照射と、密封小線源(^{137}Cs 、 ^{60}Co 、または ^{192}Ir 線源)による遠隔照射(RALS)を併用して行われるが、その組み合わせ方は施設によって違いがあり、投与線量も統一されたものはない。

医学利用分科会では、こういった子宮頸がんに対して共通の治療プロトコールを作成し、それを用いて臨床試験を行うことにより、アジア地域における標準的治療法の確立を試みた。こうして実施された子宮頸がんの治療成績は、評価可能患者数が210例で、5年生存率53.7%(図-3)、局所制御率81.5%、尿路系および消化管の重篤な障害1~4%と、症例がいずれも進行がんであり、かつ風俗習慣が異なるアジア地域で行われた治療としては、大変良好な成績が得られた。問題は、治療成績に国別の差がみられたことで、その原因についての検討が必要である(図-4)。また治療後の追跡率は全体で149/210(71.0%)と不十分で、特にインドネシア、マレーシア、およびベトナムでそれが顕著であった(表-1)。このことは、アジア地域で多施設共同研究を行うに当たって当初から懸念されたことで、今後の改善が強く望まれる。しかし、こういった問題点を考慮に入れても、標準的治療法が確立されたことの意義は大きいものがある。

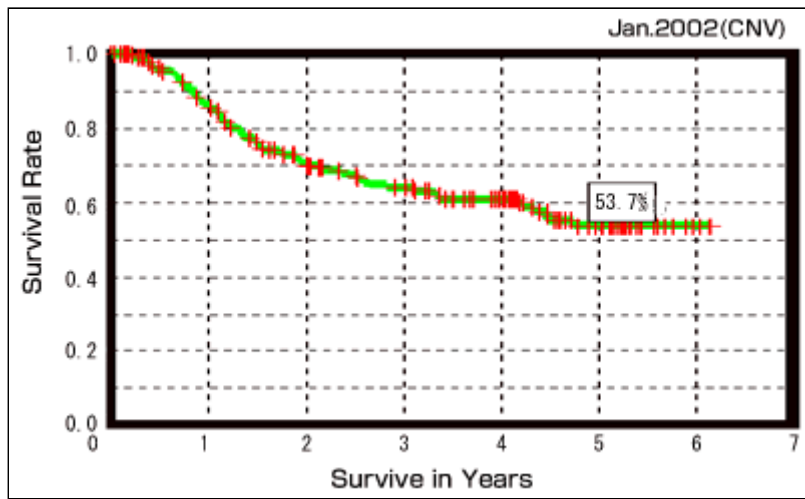


図-3 子宮頸がん(3B期)の生存率

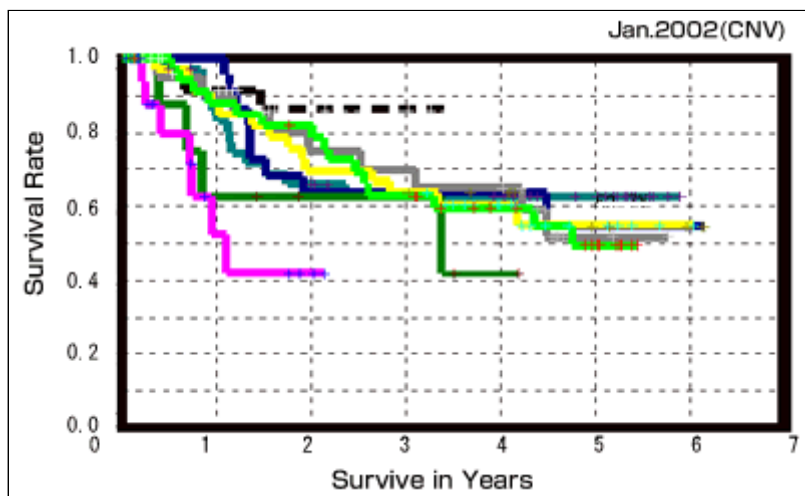


図-4 国別にみた子宮頸がんの生存率

	Follow-Up Rate	Cases(%) Followed	Total Cases
CHN	0.929	32(94.1%)	34
IDN	0.383	7(29.2%)	24
JPN	0.975	33(100%)	33
KOR	0.972	20(100%)	20
MYS	0.553	6(50.0%)	12
PHL	0.929	21(95.5%)	22
THA	0.842	27(73.0%)	37
VNM	0.465	3(10.7%)	28
Total		149(71.0%)	210

表-1 追跡率

●多分割加速照射法

標準的治療法の確立に続いて取り組んだ課題は、子宮頸がんに対する多分割加速照射法であった。通常6週間かかる子宮頸がんの治療期間を5週間以内に短縮し、局所制御率の向上をはかろうというものである。このため、腔内照射はこれまで通りとするが、外部骨盤照射を加速多分割照射法とし、正常組織の照射効果と腫瘍の局所制御効果をみることにした(図-5)。臨床試験は2000年4月から開始し、2001年末までに102例の患者登録があった。今回のWSでこれらの症例についての中間報告が行われたが、局所制御率と副作用からみた治療成績は予想以上に良好であったこと

から(図-6)、もう少し治療患者数を増やそうということになり、患者登録を2002年末まで継続することとなった。

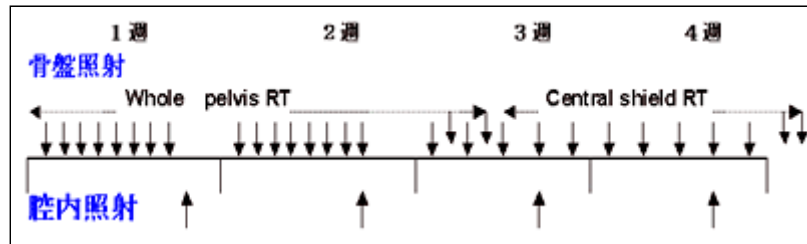


図-5 加速多分割照射法の治療スケジュール

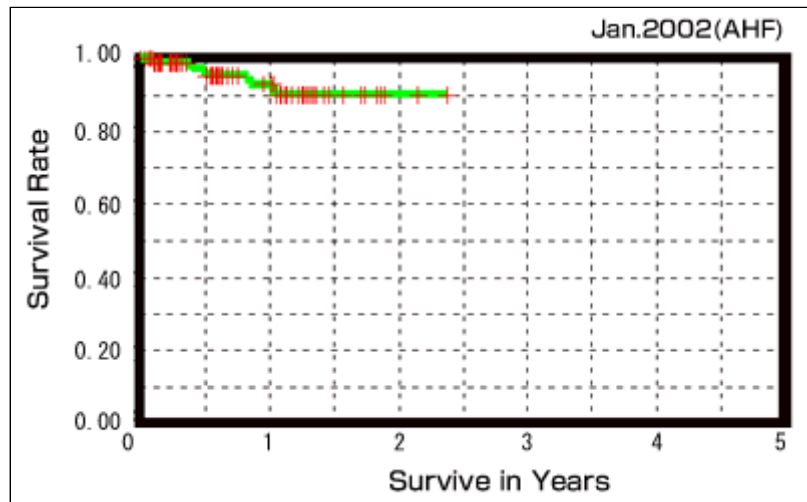


図-6 子宮頸がんに対する加速多分割照射法後の生存率

●放射化学療法

将来のテーマとして、子宮頸がんおよび頭頸部がんに対する放射化学療法が提案され、そのためのプロトコールを作成することになった。そのため、まず各国が独自にパイロットスタディを実施し、その結果を2002年12月に放医研で開催されるWSで報告し、それに基づいてプロトコールの最終案を作成することになった。将来の共同研究の対象疾患として、上咽頭がんの治療プロトコール作成に関しては、マレーシアが中心となり原案を作成することになった。

●その他の話題

放射線でがんを治すためには、線量測定や線源強度校正などの面で、放射線治療プロセスの品質保証/品質管理(QA/QC)が重要である。線量測定のQA/QCを維持・向上するためには、線量計の相互比較と専門家の交換促進が必要であり、その準備は日本が中心となり行うことになった。本WSでは、多施設共同臨床試験に加えて、放射線医療に関するオープンレクチャーの開催や病院訪問などにより、開催地の放射線専門医とともに、がん治療医や研修医などの医療技術のレベルアップを、国際原子力機関(IAEA)などと連携し努めてきた。

◆ 医学分科会活動の波及効果

これまで行われてきた共同研究を通じて、日本の原子力行政に対する理解や参加者相互の信頼が深まり、率直な意見交換の土壌が醸成されたなど、ポジティブなものが多いようである。

具体的に、各国でも次のような波及効果が認められている。(1)子宮頸がんに対する標準的治療法を日常診療にとり入れてから、治療技術の向上を実感できるようになった。(2)高線量率照射装置の購入計画が進展するとともに、他の放射線治療機器の整備も容易になった。(3)放射線治療に対する評価が向上し、他科との交流や相互理解が促進された。(4)研究活動が活発になり、学術研究会を定期的で開催するようになった。(5)政府がこの協力活動の成果を高く評価した結果、放射線治療関連テーマで国家レベルのプロジェクトが開始されることになった。また、ラジオアイソトープや放射性医薬品の供給、照射機器の品質保証等でも進展がみられた。

また、各国でこのWS開催を契機に放射線治療の評価が高まり、放射線科と婦人科との協力関係が改善され、治療レベルの向上を実感できたなどの波及効果が得られている。

◆今後の展開

一般に子宮がんの治療は外照射と小線源照射で行なわれるが、その組み合わせ方は無限で、実際の治療法も、多少の差はあれ施設ごとにすべて異なっているといっても過言ではない。風俗習慣も考え方も違うアジア諸国の放射線治療医が、果たして共通プロトコルを用いて多施設共同研究を行なうことが可能か不安であったが、実際には共通研究が行われ、治療成績は良好であった。本WSの成果は何といってもアジア地域でこのような国際共同研究が出来たという事実には尽きる。

国際共同研究は、アジア地域におけるがん放射線治療のレベル向上に資するばかりでなく、日本とアジア地域諸国との相互理解を促進するという効果をもたらすものである。今後とも、この共同研究で培った協力体制をもとに、国際貢献の一翼を担えればと願っている。

多層電離箱の開発

■はじめに

重粒子線で実際に患者を治療する前に個々の患者の治療に用いられる深部線量分布を測定する。従来の方法では各水等価深毎に測定するので時間を要する。そこで、一度に深部線量分布を測定できる多層電離箱を開発することにした。

■多層電離箱の原理

多層電離箱の構造は図-1の左側に示すように信号読出用基板、バイアス印加用基板の2種類の基板を空気層を挟むように重ね合わせたものである。基板の材質はFR4で密度約1.7g/cm³、厚さは2.2mmである。信号読出用基板の表裏には3mm×3mmの大きさの電荷収集電極があり、表裏それぞれの位置が重なるように配置してある。信号読出用基板は多層構造をとり、電荷収集電極からの信号引き出しは基板内部を通すようになっている。

重粒子線が基板に対して垂直に入射すると基板の中で重粒子線のエネルギーを損失する。重粒子線が基板1枚を通過するとき損失するエネルギーは水4.3mmを通過したときに損失するエネルギーと等価である。また、重粒子線が基板の間の空気層を通過すると空気を電離する。この電離電荷を電荷収集電極で受感する。重粒子線がn枚の基板を通過した後の空気層での電離量は、水中での深さn×4.3mm線量に対応する量となる。空気層の数を64層にするようにするとHIMACでの治療に用いられる重粒子線の最大飛程(約26cm)よりも厚くなる。各層の電離電荷は同時に計測されるので、同時に深部線量分布が測定できる。

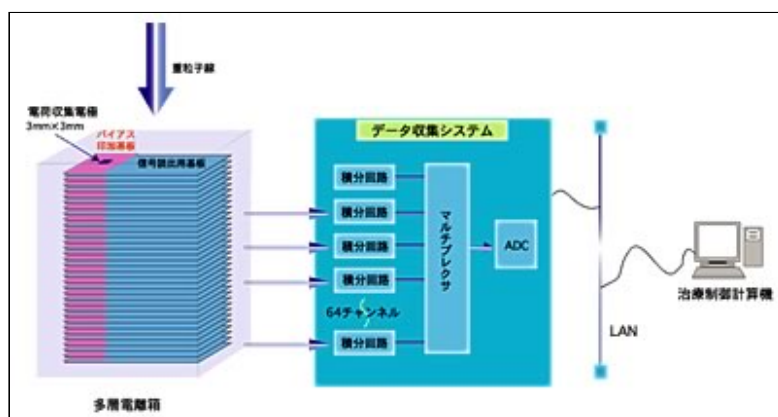


図-1 HIMACのデータ収集システム

■データ収集システム

図-1にデータ収集システムの概略を示す。多層電離箱の電荷収集電極から信号を積分回路に入力する。積分回路1個は多層電離箱の電荷収集電極1個に対応させている。1Gyの照射で多層電離箱の有感領域で収集される電荷600pC程度であるのに対して、この積分回路は最大900pCまで蓄積できるように設計してある。この積分回路のリーク電流寄与は30fAから60fAである。積分時間が約30秒と長いので多層電離箱の各チャンネルでの電離量に対するリーク電流は無視できない。そこで予めリーク電流を測定しておき積分時間に応じた補正を行うようにしている。積分回路で積分が終了するとマルチプレクサでアナログ信号は多重化され、ADCでアナログデジタル変換される。以上がデータ収集システムの機能である。デジタル化された多層電離箱の情報はLANを通じて治療制御計算機に転送される。治療制御計算機は転送された多層電離箱のデータに校正定数を掛け、温度気圧補正を行い治療線量を決定するために必要な情報に加工する。

■多層電離箱の校正方法

多層電離箱を実際に使うにあたって多層電離箱の感度を校正しなければならない。このために水中で測定した重粒子線の深部線量分布と多層電離箱の生の出力を比較する方法を採用した。この際できるだけ急峻な場所での比較を避けるため飛程が多層電離箱の水等価深より長いビームエネルギーを使うことにした。

■多層電離箱の性能

●水中との線量分布の比較水カラムで測定した深部線量分布と多層電離箱で測定した深部線量分布を図-2に示す。

この例をみるとプラトー領域とSOBP領域では±0.5%程度で一致している。テール領域では20%程度違いが見られる。この理由として水と多層電離の基板の材質の核破碎反応が起こる確率の差ではないかと考えられる。

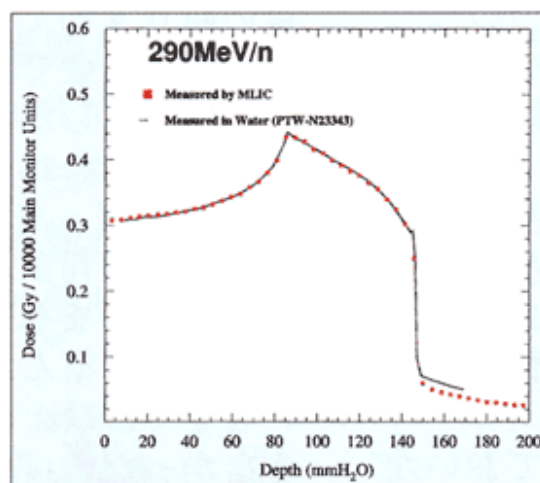


図-2 水カラムで測定した深部線量分布

●安定性、再現性

図-3は2001年9月から2002年2月までの多層電離箱の安定性・再現性を調べた結果を示している。横軸は測定日(0日目は9月6日)、縦軸は多層電離箱で測定した線で

ある。各点はある日に測定を連続して5回繰り返した平均を示し誤差棒はその標準偏差を示している。

連続して5回測定を繰り返した場合、その揺らぎは高々0.2%程度である。また、日々の再現性は $\pm 1\%$ 以内に収まっている。

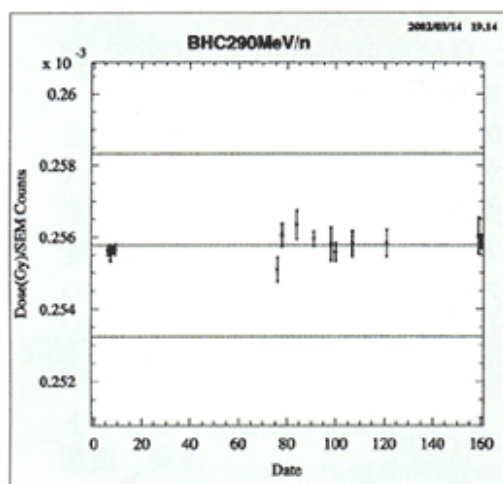


図-3 多層電離箱の安定性等調査結果

■多層電離箱の応用例

多層電離箱の別の役割として以下のことが進められている。多層電離箱の測定位置をビームに対して横方向に走査し2次元線量分布を測定する。この際、ビームライン上にボラスを設置して患者の治療条件にして2次元線量分布を測定する。測定結果をCT画像の上にマッピングすることにより治療計画での線量分布との比較が可能となる(図-4)。この比較システムの開発は溝田氏を中心に進められている。

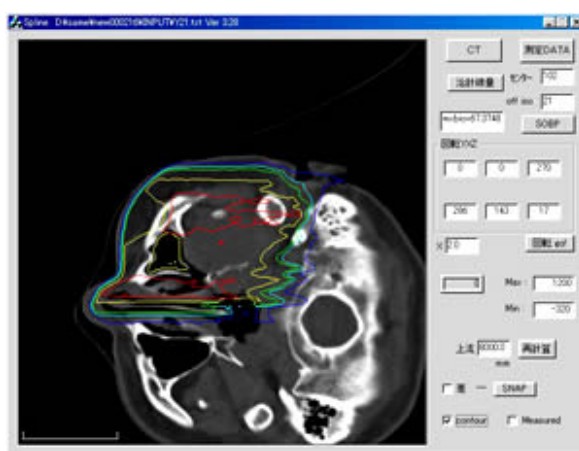


図-4 治療計画での線量分布との比較

●まとめ

多層電離箱で線量分布測定をすると従来20分程度要していたのが4分程度に短縮できるようになった。今後は、水と多層電離箱の基板の材質の破碎反応の起る確率の差など諸課題を解決していきたい。

(重粒子医科学センター 医学物理部 客員協力研究員 遊佐 顕)

TOPICS

IAEAアジア地域協カトレーニングワークショップ
「子宮頸癌の腔内照射の臨床」

2002年7月1日～5日の5日間、国際原子力機関(IAEA)主催、群馬大学及び放射線医学総合研究所共催で、アジア地域協カトレーニングワークショップ「子宮頸癌の腔内照射の臨床」が開催されました。このワークショップは、国際原子力機関の原子力の平和利用に関する技術協カ活動の一環であり、アジア地域協カプロジェクトの中の2001年から2004年に実施中のプロジェクト"子宮頸癌の腔内照射法"(RAS/6/35)の1施策として行なわれたものです。

子宮頸癌はアジア地域諸国で患者数が最も多い癌の一つであり、しかも多くは進行癌の状態で見られる傾向があります。また、残念ながら、アジア地域は社会経済的な問題が多く、十分な放射線治療も受けられない患者さんが少なくない現状です。これまで放医研は、IAEAの他にもForum of Nuclear Cooperation in Asia(FNCA)のプロジェクトを通じて、アジア地域の公衆衛生の向上に向けて、協カ活動を展開してきています。本トレーニングワークショップには日本以外のアジア地域11カ国から18名、国内から3名の放射線治療専門医、及びIAEAのテクニカルオフィサーが正式参加しました。

一行は、群馬大学で3日間、虎ノ門病院で1日の講義、討議、見学の後7月5日に放医研を訪問し、小線源治療装置及び重粒子線治療装置を見学しました。特に、今回は滅多に見ることのできないイリジウム線源の交換手順のデモンストレーションも見学することができました。その後、放医研大会議室にて終了式が行われ、参加者に修了証が授与されました。直後のアンケートでも、参加者から良い研修コースであったとの評価をいただきました。このワークショップを通して、子宮頸癌の治療技術の向上が図られ、アジア地域の放射線治療水準の向上に寄与するものと期待されます。



小線源治療室

エッセイ・ぱるすNO.9 仏のような人



何の因果かわかりませんが、私を授かった父と母はお寺の跡継ぎの夫婦でした。私はお寺の敷地の中に住まわせてもらってきました。

数年前のことになりますが、ある夜、我が家の飼い犬がいつになく吠えてやまないことがありました。家族で起きだしてそちらに向かうと、契約している

警備会社から来た警備員の方が庭を見回っておられたのでした。いわく、泥棒を探知するセンサーが反応したので確認に来てくれたとのこと。すぐに、本堂の裏に潜んでいた男性を発見しました。

驚いたことにその男性は、昼間の本堂を開放しておいた時間に入り込み、夜になるまで待って動き出したようでした。夜になるとセンサーをかけますので、それに引っかかったというわけです。明らかな犯罪行為でしたので、父は警察に連絡し身柄を引き取ってもらいました。

その時は平静を保つのに精一杯でしたが、後になって思いました。せっかくお寺に盗みに入ったのだから、この泥棒も何か慈悲を受けても良かったのではないかと。すぐに警察に引き渡すなら普通の人です。坊さんである父には、普通とは違った行動をして欲しかったのです。

ところがこんどはつい数ヶ月前のことです。私が留守番をしていると、見慣れぬ薄汚れた風貌の男性が玄関に見えました。よく聞き取れぬ地元の訛りで何かをおっしゃいましたが、よく聞くと、失業して生活に困っているのに金を恵んで欲しいという物乞いの方でした。私は咄嗟に、体の良い断り文句で追い返してしまいました。

恵んだお金で職を探して生活を良くして欲しいという思いはありましたが、それより私は、渡したお金が果たしてちゃんと使われるのかと疑ったのです。お酒でも飲んで使い果たして、また物乞いに来られたのでは困ると。それに、変な評判が立って物乞いの列でもできたらどうしようかとも思いました。

私が父に望んだような「仏のような人」であれば、何の迷いもなく、ひょいとお金を渡したでしょう。それが私にできなかったのは、人を無条件に信じることができないからでもあり、自分の金を無意味に使われるのが癪にさわるからでもあり、結局のところ、自分自身がそのような聖人君子からは程遠い人間だからです。ですがまた、そういう本性をかかえているからこそ、同じ本性を持った人間を無条件に信じ、恵みほどこすこともできるのだらうと思います。今度チャンスがあったら、わずかばかりの施しをしたいものですが、果たしてどうなることでしょうか。

低線量生体影響プロジェクト 今岡達彦

がん治療最前線

シリーズ -15

日本初のPET-CT導入と臨床診断研究の開始

近年、PET装置とX線CT装置を合体し、患者が同一ベッド上で移動することなく両検査を受けることを可能とするCT付PET装置(PET-CT)が開発されました。

この装置の利用は、生体の代謝機能過程(PET)と解剖学的詳細構造(X線CT)を同時にかつ明瞭に描出し、両情報の正確な重ね合わせ表示 (fusion imaging) を可能にするなど、癌診断の精度を飛躍的に向上させるものと期待されています。

日本で初めてのPET-CTが本年3月末に放医研に導入され研究が開始されましたが、装置の概要などを中心に概説します。

■背景

PET検査は治療前の腫瘍悪性度診断、癌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、治療中・治療直後の癌治療に対する反応の判定・評価、治療後の予後予測や再発診断など、癌診断について精度の高い情報を提供すると期待され、癌臨床への応用が広がっています。

放医研では重粒子線加速器(HIMAC)を使った癌治療の臨床試験が施行されていますが、炭素イオン線の病巣への線量集中性が高いという特徴は必然的にそれに見合う治療領域設定の高精度化が要求され、それを支える高度な診断精度が求められています。これに対し最新のCT・MRI技術を駆使するとともに、PET診断から得られる機能情報の活用が行われています。PET画像は単に診断のための検査だけではなく、治療戦略決定のための強力な武器として活用されているのです。しかし、癌浸潤範囲の正確な診断という観点では、PET画像のみでは生体臓器や組織の正確な位置情報が得にくいという欠点があります。

一方、X線CT装置は生体の解剖学的な詳細情報を正確に描出でき、医療分野において広く利用されていますが、PETのような代謝機能に関する解析能は備わっていません。このPET装置とX線CT装置との互いの欠点を補い、両者の優れた特徴を利用した新しい癌診断法が切望されていました。そこで近年、PET画像による代謝機能情報とX線CT画像による解剖学的な位置情報とを同時期に収集し、両画像の重ね合わせによる診断を可能としたCT付PET装置(PET-CT)が米国で開発されました。

■PETとは

放射性アイソトープ(RI)を利用した核医学検査の一種です。放射能の中でも陽電子(ポジトロン)を放出するアイソトープを利用しており、その体内分布を断層画像化したり、全身分布を表示したりして診断します。PET検査には高感度で高分解能、

定量的に生体代謝情報の画像化が可能であるなど、従来の核医学検査にない特徴があります。

PET検査は感度、分解能が優れていることから、生体臓器や組織、癌における腫瘍増殖などの微細な代謝過程が描出できる有用性の高い最先端診断技術の一つになっています。

■ PET-CTの臨床例

平成14年3月末に日本で第1号機となるPET-CT装置が放医研に導入されました。米国SIEMENS社製のBiographです。この装置は全身PET装置とX線CT装置を合体し機能的に融合させた装置で、高分解能の代謝情報と解剖学的情報を重ね合わせて表(fusion imaging)できます。また、X線CT情報をPETの吸収補正データとして利用できます。本装置のPET部はECAT EXACT HR+を改良した装置で基本的性能はECAT EXACT HR+と同じですが、2次元収集のためのセプタは無く3次元収集専用となっています。また内部線源を持たず、吸収補正データはX線CT情報を使う仕様となっています。X線CT部はSomatom Emotion Duo相当の装置で2列検出器のスパイラルCTです。装置全体の外観を図-1に示します。大まかにはガントリシステムとベッドシステムから構成されています。ガントリ部はベッド側からCT部、PET部と並んでいます。一昔前のMRI装置を思わせる長いトンネル状のガントリとなっています。装置のメンテナンス時にはPET部がレール上をスライドして後方に移動してガントリが分離するようになっています(図-2)。



図-1 PET-CT。SIEMENS社製 Biograph(左)。



図-2 PET-CTガントリ部。メンテナンス時にはPETガントリが後方に移動する(右)。

■ PET-CT装置

図-3～5は卵巣癌術後の転移に対して数回の摘出術および化学療法を繰り返している患者さんのPET-CT検査結果です。最近腫瘍マーカーが上昇してきたため再発病巣の精査目的にFDGを投与してPET-CTを施行しました。PET-CTでは検査部位のX線CT画像とPET画像およびその両者の重ね合わせ画像(fusion image)が得られます。

図3のPET画像では腹腔内に多発するFDG集積を認め播種巣に対する集積と診断されました。

一方、同部のX線CT画像(図-4)ではPET画像と対比すると播種巣を示唆する軟部陰影が疑われますがCT画像のみからは病巣の存在を断定するのはなかなか困難です。PET画像とX線CT画像の重ね合わせ画像を図-5に示しました。PETの高集積とX線CTの軟部陰影がきちんと一致して表示され容易に播種病巣の診断が可能となっています。このようにPET-CTによって、癌の代謝情報と解剖学的情報を同時に画像化でき、診断能の向上が期待されます。

PET-CTはまだ日本においては医療用具の認可は下りておらず、各社が機器の開発および申請準備を進めている状況です。現在放医研ではPET-CTの臨床診断上の有用性を評価する目的で試験研究が行われています。近い将来医療用具の認可が下りた暁にはPET-CTは腫瘍PETの主要なモダリティーとなることが予想され、癌診療の臨床に大きな貢献を果たすと期待されます。

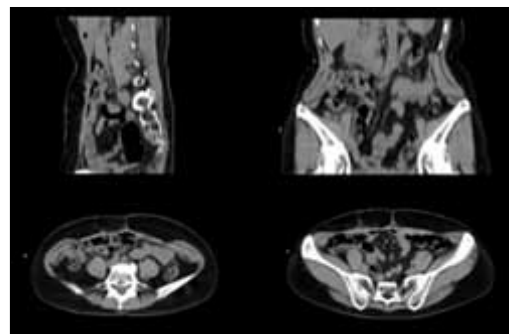
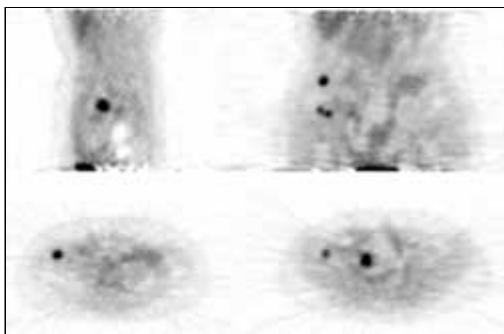


図-3 卵巣癌術後症例。PET-CTを用いて撮像したFDG投与によるPET画像
図-4 PET-CTによって撮像されたX線CT画像

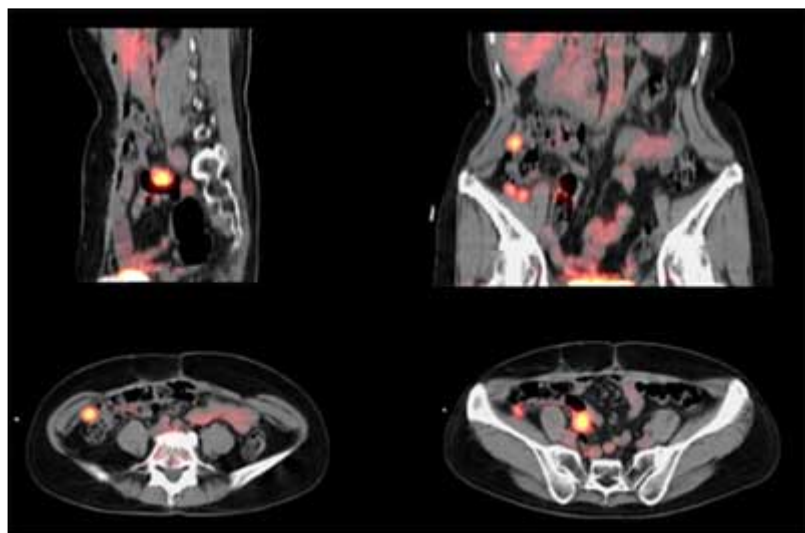


図-5 PET-CTによるPET画像とX線CT画像の重ね合わせ画像(fusion image)

(重粒子医科学センター病院 診断課画像診断室 医長 吉川京燦)