

人にやさしいがんの放射線治療

《第9回 公益財団法人医用原子力技術研究振興財団 講演会》

講演要旨集



横浜港から見たみなとみらい

日時/平成25年2月2日(土)

場所/はまぎんホール・ヴィアマーレ 1階

■主催/医用原子力技術研究振興財団 ■共催/神奈川県立がんセンター

<http://www.antm.or.jp/>

■後援/文部科学省 厚生労働省 内閣府原子力委員会 神奈川県 放射線医学総合研究所 国立がん研究センター
日本医学放射線学会 日本放射線腫瘍学会 がん研究会 日本対がん協会 かながわ健康財団 神奈川県予防医学協会
日本アイソトープ協会 日本原子力産業協会 がん患者団体支援機構



黄色い葉は痛くない、切らない、簡単な3つを表しています。
緑の葉はやさしい治療を表しています。
「Quality of Life」というコピーは、
放射線治療がQOL（Quality of Life）の向上に大きく寄与し、
がん治療の新しい時代を切り拓いて行くという決意を表しています。

第9回「医用原子力技術研究振興財団講演会」 開催趣意書

当財団は、加速器等から発生する粒子線等により先端のがん治療をはじめとする各種放射線による疾病の治療ならびに診断等、放射線利用技術の研究を推進するとともに、その普及を図ることにより、科学技術の振興を図り、もって人類の福祉向上に寄与することを目的として、各種事業を展開いたしております。

放射線利用技術は、今や国民生活にとって欠かせない重要な役割を果たしており、がん医療をはじめとする医療分野に深く浸透しています。とりわけがんに対する放射線治療は、機能と形態を温存し、高いQOL（生活の質）を維持し治療できる長所をもっており、他の治療法と比較して、患者に優しく、年齢に関係なく治癒を目指せる優れた治療法といえます。ところが、わが国では、放射線医療に関する正確な情報が一般の方々へ十分伝わっていないという側面があり、残念ながらその真価が正当に評価されていないことが多いのが実情であります。

このため、当財団では、「人にやさしいがんの放射線治療」をテーマとして、放射線利用技術が診断・治療等のさまざまな医療の現場で活用され、役立っていることを、広くわかりやすく一般の方々へ紹介し、国民生活に身近で、貢献度の高いものであることを理解いただくことを内容とする「医用原子力技術研究振興財団講演会」を毎年各地で開催しております。

今回は、その第9回目にあたり、平成25年2月2日（土）に横浜で開催いたします。本講演会では、放射線を用いたがん治療、診断、および検診についての最先端の情報を平易かつ正確に一般の方々へ提供することにより、一人ひとりが放射線医療への関心を高め、理解を深めていただくとともに、患者自らががんをよく知り、恐れず積極的に向き合う環境づくりを進め、地域社会ひいては国民全体の医療福祉の向上に資することを目指します。

プログラム

市民公開講演会

《第9回 公益財団法人医用原子力技術研究振興財団講演会》 人にやさしいがんの放射線治療

開催日時：平成 25 年 2 月 2 日(土)

開催場所：はまぎんホール・ヴィアマーレ 1 階

13:00 ~ 13:10	開会挨拶	公益財団法人医用原子力技術研究振興財団 理事長	平尾 泰男
13:10 ~ 13:20	来賓挨拶	神奈川県知事	黒岩 祐治

【第 1 部】「がん検診と画像診断」

座長：公益財団法人がん研究会 理事・講演会企画推進委員会 委員 土屋 了介

13:20 ~ 14:05	「現行の肺がん検診について」	公益財団法人神奈川県予防医学協会 常務理事・中央診療所長・呼吸器検診部長	井出 研
14:05 ~ 14:50	「がんの画像診断」	公立大学法人横浜市立大学大学院医学研究科 放射線医学 教授	井上登美夫

【第 2 部】「放射線によるがん治療」

座長：愛知県がんセンター 名誉病院長・講演会企画推進委員会 委員 森田 皓三

14:50 ~ 15:35	「放射線治療の現状と最近の進歩」	地方独立行政法人神奈川県立病院機構神奈川県立がんセンター 放射線腫瘍科部長	中山 優子
15:35 ~ 15:55	休憩 (20 分間)		

【第 3 部】「体にやさしい重粒子線治療」

座長：地方独立行政法人神奈川県立病院機構 神奈川県立がんセンター
放射線腫瘍科部長兼重粒子線治療施設整備室長

15:55 ~ 16:10	「新しい神奈川県立がんセンター～平成 25 年 11 月オープン～」	地方独立行政法人神奈川県立病院機構 神奈川県立がんセンター 副院長兼総合整備推進部長	中山 優子 赤池 信
16:10 ~ 16:55	「からだにやさしい重粒子線治療」	公益財団法人医用原子力技術研究振興財団 常務理事	辻井 博彦

16:55 ~ 17:00	閉会挨拶	地方独立行政法人神奈川県立病院機構 神奈川県立がんセンター 総長	小林 理
---------------	------	----------------------------------	------



○ 「がん検診と画像診断」

第1部

座長

土屋 了介 先生

公益財団法人 がん研究会 理事
講演会企画推進委員会 委員

土屋 了介 (つちや りょうすけ)

昭和21年1月16日生

略 歴：	昭和45年 3月	慶応義塾大学医学部 卒業	
	昭和45年 5月	日本鋼管病院外科	
	昭和48年 6月	国立がんセンター病院 レジデント	
	昭和51年 7月	国立療養所松戸病院 外科	
	昭和52年 10月	防衛医科大学校外科学第二講座 助手	
	昭和54年 1月	国立がんセンター病院 外科医員	
	昭和60年 5月	国立がんセンター ICU 病棟医長	
	平成 3年 4月	国立がんセンター第一病棟部長	
	平成 14年 4月	国立がんセンター中央病院 副院長	
	平成 18年 4月	国立がんセンター中央病院 病院長	
	平成 23年 4月	公益財団法人がん研究会 理事 現在に至る	
	賞 罰：	昭和59年 2月	田宮賞 (国立がんセンター) 「心大血管外科的手術手技の肺癌外科への導入」 に対し授賞
		昭和62年 6月	刀林賞 (慶應義塾大学外科同窓会) 雑誌モダンメディスン連載「肺癌を読む」 に対し授賞

現行の肺がん検診について

公益財団法人 神奈川県予防医学協会 常務理事・中央診療所長・呼吸器検診部長
井出 研先生

2011年（平成23年）には、がんによる死亡数が35万7,185人を数えるに至った。生涯のうちに2人に1人が、がんにかかるといわれている。ちなみに我が国の年間総死亡数は125万人を超える。かつて国民病といわれた結核に対して今や、がんがそれに代わっている。従って政府は1984年（昭和59年）に「対がん10ヶ年総合戦略」を策定したが10年を経て1994年（平成6年）更に10ヶ年として「がん克服新10ヶ年総合戦略」を打ち出した。ついで第3次計画として「第3次対がん10ヶ年総合戦略」、2006年「がん対策基本法」2007年には「がん対策推進基本計画」として、がんを医学的、社会的に広く把えて対策を立て推進するという包括的な戦略を打出し現実と計画との齟齬を訂正するという方針で2012年（平成24年）に「計画の見直し」として現在に至っている。そして官・民一体となってがん対策に取り組み…がんに負けない社会の実現を目指すと締めくくっているのが、上に述べた2012年の基本計画の「はじめに」で始まる序文である。以上で判るように1984年（昭和59年）以来の国家ががんを国民病として認識しその対策に出来る限りの総力をつきこんで来たが、30年を経ても今なおがん死が増え続けることからみても、がん対策が社会問題をも含めて如何にむずかしい問題であるかを知ることができる。

さて、本日のテーマにとり上げた肺がんであるが、胃、肝、大腸、乳房、子宮と男女を含めての代表的ながんのなかで、肺がん死の急増ぶりは、女性の乳房と同じく、50年前の死亡数の約10倍に至っている。即ち肺がんは7,725人から70,292人、乳房は1,966人が12,730人となっていて、このような増加をみるがんは他にない。罹患数からみると、胃がんは肺がんより多いがそれが死亡数の差となっていないのは、早期に治療される機会が多いことを示している。

こういった“がん”はどの時点で治療、医療の領域に入ってくるのか、すなわち治療可能な医学的時期があるとすればそれは早期に、できるだけ早期に発見することに尽きる。それでは各疾患で肺も含めて検診受診者の動向はどうなっているか。日本対がん協会調べによると、平成20年度、21年度と比較しても肺、大腸では減少がみられ、その原因は不明である。一般的に検診を受診しない理由には色々あるが“心配な時はいつでも医療機関を受診できるから”というのがあり、これは我が国の医療制度のよい点を指摘されていて、この内閣府からの統計をみるまでもなく、日本中、いつでもどこでも胸部X線撮影は可能であるし、他の検査にしてもスクリーニングはどこでもできるといってよい医療体制によるもので、殊更に“検診”と構える必要を感じないのも十分な理由があるといえる。

ところで肺がんについての経時的に検診の一端を知るのに肺がん学会誌である“肺癌”の中で毎年の総会時にどの位“検診”がとり上げられているかを眺めてみると第一回（1960年）では、検診項目は0、1982年一般演題・ポスターの370のうち20、2012年1,105のうち11題と夫々5%、1%

と減少している。これをもって検診への関心が低下したとはいえないが、ある意味では検診そのものに変化を起こすべき要因は少なく、即ち方法については既に定型化したとみてよいものと思われる。では変るとすると何が変るか。やはり受診者の動向であろう。1990年頃の講演のスライドを抽出してみると先ず第一は、受診率でありついで経年受診の意義と比較読影がこれに続き、やはり最大関心事は受診者数であることが判り現在30年を過ぎても同様である。

それでは受診者数を増やすには何が必要か。各検診関係者が努力しているところであるが、私共の経験を述べると検診の宣伝をしてもそれ程、効果はみられず、ある市町村では従来の対策型検診を特定検診と併合させた肺がん検診を行ったところ約3倍の検診数に飛躍的に増加した。これは受診者が、肺がんという一つの目的だけに絞った検診よりは他の一般的ないわば総合的な健診を優先的に考え、肺がん検診は便乗的な意味合いを持っていると考えられる。また、人口300万人を超えるここ横浜市での対策型検診が発足した平成21年度、22年度をみると、夫々8,153名、6,586名が受診しているに過ぎない。しかもその50%は繰返し検診を受けているのが現状である。

肺がん検診は胸部単純X線撮影と喀痰の細胞診を行うことに尽きる。CTは肺がんに対しては絶対的価値があるが、対策型検診では費用の点から単純X-Pのようにはいかない上に微細な陰影を拾いすぎてその確定診断に難点がある。MRI、PET、腫瘍マーカーは一次検診としては不向きである。

では、検診で発見すれば、肺がんは癒るのかという点については、先ず肺がんには他のがんと同じように病期があり、がん病巣の大きさ、拡がり、リンパ節転移などで決められている。当然、病期の早い方が癒りやすく、遅いほうが癒りにくいし癒せない。大きさなどでいえばTX、Tis、IA期が早いがんといえる。リンパ節転移は病巣の近傍にない方がよい。ここで検診発見のがんと検診によらず自覚症状などで医療機関を訪れて発見されたがんとは、病期にどう関係があるかという点については検診による方が圧倒的に優位であり、反対に自覚症状では手遅れ例が多数を占めている。以上のことを踏まえて各病期についての五年生存率をみるとI期は50～80%、II期は50%、III期は40%、IV期は20%となっている。

しかし、この数値が肺がん検診と肺がん医療にとって如何なる意味をもっているか。実は1986年当時に発表されている肺がんの治療成績と現在とほとんど変わっていないことを知ると、冒頭に述べた政府の度重なる“がん対策”がどれ程重大な意味と使命をもっているか我々に示しているように思える。検診を受ける以上はお互いに早期のがん、とくに癒しうるがんを発見するのが最も重要かつ唯一の目的である。即ち、直径1cm未満であればリンパ節転移は0%でがん病巣は根治されたものと考えうるがIAであっても直径3cmであるとリンパ節転移0%は期待しえない。

検診の一手段である胸部X線単純撮影は画像としては“ファジー”である。これはレントゲンがX線を発見し胸部撮影に応用してから変化していない。コンピューターを応用したCRと呼ばれる現在に至っても、画像のファジーさは変わっていない。従って読影にはある程度の技術の高さが必要とされるが、これを少しでも補う方法があるとなれば比較読影という読影技術とサブトラクションという撮影後の画像処理の二方法がある。比較読影については厚生省のがん集団検診を開業医に広めるため研究班が神奈川県医師会主宰の会が開かれた折に会員制検診をすでに行っていた筆

者から発表されたもので班長の池田茂人先生によって取り上げられたものである。

以上現行の肺がん検診について記したがその検証すべき有用性としては

一、発見率・・・できるだけI期を・・・。

二、死亡率減少への効果・・・今のところ海外ではNLCOを含めて疑問視されている。

三、前述したが我が国ではどこでも、いつでも胸部X-P撮影が可能であることは肺がんを早期にみつける上に有利である。



井出 研 (いで けん)

- 略 歴：**昭和 34 年 横浜市立大学医学部 卒業
 昭和 34~35 年 在日米陸軍病院にて実地研修(インターン)
 昭和 35 年 横浜市立大学 第一外科 入局
 昭和 41 年 同 助手
 昭和 46 年 同 講師
 昭和 56 年 Bluff Hospital 院長
 横浜市立大学 非常勤講師
 昭和 56 年(11月) 神奈川県予防医学協会中央診療所 外科部長
 昭和 56 年(4月) ~平成 13 年 済生会横浜市南部病院にて呼吸器外科手術担当
 平成 11 年 神奈川県予防医学協会中央診療所 副所長
 平成 12 年 神奈川県予防医学協会中央診療所 所長
 平成 18 年(2月) 同 呼吸器検診部長
 平成 18 年(5月) 神奈川県予防医学協会 常務理事
- 現 職：**神奈川県予防医学協会
 常務理事
 中央診療所長
 呼吸器検診部長
 日本胸部外科学会評議員(前)
 日本臨床外科学会評議員
 日本臨床外科学会特別会員
 横浜市結核審査協議会委員
 神奈川県悪性新生物登録事業推進委員会 委員
 横浜総合医学振興財団 理事長
 日本旅行医学会 理事長
- 賞 罰：**平成 24 年 日本対がん協会賞 個人賞
 平成 24 年 日本医師会最高優功賞

*肺がん検診との関わりは、昭和 51 年 神奈川県予防医学協会に“神奈川から胃と肺のがんをなくす会”という会員組織が立ち上がる時に相談をうけ、年二回の検診を現在まで 35 年間続けている。当時の会員も 10 数名が継続受診している。

がんの画像診断

公立大学法人 横浜市立大学大学院医学研究科 放射線医学 教授
井上 登美夫 先生

現在のがんの診療の中で画像診断は、①“がん”であるか他の病気であるかを判断する(鑑別診断)、②“がん”と診断された後に広がり判断する(病期診断)③“がん”を治療した後の再発を判断する④“がん”の治療の効果を判断する⑤症状がないときに早期の“がん”がないかを見つける(がん検診)といった様々な場面で重要な役割を担っている。画像診断のはじまりはレントゲン博士がX線を発見し、胸や骨のX線写真が撮れるようになったことから始まった。わずか100年余りの歴史の中で、とくに1970年代のコンピュータ断層撮影(CT)の開発以降、からだにやさしく、しかも詳しくわかる画像診断法が次々と登場してきている。CT以外にも核磁気共鳴画像(MRI)、超音波断層撮影法(エコー検査)、シングルフォトン断層撮影(SPECT)、陽電子断層撮影(PET)など様々な画像診断法が各々急速な進化を遂げている。

最近の10年間のうちでCTやMRIは撮影のスピードや画像の精度が飛躍的に進歩している。CTはX線の検出器が多列に配置され、一度に多くの断面が高速で撮影できるマルチスライスCTが開発された。今までの体の断面を示す2次元画像に加え、人体を立体的に表示する3次元画像が容易に撮影できるようになり、どなたが見てもわかりやすい映像が医療現場で作成されている。手術の前の患者さんやご家族への説明や外科医が手術をするときの事前のシミュレーションなどに利用されるようになってきている。また、造影剤を投与した後、連続的なCT画像を得ることができるようになり臓器の血流を反映する機能的情報を示すCT画像を作成することも可能となっている。CTは現在様々ながんの診断に欠かせない診断法であるが、特に肺がん、肝臓がん、膵臓がん、などの診断に用いられている。また、最近市販されているCTはX線の量が少なくても良質な画像が撮れるようになっており、患者の医療被ばくを考慮した装置が開発されている。

MRIもT1強調画像やT2強調画像と呼ばれる磁場情報の撮り方が当初の撮影方法であったが、これらの撮影方法に加えて様々な新しい撮影方法が開発された。また、磁場が強い装置が普及してきており、細かい所見がよりわかりやすいMR画像が撮れるようになってきた。さらに、高速に撮影する技術、拡散現象を映像化した拡散強調画像の全身撮影(DWIBS)などが開発されている。将来はさらに磁場の強い装置が開発・普及される可能性があり、NMRを用いた腫瘍の成分分析や安定同位体を利用した造影剤の開発などの研究も進められている。これらの技術が病院で簡単に使えるようになれば、がんの画像診断がさらに精度が上がるのが期待される。MRIも脳腫瘍、頭頸部がん、膵がん、乳がん、前立腺がん、子宮がん、卵巣がんなど様々ながんの画像診断として利用され、年々検査件数が増加している。

画像診断のなかで、最近の10年間の推移の中で、最も大きなインパクトがあったのは、ブドウ糖代謝を反映するFDGという放射性薬剤を用いるPET検査(FDG PET)のがん診療への普及で

ある。FDGはブドウ糖と類似の構造を持ち、静脈内に注射されると全身の中で糖の代謝が盛んな場所（細胞）に取り込まれ、細胞の中に留まる性質がある。FDGにはF-18という放射性核種が付いているため、そこからガンマ線が放出される。そのガンマ線を検出して体の断面を撮影すると正常な細胞に比べて糖の利用が多い癌細胞に多くのガンマ線を検出する。2002年より保険診療で行えるようになり、その利用は年々増加してきている。また、PETとCTを同時に撮影できるPET/CTが登場し、形態と機能の情報を同時に得られるようになったことでPET検査の精度が高くなった。FDGを用いたPET検査は現在では、早期胃がんを除くすべての悪性腫瘍を対象に保険診療が行えるようになってきている。利用されている症例としては肺癌患者が最も多く、ついで大腸がん、乳がん、頭頸部がん、などの患者さんに利用されている。特にがんの広がりを知るための病期診断や治療後の再発診断における利用が行われている。また、治療効果の判定としては特に悪性リンパ腫の患者さんの治療においてFDG PETが有効に利用されている。さらに一時ほどの話題性はなくなっているものの、FDG PET/CTによるがん検診も行われており、甲状腺がん、大腸がん、肺がん、乳がんなどのがんがPETで検出されるがんとしては多いことが報告されている。

昨年、PETとMRIが同時に撮影できるPET/MRが登場した。PET/CTに引き続き、2つの撮影法を同時に撮影できるハイブリッドイメージングと呼ばれる画像診断技術としてがん診療への利用も期待されている。まだ広く普及している装置ではないが、PET/MRは装置としての改良・開発は今後も進むものと思われる。一方で乳がんの検出のみを目的とした小型のPET撮影装置であるポジトロンエミッション・マンモグラフィ（PEM）という装置が開発された。我が国でも医療機器としての承認が得られ、これから普及していくことが期待されている。この装置は、全身のPET/CTを撮影した後のみに使用することが認められている撮影装置であるが、今までのPET/CTと比較して小さい乳がん病変を検出する能力が高く、5-10mm程度の比較的小さな乳がんでは全身用PET/CTでは見えないがん病巣をPEMで捉えることができることを経験する。

PET/CT検査は現在FDGが主に使われているが、がん細胞の様々な特徴を捉えるPETの診断薬が開発されている。これらのFDG以外のPET診断薬の保険診療での利用の認可が、患者個々の病状・体質に合わせた治療法を選択するいわゆる個別化医療を実践するうえで、重要な意味を持つと思われる。



井上 登美夫 (いのうえ とみお)

- 略 歴:** 昭和 52 年 3 月 群馬大学医学部 卒業
 昭和 52 年 4 月 群馬大学 教務部 医学部放射線医学講座 入局
 昭和 55 年 1 月 群馬大学医学部附属病院 中央放射線部 助手
 昭和 57 年 7 月～ 昭和 60 年
 関東通信病院 放射線科
 昭和 60 年 5 月 群馬大学 医学部 核医学講座 助手
 平成 1 年 同 講師
 平成 4 年 同 助教授
 同上 附属病院 放射線部 助教授 (兼任)
 平成 6 年 6 月より平成 7 年 8 月まで
 米国テキサス大学 M.D.Anderson がんセンター
 診断放射線部 核医学部門に留学 Post-doctoral fellow
 平成 7 年 9 月 群馬大学 医学部 核医学講座 助教授
 同上 附属病院 放射線部 助教授 (兼任)
 平成 13 年 9 月 横浜市立大学医学部 放射線医学講座 教授
 同上 附属病院 放射線部 教授 (兼任)
 平成 15 年 4 月 横浜市立大学大学院医学研究科 放射線医学 教授
 平成 20 年 8 月より平成 23 年 4 月まで
 横浜市立大学 先端医科学研究センター長 (兼任)
- 学会活動:** 平成 23 年 10 月より 日本核医学会 理事長
 平成 24 年 4 月より 日本医学放射線学会 理事
- 賞 罰:** 昭和 58 年 第 21 回 日本核医学会賞
 平成 15 年 3 月 貢献賞:「第 35 回日本原子力学会賞」(社) 日本原子力学会より



○放射線によるがん治療

第2部

座長

森田 皓三 先生

愛知県がんセンター 名誉病院長
講演会企画推進委員会 委員

森田 皓三 (もりた こうぞう)

略 歴：昭和 33 年 名古屋大学医学部卒業
昭和 34 年 名古屋大学医学部放射線医学教室助手
昭和 43 年 名古屋大学医学部放射線医学教室講師
昭和 46 年 愛知県がんセンター放射線治療部長
平成 6 年 放射線医学総合研究所 重粒子医科学センター長
平成 8 年 愛知県がんセンター病院長
平成 11 年 愛知県がんセンター 定年退職後名誉病院長 現在に至る
賞 罰：平成 19 年 瑞宝小綬賞受賞

放射線治療の現状と最近の進歩

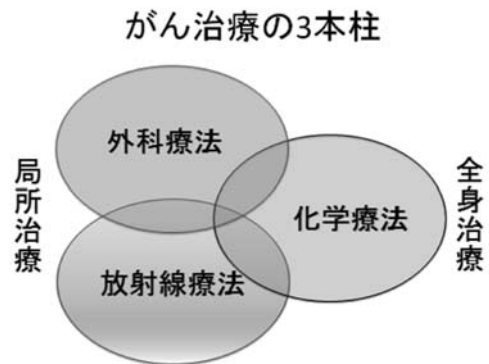
地方独立行政法人 神奈川県立病院機構 神奈川県立がんセンター 放射線腫瘍科部長
中山 優子 先生

はじめに

放射線治療は、外科療法（手術）・化学療法（抗がん剤治療）と並ぶ、がん治療の3本柱の一つです。

放射線治療は、他の治療法に比べて、からだへの負担が少なく、また臓器を切り取らないので機能が温存できるというメリットがあります。高齢化社会を迎えた日本では、放射線治療の役割はますます重要になると考えています。

本日は、日本の放射線治療の現状および最近の進歩についてお話ししたいと思います。



放射線治療の現状

放射線治療を受ける患者さんの数は、年々増加しています。放射線治療を受ける新規の患者さんは、2009年には約20万人でしたが、2015年には1.5倍に増えると推定されています（日本放射線腫瘍学会構造調査より）。しかし、日本ではがん患者さんの3～4人に1人の割合で放射線治療を受けていますが、欧米の3人に2人に比して、まだまだ少ないのが現状です。

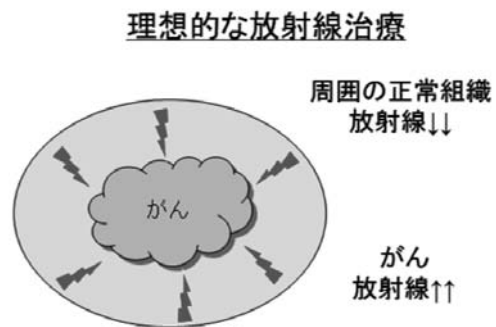
放射線治療は、がんの治癒をめざす根治照射から症状を軽減するための緩和照射まで、幅広い目的で行われています。がんの治癒をめざして、放射線治療のみではなく、抗がん剤治療や場合によっては手術まで組み合わせて施行されることも増えています。これを集学的治療と呼んでいます。

放射線治療の方法には、大きく分けて2通りの方法があります。からだの外から放射線を照射する外部照射と、放射線を出す小さな線源を病巣付近に入れてからだの中から照射する内部照射があります。

放射線治療の最近の進歩

がん病巣に放射線を集中させ、周りの正常な臓器になるべく放射線をあてないようにすることが理想的な放射線治療といえます。このための外部照射の技術革新が急速に進んでいます。

まず、がんの形に合わせる技術として多分割線



り（マルチリーフ・コリメーター）が開発されました。そして、この絞りを放射線治療中に自在に動かすことにより、強度変調放射線治療（IMRT）が開発されました。2000年頃に日本に導入され、前立腺がんや頭頸部がんなどを対象にして広く普及しつつあります。また、がんの動きに合わせる技術として、呼吸同期照射法（呼吸波形がある範囲内にあるときのみ照射をする方法）や動体迎撃照射法（がんの近傍に目印となる金マーカーを留置して、これがあ

る範囲内にきたとき照射する方法）が開発され、肺がんなどに対する定位放射線治療（SRT）に使われています。これらの治療法については、当日、スライドで説明いたします。

多くの病院に普及している放射線治療はX線を用いた放射線治療ですが、陽子線や炭素線を用いた粒子線治療も新しい技術として用いられています。

おわりに

放射線治療は急速に技術革新が進んでいます。機器の精度が高くなればなるほど、放射線治療の品質保証が重要になってきます。現在の放射線治療の現場では、さまざまな専門領域の医療従事者が放射線治療に携わっており、より正確で精密な放射線治療を実施しています。また、神奈川県立がんセンターでは炭素線を用いた重粒子線治療が始まります。X線を用いた放射線治療と合わせて放射線腫瘍センターとして機能することにより、患者さんにもっとも適した放射線治療の方法を選択し、ご提供できると考えています。

放射線治療技術の進歩

がんの形や動きに合わせる技術

放射線の強さを変える技術

放射線の種類



中山 優子 (なかやま ゆうこ)

略 歴：昭和 59 年 群馬大学医学部医学科卒業
昭和 59 年 群馬大学医学部放射線科入局
平成 11 年 群馬大学医学部放射線科講師
平成 17 年 東海大学医学部専門診療学系放射線治療科学准教授
平成 20 年 神奈川県立がんセンター放射線腫瘍科部長
平成 20 年 北里大学大学院客員教授併任
平成 22 年 神奈川県立がんセンター重粒子線治療施設整備室長併任

資 格：日本放射線腫瘍学会・日本医学放射線学会 放射線治療専門医
日本がん治療認定医機構 がん治療認定医

専門分野：放射線腫瘍学・肺癌の放射線治療



○体にやさしい重粒子線治療

第3部

座長

中山 優子 先生

地方独立行政法人 神奈川県立病院機構
神奈川県立がんセンター
放射線腫瘍科部長兼重粒子線治療施設整備室長

中山 優子 (なかやま ゆうこ)

略歴・資格・専門分野については、前頁を参照下さい。

新しい神奈川県立がんセンター～平成25年11月オープン～

地方独立行政法人 神奈川県立病院機構 神奈川県立がんセンター
副院長兼総合整備推進部長
赤池 信 先生

県立がんセンターの総合整備 (平成25年11月オープン予定)

(1) 新病院の概要



新がんセンターの整備方針

整備方針



- ① 外来待ち時間を短縮、待機患者数を縮減
- ② 高度、最新のがん医療の推進
- ③ 療養環境の改善
- ④ 都道府県がん診療連携拠点病院の規範となる病院
- ⑤ 患者に優しく質の高い医療の提供

	新がんセンター	現がんセンター	備考
病床数	415床	415床	・短期連携・R1病棟の新設 ・無菌・緩和ケア病棟の増床 ・個室の充実
延床面積	51,379.36㎡	33,353.06㎡	※駐車場を含む
敷地面積	37,425.00㎡	18,276.30㎡	
患者用駐車場	約300台	206台	
手術室	12室	6室 (+ 外来1室)	
ICU・HCU	ICU 6床 HCU 18床	ICU 6床 HCU 6床	
外来	診察室 56室 外来化学療法室 50床	診察室 32室 外来化学療法室 24床	・待ち時間の短縮 ・患者サービス充実
放射線治療	リニアック 4台	リニアック 2台 マイクロトロン 1台	・放射線治療の充実

① 外来待ち時間を短くし、待機患者を減らします

- ・診察室を32室から56室に増やします
- ・外来化学療法室のベッドを24床から50床に増やします
- ・手術室を6室から12室に増やします
- ・採血ブースを拡大します

【外来のイメージ】

② 高度、最新のがん医療を進めます


■治療の充実

- ・放射線治療装置(リニアック)を4台設置します
- ・内視鏡室を3室から6室に増やします
- ・無菌病棟や緩和ケア病棟を増床します

■診断・検査の充実



【高精度放射線治療装置(リニアック)】

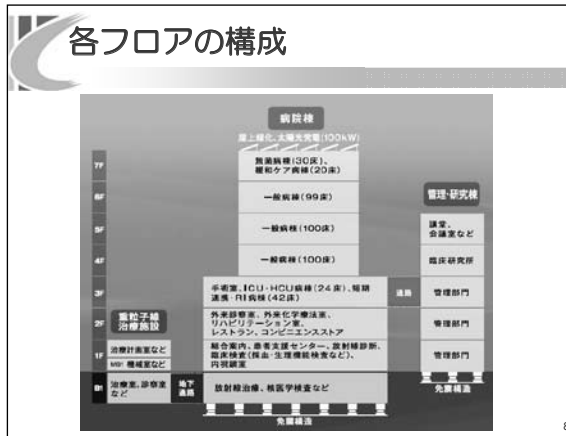
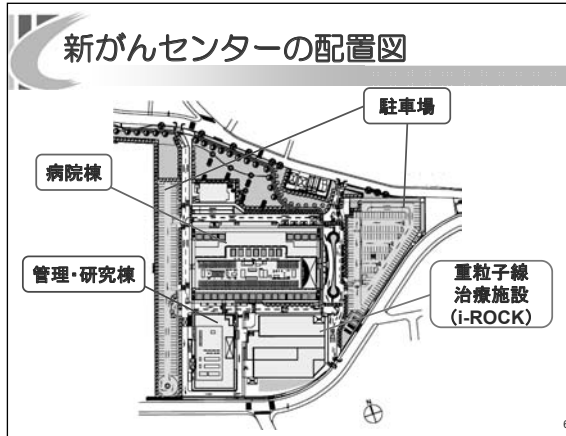
- ・PET-CTや、高性能のCT・MRIなど最新の装置を導入します
- ・遺伝子診断を充実し、先進医療を進めます



③ 療養環境を改善します

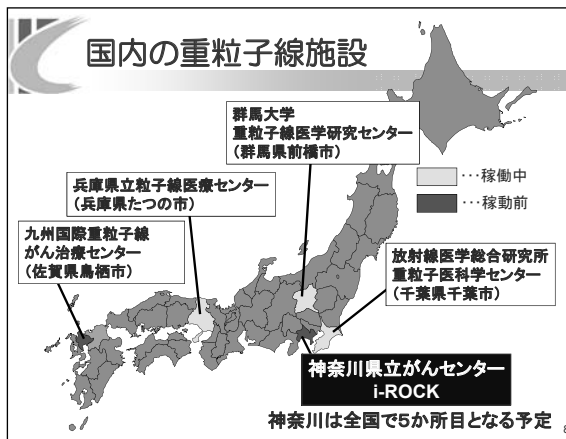
- ・大部屋を6人から、ゆとりのある4人部屋にします
- ・シャワーやトイレを完備した個室を増やします(68室→115室)
- ・病棟に食事や歓談ができるデイルームを整備し、憩いの場を提供します



(2) 重粒子線治療施設 「i-ROCK」 (平成27年12月治療開始予定)

※「i-ROCK」(アイロック)とは、神奈川県立がんセンターに設置する重粒子線治療施設の名前です。「ion-beam Radiation Oncology Center in Kanagawa」(神奈川県立がんセンターの放射線腫瘍センターの重粒子線治療)から名付けました。



i-ROCKの概要

施設概要・規模	
○ 設置場所	新・県立がんセンター敷地内 (横浜市旭区)
○ 建築面積	3,009.12㎡
○ 延床面積	6,999.47㎡
○ 階数	地上2階、地下1階建て
○ 治療室	4室設置
施設運用	
○ 平成27年12月治療開始予定 (建設工事は平成26年8月竣工予定)	
○ 年間治療患者数	880人 (治療可能患者年間1,000人の運用が可能な施設)

i-ROCKの基本コンセプト

からだにやさしい治療

- ・正常な細胞を傷つけにくく、患者さんのからだにやさしい治療

生活の質を重視した治療

- ・短期間に副作用の少ない治療
- ・手術が困難な患者や高齢者の方の治療も可能
- ・外来通院での治療が可能

	肺がん	肝がん	前立腺がん
従来の放射線治療	30~35回	10~20回	30~35回
重粒子線治療	1~12回	2~4回	16回

短期間で治せます
(従来の放射線より) 少ない照射回数

*重粒子線治療の照射回数は(国立放射線医学総合研究所)での実績に基づく

i-ROCKの特徴①

便利な交通アクセスを生かした外来通院

- ・i-ROCKは新がんセンター内に設置
(相模鉄道 二俣川駅から徒歩圏内)
- ・県内はもちろん、東京都からもアクセスしやすく、
外来通院治療が中心

i-ROCKの特徴②

がんセンター病院棟と一体となった、充実した治療

- ・「放射線腫瘍センター(仮称)」で総合的な放射線治療を充実
- ⇒ 安心して、重粒子線治療を受けられる

「放射線腫瘍センター(仮称)」

- ・それぞれの患者さんに適した治療法(X線、重粒子線)を選択

新がんセンター病院棟
 地下通路で病院とつながる
 i-ROCK (重粒子線治療施設)

新がんセンターの放射線治療

新がんセンターでは、重粒子線治療だけではなく、放射線治療装置(リニアック)4台体制で、高精度放射線治療(IMRT)などを実施

⇒ 総合的な放射線治療を充実

【高精度放射線治療装置(リニアック)】

整備スケジュール

	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度
新がんセンター		建設工事	11月オープン	運営開始	
治療施設		実施設計	12月	建設工事	8月
		装置設計・製造等			12月
現がんセンター	運営中			解体・除却工事	運転免許試験機設置のため引渡し

重粒子線治療施設完成イメージ



赤池 信 (あかいけ まこと)

略 歴：昭和 49 年 3 月 横浜市立大学医学部卒業
 昭和 51 年 5 月 横浜南共済病院外科医員
 昭和 53 年 5 月 平塚共済病院外科医員
 昭和 55 年 7 月 横浜市立大学医学部病院医務吏員
 昭和 57 年 12 月 神奈川県立成人病センター外科医長
 昭和 59 年 8 月 平塚共済病院外科医長
 昭和 61 年 6 月 横浜市立大学医学部第一外科助手
 平成 3 年 6 月 横浜市立大学医学部第一外科講師
 平成 4 年 5 月 神奈川県立がんセンター外科第 4 科医長
 平成 12 年 4 月 同上 消化器外科医長
 平成 14 年 4 月 同上 消化器外科部長
 平成 21 年 4 月 同上 副院長

資 格：日本外科学会専門医
 日本消化器外科学会専門医
 日本消化器内視鏡学会専門医

専門分野：消化器がん外科治療

からだにやさしい重粒子線治療

公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団 常務理事
辻井 博彦 先生

はじめに

がん治療における放射線治療の原則は、放射線を出来るだけがん病巣に集中させ、同時に周辺正常組織への影響を軽減させることです。エックス線が発見されたのは1895年末のことですが、その翌年にはがん治療（このときは痛み止め）に用いられるようになりました。それ以来放射線治療は、がん病巣に対する線量集中性の改善を目指して加速器や照射技術の開発がなされ、20世紀後半には、高エネルギー光子線による定位照射法や強度変調照射法といった高精度3次元放射線照射法が開発されました。一方、1950年代に始められた粒子線治療は、優れた線量集中性を有していることから注目を集め、治療成績の改善と適応疾患の拡大に寄与するようになりました。

1. 粒子線治療の特徴

現在、がん治療にはもっぱら陽子線と重粒子線が用いられています。両者に共通している特徴は、体内で高線量域（ブラッグピークという）を形成して病巣に集中して選択的照射を可能にしてくれることです。重粒子線はさらに、陽子より12倍重い炭素核を加速した粒子線で、陽子線やX線よりも2～3倍高い生物効果（細胞致死作用）を有しているため、難治がんに対してより有効性が期待できます。重粒子線はさらに、がん病巣の酸素濃度や細胞周期による放射線感受性の違いが余りないので、エックス線に抵抗性を示すがんにも効果が高く、かつ治療期間を大幅に短縮できるという特徴を有しています。

なお、粒子線の名称ですが、国際的にはまだ統一されたものではありません。一般に、陽子線や炭素イオン線は原子核（プラスに荷電）を高速に加速した粒子線なので、まとめて荷電粒子線と呼ばれます。これらのうち炭素イオン線は、わが国では重粒子線と呼び習わされていますので、ここでもそれに従うことにします。

2. 世界の粒子線治療施設

粒子線治療の歴史は、1950年代に始まった高エネルギー放射線治療とほぼ同じ頃に始まりました。発祥は米国バークレー国立研究所（LBNL）で、1954年に陽子線治療が開始されました。ついでスウェーデンやロシアで開始され、続いて日本と欧米で盛んになり、現在に至っています。一方、重粒子線治療は、1975年に米国のLBNLで主にHeとNeイオン線の臨床応用が行われ、一部の疾患で良好な成績が得られたのですが、装置の老朽化と財政難を理由に打ち切られました。これに替わるようにして放医研では、1993年、医療用としては世界初の重粒子加速装置（HIMAC）を完成、

翌年の94年6月から炭素イオン線を用いた重粒子線治療が開始されました。

現在、陽子線と重粒子線治療は世界の約40施設で実施されていますが、さらに多くのところで新規施設の建設が進行中あるいは計画中です。わが国では、1979年に陽子線治療、1994年には重粒子線治療が、いずれも放医研で始められました。平成24年12月現在、9施設（陽子線5、重粒子線3、陽子+重粒子1）が稼働中で、数年後にはさらに約5施設が増える見込みです。

3. 粒子線治療の臨床成績

1) 陽子線治療

陽子線治療の治療患者数が比較的多い疾患は、頭蓋底腫瘍、脈絡膜悪性黒色腫、肝がん、前立腺がんで、最近小児がんなどが挙げられます。このなかで最も症例数の多いのは脈絡膜悪性黒色腫ですが、この疾患は60～70Gyといった大線量を4～5回（一週間以内）で安全に照射出来ることが示された代表的疾患です。こういった短期大線量照射法は、いまでこそ定位放射線治療で普通に行われていますが、その先駆けは脈絡膜悪性黒色腫に対する陽子線治療なのです。同様に、周辺に脳幹などの重要器官が存在する頭蓋底腫瘍も、従来法に比較して明らかに優れた成績が得られました。他の疾患、特に肺や肝臓がんなどの深部臓器腫瘍に対する陽子線治療は、主に日本で始められ、いまでは海外でも広く行われるようになっていきます。

2) 重粒子線治療

放医研では1993年、医療用としては世界初の重粒子加速装置（HIMAC）を完成、翌年6月から炭素イオン線を用いた重粒子線治療を開始しました。これまでもすでに約7,000の患者が治療され、各種がんについてその有用性を確認していますが、2003年には厚生労働省より「固形がんに対する重粒子線治療」という名称で高度先進医療の承認が得られています。

重粒子線治療は、放射線抵抗性の難治がんにも有効です。特に、体幹部の骨・軟部腫瘍は根治手術が困難であり、かつエックス線に抵抗性を示すことが多い疾患ですが、重粒子線治療により外科療法と同等あるいは上回る成績が得られています。直腸癌の手術後の再発率は5～20%あって、切除困難なものが多いのですが、重粒子線により外科療法に匹敵する成績が得られています。さらに、頭頸部がん、頭蓋底腫瘍、肝がん、膀胱がん、早期食道がん、および脈絡膜悪性黒色腫等も良い適応で、従来の放射線治療を上回る成績が得られています。なお神経膠腫に対しては、更なる成績向上を目指して検討しているところです。

重粒子線治療は、エックス線や陽子線治療よりも短期間での治療が可能です。現在、患者1人当りの照射回数は平均13回で、治療期間は平均3週間です。例えば、I期肺癌と肝癌に対してはそれぞれ1、2回照射で済み、前立腺癌はすでに1,000例以上が16回または20回の分割法にて行われ、近々12回／3週照射法に移行予定です。他の疾患も同様で、エックス線や陽子線治療に比べて半分以下の照射回数で済んでいます。

重粒子線治療は、悪性リンパ腫や小細胞肺癌など全身に広がる性質の強い腫瘍、および既に広範囲に転移したものは対象外です。また、胃や腸など蠕動運動により照射位置決めが難しい臓器も不向きです。このように、重粒子線治療といえども、すべての疾患が適応でないことを知ってもらうことも重要です。



辻井 博彦 (つじい ひろひこ)

略 歴	昭和 43 年	北海道大学医学部卒業
	昭和 44 年	国立札幌病院放射線科
	昭和 47 年	ニューヨーク市 St Vincent Hospital レジデント
	昭和 49 年	北海道大学医学部放射線科に勤務
		在職中に米国とスイスで各 1 年間パイ中間子治療プロジェクトに参加
	平成 元年	筑波大学臨床医学系教授 (陽子線医学利用研究センター長)
		世界で初めて深部がんに対する陽子線治療を実施
	平成 6 年	放射線医学総合研究所・重粒子治療センター病院長・センター長
	平成 20 年	放射線医学総合研究所・重粒子治療センター理事
	平成 23 年	放射線医学総合研究所フェロー
	平成 24 年	公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団 常務理事
	現 在	千葉大学医学部連携大学院教授、群馬大学医学部教授 (併任)
	賞 罰	平成 17 年
平成 17 年		科学技術制作研究所研究者賞
平成 18 年		国際粒子線治療研究会会長