



「原子カワポイント」

あなたに伝えたい放射線の話（5）

放射線を利用している職業－（医療）放射線科医と放射線技師－

- 2019年に好評を博した放射線科を舞台とするTVドラマ「ラジエーションハウス」の続編が2021年10月より放送開始されるなど、昨今放射線医療への関心が高まりつつあります。
- 上記ドラマのメインテーマは、放射線を利用してからだの状態を撮影して病床を「診断」することになっていますが、放射線科のもう一つの仕事である「治療」を忘れてはなりません。
- 放射線診断の分野では最近、PET-CT検査により、従来は難しかった悪性リンパ腫の広がり具合まで診断することができ、注目されています。
- 放射線治療の分野では近年、重粒子線療法、およびホウ素中性子捕捉療法（BNCT）により、従来は治療が困難だった再発性のがんおよび同じ臓器にいくつもできる多発性のがんを治療することができ、注目されています。



放射線を利用してからだの状態を診断・治療する仕事

放射線科医

放射線技師

- ・放射線科医は、放射線診断専門医と放射線治療専門医の2種類がある。放射線技師とチームを組んで仕事をする。
- ・放射線技師は、放射線被ばくを管理しながら、診断に必要な身体内部の画像を撮影したり、放射線治療装置を操作したりする。

*2019年に好評を博した放射線科を舞台とするTVドラマ「ラジエーションハウス」の続編が2021年10月より放映開始されるなど、昨今、放射線医療への関心が高まりつつある。



リケジョさん：医療の分野で放射線は、どのように利用されているのですか？



放射線博士：下記の図を見てください。



放射線の利用方法は大別すると「病気の診断」と「病気の治療」の二つになります。

「病気の診断」では現在、コンピュータ断層撮影（CT）装置と陽電子放出断層撮影（PET）装置を組み合わせた「PET-CT」システムが多用されているそうです。

一方、「病気の治療」では、放射線を照射してがん細胞を殺傷する治療を思い出します。最近では、重粒子線療法およびホウ素中性子捕捉療法（BNCT）という言葉をよく耳にします。



リケジョさん：それではまず、「病気の診断」について、もう少し詳しく教えてください。



放射線博士：最初に、新型コロナの肺検査でもよく耳にする、CT 検査について説明します。X 線を利用する画像診断の代表的な装置を CT 装置と呼びます。CT 検査では、X 線を患者に照射したときの「透過率」から、コンピュータを使って身体の輪切りの画像を作り、その画像を分析してからだの状態が診断されます。

次に、がんの診断に多用されている PET 検査について説明します。①がんなどの悪性腫瘍は、さかんな増殖を行うために多くのブドウ糖を必要とします。②ブドウ糖にフッ素-18 (^{18}F) という「放射性同位元素」¹ をくっつけた薬剤を体内に注射すると、がん細胞にたくさん集まります。③PET 検査では、 ^{18}F から体外に放出される放射線（ガンマ線）を測定することにより、がん細胞の位置や大きさだけでなく、がんの進行度合いも同時に調べられます。



リケジョさん：なぜ、CT 装置と PET 装置を組み合わせた PET-CT 検査が多用されるのですか？



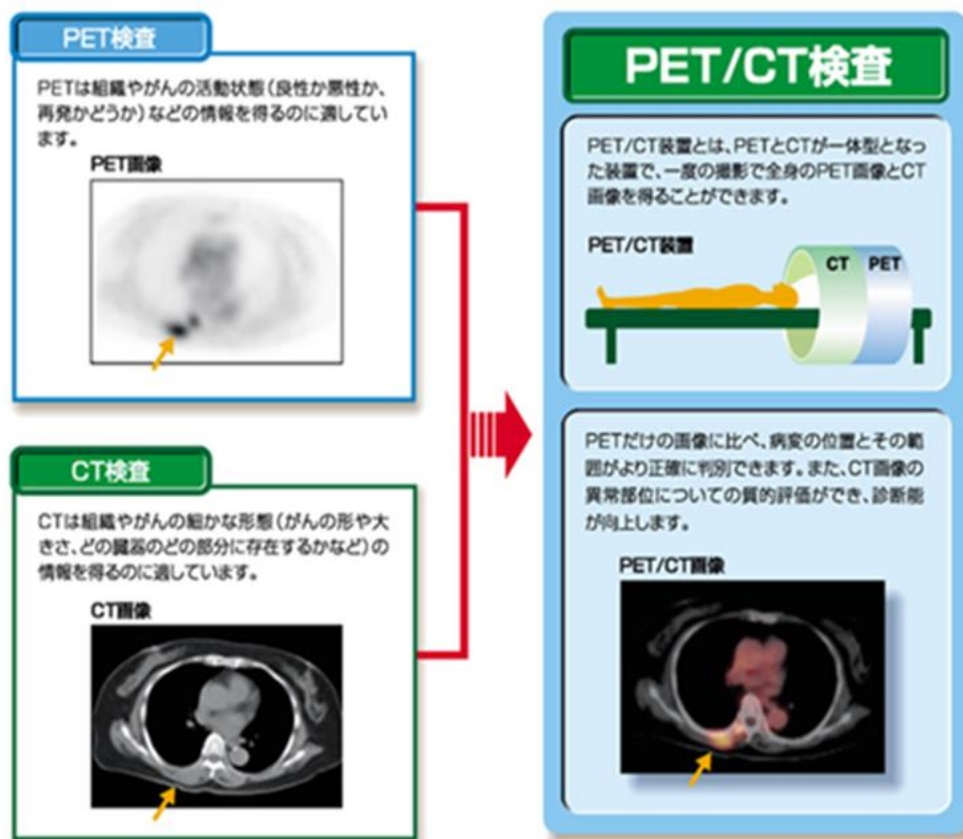
放射線博士：話を進める前に、「悪性リンパ腫」を例にして、CT 検査と PET 検査の違いをもう一度、整理してみましょう。

¹ 原子番号が同じで質量数（原子核を構成する陽子と中性子の個数の合計）の異なる元素を同位元素という。この同位元素のうち、放射線を放出する能力を持つものを放射性同位元素と呼ぶ。

悪性リンパ腫ですが、これはリンパ球という血液細胞のがんで、全身のリンパ節がはれたり、骨や肝臓などの内臓に病巣を発生することがあります。したがって、この病気が疑われたときは、細胞をとって形状を調べると同時にどこまで病巣が広がっているか？ 総合的に評価することが求められます。

CT検査では、首や胸、腹など撮影した範囲の多数の断層画像からリンパ腫のはれ（形の変化）を診断することができます。一方、PETでは通常、頭から太ももまで全身の画像を撮影し、輪切りの画像から全身像を作り、病巣の広がり（病巣の活性度）を診断することができ、おとなしいがん？ たちの悪いがん？ どちらであるかまで判断することができます。

このように異なる特徴のあるCT検査とPET検査を組み合わせれば、がんの大きさや場所の特定だけでなく、良性・悪性の区別、転移状況、再発の診断など、総合的な診断が可能となるのです。



一般の方向け情報(日本メジフィックス株式会社)



リケジョさん：「放射線を利用する治療」についても、もう少し詳しく教えてください。



放射線博士：現在、放射線を利用する治療では、「がんの治療」が最も重視されています。

私はこれまで、がんになったら手術して、抗がん剤を飲むのが普通と考えてきましたが、最近わが国でも放射線治療を受ける人が増えていることを実感しています。その先端をゆく技術が「重粒子線療法」と「ホウ素中性子捕捉療法 (BNCT)」です。放射線療法には、身体への負担が少なく、治療後の生活の質を阻害するリスクが小さい、という利点があります。高齢化が進むにつれて、今後、放射線療法を選択する人が増えるのではないのでしょうか（「重粒子線療法」と「BNCT」の詳細については後段の「解説1」および「解説2」を参照ください）。



リケジョさん：病気の診断やがん治療に、なぜ放射線が使われるのか、その原理がわかったような気がします。ところで、放射線を利用して病気の「診断」や「治療」を行うのは、どんな人たちですか？



放射線博士：つい最近、テレビで放送された「ラジエーションハウス」をみてよくわかったのですが、放射線を利用してからだの状態を診断・治療する仕事は、放射線科医が放射線技師とチームを組んで行っています。放射線科医とは、日本医学放射線学会が指定した施設で5年間の修練を積み、試験に合格した医師のことで、放射線診断医と放射線治療医の2種類があります。日本では現在、放射線診断専門医は約5,600名余り、放射線治療専門医は約1,200名余りしかおらず、深刻な人手不足のようです。

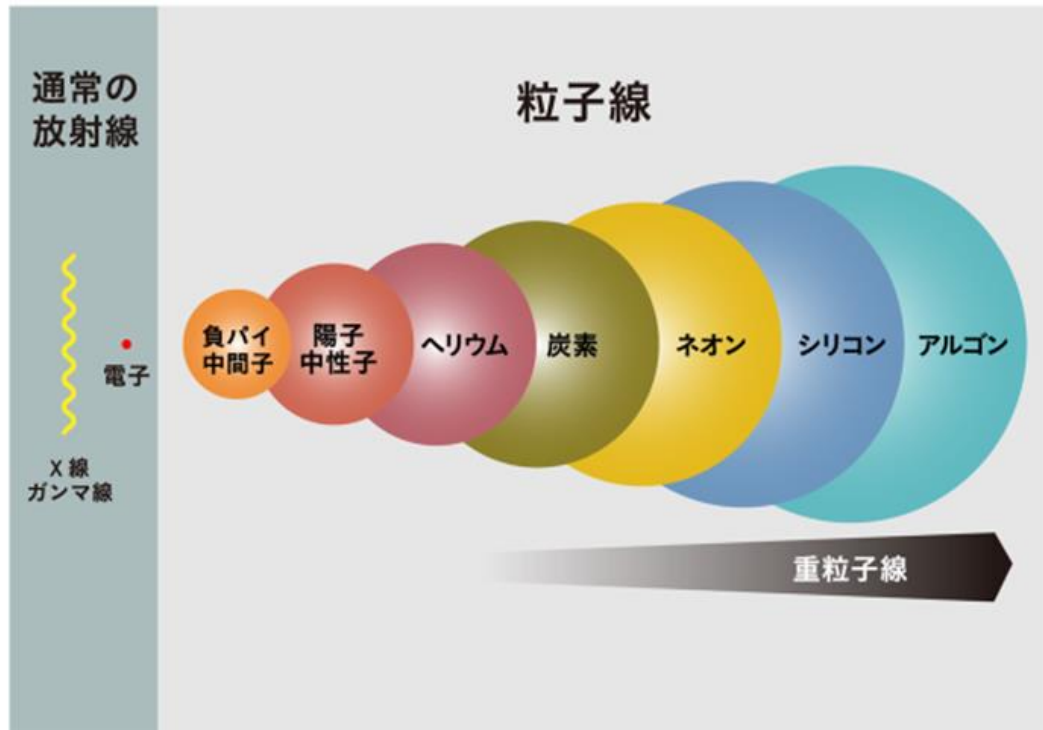


リケジョさん：私の友達も「ラジエーションハウス」をみたそうです。今まであまり注目を浴びなかった放射線科医と放射線技師が、若い方たちの興味を引き、就職希望する人が増えるのではないのでしょうか。博士、ありがとうございました！

(原産協会：人材育成部)

「解説 1：重粒子線療法とは？」

放射線の中で電子より重いものを粒子線、ヘリウムイオン線より重いものを重粒子線と呼びます(下記の図参照)。

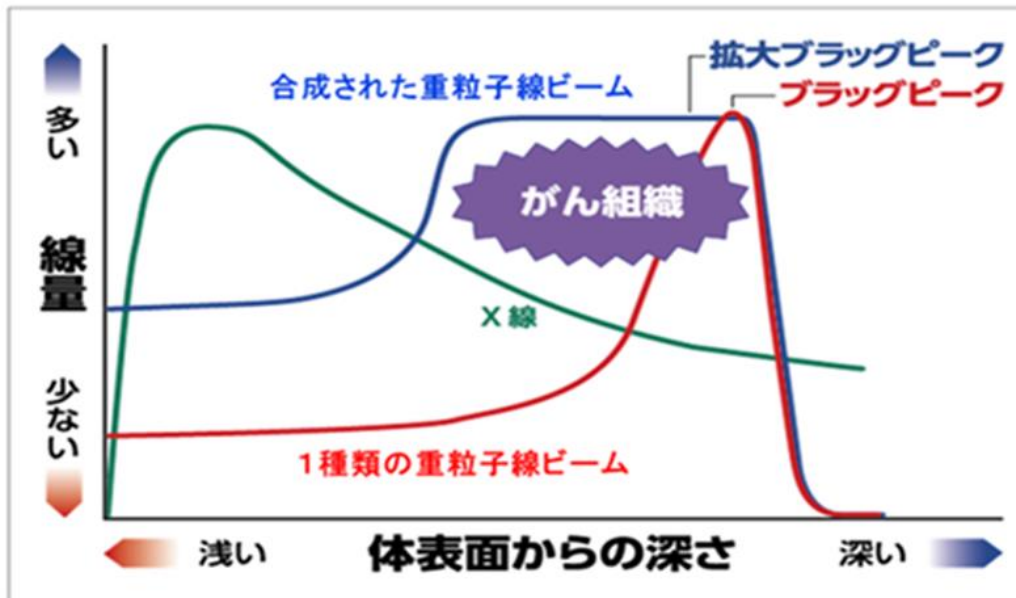


重粒子線がん治療最前線(原子力産業新聞)

重粒子線療法とは、この重粒子線を活用した放射線治療法です。がん治療に対しては、特に、炭素イオン線が活用されています。具体的には、炭素原子をイオン化して光の速度の約70%まで加速し、体の深部のがん細胞に当てて、これを消滅させます。

この技術は、量子科学技術研究開発機構放射線医学総合研究所が、世界に先駆けて実運用に成功したものであり、1994年から2016年5月までに15,000名以上の患者が治療を受けています。

放射線療法について話をする場合には、まず最初に、利用する放射線によって体内の線量分布が異なることを説明する必要があります（下記の図参照）。



重粒子線とX線の体内線量分布

(参考: 国立がん研究センターが運営する公式サイト「がん情報サービス」)

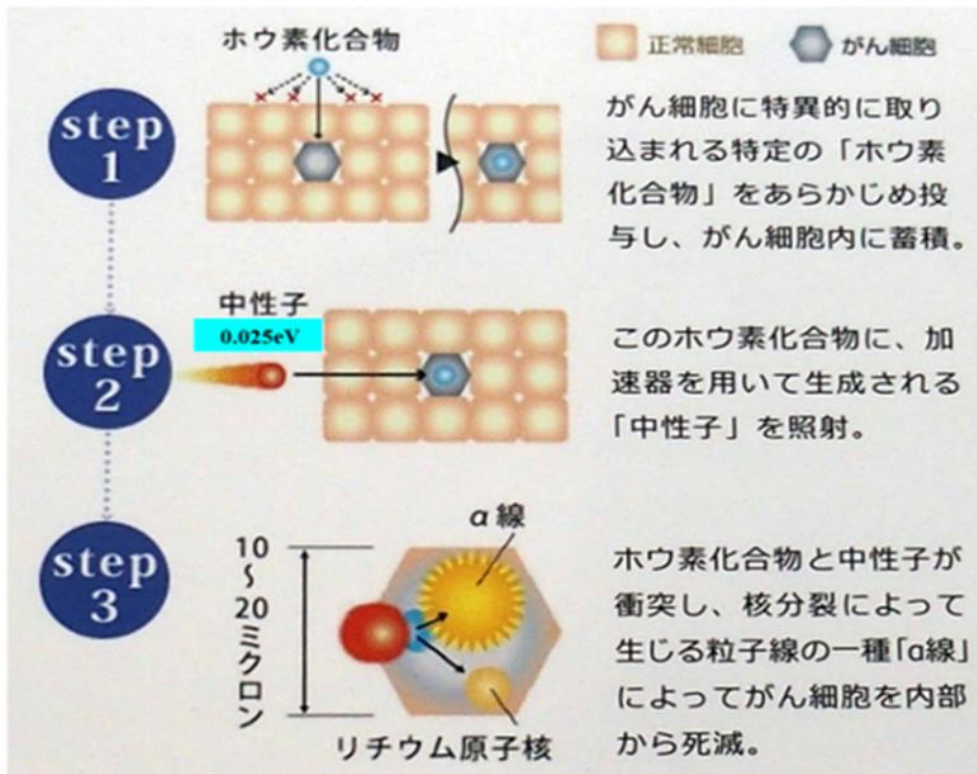
(1) 従来のX線を使った放射線治療では、体の表面近くで放射線量が最大となり、それ以降は体内に入るに従って放射線量が徐々に減少することがわかります。このことから、一方向からのX線照射で、体の奥にあるがん細胞に十分なダメージを与えようとする、体表面近くの正常細胞も、大きなダメージを受けることになります。これを避けるため、できるだけ弱いX線をいろいろな方向から照射して、体表面近くの正常な細胞が受ける放射線量を減らす工夫がなされています。

(2) これに対して、重粒子線は、体の表面近くではエネルギーを放出せず、狙ったがん細胞だけに高い放射線量を与える特徴があります。この現象は、発見者の名をとって「ブラッグ・ピーク」と呼ばれています。通常、がん細胞が集まってできる「がん病巣」は、深さ方向に厚みを持った塊として存在します。そのため、実際のがん治療においては、ブラッグピークを重ね合わせて「拡大ブラッグピーク」を形成し、がんの塊全体を狙って照射する方法がとられています。

重粒子線療法には、まるで将棋の桂馬のように途中にある臓器などを飛び越して、がんの塊だけに放射線を照射してそれ以外には照射しないという優れた特性があります。

「解説2：ホウ素中性子捕捉療法（BNCT）とは？」

昨今、エネルギーが低い熱中性子を患部にピンポイントで照射し、そこのがん細胞に集まる性質を備えたホウ素薬剤を活性化させるがんの根治療法（BNCTと呼ぶ）が、手術・抗がん剤・放射線（X線）・免疫療法に次ぐ「第5の治療法」として注目されています（下記の図参照）。



(参考：がん情報サイト「オンコロ」BNCTについて知っておきたい4つのこと)

がん細胞は、急速な細胞増殖を維持するため、糖やアミノ酸を取り込む必要があります。この性質に注目して、がん細胞が自発的に取り込む、「ホウ素化合物（例えばボロノフェニルアミン「BPA」という物質）」が開発されました。このBPAを患者にあらかじめ投与しておけば、時間とともにがん細胞内に蓄積します（これが上図のステップ1です）。

次に、体の外からこのホウ素化合物を狙って、エネルギーの低い熱中性子（0.025 エレクトロンボルト）を照射します。ここで注意しなければいけないのは、①正常な細胞では、熱中性子は、ほとんど影響を与えず通過していきますが、②エネルギーの高い高速中性子が含まれていると、正常細胞と衝突して悪影響を及ぼす可能性があるということです（これが上図のステップ2です）。

最後に、がん細胞に取り込まれたホウ素化合物は、熱中性子と反応してアルファ線とリチウム原子核を放出、がん細胞に衝突してこれを破壊するのです。このときアルファ線とリチウム原子核が飛ぶ距離は、おおむね細胞1個分と極めて短く、がん細胞周囲の正常細胞に悪影響を及ぼす可能性はほとんどありません（これが上図のステップ3です）。

そして、2020年5月20日には、BNCTが保険適用になり早速（同年5月26日）、総合南東北病院（福島県郡山市）において、BNCTによる世界初のがん治療が行われました。