

【原子カワポイント69】陽子線がん治療の新たな展開

岡山大学は津山中央病院と共同運用で2016年3月、がん陽子線治療センターを開設し、同センターで初めてとなる小児がん患者への治療を9月13日より開始しました。陽子線を含む粒子線がん治療の分野では、今、日本が世界をリードしています。なぜ陽子線が、がん治療に有効なのでしょう。今回はその理由を探ってみましょう。

ゆりちゃん：陽子線ってどんなものですか？

タクさん：陽子とは、水素原子（H）から電子を一つ取り去ったもので、プラスの電荷を帯びた粒子です。この粒子が、加速器で加速され、束になって流れている状態を陽子線といいます。このときの陽子のスピードは、光速の70%近くになります。

ゆりちゃん：陽子線がん治療は、これまでの放射線がん治療と、どこが違うのですか？

タクさん：これまでの放射線治療法では、X線やガンマ線が利用されています。図1を見てください。X線は、体の表面近くで、吸収される放射線量が最大となる特徴があります。その後、放射線量は体の中で緩やかに減っていきます。このため、標的となるがん組織の後ろ側の正常組織も、影響を受けてしまいます。一方、陽子線は、ある深さまで到達すると突然失速、そこでエネルギーの大半を放出、停止します。この位置は、体に打ち込む陽子線のエネルギーを調整し、自在に変更できます。近年、日立製作所の開発した「病巣へ線量を集中して正常組織への不要な線量付与を抑える照射技術（スポットスキャンニング照射技術という）」を使い、いろいろな形状をした複雑ながんでも、その形状に合わせて高い精度で陽子線を照射することができ、がんの周辺にある正常組織への影響を最小限に抑えることができるようになりました。

ゆりちゃん：陽子線がん治療は、どのような部位のがんに向いているのですか？

タクさん：筑波大学陽子線医学利用研究センター長の秋根康之教授がホームページ「日立原子力情報」のなかで、「いままでの臨床実績からみると、最も多いのは肝臓がん。次に食道がん、肺がん、頭蓋内腫瘍と続く。陽子線は特定の病巣に照射することで治療効果をあげるから、形のはっきりしたがんに力を発揮する」と掲載されています。

ゆりちゃん：今後、陽子線がん治療はどのように発展していくのでしょうか？

タクさん：原産新聞の本コラム「原子カワポイント42（2014年12月11日）」で、「がん細胞の塊を注意して観察すると、がん細胞を次々に生み出す、まるで女王バチのような“がん幹細胞”が見つかります。そしてこの細胞が残っている限り、がん再発の可能性を消し去ることはできない」と紹介しました。がん幹細胞は、通常、酸素濃度が低い環境（大気中の酸素濃度は約21%。一方、がん細胞のある環境は1%程度）に身を潜め、酸素が生み出す活性酸素の攻撃を受けないようにしてがん治療への抵抗性を高めています。福井大学高エネルギー医学研究センターの研究チームは2008年度から、「低酸素環境にあるがん細胞を標的とした陽子線がん治療の効果」を調べる研究を進め、これまでに、「陽子線はX線よりも効果的に低酸素環境にある大腸がん細胞（C o l o n - 2 6細胞）を殺傷する」事実を確認しています。図2を見てください。今後、幹細胞を標的にした「陽子線治療効果」が実証されれば、より効果的ながん治療が可能となるでしょう。

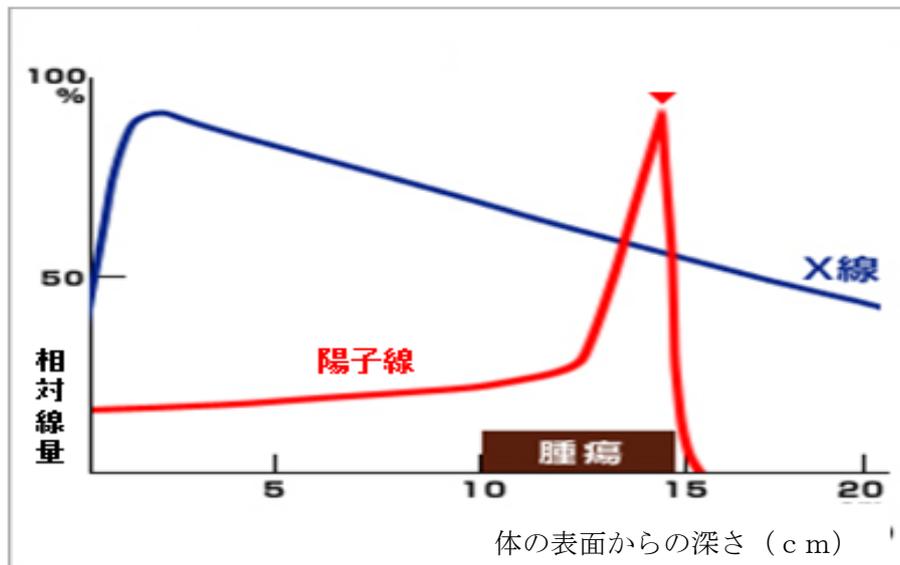


図1. 各種放射線の生体内における線量分布

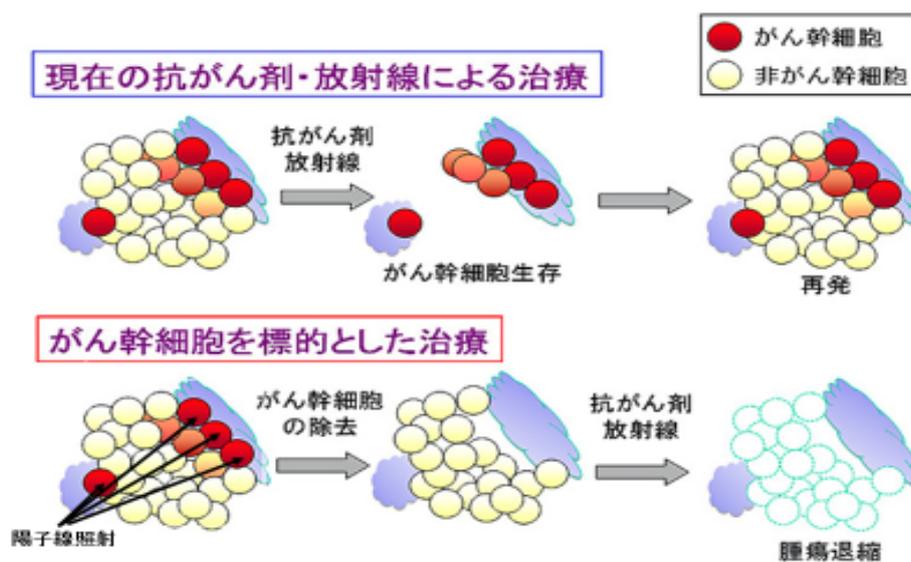


図2. がん幹細胞を標的とした陽子線治療のイメージ
 (参考: 慶応義塾大学病因医療・健康情報サイト)