

BNCT : Boron Neutron Capture Therapy ホウ素中性子捕捉療法 ①



京都大学原子炉実験所で「ホウ素中性子捕捉療法」の研究をしている鈴木 実先生を小芝嵩広さん（東京理科大学大学院理工学研究科 修士1年）が、訪ねました。鈴木先生から聞いた話を小芝さんが中学生に向けて語ります。

KUR ってなに？

KUR とは、大阪府熊取町に位置する京都大学原子炉実験所の研究用原子炉のことだよ。この実験所は、原子炉による実験およびそれらに関連する研究を行うために、1963年4月に設立された。

では、KUR という施設はどのような実験や研究を行っているのだろうか？

その実験や研究の一つに「ホウ素中性子捕捉療法 BNCT」があって、これはがん治療法の一つだそう。



写真 1-KUR 炉室の実際の様子

KUR は物理学、化学、生物学、工学、農学、医学など幅広く実験研究に使用されているんだ。写真中心にある灰色の建屋は、直径 28m、地上 22m、地下 7mの円筒型をしているよ。

がん治療法を知ろう

これまでのがん治療法は、外科療法、化学療法、放射線療法の3つに大きく分けられて、それぞれの治療法には優れた点、適さない点があるんだ。各治療法のメリット、デメリットを理解することで、

BNCT がどの点で優れているのか、あるいは、どのような点に課題が残されているのかが自ずと見えてくるはずだよ。

BNCT は、3つのがん治療法のうち、どこに区分されるかも考えてみよう。

がんの外科療法

外科療法は、一般的には手術療法とも言われ、転移した部位も含めて、がんが発生した部位を手術により切除する治療なんだ。血液を除くほとんどのがんに対して適用できる療法でもあるよ。

一方で、外科手術を施すことにより、がん細胞が増殖してしまう例や転移してしまう例も少なくない。また、場合によっては生体機能が損なわれるなど、QOL（生活の質）の面でも不安要素が挙げられるね。このようなことから、身体に負担がかかる治療法なので、高齢者や長期間の治療生活で体力が低下している場合には、手術を受けること自体が困難なこともあるんだ。

ほとんどのがんに対して適用できる強みはあるけど、問題点を補うためには他の療法を組み合わせたりする必要があるそうだね。

がんの化学療法

化学療法は、化学物質つまり抗がん剤によってがんの進行を抑え、がん細胞を破壊する治療法なんだ。外科療法が局所的な治療に向いているのに対して、化学療法は体内に発生または転移した、あらゆるがん細胞全体に効果があるよ。

一方で、抗がん剤による治療は副作用が避けられない。それは、抗がん剤の効果ががん細胞だけでなく、正常な細胞も

破壊してしまうからだ。そのため、化学療法の効果は、がんの性質や進行度によって異なるんだよ。

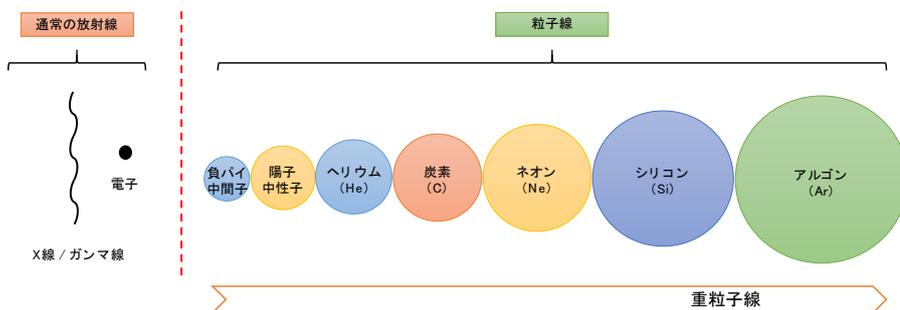
がんの放射線療法

放射線療法が1番イメージしにくいかもしれないね。それは、放射線にはさまざまな種類があり、また放射線は目に見えないため視覚的に捉える機会がないからだ。よく利用されるのはX線やガンマ線（光子線）といった放射線で、放射線を照射すると、がん細胞が分裂できなくなるんだ。局所的な治療という点で外科療法と共通するけど、直接的に身体を傷つけることや痛みを伴うことはない。でも、残念だけど、この治療法にも放射線による副作用が無視できなくて、抗がん剤と同様に、がん細胞ではない正常な細胞も破壊してしまうんだ。だからできるだけ影響を抑えられるように照射法を工夫したりしているんだよ。

BNCT 夢の第4の選択肢！？

これまでの3つのがん治療法を紹介したね。BNCT は将来の実現に向けて期待される最先端がん治療法なんだ。これまでの治療法と大きく異なるのは、がん細胞を選択的に破壊できる点、つまり、狙い撃ちでがん細胞をやっつけてしまうことができるということだ！ 従来の治療法は、正常な細胞も傷つけてしまうという難点があったのは覚えているかな？ この問題を解消できるかもしれないということだ。もしこの治療法が確立されたら、より多くの人々が救われるようになるね。

BNCT : Boron Neutron Capture Therapy ホウ素中性子捕捉療法 ②



「重粒子」は、電子より重い粒子の総称。またネオン、アルゴンなどのイオンが超高速で飛んでいるものを重粒子線という。陽子線は、元素で最も軽い水素の原子核が超高速で飛んでいるものだ。

図1-粒子の大きさと放射線の種類のイメージ

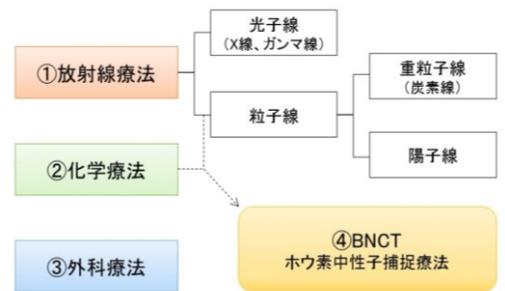


図2-がん治療におけるBNCTの位置づけ

BNCT治療の仕組み

BNCT 治療では、まず点滴でホウ素薬剤を投与するんだ。この薬剤は、がんに集積する特性を持っているよ。つまり、正常な細胞ではなくがん細胞にホウ素薬剤を取り込ませる。十分に取り込ませたら、次のステップとして、患部に中性子線を照射する。中性子線は図1の左から2番目の粒子線だね。照射すると、なんとがん細胞に取り込まれたホウ素と照射した中性子が核反応を起こして、その細胞を破壊するんだ！このような一連のプロセスにより、がん細胞を選択的に破壊しようとしているんだ。

中性子線は原子炉もしくは加速器から取り出されるよ。加速器なら病院にも設置することが可能になるね。

BNCT実現のために必要な要素3つ

BNCT 治療は臨床研究段階で、実用化させるには課題が3つあるんだ。1つ目は、がん細胞に効率よく取り込ませる「ホウ素薬剤の開発」、2つ目は、薬剤が集積しているか否かを確認するための「PET検査の高度化」、3つ目は、中性子を取り出すための「加速器中性子源の開発」だ。そのためには多くの人の知恵や努力が

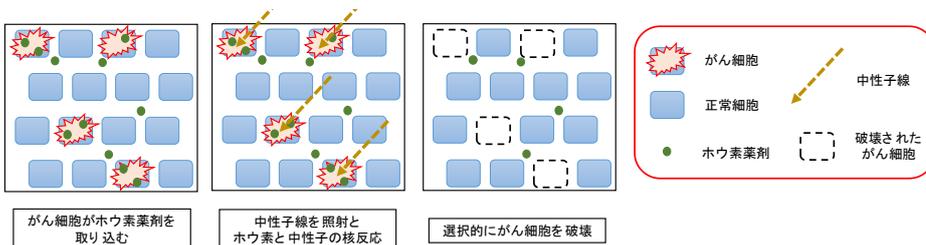


図3-BNCT 治療の流れ

必要で、BNCTに多くの専門家がかかわるといいよね。

メッセージ

「放射線」「原子炉」「中性子」という言葉から、中学生の皆さんは、どんなイメージを持つでしょうか？「なんだか怖いもの」というイメージでしょうか？「なんだか」という言葉には、実体がわからないという意味が含まれていると思います。中学生の皆さんには「なんだか」が、まだまだ、たくさんあると思います。これから、なんでも興味をもって、自分の知識をもとに新しい道具や科学技術を正しく怖がり、正しく役に立てて下さい。



京都大学原子炉実験所附属粒子線腫瘍学研究センター
粒子線腫瘍学研究分野 教授 鈴木 実