

平成 23 年 1 月 18 日



東京都中央区築地五丁目1番1号
独立行政法人国立がん研究センター
理事長 嘉山孝正

株式会社 CICS との加速器を用いるホウ素中性子捕捉療法 に関する共同研究契約締結のお知らせ

独立行政法人国立がん研究センターは、株式会社 CICS(東京都江東区:代表取締役社長 今堀良夫)と、最先端技術によるがん治療を目指して共同研究を行うことに合意しましたので、お知らせいたします。

今般実施する共同研究は、加速器を用いるホウ素中性子捕捉療法(Boron Neutron Capture Therapy 以下「BNCT」^{※1})の先端的な治療法の開発を目的とするものです。

BNCT はがん細胞だけを選択的に死滅させることのできる画期的な放射線治療法ですが、中性子を利用するために原子炉^{※2}を用いなければならず、非常に大掛かりな設備を必要としていたことが、普及の大きな妨げとなっていました。今回、加速器^{※2}を用いることにより、装置の安全性向上、小型化、低価格化を実現し、患者さんに利便性を提供します。

当センターにて建設予定のサイバーナイフ棟(仮)内において、世界で初めて加速器を用いる BNCT の臨床用実用機として、3年後を目処に臨床研究を開始し、先端的な治療法の開発を進めます。

CICS 社は、加速器 BNCT の設置や性能評価などの実施環境整備を担当し、施設遮蔽評価、物理特性・生物特性試験などの基礎研究を行い、当センターが実施する臨床研究や治験などを支援するとともに、薬事申請を行ないます。

- ※1 BNCT とは放射線治療法の一つで、人体に影響の少ない中性子をがん照射し、がん細胞に選択的に取り込まれたホウ素化合物(ホウ素化フェニルアラニン)と核反応を起こさせることで、がん細胞だけを死滅させる治療法です。
- ※2 原子炉とは、原子核反応の連鎖反応を制御する装置であり、加速器とは電子・陽子・イオンなどの荷電粒子を高速度に加速する装置です。加速器は原子炉に比べ小型で安全性が確保しやすいことから、病院設置型加速器を用いた BNCT は世界初の試みになります。

[⇒BNCT に関する説明資料](#)

(問い合わせ先)

独立行政法人国立がん研究センター

企画経営部 知的財産戦略室

室長 青 志津男

電話: 03-3542-2511(代) (内線 2357)

MAIL: alliance☆ml.res.ncc.go.jp

※上記アドレスの「☆」マークを「@」に置き換えてご使用下さい

参考資料) ホウ素中性子捕捉療法 (BNCT) について

従来の放射線治療では、重粒子線治療や強度変調放射線治療、定位的放射線治療（いわゆるピンポイント照射）も含めて、CT や MRI など肉眼的に観察できる病巣に絞って放射線治療を行ってきました。しかし CT や MRI などで見えるがんの周囲には、CT や MRI では見えない顕微鏡的ながんの広がりがあります。そこでは正常細胞の間にがん細胞が入り込んでいます。がんの再発を防ぐためには、重粒子線治療も強度変調放射線治療もピンポイント照射でも、この顕微鏡的ながんの広がりまでを含んで治療しなければなりません。そのため、がん細胞の間に存在する正常細胞までが損傷し、それが放射線治療の副作用につながってきました（図1）。

BNCT ではある種のホウ素化合物ががん細胞にのみ集積される現象と、そのホウ素化合物が熱中性子や熱外中性子というエネルギーの低い中性子と、非常に高い割合で反応する現象を利用しています。患者さんにホウ素化合物（ホウ素化フェニルアラニン）を点滴投与するとホウ素化フェニルアラニンは、がん細胞に非常に高い割合で集積します。その状態の患者さんの患部に熱中性子や熱外中性子を照射すると、そのホウ素化合物と中性子が反応し、がん細胞内にあるホウ素化合物から通常の X 線と比較して非常に強力な殺細胞効果をもつアルファ線が放出されます。そのアルファ線の到達範囲（飛程）は 9 マイクロメートル程度で、細胞 1 個分に過ぎません。ですから BNCT ではホウ素化合物が集積されたがん細胞のみがアルファ線のために損傷され死滅します、またその周囲の正常細胞は全く損傷されません（図2）。まさにがん細胞に高選択的な放射線治療といえます。

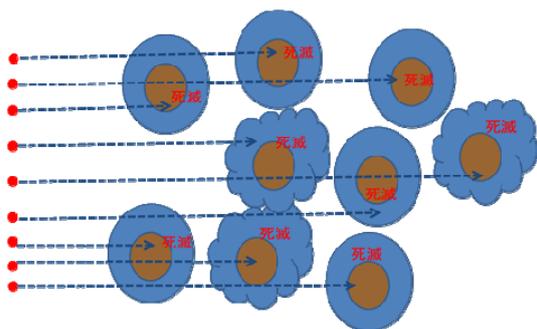


図1. 通常の放射線治療ではがん細胞と正常細胞は見分けられず、正常細胞まで死滅してしまい副作用につながる。

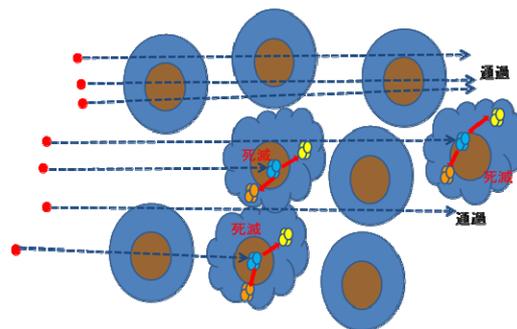
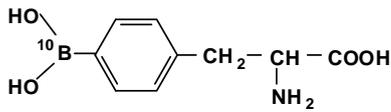
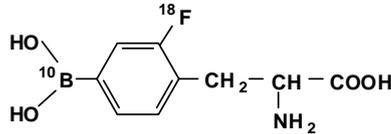


図2. BNCT ではホウ素化合物が集積しているがん細胞だけが中性子の効果を受けて死滅する。

すべての種類のがんがホウ素化合物を集積するわけではないのですが、そのホウ素化合物集積の様子はホウ素化合物を利用した陽電子断層撮影（PET）検査により明確に評価できます（図3）。PET 検査でホウ素化合物ががんを集積した場合にその患者さんは BNCT の適応となるわけです。



[¹⁰B]boronophenylalanine (¹⁰B-BPA)



[¹⁸F]fluoro-[¹⁰B]boronophenylalanine (¹⁸F-¹⁰B-FBPA)

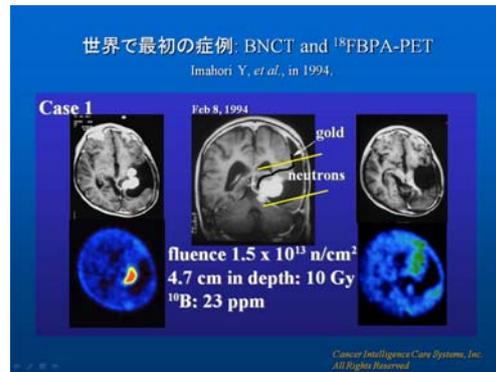


図 3. PET-BNCT 方式では、BNCT 時に使用する BPA(左上図)の類似物質で、¹⁸F で標識された FBPA(左下図)を用い PET 検査をあらかじめ行い腫瘍に蓄積するホウ素量を定量的に知ることができる。その結果、evidence-based BNCT が初めて可能になった。右図は原発性脳腫瘍に対する世界で初めて行われた PET-BNCT 方式にもとづく原子炉 BNCT である。現在、世界に先立ち日本で行われている BNCT の第一症例となったもの

BNCT はもともとの原理は米国で見出されましたが、その研究は我が国を中心に発展してきました。その中で、通常の放射線治療では治癒困難である脳の悪性膠腫や皮膚悪性黒色腫、放射線治療後の再発頭頸部がんなどに劇的な効果があることがわかってきました。ところが治療に十分な量の熱中性子や熱外中性子は、いままで原子炉のみでしか得ることができませんでした(図4)。原子炉は元来医療設備ではなく、放射線被ばくの問題もあり患者さんが利用するには不便な場所に作られてきました。そのため BNCT を施行するためには、病院から遠くの原子炉まで患者さんを搬送する必要がありました。従って、BNCT の治療は十分な患者さんの数を集めることができず、その治療の効果も厳密な統計学的な検証には耐えられるものではありませんでした。

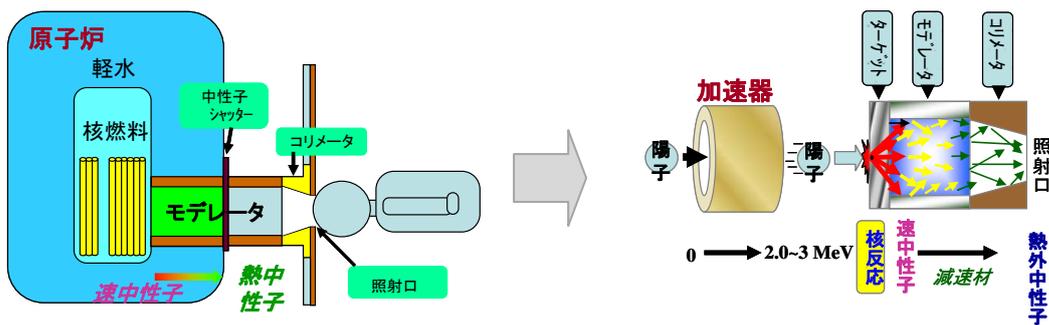


図 4. 原子炉 BNCT から加速器 BNCT へ

このたび国立がん研究センターと CICS 社での共同研究では世界初の病院設置型加速器 BNCT を開発し、その物理的・放射線生物学的基盤技術を確認します(図4)。さらに、病院設置型 BNCT の利点を活用し、従来の治療では治癒困難であったがん患者さんにおける BNCT 臨床的効果を前向き試験により証明します。