

## 「平成 30 年度粒子線がん治療等に関する施設研究会」第 2 回研究会

「平成 30 年度第 2 回施設研究会」は平成 30 年 9 月 20 日（木）国立研究開発法人 国立がん研究センター中央病院（東京都中央区）にてホウ素中性子捕捉療法（BNCT）施設の見学会として開催しました。

当日は、はじめに放射線治療科長 伊丹 純 先生よりご挨拶の後、放射線治療科 病棟医長 井垣 浩 先生から、ホウ素中性子捕捉療法の概要および国立がん研究センターの現状と将来展望についてご説明があり、その後、BNCT 施設を見学させていただきました。

井垣先生のご講義では、BNCT の原理、歴史、治療事例、実施条件、課題等が述べられ、原子炉を使った BNCT では、少数例ではあるが良好な臨床データが示されてきたこと、その後 BNCT の中性子源は原子炉から加速器へとシフトし、現在国内数か所でプロジェクトが進められており、それぞれ異なる加速器やターゲットからなるシステムの研究・開発が行われていること等のご説明がありました。今後は病院設置型の加速器 BNCT の普及により、施設数、治療患者数も増加が見込まれるとのことでした。

国立がん研究センターにおける装置の概要および治験の予定については、以下に示すとおり説明がありました。

### ・装置の概要

BNCT 治療装置は、病院棟と研究棟にはさまれた診療棟に設置されています。中性子の発生に必要な高エネルギー陽子ビームは、RFQ リニアックにより加速されます。加速器本体は、AccSys 社、クライストロンはターレス社、電源は Ampegen 社の製造ですが、これらすべてを含む BNCT 治療装置全体をインテグレートして国立がん研究センターに納入したのは CICS 社であり、同社は装置仕様に対して責任を持ち、長期にわたる調整をやり遂げました。

診療棟の地下 1 階には、加速器（RFQ リニアック）が設置され、地下 2 階には治療室があります。RFQ リニアックから射出された陽子ビームは偏向電磁石により水平方向から垂直方向に 90 度曲げられ、治療室に導かれます。そこで、Li ターゲットに衝突し、速中性子ビームとなります。そして、モデレータで減速され、熱外中性子となり患者に照射されます。診療棟地下 2 階は、放射線治療エリアであり、BNCT 治療室以外にサイバーナイフ VSI (ACCURAY 社)、電子リニアック TrueBeam (Varian Medical Systems 社) の治療室があり、多くの患者が治療を受けています。

以下、装置の仕様、診療棟施設概要、整備工程概要、治験の予定を示します。責任者の伊丹先生によると、装置の調整に長期間を要したが、RFQ リニアックで BNCT を行うことは、本当に新しい試みであったので、やむをえない面がある。ようやく、治験に必要な条件がクリアされたので、できるだけ早く、治験を始めたいとのことでした。粒子線治療装置に比べると、BNCT 装置は、一般に一回り小型なのですが、RFQ は現在、主流とされているサイクロトロンと比べてさらにコンパクトであり、実用化されれば、BNCT の普及は、より容易になるのではないかとの感想を持ちました。

### <BNCT 装置の仕様>

①加速器室 22×8.3×6.5m（地下 1 階）

加速器：RFQ リニアック  
加速粒子：陽子  
加速エネルギー：2.5MeV  
加速電流 20mA(CW)  
イオン源：マイクロ波イオン源  
入射輸送系：Solenoid  
高周波系：Klystron(330kW CW,400MHz)  
臨床使用する電流値：12.0mA

②治療室 8×8 m<sup>2</sup> (地下 2 階)

ターゲット物質：固体の Li  
モデレータ：MgF<sub>2</sub> (24cm 厚)  
中性子照射方向：垂直  
中性子の制御：照射された陽子の電荷量  
照射時間：1 時間程度を想定  
ターゲットは 2.5×10<sup>6</sup>mC 照射したら交換 (治療人数：50 人程度)

<診療棟施設概要>

- |          |                          |
|----------|--------------------------|
| 1.全体敷地面積 | 29,944.66m <sup>2</sup>  |
| 2.建築面積   | 1,027.95 m <sup>2</sup>  |
| 3.延べ床面積  | 11,215.44 m <sup>2</sup> |
| 4.高さ     | 39.82m                   |
| 5.階数     | 地下 2 階 地上 9 階            |

<整備工程概要>

- |                  |                             |
|------------------|-----------------------------|
| 1.建物設計・工事監理      | 株式会社横河建築設計事務所               |
| 2.建物工事施工者        | 建築工事：佐藤工業株式会社 専門会社：技研興業株式会社 |
| 【分離発注】           | 電気設備工事：東光電気工事株式会社           |
|                  | 管工事：大成温調株式会社                |
|                  | 昇降機工事：大成温調株式会社【三菱】          |
| 3.建物工事           |                             |
| 工事施工期間           | 着工 平成 23 年 11 月 28 日        |
|                  | 完成 平成 25 年 12 月 31 日        |
| 4.BNCT システム搬入    | 平成 26 年 12 月～平成 27 年 3 月    |
| 5.BNCT システム据付調整  | 平成 27 年 4 月～平成 27 年 8 月     |
| 6.放射線障害防止法施設検査合格 | 平成 27 年 11 月 18 日           |
|                  | 以後、現在までビーム調整等の装置試験          |

<治験の予定>

皮膚腫瘍 (悪性黒色腫、血管肉腫) を対象とした企業主導治験を予定している。

- ・ 治験プロトコル案はすでに完成
  - 今年 6 月に PMDA 対面助言を実施済
- ・ 治療内容・適応などは筑波大学の治験となるべく共通に
- ・ 皮膚を線量制限組織とした dose escalation を予定
- ・ 今年度中の治療開始を目標

