

## 第2回最先端がん医療施設整備検討委員会 議事概要

1. 日 時 平成24年7月17日(火) 午前10時30分～午後0時30分
2. 場 所 大阪赤十字会館 4階 401会議室
3. 議 題 最先端がん医療施設の検討  
(1) BNCTの現状、今後について  
(2) 粒子線施設整備・運営について

### 4. 出席者(五十音順 敬称略)

#### <委員>

委員長	小川 和彦	大阪大学大学院医学系研究科教授
	亀井 了	兵庫県立粒子線医療センター事務部長
	西山 謹司	大阪府立成人病センター副院長
	村上 健	放射線医学総合研究所重粒子医科学センター 国際重粒子医科学研究プログラム プログラムリーダー

### 5. 議事概要

#### (1) BNCTの現状、今後について

- ・堀池寛 大阪大学大学院工学研究科教授より、プロジェクターを使用して大阪大学におけるBNCT治療装置開発について説明。

<説明概要・主な質疑応答は、4ページを参照>

#### (2) 粒子線施設整備・運営について

##### ①資料1(対象患者数の推計)について

- ・適応部位は、概ね資料に記載のとおりと考える。重粒子線治療の適応患者数と陽子線治療の適応患者数は厳密には異なるが、シミュレーションを進めていく上での前提としては同一としてもやむを得ない。
- ・兵庫県立粒子線医療センターでの再照射患者数は、平成22年度が46名、23年度が71名。当センターでは、再照射の治療費を96万1千円に減額しているため、23年度の収益が減少した理由の一つが再照射患者の増加である。今年度の再照射患者数は、現在のところ22年度並みで推移している。
- ・兵庫県立粒子線医療センターの患者は、県内から33%、兵庫県を除く近畿地方から25%、中部、中国・四国、九州からも来られているので、これらの地域に新たな施設ができると影響を受ける。指宿市のメディポリスができたときは、鹿児島県、宮崎県からの患者が減少した。他府県からの患者を考慮する必要がなければ、新規施設の影響を受けない固い推計になる。大手前の場合、地理的な優位性は大きい。推計としては結構控えめな数字と考える。
- ・資料2で示されている放医研の治療患者数(年600~700人)は、医療機関としてのフ

稼働の状態を示すものではなく、参考にはならない。医療スタッフを増やすことができれば患者も増やせるが、放医研は研究施設なので、現状以上には医療スタッフを増やすことができない。現実的には、佐賀県で整備中の施設が良い例になるのではないかと考える。

- 粒子線がん治療普及に向けた勉強会による「粒子線がん治療の普及に向けて」（平成 16 年 12 月 15 日）によると、全国で年間約 504,000 人ががんに罹患し、そのうち約 6.5% の約 33,000 人が粒子線治療に適應する。今回の資料の適應率も概ね同様となっている。一方、現在全国で粒子線治療を受けている患者数は 3,000 人程度にとどまっており、今後患者数が伸びる余地があると考えられる。

## ②資料 2（粒子線治療施設の検討）について

### 【維持管理費】

- 維持管理費はそれほど違和感のある数値ではないと考える。
- 施設の運営に CT や MRI などが必要であり保守費がかかるので、収支を検討する場合、費用として、これらの保守費も含めるべきである。

### 【人件費】

- 医療スタッフの人数は妥当だと思う。
- 医療スタッフ（含む事務スタッフ）や技術スタッフなどの免許を持った職員以外にも補助的な業務をする人が今後は増えてくると思う。患者さんの要求水準もあがってきており、案内など補助的な業務をするスタッフを収支上は考慮する必要があると考える。

### 【光熱水費】

- 重粒子線の光熱水費が陽子線に比べて 0.5 億円多いことには違和感がある。
- 光熱水費は、大まかにいうと半分は空調にかかる電気代。どれだけ節電型にできるかによって、大きく変わる。最初、建物を検討するときから、節電を目指した検討を行うことを勧める。
- 兵庫県立粒子線医療センターでも、光熱水費の約 8 割が空調代。空調代は、施設そのものの大きさや陽子線か重粒子線かによっても施設の大きさなどが変わってくるため違いが出てくる。

### 【運営期間】

- 兵庫県立粒子線医療センターでは、当初 25 年間で収支を検討した。減価償却期間は建物は 39 年間、粒子線治療装置は 15 年間とした。補助金を活用した資産は、減価償却対象外となるものもある。メーカーは、装置は 20~30 年もつと言っているのですが、独法会計の中で自己決定できるのであれば、装置の償却年数を長くできないか検討すべき。長くできれば単年度収支が大きく変わる。

### 【想定患者数】

- 大手前は立地が良いので、患者数をもっと強気に見込んでよい。兵庫県立粒子線医療センターでは、23 年度に 70 人程度の前立腺がんの患者が、（仕事の都合や地理的な理由等で

粒子線治療を受けることを諦め)他の治療方法を選択した。公営なら難しいかもしれないが、民営なら、時間外や土曜日に治療を行うこともできる。大手前はビジネス街なので、こうした患者をターゲットにできる。需要はあるので、工夫次第で収支は大きく変わる。

### ③資料 3 (施設運営上の課題) について

#### 【患者の確保】

- 他の病院との提携や患者さんの紹介を受けられるのかということが大きなファクターとなってくる。

#### 【人材の育成・確保】

- 人材の育成・確保も重要であると考える。
- 粒子線治療施設は自己完結的な医療施設になると考えるが、がんの治療という視点では、臓器別のコンサル機能も非常に重要。成人病センターは臓器別のレベルの高い医師がそろっているので、幅広く連携できれば、レベルの高い治療が期待できる。

#### 【その他】

- 粒子線治療機器は機械なので、装置に不具合が発生する場合も考えられる。そうした場合に備え、他の粒子線治療施設と連携を組む事も考えて、データをやりとりして患者の治療を継続できることが望ましい。
- 兵庫県立粒子線医療センターは、南東北がん陽子線治療センターの開設も支援した。昨年の東日本大震災では、施設は大丈夫であったが、職員は被災されていたため、治療データの提供を受け、いつでも治療を引き継げるよう準備をしていた。実際には、南東北がん陽子線治療センターの患者の治療を行うことはなかった。
- 治療には、粒子線治療(照射)にかかる費用のほか、保険適用分の検査費なども必要。これらは、施設の収入となる。仮に1人当たりの自己負担額が12万円とすれば、保険診療分を含めると40万円。700人分では年間2億8,000万円になる。これらの収入も見込むべき。
- 治療機器のフル稼働を前提に検討しているが、あまり現実的ではない。歩留り8割程度と想定すべきではないか。
- 放医研の稼働率は99%程度。兵庫県立粒子線医療センターでもほぼ同程度だと思う。保証できるものではないが、一般の医療機器に比べると稼働率が高い。
- 今回の粒子線治療施設整備および運営に関して、機構が事業主体になるとした場合、財政面で問題はないか。
- 機構は、設立団体である大阪府からの長期借入を除いて、長期借入および債券発行はできない。大阪府からの長期借入金は、大阪府が元金・利息について半分を負担している。また、機構の長期借入金は、大阪府が市中金融機関から調達している。病院機構では、現在、精神医療センター建替整備、母子保健総合医療センター手術棟整備、成人病センター建替整備で、現在すでに500億円オーダーの事業が動いている。23年度の収益は病院機構全体で約18

億 5,000 万円、この収益で借入を償還していかなければならない。機構が事業主体になるとした場合には、大阪府および機構両方の財政状況を考慮する必要がある。

#### ○大阪大学における BNCT 治療装置開発について

堀池 寛 大阪大学大学院工学研究科教授（説明の概要）

- 現状では、BNCT には原子炉が必要で、病院で使うことを考えると現実性がない。病院に設置可能な治療装置の開発と稼働について、各方面から要請があった。大阪大学工学研究科では、これまでの中性子源の研究成果をベースに、医学系研究科、歯学研究科と協力し、装置の製造と稼働に必要な基本的開発を行い、目途が立った状態である。
- この装置は、液体のリチウムを真空中で流して、水素イオンビームを照射し、中性子線を発生させるものである。
- 阪大工学部には、昭和 53～54 年に完成したオクタピアンという中性子源装置がある。そこで加速器を利用した中性子の生成や取扱い、放射線遮蔽についての知見や技術が蓄積されており、その技術を用いる。
- 歯学研究科では、頭頸部がんの治療のため、東海村や熊取町の原子炉を借りて治療実績を上げており、今回、阪大で BNCT 装置の開発に必要な知見や技術が全部そろうことになった。
- 装置自体は 2×3m 程度、建屋は十分な遮蔽を考慮して 15×10m、敷地全体では 1,000 m<sup>2</sup> 程度の規模になると想定している。
- 中性子は、リチウムだけではなく、水銀や鉛、ベリリウムなどでも発生させることが可能だが、固体ターゲットの場合は、非常に熱負荷が大きく、工学的に安定させることが難しい。工学的な安定性と安全性から、リチウムが非常に適しているが、リチウムの固体は、融点が非常に低く、固体状態で使うのが技術的に困難である。このような技術的難点を阪大工学部の液体金属を操作する技術が改善してきた。
- 開発スケジュールとしては、機器製作と据付に 2 年、試運転に半年から 1 年、試運転がある程度順調なら、放射線科の医師と細部の調整を行い、動物実験に進めると考えている。
- 整備費について、装置費が約 30 億円、建屋は別途必要と想定している。ランニングコストについては、年約 3～4 億円と見込んでいる。
- スタッフは、照射室は 1 室で、医師、物理士、放射線技師、看護師など総勢 14～15 名と想定している。

（主な質疑応答。以下、「・」は質問、「⇒」は応答を示す。）

- 医療面では、患部にどれだけの線量を入れているかが重要。中性子は線量の測定が非常に難しい。実際に患部に当たっている中性子の線量をリアルタイムでモニターしなければならないと思うが、どのような方法で測定するのか。
- ⇒現在は、患部の周りに金線を何本か置いて、それをリアルタイムで分析している。装置の完成時でもこれと似た方法になると思うが、中性子の計測器の開発も並行して行っている。5 年程度後に、自動的に積算できるシステムの完成を目指している。

- 全体計画の工程表では、治験準備が4年目の後半からとなっている。臨床試験はいつ頃を想定されているのか。
- ⇒動物実験で悪くない結果が得られれば、研究的な治療が始まると考えている。その後、治験に入ると思うので、おそらく、今から7~8年後位ではないか。
- 今回の加速器ベースのBNCTは、中性子の源を原子炉から加速器に変えるものであり、中性子のエネルギー分布などは、原子炉を用いたときと同等と考えて良いのか。
- ⇒例えば、エネルギーを上げることで、より体の奥まで届かせることができる場合などは、原子炉にはない特徴を持った装置になる。
- 基本的に薬剤の役割が重要になる。医療面から見ると、例えば、どういう薬剤で、血流にどれだけ影響を与えて、どれだけの集積度があって、ターゲット以外の分布がどう変わるかなどが、非常に重要な要素になる。エネルギーが変われば、薬剤の作用にかなり影響があるのではないかと思う。
- ⇒ホウ素と中性子の相互関係は、調べ尽くされて大体分かっている。想定しているエネルギーの幅の範囲内であれば、あまり変わりが無いと考えている。全身に照射される線量は、今のところは計算でしか予測されていないが、今後のテストで、発生する傾向が求められ、精度はかなり向上すると思う。
- 最近、福島県の民間病院が、京大や住友重機と連携しBNCTを導入するという報道があった。報道では、平成26年度後半から治験、30年頃から臨床試験ということだが、阪大の技術は、京大などの技術とは、全く別のものなのか。
- ⇒リチウムの技術は大阪大学にしかないものなので、違うやり方になる。
- 放射化材の廃棄については、どのようにお考えか。
- ⇒リチウムは半減期の短いベリリウム7に変わる。それは半年程度で元に戻る。リチウムが入った箱をカセットのように取り換えて、半年ぐらい放っておくと、また元に戻るのだから、次のところに入れ替えて使うことを想定している。
- 放射化したリチウムを搬送することを想定しているのか。
- ⇒放射線レベルが弱いので、現在の法律では、搬送は全く問題なくできる。
- それなりの数の中性子が出るので、日常的に使う場合、装置のどの部分がどう放射化するかは、非常に大きなファクターになると思う。日常的に長期間動かしたとき、どういう問題が起きるか、また、放射化に関しては、どういう問題、処理が必要になるか、検討されているのか。
- ⇒高エネルギーの中性子が出てこないのだから、放射化も非常に限られたものにできると考えている。装置の実際の計算、反射材の置き方など、諸条件により多少変わるが、あまり大きな問題にはならないと考えている。