

粒子線がん治療

◆世界の粒子線がん治療の実績

現在稼働中の世界の粒子線がん治療の実績を以下に示します。施設数は日本が最多です。

| 国名 | 施設数 | 粒子 | 治療患者数 |
|--------|-----|----|---------|
| 日本 | 5 | 陽子 | 2,782 * |
| | 2 | 炭素 | 2,417 * |
| 米国 | 4 | 陽子 | 12,144 |
| カナダ | 1 | 陽子 | 98 |
| ロシア | 3 | 陽子 | 5,432 |
| スウェーデン | 1 | 陽子 | 418 |
| スイス | 2 | 陽子 | 4,412 |
| ドイツ | 1 | 陽子 | 604 |
| | 1 | 炭素 | 198 |
| フランス | 2 | 陽子 | 5,666 |
| イタリア | 1 | 陽子 | 82 |
| 英国 | 1 | 陽子 | 1,372 |
| 南アフリカ | 1 | 陽子 | 475 |
| 中国 | 1 | 陽子 | 33 |
| 合計 | | | 37,233 |
| パイ中間子 | | | 1,100 |
| 陽子 | | | 33,518 |
| 炭素 | | | 2,615 |

出典：PARTICLE Newsletter No.36 (2005年7月)

- ・患者数*は財団の調査結果を示します。
- ・集計年月が同一ではありませんので、概数を示します。
- ・治療を中止した施設は除いてあります。但し、治療患者数合計には含まれます。

◆国内の粒子線がん治療施設の運用状況

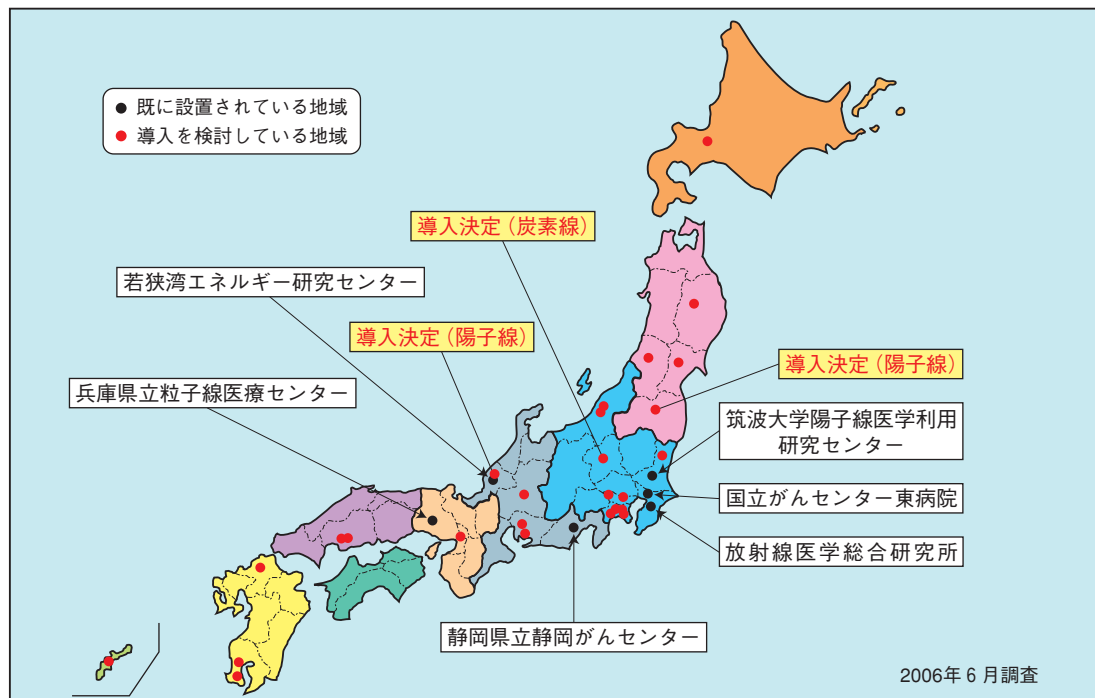
わが国の粒子線によるがん治療や臨床試験を行っている6施設の運用状況は次のとおりです。

| 施設 | 治療人数 | 運用状況 | 治療費 |
|-------------------------|-------------------------|----------|------------------------|
| (独)放射線医学総合研究所重粒子医科学センター | 2,371 (高度先進医療466を含む) | 高度先進医療適用 | 314万円 |
| 国立がんセンター東病院 | 388 | 高度先進医療適用 | 288.3万円 |
| 兵庫県立粒子線医療センター | 732 (炭素線46を含む) | 高度先進医療適用 | 288.3万円 炭素線は陽子線と同等 |
| 筑波大学陽子線医学利用研究センター | 1,447 (旧施設700を含む) | 臨床試験 | |
| (財)若狭湾エネルギー研究センター | 30 | 臨床試験 | |
| 静岡県立静岡がんセンター | 231 | 高度先進医療適用 | 240万円＋照射料 上限額＝280万円 |

◆わが国の粒子線がん治療施設導入計画

ここでは新聞等で報道された粒子線がん治療施設導入計画を紹介します。

次の3カ所に導入が決定しました。①群馬県：群馬大学付属病院に、県および前橋市等の協力を得て、普及型小型加速器を用いた炭素線治療施設の導入 ②福井県：福井県立病院に陽子線治療施設の導入 ③福島県：郡山市の民間医療機関に陽子線治療施設の導入





わが癌闘記

宮原 哲夫（作詩家）

自分の体力には自信があった。それが六十代にさしかかった頃から急に脱力感、倦怠感に襲われるようになった。

仕事の疲れが残る。酒をやめてみる。

当時住んでいた自宅の近くの山梨医科大学病院で診て貰った。結果は糖尿病からきた、アルコール性肝炎の兆候であった。まさか自分が肝癌疾病者になるとは思わなかった。いまから十一年前のことである。これがほくの癌来行の、プロローグであった。

中学校を卒業した昭和二十六年、十六才から祖父に従れられて岩手県をはじめ、北海道と各地の祖父の家業であるトンネル工事について行った。ほくの父もトンネル工事人であったが、昭和十八年に亡くなった。

戦前、戦後の混乱期にわが家は、この祖父に生活を支えてもらってきた。

新設されるトンネルは、山間地が多い。また、当時は重機や建設機械は、いまのように開発されていなかった。作業はすべて人力優先で力仕事であった。山間部に飯場が建てられ、流れ坑夫やあぶれ者たちがより多く集っていた。酒と喧嘩は毎度のことである。

こんな日常のなか、北海道の電力導水路トンネル工事に入っていたとき、歌手くずれの作業人と知り合った。彼はほくがセメント袋の裏紙に、ふと書いておいた童謡らしき詩を見て作詩家への道をすすめてくれた。昭和三十年に彼の紹介で、北海道出身の「酒は涙か溜息か」を書いた作詩家、高橋掬太郎先生の門下生となる。流れ飯場のなかでそれも荒ぶる人足の多いなかで、どんな事情か知らないが十才年長だった彼とめぐり会ったことが、僕の詩の世界に入った第一歩であった。

仕事は過激である。これまで落盤事故や、ダイナマイト暴発事故で生死の河をさまよったことも再三であった。

仕事に疲れる。酒で癒す。このくりかえしのなかで先述したように肝臓癌へと発症して行った。心配した家族がほくに、東海大学附属東京病院のラジオ波治療をすすめてくれた。

超音波画像により内視鏡で、がんの位置をたしかめて太さ1.5ミリの電極を肝臓下部（右股足付根）に挿入し、周波数の低い百度前後の熱で照射して、がん細胞を焼き切った。照射時の衝撃はかなりこたえた。一ヵ月入院し月一度の経過診療となり山梨に帰る。帰宅してまもなく、脳出血に見まわられて地元の脳外科入院となる。作詞活動の方もこの時期、北島三郎さんの「情」「修羅の川」「命」の拙詞のレコーディングと重なり、身心ともに自分も修羅場の状態のなか、家族に支えられてスタジオで立ち会うことができた。

一年も過ぎた頃、肝臓がんの細胞が増殖していて再度、東海大学附属東京病院で冠動脈塞栓術をうける。脳出血の後遺症による左手足の麻痺のなかでの治療はかなり苦痛であったが前回同様、退院ができ薬の服用と、脳外科でのリハビリ治療に入った。

しかし、また一年も経過した頃、肝臓のがん細胞の始動がはげしくなってきた。

あまりに再三の治療にも限界があることを知った家族は、千葉市稲毛区の重粒子（炭素イオン）線・放射線医学総合研究所（放医研）につれて行ってくれた。ちょうど重粒子による臨床試験に参加することができた。

平成十七年二月四日。放医研・重粒子医科学センター病院に入院。まず驚いたことには、この病院に病院臭がなく、患者も職員もとても明るいこと、まるでリゾートホテルのようであった。なおびっくりしたのは食事である。

糖尿病時代から食事療法を強いられてきたぼくは信じられない有様であった。普段口にする食事の量と副食の豊富さであった。

患者個々の病状に合わせた検査の結果、計算された食事メニューであったがその内容はとても病人食と思えなかった。

放医研でのぼくの診断名…肝癌。病期ステージ I。組織型、肝細胞癌。主治医は加藤博敏先生。

CT、MRI、PET、肝生検、肝シンチ、固定具。治療計画の作成。CTエコー心電図、呼吸機能、上部消化器管、内視鏡、ICG、治療準備。これら検査を主治医によって完了。リハーサル後、本番に入る。十七年二月二十二日、第一回の照射治療をうける。採血後、診察台に固定具で体をしっかりと固められて照射をうける。肝臓右部位と右腹に照射孔より重粒子線（炭素イオン）を照射する。準備から終了まで十分間位であった。翌日、同じ治療で終了した。一週間後放医研・重粒子医科学センター病院を退院したが、重粒子線照射直後から、食事や入浴等の生活様式が普段とかわらなかったことだ。退院一年が過ぎた。癌の苦痛は起きていない。めざましい医学の進歩の恩恵に会えた幸運に感謝をしている日々である。

つねに死の恐怖にさらされていたわが命を精神的にも経済面でも献身の情を捧げてくれた家族の温情は魂の底まで沁みこんでいる。

〔略歴〕

日本詩人連盟常任理事。日本作詩家協会評議員

代表作「人生峠」（村田英雄唄）

「母恋峠」（田端義夫唄）

「勝負」（竜鉄也唄）

「母ちゃんの米」（門脇陸男唄）

「情」「命」（北島三郎唄）



硼素中性子捕捉療法における最近の進歩

京都大学原子炉実験所 教授
附属粒子線腫瘍学研究センター長

小野 公二

硼素の安定同位体 ^{10}B は低速の熱中性子を捕獲する確率が生体構成元素に比べて何桁も大きく、捕獲後、原子核は α 粒子と ^7Li 反跳核に分裂する。これら粒子の飛行距離は通常細胞の直径を超えない程、極端に短い。その間に有している全運動エネルギーを周囲に付与するので、高LET（線エネルギー付与）放射線と呼ばれ、生物効果が非常に大きい。X線を基準とした生物効果比（RBE）は（独）放射線医学総合研究所の臨床使用炭素イオン線の2倍以上である。 ^{10}B を含む硼素化合物が腫瘍に特異的に集積すれば中性子照射によって腫瘍細胞を選択的に破壊できる。これが硼素中性子捕捉療法（Boron Neutron Capture Therapy：BNCT）である。以下、我が国における硼素中性子療法研究のセンターである京都大学原子炉実験所で行ってきた試みを中心にBNCT研究の最近の動向を紹介する。

BNCTの臨床試験研究は長らく悪性脳腫瘍を専ら対象とし、その後、悪性黒色腫を対象に加えて行われてきた。ところが、黒色腫のBNCTに使われる硼素化合物BPAは ^{18}F による標識が可能で、その集積をPETで画像化できることが分かって以降、PETを用いた系統的検索により様々な腫瘍にBNCTが応用できる可能性が生まれた。一方、従来のBNCTでは純粋な熱中性子線を用いていたが、エネルギーが低いと悪性黒色腫以外は術中照射にならざるを得なかった。1996年の京大原子炉重水設備の改造によって我が国でも可能となった熱外中性子の利用で照射時の手術が不要となり、BPAの利用と相まって2001年以降、急速に適応が拡大している。先ず、2001年12月に再発頭頸部癌（耳下腺癌）の世界最初のBNCTが実施された。この症例では腫瘍が顔面皮膚を破壊し露出していたが、顔面皮膚には放射線による反応を殆ど惹起すること無く腫瘍が退縮した。この成功を契機に多くの研究グループが共同研究に参加し95件の再発頭頸部癌に対するBNCTが実施されている。悪性脳腫瘍のBNCTは熱外中性子の利用で非開頭での照射が一般化し、留置したオンマヤチューブを使った腫瘍切除後の死腔脳脊髄液の空気置換、分

割BNCT、X線照射による追加照射、頸動脈経によるBPAの投与などが実施されている。治療歴の無い悪性神経膠腫ではBNCT後の50%生存期間が2年を超えるまでになった。更に、X線照射には殆ど反応しない悪性髄膜腫に対するBNCTも開始され、腫瘍の顕著な縮退が得られることが分かった。単発の肝臓癌はX線、陽子線あるいは炭素イオン線によって局所制御が可能であるが、多発病巣を有する症例は放射線治療の適応外になる。

肝血流の二重支配を利用した肝動脈塞栓術を用いると、正常肝の20倍程度の濃度で硼素を腫瘍に蓄積させることが出来る。このアイデアによる多発肝臓のBNCTは我々の独創で、2005年に第一例目の治療を行った。肺野の小型肺癌は高度放射線治療技術の登場によって高い局所制御率が得られるようになり、治療の第一選択を手術と競っているが、大きい病変や胸壁に大きく浸潤したもの、更には悪性中皮腫の如く広範囲に複雑な形状で存在するものでは、正常肺の耐容線量内で腫瘍制御に必要な線量を投与することは不可能である。肺では含気により中性子の減衰が大きく緩和される。また、BPAの正常肺に対する効果も肺癌に対する効果の約1/3であるので、BPAが集積する症例ではBNCTが可能と考えられる段階に到達し、試験治療研究も開始されている。最近の大きな変化の一つは、治療計画システムが進歩し、腫瘍や関心臓器における線量分布の事前シミュレーションによって、ビームの最適方向や遮蔽が選択できるようになった。経験の乏しい部位の癌への応用では必須の技術である。

最後に今後のBNCTの発展にとって非常に重要な点について言及する。それは、BNCTが研究段階を脱却して医療として認定されることである。既に経験を積み有効性が確認されている部位の癌に対しては高度先進医療としての承認を受けるべく、申請に向けての準備が進められている。高度先進医療の承認が得られれば、さらに発展、普及に弾みが付くと予想される。

中性子捕捉療法

中性子捕捉療法（試験治療）へのアクセス

筑波大学大学院人間総合科学研究科
脳神経外科学 教授

松村 明

中性子捕捉療法（試験治療）をご希望の方のため、医療機関、適応症例、連絡先、患者さんにご用意いただく資料および手順を以下に記載します。

1. 医療機関、適応症例および連絡先

| 医療機関 | 適応症例 | 試験治療医 | 連絡先 | 所在地 |
|------------------------------------|---|---|---------------------------|------------------------------|
| 筑波大学 脳神経外科 | ・脳腫瘍 | 山本哲哉、松村 明 | (029)853-3220 | 〒305-8575 茨城県つくば市天王台1-1-1 |
| 東京大学 脳神経外科 | ・脳腫瘍 | 田中 実、藤堂具紀 | (03)3815-5411 (内33345) | 〒113-8655 東京都文京区本郷7-3-1 |
| 京都大学 原子炉実験所 粒子線腫瘍学 研究センター | ・脳腫瘍 ・頭頸部 ・肝臓癌 ・肺癌・中皮腫 ・骨肉腫など | 小野公二、増永慎一郎 小野公二、増永慎一郎、 永田憲司、鈴木 実 小野公二、鈴木 実 小野公二、永田憲司、 鈴木 実 小野公二 | (0724)51-2475 | 〒590-0494 大阪府泉南郡熊取町朝代西2 |
| 大坂医科大学 脳神経外科 | ・脳腫瘍 | 宮武伸一 | (072)683-1221 | 〒569-8686 大阪府高槻市大学町2-7 |
| 藍野加齢医学 研究所 | ・脳腫瘍 | 高垣政雄 | (072)626-2361 | 〒567-0012 大阪府茨木市東太田4-5-4 |
| 徳島大学 脳神経外科 | ・脳腫瘍 | 影治照喜 | (088)-633-7149 | 〒770-8503 徳島県徳島市蔵本町2-50-1 |
| 香川小児病院 脳神経外科 | ・脳腫瘍 | 中川義信 | (0877)62-0885 | 〒765-8501 香川県普通寺市普通寺町2603 |
| 大坂大学 歯科口腔外科 | ・頭頸部 | 加藤逸郎 | (06)6879-2941 | 〒565-0781 大阪府吹田市山田丘1-8 |
| 川崎医科大学 放射線科(治療) | ・頭頸部 ・悪性黒色腫 | 平塚純一 | (086)462-1111 (代表) | 〒701-0192 岡山県倉敷市松島577 |

注1) 脳腫瘍は悪性神経膠腫、悪性髄膜腫、脳黒色腫を対象とします。

注2) 脳腫瘍の試験治療の条件

- ・初発例でまだ放射線治療をうけていないもの
- ・再発例で通常の放射線治療を受けた後に一定期間を経て再発したもの
- ・脳黒色腫の場合は、原発巣が制御され、他に転移がないもの

2. 患者さんにご用意いただく資料、手順

- (1) まず、主治医の先生に中性子捕捉療法の可能性についてご相談下さい。主治医が判断に迷われる場合には上記連絡先にお問い合わせいただいても結構です。
- (2) 試験治療を希望される場合は主治医からの病気についての経過を書いた紹介状、これまでの画像診断のフィルムのコピーを準備していただきます。上記分野に応じてそれぞれの試験治療医にご連絡のうえ、中性子捕捉療法試験治療に参加できるかどうかお問い合わせ下さい。

