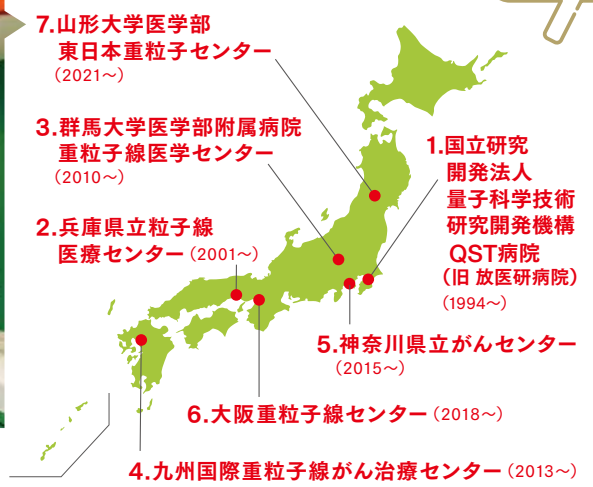


放射線のおはなし

国内の重粒子線治療施設



出典：国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構発表資料を参考に作成
写真：山形大学医学部東日本重粒子センター-固定照射室 (写真提供：山形大学医学部東日本重粒子センター)

重粒子線(炭素線)による放射線治療



東北放射線科学センター 理事長 穴戸 文男氏

これまで「アルファ線核種による内用療法(500号)と「ホウ素中性子補促療法」(508号)を紹介しました。いずれも、特殊な薬剤を体内に注射してがん細胞に取り込ませ、薬剤から放出されるアルファ線を利用してがん細胞を破壊する方法です。今回は、アルファ線よりもさらに細胞破壊のエネルギーが大きく重い粒子(現在は炭素原子を使用)を体外からがん細胞に照射して治療を行う「重粒子線治療」について紹介します。

重粒子線治療の特徴

重粒子線治療の特徴は「がん組織に線量を集中できる」「がん細胞を壊す能力が強い」ことです。身体に照射された放射線が体内の細胞を壊す度合いは、X線は体表に近い(数cm)ところで最も作用が大きく、体内に入ると減少していきます。これに対して重粒子線は、ある一定の部位(図1では15cm程度)で集中的に細胞に作用します。その部位をブラックピークと呼びます。重粒子線の加速エネルギーに応じてピーク的位置をコントロールできることから、このピークとがん細胞の位置を合わせることががん組織に線

量を集中させることが可能となります【図1】。また、重粒子線を細胞に照射すると細胞内の物質を電離させてDNA損傷を起こします。加速された重粒子線は、X線や陽子線に比べて高い密度で細胞内の電離を起こすので、細胞に与えるダメージがより大きくなります。放射線の種類による細胞ダメージの大きさは生物学的効果比(RBE: Relative Biological Effectiveness)で表されますが、X線を1とすると、陽子線は1.1倍程度、炭素線は2.5倍にもなります。

重粒子線治療の開発と進歩

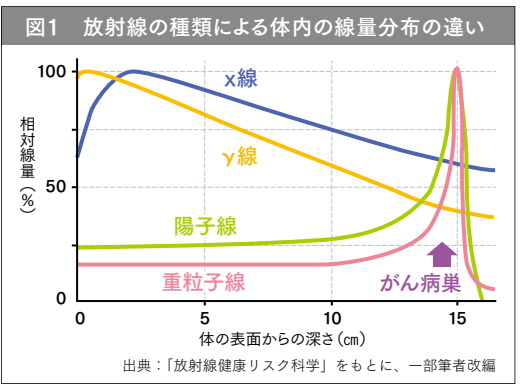
日本で最初に重粒子線治療を行ったのは、千葉市にある放射線医学総合研究所病院(現 量子科学技術研究開発機構QST病院)です。1975年に計画がスタートし、1986年から設計・建設、1994年6月に患者への照射が開始されました。現在(2021年12月)は国内7つの病院で治療を受けることができるようになっています。1994年からスタートした重粒子線治療は、その後も装置の改良が進みさまざまな照射方式が開発されています。腫瘍の形状に

合わせて正確に照射する「スキヤニング照射」は従来に比べて周囲の正常な細胞への影響を抑えることが可能です。また、胸部や腹部のがんでは呼吸により腫瘍が動くため、それに合わせて「呼吸同期照射」を行います。さらには、照射方向を回転させることができ重粒子線回転ガントリーの開発により、多方面からの照射が容易になっています。

重粒子線治療の実績と費用

1994年6月から2021年3月までに重粒子線治療を受けた患者数は31268人で、そのうち約半数の13437人はQST病院の実績です。全国の患者数を症例別に分類すると、前立腺がんが最も多く(45.1%)、頭頸部(9.0%)、肝臓(8.5%)、肺(7.8%)と続きます【図2】。

これまでの治療経験から、X線による放射線治療よりも副作用が少なく、照射期間が短くても十分な治療効果が得られること、これまでの治療に難渋する疾患に対して効果的な治療が可能であることなどが検証されています。重粒子線治療は線量集中性が高く、照射回数が少なくても治療

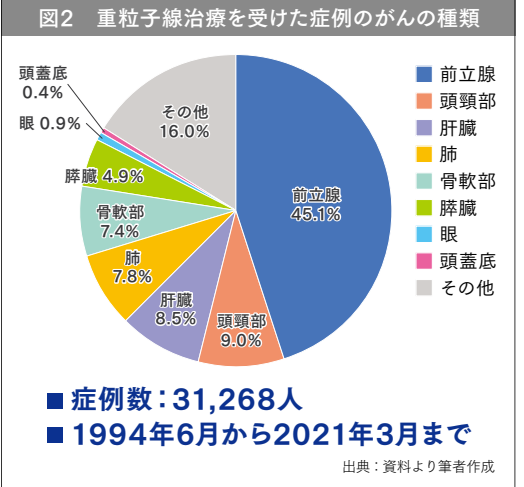


効果を得やすいことから、さまざまな種類のがんにおける短期小分割照射が検討されています。費用に関しては、2003年10月からは高度先進医療としての治療が認められるようになりまし。2016年に保険診療が認められた骨軟部腫瘍は237・5万円、2018年には同様に頭頸部がんが237・5万円、前立腺がんは160万円となりました。保険診療が認められていないがんについては、先進医療として各施設が価格を設定していますが、金額は300万円から350万円程度です。

重粒子線治療の東北地方の現状

重粒子線治療は体に優しく、よく効くがん治療法と言いつつ、よく効くがん治療法と言いつつ、これまででは残念ながら、東北に住む私たちがその治療を受けるためには地理的な障害が大きいと言わざるを得ませんでした。しかし、国内7番目の重粒子線治療施設として山形大学医学部に東日本重粒子センターが開設され、2021年2月25日に前立腺がんの治療がスタートしました。しかも、同センターには、これまで開発された技術を取り入れた最新鋭の装置が導入されています。これら装置の

導入に関わってきた根本建二センター長(放射線科医)は「このセンターは計画当初から東北全体で利用するとの考えでスタートした」と言います。2012年に東北6県の医学部や地域のがんセンターなどが一体となり粒子(陽子・重粒子)線治療の東北ネットワークが構築されました。その後、重粒子線治療施設の設置は順調には進まなかったようですが、ようやく完成し、東北でも重粒子線治療が受けられるようになりまし。『切らずに治す放射線治療』がより身近になってきたことは非常に喜ばしいことです。



【お詫びと訂正】
509号(2021年11月)「放射線のおはなし」の本文の内容の一部誤りがありました。正しくは以下のとおりです。お詫びし訂正いたします。

● 24ページ/2段	
23行目 0.0062	→ 0.0000062 mSv/Bq
26行目 0.12	→ 0.00012 mSv
27行目 0.0062	→ 0.0000062 mSv/Bq
● 25ページ/1段	
3行目 0.013	→ 0.000013 mSv/Bq
9行目 0.13	→ 0.00013 mSv
10行目 0.013	→ 0.000013 mSv/Bq