

炭素線治療のこれまでとこれから ～治療効果を科学する

量研機構・放医研 松藤成弘

放医研では1994年に世界初の医用重粒子加速器・HIMAC(図1)において炭素線による重粒子線がん治療を開始し、2018年3月までに延べ11,000名以上の方への治療を行いました。通常のX線がん治療装置と比べると遥かに巨大で高額な装置が必要となる重粒子線がん治療ですが、体深部のがんにも線量を集中でき、またX線では効き目のないような抵抗性のがんに対しても高い治療効果が期待できます。その優れた結果から2016年の骨軟部腫瘍を皮切りに前立腺がんや頭頸部腫瘍へと炭素線治療の保険収載の対象が広がりつつあります。

重粒子線の興味深い特徴の一つに「生物学的効果比」があります。これはある生物学的な効果を得るために必要な放射線の吸収線量を基準放射線(X線)との比で表す指標で、治療用の炭素線の場合、およそ2~3の値をとります。換言すると、炭素線はX線の1/2~1/3のエネルギー量で同じ生物学的な効果が得られます。このような生物・治療効果の特徴を正しく把握することは安全で効果的な重粒子線がん治療の実現のために不可欠です。

私達の研究グループでは、重粒子線がん治療に用いるための放射線の線量と生物効果とをつなぐモデルを研究・開発しています。また治療後に観察されたがんや正常組織の反応を解析し、炭素線治療の臨床的な特徴を明らかにするための研究を行っています。これまでに、様々な放射線の生物効果は細胞核スケールの小さな領域に落とされるエネルギー量を指標とすることで幅広く説明できることがわかりました。そして、炭素線の臨床効果は個人の感受性の違いに影響を受けにくく均一な反応を期待できることがわかりました。また、治療照射後の皮膚反応の程度を解析することで、照射前に予め皮膚反応の程度をシミュレーションする手法も開発しました(図2)。本講演ではこれら放医研での炭素線治療の現状に加え、研究を通じて明らかになってきた炭素線治療の生物・臨床的な特徴をご紹介します。

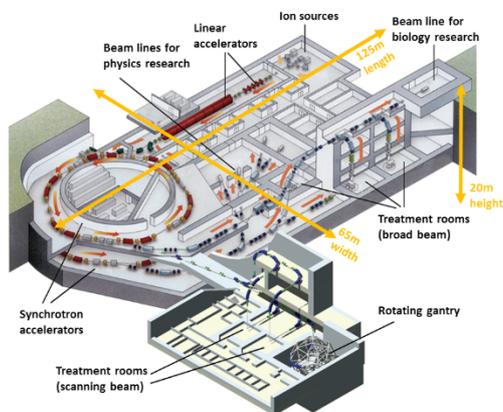


図1 HIMACの鳥瞰図



図2 皮膚反応の例。●は実際の照射部位、★の矩形領域はシミュレーションしたもの