

# 山形大学における重粒子線治療プロジェクト

山形大学医学部放射線腫瘍学講座  
根本 建二 先生

放射線治療の原理は、放射線を用いて体の様々な部位のがんのDNAを破壊することである。近年の、放射線治療技術、画像診断、治療計画コンピュータの進歩により、正常組織を避けて超選択的にがん放射線を集中させることが可能となってきている。現在、放射線治療は、がん治療の中では手術、化学療法と並んで三本柱とされ、その特徴としては

- 1.臓器を残したまま完治を目指せる
- 2.体の負担が小さい

である。がんの治療中あるいはがん治療後の生活の質が重視されるようになり、また、体力の無い高齢のがん患者が急増している中、放射線治療の需要も急速に高まっており、日本国内では、1990年頃には年間7-8万人が治療を受けるに過ぎなかったが、最近では毎年25万人が治療を受けている。

放射線治療には一般的にはリニアックで発生させたX線が用いられる。がんが小さい場合にはがん絞ったピンポイント照射が可能であるが、がんが大きい場合には周囲の正常な組織にかなりの量の放射線が照射されてしまい、副作用の危険が高くなる。これに対し、陽子や重粒子（主に炭素の原子核）などを高速に加速した荷電粒子線は、体内の一定の深さで爆発的にエネルギー吸収がおきるため、大きながんでも周囲の放射線量を大幅に減らした治療が可能となる。

陽子線の生物効果はX線とほぼ同じであるが、重粒子線はDNAをより強力に破壊することが可能で（クラスター損傷）、生物効果がきわめて大きいという特徴も持っている。また、加えて、X線や陽子線での治療が数十回に分けて治療を行うのに対し、重粒子では1~2回、最大でも十数回という短期間で治療も可能である。

これら、優れた特徴を持つ重粒子線であるが、炭素の原子核を体の深部に届く速度、秒速約20万キロに加速するには、巨大な加速装置が必用で、その建設費は総額150億円以上、医療機器としては世界で最も高額なものと

なる。そのため、いままでは人口密集地帯近隣にその立地が限られており、北日本には設置されていない（Fig.1）。

山形大学では、重粒子線治療のさらなる発展と北日本地区でのがん医療のレベル向上をめざし、次世代技術を取り入れた重粒子線治療装置の開発に取り組んでいる。用いられる次世代技術は

- 1.小型で病院併設
- 2.省エネルギー
- 3.回転ガントリー
- 4.超高速スポットスキャンニング

などであるが、特に、重要な技術要素は回転ガントリーである。いままでの重粒子線治療装置では、主に水平と垂直方向の決まった方向からしか照射ができず、一部の患者の治療が困難であった。山形大学では超電導技術を用い、世界最小の回転ガントリーを開発し、X線や陽子線と同様に、自在な方向から重粒子を照射できる仕組みを導入する。これは現存する他の施設にはない際だった特徴で、完成の暁には世界をリードする施設となる予定である（Fig.2）。

重粒子線治療は大変優れたがん治療の方法であるが、その建設コスト、ランニングコストが膨大であることから、多数の患者を集めないと施設の維持ができない問題がある。山形のような人口密度の低い地域への建設は例がなく、東北一円から患者を集める仕組みが重要となっている。山形大学では、東北がんネットワークという東北地方の多数の病院が参加する組織を作り、地域全体で装置の有効利用を図るべく準備を進めているところである。現在、重粒子線治療の医療費は先進医療という枠組みで約300万円の自己負担が必用である。しかし、一部の富裕層を相手にする医療に留まっていたり、国民全体に利益が行き渡らない。広く国民に恩恵が行き渡るように、国民健康保険の適応とすることが必須であり、そのための議論は今始まったところである。



Fig.1 国内の重粒子線治療装置立地

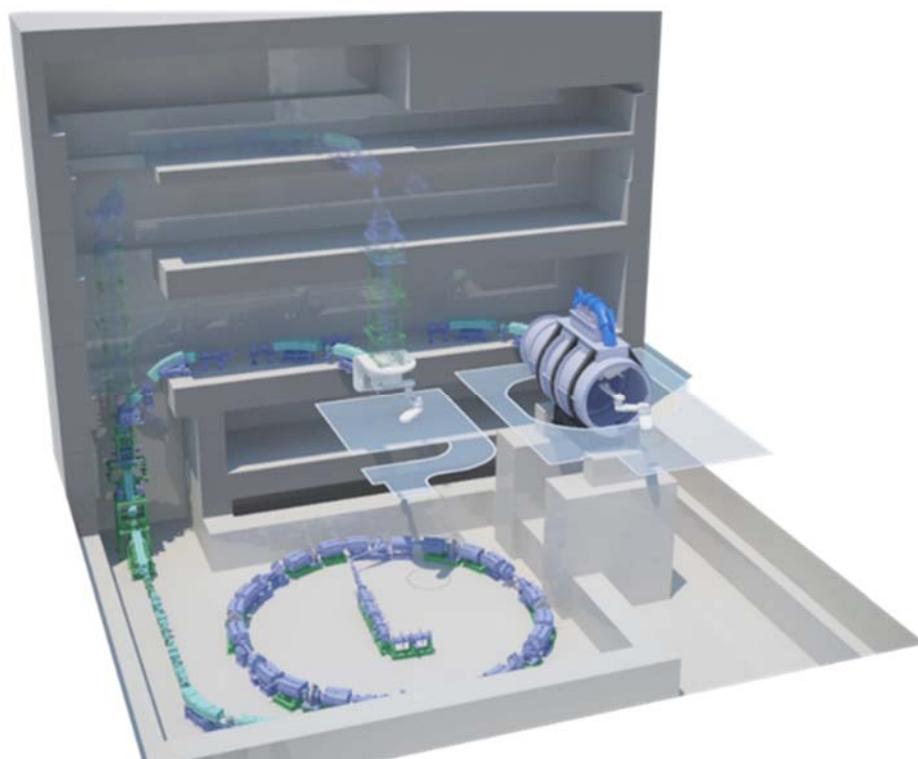


Fig.2 山形大学の重粒子線施設予想図(固定照射室1室、回転ガントリー1室)