

**重粒子線がん治療研究
小型加速器特別開発プロジェクト**

1．課題名、担当課室名、期間、予算

名称：重粒子線がん治療研究（独立行政法人放射線医学総合研究所）

担当課：文部科学省研究振興局量子放射線研究課

（課長：石井利和）

期間：昭和59年～

予算：平成16年度概算要求額65億円（昨年度50億円）（運営費交付金中の推計額を含む）

2．目的

・社会的要請であるがん治療法の抜本的改善に対処するため、重粒子線がん治療装置の開発研究を行う。また、臨床試験および生物・物理・工学研究からなる総合的な重粒子プロジェクト研究を実施することにより、重粒子線治療の有用性を確立する。

3．目標

- ・疾患別に重粒子線の最適な照射技術を確立する。
- ・病巣への高線量集中を可能とする照射法等を開発し、その安全性と有用性を明らかにする。
- ・出来るだけ短期間で治療を終えることの出来る照射法を開発する。
- ・重粒子線治療が有効な臓器や組織型を明確にする。また、低LET放射線（光子線、陽子線）との適応の違いを明確にする。
- ・照射後3年以上の長期観察結果に基づく評価を行う。
- ・高度先進医療としての承認を目指す。
- ・全国への普及に向けて小型装置の開発を進める。

4．内容

・重粒子線治療を実施するためには、定常運転が可能な加速器、適切な照射を行うためのビームライン・照射装置および関連の照射用具、治療計画法、線量分割法などの開発・改良が必要である。これらの技術の再現性に関しては、他のどの施設でも十分に応用可能な域に達しているが、一般医療の中で日常的に用いるためには、さらに照射技術の開発・改良を進める必要がある。

・これらの研究により、一般の放射線や手術で制御困難であったがんの治療成績の向上が得られ、国民医療のなかに重粒子線治療が定着することとなり、さらにその全国普及の原動力となる。

5．評価体制

・重粒子線がん治療の成果に関しては、定期的に「重粒子線治療ネットワーク会議」および関連の評価部会、倫理委員会などの評価を受けているが、これらの委員会でのこれまでの実績が認められ、高度先進医療としての承認申請に繋がった。平成14年度には、重粒子線治療以外の専門家も交えた国際助言委員会が開催され、高い評価を得た。また、放医研の中期目標達成に関する内部評価でも、臨床試験は予想以上の成果をあげているとの評価を得た。

1．課題名、担当課室名、期間、予算

名称：小型加速器開発特別プロジェクト（独立行政法人放射線医学総合研究所）

担当課：文部科学省研究振興局量子放射線研究課

（課長：石井利和）

期間：平成16年～平成17年

予算：平成16年度概算要求額10億円（新規課題）（運営費交付金中の推計額を含む）

2．目的

・重粒子線がん治療の早期普及に対する国民や地方自治体の期待が高まっていることなどから、重粒子線がん治療装置の小型化のために、要素技術の完了、性能確認を行う。

3．目標

・15年度までに得られた基盤研究の成果をもとに、治療用小型加速器の開発のため、装置の小型化、低コスト化、効率化等の要素技術の開発を完了させ、性能確認を行う。平成18年度からの実証機の製作を可能とすることにより、重粒子線がん治療装置の普及を促進する。

4．内容

・ビーム精度の向上等の要素技術の完了により、100億円以下で現在のHIMACの約1/3の大きさの加速器の実現を可能にする。

5．評価体制

・文部科学省独法評価委員会による平成14年度ひょうかにおいて、「重粒子線治療に関する基盤研究」の評価に関連して、重粒子線治療の全国的な普及に向け、治療装置の小型化に関する研究開発に早急かつ集中的に取り組むことを検討することが必要である旨指摘された。

6．実施体制

放医研を中心に、国内電機メーカー（三菱電機、東芝、日立、他）との連携体制による。

重粒子線がん治療試験研究の推進

(15年度予算額 4,970百万円)
16年度要求額 6,472百万円
〔運営費交付金中の推計額を含む〕

1. 放射線によるがん治療

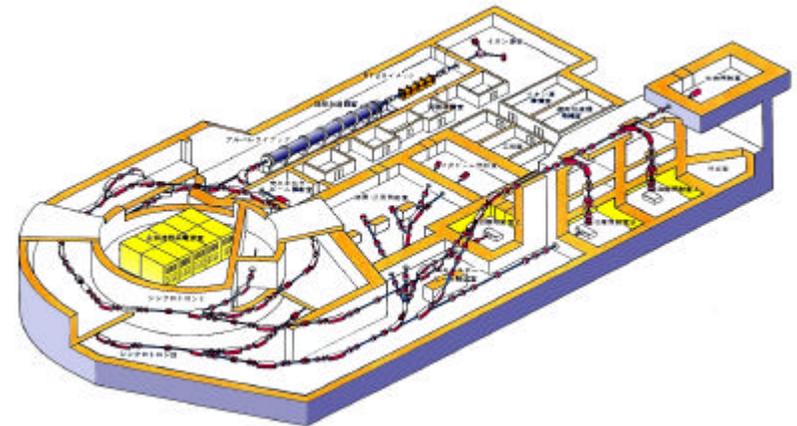
がんは死亡原因の1位を占め、国民の約3割はがんにより死亡している。
放射線は外科手術や化学療法に比べ臓器や体の形を損なわず、治療時の痛みがないなど、体への負担が少なく、術後のQOL（生活の質）が高い治療法である。
放射線医学総合研究所（放医研）では、より強力な治療効果と正常組織への傷害の低減化を目指し、従来のガンマ線治療に加え、陽子線、重粒子線による治療法の開発に取り組んでいる。

2. 重粒子線がん治療の特長

放医研の重粒子線がん治療装置（HIMAC）は世界初の医用重粒子線加速器。
照射線量の集中性に優れており、周辺の正常組織への影響が少ない。
高い生物効果をもち、治療効果が大きい。
国内の英知を集めて治療手順を検討（重粒子線治療ネットワーク会議など）

3. 重粒子線がん治療の対象

- 重粒子がん治療のよい適応となるがん
 - ・病巣が局所にとどまっているもの（例えば早期の肺がんなど）
- 重粒子がん治療が不向きはがん
 - ・病巣が全身に広がっているもの（例えば白血病などの血液のがん）
 - ・胃や腸のがん（蠕動[ぜんどう]運動のために照準がつけられない）



4. これまでの経緯と成果の概要

平成6年度から炭素イオンを用いた臨床試験を開始、平成15年2月までに1,463名（1,519病巣）に適用。炭素イオン線の適応疾患は頭頸部がん、肺がん、肝がん、骨・軟部腫瘍、前立腺がんなど。
夜間や週末など臨床試験を行わない時間は生物実験、物理・工学的実験に利用。
基礎実験には国内外から毎年400人を越える研究者が参加（所内研究者を除く）。
平成14年度に高度先進医療の承認申請を実施（現在申請中）。
重粒子線がん治療の普及を見据え、装置小型化にかかる研究開発を実施。

5. 加速器の概要

加速可能なイオン：陽子、ヘリウム、炭素、ネオン、シリコン、アルゴン、鉄など
最大加速エネルギー：核子あたり8億電子ボルト（シリコンの場合、224億電子ボルト）
治療室：3室（水平治療照射室、水平・垂直治療照射室、垂直治療照射室）
実験室：4室（中エネルギー照射室、物理・汎用照射室、二次ビーム照射室、生物照射室）

小型加速器の開発

平成16年度概算要求額
1,040百万円(新規)
[運営費交付金中の推計額を含む]

小型低コストで高エネルギー化を実現する線形加速器、及びシンクロトン用高周波加速装置等の開発を行い、小型炭素線治療装置をいつでも製作可能な状態とする。

がん罹患患者数
2000年 49万人

2015年 89万人(推計)

粒子線による治療
適応患者数(推計)
年間約4.5万人

重粒子線治療装置の小型化・
効率化等の要素技術の開発

第3次対がん
10か年総合戦略
「粒子線治療の臨
床的有用性の確
立及び治療装置
の小型化」

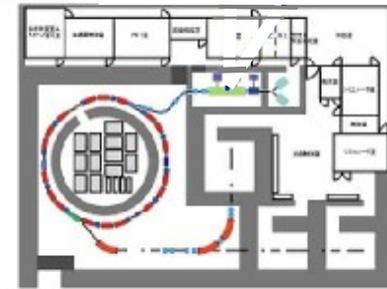
小型で安価(100億円
以下)な高性能重粒子
線治療装置を実現

各種医療機関へ
の普及

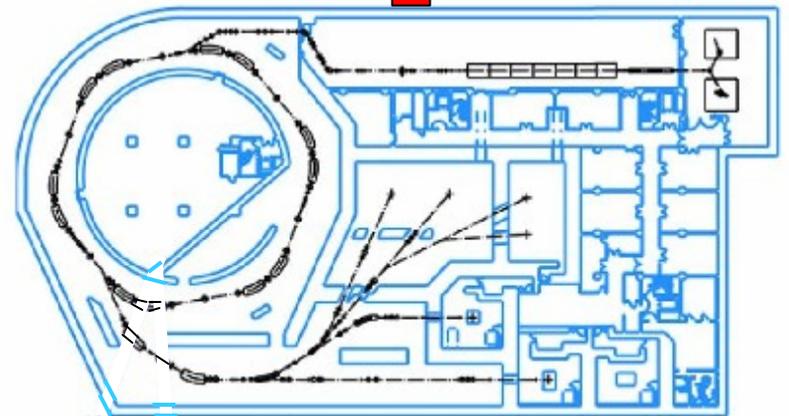
身体的負担が少
ない治療による社
会的コストの低減

がんの克服によ
る国民生活の安
定

小型炭素線治療装置



電車1両
20m



HIMAC