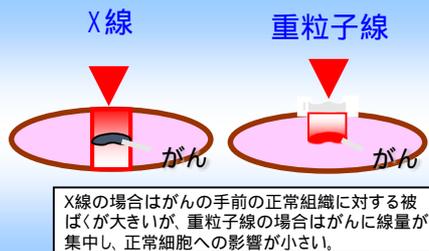


重粒子線がん治療研究

(文) 重粒子線がん治療研究について

重粒子線がん治療とは

重粒子線(炭素イオン線)による放射線がん治療。従来のX線等による放射線治療に比べ、がんの殺傷効果が高く、かつ、正常細胞へのダメージを少なくできる。主に、他の治療法が適応できない患者を治療している。



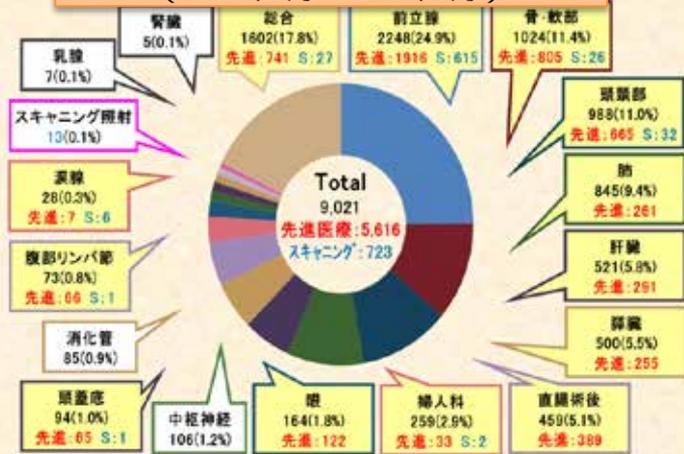
重粒子線がん治療の特徴

これまで治療できなかったがんが治療できる
・手術や他の治療法では不可能な症例も対象としている。

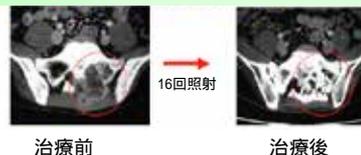
術後も生活の質を維持できる
・他の放射線治療と比べても高いQOL(生活の質)が得られる

部位毎の治療数(放医研実績)

疾患別登録患者数 (1994年6月～2015年3月)



骨肉腫の治療例



外科手術では寝たきりや、良くても車椅子生活になることが想定されたような重篤なもので、重粒子線治療により数年後に化骨が形成され元に戻り、通常の生活が送れるようになった。

概要

重粒子線がん治療の普及や治療成績の更なる向上に向けた臨床研究、次世代治療システム開発、標準化に関する研究等を推進している。

重粒子線がん治療装置



HIMACの概要

- ・製作期間：昭和61年～平成5年
- ・総工費：326億円
- ・治療室5室、実験室4室
- ・平成15年10月に厚労省より高度先進医療の承認を受ける(平成18年10月より先進医療)

治療の様子



治療実績

4ヶ月先まで患者の予約を受け付けており、基本的に常時約100名の患者が予約済の状態。



(文)重粒子線がん治療研究：研究開発目標に関連した成果等

【法人の達成すべき目標（計画）の概要】

独立行政法人放射線医学総合研究所が達成すべき業務運営に関する目標(中期目標)(平成23年3月1日文部科学省)(一部抜粋)

重粒子線を用いたがん治療研究

- より多くの患者に最適な治療を提供するため、治療の標準化や適応の拡大を目指す。
- このため線量集中性が高く、呼吸同期を可能とする3次元高速スキャニング技術の着実な臨床応用に取り組むとともに、照射が困難な部位の治療を可能とする照射法（小型回転ガントリー方式）の実用化に取り組む。
- 国際競争力強化や国内外機関の研究者及び医療関係者を対象とした専門家の育成にも取り組む。

なお、本研究事業を包含する「第3次対がん10か年総合戦略」の戦略目標は以下の5項目

- (1) 進展が目覚ましい生命科学の分野との連携を一層強力に進め、がんのより深い本態解明に迫る。
- (2) 基礎研究の成果を幅広く予防、診断、治療に応用する。
- (3) 革新的ながんの予防、診断、治療法を開発する。 当該項目が「重粒子線がん治療研究」の目標を包含
- (4) がん予防の推進により、国民の生涯がん罹患率を低減させる。
- (5) 全国どこでも、質の高いがん医療を受けることができるよう「均てん化」を図る。

【主な成果（平成25年度）】

呼吸同期スキャニング照射に向けたマーカーレスX線呼吸同期装置に関して、基礎的研究成果を臨床試験に導出。

小型超伝導回転ガントリー実現のため、スケールモデルの成果をもとに、回転体並びに治療室の詳細設計を実施。

外国人を対象とした研修や、実習制度を整備し、国際的な視野で人材育成を実施。（中期研修2名、実習生1名、短期研修30名）

【第3次対がん10か年総合戦略(平成15年～平成24年度)期間における独立行政法人評価での評価結果】

中期計画の項目	H16年度	H17年度	H18年度	H19年度	H20年度	H21年度	H22年度	第2期 中間目標期間	H23年度	H24年度	H25年度
重粒子線がん治療臨床試験	S	S									
重粒子線がん治療研究			S	S	S	S	S	S			
重粒子線を用いたがん治療研究									A	A	A
予算総額(百万円) 平成16、17年度は算出不可			5,476	5,504	5,770	5,306	5,282	27,338	5,670	5,472	5,034

【文部科学省所管独立行政法人の業務実績評価に係る基本方針】
(抜粋)

- S：特に優れた実績を上げている。
A：中期計画通り、または中期計画を上回って履行し、中期目標に向かって順調に、または中期目標を上回るペースで実績を上げている。
B：中期計画通りに履行しているとは言えない面もあるが、工夫や努力によって、中期目標を達成し得ると判断される。
C：中期計画の履行が遅れており、中期目標達成のためには業務の改善が必要である。
F：評価委員会として業務運営の改善その他の勧告を行う必要がある。

重粒子線がん治療研究の評価等

【各事業年度に係る業務の実績に関する評価】

文部科学省においては、独立行政法人通則法に基づき、独立行政法人評価委員会を設置。この下に、放射線医学総合研究所について専門的に審議する部会等を設置し、業務実績の評価を実施してきた。

*平成27年度からは改正通則法の施行により、国立研究開発法人審議会放射線医学総合研究所部会が設置されている。

評価体制の変遷

<平成13年2月~>

独立行政法人評価委員会

└─ 科学技術分科会

└─ 放射線医学総合研究所部会

<平成15年4月~>

独立行政法人評価委員会

└─ 科学技術・学術分科会

└─ 基礎基盤研究部会

└─ 放射線医学総合研究所作業部会

<平成27年4月~>

国立研究開発法人審議会

└─ 放射線医学総合研究所部会

放射線医学総合研究所中期目標期間

<平成13年度~平成17年度>

第1期中期目標期間

<平成18年度~平成22年度>

第2期中期目標期間

<平成23年度~平成27年度>

第3期中期目標期間

第1期中期目標期間（平成13年度～平成17年度）における業務の実績等

重粒子線がん治療臨床試験（評定：S）

評定：独立行政法人評価委員会「独立行政法人放射線医学総合研究所の中期目標期間に係る業務の実績に関する評価」重粒子線がん治療臨床試験

第1期中期目標(抜粋)	事前評価時(平成15年)の目標	第1期中期目標計画期間における業務の実績
(長期目標) ・重粒子線がん治療の臨床試行を着実に推進し、高度先進医療の承認を経て、国民医療の中に重粒子線がん治療を定着させる。 ・治療を効率的に行うシステムの開発を行い、年間治療患者数を現在(約170名)の2倍程度にする。 等 (今後5年間の目標) ・政府の「がん克服新10か年戦略」(平成6年策定)に基づいて重粒子線がん治療研究を着実に推進し、高度先進医療への申請を行う。	疾患別に重粒子線の最適な照射技術を確立する。	第 / 相及び第 相臨床試験を実施するとともに、頭頸部、眼、肺、肝、骨軟部、直腸術後、前立腺等において多門照射、縮小照射、呼吸同期照射、標的体積分割によるパッチ照射、超短期照射技術等、それぞれの疾患病巣に対して重粒子線のほぼ最適な照射技術を確立できた。
	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。	以上の技術を確立した結果、病巣への高線量集中が可能となり、臨床試験を通じて重粒子線治療の安全性と臨床的有用性を明らかにできた。
	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。	重粒子線治療は、特に腫瘍サイズの大きなものや腺癌系組織、肉腫等では低LET放射線(光子線、陽子線)では見られない優れた抗腫瘍効果が観察されるとともにより短期間で安全に治療できることが明らかとなった。
	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。	短期観察結果に基づく評価に加え、照射後3年以上の長期観察に基づく評価を行い、概ね問題の無いことが確認された。
	照射後3年以上の長期観察結果に基づく評価を行う。	平成15年度には厚生労働省から高度先進医療としての承認を得ることができた。重粒子線治療患者数は平成17年度には、年間400名を超えた。さらに、これまでの重粒子線治療患者の総計は、2,600名を超えた。
	高度先進医療としての承認を目指す。	

重粒子線がん治療装置の小型化に関する研究開発（評定：A）

評定：独立行政法人評価委員会「独立行政法人放射線医学総合研究所の中期目標期間に係る業務の実績に関する評価」重粒子線治療に関する基盤研究

第1期中期目標(抜粋)	事前評価時(平成15年)の目標	第1期中期目標計画期間における業務の実績
(長期目標) ・重粒子線治療施設の普及を図るため、病院内に設置できる程度に小型(重粒子線がん治療装置(HIMAC)の10分の1以内)で安価(HIMACの6分の1以下)の重粒子線照射装置を開発する。	全国への普及に向けて小型装置の開発を進める。	小型リングは京都大学化学研究所の協力を得て、予定通り計画を達成した。
	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。	当初計画にはなかった普及型装置の基本設計をほぼ完了した。 基本設計に基づいて実施した以下の要素技術開発は当初の計画には無かったが、期待以上の成果を出すことができ、成功裏に終了した。 (1)小型入射器の開発 (4)精密多葉コリメータの開発 (2)シンクロトロン用小型高周波加速器装置の開発 (5)治療計画装置の高精度化 (3)新方式の照射野拡大法の開発と照射野形成装置

第2期中期目標期間（平成18年度～平成22年度）における業務の実績等

重粒子線がん治療研究（評定：S）

評定：独立行政法人評価委員会「独立行政法人放射線医学総合研究所の中期目標期間に係る業務の実績に関する評価」重粒子線がん治療研究

第2期中期目標（抜粋）	第2期中期目標計画期間における業務の実績
<ul style="list-style-type: none"> ・現在治療が困難な種類のがんの臨床試験を行い、治療法を開発する。また、薬物併用法等、がんをより効率的・効果的に治療するための治療プロトコルを開発する。 ・臨床試験プロトコルに準じて高度先進医療を実施し、治療実績を増加する(臨床試験と合わせて年間治療患者数500人を達成する)。 	<p>大腸がん肝転移、中枢型肺がん、子宮がんを対象とした臨床試験及び、X線、重粒子線治療後の照射野内再発腫瘍に対する臨床試験を開始。前立腺がんの短期照射への移行、効率向上と副作用低減を両立。また、国内他粒子線治療施設との共同研究実施のための前立腺がんに対する多施設共通プロトコルを作成。</p> <p>他治療併用の臨床試験として、膵臓がん、下咽頭がん、頭頸部悪性黒色腫に対する抗がん剤併用、膵臓がん及び食道がんに対する術前照射の臨床試験を実施。頭頸部悪性黒色腫では生存率の向上が認められた。また、膵臓がん術前照射は、先進医療に移行できた。</p> <p>治療計画で臓器の位置変動に対応するために、前立腺の動きおよび肝臓腫瘍の呼吸性移動を4DCTにより評価し、修正法を提案。前立腺の呼吸性移動量は1mm以下で非常に小さく、呼吸非同期照射であってもターゲット線量への影響は少ないことが分かった。また、肝臓腫瘍では重心の移動が、体軸方向(SI)だけでなく、前後方向(AP)も大きく、左右方向(LR)については、体位によって動きの方向が異なる傾向が見られた。また、X線半導体撮像装置(FPD)による患者位置決めシステムを整備し、臨床運用を開始。</p> <p>診断、治療、臨床経過等に関する総合的なデータベースを構築し、5年生存率や副作用の出現率などのリアルタイム解析、国内粒子線治療データとの比較分析を可能にした。</p> <p>肺がん、肝臓がん、骨軟部腫瘍、頭頸部腫瘍、直腸がん術後再発、頭蓋底腫瘍などの主要な対象疾患について、長期観察に基づいた分析を行い、副作用、治療効果のいずれにおいても極めて優れていることを報告。また、前立腺がんを対象に治療効果ならびに治療後のQOL(クオリティオブライフ;生活の質)から費用対効果の検討に資する多施設共同臨床試験を開始。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・適応症例の拡大等に資するため、より線量集中性の高い治療照射を可能とする次世代の照射技術(呼吸同期可能なスポットスキャンニング法)及び照射が困難な部位の治療等を可能とする照射法(回転ガントリー方式)の要素技術の開発研究を行う。 ・普及に取り組む国内各地域の関係者に対し、施設的设计・運営に係る各種の情報提供、必要な技術面、人材育成面での支援を行う。 ・重粒子線がん治療の普及のための取り組み等、研究成果の普及を積極的に推進する。 	<p>固定標的および呼吸性移動標的において、従来以上の線量集中性を確保するために、高速3次元ペンシルビームスキャンニング法を提案。これを検証するため、重粒子線棟内に設置した試験ポートにより、実際のビームを用いて所期の性能を有することを実証し、要素技術を確認。これにより、中期計画を前倒して、この技術を実際の臨床研究に用いるための新治療研究棟の建設を行い、H23年5月には治療を開始予定。</p> <p>3次元スキャンニング法を適用した炭素線回転ガントリーを設計。その重量はハイデルベルグ(ドイツ)のガントリーの約半分の重量となる見込み。</p> <p>設計開発した要素技術をもとに、群馬大学普及型実証機の建設とビーム試験に協力。予定通りの治療開始に成功し、薬事承認を得た。また、京大、KEKなどとの共同研究により外部資金を獲得し、超伝導技術を用いた超小型炭素線回転ガントリーの設計を推進。</p> <p>全国的普及のため活動の成果として、群馬大学にて小型重粒子線施設が建設され、治療開始。佐賀県にて小型重粒子線施設2号機の建設が開始された。神奈川県にて重粒子線施設の建設が検討され、準備中。その他、検討中の自治体への関係者派遣や技術的支援・情報提供に応じた。他機関の情報を提供するための医療情報に関するソフトを構築した。</p>

第3期中期目標期間（平成23年度～平成27年度）における業務の実績等

重粒子線を用いたがん治療研究（評定：A）

評定：独立行政法人評価委員会「放射線医学総合研究所の平成25年度に係る業務の実績に関する評価」重粒子線を用いたがん治療研究

第3期中期目標(抜粋)	平成25年度に係る業務の実績に関する評価結果
<p>前期における成果を踏まえ、より多くの患者に最適な治療を提供するため、治療の標準化や適応の拡大を目指す。このため線量集中性が高く、呼吸同期を可能とする3次元高速スキャン技術の着実な臨床応用に取り組むとともに、照射が困難な部位の治療を可能とする照射法(小型回転ガントリー方式)の実用化に取り組む。</p> <p>また、画像診断技術を重粒子線がん治療に融合し、腫瘍の位置や経時変化に即時に対応できる治療技術の開発とその実用化に取り組む。</p> <p>これらにより、新たに5以上のプロトコル(臨床試験計画書)について臨床試験から先進医療に移行するとともに、上記の新規照射技術による治療の分割照射回数については、現行技術比20%以上の短縮化を目指す。</p>	<p>前立腺がんを中心としたスキャン照射の実施により症例数が着実に増加。子宮がん、食道がん、膵臓がん術前照射の化学療法併用並びに腎臓がんの臨床試験が着実に行われたほか、新たに乳がんの臨床試験を開始するなど、適応の拡大が図られている。呼吸同期PET診断の実用化に向けた検証、CTによる自動画像診断の臨床的評価により、診断精度が向上。</p> <p>新規放射線治療データベース統計解析システムの構築、外部研究機関との情報連携に関しても中期計画通り着実に実施されている。</p>
<p>ゲノム生物学や細胞生物学的手法を用いた粒子線生物学研究を実施し、重粒子線によるがん治療作用のメカニズムの解明を通じて、重粒子線がん治療に資する情報を提供する。</p>	<p>適応が明確になったと言えるがん腫は現時点で限られており、臨床研究に基づき、保険診療やガイドラインに掲載されるような高いレベルのエビデンスを発信していく継続的取組が必要。既存治療法との有効性・安全性の比較や、治療法自体の費用対効果分析、公的医療保険適用へ向けた取り組みを進めるべきであり、これらの取組を実施するため多施設共同研究を推進していくべきである。</p> <p>研究成果の治療への反映のため、臨床応用に向けた具体的、戦略的なロードマップを明確にすべき。</p>
<p>重粒子線がん治療を国内外に普及するための明確なビジョンと戦略の下、関係機関との連携、協力の全体像を明らかにした上で研究所としての具体的かつ戦略的なロードマップを策定し、その実践に不可欠な、国際競争力強化や国内外機関の研究者及び医療関係者を対象とした専門家の育成にも取り組む。</p>	

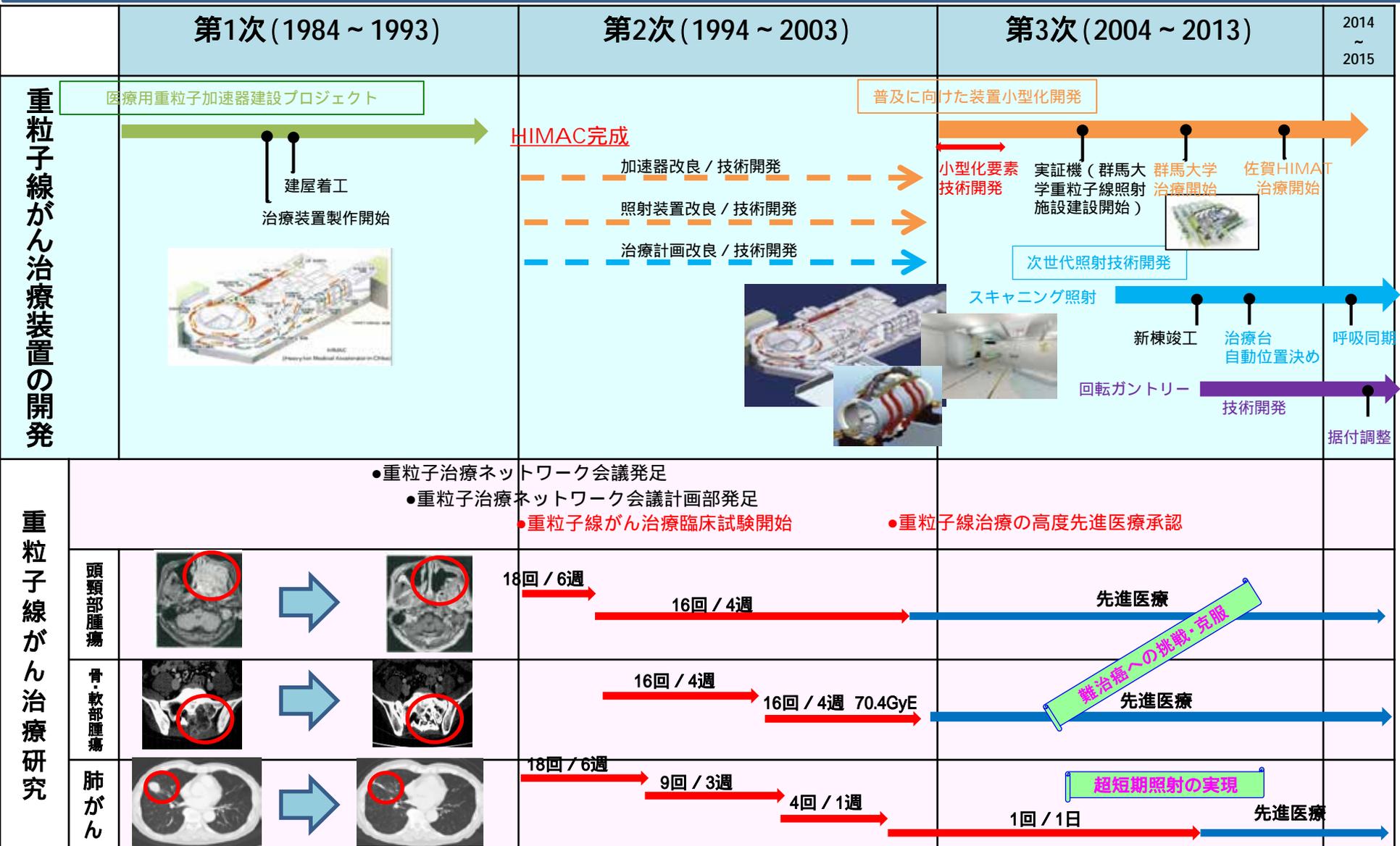
【参考：放射線医学総合研究所作業部会名簿（平成25年度）】

：主査

栗原 和枝 東北大学原子分子材料科学高等研究機構 教授
 阿部 正文 福島県立医科大学 総括副学長 兼 法人経営室長
 石倉 聡 越谷市立病院診療部診療部門 放射線科部長
 井原 実 公認会計士

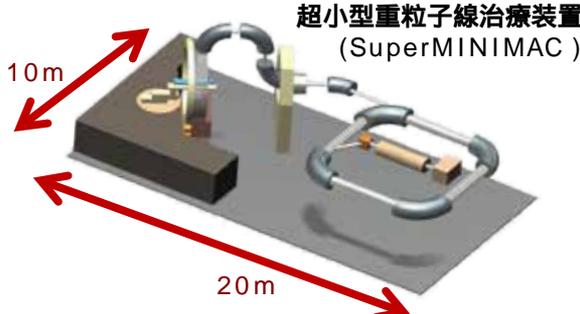
加藤 晴也 元花王株式会社 研究企画部長
 北澤 京子 京都薬科大学 客員教授
 小原 雄治 情報・システム研究機構国立遺伝学研究所 特任教授
 近藤 科江 東京工業大学大学院生命理工学研究科 教授

第1次～第3次対がん10か年総合戦略における 重粒子線がん治療研究の成果



重粒子線がん治療研究の成果(1)(小型化による低コスト化)

○ 建屋サイズ及び建設費等の比較

	放医研HIMAC	群馬大学(普及型)	次世代機 (超伝導超小型) 概念検討中
加速器イメージ	 <p>サッカー場サイズ</p>	 <p>体育館サイズ</p>	 <p>テニスコートサイズ</p>
建屋サイズ	7,800m ² (= 120m × 65m × 1階)	2,700m ² (= 60m × 45m × 1階)	500m ² (10m × 20m × 2階)(目標)
主加速器小型化の変遷	 <p>周長: 129.6m</p>	 <p>周長:63.3m</p>	 <p>周長:28m</p>
建設費	約326億円 (うち装置約180億円)	約125億円 (うち装置約91億円)	施設規模の小型化による コストの大幅な削減を目指す()

次世代機の建設費については変数が多く正確な算出が困難。

重粒子線がん治療研究における今後の展望

- 装置の小型化・高度化 -

装置の高度化



重粒子線がん治療装置 (HIMAC)

群馬大学(2010.3~)



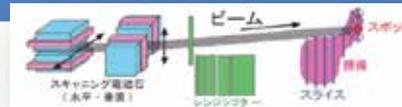
小型普及型装置稼働
規模、コスト1/3を実現



次世代型施設の治療室
ロボットアームによる自動位置決め(2011~)



呼吸同期スキャンニング照射による体幹部への適応拡大(2015~)



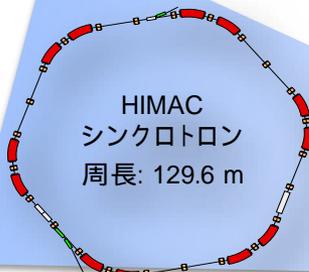
スキャンニング照射法の開発・実用化

線量集中性を一層高め、正常組織への線量を低減できる他、ビームを整形する患者個別の治具製作が不要に



超伝導小型炭素線回転ガントリーの開発
(平成28年~臨床試験開始)

患者を傾けることなく360°どの角度からもビーム照射が可能に

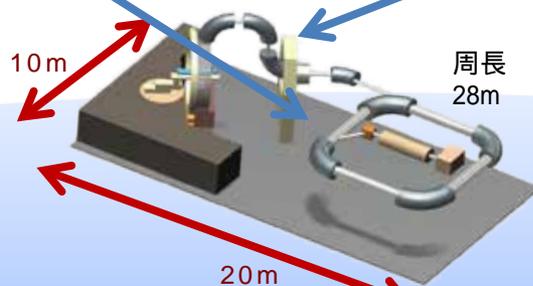


HIMAC
シンクロトロン
周長: 129.6 m



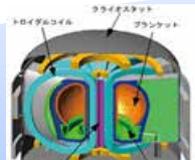
普及型
周長: 63.3 m

超伝導超小型 重粒子線がん治療装置



テニスコートサイズ

面積は、HIMACシンクロトロンの6%、普及型の26%に縮小(目標)

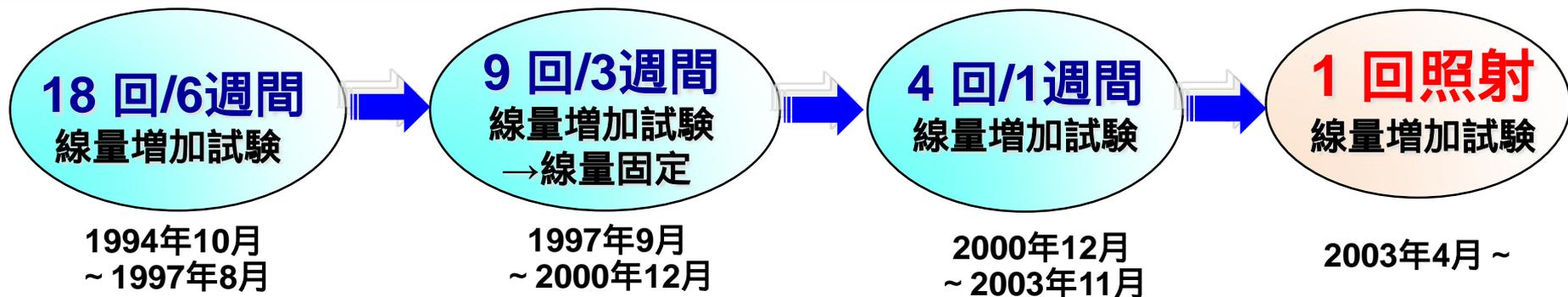


JAEAとの統合による核融合研究における超伝導技術の応用

- ・費用対効果
 - ・使いやすさの向上を実現。
- 治療コスト減とともに国際展開を目指す。

重粒子線がん治療研究の成果(2) (高度化による治療の短期化)

放医研における末梢型 期肺癌重粒子線治療の短期化の経緯



研究成果

- ・期間ごとに安全性・有効性を確認し、最適線量を決定。
- ・期間短縮による副作用の増加は認められなかった。
- ・先進医療へ移行後、昨年未までで121症例を治療
- ・1回照射の症例でみた局所制御率は、3年間で96.9%
- ・同じく生存率は95.2%。

その他疾患における短期化の推進

肝 癌; 15回→12回→8回→4回→2回
 前立腺癌; 20回→16回→12回

重粒子線治療の平均照射回数 (放医研)
 一人当たりの分割照射回数が平均12回程度(1~20回)



重粒子線がん治療装置の国際展開に向けた取組(1)

<健康・医療戦略等における重粒子線がん治療関係の記述>

健康・医療戦略(平成26年7月22日閣議決定)

「例えば、粒子線を含む放射線治療に関して科学的根拠に基づいて、その有効性を新興国等に説明ができるようにするなど、日本の医薬品、医療機器等及び医療技術に関する対外発信を強化する。」

医療分野研究開発推進計画(平成26年7月22日健康・医療戦略推進本部決定)

「重粒子線がん治療装置について、小型化・高度化に関わる研究開発や海外展開を視野に入れた研究開発を推進する。」

放医研の人材育成

医療機器の国際展開に当たっては、機器を活用し医療サービスを実施するための条件整備が必要。

このため、放医研では、機器や治療方法の開発に加えて、海外からの研修生を受け入れるなど、人材育成に取り組んでいる。

(2007~2014年度実績、()内は1年以上の研修者数)

		形式	日数	頻度	医師	医学 物理士	診療 放射線 技師	合計
国内	中/長期	OJT 主体	数ヶ月 ~3年	数人 /年	25 (17)	4 (2)	13 (0)	42
	重粒子線がん治療に係る人材育成プログラム ¹	OJT 主体	半年~ 1年	4~5 人/年	12	1	7	20
海外	中/長期	OJT 主体	数ヶ月 ~3年	数人 /年	24 (1)	31 (3)	0 (0)	55
	国際重粒子線がん治療研修コース ²	座学 主体	5日	年1回	46	26	0	72
合計		-	-	-	107	62	20	189

*1 文部科学省委託費(2007-2011年)。国内対象。

*2 医用原子力技術研究振興財団及び粒子線治療装置設置の国内6機関の共催(2012年~)。国外対象。

(参考)海外から来る研修生の主な派遣国・地域別内訳

国外 中/長期:中国(22人)、イタリア(7人)、ドイツ・スイス・フランス・インド・オーストリア(各3人)ほか
国際重粒子線がん治療研修コース:台湾(19人)、中国(17人)、韓国(6人)、UAE・タイ・オーストリア(各5人)ほか

(参考)

重粒子線がん治療装置の治療実績における世界シェア
重粒子線がん治療装置 8施設

うち、国内4施設

治療実績 15,296件

うち、国内13,020件

治療実績は世界の85.12%を占めている。

粒子線がん治療装置における日本のメーカーの世界シェア

粒子線がん治療装置 53施設

うち、陽子線がん治療装置 45施設

うち、重粒子線がん治療装置 4施設

うち、陽子線及び重粒子線がん治療装置 4施設

粒子線がん治療装置、53施設のうち、日本のメーカーが供給しているのは、13施設

世界の粒子線がん治療施設の1/4を占めている。

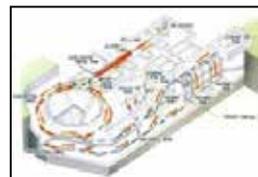
* PTCOG(国際粒子線治療共同グループ)のデータを参照して作成

重粒子線がん治療装置の国際展開に向けた取組(2)

放射線医学総合研究所においては、重粒子線がん治療の普及や治療成績の更なる向上に向けた臨床研究、次世代治療システム開発、標準化に関する研究等を推進している。

重粒子線がん治療とは

重粒子線(炭素イオン線)による放射線がん治療。従来のX線等による放射線治療に比べ、がんの殺傷効果が高く、かつ、正常細胞へのダメージを少なくできる。主に、他の治療法が適応できない患者を治療している。



重粒子線がん治療装置



治療の様子

放医研における重粒子線がん治療の国際展開に向けた取組

これまで培ってきた 研究開発・治療実績等

- ・21年間で約9,000例の治療実績を保有
- ・様々な部位のがんや、これまで治療できなかったがんを治療 (例:骨肉腫)
- ・治療日数の短縮を実現する研究開発 (例:肺がん1回照射)
- ・これまでの装置の規模1/3、コスト1/3を実現した小型普及機を開発 (群馬大学で稼働)



- ・世界の重粒子線がん治療施設や研究機関等と研究交流を実施
例:中国 近代物理学研究所
ドイツ ハイデルベルク大学 等

治療装置の国際展開に向けた研究開発

- ・照射システムの高度化に関する研究開発
- ・小型回転ガントリーによる治療の実用化に向けた研究開発 等



超伝導小型炭素線回転ガントリー

現在の取組

治療技術に関する研究

- ・治療効果を明確に示す観点から、放医研を中心に、複数の施設等が連携・協力し臨床データの整理や研究を実施

重粒子線がん治療に関わる 人材育成、治療ノウハウの提供

- ・放射線腫瘍医、放射線技師、医学物理士、加速器技術者等の専門人材の育成 等

重粒子線がん治療装置の国際展開に関する状況の一例

サウジアラビア王立科学研究技術都市(KACST)と放射線医学総合研究所で重粒子研究施設建設設計画立案のための共同研究の実施協力協定を締結(2012年)

国外機関との研究協力協定一覧(1)

終了年度	締結年度	地域	相手国	相手機関	覚書の内容	締結年月日	有効期限
	2014	アジア・大洋州	オーストラリア	ウーロンゴン大学 (UOW)	重粒子線がん治療分野において、重粒子線がん治療の線量測定、線量の品質保証、線量分布のシミュレーション計算、放射線生物学等に関する相互協力を推進する。	2014.05.21	2019.05.20
	2013	欧州	ロシア	ブドカー原子核研究所、極東連邦大学	医学応用のための加速器システムおよび技術、イオンビームの医学応用、放射線生物学、分子イメージング、複雑系のモデリングおよび高度計算機科学等に関する相互協力	2014.01.17	2019.01.16
	2013	欧州	オーストリア	MedAustron	覚書(重粒子線治療/共同臨床研究の構築、患者位置決め、検証システムおよび治療室機器の開発、線量分布およびPETによる分布検証の研究、人材育成のためのエキスパートシステムの研究、ヘリウム、酸素および窒素による治療の研究等に関する相互協力)	2013.12.05	2018.12.04
	2013	米州	米国	コロラド州立大学(CSU), コロラド大学医学部(UC), プードルバレー病院 (PVH)	覚書(放射線生物影響・毒物の生物影響研究に関する協力)	2013.11.17	2018.11.30
	2013	アジア・大洋州	中国	蘇州大学(SUDA)	覚書(重粒子線がん治療技術、分子イメージング、環境放射化学、緊急被ばく医療分野における協力)	2013.08.26	2018.08.25
	2012	欧州	ロシア	ドゥブナ合同原子核研究所(JINR)	覚書(加速器物理学・技術、重粒子線がん治療技術、分子イメージング技術分野における協力)	2013.02.25	2018.02.24
	2012	アジア・大洋州	韓国	韓国済州国立大学病院 (JNUH)	覚書(重粒子線がん治療施設建設、医学物理学、生物物理学、放射線生物学、重粒子線がん治療に関連する臨床試験等に係る協力)	2013.01.18	2018.01.17
	2011	欧州	ルーマニア	サピエンティア大学(SU)	覚書(医学、人間科学技術、材料、加速器及びプラズマ科学分野に係る協力)	2012.02.29	2017.02.28

国外機関との研究協力協定一覧(2)

終了年度	締結年度	地域	相手国	相手機関	覚書の内容	締結年月日	有効期限
	2011	米州	米国	コロンビア大学 放射線腫瘍学科(Columbia)	覚書(宇宙放射線等の放射線影響研究、重粒子線がん治療等放射線医学研究分野における協力)	2011.11.21 2014.08.29(継続)	2017.11.20
	2011	アジア・大洋州	中国	上海応用物理研究所(SINAP)	覚書(粒子線治療分野における、加速器科学技術・工学、放射線治療、医学物理学等分野に係る協力)	2011.05.31	2016.05.30
	2010	アジア・大洋州	中国	中国大連大学(DU)	覚書(粒子線がん治療、医学物理、放射線生物学分野における協力)	2010.11.08	2015.11.07
	2009	アジア・大洋州	中国	清華大学玉泉病院(TUYH)	覚書(粒子線がん治療、医学物理、放射線生物学等分野における協力)	2010.03.26	2015.03.25
	2009	中東	サウジアラビア	キングアブドゥルアジズ王立科学技術都市(KACST)	覚書(重粒子線治療、緊急被ばく医療に係る協力)	2010.03.01	2015.02.28/ 現在手続き確認中)
	2009	欧州	ドイツ	ハイデルベルク大学病院(HUH)	覚書(医学物理学、生物学、放射線生物学、重粒子線がん治療に関連した臨床試験、加速器物理学・技術、重イオン物理学と応用に係る協力)	2009.11.02 2015.02.05更新	2019.11.01
	2009	アジア・大洋州	マレーシア	マレーシア科学大学(USM)	覚書(重粒子線がん治療関連技術及び画像診断等分野における協力)	2009.10.19 2015.3 協力分野について修正	2014.10.18 2015.3 現在、署名手続き中
	2009	米州	米国	メイヨークリニック(Mayo)	覚書(放射線治療における臨床研究、医学物理学、放射線生物学分野における基礎科学研究に係る協力)	2009.07.23 2014.07. 継続	2019.07.22
	2008	アジア・大洋州	中国	中国科学院高能物理研究所(IHEP)	覚書(シンクロトロン加速器科学技術・工学、放射線治療、医学物理学分野等に係る協力)	2009.01.22 2014.01.21 継続	2019.01.21

国外機関との研究協力協定一覧(3)

終了年度	締結年度	地域	相手国	相手機関	覚書の内容	締結年月日	有効期限
	2008	アジア・大洋州	韓国	韓国原子力医学院 (KIRAMS)	覚書 (職員派遣及び研修に関する協力)	2008.12.12	2016.03.31
	2008	アジア・大洋州	中国	中国近代物理研究所 (IMP)	覚書 (医学物理学、生物学、放射線生物学、重粒子線がん治療に関連した臨床試験、加速器物理学・技術、重イオン物理学とその応用に係る協力)	2008.10.28 2013.10.27 継続	2018.10.27
	2008	アジア・大洋州	台湾	財団法人張榮發基金会 (重粒子線医療研究院)	取決め (放射線科学に関する包括的な研究・医療協力)	2008.06.25	2016.3.31
	2006	欧州	イタリア	CNAO財団	覚書 (重粒子線治療分野に係る協力)	2006.11.27 2011.11 継続	2016.11.26
	2005	欧州	ハンガリー	ハンガリー原子核研究所 (ATOMKI)	覚書 (加速器物理学分野に係る協力)	2005.10.17 2010.10 継続	2015.10.16
	2004	アジア・大洋州	韓国	韓国原子力医学院 (KIRAMS)	覚書 (緊急被ばく医療、放射線腫瘍学、核医学、医学物理学、加速器物理学分野に係る協力)	2004.11.16 2009.11 継続 2014.11.14 更新	2019.11.13

放射線医学総合研究所における研究開発体制

< 重粒子線がん治療研究 >

平成27年3月現在

研究開発病院

重粒子医科学 センター

- ・炭素線でがんを治す
- 重粒子線がん治療に関する臨床研究
(治療患者数
9,000人以上) -

分子イメージング 研究センター

- ・放射線で生命活動を見る
- 分子イメージング技術でがんや精神疾患の診断に応用-

放射線防護 研究センター

- ・放射線のリスクを計る
- 放射線安全研究、国民の被ばく実態調査

緊急被ばく医療 研究センター

- ・被ばく事故から救う
- 緊急被ばく医療研究
(防災基本計画における被ばく医療の中心)

支援

研究基盤センター

基盤技術と研究環境の整備・管理

高度な技術開発と安全な研究環境の提供、効率的な研究資源の活用



シーズの発見、融合分野の研究、
新しい手法による研究

研究成果の活用

萌芽的研究
創成的研究
共同研究

医療被ばく
評価研究

研究成果の
普及と活用

人材育成センター

人材育成・研修事業

REMAT

原子力災害時の被ばく
医療及び体制整備

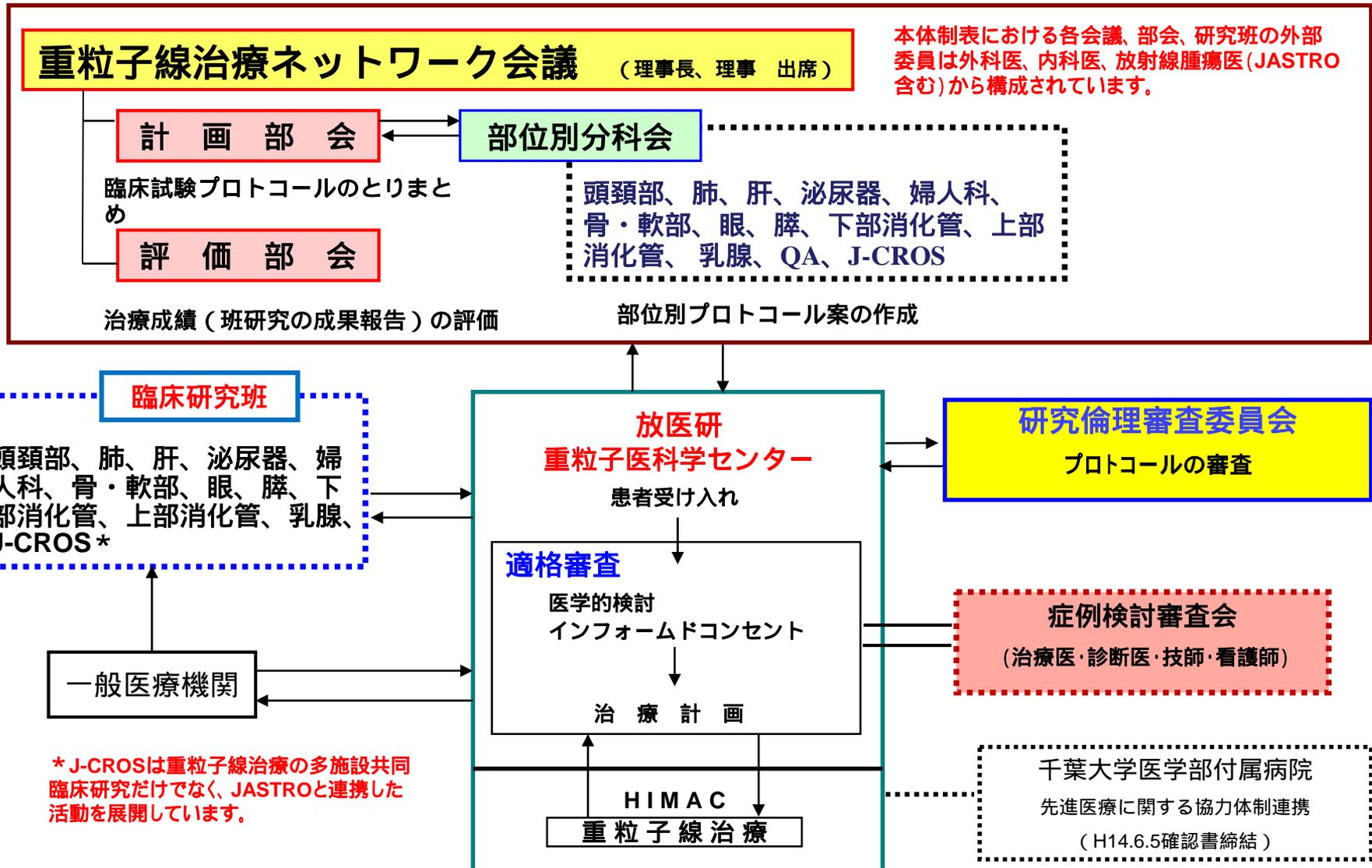
福島復興支援本部

復旧作業員等の健康影響調査

低線量・低線量率放射線の影響研究

環境動態研究

放医研における重粒子線がん治療実施体制

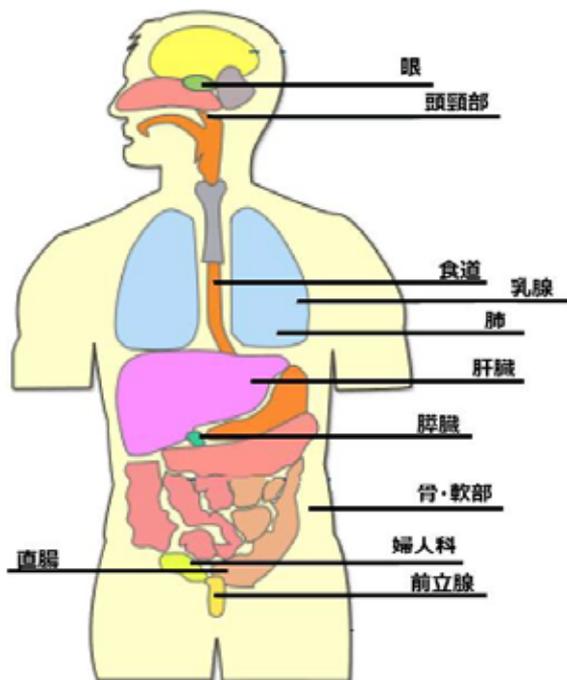


重粒子線臨床試行プロトコール

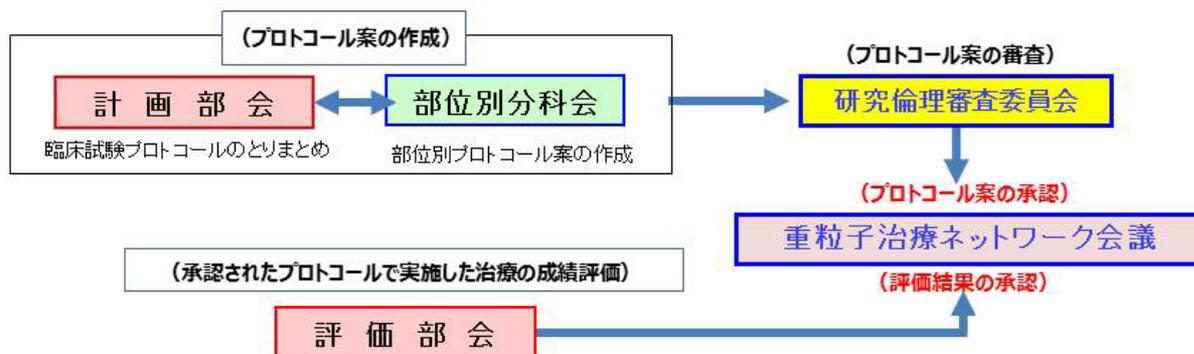
< 重粒子線臨床評価プロトコールに基づく臨床試験 >

放射線医学総合研究所においては、1994年の重粒子線がん治療臨床試験開始以来、「重粒子線ネットワーク会議」を頂点とする所内外の有識者にて構成された委員会組織の審議のもと、対象部位ごとに重粒子線臨床試行プロトコールを作成した上で、これに基づく臨床試験を実施している。

主な対象部位



プロトコールの承認及びプロトコールに基づいた治療評価の流れ



重粒子治療ネットワーク会議とは

放医研内外の有識者にて構成された委員会組織。重粒子線プロトコールの承認、個々の臨床試験の継続の妥当性、プロトコールの改訂等についての検討を行っている。

情報発信について

< 重粒子線がん治療研究 >

一般公開

一般の方を対象として毎年4月に開催。来場者は例年約3,000人。

概要：重粒子線施設に関しては、加速器・治療室の公開とともに、研究者が仕組みおよび最新技術等について紹介する。また、治療相談ブースも設け、専門の医師が直に希望者と面談を行う。

公開講座

一般の方を対象として毎年10月頃開催。

概要：重粒子線がん治療等、研究所の活動について紹介。特に平成24年11月にはSAGA HIMAT建設にあたり熊本にて「切らずに治す重粒子線がん治療～放医研18年の治療実績から～」を開催。

HIMAC20周年記念講演会

平成26年12月5日(金)開催

概要：世界初の医療用加速器HIMACにおいて、治療開始から20周年を迎えたことを記念して開催。臨床研究開始から高度先進医療の承認、最新のスキャンング技術による次世代治療の現状や今後の展望等について一般の方へ紹介。

