

# 岐阜県最先端がん治療施設導入検討調査 中間報告書

平成29年1月

岐阜県最先端がん治療施設導入検討委員会

# 目 次

---

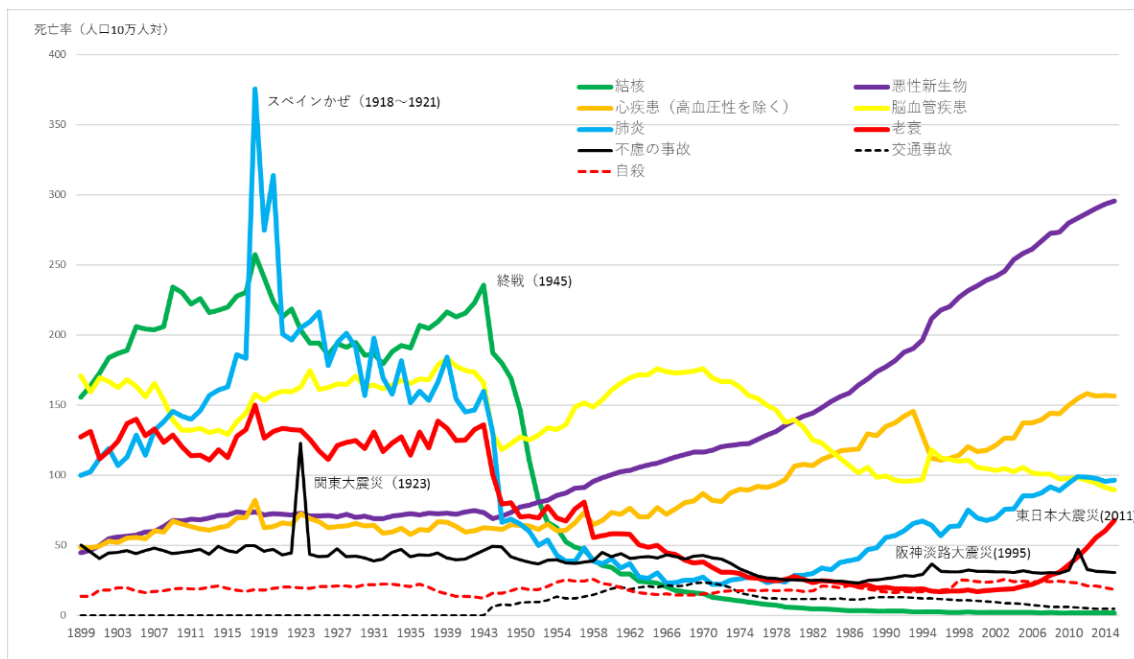
1	がん治療の現状と課題	1
	(1) 全国のがん死亡者数	1
	(2) 岐阜県におけるがん死亡者数	1
	(3) がん対策	1
2	粒子線治療の概要	2
	(1) 粒子線治療の現状	2
	ア がんの三大治療	2
	イ 放射線の分類	2
	ウ 粒子線治療の適用	3
	エ 重粒子線治療と陽子線治療の違い	3
	オ 治療者数推移	3
	カ 適応部位及び治療成績	3
	キ 治療費	4
	ク 粒子線治療の課題	4
	ケ 新しい治療法	5
	(2) 粒子線治療施設の概要	5
	ア 既存施設の概要	5
	イ 近隣県での導入状況等	5
	ウ 他自治体での検討状況	8
	エ 世界での導入状況	8
	オ 粒子線治療施設の構成	9
	カ 導入費用及び運営費用	9
	キ 建設場所の条件	10
	(3) 粒子線治療施設運営に必要な専門人材	10
	ア 主な運営スタッフの職務と業務	10
	イ 専門人材育成・確保計画	11

3	事業化の検討.....	11
	(1) 集患見込数の推計.....	11
	ア 適応数推計.....	12
	イ 重粒子線治療施設の集患見込数推計.....	13
	ウ 陽子線治療施設の集患見込数推計.....	14
	(2) 導入費用の調達手法（財源確保）.....	14
	(3) 事業主体.....	15
	(4) 事業採算性.....	15
4	事業実施に向けた課題.....	17
	(1) 確実な集患.....	17
	(2) 資金調達.....	17
	(3) 人材の確保.....	17
	(4) 将来の収入変動.....	18
	ア 診療報酬の変動.....	18
	イ 他施設との競合.....	18

# 1 がん治療の現状と課題

## (1) 全国のがん死亡者数

わが国における死亡率の年次推移では、がん（悪性新生物）は昭和 56（1981）年から死因の第 1 位を占め、平成 26（2014）年には 36 万 8,103 人、人口 10 万対死亡率 293.5 であり、総死亡の 28.9%を占めている。



(厚生労働省「人口動態統計」より作成)

図 1 主要死因別粗死亡率年次推移

## (2) 岐阜県におけるがん死亡者数

岐阜県では昭和 57 年からがんは全死因の第 1 位となっており、平成 26 年のがん死亡者数は 6,017 人に及び、岐阜県総死亡者数 21,658 人のうち 27.8%を占めている。部位的には、肺・胃・大腸が占める割合が多い（3 部位で全体の約 47.5%）。

## (3) がん対策

国では、平成 19 年 4 月に施行した「がん対策基本法」に基づき、「がん対策推進基本計画」が策定されており、岐阜県でも「第 2 次岐阜県がん対策推進計画」（平成 25 年度から 29 年度まで）に基づく施策が実施されている。県の計画では、「がんの年齢調整死亡率（75 歳未満）の低下」、「すべてのがん患者及びその家族の苦痛の軽減並びに療養生活の質の維持向上」、「がんになっても安心して暮らせる社会の構築」を全体目標としている。また、がん対策を総合的かつ計画的に推進することを目的として、平成 22 年 7 月に「岐阜県がん対策推進条例」が制定されている。

## 2 粒子線治療の概要

### (1) 粒子線治療の現状

#### ア がんの三大治療

がんの治療は外科療法（手術）、放射線療法、化学療法が三大治療であり、これらの治療法の比較は表1のとおり。

表1 がんの三大治療の比較

	外科療法	放射線療法	化学療法
適用	<ul style="list-style-type: none"> <li>早期がんから中程度進行がんまで</li> <li>局所に限局した病変</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>早期がんから手術不能の局所進行がんまで</li> <li>局所に限局した病変</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>主として末期の遠隔移行のがん及び白血病</li> <li>全身に進展した病変</li> </ul>
長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>高い根治性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>機能と形態の欠損が少ない全身への影響が少ない</li> <li>早期がんの治療成績は外科療法に匹敵（特に、重粒子線治療）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>病状の進行の抑制、あるいは延命効果が見込める</li> </ul>
短所	<ul style="list-style-type: none"> <li>機能と形態の欠損が大きい場合あり</li> <li>部位・患者の条件（年齢・合併症など）により適用の制限あり</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>局所進行がんの根治性は外科療法より劣る</li> <li>他の治療に比べ粒子線治療は高額</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>全身への影響が大（副作用が強い）</li> <li>効果に個人差</li> <li>低い根治性</li> </ul>

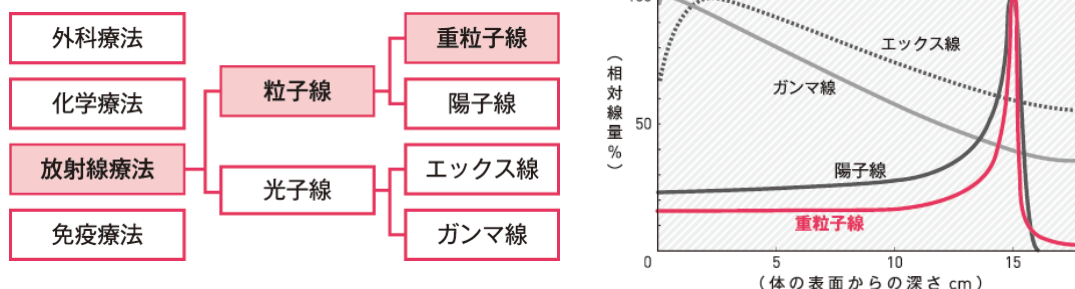
（放射線医学総合研究所及び医用原子力技術研究振興財団のホームページをもとに作成）

粒子線治療は、従来の放射線療法と比較して、より局所的な治療を可能とし、相応な効果実績をあげる可能性のある新たな治療法として期待されている。

#### イ 放射線の分類

放射線の種類は大きく光子線と粒子線に分類される。光子線は光の波であり、粒子線は、水素原子核（陽子）で構成される陽子線、炭素原子核（重粒子）で構成される重粒子線などがある。陽子線あるいは重粒子線を用いた治療が粒子線治療である。

従来の放射線治療では図2のとおり、身体の表面に近いところに多くの放射量が照射され、病巣に届くまでに弱くなってしまうが、粒子線は体表面から一定深度で線量がピークとなる特徴により、体の深部のがん病巣のみを死滅させることが可能となる。また、一定深度以外に放射線が進まないため、周辺の正常細胞への影響が極めて小さいという特性も有する。



（出典：九州国際重粒子線がん治療センターホームページ）

図2 がんの治療法の分類と放射線の特徴

## ウ 粒子線治療の適用

粒子線治療を適用するメリットは次のことが挙げられる。

- ① がん病巣を集中的に攻撃可能
- ② 手術のような痛みや臓器・組織の欠損がない
- ③ 通院による治療が可能
- ④ 放射線では適用にならなかった部位の治療が可能

## エ 重粒子線治療と陽子線治療の違い

粒子線治療の種類は線種の違いにより「重粒子線治療」と「陽子線治療」に分類され、特徴などの主な違いは表2のとおりである。

表2 重粒子線治療と陽子線治療の比較

	重粒子線治療	陽子線治療
線量の集中性	良好、陽子線よりも鋭い	良好
生物学的効果比	X線の2～3倍	X線の1.1倍
治療期間	陽子線よりも短期	短期（8回～38回）
過去の治療者数（世界）	2万人弱	約12万人
治療費（2016.3.1現在）	314～350万円前後	250～310万円

（出典：メディポリス国際陽子線治療センターホームページ）

## オ 治療者数推移

重粒子線治療、陽子線治療ともに全国の治療者数は大きく増加（26,258例：先進医療分と臨床試験分の2014年度までの累計値）しており、1施設当たりの治療者数も増加傾向にある。施設別にみると、一部の施設で傾向が鈍化しているが、全ての施設で治療者数は増加している。（出典：公益財団法人医用原子力技術研究振興財団ホームページ）

なお、名古屋陽子線治療センターの治療者数の約1割は岐阜県民である。  
（2015年度54名）

## カ 適応部位及び治療成績

重粒子線治療数及び陽子線治療数の合計（2013年末時点）は、それぞれ11,028例及び15,045例である。部位別で実施件数が最も多いのは、双方ともに前立腺がんであり、適応部位はともに類似している。粒子線治療の効果が期待できる具体的な適応部位は次のとおり。

粒子線治療の効果が期待できる部位

脳腫瘍、中枢神経腫瘍、眼腫瘍、頭頸部がん、食道がん、肺がん、すい臓がん、肝臓がん、子宮がん、直腸がん、前立腺がん、骨軟部腫瘍

（出典：放射線医学総合研究所ホームページ）

治療成績は重粒子線治療と陽子線治療の間において顕著な差異は認められないが、肝臓がんでは、重粒子線治療の方において若干有効な成果が現れている。

(出典：日本医師会雑誌 第144巻・第2号 2015年5月「粒子線治療の適応と治療成績」)

また、粒子線治療における重粒子線及び陽子線の使い分けについては、「物理学的には明らかに炭素（重粒子）線の線量集中性は陽子線のそれを上回るため、腫瘍周囲の正常組織への被曝線量は炭素イオン線のほうが少なくできる。したがって同じ耐容線量内では炭素イオン線治療のほうが高線量を腫瘍に投与できることとなるため、線量・効果関係が明らかな腫瘍においては、炭素イオン線治療の優位性が証明されると予想される。」という村上昌雄氏のコメントがある。(兵庫県立粒子線医療センター元院長、出典：「放射線医学『放射線腫瘍学』/粒子線治療・2012年4月」)

なお、2016年1月に厚生労働省が開いた先進医療会議では、陽子線治療は小児固形腫瘍に有用性があり、重粒子線治療は切除非適応の骨軟部腫瘍に有用性があると認められたため、後述キに示すよう医療保険が適用されることとなった。

## キ 治療費

粒子線治療のうち、次の治療は平成28年4月から医療保険が適用されることとなった。

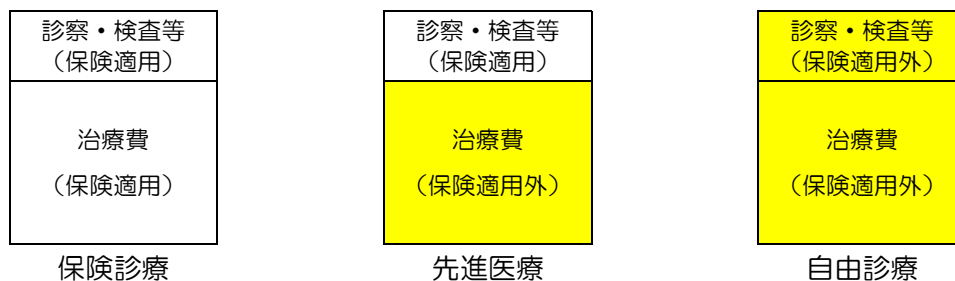
<保険診療対象>

- ・重粒子線治療：切除非適応の骨軟部腫瘍
- ・陽子線治療：小児腫瘍（限局性の固形悪性腫瘍に限る）

それぞれ、基本点数が15万点＝150万円であり、その他の加算がされると最大で23.75万点＝237.5万円となる。

しかし、その他の対象については保険適用とならないため、先進医療または自由診療となり、治療費全額が患者の自己負担となる。先行事例での治療費は、重粒子線治療で314～350万円前後、陽子線治療で250万円～310万円となっている。

先進医療の場合、診察・検査等の通常の治療と共通する部分は保険適用となる。なお、先進医療会議で先進医療として認められた治療のみが先進医療として扱われる。



※着色部分は全額患者負担

図3 保険医療、先進医療及び自由診療の治療費負担イメージ

## ク 粒子線治療の課題

粒子線治療は現状、一部の治療に医療保険が適用されていることを除き、治療に


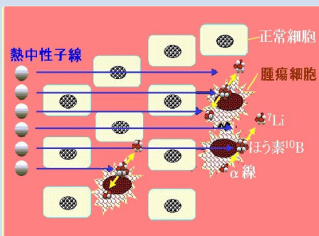
かかる費用は全額自己負担となっている。

粒子線治療の治療費は前述のとおり、250～350万円と高額であるが、民間保険会社による先進医療特約を利用し治療費を支払う方法がある。年間千円程度の僅かな保険料で治療費の実費を民間保険会社から給付される商品もあるが、アンケート調査では、先進医療特約の保険加入の割合は24%に留まっている。

## ケ 新しい治療法

重粒子線、陽子線治療以外の比較的新しい放射線治療法としては、表3に示すものがある。

表3 新しい治療法

治療法	概要	粒子線治療との比較
<p>IMRT(強度変調放射線治療)</p> 	<p>定位放射線治療のように腫瘍に対して多方向から集中的に照射して治療を行うだけでなく放射線1本1本の線量を制御するように開発された。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・IMRTは全国で約500の施設に導入され保険診療の適用をうける点で粒子線治療と比べた経済的メリットが大きい。</li> <li>・「照射の集中性」という粒子線の強みをX線でも実現するものであるが、線量分布比較では、粒子線の方が選択的であり優れている。</li> </ul>
<p>BNCT(ホウ素中性子捕捉療法)</p> 	<p>ホウ素10をがん細胞に取り込ませたうえで中性子を照射するものであり、ホウ素と中性子が反応して発生する粒子がホウ素を含んでいたがん細胞のみを破壊する。</p>	<p>BNCTは重粒子線と並んで日本が世界的に先行している医療技術であり、治療法として競合はなくとも、研究支援の資源獲得においてライバルとなる可能性がある。</p>

(出典：『粒子線治療を中心としたがん先進医療の現状と課題 (安井一徳)』(平成25年12月)、NPO法人日本小児脳腫瘍コンソーシアムホームページ等)

## (2) 粒子線治療施設の概要

### ア 既存施設の概要

現在、日本で導入されているもしくは今後導入を予定している粒子線治療施設(重粒子線治療施設及び陽子線治療施設)の概要を表4の粒子線治療施設一覧に示す。

### イ 近隣県での導入状況等

重粒子線治療施設は現在、中部圏には存在しておらず空白地帯となっている。最寄りには神奈川県または兵庫県となる。なお、現在、大阪市内において建設中であり、完成後(平成29年度内)はそこが最寄りとなる。



陽子線治療施設は、中部圏では名古屋市内、福井市内、松本市内に存在する。また、現在、豊橋市内において建設中である。

<陽子線治療施設>

① 愛知県

名 称：名古屋陽子線治療センター

所在地：名古屋市北区

名 称：成田記念陽子線治療センター（平成 29 年開院予定）

所在地：愛知県豊橋市

② 福井県

名 称：福井県立病院陽子線がん治療センター

所在地：福井県福井市

③ 長野県

名 称：相澤病院陽子線治療センター

所在地：長野県松本市

表4 粒子線治療施設一覧

	施設名	建設費 (一部見込)	開業時期	治療 室数	のべ治療者数 (H28年3月末)	所在	実施主体
重 粒 子 線 治 療 施 設	放射線医学総合研究所	326億円	H6年度	5室	9,766	千葉県稲毛区	(国研)量子科学技術研究開発機構放射線医学総合研究所
	兵庫県立粒子線医療センター	280億円	H15年度	5室	重粒子線 2,263 陽子線 4,934	兵庫県たつの市	兵庫県
	群馬大学重粒子線医学研究センター	125億円	H21年度	3室	1,980	群馬県前橋市	(国大)群馬大学
	九州国際重粒子線がん治療センター	150億円	H25年度	3室	1,306	佐賀県鳥栖市	運営:(公財)佐賀国際重粒子線がん治療財団 建物所有管理:九州重粒子線施設管理(株)
	神奈川県立がんセンター	120億円	H27年12月	4室	24	横浜市旭区	(地独)神奈川県立病院機構
	大阪重粒子線センター(仮称)	118億円	H30年3月	3室	(建設中)	大阪市中央区	運営:(医)協和会 建物所有管理:大阪重粒子線施設管理(株)
	山形大学医学部附属病院	150億円	H31年10月	2室	(建設中)	山形県山形市	(国大)山形大学
陽 子 線 治 療 施 設	国立がん研究センター東病院	75億円	H10年度	3室	2,233	千葉県柏市	(国研)国立がん研究センター
	筑波大学附属病院陽子線治療センター	70億円	H13年度	3室	4,605	茨城県つくば市	(国大)筑波大学
	静岡県立静岡がんセンター	60億円	H15年度	2室	1,908	静岡県駿東郡長泉町	静岡県
	南東北がん陽子線治療センター	90億円	H20年度	3室	3,430	福島県郡山市	(一財)脳神経疾患研究所
	福井県立病院陽子線がん治療センター	94億円	H23年度	3室	774	福井県福井市	福井県
	メディポリス国際陽子線治療センター	108億円	H23年度	3室	1,760	鹿児島県指宿市	(一財)メディポリス医学研究財団
	名古屋陽子線治療センター	111億円	H25年度	3室	1,268	名古屋市北区	名古屋市
	北海道大学	非公表	H26年度	1室	63	札幌市北区	(国大)北海道大学
	相澤病院陽子線治療センター	50億円	H26年度	1室	76	長野県松本市	(社医財)慈泉会
	岡山大学・津山中央病院共同運用がん陽子線治療センター	70億円	H28年4月	1室	(建設中)	岡山県津山市	(国大)岡山大学 (一財)津山慈風会
	社会医療法人禎心会札幌禎心会病院	非公開	H29年2月	1室	(建設中)	札幌市北区	(社医)禎心会
	成田記念陽子線センター	非公開	H29年度中	1室	(建設中)	愛知県豊橋市	(社医)明陽会
	伯鳳会大阪陽子線クリニック	50億円	H29年9月	1室	(建設中)	大阪市此花区	(医)伯鳳会
	新・兵庫県立こども病院	95億円	H29年度下期	2室	(建設中)	神戸市中央区	兵庫県
	京都府立医科大学永守記念最先端がん治療研究センター	70億円	H30年度予定	2室	(建設中)	京都市上京区	(公大)京都府立医科大学

## ウ 他自治体での検討状況

### ① 山梨県

適切で効果的な高度医療の在り方について検討を行うために「高度医療の在り方検討委員会」を設置。最終報告書では、高度な放射線治療である重粒子線治療について、患者の需要と「費用対効果」の観点から、導入は難しいと判断した。

具体的には、治療施設の建設費を120～160億円、運営費を年間19億円と想定。これらを診療報酬でまかなう場合、年間640人程度の患者が必要としたが、集患見込が至らないものと判断された。

### ② 沖縄県

2012年9月に「重粒子線治療施設導入に係る検討協議会」を設置。最終報告書では、県内がん診療施設や国立病院機構などへの聞き取りと国内外の医療コーディネーターへのアンケートを通して算出した「患者数推計」を用いた収支の試算では、重粒子線治療施設運営が可能としている。海外からの集患、施設整備費向けの補助金拠出を前提とするものである。

## エ 世界での導入状況

2013年12月までに日本以外で稼働実績（現在停止・休止中含む）のある施設は14か国以上34箇所（重粒子線治療施設3箇所、陽子線治療施設31箇所）に及んでいる。また、世界の粒子線治療施設で陽子線治療を受けた患者数は、2013年12月現在80,131名に達している。世界では陽子線治療が粒子線治療の主流となっているが、米国では幾つかの施設で重粒子線治療の検討のために装置を導入する動きもみられる。（出典：Particle Therapy Co-Operative Group Home Pageより）

## オ 粒子線治療施設の構成

粒子線治療施設の構成は、図4に示すように、粒子を加速するための加速器系と患者の治療を行うための照射治療室系の大きく2つに分類することができる。

**加速器系:**粒子線治療の放射線は加速器で発生させる。加速器にもその形によって、直線で加速する、線形加速器(ライナック)の他、円周上で加速する、サイクロトロンやシンクロトロンと呼ばれる装置がある。陽子線によるがん治療にはシンクロトロンやサイクロトロンが、重粒子線の場合にはもっぱらシンクロトロンが使われる。

**照射治療室系:**加速した粒子線を患者に照射する。様々な部位のがん病巣に対応するため、垂直照射室、水平照射室、垂直・水平照射室、回転ガンテリ室、斜め45°照射室等がある。

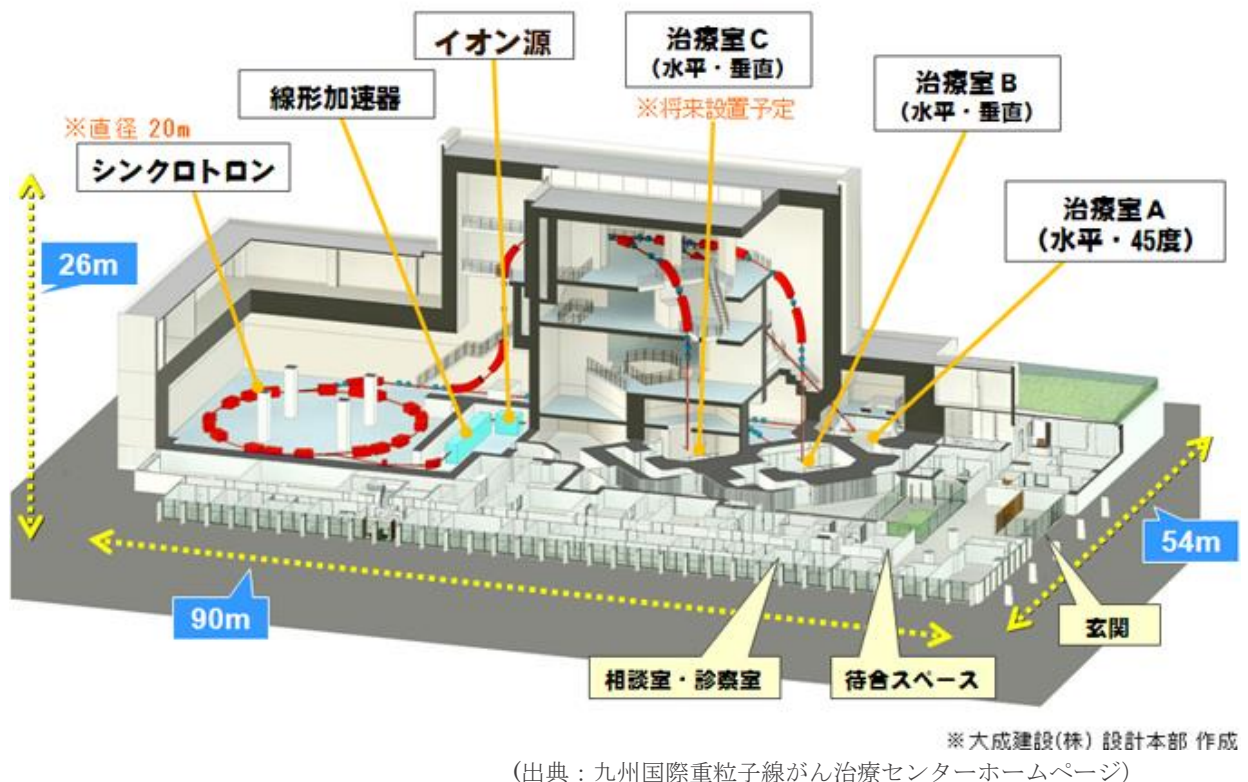


図4 粒子線治療施設の構成

## カ 導入費用及び運営費用

先行事例及び国内メーカーへのヒアリングを通じて、粒子線治療施設に関し想定される導入費用及び運営費用については次のとおりである。

費用に幅があるのは、治療装置の小型化、施設による治療室の数の違い、建設単価の変動(材料費・人件費)等の影響によるものと考えられる。

### ① 重粒子線治療施設

- ・施設整備費 125億円～150億円  
治療装置価格：80億円～88億円、建屋価格：45億円～62億円
- ・年間運営費 9.3億円～10.4億円  
維持管理費：4.5億円～5.6億円、光熱水費：1.5億円程度、  
人件費：2.2億円～4.4億円

## ② 陽子線治療施設

- ・施設整備費 50 億円～90 億円  
治療装置価格：30 億円～60 億円、建屋価格：20 億円～30 億円
- ・年間運営費 5.9 億円～11.1 億円  
維持管理費：3.4 億円～5.2 億円、光熱水費：1.0 億円～1.5 億円、  
人件費：1.5 億円～4.4 億円

## キ 建設場所の条件

粒子線治療施設を整備する建設地としては、以下の条件が考えられる。

- ① 粒子線治療施設を整備するための敷地があること  
(現時点の国内最小規模の施設は山形大学医学部附属病院内の整備予定のもので、建築面積は約 2,000 m<sup>2</sup>。)
- ② 交通アクセスが良いこと  
外来治療での通院に適した交通アクセスのよい立地であること。  
モータリゼーション社会であるため、駐車場の整備は必須。
- ③ 電源インフラが整っていること  
加速器の稼働には十分な電力が必要であるため、特別高圧などの受電が可能な設備が備わっていること。
- ④ 病院施設、近隣に連携できる病院が備わっていること  
今後さらに高齢化が進むことから、治療中の看護と共に緊急時の速やかな対応が可能な病院併設が望ましい。

## (3) 粒子線治療施設運営に必要な専門人材

### ア 主な運営スタッフの職務と業務

- ① 医療スタッフ
  - ・放射線治療専門医：患者の診察、画像診断、治療方針・治療計画策定、記録、予後フォロー等を行う。
  - ・医学物理士：治療方針に従い粒子線治療施設等の管理等を行う。
  - ・診療放射線技師：医師の指示に従い、治療照射業務を実施する。
  - ・線量測定技師：医学物理士の指示に従い、照射線量の品質保証業務を行う。
  - ・看護師：患者の診療介助等を行う。
- ② 技術スタッフ
  - ・治療計画技術者：医学物理士の指揮のもとで治療計画作業を行う。
  - ・治療装置運転技術者：治療装置の運転業務を行う。
  - ・機械工作技術者：医学物理士の指揮のもとで患者コリメータ・ボラスの作成等を行う。
- ③ その他スタッフ
  - ・放射線管理者、施設管理者、事務員など

## イ 専門人材育成・確保計画

粒子線治療施設における専門人材には、従来の放射線治療に携わる医療職に比べ、より専門性の高い知識が必要とされている。

### ① 粒子線治療と一般的な放射線治療との違い

粒子線治療では、扱う線量分布や生物効果、照射方法などが光子線と異なるため、粒子線治療に係わる人材には、一般の放射線治療の知識に加え、特別の医学、生物学、物理学的知識が必要とされる。このような特殊な知識は既存治療施設の臨床現場におけるOJT（オン・ザ・ジョブトレーニング）などを活用する必要がある。

### ② 粒子線治療に係る放射線治療専門医

粒子線治療に係わる治療専門医は、強力な殺傷力や極度の集中性といった粒子線の特徴を理解して治療を実施する必要がある。

### ③ 粒子線治療に係る医学物理士

粒子線治療に係わる医学物理士は、粒子線のエネルギー、飛程、散乱等を理解して治療計画作成、検証等に携わる必要がある。

### ④ 粒子線治療に係る診療放射線技師

粒子線治療に係わる放射線技師は、X線照射装置とは全く異なる粒子線照射装置を扱い照射する必要がある。

### ⑤ 研修・教育

放射線医学総合研究所ではその人材育成センターにおいて、放射線医学基礎課程、放射線看護課程、医学物理士コースなどの研修を行っている。多くの先行事例では、医師、看護師等を派遣し、これらの研修を受講させている。

また、群馬大学では医科学専攻博士課程に「重粒子線医工連携コース」が設置されており、重粒子線医学・生物学の基礎と重粒子線先端臨床研究並びに高度医療機器の開発・運用技術の教育を行っている。

## 3 事業化の検討

本事業実施の重要なポイントは、「集患と資金」である。

### (1) 集患見込数の推計

九州国際重粒子線がん治療センター、群馬大学重粒子線医学研究センター及び福井県立陽子線治療センター等の先行事例の実績（自県の治療者の割合、他県からの流入割合等）をもとに、岐阜県内に粒子線治療施設を整備した場合の集患見込数をア～ウにより推計した。

重粒子線治療：364～804名（中間値 585名）

内訳：県内236～295名

県外128～509名（うち愛知県80～320名）

陽子線治療：276～420名（中間値 349名）

内訳：県内236～295名

県外 40～125名（うち愛知県10～40名）

## ア 適応数推計

がん患者のうち粒子線治療に適している患者数「適応数」について、2020年から2040年までの20年間の推移を表5、6のとおり推計した。

表5 岐阜県のがんの部位別・年別適応数推計値（粒子線適応部位）

部位	適応数					
	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	平均
前立腺	532	543	541	538	533	537
肺	327	339	343	340	333	336
肝臓	103	109	109	106	104	106
子宮体	27	27	26	25	24	26
口腔・咽頭	29	29	29	29	28	29
直腸	73	74	73	73	70	73
食道	16	17	16	15	15	16
腎	16	16	16	16	16	16
脳・中枢神経	5	5	5	5	5	5
甲状腺	5	5	5	5	5	5
子宮頸	4	3	3	3	3	3
すい臓	13	13	13	13	13	13
結腸	14	15	15	15	14	14
合計	1,164	1,194	1,194	1,183	1,163	1,179

表6 岐阜県及び周辺県（7県）のがんの年別適応数推計値

	適応数					
	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	平均
岐阜県	1,164	1,194	1,194	1,183	1,163	1,179
愛知県	3743	3913	4011	4095	4213	3,995
富山県	563	575	575	560	542	563
石川県	729	753	754	751	745	746
福井県	412	426	429	426	410	421
長野県	1,393	1,410	1,407	1,392	1,370	1,394
三重県	988	1,012	1,021	1,019	1,012	1,010
滋賀県	662	695	718	728	743	709

適応者数推計値の算出方法は次のとおりである。

### ① 部位ごとのがん罹患数

国立社会保障・人口問題研究所「日本の地域別将来推計人口（平成25年）」の人口の推移データ（2020年、2025年、2030年、2035年、2040年）と、国立がん研究センター「2012年全国がん罹患モニタリング集計」により部位ごとのがん罹患数を算出。

② 適応率

放射線医学総合研究所が示す各部位ごとの「部位別適応率（表7）」を①により算出した罹患数に乗じる。

表7 部位別適応率

部位	適応率
前立腺	42.9%
肺	14.2%
肝臓	11.9%
子宮体	11.8%
口腔・咽頭	10.4%
直腸	8.4%
食道	4.6%
腎	3.6%
脳・中枢神経	3.6%
甲状腺	2.7%
子宮頸	1.9%
すい臓	1.7%
結腸	0.8%
胃、胆嚢・胆管、口頭、皮膚、乳房、卵巣、膀胱、悪性リンパ腫、多発性骨髄腫、白血病	0.0% (適応なし)

イ 重粒子線治療施設の集患見込数推計

前記アの適応数推計値をもとに重粒子線治療施設に関する2020年から2040年の年間平均の患者見込数を推計した。

表8 重粒子線治療施設の集患見込数推計値

	適応数	最大 実治療率	集患見込数 (上位計数值)	最小 実治療率	集患見込数 (下位計数值)	上位と 下位の差	集患見込数 (中間値)
岐阜県	1,179	25%	295	20%	236	59	266
愛知県	3,995	8%	320	2%	80	240	200
富山県	563	6%	34	1%	6	28	20
石川県	746	6%	45	1%	7	38	16
福井県	421	4%	17	1%	4	13	11
長野県	1,394	3%	42	1%	14	28	28
三重県	1,010	3%	30	1%	10	20	20
滋賀県	709	3%	21	1%	7	14	14
	10,017		804		364	440	585

推計値は、先行する粒子線治療施設の集患実績により算出した流入率（治療数÷適応数）をもとに、最大及び最小の実治療率を設定し、それぞれ中部8県の適応数に乘じ算出した。

最大流入率：九州国際重粒子線がん治療センター（佐賀県）への流入率

最小流入率：群馬大学重粒子線医学研究センター及び福井県立陽子線がん治療センターへの流入率



また、周辺の陽子線施設や重粒子線施設の影響を考慮した実治療率を設定している。

例) 愛知県の最大実治療率は、佐賀県へ治療に来る福岡県民の割合(12%)に、愛知県にある陽子線治療施設の影響として3分の2<sup>\*</sup>を乗じた8%を採用

※治療に当たり陽子線は、重粒子線の2倍の回数(日数)の照射が必要。愛知県の粒子線治療患者のうち3分の2は重粒子線、3分の1は陽子線による治療を受けると予想

## ウ 陽子線治療施設の集患見込数推計

前記アの推計値をもとに、陽子線治療施設に関する2020年から2040年の年間平均の患者見込数を推計した。

表9 陽子線治療施設の集患見込数推計値

	適応数	最大 実治療率	集患見込数 (上位計数值)	最小 実治療率	集患見込数 (下位計数值)	上位と 下位の差	集患見込数 (中間値)
岐阜県	1,179	25%	295	20%	236	59	266
愛知県	3,995	1%	40	0.25%	10	30	25
富山県	563	2%	11	1%	6	5	9
石川県	746	2%	15	1%	7	8	11
福井県	421	1%	4	0%	0	4	2
長野県	1,394	1%	14	0%	0	14	7
三重県	1,010	2%	20	1%	10	10	15
滋賀県	709	3%	21	1%	7	14	14
	10,017		420		276	144	349

推計値は、重粒子線治療施設の集患見込数の推計と同様の方法で、先行する粒子線治療施設の集患実績により算出した流入率(治療数÷適応数)をもとに、最大及び最小の実治療率を設定し、それぞれ中部8県の適応数に乘じ算出した。

ただし、愛知県、福井県、長野県にはすでに陽子線治療施設があるため、生活圏内の人口動向や距離など地理的条件等を考慮し、重粒子線治療施設のとくとは異なる実治療率の調整をしている。

例) 愛知県には既に陽子線治療施設があるため、愛知県の15歳以上の通勤・通学人口のうち岐阜県への流入割合である1%を、愛知県の最大実治療率とした。

表8、9の集患見込数推計値を確認すると、県内のみならず、県外(特に、隣接かつ人口の多い愛知県)からも相当数の患者の流入を見込んでいることが分かる。なお、集患見込数上位計数值の達成については、佐賀県での集患の取組と同様な体制が確立されることを見込んだ場合である。具体的には、中部圏に所在する医学部を有する大学及び附属病院、岐阜県及び周辺県の医師会、病院協会、並びにがん診療連携拠点病院等との連携体制の構築などである。

## (2) 導入費用の調達手法(財源確保)

粒子線治療施設の整備にあたっては、高額なランニングコストに加え、初期投資として陽子線治療施設の場合は最大90億円、重粒子線治療施設の場合は最大150

億円の整備費用が必要となる。

先行事例における資金調達方法としては、国や地方自治体からの補助金、金融機関からの借入、法人・個人からの寄附がある。また、建物・装置を所有、維持管理するSPC（特別目的会社※）を設立し、建物・装置を裏付けに証券化して出資を募る方法もある。

※特別目的会社（特別の目的に限った行為しか行うことができない会社。会社の財産を管理・監視しやすい。）

### （３）事業主体

当該事業は莫大な初期投資が必要となる。さらに投資額を回収するには、30年近くといった長期間を要することになる。

これらのリスクを低減させるためには、長期に渡り寄附金や出資金を集めることが必要となる。また、維持管理費、光熱水費、人件費といった運営費も年間で10億円前後要するため、コスト意識が働くようなガバナンスが効く仕組みが重要となる。

以上のような事業の特徴を踏まえ、実効的な事業スキームについて、さらに事業主体において議論を深めることが望ましい。

※民間が事業主体の先行事例

国立大学法人 群馬大学重粒子線医学研究センター、  
筑波大学医学部附属病院陽子線治療センターなど  
特別目的会社 九州国際重粒子線がん治療センター（佐賀県）、  
大阪重粒子線センター（仮称）

事業の業務領域を大きく分けると、資金調達、計画設計、建設・装置調達、開設、運営及び維持管理となる。資金調達から開設までを行った事業主体が、運営及び維持管理を委託する方法や、開設及び運営を除くその他の業務についてはSPCを設立して実施する方法もある。

また、先行事例において中心となっている事業主体は、①県などの地方自治体、②医学部（附属病院）を有する国立大学法人等、③民間の医療法人などの大きく3つに分かれる。

### （４）事業採算性

一定条件下における陽子線治療施設または重粒子線治療施設導入にかかる事業収支の試算結果は次のとおりである。それぞれ治療人数を集患見込数推計の中間値に設定して試算を行った。

<条件>

・事業期間

整備費用が巨額であり、費用を回収する期間が長期に渡ることから、その期間を20年または30年とした。

- ・治療人数  
 前述（１）の集患見込数推計の中間値（重粒子線 585 人、陽子線 349 人）に、事業開始４年で到達し、以降事業終了まで中間値を維持するとした。
- ・治療費  
 重粒子線治療に要する治療単価は、先行事例で最も多く採用されている 314 万円とした。陽子線治療に要する治療単価は、先行事例の平均値である 284 万円とした。
- ・施設整備費  
 照射治療室 1 室あたりの年間治療可能数は 300 人程度となるため、重粒子線治療施設は照射治療室を 2 室とし初期投資を 125 億円、陽子線治療施設は照射治療室を 1 室とし初期投資を 50 億円とした。
- ・初期投資費用資金調達  
 初期投資費用は全額借入とし、短期金利は 1.5%、長期金利は 3% とした。
- ・運営費  
 重粒子線治療施設は、年 8.7 億円（維持管理費 5.0 億円、光熱水費 1.5 億円、人件費 2.2 億円）、陽子線治療施設は、年 5.9 億円（維持管理費 3.4 億円、光熱水費 1.0 億円、人件費 1.5 億円）とした。
- ・公租公課  
 事業実施、固定資産の獲得に伴い、法人税、固定資産税、不動産取得税を納付するとした。

<事業収支試算結果>

表 10 重粒子線治療施設の事業収支

項 目		重粒子線治療施設		陽子線治療施設	
		20年	30年	20年	30年
収 入	治療費収入☆	339.8 億円	523.5 億円	183.4 億円	282.5 億円
	計	339.8 億円	523.5 億円	183.4 億円	282.5 億円
支 出	施設整備費	125.0 億円		50.0 億円	
	借入利息	56.1 億円	81.7 億円	44.0 億円	64.1 億円
	運 営 費	165.2 億円	252.1 億円	112.1 億円	171.1 億円
	公租公課	31.0 億円	52.4 億円	12.1 億円	18.5 億円
	計	377.3 億円	511.2 億円	218.2 億円	303.7 億円
事 業 収 支※		△37.5 億円	12.3 億円	△34.8 億円	△21.2 億円

※四捨五入の関係で事業収支が合わない場合あり。

☆治療費収入は、粒子線治療単価×患者数

試算結果から、重粒子線治療施設で期間を 30 年とした場合のみ採算がとれ、それ以外のケースでは 20~40 億円程度の赤字の事業収支となり、初期投資を回収するためには長期間を要することがうかがえる。

また、全体的に採算性は悪いが、陽子線治療施設に比べ重粒子線治療施設の方は多少分がある。これは他施設との競合の関係で、重粒子線治療施設の方が患者数を

多く見込めることが要因の一つである。

ただし、前提条件の変動や追加などにより、試算結果も大きく変わってくる。例えば、今回の試算で考慮しなかった用地費用（購入費あるいは賃借料）や、自己資金投入による金融機関借入額の低減、公租公課の減免・免除等の可能性などにより、事業収支が大きく変化する。

## 4 事業実施に向けた課題

事業収支の試算結果によると採算がとれる場合もあり、事業実施の可能性はある。

しかし、巨額な費用に加え、短期間での初期投資の回収の見込みが極端に低い事業となり、当初の予想どおりに事業が進まなかったときは大きな負担を強いられることとなるため、事業実施に向けては種々の課題があると言える。

### (1) 確実な集患

粒子線治療施設の有効利用及び継続的な施設運営を図るには、患者の安定確保が必要となる。先行事例においても、県内はもとより、周辺県の医学部を有する大学、病院、医師会との連携、ネットワークを構築し集患に取り組んでいるところが多い。

そのため、事業実施主体は地元の岐阜大学との連携はもちろんのこと、中部圏に所在する医学部を有する大学及び附属病院、県医師会、県病院協会、がん診療連携拠点病院などとの連携体制を構築し、他県の病院から確実に集患できる仕組みを構築することが事業成功の鍵となる。

また、先行施設へのヒアリングによると、積極的な広報活動を重要事項として捉えている声が複数あり、効果的かつ広範囲の広報も重要である。

### (2) 資金調達

重粒子線治療施設の初期投資は 150 億円、陽子線治療施設であっても 90 億円になる。事業収支の試算において多少なりとも良好となった重粒子線治療施設であっても、運営費も含めた手持ち資金の黒字化には 30 年近くも必要となるように、長期に渡る高額な資金運用が求められる。

地域の特徴も考えられるが、九州国際重粒子線がん治療センターの場合は、積極的に寄附の依頼を行ったこともあり、寄附金額は補助金を上回り、また、融資金額をも上回っている状況である。

この九州国際重粒子線がん治療センターの事例は特異ではあるが、岐阜県において事業が実施される場合も、単年度収支に影響する集患のシステムの構築に加え、莫大な初期投資を軽減するためにも寄附等による資金確保の見込みがあるか、十分検討する必要がある。

### (3) 人材の確保

粒子線治療施設の運営には、放射線治療専門医、医学物理士等の専門スタッフの確保が必須であるが、全国的に見てもこれらの専門人材は少ない。特に、岐阜県における放射線治療専門医は、2015 年 9 月時点で 11 名、人口 10 万人あたり 0.5 人

と、絶対的に少ない。今後、高齢化の進展により粒子線治療を含む放射線治療の需要が伸びることが予想されるため、計画的に育成することも必要である。

なお、人材育成を積極的に実施している放射線医学総合研究所や群馬大学との連携も行う必要がある。

一方、過度な人材配置は収支に影響を及ぼすため、例えば病院スタッフの有効利用や他の医療機関との連携などにより、適正な人員配置も検討する必要もある。

#### **(4) 将来の収入変動**

将来、例えば次のア、イに示すような要因により事業を取り巻く状況が変わり、収入が当初の見込みに比べ少なくなる可能性がある。事業実施にあたっては、これらの点も考慮する必要があると考えられる。

##### **ア 診療報酬の変動**

現在、医療保険の適用となっている粒子線治療の患者数は極めて少なく、大半の治療による患者一人あたりの収入が300万円前後である。しかし、将来的に診療報酬点数が同じ水準（加算含め約23.7万点）のままに設定され保険診療対象が拡大すると、これまで300万円前後であった患者一人あたりの治療による収入が、約237万円に下がってしまうことになる。

##### **イ 他施設との競合**

今後、近隣県、特に愛知県において同様の重粒子線治療施設が導入された場合や、既存の陽子線治療施設の治療成績の向上、経営努力、交通インフラ整備等があった場合には、患者数が減少する可能性がある。

以上