

重粒子線治療施設導入に係る検討基礎調査事業  
報 告 書

平成 25 年 3 月

沖縄県医師会



## はじめに

本報告書は、沖縄県が2012年9月に設置した「重粒子線治療施設導入に係る検討協議会」において重粒子線治療施設導入の可能性、導入に向けた課題等について検討するにあたり、主に以下3点の検証を目的に調査を行い取りまとめたものである。

- 1) 県民に対する設置意義
- 2) 事業の収益性
- 3) 事業体の在り方

## 調査目次

章	内 容	ページ
第1章 我が国におけるがん医療の現状と課題	1) がん医療の現状	5
	2) 我が国のがん対策	6
	3) 治療方法の現状と課題	7
第2章 沖縄県のがん医療の現状と課題	1) 県内の医療におけるがんの現状	9
	2) 沖縄県のがん対策	9
	3) がんに係る県内の医療体制	10
	4) 今後の課題	12
第3章 重粒子線治療の概要	1) 重粒子線治療とは	13
	2) 重粒子線治療装置開発の経緯と現状	15
	3) 装置の概要と特徴	16
	4) 新たな開発の状況	17
	5) 重粒子線、陽子線、強度変調放射線治療(IMRT)との比較	18
	6) 施設運用の現状	20
	7) 導入・普及に当たっての課題	20
	8) 将来展望	22
	9) 先行施設の事例	26
	～(財)脳神経疾患研究所附属南東北陽子線治療センター～	
第4章 重粒子線治療施設の採算性	1) 検討の手順	29
	2) 想定されるパターン・前提条件	29
	3) パターン別損益分岐	32
	4) その他留意点	34
	5) 集患可能な患者数について	34
	6) 集患のための課題、追加調査すべき事項	37
	7) その他、今後検討すべき事項	37
第5章 重粒子線治療施設の運営体制	1) 検討の手順	38
	2) 公営企業の概要	38
	3) 形態毎の特徴	39
	4) 事業体、メーカー、地域医療機関に求められる役割	40
第6章 今後の方策	1) まとめ	41
	2) 今後詳細調査・検討すべき事項	42
別添付資料	1) キャッシュフロー①	43
	2) キャッシュフロー②	44
補論		45
検討協議会委員名簿		72
あとがき		73

# 第1章 わが国におけるがん医療の現状と課題

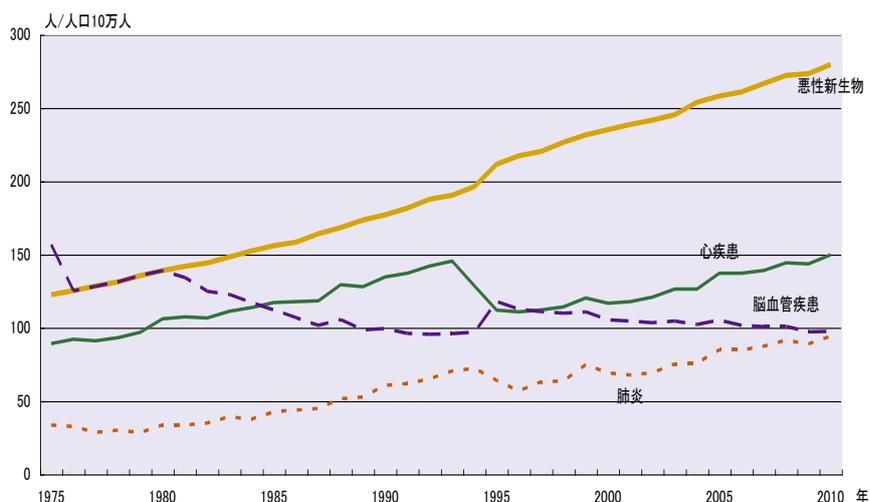
## 1) がん医療の現状

### ①がんによる死亡率の年次推移

がんは1981年からわが国の死因の第一位を占め、2011年には、35万7305人、人口10万人対死亡率は279.6であり、全死因の約3割を占めている。

がんによる死亡率は上昇傾向にあり、1990年から2010年の20年間で年率2.5%の上昇で、同期間における全死亡原因の増加率（同1.9%）を上回る。

【図表1】 わが国の死因の推移

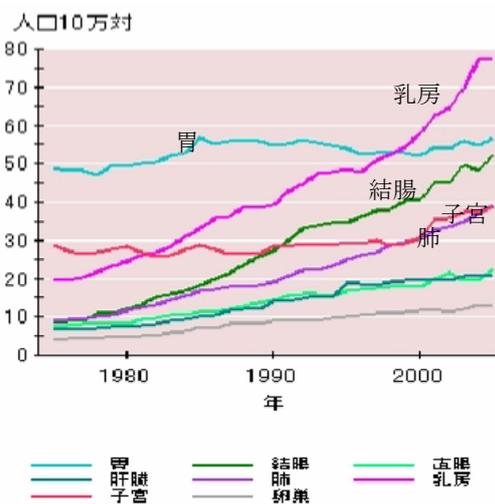
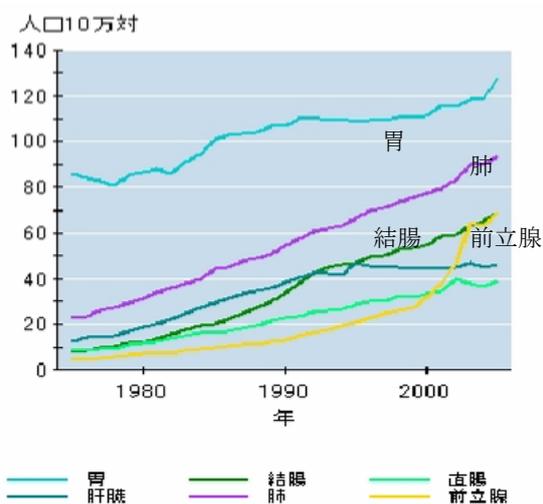


資料: 人口動態統計より

### ②がんの部位別罹患率の推移

がんの罹患状況を部位別に見ると、男性では胃、肺、結腸、女性では乳房、胃、結腸の順に高い。日本では従来より胃がんががんの中心であったが、生活の欧米化に伴い、近年、欧米に多い前立腺がんや乳がん、大腸がん（結腸・直腸）、肺がんの比率が顕著に増加している。

【図表2】 部位別がん罹患率の推移（主要部位）（1975～2005年）  
 <男性> <女性>



資料: 独立行政法人国立がん研究センターがん対策情報センター

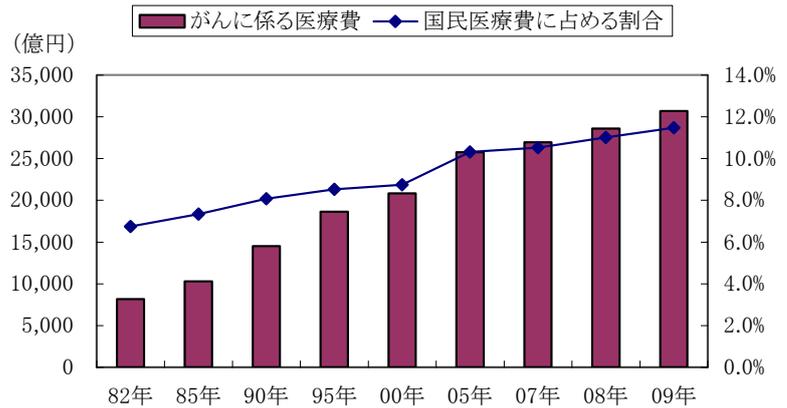
資料: 独立行政法人国立がん研究センターがん対策情報センター

### ③がんに係る医療費の推移

がん治療に係る医療費（保険診療のみ）は増加しており、国民医療費に占める割合も2005年以降10%を超えている。

高齢化の進展やがん治療の高度化に伴う高額化等により、今後もがんに係る医療費の増加が見込まれる中、がん予防の推進とともに、効果的・効率的ながん治療の実施が求められる。

【図表3】がんに係る医療費と対国民医療費の割合



資料：国民医療費（厚労省）

### 2) わが国のがん対策

わが国におけるがん対策は、1984年に策定された「対がん10ヵ年総合戦略」（～1993）、1994年に策定された「がん克服新10ヵ年戦略」（～2003）、2004年に策定された「第三次対がん10ヵ年総合戦略」（～2013）に基づき取組みが行われており、対応する予算も年々増大している。「第三次対がん10ヵ年総合戦略」では、「がん罹患率と死亡率の激減」を目指して、がん研究の推進及び質の高いがん医療を全国に普及することを目的に、「がんの予防推進」「がん医療の向上とそれを支える社会環境の整備」を柱とする。

2004年6月には、がん対策のより一層の推進を図るため、「がん対策基本法」が成立し、がんの予防、早期発見、がん医療の均てん化、研究の推進等が基本施策とされた。同法に基づき、がん対策を総合的かつ計画的に推進するための「がん対策推進基本計画」が2007年6月に策定された。同計画においては、全体目標として、「がんによる死亡者の減少」、「全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」の2つを掲げ、重点的に取り組む課題として、「放射線療法及び化学療法の推進」、「治療の初期段階からの緩和ケアの実施」、「がん登録の実施」の3つを位置付けている。特に、「放射線療法及び化学療法の推進」については、わが国のがん医療が手術中心で、化学療法も外科医が実施するなど、外科医中心に進められてきた経緯を踏まえ、「放射線療法や化学療法の推進と医療従事者の育成等による体制強化」が強調された。2012年6月には第二期計画が策定され、同計画に基づき、都道府県において、新たな「都道府県がん対策推進基本計画」の策定が進められている。

【図表4】がん対策予算額の推移（厚労省予算） 単位：億円



### 3) 治療方法の現状と課題

#### ①がんの治療法

がんの治療法<sup>1)</sup>は主に、局所療法として行われる手術療法・放射線療法、全身療法として行われる化学療法・免疫療法等がある。現在のがん治療では、これらの治療法を単独で実施することに加え、症状に応じて複数の治療法を組み合わせる「集学的治療」が行われることが多くなっている。

近年は、治療初期から「緩和ケア」を実施し、患者や家族における身体的・精神的苦痛を取り除く体制の整備が重視されている。

【図表5】がんに係る主な治療法の比較

	手術療法 (局所療法)	放射線療法 (局所療法)	化学療法 (全身療法)	免疫療法 (全身療法)
原理	・がん病巣を切り取って、根本的に治そうとする治療法	・がん病巣に放射線をあてて、がん細胞のDNAを損傷させて、がん細胞の増殖を抑えたり、殺傷する治療法	・抗がん剤でがん細胞の増殖を抑え、死滅させる治療法。抗がん剤は注射や経口で血液中に入り、全身に運ばれて、がんを攻撃する	・患者より血液を採取してリンパ球を分離し活性化し、増殖して体内に戻し、免疫力を高めてがんを治療する
適応	・局所のがん(早期がん～中程度進行がん)	・局所のがん(早期がん～手術不能の局所進行がん)	・全身的ながん(転移のあるがん、血液のがん) ・局所のがん治療との併用	・化学療法とほぼ同じ
長所	・根治性が高い	・機能と形態の欠損が少ない ・身体的負担が少ない ・早期がんの治療成績は外科療法と同等	・一般に痛みを和らげる効果があり、延命効果が顕著な場合もある	・副作用がほとんどない ・化学療法や放射線療法の併用で相乗効果が期待できる ・手術後の補助療法として再発予防効果が示されている
短所	・機能と形態の欠損が大きい ・部位・患者の条件(年齢・合併症など)により適応に限界あり	・X線の場合、一部副作用を残すことあり ・粒子線治療は、他の治療法に比べて治療費が高い	・全身への影響が大きい(副作用が大きい) ・根治性が低い	・基本的に通院による治療 ・治療費が比較的高価(150万円程度) ・治療効果の検証が十分でない

(出所)「粒子線がん治療普及に向けた勉強会」資料、「群馬大学重粒子線医学センター」パンフレット等を参考に作成

<sup>1)</sup> 上記の治療法はいずれも、がんを完全に治せる可能性のある「根治治療」であるが、そのほかに、根治は望めないが治療効果が副作用による損失を下回らない程度の範囲で行う「姑息的治療」、根治の可能性はないが症状の軽快を目指す「緩和的治療」がある。

## ②日本のがん治療の特徴と課題

日本においては、胃がんなど、主として手術療法に適したがんが多かったこともあり、従来より「手術療法」ががん治療の中心であり、外科医ががん治療の中心を担ってきた。放射線治療は、患者の体力が手術に耐えられない場合や進行がんで手術が不可能な場合等にのみ選択され、また化学療法も手術の補助的療法として、主として外科医により実施されてきた経緯がある。

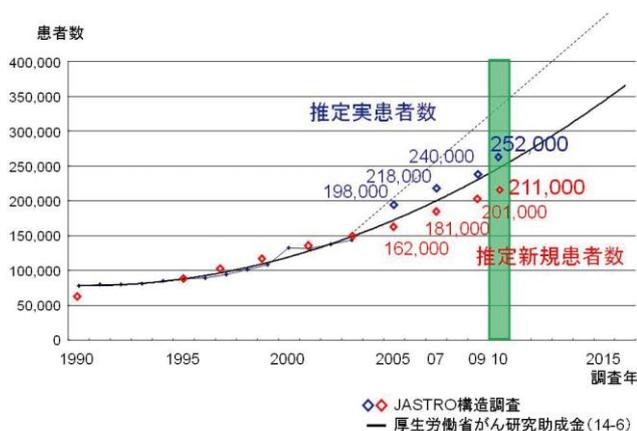
しかしながら、欧米を中心に、新たな放射線治療技術や抗がん剤の開発等により、がんの治療技術が進歩し、それぞれの治療法の専門性が高まる中、わが国の外科医中心の治療体制における課題が浮上してきた。

こうした状況を改善するため、「がん対策基本法」等を通じ、わが国において相対的に遅れていた放射線治療や化学療法の推進が図られ、専門医や医師を支える専門的な医療従事者の育成が進められてきた。その結果、がんの放射線治療患者数は増加してきているが、がん患者のうち放射線治療を実施している患者の比率は、欧米諸国が約 60%であるのに比し、日本は 25%と依然として低い状況にある。

高齢化の進展等により低侵襲である放射線治療のニーズは高まっており、欧米とのがんの種類分布差を考慮しても、放射線治療を受けるがん患者は日本でも最低で 40%以上であるべきとの意見※もあり、更なる対策が求められる状況にある。

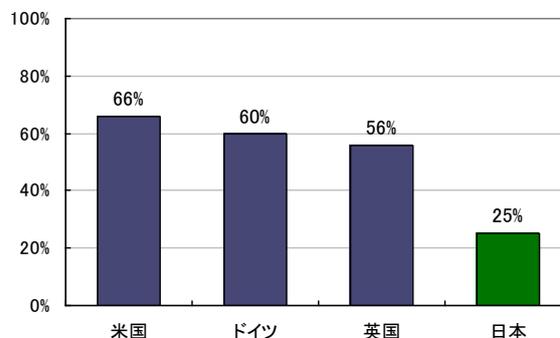
※ がんの集学治療における放射線腫瘍学(日本放射線腫瘍学会日本PCS作業部会)

【図表 6】日本における放射線治療患者数推移



推定実患者数: 新規患者数 + 再来患者数  
資料: 日本放射線腫瘍学会構造調査(09年)より

【図表 7】がん患者のうち放射線治療(併用も含む)を実施している患者比率



資料: 第 23 回がん対策推進協議会資料より

以上述べたように、従来の日本のがん治療は欧米に比し手術偏重の傾向があり、相対的に遅れている放射線治療等については今後一段と充実させていく必要がある。

そのうえで、各治療法を効果的に組み合わせた集学的治療を、それぞれの専門医師の連携のもとで実施していく体制・環境の一段の整備が今後の課題と考えられる。

## 第2章 沖縄県のがん医療の現状と課題

### 1) 県内の医療におけるがんの現状

#### ①県内のがんの状況

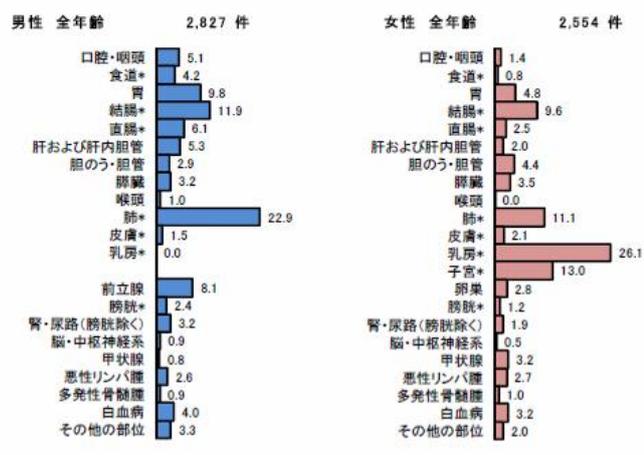
がんは1977年より県内の死因の第一位を占め、2011年には2,837人、人口10万人対死亡率は202.5となっている。また、「沖縄県がん登録事業報告」によれば、2007年に、男性延べ2,827件、女性延べ2,554件、合計延べ5,381件が新たにがんと診断された。がんは加齢とともに罹患率が高まる傾向にあるが、今後県内での高齢化の進行に伴い、県内のがん患者の増加が見込まれる。

#### ②部位別の状況

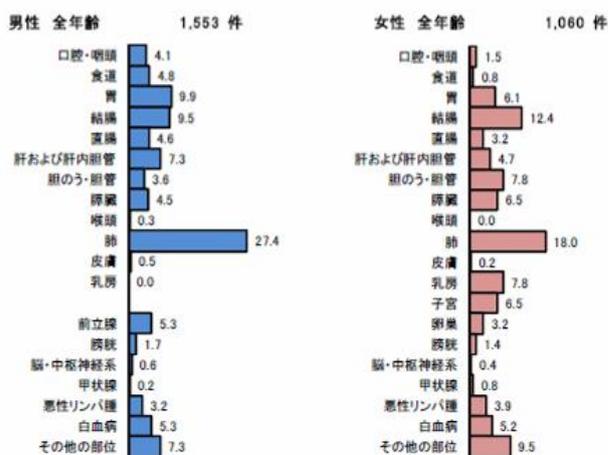
2007年における罹患の状況は、男性では、肺、大腸、胃、前立腺、女性では乳房、子宮、肺、結腸の順に多かった。全国で最も多い胃がんが相対的に少ない点に特徴が見られる。

2007年におけるがんによる死亡者は2,613人あり、男女共に肺がんが最も多く、男性では胃、結腸、肝臓、前立腺、女性では結腸、乳房、胆のう・胆管と続いている。

【図表8】 部位別の罹患状況



【図表9】 部位別の死亡状況



資料：沖縄県がん登録事業報告（07年度）

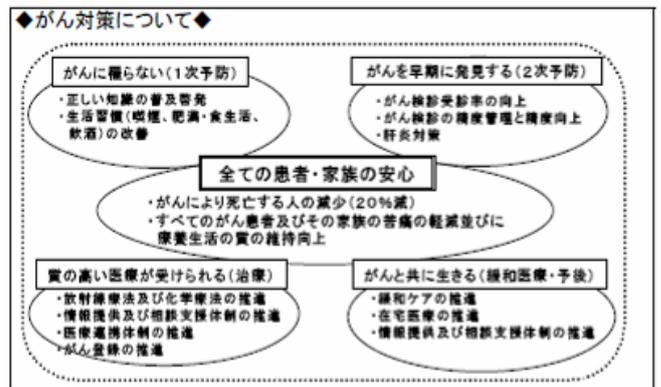
### 2) 沖縄県のがん対策

2007年4月に「がん対策基本法」が施行され、同年6月に国において策定された「がん対策推進基本計画」に基づき、沖縄県においても2008年3月に「沖縄県がん対策基本計画」が策定された。

同計画では、2012年度を目標年度とし、今後のがん対策の全体目標として「がんにより死亡する人の減少」と「すべてのがん患者及びその家族の苦痛の軽減ならびに療養生活の質の向上」が掲げられた。

この目標達成に向けて、生活習慣病の改善による「がんの予防」、がんを早期に発見する「がん検診」の推進、更には、従来の手術療法に加え、放射線療法及び化学療法を推進することによる質の高い「がん医療の提供」、がんの初期段階からの「緩和ケアの実施」、がん診療連携拠点病院等の「医療機関の整備等」、「がん医療に関する相談支援と情報提供」及び「がん登録」を重点分野として、対策を推進している。

【図表 1 0】沖縄県のがん対策について



資料: 沖縄県がん対策推進計画アクションプラン

### 3) がんに係る県内の医療体制

#### ①がん診療連携拠点病院

がん診療連携拠点病院とは、全国どこでも質の高いがん医療が受けられるように国が指定した医療機関である。沖縄県においては、「都道府県がん診療連携拠点病院」として琉球大学医学部付属病院、地域ごとに整備される「地域がん診療連携拠点病院」として2病院が認定されている。また、県独自の「がん診療連携支援病院」として3病院を認定している。

都道府県がん診療連携拠点病院	琉球大学医学部付属病院
地域がん診療連携拠点病院	【中部医療圏】 沖縄県立中部病院 【南部医療圏】 那覇市立病院
沖縄県がん診療連携支援病院	【北部医療圏】 北部地区医師会病院 【宮古医療圏】 県立宮古病院 【八重山医療圏】 県立八重山病院

#### ②県内のがん医療の提供状況

厚労省の調査によれば、県内のがん治療に関して、外科手術を実施している病院は 22 病院、放射線治療を実施している病院は 7 病院、外来化学療法を実施している病院は 20 病院である。緩和ケアに関しては、緩和ケア病棟を有する病院が 4 病院、緩和ケアチームを有する病院が 30 病院ある。

【図表 1 1】眼治療実施状況 (単位: 施設、床、件)

保有する設備・機能	施設数	実績件数(11/9月中)
悪性腫瘍手術	22	350件(実施件数)
放射線治療(体外照射)	7	1,396人(患者数)
外来化学療法	20	1,099人(患者数)
緩和ケア病棟	4	855人(取扱患者延数)
緩和ケアチーム	30	210人(患者数)

資料: 医療施設調査(11年度)厚労省

【図表 1 2】がん治療実施施設 (07年度/部位別) (単位: 施設)

	手術療法	放射線療法	化学療法
肺がん	19	6	20
大腸がん	25	5	24
胃がん	23	4	23
前立腺がん	15	4	14
乳がん	23	6	25
子宮がん	12	3	9

資料: 沖縄県医療機能調査(07年)沖縄県

③県内の主な病院における高度医療機器の導入状況

県内の一般病床 200 床以上の 18 病院における高度医療機器の導入状況は以下のとおりである。がん放射線治療装置であるリニアックは県内に 7 台、がん診断に有用とされる PET/PET-CT 装置は 4 台が設置されている。また、64 列以上の高精度 CT が 33 台、1.5 テスラ以上の高精度 MRI は 36 台設置されている。

【図表 1 3】 県内の主な病院と高度医療機器の設置状況

	病院名	がん	病床数	うち一般病床	所在地	リニアック	CT (64列以上)	MRI (1.5T以上)	PET/ PET-CT
1	琉球大学附属病院	●	600	550	西原町	2	2		1
2	県立中部病院	○	550	546	うるま市	1	2	1	
3	那覇市立病院	○	470	470	那覇市	1	1	1	
4	県立南部医療センター・こども医療センター		434	423	南風原町	1	2	1	
5	豊見城中央病院(友愛会)		356	356	豊見城市		1	2	2※
6	南部徳洲会病院(沖縄徳洲会)		345	345	八重瀬町	1	1	1	
7	中頭病院(敬愛会)		326	326	沖縄市		2	1	1※
8	県立北部病院		327	325	名護市		1	1	
9	沖縄赤十字病院		314	314	那覇市	1	1	1	
10	浦添総合病院(仁愛会)		302	302	浦添市		1	1	
11	中部徳洲会病院(沖縄徳洲会)		300	300	沖縄市		1	2	
12	ハートライフ病院(かりゆし会)		300	300	中城村		1		
13	県立八重山病院	△	350	291	石垣市		1		
14	県立宮古病院	△	393	283	宮古島市				
15	生協沖縄協同病院		280	280	豊見城市		1		
16	国立沖縄病院		320	270	宜野湾市	1	1	1	
17	北部地区医師会病院	△	236	236	名護市		1		
18	大浜第一病院(おもと会)		214	214	那覇市		1	1	
設置台数	沖縄県					8	33	36	4
	全国					1,007	2,122	3,629	462

がん ●:都道府県がん地域診療連携拠点病院、○:地域がん診療連携拠点病院、△:県がん診療連携支援病院

※PET/PET-CT:豊見城中央病院は豊崎クリニック、中頭病院はちばなクリニックに設置分を計上

資料:病院年鑑 2010(株アールアンドティー)、「月刊新医療」(エムイー企画)(リニアック 12/10/1 現在、CT:12/8/1 現在、MRI:12/4/1 現在、PET/PET-CT:13/1 月現在)

#### 4) 今後の課題

上記のようながん対策及び地域医療機関の取り組みの結果、図表 14 のように沖縄県のがん死亡率は全国で最も低い水準にある。一方で、図表 15 のように 75 歳未満死亡率で見ると全国比で突出して低いわけではなく、かつ 95 年の 3 位に対し 2005 年以降は 10 位前後に留まる年が太宗となるなど、近年のがん治療の進歩の恩恵を必ずしも十分に受けられていない可能性がある。

【図表 1 4】がん死亡率推移(死亡率の低い順)

2009年		2010年		2011年	
1 沖縄	191.2	1 沖縄	197.1	1 沖縄	202.5
2 愛知	227.7	2 神奈川	234.8	2 愛知	237.3
3 神奈川	229.8	3 埼玉	237.1	3 滋賀	241.7
全国	269.9	全国	276.0	全国	279.6

資料：人口動態統計

【図表 1 5】75 歳未満がん年齢調整死亡率推移 (死亡率の低い順)

95年		00年		05年		08年		09年		10年		11年	
1 長野	88.0	1 長野	83.6	1 長野	75.7	1 長野	72.4	1 長野	71.1	1 長野	67.3	1 長野	69.4
2 福井	96.2	2 福井	89.5	2 岡山	81.6	2 熊本	78.1	2 山梨	73.5	2 滋賀	75.0	2 岡山	73.5
3 沖縄	96.2	3 沖縄	90.3	3 熊本	82.3	3 滋賀	78.3	3 福井	74.9	3 福井	77.0	3 香川	73.5
4 熊本	96.8	4 熊本	90.6	4 大分	82.6	4 福井	78.4	4 三重	75.4	4 沖縄	77.3	4 福井	74.3
5 香川	98.2	5 山梨	93.8	5 香川	83.2	5 岡山	78.4	5 香川	75.6	5 三重	77.4	5 滋賀	74.7
				9 沖縄	85.0	11 沖縄	81.8	9 沖縄	77.9			11 沖縄	78.7
全国	106.0	全国	100.6	全国	90.8	全国	85.9	全国	83.1	全国	83.6	全国	82.3

資料：人口動態統計

今後の沖縄県のがん医療体制を考えるうえで重要な要素が高齢化である。図表 16 のように現在沖縄県は全国で最も高齢化率が低い状況にあるが、図表 17、18 のように今後は全国でも屈指のペースで高齢化が進む見通しである。これに伴いがんの脅威は一段と高まっていくものと想定される。

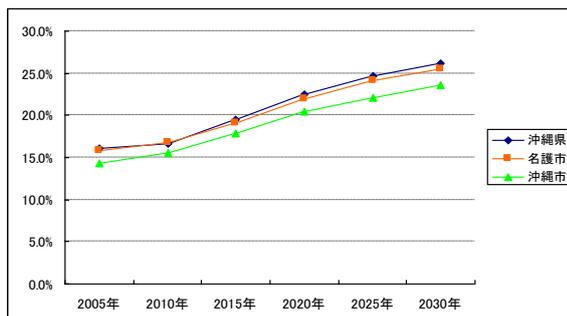
上記を踏まえ、今後沖縄県でも高度医療を含めたがんの医療体制の整備を一段と進める必要がある。

【図表 1 6】高齢化率の推移 (高齢化率の低い順)

2009		2010		2011	
1 沖縄	17.5	1 沖縄	17.4	1 沖縄	17.3
2 愛知	19.8	2 神奈川	20.2	2 東京	20.6
3 埼玉	20.0	3 愛知	20.3	3 神奈川	20.6
4 神奈川	20.0	4 東京	20.4	4 愛知	20.6
全国	22.7	全国	23.0	全国	23.3

資料：人口動態統計

【図表 1 7】沖縄県の高齢化率の推移見込み



資料：2005年の数値は総務省「国勢調査」より実績値、

以降の数値は国立社会保障・人口問題研究所「日本の都道府県別将来人口推計(平成19年5月推計)」より

【図表 1 8】高齢者人口の増加率

増加率順位	2005年→2025年	
	都道府県	増加率
1	埼玉県	73.3%
2	千葉県	68.1%
3	神奈川県	63.9%
4	沖縄県	61.6%
5	愛知県	54.1%
全国平均		41.6%

### 第3章 重粒子線治療の概要

#### 1) 重粒子線治療とは

##### ①重粒子線治療とは

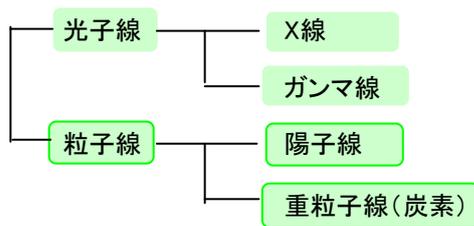
放射線治療は、がん病巣に放射線を照射することにより、がん細胞の増殖を抑えて消滅させる治療法である。手術療法と異なり、患部を切除する必要がなく、臓器等の温存が可能であることから、高齢化が進む中、低侵襲で QOL（生活の質）に資する治療法としてニーズが高まっている。

放射線治療に用いられる放射線には、大別して X 線・ガンマ線等の光子線と、陽子線・重粒子線（炭素線）等の粒子線がある。

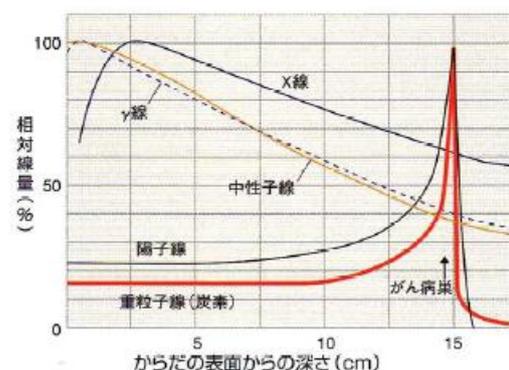
X 線等の光子線は、体外から照射すると、体の表面近くで線量が最大となり、それ以降は深さとともに次第に減少していく。そのため、一方向からの照射では、深いところにあるがん病巣に十分なダメージを与えようとすると、がん病巣より浅いところにある正常細胞により大きなダメージを与えることとなる。

これに対し、陽子線と重粒子線等の「粒子線」は、エネルギーに応じて体内の一定の深さで最大のエネルギーを放出し、その前後ではほとんど放射線を放出しない性質がある。これは「ブラッグピーク」と呼ばれ、このピークをがん病巣に合わせることで、正確に目標を定める照射が可能となり、がん病巣以外の正常細胞への照射（副作用）を最小限に抑えることができる。特に、重粒子線（炭素線）は、陽子線に比べ線量分布の幅が狭いことから、放射線照射を避けたい重要臓器に近接するがん細胞に対し、より正確な照射が可能とされる。また、生物学的効果比（RBE）において、陽子線が光子線である X 線・ガンマ線とほぼ同じであるのに対し、重粒子線（炭素線）は約 2～3 倍と高い効果を有している。同様に、酸素増感比（OER）が相対的に小さい重粒子線（炭素線）は、X 線等では効果のない、酸素濃度の低い頑固ながん細胞に対しても有効である。これらの特徴故に、陽子線より分割照射回数が少なく済むことが知られている。

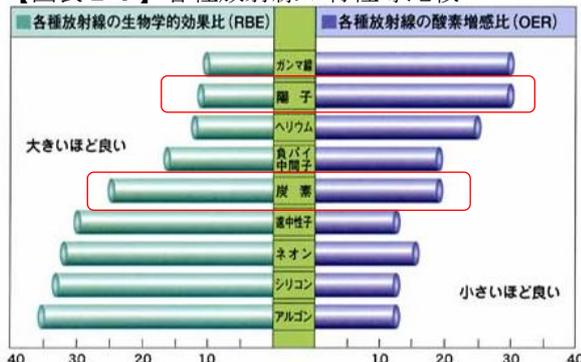
【図表 1 9】放射線の種類



【図表 2 1】各種放射線の生体内における線量



【図表 2 0】各種放射線の特性等比較



#### 各種放射線の生物学的効果比(RBE)

放射線の生体に対する作用の程度を示すもので、放射線治療をおこなう際には、RBEが大きいほどがん患部の治療効果は大きくなると考えられている

#### 各種放射線の酸素増感比(OER)

がん細胞の放射線に対する感受性の度合いを示すもので、酸素濃度の低い頑固ながん細胞に対しては、OERが小さいほど、効果的な治療が期待できる

資料：放医研ホームページより

尚、放射線治療として一般的な X 線においても、近年、多方面から弱い線量をがん病巣に当て、周りの正常な細胞には少なくあたるようにし、がん病巣のみ線量が高くなるように照射する技術（集光照射、十字照射、回転照射、定位放射線治療(サイバーナイフ、ガンマナイフ等)、強度変調放射線治療(IMRT)等）が開発されている。

(粒子線と IMRT の比較については、5) 参照)

## ②適応部位

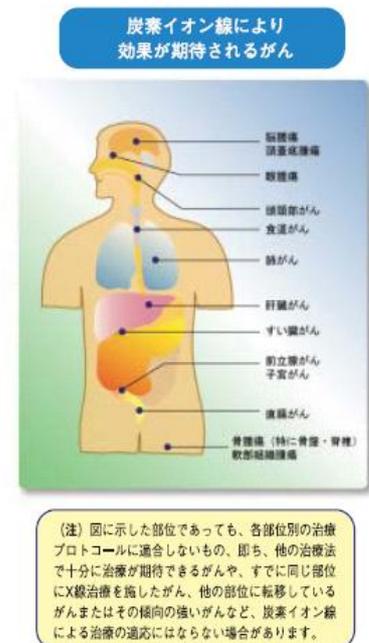
重粒子線治療は、局所療法であり、限局性の固形がんが対象となる。特に、頭頸部、肺、肝臓、前立腺がんや骨軟部肉腫、悪性黒色腫等で有用性が高いとされる。

一方で、対象外となるのは、広範な転移のあるがん、白血病等の血液のがん、過去に放射線治療をうけている同じ部位のがん、胃・大腸など消化管のがん（ぜん動運動があるため）等となる。

### 重粒子線がん治療を実施している部位

- 脳腫瘍
  - 眼(悪性黒色腫)
  - 頭頸部(口・のど・鼻・副鼻腔)にできるがん
  - 肺がん
  - 食道がん
  - 肝臓がん
  - すい臓がん
  - 子宮がん
  - 前立腺がん
  - 直腸がん(骨盤内再発)
  - 骨や筋肉のがん
  - 頭蓋骨のなかの頭蓋底のがん
- などが重粒子線治療の主な対象部位となっています。

資料:放医研パンフレットより



## ③治療の流れ

治療の流れは以下のとおり。実際の治療は 1 回 30 分程度（うちビームの照射は数分）であり、手術のように外傷を伴わないため、通院での治療が可能である（兵庫県立粒子線治療センターには患者用にゴルフ場が併設されている。つまり、治療中にプレーが可能ほど低侵襲であると言える）。但し、週 4～5 回の頻度で数回～数十回の治療が必要であり、入院して治療を受けるケースが多いようである。

### <治療の流れ>

#### ○検査

CT、MRI、PET 等により、がんの正確な位置、大きさ、転移の有無等を詳細に検査

#### ○固定具の作成

正確な照射ができるよう、照射中に患者が動かないようにする固定具を作成する

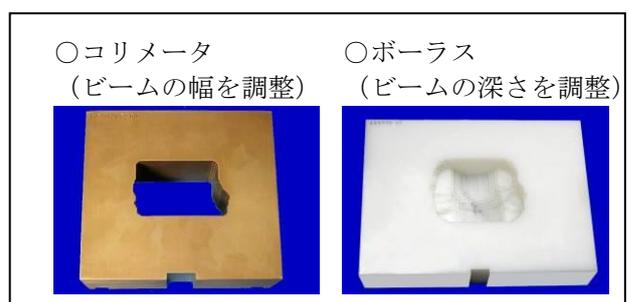
#### ○治療計画を立てる

CT 画像などからがんの形を立体的に算出し、照射する粒子線等のビームの形状や線量を決める

#### ○ボラス、コリメータを作成

がんの形に合わせてビームの形を整える  
ボラス、コリメータ※を作成する

#### ○治療リハーサル（リハーサル室にて実施）



○照射（治療室にて実施）

照射自体は数分で済むが、「ボールス等の設置・位置決め」→「照射」→「ボールス等の取り外し、退室」に約 30 分を要する

○治療後のチェック、定期検査

※近年は多数のリーフを電動駆動し、複雑ながんの形状にあわせて自在に整形可能な「マルチリーフコリメータ」が導入されている。

2) 重粒子線治療装置開発の経緯と現状

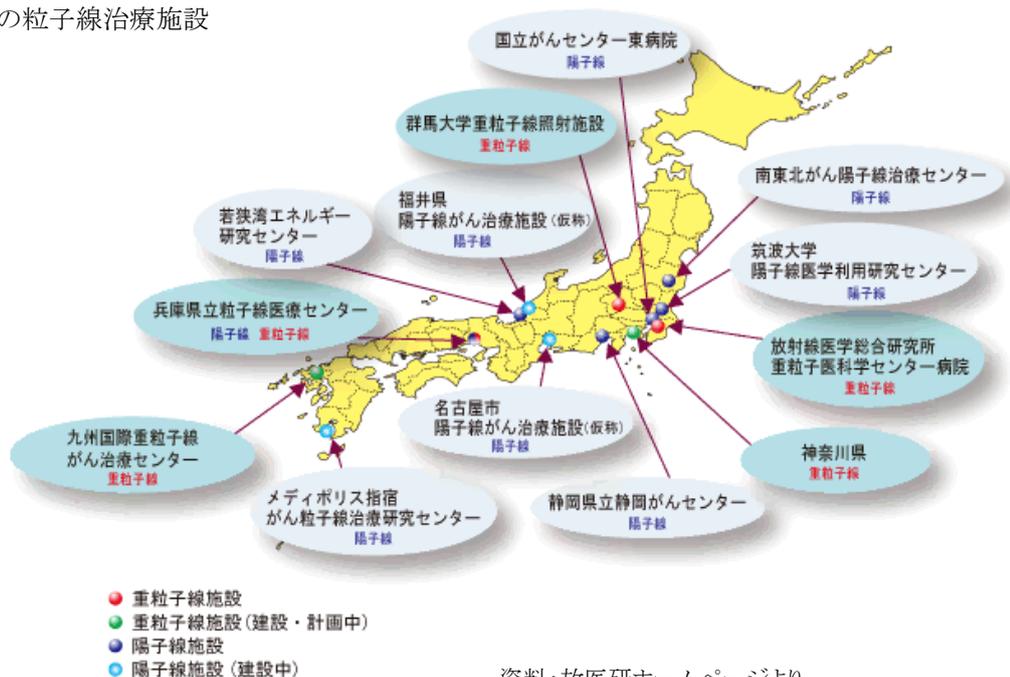
1981 年にがんが日本人の死因の第一位となったことを受け、1984 年に策定された「対がん 10 ヶ年総合戦略」（第 1 次戦略）において、「重粒子線がん治療装置の開発」プロジェクトが採り上げられた。これにより千葉県放射線医学総合研究所（以下、放医研）にて装置の開発が開始され、1993 年 11 月に放医研にて「重粒子線がん治療装置（HIMAC）」が完成した。

1994 年よりスタートした「がん克服新 10 ヶ年総合戦略」（第 2 次戦略）において、HIMAC の臨床試験を開始。2003 年 8 月までの約 10 年間に 1600 人余について臨床試験を行った結果、重粒子線治療の有効性と安全性が確認され、2003 年 11 月 1 日から放医研の重粒子線がん治療が「高度先進医療」（現・先進医療）として厚労省より承認された。

2004 年よりスタートした「第 3 次対がん 10 ヶ年総合戦略」においては、粒子線治療の臨床的な有効性の確立及び治療装置の小型化等の研究が進められ、2010 年に群馬大学に小型化普及機の第一号が完成し、治療を開始している。

現在、わが国の重粒子線治療装置は、放医研、兵庫県立粒子線医療センター、及び群馬大学の 3 施設で稼動、佐賀県、神奈川県 の 2 施設で整備中であり、また、大阪府や山形大学等においても設置に向けた検討が進められている。

【図 2 2】全国の粒子線治療施設



資料：放医研ホームページより

### 3) 装置の概要と特徴

#### ①重粒子線治療装置の概要

重粒子線は、イオン源装置と呼ばれる装置で作られた炭素イオンを、線形加速器、及びリング状のシンクロトン加速器にて治療に必要なエネルギーまで加速され、各治療室に送られ、治療室にて、がん細胞の形状に合わせて照射される。

重粒子線治療装置を囲う建物は、放射線障害防止法（放射線同位元素等による放射線障害の防止に関する法律）に基づく安全基準を満たす必要がある。そのため、精緻な遮蔽計算に基づく設計がなされており、加速器を設置する加速器室や照射を行う治療室などの隔壁の厚さは、2.5m～4m程度が必要となる。尚、重粒子線治療施設は、全体が厚いコンクリートで覆われ、窓もなく威圧感のある建物となりがちであり、周辺環境に対する配慮から、加速器室は地下に設置される場合が多い（地下が必須というわけではない）。

質量数 12 の炭素等を光速近くまで加速するため、必然的に治療装置及び施設は巨大になり、群馬大学に導入された小型普及機であっても、シンクロトンの直径は 20m、施設全体では 60m×50m と大きなものとなり、治療施設全体では 100 億円を超える。

【図表 2 3】群馬大学の重粒子線治療装置



資料:群馬大学ホームページより

施設	面積
放射線医学総合研究所 (HIMAC)	120m×65m
兵庫県立粒子線医療センター	95m×80m
群馬大学重粒子線医学センター	60m×50m
九州国際重粒子線がん治療センター	90m×54m

## ②照射方法

照射方法は、わが国では「拡大ビーム照射法」が一般的である。これは加速器から放出される細いビーム（ペンシルビーム）を、がん病巣に一様にあてるように拡大し、コリメータ、ボーラスという装置により、がんの形状にビームを整形した上で、正確に目標を定めて照射を行う方法である。

照射方向は垂直、水平、あるいは 45 度からの固定照射であり、照射方向にあわせて患者の体位（仰向け、うつ伏せ、横向き等）を調整して照射する。陽子線治療で一般的な回転ガントリーによる 360 度全方位からの照射（患者の体位を変えずに治療可能）は、現時点では研究段階にある。

また、胃や腸などの不規則に動く臓器に対しては照射できないが、肺や肝臓など呼吸に合わせて規則的に変動する臓器に対しては、「呼吸同期照射」（呼気にあわせて臓器が静止するタイミングに照射）により、治療可能である。放医研へのヒアリングによれば、この「呼吸同期照射」は、日本のみが有する技術である。

## 4) 新たな開発の状況

重粒子線治療の新たな治療技術として、放医研において、以下の研究が進められている。

### ①3次元ビームスキャンニング照射法の開発

加速器からのペンシルビームをそのまま使い、がんの形に合わせて塗りつぶすように照射する治療法である。具体的には、がん細胞を深さ方向に複数のスライスに分割し、スライス平面上を一筆書きのように塗りつぶした後、次のスライス平面を塗りつぶすように照射していく。そのため、3次元ビームスキャンニング照射法は従来の拡大ビーム照射法に比べて、以下のような特徴を有している。

#### ○ より複雑ながんの形状に対応可能

右図の通り、拡大ビーム照射法では深さ方向の凹凸への調整が難しいが、本照射法では可能

#### ○ ボーラス・コリメータが不要

両者の作成が不要となり、作成に伴う時間と費用（約 20 万円/人）の削減が可能。

治療時の準備時間が短縮され、患者に資するとともに、より多くの照射が可能)

#### ○ 治療の進行に伴うがんの形や位置の変化に対応可能

#### ○ ビーム利用効率が高い

拡大ビーム照射法のように障害物（ボーラス・コリメータ）によるビームの整形（カット）が不要であるため、ビームをほぼ 100%利用可能（従来は 10~20%）であり、放射性廃棄物を出さない

【図表24】拡大ビーム照射法と 3次元スキャンニング照射法のイメージ図

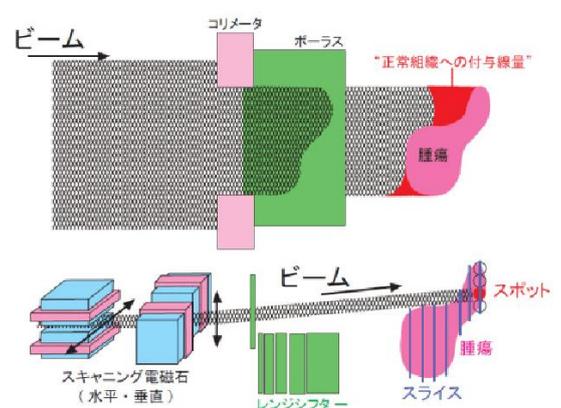


図24 拡大ビーム照射法(上图)と3次元スキャンニング照射法(下图)の概念図。上图では、正常組織への線量付与があるのに対し、下图では腫瘍の形に合わせて照射ができることがわかります。

資料:放医研ホームページより

但し、現在の技術では呼吸に伴い動くがん（肺や肝臓など）に対し照射することは出来ず、前立腺がんや頭頸部腫瘍のような固定標的についてのみ、治療が行われている。

当該治療法については、2010年より放医研の新治療棟において臨床研究が行われており、群馬大学や、2013年に開設予定の九州国際重粒子線がん治療センター、2016年に開設予定の神奈川県立がんセンターに導入が予定されている。

## ②呼吸同期3次元ビームスキヤニング照射法の開発

呼吸にあわせペンシルビームのスキヤニングを何回中断しても塗りむらができないように制御することで、呼吸に伴い変動するがんに対する照射を可能とする治療技術である。

放医研にて2013年度より開発に着手し、放医研へのヒアリングによれば、実用化には2～3年程度を要する見込みである。

## ③回転ガントリーの開発

患者の体位は変えないまま、360度任意の方向からの照射を可能とする治療技術である。患者負担の軽減、治療の精度向上及びスピードアップが期待される。陽子線ではすでに一般的な回転ガントリーであるが、重粒子は陽子の12倍の質量があり、回転ガントリーの装置規模は3倍と巨大になる※。放医研では、超伝導の技術を活用した軽量化の研究を行っている。放医研へのヒアリングでは、装置開発に数年、その後の臨床試験を経て、実用化には5年～10年を要する見込みである。また、超伝導技術等の活用により装置コストが高く、費用面での課題も残されている。



資料:放医研ホームページより

※筑波大学陽子線医学利用センターの回転ガントリーは、高さ10m、重さ200t超（同大ホームページ）

## 5) 重粒子線、陽子線、強度変調放射線治療(IMRT)との比較

重粒子線と、陽子線及びX線を利用したIMRTとの特徴の比較は図表25の通りである。

いずれも、適応は限局性の固形がんであり、全身に転移したがんや血液のがん、胃や腸等の不規則に動く臓器は適用外となる。

重粒子線は陽子線に比べ、治療の有効性の面では、生物学的効果比（がん細胞の殺傷能力）が高く、低酸素性がんや、悪性黒色腫・骨軟部腫瘍等の難治性がん等に対しても有効であり、治療回数も少ない点が優れている。

経済性の面からは、重粒子線の方が設備費や維持費が高額である一方で、治療費には大きな差がない。但し、治療費は1治療（≠1照射）に対するものであり、重粒子線の方が1治療あたりの照射回数が約半分であるため、患者の身体負担が少ないとともに、より多くの患者の治療が可能である点が、施設運営上優位である。

一方で、陽子線のメリットとしては、治療面では、回転ガントリーが標準となっており、治療時の患者の身体的負担が少ない。また、低酸素性がんや悪性黒色腫、骨軟部腫瘍等以外については、治療回数の差があるものの、重粒子線と同様に治療効果が認められている一方で、治療費が若干低く、治療施設が重粒子線より多いことから治療アクセスが良い。

X線の新しい治療方法である IMRT は照射方法の高度化により、従来の X 線に比べ線量集中性を高めるとともに、周囲の器官の副作用を減少させる治療法である。但し、少ないとはいえ周辺器官への照射は避けられず、ブラッグピークという性質を有する粒子線治療に比べ健常組織の放射線被曝は多くなる。一方で、経済性の面からは、健康保険が適用されるため、患者の費用負担において大きな優位性を有する。また、装置価格が重粒子線の 10 分の 1 以下であり、近年普及が急速に拡大している。

【図表 2 5】重粒子線・陽子線・IMRT 等の比較

項目	粒子線		光子線	
	重粒子線	陽子線	強度変調放射線治療	X 線(参考)
生物学的効果	高い:2~3 倍	X 線とほぼ同等	基準(=X 線)	基準
がん細胞の集中照射	◎	◎ (重粒子線には劣る)	◎	×
深部への対応	◎	○	△	△
低酸素性がんへの効果	有効	重粒子線には劣る	×	×
難治性がんへの効果	悪性黒色腫、骨軟部腫瘍等にも有効	重粒子線には劣る	×	×
周辺臓器の被ばく	低 (飛程以降被ばくせず)	低 (飛程以降被ばくせず)	低→中	中 (がん細胞を透過)
治療回数	前立腺がん:16 肺がん:1~12	前立腺がん:37~39 肺がん:10~22	前立腺がん:30 肺がん:30~35	前立腺がん:30~40 肺がん:30~35
治療施設コスト	100 億円以上	60~70 億円	10 億円程度	10 億円以下
維持費(電気代)	2~3 億円/年	数千万円/年	未詳	150 万円/年
治療費	288.3~314 万円	240~288.3 万円	80 万円程度 (1~3 割負担)	60 万円程度 (1~3 割負担)
保険導入	先進医療	先進医療	保険診療	保険診療
国内治療施設数	3	7	535	1,007 ※

※ X 線はリニアック・マイクロトロン設置台数を計上(IMRT 含む)

(「月刊新医療 2012/1」エムイー企画より 2011/10 現在)

資料:「粒子線がん治療の普及に向けて」、放医研ホームページほか

## 6) 施設運用の現状

国内における重粒子線治療施設（稼動3、計画2）の施設概要、運用状況は図表26のとおり。

【図表26】国内重粒子線治療施設の概要

施設名	放医研重粒子医学センター病院 (HIMAC)	同・新治療棟	兵庫県立粒子線治療センター	群馬大学 (GHMC)	九州国際重粒子線がん治療センター (HIMAT)	神奈川県立がんセンター (i-Rock)
運営主体	独立行政法人放射線医学総合研究所	独立行政法人放射線医学総合研究所	兵庫県	文科省・群馬大学	公益財団法人佐賀国際重粒子線がん治療財団	地方独立行政法人神奈川県立病院機構
所在地	千葉県千葉市	千葉県千葉市	兵庫県たつの市	群馬県前橋市	佐賀県鳥栖市	神奈川県横浜市
メーカー	三菱電機・東芝・日立製作所・住友重機	東芝	三菱電機	三菱電機	三菱電機	東芝
開設年	1993年	2010年	2001年	2010年	—	—
治療開始	1994年	2011年	2003年	2010年	2013年(予定)	2016年(予定)
治療実績	6,535 (94/6~12/3)	( / 月現在)	4,746(1,393) (03~11年度)	305 (10/3~12/2)	計画中	計画中
治療(予定)人数	約700人/年		663(278)人/年	300人/年	800人/年	880人/年
治療費	314万円	臨床試験	288.3万円	314万円	—	—
施設整備費(装置価格)	約326億円 (約180億円)		約280億円 (約122億円)	125億円 (約90億円)	約130億円 (88億円)	未詳 (約76億円)
治療室	3室 水平/垂直/水平・垂直	2室→3室 3次元スキャン/照射用2室	5室(2室) 重粒子線:水平/垂直	3室 水平/垂直/水平垂直	2室→3室 水平・垂直/水平・45度	4室 水平2/水平・垂直2
備考	研究施設であり、施設整備費が高い	回転ガントリ—研究施設あり	陽子線と重粒子線の併用施設	3次元スキャン/照射用に1室確保	3次元スキャン/照射用に1室確保	3次元スキャン/照射室を導入予定

兵庫県：( )内は重粒子線の内数 群馬大学の治療人数はヒアリングによる本年度見込み数  
資料：各施設ホームページより

## 7) 導入・普及に当たっての課題

上記の先行施設の事例を踏まえ、重粒子線治療施設の導入・普及に当たって課題と見られる点は以下のとおりである。

### ①人材の確保・育成

「粒子線がん治療の普及に向けて」によれば、重粒子線治療を行うには、1施設あたり、医師13名、医学物理士3名、診療放射線技師10名、加速器技術者4名等の専門スタッフが必要とされている。このうち加速器技術者等の機器運転に係るスタッフはメーカー等への外部委託が可能であるが、医療関係スタッフは施設自身で確保しなければならない。

【図表27】重粒子線治療施設における必要スタッフ数(人)

医師	13
医学物理士	3
診療放射線技師	10
看護師	4
線量測定技師	4
治療計画技師*	7
照射系制御技術者*	6
加速器運転・保守技術	4
機械工作技術者*	2
放射線管理者	1
施設管理者*	1
事務員	2
合計	57

※外部委託可

資料：「粒子線がん治療の普及に向けて」

日本放射線学会（12/9 月末現在）の登録医師数 8336 名、放射線診断専門医 4804 名、放射線治療専門医 977 名、日本放射線腫瘍学会認定の医学物理士は 293 人（06 年）→641 人（12/6/21 現在）と専門人材の育成は進んでいるものの、未だ絶対数が少なく、がんに対する放射線治療が普及する中、全国的に確保が難しい状況である。

また、先進医療の認定要件として、重粒子線治療について 2 年以上の経験と一定以上の治療実績を要する放射線科専門医の配置が挙げられており、放医研や群馬大学等の先行施設との連携による計画的な人材育成を図っていく必要がある。

加えて、実際の治療施設の運営にあたっては、医療スタッフ・技術スタッフともに徐々に業務に習熟させていく必要がある。2010 年 3 月に開業した群馬大学の事例でも、当初は患者の受け入れをあえて抑制的に行いスタッフの習熟に努めた、とのことである。

## ②採算確保

重粒子線治療施設は施設整備、運営に係る財務負担が非常に大きい。特に施設整備費や維持管理費等の固定費負担が大きく、治療施設を安定的に運営していくためには、損益分岐点を上回る患者を継続的に集め、採算を確保していく必要がある。

一方で、上記の群馬大学の事例のように、開業後、施設運営への習熟が進むまでは患者の受け入れは段階的にならざるを得ないため、患者数が少ない開業当初は固定費負担を賄えず構造的な赤字が発生する虞がある。

採算を確保するための集患等への取り組みに加え、開業当初に構造的に発生する赤字・資金流出については、コスト削減の取り組みに加え、当該期間の運営に支障が出ないような財務基盤・資金調達が必要である。

## ③患者の費用負担

重粒子線治療は先進医療であり、治療費用は約 300 万円と高額で、全額患者負担となる。より多くの患者が先進医療の恩恵を享受できるためには、患者の費用負担軽減策等を検討する必要があると考えられる。

先行施設（陽子線を含む）では、粒子線治療に係る治療費を金融機関より借入れた場合の利子補給制度（兵庫県、群馬県、静岡県、福井県、鹿児島県、静岡県ほか）や、住民に対する治療費の一部助成（福井県ほか）等を行っているが、こうした事例を参考に、患者支援の方策を検討していく必要がある。

また、民間のがん保険では重粒子線治療を含む先進医療を保険対象とする商品も増えているが、こうした民間保険の活用方策について検討することも一案である。

## ④事業主体・事業モデルの多様化

重粒子線治療施設は 1994 年に放医研において世界で最初に開始され、世界の累計治療患者数 8,843 人のうち 6,569 人が放医研での実績である。また既に稼働している世界の 6 施設は全て公営施設であり、陽子線治療施設との併用である兵庫県立粒子線治療センターを除く 5 施設が医療用途と研究用途との併用である。

このため、新たに重粒子線の治療を中心とした施設の設立を検討する場合には、十分な先例が無いなかで事業モデルを検討せざるを得ないが、上記②で述べたように財務負担が

非常に大きい事業であることも踏まえれば、設立のハードルは非常に高いものとなる。

今後世界・日本で重粒子線治療を一段と普及させていくためには、例えば治療中心の独立した施設として医療面・採算面で運営を成り立たせるようなモデルケースを構築し、ノウハウ等の伝播を図っていく必要がある。

#### ⑤設置意義

既に設置済・もしくは整備中の施設では、夫々の施設の特徴を踏まえた設置意義が確立されている。例えば群馬大学では小型重粒子線治療施設のモデルケースとしての意義を持つ他、大学病院に併設する特色を活かし、大学に重粒子線治療の講座を設ける等人材育成の面で役割を担っている。また、九州国際重粒子線がん治療センターでは重粒子線単独の治療施設に特化し、九州・山口一円の医療機関との連携により同地域内での重粒子線治療の供給を担っている。

今後設立を検討する施設においても、夫々の地域等でのニーズを踏まえた設置意義を検討していく必要がある。

### 8) 将来展望

#### ①健康保険への収載の可能性について

既述のとおり、重粒子治療は現在「先進医療」※1とされ、治療費約300百万円が患者の負担となっているが、将来的に健康保険に収載されれば、原則3割負担かつ高額療養費制度が適用となり、患者の負担は月10万円程度に抑えられることとなる。そのため、健康保険収載の可否は将来の患者の裾野の広がり、とりわけ沖縄県民の治療機会の拡大に大きな影響を与えるものと考えられる。

「先進医療」から保険導入に移行する可否は、診療報酬改定に合わせて2年に1回開催される中央社会保険医療協議会の下にある先進医療専門家会議にて審議されて決まる。専門家会議では、一次評価（書面審査）の結果に基づき検討を行い、先進医療としての有効性、安全性に加え、普及性、効率性及び技術的成熟度を満たしているかが総合的に判断される。普及性については、全国の国民が平等にその治療を受けられるための地域展開が特に求められる。

2012年度診療報酬改定においては、陽子線・重粒子線とも一次評価は「総合B1」※2であったが、専門家会議の結果、保険導入が見送られた。将来的な保険導入には、治療施設の拡大や技術進歩が進み、費用対効果や普及性等の問題の解決が必要となる。

がん患者が相対的に少ない沖縄県における粒子線治療施設の導入は、「普及性」確保に向けた大きな一歩であり、国に対し保険導入を働きかけていくことは意義があると考えられる。

※1：先進医療とは、将来的な保険導入のための評価を行うものとして、未だ保険診療の対象に至らない先進的な医療技術等と保険診療との併用を厚生労働省が認めたもの

※2：A=優先的に保険導入が妥当、B=保険導入が妥当、C=先進医療の継続が妥当、D=先進医療の取消が妥当。「総合B1」は主担当と副担当の意見が分かれており、主担当がAまたはB評価である技術

②粒子線治療の世界での潮流及び今後の見通し

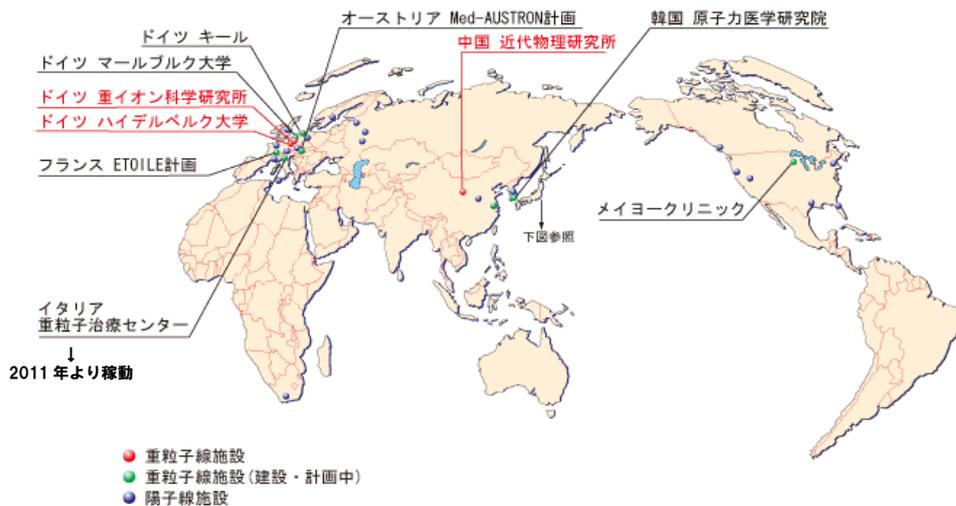
図表 28 の通り、現在世界で稼働・もしくは計画されている粒子線治療施設の太宗は陽子線である。米国を中心に既に相応の治療実績があり、設備コストが相対的に安価であることから民間ベースでの導入も進んでいる。

一方、重粒子線治療施設については世界全体で 6 施設にとどまるうえ、このうち 3 施設が日本にあり、治療実績の 92%は日本が実施している。ただし、2012 年 10 月にはサウジアラビアにおける重粒子線治療施設建設を進める研究協力覚書を放医研が締結した他、メーカーへのヒアリングによれば欧米・アジア各国より重粒子線治療への問い合わせが近年増加している模様であり、日本での治療実績の増加に伴って海外でも重粒子線治療への関心が高まっていると言える。

また、日本政府としても文部科学省や経済産業省が中心となって、放医研の治療方式の国際標準化等を通じ日本発の重粒子線がん治療の海外展開を推進している。

今後実際に海外で重粒子線治療施設を拡大させていくためには、海外でも展開可能な事業モデルを構築したうえで、専門人材の育成や運営ノウハウの伝播等の面で日本が一段の役割を果たしていくことが必要である。

【図表28】世界における粒子線治療施設



【図表29】世界の重粒子線治療施設における日本のプレゼンス (稼働中) 総治療人数は 2011/12 月までの累計実績

国	地域	治療開始	総治療人数
中国	蘭州	2006年	159
ドイツ	HIT, Heiderberg	2010年	568
イタリア	Pavia (CNAO)	2011年	5
日本	千葉(HIMAC)	1994年	6,569
日本	兵庫(HIBMC)	2002年	1,271
日本	群馬	2010年	271
合計(人)			8,843

計 8,111 人 (92%)

## (参考)世界の粒子線治療施設

(稼働中)

施設名称	国	治療開始	ビーム種	治療人数：人	装置メーカー
Vancouver (TRIUMF)	カナダ	1995	陽子	161	
Wanjie (WPTC)	中国	2001	陽子	1,078	IBA
Lanzhou	中国	2006	炭素線	159	
Clatterbridge	英国	1989	陽子	2,151	Varian-ACCEL
Nice (CAL)	フランス	1991	陽子	4,417	IBA
Orsay (CPO)	フランス	1991	陽子	5,634	IBA
Berlin (HMI)	ドイツ	1998	陽子	1,859	
Munich (RPTG)	ドイツ	2009	陽子	895	Varian-ACCEL
HIT, Heidelberg	ドイツ	2010	炭素線	568	Siemens
HIT, Heidelberg	ドイツ	2010	陽子	94	Siemens
Catania (INFN-LNS)	イタリア	2002	陽子	290	IBA
Pavia (CNAO)	イタリア	2011	炭素線	5	
Chiba (HIMAC)	日本	1994	炭素線	6,569	三・日・住・東
Kashiwa (NCC)	日本	1998	陽子	870	住友重機
Hyogo (HIBMC)	日本	2001	陽子	3,198	三菱電機
Hyogo (HIBMC)	日本	2002	炭素線	1,271	三菱電機
Tsukuba (PMRC, 2)	日本	2001	陽子	2,166	日立
Shizuoka	日本	2003	陽子	1,175	三菱電機
Koriyama-City	日本	2008	陽子	1,378	三菱電機
Gunma	日本	2010	炭素線	271	三菱電機
Ibusuki (MMRI)	日本	2011	陽子	180	三菱電機
Iisan, Seoul	韓国	2007	陽子	810	IBA
Krakow	ポーランド	2011	陽子	11	IBA
Moscow (ITEP)	ロシア	1969	陽子	4,300	
St. Petersburg	ロシア	1975	陽子	1,372	
Dubna (JINA, 2)	ロシア	1999	陽子	828	IBA
iThemba LABS	南アフリカ	1993	陽子	521	IBA
Uppsala	スウェーデン	1989	陽子	1,185	Varian-ACCEL
Villigen PSI, incl OPTIS2	スイス	1996	陽子	1,107	Varian-ACCEL
UCSF-CNL	米国	1994	陽子	1,391	
Loma Linda (LLUMC)	米国	1990	陽子	16,000	Optivus
Bloomington (IU Health PTC)	米国	2004	陽子	1,431	IBA
Boston (NPTC)	米国	2001	陽子	5,562 ※1	IBA
Houston (MD Anderson CC)	米国	2006	陽子	3,400 ※2	日立
Jacksonville (UFPTI)	米国	2006	陽子	3,461	
Oklahoma City (Pro Cure PTC)	米国	2009	陽子	623	
Philadelphia (Upwnn)	米国	2010	陽子	433	
CDH Warrenville	米国	2010	陽子	367	
Hampton (HUPTI)	米国	2010	陽子	0	

治療件数は11/12月まで累計、但し、※1：11/10月、※2：12/2月までの累計

資料：PTCOG ホームページ、各メーカーIR資料、ホームページ等より

(計画)

施設名	国	ビーム種	開設予定
PTC Czech s.r.o., Prague	チェコ	陽子	2012
Med-AUSTRON,Wiener Neustadt	オーストラリア	炭素線	2015
ATreP,Trento	イタリア	陽子	2013
Fudan University Shanghai CC	中国	炭素線	2014
McLaren PTC,Flint,Michigan	アメリカ	陽子	2012
WPE,Essen	ドイツ	陽子	2012
HITFil, Lanzhou	中国	炭素線	2013
PTC,Marburg	ドイツ	炭素線	2012?
Northern Illinois PT Res.Institute,W.Chicago,IL	アメリカ	陽子	2012?
Chang Gung Memorial Hospital,Taipei	台湾	陽子	2012
PMHPTC,Protvino	ロシア	陽子	2012?
CCSR,Bratislava	スロバキア	陽子	?
CMHPTC,Ruzomberok	スロバキア	陽子	?
SJFH,Beijing	中国	陽子	?
Skandion Clinic,Uppsala	スウェーデン	陽子	2013
Barnes Jewish St.Louis,MO	アメリカ	陽子	2012
Scripps Proton Therapy Center,SanDiego,CA	アメリカ	陽子	2013
SCCA Proton Therapy,a ProCure Center,Seattle,WA	アメリカ	陽子	2013
Samsung Proton Center,Seoul	韓国	陽子	2014
Robert Wood Johnson,New Brunswick	アメリカ	陽子	2013
Oklahoma University, Oklahoma City, OK	アメリカ	陽子	2013
MD Anderson, Orlando, FL	アメリカ	陽子	2013
First Coast Oncology,Jacksonville,FLI	アメリカ	陽子	2013
IFJ PAN,Krakow	ポーランド	陽子	2014?
PTC Zurichobersee,Galgenen	スイス	陽子	2016

資料：PTCOG ホームページ、各メーカーIR 資料、ホームページ等より

9) 先行施設の事例 ～ (財) 脳神経疾患研究所附属南東北陽子線治療センター

現在、国内では粒子線施設として重粒子線治療施設が3施設、陽子線治療施設が6施設稼働している。今回はこのうち、民間初の粒子線治療施設として福島県郡山市にて稼働中の南東北陽子線治療センターの事例を紹介する。当センターは陽子線治療施設ではあるが、治療患者の半数以上を県外患者が占めている点で他の施設と異なる特徴を有しており、本プロジェクトを検討するうえでもインプリケーションが得られる事例と考える。

【図表30】国内粒子線治療施設における治療実績（治療部位別・患者居住地別）

施設名	南東北陽子線治療センター	放医研	兵庫県立粒子線医療センター	静岡県立静岡がんセンター	福井県立陽子線がん治療センター	群馬大学
ビーム種	陽子線	重粒子線	重粒子線/陽子線	陽子線	陽子線	重粒子線
治療部位 (上位3)	頭頸部 35% 肺 14% 前立腺 12%	前立腺 23% 骨・軟部 13% 頭頸部 12%	前立腺 32% 肝臓 23% 頭頸部 15%	前立腺 41% 肝臓 15% 肺 14%	前立腺 30% 肺 23% 肝臓 21%	前立腺 74% 肺 8% 肝臓/頭頸部 6%
患者居住地	福島県 33% その他東北 22% 関東 (うち東京) 8%	南関東 45% 東京 18% 北関東 10%	NA	静岡県 73% 神奈川県 7% 愛知県 5%	福井県 74% 石川 9% 愛知/大阪 4%	群馬県 63% 埼玉県 15% 栃木県 6%
患者数(人) 期間	1,671 (08/10~12/9)	6,535 (94/6~12/3)	4,746 (03/4~12/3)	691 (03/10~08/12)	115 (11/4~12/3)	306 (10/3~12/2)

(注) 放医研の患者居住地は 1994/6~2007/2

(出所) 各施設ホームページより作成 (ホームページでのデータ開示のないメディポリスは除く)

①施設概要

2008年10月に民間初の陽子線治療施設として、福島県郡山市に開設。

運営母体は、福島県郡山市を中心に、宮城県、青森県、東京都、神奈川県に、医療・介護施設を複数展開する南東北グループである。

当センターは、地域がん診療連携拠点病院である総合南東北病院(449床)、及びPET等の高度診断機器を備えた南東北医療クリニックと同敷地内に所在している。

名称	南東北陽子線治療センター
開院	2008年10月1日
治療開始	2008年10月17日
治療棟	2370m <sup>2</sup>
延床面積	6475.86m <sup>2</sup>
病床数	19床
ビーム種	陽子線
エネルギー	70~235MeV
治療室	回転ガントリー照射室2室、 水平固定照射室1室
併設機器	MRI(1.5T)、CT(16列)、PET-CT、デジタルX線TVシステム

②運営体制

診療時間	陽子線治療：月～金 8:30～17:00 (外来診療のみ土曜日実施)
照射可能数	1日70照射(文科省届出ベース)
スタッフ数	医師：3名(本院勤務の非常勤医を含めると9名)、看護職員：12名、 医学物理士(兼放射線技師)2名、放射線技師11名、ほか事務職員等
機器の運転・メンテナンス	装置の運営はメーカーの職員2名が常駐 (当院のスタッフは医療サービスのみを実施)

### ③治療実績

08/10月診療開始より12/9月末までに1,671人の治療を実施している。うち福島県内の患者は33%、東北地方全体では55%に留まり、約半数は東北地方外から集患している（主として関東以北(北海道以外)。また、海外患者6名受け入れている(主として中国)）。

治療部位については、頭頸部37%、肺14%、前立腺12%と、他施設において前立腺がんが主であるのに対し、頭頸部が最も多い点に特徴がある。

これらの特徴は、次項以降で述べるように、地域がん診療拠点病院に併設し、治療専門施設として、他の施設では治療対象外となるような進行がんや陽子線単独では対応が難しいがんに対し、外科手術や化学療法、免疫細胞療法等を組み合わせた集学的治療の実施と、その周知への取組みによる成果と考えられる。

### ④治療面の特徴

#### ○総合病院併設施設として集学的治療を実施

併設の総合病院等において外科、化学療法、放射線治療（IMRT、小線源治療）、温熱療法、免疫療法等を実施可能。内科・外科・放射線科等の医師が一同に会し治療方針等を検討・共有するがんセンターを設置し、陽子線も含めた最適な治療法を選択している。

特に、舌がん、上顎洞がんに対する動注化学放射線療法、陽子線と化学療法併用による進行がんの治療、肝がんに対する免疫細胞療法併用陽子線治療等、陽子線とその他の治療法を組み合わせた当センター独自の集学的治療を実施している。

また、重症患者は本院に入院し、当センターで通院治療することが可能である。

#### ○陽子線治療後の照射部位確認のための専用PET-CTの設置

治療効果を患者に明示するサービスとして、治療後のPET-CT検査を粒子線治療費用内で実施している。

#### ○時間外治療への柔軟な対応

基本的な陽子線治療時間は平日8:30～17:00であるが、治療専門施設であり、患者の要望に応じ21時までの治療を行うなど、柔軟な対応を行っている（勤務後に東京から来院する患者もいる）。

#### ○東京等に連携窓口を設置

グループの運営する東京クリニック（東京駅前）に「がん陽子線治療外来」を設置しており、治療相談、適応の確認等を東京で行うことが可能である。また東京都中野区、神奈川県川崎市、宮城県岩沼市等にグループの総合病院を運営し、必要に応じて治療後患者のフォロー等を行っている。

当センターによれば、主治医からの紹介によらず来院する患者は、陽子線治療後のがん治療の継続を当初の主治医に断られる不安を抱えており、治療後もグループ内の病院で継続治療が可能であることが、患者の安心につながっている、とのことである。

上記の連携窓口は、集患時のネットワークとして機能するとともに、治療面でのフォローアップを可能としている。

## ⑤集患における当院の取組

下記のような認知度向上の取り組みを集患に繋げている。

### ○セミナー等による周知活動

県外も含めた広域からの集患が不可欠との考えから、理事長、院長等が先頭に立ち、開設前から、市民公開講座を県内外で積極的に開催している（07年32回、08年（＝開設年）48回、09年25回開催（うち半数以上は県外開催）。現在も月1回ペースで開催）。

更に大学医局等、医師向けにも治療実績や治療可能症例等を伝える数多くのセミナーを開催し、紹介患者の受入れを強力に推進している。

民間保険会社の職員向け説明会や、保険会社主催のセミナー（顧客向け）における周知も積極的に開催している。

### ○マスメディア等の活用

商業出版（「福島孝則とチームプロトン陽子線が拓く21世紀のがん治療」（09/12月））や、マスメディアの活用による積極的な広報を実施している。

## ⑥収支

上記のような取り組みの結果、開設2年目となる2010/3期には減価償却実施前経常利益で黒字を確保。治療患者数の増加と減価償却負担の減少（10年定率法を採用）により、開業5年目頃には減価償却後での黒字化が展望される。

## ⑦本事例からのインプリケーション

### ○集学的治療の実現

本事例では、総合病院併設施設として外科手術、化学療法、放射線治療等との集学的治療を行い、他の粒子線単独施設では適応外となるような症例についても対応している。

今後設立を検討する施設においても、既存医療機関との連携等により、集学的治療の実現を図る必要がある。

### ○受入インフラの整備

上記に関連し、本事例では総合病院併設施設として、がんに関する多様な治療や他の疾患の治療について、入院施設も含め提供可能である。

また、時間外治療への柔軟な対応の他、連携窓口の設置による事前の検査及び事後のフォロー等、ソフト面でのインフラ整備も図っている。

このような受入インフラの整備は、医療レベルの確保及び集患実現の観点から非常に重要であり、既存医療機関との連携も含め、検討していく必要がある。

### ○徹底したプロモーションによる需要掘り起こし

本事例では、設立当初は週1回ペースでのセミナー開催等により粒子線治療及び当該施設のPRを実施している。特に医療圏外からの集患実現のためにはこうした取り組みが不可欠と思われる。

## 第4章 重粒子線治療施設の採算性

### 1) 検討の手順

重粒子線治療施設の採算性を検討するにあたり、収入を左右する年間患者数は、当該施設の医療レベル、地理的条件、受入体制や集患ネットワークに大きく依存するため、蓋然性のある収入見通しを立てることは困難である。

一方で支出は、先行事例やヒアリング等により一定の見通しを示すことが可能である。

このため本章では、まず施設整備費等の前提を置いたうえで、運営体が施設を保有する場合と保有しない場合の2パターンに分けて、運営期間内（20年と想定）のトータルの事業収支が均衡する年間治療患者数を算出する。

続いて、上記を満たすような集患を行ううえでのポイントを整理するとともに、今後より詳細な分析及び運営スキームの検討を行ううえでの課題を抽出することとする。

### 2) 想定されるパターン・前提条件

以下の2つのパターンに分けてシミュレーションを行う。

	概要	想定される具体例
パターンA	運営体が施設を設立・保有	公的機関もしくは民間機関が独自に施設を設立・保有・運営する場合
パターンB	運営体は施設を直接保有せず、賃借・受託等により運営	公共が施設を設立・保有し、民間あ機関等に運営を委託する場合

また、群馬大学をモデルに治療室数は3室、照射ビームライン数は4ポートと想定し、先行事例の分析やメーカーへのヒアリングを踏まえて前提条件は以下の通りとする。

#### ① 初期投資費用

項目	金額
土地の購入費や賃料は考慮せず	0円
建物購入	35.0億円
建屋購入関連諸費用	1.1億円
治療装置	85.0億円
治療計画装置、RIS、NCマシン等	8.0億円
NCマシン・3次元計測器 ※1	2.0億円
<b>総合計</b>	<b>131.1億円</b>

※1：11年毎の更新を想定

上記に加え、CTシミュレータ・MRI等2.4億円相当をリースで調達することとする。  
(支出項目のリース料に反映)

② 調達

上記の初期投資費用は全額自己資金（補助金、民間からの出資・寄付金等）で賄うこととする。一方で開業当初の赤字資金については借入で賄うこととし、借入金は当初5年間据え置き・その後15年間（計20年間）で返済することとする。

なお、上記に加え期中に発生し得る経常運転資金については本シミュレーションに織り込まない。

③ 支出項目

項目	条件・金額																				
リース料	CTシミュレータ・MRI等をリースで導入 年間リース料：0.45億円																				
維持管理費 ※1、※2	施設全体 6億円/年（うち装置 5億円/年）																				
人件費 ※1	4.2億円/年																				
職員内訳 ※3	医療スタッフ 34人 技術スタッフ（委託） 7人 医療事務 3人																				
水光熱費 ※1	1.5億円/年																				
ポータス・患者固定具 ※1	100千円/人																				
支払利息	借入の期中平均残高に対して 3.0%																				
諸経費 ※1	<table border="0"> <tr> <td>公租公課：施設購入費の</td> <td>2.0%</td> </tr> <tr> <td>建屋維持費：建屋費用の</td> <td>2.5%</td> </tr> <tr> <td>交通費・研修費等：給与の</td> <td>0.5%</td> </tr> <tr> <td>消耗品費：売上の</td> <td>0.5%</td> </tr> <tr> <td>通信費：売上の</td> <td>0.5%</td> </tr> <tr> <td>広報費・渉外費：売上の</td> <td>0.5%</td> </tr> <tr> <td>委託費：売上の</td> <td>1.0%</td> </tr> <tr> <td>備品・車両リース費：売上の</td> <td>0.5%</td> </tr> <tr> <td>その他経費：売上の</td> <td>3.0%</td> </tr> <tr> <td>監査費用：</td> <td>500千円/年</td> </tr> </table>	公租公課：施設購入費の	2.0%	建屋維持費：建屋費用の	2.5%	交通費・研修費等：給与の	0.5%	消耗品費：売上の	0.5%	通信費：売上の	0.5%	広報費・渉外費：売上の	0.5%	委託費：売上の	1.0%	備品・車両リース費：売上の	0.5%	その他経費：売上の	3.0%	監査費用：	500千円/年
公租公課：施設購入費の	2.0%																				
建屋維持費：建屋費用の	2.5%																				
交通費・研修費等：給与の	0.5%																				
消耗品費：売上の	0.5%																				
通信費：売上の	0.5%																				
広報費・渉外費：売上の	0.5%																				
委託費：売上の	1.0%																				
備品・車両リース費：売上の	0.5%																				
その他経費：売上の	3.0%																				
監査費用：	500千円/年																				
法人税	運営期間中の太宗で繰越損失を抱える想定となりほとんど収支に影響を及ぼさないため、考慮せず																				
運営期間 ※4	20年																				
減価償却期間 （施設保有ケース） ※4	<table border="0"> <tr> <td>残存価値を10%として、以下期間で定額償却</td> <td></td> </tr> <tr> <td>装置本体</td> <td>20年</td> </tr> <tr> <td>付帯設備</td> <td>6～10年</td> </tr> <tr> <td>建物</td> <td>39年</td> </tr> </table>	残存価値を10%として、以下期間で定額償却		装置本体	20年	付帯設備	6～10年	建物	39年												
残存価値を10%として、以下期間で定額償却																					
装置本体	20年																				
付帯設備	6～10年																				
建物	39年																				

※1：先行事例及びメーカーヒアリングを参考に設定 ※2：期間内の維持更新投資は考慮しない

※3：放医研の算定基準等を参考に算定 ※4：他施設の検討事例及びメーカーヒアリングから、20年と想定

④ 治療収入

項目	条件
患者数	5年目にピークに達し以降横這いと想定。1年目は上記の20%、2年目は40%、3年目は60%、4年目は80%の患者数を想定
患者1人あたり治療費	314万円

【参考】本シミュレーションで考慮されていない主な項目

- 土地の購入費・賃料
- 運営期間内の経常運転資金
- 運営期間内の維持更新投資
- 法人税
- パターンBの場合の設備の賃料

### 3) パターン別損益分岐

パターンA、B 夫々について、運営期間内（20年）にトータルの事業収支が均衡する年間の治療患者数を算出した結果、及びその際の事業期間内の収支のイメージは以下の通りである（年次別収支・キャッシュフロー展開については参考資料御参照）。

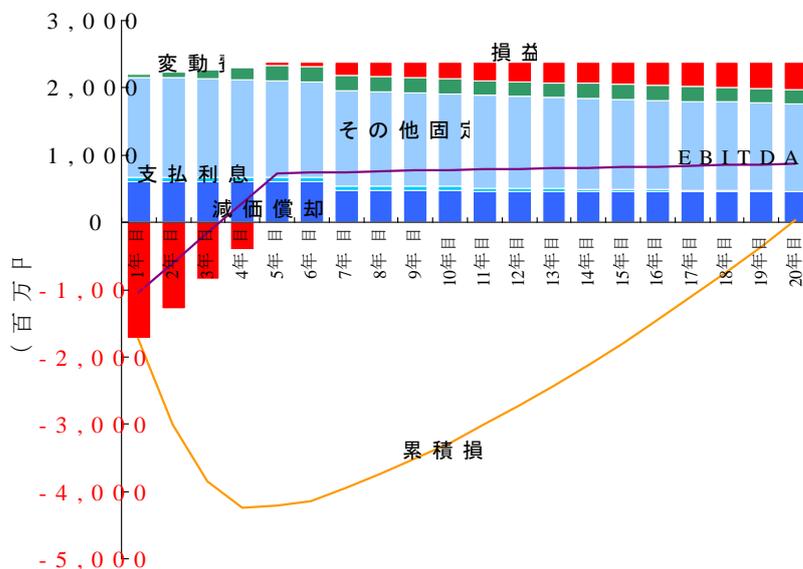
#### ①パターンA

##### 【事業期間内（20年）のトータルの事業収支・必要な年間治療患者数】

(単位: 百万円)

パターンA 施設設立・保有	
<b>必要となる5年目以降の年間治療患者数</b>	<b>756人</b>
収入	42,728
支出	42,719
減価償却費	10,165
維持管理費	12,000
人件費	8,310
水光熱費	3,000
公租公課	3,235
支払利息	919
その他固定費	1,144
その他変動費	3,945
所要自己資金額(=初期投資費用)	13,114
必要な借入額(=当面のキャッシュアウト額)	2,100
限界利益率	90.8%
患者1人あたり限界利益	2.85

##### 【事業期間内の収支イメージ】



事業期間内でトータルの収支を均衡させるためには、5年目以降で760人弱の集患が必要となる。また、この場合でも開業当初4年で約40億円の累積損失・約20億円の営業キャッシュフローマイナスが発生するため、初期投資費用を除いても約20億円を借入により調達する必要がある。

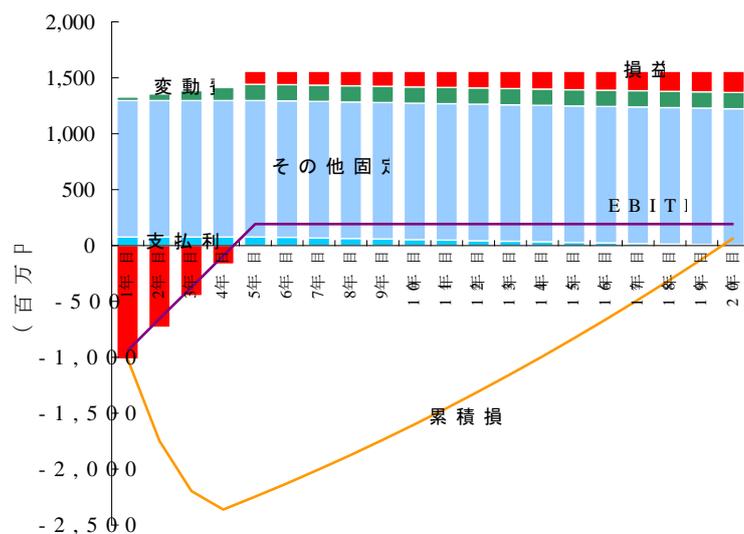
② パターン B

【事業期間内（20年）のトータルの事業収支・必要な年間治療患者数】

（単位：百

		パターン B 施設非保有
<b>必要となる5年目以降の年間治療患者数</b>		9人
収入		28,0
支出		27,9
	減価償却費	-
	維持管理費	12,0
	人件費	8,3
	水光熱費	3,0
	公租公課	-
	支払利息	938
	その他固定費	1,144
	その他変動費	2,575
所要自己資金額(=初期投資費用)		0
必要な借入額(=当面のキャッシュアウト額)		2,500
限界利益率		90.8%
患者1人あたり限界利益		2.85

【事業期間内の収支・キャッシュフローイメージ】



事業期間内でトータルの収支を均衡させるためには、5年目時点で500人弱の集患が必要となる。また、この場合でも開業当初4年で約25億円の累積損失・営業キャッシュフローマイナスが発生するため、初期投資は必要ないものの約25億円を借入により調達する必要がある。

なお、本シミュレーションでは設備の賃借料を考慮していないが、仮に減価償却費程度の賃借料を支払うとすれば、実際の収支はパターンAの収支に近くなる。

#### 4) その他留意点

##### ①法人税について

上記は事業収支均衡時のシミュレーションであり運営期間中の太宗で繰越損失を抱える想定となるため、法人税は考慮していない。ただし上記の想定を超えた集患に成功した場合、法人税は収入の伸びを抑える要因となる。

##### ② 患者1人あたり限界利益

本事業は固定費負担が重い反面で限界利益率が高く、パターンA・パターンBいずれにおいても、患者が1人増加する毎に年間収支が300万円弱改善する。後述の通り必要な患者数を確保するうえではPR活動等のプロモーションが不可欠であると思われるが、限界利益の範囲内で実施することが前提となる。

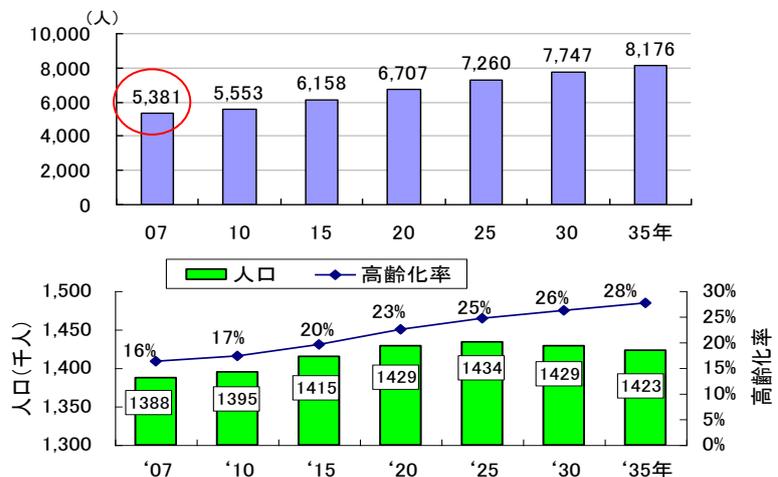
#### 5) 集患可能な患者数について

##### ① 沖縄県内からの治療患者について

一般に、患者が治療施設を選ぶにあたっては地理的条件が大きな影響を及ぼす。本件施設の詳細な立地は未定ではあるが沖縄県内からは極めて利便性の高い施設となるため、後述するような地域での医療連携体制が構築されるとすれば、県内で想定される対象患者数のうち一定割合の集患を見込むことは合理性がある。

【図表31】沖縄県のがん患者数推移予測

07年 新規がん登録患者数(人)	
全部位	5,381
肺	930
大腸	817
乳房	667
胃	386
子宮・卵巣	399
前立腺	225
肝および肝内胆管	194
胆のう・胆管	186
白血病	186
口腔・咽頭	175
膵臓	174
食道	139
悪性リンパ腫	138
腎・尿路(膀胱除く)	135
その他	630



(出所)「平成22年度沖縄県がん登録事業報告」「日本の将来人口推計」「平成19年住民基本台帳」に基づく

図表31の通り、2007年における沖縄県内の新規がん登録患者数は5,381人である。このうち6.5%が重粒子線治療の適応患者であるとするならば(「粒子線がん治療普及に向けた勉強会」資料に基づく)、重粒子線治療適応患者数は約350人となる。

ただし重粒子線治療が現状高額であること、局所治療としては外科手術等も選択され得ることを考えれば、実際に重粒子線治療を選択する患者数はこのうちの一部と考えられる。実際群馬県では、重粒子線治療適応患者数750人(計算方法は沖縄県の場合と同様)に対し群馬大学で重粒子線治療を受けている県内患者は年間220人程度の模様であり、重粒子線治療の選択率は約30%である。

この例を沖縄に当てはめれば、県内からの患者数見込は約 350 人の 30%で約 100 人となる。

## ② 県外・海外からの集患可能性

上記①の通り沖縄県内からの集患は 100 人程度と見られるため、差分を県外や海外から集患することが必要となる。南東北陽子線治療センター（年間約 450 人の患者のうち約 300 人が県外から）のように県外からの多数の集患に成功している事例はあるが、実際の集患は「集患ネットワーク」の構築や「受入インフラ」の整備次第であり、蓋然性のある見通しを立てるためには後述するような詳細調査が必要である。

次項以降において、県外・海外夫々について市場としてのポテンシャル及び想定される課題について整理する。

## ③ 県外からの集患について

既に日本全国で重粒子線治療施設が 3 施設、陽子線治療施設が 6 施設稼動しているうえ新設計画も多数あることを踏まえれば、自然体で県外からの集患を見込むことは困難を伴っている。

ただし、有識者からのヒアリングによれば、がん患者にとっては地理的条件のほかには当該施設の医療レベルや受入体制も重要なポイントとなる。即ち、十分な医療レベルを持つ施設で直ちに治療が受けられる、となれば、患者にとって十分なインセンティブがあるものと言える。また、実際には治療施設の選定には主治医の判断が大きな影響を及ぼすため、上記の医療レベル及び受入体制について国民・医療機関に周知するネットワークを構築することが重要である。

具体的には、医療レベル・受入体制については県内医療機関との連携も含めて磐石ながん医療体制を構築する必要があり、集患ネットワークについては国内各地に窓口を設ける等の綿密な情報提供体制を確立する必要がある。

## ④ 海外からの治療患者について

メディカル・エクセレンス・ジャパン（※）（以下 MEJ）によれば、海外からの患者を日本の医療機関が受け入れ治療する「医療ツーリズム」における対象患者は以下 3 パターンに分類される。

- a) 先進国の中で、自国ではできない治療を受けにくる患者
  - 欧米先進国
- b) 新興国等で自国の医療に十分な信頼が無く、より良い医療を求めて治療を受けにくる患者
  - 中国、ロシア、インドネシア、インド、中東等
- c) 自国で医療供給がほとんど無く、必要な治療を受けに来る患者
  - バングラデシュ等

このうち a)については、重粒子線治療でなければ治療が難しいような難治性がんの治療が該当する。例えば骨軟部肉腫は、手術が難しいと判断された症例では有効な治療法が少ない難治性がんであるが、放医研では手術のできない骨軟部肉腫に対して 1996 年から重粒子線治療の臨床試験を行っており、解析可能な 78 名で 90%の局所制御率を示すなど良好な治療成績を収めている。骨軟部肉腫は発生頻度が低いとはいえ、米国だけでも年間約 14,000 人の新規患者が発生しており（骨、軟部組織の合計）、こうした患者は日本での重粒子線治療に関心を示す可能性がある。

【図表 3 2 2009 年 米国における部位別の新規がん患者発生数】

(単位:人)

新規がん患者合計	1,638,910
前立腺	241,740
肺・気管支	226,160
悪性黒色腫(皮膚)	76,250
肝臓	28,720
脳・神経系	22,910
軟部組織	11,280
骨・関節	2,890

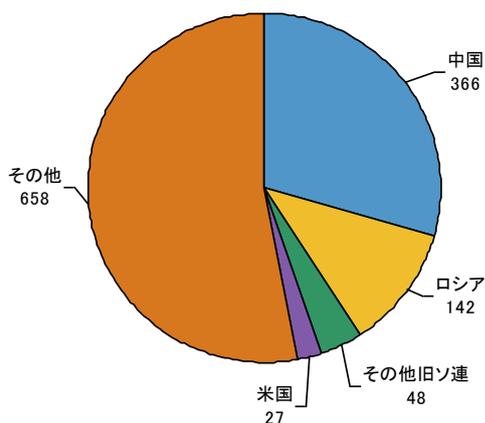
(出所) 米国国立がん研究所 SEER がん統計レビュー2012 年版に基づく

(注) 重粒子線適応となる可能性のある部位についてピックアップしたもの

また、最も人数が多いと想定されるのが b)である。実際、経済産業省によると平成 23 年度に MEJ を通じた外国人患者からの問い合わせのうち約 40%が上記 b)に属する中国・ロシアからであり、また観光庁が取りまとめた「平成 23 年度医療観光に関する受入環境整備事業」においても、中国・ロシアを有望市場として重点調査が行われている。

(※) MEJ・・・日本での医療サービスを希望する海外の人々へのニーズに対応する窓口として活動する一般社団法人

【図表 3 3 平成 23 年度 国別のインバウンド問い合わせ件数】



(出所) 経済産業省資料

(注) 平成 23 年度の経済産業省インバウンド事業で MEJ を通じて外国人患者から問い合わせがあった件数。総数 1,241 件。

また、国際がん研究機関 (IARC) が発表した「世界がん報告書 2008 (World Cancer Report 2008)」によれば、2008 年時点で世界全体で 1,240 万人のがん患者が存在し、2030 年時点では 2,640 万人まで増加すると予測されている。加えて今回検討するがん粒子線治療の分野については、新興国に十分な医療インフラが整っておらず、上記の「平成 23 年度医療観光に関する受入環境整備事業」においても、中国・ロシアからの集患を検討するうえで特に有望な分野として指摘されている。

以上を踏まえると、上記の a)、b) のパターンを中心に、一般論としては海外から本治療施設への集患は充分可能性があるものと考えられる。

ただし実際の集患にあたっては、国・地域毎に現地の医療事情を踏まえたうえで、医療機関、現地患者の他、保険会社等の各種ステークホルダーとの間に有効な集患ネットワークを構築し訴求力のある受入条件を提示する必要がある。特に受入条件については、単に価格面のみならず、患者の医療データを電子ベースで共有可能であるかどうか、現地の医師が随行して一定の医療行為に関与可能であるか、柔軟な運営時間対応により時差の無い対応が可能であるかどうか等、施設運営に係る事項が多く含まれることになると想定される。かかる受入インフラの整備は重粒子線治療施設単独では困難であり、周辺医療機関との連携により受入体制を整えるとともに、海外の医師の治療行為への関与等に関する規制緩和や医療連携システム構築に係る予算措置等についても検討する必要がある。

また、上記のような集患努力にあたっては、採算性を考慮することも重要である。前述のように患者 1 人あたりの年間限界利益は 300 万円弱であり、これを上回るコストがかかる場合はむしろ収支に悪影響を及ぼすこととなる。

#### 6) 集患のための課題、追加調査すべき事項

国内・県外については、医療機関等へのヒアリングにより、当施設への患者紹介を検討するにあたって重要と考えられる要件をより明確にする必要がある。加えて、具体的な集患ネットワークの構築や保険会社と連携したプロモーションのあり方について検討する必要がある。

海外については、市場として有望と見られる国・地域にフォーカスし、訴求力のある受入条件を探るとともに、実現性のある集患ネットワークの構築方策を検討する必要がある。

#### 7) その他、今後検討すべき事項

本章では、患者からの治療費により全ての収入を確保する前提で考察を行っている。一方で、重粒子線治療は新規研究や人材育成のニーズが極めて強い先端医療分野であり、治療時間外に研究やトレーニング向けに施設を開放することにより、利用者やメーカーから収入を確保する方策も考え得る。上記が実現すれば、今後日本発の先端治療である重粒子線治療を海外に展開していくうえで、本施設を世界に発信するモデル拠点と位置付けることもできよう。かかる方策が事業モデルとして成り立ち得るか否かについては、今後調査検討していく余地のあるテーマである。

## 第5章 重粒子線治療施設の運営体制

### 1) 検討の手順

第4章で検討した通り、本施設の採算を確保するうえでは集患ネットワークの構築と訴求力のある受入条件を実現するための受入インフラの整備が重要である。加えて、運営体制を検討するうえでは財務基盤や資金調達の観点、運営コストの観点、人材育成・確保の観点、治療以外の業務への対応等ビジネスモデルの多様性の観点等が考慮すべき要素であると考えられる。

一方、運営体制は大きく分けて公営・民営の2つに分類可能である。次項以降では、公営と民営の夫々について、上記の各要素についてのメリット・デメリットを検討することとする。

なお、公営の形態として地方公営企業法の一部適用企業・全部適用企業、地方独立行政法人等があるが、以下では自治体病院の形態として最も多い「地方公営企業法の一部適用企業」を前提とする。

### 2) 公営企業の概要

公営企業は、民営企業と比べ以下のような点で違いがある。

根拠法	地方公営企業法（民間医療法人の場合は医療法）
職員身分	地方公務員
定員管理	条例定数に含まれる
職員給与	一般の地方公務員と同様に、給与の額及び支給方法は条例で定められる
予算	単年度毎に地方公共団体の長が調製し、議会の議決を経る
資金調達手段	特定の経費につき一般会計からの出資、貸付、負担金、補助等が可能

### 3) 形態毎の特徴

上記2)のような違いを踏まえると、本プロジェクトを検討するうえで公営・民営夫々のメリット・デメリットは以下の通りと考えられる。

#### ① 公営

	メリット	デメリット・留意点
集患ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 公的病院間の連携を図りやすい</li> <li>・ 患者側にとって、一定のブランド、信頼感</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 収支が補填され得るため、集患へのインセンティブが生まれにくい</li> </ul>
受入インフラの整備	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 稼働体制は硬直的</li> <li>・ 地域医療機関との連携や行政の支援は必須</li> </ul>
財務基盤資金調達	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 収支が補填され得るため、稼働当初の赤字時期も含め、財務的に安定した運営が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 左記の一方、収支補填が常態化する虞</li> </ul>
運営コスト	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 職員処遇は公務員扱いとなり硬直的</li> </ul>
人材育成、確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 公的機関の間の連携でスムーズな人材育成、確保が図れる可能性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 職員処遇は公務員扱いとなり硬直的</li> </ul>
ビジネスモデルの多様性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 施設の性格（大学病院等）によっては、研究等への対応可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 柔軟な業務展開は行いにくい</li> </ul>

#### ② 民営

	メリット	デメリット・留意点
集患ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 原則として単独で収支を確保する必要があるため、より積極的な集患活動を行うインセンティブ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ブランドや信頼感は当該医療機関次第</li> </ul>
受入インフラの整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 運営時間等は柔軟に対応可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地域医療機関との連携や行政の支援は必須</li> </ul>
財務基盤資金調達	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 稼働当初は赤字運営を余儀無くされると見られるなか、施設を維持していく必要性</li> </ul>
運営コスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 職員処遇は柔軟に対応可能</li> </ul>	—
人材育成、確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 柔軟な職員処遇による人材確保の可能性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 民間機関単独での人材育成は困難</li> </ul>
ビジネスモデルの多様性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 業務範囲への制約は少なく、比較的柔軟な対応が可能</li> </ul>	—

公営と民営は一概にどちらが良いと言えるものではないが、例えば民営を選択するのであれば稼働当初の赤字期の収支補填や人材育成への公的機関の関与等、それぞれの留意点を踏まえた対応が必要である。また、受入インフラの整備等、公営・民営いずれにせよ地域医療機関や行政と連携しつつ対応すべきものもある。いずれにせよ、公営・民営問わず事業体（運営主体）、メーカー、地域医療機関、行政、学会等が一体となって事業モデルを構築することが求められよう。

#### 4) 事業体、メーカー、地域医療機関に求められる役割

事業モデルを構築するにあたり、事業体・メーカー・地域医療機関の間での役割分担のあり方も一つの論点である。例えば、施設の運営にあたっては、装置の運転やメンテナンスを一括・安価でメーカーが請け負うことにより、治療施設の運営負担を軽減するとともに、メーカーが運営ノウハウを蓄積することが考えられる。一方で、本施設を今後重粒子線治療施設を世界に展開していくうえでのモデル拠点と位置付けるならば、事業体が事業ノウハウを蓄積することにより、今後の海外展開の中核的役割を担うことも想定し得る。加えて、事業体やメーカーが大学等に寄附講座を設け関連技術者の受入・育成に努めることや、夜間等の治療時間外に施設をトレーニングセンターとして活用すること等が考えられる。さらにはメーカーが出資者として事業体の一員となる可能性もある。

今後は治療施設の基本仕様を作成し、事業体・メーカーを選定する過程の中で、より具体的な運営体制を検討していく必要がある。

また、県内医療機関との連携による役割分担は、集患及び受入インフラ構築の観点で極めて重要である。特にがんの集学的治療は今回設立を検討する重粒子線治療施設のみでは不可能であり、既に存在する県内医療機関との連携により実現していく必要がある。第2章で述べたように沖縄県にはがん診断・治療で実績のある病院が多数ある他、米軍の海軍病院のように海外からの医者・患者の受入が可能なユニークな病院もあり、こうした病院・医師との具体的な連携策を検討していく必要がある。

## 第6章 今後の方策

### 1) まとめ

沖縄への重粒子線治療施設の導入を検討するにあたり、県民に対する設置意義、事業の収益性、事業体の在り方について検証すべく、今回調査を行った。その概略は以下の通りであり、今後より詳細な検討を進めていく意義があると言える。

#### ① 県民に対する設置意義

沖縄県は医師会や琉球大学、各拠点病院が協力してがん対策に取り組むことにより、人口10万人あたりがん死亡者数を全国で最も低い水準に抑える等、これまで顕著な実績を上げてきた。しかしながら、今後沖縄県でも急速に高齢化が進んでいく中でがんの脅威が一段と高まっていくのは必至であり、予防、検査、リハビリ、終末ケア等がんに対する一貫した対応の中の一つの大きな柱として、高度医療を含めた治療体制の整備を一段と進める必要がある。

又、歴史的に「命どう宝」と言われる沖縄伝統の人を大切にす文化に基づき、医療そのものに加え、健康・医療産業を将来の沖縄のリーディング産業として育成していくための中心的役割あるいは象徴的な役割を果たすことが期待される。さらに、これらによって失った「長寿日本一」を再度取り戻すために有効な方策になり得ると考えられる。

高度医療の一つである重粒子線治療は、がん細胞に対する強い殺傷効果を有すること、がん病巣に線量を集中でき副作用が小さいこと等の優れた特性を有しており、仮に導入すれば沖縄のがん治療体制構築の大きな柱となることが期待される。

また、重粒子治療は今後世界への本格展開が期待される日本発の技術であり、海外からの関心も高まりつつある状況にある。こうした中、新たに設立する施設を重粒子線治療の海外展開のためのモデル拠点として位置付けるならば、先端医療の研究・トレーニング施設として、国内外から人材を呼び込める可能性がある。

ただし、現状300万円超と高額な重粒子線治療を県民に普及させるうえでは、治療費の減額や一部助成等の施策も検討すべきである。また、重粒子線治療単独では効果は限定的であり、既存の医療機関との連携により、患者に対しがんの集学的治療や予防、緩和ケアまで一貫して提供できるような医療インフラの構築を検討することが必要である。

以上から、検討すべき課題は残るものの重粒子線治療施設の設置は沖縄県民にとって大いに意義があるものと言える。

#### ②事業の収益性

重粒子線治療施設は施設整備、運営に係る財務負担が非常に大きい。特に施設整備費や維持管理費等の固定費負担が大きく、治療施設を安定的に運営していくためには、損益分岐点を上回る患者を継続的に集め、採算を確保していく必要がある。

上記を踏まえ、沖縄県に重粒子線治療施設を導入する場合の採算性、考えられる運営体制について検討を行った。運営期間内のトータルで事業収支を均衡させるためには最低でも年間500人程度の治療患者を確保する必要がある一方、沖縄県内からの集患は100人程度に留まると見られるため、差分の集患を県外・海外から行うことが可能かどうか採算確保のうえでの最大の焦点であると言える。

県外・海外における潜在的な重粒子線治療の需要は非常に大きいと見られるものの、実際の集患は「集患ネットワーク」の構築や「受入インフラ」の整備次第であり、蓋然性のある見通しを立てるためには、2) で後述するような詳細調査を行う必要がある。

### ③事業体の在り方

上記①と②を円滑に実施するためには、集患ネットワークの構築、受入インフラの整備、人材育成・確保等の観点から最適な運営体制を選択することが重要である。公営・民営は一概にどちらが良いとは言えないが、夫々の特徴・留意点を踏まえたうえで、事業者、メーカー、地域医療機関、行政等が一体となって事業モデルを構築することが求められる。上記の関係者間での役割分担も重要な論点である。

今後は治療施設の基本仕様を作成し事業者、メーカーを選定する過程の中で、地域医療機関、行政、学会等とも協議しより具体的な運営体制を検討していく必要がある。

## 2) 今後詳細調査・検討すべき主たる事項

一方で、最終的に重粒子線治療施設設立の可否を判断するうえでは、今後以下の7つの課題について重点的に詳細な調査が必要となると思われる。

### ① 設置するシステムに関する調査

沖縄県ががんに関し、予防から終末ケアまでの総合的対策が可能な地域として、内外から評価を受けることを目的とし、なおかつ、他地域との補完関係を保ち、又、事業的にも円滑に運営していくためには、陽子線治療装置との併用も含め、最適なシステムについての検討が必要である。

又、沖縄が日本発の粒子線治療装置を世界的に展開していくための拠点としての地位を保つためには、最新の技術を積極的、かつ弾力的に取り入れる必要がある。従って、当初の設備設置後も数年ごとに技術の動向を把握し、既設置のシステムに導入する方策について調査を行う必要がある。

### ② 海外からの集患可能性及びネットワーク構築に関する調査

海外からの集患可能性を分析するにあたっては、単に需要(=適応患者数)を推し量るのみならず、現地の医療事情を踏まえた具体的な集患ネットワーク構築の可能性を検討する必要がある。例えば、医療ツーリズムの需要が高いと見られる中国、ロシア等の周辺国、関係が深い国や、沖縄との関係に置いて連携構築の可能性のある米軍病院等からの集患可能性について、現地調査を行う必要がある。又、競合相手となる想定される対象国等における粒子線治療施設の設置計画についても情報を収集し、集患の可能性や連携の可能性を分析すべきである。これらの調査を行うに際しては、海外に情報拠点を有する公的機関や民間法人の活用を検討すべきである。

### ③ 医療連携等による受入インフラ構築の検討

実際のがん治療を行ううえでは重粒子線治療等の放射線治療に加え、外科治療、化学療法や緩和ケアも含めた集学的治療が重要であり、患者に対する訴求力はこうした医療を如何に一体で提供できるかにかかっている。したがって本件の事業モデルを検討するうえでは琉球大学付属病院や地域のがん診療連携拠点病院、米軍海軍病院等の既存の医療機関

とどのような連携体制を構築できるかが極めて重要であり、立地についても医療連携体制構築を図るうえで望ましい立地を検討すべきであると言える。特に、最近では粒子線治療だけではなく、進行性、転移性のがんへの適用を行う際に他の療法との併用が行われたり、がん以外の疾病を持った患者が治療を受けたりするケースが増えてきていることから、設置場所も含め、総合病院との併設も検討する価値があると考えられる。

加えて、海外からの患者受入時の現地医師の医療行為への関与等、受入体制整備にあたって必要な規制緩和についても検討すべきである。

#### ④ 人材育成体制

人材育成は本構想実現に向けて計画的に取り組むべき課題である。まずは医師、放射線技師、医学物理士夫々について、大学、沖縄県等の地方公共団体、医療機関、メーカー等県内外の関係者の協力を得て具体的な育成プラン、経費負担等について立案し、それを実現するための方策を検討する必要がある。

#### ⑤ 沖縄県民への啓発・普及策

現状では重粒子線治療への認知度そのものが低いと見られるため講演会・シンポジウムの開催等の周知活動を行っていく必要がある。

また、重粒子線治療は1回あたり300万円強と高額であり、このままでは県民への普及は限定的と思われる。保険会社との連携や何らかの助成策等、県民支援の方策を検討していく必要がある。

#### ⑥ 運営体制の詳細

今回の報告では運営体制を大きく「公営」と「民営」に分け、資金調達、コスト面、集患ネットワーク構築、受入インフラ整備、人材育成、ビジネスモデルの観点で検討したが、今後治療施設の基本仕様を作成し運営主体、メーカーを選定する過程の中で円滑な事業運営を図っていくため、地域医療機関、行政等とも協議しより具体的な運営体制を検討していく必要がある。

#### ⑦ コスト削減に向けた取り組み

今回の報告ではメーカーへのヒアリングや先行事例を基に、一つのモデルケースとして収支シミュレーションを行った。今後実際に事業計画を立案していく過程では、投資額及びコストの削減努力は当然行っていくべきであり、今回のシミュレーションよりも削減する余地はあるものと想定される。

以上

【参考：パターンAの年次別収支・キャッシュフロー】

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目	
売上高	474	950	1,424	1,899	2,374	2,374	2,374	2,374	2,374	2,374	2,374	2,374	2,374	2,374	2,374	2,374	2,374	2,374	2,374	2,374	2,374
減価償却費	601	601	601	601	601	601	481	481	481	481	463	463	463	463	463	463	463	463	463	463	463
支払利息	74	74	74	74	74	71	66	61	56	51	47	42	37	32	27	22	17	12	7	2	2
その他固定費	1,483	1,471	1,459	1,447	1,435	1,423	1,411	1,401	1,392	1,382	1,376	1,367	1,358	1,348	1,339	1,330	1,321	1,311	1,302	1,293	1,293
変動費	46	89	133	177	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
税引前損益	-1,729	-1,285	-842	-399	44	59	196	210	225	239	268	282	296	310	324	338	353	367	381	395	395
法人税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税後損益	-1,729	-1,285	-842	-399	44	59	196	210	225	239	268	282	296	310	324	338	353	367	381	395	395
累積損益	-1,729	-3,015	-3,857	-4,256	-4,212	-4,153	-3,958	-3,748	-3,523	-3,284	-3,016	-2,734	-2,438	-2,128	-1,804	-1,465	-1,113	-746	-365	30	30
EBITDA	-1,054	-611	-167	276	719	731	743	753	762	772	777	787	796	805	815	824	833	842	852	861	861
想定患者数	151	302	454	605	756	756	756	756	756	756	756	756	756	756	756	756	756	756	756	756	756
損益分岐売上高①	2,387	2,368	2,353	2,339	2,325	2,309	2,158	2,142	2,126	2,110	2,079	2,063	2,048	2,032	2,016	2,001	1,985	1,970	1,954	1,938	1,938
患者数①	760	754	749	745	741	735	687	682	677	672	662	657	652	647	642	637	632	627	622	617	617
損益分岐売上高②	1,641	1,624	1,609	1,595	1,581	1,568	1,555	1,544	1,534	1,523	1,517	1,507	1,496	1,486	1,476	1,466	1,456	1,445	1,435	1,425	1,425
患者数②	523	517	512	508	504	499	495	492	488	485	483	480	477	473	470	467	464	460	457	454	454
営業キャッシュフロー	-1,128	-684	-241	202	645	660	677	691	706	720	731	745	759	773	788	802	816	830	844	858	858
投資キャッシュフロー	-13,114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
財務キャッシュフロー	15,214	0	0	0	0	-140	-140	-140	-140	-140	-140	-140	-140	-140	-140	-140	-140	-140	-140	-140	-140
キャッシュフロー合計	972	-684	-241	202	645	520	537	551	566	580	391	605	619	633	648	662	676	690	704	718	718
期末キャッシュ残高	972	288	47	249	895	1,415	1,951	2,503	3,069	3,649	4,040	4,645	5,264	5,898	6,545	7,207	7,883	8,573	9,277	9,995	9,995
変動比率	9.3%	9.4%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%
限界利益率	90.7%	90.6%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%
患者一人当たり増加利益	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8

【参考：パターンBの年次別収支・キャッシュフロー】

(単位:百万円,人)	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目
売上高	311	623	934	1,246	1,557	1,557	1,557	1,557	1,557	1,557	1,557	1,557	1,557	1,557	1,557	1,557	1,557	1,557	1,557	1,557
減価償却費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支払利息	75	75	75	75	75	73	68	63	58	53	48	43	38	33	28	23	18	13	8	3
その他固定費	1,221	1,221	1,221	1,221	1,221	1,221	1,221	1,221	1,221	1,221	1,221	1,221	1,221	1,221	1,221	1,221	1,221	1,221	1,221	1,221
変動費	31	59	88	117	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145
税引前損益	-1,015	-732	-449	-166	117	119	124	129	134	139	144	149	154	159	164	169	174	179	184	189
法人税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税後損益	-1,015	-732	-449	-166	117	119	124	129	134	139	144	149	154	159	164	169	174	179	184	189
累積損益	-1,015	-1,747	-2,196	-2,363	-2,246	-2,127	-2,003	-1,873	-1,739	-1,600	-1,456	-1,307	-1,153	-993	-829	-660	-486	-307	-123	67
EBITDA	-940	-657	-374	-91	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192
想定患者数	99	198	298	397	496	496	496	496	496	496	496	496	496	496	496	496	496	496	496	496
損益分岐売上高①	1,437	1,432	1,430	1,429	1,429	1,426	1,421	1,415	1,409	1,404	1,398	1,393	1,387	1,382	1,376	1,371	1,365	1,360	1,354	1,349
患者数①	458	456	455	455	455	454	452	451	449	447	445	444	442	440	438	437	435	433	431	430
損益分岐売上高②	1,354	1,349	1,347	1,347	1,346	1,346	1,346	1,346	1,346	1,346	1,346	1,346	1,346	1,346	1,346	1,346	1,346	1,346	1,346	1,346
患者数②	431	430	429	429	429	429	429	429	429	429	429	429	429	429	429	429	429	429	429	429
営業キャッシュフロー	-1,015	-732	-449	-166	117	119	124	129	134	139	144	149	154	159	164	169	174	179	184	189
投資キャッシュフロー	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
財務キャッシュフロー	2,500	0	0	0	0	-167	-167	-167	-167	-167	-167	-167	-167	-167	-167	-167	-167	-167	-167	-167
キャッシュフロー合計	1,485	-732	-449	-166	117	-47	-42	-37	-32	-27	-22	-17	-12	-7	-2	3	8	13	18	23
期末キャッシュ残高	1,485	753	304	137	254	207	164	127	94	67	44	27	14	7	4	7	14	27	44	67
変動比率	9.3%	9.5%	9.4%	9.4%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%	9.3%
限界利益率	90.7%	90.5%	90.6%	90.6%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%	90.7%
患者一人当たり増加利益	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8

## 補論

本編第6章の今後の方策を検討するにあたり、より具体的な課題抽出や方策検討につなげるために、詳細・広範囲な追加的情報が必要と考えられ、以下5つの観点で追加調査を行った。

- 1) 先進地ヒアリング調査
- 2) メーカーヒアリング調査
- 3) 研究会開催と事業化検討
- 4) 海外・国内ネットワーク調査研究
- 5) 海外からの集患可能性調査にあたっての実施計画検討

それぞれの項目についての追加調査の結果は以下の通りである。

### 1. 先進地ヒアリング調査

#### 1-1 調査方法と調査の概要

##### 1-1-1 調査の方法

先進地ヒアリングに関しては、以下の先進粒子線治療施設を訪問し、平成25年2月から3月にかけて現地調査ならびにヒアリングを行った。本報告書では、これらヒアリングだけではなく、資料分析も含めてまとめている。訪問に際しては可能な限り重粒子線治療施設導入に係る検討協議会委員、作業部会メンバーも参加した。

#### ● 粒子線治療施設ヒアリング

2月22日	(金)	10:00~12:00	群馬大学医学部重粒子線医学研究センター
3月1日	(金)	13:00~14:30	福井県立病院
3月7日	(木)	10:00~11:45	兵庫県立粒子線医療センター
		15:30~17:00	九州国際重粒子線がん治療センター
3月8日	(金)	10:00~11:45	メディポリス医学研究財団

さらに、こうした施設に加え、千葉県にある放射線医学総合研究所に関しては、昨年、現地調査及びヒアリングを行った結果をとりまとめるとともに、神奈川県立がんセンター重粒子線治療施設に関しては、公表されている情報ならびに今回のメーカー、先進地ヒアリングによって得られた情報を基にまとめた。

南東北総合病院に関しては、昨年にヒアリングが行われ、報告書本文に記載されているので、ここでは省略した。

## 1-1-2 調査のまとめ方

ヒアリング結果等のまとめ方は、できるかぎり以下のような統一的な項目で整理し、事例ごとに比較できるようにした。

1. 粒子線治療施設の概要
2. 治療施設の経営面での概要
3. 集患のための努力と方策
4. 放射線、地域波及等、導入あるいは運営にあたっての地元住民、議会対策
5. 人材育成、確保など
6. その他（沖縄への助言など）

## 1-1-3 先進粒子線治療施設の調査概要

今回対象とした先進粒子線治療施設の概要をまとめたものが表 1-1-3-1 である。以下には調査で明らかになったことを箇条書きで示す。

- 事業体としてみると、国の経営（放医研、群馬大学）、県の経営（兵庫県、福井県、神奈川県）、民間の経営（南東北、指宿）、第三セクター（佐賀）
- 集患は地元をベースにされており、兵庫の場合は関西圏 2000 万人、福井の場合は福井県 80 万人、神奈川の場合は神奈川県 900 万人、佐賀の場合は 1300 万人（九州全域）となっている。兵庫、神奈川十分な集患のための地域人口を持っていると考えられている。佐賀については見守る必要がある。
- 既存病院への併設は群馬大、福井県、神奈川県、南東北である。単独では兵庫、放医研、佐賀、指宿であるが、佐賀、指宿は病床を持たない施設である。既存施設への併設は色々な意味で初期投資コスト、運営コストが削減できる。
- 地元県民への優遇策としては、① 無利子等の融資制度（福井、兵庫、佐賀）、② 補助金（福井）、④交通費補助（福井県）がある。施設によって割合が異なるが 1/4 から 1 割が先進医療特約の患者である。
- 兵庫県は年間 600～700 人を集患するようになっているが、県の病院会計で見ると県からの補助金 5 億円があつて採算がとれている。福井県では 300 人で採算がとれると想定している。群馬大は 300 人強で採算ベースに乗ったという話があつた。神奈川県は 700～800 人を想定しているが採算性はわからない。南東北は既に採算が取れているという。採算ラインの患者人数は建物、土地、病院運営をどのように負担するかで異なってくると思われる。
- 陽子線と重粒子線の併設に関しては、医学的にはあつた方がよいという意見もあるが、陽子線で十分との意見もある。兵庫県の見解では、重粒子線の場合、ガントリーがないので、照射位置が決まってしまうと、複雑・微妙なものに対応できないとしている。現在、兵庫県の場合は重粒子線が出力不足で深さがかせげず、前立腺がんに対応できていない（陽子線での治療を行っている）。

表 1-1-3-1 国内粒子線治療施設訪問ヒアリング結果一覧表

組織名	粒子線 P:陽子線 C:重粒子線	事業主体				設備投資 の原資	主たる 適用病状	患者数 (年間)	経営状況	補助	患者に対する補助	備考
			設備の所属	設備運営	病院							
南東北病院がん陽子線センター	P(M)	社会福祉法人 南東北社会福祉事業団	同左	南東北病院がん陽子線センター(粒子線治療装置についてはM)	総合南東北病院(449床)及び南東北医療クリニック	-	前立腺がん、頭頸部がん、肺がん	H20年10月～H24年9月まで 1,671人	良好	無	-	民間で積極的に集患実施(東京駅前に「がん陽子線外来」の設置、説明会の開催など)参考にすべき点が大い。
群馬大学重粒子線医学研究センター	C(M)	群馬大学	同左	群馬大学重粒子線医学研究センター	群馬大医学部附属病院559床	初期コストは国(文部科学省)と県から	前立腺がん、肝がん、頭頸部がん、肺がん、直腸がん(術後骨盤内再発)、骨軟部のがん(原発性)	≒310人	開業3年目で黒字化している。	国の競争的資金の獲得	無	310人/年で採算が取れるという話であった。
(独)放医学総合研究所	C(4社)	(独)放射線医学総合研究所	同左	同左	放射線96床、研究用4床、計100床である。外来患者は近隣の病院に入院しているケースもある。	国費326億円(文科省予算)	前立腺がん、肝がん、膵臓がん、肺がん、直腸がん(術後骨盤内再発)、骨軟部のがん(原発性)、骨肉腫、膵臓がん、胆嚢がん、胆管がん、膵臓がん、子宮がん、卵巣がん、乳がん、食道がん、胃癌、大腸がん、腎臓がん、膵臓がん、泌尿器がん、皮膚がん、脳腫瘍、甲状腺がん、乳腺がん、小児がん、その他	1994年6月～2012年7月 総計6,846人	研究機関のため、採算性は考えていない。	無	無	研究機関であり、新しい技術開発に重点を置いているため、採算性は特に問題としていない。
神奈川県立がんセンター重粒子線治療施設(i-ROCK)	P(T)	(地方独立行政法人)神奈川県立病院機構	同左	神奈川県立がんセンター重粒子線治療施設(i-ROCK)	415床の神奈川県立がんセンター病院	装置のみ75億円+保守11億円総計86億円(入札)(T)	前立腺がん、肝がん、頭頸部がん、肺がん、直腸がん	年間501人を想定、治療費3000万円/年～800万円/年、年間1,000人の治療が可能となる施設とした。	-	-	-	治療開始H27年度、適応患者数はH20年7月で2,446人と推計している。
福井県立病院陽子線がん治療センター	P(M)	福井県	同左	県立福井病院	約1,082床の県立病院総合病院の付属機関	建設費は94億円で電源立地交付金を活用した。	前立腺がん、肝がん、転移性のがん	H24年度は140人、H28年度までに年間400人を目標として黒字化を目指している。	赤字は県から補填される。病院と陽子線治療センターは別建て経営になる。	電源立地交付金等から4～5億	県民への経過制度は3年である。治療費助成(25万円)、金融機関から治療費の借入れに235万円に利息補給(年利6%以内)、教養(福井県)からの患者には1回3,000円の交通費を助成する。	福井県民を中心に考えており(電源立地交付金もあって)採算性を強く要求しているとは見えなかった。
兵庫県立粒子線医療センター	P+C(M)	兵庫県	同左	兵庫県立粒子線医療センター(放射線科診療施設)	50床(病院事業は各地方公共団体の地方公営企業法が適用される。)	280億円	前立腺がん、肝がん(肝転移)、頭頸部腫瘍、肺がん(肺転移)、膵臓がん、骨軟部腫瘍、その他	H23年度は668人、H24年度は23年度を上回る予定である。H24年2月現在5,450人	年間620人以上の患者を受け入れないと赤字になる。H22年度は1億8,000万円の赤字であった。運営費は年間4億5,000万円である。	無	県内在住1年以上が条件であり、金融機関から無利子で分割返済が可能となる貸付ができる。利用者は月に2～3名である。	採算が取れたと言っている。特にN氏以降、患者が増加している。
(公財)佐賀国際重粒子線がん治療財団	C(M)	(公財)佐賀国際重粒子線がん治療財団と九州重粒子線施設管理(株)との二層構造になっている。	同左(粒子線治療装置についてはM)	同左(粒子線治療装置についてはM)	無	県、市、民間企業、借入金(当初150億円を想定していた。そのうち120億円を借入の予定であったが、苦戦を強いられている)	前立腺がん、肝がん、膵臓がん、肺がん、直腸がん(術後骨盤内再発)、骨軟部のがん(原発性)、骨肉腫、膵臓がん、胆嚢がん、胆管がん、膵臓がん、子宮がん、卵巣がん、乳がん、食道がん、胃癌、大腸がん、腎臓がん、膵臓がん、泌尿器がん、皮膚がん、脳腫瘍、甲状腺がん、乳腺がん、小児がん、その他	将来的にはフル稼働で年間800人を目指している。	治療スタートから4年で黒字化を目指している。	無	県民(県内在住1年以上)へは治療費の1/10以内(年度別30万円)、治療費を金融機関から借入れた場合、利息補給(補給利率6%以内、補給期間1年以内)	本年夏の治療開始以降数年で採算性が取れることを期待しているのでは？(九州全域からの集患を期待している)
(一財)メディボリス医学研究財団	P(M)	(一財)メディボリス医学研究財団	同左	同左	無(但し、患者用に19床程度の病室(宿泊施設)がある)	文部科学省24.5億円、鹿児島県から5億円、市町村から3,000万円、地産財源資金5億円、その他金融機関から借入れ、総額100億円	前立腺がん、肝がん、肺がんが中心である。最近、膵臓がんの患者が増加傾向にある。	H23年4月開始時からH25年3月上旬まで528人(2年間)	他事業(治験)も展開しているため、本事業のみで採算性を求めるという考え方はない。	無	事業開始前の説明会においてがん病院の先進医療特約に加入するよう求めていた。各金融機関と交渉を回り、借入れ制度を導入、鹿児島県内の金融機関とは利息補給制度を取り入れている。	関連事業との関係もありあまり採算性を期待していないのではとも見えたが？

## 2. メーカーヒアリング調査

### 2-1 調査方法と調査の概要

#### 2-1-1 調査の方法

メーカーヒアリングに関しては、以下の粒子線治療装置関連メーカーを訪問し、平成 25 年 2 月から 3 月にかけてヒアリングを行った。なお、ヒアリング当日に疑問点や追加質問事項があった場合には、追加ヒアリングを実施した。訪問に際しては可能な限り重粒子線治療施設導入に係る検討協議会委員、作業部会メンバーも参加した。

● メーカーヒアリング			
2013 年			
2 月 13 日	(水)	14:00~15:40	東芝
2 月 14 日	(木)	10:00~12:00	三菱電機
		13:30~16:15	日立製作所
2 月 20 日	(水)	16:00~17:30	住友重機
2 月 26 日	(火)	10:00~10:50	東芝(追加ヒアリング)
3 月 5 日	(火)	13:30~15:00	三菱電機(追加ヒアリング)

これら 4 社のうち、東芝、三菱電機、日立製作所は重粒子線治療装置を販売しているが、住友重機は販売していない。しかし、陽子線治療装置と加速器の入射器、ならびに最近注目を浴びている中性子捕捉療法 (BNCT Boron Neutron Capture Therapy) の開発に係わっているため、ヒアリング対象として選択した。

調査に当たっては、あらかじめ質問票を企業側に渡し、それを基にできる限り回答してもらい、ヒアリングの際に浮かび上がった疑問点などについては、議論をして明確化した。

#### 2-1-2 調査のまとめ方

重粒子線治療装置メーカーである 3 社に関しては、統一的な項目で比較できるようにするために、以下の項目に沿ってまとめた。住友重機に関しては、別途、質問に応じたヒアリング結果をまとめた。

## 1. 基本コンセプトについて

・貴社が重粒子線治療システムの製造、販売、保守、管理を行うにあたっての基本コンセプト

## 2. 貴社システムについて

・貴社のシステムの特徴。周辺機器、ソフトで貴社が得意とされる項目。貴社の技術や経験で重粒子線治療施設と相乗効果が見込まれ、重粒子線治療施設の稼働率の向上や集客能力の向上が図れると思われるもの。耐用年数（使用可能年数）。貴社システムの技術開発のポイント、改良点。新しい技術開発を取り入れるための柔軟なシステム化のアイディア。治療計画装置（ソフトを含む）について、他メーカー、医療機関との共同開発の可能性。先進医療を行うための必要な施設基準をクリアするために最低限必要な医師数、技師数、医学物理士数。勘案すべきシステムの立地条件。他社の重粒子線治療システムや他のがん治療方法と比べ治療に優れ、オンリーワンである分野。補完的な治療方法との協働。貴社システムの設置実績。

## 3. 費用について

・初期費用（価格）（群馬大学、鳥栖と同等のシステムで）。年間の運転経費、メンテナンス費。定期修理の頻度と費用。

## 4. スケジュールについて

・2017年度から治療開始する場合の、施設建設に関するタイムスケジュール。その場合の、医事法等医療関連法、放射線障害防止法等放射線関連法、消防法等消防関連法等の法規制、許認可等、必要な手続き、そのタイミング。

## 5. システムの運転・維持体制について

・システムの運転、メンテナンス体制。システムの運転、メンテナンスに関わる作業を行う人材の確保、研修スケジュール。定期維持管理の方法と期間（間隔と各々に必要な期間）。

## 6. 重粒子線治療施設の廃棄の際の問題について

・耐用年数の後、放射化された装置の廃棄における課題。長期間システムを使用した後で、機材に残る放射線の状況。廃棄の責任。システムの廃棄費用。

## 7. 人材育成(研修)について

・人材育成に対するメーカーとして協力。人材育成の一環としての琉球大学に寄付講座の可能性。

## 8. 事業の展開について

・沖縄プロジェクトを重粒子線治療モデル（見学）システム、及び研修システムとする際に配慮すべき点。事業に参加（例えば出資、人員の派遣等）の可能性。患者スループットを増やす方法または工夫など。事業展開にあたって注意すべきという点。メーカーが求める配慮。集患のためのいいアイデア。沖縄県民が他県の住民よりもがん治療で優遇される仕組みのアイデア。

## 9. その他

・建物を建てる業者の条件など。

### 2-1-3 メーカーヒアリング調査の概要

今回対象としたメーカーヒアリングの概要で明らかになったことを箇条書きで示す。

- 重粒子と陽子線の併用は可能である。ただし、金額的には20%程度の上乗せ（20～30億円）が必要。
- 今後の技術的課題としては、まず、スキャンニング法に向かうこと、ガントリーは色々ながんに対応するためには必要であるが、重粒子線治療の場合、技術的に固まっていない。将来は必要となる（陽子線ではガントリーは当たり前の技術）。
- 国際化をターゲットにするならば、海外での粒子線治療施設の計画をきちんと把握しておく必要がある。メーカーの情報によれば、例：台湾には建設中（陽子線）が一基、5～6基の設置計画。韓国も建設中（陽子線）が一基、重粒子線の計画が少なくとも2基ある。中国にも沿岸部を中心に10か所程度。ロシアにもモスクワとウラジオストック等に設置する計画があり、陽子線と重粒子線で10か所程度と言われる。
- 加速器の小型化に関しては、10年先に実現といわれるが、超伝導技術を使うため、コストがかかり経営的に問題があるということから、当面限界がある。
- 最近、転移性がん対応ということで注目を浴びている中性子捕捉療法（BNCT Boron Neutron Capture Therapy）は深さが6～7cmであるので、粒子線治療装置と補完的に使われると言われる（前立腺は30cm必要）。
- 放射線の廃棄に関しては、まだ、法制度が整っていないので、確実なことは言えない（放射化した部位を特定できな）。しかし、入射部と出射部に限れば既存の例を基に、4千万円程度ではないかとの想定もある。

### 3. 研究会開催と事業化検討

#### 3-1 研究会の概要

平成24年度「第1回重粒子線治療施設導入に係る検討協議会研究会」を以下のごとく実施した。

日 時:	平成25年3月20日(水) 13:30~16:00
場 所:	ヒルトン東京7F「楓」の間
議題:	
1. 沖縄県の状況報告(20分)	沖縄県医師会
2. 講演Ⅰ:日本のがん治療の現状と将来展望(30分)	(公財)癌研究会常務理事 癌研有明病院名誉委員長 武藤徹一郎先生
3. 講演Ⅱ:重粒子線治療の現状と課題(30分)	群馬大学重粒子線医学センター准教授 鈴木義行先生
4. 総合討論(70分)	

参加者は以下の通りである。

委員長	玉城 信光	沖縄県医師会
特別アドバイザー	佐々木 康人	沖縄県医師会
講師	武藤 徹一郎	公益財団法人 がん研究会 がん研 有明病院
講師	鈴木 義行	群馬大学大学院医学系研究科 米国オハイオ州立大学 腫瘍放射線学 放射線治療科
委員	村山 貞之	琉球大学医学部附属病院
委員	船津 貞二郎	特定非営利活動法人 地域活性化推進機構

この他、オブザーバーとして、沖縄等から6名、事務局4名が参加した。

#### 3-2 研究会での討議内容

##### (1)日本のがん治療の現状と将来展望

公益財団法人がん研究会 武藤講師より講演が行なわれた。

<2人に一人はがんで死亡する>

現在、2人に1人ががんになり、3人に1人ががんで死亡するといわれているが、年間で110万人死亡する中、33万人ががんで死亡している。いずれ2人に1人はがんで死亡する時代がくるであろうといわれている。死亡率を年齢調整で見るとあらゆるがんが減少傾向にあり、増加しているのは、男性では膵臓がんと前立腺がん、女性は乳がんである。海外の死亡率と比較すると、日本のがんの死亡率は26位である。ヨーロッパの先進国のがんの死亡率は日本より高く、一番高いのはデンマークである。日本で大騒ぎしているが、年齢調整すると実は普通だということになる。

<長寿になればがんで死亡する人が増える：予防・早期発見が重要>

日本は世界一の長寿国であり、そのためがんで死亡する人が増え、がんは長寿の病気であり、長生きしたければがんになるのは覚悟しなければならない。がん医療における予防から早期発見、治療、緩和ケアまで、進むほど医療費がかかり、予防・早期発見が重要であることは間違いない。予防で一番大切なのは禁煙であり、喫煙はあらゆるがんに関係してリスクを高める。

<海外の富裕層はわがまま。日本では扱われていない>

中国や東アジアの富裕層の患者はわがままで要求が多い。日本人は平等に扱う教育をされているため、扱い慣れていないのである。シンガポールは米国帰りの医師を一つの病院にまとめて対応している。日本ではあまり検討されていないが、重要なポイントである。

<放射線治療に係わる人材不足が壁>

日本の放射線治療の一番の問題は、放射線腫瘍医、放射線技師、物理士が少ないことで、特に物理士が問題である。物理士はどのような角度でどのように照射すればいいのかを計算してくれる人であり、物理士がいないとどこに照射していいのかわからない。一般の治療でも物理士が少なく、立派な設備があっても使われていないことがある。施設は米国に次いで多く、リニアックも米国に次いで多いが、実際には使われていないこともあり、室の持ち腐れが起こっているのが現状である。

<緩和ケアの人材が少ない>

緩和ケアは単純にペインコントロールだけではなく、患者（家族も含め）のさまざまな悩みを聞いてあげることであり、そのような人がいないのが現状である。

<天寿がん>

頭は元気だがんと共存できるような医療が大切だと考える。そこに放射線治療や免疫治療が入ってくると思うが、化学療法（毒物）よりはより自然である。

<放射線治療はそれほど増えていない：外科医の理解が必要>

放射線治療は驚くほど増えてはいない。がんは外科医が行っており、外科医が放射線治療に対して理解を持たないと放射線に送ろうということにはならない。多くの外科医が自分の腕で治したいと思っている。私のように最初から放射線治療という考えの人は、まだまだ少数派である。

## (2) 重粒子線治療の現状と課題

群馬大学大学院医学系研究科 鈴木講師より講演が行なわれた。

<放射線療法はマイナーであるが増加傾向にある>

日本では放射線治療は3大治療の中ではマイナーであり、主に手術が選択されてきた。しかしながら、子宮頸がん、頸部がん、口喉のがんについては、以前から放射線治療が第一選択されてきた。放射線治療患者数は増加しており、1995年に比べると約倍に増加し、がん患者の4人に1人が放射線治療を受けている。現在日本の放射線治療施設は約735か所、放射線治療専門医が約1,000人(2012年最新データ)である。毎年50~60人くらい新しい専門医が増えており、10年後アメリカとほぼ同数になる予定である。

<BNCTは薬の開発次第>

重粒子線は、集中性も陽子線よりも少し良く、生物学的効果が約3倍強いといわれている。中性子線とBNCT(ホウ素中性子補足療法)は、BNCTは良い薬が出れば、病巣への集中性も生物学的効果も良いが、薬の開発次第であり、現状はあまり良くない状況である。

<日本の技術でしか作れない重粒子線用の加速器>

重粒子線の2大特長は、線量の集中性と生物学的効果である。加速器の技術が、日本は最高に優れている。陽子線は軽く小さなシンクロトロンで簡単にスピードを上げることができ、加速器が小さくて済み安価である。そのためアメリカなどの技術でも作れる。重粒子線は日本の一流の技術(三菱など)でないと難しい。

<集患は難しい>

患者数の内訳は、前立腺がんが70%以上を占め、他の患者は増えていない状況である。放医研のデータでも前立腺がんが一番多いが20%しか占めていなく、肺がん、頭頸がん、骨軟部腫瘍など、さまざまな疾患が来ている。患者の場所別データは、群馬県からが64%、隣県が1/4と首都圏からの患者はなく、集患は難しい状況である。

<重粒子線が不利な場合もある>

何でも重粒子線が良いというわけではない。胎生期のラットからニューロンを分離・培養し、X線と重粒子線の効果を比較したところ、X線照射では神経細胞は死なないが、重粒子線を照射すると死んでしまう。この神経細胞に限ってはX線より約10倍強かった。脳腫瘍に関しては注意が必要であり、実際に放医研の脳腫瘍に対するデータはあまり良くない状況である。炭素イオンのRBEの値は、細胞の条件や照射条件によって10倍変わる。平均値は2.11であるが、細胞個々の条件によって、重粒子線の力の強さが変わってくる。がん細胞にだけ効けばいいが、往々にして逆の場合もある。

<コストと照射方向がきまることが問題>

その他の重粒子線治療の問題点は、ランニングコストも含めて高価であることや重粒子線の場合、照射方向が決まってしまうことである。

<免疫治療などとの併用治療や免疫が上がる研究も必要>

今後、転移を防ぐような免疫治療、抗がん剤治療などの併用治療が必要になってくる。現在放射線治療を行うと免疫が上がるような研究を進めている。

### (3) 議論

<まだまだ未知の分野の多い重粒子線>

重粒子線は対象となる細胞によって強さや大きさが異なる。そこがまず明らかになっていないので、断定できないところがある。陽子線の場合は、X線とあまり変わらないので、放射線治療100年の歴史の経験が活かせるのが強みである。ただし、当てる量を減らすのはあると思う。千葉の放医研は、どこまで当たられるかという治験を行ってきて、危険な線量についても熟知している。比較的弱い線量でも効果があると考えられるものに対しては、実際に下げ始めている。これからさらに下がる可能性もあり、そうすると副作用も減るのではないかと期待しているところである。

<集患が最大の課題>

どの施設についてもいえることであるが、患者を集めるという点が大きな問題だろうと思う。赤字覚悟でないとできない。炭素線を使うということで、中国や台湾からの集患が見込めるかもしれないが、現状ではまだまだ難しい。こういったものの導入には国会議員が関係していることが多いが、赤字等の責任は病院が背負おうというのが現実である。その覚悟が必要だと思う。

＜病院との連携は不可欠＞

ドイツのハイデルベルグ大では、脳腫瘍を重点としてやっており、重粒子線施設の横に脳外科の病棟がある。そういう売りとなるポイントを考えるにあたっては病院との連携は必要だろう。

＜研究要素の多い重粒子線＞

重粒子線についてはまだまだ研究要素がたくさんある。今後沖縄で新しいものを開発していく中で、何か特徴を出そうとするならば、何かしらの併用治療ということで興味を引くしかないのではないかと感じる。重粒子線が圧倒的に良いという疾患は数が少ない。重粒子線単独だと厳しいと感じる。例えば肝臓がんは、そこを治療してもまた増殖してしまうので予防的な免疫療法であるとか、放射する箇所に特殊な細胞を入れることでがんの免疫を下げることができるということである。複合的な治療には法律との絡みもあるので難しいが、特区構想などであれば可能になるのではないかと感じる。アメリカと交渉ができるのであれば、アメリカの放射線治療は日本と比べて非常に高額であるため、特にアメリカの保険会社と組めるのであれば、アメリカから多くの患者が来るのではないかと感じる。

＜米軍のニーズは冷静に分析する必要がある＞

米軍のニーズがどれ程あるのかという課題があるので、冷静にニーズに関する調査を行うべきだろう。海軍病院にも何度か行ったことがあるが、軍ということもあり、外科や救急が中心という印象がある。

### 3-3 事業化に向けての基本的考え方（案）

研究会等の議論やヒアリングの結果を踏まえ、事業化に向けての基本的な考え方（案）を以下に示す。これはたたき台であり、今後のさらなる議論が必要である。

#### (1) 沖縄県をがん対策の総合的拠点に

- がん撲滅のため、予防、検査、治療、リハビリ及び終末において沖縄県を一貫して対応可能な地域とするための諸施策の中心的な役割を果たすことを目的とする。
- 本装置を利用して研究機関、メーカーが新たな技術開発に取り組める体制を構築するものとする。
- 装置の普及のために人材研修が容易に行えるものとする。
- 沖縄県民に加え、県外、さらには国外のがん患者にも治療のための幅広く門戸を開くものとする。

## (2) 沖縄県民のための施設

- がん患者となった沖縄県民が等しく重粒子線治療装置（以下「装置」という。）を利用可能な体制を構築するものとする。
- 重粒子線治療装置の導入によって沖縄経済の活性化や波及効果が最大限もたらされる周辺環境との一体的整備を目指すものとする
- 運用にあたっては、既存の医療機関とネットワークを作ることによって運営し、新たな医療機関を創設することを行わない。

## (3) 重粒子線治療装置に対する基本的考え

- 世界で最新、かつ、コスト的にも安価な装置の導入を図るものとする。
- 治療にあたって、より効率的な運用が可能な装置とする。
- 運用、メンテナンス費が極小となるような装置の導入を図るものとする。
- 日進月歩の技術開発を可能な限り対応し、または、（安価に）導入可能な装置の導入を図るものとする。

## (4) 沖縄の重粒子線治療装置の特徴

- 世界に装置を普及するためのデモンストレーションの役割を果たすものとする。
- 事業として継続して安定的に進められるシステムとする。
- 施設単独ではなく、がん治療に係わる研究開発、人材育成、社会開発機能を含めた展開を行うこと

## 4. 海外・国内ネットワーク調査研究

### 4-1 調査方法と調査の概要

海外・国内ネットワーク調査では、大きく二つの方法で調査を行った。ひとつは「海外の拠点がんセンターの概要と国際集患戦略に関する調査」で主としてインターネットを用いた海外の拠点がんセンターの調査である。これは文献調査や一部関係者へのヒアリングを織り交ぜてまとめた。もうひとつは、第一章、第二章、第三章、並びに海外の拠点がんセンターの調査、沖縄県内の医師や協議会委員、医師会、さらには政府関係者などへのヒアリングから得た、情報を基に、（1）集患対象となる国別の状況と粒子線治療施設の状況、（2）沖縄重粒子線治療調査人脈図を作成した。

表 4-2-1-1 は集患の可能性があると想定される国を取り上げ、人口、一人当たり GDP、定性的な国の状況、さらには粒子線治療施設の稼働、並びに計画に関する情報をまとめたも

のである。こうした分析から集患のために優先的に調査すべきと考えられる国を評価し、A, B で示した。

また、沖縄を中心とした国内外の関係組織や人物とのアクセス可能性を人脈図としてまとめた。今後、この人脈図を基に、さらに具体的な集患の可能性を探りながら、ネットワークを拡大していくことが期待される。

表 4-2-1-1： 集患対象となる国別の状況と粒子線治療施設の状況

地域	国名	人口 (百万人)	一人 当たり GDP	評価	関係機関	コメント	粒子線治療施設設置	
							既設	計画
アメリカ	アメリカ合衆国	310	48	A	ハワイ大学 メイヨークリニック MDA ベテランズ病院 海軍病院	沖縄に米軍基地があることもあり、米軍関係(退役軍人を含む)で沖縄に居住している人口は多い。 移民等によって在米の沖縄出身者が多い 沖縄に海軍病院が立地しており、米人医師も駐在している(アメリカ人に安心感を与える) 特にハワイとの関係が深い(琉球大学とハワイ大学等) アメリカには陽子線治療施設しか存在せず、重粒子線施設はそんざいしない(プラスマイナスの影響) 主要な大学、病院に日本の放射線医が所属するなどネットワークが存在すること	陽子線は多数	Pはいくつかある  C:1か所検討中
アジア	中華人民共和国	1350	9	A	中国医学科学院 北京協和医学院 北京大学	沖縄と地理的に隣接しており、歴史的な交流も深い 人口が13億人と多い(潜在的に患者が多いと考えられる) 急速に経済発展しており、富裕層が急増している 今後高齢化が急速に進む 環境が悪化が激しく肺がん等の患者が急増することが想定される	北京  上海	沿岸部を中心に10か所
	中華民国	20	38	B		沖縄と地理的に隣接している	P:1か所	P:5か所

					歴史的な交流、そして文化的、経済的な関係が深い	(建設中)	C:1 か所
	韓国	50	32	B	韓国原子力医学 院	日本に近接している(ただし、九州の鳥栖により近い)	P:1 か所  (建設中) C:2 か所
	インドネシ ア	240	4	B		人口が 2.4 億人と多い  富裕層が存在する 医療分野のトップクラスに日本で研修を受けた人が多い	引合い有
	インド	1220	3	B		人口が 12 億人と多い 富裕層も多い アメリカ系の先端医療施設が入っているが、不十分	引合い有
	シンガポー ル	5	51				P:1 か所 (建設中)
	マレーシア	30	14	B			引合い有
	フィリピン	90	4				
	ヴェトナム	90	3				
	タイ	70	8				
西アジ ア	ロシア	140	21	A	大統領府  保健省  銀行協会	医療水準に問題がある(ドイツを中心とするヨーロッパ、中国と関 係が深い但不満も多くある)  政権にとって医療体制の拡充が重要な課題の一つである  上記の理由で平均寿命が短い 富裕層が多い(格差が拡大)	モスクワ  ウラジオス トック 他数件 (PとC)

						近年、沖縄との関係が進化している		
	ウズベキスタン	30	3			医療施設の水準がかなり低い		
	カザフスタン	20	11					
太平洋州	オーストラリア	20	40					
中東	アラブ首長国連邦	10	39	B		国民の医療費は全額公的負担となっているので、G-G ベース等で政府の指定をうければ集患の可能性が高まる		計画有
	サウジアラビア	26	24			国民の医療費は全額公的負担となっているので、G-G ベース等で政府の指定をうければ集患の可能性が高まる		
	カタール	1	85					

	日本	130	36
	沖縄	1	

注) 粒子線治療施設設置状況はメーカー等からのヒアリングに基づく

## 4-2 海外の拠点がんセンターの概要と国際集患戦略に関する調査

### 4-2-1 調査方法

#### (1)調査目的

日本は重粒子線治療装置の開発やそれらを活用したがん治療においては世界をリードする状況にあるが、がん患者にとってその治療（先進医療）費はかなり高額である。また、医療機関（経営者側）からみれば、施設や治療装置の維持管理に多大な負担が必要となり、安定的な経営を行うためには、日本国内はもとより海外からの集患戦略が不可欠となる。

本調査においては、沖縄県医師会が重粒子線治療装置の導入検討に際し、特に海外において先進的な取り組みを行う拠点がん治療センター及び研究機関の現状調査を行い、それら医療機関が実施している海外患者への取り組みや周知方法、受入支援戦術、その条件を探るとともに、集患ネットワークの構築方策を検討した。

#### (2)調査方法

今年度は主にインターネットを活用、国別の拠点がんセンターのホームページにアクセス、文献調査、関係する方々へのヒアリング等によって、がん治療、特に放射線医療分野に関する概要をまとめた。本調査はあくまでも次年度に実施予定である海外視察における候補地選定の事前調査と位置付けられ、今後、さらに関係機関、関係者を通じて詳細な情報収集を行う必要がある。

#### (3)調査対象国

集患の可能性があるのではないかと想定される米国、ロシア、アジア（中国、インド、台湾、インドネシア）、中東（アラブ首長国連邦）を選択する。その他（タイ、シンガポール）については、メディカルツーリズムに成功している事例（情報収集の一環）として選択を行った。

### 4-3-2 調査結果のまとめ

詳細な調査結果は別添資料「海外の拠点がんセンターの概要と国際集患戦略に関する調査報告」にまとめたので、参照してほしい。ここでは、調査結果の要約だけを掲載する。

#### (1)米国

##### A. 拠点がんセンター

- 基本的に米国の粒子線治療は、主に陽子線治療を中心である。
- がん治療においては、数十名のスペシャリストによるチーム医療を行っており、

そのために特別な訓練による人材育成を行っている。また、海外への医師の派遣及び海外からの医師を受け入れ、積極的な人材交流及び教育を行っている。

- Loma Linda University Medical Center の The James M. Slater Proton Therapy and Research Center には、日本の重粒子線では開発中である陽子線の回転照射装置を備えている。
- 米国の拠点がんセンターは関連研究機関とのコラボレーションを図り、臨床研究プログラムを作成し共有サービスとリソースを提供している。また、一つのがんセンターにおいて、がんにおける予防プログラムから、緩和ケアまでトータルの医療を提供している。
- 多くの拠点がんセンターでは国際集患支援センターを設け、国際患者の受け入れを積極的に行っており、サービス（通訳、宿泊施設、交通手配等々）も充実している。また、他国ではみられないボランティアによるサポートが大きな役割を果たしている。
- 従って、米国で働く日本人医師とのネットワーク構築の可能性も大きい。一般的に患者は医師からの薦めに従い、将来的な治療方針を決定することが多く、医師を通じた集患ネットワークの構築は重要な手段となり得る。
- ホームページでは、臨床試験のデータベースなど豊富な情報を提供し、数か国語のページが用意されている。ただし、海外集患のためのホームページの内容は、必ずしも英語版と同じではない。
- 国際集患支援センターでは、活動のための寄付金のお願いや受付を行っている。
- 懸案中の沖縄県重粒子治療施設において米国人の集患の可能性については、米国が陽子線治療中心であることに対して、日本の重粒子線の強みを訴求できれば、その可能性は高いと判断できる。

## B. 退役軍人医療センター

- 米国全域に 127 ヶ所の退役軍人医療センターを有し、そのうち退役軍人健康庁総合がんセンターは 44 施設存在する。
- 基本的に退役軍人医療センターは、主に強度変調放射線治療などの光子線治療を中心に行っている。
- 米国拠点がんセンターと同様に、研究機関との連携による研究プログラムを作成し、チーム医療を行っている。また、がん予防から緩和ケアまでトータルの医療を提供している。
- 米国の拠点がんセンターのように、国際集患支援センターは設けていないが、海外からの患者対応として、ボランティアによる通訳・手話のサービスなどを提供している。
- プライベート保険にともなう高額な医療費負担を強いられる米国において、退役

軍人及びその家族には、退役軍人健康庁から特別な健康保険が与えられ、ベテランズホスピタルにおいて無料で医療を受けることができる。

- また、日本の医療機関とのネットワークについては、ベテランズホスピタルは、国立病院機構と連携を図り、その研修制度として日本人医師を受入れ、実際に医療研修を行っている。
- 具体的な集患活動としては、退役軍人健康庁に対しての沖縄県重粒子治療施設及び装置に関する周知が重要であろう。
- 前述したように、それぞれのベテランズホスピタル医療センターで集められた医療情報は退役軍人健康庁によって一元管理される。つまり、米国内において無料で医療を受けられる権利を有する人々が、日本で高額先進医療を受ける選択をするか否かが今後の調査のポイントになるであろう。

## C. その他の支援機関

### C-1 国際集患支援機関

- 米国と日本に拠点をおき、双方の医療機関との取次ぎを行う医療コンサルティングであり、サービス内容ごとの料金（渡米前7～15万円、渡米後25～100万円）が発生する。
- さまざまな医療におけるトータルサービスを手掛けており、患者だけではなく医療従事者のサポートなども行っている。
- Sakura Lifesave Associates, Inc は、国際的に社会貢献しているプロフェッショナルとして「Global Director of Who's Who」を受賞している。
- このような医療コンサルティング機関へのアプローチが重要であり、沖縄県重粒子治療施設の国際集患のかけ橋となる可能性は大きい。

### C-2 国際医療情報提供機関

- National Cancer Institute (NCI) は、がん研究や研修のための連邦政府の主要機関であり、米国内の研究者の助成も行っている。
- ホームページには、PDQ(Physician Data Query=医師データ検索)データベースが多数掲載され、月間15万件のアクセスがある。

## (2) ロシア

### A. 拠点がんセンター

- ロシアにおける陽子線治療の確立は1967年と世界で3番目の早さでスタートしているが、あくまでも実験的な陽子線の活用に留まり、拠点がんセンターにおける陽子線治療は行われていなかった。現在、建設中の施設もあり、2014年に完了予定である。

- 基本的にロシアの放射線治療は主に光子線治療を中心に行っている。
- Blokhin Cancer Center は、特にがん患者への終末医療、緩和ケアや危篤状態の患者受け入れを積極的に行っている。
- 米国のような国際集患支援センターなどの設置がなく、ホームページもロシア語のみで国際患者の集患には積極性が感じられない。
- このように陽子線治療技術は存在するが、患者のために活かされていない国から、より良い医療を求めての集患は期待が持てる。しかし、病院間の国際連携の期待は不透明であり、集患ネットワークの構築方策の検討等、事前調査が必要である。
- ロシアにおける富裕層は海外に医療を求めるケースが大きい。このような層に対する告知をいかに効率的に実施するかが重要である。

## B. 国際医療情報機関

- ロシアの原子力関係研究所は 23 ヶ所あり、National Kurchatov Institute は、1961 年にロシア初の陽子シンクロトン治療施設を建設した。

### (3) アジア、中東

#### A. 中国

- 基本的に中国の放射線治療は、主に強度変調放射線治療などの光子線治療を中心に行っている。
- 中山大学腫瘍防治中心は、2013 年に陽子線治療センターが開設予定である。
- 放射線腫瘍科は、専門技術チームで構成され、中国医学科学院肿瘤医院腫瘍研究所は 150 人の医療従事者の専門チームで構成されている。
- 天津医科大学附属肿瘤医院は、中国各地から 2,000 人以上の医師が訓練を受けているがん専門医のための研修プログラムを提供している。
- がん予防に関するプログラムは存在するが、緩和ケアに関する情報はホームページ上に見当たらない。
- 国際集患支援センターなどの掲載はないが、天津医科大学附属肿瘤医院は、姉妹機関や長期的パートナーシップ機関など国際連携による国際集患に積極的に取り組んでいる。
- ホームページは中国語と英語のサイトが用意されている。ただし、必ずしも中国語版と同じ内容ではない。
- 海外集患のためには、中国のような医療機関間連携と、米国のような国際集患支援センターの双方の取り組みが車の両輪として重要であろう。
- 中国の富裕層に対する集患の可能性は大きい。しかし、生活習慣やカルチャーの違いを十分に検討した上の受け入れが求められる。

## B. インド

- 基本的にインドの放射線治療は、主に強度変調放射線治療や高線量率小線源などの光子線治療を中心に行っており、線形加速器 ARTISTE™ Solution や定位放射線治療装置ノヴァリス Txなどを導入している。
- 米国と同様に一つのがんセンターにおいて、がんにおける予防医療から、緩和ケアまでトータルケア医療を提供している。
- 支援サービス（医療カウンセラー、理学療法士、栄養士など）のグループサポートを行い、医療ソーシャルワーカーなどのさまざまなサービスが充実している。
- 多くの拠点がんセンターでは国際集患支援センターを設け、国際患者の受け入れを積極的に行っている。
- ホームページは英語のみの表示である。
- インドの富裕層からの集患の可能性は大きい。しかし、宗教的な問題もあり、集患及び受け入れにともなう人材教育が重要である。

## C. 台湾

- 長庚記念病院における放射線治療は、主に陽子線治療と強度変調放射線治療や高線量率小線源治療などの光子線治療を中心に行っている。米国 Memorial Sloan-Kettering Cancer Center において研修を受けている。
- がん予防から緩和ケアまで、さらに、さまざまなワーキンググループを設置しトータル医療サービスを提供している。
- オンラインによる医師相談やがんリソースサービスを提供し、その他相談サービスセンターなど、数多くのサービスセンターを設置し、情報提供に努めている。
- ホームページは中国語と英語のサイトが用意されている。ただし、必ずしも中国語版と同じ内容ではない。
- 台湾と沖縄県は歴史的にも深く関わりあいを持ち、地理的な利便性もあるため集患の可能性は大きいであろう。

## D. アラブ首長国連邦

- アラブ首長国連邦の放射線治療は、主に強度変調放射線治療など光子線治療を中心に行っている。
- がんケアセンターにおけるチーム医療を行っており、がんの早期発見プログラムによる活動や健康診断パッケージを提供している。
- 国際集患支援センターを設け、国際患者受け入れサービスも充実している。
- 英語 PDF 形式のパンフレット（専門クリニックごと、各医療サービス、健康パッケージ、教育センター）を提供している。
- ホームページは英語のみの表示である。

- 中東の富裕層への集患活動は重要であるが、文化や宗教的な背景、さらに中東独特の王室等との関わりあい等、背景的なことを十分に調査した上での活動が求められる。

#### E. インドネシア

- インドネシアの放射線治療は、主に小線源療法などの光子線治療を中心に行っている。
- **Dharmais Hospital National Cancer Center** では、がんの早期発見パッケージから緩和ケア（ホスピス在宅緩和、外来緩和、入院患者緩和）までのトータル医療サービスを行っている。
- 国のがん対策プログラムとして、がん登録を行っている。
- ホームページはインドネシア語と英語が用意され、ほぼ同じ内容を表示している。
- インドネシアの人口は集患を軸に考えると大きなマーケットが想定される。富裕層が占める割合はアジアの新興国の中でも増加傾向を示している。また温厚な国民性もあり日本人との親和性が高い。将来的には集患ネットワークを構築しておきたい対象国となるであろう。

#### (4)その他

##### A. タイ

- タイの放射線治療は、主に強度変調放射線治療などの光子線治療を中心に行っている。
- 放射線腫瘍学の研修訓練プログラム、医学物理学の修士コース、放射線技師の学士コースは、大学院レベルで行われている。
- **Bangkok Cancer Hospital** では、米国、オーストラリア、中国との国際交流により、治療提供の幅を広げている。
- 国際集患支援センターとして、日本人専用クリニック（ジャパンメディカルサービス）を設けており、日本の提携先医療機関は 98 病院である。
- 海外患者の不安の一つである自国に戻ってからの受け入れ病院の問題も、集患ネットワークの構築により解決されると思われる。
- 海外受診の動機が主治医からの紹介が大きく占めることから、提携医療機関の拡充は重要と考える。
- その他のサービスとして、救急車、ヘリコプターによる搬送サービスがある。
- ホームページは5か国語用意され、大変充実している。
- タイで展開しているヘルスリゾート「**Chiva-som**」は、海外の富裕層の集患の成功事例といえるであろう。がんの特化した治療施設ではないが、滞在型ノメディカルチェック、治療、アンチエイジングとリゾートと医療が一体化している。沖縄

県メディカルアイランド構想の理想形があると考えられる。

## B. シンガポール

- シンガポールの放射線治療は、主に光子線治療を中心に行っているが、2014 年 National Cancer Center Singapore において陽子線治療を開始予定である。
- 陽子線治療費は政府助成金により、1 回 82 万円と低価格を実現予定である。
- 放射線腫瘍学チームによるチーム医療を行っている。
- 国際集患支援センターを設け、スケジュール、宿泊、送迎、通訳などのサービスを提供している。その他、他国では見られなかったサービスとして、ウィッグバンク（かつらの貸出し）がある。
- ホームページは英語のみの表示である。

### (4) 調査全体をとおして

- 国内外への重粒子線治療の概要及び効果の周知活動を展開する必要がある。
- 最先端医療の提供にのみならず、がん予防から緩和ケアまでのトータル医療サービスの提供が求められる。
- 集患ネットワークの構築及び国際集患支援機関との連携が求められる。
- 重粒子線治療に不可欠なチーム医療のための人材育成が必要であり、沖縄県重粒子施設及び治療装置を活用して、人材育成の拠点化も重要な検討課題となり得る。

現在、医療機関を探すにはインターネットが不可欠であり、ホームページの充実及び国際化が不可欠である。

## 5. 海外からの集患可能性調査にあたっての実施計画検討

### 5-1 趣旨

本編で記載の通り、本事業計画の収支を確保するためには、年間 400 人から 600 人程度の患者を県外・海外から安定的に集める必要がある。上記のうち特に海外からの集患の実現可能性を判断するにあたっては、現地調査を実施し重粒子線治療・がん治療に係るニーズを調査するとともに、日本での患者受け入れにあたって求められる受け入れ体制や経済条件を探る必要があるが、有用な現地調査を行うためには、対象国を絞り込んだうえで適切なルートで現地のキーパーソンにコンタクトを行い、現地の医療ニーズをヒアリングしていくことが重要と考えられる。以上を踏まえ、本追加調査では既に海外からの集患で一定の実績を持つ医療機関、本邦コーディネーター、及び日本への海外患者受け入れを推進

する官公庁担当部局にヒアリングを行い、今後海外現地調査を実施するにあたっての実施計画を検討した。

なお、ここで言うコーディネーターとは、海外の医療機関とコンタクトを持ち、現地でのプロモーションや問い合わせ対応を通じて日本への集患の窓口となるとともに、患者及び家族の来日の手配や、来日後に医療機関及び患者双方への各種サポートを行う機関のことである。

## 5-2 ヒアリング結果

### (1) 医療機関における海外受入患者受け入れの現状

がんの分野に限らず、海外の医療機関と積極的に交流し、必要に応じて患者を受け入れている医療機関は多数存在する。例えば虎ノ門病院では、旧通産省の委託事業として30年に亘り海外医師研修事業を行い、東欧・東南アジアを中心に研修生OBのネットワークを有しており、これら医師を通じて日本での治療を希望する海外患者を受け入れている。

然しながら、これらの医療機関へのヒアリングによれば、治療目的での海外からの患者受け入れは多くても年間数十人程度に止まる模様である。これは、医師・医療機関間での連携においては、基本的に現地医療機関で対応不能と判断された患者のみ日本に送られることとなるため、と考えられる。

本事業計画で必要とする集患の規模が年間400~600人に上ることを勘案すれば、医師・医療機関間での連携体制構築のみでは限界があるものと考えられる。

また、実際に海外患者受け入れに実績がある医療機関でも、患者受け入れの実務にあたってはコーディネーターを活用するケースが一般的である。具体的には、現地での医療データの収集や、患者の来日・滞在にあたっての各種手配、医療通訳、帰国後支援等がコーディネーターの役割として求められている。

逆に、コーディネーターが主体となって海外でプロモーションを行う場合でも、本邦と現地の医療機関・医師との間で信頼関係構築は当然不可欠であり、一定規模以上の集患を行ううえではコーディネーターと医療機関が一体となった取り組みが求められるものと言える。

### (2) 重粒子線治療に係る海外のニーズ・認知度

放医研等の周知活動の効果もあり、一般にアジア諸国を中心に重粒子線治療そのものに係る認知度は高い。重粒子線治療を対応可能な医療機関に対し、治療に関する問い合わせは直接もしくは間接に相応に寄せられている模様である。

然しながら、上記の問い合わせ件数に対し、実際に日本の医療機関で重粒子線治療を行うに到る例は少ない。その理由としては、海外では日本と比べ健診が未発達であり、がん

が発見された際には既に末期であることが多いこと、現状我が国の重粒子線治療施設では原則として治療により根治が見込める患者について受け入れを行っていること、等が考えられる。

上記のように重粒子線治療に関する関心・ニーズは相応にあると考えられるが、実際に集患に結びつけることを検討するうえでは、国毎の実情に合わせた取り組みが必要になるものと考えられる。

例えば中国では、現地の医師・医療機関が積極的に患者を送り出すにあたってのインセンティブをどう付けるかがポイントとなる。一方で患者が支払う医療費については、日本国内で適用されている水準を大幅に上回る医療費を設定したとしても、治療を検討する富裕層は一定程度存在する。海外への患者紹介を取り扱う現地コーディネーターは一定程度存在するものの、信頼できる機関は現状では少ない模様である。

ロシアにおいては、がん治療のニーズが高く日本の医療への関心も高いことが知られている。治療費は中国よりは低価格志向である一方、海外で治療を受ける慣習が古くから浸透しており、現地のコーディネーターについても一定の実績を有する機関が存在する模様である。

サウジアラビアやUAE等の中東諸国においては、海外で治療を受けられる医療機関については国が指定するケースが一般的であり、まずは国が指定するリストに収載される必要がある。

米国においては、一般的には自国医療への信頼性が高く、高度医療の分野で海外で治療を受けようとする例は足許では限定的である。

### (3) 海外からの集患の有望性

上記のように、各国夫々医療事情は異なるが、中国やロシアのように重粒子線治療そのものに対する関心は高いと思われる国は多い。今回行ったヒアリングにおいては、沖縄で重粒子線治療施設設立を検討するにあたり、これらの国の現地ニーズに沿った概念設計とすれば、海外のニーズを掘り起こし大量かつ安定した集患に結びつけることは充分可能である、との声が多数聞かれた。

### (4) 留意点

各国夫々医療事情が異なるなかで現地ニーズに対応するためには、総花的ではなくいくつかの有望な国のニーズにフォーカスを当てて概念設計を進めていく必要がある。また現地のニーズを肌理細かく把握するうえでは相応の深度を持った調査が必要であるが、そのためには事前に有望と考えられる国を一定程度絞り込んだうえで、現地のキーパーソンに対し充分なリレーションを持った機関によるプロモーション活動を通じてヒアリングを行うことが有効と考えられる。充分なリレーションを有さない機関が現地医療機関や現

地コーディネーターを訪問しても、一般論に終始し現地のニーズを細かく引き出せない可能性がある。

我が国で活動するコーディネーターは既に一定のネットワークを海外に有している ケースが多いため、こうしたコーディネーターを活用することが一案として考えられる。

### 5-3 海外からの集患可能性調査にあたっての実施計画案

以上を踏まえ、以下手順で集患可能性調査を行うことが有効であると考えられる。

#### (1) 調査対象国の机上での絞込み

がんの患者数は中長期的に見れば各国の人口に概ね比例すると考えられるが、人口の多い国のうち、地理的条件・所得水準等から沖縄への集患の可能性があると見られるのは以下5ヶ国である。

中国、インド、米国、インドネシア、ロシア

#### (2) コーディネーター等の活用による現地調査

上記(1)の候補国のうち3ヶ国程度について、実際に現地にネットワークを有する機関を通じて調査を行う。実際の調査対象国を絞り込むにあたっては、当該機関の知見を活用するほか、現地における競合施設の動向等も参考にすべきである。

調査の手法としては、単に医療機関・医師等にヒアリングを行うのみならず、現地での展示会への出展等を通じてプロモーションを行い、現地での反応を探ることも有効と考えられる。

#### (3) 調査結果のフィードバック

上記(2)の調査結果を随時フィードバックし、事業計画立案にあたっての参考とする。

## 重粒子線治療施設導入に係る検討協議会委員

放射線医学総合研究所 前理事長	佐々木 康人
沖縄県福祉保健部 部長	崎山 八郎
沖縄県企画部 部長	謝花 喜一郎
沖縄県商工労働部 部長	平良 敏昭
沖縄県文化観光スポーツ部 部長	平田 大一
琉球大学医学部附属病院 院長	村山 貞之
琉球大学大学院医学研究科 教授	大屋 祐輔
おきなわクニリカルシミュレーションセンター長	
国立病院機構 沖縄病院 院長	石川 清司
沖縄県立八重山病院 院長	松本 廣嗣
琉球大学医学部附属放射線科准教授	戸板 孝文
沖縄県産業振興公社 理事長	知念 榮治
沖縄振興開発金融公庫理事長	譜久山當則
沖縄県銀行協会会長（株式会社沖縄銀行頭取）	玉城 義昭
沖縄県経済団体会議 議長	國場 幸一
株式会社金秀本社 金秀グループ会長	呉屋 守将
特定非営利活動法人地域活性化推進機構 理事長	船津 貞二郎
前社団法人研究産業協会専務理事	
沖縄県医師会会長	宮城 信雄
沖縄県政策参与、沖縄県医師会副会長（担当理事）	玉城 信光

以上18名

あとがき

重粒子線治療は、がん治療の最先端医療であり、前立腺がん、肺がん、頭頸部がん、肝臓がん等、通常の放射線では治療困難な部位のがん治療に効果的とされています。現在、我が国では、当該治療が先進医療として認可され、3箇所（千葉県、群馬県、兵庫県 2012年9月現在）に施設が整備され、治療が進められている他、その他の県でも当該治療施設の導入の検討が進められています。

本県では、死亡原因の第1位ががんであり、毎年増加傾向にある中で、当該治療施設の導入を望む声も大きく、また、県民への高度医療提供のみならず、国外の医療従事者に対する先端医療研修の拠点化、さらには、国内外から当該治療を必要とする患者を集めることにより、観光産業の発展にも寄与する可能性が高く見込まれます。しかしながら、施設整備や運営費に係るコストは多額であり、医療人材の確保に課題があるとされていることから、県内導入については、まず、その可能性について検討を行う必要があります。そこで、沖縄県は、「重粒子治療施設導入に係る検討基礎調査事業（以下 本事業）」を実施することとし、沖縄県医師会にこれを委託しました。

沖縄県医師会は、かねてより県民生活の質的向上と経済的自立を推進する取組みとして、「沖縄メディカルアイランド構想」を推進するなかで重粒子線治療についても注目しており、本事業を通じ、その有用性と実現性について、沖縄県や国と共により詳細な検討を行いました。

本事業で組織された重粒子線治療の専門家から成る「検討協議会」では、その有用性について再認識されつつも、これを単体で導入することは、必ずしもベストチョイスではないとの意見が多く聞かれました。

さらに、重粒子線治療施設を、「がん予防～早期がんの治療～再発防止～転移・再発がんの治療～進行がんの緩和医療とケア」という、がん治療全体を総合的に一貫して実施する施設の要素として位置付けることにこそ大きな意義があるとの指摘は、当を得たものであると考えます。

周知の通り、重粒子線治療施設は日本で生まれた世界が注目する先端医療機器ですが、全てのがん治療に適応できるものではありません。本事業を通じ、重粒子線治療の専門家のみならず、生活指導と検診、外科治療と放射線治療、化学療法と免疫療法、再生医療、疼痛緩和治療及び精神的治療、看取り等の分野における専門家や研究者が一堂に集まり、人材教育から治療までを一貫して取り組める組織と施設を、「沖縄メディカルアイランド構想」の中核とすべく、実現可能性を積極的に検討する方向性が明確になり、その機能として、本県における重粒子線治療の可能性を見出すに至ったことは大変有意義であり、ここにその報告書を提出いたします。

委員長 玉城信光(沖縄県医師会副会長)