

平成16年度大規模新規研究開発評価  
第3回評価検討会提出資料

「第3次対がん10か年総合戦略に基づく研究開発」

追加説明事項 回答

平成15年11月4日  
厚生労働省 / 文部科学省

## 《文部科学省》

### 1. 「第3次対がん10か年総合戦略」における基礎研究の内容及び資金投入規模（科研費等）

がんに関する研究については、文部科学省研究振興局長及び厚生労働省技術総括審議官の合同の懇談会として設置された、「今後のがん研究のあり方に関する有識者会議」により平成15年2月に取りまとめられた報告においても、「旧3省庁（現2省）の研究者間の強い連携のもとに、先端的な科学技術などを活用した先駆的な研究が行われ、国際的にも目覚ましい成果を挙げている。」旨述べられているところである。

なお、がんの本態解明について、文部科学省の科学研究費補助金による「がん研究」は、21世紀の我が国の学術研究分野の水準向上、強化につながる研究領域等を特定して、機動的かつ効果的に研究の推進を図る「特定領域研究」の中で、以下の6領域を設定し、研究を推進している。（平成16年度概算要求 54億円）

- がん研究の総合的推進に関する研究
- 発がんと発がん防御の基礎的研究
- がんの生物学的特性に関する研究
- がんの診断と治療
- ヒトがんの環境・宿主要因に関する疫学的研究
- がんの戦略的先端研究

## 《厚生労働省 / 文部科学省》

### 2. 「今後のがん研究のあり方に関する有識者会議」の検討経緯と報告書及び総合戦略への反映状況について

文部科学省研究振興局長及び厚生労働省技術総括審議官の合同の懇談会として、「今後のがん研究のあり方に関する有識者会議」を平成13年8月に設置し、これまでのがん研究の成果を総括するとともに、今後のがん研究のあり方について検討を行い、文部科学省研究振興局長及び厚生労働省技術総括審議官に対して、有識者会議より報告をいただいたものである。その検討経緯は別添1のとおり。報告書は添付の参考資料を参照。

なお、「第3次対がん10か年総合戦略」への反映状況については、報告書において「重点的に研究を推進する分野」として提示された5分野については、総合戦略における「がん研究の推進」の重点的に研究を推進する

分野及び重点的研究課題としてすべて反映させている。

また、報告書において重点研究の強力な推進のために必要な「支援事業」に挙げられた「国民に対して、がんに関する的確な最新情報を提供する」等については、総合戦略において特に「がん予防の推進」及び「がん医療の向上とそれを支える社会環境の整備」において反映されている。

《厚生労働省 / 文部科学省》

3 . 両省による推進体制構築に向けた検討の状況について

別添 2 の方向で、検討を行っている。

《文部科学省》

4 . 重粒子線がん治療に関する追加資料の説明（治療コスト、諸外国の状況、重粒子線がん治療試験研究の H 1 6 予算の増額理由、高度先進医療への指定等）

別添 3 を参照

# 今後のがん研究のあり方に関する有識者会議 検討経緯

時期	会議名	内容
平成13年8月3日	第1回「今後のがん研究のあり方に関する有識者会議」	有識者会議の開催の目的について がん研究への取り組みについて がん研究の展望について
平成13年9月19日	第1回今後のがん研究のあり方に関する有識者会議作業班会議	
平成14年3月28日	第2回「今後のがん研究のあり方に関する有識者会議」	<b>我が国のがん研究の現状について</b> 今後のがん研究のあり方について
平成14年4月23日	第2回今後のがん研究のあり方に関する有識者会議作業班会議	
平成14年6月4日	第3回今後のがん研究のあり方に関する有識者会議作業班会議	
平成15年2月20日	第3回「今後のがん研究のあり方に関する有識者会議」	<b>「今後のがん研究のあり方について」</b> 報告書とりまとめ
	文部科学省及び厚生労働省それぞれの審議会での審議	「重点的に研究を推進する分野」として提示された5分野については、総合戦略における「がん研究の推進」の重点的に研究を推進する分野及び重点的研究課題としてすべて反映
平成15年7月25日	文部科学大臣及び厚生労働大臣が <b>「第3次対がん10か年総合戦略」</b> を策定	

平成15年7月31日 **科学技術担当大臣と総合科学技術会議有識者議員の懇談会**において「第3次対がん10か年総合戦略」の策定経緯を含め全体について文部科学省及び厚生労働省からご報告

# 第3次対がん総合戦略の推進体制(案)

## 第3次対がん研究推進会議(仮称)

### (会議の構成と役割)

- (1) 各々の研究開発制度の主な評価委員会委員等で構成。
- (2) 第3次対がん総合戦略に関わる各研究開発制度間の連携を図り、がんに関係する国際的・国内的な動向を踏まえつつ、特に、臨床応用や医療均てん化をめざした研究分野に関して、効果的な連携体制の構築など推進方策について調整を行う。
- (3) 第3次対がん総合戦略の進捗状況を把握するため必要に応じ評価を行う  
＜事務局＞ 厚生労働省・文部科学省・国立がんセンター等関係機関

厚生労働省及び文部科学省は、各会議等からの提言等を踏まえ、各施策に反映

### (個別の研究開発に関する評価)

各々の研究開発制度の研究課題については各制度における評価組織において適切な評価を実施する。

別添 3

## 重粒子線がん治療について

総合科学技術会議 評価専門調査会  
「第3次対がん10か年総合戦略に基づく研究開発」評価検討会

### ご説明資料

平成15年11月

文部科学省

研究振興局量子放射線研究課

## 目次

1. 放射線治療の種類と特徴
2. 重粒子線がん治療
  - (1) 重粒子線とは
  - (2) 抵抗性の強いがん、深部のがんの効果的な重粒子線
3. 国内外の粒子線治療を巡る状況
  - (1) 国内の粒子線治療装置の状況
  - (2) 諸外国の状況
4. 今後の展望
  - (1) 重粒子線治療装置の普及に向けた課題
  - (2) 国内需要・コスト
  - (3) 産業としての可能性

参考資料

## 1. 放射線治療の種類と特徴

現在、がんの治療法は、外科療法（手術）、放射線療法（エックス線、ガンマ線、粒子線）、化学療法に大別されます。

外科療法は、根治性が高いのですが、機能と形態の欠損が大きく、化学療法は、全身に進展した症例にも適応できますが、反面、根治性に限界があり、副作用の問題もあるのが現状です。

放射線療法は、治療成績に関しては外科療法と同等、もしくは症例によってはそれ以上の成績をあげてきており、病変部が局所に限定されていれば、機能と形態の欠損が少ないため、身体的負担が少なく、より好ましいと言えます。

表1. がんの治療法

	外科療法	放射線療法	化学療法
適応	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 早期がんから中等度進行がん(0-III期がん)まで</li> <li>● 病変が局所に限局</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 早期がん(III期)から手術不能の局所進行がん(III期)まで</li> <li>● 病変が局所に限局</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 主としてIV期の遠隔転移のあるがん及び白血病</li> <li>● 病変が全身に進展</li> </ul>
長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 根治性が高い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機能と形態の欠損が少ない</li> <li>● 身体的負担が少ない</li> <li>● 早期がんの治療成績は外科療法と同等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 一般に病状緩解が得られ、延命効果があることもある</li> </ul>
短所	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機能と形態の欠損が大きい</li> <li>● 部位・患者の条件(年齢・合併症など)により適応に境界あり</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 局所進行がんでは根治性は手術療法に劣る</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 全身への影響が大きい副作用が強い</li> <li>● 根治性が低い</li> </ul>

放射線治療には、1890年代から治療に用いられ一般に普及しているエックス線照射（定位放射線治療）の他、サイバーナイフ（超軽量リニアックにより病巣を追尾し照射する方法）や、強度変調放射線治療（IMRT；強度を変調させ複雑な病巣に合わせて照射を行う方法）、また、ガンマ線を用いたガンマナイフがありますが、近年、これらの方法よりも、さらに治療効果が高い（＝線量集中性の高い）重粒子線治療が開発されました。重粒子線治療は、平成6年より臨床試験を開始し、1500例を越える臨床試



験を実施してきています。

表2. 放射線治療の比較

治療法	原理	歴史	日本における装置数
ガンマナイフ	半球状に配置された多数のコバルト-60の微細線源から出るガンマ線を収束させ、病巣部を照射する装置。	1968年 (カロリンスカ大学)	37台(2002.5)
サイバーナイフ	超軽量リニアックをロボットに搭載し、病変追尾装置(X線装置)で病巣をねらい撃ちする装置。	1994年 (スタンフォード大学)	15台(2002.4) (導入予定も含む)
ライナックナイフ	直線加速器(マイクロトロンも含む)により、X線の極小照射野で線量を集中的に照射する治療法。	1980年代~	一般に普及している
強度変調放射線治療(IMRT)	X線の照射野内強度分布を変化させて、重要臓器に近接した複雑な形状の病変に対しても線量を集中させることができる治療法。	1990年代~	約 10台 (日本は2001年から導入開始したばかり)
陽子線治療	水素の原子核を加速器で高速に加速して病巣部を照射する治療法。IMRTより線量集中度が高い。	1954年 (パークレー)	6施設 (放医研、筑波大、がんセンター東病院、兵庫、福井、静岡)
炭素線治療	炭素の原子核を加速器で高速に加速して病巣部を照射する治療法。	C: 1994年(放医研) Ne: 1975年(パークレー)	2施設(放医研、兵庫)

## 2. 重粒子線がん治療

### (1) 重粒子線とは

X線やガンマ線は電磁波の一種です。その他に、陽子を加速した陽子線、加速した重陽子や原子炉などを用いて発生させる中性子線、及び炭素、ネオン、アルゴン等の原子核を加速した重粒子線があります。

#### (重粒子線とは)

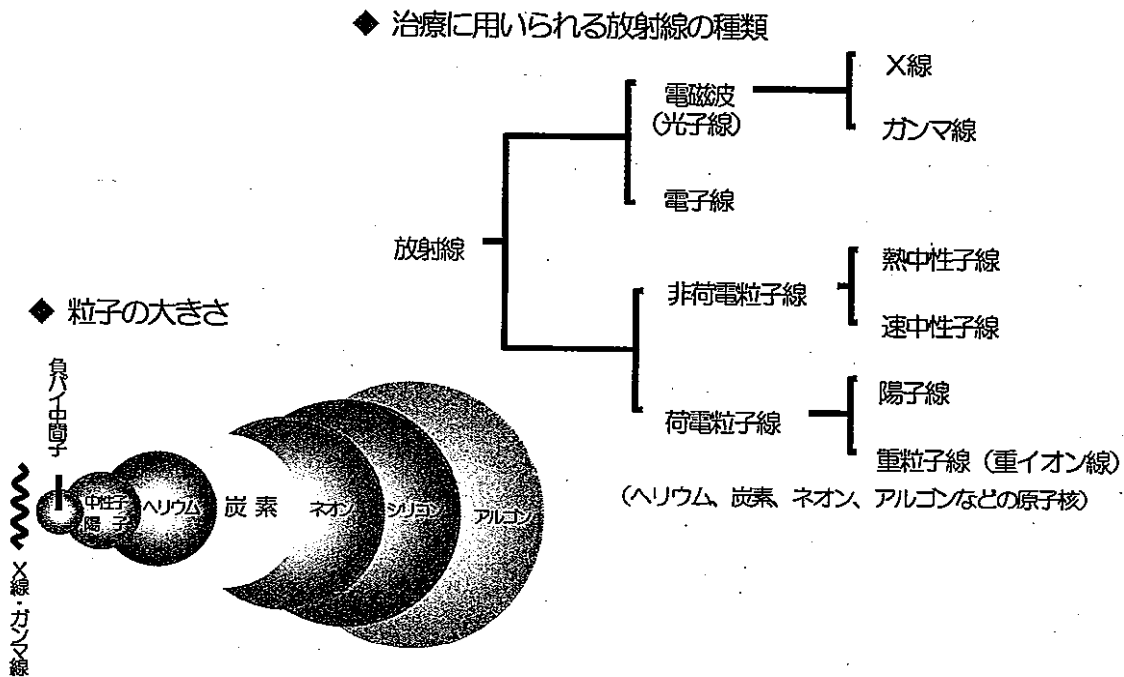
粒子を加速器で加速するためには、電気を持たせなければなりませんので、原子から電子を取り払い、原子核のみの状態(イオン)にする必要があります。炭素、ネオン、アルゴンなどの原子から、電子を取り払ったイオンの状態の粒子を、光の速度近くまで加速したものを重イオン線といますが、日本ではこれを重粒子線と呼び習わしています。

**(重粒子線の特徴)**

より良い放射線治療のためには、治療効果の大きい放射線を用いなければなりません。重粒子線は、放射線の中でも、生体に対する作用の程度が大きく（＝生物学的効果比（RBE）が高く）、がんの細胞に特徴的な細胞内の酸素濃度の低い状態でも良く効く（＝酸素増感比（OER）が高い）ため、高い治療効果が期待できます。

同時に、体内の一定の深さのみで、照射された放射線のエネルギー吸収線量がピークを示す性質があるため、がんの患部に合わせて照射することにより、狙った場所以外への影響を少なくすることができます。

図1. 重粒子線とは



## (2) 抵抗性の強いがん、深部のがんに効果的な重粒子線

独立行政法人放射線医学総合研究所（以下「放医研」という。）では、様々な重粒子線の利用が可能ですが、まず炭素を選択し、この選択が非常に適切であるということが判明したため、現在では、炭素イオンを用いて重粒子線がん治療が行われています。

図2. 重粒子線がん治療の特徴

### 1. 線量集中性が高い

線量がピークを形成、病巣部のみ当たる事が可能

### 2. 細胞致死作用が大きい

他の放射線が効きにくい腫瘍でも効く  
ダメージを受けた細胞が回復しない



正確に照射することで、周りの組織への影響を最小限にし、病巣部位のみを叩くことができる

- 痛みがなく、患者の負担が軽い
- 副作用がほとんどない
- 肺がん、肝がんでは短期間で治療可能な方法を開発(1週間以内)
- 骨、軟部組織など他の治療が難しい難治がんの治療が可能

図3. 重粒子線の特徴

