

QSTがん死ゼロ健康長寿社会シンポジウム
2018年6月9日

がん死ゼロ健康長寿社会実現に向けて

国立研究開発法人
量子科学技術**研**究開発機構

National Institutes for
Quantum and Radiological **S**cience and **T**echnology

理事長 平野俊夫

放射線医学総合研究所

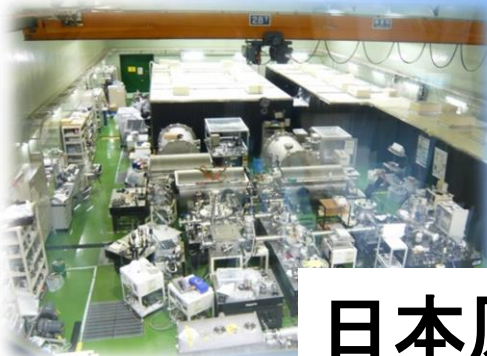
放射線の
医学利用研究



放射線影響
・被ばく医療研究

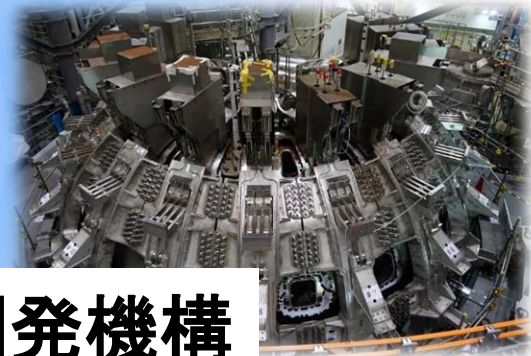
量子科学技術に関する業務
の追加と名称変更

量子ビーム研究



平成27年7月1日
「国立研究開発法人放射
線医学総合研究所法の
一部を改正する法律
(平成27年法律第51号)」
成立

核融合研究



日本原子力研究開発機構

放射線医学総合研究所

放射線の
医学利用

放射線影響
幅広く医療研究

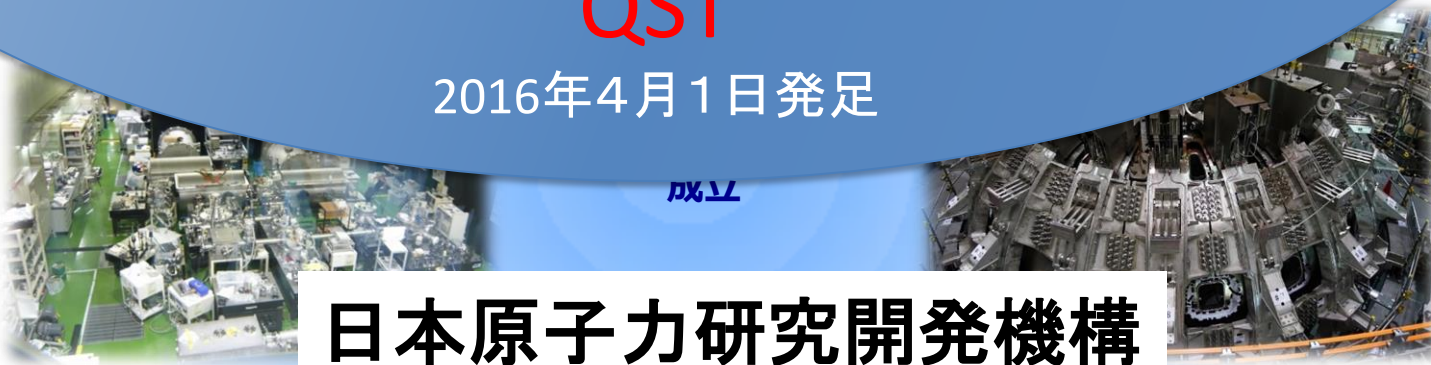
量子科学技術研究開発機構
量研

National Institutes for
Quantum and Radiological Science and
Technology
QST

2016年4月1日発足

成立

日本原子力研究開発機構



量研(QST)

核融合研究部門

- 六ヶ所核融合研究所
- 那珂核融合研究所

量子ビーム研究部門

- 高崎量子応用研究所
- 関西光科学研究所

放射線医学研究開発部門

- 放射線医学総合研究所



モノを見る、創る、治す、ための
高性能加速器や放射線源など多様な道具を保有。
また理研や原子力機構が運転するSPring-8、
SACLA、J-PARCも利用。

国の持続的な成長や生活の質の向上への貢献

エネルギー

材料科学

医学・生命科学



研究炉JRR-3



大強度陽子加速器J-PARC



高強度レーザー施設



大型放射光施設
SPring-8ビームライン



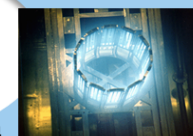
電子加速器



イオン照射研究施設TIARA



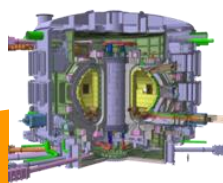
コバルト60ガンマ線源



量子ビームプラットフォーム

茨城県東海村、福島県福島市&いわき市、東京、
及びフランスにも拠点等を持つ

量子エネルギー理工学 エネルギー



日欧米露中韓印の
7極で建設を進める
核融合実験炉ITER



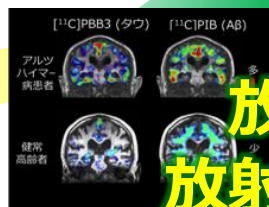
日欧で建設を進める
JT-60SA

究極のエネルギー 核融合研究開発

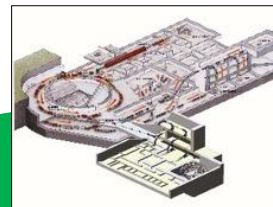


超伝導コイル試験装置

量子生命科学 量子医学・医療



認知症、うつ病の診断
技術や治療薬の開発



重粒子線によるがん治療

放射線医学・医療 放射線被曝・防護医療

生理食塩水 ^{211}At -MABG



標的アイソトープ療法
によるガン治療

量子材料・物質科学 生活



次世代燃料電池用高性能電解膜、
水素貯蔵材料、スピントロニクス用
デバイスなどの研究開発

新産業創成イノベーション

放射線グラフト重合を利用した
セシウム吸着給水器の開発

トンネルの欠陥をレーザーで
安全に素早く発見する技術開発

Q S T

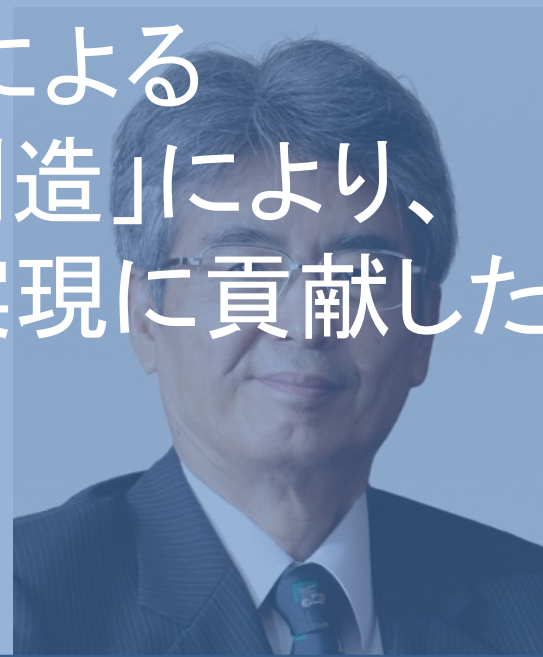
国立研究開発法人
量子科学技術研究開発機構
理事長
2016年4月1日

量子科学技術による
「調和ある多様性の創造」により、
平和で心豊かな人類社会実現に貢献したい。

4.1
2016

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構
National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology

2016年4月1日、放射線医学総合研究所と日本原子力研究開発機構の一部が統合し、新しい国立研究開発法人が発足します。
量子科学技術とは、原子を構成する陽子や中性子や光子等のふるまいと影響に関する科学及びこれを応用した技術です。



Q S T

国立研究開発法人
量子科学技術研究開発機構
理事長
2016年4月1日

がんや認知症などを克服して
「がん死ゼロ健康長寿社会」実現に貢献したい。

「量子メス」や「標的アイソトープ療法」を
1日でも早く完成して、
働きながら治療が可能で、かつ安価な
がん治療を世界中の人々に提供したい。

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構
National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology

2016年4月1日、放射線医学総合研究所と日本原子力研究開発機構の一部が統合し、新しい国立研究開発法人が発足します。
量子科学技術とは、原子を構成する陽子や中性子等のふるえと運動に関する科学及びこれを応用した技術です。

➤ がん罹患数：98万人、がんによる死亡数：37万人

(国立がん研究センターによる2015年推計)

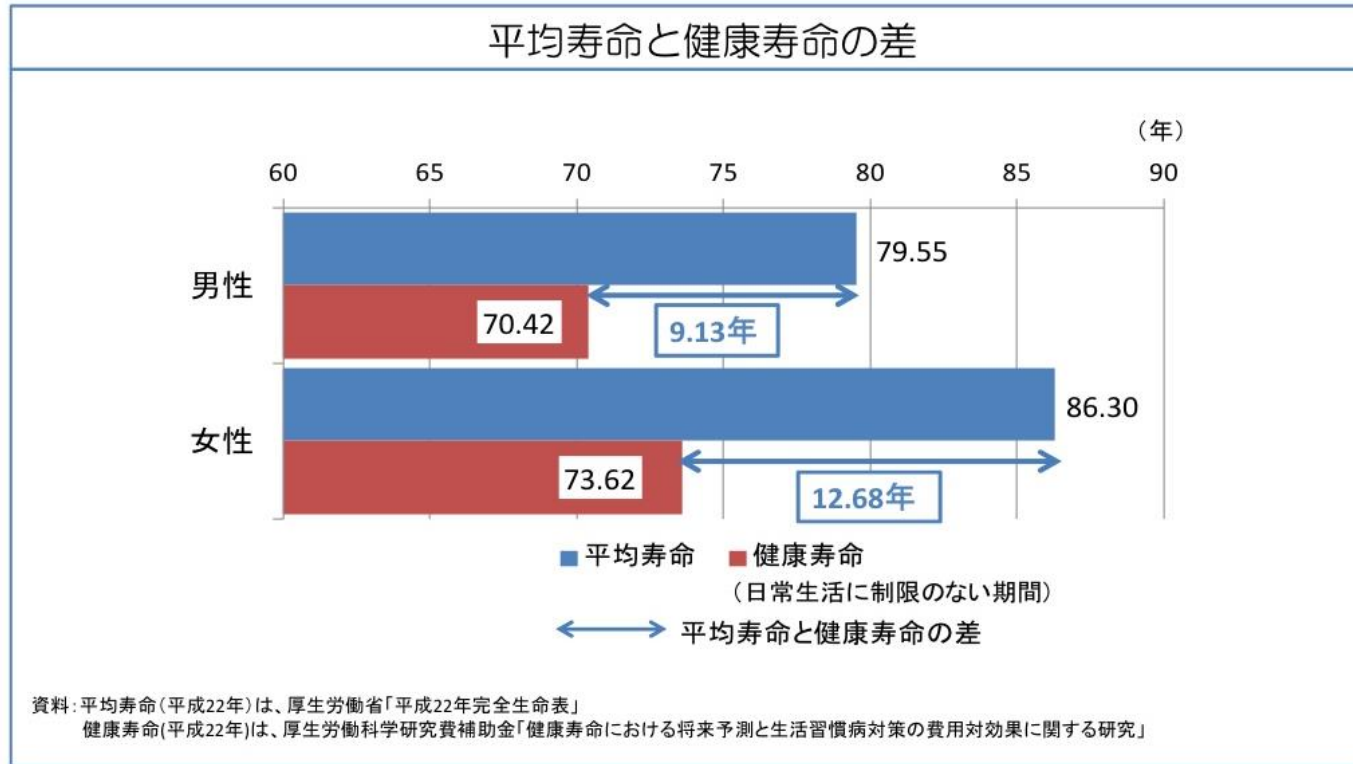
- ・現在世界では毎年1400万人が新たにガンを発症する。
- ・20年後には2200万人に増加することが予想されている。

(IARC世界がんレポート2014より)

**2人に1人が「がん」に罹り、
3人に1人は「がん」で死ぬ時代**

➤ 認知症患者：約460万人、予備軍：約400万人 うつ病・躁うつ病患者数：約110万人

(厚労省による2015年調査)



[出典] 厚生科学審議会地域保健健康増進栄養部会・次期国民健康づくり運動プラン策定専門委員会
「健康日本21(第二次)の推進に関する参考資料」p25

**健康寿命とは、健康な状態で生存する期間、あるいは、その指標の総称
(活動制限なし、自覚的健康、介護の必要なし、慢性疾患なし等)**

2016年健康寿命: 男性; 72.14歳(8.84歳) 女性; 74.79歳(12.35歳)

➤ QOLを維持した“がん治療”

がん罹患数：98万人、がんによる死亡数：37万人

（国立がん研究センターによる2015年推計）

- ・現在世界では毎年1400万人が新たにガンを発症する。
- ・20年後には2200万人に増加することが予想されている。

（IARC世界がんレポート2014より）

➤ 精神疾患に対する診断・予防・治療研究

認知症患者：約460万人、予備軍：約400万人

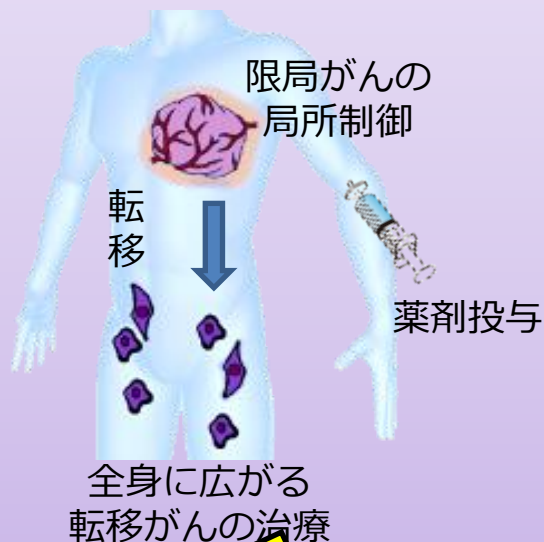
うつ病・躁うつ病患者数：約110万人

（厚労省による2015年調査）

放射線防護・放射線被曝 医学・医療

標的アイソトープ療法

○アルファ線放出核種
を利用した体内からの
放射線治療の確立

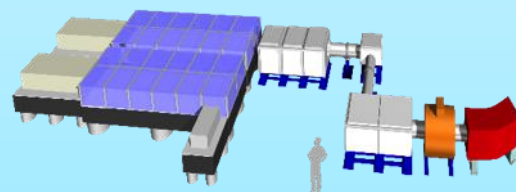
量子メス
(次世代重粒子線装置)

○量子線を利用した体
外からの放射線治療



量子線回転ガントリー

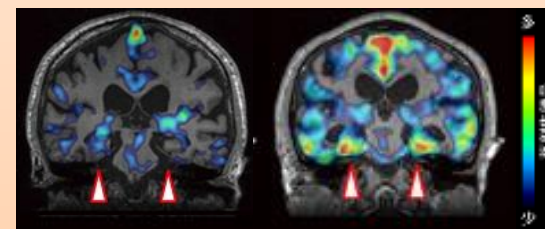
○レーザー駆動加速器の開発



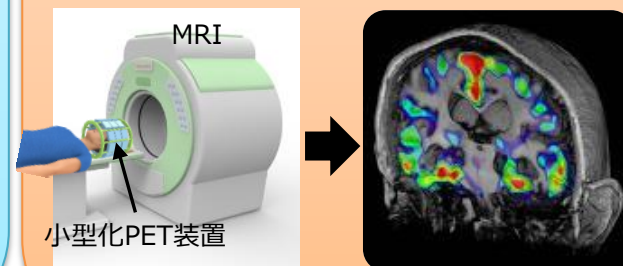
1

量子イメージング
による診断・治療

○認知症・うつ病・がん等の
早期診断や治療法の確立



認知症原因タンパク質の画像化



PETとMRIのイメージング画像を統合

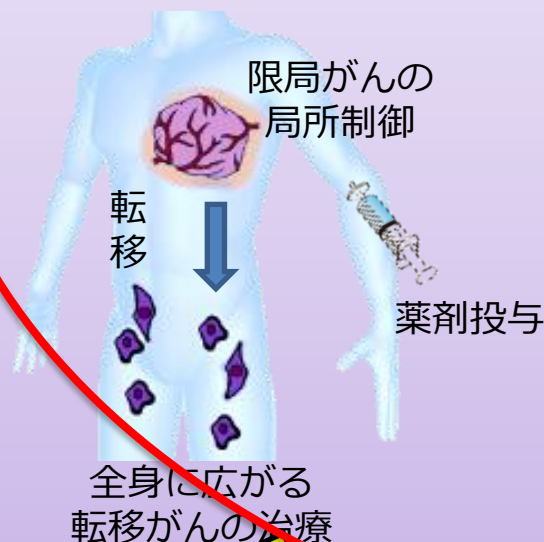
量子医学・医療により、がん死ゼロ健康長寿社会に貢献

量子医学・医療

放射線防護・放射線被曝 医学・医療

標的アイソトープ療法

○アルファ線放出核種を利用した体内からの放射線治療の確立



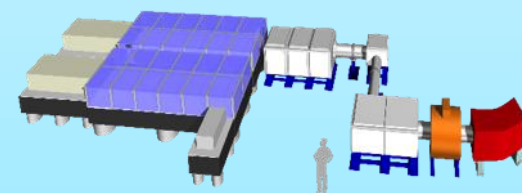
量子メス (次世代重粒子線装置)

○量子線を利用した体外からの放射線治療



量子線回転ガントリー

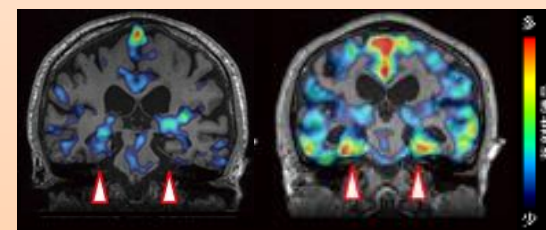
○レーザー駆動加速器の開発



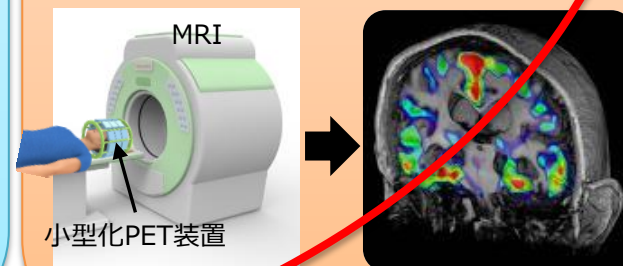
1

量子イメージング による診断・治療

○認知症・うつ病・がん等の早期診断や治療法の確立



正常高齢者 認知症 (アルツハイマー病患者)
認知症原因タンパク質の画像化



PETとMRIイメージング画像を統合

量子医学・医療により、がん死ゼロ健康長寿社会に貢献

- 手術

- 放射線

- 抗がん剤治療

- 免疫制御治療

- 外部照射

- ：治療装置から発生させた放射線を体外からあてる。

- X線（リニアック、IMRT）
 - ガンマ線
 - 電子線
 - 粒子線（陽子線、重粒子線(炭素線)）

- 内部照射

- ：放射線を出す物質を体内に入れ、放射線をあてる。

- 密封線源（体腔内に挿入、 ^{60}Co 、 ^{192}Ir 、 ^{125}I など）
 - 非密封線源（標的アイソトープ療法、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{211}At など）

- 外部照射

- ：治療装置から発生させた放射線を体外からあてる。

- X線（リニアック、IMRT）
 - ガンマ線
 - 電子線
 - 粒子線（陽子線、重粒子線(炭素線)）

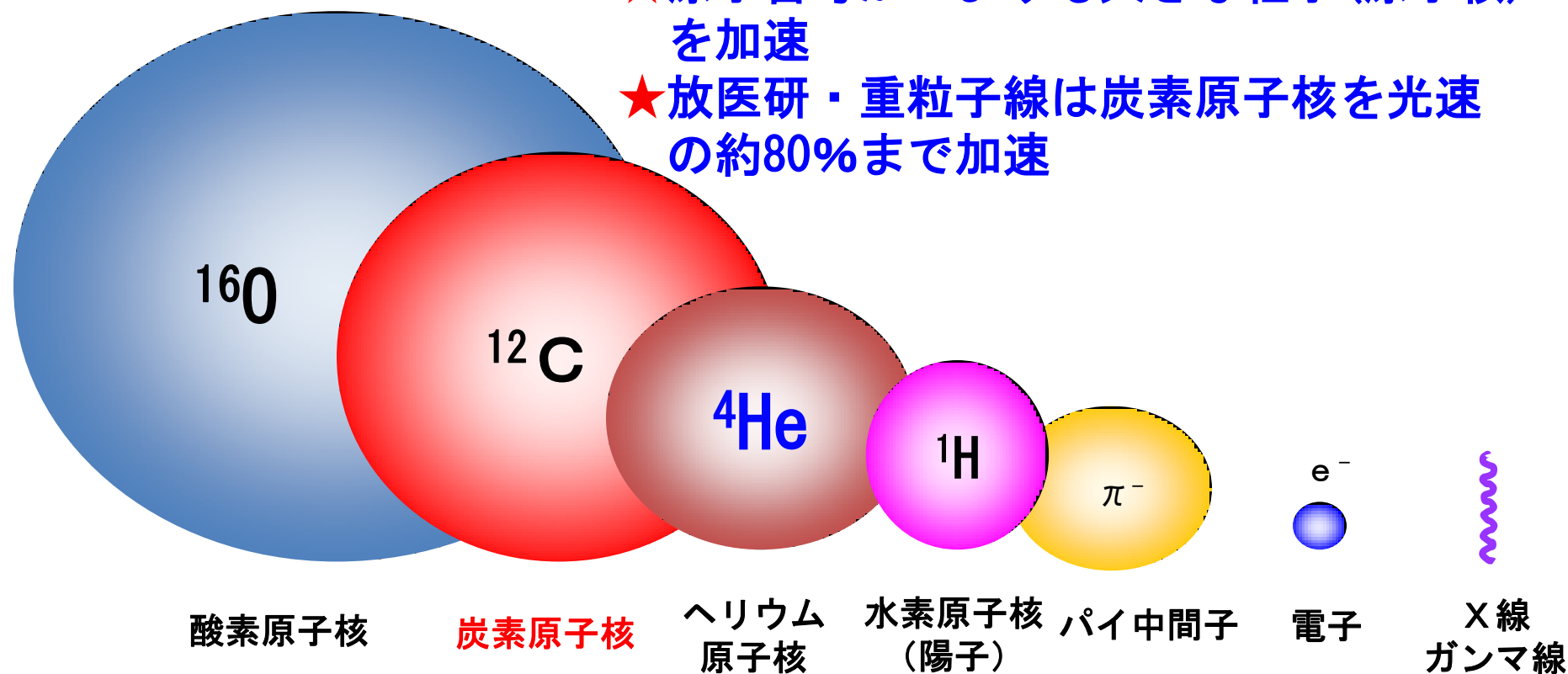
- 内部照射

- ：放射線を出す物質を体内に入れ、放射線をあてる。

- 密封線源（体腔内に挿入、 ^{60}Co 、 ^{192}Ir 、 ^{125}I など）
 - 非密封線源（標的アイソトープ療法、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 、 ^{211}At など）

重粒子線

- ★原子番号が2よりも大きな粒子(原子核)を加速
- ★放医研・重粒子線は炭素原子核を光速の約80%まで加速

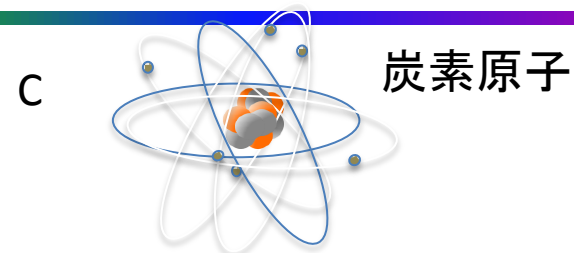


質量比 28800 : 21600 : 7200 : 1800 : 260 : 1

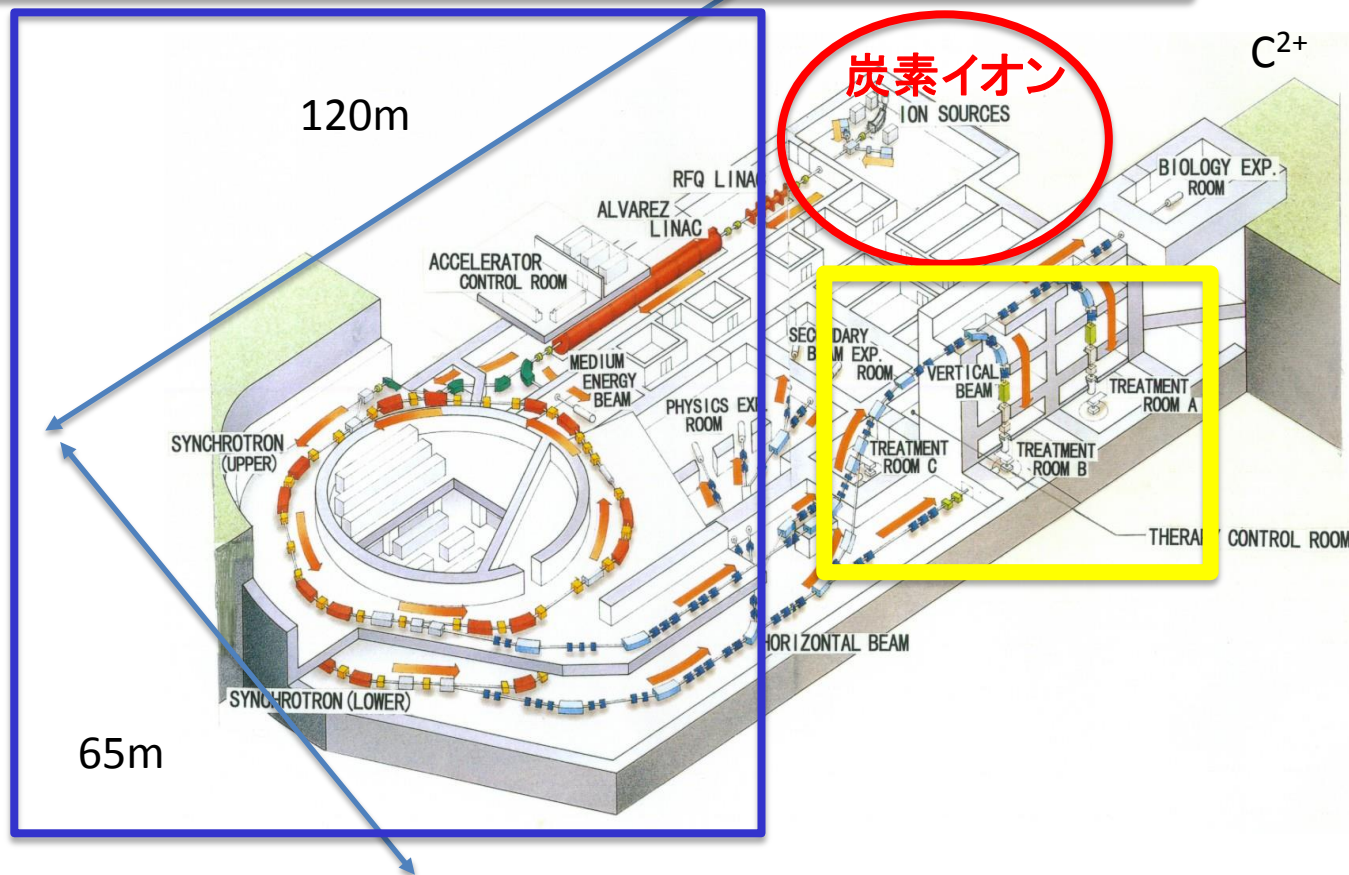
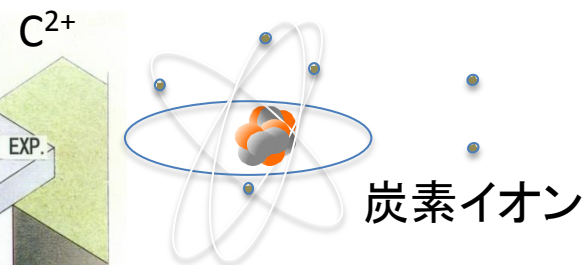
QST放射線医学総合研究所が
1993年に世界で初めて開発に成功。

加速器で炭素イオンを光の速さの約80%まで加速
(1秒間に地球を約5.5周する速さ)。

加速された炭素イオンをがん細胞をねらって照射する。



2酸化炭素ガスに高速電子を
照射→電子が遊離



1946年(昭和21年) 米国の物理学者 R.R.ウィルソンによって提唱

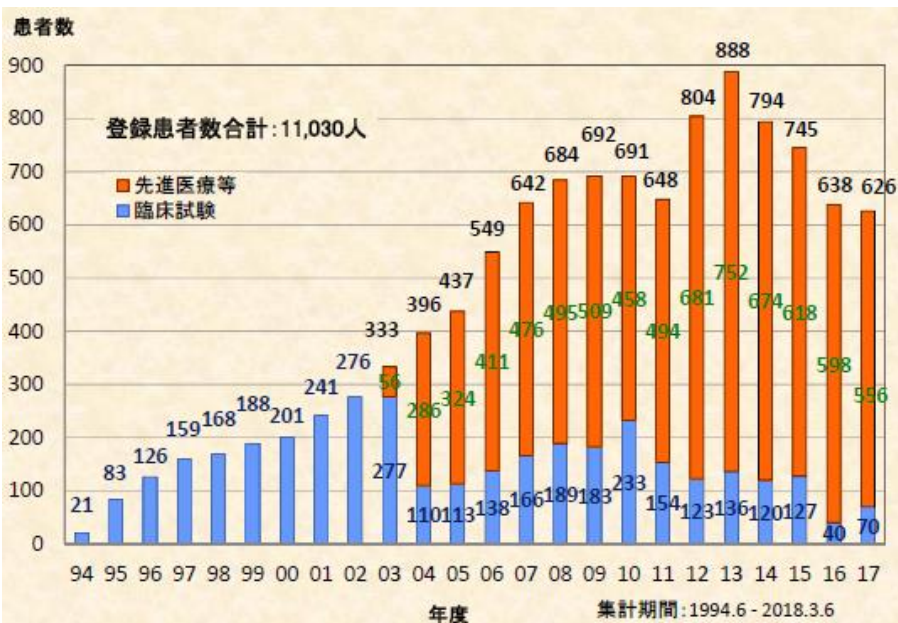
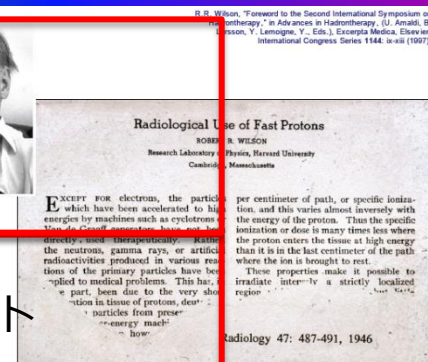
1975年(昭和50年) 物理学研究用装置で臨床研究の開始
(ローレンス・バークレー研究所)

1984年(昭和59年) 国の「第1次対がん10ヵ年総合戦略」の一環として、
重粒子線がん治療装置HIMACの建設計画スタート

1993年(平成6年) HIMAC完成

1994年(平成7年) 重粒子線がん治療の臨床研究開始

2017年(平成29年) 放射線医学総合研究所は重粒子線治療のトップランナーとして、
これまでに**10,000人を超える患者を治療**



日本の重粒子線治療施設

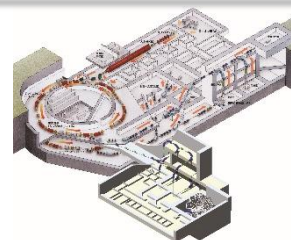
○放射線医学総合研究所(1994)

○兵庫県粒子線医療センター(2002)

○群馬大学重粒子線医学研究センター(2010)

○九州国際重粒子線がん治療センター(2013)

○神奈川県立がんセンター(2015)



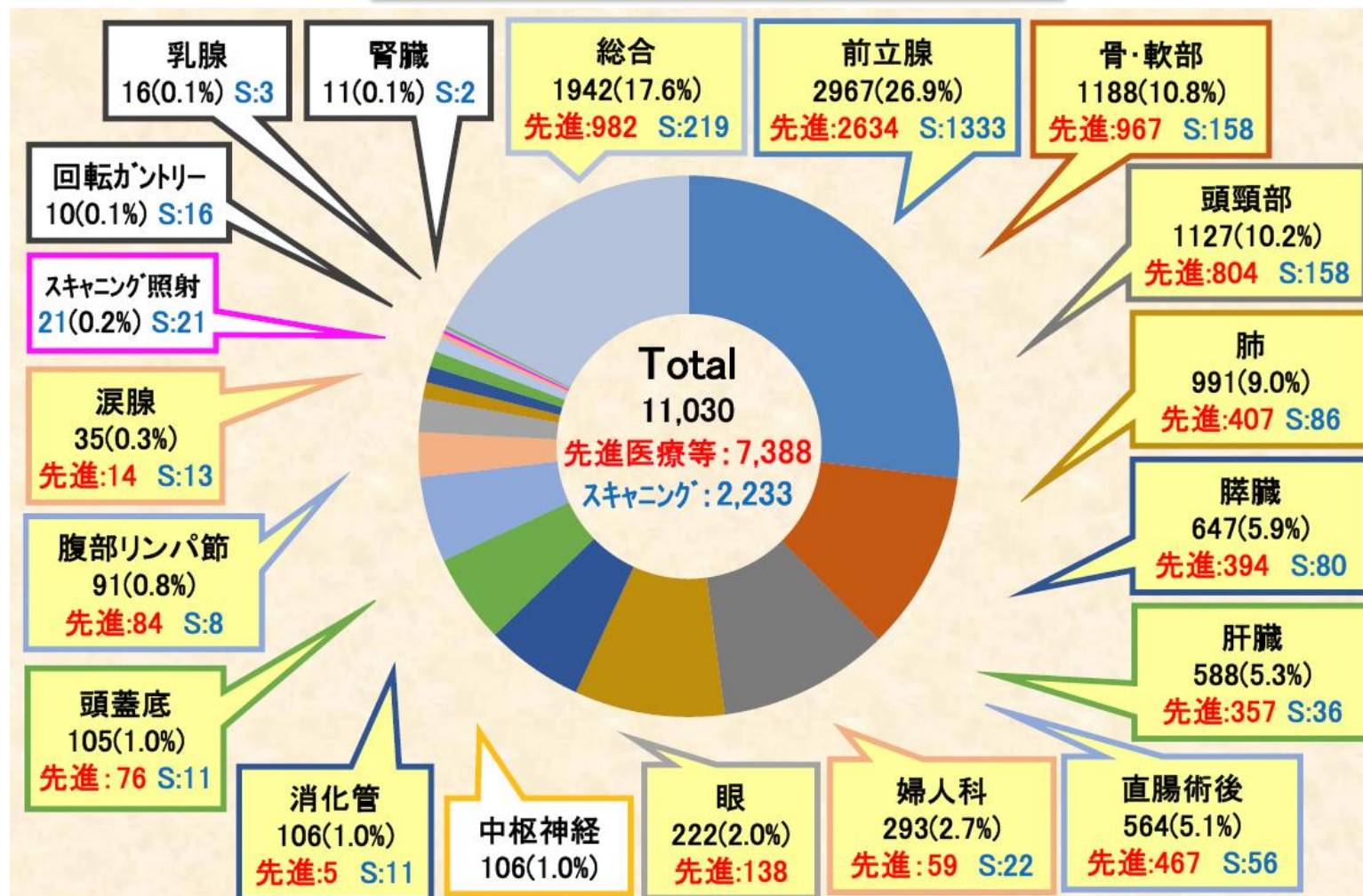
HIMAC(放射線医学総合研究所)



重粒子線照射施設(群馬大学) 18

疾患別登録患者数 (1994年6月～2018年3月)

※S:スキャンング



1) 他治療が困難だが重粒子線が有効

- 局所進行頭頸部癌（腺癌系、黒色種、肉腫等）
- 頭蓋底腫瘍
- 直腸癌術後骨盤内再発
- 切除非適応骨軟部肉腫
- 再照射（放射線治療後）

16回4週間以内

2) 重粒子線での短期照射が有望

- | | |
|------------|-------------------|
| • I期非小細胞肺癌 | — 1 回照射（1日） |
| • 肝細胞癌 | — 2 回照射（2日間） |
| • 膵癌、食道癌 | — 8-12 回照射（2-3週間） |
| • 前立腺癌 | — 8-12回照射（2-3週間） |

短期照射

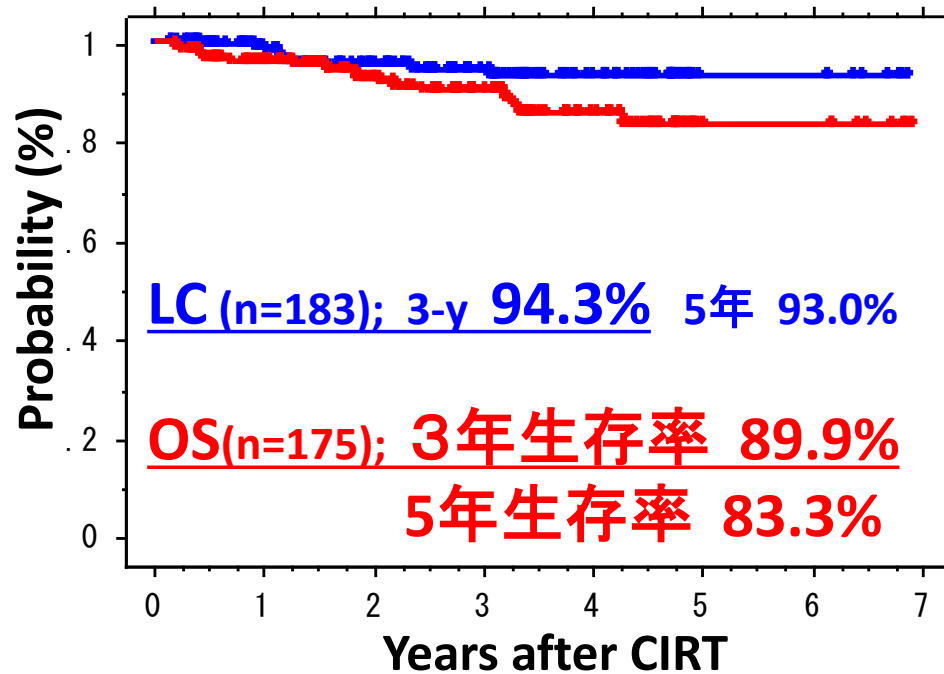
1)治療件数の増加に有用

2)働きながらの治療が可能：

I期非小細胞肺癌において 1 回照射が実現

2) 重粒子線での短期照射が有望

- I期非小細胞肺癌 — 1 回照射(1日)
- 肝細胞癌 — 2 回照射(2日間)
- 膵癌、食道癌 — 8-12 回照射(2-3週間)
- 前立腺癌 — 8-12回照射(2-3週間)



median follow-up 32.9 months (2.5 – 82.9)

治療期間2011/6 – 2017/12

性 別	男 / 女	114 / 61
年 齢	中央値	76 (43–95)
組織型	Ad	51
	SCC	21
	NSCLC	2
	診断無	109
T因子	T1 / T2	132 / 51
肺葉切除可能 / 不能		87 / 88
間質性肺炎		25

前立腺がん

- 前立腺がんに対する重粒子線治療は、他の放射線治療と比べ、少ない照射回数(短い治療期間)で副作用が少なく、高リスク症例でも成績が良好である。

治療法、施設	2度以上の副作用発生率				生化学的非再発率 (高リスク群)		
	照射回数	例数	直腸・膀胱	尿道	照射回数	例数	
従来法(X線) (米MDアンダーソン)	33-43	189	14.8%	8.5%	33-39	197	51%
3次元原体(X線) (米フォックスチェイス)	38	232	11.0%	7.0%	38	232	26-63%
強度変調(X線) (米クリーブランド)	28	770	4.4%	5.2%	28	293	72%
陽子線 (米ロサンゼルス)	39	901	3.5%	5.4%	45	133	45%
重粒子線 (放医研)	12	1,083	0.4%	0.8%	12	281	91% (4年)

	報告年	数	治療方法	線量	生存率	
					1年	2年
ECOG	2008	34	GEM+RT	50.4Gy	50%	12%
		37	GEM	-	32%	4%
Ishii	2010	50	GEM	-	64%	14%
Sudo	2011	34	S-1+RT	50.4Gy	71%	25%
Small	2011	28	GEM+BZ+RT	36Gy/15fr.	45%	17%
Schellenberg	2011	20	GEM+SBRT	25Gy/1fr.	50%	20%
NIRS1)	2014	42	GEM+CIRT	45.6-55.2 GyE	75%	48%
JCROS	2016	52	GEM+CIRT	55.2 GyE	81%	60%

5FU:抗がん剤

GEM:ゲムシタビン(抗がん剤)

RT:X線

SBRT: 定位放射線治療

CIRT:重粒子線

BZ:Bevacizumab(抗血管新生阻害剤)

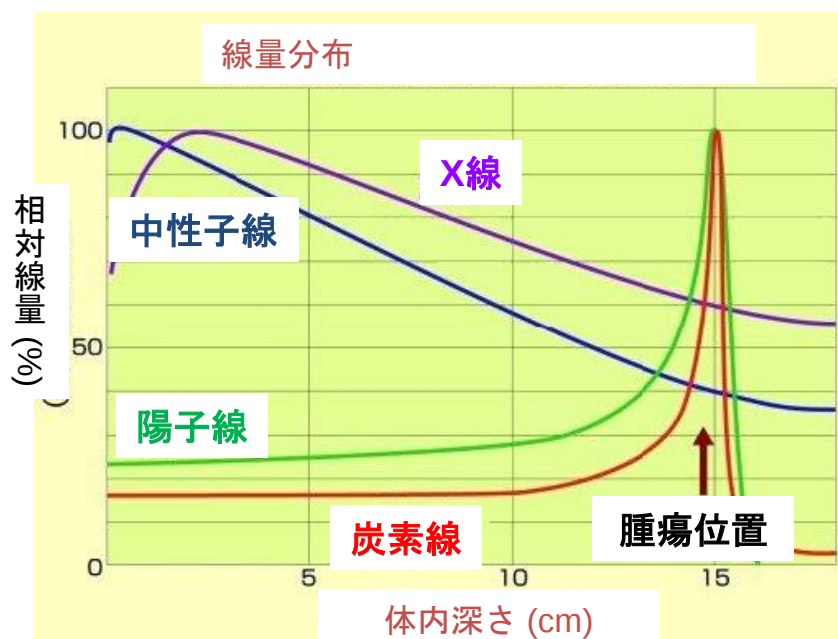
重粒子（炭素）線の特徴

- ◆線量の集中性
（ピンポイントに照射可能）
- ◆強い生物効果
（細胞を死滅させる力が強い）

炭素線はいろいろな腫瘍に良く効く。なぜ？

理由1：線量集中性

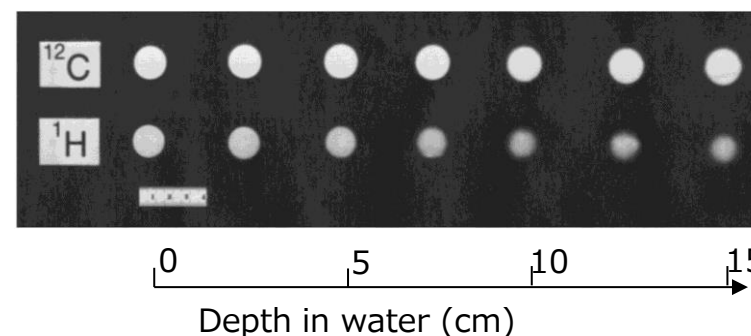
- ◆ 陽子線と炭素線は腫瘍内で停止する (Braggピーク)。
- ◆ 炭素線は、陽子線と違って、横方向の広がりが小さい（重い分だけ散乱が小さい）。
- ◆ これらの炭素線の性質のおかげで、高線量を腫瘍に与えても、その周りの正常組織に与える線量を最小にすることができる。



炭素線



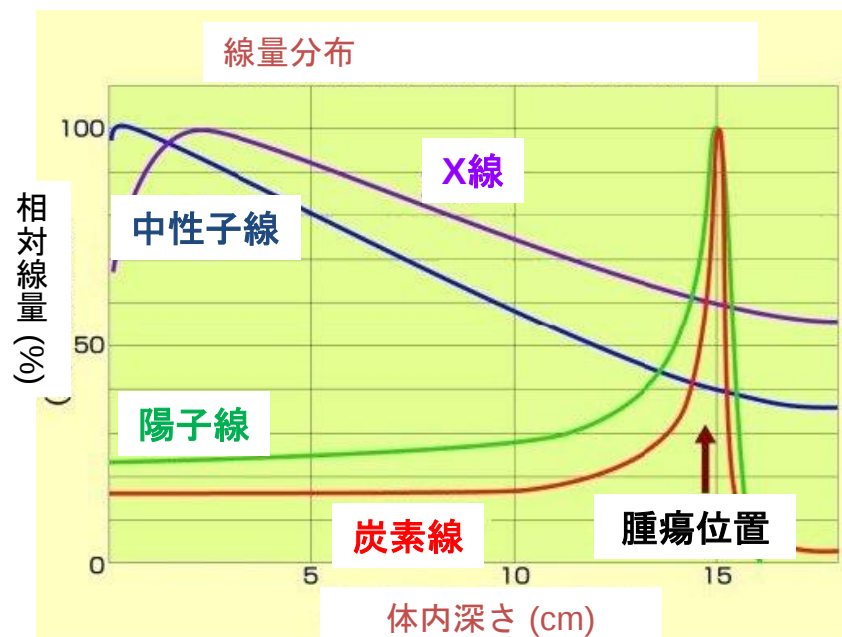
炭素線は、陽子線と違って、
広がることなしに収束したまま。

炭素
陽子

炭素線はいろいろな腫瘍に良く効く。なぜ？

理由 2：強い生物効果

- 炭素線はビーム終端で大変強い生物学的効果を持つことである。炭素線のような高LET（線エネルギー付与）放射線の持つ特徴であり、放射線抵抗性腫瘍細胞や低酸素環境でもDNAに重篤なダメージ（2重鎖切断など）を与えることができる。

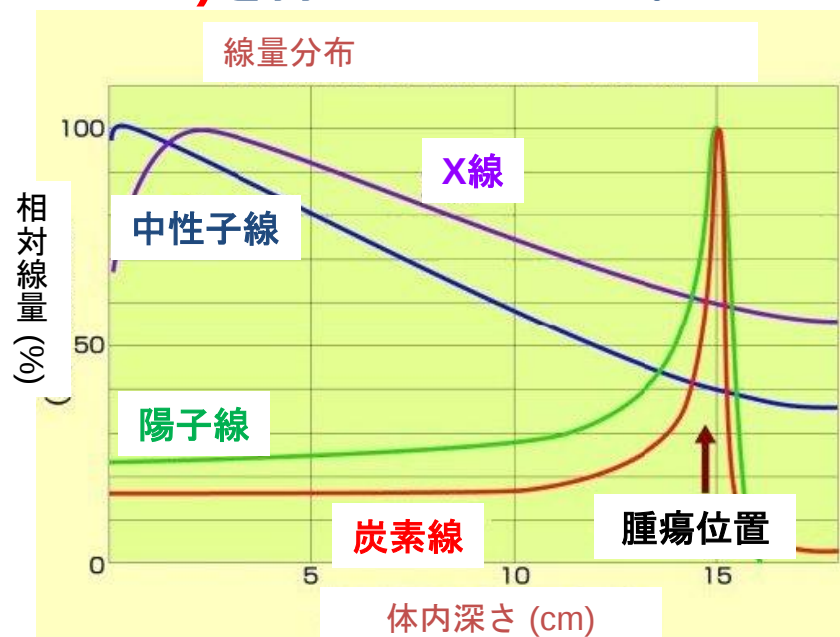


炭素線は、X線や陽子線に比べ、2から3倍高い生物学的効果を持つ!!

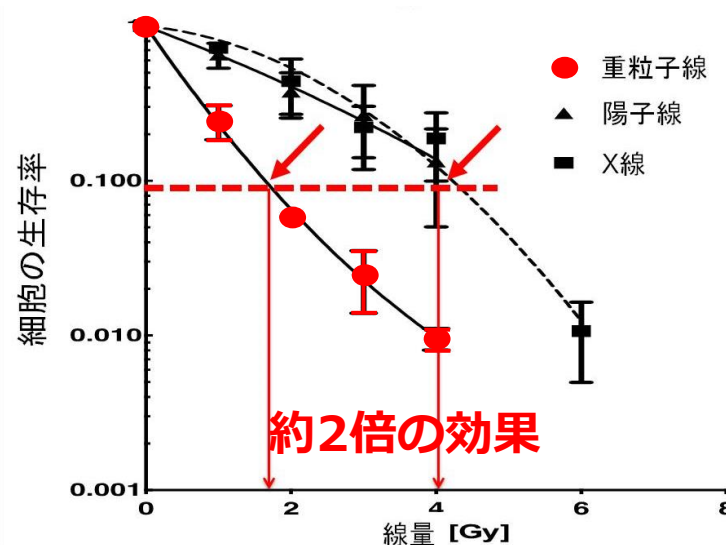
炭素線はいろいろな腫瘍に良く効く。なぜ？

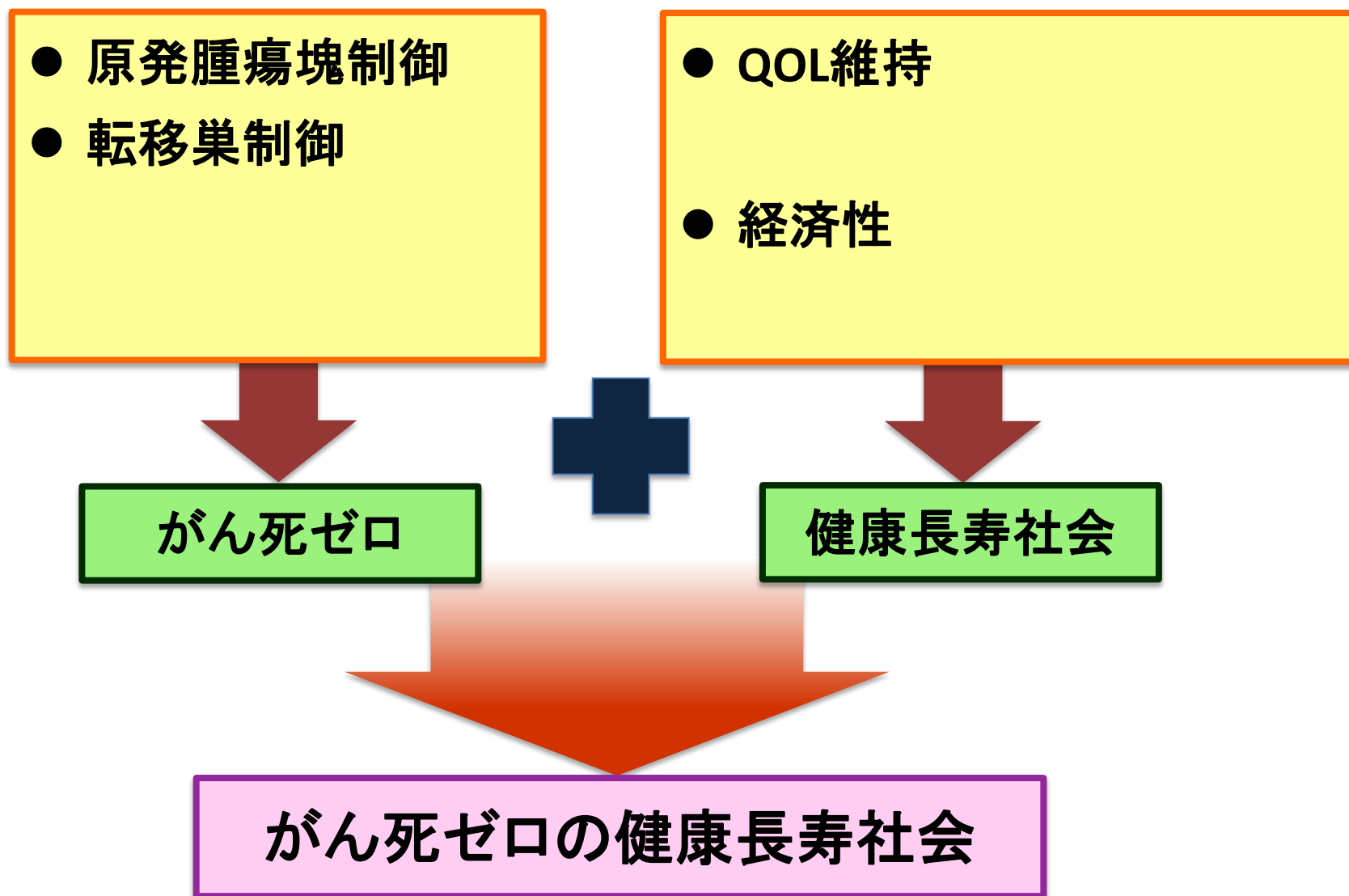
理由2：強い生物効果

- 炭素線はビーム終端で大変強い生物学的効果を持つことである。炭素線のような高LET（線エネルギー付与）放射線の持つ特徴であり、放射線抵抗性腫瘍細胞や低酸素環境でもDNAに重篤なダメージ（2重鎖切断など）を与えることができる。
- その結果、炭素線は、X線や陽子線に比べ、2-3倍強い生物学的効果（高RBE）を持つことになる。



放射線抵抗性腫瘍（脊索腫細胞）
にも、重粒子線は高い効果がある





1) 免疫には**アクセルとブレーキ**がある。



2) 免疫チェックポイント治療はブレーキを抑制することによりがん免疫を高める手法である。



3) 免疫チェックポイント治療によりメラノーマ等ある種のがんに対して著効する事が判明。



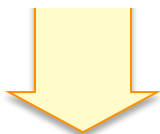
4) すなわち、**がん免疫の重要性**が証明された。

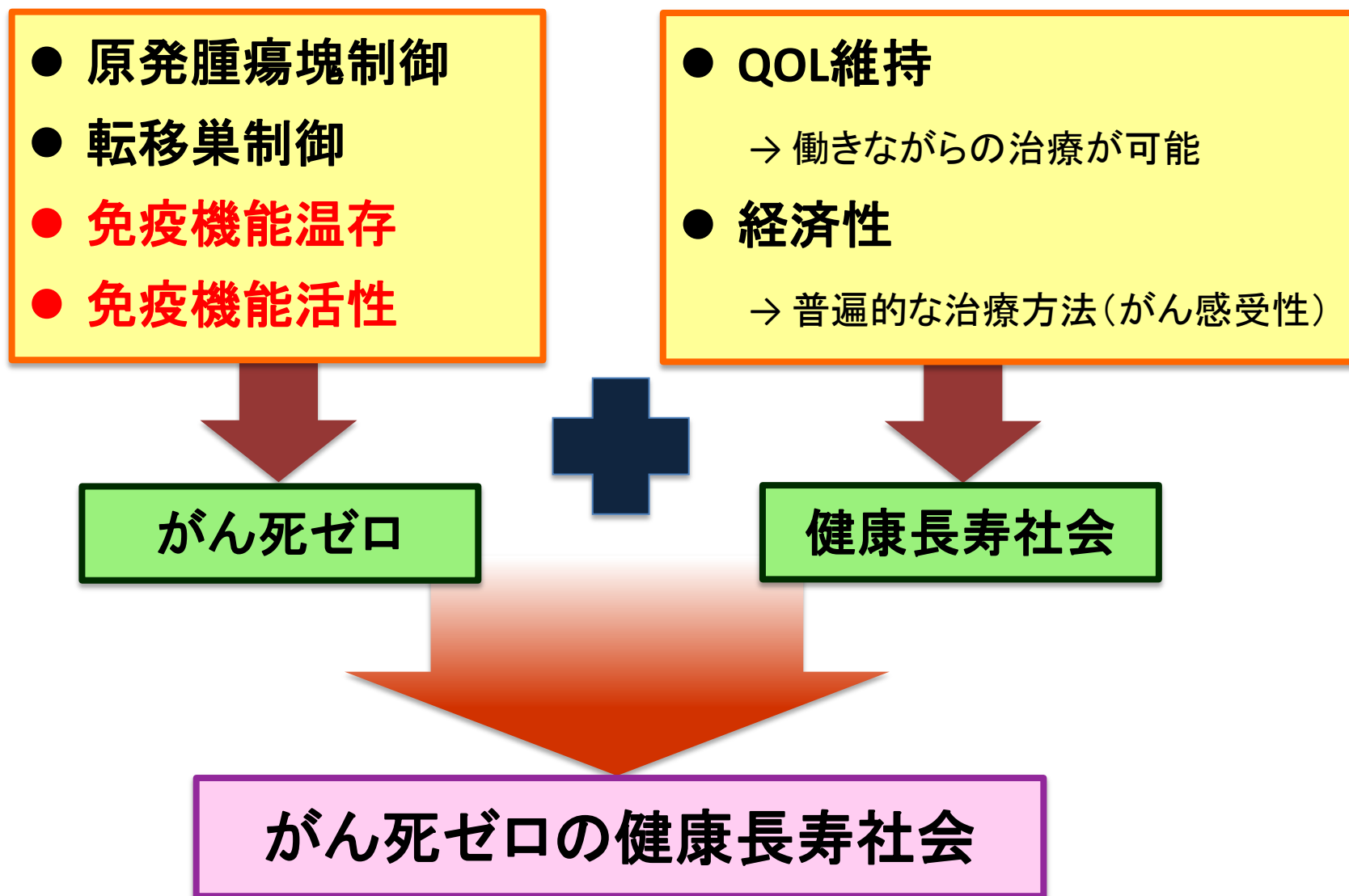


5) すなわち、**免疫を温存するがん治療方法が好ましく、**今後は、**免疫温存、または活性効果のある各種治療の組み合わせが主流になると予測できる。**



6) またブレーキを壊すことによる免疫の暴走(致命的副作用)を極力抑えるために**免疫チェックポイント療法は必要最小限**にするのが望ましい。

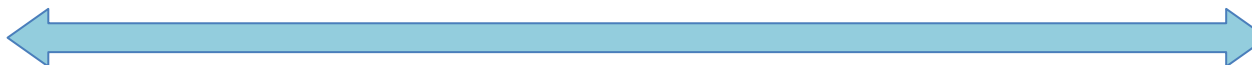




- 1) 原発腫瘍塊制御、2) がん感受性(普遍性)、3) QOL維持、
4) 免疫温存、5) 免疫活性、6) 転移巣制御

	1) 原発腫瘍塊制御	2) がん感受性	3) QOL維持	4) 免疫温存	5) 免疫活性	6) 転移巣制御
外科手術						
放射線治療(光子線)						
陽子線						
重粒子線						
標的アイソトープ						
化学療法						
分子標的						
免疫制御						

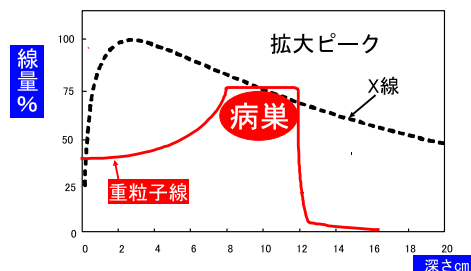
有利 やや有利 中間 やや不利 不利



- 4)免疫温存、5)免疫活性、6)転移巣制御

33

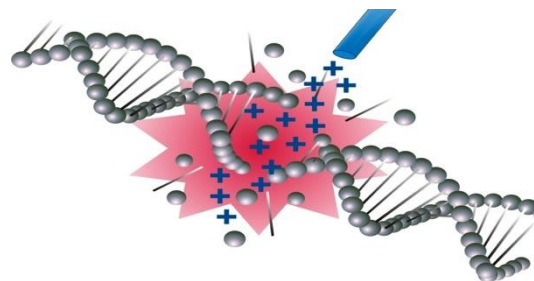
● 線量の集中性



…正常組織の損傷が少ない
——>QOLを左右する

光子線	X
陽子線	△
重粒子線	O

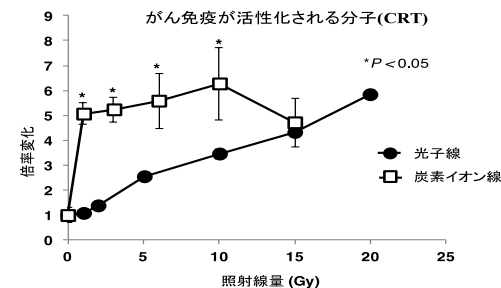
● 強い生物効果



…DNAへの直接作用
——>腫瘍塊制御や感受性

光子線	X
陽子線	X
重粒子線	O

● 免疫温存・活性化作用



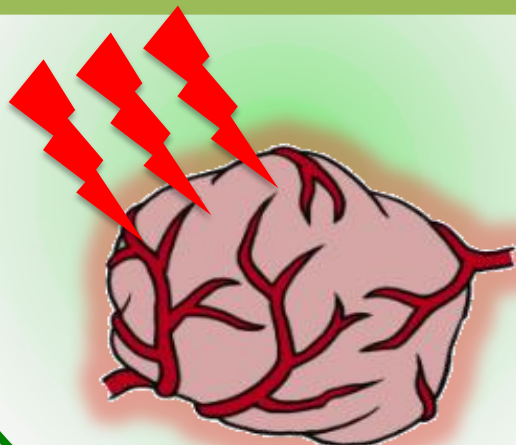
…免疫活性化分子の増加
——>免疫温存・活性化

光子線	O・△
陽子線	O・△
重粒子線	O・△



副作用が少なく、がんの種類によらない効果、
免疫機能を温存するとともに、活性化する可能性もある、
がん死ゼロ健康長寿社会実現の必須6条件の4条件を満足

次世代重粒子線治療 (量子メス:Quantum Scalpel)



固形がん(原発腫瘍塊)



免疫系

賦活化効果

- ・副作用が少ない
- ・高いQOL維持
- ・がんの種類を選ばない
- ・免疫機能温存

分子標的治療

微小転移がんをピンポイントに治療

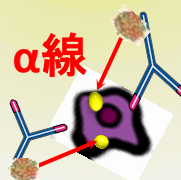
標的アイソトープ治療

治療抵抗性の多発転移巣にも高い治療効果を期待

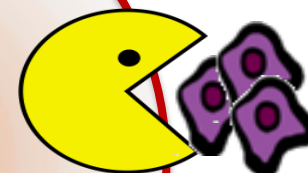
転移巣

分子標的治療

標的アイソトープ治療



ブレーキ阻止
or アクセル増強



免疫制御治療併用

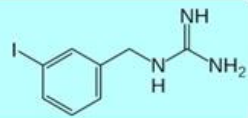
ブレーキの抑制(免疫チェックポイント療法)や
アクセル増強等によりがん免疫を賦活化する

がん死ゼロを目指す

放射線治療は治療効果を全て物理線量として単純に評価可能： どの変異パターンのがんに対して有効かが、他の治療に比べてはっきりしている → 効果と副作用との兼ね合いがとりやすく、明快に**適切な量・期間の選択が可能**

標的アイソトープ治療の原理

がんに生理的集積性のある薬剤や抗体



体内に投与

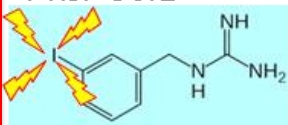


がんを選択的に集積はするが、がんそのものは特に変化無し。

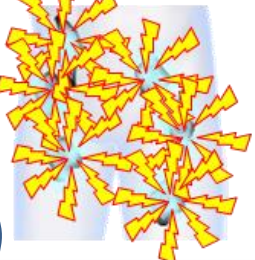
一部をRIに置換

又はRIと結合

放射線を発する薬剤に変化



体内に投与



がん内部から大量の放射線が発生、転移していたがんが死滅。

利点その1： 投与量が極めて微量で、薬剤としての副作用まれ

飛程の目安

アルファ線核種	μm
ベータ線核種	mm
Auger電子	nm

利点その2： 放射線の飛ぶ距離（飛程）が選択可能 → 腫瘍組織のサイズにより治療法が選択可能

→ 微小転移など： α 、リンパ節転移など： β

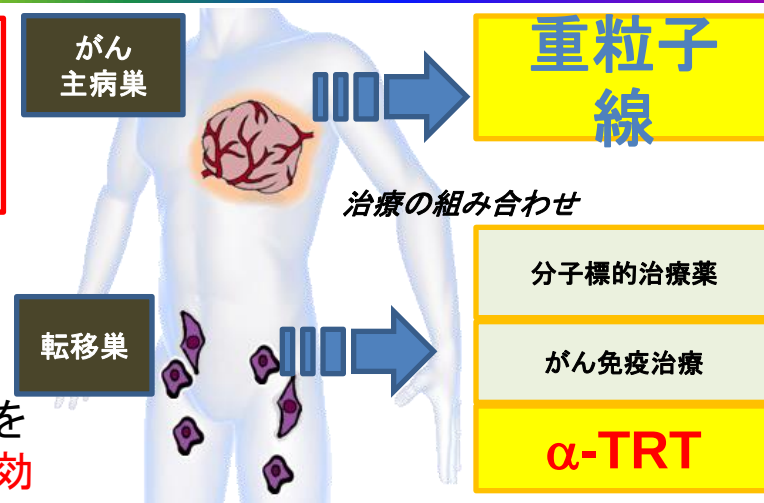
利点その3： 放射線の飛ぶ距離（飛程）が限定される → 周囲の正常組織への影響が限定

→ 骨髄、肝臓、腎臓などへの影響も最小限

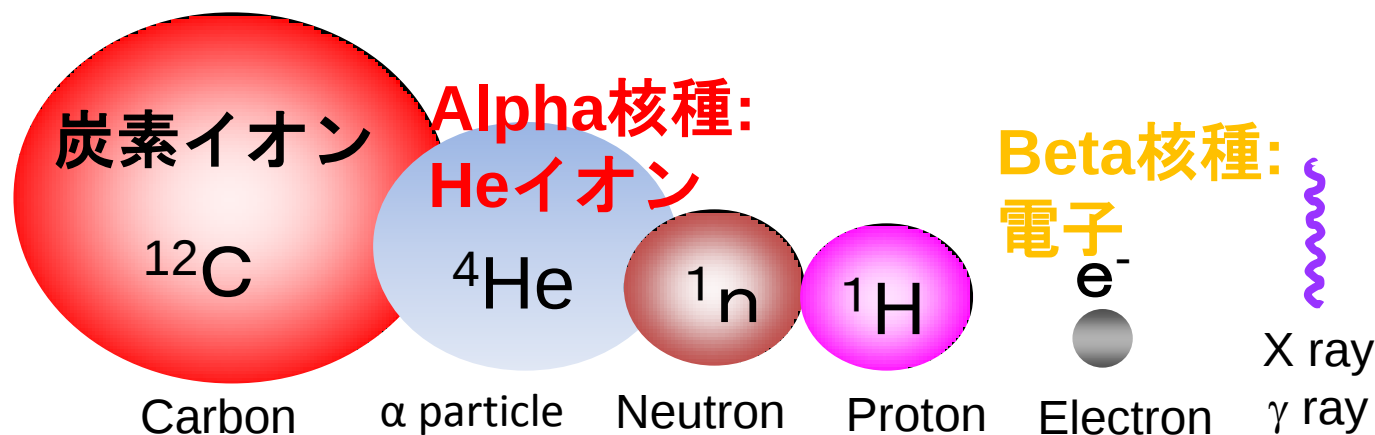
TRT: 効果>>副作用という理想的な治療法

QSTはがん治療戦略として、**アルファ線を用いたTRT(α -TRT)の利用を推進している**：粒子径が大きい線種を用いており、**重粒子線治療(CIRT)**と類似する。

- α 線はHe原子核そのもので、そのサイズは通常のTRT(ベータ線)で放出される電子の7,200倍重く、透過性が低い(飛程が短い)。
- α 線はCIRTと同様に、物質内の通過時に高いエネルギーを付与するため(高線エネルギー付与:High LET)、**生物学的効果比(RBE)が高く**、がん細胞のDNAをより強力に切断し(DNA二本鎖切断)、より修復されにくい
- α 線：体内での飛程はがん細胞数個分程度で、がん細胞のみを殺滅し、周囲の正常臓器への放射線障害が最小限



副作用の少ない重粒子線と
 α -TRTの組み合わせは理想的なQOL志向のがん治療



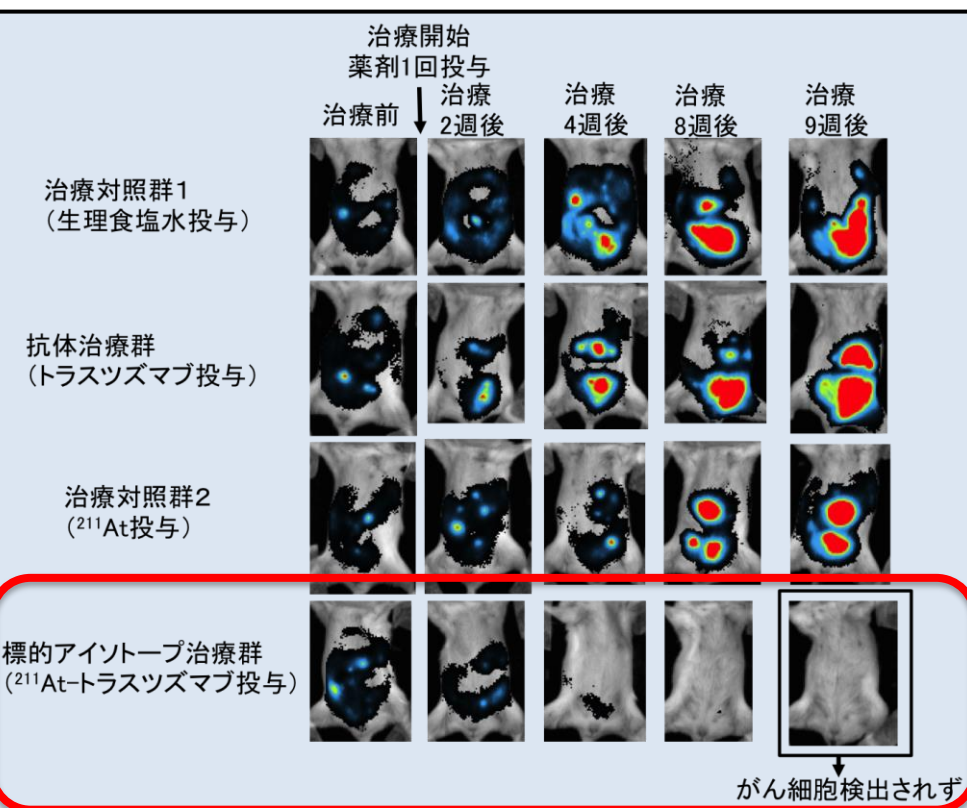
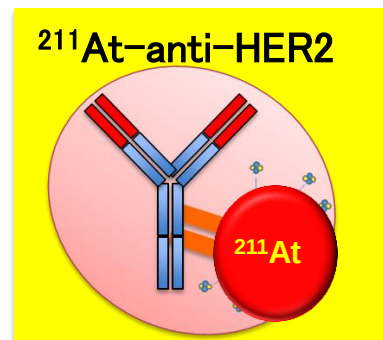
切らずに治す
がん治療の時代へ

Mass ratio 21600 : 7200 : 1800 : 1800 : 1 : 0

胃がんにおける腹膜播種は予後不良の病態として知られており、手術は不能、化学療法の効果は低く、難治がんの代表の一つである (平均生存期間; 4か月程度とされている)

アルファ核種を用いた新しいTRT製剤として、がん細胞の表面抗原を認識する抗体を利用した「放射免疫療法」を用いたα-TRTの開発に成功

我々は、抗HER2抗体（トラスツズマブ）に²¹¹At を標識することに成功し、この²¹¹At 標識抗HER2抗体を用いてHER2陽性の胃がんによる腹膜播種モデルの担癌マウス実験において、治療効果を確認した。

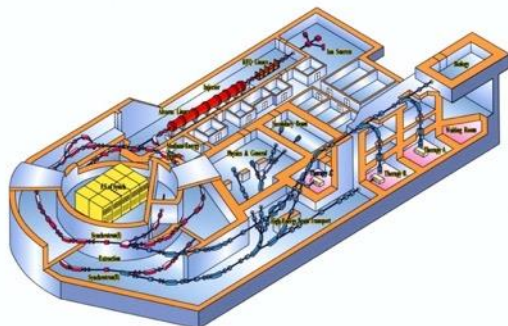


治療効果実験

Tx	n	Tumor undetectable	90% reduction	50% reduction	Progress Disease	Survivors
PBS	5	0/5	0/5	0/5	5/5	0/5
Tras	6	0/6	0/6	0/6	6/6	0/6
²¹¹ At (1 MBq)	6	0/6	0/6	0/6	6/6	0/6
²¹¹ At-tras (0.1 MBq)	6	0/6	0/6	2/6	4/6	0/6
²¹¹ At-tras (1 MBq)	6	2/6	1/6	2/6	1/6	5/6

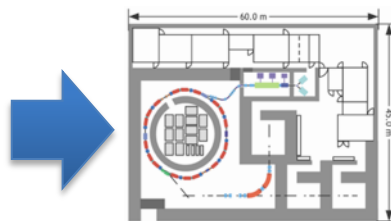
²¹¹At 標識抗HER2抗体の単回投与(1 MBq) により、HER2陽性の胃がんによる腹膜播種を抑制した。

第1世代



1994年放医研
120x65m, 320億円

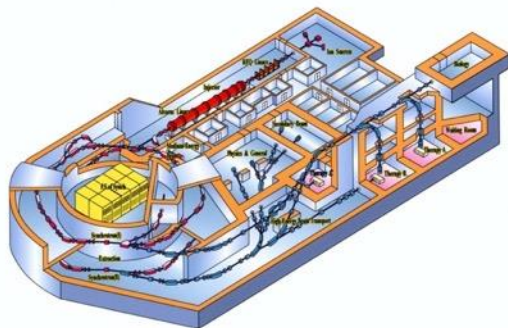
第2・3世代



2010年群馬大学
60x45m、140億円
(1/3)

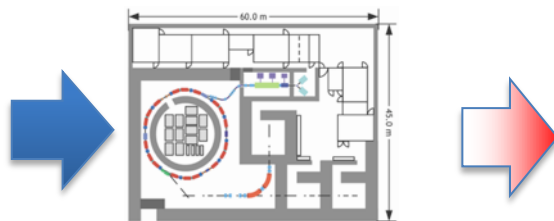
- 装置が巨大で高額 (専用建屋建設、運用費)
→費用と大きさを約1／3に出来たが まだまだ高い！
- 現時点では腫瘍塊の完全除去は完璧ではない
→さらなる高性能化が必要

第1世代

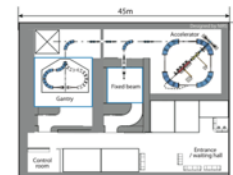


1994年放医研
120x65m, 320億円

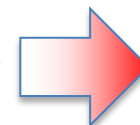
第2・3世代



2010年群馬大学
60x45m、140億円
(1/3)



第4世代装置
より小型化
45x34m (1/6程度)



第5世代量子メス
さらなる小型化
10x20m (1/40程度)
& 高性能化

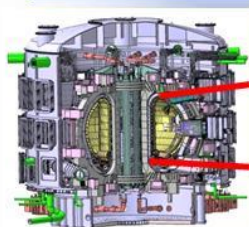
小型化(既存の病院建屋に設置可能)
高性能化(ほぼ全てのがんで1回照射が可能)



量子メス

- エネルギーロスの少ない超伝導技術により、大電流を流し、電磁石の磁場を高くできる
 - ⇒ 炭素線の曲率半径の縮小による、電磁石の小型化が可能
 - ⇒ 電磁石が装置の大半を占めているシンクロトロンの大幅な小型化が可能

核融合における超伝導コイル技術の導入



ITER (国際熱核融合実験炉)

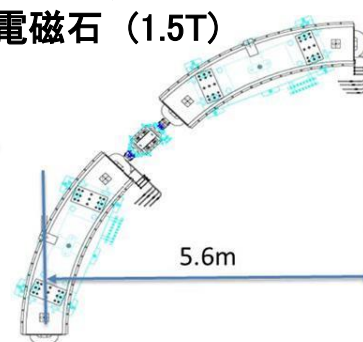


TF (トイダル磁場) コイル

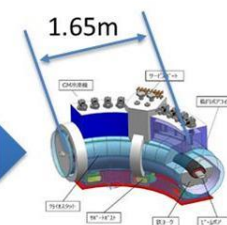
超伝導素線によるTFコイル
導体



通常の炭素線
電磁石 (1.5T)

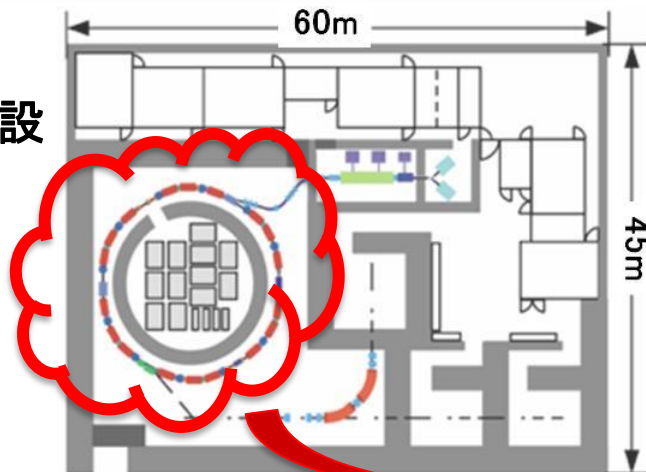


超伝導電磁石
(4T)



超伝導

普及型
重粒子線施設

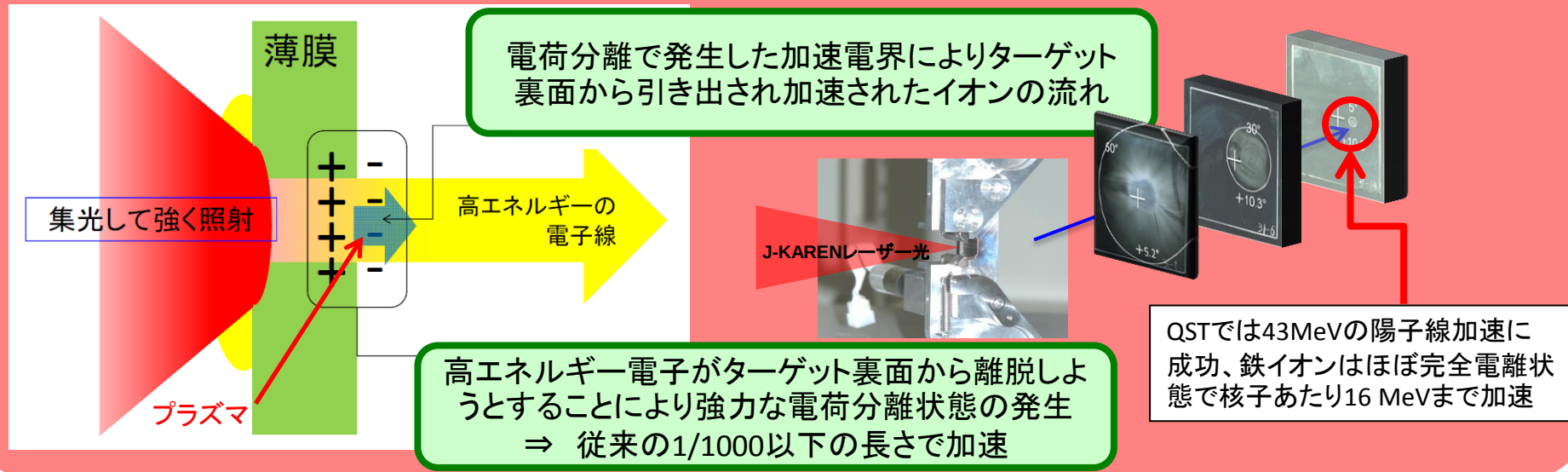
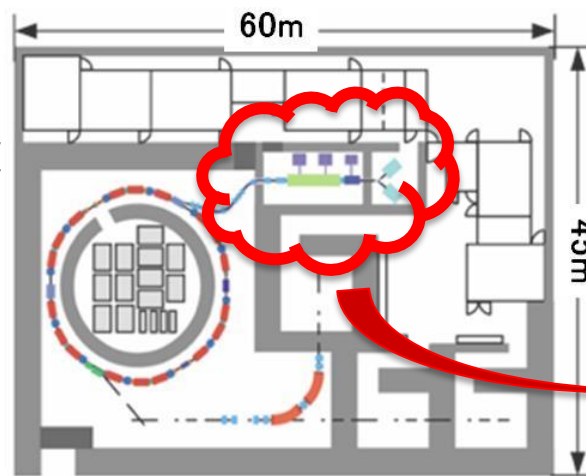


シンクロトロンの大幅な小型化
($< 8m$)

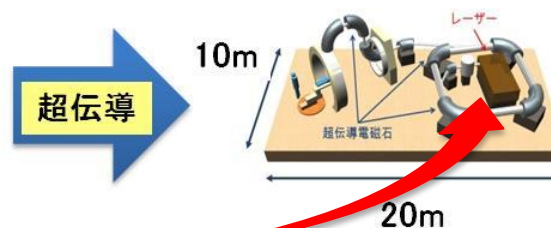
超伝導



レーザー駆動イオン加速

普及型
重粒子線施設

入射器の大幅な小型化(<5m)

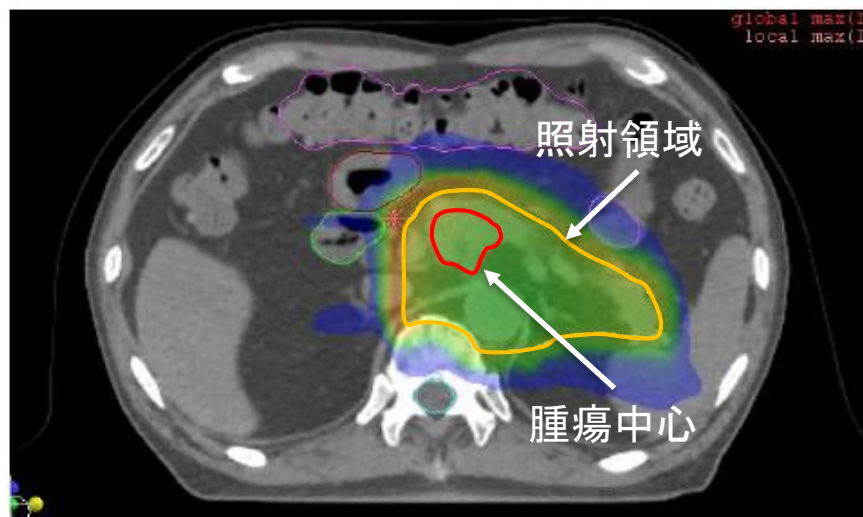


加速効率の大幅向上により、将来はオールレーザータイプの量子メスが実現できれば破壊的イノベーションも起こせる。

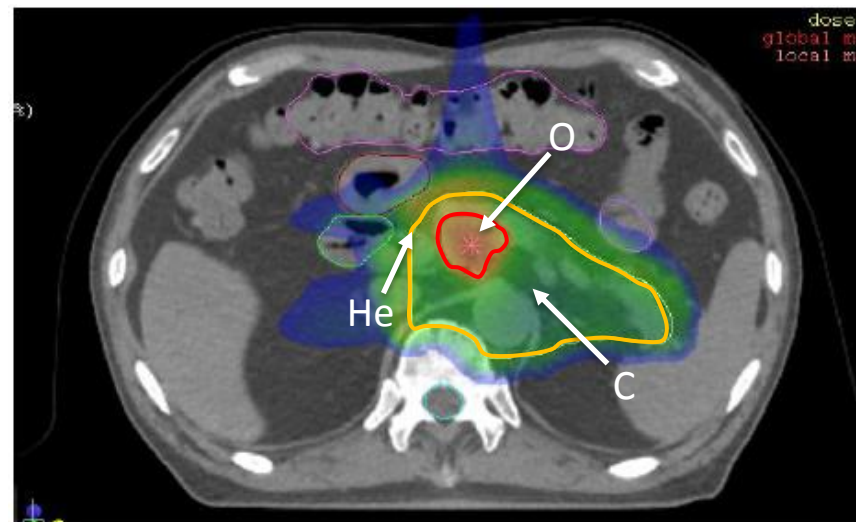
■ マルチイオン：照射領域によるイオンビーム種の最適化

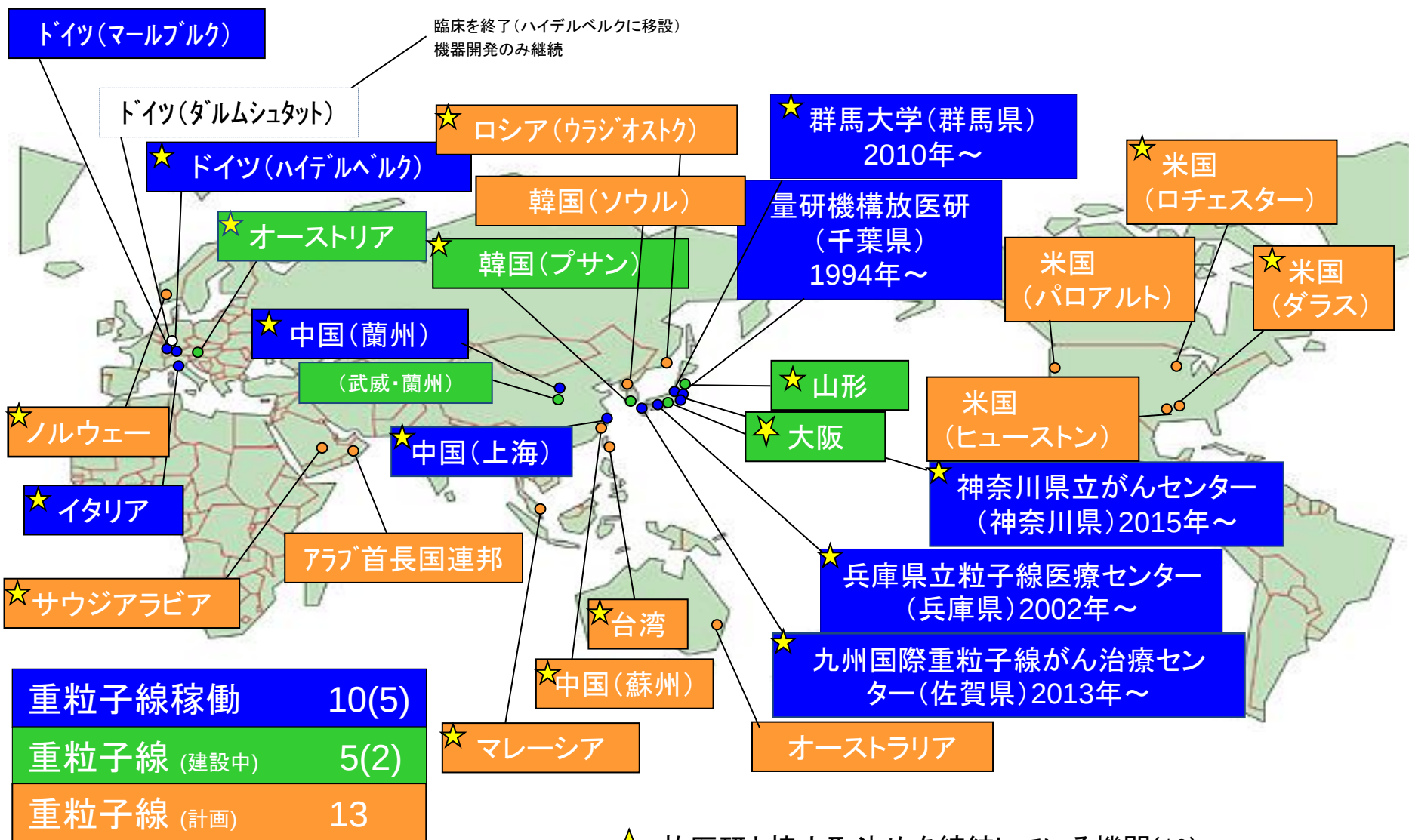
- 腫瘍中心部には、炭素より生物効果の高い酸素 ⇒ **がんの再発抑制**
- 腫瘍中心の周辺、浸潤領域には炭素 ⇒ **従来の治療の実績**
- 正常組織近傍には、炭素より生物効果が低いヘリウム ⇒ **副作用低減**

膵臓がん、炭素だけを照射した場合の生物効果(LET)分布

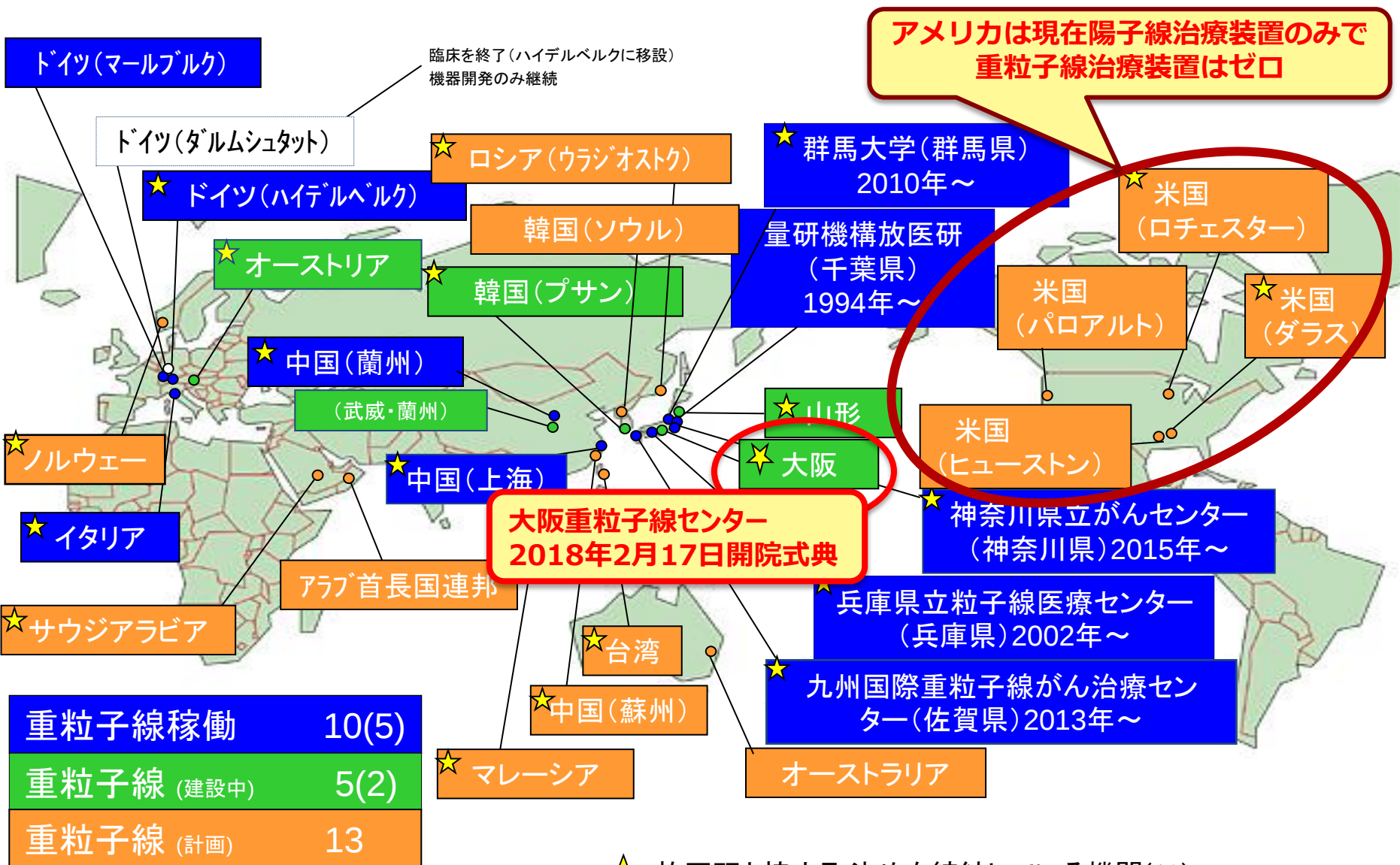


膵臓がん、ヘリウム、炭素、酸素を照射した場合の生物効果(LET)分布





★ 放医研と協力取決めを締結している機関(19)



The White House

Office of the Vice President

For Immediate Release

October 17, 2021

Fact sheet: Vice President Biden Delivers Cancer Moonshot Report ,

PROGRESS MADE BY THE CANCER MOONSHOT TASK FORCE

The Cancer Moonshot Task Force and individual Federal agencies are announcing the following progress for the Cancer Moonshot:

- Crowdsourcing Intellectual Property Data to Guide Cancer Investments
- Harnessing the Power of Artificial Intelligence to Improve Cancer and Disease Diagnosis
- Improving Cancer Survivorship through Art
- Partnership to Avoid Carcinogenic Risks by Reducing Radon Exposure
- Preclinical Research Partnership to Evaluate the Potential of Particle Beam Radiotherapy
- Promoting Human Papillomavirus (HPV) Vaccination as Cancer Prevention
- Strengthening and Clarifying the Requirements for Public Availability of Clinical Trial Information
- The Department of Defense Launching Groundbreaking Longitudinal Study to Revolutionize Precision Oncology

PRIVATE SECTOR COMMITMENTS IN RESPONSE TO THE VICE PRESIDENT'S CALL TO ACTION

Private sector companies and organizations across the country have made important commitments in response to the Vice President's call to action for the Cancer Moonshot, including:

- ...
- Memorial Sloan Kettering Cancer Center - Collaboration between community oncologists and genomic researchers to advance cancer profiling studies
- NCI Cloud Collaborations with Amazon Web Services and Microsoft – Collaboration to advance a new model for maintaining cancer genomic data in the cloud for use by researchers
-
- Stanford Medicine - Hadron Center ... Stanford medicine collaboration with the department of Veterans Affairs, particle beam cancer radiotherapy using multiple ion beams.
-

Particle Beam

Radiotherapy –, including comparing the efficacy of carbon ion therapy for the treatment of pancreatic cancer, and

Multiple Ion Beams

粒子線治療の有用性を裏付ける研究の推進や4年以内のスタンフォードでの粒子線治療開始に言及

～粒子線がん治療分野での相互協力に関する
QSTとUTSWの協力取決め締結～



UTSW
Daniel Podolsky
学長

量研
平野理事長

**UTSW: University of Texas
Southwestern Medical Center**
米国初となる重粒子線がん治療装置の
導入を計画中



**膵臓がんのランダムイズ臨床共同
研究を計画中
(2018年9月開始予定)**



量研本部にて、2017年1月10日

量子

Quantum Scalpel

一> がんでは死なない医療へ

がん死ゼロ健康長寿社会の実現へ

・ 標的アイソトープ治療 (TRT)

治療抵抗性の多発転移巣にも高い治療効果を期待

一> 働きながらの治療が可能な医療へ

がん死ゼロ健康長寿社会の実現へ

固形

一> 社会全体が享受できる安価な医療へ

がん死ゼロ健康長寿社会の実現へ

免疫系

癌細胞

Or アクセル増強

・副作用が少ない

・高いQOL維持

・がんの種類

・免疫機能温存

がん死ゼロ健康長寿社会の実現へ

(法)や
する

がん死ゼロを目指す

膵癌は

- ❖ 過去20年間成績の改善がほとんど認められない(5年生存率10%以下)
- ❖ 早期あるいは病態診断が困難(早期では症状がない)
- ❖ 容易に転移を生じる(肝転移、腹膜播種)
- ❖ 根治手術が困難で手術以外に有効な局所療法がない(放射線抵抗性)
- ❖ 身体の深部に存在し周囲に重要臓器(消化管・脊髄・腎)が存在

QSTは

- 重粒子線治療(量子メス): 膵癌局所療法としての優れた実績
- 標的アイソトープ治療(TRT): 新規アルファ粒子製剤開発実績
- 分子イメージング技術: PET薬剤開発実績、MR診断法開発実績

量子メスを中心に三者を総合して膵癌克服を目指す

日本では、毎年約**100万人**が新たにがんになり、約40万人が死亡している。(国立がん研究センターによる2015年推計)

世界では毎年**1400万人**が新たにガンを発症する。
20年後には**2200万人**に増加することが予想されている。
(IARC世界がんレポート2014より)

現在、日本の5つの重粒子線施設で年間約**2000人**の治療を行なっている。
これは、日本の年間患者の**0.2%**、世界のがん患者の**0.02%以下**にすぎない。

「**量子メス**」や「**標的アイソトープ療法**」を1日も早く完成して、
働きながらの治療が可能で、かつ安価な
がん治療を世界中の人々に提供し、
「がん死ゼロ健康長寿社会」実現に貢献したい。



量子科学技術による
「調和ある多様性の創造」
平和で心豊かな社会

●がん死ゼロ健康長寿社会：

量子メスや標的アイソトープ治療、
次世代量子イメージング診断技術の開発
認知症 診断・治療

●「地上に太陽を」：

環境に優しく安全なエネルギー源
核融合研究開発

●新しい機能材料の開発：

スピントランジスタなど
次世代情報デバイスの研究開発

●科学する心を育む：

「科学する心」を育む、
「きつづ光科学館ふおとん」



理事長 平野 俊夫

がん
診断・治療
研究

認知症
診断・治療
研究

量子センサー
新奇材料開発

新たな
エネルギー

研究環境
整備

成果普及
成果活用



ふおとんくん

夢は叶えるためにある