

量子科学技術：

量研（QST）の取り組み

～調和ある多様性の創造を目指して～

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

- QSTの成り立ち
- QST未来戦略
- イノベーション創出への取り組み例
 - 量子メス ～健康長寿社会に向けて～
 - 量子生命科学の開拓 ～さらなる未来へ～

放射線医学総合研究所

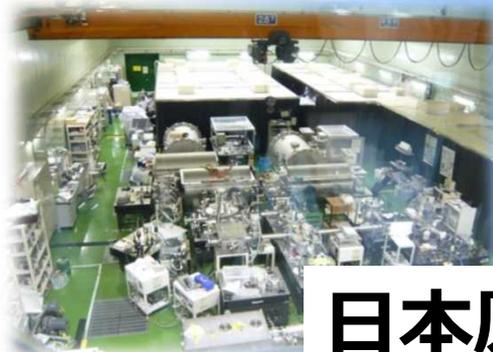
放射線の
医学利用研究



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・被
曝医療研究

量子科学技術研究開発機構

量研

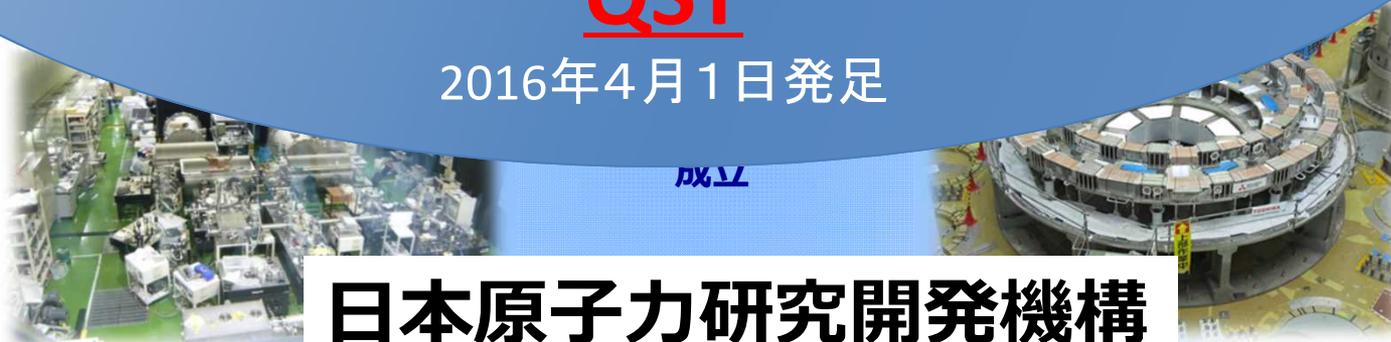
National Institutes for
Quantum and Radiological Science and
Technology

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

- 放射線医学総合研究所
(放射線医学研究開発部門)



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



コバルト60ガンマ線源

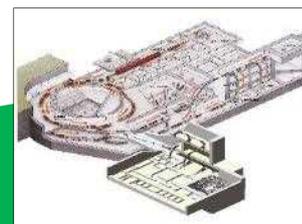
量子ビームプラットフォーム



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

いのち

量子生命科学 量子医学・医療

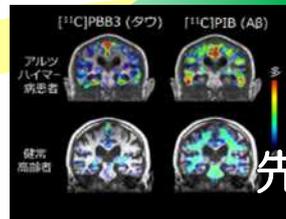


重粒子線による
ガン治療

生理食塩水 ^{211}At -MABG



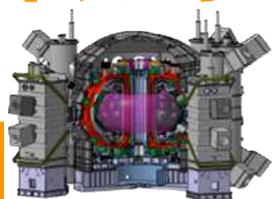
標的アイソトープ療法によるガン治療



先端的放射線医療・診断

認知症、うつ病の診断
技術や治療薬の開発

量子エネルギー工学 エネルギー



日欧で建設を進める
JT-60SA



超伝導コイル試験装置

人類究極のエネルギー

日欧米露中韓印の
7極で建設を進める
核融合実験炉ITER

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
用デバイス等の開発



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

QST未来戦略

2016

～量子科学技術による調和ある多様性の創造～



国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構

- 1) 放射線・量子ビームと物質や生命との相互作用における物理過程（エネルギー）、化学過程（生活）、生物過程（命）に関する理解や研究開発において世界トップクラスに位置していることと、量子ビーム関連研究施設・ネットワークや臨床研究病院を有しているというQSTの強みをさらに強化しつつ、拠点や研究分野の壁を乗り越えて、研究開発における「調和ある多様性の創造」をQST内に実現する。「量子エネルギー工学」、「量子材料・物質科学」、「量子生命科学」、「量子医学・医療」等の分野で世界を先導し、世界トップクラスの量子科学技術研究開発プラットフォーム構築を志す。
- 2) 量子科学技術分野の研究シーズを探索し萌芽的研究として育てる。さらにQST未来ラボを設置し拠点や分野横断的な融合領域、例えば量子生命科学等の新たな研究分野の地平を切り拓き、世界に冠たる“QST”として先導的な役割を果たしていく。
- 3) 得られた成果を広く社会に還元するために、大学や産業界を含む研究機関や行政機関との人材交流や共同研究など、産学官連携活動を積極的に推進しイノベーションハブとしての役割を担い、共創を誘発する場を形成する。
- 4) QST放射線医学総合研究所病院を「臨床量子医学・医療研究開発病院」として位置付け、量子線がん治療、被ばく医療、そして将来的には、標的アイソトープ治療や精神・神経疾患の診断・治療、ビッグデータや人工知能技術を利用した治療成績予測、さらには革新的な研究成果の臨床応用を推進する。
- 5) 法律に基づく国の指定公共機関等として、これらの調査研究・事業を着実に進めるとともに、人材の枯渇が懸念されているこの分野において人材育成・研修を強化する。
- 6) 量子科学技術による世界中の人々との協同を介して新たな知の創造を築く。また、ITER機構、UNSCEAR（原子放射線の影響に関する国連科学委員会）やIAEA（国際原子力機関）などの国際機関、海外大学や研究機関との連携を推進する。これらの活動を介して異文化理解・尊重を育み「調和ある多様性の創造」を推進し、世界のイノベーションを先導するとともに、我が国はもちろん平和で心豊かな人類社会の発展に貢献する。
- 7) 「基礎研究、応用研究、開発研究、社会への還元あるいはそれらのスパイラルな発展、そして基礎研究への再投資」の未来を見据えたポジティブサイクルを確立することにより人材育成・確保や財源確保を図るとともに持続的な発展基盤を築く。そのための財務戦略や知財戦略を策定する。
- 8) 構成員全員が澆刺としてQSTの理念と志を遂行し、個々の構成員の努力が反映されるような評価制度や柔軟な人事制度を確立する。
- 9) QSTの理念・志・活動や成果が広く社会に認知され、その理解が深まるように社会への情報発信を強化する。また構成員全員がQSTの理念・志・運営方針を共有できるようにQST内への情報発信や闊達な議論を推進する。
- 10) 安全管理やリスク管理なくしてはQSTの理念と志を実現することは不可能である。遵法意識と高いレベルの倫理観、安全重視や地球環境保全に最大限の配慮を行う。

- 1) 放射線・量子ビームと物質や生命との相互作用における物理過程（エネルギー）、化学過程（生活）、生物過程（命）に関する理解や研究開発において世界トップクラスに位置していることと、量子ビーム関連研究施設・ネットワークや臨床研究病院を有しているというQSTの強みをさらに強化しつつ、拠点や研究分野の壁を乗り越えて、研究開発における「調和ある多様性の創造」をQST内に実現する。「量子エネルギー工学」、「量子材料・物質科学」、「量子生命科学」、「量子医学・医療」等の分野で世界を先導し、世界トップクラスの量子科学技術研究開発プラットフォーム構築を志す。
- 2) 量子科学技術分野の研究シーズを探索し萌芽的研究として育てる。さらにQST未来ラボを設置し拠点や分野横断的な融合領域、例えば量子生命科学等の新たな研究分野の開拓を図り拓き、世界に冠たる“QST”として先導的な役割を果たしていく。
- 3) 得られた成果を広く社会に還元し、産業界を含む研究機関や行政機関との人材交流や共同研究など、産学官連携活動を積極的に推進し、社会での役割を担い、共創を誘発する場を形成する。

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の発展に貢献する。

QSTの強みをさらに強化しつつ、拠点や研究分野の壁を乗り越えて、研究開発における「調和ある多様性の創造」をQST内に実現する。

「量子エネルギー工学」、「量子材料・物質科学」、「量子生命科学」、
「量子医学・医療」、そして安全・安心を支える「放射線影響研究」
等の分野で世界を先導し、
世界トップクラスの量子科学技術研究開発プラットフォーム構築を志す。

～量子科学技術による「調和ある多様性の創造」～

Society 5.0

超スマート社会の実現

未来を拓く
エネルギー・生活・命
に関する研究開発を推進

量子エネルギー工学
量子材料・物質科学
量子生命科学
量子医学・医療

量子科学技術研究開発プラットフォーム構築

産業界



QSTベンチャー

公的研究機関



クロス
アポイントメント



国際機関



連携大学院

大学

QST未来ラボ
戦略的理事長ファンド
イノベーションハブ

QSTの強みを生かし
さらなる融合研究推進

未来を見据えた
ポジティブサイクル確立

QST



放射線・量子ビームと物質や生命との相互作用における物理・化学・生物過程に関する理解や研究開発において **世界トップクラスに位置**
 未来のエネルギーを支える **核融合エネルギー研究開発** 豊かな生活を支える量子ビームによる **革新的機能材料研究開発**
 健康長寿を支える量子ビームによる **がんや認知症・うつ病の診断・治療研究開発** 安全・安心を支える **放射線影響研究**

QSTの強み

量子ビーム関連研究施設・ネットワークや量子ビーム、量子ビームイメージングを用いた診断・治療研究開発のための **臨床研究病院を保有**



ガンマ線照射施設



重イオン加速器
HIMAC



RI製造用
サイクロトロン



マイクロビーム
施設



イオン照射施設
TIARA



電子加速器
施設



高強度レーザー施設



放射光
J-KAREN ビームラインSpring-8



J-PARC
(JAEA)



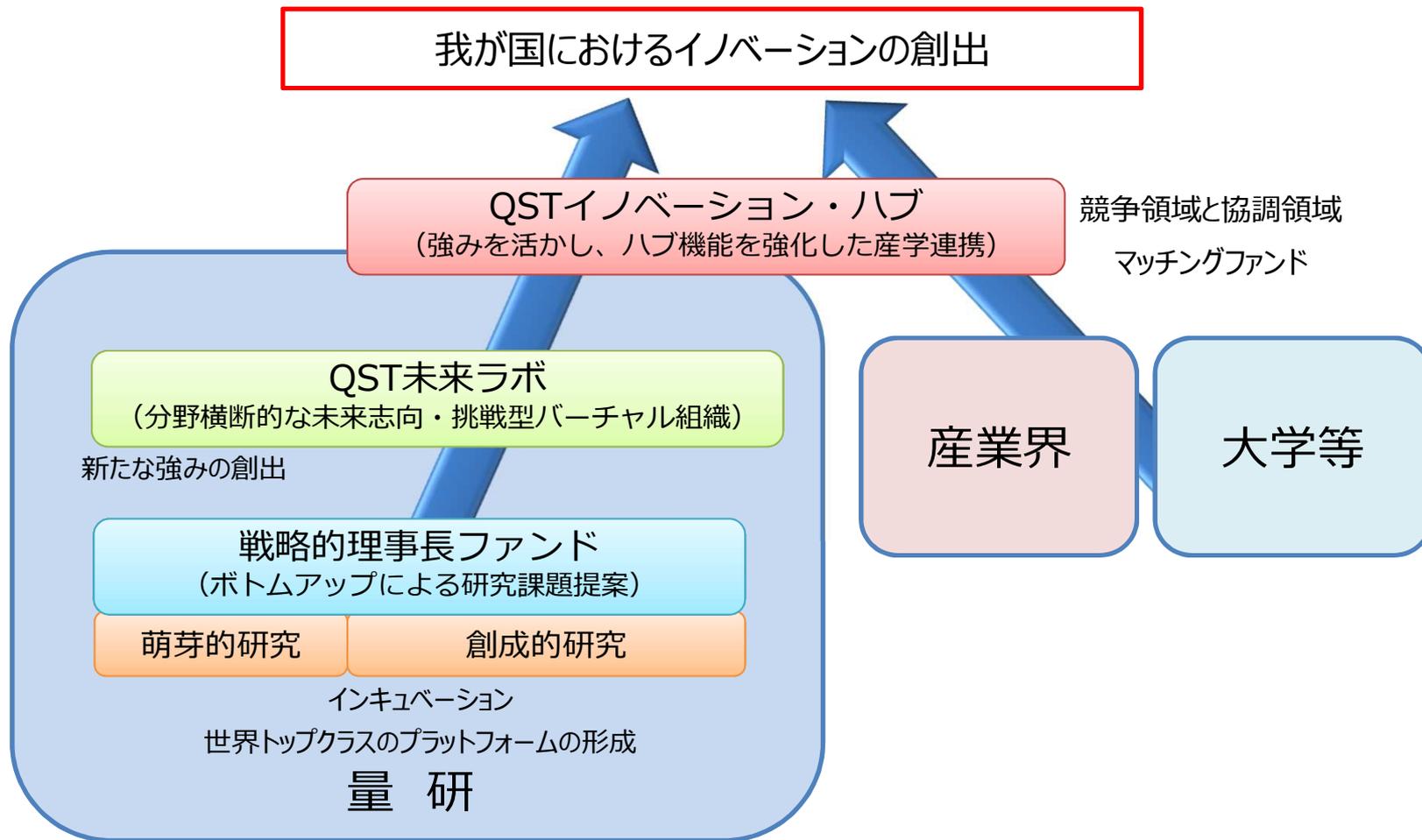
研究炉



新治療研究棟



放医研病院



産業界との連携

- 量子ビームを利用した革新的機能材料の研究開発
- 認知症やうつ病などの創薬研究開発
- 次世代重粒子線がん治療装置（量子メス）研究開発

大学との包括協定

- 大阪大学
- 千葉大学
- 東北大学
- 群馬大学
- 福島県立医科大学

QSTイノベーション・ハブ
(強みを活かし、ハブ機能を強化した産学連携)

マッチングファンド

QST未来ラボ

(分野横断的な未来志向・挑戦型バーチャル組織)

新たな強みの創出

戦略的理事長ファンド

(ボトムアップによる研究課題提案)

萌芽的研究

創成的研究

イノベーション

チームの形成

産業界

大学等

量子生命科学

QST内外の研究者をバーチャルに結集し我が国の量子生命科学の先導役を果たす

量子材料・物質科学

先端微細加工プラットフォームの形成や量子機能材料やスピントロニクス創生

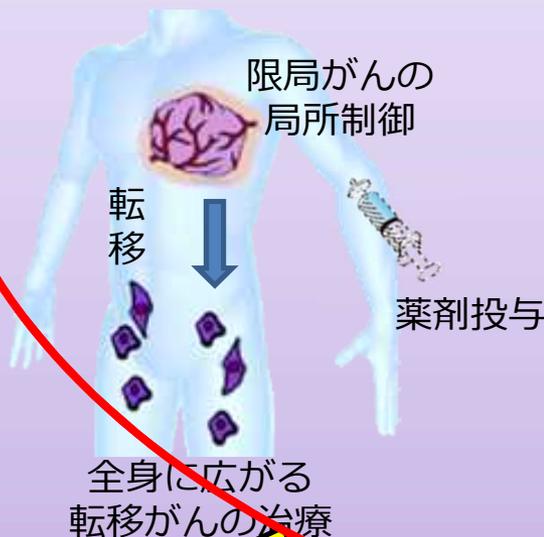
萌芽的研究 20件
創成的研究 7件

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



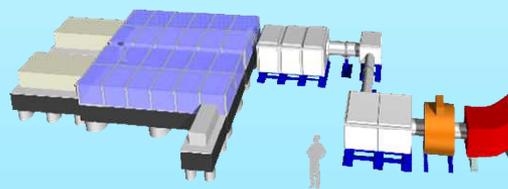
量子メス (次世代重粒子線装置)

○量子線を利用した体外からの放射線治療



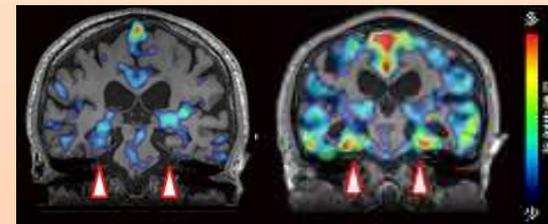
量子線回転ガントリー

○レーザー駆動加速器の開発

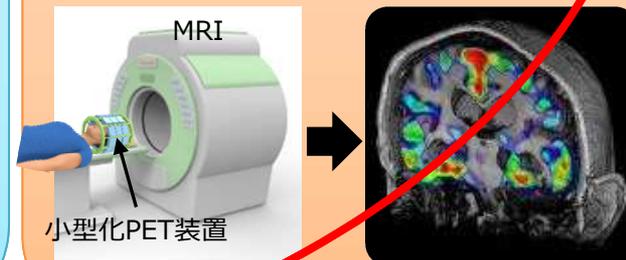


量子イメージングによる診断・治療

○認知症・うつ病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・医療の研究開発を推進し、健康長寿社会に貢献

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カ年総合戦略」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

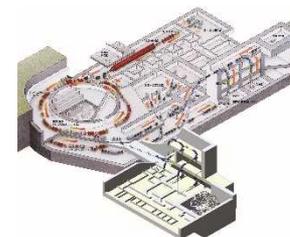
1994年(平成7年) 重粒子線がん治療の臨床研究開始

2016年(平成28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
- 群馬大学重粒子線医学研究センター
- 神奈川県立がんセンター
- 兵庫県粒子線医療センター
- 九州国際重粒子線がん治療センター



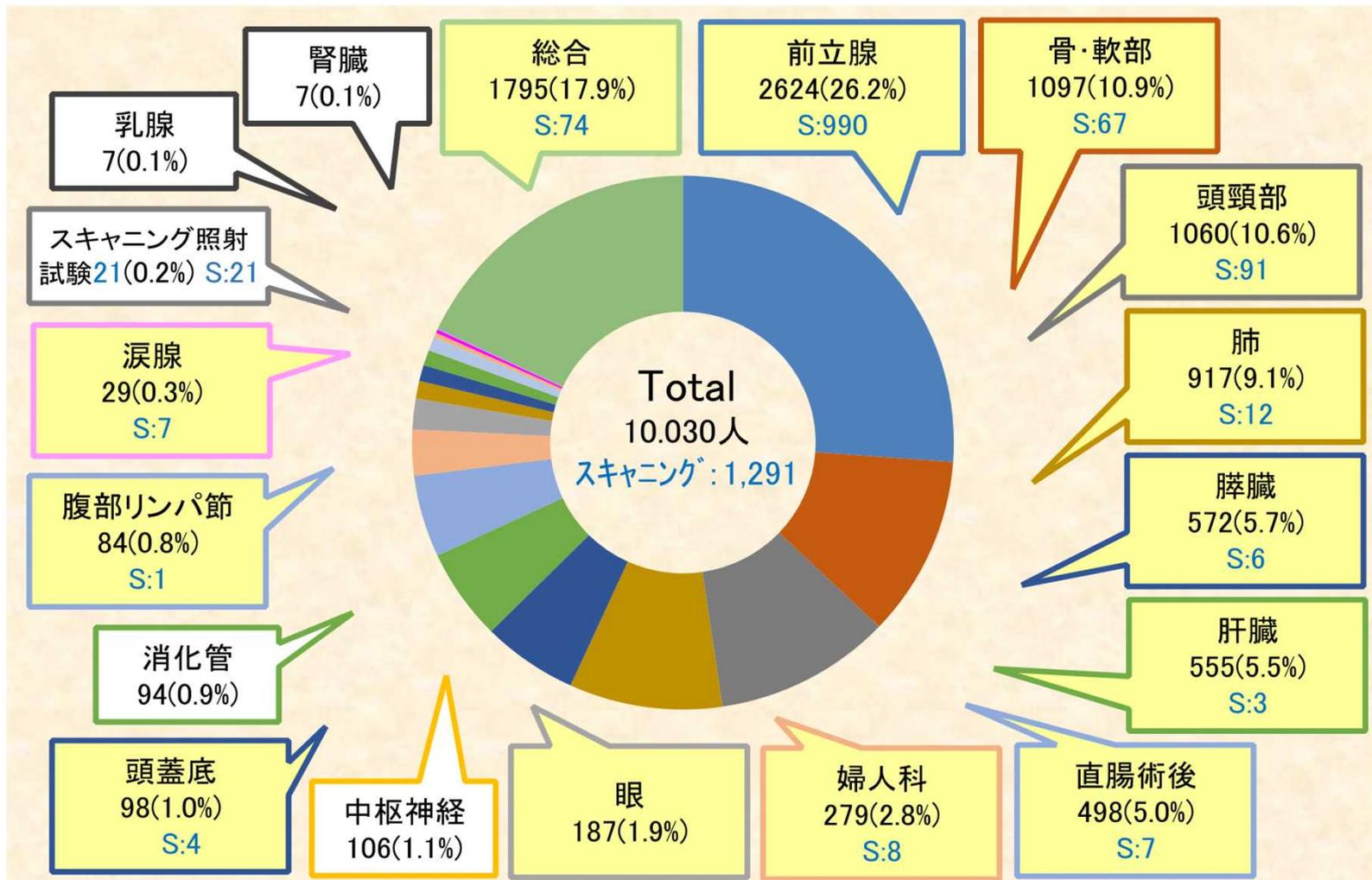
HIMAC(放射線医学総合研究所)



重粒子線照射施設(群馬大学)

疾患別登録患者数
(1994年6月～2016年7月)

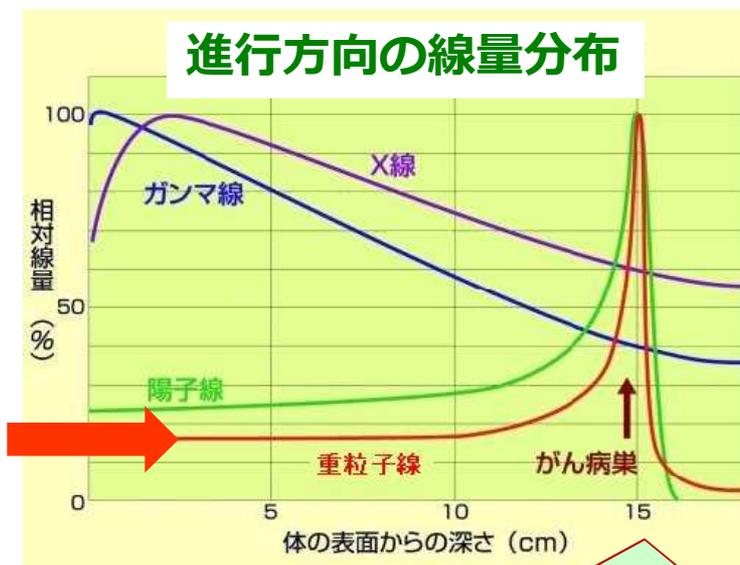
※S:スキヤング



重粒子線がん治療は、腫瘍への効果が高く、 正常組織の被ばく量の小さい放射線治療法

■ 物理的に

- 進行方向の線量分布が良い
(Bragg ピーク)
- 横方向の線量分布が良い
(散乱が少ない)



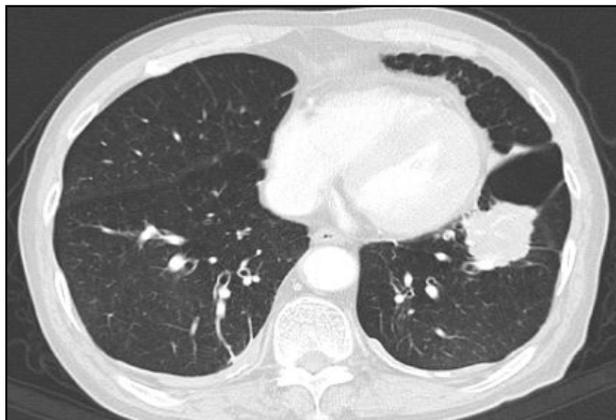
がん病巣に線量を集中できる

■ 生物的に

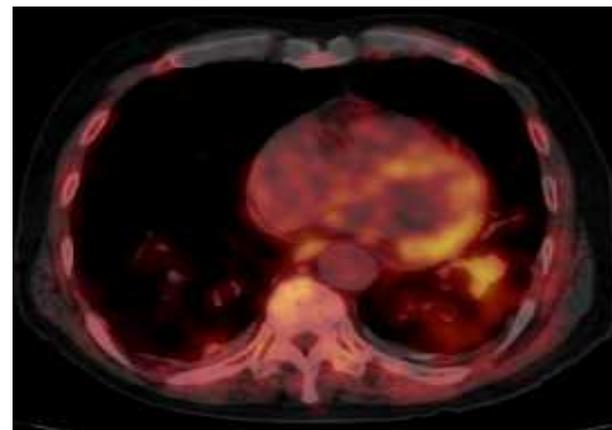
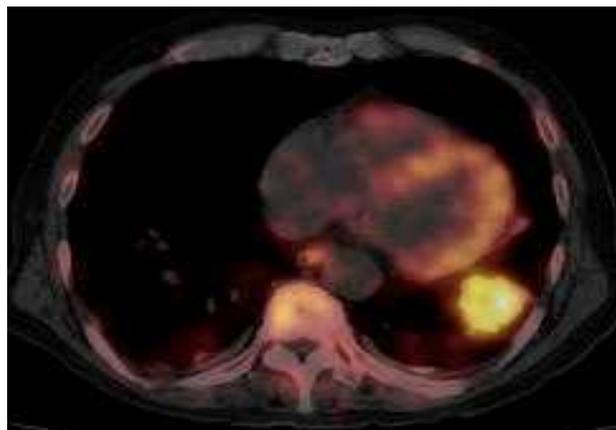
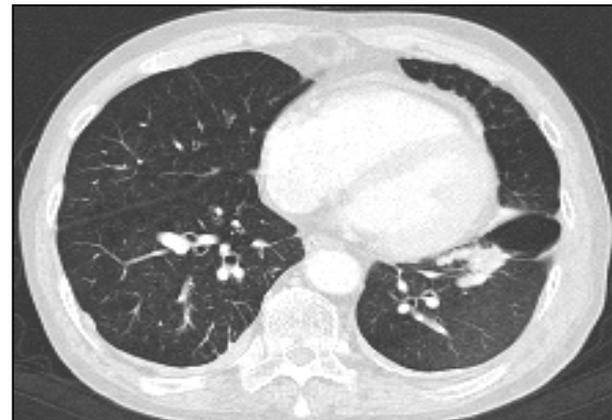
- X線、陽子線と比較して生物学的効果が大きい
- 低酸素、がん幹細胞など放射線に強い腫瘍にも有効

1回照射による治療効果

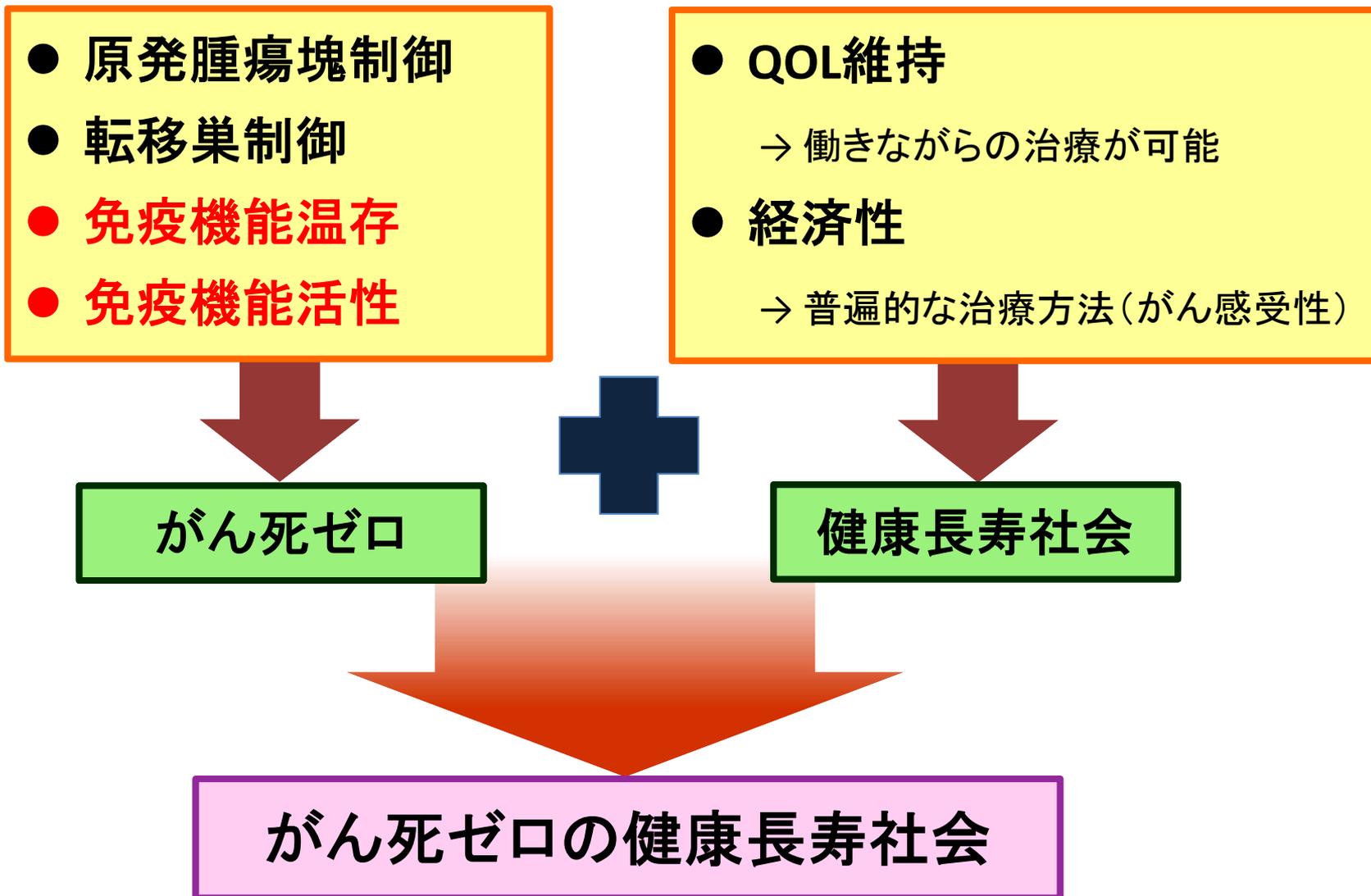
治療前CT、PET



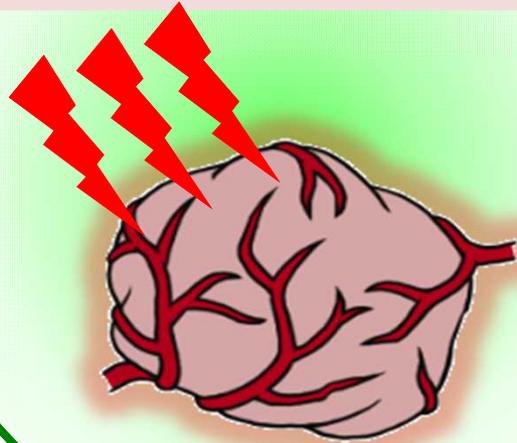
治療後CT、PET



線量 50GyE 治療例(109例): 3年生存率94%、3年局所制御率95%
縦隔リンパ節転移の頻度が減少: 10-15% → 5%以下



次世代重粒子線治療 (量子メス)



固形がん(原発腫瘍塊)

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

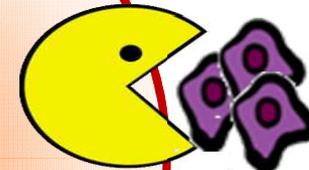


賦活化効果

- ・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



ブレーキ阻止
or アクセル増強

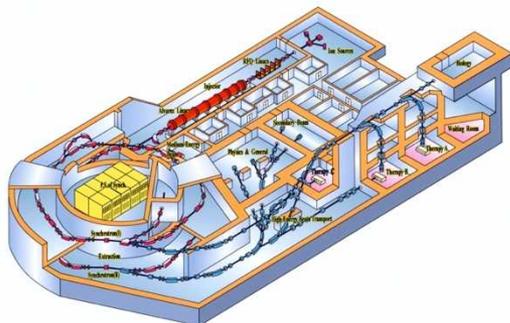


免疫制御治療併用

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

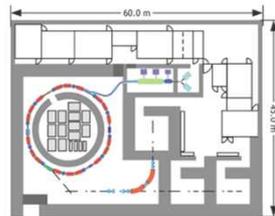
がん死ゼロを目指す

第1世代



1994年放医研
120x65m, 320億円

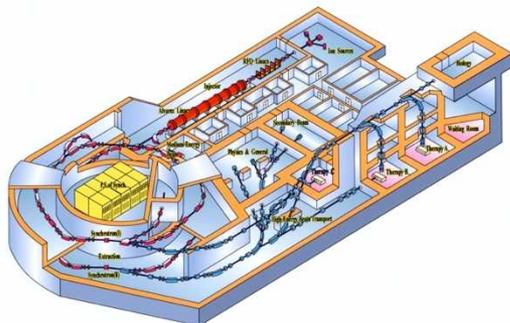
第2・3世代



2010年群馬大学
60x45m、140億円
(1/3)

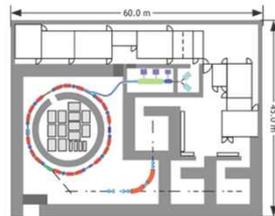
- 装置が巨大で高額 (専用建屋建設、運用費)
→費用と大きさを約1/3に出来たが **まだまだ高い!**
- 現時点では腫瘍塊の完全除去は完璧ではない
→さらなる高性能化が必要

第1世代

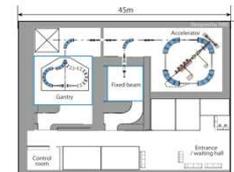


1994年放医研
120x65m, 320億円

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

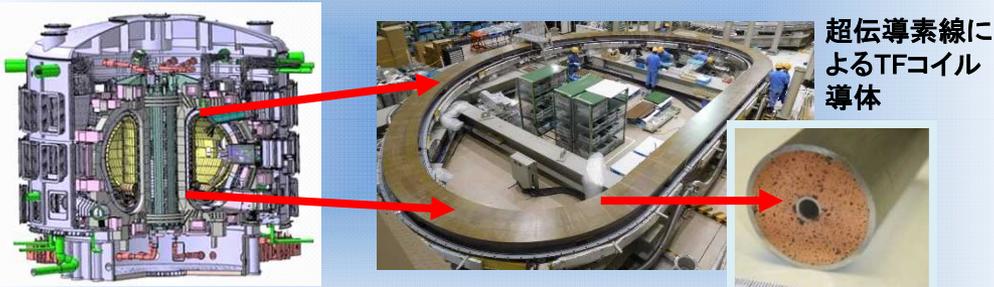
小型化 (既存の病院建屋に設置可能)

高性能化 (全てのがんで1回照射が可能)

量子メス

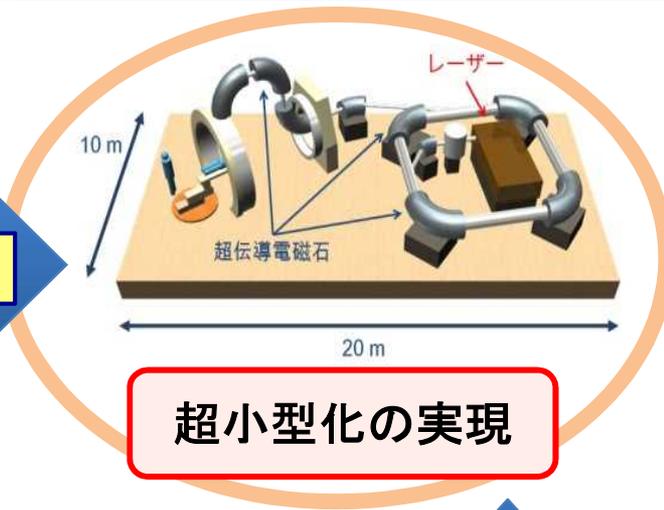
健康長寿社会への貢献

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(トロイダル磁場)コイル

超伝導



超小型化の実現

マイクロ波による従来技術 による加速の限界

高周波電場による
加速勾配: 10^7 V/m

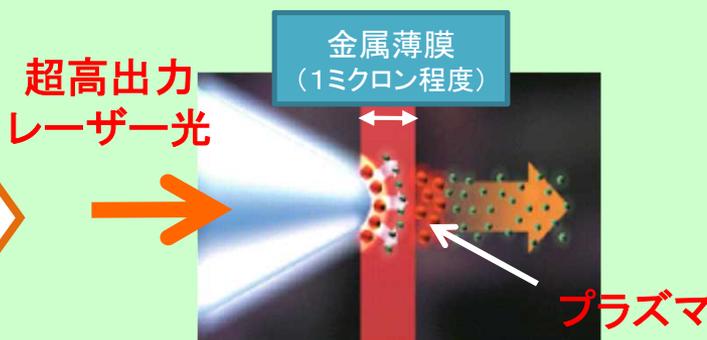
超高出力レーザー光の開発

QSTのJ-KAREN-Pは
1 PW/0.1 Hzに高度化



レーザー
加速技術
開発

パワーレーザーによる新技術



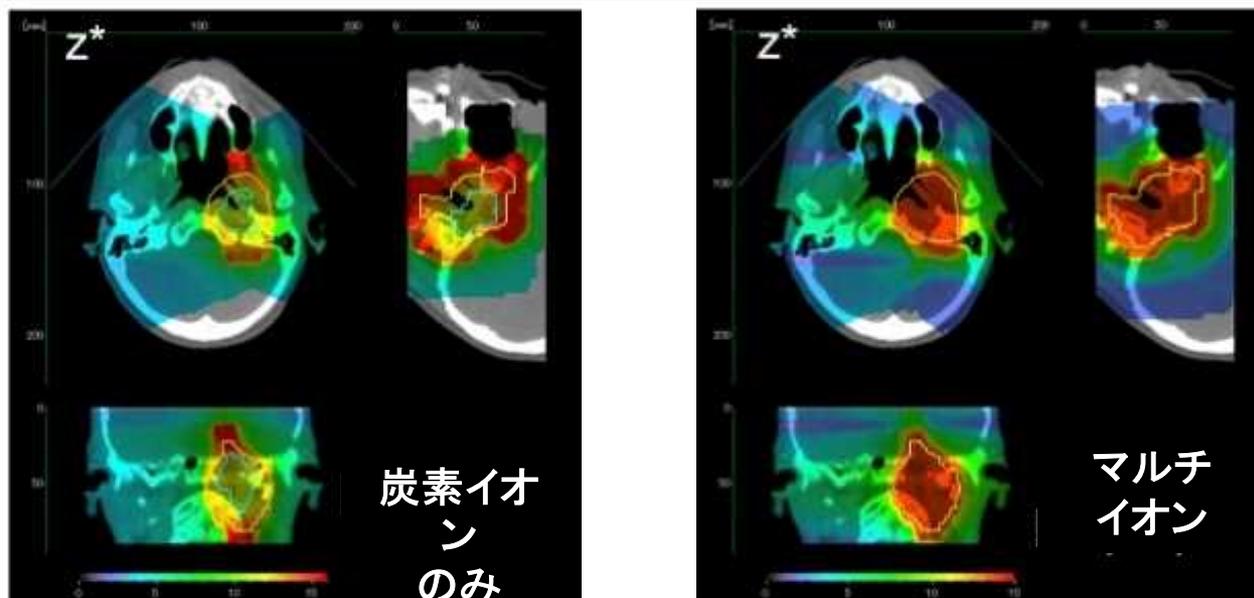
レーザー電場による加速勾配: 10^{12} V/m

実験では陽子線は43 MeV
鉄イオン線は核子あたり16MeV
のイオンビームが発生

レーザー
加速

- ✓ マルチイオン (He, N, C, O 等) 照射により、生物学的効果の制御が可能となり、がん全体に強い照射が可能となる。
- 中心部の放射線抵抗性がんに対する治療効果の向上が期待される。
- 超短期治療(日帰り1回治療)の実現性が高まる。

がんに対して与えられた生物学的効果の強度分布



右図では、がん領域(黄色線)内の生物学的効果が一様に高い

量子メス



量子メスによる1回照射治療が可能となる

- > 働きながらの治療が可能
- > 治療費抑制が可能

健康長寿社会への貢献

- ・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



三菱電機
柵山社長

日立製作所
中西会長

量研
平野理事長

東芝
綱川社長

住友重機械
別川社長

帝国ホテルにて、2016年12月13日

新しい観察・計測技術が、いつも生命科学に革新をもたらしてきた。

16世紀末～17世紀 顕微鏡の発明、フックによる**細胞**の観察

➡ 生物の基本構造の発見

個体レベルから細胞レベルへ

19世紀 ダーウィンの進化論、メンデルの遺伝実験、フレミングによる**染色体**の発見

➡ 遺伝学の誕生

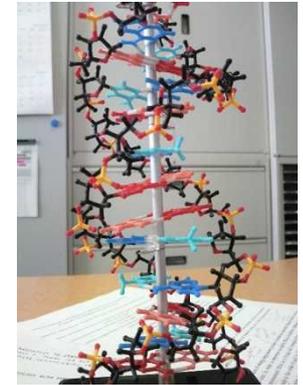
20世紀 X線結晶構造解析

→ ワトソンとクリックによる**DNA**らせん構造の発見

放射性同位体標識 → 生合成回路の解明、DNA配列の解読

電子顕微鏡 → ウイルスの観察

➡ 生命科学は**細胞レベルから分子・遺伝子レベル**へ
：**分子生物学**の誕生



分子レベルから量子レベルへ

21世紀の観察・計測技術：**「量子技術」**

半導体、蛍光分子、NMR、レーザー、放射光、イオンビーム、中性子ビームなど
量子科学に基づいた多様な先端技術

量子技術×生命科学 = 量子生命科学

量子生命科学：分子レベルから量子レベルへ

- 1) 渡り鳥はいかに方向を検知するか？
- 2) 臭覚のメカニズムは？
- 3) 酵素反応はなぜ効率よく生じるのか？
- 4) 光合成はなぜ効率よく光エネルギーを化学エネルギーに変換するか？
- 5) 遺伝情報はなぜ正確に伝わるのか？**
- 6) 突然変異が生じるメカニズムは？**
- 8) 意識とはなにか？
- 9) 生命とはなにか？



カバーデザイン 米谷テツヤ

量子力学で生命の謎を解く、
ジム・アル=カリーリ、ジョンジョー・マクファデン
水谷淳訳、SBクリエイティブ発行

量子生命科学：シュレーディンガーの予見

- 1) 古典的物理学(熱力学であれ、なんであれ)で、予測可能(無秩序から秩序)なのは、あくまでも大量の分子の平均的な振る舞いである。ミクロなレベルではこの統計的な法則は信頼できない。
- 2) 古典物理学で予測される平均的な振る舞いからのズレは、大きさに関係する粒子の個数の平方根に反比例する。すなわち1兆個の粒子で満たされている風船は気体の法則が表す厳密な挙動から100万分の1しかずれないが、わずか百個の粒子しか入っていない小さな風船は10分の1もずれる。
- 3) このような「無秩序から秩序へ」の原理が生命にも当てはまると仮定すると、遺伝の正確さを説明できるだろうか？ 仮に遺伝子の大きさを1辺が300オングストロームの立方体と仮定すると、この中に存在できる原子の数は約100万個である。100万個の平方根は1000なので、ノイズは0.1%の大きさになる。現実エラー率は10億分の1である。いくら修復過程があるとしても「無秩序から秩序へ」により説明することは不可能。

量子力学で生命の謎を解くより引用(一部改変)
ジム・アル＝カリーリ、ジョンジョー・マクファデン
水谷淳訳、SBクリエイティブ発行

量子生命科学：シュレーディンガーの予見

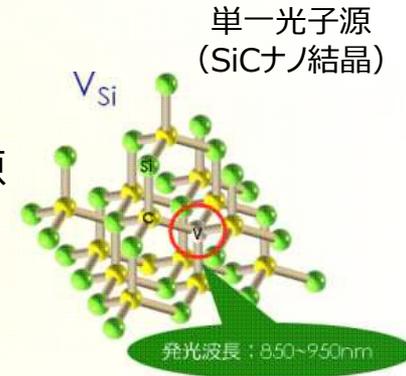
- 4) 遺伝の高い忠実性は古典的な法則では説明できない。遺伝子はあまりにも小さいので、「無秩序から秩序へ」の法則では規則性は出てこない。遺伝は量子力学に支配されており「非周期的な結晶」であるはずで、「秩序から秩序」という原理に基づくはずだ。——ワトソンとクリックによるDNA2重らせん構造の発表より実に10年前の1943年にこの考えをトリニティーカレッジ・ダブリンでの連続講義で披露、翌年1944年に「生命とは何か」を発表。
- 5) 生命体はマクロな系のように思えるが、その振る舞いの一部は温度が絶対零度に近づいた分子の無秩序さが失われたときにあらゆる系が取りうるものに近い。なぜ、生命は、普通は-273度(絶対零度)の低温でないと通用しないルール(量子力学)に高温(室温)のようなデコヒーレンスが瞬時に起こる環境で量子状態を維持できるのか？
——>これこそが生命の本態ではないか？
- 6) さらに、突然変異(非忠実性)は量子ジャンプで説明できるのでは？

量子力学で生命の謎を解くより引用(一部改変)
ジム・アル＝カリーリ、ジョンジョー・マクファデン
水谷淳訳、SBクリエイティブ発行

生物学・医学（放医研）と量子技術（量子ビーム部門）の融合



- 2016年6月30日—7月1日：両部門のグループリーダーによる**研究交流会**（高崎）
- 2016年7月12日—13日：QST内外の生物学、光源及び物性研究者による「**量子生物学合宿勉強会**」（機構内外からの約60名の参加者、於SPring-8）



量子生命科学の拠点形成に向けた取り組みを開始



開催済

● **第1回量子生命科学研究会**：2017年4月12日@東京大学山上会館

7月開催

● **第1回QST国際シンポジウム**：2017年7月25-26日@千葉幕張

量研が主催して、量子生命科学という新たな研究分野を立ち上げることを目的として開催(2017年4月12日、全国から136名が参加)。

量子ライフサイエンス、量子センサー、量子イメージング等、量子生命科学に関連する分野の最先端の研究者の発表とパネルディスカッションの実施。

セッション1:

量子技術研究者から生命科学者への
「メニュー」の提示

セッション2:

生命科学者の関心事と量子技術研究者
への注文

セッション3:

量子技術と生命科学の橋渡し: 理論研究と先行的実験研究

パネルディスカッション:

量子生命科学の概念を共有し、今後の課題を抽出し、
参加者に結集を呼び掛ける



開催済

量研が主催して、量子生命科学という新たな研究分野を立ち上げることを目的として開催(2017年4月12日、全国から136名が参加)。

量子ライフサイエンス、量子センサー、量子イメージング等、量子生命科学に関連する分野の最先端の研究者の発表とパネルディスカッションの実施。

量子生命科学研究会 設立

Japanese Society for Quantum Life Science

2017年4月12日設立

毎年1回量子生命科学研究会を開催
第2回の研究会は来年4-6月に開催

開催予定

“Quantum Life Science”

- The pathbreaking life-scientists with quantum eyes and hands -

2017年 7月25日～26日 千葉・幕張

A New Era of Quantum Life Science is coming !
Toshio Hirano, President of QST

「量子の眼と手」



1st QST International Symposium
“Quantum Life Science”
The pathbreaking life scientists with quantum eyes and hands-
July 25-27 2017
Tokyo Bay Makuhari Hall
“A New Era of Quantum Life Science is coming!”
Toshio Hirano, President of QST

Day1: Tue. 25 July

Morning
Joint Session
Toshio Hirano
Aiko Shimajiri
Hélène Langevin-Joliot
Johnjoe McFadden

Afternoon
Overview
Alexandra Olaya-Castro
Session 1: Hot topics of quantum biology
Thorsten Ritz
Akihito Ishizaki

Jacob C. Dean
Paul M. Champion
Carlos Martino

Session 2: Photosignal and DNA repair
Dongping Zhong
Takeshi Todoroki
Satchin Panda

Day2: Wed. 26 July

Morning
Session 3: Charge transfer in biomolecules and damage induction
Siphen Tanaka
Michael D. Sevilla
Tetsuro Majima

Session 4: Physical process of radiation damage to DNA and its biological consequences
Peter O' Neill

Afternoon
Marie-Anne Hervé du Penhoat
Akinari Yokoya

Session 5: Quantum imaging nano-technology for biology
Shigeki Takeuchi
Yoshinobu Baba

Session 6: Nano-circumstances and nano-sensing in a cell
Huan-Cheng Chang

Kohki Okabe
Takeshi Oshima

Conclusion
Toshio Hirano

Program Committee
Jim Al-Khalili (Chair) University of Surrey
Akinari Yokoya (Chair) QST

QST
Cabinet Office, Japan
A nuclear physicist, the granddaughter of Marie and Pierre Curie
University of Surrey, UK

University College London, UK
University of California, Irvine, USA
National Institutes of National Science and School of Physical Sciences, Japan
Princeton University, USA
Northeastern University, USA
Florida Institute of Technology, USA

Ohio State University, USA
Osaka University, Japan
Salk Institute, USA

Pierre-and-Marie Curie University, France
QST
Kyoto University, Japan
Nagoya University, Japan
Institute of Atomic and Molecular Science, Academia Sinica, Taiwan
The University of Tokyo, Japan
QST

Contact: <http://www.qst.go.jp/information/qst2017.html>
E-mail: qst2017@qst.go.jp
Address: 4-0-1 Anagawa, Inage-ku, Chiba-shi, Chiba 263-8555, Japan

プログラム委員長: [Jim Al-Khalili](#) and Akinari Yokoya

基調講演: [Prof. Johnjoe McFadden](#), University of Surrey, UK
“Advances in Quantum Biology” (仮)

セッション

- この分野の全体像
- 量子生物学のホットな話題
- 光シグナルとDNA損傷修復
- 生体分子における電荷移動と放射線損傷の誘導
- 放射線によるDNA損傷の物理過程とその生物学的意義
- 生物学のための量子イメージングのナノ・テクノロジー
- 細胞内部のナノ・環境とナノ・計測

招待講演者

海外: 12名
国内: 9名

開催予定

“Quantum Life Science”

- The pathbreaking life-scientists with quantum eyes and hands -

2017年 7月25日～26日 千葉・幕張

A New Era of Quantum Life Science is coming !
Toshio Hirano, President of QST

「量子の眼と手」



プログラム委員長: [Jim Al-Khalili](#) and Akinari Yokoya

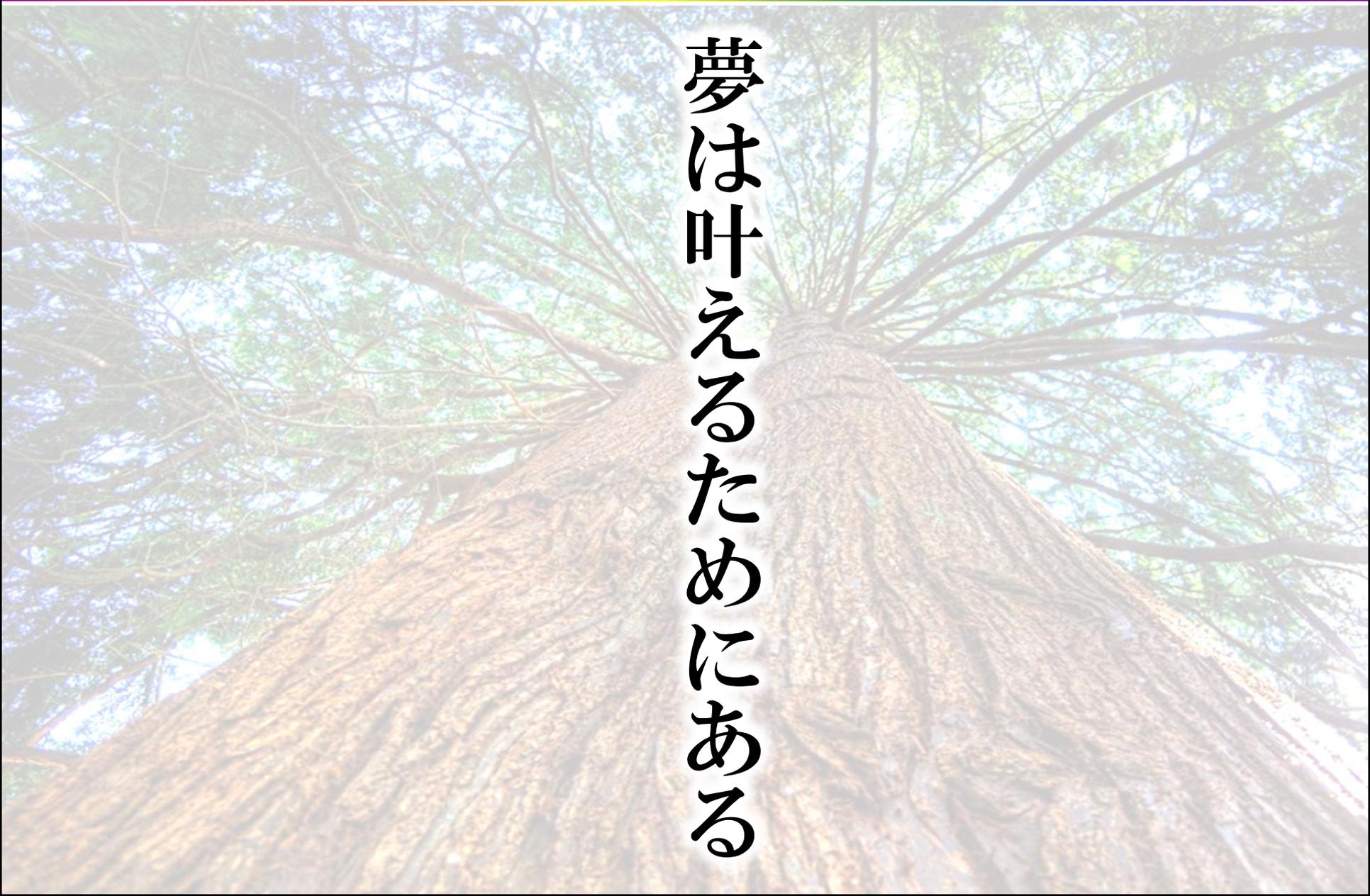
基調講演: [Prof. Johnjoe McFadden](#), University of Surrey, UK
“Advances in Quantum Biology” (仮)

セッション

- この分野の全体像
- 量子生物学のホットな話題
- 光シグナルとDNA損傷修復
- 生体分子における電荷移動と放射線損傷の誘導
- 放射線によるDNA損傷の物理過程とその生物学的意義
- 生物学のための量子イメージングのナノ・テクノロジー
- 細胞内部のナノ・環境とナノ・計測

招待講演者

海外：12名
国内：9名



夢は叶えるため
にある