

イノベーションを支える先端科学技術基盤

独立行政法人理化学研究所が運営している大型放射光施設SPring-8と、X線自由電子レーザー施設SACLAは、世界最高レベルの特殊な光を発する施設として、基礎科学研究のみならず産業利用にも広く供用されている。これを中心に、大学や企業研究機関の集積も進み、国内外から数多くの研究者が訪れている。



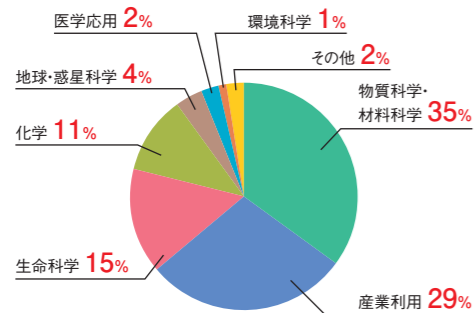
提供:理化学研究所

SPring-8

世界に3つしかない大型の放射光施設で、1997年の供用開始以来、世界最高性能の地位を維持している。放射光とは非常に強く明るい電磁波で、これを用いるとピコスケール*の物体を見ることができる。巨大な円形の施設で、1周約1.5kmのリングの中を光速に近い速度で電子が回り、放射光を発生する。現在稼働中の56本のビームライン(BL)には、企業や大学、研究機関などが使うものと、時間単位で借りることで共用されるものなどがある。

ライフ分野においては、がん遺伝子が作り出すタンパク質を解析するなど、多様な疾患の仕組みを明らかにして治療法の開発に役立っているほか、グリーン分野では、リチウムイオン蓄電池の正極粒子の劣化について解析して寿命を向上させるなど、幅広いジャンルで新製品や新技術を生んでいる。共用BLを遠隔操作して実験できる基盤の整備にも注力し、研究・開発から実用化までのスピードアップに大きく役立っている。

■ SPring-8の共用・専用BLの研究分野(2013年度)



提供:理化学研究所

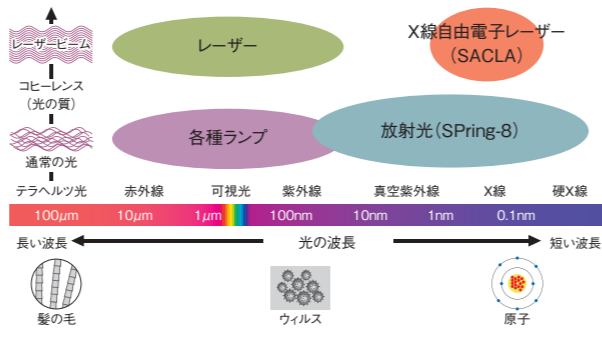
SACLA

SPring-8はピコスケールで物体の形(静止画)を見る装置だが、SACLAはさらに動きや変化(動画)を見ることができる。

X線自由電子レーザー施設は世界に2つしかなく、SACLAは世界一短波長の短いX線レーザーを発生することができる。つまり世界一小さなモノを見ることができるということだ。2012年に供用を開始し、1,000兆分の1秒の間に起こる化学反応の様子を測定するなど、科学の新しい扉を開く成果を挙げ始めている。

ライフ分野においては、医薬品開発のカギとなる膜タンパク質を従来よりも容易かつ鮮明に構造解明できるようになったため、これまでにない医薬品の開発や、グリーン分野では、電気のもととなる電荷の発生メカニズムをコマ送り分析できるようになったため、革新的な変換効率を持った太陽電池の開発などが期待されている。

■ 放射光とX線自由電子レーザーとは



※ ピコメートル(pm):1mmの10億分の1
ナノメートル(nm):1mmの100万分の1 マイクロメートル(μm):1mmの1,000分の1

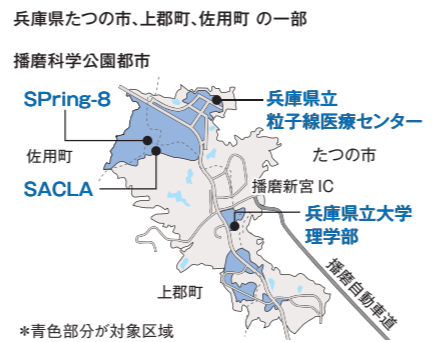
提供:理化学研究所

播磨科学公園都市地区

世界的な科学技術基盤を有する播磨科学公園都市では、国際的な研究開発と産業化の拠点として企業のイノベーションを創出すべく、放射光とシミュレーション技術を組み合わせた取組みが進められている。

本特区の税制支援を活用して、SPring-8にスマートコミュニティや次世代自動車などに必要なリチウムイオン蓄電池や燃料電池などを作動状態で観察できる設備を設置し、革新的な製品開発などを目指す企業があるほか、財政支援を活用した、スーパーコンピュータ「京」の産業利用の拠点となるローカルアクセスポイントを設置するプロジェクトにより、シミュレーション技術を活用した研究の進展が期待されている。

播磨科学公園都市地区の区域



*青色部分が対象区域

関西国際戦略総合特別区域地域協議会事務局

〒530-0005 大阪市北区中之島5丁目3番51号 大阪国際会議場(グランキューブ大阪)11階
http://kansai-tokku.jp/

播磨科学公園都市地区

関西イノベーション国際戦略総合特区

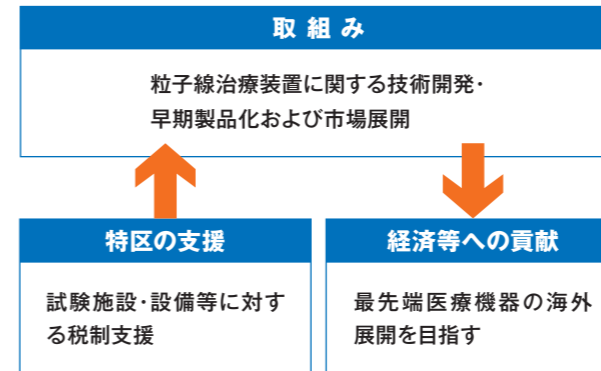
世界有数の先端科学技術基盤を擁する「光科学のまち」からイノベーションを

1997年に供用を開始した大型放射光施設SPring-8を中心に、官民の研究施設・教育施設が集積する播磨科学公園都市地区。2012年にはX線自由電子レーザー施設SACLAも供用を開始し、光科学を軸とした研究拠点としての魅力を増している。さらにここでは、放射線治療の一種である粒子線治療の開発・普及に向けた取組みも進められている。



事例 三菱電機株式会社、兵庫県立粒子線医療センター、株式会社ひょうご粒子線メディカルサポート

事例概要



治療が難しかった「がん」に威力を発揮する粒子線治療

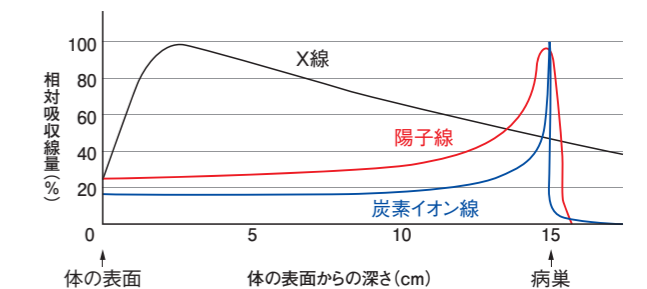
粒子線治療という最先端のがん治療法をご存じだろうか。従来の放射線治療よりも治療効果が高い上に体へのダメージが少なく、さらには治療が難しかったがんを治すことができる画期的な放射線治療の一種である。

従来の放射線治療では、がん細胞を死滅させるためにX線などの電磁波を病巣に向けて照射している。X線は体の表面近くで最も線量が高くなり、体の深部に行くに従って減退する。つまり、病巣よりも通り道となる正常組織に多くの放射線が照射されてしまう。一方の粒子線は、体の中をある程度進んだ後、急激に高いエネルギーを周囲に与え、そこで消滅するという特性を持つ。つまり、正常組織への影響を最小限に抑え、病巣に高線量を集中させられるのだ。この特性により高齢者や持病がある患者など外科的手術が難しいケースや、病巣の近くに重要な神経

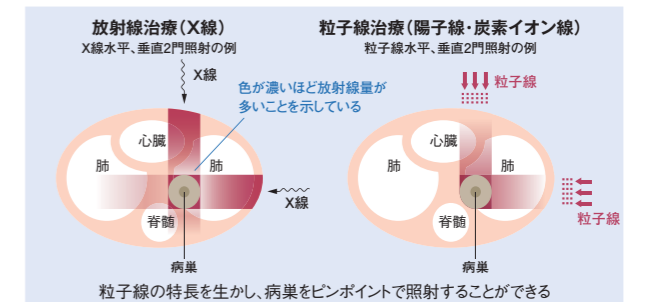
や臓器があつて治療が難しいケースで効果を発揮する。具体的には鼻腔などの頭頸部、肺、肝臓、前立腺、骨などにできたがんに適しており、がん患者の約6.5%、年間で約3万人(2004年文部科学省)が対象になると推計されている。

粒子線治療で用いられているのは水素原子核を用いた陽子線と、炭素原子核を用いた炭素イオン線(重粒子線)の2種類。特性はどちらもほぼ同じだが、線量あたりの細胞殺傷率が異なる。陽子線はX線とほぼ同等なのに対し、炭素イオン線はX線の2、3倍の効果がある。一方で、炭素イオン線は陽子線よりも重い原子核を用いるため、より大規模な設備が必要となる。

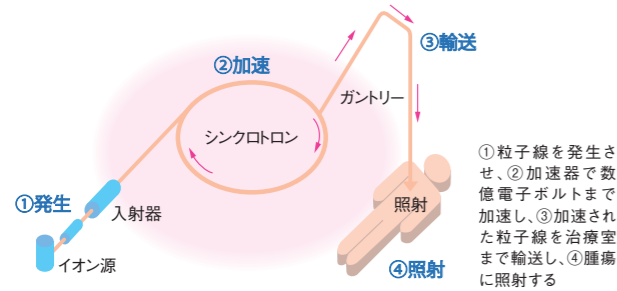
■ 体内で吸収される線量の分布特性



■ 粒子線治療の特長



■ 粒子線治療装置の機能



①粒子線を発生させ、②加速器で数億電子ボルトまで加速し、③加速された粒子線を治療室まで輸送し、④腫瘍に照射する

自社と医療現場の両方で
機器開発を進める三菱電機

現在、粒子線治療を行っているのは全国で11施設。陽子線の施設でも部品点数は10万以上、施設導入費用は40億円以上、さらに20m四方の建屋が必要となる壮大なものだ。

粒子線治療装置の開発・製造に取り組むメーカーの中でも国内トップシェアを誇る三菱電機株式会社(東京都)は、特区事業として技術開発を進めている。「神戸市にある電力システム製作所内に陽子線用の検証機を設置し、医療機器製造販売承認の早期取得を目指して検証を進めています。対象となる機能は3つ。線量を現行より3倍以上に高めることで照射時間を短縮する『高線量率照射』、より複雑な病巣に対して的確にビーム照射することで治療の効率化を高める『高精度スキャンニング』、照射方法の切り替えを瞬時に行う『ユニバーサルノズル』です。そして、小型化と低価格化にも挑戦し続けています」と、三菱電機関



三菱電機関西支社
先端・医療システムチーム
サブチームリーダー
永谷武士さん

西支社の先端・医療システムチーム サブチームリーダーの永谷武士さんは説明する。

同社の開発拠点は播磨科学公園都市に立地する兵庫県立粒子線医療センター(以下、医療センター)内にもある。研究利用目的の開発照射室で医療現場と密接に連携しながら、新機能の開発に向けた実験や検証を行っている。



電力システム製作所(神戸市)にある
新型シンクロトロン
加速器

兵庫県立粒子線医療センターとの連携で
生まれた大きな成果

医療センターは自治体運営としては日本初の粒子線治療施設として、2003年に治療を開始した。一つの装置から陽子線と炭

素イオン線の2種類のビームを照射できる世界初、日本で唯一の施設だ。

医療センター参与の須賀大作さんは「開設に施設全体で280億円、装置だけでも100億円以上という大きな投資が必要となるため、数十社によるジョイントベンチャーの形で設備を導入しました。その結果、部品ごとにメーカーがバラバラになり、保守管理やトラブル時の対応など、実際に運用していく上で課題が出てきました。その改善を依頼したことが、三菱電機との連携のスタートでした」と語る。

スタッフに調査を行ったところ、120項目にも及ぶ改善要望が明らかになった。「解決方法を考えたとき、われわれユーザー側にあるマシンをお互いの『開発機』とみなし、そのマシンの改



兵庫県立粒子線医療センター
参与 須賀大作さん

善を三菱電機が実践して検証することにしました(須賀さん)。これらの改善要望について、医療現場のスタッフと連携しながら、検証を繰り返し、次々に装置に実装。この取組みをもとに、従来にはなかった画期的な技術が生まれ、三菱電機はいくつかの特許を取得している。

運用効率化は劇的に改善
独自の治療計画システムが強みに

医療センターの最大の強みは、陽子線と炭素イオン線を選択できることであるが、当初はその切り替えに1時間を要し、運用効率面では課題があった。

「装置や手順の改善を重ねて、今では切り替え時間が60秒にまで短縮されています。また、時間短縮はそれだけでなく陽子線の照射時間の大幅な短縮にも成功しています。例えば前立腺がんの治療で以前なら60秒間の照射が必要だったところ、今では25秒で同じ効果が得られるようになりました」と医療センター事務部長の亀井了さんは話す。

治療を始めた当初、1日に照射できるのは多くとも10人程度であったが、今では100人程度が可能になった。このような実績は世界トップレベルだという。5つの照射室を効率的に運用することで、一人ひとりに十分な声掛けやフォローをしながら多くの患者を受け入れられるようになっている。

「三菱電機は装置だけでなく治療計画システムも自社開発しているのが、ほかのメーカーにはない魅力ですね。放射線治療で考えるべきは、いかに正常組織を守りながら、がん病巣に集中して照射するか。そのために、粒子線の複雑な特徴を勘案しながら、患者さんごとにシミュレーションして、照射範囲や角度、強度などを決めていきます。これまで1万人以上の患者さんが治療を受け、素晴らしい成果があがっているのは、装置だけでなく、こうした治療計画システムが



回転ガントリー照射室

が

優秀だからです」と須賀さんは話す。

さらに、三菱電機製装置はすべて同じシステムで運用されているため、装置にトラブルが起こった場合でも、ほかの施設が患者さんを引き受けて治療を継続するという横の連携も容易になる。三菱電機の永谷さんは、「医療センターは常に、最も手厳しい要望を突きつけてくるユーザーであり、当社の装置が進化してきた原動力の一つです。また、医療現場の方々から納めただけのサービスを提供できているということは、当社にとって、とても大きな強みになっています」と連携の効果を語る。



兵庫県立粒子線医療センター



加速器

粒子線治療装置の導入をサポートする
コンサルティング会社が誕生

三菱電機と医療センターとの連携からは、新たに開設する粒子線治療施設を支援する取組みも生まれている。

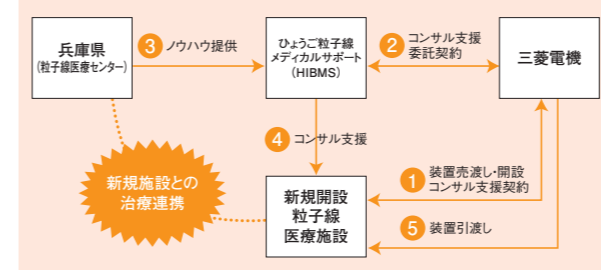
医療センターは、福島県など国内の2施設が三菱電機製の装置を導入する際、建屋設計などの計画段階から支援を行い、非常に時間が掛かる装置の調整もサポート。さらに、医師、放射線技師、医学物理士を数カ月間、医療センター内に受け入れ、粒子線治療に必要な技術と知識について研修を行った。

2011年11月には、新規施設の立ち上げ支援を効率的、効果的に行うために、株式会社ひょうご粒子線メディカルサポート(HIBMS)というコンサルティング会社が誕生した。

「兵庫県が蓄積してきた粒子線治療に関する価値の高いノウハウを用いて、新規施設を支援することは、公立施設の使命の一部ではありますが、県単独では、県外、さらには海外での支援に限界がありました。そこで、兵庫県と三菱電機を含む粒子線治療関係メーカー数社が出資して、株式会社という形で、日本全国さらには海外の施設も対象にノウハウ提供や人材育成を積極的に行っていくこととしました」と、HIBMS総務課長の瀧口直彦さんは語る。

現在、HIBMSは2016年の開業を目指す、県外2施設の支援を手掛けている。

■ HIBMSの役割



特区をきっかけに目標を共有することで、
より大きな成果に期待

三菱電機が特区の事業者として認定されたことについて永谷さんは「税制支援を活用し、検証機を導入できたことは、とても大きな励みになると同時に、成果を出さなければならない使命感も強く感じています。また、特区の枠組みができたことにより、地元自治体とより連携できたことも大きなメリットだと思います」と語る。

先端医療機器を開発し、国内外に展開するために、薬事承認にかかる時間短縮などが期待されており、PMDA*関西支部の開設も追い風となっている。そして、効果は既に出つつあるとHIBMSの瀧口さんは語る。「特区をきっかけに、関係機関が薬事承認の円滑化など、規制緩和の要望について中身の濃い議論を重ね、その重要性を深く認識しました。行政と企業は、共通の目標に向かって進む仲間だという認識も強くしました」

これらに加え、PMDAの協力のもと、審査前の事前相談の場を有効活用し、必要なデータや書類を正しく把握することで、手戻りなくスムーズに審査に入れるようになるなど、適正かつスピーディーな審査が実現しつつある。

「どのような大手メーカーでも、薬事承認には多くの時間と労力をかけており、自治体にはしっかりとしたサポートをお願いしたい。薬事承認が円滑に進んでいくことは、特区事業以外の企業にとってもメリットとして波及するはずであり、これこそが特区の意義だと感じています(瀧口さん)」

* PMDA: 独立行政法人医薬品医療機器総合機構。医薬品、医療機器の承認審査をはじめ、革新的な医薬品・医療機器・再生医療等の早期創出に必要な薬事戦略相談や実地調査等を行う。関西の先進的なシーズや研究成果をいち早く実用化するため、関西特区として設置を強く求め、2013年10月に関西支部が開設された。

さらなる発展のために海外展開を目指す

粒子線治療装置のような巨大かつ精密な医療機器を海外展開できれば経済への波及効果は非常に大きい。開発・製造には、高い技術力を持つ中小の製造企業が必要とされることから、地場産業の活性化にもつながるのだ。

海外展開のためには、例えば日本での薬事承認を相手国でも有効とするような相互承認の枠組みの構築や、日本製医療機器のレベルの高さを海外にアピールするトップセールスなど、国が取り組むべき課題も多い。

一方で、地元でできる取組みは何か。

医療センターの亀井さんは「海外の医師、技師を受け入れ、実際の機器を使用したトレーニング実施も想定しています。さらに将来、海外の治療施設でトラブルがあった場合、患者さんを受け入れて、治療継続するという形があってもいい。アジア諸国であれば距離的にも近いので、粒子線治療におけるアジアのトレーニングセンターやバックアップセンターとなるのが、われわれの将来像ですね」と語る。

「皆さんがおっしゃる通り、われわれとしても、海外の医療従事者が欲しいと思う装置を作り、その魅力をうまく発信していきたい。特区がそのきっかけになってくれることを期待したいです」と三菱電機の永谷さんは締めくくった。