

Particle Therapy  
Solution

株式会社 日立ハイテク

〒105-6409 東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 虎ノ門ヒルズ ビジネスタワー  
TEL : 03-3504-7111 (大代表)

ヘルスケア事業統括本部 治療システム事業部

粒子線治療事業推進本部

〒105-6409 東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 虎ノ門ヒルズビジネスタワー  
TEL : 03-3504-7900

<https://www.hitachi-hightech.com/jp/ja/products/healthcare/treatment/pbt/>



# 日立の粒子線治療ソリューション

Hitachi Particle Therapy Solution

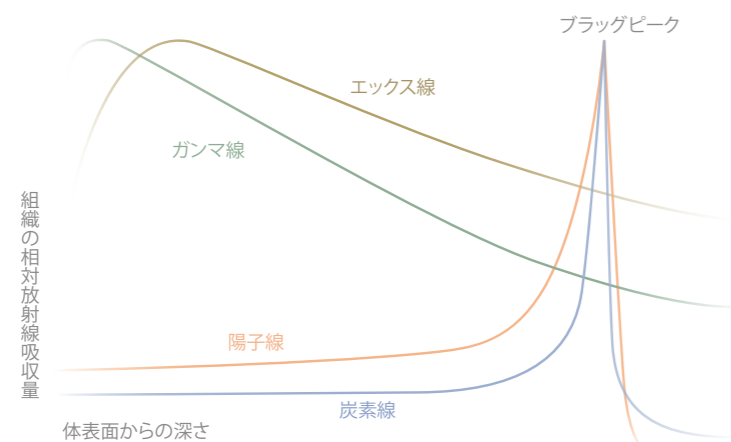
## 世界中のがん治療のリーダーに選ばれる 粒子線治療システム

粒子線治療は、最も先進的ながん治療の1つです。高線量の粒子線を患部に高精度で照射することで、周辺の正常細胞への被ばく線量を大幅に減らし、従来の放射線治療に比べて副作用を大幅に抑えることができる——これが粒子線治療の特徴です。

今日のように多くのがん患者様が粒子線治療を利用いただけるようになるまでには、長年にわたる研究開発、さまざまな技術的および臨床的経験とともに、世界のトップクラスの病院やがんセンターとの共同作業が必要でした。日立は、粒子線治療の現場に最高レベルの品質、臨床的有用性、そして最先端のイノベーションを治療システムとして提供し続けており、お客様より高く評価いただいております。

## 粒子線治療とは？

がん治療における荷電粒子、すなわち粒子線の物理的な特徴が発見されてから50年以上にわたり、粒子線の臨床応用が推進されてきました。粒子線は体内に入ると少量のエネルギーを放出しながら進みます。そして腫瘍部位に到達すると、止まる直前に粒子線が保有するエネルギーを一気に放出します。この放出するエネルギーを腫瘍部位形状に応じて制御することで、腫瘍部位に集中した照射が可能となります。その結果、腫瘍付近の正常組織や重要臓器への影響を最小限に抑えることができるため、他の治療法と比較して、治療による副作用等の身体的な負担を軽減または回避できます。このような特長から、治療後のより生活の質 (QOL) の高い治療法として、粒子線治療を求める患者様の数は世界的に着実に増えています。





# 高精度ビーム制御技術

## Ultra High Precision Beam Control Technology

日立は、1970年代に高エネルギー物理学実験用のシンクロトロン加速器の研究開発に着手し、継続的な製品改良の結果、より高精度なビーム制御技術を構築してまいりました。日立はそのコア技術を活用して、病院に併設可能な粒子線治療システムを提供し、現在も新たな治療ニーズに応えるため顧客との協創を継続しております。

### 強度変調粒子線治療

IMPT: Intensity Modulated Particle Therapy

日立は、2008年に米国市場にFDA 510(k)認定および臨床的に実装されたスキャンニング照射法を初めて導入しました。スキャンニング照射法は、今日における高精度ビーム照射の標準的な技術です。日立のスキャンニング照射システムは、より高精度な照射技術のひとつである強度変調粒子線治療 (IMPT) を実現します。日立の粒子線治療システムでは、これまで多くの患者様に対しIMPTが適用されており、治療実績において業界をリードしています。

### 動体追跡照射システム

RGPT: Real-time image Gated Particle Therapy

呼吸またはその他の要因により移動する腫瘍部位への照射は、スキャンニング照射法の課題のひとつでした。日立は北海道大学との協創により、動体追跡照射システムを開発しました。これは、腫瘍近辺の健全組織、器官を温存しながら、移動する腫瘍部位へ粒子線の集中照射を可能にする革新的技術です。

### ガントリー搭載型コーンビームCT

Gantry-mounted Cone Beam CT

正確な治療には、粒子線照射前の正確な患者位置決めが必要です。そのためには、腫瘍部位の位置と形状を観察できる高解像度イメージング技術が必要です。北海道大学と共同開発したガントリー搭載コーンビームCTは、照射位置での患者の3D画像を提供します。また、直行する二対のX線撮像系を同時使用する2軸CBCT撮影機能も搭載可能です。2軸CBCTは、1軸CBCTよりも撮像時間が35%短縮されます。また、この機能は撮像時間の短縮が必要な場合や、患者固定具等との干渉によりガントリー回転角度が制限される場合に有用です。さらに、日立のスキャンニング照射技術と併用することで、照射精度をより高めることが可能です。CBCTは、腫瘍部位の治療に伴う経時的な形状変化に応じた照射を実現するアダプティブ治療の実現においても重要な要素です。

高精度スキャンニングビーム照射

動体追跡照射システム

### 移動性臓器対応アダプティブ治療

Adaptive Particle Therapy for Moving Targets

移動性臓器に対応したアダプティブ治療への応用が期待できる2軸四次元CBCT技術は、北海道大学と共同開発した2つの技術、動体追跡技術、及び、直行する二対のX線撮像系の同時使用技術を組み合わせたものであり、2020年9月に医療機器の製造販売承認を取得しました。腫瘍部位の三次元的形状と位置の時間的変化を把握することができます。この技術により、二次元のX線画像や従来のCBCTでは視認が困難であった動く部位における腫瘍及び周辺組織の鮮明な三次元画像を取得することが可能となり、患者位置決め精度の向上に繋がりました。現在製品化に向けさらなる開発を推進しております。

### 高効率なシンクロトロン加速器

Power-efficient and Clean Synchrotron

日立は、高エネルギー物理学実験用シンクロトロン加速器の納入実績を活かし、粒子線治療システムに求められる高効率で安全性に優れ、治療運転に専門技術者が不要な、医療用シンクロトロン加速器を開発しました。

### 省エネルギー性

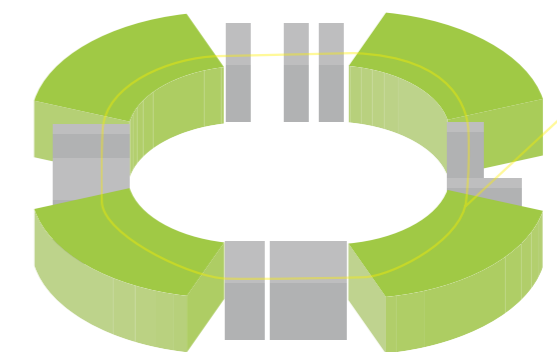
シンクロトロン加速器は、治療に必要なタイミングで、治療の要求に応じたエネルギーの粒子線を提供できます。また、夜間の暖機運転等も不要なため、施設の運転コストを低く抑えられます。

### 高いメンテナンス性

シンクロトロン加速器は、粒子線のエネルギーを加速器内で制御可能です。そのため、加速器の外部にディグレーダ (ESS: Energy Selection System) は不要です。ディグレーダが不要なため、治療システムから発生する中性子量は非常に低く、万が一、治療システムの緊急メンテナンスが必要となった場合にも、中性子量の減衰を待つことなくシステムへのアクセスが可能です。

### システムの廃棄

システムの導入を計画される際には、一定年数使用後のシステム廃棄時に課題となる、放射化物の廃棄についても事前に考慮する必要があります。シンクロトロンは治療に必要な粒子線の供給・利用効率が高く、ディグレーダも不要なため、治療システムの構成機器および建物内壁の放射化を低く抑えられます。そのため、将来の廃棄費用を最小限に抑えられます。



シンクロトロン加速器

# 信頼と実績のソリューション

Reliable Solution

日立は、25年以上に亘る長年の粒子線治療システムのメンテナンス実績・経験をもとに、粒子線治療システム装置の提供から日々の運用・保守サポートに至るまで、お客様へ質の高いサービスを提供してきました。これまでのお客様と同様に、これからのお客様にも、納期遵守、スムーズな施設立上げ、高い治療稼働率を提供いたします。

## 業界トップレベルの高稼働率※

日立は、高い技術力と品質へのこだわりを持ち、患者様を第一に考え、現場での保守サービスと24時間365日リモートによる保守サービスの連携により、シームレスな保守サービスを提供することで高い稼働率を実現しています。

※装置の稼働率保証はオプション契約となります。



日立保守チームによる信頼の保守サービス

## ユーザートレーニング

粒子線治療を牽引する世界のトップクラスのユーザーネットワークをフルに活用し、新たに導入を決めたお客様には、治療開始前に経験豊富なエキスパートによるお客様向けトレーニングの機会をご提供する他、オンサイトでの運用・運営ノウハウを提供いたします。

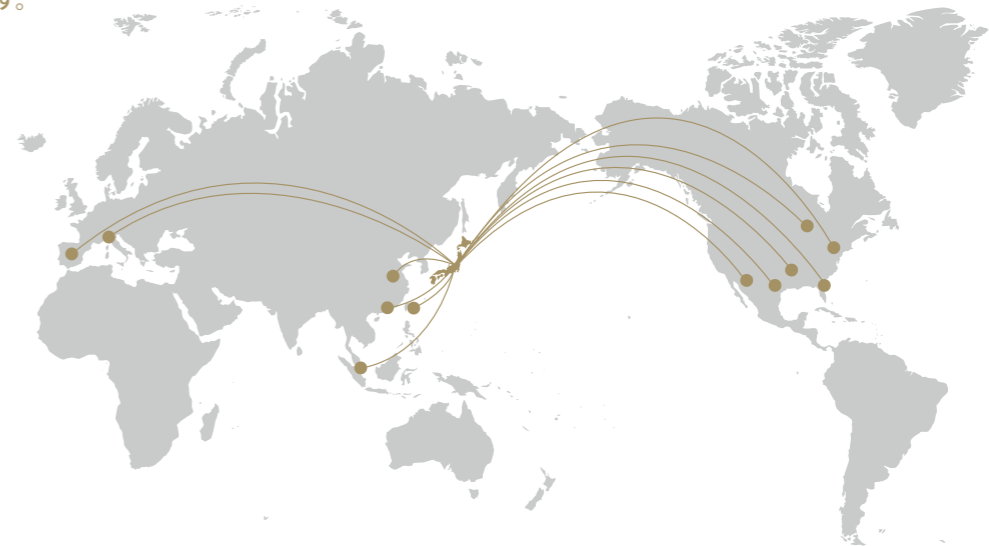


オンサイト顧客トレーニング

Courtesy of St. Jude Children's Research Hospital

## アップグレード

より長く安心してお客様に治療システムをご利用いただくため、治療システムの機能向上の提案や新技術の紹介など、最新の治療技術を提案いたします。



業界  
トップレベルの  
高稼働率

24時間365日  
リモート  
メンテナンス  
サービス

経験豊富な  
プロジェクト  
管理

信頼と実績の  
日立粒子線治療  
ソリューション

長期的な  
パートナーシップ

ユーザー  
トレーニング

アップグレード



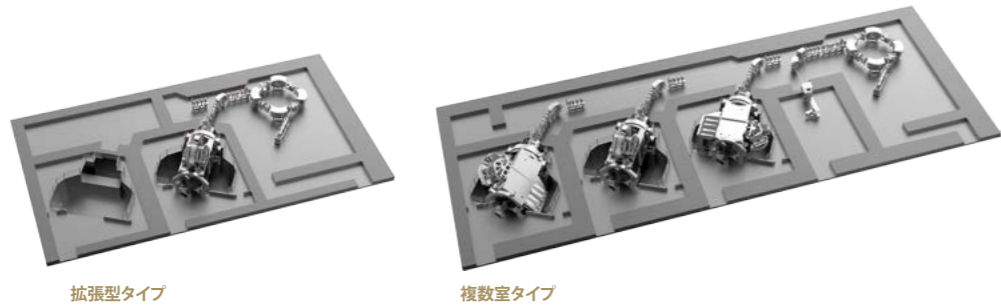
# 多用途に応用可能な 陽子線治療

Versatility in Proton Therapy

日立は、お客様の治療ニーズに応じ、治療用途の拡大を目指すための技術開発を継続しています。高精度な治療照射を実現するため、これまでに強度変調陽子線治療 (IMPT)、動体追跡システム (RGPT)、コーンビーム CT (CBCT) イメージングなど、今日の最先端アプリケーションを利用した幅広い治療法を提供してきました。今後も、アダプティブ治療アプリケーションや、治療ワークフローの改善を支援する要素技術を開発し、提供していきます。

## 陽子線治療ソリューション

- 初期投資を抑えつつ、将来的に患者数が増加した場合に治療室の後日追加が可能な拡張型タイプ
- 多くの患者を治療するための複数室タイプ、特定部位の治療に特化した固定治療室



## 治療室ラインナップ

### ■ 標準360度回転ガントリー

広い開口部を備え、頭頂部方向からのノンコプラナー照射が可能。CBCTを標準機能として装備しています。

### ■ コンパクトな360度回転ガントリー

ガントリー搭載型CBCTは、アイソセンターでの2Dおよび3D CTイメージングの標準機能です。

### ■ 固定照射室

ビームの照射角度は水平方向に固定されています。



標準360度回転ガントリー



コンパクト360度回転ガントリー

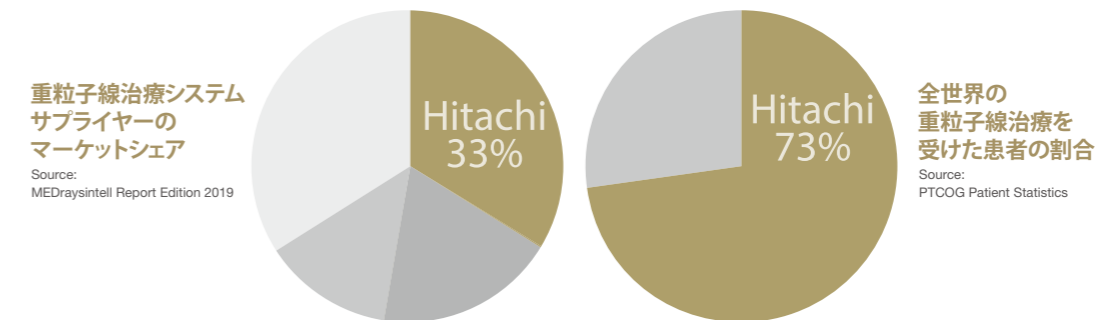
※製品の改良により予告なく記載されている仕様が変更になることがあります。

# 世界をリードする 重粒子線治療

World-leading Carbon-ion Therapy

## 世界でもっとも選ばれる、重粒子線治療技術

粒子線治療のパイオニアである放射線医学総合研究所 (QST) との共同開発の末、日立の粒子線治療システムは世界の粒子線市場の中で大きなシェアを占めてきました。そのなかでも重粒子線市場においては、治療中または建設中施設数比較において、33%のシェアを誇ります。また、全世界の重粒子線治療を受けた患者数のうち、73%が日立の重粒子線治療システムを用いた治療を受けました。



## 重粒子線治療システム

治療に使われる粒子の質量が重いことから、重粒子線治療は従来の X 線治療あるいは陽子線治療に比べて3倍近くの生物学的効果 (RBE) を有します。高い生物学的効果により、腫瘍部位に同じ線量を照射するために必要な照射回数を、重粒子線治療では陽子線治療より少なくすることが可能です。また、重粒子線は耐放射線性の強い腫瘍への効果が高いことが、これまでに確認されています。

日立は世界で5つの重粒子線治療施設に関わっています。2018年10月より大阪重粒子センター (日本) が予定通りに治療を開始しました。



大阪重粒子センター

## ハイブリッド治療システム

これまでの長年の粒子線治療システムに関する知見を集め、日立は陽子線と重粒子線の治療を可能にする「ハイブリッド治療システム」の提供を可能にできました。そして2019年5月、日立は海外へのハイブリッド治療システム納入第一号となる、中国・中国病院管理 (徐州) 有限公司との契約締結を果しました。さらに日立は、お客様のニーズに合わせて、他の粒子を用いた治療あるいは研究に貢献できるよう、システムを提供します。



ハイブリッドシステム (モデル)



# 日立のグローバル粒子線治療ネットワーク

## Hitachi's Global Particle Therapy Network

\*施設名は開業年順となっています。\*施設情報は2024年4月時点のものです。

日立は、日立の陽子線、重粒子線、ハイブリッドソリューションを導入いただいている世界的な粒子線治療分野のリーダーとともに、ユーザーズミーティングを定期的で開催しています。そこでは、お客様に継続して満足いただきながら治療システムをお使いいただくため、最先端の臨床結果の共有や、臨床結果から求められる新しい機能を将来の製品および既導入システムへ拡張するための技術開発ロードマップの共有、およびシステム運用時の経験の共有や改善点について議論します。ユーザーズミーティングは、粒子線治療における日立およびお客様の施設での技術革新の可能性を広げるための意見交換の場であり、日立主催のフォーラムです。

日立はこれからも、患者様に最適な粒子線治療ソリューションを提供し、グローバルな粒子線治療ネットワークとともに放射線治療分野をリードしていきます。



国立研究開発法人  
量子科学技術研究開発機構  
千葉県 (1994年)



筑波大学附属病院  
陽子線治療センター  
茨城県 (2001年)



兵庫県立粒子線医療センター  
兵庫県 (2001年)



静岡県立静岡がんセンター  
静岡県 (2003年)



一般財団法人脳神経疾患研究所  
附属  
南東北がん陽子線治療センター  
福島県 (2008年)



群馬大学重粒子線医学センター  
群馬県 (2010年)



福島県立病院陽子線  
がん治療センター  
福島県 (2011年)



一般社団法人メディポリス  
医学研究所  
メディポリス国際陽子線  
治療センター  
鹿児島県 (2011年)



名古屋陽子線治療センター  
愛知県 (2013年)



九州国際重粒子線がん治療  
センター (サガハイマツト)  
佐賀県 (2013年)



北海道大学病院  
陽子線治療センター  
北海道 (2014年)



岡山大学・津山中央病院  
共同運用  
がん陽子線治療センター  
岡山県 (2016年)



MDアンダーソンがんセンター  
米国テキサス州ヒューストン  
(2006年)



メイヨークリニック  
ロチェスターキャンパス  
米国ミネソタ州ロチェスター  
(2015年)



セント・ジュード小児研究病院  
米国テネシー州メンフィス  
(2015年)



メイヨークリニック  
フェニックスキャンパス  
米国アリゾナ州フェニックス  
(2016年)



医療法人伯鳳会  
大阪陽子線クリニック  
大阪府 (2017年)



兵庫県立粒子線医療センター  
附属 神戸陽子線センター  
兵庫県 (2017年)



大阪重粒子線センター  
大阪府 (2018年)



京都府立医科大学  
永守記念最先端がん治療  
研究センター  
京都府 (2019年)



医療法人社団沖繩徳洲会  
湘南鎌倉総合病院  
神奈川県 (2022年)



筑波大学附属病院  
陽子線治療センター [追設]  
茨城県 (建設中)



ジョンズ・ホプキンス病院傘下  
シブリー・メモリアル病院  
米国ワシントンDC (2019年)



MDアンダーソンがんセンター  
[追設]  
米国テキサス州ヒューストン  
(建設中)



メイヨークリニック  
ジャクソンビルキャンパス  
米国フロリダ州ジャクソンビル  
(建設中)



ウイスコンシン大学病院  
米国ウイスコンシン州  
マディソン (建設中)



香港養和病院  
香港 (2023年)



台北榮民総医院  
台湾 (2023年)



シンガポール国立がんセンター  
シンガポール (2023年)



徐州陽子重粒子病院  
中国徐州市 (建設中)



和祐国際病院  
陽子重粒子センター  
中国仏山市 (建設中)



ナバラ大学病院  
スペインマドリッド (2020年)



イタリア国立粒子線がん治療  
センター (CNAO)  
イタリアパヴィア (建設中)

