

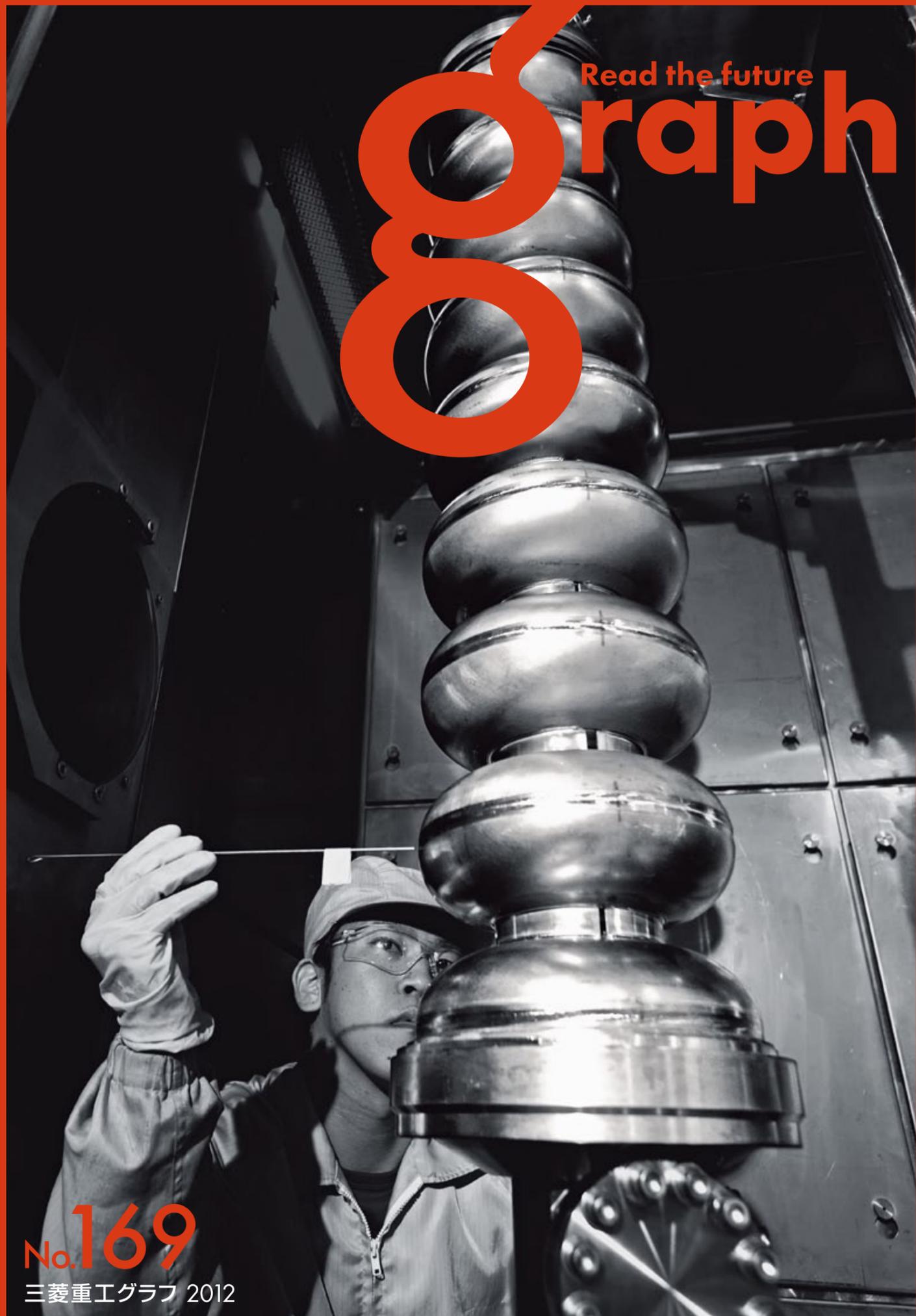


Listen to GT-R.

エンジン性能の向上には、
 1000℃を超える高温高圧を制御する必要があった。
 傘(ヘッド)までを空洞にすることで、
 かつてない燃費効率を引き出した「傘中空バルブ」。
 三菱重工の航空技術から生まれた小さな部品が、
 「NISSAN GT-R」の走りに、革新をもたらした。
 そのパフォーマンスに、耳を澄ましてほしい。
 一流のアスリートさながらの
 優美なるエレガンスが、感じられるはずだ。

ものづくりの魂に応える、三菱重工の技術。

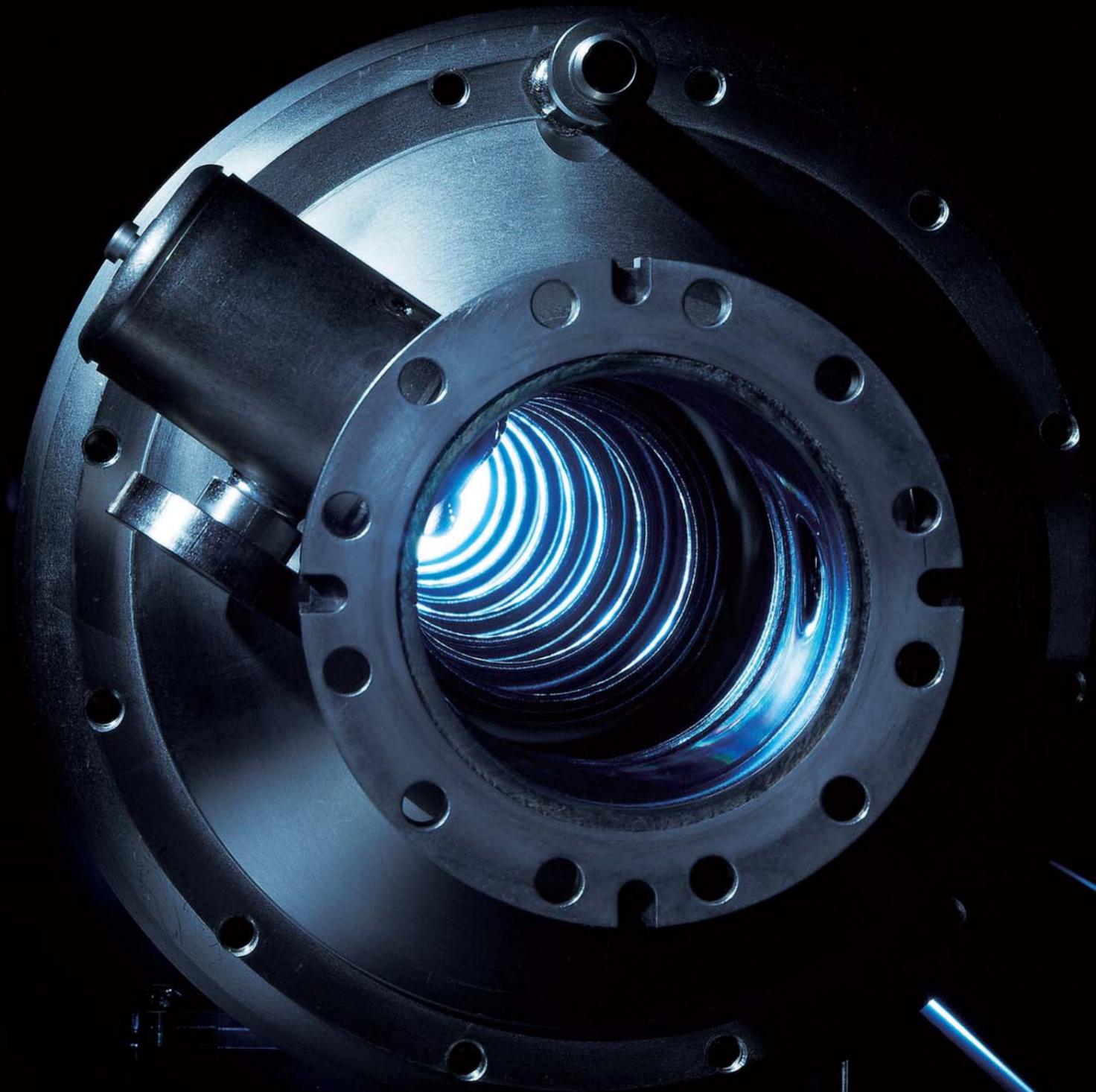
本誌に対するご意見・ご感想などがございましたら当社ウェブサイトまでお寄せください。ウェブサイト <http://www.mhi.co.jp/inquiry/index.html>



Read the future
graph

特集 巨大な精密装置「加速器」

光速に加速された粒子が
科学の進化を解明する



宇宙の起源、森羅万象の謎を解き明かす、革新的な装置。

はたして重力はどのように生じているのか。天空に広がる宇宙はいかなる存在なのか——。古くはガリレオから、ニュートン、アインシュタインといった研究者たちが追い求めた科学の謎の根源を解明し、さらには現代の科学技術の発展に大きく貢献する革新的な装置、それが「加速器」だ。

大きなものでは全長が数十キロにもおよぶこの装置。その役割は、電子や陽子などの電気を帯びた粒子に高周波電力を与え、光速に限りなく近いスピードにまで加速することにある。こうして、きわめて高速かつ高エネルギー状態になった粒子どうしを衝突させ、その様子を研究することで物理の法則の検証などに役立てることができる。たとえば、宇宙の起源は、約137億年前のビッグバンによるものと考えられている。加速器を使い、ビッグバン直後の

素粒子だけが高速で飛び回っていたときの宇宙の状態を再現できれば、その起源を知る大きな手がかりになる。

また、高速に加速した電子の軌道を曲げることで、X線のような極めて波長の短い光が放射される。この放射光を活用すれば、核心部がはまだ解明されていない光合成のメカニズムなど、従来の顕微鏡では捉えられないナノレベルの現象を観察し解明できる可能性も広がってくる。最近では、放射光を使った研究の成果が身近なものにも活かされている。タンパク質の立体構造を解析することにより誕生した、新たな機能・効能を加えた医薬品などはその一例だ。

加速器は、われわれの日常の営みにも、さまざまな恩恵をもたらしてくれる存在でもあるのだ。

世界トップレベルの日本の加速器開発と、共に進化しつづける。

三菱重工の加速器事業のスタートは1960年代初頭、日本の加速器開発の黎明期にさかのぼる。加速器の製造に欠かせない銅やアルミなど非鉄金属の精密加工技術を、当時すでに航空機部品の製造で社内に保有していたことが事業の礎となった。以来、三菱重工は国内のほとんどの大型加速器プロジェクトに参画し、研究者や研究機関の信頼を得ながら、技術を磨いてきた。

今では、加速器の主要機器で、電子・陽子などの粒子を光速近くまで加速する「加速管」や「加速空洞」をはじめ、加速管や加速空洞へ高出力のマイクロ波を導入する「導波管」や「高周波窓」、加速した粒子の通路となる「真空ビームチェンバー」、粒子の軌道を小刻みに曲げて強力な放射光を発生させる「周期磁場発生装置」などの周辺機器まで、設計・製造を広く行う。

日本の素粒子研究は、ノーベル賞受賞者17名のうち、素粒子にまつわる研究での受賞者が5名を占めるほど卓越しているが、三菱重工は加速器技術で素粒子研究に貢献している。2008年のノーベル物理学賞に輝いた「CP対称性の破れを予言した小林・益川理論」の実証には、高エネルギー加速器研究機構(以下KEK)の「KEKB加速器(電子-陽電子衝突型加速器)」が使われた。ここでも三菱重工は「入射用加速器」、「真空ビームチェンバー」、「常伝導ARES空洞」、「超伝導クラブ空洞」の設計・製造を担当、受賞に貢献した。

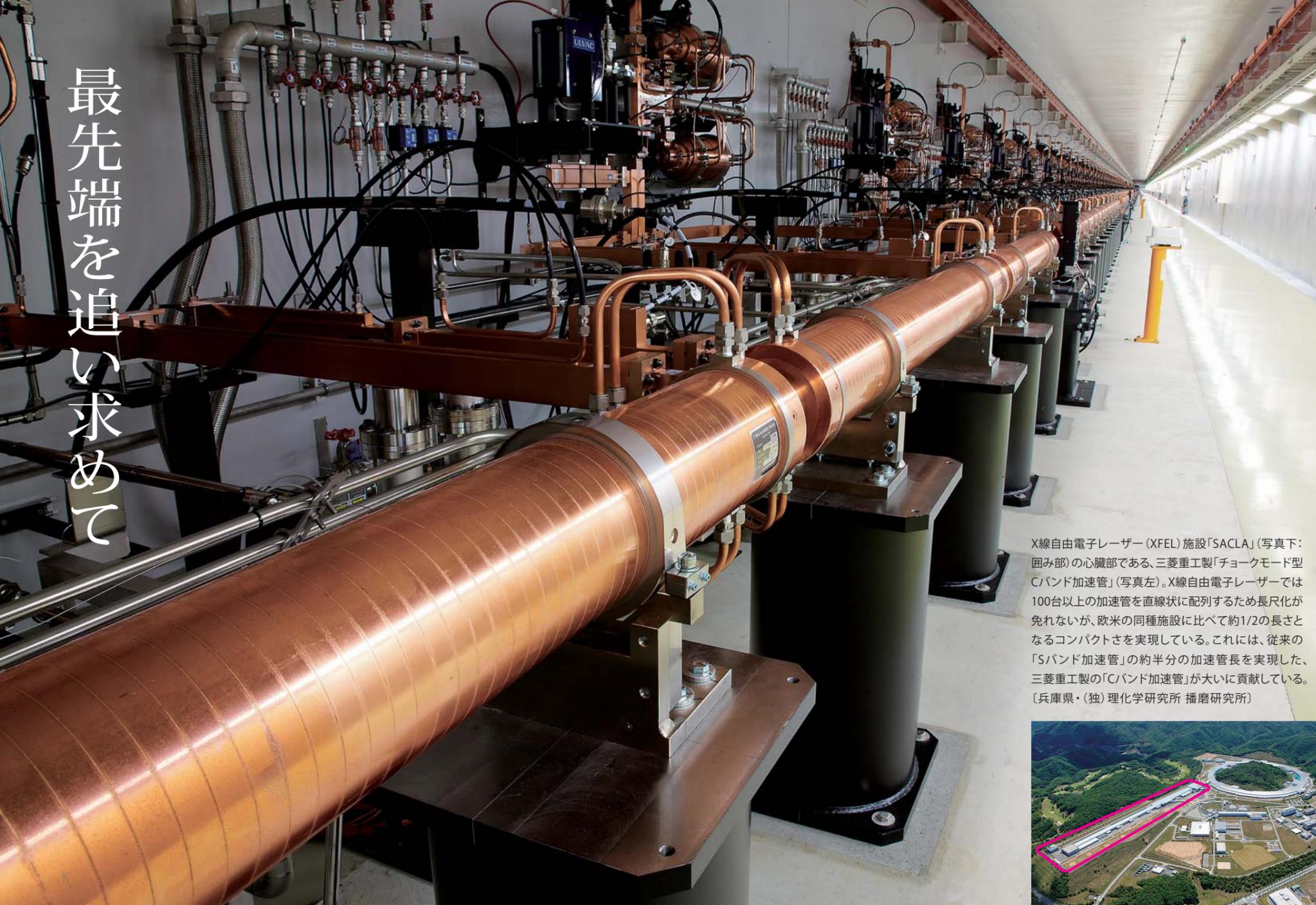
50年以上にわたって三菱重工の加速器は、研究者の成果を陰で支えてきた。またこれからも、人類や社会のために科学技術を探求・追究する研究者たちの夢を、熱い情熱で支えていく。

表紙、P.2~3:

加速器を用いて宇宙や物質の起源を探り、質量の起源といわれるヒッグス粒子の性質を詳細に調べる国際リニアコライダー(以下、ILC)計画向けに開発中の「超伝導加速空洞」。希少金属である高純度ニオブ材で製造した後、極低温(-271℃)に冷却して、空洞の電気抵抗を限りなくゼロにした「超伝導状態」にすることで高効率加速を実現する。三菱重工は現在、日本で唯一のILC計画向け超伝導加速空洞製造のオーソライズドカンパニー(認定企業)となっている。

[写真 表紙、特集:広島県・三原製作所ほか]

最先端を追い求めて



X線自由電子レーザー (XFEL) 施設「SACLA」(写真下: 囲み部)の心臓部である、三菱重工製「チョークモード型Cバンド加速管」(写真左)。X線自由電子レーザーでは100台以上の加速管を直線状に配列するため長尺化が免れないが、欧米の同種施設に比べて約1/2の長さとなるコンパクトさを実現している。これには、従来の「Sバンド加速管」の約半分の加速管長を実現した、三菱重工製の「Cバンド加速管」が大いに貢献している。〔兵庫県・(独)理化学研究所 播磨研究所〕

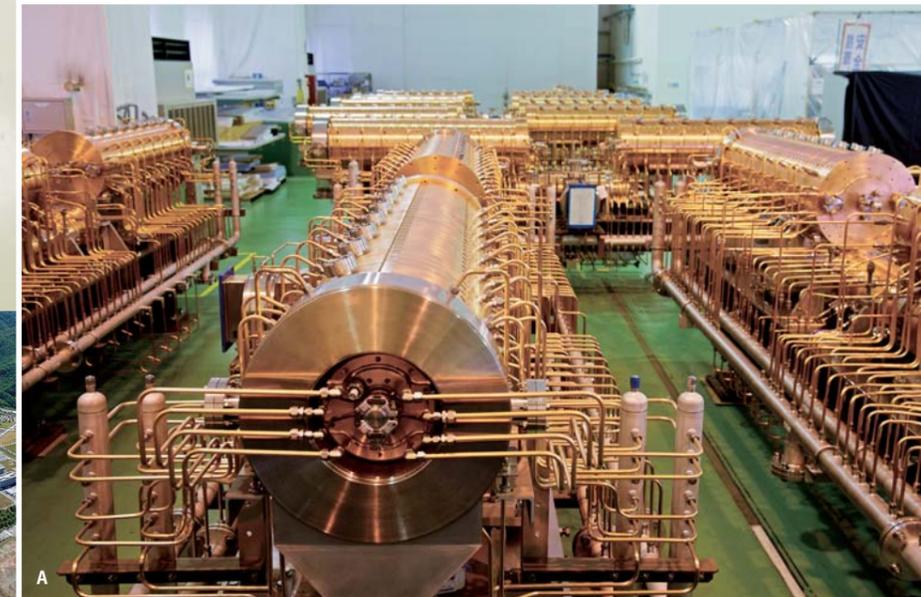


研究者が求める仕様・性能を形にする中で培った、加速器技術。

粒子を加速する空洞そのものの電気抵抗を、限りなくゼロに近づける(超伝導化する)ことで高効率化を実現する「超伝導加速空洞」。

加速周波数を2倍にすることで従来と同じ加速性能を、約半分の長さで実現した「常伝導Cバンド加速管」など、世界からも注目を浴びる加速器製品を数多く生み出してきた三菱重工。

これらを含めた加速器関連機器は、研究者が求める仕様・性能を力を尽くして形にしようと、時には極めて困難な要求にも果敢にチャレンジしてきた、たゆまぬ努力の結晶でもあるのだ。



A



「超伝導加速空洞」は、1980年代後半に「KEK」が未知の素粒子(トップクォーク)を探索するために建設した「TRISTAN加速器」向け超伝導空洞で世界に先駆けて採用。三菱重工が設計・製造を担当した。その技術は、KEKB加速器向け「超伝導クラブ空洞」や、このILC計画向け「超伝導加速空洞」に受け継がれている。全長約40kmにもおよぶILC計画の加速器では、合計約16,000台の空洞が必要になる。



B

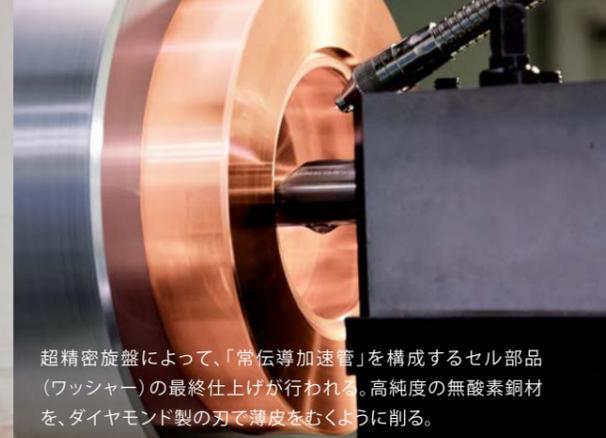
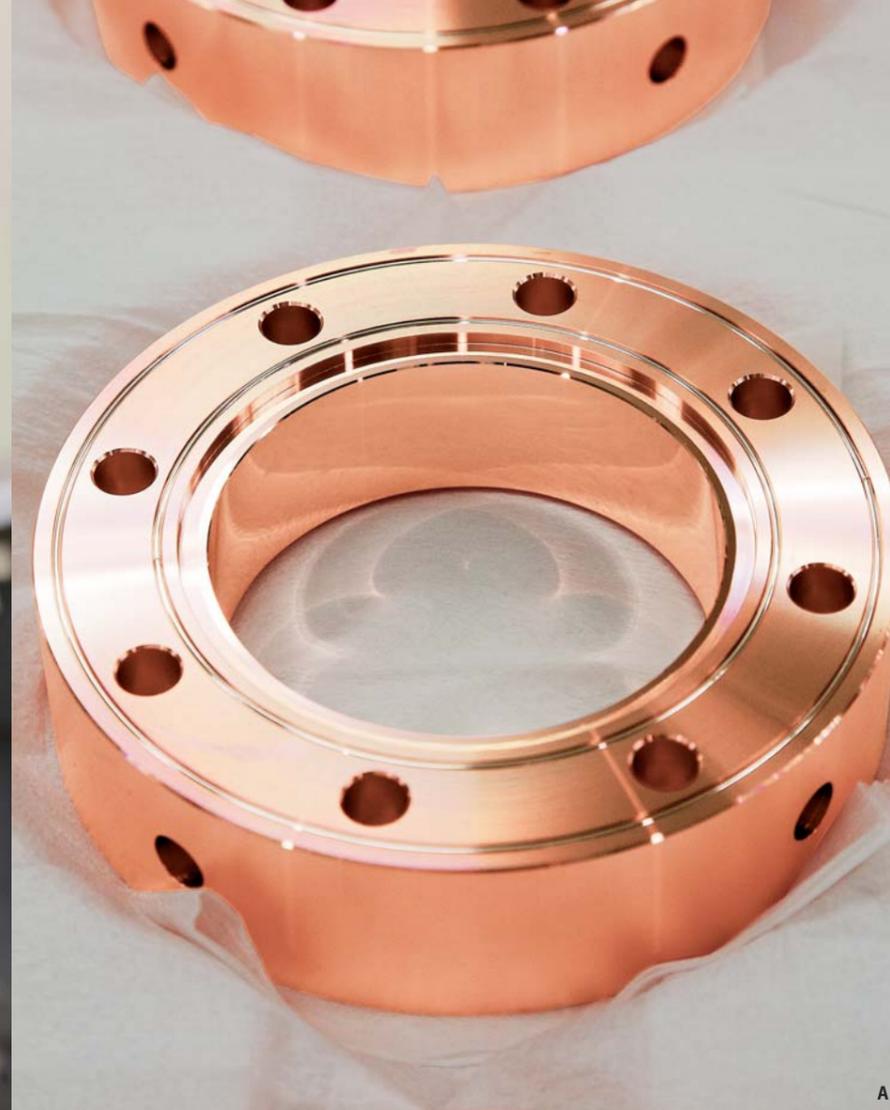
A: 大強度陽子加速器施設「J-PARC」向け「ACS加速空洞」。J-PARCでは、高エネルギーの陽子ビームを水銀や炭素などのターゲットに照射して、発生した中性子を用いて素粒子物理学や物質科学、生命科学などの研究を広く行っている。入射用「陽子加速器」の加速エネルギーを現状の2倍以上に増強する、世界初のACS(環状結合構造)と呼ばれる特殊構造の加速空洞は、三菱重工で量産が進行している。

B: ホウ素中性子捕捉療法(BNCT)と呼ばれるがん治療法向けに開発が進む、医療用小型・高出力の「陽子加速器」。この加速器で加速した陽子を特殊なターゲットに照射して中性子を発生させ、この中性子を患部に照射すると、あらかじめホウ素薬剤を集積させたがん細胞のみを選択的に破壊できる。そのため、主に脳腫瘍や頭頸部がんなどの難治性がん治療に有効とされる。NEDO(独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)のプロジェクトとして、筑波大学、KEK、日本原子力研究開発機構、北海道大学と共同で実用化研究を開始した。



超精密旋盤によって仕上げ加工されたセル部品(ディスク)は、鏡面となり美しく輝く。表面の粗度は髪の毛の太さの約1/100ほどの、サブミクロン(1/10,000mm)レベルになる。

精密さを
図面を超える



超精密旋盤によって、「常伝導加速管」を構成するセル部品(ワッシャー)の最終仕上げが行われる。高純度の無酸素銅材を、ダイヤモンド製の刃で薄皮をむくように削る。

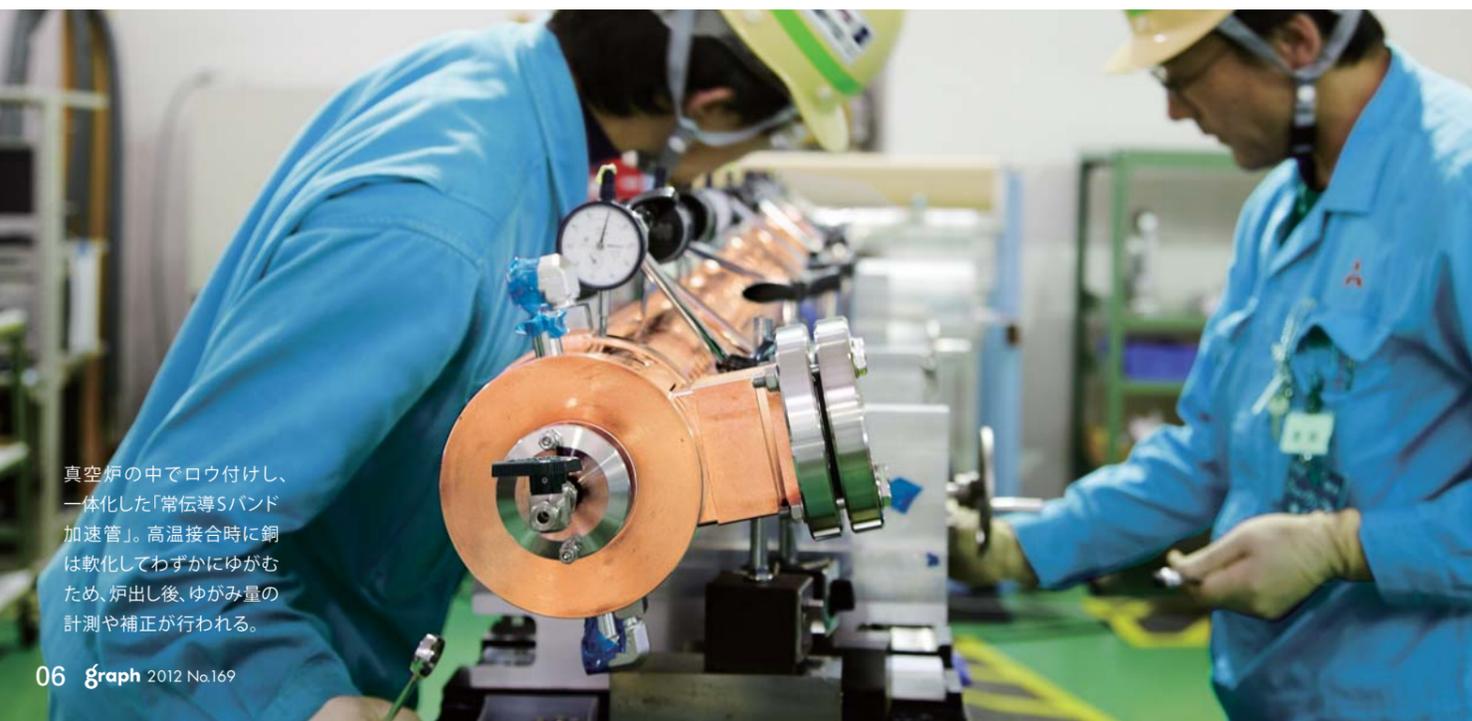


A: 超精密加工後の無酸素銅セル部品(ワッシャー)表面の2本の溝には、ロウ材(金または銀の合金)がセットされる。

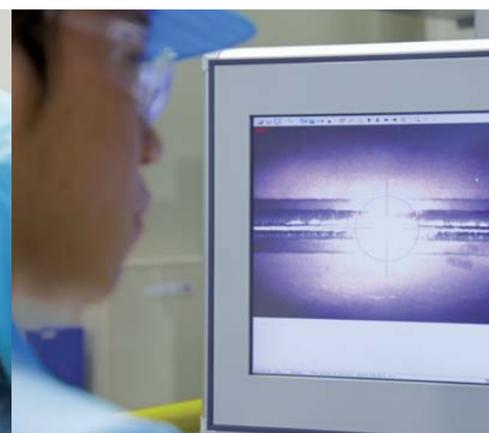
B: セル部品のディスクとワッシャーを約90個、筒状に重ねて大型真空炉に入れ、900℃近くまで加熱する。セルの間にセットしたロウ材のみが溶け、セルが接合される。

超精密加工、高精度接合、精密測定技術の粋を集めた、
総合工学技術の結晶体。

設計図や手順書が存在しても、加速器製品の製造は極めて困難だ。それは大電力の高周波を投入する一方で、共振周波数を保つため、構成部品のすべてに高精度・高 cleanliness が要求されるからだ。高純度の無酸素銅をミクロン(1/1,000mm)レベルの精度で仕上げる超精密加工、加工部品を清浄な環境の下で、高精度で接合する真空ロウ付けや電子ビーム溶接、共振周波数の精密計測とチューニング作業など、幅広い工学技術と豊富な経験則を動員し、ようやく完成に至る製品なのである。



真空炉の中でロウ付けし、一体化した「常伝導Sバンド加速管」。高温接合時に銅は軟化してわずかにゆがむため、炉出し後、ゆがみ量の計測や補正が行われる。



電子ビーム溶接機の中で、「超伝導加速空洞」を構成するお椀型のセル部品が、精密に溶接されていく様子をモニターで監視。装置内は真空状態に保たれ、不純物の混入を抑制している。セルそのものを溶解して接合するため、素材の純度を保ちながら溶接できる。



三次元計測器により、詳細に寸法がチェックされる「陽子加速器」の構成部品。精密加工・精密組立が求められる「常伝導加速器」の部品製造では、ほぼ全部品に対して三次元計測を実施し、厳正な出荷判定を行う。



加速管内へ大出力の高周波を投入する「カブラー部」の共振周波数が、高周波測定装置を用いて計測される。わずかでも周波数の誤差がある場合には超精密旋盤を使い、ミクロン単位で修正加工を施す。規定の周波数になるまで、チューニングと修正加工が繰り返される。

進化は続く 世界を変える装置、

三菱重工が製造した※おもな加速器製品と納入先 ※一部は製造中

超伝導加速空洞

ILC/国際リニアコライダー向け研究開発
(高エネルギー加速器研究機構(KEK))

超高エネルギーの電子・陽電子を衝突させることで、「CERN」がLHCで発見したヒッグス粒子とみられる新粒子の特性を詳細に調査する国際プロジェクト。日本では「KEK」が中心となって研究開発を実施中。三菱重工は、電子・陽電子を加速する「超伝導加速空洞」の製造を担当すべく準備を進めている。

台湾放射光施設
(台湾国家同步輻射研究中心(NSRRC))

台湾における唯一の高輝度放射光施設。現在、放射光リングのアップグレードを行っている。その後放射光リングに設置する「超伝導加速空洞」3台を三菱重工にて製作中。

超伝導クラブ空洞

KEKB
(高エネルギー加速器研究機構(KEK))

高エネルギーの電子・陽電子を衝突させ、大量のB中間子・反B中間子を生成する「KEKB加速器」のメインリングに設置。「クラブ空洞」と呼ばれる特殊な「超伝導空洞」を通過させることで、ビームを適切に傾け、世界最高のビーム衝突頻度を達成した。

常伝導Cバンド加速管

SACLA
(理化学研究所)

電子を加速して「アンジュレータ」と呼ばれる周期磁場に入射して発生させた高強度・短波長のX線自由電子レーザーにより、原子レベルの動きを観察する。膜タンパク質の構造解析など基礎研究から応用分野まで活用が期待される。「SACLA」の主加速器として三菱重工製の「チョークモード型Cバンド加速管」が採用され、施設の小型化と安定的な運転に貢献。

常伝導Sバンド加速管

SPring-8
(理化学研究所)

ナノテクノロジーやバイオ技術、産業利用などの研究を行う世界最高エネルギー8GeVの大型放射光施設。X線やガンマ線、赤外線まで、幅広い放射光を発生できる。放射光リングへ入射する電子を加速する1.5GeV入射器に、三菱重工製の「Sバンド加速管」が採用されている。

浦項加速器研究所X線自由電子レーザー計画
(浦項加速器研究所(PAL))

韓国における唯一の高輝度放射光施設に併設されるX線自由電子レーザー計画。計画を開始したばかりであるが、その主加速器の第一ロット分に三菱重工製のSバンド加速管が採用された。

陽子加速器(DTL、SDTL、RFQ、ACS加速空洞)

J-PARC
(高エネルギー加速器研究機構(KEK)/
日本原子力研究開発機構)

世界最高クラスの陽子ビームを生成する「大強度陽子加速器」施設。陽子ビームをターゲットに入射して生成した中性子、ミュオン、K中間子、ニュートリノを利用し、素粒子物理学や物質科学、生命科学などの研究を行う。三菱重工は入射用「陽子加速器」のDTL、SDTLと呼ばれる加速器部分を担当。

がん細胞選択的な非侵襲治療機器の
基盤技術開発
(新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO))

小型加速器で生成された中性子ビームを使い、狙ったがん細胞を破壊する次世代がん治療の実現に向けたプロジェクト。現在、臨床研究拠点を整備中。三菱重工では、J-PARC用「陽子加速器」をベースに患部に照射する中性子を発生させるための、RFQとDTLから構成される「小型陽子加速器」を開発中。

J-PARC
(高エネルギー加速器研究機構(KEK)/
日本原子力研究開発機構)

三菱重工は入射用「陽子加速器」後段のエネルギー増強用として「ACS加速空洞」モジュールを製作中。

今年から本格的な運転が始まった、X線自由電子レーザー施設「SACLA」。全長約700mにおよぶこの巨大な施設で、従来は観察できなかった原子・分子レベルの動きを観察でき、日本の科学技術の発展にも大きく寄与する施設として、各界から大きな期待が寄せられている。

[兵庫県・(独)理化学研究所 播磨研究所]

加速器がもたらす無限の夢を、広く世界へ。つぎの世代へ。

加速器の国家プロジェクトに参画する日本企業の中でも、つねに中心的役割を担ってきた三菱重工。その実績と技術力を活かす場は、世界に広がる。今後は、「CERN(欧州原子核研究機構)」のヒッグス粒子とみられる新粒子の発見で注目度が高まってきたILC計画をはじめ、放射光の利用研究を本格化する台湾や韓国でのプロジェクトへの参画など、グローバルに事業を展開していく計画だ。また、研究分野以外でも、医療分野における加速器活用の有効性に着目。「常伝導Cバンド加速管」をさらに小型化して搭載したX線がん治療機器「Vero 4DRT」(P.14-15で紹介)の拡販や、産学官共同による中性子捕捉療法(BNCT)用「小型陽子加速器」の開発に取り組んでいる。国や世代をも越える壮大なスケールで、人類に貢献する可能性を秘めた加速器。その次なる進化へ向けた三菱重工の挑戦は、未来へつづく。



高度な要求は信頼への証 技術で応えるターボ冷凍機の精鋭たち

—マリーナベイエリア・地域冷房システム向け—

冷熱事業本部 大型冷凍機部 設計課 ターボチーム主任 竹本 明広 設計課 電気チーム 池野 泰弘 設計課 主席技師 白方 芳典

オフィスビルやホテルなどへ冷水や温水を一括供給し、その冷水・温水を建物内に循環させて冷暖房を行う「地域冷暖房システム」。

1台でエアコン数千台分もの能力を持ち、個々に熱源設備を設ける場合に比べ、大幅な省エネを実現するこのシステムは今、世界中で導入されている。

三菱重工は2002年、開発が進むシンガポールの新都心「マリーナベイエリア」の大型地域冷房プラントを初受注。

現在ではその主機となるターボ冷凍機^{※1}が総計14台活躍し、リゾート施設やビジネスセンターを有するマリーナベイエリア全域の空調を支えている。

2012年、3回目の受注となったプロジェクトで、顧客から求められたのは「1台で冷房と氷蓄熱の2通りの使い方」という新たな要求。

その課題に応えたのは、ターボ冷凍機に飽くなき情熱を注いできた技術者たちだった。

※1: 地域冷暖房システムの主機として使用される大型冷凍機。機内で冷媒を蒸発・圧縮・凝縮・膨張させて循環し、冷房用の冷水を製造する。

要求を引き出し、 応えるのはリーダーの責任

世界の中でも環境意識が高い国、シンガポール。近年は、ビルにも環境性能に関する評価基準が設けられ、高い省エネ基準をクリアするビルに入居することはテナントにとっても名誉になるといえる。それだけに、ビルの空調を担う地域冷暖房システムに求められる省エネ性能も厳しい。シンガポール経済の目覚ましい成長を象徴するマリーナベイエリアを担当し、現在、プロジェクトリーダーを務める白方は顧客との橋渡しを務め、ニーズを引き出し、それに応える技術を提案する。性能に関心が高い顧客に対しては営業部門だけではなく、彼のような技術者も顧客と向き合う。「第1、2期のプロジェクト

で先輩方が残してきた実績が、お客様の信頼につながっています。要求はとても厳しいですが、それも弊社の技術に対する期待感からだと思えます。その要求に応え、自分も次のプロジェクトへとつないでいかなければならない」と第3期リーダーという責任の重さを白方はこう語る。事実、第1期に比べ、第2期の要求はよりシビアになったという。そして、彼はこの第3期プロジェクトで新たな課題に直面する。

電力市場の自由化が進むシンガポールでは、30分ごとに電力価格が変動して時折、無料に近いほど極端に安い状況も発生する。この時間帯につくった氷の蓄熱槽で冷やせば、大幅な省エネが可能だ。そこで要求されたのが通常の冷水で冷やす「冷水運転モード」に加え、氷蓄熱のために0℃以

下に冷却された不凍液で冷やす「製氷運転モード」を備えた、1台で2通りの運転ができるターボ冷凍機だ。そのうえコンパクトかつ、約3,700RT^{※2}という大容量のものだった。このオーダーに対し白方は、運転を効率的に行うには、冷水運転用と製氷運転用の蒸発器を別に備える「ダブルエバポレータ仕様」が最適だと考えた。「技術的には可能ですが、これを大容量で実現するのは初めてのことで、さらに今回は設置スペースにも課題がありました。そこで、計画段階での打ち合わせの場でレイアウト図を描き、お客様にどう省スペースに設計するかをその場で提案しました」と振り返る。結果、他社を凌ぐ技術と発想で第3期も受注を勝ち取ったのだ。

※2: RT=冷凍トン。ターボ冷凍機の冷凍能力の単位。1RTはおよそ家庭用エアコン1台分。

複雑な構造を具現化する、 ターボの精鋭たち

プロジェクトチームを結成する際、白方は機械の設計に竹本、制御担当に池野を起用した。竹本は横浜みなとみらい21地区や成田空港の大型冷凍機を担当したスペシャリスト。池野は、日頃から開発品と受注品の両方の設計をこなし、スピード感のある対応をしてきた。白方は迷いなく2人を選んだ。

竹本はかつて、別の納入先で容量の小さなダブルエバポレータ仕様の冷凍機を手掛け、その経験が今回活かされたという。「そのとき、製氷運転中に誤って冷水用の装置が凍り、機械が破損するトラブルがありました。そこで今回は配管をシンプルな構成にして、製氷運転用と冷水運転用の蒸発器をしっかりと隔離しました」。さらに大容量ゆえに機械自体の大きさにも悩んだ。「機械の全高は6m以上もありますが、組立時の要求精度は1mm以下です。設計上、十分配慮したつもりが、現場ではその大きさから設計変更が要求され調整が必要となったこともしばしば。そのたびに、設計をやり直し調整をしました。組立など現場のスタッフも一丸となって解決してくれましたね」と力を合わせた当時を語る。



国際的なリゾート施設の建設が進む、シンガポール新都心「マリーナベイエリア」。



マリーナベイエリア第3期プロジェクトで2台納品予定の「AART-380PLS」(イメージ)。1台の冷房能力は、家庭用エアコン3,697台分相当。冷水運転用と製氷運転用の蒸発器を備えた「ダブルエバポレータ仕様」が特長。

また今回のダブルエバポレータ仕様は熱交換器の数が多く、その分、池野の苦勞も多かった。「制御に関する図面だけでも600枚ほどにもなる複雑なプログラムでした。制御担当としては、何より避けたいのが機械自体を損傷してしまうような制御上のミス。今回の構造は、もし何かのトラブルで製氷運転の影響を受けて冷水運転用の水が凍ると、破損の恐れがある難しい構造でした。そのため機械的な問題が生じても、破損を防げるようなプログラムに設計する必要があり、とても神経をすり減らしました」と精力を注いだ日々を振り返る。

彼らをはじめとした技術者たちの努力がひとつの形となり、晴れて日本での性能試験の日を迎えた。来日した顧客が注視する中、実機は見事性能を発揮。顧客からも、「三菱重工はいつも求める性能を発揮する製品をつくりあげてくれるが、今回もまさにきちんと仕上げてもらった」という言葉をもらい、次の計画につながる相談ももちかけられたという。白方はその喜びを思い出しながら語る。「試運転で性能を発揮できて当たり前。その後、運用でも満足いただきたい。だからこそ、そこで獲得した信頼が次のオーダーにつながる時、まさに技術者冥利につきます」。

これからも、その先も 求められる製品へ

顧客の要求を、技術と経験を存分に活かし具体化した技術者たち。竹本はこの

仕事の面白みをこう語る。「製品の設計から、最終的に性能が発揮されるまで一貫して担当できます。責任は重いですがやりがいも大きいです。また製品は冷房だけでなく、シビアな湿度・温度管理が求められる工場空調でも活躍している。自分の手掛けた“ものづくり”が次の“ものづくり”も支えていると思うとさらにやりがいを感じます」。また池野は「冷凍機は世の中に必要なもの。だからお客様の要求にひとつずつ応えて良い製品をつくっていくことが、人の役に立ち、エコにもつながります。当社は機械部分だけでなく、制御基盤も一貫して自社内で手掛けているので、お客様の多様な要求に応えられることが多い。だからこそ、もっと多くのお客様を獲得できるチャンスがある」と夢を描く。そして彼らを率いた白方は「空調のニーズは絶対になくならない。だからこそ信頼性の高いターボ冷凍機をお客様に提案し、次のプロジェクトへつないでいきたい。また、若手に自分の世代の経験を伝え、海外で活躍する機会を与えて、同じ仕事をする仲間をふやしていきたい」と先の未来を見つめる。

三菱重工のターボ冷凍機はマリーナベイエリアを足掛かりに、近隣国や新たなマーケットの開拓を目指す。世界を舞台に彼らは信頼をつなぎ、さらなる認知、普及拡大へつなげていこう。



世界最高レベルの冷房効率を誇るターボ冷凍機を手掛けた大型冷凍機部メンバー



歯車加工のトータルソリューションで インドに根差した事業展開を実現

ベンガルールに新工場を開設、工作機械と切削工具のワンストップ供給へ

2021年、インドの人口は14億人を超え、世界1位になると国連人口基金は予測している。1991年の経済自由化以降、GDP世界4位※1にまで急伸した著しい経済成長は、若い労働年齢層の増加により今後も数十年、継続する見込みだ。そのインドでIT産業と共に経済をけん引しているのが、二輪車・自動車産業である。とくに市民の足として活躍する二輪車は、全自動車総売上額の約76%を占め、年間販売数は1,300万台を超える。さらに2020年には年間生産数3,000万台以上になると予測されている。また自動車は、全世帯に対する普及率が4.7%といまだ低いが、潜在的な巨大市場としての期待から、世界の名立たる自動車メーカーがインドに生産拠点を構え始めている。こうした二輪車・自動車市場の動向を背景に、需要が拡大しているのが、その部品製造に不可欠なマザーマシンのひとつ、歯車工作機械である。

※1:購買力平価(PPP)をベースとした国内総生産(GDP)(IMF 2011年発表)。

高精度・高生産性の市場ニーズに 応え、歯車機械・切削工具ともに トップシェア確立

インド市場に、三菱重工が参入したのは1972年。インドの精密切削工具大手S.R.P. Toolに対する歯切工具の技術供与が

きっかけだった。その後、2000年代には二輪車・自動車産業の成長とともに歯車工作機械の販売を強化。厳しい価格競争の中、最新の技術力を武器にシェアを拡大していく。さらに2005年にはS.R.P. Toolを買収し、南部のタミルナドゥ州ラニペットに精密切削工具製造会社MHI-IPT (Mitsubishi

Heavy Industries India Precision Tools)を設立。今では、歯車機械※2・歯切工具の両方でインド国内シェアトップにまで登りつめた。

一般的に海外企業にとって参入が難しいといわれるインドで、三菱重工は本格参入からわずか数年でシェアトップの座を獲得した。それは、二輪車・自動車市場の急成長期に、歯車を高精度・高生産性で加工するマザーマシンを安定供給してきたからだ。加えて、国内代理店Chrystec(前Voltas)と連携し、インド全土をカバーする販売網を構築。競合となる欧州勢に対抗するコストパフォーマンスと、プレ・アフターサービスを丁寧に行う顧客目線の販売戦略の両輪で、市場シェアを拡大した。

2002年にはインド最大手の二輪車向け歯車・シャフト製造会社、Shivam Autotechと取引を開始。同社の要求する高精度な歯車を、安定して大量生産できる歯車機械

インドでは市民の足として今なお二輪車の需要が高い。市場は今後も拡大傾向にあり、歯車機械・切削工具の需要も急伸している。

を提供し、顧客のシビアな要求に応じてきた。それは、あらゆる歯車加工に対応する歯車機械と切削工具の品揃えと、幅広いノウハウを蓄積する、三菱重工の総合技術力によるものだ。実際に、Shivam Autotechが大手二輪メーカーから歯車を受注した際には、コストや品質に対する厳しい要求をクリアするために、製造プロセスの開発段階から協力。そうしてインド歯車市場における高精度・高生産性というニーズを的確に満たし、広く支持を集めている。

※2: 輸入・新作機市場において

ベンガルールの新工場で生産されるホブ盤「GE15A」。新工場ではこの製品をはじめとして、2~3年後に年間100台の生産体制を目指すという。

新工場開設により、 「歯車加工システム」を ワンストップ供給

2012年秋、三菱重工は新たな展開をめせる。二輪車・自動車メーカーや歯車部品メーカーが集中する南部のベンガルールに、歯車機械の製造工場を新設。MHI-IPTと連携し、機械と工具の製造・販売・サービスを国内で一貫して行う「歯車加工システム」のワンストップ供給を実現する。

これにより、製品やサービスのみならず、加工法の開発やカスタマイズなど、歯車加工に関するトータルソリューションの提供が可能となる。機械と工具の両方を扱う、世界でも類をみない三菱重工ならではの強みを存分に活かし、販売力はさらに強化されるだろう。

さらに、新工場の稼働は設備需要へスピーディに対応するだけでなく、関税がかからず輸送費を抑えられる。また、為替変動に影響しないルピー建の商取引を行えるなど、顧客のメリットも大きい。この「歯車加工システム」のワンストップ供給に、Shivam Autotechをはじめ、インドの歯車メーカーは高い関心を寄せている。

その新工場には、さらに顧客に密着したサポートを行うべくショールームやパーツセンター、トレーニングセンターを併設予定。施設稼働に先駆けて、現地採用の社員を日本で研修するなど、社員の育成と長期雇用を積極的に進めている。三菱重工は、真にインド社会に根差した企業として歯車機械・切削工具事業をリードし、急伸する市場でさらにシェアを拡大していくことだろう。



Neeraj Munjal
Managing Director
Shivam Autotech Ltd.



厳しい要求に応える優秀なパートナー

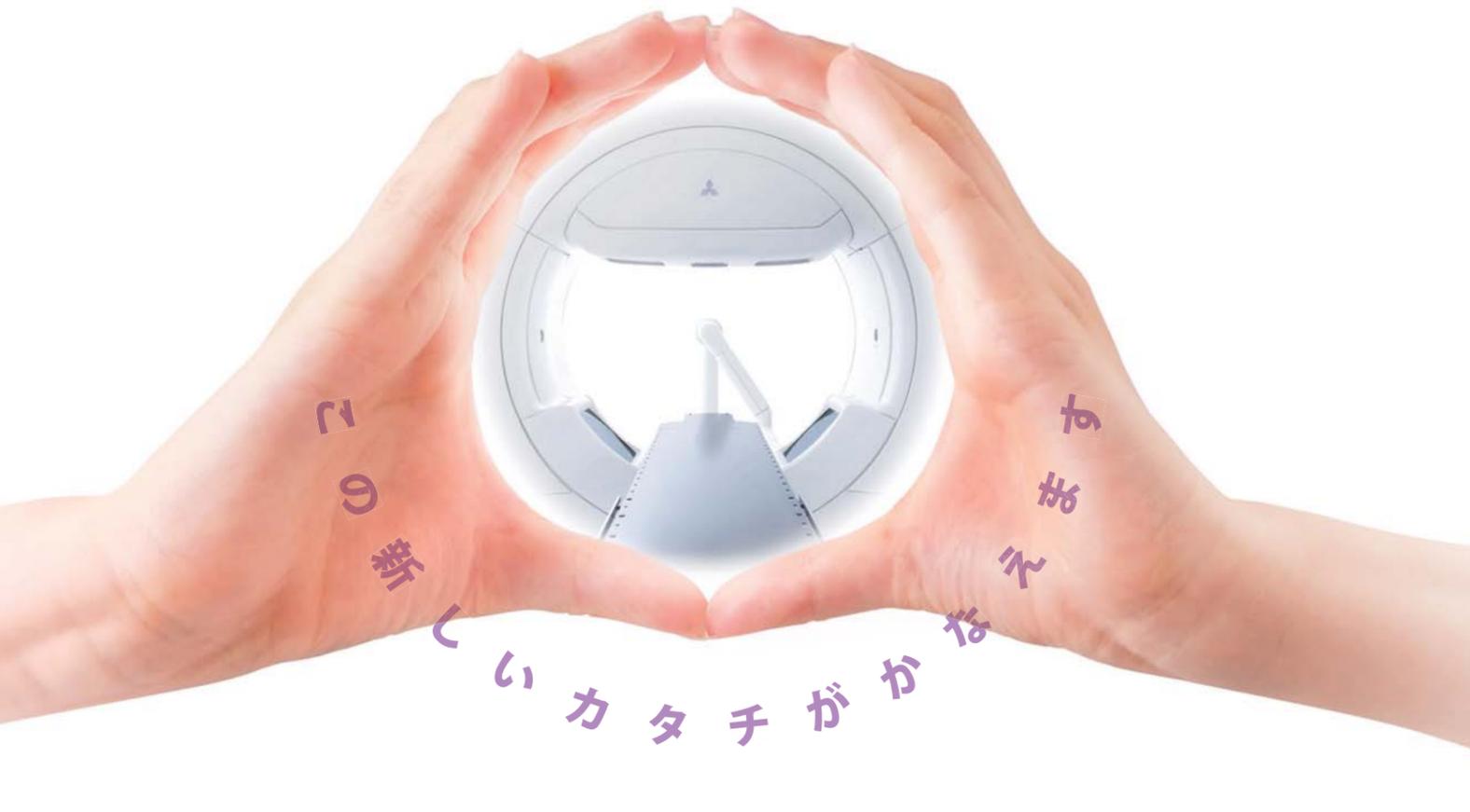
我々Shivam Autotechは、インド最大手の二輪車向け歯車・シャフト製造会社です。主要顧客であるインド最大の二輪車メーカー向けに、2つの工場で1日140,000個もの歯車を製造しています。当社は歯車素材の製造からスタートし、のちに歯車やシャフトの製造も手がけて、2002年、顧客の求めに応じて歯切加工に着手する際、三菱重工との取引を開始しました。

高い精度と安定した品質という顧客の厳しい要求に応えるために、世界中の歯車工作機械メーカーを評価した結果、生産性と品質が高い三菱重工の歯車機械を選んだのです。また、三菱重工の機械は小型で省スペースでの運用が可能のため、固定費の削減にもつながりました。初めて納入した4台に大いに満足して以降、今日まで10年にわたり良好な関係を築いています。今では、荒加工に使用する「ホブ盤」や「ギヤシェーバ」、仕上げに使う「シェービング盤」まで、三菱重工製品を約50台所有しています。現在、主要顧客が購入する歯車の70%は、我々の製品です。その高い実績こそ、三菱重工の優れた技術力の証でしょう。

三菱重工はあらゆる歯車の加工について豊富な知識を持ち、その知識を工作機械へ適用させる確かな技術力があります。以前、主要顧客から製品のコスト、加工精度や安定性に極めて難しいオーダーがあり、なかなか基準を満たす製品ができませんでした。そこで三菱重工に相談したところ、インド国内に駐在するエンジニアが対応し、顧客の全要求に応える歯車加工プロセスを開発、あわせて高い生産性も実現させてくれました。また、三菱重工とChrystecによる手厚く、迅速なサービスサポートは工場の安定稼働を支えています。我々の要求をしっかりと理解してくれる、大変優秀なパートナーです。

若年層人口の増加と原油価格の高騰を背景に二輪車需要は増加するでしょう。また、これを機に我々は国内にとどまらず、世界的な歯車・シャフト製造会社へ成長していきます。そのためにも、両社の良好なパートナー関係が継続的に発展し、より強固な関係になっていくことを大変期待しています。

高精度な照準を これからの標準に



新しいカタチがかなえたい

日本だけではなく、世界で増え続けているがん疾患。その治療法のひとつが、放射線治療です。患部を切らずに治療するため、臓器の形や機能を保つことができ、痛みをともなわず体力消費も少ないなど“患者さんにやさしい治療法”として注目されています。しかし、外科手術のように、医師の手で直接患部に触れることができないこの治療では、正確に患部へ放射線を集中させるために高い精度が求められます。そこで三菱重工では、加速管の開発・製造で培った技術力を応用し、世界最高レベルの照準精度±0.1mm*を実現した、まったく新しい放射線治療装置を誕生させました。“ものづくりを医療の分野でも役立てたい”という若手エンジニアたちの思いが生んだこの治療装置は今、世界の医療現場で“患者さんにやさしい治療”を支えています。

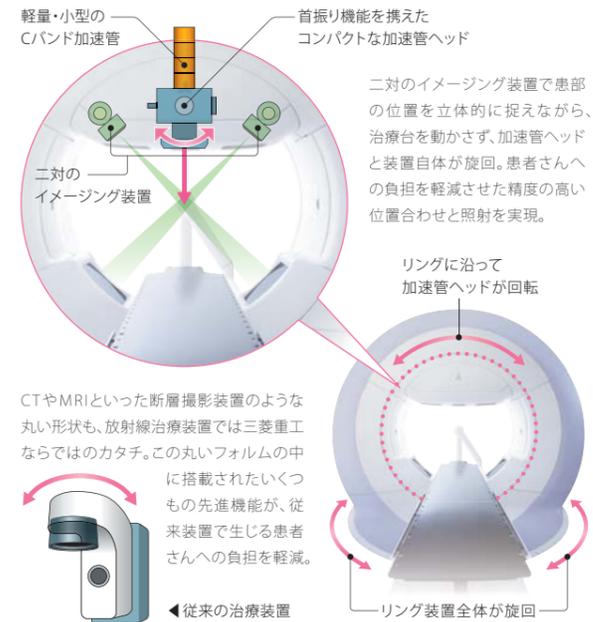
三菱重工の放射線治療装置は、NEDO（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の基盤技術研究促進事業、産業技術実用化助成事業の支援および、京都大学と先端医療センターから臨床現場に関する情報提供・技術支援を受けて完成しました。

*照射対象の中心点に対して、装置の回転によって生じる変動誤差（機械のたわみや動きによる誤差）が±0.1mm以内

超軽量照射ヘッドがかなえた、 かるやかな動き

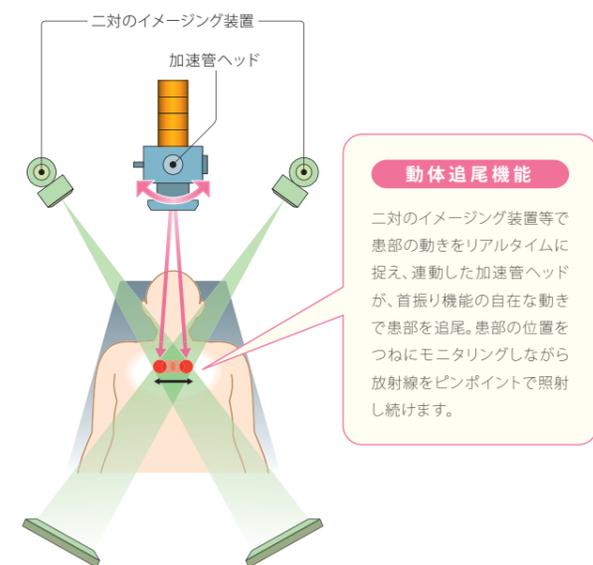
放射線の照準精度が治療の精度につながる放射線治療では、患部と照射範囲の緻密な位置合わせが重要です。しかし従来の治療装置では、重たく大きな照射ヘッドがたわんで照射部にズレが生じやすく、位置合わせの精度を保つのが困難でした。そこで三菱重工は、小さくても大きなエネルギーを発生できる超軽量「Cバンド加速管*」を世界で初めて治療装置に適用。画期的に軽量・コンパクトになった加速管ヘッドを動かし、たわみによる照射部のズレを自動補正することで、緻密な位置合わせが可能になりました。これにより±0.1mmの照準精度を実現し、精度の高い治療が行えるようになったのです。

*三菱重工の「Cバンド加速管」は、従来の治療装置用加速管の約半分となる長さ約30cm、また重さ約12kgと超軽量・小型化に成功。半世紀にわたり培った加速管製造技術で、世界初の医療装置への適用を実現した。
（「加速管」の詳細は、特集ページをご覧ください）



患部の動きに合わせて、 ピンポイント照射

放射線治療で重要な、患部と照射範囲の緻密な位置合わせ。じつは、患部は「呼吸」などにもなっており、いつも揺れ動いています。そのため、照射漏れをなくするには患部周辺の正常細胞も含めた広い範囲に放射線を照射するしかなく、患部だけに正確に放射線を集中させ、さらに治療時間も短くできる理想的な照射技術の確立が待ち望まれていたのです。患者さんの負担を少しでも減らしたい。三菱重工はその思いから、世界で初めて「動体追尾」機能を実現。動く患部をリアルタイムに追いかける加速管ヘッドにより、患部周辺への放射線の照射を大幅に減らします。これをかなえたのは、世界最高レベルの照準精度。よりピンポイントな照射が可能な「動体追尾」が、正常細胞へのダメージを極力回避し、からだへの負担を大幅に低減します。



使いやすさをカタチにした、心くばりあふれるデザイン

患者さんの不安を和らげ安心感を与えたいという思いから、装置のデザインにも配慮しました。特徴的な丸いフォルムには、枠の角にも丸みをつけ、やわらかなカラーを採用。細部まで心くばりを施しました。また、医療スタッフが、搭載された先進機能の数々をスムーズに使いこなせば治療時間を短縮でき、患者さんの負担軽減につながります。そこで、状況把握や次の操作手順がいつでもモニター上で分かるオペレーションを、治療する側の視点で開発しています。高精度な照射の追求と患者さんへの思いやりが育んだこの放射線治療装置は、いま日本国内7カ所、世界4カ所で活躍。“ものづくりを医療の分野でも役立てたい”というエンジニアたちの思いは、すでに世界でも実を結びはじめています。



Vero 4DRT