

試せるテクノロジー、学べる最先端。

「三菱みなとみらい技術館」は、日常生活では触れる機会の少ない最先端の科学技術を、遊びながら学べる、参加体験型のテクノロジーミュージアムです。



ロケットエンジンの実物や話題のスマートコミュニティなど
6つの展示ゾーンと体験プログラムで
ものづくりに触れる、体験型学習施設。

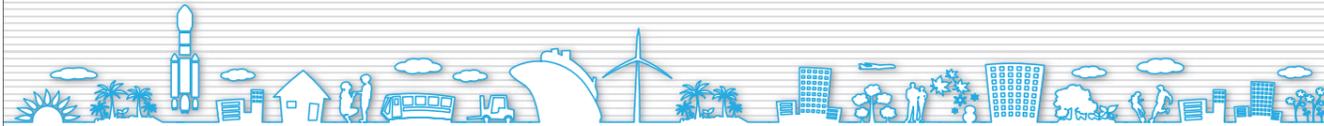
- 航空宇宙ゾーン
- 海洋ゾーン
- 環境・エネルギーゾーン
- 交通・輸送ゾーン
- くらしの発見ゾーン
- 技術探検ゾーン

設計・製作・操縦を体験して
ものづくりを楽しく学ぶ

トライアルスクエア

小学生以上、当日先着順予約制

エネルギーの多様性と最新技術が満載！
環境・エネルギーゾーン
2013年2月下旬リニューアルオープン！



三菱みなとみらい技術館 Mitsubishi Minatomirai Industrial Museum

累計200万人以上のお客様をお迎えしています。

交通案内
電車をご利用の場合
みなとみらい線「みなとみらい」駅けやき通り口より徒歩3分
JR根岸線/横浜市営地下鉄「桜木町」駅より徒歩8分
自動車をご利用の場合
首都高速横羽線「みなとみらい」ランプ出口正面
三菱重工横浜ビル有料地下駐車場(30分毎250円)

開館時間
午前10時から午後5時まで(但し、入館は午後4時30分まで)

休館日
毎週月曜日(祝日の場合は翌日)、年末年始
特定休館日:2013年2月12日(火)~2月23日(土)

入館料
大人300円 / 中・高校生 200円 / 小学生100円
団体(10名以上)は、各100円引
65才以上の方、障害者の方とお付添いの方は無料
(証明書・手帳をご提示ください)
小・中・高・大学生の校外学習は無料
(3日前までに学校の先生・旅行代理店からご予約ください)

三菱重工株式会社
〒220-8401 横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号
三菱重工横浜ビル
Tel.045-200-7351 Fax.045-200-9902
<http://www.mhi.co.jp/museum/>



モバイルサイトでお得な
クーポンをゲットしよう!

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



この星に、たしかな未来を



三菱重工グラフィック 2013 No.170

発行・編集/三菱重工工業株式会社 社長室 広報部 部長 中山明彦 〒108-8215 東京都港区港南2-16-5 ☎03-6716-3111 (大代表)
制作/株式会社ダイヤ・ピーターナル 株式会社フールソーナー 印刷/株式会社美松堂

Read the future
graph

No.170

三菱重工グラフィック 2013

特集

動力と明日をつなぐ

社会・産業の発展を支え続ける、堅牢な機械要素「動力伝動装置」

表紙：動力伝動装置の代表格である、ウォーム減速機のウォーム。
〔愛知県・岩塚工場〕

P.2-3：ヘリコプターに使用される航空機用精密歯車。数千馬力の強大な動力に応える強度と極限の軽さを両立するため、動力伝動装置の中でもとりわけ厳正かつ慎重な精度管理が要求される。
〔愛知県・岩塚工場〕

動力をつぎへ伝え、社会を動かす。太古の時代から変わらない使命。

古代ローマ、ギリシャの時代から、歯車は人類の営みに深く関わってきたといわれている。近代文明の幕開けとなる産業革命期には蒸気機関の動力伝達で重要な役割を果たし、その歯の形は工業のシンボルとして広く用いられている。現代においても、歯車ほど高効率に力を伝達する手段はほかに見当たらない。エンジンやモーターが生み出す動力の回転速度を変える、トルクを増幅するなど、最終製品が必要とする動力の橋渡し役として、その活躍の場は広範に及ぶ。そのような役割をもつ歯車を組み合わせ、動力の減速・増速を高効率かつ高精度に実現するのが、動力伝動装置である。自動車、航空機、建設機械、そして工場で稼働する多様な産業機械が、その役割を果たすうえで不可欠な存在として、静かにしかし力強く、人と社会の営みを支えている。

卓越の伝動精度



A: 製鉄機械に使用される大型ウォーム減速機のホイール部に、歯切り加工が施されている様子。ウォーム減速機ではドイツで考案されたニーマン歯形を採用。普通歯形では困難だった高強度と潤滑性を両得している。

B: ウォームギヤとホイールのかみ合わせ（歯合わせ）を調整する、製鉄機械用の大型ウォーム減速機。ウォームギヤに塗布した青インクがホイールの歯にどのように付着するかを手がかりに、適切な歯当たり（歯の当たり具合）を確認・調整する。

C: 複リードウォームギヤセットに使用される、ウォームギヤの研削工程。研削時には冷却や摩擦緩和のために油を注ぎ、ウォームギヤの研削割れ（ひび割れ）を防ぐ。歯合わせ作業と、この研削作業を繰り返しながら、要求される歯当りに仕上げていく。

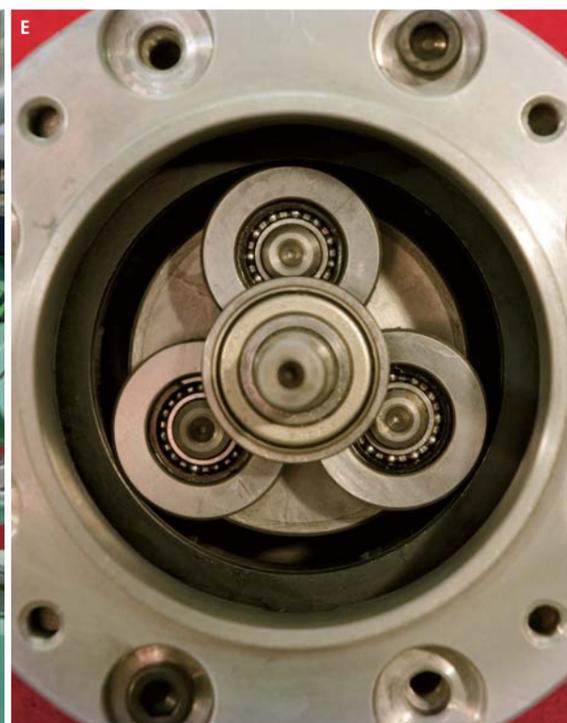
高度な設計や製造技術で、絶対的な信頼・精度を勝ち取る、三菱重工の動力伝動装置。

動力伝動装置は動力機構の重要部分を担い、堅牢性や信頼性を徹底的に考慮した設計が施される。

製造の場面では直径が3mを超えるほどの巨大なものでも、ミクロン(1/1,000mm)オーダーの工作精度で造られる精密製品だ。

三菱重工は、この動力伝動装置の領域につねに新風を吹き込み、その進化を牽引してきた。

その代表格であるニーマン歯形ウォーム減速機は、1964年に生産を開始。高効率に伝達し、高い出力を生む優れた性能から、ウォーム減速機の分野で国内トップシェアを誇り、産業界で広く活躍する。また、1980年には、歯車の代わりにローラを使用し、ローラ間で高い圧接力がかけると高粘度化する特殊な油を介して力を伝える、世界初の画期的な遊星ローラ減・増速機を独自に開発・製品化。ほかにも、回転精度に優れた複リードウォームギヤセットなど豊富なラインナップがあり、高い実績を誇る。



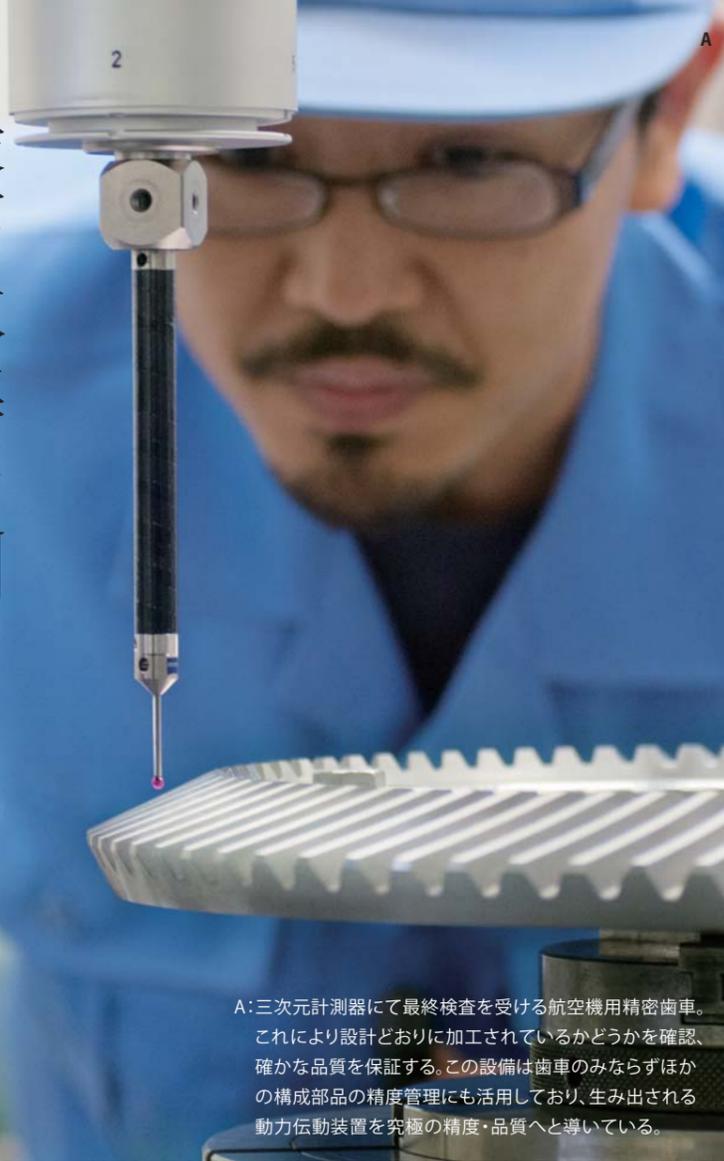
D: 複リードウォームギヤの回転精度を試験する様子。複リードウォームギヤは極小のバックラッシュ（歯面間のすき間）と高精度を特長とする。回転変動を最小限に抑制できることから、産業用ロボットや工作機械を中心とする精密機械に用いられている。

E: 歯車の代わりにローラを用いて減・増速を行う遊星ローラ減・増速機は、歯車の限界値を大幅に凌ぐ回転精度と静粛性を実現した画期的な製品。ローラは高い面圧がかかると摩擦力が増す特殊オイルによって、互いに力を伝え合う。ローラによる転がり伝動のため低振動・低騒音であり、回転誤差も通常の歯車に比べて約1/20と、極めて小さい。

F: 実用化に向けて研究開発が進められるウォーム減速機用の鋼（はがね）ホイール。従来の鋼合金の素材に比べて強度が高いため、より小さなホイールでも同等以上の耐久性が得られ、装置のダウンサイジングが可能になる。鋼に比べて硬くなじみにくい鋼の歯のかみ合わせは、素材技術に止まらず、三菱重工の保有する歯車技術を総動員し開発している。
〔A～F: 愛知県・岩塚工場〕



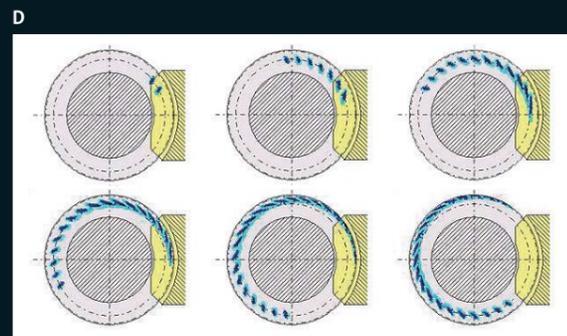
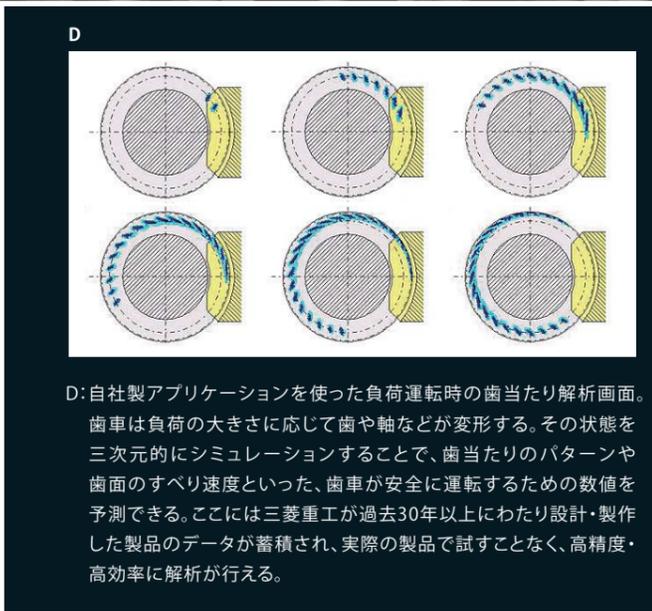
最高水準を創る 最高水準の現場



A: 三次元計測器にて最終検査を受ける航空機用精密歯車。これにより設計どおりに加工されているかどうかを確認、確かな品質を保証する。この設備は歯車のみならずほかの構成部品の精度管理にも活用しており、生み出される動力伝動装置を究極の精度・品質へと導いている。



B・C: 非常に薄肉、かつ強靱な航空機用精密歯車をつくるために、浸炭焼入れ(鋼に炭を含ませ表面を硬くする処理)を行う。その際、不純物が混ざると亀裂の原因となるため、浸炭処理は真空状態の炉で行う。また、焼入れ後に生じるゆがみを最小限に抑えるには、長年の経験と技術の蓄積が必要である。



D: 自社製アプリケーションを使った負荷運転時の歯当たり解析画面。歯車は負荷の大きさに応じて歯や軸などが変形する。その状態を三次元的にシミュレーションすることで、歯当たりのパターンや歯面のすべり速度といった、歯車が安全に運転するための数値を予測できる。ここには三菱重工が過去30年以上にわたり設計・製作した製品のデータが蓄積され、実際の製品で試すことなく、高精度・高効率に解析が行える。

高精度な動力伝動装置を製造する、秀逸な解析、製造技術・設備、ツール。

三菱重工は、動力伝動装置の中でもトップクラスの品質と設計難度を要する、航空機用精密歯車を手がける国内でも数少ないメーカーだ。

最高回転数が $20,000\text{min}^{-1}$ *以上にまで達する製品を、極限の薄肉構造で実現する手腕は、三菱重工が最高水準の歯車設計技術と加工設備を有する証でもある。

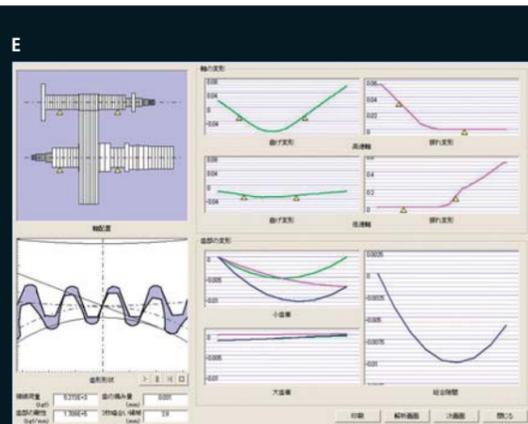
独自の解析支援システムや、特殊な負荷運転時の歯当たり解析技術を駆使した設計力は群を抜く。

さまざまな動力伝動装置の開発で得た、過去の膨大なデータから数値を導き、製造後に生じる精度の誤差や性能を予測することに役立っている。

さらに、三菱重工は動力伝動装置から歯車工作機械、精密切削工具までを自社で手がける世界に類のない歯車システムの総合メーカーでもある。

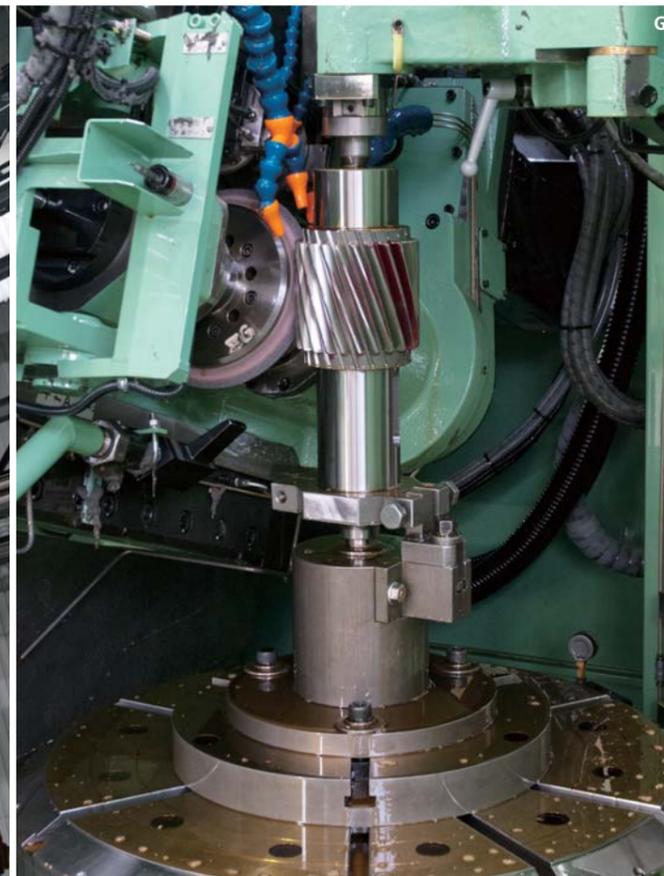
このアドバンテージを背景に、加工に最適な工作機械・精密切削工具を制約なしに選択・使用できることが、高い要求精度の追求を可能にしている。

*毎分回転数。1分間に何回転するかを示す単位。



E: 回転数約 $5,000\text{min}^{-1}$ を超える高速の動力伝動装置の設計では、独自開発の設計支援システムが活用される。設計フローに応じ、歯車強度解析、すべり軸受特性解析、振動解析などを実施できる。中でも振動解析(写真)は、三菱重工が得意とするタービンの設計に不可欠な解析技術を動力伝動装置用にシステム化。これは、タービンを手がける高砂研究所が中心となって開発したもの。

F: 工作機械の主軸駆動に自社製高速ヘリカル減速機を採用した横中ぐりフライス盤(MAF-RS150C)。最高回転数が $6,000\text{min}^{-1}$ のこの機械の主軸では、モータ回転数を1/6に減速することで、加工力を6倍に増幅でき、重切削への対応も可能になる。
[滋賀県・栗東製作所]



G: 自社製歯車研削盤(ZG1000CNC)による研削加工を終えた高速ヘリカル減速機の歯車。高精度な歯車の仕上げには、機械側にも厳しい精度が求められる。研削盤の回転軸を安定的かつ高精度に減・増速させるため、自社製の遊星ローラ減・増速機を搭載、高精度加工を支えている。このように歯車システムの総合メーカーならではの製品・技術を融合させ、より高いレベルでの製品開発、品質を追求している。

H: ニーマン歯形用などの特殊な精密切削工具。三菱重工では、精密切削工具も製造しているため、歯車の個々の仕様に合わせて精密切削工具の設計・製造がスムーズに行え、お客様からの要望に柔軟に対応することができる。滑らかに噛み合う伝達効率の高いニーマン歯形に切削する工具も、この歯形のために独自で開発したもの。
[A~E、G・H: 愛知県・岩塚工場]

社会の内側で 静かに人の為に



メキシコ・チワワ市(チワワ州)の火力発電所で使用されている、発電用タービン。その稼働時に用いられるモータとタービンとの間で動力伝達を担う、ヘリカルギア減速機のオーバーホール作業。このような作業を通して、装置の万全なコンディションを保ち、ひいては発電所の安定稼働、電力の安定供給を支える。

歯車製品・加工のエキスパートとして、柔軟かつ最良の解決策を。

三菱重工は歯車の開発・加工において、長い経験と実績を誇る。もともと自社製品向けに開発をスタートした動力伝動装置を、今では社内外を問わずに広く提供。歯車工作機械においても国内最大級の製品領域とシェアを誇っている。自身がメーカーにしてユーザーというアドバンテージに基づいた製品やサービスを提供し、歯車製品から加工設備、ツールまで手がける歯車加工のトータルソリューションカンパニーとしての存在感を放っている。

日本や世界の国々では、三菱重工が

半世紀近く前に手掛けた動力伝動装置や歯車工作機械が、今なお現役で活躍する。こうした古い製品や、時には国内外の他社製品についても保守対応を行う柔軟なサポート体制も三菱重工の特長だ。

また既存の機器や設備はそのままに、最新製品と同等の性能や機能へとアップグレードを図るレトロフィットや、オーバーホールも実施。用途にマッチする製品の提案から、歯車加工に関する技術サポートまで、お客様視点のきめ細やかな対応力にも厚い信頼が寄せられている。

国境を越え、産業の枠を越え、歯車加工技術の恩恵をより広く社会へ。

歯車製品の高い精度の追求と安定供給は、機械メーカーたる三菱重工の使命でもある。今では世界中で、三菱重工の歯車工作機械や精密切削工具、動力伝動装置が搭載された機械が活躍し、その国の産業を内側から支える。また、お客様や市場ニーズとより密接に結びついた事業展開を目指し、インドでは精密切削工具製造会社や歯車工作機械製造会社、中国では歯車工作機械製造会社、米国ではブローチカッター・ブローチ盤製造会社を持ち、現地の営業・生産活動を本格化させるなど、アジア・北米を軸にグローバル展開を図っている。

一方、昨今の産業界の大きな流れである、省エネルギーや環境に配慮した製品・設備に対するニーズは、成長が期待される新興国でも出始めている。これを背景に、自然環境や生活環境、作業環境の改善につながる歯車製品とその技術の提供によりいっそう注力し、製品を通じた社会貢献を広げていく。

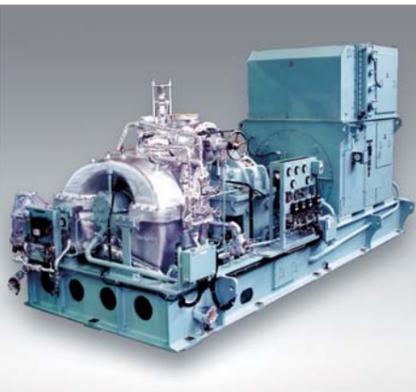
三菱重工はこれまで、そしてこれからも、産業の足腰を担う歯車製品に持ちうる技術のすべてを投じ、快適な豊かさにあふれる時代を力強くめらかに回転させてゆく。

三菱重工製の動力伝動装置を搭載した製品の一例



缶用充填機 〔三菱重工食品包装機械(株)〕

空缶にアルコール飲料や、ソフトドリンクなどの飲料を高速で充填する缶用充填機。この装置ではウォーム減速機を使い、1分間に最大2,000缶詰められる充填機を正確に回転させている。ウォーム減速機では入・出力軸が直角に交わるため、充填機の背面に装備されるモータや減速機の設置スペースを小さくできる。



船用発電機タービン 〔長崎造船所〕

高速ヘリカル減速機を搭載した、船舶用の発電装置。蒸気タービンが発生する高速回転出力を、発電機への伝達に適した回転数へと減速する役目を担う。高速に回転するタービンから生じた力を無駄なく電力へ変換するための高効率かつ、低振動・低騒音な性能が要求される。



劇場舞台機構システム 〔新国立劇場オペラ劇場〕

フルコンピュータ制御の最新技術を盛り込んだ、国内初のオペラ専用劇場。その舞台迫りの昇降装置にウォーム減速機が採用されている。オペラのシーン展開に応じて、ニーマン歯形ならではの流麗で静粛な動きで上下するため、演者はより演技に集中でき、観客は心地よく鑑賞を楽しむことができる。

研究者と設計者の強力タッグ

ゼロから始めた「常温ウェーハ接合装置」開発の軌跡

技術統括本部
先進技術研究センター
主席研究員
後藤 崇之



工作機械事業本部
技術部 主幹技師
常温接合装置
プロジェクトマネージャ
井手 健介

三菱重工の先進キー技術開発を担う「先進技術研究センター」。ここではマーケットインテリジェンス活動と数年先を見据えた研究を行い、マーケットを変える新製品の開発を事業本部とともに推し進めている。そこに所属する研究者の後藤は、事業本部の設計者・井手とともに2004年、「常温接合」技術の事業化プロジェクトを始動した。二人三脚でゼロから製品を模索し、自ら信頼を寄せる技術者たちを呼び寄せ、世界初となる事業を見事に確立。その製品は半導体デバイスメーカーで使用される「常温ウェーハ接合装置※」であった。

※ウェーハとは半導体基板の材料として使われる薄さ1mmほどの円形の板。1枚のウェーハ上に一度に数千個の半導体デバイスが製造される。これを常温で接合すると熱によるひずみが生じず、デバイスの微細化や歩留まり率向上などの利点がある。ウェーハ接合装置は、ウェーハのパッケージングや、異種材料のウェーハを接合した機能性ウェーハの製造などに使用される。

技術統括本部 先進技術研究センター／工作機械事業本部 技術部

地道な営業活動で、ゼロからニーズを探る

2005年、三菱重工は世界で初めて「常温ウェーハ接合装置」を産業用に開発した。パソコンのメモリや携帯電話のセンサなどの半導体デバイスに使われるシリコンなどのウェーハに、イオンビームや中性原子ビームを照射。表面を活性化することにより常温（室温）で接合する装置だ。これにより接着剤や水、熱も使わず接合できる。従来、主流とされていた装置とは異なり加熱不要のため接合後のひずみがなく、デバイスの品質、製

造効率が向上する。この製品の開発は、後藤が井手の所属する工作機械事業本部に「常温接合」技術を持ち込むことから始まった。しかし当時は二人とも、この技術からどんな製品をつくるべきか、まったくイメージできなかった。「とにかくお客様を回らないと100社近く電話し、会ってくれそうな20社ぐらいを後藤と歩き回りましたね」と井手は振り返る。もともと専門外で不慣れな営業活動も自ら進んで行った。後藤には「技術を最もわかっている者が話さないと伝わらない」という信念があったからだ。だが、日本中を歩

き顧客ニーズを探るこの戦略が功を奏したと井手は語る。「それまでは、この技術が適用できる『正の領域』を探してきましたが、逆に、絶対にマーケットとならない『負の領域』が明確になった。例えば、最終製品のチップ自体の単価が低い分野では事業にならない」と。ターゲットは採算性が高く、高精度な接合を常温で成し得てこそ価値がある分野。ターゲットが見えつつあった中、二人は正の領域となるMEMS※1を開発する大手デバイスメーカーの担当者と出会った。※1: Micro Electro Mechanical Systemsの略。機械要素を含むデバイス。加速度センサ、圧力センサ、インクジェットヘッド、ジャイロ、バイオデバイスなどがある。

正月2日の初試験、「うきましておめでとう！」

その後に行った接合テストの結果が顧客から高く評価され、2004年6月いよいよ製品化がスタートした。世界初となる産業用の常温ウェーハ接合装置を8カ月以内に納入するため、後藤は技術統括本部の約1,300人いる研究者から信頼を寄せる精鋭を呼び集める。「スムーズにみんなで同じ方向に進めるように目的も情報も共有し、7人のメンバーが全員野球でいろんな知恵を出し合いました。また、もし失敗しても遅れが発生しないように、予備の方法や部品を準備するなど二の手、三の手と対策を講じていました」。

それでも予期せぬサプライヤーの納品遅れで工期は遅れた。だが、初の接合試験を年明け1月2日に行わざるを得ない。顧客への納期を厳守するために、大晦日まで組立て調整を行った。その際、後藤の妻は、出張先で年を越すメンバーを思い、おせち料理を差し入れたという。年内にできる限りのことをやり遂げたメンバーは、社内の食堂で紅白歌合戦を見ながらおせちを食し、2004年を終えた。

迎えた正月2日。見事に試験は1回で成功する。井手は、常温で接合する様子をこのとき初めて見た。「目の前で、2枚のウェーハが常温で強固にくっつき、はがれない。接着剤を使わずに、加熱もせずに付くなんて常識では考えられない。すごく新鮮な驚きでした」。このときの感動は、今でも井手をつき動かす原動力だという。一方の後藤は、「最初につくった実験用装置では、初接合までに2カ月かかった。その経験があり簡単に付かないかもしれないと思っていたので、あっさり接合してホッとしました」。この日井手は『うきましておめでとうございませう』と上司に試験報告のメールをしたという。そうして2005年2月、予定通り顧客への納入を終えた。

初号機の成功後、さらに開発費が投入され、PR活動も本格化させる。「どこかの市場をひとつ切り崩せば、事業として広がる予感がありました。常温接合は、いろんな金属や半導体材料を接合できる非常に筋の良い技術。さらに、日本発祥の技術で海外勢に先を越されていない。今まで研究所に事業化の話を持ちかけられ、事業に



接合試験を実施するクリーンルーム。日頃からメンバーが集まり検討が行われている。

結び付かなかったものもあったが今回は違う。この技術の素性の良さにほれ込んでいました」。井手の予感的中し、マイクロマシンMEMS展※2で、人垣が二重三重になるほど注目を集めた。そこで、販売パートナーと出会い、顧客との接点も広がった。今では、顧客の開発デバイスで接合を実証するサンプル試験の事例は4,000件を超える。後藤は、「常温接合はお客様にとっても未知の技術で、デバイスのつくり方や接合の前処理の仕方が確立されていない。だからデバイスの開発過程から深く入り込み、一緒に課題をクリアします。時にはお客様が隠したがることも聞き出し、改善策を伝えなければいけない」という。そのような姿勢が実を結び現在は顧客から、他社と比較したうえで「技術力が格段に違う」という評価を勝ち得ている。

※2: MEMSや超精密・微細加工、ナノテク、バイオと、応用システム・サービスロボット要素技術に関する世界最大規模の見本市。

新たな市場をリードし、目標は世界の50%

2人の情熱によって研究所の要素技術が、顧客ニーズを満たす先進装置にカタチを変えた。後藤は「研究した技術が製品に



最高のメンバーと互いに信頼を寄せる常温ウェーハ接合装置開発の精鋭たち。

なって売れるのが、企業における研究人の最終目的です。私はゼロからつくって最終的に売るところまでできた。本当に貴重な経験だった」と振り返る。この成功が若い研究者にとって良いモデルケースとなり、大きな刺激を与えたに違いない。事業化のミッションを達成した2人は、すでに新しい挑戦を始めている。2012年、世界初となる300mm対応3次元集積化LSI※3用常温ウェーハ接合装置を開発したのだ。その製品への期待を井手は語る。「2014年以降に本格化する市場ですが、世界の主要な半導体メーカーから引き合いをいただいているので確実に受注に結びつけ、最終的には世界中にあるウェーハの半分を当社の製品で接合したい」。今はまだ海外では認知度の低い常温ウェーハ接合装置を、三菱重工が世界に広める日もそう遠くなさそうだ。※3: LSI(大規模集積回路)を積層して、上下のウェーハを貫通電極で接続する次世代のデバイス製造法。平面上で集積度を高める手法は限界を迎えており、その打開策として期待されている。



2012年に開発された3次元集積化LSI用常温ウェーハ接合装置「BOND MEISTER MWB-12-ST」。LSI用で主流の300mm大口径ウェーハを立体的に積層できる、常温接合装置の製品化は世界初。

分散型電源の切り札 MEGANINJA、 世界へ

素早く移動、素早く設置、素早く発電！
トレーラで運べるコンテナ型ガス発電設備。



現地での設置工事に携わった関係者



広東省東莞市に納入されたMEGANINJA (東莞新奥燃気集団向け)

を要した設置工事を一気に1/30に短縮する
世界初のシステムだ。

さらにコージェネレーションシステムを併
設すれば、発電時に発生する排熱も活用で
き、エネルギー効率をいっそう高めること
ができる。

※MEGA: Mitsubishi Energy Gas Package

分散型電源市場を切り拓く 新たな拠点、誕生

さらに2012年10月1日、三菱重工の分散
型発電ビジネスの拠点となる「ガス分散型
電源エンジニアリングセンター」が上海に
誕生した。

顧客ニーズに合わせた効果的なシステム
を提案・構築する「システムエンジニアリング」
や「エネルギーソリューション事業コンサル
ティング」、納入した設備の運用をサポートす
る「モニタリングセンター」をはじめ、エンジ
ニア、セールス、アフターサービスの全機能
を集約し、市場進出・拡大を図っていく。

シェールガス革命に沸く北米や、豊かな天
然ガス資源を抱えるアフリカなどの国々へ。
さらには電力の安定供給を待ち望む世界の
人々へ。分散型ガス発電の将来には大きな
可能性が広がっている。エネルギーの成長
市場へ向かって三菱重工の挑戦は、まだ始
まったばかりだ。



分散型電源事業の拠点
「ガス分散型電源エン
지니어リングセンター」
(中国・上海市)

分散型の発電スタイルへ 世界が動き始めた。

新興国の多くでは、急速な経済成長に送
電網の整備が追いつかず、電力が不足して
いる地域が残されている。一方、先進国にお
いては、スマートコミュニティ構想に基づく
低炭素で高効率な次世代型エネルギーイン
フラへのシフトが始まろうとしている。

たとえば近年、経済成長が著しいアジア、
アフリカの両地域は電力不足が深刻化。消

費市場が急拡大する中国や、良質で安価な
労働力を求めてグローバル企業が進出する
タイやインドネシアなどでは、安定した電力
の確保が急務となっている。またアルジェ
リア、ナイジェリアなどでは莫大な天然ガス
の埋蔵量が確認されており、ガスを燃料とした
発電に期待が高まっている。

こうした中で注目を集めているのが天然
ガスによる分散型電源。小規模な発電設備
を消費地ごとに配置して電力を賄う「エネ
ルギーの地産地消化」だ。長大な送電網が不要

になるため、短期間かつ低コストで設置でき
るうえ、送電によるエネルギーロスも少ない。
大規模電源の集中リスクを分散させる効果
もある。

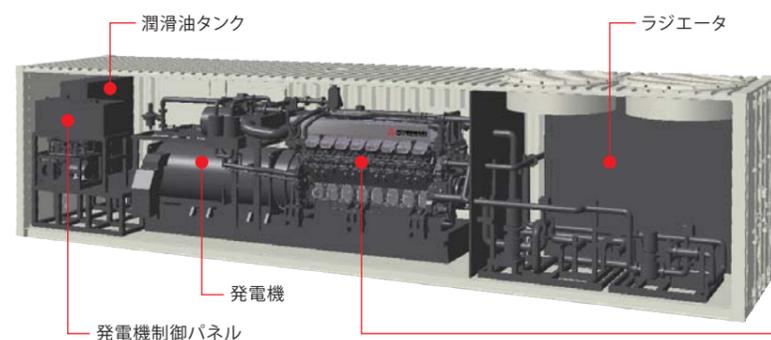
さらに主力燃料となる天然ガスは世界各
地に豊富に埋蔵されているため調達しやす
く、電力を安定供給するには最適な燃料
といえる。しかも化石燃料の中で、燃焼時の
CO₂排出量が最も少ないクリーンエネ
ルギーとして、地球環境という観点からも期待
されている。

小さなモバイル発電所 MEGANINJA、海を渡る。

世界の国々で顕在化している電力不安とい
う問題を解決するために、三菱重工は天然ガ
スによる分散型電源を開発した。コンテナ型
ガス発電設備「MEGANINJA」だ。その初号機、
第2号機は2012年7月に中国広東省の工業地
帯・東莞市に納入され、夏場の需要オーバー
による停電時にも工場をストップさせない、
バックアップ電源としての役割を担っている。

MEGANINJAは、発電に必要なすべての機
器をISO40フィートコンテナにワンパッケ
ージし、トレーラに載せて電力が足りない場所
へ素早く運べる、いわば「モバイル発電所」。
従来はボルトナットで固定する必要があった
配管や配線も、コネクタ方式でワンタッチ接
続でき、据付もあっという間に行える。発電ユ
ニットには天然ガスを燃料とするガスエンジ
ンを搭載しており、ガス配管などの基礎さえ
整っていれば現地に到着してから24時間以
内に発電を開始できる。これまでは約1カ月

MEGANINJA構造図



MEGANINJAの心臓部、高効率ガスエンジン(1,500kW)

MEGANINJAは、三菱重工のエンジン技術をすべて投入した集大成。

三菱重工は、発電から船舶、車両、航空機・ロケット用まで幅広いラインアップ
のエンジンを自社生産する世界でも数少ないメーカーです。MEGANINJAには、
当社のエンジン技術やノウハウが凝縮されています。開発に当たって苦労した
点は、40フィートコンテナにすべての機器を収めるためのレイアウトです。長さ
約12m×幅約2.5m×高さ約2.6mの箱に、ガスエンジン、発電機、ラジエータ、
発電機制御パネル、潤滑油タンクという5つのピースを配置して空間のパズルを
完成させる。それには位置関係の最適化に加え、機器自体を小型化する必要が
ありました。例えばラジエータは冷却ファンの位置を見直し、風量を増やすことで
長さを従来の半分に縮めています。さらに各機器をユニット化し、個別に取り出
し可能として保守点検や交換の容易化を図ったことも設計上のこだわりです。
現地(広東省東莞市)への納入・設置は7月に行われました。初号機の据付と

いうことで初めのうちにはスムーズにいかない場面もありましたが、お客様(東
莞新奥燃気集団)や現地協力会社のスタッフと打ち合わせを重ね、問題意識
を共有して一致団結することでロスを取り戻すことができました。その結果、
お客様との約束であった「到着後24時間以内の発電」
を実証することができ、最後には感謝の言葉をいた
だきました。

中国では2020年までに50GW(5,000万kW)のガス
分散型発電設備を導入する計画です。上海でのガス
分散型電源エンジニアリングセンターの設立を機に、
まずは中国市場での足場を固め、グローバル市場へ
とステップを進めていきたいと考えています。



汎用機・特車事業本部
エンジン事業部
エンジン技術部 部長
市橋 一郎

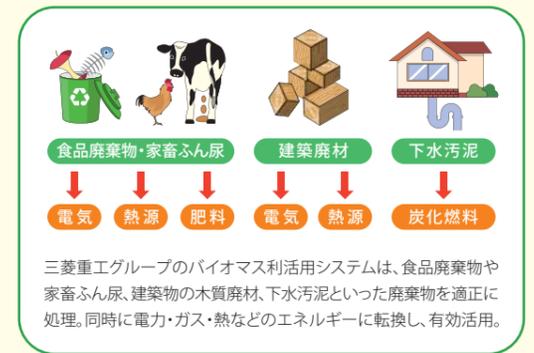
悩みのたねを、エネルギーの新たな芽へ

使用済みのペットボトルが衣服になるように、リサイクルで電気や燃料をつくることできれば、エネルギー問題の解決にもつながります。未来の夢物語のように思われるかもしれませんが、三菱重工グループはすでに捨てられていたものからエネルギーをつくりだしているのです。それは、農場や下水処理場などで処理に困っていた廃棄物を、バイオマス^{*}として活用するシステム。廃棄物をエネルギーに転換する橋渡し役として、環境とエネルギー問題解決に貢献できるかっこいいシステムなのです。いろいろな産業が抱える悩みのたねから、新たなエネルギーを芽生えさせる。そんな三菱重工グループのアイデアと技術力が、循環型社会づくりをサポートし、人に地球にやさしい暮らしをお届けしています。

※再生可能な生物由来の有機資源(化石資源を除く)。また、化石燃料と異なり、成長過程で大気中のCO₂を吸収していることから、燃焼してCO₂を排出しても排出量を増加させない。

微生物のはたらきでリサイクル

循環型社会をつくるには、資源を繰り返し使える仕組みが必要です。そのひとつが、バイオマス活用システム。これまで廃棄してきた生ゴミや家畜のふん尿までも資源にして、エネルギーに転換します。たとえば、メタン菌が活躍する「メタン発酵」技術。メタン菌に家畜ふん尿などを分解させ、そこで発生したメタンガスは、発電したり、お湯を沸かしたりするエネルギー源になります。さらに三菱重工グループは先進技術とノウハウで、家畜ふん尿だけでなく、これまで困難だった食品廃棄物のメタン発酵を可能にしました。環境汚染のもととなる廃棄物も、バイオマスとして活かせば、地球にやさしくリサイクルできるのです。



エネルギーと資源の循環型モデル



農場を拠点に、エネルギーと資源のサイクルづくり

農場などで毎日大量に出る家畜のふん尿は、環境汚染を招く廃棄物となり、畜産業共通の課題になっています。「メタン発酵」技術を活かし、この悩みのたねからエネルギーの新しい芽を育てる。そんな取り組みが、年間80万人の観光客が訪れる小岩井農場内の施設^{※1}で展開中です。ここでは農場で発生するふん尿のほか、地域の学校給食センター・食品加工会社から廃棄物が集められます。1日あたりトラック20台分を超える約85tの廃棄物から、最大600世帯分相当の電力をつくりだしているのです。同時に、液体肥料も約35tを生産。それが再び農場の土に還り、牛が食べる飼料の成長を助けています。近年バイオマス活用が国家プロジェクト^{※2}として推進されるなか、三菱重工グループは、そのバイオニアとして実用化をスタートしています。



小岩井農場内のメタン発酵施設

※1:地域循環型メタン発酵施設「(株)バイオマスパワーしずくし」。三菱重工環境・化学エンジニアリング(株)のほか、小岩井農牧(株)、東北発電工業(株)、東京産業(株)、岩手県豊石町が出資して設立。
※2:平成24年7月に施行された「再生可能エネルギーの固定価格買取制度(FIT)」において、バイオマスパワーしずくしは、畜産・食品廃棄物バイオマスエネルギー発電の初年度適用を申請中。

いろんな廃棄物を、エネルギーに利活用

三菱重工グループのバイオマス活用システムは、畜産業の課題を解決した「メタン発酵」技術だけではなく、木質廃材処理に頭を悩ませていた土木建築業には、廃材を燃料に使えるエネルギーシステムを、下水処理場には下水汚泥から炭化燃料をつくる世界初の生産設備を提供しています。廃棄物を資源に変える発想と技術力で、循環型社会づくりの支援を世界に広げ、これからも環境・エネルギー問題の解決に取り組んでいきます。



木質バイオマスコージェネレーション
建築廃材などの木くずをガス化して発電し、工場で消費する全電力の自給自足を実現。また、同時に生成する炭化物を燃焼し、熱源として工場内で有効利用。



下水汚泥炭化燃料化システム
下水処理時に発生する汚泥を、燃料化して石炭の代替とする世界初のプラント。下水処理場および発電所のCO₂削減に貢献。

廃棄物を資源としてエネルギーに転換するバイオマス活用システムは、三菱重工環境・化学エンジニアリング(株)が開発、製造をしています。