

# エレベーターが できているまで

特集  
1

## 製品のライフサイクルを追う



都市が高層化している。

超高層のオフィスビルや商業ビル、マンションの建設が相次ぎ、

新しい街並みが天空に形成されつつある。

高層への挑戦はわが国だけでなく、新興国においても加速しており、

世界の都市の姿は大きく変貌している。

そんな都市の高層化を支えるのがエレベーター。

三次元空間を自由に行き来するエレベーターはどのようにつくられるのか。

エレベーターの製造工程を見てみよう。

（編集部）





# 都市の高層化を支えるエレベーター

「都市は人類最高の発明である」。米ハーバード大教授で、若き都市経済学者で知られるエドワード・グレーザー氏。彼は2012年に打ち出した新たな都市論において、こう指摘する。「都市を高層化・高密度化し発展させることが人類の進歩につながる」。

グレーザー教授の言葉通り、世界の大都市は高層化に向けて歩調を強めている。わが国のような先進国だけでなく、新興国においても超高層ビルの建設が競うように進められ、高層化への流れは強まるばかり。「高さ世界一」という形容詞は、すぐに書き換えられてしまうのが現状である。

高層化を実現しているのは建築技術の進展に加え、エレベーターの高度化も大きな役割を果たしている。安全・安心で、高速化を実現しながらも乗り心地を高める。エレベーターは今や、都市における「重要インフラ」になっている。

エレベーターの歴史は長い。世界で初めてエレベーターがつくられたのは今から2200年前のこと。多くの人間がロープを引っ張ることで、モノを上げ下げしたのがエレベーターの原型と言われている。これは発明家で知られるアルキメデスが考案した。日本では1842年に、「日本三大庭園」のひとつである偕楽園（茨城県）の休憩所において、食事などを運ぶためのエレベーターが利用されたのが始まり。もちろん人力だ。

蒸気機関によるエレベーターを経て、現在の電動式エレベーターが登場したのは1889年。米・オース社が初めて電気駆動式エレベーターを開発、ニューヨークのビルに採用された。これがきっかけに、ニューヨークの「摩天楼」化が進ん

だと言われている。

意外にも、わが国の電動式エレベーターへの対応は早かった。オースの初号機の翌1890年には、東京の高層建築の先駆的存在だった浅草の「凌雲閣」に国産第一号が採用される。直流電動式のエレベーターで、「日本のエジソン」と呼ばれた藤岡市助氏が設計した。故障が

多く、一般開放されなかったが、凌雲閣が完成した11月10日は、今でも「エレベーターの日」とされている。

わが国のエレベーターが広く浸透したのは1960年代。高度経済成長と東京オリンピックの開催で、都市の姿は大きく変化。建築基準法やJISの制定に加え、エレクトロニクス技術の急速な発展で、エレベーターの高度化に拍車がかかる。乗用エレベーターのほか、物流倉庫などの荷物用エレベーター、病院向け寝台用エレベーターなどが普及し始め、エレベーター全体の設置台数は急激に増加。マンション建設も加速するなど、建物へのエレベーター設置が標準化された。

これ以降、「スピードへの挑戦」も本格化する。1978年に開業した東京・池袋の「サンシャイン60」に設置された三菱電機のエレベーターは、分速600メートル（時速360キロメートル）を記録、当時の世界最高速となったほか、1993年には同じく三菱電機が横浜ランドマークタワーに設置したエレベーターが、分速750メートル（時速450キロメートル）を達成し、世界最高速を更新している。現在では三菱電機、日立製作所、東芝エレベーターが

世界最高速を競い合っており、時速65キロメートルを超える「高速レース」が繰り広げられている。

高速化に伴い、安定性や信頼性、耐久性など総合力がより求められている。快適性が特に求められる「かご室」では人が揺れや騒音を感じさせないような耐震技術や防音性への取り組みが進められている。また、お客様に継続して安全・安心に利用頂くために、安全な運転管理やメンテナンスといったアフターサービスも極めて重要となる。これからのエレベーターは、製品開発から保守・メンテナンスまでというメーカーとしての総合力が試される時代を迎えている。人類最高の発明と言われる都市づくりにおいて、日本のエレベーターメーカーは「隠れた主役」になりつつある。

## エレベーターの歴史

|         |                                                  |
|---------|--------------------------------------------------|
| 紀元前236年 | ● アルキメデスが人力で荷物を上げる方式を考案。                         |
| 1835年   | ● 蒸気機関を動力にしたエレベーターが登場。                           |
| 1889年   | ● オース社が世界で初めて電動エレベーターを開発。                        |
| 1890年   | ● わが国初の電動式エレベーターが東京・浅草に設置。                       |
| 1961年   | ● 分速210メートルの国内最速エレベーター（三菱電機）が登場。                 |
| 1968年   | ● 分速300メートルの国内最速エレベーター（日立製作所）を採用した霞が関ビルが竣工。      |
| 1978年   | ● 分速600メートルの世界最速エレベーター（三菱電機）を採用したサンシャイン60が完成。    |
| 1993年   | ● 分速750メートルの世界最速エレベーター（三菱電機）を採用した横浜ランドマークタワーが開業。 |
| 2011年   | ● 三菱電機が上海中心大廈向けに分速1080メートルのエレベーター受注に成功。          |
| 2014年   | ● 日立製作所が世界最速となる分速1200メートルのエレベーターの開発に成功したと発表。     |



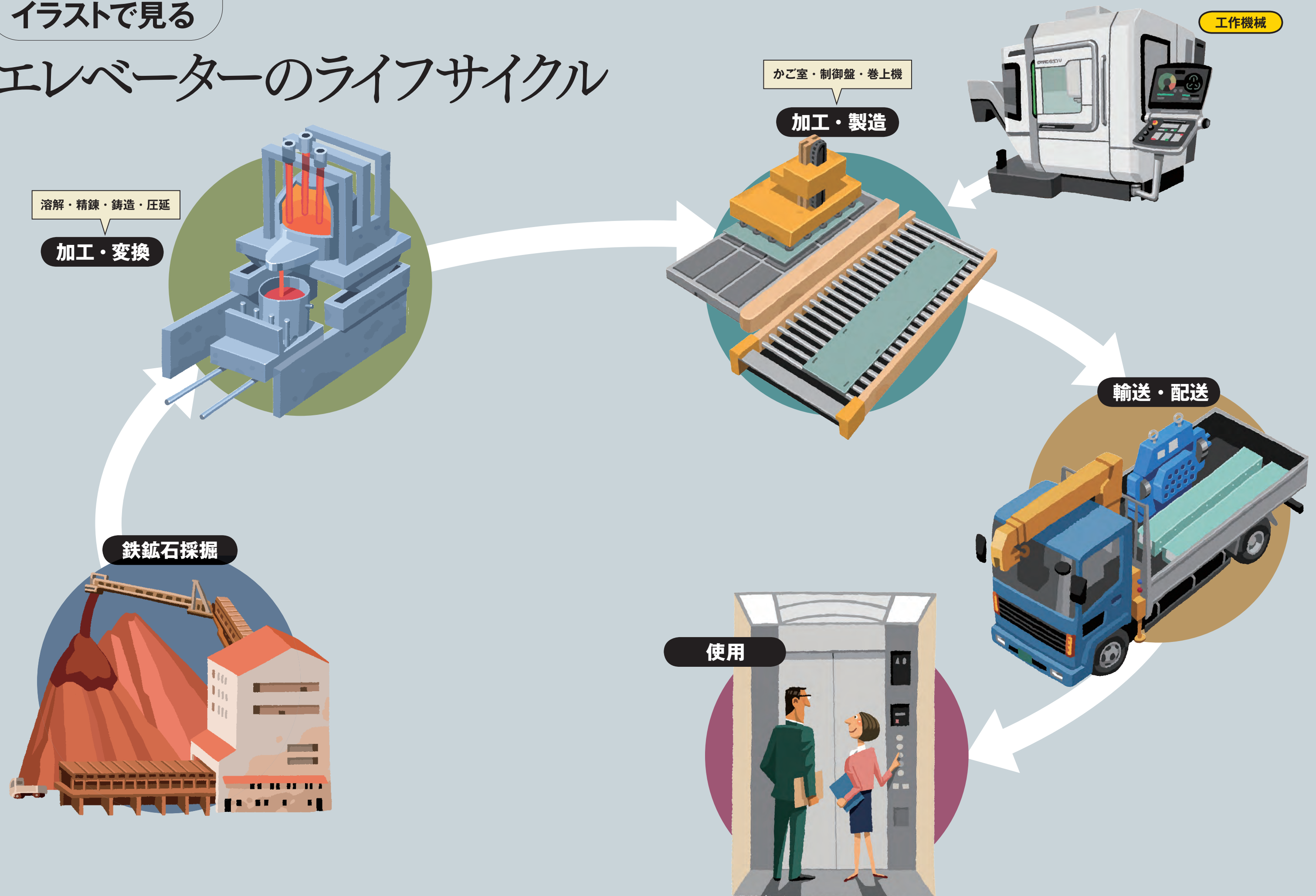
▲三菱電機稲沢製作所（愛知県）では、初期のエレベーターの内部を見ることができる。



▲エレベーターの機能は急速に進化。入館ゲートと連動したエレベーターも。



# エレベーターのライフサイクル





# 製品のライフサイクル 超高速化・快適性に欠かせない素材の高度化

どんな製品にもライフサイクルがある。製品の原料となる資源を「加工・変換」することで原材料が生み出され、原材料はプレス機械などさまざまな工作機械や工具、熟達した技能、いわゆる「匠の技」による「加工・製造」の工程を経て、最終消費者に「輸送・配送」される。顧客に愛され活用された商品はやがてその使命を終え、廃棄される運命をたどる。しかし、製品の一生はそれだけでは終わらない。廃棄物の一部は回収され、新たな原材料として再び、製品としての役割を見出される。すべての製品はライフサイクルの中で輝き続ける。

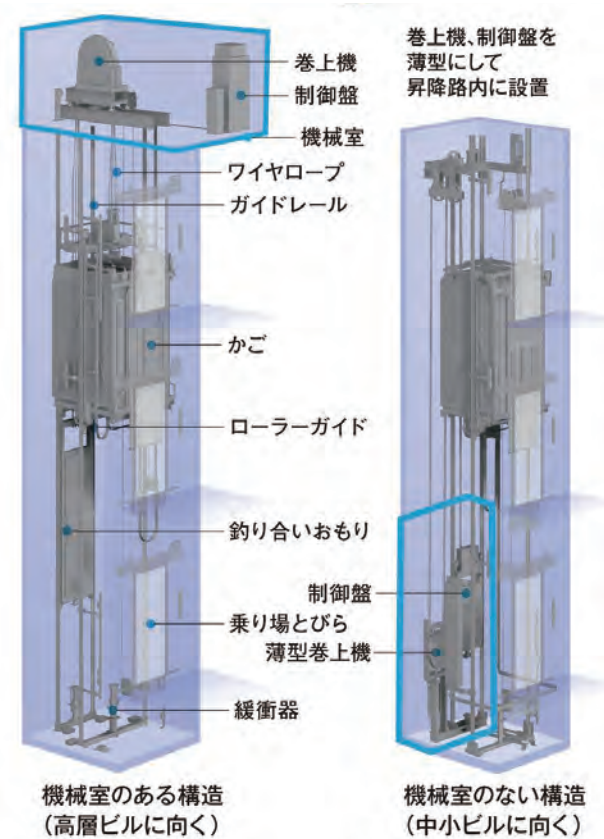
エレベーターはさまざまな部品で構成されている。それだけに部素材も多種多様で、鉄、鋼板、鋳物、ステンレス、化学樹脂など幅広い分野の素材が利用されている。エレベーターは、利用者が「見える部分」と「見えない部分」に大きく分かれ、

人が乗り込む「かご室」は快適性や豪華さを追求する一方、巻上機やかご室を上げ下げするワイヤロープは強さや耐久性が求められる。とくに見えない部分における部素材の進化は目覚ましいものがある。

現在、エレベーターの構造で大別できるのは、「機械室」の有無だ。機械室とは、エレベーターを動かすために必要な巻上機や制御盤などを収納している部屋のことで、昇降路の一番上の部分に設置しているのが一般的だ。ただ最近では、巻上機と制御盤の薄型化・小型化が実現、昇降路に設置できるタイプのエレベーターが主流になっている。これにより、低速のエレベーターでは「機械室レス」が増加している。部素材の改良が新しいタイプのエレベーター開発につながっている。

一方、高速エレベーターにおいても技術革新が続いている。中国最高層となる「上海中心大厦」に超高速

## エレベーターの構造



エレベーターの納入を予定している三菱電機では、巻上機に省エネ性に優れた永久磁石（PM）モーターを採用し、低騒音・低振動な運転を実現したほか、ワイヤロープの改良に着手。超高揚程でのロープ自体の重量増加に対し、質量比強度を増大させた「新構造ワイヤロープ」を開発

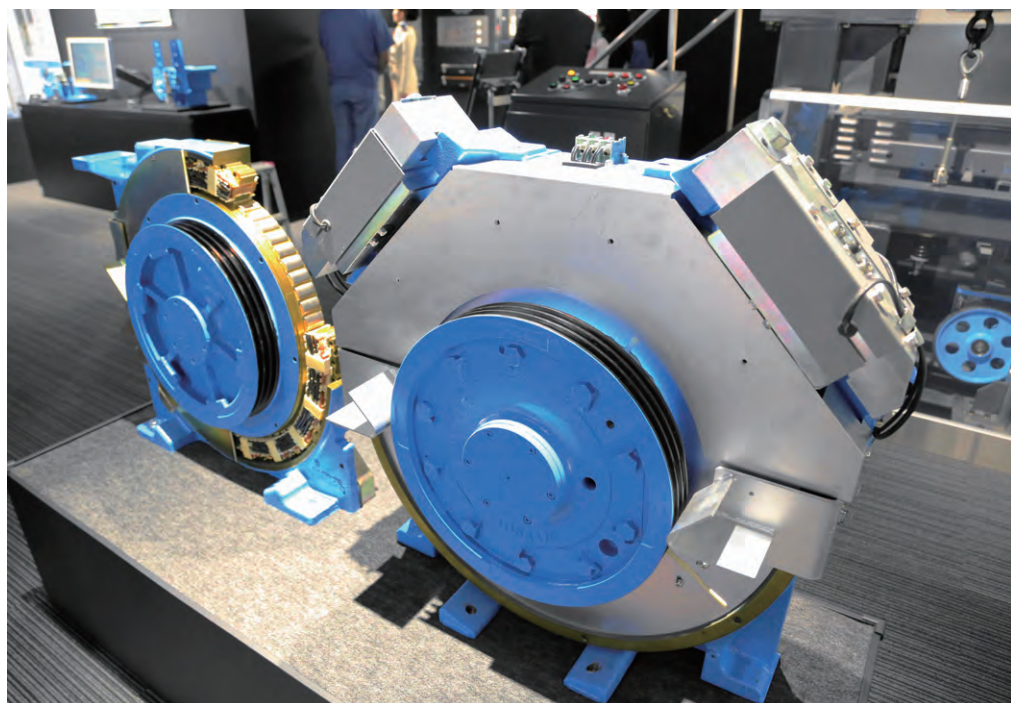
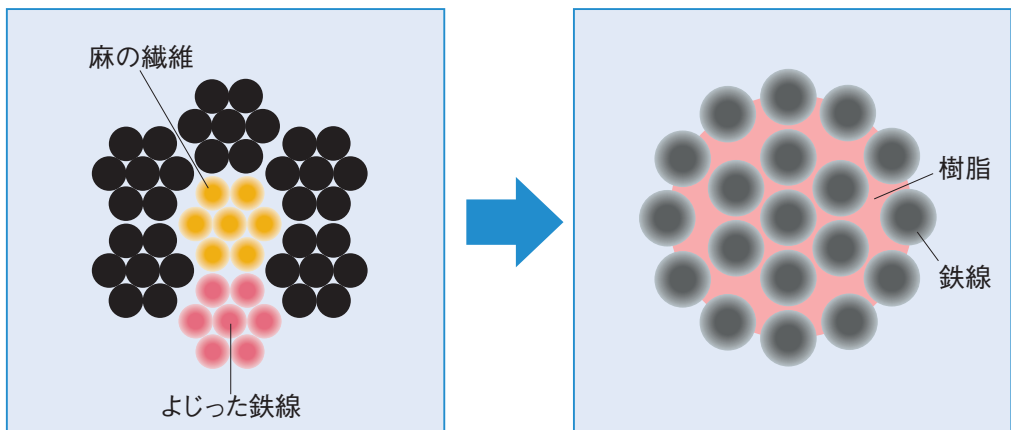
ノベーションが支えていると言える。新素材への対応も進んでいる。航空機への採用で話題を集めている「炭素繊維強化プラスチック」（CFRP）の高速エレベーターへの転用も進みつつある。三菱電機では、人工衛星用のCFRPを民生製品へ応

品軽量化を実現でき、大幅な省エネにつながる利点がある。そこで三菱電機は人工衛星用CFRPの成形方法として、液状の樹脂を真空圧を用いて繊維と混ぜ、成形を同時に行う真空含浸成形（バークラム）法を採用。この結果、CFRPの低コスト

化が図られ、民生製品への応用を可能とした。新素材の採用により、エレベーターのガイドカバの重量は、従来の金属製に比べおよそ半減するという。CFRPは厚さや形状を自由に変えることができる大きなメリットも考慮すれば、エレベーターの高機能化をさらに推し進めることが期待されている。

超高速化、快適性の向上がキーワードになるエレベーターは、その機能向上において素材の高度化が後押ししていく。この点が日本メーカーの強みであり、部素材や優れた工具の開発で世界的に優位に立つわが国のエレベーター事業が、さらなる成長を実現する可能性は大きい。

では、実際にエレベーターはどのようなにつくられるのか。国内最大手の三菱電機の製造現場を見てみよう。



▲機械室レスを実現するコンパクトな巻上機。

## 鋼板種別サンプル



◀エレベーターに使用される鋼板。用途によって種類が異なる。



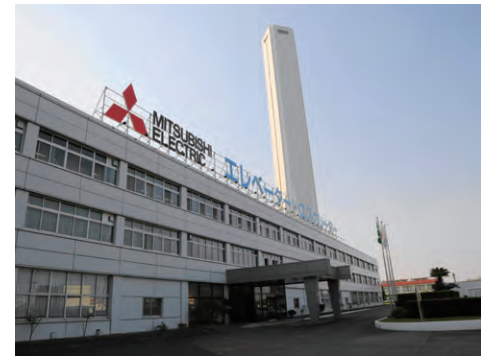
# エレベーターができるまで

名古屋市から北西におよそ15\*キロメートル。エレベーター製造で国内最大手・三菱電機 稲沢製作所にたどり着く。敷地面積は東京ドーム4個分のおよそ18万4000平方\*メートルで、関連会社を含め3500人のスタッフが従事。各種エレベーターやエスカレーターの「マザー工場」として、90を超える国や地域に輸出している。

戦後の高度経済成長期を迎えた1964年には、折からのビル建設ラッシュを背景にエレベーターの需要が急増したことを受け、昇降機事業の専門工場として稲沢製作所を設立。高性能・高品質・高信頼性といった高いブランド力を堅持し、1993年にエレベーター世界最高速を樹立したほか、1995年には年間生産台数が1万6000台に達し、質・量ともに世界を代表する製造拠点になっている。

エレベーターはおもに「かご室」「制御盤」「巻上機」で構成されるが、稲沢製作所はそのすべてを一貫生産していることが大きな特徴。高度なもののづくりを具現化している。

では、エレベーターの顔と言える「かご室」の製造工程を中心に、製品ができるまでを見てみよう。



## かご室づくり

### 素材加工

「かご室」は扉や壁、天井、床などの「意匠品」の生産から始まる。一枚の鋼板を、「タレット・パンチプレス機」と呼ばれる工作機械で、板

金の打ち抜き加工を実施する。形状の異なった多数の金型を円状または扇状の「タレット」と呼ばれる金型ホルダーに配置し、NC制御によつ

て所定の位置に打ち抜き、成形加工を施す。多品種少量生産に適するとされている。

素材加工の工程では、打ち抜きのほか、曲げ加工も行われる。「Vカット加工」と呼ばれ、加工工具による切削加工により、鋼板材料の表面に切り込みを入れることで、曲げ加工性を向上させるもの。さまざまな形状を可能にするほか、鋼板にシャープなエッジを加えられる特徴がある。



▲鋼板をパンチプレス機で打ち抜き加工する。



▲「かご室」などの意匠品づくりでは、工作機械による自動化が進んでいる。

### 水研ぎ工程

ホテルなどに納入する高級な意匠品は、水研ぎ工程を迎える。水とサンドペーパーなど目の細かな工具で表面を磨く。意匠面の平滑性と塗装の密着性を高めるのが狙いで、ここ

では職人が慎重かつ正確に一枚ずつ研ぎ上げていく。板金加工では自動化が進むエレベーターづくりだが、ここでは職人の技が随所に生かされている。

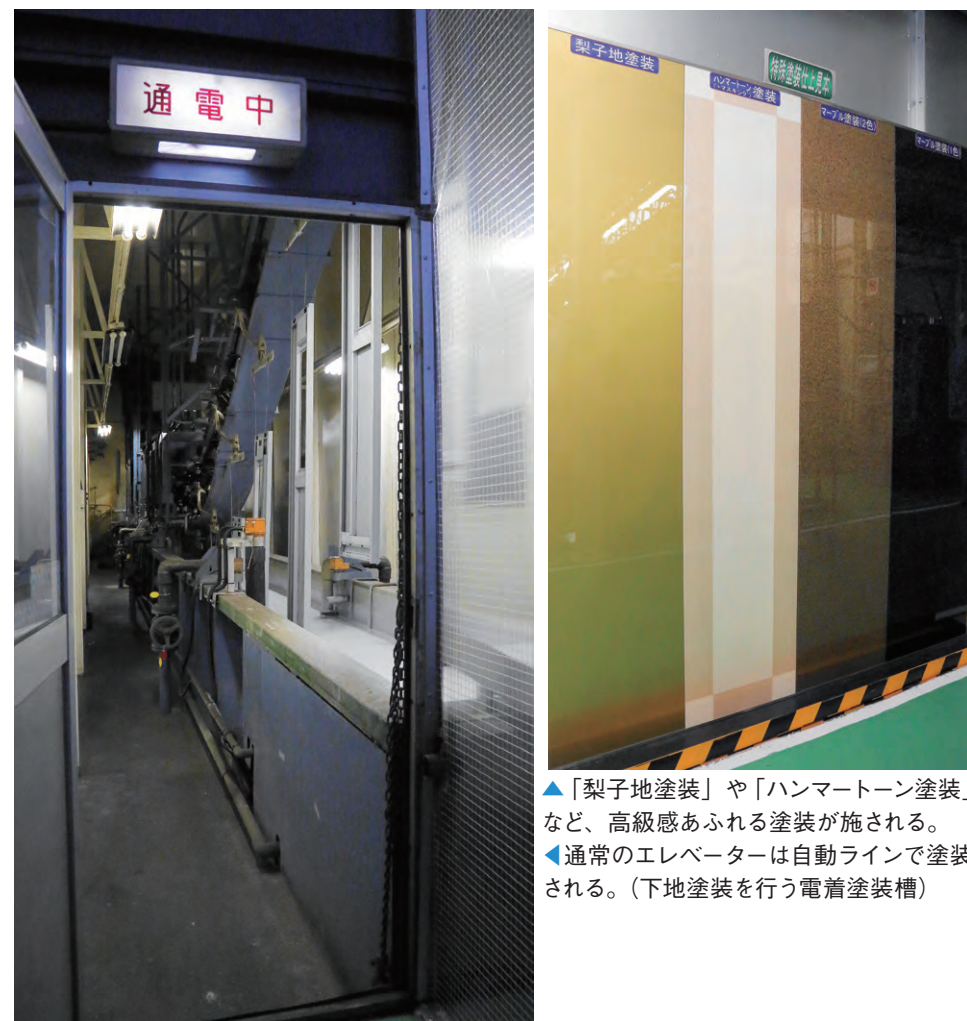
### 塗装工程

次は塗装工程だ。クリアー塗装は機械で実施する一方、クリアー塗装の塗膜をフラットにする作業は熟練した職人の手で進められる。サンダーで微細な凹凸を削り落とし、バ

フで磨き上げる。一見、問題なさそうな意匠品の表面ながら、塗装面の微細な凹凸を手作業で磨き上げて、鏡のようにする。塗装は日本国内向けが多く、海外



▲高級なエレベーターでは、職人が表面を磨き上げる。「職人の技」が随所に生かされる。



▲「梨子地塗装」や「ハンマートーン塗装」など、高級感あふれる塗装が施される。  
 ▲通常のエレベーターは自動ラインで塗装される。（下地塗装を行う電着塗装槽）



向けではステンレス製が多いという。「梨子地塗装」や「ハンマートーン塗装」、「マーブル塗装」などハイエンドなエレベーターの扉では、10工程もの塗装が実施されるという。

一方、通常のエレベーター向けの意匠品は前処理を経たのち、一列に吊り下げられ、「電着塗装」に送り



▲塗装工程を経たかご室の構造材。かご室は部品のままで出荷される。

込まれる。電気をかけることで製品に塗膜を析出させる。ここまでの「かご室」の構造材は完成する。エレベーターは部品のまま出荷され、現地で組み立てられるのが一般的。出荷の際、お馴染みの「かご室」の完成した姿を目にすることはない。

## 制御盤づくり

制御盤はエレベーターの「頭脳」。エレクトロニクス技術が集約されている。制御盤の組み立てでは、電源供給や信号供給に用いられる複数の電線を束にしたハーネスの組み立てから始まり、巻上機を動かしたり、止まったりという命令を伝える電気配線が人の手により実施される。エレベーターは受注生産で、一つひとつ仕様が異なるため、念入りにつくり上げていくことが求められる。

ハーネス組み立てからサブ組み立て、メイン組立、配線検査、耐電圧試験などの一連の工程を経て、最後に「シミュレーション試験」という

工程が待ち構える。これは、組み立て工程でミスがないか、実際にエレベーターを走行させる条件を模擬して試験するもの。制御盤と巻上機を接続するとともに、制御盤から出ている各種信号線をシミュレーター試験装置に接続することで、扉の開閉確認など発信された信号を正確に読み取って正常に動作するかをコンピュータで判定する。さまざまな信号を送り、正常な運転確認がなされるかどうかをきめ細かくチェックし、全ての項目に合格した制御盤は出荷の時を迎える。



◀ハーネス組み立てからサブ組み立て、メイン組み立て、検査・試験を重ねて制御盤はつくられる。

## 巻上機づくり

次は巻上機づくりだ。ギアレスの永久磁石式（PM）および電磁式ブレーキの場合で説明する。巻上機は大別すると4つの部品で構成される。「ハウジング」（巻上機の外周）、「ロータリーシープ」（回転部分）、「モーターコイル（ステーター）」、「ブレーキ」で、それぞれが別々に製造されていく。モーターコイル以外は旋盤加工などの機械加工となる。ハウジングはケース部にあたり、

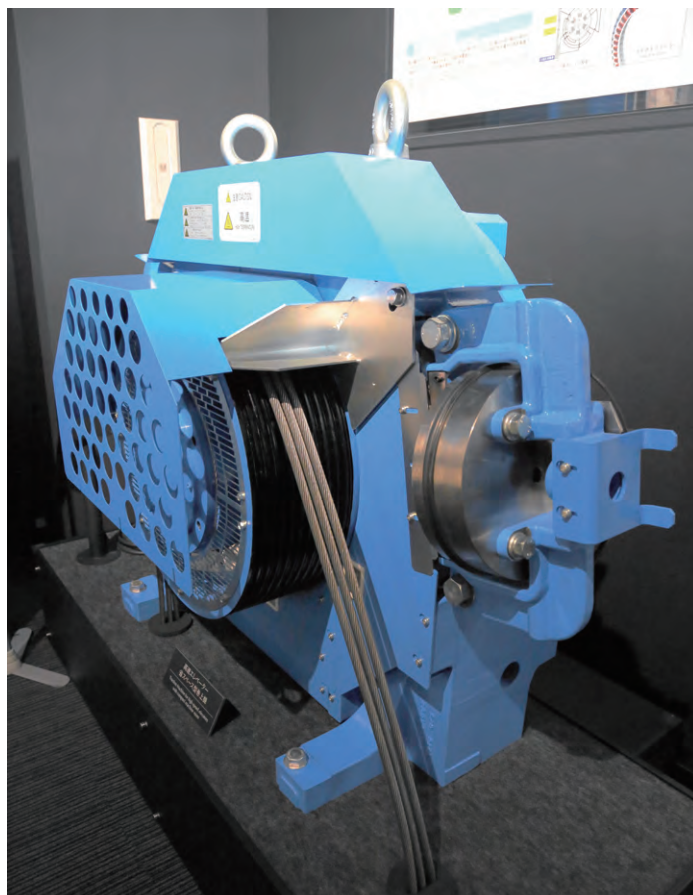
モーターコイルを取り付ける一方、ロータリーシープでは永久磁石、ベアリングの取り付けなどの組み立てが実施される。ブレーキは、動作源となる電磁コイルを取り付けた後に、さまざまな調整やブレーキ自体の試験を重ねる。そして4つの部品を総合的に組み立て、出荷試験や最終仕上げを経て、巻上機は出荷される。

▼制御盤はコンパクト化している。後方がサンシャイン60で採用された制御盤だが、現在は女性の手におさまるサイズに。



▲完成した制御盤。慎重に出荷される。

▶エレベーターの「頭脳」とも言える制御盤。エレクトロニクスの技術が集約されている。



▲かご室を上げ下げする巻上機。頑健な雰囲気伝わってくる。



# SOLAE 試験塔

三菱電機稲沢製作所のシンボルが、「SOLAE（ソラエ）」という試験塔だ。地名である「イナザワ」にちなんで、高さは173・0<sub>メートル</sub>。一般的な建物で言えば42階に相当する高層の試験塔。当時の試験塔としては世界一の高さを誇った。超高層ビルのエレベーターに強い同社を象徴する建物と言える。

周辺各市や東海道新幹線の車窓からも望むことができるSOLAEの外観は、地上部と上部を45度回転さ

せた斬新なデザインで、2008年度の日本建築家協会の「優秀建築選200選」に選定されている。夜間はライトアップされるなど、同社だけでなく、稲沢市のランドマーク的な存在となっている。

SOLAEにおける試験項目は数多い。たとえば、大型巻上機や長ストローク緩衝機、大型非常止めの開発試験や高速走行時における振動・風音低減技術開発、重要部品開発などさまざまな役割を担っている。2

007年の竣工以降、「SOLAE効果」も出始め、最近では中国最高層のビルとなる「上海中心大厦」（地上632<sub>メートル</sub>）の受注に成功。同ビルの超高速エレベーターは分速1080<sub>メートル</sub>（時速64・8<sub>キロメートル</sub>）で、地下2階から地上119階へわずか55秒で到達するという。これも超高速エレベーターの開発を下支えするSOLAEの存在が欠かせない。

SOLAEという命名は、「空に向かってそびえる姿と限らない品質

追求への思い」が込められたもの。

世界は高速・大容量エレベーターの需要が増加する一方、エレベーターというインフラには安全・安心、信頼性、快適性向上という基礎的条件が同時に求められている。これから安心して乗る人にやさしいエレベーターづくりをSOLAEが支えることは間違いなく、三菱電機の「空へ」の挑戦がこの試験塔を舞台に続けられることになりそうだ。

取材・写真協力 三菱電機稲沢製作所



◀地名の「イナザワ」にちなみ、高さ173・0<sub>メートル</sub>にある試験塔「SOLAE」。

Nakamura Yoshitaka

中村義孝氏

三菱電機株式会社 稲沢製作所  
生産性推進部長に聞く

――長年、「三菱」ブランドを堅持していますが、どのように取り組んでいますか。  
「ブランド維持や構築は、諸先輩方が築き上げてきた努力の賜物です。そして、社員一人ひとりが仕事に対する誇りを持ち、安全・安心で品質の高いものづくりという基本的なことを愚直に取り組んできた結果です。昇降機は『縦の交通機関』であり、事故はお客様からの信頼を失墜させるだけに、絶対的安全性が求められます。今後とも緊張感を持ちながら、お客様本位の製品づくりに挑んでいきます」

――職人の技が随所に生かされています。



技能の伝承をどのように進めていますか。  
「難しい作業においても単純化・マニュアル化できることを目指していますが、表面仕上げなど、なかなか機械化が難しい作業もあります。当製作所では日々、ベテランから若手へのOJTで職人技を伝えていきます」  
「また、技能の幅を広げるため、さまざまな職種から人を集め、他の職種を経験させるという取り組みもスタートしています。これは全体的視野を広げることに加え、技能センスを磨き、全体の底上げにつながります。こうした取り組みを通じて、国内だけでなく海外へのスキル展開にもつなげていこうと思います」

――これからの昇降機を目指すものは。

「将来においても、安全・安心、快適な乗り心地の追求というのが基本です。ただグローバル化がより重要になりますので、量的拡大はもちろんのこと、さらなる高速化・大容量化にも対応していきます。マザー工場として効率よく、確実なものづくり基盤を確立していきます」

## TOPICS トピックス

## 10円玉が倒れない

「10円玉が倒れない」。最近の高速エレベーターでは、振動をほとんど感じる事がなく、エレベーターの床に10円玉を立てても倒れない。この秘密は何か。三菱電機の最先端技術を搭載した「アクティブ・ローラーガイド」がそれを実現している。

エレベーターで起こる横揺れの原因は大きく分けて二つ。一つはかごが走行するレールのつなぎ目やわずかなズレ。もう一つが、超高速走行の際、かご同士がすれ違う時の風圧によるものだ。

この二つの横揺れをいかに抑え込むかが大きな課題となっていたが、三菱電機ではアクティブ・ローラー

ガイドを世界で初めて開発。高速エレベーターの乗り心地を一気に高めた。

アクティブ・ローラーガイドの効果を簡単に説明すると、走行時のかご振動を加速度センサーにより検知し、振動と逆方向の力をかごに加えることで横振動を解消した。要はかごに減衰力を与え、かごの振動を打ち消すことで揺れを感じない走行が可能になったわけだ。

静かにかつ高速に建物空間を行き来できる現在のエレベーター。飽くなき技術の追求が、快適な乗り心地を実現した。エレベーターはさまざまな最先端技術の結晶であり、進化し続けている。



▲高速運転しながらも10円玉が倒れないほど、振動がなく快適な空間づくりを実現している。