エレベーター・エスカレーター

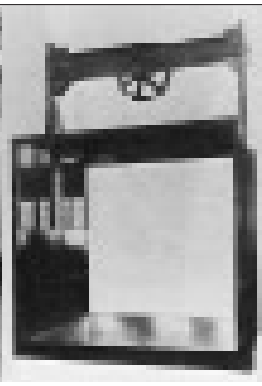
3

人の流れを支える立体の道

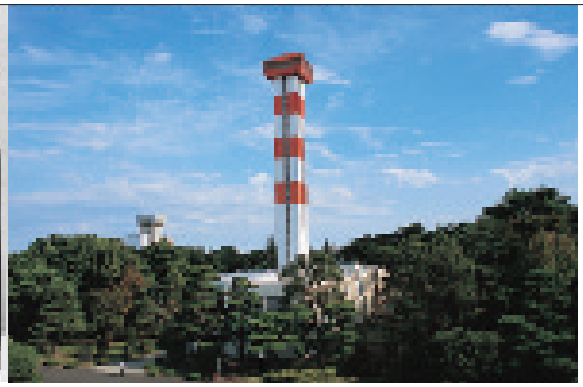
札幌プリンスタワー納め　展望エレベーター

永瀬唯（ながせ・ただし）
1952年生まれ。東京都立大学理学部卒業。理工学系出版社の編集を経て、科学技術ライターとなる。1987年、サイバーパンクムーブメントを契機として、技術文化史、SF思想史を中心とした評論活動を開始。明治大学理工学部講師。著書『宇宙世紀科学読本　スペース・コロニーとガンダムのできるまで』（角川書店）、『腕時計の誕生』（廣済堂出版）、『京極夏彦の世界』（青弓社）、『欲望の未来　機械じかけの夢の文化誌』（水声社）ほか。

透明型エスカレーター第1号機（1956年、松坂屋上野店納め）。『水戸工場史』より。



日立エレベーター第1号機（1932年、東京電気川崎納め）。『水戸工場史』より。



水戸事業所のシンボル、エレベーター研究塔（1967年築）。写真◎佐々木光

エレベーター時代の幕開け

東に太平洋をのぞむひたちなか市の日立製作所水戸事業所に、日立のエレベーターやエスカレーターの製造を担当する都市開発システムグループの開発生産拠点はある。広い構内にそそりたつのは、高さ90m、赤と白に塗り分けられたエレベーター研究塔だ。

水戸事業所でエレベーターの設計開発を担当する荒堀昇（都市開発システムグループ水戸ビルシステム本部開発設計センタ　センタ長）は語る。

「日立製作所が、初めてエレベーター製造を手がけたのは1924年、大正13年のことでした。ただし亀戸工場に導入されたこの1号機は、人を運ぶものではなく貨物の昇降用の、リフトというほうがふさわしい。本格的なエレベーターとしては、昭和7年につくられ、東京電気に納入されたものが最初です」

1854年、ニューヨークで開催されていた万国博覧会で、人々を驚かせたできごとがあった。出展されていた、世界初の人が乗れるエレベーターのロープを、その発明者がみずから斧で切ってみせたのだ。発明者の名前はイライシャ・G・オーティス。カゴのオーバースピードを検出するガバナー（調速機）により非常止めを作動させる安全なエレベーターは、やがて世界に広がってゆく。

だが、ビルの高層化が遅れた日本にエレベーターがお目見えしたのは、ずっと時代が下った1890（明治23）年、浅草公園に建てられた展望塔、凌雲閣でのことだった。しかし、日本初のエレベーターを装備した凌雲閣は、1923（大正12）年の関東大震災により崩壊してしまう。

日立初のエレベーターが製造されたのはその翌年の'24（大正13）年のこと。さらに'32（昭和7）年には、東京電気に貨物用エレベーターが納品され、同年暮れには、世界最新鋭の空母「長門」用に航空機昇降用のエレベーターも製造された。翌年には、最初の客用エレベーターが共同住宅向けにつくられ、'37（昭和12）年には日立最初のエスカレーターも大鉄百貨店に納品された。いよいよ日本にも本格的なエレベーター時代が来たかに思えた。しかし、戦時色が強まると、翌'38（昭和13）年には軍需用の工場や鉱山用以外には、エレベーターの製造は禁止されてしまった。

高速性能から省エネ、そして、正確さと乗り心地のよさへ

そして戦後、ようやく再開されたエレベーターとエスカレーターの生産は、'61（昭和36）年に新水戸工場が完成すると、国分工場からその拠点を移すことになる。'63（昭和38）年に建築基準法が改正され、高さ規制が大幅に緩和されると、高層ビル、超高層ビルの建造が急ピッチで進む。これにともない、エレベーター製造会社は、高速性能を競うことになる。霞ヶ関ビル、京王プラザホテル、世界貿易センタービルと日立の製造したエレベーターは次々に速度記録を塗り替えていった。

エレベーターの活躍の場は、華やかな超高層ビルばかりではない。

'55（昭和30）年には、日本住宅公団（現在の都市再生機構）が設立され、日本全国に、庶民のための高層共同住宅が建造されていった。こうした団地向けの、JIS規格にならって「規格型」と総称される普及型エレベーターによって、エレベーターは生活のすぐそこにある身近な存在となってゆく。

デパートやショッピングセンターなど、人々が散策する華やぎの場所には、エレベーターに加えて、同じ立体の道でも、立体の散歩道と呼ぶべきエスカレーターがふさわしい。'56（昭和31）年、日立が松坂屋上野店に納品した「クリスタルエスカレーター」は、ベルト部以外の側面部をすべて透明にした画期的な製品で、その後の爆発的なエスカレーターブームの引き金となった。

一方、エレベーターについては各社の間でスピード競争が一段落し、次に焦点の一つとなったのは省エネルギーである。

「エレベーターの世界の大衆車である規格型が、もっぱら交流誘導モーターを使っていたのに対して、'60年代の高速高級エレベーターは、その性能とコントロールのしやすさから、交流電気を直流に変換して使用するMG（電動発電機）方式の直流モーターを採用していました。ただし、MG方式のエネルギー変換効率は非常に低い。そこに起こったのがオイルショックです」（荒掘）

'73（昭和48）年に起こった石油危機（オイルショック）は日本経済を直撃、時代はスピード重視から省エネルギーへと向かった。そこで注目されたのが、サイリスタという半導体素子を用いた制御法だった。

サイリスタ素子はまず、規格型エレベーターの交流モーターのスイッチング用に導入され、石油ショック後には高速の直流方式での実用化が急がれた。このサイリスタ・レオナード方式が商品化されたのは'79（昭和54）年のことで、旧来のMG方式と比較して25%もの省電力化が実現された。

さらに'80年代も半ば、'85（昭和60）年には、インバーターという、交流駆動制御の決定打が実用化される。

「交流駆動のエレベーターもサイリスタなどを用いて無段で変速できるようにはなっていたのですが、交流モーターの特性から、電流のサイクル数を原因とした、多少ギクシャクとした動きを避けられませんでした。ところが、マイコンによるコントロールと大電流にも耐える新型の半導体素子とを組み合わせることにより、インバーターという新方式が実現した。しかも、インバーターには従来の直流方式に匹敵する高速運転が可能だったのです」（荒掘）

工場で仮組みされたエレベーター躯体。　写真◎佐々木光

インバーターは本来、直流の電流を交流に変換する素子の名称で、産業用に新たに導入されたインバーターは交流を直流に変換後、さらに自在なサイクルの交流に再変換できる。これにより、完全にスムーズな無段変速が交流駆動でも可能になり、インバーター方式はエレベーターの主流となった。インバーター導入は、エレベーター運転の際の精度向上にもつながった。停止時の着床レベルを例にとれば、インバーターの導入以後、その誤差は格段に減少、ついには、通常、利用者のほとんどが気がつかないほどの、公的な許容範囲の半分、5㎜にまで達することとなった。

高速性能から省エネルギーへ、そして、さらなる省エネにつながる正確さと乗り心地のよさへ。エレベーター技術は、こうして、ひとまずの完成をみたかに思えた。

だが、まだ10年もたたないちょっと以前のこと、終わったかに思えたエレベーター技術の歴史に、また新しい波が訪れることとなった。

「機械室レス」という新しい波

「1996（平成8）年、日立にとってはライバルにあたるヨーロッパのあるメーカーから、機械室レスというまったく新しい方式が開発されたとの発表があったのです。この衝撃は、当時、『黒船が来た』といわれたほどに大きなものでした。

機械室レス技術には、インバーター制御の精緻さを受け継ぎながら、それまでの方式の誘導モーターに代わって、永久磁石を使ったPM（永久磁石式）モーターが採用されていました。

従来のエレベーターは巻き上げ機にギヤを用いており、モーターには誘導電動機を採用していた。しかし、ギヤレスPMモーターを採用することで低騒音とサイズダウンが図れ、エレベーターには不可欠とされていた機械室のないエレベーターが実現できたのです」（荒掘）

通常のエレベーターでは、人が乗るカゴをつけたロープを滑車を使って巻き上げる。この巻き上げ用にはかなり大きなモーターが必要となる。この巻き上げ機の置き場所としてまず考えられるのは、一番上の屋上だ。つまり、ビルの屋上を、重い巻き上げ機を収めた機械室が占領することになる。

こういった事情から、日照権問題を引き金に、'70年代半ばからは、巻き上げ機を昇降スペースの底部の、本来は緩衝用のいわゆるピット部に配置した、通常のロープ式とはまったく別種、押し上げ型の油圧エレベーターが使われるようになった。ただし、油圧方式は、重くて電力コストが高くつくうえに、20mぐらいまでしか使えないなどの課題を抱えていた。

しかし、PMモーターの巻き上げ機を採用すれば、屋上機械室は完全になくせるし、運転効率も高く、油圧型に残されていたそのほかの問題も解消される。

もちろん、機械室レスとはいっても、客用のカゴの駆動機構そのものをなくせるわけではない。新方式ではモーターの小型化により、巻き上げ機を、ピットスペースの底部や、昇降スペースの上端などに置くことが可能となった。さらに、バランスをとるためのおもりを薄形構造にしてカゴの横を上下させてやれば、すべてのメカニズムを、従来とほとんど変わらぬ昇降スペースにすっぽり収めることができる。全体の容積の増加分は、建築設計からすればほとんど無視できるほど少なくすむ。

この「黒船」に対する日本メーカーの対応は

さまざまだったが、日立は独自技術開発の道を選び、'98(平成10)年には、機械室レス製品を商品ラインアップに加えることができた。

現在では、60m以内の昇降行程なら、新築ビルのほとんどで機械室レス方式が採用されるようになっている。

万人にやさしい立体の道

では、機械室レス方式が新たな主流となったエレベーターが今直面する最大の課題とは何だろうか?

次の進化の形として、社会が、そして、日立が完成をめざすのは、さらにやさしい思いやりの技術、バリアフリー社会を実現できるユニバーサルデザインだ。

日立のエレベーターが進める、福祉に向けた取り組みを語ってくれるのは、エレベーター開発の現場で利用者が乗るカゴ部分の設計を担当する長谷川裕子(開発設計センタ 機構開発設計グループ技師)だ。

「日立では、すべての人にとってのバリアフリーな社会を実現するため、ユニバーサルデザインにもとづくエレベーターやエスカレーターの開発を進めています。具体的には、デザイン本部が主導となり、ハンディーがある方々に実際に使っていただくモニター試験などを通じて、より使いやすい製品の実現をめざしています。

たとえば、開閉ボタンは開くボタンのほうを押しやすいように大きめにするのはもちろん、およそ100cmとかなり低い位置に置くようにしました。カゴ内縦型操作盤のインターフォンボタン位置は145cmとしました。この高さは5歳の子供でも手が届く範囲を想定しています。非常の際に子供でも一人で使えるようにするためです。同じ理由から、車椅子用操作盤の非常用インターフォンの位置も手すりのちょっと上、高さ100cmに統一しています。また、ボタンなどに使う文字記号も、目の不自由な方にわかるように凸状とするばかりでなく、視力の弱い方のためにもわかるよう、白地に黒という、視認性の高い彩色がされています。

エレベーターのカゴ側ドアと各階のドアの隙間も、従来は30mmが標準だったのを、10mmにまで縮めました。車椅子のタイヤの接地幅は15mmほどしかなく、30mmではタイヤが横向きになると挟まって動かなくなるおそれがあるからです」

こうした努力が認められ、日立のエレベーターは2002年に、エレベーターとして初めて、グッドデザイン賞の特別賞であるユニバーサルデザイン賞を受賞した。

バリアフリー社会に向けての対策が進んでいるのはエレベーターばかりではない。公共スペースではエレベーターと同様に不可欠な存在となったエスカレーターの設計開発を担当する千葉久生(エスカレータ設計部エスカレータ開発グループ主任技師)が語る。

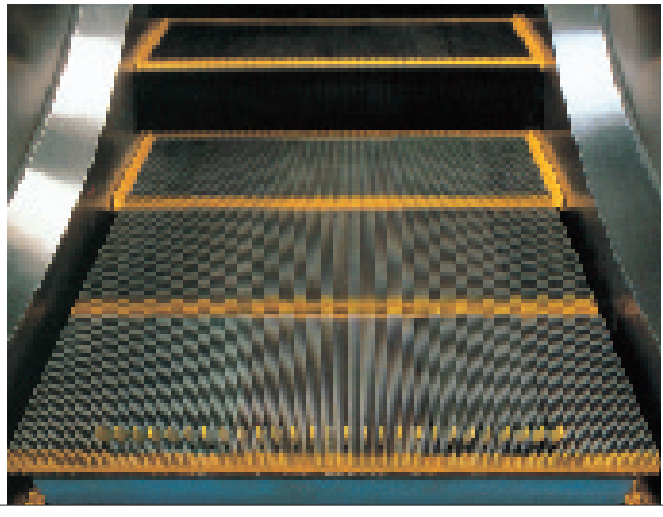
「当社では、ユニバーサルデザインの一貫として、ステップ3段分が水平になり、車椅子でも乗ることができるエスカレーターを業界に先駆けて開発、販売しています。車椅子のデザインはオーダーによるサイズの違いが大きいのですが、これだけ奥行きがあるとほとんどの方が使用できます。利用には付き添いが必要ですが、水平となった部分の後端から車どめが突き出て、万が一の転落事故を防止するようになっています。通常の使用時には気づかれないと思いますが、初めてこの機構がはたらくのを実際に見た方は例外なく驚かれます」

エスカレーターは大量輸送が向いていることから、駅などの公共スペースで導入が進んでいた。その後、交通バリアフリー法施行により、車椅子使用者などより多くの人々の利便性を考慮し、エレベーターの設置が増えてきている。バリアフリーな垂直移動手段は、ただそこにあればいいというのではなく、使いやすい場所に設置されているかどうかが問題になる。

「そのためには、ユニバーサルデザインのエスカレーターとエレベーターとを使い分ける必要がある。バリアフリーなエスカレーターは、エレベーター同様、今後もさらに普及してゆくはずです」(千葉)

ロープを斧でたたき切るという過激な手段で安全性が証明されてから100年、兄弟ともいえるエスカレーターとともに、エレベーターは、かつては考えられなかったほど安心で便利な、万人にやさしい立体の道として、さらに次のステージへと進化しようとしている。

ユニバーサルデザインのエレベーター。かごの3方にハンドレールをつけ、側面1mの高さに横型操作盤を設置。ボタン類も識別、操作しやすい形状、色、レイアウトを採用。



車椅子用ステップつきエスカレーター