

# エスカレーター技術発展の系統化調査

Historical Development of Escalator Technology

後藤 茂 Shigeru Goto

## ■ 要旨

エスカレーターの原理的アイデアは 1850 年代の米国で誕生し、実用機の原型は 1900 年のパリ万国博に出展されたのが始まりとされる。欧米での揺籃期を経て、1914 年（大正 3）に米国から輸入された製品がわが国の 1 号機であった。

その後、国産化も開始されたが、戦時の中断もあり本格的な技術発展はエスカレーターの需要が拡大し始めた戦後の復興期からであった。

エスカレーターの外観を一新した欄干意匠の全面照明化、透明化は、戦後復興期の経済発展を背景とした顧客ニーズに応じて、日本メーカーが世界に先駆けて実用化した技術であり、世界のエスカレーターの技術開発に一つの方向を示すものとなった。

その後の高度成長期を経て商業施設・交通機関の駅等を中心に急激な量の拡大をみたが、1973 年の石油ショックを契機に、社会環境と社会ニーズは転換点を迎えた。

まず、この年代から省エネルギーが社会の大きなテーマとして台頭した。さらに 1980 年代に入り、高度成長期の機能本位主義の反作用として個性の追求や価値観の多様化に象徴される社会トレンドが顕在化し始めた。さらに 1980 年代の後半以降、福祉社会の実現を目指したバリアフリー化が促進され各種の法整備も行われた。マイコン制御やインバーター制御等、電子化技術が活発に応用され始めたのもこの時期である。メーカー各社はこうした時代の変化や技術の進歩に対応し、省エネルギー形、らせん形、車いす利用形、超高揚程形、超省スペース形など各種の新機能・新機種開発を手掛けてきた。

一方、ドアがなく可動部が露出というエスカレーター特有の構造に伴う安全性の確保・向上はいわばエスカレーターの宿命的課題であった。メーカー各社は安全性のレベル向上を目指して開発を継続し、日本メーカー特有の安全性向上策をいくつか具体化してきた。

戦後復興期、高度成長期を経て、20 世紀終盤には日本のエスカレーター市場は世界でも No.1 の地位を占めるに至った。国内の各種社会ニーズ、顧客ニーズに柔軟に対応できた背景には、こうしたわが国の大きな市場が支えとなってきた。その結果、技術面で世界をリードするレベルに到達し、いくつかの世界初の製品を送り出している。

わが国エスカレーターの技術発展を支えた主な要因を総括すれば、まず大きな国内市場の存在があり、それを背景とした社会ニーズへの積極的な対応、安全性向上へのたゆまぬ技術開発、さらにメーカー間の熾烈な開発競争の 4 点が挙げられる。

しかし、今世紀に入りこの要因に変化の兆候が現れている。国内需要が低下傾向にあることに加え、急激な拡大を示す中国市場での欧米メーカーの躍進により、世界市場における日本メーカーの位置の低下が顕著になっている。中長期の展望に立ち、さらなる発展を目指して、今まで以上に世界市場を視野に入れた技術開発に取り組んでいく必要がある。

## ■ Abstract

Although the basic idea of the escalator appeared in the 1850s in the USA, it wasn't until the 1900 Paris Exposition that a prototype for a commercial model was first exhibited. After the initial development in the West, an escalator imported from the USA was the first to appear in Japan, in 1914.

Domestic production started after that, but it was interrupted during the war so the real expansion in the technology occurred from the post-war recovery period when the demand for escalators started to grow.

The full illumination and transparency of the balustrade designs, which completely revised the appearance of escalators, are technologies that were made practical by Japanese manufacturers as world pioneers, in answer to customer needs against the background of the economic expansion of the post-war recovery period. This became one direction of development of escalator technology in the world.

During the subsequent high-growth period, a rapid expansion was seen centered on commercial establishments and the stations of public transportation, but the social climate and social needs led to a turning point at the oil crisis of 1973.

First of all, energy conservation emerged as a huge social concern from that period. In addition, at the start of the 1980s, social trends that symbolized wide ranges of personal pursuits and values began to become obvious as a reaction to functionalistic principles. From the late 1980s onward, various legislations were enacted to promote a "barrier-free" society with the aim of implementing a welfare society. This was a period during which computerization such as microcomputer control and inverter control began to be actively applied. The manufacturers responded to these changes in the times and progress in technology by becoming involved in the development of new functions and new models, such as low-energy escalators, spiral escalators, wheelchair-use escalators, super high-rise escalators, and space-saving escalators.

At the same time, ensuring and improving safety concerns posed by the characteristic structure of escalators, where there are no doors and the moving parts are exposed, became something of a vital challenge. The manufacturers continued developing products with the aim of improving the level of safety, and a number of safety improvements specific to Japanese manufacturers have been put into practice.

After the post-war recovery period and high-growth period, Japan's escalator market achieved the No. 1 position in the world toward the end of the 20th Century. Thus Japan's large market provided great support against a background capable of responding flexibly to various social needs and customer needs within Japan. As a result, they reached a level at which they lead the world from the technological viewpoint and brought out a number of products that were the first in the world.

If we look at the main factors that fueled the technological expansion of Japanese escalators, we can see four points: First is the existence of a large domestic market, then there is active response to social needs against that background, unceasing technology developments towards safety improvements, and finally there is the cutthroat competition between manufacturers.

However, as we entered this century, symptoms of change were seen in those factors. In addition to a downward trend in domestic demand, there has been a prominent fall in the position of Japanese manufacturers in the world marketplace, due to a surge of Western manufacturers toward the Chinese market which is expanding rapidly. Looking at the medium to long term, it may be necessary to aim at even further expansion and tackle technology developments from a perspective that concentrates on the world market even more than before.

## ■ Profile

後藤 茂

Shigeru Goto

国立科学博物館産業技術史資料情報センター主任調査員

昭和40年3月 名古屋大学工学部機械学科卒業  
昭和40年4月 三菱電機(株)入社  
以降主にエスカレーターの開発設計、エレベーター製造関連業務に従事  
エスカレーター開発グループマネージャー、技術部次長、上海三菱電梯副総経理、エレベーター意匠製造部長を経て、(株)金菱エンジニアリングへ出向  
平成11年3月 三菱電機(株)退職、(株)金菱エンジニアリングへ移籍  
平成13年12月 (株)金菱エンジニアリング退職  
平成16年10月 三菱電機(株)稲沢製作所非常勤嘱託  
平成20年4月 国立科学博物館産業技術史資料情報センター主任調査員

## ■ Contents

1. はじめに	73
2. エスカレーターの誕生	74
3. 国内への導入と国産メーカーの誕生	80
4. 戦後の復興と普及発展期(1945~1970年)	89
5. 多様な需要と機種開発(1970年~)	97
6. 安全性の確保・向上	114
7. 動く歩道の変遷	124
8. 考察	128
9. あとがき	134

# 1 | はじめに

今日のエスカレーターの原型は1900年のパリ万国博に公開されたのが始まりとされる。

「待たずに乗れる」「輸送能力が大きい」ことを特長とするエスカレーターは、百貨店やショッピングセンターなどで建物内の階間を身近に結ぶ輸送手段として、或いは駅や催事場などで大量の人を秩序よくさばく動線の要としてその役割を担ってきた。今日では多くの人々の日常生活において不可欠な縦方向の移動手段となっている。

わが国では1914年の米国からの輸入品が第1号機で、その後、エレベーターメーカー数社がエスカレーターの生産を開始した。しかし、戦時の中断があったため、本格的な発展は戦後の経済復興が軌道に乗り、エスカレーターの需要が活発になり始めた時期からであった。

エスカレーターは誰もが自由に利用できる公共性の高い交通手段として、安全性の確保は最も基本的な課題である。製品の誕生以来、メーカー各社とも安全性の向上を図り、関連法規なども漸次整備されてきているが、利用者に対する適切な乗り方の啓発を含めて、今後もより安全性の高いエスカレーターシステムを目指していかねばならない。

近年、空港や都市部の連絡通路などで数十メートルから百数十メートル程度の人の輸送のために「動く歩道」が活用され、利便性の向上や設置スペースの縮小など改善も進んでいる。この機種は水平方向、或いは緩い傾斜方向に乗客を移動させる形式で、エスカレーターと同じ法令で取り扱われている関連機種として今回の調査対象に含めた。

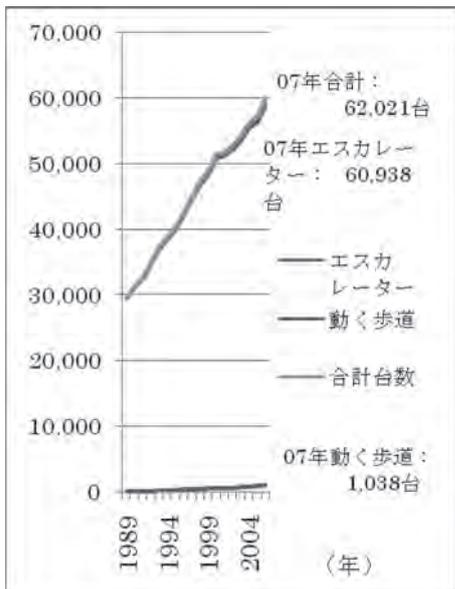


図 1.1 エスカレーター、動く歩道の稼働台数 注 (1)

日本でのエスカレーターの歴史はまだ一世紀に満たないが、現在約6万台(図1.1)<sup>(1)</sup>のエスカレーターと動く歩道が国内で稼働中であり、1日に延べ約1.5億人程度の人を運んでいると試算される。

本報告では1859年にエスカレーターのアイデアが誕生するまでの歴史と、米国での黎明期を経て日本に導入され今日に至るまでの技術の系統化について調査した。

以下、第2章では、エスカレーターのアイデア創出に至った背景とエスカレーターの実用機誕生までの歴史的経緯を述べる。第3章では1914年の日本への輸入品1号機導入から国産メーカーが誕生し、終戦を迎えるまでの変遷を述べる。第4章では戦後の復興期のエスカレーター生産再開以降、軽快なガラス欄干が主流機種となって商業施設を中心に急速に普及した1970年までの経緯を述べる。第5章では1970年以降の多様な市場需要と多彩な新機種・新機能の開発の状況について述べる。第6章ではエスカレーター誕生以来の課題であった安全性の確保・向上についての推移と現状について述べる。第7章では関連製品である動く歩道の変遷について述べる。第8章ではエスカレーター誕生から今日までの技術発展を総括し系統化を図るとともに、日本及び世界のエスカレーター市場の現状と過去の経緯をもとに、今後の展開について考察する。以下、文中におけるメーカー名称及び年号の表記は下記とする。

用語略解：オーチス・エレベータ・カンパニー社 (Otis Elevator Company 米国) はオーチス。ウェスチングハウス社 (Westinghouse 米国) はWH。現在の日本オーチス・エレベータ(株)は時代と共に幾つか社名が変更になったが、1927年の創業から1973年まではすべて東洋オーチス、1973年以降は日本オーチス。三菱電機(株)は三菱電機。(株)日立製作所は日立。東京芝浦電気(株)は東芝、東芝エレベータ(株)と変遷したが全て東芝。富士輸送機工業(株)はフジテック(株)に変わったが全てフジテック。その他社名の(株)や法人の(財)(社)などは文中の最初のみ付け、2回目以降は省略を原則とした。

年号は西暦を主とし、和暦を併記する場合は明治：M、大正：T、昭和：S、平成：Hの略号を用いた。

注：

(1) 日本エレベータ協会：「平成19年度昇降機台数調査報告」エレベータ界2008-136号、10(2008)

# 2 | エスカレーターの誕生

## 2.1 エスカレーターのアイデアの誕生

エスカレーターの原点である「階段」の起源は古い。メソポタミア文明において都市国家が形成され始めた紀元前 4500 年頃のウバイド期エリドゥ神殿遺跡（図 2.1）<sup>(1)(2)</sup>や、紀元前 3500 年頃のジグurat（Ziggurat 聖壇）<sup>(\*)</sup>に建築構造物としての階段を見付けることができる。

当時は権威の象徴である神殿へ通じる階段や、儀礼を行う舞台としての階段であったが、都市国家の進展による二階建て住宅の出現などを通して都市集落にも普及し始めた。それとともに、人の身体的条件における適切な蹴上げと奥行き寸法の関係が経験的に見出され、垂直方向への移動を助ける有効な手段として確立された。<sup>(\*)</sup><sup>(\*)</sup>

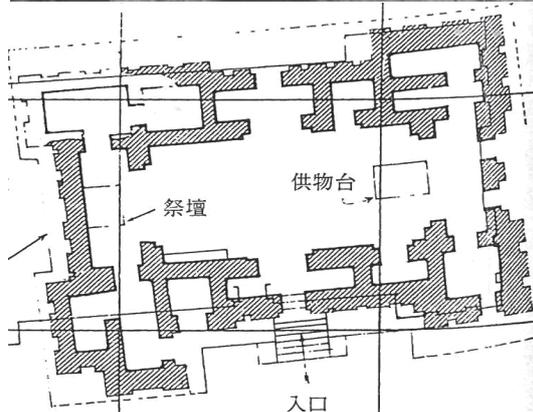


図 2.1 メソポタミア文明 ウバイド期エリドゥ神殿遺跡 (上) 注 (1)、同上平面図 (下) 注 (2) 紀元前 4500 年頃

人が自分の足で歩行するために考え出した階段を動かして、人は足を動かさないというエスカレーターの原理的発明は、1859 年にナサン・エームズ (Nathan Ames) が「回転式階段」で米国特許 25,076 号を認められたことに始まる。この点、古代ギリシャのアルキメデスが、既に紀元前 236 年にロープと滑車を使った巻き取り装置のあるエレベーターの原型を発明していた

歴史<sup>(3)(4)</sup>とは対照的である。

1850 年代はまだ蒸気動力の時代であったが、エレベーターの歴史においてはエポックメイキングな年代であった。まず 1854 年にはエリシャ・G・オーチスがニューヨーク市のクリスタルパレス博覧会場で自ら乗ったエレベーターのロープを切断して非常止装置を作動させ、大喝采を受けた。さらに 1857 年にはこの非常止装置を適用し、物を運ぶことから発展したエレベーターにおいて遂に人を輸送する乗用エレベーターを実用化するに至った。<sup>(5)</sup>

こうしたエレベーターの技術の進歩が、縦方向の移動手段を模索するエームズの発想に繋がったものと推測する。建物内の縦の移動手段という共通項は現在もなおエレベーターとエスカレーターに限られており、一足先に実用化された乗用エレベーターがエスカレーターの発明に影響を与えたとみるのが妥当であろう。系統化の観点で述べると階段とエレベーターは古来独立して進歩して来たが、1850 年代に「乗用エレベーター」と「階段」のハイブリッド的発想から新種「エスカレーター」が分岐したと考える（図 2.2）。

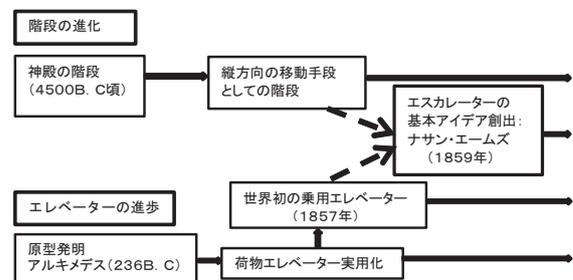


図 2.2 エスカレーターのアイデア誕生までの歴史

エームズの回転式階段は、図 2.3 に示す二種類の方式を提案しており、一つは Fig 1 のように二列並行に並んだ踏段を一方は上昇、他方は下降させるもので、中央部に固定の欄干 (Balustrade) を設けている。もう一つの方式は Fig 3 に示す側面から見て三角形の経路で踏段を循環させるもので、三角形の一边を上昇方向に、他の一边を下降方向に用いている。戻り側の踏段は三角形の底辺部を水平に移動する。興味ある考え方として、大規模ビルでは蒸気動力で駆動し、個人住宅の高齢者等の運搬は手動でもよいとしている。また現代人の行動まで見通したように踏段上を歩けば速度はさらにプラスされるとしている。<sup>(6)</sup>

やや時代を先取りし過ぎていたためか直ぐには後続

のアイデアが続かず、今日のエスカレーターの原型と言えるものが実用化されるにはその後約40年を必要とした。当時としてはそれだけ先進性のある発想であり、エスカレーターの基本的原理である階段を循環させるアイデアに着目した点は大いに評価される。

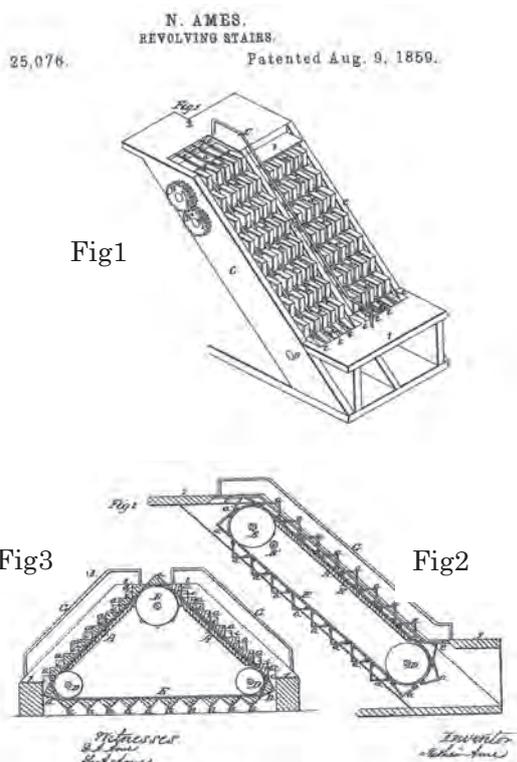


図 2.3 ナサン・エームズの回転式階段  
米国特許 No.25,076 (1859 年)

く、ステップの列は30度傾斜したパレット状の踏面を備え、これらはヒンジで互いに連結されている。そして踏面には1<sup>1</sup>/<sub>4</sub>インチ(32mm)の溝を隔てて9本のクリート(棧)を設け、材料としては鋳鉄を提言している。後に取替えの容易な木製のクリートやゴム張り製も開発した。30度傾斜しており不安定であるため、その後、傾斜している踏面のかかと部分を高くし、走行時の足の安定性に改良を加えた。当初は上昇運転専用であったが、こうした改良を経て数年後には下降運転にも使われるようになった。

この機種はベルトコンベアから人の運搬へと進化させたものと推測されるが、最大の特長はクリートとくし(コム)によるすくい取り効果(Combing Action)を持たせた点にある。

この新しいデザインを基本に、彼は1900年に最初の「改良形傾斜エレベーター」をニューヨークのマンハッタン高架鉄道に取り付けることに成功した。マンハッタン高架鉄道は百台程の傾斜エレベーターを発注し、それらのうち最後の1台は3番街の高架線が1955年に撤去されるまで使用されていた。この傾斜形機種は、クリートとくしを備え進行方向へ降りる「クリート式自動階段」として、現在のエスカレーターの基本要素の一つを備えていた(図2.5)。

## 2.2 エスカレーターの原型の誕生と黎明期 (5) (7) (8) (9) (10) (11)

エームズの特許から30年以上経過した1892年に、ジョージ・H・ウィラー(George H. Wheeler)に一つの米国特許が認められた。それは動力駆動のハンドレールを備え、踏面が平らなステップで構成された自動階段で、横方向へ乗降する方式(Shunt Landing)であった。しかし、ウィラーは自らのアイデアの具体化に着手できぬまま、1898年には実用化を目指して活動していたチャールズ・D・シーバーガー(Charles D. Seeburger)にこの特許を売り渡した。

1892年にはエスカレーターの技術史においても一方のキーマンであるジェシ・W・レノ(Jesse W. Reno)に「傾斜エレベーター」に関する特許権(米国特許470,918号)が認められた。この年に彼は自身の会社レノ社を設立している(図2.4)。

彼のデザインはステップが現在のように水平でな



図 2.4 ジェシ・W・レノ 日本オーチス提供



図 2.5 レノの傾斜エレベーター  
クリート式自動階段（1900年頃）注（7）

一方、ウィラーから特許権を譲り受けたシーバーガーは1899年にオーチスと提携し、史上初の「踏段式自動階段」を開発した。これにより現在の一般的な方式であるステップを循環させる踏段式エスカレーターの原型が確立された（図 2.6、図 2.7）。

1900年代の初期は、エスカレーターへの関心も低く、デパートと公共運輸施設のわずかに二つの市場しかなかった。オーチスは1900年のパリ万国博覧会に1号機の踏段式自動階段2台を出品して世界に紹介したが、市場の反応は薄く、「1回乗ってわずか1セント」という話題を残しただけであった。万博が終わって1台は米国に戻り、1901年にはフィラデルフィアのギンベルズ百貨店に設置され、1939年にオーチスの新しいモデルに置き換えられるまで稼働していた。もう1台は宣伝用のモデル機となった後、シカゴのデパートに売られた。



図 2.6 チャールズ・D・シーバーガー  
日本オーチス提供



図 2.7 パリ万博出展機 踏段式自動階段（1900年）  
日本オーチス提供

フィラデルフィアのギンベルズ百貨店に自動階段が設置されたことに刺激されて、1902年にはニューヨークのメーシーズ百貨店が1バンク4台の踏段式自動階段を設置した。メーシーズはさらに4階まで設備の拡充を重ね、その後の記録によると1950年代まで使われていた。

当時、自動階段を製造したのはレノ社とオーチスの2社であったが、1911年にオーチスはレノ社を吸収合併しオーチス1社となった。同社はシーバーガー式の「踏段式自動階段」とレノ式の「クリート式自動階段」の2機種を製造販売し、1900年から1920年の間に納入した自動階段は約350台で、その多くはデパートと公共交通関係であった。

米国以外では1911年にロンドン地下鉄にシーバーガーA形を設置以降、この地下鉄には200台以上の納入実績を残している。このA形は全て26度23分16.5秒という奇妙な傾斜角度で製作された。これは単に、最初の2台がこの角度で据え付けられたので、そのまま継続したことによる。<sup>(10)</sup>

図 2.8 は1911年に設置されたシーバーガーA形の下部乗込み部であり、このエスカレーターの斜め前には注意書（WARNING）が掲載されている。当時のロンドン市民のエスカレーターの利用実態の一端を窺わせるので注意書の内容を以下に記す。「犬は自分で抱きかかえることなしにエスカレーターに乗せてはならない。着衣は階段を引きずってはいけない。エスカレーターの利用を望まない人には固定階段が設置されている。」とある。<sup>(10)</sup>



図 2.8 シーバーガー A 形と WARNING (1911 年) 注 (10)

シーバーガー踏段式自動階段では、クリートがない踏板が直接床板に入り込んでいくので、乗客が降りる際に着床面に衝突するおそれがあるため、長い水平部を設けて横方向に降りていた (Shunt Landing)。このため降り口部分では、ステップの踏面が V 字形に狭くなり乗客をエスカレーターから追い出すことになり、片一方の足がまだ前方に進んでいる間に、もう一方の足を横へ踏み出さなければならなかった。この状態は乗客にかなりの集中力を要求し、十分にマスターできない人も多かった。横方向へ降りる方法としては、片側へ降りる方式と両側へ降りる方式の 2 種類があった (図 2.9、図 2.10)。

一方、レノ式は、ステップの踏面に溝を設け、乗降口にはこの溝と噛み合う長さ 30 ~ 40cm のくしを取付け、踏面からすくい降ろすように設計されていたが、乗客は自動階段からすくい降ろされることを心理的に拒否し飛び降りたり、または踏み出して降りたりして、ときに前向きに倒れて顔を強く打った人もいた。当時流行のタイトスカートはこの危険性を増大させ、また、ハイヒールについても同様なことが言えた。



図 2.9 シーバーガー踏段式自動階段 下降運転 1 方向横降り方式 (1910 年代) 日本オーチス提供



図 2.10 シーバーガー踏段式自動階段 上昇運転 2 方向横降り方式 (1910 年代) 日本オーチス提供

オーチスは 1920 年に、このエスカレーターから降りる時の問題を二つの方式の長所を組み合わせることで解決した。同時にくしの長さを短縮した。すなわち、「踏段式自動階段」(シーバーガー式)の長所である乗降部を含めて全ての位置でステップ踏面が常に水平を保ち、「クリート式自動階段」(レノ式)の長所である踏面にクリートを設けて乗降部のくしでのすくい取り効果 (Combing Action) を持たせた改良機種を開発した (図 2.11)。これにウィラーのアイデアから始まったステップと同期したハンドレールを備えていることの 3 点がエスカレーターの三つの基本要素であり、今日まで受け継がれてきている。



図 2.11 改良形踏段式自動階段 (1922 年) 日本オーチス提供

ロンドン地下鉄では 1924 年から 1929 年にかけて改良形への改修を行っている。それまで中央 1 列のステップチェーンであった方式を左右の 2 列ステップ

チェーン方式とし、かつステップローラーをステップチェーン組立品に組み込む方式に変更した。この新しい設計以降全ての横降り機に対してクリートステップとくし板方式への改修工事が計画され、1930年代に実行された。1930年代になると階高4.5m(15フィート)以上にはM形シリーズを適用し、最高階高27m(90フィート)までの高揚程に適用可能なMH形を開発した。MH形では階高18m(60フィート)以上は54m/分(180フィート/分)の速度に設計されたが、エスカレーターの輸送能力はエスカレーターの速度と直接的に比例するものでなく、むしろ54m/分は逆効果であるとの結論を得て44m/分(145フィート/分)に減速された。このM形シリーズも木製の欄干と踏板を適用した。ただしステップ全体は鍛造鋼材製のブラケットによって強固に構成されている。ロンドン地下鉄ではこうした木製のエスカレーターが多数残されていた。しかし、1987年にKing's Cross駅において煙草の火がエスカレーター内部の綿埃に燃え移ったため大火となり、消防士1名を含めて31名の死亡者を出す大惨事が発生したので、その後木製エスカレーターは全て最新形に取り替えられた。<sup>(12)</sup>

なお、1935年から営業開始した階高60mの超高揚程を含むモスクワ地下鉄のエスカレーター速度は、ロンドン地下鉄のMH形の設計値54m/分と42m/分の2種類を適用しているが、1989年の調査によれば、42m/分に統一していく計画とのことであった。<sup>(13)</sup>

ところで、「エスカレーター」という名称は、シーバーガーによって造られた造語で、ラテン語のscala(階段)と既に実用化されていたelevator(エレベーター)を組み合わせたものとされる。シーバーガーは1895年にエスカレーターという名称で特許を取ろうとした時、その名称に該当する種別がないという理由で特許事務所から申請を拒否され、結局「エレベーター」の名称で出願し特許権が認められた。そこで改めて1900年に「エスカレーター」という名称を商標として登録した。その後1910年(M43)にはオーチスがシーバーガーの特許権、商標権全てを買い取った。当時既にエスカレーターの名称は一般化していたが、他社はその用語を使わず電動階段、自動階段などと呼称していた。後に米国特許局は、「エスカレーター」が自動階段の一般名称になったという理由で、商標権の放棄を命じ、オーチスがこれに応じたため、商標登録されてから丁度50年後の1950年(S25)によく他社も「エスカレーター」と呼称できるようになった。

ここで直線のエスカレーターを開発した直後からレノやシーバーガーが早くもらせん形エスカレーターに

挑戦した経緯を紹介する。レノは1900年にロンドンへ移り、1902年Earls Court Exhibitionにらせん形のWalkway(パレットタイプ)を出展し、さらに1906年にはロンドン地下鉄のHolloway Road駅に実機を据え付けた(図2.12)。この機種はパレット式で内側のらせんが昇り、外側のらせんが降り方向で、昇降シャフトの直径は23フィート(7m)で階高は35フィート(10.5m)であった。しかしながら当局が装置の安全性に確信を持てなかったため、実用には供せられず、その後、1911年に撤去された。らせん形の失敗は彼にとって経済的損失も大きく、レノは自分の所有するエスカレーターの特許をオーチスに売却、1911年には米国へ戻った。この年はレノ社がオーチスに吸収合併された年でもある。

シーバーガーも1900年から1910年にかけてらせん形を研究し、C形断面のハンドレールなど多くの部品を製作した。その後ロンドン地下鉄にらせん形エスカレーターを提案した。関連特許図面を図2.13に示す。しかし、レノの失敗から学習していた地下鉄関係者は、らせん形の実現に懐疑的になっており、それ以上の進展はなかった。

それにしてもエスカレーターの生みの親である二人の先駆者が直線形を開発直後のまだ改良段階にある時期に、既にらせん形に挑戦した歴史には驚かされる。彼らにとっては新しいものへのチャレンジというより、らせん階段が既に古代ローマ時代には存在した<sup>(\*)</sup>ように、「らせん形も直線形も根本的な原理は同じ」という原理的、系統的な発想に根ざしたものではなかったかと推測する。



図2.12 据付中のレノのらせん形  
(ロンドン地下鉄)(1906年) 注(10)

C. D. SEEBERGER.  
ELEVATOR.  
APPLICATION FILED OCT. 31, 1909. RENEWED DEC. 2, 1909.  
999,885. Patented Aug. 8, 1911.  
11 SHEETS-SHEET 1.

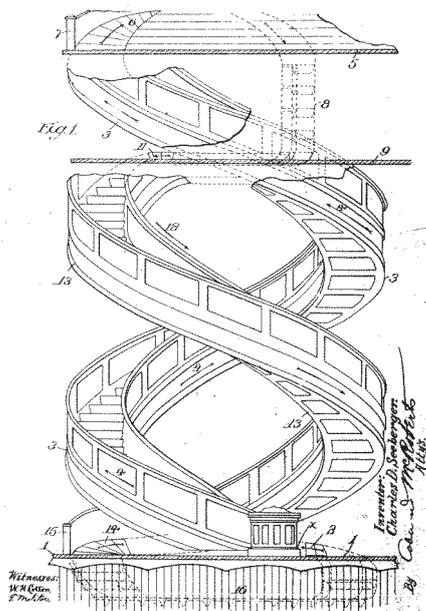


図 2.13 シーバーガーのらせん形  
米国特許図面 No.999,885 (1911 年)

参考文献：

- (\*1) 大貫良夫：「図説 人類の歴史 旧世界の文明—アジア・アフリカ・ヨーロッパ (上)」朝倉書店，9 (2004)
- (\*2) エヴリーヌ・ペレ＝クリスタン著、鈴木圭介訳：「階段 (空間のメタモルフォーゼ)」白揚社，9-177 (2003)
- (\*3) ジョナサン・グランシー著、三宅理一監修「建築の歴史」BL出版，34 (2001)

注：

- (1) 樺山紘一他編集：「クロニク世界全史」講談社，31 (1994)
- (2) 中川武監修：「世界宗教建築事典」東京堂出版，102 (2001)
- (3) 独立行政法人 国立科学博物館産業技術史資料報センター：技術の系統化調査報告 第9集 三井宣夫「ロープ式エレベーター技術発展の系統化調査」独立行政法人 国立科学博物館，62 (2007)
- (4) 日本オーチス・エレベータ(株)：「エレベーター・エスカレーター物語」日本オーチス・エレベータ(株)，7 (1971) (非売品)
- (5) 日本オーチス・エレベータ(株)：「エレベーター・エスカレーターの基礎技術」日本オーチス・エレベータ(株)，5-6，229-232 (1998) (非売品)
- (6) United States Patent：「No. 25, 076 REVOLVING STAIRS」(1859)
- (7) Elevator World Inc.：「The History of the Escalator」ELEVATOR WORLD，APRIL 1999, 84-90 (1999)
- (8) (社) 日本エレベータ協会：「エスカレーターの歴史 (1)」エレベータ界 1999-136号，32-37 (1999)
- (9) (社) 日本エレベータ協会：「エスカレーターの歴史 (2)」エレベータ界 2000-137号，28-31 (2000)
- (10) Elevator World Inc.：「MOVING PEOPLE From Street To Platform」Elevator World Inc.，22-31 (2000)
- (11) 日本オーチス・エレベータ(株)：「日本オーチス・エレベータ 50 年のあゆみ」日本オーチス・エレベータ(株)，8-9 (1982) (非売品)
- (12) 竹内照男：「エスカレーターの誕生から今日まで (前編)」建築設備&昇降機 No. 38，38-39 (2002)
- (13) (社) 日本鉄道技術協会：「大深度地下鉄道における昇降システムの研究 (昇降システム編)」報告書，124 (1991)

# 3 | 国内への導入と国産メーカーの誕生<sup>(1)</sup>

1914年(T3)3月に東京・上野で「東京大正博覧会」が開かれた。内外を問わずエポックメイキングな展示品は往々にしてこの種の博覧会に出展される。この博覧会の最大の呼びものはわが国最初のエスカレーターであった(図3.1)。当時の雑誌「風俗画法」(第457号)には『拾銭払って飛び込めば、ガタガタグングン階子段が自然と仁木弾正的にセリ上がりて鉄桁製の廊下に出て、是を通り過ぎると、又又前の如く階子に運ばれて下りてしまふ、と云ってしまえば夫までながら、何しろ是も珍なりとあって大入繁盛を極む……考えて見れば半ば無性的な、半ば性急的なものとみ、毀誉褒貶(ほめたりけなしたりすること)は乗った人々の評に任すのみ』と記述されている。試乗した体験をどう表現してよいものか、その驚きの様子が伝わってくる。また、当時の宣伝文句を絵葉書では『我国最新最初自動階段』『実用と娯楽との併用機関』と表現しており、実用と娯楽の併用としてエスカレーターが登場している。この博覧会にはエレベーター2台も設置されたが、いずれも博覧会終了と同時に撤去された。



図3.1 東京大正博覧会エスカレーター外観(上)、同博覧会宣伝用絵葉書(下)(1914年) 日本オーチス提供

## 3.1 輸入1号機<sup>(1)(2)(3)</sup>

恒久的な建築設備として登場したわが国最初のエスカレーターは、1914年(T3)に東京・日本橋三越呉服店(現日本橋三越本店)に設置された「踏段式自動階段」1台とされる。大正博覧会のエスカレーターと同様、オーチス(米)からの輸入品であった(図3.2、図3.3)。

シーバーガーの踏段式とレノのクリート式のいずれを選択するかについて、当時の「三越報」では、『クリート式の方は価格が階段式(踏段式)の半分位なのにかゝはらず、靴穿以外の方には滑る虞れがあつて工合がよろしくないところから、当店では階段式をとる事に致しました。』と日本人の習慣を考慮した安全性への考え方について説明されている。さらに老人、子供への配慮から、定格速度80フィート/分(24m/分)を60フィート/分(18m/分)程度に減速して使用するとしている。開館式には時の首相原敬が羽織袴で試乗したそうであり、当時の注目の大きさが窺われる。大正博覧会のエスカレーターと三越呉服店のエスカレーターの関係などを含め、当時の中央新聞に載った記事を以下に要約する。

「大正博覧会にエスカレーターいわゆる自動階段を架設することになり、工費20万円の予算で取り急ぎ調査中である。このエスカレーターは欧米にて最近発明されたもので、今日まで本邦にはまだないが、ただ新築中の三越呉服店の大建物の中央階段左手に架設使用するため、既に米国より輸入し取付け完了、試運転を行い目下装飾工事中につき、大正博覧会の技師等も参考として同店に請いて見学した。大正博覧会向けはまだ設計中とのことであるが、三越に据え付けたエスカレーターによりその構造を見れば、電気作用にて機械を運転し、その階段になる前の板敷部分に立ち両側の手摺により居ればその板敷は自然に階段となつて次第に8インチの高さで上へ上へと三十度の角度にて上昇し、おわれれば階段は又平面となつて自然に階上へ送られる装置である。一段に一人を載せて絶えずこの階段に五十人位の人を載せて循環する仕掛けなり……」

この表現でエスカレーターの基本的な要素は全て言い尽くされており、外観写真を見た限りでは今日の製品と近いが、この機種は改良前の横降り方式であった。エスカレーター係員が乗降口に配置されており、百貨

店では戦後の高度成長期頃まで引き継がれて来た。



図 3.2 三越呉服店のエスカレーター (1914 年)  
日本オーチス提供



図 3.3 三越呉服店のエスカレーター (1921 年増設分)  
日本オーチス提供

## 3.2 国産メーカーの誕生

エレベーターの日本への輸入が始まり、先ずエレベーターの生産を開始したいくつかの国産メーカーが誕生した。そのうちの数社がエレベーターの生産を開始後数年から十年弱の遅れでエスカレーターの生産を開始している。戦前、戦後を通し日本においてはエスカレーターだけを生産する専門メーカーは存在していない。以下にこの時期にエスカレーターの製造を開始したメーカー4社について、その発展の経緯を述べる。

### 1) オーチス<sup>(4)</sup>

日本市場を重視したオーチスは極東地域総代理店の米賀を日本市場に送り込み、1896年(M29)にエレベ-

ーターにおける輸入1号機を日本銀行本店に納入した。その後、1932年(S7)には三井物産と資本提携して合弁会社の東洋オーチス・エレベーター(株)を設立し、日本の拠点を確立した。エスカレーターは1914年(T3)に三越呉服店向けの1号機を輸入以降、1923年にはL型を東京・松屋百貨店、1935年にはドイツのカールフロール社より大阪・十合百貨店に納入した。1933年(S8)に完成した蒲田工場(図3.4)にエスカレーターの生産体制を整備するためML型エスカレーターの製作準備に着手した。



図 3.4 東洋オーチス蒲田工場 (1933 年)  
日本オーチス提供

### 2) 日本エレベーター製造(株)<sup>(1)</sup>

日本で本格的なエレベーター製造会社が設立されたのは1919年(T8)、日本エレベーター製造が最初であった。この会社は1910年(M43)頃からエレベーターの研究と製造を手掛けてきた東松工作所を技術的母体としていた。1928年(S3)にはエスカレーターの製造も開始し、当時としては最高階高のエスカレーターを国鉄秋葉原駅に納入した。その後次第に日立との関係を深め、1936年(S11)には日立に買収され、販売、据付、保守を分担する会社として存続したが、1940年(S15)解散して昇降機事業は日立に一本化された。なお、現在の日本エレベーター製造(株)は戦後設立された別の会社である。

### 3) 三菱電機<sup>(5)</sup>

三菱電機は1922年(T11)以降技術提携関係にあったWHの技術をベースに1928年(S3)から海軍艦船用の昇降機部品を納入し、エレベーター関連製品の製造を始めた。1935年(S10)には神戸製作所に専用工場を作り、エレベーターの一貫製造販売を開始した。この年にはエスカレーターの生産体制も確立し、初回号機として東京・伊勢丹百貨店に5台納入した。当時の三菱電機(技報)昭和11年2月号(1936年)に「自動階段に就いて」という論文を発表している(図3.5)。

(7) 現存する国内最古のエスカレーター論文と見られる。1937年(S12)には神戸製作所から名古屋製作所へ昇降機の生産拠点を移転した。



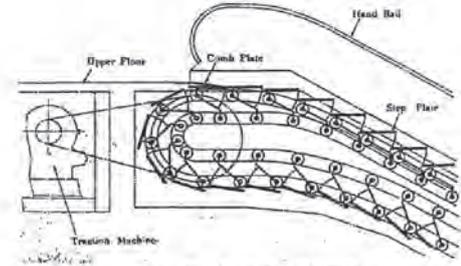
図 3.5 三菱電機 (技報) 第 12 巻 2 号  
昭和 11 年 2 月発行 (1936 年) 三菱電機提供

#### 4) 日立<sup>(6)</sup>

日立は 1921 年 (T10) からエレベーターの生産を始めたが、本格的なエレベーターの一貫生産は日立工場において 1932 年 (S7) に開始した。エスカレーターの生産は 1937 年 (S12) 大阪・大鉄百貨店に納入した 2 台が初回号機であった。この年発行の日立評論に「日立電動階段」として論文を発表している (図 3.6)<sup>(8)</sup>。純国産技術を強調するとともに、省スペース、乗り心地、静粛運転など現代にも通じる論点で展開されている。生産開始当初に大阪市電や阪神電鉄に二段速度エスカレーターを納入した実績を持つ。1940 年 (S15) には日本エレベーター製造を吸収合併した。

20 世紀の初頭にエスカレーターの原型を確立していたオーチスの特許によって 1930 年頃までは、他社の進出が困難であったが、ようやく 1930 年代に入り WH 等がエスカレーター事業に参入し始め、オーチス 1 社の独占から競合の時代を迎えた。日本における国産化も促進され、実績を積み重ねていたが、この時期、日本は折しも太平洋戦争へ向かう道をたどりつつあり、やがて日本のエレベーター事業は中断を余儀なくされることになった。以上述べた米国における誕生

から揺籃期を経て日本に導入され、日本メーカーが誕生し終戦を迎えるまでの歴史を図 3.7 に示す。



第二圖 電動階段構造及明圖  
Skeltan Diagram of Moving Stairway

図 3.6 日立評論 第二十巻 第九号  
「日立電動階段」の第二図 (1937 年) 日立提供

### 3.3 初期の国内エスカレーター<sup>(1)</sup>

以下年代順にこの時代の主なエスカレーターの実績を列挙する。

- ・1928 年 (S3) に大阪・新京阪電車駅ビルに設置されたのが国産 1 号機である。日本エレベーター製造製の一人乗りクリートステップ形であった。

- ・1932 年 (S7) に東京・銀座線三越前駅 (当時は三越前停車場駅) に設置されたのが、地下鉄向けの最初である。日本エレベーター製造製の。このエスカレーターは戦争中に撤去されたが、1960 年 (S35) に改めて設置された。



図 3.8 東京・伊勢丹新宿本店  
三菱電機 1 号機 (1935 年) 三菱電機提供

- ・1933 年 (S8) に日本エレベーター製造は斜行距

年	1850	1890	1900	1910	1920	1930
		M23	M33	M43	T09	S05
エスカレーター発展のプロセス	エスカレーターの 原理のアイデア誕生	手摺り付きの アイデア誕生	エスカレーターの 原型の確立	オチスの独占 日本への導入	現行エスカレーターの 基礎の確立	WHの参入 国産メーカーの誕生
米国における エスカレーターの誕生	1859年 サザンエムズ 回転式階段特許	1892年 ウーラー 動力昇降機の特許 1899年 シバガー オチスと提携し 踏段式自動階段 の特許取得 1892年 シバガーの特許 取得 1900年 シバガーの特許 取得	1895年 シバガー 「エスカレーター」命名 1900年 シバガー「エスカレーター」 の商標権取得 1898年 シバガー ウーラーの特許買収 1900年 オチス パナマ万博出展 1900年 シバガーの特許 取得 改良形シバガー NY高架鉄道へ設置	1910年 オチス シバガーの特許権 商標権買収 1911年 オチスカシタ特許 (オチスの独占)	1920年 オチス 踏段式、クランク 改良形自動階段	
日本への導入から 国産メーカーの誕生				1914年 日本の1号機 三越開店 (オチス製、踏段式自動階段)		1928年 国産1号機 新京坂電車ビル(日本エ スカレーター製造) 1930年 地下鉄最初 銀座線三越前駅 (同上) 1933年 東洋オチス蒲田工場 1935年 伊勢丹新宿本店 (三菱電機) 1937年 大鉄百貨店(日立) 日立:日本エスカ レーター製造買収 1940年

図 3.7 エスカレーターの誕生から日本への導入、終戦まで

離 45m(階高は 20 m程度と推定)の高揚程エスカレーター 2 台を東京・国鉄秋葉原駅に設置した。

・1935 年 (S10) 東京・伊勢丹新宿本店にエスカレーター 5 台が設置された。三菱電機の 1 号機であった(図 3.8)。

・1937 年 (S12) 大阪・大鉄百貨店に 600D-P 形エスカレーター 2 台が設置された。日立の 1 号機であった(図 3.9)。

### 3.4 初期の国内エスカレーターの構造

(5) (7) (8) (10) (11)

#### 3.4.1 ステップの駆動方式

図 3.10 全体構造図、図 3.11 上部駆動部、図 3.12 下部追従部によりエスカレーターのステップの駆動機構の一例について説明する。駆動源となる駆動機はモータとウォーム減速機から構成され、エスカレーター上部の機械室に配置されている。

減速機の出力軸に取付けられた駆動スプロケットからステップスプロケット軸の大径スプロケットに駆動



図 3.9 大阪・大鉄百貨店(据付中)  
日立 1 号機(1937 年) 日立提供

チェーンを介して動力が伝達される。ステップ sprocket 軸には大径 sprocket の他に左右二つのステップ sprocket が固定されている。エスカレーターの下部側も同様に左右のステップ sprocket を取付けた sprocket 軸が配置されている。上下部のステップ sprocket 間に左右二本のステップチェーンがエンドレス状に巻き掛けられ、乗客の乗るステップはステップチェーンに一定の間隔で配置されたステップ軸に取付けられている。

モータの動力は減速機を経由して上部の大径 sprocket に伝えられ、同じ軸に固定されたステップス

ロケットを回転させてステップチェーンを移動させ、このチェーンに取付けられたステップを昇降させる。下部のステップ sprocket 軸は固定されないで、ステップチェーン全体を緊張するため、軸組立全体がばね等で端部側へ引っ張られている。各ステップは4個のローラーで支えられ、乗客の乗る全域にわたって踏板面が水平を保つようレールによってガイドされる。乗降部でステップ列が水平から階段状に、或いは階段状から水平に移行するよう、このガイドレールの高さを適正に変化させている。

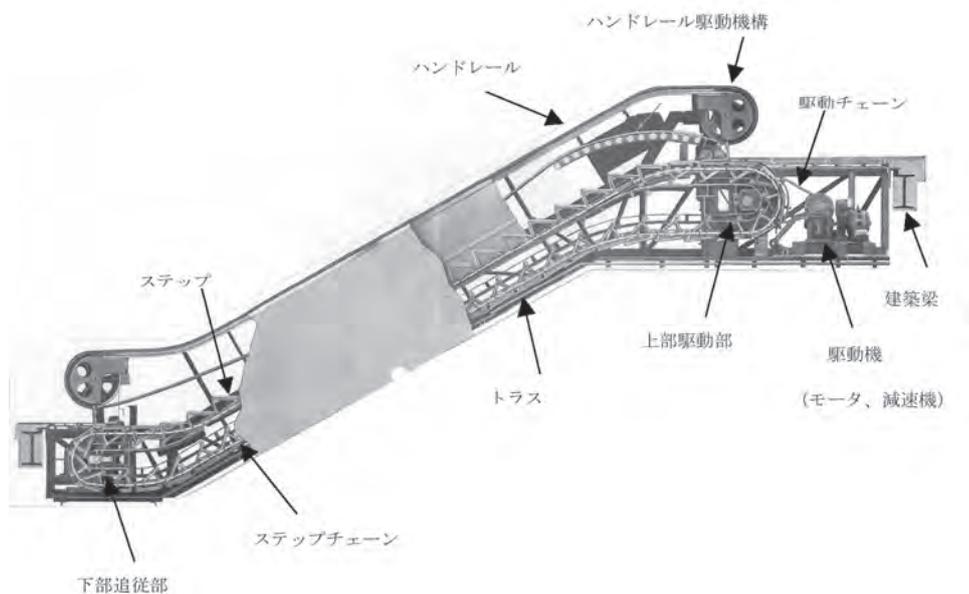


図 3.10 エスカレーター全体構造図  
原図：日本オーチス提供：1950年代 R 型

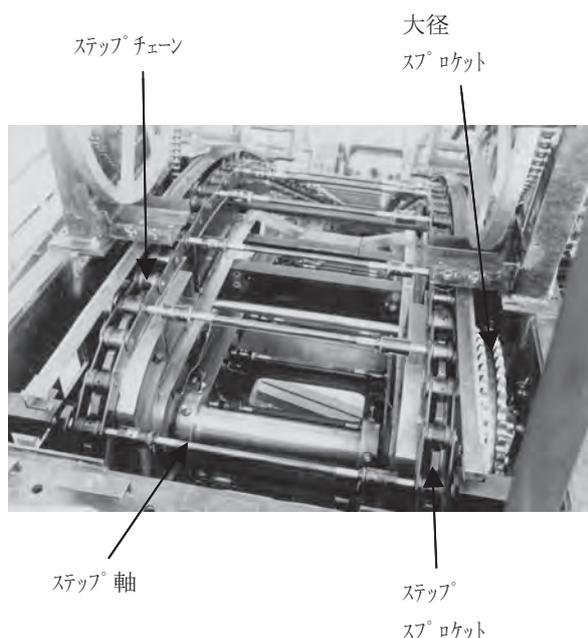


図 3.11 上部駆動部 (例) (1939 年)  
原図：三菱電機 提供

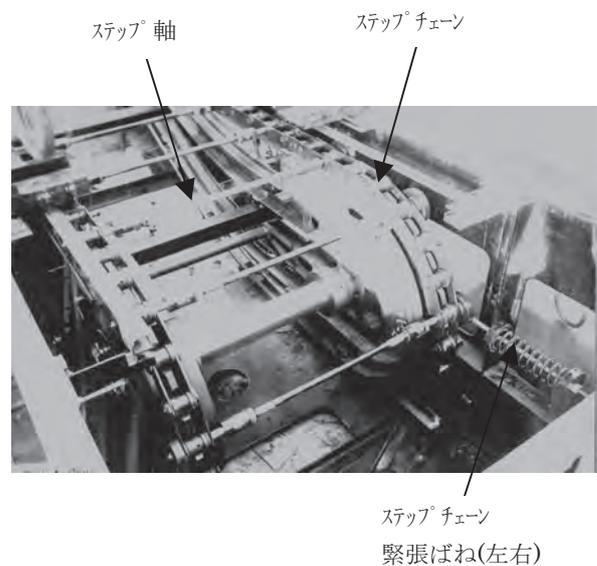


図 3.12 下部追従部 (例) (1939 年)  
原図：三菱電機 提供

### 3.4.2 ステップチェーン<sup>(9)</sup>

初期のオーチス・シーバーガー A 形では中央の一行チェーン（図 3.13）でステップを駆動した。その後左右二列のステップチェーン（図 3.14）で駆動する方式が一般的となった。二列チェーンは左右両側で牽引するため、ステップ上の偏荷重に対してもバランスよくステップを案内できるメリットがある。特に二人乗りタイプの実現には必須の条件となった。

オーチスは 1920 年代の改良形から、このステップチェーンにステップローラーを組み込む方式を採用した。この方式は現在まで継承されており、ステップ sprocket との噛み合い時の衝撃を緩和する効果やエスカレーターの総幅を小さく抑えることができる可能性がある。



図 3.13 一行ステップチェーン方式（1911 年）注（9）

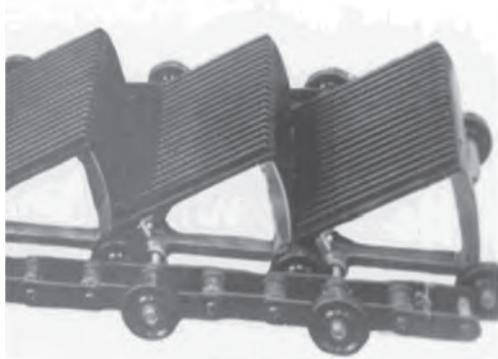


図 3.14 二列ステップチェーン方式（例）（1936 年）三菱電機提供

### 3.4.3 ステップ<sup>(10)(11)</sup>

ステップはエスカレーターの中でも重要な機器の一つである。乗客が足を乗せる部分を踏面、或いは踏板と言い、蹴上げの部分をライザーと言う。

踏段式エスカレーターにおけるステップの歴史をたどると、簡単な滑りを防いだだけの平らな踏面のス

テップからレノ式の長所であるクリートを取り入れたクリートステップに改良されてきた。クリートステップの最古のものは木製クリートで 1930 年頃まで製作され、その後フェノール樹脂、亜鉛ダイカスト、アルミダイカスト等と進歩した材料及び製法に改良された。クリートの寸法は時代と共に徐々に細くなり、くしによるすくい取り作用の効果を向上させ、また各種の靴のかかどがクリートの溝に入らないよう改善されてきた。クリートを細かくした当初は溝が浅く、ステップローラーの摩耗や撓みによってくし板との関係寸法が不具合となることもあった。細かくかつ溝の深いものに最初に改良されたのは米国において 1940 年代の半ばである。図 3.15 はフェノール樹脂を適用したステップの一例を示す。このステップではクリートの幅と間隔はまだ粗く、クリート幅 9mm 溝 14mm (23mm ピッチ) で深さ 12mm である。

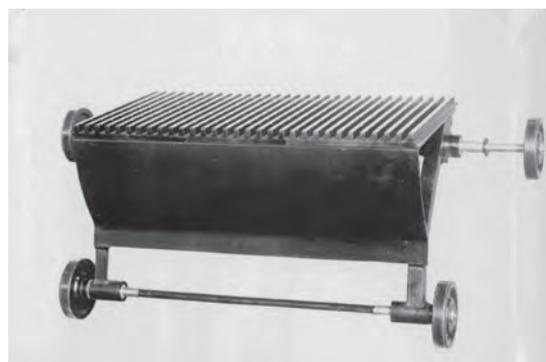


図 3.15 ステップ外観（例）（1939 年）三菱電機提供

### 3.4.4 ハンドレール及びハンドレールの駆動方式<sup>(11)</sup>

ハンドレールはステップを駆動する動力を用いて駆動され、ハンドレールのために独立の動力源を持ってはいない。通常は上部のステップ sprocket 軸に取付けられたハンドレール駆動用の sprocket からローラーチェーンを介して動力伝達されている。ハンドレールの主要な機能としては以下が求められる。

- (1) ステップの動きに同期すること。
- (2) ごく自然に手をつかめる形状で、しかも指先位置で挟まれないようハンドレールと固定部分の境界形状が安全であること。
- (3) ハンドレールは柔軟性に富むと共に伸びの小さいこと。

エスカレーターが開発されて間もないレノ式エスカレーターのハンドレールは内部にチェーンを入れた固形ゴム製で、潤滑された鋼製チャンネルの枠に沿っ

で動く方式<sup>(12)</sup>であった。しかしこの方式はしばしば乗客の衣服を汚染したため、その後は表面がゴムで内面部がキャンバスで構成されたハンドレールを摩擦駆動する方式がほとんどのメーカーで採用されるようになった。ハンドレールの断面形状はC形状が一般的に用いられ、現在でもこの形状に勝るものは出ていない。ステップと同期させるためにハンドレールもエンドレスのループ形状である。ゴム材料やキャンバスを構成素材とし、その駆動がハンドレール内面と駆動シーブの摩擦力に負っているため、ループ全体が伸びればスリップが発生する。そのためハンドレール全長の伸びを吸収する緊張装置が必要となる。図3.16にハンドレールの全体経路の一例、図3.17には図3.16に対応したハンドレールの駆動部を示す。この例ではハンドレールの駆動力を確保するため2輪駆動を採用して、ハンドレールを横幅方向に交差させているのでエスカレーターの総幅が大きくなりスペース効率がよくない。この点は戦後の欄干意匠刷新の過程で改善を見ることになる。

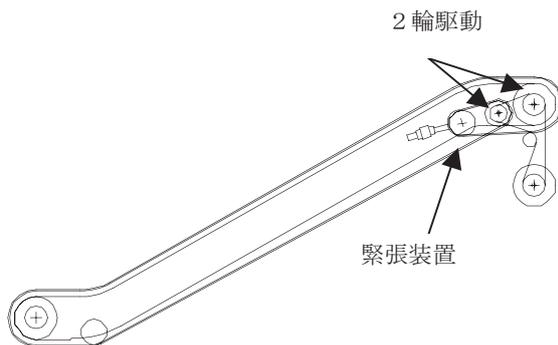


図3.16 ハンドレールの全体経路：2輪駆動の例

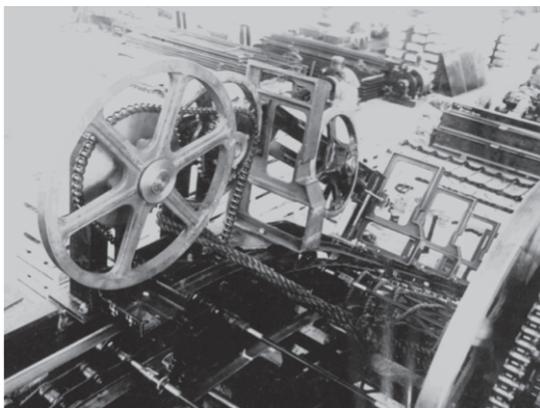


図3.17 ハンドレール駆動部例  
（図3.16に対応）（1939年）  
三菱電機 提供

### 3.4.5 欄干部の内側パネル<sup>(5)</sup>

戦前のエスカレーターの欄干部内側板は基本的に不

透明なパネルタイプであった。ただし、この部分は乗客の間近の両側面にあり、面積も大きいので意匠的な重要度は、当初から意識されていたようだ。初期は踏板と同様に木製から出発し、アルミニウム材、鋼板塗装、チークベニア板にラッカーを吹き付け塗装などが用いられ、パネルの継目はアルミニウムの引き抜き材を用いて目地とする場合もあった。

### 3.4.6 トラス<sup>(5) (11)</sup>

トラスは乗客とエスカレーターの機器全体の自重を支える枠組構造物であり、形鋼や鋼板などの部材を用いて構成されている。戦後のエスカレーターでは全体の自重の軽量化により通常の階高（揚程）では上部と下部の2箇所の建物梁に支えられる場合がほとんどであるが、当時は、モーターと減速機を収納する機械室が建物梁を隔てて別置され、エスカレーター本体と機械室が3箇所の建物梁で支持される場合やエスカレーター本体の下側に機械室を配置することも多かった。これらは建築レイアウト性の面で自由度が小さかったと言える。この年代のトラスではリベット結合を適用していた例が多い（図3.18）。その後溶接構造に変え、生産性を上げた。現在ではどのメーカーも溶接構造を採用している。



図3.18 リベット結合トラス（1939年）  
三菱電機提供

### 3.4.7 安全装置<sup>(7) (8)</sup>

戦前のエスカレーターにおいても取付けられていた安全装置の例を以下に記す。これらの基本コンセプトは戦後も引き継がれ、法令上でも規定されるようになった。

#### (1) 駆動チェーン安全装置（図3.19）

駆動機と上部の大径プロケットを結ぶ駆動チェーンが破断した場合、上部ステッププロケット主軸に取付けられた緊急停止ブレーキを作動させ、ステップ列の

落下を防止する。これはエレベーターにおけるロープ切断時に作用する安全装置（非常止め）に対応している。

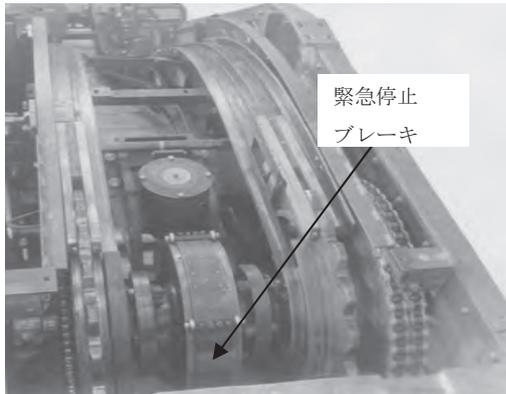


図 3.19 駆動チェーン安全装置（1936年）  
原図：三菱電機提供

#### (2) ステップチェーン安全装置（図 3.12 参照）

ステップチェーンが破断または一定以上に伸びた場合、下部のステップスプロケット組立全体がばね張力によって移動する。この移動を検出して電源を遮断しブレーキを作動させる。なお、この場合も上部スプロケット主軸に取付けられた緊急停止ブレーキを作動させる例もあった。

#### (3) 調速機（図 3.20）

モータの主軸に装着されて定格速度に対し一定値以上に過速した場合に電源を遮断し、ブレーキを作動させる安全装置である。当時のものは失速側を検出する機能はまだなかった。

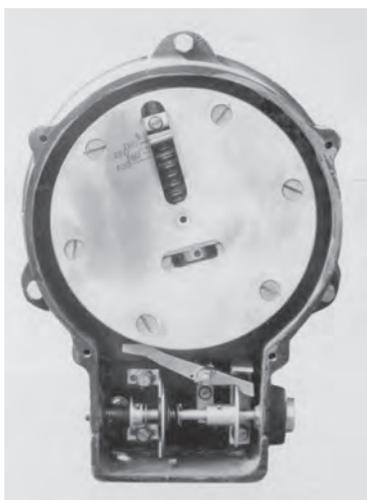


図 3.20 調速機（1939年）  
三菱電機提供

#### (4) ハンドレール安全装置

ハンドレールが一定以上に伸び過ぎたり破断した場合に作動して、エスカレーターを停止させる。この装置は三菱の1号機伊勢丹本店向け（1935年）や日立の1号機大鉄百貨店向け（1937年）において取付けられていたことが、三菱電機（技報）及び日立評論に記されている。当時からハンドレールに係る信頼性の確保が重要な課題であったと推察される。

#### (5) 非常停止スイッチ

上下部の乗降口に昇降起動用のボタンとともに設けてあり、非常の場合にはこれを押せば直ちに運転を止めることができる。昇降起動用の押しボタンは蝶番付きのカバーの内部にあって、カバーはキーを用いて開く構造としているが、非常停止用のボタンは外部から操作できるようにして、非常時の対応を容易にしている。こうした操作スイッチに対する基本的考え方は現在まで継承されている。

### 3.5 戦前の規則整備<sup>(1)</sup>

1910年代（大正期）の都心部某ビルのエレベーター、エスカレーターにおける事故の記録が残されている。昇降機の安全性について関心が持たれ始めた証左の一つと言えよう。

公共の安全の立場から警察が事故原因の調査や完了検査などを担当し始めると共に、1920年（T9）の市街地建築物法の施行令（大正9年9月勅令438号）の中では「昇降機」という用語が初めて法令に使用された。

その後1926年（T15）の警視庁令により、「昇降機取締規則」（図 3.21）が制定され、本格的な昇降機行政が開始された。ただしこの規則における「昇降機」はエレベーターを指しており、エスカレーターは「エスカレーター」の用語で定義されている。この規則が日本初のエレベーター関連法令であり、戦後1948年（S23）には「東京都昇降機安全条例」となり、さらに1958年（S33）の建築基準法改正で昇降機の規定が入った。

警視廳昇降機取締規則

大正十五年七月 勸令第三十號  
昭和五年九月 勸令第三十三號改正 改正中(イ)

第一章 總 則

第一條 本令ニ依リ本規則ニ規定アルモノノ昇降機ニシテエレベーター又ハ昇降機所在地所警察官署ヨリ出シ警視廳ニ提出スルベシ

第二條 本令ニ依リ本規則ニ規定アルモノノ昇降機ニシテ未成年者又ハ精神患者ヲ乗ルベシトシテ法定代理人、専任治療者ナルトキハ法定代理人又ハ法定治療者ヲ選ニ但シ醫事ニ關シ成年者ト同一ノ權力ヲ有スル未成年者ナルトキハ此ノ限ニ依リ法定代理人、専任治療者又ハ法定治療者アリタルトキハ五日以内ニ届出スルベシ

第三條 左ノ各條ノ一ニ規定スル機械ヲ設置、改造、有線接線シ又ハ其ノ構造設備等ハ用途ヲ變更セシメタルトキハ届出ヲ許可シ受テシ 但シ専用ヲ異物用ニ變更セシメタルトキハ一時ノ用途ニ依リタルモノニ依リテ之ノ届出ヲ要ス(イ)

1 昇降機  
2 エスカレーター  
3 揚子三噸以上主柱等ノ材料ノ長四尺以上ノ包圍鐵 但シ市街地建築維持地施行區域ニ於テハ地盤工率用ノモノ又ハ工場敷地内ニ設置スルモノニシテ前條ニ規定セラルモノヲ除ク

第四條 前條ノ規定ニ依リ本規則ニ規定スル器具ノ設計書及圖面ヲ送テテ第二條ノ提出スルモノヨリ關係ナキ事項及圖面ハ之ヲ省略スルコトヲ得

1 設置者ノ氏名、住所(法人ニ在リタルハ其ノ所屬、事務所所在地、代表者ノ氏名)  
2 設置地ノ地名、番號  
3 建築物ノ名稱、用途  
4 構造及用途  
5 定員及乗客定数  
6 願望ノ要旨  
7 工事監督者ノ氏名、住所  
8 施工期日及竣工期日

第五條 設計書ニ關シ各條ニ依ルベシ(イ)

1 昇降機及エレベーターノ設計書ニ關シ事項ヲ具シ得ルベシ  
イ 昇降機ノ構造設備、駆動機地盤  
ロ 昇降機ノ構造  
ハ 軌道ノ構造  
ニ 階梯及昇降機用鋼材ノ構造強度及維持方法

2 昇降機ノ構造及重量  
ハ 昇降機、制動機及捲揚機ノ種類、揚力、位置、構造及維持方法  
ト 各種安全装置ノ構造及作用  
チ 特殊ノ設置アルモノノ其ノ構造及作用  
3 ガイダリング構造機ノ設計書ニ關シ事項ヲ具シ得ルベシ  
イ フックノ構造、重量及吊掛強度  
ロ 主柱及副柱ノ構造設備、重量、位置強度、固定強度  
ニ 主柱ノ構造及維持方法  
ヒ 吊掛用及巻掛用鋼索ノ構造、強度、取付方法及維持方法  
ヘ 原動機、制動機及捲揚機ノ種類、揚力、位置、構造、重量及維持方法  
ト 各種安全装置ノ構造及作用  
チ 特殊ノ設置アルモノノ其ノ構造及作用  
3 其ノ他ノ加電機ノ設計書ノ前條ノ設計書ニ準シテ第一項ノ圖面ノ外ノ各條ニ依ルベシ  
1 昇降機ニシテエレベーター又ハガイダリング構造機ノ圖面ノ外ニ事項ヲ具シ得ルモノ  
イ 建築設備等ノ材料ノ昇降機ノ位置ヲ示ス圖(基礎地盤ノ位置アルモノニ在リタルハ構造設備等ノ他ノ工作物ノ位置ヲ示ス圖)  
ロ 昇降機及昇降機用鋼材ノ構造強度及維持方法ノ技術圖面  
ハ 軌道、平衡機又ハ主柱、副柱、フック及フックノ重量、支線、原動機、制動機、捲揚機及各種安全装置ノ位置圖  
ニ 原動機、制動機、捲揚機ノ構造圖  
ヒ 電氣配線圖  
ヘ 特殊ノ設置アルモノノ其ノ詳細圖  
ト 其ノ他ノ加電機ノ圖面ノ前條ニ準スルベシ

第六條 第三條ノ許可ヲ受ケタル昇降機、エレベーター又ハ加電機ノ施工工程前條第一項第四條ノ規定ニ依リ、第二項及第三項ノ事項ヲ變更セシメタルトキハ設計書及圖面ヲ具シテ前條第二條ノ提出スル許可ヲ受テシ(イ)

(次頁へ)

図 3.21 警視廳昇降機取締規則抜粋  
大正 15 年 7 月 (1926 年) 日立提供

### 3.6 戦時下<sup>(5)</sup>

1941 年 (S16) に突入した太平洋戦争は熾烈さをきわめ、一部のエスカレーターのモータや制御盤が軍需用に転用され始めた。1943 年 (S18) には遂にエレベーター等の撤去回収令が発動され、既に電力制限令により停止していたエスカレーターは全数撤去されることになった。まさに空白の時代へ突入した。こうした戦時下の状況を経て、戦前に据付けられたエスカレーターで戦後まで残ったものはごくわずかであった。

- 注：
- (1) 渡部功：「日本におけるエレベーター百年史」（社）日本エレベーター協会，22-38（1990）
  - (2) 日本オーチス・エレベーター株式会社：「エレベーター・エスカレーター物語」日本オーチス・エレベーター株式会社，77-82（1971）（非売品）
  - (3) 日本オーチス・エレベーター株式会社：「エレベーター・エスカレーターの基礎技術」日本オーチス・エレベーター株式会社，241-243（1998）（非売品）
  - (4) 日本オーチス・エレベーター株式会社：「日本オーチス・エレベーター 50 年のあゆみ」日本オーチス・エレベーター株式会社，6, 12-20（1982）（非売品）
  - (5) 三菱電機株式会社：「三菱エレベーター・エスカレーターの歩み（昭和 20 年まで）」三菱電機株式会社，70-72, 167-298（1991）（非売品）
  - (6) 日立製作所水戸工場：「水戸工場史 第 1 巻」日立製作所水戸工場，13（1982）（非売品）
  - (7) 木村武雄：「自動階段に就いて」三菱電機 第 12 巻 2 号，18（1936）
  - (8) 加藤利一：「日立電動階段」日立評論 第 20 巻 第 9 号，49（1937）
  - (9) Elevator World Inc.：「MOVING PEOPLE From Street To Platform」Elevator World Inc.，27（2000）
  - (10) 木村武雄：「最新型三菱自動階段」三菱電機技報 Vol.26 No.11，10（1952）
  - (11) 外野範吾：「縦の交通機関としての三菱エスカレーター」Vol.28 No.6，32-37（1954）
  - (12) Elevator World Inc.：「The History of the Escalator」ELEVATOR WORLD，APRIL 1999，88（1999）

# 4 | 戦後の復興と普及発展期（1945～1970年）<sup>(1)</sup>

## 4.1 エスカレーター製造の復活<sup>(1)(2)(3)</sup>

終戦直後に米軍が接收したビルのエレベーター復旧工事から再開した各社の昇降機事業は、1948年（S23）に入って民間向けの製造再開へと進展した。エスカレーターは翌1949年（S24）から生産を再開している。

当時のステップの駆動方式は、基本的に戦前のものと同一であるが、数年後にはエスカレーターの外観上の違いは歴然としてきた。以下年代順にこの時期の主要なエスカレーターについて記す。

- (1) 1949年 戦後1号機 東京・松坂屋銀座店地下：日立600H-P形（図4.1）
- (2) 1950年 東京・池袋駅東横デパート（現東武デパート）：東洋オーチス製
- (3) 1952年 東京・白木屋百貨店本店、アルミダイカストステップ微細ピッチ適用、三菱800形。当時この百貨店には戦時の撤去回収令から免れた既設品としてオーチス、日本エレベーター製造、ドイツのカール・フロール3社のエスカレーターが据付けられていた。これらの上層階（4～5階）に三菱電機の戦後1号機として設置された（図4.2）。<sup>(6)</sup>

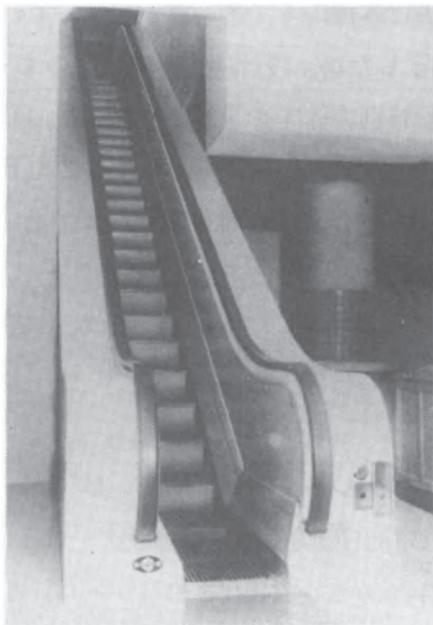


図4.1 東京・松坂屋銀座店地下（1949年）日立提供

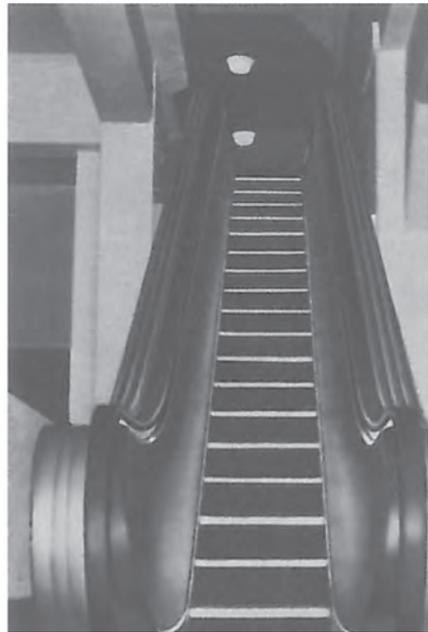


図4.2 東京・白木屋百貨店本店（1952年）三菱電機提供

## 4.2 インテリア性の刷新<sup>(2)</sup>

戦後の復興期のエスカレーターで最も注目すべきは欄干部分のデザインの刷新である。戦前は不透明なパネル欄干に限られエスカレーターは建築内部で重々しい存在であった。戦後の統制経済から開放された1949年（S24）頃から全国各都市でのデパートでの買い物が増え始めたのと同期して百貨店内部での利用客のさばきかたに変化が生じ始めた。エレベーターとエスカレーターを組み合わせた利用客の動線計画が立てられるようになり、むしろ待たずに乗れて、売場の見通しも利くエスカレーターの重要性が大きくなってきた。当初はエスカレーターを設置することが直接的に売上増に結びついたと言われる。

百貨店なども意匠面でまだ発展途上にあつたエスカレーターに大きな関心を持っており、欄干デザインの改善に関してメーカーに期待や要望も寄せられた。メーカー間でも熾烈な開発競争が行われ、結果として重々しさを取り除き、開放感のあるインテリアとしてエスカレーターの欄干部の全面照明化や透明化が一気に加速された。戦後の暗い世相から抜け出した当時の日本社会の一つの現象と言えよう。

エスカレーター欄干部のこの変化は戦前までは欧米技術に追従するのに精一杯であつた日本のエスカレーターが、技術開発の点で初めて一歩先んじたと言える。

この背景には、日本人特有のきめ細かな感性や気配りがあったと考えられる。人を運ぶ機能だけを追求していたらどり着かない道であった。日本メーカーの一連の動きには海外メーカーからも大いに関心を持たれた。以下この時代の欄干意匠部の主な開発品の例を示す(図4.3)。(5)

#### 4.2.1 全面照明欄干の出現<sup>(2)(6)</sup>

1953年(S28)、東京・三越百貨店本店、1200形2台、800形1台(三菱電機)。

欄干部の内側板にガラスとアクリル板を用いてスリムライン照明を入れ、乳白色に浮き出させた世界で初めての全面照明タイプは 当時の百貨店客の目を引くの

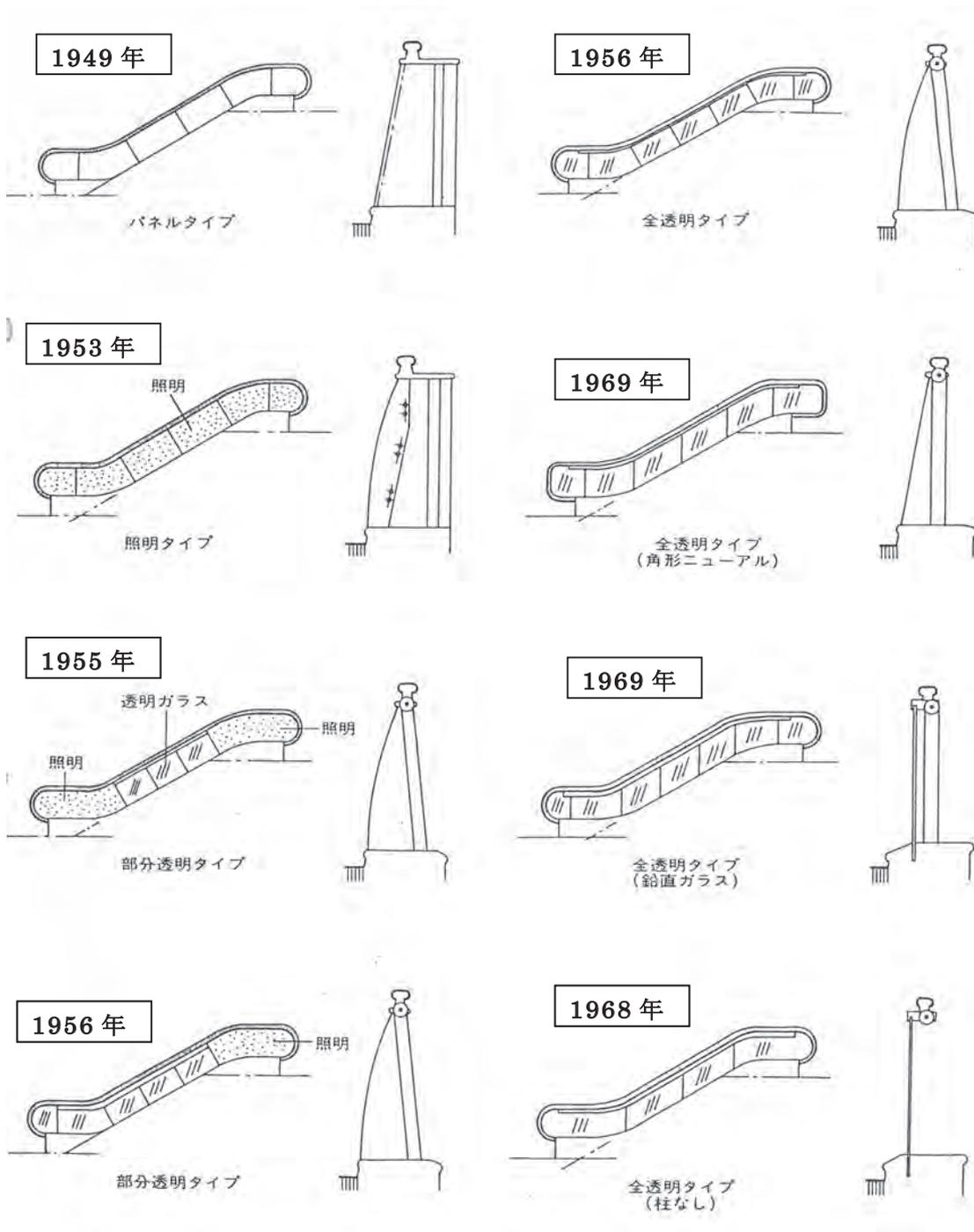


図4.3 1970年までの代表的欄干意匠(断面図は中間部を示す)原図:注(5)

に十分なものであった。他の百貨店主からも斬新なインテリアとしてこの新タイプは大いに注目された。

三越に納入されたエスカレーターは1990年まで稼働し、当時の国内最長寿機であった。1990年（H2）に既設エスカレーターの特許意匠部材とトラスを流用して、オリジナル製品と同一の外観で新モデルにリニューアルされた。全面照明欄干と黄銅押出材（真ちゅう材）のデッキボード及びえんじ色のハンドレール（旧来の厚形）を含め往時のままの姿を残している（図4.4）。



図 4.4 東京・三越百貨店本店・全面照明形  
(1953年) 三菱電機提供

#### 4.2.2 透明形欄干の出現と透明部の拡大<sup>(1)(2)(3)</sup>

(1) 1955年（S30）世界最初の透明形 大阪・そごう百貨店（三菱電機）<sup>(2)(6)</sup>

世界で初めてエスカレーターの欄干部に透明ガラスをはめ込んだ透明形が開発された。

このタイプは上部と下部は三越本店と同様な照明形で、中間部は透明強化ガラスをはめ込み、エスカレーター全体を軽快なものとし、華やかな百貨店売場に一層の豪華さをかもし出すことになった（図4.5）。

(2) 1956年（S31）部分透明形 東京・松坂屋上野店（日立）<sup>(3)</sup>

上記タイプの透明部分をさらに拡大したタイプで、上部だけが照明形で、中間部及び下部を連続して透明形とし、一層軽快で開放感のあるものとした（図4.6）。やっつき早の新タイプの誕生は、メーカー間の熾烈な開

発競争が偲ばれる。



図 4.5 大阪・そごう百貨店  
中間部透明形（1955年）三菱電機提供



図 4.6 東京・松坂屋上野店・中下部透明形  
(1956年) 日立提供

(3) 1956年（S31）最初の全透明形 東京・白木屋百貨店（三菱電機）<sup>(2)(3)(6)</sup>

遂に欄干部全体を透明にした機種が登場した。この意匠モデルがそれ以降の商業施設向けエスカレーターの基本形となるものであった。ハンドレールを駆動するシーブを欄干下のトラスの内部に収納し、乗降部欄干先端部（ニュアル部）にはハンドレールを低摩擦で案内する小径のローラーを配置することによって欄干部全域の透明化を実現した（図4.7）。

全透明形のハンドレール駆動系に関し日立は1955年に特許出願し1958年に公告となった。同年には東京・銀座ショッピングセンターへ納入した（図4.8）。その後十数年に及んだ日立と三菱電機の特許係争は、エスカレーター技術発展の歴史における当時の熾烈な

開発競争を物語っている。

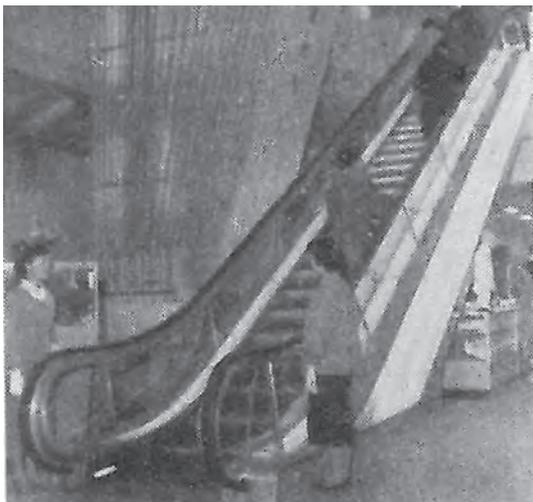


図 4.7 東京・白木屋百貨店・全透明形  
(1956年) 三菱電機提供

ル駆動系の走行抵抗も増え寿命の点で不利な条件を伴うが、ハンドレール本体の改良とハンドレールガイド系の低摩擦化により実用化を可能にした。



図 4.9 東京・富士フィルム本社ビル  
柱なし透明形 (1968年) 日本オーチス提供



図 4.8 東京・銀座ショッピングセンター  
全透明形・工場組立中 (1958年) 日立提供

(4) 1968年 (S43) 柱なし全透明形 東京・富士フィルム本社ビル (東洋オーチス)<sup>(4)</sup>

究極の透明欄干とも言える欄干部の柱をなくしガラスだけで構成されたタイプが登場した。この機種ではガラスがハンドレール部を支える強度部材として機能する必要がある。

基本的な欄干モデルとしてこのタイプに代わる新タイプは今日まで出現していない。ドイツのフロール・オーチス社で製造された輸入品であった (図 4.9)。

これら一連の欄干透明部の拡大にとって、キーとなる技術はハンドレール駆動方式の確立とハンドレールそのものの品質安定 (寿命の確保) という課題であった。欄干を透明にするためには駆動部を欄干から下のトラス部分に収納しなければならない。そのためにハンドレールの経路 (パス) も複雑となり、ハンドレール

この章では 1970 年までに実用化された各種欄干形式のハンドレール駆動系の一例を図 4.10 に示す。図において a) の不透明形の場合はハンドレールの駆動は上端部 (ニュアル部) で行い、ハンドレールパスは一見シンプルに見えるが、ハンドレールの光沢を失わないよう、表面側にローラーを接触させることを回避するため上部の近くでハンドレールを 180 度反転させている。当時はまだハンドレール表面の耐摩耗性が十分ではなかったからである。b) は上下部のみ不透明で中間部を透明にした機種で、ハンドレール駆動シーブの位置は a) と同じであるが、ハンドレールの摩擦駆動力を確保するため、駆動シーブの下側においてハンドレール表面側から案内ローラーを押し当ててガイドしている。c) は欄干部全体を初めて透明にしたタイプで、ハンドレール駆動シーブはトラス内部の下方に配置されている。ハンドレールパスとしては駆動部でハンドレールが幅方向に交差するため、前述の図 3.16 の 2 輪駆動と同様にエスカレーターの総幅が大きくなりスペース効率がよくない。全透明にするためニュアル部は小径の案内ローラーを配置して摩擦ロスを低減している。d) も全透明形の場合であり、この例ではハンドレールを幅方向に交差させずスペース効率は改善された。ただし、ハンドレールの摩擦駆動力を確保するため、トラス内部に配置された駆動シーブの前後でハンドレールは外方向に大きく曲げられている。1970 年代に、ハンドレール駆動部でハンドレールが内外へ繰返し曲げられることを回避した新しい駆動方式へと変遷した。

ハンドレールはこの位置で 180°  
反転している



図 4.10 戦後エスカレーターの  
ハンドレール駆動系の例 (1970 年まで)  
原図：三菱電機ビルテクノサービス提供

### 4.3 複列連動形エスカレーター<sup>(2)(3)</sup>

1957 年 (S32) 日立は千葉・船橋ヘルスセンターに複列連動式エスカレーター (800F-P2) を納入した。この機種は昇りと降り 2 台を 1 台のモータで運転する特殊形で、占有面積の縮小、電力消費の低減などを狙ったものである。当初ハンドレールは昇り降りに各 1 本としていたが、1959 年 (S34) には 1 台 2 本に改善した。

三菱電機も 1958 年に 2 台並列形のエスカレーター 800MM 形を生産した。各々のエスカレーターに 1 個のモータを取付け任意の方向に同時運転できるタイプで、ハンドレールは 1 台に 1 本であった。

さらに、三菱電機は 1965 年に昇りと降り 2 台を 1 台のモータで駆動し、ハンドレールは各 2 本とした 800W 形を市場投入した。その後「1 台のモータで 2 台以上のエスカレーターを運転してはいけない」という米国法規 (ANSI コード) の規定が出たことや、2 台並列によりレイアウトが限定されることなどから大きな需要にはならずに終わった。

### 4.4 規格形エスカレーター<sup>(2)(3)(7)</sup>

1965 年 (S40) に、三菱電機と日立が規格形エスカレーターを開発した。エスカレーターを適切に配置すればビルの経済的価値を大きく高めるという考え方は既に戦後の復興期を通して一般化していたが、1960 年代 (昭和 30 年代後半) に入り、デパートや大手スーパー、地下鉄駅といった特注の設備でも十分に投資回収が可能な設置場所の他に、地方の商店や小規模スーパー・ストアなどにも普及し始めた。

規格形エスカレーターはこうした中小ビルを対象として実用性に主眼を置いて仕様を限定し、価格の低廉化を図った機種である。

主な仕様としては、一人乗り (800 形)、不透明パネル形、階高 4.5 m 以下としていた。なお、三菱電機はこの機種において国内最初の工場でのプレハブ化を実施した (図 4.11)。外側板を含めて工場ではほぼ完成に近い状態まで組み立てた後、そのままの姿で設置現場へ搬入して架設するものであった。これによって据付期間は大幅に短縮され、納期短縮にも繋がった。

しかし、その後の高度成長期における全体量の急激な増加に埋没し、この機種の存在感や特長は次第に薄れた。不透明形、一人乗りという狭い範囲に限定した機種であったこともその要因であった。

1970 年代には透明タイプも規格形としてラインアップされたが、透明形の品揃え (高級品、中級品、普及品) における普及品を規格形として位置付けたものであった。

エレベーターの規格形の開発は歴史的 success を収め現在まで脈々と受け継がれてきている。

この最大の理由は規格形で対応できる大きな市場が存在するからであろう。エスカレーターの仕様の項目とその変化が少ないことから見れば、ほとんどのエスカレーターは、元来、規格形領域に入ると考えられる。



図 4.11 建物搬入中の規格形エスカレーター  
(1965 年) 三菱電機提供

## 4.5 自動運転

一般にエスカレーターは、いったん運転を開始すると乗客の有無にかかわらず連続運転するようになっている。これに対して、乗客がいる時だけエスカレーターを運転し、乗客が途切れた時は停止させる、いわゆる自動運転の発想が生まれた。エスカレーターが消費する電力量を削減する省エネルギー化を狙うものである。

日本では1967年(S42)に営団(現東京メトロ)木場駅で光電装置を使用し、乗降客が左右の光電ビームを横切ることにより自動運転を行う方式が開始された(三菱電機)。すなわち光電管を使って乗客の接近を検出し、エスカレーターに運転指令を発するほか最後の乗客が通過した後、自動停止させるものである(図4.12)。人の集散の激しい駅用のエスカレーターでは連続運転に比べて約30~70%の省エネルギーとなった報告もある。<sup>(8)</sup> 乗客検出の方式は光電装置が一般的であったが、この方式は上、下部に光電装置を内蔵するポールが立ち、見栄えが悪いことから、1980年以降にマイクロ波センサーによる検出方式が実用化された。さらに、2000年頃からインバーターによる速度制御を適用した自動運転方式へと進化した。5.13項でその詳細を述べる。



図4.12 光電装置による自動運転

ここで、エスカレーターにおけるエネルギー消費量の参考に供するため、エスカレーターの所要動力について一般式で説明する。

[所要動力]

エスカレーターの所要動力は乗客の運搬に要する仕事とシステム全体の運転損失をカバーするための仕事によって決まる。モータの所要出力は次式で与えられ

る。エスカレーター速度 $V$ は所要出力 $L$ を直接的に増減させる要素であることが分かる。

下降運転において乗込率 $\beta$ がある値を超えると、次式の括弧内がマイナスに転じてモータが回生領域に入り、回生エネルギーが電源側に還元される。

$$L = \frac{1}{\eta} \left( L_f \pm \frac{W_s \cdot \beta \cdot H \cdot V}{p \cdot 6120} \right)$$

ここで

＋：上昇運転、－：下降運転

$L$ ：モータ出力 (kW)、

$W_s$ ：ステップ乗客荷重  
130kgf (二人乗りの場合)

$H$ ：階高 (m)、

$V$ ：エスカレーター速度 (m/分)

$L_f$ ：ハンドレールとステップの走行抵抗 (kW)、

$p$ ：ステップの取付けピッチ (m) = 0.4、

$\eta$ ：機械効率、 $\beta$ ：乗込率

省エネルギーの観点から見ると、機械効率 $\eta$ をできる限り1に近づけることと、無負荷損失である走行抵抗 $L_f$ を低減することが有効である。これら運転損失は主に以下に起因している。

- 1) 歯車のトルク伝達損を主因とする駆動機の損失
- 2) 張力がかかった状態でチェーンを屈曲させるための摩擦損失
- 3) 各種スプロケット、ローラーの回転損失
- 4) ハンドレールの走行摩擦損失

## 4.6 地下鉄等の駅向け高揚程エスカレーター

(3)(9)

1960年代に入り、首都圏の地下鉄や国鉄(現JR)駅の施設整備はますます促進され、大深度となった。1970年(S45)には営団(現東京メトロ)新御茶ノ水駅に当時の国内最高階高となった階高20.415mの高揚程エスカレーター4台が設置された(日立)(図4.13)。

その後1985年(S60)に上野駅新幹線地下とホームを結ぶ階高21.3mによって国内最高階高は更新された(日立)。

新御茶ノ水駅のエスカレーター2台は1996年(H8)にリニューアルされた。併設階段がなく、旅客動線をエスカレーターだけに依存する大深度都市交通におけるこの完全撤去・新設リニューアルは、機器の搬出入の効率化等の改善策により90日で完了した。



図 4.13 営団（現東京メトロ）新御茶ノ水駅  
階高 20.415 m（1970 年）日立提供

## 4.7 全天候形エスカレーター<sup>(1)(3)</sup>

1960 年代の後半に入り完全屋外用のいわゆる全天候形が出現している。全天候タイプは雨水対策や防錆、風対策など通常の屋内形と比べ極めて重装備となる。設置条件として可能であればドームや雨よけ対策が施されるのが安全対策上も望ましい。全天候形の日本の 1 号機は 1969 年（S44）に赤坂東急ホテルへ納入した日立製であった（図 4.14）。



図 4.14 東京・赤坂東急ホテル 800 形  
全天候形（1969 年）日立提供

## 4.8 新しいメーカーの誕生

### 1) フジテック<sup>(10)</sup>

1948 年（S23）内山正太郎はエレベーターの製造・販売・保守を目的として富士輸送機工業(株)を設立した。1960 年代には国の輸出振興策により東南アジア向けの輸出が盛んになったことを背景に、1964 年頃から

海外事業に重点を移した。エスカレーターは、1965 年（S40）に生産を開始し、第 1 号機を和歌山県の田辺百貨店に納入した。海外での実績をベースに国内対応機種種の拡充を行い、事業拡大を図っている。当初は大阪・茨木工場（図 4.15）を製造拠点としたが、1989 年（H1）には兵庫県にエスカレーターを製造する日高製作所、2000 年（H12）には滋賀県にエレベーターを製造する滋賀製作所（現・本社）を設立し新たな主要生産拠点とした。



図 4.15 富士輸送機工業(株)茨木工場全景  
（現フジテック）（1965 年）フジテック提供

### 2) 東芝<sup>(11)(12)</sup>

1958 年（S33）に(株)東芝（当時東京芝浦電気(株)）は東洋オーチスと資本提携して、オーチス製品を販売する形で昇降機事業に参入した。その後 1966 年（S41）には府中工場に一貫生産体制を作り、エレベーター、エスカレーターの製造・販売・保守事業を開始した。エスカレーターは 1966 年に A 形 1 号機を川崎市の東芝科学館に、また 2 号機を金沢市のいとはん百貨店に納入した。1967 年に市場投入した C 形エスカレーターは、乗降部欄干先端の形状を半円から角形にした斬新なデザインで注目された（図 4.16）。その後も今日まで継続的に新機種開発を重ねてきている。1972 年（S47）には東洋オーチスとの資本提携を解消した。



図 4.16 東芝 C 形エスカレーター  
ユニークな欄干先端部（1967 年）東芝提供

注：

- (1) 渡部功：「日本におけるエレベーター百年史」  
（社）日本エレベーター協会，42-61（1990）
- (2) 三菱電機(株)：「三菱エレベーター・エスカレーターの歩み（昭和21年～40年）」三菱電機(株)，91-132, 154-156（1994）（非売品）
- (3) 日立製作所水戸工場：「水戸工場史 第1巻」日立製作所水戸工場，17, 397, 400（1982）（非売品）
- (4) 日本オーチス・エレベーター(株)：「日本オーチス・エレベーター50年のあゆみ」日本オーチス・エレベーター(株)，71（1982）（非売品）
- (5) 浅野勝：「建築設備の変遷：エスカレーター」：建築保全69号（財）建築保全センター，82（1991）
- (6) 木村武雄：「三菱エスカレーターの展望」Vol. 30 No. 10, 31（1956）
- (7) 鬼頭勝巳：「三菱エスペット」Vol. 39 No. 12, 92（1965）
- (8) 松崎義夫他：「昇降機における省エネルギー化技術の進歩」協議会便り2001-11 Vol. 73, 26(2001)
- (9) 齋藤忠一他：「最短工期で性能・意匠の一新を目指したエスカレーターのリニューアル工法」日立評論 Vol. 79 No. 9, 53（1997）
- (10) フジテック(株)：「フジテック50年の歩み」フジテック(株)（1998）（非売品）
- (11) 東芝エレベーターテクノス(株)：「30年のあゆみ」東芝エレベーターテクノス(株)，24（1998）（非売品）
- (12) 東芝：「東芝重電のあゆみ 東芝エスカレーターの変遷」東芝，212（2007年）（非売品）

# 5 | 多様な需要と機種開発 (1970年～)

戦後の復興期におけるエスカレーターは欄干部の透明化拡大とともに商業施設を中心に急激に需要が拡大した。その後日本の高度成長とともに、商業施設に加えて地下鉄網の整備に伴う駅向け高揚程エスカレーターなどを含め一気に全体量が増加した。しかし、1973年(S48)のオイルショックを境に社会環境は一変、それまでの高度成長が終焉し国内での設置台数が減少し始めた。省エネルギーが大きな社会のテーマとなったのもこの時期からである。

量的には当時のピークであった1973年のエスカレーター年間国内設置台数(2197台)に回復したのは実に17年後の1990年(H2)のことであった。(1)

この間各社とも海外向けを増大させつつ、生産高の維持拡大を図ってきた。

1980年代に入り、建築デザインの個性化が進み、エスカレーターも斬新な建築空間を演出するインテリア素材としての役割が求められるようになった。一方で、公共性の高い交通手段として身障者や幼児や老齢

者などに対して一層の配慮が求められ、法令に駅のバリアフリー化の促進が盛り込まれた。こうした時代背景と多様な社会のニーズに対応するためメーカー各社は1970年以降多くの機能開発や新機種開発を手掛けてきた。この時代から始まった電子化技術が徐々にエスカレーターの技術発展にも応用されるようになった。先ず戦後の主要技術の変遷を図5.1によって概観する。この図は既に述べた第4章(1945～1970年)と第5章(1970年～)を通したものである。

## 5.1 歩道橋エスカレーター(2)

歩行者の安全対策の一つとして1962年(S37)頃から横断歩道橋が急ピッチで建設され、その結果、横断歩行者の事故は激減したが、歩行者に階段の昇降を強いる結果となり、人間を軽視するものとの世論がはじめて、一部には法廷問題にまで発展した。こうした背景の中でもっと利用し易い歩道橋を要望する声が強まり、当時の

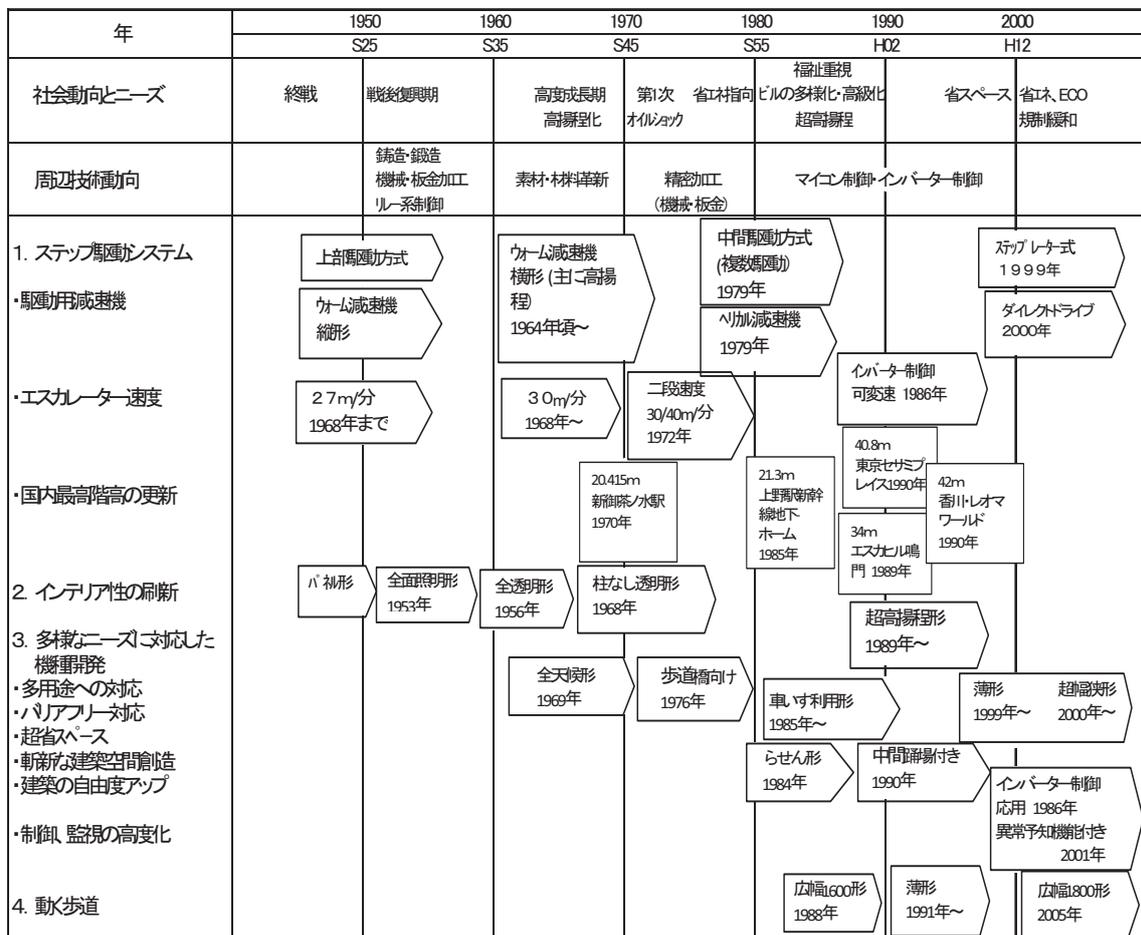


図 5.1 エスカレーター主要技術の変遷 (戦後)

建設省関東地方建設局内に「エスカレーター設置委員会」が設けられ、歩道橋エスカレーターが検討された。

その後、第1号機が1976年（S51）東京・錦糸町駅前設置された（三菱電機）（図5.2）。

このエスカレーターは大手町の情報管理室で遠隔監視制御され、全天候型であることの他に横断歩道橋という使用状況を考慮し、乗降口の遮断機やハンドレール外側の落下防止柵など特殊な仕様が取り入れられた。設置後10年経過した1986年（S61）に、建設省関東地方建設局東京国道事務所と（財）日本昇降機安全センターによって、試行設置に関する評価が報告され、評価委員会の結論として「歩道橋エスカレーターの設置基準と仕様（案）」が提言された。その主要な点を以下に記す。

- （1）エスカレーターは原則として階段と併設とし、屋根ははできる限り設置する。
- （2）遠隔地にて監視制御する場合は、エスカレーター側（機側）でも運転制御可とする。
- （3）乗降部の水平ステップ長さ約0.8m（水平2枚）を確保する。
- （4）乗降口に遮断機設置
- （5）ITVにより夜間でも監視できる遠方制御形テレビカメラ設置
- （6）情報管理室直通の非常電話設置
- （7）放送・集音設備設置
- （8）エスカレーター専用の屋外照明
- （9）下部ピットに水位検出器を設置し強制排水



図5.2 東京・錦糸町駅前歩道橋エスカレーター  
（1976年）三菱電機提供

## 5.2 二段速度エスカレーター<sup>(3)(4)(5)(6)</sup>

1台のエスカレーターの速度を使用条件によって変化させるという発想はかなり古くからあり、実用化もされてきた。

1934年にオーチスは、ロンドンのマナーハウスに光電装置を取付け、エスカレーターの乗客が乗っていない時は速度を50フィート（15m/分）に減速する方式を始め、11台のエスカレーターでこの方式を実施した。<sup>(3)</sup>

日本では、当初から速度アップによる輸送力の増強を目的に二段速度を実施しており、日立が1937年（S12）、大阪市電駅に27/36m/分の二段速度エスカレーターを納入した。<sup>(5)</sup>

戦時の中断もあり、交通機関へ本格的にエスカレーターが設置され始めたのは1960年以降であったが、1958年（S33）に公布された建築基準法施行令「昇降機」では、エスカレーターの速度は30m/分以下と規定されていた。その後1970年頃から始まった地下鉄の整備拡充による路線の深層化が進み、高揚程エスカレーターの需要が高まってきた。

この種の地下鉄駅などにおいて、朝夕のラッシュ時間帯を中心にエスカレーターの速度を速め、利用者の駅内での流れを円滑にしたいという要望が交通機関側から提言された。

この要望に応える形で、二段速度化に伴う安全対策について監督官庁への性能評定を申請し、認定されたエスカレーターは、主に30/40m/分の二段速度で運行された。

適用例としては1972年（S47）の営団（現東京メトロ）原宿駅（三菱電機）をかわきりに、国会議事堂前駅（日立）、永田町駅、市ヶ谷駅（三菱電機）等において実施された。

2000年（H12）の法令改正においてエスカレーターの勾配と速度の関係が全面的に見直され、傾斜角度が30度以下であれば速度45m/分が許容されるようになった（表5.1）。<sup>(6)</sup>

表5.1 エスカレーターの勾配と定格速度

機種	勾配	定格速度
エスカレーター	30度以下	45m/分以下
	30度を 超え 35度以下	30m/分以下

ここで、エスカレーターの輸送能力について2人乗りを例に説明する。

[輸送能力]

輸送能力W(人/時)は次式で計算される。

$$W = 60V \cdot n \cdot \beta / p$$

V: エスカレーター速度(m/分)、n: 1ステップ当たりの輸送人員で2人、

$\beta$ : 乗込率、p: ステップの取付けピッチ(m) = 0.4

乗込率 $\beta$ は理論輸送能力としては1.0である。実際の輸送能力としては交通機関のラッシュアワー時に現在の一般的な速度30m/分で一時的に0.8に達することもあるが、平均的には0.5程度である。<sup>(6)</sup> 大深度地下鉄道に関する調査報告によると、速度45m/分にアップした場合の乗込率はラッシュアワー対応で0.6に落ちるといふ実験結果が出ている。<sup>(7)</sup>

表5.2に速度30m/分と45m/分の場合の理論輸送能力と実輸送能力を一覧に示す。

表5.2 理論輸送能力と実輸送能力(人/時)

速度m/分	理論輸送能力	実輸送能力
30	9,000	7,200 ( $\beta$ :0.8)
45	13,500	8,100 ( $\beta$ :0.6)

なお、定格速度30m/分を40m/分に増速した場合は、速度アップによる増分と乗込み率の低下によるマイナス分を考慮し、実輸送能力で11%程度の能力増が見込まれる。

### 5.3 中間駆動方式エスカレーター<sup>(8)</sup>

従来のステップの駆動はエスカレーターの最上部に1個の駆動機を置き、ステップチェーンを上部プロケットで巻き上げる上部駆動方式であった。1979年(S54)に三菱電機は、駆動ユニットをエスカレーターの間中部に配置し、ステップチェーンに代わるステップリンクに連結したステップを循環させる中間駆動方式エスカレーター(図5.3)を市場投入した。

上部駆動方式はエスカレーターの誕生以来世界の大手メーカーで採用されてきた基本的な駆動システムであるが、高揚程化に対応するためには、大容量モータ、大型減速機、大張カステップチェーンなど、動力伝達部品を大型化せざるを得ない。中間駆動方式は、駆動ユニットを傾斜トラス内部に収納し、階高の増加とともに標準ユニットを順次継ぎ足してゆくいゆるマルチ(複数)駆動システムであり、この方式では大型部品は不要で高揚程化への対応が容易である。上部駆動

を機関車方式とすれば中間マルチ駆動は電車方式に例えることができる。

この両方式の特徴をステップチェーン張力の比較(図5.4)をもとに原理的に説明すると、上部駆動方式の場合はステップ・乗客荷重は上部に集中するため、上部付近のステップチェーンには下部側全ての荷重が作用する。したがって揚程が増すにつれチェーン、スプロケット等の大型化が必要になる。また、上曲部ではステップチェーンの張力がレールに作用するため、これを小さく抑えるためのレール曲率の大形化やチェーンを直接支えてステップローラーを保護する等の手段が必要となる。中間マルチ駆動の場合は、荷重は各駆動機で分散され、リンクの最大張力はモジュール長さ(駆動機の間隔分)しか作用しない。また、駆動機の上側ではステップリンクは押し出されるため、上曲部ではリンク張力はほとんど発生せず、圧縮力となる。

三菱中間駆動方式の駆動ユニットを図5.5に示す。モータと減速機を縦列に配置し、モータと減速機の入力軸をVベルトにより動力伝達する。ブレーキは、入力軸のプーリの反対側に取付けてある。減速機の出軸は、左右両側に伸び、フレームの外側にある駆動スプロケットを駆動する。駆動スプロケットに対応して、各々の従動スプロケットが配置され、駆動・従動スプロケット間には、中央部にウレタンローラーを組み込んだ特殊な3列駆動チェーンが巻き掛けられている。この駆動チェーン中央のウレタンローラーがステップリンク(図5.6)と噛み合い、リンクに取付けられたステップを移動させる。

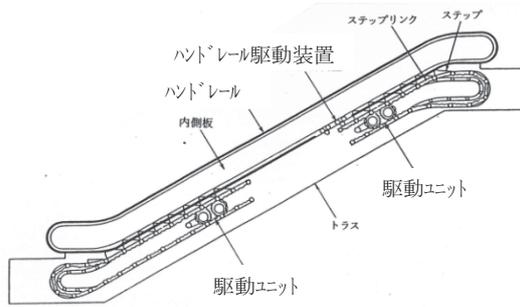
上部駆動方式ではステップを取付けたステップチェーンは張力しか伝達できないが、ステップリンクはステップを取付けたステップ軸の部分しか屈曲部がなく、ステップローラーに対して適当なガイドレールを配置することにより、一連のステップリンク列は押し上げ方向(リンクは圧縮)にも力を伝達することができる。

エスカレーターにおける消費電力の減少と設置スペースの縮小、すなわち省エネルギー・省スペースは、エスカレーター誕生以来のテーマであったが、この中間駆動方式エスカレーター(三菱モジュラーエスカレーター)は、省エネルギー・省スペースを製品コンセプトとして積極的に公表した初めての機種であった。当時の三菱電機の従来形比で30%の省エネルギーと階高4mで11%、階高20mで26%の設置スペースを縮減した。設置スペースは階高が高くなる程さらに縮減効果が顕著となる。

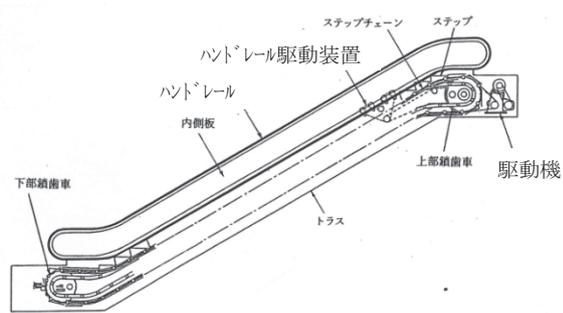
これらは、一つには中間駆動の構造的効果であるが、もう一つは駆動機に従来のウォーム減速機に代わるヘリカル減速機を適用したことによる。静粛さを要求されるエスカレーターにおいてはウォーム減速機が最適とされ、各社で採用されてきたが、ギアとしての伝達効率の悪さは否めない。エスカレーター用として超精密加工によるヘリカル減速機を開発し実用を可能にした。この機種がその後のエスカレーターの駆動シ

テムにおけるヘリカル化の先鞭を付けた。

三菱電機の間中駆動方式エスカレーターは、米国WHの技術をベースとするが、日本市場へ適合させるための性能、品質向上を図り実用化している。三菱電機とWHは昇降機における技術契約を1991年に解消し、その後WH自身は昇降機事業から撤退しており、現在、中間駆動方式エスカレーターをラインアップしているメーカーは三菱電機が唯一である。



中間駆動 (マルチ駆動)  
モジュラーエスカレーター



上部駆動 (ターミナル駆動)

図 5.3 中間駆動方式と上部駆動方式 三菱電機提供

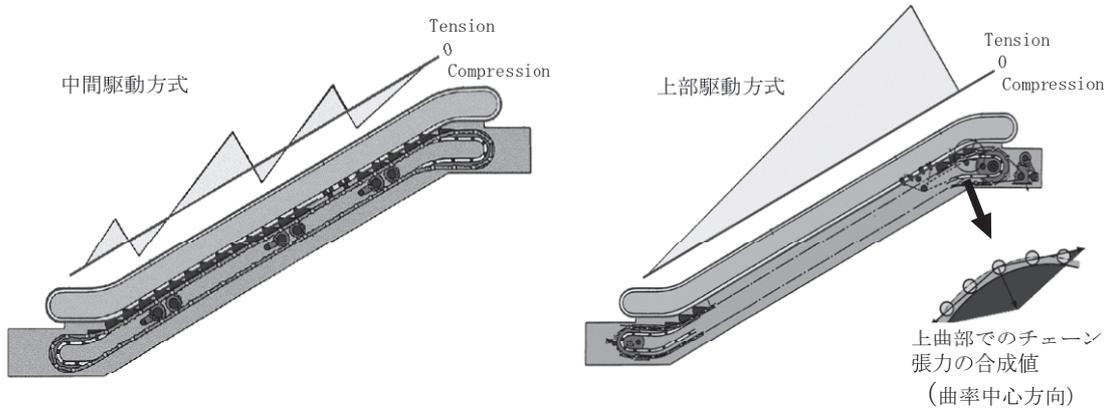


図 5.4 中間駆動と上部駆動のステップチェーン張力比較 三菱電機提供

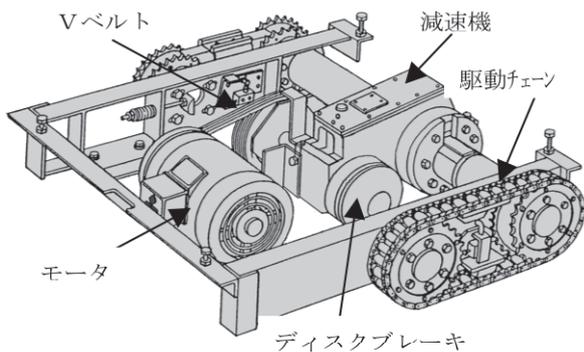


図 5.5 駆動ユニット 三菱電機提供

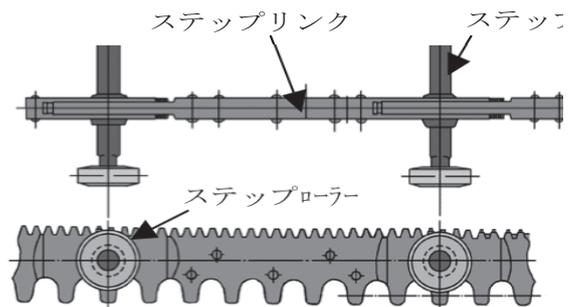


図 5.6 ステップリンク組立 三菱電機提供

## 5.4 ハンドレール駆動方式の変遷<sup>(8)(9)(10)</sup>

4章において戦後エスカレーターのハンドレール駆動の変遷につき概観した。図4.10では戦後エスカレーターの1970年までのハンドレール駆動系とハンドレールパスを纏めた。

その後、ハンドレールの駆動系に新しい方式が誕生した。以下にその駆動方式の概要と特長について説明する。新しい方式を一言で表現すれば「直線駆動」と言うことができる。

従来の方式は大径の駆動輪（シーブ）を用いているので必要な巻き付け角度までシーブに沿ってハンドレールを曲げてシーブとハンドレール内面の摩擦力を確保して駆動する。新タイプはハンドレールの直線走行部に、ハンドレール内面を転動する小径の駆動ローラーを必要な数だけ配置する。駆動ローラーに対応した位置でハンドレール表面側からローラーで挟圧してハンドレール内面と駆動ローラー間の摩擦力によって駆動するものである。

東芝が800形Jタイプで1974年（S49）に適用した国内初の直線駆動方式を図5.7に示す。3対の小径ローラーで上下から挟み込み装置全体の小形化を図っている。<sup>(9)</sup>

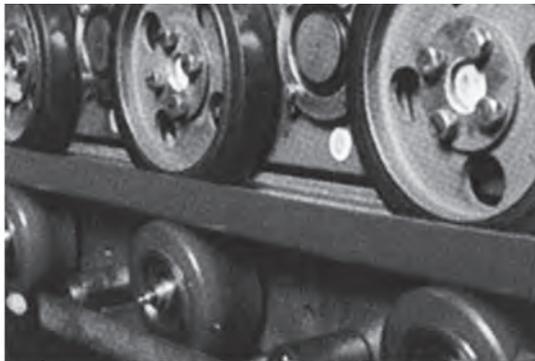


図5.7 ハンドレール直線駆動方式  
東芝J形（1974年）東芝提供

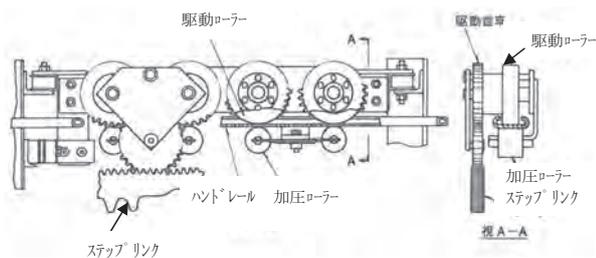


図5.8 ハンドレールの直線駆動（例）  
（三菱の中間駆動エスカレーター）原図：注（8）

図5.8は三菱中間駆動方式エスカレーターで採用している直線駆動の一例を示す。<sup>(8)</sup>

ステップを移動させるステップリンクに刻まれたラックにより歯車を介して、ハンドレール用の駆動ローラーを回転させる。ハンドレール表面側は板ばねにより加圧ローラーを押し付けて、駆動ローラーとハンドレール内面との摩擦力を得るようにしている。必要なハンドレール駆動力を得るため、直線部の任意の位置で、必要な個数のローラーを配置すればよく、動力伝達用のチェーンも要らないため全体として極めてシンプルな構成となっている。

この機種においてハンドレールの高さを低くし、曲げ剛性を小さくしたいいわゆる薄形ハンドレールを国内で初めて採用し、同時にハンドレール内部の抗張体をより伸びにくい材料に改良した。さらに、欄干先端ニュアル部等のハンドレール用小径ローラーを全廃した新しいハンドレールガイドシステムとした。この新しい設計によりハンドレールの寿命（三菱電機の従来形比）は格段に改善された。

図5.9は日立エスカレーターにおける直線駆動の例であり、(a)新機種と(b)日立従来形との比較を表わしている。(a)、(b)とも上部駆動部からローラー

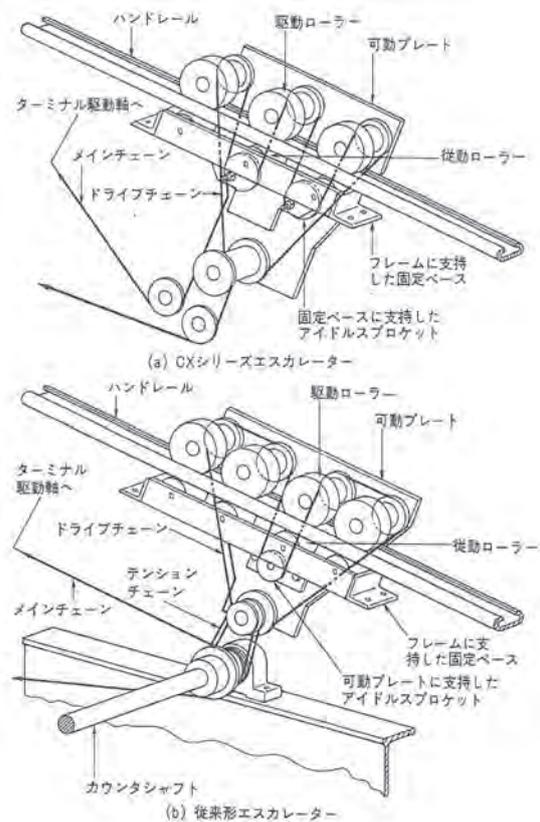


図5.9 ハンドレールの直線駆動（例）  
（日立の新旧比較）注（10）

チェーンを介して駆動力を得ているが、(a) は新機構で構成されている。以下その要点を説明する。駆動ローラーは可動プレートに固定され、これらは上下方向にスライド可能となっている。このため、可動プレートと付属品の重量に加えてメインチェーンの張力とドライブチェーンのアイドルsprocket部張力の総和が、駆動ローラーと従動ローラー間における上下方向の挟圧力（すなわちハンドレールの挟圧力）となる。そのため従来構造 (b) の挟圧力に比べ、ドライブチェーンのアイドルsprocket部の張力分が増し、駆動能力を高めている。その結果駆動ローラーを3個に減少させ装置全体を小形、軽量化している。<sup>(10)</sup>

## 5.5 エスカレーターの構成材料の変遷

(11)(12)

1970年代の半ばまでエスカレーター欄干の意匠部材は主にアルミ押出材を使用し、表面はアルマイト処理を施したものが一般的であった。アルミ材が使用された主な理由は押出成型後の加工が容易であることによる。特殊材料としては前述の三越百貨店のように黄銅押出材（真ちゅう材）等を適用する例もあるが、こうした押出成型素材に代わり、ステンレス鋼板を曲げ成型して、表面にヘアライン仕上げを施したステンレス製の欄干部材を1975年（S50）に国内では初めて日立が採用した。ステンレス鋼の特徴である表面の傷の付きにくさや高級な質感は建築素材として早くから注目されており、その後各社とも欄干部材のステンレス化を促進した。

日立は引き続き1979年（S54）の新モデルではステップを含めてステンレス鋼板の曲げ成型とし、オールステンレス機種として市場投入した。ステップは従来からアルミダイカスト素材が内外各社で採用されてきており、ステンレス材の適用は世界初であった。

欄干、ステップ共にステンレス化を支えた技術は塑性加工を核とした製造技術がベースとなるものであった。図5.10をもとにステンレス欄干構成の特長を述べる。

この種の成型で問題となるのは圧縮ひずみや座屈の影響などであり、(a)の断面のチャンネル材を(b)のような複数の曲率で曲げることにより、成型時の変形を防いでいる。

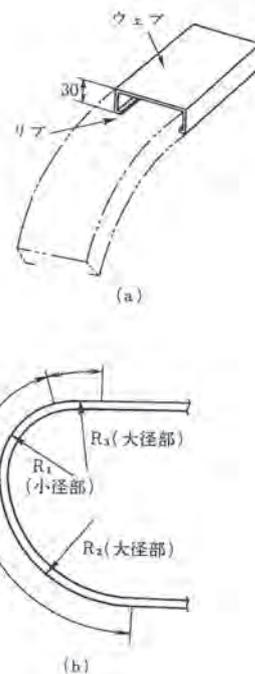


図5.10 欄干ターミナル（ニューアル）部の曲げ形状 注（11）

図5.11によりステンレスステップの技術的要点を述べる。幅約1,000mmのステップ踏面に110本ほどのクリート（頂部幅2.6mm、高さ11mm）を精密塑性加工によって成型するポイントとしては、ピッチが小さくかつ絞り高さの高い180°曲げの場合、一般的なプレス加工ではポンチが細いため座屈が生じて簡単に破損するので、上下方向の加圧力P1、P3のほかにも側方からP2を付加しながら成型する新技術を確立し解決した。

さらに、1993年（H5）に市場投入した新タイプから踏面のクリート頂部にローレット加工を施して靴などが滑りにくくしている。<sup>(13)</sup>

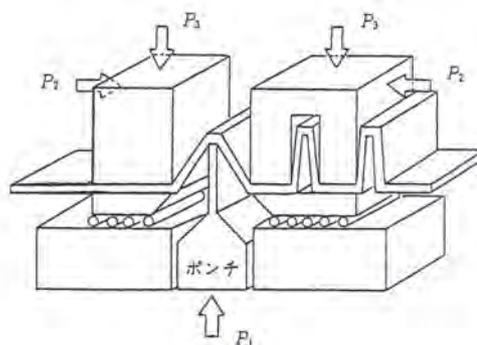


図5.11 踏面クリートの凹凸加工原理 注（12）

## 5.6 スパイラルエスカレーター (14) (15) (16)

高度成長期を画一化、スタンダード化に代表される機能本位主義とするならば、その後の社会トレンドはそれに対する反作用が顕在化し始めた。例えば、画一化に対する個性の追求、価値観の多様化といったトレンドに象徴される。建築デザインにおいては店舗内の子供の広場、緑の広場、噴水広場などがますます大規模になってきた。昇降機においても輸送設備としての基本機能に加え、アメニティー広場やイベント空間など新しい建築空間を創造するインテリア素材としての役割が求められるようになった。

こうした背景の下でらせん曲線に沿って昇降するスパイラルエスカレーターを世界で初めて三菱電機が実用化した。第1号機を1984年(S59)につくばショッピングセンターへ納入し、翌1985年にはインテックス大阪(大阪国際見本市会場)へ納入した(図5.12)。

らせん形は1906年のロンドン地下鉄のレノタイプ以降も各種の方式・構造の特許が出願され、早くから関係者の興味の対象であったことを窺わせる。

このスパイラルエスカレーターは通常の直線エスカレーターを円筒の周りに巻きつけた形状で、乗客が乗降するための上下部の水平区間では水平な円運動を行い、ステップが階段状に一定の段差となる中間部の傾斜区間ではステップ、ハンドレールはらせん曲線に沿って昇降する。当然それらをガイドするレール類もらせん曲線で構成される形状とする必要がある。

ここで重要なことは、連続するステップは全区間を通してお互いの間隔を一定に保ちながら走行しなければならないことである。しかし通常の直線エスカレーターと同様な方式でこれら全区間を一つの中心で回転させることは原理的に不可能で、ステップを連結するチェーンを伸び縮みさせる複雑なメカニズムが必要となる。スパイラルエスカレーターでは平面図(図5.13)に示すように、上下部の水平区間の曲率中心は $O_u$ 、



図5.12 スパイラルエスカレーター  
インテックス大阪(1985年)三菱電機提供

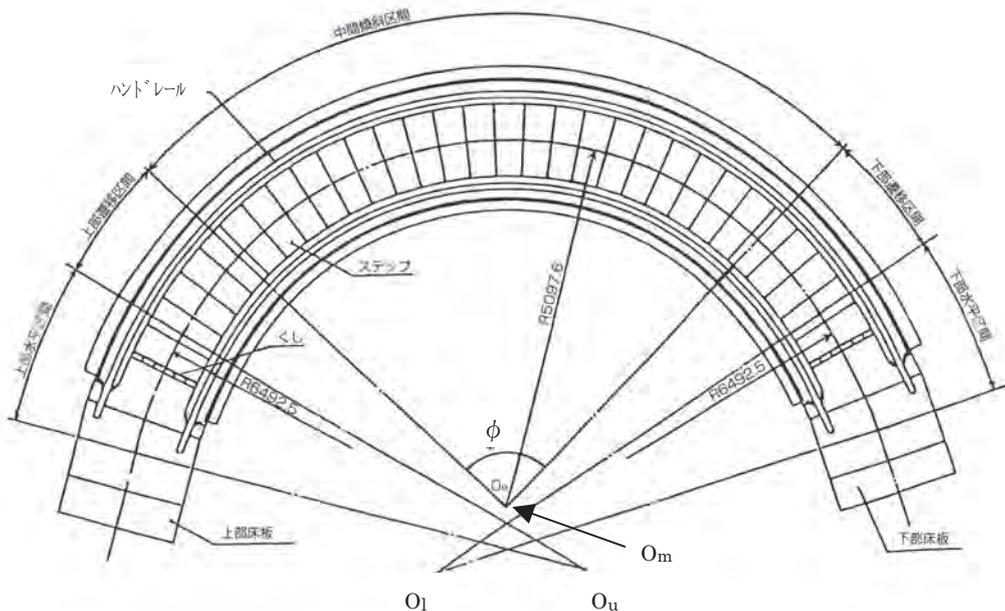


図5.13 スパイラルエスカレーターの平面図 原図：注(14)

01で、中間の傾斜区間の中心は0mとし半径は水平区間より小さくしている。ステップ間段差の変化する遷移区間では中心と半径を連続的に変化させている。この中心移動方式はスパイラルエスカレーターの構造上の最大の特徴で、単一の固定中心とすれば必要となる複雑なメカニズムを不要にしている。実際の建物の階高に合わせるためには中間部傾斜区間の水平投影巻角度 $\phi$ を変化させて対応する。なおこの巻角度 $\phi$ は形状を決定する上での理論的な制約はないが、強度上階高6mに対応した角度までとしている。

この中心移動の方式はスパイラルエスカレーター実用化のキーになる発想であったが、さらに、構造解析はじめ数値解析のためのCAEや高精度な三次元加工を行うNC工作機械など周辺技術の進歩が大きな支えになっていることも見逃せない。

力学的には通常の直線形であれば、乗客の重量やエスカレーター機器自重全てが原理的には垂直面内に作用する。しかし、らせん曲線と水平面での曲率を伴うスパイラルエスカレーターにおいては、ステップチェーンを介して負担する荷重は垂直面に加えて水平面内にも作用する。つまりチェーンが引っ張られれば横方向（曲率中心方向）への荷重も作用する。このステップチェーン張力は理論解析によると、ステップの個数、すなわち全体の巻角度の増加に対し指数関数的に上昇する。また、構造物トラスには建築での支持点からエスカレーター本体がはみ出すことにより、通常のエスカレーターでは生じない偏心荷重に伴う大きな振りモーメントが作用するので、それに適合したトラス強度が必要とされる。

## 5.7 車いすの利用できるエスカレーター

(17) (18) (19) (20) (21) (22) (23)

福祉施設の充実が推進される社会動向を背景に、車いす使用者がエスカレーターで移動できる「車いす乗用ステップ付きエスカレーター」を三菱電機が開発した。<sup>(17)</sup> 第1号機は神奈川・横浜市営地下鉄岸根公園駅で1985年(S60)に稼働開始した。エスカレーターの外観としては通常のエスカレーターと変わらないが、車いすを乗せるための特殊なステップを組み込んでいる。この車いす運搬用特殊ステップは連続2枚の水平ステップと、それに隣接した傾斜ステップの3個のステップで構成されている。このタイプの車いす運転方式の要点を以下に説明する。

車いす使用者がエスカレーターを利用したい時は、係員の操作で車いす運転モードに切換え、一般乗客の乗込みを止める。車いす用ステップが定位置で停止し

た後、車いすを乗り入れて、エスカレーターは定格速度の1/2(15 m/分)で低速走行し目的の階まで移動する。車いす使用者が目的階へ到着したらエスカレーターは自動停止し、車いす使用者がエスカレーターから降りたことを確認後また通常の運転モードに戻すものである。

このエスカレーターは車いす使用者が車いすごと利用できる世界で初めての実用機であった。もともとエスカレーターの設置を計画していた建物であれば、車いす使用者の交通の便を図る階段昇降装置やエレベーターなどの昇降施設を別途に設ける必要がないことが当時の社会環境に受け入れられ各地の駅等へ普及し始めた。

1986年には日立が車いす運搬用の踏面拡張ステップを備え、インバーターとマイコン制御方式とした水平2枚形の車いす利用機種を札幌市交通局・二十四軒駅に納入した。<sup>(18)</sup>

1990年の国際花と緑の博覧会には、三菱電機が新たに開発した車いす使用者と一般乗客が同時に利用できる新タイプが登場した(図5.14)。<sup>(19)</sup> これによって一般乗客を含めた利用効率の改善が図られた。このタイプの全体レイアウトを図5.15に示す。また、利用シーケンスの要点を以下に記す。

### 一般乗客同乗タイプの利用シーケンス要点(上昇運転・下部乗込みの場合)

- ①係員は一般乗客がエスカレーターから降りたことを確認し、車いす運転切換スイッチを入れる。
- ②エスカレーター速度が7.5m/分に減速し、車いす乗用ステップが所定位置に停止する。
- ③車いす使用者が乗込み、車いすにブレーキをかける。
- ④係員は車いすに介添えし、車いす運転ボタンを押す。
- ⑤エスカレーターは再起動、7.5 m / 分で上昇し、その後ゆっくり30 m / 分に増速する。
- ⑥一般乗客が引き続き乗り込む。
- ⑦車いす乗用ステップが上部降り口に接近し、速度は7.5 m / 分にゆっくり減速する。
- ⑧車いす使用者は、ブレーキを開放しエスカレーターから降りる。
- ⑨エスカレーターは30 m / 分にゆっくり増速し、通常の運転に入る。

このタイプ以降、一般乗客との同乗方式が一般的な方式となり、各社で開発が進められ、車いすを乗せる特殊ステップの構成や運転方式も各社独自の方式で展開された。さらに、JIS規格で最も大型の電動三輪車いすにも対応できる機種や既設のエスカレーターに車いす利用機能を追加する機種など、広がりをみせることになった。

図5.16は1992年に製品化した東芝エスカレーター

の一般乗客同乗方式における車いす用特殊ステップの構成を一例として示す。<sup>(9)</sup> この機種は、車いす使用者がエスカレーターから降りる時のみならず乗る時もエスカレーターを停止させないことを特徴とする。

日本オーチス、フジテックも一般乗客同乗方式の車いす利用形を1995年に市場投入した。



図 5.14 国際花と緑の博覧会会場  
一般乗客同乗タイプ：(1990年) 三菱電機提供

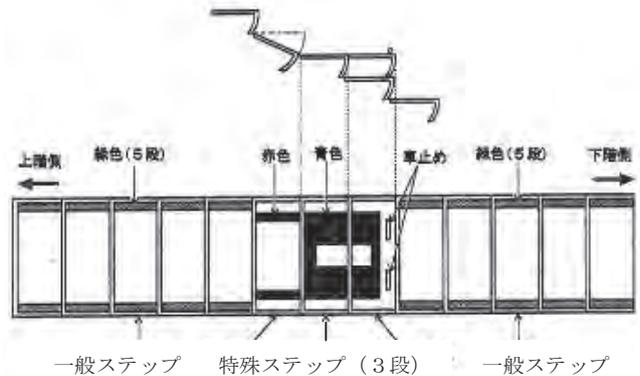


図 5.16 車いす特殊ステップレイアウトの一例  
(1992年) 原図：東芝提供

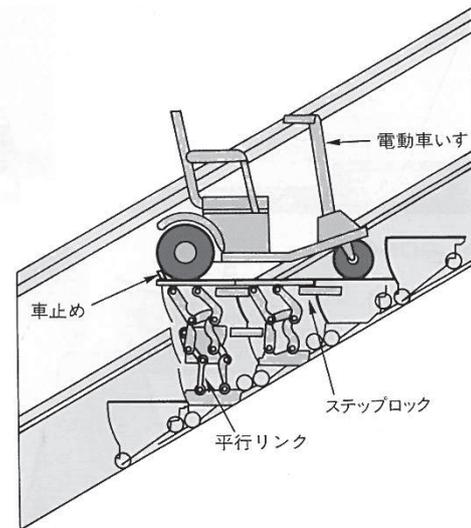


図 5.17 大型車いす対応  
3ステップ水平形の一例(日立)(1993年)注(20)

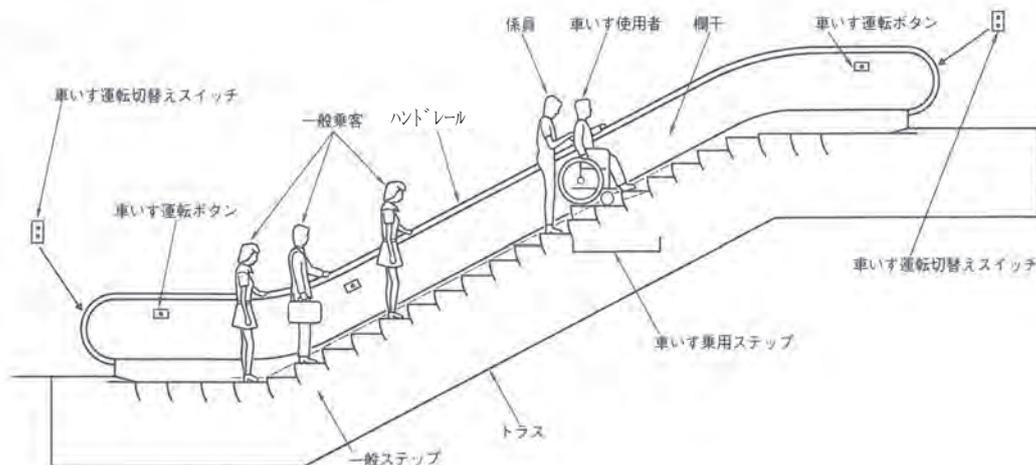


図 5.15 車いすエスカレーター(一般乗客同乗タイプ)全体レイアウト 注(19)

の組み合わせで手動及び小型電動車いすの運搬を可能としている。<sup>(21) (22)</sup>

これら車いす利用機種は、エスカレーターに車いす運搬用のいわばロボットを組み込んだ高精度なメカニズムに加え、車いす運転時及び通常運転時共に、駆動モータはインバーターによって制御される。車いす運転時には、エスカレーター内部に設けられた位置スイッチからの信号によりインバーターが車いす乗用ステップの速度を制御する。またマイコンがインバーターや位置スイッチを自己診断し、常時安全監視している。メカニズムを中心に構成されてきたエスカレーターにおいてエレベーターのインバーター制御技術やマイコン技術が本格的に応用された初めての機種であった。<sup>(19)</sup>

一方、年齢や障害の有無などにかかわらず快適な社会環境を目指すユニバーサルデザインの考え方の下に、「高齢者、身体障害者等が円滑に利用できる特定建築物の促進に関する法律」いわゆるハートビル法が1994年に制定され、2000年には「高齢者、身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化に関する法律」いわゆる交通バリアフリー法が施行された。<sup>(24)</sup>

その結果、駅におけるエレベーターの設置が促進され、ホームと直接結ぶエレベーターが普及し始めた。こうした時代の流れのなかで新設の車いすエスカレーターは2000年頃を境に需要が減少し始めた。現在は新設施設においては、エレベーターが設置できない場合にこの車いすエスカレーターの設定が検討されている。

車いすエスカレーターは、日本独特のニーズに対応した製品であり、時代の変化のなかで、新設対応機種の開発競争は終えたかに見えるが、エスカレーターの技術の歴史においては、その後の一般エスカレーターでのインバーター制御やマイコン活用等に繋がった。

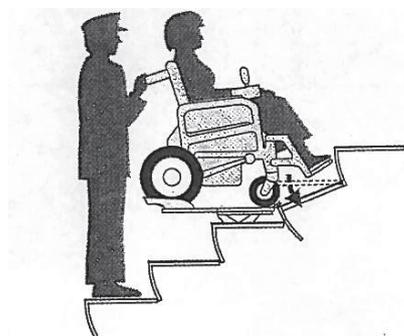


図 5.18 既設エスカレーター改造形の一例 (日立)  
(1995年) 注 (21)

エスカレーターはますます高揚程のものが要求され始めた。1987年 (S62) には神奈川・向ヶ丘遊園に全天候形高揚程 1200 形階高 20 m (三菱電機)、1989年 (H1) には徳島のエスカヒル・鳴門に 800 形階高 34m (日立) (図 5.19) が設置された。この階高が当時の東洋一となった。その後 1990年には東京セサミプレイス 800 形階高 40.8m (三菱電機) (図 5.20) が記録を更新、さらに香川・レオマワールドに 1200 形階高 42 m (三菱電機) が設置され、このエスカレーターが現在まで東洋一の階高となっている。レオマワールド向けについては中間部に水平部のあるタイプであり、その詳細を 5.9 項で述べる。



図 5.19 エスカヒル・鳴門 800 形 階高 34 m  
(1989年) 日立提供



図 5.20 東京セサミプレイス  
800 形 階高 40.8 m (1990年) 三菱電機提供

## 5.8 超高揚程エスカレーター<sup>(25)</sup>

1980年代の後半から大型開発プロジェクトの中で

## 5.9 中間踊場付きエスカレーター

(26) (27) (28)

最近の建築は快適で個性豊かな住空間づくりを志向し、建物に組み込まれるエスカレーターに対しても斬新なデザイン表現を求める一方で、公共色の強い乗り物であるために、幼児・高齢層でも安全に利用できる輸送機能を要求している。

こうした背景の下、乗る楽しさを与え不安感を和らげるなど乗客心理への対応、景観保護や周囲環境との調和、建築に適合するレイアウトの柔軟性、安全機能の充実などが一層重要視される傾向にある。

これらの要求に対応する一つ的手段として、中間部に水平走行路を設けた中間踊場付き（中間水平形）エスカレーターが注目され始めた。

中間水平形エスカレーターは、従来の直線的なイメージに対して、流線的で膨らみのあるデザイン意図を形にしている。ビル内に広場やアトリウム（光庭）、人口水流を導入するなどの大胆な変化を見せる最近の建築コンセプトにも調和する素材の一つと言えよう。

さらに、高揚程エスカレーターにおいては、この形態本来のねらいであるエスカレーター利用中の恐怖感を解消する効果も期待できる。

この中間水平形エスカレーターについての提案は古く、1960年には日立の特許が確定している。また1989年には日立評論に試作機の紹介を含めて関連論文が発表されている。<sup>(26)</sup>

実用機としては1990年の香川・レオマワールドの1200形階高42m中間水平形が、その規模の大きさにおいて特筆される。これは三菱電機の中間駆動方式の技術を活用したもので、10個の駆動ユニットを配置している。<sup>(27) (28)</sup>

‘レオマワールド’は総面積69万㎡の広大な大型レジャー施設であり、多数の入場者を高低差42mの丘陵地へ快適に運ぶ輸送手段として当初から超高揚程エスカレーターの導入が計画された。エスカレーターは自然の景観を損ねないよう山肌に沿って設置する必要がある。また、超高揚程化に伴う乗客の不安感解消を図るため、全揚程差42mの下部から12m上昇した位置に長さ10mの水平走行路を設けている。エスカレーター本体は屋外仕様としているが、乗客の利便性などを考慮して透明のドームで覆っている（図5.21）。

エスカレーターにおいては、低位置から高位置へ、高位置から低位置へ移動する際の心理的な圧迫感の発生も否めない。特に、走行路の長さが数十メートルにも及ぶ高揚程のもので、上階から下階に降りる場合に

下階床が谷底のように見えるため、乗客によってはある種の恐怖感を抱くことがある。こうした不安感を軽減させるために、中間水平形エスカレーターの形態が持つ心理的効果は有効と考えられる。

1992年には神戸のハーバーランドに二段踊場付き（水平部2箇所）のエスカレーターが設置された。「ウェーブエスカレーター」の愛称の下、建物の吹きぬけ空間に斬新なデザインを提供している（三菱電機）（図5.22）。



図5.21 レオマワールド超高揚程 中間踊場付き（ドーム内に設置）1200形 階高42m（1990年）三菱電機提供



図5.22 神戸ハーバーランド  
二段踊場付き(1992年) 三菱電機提供

## 5.10 列車連動形エスカレーター<sup>(29)(33)</sup>

鉄道事業各社においては交通バリアフリー法の制定を機に「各ホームに上昇、下降の2台設置」を目標にエスカレーターを設置しているが、ホームの構造や階段スペースの制約から上昇専用1台となるケースも少なくない。こうした背景のもと、日立はエスカレーターを列車到着情報と連動運転することにより、世界で初めての「列車連動形エスカレーターシステム」を開発し、1999年JR東日本・赤塚駅に納入した。

運転方式は、上階側が改札口、下階側がホームとした場合に、列車到着時は降車客サービスとして上昇運転、発車後は乗車客サービスとして下降運転に自動切換制御を行うシステムである。このエスカレーターの全体構成を図5.23に示す。基本構成は、列車接近信号を受けて運転指令を与える制御盤とインバータ装置、自動発停用乗客検出センサー、運転方向切換え時の乗込み制限用自動扉、注意喚起用音声案内装置の組合せである。

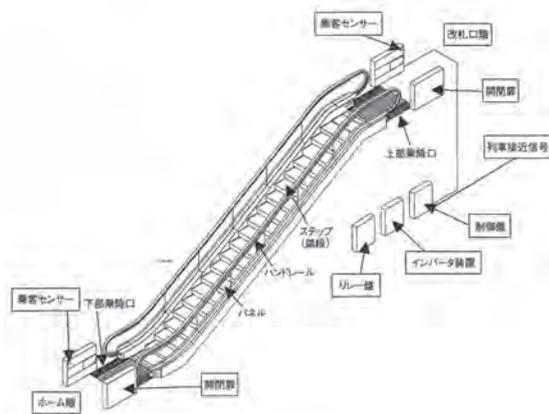


図5.23 列車連動形エスカレーターの全体構成  
日立(1999年)注(33)

## 5.11 ダイレクトドライブ方式エスカレーター<sup>(30)</sup>

ステップ及びハンドレールの駆動系については、既に述べたように一般に駆動機から伝動用のローラーチェーンを介して動力伝達されている。このチェーンを介さず直接駆動するダイレクトドライブ方式(図5.24)を2000年に東芝が採用し、初回号機をカラフルタウン岐阜へ納入した。この駆動方式はコネ社(KONE Corp.)の技術をベースにしており、特長は以下の3点である。

- 1) 動力伝達チェーンを廃止してシンプルな機械構成とし、信頼性向上を狙う。
- 2) 上下トラススペースの縮小

## 3) オイル使用量の大幅削減

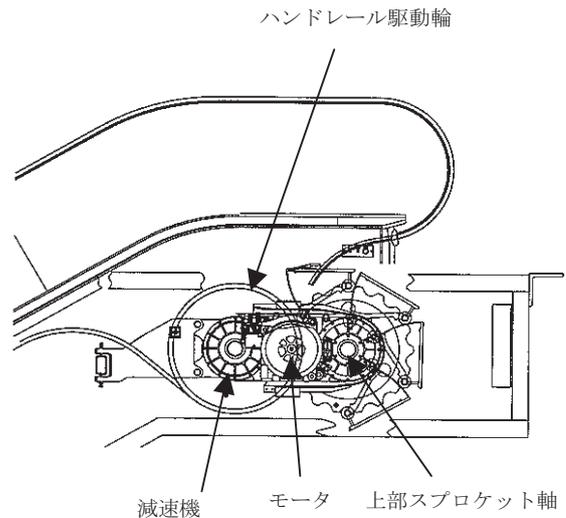


図5.24 ダイレクトドライブ方式概要図  
(2000年)東芝提供

## 5.12 バリアフリー関連の超省スペース機種

高齢者や車いす利用者に対するバリアフリーの考え方が重視され始め、エスカレーターにおけるバリアフリー対応機種としては5.7項の「車いすの利用できるエスカレーター」がその先鞭をつけた。既に述べたようにこの機種は車いす使用者と一般利用者の同乗システムへと進展し、さらに大型車いす対応、既設エスカレーターへの改造対応と発展を見せた。

こうした背景の下で、一般のエスカレーターを含めて駅の狭い既設階段部に新設或いは増設するケースが増え、幅方向或いは高さ方向にますますサイズダウンした省スペース形エスカレーターが求められるようになった。

### 5.12.1 階段手すり一体形エスカレーター<sup>(22)</sup>

東日本旅客鉄道株式会社と日立は共同で「階段手すり一体形エスカレーター」を開発し、1996年に常磐線松戸駅に設置した(図5.25)。この例では、既設駅の階段ホームより電動車いす対応エスカレーターを増設したもので、エスカレーターと階段間に従来常設していた仕切壁を廃し、階段手すりをエスカレーター本体の側面に直接取り付け、実質300mm程の階段幅を拡幅している。



図 5.25 階段手すり一体形エスカレーター  
JR 東日本・松戸駅（1996 年）日立提供

### 5.12.2 薄形ステップレーター<sup>(31)(32)</sup>

日立は日本フィレスタ社、日立ビルシステム社と共同で、エスカレーターのステップ踏面が乗客の乗る往路側から復路にかけて上向きのまま平行移動する案内軌道によって床下スペースを大幅に減少させた「ステップレーター」を 1999 年に開発し、1 号機を大阪・延田江坂ビルへ納入した。

鉄道や公共施設など既存の階段にエスカレーターを増設する場合、(1) 階段の撤去やピットの新設、天井のかさ上げなど、土木・建築関連工事の大規模化、(2) 工事中の旅客流動阻害の長期化、(3) 付帯工事費の高騰などの課題が設置を困難なものにしていた。

これを解決するために、従来一般に行われているステップの反転移動を平行移動式にすることにより、乗降口となる水平部分のエスカレーターの厚さを従来比で 55%、傾斜移動部のエスカレーターの厚さを同 65% に薄形化し、躯体工事を減少させている。バリアフリー化を目指す駅などの既設階段への設置を主に狙った機種である（図 5.26）。

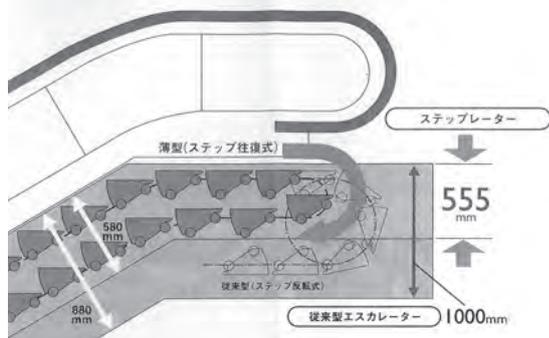


図 5.26 薄形エスカレーター「ステップレーター」  
（1999 年）日立提供

現行形と異なる構造的特徴は、ステップ上の人を運ぶ往路から裏側の復路にかけての移動軌跡にある。こ

の新タイプではエスカレーター上下端の折り返し部において、通常のように半回転することなく、平行移動する案内軌道をたどって方向転換する仕組みである。

この平行移動転換方式は、過去に例のない発想であり、開発技術のポイントとしては、方向転換部において案内レールから離れる各ステップの後輪（追従ローラー）側を、上下部の駆動・追従スプロケットと連動する方向転換用補助機構で軌道を形成する点にある。

### 5.12.3 薄形化エスカレーター<sup>(33)</sup>

日立は 2000 年に既設階段への設置を容易にする別のタイプの薄形機種として、ステップの走行反転軌跡は従来と同様な方式であるが、上下部の機械室厚さを乗降口で 275mm（約 28%）、傾斜部で 280mm（約 32%）浅くしたエスカレーターを開発し、1 号機を JR 東日本・立川駅へ納入した。このエスカレーターは薄形化が必要な用途に限定した機種である。

この薄形化エスカレーターの構造概要を図 5.27 に示す。薄形化の技術的ポイントは、ステップ群をつなぐチェーン機構にあり、ステップチェーンにステップを連結する主軸位置が乗客搬送部では②、反転部では⑥に移行可能な長円穴を設けて、小径化したスプロケット部分におけるステップ同士の干渉を避ける機構を採用していることである。

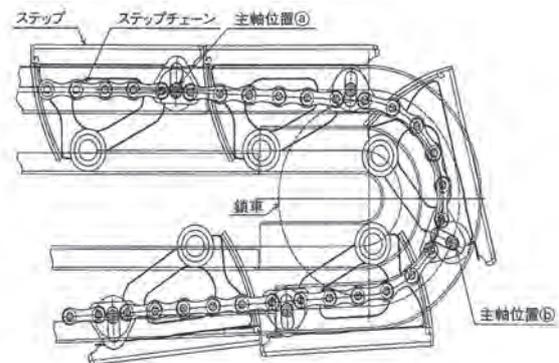


図 5.27 薄形化エスカレーターの構造概要  
（2000 年）注（33）

### 5.12.4 幅狭形エスカレーター<sup>(33)(34)(36)</sup>

エスカレーターの外形寸法は、戦後の製造再開以降徐々に縮小され、2000 年頃までは各社の主力機種はほぼ横並びで推移してきた。その後、エスカレーターの幅寸法が従来にまして熾烈な競争ポイントとなったのは、公共交通機関でのバリアフリー化に伴い、鉄道駅の既設階段などの限られた場所へ昇降機を設置する需要が増加したことによる。

エスカレーターは従来設置困難であったような場所への設

置を可能にするレイアウト性のさらなる向上が求められた。

基本的には各社共、駆動部の取付け構造などを変更し、寸法削減を実現している。

従来的一般タイプの総幅は二人乗りタイプで各社1,550mmである。幅狭タイプの具体例では、2000年に三菱電機中間駆動形1,400mm（この機種は高揚程領域も同一寸法）、同年に東芝が1,340mm（図5.28）、2002年に日立が1,330mm、2004年に三菱電機上部駆動形1,330mmと続いた。



図5.28 東芝幅狭形（2000年）  
ステップ幅1,000mm 総幅1,340mm 注（34）

## 5.13 インバーター利用（その1）<sup>(35)(36)</sup>

エスカレーターの速度制御にインバーターが適用されたのは5.7項の車いすの利用できるタイプからであった。その後車いすエスカレーター以外でもインバーターによる速度制御が実施され始め、従来は乗客全員が降りてからいったんエスカレーターを停止させて行っていた速度の切替を、ステップ上に乗客を乗せたまま緩変速切替できるようになった。

この制御技術は、エスカレーターの安全性向上、輸送能力向上など多岐にわたる応用を可能としたが、本項（その1）では、輸送能力の向上・省エネルギーなどの目的に利用されている例を表5.3に示す。安全性の向上を目的とした利用は第6章で述べる。

## 5.14 短期工法の活発化

エスカレーターの最終的な品質は据付現場において確保される。一般にはメーカーの工場では機械部分をあ

る程度組立後、2、3個の部分に分割し現場に搬入・架設し最終的な組み立て調整を現場で行う。この現場作業の日程を短縮することは、エスカレーター全体の工期短縮にとって大きな要素となる。さらに、昨今リニューアルの対象台数が急激に増加しつつあり、例えば駅などのエスカレーターのように終電と始発の間の限られた時間しか作業時間が取れない現場での工期短縮は極めて重要な課題となる。工期短縮を目的とした改善事例について紹介する。

### 5.14.1 一体搬入

エスカレーターの一体搬入は、欧州メーカーが早くから手掛け、東南アジアや日本にも完成品を輸送した実績がある。日本メーカーでは、1965年に三菱電機が開発した規格形で外装板まで含めた完成品の一体輸送・搬入を行っている（4.4項）。

1996年にオープンした新宿高島屋を中心に隣接の店舗などを含んだ都心部の区画に合計110台のエスカレーターが設置された。このうち32台は、現地作業を短縮して建築工程との同期化を図るため、工場で完成姿まで作り込んで路上搬送し、ビルの上空から大型クレーンで設置フロアに一体搬入する「空中搬入」方式を日立が実施した（図5.29）。<sup>(33)(37)</sup>

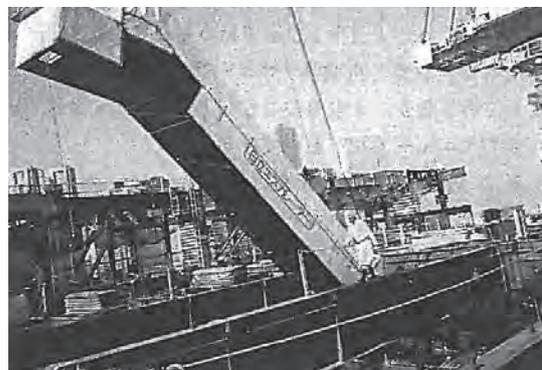


図5.29 空中搬入されるエスカレーター  
（1996年）日立提供

### 5.14.2 一夜城工法<sup>(38)</sup>

金曜日の終電後に工事を始めて翌朝には設置完了、土曜と日曜で調整と試運転を行い、月曜朝から稼働開始という超短期工法を2001年に東急建設㈱が開発した。翌年には東京急行電鉄東横線の菊名駅などで実際に設置された。この短期工法のポイントは工場にてほぼ完成状態に組み立てられて2分割されたエスカレーターの下部側と上部側の接続点にピンを通し、下部トラス部と接続部を支点にして上部側を吊り上げ、エスカレーターを折り曲げた状態から正規の姿勢に完成さ

表 5.3 エスカレーターのインバーター利用（その1）

	項目	周辺技術	技術内容	適用実績 メーカー
	目的			
1	高速度への緩変速切替 例：30m/分→40 m/分	タイマー 遠隔監視装置	従来モータの極数変換で速度の切替を行っていたが、速度変化が急激であるため、運転管理者のキー操作により一旦停止して速度を切替後、再起動していた。インバーターによる緩変速切替は、運転中にタイマー利用や遠隔装置から速度切替が可能となった。	三菱電機 日立 東芝 フジテック
	輸送能力向上			
2	自動運転への利用 省エネルギー 機器長寿命化	乗客検出用エリアセンサー 技術	従来の自動運転では起動が急激で、安全のためエスカレーターの起動が完了するまでのアプローチ距離をとった位置に乗客検出用のポール式センサーを設置していた。インバーターによる緩起動により、加速中のステップへの乗込みが可能となり、種々の乗客検出センサーと組み合わせて、ポールの不要な自動運転が可能となった。また、急激な起動、停止がないため、機械系ブレーキ等一部機器の長寿命化が図られた。	フジテック 三菱電機 日立 東芝
			乗客のいない時にエスカレーターを停止させず、速度 10m/分程度の低速で待機運転を行い、「運転中であること」や「運転方向」を分かり易くした。	フジテック 日本オース 東芝 三菱電機 日立
3	可変速省エネルギー型 輸送能力向上	乗客負荷検知装置	乗客負荷検出装置によって負荷状況を検出し、軽負荷時は 20m/分で運転し、一定以上の負荷になると 30m/分速度、さらに 40 m/分の高速運転を行う。	日立
4	保守用低速運転への利用 保守性向上		従来、保守作業時に手巻き装置など利用し、ステップの移動や位置合せを行っていた。インバーターによる低速運転によりこの作業が容易になった。	日立 三菱電機

せるものである。したがって限られた狭いスペース内での揚重作業を可能にしている。このエスカレーターは日立が担当した（図 5.30）。

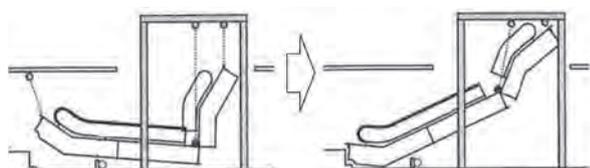


図 5.30 折り曲げて揚重・接続部のピンと下部トラス支点（2001年）日立提供

#### 5.14.3 鉄道用トロッキを活用した工法<sup>(39)</sup>

三菱電機ビルテクノサービス(株)は 2003 年に阪急電鉄梅田駅ホームのリニューアル工事において、既設及び新設エスカレーターの搬出入に鉄道工事用作業車（トロック）を使用し、大型重機が採用できない課題をク

リアした短期工法を導入した（図 5.31）。既設エスカレーターは設置状態で 3 分割して搬出、工場にて組み立てた新設エスカレーターは 2 分割で搬入された。作業車への積み込み・積み降ろしは阪急電鉄西宮車庫内で実施された。



図 5.31 鉄道工事用作業車（トロック）で搬出入作業（2003年）三菱電機ビルテクノサービス提供

既設エスカレーターの搬出から新設エスカレーターを搬入し、調整・試運転まで57時間で完成させ、週末に開始、翌週月曜始発から稼働させている。

## 5.15 傾斜角 35 度のエスカレーター

(33) (40)

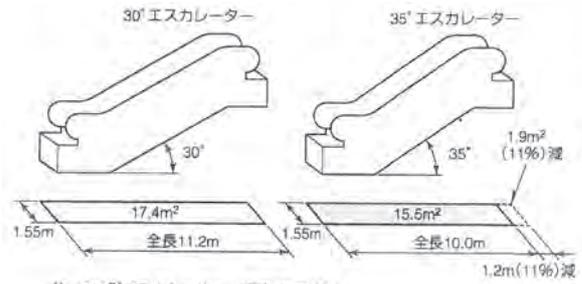
建築基準法の一部を改正する法律（1998年改正令）に基づく改正令が2000年から施行された。改正の趣旨は、技術革新へ柔軟に対応できるように目的・機能などを定めるが、それを達成する手段、工夫については限定しない「性能規定」とし、大筋で規制緩和を図ったものとなっている。主な変更点を図5.32に示す。<sup>(33)</sup>

この改正により35度エスカレーターが認められた。35度エスカレーターは欧州規格（EN規格）では階高6m以下、速度30m/分以下の範囲で以前から認められており、ヨーロッパのショッピングビルのエスカレーターは35度が多い。2000年の改正ではEN規格とほぼ同一の条件で国内にも一般的に認められることになった。

三菱電機は既に1998年に35度エスカレーターに関して一般性能評定の審査を受けて大臣認定を取得し、国内での適用を可能としていたが、この一般性能評定では安全性に配慮し速度25m/分を標準としていた。

35度エスカレーターは通常の30度傾斜に比べ角度が急な分全長が短くなり、省スペース（11%）、軽量化（7%）などコンパクト化の長所がある（図5.33）。<sup>(40)</sup>

2000年の法改正後の国内最初の35度エスカレーターは2001年の東京・ザ・スーツカンパニー向け（三菱電機）と福島市・平和通り地下駐車場向け（東芝）であった。



注 1200形エスカレーター、階高4mで比較。

図 5.33 傾斜角度によるスペース比較 注 (40)

注：

- (1) (社) 日本エレベータ協会：「平成19年度昇降機台数調査報告」エレベータ界2008-136号，10（2008）
- (2) 飯田剛士他：「横断歩道橋用エスカレーター」三菱電機技報Vol.51 No.7，445（1977）
- (3) Elevator World Inc.：「The History of the Escalator」ELEVATOR WORLD，APRIL 1999，90（1999）
- (4) (社) 日本エレベータ協会：「エスカレーターの歴史（2）」エレベータ界2000-137号，31（2000）
- (5) 日立製作所水戸工場：「水戸工場史 第1巻」日立製作所水戸工場，13（1982）（非売品）
- (6) 国土交通省住宅局建築指導課他編：「昇降機技術基準の解説（2002年版）」サクライ，1-71-72（2002）
- (7) (社) 日本鉄道技術協会：「大深度地下鉄道における昇降システムの研究（昇降システム編）」報告書，82（1991）
- (8) 鬼頭勝巳他：「三菱モジュラーエスカレーター」三菱電機技報Vol.53 No.8，618（1979）

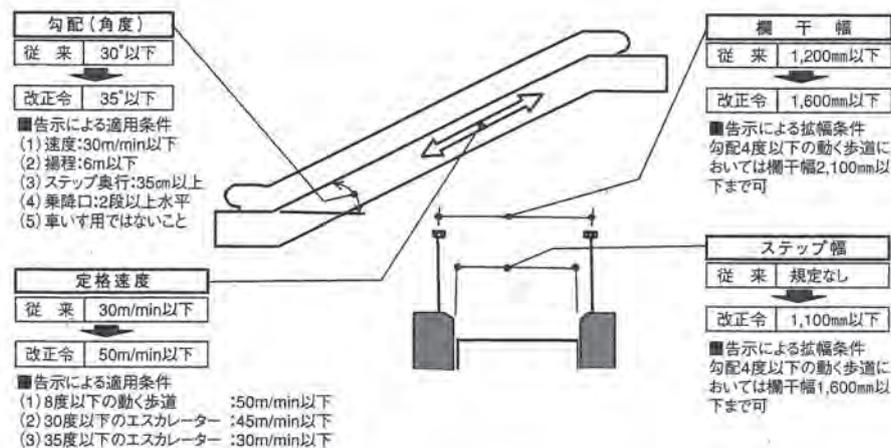


図 5.32 法令改正（2000年）の主な変更点 注（33）

- (9) 東芝エレベーターテクノス(株)：「30年のあゆみ」東芝エレベーターテクノス(株)，212 (1998) (非売品)
- (10) 伊豫田洋海他：「日立エスカレーター ‘CX シリーズ’ の開発」日立評論 Vol. 68 No. 9, 71 (1986)
- (11) 寺西勝也他：「エスカレーター欄干のステンレス化」日立評論 Vol. 60 No. 4, 29 (1978)
- (12) 齋藤忠一：「日立エスカレーター用ステップ」ステンレス 1995年9月号ステンレス協会，18 (1995)
- (13) 齋藤忠一他：「人に優しく美しい新型エスカレーター」日立評論 Vol. 75 No. 7, 35 (1993)
- (14) 後藤茂他：「三菱スパイラルエスカレーター」三菱電機技報 Vol. 58 No. 12, 42 (1984)
- (15) 後藤茂他：「スパイラルエスカレーター」日本建築センター ビルディングレター 1985・1, 19 (1985)
- (16) 寺園成宏・松倉欣孝：「エレベーターハイテク技術」オーム社，58-60 (1994)
- (17) 石田松彦他：「車いす乗用ステップ付きエスカレーター」三菱電機技報 Vol. 59 No. 4, 47 (1985)
- (18) 日立製作所水戸工場：「水戸工場史 第2巻」日立製作所水戸工場，337 (1992) (非売品)
- (19) 柴田勝美他：「新車いす乗用ステップ付きエスカレーター」三菱電機技報 Vol. 64 No. 10, 41 (1990)
- (20) 小嶋和平他：「大型車いす用ステップ付きエスカレーター」日立評論 Vol. 75 No. 7, 39 (1993)
- (21) 齋藤忠一：「京葉線 ‘舞浜駅’ 車いす用に改造したエスカレーター」エレベーター界 1996-1, 44 (1996)
- (22) 齋藤忠一他：「既設鉄道駅舎のバリアフリー化を支援する高機能エスカレーター」日立評論 Vol. 79 No. 7, 39 (1997)
- (23) 治田康雅他：「既設品改造による車いす対応エスカレーター」三菱電機技報 Vol. 75 No. 12, 49 (2001)
- (24) 堀本龍一：「時代の変化とともに進む昇降機技術」東芝レビュー Vol. 58 No. 12, 25 (2003)
- (25) 小嶋和平他：「超高揚程エスカレーター」日立評論 Vol. 71 No. 10, 71 (1989)
- (26) 齋藤忠一他：「中間水平形エスカレーターの開発」日立評論 Vol. 71 No. 10, 75 (1989)
- (27) 齊藤良一他：「中間踊り場付き超高揚程エスカレーター」三菱電機技報 Vol. 65 No. 11, 78 (1991)
- (28) 吉川達也他：「高揚程エスカレーター」エレベーター界 1992-4, 19 (1992)
- (29) 佐藤敏晴他：「列車連動型エスカレーター制御方式の開発」日本鉄道車両機械技術協会誌 R&M2000-3, 15 (2000)
- (30) 水口宏昭：「TD シリーズエスカレーター」東芝レビュー Vol. 55 No. 3, 90 (2000)
- (31) 鈴木淳他：「駅でのバリアフリー化」日立評論 Vol. 82 No. 6, 16 (2000)
- (32) 齋藤忠一他：「薄型エスカレーター ‘ステップレーター’」エレベーター界 2000-1, 14 (2000)
- (33) 齋藤忠一他：「エスカレーターのレイアウト・ソリューション」建築設備&昇降機 No. 35 2, 2 (2002)
- (34) 水口宏昭：「狭幅エスカレーター NARROW TYPE」東芝レビュー Vol. 56 No. 3, 92 (2001)
- (35) 荻村佳男他：「多様化するエスカレーター」東芝レビュー Vol. 58 No. 12, 33 (2003)
- (36) 治田康雅：「エスカレーターにおけるバリアフリー化技術の動向」三菱電機技報 Vol. 79 No. 10, 41 (2005)
- (37) 日立製作所水戸工場：「水戸工場史 第3巻」日立製作所水戸工場，399 (2002) (非売品)
- (38) 日経ビジネス：「技術&イノベーション：世界最速のエスカレーター工事」Nikkei Business2002-9-16, 86 (2002)
- (39) 富所誠他：「エスカレーターのリニューアル」設備と管理 2006-7, 60 (2006)
- (40) 治田康雅：「省スペース・省エネルギー型エスカレーター」三菱電機技報 Vol. 72 No. 10, 41 (1998)

# 6 | 安全性の確保・向上

エスカレーターは幼児から高齢者まで誰もが自由に利用できる利便性の高さの一方で、可動部の露出という一般の乗客輸送手段とは異なる特徴を持っている。

動いているステップに乗る時、或いは降りる時に、乗客によってはためらいやタイミングの合わせづらさを感じる。ドアがなくステップ上の乗客はエスカレーター本体の静止部分（欄干部やスカートガード部）となり合わせる。さらにエスカレーターから身を乗り出すような不適切な乗り方をすれば隣接のエスカレーターや建物部分とも接触する。

エスカレーターのステップ自体は、平面状から階段を形成した平面状に戻る過程では隣接ステップ間で相対運動を起こす。エスカレーター乗降部では幼児がハンドレール入り込み部などに不用意に手先などを接触する可能性もある。

エスカレーター特有の安全性確保が考慮されねばならない理由はこうしたエスカレーターの構造的な特徴

に基づくものである。

製品が誕生して以来、安全性の確保・向上は、エスカレーターという製品のいわば宿命的な技術課題であった。製品が普及し乗り方に慣れるまでは、国内外を問わず利用者もかなり慎重に構えたものと推測する。

初期ロンドン地下鉄では一般大衆の戸惑いをおもんぼかって、バンパー・ハリス (Bumper Harris) という名の片足義足の男をわざわざ雇い入れてエスカレーターを利用させ、大衆の安心感を得ようとしたという逸話が残された。実は、彼はエスカレーターが設置された当時、地下鉄のトンネル関係のエンジニアとして据付現場の事務所で働いていたが、エスカレーターに乗るよう要請され、最初の日だけ試乗したというのが真実とされる。<sup>(1)</sup>

或いは1901年に英国の鉄道駅に最初に取付けられたレノの傾斜エレベーターは、1906年に駅が改築されたとき撤去されたが、その理由はエスカレーターにスカートをついて掛けた婦人たちからのクレームが

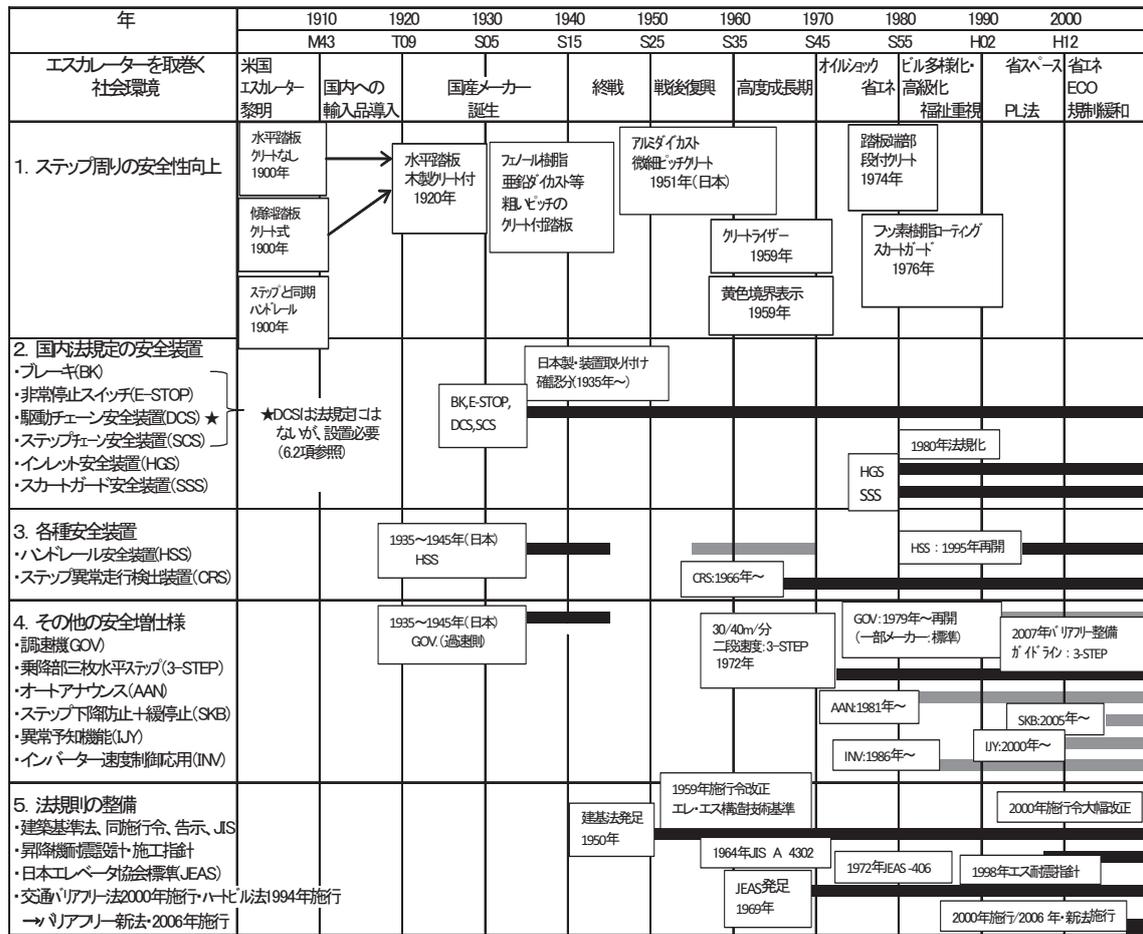


図 6.1 エスカレーター安全性向上の変遷

一因と噂された。<sup>(2)</sup> 世の中に出た当初の社会の注目度と反響は相当大きなものであったことが窺われる。

1910年代（大正期）における都心部某ビルの事故記録と最近の東京消防庁管内の事故発生データを概略比較すると、かなりの改善が図られてきたと試算される。機器の改善に加えて、乗り方の慣れや洋装の一般化など利用面での条件の変化も見逃せない。

本章ではエスカレーター誕生から今日までの安全性向上策についてエスカレーター機器、周辺設備などで改善してきた内容、最近の事故の傾向、戦後の法令の見直し状況などを述べる。まず、図6.1にそれらの変遷の概要を示す。

## 6.1 ステップ及びくし（コム）<sup>(3)</sup>

ステップはエスカレーターの重要な基本部品の一つである。乗客が足を乗せ、エスカレーターと人が係る接点にある。第2章で述べたシーバーガーの踏段式とレノのクリート式の長所を取り入れた1920年のオーチスの改良形が近代エスカレーターの基礎をなすものであるが、ステップの踏板に設けられたクリートはまだ粗いもので、1930年代までは木製のクリートであった。その後の改良を経て徐々に微細で深い溝のものへと変遷してきた。現在のクリート（厚さ約3mm、高さ11mm、ピッチ約9mm）と同程度の微細ピッチクリートで構成されるようになったのは、欧米でも1940年代の半ばとされる。踏板的クリートと噛み合う乗降部のくしは、レノの傾斜エレベーターでは30～40cmもあったが、1920年のオーチスの改良形では短縮された。1940年頃までのクリートとくし（コム）の変遷の概要を図6.2に示す。<sup>(4)</sup>

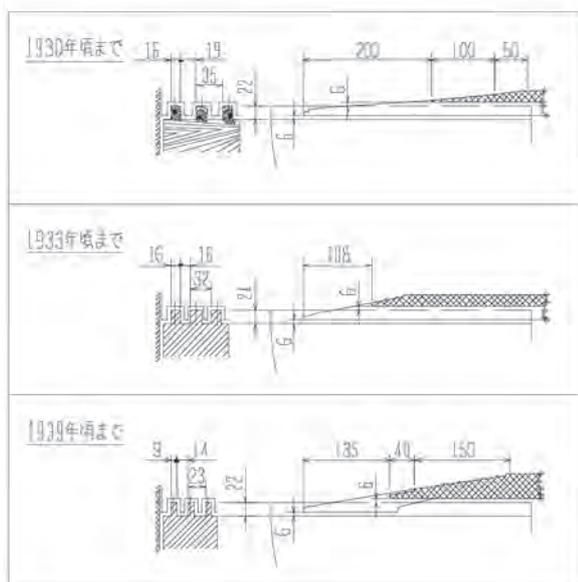


図6.2 ステップのクリートとくし（コム）の変遷（1940年頃まで） 原図：注（4）

日本では1951年に三菱電機がアルミダイカストによる微細ピッチ踏板を採用した。

その後1959年にはそれまでステンレスの平板で構成されていた蹴上げ部（ライザー）にもクリートを設けて前後のステップ間で挟まれにくくするいわゆるクリートライザー方式を三菱電機が導入した。<sup>(5)</sup>

足を適正な位置に乗せ、ステップ両側面のスカートガードや前後のステップと接触しないよう踏板的周囲に境界表示を設けることが、日本メーカー各社で積極的に推進された。まず、前後のステップとの境界を明示するデマケーションコム<sup>(5)</sup>から始まり、その後、両側のスカートガードとの境界を示すデマケーションクリートが採用された。これらは一般に黄色の樹脂製で視認性もよい。

1974年には日立がステップ側部のクリート2本を8mm高くする世界初の段付クリートの採用を開始した。これはステップ側部への乗客（足）の接近を物理的に回避させることを目的とする。<sup>(6)(7)</sup>

1976年には三菱電機がステップ両側のスカートガードの表面に低摩擦で滑りのよいフッ素樹脂コーティングを施した安全増タイプを市場投入した。ステップとスカートガード間へのゴム靴などの食い込まれ防止を目的とし、コーティングの適用で耐久性の優れた表面層を形成することが可能となった。<sup>(8)</sup> スカートガードの表面に高分子系潤滑剤を塗布すればさらにその効果が増すことが実験で確かめられている。1988年のJEAS（日本エレベータ協会標準）ではスカートガード表面への高分子系潤滑剤の塗布が標準として追加された。

現在、日本のメーカー各社は、段付クリートとフッ素樹脂コーティングスカートガードを組み合わせ適用している（図6.3）（図6.4）。

第5章で述べたように、日立は1979年にステップの踏板、ライザーの材料をステンレス鋼板の曲げ成型品に変更し現在に至っている。ステンレス鋼板曲げの適用と同時に、踏板的ライザー側にもデマケーションを配置し、注意標識を踏板的の4周とした（図6.5）。<sup>(7)</sup>



図6.3 段付クリート詳細 1974年開始 日立提供

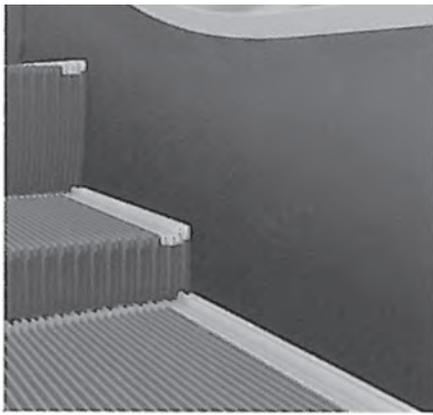


図 6.4 フッ素樹脂コーティングスカートガード  
(黒色部) 1976年開始 三菱電機提供

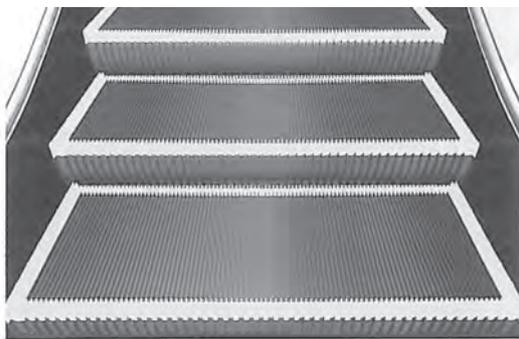


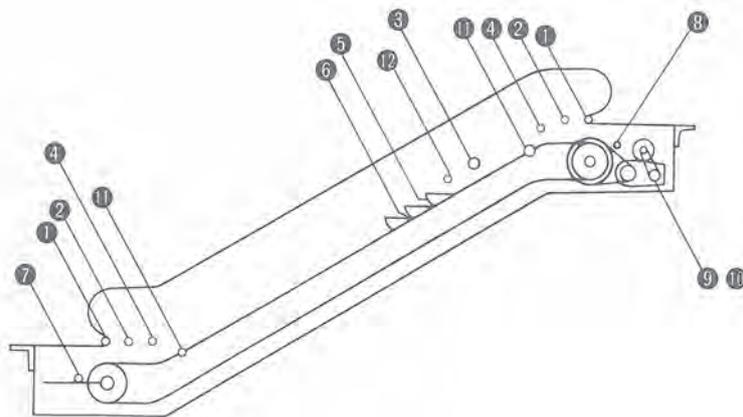
図 6.5 踏板4周の注意標識  
1979年開始 日立提供

## 6.2 各種の安全装置<sup>(9)</sup>

現在、国内のメーカーで一般的に取付けている安全装置の一覧(一例)を図 6.6 に示す。このうち国内法令で定められたエスカレーターの安全装置は、一覧の No. を○印で囲ったインレット安全装置、非常停止スイッチ、スカートガード安全装置、ステップチェーン安全装置、ブレーキの5種類と、降り口部に建物側の防火シャッターがある場合に必要とされるシャッター連動スイッチの計6種類である。シャッター連動スイッチの設置目的は、降り口側のシャッターが閉じた時はエスカレーターの運転を停止させ、降り口部での乗客の蝟集による事故を防ぐためである。

なお、駆動チェーン安全装置は規定にはないが、駆動機の動力を駆動チェーンを用いて伝える場合は、駆動チェーンが破断したとき直ちに作動してステップの下降を停止する機械的制動機構と、モータをも停めてブレーキをかける安全装置を備えることが、国土交通省告示(建設省告示第1424号)の解説において設計の留意事項として記載されている。

これら安全装置のうちステップチェーン安全装置、駆動チェーン安全装置、非常停止スイッチ、ブレーキは既に戦前のエスカレーターから設置されており、ハンドレール安全装置、調速機(過速側)も戦前の設置



No.	名称	No.	名称
①	インレット安全装置	⑦	ステップチェーン安全装置
②	非常停止スイッチ	8	駆動チェーン安全装置
3	フッ素樹脂コーティングスカートガード	⑨	ブレーキ
④	スカートガード安全装置	10	調速機
5	セフティライザーステップ	11	ステップ異常走行検出装置
6	デマケーションライン、段付クリート	12	ハンドレール安全装置

図 6.6 エスカレーターの安全装置一覧(一例)

(注: No. を○で囲った項目が法規定の安全装置) 原図: 三菱電機提供

実績がある。これらは第3章で一部紹介している。

ここでは駆動チェーン安全装置（ラチェット式）、インレット安全装置、スカートガード安全装置、ハンドレール安全装置、ステップ異常走行検出装置及び調速機について最近の例を補足する。

### 6.2.1 駆動チェーン安全装置（一例）

図 6.7 にラチェット式駆動チェーン安全装置の構造原理を示す。駆動チェーン上に常時載っているシューが、駆動チェーンの破断時に自重で落下し、軸に固定されたラチェットポールを回転させる。このラチェットポールが主軸に摩擦力で取付けられたラチェットホイールの爪と噛み合い、上部スプロケット主軸を制動する方式である。同時にスイッチを作動させモータへの給電を断ち、通常のブレーキを作動させる。

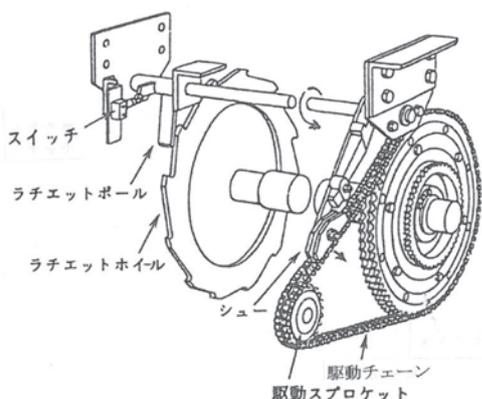


図 6.7 駆動チェーン安全装置（一例）（ラチェット式）  
原図：三菱電機ビルテクノサービス提供

### 6.2.2 インレット安全装置<sup>(7)</sup>

幼児の多くは、エスカレーター乗降床部分の動くハンドレールが出没する部分に興味を示し、そのいたずら心が刺激されるらしい。この結果、入口の軟質ゴム製のインレット（保護体）に手先を差し入れて引き込まれたり、まれにはハンドレールの折返し底面と乗降床面との間に形成される楔状空間に身体が挟まれる圧迫事故が発生している。図 6.8 インレット安全装置に機構（一例）を示すように、ハンドレールの周りを囲った軟質ゴム製のインレットを取付け、幼児でもいったん引き込まれた手先を引き抜き易くし、さらに食い込まれてインレット取付け部に外力が作用した場合は検出スイッチが作動しエスカレーターを停止させる二段構えの考え方である。なお、インレット部でのハンドレールの入り込み位置は、楔状空間での挟まれ防止を考慮した高さ設定がなされている。

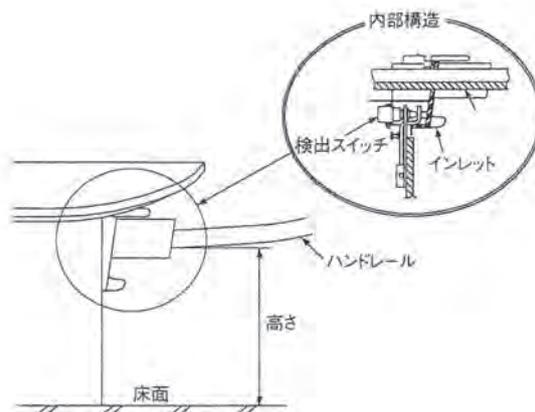


図 6.8 インレット安全装置（一例） 注（7）

### 6.2.3 スカートガード安全装置

ステップ上における挟まれ事故の多くは、スカートガードに接触した靴の摩擦に起因し、その滑り抵抗がステップとスカートガードのすき間への引込みを誘発するものである。

ステップとスカートガードの間に靴等の異物が挟み込まれた場合は、スカートガードが外側へ変位する。この安全スイッチはスカートガードの変位をスイッチで検出し、エスカレーターを停止させるものである（図 6.9）。一般には上部と下部の左右4箇所、ステップとスカートガードに挟み込まれた状態のままぐし部に入り込まない位置に設置している。なお、最近では需要先の要求によって、上下部以外の中間部にも設置している例が多い。

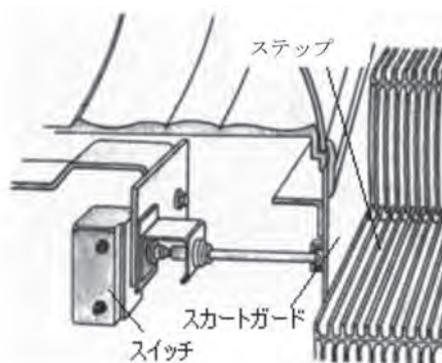


図 6.9 スカートガード安全装置（一例）  
原図：三菱電機ビルテクノサービス提供

### 6.2.4 ハンドレール安全装置

3.4.7 項で戦前の国内エスカレーターにハンドレールが一定値以上に伸びたり、破断した場合に作動する安全スイッチが取付けられていたことを紹介した。これはハンドレールガイド系の緊張装置の移動量を検出し、規定値を超えた場合に安全スイッチを作動させ、

エスカレーターを停止させる方式であった。

その後、ハンドレールの品質向上、信頼性向上が図られ、戦後は各社ともこの安全装置を標準装備から取り除き、客先のオプションとした経緯がある。

このスイッチが標準装備として復活したのは1995年のPL法施行の年である。2000年の建築基準法施行令の改正においては、ステップとハンドレールの同期性確保に関する条例の解説において、この安全装置を設けることを設計の留意事項としている。<sup>(9)</sup>

現在の方式はトラス内部を走行するハンドレールの速度を検出し、定格速度に対し一定の基準値以下の速度になった場合にエスカレーターを停止させている。

### 6.2.5 ステップ異常走行検出装置

この安全装置は隣接するステップの間、或いはステップとスカートガードとの間などに靴などの異物が挟み込まれ、ステップのライザー側が浮き上がるなど、ステップの走行に異常があった時に作動し、エスカレーターを停止させる。1960年代の後半から国内各社とも標準的に装備している。

## 6.3 その他の安全増仕様

### 6.3.1 調速機

戦前のエスカレーターにおいてもエスカレーターが定格速度に対し一定値以上の過速度となった場合にはエスカレーターを停止させていた例があった。(3.4.7項参照)

近年のエスカレーターは、過速度の場合に加えて定格速度に対し一定値以上遅れた場合にもエスカレーターを停止させる安全装置を備えている。

### 6.3.2 デフレクター (Deflector)<sup>(10)</sup>

日本では適用例が少ないが、現行の欧州規格 (EN規格) では設置が規定されている。欄干の下部 (スカートガード) に沿って柔軟性のあるブラシが連続的に取り付けられる (図 6.10)。国内ではドレスガード、安全ブラシなどと呼ばれ、裾の長い衣服がスカートガードに触れたりスカートガードとステップのすき間に巻き込まれることを防止する目的とされているが、むしろステップの両端部に足を近づけにくくする、段付クリートと同様な効果を狙って考案されたと考える。

欧州規格 (EN規格) はこのステップとスカートガード間の挟まれ防止に関し規格の改定を重ねてきた。最近の経緯としては、1995年改定版でスカートガード表面の摩擦係数の低減を規定した。加えてデフレク

ター或いは黄色の標識をステップ両側面に付けることができるとしていた。その後2004年に1995年版のこの部分が修正され、黄色標識を削除し、デフレクターの取り付け詳細を規定した。



図 6.10 デフレクター (安全ブラシ) フジテック提供

### 6.3.3 コムスイッチ<sup>(10)</sup>

欧州規格 (EN規格) では、乗降口のくし (コム) の部分にステップやくし支持部を破損する危険を生じる異物が巻き込まれた場合、これを検出してエスカレーターを停止させるスイッチの設置を規定している。ステップの破損など二次的な損傷による被害の拡大を防止するのが目的である。

### 6.3.4 乗降部 3枚水平ステップ<sup>(9)(11)</sup>

年配者などが感じる乗降時の不安やためらいを軽減するために、乗り口と降り口で水平となるステップの枚数を増やすことは極めて有効な手段である。従来から一般的には1.5枚程度であるが、2000年に施行された建築基準法施行令の改正に伴う国土交通省告示 (建設省告示 1417号) では速度が30m/分を超え45m/分以下のエスカレーターは、乗降口において水平3枚以上 (ステップ間段差4mm以下)、同告示 (建設省告示 1413号) では勾配が30度を超えるエスカレーターは2枚以上 (ステップ間段差4mm以下) と規定された。

エスカレーター速度が30m/分でも高齢者が中心に利用するエスカレーターなどでは、水平3枚以上 (図 6.11) を適用することが望まれる。

なお、ハートビル法 (1994年施行) 及び交通バリアフリー法 (2000年施行) は、2006年のバリアフリー新法「高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律」の施行に伴い、廃止された。この新法が施行されたことを受け、2007年には「公共交通機関の旅客施設に関する移動等円滑化整備ガイドライン」が

策定された。このガイドラインでは、水平3枚ステップ以上が望ましいとしている。<sup>(11)</sup>



図 6.11 乗降部3枚水平ステップ

### 6.3.5 ステップ下降防止装置と緩停止

このステップ下降防止装置は、火災等事故発生直後の係員の避難誘導により停止中のエスカレーターのステップ上を多数の乗客が歩行・滞留した場合でも、ステップが下方に動き出さないようブレーキ保持トルクを強化したものである。この場合、トラス、チェーンなど関連機器の強度を増すことも併せて必要となる。

ブレーキ能力の仕様は、現行の法定積載荷重の2倍まで保持できるよう強化したものであるが、単にブレーキ能力を強化しただけでは、停止時のショックが大きくなるため、非常停止時の緩停止機能をセットで追加した仕様が一般的である。

緩停止の手段としてはフライホイールの慣性モーメントを増すかインバーター制御のいずれかを適用し、建築

基準法施行令で規定する減速度基準（法定積載荷重以下で  $1.25\text{m/s}^2$ ）内におさめている。

### 6.3.6 オートアナウンス

乗客に対して注意を喚起させる注意放送や案内放送を、エスカレーターの運転に連動して、エスカレーターに内蔵のスピーカーから合成音でアナウンスする方式である。放送内容は例えば「エスカレーターをご利用の際は、ベルトにつかまり黄色い線の内側にお乗りください」「お子様づれの方は手をつなぎステップの中央にお乗りください」など需要先の要求に従って対応可能である。

6.3.4項で述べた2007年の「公共交通機関の旅客施設に関する移動等円滑化整備ガイドライン」では、視覚障害者の駅構内の誘導を目的として、エスカレーターから音声案内で「行き先方向」と「上り下り」を伝えるよう記載している。<sup>(11)</sup>例えば「山手線ホーム行き、上りエスカレーターです」などである。

### 6.3.7 異常予知機能付き

多数のエスカレーターを自主管理する需要先は集中保全化を実現するため、エスカレーターの異常予知機能（異常検出装置）や状態監視機能を製品仕様として要求することがある。異常検出の項目としてはブレーキ停止距離、ブレーキライニングの摩耗、ハンドレールのスリップ率、チェーン給油装置の油量などである。

状態監視としては運転状態（運転中、異常停止など）や安全装置の作動状態の監視を行う。これらはマイコン

表 6.1 エスカレーターのインバーター利用（その2）

	項目 目的	周辺技術	技術内容	適用実績 メーカー
1	低速度への緩変速切替の利用 例：30m/分→20m/分	自動運転ボールセンサー、通過人員やモータ負荷検出	利用者が少ない閑散時は低速運転とし、年配者の乗降に配慮した速度とする。低速による省エネ効果もある。	東芝 フジテック 三菱電機 日立
	安全性向上 省エネ		年配者が乗り口付近の低速ボタンを押すと乗降の時間はエスカレーターが低速運転する。	日立
2	多段速度切替への利用	乗客負荷検出	インバーターの変速機能を利用し、設置・運転環境に合わせて多段速度切替を行う。20～30m/分の運転で2.5m/分毎に5段階切替可。	日立 三菱電機 東芝
	安全性向上、 使い勝手向上			
3	緩停止への利用	地震検知センサー、乗客混雑度センサー等	通常の機械式ブレーキによる停止に比べ、緩やかに停止させることが可能で、停止時の乗客の転倒を防止する。作動安全装置の種別に応じて緊急停止と緩停止を使い分けることも可能。地震時・火災時・降り口付近乗客混雑時・（非常停止ボタン）などに応用される。	三菱電機 東芝 日立
	安全性向上			

内蔵制御回路と専用のソフトウェアにより実行される。

ブレーキ停止距離とハンドレールスリップの異常検出の一例では、ブレーキ停止距離の異常は、停止指令後の駆動機軸の回転数からステップの移動量を算出し、基準停止距離との比較を行い判定している。ハンドレールスリップ異常は、ハンドレール速度センサーとステップ走行速度センサー（ブレーキ停止距離と同様に駆動機軸の回転数から速度算出）からスリップ率を計算し、基準スリップ率との比較を行い判定している。

### 6.3.8 インバーター利用（その2）<sup>(7)(12)</sup>

第5章でエスカレーター速度を高める側の利用を主に説明した。本項では安全性向上を主目的として標準速度より遅くする場合や緩停止させる例を表6.1に示す。

ここでインバーターを用いて駆動制御を行うエスカレーターでの留意点を述べる。<sup>(13)</sup>

基本的には一般のインバーター利用機器と同様、漏洩電流と高周波ノイズに留意する必要がある。漏洩電流対策としてエスカレーターに使用する漏電遮断器や漏電警報器には、高周波の感度を低くした「インバーター対応型」を使用することが効果的である。

高周波ノイズは漏洩電流の発生と同様に高速のスイッチングによって発生する。この高周波ノイズは約100kHzから3MHzの周波数領域に集中しており、AMラジオに影響を与えることがある。エスカレーターの駆動部分は鉄板の外装で囲われていることからノイズに対し遮蔽されており、この問題が生ずることはまれであるが、上記周波数帯のノイズに敏感な機器を配置する場合は、一般的には極力遠ざけることが望ましい。

## 6.4 周辺安全対策<sup>(9)(14)</sup>

図6.12及び図6.13にエスカレーター周囲の安全設備（進入防止柵、落下防止網等）の例と隣接エスカレーターの側面を含めたいわゆる「天井交差部」の保護対策としての三角部ガードの例を示す。図6.13の三角部ガードは手前側に揺動自在の「可動警告板」、その奥には天井部やはり等に固定される「固定保護板」を配置した二重ガードで構成された現行の日本エレベーター協会標準（JEAS）の一つである。これは先ず可動の警告板で当人に気付かせ、さらに次の段階に進んだ場合は固定の保護板で挟まれ防止する二段構えの考え方である。

エスカレーターの天井交差部の保護対策については、この部分で頭部衝突・挟まれ事故が散見されたことから重要視されてはいたが、1975年頃までは各

社まちまちの方式で対応していた。1977年に初めてJEASが制定され、これが当時の「建設省住指発」として発令された。日本エレベーター協会はその後も改善活動を継続し、実機評価試験を経て、前述の「可動警告板」と「固定保護板」の方式に至った経緯がある。



図 6.12 エスカレーター周囲の安全設備（一例）

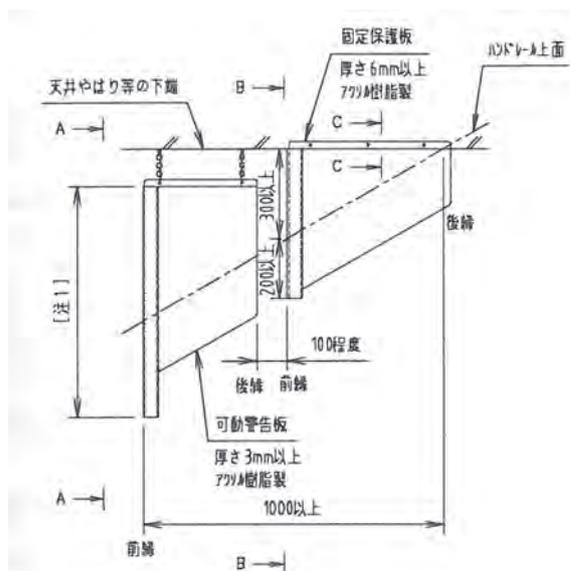


図 6.13 三角部ガードの一例（JEAS 抜粋）注（9）

## 6.5 最近の事故統計とさらなる安全性確保<sup>(15)</sup>

2004年に東京都港区で起きた回転ドア事故を受け、東京消防庁管内において2003年1月～2004年3月の15ヶ月間に発生した救急事故のうち、回転ドア、エスカレーター、エレベーター、遊具などの機器に係るものについて調査が行われた。

東京消防庁の調査結果を受けて、東洋大学の高橋儀平教授を委員長としてエスカレーターに係る事故防止対策検討委員会が構成され、追加の事故調査や一般利用者意識調査アンケートなどが行われた。2005年に報告されたこれらの調査結果と提言の概要を要約する。

### 6.5.1 エスカレーター事故発生件数（人口10万人当たりの年間事故発生人数）

追加調査の313件を含めた全体1317件について図6.14に年齢5歳単位の区分での人口10万人当たりの年間事故発生人数を示す。この図が示すように加齢に従って増加する傾向は50歳代から始まり、70歳以上の受傷者率が高く、85歳～89歳が最も多い29.8人となっている。これは最も少ない15歳から19歳の23倍の高率である。

### 6.5.2 事故内容と受傷の程度（表6.2）

受傷の程度では軽傷が全体の84.1%を占める。事故内容のほとんどが転倒・転落と言えるほどその比率

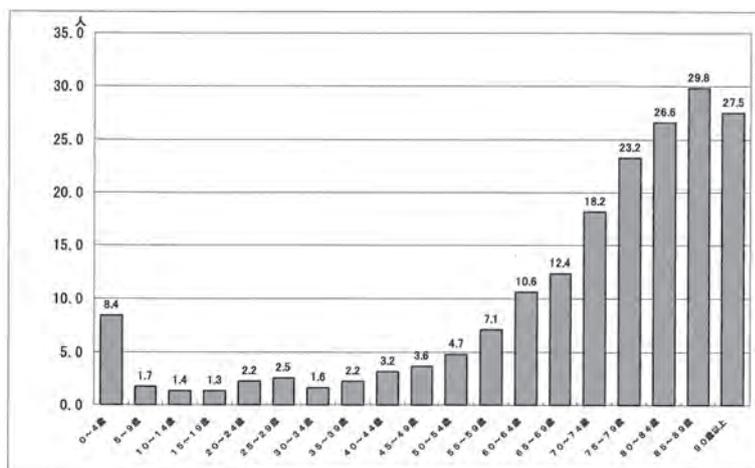


図 6.14 人口10万人当たりの年間事故発生人数 注 (15)

表 6.2 事故の内容と受傷の程度

	重篤	重症	中等症	軽傷	拒否	不明	合計	
転倒・転落	1	4	154	1,060	37	5	1,261	95.7%
衝突			1	15			16	1.2%
引きずられ			1	1			2	0.2%
飛来・落下物			1	4			5	0.4%
挟まれ			2	16			18	1.4%
その他/不明			2	12	1		15	1.1%
合計	1	4	161	1,108	38	5	1,317	
	0.1%	0.3%	12.2%	84.1%	2.9%	0.4%		100%

は高く95.7%にのぼっていることは注目値する。

追加調査313件の分析では、利用者の酩酊、既往症、めまい・意識喪失など生理的な要因が54%程度あり、とりわけ酩酊だけで35%と多くを占めている。詳細は省略するが、日本エレベーター協会が調査してきた時系列データと比較すると挟まれ事故は漸減している。(7)

### 6.5.3 利用者の意識調査の一部（エスカレーターでの歩行について）

エスカレーターでの歩行に関する意識調査の結果を図

6.15に示す。エスカレーター上での歩行を高齢者の多くが危険と感じている。歩行者自身の転倒に加えて歩行者との接触に対して危惧している人が多い。

筆者コメント:多くの人が危険を感じているとおり、エスカレーターでの歩行はやめるべきである。片一方の手すりをつかむことが不自由な人や子供と手を携えて同じステップに乗りたい人のことも考えよう。急ぐ人は階段を利用しよう。歩行のために片側空けることは輸送効率としてもマイナスとなっている。利用者への効果的な啓蒙活動が望まれる。

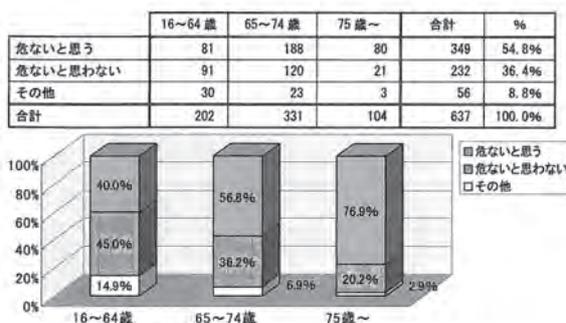


図 6.15 エスカレーター上での歩行に関する意識調査結果 注 (15)

## 6.5.4 委員会の提言（表 6.3）

表 6.3 利用者、管理者、製造メーカーなどへの主な提言

利用者	管理者	製造メーカー	業界団体など
1. 手すりを利用し歩行は避ける。 2. 高齢者に配慮した利用を心がける。 3. 高齢者及び酔酩者に伴う事故が多いことを知り、自らも注意する。 4. 未就学児童には保護者が手をつなぐ等サポートする。	1. 安全な利用方法について利用者への周知を図る。 2. 施設の特性や時間帯に応じた運転速度の選択や既設設備への最新安全対策の導入等に配慮する。	1. 安全性の高いエスカレーターの開発 （つまずき防止対策、乗降口へのアプローチを視覚的に認識しやすく、滑りにくいステップなど） 2. 安全と人員輸送の効率を両立させるエスカレーターの開発。	1. 利用者に対する事故事例の紹介等、安全な乗り方・使い方を理解してもらう。 2. 高齢者並びに児童及び保護者への注意喚起を行う。

## 6.6 法規制の見直し

### 6.6.1 建築基準法、同施行令、監督官庁告示、JIS A 4302 昇降機の検査基準<sup>(16)</sup>

戦後の昇降機関連法令の出発点は1948年（S23）に整備された「東京都昇降機安全条例」である。その後1950年（S25）には「建築基準法」が制定され、同年「建築基準法施行令」が施行された。しかし、昇降機については建築確認の対象とはしていないものの、構造に関する技術基準は定められていなかった。1958年（S33）10月に「建築基準法」が改正され、翌1959年（S34）1月から施行された。この改正によって初めてエレベーターとエスカレーターの構造に関する技術基準が定められ、同時に「東京都昇降機安全条例」が廃止された。

それ以降、「建築基準法」並びに「同施行令」は数回の改正が行われている。また、一部の構造基準について監督官庁の告示：国土交通省告示（建設省告示）が公布されている。エスカレーターに関する主な法令の変遷を以下に述べる。

- 1) 1980年（S55）の建築基準法施行令の改正で、インレット安全装置とスカートガード安全装置の設置が規定された。
- 2) 1981年（S56）の国土交通省告示（建設省告示1110号）で「動く歩道」の構造基準が定められた。
- 3) 5.15項で述べたように建築基準法の一部を改正する法律（1998年改正令）が2000年から施行された。エスカレーターの法規は、制定から満50年を経過した「建築基準法施行令第129条の11」から「同令第129条の12・エスカレーターの構造」に改められると同時に、関連規定として国土交通省告示（建設省告示第1413号）などが新たに定められた。

この告示第1413号では、勾配が30度を超えるエスカレーターや広幅の動く歩道、可変速式動く歩道等に関する付帯条件を明確にしている。

また、エレベーター、エスカレーターの据付完了時或いは定期的な品質確認の標準を示すものとしてJIS A 4302（昇降機の検査標準）が1964年（S39）に制定された。

### 6.6.2 昇降機耐震設計・施工指針1998年<sup>(9)</sup>

1995年に発生した兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）で昇降機にも大きな被害が生じた。エスカレーターについては、従来、地震被害例はほとんど報告されていなかったが、この震災においては、神戸市内の791台のエスカレーターのうち、約7%にトラスの変形、約5%に位置ずれ等が発生しており、さらにエスカレーター本体落下が1件報告された。

このため1998年の「昇降機の耐震設計・施工指針」の見直しの中で、エスカレーターの耐震指針が新設された。特に、地震時にエスカレーター本体が建築梁から落下しないよう、エスカレーターの建築支持部への固定方法が、詳細な強度計算例とともに耐震設計・施工指針として盛り込まれた。

### 6.6.3 日本エレベーター協会標準

日本エレベーター協会は利用者の安全確保、関連法令の普及徹底など、業界の健全な発展のための活動を展開してきた。その活動の一環として、業界標準を取りまとめ徹底を図っている。現状の法令を補完し、将来的には法令の一部として規定されることも視野に入れて昇降機メーカー、関連メーカー、或いは所有者・管理者として順守すべき標準を提供している。

日本エレベーター協会標準（JEAS）は1969年（S44）に発足し、エスカレーターに関する代表的なものとしては自動運転方式の場合のエスカレーター利用者の検

出位置と逆乗込み防止、エスカレーター乗降口の誘導手すり、6.4項で述べた三角部ガード等エスカレーター周囲の安全設備、スカートガードへの潤滑剤の塗布等に関する標準が挙げられる。

#### 6.6.4 エスカレーター関連の主な海外法令

エスカレーターに関する代表的な海外法令には、欧州規格（EN規格）<sup>(10)</sup>、米国規格（ASME）、シンガポールコード、香港コード等（表 6.4）があり、欧州規格が世界をリードしている。

表 6.4 エスカレーター関連の主な海外法令

No.	法令名称（略称）	規格記号
1	欧州規格	EN115
2	米国規格	ASME 17.1
3	英国規格	BS EN115
4	中国法規	GB16899
5	香港コード	
6	シンガポールコード	CP15

注：

- (1) Elevator World Inc. : 「MOVING PEOPLE From Street To Platform」 Elevator World Inc. , 29-31 (2000)
- (2) Elevator World Inc. : 「The History of the Escalator」 ELEVATOR WORLD , APRIL 1999, 86 (1999)
- (3) 日本オーチス・エレベータ(株) : 「エレベーター・エスカレーターの基礎技術」日本オーチス・エレベータ(株) , 232-233 (1998) (非売品)
- (4) 外野範吾 : 「縦の交通機関としての三菱エスカレーター」 Vol. 28 No. 6, 38 (1954)
- (5) 武長豊 : 「三菱D形エスカレーター」三菱電機 , 34, 80 (1960)
- (6) 日立製作所水戸工場 : 「水戸工場史 第1巻」日

- 立製作所水戸工場 , 408 (1982) (非売品)
- (7) 齋藤忠一他 : 「エスカレーターの安全性・快適技術の進歩」国際交通安全学会誌 Vol. 27, No. 2, 40 (2002)
- (8) 浅野勝「建築設備の変遷：エスカレーター」：建築保全 69号（財）建築保全センター , 83 (1991)
- (9) 国土交通省住宅局建築指導課他編 : 「昇降機技術基準の解説(2002年版)」サクライ , 1-69-72, 159-164, 193-194 , 2-101-112 (2002)
- (10) 欧州規格 : 「EN 115 : 1995/A2」 (1995)
- (11) 国土交通省 : 「公共交通機関の旅客施設に関する移動等円滑化整備ガイドライン」2007- 7月 , 39 (2007)
- (12) 東京新聞 : 「高齢者向け‘気配り運転’エスカレーターの低速化など」東京新聞 2002-12-23 (2002)
- (13) 下秋元雄他 : 「エスカレーター」電設工業 1997年4月号 , 47 (1997)
- (14) 齋藤忠一 : 「安全のための小さな工夫 - 天井交差部編」協議会便り No. 8, 26 (2007)
- (15) エスカレーターに係る事故防止対策検討委員会 : 「エスカレーターに係る事故防止対策について」報告書 , 1-88 (2005)
- (16) 渡部功 : 「日本におけるエレベーター百年史」(社)日本エレベーター協会 , 122-125 (1990)

# 7 | 動く歩道の変遷

## 7.1 動く歩道の起源<sup>(1)</sup>

エスカレーターと同様に踏面と同期したハンドレールを両側欄干部に備えた動く歩道の起源は比較的新しく1953年の米国であった。Chicago Museum of Science and Industry に全長60フィート(18m)の世界初の動く歩道が、Stephens-Adamson Co. とB.F. Goodrich Co. の共同製作で展示された。翌1954年にはニュージャージー Jersey City の Hudson and Manhattan Railroad Erie Station に「Speed Walk」の商品名で動く歩道の実用1号機が開通した。

この機種は幅66インチ(1680mm)のゴムベルトを使い、踏面の有効幅としては62インチ(1580mm)であった。ゴムベルトは密接した鋼製のローラーの上を滑る構造で、速度は40m/分としていた。

なお、ハンドレールのない踏面だけのベルトコンベア式タイプは、既に1900年のパリ万国博に展示された。<sup>(2)</sup>

## 7.2 国内での歴史<sup>(1)(3)</sup>

1958年(S33)に三菱電機が日本で最初の動く歩道の実物試作機を製作し、工場内で展示会を開催するとともに、構造や諸元を公表した。試作機は全長約12mで踏面有効幅は1,136mmであった。最大の特徴は踏面がゴムベルトではなく、エスカレーターのステップの踏面と同様なアルミダイカスト製のパレット方式を採用したことである。その他駆動系全般がエスカレーターの技術を応用したものであった(図7.1)。



図7.1 動く歩道の試作機(1958年)三菱電機提供

日立は1959年(S34)の東京・国際見本市会場にゴムベルト式(図7.2)を出展し、1961年(S36)には横浜・氷川丸の見学者用として実用機を設置した。この実用機はゴムベルト式で、両側の欄干とハンドレールのないタイプであった。

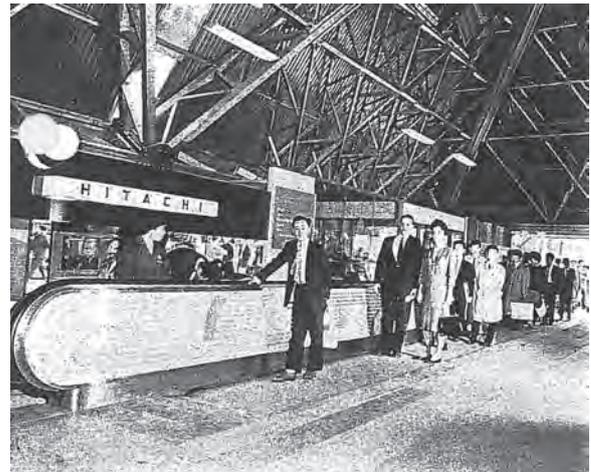


図7.2 国際見本市会場の動く歩道(1959年)日立提供

## 7.3 駆動方式のタイプ(パレット式、ゴムベルト式)と製造メーカー

わが国における本格的な動く歩道の導入は1970年の大阪万博の年からであった。万博会場にも見学者の円滑な巡回のために日立、三菱電機のパレット式と日本鋼管(現JFEホールディングス)のゴムベルト式動く歩道が設置された。この時期からエレベーターメーカーの動く歩道は金属製のパレットタイプが主流となった。パレットタイプの駆動系はエスカレーターの駆動系と類似の方式で構成され、端部で駆動する方式と中間部駆動の両方がある。基本的な構造上の違いとしてエスカレーターのステップに替わるパレットを循環移動させている。

パレット式、ゴムベルト式とも傾斜角度が8度以下であれば速度50m/分まで、また傾斜角度が4度以下であれば踏面幅は最大1,600mmまで許容されている。

一方米国におけるオリジナル製品と同様なベルト方式は、現在も実用化されており、空港などで実績を残している。

以下にエレベーターメーカー以外の国内の動く歩道の製造メーカーを一覧表(表7.1)として示す。可変速動く歩道については7.4.5項に概要を記す。

表 7.1 動く歩道の製造メーカー（国内エレベーターメーカー以外）

製造メーカー	基本的な方式	特徴、その他
三菱重工	金属パレット可変速式	国内初の可変速式を開発
JFE ホールディングス (JFE と略す)	ゴムベルト定速式 金属パレット可変速式	金属パレット定速水平循環式もあり。 (水平循環のため薄形)
IHI	ゴムベルト定速式 金属パレット可変速式	ゴムベルト式曲線タイプの実績あり。 (まつもと市民芸術館:2004年)
住友重機械	ゴムベルト定速式	中部国際空港(踏面 1400mm 広幅形)、 愛知万博等実績あり。 乗降口の段差なし構造が特徴。

## 7.4 最近の新機種開発

### 7.4.1 広幅形

日本におけるパレット式動く歩道の踏面幅は約 1 m が標準的であった。これはエスカレーターのステップ幅と一致させたものである。しかし、大きな旅行カバンを持った多数の乗降客が利用する海外の主要な空港などでは、使い勝手を向上させるため幅の広いタイプの動く歩道が大規模空港を中心に活用されるようになった。

先ず 1988 年に三菱電機は踏面幅を従来品より 400mm 広く 1,400mm とした広幅タイプ (1600 形) をシンガポール・チャンギ空港へ納入開始した。翌 1989 年には横浜みなとみらい地区にもこの広幅形を設置した。みなとみらい地区の動く歩道はインバーター制御による速度 30m/分と 40m/分の二段速方式であった(図 7.3)。その後、1997 年に日立も広幅形(1600 形)をチャンギ空港と成田空港に納入している。<sup>(4)</sup>

2000 年の法令改正に伴う国土交通省告示(建設省告示 1413 号)で、広幅形動く歩道の踏面最大幅は 1,600 mm (勾配 4 度以下、パレット段差 4mm 以下)と規定された。これは大人 2 人が荷物を持ち、並んで乗った場合を想定しており、あまり広くするとハンドレールに手が届かなくなるからである。

日立は 2005 年にオープンした中部国際空港に踏面幅を最大許容幅の 1,600mm (1800 形)とした広幅形機種を納入した。この幅が現在日本で最大となっている(図 7.4)。<sup>(5)</sup>



図 7.3 横浜みなとみらい地区の広幅形 (1600 形) 動く歩道 (1989 年) 三菱電機提供

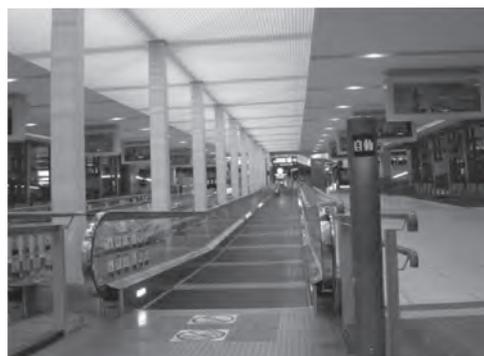


図 7.4 中部国際空港の広幅形 (1800 形) 動く歩道 (2005 年) 日立提供

### 7.4.2 省スペース形<sup>(5)(6)(7)</sup>

動く歩道は長行程となるため、同じ有効踏面において総幅が狭く底の浅いスリムな形が歓迎される。そのため動く歩道の機種開発の一つの傾向はこの省スペース、すなわち幅狭化と薄形化である。スリム化の実績としては、日立が 1991 年に成田空港に全幅 1,680 を 1,550 へ 130mm 減、両端部深さを 1,000 から 650 へ 350mm 短縮、中間部深さを 500 mm としたタイプを納入した。<sup>(6)</sup>

2004 年には東芝と日立が羽田空港第 2 旅客ターミナルへ薄形の動く歩道を納入した。

東芝は踏板(パレット)の進行方向の従来寸法 400mm を約 1/3 まで短縮した小割とし、踏板用スプロケットの小径化などにより両端部の深さを従来の 1,050mm から 500mm へ、中間部を 600mm から 400mm へ短縮した。なお、東芝は中間部の踏板走行位置を乗降部より高い建築床面まで上げて中間部の深さを 290mm とした機種も整備している(図 7.5)。

日立も両端部を 500mm、中間部を 290mm とした薄形機種を納入した。具体的手段としては、踏板の進行方向寸法を約 200 mm に短縮し、踏板を駆動する端部のスプロケットの直径を従来のほぼ半分になっている。

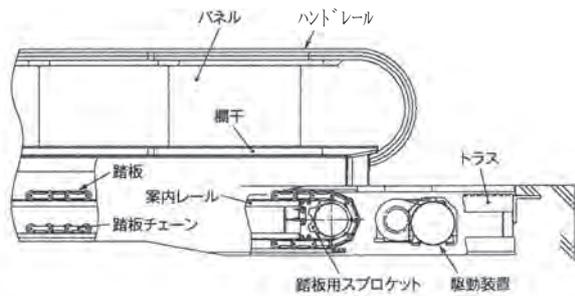


図 7.5 薄形動く歩道の構造概要図 (2004 年) 東芝提供

### 7.4.3 安全性への配慮<sup>(5)</sup>

最近の機種開発のもう一つの傾向は、エスカレーターと同様なユニバーサルデザインの具体化である。基本的にはエスカレーターの安全性向上技術で動く歩道にも適用可能なものは全て導入している。さらに車いす利用者の乗降を容易にするために乗降部のくし(コム)の傾斜角度を緩くすることや乗降口に若干の傾斜路を設けるなどの配慮がされている。

また、適当な間隔でカラー踏板を配置し「速度感」を視覚表示するなどの安全性への配慮もみられる(図 7.6)。

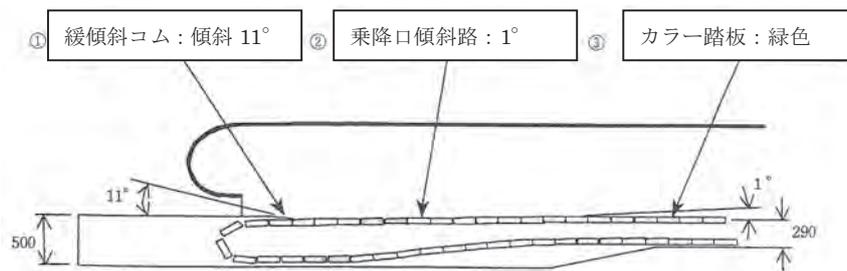


図 7.6 最近の動く歩道の安全性への配慮 (一例) 注 (5)

### 7.4.4 傾斜形動く歩道<sup>(8)(9)</sup>

2000 年の建築基準法改正令に基づく施行令の改正では動く歩道の勾配と速度の関係も見直された。

表 7.2 動く歩道の勾配と定格速度

機種	勾配	速度
動く歩道	8 度以下	50m / 分以下
	8 度を 超え 15 度以下	45 m / 分以下

表 7.2 に示すように勾配 8 度以下であれば、速度 50 m / 分まで認めている。最大の勾配は 15 度とし、この場合は 45 m / 分まで可としている。これらはエスカレーターの場合と同様に規制緩和の考え方に基くものであるが、実態としてはパレット式では 12 度以下とすることが多い。主な理由は欧州規格 (EN 規格)

においてパレット材質のいかにかわらず 12 度を上限としていることによる。パレット式傾斜形においては、パレット踏面に滑り止め効果のある処置が施されることが望ましい。

緩傾斜形の動く歩道はショッピングビル内の買物サービスや高低差のある駅、空港、歩道などを中心に普及してきた。車いす使用者の利用に対する安全性が確保されれば、さらに利便性は向上すると考えられる。こうした観点での車いす利用についての研究事例も報告されている。<sup>(9)</sup>

### 7.4.5 可変速式<sup>(10)(11)</sup>

近年、都市開発、駅と集客設備、空港施設などの大規模化に伴い、歩行距離が増大する傾向にある。一般的傾向としては輸送距離が長くなるにつれて速い乗り物が必要になってくる。

こうした背景の下、歩行距離約 150m から 1km 程度を対象に、より快適なスピード性のある移動手段として、乗降部に対し中間部では速度を速くするいわゆる可変速式動く歩道の実用化が内外で試みられている。

2000 年の建築基準法施行令の改正に伴う国土交通省告示 (建設省告示第 1413 号) では、可変速タイプの動く歩道の構造基準として乗降口部の最大速度 (50 m / 分)、変速部の許容傾斜角度 (4 度)、速度の違うハンドレールの接続部基準、変速時の最大加速度等が盛り込まれた。

エレベーターメーカーではフジテックが速度 2 段、4 段、6 段の変速タイプ (スピードムーブ) を開発し、2000 年に大臣認定を取得した。この機種は難燃性樹脂を用いたベルトタイプで、4 段変速の場合の速度変化を図 7.7 に示す。乗降部の加減速部で 42 m / 分から 66 m / 分に 4 段変速し、中間最高速部は 72 m / 分としている。

国内のエレベーターメーカー以外では、三菱重工「スピードウォーク」、IHI「アクセルライナー」、JFE「ムーヴレイン」が挙げられる。三菱重工は 1995 年 (H7)



図 7.7 フジテックの可変速式動く歩道  
スピードムーブ（4段変速） フジテック提供

の7月から2ヶ月間、福岡県・海の中道海浜公園で開催された「短距離交通システムフェア」（主催（社）日本交通計画協会）に出席し、一般の人の試乗会を実施した。その他各社も公開の試乗会などを行っている。基本的には3社とも金属パレット方式とし、乗降部に対し中間部ではパレット間隔を構造的に増大させて高速にしている。三菱重工のタイプは40 m / 分から100 m / 分へ2.5倍に、IHIのタイプでは40 m / 分から120 m / 分まで3倍に増速している。JFEのタイプでは乗降部30～50m / 分に対し、中間部では1.8倍（54～72 m / 分）としている。この3社のタイプとも大臣認定を取得している。

海外メーカーの可変速式としてはフランスのAGB社（商品名「TRAX」）や米国のダンロップ社等が実用機の設置を目指している。

2002年にはフランスCNIM社がパリ・モンパルナス駅の国鉄と地下鉄の乗り換え通路に、長さ185mで高速部は乗降部の4倍の10.6km / 時（180m / 分）の可変速タイプ（Gateway）を設置した。これが実用機として世界最初の可変速式動く歩道であった。<sup>(12)(13)</sup>

転倒者が続出したため4日で閉鎖したと報じられたが、現在、中間部の最高速度を9km / 時（150m / 分）に減速して実用に供されている（図7.8）。

可変速式については、可変速踏面に同期したより安全なハンドレールシステムなど、さらに完成度を高めていくことが望まれる。



図 7.8 CNIM 社の可変速式動く歩道 中間高速部 9 km / 時  
右側は O & K 社の定速式：3km / 時  
（撮影日 2008-12-8 は保守休止中）

注：

- (1) 河合武彦：「三菱トラベータ」Vol. 32 No. 9, 50 (1958)
- (2) Jacques Duquesne 「L' EXPOSITION UNIVERSELLE 1900」Paris Edition 1900, 96 (1991)
- (3) 日立製作所水戸工場：「水戸工場史 第1巻」日立製作所水戸工場, 379 (1982) (非売品)
- (4) 日立製作所水戸工場：「水戸工場史 第3巻」日立製作所水戸工場, 398 (2002) (非売品)
- (5) 齋藤忠一他：「最近の動く歩道における新機軸」産業機械 No. 643, 34 (2004)
- (6) 高橋龍彦他：「設置スペースを小さくした動く歩道」日立評論 Vol. 75 No. 7, 43 (1993)
- (7) 久保敏夫：「薄型動く歩道」東芝レビュー Vol. 58 No. 3, 94 (2003)
- (8) 齋藤忠一：「傾斜型動く歩道の普及」エレベータ界 1994-1, 9 (1994)
- (9) 齋藤忠一他：「傾斜型動く歩道の車いす利用についての研究」建築設備 & 昇降機 No. 16, 12 (1998)
- (10) 佐伯尋史他：「可変速式動く歩道「スピードウォーク」の開発」三菱重工技報 Vol. 32 No. 4, 260 (1995)
- (11) 忠地憲司（IHI）：「可変速式動く歩道「アクセルライナー」」日本機械学会誌 Vol. 104 No. 992, 49 (2001)
- (12) Elevator World Inc.：「CNIM Gateway」ELEVATOR WORLD, MAY 2000, 58 (2000)
- (13) 朝日新聞：「CNIM（仏）の可変速エレベーターに関する記事」2002-7-10付 (2002)

# 8 | 考察

## 8.1 エスカレーター技術発展の系統化

エスカレーターはいわゆるハイテク製品には属さないものの、国内だけで一日に1億人以上の人を運ぶ社会インフラの一つとして、この製品の持つ機能は人々の社会生活に必要な不可欠となっている。

技術体系で見ると、機械工学、電気・電子工学、材料工学、構造設計など多くの分野の技術によって成り立っているが、エスカレーターにとって最も基本的な機能である安全に人を移動させるための製品固有のアイデアとノウハウから構成された技術、いわば「エスカレーター工学」に属する技術に多くを依存している。

エスカレーターの技術発展を歴史的に考察すると、「人を傾斜方向に安全に移動させる」という一次機能からスタートし、時代のニーズに応えながら各種の二次機能を追加補足し、かつそれらの機能のレベルを

製品誕生以来このコンセプトを含んでいたはずである。二次機能として「より安全に」を中核に据えたが、安全のレベルに絶対的な基準はなく、目標レベルを上げながら今日のものへと進化させてきた。これからも果てしない活動が続くであろう。

なお、信頼性や品質の向上等、一般的に共通な機能はこの表には含めていない。

表 8.1 の考え方をベースにエスカレーター技術発展の歴史を図 8.1 に系統化した。

この系統図が示すように1900年のエスカレーターの原型から始まり、1920年の改良形が近代エスカレーターの基礎を築くものとなった。その後各種の二次機能を高度化し今日の製品へと進化させてきた。

日本の技術開発のエポックメイキングな項目としては、①戦後復興期の欄干意匠刷新、②1970年代の安全性向上策、③1980年代以降の用途開発や新しい建

表 8.1 エスカレーターの機能

一次機能	二次機能	二次機能具体化のキーワード
人を傾斜方向に安全に移動させる	より安全に	乗り易い、挟まれにくい、滑りにくい、停止しても倒れない
	見栄えよく	明るく、透明感のある、豪華・高級なイメージ
	輸送量を多く	幅の広い、より速く
	省エネルギーで	運転ロスの小さい、軽量な
	多用途へ	歩道橋に、屋外に、車いすも利用できる
	建物とマッチして	軽量化、建築インテリア素材として斬新な、高揚程も
	省スペースで	全長の短い、幅の狭い、深さの浅い
	静粛に	運転音の小さい、低振動

徐々に高めてきた。

二次機能は社会環境の変化や製品に対するニーズに敏感に反応し、補足してきたもので、この二次機能を具体化する手段として各種周辺技術の発展成果を活用してきた。

エスカレーターの機能を表 8.1 に示す。一次機能に「安全に」の言葉を含めた。人を運ぶ機械であるため、

築ニーズに対応できる製品群、さらに④1980年代後半以降のインバーター制御を活用した、省エネルギー・安全性向上・輸送効率向上面での高性能化の4点が挙げられる。これらの開発を通し、図 8.1 に示したいくつかの世界初の製品を送り出している。



## 8.2 日本市場の現状<sup>(1)</sup>

図 8.2 に国内の新設台数と輸出台数及びそれらを加えた合計台数（概略その年度の国内生産台数）のトレンドを示す。国内の新設台数は 1990 年代に入り徐々に上昇してきたが、2000 年の 3,892 台をピークとして減少傾向にある。一方輸出台数は 1990 年代に上昇基調で推移したものの、1997 年の 1,710 台をピークとして急激な減少を示している。

これはこの頃から日本メーカーの海外現地生産或いは海外合弁会社の生産が加速し、日本からの輸出は主に特注機種と日本製指定の客先仕様限定されるようになったからである。

国内設置台数と輸出台数の合計値では 1997 年と 2000 年にピークを示し、それ以降は漸減している。輸出台数の急激な減少が全体量にも影響している。

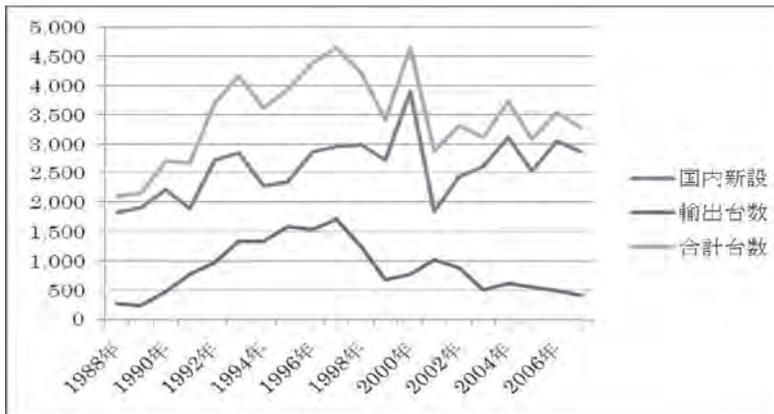


図 8.2 エスカレーターの国内新設、輸出台数 注 (1)

## 8.3 海外市場の現状

### 8.3.1 中国市場<sup>(2) (3)</sup>

中国の開放政策以降の目覚ましい経済発展を背景に、都市化の加速度的な進行と、それに伴う社会インフラ整備の一環として中国のエレベーター産業は急速な成長を遂げている。

1980 年から 2002 年までの中国における昇降機生産台数の推移をみると、1980 年には 2,249 台に過ぎなかったエレベーター・エスカレーター生産量は、1986 年には 10,000 台に上昇、1993 年には 20,000 台の大台を超えた。その後も上昇の一途をたどり 1998 年には 30,000 台、2001 年には 50,000 台に達し、2002 年には年間 60,000 台にまで成長した。これは 1980 年の台数と比較すると、22 年間で 26 倍に増加しており、年率平均 16% 増となる (図 8.3)。さらに最近のデータによると 2005 年度には約 125,000 台<sup>(4)</sup>と急増している。

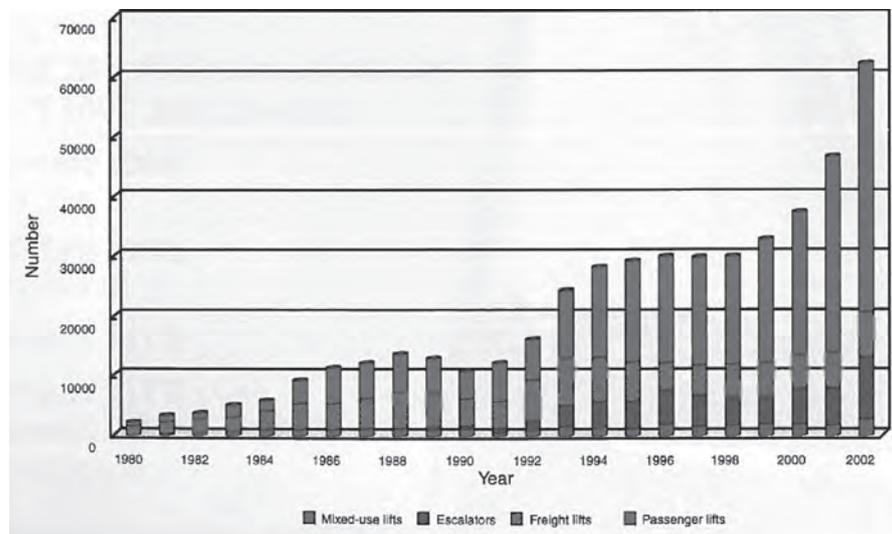


図 8.3 中国の昇降機の生産台数推移 (1980～2002年) 注 (2)

一方、2002年度ベースの中国の昇降機（エレベーター、エスカレーター）台数を人口当たりの台数で見れば、世界の平均レベルの1/4、先進工業国と比べれば1/20～1/10に過ぎず、中国の昇降機保有台数が世界の平均レベルに到達するには、2002年の約4倍120万台が必要となる。

これが中長期的に見て中国の昇降機市場がまだ継続的に発展すると予測されている所以である。2005年度ベースの統計で、中国本土の需要は単純な台数比ながら日本の約2.6倍となっている。中国市場を制するものが世界市場を制するという理由はこうした市場の規模と成長性にある。

2002年に生産された機種別の構成をみると、乗用エレベーター41,500台（前年比28%増）、エスカレーター10,400台（前年比65%増）、荷物エレベーター7,500台（前年比29%増）、人荷用エレベーター2500台（前年比69%増）となっている。エスカレーターが大きな伸びを示している。同年の日本の新設エスカレーターと輸出台数の合計は3,318台であり、中国の生産規模に対し1/3しかない。

中国でのエスカレーターの生産は、外国資本との合弁企業、中国国有企業、中国私営企業の三つに分類される。このうち合弁企業が中国市場全体の80%以上を占めている。表8.2に中国におけるエスカレーターの主要なメーカーを一覧に示す。米国、欧州、日本の主要エレベーターメーカーは中国企業と合弁会社を設立し、中国での事業を展開している。

中国エレベーターメーカーの近年の動向として、同国から海外市場への輸出台数が急激な増加傾向にあることも注目される。

表 8.2 中国におけるエスカレーターの主要メーカー（2005年）

企業名（略称）	出資国	主な合弁企業	企業名（略称）	出資国	主な合弁企業
通力電梯	フィンランド	コネ	Express	米国	オーチス
中国シンドラ	スイス	シンドラ	東芝電梯（上海）	日本	東芝
OTIS	米国	オーチス	東芝電梯（瀋陽）	日本	100%資本
Xizi OTIS	米国	オーチス	上海華昇富士達	日本	フジテック
蒂森電梯	ドイツ	ティッセン	上海三菱電梯	日本	三菱電機
上海現代	韓国	現代	広州日立電梯	日本	日立
蘇州江南	中国	私営（SJEC）			

### 8.3.2 その他の海外市場<sup>(5)</sup>

中国以外の海外市場を概観するため、やや古いデータであるが2000年におけるエスカレーターの稼働台数と新設台数の上位5ヶ国を一覧表（表8.3）に示す。

第4位までの国別順位は、過去の累積である稼働台数及び新設台数共に同じで、中国、日本、米国、ドイ

ツの順となっている。新設台数ではアメリカが日本の約1/2、第4位のドイツ以下は1,000台に満たない。

2000年以降の中国の急激な新設台数の伸びにより、日本及び中国以外の海外各国の世界市場における比率はますます低下している。

表 8.3 エスカレーター稼働台数、新設台数上位5ヶ国（2000年）

順位	国名	稼働台数	国名	新設台数
1	中国	51,000	中国	5,950
2	日本	49,168	日本	2,762
3	米国	35,000	米国	1,400
4	ドイツ	11,700	ドイツ	928
5	英国	6,150	韓国	703

## 8.4 日本メーカーの過去の技術発展の総括と今後の展開

### 過去の技術発展の総括

今日のエスカレーターの原型は米国に誕生し、欧米での揺籃期を経て日本では1914年（T3）の輸入品1号機からスタートした。その後、国産メーカーも誕生したが、戦時の中断もあり、日本のメーカーが技術面で成長を遂げ始めたのは、戦後の復興期以降であった。

戦後間もない時期から日本メーカーは新しい機能の開発や新機種開発において著しい発展を遂げた。わが国のエスカレーターの技術発展を支えた要因は以下の4点と考察する。

- ①社会環境からのニーズへの積極的な対応
- ②安全性確保・向上のためのたゆまぬ技術開発
- ③メーカー間の熾烈な開発競争
- ④国内市場の規模拡大

まず、①の具体例としては、戦後の欄干意匠の刷新で述べた全面照明化、透明化はわが国が世界に先駆け

て実用化した技術であり、その後の世界のエスカレーター技術開発の一つの方向を示すものとなった。開発の背景には、日本人特有の感性に加え、当時の百貨店など顧客側からの要望や期待にメーカーが積極的に対応したことが挙げられる。

1970年代にはオイルショック後の省エネルギー指向への社会環境の変化の中で、社会ニーズに応える一つの方策として中間駆動方式エスカレーターが登場し、その後各社とも省エネルギー機種への転換を図った。

1980年代以降、価値観の多様化、個性の追求という新しい時代のトレンドの中で世界初のスパイラルエスカレーターが誕生し、さらに高福祉化社会環境への変化に順応して世界初の車いす利用形エスカレーターが実用化された。福祉関連ではその後もバリアフリー化の要求に応じて、限界寸法を狙った各種の省スペース形（幅狭形、薄形）が開発された。

次に、②安全性確保・向上では、ステップ周りの安全性向上策として、踏板の周囲の注意表示帯に加えて段付クリートステップとフッ素樹脂コーティングスカートガードを世界に先駆けて実用化している。安全性の向上は世界のエスカレーターメーカー共通のテーマであるが、日本特有のきめ細かな安全性改善への配慮を具体化している。

上記①、②の各種開発アイテムともわが国のメーカー各社が自由でかつ熾烈な開発競争を展開してきたことが大きな推進力となり、成果に結びついてきた。

最後に④の市場について述べると、日本のエスカレーター市場は戦後の復興期と高度成長期を経て、20世紀の終盤には世界 No. 1 の位置を占めるに至った。日本経済全体の継続的な発展がその背景にあった。こうした大きな市場に恵まれたことが、日本メーカーにとって国内の需要家のニーズに柔軟に対応できた要因でもあった。早くから海外重点の戦略を展開したフジテックを除いた各メーカーは、海外市場を視野に入れて活動を展開しつつも、結果としては日本市場で優位に立つことが優先されたと思う。

しかし、今世紀に入り日本の技術発展を支えた要因に状況の変化が表れている。

国内市場の成長が鈍化し、むしろやや下降線にあり、世界市場における日本市場の相対的な低下の傾向が明白である。

この20年の発展の推移を振り返ってみると、国内マーケットの規模が大きかった時代が長く続き、発展要因①で述べたニーズとは主に国内の需要者のニーズであり、国内需要獲得のための技術開発に比較的大き

な開発資源を投入してきたと推察する。例えばバリアフリー関連の各機種（車いす利用形、省スペース形）は、欧米先進国に比べ交通機関の駅などでのバリアフリー化に後れをとっていた日本独特のニーズに対応したものと見えよう。

日本市場と海外市場の両方を推進することは容易ではないが、国際競争力の強化と言う点では、海外市場に展開できる製品群を増やさねばならない。

②の安全性向上策については日本と欧米諸国の意識の差を感じるところがある。

例えば欧州などではステップに黄色の安全表示樹脂のないエスカレーターをよく見かける。これを裏付けるかのように、2004年の欧州規格（EN115）の修正版では“yellow”の文字が完全になくなり、デフレクター（安全ブラシ）の設置を義務化した。ステップ端部の黄色表示はいわば日本製品のシンボルであり、EN側のある種の意図を感じるのには余計な勘ぐりであろうか。

欧州規格（EN115-1995年）で規定したスカートガード表面の低摩擦化は、日本での実績が評価されたと受け止める。ステップの安全表示、段付クリート、フッ素樹脂コーティングスカートガードなど安全面での日本製品の長所を世界に押し広げていくことは重要である。一方で、法規面で世界をリードしている欧州規格（EN規格）を適正に評価しなければならない。

#### 今後の展開に向けて

技術開発力をベースにした国際競争力は、最終的にはトータルの販売台数や売上に反映される。残念ながらこの数十年、昇降機事業における日本メーカーの位置は欧米各社に比べ低下傾向にある。バブル崩壊後のいわゆる失われた10年がこうしたマクロ指標に影響している可能性もあるが、それ以上に明白なのは、世界市場における中国のウェイトが高くなり、欧米メーカーの中国におけるシェアの拡大が日本勢の位置を低下させたことである。

もう一つの要因として、欧米メーカーは昇降機事業の歴史が古く、保守事業とリニューアル事業が日本企業より以前から定着し経営の大きな柱に成長していることも見逃せない。

内需拡大に繋がる諸施策に期待はするものの、日本市場の中長期の展望をみれば、今後の展開として今まで以上に国際競争力を高める技術開発が求められる。

それは、世界の需要者のニーズに対応することであり、異なる文化やニーズを持った諸外国と日本市場を両立させていくことである。知的財産権に守られた「売れる」製品をつくることは高度な技術が要求される。

日本はその世界戦略のエンジニアリングセンターとしての機能をますます発揮していかなばならない。

本文中でも述べたようにエスカレーターにおける安全性の追求はエンドレスのテーマである。このテーマはステップや乗降部周りにおけるいわゆるエスカレーター工学的改善に加えて、制御技術やセンサー技術を応用した新機軸が求められる。今後のあるべきエスカレーターとして以下にそのコンセプトを述べる。

安全性、省エネルギー、輸送効率を調和させたエスカレーターシステム、つまり、「一定速・連続運転」という従来のエスカレーターの方式から脱却した「可変速・非連続運転・緩起動停止」を標準とすべきと考える。これは既にインバーターの項で紹介したように技術としては確立されている。インバーター駆動、マイコン系のコストをいかに下げられるかの問題と考えるが、その中にいくつかの応用開発が必要であろう。日本市場向けの限定版機種とならぬよう、広く世界を視野に入れた製品戦略と技術開発を若いエンジニアに期待する。

注：

- (1) (社) 日本エレベーター協会：「平成 19 年度昇降機台数調査報告」エレベーター界 2008-136 号, 10 (2008)
- (2) Elevator World Inc.：「The Chinese Elevator Market and Elevator Industry」ELEVATOR WORLD, JULY 2004, 140 (2004)
- (3) (社) 日本エレベーター協会：「中国におけるエレベーター市場とエレベーター産業」エレベーター界 2005-4 月号, 40 (2005)
- (4) (社) 日本エレベーター協会：「第 10 回海外昇降機視察団(中国・北京)報告書」, 28 (2006)
- (5) (社) 日本エレベーター協会：「昇降機産業に関する統計調査」エレベーター界 2002-146 号, 46 (2002)

## 9 | あとがき

エスカレーターの実務から遠ざかってかなりの年月が経過しており、果してこの系統化の任務を遂行できるかというためらいもあった。

しかし、自分のルーツはエスカレーター設計にあり、それをベースとして一人前に育ててもらったという思いが強く、「恩返し」の気持ちで引き受けた。

いざ調査を進めると現役時代には知らなかった歴史の数々に巡り合い、改めて先人の知恵と努力に敬意と感謝の気持ちが湧いてきた。第一線を退いてからの比較的新しい歴史を含めて、最後まで興味深く取り組むことができたのは幸いであった。

事実には忠実にという考えに加えて、歴史をいかに解釈するかというテーマに意を注いだ、客観性の不足の点もあるかと思う。

冒頭で乗用エレベーターの実用化が、エスカレーターのアイデア創出のきっかけになったと推論した。黎明期に命名された「エスカレーター」という名称は、まさに「階段」と「エレベーター」のハイブリッドそのものであり、エスカレーターの原理的アイデアがエレベーターのDNAを持って誕生したことを改めて確信している。

2006年度に纏められた三井宣夫氏の「ロープ式エレベーター技術発展の系統化調査」は同族機種として実に心強い存在であり、少なからず影響を受けた。

作業の遂行にあたっては多数の皆様方のご支援を頂

いた。この場をかりて深く感謝の意を表したい。

日本エレベーター協会の萩中弘行氏には文献を提供頂くとともに、協会各社の支援体制を後押し頂き、順調なスタートを切ることができた。同協会・下秋元雄氏には文献の提供に加えて、細部にわたるまで多数の助言や指摘を頂いた。

エレベーターメーカーでは日立・齋藤忠一氏、東芝・星野裕史氏、日本オーチス・渡辺啓一氏、フジテック・太田憲一氏、三菱電機・治田康雅氏には各社の社内資料を含めた文献、写真、カタログなどの提供を受け、定期的に参集も頂き、数多くの意見や指摘を頂くなど一方ならぬ協力を受けた。

さらに協会誌「エレベーター界」出版社の渡部功氏には昇降機全体の歴史に関する情報提供を受けた。その他関連各社からも資料の提供や、産業技術史資料の所在調査などにご協力頂いた。

最後に、この1年間、三菱電機稲沢製作所の職場の一角に作業場所を確保してもらい、現役世代のエンジニアに交じって、時にPC操作の手ほどきを受けながら作業を遂行できたことも感謝の念にたえない。三菱電機各部門のご配慮に心よりお礼申し上げます。

エスカレーター技術の歴史を回顧し系統化することが今後の技術発展にいくらかでも寄与できれば幸甚である。

付録1 エスカレーター技術年表

西暦	和暦	国内エスカレーター関連事項	海外及び国内関連情報
1853	嘉永6		オーチス社設立
1854	安政1		E.GオーチスN.Yの博覧会で非常止装置の公開実演
1857	安政4		オーチス社世界初の乗用エレベーター納入
1859	安政6		ナサン・エームズ回転式階段で米国特許取得(No.25,076)
1892	明治25		ジョージ・H・ウィラー自動階段に動力ハンドレールを付加して米国特許取得
1892	明治25		ジェシ・W・レノ傾斜エレベーターで米国特許取得(No.470,918)、同年英国特許(No.5,088)取得 レノ社設立
1895	明治28		シーバーガーが「エスカレーター」の名称を付ける
1898	明治31		シーバーガーがハンドレール付自動階段の特許をウィラーから買収
1899	明治32		シーバーガーがオーチス社と提携し、史上初の踏段式自動階段を開発
1900	明治33		シーバーガー「エスカレーター」を商標登録
1900	明治33		レノ改良形傾斜エレベーターをN.Yの高架駅に設置
1900	明治33		オーチス社パリ万博に踏段式自動階段を出展
1901	明治34		オーチス社パリ万博機をギンベルズ百貨店に売却 レノ社改良形を英国鉄道初としてシーフォースサンド駅に設置(1906年撤去)
1902	明治35		オーチス社N.Y.メーシーズ百貨店に4台設置、その後4階まで増設、→1950年代まで使用
1905	明治38		オーチス社ウッドフォーステッドミルズ社向けに、初の可逆運転エスカレーター納入
1906	明治39		オーチス社、踏段式自動階段をN.Y.パワリ駅に設置 地下鉄最初
1906	明治39		レノ社ロンドン地下鉄ハロウェイロード駅にパレット式らせん形を設置、稼働実績なし、1911年撤去
1910	明治43		オーチス社、シーバーガーの特許権、商標権買収
1911	明治44		オーチス社がレノ社を吸収合併
1911	明治44		オーチス社ロンドン地下鉄にシーバーガーA形(踏段式横降り形)を設置
1914	大正3	東京大正博覧会にエスカレーター展示(オーチス社輸入品)	
1914	大正3	三越呉服店にエスカレーター設置:日本の1号機、現日本橋三越本店(オーチス社輸入品)	
1920	大正9		オーチス社、シーバーガーの踏段式とレノの傾斜形(クリート式)の長所を取り入れた新機種Lタイプ開発
1920	大正9		市街地建築物法の施行令に「昇降機」の用語始まる
1926	大正15		警視庁令「昇降機取締規則」日本初のエレベーター法規 「昇降機及びエスカレーターは…」と表現
1928	昭和3	新京阪電車駅ビルに国産1号機(日本エレベーター製造)	日本エレベーター製造(株):エスカレーター生産開始
1930	昭和5		「Escalator」の名称がASME A17.1に初めて登場
1932	昭和7	地下鉄最初・東京銀座線三越前駅(日本エレベーター製造)	
1933	昭和8	国鉄秋葉原駅に斜行長45m、2台(日本エレベーター製造)	東洋オーチス蒲田工場完成
1934	昭和9		オーチス社、光電装置感知により乗客がいない時減速する方式を試行、ロンドン・マナーハウス
1935	昭和10	東京・伊勢丹新宿本店5台(三菱)	三菱:エスカレーター生産開始
1935	昭和10		モスクワ地下鉄営業開始
1936	昭和11	日本初の二人乗りエスカレーター:神戸元町駅	
1937	昭和12		三菱:名古屋製作所に生産拠点移転・東洋一試験塔
1937	昭和12	大阪・大鉄百貨店に600D-P形2台(日立)	日立:エスカレーター生産開始
1937	昭和12	大阪市電に2段速度形:27/36m/分(日立)	
1937	昭和12		オーチス社:亜鉛合金のクリート踏み板
1938	昭和13		オーチス社:定期客船ニューアムステルダム向け船舶用
1938	昭和13		オーチス社:金属製の細かいクリート踏み板実施(29溝→105溝)
1940	昭和15		日立が日本エレベーター製造(株)を吸収合併
1948	昭和23		「東京都昇降機安全条例」公布
1949	昭和24	戦後1号機:東京・松坂屋銀座店地下600H-P形(日立)	
1950	昭和25	東京・池袋駅東横デパート(東洋オーチス)	「建築基準法」公布
1950	昭和25		オーチスの商標「エスカレーター」が一般名称となる
1951	昭和26		オーチス社:ドイツのフロール社合併
1952	昭和27	東京・白木屋百貨店本店:800形アルミダイカスト微細ピッチステップ国内1号機(三菱)	
1953	昭和28	世界初の全面照明形:東京・三越百貨店本店(三菱)	
1954	昭和29		米国・ハドソンマンハッタンエリー地下鉄駅に動く歩道
1955	昭和30	世界初の透明形:大阪そごう百貨店:中部透明、上下部照明形(三菱)	
1956	昭和31	部分透明形:東京・松坂屋上野店:中部下部透明形(日立)	
1956	昭和31	世界初の全透明形:東京白木屋百貨店(三菱)	
1957	昭和32	複列連動形:千葉・船橋ヘルスセンター800形(日立)	
1958	昭和33	全透明形:東京・銀座ショッピングセンター(日立)	建築基準法施行令「昇降機」公布
1958	昭和33	動く歩道:国内初の実物試作機:ハレット式(三菱)	東芝:東洋オーチスと資本提携しオーチス製品販売
1958	昭和33	巡航見本市船アトラス丸に800形(日立、三菱)	
1959	昭和34	動く歩道:東京・国際見本市に展示:コムヘルト式(日立)	建築基準法施行令「昇降機」施行
1959	昭和34	神奈川県・江ノ島に観光用4台:有料(日立)	建築基準法改正、「昇降機の定期検査制度」を創設
1959	昭和34	クリートライザーステップ採用開始(三菱)	
1959	昭和34	名古屋・松坂屋百貨店・全透明形(三菱)	
1961	昭和36	動く歩道:横浜・氷川丸(日立)コムヘルト式、欄干なし	「(社)日本エレベーター協会」建設省認可団体となる

1962	昭和37	京都・京阪神急行(現阪急)河原町駅(東洋オーチス)	
1963	昭和38	階高12.25mの全透明形・東京・西武池袋店(日立)	
1964	昭和39	国鉄向け・東京駅新幹線ホーム(三菱)	JIS A 4302「昇降機検査標準」制定
1965	昭和40	規格形エスカレーター: 800形不透明形(日立、三菱)	
1965	昭和40	フジテック1号機: 和歌山県・田辺百貨店	フジテック: エスカレーター生産開始
1965	昭和40	上部スプロケットの防音装置開発(日立)	
1966	昭和41	東芝1号機: 東芝科学館、2号機: いとはん百貨店	東芝: 昇降機自社生産開始
1967	昭和42	自動運転1号機・東京・営団地下鉄木場駅(三菱)	
1968	昭和43	日本初の柱なし透明形・富士フィルム本社(東洋オーチス)	国内エスカレーター: 速度27m/分から30m/分にアップ
1969	昭和44	全天候形・東京・赤坂東急ホテル800形(日立)	日本エレベーター協会標準(JEAS)発足
1970	昭和45	営団地下鉄・新御茶ノ水駅・階高20.415m: 国内最高階高(日立)	
1970	昭和45	東京国際空港: 全長146mの動く歩道(日立)	大阪万博開催
1971	昭和46	全天候形・兵庫伊丹防災ビル(800形)(三菱)	
1972	昭和47	二段速度: 営団地下鉄・原宿駅(三菱) 30/40m/分	東芝: 東洋オーチスと資本提携解消
1973	昭和48	大阪・梅田駅にパレット式動く歩道(三菱)	
1973	昭和48	二段速度: 営団地下鉄・国会議事堂前駅(日立)	
1974	昭和49	ハンドレールの直線駆動方式開始(東芝)	
1974	昭和49	二段速度: 営団地下鉄・永田町駅、市ヶ谷駅(三菱)	
1974	昭和49	ステップ側部の段付きクリアート開始(日立)	
1975	昭和50	ステンレス欄干採用開始(日立)	
1976	昭和51	歩道橋向け1号機・東京・錦糸町駅前歩道橋(三菱)	
1976	昭和51	フッ素樹脂コーティングスカートガード開始(三菱)	
1979	昭和54	中間駆動エスカレーター: 省エネ・省スペース形(三菱)	
1979	昭和54	省エネ・省スペース・オールステンレス形: ステンレスステップ開始(日立)	
1980	昭和55	中間駆動方式動く歩道・南海難波地下通路(三菱)	「建築基準法施行令」改正規定、 インレット安全装置、スカートガード安全装置設置 建設省告示1110号で動く歩道の構造基準制定
1981	昭和56	熱海市・世界救世教MOA美術館・傾斜角22°(三菱)	
1984	昭和59	世界初のらせん形・つくばショッピングセンター(三菱)	
1985	昭和60	世界初の車いす利用形: 横浜市営地下鉄岸根公園駅(三菱)	
1985	昭和60	東京・上野駅新幹線地下ホーム階高21.3m: 国内最高階高(日立)	
1987	昭和62	神奈川・向ヶ丘遊園に全天候形高揚程: 階高20m、25度(三菱)	
1988	昭和63	広幅形動く歩道・チャンギ空港: 踏面幅1,400mm(三菱)	
1989	平成1	広幅形動く歩道: 神奈川・横浜みなとみらい地区: 踏面幅1,400mm、速度30/40m/分(三菱)	
1989	平成1	徳島・エスカビル・鳴門: 800形階高34m: 東洋一の高階高(日立)	
1989	平成1	中間水平形エスカレーターの試作と技術発表(日立)	
1990	平成2	川崎モアーズ: 階高834mm: 世界最短でギネスブック(日立)	
1990	平成2	車いす使用者と一般乗客の同乗形開発: 大阪・花と緑の博覧会(三菱)	
1990	平成2	東京セサミプレイス・800形階高40.8m(三菱)	
1990	平成2	香川・レオワールド・1200形階高42m: 東洋一の高階高、中間踊場付き(三菱)	
1991	平成3	成田空港: 空港カート対応形(インバーター制御)(日立、東芝、三菱)	
1991	平成3	マイコン制御の自己監視システム搭載形(日立)	
1991	平成3	スリム形動く歩道: 成田空港(日立)	
1992	平成4	二段踊場付きウェーブ形・神戸ハーバーランド(三菱)	
1992	平成4	中間水平形の車いす利用形・JR東海・三島駅(日立)	
1993	平成5	電動三輪車いす対応の車いす利用形(日立)	
1994	平成6		ハートビル法施行
1995	平成7	電動三輪車いす対応の車いす利用形・JR福島駅(三菱)	ハンドレール安全装置設置開始、PL法施行
1995	平成7	既設一般形を車いす利用形へ改造: JR京葉線舞浜駅(日立)	
1996	平成8	新御茶ノ水駅: 階高20.415m2台リニユアル(日立)	
1996	平成8	階段手すり一体形: JR東日本・松戸駅(日立)	
1997	平成8	広幅形動く歩道: チャンギ空港、成田空港: 踏面幅1,400mm(日立)	
1997	平成9	透明欄干全天候形・階高13.6m: 京都駅ビル(日立)	
1998	平成10		エスカレーター耐震設計基準見直し追加
1999	平成11	リモートメンテナンスシステム稼働開始(日立)	
1999	平成11	薄形「ステップレーター」の開発(日立、日本フリスタ他)	
1999	平成11	世界初の列車連動形・JR東日本・赤塚駅(日立)	
1999	平成11	既設改造車いす利用形・千葉都市モノレール千葉駅(三菱)	
2000	平成12	ダイレクトドライブシステムTDシリーズ(東芝)	建築基準法施行令大幅改正(速度、角度、幅等緩和)
2000	平成12	可変速式動く歩道大臣認定取得(フジテック)	交通バリアフリー法施行
2000	平成12	幅狭形: 京急線・六浦駅(三菱) 中間駆動方式、全幅1,400mm	
2000	平成12	幅狭形: JR東日本・横浜線古淵駅: 全幅1,340mm(東芝)	
2000	平成12	薄形化エスカレーター: JR東日本・立川駅(日立)	
2001	平成13	ポールレス自動運転: 広島・平和祈念館(三菱)	
2001	平成13	異常予知機能付: JR東日本・王子駅(三菱)	
2001	平成13	国内向け35度形: 東京・ザ・スーツカンパニー(三菱)、福島市・平和通り地下駐車場(東芝)	
2002	平成14	横浜高速鉄道みなとみらい線・遠隔速度切換式(日立、東芝、三菱)	
2002	平成14	中間高速形エスカレーターの技術発表(三菱)	
2002	平成14	幅狭形を開発: 全幅1,330mm(日立)	
2002	平成14	最短工期設置エスカレーター: 土・日で設置(日立)	
2004	平成16	幅狭形を開発: 全幅1,330mm、上部駆動方式(三菱)	
2004	平成16	薄形動く歩道: 羽田空港第2旅客ターミナル(日立、東芝)	
2005	平成17	国内最大踏面幅の動く歩道: 中部国際空港: 踏面幅1,600mm(日立)	

## 付録2 エスカレーター登録候補一覧

番号	名称	資料形態	所在地	製作者	製作年	コメント
1	踏段式エスカレーター (シーバーガー式)	保存	三越環境ビル管理(東京都)	オーチス・エレベーター(米)輸入品	1914年	米国から輸入された国内第1号機及び1921年4台追加分の一部の写真
2	全面照明欄干エスカレーター	稼働	日本橋三越本店(東京都)	三菱電機	1953年	欄干部を乳白色照明で浮き出させた戦後の欄干意匠刷新のさきがけとなった機種、1990年リニューアル
3	複列連動形エスカレーター	稼働	住友信託銀行吉祥寺支店 (東京都)	日立製作所	1963年	上昇・下降2台を一つのモーターで駆動するエスカレーター
4	44UB スーパーグラス エスカレーター	稼働	富士フイルム本社ビル(東京都)	フロール・オーチス(独)輸入品	1968年	欄干に支柱のない完全透明タイプの国内1号機
5	中間駆動方式エスカレーター	稼働	西友東陽町店(東京都)	三菱電機	1979年	駆動ユニットをエスカレーターの間中部に配置し、複数駆動も可能にしたエスカレーター
6	スパイラルエスカレーター	稼働	インテックス大阪(大阪府)	三菱電機	1984年	らせん曲線にそって昇降する世界初のエスカレーター
7	車いす乗用ステップ付きエスカレーター	稼働	横浜市営地下鉄・岸根公園駅 (神奈川県)	三菱電機	1984年	車いすが利用できる世界初のエスカレーター
8	高揚程エスカレーター	稼働	エスカビル鳴門(徳島県)	日立製作所	1989年	階高34m、設置当時東洋一とされた高揚程エスカレーター
9	階段手すり一体形エスカレーター	稼働	JR東日本・松戸駅(千葉県)	日立製作所	1997年	並設階段の手すりをエスカレーターに組付け、省スペースを実現した初号機
10	列車連動形エスカレーター	稼働	JR東日本・赤塚駅(茨城県)	日立製作所	1999年	列車の発着に連動して、一台で上昇・下降に切替えるエスカレーター

## 国立科学博物館 技術の系統化調査報告 第14集

---

平成21(2009)年5月29日

- 編集 独立行政法人 国立科学博物館  
産業技術史資料情報センター  
(担当：コーディネイト・エディット 永田宇征、エディット 大倉敏彦・久保田稔男)
- 発行 独立行政法人 国立科学博物館  
〒110-8718 東京都台東区上野公園 7-20  
TEL：03-3822-0111
- デザイン・印刷 株式会社ジェイ・スパーク