

高揚程「CXシリーズ」エスカレーター

Development of High-Rise CX-series Escalators

近年、鉄道網の整備拡充、新交通システムの導入などが活発に進められ、これらの駅に設置されるエスカレーターが増加している。このような都市交通用エスカレーターは、昭和40年代半ばから普及し始め、しだいに高揚程化、高速化する一方、最近では、歩道橋や遊歩道に設置する屋外式、車いす兼用式などの特殊なエスカレーターも増加している。

今回、日立製作所は、高揚程エスカレーターを重点に、屋外式、車いす兼用式をモデルチェンジし、「CXシリーズ」のラインアップを完成した。このモデルチェンジは、各部のコンパクト化設計によって省スペース化と軽量化を図る一方、実績のある信頼性、耐久性及び保守性を維持し、併せて総合的に安全性を強化するなど数々の新機軸を打ち出した。

斎藤 忠一* Chūichi Saitō
石田 秋夫* Akio Ishida
伊豫田洋海* Hiroumi Iyoda
小嶋 和平* Kazuhira Ojima
木下 広志** Hiroshi Kinoshita

1 緒 言

エスカレーターの需要先は、デパート、スーパーストアなどのショッピングビルが72%(日立製作所過去5年間の実績分類)、駅などの都市交通機関が14%、これにホテル、レジャー施設、空港が続く分布となっており、商業圏を中核に幅広い分野で利用されている。そして、ビル内ではデザインが、都市交通機関では実用性が重視され、共通的に省スペース、軽量化という建築メリットの創出が強く求められている。

日立製作所はこれらのニーズにこたえるため、昭和62年に標準階高の6.5 mまでを対象にしたCXシリーズ¹⁾を発売したが、新感覚のデザイン展開、使い勝手の向上、軽量化などトータルバランスのとれた製品仕様が好評を得て、国内外で既に約2,000台が稼動中である。しかし、エスカレーターの需要を都市交通機関に限定して見た場合、都市の立体・高架化、重層化の急展開に加えて、地下50 m規模の大深度地下鉄構想が具体化の緒につくなど、エスカレーターがますます高揚程化する気運にある。このようなマーケットニーズにこたえるため、主に都市交通向けに安全性、耐久性及び保守性にかかわる基本機能のいっそうの充実を図る一方、屋外式、車いす兼用式を含めて省スペース化と軽量化を図った高揚程「CXシリーズ」エスカレーターを開発した(図1)。

本稿では、今回完成した新高揚程エスカレーターについて省スペース施策と軽量化、安全性の考え方と製品態様、及び屋外式と車いす兼用式の特長について述べる。

2 開発の背景と目標

都市交通機関の混雑緩和策として鉄道網が整備されるに従って、路線相互の交錯が年々顕著になり、必然的にプラットフォームと地上間の揚程差が大きくなっている。この現象は



図1 屋外に設置した「CXシリーズ」エスカレーター 屋外に設置して降雨、降雪、塩水などの過酷条件下で試験をした。

駅構内に設置されるエスカレーターを高揚程化させ、同時に輸送力を増強するためのスピードアップを求めるニーズにつながって顕在化している。

日立製作所は、早くから都市交通用エスカレーターの開発に着手し、昭和44年には、揚程20.415 mの超ロングエスカレ

* 日立製作所水戸工場 ** 日立製作所機電事業本部

ーターを帝都高速度交通営団の千代田線・新御茶ノ水駅に4台納入し、続いて昭和60年には、JR(旧日本国有鉄道)新幹線上野駅に自らの日本一の記録を更新した揚程21.323 m 6台を納入した実績がある。また、屋外式、速度30 m/min及び40 m/minの二速度式も都市交通の分野で長年の経験を持っている日立製作所が先べん(鞭)をつけたものである。

これまでの経験と技術を集大成し、かつ最近のニーズを総合検討した結果、この用途の理想的なエスカレーターとして、(1) 設置環境、長時間の運転、保守時間の制約などの条件を勘案すると、表面の材料をオールステンレス鋼化したVシリーズ²⁾以降の保守対応性にも優れた製品構成が最適である。

(2) 地下トンネルの小形化に対応して、乗客の安全性を損なわない範囲での省スペース化、それに建築の負担を軽減する軽量化が建設コストの面で有効である。

(3) エスカレーターの周囲を広くとって、乗客の交錯や、特に下降時の心理的な圧迫感を和らげる必要がある。

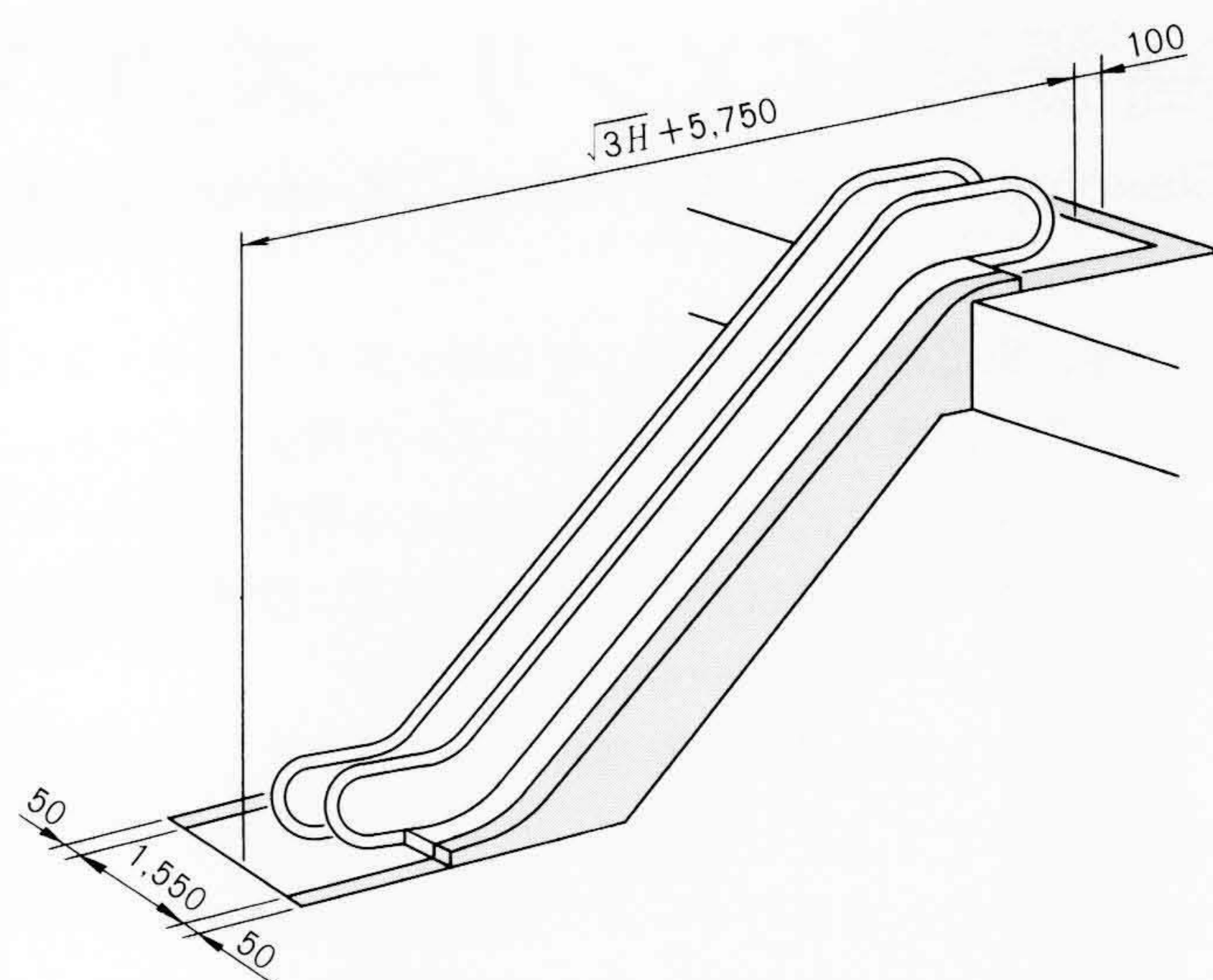
(4) 社会の高年齢化現象に伴って、乗降時の安全面の改善が重要課題である。また、車いす利用者に便利な車いす兼用式の普及が期待されている。

(5) 屋外式の普及と、これの省スペース化、信頼性の向上、及び管理システムの確立が必要である。

などが挙げられ、これらの製品テーマを開発の目標とした。

3 省スペース化と安全性の検討

駅の規模を把握し、将来の動向を予測するため、過去5年間の揚程を分類(当社実績)し、その結果を図2に示す。駆動機系の容量に従って区分される揚程6.5 m、9.5 m、13.5 mと、それ以上に分類したものである。これまでは、高揚程エスカレーターの標準的な揚程範囲を6.5 mから9.5 mに決めて、この範囲を揚程6.5 mまでと同じ全体幅1,550 mmとし、省スペースの効果を出してきた。今回の分類で揚程13.5 mまでのものが急増していること、また今後もこの傾向が続くものと判



注：略語説明 H(揚程)

図3 全体寸法と省スペースの効果 CZシリーズは、従来形よりも占有面積を7%以上低減している。

断し各部の小形化を集める一方、欄干寸法と安全性の関係についても十分に検討した上で、低揚程から高揚程の13.5 mまでの横幅をすべて1,550 mmに統一して、図3に示すように7%の省スペース化(当社比)を実現した。

3.1 省スペース化施策と軽量化

エスカレーターの幅、長さ及び深さを縮減することは、建築スペースを有効活用する面で重要であり、更に軽量化は建築の柱やはりの負担を軽減するメリットがある。一方、日常適切な保守点検を行うためには、エスカレーター内部の機器を小形・軽量化しておくことが大切であり、外形の縮小、内部空間の拡大という相反するテーマの調和が重要である。

一般に巻上げ駆動と称するエスカレーターは、上部の機械

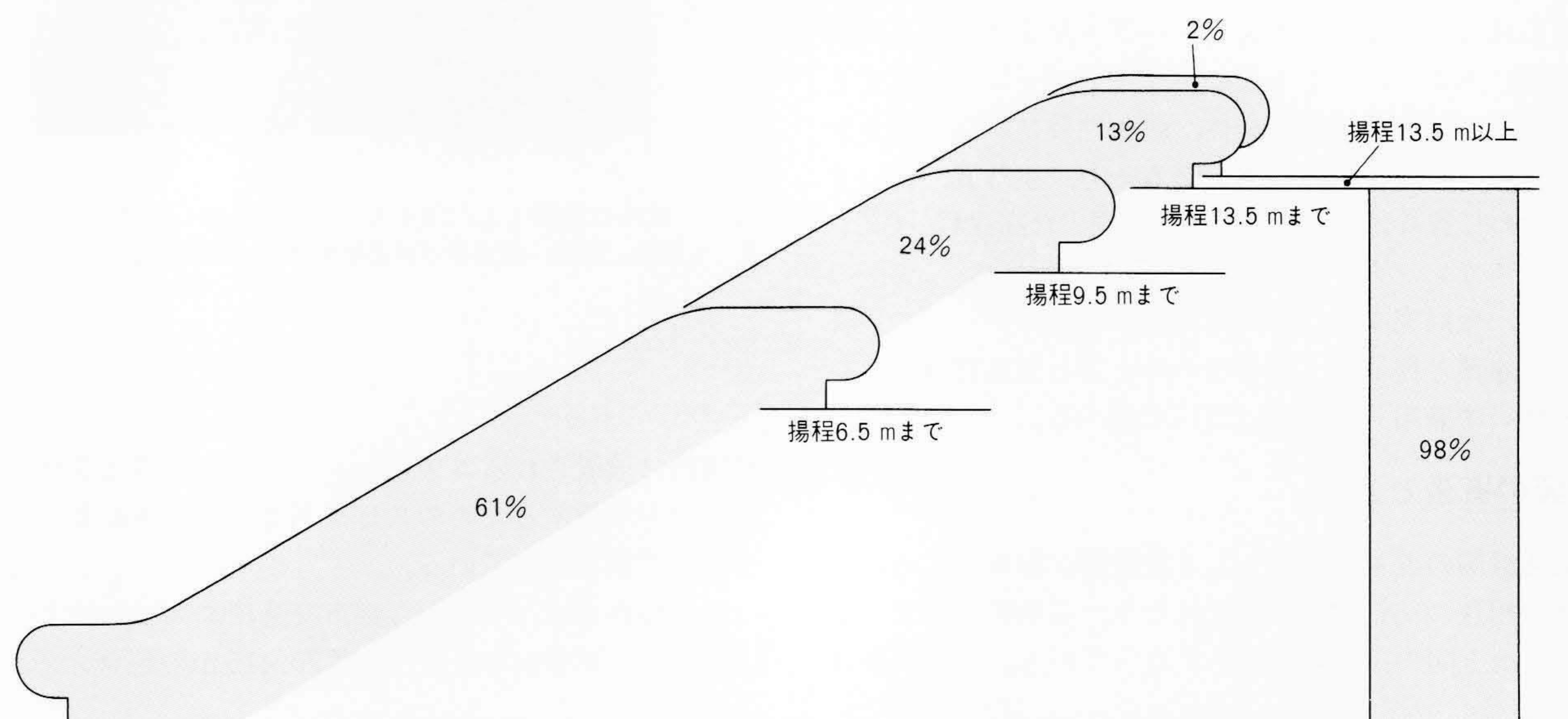


図2 駅に納入したエスカレーターの分類 過去5年間の納入実績を分類すると、揚程13.5 mまでのエスカレーターが圧倒的に多い。

室にあるターミナル歯車でステップチェーンと、これに連結された多数のステップ、それにハンドレールを駆動して乗客を輸送する方式である。占有スペースを左右するエスカレーターの全体幅は、大形のターミナル歯車とその付属部品の寸法によって決まる。従来の構造は、図4(a)に示すようにステップ駆動歯車(間隔 $W1$)の右側に3条の駆動歯車を配置し、更に左側に非常止めつめ車を設けた配置関係であり、これら各装置の寸法を累積した結果から全体幅を1,650 mmに設定してきた。今回、強度と寸法を吟味して同図(b)に示すように2条の駆動歯車を採用する一方、非常止めつめ車を駆動歯車の内部に効率よく収納して、全体幅を100 mm短縮した。この駆動構造については、全負荷条件での非常止め、制動特性ともに満足いく結果を得ている。

以上の省スペース化に加えて、L形鋼を用いたトラス構造フレームの採用、合理的な部材構成と機器配置などによって15%(当社比)の軽量化を図った。なお、図3で全長を100 mm短縮し、これを標準寸法として設定したが、この寸法は、用途別に検討して決定されるステップの水平走行距離、建築レイアウト及び保守スペースの余裕を総合判断した上で、できるだけ延長しておくのが得策である。

3.2 欄干寸法と安全性の検討

前に述べた全体幅の短縮は、安全性の面で欄干高さ、外デッキカバーの幅、それに人体の寸法と心理面に密接に関連する。乗客、特に子どもがエスカレーターの外側に不用意に身を乗り出し、近接する建屋の柱や天井などに頭部をぶつける事故が知られている。これを防止するため、危険な箇所に警告用のガード板を設置することになっているが、このCXシリーズでは、図5に示すように人体の計測データ³⁾を収集し、

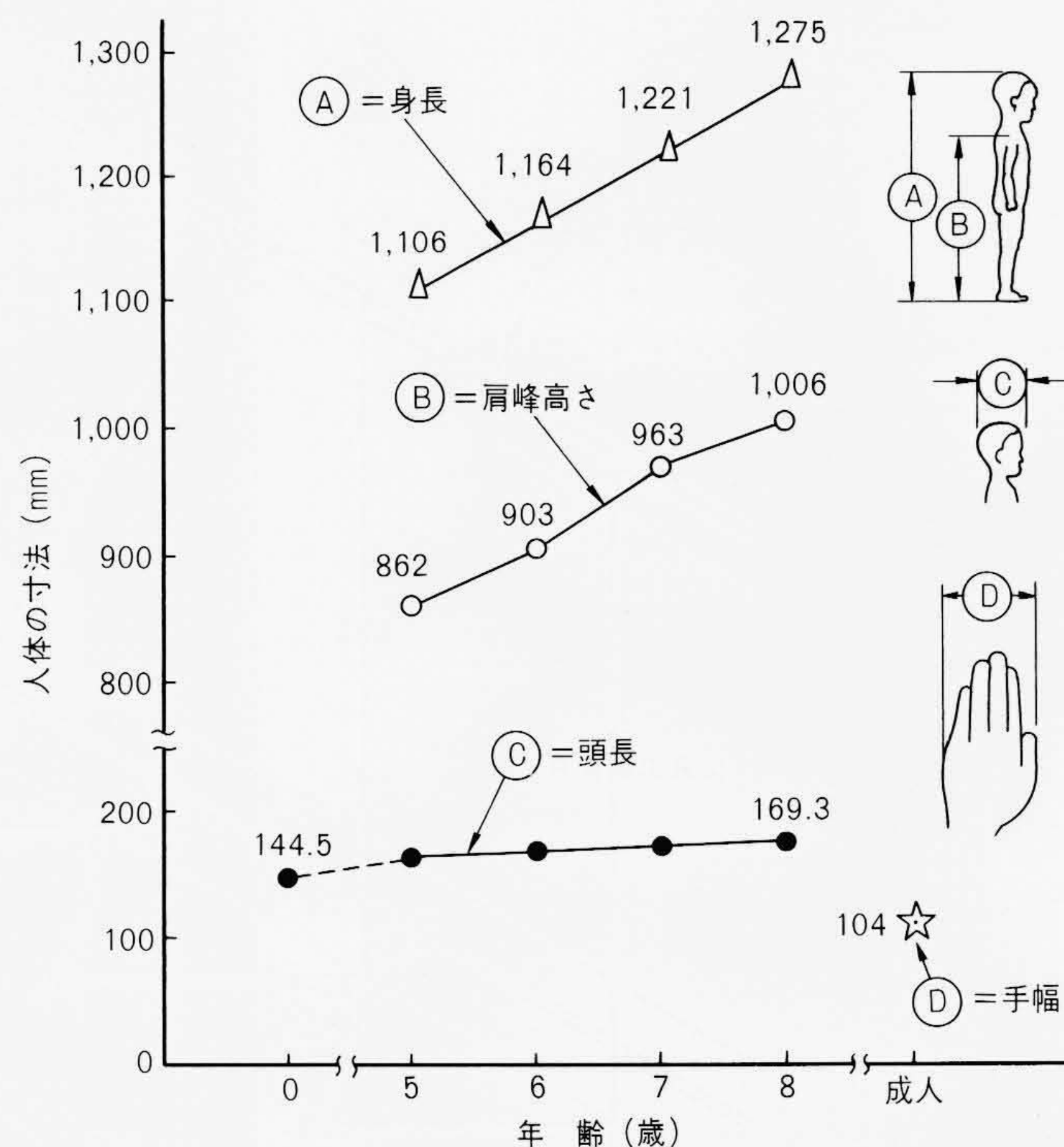


図5 人体の計測データ 人体の寸法と安全性の関係を、十分検討する必要がある。

これを欄干の寸法に反映させた。頭部の衝突は、ステップに乗った乗客がハンドレールの上面を越えて外側に身を乗り出したときに発生するものであり、同図に示した人間の肩峰高さがハンドレールの上面よりも高く位置したときに起こりやすく、特に歩行は活発であるが注意力が散漫な3～5歳児に

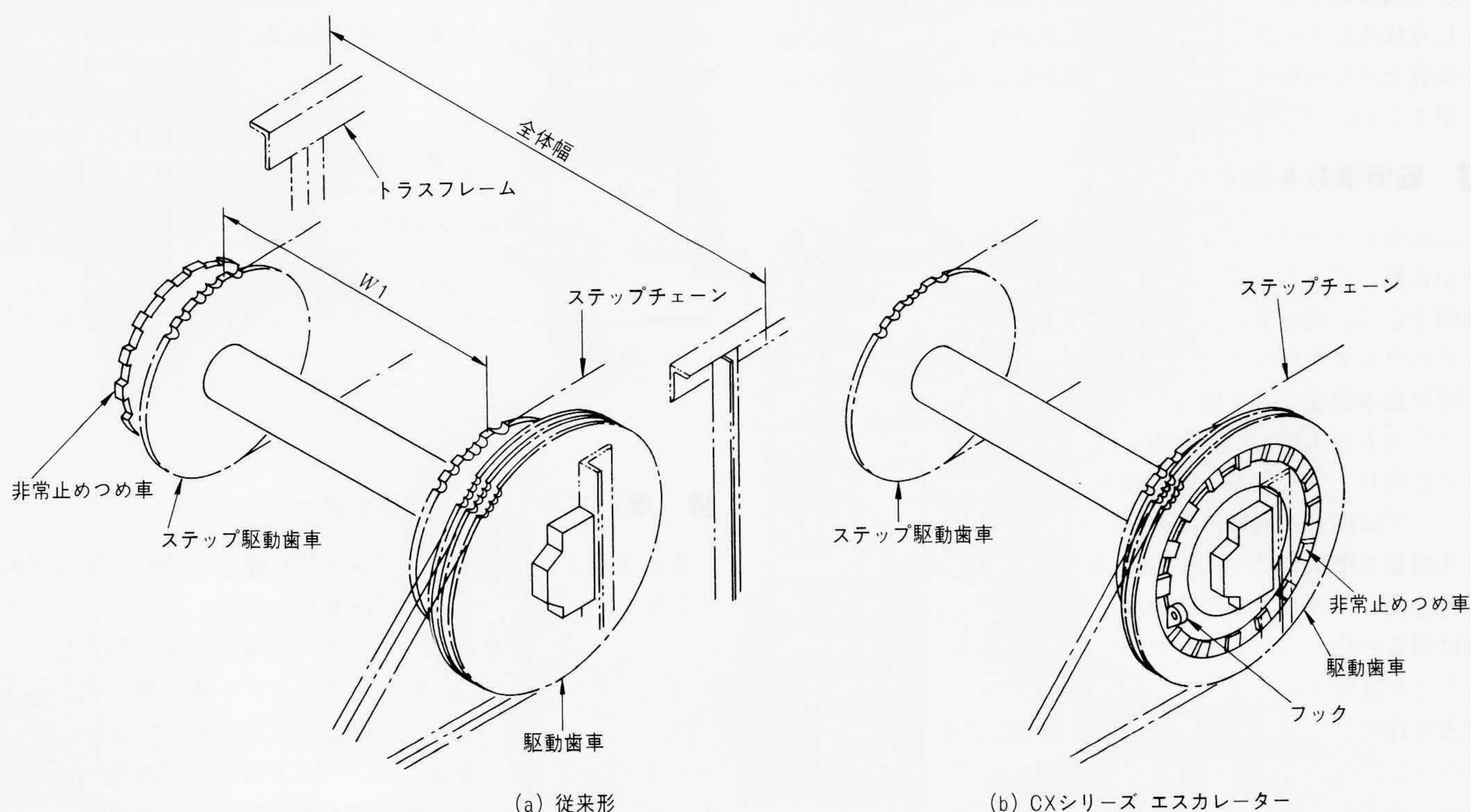


図4 上部ターミナル歯車の構造 非常止めつめ車を駆動歯車の中に収納して、省スペース化を図っている。

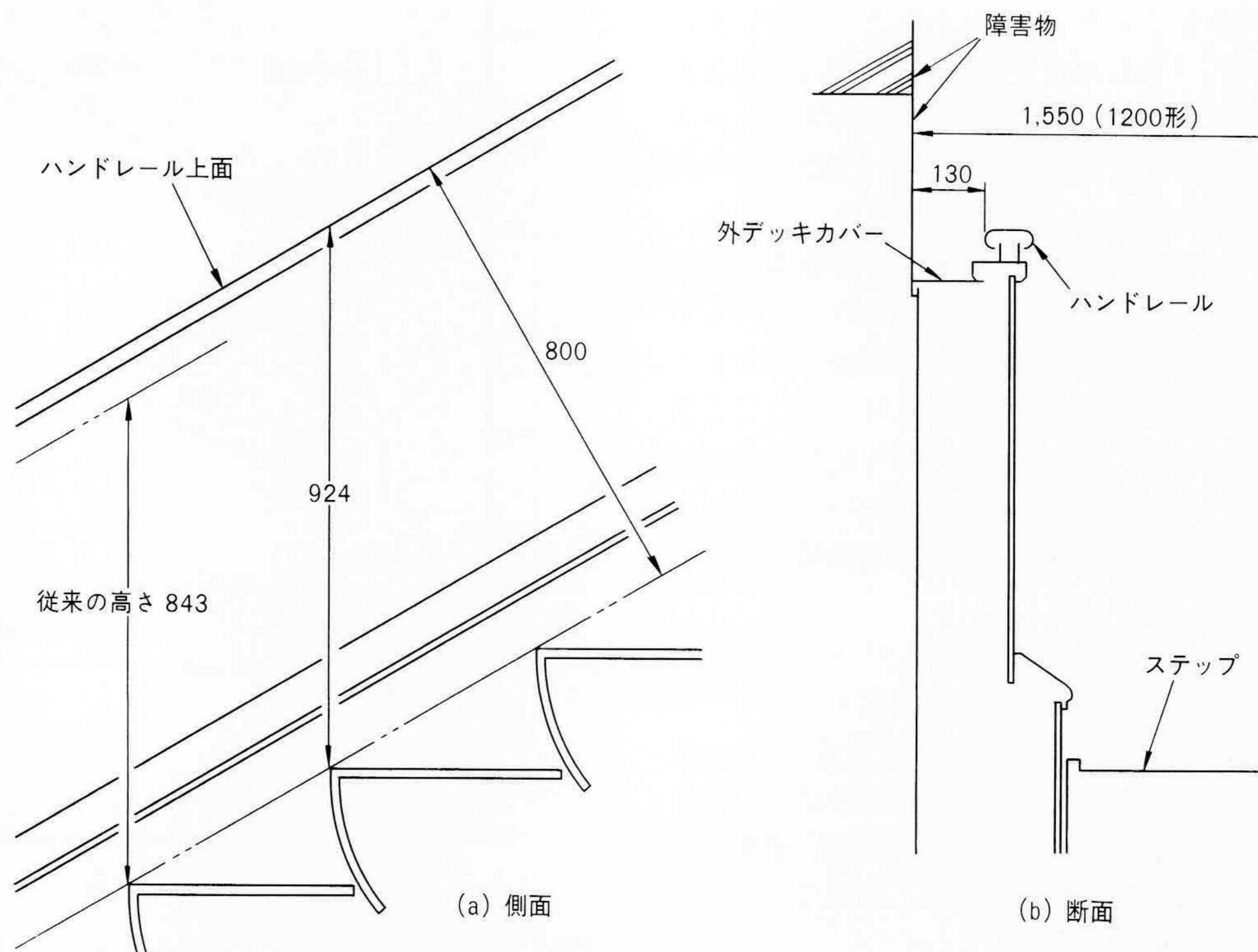


図6 エスカレーターの欄干寸法 人体の寸法を参考に、乗客保護に有効な寸法とした。

多いと推定される。このため、欄干の垂直高さを図6に示すように危険を予知できる能力を備えた学齡児の肩峰高さ以上、すなわち924 mmとする一方、ハンドレールの外縁からエスカレーターの外縁までの距離は、たとえ頭長144.5 mmのゼロ歳児(図5)でも頭を挟まぬように140 mm以下とし、更に成人男子の手幅以上とした。この間隔は、超高揚程で下降運転の場合、谷底に降りる状態のような心理的な圧迫を受けるため、むしろ拡大して解放感を付与すべきであり、並列設置の場合の乗客どうしの接触を防止する意味からも拡大しておくことが望ましい。

4 転倒事故を防ぐための施策

エスカレーターで人身トラブルが多いのは、乗降口の固定床から動いているステップに移り移る際の転倒である。主な原因として、高齢者が「静」から「動」への体重移動に失敗してバランスを崩すことがあげられ、今回、これを検証し、同時に抜本的な改善を図るため、日立製作所の研究部門でモニタテストを実施した。転倒を回避するために乗降床とステップに明りょうな色差、明度差を付けることが有効と考え、ステップは従来と同様の黒系統、乗降床は明るい色に着色した4種類を準備し、平均年齢67.4歳、男女各7人に試乗時の意見を聞いてみた。この結果は、表1に示すように乗降口床板は明るい色、コームは黄色の組合せが転倒防止に有効であることが証明された。また、色調4種について一対比較法で優劣を比較したところ、明るいベージュが最適であることが分かった。この結果、図7に示したように乗降床をベージュ、コームを黄色、ステップを黒色系とした明度こう配のある製品仕様を採用した。

表1 乗降口の色調とモニタ調査の結果 ステップと乗降口の色調は異なるほうが有効で、転倒防止に効果的である。

No.	設 問	結 果				
1	乗降口とステップの色差	あったほうがよい。 乗降しやすい。 80%		ないほうがよい。 20%		
2	コームが黄色あるいは黒色	黄色のほうが乗降しやすい。 91%		黒色のほうがよい。 9%		
3	乗降床の色調と乗り、降り時の移動しやすさの順位	色 調	ベージュ	ブラウン	グリーン	グレー
		乗るとき	1	2	3	4
		降りるとき	1	2	4	3

5 車いす兼用エスカレーター

車いす利用者にハンディキャップを感じさせない福祉指向の新製品である車いす兼用式が各地で稼動し、注目を集めている。これは、通常のエスカレーターの輸送機能を備えながら利用者の希望に応じて、特定のステップ1個が車いす輸送用に踏み面が自動拡張した上で図8のように輸送する機能を備えたものであるが、装置がコンパクトで信頼性が高いこと、既設エスカレーターや透明式にも適用できることなどの特長がある。製品の主な仕様を表2に示す。このエスカレーター

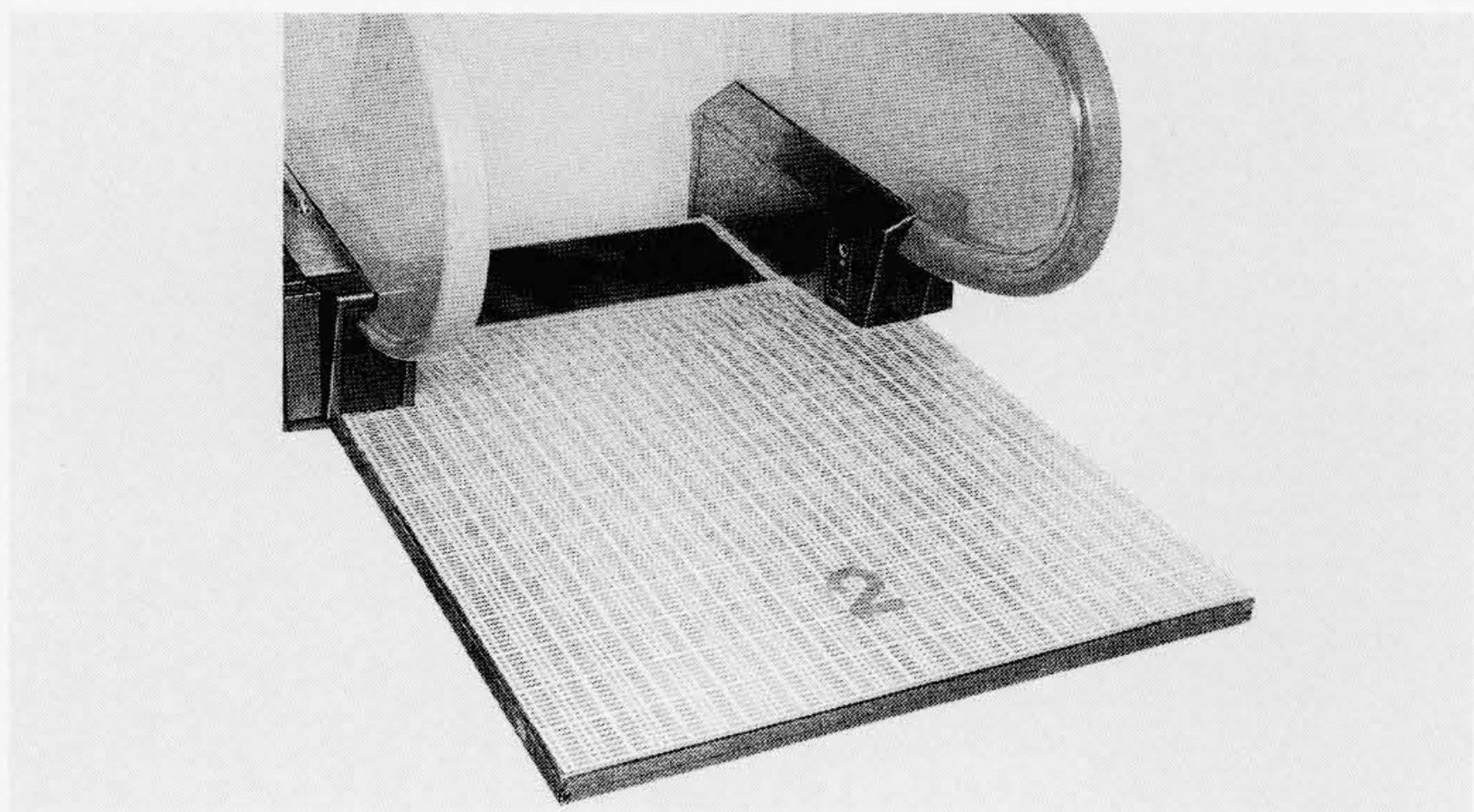


図7 CXシリーズエスカレーターの乗降口 床板、コーム、ステップにかけて、明度こう配を付けることが安全面で効果がある。



図8 車いす兼用エスカレーター 乗客の安全性を最優先にした福祉志向の製品として注目されている。

の機能とデザインについて、昭和62年度の通商産業省選定グッドデザイン賞・福祉商品賞を受賞した。

6 屋外式エスカレーター

屋外式エスカレーターも、高揚程のCXシリーズと同じく省スペース化、軽量化及び安全性の強化を図った。風雨、降雪環境に備えた特別仕様、管理システム⁴⁾などを確立した。

7 結 言

以上、従来機種に比べて大幅に性能を向上した新高揚程「CXシリーズ」エスカレーターを開発した。主な特長は、

表2 車いす兼用エスカレーターの主な仕様 エスカレーターに、インバータ、マイクロコンピュータを初搭載している。

項 目		仕 様
形 式		I200形
欄 干 意 匠		透明式、パネル式 (一般エスカレーターと同一意匠)
適 用 階 高		一般エスカレーターに準ずる。
速 度	通 常 時	30 m/min
	車いす運転時	15 m/min(インバータ制御)
運 転 方 式	通 常 時	可逆式キースイッチ運転
	車いす運転時	専任係員による車いす専用運転 (マイクロコンピュータ制御)
ステップ幅	通 常 時	1,004 mm
	車いす運転時	特定(車いす用)ステップだけ 有効内幅660 mm
輸 送 能 力	通 常 時	9,000人/h
	車いす運転時	1回平均4分(階高4mクラス)
適 用 車 い す		JIS T 9201に規定された車いす

- (1) 全体で7%(当社比)の省スペース化と15%の軽量化を図る一方、建築、保守点検に最適な構造とした。
 - (2) 乗客の安全に効果的な欄干形態、乗降口の構成を確立し幼児、高齢者向けに思いやりのある製品仕様を完成した。
 - (3) 車いす兼用式、屋外式エスカレーターも標準シリーズに加え、前述の成果を達成した。
- この高揚程「CXシリーズ」エスカレーターの仕様、機能及び特長が建設関係者の意に沿うことができ、建築との調和の中で生かされていくことができれば幸いである。

参考文献

1) 伊豫田, 外: 日立エスカレーター「CXシリーズ」の開発, 日立評論, 68, 6, 507~510(昭61-6)
2) 中沢, 外: V形エスカレーターの開発, 日立評論, 61, 11, 827~832(昭54-11)
3) 小原, 外: 人体を測る, 日本出版サービスなどの資料
4) 中沢, 外: 歩道橋向けエスカレーターと管理システム, 日立評論, 66, 8, 623~626(昭59-8)

論文抄録

キャリア注入型半導体 光スイッチとその集積化

日立製作所 井上宏明・石田宏司
電子情報通信学会論文誌C
71-C, 5, 720~726(昭63-5)

光集積回路に好適な導波路型光スイッチとして新しくキャリア注入型半導体光スイッチを提案した。キャリア注入による屈折率変化はその変化量が従来方式より約二けた大きく、入射光に対する偏光面依存性がないという特徴を持っている。

本方式を利用し、小形で偏光面依存性がないInGaAsP/InP光スイッチを試作し、基本特性を確認した。この結果をもとに、本光スイッチと分布帰還型半導体レーザ(DFB-LD)をモノリシックにInP基板上に集積化した光集積回路を実現した。更に、単一モード化が容易でいっそうの小形化に有利なS³(片渡り交差構造)光スイッチを提案し、光交換用の空間分割型光スイッチとして完全格子型4×4光スイッチアレーを構成、試作した。ここでは、このキャリア注入型半導体光スイッチと光集積回路の基本的な特性評価の結果をまとめている。

マルチプロセッサを用いた 電力系統シミュレータ用発電機 モジュールの開発

日立製作所 小海 裕・真鳥岩男・外1名
電気学会論文誌C
108-C, 2, 104~110(昭63-2)

近年、電力会社を中心として、電力系統の構成や運用方式を検討するための高度な解析手法の開発が要求されている。このニーズにこたえるため、当社は高精度のリアルタイムシミュレータの開発を行ってきた。このシミュレータは、マルチプロセッサから成るデジタル計算機を用いて、発電機モジュールを構成しており、ソフトウェア変更により任意の型の発電機を精度よく模擬できる特長を持っている。

本論文は、この発電機モジュールで、発電機の動きを表現する連立微分方程式を、マルチプロセッサを用いて並列処理する手法について述べたものである。特に、複数のプロセッサの同期化の問題や処理分担方法について詳述している。更に、幾つかのシミュレーション例を基に、開発したリアルタイムシミュレータの精度が良好であることを明らかにした。

Influence of Deposition Conditions on Properties of a-SiGe:H Prepared by Microwave Plasma CVD

日立製作所 渡辺猛志・東 和文・外4名
Jpn. J. Appl. Phys.
Vol. 27, No. 7, 1126~1131(1988-8)

マイクロ波プラズマCVD法によるa-SiGe:H特性の成膜条件依存性を検討した。基板温度、マイクロ波パワー及び成膜圧力の影響を調べた。特性が良いa-SiGe:Hはマイクロ波パワーが高く、成膜圧力が低い条件でだけ得られることが明らかになった。a-SiGe:Hの特性の低下は、SiH₄の分解が抑制される条件で生じることが示唆された。a-SiGe:Hの特性の低下を引き起こす機構に関してモデルを提示した。このモデルでは、SiH₄の分解経路が変化して、主な成膜種がSiH₃ラジカルからSiH₂ラジカルに変化することによって、膜は柱状構造となり、光導電特性の低下が起こる。成膜圧力を著しく低下させた場合の特性の変化は、イオン性成膜種の増加の影響と判断される。