

2807 新方式ホーム柵に対するホーム乗客の受容性に関する評価実験

○古賀 誉章(東京大学) 李 東起(東大大学院) 小崎 美希(東大大学院) 安斉 瑞穂(東大大学院)

正[機]須田 義大(東大生研) 正[機]福本 陽三(神戸製鋼所) 築城 彰良(神戸製鋼所) 野村 茂由(神戸製鋼所)

A Experiment Concerning Acceptability of Passenger to New Method of Automatic Platform Gate

Takaaki KOGA: the Univ. of Tokyo, 7-3-1, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-8656, Japan

LEE Donggi, Miki KOZAKI, Mizuho ANZAI, Yoshihiro SUDA: the Univ. of Tokyo

Yozo FUKUMOTO, Akira TSUIKI, Shigeyoshi NOMURA: Kobe Steel, Ltd.

Recently, Platform Screen Door and Automatic Platform Gate are placed in the train stations in the urban area for the safety and the smooth movement. On the other hand, the fact that it does not correspond to different types of train cars makes the placement difficult. Therefore, mobile Platform Screen Door and Automatic Platform Gate are studied, and the proposals for the composition that corresponds to different types of train cars and the way the door and gate moves to the door position of the next train before coming are made. Yet for the passengers, the system, which the door and gate move before hand, will certainly affect the pleasantness, since there is a constantly moving object closer than the train. Hence, the experiment was done to clarify how much Platform Screen Door and Automatic Platform Gate are accepted by the passengers, mainly by finding the relationship between the velocity of the gate and distance to the passengers through evaluation of a subject.

Keywords: Automatic Platform Gate, Platform Screen Door, Acceptability of Passenger

1. はじめに

近年、鉄道駅のプラットフォーム上に、ホームドア・ホーム柵等 (Fig.1・2) の設置が広がってきている。これらは安全対策・交通バリアフリー政策などに対応するものであり、省力化にも貢献することから、今後も都市部を中心に普及が進んでいくものと考えられる。しかし現状では、同時に多種多様な車両が走る路線もあり、車両の種別・用途や形式によって、車両長、ドアの数・広さ・位置なども千差万別である。対して、現在のホームドア・ホーム柵等は開口部が固定されており、その設置に際しては、車両側の扉位置の統一などの調整が必要となっている。したがって既設路線に導入する場合には、車両更新や定点停止装置導入などによって多大なコストがかかったり、列車種別に応じた車両の使い分けや行き先別の停止位置の微調整などの多様な形態のサービス提供ができないなど課題は多く、普及への大きな障害となると考えられる。

鉄道システム全体としては、やはり従来より当たり前を実現している多様な車両による目的に応じた運行形態を引き続き可能にし、さらに将来の新しい車両・運行形態への自由度を確保しておくことが望ましい。そのためには、“乗降位置がある程度自由に可変できる”ホームドア・ホーム柵等の設置が必要である。同時にこれらは停車位置ずれなどにも対応可能で、定点停止装置導入が不要になる上に、過走による遅延等を防ぐことができるのも大きな利点である。そこで、本研究では乗降位置可変型ホームドア・ホーム柵について、その有効な方策を検討・提案するものである。



Fig.1 Existing Platform Screen Door

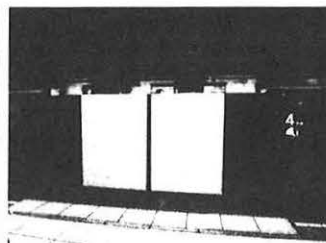


Fig.2 Existing Automatic Platform Gate

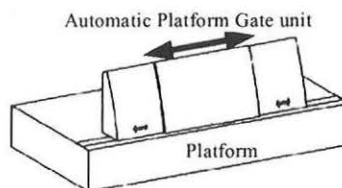


Fig.3 Basic unit of new Automatic Platform Gate

2. 乗降位置可変型ホームドア・ホーム柵の

課題解決方法の検討と提案

乗降位置可変のホームドア・ホーム柵については、既に何種類かの提案がなされているが、部分的な動作機構や特定の車両パターンのみでの限定された対応であった。そこで筆者らは、多様な車種に対して、編成全体を考慮して課題の解決を試み、以下のような構成と動き方について考案した。

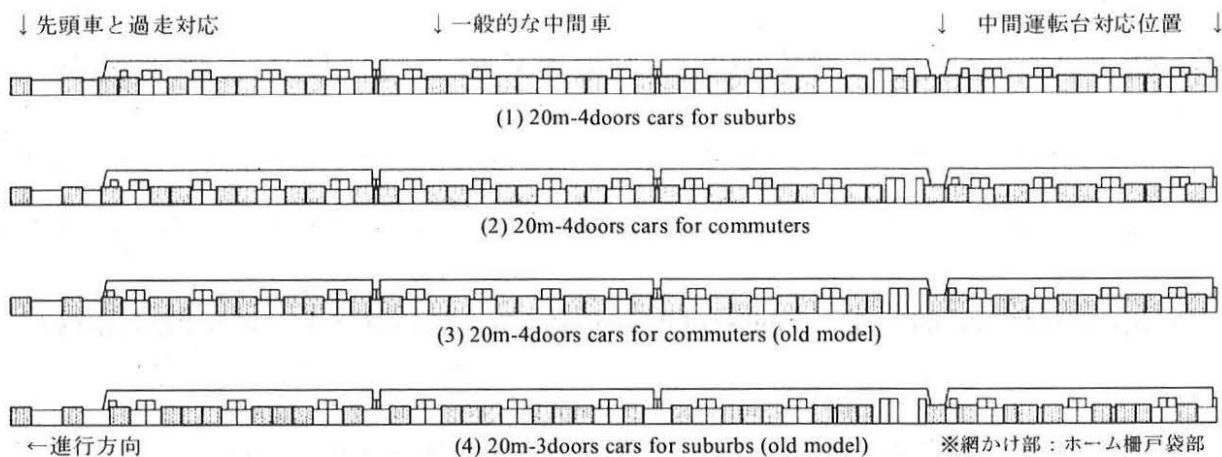


Fig.4 A sample of composition of Automatic Platform Gate corresponding to 20m-4doors-cars and 20m-3doors-cars

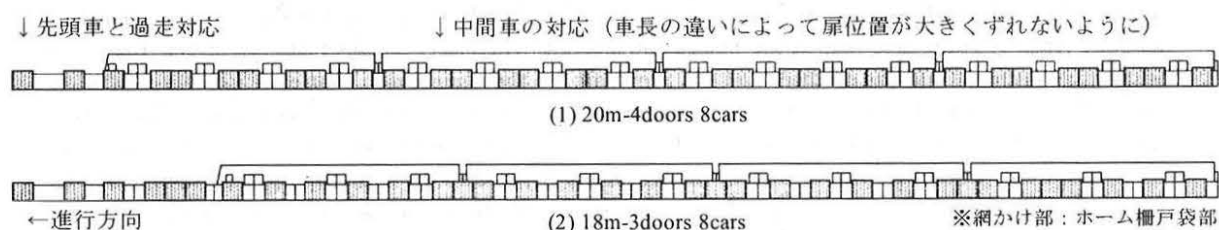


Fig.5 A sample of composition of Automatic Platform Gate corresponding to 20m-4doors-8cars and 18m-3doors-8cars

2.1 多様な編成に対応可能な構成

有効長 1.0m 程度の扉体が長さ 1.4m 程度の戸袋部の両側に各 1 枚出入りする (Fig.3), もしくは片側に二段で出入りするユニットを基本として, それらユニットがホーム端上のレールに添って連なり個別に移動できる機構を設定する. この構成によって, 前述の乗車位置可変に対する種々の問題に対応可能となる. 例として示すと, 20m 4 扉車と 3 扉車の混在への対応では, 同時に運転台付車両特有の扉位置ずれと乗務員室扉への対応, および 2m 程度の位置ずれへの対応などが可能である. さらに小さめのユニットを導入することで分割併合編成の中間運転台への出入りも可能となる (Fig.4). また, 8 両編成の 20m 4 扉車と 18m 3 扉車の混在対応でも, 同様に 2m 程度の位置ずれまでは対応可能で, 一部車両の 5 扉にも対応可能である (Fig.5). 2m 程度の位置ずれ対応は, 同距離までの過走にホーム側で追従することや, 行先・種別で停車位置を扉 1 ヶ所分ずらすことを可能にする.

2.2 次の列車に合わせ事前に動いておく動作

列車によって異なる扉位置に対応するためには, 次に来る列車の扉位置の情報を得る必要がある. ホームに進入してきた時点で列車から直接情報を受け取ることも可能だが, 電光掲示板等に表示するような運行情報から必要な情報を得ることができれば, 列車が進入する前にあらかじめ次の来る列車に合わせてゆっくりと穏やかに扉位置を移動しておくことが可能である. あらかじめ動くことによって, 列車到着時の扉位置調整の時間が最小限で済み, 無用に所要時間が延びるのを防ぐことができる. なおかつ開閉位置の調整には扉の開閉のような素早い動きは必要ないので, 駆動装置の小型化が可能という利点もある.

3. 列車が来る前に動作するホーム柵の

ホーム乗客への影響に関する実験的検討

3.1 実験の背景と目的

前述のように乗降位置可変型のホームドア・ホーム柵においては, 扉部分だけでなく戸袋部など全ての部分が移動する可能性がある. その場合, 列車の他に今までよりも人間に近い所に移動体が位置することになり, ホームドア・ホーム柵の移動に伴って, 従来の固定柵以上に, 不快感・不安感・違和感・恐怖感などを生じさせる可能性がある.

これらの感覚は移動体の速度だけでなく, 移動体と利用者との距離も影響すると考えられる. 利用者が不快感等を避けるためにホームドア・ホーム柵から離れると, その分プラットホームの有効幅が小さくなり, 空間効率や混雑率に悪影響を与える結果となる. ただし速度が遅ければ, ほぼ接触するような距離だとしても不快感等を感じない場合もあると推測される.

一方, 別途接触しても問題のない策を講じるとしても, 大多数の人にとって, 触らないでおこう, 距離をとろうと自然に思わせることは安全上望ましい. そのような適切な速度に設定できれば, 旅客がいたずらに距離をとったり, 反対に不用意に接触したりする可能性を低くすることができ, 動くときに危険性を知らせるために警告ランプや警告音を付加する必要もない. そこで, 利用者に不快感等を与えないようなホーム柵の移動速度と距離の関係性を明らかにするために被験者実験を行うこととした.

3.2 実験の概要

実験は, 東京大学生産技術研究所千葉実験所にて, 2009 年 10 月 4~9 日の間に行った. ドーム状の屋内大空間にある壇状の空間 (長さ約 10m × 幅約 1.5m) をプラットホ

ームに見立て、その端部に実物大のホーム柵を模した腰高の壁体（高さ1.30m×長さ6.00m）を設置した（Fig.6・7）。この実験用ホーム柵は電動で左右に動かすことができ、可動範囲は2.00mである。移動速度は、20・40・80・160mm/sの4段階に設定した。これは、既存のホームドア・ホーム柵の扉の開閉速度が約500mm/s、通常の歩行速度が約1,000mm/s（=3.6km/h）であることと比べるとゆっくりした速度である。なお、実験室内の暗騒音は約40dBAと静寂なのに対し、速度160mm/sの動作音は約50dBA（1m離隔）に達し、速度による動作音の強弱が評価に影響することが懸念された。そこで、ホーム柵の背後よりピンクノイズを付加して動作音をマスキングし、暗騒音が56dBAを下回らないようにすることで、動作音の影響を軽減することとした。

実験手順は、まず既存のホームドア・ホーム柵に対する印象を13項目×7段階（Fig.8）で聞いた後に、動かない実験用ホーム柵を見てもらい同様に印象を聞いた。次に、動かない実験用ホーム柵に対して、「不快感を感じずに待てる限界まで近づいて下さい」旨を教示して、1.5m離れた地点からホーム柵に、(1)正対して近づく、(2)右90度を向いて近づく、(3)背を向けて近づく、の3つの体勢で一通り練習を行った後に、この順番で本番の実験を行った。続いて、「実験用ホーム柵は次の列車の扉位置に合わせるために予めゆっくり動くこと」を説明し、20mm/sから上記(1)(2)(3)の順で実験を行った。各体勢では、扉の2種類の動作方向（左→右・右→左）について測定した。計6回の測定の後、被験者は今体験した速度のホーム柵について、先程と同様の13項目（Fig.8）で印象を評定した。その後40・80・160mm/sについても同様の実験をこの順番で行い、最後に実験全体についてのアンケートに記入してもらった。なお、各速度では動きに慣れるために測定前に十分な時間をとって、ホーム柵に近づいたり触ったりすることを許した。測定したのは、各体勢のホーム柵表面と上半身の一番近い部分との水平距離で、正面の場合は胸または腹、側面は肘から二の腕、背面は肩甲骨の表面であった（Fig.9）。

被験者は、19～39歳の計30名（うち女性12名）で、実験時間は一人1時間弱であった。

3.3 実験の結果と考察

実験で得られた距離は、年齢・性別など被験者属性に關しての有意差は見られなかった。被験者平均したところ、速度が速くなるほど不快感を感じない距離は単調増加する結果となった。体勢別ではどの速度においても、側面<背面<正面の順となった（Fig.10）。中央値を取ったところ、[40mm/s]と[80mm/s]の間で「側面前方から」以外の3条件では距離の増加が一時的に停滞する傾向がみられた。

一方、13項目の評定の結果を見ると（Fig.11）、既存ホームドアは、[(1)ホーム転落の不安]・[(2)電車への接触の不安]が他のホーム柵と比べて圧倒的に小さいが、[(11)閉鎖的に感じる]では、ひとつだけ強く閉鎖感が感じられており、上部までスクリーンで遮蔽されている特性をよく反映している。速度による変化をみると、[(3)柵等に接触し転倒する不安]・[(4)柵等に巻き込まれる不安]・[(9)近づきたくない]・[(10)落ち着かない]・[(12)気になる]では、速度が速くなるにつれてそう感じる人の割合が単調に増えている。

速度別では、[(6)動作が遅くてイライラする]・[(8)触ったり寄りかかったりしたい]では、[20mm/s]でそう感じる人の割合が多い。また被験者のうち1名が[20mm/s]で

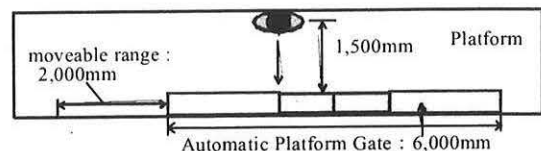


Fig.6 Outline of experimental Automatic Platform Gate

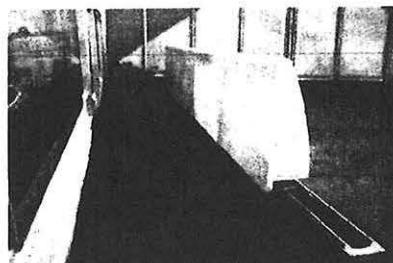


Fig.7 Photograph in experimental Automatic Platform Gate

今実験したホーム柵について なにもないホームと比べて (当てはまるところに印を)	大い にある	結構 ある	少し ある	でも ない	あまり ない	ほと んど ない	全く ない	コメントが あれば
(1)ホーム転落の不安								
(2)電車への接触の不安								
(3)柵等に接触し転倒する不安								
(4)柵等に巻き込まれる不安								
(5)乗降のときに不便								
(6)動作が遅くてイライラする								
(7)動作が速くて怖い								
(8)触ったり、寄りかかったりしたい								
(9)ホーム端に近づきたくない								
(10)落ち着かないと感じる								
(11)閉鎖的に感じる								
(12)気になる								
(13)不快である								

Fig.8 Questionnaire form of impression of platform door and gate

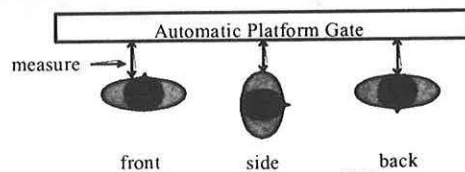


Fig.9 Measurement parts of distance

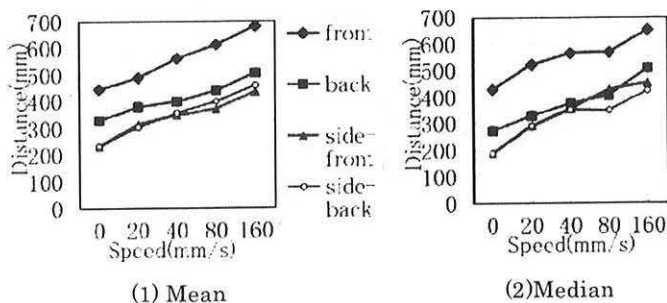


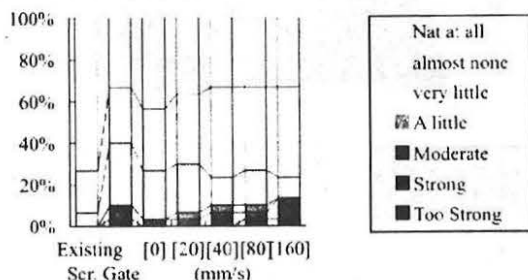
Fig.10 Distance between platform fence and the test subject

酔いを感じたとの申告もあり、[20mm/s]は乗客を自然に遠ざけられないだけでなく、不愉快な感覚を与える懸念もあるので不適当と考えられる。一方、[(7)動作が速くて怖い]では[80mm/s]以上で、[(13)不快である]では[160mm/s]になると指摘の割合が高くなっている。

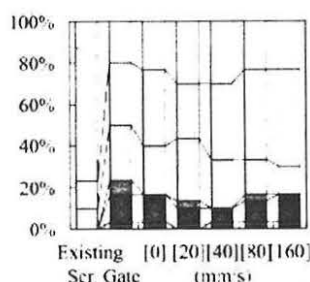
以上、測定値の中央値のデータや印象の評定結果から総合的に判断して、40～80mm/sの間に乗客のストレスが比較的少ない最適な速度があることが示唆される結果となった。この速度は、Fig.4・5の検討で戸袋部の事前移動

距離の最大値約3.0mに対して、40mm/sでは75sかかり、2分ヘッドでも45s程度の停車時分まで対応可能な数値である。

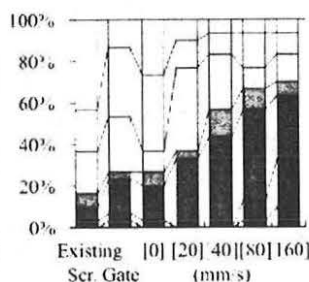
既存のホーム柵等の利用状況を観察していると、平均的に800mm程度離れて待つ人が多く、今回の最大速度[160mm/s]でも平均値・中央値は700mmを下回っていることから、ある程度速度で動かしても、極端にホームの有効利用幅が狭まってしまわないと推測される。また、既存のホーム柵では、戸袋に肘をついたり、寄りかかったりして、列車が進入してきても離れようとしないうえに散見されるが、本研究の結果からは少しでも動いていけば、ホーム柵等に体を預けるような行為は発生しないことが予測され、ホームの安全確保に一定の貢献ができると言える。



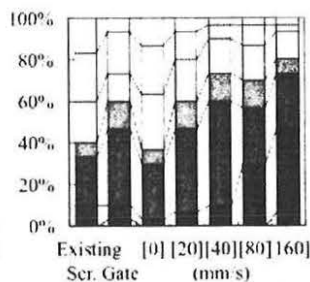
(1) Uneasiness of fall from platform



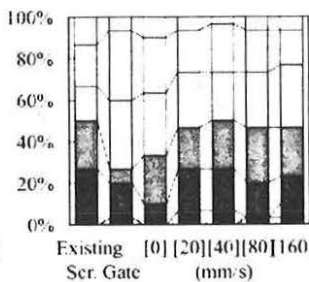
(2) Uneasiness of the contact to the train



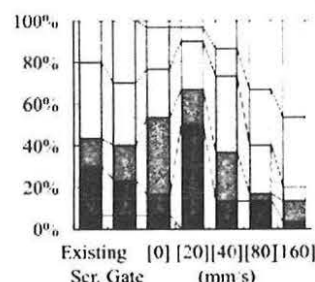
(3) Fear of falling by contact with it



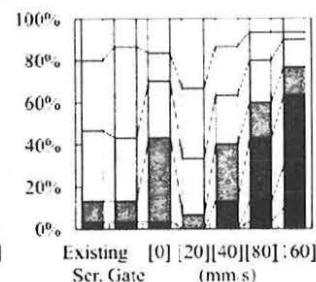
(4) The uneasiness that is rolled up in it



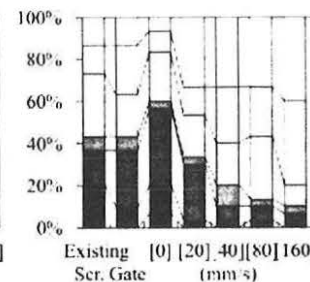
(5) Inconvenient at the time of ride



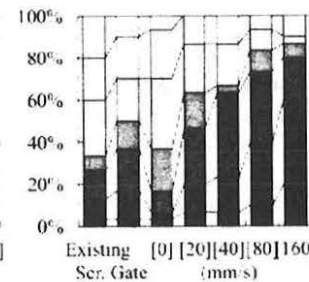
(6) Irritated at slow movement



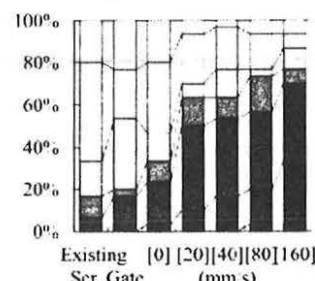
(7) Fear to fast movement



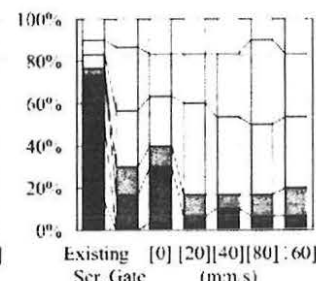
(8) Want to touch and lean



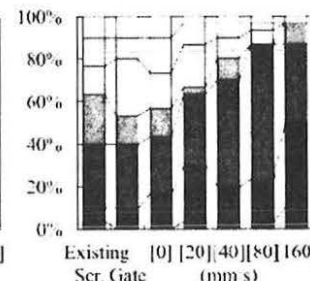
(9) Avoid to approach a platform edge



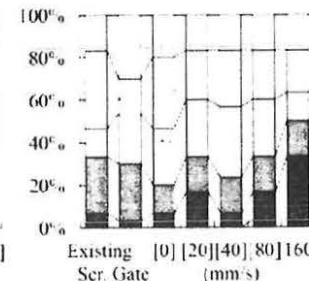
(10) Feel uncomfortable



(11) Feeling of closedown



(12) Noticeable



(13) Unpleasant

Fig.11 Answer ratio of impression of platform screen and gates

4. まとめ

本研究では、乗車位置可変型の新方式のホームドア・ホーム柵を検討・提案し、実験を行って具体的に最適な移動速度についても提案した。

本報では、あらかじめゆっくり動くホーム柵の速度は、40～80mm/sが適当との結果を得たが、この結果はあくまでも心理的なバリアに対する評価であり、目眩や酒酔いなどで無意識に柵に触れることは確実に発生するため、ホーム柵に接触しても安全が保たれる対策を別途取ることが求められる。また、結果は本実験の条件下での数値であり、全ての状況に適用できる数値とは言いきれない。例えば慣れてくれば、もっと高い速度でも問題ない可能性もあると考えられる。

今後は、新方式のホーム柵についてシステムやコスト・制御性などについて実用化に向けてフィジビリティスタディを行い、より安全で便利な鉄道システムの発展に寄与していきたい。

参考文献

- 1) 【特集】都市鉄道の車両標準化，鉄道ピクトリアル No.740，P.1-60，2003.12
- 2) 渋谷昌三：人と人との快適距離 パーソナル・スペースとは何か，NHKブックス，1990