

# 視覚障害者のための誘導システムの開発

## Development of the guidance system for the visually impaired

### — 駅プラットフォーム用転落防止システムの開発(第一報) —

### —Development of the system that prevents falling or accidents on the platform—

神籾 寿, 宇根 正美, 上月 秀徳

KAMIYABU Hisashi, UNE Masami, KOHZUKI Hidenori

#### キーワード :

視覚障害者、誘導、駅プラットフォーム、狭指向性スピーカ、平面波スピーカ、転落防止

#### Keywords :

Visually impaired , Guidance , Platform, Directional speaker , Flat-panel speaker , Preventing of falling or accidents

#### Abstract :

Our goal is to develop a system that supports visually impaired people who experience a lot of trouble with walking, especially on the platform.

There are a lot of visually impaired people who have fallen on the platform resulting in injury or death.

For that reason, we are trying to develop an announce system on the platform. It can be set up on the platform at a relatively low-cost, and users don't need to carry anything for this system. Visually impaired people can get a lot of information through this system.

As a result, visually impaired people can walk on the platform safely and smoothly without falling on the platform.

At this time, we verified that the directional or the flat-panel speaker was available for this system.

#### 1. はじめに

平成 12 年 11 月 15 日に通称交通バリアフリー法が施行されたことに伴い、各地でバリアフリー化が

徐々に進められつつある。また一方で、平成 13 年 9 月に視覚障害者用誘導ブロックの JIS が制定されるなどの動きも見られる。これらの動きに伴い、最近、駅プラットフォームにおける視覚障害者の転落事故が多数報道されている。しかしながら、プラットフォームでの転落事故は何も今に始まった話ではなく、過去にも多くの方々がけがをしたり、死に至ったりしている。視覚障害者へのアンケート調査では、特に危険を感じ、困っている場所として駅のプラットフォームと道路の交差点を挙げている。

現在、視覚障害者は障害者手帳ベースでも、全国に約 35 万人いると言われているが、高齢社会に入り、今後白内障や糖尿病による中途視覚障害者が増えることが充分予想される。

これに対して、既存の視覚障害者誘導システムは、電磁誘導や赤外線、超音波、電波を利用したものなど、各社多様な方式を採用しており、それぞれ一長一短があるため未だ統一されていない。さらに、装置自体が高価であったり、大型であったりするため、視覚障害者には使用しにくく、普及していないのが現状である。

本研究では、このような問題を解消した新たなシステムを提案し、その有効性について検証する。

#### 2. 駅ホームにおける転落事故

##### 2.1 転落事故の現状

1997 年から 1999 年の 3 年間に全国の JR・私鉄合わせて 156 件(自殺者を除く)のホーム転落事故が発生しており、そのうち 56 人が電車に巻き込まれ死亡しているという国土交通省の調査結果があるが、実際はそれをはるかに超える数の転落事故が発

生している。また、ノーマプラン社が行った視覚障害者への調査では、一人歩きする視覚障害者の半数、特に全盲者では3人に2人はホームからの転落を経験しており、また1人が何回も転落しているという結果がある。さらに、視覚障害者がもっとも危険を感じるのは、ホーム利用時であるということである。

## 2.2 転落事故の原因

転落事故の主な原因は、以下のようなものが挙げられるようである。

- ・ 視覚障害者誘導用ブロック（点字ブロック）の誤認識や踏み越え、周囲の地面と区別がつかなかったため
- ・ 人や視覚障害者誘導用ブロック（点字ブロック）上の荷物を避けていたため
- ・ いつも利用している慣れたホームで油断、安心したため
- ・ 急いでいたための不注意
- ・ 反対ホームに来た電車を勘違いしたため
- ・ 電車の連結部を乗車口と勘違いしたため
- ・ 車両編成がいつもより短かったため
- ・ 工事のため停車位置を変更していたため
- ・ 地下鉄で騒音の反響により進行方向を誤認識したため

## 3. 現在導入されている転落防止措置とその問題点

現在駅ホームにおいて導入されている主な転落防止措置およびその利点・欠点を図1に示す。視覚障害者誘導用ブロックは、以前よりかなり多く普及されているが、前節の転落事故の原因からもわかるように、これだけでは充分でない。また、ホームの構造上、奇妙な設置方法であったり、誘導プロ

システム	利点	欠点
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ホームドア</li> <li>■ ホーム柵</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 転落の危険性低下</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 導入コストが高い</li> <li>・ 人の流れが滞る</li> <li>・ ホームにスペースがない</li> <li>・ 車両ドア位置の統一必要</li> <li>・ 停止位置固定必要（自動運転など）</li> <li>・ 車掌が乗降状況を確認しにくい</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 点字ブロック</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 多数導入されている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 車いすが走行しづらい</li> <li>・ 踏み越えてしまう</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 転落防止幌</li> <li>■ ドアチャイム</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 比較的安価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ホームに車両がいるときのみ</li> <li>・ 各車両毎に必要</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 転落検知マット</li> <li>■ ホーム下避難スペース</li> <li>■ ホーム乗上用ステップ</li> <li>■ 緊急停止ボタン</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 比較的安価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 転落後の対策</li> </ul>

図1 主な転落防止措置

Fig.1 System for the preventing of accidents

ックが途中で切れてしまったりしているところも多数存在する。

プラットホームドアやホーム稼働柵は非常に有効であるが、設置工事が大掛かりとなり、設置コストが非常に高い。固定式ホーム柵はある程度の効果は見込めるが、ホームに歯抜けの壁ができることとなり、視覚障害者が勘違いした場合は結局同様のこととなり、完全に転落防止ができることにはならない。

また、阪急電車で採用されている車両間の転落防止幌やドアの開閉を電子音で知らせるドアチャイムなどは、比較的安価であるが、車両毎に設置する必要がある上に、電車がホームに入っているときのみのものである。転落検知マットなども比較的安価ではあるが、転落後の対策であるため導入効果が非常に薄く、転落しても大丈夫なホームに一步近づいただけである。

このように、交通バリアフリー法や転落事故が多数報道される現況に後押しされて、転落防止措置がとられるのは非常に良いことであるが、一方で安価だからといって不十分なものが設置されてしまうと、しばらくは本当に良いシステムは導入されないこととなる。また、駅や路線ごとに様々な方法を採用すると、結局視覚障害者には使いにくい駅ホームとなってしまう問題である。そのため、比較的安価で鉄道事業者が導入しやすく、ホーム転落を充分防止できるシステムを早急に開発し、普及させる必要がある。

## 4. ホーム転落防止システムの概要

### 4.1 製品コンセプト

現在導入されている転落防止措置の問題点を考慮し、以下のコンセプトで製品開発を行っていく。

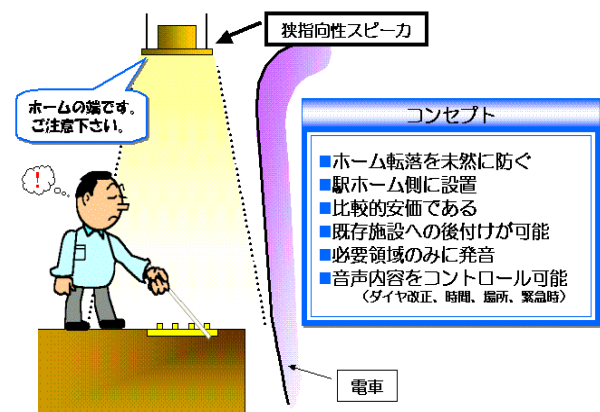


図2 システムイメージおよびコンセプト

Fig.2 Image and Concept of the system

- ・ ホームからの転落を未然に防ぐ
- ・ 駅ホーム側に設置する
- ・ 安価である
- ・ 既設の施設への後付けが可能である
- ・ 必要領域にのみ発音する
- ・ 音声内容をコントロール可能である（ダイヤ改正、時間、場所、緊急時）

#### 4.2 システムイメージ

ホーム転落防止システムのイメージを図2に示す。

本システムは、指向性の強いスピーカを利用し、駅プラットホームにおける危険領域（階段、ホーム端など）に入ったときのみ、その状況に応じた音声（シャワー）のように聞き、これによって視覚障害者が危険領域に入ったことを認識し、転落事故を回避することができる。その領域以外にいる他の利用者にはその音声が聞こえないため、迷惑にならないというものである。

また、今回考案したシステムは、駅ホームからの転落を未然に防止する他に、簡単な音声内容の切り替えによって、次に到着する電車や列車到着時には列車の入り口および車両番号などを音声で案内するため、視覚障害者がスムーズに乗車することができるというメリットや、視覚障害者は専用端末などの費用負担が発生しない上に、鉄道事業者にとっても、スピーカ・アンプを用いた安価なシステムのため、多大な導入コストがかからず、非常に有効となる可能性があると考えます。

#### 4.3 システム構成

ホーム転落防止装置のシステム構成を図3に示す。本システムは一般的なオーディオシステムの構成であるが、スピーカ部分に指向性の強いものを使用す

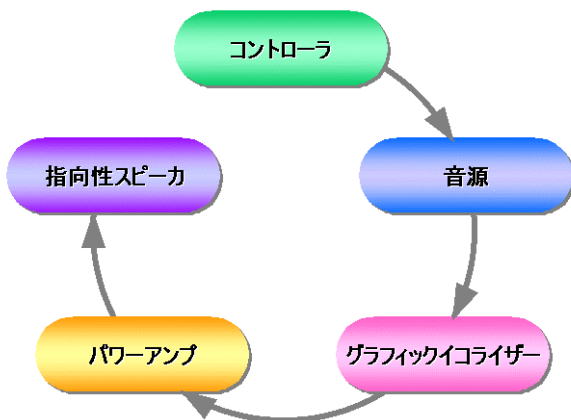


図3 システム構成  
Fig.3 Construction of the system

ることによって、ある特定のエリアだけに音声を案内するものとなる。これにより、一般的なオーディオシステム製品を使用することができ、プラットホームドアなどの大規模なシステムを導入することを考えると、非常に安価なシステムとなる。また、既に駅舎などにおいて導入されているシステムを活用すればさらに安価となる可能性があり、既設の施設への後付け導入もしやすい。

#### 5. 指向性スピーカ

今回、本システム用として検討した指向性の強いスピーカ2種類の概略について説明する。

##### 5.1 狭指向性スピーカ WS-90

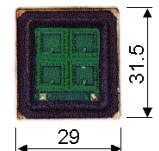
図4(a)に示す Panasonic 社製 WS-90 は、8つのコーン型ユニットをアレイ配置することにより、狭い指向特性を実現したものである。スピーカの水平方向（長辺方向）で約 $30^\circ$ 、垂直方向で約 $110^\circ$ （短辺方向）の指向特性を持ち、狭いエリア内に限定した放送が可能となる。

##### 5.2 平面波スピーカ FPS-200

FPS社製 FPS-200 は、図4(b)に示すような高分子フィルム振動膜上に多数のマイクロセル（スピーカ）を並べることにより、理想的な平面波を実現したものである。スピーカの水平方向で $0\sim 15^\circ$ 、垂直方向で $110^\circ$ の指向特性を持っている。その他、線状音源のため、コーン型スピーカに比べて減衰率が低く到達性が良いことや、高分子フィルムを採用したことによる耐水性・耐熱性の良さ、小さなセルを並べている構造上、ハウリング現象が起こりにくいなどの特長がある。



(a) WS-90



(b) FPS-200  
マイクロセル

図4 指向性スピーカ  
Fig.4 Directional speaker

## 6. 確認実験

ここでは狭指向性スピーカ（Panasonic 社製 WS-90）および平面波スピーカ（FPS 社製 FPS-200）の指向特性を確認し、駅プラットフォーム用ホーム転落防止システムへの適用有効性を検討する。

### 6.1 実験方法

人間が感じることのできる音（可聴音）の周波数帯域は、およそ 20 Hz～20 kHz であり、騒音の問題においては、可聴域のうち比較的耳の感度が良い 200 Hz～8 kHz ぐらいを対象とするのが一般的である。そこで、平均聴力レベルの測定でも一般的に使用されている 500 Hz、1 kHz、2 kHz の 3 通りの各音源周波数における、各測定点の音圧レベルを測定し、音源からの距離による減衰度合いをみる。

図 5 に示すように、音源高さ：2.68 m、天井高さ：2.87 m、測定高さ：1.56 m（身長 1.7 m の人の耳元）とし、測定点はスピーカの水平方向と垂直方向で音源から徐々に離れる向きにそれぞれ測定していく。また、音源の音圧レベルは、音源直下の測定点で 70 dB に設定する。

音圧レベルについては、音響測機社製スピーカ試験用発振器（OG-424）により各音源周波数の音を発生させ、小野測器社製普通騒音計（LA-210）で各測定点において測定する。

### 6.2 実験結果

スピーカの水平方向における指向特性確認実験の結果を図 6 および図 7 に示す。通常、指向角は音源音圧-6 dB の地点の角度で表されることが多いことから考えると、狭指向性スピーカ WS-90 については、音源周波数が 2kHz のときに約 30° 指向性が得られている。しかしながら、それ以下の周波数に

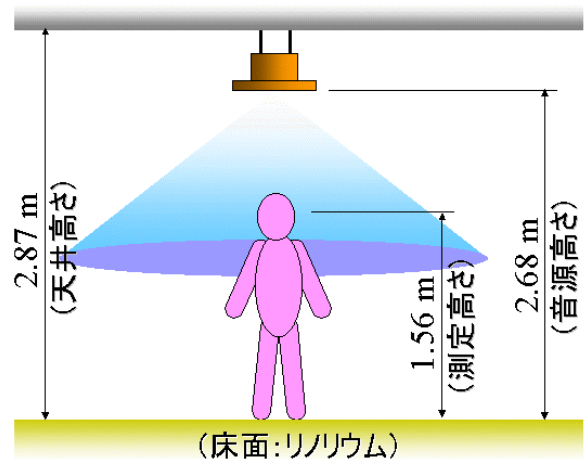


図 5 実験条件

Fig.5 Condition of experiment

なると、約 60° の指向性となることが判った。

また、FPS-200 についても同様の結果が得られ、図 7 に示すように、音圧レベルの減衰のしかたに差はあるものの、音源周波数 2 kHz において約 30° の指向性が得られることが確認できた。

### 6.3 考察

音圧レベルが 10 dB 下がると、一般的に人間の感覚的にはその騒音を半分以下に感じるようになるので、どちらのスピーカとも音源周波数 2 kHz の場合は、充分指向性が得られていると考えられる。

しかしながら、その他の周波数においては、必ずしも指向性が得られているとは言い切れない結果となった。

これは、床や天井面、壁面などでの反射の影響で充分指向性が得られていないためと考える。また、今回の実験で使用した FPS-200 は、平面波スピーカとはいうものの、家庭用テレビなどのサテライトス

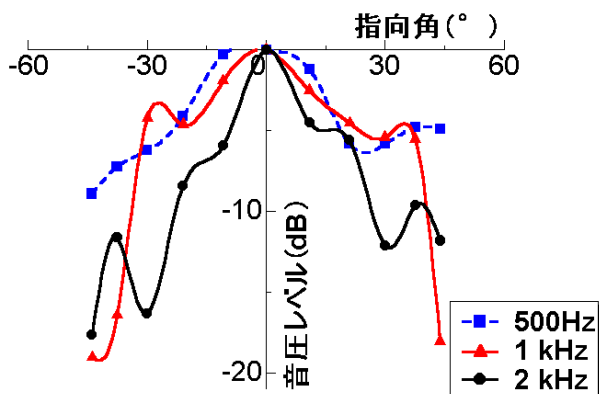


図 6 WS-90 指向特性実験結果

Fig.6 Result of the experiment on WS-90

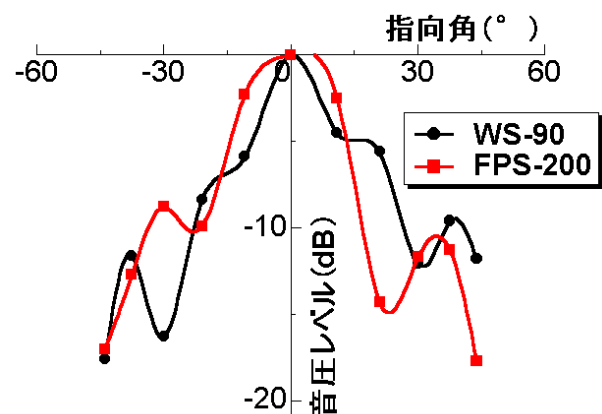


図 7 WS-90 と FPS-200 指向特性結果比較 (2kHz)

Fig.7 Result of the experiment on FPS-200 (2kHz)

スピーカとして使用されるものであり、スピーカ自身にも指向性を充分発揮するための処理がされていないのも原因の一つと考えられる。

今回の実験では確認できなかったが、FPS 社が開発した同じマイクロセルを使用し、充分指向性を出すように工夫されたパイプラインスピーカ（指向角度  $3^\circ$ ）を利用すれば、より良好な結果が得られ、今回検討したスピーカ以上の有効性が確認できる可能性がある。次年度はぜひ入手し、検討していきたい。

## 7. おわりに

本年度はまず、視覚障害者の駅ホームにおける現状の問題点および転落防止措置の現状について調査し、駅プラットホーム用転落防止システムの概略イメージを作成した。

今回考案したシステムは、駅ホームからの転落を未然に防止する他に、次に進入する電車の案内や乗車口・ドア番号の案内などを行うこともでき、非常に有効なシステムとなると考えられる。

また、そのイメージに基づき、指向性スピーカの本システムへの適用有効性を検証した。

指向性の強いスピーカが、ホーム転落防止システムに利用できそうなことは確認できたが、システムイメージにある音の壁（シャワー）というには、指向特性の面でまだまだ不十分であった。今後は、より指向性の強いスピーカや指向特性を向上させる工夫についても検討した上で、それらの結果を鉄道事業者に持ち込み、うまく連携をとって共同開発していきたい。また本システムは、特に無人駅などの人的サービスが不足している駅に有効であると考えられるため、それらの駅ホームに実際に設置し、実証試験を行っていきたい。

## 参考文献

- (1) ブルックの会：視覚障害者の駅ホーム転落事故に関するアンケート集計結果，1999
- (2) 福祉ウォッチングの会：視覚障害者のホーム転落事故調査，1996
- (3) ノーマプラン社：一人歩きする視覚障害者の事故実態調査，1994
- (4) 日本点字図書館：朝起きてから夜寝るまでの不便さ調査，1993
- (5) 神籾，森山：視覚障害者用コミュニケーション機器の開発 点字読取補助装置の開発 ，福祉のまちづくり工学研究所研究報告集，2000