

旅客の誘導支援を考える

石突 光隆
構造物技術研究部
(建築研究室 研究員)

山本 昌和
同
(同 副主任研究員)

伊積 康彦
同
(同 室長)

青木 俊幸
情報管理部
(部長)



いしづき みつたか



いづみ やすひこ



やまもと まさかず



あおき としゆき

はじめに

旅客への誘導案内は、インフォメーションセンターや改札口の駅係員による、人が行うものと、案内サインや案内放送のような機械設備によるものがあります。近年では、ICT（情報通信技術）の進化によって、動的な情報媒体としてデジタルサイネージ（電子看板）を使った案内も増えてきています。このように、様々な方法を使ってより快適に駅を利用していただくために、駅構内では多くの誘導案内情報を発信しています。以下では、主に鉄道総研で行っている誘導案内に関する基礎研究を紹介します。

音声放送による誘導案内

駅空間は不特定多数の方が利用する空間ですので、初めて行く駅では、道案内や乗換案内の情報が必要になり、普段使う駅でも列車の運行情報などの情報が必要になります。ここでは、音声放送による誘導案内を行うために必要となる、音声放送の聞き取りに関する試験について紹介します。

駅では、普段からさまざまな案内を行うため、多くの案内放送が流れており、それ以外にも足音や話し声など、多様な音であふれています。また、駅空間はタイルや金属板など、音を反射しやすい仕上げ材が使われていることが多く、旅客に必要な情報を伝えるには駅空間の音環境を適切に評価・設計する必要があります。

案内放送の聞き取りやすさ（以下、明瞭度と表記します。）に関しては、音響設備の性能、案内放送の音量、放送する場所の音環境が大きく影響します。実際に首都圏の駅コンコースで騒音レベルを測定してみると、ほとんどの駅で60dB～70dB程度の値を示します¹⁾。これらの騒音レベルに対して、旅客がどのように感じているのかを調査するため、「うるささ」に関するアンケートを行いました。その結果、騒音レベルが60dBで「やや静か」、65dBで「どちらでもない」、70dBで「やや騒々しい」ということが分かりました（図1）。

旅客に聞き取りやすく音声情報を伝えるためには、騒音レベルに対して案内放送のレベルを適切に調整する必要があります。この案内放送のレベルを適切に設定するには、明瞭度を評価する必要があります。明瞭度を評価するための手法としては、物理的に測定する方法と、被験者が評価する方法があります。

音声の明瞭度に関する物理的な測定では、試験用の音源をスピーカーから流し、これをマイクで収録した音がどの程度音源から変化しているかを計算で求めるSTI（Speech Transmission Index, 話声伝送指数）という方法があります（図2）。

また、被験者による明瞭度の評価方法として聞き取りにくさ試験があります。聞き取りにくさ試験は、被験者がよ

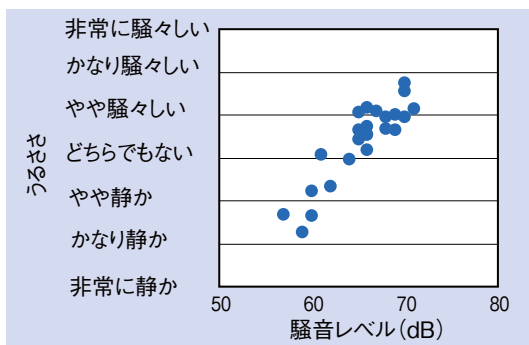


図1 騒音レベルと「うるささ」の関係



図2 STI試験の様子

表1 試験用音源の内容

「ご通行中のお客様にお知らせ致します。ただ今、案内放送の聞き取りやすさの調査をしております。大変ご迷惑をおかけしております。お客様のご理解、ご協力をお願い致します。」

く知っている文章や言葉を用いた試験用音源を、ある地点で聞き取り、それを「聞き取りにくい」から「大変聞き取りにくい」までの4段階で回答し、「聞き取りにくい」以外の回答をした被験者の割合で評価します。表1に示すアナウンスを音源とした試験の結果を図3に示します。横軸は、試験用音源とそれ以外の騒音（暗騒音）のレベル差を表しており、符号がマイナスの場合では、試験用音源よりも暗騒音の方が大きい場合を示しています。縦軸は聞き取りにくさを表しており、値が低いほど明瞭度が良いことを示しています。騒音レベルが大きいほど明瞭度が良くなっており、+7dB以上でほとんどの人が聞き取りにくいと回答していることがわかります。

実際の駅空間では、列車待ちや人との待ち合わせなどで立ち止まっている場合と、目的地に向かって移動している場合があります。そこで、被験者が単独で歩いている場合と群集で歩いている場合に同様の聞き取りにくさ試験を行いました。その結果、レベル差が同じ場合、群集歩行時では静止時と比較してさらに聞き取りにくくなるという結果が得られました(図4)。

視覚情報による誘導案内

音声放送による誘導以外に、視覚情報を用いた誘導があります。駅の中では、出口や番線等の目的地へと誘導する案内サインが多く、それと合わせて消防法で定められている通路誘導灯や避難口誘導灯があります(図5)。近年では、LEDによる電光掲示板や、液晶ディスプレイを用いて動的な情報(列車の運行情報、広告)を提供するデジタルサイネージも導入されています。このデジタルサイネージを用いて、実駅で車両の混雑緩和の検証実験を行いました²⁾。

列車や車両ごとに混雑率には差があります。先発列車が非常に混んでいたのに、次発列車は空いていた、という経験があるかもしれません。本実験では、当該駅に入線する際の、先発・次発列車の乗車率をホーム上に設置したデジタルサイネージに表示することで、より空いている車両への誘導が可能か検討しました(図6)。他の車両への誘導効果は、当該車両を利用した利用客に聞くのが一番正確ですが、通勤時の利用客に聞くのは困難なため、乗車人員の変化を計測することで効果を検証しました。乗車人員は、列

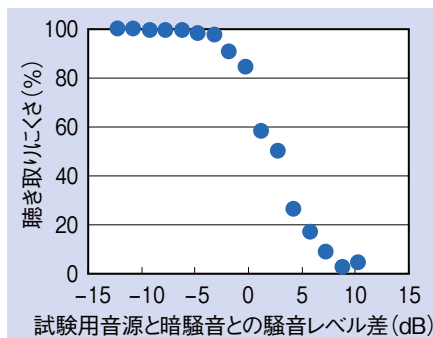


図3 聞き取りにくさ試験結果

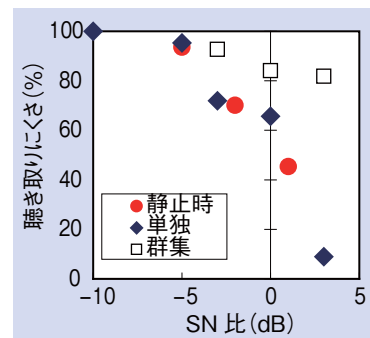


図4 歩行時の聞き取りにくさ



図5 駅内のサイン(案内サイン, 通路誘導灯, 避難口誘導灯)



図6 乗車率の表示実験(表示画面と実験風景)

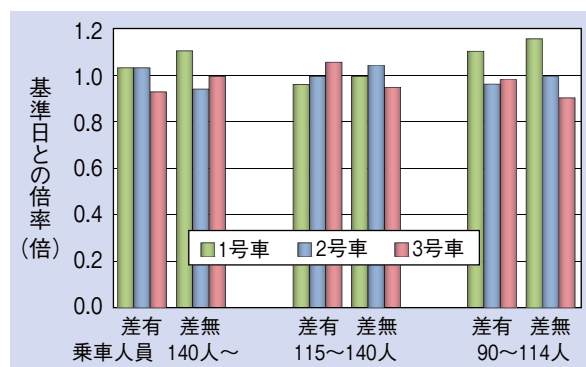


図7 車両ごとの乗車比率の実験結果

車や車両ごとに日々変化することから、事前に行った調査を基準日として、結果を乗車人員の比率で表しています(図7)。また、乗車場所の変化は、入線してきた列車の乗車率によって変化すると考えられることから、階段に近い3号車とその隣の2号車の乗車率の差の有無(3号車の乗車率が2号車の乗車率よりも低いか、低くないか)と、各車両の乗車人員(3段階)で結果を整理しました。

最も誘導効果を期待したい場面である乗車人員が多い140人(乗車率190%)以上の場合では、表示された乗車率

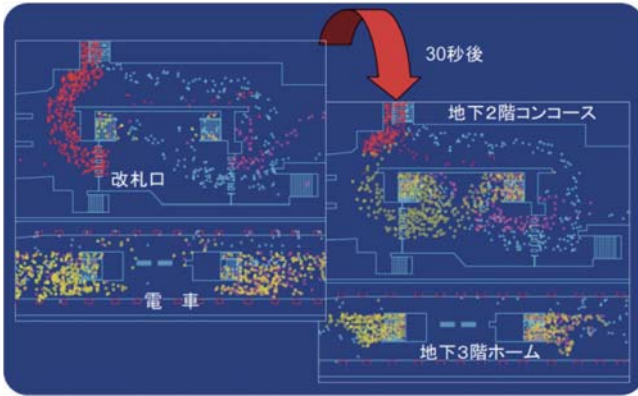


図8 旅客流動シミュレーション³⁾

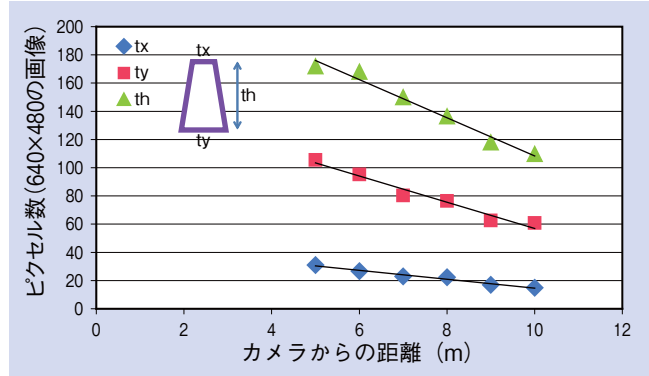


図10 監視カメラの距離と台形の関係
(640×480ピクセルの画像の場合)

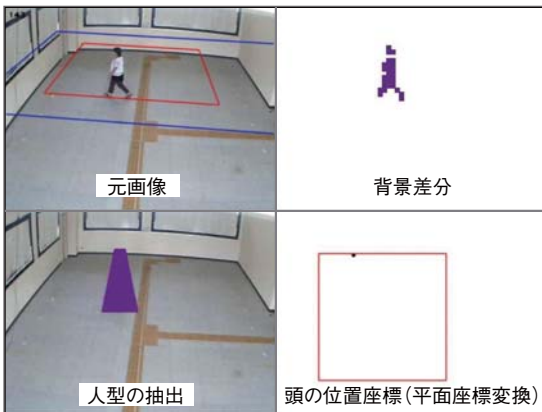


図9 監視カメラでの旅客の抽出

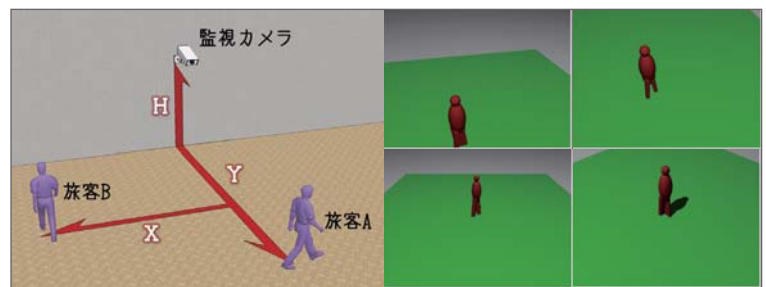


図11 監視カメラと旅客の写り方

に差がある場合(3号車の乗車率よりも2号車の乗車率の方が低い), 階段に近い3号車の利用率が誘導によって約1割下がる結果となりました。

今回の実験では, 先発列車の入線と次発列車の乗車率表示がほぼ同じタイミングになってしまったため, 今後は実績と合わせた乗車率の予測モデルを作成し, より早い段階で次列車の情報を提供するなどの改善が必要だと考えられます。また, 設置場所の制限から, 今回はコンコースの階段を上ったホーム上にデジタルサイネージを設置しましたが, 実導入に際しては, 行動の選択肢が増える, 改札付近や階段入口付近に設置することで, より効果が発揮できるものと考えられます。

駅構内の旅客のみえる化

視覚情報として列車の乗車率を表示する事で, ある一定の誘導効果が確認できました。同様に, 駅構内の旅客の分布状況を提示することで, 駅の中での旅客の行動の選択の幅が広がり, より自発的でスムーズな駅の利用が可能になると考えられます。また, 災害時等では, 駅構内のどの場所に旅客が多くいるのかを把握することで, より効率的な避難誘導が可能になると考えられます。以下では, 駅構内の旅客の分布状況把握手法について紹介します。

(1) 監視カメラの映像解析

従来, 駅の中の旅客の分布状況を把握するには, 断面交通量などの流動調査を行い, そこから流動状況をモデル化しシミュレーションで表現する手法が一般的でした(図8)。しかし, これらのモデル化によるシミュレーションは, ある一定条件下での再現手法となるため, 改良計画などのプランに対する流動状況を比較するモノサシとしては有効ですが, 時々刻々変化する現状を正確に再現するには, 複雑なモデルを組む必要があり, 膨大な設定作業が必要です。そこで, より精度の高い現状把握手法として, リアルタイムセンシングによる旅客の分布状況の把握が考えられます。

旅客の分布状況の把握が必要となるターミナル駅などの大きな駅では, 駅全域に専用のセンシングツールを設置するには大きな改修が必要になってしまい現実的ではありません。そこで, 既に駅構内に設置されている監視カメラを用いることで, 駅構内の旅客の分布状況の把握手法の検討を行っています。

監視カメラは, その設置場所が様々なことから画像に写る人の形も様々です。そこで, 基本となる横から見た人の形を抽出する実験を行いました。実験では, 人の動作を考慮するために, ビデオカメラを高さ3.5mに設置し, カメラから5m~10mの位置を個人が横方向に歩く映像の解析を行いました。解析は, 撮影映像から背景画像の抽出を行い, その背景と人の差分をとり, 人の形を抽出しました(図9)。その結果, 歩行時の足の開きなどを考慮すると,

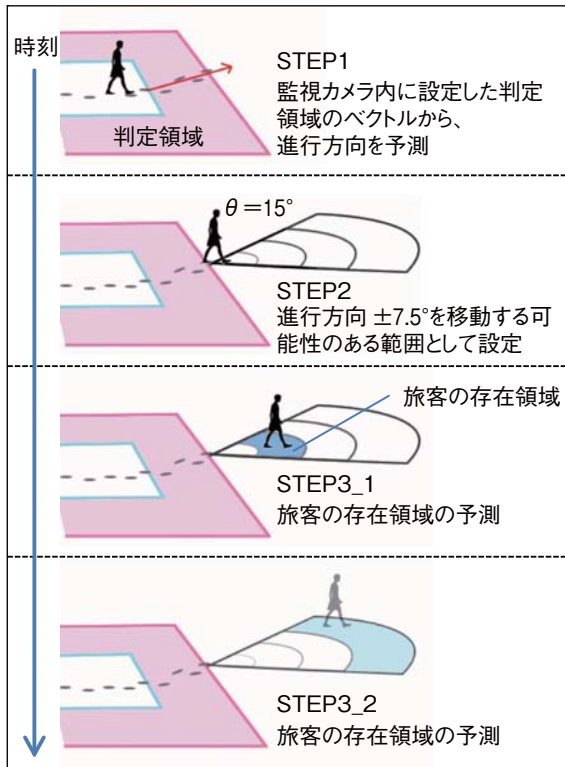


図12 旅客分布の予測モデル概要

台形型で解析する方法が最も精度良く検出できる結果となりました(図10)。この台形型をベースに、図11のようにコンピュータ上でカメラの高さと人の位置の組み合わせを変えることで、さまざまな条件の監視カメラの画像に対応できるよう、写り方のデータベースを作成しています。また、駅空間では対象となる映像のほとんどが群集となることから、個人の台形をベースにした群集時の台形の大きさの変化についても現在検討を行っています。

(2) 旅客の分布予想

駅構内の全ての箇所を監視カメラで撮影されていないため、駅全体の旅客の分布状況を把握するには、監視カメラに写っていない箇所の分布状況を予測するモデルを作成する必要があります。そこで、駅構内全体を撮影できる場所で、実際の旅客の位置座標を手動で抽出し、予測モデルとの比較検討を行いました。

今回作成した予測モデルの概要を図12に示します。はじめに、監視カメラの範囲内を歩いている旅客の位置座標を追跡し、判定領域に入った瞬間から監視カメラの撮影範囲を出る瞬間を結んだベクトルから、旅客がその後に移動すると予想される主方向を確定します。また、監視カメラの範囲を出た後の旅客の行動範囲は、蛇行などが考えられるため、行動観察より振れ幅(θ)を 15° と設定し、その範囲を旅客が存在する可能性のある範囲として設定しました。

実際の映像から手動で抽出した位置座標と予測モデルの比較を図13に示します。実際の分布と予測分布の相関係

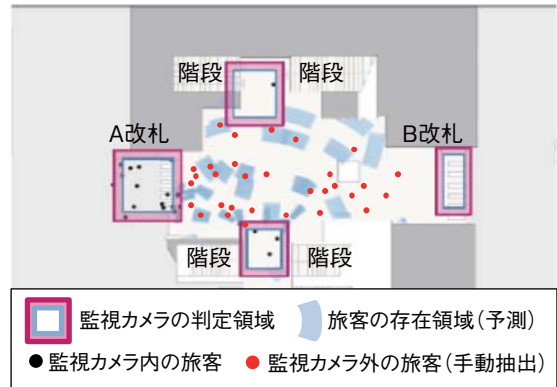


図13 実測値と旅客分布予測モデルの比較

数は0.41という結果になりました。今回の平面プランでは、旅客の行動の分岐点(曲がり角など)は無いものの、階段部分からB改札まで急反転をする旅客が多く、直進性の高い本モデルでは、この部分を追従できなかったため、相関が低かったものと考えられます。駅空間では、旅客の動線がある程度特定できる事から(階段から改札へ、など)、今後は監視カメラの設置位置と階段や改札などの配置を考慮した振れ幅の補正方法を検討し、より高い精度での旅客の分布予測を目指します。

おわりに

旅客の誘導を支援するための基礎研究として、聴覚情報による誘導では、駅空間に合った適切な音声レベルの把握手法を紹介しました。視覚情報による誘導では、列車の乗車率を旅客に提示することによる誘導効果と、駅構内の旅客のみえる化に関する研究を紹介しました。

旅客のみえる化に関しては、まだ研究を始めた段階ですが、天気予報のように各駅の旅客の混雑状況を推定することで、路線全体で旅客の行動が変化し、さらなる混雑解消効果も期待できます。一方で、これらの誘導情報による旅客の行動変化が、当初の予測値に与える影響も適切に評価しなければなりません。誘導による効果も予測値にフィードバックさせることで、より正確な情報をリアルタイムに伝えていく必要があります。

今後はこれらの基礎研究内容を発展させ、実際の駅への導入を目指して研究を進めて行きます。RRR

文献

- 1) 伊積康彦：駅の音環境を改善する，RRR，2010.11
- 2) 青木俊幸：リアルタイムな誘導案内で旅客流動を改善する，RRR，2006.9
- 3) 青木俊幸：駅構内旅客流動シミュレーション，RRR，2009.12