

# 視覚障害者の鉄道利用を支援する

深澤 紀子

輸送情報技術研究部(旅客システム 主任研究員)

水上 直樹

人間科学研究部(人間工学 主任研究員)



ふかさわ のりこ



みずかみ なおき

## はじめに

情報通信技術の発展により、利用者個人の状況・嗜好に合わせた高度な情報提供サービスが、携帯電話等のモバイル機器を用いて提供されています。鉄道においてもこうした情報技術を媒体として、サービス提供者と情報・サービスの受け手である旅客との間を今まで以上に緊密に結びつけ、状況に応じた適切な情報を選択的に提供することが望まれています。鉄道総研では視覚障害者向けの個別案内システムを開発し、東京都交通局(以下、都営地下鉄)大江戸線の若松河田駅等で実験を行ってきました。

このような新しい機器の開発では、その製品の性能、機能(ユーティリティ)に注目が集まる傾向がありますが、それと同時に使いやすさ(ユーザビリティ)という視点も重要です。私達が開発をしてきた視覚障害者向け案内システムについて、基本的機能の確認試験、すなわちユーティリティに関する評価をこれまでの実証実験で繰り返し実施してきましたが、利用者の視点に立ったユーザビリティ評価は十分行っていないませんでした。そこで実用化に向けた開発ステップの一つとして、昨年度実施した都営地下鉄浅草線での実証実験において、本格的なユーザビリティ評価を実施することにしました。またシステムを繰り返し利用

することによって、システムの利用方法や歩行がどのように変化するかについても、検証を行いました。

## 視覚障害者向け案内システム

開発した視覚障害者向け案内システム(図1)は、利用者が情報端末と専用の杖を持ち歩くと、必要な場所で、適切な情報が情報端末を通して提供されるというものです。その基本的な仕組みを図2に示します。この案内システムは、まずはじめに利用者のいる位置を取得します。その手段として、視覚障害者が歩行の目安とする誘導用ブロックにICタグを内蔵したものを利用します。ICタグの中には場所IDが書き込まれていて、杖に内蔵されている読取装置がその場所IDを読み取ります。さらに、杖はその読み取った場所IDを無線を使って情報端末に送信します。情報端末は地図データを保有していて、杖から送られてきた場所IDと地図データを照らし合わせ、利用者の場所、例えば鉄道を利用している場合では、どこの駅か、さらに駅の中のどの場所か、ということを知り出します。そして音声でその場所に関する情報を提供します。例えば「東京駅です。3番線ホームの後方です。そばに改札口への下りエスカレーターがあります。」といった案内をします。また利用者が



図1 携帯端末装置および白杖

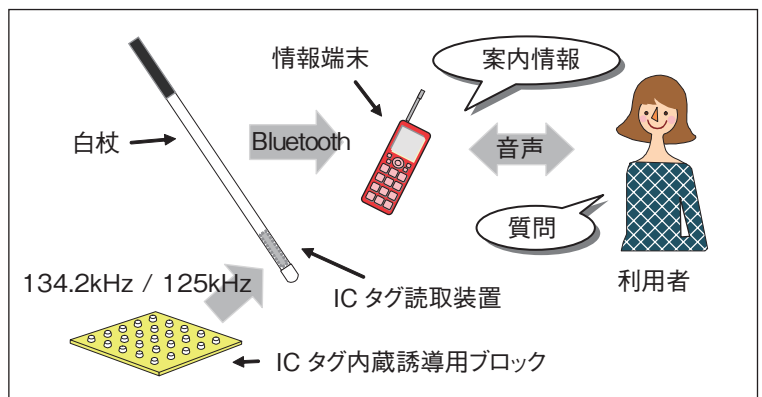


図2 システムの構成

目的地を入力すると、その場所までの最適なルートを検索し、道案内をすることができます。例えば「3m先を右に曲がってください。」というような案内に従って歩くと、目的地に到着することができます。目的地の登録など、利用者とシステムのやりとりもすべて音声で行なわれます。さらに利用者の特性や嗜好を登録しておく、それに応じた案内、例えば階段を極力使わないルートを案内したり、性別に制限のある施設（トイレなど）をいちいち利用者に指定してもらわなくても案内することもできます。利用者が誰であっても同じ内容の案内をするのではなく、その人にとっての最適な案内を行う、つまり案内のカスタマイズを可能にするシステムとも言えます。

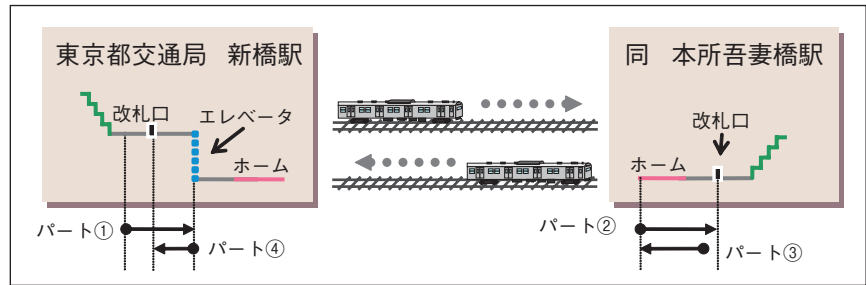


図3 実験エリア概略図

表1 被験者プロフィール

	被験者A	被験者B
年齢	63	66
視力	左右：全盲	左：光覚，右：全盲
白杖での単独歩行経験	20年以上	50年以上
単独での外出頻度	毎日	毎日
単独での鉄道利用頻度	0回／週	3,4回／週
歩行訓練	無し	自己流，盲学校で訓練有
主な鉄道利用線区	—	東京メトロ 東西線，丸ノ内線
ホームからの転落経験	無し	2回
普段の単独歩行内容	徒歩通勤	鉄道通勤
初めての場所に単独で行くか	単独で行くことはない	人に聞きながら行くことがある
携帯電話等モバイル機器の使用	使用しない	携帯電話（通話のみ）
その他	バスは単独で利用	

### システムユーザビリティ

高機能・高性能で、かつ、使いやすいものがシステムとして優れていることは明らかですが、その一方で使いやすさ、すなわちユーザビリティを評価することは難しいといわれています。なぜならば、誰が、どんな状況で、どんな目的のために利用するかによって、使いやすさの尺度が異なってくるからです。そこで今回はユーザビリティ評価のために用いられる標準的な定義に従うことにしました。ユーザビリティにはいくつかの定義がされていますが、ここでは国際標準化機構（International Organization for Standardization）の定義に従っています。

ISO9241-11：1998（JIS Z 8521：1999）やISO13407：1999（JIS Z 8530）において、ユーザビリティは「特定の利用状況で、特定のユーザによって、ある製品が、指定された目標を達成するために用いられる際の有効さ、効率性、ユーザの満足度の度合い」と定義されています。このことから、案内システムのユーザビリティとは「鉄道の利用場面において、全盲の視覚障害者が、本システムを用いて目的地まで単独で移動する際の有効さ、効率性、利用者自身の満足度の度合い」と解釈することができます。さらに、有効さは「ユーザが指定された目標を達成する上での正確さ、完

全性」、効率性は「ユーザが目標を達成する際に正確さと完全性に費やした資源」、満足度は「製品を使用する際の不快感のなさ、及び肯定的な態度」と定義されています。一般的に有効さは課題の達成率やエラー率などで、効率性は課題達成までの時間、満足度は主観的な記述や質問紙などをを用いて測られます。この実証実験では、①有効さの指標として目的地まで単独で移動できた割合、②効率性としてシステムを利用して移動した時の歩行速度、③満足度としてストレス感と本システムに対する満足度に関する5段階評価とすることにしました。

### 実証実験

実験は都営地下鉄浅草線の新橋駅および本所吾妻橋駅にて、平成18年12月から平成19年1月までの平日昼間に実施しました。実験エリアの概略図を図3に示します。被験者は全盲もしくはそれに近い視力で、日常的に単独で街中を歩行している視覚障害者2名です。うち1名は鉄道を日常的に単独利用していて、もう1名はほとんど利用したことがありませんでした。両名のプロフィールを表1に示します。2名の被験者には、約1ヶ月の間にそれぞれ8回ずつの移動をしてもらいました。このうち有効データは、被験者Aが7回分、被験者Bが6回分でした。

## ユーザビリティ評価

### (1)有効さ

新橋駅と本所吾妻橋駅間の往復の移動ルートを4つのパート(図3)に分け、それぞれのパートにおいて、実験者の介助なしに目的地に到達できたかどうかを表2に示します。有効データである、のべ52回うち、

システムの不具合がなく、単独で移動が成功したのは33回でした。それ以外の19回のうち、システムの不具合が発生したのが18回でした。システムが正常に動作している場合、被験者がブロックから外れたり、ルートを間違ったりしても、本システムの誘導案内機能を活用することで目的地に到達することが確認できました。

18回発生したシステムの不具合については、主に2つの原因が考えられます。一つ目はICタグの敷設方法です。ICタグは金属に隣接すると通信距離が極端に短くなる特徴があります。本実験エリアにおけるICタグ敷設工事は駅のリフレッシュ改良工事の中で行われ、一部では既存床の上に新規床を貼るという施工方法が採用されました。既存床の一部に補強目的のため金属を含有したタイルが使用されていた箇所があり、その上に敷設されたICタグの通信距離が短くなったため、システムの反応に影響したと考えられます。二つ目は電波干渉の問題です。列車走行に伴う10MHz以下の周波数域の電波雑音は、レールや架線を伝播するため、列車が測定点付近を通過する前後数分から十数分にわたって観測されることがわかっています。この電波雑音がシステムの無線通信に影響を及ぼしている可能性も否定できません。この問題についてはICタグの基本性能実験等を行い、鉄道環境に適した通信方式を検討する必要があると考えています。またこの2点以外にも実用化の段階においては、実用レベルに適した機器の強度や耐久性、安全性などについて十分な検討をした上で、システムを実装する必要があると考えられます。

### (2)効率性

目的地までの移動に要する時間、すなわち効率性の側面から本システムの効果を評価することを目的として、本システム利用時の歩行速度を求めました。評価データとしてシステムの利用には一応慣れたが、まだ移動ルートを記憶していない試験2日目の値を用い、この値と、慣れた場所

表2 各パートの目的地到達可否

	パート	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	到達割合
被験者A	①	×	×	○	○	○	○	×	4/7
	②	○	×	×	○	○	○	×	4/7
	③	×	×	○	○	○	×	○	4/7
	④	×	○	○	○	○	○	○	6/7
被験者B	①	○	○	×	×	×	○		3/6
	②	×	×	×	○	×	○		2/6
	③	○	○	○	×	○	○		5/6
	④	○	×	○	○	○	○		5/6

におけるシステムを用いない場合の単独歩行速度と比較しました。被験者Aは通常歩行速度、システム利用時の歩行速度共に0.7m/sec、被験者Bは通常歩行速度、システム利用時の歩行速度共に0.9m/secであり、両名ともシステムの利用による歩行速度の差は見られませんでした。また、利用者が本システムに求める移動の効率性(=歩行速度、目的地までの所要時間等)のレベルを表3より選択してもらった結果は、被験者Aがレベル2、被験者Bがレベル3でした。この結果から、効率性は実用上、問題のないレベルにあるものと推察できます。

### (3)満足度

案内システムに対する満足度を表4に示す5段階で評価してもらいました。その結果を表5に示します。またシステム利用時のストレスを表6に示す5段階で評価してもらいました。結果を表7に示します。

これらの結果から、被験者のシステムに対する満足度は「実際に使いたい」と思う程度に高く、本システムに対する肯定的な態度が確認できました。

## システムへの適応性

被験者に複数回の移動をしてもらった今回の試験では、行動観察とヒアリング結果から以下のような習熟効果があったと推定することができます。

- ①分岐箇所の一つ前のICタグで右左折の指示があると、予め曲がる方向に白杖を出し、ブロックを検出しようという行動が見られました。また分岐箇所であることを感じたら、白杖でブロックを探し、システムからの案内を得ようとしていました。
- ②ルートを逸れて迷った時や、本来あるべき案内がなかった時に、その場から動かなく(動けなく)なるのではなく、ブロックを検出し、それに沿って移動するという行動が試験中盤からみられるようになりました。

表3 システムに求める効率性レベル

レベル	内容
1	どれほど時間がかかってもよい
2	ゆっくり慎重に移動しているときと同じ
3	慣れた場所での単独移動と同じ
4	慣れた場所での単独移動よりは速く
5	晴眼者の歩行と同レベル

表4 システム満足度の評価基準

評点	内容	回答の基準
1	大いに不満	全く使わない
2	やや大きく不満	使わないかもしれない
3	2と4の中間	ぎりぎり許容範囲
4	やや大きく満足	使いたい
5	非常に満足	ぜひ今すぐにでも使いたい

表5 被験者によるシステム満足度

	評価	コメント
被験者A	4	最初の頃は反応がスムーズにいか ななかったので「3」
被験者B	4	システムが確実に素早く反応し、 白杖がもう少し軽ければ「5」

②にあるように、本システムを1回体験しただけの視覚障害者では、自分が必要とする適切な案内がされない場合に、動けなくなるケースがよくみられます。しかし繰り返し利用することで、この戸惑いが解消されることがわかりました。また、案内システムによって歩行に関する情報を補おうとする場合、システム利用時の視覚障害者の情報処理能力に余裕がなければ、負の結果が生じる可能性もあります。この点について被験者Aからのヒアリングによると、試験前半では案内を聞くことに意識を集中するため、移動時に心理的な余裕がなかったが、試験後半にはシステムに対する信頼感が生まれ、心理的に余裕が生まれたとのことでした。

今回、鉄道を単独では利用しない視覚障害者(被験者A)に本システムを利用してもらいました。この被験者は日常的に誘導用ブロックをそれほど利用していませんが、本システムを利用することで、目的地まで移動することができ、ICタグを読み飛ばした場合でも自力で補正可能であることが確認できました。本システムが誘導案内に関する情報を与えることで、間接的にホームからの転落防止を始め、外出時の安全性向上に大きく寄与する可能性があります。しかしその一方で、被験者Aがホーム縁端警告ブロックから線路側に大きく踏み出すケースが、試験日程全般に渡って認められました。このため鉄道を単独で利用するた

表6 システム利用時ストレスの評価基準

評点	内容	回答の基準
1	非常に大きなストレスを感じた	いくら便利でも使いたくない、全く許容できない程のストレスを感じた
2	やや大きなストレスを感じた	使うのをややとまどわせるような、許容範囲にあるとはいえないストレスを感じた
3	2と4の中間	ストレスは感じるが、ぎりぎり許容範囲に入っている
4	それほど大きなストレスは無かった	ストレスを感じないということはないが、許容範囲である
5	ストレスは全く無かった	利用中に不安感、イライラ、精神的疲れなどはまったく感じなかった

表7 被験者によるストレス評価

	評価	コメント
被験者A	4	最初の頃は、もう少し大きなストレスを感じていたので「3」
被験者B	4	特になし

めに、このシステムを視覚障害者に使っていただければ済むという問題ではなく、ホームでの安全な移動に特化した経験や歩行訓練を積むことが望ましいと思われる。

## おわりに

本稿では、私達が開発を進めてきている視覚障害者向け案内システムと、実際の利用環境に限りなく近い環境で継続的にシステムを利用した場合の評価試験結果について紹介しました。このような新しいシステムが多くの利用者に真に受け入れられ、日常的な移動の支援ツールとして定着するためには、システムが提供する機能の善し悪しや完成度だけではなく、それをいかに利用するかという運用面を含めた使いやすさ(ユーザビリティ)を評価することが重要です。今回の試験結果からは、視覚障害者の鉄道利用に関する利便性がこのシステムによって大きく改善される可能性が示唆されました。今後もひきつづき研究開発を進め、利用者の意見を取り入れながらより充実したシステム作りに努力したいと考えています。[RRR]