

迷いやすい人の特徴を考慮した 屋内ナビゲーションシステム DoCoKa の開発と評価

吉野 孝^{1,a)} 奥村 賢悟²

概要: 近年スマートフォンやタブレットなどの高性能携帯端末の普及により、ナビゲーションシステムを利用する機会が増加している。また、建物の高層化や建て増しにより、建物の構造が複雑になっていることから、屋内でのナビゲーションの需要が高まり、それに関する研究が活発に行われている。しかし、屋内ナビゲーションに関する研究の多くは想定する利用者を絞っておらず、屋内での位置推定の精度向上が目的となっている。道に迷いやすい人がナビゲーションを利用することが多いにも関わらず、従来研究では、道に迷いやすい人についての考慮がなされていない。本研究では、迷いやすい人の特徴を考慮した屋内ナビゲーションシステムの開発を行った。本システムは QR コードマーカとスマートフォン専用アプリケーションから構成される。QR コードマーカを目印とし、スマートフォン画面上に AR で自分の進むべき方角の矢印を表示することで、迷いやすい人でも直感的に屋内を案内するシステムである。本システムの性能評価として、本システムを利用した場合、紙地図を利用した場合、何も利用しない場合との比較を行った。本研究の貢献は以下にまとめられる。(1) 迷いやすい人の特徴を考慮した屋内ナビゲーションシステムを実現した。(2) 提案システムは迷いやすい人には有効で、安心感のある案内を行うことができた。

キーワード: 屋内ナビゲーションシステム, スマートフォン, 迷いやすい人

Development and Evaluation of Indoor Navigation System in Consideration of Features of Those who Stray Easily

TAKASHI YOSHINO^{1,a)} KENGO OKUMURA²

Abstract: In recent years, the opportunity to perform navigation has been increasing by the spread of highly efficient personal digital assistants, such as a Smartphone and a Tablet. Therefore, an indoor navigation system is needed because high-rise buildings are increasing and a building by extension and alteration causes complicated. Although, many of researches about indoor navigation did not limit the user who assumes. Many of researches focus on the accuracy improvement of indoor position-measurement. These research did not consider about those who lose their way easily, although they use a navigation system in many cases. In this paper, we have developed a navigation system using the QR code and a Smartphone, called "DoCoKa." Especially DoCoKa aims at solution of the problem of those who lose their way easily. The user uses the QR Code marker as a landmark. The indoor navigation system shows arrow to the right direction by AR on a Smartphone's screen. We carried out the comparison experiments using three conditions: the DoCoKa, a paper map, and a control group. The contributions of this study are as follows: (1) We proposed on indoor navigation system in consideration of the features of those who stray easily. (2) Navigation by the system is effective in those who stray easily. The system which give a comfort was performed.

Keywords: indoor navigation system, smart phone, stray easily

1. はじめに

近年、屋内で迷う人が増加している。その原因として建物の高層化や建て増しにより、建物の構造が複雑になっていることがあげられる。また、スマートフォンやタブレット端末などの高機能携帯端末の利用者が増加している。2012年の調査では、携帯端末の利用者のうち8割近くが位置情報を利用したサービスを利用しており、その主な用途として、周辺の地図情報の確認や、目的地までのナビゲーションが上位を占めている [1]。それに伴い、携帯端末を利用した屋内ナビゲーションの需要が高まり、それに関する研究が活発に行われている。現在ナビゲーションには位置情報として GPS 情報が多く用いられている [2], [3]。しかし屋内では GPS 情報を受信することが困難である。

屋内ナビゲーションでは、地下などのネットワークが通じていない場所が多く存在するため、どのような場所においても位置推定ができる必要がある。GPS 情報を用いる以外に、現在位置の推定のために RFID や無線 LAN などの電波強度を利用した研究がなされているが、専用のデバイスが必要であったり、精度が不十分であったり、導入にコストがかかってしまうといった問題点が存在している [4]。

また屋内ナビゲーションに関する研究の多くは、想定される利用者が絞られていない。これまでの研究の主眼は、屋内での位置推定の精度向上が目的となっている。そのため、道に迷いやすい人がナビゲーションを利用することが多いにも関わらず、道に迷いやすい人についての考慮がなされていない。

そこで本研究では、迷いやすい人の特徴を考慮したナビゲーションシステムを提案する。提案システムは、QR コードマーカとスマートフォンを利用し、迷いやすい人の特徴を考慮した屋内ナビゲーションシステムである。本システムは QR コードマーカから初期位置情報を取得する。目的地までの自分の進むべき方向がスマートフォン上に AR (Augmented Reality) による矢印で表示され、直感的に屋内を案内することができる。本稿では、提案システムおよび評価実験について述べる。

2. 関連研究

本研究には、屋内における位置推定に関する研究とナビゲーション表示に関する研究の2つの側面がある。本章では、これらの関連研究について述べ、本研究の位置づけを明らかにする。

2.1 位置推定に関する研究

無線 LAN を用いた位置推定では、無線 LAN のアクセスポイントからの電波強度を元に位置情報を算出している。無線 LAN の電波強度は安定しておらず、数 m ~ 十数 m の精度誤差があり [5]、人が歩行することで精度が落ちてしまうことも問題としてあげられている [6]。このため、本研究では無線 LAN による位置推定方法は採用していない。

センサを用いた位置推定の中で加速度センサを用いたものは、人間の歩行行動をもとにデッドレコニングを用いた位置推定を行っているシステムが多い [7], [8], [9]。この位置推定方法では初期位置が定まっていなければ、利用することができない。これらのシステムでは、専用のデバイスを利用者が身につけなければならない点、センサデバイスの装着位置が固定されている点が本研究と異なる。本システムではセンサを含んだ携帯型端末を手に持って移動する。

マーカを用いた位置推定では、池田らや庄司らがマーカを読み込むことで正しい位置を算出する研究 [10], [11] を提案している。しかし、位置算出のために数多くのマーカを建物内に配置する必要がある。本システムでは初期位置の取得のみにマーカを利用し、目的地あるいは次のマーカまでの案内をセンサによって補完する。そのため、多くのマーカを必要としない。

2.2 ナビゲーション表示に関する研究

道案内に利用される一般的な物として、張り紙や案内サインがあげられる。しかし、張り紙や案内サインは目印としての役割は果たすものの、特定の場所への案内しか出来ない。案内表示に写真を利用した研究がなされている [12], [13]。しかし、これらの研究では写真を多く用意する必要がある。また、通信により写真の取得の際に、時間がかかるなどの問題点がある。

環境自体に情報を付加する AR (Augmented Reality) を利用した案内の研究も行われている [14], [15]。AR マーカを用いた案内では、環境に左右され、AR マーカが読み取りづらかったり、間違えた認識をしてしまったりする。さらに、汚れや破損等で AR マーカが読み取れなくなってしまうこともあり、AR マーカは常に環境下に張りつけることに向いていない。また AR を用いたナビゲーションの研究として、長谷川の研究グループでは独自に WYSIWYAS^{*1} ナビゲーションシステム (WyN) の提案と開発を行っている [16]。しかし、長谷川らが開発しているシステムは環境を含めた大規模なシステムであるため、システムの構築に大きくコストがかかってしまう。

¹ 和歌山大学 システム工学部
Faculty of Systems Engineering, Wakayama University,
Wakayama-shi, Wakayama 640-8510, Japan

² 和歌山大学 大学院 システム工学研究科
Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University,
Wakayama-shi, Wakayama 640-8510, Japan

a) yoshino@sys.wakayama-u.ac.jp

^{*1} 「WYSIWYAS」とは「What You See Is What You Are Suggested: みたままにお進みください」という意味である。これは「解釈することなく直感的な表示による案内」という HMI (Human Machine Interface) の概念ののっとなっている。

表 1 位置推定のメリットとデメリット

Table 1 The merits and demerits of position estimate.

	無線 LAN	センサ	AR マーカ	QR コード マーカ
精度				
ネットワーク 利用なし	x			
金銭的成本				
環境依存しない			x	
初期位置の正確さ		x		

本研究ではマーカとして QR コードマーカを用いる。QR コードマーカは、初期位置の決定のために最初に読み込むのみであり、環境の依存性も少なく、建物の建て増しや場所の変更等の修正も容易に対応できる。また、システムの画面上に AR の情報を表示することで、分かりやすい案内を行う。

2.3 本研究の位置づけ

本節では、本研究の位置づけについて述べる。表 1 に関連研究のメリットと、デメリットを示す。無線 LAN を用いた研究では、ネットワークがなければ利用できない、また精度が良くない、コストがかかってしまうという問題点がある。またセンサを用いた研究では初期位置を把握できない点、様々なデバイスを必要とする点、また誤差が蓄積してしまう点が問題である。また AR マーカでは環境に依存して読み取れないといった問題がある。また、QR コードマーカによる案内ではマーカを読み込んだ場所のみしか案内の表示ができない。そこで本研究では、初期位置を QR コードマーカで読み取り、スマートフォンに搭載されているセンサで位置推定を行いながらナビゲーションを行う。これにより、それぞれの欠点を補った位置推定ができると考えられる。また本システムでは、QR コードマーカを目印とし、WISIWYAS ナビゲーションのような直感的な表示をすることで、迷いやすい人を支援するシステムを目指す。

3. 迷いやすい人とは

3.1 迷いやすい人の特徴

よく道に迷い、目的地になかなかたどり着くことができない人は「方向音痴」や「方向感覚がない」と呼ばれている。これらの言葉は人の移動に方向感覚や空間認知能力が深く関係していることを表している。山口の「人はなぜ道に迷うか」[17]の一説では、道に迷うことの簡単な定義づけしている。山口は『『道に迷う』ことは、『外界中の中にいる自分を、地図に定位することに失敗し、移動できなくなった状態』』であると述べている。また浅村 [18] は、人は道に迷うときにヒューマンエラーを起

こしており、そのヒューマンエラーの原因として、迷いやすい人の特徴について述べている。浅村が述べている迷いやすい人の特徴を 3 つ述べる。

特徴 1: 方位の意識が不十分

迷いやすい人は東西南北の意識が弱いため、次に向かうべき方向、自分が来た方向が分からなくなってしまう。

特徴 2: マップの利用が苦手

迷いやすい人は出発地の位置、目的地の位置、現在の自分のいる位置関係への意識が不十分であるため、頭の中の地図と実際の地図を紐づけることが苦手である。

特徴 3: 目印の記憶が曖昧

迷いやすい人は有効となる目印を記憶していなかったり、漠然とした目印を記憶していたりする傾向にある。

3.2 迷いやすい人の調査

迷いやすさの指標として空間認知能力の測定を行った。今回は屋内の案内を行うことを目的としているため、屋内における空間認知能力を測定する必要がある。そこで空間認知能力を測定するため、方向感覚質問紙簡易版 (SDQ-S) [19] の質問項目を屋内用に変更した「屋内用方向感覚質問紙簡易版」を作成した。

方向感覚を測定する質問紙は、認知心理学分野で研究されていたものであり、日常生活における人の移動などの空間的環境を扱うものである。方向感覚質問紙簡易版 (SDQ-S) とは竹内 [19] により作成された質問紙である。全 20 項目の質問に 5 段階評定で回答することで、自身の方向感覚を得点として算出できる。質問紙の質問項目の構成は、9 問が「方位に関する意識」についての質問であり、8 問が「空間行動における記憶」について、残りの 3 問がどちらにも属さない質問から構成される。得点は 20 点 ~ 100 点の間で換算され、合計得点が高いほど方向感覚が優れており、逆に得点が小さいほど方向感覚が劣っている。なお、何点以上取れば方向感覚が優れているかは決まっていない。

調査人数は和歌山大学の学生 20 名 (男性 12 名、女性 8 名) であり、被験者には方向感覚質問紙簡易版 (SDQ-S) と、変更を加えた屋内用方向感覚質問紙簡易版の両方の質問紙への回答を依頼した。屋内における迷いやすさの得点の平均は 60.3 点 (標準偏差 11.4 点) であった。本稿では、60 点以下を迷いやすい人とした。

4. 屋内ナビゲーションシステム DoCoKa

本章では開発した屋内ナビゲーションシステムについて述べる。まず屋内ナビゲーションシステムの設計方針と概要について述べ、その後システムの機能とその処理の内容について述べる。

4.1 システムの設計方針

屋内ナビゲーションシステムを設計するにあたり、迷いやすい人の特徴をふまえた方針を立てた。設計方針とその理由を以下に述べる。設計方針1~3は、3.1節で述べた迷いやすい人の特徴1~3にそれぞれ対応している。

設計方針1: ARの矢印を用いることで進むべき道のりを直感的にユーザに理解させる

道に迷いやすい人は方位の意識が不十分なため、直感的なARの矢印で進むべき方向を示し案内を行う。

設計方針2: 地図は確認のみに表示する

道に迷いやすい人は地図を使うのが苦手なため、地図表示を確認のみに利用し、ARの矢印により案内する。

設計方針3: 現在地の確認、迷った時の目印としてQRコードマーカを利用する

道に迷いやすい人は曖昧な物を目印とする傾向があるため、QRコードマーカを使うことで明確な目印を用意する。

4.2 DoCoKaの画面と機能

本システムはスマートフォン用アプリケーションである「DoCoKa」と専用のIDが付加されたQRコードマーカから成り立っている。DoCoKaでQRコードマーカを読み取ることで、ナビゲーションが開始される。DoCoKaの画面と機能について述べる。DoCoKaの画面例を図1に示す。

(1) ホーム画面

ホーム画面(図1(1))は、DoCoKaを立ち上げると最初に表示される画面である。ホーム画面には、目的地入力画面(図1(2))に移るボタン、地図表示画面(図1(8))に移るボタン、現在地取得画面(図1(3))に移るボタンが配置されている。

(2) 目的地入力画面

目的地入力画面(図1(2))では下部にあるリストから目的地を選択する形式を取っている。リストの表示形式は、一覧で表示される形式と、目的別に表示する形式の2種類を変更できる。

(3) ルート確認画面

ルート確認画面(図1(4))では、現在いるフロアの地図を表示する。地図上には現在地と目的地またはフロア移動ポイントがアイコンで表示され、現在地から目的地までの経路が表示される。

(4) ナビゲーション画面

ナビゲーション画面(図1(5))ではカメラ越しの映像に自分が進むべき方向がARの矢印で表示される。また上部には言葉による指示が表示される。このときQRコードマーカの読み取りも行っているため、かざすだけで現在地の修正が行える。



図2 DoCoKaで用いるQRコードマーカ

Fig. 2 Example of QR Code marker used in DoCoKa.

4.3 QRコードマーカ

QRコードマーカを図2に示す。このQRコードマーカには専用のIDとしてノード番号を格納する。ノードとは建物内での分岐点やフロア移動を行う場所、また部屋の入口が密集している場所のことで、地図上と対応した位置に配置している。これらのノードのつながりにより経路が形成される。QRコードマーカの配置は、人の移動や行動が変化する場所(分岐点や階段、エレベータの出口など)あるいは長い移動の場合の途中とした。目印として見つけやすいように、A4サイズの大きさとして、全体を青色に統一している。QRコードマーカの部分の大きさは約16cm×16cmである。

5. 評価実験

5.1 実験概要

被験者数は和歌山大学の学生25名で、男性17名、女性8名である。被験者を3グループに分けて、実験を行った。その際に、移動の様子をビデオカメラで記録を行った。グループはシステムを利用するグループ(以下、「システム利用」)、紙地図を利用するグループ(以下、「紙地図利用」)、システムも紙地図も利用しないグループ(以下、「利用なし」)である。なお、被験者は、実験で使用する建物に関する知識がない人である。グループの人数は、「システム利用」が10名、「紙地図利用」が10名、「利用なし」が5名である。3.2節で述べた、屋内用方向感覚質問紙簡易版を利用し、被験者の迷いやすさの得点を調べている。それをもとに、各グループにおける迷いやすい人の割合が同じになるよう、グループを分けた。各グループそれぞれの実験中の様子を図3に示す。図3の一番上が「システム利用」の実験中の様子、図3の2番目が「紙地図利用」の実験中の様子、図3の3番目が「利用なし」の実験中の様子である。実験の評価は、到達時間、アンケート調査、ビデオでの記録を用いて行う。



図 1 DoCoKa の画面例
 Fig. 1 Screenshots of DoCoKa.

5.2 実験手順

実験では、目的地 5 箇所の連続した移動を 1 経路として、被験者グループには 2 つの経路の移動してもらった。被験者は全部で 10 箇所の目的地を巡る。建物にはエレベーターと階段があるが、フロアの移動には階段のみを利用してもらった。順序効果を考慮し、経路 1 と経路 2 の実施順序を被験者によって変えた。「システム利用」の被験者には Android 端末を貸与し実験を行った。その際、建物内に QR コードマーカを設置した。「紙地図利用」の被験者には、館内図を配布し実験を行った。「利用なし」の被験者には、建物にある情報のみを利用してもらい、実験を行った。

5.3 実験に利用した建物と経路

実験で利用した建物は和歌山大学教育学部棟である。この建物は自然棟、中央棟、人文棟の 3 つの棟から成り立っており、中央棟を中心に点対象に自然棟と人文棟が配置されている。全棟は 1F~5F まであり、各棟に階段が、中央棟にのみエレベーターが設置されている。また

1F にのみ案内の地図が設置されている。システム利用実験では 1 フロアにつき 6 枚の QR コードマーカを設置し、全 30 枚の QR コードマーカを設置した。

5.4 実験仮説

実験にあたり、以下の仮説を立てた。

- 仮説 1: 屋内ナビゲーションシステムは分かりやすく、安心感のある案内が出来る。
- 仮説 2: 屋内ナビゲーションシステムにおいて QR コードマーカは目印として役に立つ。
- 仮説 3: 屋内ナビゲーションシステムは目的地に素早く移動が出来る。
- 仮説 4: 屋内ナビゲーションシステムは迷いやすい人に対して有効である。

6. 実験結果と考察

6.1 到達時間の比較

表 2 に「システム利用」「紙地図利用」「利用なし」における到達時間を示す。到達時間の測定の時間は、「シ



図 3 実験中の様子

Fig. 3 The photographs under experiments

システム利用」では現在地の取得から目的地に到達するまで、「紙地図利用」では動き始めてから目的地に到達するまで、「利用なし」では目的地を聞いて動き始めてから目的地に到達するまでの時間をそれぞれの測定している。

表 2 の全被験者の到達時間の測定結果から、紙地図利用とシステム利用ではシステム利用の方が紙地図よりおよそ 30 秒近く遅くなったことがわかる。この原因として、携帯端末の画面を見ながら移動を行うことで、移動速度が落ちてしまったことが考えられる。なお、これは一般的な現象であり、携帯電話の利用中の歩行速度は一般の歩行速度に比べておよそ 1 ~ 2 割減少していることがわかっている [20]。

以上のことから、仮説 3「屋内ナビゲーションシステムは目的地に素早く移動が出来る」の仮説は不成立となる。

6.2 被験者の行動

ビデオ記録から被験者の行動について考察した。

● 「システム利用」の被験者の行動

システム利用者は常に矢印や指示に従って移動を行っていた。移動先を大きく間違えることは無かった。また、移動間違いに気がついた場合には、近くにある QR コードマーカを再度読み取ることで対応していた。今回の実験では、QR コードマーカの貼り付け位置やその数等は適切であったと考えられる。しかし、システムの方位がぶれた場合や矢印の表示遅延に対して、敏感に反応している様子が観察された。システムの矢印や指示を注視させた案内は、実空間との表示のずれが発生した際に、不安を与える要素になる可能も考えられた。

● 「紙地図利用」の被験者の行動

今回実験で利用した建物は、中央棟に大きな主要階段があるため、それを目印として移動していた被験者が多く、中央棟にある階段を中心に移動していた。そのため移動において最短距離の移動ではないことが多くみられた。また地図を回転させながら移動することで、道を勘違いしている被験者もいた。被験者 10 名のうち、大きく間違えた例として別の棟まで移動してから、間違いに気づく被験者が 2 名、別の棟に行かないまでも、逆の方向に進んでしまった被験者が 1 名いた。その 3 名のうち 2 名が迷いやすい人である。迷いやすい人には紙地図だけでは不十分であることが考えられる。

● 「利用なし」の被験者の行動

今回実験で利用した建物は、館内図が 1 階の 1 箇所しかなかったため、目的地に向かう際に 1 階まで地図を見に帰る行動が多くみられた。また、1 階にしか地図がないことがわからないうちは、フロア内の 1 階に配置されている館内図と同じ場所を探している行動がみられた。また、迷いやすい被験者 3 名のうち 2 名は、建物内にある情報をもとに自分の経験や、勘を頼りに探そうとする様子が観察された。1 名はその行動のため、目的地到着までに多くの時間がかかった。

6.3 システムに対する評価アンケート

表 3 に、システム利用の被験者のアンケートの結果を示す。アンケートの結果から、ナビゲーションの分かりやすさ、安心感の観点から考察する。

● 表示内容の分かりやすさ

アンケートにおける表示内容に関する質問において、表 3-(4) の「自分がどちらに進めばよいかすぐに判断できた」、表 3-(6) の「ナビゲーションの指示(上部に出ていた指示や矢印)は分かりやすかった」では高い評価を得ることができた。自由記述では、肯定的な意見として「丁寧な指示が出ていたため安心してナビゲーションに従うことができた(タ

表 2 到達時間の平均

Table 2 The average of the time which arrival took.

経路	グループ	被験者数	目的地 1	目的地 2	目的地 3	目的地 4	目的地 5
経路 1	紙地図	10 名	108 秒	132 秒	119 秒*	105 秒*	121 秒*
	システム	10 名	130 秒	163 秒	152 秒	146 秒	157 秒**
	利用なし***	5 名	93 秒	227 秒	181 秒	128 秒	109 秒
経路 2	紙地図	10 名	114 秒	118 秒	89 秒	105 秒	108 秒
	システム	10 名	147 秒	159 秒	95 秒	134 秒	134 秒
	利用なし***	5 名	141 秒	143 秒	153 秒	120 秒	185 秒

*: 被験者の 1 人が目的地を回る順番を間違えたため 9 人での平均である。

**: 被験者のシステムに不備が生じたため 9 人での平均である。

***: 利用なしとは紙地図・システム非利用のことである。

イミングもよかった)」や「矢印で右折左折表示がで
 て分かりやすかった」「間違っている方向を向いた
 ときに指摘してくれるのがよかった」などのコメン
 トを得られた。否定的な意見としては、「矢印の表
 示に遅延があったためすぐには判断できなかった」
 「矢印が出るタイミングがおそかったが、指示はわ
 かりやすかった」などの矢印の遅延、方位に対する
 ラグに対するコメントが得られた。アンケート結果
 から、矢印の表示の遅延や、方位が少しでも違う方
 角を指すことが、不安を抱く要因となる可能性のあ
 ることがわかった。

● 案内における安心感

アンケートにおける安心感に関する質問において、
 表 3-(3) の「QR コードにより自分の位置が分かり
 安心につながった」、表 3-(7) の「地図がなくても
 目的地付近にたどり着くことができた」では高い評
 価を得ることができた。自由記述には「自分で地図
 を覚える必要がなく、自分で考えなくてもよい」や
 「QR で自分の位置を確認できてよかった」「とりあ
 えず QR を探せばよいという気持ちになれて安心し
 た」といったコメントが得られた。利用者は、シス
 テムに対して安心感を持っており、QR コードマー
 カの存在が、利用者に安心感を与えている可能性が
 ある。しかし、表 3-(2) の「移動中に自分がどのフ
 ロアまたは棟のどの位置にいるか不安になった」で
 は、不安を感じた被験者は 10 名中 3 名いた。シス
 テムを利用しているにもかかわらず、一部の被験者
 は不安を感じていたことが分かった。

6.4 評価実験のまとめ

本実験において、「システム利用」「紙地図利用」「利用
 なし」の 3 種類における比較を行った。実験結果より、
 最初に立てた 4 つ仮説のうち、3 つの仮説が成立した。
 各仮説に対する考察を以下に述べる。

仮説 1: 屋内ナビゲーションシステムは分かりやすく、
 安心感のある案内が出来る。〈成立〉

アンケート結果より、「進むべき方向がすぐに理解

できた」「指示の内容は分かりやすかった」という
 質問で高い評価を得ることができた。また、安心感
 においては「QR コードで位置が分かり安心につな
 がった」「地図がなくても指示や矢印に従えば目的
 地に着けた」という質問では高い評価を得られた。
 そのため、システムは分かりやすく安心感のある案
 内が可能であることが分かった。

仮説 2: 屋内ナビゲーションシステムにおいて QR
 コードマーカは目印として役に立つ。〈成立〉
 被験者の行動として、迷った際に再度 QR コード
 マーカを読み取っている様子が見られた。また、ア
 ンケート結果より、「QR コードで位置が分かり安心
 につながった」が高い評価を得られたことより、QR
 コードマーカは安心感を得るものとして役に立って
 いたことがわかった。

仮説 3: 屋内ナビゲーションシステムは目的地に素早
 く移動が出来る。〈棄却〉

到達時間の比較結果より、「システム利用」の方が、
 「紙地図利用」よりも時間がかかることがわかった。

仮説 4: 屋内ナビゲーションシステムは迷いやすい人
 に対して有効である。〈成立〉

アンケート結果の内訳をみると、「システム利用」の
 迷いやすい人からは、「進むべき方向がすぐに理解
 できた」「案内終了後に目的地を探すのは容易だっ
 た」という項目では高い評価を得ており、「紙地図
 利用」「利用なし」の被験者よりも「システム利用」
 の方が安心感を与えていることがわかった。

7. おわりに

本研究では、迷いやすい人の特徴を考慮した屋内ナビ
 ゲーションシステムの開発を行った。本システムは QR
 コードマーカとスマートフォン専用アプリケーションか
 ら構成される。

本研究の貢献は以下の 2 点にまとめられる。

- (1) 迷いやすい人の特徴を考慮した屋内ナビゲーション
 システムを実現した。
- (2) システムは迷いやすい人には有効であり、安心感の

表 3 「システム利用者」のアンケートの結果
 Table 3 Result of questionnaire of 'users using system.'

質問項目	中央 値	最頻 値	評価 (人)				
			1	2	3	4	5
(1) システムは目的地に着くための手助けになった	4	4	0	0	1	5	4
(2) 移動中に自分がどのフロアまたは棟のどの位置にいるか不安になった	2.5	1	3	2	2	2	1
(3) QR コードにより自分の位置が分かり、安心につながった	4	4	0	0	1	6	3
(4) 自分がどちらに進めばいいかすぐに判断できた	4	4	0	1	3	6	0
(5) QR コードのある場所は適切だった	4	4	0	1	2	6	1
(6) ナビゲーションの指示 (上部に出ている指示や矢印) は分かりやすかった	4	4	1	0	1	6	2
(7) 地図がなくても目的地付近にたどり着くことができた	4.5	5	0	2	1	2	5
(8) 目的地付近にたどり着いた後に目的地を探すのは容易だった	3.5	4	1	1	3	5	0

表中の中央値とは、「1: 強く同意しない」「2: 同意しない」「3: どちらでもない」「4: 同意する」「5: 強く同意する」の
 5段階の評価基準による評価結果の中央値である。
 回答人数はシステム利用の被験者 10 名である。

ある案内を行うことができた。

アンケート結果よりナビゲーションの表示は分かりやすく高い評価を得ることができた。QR コードマーカに対する安心感、システム全体でも安心感のある案内が行うことができたと考えられる。

今後は、より複雑な環境下におけるシステムの有用性の検証が必要である。

参考文献

[1] インプレス R & D インターネットメディア総合研究所: インターネット携帯白書 2012, インプレスジャパン, p.66 (2012).

[2] 河尻寛之, 青木功介, 松田俊寛, 中野慎夫: 動物園向けナビゲーションシステムの事例紹介, 研究報告エンタテインメントコンピューティング (EC), Vol.2011-EC-20, No.19, pp.1-6 (2011).

[3] 神田準史郎, 脇本浩司, 田中 聡, 白井澄夫: GPS 情報を利用した歩行者向け実写道案内システムの検討, 情報処理学会研究報告. ITS, [高度交通システム], Vol.2005, No.21, pp.97-103 (2005).

[4] 別所正博, 小林真輔, 越塚 登, 坂村 健: コピキタスコンピューティングと屋内環境の位置認識 (< 小特集 > コピキタス時代の屋内位置検知技術), Vol.92, No.4, pp.249-255 (2009).

[5] 藤田 迪, 梶 克彦, 河口信夫: Gauss Mixture Model を用いた無線 LAN 位置推定手法, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2010) シンポジウム, pp.944-952 (2010).

[6] 福島慶人, 川村 諒, 久保田伸一郎, 古川誠一, 杉谷賢一: 学内無線 LAN 環境を利用した位置推定における歩行者の影響, 電子情報通信学会技術研究報告. Mo-MuC, モバイルマルチメディア通信, Vol.110, No.199, pp.83-86 (2010).

[7] 大竹久美子, 蒔苗耕司: 自律型測位を用いた歩行者経路案内システムの構築, 地理情報システム学会講演論文集, Vol.13, pp.419-422 (2004).

[8] Masakatsu Kouroggi, Sakata Nobuchika, Okuma Takashi, and Kurata Takeshi: Indoor/outdoor pedestrian navigation with an embedded GPS/Rfid/self-contained sensor system, International Conference on Artificial Reality and Telexistence'06, pp.1310-1321 (2006).

[9] Lasse Klingbeil and Tim Wark: AWireless Sensor Net-

work for Real-time Indoor Localisation and Motion Monitoring, International Conference on Information Processing in Sensor Networks'08, pp.39-50(2008).

[10] 池田 克, 清田公保, 合志和洋, 三好正純: マーカ認識による位置姿勢推定を用いた車椅子ナビゲーションシステムの開発, 情報処理学会研究報告. UBI, [コピキタスコンピューティングシステム], Vol.2009-UBI-24, No.9, pp.1-6 (2009).

[11] 庄司拓也, 杉浦彰彦: マーカー検出に基づくカメラの3次元位置推定を用いた歩行者ナビゲーションシステムの検討, 電子情報通信学会技術研究報告. IE, 画像工学, Vol.105, No.610, pp.157-162 (2006).

[12] 久保寺祐一, 鶴坂智則, 小林真輔, 越塚 登, 坂村 健: パノラマ写真による歩行者ナビゲーションのサポートシステムの提案と実装, 電子情報通信学会技術研究報告. IN, 情報ネットワーク, Vol.107, No.314, pp.19-24 (2007).

[13] Yao-Jen Chang, Shih-Kai Tsai, and Tsen-Yung Wang: A Context Aware Handheld Wayfinding System for Individuals with Cognitive Impairments, Assets'08, pp.27-34 (2008).

[14] Alessandro Mulloni, Hartmut Seichter, and Dieter Schmalstieg: Handheld Augmented Reality Indoor Navigation with Activity-Based Instructions, Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services'11, pp.211-220 (2011).

[15] 岡田浩征, 吉見貴博, 本車田匡隆, 太田正哉, 山下勝己: マーカから位置情報を取得する AR ナビゲーションシステム, 情報処理学会 関西支部支部大会講演論文集, Vol.2011, セッション C-103, pp.1-4 (2011).

[16] 間邊哲也, 長谷川孝明, 福田 朗: タイルカーペットを用いた M-CubITS 歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションについて, 電子情報通信学会技術研究報告. ITS, Vol.107, No.51, pp.1-6 (2007).

[17] 山口裕一: 『人はなぜ道に迷うか』, 筑摩書房, p.24 (1995).

[18] 浅村亮彦: なぜ道にまようのか - 空間認知におけるヒューマンエラー -, 北海学園大学経営論集, Vol.3, pp.131-135 (2005).

[19] 竹内謙彰: 「方向感覚質問紙」作成の試み (1) - 質問項目の収集及び因子分析結果の検討 -, 愛知教育大学研究報告, Vol.39, pp.127-140 (1990).

[20] 刈込渉, 島崎 敏, 下原祥平: 歩行中における携帯電話の使用実態, 日本大学理工学部学術講演会講演論文集, Vol.48, pp.364-365 (2004).