

博士前期課程学位論文

**WyNIST の実世界への適用法と
その性能評価に関する研究**

平成 21 年度

埼玉大学大学院 理工学研究科

数理電子情報系専攻 電気電子システム工学コース

指導教員 長谷川 孝明 教授

08MM218 芹澤 崇

概要

本論文では、リアルワールドの IT(Information Technology)でユビキタス・クラークを実現する WyNIST(WYSIWYAS Navigation Integrated Shop Terminal)の実世界への適用法およびその性能評価について述べている。

消費者が求める商品をストレスなく購入できる環境を実現するために、より良い購買環境の実現が求められている。そのような購買環境の高度化のためにリアルワールドの IT に基づき、利用者のコンテキストに合わせ、個人個人へ向けたサービスを提供するユビキタス・クラークが提案されている。ユビキタス・クラークは、店舗において店員が行う「商品・サービス情報への案内」「商品売り場・施設への案内」「商品に対する消費者からの意見の聴取」を、実際の店員の代わりに行うシステムの概念である。ユビキタス・クラークを実現するシステムとして WyNIST が既に提案されているが、実環境への適用に関する検討および性能評価については行われていない。

そこで本研究では、ユビキタス・クラークの機能である「商品・サービス情報への案内」「商品売り場・施設への案内」に関して、まず大型雑貨専門店および空港を対象として WyNIST の実環境への適用に関する検討を行った上でシステムを構築し、実証実験および性能評価を行っている。大型雑貨専門店を対象とした実験では、店舗内の商品売り場や施設への案内を行う WyNIST について検討・構築し、店に買い物に来た一般客と事前に募集したモニターを対象としたアンケートによる WyNIST のユーザビリティ評価に加え、モニターを対象とした WyNIST の有無による目的地までの移動時間の比較を行っている。実験の結果、良好なユーザビリティ評価を得た上、WyNIST の使用により目的地までの移動時間が短縮されることが示されている。

次に空港を対象とした実験では、空港内の店舗や施設への案内を行う WyNIST について検討・構築し、空港関係者と一般空港利用者、事前に募集したモニターを対象としたアンケートによる WyNIST のユーザビリティ評価に加え、モニターを対象とした WyNIST の有無による目的地までの移動時間の比較と移動時の不安度の比較を行っている。移動時間の比較には、目的地ごとの移動距離の差や歩行速度の差の影響を受けにくい規格化移動時間を指標として用いる。実験の結果、良好なユーザビリティ評価を得た上、WyNIST の使用により目的地までの規格化移動時間が短縮され、その標準偏差が大幅に減少することで、不安感も減少することが示されている。

以上より、WyNIST の社会定着に向けた知見を得ている。

目次

概要	i
目次	ii
図目次	iii
表目次	iv
第1章 序論	1
1.1. 背景	2
1.2. 本論文の構成	3
第2章 基礎理論	4
2.1. 本章のまえがき	5
2.2. ITS	5
2.3. 生活者 ITS プラットフォーム “LIP”	5
2.4. リアルワールドの IT とサイバー空間の IT	7
2.5. ユビキタス・クラーク	7
2.6. WYSIWYAS	7
2.7. WyNIST	8
2.8. 本章のまとめ	9
第3章 大型雑貨専門店における WyNIST の案内機能に関する実験	10
3.1. 本章のまえがき	11
3.2. WyNIST の大型店舗向け売り場案内機能の実装	11
3.3. 大型雑貨専門店におけるナビゲーション実験	13
3.4. 実験結果	17
3.4.1. ユーザビリティ評価	17
3.4.2. 移動時間の比較	17
3.5. 本章のまとめ	18
第4章 空港における WyNIST の案内機能に関する実験	19
4.1. 本章のまえがき	20
4.2. WyNIST の空港向け売り場案内機能の実装	20
4.3. 空港におけるナビゲーション実験	23
4.4. 実験結果	26
4.4.1. ユーザビリティ評価	26
4.4.2. 移動時間の比較	28
4.5. 本章のまとめ	29
第5章 結論	31
謝辞	33
参考文献	34

目次

図 2.1	LIP のアーキテクチャ	6
図 2.2	LIP におけるサービスのイメージ	6
図 3.1	大型店舗向け WyNIST の画面遷移図.....	11
図 3.2	大型店舗向け WyNIST の商品・サービス選択画面例.....	12
図 3.3	大型店舗向け WyNIST の案内画面例.....	12
図 3.4	大型雑貨専門店における実験の被験者の属性.....	15
図 3.5	大型雑貨専門店における実験のアンケート結果	16
図 3.6	来店頻度ごとの移動時間短縮率の比較	18
図 4.1	空港向け WyNIST の画面遷移図.....	21
図 4.2	空港向け WyNIST の目的地選択画面例（レストラン）	21
図 4.3	空港向け WyNIST の案内画面例.....	22
図 4.4	英語での表示例	22
図 4.5	空港における実験の被験者の属性.....	25
図 4.6	一般空港利用者と空港関係者のアンケート結果	27
図 4.7	モニターのアンケート結果	27
図 4.8	規格化移動時間の分布	29

表目次

表 3.1	大型雑貨専門店における実験のアンケート自由記述意見.....	17
表 3.2	大型雑貨専門店における実験の移動時間計測結果.....	18
表 4.1	空港における実験のアンケート自由記述意見.....	27
表 4.2	規格化移動時間の算出結果	28

第1章 序論

1.1. 背景

消費者が求める商品をストレスなく購入できる環境を実現するために、より良い購買環境の実現が求められている。例えば消費者が店で買い物をするとき、商品の売り場がわからずに店内で迷ってしまうことは消費者の快適な購買を妨げる要因となり、生産者やサービス提供者にとっても購買機会が失われるという点で大きな損失であるといえる。そこで、消費者がストレスなく本当に欲しいものを購入でき、また生産者へ本当に欲しいものを簡単に伝えられる、といった「購買環境の高度化」が求められている。

店舗での買い物の際、消費者は実際の店舗において商品が実際に置いてある場所を探し、実際の商品を手にとって選択する。そのため購買環境の高度化には、時空間を超えた情報を扱うサイバー空間の IT (Information Technology) ではなく、実在する人や物を直接対象とするリアルワールドの IT が有効である。

消費者がストレスなく本当に欲しいものを購入でき、生産者へ本当に欲しいものを簡単に伝えられるような購買環境を実現するには、

- 消費者が商品やサービスについての情報を簡単に得られること
- 消費者が目的の商品やサービスの場所へ簡単にたどり着けること
- 消費者が生産者へ欲しいものを簡単に伝えられること

が必要である。これを実現するためには、店舗において店員が消費者に対して提供する

- 商品・サービス情報への案内機能
- 売り場・施設への案内機能
- 商品企画フィードバック機能

をリアルワールドの IT で行うユビキタス・クラーク (Ubiquitous clerk; ユビキタス店員) [8] が必要である。

店舗や公共施設といった場所への案内を行うシステムとしては、GPS (Global Positioning System) 内蔵携帯電話機を利用した NAVITIME [1] をはじめとする商業サービスや、カメラ付き携帯電話機を利用する M-CubiTS 歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステム [2]、非接触 IC 内蔵携帯電話機を利用する MI WyNE Box [3] などが挙げられる。また、特に空港をはじめとする大規模な公共施設での利用を想定したシステムとして、*e* タグで目的地を読み取り、床面に設置された電子ペーパー上に進むべき方向を矢印で表示する WYSIWYAS 案内板 [4] や主に視覚障害者を対象とした PMA (Personal Mobile Assistant) [5] が提案されている。店舗において、商品情報の提示や売り場への案内を行うシステムとしては、SHOPPER'S EYE [6] や MyGROCER のスマートショッピングカート [7] が提案されている。SHOPPER'S EYE は屋外ショッピングモールを対象とする購買支援システムである。GPS 受信機の機能を持つ PDA (Personal Digital Assistant) を利用し、消費者が興味を示した商品の情報の提示や、商品の売り場への案内などを行う。MyGROCER のスマートショッピングカートでは、商品に取り付けられた *e* タグを読み取り商品情報を表示する機能や、商品を検索して売り場への案内を行う機能などにより、購買支援や情報収集を行う。しかしこれらは、商品情報の提示や目的地までの案内を行う機能を実現しているものの、前述の 3 つの機能により購買環境を

高度化するユビキタス・クラークの実現は行われていない。

ユビキタス・クラークを実現するシステムとして, WyNIST(WYSIWYAS Navigation Integrated Shop Terminal)[8]が提案されている。WyNIST は, 前述のユビキタス・クラークの機能により購買環境を高度化するシステムである。WyNIST については小規模な評価実験が行われている[8]が, 実環境への適用に関する検討および性能評価は行われていない。

1.2. 本論文の構成

本論文は全 5 章からなる。第 2 章では, 基礎理論を述べる。第 3 章では, 大型店舗を対象とした WyNIST の案内機能について実装を行い, 大型雑貨専門店において実験を行う。第 4 章では, 空港を対象とした WyNIST の案内機能について実装し, 空港において実験を行う。第 5 章では, 本論文の結論を述べる。

第 2 章

基礎理論

2.1. 本章のまえがき

第1章では、購買環境の高度化が求められており、それを実現するために WyNIST が提案されていることを述べた。

本章では、WyNIST に関する基礎および WyNIST の概要と機能、これまでに行われた実験について述べる。2.1.では、本論文における ITS の定義について説明し、2.2.では、生活者 ITS プラットフォーム “LIP” について述べる。2.3.では、リアルワールドの IT とサイバー空間の IT について説明する。2.4.では、ユビキタス・クラークについて述べる。2.5.では、WyNIST の概要と機能、これまでの実験について述べる。

2.2. ITS

文献[9]では、ITS(Intelligent Transport Systems: 高度交通システム)を「IT で高度化される人と物の移動システム」と定義している。本論文では、この定義に従うものとする。

2.3. 生活者 ITS プラットフォーム “LIP” [10]

文献[10]において、人と物の移動を含めた生活者プラットフォーム “LIP” (Liver ITS Platform)が提案されている。LIP のアーキテクチャを図 2.1 に、LIP によるサービスのイメージを図 2.2 に示す。LIP は人と物の移動に生産者へのフィードバックを含めた統合化プラットフォームであり、以下の5つの機能を持つ。

- (1) *e* タグによる商品のトレーサビリティの機能
- (2) 商品に生産者や流通業者のメッセージが付与される *e* メッセージ機能
- (3) 容易かつ安心な決済機能
- (4) 歩行者ナビゲーション機能
- (5) 消費者から生産者へのフィードバック機能

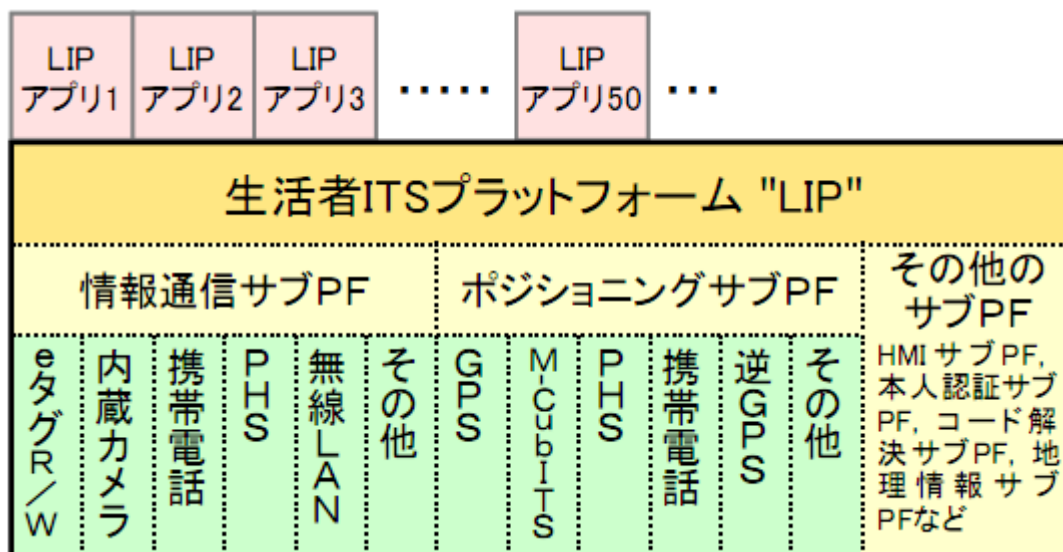


図 2.1 LIP のアーキテクチャ



図 2.2 LIP におけるサービスのイメージ

2.4. リアルワールドの IT とサイバー空間の IT

インターネットの普及などにより、ある場所にいながらにして、いつでも世界中の情報を得ることが可能となっている。このような時空間を超えた情報を扱う IT を「サイバー空間の IT」と呼ぶ。たとえ観光情報のような位置に則した情報の検索においても、インターネットによってユーザの現在位置に依存しない情報のやりとりが行われている。

それに対して、実在する人や物を直接対象とし、その移動や活動を高度化する情報技術を「リアルワールドの IT」と呼ぶ。LBS などは、その代表的な例である。リアルワールドの IT の特徴は、実在する空間、人、物に直接作用し、そのコンテキストに基づく情報を扱うことである。例えば、端末を店舗に設置し、その店舗で売っている商品の情報の提示や、ユーザの現在位置に基づいた売り場までの案内を行うシステムにおいて、あるユーザがこのシステムを利用し、欲しい商品を探して売り場を調べるとする。このとき、サービスの提供側からは「ある瞬間にあるユーザが何を欲しがっているかわかる機能があり、しかもそのユーザがすぐそばまで来ている」という事実が存在する。このように、リアルワールドの IT という基盤には、ビジネスチャンスを生み出す高い可能性がある。

2.5. ユビキタス・クラーク[8]

店舗において店員が消費者に対して提供するサービスとして、「商品・サービス情報の提示」「商品売り場・施設への案内」「商品に対する消費者からの意見の聴取」が挙げられる。ユビキタス・クラーク(Ubiquitous clerk; ユビキタス店員)は、実際の店員に代わってこれらを行う。これにより、利用者のコンテキストに合わせて個人個人へ向けたサービスを提供する「コンシェルジュ性」を持ち、優秀なコンシェルジュのような直感性の高いサービスを実現する。

2.6. WYSIWYAS[9]

WYSIWYAS(What You See Is What You Are Suggested)は、直感的なナビゲーションを実現する HMI(Human Machine Interface)の基本設計概念である。WYSIWYAS ナビゲーションでは、ユーザの方向に合わせて案内情報を提示することで、直感的でわかりやすいナビゲーションを実現する。

2.7. WyNIST[8]

リアルワールドの IT で購買環境を高度化するシステムとして、WyNIST(WYSIWYAS Navigation Integrated Shop Terminal)が提案されている。WyNIST は、

- 商品・サービス情報への案内機能
- 売り場・施設への案内機能
- 商品企画フィードバック機能

によって購買環境を高度化するシステムである。LIP において WyNIST は、「歩行者ナビゲーション機能」と「消費者から生産者へのフィードバック機能」を実現する。これらの機能により、実際の店員に代わり、困っているユーザの手助けや商品情報の提示、商品に対する意見の聴取などを行うユビキタス・クラークの役割を果たす。WyNIST の案内機能は、コンシェルジュのようにユーザのコンテキストに合わせた商品・サービスや目的地を提示し、案内する。

商品・サービス情報への案内機能は、ユーザがストレスなく商品情報を得るために、商品やサービスに関する情報までユーザを案内する機能である。知りたい商品の分類の選択やキーワードからの検索により、商品情報への直感的な案内を行う。売り場・施設への案内機能は、選択された商品や施設の場所までユーザを案内する機能である。ユーザの向きに合わせて案内することで、直感的な案内を実現する。商品企画フィードバック機能は、ユーザが選択した商品に対する意見や改善案などを生産者へ伝える機能である。衣類を対象とした色調・素材の変更機能とコメントの入力機能により、ある商品に対するユーザの意見を直感的に生産者へ伝える機能を提供する。

WyNIST の評価として、埼玉大学内の教室を大型店舗の売り場であると想定した実験が行われている。この実験では、WyNIST の有無による目的商品までの移動時間の比較および WyNIST のユーザビリティ評価が行われている。WyNIST の有無による目的商品までの移動時間の比較実験では、WyNIST 設置場所から出発し、指定された商品を探して出発地点に戻るまでの時間を、WyNIST を使用して商品の場所を調べてから探す場合、WyNIST を使用せずに探す場合、という2つの場合について計測し、それぞれの時間を比較している。なお、WyNIST を使用する場合には、その操作時間も含めて計測している。また、実験中の学習効果を打ち消すため、被験者を半数ずつに分け、WyNIST を使用するタスクと使用しないタスクの順番を入れ替えて実験を行っている。ユーザビリティ評価では、WyNIST を実際に使用し、アンケートによる評価を行っている。アンケートでは、案内情報のわかりやすさ、思うように商品企画ができたかどうか、色調変更機能の有効性、質感変更機能の有効性、商品企画フィードバック機能の有効性について各5段階で評価が行われている。

実験の結果、WyNIST の使用により平均移動時間が46%短縮されており、ユーザビリティ評価に関しても良好な結果が得られている。

しかし、大学内での実験により、WyNIST の有効性が示されているものの、実際の店舗

や公共施設における実験は行われておらず，実環境における有効性は明らかにされていない．

2.8. 本章のまとめ

本章では，まず WyNIST に関する基礎として，

- 本論文における ITS の定義
- 人と物の移動に生産者へのフィードバックを含めた統合化プラットフォームである，生活者 ITS プラットフォーム “LIP”
- 実在する人や物を直接対象とし，その移動や活動を高度化するリアルワールドの IT と，時空間を超えた情報を扱うサイバー空間の IT
- 店舗において店員が消費者に対して提供する 3 つのサービスをリアルワールドの IT で行うユビキタス・クラーク
- 直感的なナビゲーションを実現する HMI の基本設計概念である WYSIWYAS

について説明した．次に，リアルワールドの IT で購買環境を高度化する WyNIST の概要と機能，これまでに行われた実験について述べた．

第3章

大型雑貨専門店における WyNIST の案内機能に 関する実験

3.1. 本章のまえがき

本章では、大型雑貨専門店における WyNIST の案内機能に関する実験と評価について述べる。3.2.では、WyNIST の大型店舗向け売り場案内機能の実装する。3.3.では、大型雑貨専門店における WyNIST の売り場案内機能に関する実験を行い、3.4.では、その結果について述べる。

3.2. WyNIST の大型店舗向け売り場案内機能の実装

大型店舗での売り場案内のための WyNIST を構築する。本章では WyNIST の主要な3つの機能のうち、商品・サービス情報への案内機能と店舗・施設への案内機能に関する検討を行う。また、本章で構築するシステムが案内を行う目的地は、店舗内の商品売り場やサービス施設、店舗の最寄り駅とする。

構築した WyNIST の画面遷移図を図 3.1 に示す。WyNIST が案内する商品およびサービス施設は店内での行動に合わせて大分類から小分類へ階層的に分類されており、ユーザはそれに従って図 3.2 のような画面から目的地を絞り込んで選択する。店内での行動に合わせて目的地を分類して表示することで、コンシェルジュのようにユーザのコンテキストに合わせて目的地を提示・案内する。

案内画面の例を図 3.3 に示す。案内画面では、ユーザの現在位置から目的地までの経路と進むべき方向を示す矢印、経路の説明文を表示する。案内情報をユーザの向いている方向に基づいて提示することで、直感的な案内を実現する。提示する案内文は、ユーザが理解や記憶がしやすいよう、短く簡単な文としている。選択された店舗や施設が現在位置と異なる階にある場合には、案内に必要な情報量の増大による案内情報の記憶しやすさの低下を防ぐため、現在位置からその場所の階へ行くための最寄りのエレベータまたはエスカレータまでの経路を提示する。

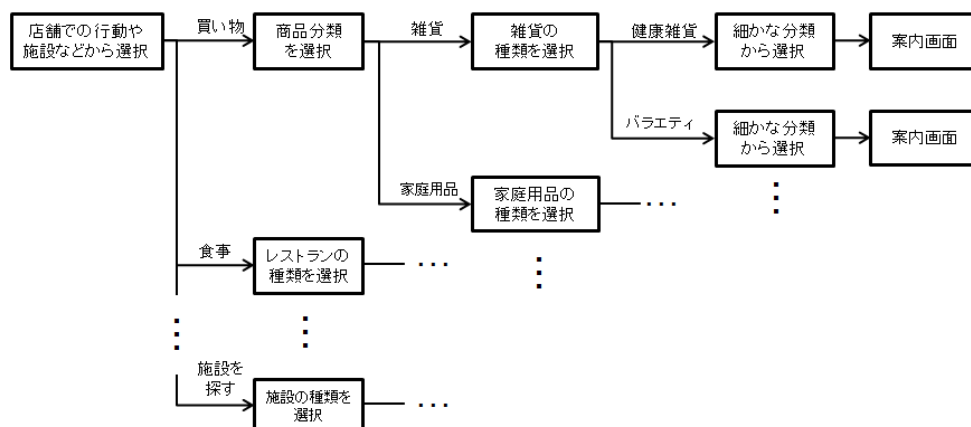


図 3.1 大型店舗向け WyNIST の画面遷移図



図 3.2 大型店舗向け WyNIST の商品・サービス選択画面例

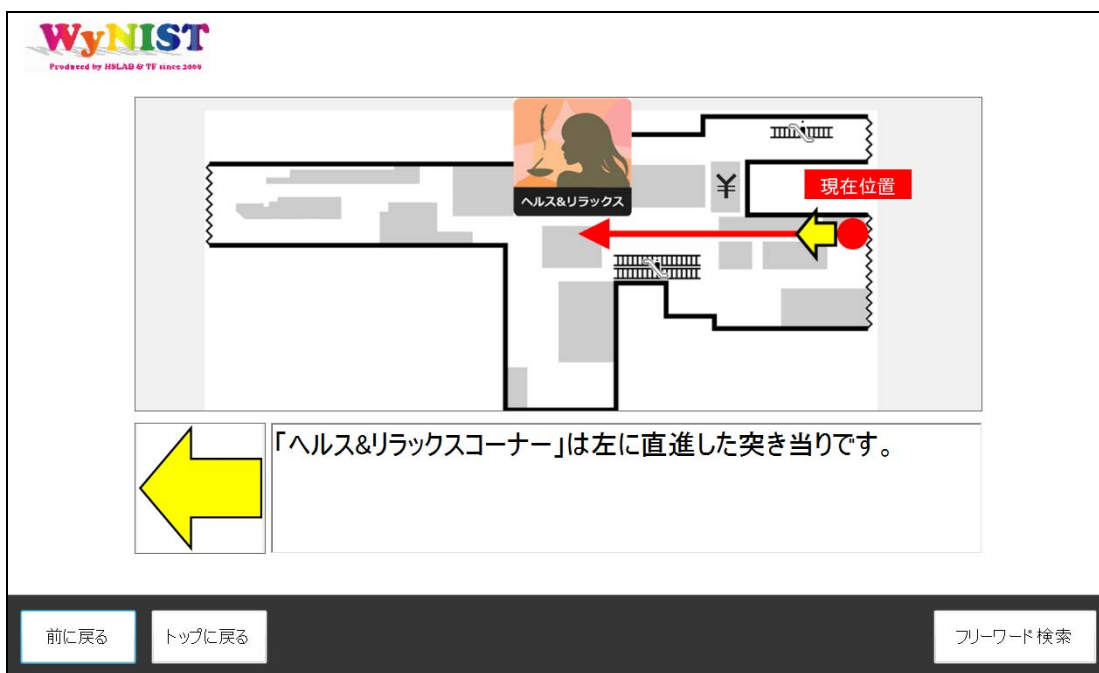


図 3.3 大型店舗向け WyNIST の案内画面例

3.3. 大型雑貨専門店におけるナビゲーション実験

3.2.で構築した WyNIST を利用し、実際の店舗において実験を行う。被験者は、実験場所の雑貨専門店で買い物に来た一般客（451 名）および事前に募集したモニター（53 名）である。図 3.4 に被験者の属性を示す。一般客を対象とする実験では、WyNIST に関するユーザビリティ評価を行う。モニターを対象とする実験ではユーザビリティ評価に加え、WyNIST の有無による目的地までの移動時間の比較を行う。

• 一般客対象の実験

WyNIST を自由に使用し、アンケートによるユーザビリティ評価を行う。アンケートでは

質問1: 本システムは操作しやすいですか？

質問2: 本システムの地図の表示は見やすいですか？

質問3: 本システムを利用することで、目的地への移動は容易になりましたか？

の項目について5段階（1~5点）で評価する。また、自由記述による意見の収集も行う。

• モニター対象の実験

モニターを対象とした実験では、アンケートによるユーザビリティ評価に加え、WyNIST を利用した場合と利用しない場合での目的地への移動時間の比較を行う。

アンケートによるユーザビリティ評価は、一般客と同様の項目について行う。

移動時間の計測では、被験者が WyNIST 設置場所から出発し、指定された商品を探して出発地点に戻るまでの時間を、WyNIST を使用する場合と WyNIST を使用しない場合について測定する。被験者は、指定された商品の売り場や施設へ次の手順で移動する。

(1) **WyNIST を使用する場合:** WyNIST を使用して目的地までの経路を調べる(フロアマップや案内板も使用可)

WyNIST を使用しない場合: フロアマップや案内板を使用して目的地までの経路を調べる

(2) 指定された商品の売り場や施設まで移動する

(3) 出発地点に戻る

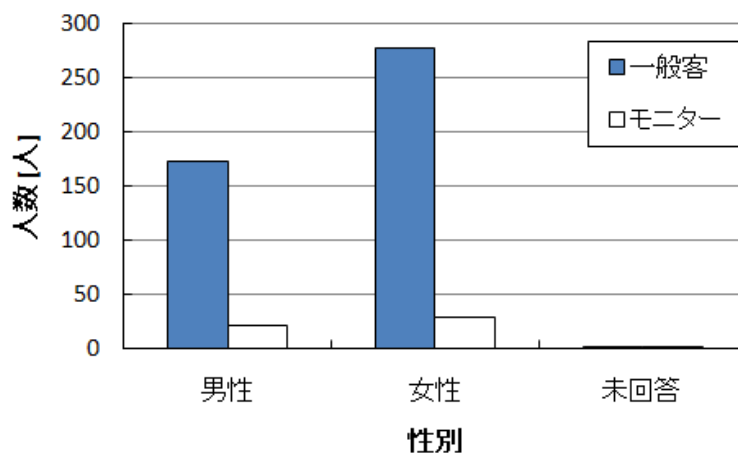
(1)から(3)までの時間を計測して移動時間とする。計測する時間には、WyNIST の操作時間やフロアマップなどで場所を調べる時間を含める。目的地は WyNIST を使用する場合、使用しない場合とも各5箇所ずつ(被験者1人につき10箇所)指定する。また、移動中に得た店内構造に関する知識が結果に大きな影響を与えることを防ぐため、次のように被験者を半数ずつに分け、WyNIST を使用するタスクと使用しないタスクの順番を入れ替えて実験を行う。

- **グループ A** (29名) : WyNIST を使用して5つの商品を探した後、WyNIST を使用せずに5つの商品を探す

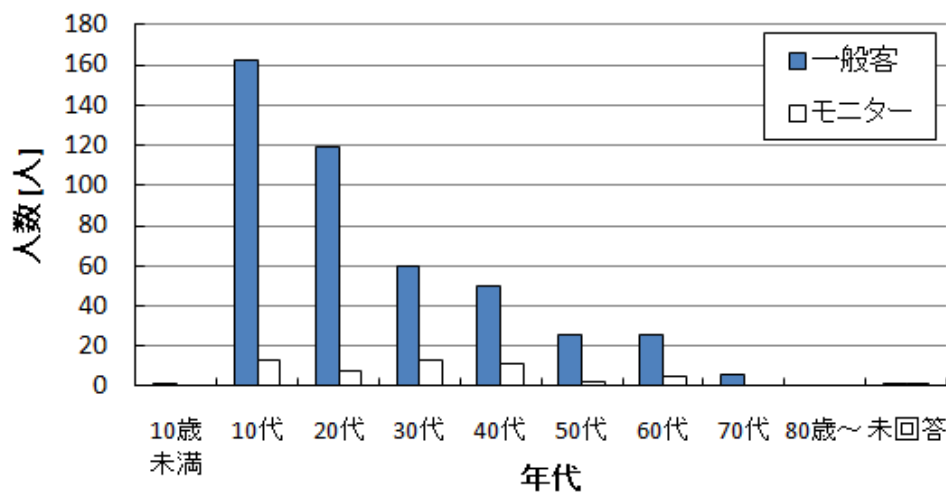
- **グループ B** (24名) : WyNIST を使用せずに5つの商品を探した後、WyNIST を使用し

て5つの商品を探す

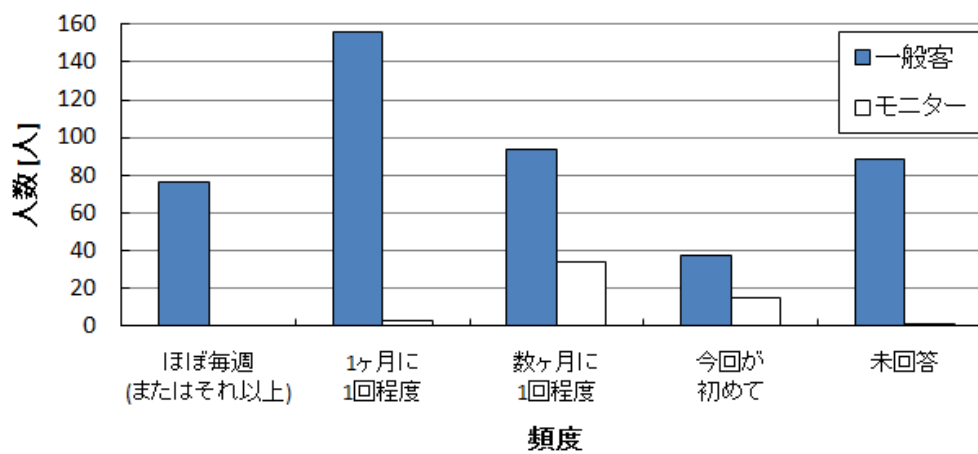
実験場所として8階建ての大型雑貨専門店のビルを使用し，WyNIST を1階に2台，4階に1台設置する。



(a) 被験者の性別の分布



(b) 被験者の年代の分布



(c) 被験者の来店頻度の分布

図 3.4 大型雑貨専門店における実験の被験者の属性

3.4. 大型雑貨専門店におけるナビゲーション 実験の結果

3.4.1. ユーザビリティ評価

一般客およびモニターを対象とした WyNIST のユーザビリティに関するアンケート結果(平均点と標準偏差)を図 3.5 に示す。各項目とも高い評価が得られており、特に質問3の「目的地への移動が容易になるか」という項目に対する評価が最も高い結果となった。

アンケートの自由記述欄に寄せられた意見を分類し、まとめたものを表 3.1 に示す。被験者によって印象や考え方が異なるため、それぞれに相反する意見も挙げられている。そのため、これら相反する意見の両方に対応できるような方法の検討が必要となる。HMI に関する意見や商品情報・データベースに関する意見として、案内情報や商品情報をさらに短く、内容を詳細にしてほしいといった意見が挙げられている。WyNIST では直感性を高めるため、説明文をできる限り短く簡単にしているが、直感性を保ちながら多くの情報をユーザに伝える手法についてのさらなる検討が必要であるといえる。現在位置と異なる階への場合も最後まで案内してほしいという意見も見られたが、これは 3.2. で述べたように、案内に必要な情報量が増大してしまい、ユーザが案内情報を記憶することが難しくなる可能性がある。そのため、アンケートの意見でも挙げられた「案内情報の印刷機能・携帯電話機への転送機能」などのように、WyNIST から離れた後でも経路を確認可能となるような手法の検討が必要であると考えられる。また、WyNIST の必要性に関する意見として「人より機械のほうが聞きやすいので便利」というものがある。このような意見の人にとっては、WyNIST への需要が特に高いといえる。

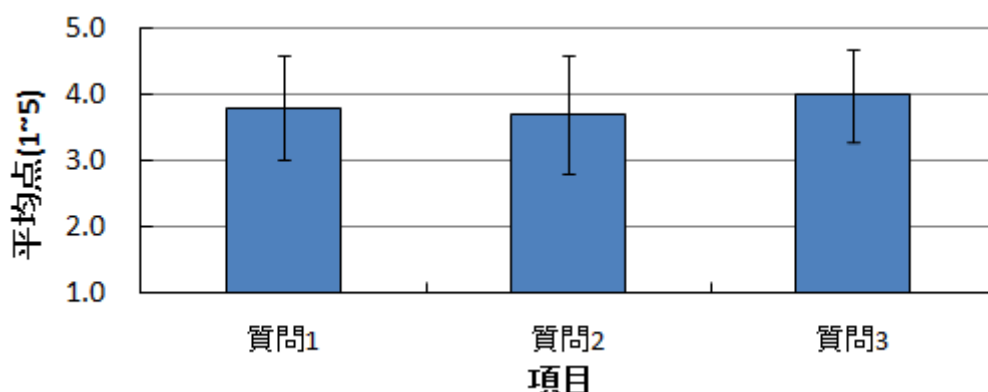


図 3.5 大型雑貨専門店における実験のアンケート結果

表 3.1 大型雑貨専門店における実験のアンケート自由記述意見

分類	具体的なコメント
HMI に関する意見	見やすい, 使いやすい, わかりやすい
	見にくい, わかりにくい, 説明が不十分, 説明文が長い, タッチパネルの反応が鈍い, タッチパネルの感度が良すぎて年配者に不向き
機能に関する意見	移動がスムーズにできる, 商品の取扱いを確認できる, 商品の場所がわからなくなることを防げる, 商品の場所がわかって良い
	階をまたぐとわかりにくい, 階しかわからない
商品情報・データベースに関する意見	カテゴリ分けが不明確・不適切, 商品情報が不足, 商品情報を詳しくしてほしい, 検索しにくい, 商品に到達できない
WyNIST の必要性に関する意見	人より機械のほうが聞きやすいので便利, 人がいないとき便利
	人に聞けばよい, いらぬ
その他	駅やバス, 近隣店舗などの情報が欲しい, 商品の詳細情報や在庫情報が欲しい, 案内情報の印刷機能や携帯電話機への転送機能が欲しい

3.4.2. 移動時間の比較

計測した移動時間の平均および標準偏差を表 3.2 に示す。WyNIST の使用により、移動時間が 13%短縮されており、標準偏差は 25%小さくなっている。

被験者が実験場所の店舗を普段利用する頻度と WyNIST による移動時間短縮率の関係を図 3.6 に示す。移動時間短縮率は

$$\text{移動時短縮率} = 1 - \frac{\text{WyNIST 使用時の移動時間}}{\text{WyNIST 不使用時の移動時間}} \quad (1)$$

として算出する。図 3.6 より、実験場所の店舗を利用する頻度が高いほど移動時間短縮率が高い傾向があることがわかる。このことから、WyNIST は店舗利用頻度が高く、店舗全体の構造を把握しているユーザが商品の位置を知りたいときに非常に有効であるといえる。今回実験を行った雑貨専門店のように、商品の場所が頻繁に入れ替わる店舗では、WyNIST は特に有効性が高い。

店舗利用頻度が低い被験者の場合、目的地までの経路の記憶に加えて店舗全体の構造の把握が必要となる。そのため、店舗利用頻度の高い被験者よりも移動時間短縮率が低くなっていると考えられる。アンケートにも「移動中にわからなくなってしまい、WyNIST の設置

場所まで戻った」という記述があり、このことから店舗全体の構造の把握が重要であることがわかる。そこで、WyNISTによる店舗全体の構造が把握しやすい案内情報の検討が必要であると考えられる。

表 3.2 大型雑貨専門店における実験の移動時間計測結果

	WyNIST 使用	WyNIST 不使用
データ数	53	53
平均(分)	16.1	18.6
標準偏差(分)	6.2	8.3

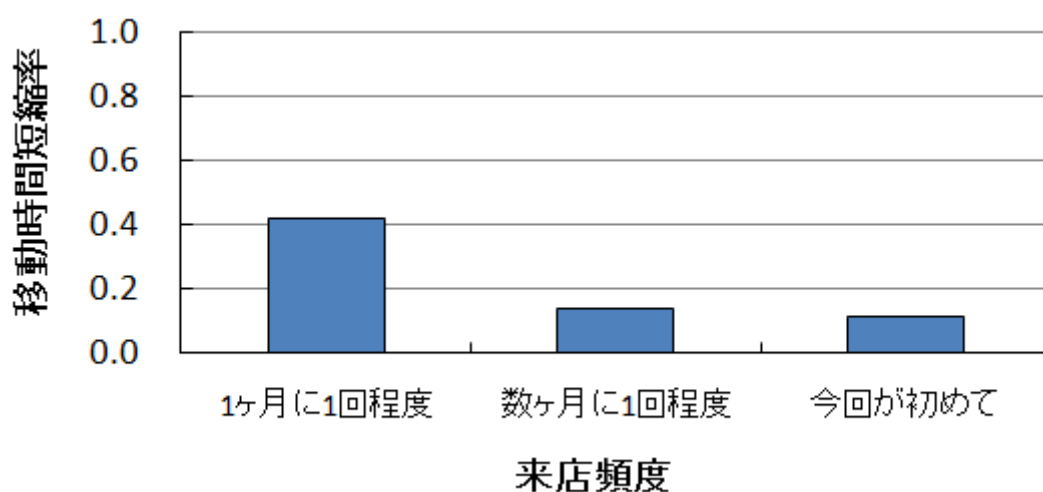


図 3.6 来店頻度ごとの移動時間短縮率の比較

3.5. 本章のまとめ

本章では、大型雑貨専門店における WyNIST の案内機能に関する実験と評価について述べた。実際の店舗における実験の結果、WyNISTに関するユーザビリティ評価では、操作のしやすさ、表示の見やすさ、移動の役に立つか、の各項目について高い評価が得られた。また、移動時間の比較では、WyNISTの使用により平均移動時間が13%短縮され、標準偏差が25%減少した。以上より、大型店舗におけるWyNISTの有効性を示した。

第4章

空港における WyNIST の 案内機能に関する実験

4.1. 本章のまえがき

本章では、空港における WyNIST の案内機能に関する実験と評価について述べる。4.2.では、WyNIST の空港向け店舗案内機能の実装する。4.3.では、空港における WyNIST の店舗案内機能に関する実験を行い、4.4.では、その結果について述べる。

4.2. WyNIST の空港向け売り場案内機能の実装

空港における店舗案内実験のための WyNIST を構築する。本章では WyNIST の主要な 3 つの機能のうち、商品・サービス情報への案内機能と店舗・施設への案内機能に関して検討を行う。また、本章で構築するシステムが案内を行う目的地は、空港内の店舗や施設とする。

構築した WyNIST の画面遷移図を図 4.1 に示す。WyNIST が案内する店舗や施設は、空港での人の動きや行動を考慮して大分類から小分類へ階層的に分類されており、ユーザはそれに従って図 4.2 のような画面から目的地を絞り込んで選択する。例えば、食事をしたい場合には、店舗を探す→レストラン→和食→具体的な店名、のように選択していくと、目的地の店までの案内画面が表示される。このように、空港での行動に合わせて目的地を分類して表示することで、WyNIST はコンシェルジュのようにユーザのコンテキストに合わせて目的地を提示・案内する。

案内画面の例を図 4.3 に示す。案内画面では、ユーザの現在位置から目的地までの経路を地図と進むべき方向を示す矢印、経路の説明文を表示する。案内情報をユーザの向いている方向に基づいて提示することで、直感的な案内を実現する。3.2.で構築したシステムと同様、ユーザが案内情報を記憶しやすくするため、選択された店舗や施設が現在位置と異なる階にある場合には、現在位置からその場所の階へ行くための最寄りのエレベータまたはエスカレータまでの経路を提示する。

また、日本語、英語、繁体字中国語、簡体字中国語、韓国語の 5 ヶ国語による表示をサポートする。表示言語を選択すると、図 4.4 のように WyNIST のボタンや案内文などが選択された言語で表示される。これにより、WyNIST は利用者の使用言語というコンテキストを考慮した案内を実現する。

さらに、空港の営業時間に合わせ、自動的に電源のオン・オフを行う機能を追加する。

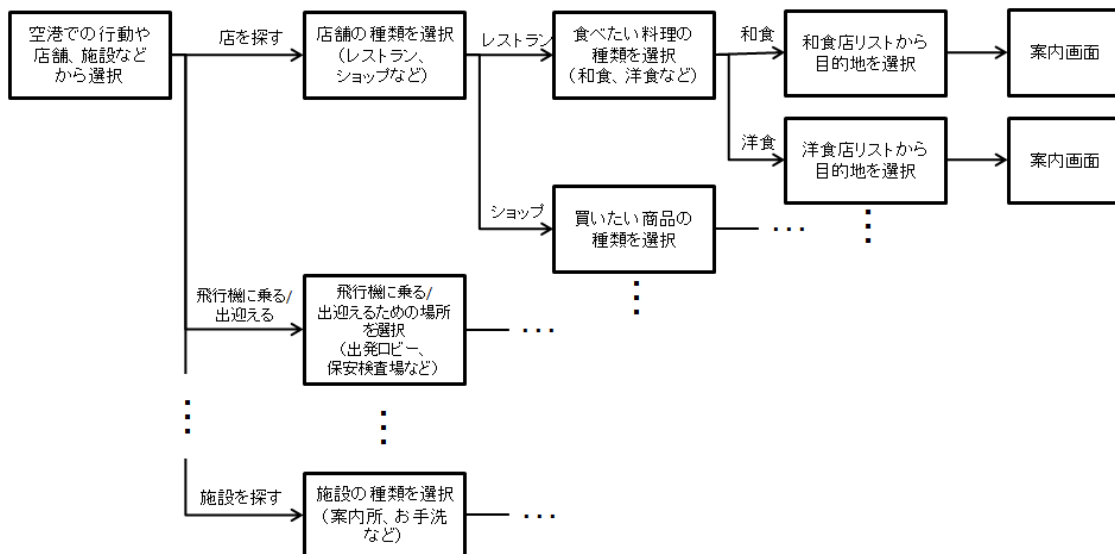


図 4.1 空港向け WyNIST の画面遷移図



図 4.2 空港向け WyNIST の目的地選択画面例 (レストラン)

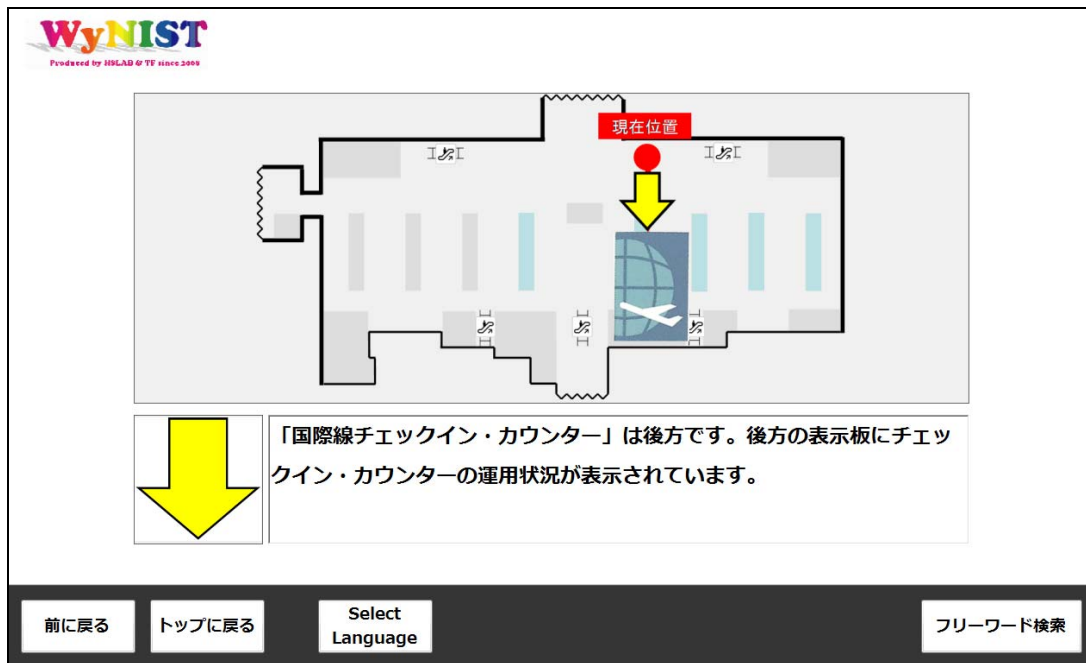


図 4.3 空港向け WyNIST の案内画面例

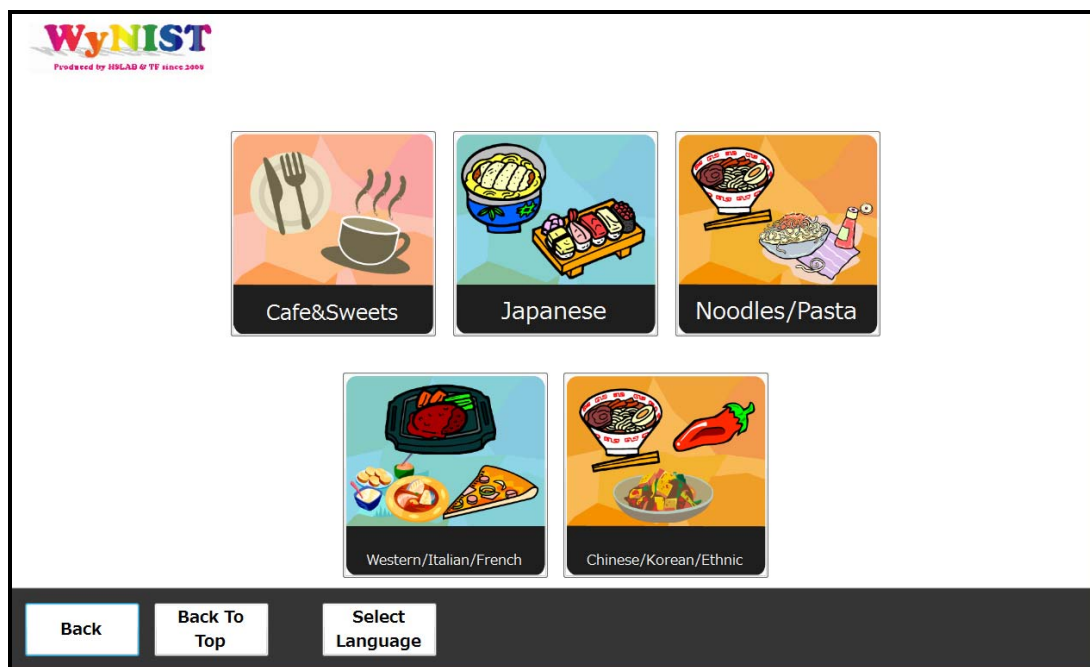


図 4.4 英語での表示例

4.3. 空港におけるナビゲーション実験

空港において WyNIST に関するユーザビリティ評価, WyNIST の有無による目的地までの移動時間, 移動中に迷ったと感じた回数の比較を行う. 被験者は, 空港関係者(28名), 空港の一般利用者(76名)および事前に募集したモニター(12名)である. 被験者の属性を図 4.5 に示す.

空港関係者と一般空港利用者を対象とする実験では, それぞれ空港内を知っている立場, 空港内に不慣れな立場からのユーザビリティ評価を行う. モニターを対象とする実験では空港内に不慣れな立場からのユーザビリティ評価に加え, WyNIST の有無による目的地までの移動時間の比較, 移動中に迷ったと感じた回数の比較を行う.

- 空港関係者・一般空港利用者対象の実験

被験者は WyNIST を自由に使用し, アンケートによるユーザビリティ評価を行う. アンケートでは,

質問1: WyNIST のように, 1人ひとりに向けた案内を提示し, 看板や案内板などと協調して「快適に移動できる環境」を実現するシステムは必要だと思いますか?

質問2: WyNIST が普及した場合, 利用したいと思いますか?

質問3: 操作しやすいですか?

質問4: 行きたい店舗や施設などを探しやすいですか?

質問5: 目的地までの移動が楽になりますか?

の項目について5段階(1~5点)で評価する. また, 自由記述による意見の収集も行う.

- モニター対象の実験

モニターを対象とした実験では, アンケートによるユーザビリティ評価に加え, WyNIST を利用した場合と利用しない場合での目的地への移動時間の比較および移動中に迷ったと感じた回数の比較を行う.

アンケートでは,

質問1: WyNIST のように, 1人ひとりに向けた案内を提示し, 看板や案内板などと協調して「快適に移動できる環境」を実現するシステムは必要だと思いますか?

質問2: 空港での案内に有効だと思いますか?

質問3: 普及した場合, 利用したいと思いますか?

質問4: 操作は簡単でしたか?

質問5: 案内は信頼できましたか?

質問6: WyNIST と地図(フロアガイド)が両方利用できる場合, どちらを頼りたいですか?

質問7: WyNIST と人間(案内係など)が両方利用できる場合, どちらを頼りたいですか?

質問8: WyNIST はフロアガイドやパンフレットと比較して店舗が探しやすかったですか?

質問9: 提示する情報は、フロアガイドやパンフレットと比較して目的地への移動の役に立ちましたか？

質問10: 提示する案内情報の情報量は適切でしたか？

質問11: 提示する案内情報の文章の長さは適切でしたか？

の項目について5段階(1~5点)で評価する。ただし、質問6と質問7については、WyNISTを頼りたいと感じた場合には5に近い点数を、そうでない場合には1に近い点数をつけるものとする。また、自由記述による意見の収集も行う。

WyNISTの有無による移動時間の比較では、目的地ごとの出発地との距離の差や被験者ごとの歩行速度などの影響を軽減するため、次式で示される規格化移動時間を用いる。

$$\text{規格化移動時間} = \frac{\text{実移動時間}}{\text{基準移動時間}} \quad (2)$$

実移動時間は、被験者が目的地の場所や目的地までの経路を知らない場合に、目的地に到達するまでに要する時間である。途中で案内板やナビゲーションシステムなどを利用した場合、それらを利用する時間も実移動時間に含める。基準移動時間は、被験者が目的地の場所や経路を知っており、目的地まで迷わずに到達できる場合に、目的地に到達するまでに要する時間である。ただし、エレベータの待ち時間やエレベータに乗っている時間などがデータの傾向に大きな影響を与えることを避けるため、実移動時間と基準移動時間の計測の際には、これらの時間を除く。

規格化移動時間は、ある被験者がある目的地まで移動した場合に要する時間が、その目的地まで迷わずに移動する時間の何倍となるかを表す。そのため、規格化移動時間の値は目的地ごとの移動距離の差や歩行速度の差による影響を受けにくく、システムによる移動時間の短縮効果をより明確に表すことができる。被験者が移動中に迷った場合には、実移動時間が基準移動時間に比べて大きくなるため、規格化移動時間は大きくなる。被験者がほとんど迷わずに目的地まで到達した場合には、実移動時間と基準移動時間との差が小さくなるため、規格化移動時間は1に近い値となる。

規格化移動時間を算出するため、WyNISTを使用する場合とWyNISTを使用しない場合について、次の手順で目的地ごとに実移動時間と基準移動時間を計測する。

(1) **WyNISTを使用する場合:** WyNISTを使用して目的地までの経路を調べる(フロアマップや案内板も使用可)

WyNISTを使用しない場合: フロアマップや案内板を使用して目的地までの経路を調べる

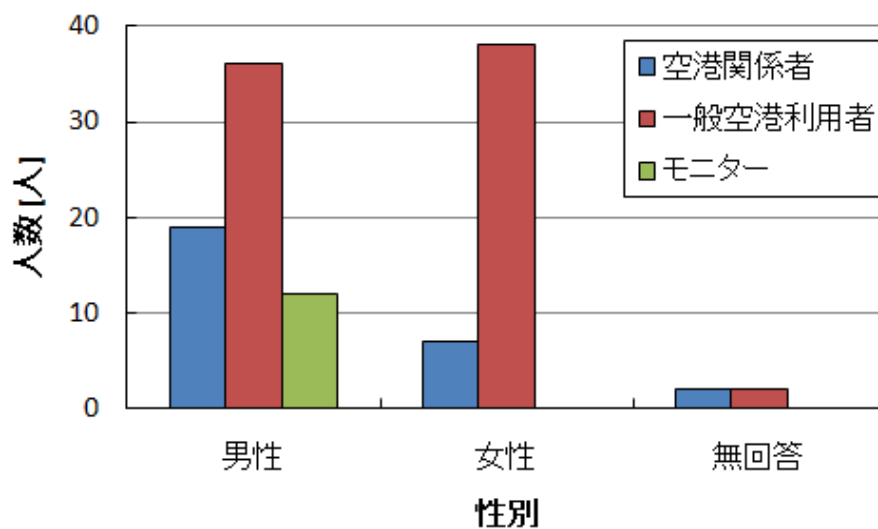
(2) 指定された目的地まで移動する

(3) 指定された経路で出発地点に戻る

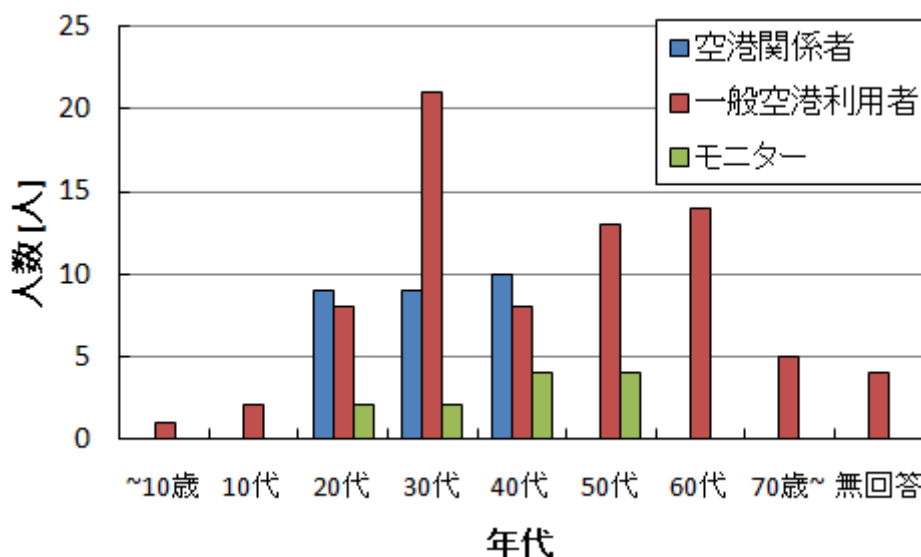
(1)から(2)までの時間を実移動時間、(2)から(3)までの時間を基準移動時間とする。計測する時間には、WyNISTの操作時間やフロアマップなどで場所を調べる時間を含める。目的地は

WyNIST を使用する場合、使用しない場合とも各 5 箇所ずつ(被験者 1 人につき 10 箇所)指定する。また、3.3.の実験と同様、移動中に得た知識の影響を打ち消すため、被験者を半数ずつに分け、WyNIST を使用するタスクと使用しないタスクの順番を入れ替えて実験を行う。

WyNIST を利用した場合と利用しない場合の移動中に迷ったと感じた回数の比較では、移動時間計測中に被験者が迷っていることを表す言葉(どこだろう、わからない、など)を發した回数を計測し、比較する。



(a) 被験者の性別の分布



(b) 被験者の年代の分布

図 4.5 空港における実験の被験者の属性

4.4. 実験結果

4.4.1. ユーザビリティ評価

一般空港利用者と空港関係者による WyNIST のユーザビリティ評価結果として、アンケートの各項目に対する被験者の平均点を図 4.6 に示す。また、モニターによるアンケートの各項目に対する平均点を図 4.7 に示す。

図 4.6 と図 4.7 より、一般空港利用者、空港関係者、モニターとも質問 1 に対する点数が高く、WyNIST のようなシステムへの需要が高いことがわかる。また図 4.6 より、質問 2, 4, 5 に関しては空港関係者より一般空港利用者のほうが高い評価を与えている。このことから、空港内に詳しくない一般空港利用者は、空港内を熟知している空港関係者と比較して、操作性は低いと感じる反面、情報の提示や案内などに関しては有効性が高いと感じていることがわかる。

図 4.7 より、モニターによる評価では全体的に高い評価が得られているものの、質問 6 と質問 9 でやや低い評価となっている。これは、フロアガイドやパンフレットが持ち運び可能であり、移動中に場所を確認しながら目的地を探すことができるという優位性があるためだと考えられる。WyNIST においても、端末から離れても目的地までの経路を確認する方法について検討を行い、効果を明らかにする必要がある。

一般空港利用者、モニターのアンケートの自由記述欄で多く寄せられた意見をまとめたものを表 4.1 に示す。被験者に共通する意見として、案内文の説明を詳細にしてほしいという意見や、現在の階と異なる階への場合も最後まで案内してほしいという意見が挙げられた。しかしこれは第 3 章で述べたように、案内に必要な情報量が増大してしまい、ユーザが案内情報を記憶することが難しくなる可能性がある。そのため、案内情報の記憶を補助する手法の検討が必要である。

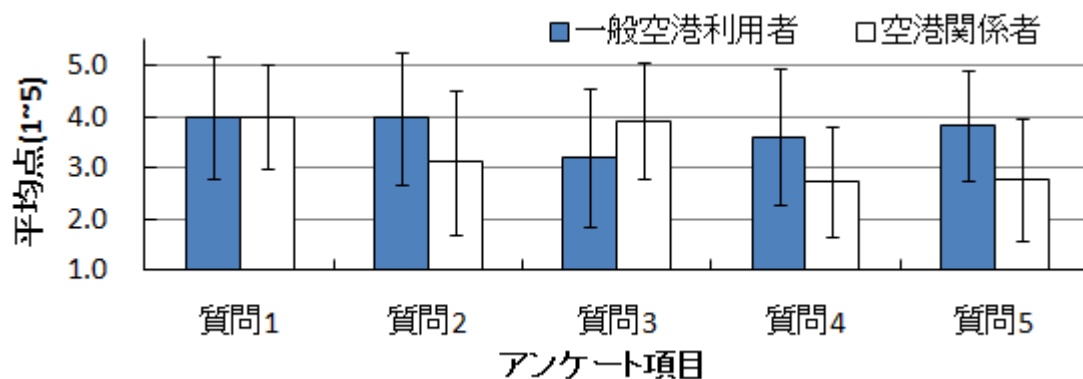


図 4.6 一般空港利用者と空港関係者のアンケート結果

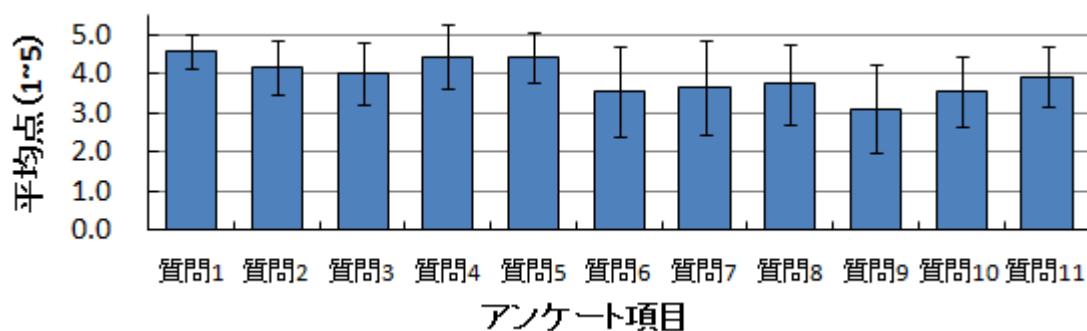


図 4.7 モニターのアンケート結果

表 4.1 空港における実験のアンケート自由記述意見

	意見
一般空港利用者	案内板や案内所との併用で有効性大, 案内文が不足・わかりづらい, 最後まで案内してほしい, 表示が小さい, もっと台数が必要
モニター	案内板や案内所との併用で有効性大, 最後まで案内してほしい

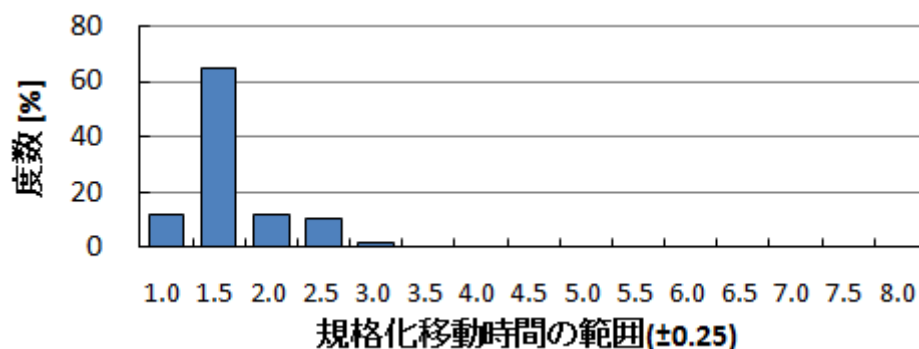
4.4.2. 移動時間の比較

計測したデータ数および移動時間から算出した規格化移動時間の平均、標準偏差、90 パーセンタイル値を表 4.2 に示す。表 4.2 のように、WyNIST を使用した場合には規格化移動時間が 31%短縮されており、標準偏差が 72%減少している。また、90 パーセンタイル値は 47%小さくなっている。図 4.8(a)(b)はそれぞれ WyNIST 使用時、不使用時の測定データから求めた規格化移動時間に対して、規格化移動時間が横軸の値 ± 0.25 の範囲に含まれるデータの件数の割合を縦軸にとったヒストグラムである。この図から、WyNIST 使用時には、WyNIST 不使用時と比較して規格化移動時間が長くなるケースが少ない傾向が見られる。これらのことから、WyNIST 使用により規格化移動時間および標準偏差が大きく減少することがわかる。

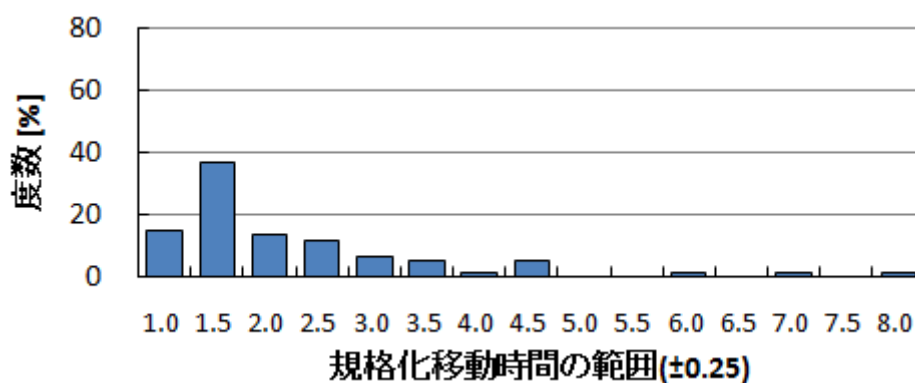
前述のように規格化移動時間は、ある目的地まで移動した場合に要する時間が、その目的地まで迷わずに移動する時間の何倍となるかを表している。そのため、規格化移動時間が長い場合は、移動中に長い時間迷っていることを示しており、この場合には移動に大きなストレスを感じると考えられる。そのため、WyNIST を使用することで、移動中に長時間迷うことが大幅に減少し、移動にストレスを感じることが少なくなるといえる。

表 4.2 規格化移動時間の算出結果

	WyNIST 使用	WyNIST 不使用
データ数	60	60
平均	1.60	2.32
標準偏差	0.40	1.44
90 パーセンタイル値	2.27	4.27



(a) WyNIST 使用時



(b) WyNIST 不使用時

図 4.8 規格化移動時間の分布

4.4.3. 移動中に迷ったと感じた回数の比較

4.3の実験において、WyNIST を使用した場合、使用しない場合で各 60 回の移動を行い、被験者が迷っていることを表す言葉を発した回数を計測した。計測の結果、迷っていることを表す言葉を発した回数の合計は、WyNIST を使用した場合が 4 回、WyNIST を使用しない場合が 22 回であり、WyNIST を使用することで 82%減少している。このことから、WyNIST を使用することで移動中に被験者が迷ったと感じることが大幅に減ることがわかる。

4.5. 本章のまとめ

本章では、空港における WyNIST の案内機能に関する実験と評価について述べた。実際の空港での実験により、WyNIST に関するユーザビリティ評価では、全体的に高い評価が得

られた。WyNIST の使用の有無による規格化移動時間の比較の結果、WyNIST を使用することで移動中に迷う時間を削減できることを確認し、これにより移動中のストレスを軽減できることを示した。さらに WyNIST を使用した場合、被験者が迷ったと感じた回数が 82% 減少した。以上より、空港における WyNIST の有効性を示した。

第5章

結論

本論文では、WyNISTの実世界への適用法およびその性能評価について述べた。

はじめに、大型店舗を対象としたシステムの構築を行い、実際の大型雑貨専門店において実験を行った。構築したシステムは、大型雑貨専門店を対象とし、店舗内の商品売り場や施設、店舗の最寄り駅への案内を行う。案内対象の商品およびサービス施設は、店内での行動に合わせて目的地を分類して表示される。これにより、コンシェルジュのようにユーザのコンテキストに合わせて目的地を提示・案内する。構築したシステムを用いて、アンケートによるWyNISTのユーザビリティ評価およびWyNISTの有無による目的地までの移動時間の比較を行った。実験の結果、ユーザビリティ評価では、操作のしやすさ、表示の見やすさ、移動の役に立つか、の各項目について高い評価が得られた。また、移動時間の比較では、WyNISTの使用により平均移動時間が13%短縮され、標準偏差が25%減少した。

次に、空港を対象としたシステムの検討・構築を行い、実際の空港において実験を行った。構築したシステムは、空港を対象とし、空港内の店舗や施設への案内を行う。構築したシステムを用いて、アンケートによるWyNISTのユーザビリティ評価およびWyNISTの有無による目的地までの移動時間の比較を行った。実際の空港での実験の結果、WyNISTに関するユーザビリティ評価では、全体的に高い評価が得られた。WyNISTの使用の有無による規格化移動時間の比較では、平均規格化移動時間が31%短縮し、標準偏差が72%減少、90パーセンタイル値が47%減少した。これによりWyNISTを使用することで移動中に迷う時間を削減でき、移動中のストレスを軽減できることを示した。さらにWyNISTを使用した場合、被験者が迷ったと感じた回数が82%減少した。

以上より、WyNISTの実世界への適用法および実環境における性能を示し、WyNISTの社会定着に向けた知見を得た。

今後の課題として、案内情報の量、わかりやすさ、記憶しやすさの関係を明らかにし、情報の量や内容を適切にすること、WyNISTから離れた後に経路を確認する手法の検討、商品企画フィードバック機能を含めた評価が挙げられる。

謝辞

本研究にあたり，終始ご指導いただきました長谷川孝明教授に深謝いたします。また，貴重なご意見をいただいた金帝演助教，本研究室大学院生，学部生の方々に深謝いたします。さらに，本研究の推進にあたり，多大なご協力をいただきましたトッパン・フォームズ株式会社 駒崎裕之様，佐藤章様，WYSIWYAS ナビゲーションコンソーシアムの皆様，株式会社ロフト 泉山貞浩様，中部国際空港株式会社 荒尾和史様，奥野康生様，伊藤宏紀様，安藤祐二様，三栄ビル株式会社 斎藤隆様，株式会社エージェンシー 竹山哲也様に深謝いたします。

参考文献

- [1] M.Arikawa, S.Konomi, and K.Ohnishi, "Navitime: Supporting Pedestrian Navigation in the Real World,"IEEE Pervasive Computing, vol.6, issue3, pp.21-29, July-Sept. 2007.
- [2] 山下清司, 長谷川孝明, “視覚障害者誘導用ブロックを用いた M-CubITS 歩行者ナビゲーションシステムについて,”電子情報通信学会論文誌, Vol.J88-A No.2, pp.269-276, 2005.
- [3] 間邊哲也, 長谷川孝明, “M-CubITS 歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションにおける MI WyNE Box の提案, 電子情報通信学会技術研究報告, ITS2007-89, pp.65-70, March 2008.
- [4] 矢内裕之, 長谷川孝明, “WYSIWYAS 案内ボックスの提案～視覚障害の有無に関わらず利用可能な道案内の実現に向けて～,”電子情報通信学会技術研究報告, ITS2006-95, pp.31-36, March 2007.
- [5] Alireza Darvishy, Hans-Peter Hutter, Peter Fruh, Alexander Horvath, Dominik Berner, "Personal Mobile Assistant for Air Passengers with Disabilities (PMA), " Proc. 11th Int. Conf. on Computers Helping People with Special Needs, pp.1129-1134, July 2008.
- [6] Andrew E. Fano, "SHOPPER'S EYE: Using Location-based Filtering for a Shopping Agent in the Physical World," Proc. Second Int. Conf. on Autonomous Agents, pp.416-421, 1998.
- [7] Panos Kourouthanasis, Diomidis Spinellis, George Roussos, and George M. Giaglis, "Intelligent Cokes and Diapers: MyGROCER Ubiquitous Computing Environment," Proc. First Int. Conf. on Mobile Business, pp.150-172, July 2002.
- [8] 芹澤崇, 長谷川孝明, 駒崎裕之, “購買環境を高度化する WyNIST の提案,”電子情報通信学会技術研究報告, ITS2009-12, pp.73-78, 2009.
- [9] 長谷川孝明, “ITS プラットフォーム"EUPITS"～実現へのアプローチ～,”電子情報通信学会技術研究報告, ITS2003-8, pp.41-47, 2003.
- [10]長谷川孝明, “生活者 ITS プラットフォームと PDA について,”電子情報通信学会技術研究報告, ITS2004-27, pp.71-77, 2004.