

歴史テーマパークを対象とした携帯電話による UD 観光情報システムの開発と評価

市川 尚^{†1} 福岡 寛之^{†2} 大信田 康統^{†3}
狩野 徹^{†4} 阿部 昭博^{†1}

筆者らは、ユーザ特性に応じたプッシュ型の情報提供を行う携帯電話による UD (ユニバーサルデザイン) 観光情報システムを開発してきた。UD 観光情報システムとは、UD に配慮し、ユーザ特性に応じて観光情報を提供するシステムである。2008 年度には、歴史テーマパークえさし藤原の郷に研究フィールドを移して、本システムを他の観光地に適用した際の課題を抽出した。それを受けて、2009 年度には、音声中心の利用を推奨し、そのためにタグ受信の安定化を行い、初期設定やメニューの簡略化も行った。社会実験の結果として、一般観光客にはかなり満足度が高く、好評であった。障害者等においてはまだ改善要望は出るものの、本システムの完成度は高まってきていると考えられる。

Development and Evaluation of UD Tourist Information System Using Mobile Phone to Heritage Park

HISASHI ICHIKAWA,^{†1} HIROYUKI FUKUOKA,^{†2}
YASUNORI OSHIDA,^{†3} TORU KANO^{†4}
and AKIHIRO ABE^{†1}

We developed the UD (Universal Design) tourist information system using a mobile phone which provides push-based information adapted user's characteristics. The system presents the tourist information corresponding to user's characteristics in the consideration of UD. In 2008, we moved the research field to Fujiwara Heritage Park, and made some problems clearly when it was applied to other different tourist site. In 2009, we promoted the use of audio guidance on this system to users and simplified a initial configuration and reduced the number of menus to solve the problems. Satisfactory results in the social experiment were obtained by general tourists. Although some handicapped requested the improvement, it was thought the degree of perfection of this system was gradually increased.

1. はじめに

日本における観光は、少人数旅行の増加、高齢化、外国人観光客の誘致などを背景に、観光の多様化や個別ニーズへの対応が求められており、観光庁は観光のユニバーサルデザイン (UD) 化を推進している¹⁾。UD は、すべての年齢や能力の人々に対し、可能な限り最大限に使いやすい製品や環境のデザインと定義される²⁾。観光地は今後ますます UD 化の推進が求められてくると予想されるが、景観保持やコスト増の問題等から、UD 化が容易に進められない状況もある。そのための 1 つの方策として ICT、特にユビキタス機器 (携帯端末) の活用が考えられる。観光やまち歩きを支援するシステムは、文献 3) など多数研究されてきたが、特に携帯電話と UD の視点からの研究は行われてこなかった。

筆者らは、観光地の UD 化を支援する研究として、Bluetooth 携帯電話による UD 観光情報システムの開発を行ってきた^{4),5)}。UD 観光情報システムとは、UD に配慮し、ユーザ特性に応じた観光情報を提供するシステムである。携帯端末の中で、特に携帯電話に着目している理由は、障害者や高齢者でも携帯電話を持ち歩く人が増えてきたこと、個に応じた形で情報を提供できること、使い慣れた機器の方が操作しやすいこと、個人が持参する端末のため観光地側の整備コストが少ないことが挙げられる。

2007 年度までは岩手県平泉町毛越寺⁵⁾をフィールドとしたが、その成果をもとに、2008 年度からは、岩手県奥州市にある歴史テーマパーク「えさし藤原の郷」にフィールドを移し、システムの改善を進めてきた⁶⁾。本稿では、2008 年度の実験の結果から出てきた課題を解決するために、2009 年度に行ったシステムの開発と社会実験の結果について報告する。

2. UD 観光情報システムと研究フィールド

UD 観光情報システムは、Bluetooth 携帯電話を利用し、園内に設置した Bluetooth タ

^{†1} 岩手県立大学ソフトウェア情報学部

Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

^{†2} 株式会社 KDDI 研究所

KDDI R&D Laboratories Inc.

^{†3} もりおか障害者自立支援プラザ

Morioka Support Plaza for Handicapped People

^{†4} 岩手県立大学社会福祉学部

Faculty of Social Welfare, Iwate Prefectural University

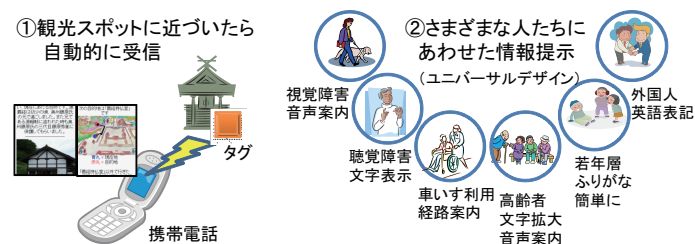


図 1 UD 観光情報システムのコンセプト
Fig. 1 Concept of UD tourist information system.

グ (アクティブタグ) を受信することによって、ユーザに観光情報を提供するシステムである。システムのコンセプトを図 1 に示す。ユーザはタグに近づくと自動的に情報を受信する仕組みであり、(株)KDDI 研究所による専用アプリによって実現している。機能は解説機能 (概要や詳細説明)、クイズ機能、ルート案内機能等があり、これらを UD 支援機能が制御することで、視覚障害者なら音声案内が出るなど、ユーザに配慮した情報提供がなされる。その他に、コンテンツ管理のサブシステムも備えている。

えさし藤原の郷⁷⁾は、およそ 20 ヘクタールの広大な敷地の中に、平安時代の建築物を再現し、奥州藤原氏を題材の中心に据えた歴史テーマパークで、大河ドラマや映画のロケ地としても活用されている。ロケで利用するために景観保持が必要であり、スロープの設置や看板の設置等が困難となっている。一方で、電源を確保しやすく、アクティブタグへの電源供給が可能であるというメリットもある。

2008 年度の研究⁶⁾では、毛越寺を対象に開発した UD 観光情報システムをえさし藤原の郷という新しいフィールドへ適用した際の課題抽出を行い、特に範囲の広い観光スポットへの対応や、ルート案内機能の試作などを行った。社会実験の結果、操作の困難さ、タグ受信の不安定さ、システム運用方法の検討などが課題として挙げられた。本研究では、2008 年年度をプロトタイプ評価と位置づけ、これらの課題解決に取り組みながら、開発を進めた。

3. 設計と利用の方針

2008 年度の社会実験の結果から、主に以下の 3 点を追加・検討した。

3.1 音声中心の利用

これまでの社会実験においては、研究内容とその評価の関係から、画面を見てもらう必要が生じていたため、音声案内を搭載していたとしても、利用の中心とすることはなかった。

そのため、画面ばかり見て景観を見なくなるといった意見や、操作が煩雑という意見などが挙がっていた。これまでの研究の知見から、視覚障害者や高齢者に限らず、健常者にも音声案内が好評であるとわかっている。音声案内は、景観を見ながら案内を受け取ることができる。アクティブタグによるプッシュ型配信とセットで提供することで、携帯電話に触れることなく (操作をせずに) 利用することができる。そこで本研究においては、音声案内を基本とし、必要なときだけ画面を見ろという利用形態を推奨することにした。一方で、聴覚障害者は音声案内を必要せず、画面による案内が必要なため、画面による案内も残す必要があった。

音声案内は、イヤフォンを利用することも考えられるが、敬遠する人も多く、他の人との会話の邪魔にもなるため、原則はイヤフォン無しで、携帯電話の内蔵スピーカで行うことにした。これにより介助者も同じ音声を聞くことができる。携帯電話はストラップによって首からぶらさげて利用してもらうことにした。

また、音声ファイルの準備には録音等の手間がかかるため、従来の音声案内は視覚障害者用のものを他のユーザ特性にそのまま流用していた (子ども用情報などは文字で表示していた) が、すべてを音声案内とするために、可能な限り音声を分ける必要があった。本研究では、視覚障害者用、車いす用、子ども用、一般用 (高齢者 + 健常者) の 4 種類を用意することにした。視覚障害者用は風景の説明、車いす用はバリア内の説明、子どもは容易な言葉で説明するなど、それぞれの特性に配慮した。

3.2 タグ受信の安定化

音声案内を行うにあたり、余計な (誤った) 受信をすると、文字表示以上に混乱が起こることが予測された。場合によっては、携帯電話の画面を確認させることにもつながり、操作の手間を増やす可能性もある。そこで本研究では、余計な受信を無視できるようにすることで、ユーザの注意を逸らす件数を減らすように配慮した。園内のタグ設置箇所を図 2 に示す。

これらは、2008 年度の研究で行った観光エリアをゾーンとスポットに分けた構造をもとにしている。えさし藤原の郷エリアの各施設はスポット (1 つの狭い範囲で観光情報を提供する) とゾーン (比較的広い範囲で、複数のスポットから構成される) で構成されるとみнаしている。ゾーン用のタグは、ゾーン全体の情報を提示するものであり、スポット用のタグはスポット情報を提示するためのものである。特にゾーン用のタグは、出入口が複数想定される場合などは、同じ情報に紐づけたタグを複数箇所に設置する必要があるため、余計な受信が増える要因となっていた。

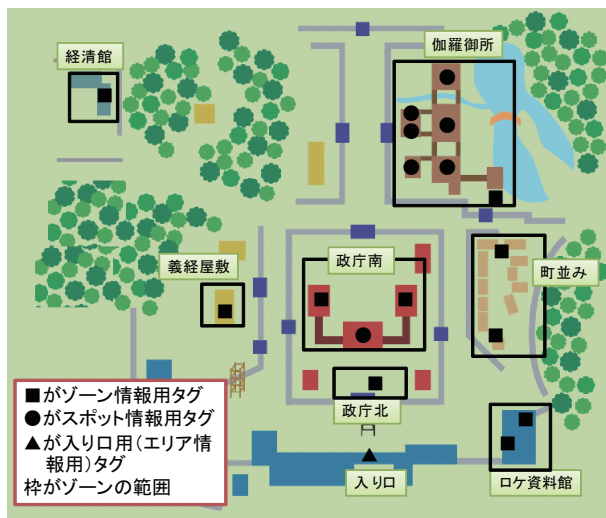


図 2 園内マップ (Bluetooth タグ設置箇所)

Fig. 2 Map with bluetooth tags.

アクティブタグを扱う場合、無線の飛び方は天候などにも左右されるため、タグの配置だけでは調整に限界があり、受信の安定化のためには新たな制御を追加する必要があった。同アプリを用いた電波強度測定に関する研究⁸⁾も進められているが、本研究への実装段階には至っていないため、タグ受信の履歴やユーザー特性からの制御を検討することにした。

そこで本研究のタグ受信の安定化には、重複、優先度、バリア、移動時間という 4 種類の判定を試験的に導入した (表 1)。本処理の流れは、タグ受信時にサーバにアクセスしてコンテンツを取得する際に、タグを無視するかどうかの判定を行う処理を追加し、それによりユーザー側への反応の有無を決定する。反応しない場合は、特に画面は変化せず、ユーザーにはタグを受信したことは知らされない。

3.3 初期設定の簡略化とメニュー項目の厳選

従来のシステムでは、初期設定のステップ数やメニュー項目が多く、操作も困難だったため、使いにくい要因となっていた。そこで、ユーザー特性ごとに支援内容とメニュー項目の 2 種類を重み付けを行い、当該特性に必要な支援内容とメニュー項目を自動的に設定することで、初期設定のステップ数を減らし、かつメニュー項目も厳選されるようにした。

表 1 タグ受信の安定化に関する 4 種類の判定処理

Table 1 Four kinds of judge process of tag reception.

重複	ユーザーのタグ受信履歴から判断し、あるゾーンで一度受信したスポット情報のタグやゾーン情報のタグは、別のゾーンのタグを受信するまで受信できない制御とする。ゾーンの出入口や、スポットが密集していたり、同じスポットを再度通るようなゾーンで有効である。図 2 では、伽羅御所、町並み、ロケ資料館、政庁南で利用される。
優先度	同じゾーン内にあるスポットに優先順位をつけ、優先順位の低いスポットのタグを受信しなければ、それより優先順位の低いスポットのタグを受信できなくなるというスポットの配置による制御を行う。伽羅御所において、建物の手前があるタグを優先するようにした。
バリア	登録したユーザー特性に基づき、そのユーザー特性では行くことのできないバリア内のスポットのタグを受信できないようにする。主に車いす用の制御となる。伽羅御所のスポットや政庁のスポットは車いすでは進入できないため、受信できないようになっている。
移動時間	ゾーン間の最短経路を算出し、その距離をもとにして移動時間を出し、本来かかると予想される移動時間 (時速 5 km を想定) より早いタイミングで受信した場合受信しないようにする。ユーザー特性に応じた重み付けを今回は行っていない。

重み付けは、これまでの研究成果や UD 専門家の意見を聴取し参考にした。例えば支援内容の場合 (表 2) は、特性と支援項目の各セットに対して、2 (ON), 1 (項目が規定数未満なら ON), 0 (OFF), -1 (絶対 OFF) のように重み付けした。複数の特性が同時に設定された場合は、-1 がある場合は当該支援を OFF とし、2 がある場合は ON にし、1 か 0 の場合は平均値が高い項目を ON とした。支援項目の重み付けには 1 は無いが、メニュー項目では 1 がつく場合があり、規定数は 3 と設定している。これらの拡張により、初期設定は、言語設定・ユーザー特性設定・必要あればルート案内設定の最大 3 ステップとなり、メニュー項目の表示も 4 項目程度となった。設定はいつでも変更可能とした。また、本研究では音声中心の利用とするため、音声案内は聴覚障害者以外のすべてに設定されるような重み付けとしている。外国人 (言語変更) については研究フィールドに外国人旅行者が少ないことを勘案し、本研究では実装までは行っていない。なお、メニュー項目は、概要、詳細説明、クイズ、ルート案内、トイレ情報、音声再生、履歴の 7 種類と、設定変更がある。

4. 実 装

本システムの構成を図 3 に示す。本システムには、社会実験後の継続的な情報提供を考慮し、実装や運用コストが少ない QR コードによる受信を追加している。コンテンツ管理を行うサブシステム⁶⁾もあるが、本稿では割愛している。また、メニューを厳選した様子を示す

表 2 ユーザ特性による UD 支援機能の重み付け
Table 2 Weight of UD support function for each user characteristics.

ユーザグループ	音声案内	文字案内	文字拡大	言語変更	ふりがな等	効果音	パイプ
車いす利用者	2	2	0	0	0	2	2
視覚障害者	2	-1	-1	0	0	2	2
聴覚障害者	2	2	0	0	0	-1	2
高齢者	2	2	2	0	0	2	2
外国人	2	2	0	0	0	2	2
子ども	2	2	0	0	2	2	2
外国人	2	2	0	2	0	2	2
子ども連れ	2	2	0	0	0	2	2
配慮無し	2	2	0	0	0	2	2

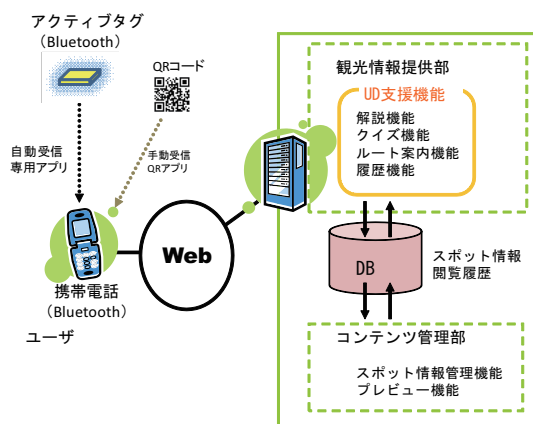


図 3 システム構成図
Fig.3 System organization.

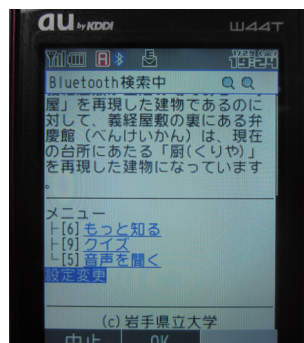


図 4 システム画面例
Fig.4 Screenshot of this system.

画面例を図 4 に示す。情報の受信には (株)KDDI 研究所による専用アプリを利用している。タグの安定化を実現するために、タグ受信時にサーバで処理を行ってからユーザに反応を行うよう、アプリの改善が行われた。開発言語はコンテンツ表示に HTML/HDML, データの受け渡しには PHP を用いた。音声ファイルの形式は qcp, データベースは MySQL を使用した。Bluetooth 対応携帯電話, Bluetooth タグ共に市販されているものを利用している。

5. 社会実験

5.1 方法

社会実験はえさし藤原の郷で実施し、園内の合計 18 箇所 (7 ゾーン) にタグを設置した (図 2)。実験は 2009 年 10 月 30 日, 10 月 31 日, 11 月 1 日の 3 日間で行い, 1 日目は関係団体に協力を依頼して UD の配慮が必要な障害者等を対象に, 残りの 2 日間はえさし藤原の郷を訪れた一般観光客を対象とした。前者を実験 1, 後者を実験 2 とする。

実験 1 は UD ワークショップ形式で行い, 集合後にこちらから説明を行い, 約 60 分程度園内を散策し, アンケート回答後に 60 分程度の意見交換会を実施した。実験 2 は, 団体観光客以外の一般観光客を入口付近で勧誘し, 設置したブースで趣旨説明と身分証明書のコピーを行い (最後に返却), 携帯電話を貸し出して自由に散策してもらった後で, アンケートに回答してもらった。両実験とも, システムの概要説明と情報提供場所を示した地図から構成されるリーフレットを配布した。システム説明の際は, 音声案内を中心として必要のあるときだけ携帯電話を開いて操作するシステムであることを強調した。開始地点のタグは本来入り口付近に設置することになるが, 出発場所で 1 つ目のタグ受信が確認できるように, 実験 1 は説明場所, 実験 2 はブースに設置した。

貸し出す携帯電話は合計 18 台用意した。実験 2 についてはグループに 1 台を基本として貸し出した。開園 1 時間後に開始し, 約 3 時間くらいで, 両日ともに規定台数に達した。

5.2 結果

アンケートは UD ガイドライン⁹⁾に基づき, 操作性, 有用性, 魅力性の 3 項目と, 総合満足度の項目を設けた。それぞれ 5 段階評価とした。また, タグの受信の安定性を確認する質問と, 自由記述欄を設けた。アンケート回答者は 51 名 (障害者等 15 名, 一般観光客 36 名) であった。障害者等の中には, 視覚障害者 3 名, 聴覚障害者 2 名, 車いす利用者 5 名が含まれており, 大半が 50 代か 60 代であった。障害者等の回答者数には介助者も含まれている。一般観光客は健常者がほとんどであり, 10 代から 60 代まで幅の広い構成となった (40 代が最も多かった)。アンケート結果を, 障害者等 (図 5) と一般観光客 (図 6) に分けて示す。障害者等と一般観光客では異なる結果となった。

障害者等へのアンケート結果 (図 5) は, 全体的に評価が伸び悩んだ。特に使いやすさの項目が低くなった。意見交換会や自由記述からは, 貸し出した携帯電話自体のボタンが押しにくいという意見や, ルート案内の充実が挙げられた。また, 各ユーザ特性ごとのコンテンツの充実に関する要望も挙げられた。一方で, これまでの実験で不満があがっていた初期設

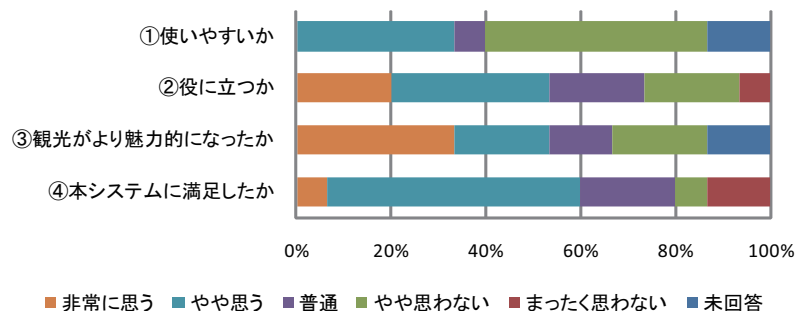


図 5 アンケート結果 (実験 1: 障害者等)
Fig. 5 Results of the questionnaire by the handicapped.

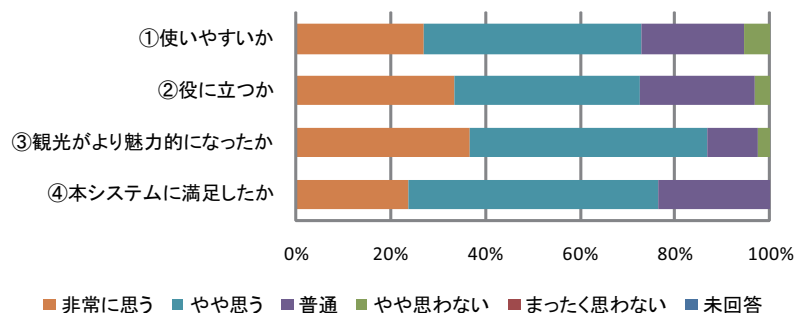


図 6 アンケート結果 (実験 2: 一般観光客)
Fig. 6 Results of the questionnaire by general tourists.

定の困難さや景観を見なくなるという意見は出なかった。詳細説明なども音声にしてほしいという要望や、クイズなど楽しめるコンテンツが重要との指摘も挙げられた。

一般観光客のアンケート結果 (図 6) は、すべての項目について否定的な評価が 10%未満と、かなり肯定的な評価を得た。特に総合満足度では否定的な評価がなく、約 8 割が「非常に思う」と「やや思う」に評価した。よって、本システムの満足度はかなり高かったと言える。自由記述からは自動の音声案内が良かったという意見が挙げられたが、音量が小さい、騒がしい場所では聞き取りにくいという意見も挙げられていた。

表 3 タグ受信に関するアンケート結果
Table 3 Result of the question about tag reception.

実験日	受信に問題はなかった	少し受信に間違いがあった	間違っ受信が多かった
1 日目	10	3	1
2 日目	14	4	0
3 日目	16	2	0
合計	40	9	1

表 4 タグ判定処理のログ
Table 4 Logs about judge process of tag.

実験日	重複	優先	バリア	移動時間
1 日目	90	0	12	7
2 日目	146	0	4	0
3 日目	114	0	0	6
合計	350	0	12	21

タグの受信 (表 3) については、大半が受信に問題はないと回答したが、少し受信に間違いがあったとする回答も見られた。

5.2.1 利用ログ分析

今回は、音声中心の利用としたが、最初に表示される概要以外の機能の利用傾向をログから調べた。その結果として、一部、詳細説明やクイズも参照していることがわかった。詳細説明やクイズは音声案内を用意していなかったため、画面からメニューを選択して選んだことになる。特に車いす利用者は音声聞くだけでなく、画面から詳細説明やルート案内の情報を比較的多く受信していた。子どもはクイズを参照していた。

タグの判定がどの程度あったのかもログから分析した。本来は 1 つの判定が終わった時点で処理を終わるべきであるが、今回は試験的な導入ということで、4 種類の判定でどの程度タグを無視したかを確認するために、4 種類すべてを判定してから処理を終えるようにした。タグを無視した回数を表 4 に示す。このうち、同時に 2 種類以上の判定があったのは 7 回であった。全体の合計は 383 回であり、おおざっぱではあるが、準備した 18 台を 3 日分として、1 台あたり約 21 回という計算になる。従来のシステムであれば、これがすべて無視されずに受信していたことを考慮すると、従来のシステムが余計なところでかなり注意をそらしていたことが明らかとなった。

判定の種類別に見ると、重複が最も多く 350 回にものぼった。他の判定とは件数がかけ離れており、現状において最も有効な判定手段であると思われる。また、バリアは特に車いすに対して意味があるので、初日以外は判定されていない。移動距離も 21 件ほど判定されていた。優先度はまったく判定されなかった。これは特にプログラムの不具合ではなかったが、観光客が頻繁に通る場所ではなかったことや対応場所が少なかったこと、タグの設置がうまくいっていたことが考えられる。タグの判定については、追加調査を実施する必要がある。

5.3 考 察

一般観光客（健常者）の評価は高く、否定的に回答した人は誰もいなかった。実験 3 日目は小雨であったため傘をさしての利用となったが、満足度が落ちることはなかった。本システムは音声中心としたため、操作が必要無く、両手が空く（操作する場合も片手である）ことから、こういった屋外フィールドには、本システムが便利であることが示唆された。これまで、障害者の多様なニーズに対応してシステム及びコンテンツを改善してきた結果として、健常者にとっても使い勝手のよいサービスになったものと思われる。

障害者等のアンケート結果では、特に使いやすさの項目が低かった。意見交換会等の結果から、これは自分の携帯電話を使うことができず、携帯電話の貸し出し形式による影響が大きいことがわかった。また、多数の改善要望が指摘されたものの、コンテンツの充実や簡単操作の携帯への機種変更等、軽微な修正で対応できるものが多かった。どこまで対応するかは今後の課題であるが、UD はスパイラルアップが重要であるため、可能な限り改善を加えていく必要がある。

グループで端末 1 台を利用し、音声（内蔵スピーカ）で情報を共有する形態は、障害者・健常者ともに好評であった。ただし、静かな場所であればよいが、周囲が騒がしい場合は、音声聞き取りにくい、音声小さいとの意見も自由記述では複数挙げられていた。実験ではイヤフォンの希望者に貸し出しも行ってみたが、ほとんど利用者が現れなかった。屋内であれば音声案内が周囲の人の邪魔になる可能性はあるが、屋外であればイヤフォンは無しで音量を上げる工夫も検討すべきである。

タグ安定化については、受信に問題がないとする意見が大半を占めた。これは余計な受信させないようにするための専用アプリとシステム側の改善によって、受信の安定性が向上したと思われる。一方で、受信に間違いがあったということも少なからず存在しており、今後も継続的な改善が必要であろう。4 種類の判定については、重複が最も効果的であることが明かとなった。また、今回は余計なタグを受信しないことに着目したが、所定の場所でタグを受信しないことによる問題も若干ではあるが発生していた。補完的なタグを設置したりするなど、受信漏れへの対応も必要となる。

初期設定の困難さについては特に意見は出なかったが、初期設定時に文字を拡大したいという要望が数名からあげられた。今回は高齢者を選ぶと文字が拡大されるようにしていたが、こういったユーザ特性にあまり関係なく要望が出るものについては、特性とは独立させてユーザ自身に初期設定時に選べさせる必要がある（クイズも同様である）。設定変更機能を利用しているユーザは少ないので、初期設定がうまくいくかどうかは鍵となるとと思われる。

6. おわりに

本研究では、歴史テーマパーク「えさし藤原の郷」における携帯電話を用いた UD 観光情報システムについて、音声中心による案内、タグ受信の安定化、初期設定やメニューの簡略化を追加した。特に一般観光客にとってはかなり満足度の高いシステムとなり、障害者等においても不満はあげられたが、コンテンツの充実や貸し出し携帯の使いにくさといった追加的な要望が多く、本システムの完成度はかなり高まってきたと考えられる。満足度が高くなった背景には、音声案内とアクティブタグにおける操作の必要としない簡単な受信形態が支持されたものと考えている。なお、本研究の成果が認められ、2010 年度にはえさし藤原の郷において貸し出し形式の長期運用トライアルを行う予定となっている。

謝辞 本研究は、岩手県立大学全学研究費公募型地域課題研究の助成を受けた。開発や社会実験においては、岩手県立大学ソフトウェア情報学部の継枝研太君、渡部智輝君、高橋恭平君に協力して頂いた。

参 考 文 献

- 1) 観光庁：観光のユニバーサルデザイン化手引き集。 <http://www.mlit.go.jp/kankoch/shisaku/sangyou/universal.html>
- 2) North Carolina State University: The Center for Universal Design, <http://www.design.ncsu.edu/cud/>
- 3) 矢入（江口）郁子，猪木誠二：高齢者・障害者の移動を支援するユビキタスシステム研究と成果の技術転移，情報処理学会論文誌，Vol.48, No.2, pp.770-779 (2007)。
- 4) 米田信之，阿部昭博，狩野徹，加藤誠，大信田康統：携帯電話とアクティブ RFID による UD 観光情報システムの開発と社会実験，情報処理学会論文誌，Vol.49, No.1, pp.45-57 (2008)。
- 5) 市川尚，前本虎太郎，佐藤歩，嶋崎佳史，大信田康統，狩野徹，阿部昭博：Bluetooth 携帯電話を用いた UD 観光情報システムのスパイラルアップ。観光情報学会誌，Vol.5, No.1, pp.71-90 (2009)。
- 6) 市川尚，宮澤芳光，川村和也，佐々木研弥，福岡寛之，大信田康統，阿部昭博：Bluetooth 携帯電話による UD 観光情報システムの歴史テーマパークへの適用。情報処理学会研究報告，IS-109-3 (2009)。
- 7) 歴史公園えさし藤原の郷。 <http://www.esashi-iwate.gr.jp/>
- 8) 高階孝敏，藤井雅弘，渡辺裕，伊藤篤：携帯電話の Bluetooth 機能を用いた位置認識システムの開発，電子情報通信学会技術研究報告，CS108(205) pp.31-36 (2008)。
- 9) 日本人間工学会：ユニバーサルデザイン実践ガイドライン，共立出版株式会社 (2003)。