

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

市川 尚^{†1} 宮澤 芳光^{†1} 川村 和也^{†1}
佐々木 研弥^{†1} 福岡 寛之^{†2}
大信田 康統^{†3} 阿部 昭博^{†1}

本稿では、筆者らが 2007 年度までに平泉町毛越寺をフィールドとして開発してきた Bluetooth 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、異なる観光地である歴史公園えさし藤原の郷に適用した結果について報告する。なお、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。適用に際し、システムに行った拡張は、ゾーンやエリアという概念の導入、ルート案内機能の追加、コンテンツ管理部の試作であった。社会実験の結果は概ね好評であったが、操作性を中心に課題も残った。

Application of UD Tourist Information System Using Bluetooth Mobile Phone to Heritage Park

HISASHI ICHIKAWA,^{†1}
YOSHIMITSU MIYASAWA,^{†1}
KAWAMURA KAZUYA,^{†1} SASAKI KENYA,^{†1}
HIROYUKI FUKUOKA,^{†2} YASUNORI OSHIDA^{†3}
and AKIHIRO ABE^{†1}

This paper reported the result of applying the UD (Universal Design) tourist information system using a bluetooth mobile phone which we developed it at Hiraizumi Mitsuji temple by 2007 to other different tourist site, Fujiwara Heritage Park. This system presents a tourist information corresponding to user's characteristic in the consideration of UD. The expansions of this system were the addition to the concept of zone and area, the route guidance function, the contents management part. Satisfactory results in the social experiment were obtained, but there still remains some problems about an operability.

1. はじめに

日本における観光は、平成 20 年 10 月に国土交通省の外局として観光庁が設立され、ますます重要視されてきている。また、観光庁は観光のユニバーサルデザイン (UD) 化を推進しており、手引き集¹⁾を作成して普及・啓蒙に努めている。観光やまち歩きを ICT で支援する情報システムは、文献 2), 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、平泉の世界遺産登録への取り組みの一環として、2005 年度から 3 年間、平泉 UD ガイドプロジェクトという名称で、情報面から観光地の UD 化を推進する研究を進めてきた^{4),5)}。特に 2008 年度は、それ以前の研究知見を踏まえて、毛越寺内の観光スポットにアクティブ型の RFID タグ (Bluetooth タグ) を設置することによって、スポットに近づいた観光客が携帯電話で自動的に情報を受信する観光情報システムを構築した。UD 面の配慮として、例えば車いす利用者にはトイレやバリア情報を、視覚障害者には音声案内、高齢者には文字拡大など、ユーザ特性に応じた情報を提供する。本システムの課題の 1 つとして汎用化があげられるが、携帯電話のキャリアや利用機種が限定される問題や、毛越寺以外の観光地へ適用の問題等があった。

本研究では、毛越寺において開発したシステムを、他の観光地でも利用可能かどうかの汎用性を探るために、2008 年度に岩手県奥州市にある歴史公園えさし藤原の郷⁶⁾にシステムを適用した際の問題点、システムの拡張点、そして社会実験を行った結果について報告する。

2. えさし藤原の郷の特徴と課題

2007 年度までのフィールドは平泉 (特に毛越寺) であったが、2008 年度より岩手県奥州市の歴史公園えさし藤原の郷とした。毛越寺は中尊寺と並ぶ平泉の代表的な観光地であり、庭園の中央にある池の周りに観光スポットが点在するという単純な構造である。経路は池のまわりを一周するのでわかりやすく、園内のバリアも少ない。一方のえさし藤原の郷は、お

^{†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

表 1 毛越寺とえさし藤原の郷の違い

Table 1 Differences between Motsuji temple and Fujiwara heritage park.

	毛越寺	えさし藤原の郷
UD 対応状況	バリアは少なく、トイレの対応は一部行われている。	一部バリアがあり進入不可能な場所が存在する。トイレの対応は一部行われている。
観光経路	中央の池のまわりを一周することになり、平地でバリアはほぼ無く、基本的に1本道である。	敷地が広大で起伏もある。モデルルートが複数あり、バリアもあるため、ユーザ特性に応じて様々なルートが考えられる。
スポット構造	園内（屋外）で看板が立っている場所が観光スポットとなる。スポットは狭く、出入口も想定されない。	規模の大きなスポットがあり、その中にさらに小さなスポットが点在していたり、出入口が存在する場合もある。屋内と屋外の両方がある。
情報提示	看板による提示。	看板による提示だが、各スポットの情報量が多く、一部音声で自動的に流れる。
電源供給	無し。	ロケ地であるためほとんどのスポットに電源がある。

よそ 20 ヘクタールの広大な敷地に平安建築を再現した歴史テーマパークであり、大河ドラマのロケ地としても利用されている。UD には一部配慮されているがバリアも多く、ロケ地であるために景観保持が必要となり、看板の複数設置やスロープの設置が困難であるなど、毛越寺（歴史的文化財）と同様の問題を抱えている。毛越寺とえさし藤原の郷との主な特徴の違いを表 1 に示す。本研究では、えさし藤原の郷の UD 化を行うプロジェクトの一環として、本システムの適用を試みるようになった。また、新たな観光地を対象とすると、新たにコンテンツをすべて登録する必要が生じる。そのため、コンテンツ登録の効率化についても問題点として挙げられた。

以上の分析から、従来の UD 観光情報システムは、そのまま利用することはできず、本システムをえさし藤原の郷に適用する際の研究課題（システムの拡張点）として、より複雑なスポット構造への対応（課題 1）、複数のルートやバリアを回避するナビゲーションの検討（課題 2）、情報の登録の作業を軽減するための方策の検討（課題 3）という 3 つを設定した。一方で、毛越寺のフィールドでは、アクティブタグへの電源供給が問題となったが、えさし藤原の郷では電源が至るところに存在するため、その対応を検討する必要はなかった。

3. システム拡張の方針

3.1 ゾーンとエリアの追加（課題 1）

毛越寺はスポットの規模が小規模ではほぼ一定であったが、えさし藤原の郷においては、様々な規模のスポットが存在するために、タグの配置に関してスポットとタグが 1 対 1 対応とな

表 2 タグの配置と制御

Table 2 Placement and Control of Tags.

スポット	既存システムと同様に、1つのスポットに1つのタグを配置する。タグを受信すると、そのスポットの情報が提示される。最小のゾーン（内部にスポットと出入口を含まない）と見なすこともできる。
出入口が複数あり、スポットを含まないゾーン	複数の出入口にタグを配置し、どちらかのタグを読み込むと、そのゾーンの情報提示される。
出入口が一つであり、複数のスポットを含むゾーン	ゾーン内の出入口と各スポットにタグを配置する。出入口のタグを受信すると、そのゾーンの情報提示される。入口以外のタグは、タグを配置したスポットの情報表示される。
入口や出口を想定しない、複数のスポットを含むゾーン	ゾーン内の各スポットにタグを配置する。最初にタグを読み込むと、そのゾーンの情報提示される。それ以降にゾーン内のタグを受信した場合は、そのタグを配置したスポットの情報表示される。

らない場合が生じた。例えば、比較的広い建物で、2箇所出入口が存在する場合、入ってすぐに情報を流すためには、それぞれの出入口にタグを設置する必要がある。このように従来のスポットという概念だけでは限界があったため、えさし藤原の郷へ本システムを適用する際に、スポットの構造を再検討し、ゾーンとエリアという概念を追加した。狭い範囲で観光情報を提供する場所をスポットと呼び、比較的広い範囲で入口や出口があったり、複数のスポットを含む場合がある場所をゾーンと呼び、ゾーンやスポットを含む観光のまとまりをエリアと呼ぶことにした。以降の用語の使い方は、この用法に準ずる。

タグの設置に関しては、えさし藤原の郷の状況から、スポットやゾーンの形状を 4 種類に場合分けして、それに応じてタグの配置や制御を変えるようにした（表 2）。スポットの場合は従来と同様であるため特に問題はなかったが、ゾーンの場合は、ゾーン内のスポットの情報と、ゾーン自体の情報（概要）を提供する必要があった。また、ゾーンでは入口と出口で同じ観光情報を提示しないように、出口となるタグではルート案内のための全体マップを表示するようにした。なお、屋内と屋外に関しては、特に分けることなく、同じようにタグを設置することで対応した。

3.2 ルート案内機能の追加（課題 2）

えさし藤原の郷は、広大な敷地とバリアの存在から、ユーザの特性や状況によって複数の経路が考えられるため、ルート案内機能を追加することにした。ルート案内機能は、えさし藤原の郷内で観光する際に選択されたコースに従い、目的の施設までの最短ルートを表示する機能とした。コースは本システムの初期設定画面から設定でき、1時間コース、バリアフリーコース、ロケ地コース等の全 5 コースを用意した。初期設定でルート案内を希望し

なかったユーザには、観光途中で目的地を選択することでルートが表示されるようになる。今回、視覚障害者には音声による詳細なルート案内が必要となることは予想されたが、介助者がいることを前提とし、そこまでの支援は行わないことにした。

ルート案内はトイレ情報にも追加し、現在地から1番近いトイレまでのルートを表示するようにした。えさし藤原の郷にはトイレが3箇所あり、そのうち車いすに対応したトイレは1箇所しかないため、ユーザが車いすだった場合は対応しているトイレにしか案内しない。また、初期設定において坂道・段差情報を希望したユーザにのみ、隣接したスポットまたはゾーンに坂道や段差がある場合に注意喚起の情報を表示するようにした。

ルート案内機能を実装するうえで、最短経路を探索するための手法としてダイクストラ法を利用した。えさし藤原の郷内のゾーン（単独のスポットを含む）、分岐点、曲がり角をノードとして設定し、各ノード間の距離によって重みづけを行った。えさし藤原の郷はユーザ特性によって通行できる道とできない道が存在するので、重みづけされた隣接行列は一般観光客に対応させた隣接行列、バリアフリーに対応させた隣接行列の2種類を作成し、ユーザ特性ごとに隣接行列を使い分けて最適な経路を提供する。ノード数は24個、エッジは28個となった。

3.3 コンテンツ管理部の試作（課題3）

毛越寺のシステムでは、次の手順でコンテンツを作成・管理してきた。

- (1) UD マトリクス分析および UD データベース設計：UD マトリクス⁷⁾によるユーザニーズの分析とシステムで用いるデータベースの設計を行う。
- (2) タグ設置スポットの設定：アクティブタグをどこに設置し、どういった範囲で情報を受信できるかを検討する。また、隣り合うスポット間でアクティブタグの電波が干渉し合う可能性についての検討を行う。
- (3) 各 UD 情報のデータ入力：ユーザに提示する観光情報（コンテンツ）をユーザ特性に必要な分だけ入力する。1つのスポットに対して、文字、音声、英語、ふりがな等を入力する必要がある。
- (4) データの妥当性確認：各スポットの情報が各ユーザに対して適切に提供される状態にあるのかを確認する。また、携帯電話の画面サイズに合っているか、適切な通信量か、情報の入力漏れは無いかなどの確認を行う。

UD に配慮すると、ユーザ特性に応じた複数の情報を登録する必要があるため、情報の登録数が多くなり複雑となる。そのような状況で、データベースの各フィールドに直接データを入力していたため、非効率的であった。今回試作するコンテンツ管理部は、データ入力

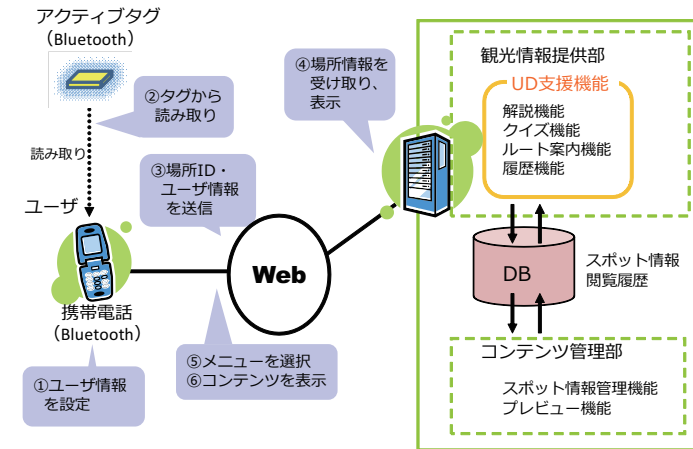


図1 システム構成図
Fig. 1 Concept of this system.

効率化を主目的とし、上記に示される(1)以外の一連のプロセスを支援することにした。

4. システム概要

本システムの構成を図1に示す。本システムは、携帯電話に観光情報を提示する「観光情報提供部」、およびパソコン上でコンテンツを登録する「コンテンツ管理部」の2つのサブシステムから構成される。

4.1 観光情報提供部

本システムは、観光スポットに Bluetooth タグを配置し、Bluetooth 携帯電話を持って近づくと、自動的にスポット情報を受信する仕組みである。初期設定画面においてユーザが自分の特性を選択することにより、ユーザにあった形で情報が提供される。システムで提供する主な機能を以下に示す。UD 支援機能は、その他のすべての機能に影響を与える。

- UD 支援機能：UD の視点から各ユーザの特性を考慮し、情報の提供をする。
- 解説機能：各スポットに関する概要、詳細説明、用語解説を表示する。
- クイズ機能：数箇所にあるクイズを解く。
- ルート案内機能：現在位置や目的地をマップ上で示す（図2左）。
- 履歴機能：ユーザが巡ってきたスポットの履歴を参照できる。

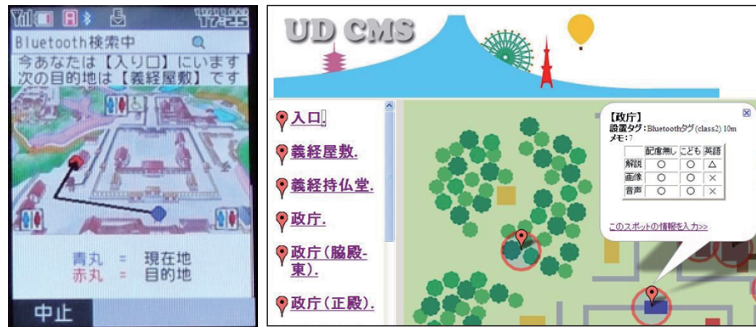


図 2 システム画面

Fig.2 Screenshots of this system.

表 3 UD の配慮 (2008 年度えさし藤原の郷)
Table 3 Consideration to UD in 2008.

ユーザグループ	配慮した項目
車いす利用者	トイレ情報, ルート案内 (バリア情報)
視覚障害者	音声案内
聴覚障害者	文字表示, 受信時にバイブ振動
高齢者	表示文字拡大, 音声案内
外国人	英語表記, 補足説明
若年層	クイズ (興味喚起), ふりがな, 平易な文章

また, UD への配慮の詳細を表 3 に示す. UD への配慮については, 毛越寺と比較すると, ルート案内以外はほぼ同等の配慮となる. 携帯電話には, タグの受信とサーバへのアクセスおよび表示を行う専用の BREW アプリを使用する. 本アプリは, (株)KDDI 研究所が毛越寺のシステムにおいて開発したものをそのまま利用している. サーバ側については, 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.

4.2 コンテンツ管理部

コンテンツ管理部では大きく分けて以下に挙げる 2 つの機能の実装を行った. 開発には, PHP と Google Maps API (Javascript) を用いた.

(1) スポット情報の管理機能

園内の各スポット (あるいはゾーン) で提供する情報を作成・管理する機能である. 情報提供を行うスポットはタグの設置位置に対応しているため, 設置位置の管理も同時に行



図 3 園内マップ (BT タグ設置箇所)

Fig.3 Map with bluetooth tags.



図 4 社会実験の様子

Fig.4 Snapshot from the social experiment.

う. 本システムのトップ画面は図 2 右に示されるように, 園内マップを表示し, マップ上にタグの設置箇所をマーカー表示する. 各スポットのマーカーをクリックするか, 左側のメニューからスポット名をクリックすることで, そのスポットでの UD 情報の対応状況を表示し, 情報入力画面へと移行する.

(2) プレビュー機能

各ユーザ特性に対する情報が, 実際に携帯電話上でどのように表示されるかの確認を行う機能である. 同時に, BREW アプリの通信量制限を越えていないかの確認も行う.

5. 社会実験

5.1 方法

社会実験はえさし藤原の郷にて実施し, 園内に合計 16 箇所 (7 ゾーン) にタグを設置した (図 3). 実験は 2008 年 10 月 31 日, 11 月 1 日の 2 日間行い, 1 日目は UD の配慮が必要な障害者等を, 2 日目は健常者を対象とした. 実験では携帯電話を貸し出して 60 分程度園内を散策してもらい, アンケートに答えてもらった後, 意見交換会を設けた. ルート案内は基本的に利用するように設定してもらった. 社会実験当日の様子を図 4 に示す.

5.2 結果

アンケートは UD ガイドライン⁷⁾に基づき, 操作性, 有用性, 魅力性の 3 点から構成した (図 5). 操作性は図 5 の評価項目の①~④, 有用性は⑤, 魅力性は⑥に該当する.

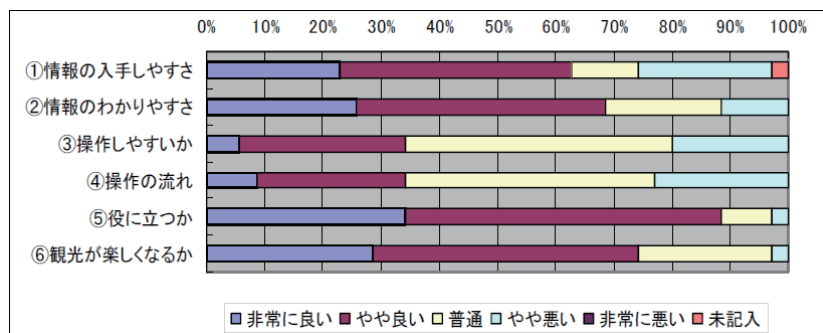


図5 アンケート結果
 Fig. 5 Results of the questionnaire.

参加総数 45 名のうちアンケート回答者は 35 名（1 日目：11 名，2 日目：24 名）であった。また UD の観点での内訳は（複数回答あり），特別な配慮を必要としない：20 名，視覚に頼れない：1 名，視覚に配慮が必要：4 名，聴覚に頼れない：2 名，車椅子を利用している：5 名，その他，行動や動作に身体的制限がある：1 名，IT 機器利用に不慣れである：6 名，上記以外で配慮が必要：4 名となった。年代は 10 代 1 名，20 代 6 名，30 代 7 名，40 代 8 名，50 代 6 名と幅広い構成となった。

全体のアンケート結果（図 5）としては，有用性，魅力性については肯定的な意見（非常に良い，やや良い）が 70 % を上まわる結果となった。その一方で操作性についての評価は伸び悩んだ。原因として，今回はより実用に近い形でシステムを利用してもらうために，事前にシステムの説明をあまり行わずに自由に利用してもらったため，操作方法を理解していない人がいたという事が挙げられる。その他に初期設定が長いという意見も多かった。また，基本的には各スポットで適切に情報受信をできていたようであったが，一部の参加者からは園内でのタグの混信があり意図しないスポットの情報が表示されるという点も挙げられていた。さらに，メニュー項目が多くて選べないこと，ユーザ特性によって望まれるコンテンツが異なるという意見もあげられた。

ルート案内機能については独立してアンケート項目を設けた。役に立つかという問いに対して肯定的な意見が 70 % を超える結果となり，目的地までたどり着いたかという問いに対しては，半数は目的地にたどり着いたという回答だったが，迷ってしまう人もいた。原因としては地図が抽象的なため方向感覚を失っていたようであった。そのためユーザが向いてい

る方向によって地図を反転させて欲しいという意見が多かった。

以下にユーザ特性ごとの特徴的な意見を示す。

- 視覚障害者：音声での情報をもっと増やして欲しい。ボタン配置をうまく把握できなかった。音声でのルート案内があると良いと思った。音声に慣れないとびっくりする。
- 聴覚障害者：情報を受信したときにバイブが短く気づけない時がある。
- 高齢者：初期設定や操作方法が難しいので簡単にしたい。バリア情報は有益だと思う。ルート案内は 1 番大事な機能だと思うが表示をもっと分かりやすくして欲しい。
- 車椅子利用者：ルート案内が分かりづらい。現在地，進行方向，順路をもう少し分かりやすく表示してほしい。トイレ情報は有益だと思う。建物内の様子をもっと見たい。
- 外国人：母国語（中国語）も欲しかった。
- ベビーカー（子ども連れ）：段差が出るたびに注意喚起してほしい。画面に集中してしまった。

5.3 考察

5.3.1 UD ガイドラインの視点から

操作性に関しては，初期設定が長く設定するのが面倒という意見が多かった。よって，初期設定の簡略化を行っていく必要がある。また，メニュー項目が多いという指摘もあり，メニュー項目の厳選も必要である。携帯電話は貸し出し方式としたが，慣れない携帯電話の利用が不評であり，操作上の混乱をまねいていたため，実用化は持ち込み携帯電話で行うべきであることも示唆された。

有用性に関しては，かなりの高評価を得た。一方で提供するコンテンツは，ユーザ特性に応じて望まれる情報を優先的に提供することが必要だと考えられた。例として，車いす利用者の場合はルート案内の優先度は高いが，健常者の場合はそれほど高くないということが挙げられる。

魅力性に関しても高評価を得た。スポットごとにどのような場所なのか理解できてよかった，歴史テーマパークならではのロケ情報は面白かったなどの意見が挙げられた。しかし障害者と介助者間で同じ情報を共有できた方が良いという意見があり，イヤフォンを分岐するなど，一緒に見て回る人同士が共通の体験をできるような仕組みが必要であると考えられた。

また，コンテンツ作成においては明確な指針がなかったため，コンテンツの質にばらつきが生じた。例えば，車いす利用者に望まれる，バリアで見ることのできない部分の情報を提供しきれていないなどの問題が生じていた。コンテンツ作成上の指針を整理する必要性が示唆された。また，研究の視点からやむを得ないことであるが，開発した機能を見てもらうた

めに、携帯電話の画面を見てもらう機会が多くなり、毛越寺でも指摘のあった景色を見なくなるという意見があげられていた。実験方法についても改善が必要である。

5.3.2 研究課題 1 と 2 に関して

ゾーンの追加によってタグの配置や処理が複雑化したことについては、特に問題にはならなかった。しかしながら、ゾーン内で複数のスポットにタグを配置する場所があったため、タグの位置調整が難しく、タグの受信が安定しないことがあった。また情報を受信してから表示されるまでの時間をもう少し早くしてほしいという声もあがり、タグの受信距離と感度、またスムーズに情報を受信できる仕組みが課題としてあがった。今回は屋内と屋外にタグを設置したが、特に連携に問題はなく、参加者たちは情報を受信できていることが観察された。タグは常時電源を供給できたため、バッテリー切れによる交換の必要性はなくなった。これにより実用化に向けて、ある程度前進したと考えられる。

ルート案内機能に関しては、事前説明部分やコース設定画面が長すぎたため、簡単に設定ができる仕組みを設計することが必要である。また、ルート案内で表示される地図については、ユーザの向きに合わせて反転させて欲しいという意見が多かった。画面に集中してしまうという意見もあげられた。行動履歴からユーザの進行方向に合わせて地図を反転させるか、来た方向を示すことが必要であろう。ルート案内を音声で提供することにより、画面に気を取られることなく観光できる可能性もある。

5.4 コンテンツ管理部の評価（研究課題 3 に関して）

本システムへのえさし藤原の郷のコンテンツ登録には、試作したコンテンツ管理部を利用した。これをプロトタイプ評価の位置づけとし、コンテンツ登録の途中で問題点を洗い出し、一部改善を行った。

また、社会実験後に、UD 観光情報システムのコンテンツ作成経験者 4 名とタグの設置に詳しい専門家 1 名を対象に、システムの方向性が妥当であるかを確認するための評価を行った。スポット情報の管理機能に関して、必要なコンテンツは十分入力することができる、ユーザインターフェースを整えることで操作性がより高まるだろうという意見が得られた。プレビュー機能に関しては概ね良い評価を得たが、プレビュー画面の再現度をもっと高くして欲しいとの意見も得られた。

以上の結果から、本システムの方向性が妥当であることを確認できたが、その一方でユーザインターフェースを中心としていくつかの課題が挙げられたため、今後改善していく必要がある。

6. おわりに

本研究では、歴史テーマパークに UD 観光情報システムを適用して評価を行った。フィールドの特性の違い等から、3 点のシステム拡張を行った。社会実験の結果は概ね好評であったが、特に操作性の評価が低くなった。今後の課題としては、初期設定の簡略化、タグ受信の安定化、ルート案内の現在位置や方向の了解性の向上、コンテンツ管理部のインターフェース改良等が挙げられる。

最後に、今後の方針について述べる。2009 年度も実験を予定しているが、以下の内容について対応する予定である。

- これまでの研究で蓄積された UD 配慮に関する知見を整理し、設計指針としてまとめる。
- ユーザ特性に応じたメニュー項目の厳選および初期設定の簡略化を行う。
- タグ受信の安定化をはかるため、ユーザの行動履歴等から、タグの誤受信を判断する。
- 音声中心で必要なときだけ操作を行う利用方法を推奨する。
- コンテンツ管理部を本実装する。
- 手軽な実用化の方法として、QR コードによる情報受信にも対応させる。

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、えさし藤原の郷（江刺開発振興（株））と岩手県立大学と奥州市による共同研究として行われた。

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/kankocho/shisaku/sangyou/universal.html>
- 2) 宗森純，上坂大輔，タイミンチー，吉野孝：位置情報を用いた汎用双方向ガイドシステム xExplorer の開発と適用，情報処理学会論文誌， Vol.47, No.1, pp.28-40 (2006).
- 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) 歴史公園えさし藤原の郷。 <http://www.esashi-iwate.gr.jp/>
- 7) 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).