

# ウェアラブルデバイスを活用したユニバーサルツーリズム 安心システムの研究

阿部昭博（ソフトウェア情報学部、教授）、狩野 徹（社会福祉学部、教授）  
工藤 彰（㈱ノーザンシステムサービス）

## <要旨>

本研究では身体に装着したウェアラブルデバイスとスマートフォンを活用して、単なるバリアフリー対応施設の情報提供のみならず、旅行者の行動負荷に対して休憩を促す等の注意喚起や、家族らが旅行者を遠隔で見守るための支援機能等を有するシステムを試作した。将来の医療情報との連携も念頭におきつつ、医療行為に含まれない範疇での福祉やユニバーサルデザインの視点から旅行者や同伴者による主体的な体調管理や安心面の支援に主眼をおいた。

## 1 研究の概要

我が国では急激な高齢化が進んでおり、団塊の世代が75歳以上になる2025年には高齢化率が30%を越えると予想されている。今後、高齢化の進展により、旅先での安心・安全面の確保がより一層重要になると考えられる。このような背景のもと観光庁では、高齢や障害の有無に関わらず誰もが安心して旅行を楽しむことのできる、ユニバーサルデザイン（Universal Design、以下UD）の考え方に基づいたユニバーサルツーリズムの普及・促進を進めている。ユニバーサルツーリズムは、重度の障害者対応といった一側面のみが着目される傾向にあるため、特殊な旅行と捉えがちであるが、その対象は幅広い。近年の旅行会社が主催するパッケージツアーでは、「あまり長く歩かずに、ゆったりと楽しむ旅」を訴求ポイントとする商品も増えているが、これはユニバーサルツーリズムの一例である。また、障害をもった方でも旅行時に介助を必要としない層は多く、また妊婦、乳幼児連れの旅行も含まれるため、ユニバーサルツーリズムの対象者は多様である。また対象者に応じて取り組みの困難さも異なる（図1）<sup>[1]</sup>。

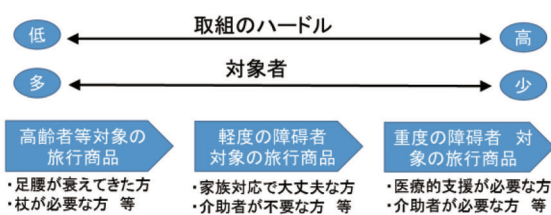


図1 ユニバーサルツーリズムの特徴<sup>[1]</sup>

我々は、岩手県平泉地域の世界遺産登録に向けた観光地づくりへの協力を契機として、UDに配慮した観光情報システムの研究開発を進めてきた<sup>[2][3]</sup>。このシステムは、観光客のユーザ特性に応じて情報提供の方法やコンテンツを選択し情報提供することを特徴とするが、旅行中の身体的状況・状態の変化に応じた動的な情報提供や安心面の支援は行えていなかった。

そこで本研究では、旅行者の身体にウェアラブルデバイスを装着し、そこから取得できる心拍数や体温等の情報や、それを基に算出される情報（以下、身体情報）、地形的特徴や気温・湿度といった旅行者を取り巻く場所に関する情報（以下、地理空間情報）を考慮してサポート情報を提示することで、旅先での安心安全の確保に資するシステムを開発する。予防、診断・治療、予後・介護及び健康増進の各分野でウェアラブルデバイスの活用が検討され一部実用化も始まっているが、健康・医療・福祉情報との連携による本格的なサービスの実現には、効果検証とともに制度面や倫理面の課題も多い。本研究においては、将来の医療情報との連携も念頭におきつつ、医療行為に含まれない範疇での福祉やUDの視点から旅行者や同伴者による主体的な体調管理や安心面の支援に主眼をおく。

## 2 研究の内容

### 2.1 デザイン方針

これまで平泉等で実践してきたUDに基づく情報システムの研究開発及び地域での受入体制整備（社会システム）の実践的研究<sup>[4]</sup>を通じて把握されたユニバーサルツーリズム特有の旅行者の課題（不安）に着目し、ウェアラブルデバイスを活用することで旅先での安心安全確保に資する新たなシステムを提案する。

- 日常生活と違い、旅先では普段よりも無理して活動する傾向にあるため、体調管理に気をつけている
- 旅行前の事前入手のみならず、現地での詳細なUD情報の入手が欠かせない
- 健康で旅慣れた人達と違い、旅行への参加は本人・家族共に不安が大きい

本システムは大きく3つの機能を有し、図2の構成をとる。1つのグループは複数台のウェアラブルデバイスと1台のスマートフォンで構成される。旅行者はリストバンド型のウェアラブルデバイスを装着して身体情報を収集・蓄積する。その情報は、スマートフォンをもつ介

助者に逐次提示することで休憩のタイミング等の参考に  
してもらおう。同行者が複数人の場合や介助者自身の体調  
管理も想定して、複数人をスマートフォン一台で管理で  
きるようにしている。身体情報はサーバに蓄積し、旅先  
に同行できない家族や関係者が遠隔地でそのサマリを確  
認することもできる。

### ① 安心モニタリング機能

身体情報と地理空間情報を統合し、現在の状況を的  
確かつ分かりやすく提示する。さらに、休憩や水分補給  
に対する早期の注意喚起など、非日常行動である観光で  
の安全確保に資する情報を提供する。これは、ユニバー  
サルツーリズムの特性上、障害や身体的制約をもった当  
事者のみならず、当事者以上に負荷がかかりがちな同伴  
者・介助者にも有効な機能である。

### ② UD 施設検索ナビ機能

ツーリズム場面において配慮が必要なユーザ特性  
(車椅子利用や杖の利用等) を登録したユーザ情報と身  
体情報、地理空間情報を活用して、休憩所やトイレ、迂  
回路等の UD 施設情報の検索やナビゲーションを行う。初  
めて訪れる場所での UD 施設情報の入手とその施設への  
アクセスを容易にすることは、ユニバーサルツーリズム  
に参加する旅行者の不安解消の面で特に重要である。

### ③ 見守り支援機能

旅行者に同行しない家族が、旅先での身体情報や現  
在地等を遠隔で確認でき、緊急時にはその状態を検知し、  
双方向で連絡がとれる仕組みとする。これにより、  
同行する家族のみならず、発地側の旅行会社、着地側の  
支援組織や介助者といった多くの関係者が介在するユニ  
バーサルツーリズム特有の旅行プロセスを考慮した見守  
り支援が可能となる。

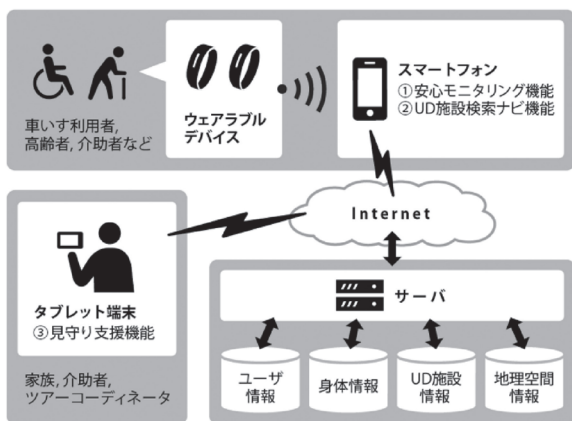


図2 提案システムの概念図

## 2.2 デザインプロセス

UDに基づく仕組みづくりは、当事者参加によって試作  
と改善を繰り返すスパイラルアップの考え方が基本とな  
る。本システム開発においては、スパイラルアップと親  
和性のよい人間(ユーザ)中心設計プロセスを規定した

ISO9241-210 を念頭に実施することとした(図3)。

利用状況の理解と明確化(Step1):これまでの平泉等  
での実践的研究によって得られた知見を活用した。

ユーザ要求事項の明確化(Step2):ユーザの配慮が必要  
な特性ごとにユーザグループ(高齢者、車椅子利用者、  
介助者等)を抽出し、グループごとにニーズや課題を分  
析整理するUDマトリックス[4]を用いて、「身体情報等の  
活用ニーズ」「必要な身体情報等の計測方法」「関連した  
情報取得ニーズ」「情報提示に関する配慮等」の明確化を  
図った。

デザインによる解決案の作成(Step3):4章で述べる実  
装環境のもとでシステムの実装・改善を繰り返す。

評価(Step4):平泉における実際の観光場面に即して、  
当事者参加型での評価を実施する。システムが当初意図  
したユニバーサルツール特有の課題解決に繋がること  
を確認するまで、Step1 から Step3 いずれかに戻って改  
善を繰り返す。

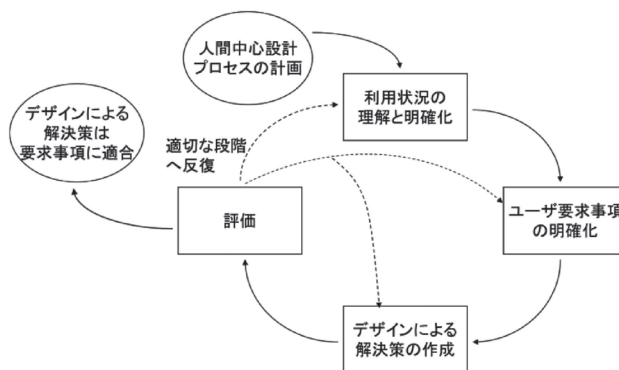


図3 ISO9241-210 の人間中心設計プロセス

## 2.3 システムの実装

ウェアラブルデバイスには、スマートフォンとの接続  
が比較的容易であること、3 気圧防水で屋外での使用に  
問題がないこと、長時間使用できることなどを考慮して、  
EPSON 社製の PULSESENSE を選択した。スマートフォンは  
Xperia A4 (OS: Android 5.0.2)を用いた。ウェアラブル  
デバイスとスマートフォンはBluetooth 経由で接続し、  
身体情報の取得はデバイス WebAPI コンソーシアムの  
GotAPI を介して行なった。GotAPI は、オープンソースの  
フレームワークであり、スマートフォン内部で起動され  
た GotAPI Server と呼ばれる HTTP サーバを利用して、Web  
ブラウザやネイティブアプリと REST ベースのやり取り  
を行なう<sup>[5]</sup>。

実装した機能は、3.1 節で述べた主要な3機能のほか、  
ユーザ情報登録機能である。ユーザグループ(車椅子利  
用者、介助者、高齢者、視覚障害者、聴覚障害者、乳幼  
児連れ、子供、外国人、一般)のいずれかを登録するこ  
とで、情報提供方法やコンテンツ面の配慮が可能となる。  
また、心拍数や活動量等の算出に必要なユーザ情報とし  
て、年齢、性別、体重、安静時心拍数を初期登録する。

安心モニタリング機能：5秒ごとに身体情報を取得し、カルボーネン法<sup>[6]</sup>に基づいて心拍数から運動強度の算出等を行う。

$$\text{運動強度} = (\text{心拍数} - \text{安静時心拍数}) / (\text{最大心拍数} - \text{安静時心拍数}) * 100$$

安静時心拍数はユーザ登録時に入力した値、最大心拍数は220-年齢である。ここで、算出した運動強度を4段階（40%未満：平常値、40%以上 60%未満：少し高い、60%以上 80%未満：高い、80%以上：最大）に分けて表示し、それに応じて効果音を変えることにより、直感的に現在の状況を把握できる仕組みとした（図4）。その他、消費カロリー、歩数等が表示される。



図4 安心モニタリング機能の画面例

UD施設検索ナビ機能：ユーザ情報として事前設定したユーザグループ特性に基づいてUD施設情報を提示する。例えば、車椅子利用者に対しては、運動強度が60%以上で近くに休憩所がある場合には休憩を促すメッセージとともに、車椅子利用に対応した施設情報を提供する。なお、UD施設までのナビゲーションについては、今回は設計に留めた。



図5 見守り支援機能の画面例

見守り支援機能：旅行者の身体情報や位置情報をタブレット端末に表示する（図5）。グラフ表示領域では、遠隔からでもウェアラブルデバイスを装着している複数のユーザについて心拍数の変動を確認できる。心理的要因

による上昇を排するために、1分間の平均を再計算し、折れ線グラフで表示する。地図表示領域には、所在把握のためにユーザの現在位置情報を表示する。身体情報表示領域には、ユーザの基本情報や身体情報をサマリ表示することで大まかな体調を把握することができる。そのほか、見守り時に旅行者と急ぎ連絡をとりたい場合を想定して、簡易的なメッセージを交換する仕組みも試行的に実装した。

### 3 これまで得られた研究の成果

#### 3.1 フィールド実験の概要

システムの評価を目的に、平泉町の中尊寺にてこれまで2回のフェーズに分けてフィールド実験を実施した（表1）。中尊寺は標高130mほどの丘陵に位置しており、約1kmの参道には急な上り坂がある。また、境内には多数の寺院や宝物館を有し、一通り観光するには2時間ほどかかる。実験1は車椅子観光体験会（図6）の参加者より募った。実験2は、当研究プロジェクト関係者周辺で参加者を募り実施した。

表1 フィールド実験の概要

	時期	対象者
実験1	2015年9月下旬	車椅子利用者4名(男:3名, 女:1名) 介助者8名(男:3名, 女:5名)
実験2	2015年11月上旬	中高齢者等8名(男:4名, 女:4名)



図6 車椅子観光体験会での様子

#### 3.2 システムの機能性

安心モニタリング機能については、ウェアラブルデバイスを装着した最大4名の身体情報をBluetooth経由でスマートフォンに接続し、4時間以上リアルタイムに収集・表示できることを確認した。ウェアラブルデバイスとスマートフォンへの注意喚起の方法については、音声とバイブの併用などで工夫したが、介助動作のタイミングによっては気がつかないことも少なくなかった。これについては、ウェアラブルデバイス側にも適時通知することで十分改善できると考える。

取得した身体情報については、研究協力者である医療従事者によるレビューを受け、一部にデバイス側の取得エラーと思われる値が散見されたが、概ね妥当な数値が取得できていることが確認された。今回の実験では安静

時心拍数は標準値を用いているが、本来個人差を考慮すべきである。ウェアラブルデバイスの装着が一般化すれば、日常生活における各種の身体情報を蓄積可能となり、ツーリズム場面においても個人差を考慮した情報提供のニーズが増すことが予想されることから、本研究においても平常時の身体情報を活用すべきと考える。

UD 施設検索ナビ機能については、身体情報や旅行者の現在地に応じて UD 施設情報が表示されることを確認した。ただし、ユーザ特性に応じた UD 施設情報の提示は行っておらず、今後は特性ごとに応じた表示条件の精査が必要である。

見守り支援機能については、表示更新のタイムラグや位置情報の多少の誤差はあるものの、サーバ経由で取得した旅行者の身体情報や位置情報を逐次表示できることを確認した。実際の見守り場面では位置や身体情報のサマリだけではなく旅行者の大まかな動作（食事、休憩中等）を把握できることがより望ましい。動作の推定方法については今後検討したい。

### 3.3 ツーリズム事業者視点からの考察

複数のツーリズム事業者等との意見交換では、システム活用に対する事業者側の期待効果として、安心を提供することで顧客満足度ひいては旅行の効用の向上に繋がる点が挙げられた。これは観光地側の立場で捉えれば、他地域への差別化要素になり得る。旅行の効用の「見える化」<sup>[1]</sup>はユニバーサルツーリズム普及の鍵を握っており、ウェアラブルデバイスの活用はその点についても貢献できるものと考え。上記の効果を認めつつも、ユニバーサルツーリズムの多様な対象とその受入体制に即して、更なる考察の必要性について指摘を受けた。特に旅行業法との関係性については留意すべきである。旅行業法では、募集型企画旅行、受注型企画旅行、手配旅行に分けられ、それぞれ旅行会社の責任範囲が規定されている。この点を念頭におくことで、本システムの社会実装の在り方もより明確になるであろう。

## 4 今後の具体的な展開

本研究では、身体に装着したウェアラブルデバイスとスマートフォンを活用して、単なる UD 対応施設の情報提供のみならず、旅行者の行動負荷に対して休憩を促す等の注意喚起や、家族らが旅行者を遠隔で見守るための支援機能等を有するシステムを試作した。

人間中心設計プロセスに沿って、本システムの実装とフィールド評価・改善を繰り返し、システムコンセプトが概ね妥当であることを確認した。しかし、今回は地理空間情報の活用を十分考慮できておらず、気温等の地理空間情報も含めて現在の状況を総合的に判断して旅先での安心安全の確保に資するシステムの開発が今後の課題である。また、各機器の在り方やユーザ特性ごとに必要とされる情報についての精査も進めていく。

将来的に本成果を実際のツーリズム場面に展開するにあたっては、ユニバーサルツーリズムの多様な対象とそ

の受入体制に即してさらに分析が必要であり、その際に事業的視点での期待効果と旅行業法など制度面の両面に留意すべきであるとの知見を得た。また、今回は触れなかったものの、ヘルスツーリズムやメディカルツーリズムといった、いわゆる健康や福祉をキーとしたニューツーリズムのジャンルが存在し、それらとユニバーサルツーリズムの境界は曖昧でかつ共通点も多い。以上を念頭に、今後は、より実際のツーリズム場面に即して社会実装を進めてゆくこととする。

## 5 論文・学会発表等の実績

阿部昭博：ユニバーサルツーリズムにおけるウェアラブルデバイスの活用について，第8回東北ブロック地理空間情報産学官地域連携協議会，2017.1

阿部昭博，狩野徹，工藤彰：ウェアラブルデバイスのユニバーサルツーリズムへの応用，地理情報システム学会2016年度東北支部研究交流会，2016.12

阿部昭博，狩野徹，工藤彰：ユニバーサルツーリズム安心システムの開発とその展開について，情報処理学会2016-ASD-6(3)，pp.1-6，2016.11

工藤 彰，狩野 徹，阿部昭博：ウェアラブルデバイスを活用したユニバーサルツーリズム安心システムの検討，情報処理学会第78回全国大会講演論文集，2E-03，2016.3

## 6 受賞・特許

特許出願「情報提供システム、情報提供方法、プログラム」特願2016-040629

## 7 参考文献

[1]観光庁：ユニバーサルツーリズムの普及・促進に関する調査報告書

<http://www.mlit.go.jp/common/001039432.pdf>（最終確認日：2017/6/16）

[2]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）.

[3]阿部昭博：平泉観光の新たな価値創造と情報の利活用，情報処理，Vol.53，No.11，pp.1178-1183（2012）.

[4]狩野徹：福祉と観光の拠点づくりに対応した地域の受け入れ態勢に関する研究，平成27年度岩手県立大学研究成果発表会，<http://www.iwate-pu.ac.jp>（最終確認日：2017/6/16）

[5]デバイスWebAPIコンソーシアム：<https://device-webapi.org/index.html>（最終確認日：2017/6/16）

[6]ACSM編，日本体力医学会体力科学編集委員会監訳：運動処方指針（原著第6版），南江堂（2003）.