

# 空間融合型の歩行者支援モデルのオリエンテーリングへの応用

濱野 優輝<sup>†</sup> 松村 智彰<sup>†</sup> 佐藤 雅紀<sup>†</sup> 岡本 辰夫<sup>††</sup> 劉 渤江<sup>†††</sup>

横田 一正<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 岡山県立大学情報工学部

岡山県総社市窪木 111

<sup>††</sup> 岡山県立大学大学院情報系工学研究科

岡山県総社市窪木 111

<sup>†††</sup> 岡山理科大学総合情報学部

岡山県岡山市理大町 1-1

E-mail: †hamano@c.oka-pu.ac.jp

あらまし 空間融合型の歩行者支援モデルを利用したオリエンテーリング機能を提案する。オリエンテーリングとはあらかじめ定められたチェックポイントを巡りゴールまでの時間を競う屋外スポーツであるが、クイズや得点の有無など様々な形が考えられ行われている。空間融合型の歩行者支援モデルを利用して、そういった様々な形のオリエンテーリングへの対応、さらにはロールプレイング的な要素も考えることができる。本稿では学習機能やゲーム機能を持ちうる様々なオリエンテーリング機能を空間融合型歩行者支援モデルの観点から議論する。

キーワード RFID, 歩行者支援, 位置情報, モバイル, オリエンテーリング

## Application of Human Navigation Support Model by Mingling a Real and Virtual Spaces to Orienteering

Yuki HAMANO<sup>†</sup>, Tomoaki MATSUMURA<sup>†</sup>, Masaki SATO<sup>†</sup>, Tatu OKAMOTO<sup>††</sup>, Bojiang

LIU<sup>†††</sup>, and Kazumasa YOKOTA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Okayama Prefectural University, Faculty of Computer Science and System Engineering

111, Kuboki, Soja, Okayama, 719-1197

<sup>††</sup> Okayama Prefectural University, Graduate School of System Engineering

111, Kuboki, Soja, Okayama, 719-1197

<sup>†††</sup> Okayama University of Science, Faculty of Informatics 1-1, Ridai-cho, Okayama, 700-0005 Japan

E-mail: †hamano@c.oka-pu.ac.jp

**Abstract** We propose the orienteering function using human navigation support model by mingling a real and virtual spaces. The orienteering is an outdoor sport which competes for time making the rounds of decided checkpoint. However orienteering is played by various forms. Using pedestrian human navigation support model by mingling a real and virtual spaces enables orienteering of various forms, moreover it enables that orienteering has a factor of role playing. In this paper, We discuss the orienteering function which it can have functions of study or game from viewpoint of human navigation support model by mingling a real and virtual spaces.

**Key words** RFID, human navigation, location information, mobile, orienteering

### 1. はじめに

近年、歩行者支援の研究が盛んに行われている。その中でも、特に歩行者の移動を対象とした歩行者ナビゲーションに注目が

集まっている。歩行者ナビゲーションはカーナビゲーションと異なり、歩行者の正確な位置・方位を特定することが難しいことや看板の説明などの提示すべき情報量が多いことなどの課題がある。

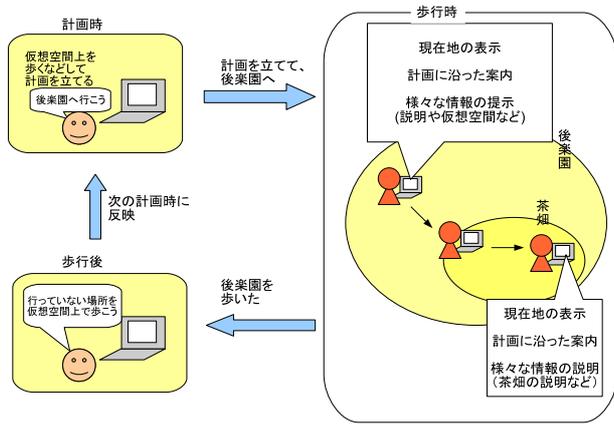


図 1 歩行者支援モデルの概要

また、観光地などでの案内を考えると、歩行者支援は実際に歩いているときのナビゲーション以外にも、どこをどのように歩くかなどの計画支援や歩行時の履歴を用いて現地から帰った後で行くことの出来なかった場所を見るなどの支援を考慮することができる。そして、それらを行う方法の一つとして仮想空間の利用を考えた。

そこで、我々は歩行者ナビゲーションやナビゲーションにおける現実空間と仮想空間の融合を定義するモデルを提案している [1]。

歩行者支援モデルはその利用目的として、観光地案内やショッピングなどを想定している。本研究では、応用分野の拡大として学外学習での利用を考え、学外学習を行うための様々な機能を考えていた。その過程で、それらの機能が、例えば博物館や美術館での学習、オリエンテーリング、スタンプラリーなどにも利用可能であることに気づき、本稿では例に挙げたような目的での歩行者支援モデルの利用について考える。本稿では、例に挙げたもの、想定している学外学習が共通して定められた場所を巡るものであることから、それらを一般的に定められた場所を巡るものと思われるオリエンテーリングと呼び、オリエンテーリングでの機能について歩行者支援モデルの観点から議論する。

## 2. 空間融合型の歩行者支援モデル

### 2.1 歩行者支援モデルの概要

空間融合型の歩行者支援モデルは、計画時・歩行時・歩行後の全てにわたって仮想空間と現実空間を融合し、より多様な歩行者支援を可能とするモデルである。そのイメージは図1のようになる。計画時には、地図からの選択や仮想空間上でその空間を歩くなどをし、どこへ行くか・どのように歩くかなどの計画を立てる。歩行時は計画時に立てた計画を基にした案内や看板などの説明・立入禁止域の仮想空間などのコンテンツの提示を行う。歩行後は歩行時の履歴をもとに行っていない場所を仮想空間で歩くなどのサポートを行う。また、歩行時の履歴を次の計画時に反映させる。

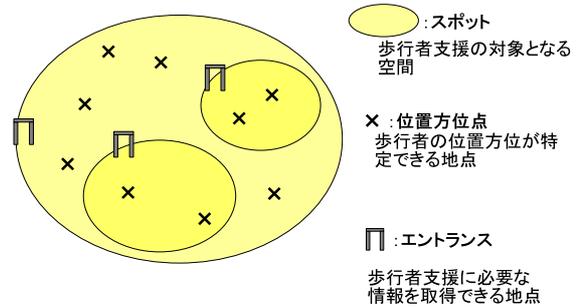


図 2 歩行者支援の対象空間

### 2.2 歩行者支援の実現

歩行時における歩行者支援として、地図を用いた案内や現在の情報提示が考えられる。それらを行うためには、歩行者の位置や方位を正確に特定する必要があるが、1章でも述べたように歩行者の正確な位置・方位情報の取得には課題がある。そこで、歩行者支援モデルでは歩行者支援の対象となる空間を図2のように定義している。図2のように歩行者支援の対象となる空間をスポットと呼び、スポットは階層構造をとる。スポット内には位置方位点という位置・方位が特定可能な地点が離散的に存在する。この位置方位点はRFID タグを設置することで実現し、このRFID タグを位置RFIDと呼ぶ。この位置RFIDタグを読み取ることで、歩行者の位置・方位を特定する。

観光地などを想定したとき、ネットワーク環境が整っていない場合が考えられ、ネットワーク環境の有無に依存せずに歩行者支援を行うことができる必要がある。ネットワーク環境の有無に依存しない歩行者支援を実現するには必要な情報をネットワーク以外から取得する必要がある。そこで、図2に示すエントランスという特殊な位置方位点で、スポットでのナビゲーションに必要な情報を取得することで問題を解決する。歩行者支援に必要な情報は大きくなることや時間差によって位置方位点の位置が変わっていることなどが考えられるため、スポットの情報はエントランスでスポットごとに管理し歩行者はエントランスを訪れることで情報を更新する。エントランスには位置RFIDの他にPC(以下、エントランスPC)と歩行者が身に付けるタグを読み取るためのUHF帯のRFIDリーダを設置することで実現する。このUHF帯のRFIDリーダは非接触で約10mほどアンテナから離れているUHF帯のRFIDタグも読み取ることができる。

また、案内やコンテンツの提示はECAルールによって定義する。

歩行者はエントランスを訪れたことを知らせるためのUHF帯のRFIDタグ、位置RFIDを読み取るためのRFIDリーダ、案内やコンテンツ提示を行うための携帯機器を携帯する。

### 2.3 システム構成

歩行者支援モデルに基づいたシステムは図3のように構成される。

#### ナビ計画系

ナビ計画系とは、歩行者支援に必要な歩行者プロファイルの

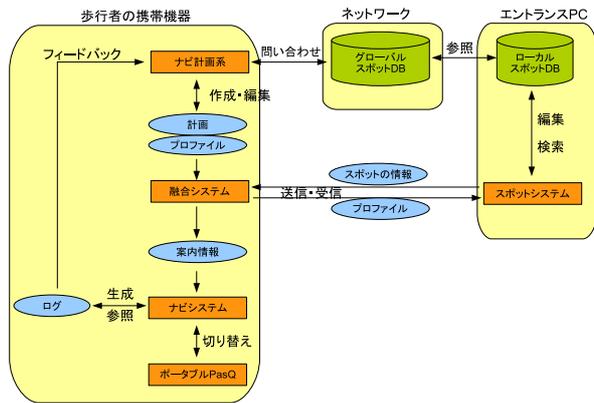


図 3 システム

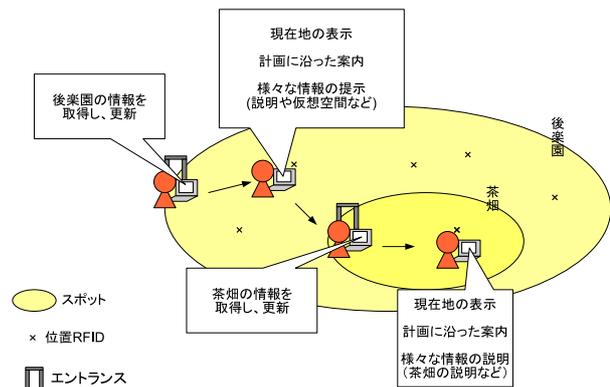


図 4 スポットの移動

作成や歩行時にどこを歩くかなどの計画作成・編集を行うシステムである。我々の研究室で研究・開発を行っている、パノラマ写真を用いて仮想空間を構築・提示する PasQ [2] による直観的な計画作成を可能とする。

#### スポットシステム

スポットシステムはエントランスを実現するシステムである。スポットシステムはエントランスを訪れた歩行者に対して、エントランスが所属するスポットの情報を提供する。

#### 融合システム

エントランスで受け取るスポットの情報を基に歩行者が持つ携帯機器内のスポットの情報を更新する。エントランスで受け取るスポットの情報はそのスポットにおいて最新の情報であるため、その情報を歩行者が持つ携帯機器に反映させることで情報を最新の状態に保ち、スポット内での歩行者支援を正確かつ確実なものにする。

#### ナビシステム

ナビシステムは位置 RFID 読み取ることによって得る情報を基に位置・方位を特定し、地図を現在地に合わせる。また、ナビシステムは ECA ルールにより案内やコンテンツ提示を行う。訪れたスポット、閲覧したコンテンツなどの履歴を残す。

#### ポータブル PasQ

PasQ をオフライン環境でも動作可能にし、歩行者支援機能を追加したものがポータブル PasQ である。ポータブル PasQ の利用例として、現実空間上で立ち入り禁止の場所を仮想空間上で歩いたり、同じ場所でも時間の違う（時間帯の違い、季節の違いなど）仮想空間を歩いたりすることが考えられる。

#### スポットデータベース

スポットの情報を管理するためのデータベース。グローバルスポットデータベースとローカルスポットデータベースの 2 種類あり、ローカルスポットデータベースはエントランスに設置される PC 内にある。グローバルスポットデータベースは検索で用いられ、ローカルスポットデータベースを参照する。

#### 2.4 流れ

図 4 は歩行時の歩行者の移動の様子を示した例である。歩行者は後楽園というスポットのエントランスで後楽園の情報を取

得する。この情報には位置 RFID の情報やコンテンツ、ECA ルールなどが含まれる。事前以後楽園の情報を持っていた場合は取得した情報をもとに更新する。後楽園内の位置 RFID を読み取ると、現在地に合わせた地図や ECA ルールで定義されたコンテンツが提示される。また、計画時に計画を作成していれば目的地までの経路が表示される。後楽園の中の茶畑というスポットを歩くときは茶畑のエントランスで情報を取得・更新する。こうすることで、茶畑内で位置 RFID を読み取ったときに案内やコンテンツ提示が行うことが可能になる。

このように、スポットを歩くときはまずエントランスで情報を取得・更新、スポット内で自分のいる場所の位置やコンテンツを閲覧したいときは位置 RFID を読み取る、という流れになる。

#### 2.5 ECA ルール

2.2 節で述べたように、歩行時の案内やコンテンツ提示は ECA ルールによって定義する。Event として以下のものが考えられる。

- 歩行者が位置 RFID を読み取った
- 歩行者があるエリアに到着した
- 歩行者が携帯機器に入力した
- 歩行者がスポットを移動している
- ある時から時間が経過した

Condition として以下のものを利用することが考えられる。

- スポット名
- 歩行者の年齢や言語、履歴などの歩行者の情報を記した歩行者プロフィール

Action として以下のものが考えられる。

- 引数として与えられたコンテンツを提示する
- 目的地までの経路を地図上に表示する
- 行っている案内を中止する
- 複数の地図が存在するとき、表示している地図から異なる地図へと切り替える

なお、提示するコンテンツが複数ある場合はメニュー形式で提示し、歩行者が閲覧するコンテンツを選択する。

### 3. オリエンテーリング

#### 3.1 オリエンテーリングとは

本来のオリエンテーリングは地図とコンパスを用いて、自然の山野に設置されたチェックポイントを発見・通過し、スタートからゴールまでの所要時間を競う屋外スポーツである。しかし、現在ではそのような認識は薄く、チェックポイントを回るものという認識が強く、本稿でいうオリエンテーリングとは定められたチェックポイントを回るものを示す。これには、学外学習や博物館・美術館での学習、スタンプラリーなども含む。

オリエンテーリング自体にも様々な形式があり、例えば以下のような形式がある。

- チェックポイントを決められた順番通りに回る。
- チェックポイントを自分の好きな順番で回り、全てのチェックポイントを回る。
- チェックポイントに点数が設定され、規定時間内に通過したチェックポイントの総得点によって順位を決定する
- チェックポイントにクイズが設けられ、クイズを回答しながらチェックポイントを回る。
- チェックポイントの提示が地図ではなく、暗号などのヒントによって行われ、解読しながらチェックポイントを回る。
- 身体的な障がいを持つ人たちにも楽しめるように、工夫されたオリエンテーリング。
- 夜に行うオリエンテーリング。
- スキーで行うオリエンテーリング。

また、これらの形式に独自にアレンジを加え、学習目的やレクリエーション目的として行われることもある。例えば、観察対象もしくは観察対象のある場所をチェックポイントとし、クイズを設けることで観察を促すことや、グループで話し合いながらチェックポイントを回りコミュニケーションを促すことなどであるが、これらは学外学習として考えることができる。このようにオリエンテーリングにアレンジを加えることで、学外学習や博物館・美術館での学習、スタンプラリーを可能とすると考える。

#### 3.2 オリエンテーリングの要件

様々な形式のオリエンテーリングおよび多少のアレンジを実現可能とすることで、博物館や美術館、学外学習、オリエンテーリング、スタンプラリーなどの利用も可能とすると考える。そこで、オリエンテーリングへの応用を考える中で満たすべきことについて述べる。

##### • 順番の切替

チェックポイントを回る順番があらかじめ決まっている、チェックポイントを回る順番が決まっておらず自由に回ることができる、などが考えられる。そこで、順番の切替が可能であることが求められる。

##### • 通過チェックポイントのカウント

すべてのチェックポイントを回ることで終了する、規定数を回ることによって終了する、時間内に回ったチェックポイントの数で競う、などが考えられる。そこで、通過チェックポイントのカウントが可能であることが求められる。

##### • 得点の処理

あらかじめチェックポイントに得点が設けられ到達することで得点を得る、クイズに正解することで得点を得る、などが考えられる。そこで、得点の処理が可能であることが求められる。

##### • 時間の処理

規定時間内にチェックポイントを回った数で競う、時間によって得点が変わる、などが考えられるため、時間の処理が可能であることが求められる。

##### • チェックポイントの提示方法の切替

チェックポイントの位置を地図によって示すもの、チェックポイントの位置を暗号やヒントによって示すもの、などの提示手段の違いが考えられる。また、オリエンテーリング開始時にチェックポイントの位置を全て示すもの、チェックポイント到達時に次のチェックポイントを示すもの、などの提示タイミングの違いが考えられる。そこで、チェックポイントの提示方法の切替可能であることが求められる。

##### • コンテンツの提示

チェックポイントにクイズなどのコンテンツが設けられていることが考えられる。そこで、コンテンツ提示が可能であることが求められる。

### 4. 空間融合型の歩行者支援モデルのオリエンテーリングへの応用

#### 4.1 オリエンテーリングと歩行者支援モデルの対応

オリエンテーリングが歩行者支援モデルにふさわしい理由を以下に示す。

- 歩行者支援モデルは歩行者の現実空間の移動を支援するため、現実空間を移動し行うオリエンテーリングの支援も可能であると考えられる。

- 歩行者支援モデルでの歩行者の移動はスポットからスポットとなる。この移動はオリエンテーリングのチェックポイントからチェックポイントへの移動と対応する。

- 位置 RFID を読み取ることがチェックポイント到達の証明となる。

- 位置 RFID 読み取り時やスポット到達時に行うコンテンツの提示によって、チェックポイントに設けられたクイズなどを提示することができる。

- ナビシステムが地図を用いた案内を行うため、地図データを容易に利用できることが考えられる。

また、歩行者支援モデルの持つ特徴をオリエンテーリングに適用することが考えられる。特に、空間融合と歩行者適応はオリエンテーリングに適用することで、従来では困難であったオリエンテーリングも可能とすることが考えられる。

##### 空間融合

オリエンテーリングは現実空間を移動し行うものであるが、歩行者支援モデルの応用によって仮想空間の要素を取り入れることが考えられる。仮想空間上にチェックポイントを設置し、仮想空間上を移動することでチェックポイントを通過する形となる。立入禁止の場所の仮想空間にチェックポイントを用意することで、立入禁止の場所内でもチェックポイントを設置する

ことができる。

#### 歩行者適応

適応化には二つ考えることができる。第一に、クイズや説明などの提示コンテンツの適応化である。クイズや説明などを歩行者の年齢やクイズの正答率によって変化させることで、それぞれの歩行者がやりやすいオリエンテーリングが可能となる。第二に、チェックポイントの適応化である。通常では、チェックポイントの目印などを設置する必要があるため、チェックポイントを変更することは難しいが、歩行者支援モデルで様々な場所に設置される位置 RFID をチェックポイントとすることで、その実現は容易である。そのため、年齢などによってオリエンテーリングのコースを歩きやすく迷いにくいコースにするなど、同じ場所で行うオリエンテーリングでも歩行者に合わせて行うことができる。また、歩行者の状況によるチェックポイントの変化が考えられる。例えば、授業などで行う場合、時間枠が定まっています。先生の立場としては時間枠内に終わってほしいという要望が考えられる。しかし、実際にすべての生徒が時間枠内に終わることはなかなか難しい。そこで、時間のかかっている生徒には途中でチェックポイントやコースを簡略化することで、この問題の解決を図ることができる。

#### 4.2 機能

3.2 節に述べた要件や 4.1 節に述べたことを満たすためには、以下に示す機能が必要になると思われる。

- 通過チェックポイントの判定機能

要件中の「順番の切替」「通過チェックポイントのカウント」を満たすもので、順番がある場合などで歩行者がチェックポイントに到達したときに歩行者のチェックポイントの通過状況によって、チェックポイントの通過とみなしてよいか調べる必要がある。

- スコア機能

要件中の「得点の処理」を満たすもので、得点の加減算を行う。

- チェックポイント提示機能

要件中の「チェックポイントの提示方法の切替」を満たすもので、地図やヒントなどのテキスト、もしくは現在地からチェックポイントへの方位など様々な方法でチェックポイントの位置を示す。また、チェックポイントの提示タイミングも限定されない。

- 制限時間機能

要件中の「時間の処理」を満たすもので、時間経過によって処理を行う。

- コンテンツ提示機能

要件中の「コンテンツの提示」を満たすもので、チェックポイントにおいてクイズなどのオリエンテーリングに関するコンテンツを提示する。また、関係しないコンテンツを提示しない。

- 空間融合機能

現実空間だけでなく、仮想空間にもチェックポイントを設置することで仮想空間での移動もオリエンテーリングで可能とする。

- 歩行者適応化機能

歩行者プロフィールを参照し、年齢や履歴などによって、提示するチェックポイントやコンテンツを適応化する。

#### 4.3 実現のアプローチ

オリエンテーリング実現のアプローチとして歩行者支援モデルでも用いる ECA ルールを利用する。チェックポイントは位置 RFID にし、位置 RFID 読み取り時の動作を ECA ルールで制御することでオリエンテーリングを実現する。

歩行者支援モデルでは、通常ならば歩行者が計画時にどこを、どのように歩くかを決定し、それに基づいて現地で移動するのだが、オリエンテーリングではオリエンテーリングの計画者がそれらを決定する。具体的に言うと、まずオリエンテーリングの計画者は歩行者にどこを、どのように歩かせ、何をさせるかなどのオリエンテーリングのストーリーを考え、それに基づいた ECA ルールを記述する。次に現実空間においてチェックポイントとなる場所に位置 RFID を設置する。そして、位置 RFID と ECA ルールを対応づける。こうすることで、例えば、位置 RFID 読み取りごとに次のチェックポイントの位置を提示するなどを行い、歩行者の移動を決定する。

4.2 節で述べた機能の内、通過チェックポイントの判定機能、スコア機能、チェックポイント提示機能は歩行者支援モデルにはない機能であるため、これらの機能については拡張を行う必要がある。そこで、これらの機能の実現のアプローチとして、歩行者支援モデルで利用する ECA ルールの設定情報の追加を行う。具体的には、歩行者プロフィールにオリエンテーリング情報(得点やオリエンテーリングの進行状況など)の追加、ECA ルールにおける Action にオリエンテーリングの開始・終了、得点の計算や進行状況の移行、チェックポイント提示などを追加する。

#### 4.4 オリエンテーリング例

空間融合型の歩行者支援モデルの応用によって実現可能だと思われるオリエンテーリングの例を示す。

##### 4.4.1 学習・見学支援

博物館や美術館などの展示物の前で説明やクイズを提示することで、学習支援を行うことができる。特に、クイズは展示物をよく観察・調査しないと答えることのできない内容にすることで、ただ見て回ったということになりがちな見学を、展示物の内容を考えさせるものへと変えることができると思われる。例えば、海遊館 [3] には「たんけんノート」という生き物をよく観察しないと答えられないようなクイズや、より詳しい解説を載せたノートがあるのだが、こういったことも実現可能であると考えられる。また、それらを実現する上で適応化機能によって歩行者の年齢や興味のあるもの、今までの履歴に応じたクイズや解説の提示が可能である。また、授業などの時間枠や解答状況や履歴に応じてルートを変化させ、歩行者に対して効果的な学習順序の提供も考えられる。

##### 4.4.2 学外学習

オリエンテーリングは学外学習にも適用可能だと思われる。我々の研究・開発している PasQ や D-Cubis [4] を用いた学習が倉敷市立連島東小学校で行われている。D-Cubis とは利用者の指向に合わせた三次元空間ミュージアムである。倉敷市立連島東小学校では学習の一環として倉敷市立連島東小学校に近い

場所で生まれた詩人、薄田泣菫について調べていて、その中で作成されたコンテンツなどを PasQ や D-Cubis を用いてウェブ上で公開している。このような学外学習にもオリエンテーリングの利用は効果的だと思われる。また、このようなオリエンテーリングを行うだけでなく、コンテンツ作成による学習も考えられる。

#### 4.4.3 ロールプレイング的オリエンテーリング

チェックポイント到達ごとに少しずつ物語を進めることで、ロールプレイング的に行うことができる。桃太郎の話为例にあげると、チェックポイントに到達するごとに犬が仲間に、猿が仲間に、雉が仲間に、ゴールで鬼を退治する、という流れになる。そういったある話をゆかりのある場所で展開することも考えられる。

#### 4.4.4 宝探し

制限時間やチェックポイントに得点などを設け、ヒントによってチェックポイントの位置を示すことで宝探しのように行うことも考えられる。また、その宝に鍵を付け、どこかで鍵を入手しないとその宝は手に入らない、などのよりゲーム性を持たせることも考えられる。この宝の鍵といったことは通過チェックポイントの判定機能により、その宝のあるチェックポイント到達前に鍵を入手できるチェックポイントを通過しているかを判定し、通過していれば宝が手に入る様子を提示、通過していなければ宝があることだけを提示することで実現できる。

このようにチェックポイントの通過状況やチェックポイントの行動に応じて、それぞれの場所でのコンテンツの見せ方や次のチェックポイントを変化させることでオリエンテーリングをロールプレイング的に展開することができる。

## 5. おわりに

本稿では、空間融合型の歩行者支援モデルの概要について触れ、歩行者支援モデルの応用分野の拡大として、チェックポイントを回るものをオリエンテーリングと呼び、オリエンテーリングへの応用について検討した。モデルの利用によりオリエンテーリングを行うことで、同じ場所で行うオリエンテーリングでも歩行者によって、コースを変更することが可能となる。さらに、オリエンテーリング中の経過時間やクイズの正解率などの歩行者の状態によりコースを変化させることでより、歩行者に合わせたオリエンテーリングを考えることができる。また、位置 RFID の設置は必要となるが看板などの設置が不要なため、同じ場所・時間でも学外学習や宝探しなどの異なる形式を行いやすい。

今回はオリエンテーリングへの応用にあって、歩行者同士が協力するなどの複数人でのやり取りのことは考えられていない。しかし、歩行者支援モデルでは、歩行者の履歴や公開メモを残すなどのコミュニケーション支援について考えられているため、他人の履歴によるコースなどの変化、ユーザ同士のやり取りの支援などのコミュニケーション支援機能のオリエンテーリングへの利用について考えていきたい。

また、歩行者支援モデルは現在実装中であり、実装ができ次第システムの実験を行う必要がある。システムの実験ができれば、次にオリエンテーリングの実証実験を行うことを考えている。

このとき、同じ場所で様々な形式・コースの用意、さらにオリエンテーリング中の状態による変化などを行うためには ECA ルールの記述が多くなることが考えられるが、それがどれほど問題になるかについては注意する必要がある。

## 謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金基盤研究 C (#20500099) によるものである。

## 文献

- [1] 松村, 濱野, 佐藤, 岡本, 劉, 横田: “空間融合型の歩行者支援モデル”, 第 1 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2009) (2009).
- [2] 池田, 國島, 横田: “パノラマ画像を用いた仮想空間構築”, 日本データベース学会 Letters, 5, 1, pp. 97-100 (2006).
- [3] “海遊館”, <http://www.kaiyukan.com/index.html>.
- [4] 江本, 石崎, 大河内, 國島, 横田: “利用者指向デジタルミュージアムの共有化とモジュール化”, 日本データベース学会 Letters, 3, 1, pp. 137-140 (2004).