

鉄道網を対象としたモバイル・エゴセントリック・

ルート・ブラウザの提案

有川正俊、吉村大希、木實新一、藤田秀之

2011

地理情報システム学会 第20回研究発表大会

# 鉄道網を対象としたモバイル・エゴセントリック・ルート・ブラウザの提案

有川 正俊・吉村 大希・木實 新一・藤田 秀之

## Proposal of a mobile egocentric route browser for railroad networks

Masatoshi ARIKAWA, Taiki YOSHIMURA, Shin'ichi KONOMI and Hideyuki FUJITA

**Abstract:** The emergence and dissemination of IT (information technology) have changed map representation more dynamic, user-friendly and personalized. Egocentric representation for IT-enabled maps such as user-centered and heading-up mappings has become popular and standard on mobile computing environment because of their low impedance of visual communication and their easiness of finding matching among map, real and cognitive elements and spaces. We propose a new egocentric line-centered representation of maps including lines such as railroads and trip routes.

**Keywords:** エゴセントリック地図(Egocentric map), デフォルメ地図(deformation map), モバイルユーザー環境(Mobile user environment), 個人化(Personalization), 鉄道網(Railroad networks)

### 1. はじめに

地図表現の本質は、誇張と省略と言われている(森田, 1999; MacEachren, 1995). 従来の紙を基本とする地図も、地形図のように多くの情報を正確に伝達する目的で作られたものもあれば、鉄道路線図のように、伝達する目的情報を少なくし、複雑な図形を単純化し、情報の省略が行われたものなど、用途に応じてさまざまな地図表現が存在する(Jabbour, 2010). ITの出現・普及により、表現としても、経済的観点からも、ダイナミックな地図表現が可能となり、地図の個人化が進みつつある。自分位置を中心にしたリ、進行方向を上向きにするエゴセントリック地図は、視覚伝達性が高く、実世界との空間マッチングが取り易いという点で、モバイルユーザー環境の標準表現となっている。

本論文では、鉄道網を対象に、乗換を含むルートを直線状に表現する、線図形の単純化を基本にした新しいエゴセントリック地図表現を提案し、その有効性を議論する。

---

吉村大希 〒277-8568 千葉県柏の葉 5-1-5  
東京大学 空間情報科学研究センター  
Phone: 04-7136-4291  
E-mail: t.yoshimura@csis.u-tokyo.ac.jp

### 2. 研究の意義と目的

#### 2.1 エゴセントリックマッピング

エゴセントリックマッピングの特徴は、人間が瞬時に情報取得を行える点である。地図の中心を見れば、自分の位置が分かり、ヘッディングアップ表示では、今から行く場所は上に表示され、通り過ぎた場所は下に表示される。つまり、地図の上を見れば、これから見えてくる地物を容易に予測でき、また行動計画としての認知地図を構成できる。

本研究で提案する、ユーザーのルートを直線化する表現方法により、ヘッディングアップ表示よりも長期の未来の自分の場所と方向と、今から訪れる場所と地物を容易に情報獲得できるという利点がある。つまり、容易に、やや長期の未来で必要となる空間情報の取得を行いやすくなる。別の見方では、ヘッディングアップ表示を時間軸を長めに拡張した表現とも考えることができる。

#### 2.2 測量地図とデザイン地図

地図の主流は、距離・方向・形状などが正確な測量地図となっているが、一方、分かり易さの点から、視覚デザイナーが作成したデザイン地図もたくさん

使われている。デザイン地図は、図形の形を単純化したり、レイアウトの方向や間隔を数種類に制約することにより、見た目にも美しく、必要な情報が簡単に獲得できるようになる。一方、ウェブマッピングでは、縮尺の異なる地図を遷移するときに、連続性を保つために、測量地図やオルソ画像などジオコードされたコンテンツが主流であり、視認性が高いデザイン地図は例外となっているのが現状である。

古地図や一般の写真やデザイン地図をジオコードして、測量地図とオーバーレイして、行き来できる機能を持つITサービスも出てきている（日本地図センター，2011）。オーバーレイの基本的な手法は、画像や図形のモルフィング操作を基本としており、デザイン地図などは、もともとその表現の単純さに価値があったものが、モルフィングにより、醜く変形される、また、文字などは読めなくなるという問題も出てくる。デザイン地図の視認性の良さをそのままにし、測量地図との同一点の対応関係で行き来できるITサービスが増えてきている。

本研究では、デザイン地図の画像を、複数枚の断片画像に分割して、他の地図との対応関係を線マッチングを基本にすることにより、視認性を保ったまま、複数枚の地図を行き来できる点に特徴ある。この機構により、従来ウェブマッピングでは積極的に扱われてこなかった、デザイン地図など多様な表現の地図を連続的に行き来できる新しいプラットフォームの実現が期待される。

### 2.3 縮尺とデザイン地図

店舗までの到達方法を記述したデザイン地図もたくさんあるが、幾何的な関係が正確で無いために道に迷う危険性がある。店舗に確実に到達することを考えれば、測量地図で再確認するのが賢明である。

一方、小縮尺の場合は、航空機の航行など例外にして、日常活動においては、幾何的な情報が読みとれなくても不便になることはない。この理由により、小縮尺の地図は、デザイン地図に向くとっても過言ではない。たとえば、東京の鉄道の路線図は、測量地図よりもデザイン地図の方がその視認性の高

さから好まれる。

### 2.4 モビリティ・動的表現・インタラクション

エゴセントリックマッピングは、ユーザの位置や方向により、動的に表示が変わる。別の地図に移るときには、参照点や参照線が照合されて、フェード・イン／アウトすることにより、今の記憶と次の記憶を楽に結び付けることが可能となる。

デフォルトの表現以外の別の表現が必要になった場合、容易に必要なとる情報を取得できるユーザ環境を提供できるように、インタラクション・デザインが一般になされている。

公共交通機関の経路探索では多数の乗り継ぎなどが発生する等、都心部であるほど経路の線形は複雑になりがちである。本研究では、より視覚伝達性を高める表現の工夫として動的表現やデフォルメ表現を検討する。動的表現には、選択という行為により、ユーザ視点に沿って地図が動くという表現がインタラクティブ性を生み出す。また、デフォルメ表現により鉄道路線の線形を単純化し、ユーザにとって必要のない情報を表示しないことで視認性を高める（図1）。

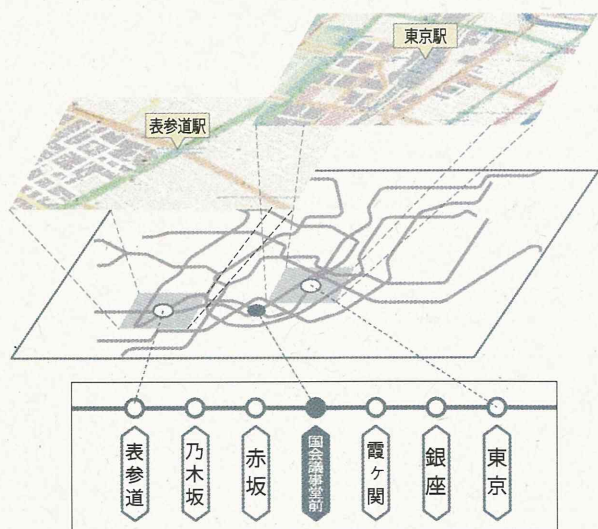


図1. モバイル・エゴセントリック・ルート・ブラウザの概念図（表参道駅～東京駅間をモデルケースとして）

### 3. 研究方法

#### 3.1 研究概略

全体地図と詳細地図を用意し、各地図の駅の座標を対応させる。全体地図と詳細地図を遷移できるようにする。駅を単純な丸に、各駅間の線路を線マッチング(図2)することで出発地点と到着地点を選択すると地図が動き、経路を一直線上に変換し、駅間の距離を等間隔にする操作を与える。直線状のナビゲーションは人々に認識されやすい特徴を持つ。変換後、画面の中心点であるユーザを固定し、目的地まで地図を移動させることでユーザ自身が移動しているように見せる。目的地に着くと角度を初期化し、全体地図に遷移することで、経路を再選択できるよう実装を行う。

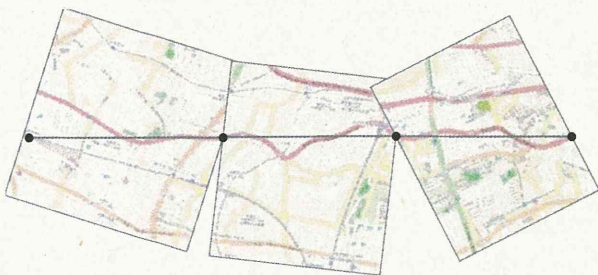


図2. ルートを使った、地図の線マッチングの例

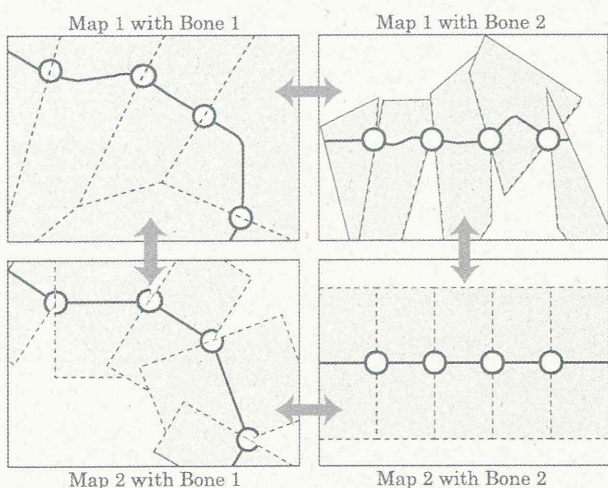


図3. 2枚の地図の線マッチングと相互遷移の概念

#### 3.2 線マッチング

図3に、2枚の地図の線マッチングのプロセスの概念図を示す。2枚の地図でそれぞれマッチングしたい骨格(bone)を指定し、骨格を合わせた場合に、その骨格の周辺である断片画像をどのように幾何変換するかに関するイメージを表現している。

図4は、背景地図画像を断片し、断片画像の形を整ったものにするための単純化を施した例と骨格を線マッチングして、補正断片画像を幾何変換した結果の例である。なお、線マッチングの一連の処理の詳細は、付録に掲載した。

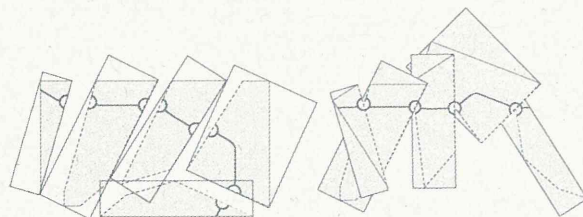


図4 背景地図の分割と図形の単純化(左)と骨格の線マッチングと断片画像の幾何変換(右)の例

### 4. おわりに

本研究では東京 23 区内の一部区間をモデルケースにモバイル・エゴセントリック・ルート・ブラウザの提案を行った。今後の展開として地下鉄、関東全域の路線と順次拡大し応用することで、より利用度の高いサービスになるのではないかと考える。

インタラクティブで動的なサービスを作っても実際に利用され、評価されてこそ、本当に良いサービスとなる。今回は提案だけであるが、このようなサービスはタブレット形デバイスと相性が良いと思われる。タブレット型デバイスは現在のスマートフォンを利用する若者の層だけではなく、子どもや老人にとっても使いやすい、画面の大きいタッチパネルのインターフェースを持つ。その特徴を利用し、実際に電車に乗り、タブレットに実装したサービスを利用してもらう。今回の提案を評価につなげ、改善していくことでより良いサービスになるのではないかと考えられる。このように、持ち運びに適したデバイスに本研究を実装することで、より複雑化し

た都市を移動しながら、能動的に読み解くことができるのではないだろうか。

### 参考文献

森田 喬 (1999) 神の眼 鳥の眼 蟻の眼 - 地図は自分さがしの夢空間, 毎日新聞社.

Alan M. MacEachren (1995) How Maps Work - Representation, Visualization, and Design, THE GUILFORD PRESS.

Eddie Jabbour (2010) Mapping Information: Redesigning the New York City Subway Map. in "Beautiful Visualization", Eds. Julie Steele and Noah Lliinsky, O'REILLY.

日本地図センター (2011) 東京時層地図, <http://www.jmc.or.jp/app/iphone/tokyo/>.

### 付録. 線マッチング地図の基本概念的定義

$$\text{地図 } MAP = \left\{ \text{map}_i \mid \begin{array}{l} (i = 1, \dots, m) \\ \wedge (\text{map}_i \text{ は断片地図}) \end{array} \right\}$$

・  $m$  は, 1 つの地図  $MAP$  を構成する断片地図の個数.

$$\text{断片地図 } MAP.\text{map}_i = (\text{bone}, \text{IMG})$$

・  $\text{bone}$  は, 断片地図  $\text{map}_i$  を構成する骨格.  
路線図の場合は, 路線の曲線に相当する.

・  $\text{IMG}$  は, 断片地図  $\text{map}_i$  を構成する背景地図画像.

$$\text{骨格 } MAP.\text{map}_i.\text{bone} = \left\{ \text{seg}_j \mid \begin{array}{l} (j = 1, \dots, n-1) \\ \wedge (\text{seg}_j \text{ は線分}) \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} \text{線分 } MAP.\text{map}_i.\text{bone}.\text{seg}_j \\ = (id, \text{node}_j, \text{node}_{j+1}, \text{misc}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{節 } MAP.\text{map}_i.\text{bone}.\text{seg}_j.\text{node}_j \\ = (id, p(x, y), \text{nodeName}, \text{misc}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{背景地図画像 } MAP.\text{map}_i.\text{IMG} \\ = \left\{ \text{img}_k \mid \begin{array}{l} (k = 1, \dots, q) \\ \wedge (\text{img}_k \text{ は断片画像}) \end{array} \right\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{断片画像 } MAP.\text{map}_i.\text{IMG}.\text{img}_k \\ = \left\{ \text{pixel}_{(s,t)} \mid \begin{array}{l} (s = 1, \dots, u) \wedge (t = 1, \dots, v) \\ \wedge (\text{pixel}_{(s,t)} \text{ は画素}) \end{array} \right\} \end{aligned}$$

### (基本アルゴリズム: 線マッチング地図の生成)

断片地図  $\text{map}_1$  を, 断片地図  $\text{map}_2$  の骨格に合わせるアルゴリズムを以下に示す.

$\text{map}_{1 \rightarrow 2}$  とは, 断片地図  $\text{map}_1$  を変形させ, 断片地図  $\text{map}_2$  の骨格に合わせたデフォルメ断片地図である.

$$\begin{aligned} \text{デフォルメ断片地図 } \text{map}_{1 \rightarrow 2} \\ = \text{lineMatch}(\text{map}_1, \text{map}_2.\text{bone}) \\ = (\text{bone}_{1 \rightarrow 2}, \text{IMG}_{1 \rightarrow 2}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{map}_{1 \rightarrow 2}.\text{bone}.\text{seg}_q \\ = \text{map}_2.\text{bone}.\text{seg}_r [\text{map}_1.\text{bone}.\text{seg}_q.\text{id} = \text{map}_2.\text{bone}.\text{seg}_r.\text{id}] \\ = (\text{map}_1.\text{bone}.\text{seg}_q) \cdot \mathbf{T}_{1_q \rightarrow 2_r} \end{aligned}$$

上記の式は, 断片地図  $\text{map}_1$  を変形させ, 断片地図  $\text{map}_2$  の骨格に合わせた.

デフォルメ断片地図  $\text{map}_{1 \rightarrow 2}$  は, その骨格すべての線分が, 断片地図  $\text{map}_2$  の骨格に合っており, 断片地図  $\text{map}_1$  の骨格の  $q$  番目の線分を,  $\text{map}_2$  の骨格の  $r$  番目の線分に合うように幾何変換する幾何変換する変換行列が  $\mathbf{T}_{1_q \rightarrow 2_r}$  である.

$\mathbf{T}_{1 \rightarrow 2}$  とは, 骨格全ての線分の変換行列の集合を意味する.

$$\begin{aligned} \text{骨格の変換行列集合 } \mathbf{T}_{1 \rightarrow 2} \\ = \left\{ \mathbf{T}_{1_q \rightarrow 2_r} \mid \begin{array}{l} (q = 1, \dots, n-1) \\ \wedge (\text{seg}_q \text{ は線分}) \\ \wedge (\text{map}_1.\text{bone}.\text{seg}_q.\text{id} \\ = \text{map}_2.\text{bone}.\text{seg}_r.\text{id}) \end{array} \right\} \end{aligned}$$

以上.

# タブレットPCを用いたインタラクティブな空間データ収集

木實新一、笹尾知世、有川正俊、藤田秀之

2011

地理情報システム学会 第20回研究発表大会

# タブレット PC を用いたインタラクティブな空間データ収集

木實新一・笹尾知世・有川正俊・藤田秀之

## Interactive Capture of Spatial Data Using a Tablet PC

Shin'ichi KONOMI, Tomoyo SASAO, Masatoshi ARIKAWA and Hidekyuki FUJITA

**Abstract:** The widespread uses of automatic methods for capturing spatial data, such as GPS tracking, is attracting attention recent years. However, these technologies are only useful for capturing simple data, such as positional information and time stamps. We extend classical methods of data capture, such as questionnaire survey and interview survey, and integrate them with tablet PC-based interaction. Based on the results of a formative user study, we discuss a semi-automatic method for capturing complex, 'thick' spatial data.

**Keywords:** タブレット PC (tablet PC), データ収集 (capture of data), インタラクティブシステム (interactive system), モバイルコンピューティング (mobile computing), デジタルフィールド (digital field)

### 1. はじめに

近年、携帯型デバイスの高性能化と普及に伴い、GPS トラッキングやセンサネットワークなど空間データを自動的に収集する技術の一般利用が注目されている。しかし、これらの技術を用いて収集できるのは位置や時刻あるいは数値データに基づく単純な情報が主体である。場所や人に関する定性的なデータ収集は効率化が難しく、現在でもアンケートやインタビューといった古典的な手法が多く用いられている。デジタル技術を用いて、定性的なデータを収集するシステムとしては、PDA や携帯電話を用いた経験サンプリングシステム (Froehlich et. al., 2007) が知られているが、ア

ンケートやインタビューにおけるインタラクティブな情報取得過程を支援するには至っていない。

以上の背景から我々は古典的なデータ収集法を拡張し、タブレット PC 上のインタラクティブと統合することにより、半自動的に場所や人に関する定性的空間データを収集する手法を議論する。

本稿では古典的なデータ収集法の中でもアンケートの枠組みに着目し、タブレット PC を用いたアンケートの形成的評価(formative evaluation)を行うことによって、インタラクティブなアンケートシステムにより得られるデータの質とアンケートを回答する際の負担等について調査する。具体的には、タブレット PC を用いたアンケートシステムのプロトタイプを開発し、紙のアンケートとの比較実験を行う。操作画面のビデオ、システムのログファイル、アンケート実施後のヒアリングによる被験者の主観的意見からユーザビリティ上の問題点

---

笹尾知世 〒277-8568 千葉県柏市柏の葉 5-1-5

東京大学空間情報科学研究センター

Phone: 04-7136-4291

E-mail: sasaotomoyo@csis.u-tokyo.ac.jp

を分析するとともに、より広い視点から問題を整理する。得られた結果に基づき、タブレット PC に適したデータ収集の新たな枠組みを考察する。

## 2. プロトタイプの開発

タブレット PC を用いたアンケートシステムのプロトタイプを、Flex/ActionScript と PHP/Apache を用いて開発した。なお、使用したタブレット PC は Acer ICONIA TAB W500 (Windows 7) であり、10.1 インチのマルチタッチ対応ディスプレイ、照度センサ、加速度センサ、Bluetooth、IEEE802.11 を搭載している。

位置入力、自由入力（思ったこと・絵）、選択入力（単数・複数）、並べ替えを行う 6 種類のインタフェースを実装した（図-1）。ユーザは主に指を使って操作を行い、入力したデータは PHP/Apache により実装したアンケートサーバに自動的にアップロードされる。

## 3. 紙とタブレット PC の比較実験

### 3.1 実験方法

被験者には紙とタブレット PC を用いたアンケート両方に回答してもらい、質問内容とデバイスの順序によって結果に違いが出る可能性があるため、紙 (A) とタブレット PC (B) それぞれにおいて 2 種類のアンケート (a: 災害時の避難編 b: 災害時の節電編) を作成し、被験者を 4 グループにわけ、それぞれ Aa-Bb, Ab-Ba, Ba-Ab, Bb-Aa の順に回答してもらい。

アンケートの回答中は、回答方法・時間・操作中の迷い・エラーを比較するため、ビデオカメラで回答動作を記録する。また本来内的である思考や思考過程を発語してもらい Think aloud protocol (Lewis, 1982) を用い、回答中の心理的経験の質の調査を行う。アンケート回答前に「考えていることと自分の行っている動作をできるだけ声に出して説明してください」と被験者に教示し、回答中の発語を回答動作とともにビデオカメラにより記録す

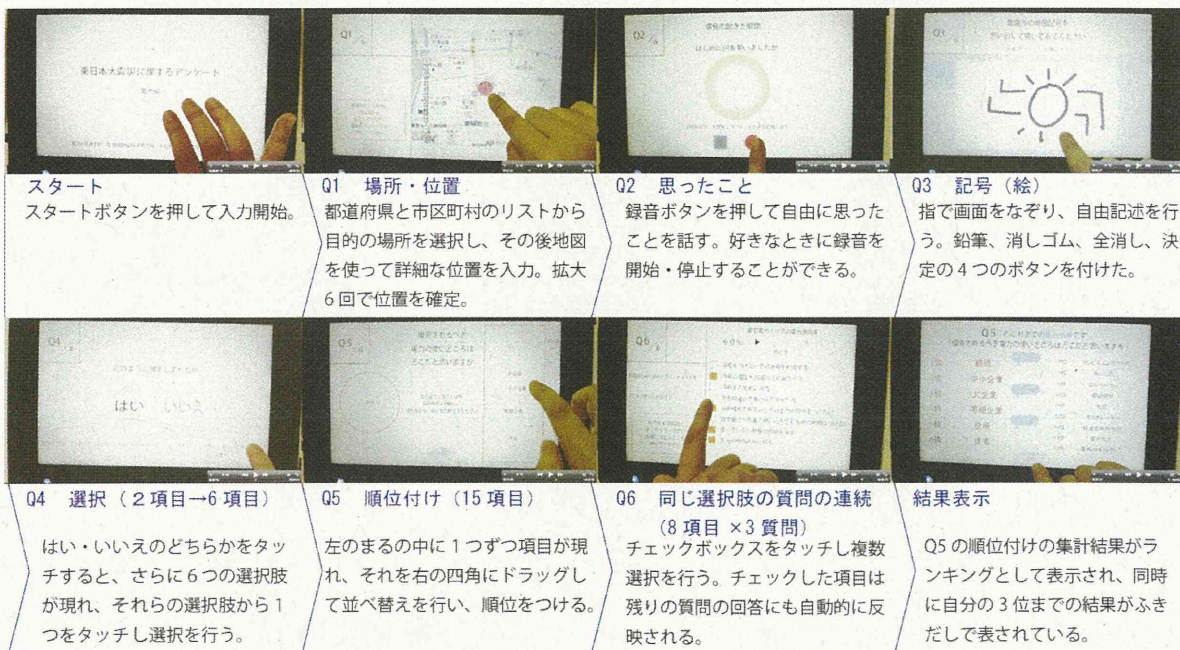


図 1 開発したプロトタイプ



る(図2).

アンケート回答後には1時間程度ヒアリングを行い満足度や操作性などの主観的意見を収集する。記録したビデオの映像を見せながらタブレットPCを用いたアンケートの問いごとに質問を行う。また、アンケートやコンピュータの利用に関する一般的な事項についても質問する。

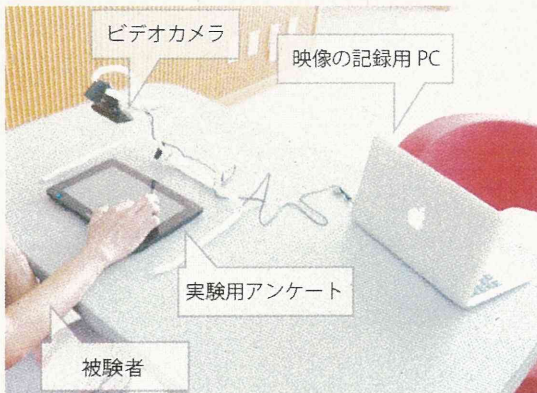


図2 実験環境

### 3.2 タブレットPCを用いたアンケートの構成

アンケートの回答形式は、単一回答、複数回答、順位回答、自由回答に分類される。この分類に基づき、プロトタイプにおける回答形式の構成を定めた。計6問、8分程度の回答時間となる分量である。

### 3.3 実験環境

本実験は被験者一人ずつ室内で行った。なお、被験者は20代から30代の5名(男性2名、女性3名)である。

### 3.4 分析方法

ビデオカメラで撮影した操作中の映像から思考時間と操作時間を計り紙とタブレットPCにおける回答中の思考方法を比較する。また操作中のタッチの回数やエラーを抽出する。

アンケート回答中の発話とヒアリング中にインタビュワーが記録したメモに基づく質的データを、2名でコーディングした。

## 4. 分析結果と考察にみるデータ収集の枠組み

アンケート回答中の発話とヒアリングから得られたデータを分析した結果、タブレットPCを用いたアンケートで取得したデータの質や、アンケート回答者の心理的経験の質に影響を及ぼす可能性がある5つの要素が浮上した(図3)。

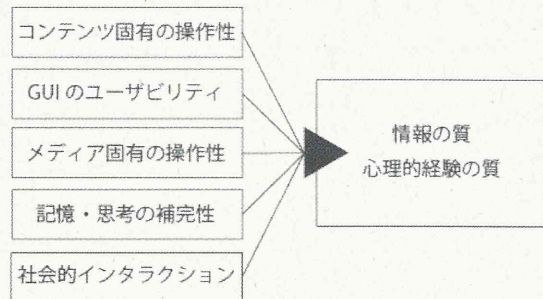


図3 質的差異を生み出す要素

- ・ **コンテンツ固有の操作性**とは、質問内容から生まれる(質問文の長さや質問回数などによる)入力のしやすさ・しにくさを指す。
- ・ **GUIのユーザビリティ**とは、GUIのデザインから生まれる入力操作のしやすさ・しにくさ、分かりやすさ・分かりにくさを指す。デバイスの性能や個人の操作に対する慣れからも影響を受けることがある。
- ・ **メディア固有の操作性**とは、情報を記録する媒体の性質から生まれる入力のしやすさ・しにくさ、制約、限界を指す。同じ質問内容であっても、ユーザから収集する情報を媒介するメディアが地図であるか音声であるか、紙であるかタブレットPCであるかといったことが操作性に影響を及ぼしていると考えられる。
- ・ **記憶・思考の補完性**とは、インタフェースが人の記憶を呼び起こす助けとなったり、複雑な思考を整理する過程を支援することができるかどうかを指す。
- ・ **社会的インタラクション**とは、インタビューなどにおいて質問意図を直接相手に確認するこ

とができる場合やデータ収集を行う際の被験者への声の掛け方など、人と人とのインタラクションのあり方を指す。

これらの要素の中から特に興味深い結果となった、メディア固有の操作性と記憶・思考の補完性の2つの要素をあげてタブレット PC 固有の特徴を考察する。

#### 4.1 メディア固有の操作性

メディア固有の操作性を評価するため、本実験にてタブレット PC と紙の入力のしやすさについての意見を収集した。結果を図4に示す。

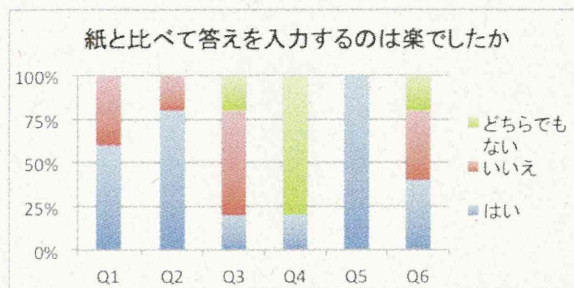


図4 メディア固有の操作性についての意見

この結果とアンケート中の発話、ヒアリングからメディア固有の入力方法として有用と考えられるものを3点挙げる。

- タブレット PC を用いた順位付けは、訂正が紙よりも容易で、入力が楽だと感じやすい。
- 音声を使った自由回答は、紙へ自由記述を行うよりも楽だと感じやすい。
- 場所の記述は、住所を覚えている場合、紙への記述が楽だが、記憶が曖昧・覚えていない場合はタブレット PC 上で都道府県や市区町村を選択する方式や地図から位置を探す方法が楽だと感じやすい。また地図を用いた入力は設定した縮尺のレベルで統一された位置情報を集めることができるため収集するデータの質も高まる。また同様にメディア固有の入りにくさについての考察を4点挙げる。

- 紙への記述は、書きやすいが訂正しにくいと感じやすい。
- タブレット PC 上での指を使った自由記述は、紙上での自由記述よりも入力しにくいと感じやすい。
- タブレット PC は、回答の方法に自由度がなく、回答順序にも制約があり融通が利きにくい。
- 地図入力では、電車内や建物の階数を示すなど詳細な記述を行う場合に限界がある。

#### 4.2 記憶・思考の補完性

記憶・思考の補完性を評価するため、本実験にてタブレット PC の紙と比較した答えの思い出しやすさについての意見を収集した。結果を図5に示す。

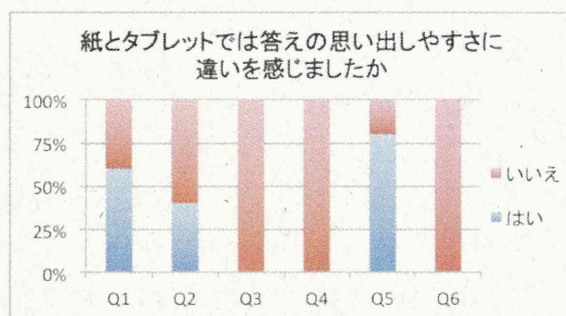


図5 記憶・思考の補完性についての意見

この結果から、地名の選択入力と地図を用いた場所の入力(Q1)、順位付けのインタフェース(Q5)において記憶・思考の補完性が大きいと推測される。本実験のアンケート中の発話、ヒアリングとビデオカメラの映像からこれらのインタフェースにおける記憶・思考補完の有用性を考察する。

- 地名の選択入力と地図を用いた場所の入力(Q1)
  - 場所の記述において、紙での住所記述では被験者全員が町丁目の町レベルまでで記述を止めている、もしくは町丁目の欄に建物名のみを記述している。目的の場所の住所が正確に分らないもしくはプライバシーを守ろうとする心理から、住所の自由記述は細部のデータが曖昧にな

りやすく、紙を用いて場所のデータを収集すると情報の質が低くなりやすい。

- 場所の記述において、タブレット PC を用いた都道府県・市区町村の選択式や地図を用いた場所の入力では、住所を正確に知らなくても地名や地図を見ることで記憶が引き出され目的の場所を探し出せる可能性がある。

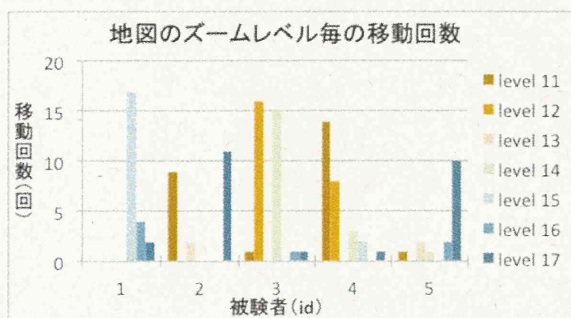


図 6 地図表示での場所を探す操作の傾向

図 6 はプロトタイプの地図を用いた場所の入力において目的の場所を探し始めてから見つけ決定ボタンを押すまでの、ズームレベル毎の移動回数を示している。なお、ここで指す移動回数とは地図の表示位置を変えるタッチの操作の回数である。地図表示での目的の場所を探す操作の傾向として、移動を多く行うズームレベルは被験者によって異なるが、1つもしくは2つのズームレベルで多くの移動を行っていることが共通事項として挙げられる。この多く移動が行われているレベルにおいて記憶の補完をきっかけとする目的の場所の搜索、発見もしくはさまよいが行われていると考えられる。

– タブレット PC を用いた選択肢の順位付け (Q5)

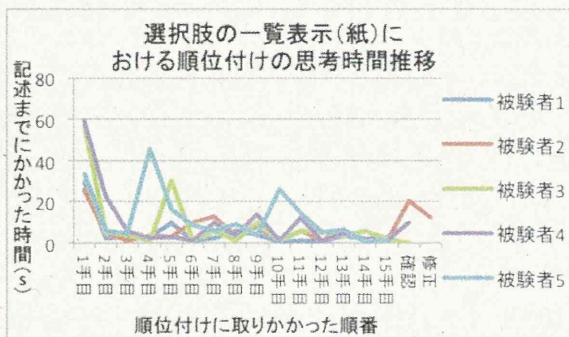
本実験における選択肢の順位付けにおいて、紙での選択肢の一覧表示とタブレット PC での選択肢を 1 問ごとに表示させるインタフェースによって、思考時間の推移に大きな差が見られた (図 7, 8)。ここで指す思考時間とは、直前の順位付け操作が終

わってから次の順位付け操作を終えるまでの時間である。

紙での 1 手目までにかかる時間の平均はタブレット PC の約 3.5 倍となり、それ以降の思考時間は平均的に短い推移となった。タブレット PC における入力の思考時間では、順位付けに取りかかった順番に関係なく、長考が様々な順番において散在する結果となった。

紙では順位を書き始める前に、頭の中で選択肢それぞれの順位を想定するために、1 手目に大幅な時間がかかる。それ以降手数が増えていくにつれ、混乱とあきらめから思考時間は増えにくいと推測される。一方タブレット PC の、1 問ごとに選択肢が表示されるインタフェースでの順位付けでは、自分がつけた順位の並びをリアルタイムに確認しながら 1 つずつ選択肢を足し、順位の並び替えを行うことができるため、思考の整理がしやすく、選択肢の吟味を 1 問ずつ行えると推測できる。そのため思考時間の長さは選択肢の内容に大きく起因し、後半の手においても思考が活発に行われていることが分かる。

このように、順位付けや並び替え、グループ分けなど選択肢の複雑な動的操作を行うにあたり、従来は頭の中だけで行っていた操作をタブレット PC のインタフェースが担うことで、思考の整理や手助けとなると同時に収集する情報の質の向上へとつながると考えられる。



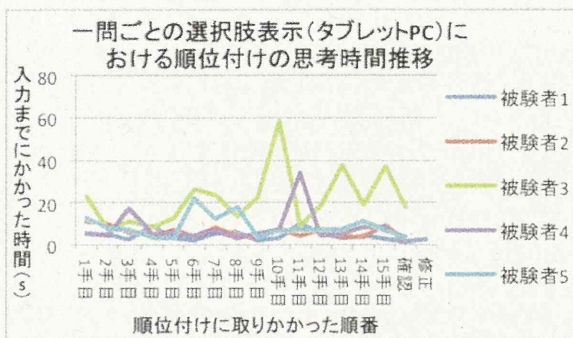


図 7.8 紙とタブレット PC における  
順位付けの思考時間推移

#### 4.3 5つの要素から生まれる質的差異

5つの要素が収集する情報の質に様々な形で影響を及ぼしていることを示した。中でも図-9 に示すように、メディア固有の操作性と記憶・思考の補完性、2つの要素で評価の高かった、地名の選択と地図を用いた場所の入力(Q1)、音声による自由回答(Q2)、選択肢の順位付け(Q5)の3つの設問において被験者の過半数がデータの質に差が生まれると答えている(図9)。この結果から、コンテンツ固有の操作性や GUI のユーザビリティ、社会的インタラクションのような通常考慮される要素に基づきデータ収集のあり方をデザインするだけでなく、メディア固有の操作性や記憶・思考の補完性の要素の特質を理解しインタフェースのデザインに組み込むことで、データ収集の手法が拡張され、質の高いデータを効率的に収集するための、タブレット PC に適した新たな枠組みに発展することが期待できる。

これら 5 つの要素が影響を及ぼすもう一つの質的差異として心理的経験の質がある。データを収集される側の人間が得る、楽しさや面白さ、焦りやストレスなどの質は定性的なデータの取得と不可分の関係にあり、データ収集の枠組みのあり方によっては、心理的嫌悪やプライバシーに対する不安、回答結果のバイアスなど問題を軽減できる

可能性もある。そのため、先に挙げた 5 つの要素を被験者の心理的側面からも考え、インタフェースのデザインにつなげることが重要である。

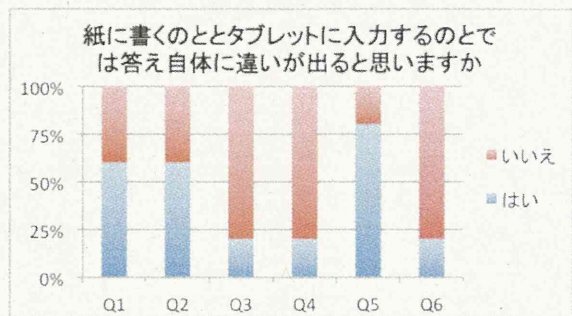


図 9 情報の質の差異についての意見

#### 5. おわりに

我々は、タブレット PC を用いたアンケートの実験を行い、情報の質と心理的経験の質に影響を与える要素を明らかにし、またデバイスに適したデータ収集インタフェースのデザインのための概念的な枠組みを提示した。また実験によりタブレット PC を用いた定性的な空間データの収集の可能性を示した。

今後は、本実験でのデータ収集システムのプロトタイプを拡張し、ユーザが入力する質問文や選択肢によって自動生成するアンケートシステムの実装・利用実験を行う予定である。

#### 参考文献

Froehlich, J., Chen, M.Y., Consolvo, S., Harrison, B., Landay, J.A. (2007) MyExperience: a system for *in situ* tracing and capturing of user feedback on mobile phones. In: *Proc. 5<sup>th</sup> Int'l Conf. on Mobile Systems (MobiSys '07)*.

Lewis, C. H. (1982) Using the "Thinking Aloud" Method In Cognitive Interface Design. Technical Report IBM RC-9265.

# Personal LBS を用いた GIS 教育カリキュラムの設計と実践

鍛冶秀紀、有川正俊、鶴岡謙一、岡部篤行

2011

地理情報システム学会 第 20 回研究発表大会

# Personal LBS を用いた GIS 教育カリキュラムの設計と実践

鍛冶秀紀, 有川正俊, 鶴岡謙一, 岡部篤行

## Design and Practice of GIS Education Curriculum using Personal LBS

Hideki KAJI, Masatoshi ARIKAWA, Ken'ichi TSURUOKA, Atsuyuki OKABE

### Abstract

In this paper, we propose a new exercise method for learning geomedial, that is, location-based social media. We organize the purpose and content of the exercise method, and report the result of the practice of this method in a graduate school and an undergraduate school. In this method, students design and create a location-based service content using *pTalk* to learn geographic information science. *pTalk* is a new personal location based service platform that we have developed. The personal LBS provides an environment that everyone can create and publish location-based information service easily and efficiently. It is good for beginners of Then we have practiced this method in classes on a graduate school and an undergraduate school.

**Keywords:** 位置情報サービス(location based service), 個人化(Personalization), 教育(Education), ジオメディア(Geomedia), 位置同期音声ナビ(Audio tour with line tracking)

### 1. はじめに

情報化社会の発展, 携帯電話の高機能化で位置情報サービスの利用が一般的となり, スマートフォンの登場により, 企業や空間情報科学の専門家だけでなく, 一般の人々が位置情報コンテンツ(ジオメディア)を発信できる環境が整いつつある. このような環境の中では, より有用性の高いコンテンツを発信できる事が重要になると, われわれは考えている. 以上の状況を鑑み, 空間情報科学の学習では, 座学での知識の獲得, コンピュータ上での地理情報システムを使ったデータを処理する演習に加えて, 位置情報コンテンツの発信するための演習を行う必要があるのではないだろうか. われわれは, 個人がコンテンツを作成できる位置情報サービスをベースとして, コンテンツの作成を行う演習を提案し, 大学および大学院において実践した. 空間情報科学を学ぶ上での標準的なカリキュラムは岡部ら(2008)の研究により示されており, われわれが提案する演習は

情報系地理情報科学標準カリキュラムの補助と位置づけられる. 本論文ではこの演習の意義, 内容を体系化し, 実施結果を報告する.

### 2. 演習の概略

われわれの提案する演習は 6 つのフェーズに分ける事ができる. それぞれの概要を以下に示す.

#### (1)コンテンツの体験

最初に位置情報サービスに登録されたコンテンツを実際に現地で体験する事で, ジオメディアとはどういうものを体験する. また, 演習に使用する位置情報サービスのアプリケーションを実際に使用する事で, 操作に慣れる事もこのフェーズの目的となる.

#### (2)シナリオ作り

テーマやフィールドに適したシナリオを用意する. そのシナリオに沿って, コンテンツの想定利用時間を算定し, 適切な Point of Interest (PoI)の数, PoIの配置, 移動経路の設定を行う. このときコンテンツを作成するグループ編成も行う. 音声を伴うコンテンツの作成では, 独り語りをするよりも, グループで聞き役, 語り

鍛冶秀紀: 千葉県柏市柏の葉 5-1-5, 東京大学空間情報科学研究センター, Tel: 04-7136-4291, kaji@csis.u-tokyo.ac.jp

役などの役割を決めて録音する方がより自然なナレーションになりやすい。

(3)素材撮影，録音

(2)で作成したシナリオを基に，素材となる写真や音声の収録を実際に現場で行う。専用の iPhone アプリケーションを実行しながら移動し，その場で写真付きの PoI を作成する事で，移動経路や対象となる PoI の位置などを効率的で記録する事ができる。同時に解説・ナビゲーション音声の録音を行う。現場で録音を行う事で収録されるナレーション以外の周囲の環境音が利用者に周囲の状況を伝える役割も持つ。

(4)素材の編集，コンテンツの作成

このフェーズの作業はコンピュータールームなど PC が使える環境で行う。

(4-1)音声の編集

収録した音声は，移動ルートや PoI 毎のパートに分かれおらず，失敗した部分や聞きとりにくい箇所などが含まれるため，そのままの状態では使えない。そこで音声のいらぬ部分を切り取り，各パートのファイルに編集する。

(4-2)コンテンツの作成

編集した音声と，用意した画像などを用いてパーソナル LBS 上にコンテンツを作成する。(3)で記録された移動のログと PoI は Web デジタルマップ上に表示され，それを元に移動経路となる折れ線オブジェクトの作成し，PoI オブジェクトの作成，修正を行い，各オブジェクトに音声の割り当てを行う。

(5)作成したコンテンツの体験，評価

(4)で作成したコンテンツをお互いに体験し，その様子をビデオカメラで撮影し，移動経路や PoI を探すのに手間取っていないか，意図通りの反応が得られているかといったコンテンツに対する評価を行う。コンテンツを体験する際には，自分たちが作成したものとどこが違うのかななどを考察する。

(6)講評

(5)で得られた知見を元に，各グループそれぞれがジオメディアについて学習した事，自分た

ちのコンテンツの評価などを発表し，議論する。

これらのフェーズを実施する事によりジオメディアに対する理解を深め，位置情報を適切に利用，発信できる人材の育成を目指す。

3. 実施内容

東京大学大学院新領域創成科学研究科社会文化環境学専攻の修士の大学院生および青山学院大学総合文化政策学部の学部3年生に対して空間情報を扱う授業の中で本演習を実施した。それぞれで割り当てられた授業時間が違うため，3節で示した演習の概略に従って，表1のように授業構成を行った。東京大学大学院の授業は1回が2コマ3時間，青山学院大学の授業は1回が1コマ1時間半のため，授業時間は東京大学大学院の方が多い。受講学生は東京大学が11人，青山学院大学が19人であった。

表-1 実際の演習での授業構成

内容	東京大学大学院 授業構成	青山学院大学 授業構成
イントロダクション	第1回	第1回
コンテンツの体験	第2回，第3回	第2回，第3回
シナリオ構成	第4回	第4回
素材撮影，録音	第5回	第5回
コンテンツ編集	第6回	第6回，第7回
コンテンツの体験	第7回	第8回
評価とまとめ	-	第9回
講評	第8回	第10回

3.1. IT 環境

演習ではわれわれが開発を行っているパーソナル LBS “pTalk” (鍛冶ら，2011)を利用した。pTalk を利用するために必要な環境を以下に解説する。Web アプリケーション(図1参照)の実行および音声編集を行うため，インターネットに接続可能で Adobe 社の Flash を実行可能な Web ブラウザと後述する音声編集用のアプリケーションをインストールした PC が必要となる。そのため東京大学大学院では学生各自が所有するノートパソコンを利用し，青山学院大学ではコンピュータールームで演習を行った。音声の収録に使用したボイスレコーダーは機種がバラバラであったた

めファイル形式が MP3, WAV, WMA の 3 種が混在していた。WAV, WMA は pTalk で利用可能な MP3 へのエンコードが必要であったため Apple 社の iTunes を用いて行った。MP3 音声ファイルを各パートに分ける作業には mp3DirectCut(フリーウェア)を使用した。

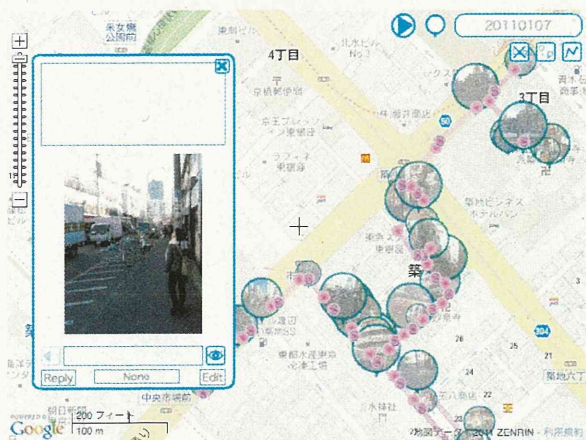


図-1 pTalk Web インターフェース

### 3.2. 機材

演習に使用した機材を表 3 に示す。

表-3 演習での使用機材一覧

機材(台数)	用途	貸出
ボイスレコーダー(6台)	音声収録用	○
USB Flash メモリ(6本)	素材データ移動用	○
iPhone 3GS(9台)	LBS アプリ実行	×
ビデオカメラ(6台)	体験時の様子を撮影	×

ボイスレコーダーと、USB Flash メモリはグループに1つずつ貸し出しを行い、授業時間外にもコンテンツの作成ができるよう配慮した。iPhone は貸し出すことが難しいため、授業毎に受け渡し授業後に返却することとした。iPhone を所有する学生が承諾した場合は、pTalk アプリケーションをインストールし授業に利用できるようにした。ビデオカメラは作成したコンテンツの体験時に、利用者の反応や操作の様子を撮影し、コンテンツの評価を行う参考とした。

### 3.3. コンテンツの体験

コンテンツの体験では、実際にフィールドに出て利用者同士の現在地の共有や位置同期型オー

ディオツアーを体験する事で、位置情報の特性やこれから行うコンテンツ作成の意図や内容について考えるきっかけを作った。東京大学大学院では位置情報を共有しながら協調作業を行う体験を行った。体験するフィールドを柏の葉公園に設定し、各自の位置を iPhone アプリケーション上のマップに表示した状態で PoI を作成することとした。フィールドは 30m 四方のマス目に分割され最初にマス目を訪れた体験者割り当てられた色で塗りつぶされるようにアプリケーションを調整されており、マス目を多く取りながら PoI を作成するようにゲーム性を持たせたジオメディアを体験できる環境を用意した(図 2 参照)。結果として他の利用者の居ないエリアを選んで PoI を作成するなどの行動が見られた。オーディオツアー体験では柏の葉キャンパス駅から東京大学柏の葉キャンパスまでの道を案内する maPodWalk (Tsuruoka and Arikawa, 2010) コンテンツを体験した。

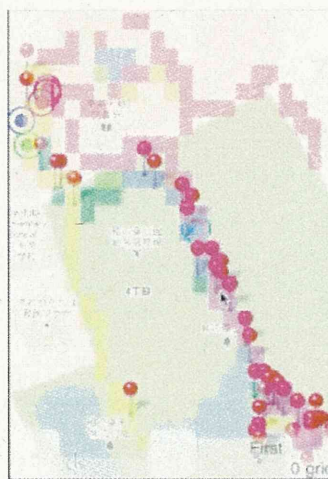


図-2 体験で作成された PoI(赤いピン)と体験者の色で塗り分けられたエリア

青山学院大学では、位置情報を共有しながらの PoI の作成および、昨年の授業で作成した青山学院大学を紹介する maPodWalk コンテンツを pTalk 用に再編集したオーディオツアーの体験を行った。この体験では地図上に体験者のおおまかな進行方向や移動速度が共有されたため(図 3 参



照), こちらの場合も学生は他の学生の行動をみながらエリアが重複しないような行動をする学生がみられた。



図-3 利用者の位置・移動の向きと速度の共有

どちらの場合も体験のフェーズでは、pTalkのWebサイト上でサンプルの素材を用いコンテンツを作成する演習も同時におこなった。

青山学院大学でのコンテンツの体験では、使用可能なiPhoneの数に制限があるため受講生を半分に分け、現場でコンテンツを体験するグループと、コンテンツ作成の演習を行うグループに分けて同時にそれぞれを実施した。

### 3.4. シナリオ構成

シナリオ構成では最初に対象となるエリアを設定した。収録や体験で移動しなければならないこと、様々なテーマが選べる背景があることを考慮にいれ、東京大学では銀座周辺を、青山学院では青山通り表参道周辺を対象エリアとした。青山エリアでは録音時間は10~15分、銀座エリアでは15~20分を想定するよう指示した。講師主導でグループ編成を行い、グループに分かれてテーマを決定し、各グループのテーマに大きな重複がないかを確認した。その後、各グループはテーマに沿ってポイントとなりそうな場所を、Webなどを使って調査し、それらポイントを繋ぐ経路の設計を行った。

### 3.5. 作成されたコンテンツ

作成されたコンテンツのPoIおよび折れ線オブジェクトの構成は表2の通りである。

表-2 コンテンツを構成するオブジェクトの数

テーマ(場所)	PoI数 (音声付)	折線数 (音声付)
面白いお店(銀座)	11 (0)	8 (8)
銀座に本社のある会社(銀座)	9 (9)	1 (0)
銀座の歴史(銀座)	6 (6)	7 (7)
食事処(銀座)	15 (0)	14 (14)
ギャラリー、文具店巡り(銀座)	9 (0)	14 (14)
名所案内(築地)	32 (0)	25 (25)
クラブ紹介(青山)	7 (6)	2 (0)
多国籍カフェ(青山)	5 (5)	3 (3)
キャットストリート(青山)	7 (2)	15 (15)
青山の裏道にあるカフェ(青山)	3 (3)	3 (3)
青山で休憩できる場所(青山)	7 (5)	9 (9)
美味しい安い青学に近いお店(青山)	7 (7)	7 (7)

グループにより折れ線やPoIの数は大きく異なるが録音時間は指示された時間に収まるものであった。PoIは現地で作成したものとWebサイトで作成したものが混在し、折れ線はすべてWebサイト上で作成されている。PoIの音声ではその場所の説明をしたもの、あらかじめ用意された情報を紹介している事が多いが、折れ線に付いた音声では、雑談や目についてのものについてのコメントなど即興で会話されているものが多く見られる傾向があった。図4,5に銀座の歴史コンテンツのWeb画面とiPhoneアプリケーション画面を、図6,7に青山で休憩できる場所コンテンツのWeb画面とiPhoneアプリケーション画面を示す。



図-4 「銀座の歴史」Web画面



図-5 「銀座の歴史」 iPhone アプリケーションのマップ画面と PoI 詳細画面



図-6 「青山で休憩できる場所」 Web 画面



図-7 「青山で休憩できる場所」 iPhone アプリケーションのマップ画面と PoI 詳細画面

後の講評ではすべてのグループで、システムの不具合以外ではオブジェクトの作成は難しい点はなかったと報告されている。

### 3.6. コンテンツ体験

このフェーズでは、作成したコンテンツを体験するとともに、コンテンツの利用者をビデオ撮影しその行動を分析する材料とする。2人以上のグループで体験者とビデオ撮影者に別れ、実際に現場でコンテンツの体験を行った。グループの再編成を行い、ビデオの撮影者が作成したコンテンツを残ったメンバーが体験した。



図-8 体験の様子：コンテンツを見る利用者

青山での体験では、コンテンツのロードに非常に多くの時間が必要となることがあり、うまく体験できない問題がみられた。これは青山学院大学周辺の問題で、携帯電話からのネットワークの利用者が集中する事から通信速度が極端に低下していることが問題と考えられる。

### 3.7. 講評

講評では各グループで、コンテンツの紹介、他のグループのコンテンツを体験しての感想、作成したコンテンツへの反応の分析などを発表し、議

論した。どのグループも楽しんで課題に取り組んだ事が確認された。学生の意見で多かったものを以下にあげる。

- 講義が進むうちに位置情報コンテンツの意義などをイメージできるようになった。
- 利用には事故など現地の状況に配慮する必要がある。
- 興味を持ってもらうには、より対象利用者や内容を絞り込む必要がある。

これらの意見から、実際にコンテンツを作り現場で体験する事で、ジオメディアの特性を伝え、ジオメディアに対する興味を喚起することができたことが確認できた。

それぞれのコンテンツに対して利用者が意図した通りの行動を示したかという問いでは

- 多少経路の選択に迷う事があったが、意図した経路を選んでいった
- コンテンツの再生時間と、体験時の歩行時間に大きなずれは無かった。
- 自分たちがその場所に対して抱いた感想を共有できているようだった。

といった意見が多かった事から、pTalk 上に作成されたコンテンツは、現地で適切に利用できることが確認された。

#### 4. 考察

演習での観察、コンテンツの内容と講評での発表から以下のことが確認できた。

- システムの利用に多少の慣れは必要であったようだが、1時間程度の操作説明でいただいた作業は理解されていた。その後、自宅で編集作業を行ったグループが大半である事からも確認できる。
- お互いの位置を共有しながら行動をする事により、他の利用者が行っていないところの情報をアップロードする事を意識するなど、ある利用者の行動が、他の利用者の行動に影響を与えている事が確認された。
- 実際にコンテンツを作り、フィールドにて体験を行う事により学生の興味を引きつ

ける事ができた。一般の人たちに利用してもらうにはどうすればいいかなどの考察は、ジオメディアが実生活に役に立つものでありビジネスチャンスのあるものであることを感じているようであった。

- 実際に外で演習を行うため、その場所の混雑具合や天候など様々な要素を事前にチェックし、余裕を持ったスケジュールをたてるのがこの演習を行う上で重要である。

#### 5. おわりに

本論文では、パーソナル LBS を用いた位置情報コンテンツ作成による GIS 教育カリキュラムの設計と実践について述べた。この演習は、空間情報科学への導入として学習者の興味を喚起できることが確認された。今後は、より多くの場面でこの演習を利用できるようドキュメントの整備を行い、pTalk 自体の機能、コンテンツの充実を図っていきたい。演習に用いた資料、環境についての情報は以下の URL へアクセスする事で入手できる。

<http://ptalk.csis.u-tokyo.ac.jp/>

#### 参考文献

岡部篤行ほか (2008) : 地理情報科学標準カリキュラム・コンテンツの持続協働型ウェブライブラリーの開発研究, [17200052]基盤研究(A)

鍛冶秀紀, 有川正俊 (2011) : PC 用 Web アプリケーションともナイルアプリケーションの特性を生かした位置情報コンテンツ作成環境の提案と構築, 日本国際地図学会平成 23 年度定期大会発表論文集, 16-17

Tsuruoka, K., Arikawa M(2010): A Mobile Authoring Environment for User-Generated Location Aware Audio Tours. The Proc. of AsiaGIS 2010.

## Q&A サイトを用いた地域に対する関心の推移の可視化

藤田秀之、柴崎真理子、木實新一、有川正俊

2011

地理情報システム学会 第20回研究発表大会