

研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18300289
 研究課題名（和文）
 携帯電話を用いた仮想体験に基づく総合学習
 研究課題名（英文）
 Integrated Learning by Virtual Experiences using Mobile Phones
 研究代表者
 垂水 浩幸（TARUMI HIROYUKI）
 香川大学・工学部・教授
 研究者番号：80293900

研究成果の概要：携帯電話の機能が向上し、位置情報を扱える機種が普及してきた。この機能を利用し、その場の過去の情景を仮想的に体験できるシステムを開発し、中学生に対して教育実践を行った。その結果、携帯電話を用いたフィールドワークにより学習意欲が向上し、活発な議論が生徒同士で行われることを確認した。一方、仮想体験の機能を強化しすぎると生徒の目が現実世界に向く時間が相対的に減少するため、適度な機能制限が必要であることもわかった。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	5,600,000	1,680,000	7,280,000
2007年度	6,000,000	1,800,000	7,800,000
2008年度	3,300,000	990,000	4,290,000
年度			
年度			
総計	14,900,000	4,470,000	19,370,000

研究分野：協調活動支援、教育工学

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学／教育工学

キーワード：モバイルラーニング、フィールドワーク、携帯電話、エデュテインメント、位置情報、仮想体験

1. 研究開始当初の背景

我々をとりまく社会はコンピュータの発展・普及によって急激に高度情報化している。学校教育の現場においても、このような社会変化に対応できる基礎的な資質を養うという観点から、情報活用能力の育成が求められている。

社会科学習においては、(1)子どもをとりまく地域にある素材のコンテンツデザイン化と(2)子ども自らが学習コンテンツと出

会い、体験(的)学習を行い、さらに他者との関わりをもつことが大切であると指摘されている。

しかし社会のフィールドワークなどでの体験学習では、子どもの自分の興味の対象には深くのめり込むが、対象外には全く乗ってこないという問題点がある。

以上の観点から、(1)情報機器を活用し、(2)地域特有の素材をうまくコンテンツに取り込み、また子どもがコンテンツとの出会いを通じて他者とのかかわりを持ち視野を

広げ、(3) 教育目的に沿ったナビゲーションをフィールドワーク中に適切に実施することが求められていた。

2. 研究の目的

フィールドワークには子どもの活動場を多くし、子どもたちの興味を引きだし、子ども同士の関わりを積極的にする工夫が重要な課題である。そこで、本研究では、体験学習にエデュテイメントの要素を加えることで地域の歴史などを体験し、子ども同士の関わりを重視した歴史地理を中心とする総合学習システムの構築と評価分析を行う。

本研究では、例えば過去の歴史を実際に体験するという究極の体験学習を目指したシステムの構築と評価を行うことを目的とした。

本研究では、研究代表者らがこれまで開発してきた携帯電話向け仮想都市システムを用い、歴史の起こったその場を訪れて、そこで歴史上の人物が得た体験を再現していくというコンテンツを構築する。これにより、歴史を中心とした総合学習について、実感を得ながら学習することによってより本物性のある学習を行い、効果を上げる。

この仮想都市システムでは、過去の建物をコンピュータグラフィックスで再現しておき、学習者がある場所である方向を見たとき、その場所の当時の風景をGPS付携帯電話の画面に再現することができる。また、当時の人物のイメージや行動プログラムを何人分も再現しておき（これを仮想人物と呼ぶ）、利用者がそれらの仮想人物と会話を行うことができるばかりでなく、会話の内容等により仮想人物の行動も変化させることができる。よってこのシステムを用いると過去の風景と人物達をセットとしたコンテンツとして構築でき、学習者は本物性のある体験学習を行うことができる。

また、複数の学習者がそれぞれ異なる人物を追体験しながら現場で出会うということも可能であり、学習者同士が体験の現場で相互に関わりを持つこともできる。しかも携帯電話は市販のものがそのまま利用できるため、低コストで、システム管理が極めて容易であるため教師の負担が少なく実用性が高い。体験用のコンテンツは独立した教材提供者が行って提供しても良いし、教師あるいは学習者自らが構築していくことも可能である。

以上の構想に基づき、本研究課題は以下の目的で実施した。

(1) 技術課題

仮想都市システムは 2005 年度までの研究で一般の利用者に開放した利用する予定で

あるが、実際の教育に供するため、同時利用者と仮想人物の数をそれぞれ数百名オーダー程度に拡大する。

(2) コンテンツ実装課題

これまで、観光案内コンテンツについては経験があるが、体験教育コンテンツについては初めての試みとなる。また上記のように仮想都市の規模も拡大する上、複数の利用者が同時に利用する場合の利用者同士のオフラインインタラクションも考慮に入れたコンテンツ作りが必要になる。またGPSによる位置測定誤差についてはこれまでの研究で悪影響の程度と回避策の検討は行われているが、それを考慮に入れたコンテンツ設計が必要である。よって本課題では、体験教育として効果のある大規模なコンテンツを有効に構築する設計指針の開発を目的とした。

(3) 学習コンテンツデザイン課題

実際に大規模な体験型コンテンツを構築し、学校現場で評価実験を行う。これにより、地理歴史等に関連する総合学習において教育上の効果を検証することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 技術的課題

従来我々が開発してきた観光支援向け仮想都市システムをベースにして、教育用のシステムを開発した。

同時に利用できる人数および仮想人物の数を増やすためには、サーバ能力の増強と、クライアントへの負荷分散の二つの方針が考えられる。我々は 2006 年度にこれら二つのアプローチについて検討した。その結果、携帯電話向けのソフトウェアプラットフォームである Brew 技術を利用することにより、以下の仕様で実装できることが判明した。

- ① 対象を狭い地域（コンテンツの密度にもよるが、おおむね 100 メートル四方）以内の場合にはコンテンツも携帯電話に組み込むことにより、クライアントのみで実装が可能であること。
- ② 対象地域が広がった場合には、逐次的にサーバから（仮想人物を含む）コンテンツ内容をダウンロードして使用可能であること。

よって本研究の範囲で教育実践評価を行う場合には対象地域が狭いこともあり、クライアントのスタンドアロンでシステムを設計・実装することにした。

(2) コンテンツ実装課題および (3) 学習コンテンツデザイン課題

これらを一括して述べる。

2006 年度においては技術的課題の解決に

重点を置いて研究を進めたため、新しいシステムはまだ学校現場に導入できなかった。そのため、簡易なシステムを構築し、実際に小学校の学校現場で実践を行い、児童の反応を見ることにした。香川大学教育学部附属高松小学校の3,4年生児童を対象に実践した。教育テーマは高松市の栗林公園の歴史、特に水害と土木工事の史実について学ぶことであった。

2007、2008年度は今回の研究で開発したシステムを利用し、神戸大学発達科学部附属住吉中学校の3年生(2007年度)、1年生(2008年度)を対象に実践した。いずれも、テーマは住吉川の水害の歴史である。2007年度の実践で本研究アプローチの有効性はほぼ確認できた。2008年度においては、生徒が仮想人物と対話する機能や教師が生徒の動きを把握する機能を追加して実践し、結果を評価した。

4. 研究成果

(1) 技術課題

観光向けのシステムをベースとして教育用システムを開発した。このシステムは携帯電話を用いて過去の世界を訪問して仮想体験のできるシステムであり、「ケータイムトラベラー」と命名された。その概念を図1に示す。



図1 ケータイムトラベラーの概念

ケータイムトラベラーにおいては、Brew技術の採用により、位置情報は自動的に更新されるので学習者が更新操作を行う必要がない。これが従来の観光向けシステムとは異なる点である。もちろん、従来我々が開発した仮想都市システムの利点を継承し、対象が三次元モデリングされているため任意の方向から観察できる。ただし、過去の世界をのぞき込むための視線角度に関する情報については、水平・垂直ともに手で入力する必要がある。水平角については電子コンパスを

利用することもできるが、電子コンパスを採用した携帯電話端末が普及しなかったため、手作業による入力とした。面倒ではあるが、結果的に中学生を対象とした実践時には大きな障害にはならなかった。

ケータイムトラベラーはクライアント端末でスタンドアロン動作するため、同時使用人数は制限がない。ただし、対象とする地域の広さは限定される。より広い地域を対象とする場合はコンテンツをサーバから逐次ダウンロードする機能を備えているが、現実問題として広い地域でのフィールドワーク学習の実践が学校事情により困難であるため、今回は使用しなかった。

2008年度の実践向けに開発された「ケータイムトラベラー ver. 2」では、学習者が過去の人物に対しての語りかけや感想の入力をテキスト入力機能によってその場で行う機能、生徒の行動履歴のログをフィールドワーク終了後にサーバにアップロードして解析する機能等が追加された。

(2) コンテンツ実装課題および (3) 学習コンテンツデザイン課題

① 2006年度

2006年度においては、小学生3,4年生を対象に高松市の栗林公園の歴史、特に公園を造営した藩主や水害対策工事を実施した江戸時代の偉人についての学習をテーマにした。ただし、この年はケータイムトラベラーは使用できなかったため、静止画とテキストのみのコンテンツを利用した。特に4年生の39名については詳細にデータを取得し、事後インタビューの分析、質問紙調査等を実施した。

この実践の特徴は、子どもたちに事前学習を行わせ、公園内の「みどころ」ポイントにおいて、他の子どもが事前学習によって作成したコメントを携帯電話上に表示したことである。その結果、自分の書いたコメントが他の児童に見られたり、逆に他の児童のコメントを見たりすることによる刺激が効果的に作用していることがわかった。ただし、コメントを見られることを恥ずかしいと感じる児童もいた。

② 2007年度

2007年度はケータイムトラベラーを利用し、神戸市の住吉川流域にある「流石の碑」付近で中学3年生を対象に実践を行った。流石の碑は、昭和13年に発生した阪神大水害に関するモニュメントである。生徒達は、事前に水害の歴史について簡単に学んだ後、ケータイムトラベラーを用いて流石の碑付近で再現された過去の水害の様子を観察した。過去の世界には被災した人物(仮想人物)3人や倒壊した家などを配置した。仮想人物は

それぞれ災害の様子を発話（画面上にテキスト表示）して生徒達に伝える。ケータイムトラベラーを用いて観察される画面の例を図2に示す。



図2 ケータイムトラベラーの画面例

ビデオ、事後インタビュー、質問紙調査等による解析の結果、以下のことがわかった。

- ・生徒は過去と現在の様子を比較しながら盛んに議論しており、「過去と現在をその場で比較できる」というケータイムトラベラーの狙いを有効に活用した。
- ・モデルが三次元であることを活用し、生徒達は上空から観察したり、家の中に入り込んだりしようとした。
- ・過去の人物の発言を見ることにより、当時の人の目線で考える様子が確認された。
- ・生徒達は携帯電話に慣れており、そのカジュアル性やポータビリティを利点としてとらえている。
- ・ケータイムトラベラーを用いたフィールドワークにより、多くの生徒が学習に対して強く動機づけられていることがわかった。
- ・教師の意図通り、生徒達は現在ではありえないような水害被害の甚大性を感じとり、次の学習テーマである現在の防災技術への関心に結びつけることができた。
- ・一方で、コンテンツの微細な設定に生徒が過度に反応するなど、正確なコンテンツ作りの難しさも指摘された。

この実践により、ケータイムトラベラーによるフィールドワーク学習の効果はほぼ達成できた。生徒同士は現場で活発に議論を行い、オフラインインタラクションが活性化したことがわかる。また現在と過去の対比や過去の人物の目線でものを考えるなど、ケータイムトラベラーによる仮想体験の効果も検証できた。

コンテンツ開発については、十分な授業計画や現地調査を行う必要がある。ケータイムトラベラーの場合、市販の携帯電話をそのまま使用するため、ハードウェアのコストは限定的である。開発コストの大半はコンテンツ開発コストとなる。個々の学校で近隣の歴史をテーマにしたコンテンツ開発が簡単に行えるとは言えないが、多くの学校の生徒が訪れる修学旅行先などではコンテンツ開発を

する経済性が見込める程度のものであると考えている。

③ 2008年度

2008年度は、2007年度の実践において機能不足が指摘された、仮想世界とのインタラクション機能と教師支援機能を充実させたケータイムトラベラー ver. 2を用いて2007年度と同じ場所、同じコンテンツで、中学1年生を対象に実践を行った。具体的には、生徒が過去の人物に対して語りかけを行ったり、自分の感想を残すためにテキスト入力を行ったりすることが可能になったこと、フィールドワークの次の観察場所を指示するメールが生徒宛に送られるようになったこと、フィールドワーク後に生徒の行動ログがサーバにアップロードされ、教師がそれを解析できるようになったこと、等が前年との差異である。

ログの解析については有用性が確認されたが、テキスト入力機能とメール機能については利点・欠点の両方があることが判明した。欠点について特に述べると、生徒がテキストの作文を検討したりテキスト入力操作を行ったりするためにかなりの時間を要すること、メールが送られて来ることを知っているために「メール待ち」を行ってしまい、フィールドワーク中の生徒の活性度が抑制されること、などが観察された。

このことから、ケータイムトラベラーのようなフィールドワーク向けの仮想世界システムでは無闇にインタラクティブ性を高めるとフィールドワークの貴重な時間を有効に使えないことがあり、学習環境や教師の意図などさまざまなことを考慮して機能設計・コンテンツ設計を行う必要があると言える。

(4) 成果の位置づけと今後の展望

携帯電話を利用して、仮想的なタイムトラベルを行うという概念、またそれをフィールドワーク学習に用いるという試み、およびその評価については従来例がなく、新規性が評価されていると考える。また、本研究では詳細な実践評価を行っているため、その点も評価されていると考える。これらの成果により、以下に列挙するように国内外の論文誌や国際会議に採録される成果を出すことができた。なお、2008年度の成果については採録未決定ながら、さらに論文誌、国際会議に投稿中である。

残念ながら、悪質な携帯電話サイトによる青少年への悪影響が指摘され、生徒・児童の学校への携帯電話持ち込みが制限されるような世相となっている。これは3年前にこの研究を計画したときと比較してむしろ環境が悪くなっていると言える。本研究のように

携帯電話をうまく使えば学習のモチベーションを大きく引き上げ、効果のある学習ができるので非常に残念である。今後は、携帯電話に限らず、他のモバイル機器で生徒児童が使いやすいものを対象にしていく必要があると考える。

また、コンテンツ開発に手間がかかることも課題である。ケータイムトラベラーの場合、学校の近隣のローカルな歴史を対象として再現していくようにしたが、この方法だと、各学校ごとに異なるコンテンツを開発する必要があり、普及は必ずしも容易ではない。今後は、学校間で共通的に利用できるコンテンツにはどのようなものがあるかを検討し、開発している必要があると考えている。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① Tarumi, H., Yamada, K., Daikoku, T., Kusunoki, F., Inagaki, S., Takenaka, M., Hayashi, T., and Yano, M.: KEI-Time Traveler: A Virtual Time Machine with Mobile Phones for Learning Local History, *Transactions on Edutainment*, Springer (2009). 採録決定, 査読有.
- ② 山田敬太郎, 垂水浩幸, 大黒孝文, 楠房子, 稲垣成哲, 竹中真希子, 林敏浩, 矢野雅彦: ケータイムトラベラー: 過去世界の訪問を実現する携帯電話による歴史学習システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 50, No. 1, pp. 372-382 (2009), 査読有.

[学会発表] (計 8 件)

- ① Tarumi, H., Tsujimoto, Y., Daikoku, T., Kusunoki, F., Inagaki, S., Takenaka, M., and Hayashi, T.: Learning Local History with KEI-Time Traveler, *5th International Workshop on Mobile and Ubiquitous Learning Environments 2009*, The University of Tokushima, pp. 1-4 (2009. 3. 26)
- ② 辻本裕紀, 垂水浩幸, 大黒孝文, 楠房子, 稲垣成哲, 竹中真希子, 林敏浩, 矢野雅彦: GPS携帯電話を用いた過去体験型システムにおける教師支援機能の開発と評価, 教育システム情報学会研究報告, Vol. 23, No. 7, pp. 61-68, 長崎大学 (2009. 3. 14)
- ③ Tarumi, H., Yamada, K., Daikoku, T., Kusunoki, F., Inagaki, S., Takenaka, M., Hayashi, T., and Yano, M.: Design and Evaluation of a Virtual Mobile Time Machine in Education, *Proceedings of the International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, ACM,

pp. 334-337, 慶應義塾大学 (2008. 12. 5), 査読有.

- ④ Tarumi, H., Yamada, K., Daikoku, T., Kusunoki, F., Inagaki, S., Takenaka, M., Hayashi, T., and Yano, M.: KEI-Time Traveler: Visiting a Past World with Mobile Phones to Enhance Learning Motivation, *Proceedings of the 7th International Conference on Interaction Design and Children (IDC'08)*, ACM, pp. 161-164, Northwestern University, Evanston, IL, USA (2008. 6. 12), 査読有
- ⑤ 山田敬太郎, 垂水浩幸, 大黒孝文, 楠房子, 稲垣成哲, 竹中真希子, 林敏浩, 矢野雅彦: 携帯電話による過去体験型学習システムの開発と評価分析, 電子情報通信学会教育工学研究会, ET2007-106, pp. 125-130, 徳島大学 (2008. 3. 8).
- ⑥ 垂水浩幸, 楠房子, 大黒孝文, 稲垣成哲, 竹中真希子, 林敏浩, 山田敬太郎, 吉田秀也, 小谷陽太郎, 矢野雅彦: ケータイムトラベラー: 携帯電話で過去空間をブラウズするフィールドワーク, 第15回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ, 日本ソフトウェア科学会, pp. 111-112, 長崎県佐世保市 (2007. 12. 6).
- ⑦ 垂水浩幸, 佐竹史彦, 楠房子, 高橋正人: 教室の知識と携帯電話によるフィールドワークを連携させた小学生の協調学習, エンタテインメントコンピューティング 2007 論文集, pp. 177-180, 大阪大学 (2007. 10. 2).
- ⑧ Tarumi, H., Satake, F., Kusunoki, F., and Takahashi, M.: Collaborative Learning with Fieldwork Linked with Knowledge in the Classroom, *Proceedings of the IADIS International Conference on Mobile Learning 2007*, pp. 204-208, Lisbon, Portugal, (2007. 7. 7), 査読有.

[その他]

- ① (報道) 2008年9月24日, 四国新聞4面「未来を創る~タイムマシンを作った」.
- ② (報道) 2007年11月27日, 「携帯電話で時間旅行?」, サンテレビ(神戸市)、夕方5時台のニュース番組.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

垂水 浩幸 (TARUMI HIROYUKI)
香川大学・工学部・教授
研究者番号: 80293900

(2) 研究分担者

[2006 年度]

楠 房子 (KUSUHOKI FUSAKO)
多摩美術大学・美術学部・准教授
研究者番号：40192025

[2007 年度]

楠 房子 (KUSUHOKI FUSAKO)
多摩美術大学・美術学部・准教授
研究者番号：40192025

稲垣 成哲 (INAGAKI SHIGENORI)
神戸大学・大学院人間発達環境学研究科・
教授
研究者番号：70176387

竹中 真希子 (TAKENAKA MAKIKO)
大分大学・教育福祉学部・准教授
研究者番号：70381019

林 敏浩 (HAYASHI TOSHIHIRO)
香川大学・総合情報センター・准教授
研究者番号：90264142

(3) 連携研究者

[2008 年度]

楠 房子 (KUSUHOKI FUSAKO)
多摩美術大学・美術学部・准教授
研究者番号：40192025

稲垣 成哲 (INAGAKI SHIGENORI)
神戸大学・大学院人間発達環境学研究科・教
授

竹中 真希子 (TAKENAKA MAKIKO)
大分大学・教育福祉学部・准教授
研究者番号：70381019

林 敏浩 (HAYASHI TOSHIHIRO)
香川大学・総合情報センター・准教授
研究者番号：90264142

(4) 研究協力者

原田 泰 (HARADA YASUSHI)
千葉工業大学・工学部・准教授

大黒 孝文 (DAIKOKU TAKAFUMI)
神戸大学・発達科学部附属住吉中学校・教諭

高橋 正人 (TAKAHASHI MASATO)
香川大学・教育学部附属高松小学校・教諭

西川 健男 (NISHIKAWA TAKEO)
香川大学・教育学部附属高松小学校・教諭

大嶋 和彦 (OOSHIMA KAZUHIKO)
香川大学・教育学部附属高松小学校・教諭

山田 敬太郎 (YAMADA KEITARO)
香川大学・大学院工学研究科・学生

岡田 昌也 (OKADA MASAYA)
(株) 国際電気通信基礎技術研究所・研究員