

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 1 日現在

機関番号：13801

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012年度

課題番号：22700121

研究課題名（和文） 学習状況の実時間センシングによる実世界学習の支援に関する研究

研究課題名（英文） Research on Support of Real-world Learning by Sensing Learning Situations in Real Time

研究代表者

岡田 昌也（OKADA MASAYA）

静岡大学・創造科学技術大学院・助教

研究者番号：10418519

研究成果の概要（和文）：昨今、地球温暖化など、環境問題の解決が、社会的に重要な課題として広く認識されている。環境問題に対しては、教育の側面からアプローチし、環境学習によって人々の意識の啓発を行うことが、喫緊の課題である。環境学習の本質は、机の上だけでなく、実世界での実際的な活動（体験）を通して探索的な知識活動を行い、実世界に根ざした知識を獲得することにある。本研究は、環境学習に関する高度支援を実現するために、実世界学習者の体験をユビキタスセンサで観測・理解することで、彼らの学習状況を理解するための技術を開発し、評価実験によってその有効性を確かめた。

研究成果の概要（英文）：Solving environmental issues (e.g., global warming) is a widely known social problem. From the viewpoint of educational aspects, we should enlighten consciousness of people by environmental learning. Different from desktop learning, the essence of environmental learning is to have practical activities in the world (i.e., real-world experiences), to do exploratory learning there, and to acquire knowledge derived from the world. For realizing advanced support of environmental learning, our research project developed ubiquitous sensing technologies to observe and understand experiences of real-world learners, and to recognize their learning situations in the world. Our project also verified the usefulness of our technologies by analyzing the results of verification experiments.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
2012年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学，メディア情報学・データベース

キーワード：グループウェア，教育工学，ユビキタスコンピューティング，状況推定，情報システム，環境学習

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

### 1. 研究開始当初の背景

昨今、地球温暖化などの環境問題の解決が、社会的に重要な課題として広く認識されている。環境問題に対して、次世代エネルギー技術などの側面からアプローチすることは、有意義である。一方、環境問題は、開発（人間生活の豊かさ）と保全（地球環境）が調和した持続可能な社会を、いかに実現するかという、難しい問題である。したがって、教育の側面から環境問題にアプローチし、環境学習によって人々の意識の啓発を行うことも、喫緊の課題である。この点に問題意識を持って、本研究は、計画、立案、実施されたものである。

環境に対する意識の啓発のためには、環境や社会に関する実際的な知識の獲得が礎となる。環境学習の本質は、机の上で使う知識だけではなく、実世界での実際的な活動（体験）を通して探索的な知識活動を行い、実世界に根ざした知識を獲得することにある。本研究実施は、このような学習を支援するための新しい仕組み立てが求められていたという社会的背景をもとにしている。一方、ユビキタスセンシング技術が、人の体験の観測・理解を可能とするための有用な新技術として、注目が集まっていたことは、本研究実施における技術的背景の1つである。

### 2. 研究の目的

昨今、環境問題が社会的関心事となっているが、教育の側面からこれにアプローチし、環境学習により人々の意識を啓発することは、喫緊の課題である。学習支援では、「学力の変化を適宜モニターし、変化状況に応じて支援する」ことは有効ではあるものの、実世界学習（環境学習を含む）においてはその方法論は未確立だった。

本研究は、1で述べた社会的、技術的背景をもとに、環境学習に対する高度な工学的支援技術（状況適応型学習支援技術など）を創出すべく実施したもので、実世界学習者の行動をユビキタスセンサで計測・理解し、彼らの学習状況を実時間に推定可能とすることが目的である。

### 3. 研究の方法

「学習状況の実時間センシングによる実世界学習の支援」のために、以下の方法によって研究を実施した。

- (1) 知識外化手法による、知識獲得過程の分析技術の開発

- (2) センサシステムによる、行動情報の計測・収集技術の開発
- (3) マルチモーダルデータの解析による、学習状況分析技術の開発
- (4) 実世界知識に関する、定量的表現手法の開発
- (5) 学習状況に応じた適応的支援手法の開発
- (6) 評価実験による、手法の有効性の検証

### 4. 研究成果

本研究の成果を、年度ごとにまとめ、以下に記述する。

#### (1) 2010年度成果

多様になされる学習の状況を推定するためには、その基礎として、「学習者がどのような知識を得て、また、それらが互いにどのように関連づけられたか」を、いかに研究者が知ることかという点が課題となる。初年度である2010年度は、概念地図法の改良によって、実世界学習における知識獲得過程を外化させる手法を開発・評価した。評価においては、環境学習実験（京都大学上賀茂試験地；一般被験者を対象）における学習者の取り組みを、ウェアラブルセンサによって外部観測したデータ（視界、発話など）から、分析した。また、実世界で探索的な課題解決に取り組む学習者が、どのような知識獲得や理解をしたのか、その学習の状況および過程を、提案手法によってどの程度分析できるかを検証した。その結果、提案手法によって、新規知識の獲得過程、学習者がつまづいている点などを、分析できる見通しを得ることができた。これは、学習状況の推定を目指す本研究において、重要な基礎的成果として位置づけられ、2011年度、この基礎成果をもとに研究を発展させた。

#### (2) 2011年度成果

教室学習とは異なり、実世界学習は、空間的広がりをもつ実世界との相互作用を通してなされる点に特徴がある。よって、実世界学習において相互作用や学習効果を引き出す鍵は、実世界に他ならない。2011年度は、情報機器（ウェアラブル型センサ、小型情報端末、体験記録装置など）を用いたセンサシステムで、実世界学習者の行動情報を高精度に計測・収集し、マルチモーダルなデータをもとに、学習状況を分析できる技術を開発した。具体的には、ユビキタスセンシングおよび知識外化の技術により、「実世界学習の場

が、どのように多様な学習を引き出すか」という、場の空間特性を抽出する分析技術を開発した。2011年度は、以下の3つの研究を実施した。

- ① 学習者が得た情報や知識の内容とその獲得過程を分析可能とするために、知識外化技術およびデータ解析手法を開発した。
- ② 学習状況の時系列変化を把握するために、ユビキタスセンシング技術によって、学習者の体験（発話、視界、行動）を観測する技術、および、データ解析手法を開発した。
- ③ 知識と体験の両面から相補的に学習状況を観測した結果（アプローチ①, ②）を、場所情報を軸に分析する技術を開発した。そして、実世界の各空間領域が引き出した、多様な知識活動の内容や量を、分析し、実世界の場がもつ空間特性を明らかにする技術を開発した。

この分析技術は、実世界における状況生起に関する空間的構造を推定し、学習者と実世界における相互作用をより効果的な形態へと再設計する際に、礎となる。例えば、学習者が特に焦点を当てるべき場所に対して、システムティックな学習支援を重点的に計画するなど、実世界をより有効に活用した高度な学習支援が可能となった。このような分析技術の開発は、学習支援の高度化に向けて、重要性が高いものである。

### (3) 2012年度成果

本研究課題の最終年度である2012年度においては、次のように、これまでに開発した技術を発展させ、更なる技術開発、評価につなげた。

#### ① 学習状況に応じた適応的な支援に関する研究

「実世界学習の場が、どのように多様な学習を引き出すか」という知識を組み込んだコンテキストウェアシステムを駆動するためのフレームワークを検討した。そのために、「実世界学習の場が、どのように多様な学習を引き出すか」という実世界知識に関する、定量的な表現手法を開発した。また、実世界における学習者の状況に応じて、学習内容や支援方法を推定する技術について検討した。

#### ② 手法の有効性の検証

京都大学フィールド科学教育研究センター上賀茂試験地において取得した評価実験のデータを分析し、提案手法の有効性を検証した。データ分析は、質問紙、プロトコル解析、行動解析、センサデータの解析、ログ解析など、複合的観点から行った。そして、学習状況の工学的記述モデルの妥当性、学習支援効果に対する寄与を評価した。

以上、本研究を通して、実世界学習の高度支援のための情報技術に関して、基礎的な成果が得られた。本研究の成果は、2012年3月にIEEE国際会議での最優秀論文に選ばれるなど、国際的にも一定の評価を得たものである。本研究の成果は、国内外を問わず、当該分野の進展への一助となることが期待できる。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1件)

1. 岡田 昌也, 多田 昌裕: “行動計測・知識外化技術による実世界学習の場の空間特性の抽出手法”, 情報処理学会論文誌, Vol. 53, No. 4, pp. 1433--1447, 4月, 2012. (査読あり)

[学会発表] (計 6件)

1. Masaya Okada, and Masahiro Tada: “Sensing Learner Access to the Knowledge Spatially Embedded in the World”, Proceedings of the Second International Conference on Mobile Services, Resources, and Users (MOBILITY 2012), pp. 27--33, Venice, Italy, October, 2012. (査読あり)
2. Masaya Okada: “Social Mechanisms for Better Information Discovery and Interpretation”, IMMM 2012 / SOTICS 2012 Expert Panel, DataSys 2012, Venice, Italy, October, 2012.
3. Masaya Okada, and Masahiro Tada: “Multimodal Analysis of Spatial Characteristics of a Real-world Learning Field”, Proceedings of 2012 Seventh IEEE International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education (WMUTE2012), pp. 25--32, IEEE, Kagawa, Japan, March, 2012. (査読あり) (最優秀論文賞受賞)
4. Masaya Okada, and Masahiro Tada: “Method to Analyze Spatial Characteristics of a Real-World Learning Field”, Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2011 (ED-MEDIA2011), In T. Bastiaens & M. Ebner (Eds.), pp. 1413--1422, AACE, Lisbon, Portugal, June, 2011. (査読あり)
5. 岡田 昌也, 多田 昌裕: “多様な実世界学習を引き出す場の空間特性の抽出手法”, 情報処理学会研究報告, Vol.

2011-GN-80, No. 11, pp. 1-8, 東京, 5月, 2011. (査読なし)

6. 永富 博子, 岡田 昌也, 多田 昌裕, 竹林 洋一: “実世界学習における知識獲得状況の外化手法に関する一検討”, 日本教育工学会研究報告集, vol. JSET10-5, pp. 85-88, 日本教育工学会, 大分, 12月, 2010. (査読なし)

[その他]

受賞: Masaya Okada, and Masahiro Tada: “Multimodal Analysis of Spatial Characteristics of a Real-world Learning Field”, 最優秀論文 (査読付き国際会議, 2012 Seventh IEEE International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education, WMUTE2012, IEEE), March, 2012.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

岡田 昌也 (OKADA MASAYA)

静岡大学・創造科学技術大学院・助教

研究者番号: 10418519

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし