

実世界学習におけるマルチモーダルインタラクションの 構造化記述手法に関する一検討

A Method for Structuring and Expressing Multimodal Interaction in Real-world Learning

黒木 康能^{*1} 岡田 昌也^{*2}
Yasutaka Kuroki Masaya Okada

^{*1}静岡大学情報学部情報社会学科

Department of Socio-Information Studies, Faculty of Informatics, Shizuoka University

^{*2}静岡大学大学院情報学領域行動情報学系列

Division of Behavior Informatics, College of Informatics, Academic Institute, Shizuoka University

It is important to learn through experience by participating in a real situation in the world (i.e., real-world learning). This paper analytically models the generation process of real-world learning as a basis of advanced learning support in the world. This paper considers an analytical method for structuring and expressing the process sequence of multimodal and learning interactions in a real-world setting.

1. 緒論

近年、実世界における実体験を通じた学習（実世界学習）の重要性が指摘されている [Lave 91]。自然環境の中で、知的な探究行動を行い、環境に根差した知識を構築する環境学習は、実世界学習の典型例である。図 1 は、環境学習中のある学習者グループが、環境内の調査対象物に対して、協調的に調査を行っている様子である。学習者は、調査対象物を目で観察し、手で触って感触を確かめ、共同学習者と話し合うなどというように、マルチモーダルインタラクションを行って学習する。

学習者が教授者の伝達する知識を受動的に受け取るトップダウン型学習に対し、実世界学習は、学習者が学習者自身の能動的な振舞いによって知識を構築するボトムアップ型学習である。ボトムアップ型学習である実世界学習の成否は、学習者の能動的な行動に依存する。そこで、実世界における知識創発の効果を高めるには、「実世界の中でどのようにすれば学習者が高い知的生産水準で学べるのか」という学習モデルを構築しなければならない。

著者らは、これまでに、学習者の身体利用に着目した実世界学習分析技術 [岡田 16] を開発し、実世界学習への理解を進めてきた。実世界学習では、(1) 学習者は実世界に対し身体運動を伴う注意配布行動を行う、(2) 学習者は実世界から情報を取得する、という循環を通して、知識を獲得する [岡田 16]。

状況論 [Suchman 87] の観点から、実世界において、学習者は、学習者自身の行動や共同学習者の行動によって刻々と変化する実世界の状況に依存して、行動生成を行うと考える。しかし、実時間に沿って生起する学習者の多様な行動が実世界学習を形成する過程は、十分明らかではない。そこで、まず、実世界における学習者の多様なマルチモーダルインタラクションの構造を明らかにしなければならない。したがって、本稿では、実世界学習におけるマルチモーダルインタラクションを構造化し、記述する手法について検討する。



図 1: 実世界学習の典型例としての環境学習

2. 実世界学習におけるマルチモーダルインタラクションの構造化記述手法

行為者が状況の中で局所的でありながらも、自律的に振舞うことで、厳密な事前の計画が無くとも、互いの行為を相互的に影響させ合い、相互の行為を形成し合うことは、従来、協働的創発 (collaborative emergence) [Sawyer 03] として知られてきた。実世界学習は、実世界の状況の中における学習者の能動的な行動により成り立つため、行為が協調的に創発され、その結果として知識が創発されると考える。そこで、「実世界における知識創発の効果を生み出すマルチモーダルインタラクションの構造」を明らかにする手がかりを得ることを目的とした調査を行った。

本調査が対象としたのは、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で行った一般成人 15 名による環境学習実験のデータである。この環境学習実験は、3 人 1 組（男性 2 名女性 1 名、または男性 1 名女性 2 名）で、「自然の中の不思議な現象に対して仮説を立て、コミュニケーションをしながらその真偽を検証する」というボトムアップ型学習のタスクに基づき実施したものである。研究者は、学習者らの様子を、周囲の状況を含めて、ビデオカメラで撮影した。それに加え、その他の計測機器を用いて、マルチモーダルにインタラクションを記録した。そして、実世界学習における知識の属性表現に関す

連絡先: 黒木康能, 静岡大学情報学部情報社会学科, 〒 432-8011
浜松市中区城北 3-5-1, ia13027@s.inf.shizuoka.ac.jp

る先行研究 [岡田 12] を参考に、実世界学習の進行をトレースするアノテーションコードを作成した (表 1)。

表 1: アノテーションコード

コード	説明
焦点化現象 P	行為の対象である現象
問い Q	P に関する情報の要求行為
観察情報 I	P の特徴に関する報告行為
仮説 H	P の構造に関する仮定の提出行為
既有知識 K	P に関する既知情報の提出行為
身体的操作 M	特徴的な身体的行為

本調査では、マックス・プランク研究所が開発を行っているアノテーションツールである ELAN [Lausberg 09] を用いて行った。作業環境を図 2 に示す。まず、実世界学習の映像・音声記録データ (図 2 上部) から、発話者の同定と、発話内容の書き出しを行った (図 2 中部)。そして、それぞれの学習者の行動が、表 1 中のいずれのアノテーションコードに該当するのかを識別した (図 2 下部)。



図 2: 学習インタラクションの構造化記述

本調査によって、以下の所見を得た。

1. 学習者は、焦点化現象に対し、学習者の既有知識に基づいて仮説を生成する。
2. 観察者の予期が観察結果の解釈に影響を与える傾向があること (観察の理論負荷性 [Hanson 58]) で知られているように、本調査でも、仮説によって得られると仮定される観察情報を、学習者は取得することが見受けられた。
3. 一方で、学習者が、観察的事実とは整合しないものの、より発展的な観点から、焦点化現象を説明する仮説を生成することも見受けられた。これは、質的に異なる学習行動、及び、効果が生成される発展的な過程の例である。

この調査結果は、マルチモーダルインタラクションにおいて取得される知識に関するコードを多面的に検討することで、発展的な学習が創発的に生起する様子を見て取る手がかりにできたことを示している。

この手がかりをもとに、今後、例えば、実世界学習が発展的に進展する場合と、そうではない場合という違いが、どのように生じているのかについて、さらに詳細に調査できると考える。例えば、学習者が実世界といかに相互作用するのかという学習者の行動のルールモデル化という構成論的モデリング [Pfeifer 01] の視点から、ソフトウェアエージェントを学習者と見立てた調査によって、学習者の行動を計算論的に理解することなどの礎になると考える。

3. 結論

本研究は、「実世界における知識創発の効果を生み出すマルチモーダルインタラクションの構造」を明らかにすることを目的としたものである。本研究では、マルチモーダルインタラクションにおいて取得される知識に関するコードの多面的な検討を行った。そして、その結果として、このコードによって発展的な学習が創発的に生起する様子を見て取る手がかりが得られるなどの所見を得た。

謝辞

本研究が対象とした実験データ取得に関わり多大なご協力を賜りました近畿大学工学部多田昌裕講師に深く感謝いたします。また、本研究に対し、学習科学の観点から、御助言を賜りました静岡大学大学院情報学領域行動情報学系列大島純教授に心から感謝いたします。なお、本研究は、科研費・基盤研究 (C) (代表者：岡田昌也、番号：16K00271) によります。

参考文献

- [Hanson 58] Hanson, N. R.: *Patterns of Discovery*, Cambridge University Press, Cambridge, UK (1958)
- [Lausberg 09] Lausberg, H. and Sloetjes, H.: Coding gestural behavior with the NEUROGES-ELAN system, *Behavior Research Methods*, Vol. 41, No. 3, pp. 841–849 (2009)
- [Lave 91] Lave, J. and Wenger, E.: *Situated learning: Legitimate peripheral participation*, Cambridge University Press, Cambridge, UK (1991)
- [Pfeifer 01] Pfeifer, R. and Scheier, C.: *Understanding Intelligence*, MIT Press, Cambridge, MA (2001)
- [Sawyer 03] Sawyer, R. K.: *Group Creativity: Music, Theater, Collaboration*, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ (2003)
- [Suchman 87] Suchman, L. A.: *Plans and situated actions: the problem of human-machine communication*, Cambridge University Press, Cambridge, UK (1987)
- [岡田 12] 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 (2012)
- [岡田 16] 岡田昌也, 多田昌裕: 実世界における学習の質と注意配布行動に関するマルチモーダル分析手法の提案, 情報処理学会論文誌, Vol. 57, No. 1, pp. 379–392 (2016)