

## 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24年 6月20日現在

機関番号：20103

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2010～2011

課題番号：22650196

研究課題名（和文）科学リテラシーのための仮想現実

研究課題名（英文）Virtual reality for scientific literacy

研究代表者

Michael Vallance

公立はこだて未来大学・システム情報科学部・教授

研究者番号：00423781

研究成果の概要（和文）：2010～2011年の資金援助（科研費22650196）は、レゴマインドストームのプログラミングタスクを段階的かつ反復的に開発し、研究をさらに進めた。新しい仮想学習スペースは、オープンソースOpenSimの技術を使って開発された。ユニークで画期的な仮想ツールは、タスクをより複雑化することに成功した。コンピュータのスクリーンキャプチャー、コミュニケーションの映像、およびレゴタスクの過程の形式で、60時間分のデータが記録・分析された。また、認知過程と機能知識は3D力学グラフにマッピングされ分析が行われた。その結果、ロボットタスクの複雑性と人間の認知過程の間に非線形の相関関係があることをわかり、この発見は下位から上位までの認知動作の過程に関する最新文献に異議を唱える結果となった。

研究成果の概要（英文）：Grants-in-aid in 22650196 furthered the research in the staged, iterative development of LEGO Mindstorms programming tasks. A new virtual learning space was developed using open source OpenSim technologies. Unique and innovative virtual tools enabled tasks to be much more complex. Sixty (60) hours of data in the form of computer screen capture, video of communication, and LEGO task processes was recorded and analysed. Cognitive processes and knowledge functions were mapped in a 3D dynamic graph for analysis. The outcomes indicated a non-linear correlation between robot task complexity and human cognitive processes. This conclusion challenges the current literature on progression from low to high order cognitive actions.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,700,000	0	1,700,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,700,000	300,000	3,000,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・科学教育

キーワード：科学リテラシー、仮想現実

## 1. 研究開始当初の背景

科学教育は、科学的概念や過程の知徳、知識、および理解を有意義に追求することと関

係が深い。Vygotskian (1986)の社会的構成主義学習は、知識の構築には学生が学習体験に積極的に参加することが不可欠であると述

べている(Kolb, 1984)。例えば、仮想世界は科学の体験的学習をサポートすると証明されている(deFreitas, 2008; Vallance et al., 2010)。仮想世界とはコンピューター・シミュレートされた環境であり、個体や物体の3次元の画像を操作・修正することが可能である。しかしながら、英国情報システム合同委員会(JISC)は、仮想世界で体験的学習を評価するには、より優れた測定基準の開発を行い、更に研究を進めることが必要であると述べている(例として、枠組み、アプローチ、モデルなどが挙げられる)。ロボットはそのような測定基準にコンテキストを提供できる。科学教育において、離散物的移動を図るためのロボットプログラミングに着手することは、確実な成功をもたらす。例えば、レゴNXT マインドストームは、学生がロボットを組み立て、NXT ソフトウェアを通じて命令を入力し、その命令に従わせるようロボットのプログラムを行い、プログラムされたロボットの動作を調べることを可能にする。ロボットタスクに必要な測定基準には、タスク有効性 TE (ロボットにうまくプログラムされたコマンドの数) と相互作用エフォート IE (ロボットとの通信に必要な時間) (Olsen & Goodrich, 2003)を使用する。Vallance 等(2010)による先行研究は、仮想世界と実世界の両方でこれらの活動を記録し、結果として生じた定量的データを関連する人間の認知過程とフローを分析するために使用してきた。

## 2. 研究の目的

- ・学生の享受/挑戦 (感情的要素)
  - ・メタ認知とロールシフト
  - ・タスク有効性 + インタラクティブエフォート (期待される測定基準)
  - ・正確さと能率的解決手法
  - ・ニューラルネットワークにおける自立ロボット問題
  - ・不一致の終了状態 測定基準はタスク依存である
  - ・結果, 実行速度, 柔軟性, エネルギー能率性 (速度/ステップ数の相関, 適応アルゴリズム曲線)
  - ・家事ロボットからの学び—社会的受容性/社会との積極的関与...統合された学習効果 (不正確な目標)
  - ・トレードオフ—学習者合意と環境の不安定性 (認知負荷理論)
  - ・「学習コミュニケーション」の測定基準したがって、当申請書の研究課題は次の通りとする。
1. どのような測定基準の枠組みが仮想世界内の学習の本質を測るか。
  2. 仮想世界内で、どういった方法のロボット構築の協同が学習を支援するか。

## 3. 研究の方法

### (1) 一年目の概略

2010年4月—2010年8月: 実験プロトコルとデザイン仕様の協議。メタヴァースデザイナーの仮想大学構築の確認

2010年9月—2010年12月: 参加学生たちがレゴマインドストームロボットを協同的に構築する

2011年1月—2011年3月: データ分析。仮想大学を状況に応じて再デザインする

### (2) 二年目の概略

2011年4月—2011年7月: 新規参加学生の訓練, 仮想大学で実行されるレゴマインドストームの協同タスクの難度を上げる

2011年8月—2011年9月: 研究者はデータを批評しそれに基づいて次のタスクを準備する

2011年10月—2012年1月: 仮想大学内で実行される協同レゴマインドストームタスクの促進とデータの記録

2012年2月—2012年3月: データ分析と測定基準の枠組みの発展

## 4. 研究成果

2010～2011年の資金援助(科研費22650196)は、レゴマインドストームのプログラミングタスクを段階的かつ反復的に開発し、研究をさらに進めた。新しい仮想学習スペースは、オープンソース OpenSim の技術を使って開発された。ユニークで画期的な仮想ツールは、タスクをより複雑化することに成功した。コンピュータのスクリーンキャチャー、コミュニケーションの映像、およびレゴタスクの過程の形式で、60時間分のデータが記録・分析された。また、認知過程と機能知識は3D力学グラフにマッピングされ分析が行われた。その結果、ロボットタスクの複雑性と人間の認知過程の間に非線形の相関関係があることをわかり、この発見は下位から上位までの認知動作の過程に関する最新文献に異議を唱える結果となった。

しかしながら、2つの先行研究プロジェクトの限界は、学生の活動が複数のデータセットから研究者達によって「解釈された」ということである。この限界を突破するために、本研究は学生が仮想空間でロボットをプログラミングしている間、彼等の活動を定期的に追跡調査することを提案する。もう一つ別の限界は、その活動が仮想空間で起こったのだが、それでもなおマインドストームプログラムが物理的ロボットにダウンロードされなければならなかった点である。この限界を克服するために、LabView ソフトウェア、

DAQ 仮想遠隔測定法キットハードウェア、およびネットワーク通信プロトコールを使用し、仮想ロボットを実世界ロボットと同期させる予定である。

#### 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5件)

①Vallance, M. (2011). Robots and virtual worlds to support ‘Japan Recovery’ : an emphasis on cognition. IEEE Computer Society Learning Technology. Vol. 13, Issue 4, October 2011, pp. 7-10. 査読有.

②Schaik, P. van, Martin, S. & Vallance, M. (2011). Measuring flow experience in an immersive virtual environment for collaborative learning. Journal of Computer Assisted Learning. DOI: 10.1111/j.1365-2729.2011.00455.x. 査読有.

③Martin, S., Vallance, M., Schaik, P. van. & Wiz, C. (2010). Learning spaces, tasks and metrics for effective communication in Second Life within the context of programming LEGO NXT Mindstorms™ robots: towards a framework for design and implementation. Journal of Virtual Worlds Research. Volume 3, Number 1: The Researcher’s Toolbox. Nov. 2010. Available online. pp. 1-24. 査読有.

④Vallance, M., Martin, S., Wiz, C. & Schaik, P. van (2010). Designing effective spaces, tasks and metrics for communication in Second Life within the context of programming LEGO NXT Mindstorms™ robots. International Journal of Virtual and Personal Learning Environments. Vol. 1 (1), pp. 20-37. January - March 2010. DOI: 10.4018/jvple.2010091703. 査読有. Available online.

[学会発表] (計5件)

①Wiz, C., Schaik, P. van, Vallance, M. & Martin, S. (2011). The Vocabulary Load of Problem Solving in Immersive Virtual Environments. JALT Conference 2011.

Kurume University, Japan. June 3-5, 2011.

②Vallance, M. & Homma, T. (2011). Augmented education in the futures university. In Proceedings of 2011 e-CASE & e-Tech International Conference (pp. 2511-2526). January 18-20, 2011, Tokyo, Japan. ISSN 2074-5710. Presentation & full paper available online. Also invited to present at the National Institute of Education, NTU, Singapore. March 16, 2011. Presentation on Slideshare.

③Schaik, P. van, Martin, S. Vallance, M. & Wiz, C. Measuring flow experience in an immersive virtual environment for collaborative learning. In Proceedings of the First International Virtual Environments Research Group (iVERG) conference. Immersive technologies for learning: a multi-disciplinary approach. Teesside University, UK. (pp.156-166). ISBN: 978-1-257-01934-2. Available online. July 02, 2010

④Vallance, M. & Martin, S. A methodology for determining relationships between cognitive processes and the knowledge dimension when implementing tasks in virtual worlds. In Proceedings of the First International Virtual Environments Research Group (iVERG) conference. Immersive technologies for learning: a multi-disciplinary approach. Teesside University, UK. (pp.76-86). ISBN: 978-1-257-01934-2. Available online. Presentation on Slideshare. July 01, 2010

[図書] (計2件)

①Vallance (M). (2012). Design and robots for learning in virtual worlds. In B. Khan (Ed.). User Interface Design for Virtual Environments: Challenges and Advances. McWendon Education, USA. DOI: 10.4018/978-1-61350-516-8, ISBN13: 9781613505168. Available online. 268-284

[その他]

①Vallance, M. 2012 Federal Virtual Worlds Challenge. Engaging Learning 分野 2等受賞. 2012. 3

ホームページ等

International Virtual Environments  
Research Group (iVERG) at URL  
<http://www.iverg.com>

Virtual Collaborative Spaces Research at  
URL  
<http://www.mvallance.net>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

Michael Vallance

公立ほこだて未来大学・システム情報科  
学部・教授

研究者番号：00423781

### (2) 研究分担者

### (3) 連携研究者