

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 5日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2007～2010

課題番号：19300089

研究課題名（和文）

認知科学研究におけるモデルベースアプローチの新展開

研究課題名（英文）Development of the model based approach in cognitive science.

研究代表者

三輪 和久 (MIWA KAZUHISA)

名古屋大学・情報科学研究科・教授

研究者番号：90219832

研究成果の概要（和文）：

認知科学研究における研究手法として、心理学的実験に基づく「実験的手法」と計算機モデルに基づく「構成的方法」は、2つの主要な柱とされてきた。本研究は、日本の認知科学におけるモデルベース研究の新たな展開を図った。具体的には、認知科学、人工知能、科学哲学の3つの観点からモデルベースアプローチの意義に関する理解を深めた。教育用のWebベースプロダクションシステムを実現し、いくつかの授業で使用し、システムの性能に関する基本的なデータを取得した。これまでに開発された類推の認知モデルを実装した学習支援システムを拡張し、学習支援システムと実験システムの双方の性質を併せ持った学習支援システムを開発した。

研究成果の概要（英文）：

There are two primary research approaches in cognitive science: the experimental approach and the model based approach. In this project, we expanded the model-based approach and tried to open a new era of the approach in Japanese cognitive science community. First, we tried to make theoretical discussion about the nature of the model-based approach from the cognitive scientific, computational scientific, and philosophical viewpoints. We also developed a web-based production system, and a learning support system where a cognitive model of analogy was implemented. We used those systems in a real class setting, and evaluated the utility of the systems.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	4,300,000	1,290,000	5,590,000
2008年度	3,800,000	1,140,000	4,940,000
2009年度	3,500,000	1,050,000	4,550,000
2010年度	2,700,000	810,000	3,510,000
総計	14,300,000	4,290,000	18,590,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・認知科学

キーワード：モデルベースアプローチ, 類推, 洞察, 学習支援, シミュレーション

1. 研究開始当初の背景

近年、脳活動の測定装置の発達により、認知科学における実験的研究は、新たな新展開を迎えている。一方、モデルベースの研究アプローチに関しては、とりわけ日本において沈滞していると言わざるを得ない。本研究は、日本の認知科学におけるモデルベース研究の新たな展開を図ることを目的とする。モデルベース研究の発展は、近年の実験的研究の飛躍と相まって、認知科学研究のより一層の推進に寄与できるものと考えた。

2. 研究の目的

認知科学研究における研究手法として、心理学的実験に基づく「実験的手法」と計算機モデルに基づく「構成的方法」は、2つの主要な柱とされてきた。本研究は、日本の認知科学におけるモデルベース研究の新たな展開を図ることを目的とする。具体的には、本研究は、以下の3つの柱から構成される。

- (1) モデルベースアプローチのメタ研究の実施
- (2) 教育用シミュレータの開発
- (3) 認知モデルを掲載した学習支援システム

3. 研究の方法

(1) 人間の問題解決シミュレータを作成する。本システムでは、問題解決研究で扱われてきた古典的題材の1つである「覆面算」という探索課題を題材として取り上げ、覆面算を解決するモデルに対して、そのモデルの方略や知識（心的操作）を操作可能にし、その問題解決行動をシミュレートして表示する。

(2) プロダクションシステムアーキテクチャをベースにしたモデルシミュレータを開発する。本システムは、ルールに対応する「処理器」、ワーキングメモリに対応する「情報貯蔵庫」を持ち、それぞれをグラフィカルインタフェースの上で簡単に設計できるような機能を有する。さらに、シミュレーションにおいて、情報貯蔵庫の内容の推移や、各モジュールの間の相互作用が逐次確認できるような表示機構を持つものとする。

(3) 「問題事例」提示に基づき学習者の作問を支援するシステムを開発する。重要な点は、学習者が作成する「新規問題」とシステムが提示する「問題事例」との類似関係を、類推の認知モデルに従って計算するという点である。本システムをいくつかの教育の現場で利用してもらい、「学習支援システム」としての有効性を評価する。

4. 研究成果

(1) 代表者の三輪、分担者の有田、戸田山の3者で議論を重ね、認知科学、人工知能、科学哲学の3つの観点からモデルベースアプロ

ーチの意義に関する理解を深めた。その議論の成果を、人工知能学会誌の特集企画「認知科学におけるモデルベースアプローチ」として公刊した。

(2) 開発したシミュレータを利用することにより、学習者は、内的に行われる心的操作と外的に観察される行動との「因果関係」を理解し、モデルベースアプローチの有効性について体験的に理解することが確認された。

(3) 教育用のWebベースプロダクションシステムを実現し、いくつかの授業で使用し、システムの性能に関する基本的なデータを取得し、その有効性を確認した。

(4) これまでに開発された類推の認知モデルを実装した学習支援システムの拡張を行った。これらを通して、学習支援システムと実験システムの双方の性質を併せ持った学習支援システムを開発し、その有効性を確認した。

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4件)

(1) 小島一晃・三輪和久・松居辰則 (2010) 産出課題としての作問学習支援のための実験的検討. 教育システム情報学会誌, 27, 302-315. 査読有

(2) 三輪和久 (2009) 仮説演繹器・認知シミュレータ・データ分析器としての認知モデル. 人工知能学会誌, 24, 229-236. 査読無

(3) Kojima, K., & Miwa, K. (2008). A System that Facilitates Diverse Thinking in Problem Posing. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 18, pp. 209-236. 査読有

(4) Miwa, K. (2008). A cognitive simulator for learning the nature of human problem solving. *Journal of Japanese Society for Artificial Intelligence*, 23, pp. 374-383. 査読有

[学会発表] (計15件)

(1) Kojima, K., Miwa, K., & Matsui, T. (2010.12.1). Experimental Study for Design of Computational Learning Support to Enhance Problem Posing. *Proceedings of 18th international conference on*

computers in education. Malaysia

(2) 小島一晃・三輪和久・松居辰則 (2010. 9. 17) 産出課題としての作問の多様性に関する実験的調査, 『日本認知科学会第 27 回大会発表論文集』, 神戸

(3) 森田純哉・三輪和久・中池竜一・寺井仁・齋藤ひとみ (2010. 3. 15) 問題の作成とモデルの構築を支援するユーザインタフェースの開発, 『人工知能学会第 58 回先進的学習科学と工学研究会資料』, 加賀山代温泉

(4) Morita J., Miwa, K., Nakaike, R., & Terai, H. (2009. 12. 2). Log Analysis of Outside Class Study for Cognitive Modeling. Proceedings of 17th international conference on computers in education, Hongkong

(5) Nakaike, R., Miwa, K., Morita J., & Terai, H. (2009. 12. 2). Development and Evaluation of a Web-based Production System for Learning Anywhere. Proceedings of 17th international conference on computers in education, HongKong

(6) Kojima, K., Miwa, K., & Matsui, T. (2009. 12. 2). Study on Support of Learning from Examples in Problem Posing as a Production Task. Proceedings of 17th international conference on computers in education, HongKong

(7) 小島一晃・三輪和久・松居辰則 (2009, 11. 2) 産出課題における例の模倣学習支援の設計と評価. 『人工知能学会第 57 回先進的学習科学と工学研究会資料』, 神戸大学

(8) 中池竜一・三輪和久・森田純哉・寺井仁 (2009. 9. 10) どこでも学習できる Web-based プロダクションシステムの開発と評価, 『日本認知科学会第 26 回大会発表論文集』, 慶応義塾大学.

(9) Miwa, K., Nakaike, R., Morita J., & Terai, H. (2009. 6. 10). Development of Production System for Anywhere and Class Practice. Proceedings of the 14th

International Conference of Artificial Intelligence in Education, Brighton, U.K

(10) 中池竜一・三輪和久・森田純哉・寺井仁 (2009. 3. 9) Web-Based プロダクションシステムの開発とその評価, 『人工知能学会第 55 回先進的学習科学と工学研究会資料』, 岐阜県

(11) 三輪和久・中池竜一・森田純哉・寺井仁 (2009. 3. 9) 認知モデルの実装による認知科学の入門的授業実践, 『人工知能学会第 55 回先進的学習科学と工学研究会資料』, 岐阜県

(12) 小島一晃・三輪和久・松居辰則 (2009. 3. 9) 産出課題における例からの学習支援の検討, 『人工知能学会第 55 回先進的学習科学と工学研究会資料』, 岐阜県

(13) 小島一晃・三輪和久・松居辰則 (2008. 6. 11) 創造的生成課題における事例からの学習支援の検討, 『第 22 回人工知能学会全国大会論文集』. 旭川

(14) 小島一晃・三輪和久 (2007. 9. 3) 人工知能システムによる創造的生成支援の実験的検討-数学文章題の作問を対象として-, 『日本認知科学会第 24 回大会発表論文集』, 成城大学

(15) Kojima, K., & Miwa, K. (2007. 8. 2). Can an AI System Facilitate Human Creative Generation? An Experimental Investigation in Mathematical Problem Posing. Proceedings of the 29th annual conference of the cognitive science society, Tennessee, US

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三輪和久 (MIWA, Kazuhisa)
名古屋大学・情報科学研究科・教授
研究者番号: 90219832

(2) 研究分担者

有田隆也 (ARITA, Takaya)
名古屋大学・情報科学研究科・教授
研究者番号: 40202759

戸田山和久 (TODAYAMA, Kazuhisa)
名古屋大学・情報科学研究科・教授

研究者番号：90217513

寺井 仁 (TERAI, Hitoshi)
東京電機大学・情報環境学部・助教
研究者番号：30397442

森田純哉 (MORITA, Jyunya)
北陸先端科学技術大学・知識科学研究科・助教
研究者番号：40397443

中池竜一 (NAKAIKE, Ryuichi)
京都大学・教育学研究科・助教
研究者番号：00378499

(3) 連携研究者
()

研究者番号：