

# 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

## Development and Evaluation of a Web-based Production System for Learning Anywhere

中池竜一<sup>†</sup>, 三輪和久<sup>‡</sup>, 森田純哉<sup>††</sup>, 寺井仁<sup>‡‡</sup>  
Ryuichi Nakaike, Kazuhisa Miwa, Jyunya Morita, Hitoshi Terai

<sup>†</sup> 京都大学, <sup>‡</sup> 名古屋大学, <sup>††</sup> 北陸先端科学技術大学院大学, <sup>‡‡</sup> 東京電機大学  
Kyoto University, Nagoya University, Japan Advanced Institute of Science and Technology, Tokyo Denki University  
nakaike@educ.kyoto-u.ac.jp

### Abstract

In learning cognitive science, students must learn how to handle an actual production system that runs on a computer. We developed a web-based production system for education that can be used from anywhere such as class rooms, offices, and homes. It furnishes students with learning support information for if-clause matching to facilitate learning. We confirmed that our system works sufficiently in a standard computer facility and that the learning support function effectively reduces participant trial-and-error behaviors based on empirical data.

**Keywords** — Production System, Web Application, Anywhere Learning System

### 1. はじめに

モデルベースアプローチは認知科学における重要な研究アプローチの一つであり, プロダクションシステム[1][2]を用いた計算機シミュレーションは, 最も標準的な研究手法として大きな位置を占めている. 筆者らは, 認知科学の授業においてモデル構築の実習を体験させる環境を提供することをねらいとして, Web ベースの学習用プロダクションシステムである「どこでもプロダクションシステム」を設計・構築した(図1). 利用者は特別なソフトウェアをインストールする必要が無く, システムを公開している URL に Web ブラウザでアクセスすることで教室や自宅など場所や時間を問わずプロダクションシステムを利用したモデル構築を行なうことができる.

これまで, 本システムを用いた授業実践を行い[3], 授業参加者の学習プロセスのログ分析[4]を行ってきた. 本論文では, 本システムの学習支援機構としてのヒント機能の効果を検討する.

### 2. システムの特徴

本システムはパスワード認証によるログイン機構によりサーバー上にユーザーの個別環境を保持

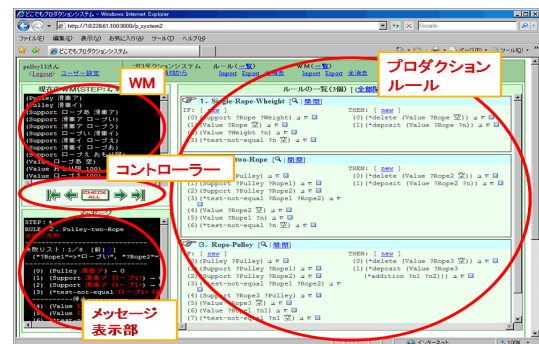


図1 システム外観

(WMは左上に, ヒントを含むシステムメッセージは左下に表示. 右半分ではルールを表示し任意のタイミングで編集できる. 推論の実行等はコントローラで行なう)

しているため, 学校や自宅など, 異なる端末を用いた個別学習においても端末の差を意識することなく継続的な学習を行なうことができる. また本システムの学習支援機能の一つとしてヒント表示機能がある. プロダクションシステムは, プロダクションルールのIF節とワーキングメモリを照合(マッチング)することで個々のルールが発火可能かを調べる. 変数や関数の処理のためマッチングは単純な文字列比較よりも遙かに複雑なプロセスである. そのため, 意図したルールの発火可否を可視化することはルールの記述とデバッグにおいて重要な機能になると考えられる. ヒント表示機能は, 個々のルールについて発火可能/不可能をマッチングに関わる詳細な情報とともに画面上に表示する. もし発火可能であればその変数束縛の状態を示し, 発火不可能であればどの時点でマッチングプロセスが中断するのかを表示する(例えば, 変数束縛失敗, 関数評価値がfalseなどの失敗理由まで具体的に表示する).

### 3. 評価実験概要

個々のルールに関するヒント機能の効果を確認するため評価実験を行なった. 実験参加者は事前

にプロダクションシステムについて学んだ大学学部生16名であり、実験課題には古典的なMonkey & Banana (以下, M&B) 問題を用いた。課題は、4つのルールを記述することでM&B問題解決モデルを完成させることである。

本モデルを構築する上で実験参加者が直面する困難は、4つのルールのうち、第1, 第2ルールの構築にあると予想される。なぜならば、第1ルールから第4ルールまで順番に構築されるため、実質的に前半2つのルールが完成しないと後半2つのルールの構築に移れない。また後半2つのルールは前半2つのルールと類似しているため、前半2つのルールの構築に成功すれば後半2つのルールの構築はさほど困難でないためである。

そこで、前半2つのルールと後半2つのルールでヒント機能の有無を操作した二つの実験条件(表1)を用意し、それぞれの条件に実験参加者8名ずつを無作為に割り当てた。ヒント有りの場合はそのルールのマッチングに関わる詳細な情報を表示し、ヒント無しの場合はそのルールが発火可能かどうかのみを表示するようシステムの機能を調整した。

表1 実験デザイン

実験条件	第1, 第2ルール	第3, 第4ルール
NH条件	ヒントなし	ヒントあり
HN条件	ヒントあり	ヒントなし

この実験で確かめる仮説は二つある。まず一つ目は、「本モデルは後半より前半の方が解決が困難である」という実験デザインの前提となる補助的な仮説の確認である。実験参加者は、前半のルール作成に多くの試行錯誤を示すことが予想される。もう一つは、「ヒント機能は学習者のルール構築に有効に機能する」というヒントの支援効果に関わる本仮説である。ヒント機能が学習者を効果的に支援するならば、HN条件の試行錯誤回数がNH条件の試行錯誤回数を下回ることが期待される。

#### 4. 分析結果

試行錯誤回数の目安としてIF節の編集回数に注目した。図2は、前半ルールおよび後半ルールに対するIF節の編集回数をまとめたものである。2(NH条件/HN条件) × 2(前半ルール/後半ルール)の2要因混合計画の分散分析を行なった結果、NH/HN条件の主効果( $F(1,14)=9.13, p < .01$ )および前半/後半条件の主効果( $F(1,14)=13.79, p < .01$ )がそれぞれ有意であった。また、交互作用は有意ではなかった( $F(1,14)=0.98, n.s.$ )。

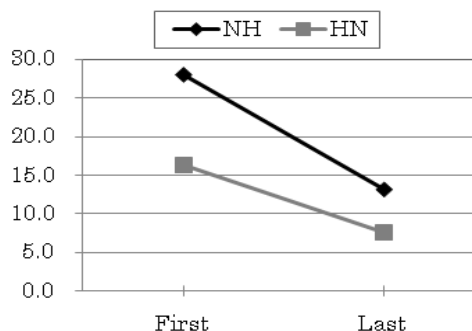


図2 IF節編集回数

まず、前半のルールと後半のルールでは、前半の方がより多くIF節編集行動を行なっていることがわかる。これは、前半ルールが後半ルールより記述が困難であることを示しており、補助的仮説が確認された。また、困難な前半ルールにおいてヒントが与えられたHN条件の実験参加者は、ヒントが与えられなかったNH条件の実験参加者よりも、IF節編集回数、すなわち試行錯誤回数が少なかったことがわかる。これより、本実験の主仮説が確認された。

ヒント機能は、ルール記述における試行錯誤を減少させる効果があることが確認された。ルールが発火しない理由をTA等に質問することが難しい自宅学習時や教師側のサポートが届きにくい大人数の授業などでは、ヒント機能が大きな役割を果たすことが期待される。

#### 5. まとめ

本研究では、どこでも学習できることを重視したプロダクションシステムを構築した。Webアプリケーションとして実装することで学校での利用が容易となり、認知科学の根幹をなすモデル構築を、実習として授業の中に取り込むことが可能となる。また、マッチングに関わるヒントを表示する機能が自宅での個人学習を支援するため、学校と自宅を繋いだ継続的な学習が可能となるだろう。

#### 参考文献

- [1] Anderson, J.R., & Lebiere, C. (1998). The Atomic Components of Thought, Lawrence Erlbaum.
- [2] Newell, A. (1994). Unified Theories of Cognition, Harvard University Press.
- [3] Miwa, K., Nakaike, R., Morita J., & Terai, H. (2009). Development of Production System for Anywhere and Class Practice. Proceedings of the 14th International Conference of Artificial Intelligence in Education, in press.
- [4] 森田純哉・三輪和久・中池竜一・寺井仁 (2009) “Web-Based プロダクションシステムにおける自習ログの分析” 第23回人工知能学会全国大会資料