

# ゲーム型教材におけるオープンな学習者モデル適用の試み

庄司裕子（中央大学）

山川宏（中央大学，研究人生を楽しむ会）

市瀬龍太郎（国立情報学研究所）

三浦麻子（神戸学院大学）

## 1. はじめに

近年、人材の流動化が顕著になり、キャリアデザインの重要性が増している。大学や企業などキャリア教育の現場では、ゲーム教材が用いられることも多い。例えば、新型インフルエンザ対策学習教材 **Pandemic Flu**（厚生労働省）、**SE 出世双六**（日立システムアンドサービス）などがある。また、ゲーム教材と情報技術との融合も進み、シリアスゲームという分野が注目され始めている。筆者らが開発した **Happy Academic Life 2006**（以下 **HAL2006**）もキャリア教育用ゲーム教材の一つであり、研究者の世界を疑似体験できる。オリジナル版の **HAL2006** は紙製のボード型ゲームであるが、現在は電子版の **D-HAL2006** を構築している。

一般に、ゲーム型の教材を利用すると、プレイヤすなわち学習者が楽しく学べるという利点がある。しかし、知識を体系立てて学習する知識獲得型教育に比べると、ゲーム教材は学習効果が明確でないという問題点がある。また、単にゲームをプレイするだけでは必ずしも学習が進展せず、ファシリテータなどによる適切な教示が不可欠であるが、適切な教示を行うのは一般に容易ではない（**Baker, 2006**）。このような問題点を解決するため、筆者らは、教育支援型ゲーミングシステムという枠組を提案した（**市瀬, 2007**）。そして、この枠組において、**D-HAL2006** を用いてプレイヤの知識獲得プロセスを観察するための実験手法を提案し、実験を行った。本稿では、提案した実験手法およびその結果について紹介する。

## 2. 教育支援型ゲーミングシステム

個々の学習状況に応じた教授の困難さについては、学習過程に関する従来研究でも指摘されてきた。知的教育システム研究は学習者モデルを導入することによってこの問題に対処しようとするものであるが、既存の多くのゲーミングシミュレーション教材において学習者モデルは導入されていない。そこで筆者らは、ゲーム型教材に知的教育システムの枠組を取り入れた教育支援型ゲーミングシステムの枠組を提案した（**図 1**）。システムは、ゲーム型教材となるシミュレーション世界、学習者モデル、専門家モデル、教授方略の4要素から成る。4要素が連携することにより、学習者（プレイヤ）が効率的に学習することが可能となる。

- シミュレーション世界は、ゲーム設計者が対象世界を写像したものであり、学習者はシミュレーション世界内での実行と経験を通して対象世界に対する学習を行う。
- 学習者モデルは学習者を模倣する認知モデルであり、学習者の行動から教材に対する理解のモデルを推定することでミスコンセプションの診断を行う。
- 専門家モデルは、学習者が目標とすべき知識状態を表現するためのモデルである。
- 教授方略は、学習者モデルと専門家モデルの情報をもとに学習者の理解状態に応じた教示や情報提供などを行う。

## 3. D-HAL2006

本研究では、**D-HAL2006** を題材として**図 1** に示す構成要素の実現を目指す。

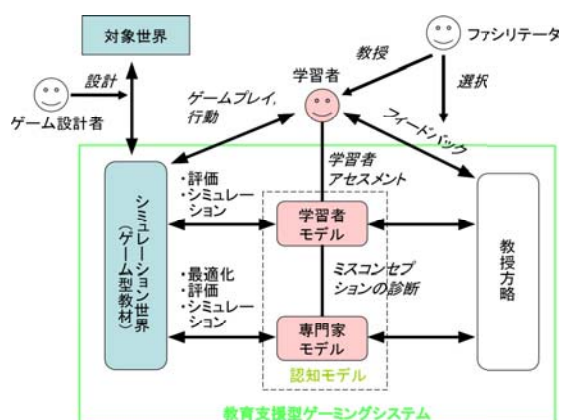


図 1 教育支援型ゲーミングシステムの枠組

**D-HAL2006** は複数プレイヤ参加型のゲーム教材である。各プレイヤは、共有のディスプレイに表示される盤面（2画面）と、自分の端末に表示されるポイントなどの情報を見ながら、必要な情報を端末に入力し、ゲームを進める。各プレイヤは順番にさいころを振りながら盤面上のコマを移動させ、主要なイベント（学内、学会、資金など）に対応するカードをめくる。そして、カードに記載された出来事を経験しつつ、必要なポイント（学内、人脈など）を蓄積していく。ポイントは研究者が研究活動を推進する上で必要なものを抽象化したものである。実績を積み重ねたプレイヤは教授に昇進し、さらに実績を積むことでゲーム開始時に選択したゴールに到達できる。ゴールは7種類あり、各ゴールには各々クリアすべき条件が設定されている。

学習者モデル用の行動決定ファイルは、行動クロニング（**Sammur, 1996**）と同様の方法により作成する。具体的には、学習中のプレイヤの行動をサーバに蓄積し、教師付き機械学習の枠組を用いて、プレイヤの状況と行動のペアから行動パターンを **If-Then** の形で学習する。機械学習の方法としては **CN2**（**Clark, 1991**）を用いている。**CN2** は、例から **If-Then** 形式の分類規則を学習するシステムであり、順序性のない **If-Then** 規則を学習することができる。順序性のない規則とは、各々の規則がお互いに独立しており、規則の適用順序が決まっていない規則である。**CN2** は、属性の検査を条件部に加えていくことで、あるクラスを含み、それ以外のクラスを含まないような条件を見つけていく。属性の検査を条件に加える時には、ラプラスの誤り評価をヒューリスティックとしてビームサーチを行い、適切な条件部を発見していく。この探索をすべての行動に対して行い、プレイ履歴全体を説明できるような **If-Then** 規則の集合を学習する。つまり、本研究で **CN2** を使って学習する規則は、状況を表す属性値から、その状況において行動を決める規則（パターン）となる。このように学習者モデルをエージェントとしてシミュレーションすることにより、学習者の行動における未熟さを指摘したり、成績悪化につながる潜在的なリスクを事前に提示することが可能

となる。そして、学習者に自分の知識状態を示し reflective な学習を促す「オープンな学習モデル」のアプローチを採ることが可能になる。

なお、現システムでは専門家モデルおよび教授方略のコンポーネントは未実装であるが、今後検討を進める予定である。

#### 4. 実験

本研究では、まず、D-HAL2006 を用いてプレイヤーの知識獲得プロセスを観察するための実験手法を提案した。本論文では、学習者モデルが適切に抽出できている否かを検証する実験の結果を報告する。被験者は女性（大学生または社会人）4名である。手順は以下の通り。

1. ブリーフィング (15分)  
ゲームの概要説明。
2. ゲームプレイ (2時間30分程度)  
全員がゴールするまでプレイを実施。プレイヤーの意思決定の度に、理由を聞き取り逐次記録(行動理由1)。  
——休憩(再現プレイの準備)——
3. 再現プレイ (2時間程度)  
プレイを再現しながら振り返りを行う。特に、一致するパターンのあるターンに着目する(行動理由2)。
4. ディスカッション (30分程度)  
ゲーム中や再現プレイに関して自由にコメント。

再現プレイにはボード版のゲームを用いた。再現では、全てのターンにおける各プレイヤーの論文数などの状態と、その時のカード種類などを記載したゲーム再現シートを利用した。ゲーム再現シートには、ターン毎に、前述の機械学習手法で得たパターンのうち、適用可能なものが複数記載されている。各パターンは、ある条件下でそのカードを使用(y)するか不使用(n)かの判断が If-Then 形式のルールで記述されている。ルール形式の記述のみでは非専門家の解釈が困難であるため、各パターンには実験者らによる説明文が付されている。再現プレイでのインタビューは、各プレイヤーのある時点での意思決定がパターンによって説明できるか否かという観点から行われた。なお、再現プレイでの行動理由2は下記の3種類の方法で記録したが、プレイヤーにインタビューするのはB)とC)である。

- A) 確認: アシスタントが行動理由1をパターンに当てはめる
- B) 見直し: プレイヤー自身が、ゲームを振り返り、一致するパターンを決める
- C) 反省: プレイヤー自身が、改めて考え直して、行うべき別の行動を考える。

4名のゴールまでのターン数は41~54であった。まず、4名の何れかがカード選択の行動決定を行った44場面を対象として推薦パターンの説明能力を評価した。20ターン(ほぼ教授昇進に相当)を境として前半18場面と後半26場面に分割し、確認、見直し、反省が推薦パターンの一つ以上に完全もしくは部分的に一致する割合(カバー率)を調べた(図2)。図を見ると、行動決定場面の約半数はパターンで説明しうることがわかる。現状では使用できるログが少ないが、今後データ数を増やすことでカバー率向上が期待される。後半でのカバー率低下は、プレイヤー状態の多様性の増加することによると思われる。

次に、4場面で、行動理由1と行動理由2で変化するケースについて調べたところ、見直しで11回、反省で7回発生し、うち4回は上記両方が発生していた。

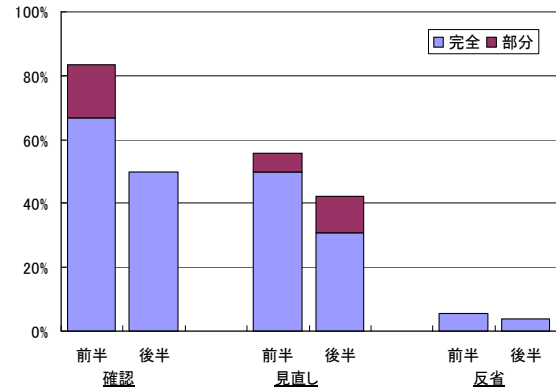


図2 行動理由2による適用可能パターンの一致率

これらの場面では、振り返りによって気づきが促されたと考えられる。しかし変化したパターンにおいて、推薦されたものは見直しで3回、反省で2回と少なく、やはりカバー率は低かった。

さらに、反省場面における7回のパターン変化に着目すると、推薦パターンの完全または部分一致は7回中3場面あった。うち1場面は、被験者はyと判断したが、推薦パターンはnの1つのみであった。このケースでは、システムによる自動教示に発展できる可能性があると考えられる。しかし他の2場面では推薦パターンにyとnが混在し、単純な自動教示への応用はできない。しかし、反省による変化は、プレイだけでは獲得困難な知識を再現プレイによって獲得できる可能性を示唆しており、今後事例を増やしながらより詳細に検討し、システムからの自動教示やファシリテータの教示方法の改善に役立てたい。

#### 5. まとめ

本研究では、教育支援型ゲーミングシステムの枠組を提案し、プレイヤーの行動を模倣するエージェントとして学習者モデルを導入する試みを行った。そして、D-HAL2006を用いて、学習者モデルが適切に抽出されているか否かを調べるための実験を行った。その結果、学習者モデルの信頼性(学習者の意図の反映度合い)は高いとは言えないが、学習者モデルは再現プレイで振り返る際に気づきを与えることがあり、再現プレイとの併用で学習効果を高める可能性があることが見いだされた。現時点ではデータ数も少数であり、実験方法についても改良の余地がある。今後実験を繰り返してデータを蓄積し、検討を進めたい。

#### 文献

- Baker, R. S. et. al (2006). Adapting to When Students Game an Intelligent Tutoring System. *Proc. of the 8th International Conference on Intelligent Tutoring Systems*, 392-401.
- Clark, P. & Boswell, R. (1991). Rule Induction with CN2: Some Recent Improvements. *Proc. of EWSL91*, 151-163.
- Sammur, C. (1996). Automatic construction of reactive control systems using symbolic machine learning. *Knowledge Engineering Review*, 11, 27-42.
- 市瀬龍太郎, 山川宏, 庄司裕子, 三浦麻子 (2007). シミュレーション世界における行為者の模倣エージェントの作成と知識獲得支援. *JAWS2007*.