

# オントロジー工学的モデリングによる学習指導案からの 経験的知識抽出に向けて

Toward extraction of practical knowledge from lesson plans with ontological modeling

林 雄介\*<sup>1</sup>

Yusuke Hayashi

笠井 俊信\*<sup>2</sup>

Toshinobu Kasai

溝口 理一郎\*<sup>3</sup>

Riichiro Mizoguchi

\*<sup>1</sup> 名古屋大学 情報基盤センター  
Information Technology Center, Nagoya university

\*<sup>2</sup> 岡山大学大学院 教育学研究科  
Graduate School of Education, Okayama University

\*<sup>3</sup> 大阪大学産業科学研究所  
ISIR, Osaka university

It is difficult for teachers in school to employ theoretical knowledge and to exchange practical knowledge with other teachers. The purpose of this study is to build an information system for sharing both of theoretical and practical knowledge for instructional design on a common ground. This paper reports the authors' practical study for the employment of OMNIBUS ontology and the authoring system SMARTIES that the authors have developed. From the results of the experimental use of them with actual teachers, we discuss the contributions for designing lessons and the requirements for management of practical knowledge generated by teachers.

## 1. はじめに

教育の分野では、学習や教授に関する理論(学習・教授理論)が構築されると同時に、実践現場でも教師がグループを形成して相互観察や議論を通じた知識共有を行う「授業研究」という取り組みが行われている[秋田 2008]。しかし、他の多くの分野と同様に理論と実践の連携がうまくなされているとは言えず、現場の教師の多くは自らの経験のみに基づいて教育を行っているという調査の結果もある[Nunes 2007]。

本研究では、大きな目標として理論と実践をつなぐ情報システムの構築を目指し、OMNIBUS オントロジーに基づく学習・教授理論の構造化と、理論アウェアかつ標準化に準拠したオーサリングシステム SMARTIES の開発を進めてきた[林 2009a]。本稿で報告するのは、これらの成果を実践とリンクさせるための試みである。OMNIBUS と SMARTIES を現場の教師による理論的知識の活用や彼らの実践的知識の共有のための基盤として運用するため、現場の教師の利用を通じた実証的な研究を進めている。

本研究でこれまで提案してきたのは、学習支援や教授に関する知識を共有するための基礎技術として位置づけられる。これを実際に現場で活用できるようにするには、現場のニーズを分析し、そのニーズと技術を適切に結びつける必要がある。このため、筆者らは東京都中学校社会科教育研究会(都中社研)の協力を得て、現場の教師と交流しながら研究を進めている。都中社研は、東京都の研究指定校の教師や教育委員会の研究員など、一般の教師よりも授業研究に関する関心が高く、学習指導案作成の経験が豊富な教師によって構成されている。そして、全国組織(全国中学校社会科教育研究会, 全中社研)における年に一度の全国大会や関東地方の大会、東京都の成果報告会などで多くの研究の成果を発表している。このような教師コミュニティの活動の中に OMNIBUS と SMARTIES を持ち込むことで、どのような影響があるか、そして、その効果を高めるためにどのように技術を導入すれば良いかを実地で検証を進めている。

具体的には、都中社研から研究のために行った授業の学習指導案の提供を受け、その背後にある授業の構想(本稿では「授業デザイン」とよぶ)を筆者らが推定してモデル化したものを使って、授業デザインの分析や改善案の考察、そしてモデル化の有用性に関して都中社研のメンバーと議論してきた。これまで6個の学習指導案の提供があり、そのうち4個の学習指導案についてモデル化し、作成者や都中社研の他の教師と議論を行った。本稿では、そこから得られた授業デザインの作成支援と経験的知識の抽出に関する知見を事例を用いて紹介する。

## 2. 授業デザインのモデル化

### 2.1 学習・教授シナリオモデル

ここでは OMNIBUS オントロジー構築の基本方針だけ述べるに留め、その全体像は[林 2009a]を参照されたい。また、学習・教授シナリオモデルの構成は 2.2 節で具体例を使って説明する。OMNIBUS オントロジーでは、学習・教授プロセスのモデル化の核として学習・教授イベントと方式という二つの概念を定義している。この定義の基本方針は以下のものである[溝口 2010]。

- 「学習」というものを学習者の状態変化として捉える
- 「学習・教授」を「達成したい状態(what)」と「どのように達成するか(how)」に分離して体系化する
- What の how による分解の繰り返しによって、学習・教授プロセスとその原理を整理する。

この基本方針によって、学習・教授プロセスをその設計原理と合わせて、学習目標とする学習者の状態の階層構造として記述することと、行動主義・認知主義・構成主義・社会的構成主義といった学習・教授に関する研究分野でのパラダイムに関わらず、様々な学習・教授方法を方式として整理することを実現した。本稿では、前者の観点で、理論的知識ではなく、実際の教師が構想した授業デザインのモデル化に適用し、個々の授業デザインから汎用性があり有用性が高い指導方法を経験的知識として抽出することに関して考察する。

### 2.2 授業デザインと学習・教授シナリオモデル

本研究では、教師の頭の中にある授業デザインを学習・教授シナリオモデルとして記述することで、学習指導案では欠落しやすい設計原理や教育的意図を明確にし、情報システムによる処

連絡先: 林雄介, 名古屋大学情報基盤センター, 〒464-8601  
名古屋市千種区不老町, 電話: 052-747-6713,  
hay@icts.nagoya-u.ac.jp

図1 学習指導案の例 (一部)

	学習項目・学習内容	指導上の留意点	評価 (◆) 評価方法 (○)	形態
導入 10分 (a)	「関東地方における府中市の位置を確認しよう。」(b) ・関東地方における府中市の位置を地図帳で <u>確認し</u> (b)、その位置を言葉で表現する(c)。	・相対的な位置表現を活用させて、南関東の中央部、東京都の郊外などに位置することに <u>気づかせる</u> 。	◆地図を活用して関東地方における府中市の位置を読み取ることができるか。【資】 ○発言・ワークシート	個人

理を可能にすることを目指している。学習指導案は単元(数回の授業で構成)の狙いと学習目標、進行計画、そして単元内の一つの授業(本時の授業とよばれる)についての目標、授業の流れなどを記述したものである。学習指導案の具体例として本研究で扱ったものの一部を図1に示す。これは本時の授業の流れの一部分である。学習指導案全体としてはA4用紙4枚程度にまとめられ、内訳としては単元の記述と本時の授業の記述がそれぞれ半分ずつくらいである。これが作成者自身の構想の整理や他の教師との授業デザインの共有媒体として働く。しかし、前述したような分量の制限やそもそもの思考の外化の難しさによって授業デザインの一部しか表現できないという問題もある。このような学習指導案の欠点を補完するものとして、本研究では学習・教授シナリオモデルを位置づける。

図1に示した授業の流れをその背後にある設計原理や教育意図を含めてモデル化したものが図2である。この二つを対応づけて、上記の学習指導案では欠落しやすい授業デザインの設計原理が学習・教授シナリオモデルでどのように記述されるかを説明する。

図1に示しているのは、授業の最初の導入部分の学習指導案における記述である。そして、図2に示すモデルの中で、図1の記述と直接的に対応するのは図中の点線で囲まれた(a)~

(c)の部分である。残りの部分は学習指導案や実施された授業の観察により筆者らが推定して追加したものである。学習指導案では、授業の導入(図1(a))として、学習者に問いかけ(図1(b, b')), 言葉で表現させている(図1(c))。これらの具体的な行為の意図が学習・教授シナリオモデルでは、図2(b), (c)に示すイベントとして表されている。つまり、対象を認識させ(図2(b)), 外化させている(図2(c))。そして、これらと図2(a)のイベントをつなぐ図2(d)~(i)のイベントが学習指導案には記述されていない意図を表す。これを下から説明していくと、図2(b), (c)の二つは「関心を高める」(図2(d))ために行われていると考えられる。さらに、これと「目標を認識させる」(図2(e))ことを合わせることで、動機付け(図2(f))していると考えられる。最終的に、この動機付けと前回までの学習内容を思い出させて関連付ける(図2(g))ことと合わせることで、授業の導入(図2(a))になっていると考えられる。このように、学習・教授シナリオモデルとして記述することによって、設計原理や教育的意図をより明確に記述することができる。

これまで本研究で扱った学習指導案は図1に示した例のようにシンプルに書かれており、その設計原理や教育的意図が明確ではなかった。もちろん、分量の制約のために意図的に記述されないこともその理由の一つと考えられる。しかし、授業デザインについて作成した教師自身が振り返ったり、他の教師と共有するためには、学習指導案の背後にある暗黙的な情報が重要となる。そのような暗黙的な情報を引き出すためのツールとして、本研究では学習・教授シナリオモデルを位置づけている。

本研究の主張は、前述したように、学習指導案を置き換えるものではなく、学習・教授シナリオモデルをそのギャップを補完するものである。そして、すべての教師に対して共有を円滑にすることを目指している。教師による共有については、例えば、初任者は実践的な前提知識が乏しいことやコミュニティが違うと常識にも違いが生じることも考えられる。従来は暗黙的に共有されてきたこれらの情報を学習・教授シナリオモデルとして記録することで補うことで支援する。また、計算機処理については、授業シナリオを設計原理や教育意図を含めてデータ化することで学習指導案のみでは難しかったシナリオの分析や比較が容易になる。本研究では、現場の教師が持つ経験的な知識を抽出するための技術とその運用を現場と連携して確立することを目指して研究を進めている。

### 3. 学習・教授シナリオモデルを用いた授業デザインの分析

本節では、本研究で作成した学習・教授シナリオモデルによる授業デザインの分析結果と、それに対する教師の意見について述べる。このモデルの元になったものは、都中社研の活動の中で作成し授業が実施された学習指導案である。それを元に筆者が作成した学習・教授シナリオモデルを使って、都中社研のメンバーに授業デザインの分析結果やモデル上で想定できる改善案を提示し、学習・教授シナリオモデルの有用性に関する

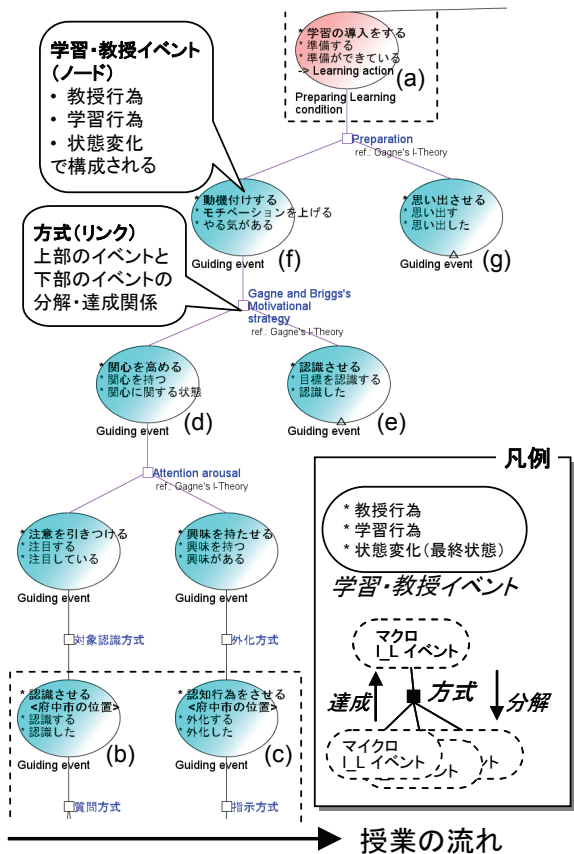


図2 学習・教授シナリオモデルの例 (一部)

る議論を行った。これまでモデル化したものは4個と事例としてはまだ少ないが、そこから得られた経験的知識の抽出に向けての知見について以下に述べる。

ここで学習指導案を作成した教師がモデル化をせずに筆者が行った理由は、まずは学習・教授シナリオモデル自体が現場の教師に対して有用であることを示すためである。先行調査[林2010]において、有用性があることは示唆されたが、現場の教師自身が学習・教授シナリオモデルを作成することはかなり難しいことも分かった。従って、筆者らがモデル化して、それを提示することで現場の教師にその有効性を認識してもらうことを目指した。

### 3.1 授業デザインの構成分析

学習・教授シナリオモデルの記述において OMNIBUS オントロジーで定義している状態や行為の概念定義を用いることのメリットは、表記の揺れや記述の不足を解消することと概念の抽象度を操作することで、共通の基盤の上で比較できるようにすることである。

図3は、都中社研の教師による学習指導案を元に作成した学習・教授シナリオモデルの全体像と分析結果の一例を示している。このモデルは一つの授業全体を示しており、ノードとリンクがそれぞれ2.1節で紹介した学習・教授イベントと方式を表している。左から右に授業の進行が示され、最下層のそれぞれのノードが教師と学習者の実際の活動一つ一つを表す。例えば、教師が話しかける、教材を見せる、学習者が発言するといったことである。リーフからルートにつながる階層構造は、それらの具体的な活動の設計原理や教育的意図を表しており、様々なグレインサイズや抽象度で授業デザインを階層化している。例えば、上から2段目の階層は学習指導案に記述されている授業の大まかな構造である「導入」「展開」「まとめ」という3つのパートに対応している。

分析については、学習・教授シナリオモデルのレイヤ分け[林2009b]に沿って2つの観点で行った。一つは教師と学習者のインタラクションの分類で、もう一つは教育意図として学習目標の分類である。特に後者は、学習指導要領にある学習目標の分類を OMNIBUS オントロジーで定義している学習者の状態に対応付けることで授業デザインバランスを分析している。図3(a)ではその分類を学習・教授シナリオモデル上にマッピングしており図3(b)では教師と学習者のコミュニケーションタイプについて全体的な傾向を定量的にグラフで表している。このグラフとモデル上でのマッピングの結果から、例えば、この授業デザインはコミュニケーションタイプについて全体の分布はバランスがとれており、シナリオの流れの中でもどれか一つのタイプに偏らずに教師

と学習者の間での双方向のコミュニケーションを取り入れようとしているのが分かる。

このような分析が可能になることで、構想している学習・教授シナリオ自体の妥当性といった内容的な問題や、学習・教授シナリオから学習指導案へと表現したときに発生するギャップなどを検出することに有効であるとの肯定的な意見を都中社研のメンバーからもらった。このように、学習・教授シナリオモデルを作成することにより、従来の学習指導案だけの場合と比べて、授業デザインの概要を掴みやすくなり、授業デザインの洗練や共有・再利用に貢献することが期待される。

### 3.2 方式による学習指導方略の分析

授業デザインを学習・教授シナリオモデルとして記述することのもう一つのメリットは、その設計原理や教育的意図を整理し、代替案と合わせて記録できることにある。学習・教授シナリオモデルでは、学習・教授イベントと方式という概念の分離によって学習目標とその実現手法・原理を分離して扱うことができる。例えば、学習者に自分の誤りを認識させるために、教師が直接的に誤っていると伝えることも、教師が間接的に示唆して学習者に気づかせることもできる。前者は認知主義的な手法でその場での効果は高いが内省能力育成には弱く、後者は構成主義的な手法で逆にその場での効果は低いかもしれないが内省能力育成には効果的である。このように同じことを実現するにも複数の手法があり、指導方針によって適したものが異なる。実現手法とその原理を方式として整理することで、授業デザインとして最終的に選択されたものだけではなく、その他の可能性とそこから選択の理由をより明確にすることができる。これについても都中社研の教師の協力を得て代替案の検討を行った。

図4は学習・教授シナリオモデルを利用して代替案を検討した一例を示している。(a)と(b)で構成される目標の分解構造が学習指導案に記述されていた内容であり、学習者に自分の考えを整理させるために、教師が代表的な考え方を選択肢として提示し、そこから学習者に選択させるという学習・教授プロセスが設定されている。それをモデル化の際には、このような2段の方式として分けて記述することで代替案を作るときに観点が明示化された。まず一つは考えを整理させるために選択肢を考慮させるかどうかということ(図4(a)と(a'))、もう一つは選択肢を考慮するときに、その選択肢を教師が提供するか、学習者に考えさせるかということ(図4(b)と(b'))である。

ここで注目すべきは、本研究ではこのような違いを方式として抽象化することである。個々の指導法を他の授業でも利用できる指導方法を個々の授業デザインの中の記述に留めておくのではなく、抽象化することによって他の授業デザインについても

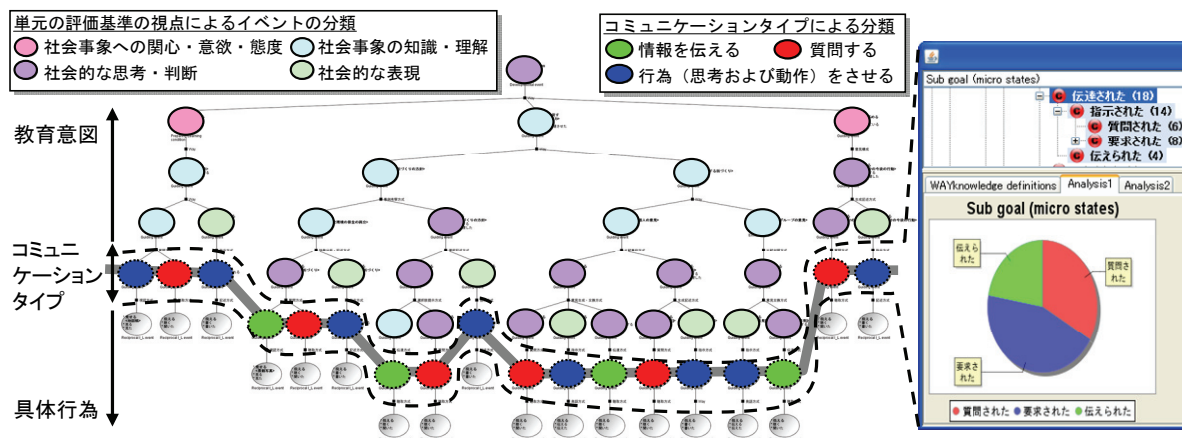


図3 学習・教授シナリオモデルの全体像と分析結果

再利用できるようにする。そして、その背景情報を合わせて蓄積することで、原理に基づいた共有・再利用が可能になる。例えば、図 4(b)と(b')の方式の違いは、前者は選択肢の設定と比較という認知的枠組みを与える初歩的な段階で有効で、後者はそれを身につけさせた上で実践させるというより進んだ段階で有効であるといった情報である。

実際、筆者がこのモデルを元の学習指導案を作成した教師とは異なる都中社研の教師に見せてプロセスだけを説明したところ、学習指導案の作成者はよく図 4(a)(b)の方式で授業を実施しているが、自分がよく実施しているのは図 4(a)(b')の方であると主張し、それを上記の理由で説明した。また、このようなモデル化と分析に対するコメントとして、このような指導方法の違いは各教師の特性として認識していたが、違いを明確にしたことは無く、これによって個々の授業のレベルではなく各教師の特徴というレベルで指導法の違いを解釈できるという意見があった。また、コミュニティ内で推奨する指導法を普及させ、各教師が自分の指導法との違いを明確にするのに役立つのではないかと肯定的な意見もあった。

#### 4. おわりに

本稿では、実際の教師による授業デザインをモデル化した事例を通じて、実践現場からの経験的知識抽出に向けた試みについて述べた。現時点ではまだ事例が少ないため、この結果の一般性を示すことはできないが、授業デザインを学習・教授シナリオモデルとして記述することで、3.2 節の最後に述べたように、個々の授業デザインから汎用性が高く有用な指導法を方式として抽象化した形で抽出して経験的知識として蓄積できることが示唆される結果が得られた。

また、現場の教師からは、OMNIBUS オントロジーの構築において筆者らがまず提案してきた理論的知識の整理・活用よりは、優秀な教師の指導法や都中社研のようなコミュニティで蓄積されている指導法をその原理を明確にした上で整理・活用できることが求められ、本研究で提案する方式という形でそれらを蓄積することが有用であるという意見も聞かれた。OMNIBUS オントロジーをそのような実践を通じた知識の共有基盤として発展させていきたいと考えている。

しかし、現状の OMNIBUS と SMARTIES では、現場の教師が自分自身で経験的知識を抽出し共有できるようになることは難しい。この実践においても、モデルの形式を理解してもらうのに時間を要していることに加え、各教師が授業の設計時に習慣的で暗黙的な意志決定を行っていることが多く、理由を明確に述べるのが難しい点も挙げられる。よって、今後はオーサリングシステムの利用しやすさとメタ認知[茅島 2008]の観点からの認知負荷の軽減の 2 つの観点で支援を検討していきたい。前者については、SMARTIES のユーザインタフェースの改良だけではなく、コミュニティ内でそれを運用するための体制作りも重要となる。後者については、授業デザイン作成における内省を深め、思考を外化し改善していくための支援機能について検討する。

さらなる目標としては、知識の共有範囲の拡大を目指す。現状では、教師の研究コミュニティの多くは都中社研のような単一

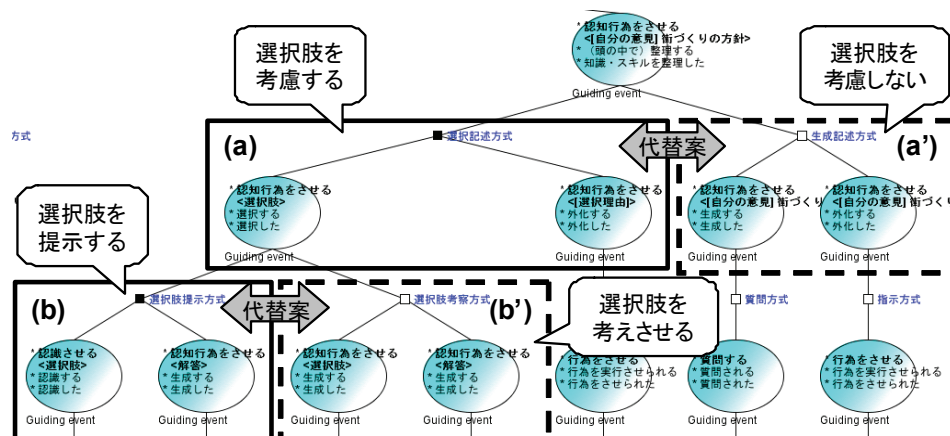


図 4 学習・教授シナリオモデル上での代替案の整理

教科の教師のコミュニティである。さらに、社会科の中でさえも地理・歴史・公民のそれぞれで分科会があり、実質的には独自に指導方法が検討している。しかし、筆者らがこの実践を経て得た感触は、学習対象とするドメイン知識が異なるが、指導方法については共有できるものとそうではないものがあると考えられることである。これについては研究指定校では学校単位で異教科間での教師の交流が行われており、そのような場も実践のフィールドとして検討していくことによって、実証的に検証していきたいと考えている。

#### 謝辞

本研究を遂行するにあたり、東京都中学校社会科教育研究会の皆様、特に練馬区立開進第一中学校 池下誠教諭および府中市立府中第五中学校 中野英水教諭には、学習指導案をいただきと共に議論させていただいたことに感謝いたします。

#### 参考文献

[秋田 2008] 秋田 喜代美, キャサリン ルイス:授業の研究 教師の学習, 明石書店, 2008.

[林 2009a] 林 雄介, Jacqueline Bourdeau, 溝口 理一郎:“理論の組織化とその利用への内容指向アプローチ:オントロジー工学による学習・教授理論の組織化と Theory-aware オーサリングシステムの実現-”, 人工知能学会論文誌, Vol. 24, No. 5, pp. 351-375, 2009.

[林 2009b] 林 雄介, Jacqueline Bourdeau, 溝口 理一郎:“方略指向の整理による学習・教授理論の理解の深化に向けて”, 人工知能学会 ALST 研究会 (第 55 回), pp. 101-108, 2009.

[林 2010] 林 雄介, 笠井 俊信, 溝口 理一郎:授業案の内省的な設計支援に向けて—オントロジー工学的モデリングによるケーススタディー, 教育システム情報学会研究報告, Vol. 25, No. 1, pp. 39-46, 2010.

[茅島 2008] 茅島 路子, 稲葉 晶子, 溝口 理一郎:メタ認知活動の困難さに関するフレームワークの提案, 教育システム情報学会誌, Vol. 25, No. 1, pp. 19-31, 2008.

[溝口 2010] 溝口 理一郎, 林 雄介:“オントロジーに基づく学習教授活動のデザイン”, 人工知能学会誌, Vol. 25, No. 2, pp. 240-249, 2010.

[Nunes 2007] Nunes, M.B. and McPherson, M.: “Why Designers cannot be Agnostic about Pedagogy: The Influence of Constructivist Thinking in Design of e-Learning for HE”, *Evolution of Teaching and Learning Paradigms in Intelligent Environment*, pp. 7-30, Springer, 2007.