

授業構造の可視化支援による気づきの効果

An Effect of Teachers' Awareness Facilitated by Externalizing Lesson Structure

笠井俊信¹ 益川弘如² 永野和男³ 溝口理一郎⁴

Toshinobu KASAI¹, Hiroyuki Masukawa², Kazuo NAGANO³, and Riichiro MIZOGUCHI⁴

¹ 岡山大学大学院教育学研究科

¹Graduate School of Education Master's Program, Okayama University

² 静岡大学大学院教育学研究科

²Graduate School of Education, Shizuoka University

³ 聖心女子大学文学部

³Faculty of Liberal Arts, University of the Sacred Heart

⁴ 北陸先端科学技術大学院大学

⁴Japan Advanced Institute of Science and Technology

Abstract: In this study, we have built a system called "FIMA-Light" which uncovers knowledge that teachers must have applied in their lesson plans from global to local viewpoints. FIMA-Light makes use of the OMNIBUS ontology which describes various instructional knowledge for attaining educational goals extracted from instructional/learning theories and practices. And, FIMA-Light automatically generates what we call I_L event decomposition trees by interpreting a given lesson plan based on the OMNIBUS ontology. In this paper, we report on practical use of FIMA-Light in a lecture in Teaching Profession Graduate School in order to investigate changes in teachers' awareness of teaching strategies brought about by providing them with I_L event decomposition trees.

1 はじめに

様々な分野で行われる設計は、しばしば全体として求められる機能（要求や目的）を達成するために、必要なより詳細な部分的な機能に分解していくことで行われる[1]。設計者は、分解されたそれぞれの機能をどのような方法で達成していくかを決定していくことで全体としての設計を行っていくことになる。このような機能を達成するための知識は、多くの分野で暗黙的で明示されておらず、また、対象の領域に依存していることが多く、知識の共有や再利用が十分に行われていなかった。この問題を解決するために、様々な設計分野で知識の一般的かつ一貫性を持った記述が行われてきた[2, 3, 4]。設計を支援するために、これらの知識記述をどのように活用するかについては、それぞれの設計分野の特徴に依存する。例えば、求められる機能（要求や目的）が明確で、実現された機能の結果の評価も容易である分野では、このような知識を記述し共有することだけでも高い効果が期待できる。これは、機能とその評価が明確であれば、その分野に存在する

機能を達成するためのそれぞれの知識を明確に記述することが可能であり、それぞれの知識の特性として達成できる機能の質や副作用についての記述も容易となるためである。このため、設計を支援するためには、全体や部分的な機能を達成するために適用可能な知識とその特性を示すだけでも、設計者の判断を支援することが可能となる。しかし、求められる機能が明確ではなく、達成した機能の評価も困難である分野では、それぞれの分野の特性を踏まえた設計支援を検討することが必要となる。

我々は、これまで教育・学習の分野の設計である授業設計の支援を行なうことを目的に研究をすすめてきた。本稿では、授業設計の特性を考慮した設計支援を目的に、これまで開発してきた授業構造を自動的に構成するシステム FIMA-Light を教職大学院にて活用した結果について報告する。

2 授業設計の特性と本研究の目的

授業設計には以下の4つの特性があると考えている。

① 求められる機能（教育目標）が明確ではない

- ② 達成された結果についての評価が難しい
- ③ 教育目標を達成するための戦略についての知識に対する設計者（教師）の認識が低い
- ④ 授業で適用すべき戦略が予め決められていることがある

①については、対象となる学習者が1人ではないことと、教育目標が学習者の内部状態の変化であることから、具体的で明確な教育目標を設定することが難しいためである。この点は②の特性にも関係している。例えば、ある教科のある知識を理解することが教育目標だとした場合、知識を記憶すればいいのか、ある問題解決に適用できればいいのか、別の文脈での応用問題に適用できなければいけないなどの曖昧さが生じる。また、これらが達成できたかどうかを対象のすべての学習者について評価することも困難となる。③については、これまで構築されてきた理論や実践で積み上げられてきた教育目標を達成するための様々な戦略は、そのまま適用しても常に目標を達成できるとは限らない[5]ことに起因すると考えられる。そのため、これまでの授業設計ではこれらの知識は重視されてこなかった。④については、学習とはどうあるべきかという学習観が学習の対象領域や時代によって異なるために生じる特性である。例えば、日本の初等中等教育では1980年代以前は詰め込み教育として知識を暗記させることが重視されていたが、その後方針が変わり、自ら考え判断し表現するなど主体的に学ぶことが重視されるようになってきている。このような方針転換から、現在の初等中等教育では教育目標を達成する方法として言語活動を多く含めるように指示されている[6]。つまり、授業によっては求められる学習観に対応する戦略を組み込むことが前提となる場合があり得る。この④の特性は他の設計分野でも考えられるが、授業設計では他の特性と合わさることで独特の様々な問題を生じさせる。例えば、適用すべき戦略への教師の意識が強すぎると、①②の特性によって教育目標とその達成についての意識が小さくなりやすく、授業全体が教育目標達成のための構造になっていないことが起こり得る。また、③の特性により戦略についての知識が明確でないため、求められる学習観に対応する戦略を授業に組み込めていないことも起こり得る。これらの特性と問題を踏まえ、授業設計では以下の観点から教師を支援することが求められる。

- A) 教育目標を達成するための戦略についての知識の組織化
- B) 教師が設計した授業に含まれる対象知識と構造の外化
- C) 教師が目指す学習観に基づく授業評価
- D) 授業の教育目標達成のための授業構造評価

我々はこれまで、A), B)の観点から教師支援を行って

きた[4][7]。A)については、教授・学習理論や実践で積み上げられる知識を包括的に整理できる共通基盤として、OMNIBUS オントロジーが構築されてきた。またB)については、このOMNIBUS オントロジーに基づいて授業の展開を記述する枠組みとしてI_Levent 分解木（本稿では授業展開シナリオモデルと呼ぶ）が提案されている。さらに、これらの成果を基盤とし、授業設計の特性③によって教師自身が授業の構造を外化するのが困難であることを踏まえ、授業の表層的な情報から自動的に授業の構造を生成するシステム FIMA-Light を開発してきた。これまで、FIMA-Light が自動生成する授業展開シナリオモデルを教師に提示することによって、教師の深い内省を促すことで、教師の授業設計を支援してきた。本稿では、これまでの A), B)の観点に加えC), D)の観点からのFIMA-Light による授業設計支援の効果について議論していく。

本稿では、教師グループによる授業設計とその改善プロセスでのFIMA-Light の活用を通して、C), D)の観点を中心に FIMA-Light の有効性について調査した結果について報告する。

3 FIMA-Light の概要

3.1 授業展開シナリオモデル

OMNIBUS オントロジーにおける基本的なモデル化の枠組みを図1に示す。まず、OMNIBUS オントロジーでは、教授・学習プロセスの1場面を教授行為、学習行為、学習者の状態変化という3つの要素を組み合わせたI_Levent として定義している。このI_Levent は、学習者がどんな状態に到達するか(what)を表す。そしてその状態をどのように達成するか(how)については、より粒度の小さいI_Levent の系列との分解関係で記述する。この分解関係をOMNIBUS オントロジーでは「方式」と呼んでいる。OMNIBUS オントロジーには現在11の教授・学習理論から100の「方式」と実践授業から20の「方式」が抽出・記述されている。このような「方式」は、図1に示すようにMicro-I_Levents の1つのノードの学習者の状態変化の概念をキーにし

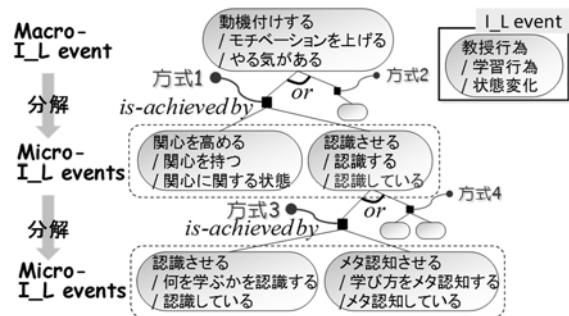


図1 OMNIBUS オントロジーにおけるモデル化

て別の方式の Macro-I_Levent と接続することで、さらに下位に分解することができる。この枠組みでは、授業の流れを I_Levent 分解木（以下、授業展開シナリオモデルと呼ぶ）として階層構造で記述することができる。この授業展開シナリオモデルでは、授業全体の教育目標である学習者の達成すべき状態変化を表す I_Levent をルートとして、それを達成するための複数の方式を接続してより具体的な戦略に分解される。

3.2 FIMA-Light の目的と機能

FIMA-Light は、教師が設計し慣れている学習指導案と同程度の記述から自動的に授業展開シナリオモデルを生成する。具体的には、設計された授業の展開をいくつかの場面（本稿では以下、「Step」と呼ぶ）に分割し、この Step ごとに 1 種類の教授活動概念と 2 種類の学習活動概念（表層的学習活動概念（例：「話し合う」「話を聞く」）と深層的学習活動概念（例：「目標を知る」「興味を持つ」）の項目を選択・入力することで、その授業に関連する授業展開シナリオモデルを生成する。実際に FIMA-Light が生成した授業展開シナリオモデルの例を図 2 に示す。ここで、FIMA-Light の目的は、設計された授業についての正確な授業展開シナリオモデルを生成することではない。授業を設計した教師に、授業展開シナリオモデルを提示することによって、通常意識していない大局的・局所的な戦略についての内省を促し、教師自身による授業改善のきっかけを与えることである。つまり、FIMA-Light が生成する授業展開シナリオモデルに求められるのは、正確さではなく他者による別の意見のように教師の内省を促すような設計授業に関連した情報の提供である。しかし、本稿で新たに議論する C), D) の観点から教師を支援するためには、生成される授業展開シナリオモデルの大まかな構造により強い関連性が求められる。

4 FIMA-Light の実践活用と評価

4.1 実践活用の目的

本稿では、FIMA-Light の B), C), D) の観点からの支援の有効性を評価するために、著者の 1 人が所属する教職大学院の講義にて活用した結果について報告する。FIMA-Light の実践活用を通じた評価の目的は以下の 3 点について検証することであった。

- ・FIMA-Light が生成する授業展開シナリオモデルは、教師による深層的な内省を促し、授業改善のきっかけとなる。
- ・FIMA-Light が生成する授業展開シナリオモデルの大まかな構造は、設計された授業の内容を反映している。
- ・FIMA-Light が生成する授業展開シナリオモデルは、教育目標の達成と目指す学習観の両方を実現する授業

への改善に効果がある。

授業展開シナリオモデルの活用方法は、授業設計者に授業展開シナリオモデルの構造について説明した上で、生成された授業展開シナリオモデルを提示するだけとした。教師らは授業展開シナリオモデルに十分には慣れていなかったこともあり、より深い理解と内省を期待するために、教師グループによる議論を通じた授業設計と授業改善に FIMA-Light を活用した。

C), D) の観点からの支援については、授業設計する教師が明確な学習観を授業に組み込むことを目指している必要がある。よって、21 世紀型スキルの育成を意識したジグソー法[8]を組み込んだ授業の設計を目的とした教職大学院の講義を実践の対象とした。

4.2 ジグソー法の概要

本節では、ジグソー法の概要について説明する。ジグソー法は協調学習をより効果的に実現するための戦略の 1 つである。効果的な協調学習を引き起こすためには、学習者が他人の意見を聞き、他人に自分の意見を説明する活動を通して、異なる見方を組み合わせる対象について学べる環境が重要になる。すべての学習者がこのような環境を得るための方法の 1 つが、それぞれの学習者に独自の役割を与え、積極的に意見を出さなければいけない状況を作り出すことである。ジグソー法はこの考えに基づいている。基本的なジグソー法の流れは以下の通りである。

- ① 解決させたい「課題」を設定し、解決するために必要な観点を 3,4 つほど用意する。
- ② 学習者を観点ごとにグループ分けし、それぞれについてグループで学習し、他人に説明できるように準備させる（エキスパート活動）。
- ③ 各観点から 1 人ずつを集めた新しいグループを作り、それぞれで学んだ結果について説明し合い、「課題」についてグループで考え、他人に説明できるように準備させる（ジグソー活動）。
- ④ グループごとに発表を行い、学習者全体で話し合いまとめる（クロストーク）。

4.3 実践活用の概要

実践活用した講義の受講生は 11 名だった。講義では、11 名の受講生を 4 つのグループに分け、それぞれのグループで共同してジグソー法を組み込んだ初等中等教育の授業を設計することが課題として与えられた。教職大学院には、現職教員と学部卒業後そのまま進学した学生（ストレートマスター）が混在している。11 人のうち 4 人が現職教員であり、すべてのグループに現職教員が含まれるようにした。実践の流れは以下の通りである。

- 1) グループの 1 人が学習指導案を作成。

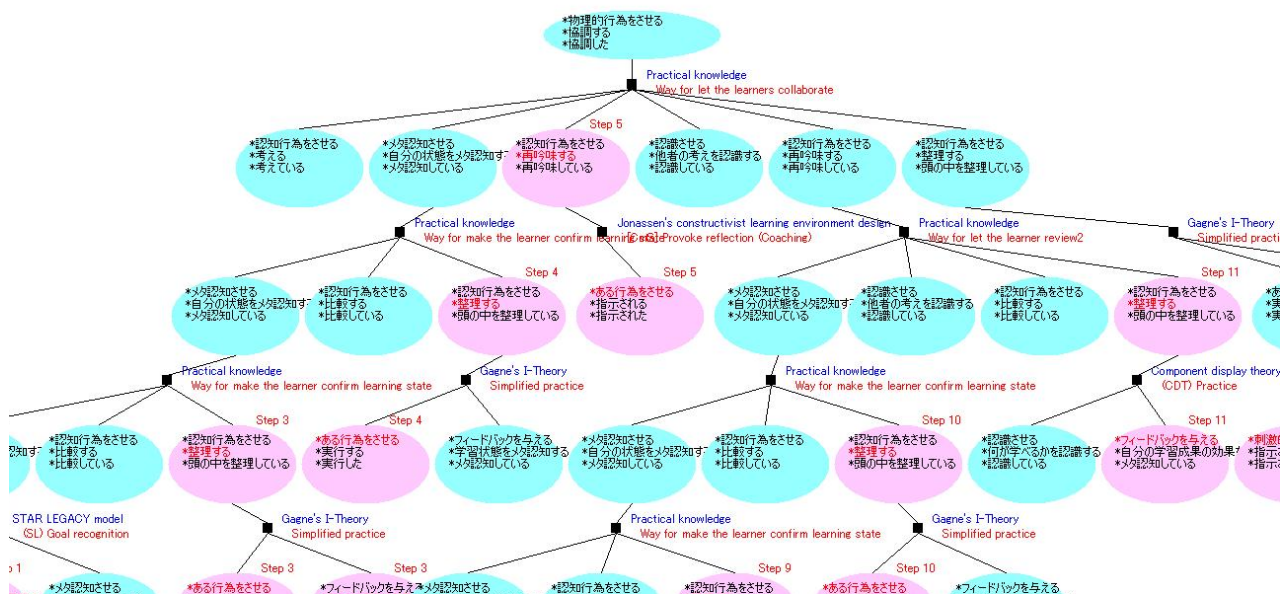


図2 生成された授業展開シナリオモデルの例 (一部)

- 2) グループの1人が学習指導案を作成。
- 3) グループによる授業修正。
 - (ア) グループによる授業修正のための議論の内容についてインタビュー。
- 4) FIMA-Lightによって生成された授業展開シナリオモデルを基に、グループによる授業修正。
 - (ア) グループによる授業修正のための議論の内容についてインタビュー。
- 5) 2), 3)の授業修正の違いについてインタビュー。

本実践活用の評価として、2)(ア)と3)(ア)の比較・分析、FIMA-Lightが生成した授業展開シナリオモデルの分析、3)での修正前後の授業の比較・分析、4)の結果を含めた全体を通じた考察を行った。

4.4 実践活用の結果と分析

4.4.1 生成されたシナリオモデルの構造分析

4つのグループで設計された授業の対象教科は、それぞれ理科、社会、数学、国語と異なっていた。しかし、教育目標達成のための大局的な戦略としてジグソー法を適用することは共通であり、授業展開シナリオ

表1 生成された授業展開シナリオモデルの構造評価

		知識・スキルの発達	課題を 実行する	協調する
G1	修正前	×	○	○
	修正後	×	○	○
G2	修正前	×	×	○
	修正後	×	○	○
G3	修正前	○	×	×
	修正後	×	○	○
G4	修正前	○	○	×
	修正後	○	○	×

モデルは対象領域に非依存であるため、その大まかな構造として共通する適切な構造が存在することになる。FIMA-Lightの現バージョンではジグソー法から方式を抽出していないため、ジグソー法を組み込んだ授業の理想的な授業展開シナリオモデルを構成することはできなかった。しかし、講義を担当した指導者と検討の上、ジグソー法を組み込んだ授業の授業展開シナリオモデルには、以下の3つの条件を満たしていることが重要だと考えた。

- ルートノード(授業全体の目標)の状態変化が「知識・スキルの発達」であること
- 学習行為が「課題を実行する」であるノードが含まれていること
- 学習行為が「協調する」であるノードが含まれていること

つまり、ジグソー法を組み込んだ授業の大まかな構造を、「知識・スキルの発達」を達成するために、課題を設定し学習者同士で協調させながら解決させる、として解釈した。それぞれの条件を満たす方式は複数存在するため、3つの条件をすべて満たすシナリオモデルの構造も10パターン以上存在することになる。FIMA-Lightが生成した授業展開シナリオモデルがこれら3つの条件を満たしていたかについて、また、FIMA-Lightのその判断は実際の学習指導案の内容を適切に反映しているかについて、講義を担当した指導者と分析と考察を行った。FIMA-Lightが、授業修正前後の学習指導案に対して生成した授業展開シナリオモデルについて、3つの条件を確認した結果を表1に示す。

まず、グループ1(G1)の修正前の結果について、

FIMA-Light の推論メカニズムを踏まえ、なぜこのような判断に至ったかについて分析する。FIMA-Light は G1 の修正前の授業について、「課題を実行する」を学習行為とするノードをルートとし、その目標を達成する方式の一部に「協調する」を学習行為とするノードを含む授業展開シナリオモデルを生成した。条件のすべてを満たす構造が複数存在するため、「知識・スキルの発達」がルートノードにならなかった原因は複数考えられるが、ジグソー法での課題の認識とは別に教育目標を認識させる教授・学習活動が存在しなかったことが重要な原因となっていた。この判断について、実際の G1 の修正前の学習指導案の内容を分析する。G1 の授業の教育目標は「根拠を明確にして天気の変化を予測することができる」、ジグソー法の課題は「当たる天気予報のコツは何か？」であり、ほぼ同じ内容であった。そのため、学習指導案の中では課題を認識させる活動に暗に教育目標を認識させる意図が含まれていたと考えられる。

グループ 2(G2)の修正前の授業について、FIMA-Light は「協調する」を学習行為とするノードをルートとする授業展開シナリオモデルを生成した。FIMA-Light がこのように判断した主な原因は、G1 と同じ原因と授業展開の最後に、結果として何が分かったかについてまとめるような活動がなかったことが原因となっていた。この判断について、実際の G2 の修正前の学習指導案の内容を分析すると、教育目標と課題については G1 と同様に教師は暗に両方を意図していると考えられる活動が含まれていた。また、授業展開の最後については学習の流れを振り返り活動の感想を記述させる活動はあったが、何が分かったかについてまとめる活動はなかった。このことから、FIMA-Light の判断と同様に G2 の授業は教育目標(「どのような雇用形態が望ましいかを、今日の雇用問題を理解した上で主体的に考えることができる」)を達成する構造になっていないと評価した。

グループ 3(G3)の修正前の授業について、FIMA-Light は「知識・スキルの発達」をルートとする授業展開シナリオモデルを生成したが、その達成方法として「課題を実行する」や「協調する」ノードは含まれていなかった。FIMA-Light がこのように判断した主な原因は、「話し合う」や「発表する」といった活動はあったものの、その前後に教育目標や課題について認識する活動や、学習を振り返ったり結果をまとめたりする活動がなかったため、「協調する」や「課題を実行する」といった戦略に関連付けられなかったと考えられる。実際の学習指導案を見ても、授業の最初にジグソー法の説明があり、何の説明もないままエキスパート活動に入るなど、教育目標を達成するためにジグソー法を適用する授業展開にはなっていなかった。

表 2 教師グループによる修正議論の内容

		①	②	③	④
G1	システム無	0	2	1	0
	システム有	3	0	0	0
G2	システム無	1	1	4	1
	システム有	3	0	0	0
G3	システム無	0	3	1	1
	システム有	4	2	0	0
G4	システム無	0	3	2	1
	システム有	1	0	0	0
平均	システム無	0.25	2.25	2.00	0.75
	システム有	2.75	0.50	0.00	0.00
①教育目標達成のための戦略について					
②教師や学習者の具体的な振る舞いについて					
③教材の内容について					
④ジグソー法の形式について					

グループ 4(G4)の修正前の授業について、FIMA-Light は「知識・スキルの発達」をルートノードとし、その状態を達成するための方式の一部に「課題を実行する」をノードとして含む授業展開シナリオモデルを生成した。FIMA-Light が「協調する」を含む方式を抽出しなかった原因は、現バージョンの方式にジグソー法を適切に表現できる方式がないことだと考えられる。G4 の授業展開シナリオモデルには「協調する」を含む方式は抽出されなかったが、別の方式の組み合わせで「協調する」方式とほぼ同じ構造が表現できていた。実際の学習指導案を見ても、他のグループで指摘された問題は確認できず、教育目標を達成するためにジグソー法を適用した授業展開になっていた。

これらの分析と考察を踏まえ、FIMA-Light の生成した授業展開シナリオモデルは、教師の暗黙的な意図を推論できてはいない部分もあるが、学習指導案で明記された内容を反映した構造になっていると判断できる。学習指導案の記述からこのような授業構造の問題を抽出することは、人間の指導者でも可能だと考えられるが、その問題を明確に教師らに示すことは難しい。FIMA-Light によって、自動的に授業構造を推論し明確な形式で外化できることは、教師支援として意義深いと考えている。本稿での目的である C)、D)の観点からの教師支援として、教師に必要な内省を促すことが期待できる情報を授業展開シナリオモデルが有していることが確認できた。

4.4.2 シナリオモデル提示による効果

本実践では、授業を平均で 10.3 Step に分割して FIMA-Light に入力した。その結果生成された授業展開シナリオモデルには、平均で 10.0 Step (98%)に対応すると FIMA-Light が判断した方式が含まれていた。また、授業展開シナリオモデルについての教師グループへのインタビューでも、すべてのグループで「ほとんどのノードが授業と関連していると感じた」というコメントを得ており、FIMA-Light は教師の内省を促すための十分な情報を有していたと考えられる。

授業展開シナリオモデル提示の効果进行调查するため

に、シナリオモデルを提示する前と、した後の授業修正を目的とした教師グループの議論内容を分析した結果を表2に示す。修正議論の内容を6つに分類してそれぞれの回数を調査した結果、シナリオモデルを提示せず従来どおり学習指導案を使って教師同士で議論した場合、そのほとんど(81%)が教師や学習者の発言内容などの具体的な振る舞いと教材内容についてであり、大局的・局所的な教育目標をいかに達成するかについての戦略は議論の対象になりにくいことが確認できた。一方で、授業展開シナリオモデルを提示した場合は、表2に示されるように議論の内容はほとんど(85%)が、教育目標を達成するための戦略に関わる内容になることが確認できた。授業展開シナリオモデルの構成が、この戦略である方式に基づいているため当然の結果とも言えるが、インタビューの結果、「シナリオモデルを使うと授業全体について考えることができる」「中間層のノードの抽象的な表現に考えさせられた」というようなコメントが得られたことから、シナリオモデルの提示によって教師らのより深い内省が促されたと考えられる。

表2で示した議論を通して修正された学習指導案について考察する。教育目標を達成するためにジグソー法を適用した構造になったかについては、表1で示したように一部ではあるが改善が見られた。一部でしか改善されなかった原因については、インタビューの結果から推測することができる。多くの教師から、提示されたシナリオモデルから「どのように修正すればより良くなるかが分からなかった」というコメントが見られた。このことから、ジグソー法について表層的には理解していても、それぞれの活動で何を達成すればよいかなど、シナリオモデルの中でどのような中間層のノード(局所的な目標)がなければいけないかを理解していなかったことが原因としてあげられる。また、シナリオモデルの表現に十分に慣れていなかったことも原因の一つと考えられる。本実験では、教師グループで議論をさせることで、これらの課題を解決して効果が得られると考えていたが、より丁寧な支援が必要であることが分かった。

5 おわりに

本稿では、学習指導案と同程度の記述から自動的に教師の深層的な意図を推論し、授業展開シナリオモデルとして外化するシステムFIMA-Lightを、教職大学院の講義に活用した結果について報告した。今回新たに設定した実践活用の目的は、教育目標の達成と教師の持つ学習観の両方を達成する授業構造の実現の支援として、FIMA-Light活用が有効であるかを評価することだった。

FIMA-Lightの生成する授業展開シナリオモデルは、

この目的を達成するために必要な教師の深い内省を促すことが期待できる情報を有していることが確認できた。しかし、教師らが目指す学習観に対応する戦略についての理解が十分ではない、または、シナリオモデルでどのような中間ノード(局所的な目標)があるべきかの判断ができないために、必要な情報を有していても授業展開シナリオモデルを提示するだけでは効果が十分には得られなかった。

今回の結果を踏まえ、今後の展開としては、ジグソー法を表現するために必要な方式を抽出し基盤とすることと、支援する教師に生成した授業展開シナリオモデルだけではなく、適切な構造との差異を示すか差異から有効なフィードバックを生成して示すなど、より丁寧な支援を検討したい。

謝辞

本研究の一部は日本学術振興会科学研究費 基盤研究(B)25282057の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 梅田靖, 富山哲男, 吉川弘之: 機能設計支援のためのFBSモデリングの提案, 精密工学会誌, Vol.63, No.6, pp.795-800, (1997)
- [2] Chandrasekaran, B., Goel, A. K., and Iwasaki, Y.: Functional Representationas Design Rationale, Computer, Vol. 26, No. 1, pp. 48-56, (1993)
- [3] 來村 徳信, 溝口理一郎: オントロジー工学に基づく機能的知識体系化の枠組み, 人工知能学会誌, Vol.17, No.1, pp.61-72, (2002)
- [4] 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, (2007)
- [5] 西之園晴夫: 教育学大全集30「授業の過程」, 第一法規, (1981)
- [6] 文部科学省: 新学習指導要領, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/index.htm, (2011)
- [7] 笠井俊信, 益川弘如, 永野和男, 溝口理一郎: 教師の授業設計意図の自動解釈に基づく授業設計支援: システム活用による授業改善・実践を通じた有効性評価, 人工知能学会先進的学習科学と工学研究会, Vol.63, pp.11-16, (2011)
- [8] 大学発教育支援コンソーシアム推進機構: ジグソー法の仕組み, <http://coref.u-tokyo.ac.jp/archives/5515>, (2009)