

# 教授・学習理論に基づく教師の授業設計プロセス支援 Supports in Process for Designing Instruction based on Instructional/Learning Theories

笠井俊信\*<sup>1</sup>  
Toshinobu Kasai

永野和男\*<sup>2</sup>  
Kazuo Nagano

溝口理一郎\*<sup>3</sup>  
Riichiro Mizoguchi

\*<sup>1</sup> 岡山大学大学院  
Okayama University

\*<sup>2</sup> 聖心女子大学  
University of the Sacred Heart

\*<sup>3</sup> 大阪大学産業科学研究所  
I.S.I.R., Osaka University

In this study, we have developed a system called FIMA (Flexible Instructional Design Support Multi-Agent System) which supports teachers dynamically in designing instruction by facilitating their thinking in ways characteristic of expert teachers' thought processes: 1) multiple viewpoints thinking, 2) contextualized thinking and 3) problem framing and reframing strategy. We especially focus on instructional design that integrates the use of information and communication technology (ICT). In this paper, we show examples of concrete supports which FIMA prototype system we have built provides.

## 1. はじめに

教師の職能差によって生じる教育の格差問題は常に重要な課題である。この課題を解決する方法はいくつか考えられるが、成果が出るのに多くの時間がかからず、教師の職能成長を妨げる可能性が低い方法として、自身が主体性を持って行う授業設計の中で完成度の高い授業が設計できるような支援を多くの教師は望んでいる。教師間の職能差を埋めるために授業設計時にすべき支援を考えるためには、熟練教師の授業設計時の思考を分析することが重要である。佐藤らは、熟練教師と新人教師の他者の授業を分析する際の思考の違いを調査している[佐藤 1991]。この調査の中で、新人教師との比較を通じて明らかになった熟練教師の思考の特徴は、1) 多次元的思考、2) 文脈的思考、3) 思考の再構成、である。自身による授業設計時にも、設計した授業を客観的に分析することは重要であるため、本研究では、授業設計時に教師にこれら 3 つの思考を促すことを通してより良い授業が設計できるように支援する。

多次元的思考とは、教授に関する命題と学習に関する命題を別々にではなく関連付けて考えることである。教師の多次元的思考を促進させるためには、授業設計時に教授や学習に関わる様々な概念間の関係を意識させ、他の概念と互いに関係づけられた様々な授業支援の情報を必要に応じて教師に提供することが考えられる。文脈的思考とは、授業におけるあるタイミングでの事象を独立に捉えるのではなく、その前後の事象と関連付けて考えることである。教師の文脈的思考を促進させるためには、教育目標を達成させるための教授・学習活動の時間的流れを意識させることが重要である。さらに、教師は自身が設計した教授・学習活動の流れが妥当であることを確認できるような支援を望んでいると考えられる。思考の再構成とは、特定の理論や考えに必ずしも固執することなく、状況に応じて柔軟に思考が変化していくことである。一方、熟練教師も含めた多くの教師による授業設計は、[Gagne 2008]に代表される一般的な授業設計プロセスモデルがそうであるように、トップダウンに直線的に行われることが多く、授業設計時に教師の思考の再構成の促進を支援することは重要である。その方法としては、授業設計の進行に応じて教育目標の再設定を促すなど柔軟な授業設計プロセス制御を行うことが考えられる。

これらの思考は、近年急速に進んでいる学校教育の情報化によってより困難さが増し、その支援はさらに重要な意味を持つ。授業で ICT (Information and Communication Technology) を活用する際、熟練教師でさえ不慣れた情報機器やデジタル教材の活用に意識が集中し、多次元的・文脈的に考えることが困難になるからであり、情報教育のような実践力育成では、具体的な学習活動や教材・教具によって必要となる実践力が変化するため、授業設計の過程で柔軟に教育目標を変化させることが求められるからである。情報教育を行う教師を支援するためには、教師間で正確に共有することが困難であった教育目標概念を明確にすることが重要である。また、授業での適切な ICT 活用を支援するためには、活用する情報機器やデジタル教材が授業の中でどのように活かされているかを明確にさせることが重要である。これらを明確にした上で、教師の 3 つの思考の促進を支援することが求められる。

これらの考察から、本研究は 2 つの枠組みによって教師の授業設計を支援する。1 つは、教育目標をキーに様々な支援情報を互いに関連づけて教師に提供する枠組みである。この枠組みについては、情報教育目標オントロジーを構築し基盤とすることで、すでに一定の成果を挙げている[Kasai 2006, 2007]。もう 1 つは、教師による授業設計プロセスを動的に支援する枠組みである。3 つの思考の促進をそれぞれ独立してではなく同時に支援するためには、教師による授業設計プロセスを動的に支援する必要がある。授業の一部の修正が、多次元的・文脈的思考によって授業全体の再構成の必要性につながるためである。そこで本研究では、教師による授業設計を多次元的・文脈的に様々な観点から同時に動的に支援することを考慮し、以下の特徴を有する Multi-Agent Architecture による FIMA (Flexible Instructional Design Support Multi-Agent System) を提案する。

- 授業の自動設計ではなく、教師自身による授業設計を動的に支援
- 教師の多次元的・文脈的思考の促進を支援
- 柔軟な授業設計プロセスの促進を支援
- [Kasai 2006, 2007]の枠組みによる教師の状況に応じた支援情報の提供
- 情報教育目標オントロジーを基盤とした支援情報の提供
- 教師に授業での ICT 活用の目的や理由を明記させ、教師の適切な ICT 活用促進を支援[Kasai 2009]
- OMNIBUS オントロジー[Mizoguchi 2007]を基盤とした、教授学習理論に基づく教授・学習活動の流れの妥当性確認支援[Kasai 2009]

笠井俊信, 岡山大学大学院教育学研究科, 〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1, 086-251-7643, kasai@cc.okayama-u.ac.jp

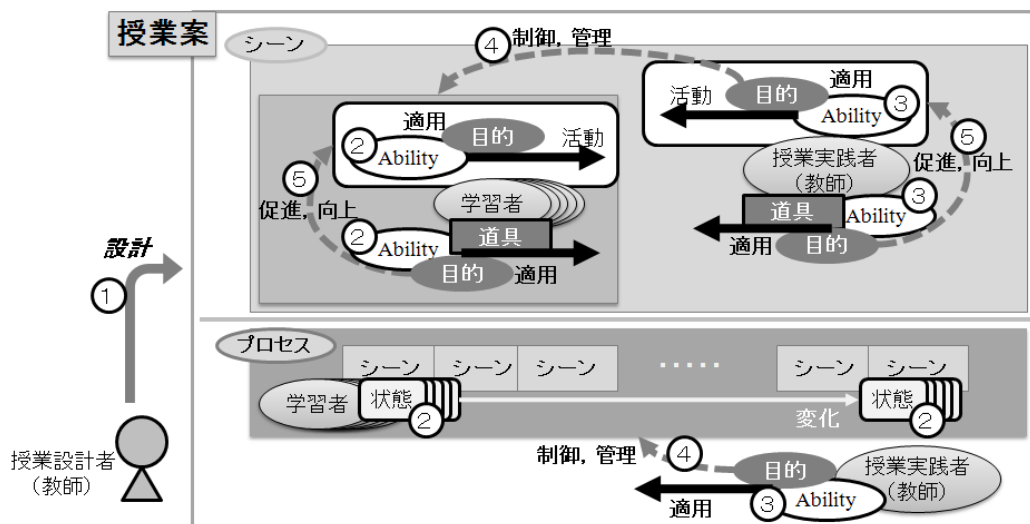


図1 授業案設計の概念構造と授業設計者を支援する観点

本稿では、この基本方針に基づいて開発した FIMA のプロトタイプシステムについて、その構成と具体的な支援機能について詳述する。

## 2. FIMA の構成と機能

### 2.1 必要な Agent 構成とそれぞれの Agent の役割

ここでは、図1に示すように授業設計者が設計する授業案の概念構造について整理し、前章で述べた本研究の目的を達成させるために求められる支援をより具体的に示す。さらに、これらの支援を実現させるために必要な FIMA の Agent 構成とそれぞれの Agent の役割を明確にする。

まず設計される授業案の概念は、授業のある時間における教授・学習活動を抽出した「シーン」と、「シーン」が連なった時間の幅が存在する「プロセス」に分けて考えることができる。「シーン」は学習者の活動と授業実践者の活動で構成されている。学習者は、それぞれの「シーン」で何らかの目的に対して必要な能力を適用した活動を行っていると同様である。授業実践者も同様に、それぞれの「シーン」で何らかの目的に対して必要な能力を適用した活動を行っている。しかし、この教授活動と学習活動は無関係ではなく、教授活動の目的は学習者の活動を制御・管理することである必要がある。この概念間の関係は、前章で述べた多次元の思考が求められる1例である。また、学習者、授業実践者ともに教材・教具などの道具を活用することが考えられ、それぞれその道具を活用するための能力が別に必要となる。この道具の活用も本来の教授・学習活動と無関係ではなく、道具を活用する目的は本来の活動を促進・向上させることである必要がある。この関係も多次元の思考が求められる例である。このような概念構造の「シーン」が連なって構成される「プロセス」では、時間の幅が存在するため学習者の様々な状態が変化することが想定される。授業における教育目標はこの状態変化に含まれる。授業実践者は、「シーン」と同様に何らかの目的に対して必要な能力を適用したメタレベルの活動を行う。この活動の目的は、目標となる学習者の状態変化を達成させるための制御・管理である必要がある。また、この状態変化は組み込まれた「シーン」列によって生じるため、どのような「シーン」をどのように連ねるかを考慮することも重要な目的となる。これらに関係づけるには、多次元の思考と文脈的思考が求められる。

FIMA では、授業設計者が授業設計時に考慮すべき観点ごとに Agent を用意し、各 Agent にはそれぞれの観点から授業設

計者を支援する機能を持たせる。図1に基づいて、FIMA の Agent 構成とそれぞれの Agent の役割を明確にする。まず、図中②で示される学習者の能力と状態の観点から支援するのが SM Agent である。SM Agent は、設計される授業の教育目標に関わる支援であり、体系化された教育目標・内容の概念構造と学習者のこれまでの学習履歴に基づいて授業設計者を支援する。図中③で示される授業実践者の能力の観点から支援するのが TM Agent である。TM Agent は、ICT 活用指導力など教師に求められる力量を体系化した概念構造と、授業設計者の自己評価に基づく現在の力量に基づいて授業設計者を支援する。次に、図中④で示されるように「シーン」「プロセス」における概念間の関係の観点から支援するのが LL Agent である。LL Agent は、「シーン」では教授活動と学習活動の関係の観点から授業設計者を支援し、「プロセス」では学習者の教育目標とその目標を達成させるための「シーン」列との関係の観点から授業設計者を支援する。また、本研究では学校教育の情報化への対応を重視していることから、学習者と授業実践者による道具としての ICT の適切な活用の支援も重要である。そこで本研究では、図中⑤で示されるように道具である ICT の活用と教授・学習活動との関係の観点から支援する ICT Agent を用意した。ここまで述べた 4 つの Agent の機能は、設計後の授業案に対しても可能な支援であるため、本研究の特徴の1つである授業設計を動的に支援することを目的とした ID Agent を用意する(図中①)。ID Agent は、授業設計者が授業案を設計して行くプロセスの中で、授業設計者の多次元の思考と文脈的思考を促すように支援する。さらに、思考の再構成を促すように柔軟に授業設計プロセスを制御する。FIMA では、このように授業設計時に考慮すべき観点ごとに用意された Agent 群と Agent 間インタラクションによって、授業設計者である教師自身による主体的な授業設計時の様々な要求に対して動的に支援することができる。

### 2.2 FIMA による 3 種類の支援機能

FIMA は教師による授業設計を動的に支援するために、以下の3種類の支援機能を有する。

- 思考促し支援
- アドバイス提供支援
- 診断支援

「思考促し支援」は、教師が主体的に授業設計していく間、それまでに設計された内容とその時点で着目している観点に応じて、その時点でどの観点について何を考慮すべきかのメッセー

ジを動的に提示し、上述した3つの思考を促すように授業設計プロセスを制御する支援である。この支援機能は、ID Agent が支援の入り口となり必要に応じて他の Agent とインタラクションすることで実現される。

「アドバイス提供支援」は、教師が授業設計時に FIMA に対してアドバイスを求めた時に提供される。教師は授業設計時いつでも FIMA にアドバイスを求めることができ、そのためにアドバイスの前提としたい項目と必要なアドバイスの観点を指定する。ここで指定できるアドバイスの観点は、「教授・学習活動」「学習者の能力」「教師の力量」「授業での ICT 活用」「全体」であり、前提とできる項目はその時点までに授業案の中に記述されている具体的な教育目標、活用する情報機器、教授・学習活動(「シーン」)である。例えば、ある教育目標 G を前提とし、この目標を達成するための教授・学習活動の観点からのアドバイス、という形式で要求することができる。

「診断支援」は、教師が設計した授業全体もしくは一部の診断を希望した時に提供される。教師は FIMA に診断を希望する際、診断する観点を指定しさらに必要に応じて項目を指定し診断箇所を焦点化することができる。ここで設定できる観点と項目は「アドバイス提供支援」と同じである。例えば、教育目標 G についてこの目標を達成するために設計された教授・学習活動の観点からの診断、という形式で要求することができる。「アドバイス提供支援」と「診断支援」機能は、授業設計者である教師が指定した観点からの支援を担当する Agent が支援の入り口となり、必要に応じて他の Agent とインタラクションすることで実現される。

これらの支援を実現させるために、FIMA はオントロジーとして定義された様々な概念構造と、それらの概念に基づいて記述された知識を有している。具体的には、SM Agent は教育目標・内容の概念構造を体系化したオントロジーを、TM Agent は、教師に求められる力量概念を体系化したオントロジーを有している。そして、I\_L Agent と ICT Agent はこれらの概念と教授・学習活動や活用 ICT との適切な関係について記述された知識を有している。この関係記述のために、授業設計時に自由記述だけではなく教授・学習活動にはそれぞれの活動の本質を整理・分類した概念を、活用 ICT には教材の表現形式や活用理由などの概念を選択させる。ここで、教授・学習活動として選択させる概念は、OMNIBUS オントロジーで定義される活動概念に基づき、より教師が活用しやすい抽象度の活動概念となっており、これらの概念間の対応関係を記述することで、OMNIBUS オントロジーとの連携が可能となる。FIMA では OMNIBUS オントロジーを含む数種のオントロジーと、その概念構造に基づく知識記述によってこれらの支援機能を実現する。

### 3. FIMA による授業設計支援例

本章では、本論文の第1著者が中学校技術科の授業を設計する状況を想定し、FIMA を活用して授業を設計した際の FIMA による支援例とその際の Agent 群の振る舞いを示す。ここで、過去の学習者の学習履歴と教師としての力量の自己評価はランダムに設定した。FIMA を活用して授業設計をする間、図2に示すような Agent 可視化画面が提示され、その時点で設計されている授業案を評価・分析している Agent が User の絵の近くに表示されるように動的に移動する。そして、前述した3種類の支援はこの画面の中で要求することができる。

#### 3.1 思考促し支援の例

授業設計者が FIMA の授業設計画面上で授業設計を進めていくと、その内容は随時 ID Agent に送られる。追加された内容に応じて、多角的・文脈的思考の観点から支援を検討す

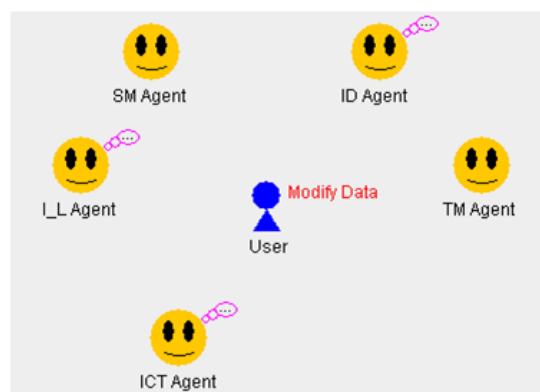


図2 Agent 可視化画面

べき Agent を選択し、設計中の授業案情報を転送する。そして各 Agent は、それぞれの支援観点からすべき思考促し支援が存在すれば、その時点でどの観点について何を考慮すべきかのメッセージを作成する。

図2に、授業設計者が授業の流れの1シーン(教授・学習活動)を追加した際の Agent 可視化画面を示す。ここで示されるように、いくつかの Agent の右上部に吹き出しが出現している。この吹き出しが、それぞれの Agent からの思考促し支援のメッセージがあることを示す。この例では、ID Agent はデジタルコンテンツを活用した教授・学習活動が追加されたことから、I\_L Agent と ICT Agent に情報を転送し、これらの Agent が思考促し支援のメッセージを作成している状態である。この吹き出しをクリックすることでその Agent からのメッセージを参照できる。実際に示された ICT Agent からのメッセージの1つは、追加されたシーンで授業実践者が活用するデジタルコンテンツの内容と、この時点までに設定された教育目標の概念間の関係が見つかることができないことから、教育目標の追加などの見直しやデジタルコンテンツ活用について再検討することを推奨することで、授業設計者に多角的思考を促す内容だった。ここで、この概念間の関係について ICT Agent 自身は分析する能力を有していないため、教育目標・内容の概念構造を持つ SM Agent に関心合わせることで必要な情報を得る。

このように、思考促し支援は ID Agent を入り口にし、必要に応じて Agent 間でインタラクションをしながら授業設計者の授業設計を動的に3つの思考を促す支援をする。

#### 3.2 アドバイス提供支援の例

FIMA では、教師の様々な状況からのニーズに対応するために、すべての Agent が支援の入り口になり得る柔軟なアドバイス提供を可能とする。例えば、学校教育の情報化への対応を迫られている状況で、インターネットに接続したコンピュータを児童に活用させることを前提に児童の学習履歴と教師自身の力量からどのような授業が可能であるか、というアドバイスを求めることも可能である。この場合教師は FIMA に、「インターネットに接続したコンピュータという児童が活用する機器」を前提として、アドバイスの観点を「全体」として要求する。この例では、教師が指定した観点が「全体」であり支援の入り口となる Agent が決定できないが、授業での ICT 活用が前提となることから ICT Agent が支援の入り口となる。ICT Agent は前提となる情報機器に関する学習者と教師の能力について SM Agent と TM Agent に情報提供を要求し、その結果得た情報に基づいてアドバイス内容を決定する。実際に提供されたアドバイスは、過去の学習履歴から「情報収集力」を経験させることを目標とした授業を推奨するが、その部分能力の「情報機器知識」についての理解が十分

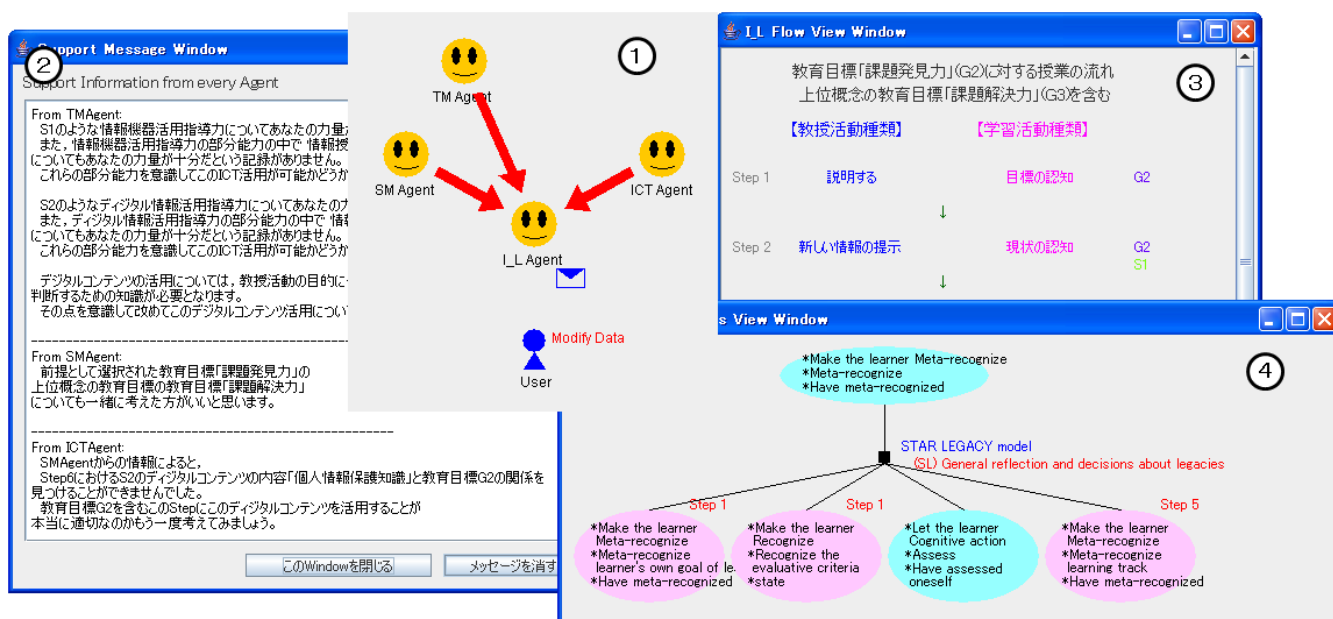


図3 教授・学習活動の観点からの診断支援の例

ではないことから、「情報機器知識」を意識させることに焦点を当てることを勧められた。また、このような情報教育を指導する教師の力量の中で「情報教育知識」が十分だという記録がないことから、その点を意識してこの授業の実施が可能かどうかを判断するように求められた。

### 3.3 診断支援の例

図3に、授業案の設計が終了したと授業設計者が判断した後、「課題発見力」を経験させるという教育目標を達成するために設計した教授・学習活動、の観点からの診断を FIMA に要求した時に提示された画面例を示す。この例では、図3中①に示されるように ILL Agent が支援の入り口となり ICT Agent, SM Agent, TM Agent とインタラクションすることで様々な診断結果と支援情報が提供されている。図3中②のウィンドウには、これら4つの Agent からのメッセージが示される。例えば TM Agent からのメッセージには、デジタルコンテンツを活用した教授活動が含まれていることから、そのために必要な教師の力量の中で、「情報表現知識」が十分だという記録がないことを示し、教授活動の目的に活用するデジタルコンテンツの表現技術がより適しているとの判断が必要となることから、この点を意識して改めてこのデジタルコンテンツの活用が適切かどうかを判断するように求めている。また、ILL Agent からは文脈的思考を促すために、図3中③に示されるように指定された教育目標を達成するための教授・学習活動の流れが提示される。さらに文脈的思考の妥当性の確認支援として、ここで提示される教師が選択した教授・学習活動概念を OMNIBUS オントロジーの活動概念に変換し、この流れに関連した教授・学習理論を抽出し提示する(図3中④)。この関連理論の抽出方法については本稿では詳述できないが、各シーンにおける教授・学習活動の関係と、その時間的流れを踏まえて最も関連すると判断した理論の組み合わせを抽出している。教師は、提示される教授・学習理論の概要と自身が設計した授業の流れとの共通点と差異を考慮しながら、文脈的思考を通してその妥当性について自ら確認することができる。

### 4. おわりに

本研究では、教師間の職能差による教育の質の格差を是正するために、熟練教師の授業設計時の思考を考慮し、1) 多次

元的思考、2) 文脈的思考、3) 思考の再構成、の思考を促すことでより良い授業の設計を支援することを目的とする。我々はこれまで、教師による授業設計プロセスを動的に支援するシステム FIMA を提案してきた。本稿では、開発したプロトタイプシステムによる具体的な教師支援の例と Agent 群の振る舞いについて紹介した。

FIMA の現状は、2.2 で述べた基盤となるオントロジーと知識記述が完全ではないため、その機能も限られている。具体的には、教育目標・内容の概念は小中学校理科と中学校技術の分野に限られ、教師に求められる力量概念は、情報教育と授業での ICT 活用に関する指導力に限られている。また、ILL Agent と ICT Agent が有する概念間関係の知識はそれぞれ 20 ほどであり、この関係記述に基づく支援も限られている。今後はこれらの記述範囲を広げ、本システムの有効性の評価を行っていく予定である。

### 参考文献

[佐藤 1991] 佐藤学, 岩川直樹, 秋田喜代美: 教師の実践的思考様式に関する研究(1): 熟練教師と初任教師のモニタリングの比較を中心に, 東京大学教育学部紀要, 第 30 巻, pp.177-198.

[Kasai 2006] Kasai T., Yamaguchi H., Nagano K., and Mizoguchi R.: Building an ontology of IT education goals, International Journal of Counting Engineering Education and Lifelong Learning, Vol. 16, No. 1/2, pp.1-17.

[Kasai 2007] Kasai T., Yamaguchi H., Nagano K., and Mizoguchi R.: A Semantic Web System for Supporting Teachers Using Ontology Alignment, International Journal of Metadata, Semantics and Ontologies, Vol. 2, No. 1, pp.35-44.

[Kasai 2009] Kasai T., Nagano K., and Mizoguchi R.: An Ontological Approach to Support Teachers in Designing Instruction Using ICT, Proceedings of ICCE2009, pp.11-18.

[Gagne 2008] Gagne, R.M. and Briggs, L.J.: Principles of Instructional Design, Holt, Rinehart and Winston, New York.

[Mizoguchi 2007] Mizoguchi, R., Hayashi, Y., and Bourdeau, J.: Inside Theory-Aware and Standards-Compliant Authoring System, Proceedings of SWEL'07, pp. 1-18.