

# オントロジーを基盤としたメタデータ記述による 課題解決力育成を目的とした学習指導案検索支援<sup>†</sup>

笠井 俊信\*・山口 晴久\*・永野 和男\*\*・溝口 理一郎\*\*\*  
岡山大学教育学部\*・聖心女子大学文学部\*\*・大阪大学産業科学研究所\*\*\*

平成 14 年度から初等中等教育で総合的な学習の時間が始まり、「生きる力」の育成を目的とした多くの授業が実践され、様々な教育支援 Web サイトの中でそれらの事例の学習指導案が公開されるようになってきている。しかし、このような Web サイトや公開されている学習指導案の数は増え続ける傾向にあり、さらにそれぞれの学習指導案の示す授業の本質を理解するにはその中身を詳細に読む必要があり手間がかかると考えられる。そのため、教師がこれらの Web サイトから必要な学習指導案を手に入れることは容易ではないのが現状である。そこで本研究では、オントロジーを基盤とした学習指導案のメタデータ記述によって、課題解決に関わる教育目標の観点から学習指導案を検索し、さらに学習指導案の概要を提示するシステムの開発を行ってきた。本稿ではそのシステムの概要とその有効性を示すために行った評価実験について報告する。

**キーワード：**総合的な学習の時間、情報教育、メタデータ、オントロジー、学習指導案

## 1. 研究の背景と目的

平成14年度からの学習指導要領では、「生きる力」の育成を主たる目標とした「総合的な学習の時間」が設置され、授業が実践されるようになった。さらに、平成15年度から高等学校普通教科「情報」が開始され、ここでも「情報活用の実践力」の育成が目標の1つの柱になっている。ここで求められている実践力とは、現実場面での課題に対してこれまでの学習や経験から得た知識や技術を統合して問題解決できる能力と考えることができ、自ら学び自ら考え解決できる実践的な能力を育成する総合的な学習の時間のねらいと共通する部分が多い（以下本稿では、この共通する能力を課題解決力と表記する）。

このように、新しい学力として課題解決力が重要視されている一方、総合的な学習の時間や情報教育において子どもたちにどのような能力を育成すべきかを現場の教師が必ずしも十分に理解していないことが指摘されている（石井・松田 2003）。特にここで取り上げる課題解決力は、実際の課題解決場面を想定して知識や技能を統合し、必要に応じて情報を収集・加工・発

信する総合的な解決能力を含んでおり、これまでの知識理解を中心とした教科の目標の枠組みとかなり異なる。また、新しい教科や領域であるにもかかわらず、目標の構造化とそれに対応する必要な教材の整備が遅れていること、教員研修において、それらの内容の理解に対して十分な時間がかけられていないことなどが、原因として指摘できる。

このような問題に対して、この領域を指導する教師の課題解決力に関する理解を促進するために、情報提供システムや学習支援システムの開発が求められている。実際に、2003年以後多くの機関が様々な支援情報（デジタルコンテンツ、学習指導案、Q&Aなど）を、インターネットを介して提供してきている（たとえば、岡山県情報教育センター 2003、情報ネットワーク教育活用研究協議会 2007、教育情報ナショナルセンター 2007）。しかし、これらの情報が課題解決力の目標構造などと関連付けられずにインターネット上に氾濫しつつある点、同じ内容の情報に対しても提供する機関によってその観点や形式が異なっている点から、情報は存在しても、教師が状況に応じて必要な情報を的確に検索することが困難であるという新しい問題が生じてきている。この問題に対して、（教育情報ナショナルセ

ンター 2007) では, LOM (Learning Object Metadata) を記述することで, より詳細な検索を可能にしようとしている. このメタデータ記述によって, LOMの項目に沿った様々な観点(例えば, 対象年齢や情報の種類)から検索することができる. しかし, このようなメタデータ記述で注意すべきことは, それぞれの項目に対する値(語彙とそれが意味する概念)が明確に定義・分類され, 利用者間で共有されていなければ正確な検索はできないことである. たとえば, 教育情報ナショナルセンターで提供されているLOMの例では, 「対象年齢」や学習指導要領に基づく内容については取り得る値が明確に定義・分類されており, これらの項目では的確な検索が期待できる. しかし, オブジェクトの内容を表す「概要」などでは値を明確に定義・分類することはできず, この項目では正確な検索は期待できない.

このような問題点を解決するため, 本論文では, 教育目標をメタデータとすることでネットワーク上の学習指導案を検索可能とする支援システムを提案する. その中で本研究では次の2つのことに焦点を当てる.

1) オントロジー理論に基づいて課題解決力育成に関わる教育目標の概念を整理・分類すること.

2) これらの教育目標概念に基づいたメタデータ記述を容易にすること.

以下, それぞれについて説明する. まず1)について, 筆者らは, このようにダイナミックな構造を持つ情報の相互検索可能な情報の記述に対し, 近年発展してきたオントロジー理論が適用できると考える. オントロジーでは, ある対象世界に関して存在する概念とそれらの間の関係を明示的に示し, これらに対して語彙から意味レベルの制約を含めて定義を与えることができる(溝口ほか 1999). オントロジーを構築することによって, 語彙だけでなく明確に定義された教育目標の概念を教師たちに提供することが可能となる. そこで本研究では, 課題解決力に関する教育目標概念を整理した2つのオントロジーを構築した.

2) は, オントロジーを基盤としたメタデータ記述における問題点への本研究の対応である. この問題点とは, メタデータを量的に拡大させていくことが実際上困難なことである. その原因として考えられることは, オントロジーの概念が抽象度の高い表現であるため, 専門家以外ではそれらの概念の本質を正確に理解した上で, 具体的な情報に対して適切にメタデータを記述することが困難なことである. このことは, オン

トロロジーを基盤としたメタデータ記述における本質的な課題の一つである.

ここで, 本論文で対象とする課題解決力育成の領域では, 筆者のひとりである永野らが別のグループで情報教育の目標構造や目標の意味を情報教育の目標リストの形でまとめており(火曜の会 2001), この成果を活用することでオントロジーを基盤としたメタデータ記述の難しさを解決できる可能性がある. 情報教育の目標リストは, 教師が学習者を評価するための観点を提供するものであり, オントロジー理論に基づいて整理されたものではない. しかし, 現場の教師にとって分かりやすい表現を採用しており, 多くの情報教育を支援するリソースに意味づけされるなど, オントロジーと同様の目的で広く利用されている. そこで, 本研究で構築するオントロジーとこの情報教育の目標リスト間の関係を記述することで, それぞれを基にしたメタデータ間の意味的統合を実現する. このことによって, 現場の教師たちが情報教育の目標リストに基づいて記述したメタデータを自動的にオントロジーに基づいたメタデータに変換することが可能となり, メタデータの量的な拡大が期待できる.

以下に本論文の構成を述べる. 2章では, 本研究で提案するオントロジーを基盤とした教師支援の全体構成について説明し, 本稿で述べる教師支援の位置づけを明らかにする. 3章では, 本稿での教師支援の基盤となるオントロジーで明確に記述された教育目標の観点からのメタデータ記述について述べる. 4章では, メタデータ記述に基づいた学習指導案検索支援システムの概要について述べ, 5章でその有効性を示すために行った評価実験について報告する.

## 2. オントロジーを基盤とした教師支援の全体構成

本章では, 我々が提案するオントロジーを基盤とした教師支援の全体構成について述べる(図1参照). この枠組みにおけるすべての支援の基盤となるのが, 教育目標を整理・分類したオントロジーである. 詳細は次章で述べるが, 我々は2つのオントロジーを構築してきた. 1つはデジタル化された情報の活用に限った, 狭い意味での情報教育の目標を整理・分類した情報教育目標オントロジーである(笠井ほか 2005). もう1つは, この情報教育の目標の基礎にあたる課題解決力育成の教育目標を整理・分析した基礎学力オントロジーである.

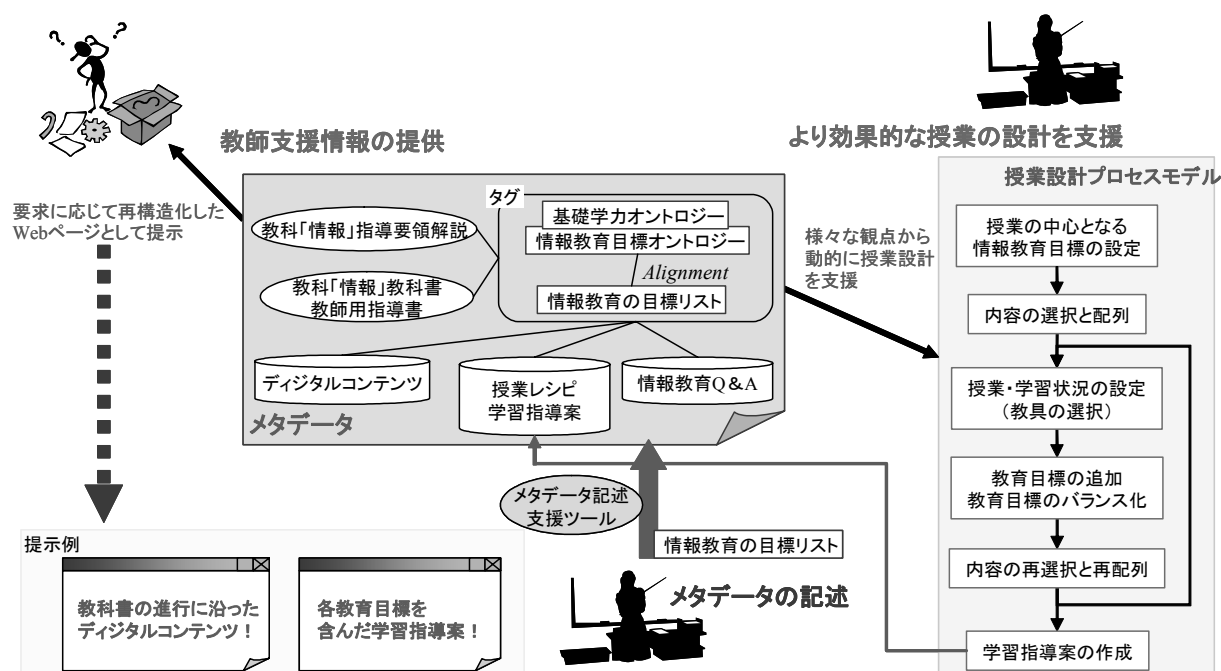


図1 オントロジーを基盤としたメタデータ記述に基づく教師支援の全体構成

これらのオントロジーの特徴は、教育目標以外の概念を含まないことであり、それぞれの教育目標の概念自体を誤解なく明確に教師に理解させるには適していると考えられる。しかし、目標概念だけでは具体的な記述ができないため、その表現は実践レベルとはかけ離れた抽象度が高いものとなり、現場の教師はある程度理解はできても、オントロジーを活用したメタデータの記述を行うことは困難であると考えられる。このオントロジーと逆の特徴を有しているのが情報教育の目標リストである。情報教育の目標リストは、現場の教師に分かりやすい実践レベルでの表現を目指し、学習活動の観点で表現されている。そのため、その表現は現場の教師にとって理解もしやすく、メタデータの記述に活用することも容易である。しかし、情報教育の目標リストには目標概念だけではなく、学習活動や学習環境など様々な概念が混在している。このため、教育目標を完全に分類できない、メタデータとして記述された複数の情報を関連付けさせることができない、などの問題が生じる(笠井ほか 2005)。これらのことを踏まえ、本研究ではオントロジーと情報教育の目標リストの連携を実現させることで両方のメリットを活かした枠組みを提案する。上述したそれぞれの特徴を活かし、教師が直に接することのないシステムによるメタデータを利用した様々な処理はオントロジーを利

用し、教師とのインタフェースでは主にオントロジーではなく情報教育の目標リストを利用する。

上述した枠組みに基づいた教師支援は大きく2つの内容に分類することができる。1つは教師の様々な要求に応じて、課題解決力育成に関わる様々な情報を組み合わせ再構成して教師に提供する静的な支援であり、図1左側に示される。もう1つは、教師による授業設計プロセスの動的な支援であり、図1右側に示される。

前者の静的な支援では、2つのオントロジーに基づいたメタデータを活用して、教師の要求に応じて情報を再構成して提供する。情報教育の目標リストに基づいたメタデータは、自動的にオントロジーに基づいたメタデータに変換され、オントロジーの観点で様々な処理がなされる。本稿では、この静的な支援の具体的なシステムについて詳述する。このシステムでは、情報教育の目標リストに基づいた学習指導案のメタデータを活用し、教師が必要な学習指導案情報を効率よく検索できるように支援する。

後者は、課題解決力育成を目的とした授業設計のプロセスを動的に支援することで、教師によるより効果的な授業の設計を支援する。そのために、我々は課題解決力のような実践力の育成を重視した授業を設計するために適した授業設計プロセスモデルを提案してきた(笠井ほか 2002)。この授業設計プロセスモデルに

応じて授業を設計する教師に対して、オントロジーを基盤とした様々な教育情報のメタデータを基に、様々な観点から支援をする。この動的支援システムについては、現在開発中であり本稿では触れない。

最後に、本研究の基盤となるメタデータの作成について述べておく。前章で述べたように、メタデータの量的拡大はオントロジーを基盤としたメタデータ記述における大きな課題の一つである。本研究ではこの課題に対して、すでに現場の教師たちの間に広く広まっている情報教育の目標リストと連携することで解決を目指す。情報教育の目標リストを作成した永野とその研究グループ（火曜の会）では、このリストの作成から活用いたるまで多くの現場教師が協力する体制ができており、すでに情報教育の目標リストと関連付けされた学習指導案が作成されWeb上で公開されている（火曜の会 2003, 岡山県情報教育センター 2003）。また、教育現場との協力関係が続いており、メタデータ記述の協力が得られる状況にある。さらに、メタデータ記述を支援するツールも現在開発中であり、メタデータの量的拡大を実現するための環境は整っている。

### 3. 教育目標概念に基づくメタデータ記述

本章では、本研究における教師支援の基盤となる教育目標概念に基づくメタデータ記述について述べる。

#### 3.1. オントロジー理論に基づく教育目標概念の整理

筆者らはこれまで、情報教育をデジタル化された情報に特化した狭い意味での情報活用能力の育成と捉え、その教育目標概念をオントロジー理論に基づいて体系的に記述してきた（笠井ほか 2005）。さらに、より基礎的な能力（課題解決力）育成に対応するために、（田中ほか 2003）を参考に基礎学力オントロジーを構築した。基礎学力オントロジーを図2に示す。基礎学力オントロジーは、「知識」「技能」「思考力」「態度」の4つの基礎能力から構成され、さらにこれらを「一般・特殊関係（*is-a*関係）」に基づき階層化した。これらの能力はオントロジーとして互いに独立なものとして定義されているが、実践においてもこれらの基礎能力がそれぞれ独立して存在するわけではない。ここでの階層化の目的は、教育目標の本質を明確にするためのものであり、実践レベルではこれらがお互いに関係しあった複合的な能力として存在する。現場の教師たちにこれらの基礎能力がそれぞれ独立して存在する、という誤解を与えないように、また、実践レベルでの理解・活用を促進させるために、課題解決力に関係の深い能力を上述の4つの基礎能力の複合力として記述した。

これらの複合力の一部の記述を図3に示す。ここでの階層は、「全体・部分関係（*part-of*関係）」に基づいている。例えば「構成力」は、課題について理解した上で、現在ある情報の内容を理解し、課題を解決するためにどのように処理すべきか発想しつつ、適切な形態に構成する能力、と表現されている。「構成力」の部分能力として「構成力」が入れ子になっているが、こ

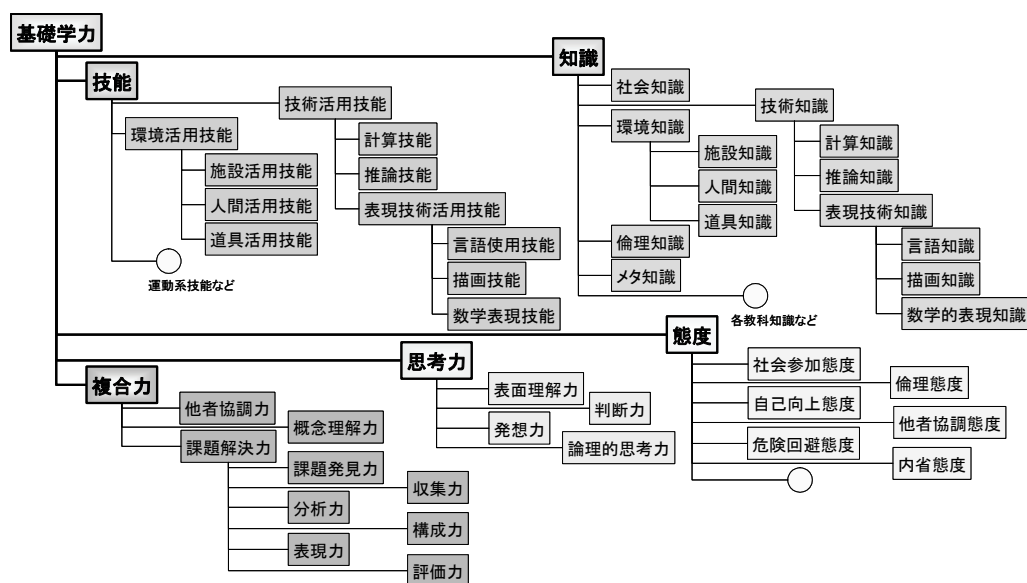


図2 基礎学力オントロジー



ここで表現する「構成力」がより詳細なレベルで様々な点で思考しながら構成していくことを積み重ねていく能力だと定義していることを意味する。また、「表現力」の部分能力として「構成力」が2つ存在するが、これは前者が表現技術を選択する前にその判断材料として内容を構成するための能力であり、後者は表現技術を決めた後にその技術を活用して内容を構成するための能力である。このように、本研究では互いに独立な基礎的な能力を明示的に記述し、さらに実践レベルで存在するより複雑な能力についてもこれらの基礎的な能力によって詳細に定義することで、意味レベルでの制約を含めた形で共通の語彙を提供する。

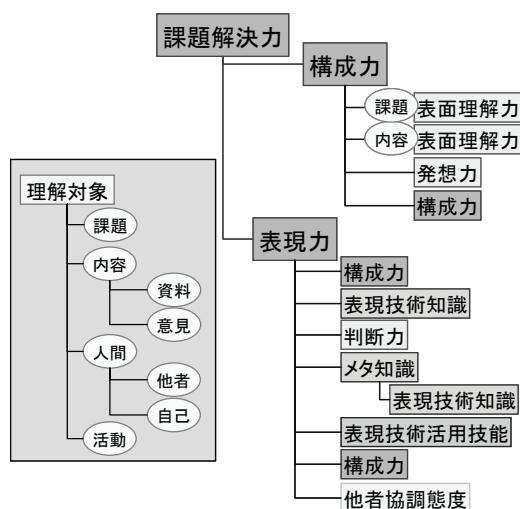


図3 複合力の記述と理解対象の整理

ここで、図3の中で示される楕円は、「思考力」の特殊概念「表面理解力」における“対象”を表している。このように本研究では、「表面理解力」について、その“対象”も記述する。ここで「表面理解力」とは、基礎能力の1つであり深い意味での理解力ではない。すでに意識下にある既知の概念同士を関係付ける能力だと定義している。具体的な例としては、自然言語で表現された文章の内容を読み取る能力であり、文章内で示される様々な概念同士を関係付けて全体の内容を把握する能力である。対して深い意味での理解力は、対象となる概念に対して意識下にあるとも既知とも限らない概念を選択・抽出し関係付けるより複雑な能力であり、基礎学力オントロジーでは複合力の特殊概念として「概念理解力」として記述している(図2参照)。このように定義される「表面理解力」を含む「思考力」は、他の3つの基礎能力と異なり、対象に依存しない能力

であり、オントロジーの概念として特殊化することが困難であるためである。特に「表面理解力」は、必ず明確な対象が存在し、実践レベルではどのような状況においても必要であるため、その対象が示されなければ意味が無い。そこで本研究では、理解の対象として図3の左側に示すように整理した。この理解対象の階層は一般・特殊関係に基づいている。複合力は、図3に示されるように、この理解の対象も含めて記述される。

### 3.2. 情報教育の目標リストとの関係記述

すでに第2章で述べたように、オントロジーの概念は複合力のような概念を定義したとしても、現場の教師に実践レベルで活用しやすいとはいえない。そこで本研究では、オントロジーに基づくメタデータ記述の利点を活かしつつ、現場の教師たちにもより理解・活用しやすい支援を実現するために、オントロジーと情報教育の目標リストに基づくそれぞれのメタデータ間の意味的統合を実現する。そのために、オントロジーと情報教育の目標リスト間の関係を明示的に記述する。

情報教育の目標リストでは、教師たちへの分かりやすい表現を目指し、整理・分類された教育目標ごとに4段階に分けられた難易度(レベル)と共に具体的な学習活動例が提供されている。本研究では、これらの学習活動例それぞれに対して、オントロジーに基づいたメタデータを記述する。ここで記述するメタデータの項目は2つである。1つは、それぞれの学習活動において評価の対象となる基本的な能力であり、もう1つは、学習活動をより高度に発展させた場合に該当する複合的な能力である。後者を言い換えると、評価すべき教育目標が何らかの複合力のいくつかの部分能力であるならばその複合力が何か、を意味する。これらの項目に対する値が複合力も含めた我々の構築してきた2つの教育目標オントロジーの概念となる。

情報教育の目標リストにおける学習活動例は115あり、その全てに対して3人の現職教員と協議しつつ、メタデータを記述した。その一部を図4に示す。図中左側が情報教育の目標リストで提供される具体的な学習活動例の一部であり、それぞれに対して情報教育目標オントロジーと基礎学力オントロジーから教育目標概念を抽出し関係付けた。ここでは、それぞれの学習活動を行うために必要な能力を関係付けるのではなく、学習活動のそれぞれの表現からどのような能力を評価しようとしているかを協議し抽出した(図4中央)。ま

情報教育の目標リスト	評価する能力	発展に当たる複合力																									
<div> <div>【発信・伝達】</div> <div> <div>LEVEL 2まとめたことを、人に伝える</div> <div>f2-010まとめたことをみんなの前で話す</div> <div>f2-020相手に伝えるために絵図や資料を見ながら話す</div> </div> <div>LEVEL 3伝えたいことを明確にして、相手にわかりやすく伝える</div> <div>f3-010伝えたいことを明確にしてプレゼンテーションを行う</div> </div>	<table> <tr> <th>情報教育目標</th><th>基礎学力目標</th><th>発展的目標</th></tr> <tr> <td></td><td>言語使用技能</td><td>表現力</td></tr> <tr> <td></td><td>言語使用技能</td><td>表現力</td></tr> <tr> <td></td><td>言語使用技能</td><td>表現力</td></tr> <tr> <td></td><td>言語使用技能 内容表面理解 他者協調態度</td><td>表現力</td></tr> <tr> <td></td><td>言語使用技能 内容表面理解 他者協調態度</td><td>表現力</td></tr> </table>	情報教育目標	基礎学力目標	発展的目標		言語使用技能	表現力		言語使用技能	表現力		言語使用技能	表現力		言語使用技能 内容表面理解 他者協調態度	表現力		言語使用技能 内容表面理解 他者協調態度	表現力	<table> <tr> <th>発展的目標</th></tr> <tr> <td>表現力</td></tr> <tr> <td>表現力</td></tr> <tr> <td>表現力</td></tr> <tr> <td>表現力</td></tr> <tr> <td>表現力</td></tr> <tr> <td>表現力</td></tr> </table>	発展的目標	表現力	表現力	表現力	表現力	表現力	表現力
情報教育目標	基礎学力目標	発展的目標																									
	言語使用技能	表現力																									
	言語使用技能	表現力																									
	言語使用技能	表現力																									
	言語使用技能 内容表面理解 他者協調態度	表現力																									
	言語使用技能 内容表面理解 他者協調態度	表現力																									
発展的目標																											
表現力																											
表現力																											
表現力																											
表現力																											
表現力																											
表現力																											

図4 情報教育の目標リストとオントロジーの関係記述

た、学習活動において評価すべき能力に明確な順序性が存在する場合、その能力が現れる順番に関係付けることとする。この順番は、後述する目標遷移モデルの生成時に利用される。さらに、その学習活動が将来的にどのような能力育成を視野に入れているか、その発展的な能力がオントロジーで定義された明確な能力である場合、それを抽出しメタデータとして記述する。図4に示される例では、情報の「発信・伝達」に関わる学習活動であり、その活動においては表現する行為が必ず求められる。しかし、我々のオントロジーにおいて定義された「表現力」は、「表現する内容を構成し、その内容を表現するためにどの技術が適切であるかを判断し、表現を見る他者のことを意識しつつ、表現技術の適切な活用法を踏まえて構成する。」という高度な複合力であり、小学校中・高学年（情報教育の目標リストでのLEVEL2,3）で教育目標として簡単に設定できる能力ではない。図4のそれぞれの学習活動例でも、評価する対象能力は「表現力」の一部の能力に限られている。このように「表現力」などの複合力の育成は、いきなり全体ではなく部分的な能力に絞っての育成を積み重ねていく必要がある。しかし、教師はその時その時の教育目標だけ意識すれば良いわけではなく、将来的に育成すべき能力についても意識し、その中のどの部分能力を今育成し何が足りないのかを把握しておくことは重要である。そこで本研究では、将来的に育成すべき発展的な能力についても明示的にメタデータとして記述する。

これらの記述によって、情報教育の目標リストに基づいたメタデータを2つのオントロジーに基づいたメタデータに自動的に変換することが可能となる。

### 3.3. 学習指導案のメタデータ記述

本節では、上述してきた教育目標概念に基づいたメタデータ記述の一例として、次章で詳述する支援システムに用いられる学習指導案に対するメタデータ記述について述べる。

本研究では、現在（岡山県情報教育センター 2003）がWeb上に公開している簡易学習指導案（デジタルレシピ）を利用している（図5参照）。図5に示されるように、この簡易学習指導案は情報教育の目標リストと関連付けられて公開されているが、情報教育の目標リストに基づいたメタデータが記述されているわけではないため、我々は改めてこれらの簡易学習指導案の情報教育の目標リストに基づいたメタデータを記述して利用した。記述したメタデータの項目は、学習指導案の基本的な情報である「教科」「対象学年」「単元名」「授業概要」などが存在し、これらのメタデータを活用した検索も可能であるが、このような機能はLOMなどの一般的なメタデータ記述でも可能であるため、本稿では特に詳述しない。

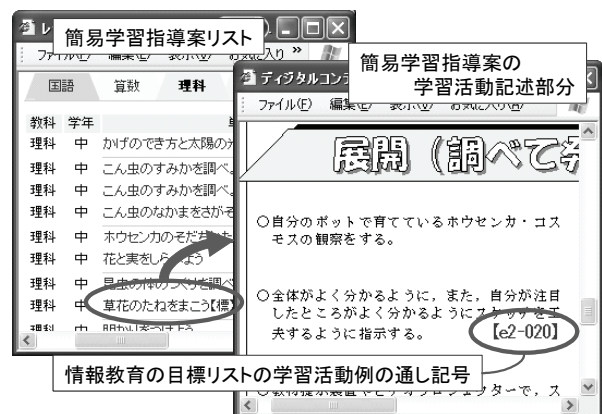


図5 岡山県情報教育センター公開の簡易学習指導案

本研究におけるメタデータは、学習指導案の中で記述される授業での教授・学習活動の流れを示す「本時の流れ」について、各学習活動に対して評価すべき能力を、現場の教師が共有可能な語彙・概念を用いて記述する。岡山県情報教育センター公開の学習指導案では、現場の教師たちによって情報教育の目標リストが図5右側のように関連付けられている。ここで、[e2-020]という記号は図4に示した情報教育の目標リストの各学習活動の左側に付けられている通し記号である。この関連付けを本研究で改めてメタデータとして記述し、HTML形式に変換した画面例が図6の上部である。さらに、この情報教育の目標リストに基づいたメタデータは、前節で述べた関係記述によってオントロジーに基づいたメタデータに自動的に変換することができる。オントロジーに基づいたメタデータが追加された画面例が図6の下部である。

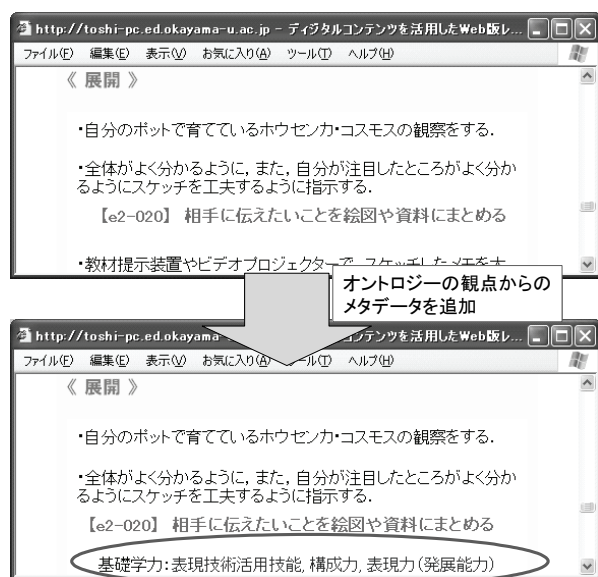


図6 オントロジーに基づくメタデータの自動追加

現在は、現場の教師たちが情報教育の目標リストと関連付けた簡易指導案を、我々が手作業でRDFに基づいたメタデータに変換している。しかし、第2章でも述べたように、メタデータの項目と値が明確になっていることから、現場の教師がメタデータの形式を意識することなく入力したデータを自動的にRDFに基づいた形式に変換するツールの開発は可能であり、現在開発を進めている。このツールによって、現場の教師は(岡山県情報教育センター 2003)と同様の作業でメタデータを記述することが可能となる。さらに、火曜の会を

中心とした現場の教師による協力体制も整っており、今後のメタデータの量的拡張についての問題はないと考えている。

#### 4. 学習指導案検索支援システム

本章では、前章で述べた学習指導案のメタデータに基づいた学習指導案検索支援システムについて述べる。

##### 4.1. 課題解決プロセスとコアスキル

これまでも述べてきたように、オントロジーで定義される概念は抽象度が高く、現場の教師には分かりにくい表現となっている。しかしそのことは、様々な状況において適用可能な汎用的な概念であるという利点でもある。具体的な状況が固定されることによって、これらの教育目標概念にはその具体度に応じた詳細度でその状況における役割を担うことになり、その役割を付加させることで教育目標概念の具体性が増すことになる。総合的な学習の時間や情報教育では課題解決力の育成に焦点を当てていることから、本研究では課題解決を目的とした学習活動が含まれている授業を重視する。実際に、前章で述べた情報教育の目標リストでも課題解決活動を重視しており、(岡山県情報教育センター 2003)が公開する簡易指導案もほとんどが課題解決活動を組み込んだものとなっている。

本研究ではまず、(DEWEY 1910, Geography Education Standards Project 1994)を参考に、より一般的な課題解決のプロセスを図7のようなサイクルであると定義した。そして、この課題解決プロセスの各ステップにおいて中心的な役割を果たす能力である概念を2つのオントロジーから抽出し、これらの概念を課題解決プロセスにおけるコアスキルとして定義した。図7に課題解決プロセスの各ステップにおけるコアスキルを示す。ここで、コアスキルの1つである「分析力」は2つのステップで存在するが、これらは分析の“対象”を考慮することで区別することができる。この“対象”は、「分析力」の部分能力として存在する「表面理解力」の“対象”と同じであり、図3で整理された“対象”である。そのことを踏まえて2つのステップにおける「分析力」の役割を考慮すると、整理・分析・判断のステップでの「分析力」は課題解決のために集められた情報の分析であり、その対象は資料や意見となる。一方、自己評価のステップでの「分析力」は自身による課題解決のプロセスを評価するための分析であり、



その対象は活動となる。

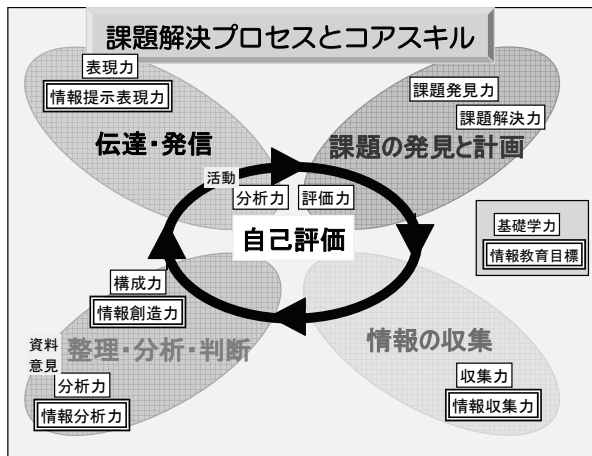


図7 課題解決プロセスとコアスキル

このように、課題解決を目的とした学習活動に着目することで、オントロジーの概念に課題解決プロセスの各ステップにおけるコアスキルという形で役割を明示化させることができる。また、どのステップかによって分析の“対象”を限定することができ、オントロジーの概念をより具体性を高くした形で提供することが可能となる。

#### 4.2. 目標遷移モデル

課題解決を目的とした学習活動を含む学習指導案のメタデータを利用して、オントロジーの概念をより具体性を高く効果的に提供する1つの方法として、本研究では目標遷移モデルを提案する。目標遷移モデルは、学習指導案に示される授業の課題解決活動の観点での教育目標（評価対象能力）の流れを表す。目標遷移モデルの例を図8に示す。

図8に示されるように、目標遷移モデルはコアスキルを中心に構成され、他の能力はその横に矢印で接続されて表示される。コアスキルの部分によって課題解決プロセスにおけるステップを表し、その他の能力の部分によって接続元のステップで評価される能力が表現される。また、3章で述べた発展に当たる複合力（発展能力）も図8に示されるようにコアスキルと他の能力の間に表される。このモデルによって、学習指導案に示される授業の骨格が表現できると考えられる。例えばこの図8の目標遷移モデルからは、「課題解決のために情報を集め、それらの情報について他者と協調しながら分析・構成し、その結果について他者に分かりやすく構成して言語によって表現する。さらにその中

から新たな課題を発見する。」という授業を示している。と容易に解釈することができる。よって、教師は学習指導案の内容を詳細に読むことなく課題解決の観点でのおおよその授業内容を把握することが可能となる。

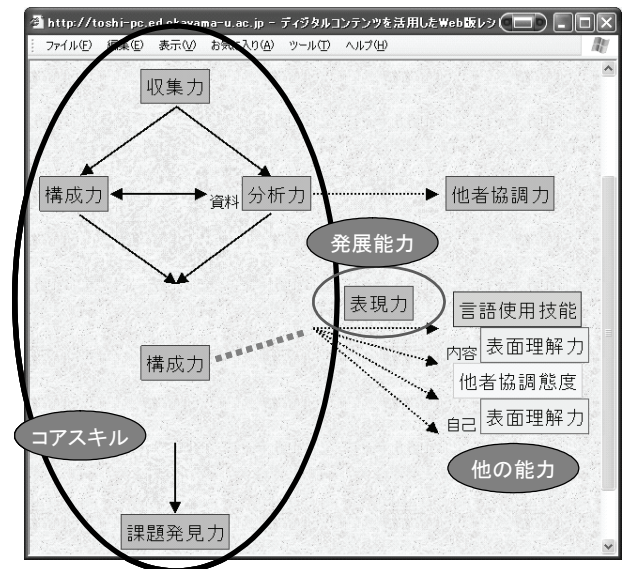


図8 目標遷移モデルの例

学習指導案のメタデータから目標遷移モデルを生成する手順は以下の通りである。

- ①情報教育の目標リストに基づいたメタデータからオントロジーに基づいたメタデータを追加
- ②学習指導案における学習活動ごとに付加されたオントロジーの概念集合を生成する。その際、メタデータとして記述されている順序を保持する。
- ③②の集合の中で同じ概念（対象が存在する場合は対象も同じ場合）は1つ以外削除する
- ④③の集合をコアスキル、発展能力、他の能力に分類しそれぞれ以下の手順で出力する
  - 1) コアスキルの場合
    - ・課題解決プロセスの同じステップ内に存在する概念同士であり、同じオントロジーで定義されている概念は並列に出力（構成力と資料分析力など）
    - ・それ以外は矢印で接続して集合に登録された順に縦に並べて出力
  - 2) 発展能力の場合
    - ・集合に発展能力が存在する場合は、必ず他の能力も存在するので、コアスキルから矢印が接続される。その矢印の上に発展能力の概念を出力
  - 3) 他の能力



- ・存在する全ての他の能力を集合に登録された順に縦に並べて出力

⑤②～④を学習指導案の全ての学習活動に対して実行

#### 4.3. 学習指導案検索支援システムの機能

本節では、これまで述べたオントロジーに基づいた学習指導案のメタデータ記述と、課題解決プロセスに着目した目標遷移モデルを活用した教師支援システムについて述べる。本システムは3つの機能を有している(図9参照)。1つ目は、すでに3章でも述べたが情報教育の目標リストに基づいて記述されているメタデータに、オントロジーに基づいたメタデータを追加する機能である。

2つ目は、提供されている課題解決育成を目的とした学習活動を含む学習指導案の目標遷移モデルを、前節で述べた方法で自動的に生成し提示する機能である

(図9右上参照)。このモデルを提示することで、教師は学習指導案の内容を詳細に読むことなく、授業内容の骨格を把握することが可能となり、教師が必要な学習指導案を検索する際に効率よく探すことができると考えられる。また、このモデルは教育目標概念で構成されており、学習活動、情報機器、デジタルコンテンツなどの表面的な情報に惑わされることなく、授業の本質を提供することができる。このことは、実践力育成の教育に慣れていない教師にとって、指導・評価の観点を明確に意識させることにつながり有効であると考えられる。

3つ目は、課題解決プロセスの観点からの学習指導案の検索機能である。図9右下画面のように、課題解決プロセスを示す図の各ステップの場所をクリックすることで、そのステップの活動を含む学習指導案を検索することができる。2つのステップの活動を含む学習指

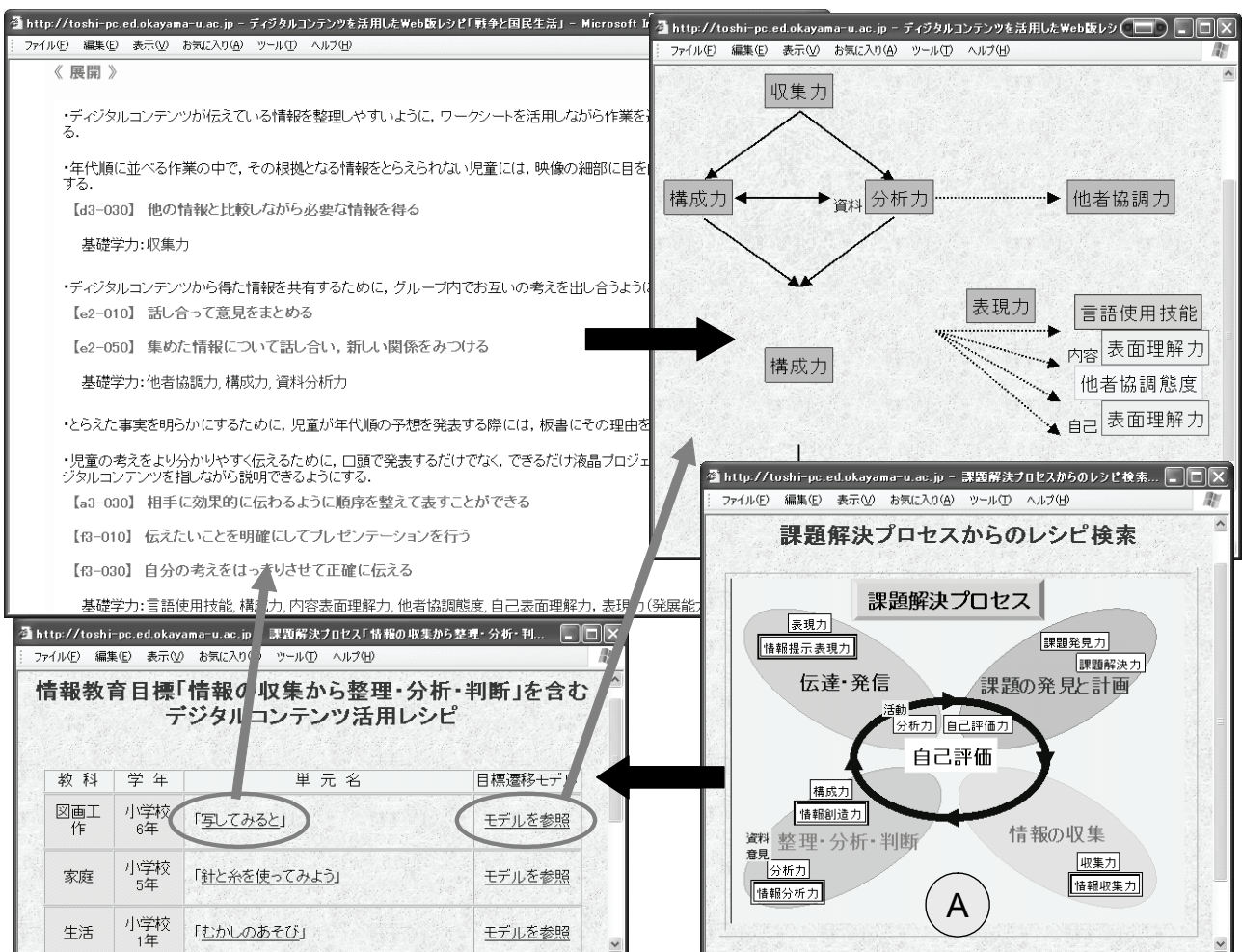


図9 学習指導案検索支援システムの機能

導案の検索も可能であり、図9の例では、課題解決プロセスの図の“A”の場所をクリックすることで、図9左下画面のように“情報の収集”と“整理・分析・判断”の両方の活動を含む学習指導案を検索することができる。総合的な学習の時間でも情報教育でも課題解決力の育成を重視しているが、インターネット上に多く公開されている学習指導案の中で課題解決プロセスの観点で検索できる機能は筆者らが知る限り存在しない。本研究では、オントロジーを基盤としたメタデータ記述と目標遷移モデルによって課題解決プロセスの観点からの検索を可能とした。

## 5. システムの評価

本章では、上述した学習指導案検索支援システムの有効性を評価するために行った評価実験の結果について報告する。評価の目的は次の2つである。

- ①本システムが学習指導案の効率的な検索に有効か？
- ②情報教育の目標リストとオントロジーの関係、目標遷移モデルは適切に表現されているか？

この2点を調査するために、教育学部・大学院教育学研究科に所属する18人の学生に被験者となってもらった。このうち7人が学校教員経験者であり、残りの11人が教員志望の学生であった。

被験者にはWeb上に提供された学習指導案を参考にして、課題解決能力育成を目的とした学習指導案を作成するように指示した。この評価実験で（岡山県情報教育センター 2003）が公開する28個の学習指導案（デジタルレシピ）を利用した。この際、被験者を次の2つのグループに分けた。

- ・グループA：図5に示したようなメタデータのない通

常のWeb上の学習指導案を利用

- ・グループB：図9に示した本研究で構築したシステムを利用

評価実験の目的①の本システムが教師による必要な学習指導案の効率的な検索に有効かどうか評価するために、学習指導案作成の過程で各被験者が参照した（単に中身を見た）学習指導案の数と、実際に学習指導案作成のために参考にした学習指導案の数を調査し分析した。表1にグループごとのこれらの平均値とt検定の結果を示す。

表1 参考／参照学習指導案数とt検定の結果

	平均値(標準偏差)		
	参照された指導案数	参考にされた指導案数	参考指導案／参照指導案
グループ A 9人	12.67 (2.65)	2.33 (0.71)	0.17 (0.08)
グループ B 9人	11.11 (1.76)	3.44 (0.88)	0.31 (0.07)
t 値	1.47	2.95*	4.12*

\* $p < .01$

表1に示されるように、学習指導案作成のために参考にされた学習指導案の数は有意にグループBの方が少なかった。さらに、参照した学習指導案のうち学習指導案のために参考にされた学習指導案の数の割合も有意にグループBの方が多かった。このことから、オントロジーを基盤としたメタデータ記述と目標遷移モデルに基づく本システムの機能によって、被験者たちは効率よく必要とする情報を得ることができたと考え

表2 アンケート調査の項目と結果

No.	質問項目	平均
Q1	学習指導案の提示画面で、情報教育の目標リストだけでなく教育目標概念(オントロジー)の観点が追加されて学習指導案を理解しやすくなりましたか？	4.67
Q2	情報教育の目標リストと教育目標概念(オントロジー)の関係は適切だと感じましたか？	4.11
Q3	目標遷移モデルは学習指導案の概要を表現できていましたか？	4.78
Q4	目標遷移モデルは必要な学習指導案を探すのに役に立ちましたか？	4.56
Q5	課題解決プロセスの観点からの検索機能は必要な学習指導案を探すのに役に立ちましたか？	4.33
Q6	学習指導案の本質を理解するのに目標遷移モデルは役に立ちましたか？	4.44
Q7	学習指導案の設計時の支援として学習指導案だけでなく目標遷移モデルを参照することでより効果が上がると感じましたか？	3.78

られる。

また、評価実験の目的②を評価するために、グループBの被験者に対して学習指導案作成後にアンケート調査を行った。被験者にはアンケートの各項目に対して5点満点（5が最も高く1が最も低い）で評価してもらった。アンケート調査の中で、改めてシステムを操作してもらいながら回答してもらった。アンケートの調査項目と結果を表2に示す。

Q1とQ2は、本研究で提案したメタデータ記述の適切性を評価するための質問であった。おおむね高い評価となり、オントロジーによるメタデータ記述と情報教育の目標リストとの意味的統合について、適切かつ有効であったと考えられる。Q3とQ6は、目標遷移モデルの表現が学習指導案の概要を理解する際に被験者らに有効であったことを示している。Q4とQ5の結果からは、学習指導案の効率的な検索として、目標遷移モデルに基づいた本システムの機能が被験者らが満足したことが示されている。一方、Q7の結果は他の質問項目と比較して低い値となっている。これは、本システムの機能が学習指導案の概要理解や検索には適しているが、学習指導案の設計を直接的に効果的に支援できるわけではないことを示している。

本章で報告した評価実験の結果から、我々の提案・構築したオントロジーに基づいたメタデータ記述と、目標遷移モデルに基づく学習指導案検索支援システムの機能が、必要な学習指導案の検索する教師に対して有効であると考えられる。

## 6. まとめと今後の課題

本稿では、総合的な学習の時間や情報教育のように課題解決力の育成を目的とした学習指導案に対するメタデータ記述と、それに基づいた学習指導案検索支援システムについて詳述した。

メタデータをより効果的に活用するために、メタデータの項目構造だけではなく、その値についても語彙・概念レベルで共有できることが望ましい。そのための方法の1つとして、本研究では教育目標の概念をオントロジー理論に基づいて体系的に記述してきた。さらに、このオントロジーの欠点を補うために、他の研究成果である情報教育の目標リストとの連携を実現させることで、双方の利点を活かしたメタデータ記述の枠組みを提案した。また、課題解決力育成を重視することで、オントロジーの教育目標概念を応用した目標

遷移モデルの提案を行い、学習指導案のメタデータ記述とその目標遷移モデルに基づいた学習指導案検索支援システムを開発した。さらに、学習指導案検索支援システムの有効性を評価するための評価実験を行った。その結果、オントロジーに基づくメタデータ記述、情報教育の目標リストとの連携、目標遷移モデルに基づく学習指導案検索支援システムについて有効であることが示された。

今後の課題としては、まず、オントロジーのさらなる改良が挙げられる。オントロジーは(笠井ほか 2005)のようにその妥当性の一部を示すことは可能であるが、客観的に示すには多くの人の評価を受け入れて改良していくことで、学習支援コミュニティに受け入れられるような努力をしていくことが必要である。本研究でも本稿で述べたシステムを公開し、現場の教師たちに利用してもらいながら様々な意見を反映させていきたい。また、本システムの評価実験の結果でも述べたが、本システムは教師による課題解決力育成のための授業設計を直接的に効果的に支援できない。今後は2章でも述べたように、教師の授業設計を動的に支援するシステムの開発を目指したい。

## 付記

本研究の一部は、文部科学省科学研究補助金（若手研究（B）（課題番号：18700151，代表：笠井俊信）の助成を受けている。

## 参考文献

- DEWEY J. (1910) How we Think, Lexington, Mass: D.C. Heath
- 石井奈津子, 松田稔樹 (2003) 中堅教師を対象とした「情報化に対応した教育」導入指導における提示内容の検討, 日本教育工学雑誌, 27(1): 23-36
- 情報ネットワーク教育活用研究協議会 (2007) 火曜の会HomePage, <http://www.kayoo.org/home>
- 笠井俊信, 山口晴久, 永野和男, 溝口理一郎 (2002) 教科「情報」の授業構成概念の体系的記述～オントロジー理論の適用～, 信学技法, 102(388): 63-68
- 笠井俊信, 山口晴久, 永野和男, 溝口理一郎 (2005) オントロジー理論に基づく情報教育目標の体系的記述, 電子情報通信学会誌, J-88-D-I(1): 3-15
- 火曜の会 [永野和男とその研究グループ] (2001) 情



報 教 育 の 目 標 リ ス ト ,  
<http://www.kayoo.org/home/project/list.html>  
 火曜の会 [永野和男とその研究グループ] (2003) 情  
 報 教 育 教 材 レ シ ピ 100 選 ,  
[http://www.kayoo.org/home/recipe\\_fr.html](http://www.kayoo.org/home/recipe_fr.html)  
 教育情報ナショナルセンター (2007) 教育情報ナショ  
 ナルセンターHomePage, <http://www.nicer.go.jp>  
 溝口理一郎, 池田満, 來村徳信 (1999) オントロジ  
 工学基礎論—意味リンク, クラス, 関係, ロール  
 のオントロジ的意味論—, 人工知能学会誌,  
 14(6) : 87-100  
 Geography Education Standards Project (1994)  
 Geography for Life: National Geography  
 Standards, National Geographic Research and  
 Exploration  
 岡山県情報教育センター (2003) デジタルコンテン  
 ツ活用授業, [http://www2.jyose.pref.okayama.jp/](http://www2.jyose.pref.okayama.jp/cec/webresipi/)  
[cec/webresipi/](http://www2.jyose.pref.okayama.jp/cec/webresipi/)  
 田中博之, 木原俊行 (監修) (2003) 豊かな学力の確  
 かな育成に向けて, Benesse教育開発センター

reason, it is necessary and important to provide instructors with a powerful help system that can locate and provide access to a variety of useful information resources. To this end, we have proposed a framework that reconstructs the resources according to various viewpoints based on ontologies which define the practical ability. Further, we proposed a Goal Transition Model to show a skeleton of the transition of instructional goals based on ontologies and built a system that provides teachers with lesson plans effectively by applying this Model. In this paper, we describe support functions of this system and report results of an experiment carried out for evaluation of the functions.

KEY WORDS: IT Education, Ontology, Lesson Plan, Practical Skill, Metadata

200X年X月X日受理

† Toshinobu Kasai\*, Haruhisa Yamaguchi\*, Kazuo Nagano\*\* and Riichiro Mizoguchi\*\*\* : A Support for Searching Lesson Plans Which Aim at Enhancement of Problem-Solving Ability by Using Metadata Described based on Ontologies

\* Faculty of Education, Okayama University 3-1-1 Tsushima-naka, Okayama, 700-8530 Japan

\*\* Faculty of Liberal Arts, University of the Sacred Heart 4-3-1 Hiroo Shibuya-ku Tokyo, 150-8938 Japan

\*\*\* The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University 8-1 Mihogaoka Ibaraki Osaka, 567-0047 Japan

## ABSTRACT

The "Period of Integrated Study" program began in elementary and secondary education in 2002. The "Period of Integrated Study" program emphasizes cultivating the ability to solve various problems in society. Most goals of this program involve meta-ability, which cannot be fully learned by traditional Japanese instructional methods. For this