

論文

オントロジー理論に基づく情報教育目標の体系的記述

笠井 俊信[†] 山口 晴久[†] 永野 和男^{††} 溝口理一郎^{†††}

Systematic Description of the Goal of IT Education
based on Ontology Theory

Toshinobu KASAI[†], Haruhisa YAMAGUCHI[†], Kazuo NAGANO^{††}, and Riichiro MIZOGUCHI^{†††}

あらまし 本研究では、現場の情報教育を実践する教師への様々な支援を行うための基盤をオントロジー理論に基づいて構築することを目的とする。そのために、*is-a* 関係と *part-of* 関係に関する考察を通して、それぞれの関係に基づいて情報教育目標の概念を抽出し分類することで、情報教育目標オントロジーを構築する。また、分類された情報教育目標の概念間の関係を抽出して明示的に記述する。本稿では、情報教育目標オントロジーの構築について、オントロジー理論に基づいたオントロジー工学を実践する立場から詳細に述べる。さらに、本情報教育目標オントロジーを基盤とした情報教育を実践する教師を支援する枠組みについての展望を示す。また、本情報教育目標オントロジー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 情報教育、情報活用能力、教師支援、オントロジー、Semantic Web

1. まえがき

インターネットの普及と種々の有益な情報機器の開発によって、初等中等教育における情報教育の必要性と重要性はますます大きくなっている。さらに、平成15年度から高等学校普通教科「情報」が始まり、情報教育への関心はより高まっている。しかし、独立教科である高等学校普通教科「情報」においてさえも、2004年4月の時点では情報について専門的に学んだ教師が担当することは少なく、数日間の現職研修会への参加や様々な情報教育に関する資料を参考に自学した他教科を専門とした教師が担当しているケースが多い。このため、初等中等教育において情報教育を実践する現場の教師は、情報教育に関して必ずしも十分に理解していないのが現状である[6]。さらに、情報教育

は他教科と異なり教育すべき内容が明確にされているわけではなく、数日間の研修会や自学によって情報教育に関して十分な理解を得ることは困難である。例えば、情報教育においてはコンピュータをはじめとした情報機器の活用が不可欠であるが、情報の扱いに不慣れな教師はそのこと自体が情報教育の目標の大部分を占めると勘違いしがちである。これは、情報教育の目標がきちんと理解されておらず、教育の状況や学習の活動などの他の概念と完全に分離できていないことが原因の一つであると考えられる。

情報教育に関する様々な概念やそれらの関係に関しては、文部科学省をはじめ多くの教育者や研究者たちが見解を示している[2]～[5]。これらの見解の多くは、大まかに分類された情報教育の目標に対して、授業で扱うべき教育内容や授業で学習者が行うべき学習活動を示しており、その内容は情報教育の目標と他の概念が混在している。情報教育の目標は学習活動の表面に現れにくいメタ能力がほとんどであるため、このような概念の混在は、教師の意識を表面的な活動や道具に集中させてしまい、本質である奥に隠れた教育目標を意識することを阻害させてしまう。また、これらの情報教育に関する概念間の関係として示されているのは、従来の教科に対する見解と同様に情報教育の目標に対

† 岡山大学教育学部、岡山市

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

†† 聖心女子大学、東京都

University of the Sacred Heart, Hiroo 4-3-1, Shibuya-ku,
Tokyo, 150-8938 Japan

††† 大阪大学産業科学研究所、茨木市

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

する学習内容や学習活動といった関係が中心となっている。しかし、情報教育においては様々な状況において情報を適切に活用できる能力の育成が主目標であり、予め決められた情報教育の目標を達成するための学習内容や学習活動を決定していくだけではなく、学習内容や学習活動から新たに関係する情報教育の目標を設定していくことも必要であると考えられる。そのため、情報教育に関する概念間の関係として、学習内容や学習活動に対する情報教育の目標や情報教育の目標間の関係も必要となってくると考えられる。このような関係は、情報に関する専門的知識を十分に有している教師であれば、研修会や経験等によって授業設計時に利用できるようになると考えられるが、情報を専門としていない教師には理解することさえ困難であると考えられる。

これらのことと踏まえ、本研究ではオントロジー理論に基づいて情報教育の目標に関わる概念とそれらの概念間の関係を明確に記述する。オントロジーは、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[7]。このことから、情報教育目標のオントロジー（以降、情報教育目標オントロジー）を構築することによって、語彙や意味レベルの制約を含めて明確に定義された情報教育の目標に関する様々な概念を教師たちに提供することが可能になる。本研究では、情報教育目標オントロジーの意味レベルの制約として *is-a* 階層表現を用いている。また、この情報教育目標オントロジーを基礎にすることによって、様々な形で提供されている情報教育に関する情報[8]～[10]に対して、情報教育目標の観点からより明確な意味を提供することができる。さらに、別の目的によって別の組織から提供された別の観点からの情報教育に関する支援情報を、教師の目的や要求に応じて情報教育目標オントロジーを中心に関係付けて再構成して提供することも可能となる。

本稿では、まず2.で本研究で構築した情報教育目標オントロジーについて詳細に述べ、情報教育目標を構成する概念の抽出とそれらの概念間に存在する関係について明確にする。次に3.で、この情報教育目標オントロジーを中心とした情報教育に関する教師に対する支援全体の構成とその意義について展望する。最後に4.で、情報教育目標オントロジー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。

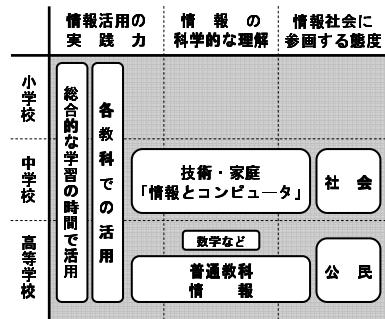


図 1 情報教育の体系化のイメージ [2]

Fig. 1 The image of the systematization of IT education [2]

2. 情報教育目標の体系的記述

2.1 初等中等教育における情報教育

文部科学省は、情報活用能力を初等中等教育段階で育成すべき情報教育の目標として位置づけ、「情報活用の実践力」、「情報の科学的な理解」、「情報社会に参画する態度」の3つの観点に整理している[1]。

また、これらの観点を基に初等中等教育の各段階各教科で扱うべき情報教育の目標を示しているのが図1である。この図に示されるように、各段階で扱うべき情報教育の目標の観点は教科ごとに決められている。しかし、情報教育は他教科のように各段階や教科によって明確に分類はできないため、決められた観点のみを扱えばよいわけではない。例えば、小学校における情報教育は情報活用の実践力を中心に扱うことになるが、他の観点についても児童生徒の発達段階により適宜育成を図らなければならない、とされている。

このような情報教育の持つ特殊性が、情報教育の目標を構成する概念を明らかにするだけではなく、情報教育の目標概念間の関係を明示化することの必要性を生じさせている。

2.2 情報教育目標オントロジー

本節では、2.1で述べた特徴を持つ初等中等教育における情報教育の目標をオントロジー理論に基づいて体系的に記述した情報教育目標オントロジーについて述べる。本研究で構築した情報教育目標オントロジーを図2に示す。この情報教育目標オントロジーはオントロジー構築・利用環境「法造」のオントロジーエディタ[11]上で実装されている。

まず最初に特筆すべきことは、情報教育目標オントロジーは情報教育の目標を表す概念のみから構成され、

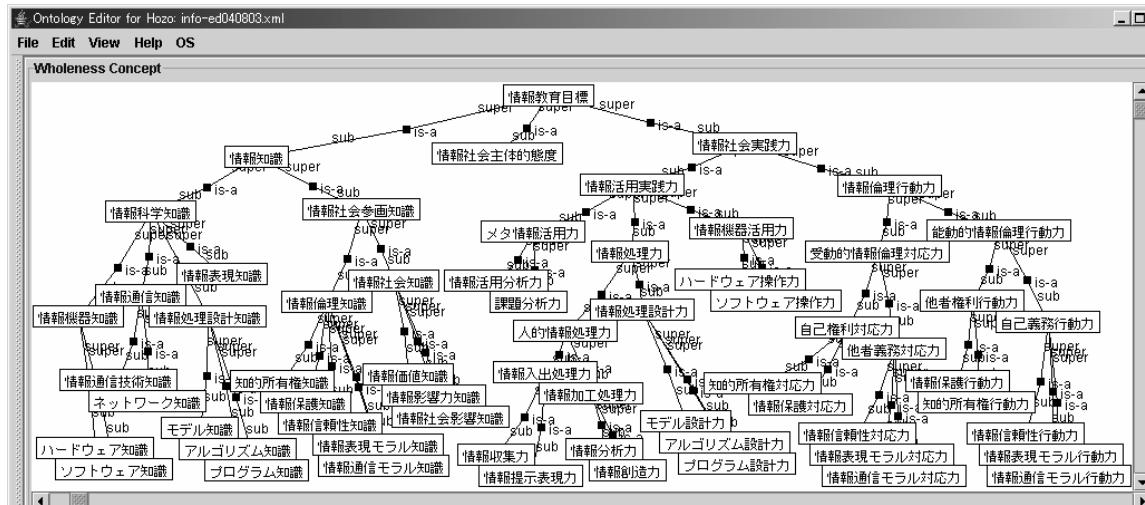


図 2 情報教育目標オントロジー (*is-a* 階層)
Fig. 2 An ontology of the goal of IT education (*is-a* hierarchy)

is-a 関係に基づいた階層化の基準に関しても上位の情報教育目標の概念の本質的な属性によって分類されており、他の概念に基づく視点に依存することはない、ということである。つまり、教師による情報教育に関する概念理解を妨げている原因の一つと考えられる様々な概念の混在が、この情報教育目標オントロジーには見られないことを意味する。これはオントロジーの持つ特徴の一つであり、本研究がオントロジー理論を適用した重要な理由の一つである。

本研究で記述した情報教育目標オントロジーは、まず情報教育の目標となりうる概念として、情報に関する知識（情報知識）、情報社会に主体的に参画する態度（情報社会主体的態度）、情報社会における情報に関わる実践力（情報社会実践力）の 3 つを抽出し、それぞれをさらに詳細に *is-a* 関係に基づいて階層化している^(注1)。この 3 つの概念は、B.S.Bloom が提唱した教育目標分類 [12] を参考に情報教育目標に特化させて抽出した概念であり、先に紹介した文部科学省によってまとめられた情報教育目標の 3 つの観点とは異なる概念である。その違いについては 2.3 で詳細に述べる。

B.S.Bloom が提唱した教育目標分類は、教育において達成されるべき目標の全体を、知識の習得と理解および知的諸能力の発達に関する諸目標から成る認知的

領域、興味や態度・価値観の形成と正しい判断力や適応性の発達に関する諸目標から成る情意的領域、手先の技能や運動技能に関する諸目標から成る精神運動的領域の 3 つに分類している [14]。本研究で抽出した情報教育目標の 3 つの概念は、情報知識が認知的領域に、情報社会主体的態度が情意的領域、情報社会実践力が精神運動的領域に相当している。

情報社会実践力は、情報を活用していく実践力（情報活用実践力）と情報倫理に基づいた行動力（情報倫理行動力）に特殊化できる。これは、情報社会における実践を情報の活用に関する実践と情報社会への参画に関する実践に分類したものである。

情報活用実践力は、メタ情報活用力、情報処理力、情報機器活用力に特殊化されている。これは情報の活用に関する実践を図 3 の上部に示すように 3 つの階層に分類できることに基づいている。この階層も上述した B.S.Bloom が提唱した教育目標分類に基づき、情報活用実践力の概念に特化させた解釈で分類している。運動層は B.S.Bloom が分類した精神運動的領域に相当し、手先による技能として情報機器等の操作能力（情報機器活用力）がこの層に該当する情報教育目標概念となる。知的能力層は B.S.Bloom が分類した認知的領域に相当し、知識を除いた知的諸能力として情報処理を行う能力（人の情報処理力と情報処理設計力）がこの層に該当する情報教育目標概念となる。ここで知識を除いているのは、ここで扱っている概念は

(注1): 図 2 中では簡単化のため、ルート概念の情報教育目標とこれら 3 つの概念が *is-a* リンクで結ばれているが、厳密にはこれらは *is-a* 関係ではなく情報教育目標をロール概念 [7] として設定することが可能な概念として上記の 3 つの概念が存在する、という関係である。

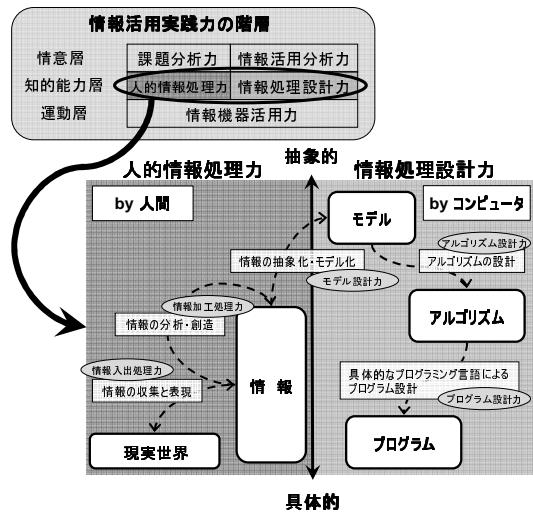


図 3 情報活用実践力の構成

Fig. 3 A structure of the practical ability to utilize information

「情報処理力」であり、図 2 に示したとおり、知識はその上位の階層で別の概念として分類されているからである。最上位の情意層は、B.S.Bloom が分類した情意的領域に相当し、認知的領域の知識と同じ理由により態度を除き、価値観や判断力として課題や情報活用の実践をメタなレベルから分析する能力（課題分析力と情報活用分析力）がこの層に該当する情報教育目標概念となる。

情報処理力は、上述したように人の情報処理力と情報処理設計力に特殊化される。この分類は、情報処理がコンピュータを意識することなく人間によって行われるか、コンピュータによって処理させることを意識した情報処理であるかを観点としている^(注2)。さらに、これら 2 つの情報教育目標概念は図 3 の下部に示すように 5 つの概念へと特殊化できる。

人間による情報処理（人の情報処理力）は、人間という媒体に情報を入出力する処理（情報入出処理力）と、人間という媒体に入力された情報を加工して新たな情報を出力するという処理（情報加工処理力）に特殊化できる。前者は、現実世界からの情報の抽出や収集が情報の入力に相当し、現実世界への情報の発信が情報の出力に相当する。これらはそれぞれ情報収集力

(注2): 情報教育目標オントロジーはすでに述べた通り情報教育目標の概念のみを扱っており、学習活動等の概念は含まれていない。よって、コンピュータを利用して情報処理を行う、という活動は人の情報処理力にも情報処理設計力にも含まれない。ただし、この活動の情報教育目標は人の情報処理力の概念に属している。

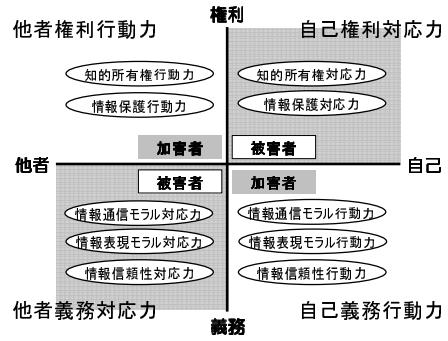


図 4 情報倫理行動力の構成
Fig. 4 A structure of the ability to act based on the information ethics

と情報提示表現力に特殊化されている。後者はさらに情報分析力と情報創造力に特殊化することができる。

コンピュータに情報処理をさせるための処理（情報処理設計力）は、情報や現象をコンピュータで扱うことを意識して抽象化する処理であるモデル設計力、情報処理を行わせるためのデータの構造や処理手順の明確な記述であるアルゴリズム設計力、設計されたアルゴリズムに従って具体的なプログラミング言語を用いてプログラミングするプログラム設計力に特殊化できる。ここで注意すべきことは、コンピュータによる処理を意識しない情報の抽象化は情報加工処理力に属する情報教育目標となることである。この区別は一般的に難しい問題であるが、本研究ではその基準をコンピュータに処理を行わせるための抽象化であるかどうかとする。これは情報処理の実践者が表層的に意識していないくとも、コンピュータで処理するための手法、形式、理論に基づく抽象化であれば情報処理設計力に属する情報教育目標であるとする。

ここまで述べた情報活用実践力とは別の情報社会実践力の特殊化である情報倫理行動力は、図 4 に示すように整理し分類することができる。情報社会に参画するための情報倫理に基づいた行動力は、まず行動の主体者が加害者にならないための行動力（能動的情報倫理行動力）と被害者にならないための対応力（受動的情報倫理対応力）に特殊化することができる。さらに、情報倫理行動力は 2 つの軸で分類することができる。1 つは行動の客体に当たる情報の所有者が自己であるか他者であるかの軸であり、もう 1 つは倫理的に考慮すべき対象がその情報の所有者の権利なのか義務なのかの軸である。この 2 つの軸によって情報倫理行動力は図 4 に示すように 4 つの領域に分類できる。

この分類に上述した能動的情報倫理行動力と受動的情報倫理対応力を当てはめると、第2象限と第4象限の領域が能動的情報倫理行動力となり、第1象限と第3象限の領域が受動的情報倫理対応力となる。これらの情報教育目標は2つの軸によってさらに分類することができ、能動的情報倫理行動力は他者権利行動力と自己義務行動力に、受動的情報倫理対応力は自己権利対応力と他者義務対応力に特殊化できる。さらにこれらの情報教育目標概念は、それぞれ図4に示すように知的所有権、情報保護、情報通信モラル、情報表現モラル、情報信頼性に関する概念に特殊化される。

最後に情報知識の *is-a* 関係に基づいた階層化について述べる。まず、情報に関する知識は情報の科学的な知識（情報科学知識）と情報社会への参画に関わる知識（情報社会参画知識）に特殊化できる。さらに、情報科学知識はその知識の内容から情報機器知識、情報表現知識、情報処理設計知識、情報通信知識に特殊化している。情報社会参画知識は、情報社会に関する知識と情報社会に参画する際に必要となる情報倫理に関する知識に特殊化することができる。

これらの情報教育目標の概念は、同様にその知識の内容からさらに詳細に階層化できる。情報機器知識は、ハードウェア知識、ソフトウェア知識に、情報処理設計知識は、モデル知識、アルゴリズム知識、プログラム知識に、情報通信知識は、ネットワーク知識、情報通信技術知識に、情報社会知識は情報社会影響知識、情報影響力知識、情報価値知識に、情報倫理知識は、知的所有権知識、情報保護知識、情報表現モラル知識、情報通信モラル知識、情報信頼性知識にそれぞれ特殊化できる。これらの情報教育目標の概念の内容に関しては、そのラベルから理解可能と考えられるため詳細な説明は行わない^(注3)。

2.3 情報教育目標の *part-of* 階層

本研究では、2.2で明示化した情報教育目標の各概念に対して *part-of* 階層での記述も行った。情報教育目標の *part-of* 階層を図5に示す。

情報教育目標の全体を示す概念は文部科学省が指定している情報活用能力となる。情報活用能力は、情報活用の実践力、情報の科学的な理解、情報社会に参画する態度に *part-of* 関係として分類される。この3つの概念は文部科学省がまとめた3つの観点と同意であ

(注3): これらの詳細な説明は、次のWebページをご参照いただきたい。<http://toshi-pc.ed.okayama-u.ac.jp/Ed-Info/InfoFrame.htm>

る。2.2で述べた *is-a* 階層における3つの概念である情報社会実践力、情報科学知識、情報社会主体的態度との違いは、*is-a* 階層では情報教育目標の本質である教育目標を分類する観点で階層化しているのに対して、*part-of* 階層では学習活動や必要となる状況など別の視点も含めてコンポーネント（部分）が同定されている点である。また、*is-a* 階層の場合は3つの概念が完全に独立であるのに対して、*part-of* 階層の3つの概念は互いに密接に関連しあっている点でも異なる。

情報活用の実践力、情報の科学的な理解、情報社会に参画する態度から下位の *part-of* 階層は、ほぼ *is-a* 階層に同じ構造が存在する。情報活用の実践力の下位階層は、*is-a* 関係と *part-of* 関係の違いを除くと *is-a* 階層の「情報活用実践力」の下位階層と構造的にはほぼ同じである。また、情報の科学的な理解の下位階層は、*is-a* 階層の「情報科学知識」の下位階層と全く同じ構造になっている。さらに、情報社会に参画する態度の下位階層は、*is-a* 階層の「情報社会主体的態度」、「情報社会参画知識」とその下位階層「情報倫理行動力」とその下位階層を組み合わせた構造とほぼ同じになっている。

この2つの階層がほぼ同じ構造になってしまうのは、「バター」や「歩行」のように、<部分 *is-a* 全体>が成立するあるタイプの概念に固有の問題であり、*is-a* と *part-of* が本質的に重複されるという性質が原因となっている。ここで、*is-a* 関係と *part-of* 関係が混乱してしまう問題について論じる。

まず、*part-of* 関係はいくつかの種類に分類できることが知られている[7], [13]。本研究で記述した *part-of* 階層においても複数の種類の *part-of* 関係が存在する。最上位の文部科学省が抽出した3つの観点への分類は、*Function-part-of* と呼ばれる関係で部分が全体に対して「機能」的な貢献をしている関係である[7]。この *part-of* 関係の階層では、*is-a* 階層と同じ構造になってしまふ問題は生じない。これに対して、我々の *part-of* 階層の大部分を構成する知識や能力のような概念の分類は、我々が *Operation-part-of* と定義する関係で、この階層では *is-a* 階層と同じ構造になってしまふ問題を生じさせる。

この *Operation-part-of* の例の1つとして、運転に対する正常運転と復旧運転の関係を挙げる。正常運転も復旧運転も明らかに運転のSubクラスであるが、運転をプロセスで捉えた場合、全体の運転は正常運転と復旧運転の組み合わせで構成されており、*part-of* 関係

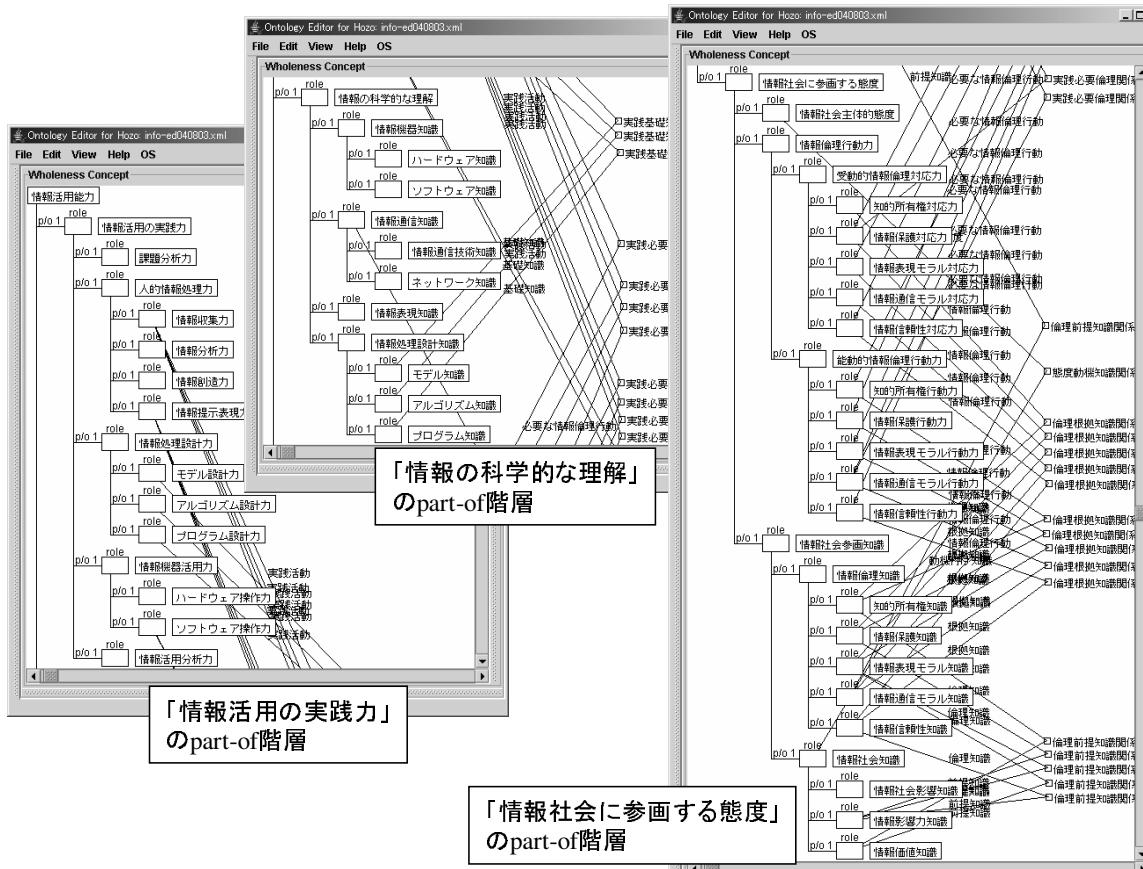


図 5 情報教育目標の part-of 階層
Fig. 5 A part-of hierarchy of the goal of IT education

と解釈することも可能となる。この関係は、全体概念の所属するクラスがそのすべての部分概念の所属するクラスの Super クラスであることが特徴であり、これらを時間的、空間的に捉えることで part-of 関係として解釈することが可能となる。

本研究においては、知識のような概念の場合、知識を知識そのものとして捉えるとその階層は is-a 関係が適切だと考えられるが、知識を学習者が習得するべき概念として捉えるとその階層は part-of 関係として解釈することが可能だと考えられる。能力に該当する概念に関しても同様に、能力を能力そのものとして捉えると is-a 関係だと考えられるが、能力を処理を行うプロセスとして捉えるとその処理プロセスの 1 つ 1 つの処理を行う能力を part-of 関係として解釈することができると考えられる。よって、is-a 階層と part-of 階層がほぼ同じ構造を持つことは階層化に問題がある

からではないと考えられる。

ここで、is-a 階層と part-of 階層の本質的な違いと、両方の階層記述の必要性について述べておきたい。is-a 階層と part-of 階層の最大の相違点は、is-a 階層は上位概念から下位概念へ属性が継承するのに対して part-of 階層は継承しない点である。このため、情報教育目標オントロジーの各情報教育目標概念の性質や属性を記述する際、継承しない part-of 階層のみではすべての概念に対して記述しなければならず、効率的にも is-a 階層は必要である。また、情報教育に携わる教師による情報教育目標の概念の明確な理解を支援する観点から考えても、情報教育の目標概念のみで構成され、その階層化の基準も情報教育目標の本質的な視点で分類されている is-a 階層は必要であると考えられる。

is-a 階層と part-of 階層のもう一つの大きな相違点は、情報教育目標の概念をインスタンス化する際に生

じる。それぞれの階層の葉に当たる概念をインスタンス化する際には違いは見えないが、中間概念をインスタンス化する時に *part-of* 階層の必要性が生じてくる。*is-a* 階層における中間概念をインスタンス化した場合、*is-a* 階層の性質上生成されるのはその中間概念の下位概念のどれか 1 つの概念に属する情報教育目標となる。つまり、*is-a* 階層ではグレインサイズの大きな情報教育目標に対するインスタンス生成ができないことを意味する。例えば、“人間の手によって目的に応じて情報を処理する能力を全体的に扱おうとする情報教育目標”を考える際、「人的情報処理力」のインスタンスを生成してもこの情報教育目標を表現できではおらず、その下位概念のいずれかに属する情報教育目標を示しているにすぎない。

これに対して *part-of* 階層の場合、下位概念のすべてを含む概念が上位概念という関係であるため、中間概念をインスタンス化するとその下位概念のすべてを含むインスタンスを生成することができる。上記の例においても、「人的情報処理力」のインスタンスを生成すればその下位概念すべてを含む“人間の手によって目的に応じて情報を処理する能力を全体的に扱おうとする情報教育目標”を表現することができる。このような中間概念での情報教育目標を扱うことも必要であり、この点から情報教育目標の *part-of* 階層も必要であると考えられ、本研究では *is-a* 階層以外に *part-of* 階層も記述した。

is-a 階層にある中間概念のいくつかが *part-of* 階層では記述されていない理由は、*part-of* 関係で階層化する際には *is-a* 関係での階層化に比べて中間概念を記述するメリットが少ないからである。これは、*part-of* 階層では上位概念から下位概念にその属性が継承されないことによる。また、本研究では情報教育目標オントロジーを情報教育に携わる教師に提供する際に *part-of* 階層での提示を行っており、その観点で考えると中間概念が多いと階層構造が複雑となり全体構造の把握を妨げる可能性があるために、必要最低限のもの以外の中間概念は記述していない。教師に *is-a* 階層ではなく *part-of* 階層を提示する理由は、文部科学省のまとめた 3 つの観点から階層化されている点で教師が受け入れやすいと考えられるからである。

2.4 情報教育目標間の関係

本研究では、情報教育の目標概念間の関係として 5 つの関係を用意している。その 5 つの関係を定義しているのが図 6 であり、図 5 の *part-of* 階層においてそ

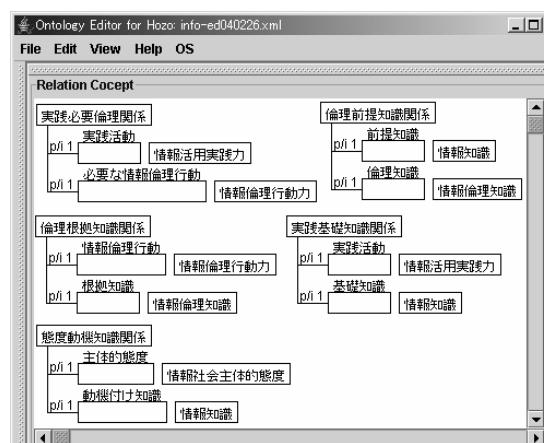


図 6 情報教育目標の概念間の関係の定義

Fig. 6 A definition of relations between concepts of the goal of IT education

の定義に基づいて情報教育の目標概念間の関係を記述している。

情報教育の目標概念間の関係は、図 6 に示すように関係を構成する概念 (*part-of* 関係) とその概念が属する概念クラス、さらに、その関係において各概念が果たす役割であるロール概念の記述によって定義される。例えば、図 6 の左上で定義されている「実践必要倫理関係」は、2 つの情報教育目標の概念で構成され、その 1 つは情報活用実践力の概念クラスに属する概念であり、もう 1 つは情報倫理行動力の概念クラスに属する概念であることが示されている。さらに、この 2 つの概念のこの関係における役割はそれぞれ実践活動と必要な情報倫理行動であることが記述され、これらの記述によって関係概念が定義されている。

本研究で定義した 5 つの関係とその概要は以下の通りである。

- 実践必要倫理関係：情報活用の実践とその際に必要となる情報倫理に基づく行動の関係
- 倫理前提知識関係：情報倫理に関する知識とその前提となる情報知識の関係
- 倫理根拠知識関係：情報倫理に基づく行動とその行動の根拠となる情報知識の関係
- 実践基礎知識関係：情報活用の実践とその基礎となる情報知識の関係
- 態度動機知識関係：情報社会に主体的に参画しようとする態度とその動機付けになる情報知識の関係

これらの関係定義に基づく情報教育目標の概念間の関係を表 1 に示す。このような情報教育目標の概念間

表 1 情報教育の目標概念間の関係
Table 1 Relations between concepts of the goal of IT education

実践必要倫理関係		
情報活用の実践	情報倫理行動	必要となる条件
情報収集力	情報保護行動力	
情報収集力	情報表現モラル対応力	
情報収集力	情報保護対応力	電子メールの利用
情報収集力	情報信頼性対応力	
ソフトウェア操作力	情報保護対応力	電子メールの利用
ソフトウェア操作力	情報通信モラル行動力	情報通信の利用
情報提示表現力	知的所有権行動力	事前に情報収集
情報提示表現力	情報表現モラル行動力	
情報提示表現力	情報通信モラル行動力	情報通信の利用
情報提示表現力	情報信頼性行動力	
倫理前提知識関係		
情報倫理知識	前提となる知識	
知的所有権知識	情報価値知識	
情報保護知識	情報影響力知識	
情報信頼性知識	情報影響力知識	
情報通信モラル知識	情報通信知識	
情報表現モラル知識	情報影響力知識	
情報表現モラル知識	情報価値知識	
倫理根拠知識関係		
情報倫理行動	根拠となる知識	
知的所有権行動 / 対応力	知的所有権知識	
情報保護行動 / 対応力	情報保護知識	
情報表現モラル行動 / 対応力	情報表現モラル知識	
情報通信モラル行動 / 対応力	情報通信モラル知識	
情報信頼性行動 / 対応力	情報信頼性知識	
実践基礎知識関係		
情報活用の実践	基礎となる知識	
モデル設計力	モデル知識	
アルゴリズム設計力	アルゴリズム知識	
プログラム設計力	プログラム知識	
態度動機知識関係		
情報社会への主体的な態度	動機付けとなる知識	
情報社会主体的態度	情報社会知識	

の関係を明示的に記述することによって、どの情報教育の目標をいつどのような状況で取り上げるべきかを教師に示すことができる。このような関係記述を利用することにより、2.1で述べたような情報の専門ではない教師にとって分かりづらい「他の観点においても適宜育成を」といった要求に対して、情報教育を実践する教師を支援することが可能になると考えられる。

2.5 関連研究との比較による考察

本節では、本研究と関連研究との比較を通して本研究の特徴と有効な点を明らかにすると同時に、本研究では対象としていない点を明らかにする。

本研究と同様に初等中等教育における情報教育の目標を明らかにしようとする研究に永野らの情報教育の目標リスト[9]がある。この情報教育の目標リストに

おいても、文部科学省のまとめた3つの観点である情報活用の実践力、情報の科学的な理解、情報社会に参画する態度をより詳細に分類している。

本研究との最も大きな違いは、本研究が情報教育の目標概念と他の学習活動や教育の状況などの概念と完全に分離させた階層化であるのに対して、永野らの情報教育の目標リストはその目的が学習者に対する情報教育の評価観点を示すことであり、学習活動の概念が多分に含まれている点である。そのため、情報教育の目標リストの階層は情報教育の目標を完全に分類できていない。例えば、情報教育の目標リストにおける「情報の表現とコミュニケーション」の「表現」と「問題解決における情報活用」の「発信・伝達」は、共に情報を表現するという同じ情報教育の目標を含んでいる。

情報教育を実践する教師に情報教育の目標を明確に理解させる、という観点からこの相違点を捉えると、教師の理解を妨げる学習活動などの他の概念と分離している本研究の階層が適していると考えられる。しかし、現場の教師にとってはより授業に近い学習活動の概念が含まれているほうが、個々の記述を受け入れやすく理解しやすいと考えられる。

また、情報教育の目標概念のみを扱う本研究では個々の情報教育の目標に対してより詳細なレベルを記述することが困難であり^(注4)、教師にとって担当の学年において、「どのような情報教育の目標」を扱うかは本研究の情報教育目標オントロジーから理解できても、「どのような授業を設計しどのような演習をさせかかる」を理解するのは難しい。

これらのことから、我々は本研究で構築した情報教育目標オントロジーをそのまま現場の教師に提示することで、情報教育の実践に対して他の研究よりも大きな効果が期待できると考えているわけではない。本情報教育目標オントロジーは、あくまで情報教育に携わる教師を支援する枠組みの基盤として位置づけ、情報教育の目標リストを含めた他の支援情報と関連付けることにより、これらの支援情報をより有効に活用できると考えている。

2.6 別のオントロジーとの比較による考察

本節では、我々の研究室の学生が別に作成した情報教育目標のオントロジーとの比較を通して、我々の構築したオントロジーの妥当性を示す。学生が作成した

(注4): 知識や能力のレベルを記述するには、具体的な内容や活動と関連付けて表現する以外の方法は一般に考えられず、情報教育の目標概念のみで記述することは困難である。

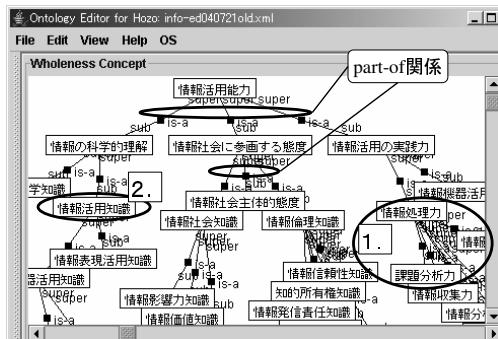


図 7 *is-a* 関係と *part-of* 関係が混在した情報教育目標のオントロジー

Fig. 7 An ontology of the goal of IT education which has confusion with *is-a* and *part-of* relation

オントロジーの一部を図 7 に示す。

この学生は階層の関係を深く考えずにすべてを *is-a* 関係として表現している。そのため、分類の観点が統一されておらず、図中のように明らかな *part-of* 関係が存在している。この階層では、*is-a* 関係の最大の利点である性質の継承は成立しない。

また、本来 *part-of* で示すべき関係を *is-a* 関係で示すことによって、教師を混乱させることが予想される。例えば、この階層の最上位の分類は本来 *part-of* 関係であるが、*is-a* 関係として表現されているため、上位の情報活用能力を育成するために 3 つの下位概念を独立して扱うことが可能であると解釈されてしまう。しかし、実際には *part-of* (*Function-part-of*) 関係であるため、すべての下位概念がそれぞれの役割を持って達成されない限り上位である情報活用能力を育成することはできない。さらにこの混乱は、それぞれの情報教育目標の理解を妨げることにもつながる。例えば、情報処理力の下位概念の課題分析力（図中 1.）は、*part-of* 関係ではその定義が情報処理プロセス全体の 1 部分を意味し、明らかに情報処理を前提とした課題の分析力と理解できる。しかし、*is-a* 関係として表現されると情報処理力の他の下位概念とは独立であるため、他の情報処理とは無関係に課題を考察するだけでよい、と勘違いしやすくなる。

さらに、このオントロジーの作者は、下位概念同士が独立であるという矛盾を解消するために「情報活用知識」のような概念を作っている（図中 2.）。この概念は、知識と活用能力の両方の概念が混在した不適切な概念化であり、教師を混乱させる原因となり得る。

これらのことから、*is-a* 関係と *part-of* 関係の混在

は利用者である教師に混乱を与える原因となり、これらの関係を明確に区別して階層化を行った我々のオントロジーはより適切であると言える。

最後に、本稿で述べた情報教育目標オントロジーの妥当性を明確に示すのは困難である。オントロジーの妥当性を示す方法は、同じ対象への他の概念化と比較し考察していくことと、対象世界に関わる人たちとの議論によって広く合意を得ていくことである。本稿では、2.5 において情報教育の目標リストとの比較を通して、オントロジー構築の理論の観点から他概念を含まない概念化であることを示した。また、本節では学生が構築した概念化との比較と *is-a* 関係と *part-of* 関係に関する考察を通して、オントロジー工学基礎論の観点からこれらの関係が混在しない概念化であることを見た。以上の考察から、本稿で述べた情報教育目標の概念化は、オントロジーとして望ましい性質を有しているという点でその妥当性の一部は示すことができたと考えている。しかし、妥当性を客観的に示すには今後多くの人の評価を受けると同時に批判も受け入れて改良し、学習支援コミュニティに受け入れられるような努力を通して初めてできるものであると理解している。

3. 情報教育目標オントロジーを利用した情報教育教師支援の展望

本章では、情報教育目標オントロジーを基盤とした情報教育に携わる教師を支援する枠組みについて述べる。まず、その枠組みにおける情報教育目標オントロジーの取り扱いについて述べておく。

情報教育目標オントロジーは、本稿で述べたすべてが必ず正しいわけではなく決して普遍的な存在ではない。社会の変化に伴い情報教育での育成が求められる能力が変化すれば、当然情報教育目標オントロジーの内容も変化していかなければならない。本研究では、現場の教師達に様々な支援を提供する中で本オントロジーに対する意見を収集し、情報教育の専門家たちと協議をしながらより適切なオントロジーに改良していく。

情報教育目標オントロジーを基盤とした情報教育の教師支援として、本研究では Semantic Web 技術 [15] の適用を構想している。Semantic Web は、Web コンテンツを人間だけではなくコンピュータも理解できる枠組みへの拡張を目指した技術であり、RDF/RDF-Schema/OWL による Web コンテンツに対するメタ

データ記述を基としている。情報教育に携わる教師を支援することを目的とした種々の Web コンテンツ（例えば [8] ~ [10] で提供されているコンテンツ）に対して、本情報教育目標オントロジーに基づいたメタデータの記述（タグ付け）を行うことで、情報教育に携わる教師による様々な観点からの要求に柔軟に対応できる枠組みの実現を目指している。

Web 上で公開・提供されている様々な支援情報は、本来別の組織が別の目的で提供している情報であり、その情報提示の観点も構成も異なっている。そのため、利用者である教師はそれぞれの情報を独立した情報としてしか捉えることができず、他の情報との関連や情報提示の観点や目的が同じかどうかすら分からぬのが現状である。そこで、これらの支援情報に対して本研究で構築した情報教育目標オントロジーを基にしたメタデータをタグとして付けることで、これらの支援情報を情報教育目標という統一の観点でそれぞれを関連させて扱うことが可能となる。これによって、情報教育に携わる教師からの様々な要求に対して、多くの支援情報から関連する情報を抽出し再構造化した Web ページを自動生成して提示することができる。このような処理が可能になるのは、情報教育目標オントロジーが情報教育の目標とそれ以外の概念とを明確に分離して、目標だけをその本質に注目して階層的に組織化を行っているからである。

4. 情報教育目標オントロジーの有効性評価

本章では、本研究で記述した情報教育目標オントロジーの有効性を評価するために行った評価実験について報告する。

4.1 評価実験の概要

被験者は以下の条件を満たす 21 人で行った。

- 情報教育を実践したことはあるがまだ十分ではない現役教員（6 人）

- 今後情報教育を担当する予定の現役教員（6 人）
- 情報教育の教員を目指す学生（9 人）

ここで、最初の「情報教育を実践したことはあるがまだ十分でない現役教員」は、事前インタビューにおいて、「情報教育の授業実践に自信がないまま実践している現役教員」「情報教育の授業実践に自信があると回答しているが、情報教育目標について誤解していると判断できる現役教員」のどちらかを満たす被験者を選択した。

また、すべての被験者が現在もしくは今後情報教育

表 2 アンケートの項目
Table 2 Items of the questionnaire

Q1	本 Web ページ以外の指導要領解説などの情報教育に関する本や資料を見て情報教育の実践に自信がつきましたか？
Q2	本 Web ページを見て情報教育の目標についてよく理解できましたか？
Q3	本 Web ページを見て情報教育の実践に自信がつきましたか？
Q4	本 Web ページは情報教育の授業設計に役立つと思いますか？
Q5	指導要領解説などの資料に本 Web ページの情報教育目標の項目と関連付けると分かりやすくなると思いますか？

を実践する機会を有しており、情報教育に関する解説や資料を見たり読んだりしたことがあった。評価実験は、被験者全員に以下の手順で実験を行うことを予め説明した上で、以下の作業をしてもらった。

(1) 被験者に情報教育の目標を含む簡易指導案を提示し、そこに含まれる情報教育の目標を自由記述で抽出してもらう。

(2) 情報教育目標オントロジーを解説する Web ページを提示し、20 分程度学習してもらう。

(3) (1)と同じ指導案を用い同じ作業をしてもらう。

(4) (2)で提示した Web ページに関するアンケートに答えてもらう。

実験手順の(1)で用いた簡易指導案は、情報ネットワーク教育活用研究協議会が提供する情報教育を含む教材レシピ[9] から「飛び出せ！コンビニ探検隊」を利用した。

実験手順の(2)で用いた Web ページを図 8 に示す。この Web ページは情報教育目標オントロジーを解説する内容となっており、情報教育目標の構造、情報教育目標間の関係、情報倫理教育の整理の項目で構成される。情報教育目標の構造は、情報教育目標の part-of 階層を図 8 の中央のように視覚的に見やすい形式で提供している。情報教育目標間の関係は、表 1 に示した内容を同様の表形式で提供している。情報倫理教育の整理は、図 4 に示した分類とその説明を提供している。また、すべての情報教育の目標概念に関して図 8 の右側のような解説ページを用意し、その情報教育目標の簡単な説明と関係する他の情報教育目標を示しそのページへのリンクを張っている。

被験者には、この作業の目的を「情報教育の目標とは何かを理解すること」とだけ説明した。

実験手順(4)で行ったアンケートの項目を表 2 に示す。被験者には、これらの項目について 5 段階で答えてもらった。



図 8 情報教育目標の解説 Web ページ

Fig. 8 Web pages for commentation of the goal of IT education

表 3 情報教育目標の抽出数

Table 3 A number of extraction of the goal of IT education

	適切な抽出		不適切な抽出	
	平均	不偏分散	平均	不偏分散
事前	3.00	1.10	2.19	1.36
事後	4.29	1.11	1.24	0.59
t 値	4.16**		-2.98**	

** $p < .01$

分析は、以下の 2 つの方法で行った。

- 学習前後の情報教育目標の抽出数を比較分析
- アンケート結果の分析

4.2 評価実験の結果と考察

4.2.1 情報教育目標の抽出の分析と考察

実験で用いた指導案には、8 つの情報教育目標が含まれていた。この指導案から、情報教育目標の解説 Web ページで学習する前後に 21 人の各被験者が抽出した適切な情報教育目標の数と不適切な数の平均、不偏分散、比較分析の結果を表 3 に示す。ここで、適切な情報教育目標とするのは、図 5 の part-of 階層の葉にあたる目標概念の中で、指導案に含まれる 8 つの情報教育目標を示す記述とした。その他の中間概念にあたる情報教育目標、例えば「情報を適切に処理する能力」のような記述は抽象度が高く判定できないため、適切にも不適切にも含めていない。

学習の前に行った事前調査での抽出数と学習の後に実験で用いた指導案には、8 つの情報教育目標が含まれていた。この指導案から、情報教育目標の解説 Web ページで学習する前後に 21 人の各被験者が抽出した適切な情報教育目標の数と不適切な数の平均、不偏分散、比較分析の結果を表 3 に示す。ここで、適切な情報教育目標とするのは、図 5 の part-of 階層の葉にあたる目標概念の中で、指導案に含まれる 8 つの情報教育目標を示す記述とした。その他の中間概念にあたる情報教育目標、例えば「情報を適切に処理する能力」のような記述は抽象度が高く判定できないため、適切にも不適切にも含めていない。

学習の前に実験で用いた指導案には、8 つの情報教育目標が含まれていた。この指導案から、情報教育目標の解説 Web ページで学習する前後に 21 人の各被験者が抽出した適切な情報教育目標の数と不適切な数の平均、不偏分散、比較分析の結果を表 3 に示す。ここで、適切な情報教育目標とするのは、図 5 の part-of 階層の葉にあたる目標概念の中で、指導案に含まれる 8 つの情報教育目標を示す記述とした。その他の中間概念にあたる情報教育目標、例えば「情報を適切に処理する能力」のような記述は抽象度が高く判定できないため、適切にも不適切にも含めていない。

学習の前に実験で用いた指導案には、8 つの情報教育目標が含まれていた。この指導案から、情報教育目標の解説 Web ページで学習する前後に 21 人の各被験者が抽出した適切な情報教育目標の数と不適切な数の平均、不偏分散、比較分析の結果を表 3 に示す。ここで、適切な情報教育目標とするのは、図 5 の part-of 階層の葉にあたる目標概念の中で、指導案に含まれる 8 つの情報教育目標を示す記述とした。その他の中間概念にあたる情報教育目標、例えば「情報を適切に処理する能力」のような記述は抽象度が高く判定できないため、適切にも不適切にも含めていない。

適切な情報教育目標の抽出数が増加したことから、情報教育目標オントロジーを示した Web ページで学習することによって、具体的な学習活動から他の概念を除く情報教育目標だけの概念を適切に抽出する能力が向上したと考えることができる。このことは、事前調査における情報教育目標の抽出における記述では、電子メールの利用やホームページの作成などの学習活動や学習の状況に関する内容が多く見られたのに対して、事後調査では情報教育目標に特化した記述が増えたことからも解釈することができる。

また、不適切な情報教育目標の抽出数が減少したことから、情報教育目標オントロジーを示すことによって、被験者の情報教育目標に対する理解が増したと考えることができる。

以上のことから、情報教育目標だけの概念で構成される情報教育目標オントロジーを示すことによって、情報教育に携わる教師の理解を妨げている原因の一つである情報教育目標と他の概念を分離させる効果があることを示すことができた。この効果は現場の教師の情報教育に関する理解を促進させることにもつながり、本オントロジーは情報教育に携わる教師による情報教育の理解にも貢献できると考えられる。

また、指導案に含まれていた 8 つの情報教育目標の 1 つである「情報表現モラル行動力」に関する記述は、事前調査と比べて事後調査では 21 人中 3 人から 12 人に増えている。このことから、Web ページで示されていた情報教育目標間の関係記述が、指導案における情報活用の実践から情報倫理に関する情報教育目標へと被験者の意識を導いたと考えることができる。短時間での学習によるこの変化は、情報教育実践の課題の一つである適宜バランスよくすべての観点を考慮して育成しなければならない、という要求に対して情報教育目標オントロジーの情報教育の目標概念間の関係記述が効果的であることを示している。

4.2.2 アンケート調査の結果分析と考察

情報教育目標オントロジーを解説した Web ページで学習した後、被験者に回答してもらった表 2 に示したアンケート調査の結果を図 9 に示す。

Q1 が他の質問項目と比較して値が低いことから、情報教育に携わる教師にとって指導要領解説などの情報教育に関する資料が必ずしも情報教育の実践に効果的に貢献しているとは言えないと考えることができる。これに対して、情報教育目標オントロジーを解説した Web ページは Q2 ~ Q5 の値から情報教育に携わる教

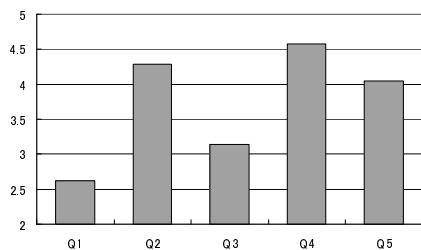


図 9 アンケートの結果
Fig. 9 Results of the questionnaire

師にとって効果的であると評価されている。Q3に関しては、Q1と比較して有意の差が認められ（t検定による有意水準5%の両側検定），情報教育の目標だけに特化させることで情報教育に携わる教師の情報教育目標に関する理解を促進させ情報教育の実践に対する自信へつながったと考えられる。

またQ2, Q4と比較してQ3の値が低いことから、情報教育目標オントロジーが教師による情報教育目標の理解には効果的であるが、そのまま教師に提示するだけでは授業実践に即つながるような効果は期待できない，とする本稿の2.5で述べた見解を確認することができたと考えられる。このことは、Q5に対する値が高いことや、別に行った質問項目「指導要領解説などの他の資料とこのWebページについて、どのような利用方法が適切だと思いますか？」に対して、被験者全員が本Webページを参考にして他の資料を利用するが適切，と回答していることからも考察することができる。

5. む す び

本稿では、情報教育に携わる教師支援の基盤として、情報教育の目標概念を体系的に記述した情報教育目標オントロジーについて述べた。

情報教育は、情報が専門である教師が十分に存在しない現状において、その特殊性から他教科を専門とする担当の教師が数日間の研修や独学で十分に理解することは難しい。本研究では、情報教育目標オントロジーとして、現場の教師の理解を妨げる原因の一つである情報教育に関する様々な概念の混在を解消するために、情報教育の目標概念のみを扱うことによってより明確に定義することができた。

さらに、*is-a*と*part-of*関係に関する考察を通して、これらの関係が混在しない概念化を行った。このことで、教師がこれらの関係の混在による誤解をすること

のないより適切な概念化であることを示した。

また、情報教育目標オントロジーを情報教育に携わる教師にそのまま提供するのではなく、他の種々の有益な情報教育に関する資料と関係付けるための基盤として活用することによってより高い効果を期待する、Semantic Web技術を適用した教師支援の枠組みについて述べた。

さらに実証実験によって、情報教育目標オントロジーが情報教育に携わる教師による情報教育目標の概念理解を促進させること、情報教育の目標概念間の関係記述によって情報教育目標のすべての観点をバランスよく育成できる授業の設計時に貢献できることを確認することができた。

謝辞 本研究の一部は文部科学省科学研究費 基盤研究(A)(2)（課題番号：14208029, 代表：溝口理一郎）と若手研究(B)（課題番号：15700133, 代表：笠井俊信）の助成を受けている。

文 献

- [1] 文部省, 情報化の進展に対応した教育環境の実現に向けて(情報化の進展に対応した初等中等教育における情報教育の推進等に関する調査研究協力者会議最終報告), http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousha/shotou/002/toushin/980801.htm, Aug. 1998.
- [2] 文部省, 高等学校学習指導要領解説「情報編」, 開隆堂出版社, 東京, 2000.
- [3] 大岩元, 橋孝博, 半田亨, 久野靖, 辰巳丈夫, 情報科教育法, オーム社, 東京, 2001.
- [4] 玉田和恵, 松田稔樹, 異なる知識の組み合わせによる「情報モラル」指導法の検討, 日本教育工学会誌, Vol.24, Suppl. pp.147-152, Aug. 2000.
- [5] 松田稔樹, 情報教育の本質と教師に必要な資質, 日本教育工学会誌, Vol.22, Suppl. pp.25-28, Aug. 1998.
- [6] 石井奈津子, 松田稔樹, 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, 日本教育工学会論文誌, Vol.27, No.1, pp.23-36, June, 2003.
- [7] 溝口理一郎, 池田満, 來村徳信, オントロジー工学基礎論 - 意味リンク, クラス, 関係, ロールのオントロジー的意味論 -, 人工知能誌, Vol.14, No.6, pp.87-100, Nov. 1999.
- [8] 岡山県情報教育センター, 岡山県情報教育センターホームページ, <http://www.jyose.pref.okayama.jp/>, 2004.
- [9] 情報ネットワーク教育活用研究協議会, 火曜の会 Home-Page, <http://www.kayoo.org/home/>, 2004.
- [10] 教育情報ナショナルセンター, 教育情報ナショナルセンターホームページ, <http://www.nicer.go.jp>, 2004.
- [11] 古崎晃司, 來村徳信, 池田満, 溝口理一郎, 「ロール」および「関係」に関する基礎的考察に基づくオントロジー記述環境の開発, 人工知能誌, Vol.17, No.3, pp.196-208, May, 2002.

- [12] B.S. Bloom, J. T. Hastings, G. F. Madaus, *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*, McGraw-Hill, New York, 1971.
- [13] M.E. Winston, R. Chaffin, D. Herrmann, A taxonomy of Part-Whole relations, *Cognitive Science*, 11, pp.417–444, 1987.
- [14] 梶田叡一, *教育評価(第2版補訂)*, 有斐閣双書, 東京, 2002.
- [15] T. Berners-Lee, J. Hendler, O. Lassila, The semantic web, *Scientific American*, May, 2001.

(平成 xx 年 xx 月 xx 日受付)

笠井 俊信 (正員)

1995 東京学芸大学教育情報科学科卒業。1997 電気通信大学大学院情報システム学研究科博士前期課程修了。2000 同大学院博士後期課程修了。博士(工学)。日本学术振興会研究員を経て、2001 岡山大学教育学部助手。2003 同講師。現在に至る。人工知能、特に知識工学、オントロジー工学に基づく教育支援システムの研究に従事。人工知能学会、教育システム情報学会、日本教育工学会各会員。

山口 晴久 (正員)

1987 大阪市立大学大学院後期博士課程単位取得退学。1989 和歌山大学教育学部講師、1995 同大学院助教授、2001 岡山大学教育学部教授、2002 兵庫教育大学連合大学院博士課程教授(併任)。情報教育、情報認知工学の研究に従事。著書「情報教育入門」(朝倉書店、共著)など。学術博士。情報処理学会、日本教育工学会、日本産業技術教育学会、教育システム情報学会各会員。

永野 和男

1948 京都市生まれ。1972 京都教育大学特修理学科物理学専攻卒業。1976 より京都教育大学、1985 より鳴門教育大学、1995 より静岡大学情報学部を経て、2000 より現職。専門は教育工学、教育情報学、情報教育。コンピュータとインターネットの教育利用に関する多方面な研究活動を行っている。文部省の情報教育カリキュラム開発関連の委員などを歴任。我が国の初等中等教育における情報教育カリキュラム、2003 より高校普通教科「情報」のグランドデザインを担当した。日本教育工学会理事、教育情報システム学会理事、日本教育工学協会副会長。1986 日本教育工学会研究奨励賞、1995 同論文賞を受賞。

溝口理一郎 (正員)

1972 大阪大学基礎工学部電気工学科卒業。1977 同大学院基礎工学研究科博士課程修了。同年、大阪電気通信大学工学部講師、1978 大阪大学産業科学研究所助手、1987 同研究所助教授、1990 同教授。現在に至る。工学博士。パターン認識関数の学習、クラスタ解析、音声の認識・理解、エキスパートシステム、知的CAIシステム、オントロジー工学の研究に従事。1985 Pattern Recognition Society 論文賞、1988 電子情報通信学会論文賞、1996 人工知能学会創立10周年記念論文賞、1999 ICCE99 Best paper Award 受賞。Intl. AI in Education (IAIED) Soc. 及び APC of AACE の会長、人工知能学会理事、同学会誌編集委員長、電子情報通信学会論文誌編集委員、教育システム情報学会理事、同学会誌編集委員長を歴任。情報処理学会、日本認知科学会、AAAI, IEEE, IAIED Soc., APC of AACE 各会員。現在、人工知能学会副会長。

Abstract The purpose of this study is to build a base by applying ontological theories for supporting teachers who practice instruction of information education. For this purpose, we build an ontology of the goal of IT education by extraction and classifications of concepts of the goal of IT education based on *is-a* relation and *part-of* relation, through the deep consideration of these relations. Moreover, we extract and describe relations between these concepts clearly. In this paper, we explain building of the ontology of the goal of IT education from the viewpoints of the theory for building ontology and the foundation of ontological engineering. Then, we overview the research on a framework for supporting teachers of IT education based on this ontology. And, we report on an evaluation experiment that shows the usefulness of the ontology.

Key words Information Education, The Ability to Utilize Information, Teacher Supports, Ontology, The Semantic Web