

『情報科における問題解決型授業の現状と可能性』

北海道高等学校教育研究会情報部会

問題解決型授業（PBL）ワーキンググループ

北海道札幌北高等学校	奥村	稔
北海道札幌篠路高等学校	鶴間	伸一
北海道札幌旭丘高等学校	高瀬	敏樹
北海道岩見沢緑陵高等学校	川崎	知文
北海道札幌平岸高等学校	杉本	式史
北海道札幌東陵高等学校	高田	和典
北海道旭川藤女子高等学校	鎌田	亮樹
北海道札幌丘珠高等学校	川西	裕二
北海道倶知安高等学校	津端	公彦

代表

北海道釧路江南高等学校長 成田 雅昭

1. 問題解決と学び

平成 15 年度に教科「情報」が設置され、7 年の歳月が流れようとしている。今、新たな学習指導要領が公示され、科目改変に向けた対応を迫られようとしている。

新旧学習指導要領を比較すると、どちらにも頻出するキーワードがいくつか見られる。中でも「問題解決」というキーワードは、表現に違いはあるが、現行学習指導要領における「情報 A」「情報 B」「情報 C」それぞれの科目において扱われている。さらに、新学習指導要領における「情報の科学」「社会と情報」の両科目においては、双方で学習内容として取り入れられている。

人間の全ての活動は「問題解決」であると考えれば、学習活動の全ても「問題解決」であるといえる。にもかかわらず、とりわけ教科「情報」における「問題解決」とは具体的に何を指しているのか、授業ではどのような学習活動を行うべきなのか、これらは曖昧で明確になっていないのが現状である。

本研究の目的は主に、教科「情報」において身に付けるべき「問題解決」を具体的な学習活動として体系化し、教科「情報」に携わる教員にとって、有用なデータベースを構築することにある。体系化の具体的な手法として、まず「問題解決」を学習指導要領から解釈し、その学習領域を明確化した。さらに「問題解決型学習」を分類するために「問題解決型学習の 3 系統」を設定した。この系統分類は、学習活動タイプを明確化するだけではなく、現状の「問題解決型授業」における問題点や不足を明確化する目的がある。

次に、系統分類の対象となる「問題解決」に関する具体的な学習活動の収集を行った。実際に各校で行われている授業について、ネットアンケートを活用して調査を行うと同時に、教科書から「問題解決型授業」に該当するものを抽出し、より多くの学習活動を収集するように

した。これらから読み取れる「問題解決型学習」に関する傾向や問題点等から、「問題解決型学習」の今後の方向性や将来性を見出し、教科「情報」における授業の一助としたい。

今回、情報部会では本研究のために、問題解決型授業（PBL: Problem-based Learning）ワーキンググループを組織し、協同研究することとした。元来、PBL は方法論的な学習活動を対象とすることが多いが、それに固執することなく、様々なアプローチから問題解決型授業を追求していきたい。

2. 問題解決型学習をとらえる

(1) 問題解決型学習とは何か

教育学の分野では 1 世紀程前から用いられている用語であるため、論じる者の学問的背景や、担当教科、教育対象の年齢層により様々な捉え方がなされている。戦後の社会科教育の知見がある者にとっては、アメリカの教育学者ジョン・デューイが提唱した生活経験主義教育論の中核をなす学習原理を想起するであろう。

一方、大学関係者は近年主に医学教育の分野で実践されている問題解決型学習をイメージするかもしれない。また、理科教育や専門教育に携わっている者は「仮説実験授業」や「課題研究」との類似性を指摘することができるであろう。

狭義の PBL とは、少人数のグループによる学習を通じて課題を達成していく中で、学生自身が学ぶ内容を理解していく学習手法である。主に医学、歯学、薬学、看護学、工学教育の分野においての実践例が報告されている。具体的な学習活動としては、最初に課題が学生に提示されることから始まる。学生はそこから問題点を洗い出し、学習目標、仮説、問題解決の手段を明らかにする。次に情報収集、分析、問題解決を行い、グループ討論により結果を確認し、問題解決のプロセスを修得していくというものである。

(2) 学習指導要領における問題解決型学習

学習指導要領において「問題解決」が取り上げられるようになったのは、平成 10 年の告示からである。現行の「高等学校学習指導要領第 1 章総則第 4 款総合的な学習」には、学習活動を行う際の配慮事項として次のような記述がある。

(2) 自然体験やボランティア活動、就業体験などの社会体験、観察・実験・実習、調査・研究、発表や討論、ものづくりや生産活動など体験的な学習、問題解決的な学習を積極的に取り入れること。

なお、小中学校における、総合的な学習の時間の学習活動を行う際の配慮事項としても、次のような記述があ

る。

(2) 自然体験やボランティア活動などの社会体験、観察・実験・実習、見学や調査、発表や討論、ものづくりや生産活動など体験的な学習、問題解決的な学習を積極的に取り入れること。

さらに小中学校においては、指導計画の作成等にあって配慮すべき事項に「各教科等の指導にあたっては、体験的な学習や問題解決的な学習を重視するとともに、児童（生徒）の興味・関心を生かし、自主的、自発的な学習が促されるよう工夫すること。」とあり、各教科の指導においても高等学校以上に「問題解決的な学習」を重視していた。

その結果、「教え込み・詰め込みの授業」への反動も加わり、特に小学校を中心に「単元の導入部から自力発見や協同解決を促し、教員からの解説的な説明をほとんど行わないような授業」が蔓延したとの指摘もある。[1]

問題解決とは自分の頭で考え、自分で判断したり、解決したりすることを指すのだが、問題解決のための予備知識として基礎基本が習得できていなければ、非常に効率の悪い学習となる。

それを受けて新しい学習指導要領では、指導計画の作成等にあって配慮すべき事項に、「基礎的・基本的な知識及び技能を活用した」という文言が付け加えられた。

(3) 情報科における問題解決型学習

教科の目標には「社会の情報化の進展に主体的に対応できる能力と態度を育てる。」と記されている。このためには、「問題解決能力を育てる」ということは非常に大きな要素となるのではないだろうか。

新旧の学習指導要領双方において、問題解決における「体系的な手法」そのものについての取り扱いが含まれている。

問題解決型学習を行う上で、予備知識・技能として問題解決の手法を理解しておくことは極めて重要であり、体験的に学ぶことが望ましい。

本研究で対象とする問題解決型学習は、解決にあたって適当な困難性をもった問題を設定し、問題解決に求められる基本的な考え方と技能を踏まえ、生徒の能動的・協調的な解決を促し、そうしたプロセスを評価し改善する学習活動であるとする。さらに踏み込んだ問題解決型学習については、「5. (4) 問題解決型の学習プロセス」にある論考を参照されたい。

系統学習のみでは、2 単位という授業時間の中で共通教科「情報」の幅広い内容を網羅することは困難である。また、知識がいくらあっても、それを実際の場で適用し問題を解決しなければ、その知識は役には立たない。系

統学習と問題解決型学習のバランスが重要である。

3. 問題解決型学習を系統的に分類する

(1) 問題解決の系統分類

今回は「問題解決型学習の3系統」に分類した(系統分類の経緯については「5. (1) 系統分類の根拠」、において示している)。

A. 解決手順→処理の自動化

解決手順を考え、処理を自動化することにより、効率的な問題解決を行う手法。解決手段としてコンピュータなどを用いる。

B. モデル化→シミュレーション

問題をモデル化することにより把握し、試行錯誤を行うことにより問題解決を行う手法。解決手段としてコンピュータや情報通信ネットワークなどを利用しシミュレーションを行う。

C. 共有・蓄積・管理→データベース

さまざまな情報を共有・蓄積・管理することにより問題解決を行う手法。解決手段としてデータベースなどを用いる。この場合、データベースはSQLなどのデータベース言語を指すのではなく、インターネット等の情報通信ネットワーク上で稼動する検索エンジン、Wiki 等もデータベースに含める。

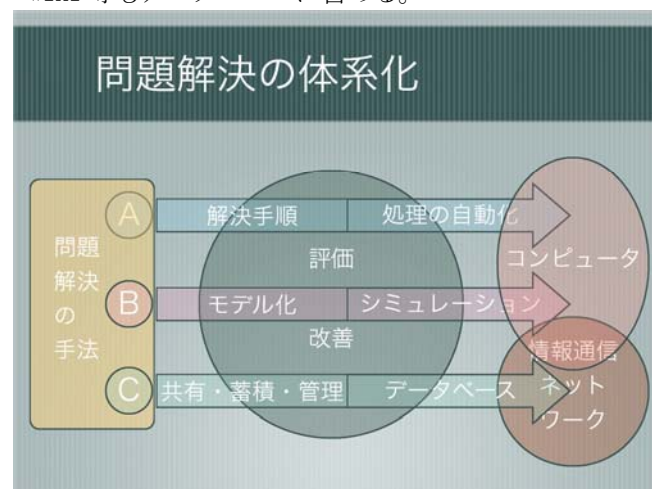


図1 「問題解決型学習の3系統」

(2) 教科書における問題解決

問題解決学習について、教科書にはどのような形で取り上げられているか、現在発行されている「情報A」の教科書18冊、「情報B」の教科書10冊、「情報C」の教科書11冊、合計39冊について問題解決学習について触れられている部分を調査し、上記の分類方法で分類したところ、そのほとんどは系統分類Aの「解決手順→処理の自動化」に分類された。

まず、系統分類Aがどのように取り上げられているか科目別に考察する。「情報A」の場合、一番多い内容は、見学旅行やテーマパークに遊びに行くなど、旅行プラン

を題材としたもの(6件)であった。その他に、学校行事(文化祭等)、食生活、携帯電話など、身近な題材を扱っている。また、コンピュータの購入やインターネットプロバイダの選定などを扱っている教科書もあった。

「情報 B」では、この系統分類に関する具体的な問題を解決していく例は少ないが、フローチャートの概念やクロスチェックなどの、調査・検証方法に関する実習が多く見られた。その他、データベースによる問題解決についても取り上げているが、アプリケーションソフトウェアとしての利用であり、情報通信ネットワークなどを用い共有するという捉え方ではないので、これは系統分類 A に該当させた。

「情報 C」では、インターネットのトラブルやウイルス等のセキュリティを題材としたものが最も多く(5件)、次いで環境問題、高齢化、少子化問題などの社会問題などを扱った例も複数見られた。その他ユニバーサルデザイン、テレビコマーシャルを題材としたものもあり、「情報 A」とは異なった題材が取り上げられている。

次に系統分類 B の「モデル化→シミュレーション」について考察する。学習指導要領にあるとおり、「情報 B」の教科書にはすべてこれらの記載が見られる。系統分類 B については、「情報 B」のみが取り上げている。モデル化とシミュレーションとして、商品の売り上げ、料理のレシピや、水槽の水量変化、建物の節電などについて取り上げられている例が見られる。

最後に系統分類 C の「共有・蓄積・管理→データベース」についてであるが、現行の学習指導要領に記載がないためか、ほとんど取り上げられていない。

以上の、教科書に記載されている問題解決学習の事例では、スプレッドシート、プレゼンテーションソフトウェアなどはもちろんのこと、問題解決の手法としてブレインストーミングや KJ 法を扱っている教科書も多く見られた。なお、問題解決授業に関する内容については、北海道高等学校情報教育研究会情報部会のウェブページ(<http://choice.satsukita.ed.jp/lba/>)の「教科書調査(問題解決学習)」から閲覧が可能である。

(3) 授業実践における問題解決

教科書の分類は上記のように系統分類 A に関する項目が多い結果になったが、実際の授業はどのように行われているかを調査するため、本ワーキンググループで、北海道内の高等学校を対象に行った『「問題学習」に関するアンケート』(回答 99 校)を行った。この『「問題学習」に関するアンケート』結果の詳細についても、北海道高等学校情報教育研究会情報部会のウェブページ(<http://choice.satsukita.ed.jp/lba/>)の「2009 問題解決学習アンケート」から閲覧が可能である。

「問題解決」に関する学習活動を取り入れた授業の概

要について以下のような結果を得ることができた。

○系統分類 A 「解決手順→処理の自動化」

系統分類 A を実践している学校は、アンケートの中で問題解決型授業を行っているとは回答した 47 校のうち 42 校に及ぶ。特徴的な内容としては、「見学旅行」(5件)など、ウェブページを使った調べ学習、スプレッドシートを使った処理などが多くみられた。問題解決する手法としては KJ 法、マインドマッピング、ブレインストーミングなどを取り入れている学校も多数見られた。

分類	手法	件数	タグ(キーワード)
ウェブページ	ウェブページ検索	18	サーチエンジン、旅行プラン、調べ学習、時事問題、自らテーマを設定、新書の内容を検証
	ウェブページの作成	2	
プレゼンテーション	プレゼンテーション	10	自己紹介、ライフプラン、学習活動、地域研究、環境問題、進路
スプレッドシート	スプレッドシートによる処理	8	報告書の作成、携帯電話の統計、関数の学習
問題解決手法	シンキングメソッド	4	KJ 法、マインドマッピング、ブレインストーミング
	ニューコードゲーム	1	NASA ゲーム
	コンピュータ技術	1	文字コード、画像フォーマット
	シンキングアティテュード	1	ロジカルシンキング、クリティカルシンキング
	情報機器と手作業比較	1	スプレッドシート等
モラル	情報モラル	3	情報の信憑性、ウェブメールを利用
動画	動画作成	2	動画のしくみ、地域の映像
プログラミング	BASIC	1	アルゴリズム
	Java Script	1	デバック、プログラムの流れ
セキュリティ	暗号化	1	

表 1

○系統分類 B 「モデル化→シミュレーション」

系統分類 B については、4 つの実践があった。モデル

化の例では駐車場の車の流れについての実習などが見られた。

分類	手法	件数	タグ(キーワード)
アルゴリズム	フローチャート	1	駐車場のモデル化とシミュレーション
	プログラミング	1	アルゴリズム
	手続きの自動化	1	
図	図によるモデル化	1	

表2

○系統分類C「共有・蓄積・管理→データベース」

系統分類Cには、3つの実践があった。いずれもWikiで制作したデータベースを共有・蓄積・管理することで、より理解を深め、問題解決を行っていく実践である。

分類	手法	件数	タグ(キーワード)
Wiki	情報モラル	1	スパムメールの製作、共有・蓄積
	協調的問題解決	1	
	統計的仮説検証	1	

表3

教科「情報」の授業を取り巻く環境は、情報通信ネットワークなどの発達により、以前とは大きく異なっており、教員は学習指導要領に定められた内容を踏まえながらも創意工夫し、その時代にあった授業を行っていくことは当然のことである。アンケートの結果として、情報通信ネットワークを積極的に取り入れ問題解決を行うという系統分類Cの授業が多く取り入れられてきているといえる。現実には教科「情報」の授業が、今回提示した3つの系統としては偏りが見られるが、今後バランスよく実践されていくことが望まれる。

4. 問題解決型学習の問題点を探る

(1) 教科書における問題点

現行の学習指導要領では、問題解決についての記述が「情報A」と「情報B」にある。

「情報A」では、身の回りの比較的簡単に解決できる問題に対し、生徒にさまざまな解決手段を試みさせるとともに、いろいろな情報機器を使用させて結果を比較させる。ここでは、問題解決における解決手順と情報機器の重要性を意識させることが重要であり、効率的な方法を教え込むことを目的としない。

「情報B」では、科目全体を通して「コンピュータを活用した問題解決」が中心テーマである。問題解決についての基本的な手法を身に付け、身の回りの問題のみならず、解決の手段をいろいろ工夫できるような問題を扱う。そして、問題解決を応用させたり、より効果的な解決を図ったりするなどの工夫ができるようになることを目的とする。

「問題解決型学習の3系統」によって現行の3科目である「情報A」、「情報B」、「情報C」の学習内容を見ていくと、3系統の問題解決型学習はそれぞれで扱われているわけではない。しかし前述のように、系統分類Aの「解決手段→処理の自動化」については3科目のすべてにおいて取り入れられている。これは、「問題解決型学習の3系統」による問題解決学習の分類が、新学習指導要領を意識した分類であるためである。

表4において、系統分類A～Cが各科目においてどのような順序で扱われているかについて番号を付した。例えば、現行学習指導要領では、問題解決の基礎的及び導入の目的で、系統分類Aを扱い、応用及び発展として系統分類B、系統分類Cを扱っていると考えることができる。

学習指導要領	科目	系統分類A	系統分類B	系統分類C
現	情報A	1		
	情報B	1	2	3
	情報C	1		
新	社会と情報	3	2	1
	情報の科学	3	1	2

表4 新旧学習指導要領における「問題解決型学習の3系統」の扱いの順序

教科書で取り扱われている問題解決型学習もこの順序を反映した形で、配置されている。「情報B」を例に挙げると、系統分類Aに含まれるアルゴリズムの概念などを学習した後、系統分類Bの「モデル化→シミュレーション」のプログラミング等の応用、そして選択的ではあるが、データベースの活用として「情報通信ネットワークで提供される検索システム」を用いた系統分類Cへと進むものがある。

問題解決型学習の具体的実習内容と「問題解決型学習の3系統」の分類との関係性を詳細に検討する必要がある。それぞれの実習が、どの系統分類に含まれるかを追うことによって、学習内容の充足度やそれらの順序の妥当性などがさらに明らかになる。

教科書から問題解決型学習に該当するものを抽出したところ、問題解決型学習を取り上げている項目は 349

項目にわたっており、科目と系統分類に関して整理したのが表5、表6である。

	系統分類 A	系統分類 B	系統分類 C	計
情報A	126	0	16	142
情報B	43	95	3	141
情報C	38	3	25	66
計	207	98	44	349

表5 各科目で取り上げられている問題解決学習

	系統分類 A	系統分類 B	系統分類 C	計
情報A	88.7%	0.0%	11.3%	100.0%
情報B	30.5%	67.4%	2.1%	100.0%
情報C	57.6%	4.5%	37.9%	100.0%
計	59.3%	28.1%	12.6%	100.0%

表6 各科目の問題解決学習の系統分類ごとの割合 (%)

これらの表から、各科目における問題解決型学習の特徴をいくつか読み取ることができる。

「情報A」では系統分類A「解決手段→処理の自動化」を問題解決学習の中心と位置づけ、系統分類C「共有・蓄積・管理→データベース」を扱う内容も取り上げている。

「情報B」では、科目の単元として「モデル化とシミュレーション」など系統分類Bに直結する内容を含んでいることから、系統分類Bを中心に扱っている。しかし、「情報B」でも全体の3分の1程度を系統分類Aの問題解決学習に充当しており、「解決手順→処理の自動化」を重視していることがわかる。

「情報C」では、系統分類Aと系統分類Cをかなりバランスよく配置しており、他の科目よりネットワークを重視しているという特徴を表している。新学習指導要領ではさらに情報通信ネットワークが重視されることから、系統分類Cの重要性が高まり、問題解決学習が現行の教科書では不足しているという点が改善されるのではないかと考えられる。

新学習指導要領での、問題解決型学習を重視するという位置づけから考えると、現行の教科書の内容とは大きく変わってくるのが予想され、それに応じて教員も準備を求められることになるであろう。

(2) 授業実践における問題点

選択履修されている科目については、「情報A」が圧

倒的に多く、ほぼ半数の学校で実施していた。「情報B」の選択率は低く、5%未満であった。「情報C」の選択率が25%以上と高く、これは、これまで各所で行われてきた他の調査の結果からも、北海道の特徴だと言われている。

「問題解決」の要素が取り入れられているかとの問いに対し、半数以上は取り入れていると回答している。キーワードも、「習得、活用、探求、収集、調査、分析」といったものが20%を超える。

具体的内容についても、教科書で見られる問題解決型学習そのままであったり、担当する教員の工夫が反映されたものであったりさまざまである。しかし中には、日常の授業だけでなく、学校行事との連動で進める事例もあった。これは、学習活動の横断的連携の実践例であるといえる。

問題解決型学習を授業に取り入れている理由を問うた回答からは、情報の収集・整理・発信の指導に役立てたり、生徒の自立性を高めたりする指導などに役立てていることが伺われる。また、コンピュータによる実習が半数を占めており、情報（通信）機器の有効な活用が進んでいることが読み取れる。

その一方で、「問題解決」の意識は持っているが、うまくいかないという回答が25%以上あった。その原因を今後早急に捉える必要があり、それに対する対処の方法も考えていく必要がある。

また「問題解決」を取り入れていないという回答が23%、初めから考慮していないというのも16%あった。さらに、実施している授業が「問題解決」に該当しているかどうかわからないのも14%あった。

これらの回答から、情報科を担当する教員の間には、「問題解決型学習」に主体的に取り組んでいる人もいれば、その実践の前で足踏みをしている人もいるのが現実のようである。

教科書で見られた傾向と同じように、系統分類Aの実践が多く見られた。内容は調査、まとめ、発表に関わるものが多かった（詳細は前項のまとめを参照のこと）。これらの実践は各社の教科書でも幅広く扱われている分野だけに、バラエティに富んだ学習活動が行われている。

回答した約半数の教員が、工夫をして授業の中に問題解決の手法を取り入れている。問題解決はそのプロセスの中にさえ新たな問題点を見つけ出し、よりよい解決に導こうとする性質がある以上、授業をデザインする中で教員自らがアイデアを良く練り、現状に合わせたプランを作成することが必要である。

今回のアンケートは、授業者がそれぞれの授業で何を目指し、どのような工夫を組み込んでいるかまでには踏み込んでいない。しかし、改めていくつかのまとめを行

うことで、授業での問題解決の扱われ方に関する問題点を以下に指摘する。

- ・情報科にとって、問題解決が重要な意味を持っていることが幅広く認知され、多くの学校で実践されている。
- ・問題解決の基本的な内容を扱うことはかなりの学校で定着しつつある。
- ・実践の内容が系統Aに偏っているのは教科書の編集を見ても同じ傾向であり、教科書の流れに準じて授業が行われていることを表している。
- ・全体の傾向としては系統分類Aが多いが、その他の系統分類Bや系統分類Cに分類される実践も報告されている。これは結果的に、新学習指導要領に対応しやすい状況にあるといえる。

学校を取り巻く環境も、社会の情報化の進展に応じて短期間の間に大きく変化している。その時々、社会的、時代的な流れに合わせて授業のデザインを行うためには、問題解決型学習はひとつのフレームワークといえる。こうした実践が今後増えるためにも、多くの取り組みが広く周知され、その意義が正しく理解されることが必要である。

アンケートの回答の中には、問題解決型授業を行っていない、あるいは自分の授業が問題解決型に該当しているかどうか分からない、というものもあった。前者の理由として多かったものは、次の3つである。

- ・何をして良いのかわからない
- ・自分の授業が問題解決に該当しているかわからない
- ・自分の授業に問題解決に該当しているものが無い

(3) 問題点を克服するためには

問題解決型授業に不慣れな教員も多いという状況では、問題解決型授業を積極的に取り入れていくことはなかなか難しい。このような状況をどのように改善していけばよいかについて、次に考察する。

(3)-1 教員間の連携を深める

共通教科「情報」は標準単位数が2と少ないため、多くの学校では1人の教員のみで、校内では授業に関しての相談相手がおらず、授業計画や教材についての悩みを共有できないという大きな問題をはらんでいる。さらに一部の学校では、ある教員が少なからずの無理を抱えながら情報科を担当しなければならない、という学校事情がある場合もある。

こうした問題を解決するためには、他校の情報科を担当する教員たちと、授業計画や教材についての情報交換を積極的に行える環境を構築することが求められる。特に重要なのは、単なる授業案の集合体や教材集を共有することではなく、自分が考えた授業プランに対しての第三者からのアドバイスや批評であり、不足している部分についての適切な助言を得られることである。そのよう

な交流が、経験が浅かったり、授業の内容に不安を感じたりしている教員にとって何よりの手助けとなる。

広い地域に学校が点在しているという北海道の特性を踏まえて、地域の枠を越えた活動を目指していくことが必要である。「自分一人」といった情報科教員の置かれている状況を自覚し、日々の授業デザインを行う上でお互いが交流できる環境に主体的に関わっていくことが求められている。

(3)-2 もっと身近なものにする

生徒に問題解決を求めるのであれば、教員は問題解決に対応するための基盤を生徒に示し、吸収させるような能力を身に付けなければならない。そのために教員は、日常的に新しい技術に関心を持ち、可能な限りの知識やスキルを身につける必要があり、その上で、先進性や問題点に関してコメントする力が求められる。さらに、社会の変化を敏感に感じ取る、新しい授業づくりを考える、技術の進歩をいち早く取り入れる、生徒の関心事をとらえ適切な指導ができる、など様々な能力も求められる。

しかし、多忙な中を時間のやりくりして教材研究をしなければならないことに加え、教員の多くは問題解決型の授業の経験が少なく、手探りの状態で授業を行っていることも少なくない。ここで活用すべきは、同じ悩みを持つ教員間の協力と連携である。

情報通信技術の発達のもとで、インターネット上でたくさん仲間たちと情報を共有することも容易になり、以前には考えられなかった教員間の連携の可能性が生まれている。そうしたコミュニティにおいて、例えば「集合知」や「クラウド・コンピューティング」などといったその時々キーワードを議論し、授業の話題として生徒に提供することも考えられる。

実社会で日常的に持続して進展する情報化を実感することは難しい。ここではキーワードをトピックスとして生徒に与えるという一例ではあるが、このようなことを通して、身近な自分の問題として可視化や意識化させることは可能なのではないだろうか。

(3)-3 実践のデータベース

授業を組み立てる際、根本的な拠り所となるのは学習指導要領であるが、具体的に日々の授業で利用するのは教科書であることが多い。教科書会社は、より良い内容を目指しているし、その充実を図るという努力も積み重ねられている。また、教員の声に耳を傾けるし、それを良い形にして教科書にフィードバックもしている。

そこで、そのような信頼できる教科書を元にして、どのような実践をしたのかをデータベース化して、蓄積することでその成果を検証し、改善への糸口を探るような試みはどうであろうか。ここに実践と検証のサイクルが生まれ、より良い授業実践へとつながって行くことが期待できる。このことは本研究会の、今後に向けた活動の

一つの方向性として考えていきたい。

(4) 今後の方向性

そもそも、情報科の教員として身に付けていなければならないエッセンシャルミニマムとはいったいどのようなものだろうか。それを明らかにする手段として、今回調査研究の対象とした問題解決型学習について、改めて各自がその必要性和効果、授業の方法といったことについて考えを深めることが必要である。

情報科教員の養成プロセスが手探りの状態である現状では、私達もそのことに気を配り、研修を積んでいかなければならない。そのことで問題解決型学習の必要性を認識できたり、授業実践に向けてスムーズに入り込んでいけたりする効用が生まれるであろう。

今回整理した教科書の内容を参考に、具体的な実践事例集などを作成し、活用できる資料として整えていくことも重要である。

具体的な事例を示すことが、現実味や必要性を実感させ、やってみようという気持ちにさせる一助となる。

アンケートによれば、半数が何らかの形で問題解決型授業を取り入れているが、残る半数ではまだ取り組んでいない、あるいは問題解決型授業についての理解も浸透していないことが読み取れる。このことは情報科が抱える問題として共通の認識とし、これからもさらに取り組むべき課題と捉えたい。今後のあるべき方向性については、「5. (6) 問題解決指向型という考え方」にまとめた。

5. 問題解決型学習を学習プロセスによって理解する

(1) 系統分類の根拠

本研究を行うにあたって、問題解決型学習を3つの系統に分けた経緯を述べる。

新学習指導要領では、科目「情報の科学」の中で問題解決の考え方が大きなウェートを占めている。情報を科学的に理解した上で、情報を効果的に活用した問題解決を行おうとするものである。

したがってまず、科学的であるということがどのようなことなのかを明らかにしておく必要がある。

一般的に科学的であるということは、実証的・論理的・体系的に物事を考えることであり、事実に基づき、合理的・原理的に思考が体系づけられていなければならない。科学的であることを規定するこれらの要素と、情報科における問題解決の学習とは、次のように関連付けることができる。

まず、問題解決における「体系的な手法」を習得する必要がある。これは、コンピュータや情報通信ネットワークなどの情報技術を利用せずとも、私たちが身に付けておくべき基本的な知識であり考え方である。そのこと

を前提に、「論理的な処理手順」を考えたときにコンピュータによる「実証的な自動実行」が可能となる。また、「原理的な思考によるモデル化」を行うことで「合理的なシミュレーション」も可能となる。

一方の科目「社会と情報」でも、情報機器ばかりではなく情報通信ネットワークを活用した問題解決に言及している。学習指導要領の中で情報科の考え方が、コンピュータを中心とした情報機器主体から情報通信ネットワーク主体へと軸が移行していることを考慮すると、これは至極当然のことと受け止めることができる。したがって、データベースを背景としてインターネットなどを活用した問題解決を図ることも、重要な学習活動として考える必要がある。

以上をまとめると、「問題解決の基本的な手法」の学習を前提として、次のような情報科における問題解決型学習の3系統を考えることができるのである。

(A) 考えた解決手順によっては、コンピュータを用いた処理手順の自動化（プログラミングそのものを指すのではないことに注意）による問題解決を行う。

(B) 問題の種類によっては、問題となっている状況のモデル化を行い、コンピュータを（場合によってはインターネットなども）用いたシミュレーションによる問題解決を行う。

(C) 情報を共有・蓄積・管理すること（データベース化）が有効な場合には、インターネット（場合によってはコンピュータでも）を活用した、コミュニティにおける集合知（コンピュータの場合には情報処理）による問題解決を行う。

(2) 研究結果における系統分類

執筆プロジェクトによる教科書の調査や、会員からのアンケート調査の結果などによって、情報科における問題解決型学習の実態が浮かび上がってきた。調査結果をまとめ、さらにその結果について考察を進めていったとき、次第に意識の中に沈殿してきたのは、今さらではあるが、問題解決型学習とは何かという根源的な問い掛けであった。

教科書調査の中で、問題解決型学習についての記述内容の分析を担当したメンバーの一人は、「情報機器の使い方など、その単元だけを狭く見ると問題解決型学習に入らないが、章全体の流れを考えると、その単元を問題解決型学習の一部として考えることができるような項目が少なからず存在している。」と述べている。完全に問題解決とは言えないが、扱いによっては問題解決的な学習内容が存在するのである。

教科書調査では、問題解決型の学習活動と認めることができた場合に、先に述べた3系統による分類に加えて「活動内容」を表すタグ（キーワード）による分類整理

を行ったが、実際には教科書に記述されている学習活動の内容から問題解決型学習を抽出するという調査を行ったために、「学習コンセプト」を意識した分類をすることはできなかった。問題解決的学習を明確にとらえて的確な学習活動をデザインするためには、問題解決型の学習とはどのようなものなのかというコンセプト（概念定義）を解決しなければならないが、この課題はまだ残ったままである。

(3) さまざまな学習モデル

学習活動の目的やそのコンセプトから、学習活動をどのように分類するべきかを考える。知識体系を系統的に記述した教科書に沿って学習する「系統的学習」は、効率的に知識項目を網羅整理することができるが、知識技能を身に付けることを期待するのは難しい。どのように考えどのように学ぶべきなのかを自分で見つけ出していくこと、つまりメタ認知的な学習は系統的な学習では困難である。系統的な学習の枠を超えたとき、それらは課題探求（研究）学習、課題解決型学習、そして問題解決型学習などと呼ばれている。これらは相互にどのような関係であり、どのように異なっているのだろうか。以下に、それらの特徴の概要をまとめる。

○系統学習／生徒の発達段階を考慮して知識や技術を構造化し、学習内容に系統性を生み出し、順序立った理解をさせる学習。短時間で多くの内容を伝達できることが長所だが、教師主体の学習となりやすく、生徒の関心・意欲・態度を引き上げるような主体的な学習とはなりにくいという短所がある。（System Based）

○課題探求型学習／教員から課題（テーマ）の大枠を与えられ、その中から生徒が決めた課題について、あらかじめ想定されている筋道を生徒が辿り、おおよそ想定されている結論や成果を得るような学習。（Subject Based）

○課題解決型学習／教員の直接的な指導の有無にかかわらず、自分が置かれた状況の中から生徒が課題を発見し、自分なりの方法で試行錯誤しながらアプローチして、生徒なりの解決に至る学習。（Task Based）

○問題解決型学習／自分が置かれた状況において改善したり解決したりしなければならない問題を探求し発見して、自分なりの方法で試行錯誤しながらアプローチして、確かな問題の改善や解決に至る学習。（Problem Based）

(4) 問題解決の学習プロセス

これらの概要からは大まかな違いは理解できても、明確に分類することはできない。分類するための何らかの基準が必要である。ここでは、問題解決のプロセスを手がかりに考察を進めた。問題解決のプロセスをどのように把握するかは微妙な違いはあるにせよ、次のように整

理することができる。

(A) 問題の発見

何が問題であるかを把握する段階であるが、このことが一番難しいと思われる。人から課題を与えられるのではなく、現状の中から自分で問題となっていることを認識することは、日常的にクリティカルな思考を行う習慣がなければ、ここであらためて意識的な行動としてとらえる必要がある。ロジカルな思考も含めて普段の学習活動の中で育みながら、問題解決という学習活動につなげていくことが望ましい。

(B) 問題の調査

分析問題を意識してそれを認知した段階では、問題はまだ漠然としていることもあるし、周囲の様々な状況の中でその問題は考えられなければならない。原因を探り、問題がどのような解決すべき条件を内包しているかなど、環境を調査し問題の根がどこに潜んでいるかを分析しなくてはならない。

(C) 問題の表現

何が問題なのかを把握することは、それをきちんと説明できることに他ならない。自分に説明するだけでなく、他の人に対しても的確に理解されるような説明でなければならない。方法としては言葉として話をして伝えるのみならず、文字や文章にしたり、図やグラフなどのイメージを駆使したりすることも考えられる。どの方法を取るにしても、論理的な言語力が求められることは言うまでもない。

(D) 問題解決案の策定

問題を分析しモデルとして表現できれば、どのように解決にあたればよいかが見えてくる。そのことを具体的な方策として考案し、問題解決の手段を策定する。問題解決の筋道を仮説として立て、それを検証するという方向性を明らかにする。

(E) 問題解決行動

策定した解決案にしたがって行動にあたる。策定の段階では想定できなかった状況に向き合うこともあるが、試行錯誤を繰り返すことも含めて、可能な限り柔軟な対応を行うことで解決に向かう。最終的に問題を解決することは一度の解決行動ではなされることは少ないから、後の評価と改善のためにも、ここでのつまずきや失敗の経験をレポートなどに残すなどして大切にしたい。

(F) 問題解決プロセスの評価

解決行動の結果を云々するのではなく、重要なのは問題発見から始まるここまでのプロセスを振り返ることである。たとえ結果が思わしくなくても、その原因が解決行動そのものにあることは少なく、解決のプロセス全体に負うことの方が多い。プロセスとして評価しなければ、問題解決の次の段階にスパイラルに接続していくことはできない。評価の手段としては、あらかじめ生徒に示し

である学習目標にしたがい、まず評価規準を明確にしておく。それを具体化した形で、解決行動を終えた段階で評価基準表（ルーブリック）として示し、生徒の自己評価を行う。グループで解決行動をした場合には、グループとしての活動のみならず、グループとしての機能にどのように関わり、個人の役割をどのように果たしたかを自己評価、そして相互評価という形で行いたい。

(G) 問題解決プロセスの改善

問題解決のプロセスを評価したら、そこに自ら改善の方法が見えてくる。先の評価の段階で改善策を提言するようなレポートを組み込み、それらをまとめることで改善策を策定する。解決に向けてうまく行動できた場合でも、なぜうまくいったかを具体的に考えて表現することで、それをさらに改善する方策も見えてくるので、単純な成功失敗での評価には終わらせず、ここでの改善につなげる。

(H) 問題解決プロセスの共有

これまでは得てして、評価や改善を行ったら再び問題の発見に移行するサイクルを想定していた。しかし、社会の情報化が進みネットワークの利用が一般的になり、人々が気軽に情報発信を個人的に行うようになるにつれて、自分の体験を公開することにより不特定多数の人々と共有するようになってきた。問題解決のプロセスがいれば集合知としてネット上に形成されようとしている。個人的な活動では限られた体験しかできない。他人の体験によって自分も仮想的に体験することで、問題に対してあらかじめ知的に対応することが可能になり、よりよい問題解決に向かうことができる。

(5) 学習モデルと学習プロセスとの関係

本稿をまとめるに先立って実施した情報科授業での問題解決型学習に関するアンケートでは、その集計にあたって、授業の内容と手法とに注目して実践されている授業を項目に分類した。その項目には回答を得た件数を記しているので、どのような授業が多く行われているのかが一目瞭然となっている。ところが一方で、そうして実践されている授業内容だけで十分であるのかとか、他にやるべき授業内容や授業形態があるのではないのかといった疑問は解消されることはない。そうした観点から、問題解決型学習活動に対してさらに違う分析の仕方が必要になる。

ここではこれまでに述べてきた、学習のタイプと学習の（特に問題解決型学習の）プロセスに注目して、下記のようなマトリクスにしてみた（表 7）。明らかに対応するものには○、微妙であると思われるものには△を付した。それぞれの学習タイプをどのようなものとしてとらえるかについては個々の考え方に依存する部分もあるので、一つの見方として読まれることを期待する。

このように、問題解決のプロセスの観点から授業形態を分類してみると、自らがデザインした授業が、実際にはどんなタイプのものであるのかが明確になる。系統学習は別としても、やはり問題を発見するプロセス(A)がなければ問題解決型とはいえないし、問題解決のプロセスの改善(G)がなければ、問題解決のスパイラル状態は生まれない。特に情報科が行う問題解決型学習では、情報通信ネットワークを活用した問題解決の成果やプロセスの共有(H)が行われることは、これからますます重要な要素となっていくであろう。

	A	B	C	D	E	F	G	H
系統学習				△	○	△		
課題探求型学習		○	○	○	○	○		
課題解決型学習		○	○	○	○	○	○	△
問題解決型学習	○	○	○	○	○	○	○	○

表 7

(6) 問題解決指向型という考え方

これまで述べてきたことを整理してみると、問題解決型学習(Problem Based Learning)を実際に授業の中に取り入れようとしたときには、そこにいくつものとても難しい問題が潜んでいることが明らかである。

- ・問題をどのように把握させるか。
- ・そもそもそれは、問題といえるのか。単なる課題であったり、プロジェクトの目的であったりしないのか。
- ・その問題は授業の枠組みの中で扱いきれるものなのか。

そしてその難しさを裏付けるように、授業実践の内容に関するアンケート調査の結果からは、現状では未だ本格的な問題解決型は数が少ない。また同結果からは、問題解決型学習への教師の自覚も深まっていないことも分かる。さらに、同時に行われた教科書調査からは、教師の実践の拠り所となる教科書の内容そのものの未熟さも浮かび上がっている。

ところで現実的には、学習すべき内容のすべてが問題解決型に適応するわけではないし、生徒集団の興味や関心はいろいろであるし、教員の準備も時間的や施設的に制約のある場合が多い。そのようなことを踏まえながら、情報科の教員として問題解決型学習の授業実践を進めるためには、まずは問題解決型の学習とは何かを本質的に把握し、今の自分にできることとできないことを認識し、今後はどのように準備をしていくべきかという明確な方向性を持つことである。

この意味で、私たちは問題解決型学習を目標にすることを自覚しながらも、けっしてそれを大上段に振りかぶる必要はなくて、問題解決指向型学習(Problem Oriented Learning)の実践を心がけていけばよいのでは

ないだろうか。本稿で示した、学習のタイプとプロセスとの関連や「問題解決型学習の3系統」などの考察が、今後に向けていくらかでも会員相互の研修に役立てば幸いである。

6. ネットワーク上で調査研究を行うということ

教科部会としての活動は8年目を迎えたが、いまだ研究の蓄積や深まりについての歴史は浅いと言わざるをえない。しかし、研究の方向性や勢いについては胸を張れるようにありたい。そんな思いを形にするために、この度は共同で本稿の執筆にあたった。結成したワーキンググループのメンバーが一つの場所に集まることは難しいため、自ずとその作業はインターネットを活用したものとなった。ここでは、こうした試みによって研究活動がさらに活発になることを願い、私たちがインターネット上で行った調査研究や執筆作業の様子について、記録しておきたい。

インターネット上で行ったアンケート調査では、校務多忙の中、細やかに、そして率直に回答を寄せていただいた会員諸氏には心から感謝したい。当初想定した以上の回答回収率の高さであり、会員の情報科に対する意識の高さが伺える。その後行った私たちの分析は、この回収率の高さによって補われたといえるであろう。

教科書の調査では、出版されているすべての教科書を手元にするまで少し手間取ったが、膨大なそれらに目を通すことについては非常に集中した作業が行われた。また、最初はどのような集計をするのかも手探り状態であったが、徐々に集計の指針が明らかになり、それにしたがって作業が進むと、問題解決に対する私たちの理解も深まっていくこととなった。

情報部会として初めてのアンケート調査であったので、それらをどのように行い、どのようにまとめるかについてはまったくの手探り状態であった。論考を進めるための貴重な資料となるまで、データのブラッシュアップを行ったメンバー。その資料に基づき、参考資料や文献を駆使して考察を行い、問題点を指摘し、今後の方向性に思いを巡らせたメンバー。全体の構成を考え、それぞれのセクションが論理的に整合性を持つように心配りをしたメンバー。互いが書くはずであろう内容を慮りながら、その内容の充実を図った活動はまさに、問題解決を地で行くものであった。

この執筆作業もインターネット上で行われた。担当者が執筆した原稿は、情報部会の公式 Wiki サイトに掲載された。このことで、執筆作業の進行状態が周囲に明らかになり、どのような内容になるかがこの初稿によって公開されたことになる。その後、Wiki 上やメーリングリストを利用して原稿の摺り合わせや校正などが行われた。ただし、ネットワーク上だけですべてが完結したわ

けでもなく、担当者を中心に集まり、原稿の校正を行ったこともあった。インターネットの便利さと限界についても身をもって体験した。

調査研究におけるインターネットの利便性はいまさらいうまでもなく、いろいろな状況ですでに理解されていることであろう。しかし、それ以上に重要なのは、調査研究のような活動がインターネットを活用することで日常的に行うことが可能になってきたということである。調査研究はある日突然思い立って始めるようなものではなく、私たちの日常的な研修活動の延長線上に捉えられなければならない。ところがこれまでの調査には多大な時間と労力がかかり、資料を収集したり他の論考を参照したりする研究にも大きな困難があった。現在は、想像できなかったほどに情報化が進み、日常的に情報の検索収集を行い、様々な論考に触れることが可能になっている。

これからはますます情報技術が進み、情報を扱う上で便利な方法が生み出されてくる。そうした環境で発生する諸問題に対処して、生徒に情報社会に積極的に参画する態度を養う教育をするという重要性はいうまでもなく、私たち自身にとっても、日常的な研修をますます充実させるために、本稿で述べたような教員間の連携をはじめ、情報部会としての集合知を形成するべく活動していきたい。

【参考文献】

- [1] 市川伸一『「教えて考えさせる授業」を創る』, 図書文化, 2002 (ISBN-13: 978-4-8100-8510-5)
- [2] 鈴木誠『意欲を引き出す授業デザイン—人をやる気にするには何が必要か』, 東洋館出版社, 2008 (ISBN-13: 978-4-491-02347-2)
- [3] 佐伯胖監修『学びとコンピュータハンドブック』, 東京電機大学出版局, 2008 (ISBN-13: 978-4-501-54420-1)
- [4] McMaster University 「Problem-based Learning, especially in the context of large classes」
<<http://chemeng.mcmaster.ca/pbl/PBL.HTM>> (最終アクセス 2009年10月23日)

【調査対象とした情報科教科書】

- 「情報A Step Forward!」東京書籍株式会社
- 「高校情報A」実教出版株式会社
- 「最新情報A」実教出版株式会社
- 「Create information 新版情報A」実教出版株式会社
- 「Welcome to 'IT' 情報A」実教出版株式会社
- 「新版 情報A 情報の活用と実践」開隆堂出版株式会社
- 「新版 情報A」教育出版株式会社
- 「情報A 改訂版」株式会社 清水書院

「高等学校 情報A 最新版」株式会社 新興出版社啓林館
「高等学校 情報A 改訂版」株式会社 新興出版社啓林館
「三訂版 情報A ようこそ情報の世界へ」数研出版株式会社
「情報A Start up!」一橋出版株式会社
「情報A」一橋出版株式会社
「新・情報A 情報社会への招待」日本文教出版株式会社
「情報A」日本文教出版株式会社
「情報A Living in IT World」暁出版株式会社
「みんなの情報A」株式会社 オーム社
「高等学校 三訂版 情報A」株式会社 第一学習社
「最新情報B」実教出版株式会社
「Information & Solution 新版情報B」実教出版株式会社
「The View of Science 情報B」実教出版株式会社
「新版 情報B 情報の科学的な理解」開隆堂出版株式会社
「情報B」教育出版株式会社
「高等学校 情報B 最新版」株式会社 新興出版社啓林館
「三訂版 情報B 情報の世界のしくみ」数研出版株式会社
「新・情報B 探求する楽しさ」日本文教出版株式会社
「みんなの情報B」株式会社 オーム社
「高等学校 三訂版 情報B」株式会社 第一学習社
「最新情報C」実教出版株式会社
「Communication & Collaboration 新版情報C」実教出版株式会社
「Network Communication 情報C」実教出版株式会社
「新版 情報C 情報社会を生きる」開隆堂出版株式会社
「情報C」教育出版株式会社
「高等学校 情報C 最新版」株式会社 新興出版社啓林館
「三訂版 情報C 広がる情報の世界」数研出版株式会社
「情報C Let's Communicate!」一橋出版株式会社
「新・情報C 豊かなコミュニケーション」日本文教出版株式会社
「みんなの情報C」株式会社 オーム社
「高等学校 三訂版 情報C」株式会社 第一学習社