

教科「情報」成長期への授業実践の実質化

皆月昭則*, 林 秀彦**, 安藤俊明***, 菊地 章****

高等学校の普通教科「情報」の授業実践を例として、黎明期から成長期へと向かう教科「情報」の取組みを分析し、今後の課題と展望を述べる。特に、少人数を対象とした情報科の授業「情報B」に関する授業実践について、平成19年度の実践資料を分析し、知識基盤社会における人材育成を支える教科「情報」の今後を展望する。実践資料では、コンピュータの組み立て・分解の体験型実習において生徒が自ら工夫を凝らして課題解決に挑む姿勢や、楽しみながらプログラミングの初歩を学習する生徒の意欲がみられ、これらを詳細に考察して述べる。また、大学や社会を取り巻く事例から、高等学校の普通教科「情報」の授業の実質化に向けた授業方法の提案や、知識基盤社会における我が国の発展に寄与する情報教育の在り方の1つを述べる。

[キーワード: 情報教育, 授業計画, 情報B, ICT人材育成, 情報の科学]

1. はじめに

平成15年度より高等学校普通科の必修教科になった教科「情報」は、実施から5年間の授業実践を積んできた。実施の当初では、学校間による指導内容にも大きな差が生じていたと考えられる。このような学校間の差を小さくするための5年間の努力には、各学校の実践報告をインターネットで発信して公開するなどした異なる学校の指導者が協力して種々の授業内容の検討が行われている。

例えば、教員研修センターが主催している中央研修[1]の中での高校情報担当教員に対する情報研修、ならびにそれに先立つ学習としての技術担当教員に対する情報研修とその研修の中での高校情報との関連性の議論等がある。また、指導者研修の一環から教科「情報」の授業実践の報告会や教育研究会が発足され、特色あるテーマや内容・指導法の議論など、教科「情報」の新たな方向性を模索する努力がなされてきている。このような地域毎の指導者研修の推進は、全国的規模にも拡大しており、教科「情報」の重要性を共有することに役立っている。平成19年末には情報科教育研究を継続的に進める学会[2]も設立されており、こうした展開は今後も拡大し発展すると期待される。

日本の北から南の地域までこのような傾向が拡大している状況においては、デジタルデバイドの解消にも関連しており、情報科の教員だけでなく、学校外の大学研究者や民間通信企業の専門家の関心も高く、生徒達に等しくインターネットなどの情報技術を使いこなせるよう指導法や施設設備が平準化と拡充が行われてきており、教科「情報」への社会的期待感は大きい。しかし、これらの期待感がある一方で、情報システム開発に携わる現

場の長時間労働やストレスによる健康被害の表面化などの問題や、教育機関においても、情報システムの複雑化に伴う管理・運営の負荷の増大など今後の改善が望まれる課題も多い現状にある。これらの期待感や課題に対処するためには、情報に携わる若い世代の人材を育成し、確保することが必要である。また、そのための情報に関わる職種への理解を促す活動や意欲を喚起する授業実践、あるいは学習の機会の創出などが有効と考えられる。

本稿では、これらの現状の動向を長期的な視点から捉えた高等学校の普通教科「情報」(以後、教科「情報」と言う)において、「楽しく主体的に学ぶ」をコンセプトにした授業計画及び授業実践について報告する。体験型の実習、楽しい学習、少人数グループ学習という3つの観点に基づき、教科「情報」の授業実践を考察する。また、教科「情報」と大学の情報教育の関わりを述べる。そして、現状のIT人材育成と将来の知識基盤社会のあり方から1つのモデルを導き、成長期に向かう教科「情報」の今後の展望を述べる。

2. 教科「情報」の現状

本稿の授業実践である平成19年度時点は、教科「情報」が内容別に情報A、情報B、情報Cの科目に類別されており、学習指導要領に基づき、各科目の内容に特色をつけている。これらは、生徒の経験や興味・関心の多様性を考慮して用意されているが、現状では、これらの特色の違いを理解して生徒が学習できていない実態もみられる。そのため、1科目以上の必修修では、各学校がどのような選択基準で教科を選択しているのか実践5年目を迎えた今後の考察も必要である。例えば、学習指導要領の改訂に向けて、今後の科目構成は、「社会と情報」お

* 釧路公立大学 経済学部

**** 鳴門教育大学 生活・健康系(技術)教育講座

** 鳴門教育大学 高度情報研究教育センター

*** 広尾学園高等学校 情報科

よび「情報の科学」の2科目になることとなっている[3][4][5]。

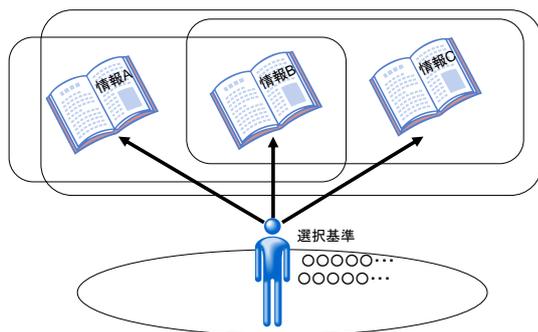


図1 科目の選択基準の明確化

各科目の選択の割合は、現状では情報Aを選択している学校が多く、例えば、2005年に発表された調査結果[6]によると、情報Aを実施している校数714に対して情報Cは150、情報Bは130に止まっている。また、大阪大学の2007年新入生を対象に行われた調査結果[7]による674名の回答では、情報Aは33.7%、情報Bは13.6%、情報Cは7.0%、不明は31.9%との結果がある。このように情報Bの選択は少ない割合であるが、知識基盤型社会を担う人材育成には、情報Bや情報Cの目的を正しく理解した人材育成も重要であるとの考えもあり、全国的に情報Aから情報Bや情報Cの学習内容に移行してきている現状があり、また今回の学習指導要領の改訂もそのようになっている。

文部科学省の学習指導要領によると、教科「情報」における「情報B」の目的は「コンピュータにおける情報の表し方や処理の仕組み、情報社会を支える情報技術の役割や影響を理解させ、問題解決においてコンピュータを効果的に活用するための科学的な考え方や方法を習得させる」ことである[8]。これは、現在の情報科学やコンピュータ科学の分野の導入的な一面があり、数学を基礎としたコンピュータに関わる思考の導入や、専門用語も情報Aと比較して多く出てくる。したがって、生徒の嗜好の違いやこれまで中学校での学習状況も影響して、難しく高度な内容であるという理由で採択されていない恐れもある。この原因の1つには、情報内容を担当する教員構成がある。中学校技術分野担当教員は大学での教員養成において情報内容を学習した教員が含まれており、また中央研修ならびに地方研修においても精力的に研修を重ねている。一方、高等学校普通教科情報担当教員は2週間の中央研修を受けて情報免許を取得した教員が大半を占めており、大学における専門的な情報学に関する学習を終えた教員が現時点ではほとんどいないのが現実である。また、中学校における「情報とコンピュータ」の学習では、技術分野における工夫し創造する力の育成に沿ったコンピュータ教育を実施しており、生徒の多数

が敬遠する数学的思考に沿った学習は行っていない。一方、高等学校の情報Bでは数理的な理解を伴う内容が含まれており、生徒自身も敬遠する傾向の学習内容となっており、生徒の学習活動に刺激を与えることができる教具や教材が現時点では十分に整備されていない。また、情報の学習を中学校での事例的な内容を踏まえ高等学校でより抽象的な内容に発展させることが望まれるが、学習到達度の異なる生徒を指導する際の難しさもある。このように情報教育の授業カリキュラムは、発達段階に応じて構成し、情報の本質を理解して活用していくための情報の授業を実質化させていく必要がある。

これらの課題は、学習環境や教育方法の工夫により、改善できる可能性がある。本稿では、こうした背景を考慮して、少人数グループ学習による学習環境の整備と、楽しく学ぶことの過程からさらに学べる教育方法の工夫、すなわち自ら学び考える授業スパイラル構想を検討し、情報Bの授業実践を行ったので報告する。

3. 授業構想と授業実践

3.1 授業構想に向けた議論

1節で述べたIT人材確保の観点と、2節で述べた情報Bの導入部分における授業実践の問題を踏まえて、情報Bの授業についてその構想を議論した。構想過程における多岐の観点の議論から、楽しく学ぶことができるエデュテイメント的授業計画を構築することに焦点をあてた。学ぶ過程における楽しさとは何か、また、楽しさを引き出す構成要素は何か、そのような構想までの議論が授業担当教員と助言者との間で重ねられた。例えば、学ぶ過程における楽しさや喜びは、学ぶ前後に楽しむ作業が含まれており、これまで知らなかったことが分かるようになることや、これまでできなかったことができるようになるなどの自己実現に向かう要因が1つあげられる。そして、楽しさを引き出し、さらにその喜びを他者と共有できることが授業効果の測定の尺度になると考える。では、そのような授業を実施するには、どのような課題の設定が効果的か、全くこのような自己実現の経験が少ない授業環境で、生徒はどのような反応を示すのか、楽しさを見出す以前の苦勞の段階にて課題遂行が困難になることはないか、授業計画において議論を行なった。

これらの議論から導出された結論として、生徒が楽しく学ぶ授業実践には、生徒が何に関心を示し、どの程度の問題解決ができるのか、さらに授業実践によってどのような効果が導出されるのかを、観点を絞り込み授業計画を作成することが必要であり、そのためには、日々の生徒の興味や関心などが把握できるような授業の場の創出が重要であるとの結論に至った。これは、これまでの授業実践においても指摘されていることも含むものであ

り、教科「情報」のみの特質ではない。しかし、こうした議論を重ねて得られた授業構想を再検証にすることは、授業実践する他にないため、授業や実習中の生徒の様子を観察することによって有用な仮説が得られると考える。

以下では、我々の授業構想の議論過程から抽出したエデュテイメント的授業計画を述べており、体験的に楽しみながら学ぶ少人数グループ実習の観点から実施した授業実践について述べる。

3.2 授業実践

東京都の広尾学園高等学校での教科「情報」の授業実践から、授業構想で述べた概念にもとづき詳細な考察を述べる。平成18年度の授業実践は、文献[9]に詳述されており、特に情報Cの授業実践が中心であった。本稿では、平成19年度に実施した授業の中で、楽しみながら科学的に理解を深めることに重点をおいた情報Bの授業実践を中心に述べる。

3.2.1 授業計画

平成19年度は、表1の年度別情報科カリキュラムに示すように、必修科目として2学年を対象に、情報Cの1単位の授業を開講した。選択科目では、3学年を対象に、情報Bおよび情報Cのそれぞれ2単位の授業を選択授業として開講した。平成19年度の3学年の生徒は、1学年時に情報Aの授業を必修科目として既に受講しているため、教科「情報」の導入的内容はおおむね学習している。表1は、これまでの教科「情報」の各科目の実施状況、対象学年及び必修あるいは選択の区別を示した過去3年間の年度別カリキュラムを示している。

表1 年度別情報科カリキュラム

| | | 17年度 | 18年度 | 19年度 | |
|----|----|------------------|------------------|--------|--------|
| 科目 | | 情報Aのみ | 情報Cのみ | 情報B | 情報C |
| 対象 | 必修 | 1年-2単位 3年-2単位 | 1年-2単位 3年-2単位 | — | 2年-1単位 |
| | 選択 | — | — | 3年-2単位 | 3年-2単位 |

この中から本稿では3学年を対象とした自由選択の授業「情報B」について述べる。情報Bは、2節で述べたように情報Aや情報Cと比較して科学的な概念における理解を重視しており苦手意識が強い生徒も多く、授業方法や展開の工夫によっては得られる効果が異なる。授業においてどのような工夫で改善が見られるのか興味深く、授業観察を実施した。授業は、1学期と2学期の2単位(週2時間連続;木曜日5・6校時)と自習学習期間を設定している。平成19年度の選択科目は主要5教科のほか、美術、家庭、音楽など含む10科目以上あり、情報はその中の1つとして選択可能になっている。

3.2.1.1 対象生徒

本年度は、情報Bの授業の受講生徒が10名であった。受講生徒の全員はプログラミング言語を学習した経験はないが、IT活用の側面では、Webブログサイトを開設している生徒や、初級システムアドミニストレータの資格試験に挑戦しようとする生徒もおり、目的意識の高い生徒が本授業を選択した。また、受講生徒は、情報の授業を担当する教員の担任する美術コースの生徒が半数を占めており、生徒の性格や意欲が把握しやすく、少人数指導の強みを活かせる状況であった。

今回実施した情報Bは、授業時間内における楽しむ過程を考慮して学べるように実習時間を多めに設定しており、授業時間の半分以上をエデュテイメント的な実習を実施した。実習課題は、表2に示す課題を実施した。

表2 実習課題の学習指導要領における該当項目

| | | |
|------------------|----------------|---|
| 学習指導要領に示されているテーマ | ・コンピュータの仕組みと働き | ・問題解決とコンピュータの活用 ・コンピュータの仕組みと働き ・問題のモデル化とコンピュータを活用した解決 |
| 実習課題 | ・PC本体の分解 | ・ロボット制御及びプログラミング学習 |

3.2.2 授業構成1 -実習課題1

学習指導要領の「コンピュータの仕組みと働き」に関して学ぶための実習課題1としては、コンピュータの構造を理解するためにコンピュータ本体を機能部品に分解してその基本的な構造を理解する目的の課題を設定した。コンピュータ本体は校内の備品保管期間を満了したものを活用し、実習時においては、生徒を2つのグループに分けて分解作業をおこなわせる。分解作業の所要時間は、ドライバをはじめとする各種工具などを使用することに慣れていない生徒もおり、機能部品と言われるアセンブリパーツに分解・分類するまで2授業時間を要した。その後、復元する組立て実習においては、3授業時間を要し、電源を入れてコンピュータシステムのOSが起動した段階までの作業を実習課題の完成とみなした。分解作業過程の授業観察では、生徒たちが各自の携帯電話のデジタルカメラを使用して、分解前のケーブルの接続箇所などを撮影記録し、復元時の組立てを容易にするための方策をグループ毎で考案していた。本実習では、工具の使用や分解手順で、グループで時間差が生じることが予想されたため、分解進度調整で2グループが情報交換できるように生徒間などで活発な情報交換がおこなわれた。このような情報交換は、異なるグループのメンバーが切磋琢磨しあい、進行している他グループのメンバーに問題解決方法を聞くなど、異なるグループ・メンバー同士が教えあい、あるいは合意形成しながら作業を進めていく様子が観察された。

3.2.3 授業構成2 -実習課題2

実習課題2では、プログラミング言語の学習の成果を楽しく確認するための制御ロボットを用いた実習を実施した。本実習では、プログラミングの入門理解としてLOGOを学習し、その後、標準的なプログラミング言語であるC言語（一部C++仕様のオブジェクト的な考え方）を学習した。そして、授業では、学習の成果を楽しく確認するための機材としてロボットを用いており、これを動かす（走行させる）ための制御向けの専用プログラミング言語も学習させた。プログラミング授業の展開では、実行のしくみなど初歩的かつ、基本となる事柄を学習すると同時に、ロボット制御に関する複数の言語を学習させることで多様な言語による情報伝達や制御の組み合わせによって走行が実現していることを体験的に理解させた。また、C言語の実習に用いたプログラミング環境は生徒自らが構築し、学校以外で生徒の家庭のコンピュータでも自習学習的に取り組めるように配慮した。授業の展開で留意したことは、初めてのプログラム言語の習得で苦手意識が生じないように、マンガやアニメなどのコンテンツからプログラミングされたロボットなどの具体例や歴史を紹介した。また、図2に示すように1学年時に学習した制御に関する実用的アルゴリズムの復習に具体例を用いて指導するなど、導入部分では実際事例を用いた丁寧な教材資料を作成して用いた。



図2 プログラミング学習向けの提示資料抜粋

図2に示す資料は、C言語によるプログラミング学習時に使用したスライドの抜粋で抽象例ではなく具体例の文言で示している。最初に学習したLOGOによる授業実践の生徒の理解状況の観察によれば、本授業の対象生徒においてプログラミング学習用の資料作成で配慮すべきことは、抽象的な言葉などの表現を用いないことであり、具体的で馴染みやすい算術的な例を各スライドに挿入することで生徒の理解度を高めることである。抽象的な表現を避けなければならない理由の1つとして、プログラム言語の本質が論理的な概念を有しているため、単なる

サンプルプログラムの流れや処理順序を解説するだけでは生徒の興味関心を向けることが難しいと考えられる。よって、本授業のプログラミングの学習では、サンプルプログラムや課題を授業の進度に従って段階的に算術から数学的な階乗や数列を取り扱うのではなく、数学的な具体例のみにした。このように例題を用いる資料作成においても、教科「情報」の学習指導要領の趣旨である問題の深層あるいは抽象的な解説を避けた授業展開に心がけた。

変数や制御文などプログラミングの基礎的学習を取り扱う後半の授業展開では、プログラミングにより実際に制御ロボットの走行を制御し、学んだ楽しさを得るための実習課題を実施した。使用した制御ロボットの仕様は、ワンチップのマイコンを搭載した自立型2輪駆動型ロボット[10]であり、制御の基本を体験的に習得できる。この制御ロボットの仕様は、高等学校の職業科（工業）の実習で製作するものなどと同種のキットで制作的な実習も可能であるが、完成品も購入することが可能であり、製作時間を要しない完成品を本授業で導入した。よって、職業科の実習と異なり、完成品のため本授業では、制御の基本を学習するための時間的余裕が確保されて、かつ楽しみながらロボットを動かす時間を得ることが可能であった。内容としては、ロボットの走行挙動からプログラミングと制御に関して繰り返し実体的・実質的に理解できる実習になった。また、製作に時間を要しない時間的余裕が得られたことで、授業の中で生徒たちがイメージするロボットと現実のロボットとの差異や、あるいは将来の社会や人間と向き合うロボットの仕様について話し合うことができた。例えば、図3に示すロボット三原則に従い、ロボットが人間にどのように貢献するかの視点から、様々な事例紹介や議論を通じて生徒の興味関心を一層引き出すことができた。

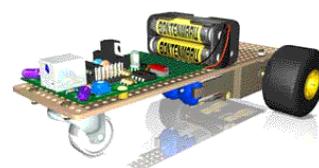


写真1 実習に活用した自立型2輪駆動型ロボット

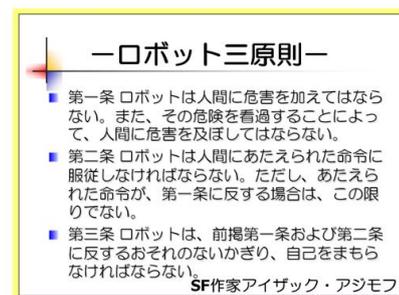


図3 授業実践に活用した説明用スライド

3.3 生徒の成長

本節では、これまで年度を通じた授業実践によって、生徒の意識がどのように変容したのか、授業観察記録より抽出した。また、授業終了後のアンケートの集計により分析し考察したことを述べる。

実習課題1を通じて

授業開始時点では、すべての生徒はコンピュータの分解・組み立ては初めてであった。これまで、生徒たちにとって、PCは無機質な単なる箱でありブラックボックス的であった。実際に、中身の仕組みをいくら口頭で説明したところで、実体の理解は難しいようであった。そのため、身の回りの機器を例に挙げ、動作原理やしくみを理解することは、その機器を正しく適切に活用するために必要であるという趣旨の話を日々の授業でしていた。さらに、PCの機能部品と呼ばれるアセンブリパーツの役割を動画で紹介しているWebページを併用するなど、実際に各種機能部品が最適にPCに内蔵されているのか、それらはどのような状態で接続されているのかなどを確認するために分解・分類実習を行った。生徒が自発的に携帯電話などのデジタルカメラで記録する様子は、情報Aの授業時にもグループワークとしてカメラを貸出して、動画作りをしていることから、そのときの経験や知識が今回の実習において活用されていると考えられる。また、PCが自分たちにも簡単に分解や復元ができるという身近さを実感し、楽しみながら作業に取り組んだことで興味・関心は高まり、復元をあきらめたりする生徒はいなかった。

実習課題2を通じて

授業開始時点では、すべての生徒はプログラミングの学習が初めてであったが、1学年時の情報Aで学んだアルゴリズムの知識を実践的・発展的に学習する良い機会となった。何か一つの言語に特化して学習するのではなく、複数の言語を学習することで、ITを支えるプログラミングの実装が唯一の言語ではないことを理解できたと考えられる。今回扱った制御ロボットに使われているコンパイラは命令語がひらがなで記述することが可能となっており、本授業の対象生徒が、動作を確認しながら制御の基礎を理解するのに適していた。また、特筆する考察として、実習に用いたプログラミング環境が教員や学校から準備・提供されたものではなく、自分たちでコンパイラを揃えることから始まり、ビルド、実行、デバッグまでの一通りを、教師の指示を仰ぎながらも各自で構築していたことにある。このことにより、生徒たちは学校の環境を離れても自分の好きな時に自前の環境を整えることができるなど、再現性のある学習環境で自習学習が可能になったと言える。

授業実践を振替って

授業計画については、情報科専任の教員によって授業

を実施しているため、高等学校の修業期間内で年度を結び、3年間の系統的かつ楽しみながら学ぶという授業計画と実践が可能になった。平成19年度時点の生徒にとっては、1学年時に受講した授業の進め方の慣れや担当教員に親しみがあるため、授業の導入が円滑であったと同時に授業において指導内容の重複箇所がない、あるいは一昨年よりも発展的な内容を実現できた良好な条件の実践ケースと考える。このような担当教員や時間割などの学校側の配慮によって教員は、生徒の実習の進度の予想が得やすく、理解状況の把握が容易となり実習進捗や理解経過を考慮しながら授業展開の微修正を実施し、授業資料を作成提示していくことが可能であった。

通常の授業クラスでは30名程度の生徒で実施し、学校の授業運営面でも効率的であるが、本授業の対象生徒は、少人数クラスの授業になったため、生徒にとっては、親睦感のある授業の雰囲気での学習ができた。よって、生徒と教師の対話の機会も比較的多く、授業や実習が円滑に進められる雰囲気になったと考えられる。授業の進め方については、4月の初回の授業において、以下のような目標的なスライドを提示している。

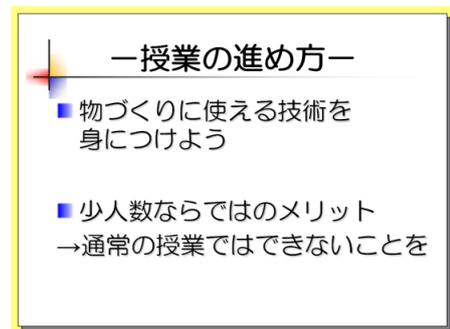


図4 教材スライド

これにより、「授業の進め方として、物づくりに使える技術を身につけられること」と「少人数ならではのメリット」として、通常の30名のクラスではできない授業を行うことを生徒達と目的意識を共有している。また、物づくりに関して、生徒は美術コースの生徒が半数を占めており、従来から積極性や創作意欲は比較的高い生徒が集まっていたことも受講生徒の特長として挙げられる。

これらの状況を踏まえて、授業実践の授業記録を通して推察される学習以前と以後における生徒の成長には、いくつかの特徴が推察される。新たなことを学習したことによる知識や技能を獲得するといった生徒の成長は通常の授業と同様にみられており、アンケート結果やテスト結果においても同様に明らかになっている。他の特徴としては、物づくり意識の変容や、グループ学習を進めた際の共同で物をつくるコミュニケーションとコラボレーションプロセスの成熟が挙げられる。また、楽しく学ぶ主体的な学習の場の活性化が課題達成の原動力に応じて

みられたことが挙げられる。

授業実践を振替って (授業観察記録)

授業観察記録からみられる本授業実践の特徴をいくつか説明する。物づくり意識、グループワーク、主体的学習の3つの要素は、それぞれ独立して成長したものではなく、課題を進める過程で総合的に生徒の中で変容していったと考えられる。例えば、グループ学習と主体的な学習の観点では、コンピュータを分解・組立てるときに分けた2グループの進捗の様子を観察から、2グループの構成メンバーは、相互の情報共有や作業の分担・役割を理解し、共同して問題解決を図る場面が観察できた。日頃から仲良く接している生徒達ばかりとは限らないが、課題ごとにリーダー役を担う生徒が表れて、1つの問題解決に向けて共同で取組むための方策を生徒達は獲得している場面を観察できた。また、他のグループの成功事例を情報収集し、積極的に自らの班の問題解決に活かす場面も観察できた。

プログラムの作成および制御ロボットを活用した実習の観察からみられた生徒の成長については、検索技術を活用して、主体的に問題解決を進める様子がみられた。プログラムの作成は、生徒ごとに進む度合いが異なる場面がみられた。しかし、どの生徒も当初は前提知識を持ち得ていないこともあり、問題解決の仕方に個人差がみられた。これは、授業を通した生徒の成長というよりも、授業を進める以前の生徒の個別の問題解決に向けた方略の違いや情報活用能力の違いが影響している可能性が示唆された。特に課題解決の過程における情報の収集、分析、表現の段階に分けたときに、最初の情報の収集の時点では生徒間の大きな差異はみられないが、それをどのように分析・解釈して、プログラミング言語の規則コードで表現するか、そして、それらを効果的に進めて課題を解決するのか、その方略の違いが問題解決に影響を与えているものと考察される。そのため、初等中等学年の段階から、こうした問題解決型の授業の実践や取組みが高等学校段階における授業の取組みにも大きく影響を与えている可能性も示唆された。

授業実践を振替って (授業評価アンケート結果)

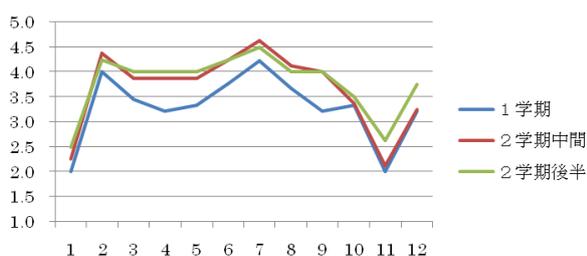


図5 授業評価アンケートの集計

授業の評価分析のため、定期的実施している生徒が回答した授業評価アンケートの結果を図5に示す。質問

項目1から質問項目12は、文献[9]に示している昨年度の授業評価アンケートや平成19年度2学年約120名を対象とした情報Cの授業評価アンケートの評価項目と等しい。この2つのアンケートの授業内容は同じ情報Cであり、サンプル数もほぼ同じであるので、結果はほぼ同じ結果を示した。これは、授業方法も同様であれば、年度別による影響も小さく、再現性の高い結果が得られたと考えられる。一方、今回の分析対象となる情報Bの授業評価アンケート結果は評価項目がこれらのアンケートと同じであるが、これら2つの結果に比べて全体的に高い評価値を示している。これは、サンプル数や授業内容の違いに加えて、授業方法の工夫などのさまざまな影響が反映していることが示唆される。

個別の質問項目について、1学期と2学期前半及び2学期後半を分析すると、質問項目1(授業の難易度)に対する生徒の回答は、1学期から2学期後半へ授業を重ねるごとに難しい課題としての認識から適切な難易度としての認識へと移行している傾向が推察できる。このような授業の難易度が高いことは、2節に記載しているように情報Bの授業内容に対する生徒の苦手意識が評価値へ反映していることが推察される。すなわち、学期ごとに、難易度が低くなる傾向には、授業方法の工夫が影響を及ぼしていることが考察できる。また、質問項目2から質問項目10の評価値は図5に示すようにほぼ3.5以上を示しており、比較的、生徒の授業に対する満足感が高いことが示される。これらの評価値の向上は、1学期に比べて2学期は高い値を示しており、質問項目1の結果と同様に、授業方法の工夫が1学期より2学期に大きな効果をもたらしたことが示唆できる。これらの評価値と質問項目1の評価値との因果関係は明確にはできないが、他の質問項目との相関が強く表われていることが図5から分かる。

評価項目11(予習復習)については、評価項目2から評価項目10などの他の評価値に比べて低い傾向にあるが、昨年度の評価値1.5程度であったことに比較して、評価値1.0程度の上昇が観察できる。本授業の取組みは初年度の取組であり比較対象となる基準がないため、先の再現性を考慮して昨年度との結果と比較することで1つの参考値として捉えることが可能である。また、授業終了後の放課後の自習学習時間に、生徒は毎週1時間から2時間程度の自習学習をしていることを考慮して集計すると、さらに高い評価値を得ることが予想できる。今後は、このように集計方法を検討し、それらを踏まえて考察することが可能である。また、同様に評価項目12(受講態度の評価)の評価値は、他の評価項目とほぼ同様に相関して2学期は1学期に比べて向上していることが観察できた。これらを総合的に判断すると、難易度の比較的高

い授業内容であったとしても、授業方法に楽しみながら学ぶという工夫などに相関して生徒の授業に対する受講態度の向上や理解度の向上も期待できると考える。また、授業評価アンケートの評価項目13の自由記述欄からは次のようなコメントが得られた。

- ・コンピュータの使い方、何かトラブルがあった時に自分で対処できるようになった。
- ・ネットサーフィン、メール以外の使用方法がわかった。
- ・パソコンで知らないことを知れました。

これらの記述から、PCにはワープロや表計算以外の利用方法があることや汎用性があることを、生徒は体験的に学習できたということが推察できる。

- ・大学でも授業があるのでついていけそう。
- ・調べる能力の向上

これらの記述から、将来の自己の活動に役立つことを実感しながら授業に参加することができたということが示唆できる。

3.4 授業実践のまとめ

コンピュータを分解する実習を通じてハードウェアの構造を理解し、あるいは制御ロボットを用いて走行挙動にいたる論理構造やプログラミングによるものづくりを体験することを通して、生徒の多くは授業に参加し学びの楽しさを発見し、新たな知識や技能を習得したと考えられる。本授業の楽しみながら学ぶ体験により得た技能・知識は、知識科学[11]において暗黙知になると考えられる。暗黙知の獲得過程の情報教育での方法論は未だ確立されている状況にはないが、本授業実践の観察する限りでは暗黙知が何らかの作用素として働いていると考えられる。本論文の授業実践分析は、これらの観点を考察しており、成長期へと向かう教科「情報」に対して、その方法論に示唆を与えることで情報教育を発展させる役割を担っており、知識基盤社会における生きる力の育成に大きく貢献するものと考えられる。

4. 成長期への情報教育

本授業実践では、コンピュータの組み立て・分解に代表する体験型の実習から、IT そのものに関心の高い生徒でも、楽しみながら学べる授業方法の工夫や、生徒が相互に問題解決のために試行錯誤するための余裕的な時間を考慮することで、生徒の興味・関心を一層高め参加的意識も助長させる効果が得られたと確信する。この経験が将来どのような場面で貢献するのか、卒業後の生徒たちの社会の進路における追跡調査も、今後、必要であると考えられる。将来、得られる生徒の様子からも、教科「情報」の成長期における発展的スパイラルモデルを構築できることが期待される。

授業展開における発展的スパイラルモデルでは、今回の高等学校の視点のみからではなく、中学校や大学で両者の情報教育の接続を考慮した系統的な展開や、学校や地域の情報教育の指導における特徴を有効に共有して我が国の広域的な取組みのしくみを構築することが重要な意味をもってくる。例えば、図6のように今回の授業を構想するために我々は情報教育研究の広域トライアングルを形成した。本報告では、東京都に位置する高等学校から地方の拠点大学である徳島県鳴門市の鳴門教育大学、北海道の釧路公立大学の各研究者の3点を結び議論を重ねて構想し授業実践した。このようなしくみの形成は、教科「情報」に対する高等学校の考え方の違いなどを可能な限り広範な地域から調査できるメリットもあり、より広域的で多くのネットワーク形成に期待するところがある。今後は、広域トライアングルを多角形へ拡大することを期待して、IT人材育成を前提に大きく社会に寄与する授業実践を実践していきたいと考える。

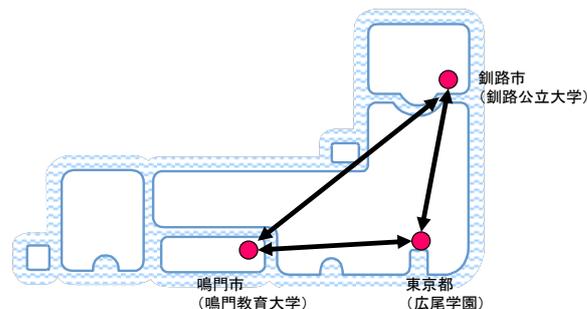


図6 情報教育の広域トライアングル

5. 教科「情報」が支える社会への提言

今後、黎明期を脱し成長期に向かう我が国の情報教育には、教育界だけでなく産業界からも注目されており、いわば大多数の国民からも大きな期待が寄せられている。我が国の産業分野では、今後、約10万人以上のIT技術者が不足することも危惧されている。充足しなければ製品やシステムの安全性や国際競争力が保証されないとも言われている。例えば、プログラミングなどIT化の要素技術は、産業の浅層から深層部分まで実装されている。自動車の例ではマーケティングや開発・製造工程を支援管理するシステムだけでなく、実際にユーザが使用する自動車の安全走行（エンジン制御・ブレーキ制御など）を支えるECU（Electronic Control Unit; エレクトロニクス・コントロール・ユニット）と呼ばれる部品にもITの要素技術が深く関わっており、それを開発する人材が今後も不足すると言われている。自動車開発において新たなECUの開発ができなくなることは、我が国がこれまで開発した自動車の知能化など高機能を強みにしてきたところから劣勢にたつ可能性がある。このようなIT化が

困難になる可能性に対して我が国の自動車産業界が気づき、近年、社内における技術の伝承教育にも IT の重要性を積極的に指導して、また、大学など高等教育機関の共同研究だけに留まらず、ECU などの電子制御プログラムなどの教育支援（後継者教育）に関する提携を開始している。

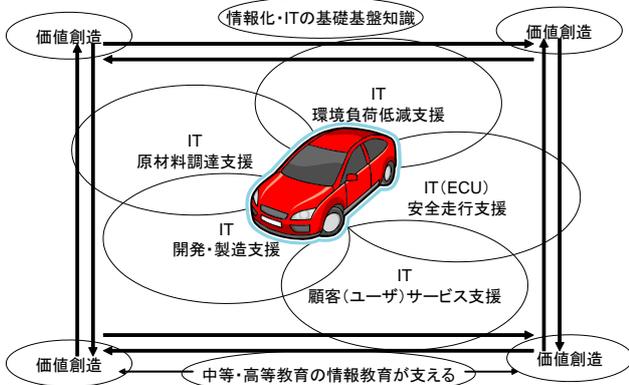


図7 我が国の強みを創造する情報教育への期待

その他の産業分野でも、家電製品の技術的変遷からは、我々の生活の身近なところに IT が使用されており、部屋の空調・各種監視機器や旅行・金融サービスにいたるまで目にすることができる。近年、産業分類における製品に該当しないサービスにも IT が活かされており、現時点は、IT の実装や活用において我が国は世界的に見て優位にあると考えられる。現時点までの我が国が強みとしてきた産業の製品やサービスの価値創造には、情報化や IT の基盤的知識が不可欠である。よって、将来も各種産業において IT による継続的な価値創造をしていくためには、高等学校における教科「情報」を導入するという我が国の教育政策は必要不可欠であったと言える。このように我が国が直面している将来の課題と価値創造では、高等学校の教科「情報」への期待感は大きく、教師は、現状で3科目の特質を十分に活かしながら、社会の要請や生徒のニーズに対応した指導展開やユニークなテーマを設定した情報教育が目標になるであろうし、大学などの高等教育では、文系・理系を問わず各専門分野の特性を考慮しながらも IT を活用し価値創造するテーマへの取組みが目標になると考えられる。

よって、各目標の達成には、中等教育の教科「情報」から高等教育へと情報教育の目標の流れを的確に設定していくことが必要であり、社会的な期待感からは、科目の種別に偏ることなく教科「情報」の科目【情報A・B・C】ならびに新科目【社会と情報】と【情報と科学】を基軸にした統合的な IT 活用テーマが必要である。期待されるテーマとしては、社会の課題に対する分析・予見などの問題解決や、従来の製品や社会的サービスに IT を活用させた新たな価値創造ができる人材を要請していくことが教科「情報」を設けた趣旨としても理解できる。

近年、社会は便利になってきたと言われるが、便利にしている背景には、携帯電話の普及をはじめとする情報化や IT が、従来の社会的しくみやサービスに付加されているケースが多く、IT 化の進展は政府をはじめ国民からも注目されており、今後も社会的な期待は強くなる傾向にある。便利になったと言われる社会や生活のしくみのケースの大半は、しくみなどの中身は従来通りであるが、情報化や IT を活用した価値創造的な要素技術が実装されたことによって飛躍的にユーザビリティが向上したなど成果が実感できるものが多い。近年、便利になったケースでは、朝夕の交通機関利用時の電子化された定期券の使用でも実感できる。このように教科「情報」を学ぶ生徒や我々も、日々の生活面で IT 化によるユーザビリティを実感することが多い。すなわち、他にも社会サービスや日々の生活で使用する製品群で情報化や IT 化の進展の実感がそのまま授業の話題や資料にすることができる。例えば、買い物時に会計するときのコンビニエンス・ストアのレジ越しに直面する液晶画面ディスプレイ (POS システム; 販売時点情報管理) やクレジットカードの IC チップや RFID タグなど非接触型カードを利用した鉄道・バスの自動改札通過時や航空機の搭乗手続きあるいは高速道路の自動料金収受システムなどの数々が、従来の社会的しくみやサービス・機械に IT を実装したものということに気づく。このように、教科「情報」は、日々の日常生活からの気づきから問題意識を得ることが可能であり、実学的な教科としての位置づけが強いため、教師は最新の話や製品に対して常に興味・関心を向ける必要があり、幅広い社会的話題や産業分野の授業資料・教材づくりが必要である。



図8 デジタル社会基盤への変革

図8が示すように、情報化や IT による価値創造は、従来の社会基盤（オールド社会基盤）を大きく変革させる可能性があり、価値創造に用いるプログラミングやモノづくりも含めた実習などの情報教育が重要な役割を果た

していくと考えられる。したがって、我が国の情報教育の導入期である教科「情報」の高等学校の教員は、社会や生活に関わるしくみや道具・サービスなどにも常に最新の動向に関心を向け理解しながら教科「情報」の各科目の授業コンテンツを創出する必要があると考えられる。例えば、3節で述べたようにコンピュータを分解する実習は、ハードウェアの構造を理解したりすることも可能であり、また、制御ロボットを用いたプログラミング実習は、ミドルウェアとしての制御の論理構造やプログラミングを理解したりすることが可能であり、現状のデジタル社会基盤や製品システムに興味・関心を向けるきっかけになると考えられる。よって、教科「情報」では、システム全体ではなく、制御ロボットの走行挙動を変更する体験的な理解でも、その後の授業や実習における新たな動機付けの役割も果たすと考えられる。職業高校(工業)などでは、教科「情報」の導入時期よりも、数年ほど早い時期からラインレーザや1ビットマイコンのLED点灯実習などを導入してきており、小さなシステム製作でも生徒たちの実質的な達成感を得てきた。そして、普通高校に導入された教科「情報」では、職業高校と同じようなテーマや内容の実習に実質的な意義を整理し、技能者を育成する方向と異なる教師のアドホックな指針をかかげて、価値創造的な時間を確保した実習展開ができるように教科「情報」の教科書はまとめられていると考える。

また、共通的な指針などが定められていない大学などの高等教育で学ぶ学生にとっては、各自の専攻領域でITを活用した方策や価値創造力育成が期待されている。将来の我が国では、現状の情報教育のIT人材育成の成果が国益にもなると考えられているため、高等教育における情報教育研究センターなどの大学付属機関の役割は、学部・学科を問わずに指導・先導する組織としての重要な責務を担うと考えられる。すでに各専攻領域を問わない情報教育の取り組みでは、理工系専攻領域に限らず人文・社会系領域でも独創的な教育が実施されており、例えば、近年、経済学部の学生が注目する事例では、インターネットを活用した電子商取引や地理情報システムを使用したマーケティング戦略などの積極的なシステム開発を授業課題に課しているなど、人文・社会系専攻領域でも情報教育による実質的な人材の育成が開始されている。人文科学系領域の教育研究成果の例では、テキストマイニングを用いるなど従来の分野や専門領域にITを活用するなど、再度、既存研究の分析で新たな知見としてまとめるために、学生自身によるテキストマイニングのシステムの開発が行われている。よって、人文・社会科学専攻の学生も、コンピュータ処理の基礎知識やプログラミング言語を活用していくため、積極的に情報系の授業を履修

選択する学生も少なくない。また、カリキュラムの組み方の先進的な取り組みでは、社会科学系学部の総合政策専攻の学生に対しても、プログラミング授業を4~8単位必修を課している大学もある。

同様に著者の所属している経済学部の専攻分野においては、従来のエコノミと呼ばれるキーワードが変容しつつある。近年の社会経済・経営の現場では、コンピュータによる予見シミュレーションが積極的に活用されており、これらの判断要素にもとづいた意思決定がエコノミの実質的利益になっている。これは、エコノミ専門領域に情報化やITが必要であることを示唆しており、従来の勘ピュータでは国際競争的な環境下で新たな戦略や利益が出せないことを示唆しており、金融や各種のビジネス取引サービスにおいてもコンピュータによるエージェントが活用されている。

このように、我が国を取り巻く環境は情報化やIT活用が必要不可欠になっており、中等教育における教育政策で教科「情報」を必修にしたことから始まる将来のIT人材育成は、2節で述べたように将来の知識型基盤社会を構築するうえで、我が国は先見的な政策を実行したと言える。情報化やITに関する知識を高等学校の段階から教育していくという先見的な狙いが、現状で世界に先駆けた十分な成果をもたらすまでには至っていないが、図9に示すように、現状で我が国は国際競争の最中で、多くの課題が複雑さや多面性を有しており、社会や経済の実体を従来の我が国の文化や慣例に従った課題解決を試みても、新しいエポックメイキングや国際競争で優位に立つことは困難である。新たな戦略や課題解決でエポックメイキングする企業は、従来のように社会をどうするのか、経済や経営をどうするのかというような現時点の発想ではなく、かなり先の将来時点に投資をしている。航空会社の新搭乗サービスシステムの開発導入実例が明らかのように、従来のしくみに新しいサービスを付加した結果で、将来時点でどれだけの利益を得るのかを予見シミュレーションしてIT化のための巨額の開発投資をしている。また、業績の優位な企業は、開発投資に対する成果が上がれば最終的な財務諸表で経済・経営のキーワードを添え字する程度であり、エポックメイキングの成果が一喜一憂でないことを知っている。従来のオールド・エコノミの戦略では、最初に経済・経営のキーワードを長い時間にわたり支配すると考えてきたが、現状は、競争優位期間は極めて短く、新しい発想(例えば利益を生むサービス;価値創造)をどのように作り出していくのかに主力の人材を活用している。エポックメイキングするには、情報化やIT活用が必然であり、2節で述べた知識基盤社会は、オールドのしくみに立つデジタル社会あるいはデジタル・エコノミとしても考えることができる。

よって、知識基盤社会とは、エポックメイキングする新しい発想を支援する情報教育の成功の是非でもあり、我が国の将来の経済・経営の成功の是非を決定づけていくと考えられる。換言すれば、特に高等教育における社会科学系の教員や学生の中にも、オールド・エコノミと言われる経済・経営の理論体系だけでは、国際競争的な課題の解決が困難であることを認めつつあり、情報化やIT化を先行させたデジタル・エコノミ的なビジネスモデルの創出が盛んに行われている。デジタル・エコノミにおけるビジネス戦略の実際のケースでは、数ヶ月先のファースト・フード店のハンバーガーの需要（売り上げ）予測をおこなうシステムもヨーロッパで実際に稼働しているなど、企業の経営戦略もコンピュータシステムによる顧客や供給の管理をしている。近年、他の分野でも、従来のしくみやシステムにITを付加した新たな価値創造が展開あるいは模索されており、IT化の成功の是非が社会における実体経済を先導していることも考えられる。猛烈な国際競争にさらされている我が国の進むべき方向には、複雑で多面的な実世界の広がっているため、情報化やITを活用したエポックメイキングの価値創造の必要性が極めて高い。今後も高等学校の教科「情報」が成長期に向かう期待感は、科目「社会と情報」と「情報の科学」を学んだITで価値創造する人材によって、我が国の知識基盤社会の行く末を決定づける可能性に深く関与すると考えられる。

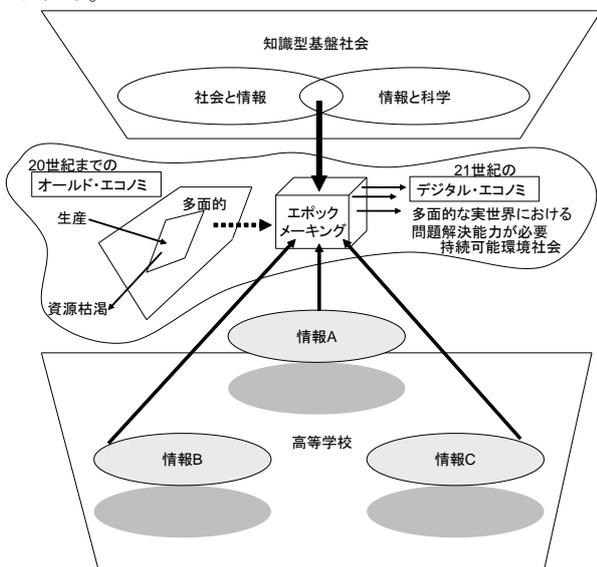


図9 教科「情報」の成長期モデル

6. まとめ

本稿では、少人数を対象とした情報科の授業「情報B」に関する授業実践について、平成19年度の実践資料を分析した。実践資料では、コンピュータの組み立て・分解の体験型実習において生徒らが自ら工夫を凝らして課題解決に挑む姿勢や、楽しみながらプログラミングの初歩

を学習する生徒の意欲がみられた。これらの事例を分析し、今後の高等学校の普通教科「情報」の情報活用能力を育成する1つの在り方として、体験型の実習、楽しみながら学ぶ、少人数の教育という3つのキーワードを挙げた。また、今後の教科「情報」の成長期に、我が国の将来の強みが国際的に維持できるのかどうかを考察し、教科「情報」から高等教育の情報教育やテーマの有用性を示し、大学などの高等教育機関における情報教育センターの重要性を提言した。

参考文献

- [1] 平成19年度産業・情報技術等指導者養成研修
http://www.nctd.go.jp/PDF2/h19_gijyutsu_b1.pdf
- [2] 日本情報科教育学会, <http://jaeis.org/>
- [3] 教育課程部会におけるこれまでの審議のまとめ, 中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会, 平成19年11月7日
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/siryo/001/07110606/001.pdf
- [4] 学習指導要領案
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/080216.htm
- [5] 高等学校の教科・科目について
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/idea/20071108/002.pdf
- [6] Guidelline, 河合塾全国進学情報センター, 教科「情報」に関するアンケート結果報告, 2005年
- [7] 大阪大学サイバーメディアセンター広報委員会, 2007年度新入生の教科「情報」履修状況調査報告, 大阪大学サイバーメディア・フォーラム, No.8, pp.49-53, 2007年
- [8] 文部科学省, 高等学校学習指導要領解説 情報編, 開隆堂出版, 2005年
- [9] 安藤 俊明, 林 秀彦, 皆月 昭則 : 教科「情報」黎明期における現場の取り組みと展望, 鳴門教育大学情報教育ジャーナル, No.4, pp.71-80, 2007
- [10] 梵天丸, <http://www.inrof.org/TORO/bonten/>
- [11] 北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科監修 (杉山公造, 永田晃也, 下嶋篤 編著) : ナレッジサイエンス: 知を再編する64のキーワード, 紀伊國屋書店, 2002 (WEB版ナレッジサイエンス)
<http://www.kousakusha.com/ks/ks-t/ks-t-top.html>