

情報科教育でのICT活用

金 長 正 彦¹

1. はじめに

新潟大学で情報科教育法Iを担当することになったのは、丁度高等学校の教科「情報」が改訂された時期であった。それまでの教科「情報」は「情報A」、「情報B」、「情報C」の3科目の内いずれか1科目（2単位）を必修とされていた。「情報A」は『コンピュータや情報通信ネットワークの活用を通して、情報を適切に収集・処理・発信するための基礎的な知識と技能を習得させるとともに、情報を主体的に活用しようとする態度を育てる』[1]ことを教育の主眼とし、義務教育段階で情報手段の活用経験が浅い生徒でも十分履修することができることを想定して設置された科目（情報活用の実践力を養成する科目）であった。「情報B」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』[1]ことを主眼とし、コンピュータに興味・関心を持つ生徒が履修することを想定し設置された科目（情報の科学的理解を養成する科目）で、「情報C」は『情報のデジタル化や情報通信ネットワークの特性を理解させ、表現やコミュニケーションにおいてコンピュータなどを効果的に活用する能力を養うとともに、情報化の進展が社会に及ぼす影響を理解させ、情報社会に参画する上で望ましい態度を育てる』[1]ことを主眼とし、情報社会やコミュニケーションに興味・関心を持つ生徒が履修することを想定し設置された科目（情報社会に参画する態度を養成する科目）であった。それに対して平成21年の改訂[2]では、「情報の科学」と「社会と情報」の2科目を新設し、その内いずれか1科目（2単位）を必修させることになった。「情報の科学」は『情報社会を支える情報技術の役割や影響を理解させるとともに、情報と情報技術を問題の発見と解決に効果的に活用するための科学的な考え方を習得させ、情報社会の発展に主体的に寄与する能力と態度を育てる』ことを主眼とした科目であり、「社会と情報」は『情報の特徴と情報化が社会に及ぼす影響を理解させ、情報機器や情報通信ネットワークなどを適切に活用して情報を収集、処理、表現するとともに効果的にコミュニケーションを行う能力を養い、情報社会に積極的に参画する態度を育てる』ことを主眼とした科目である。

新旧の科目を比べると、情報活用の実践力を養うことを主とした科目「情報A」に相当する新科目が見当たらないことに気づく。これは、改訂後の教科「情報」で情報活用の実践力を養成する必要がないということではなく、平成21年までの学習指導要領に基づき義務教育段階における情報教育の充実や成果を踏まえ、高等学校以前には学習しない内容を新科目それぞれに付加し、情報活用の実践力については、養成するのではなく、確実な定着を計る程度に留めるということである。改訂後に重要視しているのは、『新しい知識・情報・技術が政治・経済・文化をはじめ社会のあらゆる領域での活動の基盤として飛躍的に重要性を増す、いわゆる「知識基盤社会」の時代に適切に対応することができる能力・態度の育成』[1]である。知識基盤社会において、一定の責任ある役割を果たすためには、基礎的な知識や技能の習得とそれらを活用する思考力・判断力・表現力が必要であり、さらにはそれらを常に更新する能力も必要もある。これらの要請に応じるため、共通教科「情報」では、『教科の目標において情報及び情報技術を活用するための知識と技能を定着させ、情報及び情報手段に関する科学的な見方や考え方を身に付けさせるとともに、情報に関する倫理的な態度と安全に関する態度や規範意識を養うこと』を新たに明示している。この改訂で重要視しているのは、

2017.10.23 受理

¹ 新潟大学非常勤講師、電気通信大学客員研究員

「情報の科学的理解」と「情報社会に参画する態度」を養うことであり、それらの教育学習の結果として「情報活用の実践力」が定着するという考え方である。そのため、「情報の科学的理解」を主な内容として科目「情報の科学」、「情報社会に参画する態度」を主として科目「社会と情報」を新設したとされている。

上記のように学習指導要領が変わるため、情報科教育法Iを履修する学生が高等学校で学習した内容と彼らが将来教員になった際に扱う内容は異なっている可能性が高いと予想された。事実、講義で実施したアンケート調査の結果からも、「情報A」を履修した受講学生の割合が50%程度であることが示されている。「情報活用の実践力」を養うことを主とした「情報A」と同じ内容を自身が教員となった際に扱うという認識のままでは、改訂された教科「情報」を担当するには多大な困難に遭遇することが予想された。そこで、情報科教育法Iの講義を「情報の科学的理解」と「情報社会に参画する態度」を養成することを教育の主眼とする内容に設定することとした。具体的には、「情報活用の実践力」を20%、「情報の科学的理解」を40%、「情報社会に参画する態度」を40%とする割合で授業内容を設定し、受講学生自身が高校生の立場で学習課題に取り組む(模擬)実習も行うこととした。実習を行う前には、高校生が課題を解決するためどんな知識や技能が必要と考えられるか、教員の立場で説明することの重要性を強調しながら講義を行い、学習者応答システム(通称、クリッカー)を用いて理解状況を確認することとした。この学習者応答システムは、受講学生に渡した(掌に乗る)小型端末と教員側のコンピュータに接続した受信機で簡易なネットワークを構築し、受講学生の意見を即時に収集・処理しコンピュータ画面に表示するICT(Information and Communication Technology, すなわち、情報通信技術)システムである。このシステムを用いる利点は、以下のように3項目に大別できる。

- ① 簡易的なアンケート調査を実施し、その結果を即時に集計し表示することが可能。
- ② 講義した内容が理解されているか、即時に確認することが可能。
- ③ 講義中に文脈に富んだ問題を提示し、学生同士での議論を行う相互作用型授業が実施可能。

文脈に富んだ問題とは、講義で学習した知識そのものを聞く問題ではなく、それら複数の知識を組み合わせ活用して初めて解決できる問題であり、講義内の短い時間では学生一人で解決できないように意図された問題である。この文脈に富んだ問題を学生に示し、学生同士で議論を行わせることで授業に能動的参加を促す相互作用型授業(近年の表現ではアクティブ・ラーニング)が実施可能になる。(模擬)実習の内容についても、インターネット上のプログラミング環境を利用するなど、可能な限りICTシステムを利用することとした。

次節では情報科教育Iの実施内容を概説し、3節以降で授業中にICTシステムで実施した結果の分析について述べる。なお、教科書は久野他監修「情報科教育法」[3]を指定している。

2. 情報科教育Iの実施内容

授業を始めるにあたって、高等学校時代の教科「情報」の履修歴や情報関連の知識、技術を調査するアンケートを、クリッカーを用いて実施している。具体的な内容としては、コンピュータ内部のハードウェアを視認した経験があるか等基礎的な経験から初め、プログラミング経験やネットワーク上のWEBページの管理などそれなりの知識が必要な内容まで選択肢形式で問う内容としている。これらの調査結果を成績に反映しないことはあらかじめ受講学生に伝えている。ただし、結果の内容によっては(模擬)実習の難易度を調整することも伝え正直に回答するよう喚起している。アンケート結果については次節で述べるが、身近にある情報機器との関連が伺える興味深い内容になっている。

「情報活用の実践力」を定着させることを目的とした講義と(模擬)実習では、単なる調べ学習とその発表のみにならないよう注意喚起している。調べ学習では、課題や目的に応じた情報手段の適切な取捨選択や活用、必要な情報を主体的に収集・処理する必要性、受け手の状況などを踏まえた発信・伝達的重要性を指導するよう注意し、検索調査した結果を鵜呑みにするのではなく、その解釈や裏付けの意義などを指導することも注意している。これらを踏まえて、(模擬)実習としては、「ウィキペディアの記事の信頼性がどのように担保されているか?」具体的事例を可能な限り用いて説明すること等を課題としている。

「情報の科学的理解」についての講義では、現在の情報機器上の情報は電氣的2元状態(オンとオフ)の集合であり、情報を変化させるという操作はその2元状態を変える手続きの集積であることを指導する重要

性を説いている。この項目を主に扱う科目「情報の科学」の授業では、その内容を単なるプログラミング教育にしているのではないこと、プログラミングを経験させるにしても何を主眼として授業を行うべきか慎重に講義や実習内容を検討することの重要性を強調している。例えば、10進数を電氣的2元状態を表す2進数へ変換し、2進数で四則計算を行った後10進数に変換して表示する電子計算機の仕組み、その電子計算機とコンピュータの違いなど情報機器の仕組みを教育することを通して、情報を科学的に理解させることを教育すべきであると指導し、その後で初めてプログラミング教育に移行すべきであると指導している。なお、情報科教育法Iの授業では、クリッカーを活用して各段階での受講学生の理解度を確認表示し、全員でその結果を共有することで、他の受講学生を生徒と見立てて自分が授業を行う際の問題点を把握させるように努めている。こうした段階を踏まえて、クリッカーが使えない場合はその代わりとして、学生に理解を促す実習（電子計算機のシミュレーションを学生が行う実習など）を行うことを計画させて、講義を行うことの重要性を認識させ、その後で（模擬）実習を行うように指導している。（模擬）実習で利用するプログラミング言語としては、ネットワーク環境で動くプログラミング言語としては使いやすいドリトル言語[4]を選択した。この言語は教育用として開発されたオブジェクト志向言語で、実務で利用される他のオブジェクト志向言語と機能上遜色ないだけでなく、日本語を使用してインタラクティブにプログラミングが可能な言語であり、外国語由来の意味が分からない命令や関数を覚える必要がなく、プログラミングに不慣れな学生でもその都度動かしながら学習が可能である特徴を有する。そういう意味で、受講学生が将来教員になって授業を行う際にも十分利用可能であると考えられることも採択の理由である。この言語を用いて対処する課題としては、手続き（命令関数）の繰り返しで画面上に表示される対象を動かすオーソドックスなプログラムを書かせ、情報機器の2元状態が手続きの集積で変わることを意識させている。その上で、自分が書いたプログラムがどのようなアルゴリズムに対応するのか考えさせる課題を設定し、プログラミングの基礎を理解させる教育を行うことが重要であることを認識させている。なお、実際の教育現場で必要になるかは分からないが、情報科教員の教養として理解しておく方が良い、オブジェクト志向言語の特徴である「継承」概念を扱うプログラミングに挑戦する課題も設定している。

「情報社会に参画する態度」については、情報モラル・情報倫理、情報通信ネットワークとコミュニケーション、社会における情報システムを主題として扱う指導法で注意すべき点を講義し、情報セキュリティの概念を指導するために必要な知識として情報ネットワーク構造の詳細についても触れている。情報システムを理解する上で必要なデータベース管理についても、本来なら「情報の科学的理解」で扱う事項であるが、こちらで講義している。クリッカーの利点の3番目に示した相互作用型授業を行うために、本項目を学習する前に一度、文脈に富んだ問題として「eメールを利用する際に情報セキュリティ上危険な状況になり得る問題」を提示し、学習が一通り終了した後再度同様の問題を示して議論させている。（模擬）実習については、情報社会、特にインターネット上の危険を認識する授業の重要性を理解させるため、電子ネットワーク協議会が作成し財団法人インターネット協会が配布している資料[5]を熟読させた上で、「面談のない企業担当者宛に送るメールを書く」課題等を設定し、情報倫理や情報セキュリティを意識させる授業を心がけるよう指導している。

3. 情報科教育IでのICT利用結果

学習者応答システム（クリッカー）を授業で利用する場合、講義内容に合わせて事前に設問を考え、その設問と解答用選択肢を一つのスライドに示し、正しいと考えた解答を学生に渡した端末で投票させる形式を取る。投票が終わったことを確認した後、スライドを表示しているPCで教員が特定の操作を行うと、その投票結果がリアルタイムに集計・表示される。表示された結果について教員や学生間で議論を行うことや表示結果と連動して（あらかじめ予想していた）別のスライドで同じ手順を繰り返し、理解を促すことも可能である。学生の投票をデータ収集と見なし、投票結果の集計をデータ処理、その表示をデータの出力と考えれば、データの収集・処理・出力を繰り返す情報システムの一つであると言える（実際、受講学生達に情報システムの講義を行った後、その具体例の一つとして説明している）。情報システムであるから、そのデータを別な形式に処理することも可能であり、本節ではそれによって得られた結果とその簡易分析を論じる。

授業初めに行っているアンケートから、受講者の教科「情報」履修歴を抽出し、受講年度ごとにまとめた

のが以下の図である。

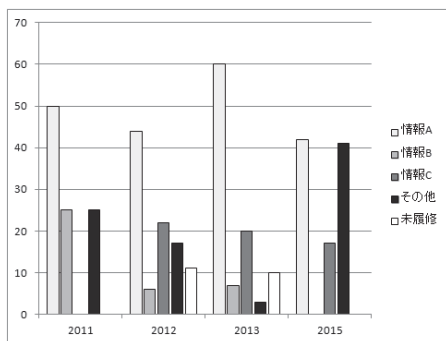


図 2. 2011年度-15年度 履修歴

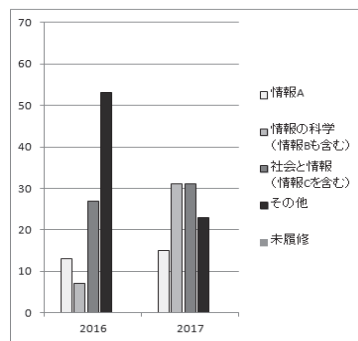


図 1. 2016年度-17年度 履修歴

図1, 2とも横軸は受講年度, 縦軸は履修科目毎の割合をパーセント表示で示した。2014年度は受講者数が数名と少なかったため省略したが, 全員が科目「情報A」を選択していた。図1と2を分けたのは, 学習指導要領改訂の影響が2015年度の調査結果に見え始めたためである。本科目は大学初年次の学生より2年次以降の学生が受講することが多く, 高等学校での科目変更の影響が現れ始めたのは2014年度通りであると推定される。残念ながら2014年度は受講学生が少なく十分な調査ができていないが, 2015年度の選択肢「その他」がそれまでの結果と比較して増加していることに科目変更の影響が現れていると考えられる。2015年度の調査結果を踏まえて2016年度以降は履修科目選択肢をそれまでの「情報A, B, C」から「情報A」, 「情報の科学」, 「社会と情報」に変更した。なお, 2016年度ではまだ「情報B, C」科目履修者がいたため選択肢「その他」の割合が高いと考えられる。図1と2を比較して特徴的な点は, 図1では「情報活用の実践力」を主とする科目「情報A」の履修歴がいずれも40%以上であるのに対し, 図2では15%以下になっていることである。高等学校での科目「情報A」が終了していることを考えると, 2016-17年度で科目「情報A」の履修歴があるのは大学4年次か大学院学生と考えられる。図2で旧科目「情報B」, 「情報C」に相当する「情報の科学」と「社会と情報」の履修者率が増加していることから, 同様の考えが成立する。2011年度を除き, 一定の割合で存在した旧「情報C」現「社会と情報」の履修者に対して, 旧「情報B」現「情報の科学」の履修者率が少ないこともこの調査結果は示している。2017年度で同率になっている結果を見ると, 今後「情報の科学」を履修する学生が増えるのかもしれないが, 「情報の科学的理解」に対応できる高等学校教員数がまだ十分でないことが伺える。「情報の科学的理解」に対応できる教員を増やすことは, 今後大学での情報系教員養成の課題になるかもしれない。

図3は, 同じくアンケートからコンピュータのハードウェアについて受講学生の知識経験を見るため, 高等学校まででなく大学進学してからでも「パーソナルコンピュータ(PC)の中身を見たことがあるか」を3件法で聞いた結果であり, それを受講年度毎にまとめた図である(縦軸はパーセント表示)。なお, 「中身を見たことがある」という選択肢については, 「PCがどんな部品で構成されているか見て認識でき, その交換程度はできることを含める」として説明し, 「単純にみただけ」の場合は選択肢「どちらとも言えない」を選択するよう指示している。

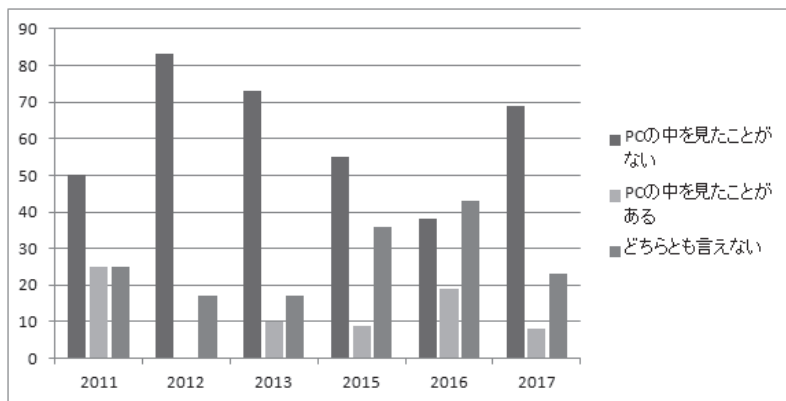


図 3. ハードウェアについて知識経験

情報科教育法Iを履修し将来情報科教員になる可能性があるにもかかわらず、2016年度を除き、PCの中身を見たことがない受講学生が50%以上となっている。受講学生の所属学科がこの結果に影響を与える可能性があるため、遡って調査したが、2016年度で工学部の学生が40%弱になったことを除き、理学部学生がほとんどを占めていた。2016年度は工学部の学生が増えたことでハードウェアに興味を持つ学生が増えて、選択肢「見たことがない」が選ばれた割合が減少したことは頷ける。同じアンケートの「PC上でプログラム（言語の種類は問わない）を書いて動かしたことがあるか」という3件法調査では、「ない」という選択をした受講学生が全ての年度でほとんど0%であったことを考えると、コンピュータについての知識経験でハードウェア分野とソフトウェア分野に解離があることが示されている。情報科教員を志望している（可能性がある）理学部学生でも「PCの中身を見たことがない」割合が50%を超えるという結果は、先の「情報の科学的理解」に対応できる教員数が十分でないことに符合する可能性がある。

「情報社会に参画する態度」に関係するアンケート結果をこれまでと同様に年度毎にまとめると、以下の図4、5が得られた。

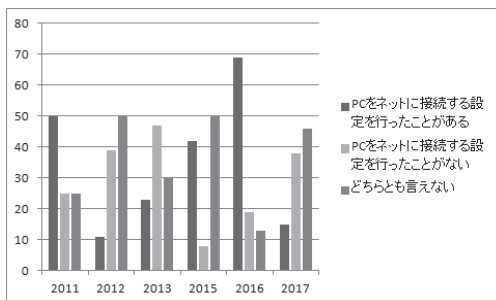


図 5. ネット接続設定経験についての分布

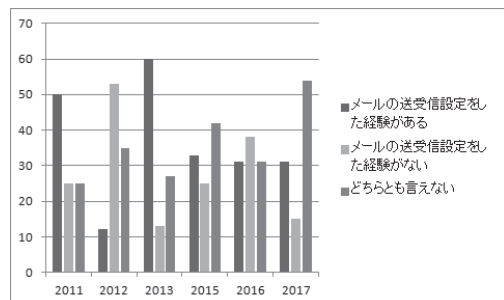


図 4. メール設定経験についての分布

図4は、所有の有無は問わず、PCをインターネットなどのネットワークにつなぐ設定を行った経験があるかを、図5はPCだけでなく情報通信機器（スマートフォン等を含む）でメールの送受信ができるように設定した経験があるかを、3件法で調査し、年度毎にまとめた図である（いずれも縦軸はパーセント表示）。図4に示された「PCをネットに接続する設定」を行うには、PCの知識のみならずネットワークについてもある程度詳細な知識を有している必要がある。その一方、図5に示された「メールの送受信設定」については、正しく設定が行われないと、メールサービスを利用するユーザではなく、それを提供しているサーバ側に不都合が生じるため、詳細な知識が不十分でも簡単に設定できる仕組みが用意されている。「ネット接続設定」

経験はともかく、「メール送受信設定」経験はスマートフォンの普及に伴い増加傾向にあるかと予想していたが、図5に示された結果からはそのような傾向は見られない。あくまで推測の域を出ないが、「メール送受信設定」経験が増えない理由は、スマートフォンを提供している移動体通信事業者（いわゆる大手携帯キャリア、MNOともいう）と契約する際、契約者がすぐにスマートフォンを使えるよう、その設定をMNO側が行っている無償サービスに一因があるかもしれない。このサービスはMNO側にとってはユーザを囲い込むための手段であるが、総務省が要請しているように移動体通信費を下げることにすれば、MNO側のコスト削減のためにこの種の無償サービスはなくなる可能性もある。その際に困るのは「メール送受信設定」経験がないユーザ側である。事実、仮想移動体通信事業者（いわゆる格安SIMキャリア、MVNO）では「メール送受信設定」サービスどころか「ネット接続設定」サービスもなく、契約したユーザが自分で行う必要がある。このサービスの違いを認識せずに、MVNOと契約してトラブルになる場合が増えていると最近ニュースになっている。蛇足だが、このような事例も「情報社会に参画する態度」を教育する際には具体例として使えることを講義では指摘している。

講義で用いている理解確認スライドや（模擬）実習で実施している具体的課題の評価結果は、その内容が年度毎に異なるため、前述のような複数年度にわたる変化を表示比較することは難しく、ここでは割愛する。その代わりとして、クリッカーを用いることで可能になる相互作用型授業の例を示す。繰り返しになるが、「情報社会に参画する態度」の指導項目では、現代社会の基盤となっている情報ネットワークの構造などの基礎知識やそれらを利用する場合に必要な情報セキュリティについての知識を授けるだけでなく、具体的状況でどのように活用するか生徒に考えさせることの重要性を指導している。その指導効果を計測するため、本項目の始まる前に「eメールを利用する際に情報セキュリティ上危険な状況になり得る問題」を提示し投票（図6）させ、全ての指導が終わった後に同様な問題を再度提示し議論させて投票（図7）させている。図6で提示している問題は「A君は、スマホ（携帯電話）のメールを使ってBさんにとても個人的なことを伝えようとしています。セキュリティの観点から考えて、この行為は安全でしょうか？」という内容である。選択肢1の「安全である」を選んだ受講学生はいなかったが、選択肢3の「どちらとも言えない」を選んだ者が過半数を超えている。これは、問題文に「セキュリティの観点から考えて」という文節があるため、「安全である」または「安全でない」のどちらを選んでも、その理由を明確に説明できないために曖昧な選択肢を選んだと考えられる。図7では「図6で投票した結果について、その根拠を」問い合せる問題を提示し、学生同士で議論させた後、投票させている。近場に座っている学生同士での議論は活発に行われ、その結果、図6の「どちらとも言えない」という曖昧さに対応する選択肢1「何となく不安だから」は排除され、明確な理由を有する選択肢3「メールははがきと同じだから」を選んだ学生が80%を超える結果になっている。この結果から、学習により得られた知識（この例では、インターネット上のメール配信サーバの仕組み）を活用し社会で利用されている情報通信技術（ICT）を考えてそれを利用する態度、すなわち、「情報社会に参画する態度」を養うことを受講学生に経験させることが少しはできたと感じている。

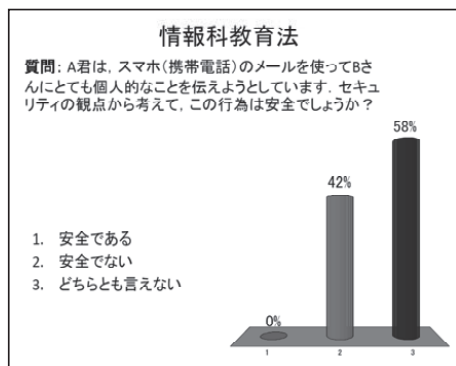


図6. 事前提示した問題と投票結果

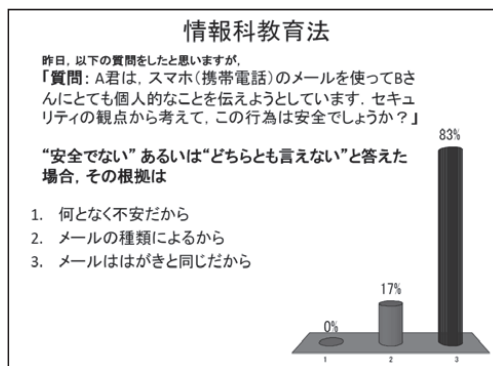


図7. 事後に提示した問題と投票結果

4. まとめ

本稿では、ICTツールを利用した情報科教育法Iの指導内容について、その概略と実施結果の分析を紹介した。それから見えてきたのは、「情報の科学的理解」を主とする科目「情報の科学」を担当する教員を養成するには、プログラミングなどのソフトウェア分野の教育に比べ、ICT機器を構成するハードウェア分野の教育が十分とは言えないことであった。また、「情報社会に参画する態度」を主とする科目「社会と情報」を担当する教員を養成する場合、メールの送受信設定等のICT知識を実務に応用する（技能を養う）機会が減少している可能性があり、それを補う教育の必要性も見えてきた。いずれの場合も、その対策には何らかの費用が発生することから個人で対応するには限界がある。具体的施策の立案は今後の課題と言わざるを得ない。

謝辞

本稿を執筆するにあたっては、新潟大学教育学部准教授の興治文子氏に様々な面でお世話になりました。同氏には、本稿で取り上げた科目「情報科教育法I」でも多方面で助けていただいています。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 文部科学省,「高等学校学習指導要領解説情報編」(平成22年1月),
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2012/01/26/1282000_11.pdf (2017年9月アクセス)
- [2] 文部科学省,「高等学校学習指導要領」(平成21年3月),
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2011/03/30/1304427_002.pdf
(2017年9月アクセス)
- [3] 久野靖/辰巳丈夫[監修],『情報科教育法』,株式会社 オーム社,改訂2版(平成23年4月25日),改訂3版(平成28年8月6日)
- [4] プログラミング言語「ドリトル」,<http://dolittle.eplang.jp> (2107年9月アクセス,情報科教育Iを担当した当初はネットワーク環境で利用することが容易であったが,現在は教育施設のネットワークセキュリティが強化されたためダウンロードして利用することが前提となっている.なお,登録が必要ではあるが,オンラインプログラミング環境 Bit Arrow を用いることで従来のネットワーク環境と同じように利用することが可能)
- [5] 財団法人インターネット協会配布,「インターネットを利用する方のためのルール&マナー集」(電子ネットワーク協議会 平成11年3月15日) <https://www.iajapan.org/rule/rule4general/main.html> (2017年9月アクセス)