

教科「情報」分野での科学的リテラシー育成に関する実践報告

(情報文化課程情報教育コース) 空 野 剛
(教育学部数学教室) 河 村 泰 之

A Report of Developing Scientific Literacy in Information Studies

Go SORANO *and* Yasuyuki KAWAMURA

(平成22年6月5日受理)

1. はじめに

高等学校普通科の教科「情報」は2003年に新設された科目である。近年の様々な社会問題に対応するための重要な役割を期待されていて、学習内容に関しては多くの有識者の議論で方針が決まった。実際に指導されてきて数年が経った昨年、コンピュータ利用教育協議会が行った調査によると、大学生は高校の教科「情報」で学習した内容は多いと感じているが、自分で理解活用できる内容はWeb検索のみであると答える(大橋他2009)。つまり、教科「情報」に対する期待とは裏腹に、教科「情報」の授業が生徒の理解に役立っていないことがわかる。実際には、様々な社会問題に対応する能力を生徒に確実に習得させることが求められている。

これら教科「情報」に期待されていることは、文部科学省の「生きる力」の理念とも通ずる。「生きる力」とは、「いかに社会が変化しようと、自ら課題を見つけ、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、行動し、よりよく問題を解決する資質や能力、自ら律しつつ、他人と共に協調し、他人を思いやる心や感動する心などの豊かな人間性、たくましく生きるための健康や体力」のことである。このような「生きる力」こそ、教科「情報」で育成が期待されている、様々な社会問題に対応する能力である。

我々の問題意識は、教科「情報」は学習内容がよく考えられて始まったにも関わらず、思うような成果を上げることができていないことにある。その原因の一つは、期待されている内容が多様で曖昧なため、目標が分散してしまっていることにあると考える。そこで文部科学省の方針に立ち返り、「生きる力」を基盤に指導を再考する。

我が国は、近年の国際的な学力調査の結果から科学的

リテラシーにおける「科学的な疑問を認識すること」と「現象を科学的に説明すること」に課題があることが明らかになった(中教審2008)。これらを踏まえ、2009年(平成21年)版高等学校学習指導要領(文科省2010)では、理数教育の充実が図られることになった。具体的な対策として、思考力や表現力等を育成するための観察・実験、レポートの作成や論述などを行うための時間を確保することが挙げられる。

教科「情報」では、1999年(平成11年)版高等学校学習指導要領において総授業数の中で実習に配当する最低時間が明確に定められていた(文科省2000)。その時間を有効に利用することによって、観察・実験などを通して科学的な取り組み方の基礎をはぐくむシステムは整備されていたといえる。しかしながら、前述のように、思うような成果を上げることができていない。つまり、教科「情報」を通して、科学的リテラシーを育成できていないことがわかる。

2009年版高等学校学習指導要領の教科「情報」では、具体的な時間数を設定せず「実習を積極的に取り入れること」と明記された。時間数の記述がなくなったため、実習と座学にかかる時間の割合は各教員に任せられることになった。どちらが多くなるのかは数年経つまでは判断が難しいが、重要なのは割合ではなく実習の内容である。今後、実習を積極的に取り入れるために、指導内容について様々な工夫・検討がなされることになる。

そこで我々は、2009年版学習指導要領の2013年(平成25年)全面実施に先駆け、教科「情報」における実習の指導内容と指導方法の研究を行った。生徒の身近な問題に取り組み、生徒らで協調して自ら考えるような実

習を通して、生徒の科学的リテラシーを育成することを目標にする。

指導対象は、愛媛大学附属高等学校の情報クラブに所属する1年生男女計6名（男4名、女2名）である。期間は2009年4月から2010年3月までの1年間である。活動頻度は1週間に1回程度で、1回あたり2時間をめどに著者らが活動の指導を行った。2009年版学習指導要領では、教科「情報」は「情報と社会」と「情報の科学」の中から1科目（2単位）選択しなければならない必修の科目であり、実際の授業で1週間に2単位時間実施されることが予想されたため、できるだけ活動時間を合わせることを意図した。

学習指導要領改訂の意図に基づき、「科学的な疑問を認識すること」の育成を図るべく、観察・実験などの実習を積極的に取り入れ、体験的な活動に多くの時間を割いた。それと同時に、観察・実験の結果のレポート作成や、報告を行う活動にも力を入れ、「現象を科学的に説明すること」をはぐくむことを意図した。

このような科学的リテラシーを指導する機会は、大学などの高等教育で行われることが多いが、将来を担う高校生に早くから経験させることの意義は大きい。それに加え、教科「情報」で行う試みは、全国的にも例が少なく、先進的といってよいと考えられる。このような新しい教育活動を開始して1年経過したことを区切りとして、活動を振り返り、本稿ではこれまでの成果を報告する。

2. 活動報告

情報クラブでは、もともと昨年度1年をかけて「パソコンを速くする」という活動を行う予定であった。そこに、著者らが参加し科学教育の視点を導入した。つまり、パソコンの処理速度を向上させる取り組みを通じ、科学的リテラシーを習得させることを目標に定め、活動を開始した。

まず本活動が始まる前に科学教育の観点について方針を固めた。その際、中央教育審議会が指摘している国際的な学力調査の中でも、科学教育の視点にはOECD（経済協力開発機構）が実施する2006年のPISA（生徒の学習到達度調査）での科学的リテラシーの結果を参考にした。その結果は表1に示す通りである（文科省2007）。日本の科学的リテラシーは2003年の調査ではフィンラ

ンドに並んで1位であったが、5位に下落してしまった。領域別に見ると、その原因は「科学的な疑問を認識すること」と「現象を科学的に説明すること」の2領域で順位を落とす要因となっているのがわかる。そこで、今回の活動ではこれら2領域について意識した指導を行った。

本活動における実施記録を図1に示す。4月下旬からパソコン各種パーツの役割についての情報収集を生徒にさせた。その後、検証項目や検証方法に関する議論を重ね実際の検証作業に移った。その検証結果を統計的に分析し、収集したデータから科学的に結論を導き、校内で行われる成果報告会に向けて指導した。

次に、実際の活動の様子を示す。

2.1 活動の様子

生徒にとって最初の活動である、各パーツの役割について情報収集を行わせる活動は「科学的な疑問を認識すること」を意識した。しかし、パソコンに関する知識があまりない状態で、いきなり科学的な疑問を見つけることは難しい。疑問を持つためにはまず情報収集させ、その過程で「科学的な疑問を認識すること」のできる機会を待った。実際にパソコンを分解し、実物に触れさせることで、自らが調査したパーツの役割に関する知識やコンピュータの仕組みの知識が確かなものへと変化し、パーツの役割に応じた疑問を持つようになった。例えば、ハードディスクは記憶する装置として認識していたので記憶容量が重要だと考えていたが、回転数がパソコンの処理速度の向上につながることを知って、どのくらい影響するか調べたいという具体的な検証項目が生徒から挙がってきた。

情報収集が終了した後、検証方法や検証項目を議論させ、リストアップを行った。この議論の際にあまりに間違った検証項目を設定しないように最小限の修正を行った。いくつか効果が期待できない項目もあったが、失敗することも含め、仮説を立て検証するという科学の基本姿勢を養う教育効果を期待して指摘しなかった。リストアップした検証項目に即し、生徒は各パーツ等を交換して、比較データの収集・蓄積を行う検証活動を行った。今回、パソコンの処理速度を向上させる目的で検証する項目に挙がったのは次の8つである：メモリを増設する、視覚効果を変更する、ハードディスクを高性能なものに

表1：2006年PISA 科学的リテラシー平均得点の国際比較

順位	総合順位		分野別順位					
	科学的リテラシー全体	得点	「科学的な疑問を認識すること」領域	得点	「現象を科学的に説明すること」領域	得点	「科学的証拠を用いること」領域	得点
1	フィンランド	563	フィンランド	555	フィンランド	566	フィンランド	567
2	香港	542	ニュージーランド	536	香港	549	日本	544
3	カナダ	534	オーストラリア	535	台湾	545	香港	542
4	台湾5	32	オランダ	533	エストニア	541	カナダ	542
5	エストニア	531	カナダ	532	カナダ	531	韓国	538
6	日本	531	香港	528	チェコ	527	ニュージーランド	537
7	ニュージーランド	530	リヒテンシュタイン	522	日本	527	リヒテンシュタイン	535
8	オーストラリア	527	日本	522	スロベニア	523	台湾	532
9	オランダ	525	韓国	519	ニュージーランド	522	オーストラリア	531
10	リヒテンシュタイン	522	スロベニア	517	オランダ	522	エストニア	531

する、ゴミファイルの蓄積、ハードディスクドライブ断片化、Windows Update、ウィルス・スパイウェアに感染、常駐プログラムの数。中間発表では、これらを検証した結果を報告し、半年後の成果報告では分析と考察を行う予定であったが、実際には活動がずれ込み、すべての検証作業を終了しないまま、中間報告の時期を迎えた。

そのため中間報告が終了した後に、著者らと高校教員で、成果報告までのスケジュール修正が必要となった。意見交換を行う中で、ある程度の方向性を示し活動の進度を上げるか、進度は遅くても自分たちだけの作業を経験させることに重点を置くかで議論になった。結果として処理速度を向上させる効果のない検証作業を行うばかりでは達成感がなく、生徒の学習意欲を削ぐことにつながりかねないということで一致し、「パソコンをはやくする」といった漠然とした複数の要因ではなく、検証対象をハードディスクに限定するよう指導した。情報収集と疑問をもつ段階で、生徒らが議論をする材料がそろっていて、生徒ら自身で比較的容易に効果を測定できると予想できたからである。その結果、8つあった検証項目の中から、2つの項目に絞って検証を続けていく方向を確認した。

成果報告会に向けた検証活動は10月中旬に開始した。生徒に検証の進捗状況を報告させる活動や実験における仮説立て、結果を考察させる活動を取り入れ、「現象を科学的に説明すること」の教育効果を狙った。特に、仮説を立てることや実験結果を検討することに必要な情報共有や議論には時間を多く費やし、積極的に現象を科学

的に説明させる機会を作った。始めの頃の生徒の発言では、現象をそのまま描写するということが多かった。そのため、科学的視点を取り入れさせる発問を行い、生徒に考えさせることで、以前に習得した知識などを活用し、現象を科学的に説明することが次第に定着するようになった。

12月の最終報告会に向けて、報告資料を作成させ活動をまとめさせると同時に、プレゼンテーションについての指導を行った。どちらの指導においても、科学的に説明することを意識させた。客観的な比較や複数の事象を関連付けて考えさせるための技法、報告で使用するスライドの作り方など、科学的なプレゼンテーションの基礎を指導した。指導の甲斐があり、校内で行われる成果報告会で、彼らは優秀な成績を収めた。

報告会が終了した後、結論の根拠が明確に導き出せていない部分の考察やハードディスクを分解して磁気ヘッドの動きを観察するなど、予定がずれ込んで完了することができなかった作業を行わせた。すべての作業を完了させた後、成果報告会後に行った活動をまとめさせ、著者らと高校教員の前でプレゼンテーションを行わせた。

2.2 活動の評価

予定していた全ての活動が終了した後、生徒への教育効果を測るためのテストを実施した。テストの実施時間は30分間で、ペーパーテスト形式で行った。評価の観点は、知識を問う問題とPISAで評価される科学的リテラシーの3つの領域（科学的な疑問を認識すること、現象を科学的に説明すること、科学的証拠を用いること）

である。問題を作成するにあたり、PISAの問題形式を参考に、問題に示されている情報に基づいて科学的に考えることを求めた。ただ、PISAの問題には、科学的であるとみなせると思うかどうかを問う○×形式の問題があるが、本テストには採用しなかった。行ったテストの問題は図2に示す。

このテストを、活動に参加した6人の生徒へ実施した結果を表2に示す。テスト結果を分析すると、問1(1)、(2)A、(2)Bの正答率は全体的に高く、基礎的・基本的な知識の定着が見られる。問1(2)Cでは、生徒Cのみが12点中10点を記録した。この生徒Cは、パソコンの分解やハードディスク分解などの活動で他のメンバー以上に意欲的に取り組んだ生徒であり、その成果がテスト結果にも表れていた。

問2(1)は、全生徒が正解した。現象を科学的に説明することができるようになった成果と見ることができ

る。

問3の問題に対して、全生徒が結果を記入し、理由を記入することができていた。しかし、ただ比べた結果を述べるのではなく、「2倍速い」などといった数量を含めて結果を提示した生徒は、6人中1人しか見られなかった。この間は2006年PISAの結果で好成績を残した「科学的根拠を用いること」を意識したものであるが、数値を示すなどといった科学的実践力を活用する能力は定着していないことが確認できた。

テストの結果、知識や「科学的に疑問を認識すること」、「現象を科学的に説明すること」を観点とした問1と問2において6人中5人が80%を超える正答率を記録し、残りの1人も70%を超える正答率を記録した点で、これらの観点の生徒の能力が習得されていることがわかった。

表2：テスト結果

		観点	満点	A	B	C	D	E	F	解答例・キーワード
問1	(1)	知識を問う	8	8	6	6	8	8	8	a,e,f,h
	(2) (A)	知識を問う	3	3	3	3	3	3	3	デフラグ,最適化
	(2) (B)	知識を問う	6	6	6	6	6	6	6	SATA,IDE,SATA II
	(2) (C)	知識を問う 科学的な疑問を認識すること	12	6	8	10	8	6	8	a,b,c,d,f,g
	(2) (D)	知識を問う 科学的証拠を用いること	6	0	4	6	6	4	6	キーワード ・比べたい条件が互いに異なる2つの対象物 ・比べたい条件以外は条件をそろえる ・同じ作業を行い比べる実験 (同義と判断される表現可)
		問1合計	35	23	27	31	31	27	31	
問2	(1)	科学的な疑問を認識すること 現象を科学的に説明すること	20	20	20	20	20	20	20	番号：2 特徴：容量の大きなファイルから順に先頭から割り当て、再配置を行う。 番号：4 特徴：容量の小さなファイルから順に先頭から割り当て、再配置を行う。
	(2)	科学的疑問を認識すること 現象を科学的に説明すること	15	15	15	10	15	7	15	デフラグ前とデフラグ後で動作速度に差異が見られるか (実験手順が書かれていても正しければ可)
		問2合計	35	35	35	30	35	27	35	
問3	(1)	科学的証拠を用いること 現象を科学的に説明すること	30	20	10	15	20	20	10	・結果が記入されている ・その結果を導いた根拠を明確に用いることができる(1つの結果、根拠で合わせて10点、最大3つで30点)
		総合計得点	100	78	72	76	86	74	76	

3. まとめ

本活動では、教科「情報」で扱う内容を通して科学的リテラシーの育成を図った。そして、1年間の活動成果として「科学的に疑問を認識すること」、「現象を科学的に説明すること」の観点で教育効果を確認することができた。また他方で、科学的リテラシーをはぐくむ上で、「科学的証拠を用いること」領域の課題を発見することができたことも意義大きいと考えられる。

2013年（平成25年）の2009年版学習指導要領全面実施を前に、新しい取り組みを試行できたことは大変有意義であった。

謝辞

2009年4月から約1年間かけて行われた本研究において、愛媛大学附属高等学校の八木昌生教諭、並びに1年生6名の協力に感謝し、ここに謝意を捧げる。

参考文献

- 大橋真也 他 (2009) 「2009年度高等学校教科「情報」履修状況調査の集計結果と分析報告」, Computer & education 27, 93-98
- 中央教育審議会 (2008) 「幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について (答申)」, 文部科学省
- 文部科学省 (2007) 「OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA) 2006年調査国際結果の要約」, 文部科学省
- 文部科学省 (2000) 「高等学校学習指導要領解説 情報編」, 開隆堂出版
- 文部科学省 (2010) 「高等学校学習指導要領解説 情報編」, 文部科学省, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/1282000.htm (平成22年1月29日更新)

4月下旬	・パソコンの各部品の役割調査活動。
5月上旬	・パソコンを分解し、各部品の役割を確認、調査。
5月中旬	・検証項目、検証方法のリストアップ。インターネット等も利用しながら、リストアップを行った。
6月上旬	・検証項目、検証方法に即し、各部品の交換等を行い、データを収集・蓄積、討論を行った。
6月下旬	・蓄積されたデータを統計的に分析し、科学的に報告書を作成させる。その報告書を使用し中間報告を行った。(校内) 成果報告会。
10月下旬	・ハードディスクに関連する検証項目で実験を行い、データ収集・蓄積した。
11月上旬	・収集されたデータを統計的に分析し、科学的な結論へと導く。
11月下旬	・プレゼンテーション指導。
12月中旬	・成果報告、(校内) 成果報告会。
2月上旬	・未完結の活動、検証活動。
3月上旬	・すべてを通した報告を作成。

図1：活動実施記録

1 / 4

パソコンを処理速度向上 プロジェクト 確認問題

月 日 ()
名前 _____

【問 1】
あなたは使用しているパソコンの処理速度を向上させる実験をしようと考えています。以下の質問に問いに答えなさい。

(1)パソコンの処理速度を向上させる検証項目として、適していると考えられるものを語群から4つ選択し、記号で答えなさい。
語群(a.メモリを増設する、b.ウインドウをたくさん開く、c.コンピュータウイルス・スパイウェアに感染する、d.ディスプレイのサイズを大きくする、e.視覚効果の変更する、f.常駐プログラムの数を減らす、g.マウスを使用する、h. Windows Update を行う)

(2)パソコンの処理速度を向上させることを目的としてハードディスクを用いて実験を行うことになりました。次の問いに答えなさい。
(A)断片化されたハードディスクの状態を解消する作業を何というか答えなさい。
(B)ハードディスクのデータ転送規格を2つ答えなさい。

(C)次の語群の中でハードディスクの性能に関係するものを選択し記号で答えなさい。
語群(a.容量、b.磁気ヘッド、c.プラッタ、d.シークタイム、e.光ファイバ、f.キャッシュ、g.回転数、h.DVDドライブ、i.クロック周波数)

(D)対照実験を用いることになりました。対照実験の意味を答えなさい。

2 / 4

【問 2】
ハードディスク A を用意し、最適化の実験を行います。実験では最適化前後で同じベンチマークソフトを使用し、「読み込み」「書き込み」の1秒間の転送量(KByte/秒)を計測します。ハードディスク A のスペックは以下の通りです。次の質問を答えなさい。

<ハードディスク A スペック>
データ転送規格：SATA
回転数：1 分間に 5400 回転
データ転送速度：1 秒間に 300MB
サイズ：2.5 インチ
容量：120GB
キャッシュ：8MB
平均シークタイム：12ms

(1)図 1 はハードディスク内に保存されているファイルが断片化されている様子を示している。図に用いられた 12 個の枠は 1 つ 100MB の容量を表す。たとえば a という 1 つのファイルは、2 つの枠を使用しているため容量が 200MB であることを示す。それと同時に、連続して枠を使用していない状態はファイルが断片化されている様子を示している。このハードディスク内に保存されているファイルの断片化を解消する作業を、最適化ツールを使用して行った。その結果が以下の図 2~8 である。この図 2~8 の中から 2 つ最適化されていると考えられるものを選択し、その最適化ツールの特徴を説明しなさい。



図 1 断片化されている様子

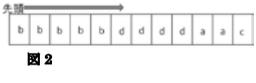


図 2

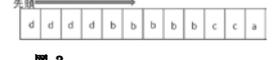


図 3

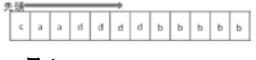


図 4

3 / 4

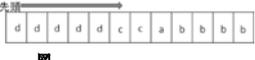


図 5

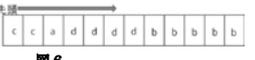


図 6

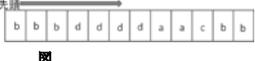


図 7

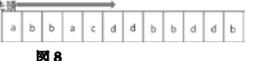


図 8

番号：
特徴：

番号：
特徴：

(2) (1)で回答した最適化ツールの特徴を踏まえ、最適化の影響を計測する実験計画を立てなさい。

4 / 4

【問 3】
スペックの異なるハードディスク B、C の 2 つを用意し、実験を行いました。ハードディスク内に記録されている内容はすべて同じです。これら 2 つに「読み込み」「書き込み」の1秒間の転送量(KByte/秒)を計測するベンチマークソフトを使用し、性能を計測しました。2 つのハードディスクのスペック、実験結果は以下に記す通りです。次の問いに答えなさい。
<実験結果>

実験回数	ハードディスクB				ハードディスクC			
	read	write	random read	random write	read	write	random read	random write
1回目	24914	25012	4755	7289	34965	35408	9853	13911
2回目	25104	24627	4765	7346	33325	31946	12364	15201
3回目	24818	24351	4694	7829	33773	35032	8989	15132
4回目	23464	28365	5442	7099	38942	34956	10544	16381
5回目	25104	24728	4732	7289	34121	34653	10015	14959
6回目	25104	25104	4724	7201	32360	37621	11013	9553
7回目	24818	24992	4680	7322	32993	31986	12749	16259
8回目	25997	27006	4766	7620	34958	32333	9883	16259
9回目	25198	24519	4790	7438	34121	35420	9295	15308
10回目	24728	24728	4654	7429	33341	34478	10681	14153
average	25426.7	25373.1	4822.3	7388.2	34349.9	34383.3	10478.6	14711.6

※read は読み込み、write は書き込み、random read はランダムに読み込み、random write はランダムに書き込む作業をする。
また average は 10 回の計測値の平均値を示す。

<ハードディスク B スペック>
データ転送規格：IDE
回転数：1 分間に 5400 回転
データ転送速度：1 秒間に 100MB
サイズ：5 インチ
容量：40GB
キャッシュ：2MB
平均シークタイム：12.5ms

<ハードディスク C スペック>
データ転送規格：IDE
回転数：1 分間に 7200 回転
データ転送速度：1 秒間に 100MB
サイズ：5 インチ
容量：80GB(40GB でパーティションを区切り、残りは割りあてない)
キャッシュ：2MB
平均シークタイム：8.5ms

(1)この実験結果からいえることをできるだけ多く述べなさい。

図 2：ペーパーテストの問題