

CS アンプラグドの学習活動と小学校教科書の 学習活動のマッピング

石塚丈晴[†] 堀田龍也^{††} 兼宗進[§]

本稿では CS アンプラグド 12 テーマの学習活動と教科書（各教科 1 社）における学習活動とのマッピングを行った。CS アンプラグドのテーマにより、該当する学習活動が学校での教科書に多く存在するテーマと 1・2 カ所しか存在しなかったテーマに分かれた。該当する箇所が多いテーマは、CS アンプラグドの学習活動に類する学習活動を小学校の教科書の中で行っているため、児童も活動し易いテーマであると考えられる。一方で、該当箇所が少ないテーマでは、情報の科学的な理解といった側面からの解説や意味づけを他のテーマに比べて多く行う必要があると考えられる。

Mapping Learning Activities in Elementary School Textbooks to CS Unplugged

Takeharu Ishizuka[†] Tatsuya Horita^{††}
and Susumu Kanemune[§]

In this paper, learning activities of 12 CS unplugged units are tried mapping with learning activities in elementary school textbooks for all subjects in Japan.

1. はじめに

Computer Science Unplugged（以後、「CS アンプラグド」と表記する）は、ニュージーランドの Tim Bell らによって提唱された、コンピュータの基本原理を分かりやすく学ばせることを目的としたメソッドである[1]。このメソッドは多くの国で共感を得て実践がなされており、2011 年 4 月現在では、CS アンプラグドの学習活動例として 20 以上の事例が登録されている[2]。これらの事例の内 12 事例については、教師用書籍として日本語版[3]も含めて数ヶ国語に翻訳されて出版されている。

日本における小学生を対象とした CS アンプラグドの実践事例の代表例としては、2008 年から 2010 年に開催された情報オリンピック日本委員会のジュニア部門の活動としてのイベントが挙げられる[4]。このイベントでは小学校 4 年生から 6 年生を対象として募集し、毎年約 100 名の児童が CS アンプラグドの学習事例の中から年毎に選定されたテーマについて、体験的な学習を行っており、小学校高学年での情報の科学的な理解に関する学習活動の可能性を示唆しているといえる。このイベントの他にも CS アンプラグドをテーマとしたイベントは各地で行われているが、小学校の正課授業で行われたという報告は極めて少ない。

2. 問題の所在

平成 10 年度に改訂された小学校学習指導要領（以後、「学習指導要領」と表記する）では、教育課程での情報教育の目標としての「情報活用能力」が示され、平成 20 年度改正の学習指導要領[5]では情報教育に関する学習活動の充実が求められており、現代の情報化社会の中で、子供達が情報社会に主体的に対応するための情報活用能力を育成することは、伝統的な教科書学習とともに学校教育における重要な目標となっている。

平成 18 年 8 月に報告された、初等中等教育における情報化に関する検討会による報告書では、情報教育には、1) 情報活用の実践力、2) 情報の科学的な理解、3) 情報社会に参画する態度、の 3 観点が示されている[6]。この 3 観点に対する現在の小学校の教育課程では、情報活用の実践力や情報社会に参画する態度の育成についての取り組みは多く行われているものの、情報の科学的な理解の育成に関する取り組みはほとんど見られない。

また、平成 22 年 10 月の文部科学省による教育の情報化に関する手引[7]などで、提言がなされている。特に第 3 節 1(1)では小学校段階における情報活用能力を身に付け

[†] 福岡工業大学短期大学部
Fukuoka Institute of Technology, Junior College

^{††} 玉川大学
Tamagawa University

[§] 大阪電気通信大学
Osaka Electro-Communication University

させるための学習活動について、具体的な指導例が挙げられて説明されている。しかし、情報活用の実践力については6ページ、情報社会に参画する態度については2ページが割かれているものの、情報の科学的な理解に関しては半ページであり、具体的な指導例も挙げられていない。

日本の小学校における情報教育は、コンピュータを使用するという点とは、一線を画した教育が指向されているところに特徴がある。この視点から見るとCSアンプラグドは、コンピュータを使わないコンピュータサイエンスの学習を目指していることから、日本の小学校では受け入れやすいと考えられるものの、実際にはほとんど取り入れられていないのが現状である。

日本における小学校の日々の教育課程は、文部科学省による学習指導要領に基づいて編成され、文部科学省検定済教科書（以後、「教科書」と表記する）を使用して行われることが前提である。従って、学習指導要領に記述が無い内容は正課課程では行いにくいという現状がある。しかし逆の視点から見れば、学習指導要領に記述がある内容と学習目標が一致していれば、学習として取り入れることが可能となる。特に、各教科との関連があれば、各教科での時間の一部を使用して授業を行うことも可能となり、CSアンプラグドの学習活動を正課授業として扱い易くなることが期待できる。

3. 本研究の目的

小学生向けイベントとして成功を収めているCSアンプラグドの学習活動を小学校で行うためには、それぞれの学習活動及び学習目標が学習指導要領の記述に位置づけられている必要があると考えた。

しかし、学習指導要領は小学校で行う学習のカリキュラムに基づき系統的に内容が設定されている一方で、CSアンプラグドはメソッドであり、系統的なカリキュラムが存在して、その上で各テーマが設定されているわけではない。そのため、CSアンプラグドの学習目標と学習指導要領の記述とを直接マッピングすることは困難である。

そこで、本研究では学習指導要領に基づいて編纂された教科書を利用することを考える。一般に教科書を編集する場合は、まず学習指導要領に記述されている内容を基に、学習目標が設定され、学習目標を達成するための学習活動が設計される。教科書はこの学習活動を単元化してまとめたものであり、教科書の各単元と学習指導要領の記述との関連付けされた資料なども手に入れることができる。

CSアンプラグドと学習指導要領の間に教科書を置き、最終的にはCSアンプラグドの学習目標と学習指導要領の記述との関連付けを行うための前段階として、CSアンプラグドの学習活動と教科書での学習活動が一致する箇所を見いだすことを本研究の目的とする。

4. 方法

本研究では、CSアンプラグドの学習活動例として登録されている事例の内、教師用書籍として既に日本語訳が出版されている12事例を対象として選定した。次に、CSアンプラグドの各テーマについてまず活動内容を列挙し、それに対応する活動目標を設定した。その後、小学校で使用する全教科全学年の教科書内に記述されている学習活動と一致する箇所を探しだした。

本研究で使用した教科書は、平成22年度の学校基本調査による全国の公立学校の児童数と平成23年度の教科書の採択状況から、上位のシェアから順に50%以上になるまで（1社で50%以上のシェアの場合は2社とする）の教科書を選定した。ただし、家庭科に関しては、在庫冊数が少なく児童への供給が優先となるため購入できなかった。そこで、今回は1社のみを対象とした。また、本稿での結果は（）内の教科書会社の結果は反映していない。

国語：光村図書、（東京書籍）
書写：光村図書、（東京書籍、教育出版）
算数：啓林館、（東京書籍）、
理科：啓林館、（大日本図書、東京書籍）
社会：教育出版、（東京書籍）
生活：光村図書、（大日本図書、東京書籍、啓林館）
図画工作：開隆堂、（日本文教出版）
地図：帝国書院、（東京書籍）
音楽：教育出版、（教育芸術社）
家庭科：開隆堂
保健：学研、（東京書籍）

5. 結果

表1はCSアンプラグドの「点を数える（二進数）」というテーマについて、活動内容と活動目標を列挙したものである。また、表2は表1の活動内容と活動目標に対応する教科書での学習活動とのマッピングの結果を表わしたものである。また、表3は表1, 2の結果をまとめ、CSアンプラグドの12テーマに該当する箇所が存在した教科書を表わしたものである。

表1 「点を数える（二進数）」の活動内容と活動目標

CS アンプラダド	
活動内容	活動目標
左のカードの●の数は右のカードの●の数の2倍であることを気付かせる	1)2桁までの数×2の計算ができる 2)カードの並び方のルールが理解できる
1~31までの数をカードの●の数の合計で表わせる	1)31までの数となるように1, 2, 4, 8, 16の数を足し合わせることができる 2)1, 2, 4, 8, 16の組み合わせで31までの全ての数が表現できることが分かる
左のカードを裏返す回数は右のカードを裏返す回数の半分であることを気付かせる	1)回数を数える 2)2桁までの数×2の計算ができる 3)裏返す数の並び方のルールが理解できる
カードが表(●の面)の時は1, 裏の時は0とした時の数字の並びが2進法で表現された数であり, ●の合計の数が10進法で表現された数であることを理解させる	1)2進法を理解できる 2)2進法と10進法で表現された数の対応が理解できる
いくつかの数について, 2進法と10進法で表わせる	2進法と10進法の相互の変換ができる
「秘密のメッセージを送ろう」 1)電気がついている時を1, ついていない時を0に置き換える 2)2進法のコードを10進に変換する 3)対応する文字を探しメッセージを解読する	1)電気のON/OFFを1/0(2進表現)で表現する 2)2進表現された数を10進表現に変換する 3)数字(10進)に対応する文字を表から探す
「電子メールとモデム」 1)0/1を低音/高音で表現して相手に伝える 2)相手は低音/高音を0/1に変換する 3)2進法のコードを10進に変換する 4)対応する文字を探しメッセージを解読する	1)1/0を音の高低で表わすことができることを理解する 2)FAXの通信原理であることを理解する
「31より大きい数を数える」 1)1+2+4の答えを求め, 1+2+4+8の答えを求める 2)ある桁までの和の最大値は, その次の桁の数より1だけ小さい数になることを気付かせる	1+2+4 = 8-1 であることに気がつく

「2進数のあれこれ」 1)10進法で右に0がつくと10倍されることを確認する 2)2進法では右に0がつくと2倍になることを気付かせる 3)キーボードの文字を表現するには7ビット必要であることを気付かせる	1)10進の右端に0を加えることは, 10倍されることを理解する 2)2進の右端に0を加えることは, 2倍されることを理解する
「実際のコンピュータでは」 1)トランジスタがONかOFFか 2)コンデンサが充電されているかどうか 3)高い音か低い音か 4)磁性体のNとSの向き 5)表面で光が反射するかしないかで実際のビットの判断をしていることを理解させる	1/0を状態の違いによって表現していることを理解する

表2 「点を数える（二進数）」に対応する教科書の該当箇所

教科書	単元名
国語3上	ローマ字
算数1	20までのかず
	3つのかずのけいさん
算数3上	大きな数のしくみ(10倍した数)
算数3下	2けたの数に1けたの数を掛ける計算
算数4上	大きい数のしくみ(1億より大きい数のしくみ)
算数4下	変わり方
算数5下	順々に調べて
算数6下	きまりを見つける
理科3	じしゃくのふしぎをしらべよう(NとS)
	日光の進み方
	豆電球にあかりをつけよう(スイッチと豆電球)
音楽3	音階
音楽4	音楽のもと(まとめ)

表3 CS アンプラグドのテーマと該当箇所する箇所が存在する教科書

CS アンプラグドのテーマ	学年					
	1	2	3	4	5	6
点を数える (2進数)	算		国・算・理・音	算・音	算	算
色を数で表わす (画像表現)					社	算
それ、さっきも言った! (テキスト圧縮)	音	国・音	国・音	国・算・音	国・音	国・音
カード交換の手品 (エラー検出とエラー訂正)			算		算	
20の扉 (情報理論)	算		算	算	社・家	家
戦艦 (探索アルゴリズム)	算		算	算	社・算	
いちばん軽いといちばん重い (整列アルゴリズム)	算		算・理			算
時間内に仕事を終えろ (並び替えネットワーク)	算					
マッディ市プロジェクト (最小全域木)			算・社	算・社	算	算
みかんゲーム (ネットワークにおけるルーティングとデッドロック)					社	算
宝探し (有限状態オートマトン)		算・音	音	音	社・音	算
出発進行 (プログラミング言語)	算・音	音	国・音	算・音	音	音

表3より、CS アンプラグドのテーマにより、該当する学習活動が教科書に多く存在するテーマと1・2カ所しか存在しなかったテーマに分かれた。該当する箇所が多いテーマは、CS アンプラグドの学習活動に類する学習活動を小学校の教科学習の中で行っているため、児童も活動し易いテーマであると考えられる。一方で、該当箇所が少ないテーマ、例えば、「時間内に仕事を終えろ (並び替えネットワーク)」では、該当箇所は小学校1年生の算数における数の大小の比較に関する部分だけであった。従って、情報の科学的な理解といった側面からの解説や意味づけを他のテーマに比べて多

く行う必要があると考えられる。

また、表3で該当する箇所が多いテーマでも、CS アンプラグドの学習活動を行う事ができることと、情報の科学的な理解ができるということは、異なるといえる。例えば、「点を数える (2進数)」では、表2の算数の単元から、CS アンプラグドの活動としては小学校3年生でも学習活動を行うことは可能であると考えられるが、情報の科学的な理解という側面から2進法について理解するためには、小学校4年生以上(できれば5年生以上)が適すると考えられる。

6. まとめ

本稿ではCS アンプラグド12テーマの学習活動と教科書(各教科1社)における学習活動とのマッピングを行った。今後は、この結果を用いて学習指導要領とのマッピングを行っていく。学校現場では、学習指導要領に従うことが原則であり、いかに必要と思われている教育内容であっても、学習指導要領中に対応した学習目標が発見された時に、そこで本来行われる(教科等の)学習活動(およびかかる時数)と、さほどずれない形でマッチするような学習活動として設計しない限り、実際には授業として行われることは少ない。逆にこのようなことが成功すれば、現状よりも情報教育の学習活動が広く行われ得ることが期待できる。

今後の具体的な展開としては、1)引き続き予定している残りの教科書について調査を進め、2)CS アンプラグドの各テーマと学習指導要領とのマッピングを行うと共に、3)CS アンプラグドの各テーマを実施するのに適する学年、及び4)情報の科学的な理解の目標を達成するために必要な時数などについての検討を行う。

参考文献

- 1) Tim Bell, Jason Alexander, Isaac Freeman, Mick Grimley: Computer Science Unplugged: school students doing real computing without computers, New Zealand Journal of applied computing and information technology, Vol.13, No.1, pp.20-29(2009).
- 2) Computer Science Unplugged, <http://csunplugged.org/> (2011/4/30).
- 3) 兼宗進: コンピュータを使わない情報教育 アンプラグドコンピュータサイエンス, イーテキスト研究所(2007).
- 4) 西田知博: コンピュータ科学を楽しく学ぶ, 情報処理, Vol.50, No.10, pp.980-985(2009).
- 5) 文部科学省: 小学校学習指導要領 平成20年3月告示(2009).
- 6) 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などに関する調査研究協力者会議: 情報化の進展に対応した教育環境の実現に向けて, 最終答申(1998).
- 7) 文部科学省: 教育の情報化に関する手引(2010).