

CS アンプラグドを日本の小学校で行うための 学習目標の学習指導要領へのマッピングの試み

石塚 文晴† 堀田 龍也‡ 兼宗 進§

概要

CS アンプラグドは小学生からの情報の科学的な理解に効果的なメソッドであり、国内外での実績もあるが、日本の小学校の正課課程での実践事例はほとんど見受けられないのが現状である。その原因の一つとして、学習指導要領に基づかない学習活動は行いにくいということが考えられる。そこで本研究では CS アンプラグドを日本の小学校の授業で行い易くするために、教科書の学習活動と CS アンプラグドの学習活動をマッピングすることを通して、CS アンプラグドの学習目標と学習指導要領のマッピングを試みた。

Trial for Mapping Aims of Learning for Elementary School Children between Course of Study and CS Unplugged

Takeharu Ishizuka † Tatsuya Horita ‡ Susumu Kanemune §

Abstract

CS Unplugged is regarded as one of a good method to study computer science for elementary school children. In this paper, Aims of learning of CS Unplugged are tried mapping with textbooks between Course of Study and CS Unplugged at elementary schools 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開催されているイベントがあげられる[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。

情報の科学的な理解の育成の推進については、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による最終答申[5]や、文部科学省による教育の情報化に関する手引[6]などで、情報の科学的な理解の育成の推進についての提言がなされている。

しかし、現在の小学校の教育課程においては、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。

† 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

2. 問題の所在

日本の小学校において情報の科学的な理解の育成に関する取り組みが正課授業でほとんど行われない理由について考えてみる。

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アンブラグドは、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、文部科学省による小学校学習指導要領[7]（以後、「学習指導要領」と表記する）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きくいという現状がある。しかし逆の始点から見れば、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アンブ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。

また、近年は保護者への学習内容についての説明を求められることがあるが、CSアンブラグドの学習を通しての論理的な思考の習得に加えて、学習指導要領に記載されている教科の学習目標と一致していれば、更に理解が得られやすいと考えられる。

3. 本研究の目的

本研究では、小学生向けイベントとして成功を収めているCSアンブ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アンブ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アンブ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。図1は学習指導要領と教科書の関係を表わし

ている。まず最初に学習指導要領があり、そこ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アンブラグドと学習指導要領の間に教科書を置き、CSアンブ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通して、最終的にはCSアンブ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試みとすることを本研究の目的とする。

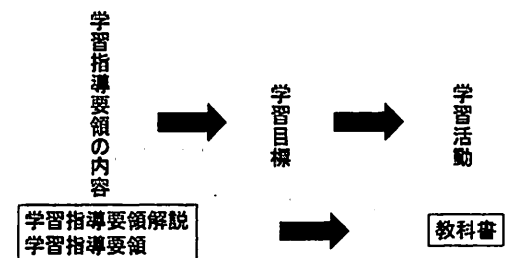


図1 学習指導要領から教科書制作の大きな流れ

4. 方法

本研究では、CSアンブ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事例の中から、主に算数の学習活動と一致するテーマとして「1点を数える（二進数）」を、算数以外の学習活動と一致するテーマとして「3 それ、さっきも言った！（テキスト圧縮）」と「12 出発進行（プログラミング言語）」を対象として選定した。

次に、図1とは逆の流れで、選定したCSアンブ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、小学校で使用される全教科全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た。

尚、本研究で使用した教科書は原則として以下の出版社の物を使用した。

国語、書写：光村図書

算数：東京書籍

理科：大日本図書

社会、生活、図画工作：日本文教出版

地図：帝国書院

音楽：教育出版

家庭科：開隆堂

保健：光文書院

表 1 CS アンブラグドと教科書とのマッピング例 (算数中心のもの)

CS アンブラグド			教科書
テーマ	活動内容	活動目標	内容
二進数	左のカードの●の数は右のカードの●の数の 2 倍であることに気付かせる	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	算数 3 上： 2けたの数に1けたの数を掛ける計算
	1～31 までの数をカードの●の数の合計で表わさせる	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	算数 3 上： 10 倍した数と 10 で割った数
	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に気付かせる	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	算数 4 上： 大きい数のしくみ (1 億より大きい数のしくみ)
	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	算数 4 下： 変わり方調べ
	いくつかの数について, 2 進法と 10 進法で表わさせる	2 進法と 10 進法の相互の変換ができる	算数 5 上： 偶数と奇数
	WS「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	算数 5 下： そろり新左衛門
	WS「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 進法に変換する 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	算数 6 下： きまりを見つける
	WS「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	国語 3 上： ローマ字
	WS「2 進数のあれこれ」 1)10 進法で右に 0 がつくると 10 倍されることを確認する 2)2 進法では右に 0 がつくると 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	理科 4・1： じしゃくのふしぎをしらべよう (N と S)
	「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	理科 4・1： 豆電球にあまりをつけよう (スイッチと豆電球)

表 2 CS アンブラグドと教科書とのマッピング例 (算数以外が中心のもの)

CS アンブラグド		教科書	
テーマ	活動内容	活動目標	内容
テキスト 圧縮	英語の詩に含まれる、2文字以上のパターンを見つける	同じ文字の繰り返しを見つけることができる	算数 4 下： 計算のやくそくを調べよう ($(\square + \circ) \times \Delta = \square \times \Delta + \circ \times \Delta$)
	繰り返しの部分を箱に置き換え、どこと同じか矢印を描く	繰り返しの部分をルールに従って置き換えることができる	国語 2 下～6： 詩をたのしもう
	WS「それ、さっきも言った！」 英語の詩で文字が抜けている部分（繰り返しの文字列）を補完する	ルールに従って置き換えられた繰り返しの部分を再現することができる	国語 2 下： 詩を書こう
	WS「応用問題」 一部が空欄の英単語から、左から右に文字を写すことで元に戻す(x文字戻ってy文字写す)		国語 3 上： ローマ字
WS「簡潔に」「応用問題（上級者用）」 英語の詩に含まれる、2文字以上のパターンを見つける	1)同じ文字の繰り返しを見つけることができる 2)繰り返しの部分をルールに従って置き換えることができる	国語 3 下： れいをあげてせつめいしよう (関係あるものを線でつなぐ)	
「実際のコンピュータでは」 データの圧縮について	1)データ圧縮の必要性を理解する 2)いろいろなデータ圧縮の方法があることを理解する	国語 3 下： こそあど言葉 国語 5： カンジ博士の暗号解読 音楽 2： よびかけっこでなかよし(山びこごっこ)	
プログラミン グ言語	用意された円や三角、四角の大きさや位置を、言葉で伝える	大きさや形、位置を正確に伝えることができる	算数 4 下： 位置の表し方(座標の概念)
	他の人は、伝えられた通りに絵を描く	指示された通りに絵を描くことができる	国語 3 下： すじ道をたてて話そう
	「実際のコンピュータでは」 プログラマはコンピュータに実行させたいことを正確に伝えなければならないことを理解する	プログラマはコンピュータに実行させたいことを正確に伝えなければならないことを理解する	国語 3 下： 物事や考えをつなぐ言葉(始めに、次に、最後に)

5. 結果

表 1 は算数を中心とした学習活動の内容が多く一致した CS アンブラグドのテーマである「1 点を数える (二進数)」についての教科書とのマッピングの結果を表わしている。表 1 より本テーマの活動内容は小学校高学年の算数と一致する部分もあり、活動内容を理解するためには高学年で行う必要があると考えられる。

また、このテーマの最後の行の活動内容で示されている、「実際のコンピュータでは」0/1 をどの様に区別しているかという部分に関しては、4 年生理科で学習した、電球とスイッチの ON/OFF による点灯消灯や、磁石の N 極 S 極についての学習内容と一致することから、理科の学習の復習もできることが分かった。

表 2 は算数以外の教科を中心として学習活動の内容が一致したテーマ「3 それ、さっきも言った! (テキスト圧縮)」及び「12 出発進行 (プログラミング言語)」の結果を表わしている。

「テキスト圧縮」では、文字の繰り返しを見つけて線で結ぶといった学習活動を行うが、文字が繰り返される題材として、2 年生以上の国語の詩や、2 年生音楽の山びこごっこでの言葉の繰り返しの部分が相当する。また、テキスト量の圧縮と関連して、4 年生算数での「計算の決まり」で、 $(\square + \circ) \times \triangle = \square \times \triangle + \circ \times \triangle$ という表現があった。0 でくくることによって、右辺より左辺が短く表現され、 $\square \circ \triangle$ には同じ数字が入ることから、本テーマと関連していると判断した。

「プログラミング言語」では、コンピュータへの指示 (プログラム) を正確に伝えないと、自分の想像とは異なる結果となることを体験させる学習活動を行う。相手に、筋道を立て、順番に、位置関係も伝える、ということから、表 2 で示される各教科の学習活動が該当すると判定した。

表 3 は、本研究の手順で得られた教科書の内容 (表 1 の上から三つまで) を学習指導要領の目標と対比させた例を示している。これらを元に最終的に CS アンブラグドと学習指導要領の内容のマッピングを行って行けばよい。

表 3 教科書の内容と学習指導要領の目標との対比の例

教科書の内容	学習指導要領の目標
算数 3 上： 2 けたの数に 1 けたの数を掛ける計算	第 3 学年 A(3)ア 2 位数や 3 位数に 1 位数や 2 位数をかける乗法の計算の仕方を考え、…
算数 3 上： 10 倍した数と 10 で割った数	第 3 学年 A(1)イ 10 倍、100 倍、1/10 の大きさの数及びその表し方について知ること。
算数 4 上： 大きい数のしくみ (1 億より大きい数のしくみ)	第 4 学年 A(1)ア 億、兆の単位について知り、十進位取り記数法についてまとめること。

6. まとめ

本研究では、小学校の正課活動における授業として情報の科学的な理解のための学習活動の一つとして CS アンブラグドに着目し、CS アンブラグドの学習活動を学校で行うために、CS アンブラグドの学習目標と学習指導要領のマッピングを行う必要性について論じ、マッピングを行うために、1) CS アンブラグドの学習活動と教科書に掲載されている学習活動レベルでの整合性に注目し、学習活動が一致する部分を探索し、2) 教科書の学習活動に対応する学習指導要領の学習目標を探索するという手順でマッピングの試みを行った。

その結果、CS アンブラグドのテーマ毎に、活動を理解できる学年や対応する教科の学習内容を幅広く得ることができ、CS アンブラグドの学習活動を学校の授業で行うための課題の一つをクリアできると考えられる。

本稿では CS アンブラグドの学習活動から教科との関連に特徴のある 3 テーマを選び、マッピングを試みた結果を報告した。その結果、総合的な学習の時間だけではなく、教科の時間の一部も使用することが可能であることが分かった。このことは、逆に、各教科の一部に CS アンブラグドの学習内容を取り入れることで、各教科の学習活動にプラスになることも期待できる。

現時点では暫定的ではあるが、テーマにより学習指導要領への該当箇所の多少はあるものの、日本語で出版されている 12 テーマに関しては、全てのテーマで学習指導要領に該当する箇所が見いだされた。今後はマッピング項目の確定を行うと共に、その結果の正当性

についての検証を行う必要がある。

しかし、実際に CS アンプラグドの学習活動が、小学校で多く取り入れられるためには、まだいくつかの課題があると考えられ、それらを特定することと解決の方策についての探求を行うことが今後の課題であると考えられる。

謝辞

本研究の一部は、福岡工業大学総合研究機構による平成 22 年度情報科学研究所研究員研究費によるものである。

本研究における教科書の調査過程でお世話になりました長崎県教育センターの関係者の皆様にお礼申し上げます。

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, 東京, 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] 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.
- [6] 文部科学省, 「情報教育に関する手引」, 2010
- [7] 文部科学省, 「小学校学習指導要領 平成 20 年 3 月告示」, 2009