

アンプラグドコンピュータサイエンスの学習活動と 小学校教科書との対応

石塚 丈晴^{1,a)} 兼宗 進² 堀田 龍也³

受付日 2012年3月22日, 採録日 2012年10月10日

概要: 本研究では, CS アンプラグドの学習内容と各教科での教科書で取りあげられている学習内容との一致する点を示すことで, CS アンプラグドの学習活動を, 小学校における情報の科学的な理解の育成に取り入れることが可能であることを明らかにする. 小学校で使用されている教科書の内容を調査した結果, 本研究で対象とした12テーマについて, 既存の教科の時間の範囲内で, いずれも小学校低学年から実施することが可能であることを明らかにした.

キーワード: 情報教育, 情報科学, 小学校, 情報の科学的な理解

Corresponding Learning Activities in Elementary School Textbooks with the Activities of Computer Science Unplugged

TAKEHARU ISHIZUKA^{1,a)} SUSUMU KANEMUNE² TATSUYA HORITA³

Received: March 22, 2012, Accepted: October 10, 2012

Abstract: In this study, the relationship between learning activities of CS Unplugged and in the textbooks of elementary school of Japan was found for doing CS Unplugged activities in the class of elementary school. More than 50% of textbooks used in Japan have been checked for 12 CS Unplugged activities. After researching the contents of the textbooks, it is clear to be possible for elementary school children to do the activities of 12 themes of CS Unplugged.

Keywords: education for informatics, computer science, elementary school, scientific understanding of informatics

1. はじめに

アンプラグドコンピュータサイエンス (“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Bellらによって提唱された, コンピュータの基本原則を小学生の子どもたちにも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]. このメソッドを用いた実践は多くの国で行われており, 2012年

2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]. これらの事例のうち12事例については, 教師用テキストとしてpdfで公開されており, 日本語版 [3] も含めて数カ国語に翻訳されて出版されている.

CS アンプラグドの活動自体は子どもでも楽しめるように工夫されているが, 扱っている概念は高度なものも含まれている. そのため, これまでにも年齢や学力など学習者の特性に応じて活動内容や実践方法は工夫され, 中学校 [4], 高等学校 [5], 大学 [6], 職業訓練校 [7] など多くの校種で授業の一環として実践されてきた.

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

¹ 福岡工業大学短期大学部
Fukuoka Institute of Technology, Junior College, Fukuoka
811-0214, Japan
² 大阪電気通信大学
Osaka Electro-Communication University, Shijonawate,
Osaka 575-0063, Japan
³ 玉川大学
Tamagawa University, Machida, Tokyo 194-8610, Japan
a) ishizuka@fit.ac.jp

表 1 各教科などにおける情報活用能力の育成に対する記述

Table 1 Documents on the development of capacity for use of information in each subject.

	情報活用の実践力	情報の科学的な理解	情報社会に参画する態度
小学校段階	約 5 ページ 28 指導例	約 0.5 ページ 指導例なし	約 2 ページ 8 指導例
中学校段階	約 3.5 ページ 23 指導例	約 2 ページ 7 指導例	約 3.5 ページ 20 指導例

してのイベントがあげられる [8]。このイベントでは小学校 4 年生から 6 年生を対象として参加者を募集した。毎年約 100 名の児童が、CS アンブラグドの学習事例の中から、年ごと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。このイベントのほかにも CS アンブ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きわめて少ない。

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」が示された。平成 20 年度改正の学習指導要領 [9] 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、子供たち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 観点が表示されている [10]。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のが現状である。

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 [11] の第 4 章では、情報教育の体系的な推進についての提言がなされている。特に第 3 節の 1 では各小学校段階における情報活用能力を身に付けさせるための学習活動について、具体的な指導例があげられて説明されている。しかし、表 1 に示されているように、小学校段階における情報活用の実践力については 5 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、具体的な指導例もあげられていない。

これまでに行われた情報の科学的な理解に関する先行事例や先行研究としては、パーソナルコンピュータが普及しだした 1970～1980 年代頃から、プログラミング教育を題

材としたものを多くあげることができる。また、教育用プログラミング言語なども開発され、それらを用いた実践報告も行われている。特に、平成 12 年度から導入された総合的な学習の時間での情報教育についての報告も多くあげることができる。これらの中から近年発表された先行研究として、森らによる Scratch を利用したプログラミング授業の実践研究 [12] があげられる。森らは、小学校 4 年生向けに 26 時間のプログラミング授業を実施し、小学校段階でのプログラミングの可否について議論し、可能であることを確認した。しかし、平成 20 年度の学習指導要領の改訂では総合的な学習の時間の時数が減らされ、森らも 26 時間もの時間を今後プログラミング教育に当てるのは難しいと述べている。そこで、総合的な学習の時間だけではなく、既存の教科学習の時間も利用し、プログラミング教育も含めた幅広い情報の科学的な理解の育成の可否についての検討が必要であると考えられる。

3. 本研究の目的

日本の小学校における情報教育は、単にコンピュータの使用スキルの向上を求めること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。

また、たとえば表 1 における小学校段階での情報活用の実践力育成の指導例として掲載されている 28 事例の教科ごとの内訳は、生活：1 事例、国語：7 事例、社会：10 事例、図工：2 事例、家庭：1 事例、算数：2 事例、理科：4 事例、外国語活動：1 事例となっており、各教科の学習の中で情報教育を行うことができることを示している。

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。したがって、CS アンブラグドの学習内容が、教科書での学習内容と一致していれば、正課授業での学習として取り入れることが可能となる。

CS アンブラグドの教師用テキストには、テーマごとに前提となるカリキュラムの対応が記述されているが、このカリキュラムはニュージーランドのカリキュラムであり、

日本のカリキュラムとの整合性を確認することは簡単なことではない。

したがって、CS アンプラグドの学習内容と各教科での教科書で取りあげられている学習内容との関連を示すことができれば、各教科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やすくなることが期待できる。

4. 方法

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。

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。

また、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うち、教師用書籍としてすでに日本語訳が出版されている 12 事例を対象とする。

(1) 調査対象とする教科書の選定

本研究では、各教科につき原則として 2 出版社以上の教科書を対象とする。さらに各教科における採択シェアを上位から順に合計で 50% を超えるまでを対象とする。本研究における採択シェアの算出は以下の手順で行った。

- 1) 各都道府県教科書供給所が公表している情報より、平成 23 年度の各教科、各出版社に対応する教科書の採

択地域を求める。

- 2) 各採択地域での教科書使用者数を、平成 22 年度学校基本調査による採択地区内の全公立小学校の全学年の児童数として求める。
- 3) 全国の教科書ごとの使用者数の合計を求め、全国の公立小学校の全児童数で割る。

表 2 は本研究で調査の対象とした各教科の教科書出版社一覧 (50 音順) である。なお、家庭科の教科書に関しては、当初は 2 社を調査対象としていた。しかし、うち 1 社の教科書在庫冊数が少ないため、児童への教科書供給を優先とするため入手することができなかった。そのため本研究では家庭科に関しては 1 社のみを調査対象とした。

(2) CS アンプラグドの各テーマにおける活動内容と活動目標の抽出

表 3 は本研究で対象とする CS アンプラグドの 12 テーマの学習内容と対象年齢を示している。これらのテーマと対象年齢は、日本で出版されているテキスト [3] に掲載されているものである。

表 2 本研究で調査対象とした教科書出版社

Table 2 Textbook publishers which were surveyed in this study.

教科	出版社
国語	東京書籍, 光村図書
書写	教育出版, 東京書籍, 光村図書
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	啓林館, 大日本図書, 東京書籍, 光村図書
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	教育芸術社, 教育出版
家庭 (*)	開隆堂
保健	学研, 東京書籍

表 3 本研究で対象とした CS アンプラグドのテーマと対象年齢 (タイトルなどの表記はテキスト [3] に掲載のものを使用した)

Table 3 12 topics of CS Unplugged and target age in the textbook published in Japan.

タイトル (学習内容)	対象年齢
点を数える (2 進数)	7 歳以上
色を数で表わす (画像表現)	7 歳以上
それ、さっきも言った! (テキスト圧縮)	9 歳以上
カード交換の手品 (エラー検出とエラー訂正)	9 歳以上
20 の扉 (情報理論)	10 歳以上
戦艦 (探索アルゴリズム)	9 歳以上
いちばん軽いといちばん重い (整列アルゴリズム)	8 歳以上
時間内に仕事を終えろ (並び替えネットワーク)	7 歳以上
マッディ市プロジェクト (最小全域木)	9 歳以上
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)	9 歳以上
宝探し (有限状態オートマトン)	9 歳以上
出発進行 (プログラミング言語)	7 歳以上

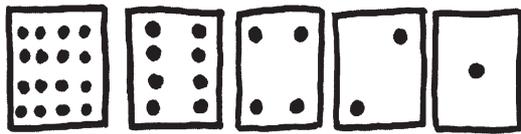


図 1 片面だけに●が描かれたカード [3]
 Fig. 1 Cards filled with dots on one side only.

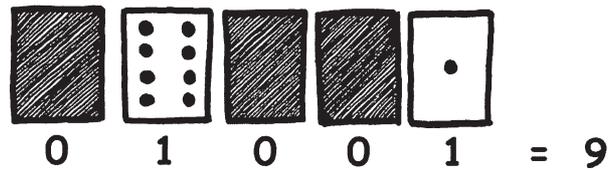


図 2 ●の数が合計で9となる組合せと、2進法での表示の関係 [3]
 Fig. 2 Example for the combination of cards which total dots are 9 in decimal and its binary notation.

表 4 「点を数える (二進数)」の活動内容
 Table 4 Activities for “Count the Dots – Binary Numbers.”

本文 1) 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 2) 1~31までの数をカードの●の数の合計で表わす 3) 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 4) 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教える 5) いくつかの数について, 2進法と10進法で表わさせる
ワークシート「秘密のメッセージを送ろう」 1) 電気がついている時を1, 消えている時を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
ワークシート「電子メールとモデム」 1) 文字を対応する数(10進)に変換する 2) 10進の数を2進に変換する 3) 0/1を低音/高音で表現して相手に伝える 4) 相手は低音/高音を0/1に変換する 5) 2進法のコードを10進法に変換する 6) 対応する文字を探しメッセージを解読する
ワークシート「31より大きい数を数える」 1) 1+2+4の答えを求め 2) 1+2+4+8の答えを求め 3) 一番小さい桁から足していくと, ある桁までの和は, 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 4) 片手の指で32個を数えられれば, 両手では32×32=1024個を数えられることを理解する
ワークシート「2進数のあれこれ」 1) 10進法では右側に0をつけると10倍されることを確認する 2) 2進法の場合に右側に0をつけると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
「実際のコンピュータでは」 実際のビットの判断として1)から5)で判断していることを理解する 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 6) 8ビットは0から255の256個の値を表現できることを理解する 7) 8ビットをバイトと呼ぶことを理解する

これら12テーマのそれぞれについて, テキストで紹介されている学習活動の流れに沿って, まず活動単位ごとに分解して, 学習活動の活動内容を列挙する. 次に活動内容に対応する活動目標を列挙する. 以下では「点を数える (二進数)」における活動内容と活動目標の抽出について例示

する.
 「点を数える (二進数)」はテキストの1番目に掲載されているテーマである. このテーマでは2進法を理解することが目標である. まず, 図1のような, 片面だけに●が1, 2, 4, 8, 16個描かれたカードを用意する. 次に5人の子

表 5 「点を数える (二進数)」の活動内容に対する活動目標 (表 4「本文」部分のみ)

Table 5 Activity goals for “Count the Dots – Binary Numbers.”

活動内容	活動目標
1)	1-1) 数を数えることができる 1-2) 2桁までの数×2の計算ができる 1-3) カードの並び方のルールが理解できる
2)	2-1) 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 2-2) 1, 2, 4, 8, 16の数の組み合わせで31までの全ての数が表現できることが分かる
3)	3-1) 回数を数える <1-1)と同じ> 3-2) 2桁までの数×2の計算ができる <1-2)と同じ> 3-3) 隣り合うカードを裏返す回数のルールが理解できる <1-3)と同じ>
4)	4-1) 2進法を理解できる 4-2) 2進法で表現された数と10進法で表現された数の対応が理解できる
5)	5-1) 2進法と10進法の相互の変換ができる <4-2)と同じ>

表 6 表 5 の活動目標に対応する教科書での学習活動と学習指導要領での記述箇所

Table 6 Learning activities in the school textbooks and curriculum guidelines in the course of study for CS Unplugged activities listed in Table 5.

活動目標	教科書での学習活動で対応箇所	学習指導要領での対応箇所
1-1	啓林館 算数1 p.54 20までのかず 東京書籍 算数1 p.67 20までの数	p.31 算数1 A 数と計算 (1)オ 2位数の表し方
1-2	啓林館 算数3下 p.15 2けた×1けたの筆算 東京書籍 算数3上 p.11 2桁×1桁	p.36 算数3 A 数と計算 (3)ア 2位数や3位数に1位数や2位数をかける
1-3	啓林館 算数4下 p.76 変わり方 東京書籍 算数4下 p.50 変わり方調べ 啓林館 算数5下 p.38 順々に調べて 東京書籍 算数5下 p.71 表を使って決まりを見つける	p.41 算数4 D 数量関係 (1)伴って変わる二つの数量の関係を表したり調べたりする p.44 算数5 D 数量関係 (1)表を用いて、伴って変わる二つの数量の関係を考察できるようにする
2-1	東京書籍 算数1 p.117 20より大きい数 啓林館 算数1 p.114 大きい数 東京書籍 算数2上 p.30 足し算・引き算 啓林館 算数2上 p.18 足し算と引き算 東京書籍 算数5下 p.110 算数パズル	p.31 算数1 A 数と計算 オ 2位数の表し方 p.33 算数2 A 数と計算 (2)加法及び減法
2-2	東京書籍 算数2上 p.30 足し算・引き算 啓林館 算数2上 p.18 足し算と引き算 東京書籍 算数5下 p.110 算数パズル	p.33 算数2 A 数と計算 (2)加法及び減法
3-1	1-1と同じ	
3-2	1-2と同じ	
3-3	1-3と同じ	
4-1	東京書籍 算数5上 p.7 整数, 小数と分数のしくみのちがい (n進法の考え方)	p.43 算数5 A 数と計算 (4)分数についての理解を深める
4-2	該当なし	
5-1	4-2と同じ	

供に図1の順番で並んでカードを持たせる。たとえば図2のように●の数の合計が9になるようにしたとき、●が描かれている面を1、裏を0と表すと10進法で9という値

は、2進法では01001と表記される。これらの活動を繰り返して、2進法について学んでいく。

表4は、「点を数える (二進数)」の学習活動の活動内容

を列挙したものである。また、表 5 は表 4 の「本文」部分の 1) から 5) の活動内容に対する活動目標を抽出したものである。なお、表 5 の活動目標欄で、<1-2>と同じ>と表示されているものは、活動目標 1-2) と同等のものであることを示している。

(3) CS アンプラグドの学習活動と教科書での学習活動の一致点の調査

表 2 で示された小学校教科書の全学年分 129 冊、全 13,106 ページについて、表 5 に示される活動目標と一致する学習活動が掲載されているかどうかの調査を、全 12 テーマに対して行った。上記調査対象である教科書のページはすべて目視でのチェックを行い、教科書での活動内容や学習内容で、CS アンプラグドの学習目標と一致する点についての抽出を行った。なお、取りこぼしを防ぐため、同様の調査を 2 回行った。

表 6 は表 5 で示される CS アンプラグドの活動目標に対応する、教科書での学習活動を示している。また、教科書との対応が正しいものであるかどうかを確認するために、教科書での学習活動に対応する学習指導要領での記述もあわせて示した。

5. 結果

表 7 は CS アンプラグドの 12 のテーマについて表 4～表 6 と同様の手続きを行い、小学校教科書との対応（教科書および学年）についてまとめた結果を示している。

対応ありと判定したものは、CS アンプラグドのテキストに沿って活動を進めるうえで、その活動や理解が可能となるための学習活動やキーワードが教科書に掲載されていた教科書および学年を示している。

また、表 7 の「小学校教科書に対応なし」の欄には、CS アンプラグドのテーマごとの全活動目標数分の対応がなかった活動目標数を掲載した。表 8 は、表 7 で対応なしとした CS アンプラグドの活動目標を示した。教科書に対応なしと判定した項目については、関連する学習活動やキーワードが見当たらない場合や、関連する学習活動やキーワードが掲載されていても関連性が薄いと判断した場合である。たとえば、表 8 の「点を数える（2進数）」に「FAX の通信原理を理解できる」が対応なしとして掲載されている。FAX というキーワードとしては、国語や生活の教科書中に授業活動での FAX の使用について記述されていた。しかし、教科書で FAX の原理について説明されていなかった

表 7 CS アンプラグドの活動内容と小学校教科書での学習活動との対応
Table 7 Corresponding learning activities in the school textbooks with the activities of CS Unplugged.

CS アンプラグドのテーマ	対応する小学校教科書(学年)	小学校教科書に対応なし
点を数える（2進数）	国語(3, 5) 算数(1~5) 理科(3, 6) 書写(3, 5) 音楽(3) 生活	6/23 カ所
色を数で表わす（画像表現）	国語(5) 算数(2~6) 生活	1/13
それ、さっきも言った！（テキスト圧縮）	国語(1~6) 算数(4) 理科(4) 書写(3, 5) 音楽(1~6) 社会(4,6) 地図	1/6
カード交換の手品（エラー検出とエラー訂正）	算数(1, 2, 3, 5)	0/6
20の扉（情報理論）	国語(1~5) 算数(1, 3, 4, 5) 書写(1) 社会(5) 家庭(5, 6)	3/13
戦艦（探索アルゴリズム）	国語(2~6) 算数(1, 3, 4, 5, 6) 書写(5) 社会(5)	1/11
いちばん軽いといちばん重い（整列アルゴリズム）	算数(1, 3, 4, 6) 理科(3, 5)	1/11
時間内に仕事を終えろ（並び替えネットワーク）	国語(1, 3) 算数(1) 書写(1, 3, 5)	2/7
マッディ市プロジェクト（最小全域木）	国語(5) 算数(1~6) 社会(3, 4) 生活	2/10
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）	国語(1, 2) 算数(5, 6) 生活	3/7
宝探し（有限状態オートマトン）	国語(3, 5, 6) 算数(2,6) 書写(3, 5) 社会(3, 4, 5) 生活 保健(5, 6) 音楽(2, 4, 5)	3/10
出発進行（プログラミング言語）	国語(2) 算数(1,4) 書写(1) 生活 音楽(1~6)	3/7

表 8 CS アンプラグドの活動目標で小学校教科書での学習活動と一致するところがないもの
 Table 8 The activities of CS Unplugged which don't match with learning activities in the school textbooks.

CS アンプラグドのテーマ	教科書と一致するところが無い CS アンプラグドの活動目標
点を数える (2進数)	<ul style="list-style-type: none"> ・2進法で表現された数と10進法で表現された数の対応が理解できる ・FAXの通信原理を理解できる ・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 ・トランジスタのON/OFFが理解できる ・8ビットを1バイトと呼ぶことを理解する ・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
色を数で表わす (画像表現)	<ul style="list-style-type: none"> ・色の並びをルールに従って数字で表現することができるが理解できる
それ、さっきも言った! (テキスト圧縮)	<ul style="list-style-type: none"> ・モールス符号の原理が理解できる
20の扉 (情報理論)	<ul style="list-style-type: none"> ・yes/noを1/0に置き換えると2進法表現になることがわかる ・2進と10進の変換ができる ・確率が理解できる
戦艦 (探索アルゴリズム)	<ul style="list-style-type: none"> ・各アルゴリズムで求める数字を当てるまでに最大何回かかるかを求めることができる
いちばん軽いといちばん重い (整列アルゴリズム)	<ul style="list-style-type: none"> ・再帰が理解できる
時間内に仕事を終えろ (並び替えネットワーク)	<ul style="list-style-type: none"> ・ネットワークを逆方向に進んだ場合、必ずしも正しく並び替えられるわけではないことに気付くことができる ・同時にできることと、順番にしかできないことがあることを理解する
マッディ市プロジェクト (最小全域木)	<ul style="list-style-type: none"> ・どことも結ばれていない頂点が無いように頂点間を線で結ぶことができる ・便利さや移動費用の安さについて理解できる
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)	<ul style="list-style-type: none"> ・デッドロックの例を挙げることができる ・デッドロックを理解できる ・輻輳を理解できる
宝探し (有限状態オートマトン)	<ul style="list-style-type: none"> ・ループとなっている部分を見つけることができる ・オートマトンから文章を作成することができる ・二つの文字の出現パターンを抽象的なグラフで表わすことができる
出発進行 (プログラミング言語)	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・プログラムにはエラーがありうることを理解する ・プログラムのエラーを探すためにテストが必要だがテストできないこともあることを理解する

たため、対応なしとの判定を行った。

6. 考察

表7より、すべてのCSアンプラグドの活動目標に対して小学校教科書での学習活動が対応しているわけではないことが分かる。しかし、本研究で対象としたCSアンプラグドの全12テーマそれぞれにおける活動目標に対応する学習活動が、小学校教科書で扱われている学習活動と多くの部分で一致することが明らかとなった。このことは、CSアンプラグドの学習活動を小学校の正課授業で行う際に、すべての実施時間について新たに時間を確保する必要がなく、既存の教科書の授業時間の範囲内で大部分が対応で

きることを示している。また、対応のあった教科も多岐にわたっていた。このことは、各教科において情報教育を推進するといった、教育の情報化に関する手引[11]の第4章における、情報教育の体系的な推進についての提言の方向性と矛盾しておらず、CSアンプラグドの学習活動を小学校での情報の科学的な理解の育成に取り入れることを可能とする裏付けとなると考えられる。

また表7より、すべてのテーマについて、小学校低学年から対応する箇所があることが明らかとなった。このことは、小学校低学年の児童からCSアンプラグドの学習活動に参加することが可能であることを示しており、表3に示されているテキストに掲載されている対象年齢(たとえば、

「点を数える (2進数)」では7歳以上)ともほぼ一致する結果となっている。

次に、表7の「小学校教科書に対応なし」欄に示された結果から、CSアンプラグドの活動目標すべてが小学校教科書に対応していたテーマは「カード交換の手品 (エラー検出とエラー訂正)」のみであった。「対応なし」の活動目標が最も多かったテーマは、「点を数える (2進数)」であった。しかし、表8で示されている「点を数える (2進数)」の対応がなかった活動目標のうち、明らかに小学生での学習範囲外であるのは「トランジスタのON/OFFが理解できる」だけである。他の活動目標については「点を数える (2進数)」の学習活動を通して、CSアンプラグドの学習目標を理解したうえで、児童の発達段階を考慮しながら対応すれば、CSアンプラグドの活動目標を達成することが可能であり、「点を数える (2進数)」の学習目標を達成することができる可能性を示している。これらの部分に関しては、他のテーマについても同様に、教科で学習した知識を結びつけて情報の科学的な理解の学習目標を達成するための重要な部分を含んでおり、教材や教授方法、実施する教科 (または総合的な学習の時間) などを含めて、今後の研究課題として検討してゆきたい。

7. おわりに

本研究では、CSアンプラグドの12テーマについて、小学校での正課教育で実施するために、小学校の教科書での学習活動との対応について調査を行った。その結果、すべてのテーマにおける学習活動が、小学校の教科書で扱われている学習活動と多くの部分で一致することが明らかとなった。

また、対応する教科も多岐にわたっており、各教科において情報教育を推進するといった方向性と矛盾しておらず、CSアンプラグドの学習活動を小学校での既存の教科の時間の範囲内で、情報の科学的な理解の育成に取り入れることが可能であることの裏付けを示すことができた。

一方で、小学校の教科書と直接的に対応がないCSアンプラグドの活動目標も1テーマを除いて存在することが明らかとなった。しかし、明らかに小学校での学習範囲を超えるものは多くなく、大半はCSアンプラグドの学習目標を理解したうえで、児童の発達段階を考慮しながら対応すれば、CSアンプラグドの活動目標を達成することが可能となるものであった。これらの部分については、教材開発や教授方法の検討などが、今後の課題として残った。

謝辞 本研究は、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および日本学術振興会科研費 (課題番号: 24501073) の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] Bell, T., Alexander, J., Freeman, I. and Grimley, M.: 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, available from <http://csunplugged.org/> (accessed 2012-02-29).
- [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] 井戸坂幸男, 久野 靖, 兼宗 進: コンピュータサイエンスアンプラグドに基づく授業方法改善の試みとその実践, *日本産業技術教育学会誌*, Vol.53, No.2, pp.115-123 (2011).
- [5] 間辺広樹, 兼宗 進, 並木美太郎: アンプラグド学習法を取り入れた情報A「デジタル化」単元の実践報告, *日本情報科教育学会誌*, Vol.3, No.1, pp.44-53 (2010).
- [6] 和田 勉: アンプラグドコンピュータサイエンスと板書講義を併用した大学でのアルゴリズムの授業, *コンピュータと教育研究会報告*, 2009-CE-100(5), pp.1-7 (2009).
- [7] 間辺広樹, 兼宗 進, 並木美太郎: 障害者職業訓練校の情報教育, *SSS2008, 情報教育シンポジウム*, pp.171-178 (2008).
- [8] 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).
- [9] 文部科学省: 小学校学習指導要領平成20年3月告示 (2009).
- [10] 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).
- [11] 文部科学省: 教育の情報化に関する手引 (2010).
- [12] 森 秀樹, 杉澤 学, 張 海, 前迫孝憲: Scratchを用いた小学校プログラミング授業の実践—小学生を対象としたプログラミング教育の再考, *日本教育工学会論文誌*, Vol.34, No.4, pp.387-394 (2011).



石塚 丈晴 (正会員)

1992年東京理科大学理工学部卒業。1994年新潟大学大学院理学研究科修士課程修了。1997年新潟大学大学院自然科学研究科博士後期課程単位修得退学。2008年関西大学大学院総合情報学研究科博士後期課程修了。博士 (情報学)。1996年から日本学術振興会特別研究員 (DC), 1997年から静岡大学工学部助手, 助教, 独立行政法人メディア教育開発センター客員助教授, 客員准教授等を経て, 2010年より福岡工業大学短期大学部准教授。現在は教育工学, 情報教育, 科学教育等の研究に従事。日本教育工学会, 日本教育情報学会, 日本教育メディア学会, 教育システム情報学会, 電子情報通信学会, 日本物理学会等各会員。



兼宗 進 (正会員)

1987年千葉大学工学部電子工学科卒業。1989年筑波大学大学院理工学研究科修士課程修了。2004年筑波大学大学院ビジネス科学研究科博士課程修了。博士(システムズ・マネジメント)。企業勤務後、2004年から一橋大学総合情報処理センター准教授、2009年から大阪電気通信大学医療福祉工学部教授。プログラミング言語、情報科学教育に興味を持つ。ACM, IEEE Computer Society 各会員。



堀田 龍也

1986年東京学芸大学教育学部卒業。1995年電気通信大学大学院電気通信学研究科博士前期課程修了。2009年東京工業大学大学院社会理工学研究科博士後期課程修了。博士(工学)。東京都公立小学校教諭、西東京科学大学理工学部助手、富山大学教育学部助教授、静岡大学情報学部助教授、独立行政法人メディア教育開発センター准教授、文部科学省参与(初等中等教育局、情報教育担当)等を経て、2010年から玉川大学教職大学院教授。教育工学、情報教育の研究に従事。日本教育工学会、日本教育情報学会、日本教育メディア学会、教育システム情報学会、AACE等各会員。