



東京学芸大学リポジトリ

Tokyo Gakugei University Repository

東京学芸大学「情報」におけるコンピュータサイエンスアンプラグド実践の試み

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2011-12-16 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 樫山, 淳雄, 森本, 康彦, 新藤, 茂, 宮寺, 庸造, 加藤, 直樹, 南葉, 宗弘, 伊藤, 一郎, 山崎, 謙介 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2309/112018

東京学芸大学「情報」におけるコンピュータサイエンスアンプラグド 実践の試み

樫山 淳雄*・森本 康彦**・新藤 茂***・宮寺 庸造*・加藤 直樹***
南葉 宗弘*・伊藤 一郎****・山崎 謙介*

情報科学分野

(2011年5月30日受理)

HAZEYAMA, A., MORIMOTO, Y., SHINDO, S., MIYADERA, Y., KATO, N., NAMBA, M., ITO, I. and YAMAZAKI, K.: Trial Practice of “Computer Science Unplugged” in the “Information” at Tokyo Gakugei University. Bull. Tokyo Gakugei Univ. Div. Nat. Sci., 63: 107-112. (2011) ISSN 1880-4330

Abstract

This paper reports on results that applied the activities proposed by “Computer Science Unplugged” and that proposed by the authors to actual classes in the course “information” at Tokyo Gakugei University. The results show that students learned some computer science concepts delightfully by games proposed by the activities. We also found that the classes that were applied some of the activities showed statistically significantly higher scores than the other classes with regard to degree of understanding at the five percent significant level.

Key words: Computer Science Unplugged, Information Education

Department of Information Science, Tokyo Gakugei University, 4-1-1 Nukuikita-machi, Koganei-shi, Tokyo 184-8501, Japan

要旨: 本論文では、東京学芸大学における「情報」の講義に、コンピュータサイエンスアンプラグドのいくつかの学習項目と自作の学習項目を試行した結果について報告する。試行したクラスは2クラスで、いずれも文科系のクラスであったが、アンプラグドの学習項目については楽しく学べていたことが明らかになった。講義の振り返りで記述されていた内容から、本質的な理解を示すコメントが書かれていた。さらに学期末に全クラスを対象に行ったアンケート結果から、コンピュータサイエンスアンプラグドを試行した2クラスは他のクラスに比べ、単元「数と文字の表現」の内容に関して、5%有意で理解状況が高いことがわかった。

* 技術・情報科学講座 情報科学分野
** 情報処理センター
*** 附属実践教育研究支援センター
**** 数学講座 数学分野

1. はじめに

平成21年3月公示の学習指導要領で、高等学校「情報」は科目「社会と情報」と「情報の科学」に改訂されることになった²¹⁾。これを受けて、今後大学における情報教育のあり方が問われることになると考えられる。東京学芸大学では、2000年度から1年生全員に「情報処理」が必修科目として開講されてきた。そして2010年度のカリキュラム改訂において、科目名を「情報」に変更し、高等学校で改訂される学習指導要領を念頭に入れて講義内容の見直しを行った。具体的には、情報の科学的理解と、情報通信技術を活用した問題解決を主たる学習目標とした¹⁷⁾。一方、本学の学生は全員が情報科学の専門家を目指すわけではないので、特に情報の科学的理解を身につけさせる工夫も必要である。

情報科学の諸概念を、ゲームを通して楽しく学ばせる教育手法として「コンピュータサイエンスアンブラグド（以下、CSアンブラグドと記す）」が提案されている¹⁾。CSアンブラグドはニュージーランドのTim Bell 博士らにより考案された。近年日本国内でもCSアンブラグドを導入した実践報告が多数報告されている^{2)-14), 18)-20)}が、大学での取り組み事例は少なく、それらはいずれも情報を専門的に学ぶ学科¹⁹⁾や高等学校の教科「情報」教員免許科目での実践報告¹⁰⁾である。

本稿では教員養成系大学の全学必修科目である「情報」にCSアンブラグドを試行的に導入した実践とその結果について報告する。実践結果において、特に理解状況に関して千人規模の調査データからその有効性を定量的に示すことができたことが本研究の1つの貢献である。以下で特に断らない限り「情報」とは、本学2010年度カリキュラムの「情報」を表すこととする。

2. 東京学芸大学における「情報」の概要

東京学芸大学における「情報」の講義内容の概要として単元名を表1に示す。

表1 「情報」の単元名

回数	単元名	回数	単元名
第1回	オリエンテーション	第9回	インターネットの利用
第2回	コンピュータの仕組み	第10回	情報視覚化
第3回	数と文字の表現	第11回	情報発信と伝達
第4回	マルチメディアデータ	第12回	情報と社会
第5回	ICTを活用した問題解決	第13回	ICTを活用した問題解決(発表)
第6回	情報収集	第14回	ICTを活用した問題解決(発表)
第7回	プログラミング	第15回	まとめ
第8回	情報通信ネットワークの仕組み		

前半に情報の科学的理解の側面を扱う単元が配置され、後半に情報通信技術の活用による問題解決に関わる単元が配置されている。

3. 「情報」におけるCSアンブラグドの実践

3. 1 授業計画

「情報」において情報の科学的理解の側面を扱う3つの単元にCSアンブラグドの試行を行った。表2に「情報」の単元と、適用したCSアンブラグドの学習項目との関係を示す。

表2 CSアンブラグドを試行した「情報」の単元

「情報」における単元	CSアンブラグド学習項目
第3回 数と文字の表現	「点を数える(2進数)」、伝言ゲームと「カード交換の手品(エラー検出とエラー訂正)」
第4回 マルチメディアデータ	「色を数で表す(画像表現)」
第8回 情報通信ネットワークの仕組み	動的ルーティング(自作)

(1)「数と文字の表現」の学習目標は以下のとおりである：

- コンピュータが扱える情報はビット及びビット列であること、ビット列と2進数による表現を知る
- コンピュータによる数、文字の表現の方法(符号化)を知る

講義としてコンピュータ内部では数字や文字が2進数で表現されていることを説明する。その後文献⁵⁾を参考に、伝言ゲームにより通信において誤りが発生しうることを確認させた後、エラー訂正へと話題をつなげる。伝言ゲームでは、ゲームの手順と、ひらがなとそれに対応するコード(6ビット)を記した資料を全員に配布する。また、伝言の先頭者用、末尾者用、中継者用の3種類のワークシートを作成し、各自の役割に応じたワークシートを配布する。伝言ゲームを行う1グループは5～7人で構成する。

続いて2色のマグネットシールを用意し、教員が黒板にシールを3×3に適当に配置し、教員がパリティビットを付加する。1人の学生に1枚のシールを異なる色に置き換えるよう依頼する。そして、学生が色を変えた場所を教員が当てる。なぜ教員は色を変えた場所を言い当てることができたのかを学生に考えさせる。何人かが気付き始め徐々に皆が納得し始めた頃に、教員から種明かしをする。

(2)「マルチメディアデータ」の学習目標は以下のとおりである：

- アナログデータとデジタルデータの違いを理解し、変換(標本化、量子化、符号化)と復元(復号化)の

概念を知る

●画像、音のデジタル化について理解する

画像のデジタル化、符号化・復号化に対して、CSアンプラグドの「色を数で表す（画像表現）」を行う。文献¹⁾に掲載されている画像データとその符号化されたものを提示し、符号化の規則を受講者に考えさせる。ゲームには文献¹⁾の16×16のワークシートを使用する。最初に教員はワークシートの説明を行い、その後学生に絵を描かせ、符号化させる。符号化されたものを別の学生に渡し、受け取った学生に符号から元の絵を復元させる。復号化したものをオリジナルの作者に渡して確認させる。

(3)「情報通信ネットワークの仕組み」の学習目標は以下のとおりである：

●情報伝達にはプロトコルとプロトコルの階層化が重要であることを理解する

●インターネットのプロトコル階層を理解する

●インターネットにおけるデータの流について、インターネットを構成する機器を含めて理解する

はじめに講義でインターネットプロトコルが階層構造を成していることを説明し、各層の役割を解説する。続いてインターネットのルーティングについて、著者らが平成21年度の重点研究において開発した学習項目¹⁶⁾で学習を行う。RIP (Routing Information Protocol) によりルーティングテーブルが作成され、作成されたテーブルを参照しながらメールが送信されることをアンプラグドとする。図1に作成した手順書の一部を示す。

本学習は他の学習項目に比べて手順が複雑であるため、事前に予備実験を2度行い（1度目の予備実験はネットワークシステムの既修得者である大学院生・学部生に対して行い、手順の妥当性を確認した。2度目はネットワークシステム未修得者の学生に適用し、実際の演習を意識して予備実験を行った）、手順書やワークシートの改良を行い、講義に臨んだ。



図1 手順書（一部を抜粋）

3. 2 授業実践

CSアンプラグドを2クラスに実践した。2クラスとも文科系の専攻で、1クラスが49人、もう1クラスが39人の履修者のいるクラスであった。以下で、それぞれのクラスをクラスA、クラスBと呼ぶ。クラスAは火曜日に講義があり、クラスBは木曜日に講義が行われた。

CSアンプラグドを取り入れた各单元とも最初の30～40分程度で、教員が概念的な事項について講義を行い、その後CSアンプラグドの演習を行った。伝言ゲームから「エラー検出とエラー訂正」並びに「色を数で表す（画像表現）」については、90分の時間内で2クラスとも演習を行うことができた。伝言ゲームはグループ活動のため、最初間違えたら嫌だと言ってやりたがらない学生がいた。しかし、間違えても問題ない旨を説明したら納得してゲームを進めた。

ルーティングに関しては、クラスAにおいて、90分の講義のうち、前半はインターネットの仕組みについて説明し、その後ルーティングの仕組みを対象に、実験を行った。8～10人の学生を1グループとして実験を行った。手順書を配布し、それを教員が口頭で説明したのち、各グループで実験を行った。約40分という時間が短かったこと、並びに、実験の目的や手順書の経路表作成の例示が少なくわかりにくかったこともあり、十分な理解が得られず、時間切れで終了した。そこで、手順書を見直し、翌週再度演習を行った。2回目では改良した資料に基づき改めて説明を行い、60分を確保して臨んだ。経路表の構築は順調に進んだようで、60分もかからず全グループとも完了した。感想からも前回できなかったことがうそのように順調に進んだことがうかがえた。もう1つのクラスは、このクラスの2回目と同じ準備を行って臨んだため、大きな混乱は起こらず順調に進めることができたようである。

4. 実践の評価

実践結果を評価分析するために、井戸坂らの報告⁵⁾を参考に、アンケートを作成した。毎回の授業でアンケート調査を行い、回収した。難易度、楽しさ、興味の度合い（4段階評価）を聞くとともに、学んだこと、感想を自由記述とした。

4. 1 結果

CSアンプラグドの单元ごとの難しさ、楽しさ、興味の度合いの結果を図2～図7に示す。

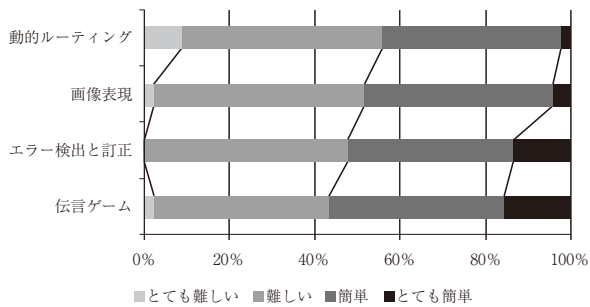


図2 単元ごとの難易度評価 (クラスA)

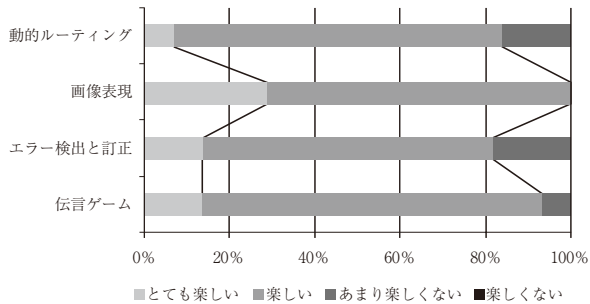


図3 単元ごとの楽しさ評価 (クラスA)

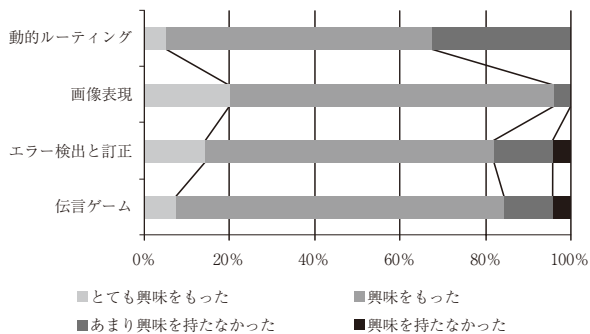


図4 単元ごとの興味の度合いの評価 (クラスA)

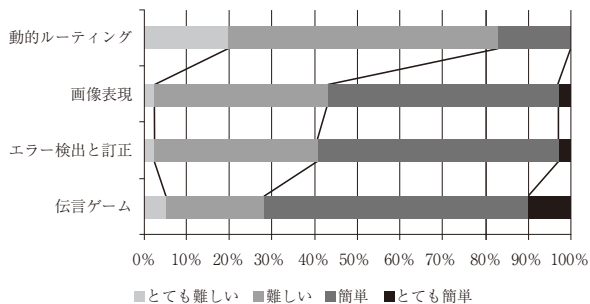


図5 単元ごとの難易度評価 (クラスB)

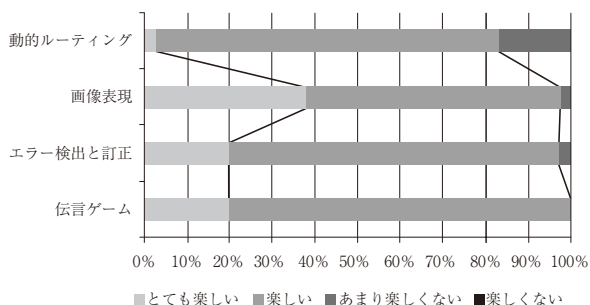


図6 単元ごとの楽しさ評価 (クラスB)

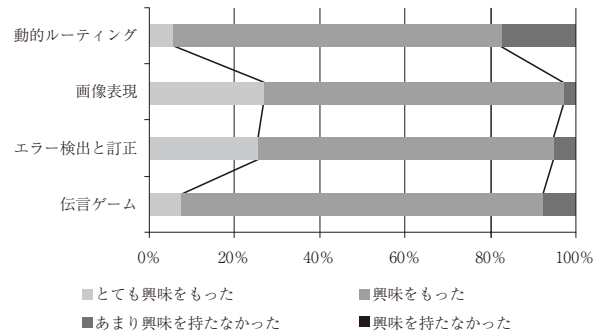


図7 単元ごとの興味の度合いの評価 (クラスB)

自由記述のコメントを以下に列挙する。

(1) 伝言ゲームとエラー検出とエラー訂正

①クラスAでのコメント

●伝言は間違えるものだったと思った。それが楽しかったし、理解につながった (6名)

●3×3のサイズだと覚えているのでは? (4名)

●参加型で飽きない (2名)

●仕組みを考えた人は偉い (4名)

●仕組みを聞いてなるほどと思った (感動した) (4名)

●2進数の表現能力に驚いた (2名)

②クラスBでのコメント (クラスAでの指摘を受け4×4にしてマジックを行った)

●マジシャンのようだった (2名)

●またゲームしたい (4名)

●2進数でいろいろ表現できておもしろい (3名)

●コンピュータはすごい、奥が深い (3名)

●仕組みがわかり、パソコンに興味をもった (1名)

●仕組みを考えた人は偉い (1名)

●仕組みを聞いてなるほどと思った (感動した) (1名)

●どうやってこんなことを思いついたのだろうか? (1名)

(2) 画像データの符号化・復号化

①クラスAでのコメント

●数字から絵が浮かび上がるのが面白い、自分がコード化したことが本当に伝わるんだと感心、暗号みたいで楽しい (5名)

●(仕組みを) 考えた人はすごい (6名)

●絵を数字で表現できることを学んだ (17名)

②クラスBでのコメント

●(仕組みを) 考えた人はすごい (2名)

●絵を数字で表現できるとは不思議、面白い (3名)

●美術科らしい演習 (1名)

●絵を数字で表現できることを学んだ (10名)

(3) 動的ルーティング

①クラスAでのコメント

- メールが送られる仕組みのイメージがつかめた(3名)
- メールを送る意味がわからなかった(1名)
- 機械的にやるとうまくできた(5名)
- 経路表が正しく作られるとメールが届くということ(逆に、間違えると何も伝わらない)(4名)
- もっと大人数でやればもっと面白いかもしれない(3名)
- 仕組みを作った人はすごい(1名)
- (時間的に) ゆとりがあったのでできた(1名)
- ルール通りにやればできた(2名)
- (教員の) 話を聞けば簡単(2名)
- 意外に単純な仕組み

②クラスBでのコメント

- 仕組みを作った人はすごい(1名)
- パソコンになりきったらできた(5名)
- 仕組みはわかった(5名)
- 失敗した分ルータの重要性がわかった(1名)

4. 2 考察

(1) CSアンプラグドの効果

授業の実施方法や実施時間等条件が他の研究報告と同一ではないので単純比較はできないが、誤り訂正、画像データの符号化・復号化とも、中学生⁵⁾同様に本学の2クラスとも大多数が楽しいと感じていることが伺える。内容の難しさについては、中学生の方が大学生よりも難しさを感じているようである。大学生では2つのクラスとも難しさに関する感覚は同じような傾向を示しているようである(難しいと感じている学生が約半数で、簡単と感じている学生が約半数)。その大学生にとって、動的ルーティングは他の2つの演習よりも難しさを感じているようであり、楽しさについても20%程度の学生はあまり楽しさを感じていないようであった。しかし、最も難しさを感じた動的ルーティングであっても80%以上の学生はどちらかという楽しさを感じているようであり、定性的なコメントも含め、CSアンプラグドの楽しみながら学ぶという目標は達成できたと考えられる。

また、4.1項の結果から、コンピュータでは文字や画像などのデータが2進数で表現可能であるという学習目標を演習から学び取ったことを裏付けるコメントや、仕組みを発明した人への敬意を表すコメントが見られ、学習効果が得られていることが伺える。

(2) 理解状況

本学の情報授業運営部会は、「情報」の授業の成果と課題を明らかにするために、授業終了時に「情報」の全

クラスの受講生を対象にアンケート調査を行っている。この中に理解状況を問う項目がある。このデータを利用して、CSアンプラグドを試行した2クラスとそれ以外のクラスの理解状況について分析を行った。

アンケートは主要単位に対してその内容の理解度を3段階(「説明できる」、「少し説明できる」、「説明できない」)で問ったものである。表3に回答状況を示す。そして、CSアンプラグドを試行した2クラスとそれ以外のクラスで χ^2 検定を行った。その結果、CSアンプラグドを適用したクラスは他のクラスに比べ、単位「数と文字の表現」の内容に関して、5%有意で理解状況が高い(表中で*で示している)ことがわかった。

表3 理解状況に関するアンケート結果

設問	全体(2クラスを除く)			クラスA+クラスB			検定
	できる	少しできる	できない	できる	少しできる	できない	
数や文字のビット列による表現形式とその特徴	99	399	342	17	39	22	8.55*
音や画像などアナログ情報のビット列による表現方法とその特徴	82	370	389	12	36	30	3.26
インターネットにおけるプロトコルなど情報通信の仕組み	65	343	433	8	39	30	4.49

5. おわりに

本論文では、東京学芸大学の1年次必修科目「情報」のいくつかの単位において、CSアンプラグドを組み込んだ試行実践について報告した。情報科学を専門としない文科系学生を対象としたが、楽しく学ぶというCSアンプラグドのコンセプトが達成できていることを確認できた。また、単元の学習目的をゲームを通じて理解したことを伺えるコメントも見受けられ、CSアンプラグドが内容理解にも十分な役割を果たしていることが伺えた。さらに学期末に全クラスを対象に行ったアンケート結果から、CSアンプラグドを適用したクラスは他のクラスに比べ、単位「数と文字の表現」の内容に関して、5%有意で理解状況が高いことがわかった。

今回時間の関係で、動的ルーティングにおいてより複雑なトポロジーでの実験はできなかった。学生からのコメントにもあるように、複雑で大規模ネットワークでの演習にもトライしてみたい。

謝辞

本研究は東京学芸大学2009年度重点研究 (B) 並びに2010年度重点研究 (B) の助成のもとに行われた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) Tim Bell, Ian H. Witten, and Mike Fellows, 兼宗進監訳: 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.
- 2) 保福やよい, 井戸坂幸男, 兼宗進, 久野靖: 高校情報 B における CS アンプラグドの活用, 情報処理学会情報教育シンポジウム SSS2008, pp. 201-206, 2008.
- 3) 井戸坂幸男, 兼宗進, 久野靖: 中学校におけるコンピュータを使わない情報教育 (アンプラグド) の評価, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育, Vol.2009-CE-93-7, pp. 49-56, 2008.
- 4) 井戸坂幸男, 青木浩幸, 兼宗進, 久野靖: コンピュータサイエンスアンプラグドの小学生向け実践の取り組み, 情報処理学会情報教育シンポジウム SSS2008, pp. 25-31, 2008.
- 5) 井戸坂幸男, 西田知博, 兼宗進, 久野靖: 中学校における CS アンプラグドの授業提案, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育, Vol.2009-CE-98-24, pp. 163-170, 2009.
- 6) 嘉田勝, 会沢成彦, 西村治道, 藤本典幸: 大学祭での CS アンプラグド博物館型展示企画の実践, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育, Vol.2009-CE-98-25, pp. 171-178, 2009.
- 7) 嘉田勝: 情報科学の本質的理解を促す教育手法としてのコンピュータサイエンスアンプラグド, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育, Vol.2010-CE-105-4, pp. 1-5, 2010.
- 8) 上川直紀, 植田一正, 西木毅, 兼宗進: アンプラグドを利用したオープンキャンパスイベントの試み, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育, Vol.2009-CE-101-6, pp. 1-4, 2009.
- 9) 兼宗進, 久野靖: コンピュータサイエンスアンプラグドの状況と今後の展開, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育, Vol.2009-CE-98-23, pp. 155-162, 2009.
- 10) 兼宗進, 佐藤義弘: 情報科教育法での CS アンプラグドの利用, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育, Vol.2010-CE-103-24, pp. 1-3, 2010.
- 11) 間辺広樹, 並木美太郎, 兼宗進: 「コンピュータを使わない情報教育」の学習法とそのデジタルコンテンツに関する研究, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育, Vol.2009-CE-98-26, pp. 179-184, 2009.
- 12) 間辺広樹, 兼宗進, 並木美太郎: 高校の文化祭における CS アンプラグド企画実施の報告と課題, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育, Vol.2010-CE-103-23, pp. 1-8, 2010.
- 13) 西田知博, 井戸坂幸男, 兼宗進, 久野靖: コンピュータサイエンスアンプラグドの分析と CS アンプラグドデザインパターンの提案, 情報処理学会情報教育シンポジウム SSS2008, pp. 179-186, 2008.
- 14) 西田知博: 中学生向け CS アンプラグドセミナーの実施とその課題の分析, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育, Vol.2010-CE-106-3, pp. 1-9, 2010.
- 15) 坂田年男, 高田佳和, 百武弘登: 基礎統計学, 朝倉書店, 1992.
- 16) 東京学芸大学: 平成21年度重点研究 (B) 「初等中等教育のためのコンピュータを使わない情報教育教材の研究開発」成果報告書, 2010.
- 17) 東京学芸大学教育実践研究推進機構: 教員養成系大学における「情報教育」の先進的カリキュラム, 東京学芸大学教育実践研究推進機構特別開発研究プロジェクト研究成果報告書, 2010.
- 18) 鶴田直之, 橋本浩二: リフレッシュ理科教室におけるアンプラグドの活用, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育, Vol.2009-CE-101-4, pp. 1-5, 2009.
- 19) 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, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育, Vol.2009-CE-100-5, pp. 1-7, 2009.
- 20) 吉村賢治, 鶴田直之, 佐藤寿: Computer Science Unplugged の教員免許更新講習での活用事例, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育, Vol.2009-CE-101-5, pp. 1-5, 2009.
- 21) 文部科学省: 高等学校学習指導要領, 2009.
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/kou/kou.pdf.