

大学祭での CS アンプラグド博物館型展示企画の実践

嘉田 勝, 会沢 成彦, 西村 治道, 藤本 典幸 (大阪府立大学)

概要 大学祭での一般来場者向け学術企画の一環として, 体験型の情報科学教育手法「コンピュータサイエンスアンプラグド」の学習活動を来場者が体験できる展示企画を実施した。会場内に複数の学習活動空間を設け, 多様な来場者をガイドが都度案内する博物館型展示としたため, 一斉授業とは異なるさまざまな工夫を施した。本発表では, 今回の実践をふまえ, コンピュータサイエンスアンプラグドの博物館型展示の可能性と課題を考察する。

Scientific exhibition based on CS Unplugged in a university campus festival

Masaru Kada, Naruhiko Aizawa, Harumichi Nishimura and Noriyuki Fujimoto
(Osaka Prefecture University)

Abstract. As an attraction in a university campus festival, we held a scientific exhibition based on Computer Science Unplugged for general visitors. Unlike a class in a school, we had to guide various visitors of all ages, who arrived by twos and threes. To enable this, we set up stages of various activities in the classroom in parallel, and we offered each group of visitors suitable selection of activities. On the outcome of this practice, we investigate possibilities of such kind of exhibition based on CS Unplugged.

1 はじめに—企画の概要

コンピュータサイエンスアンプラグド [1, 2] (以下, CS アンプラグドと記す) は, コンピュータを使わず, 教具を使った体験的な学習活動によって情報科学の基礎概念を学べる教育手法である。

大阪府立大学の大学祭 (白鷺祭) では, 例年, 教員や研究室の研究内容を一般来場者に紹介する学術企画として, オープンラボ (研究室公開) を実施している。著者らは, 2008 年の大学祭オープンラボの一環として, CS アンプラグドの学習活動を来場者が体験できる展示企画を実施した。

企画概要は次のとおりである。

企画名称 パズルとゲームで知るコンピュータのしくみ

日時 2008 年 11 月 1 日 (土) 15:00–17:00, 11 月 2 日 (日) 10:00–16:00

場所 大阪府立大学中百舌鳥キャンパス内

来場者数 約 75 人

スタッフ数 4 人 (会沢, 嘉田, 西村, 藤本)

企画の形態は次のとおりとした。

- 対象者は小学生から大人まで。ただし小学生は保護者同伴が条件*1。
- 会場は大学内の教室。広さは約 7m×20m。
- 会場内に複数の学習テーマに対応する学習活動空間を設定し, それぞれの学習活動の

*1 オープンラボ自体の参加条件として大学祭全体で示された制約。本企画で設けた制約ではない。



図1 会場風景

ための教具やワークシートを設置しておく(図1)。

- 来場した参加者(グループ)ごとに、スタッフが学習活動を選択して案内する。

この形態でのCSアンプラグドの展示企画を、本稿では**博物館型展示**と呼ぶことにする。

本稿では、今回の実践の結果を報告するとともに、実践の成果と反省をふまえ、CSアンプラグドの博物館型展示という新たな手法について、いくつかの実施形態を提案し、その可能性と課題を考察する。

2 博物館型展示のための工夫

CSアンプラグドに基づく従来の教育実践は、多くの場合、学校の通常授業や科学イベントなどで、一斉授業の形態で行われてきた(たとえば[3, 4, 5]を参照)。一斉授業の場合、生徒の年齢は限定され、予備知識を仮定して学習内容を計画できる。また、ひとつの学習テーマをある程度時間をかけて掘り下げることができる。

しかし、今回の大学祭企画では、次の点で一斉授業とは条件が大きく異なる。

- 参加者の年齢は小学生から社会人までさまざまで、予備知識や学習内容への興味の度合いがひとりひとり大きく異なる。

- 参加者をあまり長い時間会場に引き止められない。
- 来場を随時受け付ける形としたため、比較的少人数の参加者をスタッフが都度案内することになる。

これらの条件に対応するため、次のとおり企画上の工夫を行った。

- 会場内に多くの種類の学習活動の場を設定する博物館型展示の形態として、参加者の年齢や知識、グループの人数に応じて、ガイド役のスタッフが適切な学習活動を選択して案内した。
- 多様な参加者(グループ)に対応できるように、設定する学習テーマは易しいものやや高度なものを取り混ぜた。また、1人でもできる活動と5-6人のグループで行う活動の両方を取り入れた。
- できるだけ短時間で体験できる学習テーマを選択し、各テーマの学習活動を10-15分で終了できるように学習内容を計画した。
- 学習内容の計画にあたっては、ゲーム性を高めて、参加者に学習活動を楽しんでもらうことを重視した。
- スタッフ全員がすべての学習活動の指導者となれるように、事前に学習内容の綿密な打合せを行った。
- 目標を持って学習活動に参加してもらうために、一定数以上の学習活動を体験した参加者に修了証書と記念品を贈呈した*2。

*2 表1のテーマのうちA,B,C,D,E,Fを基本テーマ、G,H,Iを追加テーマと位置づけ、基本テーマのうち3種以上を体験すれば「修了」とした。記念品は名刺大の2進法カードセット。市販のプリンタ用10面名刺カードの各面に1,2,...,512個の点を印刷して制作した。

表1 実施した学習テーマ

A	2進表現	(1)
B	誤り検出と誤り訂正	(4)
C	論理ゲートと論理回路	
D	整列アルゴリズム	(7)
E	並び替えネットワーク	(8)
F	ルーティングとデッドロック	(10)
G	画像表現	(2)
H	再帰 (ハノイの塔)	
I	最小全域木	(9)

() は対応する CS アンブラグド原書の章番号

3 学習活動の選択とアレンジ

今回実施した学習テーマを表1に示す。各テーマの右の番号は、対応するCSアンブラグド原書[1, 2]の章番号である。番号が付されていないテーマは原書にない学習活動である。特にテーマCはオリジナルの学習活動である。

この節では、今回実施した学習テーマの一部について、博物館型展示に適合させるために工夫した点を紹介する。

2進表現

1,2,4,8,16個の点を描いたカードの裏表で数表現する学習活動である。今回は、卓上用の名刺大カード、黒板に貼りつけるための両面マグネットシート、5人のグループで1人1枚ずつ持つためのB5クリアケース入りの3種を用意した。

カードによる学習に興味を持った参加者のための追加的な学習活動として、2進表現によるメッセージ解読のワークシート学習を用意した。ワークシートは、原書による英語メッセージ版と、日本語メッセージ版*3の2種類用意し

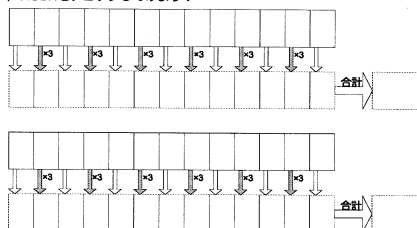
*3 2008年8月の「富士通キッズイベント2008 夢をかたちにするしくみ」で用いられたワークシート。保福やよい氏の考案。かなの一部を5ビットでエンコードしたもの。

ワークシート: 13桁ISBNのチェック方法(1)

(例題) ISBN-13: 978-4-904013-02-1



身近な本のISBNをチェックしてみよう!



数字が間違っていたらどうなる?
ISBNの1桁だけ数字を変えて書き込んで、チェックしてみよう。

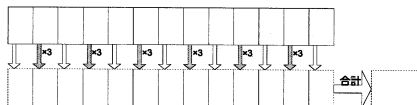


図2 13桁ISBNチェックのワークシート

た。小学生の参加者が多かったため、日本語版ワークシートが大いに役立った。

誤り検出と誤り訂正

縦横パリティを利用して裏返されたカードを当てる手品のデモンストレーションは、原書にある活動の中で最も参加者の興味を引きつける効果的な活動であり、今回の企画でもたいへん好評を博した。

カード当て手品で誤り検出に興味を持った参加者のために、13桁ISBNの誤り検出のしくみを図式で説明したワークシート(図2)を使って、その場で実際の書籍のISBNをチェックする*4学習活動を用意した。

*4 13桁ISBNのチェック桁算出方法はJANコードと同じなので、同じワークシートで、書籍のISBNに限らず一般の商品のJANコードを題材にすることもできる(兼宗進氏の指摘による)。

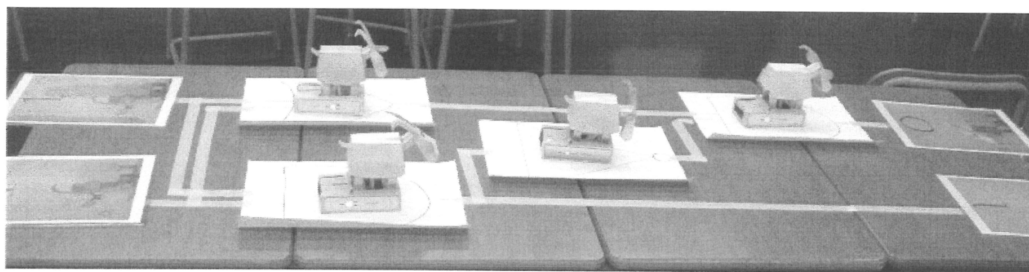


図3 Logic Goats による半加算器

論理ゲートと論理回路（オリジナル学習活動）

Logic Goats という紙工作のおもちゃを用いて、論理ゲートと論理回路のしくみを体験的に学べる学習活動を考案し、会場内に展示した。

Logic Goats は、英国 Flying Pig 社^{*5}による紙工作キットである。and-goat, or-goat, not-goat の3種があり、それぞれ、ボタンの押下状態の AND, OR, NOT 演算結果に応じてヤギが頭を上げ下げする。学習活動としては、まず、個々のヤギのボタンの頭の動きとの関係を発見させ、次に、半加算器の回路図のゲート部分に Logic Goats を置いた展示物（図3）を使って、ヤギのボタンを操作しながら入力と出力の関係をトレースさせた。CPU の内部ではあらゆる計算が AND, OR, NOT の3種類の論理ゲートの組み合わせによる論理回路で実現されているというアイデアに触れてもらうことが目的である。

並び替えネットワーク

床面にビニールテープを貼って並び替えネットワークの図を作り、参加者がデータになってネットワークを通り抜けることで、コンピュータによるデータの整理と並列処理の概念を学ぶ活動である（図4）。原書では6人用のネットワーク図が示されているが、今回の展示では、6人用に加えて、並列の度合いが異なる2種類



図4 並び替えネットワークの学習活動

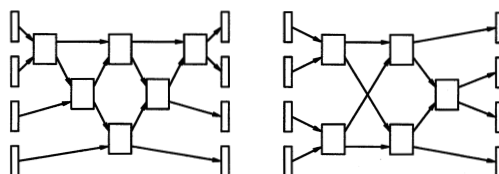


図5 2種類の4人用並び替えネットワーク

の4人用ネットワーク（図5）も用意した。

ゲーム性を高めるため、通過時間を計測して記録するタイムトライアルを実施した。時間の計測は、2種の4人用ネットワークで通過時間に差が生じることを参加者に気づかせるためにも有効である^{*6}。

^{*5} <http://www.flying-pig.co.uk/>

^{*6} 今回の実践での通過時間の最高記録によると、図5の左のネットワークが9.79秒、右のネットワークが7.75秒で、約2秒の差が生じた。

画像表現

ピクセルで表現された画像とそれを符号化した数列を相互に変換する学習である。原書ではワークシートを使う学習活動となっているが、紙のワークシートを使うと作業に時間がかかると思われたため、会場にコンピュータを設置して、ウェブ上の学習コンテンツ^{*7*}^{*8}を展示した。今回の企画で唯一の「コンピュータを使う学習活動」となった。

再帰（ハノイの塔）

大小のプラスチックコンテナを積み上げて作った大型の6段のハノイの塔^{*9}を展示した。パズルを解こうとする参加者に、スタッフがヒントや解説を与えながら、再帰的な解法に気づいてもらうように努めた。

4 企画の成果と反省

本企画の参加者は、1日目が2時間で6人、2日目が6時間で約70人だった。例年のオープンラボの来場者数は1企画1日で20人程度といわれているので、本企画がいかに来場者の注目を集めたかがわかる。この集客力は、CSアンプラグド自体の教育手法としての成功によるところが大きいと考える。

一方、当初は来場者数は20人程度という予想に基づいて、スタッフ数を4人と定めて準備したため、来場者数が見込みを大幅に上回ったことで、スタッフの人手不足が露呈する結果となった。来場者が集中した時間帯には、人手不足で案内の手が回らず、一部の参加者を待たせてしまった。今回の企画の規模では、8人程度のスタッフを確保して、受付専従スタッフや

表2 アンケート集計結果

学習テーマ	楽しかった		理解できた	
	回答数	評点	回答数	評点
2進表現	24	4.46	20	4.75
誤り検出	22	4.77	17	4.65
論理回路	16	3.63	13	3.62
整列	10	3.90	10	3.90
並び替え	23	4.83	19	4.68
ルーティング	22	4.55	17	4.35
画像表現	8	3.50	8	4.13
再帰	13	4.00	11	3.73
最小全域木	14	4.43	11	4.00

ディレクターをおく必要があったと思われる。

参加者にアンケートを実施し、29人の参加者から回答を得た。体験した学習テーマについて、「楽しかったですか?」「コンピュータのしくみとの関連を理解できましたか?」の2つの質問について、5段階で回答を求めた。テーマごとの回答数と回答評点の平均を表2に示す。

アンケートで評価の高い学習テーマは「2進表現」「誤り検出と誤り訂正」「並び替えネットワーク」「ルーティングとデッドロック」の4種である。これらの学習活動は次の共通する特徴をもつ。これらのポイントが、CSアンプラグドの博物館型展示で効果的に実施できる学習活動の条件といえよう。

- 学習内容が比較的易しい
- 短時間で体験できる
- ゲーム性が高い

この観点で反省すると、「画像表現」はウェブ上の学習コンテンツを用いてもなお学習活動に時間を要すること、「論理ゲートと論理回路」「整列アルゴリズム」は学習内容がやや高度であることが、評価があまり高くないことの原因と考えられる。

^{*7} 富士通キッズ コンピュータと情報のしくみ。

<http://jp.fujitsu.com/about/kids/computerscience/>

^{*8} 海の近くの情報教室（間辺広樹氏）。

<http://www.info-study.net/>

^{*9} プラスチックコンテナを使った大型ハノイの塔の作り方は和田勉氏の考案。

表3 アンケート自由記述の回答より

体験しながらの説明だったのでごく分かりやすかったです。とても興味がわいて楽しかったです。(高校生)
本の裏の数字のことを知れて面白かったです。(24歳)
久しぶりに頭を使いました。楽しかったです。子供さんがもっと参加したら興味がわくのではないですか？(社会人)
子供がコンピュータの原理及び考え方についてどこまで理解できたかは分からないがきょう味を持てたと思います。(38歳)
コンピュータをこのような視覚、体験的に学習できるのは非常に有意義だと思う。(30歳)
とてもとてもおもしろかったです。理数系は苦手ってイメージで不安でしたが、意外にちゃんと参加できてうれしい。(41歳)

今回実施しなかったCSアンブラグド原書の学習活動の中では、探索アルゴリズム(戦艦ゲーム)が上述の条件をみたし、博物館型展示に適する学習活動の候補となろう。

アンケートの自由記述の主な回答を表3に示す。括弧内は回答者の年齢である。アンケートの回答者は大半が社会人(家族連れの参加者グループは保護者が代表して回答するケースが多かったため)だが、アンケートの評価や自由記述からは、子どもだけでなく大人に対しても、楽しみながら情報科学の本質を学べるというCSアンブラグドの教育効果が十分に発揮されていることがうかがえる(図6)。

5 博物館型展示の形態を考える

今回の実践によって、CSアンブラグドは教室での一斉授業だけでなく「博物館型展示」という形態で実施しても大きな教育効果をもたらすことが示された。一方、博物館型展示の場合、企画を円滑に運営するために、予想される来場者の数に応じて適切な展示形態を定め、適

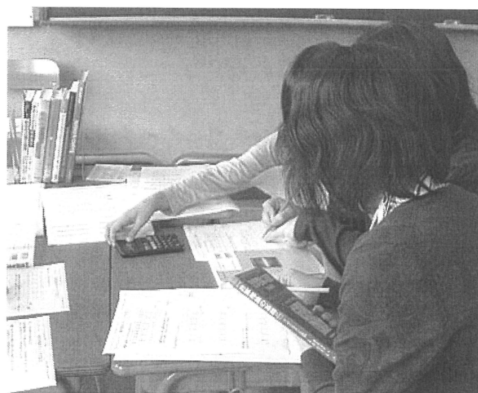


図6 ISBNチェックの学習活動のようす。この活動は大人の参加者に特に好評だった。

切な人数のスタッフを確保することが重要であることも明らかになった。

本節では、今回の実践をふまえ、CSアンブラグドの博物館型展示企画の可能な形態として、「縁日」「個別ガイド」「ツアー」「ショー」の4種類の形態を提案し、それぞれの形態の長所と短所を検討する。

縁日

学習テーマごとに学習活動の空間を設けてスタッフを配置し、参加者自身が学習したいテーマを選んで訪れる形態である。スタッフは、各自の担当テーマの指導者として、そのテーマの学習活動空間で待機する。

学習テーマごとに1人以上スタッフを置く必要があるため、多数のスタッフを確保しなければならない。一方、各スタッフは自分の担当のテーマについてのみ指導者になればよい。

学生主体のイベントなどで、多数のスタッフが確保できる場合には、この形態が有効である。

個別ガイド

今回の実践で採用した形態である。会場内に複数の学習活動の空間を設定しておいて、三々

表4 博物館型展示の各形態の特徴

	緑日	個別ガイド	ツアー	ショー
学習内容	参加者が選択	ガイドが選択	半固定	固定
案内の親切さ	中	最高	高	低
スタッフ数	最多	多	少	最少
対応可能な同時来場者	?	少	多	最多
対応可能な総来場者	?	少	多	最多

五々訪れる来場者グループごとにガイド役のスタッフが学習テーマを選択して案内する。

この形態の最大の長所は、学習テーマの選択の柔軟性である。すなわち、ガイドが参加者の年齢や予備知識、グループの人数などを考慮して、適切な学習テーマを選択して提案することで、参加者の満足度を高めることができる。

欠点は、ガイドの人数が少ない場合、同時に対応できる来場者の人数が制約されることである。多数の来場者が短時間に集中して訪れた場合、ガイドの対応能力を超えて、すべての来場者を案内しきれない（一部の来場者を待たせてしまう）ことが起こりうる。今回の企画では、来場者数の見込み違いによってまさにこの状況が発生してしまった。したがって、この形態を採用する場合には、最も混雑する時間帯の来場者数を適切に予測し、その予想に基づいて適切な人数のスタッフを確保する必要がある。

ツアー

参加者の集合時刻を決めておいて、集まった参加者をガイド役のスタッフがいっせいに案内する形態である。

緑日や個別ガイドと同様に、会場内に複数の学習活動の空間を設定しておく。そして、ガイド役のスタッフが参加者を率いて順次移動しながら複数の学習活動を案内する。こうすると、複数のガイドが同時に別のツアーを率いること

で、ツアー開始時刻の間隔を短くできる。たとえば、ツアー所要時間が1時間でガイドが4人なら、開始時刻の間隔を15分にできる。

ガイドの人数によってあらかじめツアーの回数を計画できるので、人手不足になる心配はない。各ツアーの定員に余裕をもたせておけば、多数の来場者が短時間に集中してもある程度対応できる。

学習テーマは企画者側の選択となるが、ツアーごとに小学生向け、中学生向けなどと対象者を分けて、内容を変えることも考えられる。あるいは、ガイドが集まった参加者の年齢層などを考慮して臨機応変にツアーの学習内容を変更することもできる。

ショー

開始時刻を決めて参加者を集め、あらかじめ決められたメニューに従ってスタッフが各学習テーマのデモンストレーションを次々に行う形態である^{*10}。参加者は基本的に「観客」となるが、途中でデモンストレーションの協力者（ボランティア）を募ったり、一連のデモンストレーションの終了後にすべての参加者に学習活動への参加を求めたりして、学習活動を体験してもらうことも考えられる。

^{*10} CS アンプラグドのショーについては、“Computer Science Unplugged—The Show”（Tim Bell氏の企画によるショー）のビデオが参考になる。
<http://jp.youtube.com/watch?v=VpDDPWVn5-Q>

本節で提案した形態のうち、必要なスタッフの人数は最も少なく、対応できる参加者の数は最も多い。一方、学習内容は基本的に企画者の選択によって固定される。スタッフの人数が限られる場合や、非常に多数の参加者が見込まれる場合に有効な形態といえよう。

各形態の長所と短所

本節で提案した CS アンブラグド博物館型展示の形態の特徴を表4にまとめた。これら4種の形態にはそれぞれ長所と短所があり、どの形態が優れているとは一概には言えない。企画の性格、予想される参加者の人数や年齢層、確保できるスタッフの人数に応じて、適した形態を選択する必要がある。

複数の形態を組み合わせるそれぞれの長所を生かすこともできる。たとえば「個別ガイドを基本として、来場者が集中する時間帯のみツアーにする」「縁日を基本として、学習活動を順次案内するツアーも行う」などの組み合わせが考えられる。

6 まとめ

本稿では、大学祭の学術企画における著者らの実践の結果をふまえて、CS アンブラグドの一斉授業以外での活用形態として、博物館型展示という新たな形態を提案し、その可能性と課題を考察した。

今後、大学祭に限らず、子ども向けの科学イベントや社会人向け公開講座など、さまざまな場面で、博物館型展示という新たな形態によってCS アンブラグドの教育手法がより広く活用され、情報科学教育の裾野が広がることを期待している。本稿における実践報告と考察がその一助となれば幸いである。

謝辞

本実践および報告にあたってお世話になりました下記の方々にお礼申し上げます。

保福やよい氏（神奈川県松陽高等学校）、間辺広樹氏（神奈川県障害者職業能力開発校）、富士通株式会社：2進メッセージ解読のワークシートおよび画像表現のオンライン学習コンテンツをに使わせていただきました。

和田勉氏（長野大学）：再帰（ハノイの塔）の教具のアイデアに使わせていただきました。

兼宗進氏（一橋大学）、久野靖氏（筑波大学）：本実践および報告全般にわたって貴重なご意見をいただきました。

参考文献

- [1] Tim Bell, Ian H. Witten and Mike Fellows. *Computer Science Unplugged*. 2005.
- [2] 兼宗進（監訳）. コンピュータを使わない情報教育 アンブラグドコンピュータサイエンス. イーテキスト研究所. 2007.
- [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（アンブラグド）の評価. 情報処理学会研究報告, 2008-CE-93, 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ブ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論文集, Vol.2008, pp.25-31. 2008.
- [5] 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アンブラグドの活用. 情報処理学会 情報教育シンポジウム論文集, Vol.2008, pp.201-206. 2008.