

ヒューマンピクトグラムアンプラグド における模倣学習を促す動画制作に関する一考察

A Study on Movie Production to Promote Imitation Learning in Human Pictogram Unplugged

御家 雄一¹ 米田 貴² 伊藤 一成³
Yuichi Oie Yoneda Takashi Kazunari Ito

1. はじめに

コンピュータを使わずに情報科学を教える手法として世界で実践されているコンピュータサイエンスアンプラグド（以下 CS アンプラグド）が注目されている。CS アンプラグドとは、ニュージーランドの Tim Bell 博士を中心に開発された、コンピュータを使わずにデジタル化やアルゴリズムなどの情報科学の原理を、わかりやすく教えることを目的とした教育法である[1][2]。2020年以降の小学校でのプログラミング教育の必修化を目前に控え、プログラミングの諸概念と関わりが深いと思われる CS アンプラグドにも注目が高まっている。しかしながらコンピュータサイエンスの専門家でない初等中等教育の教員が、コンピュータを使わずに済むという短絡的視点から、安易に CS アンプラグドをプログラミング教育の代替手段に使用するのは、CS アンプラグドの手軽さゆえにコンピュータサイエンスやプログラミングの概念を誤って扱ってしまう恐れがある。

また実運用上の点に目を向ければ、CS アンプラグドでは、アクティビティ毎に、別の教材を用意するための経済的、時間的負担、及び限られた時間の中での教材の搬入や破損、紛失に備えた備品管理等の教員負担が懸念され、限られた予算や時間での運用が求められる教育環境では、これを軽減することは重要である。

このように、アンプラグドのアクティビティを公教育に取り入れるにあたり発生するであろう諸問題に取り組むにあたり、次の5点に注目した。

問題 1. コンピュータサイエンスが曲解され普及してしまうこと。（安易なキャラクター化も含む）

問題 2. コンピュータサイエンスという言葉自体に対する教員の恐怖感・嫌悪感。

問題 3. アンプラグドが免罪符となりコンピュータを使用して学習するのが好ましい内容までその機会が喪失される恐れがあること。

問題 4. 小中高大の分断状態、学習教科間の分断状態。

問題 5. アクティビティ毎に、別の教材を用意するための経済的、時間的負担、及び限られた時間の中での教材の搬入や破損、紛失に備えた備品管理等の教員負担を極力減らすこと。

我々の研究グループでは、これら5つの問題に対して、“ヒューマンピクトグラムアンプラグド”という概念を提唱し、取り組んでいる。2章ではこの概念について説明する。

2. ヒューマンピクトグラムアンプラグド

本章では、1章で提示した5つの問題に関してその対応の指針を示した上で、その過程で着目したヒューマンピクトグラムについて説明する。さらに、“ヒューマンピクトグラムアンプラグド(以下 HP アンプラグド)”について紹介する。

2.1 設計指針

問題 1 に関しては、あえて Computer Science ではなく、Human Pictogram という別用語を使用することで、語義の汚染を防ぐとともに、Computer Science を学習する上での足掛けとする。また、いたずらに安易なキャラクター物を使用すると、現実世界観との乖離や、本人の実世界での身体的活動と連帯させるというアンプラグドの精神から逸脱する恐れがあるため考慮する。

問題 2 に関しては、問題 1 と相補的になるが、Human Pictogram という別用語を用い、また初等中等の教科と同じくアンプラグドが主であることを感じてもらい、さらに全科目横断的にプラグドへ移行する礎としてもらう。

問題 3 に関しては、問題 1,2 と関連するが、プラグドなコンテンツと併用することを意識する。特に近年若年層に普及が著しいスマートフォンや廉価で購入可能なマイコンボードや小型 PC(Raspberry Pi 等)の登場により、u アンプラグドとプラグドの境界線が曖昧になっている現代であるがこそ情報機器を積極的に使わなければならない。

問題 4 に関しては、ピクトグラムという年齢層に問わない抽象的なコンテンツをベースにすることで、特定の

1) 青山学院大学社会情報学研究所, Graduate School of Social Informatics, Aoyama Gakuin University
2) 神戸大学附属中等教育学校, Kobe University Secondary School
3) 青山学院大学社会情報学部, School of Social Informatics, Aoyama Gakuin University

年齢層や特定の趣向がある学習者にしか興味が限定されないようにする。さらに、アクティビティの対象を、コンピュータサイエンスに限定せずに広げることによって、複数領域の単元を融合するようなアクティビティの開発を目指す。

問題 5 に関しては、多分野にわたる数多くのアクティビティで統一的に利用可能な教材を製作する。

これら設計指針に基づき開発されたアクティビティ群を総称して、人型ピクトグラムを用いていることから「HP アンブラグド」という名称で呼んでいる。

2.2 ヒューマンピクトグラム

ピクトグラムとは日本語で絵記号、図記号と呼ばれるグラフィックシンボルであり、意味するものの形状を使ってその意味概念を理解させる記号である[3]。

ピクトグラムは案内、安全、施設等々、様々な用途で標準化されている。ISO3864 では、禁止、注意、指示、安全の 4 項目に関するピクトグラムデザインのガイドラインが策定されている。通常、ISO7010 安全図記号など、世の中に広く普及しているピクトグラムは作成ガイドラインに則りデザインされており、また伝達すべき内容が人の行為や状態に関するピクトグラムが多い。そのため ISO3864 の付録には、人間のピクトグラムに特化した作成ガイドラインが提示されている。以後これをヒューマン（人型）ピクトグラムと呼ぶこととする。

ピクトグラムは、世界共通の記号表現として世界中で用いられているが、特に日本では、近年の外国人観光客の急激な増加や、2020 年の東京オリンピック開催などの理由もあり、ピクトグラムを題材とする研究が盛んになっている。

熊崎らは、従来の対話型のインタラクティブシステムの研究では、人と人が対人的な反応を取ってしまう人工物との間に人と人のような自然な関係性が構築されておらず、人と人工物の間に自然な関係性を構築するためには、人から人工物への自発的な関与を引き出す必要があると述べている。その上で、人は棒人間のような単純な物体でも、同じコンテキストのもとで、自分の振る舞いをデフォルメした振る舞いを棒人間にデザインすることで、その振る舞いから感情を推測し、共感できるという仮説を立て、実験によって検証している[4]。

Logo を開発した Papert は、子どもが自分自身の体を使ってターゲットになったふりをすることで、Logo の命令を実行することができるという特徴に大きな重要性を見だし、これを同調的学習と呼んだ[5]。同調の種類を表す修飾語句とも同時に用いられ、例えば、ターゲットの円は円が自分の身体に対する子どもの感覚や知識と強く結びついている点から、身体同調と言える。あるいは、意図や目的、欲求、好き嫌いを持った人間としての子どもの自意識と一貫しているところから、自我同調ということ

もできるとしている。先述した人型ピクトグラムの同一視や感情移入の効果に相当するものと考えられる。

また Papert は、ターゲットは多くの子ども達の学校外の文化にしっかりと肯定的に根を張った航海術という活動に結びつける、一種の文化同調も見られるとしている。公開されている CS アンブラグドのアクティビティの中には、文化や日常生活と結びつきにくく、非日常的な設定なものも少なからずあるのが実情であり、新しいアクティビティの発案が望まれる。

ピクトグラムは、観光、異文化コミュニケーション、語学、認知、心理、防災、福祉、医療、情報デザインなど様々な領域、様々な文脈で人々の生活や文化に広く根付いており、ピクトグラムを題材とすることで文化同調の効果も期待する。

2.3 HP アンブラグドとは

HP アンブラグドは、CS アンブラグドからアイデアを得ている。文献[7]では、CS アンブラグドにおいて、“「教える対象ごとに適した教具を使う」ことは、二進法であれば、各桁を表すカードを使う、画像表現であれば、マス目のあるワークシートを使う、ソーティングであれば、天秤を使うといったように、学習活動と伝えたい学習活動を適切に結びつけるために重要である。”とある。一方 1 章で述べたように、公教育での導入に当たってはいくつもの懸念点を抱いている。小学校教員を例に示す。例えば、小学校の先生は、国語、算数、理科、社会などの科目を、大半はアンブラグドな手法で教授している。そのため、アンブラグドな手法である CS Unplugged に魅入られるが、一方 Computer Science の専門家ではないため敷居が高く、無理に実行すると押さえるべきポイントがおざなりで、よくわからないアクティビティになってしまう。その Computer Science が曲解されて解釈されてしまう恐れがある。そのような場合でも、Human Pictogram Unplugged であれば、Computer Science でないアクティビティに結果なったとしても、呼称が Computer Science でないので、Computer Science でないものとして一旦保留することができる。

また、もともと CS アンブラグドは、学習者が屋内外で実際に体を動かす身体的活動により学習することを主としている。つまり人が主体である。そこで、扱われている教材を人型ピクトグラム群に統一する事で、身体的活動と連帯させる。

現在、ピクトグラムは木版または名刺用紙を素材とする 2 種類の版をデザインしている。図 1 に示す。



図1 人型ピクトグラム教材の例(左:木, 右:名刺用紙)

木版(図1左)は, 5.5mm 厚の MDF 材をレーザーカッターで切断し, 直立可能な人型ピクトグラムである. 手で扱うことを鑑み, 大きさは高さ約 68mm, 幅約 25mm とした. 片面は黒色で着色し, 逆面は木材の表面模様のままとし, 色による区別がされる. また表面と裏面の胴体部分にシール型のホワイトボードを高さ幅 1cm, 高さ 2cm の大きさに切断し貼付けている.

紙版市販されている名刺カード (91mm×55mm) に前項で提示したピクトグラムと同じ形状のピクトグラムを印刷し, さらにカードの両面全体に透明梱包用テープを貼付する. 前項と同様, 表面と裏面に色の異なるピクトグラムを胴体部分に白背景の矩形領域を設定しており, イレイサー付きのホワイトボード用マーカで, 文字や数字などの記号を記述消去できるようになっている. 制作コストの点からも安価である.

いずれも, 両面色が異なり, 色による区別がされる. また表面と裏面の胴体部分にシール型のホワイトボードを切断し貼付けており, イレイサー付きのホワイトボード用マーカで, 文字や数字などの記号を記述及び消去できるようになっている.

この教材を使って, これまでに整備したアクティビティの一覧を表1に示す. いずれの単元も, 人の状態, 状況, 動作, 人間関係など, 人を主軸に置き, また複数人(人型ピクトグラムを含む)での協働を意識させる名称になっている.

表1 アクティビティの単元例

単元	名称
二進法	みんなで! オモテウラ数
データ表現	みんなで! 伝われ! オモテウラ文字
画像表現	みんなで! 白黒郵便屋さん
情報理論	みんなで! 質問探偵
エラー検出とエラー訂正	みんなで! カップルしかいない町
探索アルゴリズム	みんなで! 推理探偵
整列アルゴリズム	みんなで! くるりん整列
並列処理	みんなで! セーの整列
有限オートマトン	みんなで! 友だちの友だちは有名人
ルーティング, デッドロック	みんなで! 譲り合いの精神

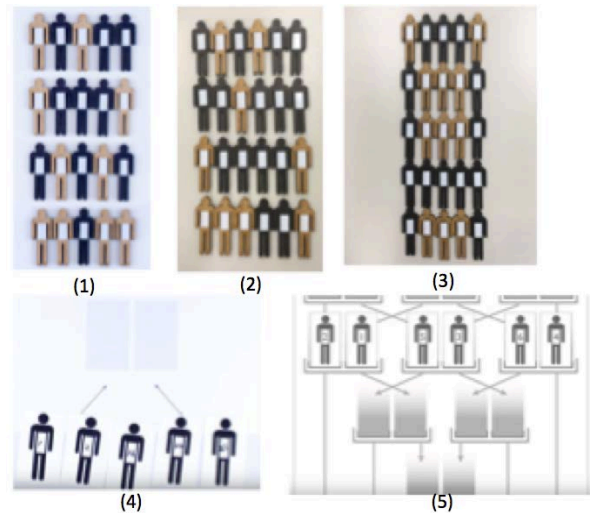


図2 アクティビティの例

Computer Science 以外の分野の単元を学ぶための他のアクティビティの開発も今後進めていく.

図2に本手法によるアクティビティの実際の表現例を示す. 図2の(1)は, 単元“データ表現”で, 横一列の5体のピクトグラムでアルファベット1文字を表現している. 図2の(2)は, “エラー検出とエラー訂正”で, パリティビットを表現している. 図2の(3)は単元“画像表現”で, ピクセル画像の画像表現について学ぶ. 1つの人型ピクトグラムを画素に対応させ, 数値列で表現させることで, データが正しく再現できることや, 同時に圧縮についても学ぶ. このように, 構成素(人型ピクトグラム1体)にどのような意味づけをするかによって, 同じマトリクス表現でも情報表現が変わることを学ぶことができる. またその操作もほぼ同一のため, 操作に要する学習コストを非常に抑えることができる.

図2の(4)(5)はそれぞれ, “整列アルゴリズム”, “並列処理(による整列アルゴリズム)”である. 二つのピクトグラムの比較, 交換のみを許容するために, 構成素(ピクトグラム)の操作を制限することがポイントとなるが, これは紙製の制約シートを下に敷くことで対応する.

3. HP アンプラグド紹介サイト

すでに HP アンプラグドのアクティビティを紹介するための Web サイトも開設している[8]. Web ページのスクリーンショットを図3に示す.



図3 ホームページのスクリーンショット

Web サイトでは、各アクティビティで横断的に用いるピクトグラム教材や、補助シートなどのダウンロード、アクティビティの理解を深めるための Human Pictogram が登場する Scratch プログラムなどが公開されている。また、アクティビティの方法を説明するビデオも公開している。説明ビデオは、木版、紙版それぞれ別々に作成しており、いずれも教具を使用しテーブル上でアクティビティを行う方法を説明している。動画の目的は利用者がアクティビティを行う際に視聴し、アクティビティを進行する方法を知ることである。動画の内容は、視聴者がアクティビティを進行する方法だけを知り、ただ再現することが視聴の目的となってしまう現状がある。4章では、制作したアクティビティの動画を踏まえ、以後の動画制作の展望を述べる。

4. 模倣学習を促す動画の制作に関する一考察

動画の制作に際し、Papert が指摘する自我同調、文化同調、身体同調を重視する[5]。また視覚認知に考慮した動画制作が重要と考える。そこで、岡本らが提案する“共感に基づく認知視点の二重化”[9]に着目した。

4.1 共感に基づく認知視点の二重化

動画視聴とその動画によって想起することに関して述べる。2.2 節で述べた通り、人は棒人間のような単純な物体でも、同じコンテキストのもとで、自分の振る舞いをデフォルメした振る舞いを棒人間にデザインすることで、その振る舞いから感情を推測し、共感できるという[4]。

岡本は「認知主体が共感によって二重の視点を持ち、二重の認知空間を横断することが、対象空間としての仮想世界への没入を可能としており、同時にその共感によって他者と自己同一化を行うことで、対象空間における当事者性を増大させ、インタラクションへの心理的関与を生み出す。」と述べている。岡本が示す概念図の認知主体と客体をいずれも人型ピクトグラムに置き換えたものを図4に示す。

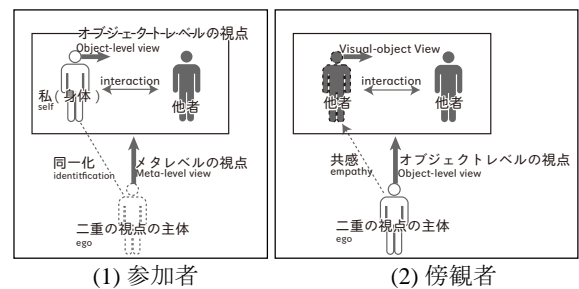


図4 共感に基づく認知視点の二重化(岡本の図を改変)

図4の(1)は、コミュニケーションの参加者として人間は、オブジェクトレベルの視点とメタレベルの視点を常に二重に持つことを表したものである。ただしここでは、ego と self は同一化されているので通常は二重性を意識されない。

一方図4の(2)は、傍観者として他人同士のインタラクションやコミュニケーションを観察する場面で、その場から離れてあくまでも他人事として関与する限りに置いてはそうした視点の二重性は成立しないことを示している。しかし当該コミュニケーションの参加者に「共感」することで、その世界の参加者の視点を仮想的に獲得することができ、その結果、自らがコミュニケーションを行うと同様の視点の二重性を持つことができる。」ことを示している。要するに認知主体が共感によって二重の視点を持ち、二重の認知空間を横断することが、対象空間としての仮想世界への没入を可能にしており、同時にその共感によって、他者と自己同一化を行うことで、対象空間

における当事者性を増大させインタラクションへの心理的関与を生み出すのである。

アクティビティの説明動画には人型ピクトグラムを用い、視聴者自身がアクティビティの参加者の一人として認識することや、またアクティビティ全体を俯瞰的に観察や指揮をとることを想定した三人称視点のどちらとも捉えられると考えている。

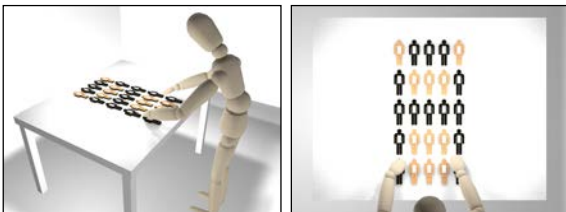
人型ピクトグラムは見る人自身の経験に基づいた想起をするという。それは岡本のいう同一化、または共感に相当すると考えられる。具体的な事物ならば客観的にしか見ない可能性もあるが、人型ピクトグラムならば自身を投影しやすい。

岡本のモデルを参考に人型ピクトグラムを用いたビデオ学習に関して、視聴者の共感について述べる。

4.2 ビデオ提示と共感

3章で述べた現行の動画では、作業を模倣することを主目的としている。そこで、制作する動画の方針を変更し、説明動画の視聴者が様々なロールになることを想定する。

現在はHPアンブラグドのアクティビティを、教具を用いてシミュレーションしている場面（図5(1)参照）を、上から撮影した映像（図5(2)参照）を。しかし、動作の主体は教具を操作する人であり、視聴者が共感する対象は操作する人になると考えられる。これはHPアンブラグドの特徴の1つである身体的活動と連携することに反する。アクティビティをシミュレーションしている作業者に対して共感すると考えられるからである。



1) 教具を使用するイメージ 2) 机を真上から見たイメージ
図5 現状のビデオ撮影の視点

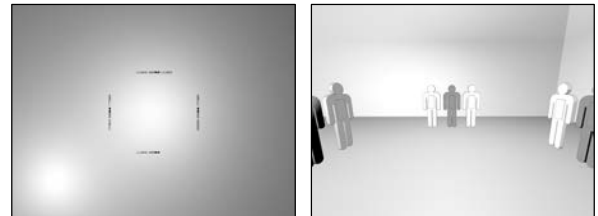
今回、動画の提示に関して岡本の「ゲーム画面に見られるユーザ視点の変遷」をもとに検討する。

岡本はユーザ視点を4種類に分類しており、それぞれ、鳥瞰的視点、一人称視点、融合的視点(背面象)、映画的視点の利用、である。岡本は、映画的視点を除く3種に関して当事者性と俯瞰性について表2のようにまとめている。

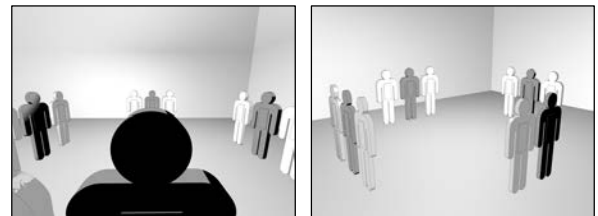
表2 視点別の当事者性と俯瞰性（岡本の論文を参考に作成）

	当事者性	俯瞰性
鳥瞰的視点	低い	高い
一人称視点	高い	低い
融合的視点	高い	高い

そこで、説明動画について検討する際にユーザ視点の変遷で提示する4種を検討した。HPアンブラグドのアクティビティに当てはめ、イメージ図を制作した。例えば、図6は、HPアンブラグドのアクティビティの1つである「みんなで！譲り合いの精神」を3Dモデルで、再現した状態である。現実の空間に人が11人集まり、3人グループを2組、2人グループを1組になるように立つ。



1) 鳥瞰的視点 2) 一人称視点

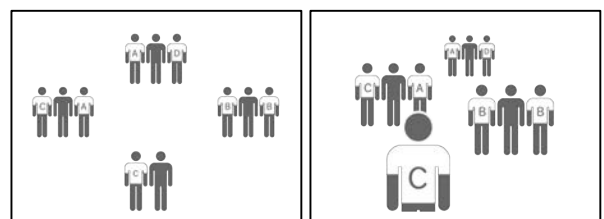


3) 融合的視点(背面象) 4) 映画的視点の利用

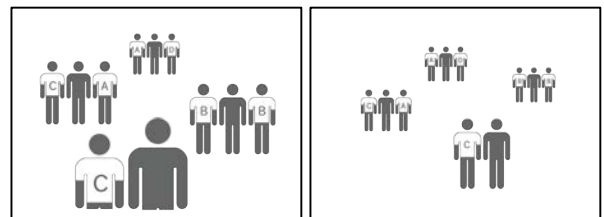
図6 3D表現ビデオにおけるユーザ視点

視点が変わると被写体となる人の角度も変わる。特に鳥瞰的視点に関しては、人であることを説明されない限り、人としての認識は困難となる。また、ヒューマンピクトグラムを3Dモデルによる表現はリアリティある表現であるが、それが具体的なオブジェクトとして成立するため、共感チャンネルとして働きにくいと考える。

そこで次に、岡本の論文に基づいて、2次元の人型ピクトグラムを用いて表現した。図7に2Dの表現例を示す。



1) 鳥瞰的視点 2) 一人称視点



3) 融合的視点(背面象) 4) 映画的視点の利用

図7 2D表現ビデオにおけるユーザ視点

2次元表現の4種類を比較して着目する点は、座標軸である。座標軸は異なる。図7の4種類の視点差について述べる。座標軸に着目すると図7の1は奥行きを持たず、2,3,4では奥行きを知覚することとなる。つまりそれぞれ2次元座標系と3次元座標系にマッピングされる。しかし人型ピクトグラムに着目すると、それぞれ平行移動と拡大縮小を行うのみで、横並びに3もしくは2人を1グループとした4つのグループの位置に大差はない。そのため図7に示す4つの視点は2次元の人型ピクトグラムで表現すると位置の変化は小さい。そのため、視点の変換は3Dと比較して起こりやすいと考える。

ビデオ提示を図7に示す4種のうち1つに統一し、視点の選択を視聴者に委ねる。複数視点を想定したビデオを提供し、視聴者がロールや教具使用の想定に併せて視聴するビデオを選択する負担を減らすことができる。

4.3 視聴者主体の視点転換

4.2節までの考察に基づいて、視聴者の視点転換について述べる。ビデオ内の人型ピクトグラムを三人称的視点で視聴すると、図8に示すように、あたかも視聴者自身が人型ピクトグラムたちの動きを命令しているかのようになる。

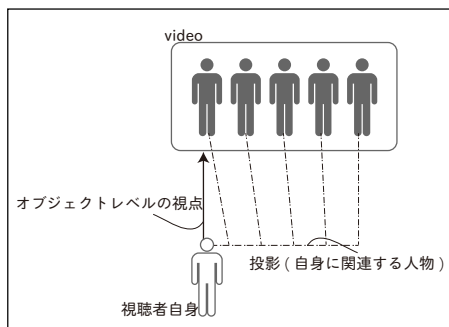


図8 ビデオ視聴時の視点

次に図9に示すように、視聴者が一人の人型ピクトグラムの動きに着目し、あたかもその人型ピクトグラムが自分自身であるかのように投影することが考えられる。その場合、視聴者はひとりの人型ピクトグラムの動作を注視し模倣できるよう学習する。

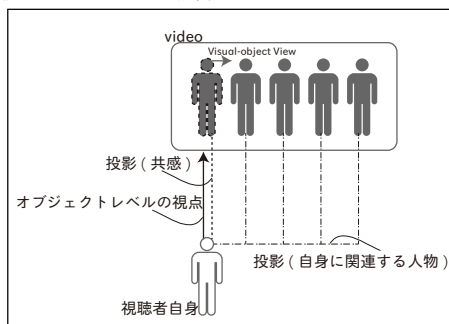


図9 ビデオ視聴時の共感に基づく認知視点の二重化(傍観者)

このように視聴者によって、一人称視点、三人称視点により流動的に切り替わるのではない。

想定する視聴者の行動は2点あり、第一にビデオ内の行動を模倣すること。第二に本アクティビティで使用する教具で再現することである。

5. まとめと今後の展望

本稿ではHPアンプラグドの動画制作に関して考察した。動画による学習教材の提示が単なるアクティビティのマニュアル提示になるのではなく、学習者が自身や自身に起因する人物を想起しながら、学習者自身に関わりのある内容で学習することができればよいと考えている。今後効果測定を実施する予定である。また2章2節で述べたように、HPアンプラグドは、CS分野に限らず様々な教科や分野において利用する予定である。

HPアンプラグドの視点の切り替えを学習者が行い、教科学習が学校や宿題、机の上だけである感覚から脱却し、あらゆる事象が身の回りで起きている現象であることを認識するきっかけにしたい。

参考文献

- [1] (日本語)<http://www.csunplugged.jp/>
(英語) <http://csunplugged.org/>
- [2] 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).
- [3] 太田幸夫: 国際安全標識ピクトグラムデザインの研究 <http://www.tamabi.ac.jp/soumu/gai/hojo/seika/2003/kyoudou-ota1.pdf>
- [4] 熊崎周作, 竹内勇剛: 他者性の知覚と共感を誘発する自己投影像, 日本認知科学会第31回大会論文集, P3-10, pp.724-730 (2014)
- [5] Papert, S. MindStorms: Children, computers and powerful ideas. Basic Book, Inc.
- [6] 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, SSS2008, 情報教育シンポジウム, pp.179-186(2008).
- [7] (日本語)<http://www.hpunplugged.jp/>
- [8] Okamoto, M., Nakano, Y. I. and Nishida, T.: toward enhancing user involvement via empathy channel in human-computer interface design, Bold. L., et al. (Edo.), Lecture Notes in Computer Science Vol.3490, Intelligent Media Technology for Communicative Intelligence, pp. 111-121, Springer (2005).