

# 経験のことは表現とことばの操作（プレイ）

- 学習のメタ的プロセスを可視化する道具 -

須永剛司（多摩美術大学）、山崎知海（株 ソフトデバイス）、菊地陽介（セイコ - エプソン 株）  
sunaga@tamabi.ac.jp、yamazaki@softdevice.co.jp、Kikuchi.Yosuke@exc.epson.co.jp

## 1. 概要

小学校高学年を対象にした共同的学習支援ツールのデザインを報告する。本研究開発は、横浜市立のM小学校6年生4名と彼らの担任教員からなる学習活動チームと、多摩美術大学のデザイン研究開発チームでおこなわれた。デザインの対象として「活動」を形づくってみたいという思いで展開したこの研究は、2001年6月から2002年1月の期間に行われた。開発したツールは、学習者が対話の場として共同利用する黒板形の大型ディスプレイと、活動における学習者個人の発見記録と活動へのアウトプットの場としての携帯型メモパッドで構成される。（図1）

研究開発のプロセスを振り返ることから、本稿では、経験のことは表現とことばの操作（プレイ）というデザインコンセプトを支える学習者の思考モデルと、開発した学習活動とそれを支えるツールのデザインについて報告する。

作る人も使う人も、その道具が何であるのかわからないときには、作る側と使う側の緊密な共同が有効である<sup>[1]</sup>。その有効性は、使い手と作り手がお互いの視点と役割を交換しはじめることである。たとえば次の発話にそれをみることができる。「大学生が作るものは、子供達のこと、子供達が知っていることが、みんなに見えるようになるようだけど。最初から、みんな見えていたら、面白くない。みんなが、お互いに知り合っていくこと。役割が見えてくること。いろいろ分かっていく過程というものがないと、子供達はそれを使わないのではないかなあ（小6MO、2001.08.08）」

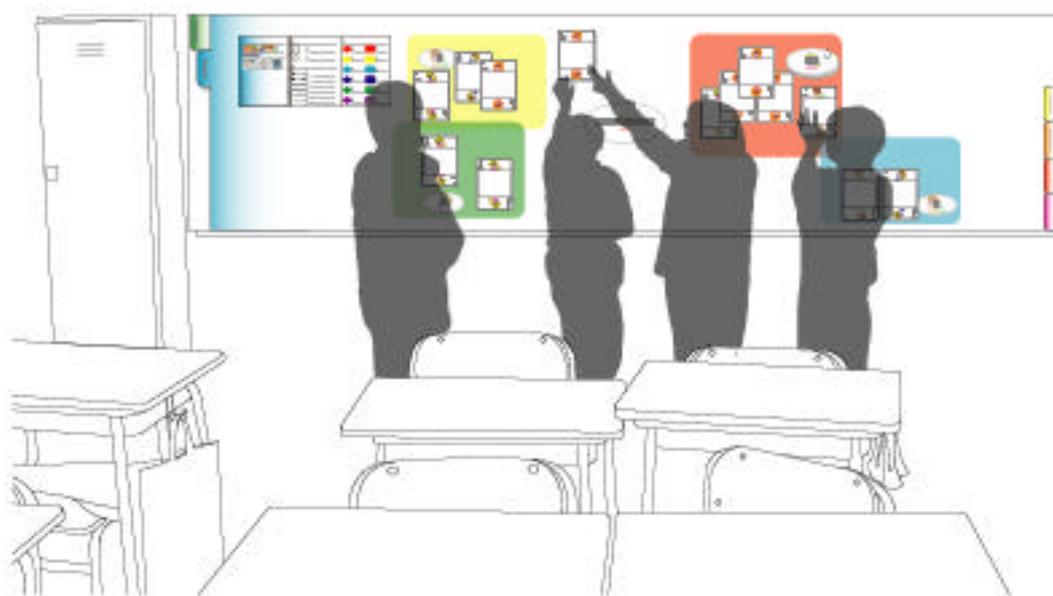


図1 . デザインした学習活動のイメージ

## 2. 本デザイン開発の基本的概念

本開発においては、小学校高学年の生徒を対象ユーザグループとし、彼らの学びの活動、学習している知識、そして学習の支援についての基本概念を次のように策定した。

(1) 学びの活動：学習者が、行為（行うこと）から知識（知ること）を生成し<sup>[2]</sup>、生成した知識を確かめ、それを新たな行為に結びつけていくこと。

(2) 学習知識：学習者たちがその活動において生み出し、交換するメッセージのこと。共に学ぶ相手がいると、そのメッセージは頭の中から、発話や文字や絵として外化され交換される。

(3) 学びの支援：（コンピュータとネットワークによる支援部分は）学習知識の可視化、表現可能化、操作可能化、操作履歴の管理と再利用の促進、表現した知識の交換などを支えること。つまり、「思考の外化」を支援すること<sup>[1, 3]</sup>。学習は、道具のみが支援するのではなく、教材、教室全体、学校、地域、そして人々とそこに生まれる活動が総合的にそのしくみを形成するものと考えた。



図2．既学習内容の表現実験（01年7月） 図3．小学校の教室（01年7月）

## 3. デザインコンセプトと学習者の思考モデル

### 3-1. ツールデザインの基本構想

ツールデザインの基本構想は、学習者が表現する知識を「対象物」として「扱う」ことができるようにすることである。そのために、学習知識をユニット化する。表現された知識をひとまとまりのものとして可視化し、その所在を明らかにする。本開発では、その可視化されたものを「オブジェクト」と呼ぶ。

そして、それら「オブジェクト」は見えるだけでなく、学習者が「オブジェクト」間の関係やその全体的な構成を議論するために、それを動かし配列する操作の対象となるものとした。そのために「オブジェクト」はいくつかの属性をもつ。

### 3-2. 学習者の思考モデル

学習活動において表現された知識は、学習者が取扱い操作する対象となる。学習チームによる実験と、学習チームとデザインチームの議論から対象物となった知識の扱い方のモデルが導出され、それらがコンセプトとなりデザインに応用された。ここでは、それらモデルを

説明する。

### (1) 要素と結びつけのモデル

ひとつのまとまりをもつ知識は、学習活動の概念的な要素となる。そして、それら要素としての知識を結び付けるためのもうひとつの種類の知識がある。前者を「要素知識」後者を「結びつけ知識」と呼ぶ。

「要素知識」とは、ひとまとりになる小さなユニットとしての知識である。例えば、体験したこと、教科書に書いてある「でんぷん」「ヨソ液」「葉の色の変化」などの用語が説明しているものがそれである。

「結びつけ知識」とは、それら要素知識を関係付け、「結びつける」ための知識である。例えば、要素知識となるユニットをひとりが話しながら並べていくこと、また途中で仲間の提示したユニットを借用して話をする事、あるいは、2つ以上の要素知識を原因と結果という関係付けをする知識として、「葉をヨソ液につけて、黒く色が変化すれば、そこにデンプンができていく」などがそれである。

### (2) 関係構造のモデル

学習の過程で、知識は学習者の頭の中で相互に関係づけられ、ダイナミックに結びつけられている。学習者の理解を構成しているその結びつけ方に、いくつかのパターンがある。それらパターンに「説明の順序」モデル、「わकारの順序」モデル、「種まき」モデル、「行い」モデルが見い出された。

「説明の順序」モデルとは、「説明」の流れを反映した知識の構造パターンをもつ。たとえば教科書にレイアウトされている知識は、生きた学習者がそれと対面する前に既に組み立てられている。相手がいなくて組み立てられた知識構造の典型的なパターンは、最後に手に入れた答えがどこかに必ず存在する。答えがどこかに在る構造をもつ。それが説明していく順序のモデルである。

「わकारの順序」モデルとは、対面する活動の流れの中で自然に生まれるもので、当事者がわかっていくパターンである。「わकारの順序」は、説明する活動の流れとは逆順であり、最初には存在していなかった「答え」を最後に手に入れることになる。「わかり」が立ち現れるという思考と活動のパターンがある。

「種まき」モデルとは、順序をもたないで、思いをメモするように、思いついたまま任意に知識を提示するような構造である。

4つ目の「行い」モデルとは、学習知識を行為に結びつける構造、あるいは行為から知識を抽出する構造を指す。つまり、結びつけられる知識要素の部分が「知ること」ではなく「行うこと」になっているような構造である。例えば、活動から持ってきたスケッチや、行動計画がそれである。

### (3) 知識の役割のモデル

表現された学習知識には必ず「人」がついている。誰が持っている知識か、誰が表現した知識なのか、いつどんな状況での何のために誰に利用された知識なのか、それらを当該知識と共に明示しておくことは、学習活動において重要である。実験からも学習者が「誰の」と

いうことを活動の中で常に意識にとめていることが示された。「誰」ということが、知識に付帯する「人」の意味である。学習の目的と状況を同定するのは人間だから、知識は、人と一体化したのものとしての姿をもつと考えることは、知識の利用環境を考えるとときに有効である。

教師のみでなく、生徒もまた、その学びのグループの中で役割を持っている。そして、学習知識もまた、それを生み出し、また利用する「人」の「役割」と呼応している。この意味において、そこにある知識は「役割」と共にあると考えることができる。ここでは、「人＝誰」がついた知識の種類として「体系知」と「行為知」を見出した。

「体系知」とは、個々の知識を結びつけ、説明の系をつくる役割をもつ知識である。例えば、教室に、全体をまとめ、説明づけることができる人がいる。そういう役割をもつ人の発言や表現を、そこで学びあう学習者たちは、結びつける知識、体系知の提供と見なしている。

「行為知」とは、個々の知識を行為に結び付ける発言や表現を指す。また、それらは、行為を促し、行為につなげる役割をもつ知識の姿といえる。例えば、ある生徒が、「じゃーやってみよう」や「外へ行ってみよう」など活動を喚起するとき、それは、概念の知を活動の知へ結びつける活動が生まれる。そんな役割を持つ発言や表現を「行為知」と考えることができる。

## 4. デザイン

### 4-1. 学習活動のデザインと道具のデザイン

学習支援ツールのデザイン開発は、そこで扱う問題において2つの側面をもつ。すなわち、「活動デザインの側面」と、その活動を実現するために必要となる「ツールデザインの側面」である。

「活動デザインの側面」とは、学習活動の仕組みとそこでの学習者たちの経験可能性を描き計画することである。それ故に活動のデザインは、学習者や教育者で構成される活動主体からの視点で描かれる。考案される「ツール」を活用する仕組みもまたデザインの対象となる。

「ツールデザインの側面」は、その学習活動を支え促進するために必要となる道具と環境自体の考案と設計である。ここではツールのハードウェアとソフトウェアのデザインが行われる。これらはツールを制作する側の視点から描かれる。

学習者が対話の場として共同利用する電子「黒板」と携帯型PDA様の「カード」が、「ツールデザイン」のアウトプットである。そしてもうひとつの「活動デザインの側面」のアウトプットは、それらを利用する共同的な学習活動のデザインである。ツールを用いた活動として、以下の「黒板」での活動、「カード」を使った活動、「黒板」と「カード」を使った活動がデザインされた。

#### a. 「黒板」での活動

- ・数名の生徒が同時に「黒板」を利用し、それぞれの思いや考えを書く（描く）。
- ・「黒板」上にかかれた表現を移動する、グループ化する、凡例をつける、複製する。

・黒板面のレイヤー（層）によって話し合いを段階的に切り分ける。

b. 「カード」を使った活動

・生徒個人が「カード」を持ち、教室の外など黒板から離れたところでの学習活動において、メモやスケッチにそれを利用する。また、「カード」で学習対象の映像音声記録ができる。

c. 「黒板」と「カード」を使った活動

・「黒板」と「カード」にかかれた表現を相互に転写や複写する。「黒板」にかかれたものを「ノート」に転写して外に持っていく。逆に、外で手に入れた「カード」上の情報を「黒板」に転写する。

#### 4-2. 道具のデザイン

##### (1) ツールのハードウェア・デザイン

考案したハードウェア・ツールは「黒板」と「カード」である。「黒板」は学校教室用黒板の大きさの、タッチパネル型大型ディスプレイである。「黒板」に接する「カード」とのデータのやりとりが可能で、また遠隔地の「黒板」とビデオ会議機能をもっている。「黒板」へのかき込みは、「カード」に付帯する「ペン」でおこなう。

「カード」は各学習者が1台もつ道具である。A5サイズのペン入力デバイスで、首から下げて持ち歩くことができる。手書き入力とカメラ機能、音声記録機能をもち、「黒板」に物理的に接することで、「カード」と「黒板」の間でのデータ交換できる機能をもつ。

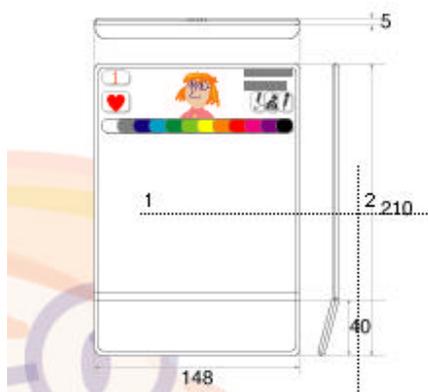


図4. カードの造形 (mm)

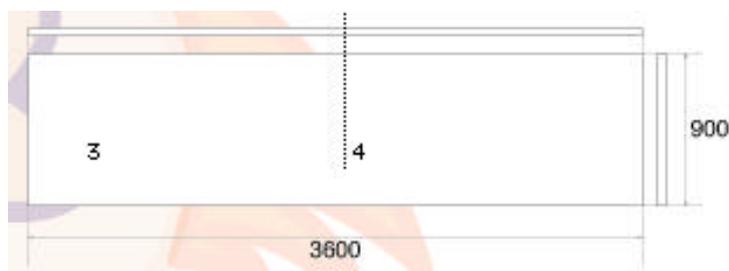


図5. 黒板の大きさ (mm)

##### (2) ツールのソフトウェア・デザイン

「カード」のソフトウェアは、学習知識の表現機能をもつ。表現される学習知識を、学習の概念的な対象という意味で「オブジェクト」と呼ぶ。「黒板」のソフトウェアは、「オブジェクト」に関するいくつかの機能、オブジェクトに与える「ルール」機能、そして黒板全面の「ページ」機能をもつ。

「オブジェクト」の機能は、「点」「線」「面」の3つである。

「点」機能は、学習知識の最小ユニット「オブジェクト」を指す。「オブジェクト」の生成方法には、「カード」にかく、「黒板」にかくの2つがある。また、「オブジェクト」は

次の属性をもっている。当該知識の名付け、当該知識の「出元」、それを表現した日時（自動）、表現した人（自動）のそれぞれに関する情報である。知識の「出元」として、「実体験から得た」「他者から聞いた」「書物やWEBから得た」「もともと知っていた」の4種を設定した。また、「オブジェクト」は「黒板」上で移動、複製、削除、あるいはグループ化が可能である。

「線」機能とは、学習者が複数の「オブジェクト」を関係づけ、可視的にそれらを結びつけるための機能である。それは、線をつける機能と線種を設定する機能からなる。

「面」機能とは、複数「オブジェクト」をグループ化し、ひとまとまりのものとして表示する機能である。グループ化を視覚的に分かりやすくするために、グループを色面で表示し、識別しやすいようにその面を異なる色指定する機能をもっている。



図6．オブジェクトの造形

「ルール・ブック」機能とは、「黒板」上にある「点、線、面」をユーザが定義し、その凡例を表示するはたらきである。

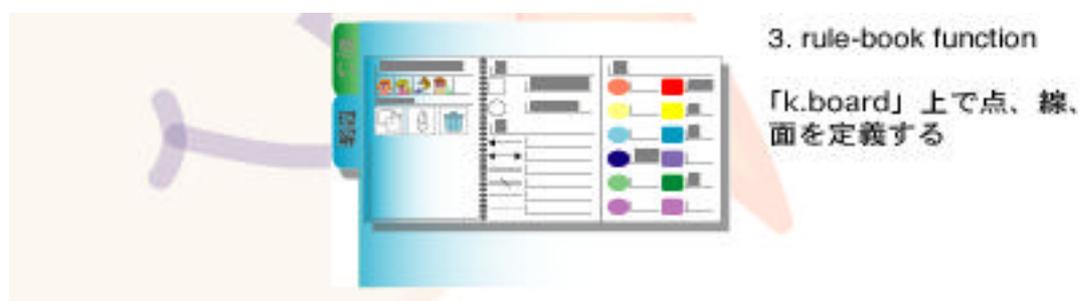


図7．ルールブックの造形

「ページ」機能は、「黒板」の板面に複数のレイヤーをもたせ、それをページとして使うためのはたらきである。学習活動のプロセスには段階が想定され、それぞれの段階を弁別できるようにすることは、学習者にとって有効である。それら段階を頁別に表示する機能が「ページ」機能である。レイヤーの交換をスライド式に表現し、学習者が段階を記憶することが可能な量として、レイヤー数を6ページとした。6ページはそれぞれ、「思い」「理解」「説明」「行為」の4種類の「ページ」名称が設定されたものと、ユーザが任意に設定できる2ページで構成した。

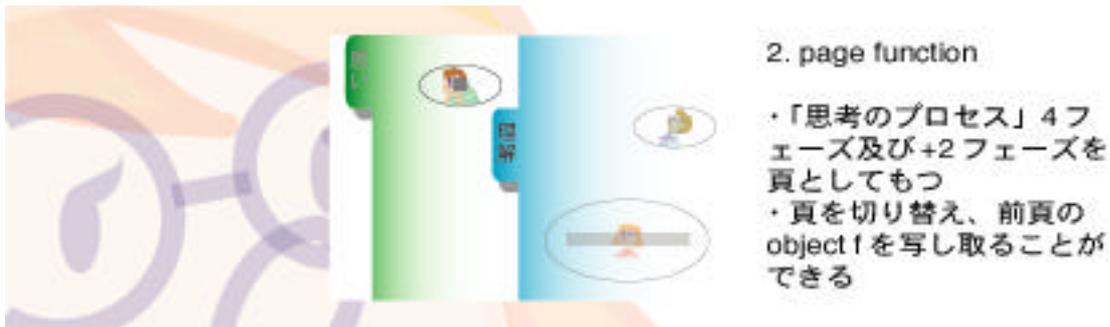


図8．レイヤーをもったページの造形

## 5．考察とまとめ

学習知識の構築を「可視化」し「操作可能」にすることによって、学習過程が可視化され、学習を見えるものにすることができる。それによって、学習者自身が学びのメタのプロセスを捉えることが可能となるツールのデザイン研究開発を報告した。ことは表現とことばの操作（プレイ）というデザインコンセプトを支える学習者の思考モデルと、開発した学習活動とそれを支えるツールのデザインがその内容である。

道具をデザインする行為を、その道具が活用されるであろう目的活動の中に内包されるように展開することができた。小学生と担任教員をパートナーとして進めた開発過程でのさまざまな実験について詳細に述べる紙面がなかったので、最後にわれわれが研究のプロセスで出会った印象深い出来事を紹介し、そこから見いだされる現行デザインの問題点について述べておく。

当初、研究室でつくった「知識が“在る”モデル」つまり、知識が教科書や先生の講義の中に在るとするモデル（大学で 2001.06.25）が、小学校チームとの出会いによって大きく転換した。すなわち「知識は学習者たちが共同し生成するもの。教科書はそれら知識の妥当性をたしかめるツールなんです。（小学校担任T先生 2001.07.09）」という発言、そして生徒たちの学習活動の観察から「知識が“生まれる”モデル」が見いだされた。

しかし、現行デザインではこの学習の生成モデルと言えるコンセプトを支えるはたらきを十分にデザインすることができていない。

小学生たちの実践した「総合的学習プログラム、菊作り」の発表パネルの中に「私もさんのようになりたい」という表現があった（M小輝きフェスティバル 011120）。この表現は、知識がその内容のみで成立していないことを端的に示している。その知識と出会うことになった「活動」とそれを可能にした「人々」を獲得することが、学習者にとって重要なのだ。「菊づくり」の内容を説明する中に、それを指導してくれた高校生、さんという「人」に着目することとは、いわゆる「知識」が、その背後にあるさまざまな事態と緊密に結びついて存在し、それ全体が学ばれていることを示唆している。

オブジェクト化、単位化、オブジェクトのノードとリンクという「操作」だけでなく、今後は、「物語り化」のような方法もソフトウエアの振る舞いとして考えなくてはならないだろう。

カード化、単位化は、「表現ができる」「それを誰が出したのか明示化できる」「それをもってはこぶことができる」というよさがあった。

8月に実施した「理科の単元・燃焼」の「紙カード実験」で、子供達は学んだこと（知

識)を表現したカード(オブジェクト)全体を最初から俯瞰的に並べることをしなかった。カードをトランプのようにもって、順番に説明しながら床に置いた。説明の時に友達のカードを借りて話をする事も起きた。表現を単位化することによって、学習者がつくる場に生みだされる操作が起きた。あたかもトランプカードをプレイするような、カードを楽しむ操作というものをそのカード化が可能にしている。

われわれの考える「表現」には不定性がある。燃焼の学びを説明する「紙カード」を使った実験で、生徒T Oが空气中的「酸素と窒素の比率」をパイチャートであらわした。その比率は、酸素70%、窒素20%だった。T先生がそれをみつけて「T O、それ違うだろ」と指摘する。生徒T Oは、そうだった、そうだったと言って酸素と窒素の比率を訂正しながら、次のように説明をはじめた。「だって、酸素が必要な私たちが、空気を吸って生きているのだから、空気に酸素がいっぱいあるのが当然と私は考えたんだ。でも本当は窒素の方がおいしいのよね」。

表現は「不定」でいい。なぜならそれは答えではないから。むしろ、さまざまな修正や訂正が入る余地を、表現がもっていることが大事なのだ。それは、そこが、発見や修正や議論の生まれる場となるからだ。そういう考えや、物事が生まれる場所というのがあれば、そういう場所こそ「知識」が生きる場所なのかもしれない。



図9 . パイチャートの「訂正された酸素と窒素の比率」(小6 T O)

使われる道具を作るには、デザイナー自身、それが使われる活動に身をおいて作る事が重要だ。そしてその道具を使う人々もまたデザインを始めることが重要だ。情報とコミュニケーションにかかわる道具のデザインにおいてはそのことはとても大事だ。理由は、きっと、「現実」と「思考」とが基本的に異なる構造をもっているからだろう。「現実」とは外界と身体をともなったエコロジカルな構造をもつ。しかし、「思考」は外界と身体をもたない概念特有の構造をもっているはずだ。情報とコミュニケーションにかかわる新たなデザインは、どうも、これら「現実」と「思考」の往復をエンジンとするパラダイムの上に花を咲かせることになるようだ。

### 謝辞

学びの現場を見せていただきたい。そうお願いしてはじまったかわり合いが、子供達の参加、道具をつくることへ彼らの興味とともに、いつのまにか共同研究開発のパートナーになっていた。そんな学習活動チームのメンバー、三ツ沢小学校教諭鳥飼信幸先生、同僚の先

生、MO、TA、TO、SU（当時小6）のみなさん、そしてかかわっていただいた子供達の保護者のみなさまの協力での研究をすすめることができたことに、心から感謝するしだいである。

#### 参考文献

[1] 佐伯胖「新・コンピュータと教育」岩波新書、岩波書店、1997

[2] Brown J. S., Collins, A., & Duguid, P. “ Situated cognition and the culture of learning ” , Educational Researcher, Vol.18, No.1, pp.32-42, 1989

杉本卓 訳「状況に埋め込まれた認知と、学習の文化」認知科学ハンドブック、共立出版、1992

[3] 佐伯胖「コンピュータと教育」岩波新書、岩波書店、1986