

電子黒板を用いた教材の動的視覚化

－低学年学習生への数学教育の適用例－

元大妻女子大 ○ 浪平 博人

日大生産工 須藤 誠

1 まえがき

論理的内容に対する従来の教育では、伝える内容の普遍性・客観性を重んじて、理性を通して論議し、問題を解くための厳密な手順を示すことに重きが置かれていた。そして、学ぶとは具体的にはその手順を記憶することであり、理解とはその手順に沿って間違いなく計算することであった。これは、知の感動を引き出す学びの真の姿と遠いものである。

人は各々異なった経験をして育ちながら、外部に起きた事柄を理解するための独自の認識軸とでもいうべきものを作っていく。解るとは、論理的内容が自分の持つ認識軸を用いて説明されたとき、自然に生じる感情である。しかしながら、この認識軸は個人によって異なる。これが教育の難しさの根本原因である。

現在の理数離れの現象は、国の行く末と関連しても大変深刻な問題である。個々人の興味を引き出す解り易い新しい教育方法を、開発する必要性は高い。本稿は、教える内容の動的視覚化と電子黒板の応答性の活用を組み合わせ創成した教育方法論を示し、その一つの例として、数学を題材とした低学年学習生へのその適用例について述べるものである。

2 新教育方法論

解るとは、個々人に依存した認識軸とでも呼ぶべき主観的なものに沿って行われる物事の位置づけである。すなわち、個々人にとっての意味が伝われば解り、かつ、興味を示す。これにより、多くの人に内容を伝えるとき、その方法は非常に多くの認識軸（すなわち考え方）を包含する冗長度の高いものである必要がある。そして、冗長度の高い伝達方法といえば視覚を使う方法である。ここに、論理的内容をその視覚化を通して伝えることが浮かんでくる。

意味とは、関連する要素間の相互関係、因果関係の理解も含む。このため、視覚化は動的であることが望ましい。動的視覚化であれば、動きをみるだけで自然に要素間の相互関連等を見てとることができる。

これを、従来のように、記号や式を用いた叙述のみで伝えることは非常に難しい。

現在までに動的視覚化教育法として、統計学、多変量解析、確率論、確率過程論、線形代数、コンピュータアルゴリズム、管理工学、ロジステックス、コンピュータ言語、微分積分をはじめとする代数学や幾何学などへの適用について、研究・開発を重ねてきた。

本論文では、それらに対する上位の速習効果として、提案する動的視覚化法を、電子黒板と結びつける新たな教育手法を開発した。それは、電子黒板の応答機能に基づいて学生が感じる臨場感の向上である。例えば三角形に関する学習の場合であれば、学生は電子黒板の任意の場所から任意の大きさの三角形を発生させ、かつ、それを任意の形に変形することができる。すなわち、自分の意図通りの三角形を準備することができる。これにある操作を加えてその結果を新しい知識として学んでいくのであるが、目の前に連続して現れてくる事実は否定しようがない説得力と迫力をもつ。すなわち、いま必要とされている学ぶものの興味を引き出せる従来とは質の異なった教育が可能になる。

論理内容を動的に視覚化するとき、これを実装するシステムは、以下のような点の注意が肝要である。

- (1) 入力アナログ的に与える。例えば、位置や大きさなどマウスの1クリックで示せるように工夫する。
- (2) 論理の進展に伴う変化は、できるだけ連続的に表現する。変化に飛躍があれば、そこで全体の関連が解り辛くなる。
- (3) 初期状態がどのように変わっても、成り立つことを示せるシミュレーションがいる。

3 実施例

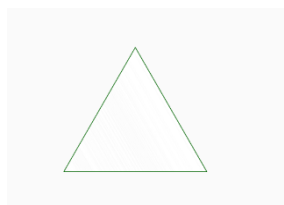
図1は、小学校で3角形の内角の和の規則を学ぶときの1つの方法を動的に視覚化したものである。

図1(1)は、3角形の発生である。生徒は電子黒板の任意の位置からマウスを横に動かすことにより図を発生させることができ、これで図の大きさを与える。

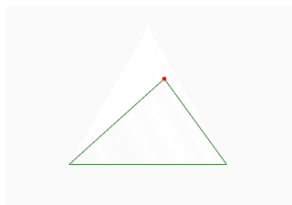
Dynamic Visualization of Educational materials using Electrical Blackboard

－ Examples of Mathematical Education to schoolchildren in the lower grades －

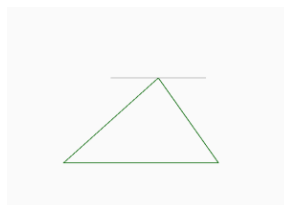
Hiroto NAMIHIRA and Makoto SUDO



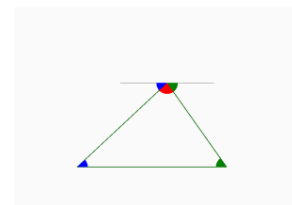
(1) 3 角形の発生



(2) 修正



(3) 補助線



(4) 角度を集める

図 1 3 角形の内角の和

図 1 (2) は形の修正である。図の変形は、マウスによる連続的な指示で滑らかに行われるので、違和感が伴わない。これで任意の大きさの任意の形の 3 角形を準備することができる。図 1 (3) は補助線を描く。図 1 (4) は角度を移動して、内角の和が 180 度であることを示している。

注目すべきことは、電子黒板の特性を活用して、生徒が主体的に望んだ形を使って学習が進められることである。

図 2 は、任意の角度を与えて、これを分度器（電子的に作ったもの）で測る場面を動的に視覚化したものである。

図 3 は、立体の体積を学ぶ場面での任意の直方体を発生させた図である。縦・横・高さのそれぞれは、自由に指定できる。

図 4 は、任意の 3 角錐を発生させ、その断面および展開図を学ぶ場面での教材の動的視覚化を示したものである。図 4(1) は、任意の底辺 3 角形を指定する。図 4(2) は、底辺 3 角形に連続的に任意の高さを指定して 3 角錐を作る図である。図 4(3) は、指定した高さでの断面を描いた図である。図 4(4) は、展開図である。

図 5 は、組み合わせの発生図である。

4 まとめ

本方法論の展開は、数学に限ってであるが、小学校、中学校、高等学校のほぼすべて、大学での統計、確率、線形代数、微積分、複素関数等かなりの範囲に及んでいる。統計学や管理工学では授業において実際に活用した。最近の学生の基礎力はかなり低下しているが、動的視覚化法を使えば、程度を落とさずに深い内容を伝える授業が進められる。

コンテンツの作成は、小学校が一番難しい。それは、内容が本質に触れるものであり、これを手順に置き換

角度=81°

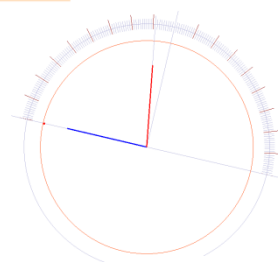


図 2 角度の計測

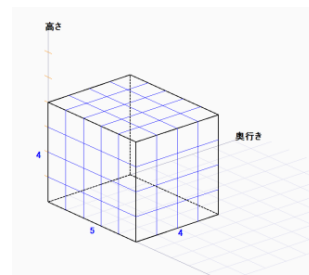
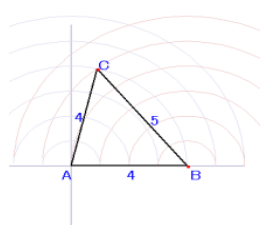
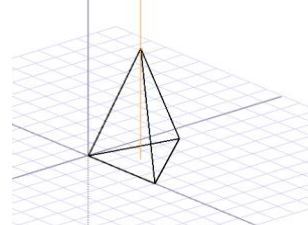


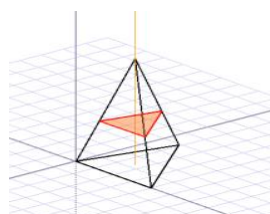
図 3 直方体の堆積



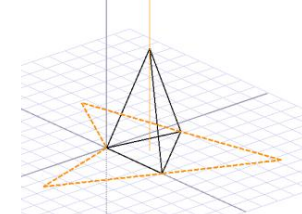
(1) 底辺 3 角形指定



(2) 高さ指定



(3) 断面図



(4) 展開図

図 4 3 角錐の作図

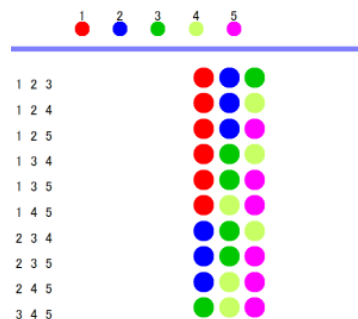


図 5 組み合わせの発生

えるべきものでないからである。よって、動的視覚化によってイメージを瞬時に与える意義は大きい。

本教育法は、言語の異なった外国での活用全くの支障がない点で、非常に普遍的である。電子黒板等の電子技術の発展は、そのまま有利に働く。その上、教育上の工夫をコンテンツに組み込み、これを伝承することができる点は、特筆すべき特徴と考える。

「参考文献」

1) 浪平博人：動的視覚化法 論理的内容の教育における新しい方法、パーソナルコンピュータユーザ利用技術協会, Vol. 16 No2 pp13-18 (2005)

2) 浪平博人：動的視覚化による統計学入門、日科技連, p. 151 (2005)