

# 分析的学習階層法の提案と評価

2B-6

佐々木 整 中橋 勲 竹谷 誠  
拓殖大学 工学部

## 1. はじめに

学習目標や教材を構造的に表現する方法に学習階層<sup>1)</sup>がある。この学習階層の作成には、それぞれの学習要素の前提要素を抽出して構造化する方法<sup>2)</sup>や、教材の機能に着目した機能面からの構造化<sup>3)</sup>など、これまでにいくつかの手法が提案されている。本稿では、これらとは異なった視点からの学習階層構成法である、分析的学習階層 (Analytical Learning Hierarchy) 法<sup>4)</sup>を提案する。まず、学習要素の属性についての定義を行い、属性を利用した分析的学習階層法の提案と作成実験について述べる。さらに、分析的学習階層のもう一つの利用法である、階層構造の系列から属性を生成し、構造を分析する手法について提案する。

## 2. 分析的学習階層の属性と属性値

分析的学習階層は、抽出された学習要素全体から個々の学習要素の属性を見つけ、その属性の包含関係から学習階層を構成する方法である。各属性は、それぞれの学習要素の性質、特性を意味し、その度合いに応じて属性値を有する。属性と属性値の決定の例を以下に示す。図1は「3桁×1桁の計算」について、学習要素を1~17までの計17個抽出したものである。これらの学習要素から、「結果の桁数」、「被乗数の桁数」、「結果の繰り上がり数」の属性を得ることができ、それぞれの学習要素に各属性値が設定される。1番目の学習要素を例に取れば、結果の桁数が4桁、被乗数は3桁、結果の繰り上がりの数は3であるので、属性リストは4,3,3となる。

## 3. 分析的学習階層法

続いて、この属性を利用した学習階層の構成手順<sup>5)</sup>について述べる。この構成手順は以下に示す1)~8)のステップから成り立っている。

- 1)教材を  $n$  個の学習要素  $I_i(i=1,2,\dots,n)$  に分解する。
- 2)全学習要素を識別する属性を抽出し、各学習要素の属性リスト  $A_i$  を決定する。属性リストは  $m$  個の属性値  $a_{ij}(j=1,2,\dots,m)$  から構成される。
- 3)各学習要素の属性値の合計  $H_j$  を算出する。
- 4)属性値の合計の最小値  $H_{\min}$ 、最大値  $H_{\max}$  を算出する。
- 5)属性値の合計と属性合計の最小値、最大値から各学習要素のレベル  $L_i=H_{\max}-H_i+1$  を決定する。
- 6)レベル1からレベルの最大値  $L_{\max}=H_{\max}-H_{\min}+1$  まで目盛り付けを行う。
- 7)各レベルに該当レベルの学習要素を配置する。
- 8)以下の規則に従い、矢印を学習要素間に描画する。  
[規則1]各属性値がすべて等しい場合(これを等価と呼ぶ)、それらの学習要素を双方向矢印で結ぶ。  
[規則2]ある学習要素  $I_i$  の属性値  $A_i$  が他方の学習要素  $I_j$  の属性値  $A_j$  よりもすべて大きく(これを  $I_j$  は  $I_i$  の上位、 $I_i$  は  $I_j$  の下位と呼ぶ)、 $I_i$  の上位であり、かつ  $I_j$  の下位である学習要素が存在しない場合(これを  $I_j$  は  $I_i$  の直接上位、 $I_i$  は  $I_j$  の直接下位と呼ぶ)、 $I_i$  から  $I_j$  に矢印を結ぶ。

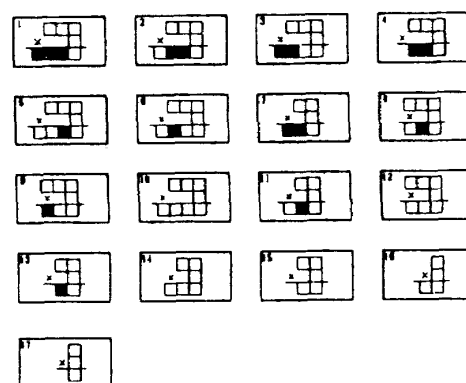


図1 「3桁×1桁の計算」の学習要素

このようにして得られた学習階層に対し、等価関係に着目して、各学習要素を吟味する。等価関係にある学習要素が、学習内容の観点から等価と判断できるならば、それらの学習要素を一つにまとめる。等価と判断できない場合、それらの学習要素の違いを識別するための新たな属性を設定したり、既設の属性を分割して再検討を行う。図2に図1で示した学習要素を上述

の手順で学習階層にしたものを示す。この例では、等価関係にある項目はすべて等価と判断し、1つの項目としてまとめている。

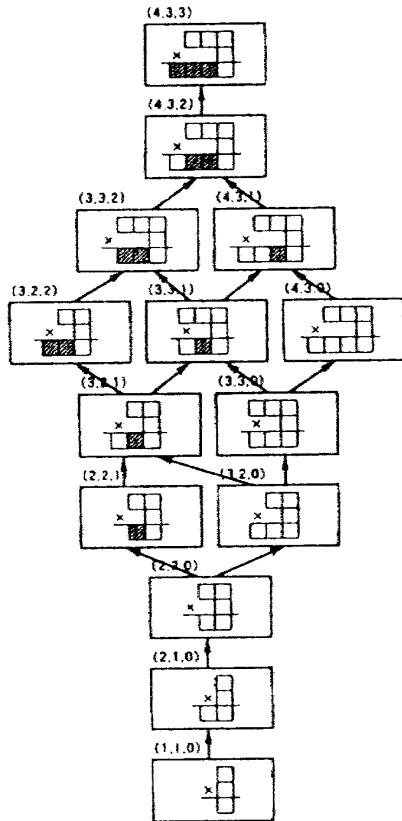


図2 「3桁×1桁」の計算の学習階層

#### 4. 学習階層作成実験

提案手法を利用せずに学習階層を作成した場合と提案手法を利用して作成した場合での学習階層の比較実験を実施した。実験は68名が提案手法を利用せずに作成、64名が提案手法を利用して作成を行った。なお、被験者はすべて本学学生である。学習階層の比較は数学教師が描画した学習階層との類似度<sup>4)</sup>で行った。類似度の値が大きければ、その学習階層は数学教師の学習階層と類似性が高いことを表している。それぞれの比較結果を表1に示す。*T*検定の結果、0.5%水準で有意差が認められた。

表1: 学習階層作成実験の結果

|        | 提案手法未使用 | 提案手法使用 |
|--------|---------|--------|
| 類似度の平均 | 0.828   | 0.896  |
| 偏差     | 0.135   | 0.124  |

この結果から、本例だけではあるが分析的学習階層を利用することで教師と類似した、つまり質の高い学

習階層を作成できることが示された。

#### 5. 既存の学習階層の分析・再検討

分析的学習階層の構成手順以外で構成された学習階層を分析や検討するための方法を以下に示す。

- 1) 各学習要素に対して属性を一つ定義する。
- 2) 1)で得られた属性を基に、属性リストを作成する。
- 3) 学習階層の始点と終点で構成される歩道をすべて抽出する。
- 4) 最も重要と判断する歩道を選択し、その歩道に名称（属性）を1つ付与する。
- 5) 選択した歩道内の学習要素の属性値を、各学習要素の属性の和で表現する。
- 6) 選択した歩道を除き、すべての歩道がなくなるまで4)から繰り返す。
- 7) 属性値を基に各学習要素のレベルを決定し、描画する。

この手順によって、既存の学習階層から、それぞれの学習要素が持つ属性の抽出や、学習要素の描画位置（レベル）等の検討が行える。例えば、隣接する2つの学習要素間のレベルに大きな差がある場合、それを補完するような新しい学習要素の導入や、学習要素を分割するなどの検討を行うことができる。

#### 6. まとめ

本稿では、学習要素の属性という点に着目して学習階層を構成する手法である、分析的学習階層の提案と実験結果報告を行い分析的学習階層の有効性を示した。さらに、既存の学習階層を分析、再検討するための手法の提案を行った。今回は算数を例にとり、属性を抽出して学習階層を構成したが、他分野での利用など、提案手法の一般性の確認はまだ行っていないので、その検証が今後の課題である。

#### 参考文献

- 1) Gagne, R. M. and Briggs, L.J.: "Principles of Instructional Design", Holt, Rinehart and Winston, Inc. (1974)
- 2) 赤堀侃司: 教材構造の機能分析, 教育工学関連学会全国大会講演論文集 (1985)
- 3) 竹谷誠, 佐々木整: 分析的学習階層化法(I) 学習要素の属性値に準拠した学習階層の構成法, 信学技法, ET96-109 (1997)
- 4) 竹谷誠, 佐々木整: 学習者描画の認知マップによる理解度評価法, 信学論 D-II vol. J80-D-II no.1, pp.336-347 (1997)