

教師および学習者側知識概念構造の抽出と比較分析

2C-5

伊藤公紀 大内 東
(北海道大学工学部)

1. はじめに

これまでの授業展開の多くは、教師の経験によって進められてきた。近年、指導順序や学習内容の系列化等がISM (Interpretive Structural Modeling) 法に代表される手法により試みられている。¹⁾

しかし、教師側の意志をモデル化するのみでは、学習者側の認識の程度が反映されないという点で授業設計として不十分である。そこで、学習者の知識概念構造を考慮することが必要である。

本稿では、教師側と学習者側の知識概念構造の本質的な相違点を明らかにするために、両者の比較分析の手法を提案するものである。教師側の知識概念構造はISM法により抽出した。また、学習者側の知識概念構造は、IRS (Item Relational Structure) 分析法²⁾により抽出した。比較の方法としてはISM法のグラフ比較理論を用いた。

なお、今回のグラフデータは中学校理科のバネに関する問題を用いている。

2. 手法

問題集合SとSの上の二項関係Rを次のように定義する

$$S = \{a, b, \dots, n\}$$

$$R = \{(a, b) \mid \text{問題}a\text{は問題}b\text{の前提である}\}$$

ここで、 aRb のとき a から b への順序関係があると呼ぶことにする。

知識概念構造の比較は以下の流れで行う。

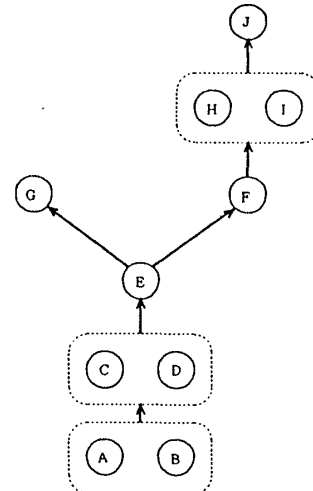
- 1: 教師側の構造グラフおよび可到達行列を FISM法により作成する。
- 2: 学習者側の構造グラフ及び可到達行列を IRS法により作成する
- 3: 比較行列 $C^{3)}$ を作成する。
- 4: 随伴合意関係行列の部分行列 $\Psi'^{3)}$ を作成する。
- 5: Ψ' の推移的リダクションを求め、一致グラフ³⁾を得る。
- 6: 一致グラフから主張グラフ³⁾を得る。

なお、ここで行列M1とM2の比較行列Cとは、要素対 (i, j) に関して、M1とM2の間に認識の相違がある要素対にブール変数 x を与えた行列である。また、随伴合意関係行列の部分行列 Ψ' は、比較行列中の不一致要素の x_{ij} が1の場合、他の不一致要素 x_{pq} が1となるか否かを表現したものである。

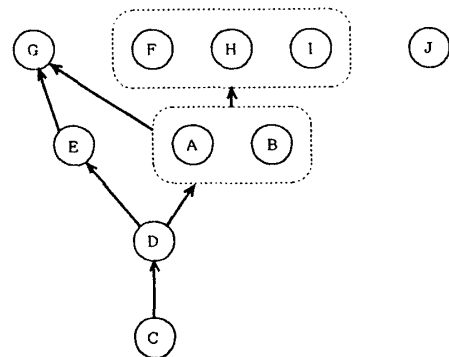
3. 適用

例として、 $S = \{A, B, C, D, E, F, G, H, I, J\}$ の10題で構成されるテストについて、教師側と学習者側の構造グラフ比較を行う。

図-1はISM法により作成された教師側の知識概念構造グラフ、図-2はIRSグラフを基にして得られた学習者側の知識概念構造グラフである。



【図-1 教師側知識概念構造グラフ】



【図-2 学習者側知識概念構造グラフ】

教師側及び学習者側の可到達行列の比較から図3の比較行列(行列要素 x はブール変数を表す)を得る。

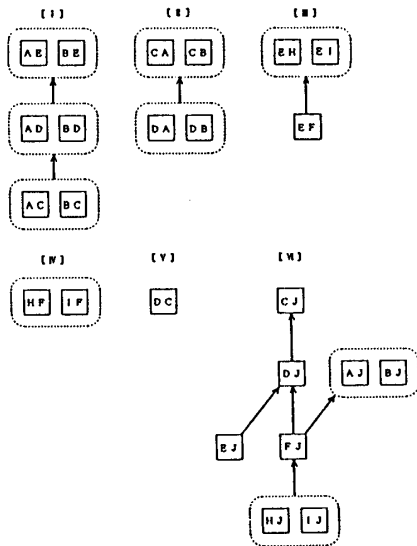
この結果より教師側と学習者側には24ヶ所の認識の相違があることがわかる。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1	1	X	X	X	1	1	1	1	X
B	1	1	X	X	X	1	1	1	1	X
C	X	X	1	1	1	1	1	1	1	X
D	X	X	X	1	1	1	1	1	1	X
E	0	0	0	0	1	X	1	X	X	X
F	0	0	0	0	0	1	0	1	1	X
G	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
H	0	0	0	0	0	X	0	1	1	X
I	0	0	0	0	0	X	0	1	1	X
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

【図-3 比較行列】

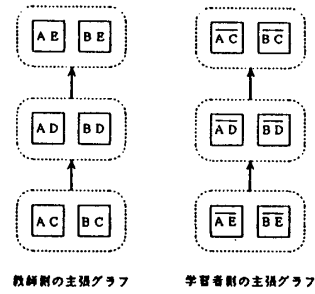
Ψ' より一致グラフを得ることができる(図-4)。この結果、24個の不一致要素は互いに関係のない6グループに分けられる。グラフのノードijは問題iから問題jへの順序関連を表す。グラフの連結性によって一致グラフから以下の事柄が読み取れる。

- ・高いレベルにある不一致要素は、その値を0(順序関連が存在しない)と決定された場合、他の不一致要素をも0と決定する。例えば、グループIのAEのパスが存在しないと決定された場合、AD、BD、ACおよびBCに順序関連が存在しない。
- ・独立あるいは低いレベルにある不一致要素は他の不一致要素の値に依存せずに独立に値が定まる。例えば、EF、DCである。



【図-4 一致グラフ】

一致グラフ中の変数に与える値に関しては、教師側と学習者側では意見の一致を見ていない。主張グラフは両者の主張の構造を論理的に明確に表している。例えば図-4の一致グラフの内のグループIの主張グラフは図-5のように表される。



【図-5 主張グラフ】

教師側と学習者側の知識概念構造の相違は一致グラフのグループIを例にとれば次のようになる。すなわちAD、BDは両者の本質的な相違ではなく、教師側の主張グラフの基底であるAC、BCと、学習者側の主張グラフの基底であるAE、BEが本質的な相違である。教師側が正しいとの判断がされた場合、教師はAからC、BからCへの関係付けを学習者に対して指導を行うことによりグループIでの不一致、すなわち学習者の認識を改めることができる。また、仮に教師側の考えを改めるならば、AからE、BからEへの関連がないものと認識すれば同様に不一致は解決される。

このように、教師側の想定する知識概念構造を学習者が形成していない場合、本質的な相違が何処にあるのかを発見することにより、効率のよい指導が期待できる。

4. おわりに

構造グラフの比較を行うことにより、教師側が考えていたモデルと授業によって実際に学習者に形成された学習単元内容の構造との間の比較を行うことが可能となる。

なお、本研究は文部省科学研究費補助金一般(B)01460253から一部援助を受けた。

【参考文献】

- 1)佐藤隆博：“ISM法による学習要素の階層的構造の決定”日本教育工学雑誌 4, 9-16, 1979
- 2)竹谷誠：“IRSテスト構造グラフの構成法と活用法”日本教育工学雑誌 Vol.5, No.3 pp.93-103
- 3)大内東, 栗原正仁：“部分可到達行列モデル”情報処理学会第41回全国大会論文集, 1990
- 4)大内東, 遠藤聡志：“構造グラフ分析による計算機言語の学習チャート”情報処理学会第40回全国大会論文集2K-5, 1990