

# IRS 分析における項目順序性係数に関する基礎的考察\*

## 2 S-10

伊藤公紀 大内 東†

北海道大学工学部‡

### 1 はじめに

テスト項目を媒介にして学習課題間の達成順序を探ろうとする手法は、学習課題系列を決定するプロセスの中で重要な位置を占めている。

テスト項目の正答・誤答情報が2値データである場合のテスト間の達成順序の判定法として、代表的なものに竹谷氏の項目関連構造分析 (Item Relational Structure Analysis: IRS 分析)[1] がある。IRS 分析はテスト項目  $j$  の達成がテスト項目  $i$  の達成を必要条件としていると仮定したとき、仮定に反する  $j$  を正答し且つ  $i$  を誤答する組み合わせ (表1の  $2 \times 2$  分割表の  $c$ ) が、 $i$  と  $j$  が独立なときに生起する割合に比べてどの程度かを定量化したものである。

IRS 分析の手続きは、テスト得点にある閾値を設けてテスト項目に含まれている学習課題が教師の満足いく理解度に到達しているか否かを判断するというテスト得点の2値化の実行が含まれている。したがって、閾値の設定に分析結果が依存する。

本稿では、IRS 分析の中での順序関係の判定法に関して、G.Kelly の PCT(Personal Construct Theory) を用いた Gaines と Shaw の知識獲得法 [2] をもとにテスト項目間の達成順序の判定法を考察する。

表 1:  $2 \times 2$  分割表

		$t_j$		
		1	0	total
$t_i$	1	a	b	$\gamma$
	0	c	d	$\delta$
	total	$\alpha$	$\beta$	N

### 2 諸記号・諸定義

テスト項目集合  $T$ :  $T = t_1, t_2, \dots, t_m$ , 一つまたは複数の学習課題がテスト項目に含まれている。

学習者集合  $S$ :  $S = s_1, s_2, \dots, s_n$

項目順序性係数  $r_{ij}$ :  $r_{ij} = 1 - \frac{c/N}{(\alpha/N) \cdot (\gamma/N)}$

ただし、 $N$  は受験者数、 $c$  はテスト項目  $i$  を誤答しかつテスト項目  $j$  を正答した受験者数、 $\alpha$  は  $j$  の正答者数、 $\gamma$  は  $i$  の誤答者数を表し、 $r_{ij} < 0$  のとき  $r_{ij} = 0$ ,  $c = 0$  のとき  $r_{ij} = 1$  とする。したがって  $0 \leq r_{ij} \leq 1$  となる。

表 2: Repertory Grid

	$s_1$	$s_2$	$s_3$	$s_4$	$s_5$	$s_6$	$s_7$	$s_8$	$s_9$	$s_{10}$
$t_1$	1.0	0.5	0.3	0.2	0.3	0.5	0.9	0.8	0.6	0.6
$t_2$	0.5	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.7
$t_3$	0.7	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.8	0.8	0.4	0.4
$t_4$	0.8	0.7	0.5	0.3	0.4	0.7	0.5	0.5	0.5	0.6
$t_5$	0.4	0.4	0.3	0.0	0.1	0.4	0.5	0.4	0.3	0.3

### 3 テスト項目達成順序の判定法

テスト項目の達成順序を判定するための出発点として、水平添字集合を学習者集合  $S(S = s_1, s_2, \dots, s_n)$ , 垂直添字集合をテスト項目  $T(T = t_1, t_2, \dots, t_m)$  をもつ行列  $M$  を考える。この  $M$  を PCT における Repertory Grid(表2) と見なす。 $M$  の成分  $m_{ij}$  は学習者  $s_j$  のテスト項目  $t_i$  における得点を  $0 \sim 1$  までの値をとるように正規化したデータである。

#### 3.1 2つの成分間の達成順序の判定

次の命題を考える。

\*A Study of Item Ordering coefficient of IRS Analysis

†Kohki ITOH, Azuma OHUCHI

‡Faculty of Engineering, Hokkaido University

学習者  $s_k$  がテスト項目  $t_i$  を理解していることはテスト項目  $t_j$  を理解していることである。

この命題が真であるとき、学習者  $s_k$  においてテスト項目  $t_j$  から  $t_i$  への達成順序が形成されていると定義する。達成経路の有無を多値論理の含意として扱い、記号で以下のように表す。

$$(i \Rightarrow j)_k \quad (1)$$

また、学習者  $s_k$  のテスト項目  $t_i$  への理解は  $m_{ik}$  で表す。さらに、含意関数  $I$  を次のように定義する。

$$I(m_{ik}, m_{jk}) = (i \Rightarrow j)_k \quad (2)$$

### 3.2 テスト項目間の達成順序の判定

テスト項目間の含意を決定の仕方には2つの立場がある。関係の必然性をとる立場と可能性をとる立場である。必然性をとるならば含意演算は、

$$\min_{j_n}(I(m_{ik}, m_{jk})) \quad (3)$$

となり、可能性をとるならば含意演算は

$$\max_{j_n}(I(m_{ik}, m_{jk})) \quad (4)$$

となる。

何れの含意演算を選択するかは、分析者がどのような情報を求めているかに依存する。与えられた全ての情報を無視せず、最低限主張できる情報のみを得たい場合は(3)式を選択し、ある程度の論理的矛盾を許容し、最大限の可能性を求めたい場合は(4)式を選択する。

含意関数は現在次のようなものが知られている [3]。

Lukasiewicz の含意関数:

$$I_l(i, j) = \min(1, 1 - i + j)$$

Mamdani の含意関数:

$$I_m(i, j) = \min(i, j)$$

Gaines-Rescher の含意関数:

$$I_{gr}(i, j) = \begin{cases} 1 & (i \leq j) \\ 0 & (i > j) \end{cases}$$

Gödel の含意関数:

$$I_g(i, j) = \begin{cases} 1 & (i \leq j) \\ j & (i > j) \end{cases}$$

Dienes の含意関数:

$$I_d(i, j) = \max(1 - i, j)$$

Goguen の含意関数:

$$I_{go}(i, j) = \begin{cases} 1 & (i \leq j) \\ j/i & (i > j) \end{cases}$$

## 4 おわりに

多値論理を用いての処理は、テスト得点を2値化する必要がなく、したがって IRS 分析等に比べてテスト得点の情報の損失が少ないといえる。

本稿ではデータの2値化を行わず多値論理の含意演算を用いて Repertory Grid からテスト項目間の達成順序を判定する方法を考察した。分析者が求める情報の種類に応じて如何なる含意演算を選択するか、また種々の含意関数のうち、テスト項目の達成順序判定に適したものはどれかについて明らかにする必要がある。

## 参考文献

- [1] 竹谷誠: "教育評価に利用するテスト項目関連構造分析", 電子通信学会論文誌, J62-D(7), pp.451-458, (1979).
- [2] B.R.Gaines and M.L.G.Shaw: *Induction of inference rules for expert systems, Fuzzy Set and Systems*, 18 315-328 (1986).
- [3] 水本雅晴: "種々のファジィ推論法-If...then...の場合-", 電子通信学会論文誌, Vol.J64-D, pp.379-386, (1981).
- [4] 三田村保, 大内東: "Repertory Gridによる属性間含意関係の推移性", 計測自動制御学会北海道支部大会, (1992).