

2C-9

コンピュータによるテスト編集管理システム(XV)

滝沢武信, 山下元, 祝原進一(早大), 横井正宏(玉川大), 森岡正臣(宮城教育大)

1. まえがき

CATCシステムCARAT (Computer-Assisted Retrieval and Analysis for Test-items) の概要, IRS分析 (Item Relational Structure Analysis) およびアイテム関連性係数, 類似係数, 同質係数, ファジ理論を応用したFRS分析 (Fuzzy Relational Structure Analysis), ファジグラフの近似3値化法, ファジイクラスター分析法については前回までに発表した. その後, 筆者らの研究グループの津田氏らにより各種の係数を得るためのデータをクリस्प・データ ( $\{0, 1\}$ ) からファジイ・データ ( $[0, 1]$ ) に拡張することが提案された. また, マイクロコンピュータ上のμ-CARAT システムのデータ入力用対話型エディタが開発され, 実験的に運用されている. 今回はこれらについて述べる.

2. ファジイ・データの分割法

2.1 得点データ

従来,  $n$ 人の被験者  $\{S_k\}$  に  $m$ 項目のテスト  $\{Q_i\}$  を行なった得点データの行列は  $X = (x_{ki})$ ,  $x_{ki} \in \{1, 0\}$  として扱ってきた (但し,  $S_k$  が  $Q_i$  を正答した場合  $x_{ki} = 1$ , 誤答した場合  $x_{ki} = 0$  とする). このとき,  $S_k$  が  $Q_i$  を完全に正答したわけではないが, 全く誤答したわけでもない場合も,  $x_{ki} = 1$  または  $0$  のいずれかに分類しなければならなかった.

ここでは, 得点データとして,  $x_{ki} \in \{1, 0\}$  (クリस्प・データ) ではなく,  $x_{ki} \in [1, 0]$  (ファジイ・データ) をそのまま用いることにする. 但し,  $S_k$  が  $Q_i$  を正答した度合を  $x_{ki}$  とする.

2.2 分割表

$Q_i \setminus Q_j$	1	0	計
1	$a_k$	$b_k$	$x_{ki}$
0	$c_k$	$d_k$	$1 - x_{ki}$
計	$x_{kj}$	$1 - x_{kj}$	1

表1 クロス分割表

被験者  $S_k$  がテスト項目  $Q_i$  と  $Q_j$  に正答した度合を  $a_k$ ,  $Q_i$  に正答し  $Q_j$  に誤答した度合を  $b_k$ ,  $Q_i$  に誤答し  $Q_j$  に正答した度合を  $c_k$ ,  $Q_i$  と  $Q_j$  に誤答した度合を  $d_k$  とすると,  $S_k$  の  $Q_i$  と  $Q_j$  に関するクロス分割表 (表1) が得られる.

ここで,  $a_k, b_k, c_k, d_k \in [0, 1]$  であり,

$$\begin{aligned} a_k + b_k &= x_{ki}, & c_k + d_k &= 1 - x_{ki} \\ a_k + c_k &= x_{kj}, & b_k + d_k &= 1 - x_{kj} \end{aligned} \quad \dots (1)$$

である.  $x_{ki}, x_{kj} \in [0, 1]$  のとき, (1) を解くと

$$\begin{aligned} a_k &= x_{ki} + x_{kj} + \lambda - 1 \\ b_k &= 1 - x_{kj} - \lambda \\ c_k &= 1 - x_{ki} - \lambda \\ d_k &= \lambda \end{aligned} \quad \dots (2)$$

となり,  $a_k, b_k, c_k, d_k \in [0, 1]$  より  $\lambda$  のとりうる範囲が決定される. ここで,  $x_{ki} \in \{0, 1\}$  または  $x_{kj} \in \{0, 1\}$  ならば,  $a_k, b_k, c_k, d_k$  は一意に決定される. 特に,  $x_{ki}, x_{kj} \in \{0, 1\}$  ならば,  $a_k, b_k, c_k, d_k \in \{0, 1\}$  である. したがって, このファジイ・データの分割法はクリस्प・データの場合の自然な拡張であると考えられる.

2.3 例

$x_{ki} = x_{kj} = 0.5$  のとき,  
 $a_k = d_k = \lambda, b_k = c_k = 0.5 - \lambda$   
 より  $0 \leq \lambda \leq 0.5$  となる.

2.4 集計表

表1の分割表の各項目の  $k$  についての和を求めるとクロス集計表が得られる (表2).

$Q_i \setminus Q_j$	1	0	計
1	$a$	$b$	$x_i$
0	$c$	$d$	$n - x_i$
計	$x_j$	$n - x_j$	$n$

表2 クロス集計表

CARAT (Computer-Assisted Retrieval and Analysis for Test-items) System

Takenobu TAKIZAWA<sup>1</sup>, Hajime YAMASHITA<sup>1</sup>, Shinichi IWAIHARA<sup>1</sup>, Masahiro YOKOI<sup>2</sup>, Masaomi MORIOKA<sup>3</sup>

1. WASEDA Univ., 2. TAMAGAWA Univ., 3. MIYAGI Univ.

ここに

$$a \equiv \sum_{k=1}^n a_k, b \equiv \sum_{k=1}^n b_k, c \equiv \sum_{k=1}^n c_k, d \equiv \sum_{k=1}^n d_k$$

$$X_i \equiv \sum_{k=1}^n X_{ki}, X_j \equiv \sum_{k=1}^n X_{kj} \dots \dots \dots (3)$$

である。

### 3. CARATエディタと事例研究

$\mu$ -CARATシステムを利用するために、ユーザは分析コマンド、テスト解答データ、テスト構造データを記述したファイルを作成し、それをシステムに入力しなければならない。従来はユーザがCARATインタプリタ( $\mu$ -CARATシステムのコマンド解析部)の文法に従って汎用エディタなどを用いて入力ファイルを作成していたが、入力ファイル作成用対話型エディタが開発され、実験的な運用が開始されたことにより入力ファイルの作成が一部自動化された。このことによりシステムの利用がより簡便になった(図1、図2)。

2. で述べたファジィデータの分割法に関しては、現在、高校数学、大学数学に関する事例を中心に適用事例研究を進めているが、その詳細については講演発表の際に述べる。

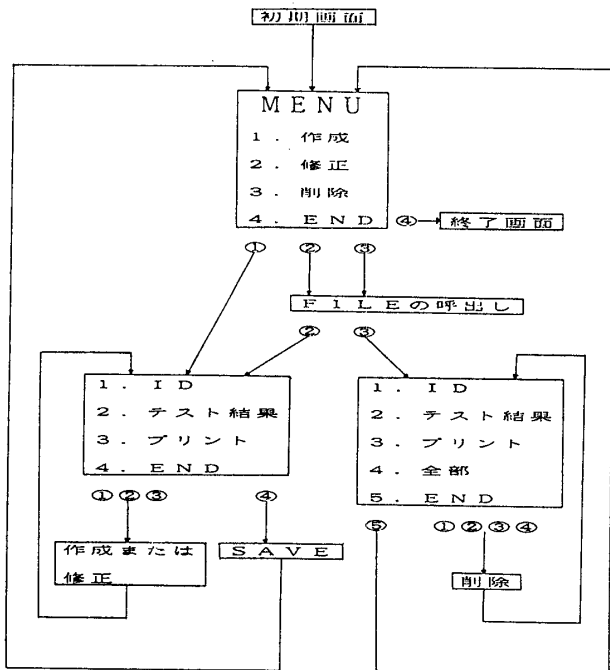


図1 CARATエディタ

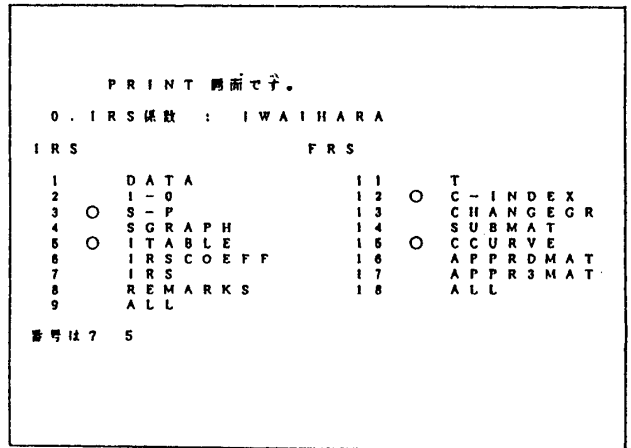


図2 入力画面

### 4. あとがき

$\mu$ -CARATシステムは、入力ファイル作成用対話型エディタが開発され、かなり使いやすいものとなったが、システム本体の一部の機能に関してはエディタが対応していないなど、工夫の余地も残されている。今後も $\mu$ -CARATシステム本体の改良、拡張とあわせ、開発を進める。

末筆ながら、本研究に関して多くの御教示を賜った早稲田大学理工学部洲之内治男教授に深謝する。また、多くの助言をいただき、合せて多くの実験をしていただいた津田栄氏(国学院高校)、勝又保雄氏(目黒高校)、竹谷誠氏(拓殖大学工学部)、西村和子氏、山田敦子氏(川村女子大学)、箭内顯彦氏、松本史郎氏(早実)、木戸能史氏(育英高専)、箭内美智子氏(淑徳高校)、井手信正氏(日本電気ソフトウェア)に感謝する。

### 参考文献

- [1] 滝沢, 山下, 祝原, 横井, 森岡: コンピュータによるテスト編集管理システム(XIII), 情報処理学会第37回全国大会, 1988.
- [2] 滝沢, 山下, 祝原, 横井, 森岡: コンピュータによるテスト編集管理システム(XIV), 情報処理学会第37回全国大会, 1989.
- [3] 山下, 滝沢, 祝原, 勝又, 津田: ファジィ理論を応用した教材構造分析, 早稲田教育評論第2巻第1号, 1988.
- [4] Tsuda, Katsumata, Yamashita: Fuzzy Clustering and Ordering - Instructional Analysis Applying Fuzzy Graph, Int'l Workshop on Fuzzy System Application, 1988.
- [5] Takizawa, Iwaihara, Tsuda, Katsumata: An Application of Fuzzy Theory to Instructional Structure Analysis, Waseda Review of Education Vol.3, NO.1, 1989.
- [6] 山下, 滝沢, 西村, 勝又, 津田: ファジィ理論を応用した教材構造分析(2), 早稲田教育評論第4巻第1号, 1990.