

## 学習診断とその適用例

林 篤裕

(名古屋工業大学 社会工学専攻  
& アドミッション副オフィス長)

e-mail: hayashi.atsuhiro@nitech.ac.jp



## 1. はじめに

- ◆ スコアリング・レポート (Scoring Report)
  - ◆ 学習診断 (Learning Diagnosis)
  - ◆ 点数だけでなく、学習指針を受験者に返す
- ◆ Rule Space Method
  - ◆ 分類手法のひとつ：受験者を学習進度ごとに
- ◆ 科学的推論能力テスト
  - ◆ 紹介
  - ◆ 実験、適用例
- ◆ まとめと今後の展開

## スコアリング・レポート

- 学習診断 (Learning Diagnosis)
  - ◆ 点数だけでなく、学習指針を受験者に返す
  - ◆ 近年、アメリカで注目されている
- 試験成績：
  - 得点という数値のみ  
+  
未学習単元の指摘
  - ➡ よりきめ細かい教育
- “次の一手”、“道しるべ”を示す
  - ◆ 学習効果が期待できる
  - ◆ 試験：指導 ↔ 評価、選抜
  - ◆ システマティックに

## 2. Rule Space Method

- 解答パターンから習熟進度を判断、分類
- 教育評価の分野から誕生した手法
- [発想]：同じ得点 ≠ 同じ学習進度
  - K.Tatsuoka(1980's)
- クラスタリング手法 ← 統計的観点
  - 解答パターンから学習進度に基づいて
  - 受験者を Knowledge State (KS) に分類
- Knowledge State (KS)
  - 学習進度、習得・未習得単元
  - 受験者個々人を分類

Table 1  
ADDITION TEST

Item	Student Answer		
	*1	*2	*3
1) $\frac{2}{3} + \frac{1}{3} = \frac{3}{3} = 1$	1	1	1
2) $\frac{1}{3} + \frac{1}{4} = \frac{7}{12}$	$\frac{7}{12}$ U	$\frac{7}{12}$	$\frac{7}{12}$
3) $\frac{2}{3} + \frac{5}{6} = 1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$ X	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$ U
4) $4\frac{1}{5} + 2\frac{1}{3} = 6\frac{8}{15}$	$6\frac{8}{15}$ U	$6\frac{8}{15}$ X	$6\frac{8}{15} = 6\frac{2}{3}$ U
5) $2\frac{2}{5} + 2\frac{2}{5} = 4\frac{4}{5}$	$4\frac{4}{5}$ U	$4\frac{4}{5}$	$4\frac{4}{5}$ U
6) $1\frac{1}{6} + \frac{2}{3} = 1\frac{5}{6}$	$\frac{1}{2}$ X	$\frac{5}{6}$ X	$1\frac{5}{6}$ X
Percent Correct	66.662	66.662	66.662

X = incorrect response  
U = correct response generated by "buggy" method

Student 1: 分母が異なっているときに分母を入れ替えて足す

$$1) \frac{2}{3} + \frac{1}{3} = \frac{2+1}{3} = \frac{3}{3} = 1$$

$$w) 2) \frac{1}{3} + \frac{1}{4} = \frac{4+3}{12} = \frac{7}{12}$$

$$x) 3) \frac{2}{3} + \frac{5}{6} \neq \frac{6+3}{18} = \frac{9}{18} = \frac{1}{2}$$

$$w) 4) 4) \frac{1}{5} + 2\frac{1}{3} = 6\frac{8}{15}$$

$$5) 2) \frac{2}{5} + 2\frac{2}{5} = 4\frac{4}{5}$$

$$x) 6) 1) \frac{1}{6} + \frac{2}{3} = \frac{7}{6} + \frac{2}{3} \neq \frac{9}{18} = \frac{1}{2}$$

Student 2: 整数部分を忘れる

$$x) 4) \frac{1}{5} + 2\frac{1}{3} \neq \frac{3+5}{15} = \frac{8}{15}$$

Student 3: 分数の約し方

W 3)  $\frac{2}{3} + \frac{5}{6} = \frac{4}{6} + \frac{5}{6} = \frac{9}{6} = \frac{3}{2} = 1\frac{1}{2}$   $3 \div 2 = 1 \dots 1$

X 4)  $4\frac{1}{5} + 2\frac{1}{3} = \frac{21}{5} + \frac{7}{3} = \frac{63 + 35}{15}$   
 $= \frac{98}{15} \neq 8\frac{6}{15} = 8\frac{2}{5}$   $98 \div 15 = 6 \dots 8$

W 5)  $2\frac{2}{5} + 2\frac{2}{5} = \frac{12}{5} + \frac{12}{5} = \frac{24}{5} = 4\frac{4}{5}$   $24 \div 5 = 4 \dots 4$

X 6)  $1\frac{1}{6} + \frac{2}{3} = \frac{7}{6} + \frac{4}{6} = \frac{11}{6} \neq 5\frac{1}{6}$   $11 \div 6 = 1 \dots 5$

## 2. Rule Space Method

- 解答パターンから習熟度を判断、分類
- 教育評価の分野から誕生した手法
- [発想]: 同じ得点 ≠ 同じ学習進度
  - K.Tatsuoka(1980's)
- クラスタリング手法 ← 統計的観点
  - 解答パターンから学習進度に基づいて
  - 受験者を Knowledge State (KS) に分類
- Knowledge State (KS)
  - 学習進度、習得・未習得単元
  - 受験者個人々人を分類

## Rule Space Method (RSM)

- 道具立て
  - 個々の問題(Item、設問、項目)
  - 最小の単元セット(Attribute)
    - ◆ 関係を示す行列(Incidence Matrix, Item-Attribute Matrix, Q-Matrix)
  - 受験者の解答パターン(Item Response Pattern)
- 実例
  - 入力: Item、Attribute、Incidence Matrix
  - 出力: Knowledge State (KS)

## Items

- $2\frac{8}{6} + 3\frac{10}{6} = (2+3)\frac{8+10}{6} = 5\frac{18}{6} = 5+3 = 8$   
 or  $= (2+1)\frac{1}{3} + (3+1)\frac{2}{3} = (3+4)\frac{1+2}{3} = 7+1$
- $2\frac{1}{2} + 4\frac{2}{4} = 2\frac{2}{4} + 4\frac{2}{4} = (2+4)\frac{2+2}{4} = 6\frac{4}{4} = 6+1 = 7$
- $\frac{1}{2} + 1\frac{10}{7} = \frac{7}{14} + 1\frac{20}{14} = 1\frac{7+20}{14} = 1\frac{27}{14} = 2\frac{13}{14}$
- $3\frac{5}{2} + 4\frac{6}{7} = 3\frac{35}{14} + 4\frac{12}{14} = (3+4)\frac{47}{14} = (7+3)\frac{5}{14} = 10\frac{5}{14}$
- $1\frac{4}{7} + 1\frac{12}{7} = (1+1)\frac{4+12}{7} = 2\frac{16}{7} = (2+2)\frac{2}{7} = 4\frac{2}{7}$
- $2\frac{5}{9} + 1\frac{1}{9} = (2+1)\frac{5+1}{9} = 3\frac{6}{9} = 3\frac{2}{3}$
- $3\frac{1}{6} + 2\frac{3}{4} = 3\frac{2}{12} + 2\frac{9}{12} = (3+2)\frac{11}{12} = 5\frac{11}{12}$

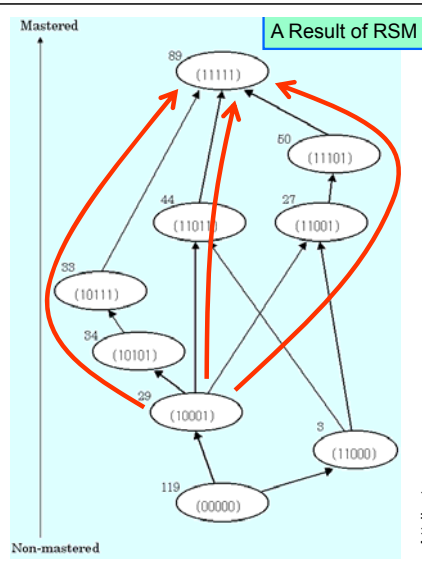
Description of Items by Various Combinations of Attributes in Fraction Addition Problems, a(b/c)+d(e/f)

### Attributes

- A1: Separate the whole part from the fraction part when a ≠ 0 or d ≠ 0
- A2: Get the common denominator(CD) when c ≠ f (公約数)
- A3: Convert the fraction part before getting CD
- A4: Reduce the fraction part before getting CD (約分)
- A5: Answer to be simplified

### Incidence Matrix

Attributes	Items						
	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7
A1	1	1	0	1	1	1	1
A2	0	1	1	0	0	0	1
A3	1	0	1	0	1	0	0
A4	1	1	0	0	0	0	0
A5	1	1	1	1	1	1	0



A Result of RSM

Attributes

- A1: Separate the whole part from the fraction part when a ≠ 0 or d ≠ 0
- A2: Get the common denominator(CD) when c ≠ f
- A3: Convert the fraction part before getting CD
- A4: Reduce the fraction part before getting CD
- A5: Answer to be simplified

## Rule Space Method (RSM)

- Knowledge State (KS)に分類
  - 回答パターンを元に：学習進度、習得・未習得単元
  - 受験者個人々人を分類
  - 階層関係
    - ◆ どの位置(ステージ)に現在立っているか?
    - ◆ 今後どのような方向に進めば良いか?
- 絡み合った Attribute
  - 解答パターンの把握: 思考方法、習得技量
  - 別解
  - 問題分析がキーポイント：“Attribute”

13

## 3. 科学的推論能力テスト

- 科学的推論能力テスト
  - Science Reasoning Test (SR-Test)
  - 受験者の問題解決特性を把握する試験
- 提示された資料を元に読み解いて問題解決を行うタイプの試験
 

←→ 従来の学科目試験

14

## SR-Testの設問

- 科学的思考を用いて辿り着くこと
- 提供された情報をもとに 関連する概念を発見・把握し、理解
- 提示された情報と各自で引き出した結論
- 明らかになった仮説
- 批判的に吟味する必要性も
- 事実を知っているかということよりも、提示された情報から科学的論理思考を行う能力があるかどうかを測る

15

## 4. 実験方法

- SR-Testの一つの版を利用、日本語版
- 286名の大学 1年生、45分間で解答
- 7つの Passage (総設問数 40)

大問番号	設問数	取り扱われている題材	関係するトピック
Passage 1	5	元素の同位体	物理、化学
Passage 2	6	光合成による CO <sub>2</sub> の収支	生物
Passage 3	5	原生動物の分類	生物
Passage 4	7	重力の測定方法の検討	物理、地学
Passage 5	6	放射性元素の半減期による年代測定	物理
Passage 6	6	ビタミン C の含有量測定	化学
Passage 7	5	振り子の運動	物理

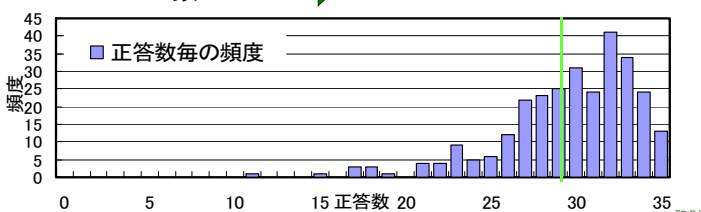
- 割り付け
  - 属性に注意しながらなるべく均等になるように
  - Passage提示順

16

表2. 各Passageの取り扱っている題材

大問番号	設問数	取り扱われている題材	関係するトピック
Passage 1	5	元素の同位体	物理、化学
Passage 2	6	光合成による CO <sub>2</sub> の収支	生物
Passage 3	5	原生動物の分類	生物
Passage 4	7	重力の測定方法の検討	物理、地学
Passage 5	6	放射性元素の半減期による年代測定	物理
Passage 6	6	ビタミン C の含有量測定	化学
Passage 7	5	振り子の運動	物理

- 問題分析(Task Analysis)
  - Passage 3は除外：思考過程が他と異質
  - Item数：40 → 35



## 4. RSMに適用

- Knowledge Stateを求めてみる
- 適用データ
  - SR-Test の日本語バージョン
  - 286名分の項目反応パターン
  - Item数：35
  - Attribute数：当初 約80 (Passage 3は除外)
- まずは部分的に：Passage 1,2,4
  - Item数：18
  - Attribute数：12 ← 当初約25

18

