

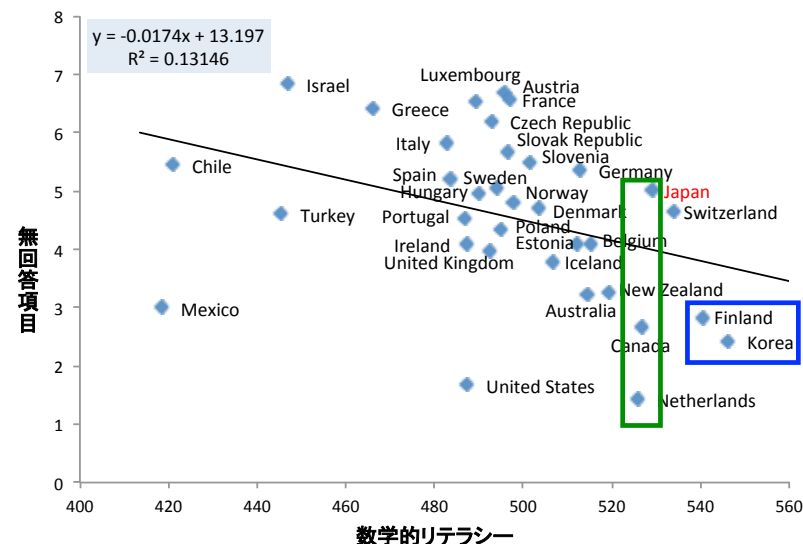
PISA2009における 数学的問題解決と無回答

奥村太一
上越教育大学

2013年9月4日 日本行動計量学会

1

数学的リテラシーと無回答

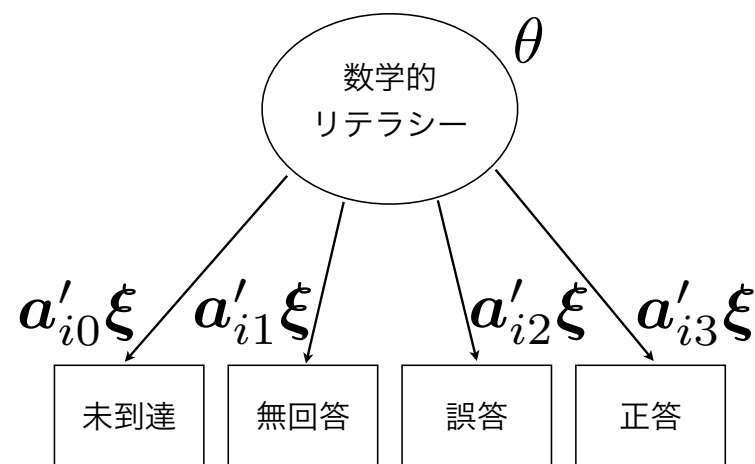


2

PISAにおける欠測

- 未実施：冊子に含まれていない項目
 - 未到達：時間がなく、解くことができなかったと思われるもの
 - 無回答：解く時間があったと考えられるにも関わらず、回答のないもの
- ➔ 未到達や無回答も正答や誤答と同様の反応カテゴリと見なされ、多値型の項目反応モデルによって能力値が推定される

3



(c.f. Adams et al., 1997; Bock, 1972)

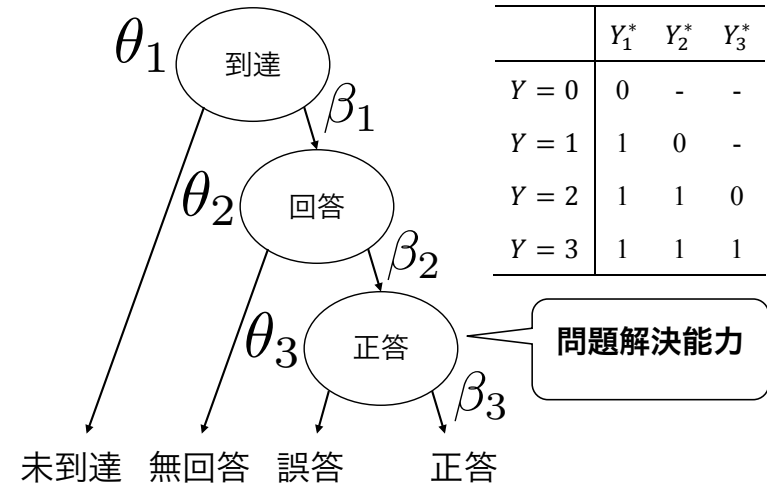
4

無回答の原因

- 能力のみによって左右されるとは限らない。
(Lord, 1983)
- 動機づけや自己概念によっても左右される。
(Matters & Burnett, 2003)
- 選択式よりも記述式で生じやすい (Matters & Burnett, 1999)
- 実際難しいかどうかに加え、難しいと感じるかどうかによっても生じる可能性がある
(Matters & Burnett, 1999)

5

回答の過程を考慮



6

Tree-based IRT models

(De Boeck & Partchev, 2012)

$$\pi(Y_{pi} = m | \theta_p) = \prod_{r=1}^R \left[\frac{\exp(\theta_{pr} + \beta_{ir})^{t_{mr}}}{1 + \exp(\theta_{pr} + \beta_{ir})} \right]^{d_{mr}}$$

$$(t_{mr}) = \begin{pmatrix} 0 & - & - \\ 1 & 0 & - \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} = T$$

$$d_{mr} = \begin{cases} 0 & (t_{mr} = \text{missing}) \\ 1 & (t_{mr} = 1) \end{cases}$$

	Y_1^*	Y_2^*	Y_3^*
$Y = 0$	0	-	-
$Y = 1$	1	0	-
$Y = 2$	1	1	0
$Y = 3$	1	1	1

7

PISAへの適用

- PISA 2009の数学テスト (35項目)
- 未到達、無回答、誤答、正答の4カテゴリ
- 内容領域 (量、空間と形、変化と関係、不確実性)
- 回答形式 (選択式、記述式)
- マルチレベルデータ (生徒は学校に所属)
- 4,208人 (高校1年生)、186校

8

モデル

$$\text{logit}(\pi(Y_{gpir}^* = 1)) = \theta_{gpr} + \beta_{1r} \times \text{Space}_i + \beta_{2r} \times \text{Change}_i + \beta_{3r} \times \text{Uncertainty}_i + \text{Format}_i \times (\beta_{4r} + \beta_{5r} \times \text{Space}_i + \beta_{6r} \times \text{Change}_i + \beta_{7r} \times \text{Uncertainty}_i)$$

$$\theta_{gp} \sim N(\theta_g, \Phi) \quad \theta_g \sim N(\theta, \Psi)$$

- Space, Change, Uncertainty (内容領域：すべてゼロなら「量」領域)
- Format (選択 = 0、記述 = 1)

9

結果 (β)

	無回答		数学的リテラシー	
	Coefficient	95% CI	Coefficient	95% CI
Space	-0.26 .	[-0.57, 0.04]	0.88 ***	[0.8, 0.97]
Change	-0.91 ***	[-1.17, -0.65]	-0.37 ***	[-0.44, -0.3]
Uncertainty	-0.47 ***	[-0.72, -0.21]	-0.47 ***	[-0.53, -0.41]
Format	-2.94 ***	[-3.15, -2.74]	-0.35 ***	[-0.41, -0.29]
Format * Space	-0.52 **	[-0.83, -0.2]	-1.67 ***	[-1.78, -1.57]
Format * Change	-0.04	[-0.31, 0.24]	0.50 ***	[0.4, 0.6]
Format * Uncertainty	0.61 ***	[0.33, 0.89]	0.39 ***	[0.28, 0.49]

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$

10

結果 (θ)

レベル	ノード	分散	相関	
生徒	到達	7.92		
	回答	1.78	0.22	
	正答	0.32	0.06	0.45
学校	到達	1.08		
	回答	1.16	0.53	
	正答	0.39	0.71	0.97

11

今後の課題

- θは何に左右されるか？ (学習方略、動機づけ、教師の指導、...) (←PISA 2011)
- 正答する能力を無回答や未到達から切り離すと、日本のランキングや成績の変化はどうか？
- 各ノードにおいて多値型の反応を扱えるようモデルを拡張 (→部分点)
- ノードごとに異なる説明変数を設定
- 分析時間の短縮

12