項目反応間の局所依存性が項目母数の推定に与える影響

登藤 直弥¹

(¹ 東京大学大学院教育学研究科)

キーワード: 項目反応理論, 局所独立性, 局所依存性

An effect of local dependence on item parameter estimation

Naoya Todo¹

(¹ Graduate School of Education, The University of Tokyo)

Key words: item response theory, local independence, local dependence

問題と目的

日本の試験の特徴として、文章読解問題や図表の読み取り問題といった大問形式での出題が多いことが挙げられる(池田, 1992; 石塚・中畝・内田・前川, 1999)。大問形式の問題においては、項目反応理論の重要な仮定の一つである局所独立性の仮定が満たされず、このような項目反応間の局所依存性を考慮せずに項目母数の推定を行うと、推定値にバイアスが生じ、その標準誤差が増加することが知られている(Bradlow, Wainer, & Wang, 1999; Chen & Wang, 2007)。しかし、これらの研究においては、項目反応間に局所依存関係のある真の項目反応モデルとして、その周辺確率(各項目に正答する確率)が通常項目反応理論の応用場面で使用されるラッシュモデルや2パラメタ・ロジスティックモデル(2PLM)などと等しくないBayesian testlet model (BTM) (Bradlow, Wainer, & Wang, 2007)やConstant combination model (CCM) (Hoskens & De Boeck, 1997)といったモデルが使用されており、これらの結果には本来比較不可能なものを比較したことによる影響も含まれていると考えられる。

そこで、本研究では、Ip (2010)により提案されたBTMの項目母数を2PLMの項目母数と比較可能なものとするための方法を利用し、項目母数の比較可能性を考慮した上で、局所依存性が項目母数の推定に与える影響について検討を行った。

方法

本研究では、Bradlow et al. (1999)で提案された以下の2値型のBTMを使用し、大問形式の問題を含むテストに対する仮想的な項目反応データを発生させた。

$$P_j(\theta_i) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha_j(\theta_i - \beta_j - \gamma_{id(j)})}} \quad (1)$$

そして、得られた仮想的なデータに対して局所独立性を仮定する通常の項目反応モデル(2PLM, (2)式)と局所依存性を考慮した真のモデル(BTM, (1)式)を当てはめ、マルコフ連鎖モンテカルロ法により項目母数の推定を行った。

$$P_j(\theta_i) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha_j(\theta_i - \beta_j)}} \quad (2)$$

この手続きを複数回繰り返し、得られた複数組の項目母数の推定値から、項目母数の比較可能性を考慮した上で、項目母数の推定量のバイアス(Bias)、平均二乗誤差(RMSE)、真の項目母数と推定値との相関係数(cor)を2PLMとBTMを当てはめた場合のそれぞれで算出し、比較を行った。なお、(1)、(2)式において、 $P_j(\theta_i)$ は特性値が θ_i である受験者*i*が項目*j*に正答する確率を表しており、 α_j ならびに β_j はそれぞれ項目*j*の識別力と困難度に関する項目母数である。また、 $\gamma_{id(j)}$ は項目*j*が含まれる大問*d(j)*における項目反応間の局所依存性を表すために導入された受験者*i*に関する受験者母数である。

また、テストの受験者数、局所依存関係にある項目の割合、複数ある大問の局所依存性の程度といった要因を操作し、これらの要因が項目母数の推定精度にどのような影響を与えるのかについても検討を行った。ただし、全ての条件において、大問形式の問題を含む仮想的なテストは4つの大問から構成されるものとし、各大問は5項目から成るものとした。

結果と考察

シミュレーションの結果、局所依存性を考慮せずに項目母数の推定を行った場合、局所依存性を考慮した場合に比べて項目母数の推定精度が減少するだろうことが示唆された。ここでは数値例として、受験者数が1000人、各大問内で局所依存関係にある項目の数が5項目、全ての大問の局所依存度が強い場合に得られた20項目のBiasの平均(MBias)ならびにRMSEの平均(MRMSE)を以下に記す(表1)。

表1. 項目母数の推定結果

適用モデル	識別力		困難度	
	MBias	MRMSE	MBias	MRMSE
2PLM	-0.283	0.291	-0.045	0.144
BTM	-0.017	0.145	-0.005	0.090

また、シミュレーションの結果、受験者数等の要因が項目母数の推定精度に影響を与えるだろうことも示唆された。