

# 階層性を考慮したQ行列の誤設定が能力診断の精度に与える影響

山口一大

東京大学大学院教育学研究科教

キーワード: 認知診断モデル, 能力の階層性, Q行列, 誤設定

## 問題と目的

**背景:** 学習上のつまづきを発見するために、学習者の能力の能力パターンを描くことができる認知診断モデルが利用される。しかし、このモデルでは問題項目と解答のための能力(アトリビュート)の関係を示すQ行列(表1)の設定を誤ると能力パターンの推定を誤ることが知られている(e.g., Rupp & Templin, 2008)。さらに、先行研究では能力の習得・情報処理の順序関係(以下、階層性; 図1)を考慮していない。

### 本研究の目的

認知診断モデルの診断精度を、階層性を考慮した複数のQ行列と複数の誤設定の状況を仮定して検討を行う。さらに、項目数・サンプルサイズも合わせて検討する。

## 方法

**階層構造(表1, 図1):** 真のQ行列は分岐型・収束型の階層構造を設定。

**誤設定の状況(表2)**

1. 異誤設定: 習得段階が前後の能力同士で要素の指定を誤る設定
  2. 同誤設定: 習得段階が同じ能力同士で要素の指定を誤る設定
- それぞれ、要素を**過大**・**過小**に仮定する条件を設定した。ただし、誤設定は1箇所のみとし、複数の行列を作成した。

**サンプルサイズ:** 500, 1000, 3000, 10000

**項目数:** 最小項目数の1, 2, 3倍, **データ発生・分析モデル:** DINAモデル

**シミュレーションの手続き**

1. 解答者の真の知識状態(能力パターン)を設定し、真のQ行列を用いて項目反応データを発生させた。
  2. 項目反応データと誤設定があるQ行列を用いて解答者の能力パターンを推定した。推定にはRのCDMパッケージを用いた。
  3. 推定された能力パターンと真の能力パターンの一致率を算出した。
- 1から3をそれぞれの認知構造と誤設定条件に対して300回繰り返し、平均的な一致率を診断精度とした。

## 結果・考察

表3に、診断精度を示した。

- **分岐型**では異誤設定で過小に要素を仮定する場合に精度が低下し、**収束型**では異・道後設定誤設定のどの場合でも同程度に精度が低下した。つまり、階層性によって、誤設定の影響が異なっていた。
  - 誤設定があっても、他の項目によって能力状態を推定出来るような構造は影響を受けにくい可能性を示唆した。
  - 推定が困難になったパターンがあり、そのパターンを持つ解答者が多い場合は診断精度の低下に繋がりがやすい可能性がある。
- **サンプルサイズの影響**はみられず、500から10000のどの条件においてもほぼ同程度の診断精度を示した。
  - 項目反応パターンによってアトリビュートパターンの推定が行われたためサンプルサイズの影響はとくにみられなかった。
  - また、サンプルサイズが500であれば今回の条件においては十分な大きなサイズであったと考えられる。
- **項目数の増加**で診断精度が改善し、2倍程度で正しいQ行列と同程度の精度を示す条件もみられた。
  - 項目数の増加によって誤設定がある項目以外の情報が利用できることで、誤設定の影響が相対的に緩和されたといえる。
  - 一方で、3倍程度の項目数があっても正しいQ行列と比較して5%ほどの精度の低下がみられる条件もみられた。

表1: 分岐型と収束型の認知構造のQ行列の例

分岐型	アトリビュート		
	A1 概念理解	B1 立式	C1 図示
項目1	1	0	0
項目2	1	1	0
項目3	1	0	1
項目4	1	1	1

収束型	アトリビュート		
	A2 文章読解	B2 図の読み取り	C2 情報統合
項目1	1	0	0
項目2	0	1	0
項目3	1	1	0
項目4	1	0	1
項目5	0	1	1
項目6	1	1	1

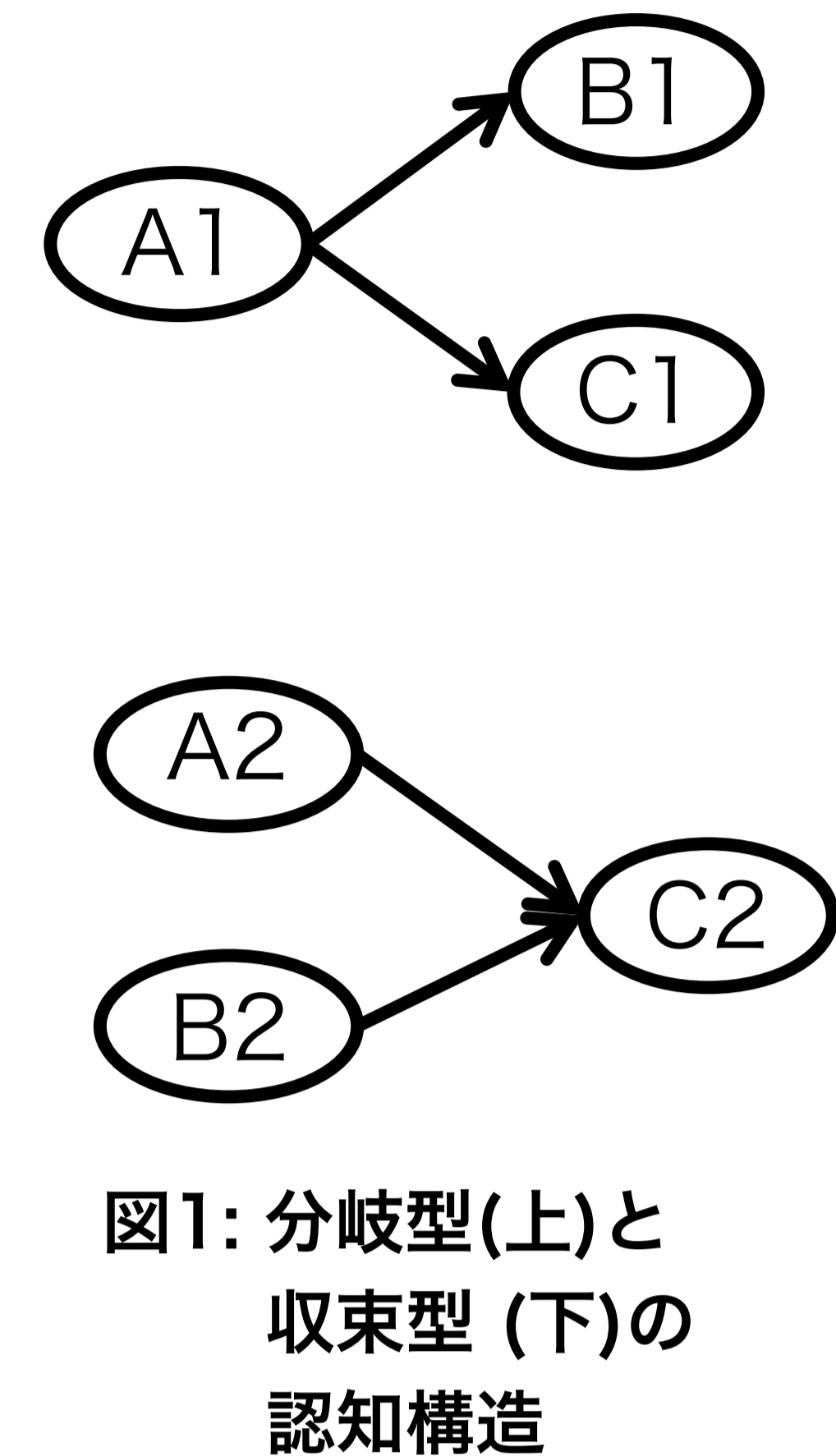


表2: 分岐型における誤設定条件

	項目	アトリビュート			アトリビュート		
		A1	B1	C1	A1	B1	C1
異誤設定	項目1	1	0→1	0→1	1	0	0
	項目2	1	1	0	1	1→0	0
	項目3	1	0	1	1	0	1→0
	項目4	1	1	1	1	1	1
同誤設定	項目1	1	0	0	1	0	0
	項目2	1	1	0→1	1	1	0
	項目3	1	0→1	1	1	0	1
	項目4	1	1	1	1	1→0	1→0

要素を**過大**に仮定 | 要素を**過小**に仮定

表3: 条件ごとの診断精度

誤設定種類	分析条件	項目数	分岐型構造				収束型構造			
			サンプルサイズ条件							
			500	1000	3000	10000	500	1000	3000	10000
正しいQ行列	1倍		.581	.588	.590	.588	.580	.582	.585	.586
	2倍		.679	.683	.688	.683	.692	.683	.685	.687
	3倍		.814	.817	.818	.817	.829	.825	.827	.827
異誤設定	過大	1倍	.506	.500	.522	.512	.519	.522	.530	.534
		2倍	.678	.682	.688	.683	.691	.684	.686	.687
		3倍	.785	.785	.789	.786	.808	.805	.809	.810
	過小	1倍	.379	.414	.392	.398	.512	.518	.528	.528
		2倍	.624	.664	.672	.681	.691	.684	.686	.686
		3倍	.764	.775	.781	.784	.808	.805	.808	.808
同誤設定	過大	1倍	.507	.517	.518	.522	.536	.536	.543	.543
		2倍	.674	.681	.689	.684	.692	.684	.685	.687
		3倍	.783	.787	.788	.787	.812	.807	.809	.809
	過小	1倍	.503	.520	.517	.528	.516	.516	.515	.522
		2倍	.671	.682	.683	.683	.690	.684	.686	.686
		3倍	.805	.815	.817	.817	.824	.823	.826	.686