T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題	数学教育の内容・活動に固有な非認知能力に対する教師による子どもの評価:調査と分析の方法
Title	Teachers ’ Assessment on Students ’ Non-Cognitive Ability Specific to Contents and Activities in Mathematics Education: Methods of Survey and Analysis
著者	吉川厚, 中川裕之
出典	第9回春期研究大会論文集, pp. 205-208
発行日	2021, 6

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

第９回春期研究大会論文集
学会指定課題研究の部

数学教育の内容・活動に固有な非認知能力に対する教師による子どもの評価：調査と分析の方法

Teachers' Assessment on Students' Non-Cognitive Ability Specific to Contents and Activities in Mathematics Education: Methods of Survey and Analysis

吉川厚　中川裕之
東京工業大学　大分大学

要　約

本研究では,認知能力と非認知能力の相互作用の解明を担う研究において,教師に対するアンケートを行った．そのアンケートは認知能力と非認知能力を全体的に行うものと,60 項目の態度要因のアンケートからなっている．本研究グループでは,全体的な評価と態度要因から推定される重回帰モデルの推定との関係を調べることを目的としている．ここでは,この解析に使用した統計分析手法と,その手法を採るに至った論理構造を示し,具体的な分析結果については,他の発表に譲るものとしている．

キーワード：アンケート調査, 全体的評価・分析的評価, 統計分析

1. はじめに

本研究は,非認知能力と認知能力の相互作用の解明を目指す研究プロジェクト（宮崎ら, 2018）において,データ分析の方法を示したものである．特に今回は,教師が関心・意欲・態度という非認知能力の全体的な評価をどのように行っているのかを,生徒の個別の学習態度との関係で見るための分析を行っている．鈴木（鈴木,2011）が示しているように,何らかの評価がある場合には,非認知の全体的な評価に対してバイアスがかかる可能性がある．そこで,確定的に分かる認知能力評価が全体的に評価する非認知評価に影響を及ぼしている可能性を調べる方法を示す．

2. 調査方法

（1）質問項目の作成

質問項目の作成に際しての設計方針は宮崎ら(2018)のものに基づいている．「主体的に取り組む態度」を三種類の非認知能力と特性５因子から成る 15 個の組み合わせで捉えた．そのために,まず,「主体的に学習に取り組む態度」を非認知能力 α, β, γ に分類した．次に,これらの非認知能力を,特性５因子（経験の開放性

(O),勤勉性(C),外向性(E),協調性(A),情緒安定性(N)）で捉えた.

この結果,質問項目は,「主体的に取り組む態度」としての非認知能力α,β,γと,非認知能力としての特性5因子である経験の開放性(O),勤勉性(C),外向性(E),協調性(A),情緒安定性(N)の3×5の組み合わせから成る．なお,各ユニットは信頼性を考慮し 4 つずつの質問項目で構成しており,これらの質問項目は生徒の具体的な行動を評価するものになっている.こうすることで,3 種類の非認知能力と特性 5 因子を,生徒の非認知能力を捉える観測変数とし,計60個の質問項目を作成した.

このような 60 個の質問項目を,数学全般,領域「数と式」,領域「関数」の 3 つを対象とし,それぞれについて作成した.

この質問項目からなる質問紙を用いて,中学校数学科の教師が実際に学習指導している中学校第 1 学年の生徒について回答する調査を行った.

(2) 協力者である教師の特徴

質問紙調査への協力者は,中学校数学科の教師 64 人である．教員経験年数は 2～31 年である．なお,調査への協力に際して,教師に,質問項目が三種類の非認知能力と特性 5 因子に基づいて作成されていることは説明していない.

(3) データ収集の手続き

データ収集の時期は,2019 年 6 月～7 月の間に数学全般の質問紙,7 月に領域「数と式」の質問紙,12 月に領域「関数」の質問紙を郵送し,調査を行った.

調査への回答に先立ち,教師は自らが教えている中学校第 1 学年の生徒 15 人を抽出する．生徒の抽出にあたり教師に依頼したことは,「関心・意欲・態度」の評価が A の生徒を 2～4 人,B の生徒を 7～11 人,C の生徒を 2～4 人とすること,及び可能な限り男女同数となるようにすることである.

次に,教師は,生徒一人ずつの情報を回答する．生徒一人ずつの情報では,その時点までの授業における生徒の様子に基づいて,「関心・意欲・態度」の評価について A,B,C の三つから一つを選択して回答する．ただし,B を選択した場合には,さらに B の上位,B の中位,B の下位の三つから一つを選択した.

また,質問紙では生徒の認知能力について「この生徒について,知識・技能や,思考力・判断力・表現力等を合わせて総合的に評価して下さい」と問うことで調査している.教師は,この質問項目についても同様に選択し,A,B の上位,B の中位,B の下位,C の五つから一つを選択した.

さらに,教師は,60 個の質問項目に対して,一人の生徒について日頃の数学学習の様子を思い起こして 5 段階（「そう思う」,「ややそう思う」,「どちらでもない」,「あまりそう思わない」,「そう思わない」）の中からあてはまるものを選択して回答した.

教師が回答した生徒の総数には欠損等があり分析に用いた生徒の総数は数学全般,数と式,関数の 3 つの領域でそれぞれ異なっている.

3. 分析の方法

(1) データの確認

データはアンケート手法により収集し,さらに,5 件法においてなるべく均質になるように生徒を集めたという特徴を持っている.そのため,非認知能力を調べた「関心・意欲・態度」ならびに認知能力に対する「総合的評価」においても各評価値が均質に分布していることが想定できる．このため,最初に Kolmogorov-Smirnov 検定を行い,正規性を確認した.その結果,設計通りに正規性はないという結果になった．この結果は,「数学全般」「関数」「数と式」すべてにおいて同じであった.

(2) 認知能力と非認知能力の関係分析

次に,非認知能力と認知能力の関連性を調べるために,クロス集計表を作成した．クロス集計する際に,2 つの能力に関係があるかどうかも同時に調べることにした.これは前研究にお

いて重回帰分析を行った際,60 の質問項目からの推定よりも,認知能力を加えた61項目の推定の方が決定係数が高く,しかも t 値が最も大きかったからである．ここでは,相関分析ならびに Wilcoxon の符号付き順位検定を行った．その結果,数学全般および数と式は有意差がない,すなわち認知能力の母平均と非認知能力の母平均に差があるとはいえない結果になった.関数は有意差があり,認知能力の母平均と非認知能力の母平均に差があると考えられる結果になった.

(3) 非認知能力の判定値と推定値の関係

非認知能力の推定は,生徒の態度観察の60項目から重回帰分析により行っている.推定に当たっては,因子分析の結果を前もって算出しておき,その因子に寄与している態度観察の項目のみで重回帰分析を行った.この重回帰分析で得られた最も決定係数が高いモデルを採用し,非認知能力の推定値とした．決定係数は「数学全般」,「関数」,「数と式」すべてにおいて概ね 0.7 程度であったので,推定は十分であると考えられる.

次に,教師による非認知能力の判定値と,上記の非認知の能力の推定値を比較するために,クロス集計表を作成した．このとき,判定値と推定値の一致度を示す κ 係数を算出した.このとき,判定値も推定値も 5 段階の多段階評価をしていることを考え,重み付き κ 係数にしている.この κ 係数が高いことを期待したが,数と式で 0.58,関数で 0.58,数学全般で 0.53 であった．表 1 に解釈の目安を掲載しておく．分野によっては0.4以下はあまり一致していないと解釈される場合もある.今回の結果は同じ能力を示している尺度として考えると,一致度が高いとはいえない結果であった.

そこで,一致はしないものの推定に均質な揺らぎがあるかどうかを確かめるため,判定値と推定値で McNemar-Bowker 検定でゆらぎの対称性を調べた（ただし,クロス集計が正方行列にならない場合には McNemar 検定を使用している）．その結果,数学全般,数と式,関数 3 つ共に有意差がある,すなわち,判定値と推定値には差がある可能性が示唆された.

表 1　κ 係数の解釈の目安

κ 計数値	解釈の目安
$0.8 < \kappa$	ほとんど一致
$0.6 < \kappa \leqq 0.8$	かなり一致
$0.4 < \kappa \leqq 0.6$	適度に一致
$0.2 < \kappa \leqq 0.4$	概ね一致
$0.0 < \kappa \leqq 0.2$	わずかに一致
$0.0 = \kappa$	一致していない

そこで,原因を確かめるために,認知能力と非認知能力（教師判定値）とで McNemar-Bowker 検定を掛けた．その結果,数学全般では有意差がなかった．一方,数と式と関数では有意差があった．したがって,数と式と関数では認知能力と非認知能力では異なるものとしているが,数学全般では両者の関係性が否めない結果になった.

次に,生徒の認知能力別にクロス集計表をつくり,判定値と推定値の関係を確かめることを行った．表を作成し,重み付き κ 係数を求めると表 2 のようになった.能力別にしないときと比較して一致度の低下が見られたので,さらに認知能力と非認知能力とで McNemar-Bowker 検定（ただし,クロス集計が正方行列にならない場合には McNemar 検定を使用している）を行った．そうすると数学全般,数と式,関数の 3 領域では概ね B+を除いて有意差が出る結果になった.

続いて,クロス集計表において対角線上からどれだけ離れているのかを上三角行列と下三角行列で比較することにした（図 1)．これに Mann-Whitney の U 検定を行った．追加分析として F 検定を行い等分散性を確認して Student の unpaired t 検定あるいは Welch の t 検定をおこなった．これは U 検定で「有意差がない」と

判定されても,t 検定で有意差が出ることがあるからである(ただし,Shapiro-Wilk 検定で正規性はない判定になっている).

表 2　認知能力別重み付き κ 係数

	重み付き κ 係数		
認知能力	数と式	関数	数学全般
C	0.31	0.28	0.26
B-	0.26	0.28	0.27
B	0.32	0.31	0.27
B+	0.34	0.26	0.27
A	0.23	0.24	0.21

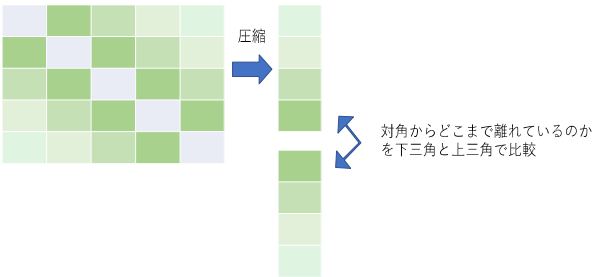

図 1　離れ具合に対する操作イメージ

また,上三角行列と下三角行列,それぞれに対して,重心を計算し,その重心と対角線との Cos 類似度を計算した. Cos 類似度は 1 から−1 の値をとり,垂直になる場合には 0 になる値である.これを上三角行列の重心点と下三角行列の重心点で比較することにより,よりズレが分かる数値である（表 3). これを見ると,数と式と数学全般では認知能力 B を基点に推定値がよりよく評価されているのとより悪く評価されているのが反転していることがわかる.関数では B+を基点に同様のことが起きていることが読み取れる.

上記の分析により,教師の判定による非認知能力の判定は,態度からの推定値に比べて,認知能力が低いときには低く,高いときには高く評価されがち,すなわち認知能力評価のバイアスがあることが示唆される結果となった.

表 3　Cos 類似度

認知能力	数と式		関数		数学全般	
	判定値<推定値	判定値＞推定値	判定値<推定値	判定値＞推定値	判定値<推定値	判定値＞推定値
C	0.83	0.93	0.82	0.97	0.80	0.93
B-	0.61	0.73	0.73	0.82	0.61	0.73
B	0.36	0.34	0.50	0.71	0.36	0.34
B+	-0.43	-0.20	-0.21	0.20	-0.43	-0.20
A	-0.93	-0.77	-0.87	-0.75	-0.93	-0.77

4. まとめ

重回帰分析により得られたモデルからの非認知能力の推定を行った結果と,教師が全体的に評価している非認知能力とを比較し,認知能力バイアスがある可能性を探る手法を示した.今回は線形回帰分析をモデルとしているが,今回の結果を受けてロジスティック回帰を推定モデルとして試みたい. また,今回は重回帰モデルをベースとして検討したが,モデル推定を一般化線形モデルや Tobit モデルも適用して,バイアスをさらに確認したい.

付記

本調査は,信州大学教育学部研究委員会における倫理審査の承認(管理番号 H30-3, 6/25/2018)に基づいて実施しています. 分析方法に関しては,宮崎大学の藤井良宜教授にアドバイスをいただきました.深く感謝いたします.

本研究は,JSPS 科研費(No. 16H02068, 16H03057, 18H01021, 20H00098, 20H01675)の助成を受けています.

本分析は SPSS ver. 27 を用いています.

引用・参考文献

宮崎樹夫・中川裕之・吉川厚 (2018). 教科の内容・活動に固有な非認知的スキルを評価する: 証明の学習に関する「主体的に学習に取り組む態度」. *第 6 回春期研究大会論文集*, 89-94.

鈴木雅之(2011).ルーブリックの提示による評価基準・評価目的の教示が学習者に及ぼす影響—テスト観・動機付け・学習方略に着目して—,*教育心理学研究 Vol.59*, 131-143