

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 3 日現在

機関番号：62615

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2013～2014

課題番号：25885123

研究課題名(和文) 認知診断テストの開発と学習への効果の検討

研究課題名(英文) The development of Cognitive Diagnostic Assessment

研究代表者

鈴木 雅之 (SUZUKI, Masayuki)

国立情報学研究所・情報社会相関研究系・特任研究員

研究者番号：00708703

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円

研究成果の概要(和文)：テストには、学習者のつまずきの原因を診断し、その後の学習改善に寄与することが期待されている。しかし、多くの場合、テストの結果として学習者にフィードバックされる内容は、テスト全体の得点や各問題の正誤などであり、学習者の知識や理解度の診断情報には乏しく、その後の学習改善には活用されにくい。そこで本研究では、認知診断テストと呼ばれる新しいテスト手法に着目した。研究の結果、認知診断テストによって、学習者のつまずきの原因の特定が可能になり、従来のテストと比較して、学習改善に有益な情報を得ることができることが示された。

研究成果の概要(英文)：Students are encouraged to review their tests in order to enhance comprehension and monitor the effectiveness of learning strategies. But, most traditional tests, which only report a small number of content-based subscores, total scores, or T-scores, are almost no use for providing diagnostic information about students' strengths and weaknesses. In the present study, we focused on cognitive diagnostic assessment which was designed to measure specific knowledge structures and processing skills in students. The results showed that we could obtain diagnostic information about students' knowledge states, which was not possible to attain from the content-based subscores and total score.

研究分野：教育心理学

キーワード：教育心理学系 学習方略 動機づけ フィードバック テスト 認知診断テスト 相対評価 眼球運動

### 1. 研究開始当初の背景

近年、テストをはじめとする教育評価を通して、生徒の学習の質を向上させていくことの重要性が指摘されている(e.g., 教育課程部会, 2010)。たとえば、数学のテストの成績が振るわなかったときに、方程式の解法について誤解をしていたことが原因であると明らかになれば、方程式の解法について学習をするべきだということが明確になるように、学習のどこでつまづいているのかをテストによって明らかにすることで、学習者は自身の学習を改善することができる。

しかし、多くの場合、テストの結果として学習者にフィードバックされる内容は、テスト全体の得点や正答率、受検者の中での序列である。これらの情報は、選抜などの評価場面では有用になったとしても、受検者個人についての情報としては貧弱なものであり、学習の達成度やつまづきについては有用な情報を与えてくれない(池田, 2013)。また、数学が得意な学習者の中にも、ある特定のスキルや知識を欠いている者が存在する可能性がある。逆に、数学の不得意な学習者であっても、特定のスキルは有している可能性があるが、テスト得点や偏差値のような一元化された指標では、このような学習者の特徴を明らかにすることはできない。

そのため、学習者のつまづきの原因や、学習改善のための指針を明確にすることができるテストを開発することが重要になる。そこで本研究では、生徒の学習改善を促進するためのテストとして、認知診断テスト(cognitive diagnostic assessment)に着目した。認知診断テストとは、アトリビュート(attribute)と呼ばれる、ある教科や単元などの学習内容を理解するのに必要な認知技能・知識の習得度を測定するためのテストである(Rupp et al., 2010)。たとえば、小学校で学習する分数の認知診断テストでは、「同分母の加減」「通分」「約分」に関するアトリビュートなど、全部で8つのアトリビュートが特定されており、それぞれの技能の習得度を推定することができる(高橋ほか, 2011)。認知診断によって、「通分」に関するアトリビュートを習得していないために、「異分母の加減」に関する問題を解決することができないのだということが明らかになれば、「通分」の学習をするべきというように、学習を改善するための方策が明確になる。このように、認知診断テストを利用することによって、当該の学習領域に必要な技能・知識は何であるのか、また、それらの技能の自身の達成度を知ることができるため、何を改善すれば良いのかが明確になる。

### 2. 研究の目的

#### (1) 教研式 NRT への認知診断モデルの適用

認知診断モデルを適用した研究例はこれまでもあるものの(e.g., Wang & Gierl, 2011), 認知診断モデルによる学習診断が教

育実践の中で利用された例はない。その原因の1つとして、教育実践の中で広く利用されているテストに対して認知診断モデルを適用した事例がないことが挙げられる。そこで本研究は、認知診断モデルによる学習診断の有用性について、日本の小・中学校で広く利用されている「教研式標準学力検査 NRT (Norm Referenced Test; 以下、教研式 NRT)」への適用事例を通して検討することを目的とした。教研式 NRT は、昭和 25 年に刊行された、日本で最も多く実施されている標準学力検査の1つであり、教研式 NRT のように、小・中学校での利用頻度が高い標準テストに対して認知診断モデルを適用することの有用性を示すことができれば、認知診断モデルによる学習診断の実践での利用可能性は大きく高まると考えられる。

#### (2) フィードバックの活用に関する検討

認知診断テストによって学習者のつまづきの原因を明らかにしたとしても、学習者がフィードバック情報を活用しなければ、学習改善にはつながらない。そこで本研究では、学習中のログ情報と眼球運動の分析を通じて、学習者がフィードバック情報をどのように活用しているかについて検討を行った。また、フィードバック情報の活用方法が、相対評価情報の有無と、学習者の持つ達成目標によって異なるかについても検討を加えた。

### 3. 研究の方法

#### (1) 教研式 NRT への認知診断モデルの適用

教研式 NRT は、小学 1 年生版から中学 3 年生版までが開発されており、教科も国語・数学(算数)・英語・理科・社会まで扱われている。本研究では、このうちの「中学 1 年数学」を対象とした。教研式 NRT「中学 1 年数学」の出題範囲は、中学 1 年生で学習する内容全般であるため、この検査は中学 1 年生の学年末か、中学 2 年生の始めに実施されることが多い。本研究では、2014 年 4 月から 5 月にかけて、中学 2 年生 948 名を対象に教研式 NRT を実施し、データを収集した。

また、申請者が項目の性質から、教研式 NRT「中学 1 年数学」で測定しているアトリビュートを特定した。次に、設定したアトリビュートに基づいて、申請者と教育測定を専門とする者の 2 名で、協議によって Q 行列を作成した。その後、アトリビュートの定義と課題例に基づいて、研究協力者の 1 人が、東京書籍の検定教科書を参考に単独で Q 行列を作成し、評定者間信頼性を確認した結果、十分な信頼性が確認された。

#### (2) フィードバックの活用に関する検討

大学生・大学院生 42 名(男性 18 名、女性 24 名)を、統制群と相対評価群にランダムに割り当てて実験を行った。参加者は PC 上でテストを受検し、最後の問題の解答が終わった直後に PC 上にテスト結果が提示された。テスト受検中とテスト結果を見ている間、Tobii 社の TX300 を用いて参加者の眼球運動

の測定を行った。なお、参加者に対しては、フィードバック情報を見るように強制することはせず、テストが終了するとテスト結果が提示されること、結果は自由に見て良いこと、特に見る必要がなければいつでも終了することができることを説明した。

相対評価群の参加者に提示したフィードバック画面の例を図1に示す。フィードバック画面は大きく3つの領域に分割することができる。1つは「結果」部分であり、画面上部に実験参加者の正答数が表示された。また、相対評価群では正答数に加えて、大学生の平均正答数と相対的な成績も表示された。2つ目は「説明」部分であり、画面中央部にテストで測定している内容についての説明が書かれていた。3つ目は「正誤」部分であり、画面下部に各問題の正誤が表形式で提示された。また、問題番号をクリックすると、当該問題の解説を確認することができた。なお、ページ最下部にある「終了」ボタンを押せば、いつでも実験を終了することができた。

#### テストの結果

正答数: 3問 大学生の平均正答数: 3問 相対的な成績: C(上位50%以上)

このテストは、あなたの批判的思考力を測るものです。このテストでは、批判的思考力のうち、「文章に基づいて、論理的に推論する力」と、「科学的論証に関する力」を測定しています。「科学的論証に関する力」とは、調査・実験のデザインとその結果を適切に解釈・評価する力です。

各問題が測定している力と、問題に対するあなたの正誤は以下の通りです。問題番号をクリックすると、問題と解説を見ることができますので、ご自由にご覧ください。

また、「終了」ボタンをクリックすると、いつでも実験を終了することができます。

推論に関する問題			科学的論証に関する問題		
問1	問2	問3	問4	問5	問6
○	○	x	x	○	x

終了

図1 フィードバック画面の例(相対評価群)

## 4. 研究成果

### (1) 教研式NRTへの認知診断モデルの適用

認知診断モデルを適用することによって、素点に基づく学習診断からは推測することのできない学習者の情報が得られることが示唆された。まず、テスト全体の得点が高くとともに、習得できていないアトリビュートのある学習者の存在が浮かび上がってきた。また逆に、テスト全体の得点は低くとともに、習得できているアトリビュートのある受検者も存在することが示された。単に、「数学が苦手」と診断された場合には、何から学習をすれば良いかを判断することが困難であるが、アトリビュートの習得状況が明らかになることで学習目標が明確になり、効率よく学習改善を試みることができるようになると考えられる。さらに、たとえば、立体の投影図から想定される立体を構成する問題では、2つの平面図形から立体を構成するための「図形操作力」と、「投影図」が何を意味するのかという「概念理解」も必要になるが、認知診断

モデルを適用することによって、何が原因で問題解決に失敗したのかが特定できることが示された。この研究成果は、日本テスト学会誌に採択された(雑誌論文1)。

### (2) フィードバックの活用に関する検討

解説の確認について、誤答問題に関しては、統制群が17名、相対評価群は16名の参加者が解説の確認をした。しかしその一方で、正答問題の解説を確認したのは半数以下であった。このことから、多くの学習者は答えさえ合っていればそれで良いと考え、考え方が適切であったかどうかを振り返ることは少ないといえる。また、眼球運動の分析から、他者よりも良い成績をとることを目標とする傾向の強い学習者は、テストの点数や相対的な成績に注意を向けやすい一方で、テスト内容の理解を目標とする傾向の強い学習者は、正解した問題であっても解説の確認をする傾向にあり、「正誤」部分を見ていた時間が長かった。さらに、他人よりも悪い成績をとることを避けることを目標とする傾向の強い学習者は、全体的にフィードバック情報を見ない傾向にあった。相対評価情報の影響は、本研究においてはみられなかった。この研究成果は、Proceedings of the 37th Annual Conference of the Cognitive Science Societyに採択された(雑誌論文3)。

これらの他に、認知診断テストを、eラーニング・プラットフォームである Moodle に実装し、効果的なフィードバックデザインを提案した(雑誌論文7)。また、動機づけ研究においては、テストが実施されることで学習者の動機づけが影響を受けることが示されてきたが、学習者がどのようなテスト観を持つかによって、動機づけが受ける影響が異なることを、縦断調査によって示した(雑誌論文2)。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計7件)

1. 鈴木雅之・豊田哲也・山口一大・孫媛(掲載確定). 認知診断モデルによる学習診断の有用性の検討—教研式標準学力検査NRT「中学1年数学」への適用— 日本テスト学会誌, 11. 査読有
2. 鈴木雅之・西村多久磨・孫媛(掲載確定). 中学生の学習動機づけの変化とテスト観の関係 教育心理学研究, 63(4). 査読有
3. Suzuki, M., Toyota, T., & Sun, Y.(掲載確定). How learners use feedback information: Effects of social comparative information and achievement goals. *Proceedings of the 37th Annual Conference of the Cognitive Science Society*. 査読有
4. 鈴木雅之(2014). 受験競争観と学習動機、受験不安、学習態度の関連 教育心理学

- 研究, 62(3), 226-239. 査読有  
<http://doi.org/10.5926/jjep.62.226>
5. Fujita, A., Suzuki, M., & Arai, N. (2014). Cognitive model of generic skill: Cognitive processes in search and editing. In P. Bello., M. Guarini., M. McShane., & B. Scassellati. (Eds.), *Proceedings of the 36th Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp.2234-2239). 査読有  
<https://mindmodeling.org/cogsci2014/papers/389/>
  6. 植阪友理・鈴木雅之・清河幸子・瀬尾美紀子・市川伸一 (2014). 構成要素型テスト COMPASS に見る数学的基礎学力の実態 —「基礎基本は良好, 活用に課題」は本当か— 日本教育工学会論文誌, 37(4), 397-417. 査読有  
<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009807019>
  7. Sun, Y., Suzuki, M., & Toyota, T. (2013). Designing effective feedback for cognitive diagnostic assessment in web-based learning environment. In L. H. Wong, C. Liu, T. Hirashima, & P. Sumedi (Eds.), *Proceedings of the 21st International Conference on Computers in Education* (pp.115-120). 査読有  
<http://www.apsce.net/icce/icce2013/proceedings/>

〔学会発表〕(計7件)

1. 鈴木雅之・豊田哲也・孫媛, 相対評価とテスト成績が達成感情に与える影響—完全主義傾向による調整効果に着目して—, 日本パーソナリティ心理学会第23回大会, 2014年10月5日, 山梨大学(山梨県・甲府市)
2. 鈴木雅之・豊田哲也・孫媛, 学習者はテストのフィードバック情報をどのように活用しているか—解説確認と眼球運動に着目して—, 日本教育工学会第30回全国大会, 2014年9月19日, 岐阜大学(岐阜県・岐阜市)
3. 鈴木雅之・孫媛, テスト後の学習の振り返りは学習方略の改善を促進するか, 日本心理学会第78回総会, 2014年9月11日, 同志社大学(京都府・京都市)
4. Suzuki, M., & Sun, Y. Influence of perception of test value and motivation on learning strategies use in math. 28th International Congress of Applied Psychology, 2014年7月10日, Paris (France)
5. Tanaka, Y., Suzuki, M., Sun, Y., Koyasu, M., Michita, Y., Hayashi, H., Hirayama, R., & Kusumi, T. Understanding critical thinking ability by using cognitive diagnostic assessment approach. Annual Meeting of the American Educational Research Association 2014 (AERA 2014), 2014年4

- 月7日, Philadelphia (USA)
6. 豊田哲也・鈴木雅之・孫媛, 認知診断テストを用いた学習ライフログ管理プラットフォームの開発, 日本教育工学会第29回全国大会, 2013年9月22日, 秋田大学(秋田県・秋田市)
  7. 鈴木雅之・孫媛・豊田哲也・谷部弘子・島田めぐみ, 日本語語彙能力と学習方略の関連—認知診断テストを活用した効果的なフィードバックの検討—, 日本心理学会第77回総会, 2013年9月20日, 札幌コンベンションセンター(北海道・札幌市)

〔図書〕(計2件)

1. 鈴木雅之, ナカニシヤ出版, 計量パーソナリティ心理学, 印刷中(学習方略の使用に対する学習動機づけの効果は教師の指導次第? 階層線形モデル)
2. 鈴木雅之, 北大路書房, Rによる心理学研究法入門, 2015年(心理学における調査研究, pp.147-171)

〔その他〕

ホームページ等

<http://m-suzuki.6.ql.bz/index.html>

6. 研究組織

(1)研究代表者

鈴木 雅之 (SUZUKI Masayuki)

昭和女子大学・人間社会学部心理学科・助教

研究者番号: 00708703

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし