

機関番号：12601

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2007～2009年度

課題番号：19330146

研究課題名（和文） 数学力コンポーネントに応じた診断テストと学習指導法の開発

研究課題名（英文） Development of assessment tests and instructional methods based on mathematical components.

研究代表者

氏名 市川伸一 (Ichikawa, Shin'ichi)

東京大学・大学院教育学研究科・教授

研究者番号：70134335

研究成果の概要（和文）：

COMPASS は、数学的問題解決の認知モデルに沿って、問題理解、問題解決のプロセスに必要な学力の構成要素（コンポーネント）を領域横断的に抽出し診断しようとするテストである。日本の小学生、中学生の学力は、「基礎基本は強いが、活用が弱い」と一般に言われているが、本テストの実施により、基本的概念の理解、図表の自発的な利用、定型的な文章題解決、簡単な計算上の工夫など、数学力のかなり基礎的な部分に問題のある児童・生徒が多いことが明らかとなった。本研究では、家庭学習を含む日常的な学習方法の改善のために、コンポーネントに応じたいくつかの「学習法講座」を試行・実施し、具体的な授業改善の方向を示唆した。

研究成果の概要（英文）：COMPASS is

COMPASS is an assessment test based on the cognitive model of mathematical problem solving. This test diagnoses components of mathematical ability which are required in the process of understanding and solving mathematical problems. In general, Japanese students are good at the fundamental knowledge and skills in mathematics. However, the results of COMPASS showed that many students had serious difficulties in understanding fundamental concepts, utilizing figures and tables, solving basic text problems, and finding efficient ways in calculation. We have developed classes for improving learning methods based on components.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成19年度	6,200,000	1,860,000	8,060,000
平成20年度	4,300,000	1,290,000	5,590,000
平成21年度	3,100,000	930,000	4,030,000
総計	13,600,000	4,080,000	17,680,000

研究分野：心理学

科研費の分科・細目：教育心理学

キーワード：数学教育、数学的問題解決、学力診断テスト、認知モデル

1. 研究開始当初の背景

これまでの数学の学力テストは、数学の諸領域ごと、すなわち、数と計算、方程式、関数、図形などの諸領域ごとに出題され、得点

として生徒にフィードバックされるものがほとんどである。我々は、長年にわたる個別学習相談を通して、領域横断的な苦慮要素あるのではないかと考え、これらをコンポーネントと名づけた（図1）。

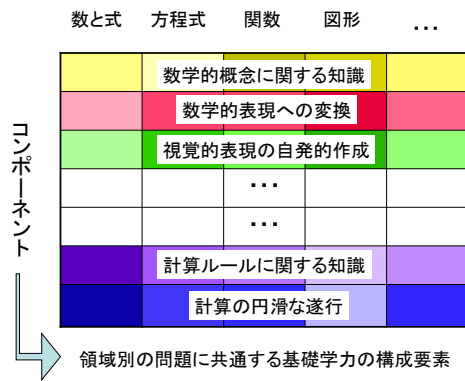


図1 領域横断的な数学力コンポーネント

認知心理学的な問題解決のモデルに沿って、コンポーネントごとに問題を作成したものが COMPASS という学力診断テストである (図2)。このテストは、21世紀COEのプロジェクトの一つとして開発され、徐々に問題改訂を重ねてきた。

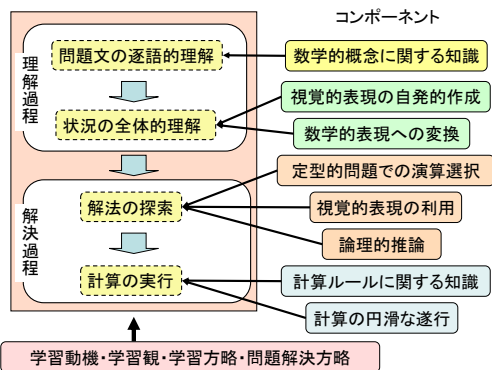


図2 問題解決の認知モデルと COMPASS

2. 研究の目的

本研究の目的は、学習指導に有用な数学力診断テスト (COMPASS) の開発をすすめ、従来の数学テストとは異なる側面から我が国の児童・生徒の数学力の実態を明らかにするとともに、数学力コンポーネントに応じた効果的な学習指導法を開発することであった。

3. 研究の方法

平成19年度は、これまで改訂してきたコンポーネントごとの課題 (tasks) と学習力に関する質問紙を整備し、COMPASS を小5～中2に実施可能な学力・学習力診断テストとして完備する。これをいくつかの学校で合計2000名ほどの児童・生徒に実施し、結果を分析する。そこで、明らかになった結果と各学校の実情に合わせて、指導が必要なコン

ポーネントについて「学習法講座」を試行・実施し、その効果を検証する。

4. 研究成果

(1) COMPASS と実施環境の整備

それまでの改訂を踏まえ、さらに、図1にあるような学習動機、学習観、学習方略、問題解決方略に関する質問紙も整備し、COMPASS の第3版として完成させた。COMPASS は、記述解答の部分が多く、日常的に指導している教師にもそれらの解答を直接見てほしいことから、実施、採点は、学校側で行なうことを原則としている。そのため、実施マニュアル、採点マニュアル、採点結果入力システム、簡易分析システム、フィードバック作成システムなどを作成した。理論的背景と問題例については、『認知科学』に論文として発表した (市川他, 2009)。また、平成23年度から全面実施される新学習指導要領に準拠するよう、いくつかの問題を学年に合わせて改訂した。

(2) 実施結果の分析

実施した学校の中から、代表的な学校における中学2年生468人の結果を報告する。これは、日本心理学会において、発表されたものである (植阪ほか, 2010)。

まず、「概念判断課題」と「概念説明課題」では、教科書レベルの数学的概念や用語を理解しているかを測定している。例えば、「概念説明課題」では、「①空欄に適切な言葉を入れて、『反比例』の具体例を作りなさい (1点満点)」、「②『反比例』とはどういう意味か、 x と y を使った文で説明しなさい (2点満点)」といった問題が2問与えられる。図3に表されているように、この課題の得点分布は低い位置に偏っている。つまり、教科書レベルの用語でも、例を挙げて説明をするレベルの理解には達していない学習者が多いことが示されている。

また、「基本文章題」では小学校レベルの定型的な文章題を迅速に解くことができるかを測定している。例えば、「2000円のケーキを20%引きで売りたいと思います。値段は何円になりますか？」といった問題が与えられ、1問あたり5点満点 (式が3点、答えが2点) で採点される (3分、6問構成)。この課題の結果も、図4に示したように低い位置に偏っている。つまり、小学校レベルの定型的文章題の解決にも課題がある学習者が多く存在することがうかがえる。

「図表の自発的作成課題」や「図表の利用課題」では、図や表を自ら作成したり、与えられた図表に書き込みをしながら考えると

いう学習スキルが身につけているかを測定している。例えば、「図表の利用課題」では、図表を用いて解くことが有効な文章題が、図表とともに与えられ、どのくらい書き込みをしながら考えているかが評価される。図5に示したように、「書き込みなし」もしくは「書き込み量が少ない」に分類される学習者が非常に多いことが分かる。基本的な知識や定型的文章題の解決のみならず、学習スキルも十分と言えない状況にあることが示唆される。

結果をまとめると、①教科書レベルの用語の理解、②定型的な基本問題を迅速に解く力、③自ら図表をかきながら試行錯誤する力などが、十分とは言えないことが示された。認知心理学の視点から基礎学力を捉え直すことで、従来は見過ごされてきた学力の実態を明らかにできたと言えよう。

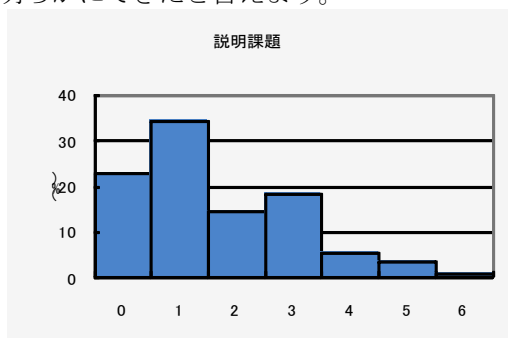


図3 概念説明課題の得点分布

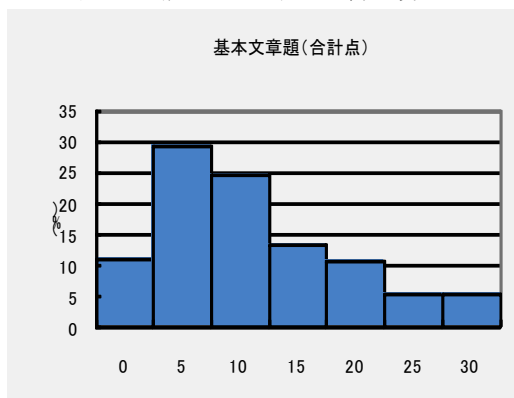


図4 基本文章題の得点分布

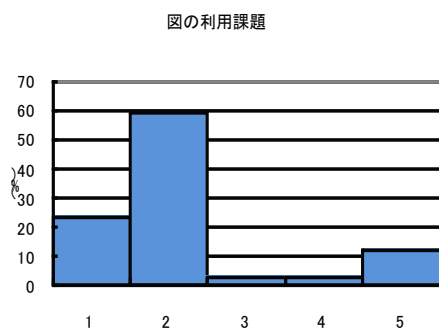


図5 図表の利用課題の得点分布

(3) 指導法の開発と効果検証

COMPASS を実施してみて、とくに我が国での指導が不十分なコンポーネントを対象に、「数学用語の理解」「図表を利用しての問題解決」「基本文章題の定着」「論理的判断の方略」「計算における工夫」という5種類の指導実践を、東京や岡山の小学校・中学校で実施した。

指導効果を分析したところ、「計算における工夫」については、短い訓練でもある程度の効果が得られること（鈴木他、2010 で発表）、数学用語の理解については、低・中学力の学習者に対しては一定の効果があつた、学習者の負担感も少ないことがわかつた。「基本文章題の定着」については、2種類の大きく異なる指導法を考案し、ある程度の効果が見られたが、教示に即した方略が採用されたためなのかどうかの判別が困難であり、部分的な検証にとどまっている。「論理的判断の方略」「図表を利用しての問題解決」については、教示内容や問題を改善したことでかなり受け入れやすいものとなつたが、成績の有意な向上にはいたらず、より長期の訓練が必要であることが示唆された。

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2件）

① 鈴木雅之・田中瑛津子・村山 航・市川伸一

工夫速算問題の分類と抽象的方略を用いた教授の効果

日本教育工学会論文誌, 2010, vol. 34, pp. 35-43.

（査読あり）

② 市川伸一・南風原朝和・杉澤武俊・瀬尾美紀子・清河幸子・犬塚美輪・村山 航・小林寛子・植阪友理・篠ヶ谷圭太

数学の学力・学習力診断テストCOMPASSの開発

認知科学, 2009, vol. 16, pp. 333-347.

（査読あり）

〔学会発表〕（計4件）

① 植阪友理・清河幸子・市川伸一

構成要素型テストCOMPASSで見る日本の数学的基礎学力の実態—「基礎基本は十分、活用は不十分」は本当か—

日本心理学会第74回大会発表論文集 pp.

775 2010/9/20 大阪大学

- ② 市川伸一・鈴木雅之・田中瑛津子・篠ヶ谷圭太・植阪友理
数学力コンポーネントを育成する学習法
講座の試み ―その1 用語
日本教育心理学会第 51 回総会発表論文集
p. 655 2009/9/22 静岡大学
- ③ 植阪友理・篠ヶ谷圭太・田中瑛津子・鈴木雅之・市川伸一
数学力コンポーネントを育成する学習法
講座の試み ―その2 図表利用と論理判断―
日本教育心理学会第 51 回総会発表論文集
p. 656 2009/9/22 静岡大学
- ④ 鈴木雅之・田中瑛津子・村山 航・市川伸一
工夫速算問題の分類と、方略指導による直接・間接効果の検討
日本教育心理学会第 51 回総会発表論文集
p. 477 2009/9/21 静岡大学

[図書] (計 件) なし

[産業財産権]

○出願状況 (計 件) なし

○取得状況 (計 件) なし

[その他]

ホームページ等

東京大学大学院教育学研究科附属 学校教育高度化センター／後援シンポジウムにおける資料の提供

<http://www.p.u-tokyo.ac.jp/~c-kodoka/ceintersymp/wscompass100328.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

氏名 市川伸一 (Ichikawa, Shin'ichi)
東京大学・大学院教育学研究科・教授
研究者番号：70134335

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者

氏名 南風原朝和 (Haebara, Tomokazu)
東京大学・大学院教育学研究科・教授
研究者番号：50156246

氏名 杉澤武俊 (Sugisawa, Taketoshi)
新潟大学・人文学部・准教授
研究者番号：30361603

氏名 瀬尾美紀子 (Seo, Mikiko)
相模女子大学・文芸学部・専任講師
研究者番号：90431775

氏名 清河幸子 (Kiyokawa, Sachiko)
中部大学・文学部・助教
研究者番号：00422387