

平成21年 4月30日現在

研究種目：基盤研究(C)  
 研究期間：2005～2008  
 課題番号：17530473  
 研究課題名（和文） 小中学生の学習観の変容と数学的思考の発達を促す算数  
 ・数学授業のプロセスと効果  
 研究課題名（英文） Effects of mathematics instruction on students' mathematical thinking and their views of learning  
 研究代表者  
 藤村 宣之（Fujimura Nobuyuki）  
 名古屋大学・大学院教育発達科学研究科・准教授  
 研究者番号：20270861

## 研究成果の概要：

本研究では、小中学校等の算数・数学授業を、①概念的理解、②思考プロセス、③社会的相互作用を重視した長期的プログラムとして組織することによる、児童・生徒の学習観や数学的思考の変化プロセスを解明することを目的とした。そのような継続的授業を通じて、理解や思考を重視する学習観への変容がみられ、それは児童・生徒の記述表現や授業時の発言などにも顕著に現れていた。また児童・生徒の数学的思考（概念的理解）にも深化がみられた。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	1,200,000	0	1,200,000
2006年度	900,000	0	900,000
2007年度	900,000	270,000	1,170,000
2008年度	600,000	180,000	780,000
総計	3,600,000	450,000	4,050,000

研究分野：教育心理学

科研費の分科・細目：心理学・教育心理学

キーワード：数学的思考、概念的理解、手続き的知識、学習観、社会的相互作用、縦断的变化

## 1. 研究開始当初の背景

算数や数学では、単位あたり量、比例、関数といった理解の難しい概念が扱われる。子どもの既有知識と結びついた具体的モデルの操作や、既有知識を活用した導入授業によって概念の理解は促進可能であることが示唆されているが、一方で、その促進可能性には個人差もみられる。特に「算数は手続きを覚えるもの」といった学習観が、概念の理解や思考の多様な表現といった数学的思考を妨げていると推測される。このことから、子どもの概念的理解や思考プロセス、子ども

うしの社会的相互作用を重視し、学習観と数学的思考に働きかける長期的な授業介入が必要であると考えられる

## 2. 研究の目的

小中学校の算数・数学授業を通じて、児童・生徒の学習観や数学的思考がどのように変化するかについて、1) 数学的思考に関する事前・事後テスト、2) 学習観に関する質問紙調査や個別インタビュー、3) 継続的な授業観察（児童・生徒の発言内容などの分析）、の実施により明らかにすることを目的とす

る。

算数・数学の授業は、①概念的理解、②思考プロセス、③児童・生徒の社会的相互作用を重視する長期的プログラムとして構成する。一連の授業を通じて、暗記・再生型の学習観から理解・思考型の学習観への変容、数学的思考の発達（概念的理解の深化や、多様な表現手段の獲得）がみられるか、またどのようなプロセスで進行するかについて検討する。

### 3. 研究の方法

(1) 中学校の数学授業を通じた生徒の数学的思考と学習観の変化：概念的理解重視型指導法のプロセスと効果

中学校3年生の数学の授業を先に示した3点(①②③)を重視して組織した。具体的には、1) 課題を解・解法・表現が多様な問題に限定すること、2) その課題に対する個別解決時間を確保すること、3) 多様な考えや解法を發表させ、比較検討を行うことを中心とした指導方法を採用し、概念的理解重視型指導法と名づけた。また、扱うテキストなどの教育内容は同じで従来型の指導を行う授業(手続き的知識重視型授業)を別クラスにおいて実施した。

学年の開始時と終了時に、数学的思考(特に概念的理解)を測定する自由記述型テスト、学習観などに関する質問紙調査を実施した。また、継続的な授業観察を行い、生徒の発言内容を分析した。

(2) 小学校の算数授業を通じた児童の数学的思考と学習観の変化

小学校5年生の算数の授業を、(1)と同様に先に示した3点(①②③)を重視して組織した。特に小学校の場合は、児童の持つ日常的な既有知識を課題作成や討論の組織化の際に活用することを重視した。

単元等の開始時と終了時に、数学的思考(特に概念的理解)を測定する自由記述型テスト、学習観などに関する質問紙調査を実施し、また数学的思考や学習観に関する個別インタビューも実施した。

(3) 中高一貫校の数学授業を通じた生徒の学習観の縦断的变化

(1)で研究対象とした生徒について、概念的理解重視型指導法による数学授業を継続することによる学習観の変化を3年間にわたり継続的に検討した。具体的には、生徒の学習観、学習方略を測定する質問紙(各40項目)を作成し、1年間の間隔において実施した。

### 4. 研究成果

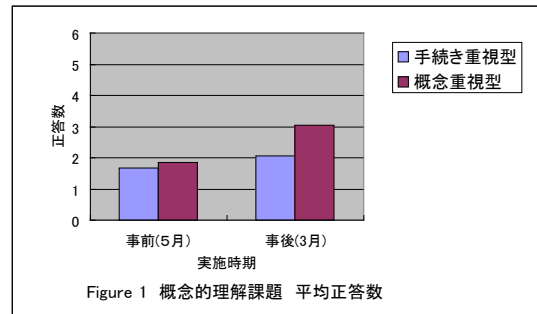
(1) 中学校の数学授業を通じた生徒の数学的思考と学習観の変化：概念的理解重視型指導法

のプロセスと効果

①指導法が数学的思考に及ぼす全般的効果

手続き的知識重視型指導法(従来型指導法)と概念的理解重視型指導法が生徒の数学的思考に及ぼす影響を明らかにするために、学年開始時(5月)と学年終了時(3月)に、日常場面を題材として自由記述形式で数学の概念的理解を測る課題を作成して実施した。

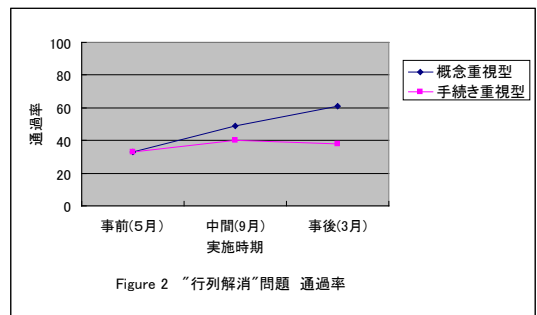
Figure 1 に各指導法における平均正答数の変化を示す。正答数についての指導法×実施時期の2要因分散分析の結果、交互作用が有意であり( $F(1,72)=7.27, p<.05$ )、概念的理解重視型指導法によって、概念的理解が深まることが明らかになった。一方で、手続き的知識を測定する従来型のテストを年間6回にわたって実施した結果、テスト得点に関する指導法間の差はいずれも有意ではなかった。



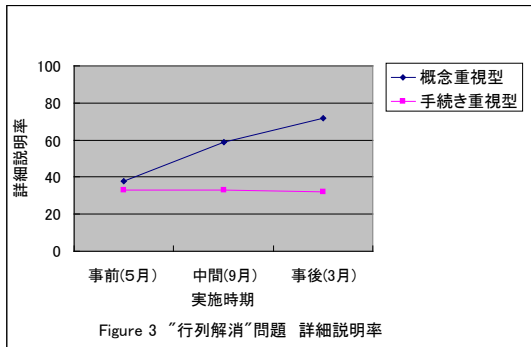
②数学的思考・学習観の変化プロセス

数学的思考と学習観がどの時点で変化するかを明らかにするために、概念的理解課題のうちの一題(「行列解消」問題という、算数的にも代数的にも、また表を作成しても解決可能な課題)を中間期(9月)に実施した。その通過率から数学的思考(概念的理解)の変化を、また解答の記述形式から学習観の変化を検討した。

Figure 2 に各指導法における通過率の変化を示す。指導法間での通過率の差は学年終了時(3月)のみにおいて有意であり(直接確率計算法(両側検定),  $p<.05$ )、概念的理解重視型指導法において概念的理解は漸次的に進行することが明らかになった。



生徒の自由記述型課題に対する記述内容から学習観を明らかにするために、生徒の記述内容を正誤にかかわらず、詳細説明（式に2文以上を付加）か否かで分類した。Figure 2 に各指導法における詳細説明率の変化を示す。直接確率計算法（両側検定）の結果、詳細説明率について、中間（9月）および事後（3月）で指導法による差が有意 ( $p < .05$ ) であった。このことから、思考プロセスの説明を重視するという学習観への変化は比較的早期にみられることが明らかになった。



③質問紙調査にみる関心、学習観の変化  
 学習観などの変化を別の側面から明らかにするために、数学についての学習観や関心を問う質問紙を作成して学年開始時（5月）と終了時（3月）に実施した。

数学への関心に関して、数学が好きか嫌いかを4件法で尋ねたところ、従来型の手続き的知識重視型指導法では関心に大きな変化はみられなかったのに対して、概念的理解重視型指導法では、数学に対する好みの程度が高まった（「大好き」の比率が8%から30%に増加した）。

数学についての学習観に関して、Figure 4 は、友人の解法の意味理解を重視するかどうかの平均値の変化を指導法別に示している。概念的理解重視型指導法においては、他者との相互作用や意味理解を重視するようになるという変化がみられた。

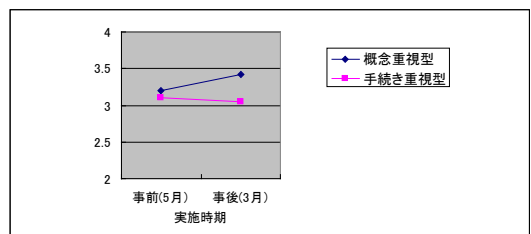


Figure 4 質問紙調査にみる学習観の変化「友だちのやり方の意味をわかってもらう」(1. まったく大切でない~4. とても大切)

④授業場面における生徒の説明の変化  
 ①②③では、概念的理解重視型指導法によ

って、生徒の数学的思考、特に概念的理解が深まり、学習観が思考プロセスの説明や他者との相互作用を重視するものに変化することが示された。それでは、実際の授業場面におけるどのようなプロセスがそのような変化をもたらしたのであるか。

本研究では、概念的理解や学習観に係るものとして、授業時に生徒が行う説明に着目した。各回の授業における生徒の発言を単純な回答 (Answer)、主に数学的用語を用いて思考の結果を示す定型的説明 (Routine explanation)、主に自分のことばを用いて思考のプロセスを説明する構成的説明 (constructive explanation)、質問などその他の発言 (others) の4つのカテゴリーに分類した。

年間の数学の授業の前半部分における発言内容の変化を、手続き的知識重視型指導法、概念的理解重視型指導法の順に示したのが、それぞれ、Figure 5, Figure 6 である。

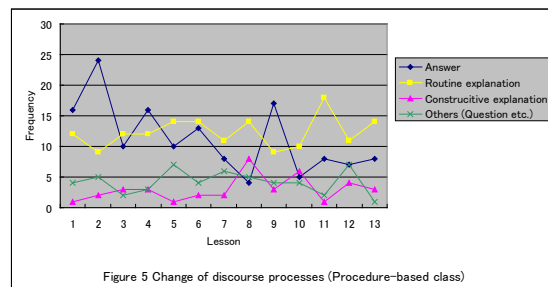


Figure 5 Change of discourse processes (Procedure-based class)

手続き的知識重視型指導法 (Figure 5) では、単純な答えが減少する以外には、発話タイプの変化は少なかった。また定型的説明が安定してみられ、構成的説明の頻度は少なかった。

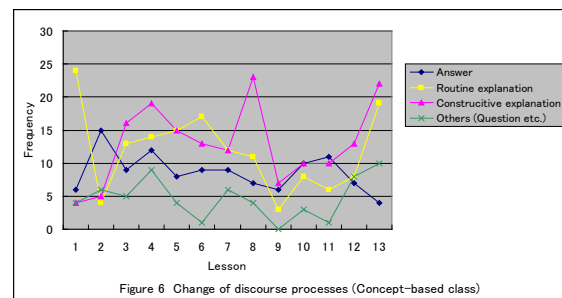


Figure 6 Change of discourse processes (Concept-based class)

概念的理解重視型指導法 (Figure 6) では第3週以降、構成的説明が多くみられるようになった。一方で、学習内容の影響で、両タイプの説明の頻度が変動するという特徴もみられた。特に解法を構成する基礎的なスキルの獲得が不十分である場合（例：第9週）には、構成的説明の頻度に一時的な低下がみられた。

#### ⑤研究のまとめ

生徒の多様な思考プロセスと表現を重視した指導法（概念的理解重視型指導法）の効果として、1)生徒の数学的思考（概念的理解）が漸進的に深化すること、2)生徒の学習観に関わって、思考の表現形式が比較的早期に、自分のことばを用いた多様な思考プロセスの表現へと変化すること、3)年間を通じて、一定程度の関心の向上と、他者との相互作用を重視する学習観への変化がみられることなどが明らかになった。また、そのような数学的思考や学習観の変化につながる授業過程として、概念的理解重視型指導法では従来の手続き的知識重視型指導法に比べて、社会的相互作用場面における生徒の構成的説明が多く見られることが示された。

#### (2) 小学校の算数授業を通じた児童の数学的思考と学習観の変化

小学校の算数授業においても、概念的理解重視型指導法（特に児童の既有知識を活用する指導法）を実施した場合に、(1)の研究と同様の効果がみられた。

具体的には、小学生の学習観を測定する質問紙を作成し、5年生に対して半年間の授業の前後に実施した。概念的理解（特に既有知識の活用による意味理解）に重点を置いた算数授業の結果、他者の示した方法の意味理解を重視するといった「理解・思考」型学習観に対応する項目の平均値が上昇した一方で、過程よりも答えを重視するといった「暗記・再生」型学習観に対応する項目の平均値が低下し、一連の授業による学習観の変容が示された。

また、小学校5年生1クラスの児童を対象に、児童の既有知識を活用することを重視した授業の前後で、学習観と数学的思考を測定する個別インタビューを実施した。インタビューに対する回答内容の分析の結果、授業を通じて、結果重視の学習観から過程重視の学習観への変化や過程を重視する理由の明確化がみられ、また問題解決場面における数学的思考が意味理解を重視したものに変わることが示された。

#### (3) 中高一貫校の数学授業を通じた生徒の学習観の縦断的变化

(1)で研究対象とした生徒について、概念的理解重視型指導法による数学授業を継続することによる学習観の変化を3年間にわたり縦断的に検討した。

生徒の学習観や学習方略などを測る質問紙調査（各40項目）を作成し、約1年間の期間において実施した。先述の継続的授業の結果、1)生徒の学習観や学習方略は、当初想定した「理解・思考」と「暗記・適用」の2主成分に縮約される傾向にあること、2)生徒

は求答形式よりも記述形式の問題をより好み、自己の能力も高く評価するように変化すること、3)記述形式の問題を好み、得意とする生徒は、学習観に関する「理解・思考」主成分の得点が高いことなどが明らかになった。また「理解・思考」型の学習観ならびに「暗記・適用」型の学習観が時系列的に変化することも明らかになった。授業時における生徒の継続的発話分析の結果とあわせて考えると、担当教員の交替による指導法の変化、生徒との関係構築にもとづく指導法の修正（教師の熟達化）、受験に対応させた指導内容の変化などが生徒の学習観に影響を及ぼすことが示唆される。

#### 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4件）

①Fujimura, N. 2007 How concept-based instruction facilitates students' mathematical development: A psychological approach toward improvement of Japanese mathematics education. *Nagoya Journal of Education and Human Development*. No. 3, 17-23. (査読無)

②藤村宣之 2006 「学習観の変容をめざして(教育時評90)」『学校図書館』, 666号, 39-54頁 (査読無)

③藤村宣之 2006 「子どもが自分の考えを書かないわけ(教育時評87)」『学校図書館』, 663号, 56-57頁 (査読無)

④藤村宣之 2005 「算数・数学教育」『児童心理学の進歩—2005年版—(第44巻)』(日本児童研究所編, 金子書房), 87-107頁 (査読有)

〔学会発表〕（計3件）

①藤村宣之, 知識獲得のプロセスにもとづく教材提示のあり方, 日本教育心理学会第50回総会(自主シンポジウム: 児童・生徒の理解支援ニーズに応える教材提示のあり方—研究と実践の乖離を超えて—), 2008年10月12日, 東京学芸大学

②藤村宣之, 算数・数学教育における問題解決力の育成: 発問・集団討論・個別解決の心理学的検討, 日本教育心理学会第48回総会(研究委員会企画シンポジウム: 真の問題解決力を育成するために—認知心理学からの提言—), 2006年9月18日, 岡山大学

③藤村宣之, 算数・数学教育における学習環境のデザイン, 日本教育心理学会第47回総会(自主シンポジウム: 「学習環境」のデザイン: 学習科学からの示唆), 2005年9月17日, 浅井学園大学

〔図書〕（計1件）

①藤村宣之 2008 「知識の獲得・利用とメタ認知」『メタ認知：学習力を支える高次認知機能』（三宮真智子編，北大路書房），39-54頁

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

藤村 宣之 (Nobuyuki Fujimura)  
名古屋大学・大学院教育発達科学研究科・  
准教授  
研究者番号：20270861

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者 なし

### (4) 研究協力者

嘉賀 正泰 (Masayasu Kaga)  
愛知県立阿久比高等学校・教諭  
太田 慶司 (Keiji Ohta)  
埼玉県東松山市立唐子小学校・教諭