

数学学習における学習観と学習方略の関係 —大学生を対象とした分析—

廣瀬 友介*・中本 敬子**・蛭田 政弘***

Relationships between Beliefs about Mathematics Learning and Learning Strategies

Yusuke HIROSE, Keiko NAKAMOTO, Masahiro HIRUTA

要旨 大学生を対象とした質問紙調査により、数学の学習における学習観、公式観、ならびに学習方略の関係を検討した。その結果、数学の学習観については、意味理解志向と、学習量志向の2因子が得られた。また、公式観については、公式への困惑、暗記偏重、導き方の意義重視の3因子が得られた。学習方略については、要点理解方略と反復演習方略の2因子が得られた。これらの因子間の関係について、構造方程式モデリングによる検討を行った。その結果、意味理解志向の学習観は、公式の導き方を重視する公式観を通して、要点理解方略、反復演習方略の双方に正の影響を持つこと、学習量志向の学習観は、暗記偏重の公式観を通して公式への困惑に結びつくこと、また暗記偏重の公式観は反復演習方略の使用にのみ正の影響を持つことが示された。また、公式への困惑は2つの学習方略の両方に負の影響を持っていた。以上から、数学学習への学習観の影響について考察を行った。

キーワード：数学学習 学習観 学習方略 構造方程式モデリング

1 問題と目的

近年、国際比較調査（PISA, TIMSS）により、日本の子どもの数学や理科リテラシーや学力は国際的にみると高い水準にあることが示されている。その一方で、次のような課題も見えてきている。第一に、概念的理解を要する記述形式の問題で、判断の理由などを自分の言葉や図式で説明する課題の正答率が低い点である。第二に、このようなタイプの問題では、全く考えを書かない割合（無回答率）が高い点である。第三に、学習に対する関心が低い点である（藤村, 2008）。2003年に行われたTIMSSの児童生徒への質問紙調査では、勉強が楽しいと「強くそう思う」「そう思う」児童生徒の合計は諸外国の平均より少ないという

結果も出ている。

これらの課題の原因の一つとして挙げられるのが、日本の子どもの学習形態の変化である。藤澤（2002）は、1990年代後半から多くの子どもたちの学習法が習得を目的とした正統派の学習ではなく、機械的暗記や機械的訓練によって目先のテストで成果を出せばよいという学習（ごまかし勉強）に変化してきていると指摘している。さらに、ごまかし勉強の方法以外の学習方法を知らない子どもが多数いること、また、学習とは我慢して取り組む機械的作業であると考えている子どもが多いことを指摘している。これを算数や数学の学習に当てはめて考えると、ただ公式や定理を覚えそれらを機械的に問題に当てはめる方法を暗記することで学習している子どもが多くいると考えられる。与えられた公式や定理を丸暗記し、機械的に問題への当てはめ方を覚えるだけでは学力はつかないばかりか、学習そのものが嫌いになることは容易に想像できることである（藤澤, 2002）。

*ひろせ ゆうすけ 春日部市立立野小学校

**なかもと けいこ 文教大学教育学部教職課程

***ひるた まさひろ 文教大学教育学部教職課程

このような問題について、学校教育における学習指導に関連させて考える。2008年に改訂された学習指導要領では、今の子どもたちに必要な力として「基礎・基本を確実に身につけ、いかに社会が変化しようと、自ら課題を見つけ、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、行動し、よりよく問題を解決する資質や能力」を挙げ、自ら学習を切り拓ける力の育成の重要性を示している。さらに、「確かな学力を育成するためには、基礎的・基本的な知識・技能を確実に習得させること、これらを活用して課題を解決するために必要な思考力、判断力、表現力その他の能力をはぐくむことの双方が重要であり、これらのバランスを重視する必要がある」とあり、確実な知識習得のためには、機械的な作業ではなく、自分なりの解釈をしたのちに、頭の中に知識として取り入れることが重要と指摘している（文部科学省，2008）。

学習指導要領が求めるような学習を促すにはどうすべきかを考えるには、学習者が実際にどのような方略で学習しているか、また学習方略の使用にどのような要因が影響しているのかを検討する必要がある。そこで、本研究では、植木（2002）や寺西（2008）等の先行研究に基づき、数学の学習に対する信念（学習観）と、数学における公式や定理に関する信念（公式観）、数学学習における学習方略の使用の関係について調べることを目的とする。

学習成立に対する基本的な信念・価値観のことを学習観と呼ぶ（市川，1993；藤村，2008；植木，2002）。学校や塾等で学習を行う際に、手続き的知識を獲得したり個々の問題に適用したりすることを重視した指導を受けることにより、「正しい答えと解法はただ1つであり、それを覚えてテストの時に思い出すのが大切だ」などの「暗記・再生」型の学習観が形成されると考えられる。特に、日本の場合は、教育の場面において、結果主義（過程よりも結果を重視）、暗記主義（思考よりも暗記を重視）、物量主義（学習の質よりも量を重視）といった考え方の指導が多くされていること

が、学習への不適応の背景に推測されるという指摘がある（市川，1993）。つまり、問題を解けるか解けないかといった結果や、解けないときは繰り返し練習して覚えるといったことを重視するあまりに、学習内容を有意味なものとして理解しないうちに分かったつもりになってしまうのである。その結果、答えの理由を自分で説明できなかったり、学習してきた例題とは異なる文脈で課題に出会ったときに解決できなかったりということにつながると考えられる。また、このような「学習する量を増やせば学習成果は上がる」という考えは、相当量の学習を行っているにもかかわらず、その方法が適切でないがために成果が伴わない子どもを追い詰めることになってしまう。

このような「暗記・再生」型の学習観に対して、「理解・思考」型の学習観がある（市川，1993；植木，2002）。これは、「学習は自分で考えながらすることで効果がある」や「答えを出すまでの過程を自分の言葉や図式に表すことが大切だ」のように結果を出すまでのプロセスや思考を重視する考え方である。言うまでもなく、このような学習観は、2008年に改訂された学習指導要領との親和性が高い。

学習観の実証的研究として植木（2002）が挙げられる。植木（2002）は、高校生を対象とした調査研究の結果から、学習観を方略志向、学習量志向、環境志向の3つの因子を特定した。まず、方略志向とは、結果を出すまでのプロセスや思考を重視する考え方のことであり、上述した「理解・思考」型の学習観とほぼ同義である。次に、学習量志向とは、とにかく勉強量をこなして、知識をカバーしようとする考え方のことであり、結果があっていればよく、そこまでの過程にはこだわらない、というのが特徴である。これは、「暗記・再生」型の学習観と同義と考えられるだろう。そして最後に、環境志向とは、「成績を上げるためにはわかりやすい授業をする先生が必要だ」のように学校の先生や塾などの外的な要素が学力を左右するという考え方のことである。このような学

習観は、学習者がどのような方法で学習を行うか、つまりどのような学習方略を使用するかに影響を与えると考えられる(植木, 2002)。

ここであらためて学習方略とは何かを定義する。藤澤(2002)によると、学習方略とは、学習を効率的に行うための方法や作戦のことである。記憶の構造にかかわる重要な方略から、ちょっとした工夫に過ぎない小さな方略まで様々なものがある。例えば、「図形に関する問題では自分で図を書き、そこに与えられた情報をすべて書き込む」「間違えた問題は、解答を理解するだけでなく、誤りの原因を考える」などが挙げられる。

現在の日本の学校教育では、多くの場合、このような学習方略が系統的に教育されることはない。よって、子どもたち一人ひとりが試行錯誤で学習方略を習得していかなければならず、活用の度合いには個人差がある。

学習方略を学習者に教授することの効果を検討した研究は多数行われてきている(例えば、Brown & Palinscar, 1984; King, 1991, 1994; 岡田, 2007; 植木, 2004; 植阪, 2003, 2009等)。たとえば、植木(2004)は、「自己モニタリング方略」の教授を試みている。ここでの自己モニタリングとは、現在進行中の課題をどの程度理解しているか自己診断することを指す。彼女は、研究結果から、自己モニタリング方略の定着には、理解できていない箇所を自分の経験や知識から推論する方略を合わせて教授することが必要であると結論している。また、Uesaka, Manalo & Ichikawa(2007)は、図表活用方略を取り上げ、図表を活用することは学習にとって有効であるにもかかわらず、多くの学習者は図表を「教師が説明のために使う道具」として認識しており、「自分が問題を解決するのに使える道具」とは認識していないことを示唆している。さらに、植阪(2003)では、図表活用方略の定着には、図表を用いて教師が解説を行う授業のみでは十分ではなく、図表の有効性を認識させるための教示と、実際に図表を利用しながら問題解決を行う体験とを組み合わせるこ

とが有効であるとしている。以上の先行研究から、学習方略の定着には、学習者の経験や知識が大きく影響することが推測できる。

先述のとおり、学習観と学習方略の使用には関連性があり、学習者が持つ学習観が実際の学習方略の使用に強い影響を与えると考えられる(植木, 2002)。例えば、ある子どもが「勉強は繰り返し解いて、やり方を覚えるのが効果的である」という「暗記・再生」型の学習観を強固に持っていたとしよう。この場合、この子どもは「ひたすら計算ドリルを解く」などの反復的な学習方略を選択する可能性が高い。そして、この方略の使用は、その子どもの自己効力感を高めたり、学習成果の原因の帰属先を変えたりするような指導を行ったところで変容させることは難しいだろう。このような場合には、学習者が持っている学習観を変えてはじめて、これらの指導の効果が大きくなると考える。よって、それぞれの学習観がどのような学習方略とどの程度関連しているのかを明らかにする必要がある。

以上を踏まえ、本研究では下記のことを目的とする。まず、数学の学習場面において、どのような学習観が望ましいと考えられるかを数学のテスト得点との関連から検討することを第一の目的とする。学習観と成績との関係や学習観と学習方略との関係に注目した研究には植木(2002)や寺西(2008)等があるものの、その数は多いとは言えない。さらに、数学学習に焦点をあてた研究となるとその数はさらに絞られる。そこで、本研究では数学学習について、学習観が学習方略の使用にどのように影響を与えているか、また、それらは数学テスト得点にどのように関連しているのかを検討する。

さらに、本研究の第二の目的として、寺西(2008)と同様に、「学習者が数学の公式や定理をどのように捉えているか」を公式観として測定し、公式観と成績・学習方略との関係を見ることとする。寺西(2008)によると、数学において学習の実態を明らかにするためには、数学の学習に

欠かせない公式・定理を学習者がどのように捉えているか、という視点を取り入れる必要がある。学習者が公式や定理をどう捉えているかに言及した研究はあまり多くはないが(例外として、工藤, 2005; 市原・新井, 2006; 麻柄, 1991; 寺西, 2008), 学習観と同様に、公式や定理は覚えるもので数値を代入して計算するためのものであるという考えを持つ学習者がいることが予想される。それに加えて、数学という教科に限定すると、数学に対する学習観という大きな枠組みよりも、公式や定理の方が学習者にとってはイメージしやすいということもありえる。

以上の二つの目的を踏まえ、本研究では大学生を対象とした質問紙調査を行い、構造方程式モデリングによって、学習観、公式観、学習方略の使用、ならびに数学テスト得点の間の関係をモデル化する。なお、大学生を対象としたのは、調査実施時(2011年)の大学生には藤澤(2002)の指摘する「ごまかし勉強」を経験した者と公式や定理の意義を理解するという正統派の学習を経験した者が混在すると考えられること、また、質問紙調査に答えるために必要な内省が十分にできる年齢であると期待できることが理由である。

2 方法

目的 学習観、公式観、学習方略の関係性を数学という教科に絞って、明らかにすることを目的とした。また、数学の問題の正答率と学習観、公式観、学習方略の関連を見ることにより望ましいこれらとはどういったものなのかを検討した。

調査の概要 2011年9月27日から10月10日にかけて計5回に分けて、大学1年生を対象に調査を実施した。大学の講義の一部の時間を使って行ったことから、授業中に配布、回収することと授業中に配布のみを行い、後日回収することといった2種類の調査の方法をとった。調査では、所属する専修、性別、高校時代どの領域の数学の授業を受けたか(数学I、数学A、数学II、数

学B、数学III、数学Cから選択)、大学受験においてどの領域の数学を利用したか、数学は得意か、数学は好きか、の基本事項に答えてもらった。次に、学習観、公式観、学習方略のそれぞれを測定する尺度の質問に答えてもらった(詳細は後述する)。そして最後に、円や扇形に関する問題、二次方程式・不等式、二次関数に関する数学の小テスト問題に回答してもらった。

参加者 埼玉県内の私立大学教育学部に所属する1年生の学生250名(男子79名、女子168名、不明3名)を調査の対象とした。

尺度等の詳細

学習観 学習観として、学習量志向、方略志向、環境志向を取り上げることとした。これらを測定する尺度として、植木(2002)と寺西(2008)で用いられた学習観尺度を数学の学習場面に限った文言に修正し、さらに今回の調査に不相当だと思われるものを削除した合計20項目(学習量志向7項目、方略志向7項目、環境志向6項目)を用いた。項目の順序はランダム化した。これら20項目について、「あなたはどのようにすれば数学の学習がうまく進むと思いますか」という教示文を呈示し、各項目について「5. そう思う」「4. 少しそう思う」「3. どちらともいえない」「2. あまりそう思わない」「1. そう思わない」の5件法による評定を求めた。

公式観 公式観として公式への困惑、暗記偏重、導き方の意義を取り上げることとした。これらを測定する尺度として、寺西(2008)で用いられた公式観尺度のうち因子負荷が0.395に満たなかった9項目を除外した合計15項目を用いた(公式への困惑5項目、暗記偏重5項目、導き方の意義5項目)。これら15項目について、「あなたは数学の公式・定理についてどのような考えを持っていますか」という教示文を呈示し、「5. そう思う」「4. 少しそう思う」「3. どちらともいえない」「2. あまりそう思わない」「1. そう思わない」の5件法による評定を求めた。

学習方略 学習方略として反復演習方略、要点理

解方略、環境方略を取り上げることとした。反復演習方略、要点理解方略を測定する尺度として、植木（2002）と市原・新井（2006）、寺西（2008）で用いられた学習方略尺度の中から抜粋し、数学学習に適合するように一部修正を加えた項目を用いた。また、環境方略を測定する尺度として、植木（2002）の環境志向から考えられる外的なものに依存する方略を表す項目合計17項目を用いた（反復演習方略5項目、要点理解方略7項目、環境方略5項目）。これら17項目について、「あなたは数学をどのように勉強していますか（していましたか）」という教示文を呈示し、「5. あてはまる」「4. 少しあてはまる」「3. どちらともいえない」「2. あまりあてはまらない」「1. あてはまらない」の5件法による評定を求めた。

数学の小テスト 参加者の数学の学力を推定するために、小学6年生から高校1年生レベルの算数数学の問題を作成した。高校1年生レベルの問題では、すべての回答者が授業で受けたことのある単元にするため、出題範囲を数学Iにとどめた。その上で、回答者の学習観や公式観、学習方略が表出すると考えられるもの合計9項目を数学の学力を推定するテストとして作成した（Appendix参照）。教示として「次の数学に関する問題にお答えください。⑥以外の問題は考え方がわかるように途中式をできるだけ詳しく書いてください」と示し、自由記述による回答を求めた。

手続き 参加者に質問紙に回答してもらう際には、高校時代や大学受験の時のことを思い出しながら回答するように求めた。質問紙の回答時間は30分程度であった。

3 結果

以下では、各分析ごとに、欠損値のあるデータを除外した。また、5件法で求めた学習観、公式観、学習方略の回答をそのまま1点～5点に点数化した。分析は、各尺度の因子構造の検討、構造方程式モデリングによる学習観の影響の検討の順

に行った。分析にはIBM SPSS20を用いた。

3-1 各尺度の因子構造

学習観の因子構造 まず、学習観尺度20項目のうち、「環境志向」を測定できるものと想定していた6項目については、平均値や標準偏差、得点分布の状況等から、他の項目と異なる傾向を示したことから、本研究のような回顧的調査には馴染まなかったと判断し削除した。その後、因子の抽出に最尤法を、因子の回転にプロマックス法を用いて因子分析を行った。初期の分析で共通性の低かった項目、単純構造を示さなかった項目等を除外し、最終的に11項目を採用した分析を行った。各項目の平均、標準偏差（SD）と因子分析の結果得られた因子パターン等をTable 1に示す。

第1因子は、「数学の勉強中に解答を見るときには、なぜそうなるのかを考える必要がある」「数学の問題を解いていて間違えた時には、自分がなぜ間違えたのかを考えることが効果的だ」などで高い因子負荷が見られた。そのため、市川（1993）等を参考に、「意味理解志向」と命名した。第2因子は、「1度解法を見て分からないときは、何度も書いて解法を覚えることが大切だ」「繰り返し問題を解き、解法を覚えることが大切だ」などで因子負荷が高かった。ここから、植木（2002）と同じく「学習量志向」と命名した。因子間相関は.441であった。

なお、それぞれの因子を下位尺度と見なした場合の α 係数を求めたところ、意味理解志向では.694、学習量志向では.623であり、信頼性は十分に高いとは言えない。

公式観の因子構造 公式観尺度の15項目に対して、最尤法、プロマックス回転での因子分析を行った。初期の分析の結果、一つの項目はどの因子についても因子負荷が低かったため、分析から除外した。14項目についてあらためて分析を行った結果、寺西（2008）およびスクリープロットにより3因子が妥当だと判断した。得られた因子パターン等をTable 2に示す。

第1因子は、「問題を解くときに、どの公式・

Table 1 学習観尺度の因子分析結果

	平均	SD	I	II	h^2
<u>意味理解志向</u>					
u6 数学の勉強中に解答を見るときには、なぜそうなるのかを考える必要がある。	4.54	0.68	0.68	-0.22	0.38
u3 数学の問題を解いていて間違えた時には、自分がなぜ間違えたのかを考えることが効果的だ。	4.54	0.70	0.68	-0.02	0.45
u7 数学を勉強するときは、自分がどこまで理解しているかどうか確認しながら学習することが必要だ。	4.23	0.87	0.54	0.11	0.35
u4 数学の成績を上げるためにどう勉強すればよいのかを考えることは効果的だ。	3.65	1.03	0.52	0.06	0.30
a1 数学を勉強するときは、出来るまで繰り返し問題に挑戦する必要がある。	4.20	0.92	0.41	0.27	0.34
u2 人それぞれ、自分に合った数学の勉強方法を工夫したほうが効果的だ。	4.10	0.93	0.38	-0.01	0.14
<u>学習量志向</u>					
a7 1度解法を見て分からないときは、何度も書いて解法を覚えることが大切だ。	3.34	1.25	-0.18	0.63	0.33
a6 繰り返し問題を解き、解法を覚えることが大切だ。	4.21	0.93	0.04	0.59	0.36
a5 数学ができる・できないは勉強した量に比例する。	3.05	1.28	-0.06	0.44	0.17
a4 1日何時間と決めてコツコツと数学を勉強していれば、いつかできるようになる。	3.50	1.32	0.12	0.43	0.25
a3 数学の勉強は、とにかく根性を持って頑張り続けることが大切だ。	3.84	1.13	0.14	0.37	0.20

Table 2 公式観尺度の因子分析結果

	平均	SD	I	II	III	h^2
<u>公式への困惑</u>						
c5 問題を解くときに、どの公式・定理を使うのが難しい。	3.69	1.05	0.85	0.07	0.02	0.75
c1 問題を解くときに、公式・定理をどう使えばいいのかわからない。	3.22	1.22	0.79	0.00	-0.02	0.61
c4 公式・定理から具体的なイメージがわからない。	3.52	1.17	0.73	-0.04	-0.01	0.53
c2 問題集などの解答・解説を読んでも、なぜその公式・定理を使うのかが理解できない。	3.08	1.12	0.65	-0.05	0.01	0.43
c3 公式・定理の導き方を説明されても、その説明について行けない。	3.31	1.64	0.43	-0.01	0.02	0.19
<u>導き方の意義</u>						
m2 公式・定理の導き方を知ることで、その公式・定理が頭に残る。	3.73	1.03	0.00	0.80	-0.06	0.64
m1 公式・定理を覚えるためには導き方を理解すればよい。	3.76	1.10	0.08	0.69	-0.03	0.47
m4 公式・定理の導き方を知ることで、その公式・定理の理解が深まる。	3.90	0.96	-0.06	0.65	0.11	0.45
m3 公式・定理は自分で証明の道筋をたどれることに意味がある。	3.49	1.05	-0.06	0.59	-0.07	0.35
m5 公式・定理の説明が少ないときは、その導き方を自分でたどろうとする。	3.54	1.14	0.00	0.37	-0.01	0.14
r5 公式は問題に取り組み、使いながら覚える。	4.49	0.67	0.01	0.33	0.16	0.15
<u>暗記偏重</u>						
r1 公式・定理を覚えるためには繰り返し書いたり、口に出したりすればよい。	3.58	1.20	-0.06	-0.03	0.58	0.31
r4 新しい公式・定理が出てきたときには、まずは覚えることが大切だ。	3.86	0.96	0.11	0.00	0.45	0.24
r3 公式・定理を覚えるためには、公式に代入すれば解ける問題をたくさん解けばよい。	3.76	1.09	0.01	0.06	0.44	0.21

定理を使うのが難しい」「問題を解くときに、公式・定理をどう使えばいいのかわからない」などで因子負荷が高く、公式・定理への戸惑いがみられる。よって、寺西（2008）と同じく「公式への困惑」と命名した。第3因子は、「公式・定理の導き方を知ることで、その公式・定理が頭に残る」「公式・定理を覚えるためには導き方を理解

すればよい」などで因子負荷が高く、公式・定理を根本から理解し、公式・定理の意義を重視することを表す項目が集まっている。よって、寺西（2008）と同じく「導き方の意義」と命名した。第3因子は、「公式・定理を覚えるためには繰り返し書いたり、口に出したりすればよい」「新しい公式・定理が出てきたときには、まずは覚える

ことが大切だ」のように、公式・定理の意味はあまり考えずとにかく暗記することにより学習を進めようとすることを表す項目で因子負荷が高かった。よって、これも寺西（2008）と同じく、「暗記偏重」と命名した。なお、因子間相関は、第1因子-第2因子間で-.005、第1因子-第3因子間で.310、第2因子-第3因子間で.122であった。 α 係数は、「公式への困惑」で.793、「導き方の意義」で.744、「暗記偏重」で.488であった。

以上のように、本尺度の分析結果は、高校生を対象とした寺西（2008）の結果とほぼ同じ傾向を示した。このことから、公式定理の捉え方には「公式への困惑」「暗記偏重」「意義」の3種類の捉え方があるということは、高校生であっても大学生であっても共通していることが示された。

学習方略の因子構造 学習方略尺度項目のうち、今回新たに加えた、教師や友人などの自分以外の外的なものに依存する環境志向から考えられる方略は、学習観の分析と同様に除外した。さらに、初期の分析で因子負荷量が低かった1項目を外した残りの11項目で最尤法・プロマックス回転による因子分析を行った。寺西（2008）の結果およびスクリープロットにより2因子が妥当であると

判断し、2因子を抽出した。得られた因子パターンを Table 3 に示す。

第1因子は、「公式や定理はただその形を覚えるのではなく、どうしてそのような形になるのかを考えようとしている」「難しいと思える公式や定理でも自分の知識と結びつけて覚える方法はないかと考えるようにしている」のように、一つひとつ要点を理解しながら学習を進めていくことを表した項目で因子負荷が高かった。そこで、先行研究を参考に、「要点理解方略」と命名した。第2因子は、「苦手なところや間違えた問題を繰り返し勉強している」「なるべく多くの例題や練習問題を解くようにしている」のように問題に多く触れることで、理解することよりも正答や公式を覚えてしまうことを重視している項目が並んだ。第2因子では、反復的な学習を表す項目と、理解を志向した学習を表す項目が混在しているが、理解を志向した学習の項目については、第1因子にも負荷が高いため、その他の項目による解釈を優先した。その結果、寺西（2008）を参考に「反復演習方略」と命名した。

なお、因子間相関は、.496であった。また、 α 係数は、「要点理解方略」で.723、「反復演習方略」

Table 3 学習方略尺度の因子分析結果

		平均	SD	I	II	h^2
要点理解方略						
kp1	公式や定理はただその形を覚えるのではなく、どうしてそのような形になるのかを考えようとしている。	3.32	1.23	0.92	-0.19	0.71
kp5	難しいと思える公式や定理でも、自分の知識に結びつけて覚える方法はないかと考えるようにしている。	3.32	1.18	0.59	0.02	0.36
kp6	ある方法で問題を解いた後に、他の方法でも問題が解けるかどうかを考える。	2.94	1.30	0.57	0.09	0.38
kp2	答えより考え方が正しいかどうかを大切にしている。	3.82	1.04	0.38	0.16	0.23
kp7	どうすれば効率よく問題が解けるかを考える。	3.52	1.17	0.36	0.17	0.21
反復演習方略						
rp5	苦手なところや間違えた問題を繰り返し勉強している。	4.00	1.03	-0.10	0.87	0.68
rp1	なるべく多くの例題や練習問題を解くようにしている。	3.88	1.04	0.04	0.52	0.29
rp2	1冊の問題集を繰り返し解くようにしている。	3.76	1.18	0.00	0.47	0.22
kp3	解答や解説を読むときは「なぜ?」「どうして?」という疑問を持つようにしている。	3.86	1.14	0.33	0.37	0.36
rp3	解法パターンが同じである問題を見つけ出し、何度も繰り返し解くようにしている。	3.65	1.13	0.24	0.33	0.24
kp4	問題を解く時は、図やグラフを書いて視覚的に考えている。	3.73	1.11	0.26	0.33	0.27

で.636であった。

数学小テストの得点 数学の小テスト9項目について、各項目で完全に正答である場合には5点とし、45点満点での採点を行った。なお、必要に応じ、立式等について部分点を与えた。この得点に基づき、採点を行ったところ、平均値は28.1、SDは12.7であった。また、 α 係数は.825であった。

3-2 構造方程式によるモデル化

学習観、公式観、学習方略の各因子間の関係、ならびに数学小テスト得点への影響を検討するために、構造方程式（多重指標モデル）によるモデル化を行った。モデル化に当たっては、次のよう

な仮定をおいた。(1) 学習方略の使用に影響を与える根底にあるのは、数学に対する学習観である。(2) 数学に対する学習観が公式をどのようなものとするかという公式観に影響を与える。(3) 公式観のなかでも、「導き方の意義」「暗記偏重」は、公式をどのように学習することが有効かという信念に関わるものであるのに対し、「公式への困惑」は公式の学習に対する情緒的反応を含むものであると考えられる。ここから、「公式への困惑」は、数学への学習観から直接影響を受けるのではなく、残り2つの公式観を経て間接的に影響されると想定する。(4) 公式観が学習方略の使用に影響を与える。(5) 学習方略の使用によっ

Table 4 観測変数と影響指標

観測変数	影響指標
【学習観】	
<u>意味理解志向</u>	
u6 数学の勉強中に解答を見るときには、なぜそうなるのかを考える必要がある。	0.57
u3 数学の問題を解いていて間違えた時には、自分がなぜ間違えたのかを考えることが効果的だ。	0.70
u7 数学を勉強するときは、自分がどこまで理解しているかどうか確認しながら学習することが必要だ。	0.57
<u>学習量志向</u>	
a5 数学ができる・できないは勉強した量に比例する。	0.24
a7 1度解法を見て分からないときは、何度も書いて解法を覚えることが大切だ。	0.71
a6 繰り返し問題を解き、解法を覚えることが大切だ。	0.61
【公式観】	
<u>公式への困惑</u>	
c1 問題を解くときに、公式・定理をどう使えばいいのかわからない。	0.76
c4 公式・定理から具体的なイメージがわからない。	0.73
c5 問題を解くときに、どの公式・定理を使うのが難しい。	0.88
<u>導き方の意義</u>	
m1 公式・定理を覚えるためには導き方を理解すればよい。	0.67
m2 公式・定理の導き方を知ること、その公式・定理が頭に残る。	0.76
m4 公式・定理の導き方を知ること、その公式・定理の理解が深まる。	0.68
<u>暗記偏重</u>	
r1 公式・定理を覚えるためには繰り返し書いたり、口に出したりすればよい。	0.58
r3 公式・定理を覚えるためには、公式に代入すれば解ける問題をたくさん解けばよい。	0.41
r4 新しい公式・定理が出てきたときには、まずは覚えることが大切だ。	0.50
【学習方略】	
<u>要点理解方略</u>	
kp6 ある方法で問題を解いた後に、他の方法でも問題が解けるかどうかを考える。	0.63
kp1 公式や定理はただその形を覚えるのではなく、どうしてそのような形になるのかを考えようとしている。	0.77
kp5 難しいと思える公式や定理でも、自分の知識に結びつけて覚える方法はないかと考えるようにしている。	0.61
<u>反復演習方略</u>	
rp5 苦手なところや間違えた問題を繰り返し勉強している。	0.73
rp1 なるべく多くの例題や練習問題を解くようにしている。	0.65
rp3 解法パターンが同じである問題を見つけ出し、何度も繰り返し解くようにしている。	0.43

て、数学の学力を反映していると考えられる数学小テスト得点が影響を受ける。

これらの仮定のもと、モデルを構築し分析を行った。モデル構築の際には、それぞれの因子に対応する観測変数には、因子分析の結果負荷量の高かったものから3項目を採用した。上記の仮定の上で可能な全てのパスを含むモデルを分析した結果、「学習量志向」から「導き方の意義」へのパス、「意味理解志向」から「暗記偏重」へのパス、「導き方の意義」から「公式への困惑」へのパス、「暗記偏重」から「要点理解方略」へのパス、「要点理解方略」から「数学テスト得点」へのパスについて、偏回帰係数が有意傾向 ($p < .10$) に満たなかった。そのため、これらのパスを削除したモデルを最終的に採用し、パラメータと適合度を推定した。結果を、Table 4ならびに Figure 1 に示す。なお、数値は標準化係数を表す。また、Figure 1 中の実線は、正の影響を、点線は負の影響を示す。

モデルの適合度指標は、GFI が .887, AGFI が

.857, CFI が .885, RMSEA が .054 であり、まずまずの適合が得られた。

まず、2つの学習観の間に正の相関が見られた。ここから、「意味理解志向」と「学習量志向」とは相反するわけではないと言える。言い換えると、数学の学習がどのように成立するかについて、どちらの志向も併せ持っている、数学学習について強い信念を持つ者と、どちらの志向についても弱く、数学学習についてはっきりした信念を持たない者が存在することが示唆される。このことを踏まえ、学習観が各因子にもたらす影響を見ていく。

2つの学習観が、公式観の「導き方の意義」「暗記偏重」に与える影響を見ると、「学習量志向」は「導き方の意義」には影響しておらず、「暗記偏重」にのみ影響している。また、「意味理解志向」は、「導き方の意義」にのみ影響している。このことは、数学の学習成立に関する2つの信念を持つことによって、それと対応する公式や定理のとらえ方が強まることを示している。

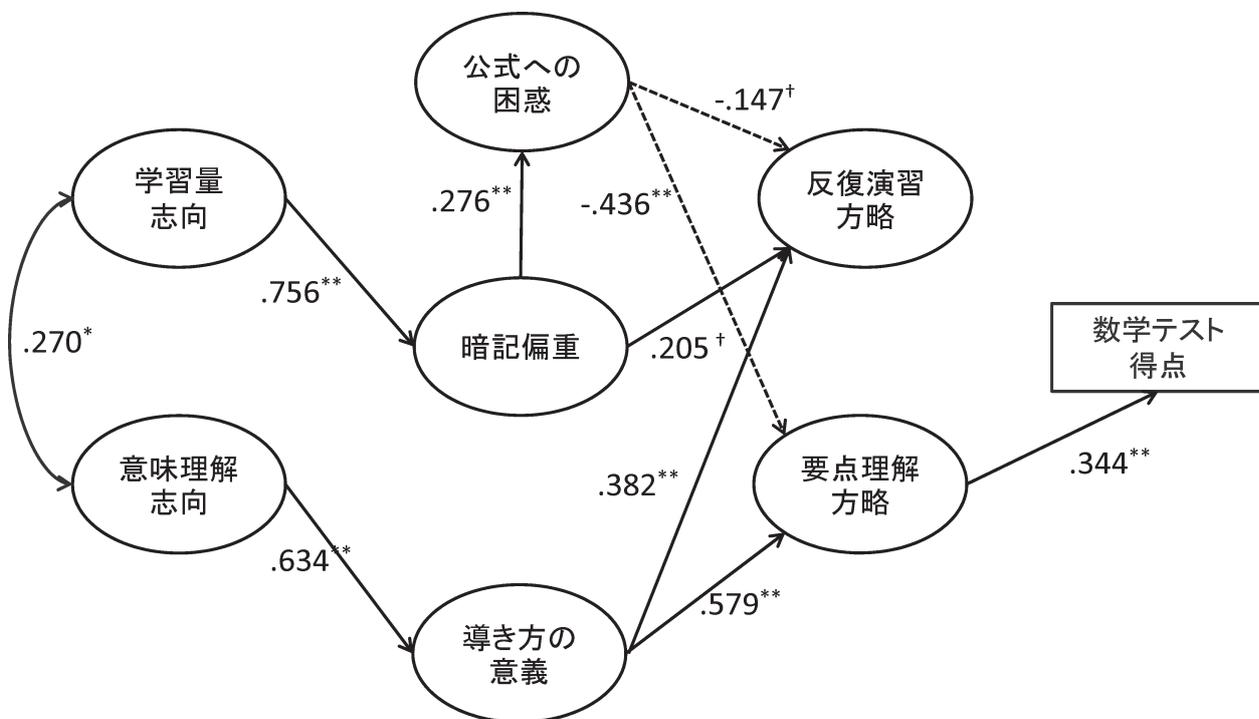


Figure 1 学習観、公式観、学習方略からテスト得点への影響モデル (誤差変数は省略)

** $p < .01$, * $p < .05$, $^+ p < .10$ を示す。

さらに、「公式への困惑」に対する影響を見ると、「暗記偏重」の公式観のみが正の影響を与えていることが分かる。つまり、「公式は暗記するものである」という考えは、公式を理解しがたいものと捉え困惑することに結びつくが、「導き方の意義」を重視する考えは、このような困惑には影響を与えないと言える。

さらに、公式観の3因子から、学習方略の使用に対する影響を見ると、「導き方の意義」を重視する公式観が「要点理解方略」「反復演習方略」のどちらの使用に対しても正の影響を与えていることが分かる。それに対して、「暗記偏重」の公式観は「反復演習方略」に対してのみ正の影響を持つ。つまり、公式について「導き方の意義」を重視することは、要点を理解しながらの学習方略と繰り返し問題を解く学習方略の双方の使用を促すのに対し、「暗記すること」を偏重することは要点を理解する方略には結びつかず、反復的に問題を解く方略のみを促すと言える。さらに、「公式への困惑」が「反復演習方略」と「要点理解方略」の双方に負の影響を与えている。ここから、公式の理解や適用へのとまどいは、学習方略の使用そのものを抑制すると考えられる。

最後に、2つの学習方略と数学小テスト得点の関係を見ると、「要点理解方略」のみが正の影響を与えている。本研究での数学小テストは、大学受験も終わり、テストの内容を学習してから長時間が経過してから行ったものと言える。このようなテストにおいては、要点を理解しながらの学習を行うことだけが、促進的な効果を持つことを示すと考えられる。

4 考察

以上の結果を受け、数学における学習観が、どのように学習方略の使用に影響し、数学の学力と結びついていくのかについて、そのプロセスを考える。

まず、「学習量志向」の学習観は、「暗記偏重」

の公式観へとつながり、その結果として反復演習方略を中心とした学習方法を促す。つまり、「数学学習を成立させるには、とにかく問題量をこなす、時間をかけることが重要である」という考えは、「公式とは機械的に暗記するものだ」という公式観に結びつき、これが「くりかえし練習する」という学習方略を用いることにつながると考えられる。しかし、「反復演習方略」は「数学テスト得点」に影響を及ぼしていない。このことから、「繰り返し練習をする」といった方略では、必ずしも数学の成績は向上しないと考えられる。つまり、勉強しているのに成績は一向に上がらない状況に陥ってしまうのである。さらに危惧すべき点は、公式観の「暗記偏重」が「公式への困惑」に影響を与えていることである。ここから、「公式とは機械的に暗記するものだ」という公式観は、やがて「どの公式を使えばよいのかわからなくなる」などの「公式への困惑」を強めると言える。さらに、「公式への困惑」が学習方略の「反復演習方略」や「要点理解方略」に負の影響を与えていることから、「公式への困惑」を感じるによって、学習方略を使用せずに漫然と学習を行ったり、学習そのものを行わなくなったりするようになると考えられる。以上から、「学習量志向」の学習観を持つ者は、公式観の「暗記」を持ち、「反復演習方略」を使って学習する傾向があると言える。しかし、学習量を費やしても成績への向上にはつながらないため、やがて「公式への困惑」を感じるようになり、学習すること自体が嫌になってしまい、最後には学習しなくなってしまうという可能性が指摘できる。

次に、「意味理解志向」の学習観がどのように学習方略の使用や、数学の学力に結びつくかを検討する。まず、数学学習には公式の意味を理解したり学習方法を工夫したりすることが重要であるという「意味理解志向」の考え方は、公式とは「導き方を理解することに意義のあるものである」という考えに結びつく。その反面、「公式を暗記することが大切」という考えには影響を及ぼしてお

らず、「意味理解志向」の考えは、公式暗記を肯定的に捉えたり否定的に捉えたりすることには結びついていない。次に、公式観の「導き方の意義」は、「反復演習方略」「要点理解方略」のどちらの使用についても正の効果を持つことが分かった。つまり、「導き方の意義」を重視する考えは、公式や定理の要点を理解しながら繰り返し問題を解くといった積極的な学習を促すと言える。また、「導き方の意義」は、2つの方略の内でも「要点理解方略」の方に強い正の影響を持っていることから、「公式とは導き方から理解するべきだ」という公式観を持つ者は、「どうしてそのような答えが出るのかを考える」等のように答えを出すまでの過程を重視する方略を特に用いる傾向が強いと言える。さらに、「要点理解方略」を使用することが、「数学テスト得点」に正の効果を持つことから、答えを出すまでの過程を重視する方略を使用することで成績の向上につながる事が分かった。以上から、「意味理解志向」の学習観は、「導き方の意義」を重視する公式観につながり、学習に取り組む際にも「要点理解方略」を用いながら「反復演習」をも用いるという学習行動を促すというプロセスを経て、成績向上に結びつく可能性が指摘できる。

以上を踏まえると、数学の成績を向上させるために望ましい学習観—公式観—学習方略は、意味理解志向—導き方の意義—要点理解方略であることが示唆される。つまり、数学の学習を成立させるために重要なのは、単に学習量を増やし知識を暗記的に増やしていくことではなく、意味を理解したり学習方法を工夫したりすることであるという考えを学習者自身が持つことが重要と言えよう。

では、このような学習観を持たせるには、どのような指導が有効なのであろうか。学習方略の使用と定着についての先行研究（藤村，2008；植木，2004；植阪，2003）を踏まえると、「意味理解志向」に対応した学習方略である要点理解方略を教授し実際に使用させること、要点理解方略と合わ

せて使用することで有効となるであろう方略（自己モニタリング方略や精緻化方略など）も教授すること、そして、その効果を実際に体験させることといったことが考えられるだろう。言い換えると、単に望ましい学習観とは「意味理解志向」の学習観であるといったことを教授するだけでは十分ではないと考えられる。しかし、この考えが妥当かどうかについては、今後の検討課題である。

最後に、本研究に残された課題について述べる。まず、使用した尺度について十分な信頼性が得られないものがあった。特に、学習観の尺度については、2つの因子とも α 係数は.70を切っており、今後尺度を精選し、追試を行っていくことが望ましい。次に、モデル化を行うために立てた仮定の妥当性を検討する必要がある。本研究では、学習観が直接影響するのは公式観であり、学習方略の使用への影響は間接的であると仮定した。また、因果の方向についても学習観、公式観、方略使用の順に一方向的であると仮定した。しかし、学習観が学習方略の使用に直接的に影響する可能性や、逆方向の因果関係がある可能性が否定されたわけではない。先述したとおり、特定の学習方略を使用することによって、ある学習観が強化されるといったことは十分に考え得る。最後に、調査対象の問題である。本研究の調査参加者は、私立大学教育学部に所属し、教員になることを目指している大学1年生であった。そのため、本研究の結果が、大学生全般にどの程度一般化できるかは不明である。今後、これらの点について研究を重ねていく必要がある。

引用・参考文献

- 藤村宣之（2008）. 知識の獲得・利用とメタ認知. 三宮真智子（編）メタ認知-学習力を支える高次認知機能 京都：北大路書房 Pp.39-54
- 藤澤伸介.（2002）. ごまかし勉強—学力低下を助長するシステム— 新曜社
- 市原学・新井邦二郎（2006）. 数学の学習場面における動機づけモデルの検討—メタ認知の調整効果— 教育心理学研究, 54, 199-210.

- King, A. (1991). Effects of training in strategic questioning on children's problem-solving performance. *Journal of Educational Psychology*, 83, 307-317.
- King, A. (1994). Guiding knowledge construction in the classroom: Effects of teaching children how to question and how to explain. *American Educational Research Journal*, 31, 338-368.
- 工藤与志文 (2005). 概念的知識の適用可能性に及ぶ知識操作水準の影響—平行四辺形求積公式の場合— *教育心理学研究*, 53, 405-413
- 麻柄啓一 (1991). 授業づくりの心理学 国土社
- 文部科学省 (2008). 小学校学習指導要領第4版 東京書籍
- 岡田いずみ (2007). 学習方略の教授と学習意欲: 高校生を対象にした英単語学習において *教育心理学研究*, 55, 287-299.
- Palinscar, A. S., & Brown, A. L. (1984). Reciprocal teaching of comprehension-fostering and comprehension-monitoring activities. *Cognition and Instruction*, 1, 117-175.
- 瀬尾美紀子・植阪友理・市川伸一 (2008). 学習方略とメタ認知 三宮真智子 (編者) メタ認知—学習を支える高次認知機能— 北大路書房 Pp.55-73.
- 植木理恵 (2002). 高校生の学習観の構造 *教育心理学研究*, 50, 301-310.
- 植木理恵 (2004). 自己モニタリング方略の定着にはどのような指導が必要か—学習観と方略知識に着目して— *教育心理学研究*, 52, 277-286.
- 植阪友理 (2003). 数学的問題解決の道具としての図表の利用を定着させる授業の提案 *学校臨床研究*, 2 (1), 114-119.
- 植阪友理 (2009). 認知カウンセリングによる学習スキルの支援とその展開—図表活用方略に着目して— *認知科学*, 16 (3), 313-332.
- Uesaka, Y., Manalo, E., & Ichikawa, S. (2007). What kinds of perceptions and daily learning behaviors promote students' use of diagrams in mathematics problem solving? *Learning and Instruction*, 17, 322-335.
- 寺西友理 (2008). 高校生は数学の学習において公式・定理をどのように捉えているか *早稲田大学大学院教育学研究科紀要別冊*, 16, 1-13.
- (本研究は、第一著者(廣瀬)が2012年1月に提出した卒業論文のデータを再分析し、加筆・修正したものである。)

Appendix 数学小テストに用いた問題

- ① 半径5cmの円の面積を求めなさい。
- ② 半径6cm、中心角 80° のおうぎ形の面積を求めなさい。
- ③ 半径10cm、弧の長さが 12π cmのおうぎ形の面積を求めなさい。
- ④ 二次方程式 $x^2 - 10x + 24 = 0$ を解きなさい。
- ⑤ 二次方程式 $2x^2 + 5x - 3 = 0$ を解きなさい。
- ⑥ 二次方程式 $ax^2 + bx + c = 0$ の解は $\frac{[-b] \pm [\quad]}{[\quad]}$ である。
- ⑦ 二次方程式 $2x^2 + x + 3 = 0$ の解の個数は[]個である。
- ⑧ 二次関数 $y = 3x^2 - x - 4$ のグラフと軸との交点の座標を求めなさい。
- ⑨ 二次不等式 $x^2 - 8x + 12 \leq 0$ の解を求めなさい。