

高校における数学学習に支援が必要な生徒のメタ認知に関する研究

—テスト調査と質問紙調査の結果の分析を通して—

中村好則*

(2023年11月6日受付, 2024年1月18日受理)

第1章 研究の背景

令和4年12月13日に文部科学省より「通常の学級に在籍する特別な教育的支援を必要とする児童生徒に関する調査結果(文部科学省初等中等教育局特別支援教育課, 2023-02-28閲覧)」が公表された。調査結果では, 高校においては「学習面又は行動面で著しい困難を示す」生徒の割合は2.2%, 「学習面で著しい困難を示す」生徒の割合は1.3%, 「行動面で著しい困難を示す」生徒の割合は1.4%, 「学習面と行動面ともに著しい困難を示す」生徒の割合は0.5%であった。さらに, 「知的発達に遅れはないものの学習面又は行動面で著しい困難を示す」とされた生徒(高校2.2%)の受けている支援の状況の調査結果では, 「校内委員会において, 現在, 特別な教育的支援が必要と判断されている」のは20.3%, 「必要と判断されていない」のは79.0%, 「不明」なのは0.7%であった。高校においては, 「学習面又は行動面で著しい困難を示す」生徒の割合は, 小中学校の生徒の割合(8.8%)よりは少ないものの, 支援が必要な生徒が少なからず在籍しており, しかも特別な教育的支援が十分に行われているとはいえない状況であることが明らかとなった。ここで注意が必要なのは, 高校において「学習面又は行動面で著しい困難を示す」生徒(2.2%)の周辺には, 「学習面又は行動面で著しい困難を示す」生徒には含まれないが, 学習に支援が必要な生徒が多数いるということである(中村・佐々木・小田島 2019)。数学指導においても「学習面又は行動面で著しい困難を示す」生徒を含めた学習に支援が必要な生徒に対する指導や支援の検討は重要な検討課題である。また, 数学学習に支援が必要な生徒の指導では, 数学的な知識や技能の習得のための指導に重点が置かれがちで, 自分が習得した数学的な知識や技能をどのように使うかを考えたり, それらを有効に使っているかを自ら確認したりするなどのメタ認知に関する指導や支援については, あまり検討がなされていないのが現状である。そのため, 数学学習に支援が必要な生徒は, 繰り返し学習して数学的な知識や技能を習得したにも関わらず, 数学の授業についていけないということが少なからずある。高校における数学学習に支援が必要な生徒のメタ認知の指導や支援の検討は喫緊の検討課題と言える。

* 岩手大学教育学部

第2章 研究の目的

本研究の目的は、高校において数学学習に支援が必要な生徒のメタ認知の現状と課題を分析し、高校における数学学習に支援が必要な生徒のメタ認知の指導や支援を検討するための基礎的な資料を得ることである。

第3章 研究の方法

1 先行研究の調査

数学教育におけるメタ認知に関する先行研究を調査し、本研究で使用するテスト調査と質問紙調査の内容の検討や調査結果の分析・考察のための資料とする。

2 テスト調査の実施

生徒の数学Ⅰの学習内容の習得度を把握するためにテスト調査を実施する。このテスト調査の得点を数学Ⅰの学習内容の習得度とする。この習得度によって、本研究での数学学習に支援が必要な生徒の対象を明らかにする。それは、数学学習に支援が必要であるかどうかの判断は、その原因は様々であるが、各生徒の数学の学習内容の習得度によってなされることが多いと考えられるからである。

3 質問紙調査の実施

数学と数学学習に対する意識の把握と、数学に関するメタ認知の獲得度を捉えるために、質問紙調査Ⅰ・Ⅱを実施する。

質問紙調査Ⅰは、数学と数学学習に対する意識（好意度，理解感，有用感，積極性）を問うものである。数学と数学学習に対する意識の得点は、質問紙調査問題Ⅰの回答を数値化したものである。

質問紙調査Ⅱは、数学学習に関するメタ認知の獲得度を捉えるためのものである。数学学習に関するメタ認知の獲得度は質問紙調査Ⅱの回答を数値化したものである。

4 テスト調査と質問紙調査の時期

2021年10月下旬に、調査対象校の各学級の数学の授業時間を利用して実施する。

5 テスト調査と質問紙調査の対象

調査対象校は、地方都市（県庁所在地）に所在し、大学等に進学を希望する生徒が多く在籍する普通科の高校である。各学年の生徒の人数は以下の通りである。

私立高等学校	普通科	273名
第1学年	3学級	生徒数103名
第2学年	2学級	生徒数77名
第3学年	3学級	生徒数93名

第1学年は、9月末までに数学Ⅰを履修済みである。高校には、普通科，職業科などの学科の違いや、全日制や通信制，定時制の違いなど様々な種類があるが、本研究の対象校は全日制普通科の高校である。そのため、本研究で得られる成果は高校の生徒に一般化す

ることはできず限定的と言わざるえない。しかし、本研究で得られる成果は、高校における数学学習に支援が必要な生徒のメタ認知の指導や支援を検討する前に、全日制普通科の高校の生徒のメタ認知の現状や課題を検討するための貴重な基礎的資料となり得るものである。高校生を対象としたメタ認知に関する研究はほとんどなく、本研究の成果は価値あるものと考ええる。

6 テスト調査と質問紙調査の手続き

テスト調査及び質問紙調査共に、Google Formsによる実施を依頼し、それぞれ決められた期間内に数学の授業時間に解答及び回答する。テスト調査及び質問紙調査は、解答及び回答に当てはまる語句や数値、記号をGoogle Formsにおいて選択する形式である。

7 テスト調査の内容

テスト調査の問題は、令和元年度第2回高等学校卒業程度認定試験問題の数学の問題(文部科学省, 2023-02-28閲覧)を用いる。テスト調査は100点満点で評価する。高等学校卒業程度認定試験は、高校を卒業した者と同等以上の学力があるかどうかを認定するための試験であり、数学は数学Ⅰの内容から出題される。そのため、生徒の数学Ⅰの学習内容をどの程度身に付けているか(習得度)を評価するのに適していると考えた。

8 質問紙調査の内容

8.1 質問紙調査Ⅰの内容

質問紙調査Ⅰの内容は、数学と数学学習に対する意識(好意度, 理解感, 有用感, 積極性)に関する次の10項目について、当てはまると思うものを、「はい(4点)」「どちらかと言えればはい(3点)」「どちらかと言えればいいえ(2点)」「いいえ(1点)」の4択式で問うものである。この10項目は、筆者が数学と数学学習に対する意識を問うために検討し作成したものである。

- ① 数学は好きである(好意度)
- ② 数学は得意である(理解感)
- ③ 数学は楽しい(好意度)
- ④ 数学はよく分かる(理解感)
- ⑤ 数学は将来役に立つ(有用感)
- ⑥ 数学は生活に利用できる(有用感)
- ⑦ 数学の授業に積極的に参加している(積極性)
- ⑧ 数学の学習に力を入れて取り組んでいる(積極性)
- ⑨ 数学の授業で自分の考えを良く発表する(積極性)
- ⑩ 数学の授業では他の生徒の考えがよく分かる(理解度)

8.2 質問紙調査Ⅱの内容

質問紙調査Ⅱは、上田(2009)が開発したメタ認知を測定するアンケートの26項目を使用する。これらの項目は、数学の問題解決の際に有効に機能すると考えられるメタ認知の項目に精選されており、数学学習に支援が必要な生徒が最低限身に付けておくべきメタ認知であると考えられる。そのため、この26項目は質問紙調査Ⅱの調査内容として適切であると考えた。

質問紙調査Ⅰの項目の内容も、メタ認知と考えられるが、上田(2009)が開発したメタ認知を測定するアンケートでは、生徒の数学的な問題解決の際に有効に機能する項目のみを取り上げているため、本研究では質問紙調査Ⅰの内容を質問紙調査Ⅱの内容とは区別し、数学と数学学習に対する意識として調査することにした。

質問紙調査Ⅱは、数学の問題を考えると、次の各項目について、頭に思い浮かぶかどうかについて、「よく思い浮かぶ(4点)」「時々思い浮かぶ(3点)」「あまり思い浮かばない(2点)」「全く思い浮かばない(1点)」の4択式で問うものである。

- ① 前に同じような問題をやったことがあるかな
- ② おもしろい問題だな
- ③ 図が書ければ必ずできるぞ
- ④ 式がわかれば簡単だ
- ⑤ 問題は計算だけでできるとは限らないぞ
- ⑥ 求めなければいけないのは何かな
- ⑦ わからないことは何かな
- ⑧ 他の方法はないかな
- ⑨ 問題の意味はわかっているかな
- ⑩ 式はどうなるかな
- ⑪ わけを説明できるかな
- ⑫ 今まで習ったことを使えるかな
- ⑬ 図を書いて考えてみよう
- ⑭ 問題をよく読んでみよう
- ⑮ できたら見直そう
- ⑯ どんなやり方でもいいから答を出してみよう
- ⑰ 問題によっては、答がいくつもあるぞ
- ⑱ わからなくなったらもう一度はじめから読み直してみよう
- ⑲ わからなくなったら別の方法でやろう
- ⑳ 今までのパターンに当てはめよう
- ㉑ すぐできるとは限らないぞ
- ㉒ 何がわからないから解けないのか考えてみるのが重要だ
- ㉓ 問題を解くには順番が大切だ
- ㉔ 問題の意味はわかっているのかな
- ㉕ 途中まででもいいからやろう
- ㉖ 自分にわかるところまで簡単にして考えてみよう

第4章 結果と分析

1 先行研究の調査の結果

数学教育におけるメタ認知に関する研究は、1980年代から多く行われている。日本では、重松・勝美(1995)が、数学的問題解決におけるメタ認知の重要性を指摘し、児童・生徒

のメタ認知を捉えるための測定方法（アンケート、再生刺激法）を開発し、数学的問題解決におけるメタ認知の特性を明らかにし、数学的問題解決の指導の改善について考察している。また、上田（2009）は、重松・勝美（1995）で開発されたメタ認知を測定するアンケートの60項目を数学的問題解決の際に有効に機能するメタ認知に精選し26項目に整理している。この上田（2009）が開発したメタ認知を測定するためのアンケートの26項目を本研究では活用する。

また、加藤（1996）は、子どもが持っているメタ認知能力に応じた指導をすることの重要性を指摘し、小学生を対象に数学的問題解決におけるメタ認知の発達の変容を実証的に捉え、子どものメタ認知能力を育成するための指導を検討している。加藤（1996）の研究では、メタ認知的技能に焦点を当て、それを捉える方法にワークシートと刺激再生質問紙を用いているのに特徴がある。近年では、高井（2022）は、数学の授業の練り上げの場面でのメタ認知の指導について検討している。高井（2022）の研究では、メタ認知の学習場面を個人解決の場面だけでなく、協同解決の場面まで広げることを意図して、練り上げにおけるメタ認知指導について考察している。これらの研究では、児童・生徒のメタ認知を捉えるための測定方法やその指導法が検討され、最近では個別解決の場面から協同解決の場面でのメタ認知指導の研究へと発展してきている。しかし、高校において数学学習に支援が必要な生徒のメタ認知の状況を把握し、数学学習に支援が必要な生徒のメタ認知をどのように育てるのかという視点の研究はまだ少ない。数学学習に支援が必要な生徒への指導では、単に数学的な知識や技能を指導するだけでは十分な成果が得られていない。数学学習に支援が必要な生徒は、獲得した数学的な知識や技能が使えないことが多く、メタ認知の育成が重要と考える。そこで、本研究では、数学学習に支援が必要な生徒のメタ認知の状況を調査し、数学学習に支援が必要な生徒のメタ認知を育てるための指導や支援を考えるための基礎的な資料を得たいと考えた。

筆者は、継続的に、高校における数学学習に支援が必要な生徒の指導について検討してきた。例えば、中村（2016）や中村・佐々木・小田島（2016）がある。中村（2016）では、高校生の数学Ⅰの「2次関数」の学習でのつまずきと支援について考察している。中村・佐々木・小田島（2016）では、高校数学科において特別な支援が必要な生徒が多く在籍する学級で実践されている「対話型アクティブ・ラーニング」に着目し、この指導の有効性とその要因を考察した。これらの研究を通して、数学学習に支援が必要な生徒への指導や支援は、学習内容に関する指導や支援だけではなく、生徒のメタ認知を育成するための指導や支援が必要であり、その検討が課題となっていた。また、中村（2020）は、公立高校の第2学年の生徒を対象にテスト調査と質問紙調査を行い、数学Ⅰの学習内容の習得度と数学学習に関するメタ認知の獲得度を調査した。その結果、文系の生徒は数学Ⅰの学習内容の習得度と数学学習に関するメタ認知の獲得度に強い相関がみられたが、理系の生徒ではほとんど相関がないことなどが明らかとなった。中村（2020）の研究では、数学学習に支援が必要な生徒を対象に数学学習に関するメタ認知の獲得度を検討することが課題であった。

2 テスト調査と質問調査の結果と分析

(1) 分析の対象

調査対象の生徒273名（第1学年103名、第2学年77名、第3学年93名）のうち、テス

ト調査と質問紙調査Ⅰ・Ⅱの両方に解答及び回答した生徒217名79.4%（第1学年生徒92名89.3%，第2学年生徒55名71.4%，第3学年生徒70名75.3%）を分析対象とした。

(2) メタ認知を捉える枠組み

重松（1987）は、メタ認知をメタ認知的知識（メタ知識）とメタ認知的技能（メタ技能）の2つの観点で捉えている（pp.99-100）。メタ認知的知識は、認知活動の状態を判断するために蓄えられた環境、課題、自己、方略についての知識、メタ認知的技能はメタ知識に照らして認知活動を直接的に調整するモニター、自己評価、コントロールなどの技能としている。

本研究におけるメタ認知を捉えるための質問紙調査Ⅱでは、上田（2009）が開発したメタ認知を測定するアンケートの26項目を使用している。上田（2009）は、重松（1987）のメタ認知の定義を基に考えらえたアンケート調査項目から、生徒の数学的な問題解決の際に有効に機能すると考えられるメタ認知（メタ認知的知識）を取り上げている。例えば、「数学は美しい」や「これは学校の外でも使える」などは必要なメタ認知ではあるが必ずしも問題解決に有効に機能するとはいえないものであるとして、上田（2009）は26項目とは区別している。上田（2009）の研究結果では、メタ認知を測定するアンケートの項目を26項目に厳選してもメタ認知の状況が把握できることが述べられている。そこで、本研究では、上田（2009）の数学的な問題解決の際に有効に機能するメタ認知26項目を調査項目とすることにした。さらに、上田（2009）は、数学的な問題解決の際に有効に機能するメタ認知を、G.Polyaの4段階「理解」、「計画」、「実行」、「検討（振り返り）」と、これに加えて、問題解決のすべての段階で働くと考えられるメタ知識があるため、「全体」を加えた5つのカテゴリーで捉えている。26項目のメタ認知を問題解決の段階（理解7項目、計画6項目、実行8項目、検討3項目、全体2項目）とメタ知識のカテゴリー（環境0項目、課題5項目、自己2項目、方略19項目）によって整理したものが表1である。重松（1987）は、メタ知識を環境、課題、自己、方略の観点から捉え、環境に関するメタ認知を「環境の状態が認知作用にどのように影響するかに関する知識」と、課題に対するメタ認知を「課題の本性が認知作用にどのように作用するかに関する知識」と、自己に対するメタ認知を「自己の技能・能力が認知作用にどのように作用するかに関する知識」と、方略に関するメタ認知を「認知作用をよくするための方略に関する知識」とそれぞれ定義し、メタ知識の各カテゴリーの例として、環境は「数学の授業だから、この問題を考えよう」、課題は「前にやった問題は易しい」、自己は「式さえわかれば、計算には自信がある」、方略は「分かったことを図にかいた方が分かりやすい」を挙げている。

表1からは、理解の段階では課題と方略に関するメタ認知の割合（100%）が、実行の段階では方略に関するメタ認知の割合（87.5%）が高く、各段階において重要に働くメタ認知のカテゴリーに留意した指導が必要と考える。

表1 メタ認知を捉える枠組み

問題解決の段階	項目(メタ認知のカテゴリー)
理解	①(課題), ②(課題), ⑥(課題), ⑦(方略), ⑨(方略), ⑳(方略), ㉑(方略)
計画	③(自己), ④(自己), ⑫(方略), ⑳(方略), ㉒(方略), ㉓(方略)
実行	⑤(方略), ⑧(方略), ⑩(方略), ⑬(方略), ⑯(方略), ㉒(方略), ㉔(課題), ㉕(方略)
検討	⑪(方略), ⑮(方略), ⑰(課題)
全体	⑭(方略), ⑱(方略)

※ 番号は質問紙調査Ⅱの26項目の番号を表す。

(3) テスト調査の結果と分析

学年の違いによりテスト調査の得点に差があるかどうかを比較した(表2)。分散分析を行った結果、学年の効果が有意であった($F(2, 214)=4.80, p<.01$)。HSD法を用いた多重比較によると、第3学年の平均が、第1学年の平均と第2学年の平均よりも有意に高かった($MSe=250.5587, p<.05$)。しかし、第1学年と第2学年の間の平均の差は有意ではなかった。これは、第3学年の生徒は大学等への進学のための受験を控えているために、よく勉強をしていることが考えられる。

テスト調査の全学年の結果をヒストグラム(図1)にすると、65点を境に2つの集団に分かれると考えられる。そこで、テスト調査の結果、65点以下の生徒66名をA群(習得度下位群)、66点以上の生徒151名をB群(習得度上位群)とし、本研究における数学学習に支援が必要な生徒を、A群の生徒とすることにした。それぞれの学年と全学年を箱ひげ図にした結果(図2)からは、A群(65点以下)に各学年及び全体の4分の1の生徒が含まれていることが分かる。これらのことから、3学年の成績は1学年と2学年より高いが、3学年の閾値は2群や他の学年と同じになる。

数学学習に支援が必要な生徒は、発達障害等の障害だけでなく、学習意欲の問題など様々な原因が考えられ、必ずしも数学の習得度だけで判断することはできないが、少なくともA群(習得度下位群)に含まれる生徒は数学学習に支援が必要な生徒と考えることができる。本研究では、数学学習に支援が必要な生徒をA群の生徒としているが、数学学習に支援が必要な生徒の対象をどう捉えるのかは今後さらに検討が必要である。

表2 各学年の平均と標準偏差

学年	人数(人)	平均(点)	標準偏差
第1学年	92	71.7	14.60
第2学年	55	71.1	14.82
第3学年	70	78.6	17.70

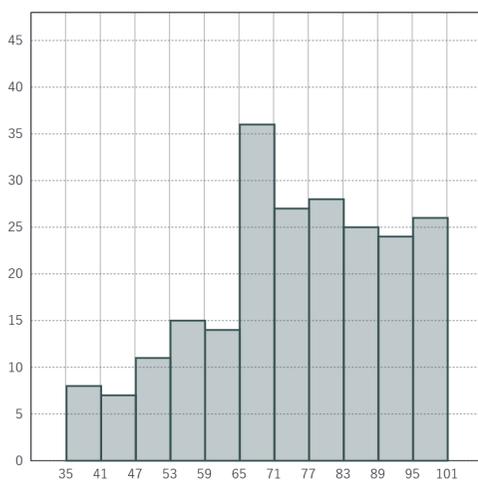


図1 テスト調査のヒストグラム

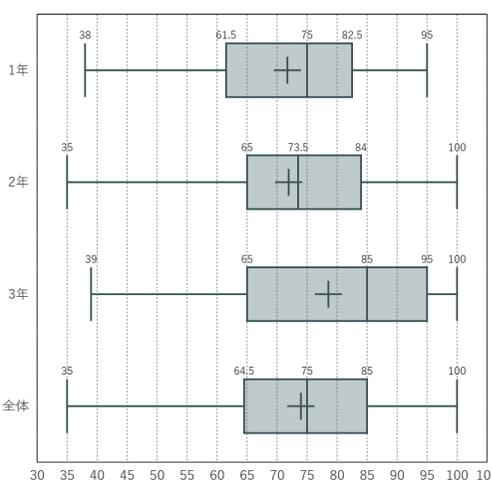


図2 テスト調査の箱ひげ図

(4) 質問紙調査Ⅰの結果と分析

A群とB群の違いにより、数学意識の得点に差があるかを比較した。分散分析を行った結果、A群の得点の平均がB群の得点の平均より有意に低かった ($F(1, 215)=32.60, p < .01$)。したがって、数学学習に支援が必要な生徒の数学意識は、B群よりも有意に低いと言える。

(5) テスト調査と質問紙調査Ⅰ・Ⅱの関連性

テスト調査の結果を習得度、質問紙調査Ⅰの結果を数学意識、質問紙調査Ⅱの結果をメタ認知として、それらの関連性について分析する。

A群の習得度、数学意識、メタ認知の関連性を見るために、相関係数(ピアソンの積率相関係数、以下同様)を計算した。その結果、数学意識とメタ認知の間には、有意な正の相関が見られた ($r=0.472, F=18.36, df1=1, df2=64, p<.01$)。相関の強さは中程度と言える。習得度と数学意識 ($r=0.237, F=3.79, df1=1, df2=64, p<.10$)、習得度とメタ認知 ($r=0.216, F=3.14, df1=1, df2=64, p<.10$)の間には、相関が見られる可能性はあるが、相関の強さは弱い。

表3 A群の平均値と標準偏差等 (N=66)

	平均	標準偏差	最小値	最大値
習得度	53.8	8.67	35	65
数学意識	22.9	5.67	10	37
メタ認知	74.7	14.38	26	95

表4 A群の相関行列の表 (df= 1 & 64)

	習得度	数学意識	メタ認知
習得度	-	0.237 +	0.216 +
数学意識		-	0.472 **
メタ認知			-

+ $p<.10$ * $p<.05$ ** $p<.01$

表5 A群の相関係数の有意差検定

	相関係数	F値	有意性検定
習得度 x 数学意識	0.237	3.79	+
習得度 x メタ認知	0.216	3.14	+
数学意識 x メタ認知	0.472	18.36	**

+p<.10 *p<.05 **p<.01

次に、B群の習得度、数学意識、メタ認知の関連性を見るために、相関係数を計算した。その結果、数学意識とメタ認知の間には、有意な正の相関が見られた ($r=0.515$, $F=53.79$, $df1=1$, $df2=149$, $p<.01$)。相関の強さは中程度と言える。習得度と数学意識の間にも、有意な正の相関が見られた ($r=0.278$, $F=12.48$, $df1=1$, $df2=149$, $p<.01$)。相関の強さは弱い。習得度とメタ認知 $r=0.153$, $F=3.59$, $df1=1$, $df2=149$, $p<.10$) の間には、正の相関が見られる可能性はあるが、相関の強さは弱い。

表6 B群の平均値と標準偏差等 (N=151)

	平均	標準偏差	最小値	最大値
習得度	82.5	9.36	66	100
数学意識	27.9	6.05	13	40
メタ認知	83.1	11.88	29	104

表7 B群の相関行列の表 (df= 1 & 149)

	習得度	数学意識	メタ認知
習得度	-	0.278 **	0.153 +
数学意識		-	0.515 **
メタ認知			-

+p<.10 *p<.05 **p<.01

表8 B群の相関係数の有意差検定

	相関係数	F値	有意性検定
習得度 x 数学意識	0.278	12.48	**
習得度 x メタ認知	0.153	3.59	+
数学意識 x メタ認知	0.515	53.79	**

+p<.10 *p<.05 **p<.01

(6) 質問紙調査Ⅱの結果と分析

A群とB群の違いにより、メタ認知の得点に差があるかを比較した。分散分析を行った結果、A群の獲得度の平均がB群の獲得度の平均より有意に低かった ($F(1, 215)=19.98$, $p<.01$)。したがって、数学学習に支援が必要な生徒 (A群) のメタ認知は、B群よりも有意に低いと考えられる。

また、質問紙調査Ⅱの①から⑳の26の項目について、A群とB群の肯定的回答数 (「よく思い浮かぶ」又は「時々思い浮かぶ」,以下同様) の割合をグラフにしたものが図3である。

26項目すべてにおいて、A群がB群よりもメタ認知の肯定的回答の割合が低かった。

質問紙調査Ⅱの①から⑳の26の項目について、A群とB群別に肯定的回答と否定的回答（「あまり思い浮かばない」又は「全く思い浮かばない」の回答、以下同様）の人数をもとに偶然確率を直接確率計算（フィッシャーの直接確率計算）で求めた。その結果、有意水準1%でA群がB群より有意に低かった項目は、以下の②、③、⑨、⑩、⑫、⑰の6項目であった。カッコ内は問題解決の段階とメタ認知のカテゴリーである。

- ② おもしろい問題だな (理解, 課題)
A群 肯定的回答19人 否定的回答47人
B群 肯定的回答78人 否定的回答73人
片側検定 : $p=0.0013$ ** ($p<.01$)
- ③ 図が書ければ必ずできるぞ (計画, 自己)
A群 肯定的回答23人 否定的回答43人
B群 肯定的回答90人 否定的回答61人
片側検定 : $p=0.0006$ ** ($p<.01$)
- ⑨ 問題の意味はわかっているかな (理解, 方略)
A群 肯定的回答42人 否定的回答24人
B群 肯定的回答123人 否定的回答28人
片側検定 : $p=0.0046$ ** ($p<.01$)
- ⑩ 式はどうなるかな (実行, 方略)
A群 肯定的回答49人 否定的回答17人
B群 肯定的回答137人 否定的回答14人
片側検定 : $p=0.0020$ ** ($p<.01$)
- ⑫ 今まで習ったことを使えるかな (計画, 方略)
A群 肯定的回答47人 否定的回答19人
B群 肯定的回答137人 否定的回答14人
片側検定 : $p=0.0004$ ** ($p<.01$)
- ⑰ 問題によっては、答がいくつもあるぞ (検討, 課題)
A群 肯定的回答34人 否定的回答32人
B群 肯定的回答107人 否定的回答44人
片側検定 : $p=0.0051$ ** ($p<.01$)

有意水準5%でA群がB群より有意に低かった項目は、以下の⑧、⑱、㉓、㉕、㉖の5項目であった。カッコ内は問題解決の段階とメタ認知のカテゴリーである。

- ⑧ 他の方法はないかな (実行, 方略)
A群 肯定的回答36人 否定的回答30人
B群 肯定的回答103人 否定的回答48人
片側検定 : $p=0.0386$ * ($p<.05$)

⑬ わからなくなったら別の方法でやろう (実行, 方略)

A群 肯定的回答47人 否定的回答19人

B群 肯定的回答126人 否定的回答25人

片側検定: $p=0.0321$ * ($p<.05$)

⑭ 問題を解くには順番が大切だ (計画, 方略)

A群 肯定的回答49人 否定的回答17人

B群 肯定的回答129人 否定的回答22人

片側検定: $p=0.0396$ * ($p<.05$)

⑮ 途中まででもいいからやろう (実行, 方略)

A群 肯定的回答53人 否定的回答13人

B群 肯定的回答137人 否定的回答14人

片側検定: $p=0.0304$ * ($p<.05$)

⑯ 自分にわかるところまで簡単にしてみよう (理解, 方略)

A群 肯定的回答50人 否定的回答16人

B群 肯定的回答131人 否定的回答20人

片側検定: $p=0.0379$ * ($p<.05$)

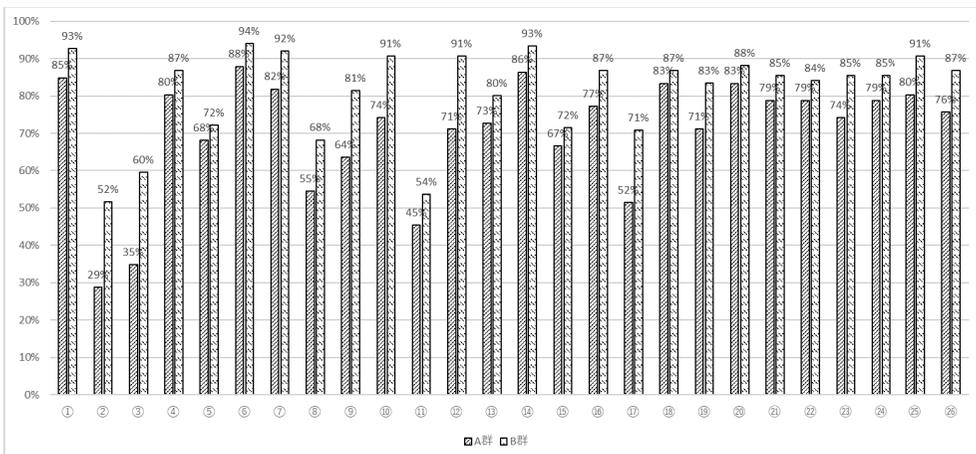


図3 A群とB群のメタ認知の肯定的回答の割合
(番号は質問紙調査Ⅱの26項目の番号を表す。)

第5章 考察

(1) 数学の習得度と数学意識, メタ認知との関係

数学学習に支援が必要な生徒の数学の習得度は, 数学意識とメタ認知と相関がある可能性が得られた。また, 数学意識とメタ認知は中程度の相関があることが明らかとなった。

重松・勝美・上田 (1989) は, 学習の習熟度とメタ認知との関連について, アンケートによる調査研究を行い, 次のような4つのタイプがあることを明らかにしている。

- A：メタ認知の得点が高く成績のよい児童
- B：メタ認知の得点は高いが成績不振の児童
- C：メタ認知の得点は低いが成績のよい児童
- D：メタ認知の得点が低く成績もよくない児童

これによると、Bのように数学の習得度は低いメタ認知が高い子供や、逆にCのようにメタ認知は低い習得度が高い子供も存在しており、数学の習得度とメタ認知は必ずしも相関があるとは言えない可能性があると言える。しかし、一方では、中村(2020)では、文系の生徒は数学Ⅰの学習内容の習得度と数学学習に関するメタ認知の獲得度に強い相関がみられたという結果もあり、数学学習に支援が必要な生徒の数学の習得度とメタ認知との関係については、さらに詳細な調査が必要である。

また、本研究では、数学の問題解決の際に有効に機能すると考えられるメタ認知に限定したため、質問紙調査Ⅰの内容を数学意識としてメタ認知とは区別したが、数学意識はメタ認知の一部であり、数学意識とメタ認知は相関があるという結果はある意味当然のことと考えられる。

(2) 数学学習に支援が必要な生徒のメタ認知

数学学習に支援が必要な生徒は、数学意識とメタ認知共にB群よりも有意に低かった。また、数学学習に支援が必要な生徒は、B群よりもメタ認知のすべての項目(26項目)においてメタ認知の肯定的回答の割合が低かった。特に、数学的な問題解決の際に有効に機能する26項目のメタ認知のうち11項目(42.3%)について、数学学習に支援が必要な生徒の方が、B群の生徒よりも有意に低かった(表9)。この11項目は、問題解決の段階の理解、計画、実行、検討の4つの段階のすべてで見られ、実行で4項目(50.0%, N=8)、計画で3項目(50.0%, N=6)、理解で3項目(42.9%, N=7)、検討で1項目(33.3%, N=3)であった。数学学習に支援が必要な生徒は、問題解決の各段階で必要なメタ認知を獲得できるような指導や支援が必要と考えられる。特に、有意に低い項目数の割合に着目すると、実行と計画の段階に関するメタ認知の育成が必要と考える。

表9 A群が有意に低いメタ認知11項目

問題解決の段階	項目(メタ認知のカテゴリー)
理解	②(課題), ⑨(方略), ⑳(方略)
計画	③(自己), ⑫(方略), ㉓(方略)
実行	⑧(方略), ⑩(方略), ⑲(方略), ㉕(方略)
検討	⑰(課題)
全体	なし

※ 番号は質問紙調査Ⅱの26項目の番号を表す。

有意な差があった11項目を4つのメタ知識のカテゴリーの環境、課題、自己、方略において整理すると、数学学習に支援が必要な生徒は、環境が0項目、課題が2項目(40.0%, N=5)、自己が1項目(50.0%, N=2)、方略が8項目(47.1%, N=17)であった。有意に低い項目数の割合に着目すると自己に関するメタ認知が獲得できていないと言えるが、有意

に低い項目数の多い方略に関するメタ認知の育成も重要と考える。

第6章 まとめと課題

本研究では、高校において数学学習に支援が必要な生徒のメタ認知の現状と課題を分析し、高校における数学学習に支援が必要な生徒のメタ認知を育成するための指導や支援を検討するための基礎的な資料を得るために、テスト調査と質問紙調査を実施した。その結果、(1) 数学学習に支援が必要な生徒は、数学意識の得点とメタ認知の獲得度共に数学学習に支援がない生徒よりも有意に低いこと、(2) 数学学習に支援が必要な生徒の数学の習得度は、数学意識の得点とメタ認知の獲得度と相関がある可能性があること、(3) 数学学習に支援が必要な生徒は、問題解決に有効に機能すると考えられるメタ認知の肯定的回答の割合が数学学習に支援がない生徒よりも低く、特に肯定的回答の割合が低い11項目を同定することができたことなどの成果が得られた。これらの11項目のメタ認知は、問題解決の理解、計画、実行、検討の4つの段階のすべてで見られた。特に、肯定的回答の割合の低い項目数の割合が高いのは、実行と計画の段階に関するメタ認知であった。これらの成果は、多くの種類がある高校の一部の種類の高校を対象としたもので限定的であることに注意が必要である。

本研究では、メタ認知的知識である26項目に焦点を当て、現状を分析したが、メタ認知的技能も数学的な問題解決には重要であり、メタ認知的技能も含めたメタ認知を検討することが必要である。さらに、今後は、本研究の結果を基に、対象とする高校を拡大し、数学学習に支援が必要な生徒のメタ認知の指導や支援について検討することが課題である。

謝辞

ご協力頂いた高校の先生と生徒の皆さんに感謝いたします。

付記

本研究は、科学研究費補助金基盤研究C（課題番号JP21K02511，研究代表者：中村好則）の支援を得た。

また、本研究は、岩手大学における人を対象とした研究に関する倫理審査を受け承認された（2023年10月13日，承認番号 第202344号）。

<引用文献>

加藤久恵「数学的問題解決におけるメタ認知の発達の変容に関する研究(II) 一小学校4年生と6年生におけるメタ認知的技能の様相一」『全国数学教育学会誌数学教育学研究』2巻，1996，pp.69-78.

文部科学省「令和元年度(第2回)高等学校卒業程度認定試験問題 数学問題」https://www.mext.go.jp/content/20210411-mxt_syogai02-1422656_08suugaku.pdf (2023年2月28日現在)

文部科学省初等中等教育局特別支援教育課「通常の学級に在籍する特別な教育的支援を必要とする児童生徒に関する調査結果について」https://www.mext.go.jp/content/20221208-mext-tokubetu01-000026255_01.pdf (2023年2月28日現在)

中 村 好 則

- 中村好則「高校における数学学習のつまずきと支援に関する研究－「二次関数」の学習内容の理解に焦点を当てて－」『数学教育学会誌』57巻1-2号, 2016, pp.39-50.
- 中村好則「高校の数学指導における文系と理系の生徒の現状と課題－テスト調査とアンケート調査の分析を通して－」『数学教育学会誌』61巻3-4号, 2020, pp. 53-66.
- 中村好則・佐々木全・小田島新「高校数学科における特別な支援が必要な生徒が多く在籍する学級での指導の工夫－「対話型アクティブ・ラーニング」による支援－」『数学教育学会誌』57巻1-2号, 2016, pp.103-112.
- 中村好則, 佐々木全, 小田島新「特別な支援が必要な生徒が多く在籍する高校での数学指導に関する調査研究－対話型アクティブ・ラーニングによる支援の現状と課題－」『岩手大学教育学部研究年報』78巻, 2019, pp.1-21.
- 重松敬一「数学教育におけるメタ認知の研究(2)－問題解決行動における「内なる教師」の役割－」『数学教育論文発表会発表要項』20巻, 1987, pp.99-104.
- 重松敬一・勝美芳雄「数学的問題解決におけるメタ認知の測定と指導の改善」『日本科学教育学会年会論文集』19巻, 1995, pp.73-74.
- 高井吾朗「練り上げにおけるメタ認知の指導について－IMPROVEモデルの援用－」『イブシロン』63巻, 2022, pp.29 -37.
- 上田喜彦「数学教育におけるメタ認知の研究：メタ認知に関する調査問題の開発(1)」『天理大学学报』60巻2号, 2009, pp.47-68.