

算数・数学教育の接続に関する一考察

—メタ認知的知識への着目—

竹間 光宏

(京都教育大学附属京都小中学校)

A Study on Connection of Elementary and Secondary School Mathematics Education —Focus on Metacognitive Knowledge—

Mitsuhiro CHIKUMA

2017年11月30日再受理

抄録：本稿の目的は、生徒のもつメタ認知的知識に着目して、今後の算数・数学教育の接続について考察することである。算数・数学教育の接続を考えるには、学習内容だけでなく、小中の文化の違いや認知発達の違いなどについて考慮することも必要であり、それらは算数・数学に対する生徒のメタ認知的知識として蓄積され、生徒の学習へと影響すると考える。そのために、中学生へのアンケート調査を実施し、中学生が算数・数学に対してどのようなメタ認知的知識をもっているのかを明らかにし、今後の指導の方向性を探った。その結果、算数と数学の間には壁があり、特に根拠はなくとも「算数よりも複雑で難しいもの」として数学を捉えている生徒が存在していることが示された。

キーワード：算数・数学教育、校種間接続、メタ認知

I. 研究意図

現在、学習指導要領の改訂に向けて、様々な議論がなされている。ただ単に知識や技能を獲得するだけでなく、それらを通して汎用的資質・能力を育成することが求められ (cf. 文部科学省, 2014), 「正解が一つだけではなく、また想定外の問題に向き合わなければならない時代に入ってきているため、多面的で柔軟な思考力が求められるが、そのためには、結果よりも学習の過程を重視し、失敗を恐れない持続的で強靱な思考力を育てる必要がある」(p.15) と考えられている。そうした議論を踏まえ、平成 29 年に示された次期学習指導要領解説においては、すべての教科等の目標及び内容が、「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力等」、「学びに向かう力、人間性等」の 3 つの柱で再整理された (cf. 文部科学省, 2017a, 2017b)。

合わせて、学校の制度や校種間の連携に関する議論も近年盛んに行われており、義務教育課程において、「小中一貫」や「小中連携」という言葉が重要なキーワードとして用いられている (e.g. 文部科学省, 2016 ; つくば市立春日学園義務教育学校, 2016)。算数・数学教育において中一ギャップが問題とされてきた背景からも、「連携」や「接続」といったことはこれまでも幾度となく議論されてきているが、教科内容や授業方法などその要因は多岐に渡り (e.g. 城田, 2014), 今なお課題とされている。よって、学習内容だけでなく、小中の文化の違いや認知発達の違いなどについて考慮することも必要であり、そこには生徒のメタ認知が影響すると考える。

したがって、本稿の目的は、生徒のもつメタ認知的知識に着目して、今後の算数・数学教育の接続について考察することである。そのために、中学生へのアンケート調査を実施し、中学生が算数・数学に対してどのようなメタ認知的知識をもっているのかを明らかにし、今後の指導の方向性を探る。

Ⅱ. 算数・数学教育の接続とメタ認知的知識

メタ認知は思考力の中核をなすものとして必要な能力である。そして、自らの持つ様々な能力を発揮させ、知識や技能を活用していくためにも、メタ認知の働きが重要であると考えている(竹間, 2015)。重松(1990)は、認知とメタ認知に関して、「狭い意味での認知は、知覚と同じように考えられるが、ここでは計算する、測定する、作図する、グラフを書くなどの直接的な数学的活動に作用する知識や技能をも含めた認知作用を意味する。これに対して、うまく知識や技能が活用されているかなどその認知作用を調整する作用がメタ認知であると考えている。このように考えると、メタ認知は環境に対する直接的行動ではなく、頭の中で起こって、認知を対象とする作用、認知についての認知であるといえる。」(p.77)と述べており、それらの関係を図2-1のモデルで表している。このモデルによって、まずメタ認知的技能を働かせ、自らの持つメタ認知的知識に基づいて認知的活動を実行していることが示されている。このモデルからもわかる通り、メタ認知はメタ認知的技能とメタ認知的知識の2つに分けて捉えられているが、「認知的対象とその価値付けによって構成される概念」(高井, 2012)とされるメタ認知的知識は、「メタ認知的知識の中には、認知について獲得した知識であることに加えて、その内容の妥当性を確信しているもの、すなわち認知についての信念も含まれる」(三宮, 2016, p.239)とされ、人の行動や判断に大きな影響を及ぼすもの(e.g. 三宮, 2017)といえる。

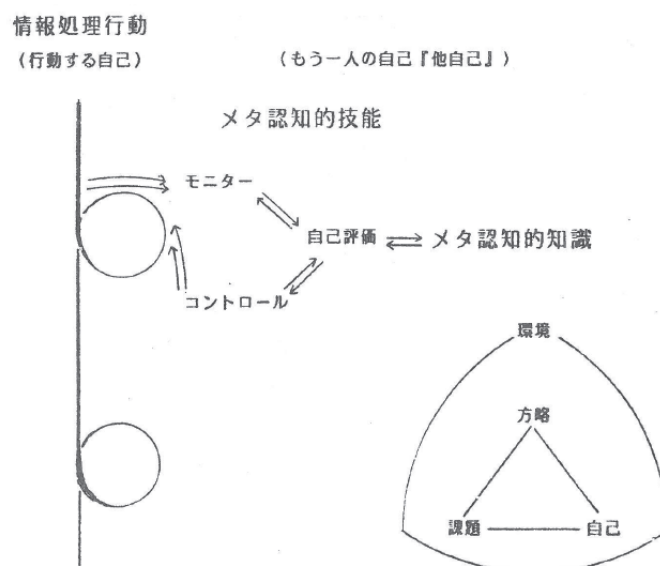


図2-1 認知とメタ認知の関係図(重松, 1987)

算数・数学教育の接続を考える際に、小中9年間の学びの系統表(e.g. つくば市立春日学園義務教育学校, 2016)を作成するなど、学習内容の接続を考えることは非常に重要なことである。一方で、小中の文化の違いや認知発達の違いなどについても考慮することが必要であり、それらは算数・数学に対する生徒のメタ認知的知識として蓄積され、生徒の学習へと影響すると考える。

Ⅲ. アンケート調査の実施とその分析

1. 調査の目的

本調査では、中学生がもっている算数・数学に対するメタ認知的知識を明らかにすることを目的とする。

2. 調査の対象と方法

平成28年5月9日、国立大学附属小中学校8年生(中学2年生)の87名を対象として実施した。調査方法

は、15 分程度の時間で個人によるアンケート用紙への回答という形を用いた。アンケートは全部で 13 の項目があり、各項目について「はい」、「いいえ」、「どちらでもない」の 3 つから 1 つを選択し、その理由を記述させた（表 3-1）。本稿では、項目 5「算数は好きでしたか?」、項目 11「数学は好きですか?」、項目 13「算数と数学ではどちらの方が好きですか?」という 3 つの項目に着目して分析を行う。

表 3-1 アンケートの項目

1. 算数の内容は好きでしたか?
2. 算数の授業は好きでしたか?
3. 算数の家庭学習（宿題、復習、塾など）は好きでしたか?
4. これまでの算数の先生に対する印象を教えてください。（記述のみで回答）
5. 算数は好きでしたか?
6. 算数は得意でしたか?
7. 数学の内容は好きですか?
8. 数学の授業は好きですか?
9. 数学の家庭学習（宿題、復習、塾など）は好きですか?
10. これまでの数学の先生に対する印象を教えてください。（記述のみで回答）
11. 数学は好きですか?
12. 数学は得意ですか?
13. 算数と数学ではどちらの方が好きですか?（「算数」、「数学」、「どちらでもない」から選択）

3. 分析結果：「好き」かどうかの項目に着目して

アンケートの結果は表 3-2、表 3-3 の通りである。本稿では、項目 5「算数は好きでしたか?」、項目 11「数学は好きですか?」、項目 13「算数と数学ではどちらの方が好きですか?」という 3 つの項目に着目して分析を行った。

表 3-2 アンケートの結果①（単位は%，記述のみの回答である項目 4 と項目 10 は省略）

回答/項目	1	2	3	5	6	7	8	9	11	12
はい	44.8	35.6	20.9	42.5	35.6	37.9	51.7	28.7	51.7	11.5
いいえ	33.3	36.8	54.7	43.7	48.3	21.8	18.4	37.9	20.7	54.0
どちらでもない	21.8	27.6	24.4	13.8	16.1	40.2	29.9	33.3	27.6	34.5

表 3-3 アンケートの結果②（単位は%）

回答/項目	13
算数	29.1
数学	65.1
どちらでもない	5.8

項目 5 と項目 11 の数値を比較すると、本調査においては、算数よりも数学の方が好きであると感じている生徒の方が多いといえ、これは項目 13 の結果においても同様のことが示されている。これらの数値の中には、項目 5 と項目 11 の両方で「はい（算数/数学が好き）」と答えた回答も、その逆の「いいえ（算数/数学が好きではない）」と答えた回答も見られた。その一方で、項目 5 と項目 11 の数値の変化に注目すると、11 人の生徒が項目 5 で「はい」や「どちらでもない」と回答したにも関わらず、項目 11 になると「どちらでもない」または「いいえ」と回答している（表 3-4）。つまり、87 人中 11 人は「算数よりも数学の方が好きではない」と感じている

といえる。さらに、項目13の結果を見ると、87人中25人が「算数の方が好き」と回答しており、前述の11人に着目すると、8人が「算数の方が好き」、2人が「数学の方が好き」、1人が「どちらでもない」と回答している(表3-5)。なお、項目13で「数学の方が好き」、「どちらでもない」と回答した3人は、項目5では「はい(算数が好き)」, 項目11では「どちらでもない」と回答している。

表3-4 項目11で「どちらでもない」、「いいえ(数学が好きではない)」を選択した理由の記述

- ・難しい。そんなイメージが…
- ・計算をしているとイライラすることがあるから
- ・苦手な所があり、分からないから
- ・方程式など日じょうでは使わないと思う物があるため
- ・方程式や比例は解くのはおもしろいけど、図形(特に空間)はよくわからないから【どちらでもない】
- ・おもしろくはないけれど、難しく、うまく組み組めない【どちらでもない】
- ・方程式は好きだけど、全体的に見て、あまり好きじゃないから
- ・好きでもないし、嫌いでもない【どちらでもない】
- ・ちょっと難しい問題が解けたとき楽しいと思えるから【どちらでもない】
- ・得意だがおもしろくないから【どちらでもない】
- ・むずかしいから

表3-5 項目13で「算数(算数の方が好き)」を選択した理由の記述

- ・かんたんだから
- ・算数は数学よりも日常的に使うから
- ・簡単だから
- ・ x , y を使えるのは数学の利点かもしれないけどむずかしいから
- ・スラスラとけたし、理解できたから
- ・(未記入)
- ・算数の方が役に立って、解きやすいと思うから
- ・文字を使うのがきらい
- ・計算がふくざつじゃないから
- ・算数の方が分かりやすくて簡単だったと思うから
- ・かんたんだから
- ・理解しやすいから
- ・小学生のころは得意だったが中学校になってより難しくなったため
- ・計算じゃなくて、もっとカンタンな感じでテストも点が取りやすかった気がする
- ・複ざつな計算がなく、文字がないため
- ・すぐに答えにたどりつけるから
- ・かんたんだから
- ・単純でしっかりやっていたらもっとできていたと思う
- ・数学よりも、内容が分かりやすい。難しい計算もあるけどおもしろいから
- ・難しすぎなくて、好きです
- ・かんたんで、実用性があるから
- ・数学ほどややこしくなくて、面白かったから
- ・まだ数学より簡単やったから
- ・問題を解く鍵が見つかりやすいから
- ・計算が好きだけど、文字などが加わると頭がこんがらがって分からなくなるから、算数の方がいい

IV. 分析結果の考察

表 3-4 や表 3-5 の記述内容は、①算数よりも数学の方が難しい、②算数よりも数学の方が苦手（点数、成績）、③算数の方が日常生活と関連している、④算数よりも数学の方が複雑（計算、文字）、という 4 つに整理することができる。特に、中学校段階では教科担任制への移行や定期考査の実施など、小学校段階との違いが大きい。②のようにテストの点数によって数学への印象が左右される側面や、負の数まで数が拡張される中での計算問題の内容、変数としての文字の利用、文字式をよむ活動など、生徒にとっては複雑に感じる内容も多く、④のように学習内容によって数学への印象が左右される側面があることは頷ける。

一方で、そういった側面の影響を受けながらも、「算数よりも数学の方が難しい」、言い換えれば「数学よりも算数の方が簡単」というメタ認知的知識は本当に正しいものであろうか。計算の技能や知識を学ぶのは算数であり、日常生活との関連も目に付きやすい。しかし、算数での学びをより深めていくと、いつか自然と壁にぶつかり、それ以上のより広い学びが必要であることに気付く。逆に、数学の内容は難しいものが多く、日常生活との関連は見えにくくなる。しかし、数学によってもっと多くのことを知ることができたり、手続きだけでなくその理由をより深めることができたりするなど、難しさの中にもおもしろさがたくさんあるはずである。現場の教師として、そういったことを算数でも数学でも系統立てて学ぶ機会が不足しているのではないかと考える。

したがって、算数・数学教育の接続について、単に単元を入れ替えたり、数学科教員が算数を指導したりするだけが接続の方法として適しているのではなく、算数教員や数学教員が中心となって計画を立て、例えば、現実世界の事象を数学化することや、既習の学習内容をさらに数学の世界で数学化していくことなどの経験を小学校段階から系統的に取り組むことや、それらをお互いに交流させる機会を設けることによって、生徒の算数・数学に対するメタ認知的知識をより良いものへと育成することができるのではないかと考える。

V. まとめと今後の課題

算数・数学教育の接続を考えるには、小中の文化の違いや認知発達の違いなどについて考慮することも必要であり、それらは算数・数学に対する生徒のメタ認知的知識として蓄積され、生徒の学習へと影響すると考える。本調査によって、算数と数学の間には壁があり、特に根拠はなくとも「算数よりも複雑で難しいもの」として数学を捉えている生徒が存在していることが示された。

今後はそういった生徒のメタ認知的知識を変容させていくために、小学校と中学校のそれぞれの課程の学習内容にまで対象を広げながら、実践を通して生徒の変容について研究していく。そして、学習内容だけでなく、そこでの学習の背景にある生徒のメタ認知的知識の特徴を明らかにし、カリキュラムや教材の作成を行っていく。

引用・参考文献

- 竹間光宏（2015）「数学的問題解決におけるプロセス能力の機能に関する研究—メタ認知の働きを視点に一」、奈良教育大学大学院 修士論文。
- 文部科学省（2014）「育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関する検討会—論点整理—」。
- 文部科学省（2016）「小中一貫した教育課程の編成・実施に関する手引」。
- 文部科学省（2017a）「小学校学習指導要領解説 算数編」。
- 文部科学省（2017b）「中学校学習指導要領解説 数学編」。

三宮真智子 (2016) 「判断の歪みを生む不適切なメタ認知的知識を問い直す」, 『大阪大学大学院人間科学研究科 紀要』 42, pp.235-254.

三宮真智子 (2017), 『誤解の心理学 コミュニケーションのメタ認知』, ナカニシヤ出版.

重松敬一 (1987) 「数学教育におけるメタ認知の研究」, 西日本数学教育学会 第33回研究発表会 発表資料.

重松敬一 (1990) 「メタ認知と算数・数学教育—「内なる教師」の役割—」, 平林一榮先生頌寿記念出版会編『数学教育学のパースペクティブ』, 聖文社, pp.76-105.

城田直彦 (2014) 「数学における「中1ギャップ」の要因に関する考察」, 奈良教育大学大学院 修士論文.

高井吾朗 (2012) 「数学教育におけるメタ認知の拡張についての一考察—主観的から間主観的なメタ認知的知識へ—」, 全国数学教育学会誌『数学教育学研究』 18(1), pp.79-88.

つくば市立春日学園義務教育学校 (2016) 「2020年代の学びを変える先進的ICT・小中一貫教育研究大会」資料.