

中学生の数学学習における情意の様相について

- メタ情意とメタ認知に注目して -

小林 祐希

上越教育大学大学院修士課程1年

1. はじめに

数学学習において、学習意欲や学習に向かう態度などの情意面を育てることが重要である。新学習指導要領では、育成すべき資質・能力の三つの柱の一つに学びに向かう力・人間性等が挙げられ、数学においても、これまで以上に情意的な側面を大切に、評価・改善する態度や多面的に考えることや、粘り強く問題の発見や解決に取り組む態度が求められている(文部科学省, 2016a)。

しかし、2015年国際数学・理科教育動向調査(TIMSS)の調査結果に示されているように、小学校から中学校に移行すると、数学嫌いの生徒が増加傾向にあることは、数学教育が抱える課題である(文部科学省, 2016b)。また、2012年に行われたPISA調査(国立教育政策研究所, 2013)の結果から、諸外国と比べて数学を不安と思う生徒が多いことが課題であることが示された。

数学教育における情意研究では、これまで情意と数学学習との関係を明らかにしようとした統計的な研究が数多く行われ、情意と認知との関係が明らかになった(eg., 湊, 1983; 鎌田, 1985)。他方で、情意に関する質的な研究では、統計的な研究で捉えきれなかった、情意の詳細な様相や、情意的葛藤の様相が明らかになった(eg., McLeod, 1994; 山野, 2015a)。

以上のように、数学嫌いや数学不安が、数学教育の課題として挙げられているが、数学

に望ましい情意が何かについては、未だ十分な議論がされていない。例えば、数学に対する不安も、一見否定的な情意のように思えるが、その不安が危機感や危険回避的な動機づけにつながり、学習の促進となる場合もある。山野(2015a)は、生徒の情意が数学学習に影響し、情意を豊かにすることによって数学学習の促進が期待できるとしている。

本研究では、情意同士、情意と認知の関わりについての様相を捉えることのできる、Debellis & Goldin(2006)のメタ情意という概念に着目する。他方で、数学教育においてメタ認知の研究が盛んに行われている(eg., 重松, 1994; 石田, 2002)。様々な知識を複合しながら認知を調整するメタ認知は重要であり、数学教育において欠かせない視点である。多くの先行研究では、情意と認知との関わりについて言及されており、メタ認知においても情意的側面がメタ認知と関係している。

一方で、情意とメタ認知を表象体系の関わりの中から捉えようとする研究も行われており(eg., Goldin, 1987)、この考えは本研究における鍵となる。

本研究の目的は、Debellis & Goldin(2006)の情意の構成要素やメタ情意を元に、新たにメタ認知を加えた理論枠組みを構築し、先行研究のプロトコルを用いてその妥当性を検討することである。

本研究の目的を達成するにあたり、本研究において立脚する数学観を示し、情意に関し

て先行研究で何が明らかになってきたのか、統計的研究と質的研究について述べ、情意にメタ認知の側面を加えた新たな理論枠組みを構築する。最後に、理論枠組みの妥当性について先行研究のプロトコルを用いて考察を行う。

2. 本研究で立脚する数学観

Debellis & Goldin(2006)の挙げている数学的親密さ、数学的誠実さの二点を元に、本研究において依拠する数学観を述べる。

2.1 数学的親密さ

Debellis & Goldin(2006)によると、数学的親密さとは、数学には人の情意が深く入り込んでおり、親しみを感じ、自分の近くに数学があることが望ましいと述べている。数学的親密さの要素には、深い感情の関与、数学を学習することの意味や目的の構築が含まれている。例えば、数学が好きな人は数学を自分にとって身近に感じ、数学が嫌いな人は自分が数学から遠い位置にいると感じる。数学的に親密な行動とは、例えば数学について語る際に生き生きと語り、数学の問題を解いている際に興奮すること、数学に関して知らないことがあると知的好奇心が湧いてくること、などが挙げられる。

一方で、Debellis & Goldin(2006)はこうした数学的親密さを持って従事することは、数学との長期的で確実な関係を保証するものではないと述べている。生徒が予想しない部分でつまづくことや、数学教師から叱られた場合に、親密的な裏切りといった、数学から裏切られたような感覚になり、これにより数学を身近に感じられなくなるといった、数学的親密さを持たなくなる要因になる。このことから、数学的親密さには文脈や状況が影響している。Debellis & Goldin(2006)は数学的親密さをなくさないためには、メタ情意的な能力を持つことが必要であると述べている。

2.2 数学的誠実さ

数学的誠実さとは、数学的な真理への傾倒や数学的理解の探求、数学的研究を導く道徳的な人格のことを指す(Debellis & Goldin, 2006)。例えば、数学的事象に対して規則性を見つけた際に、それが本当にどのような場合でもいえるのかを確かめたいと思い、数学的活動を行うことは、数学的な真理を探求し、数学的な研究へ導く人格である。他方で、他者から教えられた数学に関する知識が誤りではないかと思いつつも、その知識を用いることで他者に認められるといった理由で問題解決をすることは、数学的に誠実であるとは言えない。

Debellis & Goldin(2006)は、数学的誠実さと数学的親密さは学習の本性と知識の深さに影響し、これらが相互作用している場合に効果ある学習や問題解決が生まれると述べている。

これまで挙げたように、数学学習において数学的親密さ、数学的誠実さは様々な数学学習に影響を及ぼし、情意的側面が重要である大きな理由である。よって、これら二つを本研究で立脚する数学観とする。

3. 先行研究

3.1 情意に関する研究

これまでの数学学習における情意に関する研究では、質問紙など測定用具としての尺度を用いて情意を数量化し、分析するといった統計的な研究が日本で行われており、極めて重要な知見をもたらしている(eg., 湊, 1983; 鎌田, 1985; 今井, 1986)。

湊(1983)は、算数・数学に対する態度を測定し、幅広い学校段階に使用できるSD型測定用具MSDを開発し、態度評価が指導者の内省のための手段として使用されるべきであると述べている。

鎌田(1985)は、それまであまり日本で注目されてこなかった数学に対する不安や、自信

を中心とした項目からなる不安測定用具を開発し、数学に対する不安と態度等に高い相関関係があることを示した。数学不安は数学学習を阻害または促進する要素となり得るため、その際の規則や法則性についても明らかにする必要がある。

今井(1986)は、因子分析を用いて、数学能力と数学学力や数学に対する情意面との相関関係について考察した。その結果、今井(1986)は、図形が好きな生徒は探究的態度を有しているなど、数学的な能力や学力が高く数学を好む生徒が特有の人格的側面を持つことを示した。数学学習によって人格形成が促進されたのか、特有の人格を持った生徒が数学的な能力や学力が高い傾向にあるのかは、今後の検討事項である。

湊&鎌田(1991)は、これまで行われてきた認知的学力と情意的学力間の関係について研究を進展させ、情意的学力が原因となって認知的学力が形成されるような因果的方向性が多く見られることを明らかにした。

伊藤(1994)は、数学における情意的特性を測定するために、数学に対する情意的特性検査(ACTM)を開発した。伊藤(1994)はそれぞれの要素の相互関係について考察し、学校段階によって情意的特性の構造が異なるということを明らかにした。

他方で、統計的研究では捉えきれなかった情意的特性を捉えようとした、質的研究方法を用いた研究がある。米国ではMcLeod(1994)が情意研究において今まで主流であった統計的な研究だけでなく、質的な研究の補完が必要であると述べている。

松岡(1992)は、McLeod(1992)が挙げた数学学習における情意の構成要素としての信念、態度、情緒の三つの分類を元に情意を定義し、情意を生成する要因として、興味、自信、不安、忍耐の四要素を規定した上で、認知的な側面を考慮した枠組みを構築し、分析を行った。その結果、これらの要素が肯定的または

否定的な情意が生じる要因となっていることを明らかにした。

阿部&伊藤(1995)は、情意的側面を信念、態度、情緒という三つのカテゴリーに分類し、その時点における生徒の情意的側面の状況を把握することができるかと述べている。さらに、阿部&伊藤(1995)は数学の授業を支えている生徒の情緒には、不安、疑問、安心、自信、うれしさ、などが挙げられるとし、従来の学校教育における伝達型授業を支える情意的側面にまで考察対象を発展させている。

横塚(1996)は、情意反応グラフを用いた研究を行い、情意の変動について分析を行い、生徒が持っている情意と、教師が観察する情意にはずれが生じることを明らかにした。生徒が授業中の自身の情意の変化についてグラフで書くという横塚(1996)の方法は、それを元に情意を想起できるという利点がある。

Goldin (2002)は、McLeod(1992)が挙げた3つの要素に、4つ目の要素として価値観/道徳観/倫理観を加え、情意をコントロールする役割としてのメタ情意という概念を開発した。McLeod(1992)とGoldin(2002)の情意の捉え方の違いについて、今井(2015)は以下のようにまとめている(表1)。

【表1】今井(2015)がまとめた情意区分

	McLeod	Goldin
不安定	情動	情動
安定	態度 信念(自分の数学学習や数学という教科に対する信念、社会における数学に対する価値意識としての信念)	態度 信念 価値/道徳/倫理

桑原(2013)は、算数授業における態度に焦点を当てた分析を行い、態度形成には、子どもが持つ社会的または認知的な目標や期待

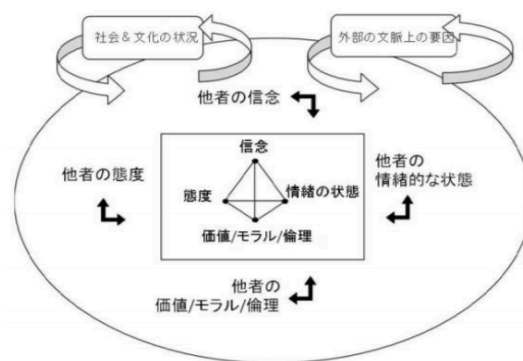
などが影響していると述べている。社会的な側面が情意と関わっていることは、後述する Debellis & Goldin(2006)の情意の四面体モデルにおける社会や文化の状況に相当する。

3.1.2 本研究における情意の構成要素

Debellis & Goldin(2006)は、McLeod(1992)の考えに基づき情意を価値観、道徳観、倫理観を加えた四つの構成要素に拡張し、これらの要素について以下のように説明している：

- ・ 情緒
急速に変化する感情の状態であり、局所的で文脈に依存する
- ・ 態度
特定の数学的文脈における、特定の(肯定的又は否定的な)情緒的な感情の状態への傾向であり、情意と認知のバランスが必要である
- ・ 信念
外部真理であり、信念は非常に安定しており、高度に認知的であり、高度に構造化されている
- ・ 価値観/道徳観/倫理観
個人が大切にしている深い「個人にとっての真理」や約束を指し、長期的な選択と短期的な優先事項の動機づけを促す
(Debellis & Goldin, 2006, p.135 : 筆者訳)

これらの四つの要素を元に、Debellis & Goldin(2006)は四面体モデルを作成し(図1)、情意のメカニズムは繰り返し起こる情意のつながりからなる包括的な構造になっており、さらには社会や文化の状況、外部の文脈との相互作用があると説明している。



【図1】 Debellis & Goldin(2006)による情意の四面体モデル

数学的親密さ、数学的誠実さは、数学そのものだけでなく、教師や他の生徒といった他者や環境、状況などの要素が組み合わさって形成されるため、こうした状況や文脈について考慮する必要がある。

情意は認知と密接に関わっているが、認知との関わりにおいて情意を定義しているという点で、Debellis & Goldin(2006)の情意の四要素は、認知との関わりの中から情意の様相を捉えるという本研究の考えに合致する。そのため、本研究における情意としてこれらの四要素を規定する。

3.2 メタ認知に関する研究

メタ認知は、生徒の数学における問題解決や学習のメカニズムを解明し、授業実践を行う上で欠かせない要素である(重松&勝美, 2010)。メタ認知に関する研究は、心理学研究のみならず、教科教育学においても重要なテーマとして位置付けられており、数学教育学においても、メタ認知の果たす役割の重要性が主張されている(eg., 古本他, 2015)。

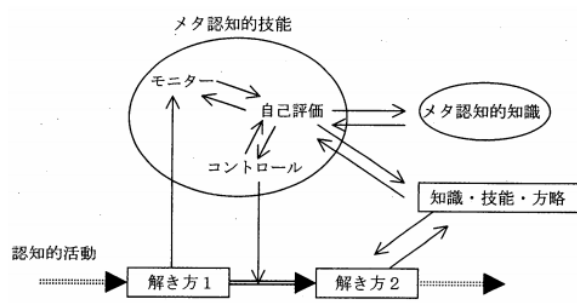
重松他(1994)によると、メタ認知とは、うまく知識や技能が活用されているかなどその認知を調整する作用であり、メタ認知を以下のように分類している：

- (1) メタ認知的知識(メタ知識)
 - ①環境に関するメタ知識
 - ②課題に関するメタ知識
 - ③自己に関するメタ知識
 - ④方略に関するメタ知識
 - (2) メタ認知的技能(メタ技能)
 - ①モニターに関するメタ技能
 - ②自己評価に関するメタ技能
 - ③コントロールに関するメタ技能
- (重松, 1994, p.186)

重松他(1994)は、メタ認知の内面化には七段階の過程があると述べ、再生刺激法を用いてモデルの実証的解明を行った。

他方で、メタ認知を育成するための実践研究も盛んに行われている。重松他(2010)は、これまでの一連の研究で子どもの書いた算数作文に対する教師の指導によって、子どものメタ認知の変容が促されることを明らかにした。

石田(2002)は加藤(1999)を元に、よりよい解き方を追求する問題解決過程における認知とメタ認知との関連をまとめた(図2)。



【図2】問題解決過程におけるメタ認知(石田, 2002)

その上で、石田(2002)はメタ認知の指導を取り入れた算数授業によって、子どもの問題解決過程にどのような影響を与えるか分析した結果、メタ認知の指導が多様な解き方ができる子どもの問題解決過程に効果的であることが明らかになった。

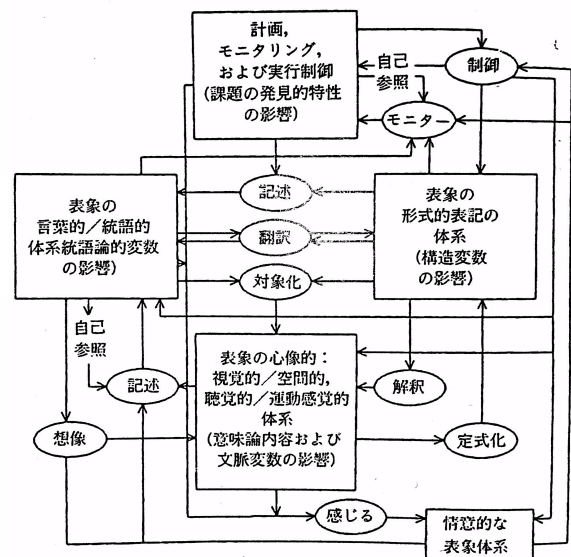
高井(2012)はメタ認知の拡張について考

察し、これまでのメタ認知研究では授業における自力解決の段階に焦点が挙げられていたため、他者や自己と他者間のモニターを調査、分析することの困難性を指摘した。図2にあるように、認知と直接的にかかわっているのはメタ認知の中でもメタ技能の側面であるため、本研究においても、認知の中でも特にメタ技能に注目する。

以上を踏まえ、本研究では問題解決過程における情意を捉える視点として、重松(1994)のメタ認知の分類を採用する。

3.3 表象体系における情意, メタ認知

情意と認知は、表象体系として相互に関連しているものとして捉える必要がある。数学学習と情意との関係を明らかにする上で、Goldin(1987)は五つの表象体系を示した。山田(1994)は Goldin(1987)の表象体系を再整理し(図3), それぞれの表象体系について以下のように説明している:



【図3】山田(1994)によって整理された Goldin(1987)の表象体系

(A) 言葉的/統語論的体系

自然言語の言語的/統語論的処理のための処理系

- (B) 心像的体系
言語的なものでない、心像的な表象のための処理系
- (C) 形式的表記体系
形式的な表記体系のための処理系
- (D) 計画、モニタリング、実行制御の体系
発見的計画や実行制御、モニタリングに関わる処理系
- (E) 情意的表象の体系
問題解決中の感情の変化などにより、解決過程の進行をモニターし、評価する処理系
(山田, 1994, p.384-385)

山田(1995)は(D)の体系について、(1)他のシステム内及び自分自身内で起こっていることに絶えず注意すること(モニタリング)、(2)自分自身を含む内的な表象体系内で採用されるステップを決めること(計画)、(3)他のシステムを修正すること(制御)、の三つのサブシステムを有するものであると述べている。これは重松(1994)の定義のうち、メタ技能に相当する。また、(D)の体系と(E)の体系の関わりについて、制御、モニター、自己参照の機能がある。

山田(1994)は、このモデルを用いた分析で、成功的な問題解決者には、情意的表象を用いたモニタリングや表象の変容が頻繁に見られたと考察し、認知過程の分析に情意的な側面を考慮に入れることは本質的な要請であると述べている。

Debellis & Goldin(2006)は、Goldin(1987)の表象体系を元に、数学的問題解決能力のモデルとして、五つの内的で相互作用的な表象体系を挙げ、以下のように説明している：

- (a) 言語的/統語論的体系(自然言語、文法、および構文を含む)
単語、句、文レベルでの自然言語処理に対する能力を説明するもの
- (b) 心像的体系

- 内部視覚/空間、聴覚/律動/触覚/運動感覚のコード化を含む。
- (c) 形式的表記体系(算術、代数、微積分の表記法、デカルトグラフなど)
数学における形式的表記の構造についての体系
- (d) 問題解決の間の経験則的かつ戦略的な意思決定を支配する、計画と実行制御の体系
- (e) 情緒、態度、信念、道德観、価値観、倫理観を含む情意システム
(Debellis & Goldin, 2006, p.132 : 筆者訳)

Debellis & Goldin(2006)は、表象体系を考慮することについて、情意の体系だけでなくこれら五つの表象体系を考慮し、他の表象との相互作用をすることによって、情報を読み取ることができる可能性があるとしている。Debellis & Goldin(2006)は、他の内的表象システムとの相互作用によって情報を符号化することに関して、生徒の試行錯誤をしてもうまくいかないという不満が、他の簡単な問題を解いてみるといった方略の変化をもたらすメタ認知について言及している。生徒によっては、こうした不満が絶望や不安に変わり、雑談をするなどの学習に対する回避行動をすることもある。このように、情意の様相について記述する際に認知、情意だけでなくメタ認知についても考慮しており、本研究においても取り入れるべき視点である。さらに、これらの表象体系は非常に複雑であり、時間をかけて段階的に発展し、状況や文脈に依存する。

表象体系全体について整理すると、Debellis & Goldin(2006)の(a)～(e)の体系は、情意体系の定義が3.1.2で述べた情意の四つの構成要素に基づいたものとなっている。

例えば、生徒が黒板に式の答えを書き(cの体系)、それが合っているか不安になっている状態(eの体系)で、教師が黒板に書いて

ある答えに丸をつけたことを生徒が視覚的に解釈し(b の体系), 教師が生徒に「よくできたね」といった言葉をかける(a の体系)という場面が考えられる。

4. 情意を捉える理論枠組み

本研究では, 特に学習の促進, 妨げになっている際の情意の様相を明らかにするために, 動的に情意を捉える枠組みを構築する。そのために, 情意と密接に関わっている認知やメタ情意だけでなく, 認知の背景となるメタ認知についての関係について明らかにする必要があるという立場を取る。

4.1 メタ情意

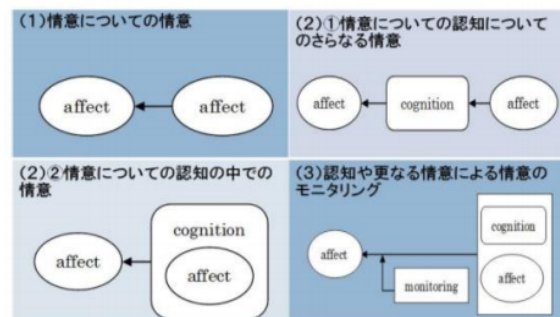
Debellis & Goldin(2006)は, 生徒の情意に影響を与える, 情意の一番重要な面としてメタ情意を以下のように定義している:

- (1) 情意についての情意
 - (2) 情意の認知についてのさらなる情意, もしくは認知の中の情意
 - (3) 認知やさらなる情意についての情意のモニタリング
- (Debellis & Goldin, 2006, p.136 : 筆者訳)

Debellis & Goldin(2006)によると, メタ情意は経験からくる情意をネガティブからポジティブなもの, もしくはその逆に変えることができるとし, ジェットコースターと数学に対する恐怖の例を挙げて説明している。ジェットコースターに乗る際, 高いところから落ちるといった恐怖といった否定的な情意があるが, ジェットコースターが安全であるという知識が, ジェットコースターに対する高揚感や興奮という肯定的な情意を生み出す。同様に, 生徒がミスをして周りも受け入れてくれる環境では, 生徒の回答が間違っており, 不安になったとしても, ミスを受け入れてくれる他者がいることに対する安心感や嬉し

さを感じるのではないか。

山野(2015a)は, メタ情意の視点を取り入れることで, 情意に関わる認知にまで言及することができ, 授業中の生徒の情意を詳細に表し, 情意の生成過程をより精緻に捉えることができるとした。山野(2015a)は, Debellis & Goldin(2006)を基にしてメタ情意を図式化し(図4), 情意が他の表象体系及び認知と密接に関わっていることや, 生徒のより安定した情意の形成に, メタ情意が大きく作用していることが挙げられると考察している。



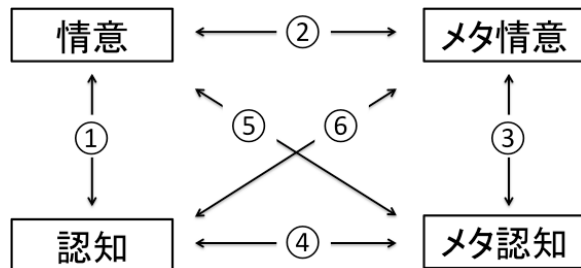
【図4】山野(2015a)によるメタ情意の図式化

メタ情意が数学学習における枠組みとして有効なのかについて, 例えば, 「数学は好きだけど今学習している単元の数学は嫌い」といったメタ情意は, 状況依存的に情意が変化するというメタ情意の特質を記述している。数学学習は環境や文脈といった状況が常に変化するものであり, そうした中でメタ情意は, 数学学習を考察する上で有効な要素であると言える。

以上を踏まえ, 本研究では, Debellis & Goldin(2006)の述べているメタ情意の定義を本研究においても採用し, Debellis & Goldin(2006)の表象体系には含まれていないメタ情意についても表象体系として考慮すべきであるという立場をとる。

4.2 情意を捉える理論枠組み

これまでの議論を踏まえ、本研究では、情意、認知、メタ情意に加え、メタ認知を考慮した理論枠組みを構築し、その妥当性について検討する(図5)。



【図5】本研究における理論枠組み

4.3 本研究における概念規定

情意、メタ情意、認知、メタ認知についてそれぞれ以下のように規定する。

本研究では、情意、認知、メタ認知について3.3.1で述べた Debellis & Goldin(2006)の体系をもとに規定する。

情意の体系は Debellis & Goldin(2006)の(e) 情緒、態度、信念、道徳観、価値観、倫理観を含む情意システム、の体系や四面体モデルの中で定義されている情緒、態度、信念、価値観の四要素として既定する。

認知は Debellis & Goldin(2006)の中の(a)言語的/統語論的体系、(b)心像的体系、(c)形式的表記体系の体系、として表されるものを既定する。

メタ認知は、Debellis & Goldin(2006)の(d) 問題解決の間の経験則的かつ戦略的な意思決定を支配する、計画と実行制御の体系を元に、重松(1994)のメタ認知がメタ知識とメタ技能の側面から成るといふ論を参考にし、特に認知的活動と直接関わるメタ技能の側面について着目する。

メタ情意の規定について、4.2で述べた Debellis & Goldin(2006)のメタ情意の分類に当てはめると、(2)情意の認知についてのさらなる情意、もしくは認知の中での情意、

(3)認知やさらなる情意についての情意のモニタリングは、メタ認知の一部と情意との関わりとして記述することができるため、矢印①、②、⑥の関係の一部とみなすことができる。そのため、本研究ではメタ情意を Debellis & Goldin(2006)のメタ情意の分類のうち(1)のみと規定し、(2)と(3)に関しては矢印の関係として表すこととする。

4.4 本研究の理論枠組みにおける要素間の関係について

4.4.1 情意、メタ情意、認知、メタ認知の関係の捉え

矢印①の情意と認知の関係については、3.1で触れたようにその関係性が統計的研究においても、質的研究においても扱われており、情意と認知は相互に影響しあっていることが明らかになっている。

しかしながら、数学好きの生徒が数学のテストで高得点を取った場合、数学が好きだからという理由だけで高得点であったとは考えにくい。そこには、単に知識、技能を持っているというだけでなく、テスト勉強の仕方といったメタ認知的な要素があることや、数学が好きといった背景にも、例えばこの単元においては数学が好きだけれども、全体的にはあまり好きでないといった様々な要因としてのメタ情意が存在することが想定される。こうした要素を踏まえれば、矢印①の関係が成立するような他の構造が見える可能性がある。

矢印②の情意とメタ認知の関係については、Debellis & Goldin(2006)のメタ情意の定義のうち(3)に相当する。これが当てはまる場面として例えば、生徒が連立一次方程式の文章問題を解けるか不安という情意に対し、でもなぜかワクワクするといったメタ情意を持っているとする。これは本理論枠組みにおいて、見かけ上は矢印②だけの単独の関係に相当するが、黒板に問題の条件が整理されて

いる図があることを認知していることが、ヒントがあれば問題を解くことができるといったメタ知識につながり、このヒントを用いて問題を解こうといったメタ技能が起こる。このように、矢印①から⑥、⑤から③、あるいは①から④から③といったサイクルが想定される。上の例においては、文章問題を解く前に x , y の文字で置きそうなものに下線を引いてから問題を解こう、といったメタ認知が働き、実際に問題を解き計算するといった認知にもつながる。

矢印②の関係にメタ認知や認知が関わっていることについては、山野(2015a)で明らかにされてこなかったことであり、本研究では情意とメタ認知の関係には、認知的な関係がありながらその関係が成立しているという立場を取る。

矢印④の関係では、認知とメタ認知の関係について、これらは相互に影響し合っていることを3.2で触れた。他方で、矢印①の関係と同様に、これらが直接的に関わっているのか、それとも情意やメタ情意の関係を含むのかについては検討する必要がある。例えば、生徒が問題を間違えた際に、間違えたことを隠したいという情意をモニターし、解答できていないことを隠そうというコントロールが働き、すぐに答えを見て解答をノートに写すという認知的活動が起こることが考えられる。このことから、認知とメタ認知の関係にも、何らかの情意の影響があることが考えられる。

矢印⑥の認知とメタ情意の関係については、数学が好きだが特定の単元は嫌いというメタ情意を持っている生徒が、その単元の問題があまりできないという認知によって、そのメタ情意が強化されるという例が挙げられるとすれば、これらには関係があるだろう。

4.4.2 新たに検討する関係

矢印③のメタ認知とメタ情意の関わりの

重要性について Debellis & Goldin(2006)は、メタ情意は認知やメタ認知と関わり合い、それらの中で中心的な構成要素である、と述べているが、その関係については未だ明らかになっていない。例えば、生徒が教師に指名され、問題の解き方について自分の考えを述べる際に、自分の答えがあっているか不安であるが、みんなに自分が数学をできると思ってもらいたい(もしくはできないと思われたくない)というメタ情意が働いている状況では、近くにいる生徒に自分の回答があっているか確かめてから全体に発表するといったメタ認知が働く可能性がある。そのため、本研究では、メタ認知とメタ情意に関係があるという立場をとる。

Debellis & Goldin(2006)の挙げるメタ情意の分類の一つである(3)認知やさらなる情意についての情意のモニタリングでは、メタ認知のメタ技能の評価、コントロールの側面について言及されていないため、本研究ではこの二つの側面についても記述する。

さらに、山野(2015a)が挙げている情意的葛藤が学習にどのような影響を及ぼすのかについては未だ明らかになっていないことを踏まえ、本研究における理論枠組みにおいて、情意的葛藤がある際のその後の活動や行為に注目して考察する。山野(2015a)は情意同士の対立としてのみで情意的葛藤を述べていたが、情意的葛藤と認知がどのように関わっているのかについても探らなければならない。

矢印⑤について関係があるということは、Debellis & Goldin(2006)が述べているが、その関係の詳細については未だ十分な議論がされていない。情意がメタ認知の特にモニターを促す機能、メタ認知の評価が情意に影響する側面があると考えられる。生徒が自分の書いた回答に対する不安があるから見直ししてみる、といった例から、情意がメタ認知の中のモニターを促す機能があることが想定

される。こうした機能は Goldin(1987)のモデルにおけるモニターに対応するものと見なすことができる。

5. 理論枠組みの妥当性の検討

本研究における理論枠組みでは、六つの関係について挙げたが(図5)、現実性のある矢印の組み合わせにどのような傾向があるのかについて考察する必要がある。そのため、先行研究のプロトコルを元に、本研究の理論枠組みの妥当性を検討する。

5.1 横塚(1997)のプロトコルから

横塚(1997)は、中学1年生の単元「正負の数」の授業において生徒が課題に対して自分で考えた式と答えを黒板に書いている場面について、以下のプロトコルを考察した。

- 71 T: ちょっと時間ないからごめん。はい、じゃあちょっと自分で見比べてくれる？
あの式があってるかな？
- 74 T: 間違っちはないかな。みんな大丈夫かな。
- 75 S: なんか同じような人いる。
- 76 T: 式はいいですね。
- 77 T: ちょっと、途中の式が抜けてるのがあるんですが・・・
- 78 T: やーいっぱい出たね。これ、みんないいかな？大丈夫そうですね。これ、() がほしいね。どう？すごくいっぱい出ました。すごいね、皆さんの頭ね。

この場面で、生徒は自信を持って黒板に答えを書いたつもりであったが、式にかっこを入れることを忘れており、席に戻ってすぐにミスに気づいたが、すでに答え合わせが教師によって始まっていたため仕方なくそのまま席に着いた。この場面において、本研究における枠組みによる考察を示す。

この場面によるモニターは、生徒が黒板に

答えを書いた後に席に戻る際、自分の書いた答えを確かめるという行為である。このモニターの背景として、自分の書いた答えがあっているか不安と毎回黒板に答えを書いたらチェックすることが学級や数学の授業において良いことであるという価値観が合わさったメタ情意が想定される。そのため、黒板に答えを書くという認知から、メタ情意を経由してメタ認知(モニター)が起こる。これは本理論枠組における矢印③と⑥の關係に相当する。

次に、自分の間違いに気づくという評価をした生徒は、しまったという焦りの情意を持ったことが予想できる。さらに、生徒が自分の間違いに気づいたことで、生徒には間違いを直したいという欲求と、教師の話を遮ってはいけないという価値観との情意的葛藤が生まれている。その結果、席に着こうというコントロールが起こり、結果的にそのまま席に座ったといった、矢印③の關係があると解釈できる。さらに、コントロールの背景には、情意的葛藤があった際に教師の話を遮ってはいけないという価値観を優先させ、判断したという側面を見いだすことができる。

他方で、78で教師に間違いを指摘されたことで、生徒が真っ赤な顔をして下を向いてしまった場面については、生徒がその状況をモニターし、教師から間違いを指摘されたこと自体に対する恥ずかしさという情意(矢印①の關係)と、教師からの指摘(認知)により他の生徒が自分の間違いを知っている状態であることに気づいたこと(評価)による恥ずかしさという情意の両方が生まれていると捉えることができる(矢印④、⑤の關係)。こうしたように、恥ずかしいという情意が起こるまでの關係が複数存在する場合がある。

以上より、情意やメタ情意と認知の関わりだけではなく、メタ認知の側面も含まれることが明らかになった。

5.2 山野(2015a)のプロトコルから

山野(2015a)は中学一年生の単元「空間図形」および「資料の活用」において、授業の参与観察とインタビューを行った。インタビューは刺激再生法を用いて授業で撮影したビデオを生徒に見せながら行われた。

以下のインタビュープロトコルにおいて話題になっているのは、負けず嫌いの性格の生徒が、数学の授業において自分の回答が級友の回答と似たものであったことに対して議論している場面である。

159 S:何かつまんないですよ。

160 山野:あー他の人と一緒っていうのは。

161 S:なんかオリジナル感がないっていうか。そう、何かちょっとショック受けてました。つまんないみたいな。

さらに、授業場面を元に、自分の負けず嫌いな性格についても言及している。

183 S:すごい満足するんですけど、かぶるとちょっとみたいな。

184 山野:なるほど、いいこと。全然いいよ。

185 S:そうですか?負けず嫌いすぎて困りますけど、なんか自分で。

192 山野:結構意欲がある感じで、自分でいいと思わない?そこが。

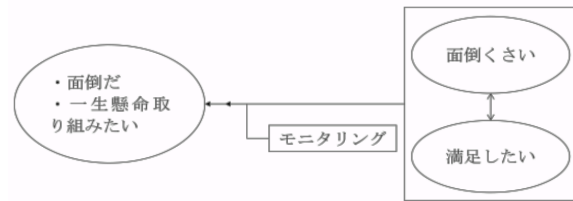
195 S:いやなんか、いちいち何か自己満足したいと思う自分が面倒くさいです。それに向けて何かやらないといけないんで。考えたり。

197 S:面倒くさい自分と自己満足したい自分があるんです心の中に。

201 S:うんでも、気分によって変わりますが、まあ基本自己満足するために頑張ります。

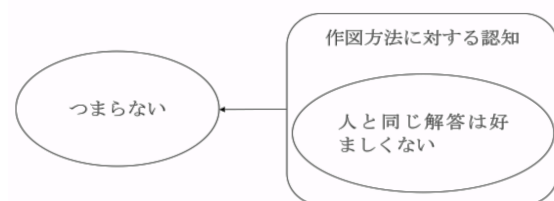
山野(2015b)は、負けず嫌いな性格と数学

学習との関わりについてのメタ情意を図式化した(図6)。



【図6】生徒の情意についての山野(2015b)の図式

山野(2015b)は、生徒が自己満足したい自分と面倒くさいと思うメタ情意と相反する二つのメタ情意を持っており、メタレベルにおいて情意的葛藤が生じていることを指摘している。さらに、山野(2015b)は図6の情意に関連するような授業場面におけるメタ情意を図式化し(図7)、授業場面においてつまらないという情意を持っている要因として、自分だけしか考えつかない解答ができなかったという認知がつまらないという情意に対して作用したためであると述べている。



【図7】授業場面における情意についての山野(2015b)の図式

上記の場面について、本研究の理論枠組みで分析すると、負けたくないという情意は、満足感を得たいという情意と関わっているメタ情意として記述することができる。生徒はそうしたメタ情意について、負けたくない自分がいるという評価をし、数学学習では他人が考えない解法を求めようというメタ知識があり、それに基づくコントロールが働いて、195で述べているように何かをやるとい

う認知が起こり、それによって満足感を得るといふ情意を満たす、矢印③、④の關係がある。このように、メタ認知の側面を記述することによって、生徒がどのように判断して次の認知活動が起こったのか、その背景となる情意やメタ情意の側面についての様相が明らかになる。

生徒の實際の授業場面に置き換えると、他の生徒の作図方法の記述(認知)を生徒がモニターし、自分の作図方法と同じだということに気づき(評価)、つまらないといった情意になる(矢印④、⑤の關係)。この情意は、負けず嫌いだけど満足したいというメタ情意があるから起こる。このように、メタ情意は安定しており、場面によってその構造が強化されたり修正されたりするような側面を持っていることがわかる。

他方で、山野(2015a)は、別の場面の分析において、生徒が教師の話を聞かずに作業をしていた場面から、話を聞くようになったことに関して、表象体系の(d)実行制御の体系を表す認知的なものであるかもしれないと述べている。この場面では、話を聞かずに作業したいという情意と、話を聞かないといけないという道徳観との間に情意的葛藤が起こっている。問題を解くのをやめ、教師の話を聞くようになった背景としては、教師の話は聞かないといけないといった規範に関わる情意だけでなく、他の生徒は話を聞いているが、自分だけ教師の話を聞かずに作業をしているという状況を認知し、その認知に対して否定的な評価をした、というメタ認知も関わっている可能性もある。

情意的葛藤とその後のコントロールを考察することによって、情意的葛藤が生まれた際の判断といった側面を見いだすことができた。こうした葛藤が生まれた際の判断基準には、この場面においては、他の生徒が教師の話を聞いているといったその場の状況や、学校や教室の文化も含まれる。

以上から、先行研究で明らかにされてこなかった矢印③、⑤の關係に着目しながら分析、考察を進めていくことにより、情意の様相を動的に捉える、認知的活動と情意の関わりについて緻密に記述することができ、情意がどのように学習に影響しているのか、情意的葛藤があった際の評価、判断の基準を明らかにする新たな視点になる。

さらに、今回の理論枠組みではそれぞれの要素を結ぶ矢印を相互に影響するものとしたが、これらが現実的に妥当であるかについては今後も検証していく必要がある。

5.3 情意の構成要素としての欲求

本節では先行研究のプロトコル分析の結果から、情意の構成要素として欲求を新たに加えることを検討する。

先述した横塚(1997)のプロトコル分析では、生徒が自分の間違いに気づいた後「間違いを直したい」という欲求が生まれ、情意的葛藤が生まれた。他方で、山野(2015a)は中学生の情意を分析する際に「作業したい」「作図したい」「説明したい」など、欲求ととれる情意について言及しており、「作業したい」という情意が情意的葛藤を生んだと考察していることから、欲求は学習や活動に大きく影響する情意の要素であると考えられることができる。

Goldin et al.(2011)は情意の構造において、欲求はその達成や不満に関連して特定の感情を引き出すと述べた上で、生徒たちは、異なる動機付けの欲求を持った上で、問題解決のために同様の行動をすることを指摘した。他方で、欲求は欲求が受け取られる社会環境によって誘発されるといった、欲求と環境との関わりについても言及している。

以上を踏まえ、欲求は情意において重要な要素であると考え、今後の研究では Debellis & Goldin(2006)の挙げていた四つの要素に新たに欲求を加える。欲求について他の四要素

を踏まえて再定義し、情意の構成要素をより緻密にすることが検討課題である。

6. 結語

本稿では、Goldin(1987)の表象体系やDebellis & Goldin (2006)などを元に情意、メタ情意、認知、メタ認知の概念規定をし、横塚(1997)と山野(2015a)のプロトコル分析により、その妥当性を検討してきた。理論枠組みを構築し、情意、メタ情意、認知、メタ認知の四つの要素について考慮することで、今まで二つの要素間では捉えられなかった因果関係の様相が明らかになることが示された。しかし、これらの関係に現実性があるかについてはさらなる検討が必要であり、理論枠組みの妥当性をさらに検討していく。

引用・参考文献

- 阿部裕&伊藤道男.(1995).数学の授業を支える情意的側面について-従来型授業と問題設定型授業との比較を手がかりとして-.上越数学教育研究, 10, 143-152.
- Debellis, V. A. & Goldin, G.A.(1997). The affective domain in mathematical problem-solving. In PME Conference (Vol.2, 2-209). THE PROGRAM COMMITTEE OF THE 18TH PME CONFERENCE, 218-225.
- DeBellis, V. A., & Goldin, G. A. (2006). Affect and meta-affect in mathematical problem solving: A representational perspective. *Educational Studies in Mathematics*, 63(2), 131-147.
- 古本温久, 久坂哲也, 大谷和大, 亀岡正睦.(2015).問題解決過程におけるメタ認知的活動の推移に関する考察.-メタ認知をオンラインで可視化するふきだし法を用いて-.秋期研究大会発表集録, 48, 63-66.
- Goldin, G.A..(1987). Cognitive representational systems for mathematical problem solving. *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics*, 125-145.
- Goldin,G.A.(2002).Affect, meta-affect, and mathematical belief structure. In G.C.Leder, E.Pehkonen, & G.Törner(Eds) , *Beliefs:A hidden variable in mathematics education*, 59-72, Kluwer Academic Publishers.
- Goldin, G. A., Epstein, Y. M., Schorr, R. Y., & Warner, L. B. (2011). Beliefs and engagement structures: Behind the affective dimension of mathematical learning. *ZDM*, 43, 547-556.
- 石田淳一.(2002).メタ認知の指導による小学6年性の問題解決過程の変容に関する研究.日本数学教育学会誌, 数学教育学論究.78, 3-21.
- 今井敏博.(1986).数学的能力, 数学学力, 数学に対する情意面および創造的態度の関連について : 中学生を対象として. 日本数学教育学会誌, 68(1), 26-33.
- 今井敏博.(2015).算数の学習における情動の喚起と情意形成.日本数学教育学会誌, 数学教育学論究 (臨時増刊), 17-24.
- 伊藤俊彦.(1994).島根式数学に対する情意的特性検査について(2)-算数・数学学習におけるやる気に関する研究(X IV)-.数学教育論文発表会論文集, 27, 559-564.
- 鎌田次男.(1985).測定器具を用いた我国中学生の数学に対する不安の研究.日本数学教育学会誌,67, 59-62.
- 加藤久恵.(1999).数学的問題解決におけるメタ認知の機能とその育成に関する研究.数学教育学論及, 71-72, 21-27.
- 桑原利恵.(2013).情意的領域を統合する新たな枠組みとしての態度から見た子どもの算数的活動と算数の理解について.上越数学教育研究, 第28号, 59-63.
- 国立教育政策研究所.(2013). OECD 生徒の学習到達度調査, 2012年調査国際結果の要約.
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afieldfile/2016/

- 12/12/1380468_1.pdf (2018.2.9 確認).
- McLeod.D.B. (1992). Research on affect in mathematics education:A reconceptualization. Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning, 575-591.
- McLeod, D.B.(1994). Research on Affect and Mathematics Learning in the JRME: 1970 to Present. Journal for research in Mathematics Education, 637-647.
- 松岡宏之.(1992).数学的問題解決における affect に関する研究.上越数学教育研究, 7, 89-98.
- 湊三郎.(1983).算数・数学に対する態度を測定するために開発された SD について.日本数学教育学会誌, 数学教育学論究 39-40, 1-25.
- 湊三郎&鎌田次男.(1991).中学校の数学における認知的学力と情意的学力との間の因果関係Ⅲ.数学教育論文発表会論文集 24, 335-340.
- 文部科学省.(2016a).算数・数学ワーキンググループにおける検討事項.
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/061/siryo/_icsFiles/fieldfile/2016/05/11/1370319_8.pdf (2018.2.9 確認).
- 文部科学省.(2016b).国際数学・理科教育動向調査(TIMSS2015)のポイント.
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/fieldfile/2016/12/12/1380468_1.pdf (2018.2.9 確認).
- 重松敬一.(1994).数学教育におけるメタ認知の研究(9)-メタ認知の内面化モデルとその検証-.数学教育論文発表会論文集 27, 185-190.
- 重松敬一&勝美芳雄.(2010).メタ認知.日本数学教育学会, 数学教育研究ハンドブック, 310-317.
- 重松敬一, 勝美芳雄, 上田喜彦.(2010).数学教育におけるメタ認知の研究(24)-メタ認知的支援の実践による教師の指導観変容システムの開発-.数学教育論文発表会論文集, 43(2), 507-512.
- 高井吾郎.(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.全国数学教育学学会誌, 18, 1, 79-88.
- 山野天士.(2015a).数学授業における中学生の情意の生成とその様相に関する研究:メタ情意の働きに関連して形成される数学的な価値観に焦点を当てて.平成26年度上越教育大学院学校教育研究科, 修士論文.
- 山野天士.(2015b).数学授業における中学生の情意の変容について:メタ情意を視点として.上越数学教育研究, 第30号, 23-32.
- 山田篤史.(1994).数学的問題解決における認知過程に関する研究-G.A.Goldinの「数学的問題解決のコンピテンス・モデル」における記述的側面の検討-.数学教育論文発表会論文集, 27, 383-388.
- 山田篤史.(1995).G.A.Goldinの「問題解決のコンピテンス・モデル」の再検討.数学教育学研究:全国数学教育学会誌, 1, 37-44.
- 横塚昌平.(1996).数学の授業における情意の変化に関する研究.数学教育論文発表会論文集, 29, 355-360.
- 横塚昌平.(1997).数学の授業における生徒の情意の変化に関する研究-情意反応グラフの有効性とその限界-.平成8年度上越教育大学院学校教育研究科, 修士論文.