

数学的活動を重視した学習指導に関する研究

黒田 大樹 皇學館中学・高等学校

1. 本研究の目的

平成 20 年 1 月の中央教育審議会答申では、PISA 調査や TIMSS 調査において、数学で学ぶ内容に興味のある生徒や算数・数学の勉強を楽しいと思う子どもの割合が国際的に低いことなどが課題として挙げられ、算数・数学を学ぶことの意義や有用性、社会全般における数学の果たす役割についての認識を高める必要があることなどが指摘されている。この現状を踏まえ、算数・数学においては小・中・高等学校を通じて、発達の段階に応じ、算数的活動・数学的活動を一層充実させ、基礎的・基本的な知識・技能を確実に身に付け、数学的な思考力・表現力を育て、学ぶ意欲を高めるようにすることが改善の基本方針の 1 つとして示された。このことから、算数・数学科の学習において算数的活動・数学的活動をより一層充実させることについて期待されることは大きい。よって本研究では、高等学校数学 A における課題学習の実践を通じて、より効果的な数学的活動の枠組みを明らかにすることを目的とする。

2. 学習指導要領における数学的活動の定義と校種における扱いの差異

平成 20 年告示の小学校学習指導要領解説算数編においては、算数的活動とは「児童が目的意識をもって主体的に取り組む算数にかかわりのある様々な活動」と定義されており、同年告示の中学校学習指導要領解説数学編においては、数学的活動とは「生徒が目的意識をもって主体的に取り組む数学にかかわりのある様々な営み」と定義されている。さらに、平成 21 年告示の高等学校学習指導要領解説数学編において、数学的活動とは「数学学習にかかわる目的意識をもった主体的な活動」と定義されており、特に重視する活動として以下の 3 つを挙げている。

- ア 自ら課題を見だし、解決するための構想を立て、考察・処理し、その過程を振り返って得られた結果の意義を考えたり、それを発展させたりすること
- イ 学習した内容を生活と関連付け、具体的な事象の考察に活用すること
- ウ 自らの考えを数学的に表現し根拠を明らかにして説明したり、議論したりすること

このように、小中高の学習指導要領を比較しても子どもの発達段階に関わって多少の文言の差はあるものの、定義とともに具体例が示されていることに変わりはなく、また目標の文頭に算数的活動や数学的活動という文言が登場する点からも数学的活動の充実がより一層重視されていることがわかる。しかしながら、小・中学校では各学年の内容において数と式や図形などと並列的に[算数的活動]・[数学的活動]という項目を位置付け、その重要性が明らかにされているのに対し、高等学校では数学 I 及び数学 A の課題学習の[内容の取扱い]において数学的活動を一層重視するものとする、と述べるにとどまっている。

このように小中高の学習指導要領を比較したときに、特に小・中学校の算数的活動・数学的活動と高等学校の数学的活動において扱いに差異がみられるが、高橋 (2015) は、取り扱い方を工夫していくことが、高校数学に数学的活動が根付いていくために必要である、と述べている。

3. 数学的活動の現状と高等学校数学科における課題

平成 17 年度高等学校教育課程実施状況調査の教師質問紙調査では、「生徒同士または生徒と教師との対話等、コミュニケーションを重視した授業を行っていますか。」という質問に対して、行っている方だ、およびどちらかといえば行っている方だ、と回答した割合は 71.8%と実に7割を超えている。一方で「作業的・体験的な活動を取り入れた授業を行っていますか。」という質問に対して同様の回答をした割合は 35.1%にとどまっている。このことは、コミュニケーションを重視した授業を行っている教員が多いにも関わらず、生徒同士が自ら課題を見いだしたり、それを発展したりするような数学的活動が十分には行われていないことを示唆している。また、牧田（2012）は、数学的活動の重要性が強調されて以来、小グループ活動が大変増えた。個別学習だけでなく、協働的な学びそのものに意義があることも認められてきている。（中略）何らかの形でグループ学習した後、それぞれの活動内容をどのように学級全体でまとめていくか、そして個人レベルにどのように落とし込んでいくかということまで考えておくことが必要であろう、と述べ、授業形態のみに依存した数学的活動のあり方やその教員の意識に警鐘を鳴らし、より効果的に数学的活動を行うための実践について考察する必要性を述べている。

平成 20 年 1 月の中央教育審議会答申にあるように、数学的活動を取り入れることにより、知識・技能の確実な定着や数学的思考力・表現力、さらには学ぶ意欲を高めることが期待されている。しかしながら、知識・技能を確実に定着させたり数学的思考力・表現力、さらには学ぶ意欲を高めたりする数学的活動のあり方についてはまだまだ十分に議論されているとは言い難い。よって本研究においては、知識・技能の定着や数学的思考力・表現力、さらには学ぶ意欲を高める数学的活動のあり方について検討したい。

4. 本研究における数学的活動の定義と研究仮説

学習指導要領における数学的活動の定義を踏まえて本研究における数学的活動を以下のように定義する。

数学的活動Ⅰ 自ら課題を見だし、考察・処理したり、発展させたりする活動

数学的活動Ⅱ 学習した内容を生活に活用する活動

数学的活動Ⅲ 数学的に表現し根拠を明らかにして説明したり、議論したりする活動

また、上述の課題を踏まえ、本研究では以下のような仮説を基に実践を行うこととした。

研究仮説：個人での調べ学習や集団での発表・議論といった数学的活動を通して、知識・技能の確実な定着や数学的思考力・表現力、さらには学ぶ意欲を高めることができる。

5. 数学的活動を取り入れた授業実践の概要

単元：数学 A「整数の性質」

対象生徒：三重県内私立高等学校 1 年 14 名

授業内容：授業内容の概要を示したのが以下の表 1 である。

表 1 授業内容の概要

実施日時	実施内容	数学的活動との関連	ねらい
7月8日(水) 5・6限	映画「博士の愛した数式」の鑑賞 レポート1(映画の内容や数学の美しさに関する考えのまとめ①)	<数学的活動Ⅰ> 自ら課題を見いだす	・課題意識の生起 ・自分の考えの整理
夏休み中	レポート2(映画に登場した数学に関する事柄の調べ学習)	<数学的活動Ⅰ> 見いだした課題を考察・処理する	・課題意識の明確化 ・自分の考えの定着
9月7日(月) 3限	レポート3(数学の美しさに関する考えのまとめ②)	<数学的活動Ⅲ> 根拠を明らかにして説明する	・自分の考えを他人に分かるように表現する

冬休み中	レポート4 (数学の美しさに関する調べ学習)	<数学的活動 I, III> 見いだした課題を発展させる根拠を明らかにして説明する	・自分の考えの発展 ・自分の考えを他人に分かるように表現する
1月13日(水) 5限 1月14日(木) 1限	数学の美しさに関する考えの発表・議論 レポート5 (数学の美しさに関する発表・議論のまとめ) 及びレポート6 (数学の美しさに関する考えのまとめ③)	<数学的活動 I, III> 根拠を明らかにして説明する 議論する	・自分の考えの再構築

6. 数学的活動を取り入れた授業実践の考察

数学の美しさに関する考えのまとめの記述の変容を示したのが以下の表2である。

表2 数学の美しさに関する考えのまとめの記述の変容と評価基準

	7月(まとめ①)	9月(まとめ②)	1月(まとめ③)
A段階	数学の美しさに関する自分の考えを、具体的に他人が理解できるように記述している	調べ学習の内容などを踏まえながら数学の美しさに関する自分の考えを、数学自身の価値などに言及して他人が理解できるように記述している	議論を踏まえながら数学の美しさに関する自分の考えをまとめ、数学自身の価値などに言及して他人が理解できるように記述している
	2名	5名	9名
B段階	数学の美しさに関する自分の考えを具体的に記述している	調べ学習の内容を踏まえながら数学の美しさに関する自分の考えを具体的に記述している	議論を踏まえた数学の美しさに関する自分の考えを示している
	6名	2名	4名
C段階	数学の美しさに関する自分の考えが具体的に記述されていない	数学の美しさに関する自分の考えを調べ学習の内容を踏まえず、具体的にも記述されていない	議論した内容だけを記述していたり、議論したことを踏まえずに数学の美しさに関する自分の考えだけを記述したりしている
	6名	7名	1名

まとめ①では単純に自分の考えをまとめただけのものが多く見られたが、調べ学習を行った後のまとめ②では自分の考えを他人が理解できるように記述できるようになった生徒が多くなり、発表・議論を行った後のまとめ③では数学自身の価値に言及した記述が多く見られるようになり(例えば図1)、映画を見た直後と比較して、調べ学習を行った後の9月や調べ学習及び集団での発表・議論を行った後の1月にかけてA段階の生徒が増えた。また、発表・議論を行った後では数学の美しさに関する考えが深まり、単純に自分の考えだけを記述したC段階の生徒は少なくなった。さらに、集団での発表・議論を通じて新たな課題を見だし、その探究へとつなげようとする姿も見られた。

日常生活の中で、数学はあふれ、数学がなければ、私たちの生活は成立しない。
 数学の美しさは、人それぞれだが、人が考える分だけ、美しさが存在する。
 私が知らなかった数学を知れることも、美しさであると思う。

図1 まとめ③での数学の美しさに関する生徒の記述例

7. 本実践から得られた数学的活動サイクルに関する構造の枠組み

本実践では、数学的活動Ⅰに対して個人での調べ学習や集団での発表・議論といった活動が作用し数学的活動Ⅰが深化していく様子が見られ、新たな課題を見いだす際にも同様の活動が効果的に作用している場面が見られた。また、はじめは教員が与えた課題や学習形態などに依存ながら活動が深まっていくが、活動が深化していくにつれて少しずつ自立し数学的活動のサイクルが進んでいくことが明らかになった。このことから得られた数学的活動サイクルに関する構造の枠組みを示したのが以下の図2である。

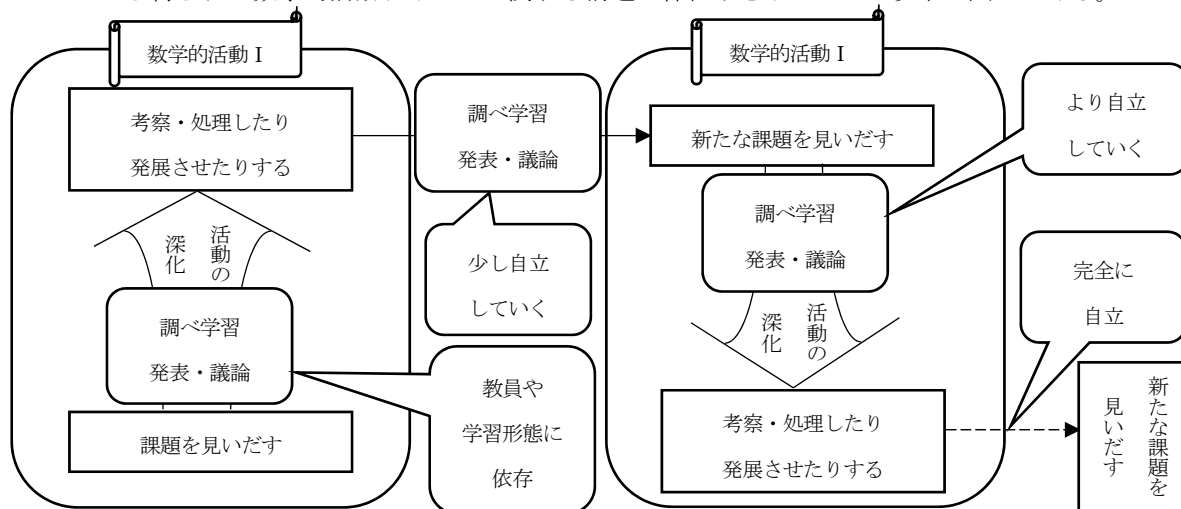


図2 数学的活動サイクルに関する構造の枠組み

8. 本研究の成果と今後の課題

本研究では、表現力の育成や数学を学ぶ意欲を高めることに一定の成果が得られ、個人での調べ学習や集団での発表・議論といった活動が、課題を見だし考察・処理したり発展させたりする数学的活動Ⅰを深化させる上で重要な役割を果たすことが明らかになり、研究仮説に対する一定の妥当性が明らかになった。しかし一方で、知識・技能の確実な定着に関する検証は今後の課題となった。また、本実践の考察から得られた数学的活動サイクルに関する構造の枠組みに対し、他の数学的活動Ⅱ、Ⅲがどのように関連性を持ち、構造化されるのかについて検討を行うことが今後の課題である。

引用・参考文献

- ・ 国立教育政策研究所 (2007) 平成 17 年度教育課程実施状況調査 (高等学校)
http://www.nier.go.jp/kaihatsu/katei_h17_h/h17_h/05001000040007004.pdf P.463
- ・ 高橋聡 (2015) 算数・数学科の目標と算数的活動・数学的活動について—次期学習指導要領への提言—日本数学教育学会誌第 97 巻第 5 号数学教育 69-3 P.37 1.2~1.3
- ・ 永田潤一郎 (2012) 数学的活動をつくる 東洋館出版社
- ・ 牧田秀昭 (2012) 教える空間から学び合う場へ 数学教師の授業づくり 東洋館出版社 P.30 1.5~1.15
- ・ 文部科学省 (2008) 幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について (答申) http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/news/20080117.pdf P.83~P.87
- ・ 文部科学省 (2008) 小学校学習指導要領解説算数編 東洋館出版社 P.11 1.9~1.10
- ・ 文部科学省 (2008) 中学校学習指導要領解説数学編 教育出版 P.17 1.18~1.19
- ・ 文部科学省 (2009) 高等学校学習指導要領解説数学編理数編 実教出版 P.16 1.22~1.27