

高等学校における 数学的な思考力や表現力を育む授業づくり

— 教師の役割に着目した授業改善 —

厚 美 香 織¹

本研究の目的は、数学的な思考力や表現力を育むための授業改善の視点を明らかにすることである。授業では、生徒が「教師の説明を聞く」「与えられた方法で問題を解く」というだけの受動的な学びではなく、「生徒自らの問題解決を通して概念や法則を習得・活用していく」という数学的活動を実現したい。そのために、数学Ⅰ「データの分析」における教授実験を行い、数学的活動を支える教師の役割について分析・考察を行った。

はじめに

国内外の調査において、我が国の生徒は、思考力・判断力・表現力等が必要な読解力が問われる問題、記述式問題、知識や技能を活用する問題の解決能力に課題があると指摘されている。この課題を踏まえ、平成21年3月に告示された高等学校学習指導要領では、全教科等を通して、思考力・判断力・表現力等の育成の重視と言語活動の充実を掲げ、数学科においても数学的な思考力や表現力を育むことが求められている。

一方で、教師は授業についてどう考えているのであろうか。ここに、文部科学省が行った「授業や学習指導において心掛けていることは何か」という教員対象のアンケート結果（日本システム開発研究所 2010）を示す（第1表）。

第1表：授業や学習指導において心掛けていること

（複数回答可）（数学科の回答を抜粋）

教科書にあることを丁寧に教える授業	58.2% (全教科中1位)
繰り返し教えたり、確認のためのドリルの時間を十分に取ったりする授業	37.3% (全教科中1位)
児童生徒がグループで話し合い、考えなどをまとめる授業	1.8% (全教科中最下位)

この結果を見ると、数学科の教員の多くは、「教科書にあることを丁寧に教える授業」「繰り返し教えたり、確認のためのドリルの時間を十分に取ったりする授業」が大切だと答えている。一方で、「グループで話し合い、考えなどをまとめる授業」が大切だと答えたのは、わずか1.8%となっていた。この結果から、高等学校数学科の授業では、生徒が他者とともに「考える」ことよりも、「内容の理解」「技能の習熟」の方が大切にされていることが分かる。

また、これまでの筆者の授業を振り返ってみると、進度やテストにおける平均的な到達度を気にするあまり、「講義→例題→問題演習」の流れが多かった。すな

わち、「講義」は教師による用語・定理等の説明であり、「例題」は教師による解法の説明であり、「問題演習」は生徒が教師の解法を真似て解くという内容であった。しかし、ここで重要なポイントは、生徒が「問題を解く」場面が、生徒の「数学的な思考力や表現力を発揮し、育む場になっていたか」ということである。二宮（2011）は「予備校の名物講師による『よい授業』が、仮に『生徒が何を学んだか』という観点を疎かにしている状態において『教師が何を教えたか』をもってよい授業ととらえているのであれば、それは大いに考え直す必要があるものである。」と述べている。すなわち、教師が教える内容や、教師の説明の仕方だけがよい授業の要素ではなく、「生徒が何を学び、何を考えたか」ということを授業づくりの中心に据えるべきであると述べているのである。

そこで本研究では、生徒の数学的な思考力や表現力を育むために、「生徒が何を学び、何を考えたか」が中心となる授業を教師はどのように創るべきか、という授業改善の視点を明らかにしていくことにした。

研究の内容

1 数学的な思考力や表現力の育成

(1) 数学的な思考力や表現力とは

本研究の対象である数学的な思考力や表現力について、数学科の評価の観点から整理していくことにした。

数学科において「思考・判断・表現」にあたる評価の観点は「数学的な見方や考え方」である。この観点の趣旨は次の通りである。

「事象を数学的に考察し表現したり、思考の過程を振り返り多面的・発展的に考えたりすることなどを通して、数学的な見方や考え方を身に付けている。」（国立教育政策研究所 2012）

ここでは、数学的な見方や考え方を身に付けるには、「事象を数学的に考察し表現する」だけでなく、「思考の過程を振り返り多面的・発展的に考えることが重

¹ 県立鎌倉高等学校

研究分野（授業改善推進研究 数学）

要である」ということが強調されている。

このことを踏まえて、本研究における数学的な思考力や表現力を「事象を数学的に考察し表現したり、思考の過程を振り返り多面的・発展的に考えたりする力」と捉えることにした。

(2) 数学的な思考力や表現力の育成に向けた授業改善の必要性

従来の高等学校数学科の授業では、「講義→例題→問題演習」のスタイルが多い。もちろんこの種の授業でも、教師の説明を聞き、与えられた解法を真似して問題を解きながら、独力で「事象を数学的に考察し表現したり、思考の過程を振り返り多面的・発展的に考えたり」できる生徒はいるだろう。しかし大部分の生徒は、自分の力だけではこのように考えることができない、あるいは考える必要性を感じていないというのが現状であろう。

松原（1968）は、授業の中で複数の考えが検討されて、集団としてより良い結論にたどり着く過程を生き活きと描いており、「共通の課題を討議などの形で解決へ導く、このような1つの集団の態度を『集団思考』（p. 140）と呼んだ。そこでは「ひとりひとりの思考がばらばらでなく、それらが有機的に関連し合って、ひとりの頭から出た考えが否定されながら、それをこえてさらによい思考をよび、それがまた次の考え方に影響を与えるという、いわゆる弁証法的な進展で課題解決に向かう」（p. 150）とも述べている。

例えば、人はある問題に出会った時、今までの経験や知識に照らし合わせてその問題を解決しようとする。おそらく多くの人は初めから多面的なものを見方をすることは苦手であろう。しかしながら、「三人寄れば文殊の知恵」と言われるように、他者と議論することによって自分の考えを見直し、より良い解決へ向かうことがある。数学的な思考力や表現力を育む上でも、同様のことが言える。したがって本研究では、高等学校数学科の授業において、集団で「事象を数学的に考察し表現したり、思考の過程を振り返り多面的・発展的に考えたり」する数学的活動を実現することで、生徒一人ひとりの数学的な思考力や表現力に発展性をもたらすことができると考えた。

2 数学的活動を支える教師の役割

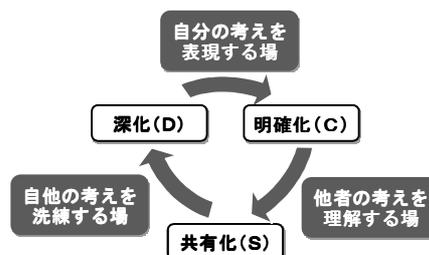
(1) 数学的活動を支える教師の役割

「事象を数学的に考察し表現したり、思考の過程を振り返り多面的・発展的に考えたり」する数学的活動を実現するために、教師はどのような役割を果たすべきなのだろうか。

藤井（2010）は、思考指導が行われる「問題解決型の授業」が満たすべき要件を、「集団思考」のあり様と捉え、授業における「集団思考」の様相を分析し考察している。その中で、「集団思考」には「個人の考

えの確立と明確化」「共有化」「深化」の過程があり、この流れを志向する教室文化があると述べている。

そこで本研究では、藤井（2010）の3つの視点を参考に、教師が次の3つの場を創り、「事象を数学的に考察し表現したり、思考の過程を振り返り多面的・発展的に考えたり」する数学的活動を実現することを考えた。それは、「自分の考えを表現する場」「他者の考えを理解する場」「自他の考えを洗練する場」を授業で創ることである。具体的には、次の図に示す形になろう（第1図）。



第1図 CSD思考サイクル

まず、「自分の考えを表現する場」を教師が創ることで、生徒一人ひとりの考えを明確にさせる（明確化：Clarify）。次に、「他者の考えを理解する場」を教師が創ることで、生徒たちの多様な考えを共有させる（共有化：Share）。さらに、「自他の考えを洗練する場」を教師が創ることで、生徒たちに考えを深めさせる（深化：Develop）。このサイクルを循環させることで、「事象を数学的に考察し表現したり、思考の過程を振り返り多面的・発展的に考えたり」する数学的活動が実現される。このサイクルをCSD思考サイクルと呼ぶことにする。最終的には、この場で培った経験をもとに、次なる問題に対して、生徒自身がこのサイクルを独力で循環させ問題解決することが目標である。このように、教師が3つの場を創り、このCSD思考サイクルを授業で循環させることを「数学的活動を支える教師の役割」と定義する。

(2) 数学的活動を支える教師の役割の具体例

ア 「自分の考えを表現する場」を創る

「自分の考えを表現する場」を創るとは、生徒一人ひとりに自分の考えを表現させる機会を設けることである。具体的には、教師が意図的に次の2つの支援をすることによって、生徒たちに自分の考えを明確にさせることができると考えた。

①問題の工夫

次の4つの条件を満たす問題を作成した。

- ・問題解決を通して、数学的な概念や法則を習得・活用できる問題であること。
- ・問題解決を通して、数学的な見方や考え方を身に付けられる問題であること。
- ・生徒一人ひとりにとって解決する必要性のある問題であること。
- ・多様な思考ができる問題であること。

②メモ用紙やグループ活動の活用

生徒一人ひとりにメモ用紙を配付し、自分の考えとその根拠を書かせた。また、4～5人のグループで議論させ、グループで結論づけた1つの考えとその根拠をメモ用紙に書かせることにした。

イ「他者の考えを理解する場」を創る

「他者の考えを理解する場」を創るとは、前述アの場面で生み出された多様な考えについて、生徒が理解する機会を設けることである。具体的には、単に考えを生徒に発表させるのではなく、代表的な考えを黒板に提示し、それを考えた生徒とは別の生徒にその根拠を問うことにした。その結果、他者の考えの理解を促し、多様な考えを共有することができると考えた。

ウ「自他の考えを洗練する場」を創る

「自他の考えを洗練する場」を創るとは、前述イの場面で共有された自他の考えを洗練する機会を設けることである。具体的には、教師が議論を促進させる考えを取り上げ、生徒自身にその考えに対する評価を問うことにした。そうすることで、考えを深化させることができると考えた。

3 教授実験

(1)授業の構成

教授実験は、所属校第1学年の1クラス40名を対象に、数学Iの単元「データの分析」の授業を行った。時間数は8時間である。以下に、それぞれの授業のねらいと扱った問題を挙げる。

- ・第1時：データの特徴を1つの数字で表す方法である平均値、中央値、最頻値について正しく理解することができる。

お寿司のしゃり1個分の重さ20gを感覚で量ります。どの班が正確でしょうか？

- ・第2時：分散及び標準偏差を用いてデータの傾向を捉え、それらを的確に表現することができる。

ポテトを買ったところ、次の重さ(g)でした。あなたが経営者だったら、どの店を優良店としますか。

A店	72	78	75	71	74		
B店	76	71	74	79	74	70	
C店	75	74	70	79	71	76	73

- ・第3時：分散及び標準偏差を求めることができる。

Aさんはあるテストで、英語70点、数学50点取りました。どちらの教科が得意でしょうか。(次に示したのはこのテストを受けた10人のデータである)

{英語の点数} = {52, 58, 70, 65, 63, 48, 44, 60, 62, 78}

{数学の点数} = {42, 39, 50, 33, 37, 36, 38, 46, 39, 40}

- ・第4時：データの特徴を表す適切な代表値を考えることができる。

二人以上の世帯の平均貯蓄現在高は1664万円です。分布はどうなっているのだろうか。(H23総務省家計調査)	貯蓄額(万円)		世帯数(世帯)		
	以上	未満	以上	未満	
0	~ 100	1125	1000	~ 1200	598
100	~ 200	620	1200	~ 1400	470
200	~ 300	527	1400	~ 1600	410
300	~ 400	516	1600	~ 1800	356
400	~ 500	490	1800	~ 2000	243
500	~ 600	454	2000	~ 2500	622
600	~ 700	418	2500	~ 3000	484
700	~ 800	378	3000	~ 4000	605
800	~ 900	345	4000	~	1015
900	~ 1000	331	計		10001

- ・第5時：データの特徴を詳しく捉える方法として四分位数、四分位範囲を理解することができる。

ロンドンオリンピック女子サッカーの各国登録選手の身長(

cm)のデータがあります。データの中央値近くを取り出して散らばり具合を比較する方法で、データの分布を比較してみよう。(ロンドンオリンピック公式HP)

日本	154	155	157	157	161	162	162	162	163	164	164	164	164	164	165	165	165	168	170	172
フランス	160	161	162	163	164	166	168	168	169	169	169	169	170	172	173	173	175	178	181	
ブラジル	159	161	161	162	162	162	162	163	164	166	170	170	171	171	171	172	172	178	180	
アメリカ合衆国	163	165	165	165	165	165	165	168	168	170	170	170	173	173	173	175	178	178		

- ・第6時：箱ひげ図を用いてデータの散らばり具合を視覚的に捉え、データの傾向を的確に表現することができる。

あなたはドラッグストアを2店舗経営しています。平日の売り上げデータを分析したところ、どちらの店舗も「一人当たりの購入金額は3,030円」でした。エリアマネージャのBさんは、一人当たりの購入金額を3,500円まで引き上げたいと考え、「3,500円以上ご購入のお客様に次回来店時に使える200円の商品券プレゼント」というキャンペーンを実施したいという提案を出してきました。あなたはこの提案にどう対応しますか。

(一方は標準偏差が小さいもので、他方は標準偏差が大きく、低い金額に偏りがある分布にした。)

- ・第7・8時：散布図、相関係数を用いてデータの傾向を捉え、それらを的確に表現することができる。

横浜市の平均気温(°C)と一世帯当たりの菓子支出金額(円)との関係を調べてみよう。(H23気象庁、H23総務省家計調査)

	横浜市平均気温	ビスケット	キャンデー	チョコレート	ようかん	まんじゅう	ケーキ	ゼリー	アイス
1月	5.3	239	195	457	44	120	556	73	346
2月	7.2	230	183	1119	35	98	504	84	289
3月	8.1	351	219	397	28	114	599	123	330
4月	14.5	254	190	289	34	148	517	153	462
5月	18.2	266	184	263	58	146	512	196	672
6月	22.4	238	162	194	82	96	422	240	791
7月	26.7	216	157	160	98	92	384	400	1285
8月	27.1	304	153	156	128	138	436	337	1241
9月	24.9	240	159	210	51	120	470	148	767
10月	19.2	261	201	310	42	143	522	97	516
11月	14.8	286	204	356	45	122	549	83	393
12月	7.5	329	208	463	86	139	1385	81	422

(2)教授実験における生徒の反応とその分析

生徒の思考の変容について、教授実験の初期段階の第2時と後期段階の第7時を比較した。

ア 第2時における生徒の反応とその分析

①「自分の考えを表現する場」における生徒の反応

生徒一人ひとりに、今までの経験や知識をもとに自分の答えと理由を書かせ、回収した。そのほぼ全てに生徒自身の考えとその根拠が書かれており、「事象を数学的に考察し表現する」ことができ、自分の考えを明確にさせることができた。

②「他者の考えを理解する場」における生徒の反応

次に、それぞれの答えの代表的な根拠を提示した後、その根拠を示した生徒ではなく、他の生徒に説明させた。ここで生徒S1の示した根拠は次のようであった。([]は筆者が補足したもの。)

答え：A店

A店	2	4	1	3	0	[合計]10	[平均]2
B店	2	3	0	5	0	4	[合計]14 [平均]2.33
C店	1	0	4	5	3	2	1 [合計]16 [平均]2.28

以下はS1の根拠についての議論の様子である。

T : S1さんは、2、4、1、3、0で10と出してるけど、これは何かな？

S2 : 74を基準にした誤差。

(中略)

T : S1さん、A店だという理由は？

S1 : その合計の誤差を、個数で割って。平均どれだけずれてるか。

T : S1さんが、個数で割ったと言ってたけど、どうして個数で割らなきゃいけないの？

S3 : 合計は、その個数が少ない方が少なくなるだろうから、個数が多ければ多いほど、その誤差の合計は増えるし、

割らないとだめじゃない。

このように、「他者はどんな根拠に基づいてどんな判断をしたのか」を教師が問うことによって、生徒たちは他者の考えの背後にあるアイデアを探究していた。この問いを繰り返すことで、多様な考えを共有させることができた。その後、S1のアイデアを発展させて、分散及び標準偏差を説明した。

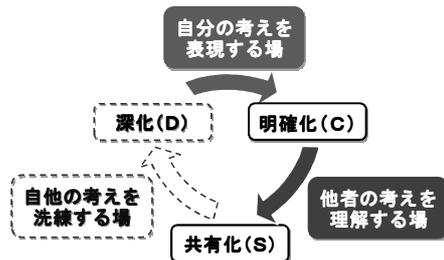
③第2時の分析

授業後の生徒の振り返りでは、次のような内容が書かれていた。

- ・同じことを考えているのに、たくさんの考え方があって面白かった。
- ・自分が思った方法以外にもたくさんの比べ方があって驚いた。
- ・いろんな考え方があったと思った。人の意見を聞くのって面白いと思った。
- ・1つの視点からしか見ないのではなく、多数の視点から物事を見極めるのが大切だと思った。
- ・すごい考え方の人がいて、尊敬した。面白かった。

このように生徒たちは、多様な考えを共有するよさや有用性を感じていることが分かった。

第2時をまとめると、第2時では「自分の考えを表現する場」と「他者の考えを理解する場」に慣れさせることに注力したため、「自他の考えを洗練する場」を創ることができなかった。その結果、互いに考えを深化させるまでには至らなかった(第2図)。



第2図 第2時における思考活動の評価

イ 第7時における生徒の反応とその分析

①「自分の考えを表現する場」、「他者の考えを理解する場」における生徒の反応

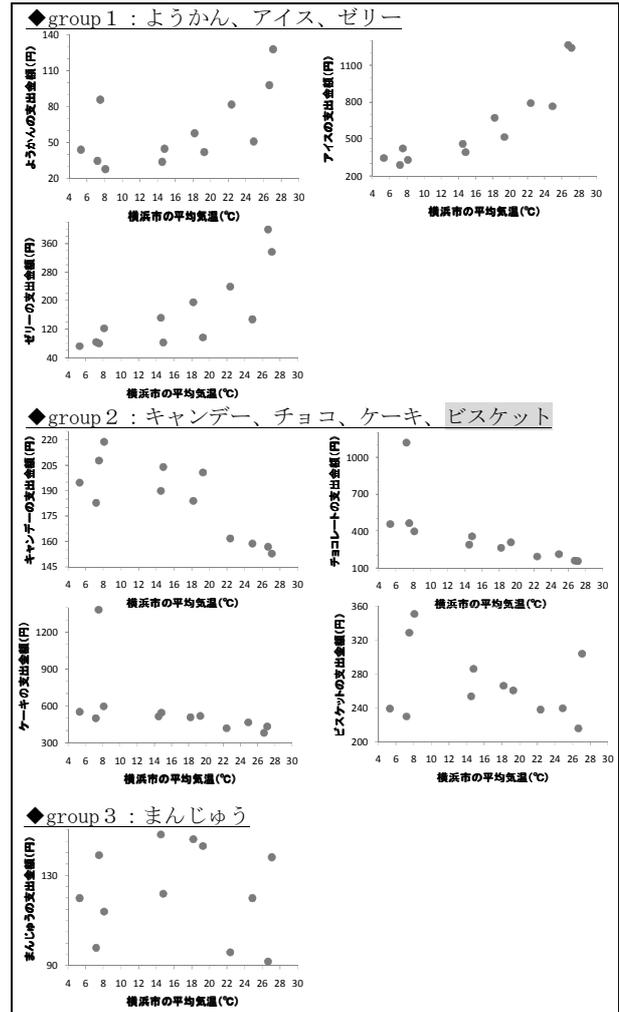
第7時では、気温と菓子支出金額の関係を散布図に表し、その中で似ているもの同士に仲間分けをするという課題を設定した。まず、自分で考えさせ、その後グループごとに判断とその根拠を書かせた。次に示すのは、グループごとに生み出された答えである。

<p>類型1 (5つの班が次のようにグループ分けをした。)</p> <p>group 1 ようかん、アイス、ゼリー</p> <p>group 2 キャンデー、チョコ、ケーキ</p> <p>group 3 ビスケット、まんじゅう</p>
<p>類型2 (1つの班が次のようにグループ分けをした。)</p> <p>group 1 ようかん、アイス、ゼリー</p> <p>group 2 キャンデー、チョコ、ケーキ、ビスケット</p> <p>group 3 まんじゅう</p>
<p>類型3 (2つの班が次のようにグループ分けをした。)</p> <p>group 1 ようかん、アイス、ゼリー</p> <p>group 2 チョコ、ケーキ</p> <p>group 3 ビスケット、まんじゅう、キャンデー</p>

②「自他の考えを洗練する場」における生徒の反応

ここでは、次のように、あえて少数派である上記類

型2の分類を取り上げることで、多くの生徒にとって自分とは異なる考えに出会わせることにした。

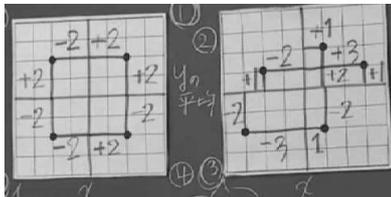


以下はビスケットの散布図についての議論の様子である。([]は筆者が補足したもの。)

- T : この[類型2の]仲間分けに対して何か反論ありますか。
 S4 : 気温が低くて売れるっていうのはビスケットは違うかな。
 T : じゃあこれは、どの仲間なの？
 S4 : バラバラの仲間。
 T : それに対して、[類型2と判断をした]5班は、反論はありますか？
 S5 : ビスケットは、全体的に、大まかに見たら右下がりだと思います。
 T : 大まかに見たら、右下がりなんじゃないかな。みんなそれを聞いて、どうですか。どうぞ。
 S6 : 大まかに見たら、別に右上がりでもいい。
 T : 大まかに見たら、右上がりでもいいかな。
 S : 見える、見える (多数)

第2時では、教師が「自他の考えを洗練する場」を創ることができず、生徒たちは他者の考えを理解するという事に留まっていた。それに対して第7時では、教師が「反論はありますか」と評価を問うことで、生徒が自分とは異なる見方に対して反論しようとする行為が見られた。これは、第2時には見られなかった行為である。またその評価の中で、ビスケットの散布図が「バラバラ」にも「右下がり」にも「右上がり」にも見えると3つ(下線部)に判断が分かれた。そこで、

教師はこのビスケットの散布図を「誰もが納得する分類の方法はないか」と問うことにし、単純化した散布図を2つ提示した。第3図は、左側の散布図を「バラバラ」、右側の散布図を「右上がり」と分類し、2つの変量とそれぞれの平均値との差（偏差）を書き加えたものである。これを用いて、右側の散布図が「右上がり」と分類した根拠をグループで議論させたところ、以下のものであった。（[]は筆者が補足したもの。）



第3図 散布図を単純化したもの

- S7：俺はこれ全部2乗して個数で割らなきゃいけないと思ってる。
 S8：でも2乗して個数で割ったら[右の散布図も左の散布図も]プラスだから。2乗しちゃいけない。
 S7：そっか、だめだ。[偏差を]全部足すのか。でも、[偏差を]全部足すと0だったよ。0だった気がする。
 S8：0だ、0だよ。[右の散布図も左の散布図も]両方0。
 S7：えー、じゃあどうしよ。あーだめか。
 S9：わからない。
 S7：あー、分かったかも。ここ[それぞれの平均]を基準にしてさー。きたきたきたきた。
 S8：何が？
 S7：これ[右の散布図を4つの範囲に分けて、偏差を]全部足して[みると]、足したらここ[右上]が一番大きくなる。ここ[平均]からの差。
 S8：あー、そういうことね。
 S7：だから、右上がり。
 S9：本当だ。

この議論の中では、まず「全部2乗して個数で割る」「偏差を全部足す」という考えがうまくいかないという結論に至った。次に、相関係数の概念につながる偏差積までは到達しなかったものの、平均（中央）を基準にした4つの範囲に区切り、偏差を比較するという考えに至った。その後、相関係数の概念を説明し、グラフ電卓（TI-Nspire）を使用して、平均気温と8種類の菓子支出金額の相関係数を算出した。

③第7時の分析

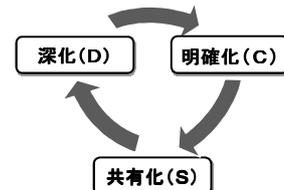
授業後の生徒の振り返りには、次のような内容が書かれていた。

- ・友達と議論することで意見を共有したり、主張すれば、よりその問題について深めることが出来ると思うので、いい体験が出来たと思った。
- ・自分で考えたり、その考えをみんなで共有することがいいことだと思いました。自分が思いもつかなかったことが知れるからです。これからもっともって知っていくことを大切にしたい、考えを広げていきたいです。
- ・友達と議論すると範囲が広がって、意見のぶつかり合いなどもあってなかなか面白かった。
- ・自分で考えて、考えたことを友達と議論することによって、新しいことが分かるようになるのではないかなと思った。
- ・グループで考えたり、みんなの意見を聞くのも、自分で考えてなかったことが分かって楽しかったし、自分の中でもいろいろな考え方がもてるようになっていった。また、その中で新たな事を発見できることもすばらしいと思った。

第2時での振り返りは、ほとんどが「他者の考えを理解する」ことよさに留まった内容であった。それ

に対して第7時の振り返りでは、明らかに他者との議論の結果、理解が深まり、多面的・発展的に考えるよさや有用性について述べられている。また一部には、自他の考えを洗練することで何かを発見できる可能性に気付いている。

第7時をまとめると、第7時では教師が「自他の考えを洗練する場」を創ることによって、考えを深化させることができた。また、グループの議論において、教師の支援がなくとも自他の考えを洗練し、自ら考えを深化させることができていた。（第4図）。



第4図 第7時におけるグループの思考活動の評価

4 数学に対する生徒の意識の変容

教授実験終了時の生徒の振り返りには、次のような内容が書かれていた。

- ・数学は、問題を解いて、計算ばかりだと思っていたけれど自分の意見や考えを言ったり、友達の考えを比べたりするのが楽しかったです。
- ・普段は教科書を読んで、方法を聞いて解くということがほとんどだったので、こういう授業は新鮮でした。
- ・ただ先生の言っていることを聞くのではなく、数学とあまり関係がなさそうだと思っていた問題から、計算をして、数学的に考えるというのが面白かったです。

これは、少なくとも上記の生徒たちが教授実験前に、数学は「教師の説明を聞く」「与えられた方法で問題を解く」だけの受動的に学ぶものであると捉えていたことを示している（実線部分）。しかし、教授実験を終えて、生徒の意識が「数学では自らの問題解決を通して概念や法則を習得・活用していく面白さや、自分で考えたり、他者とともに考えたりする楽しさを感じることができた」と変化したことが分かる（波線部分）。

また、教授実験が数学に対する生徒の信念・目的・態度に及ぼした効果について、より詳しく検証するため、アンケート調査を行った。質問項目は、中原他（1995）を参考に作成し、「そう思う（4点）」「ややそう思う（3点）」「あまりそう思わない（2点）」「そう思わない（1点）」の4件法を用い、評価した。対象クラス40名の項目別の平均値を事前と事後で求めた（第2表、第3表）。

第2表に示した質問1は、数学がおもしろい・楽しいと思うときはどんな時かを聞くもので、数学的活動を行う動機や目的観に関連したことを尋ねるものである。ここでは、「社会性」「創造性」の項目で肯定的な変化が見られた。これは、生徒が教授実験を通して、他者とともに数学的活動を行うことで得られる満足感、探究的な内容で達成されたときの満足感を得た結果と言える。

第3表に示した質問2は、どのようにすれば数学がよくなるようになるかと考えているかを聞くもので、生徒の数学の学習方法や数学の性格についての信念を尋ねるものである。ここでは、「社会性」の項目で平均値が高くなり、肯定的な変化が見られた。これは、教授実験を通して、他者とともに学び合うことが、より良い理解や問題の解決につながると感じた結果と言える。

第2表 質問1「数学がおもしろい・楽しいと感じるときはどのようなときですか」の事前・事後比較

	事前	事後	増減
(1) 簡単な練習問題をたくさん解いたとき[問]	2.63	2.65	0.02
(2) 難しい問題をじっくり時間をかけて解けたとき[問]	3.29	3.20	-0.09
(3) 定理や内容の意味が分かったり納得したりしたとき[理]	3.37	3.23	-0.14
(4) なぜそのようになるのかを考えているとき[創]	2.26	2.45	0.19
(5) 自分の考えを、他の生徒が理解してくれるとき[社]	2.31	2.85	0.54
(6) 他人にうまく説明できたとき[社]	2.89	3.23	0.34
(7) 友達と協力して作業したり問題を解いているとき[社]	2.11	2.48	0.37
(8) 自分で問題の別の解法を見つけたとき[創]	2.83	2.90	0.07
(9) 習った事柄を、自分なりに発展させてさらに新しいことを見つたり、問題を解決したりするとき[創]	2.71	2.83	0.12

[問]: 問題を解く、[理]: 理解、[創]: 創造性、[社]: 社会性

第3表 質問2「どのようにすれば数学がよくなるようになりますか」の事前・事後比較

	事前	事後	増減
(1) 基礎的なことを理解する。[理]	3.83	3.83	0.00
(2) 先生の説明をしっかりと聞く。[理]	3.34	3.43	0.09
(3) 解き方のパターンを覚える。[暗]	3.46	3.30	-0.16
(4) 練習問題をたくさん解く。[問]	3.63	3.70	0.07
(5) 難しい問題を解くようにする。[問]	3.20	3.13	-0.07
(6) 自分の考えを他の生徒に説明しようとする。[社]	2.97	3.25	0.28
(7) 他の生徒の考えを理解しようとする。[社]	2.57	2.98	0.41
(8) 教科書に書かれていることや先生から説明された数学の内容はすぐ呑み込みにせず、自分で一度考えてみようとする。[創]	3.11	3.13	0.02
(9) 先生の示した方法で問題を解き、独自の考え方は考えないようにする。[暗]	1.91	1.95	0.04
(10) 問題の答えをただ得ることよりも、考え方を理解しようとする。[理]	3.54	3.63	0.09
(11) 自分で何か考え出そうとする。[創]	3.14	3.13	-0.01
(12) 問題の異なった解法を見つけようとする。[創]	2.69	2.78	0.09
(13) 自分で納得がいかない事は質問して解決しようとする。[理]	3.51	3.43	-0.08

[理]: 理解、[暗]: 暗記、[問]: 問題を解く、[社]: 社会性、[創]: 創造性

おわりに

本研究の目的は、生徒の数学的な思考力や表現力を育むために、「生徒が何を学び、何を考えたか」が中心となる授業を教師はどのように創るべきか、という授業改善の視点を明らかにすることにあった。そこで、「明確化」「共有化」「深化」というCSD思考サイクルを循環させるために、「自分の考えを表現する場」「他者の考えを理解する場」「自他の考えを洗練する場」を教師が創り、教授実験を行った。

教授実験の前半では、CSD思考サイクルを一巡させるに至らなかったが、継続して教師がこのサイクルを意識し授業で循環させることによって、「事象を数学的に考察し表現したり、思考の過程を振り返り多面

的・発展的に考えたり」する数学的活動を実現できた。その結果、生徒の数学的な思考力や表現力の高まりが見られた。また、教授実験の生徒の振り返りとアンケート調査から分かったことは、数学を学ぶ上で、他者と考えを共有し、深めることが重要であると生徒たち自身が実感したことである。これらのことから、教師が3つの場を創り、CSD思考サイクルを意識した授業を継続的に行うことは、生徒の数学的な思考力や表現力を高めるのに有効であったと言える。

結論として、生徒の数学的な思考力や表現力を育む授業改善の視点には、教師が「自分の考えを表現する場」「他者の考えを理解する場」「自他の考えを洗練する場」という3つの場を創るだけでなく、CSD思考サイクルを意識した授業を継続的に行うことが必要であると言える。こうした授業改善の取り組みを行うことにより、生徒の思考活動が習慣化し、生徒が独力でCSD思考サイクルを循環させ、数学的な思考力や表現力をより高めることになる。今後は、今回授業した単元以外においても上記理念を念頭に置き、継続して研究に励みたい。

引用文献

- 国立教育政策研究所 2012 「評価規準の作成，評価方法の工夫改善のための参考資料（高等学校数学）」教育出版 p. 23
- 日本システム開発研究所 2010 「平成21年度文部科学省委託調査報告書 学習指導と学習評価に対する意識調査報告書」p. 14
- 二宮裕之 2011 「指導」（高等学校数学教育研究会編『高等学校数学教育の展開』 聖文新社 p. 79
- 藤井斉亮 2010 「日本の授業における『集団思考』の様相— 集団は個人の総和を超えるか —」（清水美憲編著『授業を科学する— 数学の授業への新しいアプローチ —』）学文社 p. 159
- 松原元一 1968 『思考の様相＝算数・数学の指導事例から＝』 近代新書 p. 140, p. 150

参考文献

- 青山和裕 2010 「実験・計測データを活用した統計授業の展開について～高等学校数学I『データの分析』での授業実践から～」イブシロンVol. 52 pp. 51-58
- 中澤房紀 2010 「TI-Nspire CXを使った新しい学習指導要領に対応した統計の授業と教材」 T³Japan 第15回年会誌 pp. 16-25
- 中原忠男他 1995 「数学に対する生徒の信念・目的・態度の調査研究（I）」 広島大学教育学部学部附属共同研究体制研究紀要第23号 pp. 57-65
- Iddo Gal 2012 「統計リテラシーのこれから— その教育と評価への挑戦 —」 日本数学教育学会誌第94巻第5号数学教育66-3 pp. 2-10