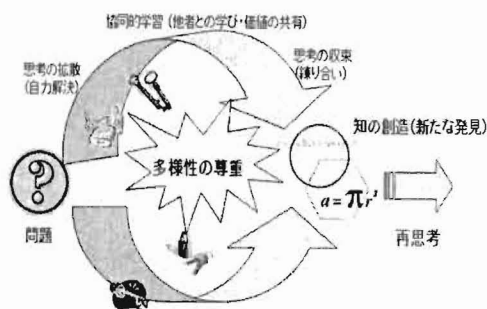


オープンアプローチの学びによる数学授業の質の改善

— 数学を学ぶ楽しさを追い求めて —

高畑 宏之

岡山県津山市立鶴山中学校



学力の低下が叫ばれ、学びに対する主体性の欠如が指摘されている今日、子どもたちの数学的な学びの価値を揺さぶり、自立した学びの主体を育てる授業像を具現化していかなければならない。

そのためには、従来とは異なる視点をもつ数学授業を構成していく必要がある。

本研究では、オープンアプローチによる数学的活動に着目した。まず、筆者の抱える問題意識や経験に基づき「目指す数学授業像」を作成した。そして、数学の授業で自ら学ぶ意欲を高めるために、協同的・表現的・反省的に授業を構成していくことにより、子どもたちの数学に対する意識（数学に対する学習意欲）がどのように変化するかを明らかにしていきたいと考え、所属校で検証授業をおこなった。その結果、筆者の提唱する授業は、生徒の情意面に良い影響を与えるという示唆を得た。本研究を通して、自ら学ぶ意欲を育てていくための数学授業の在り方を考察していきたい。

1. はじめに

授業で確かめたかったことは、数学に対する学習意欲の向上である。本研究では、上記の研究動機をふまえ、次のような研究仮説を立てた。所属校の3年1学期の選択授業全9時間を、オープンアプローチによる数学的活動の問題を中心とした授業で展開することにより、研究仮説の有効性を検証した。

【研究仮説】

「オープンアプローチによる数学的活動」を継続的に設定することにより、協同的・表現的・反省的に授業を展開していけば、生徒は知的好奇心が誘発され、数学を考える楽しさを味わいながら意欲的に授業に取り組み、自ら学ぶ学習意欲を高めることができるであろう。

思考の質を高めていく学習方法としてオープンアプローチという接近法がある。島田茂（1995）は『解答が一意に定まらないような問題場面を題材として、そこに内在する解答の多様性を積極的に利用することで授業を展開し、その過程で、既習の知識・技能や数学的な考え方をいろいろ組み合わせて新しいことを発見していく経験を児童・生徒に与えようとする学習活動』と述べている。つまり、この方法は思考の拡散と収束ができる一つの学習ツールである。

筆者は、この数学的活動の良さや可能性について改めて考察してみた。メリットとして、次のような点があげられる。

- ① 解答が一つに定まらない。多様な反応ができる問題に工夫することで、学力差に関係なく、すべての子どもたちの数学的活動が保障できる。（多様性の尊重）
- ② 授業が生徒活動重視の学習スタイルへ

2. 研究の内容と方法

(1) オープンアプローチの学び

転換できる。(授業観のパラダイム転換)
③生徒が主体的に活動する場面が増えるので、数学に対する興味関心を高め、能動的な態度を養うことができる。(自立した学びの創造)

④結果よりも過程重視の学習である。一人ひとりの考え方のよさをみとめ、序列化しない。試行錯誤することを通して、「考える楽しさ」「わかる喜び」を大事にし、自分の考えを再構築していくプロセスを大切にする。この手法により、本当の意味での「考える大切さや楽しさ」を味わうことができる。(数学の本質にふれる楽しさ)

⑤生徒の反応を事前に120%予想し準備しておくことで、個に応じた指導や形成的評価ができる。(指導と評価の一体化)

⑥21世紀型学力の育成。数学科の教科の特性の一つに「創造性の基礎である思考力の育成」がある。既習の知識を総合的に用いる機会を与え、子どもたちの柔軟

な考え方を育成することができる(「生きる力」の育成)

以上のような点から、学ぶ側を中心とした授業へと質の転換ができる。そして、何よりも大切な生徒の心へのアプローチ(意欲向上)が可能であると考え、実践に取り組んだ。

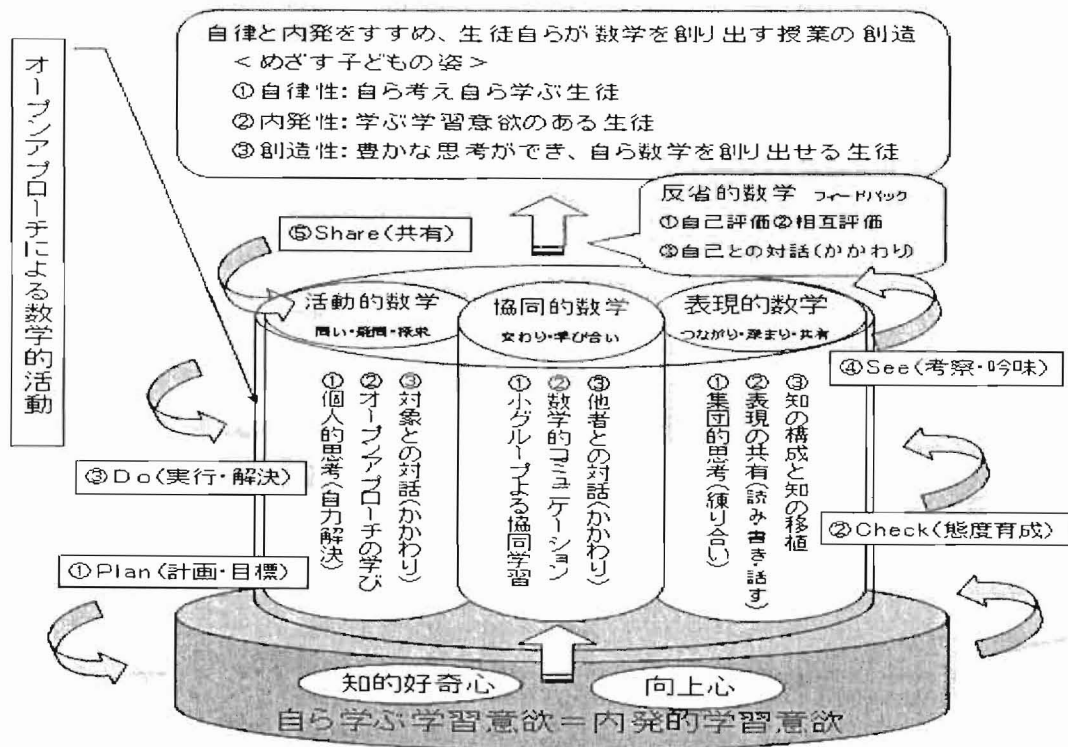
(2)研究実践の具体的な手立て

『思考力こそが創造性を育む基礎であり、21世紀型学力の要である』と言われる。筆者は、学力のコア(核)な部分は「学ぶ意欲」「学ぶ楽しさ」であると考えている。そのための授業改善の視点として次の5つの具体的な活動を提案したい。

- | | |
|----------------|----------|
| 1「活動的数学」 | 2「協同的数学」 |
| 3「表現的数学」 | 4「反省的数学」 |
| 5「学習意欲向上と動機付け」 | |

筆者が提唱する「目指す数学授業像」と研究仮説の有効性を検証するための具体的な授業改善点等をまとめる次のようになる。

資料1 目指す授業像



資料 2 授業改善シート(具体的な授業改善点)

改善の柱	改善の観点	現状分析	意味づけ	改善点と工夫	授業イメージ	
知のアプローチと心のアプローチ	活動的数学	教師伝達の授業スタイルから生徒の活動重視のスタイルへの転換（数学的活動の重視）	授業のマンネリ化。授業が説明中心になっている。	生徒が主体的に活動する場面を増やすことで、数学に対する興味関心を高め、能動的な態度を養うことができる。数学的活動を通して「考える」「学ぶ」ことの大切さ楽しさを味わえる。	オープンアプローチによる学習方法の導入。数学は解答が一つだけというイメージがある。しかし、問題を未完結な形に工夫し利用することで、個に応じた多様な授業展開をすることができる。子どもたちの自由な発想を引き出すことが可能である。	数学の授業に対する興味関心を高めることができる。全員が何らかの反応ができ達成感を味わえる。
	協同的数学	小グループ活動（他者との対話）	人間関係や対人関係が希薄である。コミュニケーション能力が低い。	小グループでの活動を取り入れることで、仲間と学びあうことができる。人間は他者とともに学ぶ存在である。他者からの気づきを得ることができる。数学的コミュニケーション力を育成する必要がある。	自力解決のあとに必ずグループでの交流やグループ解決の時間を設定する。	他者との対話を通して、新しい発見や気づきがあり、それが理解の定着につながる。
	表現的数学	数学を表現し共有する活動（読む・書く・話す力の育成）	結果ばかり気にする。なぜそうなるのか？根拠を説明することができない生徒が多い。	結果重視ではなくプロセス重視。思考の柔軟性や論理性を育む必要がある。思考を外化することの大切さ。アウトプットして本物の力になる。	全員が自分の解答を最低一回はみんなの前で発表し、クラス全体で交流する機会を設定。自信がない生徒には事前指導をおこなう。	準備をしっかりとすることで自信をもって発表できる。表現する喜びを体感できる。

知の ア プ ロ ー チ と 心 の ア プ ロ ー チ	反 省 的 数 学	自己評価活動（自己内 対話・振り返る力の育 成）	自ら学ぶ 自立した 学習者が 育ってい ない。	生徒の F B & 教 師の F B & 指導 と評価の一体 化。生徒自らに ○と×を区別さ せ、意識させる ことで、自己評 価能力を育てる ことができる。 内発的動機付け という点でも意 味がある。	①自由形式とする。 ②毎時間おこなう。 ③全員に赤ペンを入 れて、コメントを入 れて返す。④成績に は入れない。	学習を振り返 る習慣が身に つく。学習の 意欲づけにな る。生徒のつ まずきを早い 段階でチェッ クできる。
	学 習 意 欲 向 上 & 動 機 付 け	数学を学ぶ 本質に触れ る楽しさや 面白さの追 求（学ぶ意 義や価値）	現場で感 じるもっ とも大き な課題 は、子ど もたちの 意欲の減 退である。 学力低下 が気になる が、学習 意欲の減 退はもっ と深刻で ある。緊 急かつ重 要な問題 である。	動機付けには大 きく2つの場合 がある。「外発的 動機付け」と「内 発的動機付け」 である。学習意 欲を高めるの に、どちらがよ り効果的かは一 概には決められ ない。外的なも のの効果はやる 気を促すのには 効果的である が、将来に向け た長い目でみる と、内発的なも のの学習に対す る位置づけが大 変重要になって くる。	① T A 的な観点から の○付けストック法 ② N L P 的な観点か らの傾聴やバックト ラッキング法などを 活用してのラポール づくり③ピグマリオン 効果の最大活用④ P C D S S の生徒育 成マネジメントサイ クルを意識した授業 展開⑤知的好奇心や 向上心、探究心を誘 うような問題開発と 問題提示（V A K の 意識）⑥問題づくり による能動的な活動 の工夫⑦ I T 活用⑧ 付箋紙による相互評 価⑨教師の正しい子 ども親と期待感	学習をやろう とする「好奇心」や「向上 心」が芽生え る。生徒との 良好な人間関 係が築かれ る。学ぶ意欲 が高まれば、 確かな学力の 向上へつなが る。

< 表の見方 >

- ①改善の観点：成果をあげている先行研究実践と自分の授業を比較観察した着眼点のこと。
- ②現状の分析：自分の授業を冷静に分析し、授業力がある人との差を把握し、明確にする。
- ③意味付け：改善の着眼点の意味や価値について考える。または、その意味や価値のこと。
- ④改善点と工夫：ギャップを埋めるために取り組む具体的な方法や方策のこと。
- ⑤授業イメージ：改善点を実施した場合に予想される授業の成功イメージ

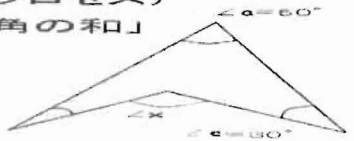
(3)指導計画の概要

一学期の3年選択数学を受講者は18名である。一学期は全部で9時間の授業だったが、すべてオープンアプローチの考え方を取り入れた授業を实践した。指導内容は、子どもの実態を考慮して「図形」領域のみに学習課題を絞った。指導計画の概略等は次のとおりである。

【3年選択数学の計画】

- | | | | |
|----|----------------------|----|--------------------|
| 1次 | オリエンテーション 意識調査 | 4次 | 問題づくり (オープンプロblem) |
| 2次 | 平行線と角 (オープンプロセス) | 5次 | 一学期の反省 意識調査 |
| 3次 | ブーメランの角の和 (オープンプロセス) | 6次 | 選択授業のまとめ (二学期) |

資料3 第3次学習指導案(第1時、第2時)

第2次	本時案		
	目標	指導上の留意点	備考
第2次	○学習課題について興味関心を持ち、意欲的に取り組むことができる。 ○凹型四角形の$\angle X$の大きさを、自分なりの見方や考え方で問題解決および追求することができる。 ○学習課題について、いろいろな方法を小集団や学級集団で練り上げることができ、数学的な見方や考え方のよさに気づくことができる。		
	学習活動 1. 前時の復習をする。 2. 本時の学習課題を確認する。 PLAN&CHECK 3次 図形(オープンプロセス) 学習課題「多角形の角の和」 $\angle a = 60^\circ$、$\angle b = 20^\circ$、$\angle c = 30^\circ$のとき、$\angle X$の大きさをいろいろな方法で求めてみよう! 	・学習ファイルや自己評価カードから、前時は「平行線の角」の問題について学習をしたことを想起させる。 ・学習課題を提示し、本時は「多角形の角の和」を求める問題(オープンプロセス)に挑戦することを知らせる。	学習ファイル 自己評価カード コンピュータ プロジェクター
第1時	3. 自力解決で学習課題を解く。 DO (個人、小集団) 4. 小集団で学習課題の解決について話し合い、追求する。 (1) 生徒一人ひとりが追求プリントをもとに、自分の考え方を説明する。 (2) 友達の説明で疑問に思ったことや感想などを出し合って、話し合う。 (3) 追求した内容を模造紙にまとめる。	・自分が解決した見方や考え方をはっきりと意識させるために課題追求プリントを用意し、記入させる。 ・状況に応じて、考えるヒントを伝える。(補助線、平行線、錯角、同位角、三角形の内角の和など) ・○付け法により、一人ひとりの理解度をチェックするとともに部分肯定により解決意欲をもたせる。 ・小集団内での話し合いが活発に行なわれるように適切な支援を行う。 ・生徒一人ひとりの考えを尊重し認める。 ・解決方法が見つからない生徒には、生徒の思考過程にあった方法をアドバイスする。 ・追求した内容をわかりやすく模造紙にまとめさせる。 ・予想される反応例⇒いずれも補助線を引いての解答が予想される。 ①図形を2つの三角形に分けて求める方法 ②平行線の性質を利用する方法 ③1つの頂点にすべての角を集める方法など	課題追求プリント 小黒板 グループ解決シート 磁石
	5. 学級集団で学習課題の解決について話し合い、追求する。 (1) グループの発表を聞く。 (2) 発表した内容について疑問があれば話し合い、検討や考察を行ない、練り上げる。 (3) 練り上げ発問「この多角形の形を変えたらどうなるだろう?」について考える。 SHARE 6. 本時のまとめをする。	・学級集団での話し合いが活発に行なわれるように、適切な支援を行う。 ・次のような視点から練り上げを行うように留意する。 ①発表内容が理解し納得できるか。 ②疑問に思うことはないか。 ③同じ見方や考え方はないか。 ④それぞれの解決方法のよさに気づいたか。 ⑤新しい発見や気づきはないか。 ・復唱法により、生徒のつぎやきを増幅し、全員で確認する。 ・本時を振り返らせ、まとめをする。 ・補助線を引くことで、三角形の内角の和や平行線の性質が使えるようになる解決の考え方を意識させたい。 ・自分で考え、自分の意見を論理的に説明し、表現し、伝えるプロセスを大切させる。数学を創造していく楽しさと自らの考えを人に伝える喜びを味わわせたい。 ・自己評価カードにまとめをさせる。	コンピュータ プロジェクター 自己評価カード 学習ファイル
第2時	7. 次時の予告を聞く。		

(4) 検証授業に関する意識調査

① 選択数学の授業前後の意識調査 I

検証授業の実施学級生徒（津山市立鶴山中学校 3 年選択数学受講者 18 名）を対象に、選択授業の事前（5 月）と事後（7 月）に意識調査 I をおこない、実施前の調査結果を比較することにより、オープンアプローチの数学授業に対する生徒の意識の変容を調査する。

② 毎時間の自己評価による意識調査 II

毎時間の授業終了時に調査 II をおこない、オープンアプローチの数学授業に対する生徒たちの意識の変容を調査する。

③ 検証授業終了後の生徒感想

資料 4 自己評価表

回数	日時	学習活動	自己評価
			ABC で評価
■ 授業の感想（今日の Q（わかったこと）、今日の X（わからなかったこと）、その他に興味をもったことなど自分の思いや考えを文章で記入する。）			・興味関心 () ・意欲態度 () ・知識理解 () ・総合評価 ()
			この気持ちを書いたり文字で表現してみよう！

3. 研究の結果

(1) 代表的事例の生徒反応

オープンアプローチによる指導では何を課題とするかが、その学習成果を大きく左右する。プーメランの問題では次のような反応があった。

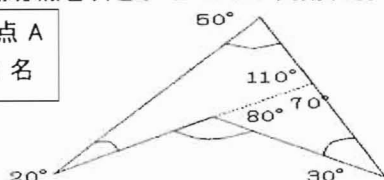
資料 5 ワークシート

		解答 1
	【学習内容】 上のようなプーメランの問題において、$\angle x$ の大きさを求めるいろいろな方法で解きなさい。	解答 2
		解答 3

資料 6 予想された反応例

① 補助線を引き、2つの三角形に分ける

観点 A
13 名



三角形の内角の性質を使う。

$$180^\circ - 50^\circ - 20^\circ = 110^\circ$$

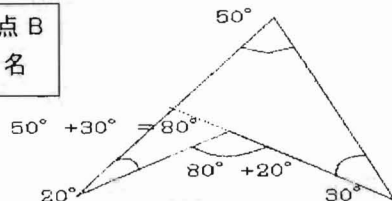
$$180^\circ - 110^\circ = 70^\circ$$

$$180^\circ - 70^\circ - 30^\circ = 80^\circ$$

$$\text{だから、} 180^\circ - 80^\circ = 100^\circ$$

⑤ 補助線を引き、2つの三角形に分ける

観点 B
5 名



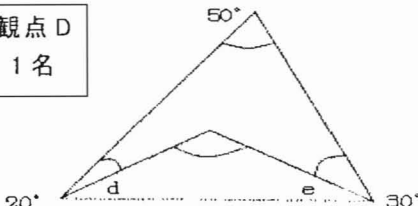
三角形の外角の性質を使う。

$$50^\circ + 30^\circ = 80^\circ$$

$$80^\circ + 20^\circ = 100^\circ$$

⑥ 補助線を引き、2つの三角形をつくる。

観点 D
1 名



三角形の内角の和は 180° だから

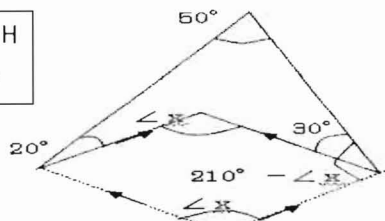
$$50^\circ + 20^\circ + 30^\circ + \angle d + \angle e = 180^\circ$$

$$\angle d + \angle e = 180^\circ - 100^\circ = 80^\circ$$

$$\text{よって、} 180^\circ - 80^\circ = 100^\circ$$

②1 平行四辺形をつくる

観点 H
1 名



大きい四角形の内角の和は 360°

$$210^\circ - \angle x + (200^\circ - \angle x) + \angle x + 50^\circ = 360^\circ$$

$$410^\circ - \angle x + 50^\circ = 360^\circ$$

$$\angle x = 460^\circ - 360^\circ$$

$$\angle x = 100^\circ$$

資料 7 予想されなかった想定外の反応例

22 BDとCD延長+四角形の内角の和

観点I
3名

四角形の内角の和は 360° だから
 $360^\circ - 110^\circ - 100^\circ - 50^\circ$
 $= 360^\circ - 260^\circ = 100^\circ$
 対頂角は等しいので $\angle x = 100^\circ$

23 凹型四角形の内角の和は 360°

観点J
2名

凹型四角形の内角の和は 360°
 $360^\circ - 20^\circ - 30^\circ - 50^\circ$
 $= 360^\circ - 100^\circ = 260^\circ$
 $\angle x = 360^\circ - 260^\circ = 100^\circ$

24 平行四辺形と対称性

観点K
1名

左の図から、
 $2\angle y + 20^\circ + 30^\circ + 60^\circ$
 $+ 20^\circ + 30^\circ + 50^\circ = 360^\circ$
 $\angle y = 60^\circ$
 $2\angle x = 360^\circ - 80^\circ - 80^\circ$
 $= 360^\circ - 160^\circ$
 $= 200^\circ$
 $\angle x = 100^\circ$

25 $\angle B$ と $\angle C$ の二等分線の作図

観点L
1名

左の図から
 $\angle x = 85^\circ + 15^\circ$
 $= 100^\circ$

26 BC連結+平行四辺形の性質を利用

観点M
1名

三角形の内角の和は 180° だから
 $\angle + 20^\circ + x + 30^\circ + 50^\circ = 180^\circ$
 $\angle + x = 80^\circ$
 $\angle x = 180^\circ - 80^\circ = 100^\circ$

資料 8 観点別正反応表(授業後)

数学的な観点 (見方、考え方)		数学的思考の質 (斬新さや独創性)		人数
観点A	三角形をつくる (BD延長&内角の和)	①		6
	三角形をつくる (CD延長&内角の和)	④		7
観点B	三角形をつくる (BD延長&外角の和)	②		1
	三角形をつくる (CD延長&外角の和)	⑤		4
観点C	三角形をつくる (AD延長)		③	0
観点D	三角形をつくる (BC連結)		⑥	1
観点E	平行線を利用 (1点集中型)		⑦⑧⑨⑩	0
観点F	平行線を利用 (分散型)		⑪⑫	0
観点G	平行線を利用 (辺の延長型)		⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	0
観点H	平行四辺形をつくる		㉑	1
観点I★	BD、CD延長で内部に四角形をつくる	㉒		3
観点J★	凹型四角形の内角の和		㉓	2
観点K★	平行四辺形と対称性		㉔	1
観点L★	$\angle B$ と $\angle C$ の二等分線作図		㉕	1
観点M★	BC連結&平行四辺形作図		㉖	1

(注) 番号は資料 6、7 の反応例の数字を示す。

合計 28 正反応

(注) ★印は予想外の反応を示す。

(2)意識調査の集計結果

選択数学において、オープンアプローチによる数学的活動を軸とした授業をおこなった。そして、仮説の有効性を意識調査から検証してみた。具体的な事例として「ブーメランの問題」をあげたが、その他の図形問題に対しても、子どもたちは意欲的に取り組むことができた。

その結果、オープンアプローチによる問題を中心とした授業を継続的に経験

させながら、各段階（PCDDSSサイクル）で教師側の工夫と改善を加えることで、生徒の数学に対する学習意欲に良い変化を与えたことがわかった。授業前（5/10）と授業後（7/12）で意識調査を実施し、意欲の変容を比較してみた。すると、生徒の学習意欲の一つの指標である項目ごとの評価平均点がほとんどの調査項目でアップしている。（ダウンしたのは10番だけ。6番は逆転項目。）

資料9 意識調査の集計結果

「一学期のオープンアプローチの選択数学を終えて、今の気持ちをお願いします。」

そう思う5 少しそう思う4 どちらともいえない3 あまりそう思わない2 思わない1

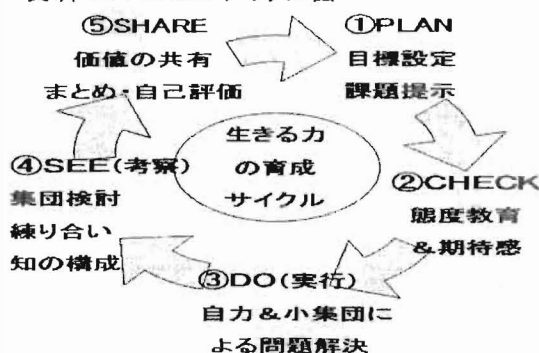
※よく考えて、もっともあてはまるものを○で囲んでください。

	評価の平均点	
	5/10 授業前	7/12 授業後
1. 選択数学は好きですか。……………5●4●3●2●1	3.5	4.6
2. 選択数学は楽しかったですか。……………5●4●3●2●1	3.6	4.8
3. このような学習は大切であると思いましたか。……………5●4●3●2●1	4.5	4.6
4. このような学習をもっと勉強したいと思いましたか。……………5●4●3●2●1	4.1	4.4
5. このような学習に興味を持ちましたか。……………5●4●3●2●1	3.7	4.4
6. 勉強の内容は難しかったですか。……………5●4●3●2●1	3.9	3.2
7. 先生の説明はわかりやすかったですか。……………5●4●3●2●1	4.4	4.8
8. 選択数学に対して「やる気」が出ましたか。……………5●4●3●2●1	3.3	4.4
9. 授業中に考える時間は十分にありましたか。……………5●4●3●2●1	3.5	4.5
10. このような数学の学習をすれば普段の生活や社会に出て役に立つと思いましたか。……………5●4●3●2●1	4.1	3.8
11. 問題が解けたとき、別な解き方を考えようと思いましたか。……………5●4●3●2●1	2.4	4.2
12. 問題の解き方がわからないとき、あきらめずにいろいろ考えようと思いましたか。……………5●4●3●2●1	4.1	4.3
13. 先生は、生徒一人ひとりの考え方や意見をとりあげてくれましたか。……………5●4●3●2●1		4.6
14. 先生は、生徒が困っているときに学習を助けてくれましたか。……………5●4●3●2●1		4.8
15. 選択数学の授業では、落ち着いて取り組むことができましたか。……………5●4●3●2●1		4.6
16. 先生は、生徒がわかるまで丁寧に教えてくれましたか。……………5●4●3●2●1		4.6
17. 先生の選択数学の授業はわかりやすかったですか。……………5●4●3●2●1		4.8

4. 研究の考察

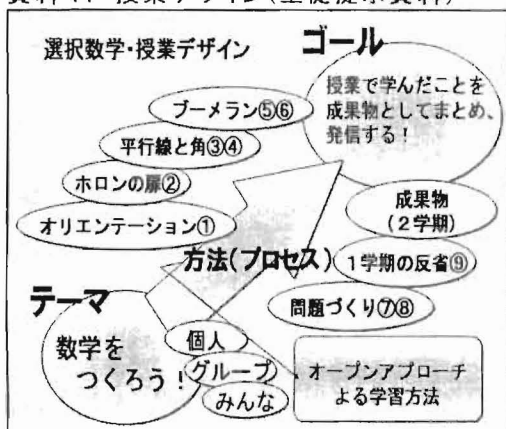
授業の学習スタイルとして、「課題提示」⇒「自力解決」⇒「小グループでの話し合い」⇒「集団討議（練り上げ）」⇒「まとめ」という学習のプロセスをとった。これは、学習を通して生徒の「生きる力」を向上させていく「PCDSSサイクル」のことであり、企業がよく使うマネジメントサイクルの教育版である。

資料 10 PCDSS サイクル図



まず、「Plan段階」では、授業の全体像（デザイン）を子どもたちに提示する。生徒一人ひとりの習熟に応じて、いろいろな見方や考え方が引き出せるように学習課題をオープン化した。また、コンピュータ等を利用して視覚（Visual）に訴え、学習意欲を喚起できるように問題提示にも毎時間工夫を試みた。

資料 11 授業デザイン（生徒提示資料）



次に、「Check段階」である。生徒の学習態度をチェックし、望ましい態度で授業へ臨んでいるかを期待感も含め観察、点検、指導をおこなう。既習事項のチェックも毎時間必ずおこなった。

そして、「Do段階」に入る。ここでは一人ひとりが自力解決をする場である。時間の管理をしながら、自由な発想で思考を拡散させる。自ら考える自力解決は大事な活動である。そのために十分な時間を確保した。この自力解決のとき、最も重視して取り組んだのが「〇つけストローク法」である。この具体的な教授方法とその効果については、愛知教育大学の志水がさまざまな書籍や論文のなかで提案されている。「素晴らしい考えだ！」「ここまでOK！」「完璧！」「もう少しだね！」「いい線いってるよ！」と常に部分肯定の態度で、机間支援しながら「〇つけ」と「プラスの声かけ」を全員におこなっていった。外発的な動機付けだが、学習意欲を高める上で生徒には大変効果があったと思っている。

そして、「See段階」である。この段階では、小グループでの話し合い活動をおこなう。注意すべき指導の留意点は、自分の解決の観点をはっきりと持つことを意識させることと、他者からの学びや発見を大切にしたい考察や気づきである。

他者との交流の中で仲間に触発され、新しい解法を考え出した生徒がいた。予想しなかった斬新でユニークな解答を考える生徒もたくさんおり、びっくりすることも度々あった。

最後に、「Share段階」である。ここでは、それぞれの見方や考え方のよさをクラス全体で共有する。一人一役で全員が自分の解法を自分なりの数学的言語を使ってアウトプットする時間である。原則全員が発表する。低学力の生徒にも

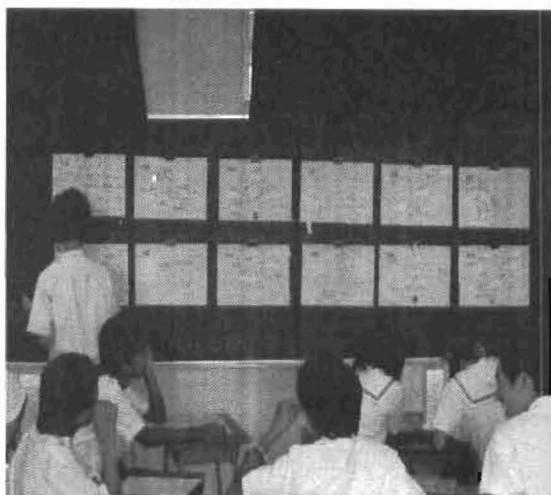
発表させた。全員のやり切り指導である。ポストイット（付箋紙）を利用した相互評価もおこなった。一人では気づかないことをみんなで発見し、クラスみんなで数学を創っていくことを大切にしながら授業を展開していった。

そして、授業の終わりにおこなうのが「自己評価」である。授業を振り返る活動の場だが、毎時間必ずおこなった。自由に記述することを原則とした。だから、それを見ると指導者側のF Bにもなる。資料13の例のように、全員に赤ペンを入れて返却し、振り返る力を養うとともに、次回の学習に対する動機付けになるよう自己評価を活用した。コメントの内容によっては、個別指導もおこなった。

以上が、オープンアプローチの授業を展開していく際の各段階における数学的活動の工夫である。数学の授業はいつも答えが一つで「Closed」であるという印象が生徒たちのなかにある。

筆者はその概念を取っ払いたいと考えている。数学は本来「Open」な精神を大切にしたい学問である。常に授業を開き続けていく姿勢を大事にして、全授業を実践していった。

資料12 相互評価のようす



資料13 生徒の自己評価の例

回数	日時	学習活動	自己評価
4/1	5/1	授業の感想(今日の〇(わかったこと)、今日の×(わからなかったこと)、その他に興味をもったことなど自分の思いや考えを文章で記入する。)	ABCで評価 興味関心 意欲態度 知識理解 総合評価 今の気持ちを紙や文字で自由に書いてみよう!
授業の感想(今日の〇(わかったこと)、今日の×(わからなかったこと)、その他に興味をもったことなど自分の思いや考えを文章で記入する。) 今回の授業、個人的には、自分自身が「わかたふたふた」なところがあった。でも、先生の話を聞いて、自分自身で考え、答えを出せた。とても良かった。先生、ありがとうございました。 先生、授業の進め方がとても良かったです。自分自身で考え、答えを出せた。とても良かった。先生、ありがとうございました。 先生、授業の進め方がとても良かったです。自分自身で考え、答えを出せた。とても良かった。先生、ありがとうございました。			

回数	日時	学習活動	自己評価
4/1	5/1	授業の感想(今日の〇(わかったこと)、今日の×(わからなかったこと)、その他に興味をもったことなど自分の思いや考えを文章で記入する。)	ABCで評価 興味関心 意欲態度 知識理解 総合評価 今の気持ちを紙や文字で自由に書いてみよう!
授業の感想(今日の〇(わかったこと)、今日の×(わからなかったこと)、その他に興味をもったことなど自分の思いや考えを文章で記入する。) 今回の授業、個人的には、自分自身が「わかたふたふた」なところがあった。でも、先生の話を聞いて、自分自身で考え、答えを出せた。とても良かった。先生、ありがとうございました。 先生、授業の進め方がとても良かったです。自分自身で考え、答えを出せた。とても良かった。先生、ありがとうございました。 先生、授業の進め方がとても良かったです。自分自身で考え、答えを出せた。とても良かった。先生、ありがとうございました。			

回数	日時	学習活動	自己評価
4/1	5/1	授業の感想(今日の〇(わかったこと)、今日の×(わからなかったこと)、その他に興味をもったことなど自分の思いや考えを文章で記入する。)	ABCで評価 興味関心 意欲態度 知識理解 総合評価 今の気持ちを紙や文字で自由に書いてみよう!
授業の感想(今日の〇(わかったこと)、今日の×(わからなかったこと)、その他に興味をもったことなど自分の思いや考えを文章で記入する。) 今回の授業、個人的には、自分自身が「わかたふたふた」なところがあった。でも、先生の話を聞いて、自分自身で考え、答えを出せた。とても良かった。先生、ありがとうございました。 先生、授業の進め方がとても良かったです。自分自身で考え、答えを出せた。とても良かった。先生、ありがとうございました。 先生、授業の進め方がとても良かったです。自分自身で考え、答えを出せた。とても良かった。先生、ありがとうございました。			

5. 成果と課題

(1) オープンアプローチによる数学的活動

全9時間で扱った問題は3題だけである。オープンプロセスの問題が2題。オープンプロブレムの問題が1題。いずれも、図形領域の問題である。3題、受講者18名で、あわせて173個の反応があった。(この数字は、正反応以外の誤答も含めた拡散性を表す) この「173」という数字についてどう分析するか、数字の読み取り方は難しい。

しかし、筆者は、思った以上に多様な考え方が見られたと思っている。オープンアプローチという学習は生徒にとって初めての経験である。そのことを考慮しても、当初の予想を上回る多様な反応が数多く見られたことは評価できる。全員が発表する場面では、友達の着想の良さや素晴らしさに驚いたり、感心していた様子もうかがえた。筆者自身、子どもたちの柔軟な発想に改めて関心させられた。特に、特徴的なことは、下位成績の生徒が、他の生徒の気づかない点に着目して答えている点である。もちろん全員ではないが、オープンアプローチによる数学的活動の他にない良さであろう。

オープンアプローチの学びは、教室の中に発生する学力差という問題を克服し、全員の学力を底上げしていく可能性に富む学びなのである。

(2) 自力解決における探求活動(試行錯誤)

授業における自力解決の時間は約10分程度の活動である。どの生徒も集中して取り組むことができた。自力解決が成立するためには、子どもに合った適切な問題設定と適切な指導者のアプローチが欠かせない。基本的なことだが、一つの問題、そして、一つの発問を練りに練って、教材研究しなければいけない準備力の大切さを学んだ。

授業への入り方は同じでも、子ども実態が違うと、反応の量と質に大きな差が

出てくる。一人ひとりの解決意欲につながるように、教師が柔軟に対応していかなければならない。

自力解決の場面では「○つけストローク法」で部分肯定と声かけを積極的におこなった。○つけでは、○をつける場所をピンポイントで絞り込み、発想の観点に○をつけていった。これは、学習の意欲付けや動機付けとして大変有効だと思う。 “できそうだ” という解決の見通しを持たせることで「やる気」の持続力がまったく違うことを感じた。ただ、問題解決の見通しを100%もたせてしまうと、逆に意欲減退につながる恐れがある。注意が必要である。

筆者が自力解決の場面で一番困ったのは、想定外の反応が見られた場合の教師の対応である。リアルタイムで瞬時に判断して適切な指導助言をおこなっていかなければならない。想定外の反応に対する瞬時の適切なアドバイスはプロの技であり、現場での実践で磨いていかなければ身につかない。教師の120%の準備力と、子どもの良さをその場でつかんで活かす力(ライブ能力)がまだまだ弱いことを痛感した。教師はつねにどんな場面でも、“現場から学ぶ” “目の前の子どもたちから学ぶ” 「反省的実践者」でなければならない。

(3) 小グループでの協同的活動

今回の授業では小グループ(3~4人)での活動を必ず取り入れた。「他者との交流」「数学的コミュニケーション」の活性化がねらいである。これは、単にグループ活動を授業へ組み込めばよいということではない。机をあわせても、黙りこくっている生徒もいる。中身が肝心なのである。意味あるグループ活動という点で大きな反省が残った。ただ、まったく効果がなかったのかといわれれば必ずしも

そうではない。友達に声をかけたり、助けを求める光景も見られるようになった。自己評価の感想欄に『最初はなれなかったが、仲間と話し合うのが楽しい』というコメントが授業を重ねていくなかで出てきた。グループでの話し合いのなかで新観点をみつける生徒も出てきた。“子どもたちは対話を求めている”ことを授業をやりながら体感した。自分が考えたことをお互いに発表すれば、自分とは異なった考え方や見方を学習する機会になる。学び支えあう集団づくりにもつながる。

人とのかかわりが希薄になっている今日、数学的コミュニケーションはお互いの仲間意識を高める上で、また、集団の学力を底上げしていく上で大切なキーワードの一つになるだろう。授業改善を考えるにあたり、他者との対話（交流・かかわり）を、これからもつねに意識していきたいと考えている。

(4) 集団における表現的活動

数学を表現するには「伝える」「聴く」「書く」作業が必要である。『なぜ？ どうして？という自分の解答の根拠や理由を相手に伝えよう。』『仲間の意見に耳を傾けよう。』これらのことを繰り返し授業のなかで強調した。しかし、集団討議や練りあいができる学習集団へ高めていくことは大変難しい。

全体発表の場面は3回あった。時間がかかったが、全員に発表させたことは大変良かったと思っている。それぞれの自信につながったようである。1回目より2回目、3回目と経験を積むに従い、プレゼンが上達していった。ふざけて発表する生徒は一人もいない。お互いによく発表を聞いている。数学が苦手な生徒でも最低一つは解答があるので比較的自信をもって発表ができる。数学が苦手な発表が不安な生徒へは、授業が始まる前に、

事前指導をおこなった。これも効果的だった。

少しずつだが、数学的な言語を使って、表現することができたのは成果といえよう。数学を表現する活動の大切さと難しさを学んだ授業だった。

(5) 生徒自らによる反省的活動

4月からわずか9時間の授業だったが、短時間でもしっかりと自己評価が書けるようになり、効果があることが実感できた。毎回の自己評価のコメントから、全体的に生徒たちはオープンアプローチの授業に対して肯定的に受けとめているようだ。それは、授業中での子どもたちの様子や態度からもうかがえる。授業を始めた当初に比べ、自己評価の4観点でB、Cをつける生徒はだんだんと少なくなっていく。自分の学習を振り返るメタ認知能力や自己評価能力が少しずつだが育ちつつあることが毎回の感想文や一学期終了時の感想からうかがうことができる。

(6) オープンプロブレムの活動

第4次のオープンプロブレム（問題づくり）は初めてだったようで、戸惑っている様子がみられた。『問題を解くよりも、つくことは難しい』と書いている生徒が多かった。しかし、「試行錯誤する楽しさ」「伝わる喜び」「わかる喜びやできる喜び」を感じている生徒がいるのも確かである。問題から問題をつくる数学的活動は、生徒の感想にもあるように、確かに難しい。だが、教師の工夫次第では、下位成績の生徒にとっても十分取り組みやすいものになると思った。原題の扱い方、発展のさせ方等、今後の課題として研究していきたい。

(7) 今後の課題

数学を考え、創り、表現し、分かち合う。言葉でいうのは簡単だが、その実践は本当に難しい。数学を自分で考え、グ

ループで考え、みんなで考える。数学を考えるということは、まさに数学を創る行為である。たとえ、結果は間違っているとしても、その考えていく行為そのものに数学的な価値がある。数学を考えること、そして、数学を楽しむことをこれからも生徒と共に大事にしていきたい。

研究実践してみて、オープンアプローチによる学びには良い点がたくさんあることが改めて分かった。実践していくことの難しさもよく分かった。数学教育に不易流行というものがあるとすれば、このような教授方法は間違いなく「不易」の部分に相当するものであると思う。時代は変わっても、変わらず大事にしていかなければならない数学教育の原点や精神が根底に流れている。

オープンアプローチによる学びには課題も多い。与える学習課題により、学習展開や学習の成果が大きく左右されてしまう。問題開発や課題提示の仕方を含めて、生徒を引き付ける魅力的で有意義な場面が作りにくい。教師の授業力や実践力や人間力等も問われてくる。

中学校数学科のカリキュラム上への位置づけ等も、時間数削減の流れのなかで、今後の課題となる。オープンアプローチを日常化していくことは大変難しい問題だが、日々の授業のなかでこのような活動が定着していけば効果はもっと出てくると思われる。

また、意識調査からは、全国学力調査等で指摘されている「数学に対する有用性」（意識調査項目 10 番）が育っていないことがうかがえる。数学の道具性や実生活との関連付けの問題である。数学を活用する態度をいかに育成していけばよいのだろうか。今後、研究していきたいテーマの一つになった。

学力のコア（核）な部分は「学ぶ意欲」

「学ぶ楽しさ」であると先に述べた。今回、選択数学を受講した生徒の学力（測れる学力）がどのように変化したのかは分からない。しかし、子どもたちの“目に見えない意欲の面での変化が生まれた”という事実を得ることができた。この事実から、“自分の今後の実践の基本的な方向性をつかんだ”と個人的は思っている。

オープンアプローチの学びを中心にした「活動的」「協同的」「表現的」「反省的」な活動の実践は、数学という学びの世界へ子どもたちを導いていく一つの入り口に過ぎない。自らが考えた解答や自らつくった問題が何らかの形で認められ、学力差はあるものの、教室という場でみんなから序列されることなく正に評価される。このような活動のなかで、生徒一人ひとりの心が満たされた。それは小さな満足感であり、些細な喜びである。しかし、案外、このような些細なことのなかに大切な学びの価値が隠されているような気がしている。

その他にも、大変多くの気づきと学びがあった。反省が尽きることはない。この研究実践で得た成果と課題をもとに、更なる授業の質の改善に研鑽していきたいと考えている。

6. おわりに

先日、NHKの日曜日の番組で「わくわく授業 授業の達人 一斎藤喜博」を観た。70歳でこの世を去るまで“子どもたちの無限の可能性を引き出すこと”に生涯をかけた斎藤喜博先生の授業が紹介されていた。その番組の中で、特に強調されていたのは「子どもを見ること」「子どもの些細な変化を見つめること」だった。そして、本来持っている子どもの力を指導者が引き出すこと。それが斎藤先

生の授業のすべてだった。『授業は巨大な力をもっている』とも言われていた。テレビをみて、子どもたちを本気で育てていく熱意ある姿に心を打たれた。

数学の授業にかぎらず、教育活動全体において、現場の子どもたちの現実や些細な変化にしっかりと目を向けることができ、子どもたちが学校の教育活動の中で感じる「一つひとつの小さな満足感・達成感・成功感」を大事にできる教師でありたいと思っている。

謝辞

本研究における資料収集に関して、ご協力いただいた津山市立鶴山中学校・永井啓一教諭に深く感謝申し上げます。また、適切な助言、示唆をいただいた岡山大学・高橋敏雄先生に厚く御礼申し上げます。

一引用・参考文献一

- [1] 島田 茂、「新訂算数・数学科のオープンエンドアプローチ」、東洋館出版、1995
- [2] 能田伸彦、「オープンアプローチによる指導の研究」、東洋館出版、1983
- [3] 齋藤 昇、「数学における創造性の発達に関する研究」、全国数学教育学会誌第11巻、2005
- [4] 北尾倫彦他、「わかる授業の心理学、有斐閣、1993
- [5] 滝井 章、「オープンエンドの問題を中心とした授業の有効性に関する研究」、日本数学教育学会誌第10号、1999
- [6] 波多野誼余夫、「自己学習能力を育てる」、東京大学出版、1997
- [7] 安彦忠彦、「自己評価を取り入れた授業」、明治図書、1997
- [8] 波多野誼余夫他、「知的好奇心」、中央公論、1998
- [9] 市川伸一、「学ぶ意欲の心理学」、PHP研究所、2001
- [10] 井上正充、「意欲と発見で創る算数・数学の授業」、教育開発研究所1989
- [11] 桜井茂男、「学習意欲の心理学」、誠信書房、2004
- [12] 佐藤 学、「教育方法学」、岩波書店、1996
- [13] 根元 博他、「改訂 中学校学習指導要領の展開 数学科編」、明治図書、2002
- [14] 佐伯 胖、「わかるということの意味」、岩波書店、1996
- [15] 清水 廣、「〇つけ法」で授業が変わる・子どもが変わる」、明治図書、2005
- [16] 鈴木敏江、「こうだったのかポートフォリオ 思考スキルと評価手法」、学習研究、2002
- [17] 今泉浩晃、「成功」を呼び込む9つのマス 全日出版、2004
- [18] 原田隆史、「カリスマ体育教師の常勝教育」、日経BP、2003
- [19] 青山 庸、「多面的にものを見る力論理的に考える力を育てる数学の授業 オープンアプローチによる学び」、東洋館出版、2004
- [20] 澤田利夫他、「問題づくりの授業」、東洋館出版、1995
- [21] 戸瀬信之、「数学力をどうつけるか」、筑摩書房、2004
- [22] 芹沢光雄、「数学的思考法」、講談社、2005
- [23] 根本 博他、「数学科の授業をどう創るか」、明治図書、1999
- [24] 荻谷剛彦、「教育改革の幻想」、筑摩書房、2003
- [25] 佐藤雅彰他、「公立中学校の挑戦」、ぎょうせい、2003

(2005.10.3.受理)