

数学的な見方・考え方を育む指導の工夫
～オープンアプローチによる学びを取り入れた数学的活動を通して～

八重瀬町立東風平中学校教諭 山田涼子

I テーマ設定の理由

近年、情報化や技術改革、グローバル化、AI（人工知能）の進展等、社会の変化が加速度を増し、複雑で予測困難な時代になっている。このような時代を子ども達がよりよく生き抜いていくために、「主体的に判断する力や他者との対話を通じて協働する力、自ら問いを立てて課題解決する力などが必要になる」と中央教育審議会は述べている。今後、学校では、学習過程の質的改善を図り、新しい時代に必要とされる「知識・技能」「思考力・判断力・表現力等」「学びに向かう力や人間性等」の3つの資質・能力の育成が求められている。

新学習指導要領中学校数学の目標の1つに、「数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学を活用して事象を論理的に考察する、数量や図形などの性質を見だし統合的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を養う」ことが掲げられている。また、沖縄県学力向上推進プロジェクトでは、「他者との交流を通し、『問い』が生まれ、自分の考えを広げ深める」生徒の姿が示され、主体的・対話的で深い学びの視点に基づいた授業づくりを重視している。

本県の平成28年度全国学力・学習状況調査の結果は、数学B問題で、自分の思いや考えを数学的な表現を用いて分かりやすく伝え合う力、根拠をもとに筋道を立てて論理的に考え説明する力に課題があった。これらの課題を解決するためには、数学的な見方・考え方を育むために、問題を解決する過程において、生徒の多様な考え方を引き出し、他者との交流で思考・表現し、考えを広げ深める場の設定が必要であると考えられる。

これまでの実践を振り返ると、教師が設定したためあてに沿ってペアやグループでの問題解決型学習を中心に行ってきた。しかし、生徒が課題の解決に向け、自分の考えを分かりやすく相手に説明したり、互いの考えを共有したり、考えを深め合う学習の指導が十分ではなかった。

そこで、本研究では、数学的な見方・考え方を育む指導の工夫を行い、上記の課題解決に取り組む。一つ目に、オープンアプローチによる学びを取り入れ、生徒の多様な考え方を引き出したい。そして、考え方の共通性や関連性に気づく学びの過程を大切にしたい。二つ目は、数学的な表現を用いて、根拠をもとに、筋道を立てて他者に分かりやすく説明する場面を設定する。そして、互いの考えを比較・検討し、自分の考えを吟味することで考えを広げさせたい。

以上のことから、オープンアプローチによる学びを取り入れた数学的活動を通して、生徒に数学的な見方・考え方を育むことができるであろうと考え、本テーマを設定した。

II 研究仮説と検証計画

1 研究仮説

効果的に数学的な見方・考え方を育むための仮説を下記のように設定した。

- (1) オープンアプローチによる学びを取り入れ、生徒の多様な考え方を引き出し、考え方の共通性や関連性に気づかせることで、数学的な見方・考え方を育むことができるであろう。

- (2) 相互交流において、根拠をもとに、筋道を立てて、自分の考えを他者にわかりやすく説明したり、考えを広げる数学的活動を取り入れることで、数学的な見方・考え方を育むことができるであろう。

2 検証計画

事前調査やレディネステストの結果から、生徒の実態調査・分析・把握を行う。検証授業は、第2章「文字と式」で10時間行う。検証授業では、生徒の発言・発表、ノートやホワイトボード、発表ボードの記述、振り返り等により、数学的な見方・考え方を育むことができたかどうかを考察する。検証授業後にアンケートを実施し、事前調査との比較・分析を行い、本研究の有効性を検証する。

検証授業の対象：東風平中学校 1年4組 [男子19名 女子15名 計34名]		主な検証方法
1 事前調査	・小学校6年で習った文字と式，第1節 正負の数の事前テスト ・数学の学習に関する事前アンケート(5月)	・事前テストの分析 ・事前アンケートの分析
2 検証授業	検証の場面	・授業観察 (発言，態度等) ・ノート ・ホワイトボード ・発表ボード ・振り返り ・生徒の感想 ・自己評価 ・授業記録 (写真，ビデオ等)
	展開 (オープンアプローチ・数学的活動)	
3 事後調査	・事後アンケート(7月)	・事後アンケートの分析
4 まとめ	オープンアプローチによる学びを取り入れた数学的活動をおこなうことは，生徒に数学的な見方・考え方を育むことに有効であったか。	・事後・事後アンケートの比較・分析 ・結果のまとめ，考察

Ⅲ 研究内容（理論研究）

1 数学的な見方・考え方を育む指導の工夫とは

中央教育審議会の算数・数学ワーキンググループ(2016)は，数学的な見方・考え方について，「事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え，論理的，統合的・発展的に考えること」と述べている。また，数学的な見方は，「事象を数量や図形及びそれらの関係についての概念等に着目して，その特徴や本質を捉えること」，数学的な考え方は，「目的に応じて数，式，図，表，グラフ等を活用し，論理的に考え，問題解決の過程を振り返るなどして既習の知識・技能を関連付けながら統合的・発展的に考えること」と示している。(図1)

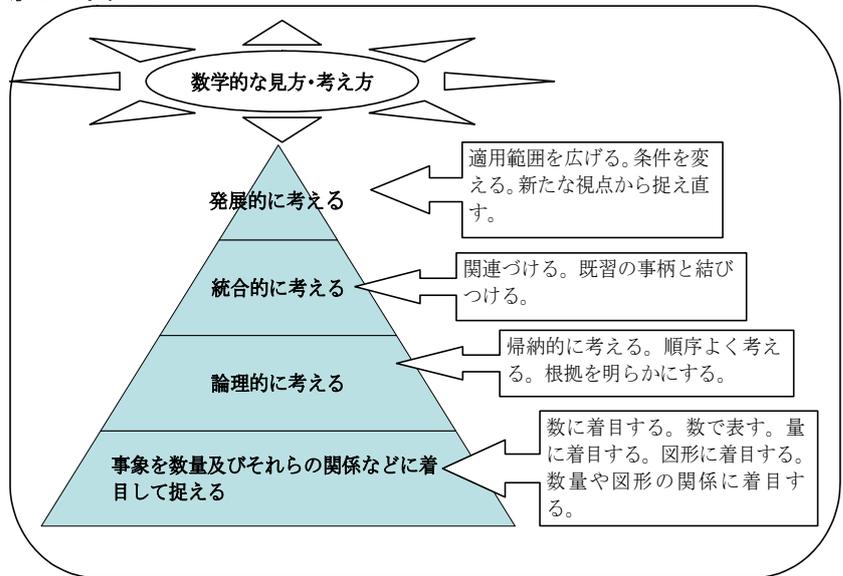


図1 数学的な見方・考え方のイメージ(算数・数学ワーキンググループ参考)

片桐(2004)は，「数学的な考え方を身につけることによって，『①知識や技能を用いることの必要性が分かる』『②自ら学習する仕方を身につけ，自主的に学ぶ力を獲得する』」と述べている。このことから，数学的な見方・考え方を育むことは，これからの人生をよりよく生きていく上で，様々

な物事を理解し、思考していくために重要だと考える。本研究では、事象を数や数量に着目して、論理的に考え、他者との交流を通して、自分の考えを数学的な表現を用いて説明ができるよう指導を工夫する。

2 オープンアプローチによる学びを取り入れた数学的活動

(1) オープンアプローチとは

青山(2004)は、オープンな問題を「正答がいく通りにも可能となるように条件づけられた問題」と定義している。例えば、「 $\bigcirc + \square = 5x + 3$ となる \bigcirc と \square に当てはまる式を考えよう」という問題は、多様な答えが期待できる。オープンな問題へのアプローチの仕方は、「①解き方が多様にある場合、②答えが多様にある場合、③問題の条件の一部を変更して問題をつくる問題が多様にある場合」と定義している。(図2)また、オープンアプローチの学びは、「既習・未習の多くの学習内容が含まれた自由度のあるオープンな問題に生徒がアプローチでき、問題から見つけた多様な考えを洗練しようとする主体的な活動が生まれ、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こうとする学びである。」と述べている。本研究では、問題へアプローチする際に、問題について一つの考え方で解くのではなく、いろいろな見方で考えるように指導を工夫する。そのために、生徒に多様な考え(解き方、答え、問題)に触れさせるようグループで説明し伝え合う活動を取り入れる。そして、相互交流を通して、共通性・関連性に気づかせる授業を展開し、数学的な見方・考え方を育む。

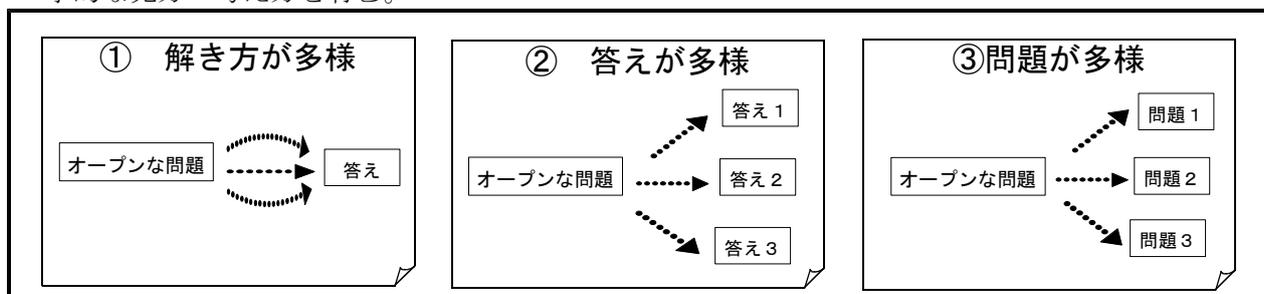


図2 オープンな問題のアプローチの仕方(青山)

(2) 数学的活動とは

中学校学習指導要領解説数学編によると、数学的活動とは、「生徒が目的意識を持って主体的に取り組む数学に関わりのある様々な営み」と明記されている。新学習指導要領中学校数学において、各学年における数学的活動を位置づけている。(表1)

表1 新学習指導要領における数学的活動

第1学年	第2・3学年
ア 日常の事象を数理的に捉え、数学的に表現・処理し、問題を解決したり、解決の過程や結果を振り返って考察する活動	ア 日常の事象や社会の事象を数理的に捉え、数学的に表現・処理し、問題を解決したり、解決の過程や結果を振り返って考察したりする活動
イ 数学の事象から問題を見だし解決したり、解決の過程や結果を振り返って統合的・発展的に考察したりする活動	イ 数学の事象から見通しをもって問題を見だし解決したり、解決の過程や結果を振り返って統合的・発展的に考察したりする活動
ウ 数学的な表現を用いて筋道を立てて説明し伝え合う活動	ウ 数学的な表現を用いて論理的に説明し伝え合う活動

本研究では、数学的活動にオープンアプローチによる学びを取り入れ、生徒に事象から問題を見いださせ、統合的・発展的に考察させたい。また、数学的な表現を用いて、根拠をもとに、筋道を立てて説明する場面を設定する。そうすることで、生徒に数学を学ぶ楽しさやよさを味わわせながら数学的な見方・考え方を育てたい。

(3) オープンアプローチによる学びを取り入れた数学的活動

青山(2004)は、数学的活動のある学びは、「子ども達の多様な考えを積極的に利用することで学びを展開、反応の共通性や関連性に着目しながら練り合い、さらに一般化・抽象化することによって数学を発展的に扱い、創造性の育成を図ろうとする学習法である」と述べている。オープンアプローチによる数学的活動は、「オープンな問題にアプローチする発散的思考、見つけた多様な性質を数学的な意味にまで高めようとする収束的思考があり、それらの学びは数学的活動である」と述べている。これを受け、本研究では、オープンアプローチによる学びを取り入れ、生徒の多様な考えを引き出すことで思考を明確化し、数学的な見方・考え方を育む。また、自分の考えと他者の考えの共通性や関連性に気づかせることで、新たな知識・技能、考え方に驚き、感動し、数学のよさを味わわせながら数学的な見方・考え方を育む。(図3)

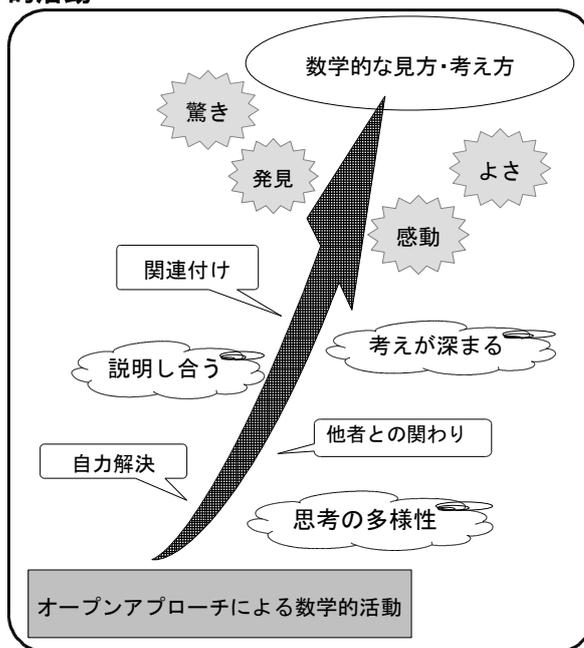


図3 オープンアプローチによる数学的活動

(4) オープンアプローチによる学びの過程

図4は、オープンな問題にアプローチする「発散的思考」から数学の法則、性質、規則、関係にまとめる「収束的思考」までの流れをイメージしたものである。下記の①～⑥は、生徒の学びの過程を具体的に示したものである。

① オープンな問題へアプローチ

オープンな問題を提示し、生徒にいろいろな見方で考えさせ、多様な考えを引き出すことが期待できる。

② 整理・分類

生徒の多様な考えを認め、その考えを比較・検討する。生徒の反応の中から「論理的に矛盾しているもの」「筋道がたたないもの」等を生徒に気づかせる。そして、相互交流を通して、考えを検討し、全体で吟味する。

③ 分析・統合

整理・分類された反応うち、共通性や関連性に着目して考えの細かい仲間分けを行う。

④ 検証

分析・統合した反応がそれで正しいかどうかを検証する。その際、基礎的・基本的な内容、性質、規則、関係等を理解させる。

⑤ 一般化・抽象化

検証した考えを数学的な見方・考え方で一般化・抽象化していく。

⑥ フィードバック

学習全体を振り返り「ここで学んだことは何か」「どのような学びが分かったか」「どのアイデアがすばらしかったか」「相手に分かりやすく伝えるために工夫したことは何か」など生徒に

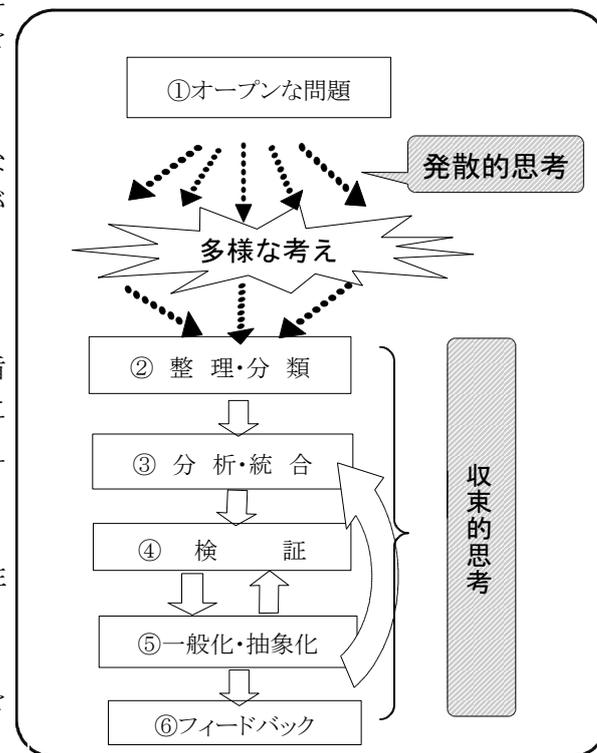


図4 オープンアプローチによる学びの過程

数学を学ぶことを実感させる場である。

これを受け、本研究では、オープンアプローチの学びの過程で思考を明確化し、自分の考えと多様な考えを関連付け、新たな知識・技能や考え方を他者との交流により発見し、考えを深め合うことで数学のおもしろさ、考えることの楽しさを実感させながら、数学的な見方・考え方を育む。

IV 検証授業

1 単元名 「文字と式」

2 単元設定の理由

(1) 教材観(省略)

(2) 生徒観(省略)

(3) 指導観

数学的な見方・考え方を育むために、生徒の「問題を解きたい」「どのように考えるのだろうか」という意欲を引き出し、課題に対し事象を数理的に捉え、文字や文字を使った式に表現して形式的に処理する必然性や生徒の主体的な学習の指導を行う。

単元導入時に、「棒で正方形を並べていくと棒の本数の求め方をいろいろな考えで求めよう。」と提示し、半具体物で操作活動を通して、文字や文字を用いた式に表わし、説明する場面を設定する。

第1次では、文字や文字式の意味や必要性、文字式で表すことのきまり、文字に数を代入する式の値の求め方について様々な事象や身のまわりにある数量関係に関する課題提示を設定する。

第2次では、1次式の加法や減法、1次式と数の乗法や除法の計算、いろいろな式の計算の基礎的・基本的な定着を図る。

第3次では、事象の中にある数量やその関係を文字を用いた式を使って表現し、一般化することや形式的な処理をして新たな関係を見だし、式を簡潔・明瞭にしていく必要性を生徒自身に感じさせながら規則性を導き、目的に応じて式を変形したり形式的に処理できるように指導する。

課題解決の場面では、自分で解決できない生徒もいると考えられるのでオープンアプローチで多様な考えを引き出し、自分なりに考えたことを相互交流を通して、考えの共通点や関連性を共有し、考えを広げることを目指したい。

3 単元の指導目標

(1) 単元の目標

文字を用いて数量の関係や法則などを式に表現したり式の意味を読み取ったりする能力を培うとともに、文字を用いた式の計算ができるようにする。

- ① 文字を用いることの必要性とその意味が理解できる。
- ② 文字を用いた式における乗法と除法の表し方が理解できる。
- ③ 簡単な一次式の加法と減法の計算ができる。
- ④ 数量の関係や法則などを文字を用いた式に表すことができることを理解し、式を用いて表したり読みとったりすることができる。

(2) 評価規準

関心・意欲・態度	見方・考え方	技能	知識・理解
様々な事象を文字や文字を用いた式に捉え、それらの性質や関係を見だし、数学的に表現することに関心を持ち、意欲的に数学の問題の解決に活用して考えたり判断したりしている。	文字や文字を用いた式についての基礎的・基本的な知識及び技能を活用しながら、事象を見通しをもって論理的に考察し表現したり、その過程を振り返って考えを深めたりしている。	文字を用いた式で表現したり、その意味を読み取ったり、文字を用いた式で乗法や除法を表したり、簡単な一次式の加法と減法の計算をしたりしている。	文字を用いることの必要性とその意味を理解している。

4 指導計画と評価計画(全19時間)

節	時	学習目標	学習活動	□評価規準(評価方法)◆検証の視点【方法】
1	1	正方形をつなげた棒の本数の求め方を自分なりの方法で考え、式や図を使って説明することができる。	・正方形の個数に着目して棒の本数の求め方を自分なりの方法で考え、式や図を使って説明する。	考 正方形をつなげた棒の本数の求め方について、自分なりの方法で考え、図と式で説明することができる。(発言、ノート) 〈解き方が多様〉 ◆自分なりの解き方を書き、図と式で説明することができる。(観察、ノート、ホワイトボード、感想)
	2	文字を使うことの必要性と意味を理解し、具体的な数量を、文字を使った式で表すことができる。	・文字を使うことの必要性を知り、具体的な数量を文字を使った式で表す。 ・文字がどんな数の代わりとして使われているか考える。	考 具体的な数量を文字で表したとき、その文字がとりうる数の範囲を考えることができる。(発言、ノート) 〈問題が多様〉 ◆具体的な数量から、文字を使った式の意味を考え問題をつくり、説明することができる。(観察、ノート、ホワイトボード、感想)
(第3時～第10時 省略)				
3	11	いろいろな数を文字を使った式に表し、数の性質を見いだすことができる。また、文字の計算を利用してその求め方を説明することができる。	・いろいろな数を文字を使った式に表し、数の性質を見いだし文字の計算を利用してその求め方を説明する。	考 数の性質について、求め方を自分なりの方法で考え、文字の計算を利用して求めることができる。(発言、ノート) 〈解き方が多様〉 ◆自分の考え方をノートに書いて、説明し交流することで考えを広げているか。(観察、ノート、ホワイトボード、発表ボード、感想)
	12	数の性質を見いだし、条件をかえて問題をつくり、説明することができる。	・数の性質について、条件を変えた問題をつくり、文字式を利用して求め方を考え説明する。	考 課題を解決する過程で、変化の規則性や特徴に気づき、解決方法を見いだすことができる。(発言、ノート) ◆〈問題が多様〉 つくった問題を全体で共有することで、多様な考えに気づくことができる。(ノート、ホワイトボード、発表ボード、感想)
	13	カレンダーの数の特性について、数を文字で表し、規則性に気づき、求め方を考え説明することができる。	・カレンダーの数の特性について、数を文字で表し、規則性に気づき、求め方を考え、説明する。	考 カレンダーの数の規則性に気づき、求め方を文字を利用して、説明することができる。(発言、ノート) 〈解き方が多様〉 ◆多様な考えに気づき、交流を通して考えを広げている。(ノート、ホワイトボード、発表ボード、感想)
	14	カレンダーの数の特性について、条件を変え、問題をつくることことができる。	・カレンダーの数の特性について、条件を変え、問題をつくり説明する。	考 課題を解決する過程で、変化の規則性や特徴に気づき、解決方法を見いだすことができる。(発言、ノート) 〈問題の多様〉 ◆つくった問題を全体で共有することで、多様な考えに気づくことができる。(観察、ノート、ホワイトボード、感想)
	15	電球を並べてできる正方形をつくり、電球の総数を求める方法を考え、説明することができる。	・電球を並べてできる正方形をつくり、電球の総数の求め方を考え、説明する。	考 電球を並べてできる正方形の電球の総数の求め方を文字式や図を使って説明することができる。(発言、ノート) 〈解き方が多様、答えが多様〉 ◆多様な考えに気づき、交流を通して考えを広げている。(観察、ノート、ホワイトボード、発表ボード、感想)
	16	あめ玉の並べ方の条件を変えて、あめ玉の総数を求める方法を考え、説明することができる。	・あめ玉の並べ方の条件を変えて、問題をつくり説明する。	考 課題を解決する過程で、数の変化の規則性や特徴に気づき、解決方法を見いだすことができる。(ノート、感想) 〈解き方の多様、答えが多様〉 ◆多様な考えに気づき、交流を通して考えを広げている。(観察、ノート、ホワイトボード、発表ボード、感想)
	17	ストローを並べてできる六角形をつくり、ストローの数の求め方を考え、説明することができる。	・ストローを並べてできる六角形のきまりに気づき、ストローの数の求め方を考え説明する。	考 ストローの並べ方の規則性に気づき、ストローの数を文字を利用して表すことができる。(発言、ノート) 〈解き方多様〉 ◆多様な考えに気づき、交流を通して考えを深めている。(観察、ノート、ホワイトボード、発表ボード、感想)
	18	ストローの並べ方について、条件を変え、問題をつくることことができる。	・ストローの並べ方について、条件を変え、問題をつくり説明する。	考 文字を用いた式を活用し、事象を見通しをもって論理的に考察して表現したり、その過程を振り返って考えを深めることができる。(発言、ワークシート) 〈問題の多様〉 ◆つくった問題を全体で共有することで、多様な考えに気づき、深めることができる。(観察、ワークシート、感想)
(第19時省略)				

5 本時の指導（第17時/19時）

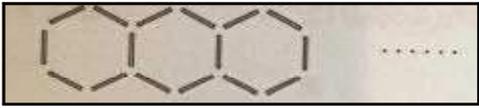
(1) 本時のねらい

ストローで六角形をつくり、ストローの並べ方の規則性について考え説明する。

(2) 授業仮説

- ① オープンアプローチによる学びを取り入れ、生徒の多様な考えを引き出し、考え方の共通性や関連性に気づかせることで、数学的な見方・考え方を育むことができるであろう。
- ② 相互交流において、根拠をもとに、筋道を立てて、自分の考えを他者にわかりやすく説明したり、考えを広げる数学的活動を取り入れることで、数学的な見方・考え方を育むことができるであろう。

(3) 本時の展開

	学習活動，教師の発問(○)・支援	■授業検証の視点 □評価規準（評価方法）
導 入	<p>(1)身のまわりにある図形の画像を提示する。 1個の場合，2個の場合，3個の場合，・・・</p>  <p>(2)問題を提示する。</p> <p>〈課題〉 ストローで六角形をつくりながら並べます。 ストローの数はどうなるか考えよう。</p> 	<p>蜂の巣の穴の横並びに注目させる。</p>
	<p>(3)予想を立てる。</p> <p>○『ストローを並べるといくと，どんなことがいえますか。』</p> <p>※予想される生徒の反応 ・六角形の数が変わると，ストローの数が変わる。</p> <p>(4)めあてを立てる。</p> <p>ストローで六角形をつくり並べるとどうなるか考え，説明する。</p> <p>(5)課題解決を見通す。</p> <p>○『どんな方法で考えますか。』</p> <p>※予想される生徒の反応 ・具体数や図，表，式など。</p>	<p>半具体物で予想させる。</p>  <p>■生徒の多様な考えを引き出せるような課題提示であったか。</p>
展 開	<p>(6) 予想が成り立つことを自分で考える。【自分タイム】</p> <p>○『図や表を使ったり，今まで習ったことを思い出して考えよう。』</p> <p>※予想される生徒の反応 (板書計画に記載)</p> <p>自分の考えをノートに書く。</p> 	<p>■自分タイムで思考を明確にし，言葉や数，式，図，表などを用いて表現しているか。</p>
	<p>(7) 自分の考えを説明し合う。【グループタイム】</p> <p>○『自分の考えを説明しよう。』</p>  <p>自分の考えを他者に説明する。</p> 	<p>グループの考えをホワイトボード・発表ボードに分かりやすく説明を書く。</p>
	<p>(8) グループの考えを発表する。【全体】</p>  <p>根拠をもとに，筋道を立てて，分かりやすく説明する。</p>	<p>■相互交流を通して，自分の考えを他者に説明し合い，考えを広げているか。</p>

35分

○『考えを聞いて、どう思いますか。』

自分のグループの考えと違う。



(9)解決した方法を比較・検討し、共通点や関連性について考える。

○『考え方が共通なものや関係しているもの、違いはどうか仲間分けをしましょう。』

※予想される生徒の反応

①図を囲むと見やすい。
②表は変化している様子が分かる。
③文字式は、いろいろな数をあてはめてできるから便利。

考え方の整理・分類し、共通性・関連性に気づかせる。



考

ストローの並べ方の規則性に気づき、ストローの数を文字を利用して表すことができる。

10分

(10)蜂の巣の画像に戻って考える。
六角形が7個の場合
 $5 \times 7 + 1 = 36$

(11)本時のまとめ

文字式で表すと、いろいろ数を代入できる式になり便利である。

(12)本時の振り返りと新たな問いを考える。

※予想される反応

①五角形はどうなるだろう。
②六角形を敷き詰めたらどうなるだろう。

蜂の巣のようにストローを並べるとストローの数はどうなるかな？



(4) 本時の評価

観点	十分満足である (A)	おおむね満足できる (B)	個別の支援を要する (C)
見方・考え方	ストローの並べ方の規則性に気づき、ストローの数を文字を利用して、説明することができる。	ストローの並べ方の規則性に気づき、ストローの数を文字を利用して表すことができる。	半具体物を操作して、ストローの数を図や表、数、式を用いて表すことができる。

(5) 板書計画その他の予想される反応

めあて	まとめ									
ストローで六角形をつくり並べるとストローの数はどうなるか考え、説明しよう。	文字式で表すと、いろいろな数を代入してできる式になり便利である。									
<p>〈課題〉ストローで六角形をつくりながら並べます。ストローの数はどうなるか考え、説明しよう。</p> <p>見通し</p> <ul style="list-style-type: none"> 六角形を1つずつ書いて、変わっていく様子を考える。 図や表で考える。 <p>※ xのとらえ方が違う場合も取り上げる。</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>$6 \times (\text{六角形の個数}) - (\text{重なった部分の数})$</th> <th>$6 + 5 \times \{(\text{六角形の個数}) - 1\}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>具体数</td> <td>  六角形が3個の場合、 $6 \times 3 - 2$ $= 16$ </td> <td>  六角形が3個の場合、 $6 + 5 \times 2$ $= 16$ </td> </tr> <tr> <td>x個</td> <td>  六角形がx個の場合、 $6 \times x - (x - 1)$ $= 5x + 1$ </td> <td>  六角形がx個の場合、 $6 + 5 \times (x - 1)$ $= 5x + 1$ </td> </tr> </tbody> </table>		$6 \times (\text{六角形の個数}) - (\text{重なった部分の数})$	$6 + 5 \times \{(\text{六角形の個数}) - 1\}$	具体数	 六角形が3個の場合、 $6 \times 3 - 2$ $= 16$	 六角形が3個の場合、 $6 + 5 \times 2$ $= 16$	x個	 六角形がx個の場合、 $6 \times x - (x - 1)$ $= 5x + 1$	 六角形がx個の場合、 $6 + 5 \times (x - 1)$ $= 5x + 1$
	$6 \times (\text{六角形の個数}) - (\text{重なった部分の数})$	$6 + 5 \times \{(\text{六角形の個数}) - 1\}$								
具体数	 六角形が3個の場合、 $6 \times 3 - 2$ $= 16$	 六角形が3個の場合、 $6 + 5 \times 2$ $= 16$								
x個	 六角形がx個の場合、 $6 \times x - (x - 1)$ $= 5x + 1$	 六角形がx個の場合、 $6 + 5 \times (x - 1)$ $= 5x + 1$								

その他の予想される反応

	表	$2 \times (\text{六角形の数}) \times 2 + (\text{六角形の数}) + 1$	$5 \times \{(\text{六角形の個数}) - 1\} + 6$		
具 体 数	六角形の個数	1	2	3	
	ストローの数	6	11	16	
x 個	六角形の個数	1	2	...	x
	ストローの数	6	11	...	$5x + 1$

6 授業仮説の検証

本時の授業仮説の検証について、生徒のノートやホワイトボード、発表ボードの記述、授業観察に基づいて考察する。

(1) オープンアプローチによる学びを取り入れ、生徒の多様な考えを引き出し、考え方の共通性や関連性に気づかせることで、数学的な見方・考え方を育むことができたか。

① 生徒の多様な考えを引き出す課題提示であったか

資料1は、平成29年度全国学力・学習状況調査を参考に作成した問題である。「ストローの数はどうなるか考える」と変化するものをxとした場合に、xをどう捉えるか自分なりの考えを導き出すことを意図し、生徒の多様な考えを引き出す課題提示を工夫した。

〈課題〉
ストローで六角形を並べます。ストローの数はどうなるか考えよう。

資料1 多様な考えを引き出すオープンな問題

本時の展開前段で、自分タイムを設定した。自分なりの考えで、六角形が増えるごとに、ストローの数の変化を表、図、言葉、式等で表現させた。具体的に図を書いて考えた生徒、ストローを囲み規則性を見つけ表や文字式で考えた生徒、図を工夫して言葉の式を活用して考えた生徒など、様々な方法で自分なりの考えをノートに明記していた。資料2は、多様な考えで求めた生徒のノートである。「ストローの数はどうなるか考える」という課題提示は、生徒にとって、いろいろな見方や考え方で考えることができたと思える。

資料2 多様な考えで求めた生徒

② 生徒は考え方の共通性や関連性に気づき、学んでいるか。

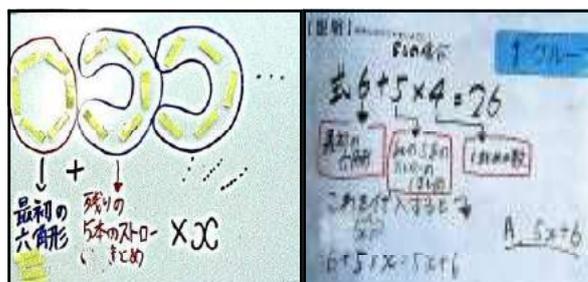
展開後段では、グループの考えの共通性、関連性について考える全体タイムを設定した。六角形の個数をxとして捉え、Aグループは、半具対物で六角形が1個の場合、ストローの数は6本、六角形が2個の場合ストローの数は11本、・・・5本

資料3 (5x + 1)本を表で考えたAグループ

づつ増える規則性に気づき表を活用してストローの数を $(5x + 1)$ 本と求めた。(資料3) また、Bグループは、六角形が1個、2個、3個、・・・と増えると、ストローの数は5本ずつ増え、残りの端の1本を加えるという考えで、ストローを囲み図を用いて、ストローの数を $(5x + 1)$ 本と求めた。(資料4) 一方、Cグループは、最初の六角形を固定してストローが5本ずつ増えていくことに着目した方法である。最初の六角形のストローの数を6本、六角形が2個、3個、4個、・・・と増えると、ストローの数は、5本ずつ増えることを図を用いて、 $(6 + 5x)$ 本と求めた。(資料5) Cグループは、「 $6 + 5x$ の x は、六角形の数から1を引いた数」と説明していた。このことから、 $5x + 1$ と $6 + 5x$ の意味の違いを言語化したと考える。つまり、 x の捉え方でオープンな問題にアプローチする解き方や答えの多様性を新たに発見していることから、生徒の多様な考えを引き出すことができたと考える。



資料4 $(5x + 1)$ 本を図で考えたBグループ



資料5 $(6 + 5x)$ 本を図で考えたCグループ

以上のことから、全体交流の場において、考え方の共通性や関連性を考えることは、数学的な見方・考え方を育むことができたと考える。

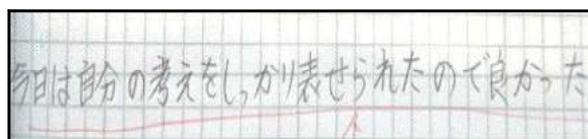
(2) 根拠をもとに、筋道を立てて、自分の考えを他者にわかりやすく説明し、相互交流を通して自分の考えを広げる数学的活動を取り入れたことで、数学的な見方・考え方を育むことができたか。

① 自分タイムで思考を明確にし、言葉や数、式、図、表などを用いて表現しているか。

本時の展開中段で、自分の考えをノートに書いた後、グループタイムで自分の考えを伝え合う場面を設定した。自分の考えを表で説明する生徒や図を用いて式で表す生徒など多様な考えが出た。(資料6) また、相互交流を設定したことで、前時までヒントカードを使って考えていた生徒が、自分の考えで図を書き説明できるようになった。資料7は、「自分の考えをしっかりと表せてよかった」という生徒の感想である。検証前後のアンケートでは、「自分の考えや解き方を相手に分かりやすく説明していますか」という問いに対し、「説明している・どちらかという」と説明している」と回答した生徒は、検証前の51%から78%に上昇した。(図5)



資料6 図を用いて式に表した生徒



資料7 生徒の感想

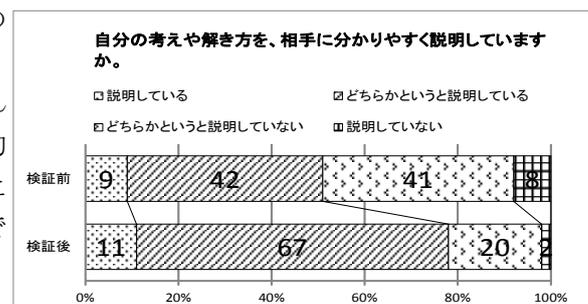
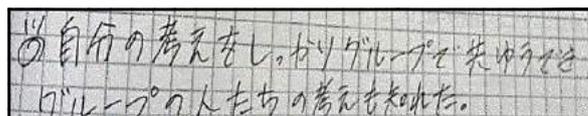


図5 検証前後アンケート

以上のことから、相互交流で多様な考えに触れたことで、自分の考えを広げ、自分なりに数学的な表現を用いてノートに自分の考えを記述できたことから、数学的な見方・考え方を育むことができたと考える。

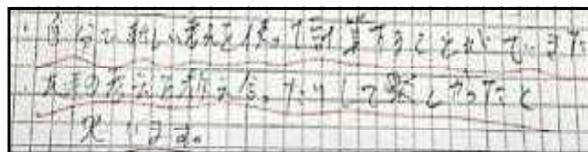
② 相互交流で、自分の考えを他者に説明し合い、考えを広げているか。

多様な考えに触れるよう相互交流の場では、自分の考えを他者に説明し合い、学び合う場を設定した。互いの考えについて「なぜそうなるのか」「自分の考えと違うところはどこか」と質問し合いながら学んでいた。授業の振り返りでは、「自分の考えをしっかりとグループで共有でき、グループの人たちの考えも知れた」(資料8)、



資料8 授業の振り返り

「友達と教え合って楽しかった」(資料9)とあった。また、一つの考えでなく友達の考えを参考にししてノートに記述する生徒も増えた。



資料9 授業の振り返り

以上のことから、生徒は、相互交流を通して、互いの考えを説明し合い、比較することで自分の考えを広げることができたことから、数学的な見方・考え方を育むことができた。

V 研究の結果と考察

研究の考察は、事前・事後のアンケート、ノートや発表ボードの記述、授業観察をもとに行った。

1 オープンアプローチによる学びを取り入れ、生徒の多様な考えを引き出し、考え方の共通性や関連性に気づかせることは数学的な見方・考え方を育むことに有効であったか。

本研究では、生徒の多様な考えを引き出すためにオープンな問題を提示した。始めは、ほとんどの生徒が自分の考えをノートに記述できなかったが、グループで自分の考えを相手に説明する場面を増やしたことで、数や表、図、言葉を用いて数学的に表現できるようになってきた。事前・事後アンケートで、「問題が解けても別の解き方を考えようとしていますか」の問いに、「考えている・どちらかというと考えている」が検証前では、84%から検証後は、94%に上昇した。(図6)

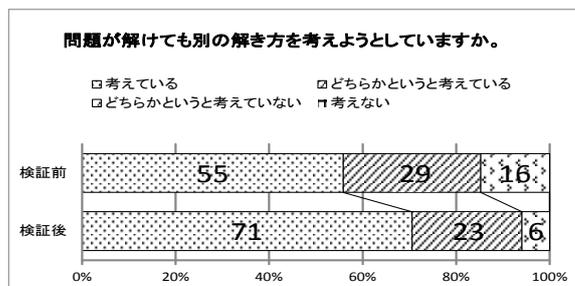
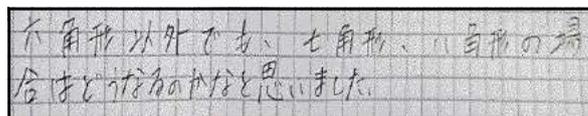


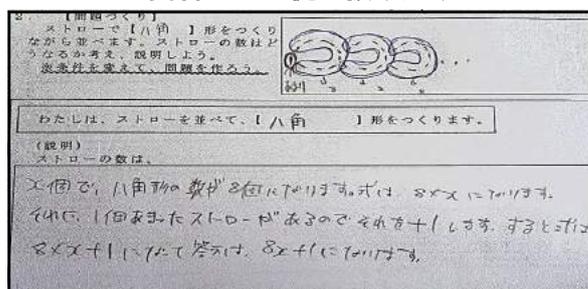
図6 検証前後アンケート

また、多様な考えを引き出すオープンアプローチの学びを通して、生徒の考えを全体で共有し、考え方の共通性や関連性について考える場を設定した。考えを共有したことで、新たな発見をした生徒や「七角形や八角形の場合はどうなるかな」「蜂の巣のような並びだったら？」と新たな問いを持つ生徒もいた。(資料10)



資料10 生徒の振り返り

さらに、検証授業最後に問題づくりを取り組ませた。資料11は、生徒が作成した問題である。全員が好きな多角形に挑戦した。新たな問いをもち、問題づくりのような発展性のある課題解決に取り組むことができた。検証前後のアンケートで、「数学の学習で学んだことを振り返り、自分なりにまとめることができましたか」という問いに、「できる」と回答した生徒が検証前の47%から検証後は62%に上昇した。



資料11 問題づくり

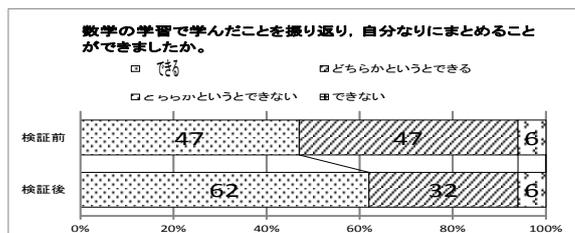
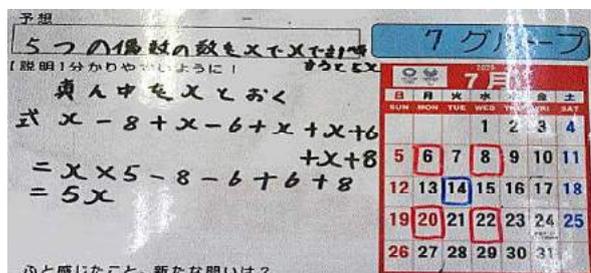


図7 検証前後アンケート

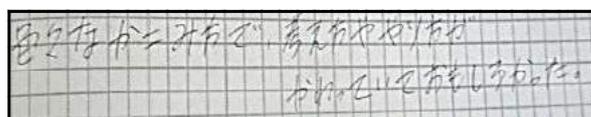
以上のことから、オープンアプローチによる学びを取り入れ、多様な考えを引き出し、考え方の共通性や関連性に気づかせたことは、数学的な見方・考え方を育むことに有効だと考える。

2 相互交流を通して、根拠をもとに、筋道を立てて、自分の考えを他者にわかりやすく説明したり、自分の考えを広げる数学的活動を取り入れたことは、数学的な見方・考え方を育むことに有効であったか。

本研究では、根拠をもとに、筋道を立てて、自分の考えをわかりやすく説明する数学的活動を取り入れた。オープンアプローチの学びを取り入れたことで、自由な考えで問題を解決していくようになった。自分タイムで自分の考えをしっかりと持ち、グループタイムで一人ずつ説明する時間を設定したことで、自分の言葉で、相手にわかりやすく伝えることができるようになった。また、資料12は、グループで考えを共有し、発表ボードを使い、文字式を用いて説明したものである。生徒の感想に、「いろいろな囲み方で考え方がやり方がかわっていてももしろかった」と書かれており、相互交流を通して分の考えを広げることが分かる。(資料13)また、検証前後アンケートで、「友達の考えと自分の考えを比べてよりよい解き方を考えようとしていますか」の問いに、「とても思う」と回答し生徒が検証前の17%が、検証後は、47%に上昇した。(図8)生徒が自分の考えをもち、グループタイムで、相手にわかりやすく説明し合い、他者の考えと比較・検討したことで、多様な考えに触れ、自分の考えを広げることができたと考える。



資料12 発表ボード



資料13 生徒の感想

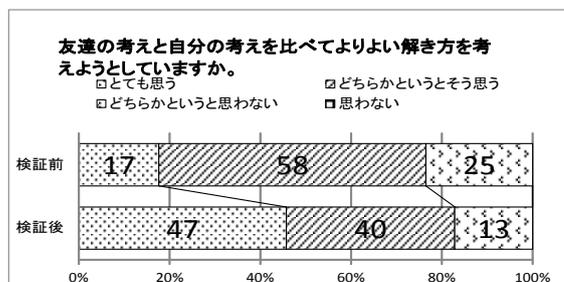


図8 検証前後アンケート

以上のことから、相互交流を通して、根拠をもとに、筋道を立てて、自分の考えを他者にわかりやすく説明し、自分の考えを広げることができる数学的活動を取り入れたことは、数学的な見方・考え方を育むことに有効だと考える。

VI 研究の成果と課題

1 研究の成果

- (1) オープンアプローチによる学びは、生徒の多様な考えを引き出すことができ、数学的な見方・考え方を育むことができた。
- (2) 相互交流を通して、自分の考えを他者にわかりやすく説明し合う数学的活動を取り入れたことにより、数学的な見方・考え方を育むことができた。

2 今後の課題

- (1) 多様な考えを引き出し、思考をさらに深める教師の発問の工夫を図る。
- (2) 数学的な見方・考え方を育むための相互交流のさらなる充実を図る。

〈主な参考文献〉

中央教育審議会 算数・数学ワーキンググループにおける審議のとりまとめ 2016年
 文部科学省 中学校学習指導要領解説数学編 教育出版 2008年
 島田茂 編著 『新訂 算数・数学科のオープンエンドアプローチ～授業改革への新しい提案～』 東洋館出版社 2000年
 青山庸 編著 『多面的にもものを見る力・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～』 明治図書 2004年
 片桐重男 著 『数学的な考え方の具現化と指導～算数・数学科の真の学力向上を目指して～』 明治図書 2004年

