

算数・数学研究部

I 研究主題

児童生徒の思考力・表現力の育成

－説明する活動の充実を通して－

II 主題設定の理由

現在の児童生徒の実態について、学習指導要領解説総則編では、『思考力・判断力・表現力等を問う読解力や記述式問題、知識・技能を活用する問題に課題がある』とされている。このことから、基礎的・基本的な知識・技能の習得と思考力・判断力・表現力等をバランスよく育成することが求められていて、学校教育法第30条第2項においても

生涯にわたり学習する基盤が培われるよう、

①基礎的な知識及び技能を習得させるとともに、

②これらを活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力等その他の能力をはぐくみ、

③主体的に学習に取り組む態度を養うことに、

特に意を用いなければならない。

と『確かな学力』として定義されている。

算数・数学では、学習指導要領解説数学編（P4）において、『算数的活動・数学的活動は、基礎的・基本的な知識・技能を確実に身に付けるとともに、数学的な思考力・表現力を高めたり、算数・数学を学ぶことの楽しさや意義を実感したりするために、重要な役割を果たすもの』とされている。本研究部では、思考力・表現力の育成には、算数的活動・数学的活動の充実が不可欠であると考えた。

算数的活動・数学的活動は多岐に渡る。この活動を実施する際には、言語活動や体験活動を重視した指導が行われることとされている。例えば、数学的活動では、「数や図形の性質などを見いだす活動」と「数学を利用する活動」のそれぞれにおいて、「数学的に説明し伝え合う活動」と相互に関連して行われる。本研究部は、算数的活動・数学的活動の中から、さらに「説明する」活動に焦点をあて取り組むことにした。

以下に、検証のために実践した算数的活動・数学的活動を紹介する。

○小学校第5学年

- | | |
|------------------------------------|-----------------------|
| ・計算の仕方を考え説明する活動 | ・面積の求め方を考え説明する活動 |
| ・合同な図形をいかたり、作ったりする活動 | ・目的に応じて表やグラフを選び活用する活動 |
| ・図形の性質を帰納的に考え説明したり、演繹的に考え説明したりする活動 | |

○中学校第1学年

ア 数や図形の性質などを見いだす活動	既習の数学を基にして、数や図形の性質などを見いだす活動
イ 数学を利用する活動	日常生活で、数学を利用する活動
ウ 数学的に説明し伝え合う活動	数学的な表現を用いて、自分なりに説明し伝え合う活動

また、「説明する」ことについては、文部科学省の言語力育成協力会議は、『ものごとを分かるように工夫して述べること』ととらえている。工夫とは、操作や実験などの具体的な活動、図や表、用語や記号を適切に用いたり、順序立て、対比すること、既習事項と関連付けたりすることなどである。すなわち、自分の考えを他者に受け入れてもらうために自分の考えを理解・整理し、互いの考えを伝え合うことが「説明する」ことであり、この活動を重視することによって思考力・表現力の育成につながると考えた。

これらのことから、研究主題を「児童生徒の思考力・表現力の育成 ー説明する活動の充実を通してー」と設定した。

III 研究の内容

算数・数学研究部では、以下のように算数・数学における言語活動および算数的活動・数学的活動の研究を深めた。

1 研究の方向性

- ①学習指導要領等からの言語活動、算数的活動・数学的活動についての研究
- ②思考力・表現力の育成に向けた研究授業（小学校1校 中学校1校）
- ③効果の検証

2 研究の進め方

(1) 小学校・中学校それぞれ1つの単元を設定する。

小学校：第5学年「図形の角を調べよう」

中学校：第1学年「変化と対応」

(2) 単元全体を通して、算数的活動・数学的活動の場を明記した単元の指導と評価の計画を作成する。(下記に一部抜粋) その際、1時間を通して、算数的活動・数学的活動を行うこともあれば、10分・20分と授業の中の1コマで扱う場合もある。

【指導と評価の計画】 例：小学校第5学年「図形の角を調べよう」

時間	学習活動	評価規準				算数的活動
		算数への 関心・意欲・態度	数学的な 考え方	数量や図形についての 技能	数量や図形についての 知識・理解	
1	<ul style="list-style-type: none"> ・敷き詰められた三角形を基に、三角形の3つの角の大きさのきまりを調べる。 ・三角定規の角の大きさの和を調べる。 	三角形の内角の和に関心をもちいろいろな方法で調べようとしている。			三角形の内角の和は 180° であることを理解している。	三角形を切り取り、敷き詰める活動。
2	<ul style="list-style-type: none"> ・いろいろな三角形について、3つの角の大きさの和が 180° になることを知る。 ・三角形の内角の和が 180° になることを活用して、三角形のいろいろな角度を計算で求める。 		三角形の内角の和を、三角形を敷き詰めたり、三角定規の角の大きさを調べたりすることを通して帰納的に考え、説明している。	計算で三角形の角の大きさを求めることができる。		三角形の内角の和の求め方を帰納的に考え説明する活動。
3 (本時)	<ul style="list-style-type: none"> ・角度をはからずに、四角形の4つの内角の和を求める方法を考える。 ・各自の考えた求め方について発表し、検討する。 		三角形の内角の和を基にして、四角形の内角の和の求め方を演繹的に考え、説明している。		四角形の内角の和は 360° であることを理解している。	四角形の内角の和の求め方を演繹的に考え説明する活動。

(3) 単元前の事前テストと単元終了後の事後テストで効果の検証を行う。

※思考力・表現力の評価を中心に検証を行う。

※中学校では、関心・意欲や知識・技能についても検証を行う。

IV 実践例

1 小学校第5学年 「図形の角（図形の角を調べよう）」

(1) 単元の目標

三角形や四角形の内角の和について、図形の性質として見だし、それを用いて図形を調べたり構成したりすることができるようにする。

(2) 指導と評価の計画（本時のみ）

時間	学習活動	評価規準				算数的活動
		算数への 関心・意欲・態度	数学的な考え方	数量や図形についての 技能	数量や図形についての 知識・理解	
3 (本時)	<ul style="list-style-type: none"> 角度をはからず、四角形の4つの内角の和を求める方法を考える。 各自の考えた求め方について発表し、検討する。 		三角形の内角の和を基にして、四角形の内角の和の求め方を演繹的に考え、説明している。		四角形の内角の和は 360° であることを理解している。	四角形の内角の和の求め方を演繹的に考え説明する活動。

(3) 本時の目標

三角形の内角の和を基にして、四角形の内角の和を三角形に分けて求める方法を考え、説明することができる。 **【数学的な考え方】**

(4) 本時の展開

①前時の振り返り

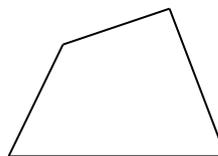
三角形の3つの角の大きさの和は、何度になりますか。

※前時の掲示物を提示し、確認する。

(C) 180° になった。

②本時の問題

問題 四角形の4つの角の大きさの和は
何度になりますか。



※あらかじめ4つの角度が書かれたワークシートを配付する。

(T) まず、計算で求めましょう。

(C) 360° になった。

(T) なぜ、 360° になるのか考えましょう。

③本時の課題（思考力・表現力を育成する場面）

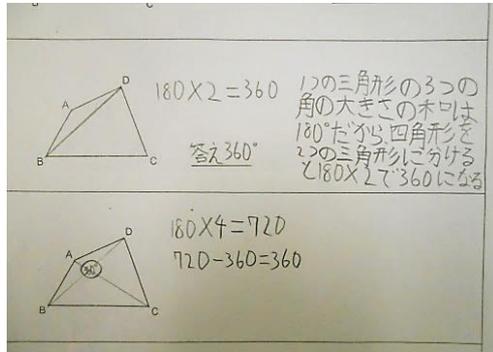
四角形の4つの角の大きさの和の求め方を、いろいろな方法で調べよう。

※図、式、言葉を使って友達に説明できるようにまとめさせる。

④自力解決

(児童の反応例)

- 2つの三角形に分けて考えている。
- 3つの三角形に分けて考えている。
- 対角線ではなく違う線を引いている。
- 切り取ろうとしている。



(課題解決のための支援の方法)

○ 2つの三角形に分け、図、式、言葉を用いて、考えている。
⇒ 他の方法でも考えるように促す。

○ 三角形に分けているが、図または、式のみで表現している。
⇒ 言葉を用いて友達にも分かるように、まとめるように促す。

○ 切り取ろうとしている。
⇒ 4つの角を切り取らせ、一か所に集めさせる。
⇒ 三角形の内角の和を想起させ、四角形を三角形に分ける方法はないか、考えさせる。



⑤話し合い (ペア)

ペアで自分の考えを伝え合う。

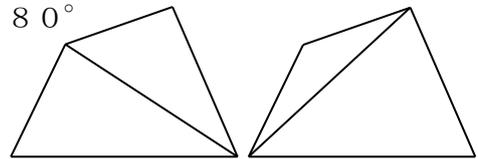
※自分の考えと比較しながら聞くようにさせる。

⑥話し合い (全体)

(C 1) まず、対角線をひいて2つの三角形に分けます。

(T) どうして、三角形に分けたのかな。

(C 1) 三角形の3つの角の大きさの和は 180° からです。そうすると、
 $180 \times 2 = 360$ で、
 360° になります。



(C 2) まず、対角線を2本引いて、4つの三角形に分けます。

三角形の3つの角の大きさの和は 180°

だから、 $180 \times 4 = 720$

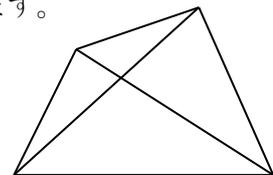
(T) 720° だと必要のない角も含まれていますね。

(C 2) 対角線が交わる点の周りの角が必要ないです。

(T) 必要のない角は何度ですか。

(C 2) 360° です。だから、 360 を引きます。

そうすると、 $720 - 360 = 360$ で、
 360° になります。



⑦確認

自分で作った四角形でも 360° になるか調べてみよう。

⑧まとめ

①どんな四角形でも、4つの角の大きさの和は 360° になる。

②四角形の4つの角の大きさの和は、四角形を三角形に分けて考えれば求めることができる。

2 中学校第1学年 「変化と対応（比例、反比例の利用）」

(1) 単元の目標

具体的な事象の中にあるともなって変わる2つの数量に着目して、比例や反比例の関係を見だし、その変化や対応のようすを考察することを通して理解を深め、利用できるようにする。

(2) 指導と評価の計画（第9時～第14時のみ ※本時は13時間目）

時間	学習活動	評価規準				数学的活動
		数学への 関心・意欲・態度	数学的な 見方・考え方	数学的な 技能	数量や図形などについての 知識・理解	
9	・反比例の関係をみだして式に表したりその変化や対応の様子を表を使って調べたりする。	2つの数量関係から、反比例の関係をみつけようとしている。	2つの数量関係に着目し、変化や対応から反比例の関係をみだすことができる。		反比例、比例定数の意味を理解している。	長方形の面積について、縦と横の長さに着目し、反比例の関係をみだす。
10	・与えられた条件から、反比例の式を求める。 対応表から反比例の関係をみだし、説明する。		対応表から、反比例の関係をみだすことができる。	反比例の関係を式に表すことができる。		
11	・反比例のグラフをかく。	反比例のグラフをかこうとしたり、その特徴を調べたりしようとしている。		反比例のグラフをかくことができる。		
12	・反比例のグラフの特徴をまとめる。		反比例のグラフの特徴をみだすことができる。			反比例のグラフの特徴について、複数のグラフをもとにまとめる。
13 (本時) ・ 14	・比例や反比例の関係をを利用して、身のまわりの問題を解決することができる。		身のまわりの事象について、比例・反比例の見方や考え方を利用して、数学的に説明することができる。			比例・反比例の考えを利用して、身の回りにある問題を解決する。 問題の解決方法について、数学的な表現を用いて説明する。

(3) 本時の目標

身のまわりの事象を比例の見方や考え方を利用して、数学的に説明することができる。

【数学的な見方や考え方】

(4) 本時の展開

①場面の設定

紙の枚数を数えずに1年生分の195枚を用意するにはどんな方法がありますか。

- (C) 紙の重さを測る
- (T) どうして紙の重さを測ると枚数が求められるのか？
- (C) 紙の重さは枚数に比例するから

◎ねらいの提示

「比例の考え方を利用して、身のまわりの問題を解こう。」

②考え方の例示

25枚の紙の重さを測ると80gでした。1年生分の195枚では何gになりますか。

※教科書の解き方をもとにして、教師の発問・指示で考え方を確認する。

(生徒のノート)

枚数 x (枚)	25	195
重さ y (g)	80	?

紙の重さ y (g) は、枚数 x (枚) に比例する。

比例定数を a とすると、 $y = a x$

$x = 25$ のとき、 $y = 80$ だから

$$80 = a \times 25$$

$$a = \frac{16}{5} \quad y = \frac{16}{5} x$$

$$x = 195 \text{ を代入して } y = 624 \quad \text{答え } 624 \text{ g}$$

③適用問題に取り組む

30枚の紙の厚さを測ると3mmでした。1年生195人分では何mmになりますか。

※②の考え方の例示を受けて、条件を変えて適用問題に取り組む。

その際、数量の関係を表にまとめるところまで全体でおこなう。その後、各自で問題を解く。

(生徒のノート)

枚数 x (枚)	30	195
厚さ y (mm)	3	?

紙の厚さ y (mm) は、枚数 x (枚) に比例する。

比例定数を a とすると、 $y = a x$

$x = 30$ のとき、 $y = 3$ だから

$$3 = a \times 30$$

$$a = \frac{1}{10} \quad y = \frac{1}{10} x$$

$$x = 195 \text{ を代入して } y = 19.5 \quad \text{答え } 19.5 \text{ mm}$$

(適用問題の解決のための支援の方法)

○最初の「 $\bigcirc\bigcirc$ は $\times\times$ に比例する」が書けない。

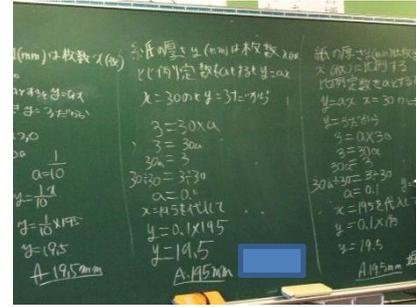
⇒考え方の例示で扱った「重さ」の場合を参考にするように助言する。

○「 $30 = a \times 3$ 」と代入を間違えている。
⇒ $y = a x$ と代入する数値とを確認する。

○「 $a = 10$ 」になった
⇒わり算を見直すように指示する。

○「 $y = \frac{1}{10} x$ 」で止まっている。
⇒求めるものの確認をする。

(発表)



④本時の課題 (数学的な思考力・表現力を育成する場面)

課題 厚さが一定のアルミ板から、下の図の2つの形を切り取りました。

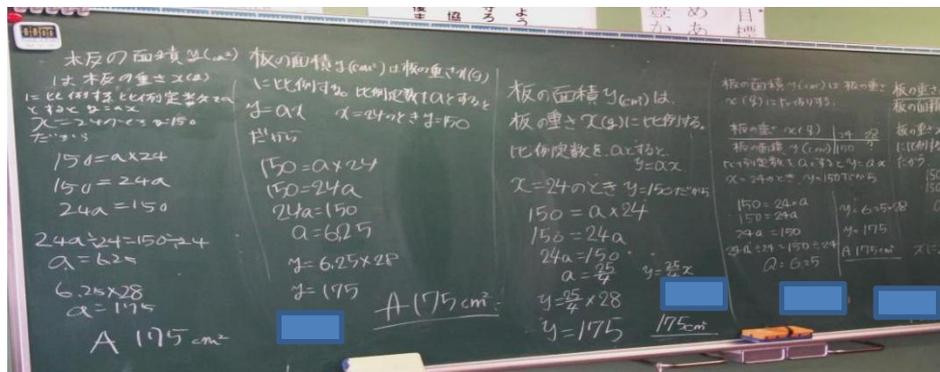
(ア) (イ) 愛知県

(ア) の板の重さが 24 g のとき、(イ) の板の重さが 28 g のとき、(イ) の板の面積はいくつになりますか。比例を利用して求めなさい。

※②考え方の例示、③適用問題の流れをもとにして、各自で課題の解決に取り組む。

(生徒のノート)		(課題解決のための支援の方法)	
重さ x (g)	24	28	○式と答えが書かれているが、比例する関係などの言葉がない。 ⇒先の課題や問題の説明の型を参考に組み合わせるように助言する。 ○式は立てられたが、答えを求めることができない。 ⇒先の課題や問題の計算と手順は同じであることを伝える。 ○ともなって変わる数量を間違えている。(例：縦と横という間違い) ⇒わかっていることや求めるものは何かを確認する。 ○問題を理解することができない。 ⇒本時の授業で取り組んだことは何かを確認する。条件を表にまとめたことを想起させる。
面積 y (cm ²)	150	?	
板の面積 y (cm ²) は、重さ x (g) に比例する。 比例定数を a とすると、 $y = ax$ $x = 24$ のとき、 $y = 150$ だから $150 = a \times 24$ $a = \frac{25}{4}$ $y = \frac{25}{4}x$ $x = 28$ を代入して $y = 175$ 答え 175 cm²			

(発表)



⑤まとめ

ともなって変わる2つの数量について、比例の関係を利用すると具体的な事象を解決することができる。

V 検証の結果と分析

1 小学校における検証の結果と分析

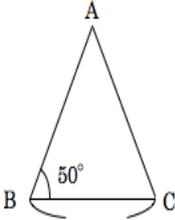
今回の取り組みにおける効果の検証として、思考力・表現力の観点で実施した。その際、「説明する力」の変容を比較検証するために、事前テストと事後テストの内容を変えて行った。

(1) 結果

①事前テスト

【テスト内容】

右の図の二等辺三角形ABCと合同な三角形をかきます。この図を見て、まみさんは次のように言いました。



まみさんの言っていることは、正しいですか。正しくないですか。どちらかに○をつけ、そのわけも説明しましょう。

答え まみさんの言っていることは (正しい ・ 正しくない)

わけ

【判定基準】

- A…二等辺三角形の性質に着目して、合同な三角形がかけられることを論理的に説明している。
- B…二等辺三角形の性質に着目して、説明している。
- C…説明が書けていない。書けていても誤答である。

【事前テストのA判定の例】

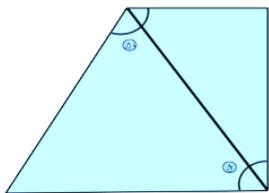
答え まみさんの言っていることは (正しい ・ 正しくない)

わけ 角Bが50度なら、角Cも50度だから、50度をはかて線をひけば、二等辺三角形になるから。

②事後テスト

【テスト内容】

右の図のように、正三角形と直角三角形を組み合わせてできた(か)と(き)の角度の和を、下のような式で求めました。考え方を説明しましょう、

$$360 - (60 + 90) = 210$$


わけ

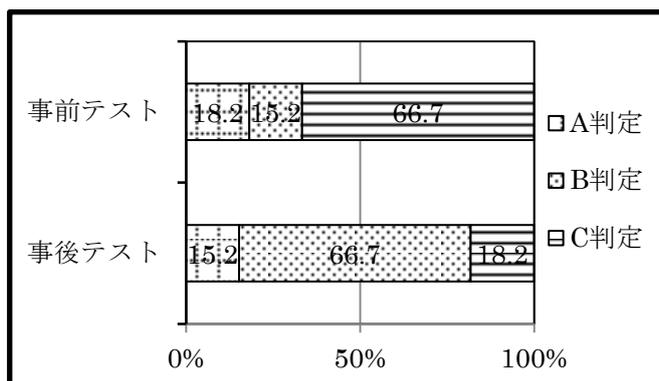
【判定基準】

- A…四角形の内角の和の求め方を演繹的に考え、正三角形と直角三角形の特徴に着目して、説明している。
- B…正三角形と直角三角形の特徴に着目して、説明している。
- C…説明が書けていない。書けていても誤答である。

(2) 分析

事前テストと事後テストの結果をグラフで見ると、A判定の児童数は18.2%→15.2%と数値がやや下がった。しかし、B判定の児童に注目すると、15.2%→66.7%と大幅に増加するとともに、C判定の児童では66.7%→18.2%と大幅に減少した。テストが

【結果】



異なる内容ということもあり一概には言えないが、思考力・表現力という視点で考えると、今回の取り組みは、C判定の児童をB判定へ上げる手立てとしては効果が得られた。

2 中学校における検証の結果と分析

中学校では、今回の取り組みにおける効果の検証として、①基本的知識や理解、②思考力・表現力の2つの観点で、単元の事前テストと事後テストを実施し、比較検証を行った。

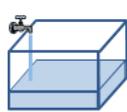
(1) 結果

①基本的な知識や理解

比例分野の問題（大問1(1)表の完成、(2)計算、(3)説明、(4)式、(5)グラフ）を基本的知識や理解の確認のため、事前、事後テストとして実施した。

【テスト内容】

1. 右の図のような水そうに、水を入れていくと、1分間に2cmの割合で水面が高くなっていきます。このとき、次の問いに答えなさい。



(1) 水を入れはじめからの時間(分)と水そうの底から水面までの高さ(cm)の対応する値を、下の表に書きなさい。

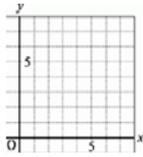
時間 X (分)	0	1	2	3	4	5
高さ Y (cm)	0	2				

(2) 時間が10分のときの高さを求めなさい。

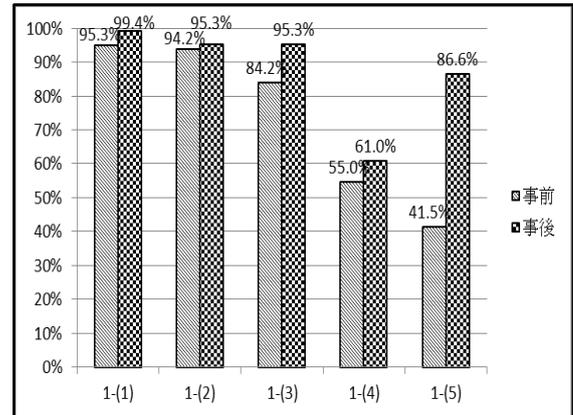
(3) 水をいれる時間と水の高さの関係から気づいたことを書きなさい。

(4) 時間を X (分)、水の高さを Y (cm) として、 X と Y の関係を、式で表しなさい。

(5) (4) の式のグラフを、下のグラフに書きなさい。



【テスト結果】



②思考力・表現力

思考力・表現力の確認のため、事前、事後テストとして実施した。

【テスト内容】

厚さが一定のアルミの板から、 $10\text{cm} \times 20\text{cm}$ の(ア)の板と、地図から切り取った埼玉県の形の(イ)の板を切り取りました。

(ア) アルミ板  (イ) 埼玉県 

(ア)の板の重さが 100g 、(イ)の板の重さが 475g とき、埼玉県の板のおよその面積は何 cm^2 になりますか。面積と、なぜその方法が使えるか、の理由を書きなさい。

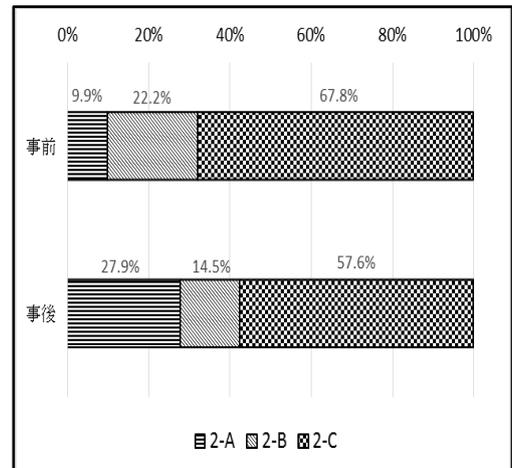
【面積】
約 _____ cm^2

【理由】

【判定基準】

- A…正答で理由（比例の関係）が説明できている。
 B…正答で答えのみ。または、誤答で説明が正しい。
 C…誤答で説明なし。または、説明の誤り。

【テスト結果】



(2) 分析

①基本的な知識や理解

基本的な知識や理解を問う問題での事前テストと事後テストを比較すると、正答率は(1)～(5)のすべての小問題で伸びが見られる。特に、(3)の説明の問題は84.2%→95.3%、(5)のグラフの問題は41.5%→86.6%と大きく伸びており、表現力が向上したことがわかる。以上より、思考力・表現力を育成する数学的活動の取り組みが、基本的な知識や理解の向上に一定の効果をあげた。

②思考力・表現力

思考力・表現力を問う問題では、A判定が9.9%→27.9%へと大幅に増加した。また、B判定は22.2%→14.5%に減少したものの、C判定が67.8%→57.6%に減少した。これより、数学的活動を取り入れた単元の実施が、B判定の生徒およびC判定の生徒を上位に押し上げ、思考力・表現力の向上に効果をあげた。

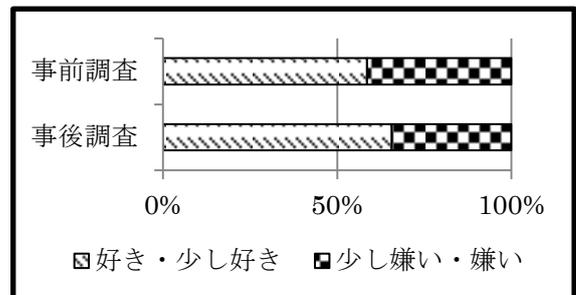
VI まとめと課題

「児童生徒の思考力・表現力の育成」という研究主題を設定し、思考力・表現力の育成について、算数的活動・数学的活動の「説明すること」を焦点化し取り組んだ成果として、

①事前テストと事後テストにおける思考力・表現力に関する項目の数値の上昇

②中学校では、事前テストと事後テストにおける知識・理解に関する項目の数値の上昇という結果を得ることができた。この結果から、基礎的・基本的な知識・技能の習得と思考力・判断力・表現力等をバランスよく育成するためには、算数的活動・数学的活動を算数・数学の授業に必ず位置づけ、充実させることが有効な方策の1つであることがわかった。思考力を育成する課題を設定し、算数的活動・数学的活動を充実させながら、その課題を解決することを通して、思考力・表現力の育成がより一層図られるからであると考えられる。

また、算数的活動・数学的活動を充実させる前と充実させた後での児童生徒の関心・意欲・態度の面の変容についても調査した。中学校では、右のグラフのように、「数学が好き・少し好き」の割合が、事前調査の58%から66%に上昇した。また、小学校においても調査を実施した結果、中学校と同様、58%から72%に上昇した。これは、教師自身の算数的活動・数学的活動を充実させるための指導法の改善が図られたことによって、児童生徒の算数・数学に対する意識面の向上が図られたと考えられる。



課題としては、算数的活動・数学的活動では、思考力・表現力の育成に一定の成果が得られた一方で、小学校では、事後テストにおいてもA判定の児童の割合が増加しない点や、中学校では事後テストにおいてもC判定の生徒が依然として多いという点が挙げられる。1単元と限られた期間という制限があることも考えられるが、個に応じた支援の充実に課題があると考えられる。今後は、この部分を更なる課題とし、指導計画の見直しや一人一人の児童生徒に対する指導法、支援策の改善などの研究を深めていきたい。