論理的な思考力・表現力を高める中学校数学科の指導の在り方（第二年次）
－記述表現活動を効果的に位置付けた協働学習を通して－

長期研究員　佐 藤　智 哉

≪研究の要旨≫

全国学力・学習状況調査の結果分析等から，本県の生徒には「根拠を示しながら数学的に表現する力」に課題があることが分かった。そこで，本研究では，学習課題に対する自分の考えをまとめ表現する場，協働学習を通して説明し伝え合う場，思考過程を振り返り表現し直す場の各段階において記述表現活動を効果的に位置付けることで，論理的な思考力・表現力を高める指導の有効性を検証した。

Ⅰ　研究の趣旨

「ＰＩＳＡ調査」により，思考力・判断力・表現力等を問う読解力や記述式問題，知識や技能を活用する問題に課題があることが指摘された。そのため，学習指導要領において中学校数学科の目標が改善され，数学科の指導は，「基礎的・基本的な知識及び技能を習得し，それらを活用して問題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力等を育む必要がある」とされている。また，全国学力・学習状況調査では，事柄や事実，方法，理由に関する説明の問題が出題され，根拠を示しながら数学的に表現する力が問われている。しかし，本県の生徒は，どの問題においても正答率は低く，無解答率も高い。思考力・表現力の育成が叫ばれている中，課題が改善されていないのが現状である。この現状を受け，昨年度の研究では，課題解決の様々な場面において記述表現活動を位置付けた。自分の考えを可視化し，思考過程を振り返ることで，思考力・表現力の育成にある程度の効果を得ることができた。しかし，記述内容は，あくまでも自分なりの表現にとどまっていた。現行学習指導要領で重視されている「数学的活動」の一つである数学的に説明し伝え合う活動においては，第１学年では「自分なりに」説明することに重点を置き，第２，３学年では「根拠を明らかにし筋道立てて」説明するところまでを視野に入れた質的な高まりが期待されている。そこで，本年度は，第２学年を対象として実践を行い，言葉や数，式，図，表，グラフを相互に関連付け，根拠が明確で筋道立った表現，いわゆる論理的な表現ができるようになることをめざした。そのために，問題解決の学習過程において，生徒が学習課題に対する自分の考えをまとめ表現する場，協働学習を通して，説明し伝え合う中で考えを広めたり深めたりする場，思考過程を振り返り表現し直す場を設定する。その中に，記述表現活動を効果的に位置付けていくことで，論理的な思考力・表現力を高めることができると考え，本主題を設定した。

Ⅱ　研究の概要

１　研究仮説

数学科の学習指導において，以下の視点に基づいて，授業を構成することで，生徒の論理的な思考力・表現力を高めることができるであろう。

【視点１】 自分の考えを可視化し，協働学習の活性化につなげる工夫

【視点２】 記述表現活動を効果的に位置付けた協働学習の場の設定

【視点３】 思考・表現を振り返る自己評価の工夫

２　研究の内容

(1) 三つの視点に基づいた授業構想

論理的な思考力・表現力の育成につなげるため，本研究では，上記の三つの視点に基づき，各段階に記述表現活動を位置付けた授業を構想した（**図１**）。

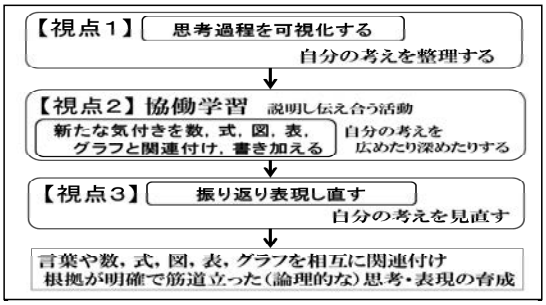

図１　三つの視点に基づいた授業構想の流れ

(2) 視点１について

協働学習が充実するためには，生徒一人一人が自分の考えをもつことが大切である。そのために課題設定を工夫した。問題解決の結果を提示し「なぜ，そうなるのか」と問うたり，選択肢を提示し「なぜ，その選択肢を選んだのか」と問うたりするなど，根拠を問うような課題を設定することで，生徒がより明確に自分の考えをもち，他者に伝えたいという意欲につながると考えた。また，言葉や数，式，図，表，グラフを関連付けて自由に記述表現できるように学習プリントを作成した。思考過程を可視化することで，思考が整理され，整理されたものを基

に説明することで，より分かりやすい説明になり，協働学習の活性化につながると考えた。

(3) 視点２について

協働学習の場を設定し,説明し伝え合う活動を行った。他者から理由を問われることで根拠が明確になり，他者に分かりやすく伝えるためには，筋道立てて説明する必要性が生まれるなど，論理的思考力・表現力を高めるためには，大切な活動である。また，他者と比較検討することで得た新たな気付きを書き加える活動を位置付けた。このことにより,自分の考えを再認識するとともに,可視化することで後に振り返り，自分の考えをさらに広げたり深めたりできると考えた。

(4) 視点３について

協働学習後，個に戻し，記述したものを振り返らせ，表現し直す活動を位置付けた。表現し直すことで根拠が明確で洗練された表現につながると考えた。授業の最後に表現し直したものを自己評価票を用いてチェックさせた。自己評価票はチェックポイントを設け，振り返りながら論理的に思考・表現していけるように工夫した。継続して自己評価票を活用することで，論理的に表現する力の高まりを実感させることができると考えた。また，授業前に自己評価票を作成することで，生徒から引き出したい考えや表現，身に付けさせたい力を明確にして授業に臨むことができる。

３　授業の実際と考察

(1) 授業実践単元等について

研究対象	中学校第２学年　104名（４クラス）	
実 践 Ⅰ	「式の計算」文字式の利用	６時間
実 践 Ⅱ	「１次関数」１次関数の利用	７時間

(2) 実践Ⅰ　文字式の利用　（５／６時間）

次のような問題を提示した（**図２**）。

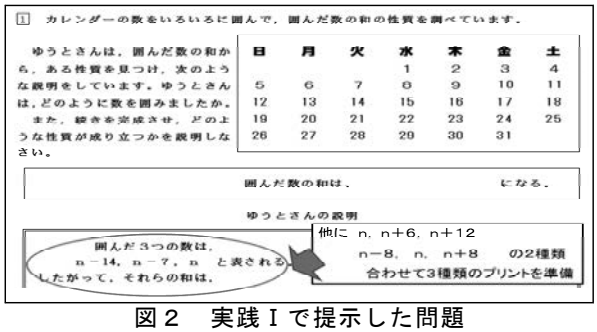

図２　実践Ⅰで提示した問題

囲んだ三つの数を表す式と途中までの説明を示した。式を基に，どのように囲み，和にどのような性質があるかを考えさせ，説明の続きを記述させた。学習形態は，１グループ３人編成とし，ジグソー法を参考にしたグループ学習を行った。まずは，グループ内でＡ～Ｃから，一人一つ分担して，考えさせた。

Ａ：ｎ－14，	ｎ－７，	ｎ
Ｂ：ｎ，	ｎ＋６，	ｎ＋12
Ｃ：ｎ－８，	ｎ，	ｎ＋８

生徒は，具体的な数で考え，数を囲み，和が３の倍数になることを帰納的に見いだしていた。「△△は○○になる」と命題の形で書かせることで，前提と結論を意識させて説明の続きを記述させた。次に，同じ式について考えた生徒同士が集まり，思考過程を共有した。説明し伝え合う活動では，「３×（整数）の形で表されるから３の倍数になる」と既習事項を根拠に説明していた。自分の考えをもてなかった生徒も，他者の説明を聞いて内容を理解し，新たな気付きを書き加えていた。そして，書き加えたものを参考に，元の班に戻り説明させた。思考過程を共有したことで自信をもち，前提，根拠，結論と筋道立てた説明をしていた。「真ん中の数をｎとした方が説明しやすい」と真ん中の数を文字で表すよさに気付く生徒もいた。説明し伝え合う場が，考えを広めたり深めたりする場になったことが分かる。その後，記述したものを振り返りまとめさせ，適用問題として，十字型に囲った数の和の性質を見いだし,説明する問題を行った。多くの生徒が，具体的な数で考え，十字型に囲み，帰納的に「その和が５の倍数になる」という性質を見付け，言葉や数と式を相互に関連付け筋道立った説明をしていた。「まず」「次に」「根拠」「結論」のポイントを設けた自己評価票を配付し，チェックさせた（**図３**）。生徒からは「次はＡをめざして頑張りたい」「自己評価することで，説明の仕方が分かってきた」など，次への意欲へのつながりや，自己評価票を参考として筋道立った表現が身に付いている様子が見られた。

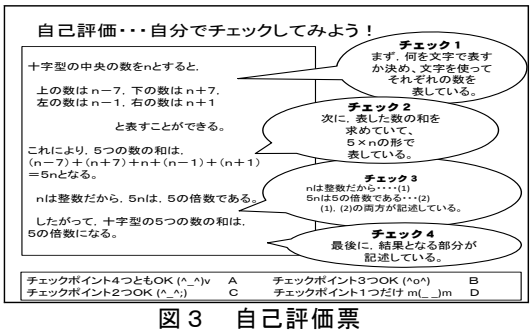

図３　自己評価票

(3) 実践Ⅱ　１次関数の利用（５／７時間）

右のような問題を提示した（**図４**）。どのグラフが正しいのかを選び，変化する数量の特徴をグラフに即

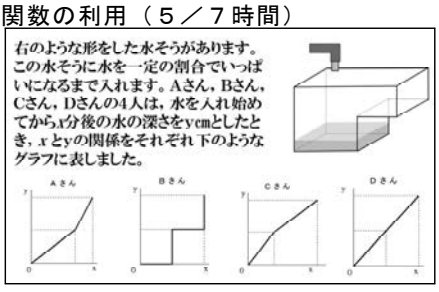

図４　実践Ⅱで提示した問題

して解釈し，正しい理由と正しくない理由を考えさせた。正しくない理由についても考えさせることで，反証的な考えや表現を引き出すことができると考えた。水槽の形の変化により，時間と水の深さの関係がどのように変化し，その様子がグラフのどの部分に表れているかを記述させた。グラフと事象を関連付けながら，根拠を示し相手に伝わるように工夫した記述が見られた（**図５**）。

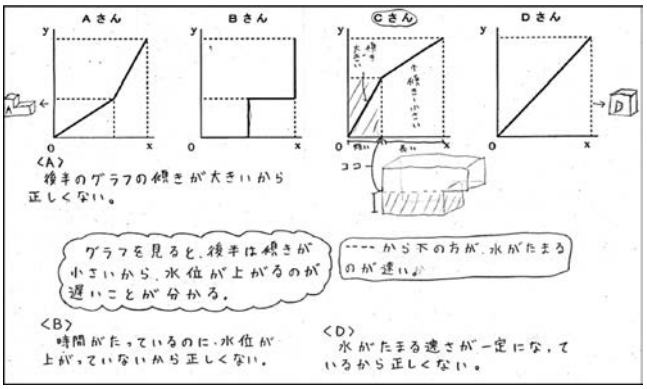

図５　相手意識をもって工夫した記述

これは，自分の考えを記述した後に協働学習を行う授業を継続して行った成果であると考えられる。また，正しくないグラフであれば，どのような水槽になるのかを考え記述する生徒もおり，思考を発展させ深めている様子もうかがえた。なお，自分の考えを記述できない生徒には，次のように個別に支援した。

Ｔ：「正しくないと思うものはどれ？」
Ｓ：「Ｄさんかな・・・」
Ｔ：「どうして，そう思うの？」
Ｓ：「グラフがまっすぐだから。」
Ｔ：「いいところに気付いたね。書いてみたら。」

生徒が自分で気付いたことだけでも記述させる意識をもたせた。次に，４，５人のグループを作り，説明し伝え合う活動を行った。どのグラフが正しいのか，また，正しい，正しくないと言える根拠は何なのかを，変化する数量の特徴とグラフを関連付けながら説明させた。「水槽の形の変化」「水位が上がる速さの違い」「グラフの傾き」を関連付け，説明するグループが多く見られた。他者との考えの比較検討から得た新たな気付きを書き加えている姿も見られた。さらに，話すだけでは思考が整理されないため，記述を振り返り，表現し直す場を設けた。その結果，多くの生徒が「水槽の水面の面積が途中から大きくなるので，グラフの傾きは途中から小さくなるＣさんのグラフが正しい」と，事象の変化とグラフを関連付け「グラフの傾き」を根拠に，洗練された表現でまとめていた（**図６**）。

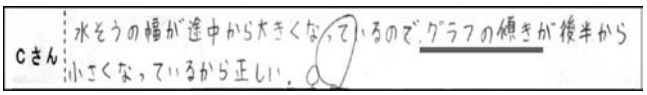

図６　実践Ⅱ生徒の記述

Ⅲ　研究のまとめ

１　研究の成果

(1) 事後テストの結果分析より

実践Ⅰ終了後，福島県で実施している「定着確認シート」から授業実践に関わる問題を取り上げ，事後テストを行った。正答率は，すべての問題でサンプル校を上回った。特に，成り立つ理由を説明する記述式問題の正答率はサンプル校を11.1ポイント上回る結果となった（**図７**）。実践Ⅱ終了後の事後テストは，全国学力・学習状況調査問題を用いて行った。正答率は，全国平均を18ポイント上回り，その記述内容を見ても，根拠が明確で筋道立った表現が身に付いていることがうかがえる（**図８**）。

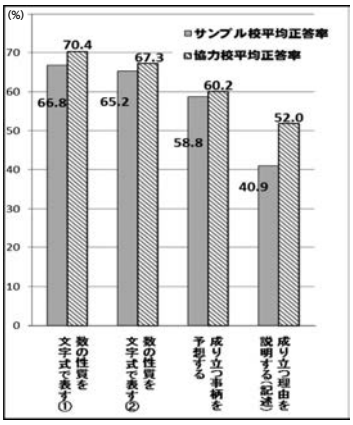

図７　実践Ⅰの事後テスト

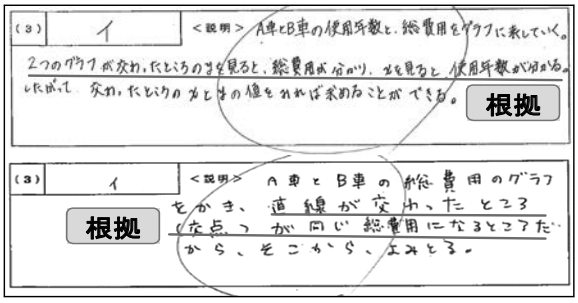

図８　実践Ⅱの事後テスト

(2) 意識調査の結果分析より

「相手に伝わるように，順序や組立てを工夫して書いていますか」という質問に肯定的な解答をした生徒は実践前の63％から76％に，「言葉や数、式，図，表，グラフなどを用いて，分かりやすく説明する工夫をしていますか」という質問も52％から77％になった。より分かりやすく伝えるために，言葉や数，式，図，表，グラフを相互に関連付け，それを根拠に筋道立った表現をしようと意識して取り組んだ結果であると分析できる。また，「話すだけではなく，自分の考えを書くことによって考えがまとまった」など，記述することの有用性を感じている生徒もいた。

２　今後の課題

協働学習の場で，教師が意図したほど深まらない場面があった。他者の考えに疑問をもち質問するなど，批判的思考力の育成を図っていきたい。また，論理的に記述する力が十分に身に付かなかった生徒もいた。生徒の実態に即して，どの段階でどのような記述表現活動を位置付けることがより効果的であるかを模索していきたい。