

[算数・数学]

「活用力」を育成する問題解決的な学習指導

ー「資料の活用」学習で、PPDACサイクルを取り入れてー

堀口 晃一*

1 研究の目的

平成24年度より、新しい学習指導要領が実施された。学習指導要領の中学校数学科の目標として「数学的活動を通して、数量や図形などに関する基礎的な概念や原理・法則についての理解を深め、数学的な表現や処理の仕方を習得し、事象を数理的に考察し表現する能力を高めるとともに、数学的活動の楽しさや数学のよさを実感し、それらを活用して考えたり判断したりしようとする態度を育てる。」とある。今回の学習指導要領の改訂に伴い、特徴の一つとして「活用力」の育成が大きなテーマとなっている。これは、数学的活動において「活用力」を育成することが、「思考力・判断力・表現力を育む」ことに直結しているからである。

一方、新潟市教育委員会が目指す、「新潟市の授業づくり」においては、次の5つの視点が重視されている。①ねらいを明確にし、事実に基づいて達成状況を評価する。②教材と向き合い、教材の価値や子どもが学ぶ意義をとらえる。③学習への見通しをもたせ、何を学んだか振り返られるようにする。④「人・もの・こと」とのかかわりを重視し、問題解決的な学習を展開する。⑤ねらいに合わせた、多様な言語活動を組織する。とある。「新潟市の授業づくり」においても、問題解決的な学習を取り入れ、説明する力を身に付けることを重視している。

では、「資料の活用」領域において、「活用力」をどのように育成していくのか。2008年の中教審答申では、「目的に応じて資料を収集して整理し、その結果から資料の傾向をとらえ説明する」ことをねらいとしており、統計的な考え方の基礎を身に付ける内容になっている。これは、平成元年告示の学習指導要領の「資料の整理」とは、異なる扱いとなっている。単に、データの処理や整理ができるという技能の習得だけでなく、整理した結果を用いて、自分の考えや判断したことを説明する力の育成を目指していくことが必要である。

このねらいを達成するため、本研究は次のことを目的として、問題解決的な学習を実践する。

- (1) 日常生活や社会における問題を取り上げ、目的意識を明確にし、活用力を育成する。
- (2) 大量のデータや複数の情報から必要な資料を適切に取り出し、資料の傾向を的確にとらえ、自分の考えや判断したことを説明する力を育成する。

2 研究の内容

(1) 基本的な考え

「新潟市の温暖化は進んでいるのか？」という課題を設置し、問題解決的な学習を意図的に設定する。ニュージーランドなどで採用されているPPDAC (Problem, Plan, Data, Analysis, Conclusion) サイクルを一つの学習過程として位置づける。

そして、PPDACサイクルを通して学習することが、「なぜ、その資料を取り上げることが必要なのか。」「資料の収集方法は妥当なのか。」「資料をどのように整理したらよいのか。」「資料からどのような傾向を読み取ったらよいのか。」「自分の考えをまとめ、どのように説明するのか。」など、問題解決的な場面を具体化し、「自分の考えや判断したことを説明する力」を高めることに結び付くと考ええる。

(2) 研究の方法

以下に示すコンセプトに基づいて、PPDACサイクルを取り入れる。生徒が、Conclusionに至るまでの学習過程

* 新潟市立白根第一中学校

を段階的に活動していく様子と変容を探る。そして、身近な題材を課題とする問題解決的な学習において「どのように活用が身に付いていくのか。」「資料の傾向をどのようにまとめて説明するのか。」を考察していく。

① Problem（身近な課題の明確化）

課題設定の場面は、生徒にとって身近な課題であることが大切である。本研究では、生徒が生活している「新潟市の温暖化」を調べることに課題を設定する。近年、夏になれば、連日のニュースなどで「最高気温を更新した。」「猛暑日が〇〇日連続で続いている。」「温帯低気圧が本州に張り出したままである。」など、温暖化が進んでいるような報道をよく耳にする。

しかし、それらは、短期的なデータであり、長期的なデータとは結びついていない。生徒は、「その情報だけでは、判断することができない。」「本当に温暖化は進んでいるのか？」と新たなデータを収集することが必要になる。

② Plan（調査のデザイン）

長期的なデータを示すため、新潟市の過去の8月（1991年から2011年までの21年間分）の気温を教師側から提示する。ここでは、あえて大量のデータを提示することにする。それは、データを収集する場合には、目的に応じた「適切で効率的」な資料を獲得できるかが大切だからである。

生徒は、大量のデータを観察し、どの資料を比較していけば適切で効率良く傾向をとらえることができるのかと選んだ資料の妥当性を考察していく。「なぜ、その年代の気温を資料として選んだのか？」という理由を生徒間で、または教師からのアドバイスを参考にしながら、温暖化を比較できる「より適切な資料」を収集することになる。

③ Data（データの整理）

データを収集した後、整理を行う段階である。表やグラフ・代表値を用いて資料の整理を行う場面である。生徒は、度数分布表の階級の幅や代表値の整理の方法などをグループ独自の基準で考察することになる。ここは、度数分布表などの既習事項にとらわれず、生徒独自の分析に沿った表やグラフを作成させたい。

④ Analysis（データの分析）

データの整理後、表やグラフ・代表値などを用いて、資料の傾向を読み取り分析する場面である。資料を活用し、本当に新潟市の温暖化が進んでいるのかどうか、結論を導くために比較可能なデータの分析が進む。

⑤ Conclusion（課題の結論）

新潟市の温暖化が進んでいるのかどうか、分析結果に基づいて理由などをまとめ説明する。問題解決的な学習を意図的に組織するため、PPDACサイクルを用いて活動できるワークシート（ワークシートの形式は、4(2)で述べる。）を配布し、それをもとにレポートを作成する。説明場面では、「手作りポスター」や「OHP」、「プレゼンテーションソフト」など様々な発表形態があるが、生徒のまとめたレポートをそのまま資料として活用できるように、実物投影機を用いることにする。（本研究では、この発表形態の是非についての議論は触れていない。）

一方、分析の結果から導かれた結論が、「本当に正しいのだろうか。」「不足している点はないのか。」「そのような結論は、現実的なのか。」など、分析で不足した点や新しく検証する疑問点、現実社会との比較検討などの課題が生じる。そして、クラス全体でその結論を共有し、それらが新しい問題になり、PPDACサイクルの新たな出発点となるような学習を構成していく。

3 研究の実践

(1) 単元「資料の活用」（全10時間 本時8, 9, 10/10時間）本時までの指導計画

時	項 目	本研究との関連課題
1	度数分布表, ヒストグラム	2011年8月の新潟市の最高気温を度数分布表にまとめよう。
2	ヒストグラム, 度数分布多角形	前時の度数分布表をもとに, ヒストグラム, 度数分布多角形をかこう。
3	相対度数	
4	代表値と散らばり（平均値）	第1時の度数分布表から平均値を求める。
5	代表値と散らばり（中央値, 最頻値）	2011年8月の新潟市の最高気温の中央値, 最頻値を求める。
6	散らばり	2011年8月の新潟市の最高気温の分布の様子を話し合う。
7	近似値	
8～10	新潟市の温暖化は進んでいる？（本時）	

第一時、第二時の項目においては、度数分布表、ヒストグラムなどを用いて資料の整理を行う段階、第四時から第六時までは、代表値を学習する内容である。生徒は、新潟市における2011年8月の31日間の最高気温を度数分布表にまとめたり、代表値を求めることなどの技能を習得する。しかし、この段階では、資料を整理したり、代表値の意味を学習することに重点が置かれ、活用力を育成する段階ではない。なお、相対度数、近似値においては本研究と関連がない方法で学習を行った。

生徒は、資料を「度数分布表やヒストグラムに整理する」方法や「代表値の意味や目的にあった活用方法」を理解したようである。(今回は、度数分布表、ヒストグラムなど、前時までの学習内容は省略する。)

(2) 本時

① 本時の目標

新潟市の温暖化は進んでいるのか？

～過去21年のデータを整理し、自分の考えをまとめよう。～

② 対象生徒

当校中学校1年生68名

③ 授業の実際

「今年の夏は暑かったかどうか憶えていますか？」と問いかける。生徒は、少し間をあげ、今年の夏を思い出しながら「今年の夏は暑かったよね。」と生徒間同士で、会話が飛び交う。

ここで、第1時の資料をもとに、2011年8月の31日間の最高気温を確認する。8月の最高気温で一番高い気温（最大値）は、「8月10日の34.8℃」である。同時に、新潟市の過去の最高気温を紹介する。新潟市の過去の最高気温は、「第1位1978年8月3日の38.5℃」、「第2位1999年8月6日の38.2℃」である。(ポータルサイトg o o天気より)「私たちが生まれる前の方が、気温が高いね。」とある生徒が答える。

すかさず教師は、最近地球の温暖化が進んでいるような情報をよく聞くと、新潟市の温暖化は進んでいるのかどうかをデータをもとに調べよう。」と、本日の課題を設定し過去のデータを配布する。配布した資料は、図1（ポータルサイトg o o天気より）のように1991年から2011年の8月（8月1日から8月31日まで）の新潟市の最高気温と最低気温が記録してある。生徒は、21年間の8月の気温をじっと観察している。1999年8月6日の過去第2位の最高気温38.2℃を見つけた生徒も多かった。

教師は、次のように発問する。「21年間のデータを見て、温暖化は進んでいると思う？」と挙手で人数を確認する。判断材料がない生徒にとって、解答するには困難な質問であるが、以下のように解答が分かれた。

温暖化が進んでいる	進んでいない	わからない
48人	9人	11人

この資料だけでは分析できないと、次の段階に進んで行く。4人を1組としたグループ活動を取り入れ学習を進める。4人の分担を班長、記録係、計算係と三役に分け、課題解決に向けて効率化を図る。

教師は、グループになったところで次のように発問する。「21年間のデータの何を調べて、何が分かればいいのかろう？グループで話し合って、活動を開始しましょう。」と問いかける。生徒からは、「度数分布表にまとめよう。」、「ヒストグラムを作成しよう。」などの意見が出る。

以下は、温暖化が進んでいると結論づけたAグループ、Bグループの活動場面の様子である。

〈Aグループ〉

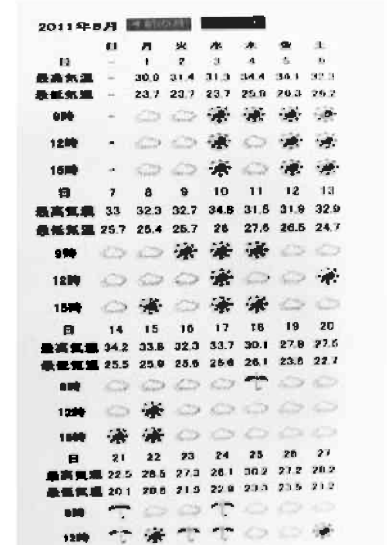
S1：先生がさっき言った最高気温の変化だと、38.5℃、38.2℃、34.8℃と気温が下がっているよ。

きっと、温暖化は進んでいないよ。

S2：でも、その3つの気温だけを比較しても温暖化が進んでいるとは判断できないと思うよ。もっといろいろと調べてみよう。

S3：でも、何を調べればいいのか？先生質問です。どうすればいいですか？

【図1】2011年8月の新潟市の天気



T 1：資料を整理したり，傾向を読み取るために，どのような学習を学んできましたか？もう一度，グループで確認してみましょう。

S 4：度数分布表やヒストグラム，あと代表値も学習したよね。

S 5：21年間のデータから代表値を調べて分析しよう。過去の8月の平均値と中央値と最頻値を調べてみよう。

S 6：でも，最頻値と同じ気温になることはデータからあまりないと思うから，平均値と中央値を調べるほうが良いと思う。

S 7：では，どの年代を比較しよう。

S 8：比較する年代が近すぎると，過去のデータが分析できないし，資料が多すぎてもまとめることが大変だよ。

S 9：今までの学習だと，2つの資料を整理して比較することが多かった。でも，平均値と中央値であれば，3つの資料を比較することもできる。

S 10：均等に10年間隔の1991年と2001年，2011年を比較するのはどう？（電卓を配布。）

S 11：表1のように各年の最高気温の平均値と中央値を求めたよ。

【表1】各年の最高気温の比較

	平均値	中央値
1991年	28.4℃	27.8℃
2001年	31.3℃	31.4℃
2011年	30.7℃	31.3℃

平均値と中央値が同じような値になった。

S 12：各年の値を比べると，2001年が一番高い。これでは，温暖化が進んでいるのか分析できない。どうしよう。先生，どうすればいいですか？

T 2：最高気温だけで，分析した結果をすぐにまとめないで，最低気温も確かめるとどうなるでしょう。

S 13：表2のようになったよ。2011年の平均値と中央値が同じになる。最低気温も平均値と中央値が同じような値になっている。

【表2】各年の最低気温の比較

	平均値	中央値
1991年	21.8℃	22.1℃
2001年	23.1℃	22.9℃
2011年	24.3℃	24.3℃

S 14：よし，これらを比較できるようにレポートをまとめよう。

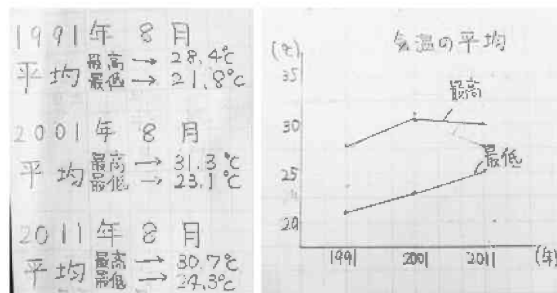
Aグループは，平均値と中央値の値が似ていることを考慮し，図2のように平均値の最高気温と最低気温をレポートにまとめた。

（Aグループのまとめ）

- ・平均値と中央値が同じような値になった。
- ・最低気温の平均は，1991年から2001年の10年間で1.3℃，2001年から2011年の10年間で，更に1.2℃上昇した。
- ・最高気温の平均は，2001年が一番高くなったが，1991年を基準にすると，2001年は2.9℃上昇し，2011年は2.3℃上昇している。
- ・以上から，新潟市の温暖化は進んでいると考えることができる。

一方，発表する場面においては，以下のように説明した。

【図2】Aグループのレポート



まず，私たちは1991年，2001年，2011年の最高気温の平均値と中央値を調べました。すると，平均値と中央値が似た値になることに気がきました。しかし，2001年の最高気温の平均値と中央値が一番高く，これだけでは分析できないと判断したため，各年の最低気温も調べることにしました。やはり，平均値と中央値は似た値になりました。

しかし，最低気温の平均は，1991年から2001年の10年間で1.3℃，2001年から2011年の10年間で，更に1.2℃上昇しています。グラフにすると気温の変化がよく分かりました。そして，最高気温の平均も1991年の気温を基準にすると，2001年は2.9℃上昇し，2011年は2.3℃上昇し，2011年も1991年を基準にすると最高気温が上昇していることに気がきました。

以上のことから，新潟市の温暖化は進んでいると考えることができます。

〈Bグループ〉

Bグループは，1991年と2011年の2つの資料を比較することに決めて活動を進める。最高気温の平均，最低気温の平均，最大値と最小値，そして資料の範囲を比較することで結論を導いている。Bグループは，以下のようにレポートをまとめた。

(Bグループのまとめ)

- ・最高気温の平均は、1991年から2011年の20年間で2.3℃上昇している。最低気温の平均は、1991年から2011年の20年間で2.4℃上昇している。
- ・1991年の最大値は35.6℃、最小値は15.3℃と範囲は、20.3℃である。2011年の最大値は34.8℃、最小値は20.1℃と範囲は14.7℃である。つまり、最大値の差は0.8℃、最小値の差は4.8℃で、2011年のほうが、最小値が高く範囲が小さいので、暖かい日が多かったと予想できる。
- ・以上から、新潟市の温暖化は進んでいると考えることができる。

【図3】Bグループのレポート

最高気温の平均		最低気温の平均	
1991年	28.4℃	1991年	21.9℃
2011年	30.7℃	2011年	24.3℃
範囲(最高値と最低値の差)		最大値&最小値	
1991年	20.3℃	1991年	35.6℃、15.3℃
2011年	14.7℃	2011年	34.8℃、20.1℃
	最高気温の平均	最低気温の平均	範囲
1991年	28.4℃	21.9℃	20.3℃
2011年	30.7℃	24.3℃	14.7℃

一方、発表する場面においては、以下のように説明した。

まず、私たちは、1991年と2011年の最高気温の平均値と最低気温の平均値を求めました。最高気温の平均は、20年間で2.3℃上昇し、最低気温の平均は、2.4℃上昇していることが分かりました。そして、範囲を調べたところ、1991年の最大値は35.6℃、最小値は15.3℃で、範囲は、20.3℃でした。2011年の最大値は34.8℃、最小値は20.1℃と範囲は14.7℃でした。つまり、2011年のほうが、1991年より最小値が高く、範囲が小さいので、暖かい日が多かったと予想しました。

以上のことから、新潟市の温暖化は進んでいると考えることができます。

4 研究結果と考察

(1) 身近な題材の活用について

近年、温室効果ガスの削減やエコカーの普及など、地球温暖化を防止する取組が盛んに行われている。しかし、温暖化は世界規模で深刻な問題となっている。2011年までに、世界の年平均気温は100年あたり約0.68℃、日本においては、100年あたり約1.15℃上昇（気象庁ホームページより）している。生徒は、報道や日頃の学習を通し、そのような問題を耳にし、節電やリサイクル活動に参加したことがあるだろう。しかし、生徒は、それをどのくらい身近な問題として認識しているかは未知である。

今回の題材は、生徒が「今、生きている場所」の調査である。世界規模で、温暖化が問題となっていることを知りつつも、新潟市の温暖化を調べた生徒はいない。更に、導入場面では、今年の夏も暑かったと温暖化を認めつつも、最大値が1978年の38.5℃、1999年の38.2℃、2011年は34.8℃と低くなっていることを取り上げた。生徒の判断基準にも矛盾が生じ、アンケート結果でも、温暖化は進んでいると挙手した生徒は48人と、約6割にとどまっている。最大値が年々低くなっていることで、「もしかしたら新潟市の温暖化は進んでいないのでは。」と疑問を感じながら、「本当に温暖化は進んでいるのか？」と結論を導くため、目的意識をもって問題解決的な学習をスタートさせることができた。

表3は、授業終了後に行った、「新潟市の温暖化は進んでいるかどうか」のアンケート結果である。授業前のアンケートでは、「わからない」と答えた生徒は11人いたのに対し、授業後は0人である。この変容は、新潟市の温暖化について、最高気温や最低気温の代表値などに注目し、温度変化に必要なデータを的確にと

【表3】新潟市の温暖化は進んでいるのか

温暖化が進んでいる	進んでいない	わからない
62人	6人	0人

らえ、自分の結論を導いた成果であると考ええる。なお、「進んでいない」と解答した6名の生徒は、2001年、2005年、2011年の最高気温の平均値（2001年31.3℃、2005年31.0℃、2011年30.7℃）を比較することから、判断した結論である。

(2) PPDACサイクルの成果（AグループとBグループの活動から）

PPDACサイクルを意図的に組織するため、図4のようなワークシートを配布した。始めは、21年間の資料から適当な年を選んで比較すればいいと考える生徒が多かった。しかし、ワークシート1の内容を考察するように支援すると、AグループのS3からS10の話し合い場面のようになり、「平均値と中央値を調べるには3年分のデータが必要で、10年間隔の1991年と2001年と

【図4】ワークシート

新潟市の温暖化を調べよう
～過去21年のデータを整理し自分の考えをまとめよう～
1 どのようにデータを整理するのか考えよう。
(効果的に結果を導くにはどの年を比較すればいいのだろう。)
2 調べたことをわかりやすく整理しよう。
3 わかったことをまとめよう。
4 新潟市の温暖化は、____と考えることができる。

2011年を調べよう。」と、どのグループも、分析する資料のデータから「的確に傾向をとらえることができるのだろうか。」と、話し合いが行われた。

データを分析し整理する際、生徒の推測と結論が異なる場面いくつか遭遇した。Aグループは、S12の発言のように、2001年が一番高いという結果を導く。S12「これでは、温暖化が進んでいるのか分析できない。」とあるように、生徒は温暖化が進んでいると推測したのだが、異なる結論が導かれたということである。更に、別のデータの収集を目指し、最低気温を調べ、最低気温の平均は年々上昇していることを導く。更に、グラフを用いる段階では、1991年を基準にすると最高気温の平均も上昇していることに気付く。これは、P P D A Cサイクル後に新たな疑問が生じ、ProblemからP P D A Cサイクルを再出発させることができた成果であり、既習事項を十分に活用することができたと考えることができる。

一方、導いた結論が「本当に正しいことがらなのか」判断が難しい場面もある。Bグループは、最高気温と最低気温の平均値だけでは的確に判断できないと考えた。更に、資料の最大値と最小値から範囲を求め、その関係から温暖化が進んでいることを説明することに成功している。発表場面では、Aグループ、Bグループを含め、自分たちの考えや判断したことをきちんとまとめて発表することができた生徒が多い（表4より）ようである。しかし、6人の生徒が「あまりできない」と答えている。「データを上手に整理できなかった。」「グループ活動が好きでない。」ということが理由である。個別指導を大切にしながら、100%の生徒が、「だいたいできた」以上になるように日々の授業を大切にしたい。

【表4】発表会ではきちんとまとめて発表することができた

できた	だいたいできた	あまりできない	まったくできない
37人	25人	6人	0人

(3) 生徒の感想より

授業の最後に、気象庁がまとめている世界の年平均気温と日本の年平均気温について紹介した。C子は次のように感想を述べている。「夏の気温が、高くなっている。今年の夏も本当に暑かった。更に気温が上昇すると私たちの未来はどうなるのだろうか。これ以上温暖化が進まないことを願っています。」数学を活用し、結論づけたデータと現実問題を比較した感想である。今後も、問題解決的な学習を実践し、数学を活用する力を身に付け、日常生活や身近な問題を考える学習を行っていきたい。

5 研究の成果と今後の課題

(1) 研究の成果

- ① 身近な題材を課題とする問題解決的な学習を取り入れることは、活用力の育成において効果があった。
- ② P P D A Cサイクルを通し、「資料の傾向を的確にとらえ、自分の考えや判断したことを説明する力」を高め、学級全体で結論を共有することができた。

(2) 今後の課題

- ① 中央値を求めることに時間を消費したり、電卓を用いる際、入力ミスをする場面があった。パソコンによる計算ソフトを導入し、データ処理のスリム化を図る。
- ② 表やグラフに整理する際、「座標軸」を作成し、関数の概念を用いてデータをまとめたグループがあった。Aグループの図2のグラフもそうであるが、気温の変化を直線としてとらえるには、より多くデータを処理する必要がある。本研究では、その議論には触れていない。第二学年の一次関数を活用する学習場面でも、同様の課題を取り上げ、一次関数の関係としてとらえ考察したいと考えている。

引用・参考文献

- 新井仁編 「資料の活用の授業プラン」 明治図書、2009年
 気象庁ホームページ 「世界の年平均気温、日本の年平均気温」
 スティーヴン・トゥールミン編 「議論の技法」 東京図書、2011年
 ポータルサイト goo 天気 「新潟市の過去の天気」
 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
 渡辺美智子 「知識創造社会を支える統計的思考力の育成－アクションに繋がる統計教育への転換－」 日本数学教育学会誌89(7), pp.29～38, 2007年