

算数的活動をもとにした「総合的な学習の時間」教材の実践

村岡恵理¹, 愛木豊彦²

筋道を立てて考える論理的能力や、数学的な見方・考え方の良さに気づき、進んで生活に生かそうとする主体的な学びの態度を養成できるような教材が必要とされている。そこで、次に述べる活動を中心とする授業案を開発し、実践した。まず、既製品を参考にして画用紙からメガホンを作る。次に、いろんなメガホンを用いて音を出し、大きさを測り、「よりよいメガホン」とはどのようなものかを追及する、というものである。本稿では、このような作業的・体験的な活動が願う子ども達の能力の養成に有効であることを実践結果から検証する。また、授業時数が減少した現状において、本教材の「総合的な学習の時間」への展開の可能性についても検討する。

<キーワード> 算数的活動, 展開図, 作業的・体験的な活動, 総合的な学習の時間

1. はじめに

2002年4月から、新学習指導要領が導入され、教育内容は大幅に削減されることとなった。昭和50年代以降、現代化の不備を踏まえてゆとり教育が目指されてきた。さらにこれからはゆとりの中で、基礎・基本となる知識や技能を修得し、主体的に学ぶ姿勢や能力など「生きる力」を育成することが主眼となっていく。算数科においても内容の3割削減などが実施され、基礎的・基本的内容の確実な定着、試行錯誤を重ね困難の解決を目指す能力の育成などが課題となっている。

この現状の中で望む子どもの姿とは次のようであると考え。現在は、インターネットやTVなどによって情報が溢れている。文部科学省は、2005年までに小・中学校の全教室に2台ずつ、インターネットに接続されたコンピュータを導入しようとしている。そこで、我々は、自分に必要な情報を取捨選択することができ、自己の欲する学びを追求し、解決していく力を持つ子どもを育てたいと願う。

願う子どもの姿に迫るために、子ども達の

中に潜む問題解決・学習追求への意欲など「主体的な学び」を引き出す授業教材が必要となる。そのため、剣持・越川[1]や愛木[2]で示された「数理科学の方法が有効である」という提言をもとに、愛木・井上・近藤[3][4]のような実験を中心とする授業実践が行われてきた。本稿では、それらと同様のねらいを持った問題解決的な学習を重視する。学習過程において、子ども達が算数の基礎的・基本的な内容を理解し、さらにそれらを使って考える力を高めることができるようにしたい。そこで、算数的活動に注目し、その一種である具体的な操作活動を伴った、作業的な活動・体験的な活動を中心とする授業を提案する。なぜならば、そのような活動を通して、既習内容をもとに、問題解決したり、新しい考え方や処理を生み出したりすることができると思えたからである。

次節で、小学校学習指導要領[5]と黒澤[6]をもとに、算数的活動の分類や意義について述べる。3節において、開発した授業内容を提案する。4節では、授業の算数的ねらい、5

¹岐阜大学大学院教育学研究科

²岐阜大学教育学部

節では、この授業を通して養いたい子どもの能力、6節では、この授業の「総合的な学習の時間」への展開の可能性について論述する。次に、本論文の内容に関連する先行研究を紹介する。そして、8節において本実践における子ども達の活動を示し、9節でねらいがどの程度達成できたかを考察する。最終節において、本実践を振り返り、今後の課題について述べる。

2. 算数的活動

[5]では、「数量や図形についての算数的活動を通して、基礎的な知識と技能を身につけ、日常の事象について見通しをもち筋道を立てて考える能力を育てるとともに、活動の楽しさや数理的な処理の良さに気付き、進んで生活に生かそうとする態度を育てる。」ことを算数科の目標としている。

そこから考えられる算数的活動とは、その活動自体に数学的概念、原理、法則などの見方や考え方が含まれているような作業的・体験的な活動である。例えば、子ども達が実験・実測・具体的操作活動などを通して決まりを発見したり、それに気づくことができるような活動、さらに実生活に結びつくような活動などが考えられる。またそのような外的活動だけでなく、思考活動などの内的な活動を主とするものもある。[5]では様々な活動を次のように分類している。

作業的な算数的活動 手や身体などを使って、ものを作るなどの活動

体験的な算数的活動 教室の内外において、各自が実際に行ったり確かめ合ったりする活動
具体物を用いた算数的活動 身の回りにある具体物を用いた活動

調査的な算数的活動 実態や数量などを調査する活動

探求的な算数的活動 概念、性質や解決方法などを見つけたり、つくり出したりする活動

発展的な算数的活動 学習したことを発展的に考える活動

応用的な算数的活動 学習したことを様々な場面に応用する活動

総合的な算数的活動 算数のいろいろな知識、あるいは算数や様々な学習で得た知識などを総合的に用いる活動

さらに、こうした算数的活動を積極的に取り入れることによって、算数の授業は、教師の説明が中心であるものから、児童の主体的な活動が中心となるものへと転換していくであろう、と述べている。

また、黒澤 [7] は「算数的活動」の目的は、「日常の事象について見通しをもち筋道を立てて考える能力」と、「進んで生活に生かそうとする態度」を育てることとしている。つまり「能力」と「態度」を並列的に捉えている。そして「算数的活動」には、それぞれの目標に向けた二つの活動があるとしている。すなわち「日常の事象について見通しを持ち筋道を立てて考える」活動と「進んで生活に生かそうとする」活動である。

このように、算数科の目標表現から得られる活動を黒澤は次のようにまとめている。一つは「日常の事象について見通しを持ち筋道を立てて考える」ことによる「基礎的な知識と技能を身に付ける」活動、すなわち「知識と技能を獲得する活動」である。もう一つは、「活動の楽しさや数理的な処理のよさに気づく」ことによる「発展的」に「学習をさらに進める（進んで生活に生かそうとする）」ような「知識や技能を活用する活動」である。

そして「算数的活動を知識と技能の獲得と活用ととらえると、そこでの「活動」には、期間の長い、ある一定の連続的な「操作」のまとまりがある。そして、その操作の連続をよくみると、算数科の目標に沿った「主体的」で「数学的な高まり」のある創造活動がみられる。」としている。黒澤は更に、「数学的な

高まり」とは子どもの問いが起き、何が問題なのかははっきりしてくるところから始まる」と述べている。「問い」を解決するために、具体的操作（現物実験）が行われ、操作の過程から、子どもの中にさらに「問い」が生まれ、「もっと簡単な方法はないのか」、「いつでも言えないのか」と一般化や明確性、簡潔性を目指す念頭操作（思考実験）へと移っていく。「問い」が連続して「操作」が行われていく過程を経て、表現がより明確になったり、より一般化されたり、統合された方法や意味が作られていく。それが数学的に意味のある、算数教育が目指すところの「数学的な高まり」である。

算数的活動の分類にも研究価値があると思われるが、ここでは黒澤の提言に従い、本論文で紹介する活動を、前述した八つの分類のどれかには特定しない。なぜならば、本教材で扱う活動は、作業的・体験的活動が主であるが、子ども達に具体的操作と念頭操作を繰り返させることで、自らの「問い」を解決するために問題に対して調査的・探求的な算数的活動を行い、そこから発展的・応用的・総合的な内的活動が自発的に生まれると考えるからである。外的活動によって、自発的な内的である算数的活動が発生することで、基礎的知識や技能が獲得され、さらに活用される。そして、算数科の目標とする「能力」と「態度」の育成ができる。よって、望む子どもの姿へと近づくことができると考える。

3. 教材内容

以下に述べる授業を2002年7月の夏休み中の2日間に岐阜県各務原市で行われたノビルサー夏季講座において実践した。

講座名 「がんばれ!!応援団」

実施日 平成14年7月25日、26日

場所 各務原市立中央小学校

参加者 市内の小学5、6年生（23名）

主な授業の流れは次の通りである。

1. 既製のメガホンを見たり触ったりし、展開図を予想する。
2. 予想をもとに画用紙でメガホンを作成する。（いくつ作成してもよい、既製品に近づける工夫をする。）
3. 自分だけのオリジナルメガホンを作成し、作り方をまとめる。
4. グループに分かれ、作成したメガホンを用いて音の大きさ比べの実験を行う。（パソコン、マイクを準備、自分の声で行う。）
5. 比べやすくする方法を考える。
6. どんな実験がしたいかを考え、計画を立て、実験用のメガホンを作成する。
7. 第2回目の実験をする。（条件を同じにするため録音機器を使用する。）
8. 発表会を行う。

3～4人ずつ8班に分け、班ごとに活動を行った。1班に一人ずつ付いた大学生、大学院生が、児童の活動を補助した。メガホンを作る際、必要と思われる材料や道具（画用紙、ペン、ハサミ、紐など）は教室中央に設置した机の上に置き、児童が自分で選んで使用できるようにした。また、実験を行うにあたって、メガホンとマイクとの距離、音の拾い方などの条件はすべて班に任せた。

上で述べた授業は、大きく分けると次の二つの内容からなる。

- 内容① 既製のメガホンをみたり、触ったりするなど具体的操作を通して展開図を予想し、画用紙からメガホンを作り上げる。
- 内容② 作成したメガホンを使って音の大きさを比べ、目的にあった「よりよいメガホン」を作成する。

4. 教材の算数的なねらい
算数は「数と計算」、「量と測定」、「図形」、「数量関係」の四領域からなる。この教材は二つの領域を統合した内容になっている。まず、

「図形」領域における活動を行い、次に「量と測定」領域に関する活動を行う。

本授業のねらいを、算数の領域の面から検討する。[5]で示されている小学校の「図形」領域における主要なねらいは、以下の2点である。

- 作業的・体験的な活動など算数的活動を通して、基本的な平面図形や立体図形について理解できるようにし、図形についての豊かな感覚を育てる。
- 様々な問題解決の場面で図形の定義や図形の性質を活用して、適切に判断したり、的確に表現したり、処理したりできるようにすること。

また、図形の学習を通して論理的な考えの進め方や数学的な考え方の育成を図ることも重要なねらいである。本教材では、以上のような図形に関するねらいにも、留意して作業的・体験的な活動を行いたい。そこで、次の3点に注意することで、図形に関する技能や知識を獲得し、それを活用しようとする数学的な高まりが望めると考える。

- ものの形を認めたり、その特徴を捉えたりすることができる。
- 図形を構成したり、分解したりする見通しをもつことができる。
- 図形を多様な観点からみることができる。

小学校高学年では身の回りの具体物を素材として取扱い、学年が進むにつれて抽象化された図形について取り扱うようになる。空間図形については、第1学年で、身近な立体について観察・分類するなど、ものの形を次第に抽象し、第3学年では、箱の形について観察したり構成したりして図形の構成要素を知る。第6学年では、立体図形として、立方体、直方体、角柱、円柱を取り扱う。中学校（中学校学習指導要領[7]）では、さらに、空間図

形の構成要素に着目し、立体図形を直線や多角形、円などの平面図形の運動によって構成されたものと見る視点を与えたり、空間図形を平面図形に帰着させてとらえたりする。また、具体的な空間図形を考察する場面を通して、その空間図形を理解するために必要な部分を平面状に表現して捉えることを扱う。

内容①においてメガホンを使用する。メガホンは円すいの上部を切り取った図形である。円すいは中学校第1学年で登場し、教科書による円すいの記述は図を指して「このような図形を円すいという」となっている。「円すい」を知らない小学校高学年がメガホンという具体的な空間図形に対して、具体的操作活動・作業的な活動を行うことによって、その構成要素に着目でき、先ほど述べた3点の活動が生み出されると考える。児童は第3学年において、すでに箱を切り開いたり、もう一度組み立てたりという具体的操作活動を通して立体図形は平面図形によって構成されていることを学習済みである。さらに既習事項の円の概念や展開図についての知識も利用することから、基礎・基本の確認にもなる。

次に「量と測定」領域との関わりについて述べる。この領域のおもなねらいは以下のようである。

- 実生活で出会う様々な量について、それらの量の意味と測定についての理解を図り、測定することができる。
- 量の大きさについての感覚を育てる。

[5]では、量についての感覚を豊かにするためには、具体的な問題解決の場面や、作業的・体験的な活動などの中で、目的をもって取り扱うようにすることが大切である、と述べている。今回はメガホンを使って音の大きさを測定する、という体験的な活動を行う。音の大きさを表す単位であるdbを児童は学習していない。子ども達が自分の声や作ったメガホンをういて測定することにより、音の大き

さについての量感を養うことができる。さらに、この活動の目的は、最も大きく聞こえるメガホンを探すのではなく、「よりよいメガホンを見つける」というあいまいなものである。従って、子ども達が目的意識を持って活動にあたらなければ結論を導き出すことができない。子ども達一人一人が、「正確性」、「効率性」、「実用性」、「一般性」など自分の考える「よさ」の観点を明確にし、メガホンの長所・短所、共通点・相違点について考察する必要がある。よって、目的に応じて結果を検討し考えを話し合う場を設定したい。それによって、それぞれが数理的に処理するよさや数学的な表現のよさを感じ、それらを積極的に活用しようとする主体的な学びの姿を生み出すことができる。

5. 授業で養いたい子どもの能力

2節で述べた算数的活動の目的及び、4節で述べた算数的なねらいの双方を踏まえ、本授業におけるねらいを次の三つに設定した。

まず、一つ目は、作業的・体験的な算数的活動を通して既習の学習を活用する能力や態度の育成である。内容①においては、具体物を用いてそれに対して具体的操作を行い、作り上げるという作業的な算数的活動を通して、空間概念の基礎の育成を目指す。空間図形については、中学生で学習する。そこで、身近なメガホンの形に注目し、具体的操作活動（紙をあてる、切り開く、など）を行い、メガホンを作りあげるという作業的な算数的活動を通して空間図形に触れることによって、平面から空間への発展を意識し、中学校での学習へのきっかけになればよいと考える。内容②においては、体験的な活動を通して、既習の学習を生かし、数値化や数理的な処理を行うことによって、そのよさに気づき、進んで活用しようとする態度の育成を目指す。“音の大きさ”をパソコンを使って測定・数値化し、それによって「メガホンのよさ」という、とら

えにくくあいまいなものを比べる方法を考える。音の大きさが何によって変わるのか考えたり、調べたりする活動の過程において、「どうすれば簡単にくらべられるか。」「自分の考える“よさ”を見いだすためには、どんな量に注目すればよいか。」などの「問い」が生まれ、それに対する「操作」を繰り返すことで、数値化や数理的な処理のよさに気づき、既習の学習を生かそうとする態度が育ち、主体的な学びが引き出せる。さらに、数値化したものをグラフや表で表すことで、数量関係領域における「関数の考え」や「統計的な処理」にもつなげていきたい。また、これらの主体的な学びは、班活動を通して一人一人の考えがより深まっていくことによっても導き出されると考える。

二つ目は、試行錯誤を繰り返し、筋道を立てて実験を行い、問題解決する能力の育成である。正解を目指すのではなく、自身の課題を検討し追及するところに重点をおく。これは、「どんなメガホンを作るのか。」「どんなよりよいメガホンを見つけるのか。」といった児童それぞれの目的に応じて、具体的操作活動が伴った作業的な算数的活動を行ったり、実験という体験的な活動を行うことで、その結果を目的に応じて考察し、既習事項を活用して処理・判断を行うといった活動の過程で育成される。なぜならば、一度結果を処理・判断したら終わりなのではなく、そこからまた新たな疑問が生まれ、それを解決する為の方法を考え、さらに作業や実験を繰り返すといった、探求的・応用的な算数的活動が生み出されていくと考えるからである。

最後は、「わかりやすく」表現する能力の育成である。発表の場を設けることによって、自分達の作業や実験の過程を振り返り、又見直し、実験結果や考察などを相手にわかりやすくかつ筋道立てて表現しようとする態度を育てる。発表を聞く相手の立場に立って、結果を取捨選択し、表現内容を工夫する姿勢を

育てる。これが正解だ，というものはなく，自身の課題を検討し追及するところに重点をおいた活動を行ってきたので，その過程や結果を振り返ることは自己評価につながり，さらに他の班の発表を見ることで，さらなる表現能力の育成が図れる。これは，主体的な学び，つまり「生きる力」の養成にもつながる。

6. 「総合的な学習の時間」としての位置づけ

総合的・統合的な学習や，児童・生徒の興味関心に基づいた課題を行うことに対し，戦後，アメリカの占領軍によってもたらされた生活単元学習と同様に，教科としての系統を分断してしまう，との批判もある。その一方で，教科ごとの学習のみでは子どもの知識そのものを分断する危険性もある。算数・数学の内容を体系的に学ぶことは子ども達に基礎・基本となる内容を身に付けるという点において欠くことのできない必要なことである。しかし，基礎・基本は子ども自身が感得しなければ基礎・基本とはなり得ない。つまり，文部科学省の主張する「生きる力」とは，従来のような教え込むことによって身につく知識ではなく，自己が求める知識を探求する姿勢によって身につく力である。そこで，算数・数学においてそのような力を身に付けるために，作業的・体験的な活動は，有効的な手段の一つである。

第2節で述べたように，算数的活動としての作業的・体験的活動を子ども達に数多く経験させたい。そして，作業的・体験的な活動をより有意義なものにするためには，多くの時間をかけたい。なぜならば，時間が短ければ，試行錯誤の機会が少なくなるからである。従って，算数の授業時間が削減された現状では「総合的な学習の時間」の活用は有効な手段の一つである。実際「総合的な学習の時間」は年間で105時間～110時間，ほぼ週3時間とかなり多くの時間数が設けられている。

「総合的な学習の時間」のねらいと算数的活動のねらいとが，一致していることも注目した理由の一つである。

「総合的な学習の時間」のねらいは，次の二つである（[5]）。

- 自ら課題を見付け，自ら学び，自ら考え，主体的に判断し，よりよく問題を解決する資質や能力を育てること。
- 学び方やものの考え方を身に付け，問題の解決や探求活動に主体的，創造的に取り組む態度を育て，自己の生き方を考えることができるようにすること。

ねらいを踏まえて行うべき活動として，“例えば”と次のような課題をあげている。まず国際理解・情報・環境・健康福祉など，さらに，横断的総合的な課題，児童の興味関心に基づく課題，地域や学校の特色に応じた課題と三つの条件をあげている。このような課題に対して子ども達が自ら問題を見つけ，解決を目指し，自己の生き方を考え，さらに自己の学習を発展させていくべきであると述べている。これは，算数科の目指す子どもの姿と一致する。

「総合的な学習の時間」における算数・数学の扱い方は次のようなものが考えられる。（小林[10]）

- (1) 算数・数学を総合的な学習の場に活用する学習
- (2) 総合的な学習の時間で得た事柄を算数・数学の学習の素材として活用する学習
- (3) 算数・数学の教科の領域を統合した総合的な学習
- (4) 他教科や現実世界と合わせて行う横断的な学習

本教材は，課題の設定をいろいろと変えることで，(1)，(3)，(4)のいずれにも当てはまる。小学校高学年では，数理的考察場面において，今までに学習済みの基礎・基本の内容

から必要な知識を取捨選択し、適用し活用する能力の育成を目指したい。また、基礎・基本は、算数・数学の各領域でのみ活用するのではなく、問題解決の為にそれらの知識を統合・選択して使う必要がある。一つの問題の中に、計算・測定・作図があるなど多様な方法が考えられる。さらに、その提示する問題は、日常生活など現実世界や、他教科との関連など、子どもが興味・関心が持て、かつ知識の融合が望めるものがよいと考える。本教材では、具体的操作や作業的な活動・体験的な活動を通してメガホンを作成したり、「メガホンのよさ」を決定する過程で、(1)と言える。また、小学校算数における「図形」領域と「量と測定」領域を統合しているので(3)ともみなせる。夏休み明けに運動会が開催されることから、「よいメガホンを作って運動会でヒーローになる。」という課題を設定したので、(4)と見ることもできる。

7. 先行研究

本教材において、メガホンを作成したり、音の大きさをパソコンに組み込んだソフトによって測定したり、という作業的・体験的な算数的活動を行う。本教材の活動に近いものとしては、井上・近藤・愛木 [8] で、洗剤溶液に溶ける油の量を測定すること(ただし、対象は中学生)を題材としたものがある。ここでは、特に、小学6年生を対象とした白石ほか3名による実践事例(白石 [9])を紹介する。この実践例では、とらえにくい量として風の強さを取り上げ、児童がいろいろな測定の方法を工夫し、数値化することを課題としている。その課題解決の過程を通して、測定の考え方を学び、量に関心を持ち、身の回りのものから独自な量を抽象し、表現したり、測定したりしようとする意欲や態度が育つことを目指している。

子ども達は、扇風機の風の強さを、風車の回転数に数値化したり、一定の距離まで紙く

ずが運ばれる時間を用いるなど様々な方法で数値化し、さらにその値を理想化し、関係について自ら見つけることができた、とまとめている。

このように、作業的・体験的な活動の過程において、様々な方法を子ども達に考えさせることができ、一人一人の考えを十分に生かすことができ、他の算数的活動も自発的に生み出されることから、数理的な処理のよさなどに気づき、それを生かそうとする態度を育てることができる。

8. 子どもの活動

子どもの活動をメガホン作成、2日間にわたる実験、及び発表会に分けて紹介する。

8.1. メガホン作成

メガホン作成は1日目の午前中に行った。ほとんどの子どもは、メガホンと同じ空間図形を平面である画用紙から作りだすことに、興味を覚えると同時に上手いできないことに困難を感じていた。(しかし23名中の2名の児童が即座に扇形を描き始めた。)子ども達の試行錯誤の過程を順番に紹介する。

子ども達の作成方法 (1)

・紙をまるめてテープで止める。その後、余分な部分を切り取る。



図1

図1のように、まず、紙を丸め、そして既製のメガホンにあてて余分なところを切り取ったり、丸めて、つぶしてから先をまっすぐ切り取る、などしていた。その後、長方形のままでは作れないことに気づいた子ども達は次のような手段をとった。

子ども達の作成方法 (2)

- ・図2のような形に画用紙を切り、丸める。

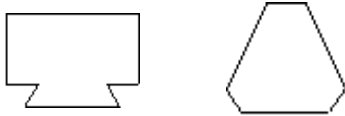


図2

さらに、子ども達は台形や三角形でも作れないことに気がつき、徐々に円や曲線に近づけて作るようになった。

子ども達の作成方法 (3)

- ・図3, 図4のように、円や曲線に画用紙を切って作る。



図3

図3の子どもは、まず画用紙をメガホンのように丸め、その後つぶして先を曲線に切っている。



図4

図4の児童は、最初台形から作ろうとしたのだが、上手くいかなかったので、台形の下底の両端にある角を曲線に切り丸めようとしているところである。そして、最終的に円を描いて、扇形を作った。

2人とも、最初に失敗した後、メガホンをよく観察し、曲線を使って作っている。このように、何人かの子ども達はメガホンを触ったり、紙をメガホンにあてたり、具体的操作を通して扇形に近づけていった。しかし、画用紙を丸めただけで満足してしまった子どもや、どうしても行き詰まってしまった子ども達もいた。そこで、以下の対策を行った。

- ・「紙が重ならないように、ぴたっとくっつけて作れないかな？」などの声かけを行う。
- ・行き詰まってしまった子には、あらかじめ準備しておいた解体可能なメガホンを見せる。

声かけによって、それまでは画用紙を丸め、余分な部分を切り取っていたのだが、作ったメガホンを、もう一度切り開き、その形に注目して作るようになった。

子ども達の作成方法 (4)

- ・紙をまるめてテープでとめ、余分なところを切り取る。もう一度開き、メガホンの先をもう少し滑らかな曲線に切る。

もう一度開いてその形を見ることで、徐々に曲線に近づいていったのだが、中には図5のような作り方をする子どももいた。

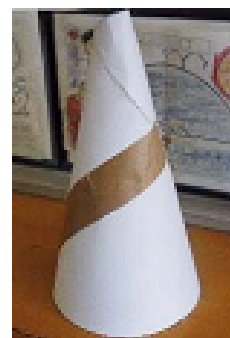


図5

「ぴったりくっつけるように」といわれたので、紙の角（直角）を利用して作成している。(図6参照)

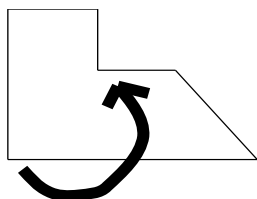


図6

また、二つ目の対策である解体可能なメガホンを見せた後、それを切り開いて画用紙にあて、形を写しとる子ども達が多かった。その写し取った形から扇形だということに気がついていった。ここで、子ども達の最終的に工夫した作りかたを紹介する。

工夫した点

- ・円を描いてさまざまな角度に切る。
- ・細長い画用紙や紐を使って円を描く。
- ・同じ作り方で小さいものを作り、メガホンの口にする。

子ども達は、メガホンを一つ作ってしまうと、さらに自分独自のメガホンを作り始めた。扇形を描こうとすると、コンパスでは小さな円しか描けない。そこで、紐や細長く切った画用紙を使い、一方をピンでとめて固定し、一方に鉛筆やペンをつけてまわして大きな円を描いていた。

メガホンの形に関しては、円を四等分して同じ大きさのものを四つ作る子どももいれば、様々な角度に切って、メガホンの太さを変える子どももいた。また、数人で協力しあい、画用紙を張り合わせて巨大なメガホン（高さ1m50cmほど）を作る子ども達の姿も見られた。既製のメガホンには口がついているので、小さなメガホンを作って口の部分につける工夫をする姿もあった（図7）。

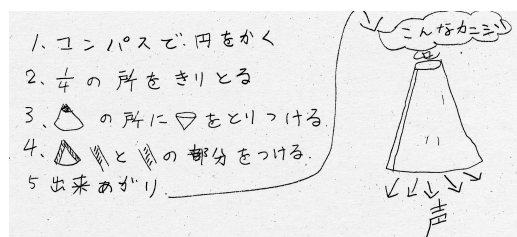


図7

メガホンの口については、メガホンと口をぴったりくっつける為に、学生の力を借りて扇形の弧の長さを計算する子もいた。

8.2. メガホンを使った実験

次にメガホンを使った実験における子ども達の活動について紹介する。ここでは、午前中に個人で作ったメガホンを使って、「よりよいメガホンを見つける」ことを目標に実験を行う。夏休みであったので、運動会も近いため、「よいメガホンを作って運動会でヒーローになろう」と声かけを行った。また、初対面の児童が多いので、「仲間集めゲーム」によってグループ分けをした。全グループ共通の約束は、自分達の作ったメガホンを使うこと、マイクとパソコンを使用して音の大きさを測定すること、の2点である。（ただし、設定がパソコンによって違うため異なるグループ同士での比較は不可能）また、2日目に行う実験ではラジカセを使用することを決めていたのだが、1日目の実験が終わった時点で、いくつかのグループから「声の大きさを同じにしたい。」との声が聞かれた。1日目の実験から、2日目に行った実験の考察までの過程における、実験計画・方法などを表1・表2にまとめた。

| | 第一班 | 第二班 | 第三班 | 第四班 |
|--------|---|---|---|---|
| 実験 | 1日目の午前中に作成したメガホンを使う。 | | | |
| 実験計画画 | ・最初の実験で結果のよかったメガホンをレベルアップ。 声の大きさ・距離に気をつける。 | ・メガホンに口をつけて、小・中・大のメガホンを作る。(半径の長さを変える) | ・『最強のメガホンを探す』 扇形の半径の長さ・角度の大きさを変える。 角度(90°, 180°, 270°, 320°) 半径(18cm, 4cm, 73cm) | ・扇形の角度の大きさを変える。 (80°, 90°, 120°, 150°, 180°) |
| 実験方法 | ・メガホンとマイクの距離を一定にする。 | ・メガホンとマイクの距離を固定する。 ・スピーカーは片方のみ。 | ・スピーカーを片方のみ使う。 | ・スピーカーを片方のみ使う。 |
| 予想 | | ・大きいのがよい。(2人) ・中がよい。(1人) | ・長さが1番長いもの。 ・2番目のものがよい。 | ・90°ぐらい(既製のメガホンと同じぐらい)がよい。 |
| 最終実験結果 | ・大きいほうがよい。 | ・小さいものが一番声大きい。 | ・とにかく長いものがよい。 ・角度は180°がよい。 (両方合わせると結果がよくない) | ・長さを長くしたときは、角度を小さくするとよい。 |
| 考察 | ・メガホンに口をつけて広くするとよい。 とにかく大きい方がいい。 | ・中・大は音が広がってマイクに集まらない。 ・大勢人がいるときは大を使うとよい。 | ・長さを長くしたときは、角度を小さくするとよい。 | ・メガホンの先の大きさは大きければよい。 |

表1

| | 第五班 | 第六班 | 第七班 | 第八班 |
|--------|--|--|---|---|
| 実験 | 1日目の午前中に作成したメガホンを使う。 | | | |
| 実験計画 | ・口なしのメガホンと口ありのメガホンを小・中・大と作る。(半径の長さを変える。) | ・扇形の半径の長さを変える。 (20cm ずつ 20~160cm) | ・角度と大きさを変えて実験する。 角度(90°, 120°, 150°, 180°, 210°) 半径(15cm, 25cm, 35cm) | ・自分の口にあったメガホンを作る。 ・先を大きくし,口の方を小さくする。 |
| 実験方法 | ・スピーカーは片方・両方どちらも測定。距離は一箇所に決めて行う。(最初の実験では三箇所) | ・スピーカーに袋をつけ,メガホンをあてるところに穴をあけてぴったりつける。 ・少し間をあける。 | ・メガホンとマイクの距離を一定にする。 | ・マイクの角度を50°にする。 |
| 予想 | ・メガホンは口がない方がよい。 | ・半径が一番長い物(160cm)が一番よい。 ・100cm がよい。 | ・角度も大きさも大きければ大きいほどよい。 | ・一番大きいものが一番声大きい。 |
| 最終実験結果 | ・口がありでスピーカーを両方使ったときがよい。 | ・160cmのメガホンが一番声が大きくなった。 | ・角度210°が一番よい。 ・大きさ(半径)15cmが一番よい。 ・口の大きさ10cmがよい。 | ・口がついていて小さい方がよい。 |
| 考察 | ・総合順位で口があるほうがよい。 | ・大きいメガホンは持ち運びが大変。小さいメガホンでも大きい声が出る。持ち運びも楽なので小さいものがよい。 | ・角度は大きく,半径は小さく,口は広い方がよい。 | ・口がついてないものはどんなに大きくても数値は低くなる。 |

表2

各グループは、半径や角度を変えたり、口があるもの・ないもので比べるなど、それぞれで条件を設定し実験をしている。条件が同じだが、結果が違ったり、結果が違ってても考察が似ていたり、また、全く違う考察をしているグループもある。例えば一班と二班とでは、結果は反対になっている。また、一班が「よいメガホン」を「口をつけて広くし、とにかく大きいもの」としていることに対し、二班は「中・大は音が広がるので、大勢人がいるときに使うとよい。」としている。三班と七班は同じように、メガホンの展開図である扇形の半径と角度の違いに着目しているが、三班が両方の結果を考慮して「長さを長くするならば、角度を小さくする。」と考察したが、七班は逆に「角度を大きくし、半径を小さく、さらに口は広い方がよい。」としている。このような、グループごとの実験から考察にたどりつくまでの流れを子どもの考えに注目しながら詳しく見ていくことにする。

第一班

実験

A子 「62.75！」

B子 「あ～少なかった。」

学生 「さっき63いったよね。一番小さくなった。」

A子 「おかしい。」

B子 「もう一回やってみる？」

A子 「わかった口が広いからだ。」

学生 「あ～そうか。口が広いから他のとこいくんや。こうやってちゃんとやらんと。」

上は、自分達の作った合計5個のメガホンを使って、実験しているときの会話である。このグループは何回か音の大きさを測定していく過程で、声の大きさが変わってしまわないように、できるだけ大きな声で実験すること、マイクとメガホンの距離を同じにしないと大きさが変わってしまうこと、などに気がつき、実験における条件を設定していった。

実験結果

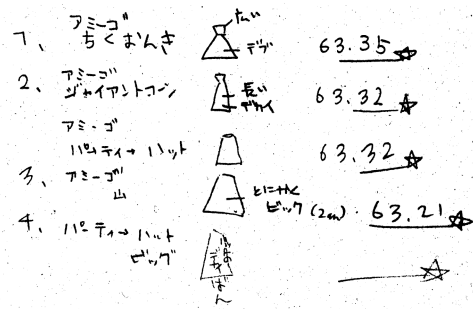


図8

図8が実験結果である。メガホンの大きさは「アミーゴ山」と名づけられたメガホンが、高さ2mと最も大きかったのだが、結果は、口が広くて太い「ちくおんき」が一番音が大きくなった。そこで、子ども達は次の実験計画をたてた。

明日の計画

- アミーゴ山をレベルアップ（改造）。
- ちくおんきをレベルアップ。
- 疲れるので小さい声で同じ音量にし、距離も考える。

「ちくおんき」の結果が良かったのは、口がついているからではないか、と想像した子ども達は、口の大きなもの、口がついていて胴が細いもの、大きくて口をつけるもの、などのメガホンを作っていた。

その後の実験

実験にあたって、

- マイクとメガホンの距離を同じにする。
- ラジカセを使う（声の大きさを同じにする）。

という条件を設定した。図9がその結果の一部である。

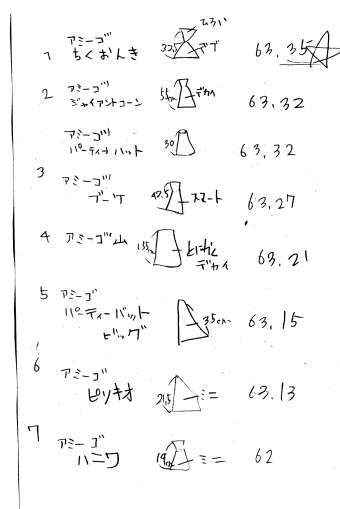


図 9

更に何回か実験を繰り返し、その結果からよいメガホンを次のように決めた。

- (メガホンの) 先を大きくする。
- 口をつけ、広くする。

第二班

実験

午前中にそれぞれが作ったメガホンを使い実験を行う。その結果、メガホンに口がついているものが声が大きく出ることがわかった。

明日の計画

• 小・中・大の口つきのメガホンを作る。
3人のうち、2人が大きいメガホンが最もよく、1人が中がよい、と予想をたてた。その理由として、「メガホンが大きいと声も大きくなる。」「大きすぎても小さすぎてもだめ。」としている。

その後の実験

実験方法としては、メガホンとマイクの距離を固定し、ラジカセの片方のスピーカーはガムテープで隠した。

結果は表3のようになった。このグループは、二回目以降の実験はこのように表を使って見やすくする工夫をしている。

| | D子 | E子 | F子 |
|---|-------|-------|-------|
| 小 | 59.31 | 60.32 | 59.87 |
| 中 | 57.52 | 56.1 | 56.22 |
| 大 | 51.92 | 44.03 | 52.56 |

表 3

全員が中か大が一番大きいと予想したが、結果は意外にも小が一番大きかった。

そこで、子ども達は、「大きすぎると音がもれる。マイクに集まらない」「はばがせまいほうがいい。」「大人数だと大きいほうがよく聞こえる。」など考えた。

第三班

このグループは「最強のメガホンを見つけよう」を目標に実験を行っていた。

実験

メガホンを二つ重ねたり、何人かで同時に声を出し測定するなど、さまざまな方法で測定する。

明日の計画

実験結果から、角度や長さによって声の大きさが変化することに気づき、調べることに決める。児童の予想は、

- 長さが2番目のもの。
- 長さが1番でかいもの。

となった。

その後の実験

実験は、ラジカセのスピーカーを、片方紙で隠して行われた。

長さ 18cm, 48cm, 73cm

角度 90°, 180°, 270°, 320°

のメガホンを作成し、実験する。結果は図10のようになった。

| | | | |
|---|----|-------|-------|
| | 位 | 長さ | 音 |
| 長 | 小 | 18 cm | 45.64 |
| | 中 | 48 cm | 46.17 |
| | 大 | 73 cm | 51.50 |
| 角 | 小 | 90° | 45.64 |
| | 中 | 180° | 47.57 |
| | 大 | 270° | 44.07 |
| | 特大 | 320° | 43.58 |

図 10

ここから、長さは長く、角度は 180° がよい、と考察した。しかし、2つの条件を合わせたメガホンを作り実験を行ってみると、必ずしもよいとはいえない結果がでた。そこで、「長さを大きくしたら角度を小さくすると良い」と予想しもう一度実験を行い、そのメガホンがよいと結論づけた。もっとも長く、更に角度を 45° のメガホンを作り、最高の結果を出している。

第四班

実験

それぞれの作ったメガホンで声の大きさを測定する。

実験結果

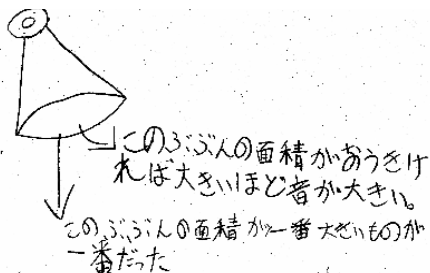


図 11

図 11 にまとめてあるように (メガホンの) 先の部分の面積が一番大きいもの (180°) が最も声が大きくなる、という結果になった。実験結果からは (メガホンの先の) 部分が大きければ大きいほど音が大きいと考えたのだが、1日目の感想では、「一番大きいメガホンが一番いいと思ったけど、一番最初に作った

メガホンが一番だった。」としている。このグループについての学生によると、もう一度実験を行い (記録は残っていない)、「あまり大きすぎてもだめだ。」という結論になった、とのことだ。

明日の計画

- (扇形の) 角度の違うメガホンを作って調べる。

実験予想

- 90° が一番大きい。
- 90° 80° 120° 150° 180° の順になる。
- 90° と 120° が一番大きい。

その後の実験

最初、図 12 のように、スピーカーを二つとも使っていたのだが、途中からスピーカーを一つだけ使うことにした。

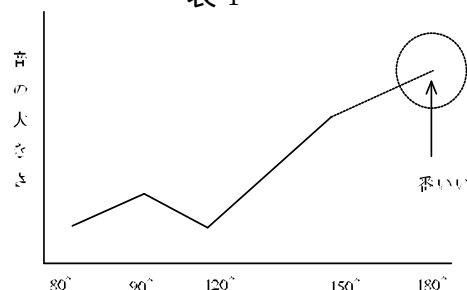


図 12

表 4 グラフ 1 がその結果である。(プリントと発表用模造紙より)

| | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 80° | 120° | 90° | 150° | 180° |
| 60.03 | 60.04 | 60.14 | 60.39 | 60.57 |

表 4



グラフ 1

- 角度が大きいほうが音が大きくなる
- 180°が一番いい

この結果から、角度を大きくすれば大きくなること、また、口の大きさも関係しているのではないかと、など考察を行った。

第五班

実験

マイクからの距離(90cm, 3m64cm, 13m50cm, 44m)と変えて測定し、表をつくる。更に順位をつける。

実験結果

| マイクからの距離 | 名前 | 大きさ | 順位 |
|----------|------|-------|----|
| 90cm | チビ | 47.41 | 1 |
| | E→君 | 42.12 | 2 |
| | メガホン | 36.63 | 4 |
| | 仲君 | 33.48 | 5 |
| | デカ | 38.93 | 3 |
| 3m64cm | チビ | 39.06 | 5 |
| | E→君 | 55.09 | 1 |
| | メガホン | 47.29 | ? |
| | 仲君 | 47.08 | 4 |
| 63cm | デカ | 53.73 | ? |

図 13

図 13 からわかるように、このグループでは、数回の実験結果からよりよいメガホンを見つける方法として、実験ごとに順位をつけ、その順位を足して、総合順位をつけていた。表 5 に結果を整理した。

総合順位

| | | |
|------|-------------|---|
| チビ | 3.2.1.1.→7 | 2 |
| E→君 | 1.1.2.2.→6 | 1 |
| メガホン | 4.4.4.3.→15 | 4 |
| 仲君 | 5.5.5.5.→20 | 5 |
| デカ | 3.4.2.3.→12 | 3 |

表 5

明日の計画

実験で、口がないほうがよいという結果になった。そこで、以下のような計画を立てた。

- 口なしのメガホンを小・中・大と作る。

- 1位のメガホンを参考に作る。

その後の実験

前日のメガホンに改良を加え、7種類のメガホンを作り、それについて口あり・口なし、ラジカセの片方のスピーカーを隠す・隠さないの2点についての実験を行った。さらに、距離を 3m63cm に統一して測定する。

実験結果

前回同様表を作り、順位をつけ、チビ君(小)とE君(中)のデータの比較をしている。その結果

- (チビ君の)口ありでラジカセの片方をおさえずにやった 21.42 の時が一番大きい。
- 口ありのメガホンがよい。

という結果になった。

第六班

実験

それぞれの作ったメガホンだけでなく、既製のメガホンも使って実験を行う。その結果から半径の長さが声の大きさに関係するのでは、と予想を立てる。

明日の計画

- 半径の長さを 20cm ずつ変える。

その後の実験

半径の長さが 20cm から 160cm まで 20cm 刻みでメガホンを作成する。スピーカーに袋をかぶせ、メガホンをあてる所のみ穴をあけて測り、1回目はぴったりつけて、2回目は少し隙間をあけて実験を行った。

結果を棒グラフとしてまとめた。

1回目の実験では、小さいメガホンの結果がよく、2回目では大きなメガホンの方が結果が良かった。そのことについて、子ども

達は、「大きいメガホンも声が出るけど、小さいメガホンでも声が出る。ということは大きいメガホンは最低1人でやらないといけないけど小さいメガホンなら大きい声はもちろん、1人で出来るし持ち運びが簡単なので、大きいメガホンよりは、小さいメガホンがいいということが実験結果からわかった。」と考察した。実験結果そのままではなく、持ち運びや人数という条件に注目して、「よいメガホン」を見つけている。

第七班

実験

自分達の作ったメガホンを用いて実験を行う。そこから、角度・半径が関係していると予想する。さらに、口の大きさも変えてみることにした。

明日の計画

- 長さ 15cm, 35cm
- 角度 90° , 120° , 180° , 210°
- 口の大きさ 3cm, 4cm, 5cm, 9cm

その後の実験

実験を行った結果、

- 大きさ…小さい方
- 角度…大きい方
- 口の大きさ…広い方

(プリントより)

がよい、ということになった。

第八班

実験

このグループは、三人の児童がそれぞれ違う実験の方法をとった。メガホンと、ただ画用紙を丸めただけのものを比べる(図14参照)・自分の声の大きさと比べる・メガホンを逆向きにして測定する、などである。



図14

その結果についての話し合いで、K男は「角度が広いほうがいい。」「狭すぎてもメガホンの意味なくなっちゃう。」「応援するとき是一片にシューとなったらだめな気がする。全体に声が聞こえないと。」と、自分の考えの根拠をはっきりさせ、角度を大きくする方向に向かったが、J男は根拠がないのだが、「幅がちょっと狭いほうがいい。」と主張していた。このように、自分がそう思う根拠を話すことができる子どももいれば、そうでない子もいた。しかし、ともに活動し、話し合っていくうちに自分の考えを話せるようになっていった。

明日の計画

- 自分の口にあったメガホンを作る。
- マイクの角度を 50° にする。

その後の実験

他のグループと違って、マイクの角度やメガホンの角度に注目して実験を行っていた。その結果、小さいメガホン(半径が20.5cm)が最もよいという結果が出た。そのことについて、「調べてみたら、口がついているからだわかった。」「口がついていないのはどんなに大きくても数値は低く出ることがわかった。」と考察している。

8.3. 発表会

2日目の最後に実験結果や考察を発表する会をおこなった。話す相手を念頭において発表会の準備をする子ども達の姿が見られた。

子ども達はどのような発表をすれば効果的か工夫しており、最初に予定していた時間を延長して、原稿作りや発表時に使用する模造紙などの準備を行った。

- 結果を折れ線・棒グラフに表す。
- 表を使って表す。

など、測定した数値をわかりやすく表示しており、更に発表の練習を繰り返し行ったり、クイズ形式にして聞く相手を引き込むような工夫を考えていた。中には、「こうした方がいい。」と意見がぶつかり合う姿も見られた。

発表会では、子ども達は自分達以外の班の発表も真剣に聞いていた。ほぼすべての班が実験を数回行ったので、結果はたくさんあったが、わかりやすくする為にあえて発表する事柄をしぼったグループもあった。さらに他のグループの発表を聞くことによって、「いろんな考えのグループがいる。」と、自分達の活動を振り返る姿も見られた。実験結果は、班ごとに違ったので、「僕ら結果が違うけどいいの？」という困惑のつぶやきや「僕は角度は大きければいいと思っていたけど、大きすぎてもいけないということがわかった。」と違う考えも認める姿が見られた。

9. 考察

5節で掲げた三つのねらいがどの程度達成できたのかを考察する。第一のねらいである「具体的操作を通して既習の学習を活用する能力の育成」について考察する。まず、内容①空間概念の基礎の育成について考える。メガホン作りにはどの子も様々な工夫を凝らしていた。メガホンに紙をあてることで、メガホンの側面の長さ（母線・展開図における扇形の半径）が同じ長さだと気がつく子どもや、台形から徐々に扇形に近づける子どももいた。なかには「扇形」という言葉は知っていても、円の一部分だと気づかない子どももいたが、実際に触ったり、切り開いたりすることによって困

難を解決していた。このように具体的操作活動を伴った作業的な算数的活動を行うことで、子ども達は扇形という平面からメガホンという立体が構成できることが実感できたと考えた。また、コンパスではかけない大きな円も、紐などを使用することによって作図していった。メガホンの作り方をまとめることができた子は13人、円を描いてその一部を切り取ることができた子は大多数であった。自分だけで作る1日目の午前中では、紙を丸めただけであった児童も、グループ活動をすることによって、他の児童の作り方からメガホンの作り方を学ぶことができた。したがって、本授業で扱った操作から、円を描く、展開図を描くなどの既習事項を活用し、さらに、それらを発展させることができたと判断した。

次に内容②における「体験的な活動を通して、既習の学習を生かして数値化や数理的な処理を行うことによって、そのよさに気づき、進んで活用しようとする態度の育成」について考察する。普段数値化したことのない音の大きさを、パソコンを使って測定・数値化することによって、はっきりと違いを表すことで「数値化のよさ」を感じたと考える。また、「メガホンのよさ」は観点によって変わってくる。例えば、持ち運びという「実用性」に着目したグループもあれば、純粋に最も大きな声になる「正確性」に着目したグループもある。目的意識を持って、角度・長さ・持ち運びなどの観点に着目して関係やきまりを探求し、その結果を数学的に表やグラフを使って表現し何らかの判断を下す、といった、子ども達の姿が見られ、自発的に様々な算数的活動が行われた。ここから、数理的な処理のよさを感じ得たと考える。また、一人一人の考えをより深めていくことについては、グループ活動を行うことによって、達成できたと考える。最初は個々に実験を行っていたが、グループでの実験において、その結果についての考えをぶつけあうことで、個々を高めあえた。一

班や八班の会話にそれが現れている。協力することによって、結果を処理判断する場面で、自分達の考えるメガホンの「よさ」を見つけるには、どの量に注目するのか話し合うことによって、自らの考えを見直し、仲間の意見と融合又は統合させていくことができた。最初は初対面で同じグループになったことにとまどっていた子ども達も、このように、協力して実験を行ったりする過程で、仲良くなっていた。「友達がたくさんできた。」という感想が多かった。

第二のねらいである、筋道を立てて実験を行い問題解決する能力の育成においては、実験を数回行うことによって自分達で「ここを調べたい」と目標ができ意欲的になれたのではないだろうか。最初に予定していた実験回数は2回だったが、子ども達は自分から進んで、2度3度と実験を行っていった。1回目の実験結果からどんなメガホンがよいか予想をたて、改良を加えたメガホンを使用して数度実験を行い、結果を考察することによって自分達のよいと思うメガホンを探し出した。結果を鵜呑みにするのではなく「持ち運び」、**「使う人数」**に注目し、自分達の考える条件にあったメガホンを見つけるグループもあった。予想したよいメガホンと結果が違うことが判明したグループもあり、驚きを味わっている子もあった。何故そのような結果になったのかを考えているグループもあったので、もし時間があればその考察について更に実験を繰り返すことができたと考える。

第三のねらいは、発表会を行ったことで達成できた。総合的な学習の時間の評価について、小学校学習指導要領では「児童のよい点や進歩の状況などを積極的に評価するとともに、指導の過程や成果を評価し、指導の改善を行い学習意欲の向上に生かすようにすること」としている。評価は、教師が行うべきものもあるが、児童自らが学習を展開していく「総合的な学習」では、児童自身が学習計画、

追求過程などを振り返り、評価し改善を図っていくべきである。「主体的な学び」という見えない学力を伸ばすために、発表会は評価の手段として有効である。何故なら、自分達の考えを発表しあい、お互いの反応の中で、評価しあうことができるからである。

今回は、対象が小学校高学年であり、正答が一つではなく何通りもある課題（オープンエンド）である。そこで、児童自身が自分達の活動を適切かつ総合的に評価し、自己教育力（藤田 [11]）を高めるために発表会を行った。結果から発表会は有効であると言える。まず、発表会の準備の段階で、自分達の活動を振り返り、発表事項をしぼる姿には、活動の見つめ直し・情報の取捨選択が行われているといえる。また、自分達の実験の結果をわかりやすく伝えようとする意思が見られたことから、自己完結ではなく相手を想定し「表現」しようとする意志が見られた。8.3節で述べたように、クイズ形式にする、折れ線グラフ・棒グラフを描く、など、グループ独自の様々な工夫から、それが言える。さらに他のグループの発表で聞かれたつぶやきから、子ども達が自分達の活動や考えと比較し、良さの検討が行われたと考えられる。

このように、子ども自身による自己評価は、「主体的な学び」を身につけることに有効であり、発表会はその手段の一つと成り得る。

感想を一部紹介する。

- みんなといっしょにメガホンを作って楽しかった。
- メガホンをつくるやり方も、いろいろあって挑戦できた。
- 実験ができて楽しかった。
- 角度と長さが関係しておもしろい。
- 発表がちゃんとできてよかった。
- いろんな考えのグループがいた。
- 友達がたくさんできた。
- いろいろなやり方によってどれが適しているか判断すれば使える。

10. これからの課題

子ども達は意欲的に、困難を解決しようと立ち向かっていき、内容の濃い2日間となった。しかし、メガホンを作成するときに、すぐに出来てしまった子どもにとってはその後の時間が長く、つまらなく感じたようだ。全体で時間を区切って活動を行うことによる弊害が出てしまった。子どもに応じて、自分で考えて活動をどんどん先に進めるなど工夫をすべきであると感じた。個々の反応に対する手立てを充実させることも、子どもの考えを生かすためには必要である。グループ活動のよさと個人での活動のよさも、これから教材を考えるに当たって取り入れていきたい視点の一つである。

また、本授業は、夏季講座ということで、2日間を利用できたが、実際に「総合的な学習の時間」を活用する時には、様々な条件を考えなければならない。例えば、どれぐらい活動の時間を取るのか、すべて「総合的な学習の時間」で行うのか、算数の通常の授業時間は活用しないのか、他教科との連携はどうするのか、などである。その点をもう一度練り直し、通常の学校でこの教材をどう位置付けるかを考えていきたい。

最後に、授業実践にあたり、多大な御協力をいただいた各務原市教育委員会、各務原市立中央小学校の皆様、および参加した小学生の皆さんに心から感謝いたします。

引用文献

- [1] 剣持信幸・越川浩明, 1998, コンピュータ科学から数学教材を考える, 千葉大学教育実践研究第5号, pp.77-86.
- [2] 愛木豊彦, 2001, 算数・数学教材開発の今後の方向について, 岐阜大学カリキュラム開発センター研究報告, Vol.21, No.2, pp.1-8.
- [3] 井上春奈・近藤法和・愛木豊彦・山田雅博, 2001, 情報機器を活用した小学校での授業実践, 2001年度数学教育学会秋季例会発表論文集, pp.154-156.
- [4] 近藤法和・井上春奈・愛木豊彦, 2002, 実験を中心とする「総合的な学習の時間」教材の提案, 2002年度数学教育学会春季年会発表論文集, pp.1-3.
- [5] 文部省, 1999, 小学校学習指導要領解説算数編, 東洋館出版社.
- [6] 黒澤俊二, 1999, なぜ「算数的活動」なのか, 東洋館出版社.
- [7] 文部省, 1999, 中学校学習指導要領解説数学編, 大阪書籍株式会社.
- [8] 井上春奈・近藤法和・愛木豊彦, 2002, 数理モデルを構成する授業実践, 2002年度数学教育学会春季年会発表論文集, pp.4-5.
- [9] 白石高士・内藤和己・森田康之・土橋稔, 1997, 一人一人の考えを生かす算数指導 - 風の強さを表すことを通して -, 日本数学教育学会誌, 第79巻第2号, pp.17-22.
- [10] 小林敢治郎, 1999, 生きる力をのばす算数の総合的な学習, 新しい算数研究, 9月号, No.344, pp.4-5.
- [11] 藤田英治, 1995, 算数に感じる学習と評価 - 自己評価能力(メタ認知的技能)の育成とその評価 -, 日本数学教育学会誌, 第77巻第2号, pp.2-7.