

研 究 集 錄
第 32 集

平成元年度

大阪教育大学教育学部附属天王寺中学校

大阪教育大学教育学部附属高等学校天王寺校舎



まえがき

我々の附属天王寺中学校ならびに高等学校天王寺校舎では、大学と緊密な連携を保ちながら、教育実践に関する科学的研究を行うとともに、教育理論の実験・実証の場として、常に先導的な試行を積み重ねていかねばならない使命を帯びている。さらに、本校においては、中・高一貫教育という目的のために研究活動を続け、その研究成果は、本校での教育研究会、全国附属学校連盟の主催する研究会等で発表され、あるいは研究論文として公表されてきた。本校の教官は、多忙な教育現場にあって、真摯な教科指導、特別活動の指導の中から、授業方法・教材開発等の実践的研究を行ってきたが、本年度もその新しい教育の創造に向けての情熱をこの研究集録第32集に結集することができたのは、我々の最も喜びとするところである。

近年、科学技術の目覚ましい進歩、経済の著しい発展によって産業構造の変化や、それに伴って家庭そして社会環境に微妙な変化がもたらされており、これから教育には、このような文化の進展、社会の変貌に対応した新しい在り方が求められている。現代の学校教育において、教科内容に多くの科学分野から得られた知見をどう反映させるか、高度な知識を適確に把握させ、さらに自ら文化を創造することのできる次の世代をどう育てていくかということが、教育に携っている者の追及すべき課題であると思われる。

日々、学校教育の最先端に立ちながら、最善の教育を目指して創意・工夫を重ねてきた本校教官の研究成果を集録として発行するに当り、明日への教育を創造するため、大方の忌憚なき御批正と御教示を仰ぐことができればこの上もない幸いである。

平成2年2月2日

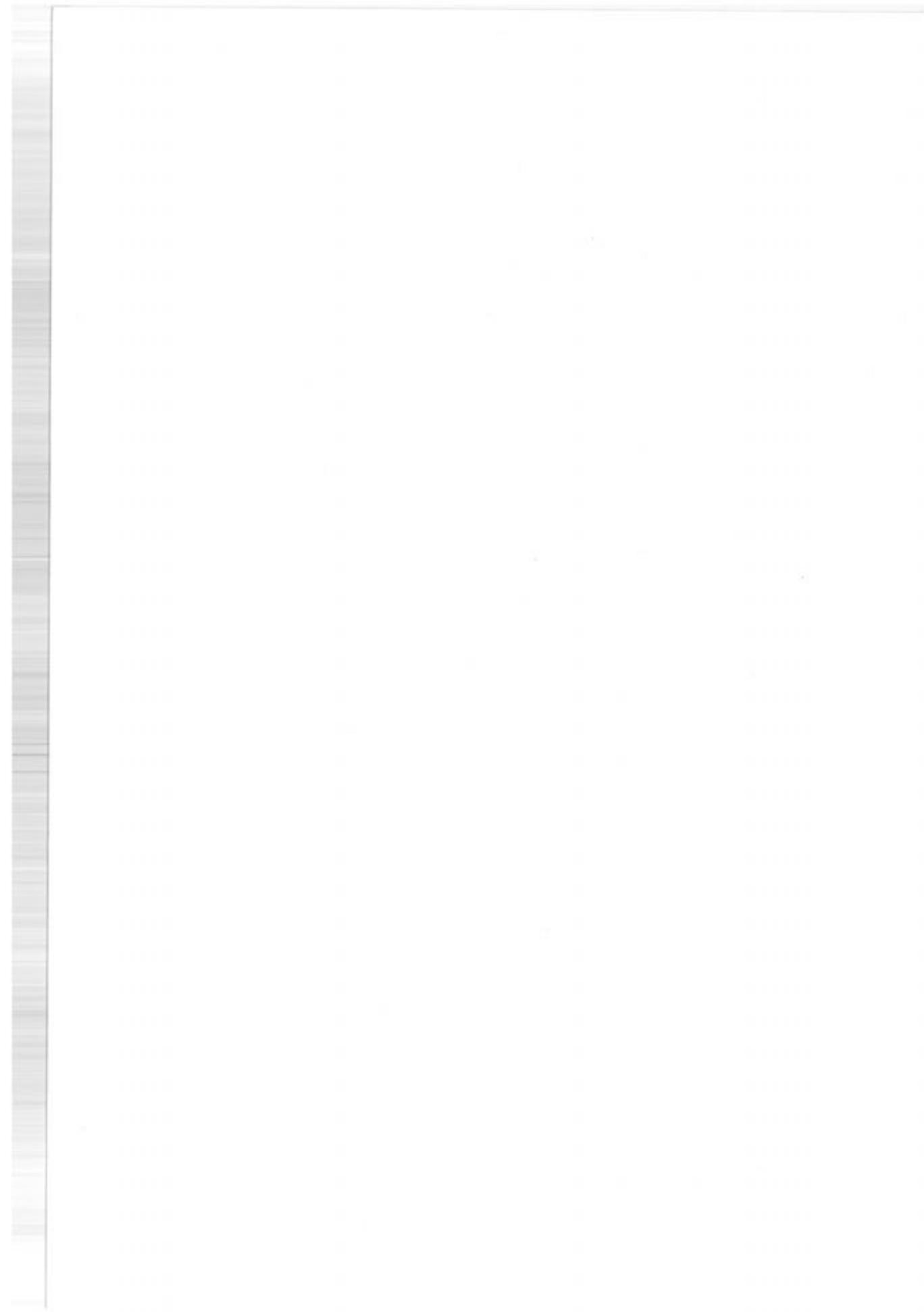
大阪教育大学教育学部附属天王寺中学校校長

大阪教育大学教育学部附属高等学校天王寺校舎校舎主任

下村 昇

目 次

生き生きとした国語教室をめざして（6）	なか にし かず ひこ 中 西 一 彦	..... 1
——「星の草原」の魅力を語る発表学習の試み——		
音声表現力をつける試み	なか ひる えい じ 中 村 英 治	..... 13
楽しい国語の授業とは（3）	ひら ただ たつ ひこ 平 田 達 彦	..... 27
——「楽しい朗読の授業」指導の実践報告——		
『中村直三農功之碑 附略伝』の翻刻	たか ぎ まさ たか 高 木 正 齋	..... 35
——老農中村直三研究ノート（その2）——		
数学の散歩道1	いぬい はる おと 乾 東 雄	..... 49
文字式と計算	いぬい はる おと 乾 東 雄	..... 71
——自由な文字の使用を目指して——		
個を生かす教育をめざして	にし たに いずみ 西 谷 泉	..... 79
——三平方の定理の指導を通して——		
図形教育へのコンピュータ利用プラン	やなが もと あきら 柳 本 哲	..... 89
——中学校における移動と拡大・縮小から——		
親しみの数学教育（4）	やなが もと あきら 柳 本 哲	..... 113
——中学2年の相似の実践から——		
中学・高校理科（化学分野）実験の工夫	おか 博 昭 岡 博 昭	..... 123
——金属の酸化の定量実験（その3）——		
	いのくち こう じ 井野口 弘 治	
	さくら いわ ひろし 櫻井 寛	
生物教材としての野外実習（礫観察）	おか なか まさ のり 大 仲 政 恵	..... 133
——有意義な活動を求めて——		
光の進路が見えるプリズム、レンズの作製と授業への活用	たけ だ かず お 武 田 和 生	..... 145
コミュニケーションを中心においた授業実践	つる おか しげ お 鶴 岡 重 雄	..... 149



生き生きとした国語教室をめざして（6）

——「星の草原」の魅力を語る発表学習の試み——

なか にし かず ひこ
中 西 一 彦

教うるは学ぶの半ばなり



自学自習の実践



自ら興味を持って調べることの楽しさ



伝えることの喜び



発表学習

教科書教材への期待



<はじめに>

授業の形態にはさまざまあり、その教材・学習材に応じて、いわゆる「教材研究」がなされ、形態も自ずから決定されてくる。一般的には、指導者から与えられた形態で授業は進められていく。指導者の側では、授業のねらいが明確に意識されており、より効果的に伝達されるように工夫がなされていく。指導者は「教材研究」の過程で、何らかの発見・ひらめきを味わうことがある。「教うるは学ぶの半ばなり」ということばもあるように、勉強することの楽しさを知るのは、実は教える立場にたって初めてわかるものなのかもしれないと思うこともなきにしもあらずである。生徒たちだけで授業が成立し、指導者はあくまでもその場に立ち会うだけという、そのような機会が持てるようになれば、極論ではあるが、自学自習という意味が真に実践されたことになるのではあるまいかと考えることもある。自ら興味を持って調べることの楽しさ、それを伝えることの喜びを生徒たちに与えることが、学習本来の目的であるともいえよう。そのためには「学習法」を意識させるとともに、時に応じてそのような場を設定してやることが必要になってくる。今回の報告はその一例として「発表学習」をとりあげてみたものである。本校40期生中学3年生（昭和63年度）対象の実践である。

<教科書教材これだけはベスト5>

本校では国語教科書を2冊併用している。1冊を主として、他の1冊を副読本として用いることを原則としているが、指導者の方で臨機応変に教材を組み合わせて用いている。必然的に1冊すべてを授業で取り扱うことがむずかしくなってくる。生徒は新しい国語教科書を手

これだけはベスト5

↓

教科書教材への興味づけ

1. 星の草原
2. 故郷
3. 夏の葬列
4. 地球の砂漠化
5. オリオンは高くうたう

派生学習法とは

列島の春

課題設定

になると、ずっとではあっても目を通すものである。この話だけは授業でみんなと一緒に学習したいと期待する教材を見つける。そしてどのような授業になるのかと思いをめぐらすものである。ところがそれがいつになってもとりあげられないまま学年を終えてしまうこともあるわけである。つまり期待が失望に変わるわけである。そういう事態を少しでも避けるために、合わせて教科書教材そのものに興味を抱かせることもねらいとして、中3最初の授業時間に「これだけは授業でぜひ取り扱って欲しいもの5教材」の調査を行った。もちろん内容は抜きにして題名だけで選んでもよいということも付け加えて一通り教科書を見る時間を設けた。この年度は、教育出版と学校図書の教科書を使用していた。集計の結果は次の通りである。

1. 星の草原（司馬遼太郎） 2. 故郷（魯迅） 3. 夏の葬列（山川方夫） 4. 地球の砂漠化（熊井久雄） 5. オリオンは高くうたう（内木文英）

＜派生学習法＞

「自ら興味を持って調べる」ことの実践として、発表学習の前に「派生学習法」と名づけた調べ学習を行った。教科書に書かれていることを派生させることで知識を広げる、という作業である。教材は「列島の春」（中本正智）という随筆である。まず教科書を読み、さらに調べてみたいと刺激を与えてくれる箇所に線を引き、それを課題の形で別紙に書く。図書館等を利用して、自らの課題を調べ、次の授業時に紹介するという学習形態である。指導者は例として次のような課題を最初に挙げた。

- a 「小諸なる古城のほとり」の藤村の詩の旅情を味わう。
- b 島崎藤村について、そして「落梅集」について調べる。

これを参考に、いくつかの課題が設定された。

日本人は、季節の違いによる雨の降り方の微妙な変化を見逃さなかった。春雨・梅雨・夕立・秋雨・時雨・氷雨などという多くの言葉のあることが、そのことを物語っている。

- ① 雨の降り方の微妙な変化を表す語を集める。あるいは、自分で作る。

〔脅雨・恵雨・喜雨・穏雨・凍雨・涼雨・荒雨・嚴雨〕

四季の変化に富んだ風土の中で暮らしていると、知らず知らずのうちに、季節のきざしをいち早く感じ取ろうとする心が育つてくる。



- ② 季節のきざしをいち早く感じ取ろうとする心が表れた語の語感の違いを明らかにする。

〔春めく・萌ゆ・^は生ゆ・^は生ふ・きざす・芽ぐむ〕

万葉人も、この四季の変化をよんでいる。

春は萌え 夏は緑に 紅の まだらに見ゆる 秋の山かも

春に萌え出し 夏に緑を濃くし、秋に紅葉する。季節の移り行きに応じて変化する山肌の色を見逃さなかったのである。



- ③ 「春は萌え 夏は緑に 紅の まだらに見ゆる 秋の山かも」に負けないような四季の変化をよんだ歌を作る。

〔春芽生え 夏おいしげり 夕暮れに かれはを落とす 秋の風かな 小野真理子 作〕

- ④ 「初」のつく語を集める。

- ⑤ 全体的にみて日本人の春とは何なのだろうか。春はどんな印象をもたらすのか話し合う。

- ⑥ 私達が感じる四季の変化を、音だけで表してみる。

- ⑦ 春～夏、夏～秋、…と四つの派に分かれて、その移り変りについて、その特徴を調べ、競い合う。

＜発表学習の試み＞

1) 授業のねらい

授業で取り扱って欲しい教材として人気ナンバーワンとなった「星の草原」(司馬遼太郎)。その魅力は一体どこにあるのか。指導者があれこれ分析するよりも、いっそのこと生徒自らに語らせよう、

修学旅行文集とのかかわり

というのが出発点であり、グループでの調べも含めての話し合い・発表会を成立させることを到達点とするものである。

2) 授業の時期

修学旅行で「乗鞍高原」へ行く本校の中3生。旅行後の文集ではできれば、この「星の草原」のような紀行文を書かせたいという欲が生じてきた。そこで、参考になるように修学旅行直後の授業を利用することとする。模範文を紹介することで、意欲を喚起することも可能になると考へたわけである。つまり分析していく場合には、目的が明らかになっているので、読む視点が定まり、文集原稿を書く場合には、観点を見つけやすくなるというわけである。

3) 授業の手順

学習の見通し

「星の草原」の魅力を語る

I. 「星の草原」の魅力を探る。

教科書を読み、どの観点から魅力をとらえるかを決める。

II. 「星の草原」の魅力分析

作業①教科書を再度読み、関係のある部分を抜き出す。

②表現を根拠にするのでしっかり押さえる。

③表現されている事柄に自分なりの解釈をつける。

④教科書の内容を要約する。

⑤必要があれば参考文献で調べる。

グループで相談可。図書館利用可。

III. 「星の草原」の魅力発表会

教材研究による
魅力の発見

4) 指導者の働きかけ

【魅力の観点を示す】

- ①. 題名の持つ魅力
- ②. 紀行文そのものの魅力
- ③. 題材（モンゴル）の魅力
- ④. 筆者（司馬遼太郎）の魅力
- ⑤. 登場する人物の魅力
- ⑥. 文章表現の魅力
- ⑦. 大自然の魅力
- ⑧. その他の魅力

その他の魅力
↓
自由度の広がり
↓
自らが選択

夜の光の魅力
包（パオ）の魅力
星の魅力
会話の魅力

聞き手の心構え

発表者的心構え

緊張感
魅力の再発見

今回の授業のねらいは「星の草原」の魅力を探り、そして語ることにある、と明確にし、その観点を指導者の方で示したのであるが、この観点は、普通の授業で言うならば、教えるべき、あるいは気付かせるべきポイントとなるものである。ここで⑧として、その他の魅力という項を設けているが、これは指導者の目では見落としてしまうかもしれない魅力をすくいあげたいという思いでつけ加えたのであるが、結果としては自由度が広がり、①～⑦の観点に関しても与えられたものという感じがなくなり、あくまでも自分たちで選択するという気持ちにさせるという効果があったのである。

魅力分析の時間には、グループ（同じ観点の者で集まってもよいし、一人でもよい）での話し合いが円滑に進むように、指導者は相談に乗るということで机間巡回を行った。発表原稿作成の目処としては5分程度ということにした。参考文献としては出典である「街道をゆく5モンゴル紀行」（朝日新聞社）を用意したが、包（パオ）等を調べるために図書館を利用した者もいる。⑧のその他として生徒が付け加えた魅力の観点は、夜の光の魅力・包の魅力・星の魅力・会話の魅力の4つである。

【魅力発表会の雰囲気作り】

発表会を成立させるために、次のような注文を出した。

○聞き手の心構えをつくるために

※発表者の語る一番のポイントをとらえ、簡潔な言葉でメモすること。

※教科書のどんな表現を根拠にしているかを聞き取り、印をつけること。

○発表者の心構えをつくるために

※聞き手に「なるほど」と思わせるには、声の大きさ、間を工夫し、わかりやすくすることが第一であることを、念頭において発表すること。

5) 発表会の様子

発表者は各観点の代表者としたが、発表者それぞれが、選んだ魅力のポイントを明確にし、またその魅力への迫り方にも工夫が施されており、いい意味での緊張感を伴った会となつた。聞き手が魅力を再発見する形の授業になったといえよう。見事な分析と感心した

アンケート利用の分析

漢字と仮名の視覚的効果

英語のカッコよさ

はやり（？）のひらがな

漢字文化圏

くなる発表も多く、指導者も聞いていて嬉しくなる発表会であった。
発表原稿の例として6作品を次に紹介しておく。

A. 題名の魅力

(谷崎 貴士)

僕達は「題名の魅力」について調べてみました。

まず、クラスの人に漢字と仮名の組合せの場合で受ける印象がよいものについてみました。すると、

- Ⓐ 星の草原………27名
- Ⓑ 星のそうげん… 6名
- Ⓒ ほしの草原…… 3名

ということになりました。

この結果から考えられることとしてあげられるものは、まず、Ⓐはクラスの人が司馬遼太郎さんの「星の草原」という題名をすでに知っていたからではないでしょうか？また、四字のうち、三字が画数の多い漢字の“の”という助詞を間ににして、一字と二字にきれいにわかっているため、きれいに見えたのだと思います。

次に、いろいろな「星の草原」について、クラスの人についてみました。すると、

- ① Field of Stars ………………19名
- ② ほしのそうげん……………11名
- ③ HOSHI NO SOGEN…… 2名
- ④ ホシノソウゲン…………… 2名

やっぱり、自分の予想通りの上位二つでした。

考察してみると、①②③④それぞれ語の種を統一しているのですが、③はローマ字というちょっと幼稚なものであり、④は単純というか、固いといったらいいのかわかりませんけど、読みづらい「題」であると思います。①については、英語であるという“カッコよさ”があげられるのではないかでしょうか。②についても同様に近ごろ若者の間ではやってる（？）ひらがなという点で“かわいい”という感じがしたのだと思います。

自分としては、“Field of Stars”も“ほしのそうげん”も“星の草原”もどれもいいと思うのですが、話の舞台がモンゴルという中国の北にある国だから、やっぱり東アジア独特の漢字をフルに使った「星の草

原」にしたのだと思います。クラスのある人の話では、
「“星”も“草原”も、なんかこう…、ロマンチックじゃない？」
ということですが、言われてみると、自分もそう思いました。

B. 紀行文 そのものの魅力 (中村 倫子)

紀行文とは
2つの魅力
頭の中で旅行させてくれる
例示
一緒に見聞
行ってみたい気持ちにさせる
いかに自慢するか

紀行文とは旅の見聞・感想を述べしるもので、物語のように自分で登場人物やストーリーを作るのでなく、その時のことがありのままに述べ、それについての素直な感想を述べればよいので、そういう意味では書きやすい文章だと言えます。まず、紀行文の魅力の一つは、読者に、頭の中で旅行させてくれて、その土地について少しものしりになったような気分にしてくれることです。物語などでは、その文章の中に入りこんだとしても、その話の展開をそばから見ているだけになり、「話に参加」するという形にはなりません。でも紀行文では、筆者の見たことが、聞いたことが、こまかく表現していれば、しているほど自分も筆者と一緒に見聞きしているように思えてきます。例えば、この文章の、筆者とその夫人、そして須田画伯とが夜の散歩を行った時の所で、「うかつにものを言えば星に届いて声が星から跳ね返ってきそうなほどに天が近かった」とか、「風が砂を…………ついぞ知らなかった」などで、まっ暗やみで、草の上を歩いている「カサカサ」という音しかきこえない所にいちめん広がった星が、まばゆいくらいに光っているのが、須田さんがぼう然と空を見上げている姿と乳色の天の川が頭の中に見えます。そして自分も、それを見て、「司馬遼太郎さんたちが見た星はきれいだったんだろうなあ」と思うのでなく、「きれいだなあ」と、本当に一緒に見ているように思えてきます。これが、紀行文だけがもっている魅力であると思います。

そして、よんだあとで読者に「私もそこに行ってみたいなあ」という気持ちにさせるのも紀行文の魅力の一つであると思います。読者にこう思わせるためには、いかに自分の旅した場所を自慢するかがポイントです。こういう点で、司馬さんは狼のことさえも、「大自然を豊富にもっている誇り」としてモンゴルをほめています。私は、モンゴルや中国で、放牧して移住しながら生活している人々をテレビで見たりして、何となく興味をもっていたんだけど、この文章をよんでモンゴルの広大な大地とすばらしい大自然に、あそこらへんはいい

	所だなあと思われました。大きくなつて、ひまがあれば、一度、中国とかの大自然の中ですごして、紀行文を書いてみようかなと思います。
C. 文 章 表 現 の 魅 力 （柴田 華子）	
数値の効果 擬人化表現 例示	本文を読んでいて、すばらしい表現だと思って線をひいたところが、少なくとも14ヶ所はあった。それらは二つのタイプに分けられるが、その一つは擬人化である。例えば、初めの部分の、モンゴルの夜を表現している部分を見てみると、普通、夜がやってくる場合を表現する言葉は、「夕やみがせまつてくる」とか、「あたりがやみに閉ざされる」というのが常道なのに、この文では、夜が「物理力のようにひたひたと襲ってくる」のである。夜というものを完璧に擬人化してあって、夜にある種の恐ろしさを感じてしまうほど、モンゴルの夜の闇がうまく表現されている。その他にもすばらしい擬人化があちらこちらにされている。「星座が挑みかかる」や「心もとなげな人間の営みを押ししつぶそう」などである。
詩的、幻想的表現	タイプの二つめは「詩的、幻想的な表現が多い」ということである。少し例をあげるだけでも、星が、「金属音をたてるようにして光っている」・人工衛星が、「大視界の中で、静かにクロスする」・自動車が砂漠を「孤独に疾走している」・「うかつにものを言えば星に届いて声が星から跳ね返ってきそう」・「老莊の世界のような天地」など、普通の文にはあまり使われないような表現を使っている。モンゴルの大自然を表現するのにふさわしい、個性的な表現だと思う。このような表現は、普通の文に使うと、なんとなく大げさになつてしまつてこないものだが、筆者の表現力とモンゴルの雄大さが、違和感のないものにしている。
美しい言葉の使い方が人をひきつける	この文章が人をひきつける理由は、これらの美しい言葉の使い方にあるのではないかと、私は思う。
D. 題 材（モンゴル）の 魅 力 （藤田 有子）	
	モンゴル、それは私にとって未知の世界である。「星の草原」は、そんなモンゴルの魅力を語ってくれる。
	モンゴルの魅力として、最も感じるのは、スケールの大きさである。

身近なものにおきかえる

それは、せまい日本とくらべものにならない。「この食堂を一直線で遠ざかってゆけば、帰り道に迷うことはない。たとえ30キロ離れても、この食堂の灯は見えるはずだし、それを目ざして帰ればよい」という部分がある。学校から30キロ離れた場所というと、東は奈良の東大寺、西は神戸、北東は京都八幡の石清水八幡宮、南東は金剛山である。今あげた場所から、夜、学校の灯が見えるだろうか。見えるわけがない。東大寺からの場合は、金剛山地がじゃまをする。そう、自然がじゃまをするのである。他の場所からはどうだろうか。自然にじゃまをされなくとも、高層ビルやネオンにじゃまされる。そう、人間のつくったものがじゃまをする。いいかえれば、モンゴルは、草原という自然にめぐまれ、人間の手にかかるべないゆえに、スケールが大きいのであろう。

「短い草で覆われた大地がことごとく道であり、なまじいの道でないために迷うことがない」見渡すかぎりの大草原。「ヘッドライトを最初に見た時から、車が食堂前に着くまで20分以上かかる」そんな所にいたら、“生きている”ということを実感できるんじゃないかな。「日本のような人口稠密の居住環境」に嫌気がさしてきた私は、モンゴルに、たまらなく魅力を感じる。

E. 登場人物（ツェベックマさん）の魅力 （岩永 征人）

キーワード中心の文章展開

素朴な人間

ツェベックマさんの魅力は婦人であるというほかに、極めて素朴な自然の中の人間ということです。日本人からみた狼はなんとなく猛々しいという印象があり、好奇心が先にたちます。しかし彼女は大自然の中に生きてきた人ですから、狼の怖さを充分にしり、悪いやつは許されないというごく自然で素朴なことをいっています。また、失敗をやらかした青年にもきびしい態度をとっていることも素朴な考え方の一つに思えます。それに対しての都会という不自然で育ったわたしたちはその素朴さにも興味をもち、それがまた彼女の魅力の一つと考えるようになるのです。

素朴な考え方

ほかにもツェベックマさんは外交的な人のようで、貿易省の役人をしているからかもしれません、お客様に対するタイプのようで、わざわざ自分たちが苦労してでもお客様を楽しませようしてくれます。しかも日本語にたんのうなので、日本人の好みです。教科書にはのって

素朴のもつ魅力

意外なきりだし

料理の味つけ
うす口
だしと隠し味

鋭敏・率直

筆者の目の確かさ・
鋭さ・優しさ

いませんが、彼女は色白で少しボッチャリしていて小さな黒い瞳だそうです。名前もチベット語で乙女という意味なので、私たちは内面的にも外面向いて魅力を感じる人です。ほかに出てくる少女も青年もどうやら素朴という点が一致し、それがまたすべてのモンゴルの人々の魅力とも重なるようです。

そんな大自然の中の人に囲まれた須田さんの心もモンゴル高原の空気のようにすきとおり、とくに須田さんは画家なので、鋭い感受性の持ち主だから、幼いころの自分のみた大観を思い出し、またその時と同じように驚き、本当に子どものころの純真な心に戻ったようです。私たちも乗鞍の素朴な人々の中で心がきれいになったように、これが素朴のもつ力、素朴のもつ魅力じゃないかなと、自分なりに解釈しました。

F. 筆者(司馬遼太郎)の魅力 (金澤京子)

初めてこの「星の草原」を読みおえた後、正直言ってやっぱり教科書にのってる話ってこんなものか、という、司馬遼太郎さんには失礼な思いがわいた。

しかし、筆者の魅力を探すために読み直すと、またちがった思いがした。初めて読んだときに軽い失望を感じた理由は、この文章の淡々としたところにあるようだった。日頃、いわば、小説などの“作りごとの世界”にひたっているせいか、さらりとした文体のこの紀行文は刺激が少なく、やわらかすぎなのだ。この紀行文を料理の味つけに例えると、うす口で、しかし、だしと隠し味がきいている料理だろう。濃い味に慣れたものには容易にわからないよさがある。

のことから筆者的人柄を想像することができた。やはり、この料理を作った人物も、料理の味と同じく、淡白だが味のある人だろう。「星の草原」にはくどさがない。大自然、星に対する感動をやたらに間接的に表現することがなく、鋭敏で率直だ。

須田画伯が赤ん坊の時にこの星を見たことがあると言った話のあたりで、須田画伯が少し内股になって歩いていることに対して、司馬さんは「嬰児を抱いている母君のお気持になって歩いておられるのかもしれない」と書いている。この文には驚いた。この一文には観察力、洞察力などの言葉では表せない、筆者の目の確かさ、鋭さが出ている。

そして何より、優しさがあふれている。大自然に接しての驚きを大自然に対する愛情、人間に対する愛着心に変えることができる。それが司馬遼太郎さんの魅力だと思う。

<おわりに>

説得力のある発表

発表原稿を改めて読み直してみると、説得力のある作文になっていることがわかる。説得のためには幾通りかの方法があるが、発表者は、そういう技術的なことを第一にしていないにもかかわらず、結果的には見事に説得技術を駆使している。「伝えること」の苦労が、それはどの苦労とならず、喜びを伴う工夫となったことの証明ではないだろうか。内容的にも、表現に即した明快な読解になっていることが随所に感じられる。与えられ、やらされたものではなく、自らが分析していくことによって発見があったために、自然と読解も深まったのだろう。

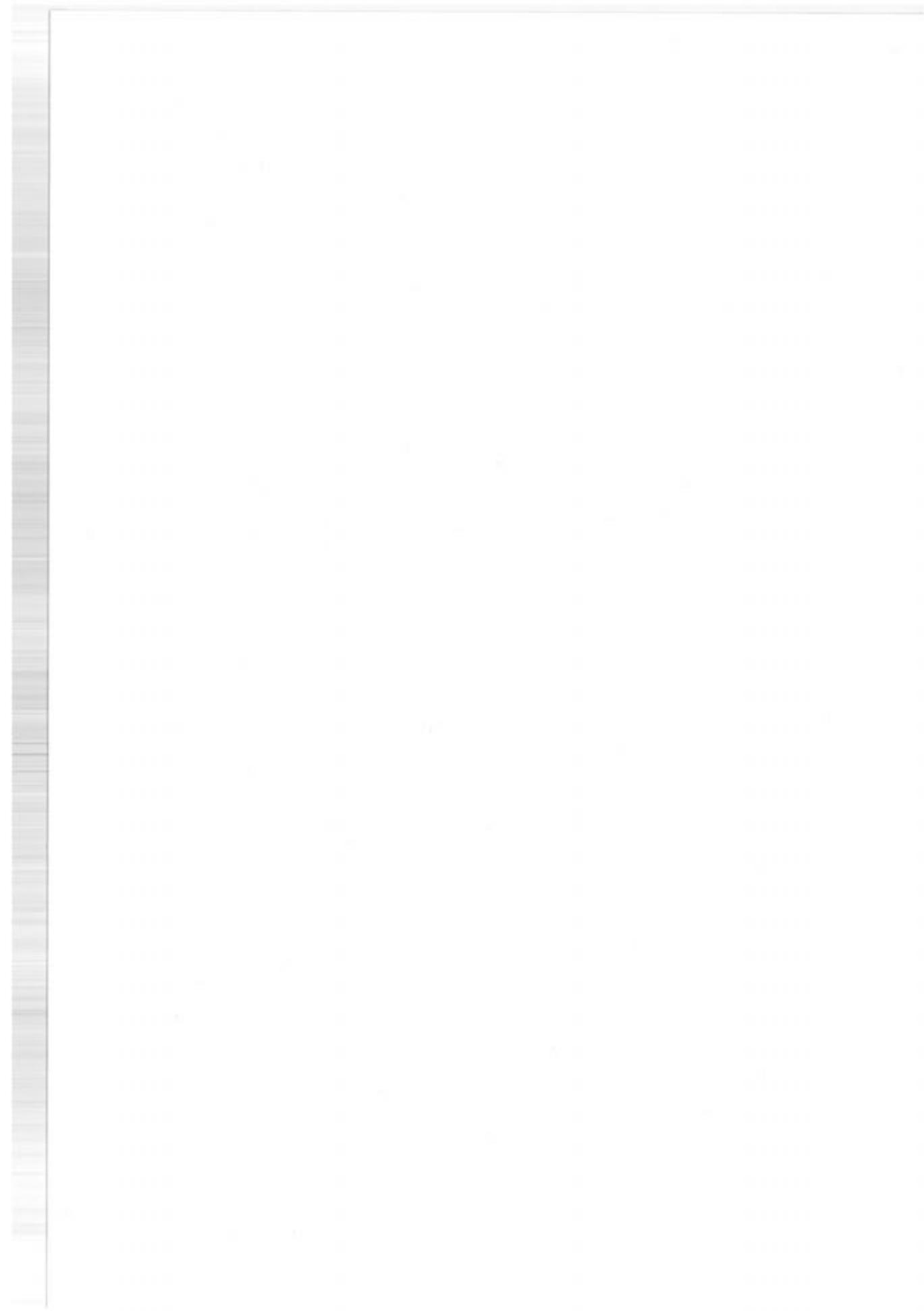
「伝えること」の喜び
表現に即した明快な読解

5分間スピーチの積み重ね

スーセの白い馬
草原の国モンゴル

「語る」ことに関しては、この学年は中1の時から、終礼の時間を利用した5分間スピーチを実施してきていたので、その積み重ねによる実力伸長も図り知れないものがある。

この実践以降に、「スーセの白い馬」(絵本)や「草原の国モンゴル」(新潮選書)という本が手元に集まってきた。今回の発表学習の生徒原稿も含めて、「モンゴル」を題材とするひとつの単元学習も可能な気がする。ぜひ想を練ってみたい。



音声表現力をつける試み

なか じゅら えい じ
中 村 英 治

A. はじめに

(このまとめは、大阪教育大学教育学部附属天王寺中・高等学校において実施された平成元年度教育研究会の発表内容をベースにして、加筆したものである。)

言語生活には「書くこと」「読むこと」「話すこと」「聞くこと」という四つの面がある。「書くこと」「読むこと」についてはこれまで様々な実践や研究がなされ、多くの成果があげられている。しかし、「話すこと」「聞くこと」に関しては、自然習得の面が多く、授業という場や学校教育において意図的・計画的に指導されているという研究発表は少ないようと思われる。また、新学習指導要領においても、配慮すべき事項の一つに、「音声言語の指導については、話すことや聞くことの活動が一層充実するようにすること。」が挙げられている。何となく指導はされてきているが、計画的ではないことが多い。私の指導においてもそうであった。この点を問題として計画的・意図的指導をスタートさせたのは、昭和61年度からである。これといった新しいものはないが、実践のまとめをしてみた。以下のまとめは、私自身の課題と、学年の取り組みとの系統性を取り上げながら、中学校41期生を中心に指導した実践報告である。

B. 学年として取り組んでいる3分間スピーチについて

「話す力」をどのようにしてつけるか。話す力につけることは、国語科だけでできることではない。国語力が、全教科の基礎的な力である点を学年の先生方に再認識して頂き、学年として、話す力をつける方法を話し合うことは大切なことである。本校においては、各学年、その方法として3分間スピーチ（5分間・2分間の場合もある）を終礼のときに行う方法をとっている。

41期生の学年ごとの指導について少し紹介すると、次のようなパターンになる。

第1学年

話すテーマについては、学年会で話し合って決める。例えば、「自己紹介」「私の住んでいるところ」「私の宝物」「感動した本」など。これらの中から生徒に選択させる方法もあるが、指定して行うほうが入学直後の1年生には受け入れやすいと考えた。テーマを自由とすることはこの時

期にはふさわしくないと思われる。どんなことでもいいから話しなさい、と指導してもうまくいかない時期であるから。

出席番号などの順番で、1日1回、1人約3分を意識して話をさせるための原稿を書かせる。原稿用紙を配布しておくことも必要だろう。800字原稿用紙を41期生には配布した。

「話す力」というよりも、「原稿を読む力」を付けるだけの効果しか考えられないが、中1の段階ではこれでいいと思われる。原稿なしに話すことが、本当の「話す力」であることは言うまでもないことである。その力をつける第一段階として、「自分の書いた原稿を読む」という指導になる。「形」から入る指導といえる。「形」から「実」へを願って。

「形」を中1の段階としては、教師のほうで決めて実施したわけである。

第2学年

次のような掲示物を生徒に示した。

中2　3分間スピーチ ——テーマの選択について——

年間約4回スピーチの機会がある。そこで、中2では次のテーマを4回のいずれかに入れること。順番は自分で考え、計画しておくこと。

- 1 新聞記事の話題から
(例えば、時事問題・事件・コラム記事の感想、意見など)
- 2 ショウ and テル
(感動した本の紹介も可)
- 3 自由テーマ

※ 中2では自分の意見を持ち、それを発表できる力をつけてほしい。

第3学年

中2では、原稿を書いても書かなくてもどちらでもよいことにしていたが、中3では、原稿を書いてはいけないという約束で、実施した。

中3での掲示物は次のとおり

中3 3分間スピーチのしかた

テーマは原則として自由

参考テーマ • 時事問題（新聞などの記事より）

- 最近、疑問に思ったり、深く考えるようになったこと。
- 41期生やクラスのみんなに訴えたいこと。
- 修学旅行やその他の行事についての私の考え方、意見。
- その他（中1・中2の頃のテーマなど）

3分間の使い方（工夫して話せるようになろう）

初めの1分間——話題の提示・導入

（何について話すのか、具体例など）

中の1分間——話題の分析・展開・発展

（何が問題点なのか、話の中心を分かりやすく）

結びの1分間——意見・主張など

（みんなに何を言いたいのか、訴えているのか、自分の考え方、意見を結びに入れる）

*中3では、結びの1分間の中身が一番大切。

結びの1分間で魅力ある話し手に！

以上が大体の指導手順であるが、中3においては、スピーチの要旨をカードに簡潔に書き込ませ、提出させた。

<発表テーマ例> (41期3年D組の生徒による)

3年生の抱負 今年の目標 趣味 生き方 このごろ深く考えること ~友達~
サンゴに傷をつけたのは? 「雨の動物園」という本について CDについて
自然開発と環境破壊 三附中 ウサギについて 関西弁と人生 消費税導入3か月
夏の映画案内 長崎市長の天皇発言について 114号事件(森永・グリコ) 捜査強化日
生体肝移植 金縛り 誘拐事件 からくりや手品のトリック 清掃 ハウンド・
ドックというバンドについて 元号 終った教育実習 「友情」を読んで 再テス
トについて思うこと 海音寺潮五郎 印象に残っている本 一杯のかけそば

選択 トイレについて 学芸会への目標 楽しく生きるために持ち物 参議院補欠
選挙 世の中のいんちきについて 学歴偏重社会に対する考え方 発達 クラブについて 人間ができる判断 本の紹介「かかし」「風と共に去りぬ」を読んで 10月のテレビ番組改編について 海部総理の位置づけ 幼女誘拐殺人 音楽会とそれについて思うこと 都市から人が消えていく 昨今の外国情勢 その他

「聞く力」をどのようにして養うかということについても触れる必要があるが、これについては暗中模索の段階である。スピーチの後で、感想を発表させたり（感想を言ってもらう人の指名権を話し手に与える方法をとった）、スピーチの評価用紙を提出させたりする方法もとっている。（次のところで触れる）

※以上の指導方法については、私自身から提案したものばかりではなく、学年会における話し合いにおいて、他の先生から出されたものも含まれている。

C. 国語科の授業における取り組み

▲「スピーチ&朗読」

学年としての3分間スピーチと並行して、国語科の授業の始めに「あなたに薦めたいこの一冊」というテーマで、約5分間のスピーチ&朗読（スピーチの後に小説などの冒頭部分を朗読させる）をさせている。（このことを通して、3分間スピーチのレベルをも上げるようにした。）

時期としては、中2から中3にかけて一人一回は「スピーチ&朗読」ができるように計画した。途中、クラス替えもあったが、うまく実施された。

話す原稿として、次のような記入用紙を配布し、提出させている。

あなたに薦めたいこの一日			
スピーチ日()月()日			
()年()組 氏名()	冒頭部分		
この本との出会いや魅力について			
あらすじや内容の紹介など			

<生徒の記入例> (印刷したものをスピーチ直前に配布)

あなたに贈りたいこの一冊

3月 21日 スピーチ日 (9)月 (20)日
(2)年 (D)組 氏名 (後藤 美歩)

話題	題名	著者	額
果て道子丘	三浦綾子	集英社文庫	100円

この本との出会いや魅力について

私は、水点を読んで感動した時のことを覚えていて、水点の作者である三浦綾子さんと本を読みました。それが果て道子丘です。

あらすじや内容の紹介など

この小説は人間関係は、わりと面白い、そして複雑であります。読み終わると私の心に誰よりも鮮明に印象づけられる人物は何といても、高宮香也子という人である。香也子はとても自己中心的に生きていると思う。

冒頭部分

春の日
五月も十日に近い日曜の午後。
五分咲きの山桜が初々しく咲く児童公園の前を過ぎて開も行く。藤戸恵理子は小又川の畔に出た。川といつても、幅一メートルほどの流れで、それでも両岸の間は十メートル余りある。五月の青い空を映して、川はさらめきながら流れている。

この川を隔てて向こうは、一万五千坪ほどの工場地帯で、旭川木工団地と呼ばれてる地域だ。家具建具を製作する工場が十五、六、それに附帯する倉庫、平家よりも高く積まれた乾燥材などの間に、寮や住宅も零散する。対岸の道路には、トラックや乗用車や轟轟となく駐車し、施設や機械のうねりにも充実した活気がみなぎっている。

かく、恵理子は立、川の向こう側には、いま、まだおひがいの、人影もない……

あなたに贈りたいこの一冊

スピーチ日 (9)月 (28)日

(2)年 (D)組 氏名 (末永 彩入)

話題	題名	著者	額
燃えよ剣	鶴鳴透太郎	新潮社	2-520 7-880

この本との出会いや魅力について

家に昔からあったものを、革本に興味を持ったので読んだ。

新選組に全てを注ぎ、新選組と共に死んだ土方歳三の、ひとつことに命をかけた生きさまが非常に魅力的である。

あらすじや内容の紹介など

近藤勇、土方歳三、沖田総司らの田舎剣士は、浪人募集に参加して京都にのぼり、新選組と組織した。京都守護職松平容保(金井)のもとで、尊王攘夷派の弾圧にあたり、池田屋事件では多くの志士の命をうけた。しかし、時勢は味方せず、幕府は衰退していく。沖田総司は病死、近藤勇は千葉県で斬首され、土方歳三は最後まで戦ったが、五稜郭で戦死した。

冒頭部分

新選組局長近藤勇、副長の土方歳三とふたり、さうの湯所では、トシよ、と呼んだ、といふ。新るか新らぬかと相談ごとも一人きりのときは、
「あの野郎をどうすべき」とつい、うまれ在所の武州多摩の地言葉がでた。勇は上石原、歳三は石田村の在所で、三里と離れていない。初夏にすれば、草むらとういう草むらが煙臭くなるような農村だった。
トシという石田村百姓喜六の末弟歳三の人生が大きくかわったのは、安政四年の初夏のことだった。

50分の授業の始めの5分間に読書指導を兼ねた「スピーチ&朗読」を、40回分、年間計画の中に入れておくことが必要になってくる。(素晴らしい本との出会い、感動によって「感受性」が育ってくれると信じたい。「感受性」を育てることが、「よい話し手」を育てるにつながっているだろう。)

「本との出会い」「本の内容紹介」「冒頭部分の朗読」と、生徒たちにとっては話すパターンが決まっているので、回数を重ねるについて、そう大して抵抗なく「スピーチ&朗読」をやっていくように思われる。生徒を理解するうえにおいても効果的であると考えられる。また、生徒同志の相互理解や再発見の機会にもなっている。「へぇー、あいつ、こんな本を読んでいたのか!」「あとの人の読んでいる本だから一度読んでみたいなあ」など、いろいろな感想を耳にするものであった。

「スピーチ&朗読」のある日は、45分授業になるので、その点柔軟に対応する必要がある。

聞く力を養うために、次回のスピーチ予定者に、次のような評価用紙を提出させている。友達のスピーチを評価することによって、自分のスピーチに対する意識を高められると考えられるからである。

本の紹介スピーチ 評価用紙

項目	基準	得点	批評文(感想も可)
1 紹介の内容	30		
2 紹介の仕方	20		
3 言葉の使い方	20		
4 姿勢・表情	10		
5 発音	5		
6 音量・速度	5		
7 抑揚・強弱	5		
8 間の取り方	5		
合計点	100		

<生徒の記入した批判文例> (それぞれ別のスピーチに対して)

- ・発表はもう少し顔を上げ、大きな声でしゃべればよかった。井潤君の紹介した本は、歴史小説

で、これは読んでいくうちに歴史がわかり、しかも歴史に興味がわくようになる。いい本を紹介したと思う。(稲田)

・おもしろそうな本だと思った。分かりやすい説明と紹介でけっこよかったです。この話は読んだことがないので、よく分からぬが、私も好きそうな話だと思うので、また時間があれば一度読んでみたい。(左木山)

・言葉遣いがとてもきれいだったと思いました。あらすじの紹介はとても詳しかったが、少しまとまっていたので、分かりにくかったところもあった。でも、全体的に聞き取りやすく、よいスピーチだったと思います。(保科)

・冒頭部分を読むとき、すごく感じが出ていて良かったです。特に、会話の部分なんかはテレビでやっている大河ドラマのような言い方だったのでびっくりしました。時代ものは私はわりに好きなので今度読もうと思います。(井上)

・声もよく通っていて速度もよかったです。言葉の途中の「あの……」というのが少し気になりました。本の内容としては、学芸会でした「りんごの木」と一緒に著者なので、僕も一度読んでみようと思います。(松岡)

・僕はショートショートの本は余り好きではない。しかし、本の出だしはなかなかおもしろく意外なものだったので、一度読んでみたい。発表は、声・態度などはよかったです、大分短すぎた。(木村)

・もともとこの手の内容は余り好みないが、紹介も魅力ある紹介とは思えない。もし本当にこの本が魅力あると思うならば、その内容を損ねずに、もう少し気合いを入れて紹介するべきである。早口よりも少し遅い目のほうが聞きやすいだろう。(西沢)

※ 次回のスピーチ予定者が「スピーチ評価用紙」を提出する。評価を通して、自分のスピーチを向上させる自覚を持たせるのがねらい。

▲「朗読力」をつけるために

「朗読テープ」の制作などのように、生徒の朗読を「テープ」に録音する方法は、生徒の意欲を引き出すことができる、一定の成果を上げることができるだろう。

更に、「放送劇」の指導について報告する。生徒が意欲を示してくれるという点で効果的であったと思われる。41期生に対する指導の経過を中心に以下に述べる。

第1学年

「碑」(東京書籍) 放送劇 5時間扱い

○ 第1時

「碑」の全文音読。作品の概要を知り、登場人物について考えさせる。原爆によって死んでいった登場人物の中から、だれか一人に的を絞り、脚本を書くことを知らせる。

○ 第2時

登場人物の中の一人について、その最期の様子を、本文の描写を手がかりにして脚色する。約5分ぐらいで読めるように指示しておく。(あまり長い脚色をすると、後の指導の流れに差し支えるので配慮を要する。)

50分全部を脚色のために使わせる。

○ 第3時

第2時において完成させた「碑」脚本を、4人ずつのグループに持ち寄って輪読させる。そして、4つの脚本の中から自分たちの代表脚本(放送劇にしたいという観点から選択させる)を話し合いで決めさせる。決めた後、4人が意見を出し合って、さらに修正をしていく。

○ 第4時

修正されたものを確認して、4人のそれぞれの分担を決める。(監督・キャストなど)

その後、練習をする。(大きな声を出させてるので、授業の場所は講堂などが望ましい)

○ 第5時

発表会を開く。録音をしておいて、ほかのクラスにも紹介する。

第2学年

「走れメロス」リレー脚本作り 7時間扱い

○ 第1時

全文音読・難語句の確認・場面分けの確認

○ 第2時

「走れメロス」を6つの場面に分け、生徒たち(6グループ)に担当する場面を選ばせる。各場面の疑問点や課題(指導者からも与える)について話し合う。代表者がみんなに発表できるようにまとめさせる。

○ 第3時～第4時

第1場面を担当した班から疑問点や課題について、班としての解釈を発表する。ほかの班は質問をする。(作品の理解が不十分であるときは、指導者が補足した。)

班ごとの発表で2時間が必要であった。

○ 第5時～第6時

「走れメロス」を場面ごとに(6場面)脚色し、それをつなぐことによってクラスで一つの脚本を作らせる。(リレー脚本作りと呼ぶことにした)

各場面10分以内におさまるように条件を与える。(発表時間の関係)

分担した場面の脚本を、班で更に仕事の分担を決めてから取り掛からせる。

完成した脚本について、再度、読み合わせをしながら修正させる。

○ 第7時

発表会（6つの場面のリレー脚本を味わう）・録音

第3学年（41期生については指導予定）（38期生は指導済）7時間扱い

自由に放送劇を製作させる。

グループの人数……………2人以上なら何人でも可

劇の時間……………2分×グループの人数±2分

作品内容……………小説の脚色・創作など自由にして良い

1、2年生で学習したことをふまえて、その応用として放送劇の脚本作りをさせる。

○ 第1時

作品の決定および分担の話し合い

○ 第2時～第3時

脚本作り・効果音などの検討・効果音を探す

○ 第4時～第5時

監督・キャスト・効果音担当などを決めて練習をする。録音をグループごとにさせる。

更に再生音をチェックさせながら録音のやり直しや改善をさせる。

○ 第6時～第7時

グループごとに録音した作品を鑑賞する。

38期生の制作した作品の題名のいくつかを紹介する。

「平家物語」より・昔話「かさこじぞう」・「中学生日記」より・男はやるんだ青春・

星の王子さま・鼻・よだかの星・高瀬舟・幽霊街道・若い命・あか太郎・心のかよいあ

い・ファーストコンタクト・愛の道しるべ・15歳のエチュード 他

▲放送劇「『平家物語』より」の概要（録音テープより）

・冒頭に音楽を効果音として流す。（クラシック音楽）

作品紹介の声…………平家物語より・宇治川の先陣……

・ギターの音に変わる（琵琶の代用）

ギター演奏を効果音にして、平家物語冒頭部分を朗読する。

（祇園精舎の鐘の音……………ひとえに風の前の塵に同じ）

・ナレーション

時は源平の戦のさなか。ところは鎌倉にての一件である。

・セリフが始まる。

「頼朝様！　この梶原源太景季に、なにとぞ、あのいけずきを下さいませ。

お願いでございます」

「景季、何度も言え、分かるのか！　いけずきは天下一の名馬。そちの欲しがるのも無理はない。しかし、あれはこの頼朝が非常のとき武装して乗るための馬じゃ。他のものにやることは出来ん。」

「そこをなにとぞ、この景季め、はばかりながら、天下一の馬の名人と自負致しております。いけずきを下さりませ。」

「あれは、わし用の馬じゃ、やれぬといったらやれぬ。」

「しかし、そこを……」

「ならん、ならん！……しかし、どうしてもというのなら、するすみを与えてやろう。」

※この後、グループで脚色したシナリオに基づいて話が進行していく。

※効果音の工夫

・馬の音……舌をうまく動かして口で蹄の音を作っていた。

・宇治川の渦流……カセット「効果音全集」(学校で用意)より、川の流れとして、イメージの合うものを探して使っていた。

・ギターの音を巧みにおり混ぜながら、琵琶法師が語るような雰囲気を出していった。

以上が大体の流れについての紹介であるが、このグループの特色としては、ギターを弾くことができる生徒がいたので、効果音の工夫という点で非常にうまくいっていたと思われる。他のグループにおいても、音を自分たちで録音してきたものを活用していた。オリジナルの音を作り出すことも、放送劇制作の楽しさであったようである。

なお、各クラス8グループぐらいになったので、各グループ一室、録音に適した場所を確保することが困難であったが、何とか見つけることができた。

以上が3年間の「放送劇」に関する指導例である。

▲「聞く力」の指導について

「話す力」の指導と大いに関係するのは、「聞く力」「聞く態度」である。現代はいろいろな集会において、いわゆる「私語」は、甚だしいものである。PTAの集会においても例外ではない。

大人の世界で模範を示せない事柄を子供達に要求することは、若干心苦しいのであるが、育てなければならぬ。

「魅力ある話」は、「静かにしなさい」と言わなくても静かに聞いているものである。3分間スピーチにおいても、このことは証明されるだろう。退屈なスピーチに対しては、いつの間にか私語が出てきて、私語を止めさせる指導をすることになる。

しかし、ただ静かに聞いていれば、それで「聞く力」をつけていくことになるとは思えない。本校、高等学校の国語のスピーチを軸にした授業において、「話し手」と「聞き手」とに話の要旨を書かせたところ、多くの生徒のスピーチに食い違いがあったという。

「聞く力」とは何なのか、それを育てる方法は？ とにかく「話し手」と「聞き手」とを何らかの方法で関わらせることが、育てる手立てになるだろうと考えられる。

<指導例>

- ・聞き手である生徒の何人かに感想を発表させる。
- ・聞き手として指導者も感想を述べる。
- ・感想だけに留まらず、評価をする。(口頭・評価用紙)
- ・話し手に話の要旨を書かせ、聞き手にも聞き取った話の要旨を書かせる。そして、比較することを通して「話す力」「聞く力」を養う。
- ・「学級スピーチ大会」や「学年スピーチ大会」・「校内スピーチ大会」などを企画するようにして、スピーチに対する関心を高める。
- ・その他

これらの取り組みを進めつつ、ほかの方法で効果的なものがあれば試みていきたいと思っている。「聞く力」「聞く態度」を育てるためには、3年間なら3年間の計画を持つことが大切だろう。自然習得だけを頼りにしていて、計画を持った指導はあまりなされていないのではないだろうか。

▲再度、「朗読力」について

「音声表現」を意識した授業をすると、それなりに生徒たちは「音読」「朗読」がうまくなるものである。しかし、あまり意識していない入り方をした授業では、「また元に戻っているなあ」と感じて、がっかりさせられることが多い。「この前の授業ではあんなにうまく朗読していたのに………」と、「朗読力を伸ばす」ことの難しさを痛感するものである。

小説や詩の授業において、私は時々「朗読譜」(次頁参照)を教科書に打たせている。

朗 読 譜		
① 間	<	軽く間をとるところ
	«	大きく間をとるところ
② 強弱	====	段々強く読む
	====	段々弱く読む
	=====	強く読む
	-----	弱く読む
③ 緩急	~~~~~	速く読む
	~~~~~	ゆっくり読む
④ イントネーション	→	下げて読む
	→	上げて読む
	→	変化させて読む

小説においては、クライマックスと考えられるページを中心に打たせるようにした。短い小説の場合は全ページに朗読譜を打たせることもある。何の印もないままに音読する場合よりも、どのように読もうかと考える。時間はかかるが、少しの時間で効果があがるだろう。イントネーションはなかなかつけにくいのであるが、正しく打つことに目的があるのでなく、「朗読譜を打とうとすることそのものに価値がある」と思っている。

#### ▲他の取り組みについて

「朗読譜」を打たせるという方法以外に、ある部分（作品を解釈するうえにおいて指導者としてこだわりたい部分）について、どのように読めばいいのかを考えさせるために、あえてその部分を何人かに読ませる方法をとる場合もある。

＜指導例＞「故郷」（魯迅）の場合は、

- 冒頭部分……ああ、これが二十年来、片時も忘れることのなかった故郷であろうか。
- ルントウとの再会場面

……彼は突っ立ったままだった。喜びと寂しさの色が顔に現われた。唇が動いたが、声にはならなかった。最後に、うやうやしい態度に変わって、はっきりこう言った。

「だんな様！……」

3. 結末部分……まどろみかけたわたしの目に、海辺の広い緑の砂地が浮かんでくる。そのうえの紺碧の空には、金色の丸い月が懸かっている。思うに希望とは、もともとあるものとも言えぬし、ないものともいえない。それは地上の道のようなものである。もともと地上には道はない。歩く人が多くなれば、それが道になるのだ。

私が音読させるうえにおいて、特にこだわった部分は以上の3か所である。

1については、「ああ」をどう読むか、「…………であろうか。」の反語表現に気付くことができているか、という観点（指導者として持つておき、生徒には紹介しない）で5人ぐらいに読ませた。5人それぞれの読み方であるが、だれの読みがいいのかは、あえて私から評価しない。初めての音読（第一次音読）については、生徒なりの解釈がそれぞれ含まれているのであるから、その解釈を作品分析の機会に述べてもらう約束をしておく。

2については、「だんな様！……」をどう読むか。「！」と「……」をどのように音声表現に生かすのか。3人以上は読ませたいセリフである。主人公「わたし」がかつて憧れた「少年ルントウ」が大人になって、「わたし」と再会したときの第一声である。このセリフの読み方については、直後の「わたしは身震いしたらしかった。」という部分との関係で、どう読むのがいいのかを考えさせたい。

3については、最初の二つの文と、「思うに……」以後の三つの文とをどのように対比させて読むかを考えさせたい。「紺碧の空に、金色の丸い月が懸かっている。」という表現は、「わたし」が帰郷して母と会話したときにルントウと共に思い出した情景であった。その情景がこの小説の結末に再度出てくるのであるが、大きな違いは結末部分においてルントウの姿が欠落していることである。その点をふまえて、「思うに……」以後をどう読んだらいいかを考えさせたい。

#### D. おわりに

いろいろな取り組みを系統立ててまとめることは出来なかった。ばらばらになってしまったという反省がある。今回のまとめに欠落していることは、やや具体性に欠けるという点であろう。

新学習指導要領でも、音声言語の役割を重視し、指導事項が明確に示された。作文指導の充実並んで、これから国語科教育の重点課題となるだろう。私の取り組みはまだ暗中模索の段階に過ぎない。いろいろな先生方の意見を参考にして、計画性を重視する姿勢を大切に、これからも頑張っていきたいと思っている。

録音したものを研究会において発表することができたが、今回のまとめにおいては、その概要の報告という段階に留まった。紙上報告の限界である。放送劇などは、実際に録音を聞いて頂かなければ、イメージがわきにくいものである。臨場感にも欠ける点が残念である。



## 楽しい国語の授業とは（3）

—「楽しい朗読の授業」指導の実践報告—

ひら た たつ ひこ  
平 田 達彦

### <はじめに>

より楽しい国語教室をめざして。国語科に興味をもつものもたぬものにかかわらず、また文学的な教材を好むもの、科学的説明的な教材を好むものをともに巻き込んで、生徒全員が主体的にそして積極的に取り組める「国語の授業」をめざしていくことが、私たち国語科教師の使命である。そのためにはまず楽しくなければ、そして何がしかの知識や能力が身につけられたと実感でき、そのような喜びを教室中の生徒全員が共有できるような授業でなければならない。今回の実践報告もこのような考え方を基調として行った、太宰治の『走れメロス』の朗読テープ作りという「朗読の授業」の試みである。

なお実践のうち、授業の一部は、本校第37回教育研究会（平成元年11月10日）において公開したものであることを断っておく。

### <中学校段階での音声表現活動について>

最近の国語科教育をめぐる論議の中で、「音声言語教育」の指導は特に注目されている分野といえる。新学習指導要領においても、国語科の「指導計画の作成と内容の取扱い」の中で「音声言語」という言葉を用いて「音声言語に関する指導については、文字言語の指導と関連させるだけでなく、広く話題を求め、意図的、計画的に指導する機会を設けるようにし、その際、音声言語のための教材を開発したり活用したりするなどして、指導の効果を高めるように工夫すること。」とあり、その指導に大きな比重を持たせようとしているのが現状である。作文を筆頭とする文字言語を中心とした「表現」の指導を大切にしながらも、それに偏ることなく、生徒により多くの表現活動を行わせようというねらいである。

本校においては、以前より韻文、散文教材の別なく、また古典入門期の指導の重要なポイントにも「音読」と「朗読」を置き、力を入れてきた。そしてその発展的な形態として、思い切った授業計画を組み「朗読劇」「放送劇」などの制作ということも行ってきた。これらは単に「音読」や「朗読」を強調するだけではなく、いかに生徒に主体性を持たせ、楽しみながら学習に取り組ませるかということを追求したものといえる。

ひと口に音声表現活動を活発化させる授業をしようといっても、実際の授業にあたってその指導を従来の教科書教材に頼ろうとすると、利用できうる教材の少なさという問題点があり、またその指導法自体の弱さ、不確定さに直面するだろう。したがってこれから課題として、音声言語教育に関する教材の発掘、また新しい指導法の創造と確立が挙げられる。

#### <実践してきた音声表現活動について>

平成元年度、私は中学2年生の教科担任として、以下の音声表現活動に関わる学習指導を行ってきたのでここに報告する。

- 『言葉とイメージ』<教育出版の教科書を中心に>

春をテーマにした作文活動を行い、後にその作文をもとに生徒全員に「3分間スピーチ」で発表させた。

- 「近代の短歌」<教育出版の教科書と浜島書店の「国語便覧」から>

石川啄木の短歌約20首を学習し、後に「暗誦」と「朗読」を行う。  
さらに「近代の俳句」についても同様に行った。

- 「三好達治の詩」<教育出版の教科書と浜島書店の「国語便覧」から>

三好達治の詩5編を学習し、「音読」と「朗読」の検討を行う。

- 「敦盛の最期」<教育出版の教科書を中心に>

『平家物語』冒頭部分の「暗誦」と「朗読」、「敦盛の最後」の「朗読」を行う。

#### <「『走れメロス』朗読テープ作り」について>

上のような実践に続いて、太宰治の『走れメロス』の読解とともに、「朗読テープ作り」を行った。これは、生徒全員が実際に朗読したり、あるいはよりよい朗読を行うための助言を主体的に行うことで、一つの文学作品を味わうとともに、「朗読」の楽しさを実感できるようにしようというものである。実際の授業では、『走れメロス』を6場面に区切り、生徒も6つのグループに分け、グループのリレー形式で一本の朗読テープを作った。また各グループの朗読練習の際には、グループ内で担当場面についてよりよい朗読のためにということで討論を行わせ、その結果を「朗読譜」をつけることでグループ内の共通理解とさせた。朗読の発表は、1時間の授業に2グループ・2場面とし、朗読前にグループの代表者から、その場面のヤマ場を紹介させたり、工夫点を説明させ、さらにOHPや教材提示機を利用して、その部分の朗読譜のつけ方についても説明させた。朗読後は、他のグループの生徒からの意見や感想を発表させるという形態で相互批評させた。

授業は次のような計画で行った。

## 指導計画（全10時間）

教材名	指導内容	配当時間
走れメロス	昨年度学芸会ビデオ『走れメロス』を視聴し、教材に対する親近感を持たせる。	1
	全文音読。場面設定の確認。	1
	各場面の展開を整理し、重要部分を把握させる。	2
	朗読プリント配布。朗読担当場面・グループの決定。グループ毎の討論と朗読練習。	1
	朗読の発表と、批評・助言を行わせる。（朗読は録音する。）	3
	朗読テープの鑑賞会。	2

(注) 指導計画の「第1時」にある「昨年度学芸会ビデオ」とは、今回この授業を行った生徒たちのうち、1年生時に本校行事『学芸会』で、『走れメロス』を劇として演じたものがあり、ここでその際収録したビデオを1年ぶりに視聴させたのである。

次に、上の指導計画をもとに行った授業のうち、本校教育研究会で行った研究授業の指導案を掲載する。

この授業は、指導計画中の第7時のもので、指導内容からみると「朗読の発表と、批評・助言を行わせる」という段階（3時間扱い）の2時間めである。

### 国語科学習指導案

指導者 平田達彦

- 日 時 平成元年11月10日（金）午前9時40分～10時30分
- 場 所 大阪教育大学 教育学部附属天王寺中学校 小講堂（南館三階）
- 学 級 大阪教育大学 教育学部附属天王寺中学校 第2学年A組41名（男子27名、女子14名）
- 主 題 音声表現領域の研究
- 目 標 「朗読」を通して、小説「走れメロス」の読解を深めさせる。
  - 「『走れメロス』朗読テープ」を制作することによって、音声表現活動を楽しみ、また意欲的に取り組む態度を養わせる。
  - 朗読テープの制作過程において、討論・発表・批評・助言などを行わせ、音声表現力を高めさせる。

#### 6. 本時の授業

- 目 標 ①朗読譜をもとに、担当する場面を工夫して朗読させる。  
②朗読を聞き、意見をもつことで聞く力を高めさせる。

- 準 備 物 教科書（学校図書 中学校国語2）、授業ノート、朗読用プリント

（指導者…OHP）

- 指 導 過 程

段階	学習事項	生徒の活動	指導者の活動と評価
導入 (10分)	・前時の学習内容の想起	・前時に朗読した第2場面の朗読を聞く。	・担当グループの工夫した点や助言を確認し、本時の朗読の準備とさせる。
	・第3場面の朗読準備 (30頁8行め～34頁1行め)  ・朗読と録音	・担当グループの代表者が、朗読の工夫点・問題点を説明する。  ・担当グループによる朗読を行う。	・聞き手に聞く姿勢をつくらせるとともに、朗読者にもポイントを確認させる。  ・説明に対する疑問や助言を発表させ、よりよい朗読へと導く。  ・朗読者は聞き手を意識するよう、また聞き手は朗読しやすい雰囲気をつくり、しっかりと聞くよう指示する。
展開 (35分)	・意見・感想の発表  ・第4場面の朗読準備 (34頁2行め～40頁12行め)  ・朗読と録音  ・意見・感想の発表	・朗読に対しての意見・感想を発表する。  ・担当グループの代表者が、朗読の工夫点・問題点を説明する。  ・担当グループによる朗読を行う。  ・朗読に対しての意見・感想を発表する。	・できるだけ具体的な部分を取り上げて意見・感想を発表するように注意する。  ・朗読者、聞き手ともに雰囲気づくりを行わせる。  ・説明に対する疑問や助言を発表させる。特に前場面の担当グループからも助言させ、よりよい朗読へと導く。  ・助言や意見・感想がどの程度いかせているか把握する。  ・できるだけ具体的な部分を取り上げて意見・感想を発表するように注意する。
整理 (5分)	・まとめ  ・次時の予告	・本時の学習内容を振り返る。  ・次時の課題を知る。	・朗読でよく工夫されていたところ、効果的だった助言・批評を指摘し、次時への参考とさせる。  ・次時は第5・6場面の朗読であることを告げる。

(授業用“朗読譜プリント”)

◎朗 読 譜 ◎

①間 (ボーズ)

軽く間をとるところ  
大きく間をとるところ

※「く」を多くつけると、間を大きく  
となることになる。

②強 弱

段々強く読む  
段々弱く読む

強く読む

速く読む  
ゆっくり読む

④アクセント

その部分のみ強く読む

⑤イントネーション

下げる  
上げて読む  
変化させて読む

※「朗読譜」は、よりよい朗読を行うための  
共通の“符号”です。各担当の場面について、  
グルーピング話し合い、工夫された朗読  
になるよう努力しましょう。

(第三場面)

△前 略▽

妹はほおを赤らめた。

「うれしいか。『きれいな衣装も買って来た。さあ、これから行つて、村の人たち  
に知らせてこい。結婚式は、明日だと。』

メロスは、また、よろよろと歩きだし、家へ帰って神々の祭壇を飾り、祝宴の  
席を調べ、間もなく床に倒れ伏し、息もせぬくらいの深い眠りに落ちてしまった。

目が覚めたのは夜だった。メロスは起きてすぐ花婿の家を訪れた。そうして、  
少し事情があるから、結婚式を明日にしてくれと頼んだ。婿の牧人は驚き、そ  
れはいけない、こちらにはまだ何の支度もできていない、ぶどうの季節まで待つ  
てくれと答えた。メロスは、待つことはできぬ、どうか明日にしてくれたまえ  
と更におして頼んだ。婿の牧人も頑強であった。なかなか承諾してくれない。夜  
明けまで議論を続けてやつと、どうにか婿をなだめ、すかして、説き伏せた。

△中 略▽

「おめでとう。わたしは疲れてしまったから、ちょっと御免こうむつて眠りたい。

目が覚めたら、すぐに市に出かける。大切な用事があるのだ。わたしがいなく  
ても、もうお前には優しい亭主があるのでだから、けっして寂しいことはない。  
お前の兄の、いちばん嫌いなものは、人を疑うこととそれから、うそをつく  
ことだ。お前も、それは、知っているね。亭主との間に、どんな秘密でもつくつ  
てはならぬ。お前に言いたいのは、それだけだ。お前の兄は、たぶん偉い男な  
のだから、お前もその誇りをもつていろ。」

△前 略▽

「待て。」

「何をするのだ。わたしは日の沈まぬうちに王城へ行かなければならぬ。放せ。  
『どっこい放さぬ。持ち物全部を置いていけ。』」

「わたしには、命のほかには何もない。その、たった一つの命も、これから王に  
くれてやるのだ。」

「その、命が欲しいのだ。」

「さては、王の命令で、ここでわたしを待ち伏せしていたのだな。」

山賊たちは、もの言わずに一齊にこん棒を振り上げた。メロスはひょいと、体  
を折り曲げ、飛鳥のごとく身辺の一人に襲いかかり、そのこん棒を奪い取って、  
「気の毒だが、正義のためだ！」と猛然一撃、たちまち三人を殴り倒し、残る者  
のひるむすきに、さっさと走って峠を下った。

## 参考（第一場面冒頭）

メロスは激怒した。必ず、かの邪知暴虐の王を除かなければならぬと決意した。  
メロスには政治が分からぬ。メロスは、村の牧人である。笛を吹き、羊と遊んで暮らしてきた。けれども邪悪に対しては、人一倍に敏感であった。

最後に、すべての授業を終っての生徒の感想を紹介する。

A. 「朗読譜」をつけて朗読してみてどうだったか？

〔感想1〕男子 T・N (42期生)

朗読譜をつけたのが初めてだったので、かえって読みにくかった。でもそのことで、今まで僕は「朗読をしよう」と言われても、本当の意味の朗読になっていなかつことがわかつた。

〔感想2〕男子 T・A (42期生)

朗読譜は便利といえば便利だけれど、自分のイメージ通りの読み方を表現しにくかったのは事実である。“記号”よりも言葉で書いた方がやりやすいのではないかと思う。

〔感想3〕男子 K・N (42期生)

朗読譜をつけるのは、みんなと話し合ったり考えたりしながらだったので楽しかったけれ

ど、その記号通りに読むのは結構難しいと思った。逆にうまく読めていると思っても、それを朗読譜に表すのが難しいところもあって、グループのみんなと悩んだりした。他の人の朗読譜のつけ方をみていると、「いやぁ鋭いなあ」とか、自分と違うなとか思ったりした。

〔感想4〕女子 A・S (42期生)

朗読譜には、最初とても抵抗があった。でも話し合ってつけていくうちに、みんなと“共通の記号”みたいになっていったので、なんだかうれしかった。

〔感想5〕男子 T・H (42期生)

朗読譜をつけてわかったことは、文や文章の切るところや声の調子を決めるとき、グループのみんなのその文章に対するとらえ方が微妙に違うので、なかなか標準的なというか共通の朗読をすることが難しいということだ。ただ、みんなでまず音読し、話し合って朗読譜をつけていくと、完璧ではないけれど、ある程度その文章を読むみんなの気持ちと調子がそろったと思う。

B. クラス全員で一本の「朗読テープ」をつくってみてどうだったか？

〔感想6〕男子 T・A (42期生)

場面ごとにメロスやナレーションなどの役が次々に代わっていくので、少し抵抗はあったけれど、個人の役に対するイメージが違うので、自分ならこう読むのにとか、なるほどこういう読み方もあるんだなあと、自分のイメージと比較できたのが何よりよかった。

〔感想7〕男子 T・U (42期生)

単に朗読を録音するというだけでなく、みんなで一本のテープをつくるのがとてもおもしろかった。自分たちの場面の朗読の時、めちゃくちゃに緊張して声がふるえてしまった。でもなんだかその人物の気持ちで読めたような気がした。こんなふうに「走れメロス」を配役付きで読むと、授業で勉強するには長くてしんどいなと思う小説も、楽しくすぐ読み終ってしまうやすりすごくよかった。

〔感想8〕女子 N・O (42期生)

自分のグループ、他のグループの朗読を聞いていて、「ああ、この人はとてもうまい読み方をするなあ」とか「こう読めば感じができるのか」などいろいろなことが頭の中に浮かんだ。このようにクラスメートの意外な一面を見られたことがうれしかった。また全員で一つのテープをつくるというのは、全員が協力し合ってできたという感じなので、仲間づくりということにもすごく役立ったと思う。

〔感想9〕女子 K・K (42期生)

なかなかおもしろかった。小学校のときもクラス全員で朗読したことがあるが、やはり中学二年生となるとみんな上手だし、よく気をつけて読んでいてすごく良かった。それにたとえばこの人は思ってたよりも朗読がうまいなあと新しい発見もできた。自分が朗読するときはとても緊張した。広い教室の中に自分の声しか響いていないし、それに録音もしているのでまちがったら責任も重いし……。でもまたぜひやりたいと思う。

〔感想10〕男子 K・N (42期生)

すごく面白かった。自分の朗読をふりかえると、緊張のあまりふるえてしまってうまくできなくて悔やしかった。他の人の朗読を聞いていて、自分では考えつかなかった読み方とか、個性が出ていたりとかすると、感心したり、納得したり、疑問を持ったりした。それと去年の学芸会で『走れメロス』の劇をしたことが思い出されて、すごくなつかしかったり、また去年よりは深く内容を理解できたような気がしてうれしかった。

<おわりに>

今回の「朗読テープ作り」では、生徒に2つの新しい試みをさせた。1つは「朗読譜」によるグループの朗読。そしてもう1つは、クラス全員で一本の録音テープを作ること。「楽しい朗読」を掲げて授業を行ってきたが、生徒は中学2年生になると1年生とはがらりと雰囲気を変えてしまう。去年あれ程元気よく挙手して発表したり、音読・朗読していたのにと落胆させられるほどおとなしくなってしまうのである。表情も少なくなり、発言の語尾も不明瞭、授業を楽しもうという余裕すら失っていく生徒もいる。私はなんとかその雰囲気を打破したいと思い、いくつかの試みを行ってきた。この「朗読テープ作り」は、いやがうえにもまず生徒に声を出させ、そして1つの作品をクラス全員で作り上げるという喜び、そしてその裏にある個人の役割と責任の自覚をもたせることにつながった。生徒の感想にもあったが、クラスが団結して朗読に取り組むという連帯感が授業に強くあらわれた。私があれこれと指導しなくとも、毎時間快い緊張感が教室に満ちていた。これは私の予想を上回る収穫であったと思う。「朗読譜」による朗読も、その記号に対する違和感があったにもかかわらず、少なくともよい朗読とはいったい何なのかということを生徒に考えさせる契機となった。「朗読譜」そのものに対するグループでの検討や練習にもう少し時間を与えてやれば、その違和感さえも薄らいでいただろう。

もちろん他にも、授業計画のあまさなど反省すべき点は多くあるが、1つ1つ大切に受けとめ、次の実践にむけての糧としていこうと思う。授業は生徒のためにあるもの。生徒が主体的・意欲的に取り組める授業をめざして、また1歩ずつ研究をすすめたいと思う。

## 『中村直三農功之碑 附略伝』の翻刻

— 老農中村直三研究ノート（その2） —

高木正喬

### はじめに

表題の文献は本集録第29集の拙稿で紹介した史料である。内容は老農として有名な中村直三農功之碑の碑文を本文として3頁(1頁:30字×11行)に収録し、中村直三の略伝を20頁(1頁:38字×13行)にまとめて附した小冊子である。発刊は明治25年5月18日で、同年6月には現在の国会図書館に収蔵されたものである。

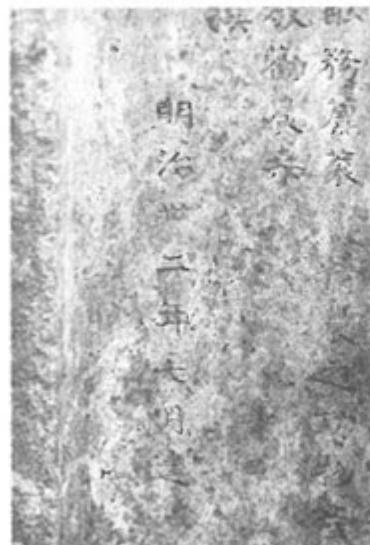
中村直三の顕彰碑(右上の写真)の建立年は從来「明治32年7月」とされていたが、前記拙稿の中で私は『奈良公園史』とこの小冊子をもって從来の説を否定した。

中村直三の研究を始める時、誰もが基本と考える文献の一冊に荒川清澄著『老農中村直三』(明治42年刊、西行洞)がある。この本では建立年が明治32年となっている。ところで、右の写真は碑文の末尾のものであるが、そこには明治廿二年と確かに判読できるのである。従って、荒川氏が確認した時には既に明治廿二年と読める状態であったと思われる。他の評伝等はこの荒川本を底本にしている場合が多く、碑文を確認すれば右の写真の如くであるので、この誤りは訂正されなかったのであろう。

さて、荒川本の「はしがき」には「奈良県庁に所蔵の故中村直三翁小伝と称する写本」の存在が記されているが、



中村直三農功之碑 奈良公園



明治廿二年と読める

中村直三功德之碑 大日本農會頭一品勳一等能久親王篆額

起身行夜精通農業聲名籍甚遂得咫尺 天顏蒙賜特別賞牌如中村直三古今未見其比也夫行夜賤職爲村民所養以驚火盜常人所不伍焉而海內無不知直三爲農農以致荷此榮典者豈偶然哉直三大和國山邊郡永原村人家素貧小脩心學勤儉力作家屋漸興文久三年試作伊勢錦稻收穫尤多與今志謀頒其種五十余名於郡村明治四年郡山藩會老農直三與焉藩宰諭之仕藩爲農師直三辭曰父祖以來受永原村恩未果所以報之且身仕一藩功止一藩不如東西南北應諸國聘廣勸農業七年三月敎部省擢任少講義奈良縣令四條隆平舉任農務直三頒桑苗數萬株於各郡勸農蠶傍殖樹木繕道路十年東京開內國勸業博覽會直三出稻種賜龍紋賞牌十四年又開直三出稻種七百余種綿種二十七種實二十余年所經驗之賜有功二等賞十五年東京又設米麥大豆烟草菜種共進會直三精選稻種出之泰經 御質於 御前賜特別名譽賞牌及金白圓三感泣歸鄉以其金祭先哲有農功者先是聘直三請農話者秋田宮城石川大分等諸縣到處聽者常滿生嘗受褒賞前後五十余年矣直三壯兒魁梧方面黎赤眼光射人有毅然不撓之風音吐琅々談論率出入意表雖不事讀書能通大義著書曰勤農微志爲人滑稽能解人頤首爲造物主造物者說聽者絕倒好作俚謠咸宮勤儉忠厚之意十五年八月直三自外歸罹病十三日沒年六十三葬勾田村善福寺先塋之次大阪府知事建野鄉三報之農商務省聞者莫不惜悼大日本農會頭一品能久親王賜誌吊慰男直平嗣今志者相謀建碑於寧樂公園屬文千余字序其狀繫以詩曰

造物主兮造物主 造物主是今天皇 造物者兮造物者 造物者是此直三 聽者捧腹啞然笑  
寧識斯言味深長 四海動植霑皇澤 天恩洪水本量無 裏糧南畝務薦衰 精農之功物產昌  
大私昔号大養德 養德如斯姓字香 豐碑高照寧樂里 永留名教勸業桑

明治十七年一月 大日本農會幹事長從四位勳三等品川彌次郎撰

大日本農會名譽會員從四位勳四等巖谷脩書 明治廿一年七月建

翻刻に際しては次の様にした。本文の碑文を実際の顕彰碑面の漢字配列と同じに復刻した。明らかに誤字と思われるものも訂正せず、それらの字にママを付した。意味不明となると思われる字のみここで訂正しておく。4行目、家屋→家産、5行目、余名→余石、9行目、之→云、11行目、満生→満坐（実際の碑文の字）、13行目、宮→寓、18行目、洪水→洪大、19行目、大私→大和。そして、誤訳を恐れたが、拙い意訳を続けた。意訳の中で、難解な語句の意味はカッコの中に示し、意味を通じやすくする為、< >で語句を挿入しておいた。ルビは私が付したものである。また、実際の碑文と復刻文との間には、上で訂正した字以外にも幾つかの相違がある。例えば、「村」は「邨」である。意味に変更が生じないので相違点の指摘は省いた。ただし、碑文末の詩文中の「直三」はここだけ実際の碑では「直蔵」となっている事だけ指摘しておく。

#### （意 訳）

中村直三功徳之碑 大日本農会頭二品勲一等能久親王墓額

行夜（夜警番人、の意）から身を起し、農業に精通し名声を高め、遂には天皇の御前に近づき拝謁し、特別賞牌を賜わった。かような中村直三に古今に比較できるような者を見出せない。行夜とは賤職で、村民が養うところの、火事や盗人を警備する仕事で、普通の人は^{くわ}さないものであった。しかるに、国内で直三が老農である事を知らない者はいない。ところで、この榮典を担うに致ったのは偶然であったのだろうか。

直三は大和国山辺郡永原村の人で、家は初めは貧しかったが、幼少にして心学を修め、勤労と儉約に努めた為、家産はしだいに回復した。文久三年、伊勢錦という稻種を試作した処、もっとも収穫が多かったので、<心学講舍などの>同志と相談して、<近辺の>郡村にその種子50石余を頒布した。明治四年、郡山藩が老農直三と会い、家老が農師として藩に仕える事を諭したが、直三は固辞して、次の如く答えた。父祖の代から永原村の恩を受けながら、未だこれに報いる事ができない。それに、一つの藩に仕え、一つの藩に止まり働くよりは、東西南北諸国の招聘に応えて広く農業について教導する事のほうが良い、と。七年三月、教部省は少講義（明治政府教導職の一つ）に抜擢した。奈良縣令四條隆平は農務に登用し任じた。直三は各郡に桑苗数万株を頒布し養蚕を教導するかたわら、樹木を植林し、道路を修繕した。

明治十年、東京で開催された内国勧業博覧会に直三は稻種を出品し、龍紋賞牌を賜わった。十四年、再び開かれた時にも、直三は稻種九百余種と綿種二十七種を出品し、実に二十余年に経験した所のことを言い、有功二等賞を賜わった。十五年、東京でまた開催された米麦大豆煙草菜種共進会に稻種を精選し出品した。悉くも天皇の御覽をいただいて、御前において特別名誉賞牌と金百円を賜わり、直三大いに感動を受けうれし泣いた。帰郷し、その褒賞金をもって、先哲と農事有功者を祭った。この以前から、直三は招聘され農話を請われた。秋田、宮城、石川、大分等諸県到る処、聴者は常に会場を満たした。嘗て褒賞を前後五十回余り受けた。

直三の相貌は、魁梧にして、方面（四角顔、の意）で赤黒く、眼光は人を射り、毅然として、ま

た不撓のおもむきがあり、音声は琅々とし、談論は洒落て人の意表をついた。読書に専念することはなかったとは言え、よく大義に通じ、著書は『勸農微志』という。滑稽な事を言つては人の顔をよくはずさせた。造物主や造物者を説きながら聴く者を抱腹絶倒させました。よく俚謡（さとうた）を作ったが、ことごとく勤僕忠厚の考えが寓せられていた。

明治十五年八月、直三は外から帰ると病氣に罹った。十三日没す。享年六十三才。勾田村善福寺の先塋（祖先の墓地、の意）にて土葬。

大阪府知事建野郷三、この事を農商務省に報せると、聞く者で惜しみ悼まざる者はいなかった。大日本農会頭二品能久親王は赙弔を賜わられ慰めた。子の直平があとを継ぐ。同志の者が奈良公園に碑を建てる事を計画し、千字余の文をつくる。余、直三の事を識る故に、その事情を叙し、詩文をもって文を結ぶ。

造物主、ああ、造物主 造物主とは今上天皇のことなり 造物者、ああ、造物者 造物者とはこの直三のことなり 聽者は抱腹し啞然として笑う 静まるやその言葉の意味深長なるを識る 四海の動植物には皇澤（天子のめぐみ、の意）がうるおい 天恩は洪大にして源を量ることも出来ない 南の敵で食料をつくるかたわら官に就き収穫（培う、の意。転じて、農事改良、の意か。）に務める 精農（よく働き農事に詳しい農民、の意）の功により物産は昌んとなる 大和はその昔大養徳と号した 養徳とは姓字の香（好字、の意か）のごとし この豊碑（功德をしるす大きな石碑、の意）は寧樂の里に高く照り とはに農業養蚕を教え勧めた者の名を留めん

明治十七年二月 大日本農会幹事長 従四位勲三等 品川彌次郎撰

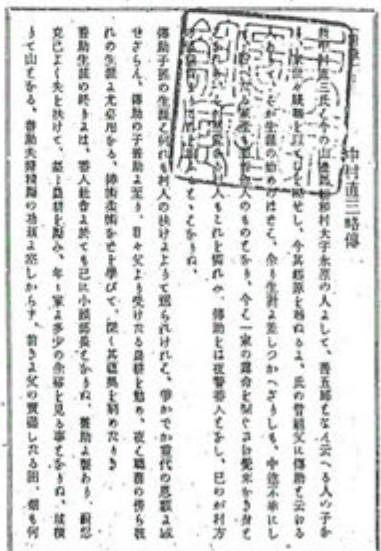
大日本農会名誉会員 従四位勲四等 巖谷脩書 明治廿二年七月建

## 2. 「附略伝」の翻刻

附録の略伝の翻刻に当つては、漢字は新字体に改め、かなは変体がなののみ改めた。読点は原文のまま。難解な語句には意味をカッコの中に記した。ルビと＜ ＞内と・の字は私が付け加えたものである。誤字は、巳→己、己→巳、のみ正して、他はママを付けておいた。

### （附録）中村直三略伝

故中村直三氏は今の山辺郡朝和村大字永原の人にして、善五郎となん云へる人の子なり、家世世賤職を以て口を糊せし、今其の起源を尋ねるに、氏の曾祖父に伝助と云える人ありて、そが生涯の始めのほどは、余り生計に差しつかへざりしも、中途不幸にして、貯へたる家産も悉



原史料のコピー

く皆他人のものとなり、今は一家の露命を繋ぐさえ覺束なき身とはなれり、そが慈愛なる村人もこれを憐れみ、伝助をは夜警番人となし、己のが村方の協議費よりこれを養ふこととはなりぬ、

伝助子孫の生涯は何れも村人の扶けによりて送られければ、争かでか重代の恩顧に感ぜざらん、伝助の子善助に至り、日々父より受けたる農耕を勧め、夜は職務の傍ら彼の生涯に尤も必用なる、捧術柔術などを学びて、深く其の蘊奥を窮めたりき

善助生涯の終りには、番人世界に於ても已に小頭部長となりぬ、善助に妻あり、耐忍克己よく夫を扶けて、益々農耕を勵み、年々家に多少の余裕を見る事となりぬ、挨積りて山となる、善助夫婦精励の功茲に空しからず、前きに父の売盡したる田、畠も何時しかとりかへしたる而已か、農事を営むに差して不自由ならざるだけの家屋さへ建築するに到りぬ、されば彼が世々村人の営みに浴したる恩顧に報ゆるの門戸爰に開け、稻種の改良選択を始めたりき、

善助死し其の後を継ぎたるは養子善五郎なり、何れの地方も旧穀将に盡きんとするに際りては、物価騰貴し為めに貧民衣食に窮するは、古今一様の状態なるが當時善五郎は己のが力耕によりて、得たる米麦を出して之を貸与し、新穀収獲の節に於て、些少の利子を添へて之を収きめしむることなし、大いに貧民の活路を助けたるは年々歳々のことなりし、これ彼が父祖の受けたる旧恩に報ゆるの宿志を実践したる端緒なり、善五郎の黄泉に旅立ちしは、安政二年の頃、六十一の歳にて、そが家の記録に伝ふる所によれば、葬送の日礼服着用其の死を弔ひたる者五百余人ありしと云えは、彼の晩年未だ番人の賤職にありと雖も、亦諸人の敬慕尠からざりしを知るに足る可し

善五郎の遺志を継ぎ、遂によく其の業を果し、以て祖先の光彩を発揚したるは、則ち今の直三なり、彼は父の後を受けたる後も、身尚番人の職を帶びて、其の務に勵みつゝも亦耕農愈勉め、増え農事の改良を企図したりき、

直三又心学を好み、躬から講師などを聘して、已に廃絶に帰したる塾舎を再興して近隣の有志を鼓舞奨励し、進んで汎く国内に道話拡張の方策を講ずることありて当時の高取藩主其の志を嘉みし、褒状と銭三貫文を賜はりぬ

直三父善五郎の生前には、敬神に厚くして仏を信せざりき、而して直三が藩主より嘉賞の栄を賜はりたるは、父の没後六年なり、されば直三が父を想ふの志、直ちに儒祭を以て父の祭典を執行し、親族故旧、心学講師及びこの道の全志を招じて、大いに道話を講じたりき、蓋し直三のこの祭典を執行するや、もとより亡父の靈魂を慰めん意なりと雖も、亦一には人をして益々心学の激信を深からしめんとするの意なりしならん、さればこれを以て直三が斯の道の拡張に注意したる事実の一班を窺ふに足る可し、爾來心学の道大いに国内に普及し、直三身も亦聘せられて、屢々講筵に出つるに到りたりしも、時勢の変遷は天地の原則なるを奈可せん、維新の際心学遂に廃せられ、直三の眼には痛恨の涙滴々たりし、

直三の住せし永原村は、九十町余の反別を有せる所にして、領主の異動によりて、屢々聚斂の苛酷に苦しめたることありしも、直三每ねに其の間に立ち、大いに盡す所ありて、村民の為めに往々

愁眉を開きたることありき、村民曾て領主の命する、重歎の愁苦を、東都に訴えたことありしが、これ当法度の禁する所にて、遂に越訴罪に坐し、高取藩の獄に繋がるゝ者、数名ありて村民激昂の極、持さに不穏の挙動に出でんとするの勢ありし、直三之れを憂ひ、そが村方の篤志數名を説いて、相当の資本を貸り、之を以て村民の激昂を鎮撫することに勉めたりき、二には己のが曾て改良したる選種を与へ或は肥料の発明耕作の便法等残る限なく教へやり、苛歎に堪へ得るだけ多くの収獲を得せしめんと図れり、如^{けだし}之（および、の意か）勸農微志なる冊子を著はし、大いに村民を警戒奨励せり、而して村民亦大いに悟る所ありき、蓋し直三当時の意、時機未だ到らざるに、徒らに苛酷を訴へんより、寧ろ產物の増殖を図りて、重歎を凌ぐに若かずと云ふ、着実の至誠なりしなり

其の後維新の始め奈良府の所轄となり、百事改革の時機、直三が昔日より心に待ち受けたる好機会來りぬ、直三の喜び何に譬へん、直ちに己のが居村に接続せる十ヶ村余の耕地を調査し、先づ之を一紙の上に詳画せんとて、昼夜之に従事したりき、圖已に成りて、其の田面の広狭より生ずる租税の不公平を詳論し、躬ら奈良府に到り、村民の為めに既往に嘗めたる辛酸を訴えたりき、時の權令其の調査の緻密に驚嘆したりしとなん、直ちに減租の恩命に沿するを得たり、されば其の村々の人々も為めに殖産の基本確立せりとて、謳歌して直三の功績を謝したりき、而して直三身又感慨の涙に咽び、尚進んで國家に盡す所あらんと、倍々其の心思を激奮したるは實にこの時にあり、則ち彼れが農業社会に於て其の驥足を伸ばしたる、豈に偶然ならんや、

幕府の季年（末年、の意）盜賊町村に横行し、頗る強暴を逞ふせり、時に直三長吏の抜擢する所となり、逮捕の任に當り、直ちに追捕規則を制定して、捕亡の画策を図し、浪士十余人を集めて其の要訣を授け、以て捕亡に着手したるに、幾許ならずして、暴賊跡を潜むるに到りき、直三の番人社会に於て、其の名を知られたるは實にこの時にあり、斯くてこのこと国内は更なり、隣国にまで聞え渡り、慶応元年時の奉行の内命により、奈良町奉行所廓内に於て、野試合を催ふせられ、直三一方の隊長となり、之を演じて捕亡の要訣を盡し、彼が既往に於て実践したる氣焰を吐き、以て高覧に供したりき、奉行山岡豊後の守、其の伎倆に感じ酒肴を賜ひて彼れを勞したりし、

直三は曾て農学を識らずと雖も、彼は経験上の考証によりて、農事改良の要素は種子の交換にあるを看破せり、さればこそ常に遠く他国の種子を交換し、良を採んで各村に頒ち与へ、又己れ自らこれを試作せり、時に宇陀郡の篤志者山根兵蔵となん言える人より、伊勢地方にもて囃やさるゝ伊勢錦なる稻種を得、これを以て己のが曾て試作せしものと比植せしに、其の効果頗る優るものありて、甚しき収獲の増殖を見たりき。以謂らく己のが父祖の遺訓により報國の実を擧ぐるは必ず農業社会に於て、之を果さざる可からず、今や己のが試作せし伊勢錦を以て国内に頒ちなは、其の生産の増殖それ幾許ぞや、而して斯くなれば己のが報國の端緒茲に開けん、されど事甚だ大にして微力の及はざるを奈何せん、など百万苦慮遂に己のが曩きに（以前に、の意）結合せし心学舎員に議りそが助力を得て、芻種五十余石を買入れ、汎く国内に頒ち、剩金を以て隣国他邦に交換を求む、数年の後この良種の普及大いに成り、何れも其の齎らす報告一つとして好結果ならざるなし、彼れが

この伊勢錦の拡張を始めたるは文久三年の頃にて、農業社会に其の名を知られたるはこの時にてありし、直三稻種選択の鋭意をよみて

御恵の瑞穂に人となりし身の

盡さでやまじたをるゝまでは

時に梅田雲浜先生大和に來り、直三を高田るな（なる、の誤植か。にある、の意）己のが旅館に招きて仕官を勧む、直三これを辞せり、先生更に士となるを勧む、蓋し先生の意一つには直三身の賤しきを憐れみ、二つには直三の志大にして、賤業の地位之を果すに難きを想ての婆心なりき、されど當時直三の地位たる、身賤なりと雖も、^{うえ}上長吏の信任を博し、^{した}下番人の徳望を有し、^{ほか}外公衆の敬愛を受けたりし、而して彼れ自からも固くこれを信じたりき、さればこそ彼れが先生に答えたる辭には、直三賤は賤なりと雖も、今や志遂げ難きに非ざるを認む、必竟（畢竟、の意）殖産のことたる、為し易くして其の功大なり、是れ恰も直三に適當せる天賦の事業にして、亦直三が終生これによりて、國家に盡す所あらんとするの宿志なり、これを果すに於て、何ぞ故さらに士となるを要せんと云えり、先生これを嘉みし直三が未来に於ける殖産上方針を指示して、別れたりしとなん

其の後直三は先生の教示により、東奔西走種々の辛酸を嘗め、漸く国産の貿易に從事し、或は各所に農具の商店を開き、中途奸商の為めに欺かれ、或は廃藩等の事情の為め、目的齟齬して失敗したこと度々ありし、されど未だ曾て挫折の色なかりし、

伏見戦争の際、官軍南隊奈良出張隊長吉田俊男氏より直三を召す、一日使節三回に及ぶ、直三到れは平素の赤心を賞せんとて、大小刀を賜はり、大和に潜伏する逆徒追捕のことを托せらる、直三命を受け事に従ひし間もなく、国内静謐となりぬ、時に慶応四年の頃なりき

直三心窃かに曾て梅田先生に誓ひし当時を思出で、今や国内無事宿志を実践するのときなりとし、益々勸農に熱中し、良種を折んで各藩に献じ、耕法に関する種々の建言をなせり、諸藩之を採納し競ふて直三を聘す、直三召きに応じて、到る所に力農を集めて、農事を講究討論せしめ、其の結果を以て試作を命すなど甚だ勉めたりき

就中直三の郡山藩に召されたるは前後數回、其の終りに於て藩主礼を厚ふして、直三に諭すに藩の農師たるを以てせり、されど直三は己のが農事を好むや、彼此の心あらざるなり、則ち今日此処を了はり、明日彼處に行く、其の勞もとより辞せざる所なり、今もし身一藩に仕かへなば、其の功亦一藩に止まらん而已、斯の如きは直三の尤も快しとせざる所なりとて、固くこれを辞したりし、これ實に明治四年の頃なりき、もしそれ當時直三が身藩主に奉仕するに於ては、多少の榮花は彼れの身を擁せしならん、直三豈にこれを知らさらん、而して一藩尚陰ましとして、之を肯んせざる、彼れが心思の至誠なる、志操の高潔なる、胸襟の宇大（大きい、の意）なる、古今それ幾人かある、

全じ年の頃熊本藩の選抜によれる力農十名、農事遊学の為め、奈良県の添書を以て、教へを直三の下に乞へり、直三これを諾して、己のが家に宿らしめ、曾て経験したる所を以て、日夜薰陶の労を取りたりき、居ること六ヶ月、力農等の帰るに臨みて、其の差出したる宿料等は強いておし戻し、

^{あまつ} 剰さへ精選種八十余種を与へて錢別となし、落涙數行彼等の行を送りしとなん、亦以て直三が義侠男子の氣概を歎可し、

それより明治七年に到る間、屢々官に用いられ、命を奉じて大和各郡を漫遊し、河川を通じて、運輸の便を企画するの建言をなし、或は荒地の開墾に関する意具を捧呈し皆採納せられたりき

直三曾て奈良県令四條隆平君の命を奉じて、桑樹を試植せんとせしも、其の苗木を得るに難く、彼の山根兵蔵と共に本国宇陀郡より勢州地方を経歴し、漸く桑実若干を得、帰りてこれを三反の地上に播植し、数十万株を作りし、當時桑苗を作るに未だ経験を有せざれば、其の耕耘培養の労苦實に言語に堪へりしと云ふ、直三先づこれを己のが村人及び近隣各村の人々に頒ち、漸次国内に及ぼし養蚕の法、及び機織の法を教へたりしが、蚕業漸く其の緒につき、年を積み隨ひ、自家絹を織るの家数多く出で來りしと言ふ

直三が穴師神社の祠官を拝し、小講義に任せられたるは、明治七年三月のことなりき、茲に官直三の如き農師をして、教導職たらしむる所以を尋ねるに、この神社は氏子中争論の絶ゆる間なく、直三の威徳を以てするに非らんずんは、これを鎮撫する能はざるか敬なりと云ふ、されど直三がこゝに祠官となりし以来、これが調和に注意したれば、氏子中亦一人の争ふものなきに到れり、社前に丈余の飛流あり、直三汚寒と雖も、毎朝こゝに沐浴して白衣に直垂をつけ、拝礼を了ゆるにあらされは 平服に帰らざりしとなん、亦以て彼が敬神の心厚きを了するに足る、

其の年の十月吾国支那に事あらんとするに方り、直三愛國の至情止み難く、彼の有する妻子を捨て、躬から先鋒に伍せんとて、県庁に想願したりき、されど吾国徵兵規則あり、官輒くこれを許さざりし、それより直三は其の応接したる宇野某となん云へる官吏と大いに激論をなせしとなん、直三當時五十五歳なり、言ふ所頑固なりと雖も、其の忠勇義胆の心に至りては、豈に凡人の及ぶところならんや

#### 附 言

此時直三只管先鋒に隨ひ逢んとの銳意或人のいふに君の心は奇特なれとも齡已に六十に迫り戰地に臨み生て帰るは覚束なからんと惜しみし時に即吟してよめる

竹の子の跡にのこればたをれても

心やすけれ雪おれの竹

又或時に

おしむべき名はおしむべしつひ朽る

身は草そよぐ野やあらばすつ

三輪郡役所部内の種子交換会に直三会場に来りし時雨のしきりなりしを疾より雨を冒して来れるを郡長瀧口氏いたわりて老人の斯る雨のしきりなるを厭わずに来れりといわれし時に口吟みに

矢玉ふる中さへすゝむ人のあるに

雨風雪は物のかずかは

明治八年三月のこと直三奈良県庶務課に転じたりし時、内務省より米国産に係る「アップランド」と云える綿種を得、直三県令の許を得て京都に上り、農牧教師たる米国博士ウェート氏に面し、親しく本国の地質気候及び培養法等を質したる後、吾國の適度を考覈（考え調べて明らかにする、の意）し、以てこれを試作したりしに、其の結果大いに見る可きものありて、後ち「アップランド」は普ねく国内に拡張せりと云ふ

直三曾て勸農寮の命を受けて、新宿勸業出張所に到り、「アップランド」試察の実況を説明し又農事上己のが曾て経験したる事実などを想示し、最とも厚き待遇を受けたりとなん、この行や始めて津田先生に謁し、農談大いに先生の高感を博したりと云ふ

十月二日のこと、直三秋田県令の招聘により、堺県令（当時奈良県廃せられ堺県に属す—原注）の許を得て彼処に到り、大いに腐米改良の功を挙げ、尚彼れが経験を以て、彼処の農事を改良したりき、転じて宮城、石川、大分等の諸県を経歴し、到る処に歓迎せられ、彼の高談を聞くもの、つねに山をなしたりき、この行や時三冬（冬の三か月、の意）の^{こかん}氷寒に跨がり肌を劈んざく寒夜、柿の葉の如き蒲団一枚にて夜を明かし、或は雪中陥しき山路をたどりし等の困難数多くありしと云ふ

曾て内国勸業博覧会の東京に開設せらるゝや、直三稻種を出して、龍紋の賞牌を賜ひたりき

後又十四年の第二博覧会に於ては、綿種二十七種、稻種七百余種を出して、有功二等賞を賜ひぬ、この賞典の授与式には、朝野の貴顯二十余名参列せり、直三こゝに農事に関する一場の演説をなし大いに喝采を博したりし、明れば十五年東京又米麦共進会を開設せり、直三又稻種を出す、其の賞典授与式を執行せらるゝや、直三近く玉坐に召され、特別名誉の賞牌及び金百円を下賜せられぬ、直三の功労天下に轟きたるは實にこの時にてありしなり、而して又彼れが光榮の極点に達したるも實にこの時にてありき、斯くて直三は天恩の忝なきに感激し、郷に帰りて以謂らく、己のが今日の光榮を致す所以のもの、往時村内重欽に苦み以て、農事に感奮したるにあり、さればこの光榮何ぞ以て自家一身に帰するを得ん、宣敷既往を追憶し其の本に報ひざる可からずと、則ち見原篤信佐藤信淵及び其の他の先哲を祭り、己のが躬ら神饌を供して其の式を行ひぬ、この祭典の招待に応じたるは当時の大坂府知事、大和各郡長、及び朋友故旧等無慮百余人にて、實に盛典にてありし、尚当日は大日本農会頭能久親王より祭文を寄送せられし、其の他四方の老農知己の祭文を寄せたるも^{うずたかき}の推をなせしと云ふ、就中能久親王の祭文を寄せられたるや、この祭典にとりては九鼎大呂^むより重からしむるものにして、亦諸人がこの祭典に重きを置きたるも實にこれが為めなりしに左にそが写しをしるさんに

維時明治十五年五月十有二日大日本農会頭二品勲一等能久親王謹ミテ貝原宮崎佐藤大蔵等諸先哲ノ靈ニ告グ

茲我會員中村直三躬カラ稼穡（農業、の意）ニ從事スルコト數十年古今ノ得失実驗セザルコトナク凡利世濟物ノ務ニ於テ勇進直行殆ンド其身ヲ忘ル是ヲ以テ海内皆推シテ農師トナリ

今茲三月政府米麦共進会ヲ東京ニ開カルゝニ當リ直三邊抜（辺抜か。そばに呼び出される、の意）

か。) ヲ蒙フリ 天顔ニ咫尺シテ特別名誉賞牌及ヒ金百圓ヲ賜ハル直三ノ榮寔ニ極マレリト謂フベシ斯ニ於テ自カラ謂ヘラク吾ノ今日アルヲ致スハ是皆先哲ノ賜ナリ吾何ゾ与カラシヤト懷旧ノ余遂ニ本日ヲトシ大ニ祀壇ヲ築キ先哲ノ靈ヲ迎ヘテ以テ報本反始ノ義ヲ表セントス其意洵ニ厚シ方今人情輕薄其流ヲ汲ミテ其源ヲ忘ル、モノ多シ則此挙ヤ独リ農事ニ益スルノミナラス其風教ヲ助クルモ亦大ナリ

抑モ本会講スル所ハ大抵先哲ノ遺緒ニ属ス誰カ其功德ニ浴セザルモノアランヤ乃我会员タルモノ義宜シク趨リテ相共ニ甄豆(甄陶、か。教導し完成する、の意)ノ事ニ与カルベシ能久因テ会员ニ代リ聊鄙衷ヲ告ク尚クハ饗ケヨ

明治十五年五月十二日

大日本農会頭能久親王

後又直三は各府県の招聘に応じ、全国到らざるところ殆んど鮮し、何れの府県も直三の帰るに臨みては、多くの金品を錢して其の労を謝したりとなん、又直三のこれを受けて帰るや、皆公共の事業に投じ、或は公私の慈善に供せしと云ふ

以上は是れ直三の生涯に於ける事歴の概要のみ、もしそれ彼の善行嘉言悉くこれを記録に徵するに於ては、一小冊子の能く盡し得可き所にあらざるなり、而して彼が國家に盡したる功勞の如きに至りては、其の賞を受けたる五十余回の事実を以て、これを了するに足れり、明治十五年六十三を一期として焉溘逝矣(溘逝=急死、の意)、朝野挙ってこれを痛惜したりし、時に能久親王贈を賜ふて、家人を弔慰せられぬ有志者相謀り、碑を奈良の公園に建つ、文は当時の大日本農会幹事長従四位勲三等品川彌次郎氏の撰する所、筆は同会名誉会員従四位勲四等巖谷脩氏の書するところにして、本編の首款に掲げたるもの則ち是れなり

直三の人となりや、彼には人間に必用なる総ての資格全く具備せられし、則ち彼は着実家にてありしなり、彼の農業社会に処するや、一利を取らんより寧ろ一害を除く可しと云へる格言により、常に弊害を除去することを先きとせり、之を以て推さは、彼は保守的の人物なるが如しと雖も、彼の有せし進取の気象は勃々として、彼が生涯の行為は溢れたりし、又彼は勤儉家にてありしなり、彼は常に短褐(粗末な着物、の意)粗食に甘んじ、竹皮の鼻緒をすげたる木履を穿ちたる(はく、の意)が如き、人に午睡の不可なるを戒めたるが如き事実之を証せり、彼が曾て造物者の説を作り聽者をして抱腹絶倒せしめたるが如き、又常に談笑の間、人をして頤を解かしめたるが如き、又彼が常に中村直三と記せる三ツ紋の羽織を着けたるが如き事実は一種の滑稽家として見るに足らん、又彼は慈善家にてありしなり、曾て屢々貧民を救助したるが如き事実はこれを証せり、又彼は公共の義心に富むなるとのなりしなり、曾て屢々公共の事業に對て私財を投じたるが如き、彼の生涯の半に於ては家産漸く興りしに、晩年負債を残して没したるが如きは、實にこれが為めなり、

#### 附 言

直三諧謔を好み或は俚謔雜俳或は落語を以て人の頤を解くことは人々の知る所なるが品川氏の云

へる如く意の寓する所は専ら忠孝節義勤儉慈善の意に外ならず數歌及び氣樂歌の類枚挙に遑あらずしかれども限ある紙数盡り載するを得ず今其の氣樂歌而已茲に載す讀者其の一班を見て其の全体を察し玉へ

その日暮らしに かりさへせねば いつも正月 きがらくな  
おやの気やすめ 手あしでつとめ 笑かほみていりゃ 気がらくな  
せふしのばして もろふたこの身 ほねをおしまにゃ 気がらくな  
にじりかすりを むかふへやれば なにをわけても 気がらくな  
理づめいわずに 理のあることを まけてしまへば 気がらくな  
麦のおまゝも はたらきくへば むねにつかえず 気がらくな  
あれは女や ぐちいふものと おもひやりすりゃ 気がらくな  
せったはくより わらじをはけば あしかるくて 気がらくな  
我意やきまゝや ぐちいふひとに かとゝおもわにゃ 気がらくな (かと→勝う)  
ほそひみちでも われからよけて 人をとふせば 気がらくな  
なんぼふじゅうに くらしていても 義りをかゝねは 気がらくな  
さむひしんぼを するともかりを ぬいでかへせば 気がらくな

直三生涯の後半は實に以上の性行を以て、専ら身を殖産社会に委ねたりし、彼は農学を識らずと雖も、専門学者をして舌を巻かしむるの経験を有したりし、若しそれをして甚しき学なきも、一通り専門の学あらしめは、而して又今日尚在らしめは、  
彼は實に日本のアリストートル（ギリシアの哲学者）  
たりしや疑ある可からず、惜い哉彼は専門の学なかりし、十数の齢なかりし、然れども身卑賤より起りて、朝野名士の知遇を恭ふし、遂に身天顔に咫尺するを得るに至りては、其の光榮たるや、實に人生布衣（官位のない者、の意）の極にして、古來曾て其の比を見ざる所なり、蓋し彼れも亦農業社会に於ける当時の英傑なりし歟

略伝終

奥付

明治二十五年五月十六日印刷

明治二十五年五月十八日出版

奈良県宇陀郡内牧村大字自明第参拾武番屋敷

発行者 山根兵藏

奥付のコピー



同県式下郡川東村大字法貴寺

著述者 上田民藏（ただし、上田の上に「水原」の印が押されている。）

大阪市東区高麗橋五丁目第四拾五番屋敷

印刷者 大垣彌太郎

### 3. 直三の評価に関連してこの史料を読む

前の拙稿で、私は老農中村直三の「思想」を考えてみたい、と述べた。しかし、容易に入手できる物からそれを明確にするのは困難である事も触れた。紹介したこの史料をもっても、この事は大きくは変わらない。

また、この史料を読んでみると、荒川清澄氏はこの史料を読んだのではないか、と思えた。荒川氏の直三についての「本伝」の構成がここに紹介したものと大筋において同じだからであるが、「はじめに」で記した様に確認は出来ていない。

さて、直三の評価については、拙稿でも触れてある様に、桜井武雄著『日本農本主義』での評価が大きな影響を持っている様に思える。彼によれば、「この明治三老農の一人、奈良県大和の老農中村直三が、農民一揆を鎮撫して村民に農作精励を従通し、重歎も意に介さざらしめたといふ話。」との酷評となり、伝えられていく。これに関する最近の研究動向については拙稿で紹介しておいた。

農事改良者としての中村直三の研究はその道の人々にやってもらうとして、私としては、直三の「思想」=理想について考えていきたい。そこで、1859年（安政6年）の永原村騒擾事件の時に、中村直三がどの様に考えていたか、についてはこだわりたい。前稿では、「老農中村直三の活動の評価についての素朴な疑問」のなかで、直三の行為は「彼の当時の情勢分析を表わしているのではないだろうか。情勢判断のない一揆支持は単なるブチブル的極左冒険主義にすぎない。」と述べておいた。

そこで、この史料の中でこだわった文節について触れておく。翻刻文の略伝で言うと、p39のl32～p40のl8の部分である。この文節末には「蓋し直三当時の意、時機未だ到らざるに、徒らに苛酷を訴へんより、寧ろ産物の増殖を図りて、重歎を凌ぐに若かずと言う、着実の至誠なりしなり」（傍点は引用者）とある。

「蓋し直三当時の意」とあるが、勿論これは執筆者水原民藏氏の表現であるから、そのまま受取ることは出来ないが、「時機未だ到らざるに」という表現にこだわった。荒川本以降の評伝では、



扉の直三の肖像画のコピー

ここが欠落して「此に於て村民始めて悔悟し強訴を断念し専ら耕作に努めしを以て重歎も意に介するに足らず、毫も滞納なく民たるの義務を了するを得たりと云ふ」（傍点は引用者）という荒川氏の表現が大きな力を持つてしまう。例えば、奥村正一氏は直三が1862年（文久2年）に行なった奈良奉行所での野試合に触れて、「略伝には奉行山岡豊後守とあり」と書いている。この略伝はここに紹介した略伝と思われるが、この野試合の時の奉行の名を本文では荒川本の本伝に従って書き、註記でその略伝の異説のある事を前記した如く記しているのである。しかし、私と関心を持つ点が異なる事もあるが、奥村氏の場合も、この短い文節を軽視した為に、件の永原村騒擾事件に当っての中村直三の対応については、荒川本の本伝の文を焼き直したものに留まらざるをえない。

ところで、ここに翻刻した史料は荒川本より17年前に出されたものであり、しかも発行者山根兵蔵は直三と親交のあった同志であった事を考えると、この「時機未だ到らざるに」の表現の中には中村直三の情況についての考えがかなりの程度表現されているのではないか、と読んだ。この短い表現を無視してしまえば、前記引用の「徒らに苛酷を訴へんより、寧ろ產物の増殖を図りて、重歎を凌ぐに若かずと言ふ、着実の至誠なりしなり」は荒川本の引用文の様に改められ、荒川本等を利用した桜井氏の評価が出てくるのは不可思議ではない。しかし、私としてはこの短い表現にこだわって、直三の思想を明らかに出来る史料を今後も探していきたい。

### 結びにかえて

これまでの中村直三についての私の研究ノートは公表されている文献に基づいたものである。従つて、新しい中村直三像を描こうとしてもおのずから限界がある事は承知しているが、新しい史料を求めたり、文献批判等を通して今後も考えていきたい。

ところで、奈良公園の中村直三顕彰碑は何時建立されたのか。頃末的な事ではあるが、今回紹介した史料には「明治22年7月建」とあるからと言って、明治22年建立と断定する事は出来ない。そもそもこの小冊子が明治22年に発刊されていたのであれば問題はないが、明治25年に出ているのである。この類のものは実際の顕彰碑の除幕式の当日に配布する為に用意されたものではないか、と考えるのが無理のない判断と思うからである。ただし、『奈良公園史』によれば、明治27年に制定された「奈良公園改良ニ係ル諮詢案」には「但、中村直三紀念碑前角ヨリ北へ溝縁石積替修繕工事」とあり、既にこの顕彰碑はあの有名な猿沢池の52段の石段付近に建立されていた事が確認できる。しかも、当時の奈良県は明治20年11月4日大阪府から独立し再設置されたばかりで、奈良公園の拡充整備については、前の堺県、大阪府時代からの動きの延長上に、奈良県の管理の下に拡充整備する事が決まり、明治22年「大奈良公園の発足」の告示が出されたのである。それに、この計画は財源問題をはじめ仲々難しい問題があった。その上、顕彰碑建立関係者と公園関係者はかなり

重なっている。加えて、この年は十津川村災害などの自然災害と後期自由民権運動という難しい政治問題があり、それらが絡んでいるようである。これらを調べる事からも、中村直三が関係した色々の人間が明らかになってくるので続けていこうと考えている。

## 註 記

- (1) 九鼎大呂：九鼎は夏の禹王時代に九州の金を集めて鋳た九個のかなへで、夏殷周三代相伝の宝器。九万人の力で漸く其一つを挽き得るといふ。大呂は周の宗廟にある大鐘の名で、大呂といふ調子に適った音を発する故にいふ。みな非常に重いもの。(富山房版『修訂増補詳解漢和大字典』服部・小柳共著より)
- (2) 『日本農本主義』(桜井武雄著、合同出版、1974年復刻版) p. 11。
- (3) 本集録第29集(1987年)所収拙稿「世界史の授業に地域教材を如何に活かすか——老農中村直三に関する研究ノート——(その1)」p. 15。
- (4) 『老農中村直三』(荒川清澄著、1909年刊) p. 11。
- (5) 『老農中村直三翁』(奥村正一著、天理時報社、1943年刊) p. 24。
- (6) 前掲書、p. 202に「参考文献」一覧があるが、その「中村直三略伝」は1917(大正6)年の中村直三贈位記念碑除幕式にあわせて作らせたものらしく、1917年9月刊となっており、国会図書館の「略伝」と同じかどうかは不明である。しかし、この折に出版された『増補老農中村直三』(山辺郡農会及教育会、1917年刊)は荒川本を底本としたものなので、同様な事はあり得ると思う。  
なお、この場で、前の拙稿について訂正を行なわせていただく。この記念碑の建立年を私は1916(大正5)年と年表の中で書いた。拙稿p. 9参照。しかし、これは記念碑に大正五年とあったのを誤解した為で、正しくは、奥村本p. p. 139~144を参照すれば1917年でなければならない。謝して、訂正しておく。
- (7) 前掲書p. p. 28~29。
- (8) 『奈良公園史』(奈良県、1982年刊) p. 168。
- (9) 前掲書、及び『青山四方にめぐれる国——奈良県誕生物語——』(奈良県、1987年刊) p. p. 119~125。
- (10) 「略伝」については、今西一氏の指摘を思い出したので、ここで触れておく。今西一氏は、1982年12月刊の『部落問題研究』74輯に「大和における一老農の生涯——『賤夫善五郎男直三』について——」と言う論文を発表されておられる。そこで、私が「はじめに」の処で触れた荒川本の「奈良県庁に所蔵の故中村直三翁小伝と称する写本」に関して、式田家所蔵の写本の存在を示し、これではないか、と指摘されておられる。(同論文p. 47。)が、私は公開された史料しか使っていないので、今西氏のご覧になられたものを知らない。今西氏によれば、その写本は1875年の直三の上京、津田仙との出会いで中断しているらしい。(同論文p. 46。)とすれば、この略伝の方が完結したものなので、式田家の写本と比較すれば、荒川氏らの「写本」とこの略伝との関係が明らかになるだろう。機会あれば比較してみたいものである。

# 数 学 の 散 步 道 1

乾 はる 雄

## はじめに

1989年（平成元年）3月15日に告示された「学習指導要領」では、数学科に、「課題学習」という内容が新しく盛り込まれた。この「課題学習」をめぐっては、「課題学習」という言葉の問題から、その内容や取り扱いについて、いろいろな議論がなされている。

ところで、「課題学習」の目的に、大きく次の2つのことがあげられよう。

- ① 数学的な考え方へのよい関心・態度の育成
- ② 内容の総合と日常事象との関連付け

筆者が、今までの授業の合間に、1時間から2時間の「ティー・タイム」として取り上げてきた教材で、上の①のねらいを持っている、次の4つの教材を紹介する。

- I 魔方陣との対話〔1982年2月（2年生対象）から扱う。〕
- II 自然数と図形（三角数・四角数）〔1980年6月（1年生対象）から扱う。〕
- III 新しい定理の発見〔1979年4月（3年生対象）から扱う。〕
- IV リンド・パビルスの分数〔1977年7月（1年生対象）から扱う。〕

なお、筆者は、「ティー・タイム」の内容として、次のような考え方で、教材を取り上げてきた。

生徒が、自ら学ぼうとする意欲を呼び出す内容をもった教材であること。

そのために、生徒、一人一人が、その能力に応じて、

- ① 楽しむことのできる内容であること
- ② 自学自習のできる内容であること
- ③ 数学的な見方・考え方を学べる内容であること
- ④ 数学の必要性、有用性をうかがい知ることができる内容であること
- ⑤ 潜在的な能力となって、将来の学習に、広く役立つ内容であること

また、問題解決を成功させるには、次のことが必要であることも配慮している。

- ① 解決した結果についての反省と発展的考察
- ② 問題を解決しようとする意志の積極性と持続性
- ③ 学び方の学習

そして、数学の散歩道を、生徒が、自由に散策することができ、新しい発見ができるようにしたいと考えている。

## I. 魔方陣との対話¹⁾

### [1] 教材について

魔方陣は、数を正方形に配列して各行、各列、2本の対角線のそれぞれに並ぶ数の和が等しくなるようにしたものであることは、よく知られている。そして、数学遊戯の領域の中でもきわめて古くからある部門である。このような、なにげない数を使ったパズルの中にも、ある種の規則が隠れており、その規則を見付けることで、解が見付けやすくなることから、数式に対する興味関心をもたせることができる教材である。

取り扱う時期は、文字式の利用の段階が適しているであろう。

### [2] 学習ノート

#### [課題1]

右の表は、1から9までの9個の正の整数を、どの縦、横の3つの数をたしても、また、対角線上の3つの数をたしても、同じ結果になるようにしようとしたものである。

4		
3		7
8		

このように、 $n^2$ 個の異なる数を正方形の形に並べ、そのどの横(行)、縦(列)、対角線上のn個の数の和が等しいものを、n位の魔方陣という。

このような魔方陣の数の並べ方には、ある法則があるのだろうか。また、新しい魔方陣をつくるにはどうすればよいのだろうか。文字を利用しながら考えてみよう。

<問1> 上の3位の魔方陣を完成せよ。

<問2> 次の数を使った3位の魔方陣をつくれ。

(1) 0から8までの9個の整数


(2) 1から17までの9個の奇数


<問3> 3位の魔方陣の対角線上の両端にある数と真中にある数の間にはどんな関係があるか。また、見付けた関係をもとに、魔方陣の中央の数をaとして、右の魔方陣を完成させよ。

	a	

<問4> 次の条件にあう魔方陣をつくれ。

(1)  $a = 0$ の魔方陣


(2) 和が1の魔方陣


(3) 素数の魔方陣

	1	43
31		

## [課題2]

課題1では、和が一定の魔方陣をつくったが、ここでは、どの縦、横、対角線上の3つの数の積が等しい魔方陣のつくり方を考えてみよう。

<問1> 右の表のどの縦、横の3つの数の積も、また、対角線上の3つの数の積も、同じ結果になるようにしようとしたものである。  
この魔方陣を完成せよ。

8		2
	16	
1		32

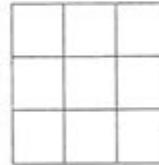
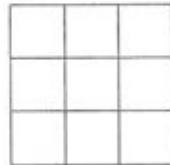
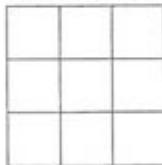
<問2> 問1の魔方陣の対角線上の両端にある数と真中にある数の間にはどんな関係があるか。  
また、対角線上の数の間の関係以外に気付いたことをいえ。

	a	

<問3> 右の魔方陣も積についてのものである。  
この魔方陣を完成せよ。

12	1	
	6	
		3

<問4> 積の魔方陣をつくれ。



## [2] この教材で深められる数学的な考え方

### (1) 直観および検証的な考え方

無秩序な検証から秩序立った検証へ変化していく過程で、論証的な考え方方が養われ、ことがらの性質をつかんでいくことができる。

また、明らかにした性質を、文字式で表現することで、代数的な論証が可能になることを体験させ、文字や文字式を使って考える習慣を付ける。

### (2) 抽象化する考え方

すでに確証を得たことがらをもとに、新しいことがらを創造する態度が養える。

## [3] 指導計画（全2時間）

第1時 課題1 和の魔方陣

第2時 課題2 積の魔方陣

#### [4] 指導の観点と指導過程

##### 第1時 課題1 和の魔方陣

(1) 問1は、1から9までの9個の正の整数を使って  
いるので、1行または1列に並ぶ3つの数の和が、

$$(1+2+3+\dots+8+9)\div 3=15$$

であることに気付かせる。そして、右のように①、②、  
③、……の順にます目を埋めさせる。

(2) 問2は、自由に考えさせる。

ところで、1つの魔方陣を90°回転してできる魔方陣は、もとの魔方陣と同じものである。この点に注意させながら、異なるものを整理させる。

このような整理と問1での考え方とから、3位( $3 \times 3$ )の魔方陣の解はただ1つであることにも気付かせる。

0から8までの9個の整数を使った魔方陣①は、問1の完成した魔方陣の各ます目( $i-j$ 成分)から1をひくと結果が得られることに気付かせる。

1から17までの9個の奇数を使った魔方陣②の*i-j*成分は、魔方陣①の各ます目の*i-j*成分 $x$ をもとに、 $2x+1$ とするとよいことに気付かせる。多様な考え方を大切にする。

4	④	③
①	②	7
8	④	③

→

4	9	2
3	5	7
8	1	6

魔方陣①

3	8	1
2	4	6
7	0	5

魔方陣②

7	17	3
5	9	13
15	1	11

(3) 問3については、問1、問2の結果から、真中にある数 $a$ は、対角線上の両端にある2つの数の平均になっていることに気付かせる。このことは、課題2の問2との関連で表現すると、「真中にある数 $a$ は、対角線上の両端にある2つの数の相加平均である」ということになる。この性質は、3位の魔方陣に共通な性質である。

問1、問2の魔方陣のます目の数の並び方から、 $x$ 、 $y$ を使って、右のように表すことができる。

$a-x$		$a-y$
	$a$	
$a+y$		$a+x$

(4) 問4は、問3で見付けた性質を満たすような $a$ 、 $x$ 、 $y$ の値であればどんな値でもよいことに気付かせる。

$a=0$ の魔方陣は、成分がすべて整数値に限らなくてもよい。いろいろと考えさせる。

①

-1	4	-3
-2	0	2
3	-4	1

②

-0.7	1.2	-0.5
0.2	0	-0.2
0.5	-1.2	0.7

和が1の魔方陣は、問3で見付けた対角線上に並ぶ3つの数の関係から、 $3a = 1$ を満たす必要があることに気付かせる。 $a=0$ の魔方陣の①をもとにすると、次のようになる。

-1	4	-3		$-\frac{2}{3}$	$\frac{13}{3}$	$-\frac{8}{3}$
-2	0	2	$+\frac{1}{3} =$	$-\frac{5}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{7}{3}$
3	-4	1		$\frac{10}{3}$	$-\frac{11}{3}$	$\frac{4}{3}$

また、次のように、問1の魔方陣の各成分をすべて15で割ってもよい。

4	9	2		$\frac{4}{15}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{2}{15}$
3	5	7	$\div 15 =$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{7}{15}$
8	1	6		$\frac{8}{15}$	$\frac{1}{15}$	$\frac{2}{5}$

素数の魔方陣は、素数の表などを利用させて、考えさせる。②のようなものもある。

①	67	1	43	②	17	89	71
	13	37	61		113	59	5
	31	73	7		47	29	101

## 第2時 課題2 積の魔方陣

(1) 問1 左角から右角への対角線上にある3つの数8、16、32の積を見ると、4096である。この値をもとに、各ます目を埋めていかせる。

4096と大きな数ではあるが、 $2^{12}$ であることに気付くと、問題の魔方陣を①のように書き直すと、考えやすくなる。

求める魔方陣は、③のようになるが、②のような指数を使った表現も、大切にする。

①	$2^3$		2	②	$2^3$	$2^8$	2	③	8	256	2
		$2^4$			$2^2$	$2^4$	$2^6$		4	16	64
		1	$2^5$		$2^7$	1	$2^8$		128	1	32

(2) 問2は、課題1の問3に対応する問題である。分析していく1つの観点として取り上げる習慣を付ける。対角線上の3つの数については、真中にある数 $a$ の平方が、対角線上の両端にある2つの数の積になっている。すなわち、課題1の問3との関連で表現すると、「真中にある数 $a$ は、対角線上の両端にある2つの数の相乗平均である」ということになる。

また、その他の性質とともに整理して、次のこと気に付かせる。

- ① 真中にある数 $a$ の平方が、対角線上の両端にある2つの数の積になっている。 $(xy=a^2, uv=a^2)$
- ② 各数が2の累乗になっている。
- ③ 縦、横、対角線上の3つの数の2の累乗の指数の和が12になっている。

$x$		$u$
	$a$	
$v$		$y$

このことから、新しい積の魔方陣をつくりだすのに、和の魔方陣がもとになることがあることを理解させる材料になる。

(3) 問3は、積が $216 = 2^3 \times 3^3$ の場合である。問2で明らかになった性質を利用して、つくる。

この魔方陣は、次のような考え方で、つくることができる。

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 2^2 & 1 & 2 \\ \hline 1 & 2 & 2^2 \\ \hline 2 & 2^2 & 1 \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|c|c|} \hline 3 & 1 & 3^2 \\ \hline 3^2 & 3 & 1 \\ \hline 1 & 3^2 & 3 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline 12 & 1 & 18 \\ \hline 9 & 6 & 4 \\ \hline 2 & 36 & 3 \\ \hline \end{array}$$

(4) 問4では、これまでに明らかになった性質を使って、自由に魔方陣をつくる。

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 20 & 1 & 50 \\ \hline 25 & 10 & 4 \\ \hline 2 & 100 & 5 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|c|c|} \hline 2 & 0.1 & 5 \\ \hline 2.5 & 1 & 0.4 \\ \hline 0.2 & 10 & 0.5 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|c|c|} \hline 2 & 36 & 24 \\ \hline 144 & 12 & 1 \\ \hline 6 & 4 & 72 \\ \hline \end{array}$$

## II. 自然数と図形（三角数・四角数）²⁾

### [1] 教材について

この教材は図形数に関するものであり、「自然数の和」や「奇数の和」にも関連しており、数に興味をもたせ、特に、整数の持つ美しさに触れさせることのできる教材である。

図形数のはじまりはきわめて古い。パスカルが著わした「図形数に関する論文」("Treatise on Figurate Numbers") が発行されたのは1665年である。しかし、図形数に関する多くの問題は、すでにディオファントス (BC 2世紀) によって解かれていた。ここにあげた三角数と四角数は、ピタゴラス学派の行った研究であり、同学派の人たちは、数1を1つの○で表し、この○を美しい形に並べて表すことのできるような数に大きな関心を示した。

取り扱う時期としては、文字式の利用の段階が適しているであろう。

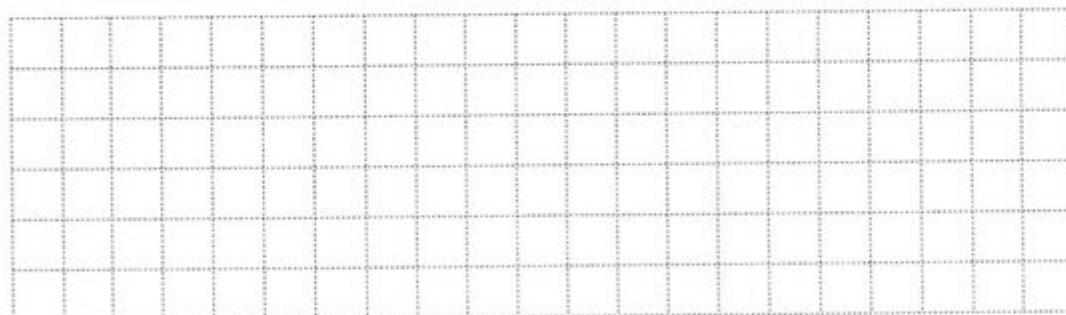
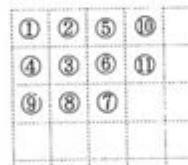
### [2] 学習ノート

#### [課題1]

数1を1つの碁石○で表し、碁石○を美しい形に並べたときの碁石の数の和は、どんな自然数になるのだろうか。

ここでは、碁石を正方形の形に並べるときについて考えてみよう。

<問1> 右の図のような順に、碁石を正方形の形になるように並べていく。30個までの碁石を使ってできる正方形を、下の方眼の格子点を利用して、すべてかけ。



<問2> 正方形の形に並べた碁石の個数Sは、右の図のような『形の部分に並んだ個数をもとに求めることができる。

1 2 3 4 5

↓ ↓ ↓ ↓ ↓

○ ● ○ ● ○

● ● ○ ● ○

○ ○ ○ ● ○

● ● ● ● ○

『形を、左から順に 1, 2, 3, ……とし、並んだ『形の個数を  $n$

として、 $S$ を、『形の部分に並ぶ碁石の個数の和の形で表せ。

また、完成した表を観察して気付いたことをいえ。

『形の部分の個数 $n$	『形の部分に並ぶ碁石の個数の和の式	正方形に並んだ碁石の個数 $S$
1	1	1
2	$1 + 3$	
3	$1 +$	
4		
5		

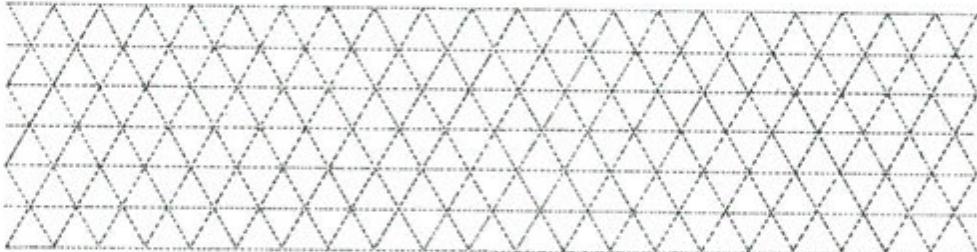
＜問3＞ 問2のように、○を正方形の形に並べて表すことができる数を、四角数という。  
200までの四角数を求めよ。

### 〔課題2〕

第 $n$ 番目の四角数は $n^2$ の正方形の形をしていて、 $n^2$ は、1から順に奇数を $n$ 個加えた和にもなっている。では、碁石を正三角形に並べるとき、正三角形の形に並んだ碁石の個数(三角数という)は、文字を使った1つの式で表すことができるのだろうか。また、どんな性質を持っているのだろうか。

ここでは、このことについて考えよう。

＜問1＞ 次の方眼の格子点を利用して、正三角形の形に碁石を並べるとき、30個までの碁石を使ってできる正三角形をすべてかけ。



＜問2＞ 正三角形の形に並べた碁石の個数  $T$  は、正三角形の形の各段に並んでいる碁石の個数をもとに求めることができる。

正三角形に並んだ碁石の段の数  $n$  と並んでいる碁石の数  $T$  について、次の表を完成し、表を観察して気付いたことをいえ。

段の数 $n$	各段に並ぶ碁石の数をもとにした式	碁石の個数 $T$
1	1	1
2	$1 + 2$	
3	$1 +$	
4		
5		

＜問3＞ 次のとき、正三角形の形に並んだ碁石の個数を求めよ。

- (1) 10段まで並べたとき (2) 23段まで並べたとき

＜問4＞  $n$ 段まで並んだとき、正三角形の形に並んだ碁石の個数  $T$ を、 $n$ の式で表せ。

#### 〔2〕この教材で深められる数学的な考え方

##### (1) 類推的な考え方

数表の観察などを通して、規則性を発見し、その規則を他の場合にも適応できるかどうかを、碁石を並べていくという具体的な活動を通して、その成立の予想を確かなものにしていく。

##### (2) すべての場合をつくす考え方

すべての場合をあげるとき、無規則な試行錯誤では、もれがでたり、重なりがあったりする。したがって、もなく、重なりなくすべての場合をつくすには、ある規則をきめて考えていく態度がいることに気付かせる。

##### (3) 億納的な考え方

個々の具体的なことがらから、それらに共通した一般的法則を見付けるには、あることがらについての図をいろいろかいたり、模型をつくったりなどして、それをよく観察し、また、測定したりする必要がある。

ここでは、碁石を並べて、 $S$ と $n$ 、 $T$ と $n$ の関係を発見させる。

#### 〔3〕指導計画（全2時間）

第1時 課題1 四角数

第2時 課題2 三角数

#### 〔4〕指導の観点と指導過程

第1時 課題1 四角数

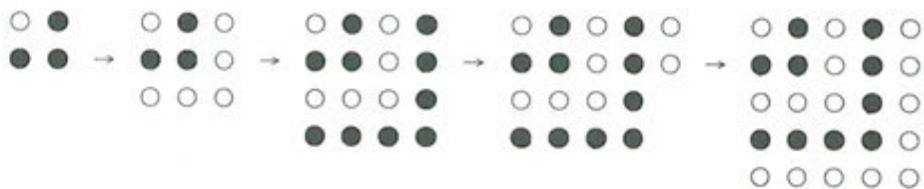
(1) 問1は、碁石を実際に並べていくなかで、いろいろな規則性を発見していくようにする。

「碁石を正方形の形に並べる」とは、「正方形の周だけをつくる」と解釈することもできるので、ここでは、並べる順序を指定した。しかし、どんな並べ方をしても、次のような要領を気付かせる。

- ① 正方形の4つの辺の長さはすべて等しい。
- ② 正方形は、小さなものから順につくる。

次の正方形をつくるには、前の正方形に、碁石をどのように何個付け加えるとよいかを考える。

次のように、白と黒の碁石を利用してみるとわかりやすい。



(2) 問2の表を完成させることは、課題1の場合より容易であった。

時間に余裕のある生徒には、表を追加させ、類推の資料を多く与えるようにさせる。

段の数 $n$	各段に並ぶ碁石の数をもとにした式	碁石の個数 $T$
1	1	1
2	$1 + 2$	3
3	$1 + 2 + 3$	6
4	$1 + 2 + 3 + 4$	10
5	$1 + 2 + 3 + 4 + 5$	15

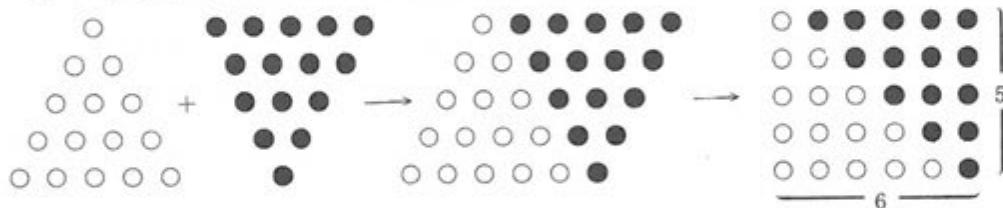
上の表の特徴には、容易に気付く。

①  $T$  は、1から  $n$ までの  $n$  個の整数（自然数）の和になっている。

しかし、 $T$  と  $n$  の関係についてはむづかしいので、ここでは、その関係まで要求しないでおく。

(3) 問3は、「 $T$  は、1から  $n$ までの  $n$  個の整数の和になっている」ことを利用して、計算していくことになるが、ここで、1から23までの23個の整数の和を計算しなくてもよい方法を考えさせる。

次のような図を利用するか、黒の碁石と白の碁石を持たせて、考えさせる。



$T$  を  $n$  の式で表すには、上の左端の図をもとに考えると、次のようになる。

上の左端の図の長方形の形では、縦に5、横に6の碁石が並んでいるから、正三角形の形に5段まで並んだ碁石の個数  $T$  は、

$$T = 5 \times 6 \div 2 = 15$$

と計算できる。

この考え方方にそって、問4の場合、すなわち、 $n$ 段の場合を考えると、縦に  $n$  個、横に  $(n+1)$  個の碁石が並ぶから、 $n$ 段まで並んだ碁石の個数  $T$  は、次の式で求められる。

$$T = n \times (n+1) \div 2$$

また、右のガウスの考え方も紹介して、上の碁石の考え方と比較させる。  
 $n=23$ の場合で示しておく。

$$\begin{array}{r} 1 + 2 + 3 + \dots + 21 + 22 + 23 \\ 23 + 22 + 21 + \dots + 3 + 2 + 1 \\ \hline 24 + 24 + 24 + \dots + 24 + 24 + 24 \end{array}$$

————— 23個 —————

### III. 新しい定理の発見³⁾

#### [1] 教材について

これまでに、図形についての性質を見付けたり、その性質を定理にまとめたりした経験がある。しかし、その経験は、結論まで明らかに述べられて「与えられた命題」についての証明である。そこには、未知のものを自分の手で見付けていき、確かなものにしていく喜びを味わう機会はない。新しい定理を見付けること、つまり、図形の性質の発見には、いつの場合にも、図を正しくかいて、よく観察することが大切であり、この他に、次のような方法が考えられる。

- ① 帰納的な方法を使う。
- ② 類推的な方法を使う。
- ③ 変換の考え方を使う。
- ④ 連続的変化を加える。
- ⑤ 一般化したり、特殊化したりする。
- ⑥ 逆をつくってみる。
- ⑦ 式の計算を利用する。

ここでは、② 類推的な方法を使って、図形の新しい性質を発見し、その性質を自己の確かなものにしていく喜びを味わう機会を与える。

#### [2] 学習ノート

##### [課題1]

次のことがら（定理1）の仮定の条件を変えると、結論の条件は成り立つだろうか。正三角形は、正多角形のもっとも簡単なものだから、次に簡単な正多角形として、正方形を使ったらどうだろうか。その他にも、仮定の条件を変えたとき、その条件に合う図をかき、成り立つ結論を探してみよう。

(定理1) 線分AB上に点Cをとり、ABの同じ側に、2つの正三角形  
 $\triangle ACD$ と $\triangle BCE$ をつくると、 $AE = DB$ である。

<問1> 定理1の仮定にあう図をかき、定理を証明せよ。

<問2> 定理1の仮定を次のように変えたとき、 $AE$ 、 $DB$ の長さについてどんな結論がいえるか。結論の欄に式で表せ。

直線AB上に点Cをとり、2つの正  
三角形 $\triangle ACD$ と $\triangle BCE$ をつくる。



(結論) ?

<問3> 定理1の仮定を次のように変えたとき、定理の $AE$ 、 $DB$ のように、A、Bをそれぞれ端の点にもつ長さの等しい線分を見付け、結論の欄に式で表せ。

線分AB上に点Cをとり、ABの同じ側に、2つの  
正方形 $ACDE$ と正方形 $BCFG$ をつくる。



(結論) ?

[課題2]

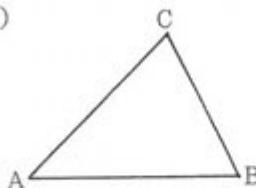
定理1の証明では、ACBは1つの線分 ( $\angle ACB = 180^\circ$ ) であることは使っていない。そこで、ACBを折れ線にして、考えてみよう。

<問1>  $\triangle ABC$  の外側に、2つの正三角形  $\triangle ACD$  と  $\triangle BCE$  をつくると、

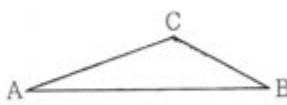
$$\underline{AE = BD}$$

となるだろうか。次の3つの図に、正三角形をかき加え、調べよ。

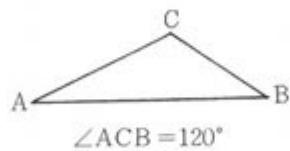
(あ)



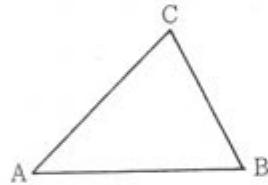
(い)



(う)



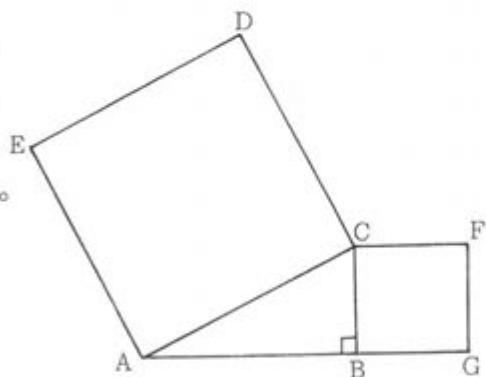
<問2>  $\triangle ABC$  の外側に、2つの正方形ACDEと正方形BCFGをつくると、 $AF = BD$ となるだろうか。右の図に、正方形をかき加え、調べよ。



<問3>  $\angle B = 90^\circ$  の直角三角形ABCの外側に、2つの正方形ACDEと正方形BCFGをつくり、Bを通るACの垂線とAC、EDとの交点を、それぞれ、H、Kとする。

このとき、右の図で、次の観点での結論をつくれ。

- ① 合同な図形について
- ② 面積の等しい図形について



[2] この教材で深められる数学的な考え方

(1) 類推的な考え方

あることがらから、それとなんらかの関連をもって似ている他のことがらについて、その性質を推定することはよくあることである。しかし、その推定が当て推量にならないようにする態度を養う。

- ① ある定理の証明を、よくよく検討することによって、ほとんどそのまま、他の場合の証明に使えることに気付き、その成立を予想する。そして、実際に証明して真であることを確信し、新しい命題の創造を経験する。

② 証明が仮定にあう条件のすべての場合に対してでない場合を体験させ、条件にあう図を正確にかく必要性を理解させる。

(2) 発見的・創造的な考え方

真な命題になるような「結論」を発見する経験を通して、「命題を発見し、創造し、証明する」態度を養う。

(3) 一般化したり、特殊化する考え方

証明のときに使った条件と使わなかった条件とを意識させることで、仮定のどの条件がなくてもよいかに気付かせ、命題を一般化したり、特殊化する。

(4) 図形に対する分析的な考え方

合同な図形を見つけたり、等積変形をしたりして図形の性質を調べる態度を養う。

(5) 直観的な考え方

[3] 指導計画(全3時間)

第1時 課題1 証明に使われている仮定の条件の検討

第2時 課題2 真な命題になるような「結論」の発見

[4] 指導の観点と指導過程

第1時 課題1 証明に使われている仮定の条件の検討

(1) 問1では、合同条件の復習にもなるので、全員が理解できるまで時間をとる。仮定の条件の中で、証明に使われているものと使われていないものを意識させる。

証明は、次のようにある。

$\triangle ACE \cong \triangle DCB$  で、

$\triangle ACD, \triangle BCE$  どちらも正三角形だから

$$AC = DC \cdots \text{①}$$

$$CE = CB \cdots \text{②}$$

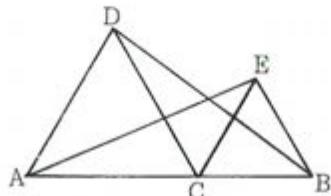
$$\angle ACD = \angle ECB = 60^\circ \cdots \text{③}$$

③の両辺に  $\angle DCE$  をたすと、

$$\angle ACE = \angle DCB \cdots \text{④}$$

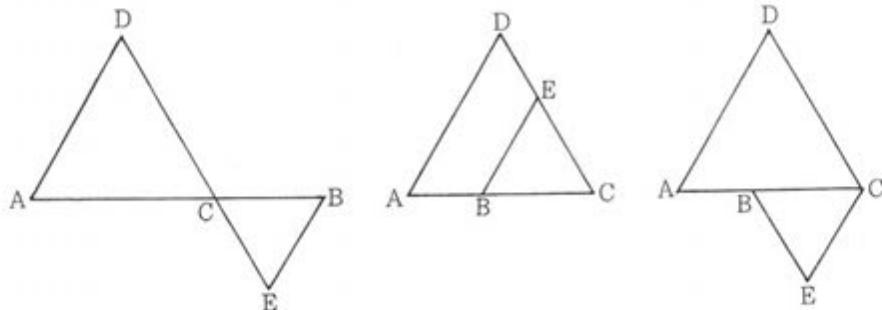
①、②、④から、 $\triangle ACE \cong \triangle DCB$

よって、 $AE = BD$



(2) 問2は、条件にあう図を正確にかく必要性を理解させる。また、問1の証明が適応できるかどうかを検討させ、別の証明が必要な場合があることに気付かせる。

すべての場合の図は、問1の場合の他に、次の3つがあり、いずれの場合も、 $AE = DB$  となる。



(3) 正三角形をつくったときは、定理が成り立っている。

そこで、正三角形は、正多角形のもっとも簡単なものだから、次に簡単な正多角形として、正方形を使ったらどうだろうか。つまり、

正三角形→正多角形→正方形  
と考えていき、その成立を予想する。

問3では、この類推で、仮定を変えて上で、長さの等しい線分、つまり、合同な線分  $AF$  と  $DB$  を見付けさせる。そして、次に、その真偽を証明する。

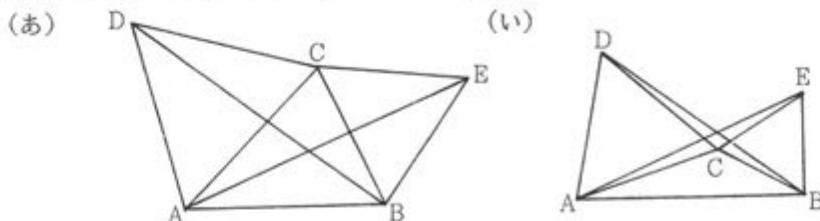
(4) 正三角形に対して正方形のように、1つの定理の仮定を、関連があると思われる他の場合や他の図形、また、他の関係に置き換えることによって、新しい定理の発見につながる。

この課題におけるこのような置き換えには、次のようなものも考えられる。

正三角形 $\longleftrightarrow$ 直角二等辺三角形 $\longleftrightarrow$ 相似な二等辺三角形

## 第2時 課題2 真な命題になるような「結論」の発見

(1) 問1は、作図した図をもとに、 $AE = BD$  が成り立つかどうかを予想し、証明をさせる。



上の(あ)と(い)では、対応する合同な三角形  $\triangle ACE$  と  $\triangle DCB$  について、ほぼ同じ証明ができるが、対応する2つの角の  $\angle ACE = \angle DCB$  を示すときの(あ)と(い)の違いに気付かせる。

(あ)の場合の証明は、課題1の問1の証明をなぞっていけばよい。

(う)の証明

$\angle ACE = \angle DCB = 180^\circ$ だから、

$$BE = BA + AE \quad \dots \dots \text{①}$$

$$CD = CA + AD \quad \dots \dots \text{②}$$

ところで、 $\triangle ABD$ と $\triangle ACE$ は正三角形

だから、 $BA = AD$ 、 $AE = CA$   $\dots \dots \text{③}$

①、②、③から、 $BE = CD$

(う)は、 $\angle ACE = \angle DCB = 180^\circ$ となる場合なので、合同条件が使えないことに気付かせ、改めて証明をする必要性を理解させる。

(2) 問2では、与えられた図をもとに考えていくべきが、問1の3つの図の場合があることに気付かせる。

証明は、次のようになる。

$\triangle ACF$ 、 $\triangle DCB$ で、

四角形ACDE、四角形BCFGどちらも

正方形だから、

$$AC = DC \quad \dots \dots \text{①}$$

$$CF = CB \quad \dots \dots \text{②}$$

$$\angle BCF = \angle DCA = 90^\circ \quad \dots \dots \text{③}$$

③の両辺に $\angle ACB$ をたすと、

$$\angle ACF = \angle DCB \quad \dots \dots \text{④}$$

①、②、④から、 $\triangle ACF \cong \triangle DCB$

よって、 $AF = DB$

(3) 直観で見付けた「結論」を大切にし、「命題を発見し、

創造し、証明する」という一連の流れを理解させる。

合同な2つの三角形は、 $\triangle ACF$ と $\triangle DCB$ である。

また、面積の等しい图形には、次の組がある。

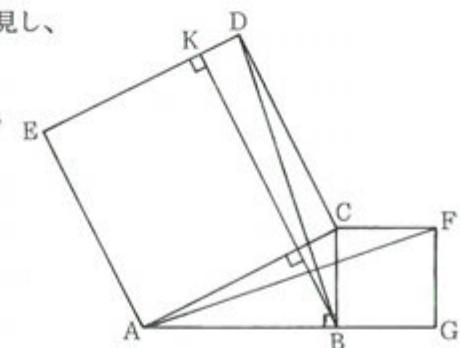
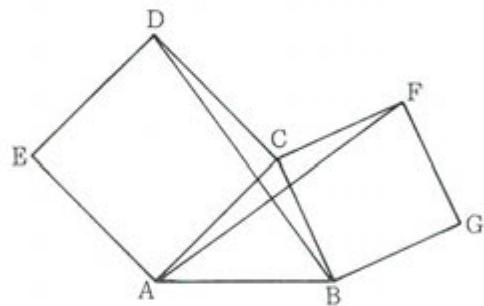
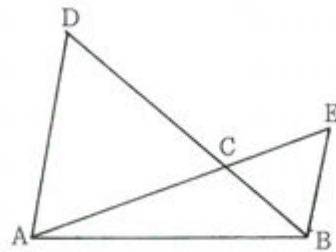
$$\triangle ACF = \triangle DCB$$

$$\text{正方形 } BCFG = \text{長方形 } CDKH$$

$$2\triangle ACF = \text{正方形 } BCFG$$

$$2\triangle DCB = \text{長方形 } CDKH$$

ところで、この問3の結果は、直角三角形の外側につくった3つの正方形の面積の関係へと発展させることができ、三平方の定理へつなげていくことができる。



## IV. リンド・パビルスの分数

### 〔1〕教材について

この教材は、分数の計算式の観察や分数のいろいろな表現を通して、分数や分数の計算に慣れさせ、分数に対する理解を深めることをねらいとした。

ところで、次のことは数式やその計算に対する姿勢として大切なことである。

- ① 計算式を検証する。
- ② 式の形を観察して、その特徴をとらえる。
- ③ 計算の過程を観察して、計算式の仕組みをとらえる。

また、式の形を観察してその特徴をとらえたり、計算の過程を観察して計算式の仕組みを明らかにしていくことは、より効率のよい計算方法を発見し、身に付けることにつながる。

### 〔2〕学習ノート

#### 〔課題1〕

1858年に、古代エジプトの遺跡から「リンド・パビルス」という古文書が発見された。このリンド・パビルスのなかには、次のような式がのせられている。

$$\begin{array}{lll} \frac{2}{5} = \frac{1}{3} + \frac{1}{15} & \frac{2}{7} = \frac{1}{4} + \frac{1}{28} & \frac{2}{9} = \frac{1}{6} + \frac{1}{18} \\ \frac{2}{11} = \frac{1}{6} + \frac{1}{66} & \frac{2}{13} = \frac{1}{8} + \frac{1}{52} + \frac{1}{104} & \end{array}$$

という調子で、左辺の分数が  $\frac{2}{101}$  までのせてあった。

上の式をもとに、1つの分数を、分母の異なるいくつかの単位分数（分子が1の分数）の和の形に表す工夫を考えてみよう。

〔問1〕 上の式で、右辺の式を計算し、その結果が左辺の値になるかを確かめよ。また、これらの式を観察して、気付いたことを述べよ。

〔問2〕 上の式をもとに、次の分数を、分母の異なる単位分数の和の形に表せ。

(1)  $\frac{4}{9}$       (2)  $\frac{5}{9}$

〔問3〕 次の分数を、単位分数に直したり、分母の異なる単位分数の和の形に表せ。

(1)  $\frac{3}{9}$       (2)  $\frac{6}{9}$

[課題2]

分数を分母の異なる単位分数の和の形にする方法に、次の例のような考え方がある。

(例) まず、分子、分母に2を掛ける。

次に、 $9 \times 2 = 18$ の約数

1, 2, 3, 6, 9, 18

を求め、これらの約数のうちから、

$$\frac{6}{9} = \frac{12}{18} = \frac{1}{18} + \frac{2}{18} + \frac{9}{18}$$

$$= \frac{1}{18} + \frac{1}{9} + \frac{1}{2}$$

その和が12になる組 1, 2, 9を取り出し、右のように書き表し、単位分数の和の形にする。

この考え方も使いながら、1つの分数を、分母の異なるいくつかの単位分数の和の形に表す工夫を考えてみよう。

<問1> 次の分数を、分母の異なる単位分数の和の形に表す仕方を、2通り示せ。

分母		分母の異なる単位分数の和の形の式（2通り）
2	$\frac{1}{2}$	
3	$\frac{2}{3}$	
4	$\frac{3}{4}$	
5	$\frac{2}{5}$	
	$\frac{3}{5}$	
	$\frac{4}{5}$	
6	$\frac{5}{6}$	
7	$\frac{2}{7}$	
	$\frac{3}{7}$	
	$\frac{4}{7}$	

[2] この教材で深める数学的な考え方

(1) 数に対する統合的な理解

数、特に、分数の単位分数への分解と、もとの分数への合成を通して、分数の計算、式変形、計算式の検証などの統合的な理解を深める。

(2) すべての場合をつくす考え方

課題2では、2通りの場合の表現を示させてはいるが、他の表現はないかという関心をもたせ

ることで、すべての場合をつくす態度が養える。

### (3) 真なことがらをもとにした考え方

確かなことをもとにして、ものごとを考えていく姿勢は、得られた結果に対する信頼につながり、結果が得られるまでの過程の正しさの検証は、結果に対する信頼をより深めるものになる。

## [3] 指導計画（全2時間）

第1時 課題1 既知のことを利用した単位分数の和への分解

第2時 課題2 新しい考え方を利用した単位分数の和への分解

## [4] 指導の観点と指導過程

第1時 課題1 既知のことを利用した単位分数の和への分解

(1) 問1は、まず、表の式の形を観察して、その特徴をとらえさせ、単位分数の和の形に表されることへの興味をもたせる。そして、計算式を検証させ、計算の過程の観察をもとに計算式の仕組をとらえさせる。

式を観察して、気付いたことを発表させ、話し合う時間を十分取る。

課題1の与えられた式には、次のような特徴がある。

- ① 分子が2で、分母が奇数である分数を、分母が異なる単位分数の和の形に分解してある。
- ② 右辺の計算では、分母の最も大きいもの  $a$  で通分できて、通分後の各分数の分子は、 $a$  の約数になっている。
- ③ 通分したときの各分数の分子の和は、(左辺の分子)  $\times b$  になっている。

(2) 問2では、表の計算式の利用を考え、分母の異なる単位分数の和の形に表す工夫させる。

別解も考えられるので、次に紹介しておく。

$$\textcircled{1} \quad \frac{4}{9} = \frac{2}{9} \times 2 \text{ と考えると、表から、} \frac{4}{9} = (\frac{1}{6} + \frac{1}{18}) \times 2 = \frac{1}{3} + \frac{1}{9}$$

$$\text{別解: } \frac{4}{9} = \frac{1}{9} + \frac{3}{9} = \frac{1}{9} + \frac{1}{3}$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{5}{9} = \frac{2}{9} + \frac{3}{9} = (\frac{1}{6} + \frac{1}{18}) + \frac{1}{3} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{18}$$

$$\text{別解: } \frac{5}{9} = \frac{1}{9} + \frac{4}{9} = \frac{1}{9} + (\frac{1}{3} + \frac{1}{9}) = \frac{1}{3} + \frac{2}{9} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{18}$$

(3) 問3の  $\frac{3}{9}$  については、単位分数  $\frac{1}{3}$  に等しくなる場合だけでなく、分母の異なる単位分数の和の形に表すことができるかどうかも検討させる。

$$\textcircled{1} \quad \frac{3}{9} = \frac{1}{3} \qquad \textcircled{2} \quad \frac{3}{9} = \frac{1}{9} + \frac{2}{9} = \frac{1}{9} + (\frac{1}{6} + \frac{1}{18}) = \frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{18}$$

上の②は、 $3 = 1 + 2$  と分解して、考える仕方であることに、気付かせる。このことは、 $\frac{6}{9}$  の分解に対して利用できる。

$6 = 1 + 5$ 、 $6 = 1 + 2 + 3$ と、異なる自然数の和の形に表現できるので、次の③、④のようになる。

$$\textcircled{3} \quad \frac{6}{9} = \frac{1}{9} + \frac{5}{9} = \frac{1}{9} + \left( \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{18} \right) = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{18}$$

$$\textcircled{4} \quad \frac{6}{9} = \frac{1}{9} + \frac{2}{9} + \frac{3}{9} = \frac{1}{9} + \left( \frac{1}{6} + \frac{1}{18} \right) + \frac{1}{3} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{18}$$

(4)  $\frac{7}{9}$ 、 $\frac{8}{9}$ の分解についても、時間に余裕のある生徒に挑戦させる。

## 第2時 課題2 新しい考え方を利用した単位分数の和への分解

(1) 課題1で気付いたことを利用して、分母の異なる単位分数の和の形に書き表す工夫をさせる。

分数を分母の異なる単位分数に分けたとき、それらのうちで最も小さい分数の分母は、もとの分数の分母の倍数になっているから、もとの分子、分母に、2, 3, 4, 5, ……と順々に掛けていき、その分母の約数を求め、分子を約数の和で表すことができるかどうかを調べていく。このことを理解させるために、課題1の各問での和の形をもとに、考え方を発展させる。

(2) 問1の表をうめていくには、次のように、順序よく、また、それぞれについて、すべての場合を調べさせる。

分母の異なる単位分数の和の形に書き表すことができる分子の組を、～～～のアンダーラインで示しておく。

### 分母が2、分子が1の分数

① 分子  $1 \times 2 = 2$ 、分母  $2 \times 2 = 4$  の約数……1, 2, 4

和が2になる組…… {2}

この場合「なし」とするほうがよいが、整理上あげさせる。

② 分子  $1 \times 3 = 3$  分母  $2 \times 3 = 6$  の約数……1, 2, 3, 6

和が6になる分子の組…… {6}, {2, 1}

$$\frac{1}{2} = \frac{3}{6} = \frac{2}{6} + \frac{1}{6} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6}$$

和が10になる分子の組…… {10}, {5, 4, 1}

③ 分子  $1 \times 4 = 4$  分母  $2 \times 4 = 8$  の約数……1, 2, 4, 8

和が6になる分子の組…… {4}

だから、分母の異なる単位分数の和の形にはできない。

④ 分子  $1 \times 5 = 5$  分母  $2 \times 5 = 10$  の約数……1, 2, 5, 10

和が6になる分子の組…… {5}

だから、分母の異なる単位分数の和の形にはできない。

以下、分母の異なる単位分数の和の形に書き表すことができる分子の組が、ある場合のみをあげておく。

⑤ 分子  $1 \times 6 = 6$  分母  $2 \times 6 = 12$  の約数……1, 2, 3, 4, 6, 12

和が 6 になる分子の組…… {6}, {4, 2}, {3, 2, 1}

⑥ 分子  $1 \times 7 = 7$  分母  $2 \times 7 = 14$  の約数……1, 2, 7, 14

和が 7 になる分子の組…… {7}

⑦ 分子  $1 \times 8 = 8$  分母  $2 \times 8 = 16$  の約数……1, 2, 4, 8, 16

和が 8 になる分子の組…… {8}

⑧ 分子  $1 \times 9 = 9$  分母  $2 \times 9 = 18$  の約数……1, 2, 3, 6, 9, 18

和が 9 になる分子の組…… {9}, {6, 3}, {6, 2, 1}

⑨ 分子  $1 \times 10 = 10$  分母  $2 \times 10 = 20$  の約数……1, 2, 4, 5, 10, 20

#### 分母が3、分子が2の分数

① 分母  $3 \times 2 = 6$  分子の和が  $2 \times 2 = 4$  の組… {3, 1}

② 分母  $3 \times 4 = 12$  分子の和が  $2 \times 4 = 8$  の組… {6, 2}, {4, 3, 1}

③ 分母  $3 \times 6 = 18$  分子の和が  $2 \times 6 = 12$  の組… {9, 3}, {9, 2, 1}, {6, 3, 2, 1}

#### 分母が4、分子が3の分数

① 分母  $4 \times 2 = 8$  分子の和が  $3 \times 2 = 6$  の組… {4, 2}

② 分母  $4 \times 3 = 12$  分子の和が  $3 \times 3 = 9$  の組… {6, 3}, {6, 2, 1}, {4, 3, 2}

③ 分母  $4 \times 5 = 20$  分子の和が  $3 \times 5 = 15$  の組… {10, 5}, {10, 4, 1}

ところで、次のような表に整理させてもよいであろう。

分母が5の分数	分子が2	分子が3	分子が4
$5 \times 2 = 10$ の約数 1, 2, 5, 10	和が $2 \times 2 = 4$ {5, 1}	和が $3 \times 2 = 6$ {5, 2, 1}	和が $4 \times 2 = 8$
$5 \times 3 = 15$ の約数 1, 3, 5, 15	和が $2 \times 3 = 6$ {5, 1}	和が $3 \times 3 = 9$ {5, 3, 1}	和が $4 \times 6 = 24$
$5 \times 4 = 20$ の約数 1, 2, 4, 5, 10, 20	和が $2 \times 4 = 8$ {5, 2, 1}	和が $3 \times 4 = 12$ {10, 2} {5, 4, 2, 1}	和が $4 \times 4 = 16$ {10, 5, 1} {10, 4, 2}

#### 分母が6、分子が5の分数

① 分母  $6 \times 2 = 12$  分子の和が  $5 \times 2 = 10$  の組… {6, 4}, {6, 3, 1}, {4, 3, 2, 1}

② 分母  $6 \times 3 = 18$  分子の和が  $5 \times 3 = 15$  の組… {9, 3, 2, 1}

分母が7の分数	分子が2	分子が3	分子が4
$7 \times 2 = 14$ の約数 1, 2, 7, 14	和が $2 \times 2 = 4$	和が $3 \times 2 = 6$	和が $4 \times 2 = 8$ $\{\underline{7}, \underline{1}\}$
$7 \times 4 = 28$ の約数 1, 2, 4, 7, 14, 28	和が $2 \times 4 = 8$ $\{\underline{7}, \underline{1}\}$	和が $3 \times 4 = 12$ $\{\underline{7}, \underline{4}, \underline{1}\}$	和が $4 \times 4 = 16$ $\{\underline{14}, \underline{2}\}$
$7 \times 6 = 42$ の約数 1, 2, 3, 6, 7, 14, 21, 42	和が $2 \times 6 = 12$ $\{\underline{7}, \underline{3}, \underline{2}\}$ $\{\underline{6}, \underline{3}, \underline{2}, \underline{1}\}$	和が $3 \times 6 = 18$ $\{\underline{14}, \underline{3}, \underline{1}\}$ $\{\underline{7}, \underline{6}, \underline{3}, \underline{2}\}$	和が $4 \times 6 = 24$ $\{\underline{21}, \underline{3}\}$ $\{\underline{14}, \underline{7}, \underline{3}\}$ $\{\underline{14}, \underline{7}, \underline{2}, \underline{1}\}$ $\{\underline{14}, \underline{6}, \underline{3}, \underline{1}\}$

### <参考文献>

- 1) モリス・クライチック：100万人のパズル（上），金沢養訳，白揚社，1968.3，P. 129～189。  
平山 謙，阿部棄方：方陣の研究，大阪教育図書，昭58.8  
内山三郎：素数の分布，宝文館出版，昭45.6
- 2) モリス・クライチック：100万人のパズル（下），金沢養訳，白揚社，1968.4，P. 26～31  
H. E. デュードニー：パズルの王様(4)，藤村幸三郎・高木茂男訳，ダイヤモンド社，1974.6，P. 26～48
- 3) 乾 東雄：「授業の実際」——論証指導を発見的・創造的にするために——  
大阪教育大附属中・高等学校第30回教育研究会便覧，昭57.11，P. 18～45

# 文字式と計算

—自由な文字の使用を目指して—

いめい　　はる　　お  
乾　　東　　雄

## 1. はじめに

「自然がわれわれに語りかける言葉は数学である」というのはガリレーの有名な言葉であるが、今日、コンピュータの急速な発達も手伝って、自然科学はじめ、社会科学など、あらゆる分野で、数学的な表現が、日常的に使われるようになってきた。そして、この数学的な表現で、主役を演じるのが、記号と式である。

代数記号の歴史はたいへん古く、ギリシア数学末期（紀元300年頃）の數学者ディオファントス Diophantus の著書アリストメティカ 6巻に、文字の使用のはじめとみられる表現が見られる。そして、文字や記号や計算を使って思考を進め、解決にいたるだけでなく、証明までを与えた最初の人々は、ヴィエタ Viete であるといわれている。完全に記号化された「記号代数」は、17世紀のヨーロッパ人の代数を待たなければならなかったのである。「代数の父」といわれるヴィエタの功績は、数一般を表す記号を使い、問題の一般的な解決を可能にしたところにある。

今日われわれが使っている代数は、 $a$ 、 $b$ 、 $x$ 、 $y$ などの文字や記号と文字式の計算を離して考えられないまでになっている。文字式や記号が、すっかり思考過程のなかに入り込もうとして、いや、入り込んでいるといつても言い過ぎではないであろう。

ところで、記号の種類は、次の3つに分けられるであろう。

- ① 固体記号      ② 操作記号      ③ 関係記号

数を表す  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、…、 $x$ 、 $y$ 、 $z$ 、…などは、①に属するものである。

ここでは、このような「数を表す文字とそれを使った式」の指導について、計算の視点から、その問題点を取り上げることにする。

## 2. 文字式の導入

### (1) 文字と数、文字を使った式（文字式）

数を表す文字には、定数と変数があるが、ここでは、定数について述べることにする。

文字の導入の初めにおいては、定数と変数の区別を指導するわけにはいかないが、ここで、使用する文字は数を表しているのだということを、はっきりとさせておかなければならない。かつて、

大阪府の入試で、 $4l + 3kl - 9l$ を、 $2995l$ と答えた受験生がいたと聞いたことがある。問題が不適当だったのだが、 $l$ 、 $kl$ を量を表す単位と読み取ったのであろう。数学の習慣で使用される文字などとの関連で、使用する文字の種類にも配慮しながらの指導が必要である。

ところで、文字を使った式（文字式）については、小学校3年から、□や○を使った式を書いたり、また、それを使ったりする経験を積み重ねている。

文字を使って式を書き始めるのは、小学校5年からで、次のようなものを学習している。

- ①  $x$ 、 $y$ などを使った2数（数量を表す数）の関係を表す等式

例えば、同じケーキを4こ買って、50円のこにつめてもらうとき、

ケーキ1このねだんを $x$ 円、代金を $y$ 円として、 $x$ と $y$ の関係を式にかくと、

$$y = x \times 4 + 50$$

- ② 正比例・反比例の式

$$y = (\text{きままった数}) \times x, \quad y = (\text{きままった数}) \div x$$

- ③  $x$ を使った方程式とその解法

- ④  $a + b$ 、 $a \times b$ など

- ⑤  $a = b$ 、 $a < b$ など

- ⑥ 計算法則の式

交換法則、結合法則、分配法則

$$\frac{b}{a} \times \frac{d}{c} = \frac{b \times d}{a \times c} \quad \frac{b}{a} \div \frac{d}{c} = \frac{b}{a} \times \frac{c}{d}$$

ただし、面積や体積の公式は、言葉の式のままである。

## (2) 文字式の導入

文字式の導入のしかたは、小学校での学習内容とへだたりの少ないものから出発するのがよい。「文字と式」の単元で、文字を使うことになるが、本格的に文字式の指導が始まられるのは、この単元からである。

まず、身のまわりの量を、一般的に、文字を使って表すことから、指導が始まられるのだが、ここで、文字を使って表す式は、次の2つのことを行っている。

- ① その量を求める計算の方法を表している。

- ② 求める量、そのものも表している。

この2つの見方を、その場、その場に応じて、自由に使い分けるようにさせることが大切である。このことについては、指導者のほうにも、それを助ける配慮が必要であろう。

例えば、等式の性質「 $A = B$  ならば、 $AC = BC$ 」で、 $AC$ と $BC$ は、それぞれ、 $A$ 、 $B$ に $C$ を掛けた計算の結果という②のほうの見方が強い。しかし、方程式の解法に使おうとすると、それで

はいけなくて、①のほうの見方をする必要がある。そこで、方程式の解法に利用するときは、乗法の記号 $\times$ を復活させて、「 $A = B$  ならび、 $A \times C = B \times C$ 」と示しておくほうがよい。このことは、高校生でも、交換法則 $ab = ba$  を見て、何のことかわからなくて、 $a \times b = b \times a$  書き直して示すと、「アーベ、わかった」という生徒がいるのとからも、うなづけることである。

なお、文字式の導入の段階で、単位をそろえる必要のある問題を扱うのは、余分な負担になるので、取り上げないほうがよい。このことは、公式を扱うところで、注意をしておけばよいであろう。

### (3) 文字の式を書くときの約束

文字の式を書くときの乗除についての約束の指導は、急いではいけない。文字式の導入に、十分な時間をかけたあとで、まとめて、正確に記憶させるとよい。

ここでは、次のことに注意したい。

① いくつかの文字の積を、アルファベットの順に書くことを強調してはいけない。

このことについては、どの教科書も注意をはらっていて、次のように説明している。

「ふつう、……に書く」、「……ことが多い」

どちらの説明の表現を用いるかの問題では、例えば、底面の半径が $r$ で、高さが $h$ の円柱の側面積は、 $2\pi rh$ と書くのがふつうだから、上の2つの説明のうちでは、後のほうがよい。

② 多項式と数または文字との乗除では、その多項式に( )をつけて、 $\times\square$ 、 $\div\square$ とし、 $\times$ 、 $\div$ の記号を省くのだが、 $\times$ 、 $\div$ の記号を復活させる指導も重視したい。

$\times$ のほうでは、計算の順序の誤りと重なって、 $7 - 3( ) = 4( )$ とする誤りがあり、 $\div$ のほうでは、 $\frac{2a+3}{5} = 2a + 3 \div 5$ とする誤りがある。

なお、ここで、右のような、具体例と、文字式を与えて、その式が、具体例との関係で、どんな数量を表しているかを考えさせることも、大切である。

縦が $a$ cmで、横が $b$ cmの長方形がある。  
このとき、次の各式は、それぞれ何を表しているのだろうか。

$$ab, \quad 2(a+b), \quad a-b$$

### (4) 式の値と、 $\times$ 、 $\div$ の記号の復活

式の値は、文字式の理解に書くことのできない内容である。したがって、授業「式の値」だけにとどまらず、あらゆる機会に扱い、文字式への理解を深めさせたい。

また、式の値を求めるとき、 $\times$ 、 $\div$ の記号を復活と、負の数の代入に注意させる必要がある。例えば、 $-a^2$ は、 $(-1) \times a \times a$ であるとわかれば、 $a = -3$ の場合でも、その値は誤りなく求められるはずである。これを、 $-a^2$ の形を重視するあまり、 $-(-3)^2$ として困らせるようなことは、しないほうがよい。生徒は、代入のとき、 $(-1) \times a \times a$ の形にもどることが多く、 $\times$ 、 $\div$ の記号を復活は、理解をより確かなものにする効用がある。

### 3. 式の計算

#### (1) 多項式の加減

多項式の加減については、多項式を、項の和としてみる見方は大切である。特に、項の個数の多い多項式の加減では、その多項式を項の和としてみるとことによって、同類項ばかり集め、あとは、係数の計算をすればよいことに気付かせねばよいのだが、このことは、1年でより、2年で役立つことになる。

例えば、 $-3x + 2y - 6$  から、 $x + 7y - 8$  をひく計算 (a) では、

$$(-3x + 2y - 6) - (x + 7y - 8)$$

ととらえて、( ) をはずし、

$$-3x + 2y - 6 - x - 7y + 8$$

として、このあとは同類項をまとめるために、次のそれぞれの和を求めるよい。

$$-3x \text{ と } -x, 2y \text{ と } -7y, -6 \text{ と } 8$$

これらの和は、係数の和を考えるとよいのだが、 $(-3) + (-1)$  のようにとらえさせるのではなく、 $-3 - 1$  ととらえさせるのである。このような指導ができるには、1年での正・負の数の計算で、代数和の見方が十分にできていることが基礎になる。この指導が徹底すれば、上の計算 (a) から、

$$x \text{ の係数 } \cdots -3 - 1, y \text{ の係数 } \cdots 2 - 7, \text{ 定数項 } \cdots -6 + 8$$

ととらえ、すぐに、計算の結果  $-4x - 5y + 2$  を導くことができるようになるであろう。また、授業でも、意識的に、「 $x$  の係数は、…、 $y$  の係数は、…、定数項は、…」と発問しながらの展開が必要である。このような理解は、分数係数の場合の誤答を少なくするのに役立つことにもなる。

多項式の次数が2次以上になると、例えば、 $3x^2$  と  $2x$  を同類項とみる誤りがでてくる。このような誤りをふせぐには、2年になっても、 $\times$ 、 $\div$  の記号を復活させる指導は大切である。このことは、式の乗除では、さらに、重要である。

#### (2) 単項式の乗除、多項式と単項式の乗除

単項式の乗除、多項式と単項式の乗除では、乗除の意味と方法、 $\times$ 、 $\div$  の記号を復活が正しく理解されておれば、問題はない。

ただ、分数係数の単項式、特に、係数の分数が負の数の単項式で割るときに、誤答が増えるので、特別に、次のような注意を与えておく必要がある。

① 乗除の結果の符号は、初めて決めておく。

② 分数係数の単項式は、例えば、割るときは、

$$\text{右のように、分数の形にして、その逆数をかける。 } -\frac{2}{3}x = \frac{2}{3}x$$

なお、計算法の例としては、 $\div$  (負の分数係数の単項式) も示しておく必要がある。

### (3) 多項式の乗法と乗法公式

多項式の乗法と乗法公式で、指導する公式は、次のようにある。

$$① (x+a)(x+b) = x^2 + (a+b)x + ab$$

$$② (a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

$$③ (a+b)(a-b) = a^2 - b^2$$

これらの公式の指導順序は、式の展開の指導を受けて、

$$① \rightarrow ② \rightarrow ③$$

の順序に進めるのが自然であるが、これらの公式を、まず、紹介しておいてから、やさしい公式を使うことから練習していくといつて、

$$③ \rightarrow ② \rightarrow ①$$

の順に扱う方法もある。

式の展開では、右のように、掛け合わせる2式を上下に重ねて行う方法も指導されるが、この計算の方法は、中学校では、軽く扱っておくほうがよいであろう。

なお、3項式をふくむ式の乗法に、公式を利用する指導も、一通りの指導でよい。

$$\begin{array}{r} x+3 \\ \times ) x-4 \\ \hline x^2 + 3x \\ - 4x - 12 \\ \hline x^2 - x - 12 \end{array}$$

### (4) 因数分解

因数分解では、その指導順序が問題になる。

因数分解の公式は、乗法の公式の見方を変えた次の①'、②'、③'以外に、分配法則の見方を変えた  $ma + mb = m(a + b)$  がある。

$$①' x^2 + (a+b)x + ab = (x+a)(x+b)$$

$$②' a^2 + 2ab + b^2 = (a+b)^2$$

$$③' a^2 - b^2 = (a+b)(a-b)$$

因数分解では、その指導順序が問題になる。それには、次のような考え方がある。

まず、 $ma + mb = m(a + b)$  を使っての因数分解の指導をしたあとで、①'、②'、③'の指導の順序に、次のような順が考えられる。

$$(a) ③' \rightarrow ②' \rightarrow ①' \quad (b) ③' \rightarrow ①' \rightarrow ②' \quad (c) ①' \rightarrow ②' \rightarrow ③'$$

ところで、因数分解で、もっとも手数のかかるのは、①'の公式の利用であるから、指導順序としては、(a) が最善であろう。

### (5) 式の計算の利用

式の計算の利用には、次の3つがある。

$$(a) 複雑な計算への利用 \quad (b) 数の計算への利用 \quad (c) 論証への利用$$

各学年における、利用の内容については、次のようなものになろう。

1年では、

- (a) 数量の、一般的な、しかも、簡潔な表現法として
- (b) (a)で求めた式を使って、その式の値の計算
- (c) 「連続する2つの奇数の和は、4の倍数である」のような問題

2年では、

- (a) 四則の混じって計算、公式などの主客の変更、便利な公式の導入
- (b) 式の値の計算
- (c) 「2つの偶数の和は、偶数である」のような文字  $m$ 、 $n$  の使い分けの問題

3年では、

- (a) 分離な式の乗法と因数分解
- (b)  $68 \times 72$ 、 $68 \times 62$ 、 $65^2$  など、 $17^2 - 8^2$  など、計算に役立つもの
- (c) 乗法公式を利用する式の計算による論証

#### 4. 課題学習と式の計算

課題学習としては、次のように、数列の和を扱ってはどうだろう。

右の図を使うと、

$n$  個の奇数の和

$$1 + 3 + 5 + \dots + (2n-1) = n^2$$

を導くことができる。

次に、この両辺に  $n$  をたすと、

$n$  個の奇数の和

$$2 + 4 + 6 + \dots + 2n = n(n+1)$$

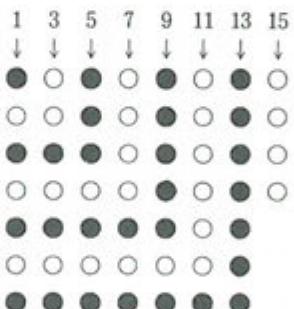
が得られ、さらに、この両辺を2で割ると、

$$1 + 2 + 3 + \dots + n = \frac{1}{2}n(n+1)$$

が得られる。

これらのこととは、墓石を並べて、自然数の和から導くこともできるが、上のように導くほうがやさしいだろう。

抽象性をもつ文字や文字式といっても、問題との関連において、具体的な背景をもっているが、途中の処理については、その具体的な関連を一つ一つ意識することなく、完全に形式的な処理ができる。このことは、方程式の利用などでよく知られている、記号使用の効用の1つである。記号使用の効用は、形式性のほかに、発見や洞察の可能性がある。発見や洞察というのは、単なる演繹や帰納ではなく、直観に近いものであるが、意識的に、課題学習などで扱う工夫をしていきたい。



## 5. おわりに

文字の背後にある具体的な量に近づきすぎると、抽象化が不完全になり、自由な使用のさまたげになるであろう。しかし、具体物を前にすることによる安心感からであろうか、16、17世紀の代数学者が、幾何学的な象を必要としていたように、文字の指導のはじめにおいては、文字の具体性を与えた指導こそが望ましいものである。

文字そのものが高い抽象の結果である。それゆえに、自由な表現ができ、自由な思考が可能になったのであるが、どのようにすれば、その程度までの抽象に近づけるような指導ができるのかを探っていきたい。

参考までに、文字及び文字式のよさについての生徒の認識をあげ、指導の一助にしたい。なお、以下にあげるものは、1年の文字式の指導が終わった時期に、「文字や文字式のよさ」について、記述式の調査をした中から拾ったものである。できるかぎり、生徒の表現で紹介しておく。

なお、各番号の内にある表現は数名の生徒のものである。

① □などを使っていたのが、文字を使うと見やすくなった。

□などで表すより、文字を使うと簡単になった。

□などで表すより、文字を使うとわかりやすい。

わからない数があっても、文字で表すと式で表せるから便利だと思う。

② コンピュータの命令等にあって、使用するときに、よさを感じる。

③ 考えていることが整理できる。

④ かけ算の記号を省くことは、文字式の特徴で、そこによさを感じる。

⑤ 円周率を  $\pi$  で表すことで、円周率の計算がしやすくなった。

円周率  $3.1415\cdots$  をわざわざ  $3.14$  にしなくとも、 $\pi$  で表現できることは、計算の上で便利である。

円周率のような限りなくある数というものを、簡単に表現できるところによさがあると思う。

⑥ 同じ数をいくつかかけあわせるときに、指数を使って表したり、記号  $\times$ 、 $\div$  が省略できることは、式を書くときに、時間がかかるなくてよい。

⑦ 文字を使うと、途中で計算しなくて、らくに答がだせた。

ややこしい計算などのとき、文字式を使って、式を簡単にしてからやると非常にらくになる。

計算をするとき、同じ数は同じ文字で表して計算し、後でもとの値に戻すと楽に、速く計算できるように思う。

⑧ 中学生になったことが実感できた。

数学をやっているという感じがすごくしてきた。

⑨ 共通な性質を見つけるとき、□などを使って考へてもよくつかめなかつたが、文字を使うとすぐ性質がつかめた。

- ⑩ 表などで、言葉でわからにくかったとき、文字を使うと、時間が短縮でき、見やすくなった。
- ⑪ 難しいことやややこしいことを考えるとき、文字を使って考えることができるようになってきた。(数学以外でも)
- 買い物をするとき、値段がわからなくても、あらかじめ、式を立てて考えることができた。  
応用問題などで役立つと思う。
- 鶴亀算をするとき、文字を使うとはやくできるのではないかと思う。
- わからない数量があっても、それを文字で表すことで、問題がわかりやすくなり、問題を解くことができた。
- 文字や文字式を使うと、ややこしく考える手間が省け、簡潔に答ができると思う。
- ⑫ 結果がわからなくても、式で表すことができる。
- 式を整理することで、簡潔に表すことができる。
- ⑬ 式を簡単にしてから、文字に数を代入することができる。
- ⑭  $x$  にあてはまる数を使っていると、だらだらとしてしまりがないが、文字式だと簡単でしかも見やすい。
- ⑮ 言葉より文字の方が簡単に表せる。
- ⑯ 文字式の文字に、いろいろな数をあてはめて、いろいろなパターンがつくれる。  
文字の値によって、いろいろな問題ができる。
- ⑰ 文字を使うと、一つの数のときだけでなく、いろいろな場合を含んでいるので便利だと思う。
- ⑱ 文字を使うとわかりやすくなるので、問題が間違いにくくなったり、他の考えが浮かんでくると思う。
- 式を簡単にするということは、要点だけをとるということだから、能率がよくなると思う。
- ⑲ 大きい数を 1 つの文字で表せるので便利だと思う。
- 決まった数でなくても、文字を使って意味を表すことができる。  
文字式は、その事柄を一般的に表せることができると思う。  
いろいろな数量を一般的な表すことができると思う。

# 個を生かす教育をめざして

—三平方の定理の指導を通して—

にし たに いずみ  
西 谷 泉

## I. 三平方の定理の指導の変遷と課題

三平方の定理は、從来から重要な定理の一つとして、我が国では学習指導要領ができて以後、中学校3年で指導されてきた。そして、それは、定理そのものの重要性とともに、論証指導の立場から、幾何学の美しさの観点から、幾何を通しての数学的直観力や見通しをもつ力を育てる観点から、また応用面の有効性の観点からといういろいろな立場から扱われてきた。

学習指導要領においてはどうであるか、以下に昭和44年、昭和52年、平成元年の「文部省指導書」における、三平方の定理に関する部分を抜き出してみる。

〔昭和44年〕

三平方の定理については、直角三角形のそれぞれの辺を1辺とする三つの正方形の面積の間には、常に一定の関係があるという幾何的な意味を理解させる。また、この関係を代数的な等式で表わすことによって、図形と数式とを統合的に把握させる。したがって、この定理は、面積の関係を表わすものとともに、長さの関係を表わすものとみることができる。

このような三平方の定理の幾何学、代数的な理解に基づき、これを用いて平面図形や空間図形の性質を考察したり、図形の計量に用いたりすることができるようになる。

ここでは、三平方の定理そのものが、面積の関係とも長さの関係とも見なすことができるというように、その見方を強調している。

〔昭和52年〕

直角三角形の三つの辺の関係として三平方の定理を取り扱うが、指導に当たっては、何よりもまず、この定理が実に美しい定理であるという感激を教師がもち続けることが大切である。それによってそのような美しさに目をみはる子どもが育つであろう。

三平方の定理は直角三角形のそれぞれの辺を1辺とする三つの正方形の面積の間には、常に一定の関係があるという幾何学的な意味を理解させるとともに、この関係を代数的な等式で表すことによって、図形と数式とを統合的に把握させる。

したがって、この定理は面積の関係を表すとともに、長さの関係を表すものとみることができる。この

ような三平方の定理の幾何学的、代数的な理解に基づき、これを用いて平面图形や空間图形の性質を考察したり、图形の計量に用いたりすることができるようとする。

ここでは、この定理の美しさが強調され、教師の数学的美的感覚にまで言及しているのである。

#### 〔平成元年〕

直角三角形の三つの辺の長さの間の関係について述べているのが、いわゆる「三平方の定理」である。よく知られているように、この定理は直角三角形の三辺の長さの関係を表しており、数学の研究の上で重要な定理である。この定理はまた測量など他の分野への極めて広い応用場面を持っている。

三平方の定理の導入に当たっては、できるだけ具体的な事例を基に帰納的にその定理の意味に迫ることが望ましい。三平方の定理の証明としては、图形による方法、代数的な方法などいろいろな証明方法が知られている。しかしながら、それらの証明の中には生徒にとってその理解が困難な技巧的なものも見受けられるので、簡単な証明方法を紹介する程度にとどめておきたい。

むしろ、この定理のよさは、その応用面にあるので、平面图形や空間图形を含め、平方根について、そのよさが実感できる場面を工夫したい。

ここでは、応用面が強調され、定理の見方や美しさに関する点は消えている。また、定理の理解や証明が軽く扱われ、紹介程度にとどめ、応用に力を注ぐべしとなっている。

以上のように、三平方の定理の指導に関して学習指導要領の考え方方が大きく変遷してきたのである。言うまでもなくこの定理は大変重要であり、我が国のみならず世界の各国で、中学の年代の子どもに対して指導がなされているのである。

ここで考えておかなければならぬことは、三平方の定理の指導に限らず、個々の生徒の認識、理解、思考、到達度、興味等の多様性をどう考慮して指導するかということである。これが今日、非常に重要な課題なのである。

生徒の多様性に適切に対応し、個々の生徒の能力をより伸ばしていくにはどうすればよいか。これについて、いろいろと試みた。以下にそれを述べることにする。

## II. 生徒の多様性に対応する指導について

とくに三平方の証明に関する指導において、試みたことについて述べる。

生徒の多様さに応じた指導ということで、先ず考えられることの1つは、多様な証明方法を用いて指導してみるとことである。

### 〔1〕多様な証明方法を用いた実践

個々の生徒の思考や興味の多様さを考慮して、三平方の定理について10通りの方法を用いて指導

した。指導方法は、それぞれの証明によって多少異なるが、基本的には、できる限り生徒自身で見通しを立てて、互いに相談しながら証明を進め、最後に全員で確認するという方法で指導した。

以下に簡単に、それらの証明方法を示しておく。

[証明1]

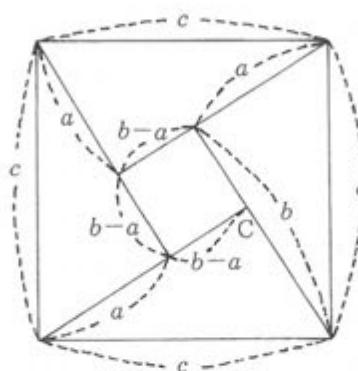


図1

[証明2]

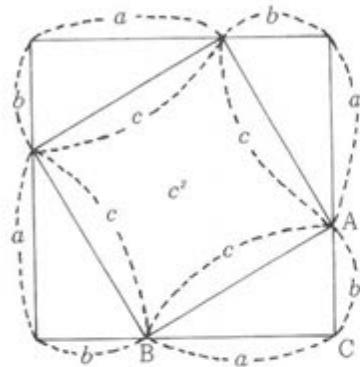


図2

証明1および2はともに、合同な直角三角形を4つ並べて、大きな正方形をつくり、面積を比較することで、三平方の定理を導く方法である。それぞれ、

$$(a+b)^2 = \frac{1}{2}ab \times 4 + c^2$$

$$\frac{1}{2}ab \times 4 + (b-a)^2 = c^2$$

という関係式から  $a^2 + b^2 = c^2$  が求められる。

[証明3]

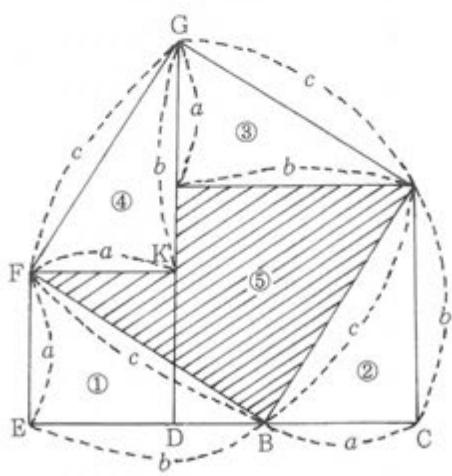


図3

[証明4]

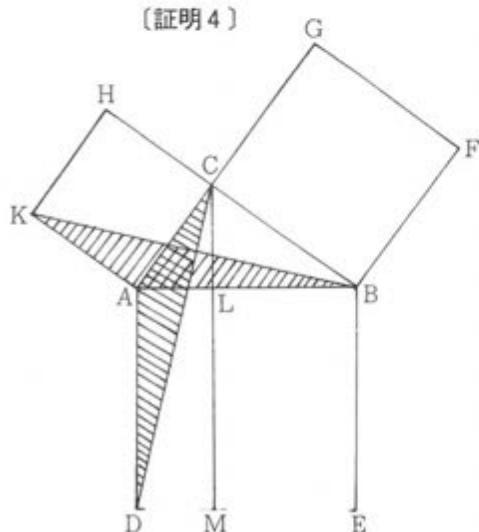


図2

証明3は、和算家がよく用いた方法で、1辺が $c$ の正方形ABFGから、2つの三角形③、④を①、②に移すことによって、1辺が $a$ と $b$ の正方形が2つできるというものである。

証明4は、有名なユークリッドの『原論』の中にある証明である。

〔証明5〕

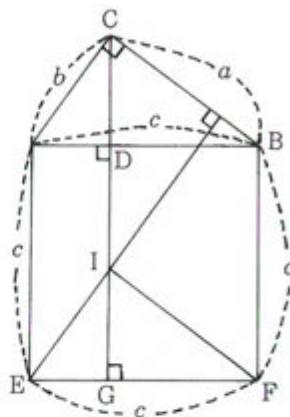


図5

〔証明6〕

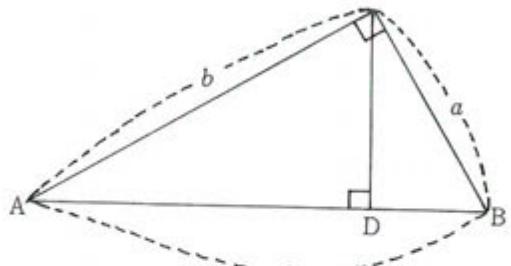


図6

証明5は、 $\triangle ABC \cong \triangle CIH$ を示し、 $CH=b$ 、 $HI=a$ から、平行四辺形 $ACIE=b^2$ 、平行四辺形 $BCIF=a^2$ を求め、三平方の定理を導く方法である。

証明6は、 $\triangle ABC$ 、 $\triangle ACD$ 、 $\triangle CBD$ の相似を用いて証明する方法である。

〔証明7〕

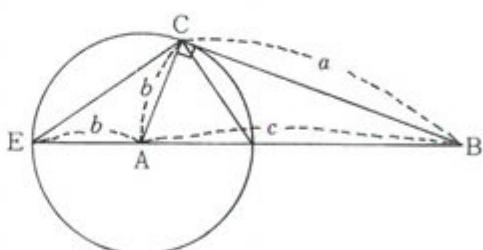


図7

〔証明8〕

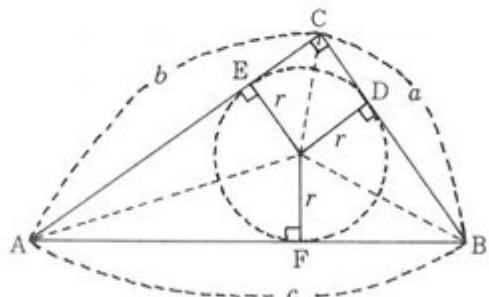
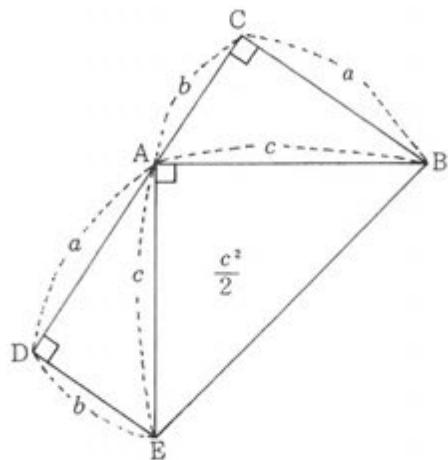


図8

証明7は、 $\triangle BCD \sim \triangle BEC$ を示し、辺の比の関係から証明するものである。

証明8は、 $\triangle ABC$ の内接円の半径 $r$ が、 $r = \frac{1}{2}(a+b-c)$ を示し、面積の関係から証明する方法である。

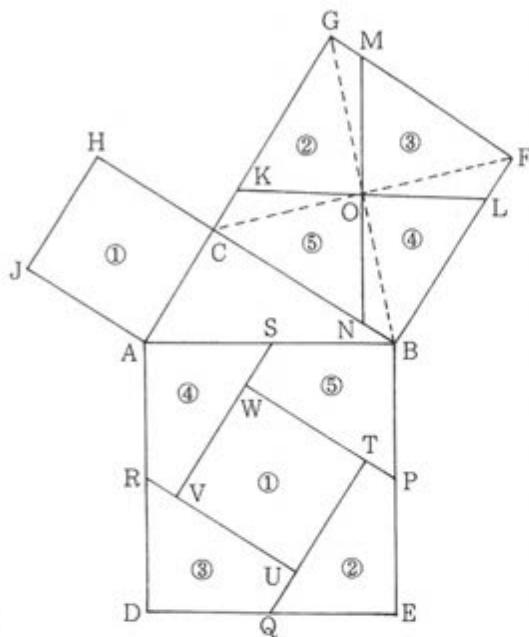
[証明 9]



9

証明9は、台形の面積と3つの三角形の面積の和が等しいことから、三平方の定理を証明する方法である。

(証明10)



10

証明10は、正方形BCGFの中心を通り、辺ABに対して、平行な線分KL、垂直な線MNで正方形を切断し、それらと正方形①を合わせて、正方形ABEDを形作るという切断による証明方法である。

各々の証明において、証明1は簡単に証明ができ、その後で他にもこの様な証明方法は考えられないかと尋ねると、多くの生徒が証明2に気づき、証明3を考え出した者も出た。証明6も相似の利用に気づくと殆んで問題なく証明できた。証明4、5、7、8、9、10は、図を与えておくと、互いに相談しながら、遅速の差はあっても、全員何とか結論まで到達できた。

証明10については、実際に紙を切って合わせて確かめる作業をし、その上で何故それでうまくいくのかという理由も考えさせた。さらに、三辺の長さの比が $3 : 4 : 5$ の直角三角形と、各辺を1辺とする正方形を書いた紙を与えて、証明10以外の切断法を考えさせたところ、試行錯誤ながらも、いろいろな方法を考え出した。その一部を以下に示しておく。(図11, 12)

これらの証明をするなかで、実に簡単にできたけれど証明した感じがしないとか、難しいがわかると証明らしく思えるなど、それぞれの証明に対していろいろな思いがあるようであった。もちろん

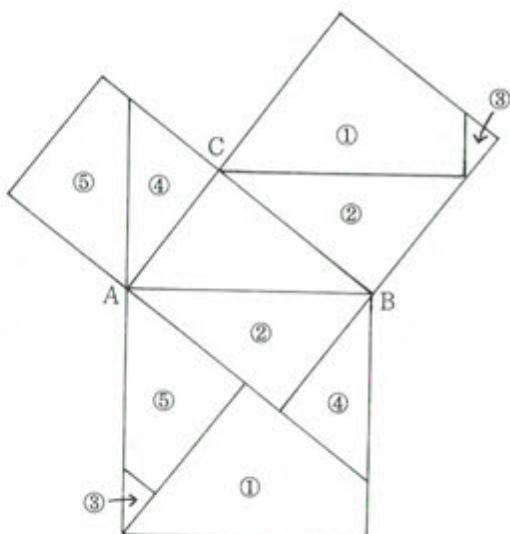


図11

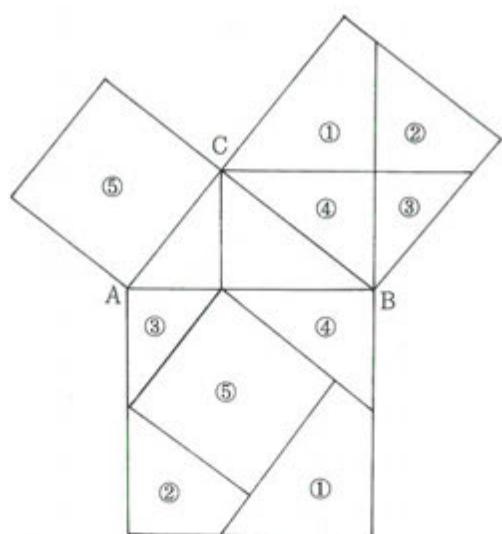


図12

ん、10通りも証明しておくと、1つくらいは自分にとってわかりやすい納得できるものがあったようであった。

そこで指導後、どのような証明に対して、わかりやすいとか納得できるのかについて、調査を行った。それについて次に述べることにする。

#### 〔三平方の定理の証明についての生徒の認識調査〕

代表的なものとして、前述の10通りの証明の中から4つを取り出し、証明4（図4）を証明A、証明6（図6）を証明B、証明10（図10）を証明C、証明1（図1）を証明Dとして、以下のようないくつかの問題で調査を行った。

調査実施日：1989年12月

調査対象：本校中学3年生4クラス

#### 調査問題

次の証明の中で、最もわかりやすく納得できる、証明したという実感がもてるのはどれですか。番号に○をつけなさい。また、なぜそう思ったか、理由を（　　）の中に書きなさい。

1. 証明A    2. 証明B    3. 証明C    4. 証明D    5. どれも同じ    6. その他

（　　）

調査結果は、右の表1のようになった。

番号	1	2	3	4	5	6	合計
人数	64	85	3	8	5	2	167

表1

それぞれの証明を選んだ理由の中から、各場合についていくつか示しておく。

#### <証明A>

- ・補助線をひいたりして等積変形をつかったりするところなどが、「うん、証明したぞ」という気にさせてくれると思った。またわかりやすく、この証明が好きだから。
- ・証明BとかCは、確かにそうだとは思うけど、ほんとにそうかな?と少しだまされたような気分になってしまうが、証明Aは筋道がとおっていて反論することができないと思うから。
- ・説明さえしてもらうと、誰にでもわかるだろうし、図形なので数字より説得力があると思うから。
- ・初めて証明Aをみたときに、こんなのでできるのだろうかと思いましたが、証明していくと、なるほどと思えたし、この証明が一番印象に残っているから。
- ・証明Bは代数的な感じで図形のおもしろさもあまりないし、証明Cは図工みたいで面倒、証明Dは割合簡単だが、証明した後の感動がないから、私は証明Aが一番幾何らしく好きです。もつれた糸をほぐしていくようで。
- ・等積変形、合同というようにひとすじなわでいかないところがよい。また解いたときの喜びも大きい。
- ・感動したから。
- ・初めて自分で解けた証明で、証明したなぁという気がしたから。
- ・わかりやすいのは証明Cだけど、一番納得するのは証明Aです。

#### <証明B>

- ・一番やりやすく、補助線が1本ですから。
- ・計算によって求めると、真実味がでて、わかりやすいと思ったから。
- ・証明Aは図が複雑で見にくく、証明C、Dはパズルのようであまり理論的でない。証明Bがノーマルでシンプルでわかりやすい。
- ・代数的なところがあるから、わかりやすく、まちがいないように見える。
- ・理論的だし、補助線が少なくて良い。
- ・自分としては一番思いつきやすいような気がするし、順に記述していきやすいので、後で見てもわかりやすいと思うから。
- ・すっきりと自分の能力にそって証明できそうだから。
- ・証明AやC、Dのように図形の変形や移動の方法に気づかないと解けない証明方法より数学的な式の計算によって求められる証明Bの方が楽であり、かつわかりやすいから。
- ・証明AやCなどは、そこまでもっていくまでの思いつきが難しいと思った。証明はなるべく簡単な方がいいから。
- ・図を使うことより、式変形による方が証明したという実感がわく。

#### <証明C>

- ・これは、面積を実際にあてはめるということで、証明が実感できるから。
- ・式とか、比とかを使わないで、一番見て理解しやすいから。
- ・どんな子供にでもわかりやすいから。

### <証明D>

- ・代数的で、辺の長さが最も示しやすく、計算で証明できるから。
- ・証明Dが一番やりやすく、わかりやすいから。
- ・一目見れば、どういう証明かすぐにわかるから。

以上のことからも、生徒は各々証明というものについて、理解しやすさ、考え方やすさを、イメージ、好みなどの点で違いがあり、それに応じた学習や指導の方法が必要であるということである。

今回の試みによって、生徒は三平方の定理の証明を、いろいろの考え方や方法で行ってみて、その定理をいろいろの見方で理解し、また証明ということについても、多様な考え方ができる実感できたようであった。

### [2] パソコンを用いた指導の試み

これまで述べてきたように、1クラス40~50人の生徒に対する一斉授業の中では、個々の生徒の情況に応じた教育がなされることが必要である。これに対する別の方法の1つは、パソコンを活用することである。パソコンは、個別学習やグループ学習において大いに活用でき、有効な教育機器である。

生徒の多様性に対応するためにパソコンを用いる指導について、以前に松宮哲夫氏、樋本昌彦氏と共に共同研究し、実践を試みた。以下に、それについて要点を述べる。

三平方の定理の証明の学習において、事前に生徒の情況を調査し、それらを考慮した上で、1グ

授業の流れ

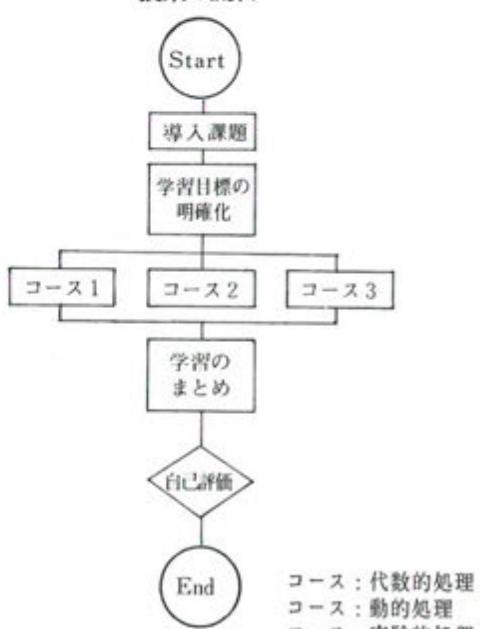


図13 授業の流れ図

表2 生徒の興味・関心の調査

調査項目	好感度
図をかいて考えること	47%
文字式の計算をすること	27%
紙を切ったり貼ったりすること	16%
論理的に筋道をたてて考えること	10%

表3 生徒のコース分け

班	男	女	計	コース	班	男	女	計	コース
	人	人	人			人	人	人	
A	4	2	6	代	E	2	3	5	実
B	4	2	6	代	F	4	2	6	実
C	3	2	5	代	G	3	3	6	動
D	3	3	6	実	H	2	3	5	動

代——代数的処理コースを選択した。  
実——実験的処理コースを選択した。  
動——動的処理コースを選択した。

ループ5～6人の班を編成し、証明に関して3つのコースを準備し、生徒が班ごとにコースを選択し、班ごとに相談しながら思考や作業を進め、パソコンを操作して、証明を完成するという内容の試みであった。

### 生徒が使用したプリント

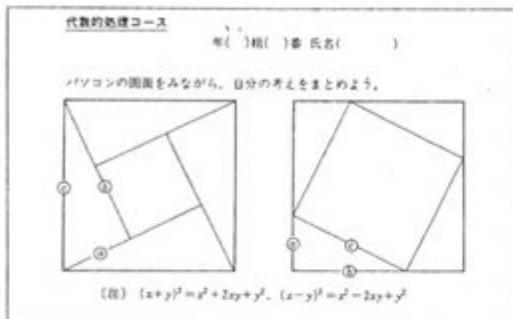
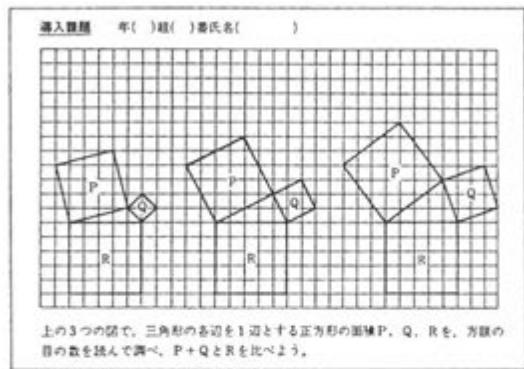


図14

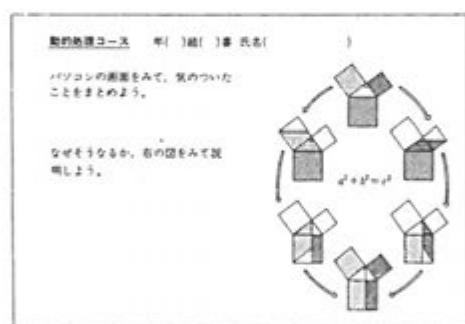


図16

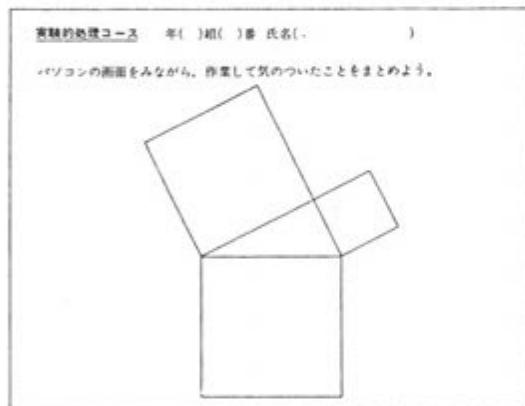


図17

授業中の生徒の様子や指導後の感想などを見ると、全体的に熱心に学習に取り組んでいたし、班ごとに、それぞれのコースの方法で三平方の定理の証明という目標が達成できた。

やはり、コース別にパソコンを活用することで、一人ひとりの生徒が主体的に取り組む授業ができたようであった。もちろん問題点も現われた。パソコンの台数と1グループの生徒数の関係、学習内容についてどこまでパソコンに組み込み、どれを生徒に考えさせるか、ともすれば、ディスプレーを見るだけになってしまいやすい、学習の評価をどうするかなどである。これらについては、今後の課題として取り組みたいと考えている。

尚、詳細は参考・引用文献(1)にゆずり、ここでは省略する。

### III. 今後の課題

今回は、三平方の定理の証明の指導というところでの生徒の多様な情況、とくに証明ということについての認識調査もし、実践も行った。さらに、前後するが、パソコンの活用も組みこんだ実践を行った。このような試みの結果、個々の生徒が三平方の定理というものについて、それぞれの情況のもとで相当に理解が深まり、納得もし、興味も感じたようであった。

授業の中で、指導者が生徒を強引に引っ張るのではなく、能力のある生徒がどんどんリードして、数学の苦手な生徒が置き去りにされるのではなく、すべての生徒、一人ひとりが主役となり、数学の学習を進めていくような指導のあり方を追求していくことは、今日重要な課題の1つである。とくにパソコンの果たす役割が期待できると考えている。それらについて今後さらに研究実践を重ねたいと考えている。

#### 〔参考・引用文献〕

- (1) 岡森博和編著、松宮哲夫、桜木昌彦、西谷泉他共著『数学教育とパソコン』第一法規、1987、pp. 193～216.
- (2) 西谷泉「数学教育における教具論とパソコン」数学教育学会研究紀要 Vol. 28、1987、pp. 11～20.
- (3) 大矢真一著『ピタゴラスの定理』東海大学出版会、1975
- (4) 中村幸四郎ほか4名著『ユークリッド原論』共立出版、1971
- (5) 文部省『中学校指導書 数学編』1970
- (6) 文部省『中学校指導書 数学編』1978
- (7) 文部省『中学校指導書 数学編』1989

# 図形教育へのコンピュータ利用プラン

—中学校における移動と拡大・縮小から—

やなぎ もと あきら  
柳 本 哲

## I. 問題の所在と研究の目的

### 問題の所在

最近のコンピュータ（パソコン）の普及は、めざましいものとなっている。技術的な進歩とともに、その性能が著しく進歩し、大きさもより小型化してきていると同時に、生産性の向上にともない、低価格化され、一般家庭を含め、いろいろな場所で購入しやすいものとなってきている。本校の中学生を例にあげれば、20～30%の生徒が何らかの形で家庭においてコンピュータとの接触の機会を持っているというのが現状である。

このようなコンピュータの普及とともに、学校教育の中でどのようにこれを利用していくかが今後の大きな課題となっている。数学教育という立場でも、コンピュータの特性が数学の学習活動の中で有効に活用できるだろうと考えられる場面はたくさんある。今後の学校現場へのコンピュータの普及のことを考えると、数学の授業におけるその利用内容、方法、形態等について少しでも多くの研究を積み重ねておくことが大切である。

すでに、本学の岡森博和教授による編著書〔1〕において、多くの実践研究がなされている。その中では、次のように述べられている。

「まず、数学教育の現代的課題のひとつとして、教具・作業をとおして、現実の諸事象から数学を抽出し、そしてまた、教具と価値ある作業をとおして、現実の諸事象を数学を使って解明することがあげられる。

いまひとつは、教具・作業によるこの限界を克服する役目をパソコンに負わせ、子どもの直観的思考と総合的思考との調和を助長させることである。さらにいうならば、情報社会とか、コンピュータ社会とかいわれている今日、子どもたちの能力、興味・関心などが多様化して、いろいろのことを学ぶ機会が多くなってきている。このようなことを背景に、子どもとかかわって、数学教育において、パソコンの位置づけと役割をどうするか、この面での研究と実践が、希求されるところである。

それで、とくにパソコンと数学教育の関係を深めるために、私たちは、大まかにつぎのことを念頭において、研究と実践の模索を続けている。

- ①パソコンを子どもにどう教えていくか（プログラミング教育）。
- ②教具としてのパソコン利用とその限界。
- ③既成の教育内容のなかでのパソコン利用。
- ④新しい教育内容の体系を創るなかでのパソコン利用。

⑤教育内容に数学を近づけるためのパソコン利用。

⑥小さなひとつの数学やお話のなかなどのいわば身近ななかでのパソコン利用によって価値の実現を図りたい。

これらのことは、有機的に結びつきながら、子どもの数学に関する認識と創造性を高めるとともに、今までの教育のなかで教育機器をいかに利用するかだけでなく、コンピュータ時代のなかで数学教育の内容と方法の見直しが迫りつつあることを、ここ数年来の私たちの研究と実践の過程で痛感してきている。」(①～⑥の番号は筆者による。)

今回の图形教育へのコンピュータ利用プランでは、③④⑥に関連した研究になると思われる。

また、角度を変えて、現実性をもつ課題の総合学習というテーマの中でのコンピュータ利用については、本学の松宮哲夫教授を中心とした筆者らの研究グループによって研究を積み上げている〔2〕〔3〕〔4〕。

1993年実施の新学習指導要領の数学の第3、指導計画の作成と内容の取扱いの4、においては、次のように述べられている〔5〕。

「4 各領域の指導に当たっては、必要に応じ、コンピュータ等を効果的に活用するように配慮するものとする。特に、「数量関係」において実験や観測などにより指導を行う際にはこのことに配慮する必要がある。」

さらに、数学科のコンピュータにかかる指導の目的については、文部省初等中等局視学官である正田實氏は次のように述べている〔6〕。

「第1にはコンピュータ等を活用することによって数学の理解を容易にし、創造的な活動を助長し、数学を活用する能力を伸長することを目的とすべきである。第2には、2進数や流れ図などの指導はコンピュータの活用には無関係だとの批判もあるが、2進数や流れ図などだけではなく、およそ中学校の数学で育成する能力は、そのほとんどすべてが情報科学の基礎的な理解のための基盤であることから、情報科学への基盤づくりを目的とすべきである。」

つまり、まず数学の力を伸ばすことの目的とし、あわせてコンピュータを使える力をつけることが目的とされている。コンピュータを使える力については、他教科との関りや中学校全体のカリキュラムについて考える必要があるだろう。

なお、この分野についての筆者らの研究には、すでに次のようなものがあるので、参照していただければよい。すべて、生徒を対象として実践を行い、その結果を検討したものである。

- ・確率概念をつくるための実験への利用〔7〕
- ・二次関数の導入における実験への利用〔8〕
- ・等積変形の見方を養う例題での利用〔9〕
- ・資料の整理におけるCMI的な利用〔10〕
- ・数の乗法的構成と約数における利用〔11〕
- ・球の体積を区分求積で求ることへの利用〔11〕
- ・課題学習としてのティーカップの製作への利用〔12〕

## 研究の目的

ここでは、中学校2年生における図形領域におけるコンピュータの利用について考え、その指導プランを立てるとともに、必要なプログラムを作成することを研究の目的とする。

## II. 研究方法

中学2年生の図形の移動、図形の拡大・縮小、その延長として幾何学模様づくりの課題学習を考え、コンピュータを活用した授業プランを立てる。また、そのためのプログラムを作成する。その際、生徒によるグラフ用紙への作図という活動をもとにして考えていくことにする。

## III. 結果と考察

### 1. 図形の移動の指導プラン

#### ①指導計画と指導案

##### ア. 教材について

中学校の図形の指導では、実際に図形を作図したり、紙で作った図形を切り取ったり、動かしたりする等の作業や操作を通して、図形の性質を論証していくことの意味をつかませることが重要である。例えば、図形の移動のところでも、基本となる3つの移動について、実際に作図をしたり、紙片を動かしたりすることによって、それらの移動の性質を理解させるようにしたい。そのことが、図形の合同の理解へつながっていくものと考えられる。その際、いろいろな移動の場合について自由に考えることが効果的であるが、黒板による一斉授業ではおのずと限界もある。そこで、パソコンを利用して、生徒にいろいろな図形（ここでは、線分と円弧による図形に限定する）を自由に移動させ、自分が想像したものと一致するかどうかを確かめさせ、3つの移動についての直観力を高めさせることを考えた。

##### イ. 指導計画

1. 平行と合同	§ 1 平行線と角	3時間	11時間
	§ 2 三角形の角	3時間	
	§ 3 三角形の合同	4時間	
	問題	1時間	
2. 図形と証明	§ 1 証明	2時間	5時間
	§ 2 証明のしくみ	2.5時間	
	問題	0.5時間	

##### ウ. 本時の学習指導(1)

主　　題　　三角形の合同（本時はその第1時）

**目 標** • 図形を、その形、大きさを変えないで、位置だけを変えることが移動であることを理解させる。

• 平行移動の意味とその基本の性質を理解させる。

**準 備 物** 方眼紙（1 mm方眼 A5版、130mm×180mm方眼）、三角定規、コンパス、パソコン

### 指導過程

段階	学習事項	生徒の活動	指導上の留意点
導入	○三角形の作図	<p>○方眼紙上で、下の図の△ABCを、この平面上で動かして、BをB'に、CをC'に重ねたときにできる△A'B'C'をかく。</p>	<p>○方眼紙に目盛りをつけさせ、左図のように△ABCと点B'、C'をとらせる。</p> <p>A (30, 60) B (10, 20) C (60, 10) B' (90, 40) C' (140, 30)</p>
展開	○図形の移動	<p>○同じ方眼紙上で、さらに、△ABCを次のように動かした三角形の作図をする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・この平面上で動かして、BをB''(100, 70)に、CをC''(110, 120)に重ねたときにできる△A''B''C''</li> <li>・裏返して、BをB''(10, 120)に、CをC''(60, 130)に重ねたときにできる△A''B''C''</li> </ul>	<p>○方眼紙の方眼をうまく利用させて、△A''B''C''、△A'''B'''C'''をかかせる。</p> <p>○このように、図形を、その形、大きさを変えないで、位置だけを変えるのが移動であることを知らせる。</p> <p>○左図を用いて、移動の基本となるものに、平行移動、回転移動、対称移動の3つがあることを理解させる。</p>

	○平行移動の定義と性質	○上の△ABCを△A'B'C'に移動するように、图形の各点を、一定の方向に、一定の長さだけずらすことを平行移動と呼ぶことを知る。	○図で、 $AA' \parallel BB' \parallel CC'$ 、 $AA'=BB'=CC'$ となっていることに気づかせる。また、対応する線分が平行であること( $AB \parallel A'B'$ 等)にも留意させる。
	○問題	○下の図の△ABCを、点Aを点Pに移すように、平行移動した図をかく。	○平行移動の意味が理解できているか。性質がうまく使っているか。
整理	○まとめと次時の予告	○移動の意味、平行移動の定義と性質について、整理する。	○三角定規、コンパスをうまく使わせる。 ○次時は、回転移動と対称移動を扱うことを知らせる。

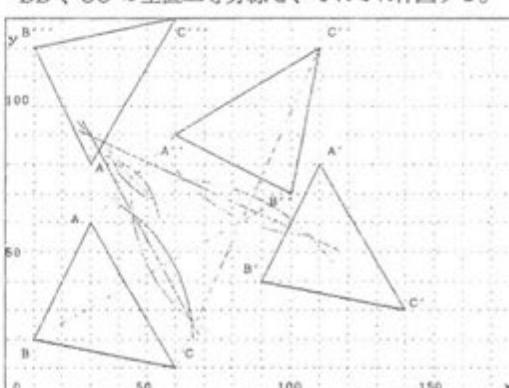
### エ. 本時の学習指導(2)

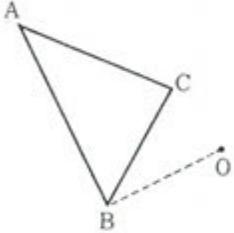
主 題 三角形の合同(本時はその第2時)

目 標 • 回転移動の意味とその基本の性質を理解させる。  
• 対称移動の意味とその基本の性質を理解させる。

準 備 物 方眼紙(1mm方眼 A5版、130mm×180mm方眼)、三角定規、コンパス、パソコン

#### 指導過程

段階	学習事項	生徒の活動	指導上の留意点
導入	○垂直二等分線の作図	○前時にかいた△ABCと△A'B'C'について、線分AA'、BB'、CC'の垂直二等分線を、それぞれ作図する。 	○1年で習った垂直二等分線の作図を思い出させる。 ○3つの垂直二等分線が点O(30, 90)で交わることを確認する。

展開	<ul style="list-style-type: none"> <li>○回転移動の定義と性質</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○点O(30, 90)を中心にして、$\overline{AA'}$、$\overline{BB'}$、$\overline{CC'}$をかく。</li> <li>○图形の各点を、定点Oを中心として、一定の角度だけまわして移すことを回転移動と呼ぶことを知る。</li> <li>○対応する点A、$A'$と回転の中心Oを結ぶ線分OA、$OA'$の長さやそのつくる角について、どんなことがいえるか考える。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○中心とした点Oを、回転の中心と呼ぶことを知らせる。</li> <li>○$OA=OA'$、$OB=OB'$  $OC=OC'$、$\angle AOA'=\angle BOB'=\angle COC'$</li> <li>○$180^\circ$の回転移動を、点対称移動ということを知らせる。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○問題</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○下の図の△ABCを、点Oを中心として、時計の針の回転と同じ向きに$90^\circ$回転移動した図をかく。また、$180^\circ$回転移動した図もかく。</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○対称移動の定義と性質</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○上の△ABCを△$A''B''C''$に移動するように、图形の各点を、定直線lを折り目として、折り返して、その图形を移すことを対称移動と呼ぶことを知る。</li> <li>○対応する点を結ぶ線分($AA''$など)と対称の軸lとの関係は、どのようにになっているかを考える。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○上方眼紙を、△ABCが△$A''B''C''$に重なるように折り返してみさせる。その折れ目の線lは、点(0, 70)、点(150, 70)を通ることを確認する。</li> <li>○lが線分$AA''$の垂直二等分線になっていることを確かめさせる。</li> <li>○線対称な点の作図の仕方について考えさせる。</li> </ul>
整理	<ul style="list-style-type: none"> <li>○まとめと次時の予告</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○移動には、3つの基本となるものがあることと、それらの性質について確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○次時は、合同な图形の性質について学習することを知らせる。</li> </ul>

## ②指導方法

ここでは、当面、教室に1台のパソコンを使用する場合を想定し、指導案を作成した。コンピュータの画面を、いくつかのモニターに映し出すか、大型画面等を準備し、教室の生徒全員によく見えるように配慮する必要があるだろう。コンピュータ画面は、方眼黒板の代わりの役目を果たすことになるが、黒板とは異なる所がある。一つは、コンピュータ画面上では、実際の作図の作業の様子は捉えることができないことがある。二つ目は、コンピュータ上での作図では、一つ一つの移動におけるパラメーターが常に明確になっているということである。(もちろん、ここで作成したソフト使用の場合のこと)したがって、作図の手順、要領を理解させるには、実際に教師が黒板上で作図をして見せることがよいし、移動を定義し、その結果をつかむには、コンピュータ画面がよいだろう。そのような違いをうまく使い分けて、授業を組み立てることが望ましい。

コンピュータでは、移動の作図を瞬時に行えること、いろいろな移動の場合を容易に試してみることが利点である。だから、教室に1台のパソコンであったとしても、教師と生徒との話のやりとりによって、いろいろな場合に対応してパソコンによる作図を生徒たちが考えるための情報として与えていくことが可能である。ここでは、教師と生徒そしてコンピュータという三者の対話が成立するものと考えられる。

### <コンピュータ操作方法>

- ・プログラムを実行すると、画面中央に横18、縦13の方眼が現れ、その上に次のようなメッセージが現れる。

次の番号1から3を選びなさい。 ? ■

1. 線分の作図      2. 円弧の作図      3. 作図した図の移動

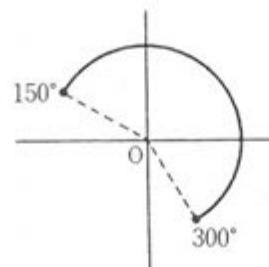
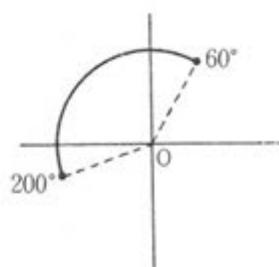
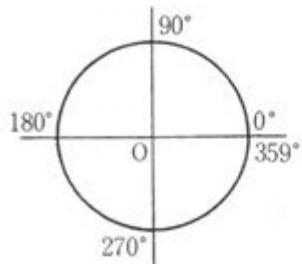
- ・線分の作図の場合……線分の両端の座標の数値を、それぞれ入力して線分を作図する。座標の入力はいずれも次のようにする。

x座標の数値 コンマ y座標の数値 リターンキー (例 100, 130  )

- ・円弧の作図の場合……画面上に自由に円弧を描く。描き方は、まず、円の中心Oの座標を

<例> 初めの角度60°  
終りの角度200°

初めの角度300°  
終りの角度150°



入力し、次に、その半径を入力する。さらに、円弧の初めの角度と終りの角度を入力する。角度は、前頁の図のように左回り（時計の針と反対回り）に定められている。

0°から359°の間の角度を示す数値を入力する。

- さらに、1か2を選んでいくと作図が続けられる。3を選ぶと、作図した図の移動の作業に入る。移動では、次のメッセージが現れ、1か2か3を選ぶ。

次の番号1から3を選びなさい。 ?

1. 平行移動      2. 回転移動      3. 対称移動

- 平行移動の場合……先に描いた図を自由に平行移動する。平行移動では、方向と距離を決めるが、ここでは、(x座標, y座標)というように2つの方向の数値によって決めている。  
数値 コンマ 数値  の順に入力するとよい。
- 回転移動の場合……描いた図を自由に回転移動する。まず、回転の中心の座標を入力し、次に回転の角度を入力する。回転角は、右回り（時計の針回り）にする場合は負の数値を、左回りにする場合は正の数値を使うようになっている。
- 対称移動の場合……描いた図を自由に対称移動する。ここでは、対称の軸を決めなければならぬが、2点の座標を入力することによって軸となる直線を決めている。まず、対称軸上の1点の座標を入力し、続いて、対称軸上の他の1点の座標を入力すればよい。
- 1つの移動が終わった後は、画面上に表示されるメッセージに従って、YesのときはY、NoのときはNを選択していけばよい。

### ③プログラム

```
10 'save "イトウ":'*****  
20 '                    圖形の移動     PC-9801UV21     by A. Yanagimoto  
30 '*****  
40 DIM AX(50),AY(50),BX(50),BY(50),CX(50),CY(50),R(50),S(50),E(50)  
50 SCREEN 3:CONSOLE,,0,1:CLS 3:WINDOW(0,0)-(180,130):VIEW(0,40)-(580,399)  
60 L=0:K=0:GOSUB 1050  
70 C$=""  
80 '----- メニュー画面  
90 LOCATE 0,0:PRINT C$:PRINT C$  
100 LOCATE 0,1:PRINT " 1. 線分の作図 2. 円弧の作図 3. 作図した図の移動 "  
110 LOCATE 0,0:INPUT "次の番号1から3を選びなさい。 ";M  
120 ON M GOSUB 130,200,300:GOTO 90  
130 '----- 1. 線分の作図  
140 L=L+1:LOCATE 0,0:PRINT C$:PRINT C$:LOCATE 0,0  
150 INPUT "線分の一方の端の座標は(x座標, y座標)";AX(L),AY(L):AY(L)=130-AY(L)  
160 CIRCLE(AX(L),AY(L)),1,0,,,855  
170 INPUT "線分の他方の端の座標は(x座標, y座標)";BX(L),BY(L):BY(L)=130-BY(L)  
180 CIRCLE(AX(L),AY(L)),1,4,,,855  
190 LINE(AX(L),AY(L))-(BX(L),BY(L)),2 :RETURN  
200 '----- 2. 円弧の作図  
210 K=K+1:LOCATE 0,0:PRINT C$:PRINT C$:LOCATE 0,0  
220 INPUT "円の中心の座標は(x座標, y座標)";CX(K),CY(K):CY(K)=130-CY(K)  
230 CIRCLE(CX(K),CY(K)),1,0,,,855  
240 INPUT "円の半径は";R(K)  
250 LOCATE 0,0:PRINT C$:PRINT C$:LOCATE 0,0  
260 INPUT "円弧のはじめの角度(0から359)は";X:S(K)=X/180*3.1416  
270 INPUT "円弧のおわりの角度(0から359)は";X:E(K)=X/180*3.1416
```

```

280 CIRCLE(CX(K), CY(K)), 1, 4, . . . 855
290 CIRCLE(CX(K), CY(K)), R(K), 2, S(K), E(K), . 855 :RETURN
300 '
310 LOCATE 0, 0:PRINT C$:PRINT C$:LOCATE 0, 0 ----- 作図した図の移動
320 LOCATE 0, 1:PRINT " 1. 平行移動 2. 回転移動 3. 対称移動 "
330 LOCATE 0, 0:INPUT "次の番号1から3を適ひなさい。 ";M
340 ON M GOSUB 350, 450, 650:GOTO 300
350 '
360 LOCATE 0, 0:PRINT C$:PRINT C$:LOCATE 0, 0 ----- 3 - 1. 平行移動
370 INPUT "平行移動の量は(x軸方向, y軸方向) ";OX, OY
380 FOR I=1 TO L
390 LINE(AX(I)+OX, AY(I)-OY)-(BX(I)+OX, BY(I)-OY), 1
400 NEXT I
410 FOR J=1 TO K
420 CIRCLE(CX(J)+OX, CY(J)-OY), R(J), 1, S(J), E(J), . 855
430 NEXT J
440 GOTO 910
450 '
460 LOCATE 0, 0:PRINT C$:PRINT C$:LOCATE 0, 0 ----- 3 - 2. 回転移動
470 INPUT "回転の中心の座標は(x座標, y座標) ";OX, OY:OY=OY-OY
480 CIRCLE(OX, OY), 1, 0, . . . 855
490 INPUT "回転の角度(-360から360)は";X:IF X<0 THEN X=X+360
500 KK=X/180*3.1416 :CIRCLE(OX, OY), 1, 4, . . . 855
510 FOR I=1 TO L
520 X1=OX+(AX(I)-OX)*COS(KK)+(AY(I)-OY)*SIN(KK)
530 Y1=OY-(AX(I)-OX)*SIN(KK)+(AY(I)-OY)*COS(KK)
540 X2=OX+(BX(I)-OX)*COS(KK)+(BY(I)-OY)*SIN(KK)
550 Y2=OY-(BX(I)-OX)*SIN(KK)+(BY(I)-OY)*COS(KK)
560 LINE(X1, Y1)-(X2, Y2), 1
570 NEXT I
580 FOR J=1 TO K
590 CX=OX+(CX(J)-OX)*COS(KK)+(CY(J)-OY)*SIN(KK)
600 CY=OY-(CX(J)-OX)*SIN(KK)+(CY(J)-OY)*COS(KK)
610 S=S(J)+KK:E=E(J)+KK :GOSUB 1130
620 CIRCLE(CX, CY), R(J), 1, S, E, . 855
630 NEXT J
640 GOTO 910
650 '
660 LOCATE 0, 0:PRINT C$:PRINT C$:LOCATE 0, 0 ----- 3 - 3. 対称移動
670 INPUT "対称軸上の1点は";UX, UY:UY=UY-UY
680 CIRCLE(UX, UY), 1, 0, . . . 855
690 INPUT "対称軸上の他の1点は";VX, VY:VY=VY-VY
700 CIRCLE(UX, UY), 1, 4, . . . 855
710 FOR I=1 TO L
720 IF UX=VX THEN X1=2*UX-AX(I):Y1=AY(I):X2=2*UX-BX(I):Y2=BY(I):GOTO 790
730 IF UY=VY THEN X1=AX(I):Y1=2*UY-AY(I):X2=BX(I):Y2=2*UY-BY(I):GOTO 790
740 M=(VY-UY)/(VX-UX):N=2*UY-2*M*UX
750 X1=(2*AY(I)+(1/M-M)*AX(I)-N)/(M+1/M)
760 Y1=((M*M-1)*AY(I)+2*M*AX(I)+N)/(M*M+1)
770 X2=(2*BY(I)+(1/M-M)*BX(I)-N)/(M+1/M)
780 Y2=((M*M-1)*BY(I)+2*M*BX(I)+N)/(M*M+1)
790 LINE(X1, Y1)-(X2, Y2), 1
800 NEXT I
810 FOR J=1 TO K
820 IF UX=VX THEN CX=2*UX-CX(J):CY=CY(J):TK=3.1416/2 :GOTO 870
830 IF UY=VY THEN CX=CX(J):CY=2*UY-CY(J):TK=3.1416 :GOTO 870
840 M=(VY-UY)/(VX-UX):N=2*UY-2*M*UX:TK=ATN(-M)
850 CX=(2*CY(J)+(1/M-M)*CX(J)-N)/(M+1/M)
860 CY=((M*M-1)*CY(J)+2*M*CX(J)+N)/(M*M+1)
870 S=2*TK-E(J):E=2*TK-S(J) :GOSUB 1130
880 CIRCLE(CX, CY), R(J), 1, S, E, . 855
890 NEXT J
900 GOTO 910
910 '
920 LOCATE 0, 0:PRINT C$:PRINT C$:LOCATE 0, 0 ----- 次の作図の選択
930 INPUT "同じ図をもういちど移動しますか(y/n) ";A$
940 IF A$="y" OR A$="Y" THEN 970 ELSE IF A$="n" OR A$="N" THEN 950 ELSE 930
950 INPUT "別の図をかきますか(y/n) ";A$
960 IF A$="y" OR A$="Y" THEN 60 ELSE IF A$="n" OR A$="N" THEN 1000 ELSE 950
970 LOCATE 0, 0:PRINT C$:PRINT C$:LOCATE 0, 0

```

```

980 INPUT "前に描いた図を残しますか (y/n) "; A$
990 IF A$="y" OR A$="Y" THEN 90 ELSE IF A$="n" OR A$="N" THEN 1020 ELSE 970
1000 CLS 3:LOCATE 25, 12:PRINT "終 わ り":END
1010 '----- 元の図の再現
1020 CLS 3 :GOSUB 1050
1030 FOR I=1 TO L :LINE(AX(I),AY(I))-(BX(I),BY(I)), 2 :NEXT I
1040 FOR J=1 TO K:CIRCLE(CX(J),CY(J)), R(J), 2,S(J),E(J),.855:NEXT J:GOTO 90
1050 '----- グラフ用紙の作成
1060 LINE(0,0)-(180,130), 4,BF
1070 FOR I=1 TO 17 :LINE(10*I,0)-(10*I,130), 7 :NEXT I
1080 FOR J=1 TO 12 :LINE(0,10*j)-(180,10*j), 7 :NEXT J
1090 COLOR 0:LOCATE 70,24:PRINT "x":LOCATE 0,3:PRINT "y":
1100 COLOR 0:LOCATE 1,24:PRINT "0":LOCATE 19,24:PRINT "50":
1110 COLOR 0:LOCATE 39,24:PRINT "100":LOCATE 59,24:PRINT "150":
1120 COLOR 0:LOCATE 0,7:PRINT "100":LOCATE 0,16:PRINT "50":COLOR 7:RETURN
1130 '----- 角の補正
1140 IF S>6.283 THEN S=S-6.283 :IF S<6.283 THEN S=S+6.283
1150 IF S<0 THEN S=S+6.283 :IF S<0 THEN S=S+6.283
1160 IF E>6.283 THEN E=E-6.283 :IF E>6.283 THEN E=E-6.283
1170 IF E<0 THEN E=E+6.283 :IF E<0 THEN E=E+6.283
1180 RETURN

```

## 2. 図形の拡大・縮小の指導プラン

### ①指導計画と指導案

#### ア. 教材について

相似の指導では、どの2つの図形が相似となるのかを見通せる力を養うことが重要である。

それができていれば、三角形の相似条件を用いた証明や、平行線と比の関係等の理解もしやすくなる。

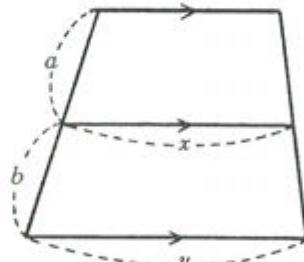
例えば、右図のような平行線をふくむ図において、 $a:b=x:y$  と考えてしまう生徒がかなりいる。

これは、2つの四角形が相似であると捉えてしまうことに起因している。

そこで、相似な図形の学習のはじめに、いろいろな図形についての拡大・縮小を行い、相似な図形についての感覚を養い、相似な図形に十分なれさせておくことが大切なことである。

そこで、コンピュータを教具として使用し、相似の導入の段階で、拡大・縮小の学習することにした。

#### イ. 指導計画



1. 図形と相似	§ 1 拡大・縮小と相似	3時間	15時間
	§ 2 相似条件と証明	2時間	
	§ 3 平行線と線分の比	5時間	
	§ 4 中点についての定理	3時間	
	§ 5 問題	2時間	

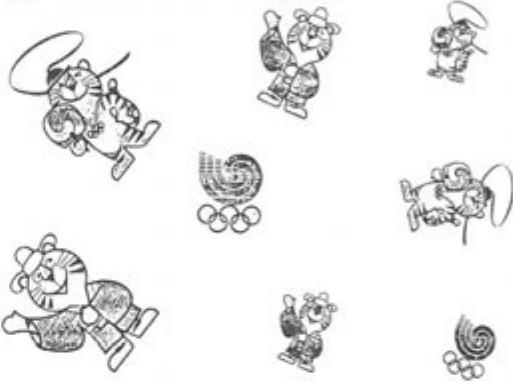
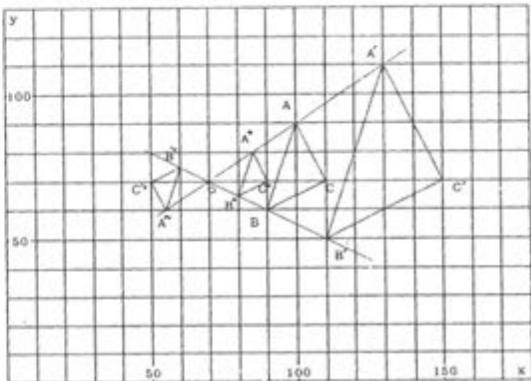
## ウ. 本時の学習指導(1)

主　題　拡大・縮小と相似（本時はその第1時）

目　標　三角形や四角形を例として、1点を中心とした拡大・縮小の作図の意味を理解させる。

準 備 物　方眼紙（1 mm方眼、A5版、130mm×180mm方眼）、三角定規、コンパス、パソコン

### 指導過程

段階	学習事項	生徒の活動	指導上の留意点
導入	○相似な图形	<p>○与えられたプリントの図を見て、大きさは違うが形が同じである図があることに気づく。</p> 	<p>○時と場合によっては、同じ图形をいろいろな大きさに変えてかかなければならないときがあることを知らせる。</p>
展開	○2倍、0.5倍の拡大	<p>○横180、縦130の目もりを打った座標平面を準備し、3点A(100, 90)、B(90, 60)、C(110, 70)をとる。 ○点O(70, 70)を中心として△ABCを2倍に拡大した△A'B'C'を作図する。</p> <p>○さらに、△ABCを点Oを中心として0.5倍に拡大した△A''B''C''を作図する。</p> 	<p>○横長の方眼紙の左下に原点をとらせる。 ○方眼黒板を用いて、$OA'=2OA$、$OB'=2OB$、$OC'=2OC$となるように△A'B'C'をかけばよいことを示す。 ○パソコンを用いてA'(85, 80)、B'(80, 65)、C'(90, 70)を確認する。</p>

	○拡大図の対応する辺、角	○対応する辺ABと、 $A'B'$ 、 $A''B''$ の長さをくらべてみる。また、対応する角 $\angle A$ と $\angle A'$ 、 $\angle A''$ の大きさをくらべてみる。	○対応する線分の長さは、それぞれ2倍、0.5倍となり、対応する角の大きさは等しいことを押さえる。
	○-0.5倍の拡大	○点Oを中心として、 $\triangle ABC$ と反対側に0.5倍に拡大した $\triangle A''B''C''$ を考え、これをここでは-0.5倍の拡大と呼ぶことを知る。	○方眼黒板を用いて説明し、 $OA'' = -0.5 \times OA$ 、 $OB'' = -0.5 \times OB$ と考えさせる。
	○問題練習	<p>問1 点A(40, 80)、B(15, 30)、C(50, 30)をとり、$\triangle ABC$の次の拡大図を作図せよ。</p> <p>⑦点Aを中心にして0.5倍に拡大した$\triangle A'B'C'$      ⑧点Aを中心にして1.4倍に拡大した$\triangle A''B''C''$      ⑨点Aを中心にして-0.8倍に拡大した$\triangle A'''B'''C'''$</p>	
		<p>問2 点A(150, 120)、B(100, 70)、C(175, 70)をとり、$\triangle ABC$の次の拡大図を作図せよ。</p> <p>⑦点Aを中心にして0.4倍に拡大した$\triangle A'B'C'$      ⑧点Bを中心にして0.6倍に拡大した$\triangle A''B''C''$</p>	
		<p>問3 点A(110, 50)、B(90, 10)、C(170, 10)、D(170, 50)をとり、四角形ABCDの次の拡大図を作図せよ。</p> <p>⑦点Aを中心にして0.5倍に拡大した四角形$A'B'C'D'$      ⑧点Bを中心にして0.75倍に拡大した四角形$A''B''C''D''$      ⑨点Cを中心にして0.25倍に拡大した四角形$A'''B'''C'''D'''$</p>	
整理	○まとめと次時の予告	○別の方眼紙に、線分と円弧を用いて、自由な図をかいてくることを、次時までの課題とする。	○1点を中心とした拡大・縮小の意味についてまとめる。

## エ. 本時の学習指導(2)

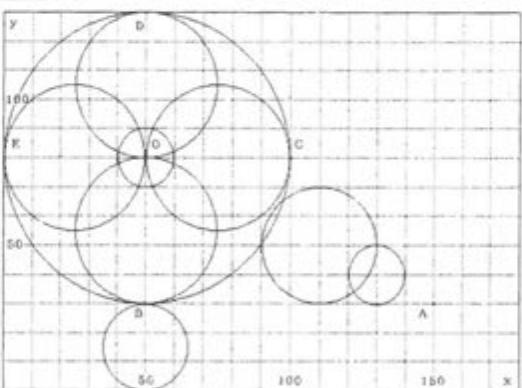
主　題　　拡大・縮小と相似（本時はその第2時）

目　標　　1点を中心とした円の拡大・縮小の作図を理解させ、線分と円弧でできた自由

な图形の拡大・縮小が行えるようにする。

**準備物** 方眼紙（1 mm方眼 A5版、130mm×180mm方眼）、三角定規、コンパス、パソコン

### 指導過程

段階	学習事項	生徒の活動	指導上の留意点
導入	○前時の復習	○前時には、三角形と四角形の拡大・縮小を考えたことを思い出し、本時は円弧と線分による図の拡大・縮小を考えることを知る。	○前時の課題を確認し、それは後で扱うことを知らせる。
展開	○円の拡大・縮小 ○問題練習 ○自由な図の拡大縮小	○中心の位置が点O(50, 80)で、半径が50の円Oを作図し、この円Oを点A(150, 30)を中心として0.2倍に拡大するとどうなるかを考え、作図する。  ○点B(50, 30)を中心として円Oを0.5倍に拡大した図を作図する。	○中心が点(130, 40)で半径が10の円になることをパソコンで確認する。  ○中心が点(50, 55)で半径25の円となる。  <b>問4 上の円Oの次の拡大図を作図せよ。</b> ⑦点Oを中心に0.2倍に拡大した円 ⑧点Aを中心に0.4倍に拡大した円 ⑨点C(100, 80)を中心に0.5倍に拡大した円 ⑩点D(50, 130)を中心に0.5倍に拡大した円 ⑪点E(0, 80)を中心に0.5倍に拡大した円 ⑫点Bを中心に-0.3倍に拡大した円
			
整理	○まとめと次時の予告	○いろんな図について、1点を中心とした拡大・縮小が行えることをまとめる。	○次時は、图形の相似と相似な图形の性質について学習することを知らせる。

## ②指導方法

上の指導過程を見てもわかるように、教室には1台のパソコンが準備されているものと考えている。そして、ここでのパソコンの役目は、補助的なものであり、教師による説明教具であったり、生徒による作図の答あわせに用いたりしている。あくまでも原則的には、生徒自身による作図の作業を重視している。座標平面としての方眼をうまく利用しながら、平面上での三角形、四角形、円などの拡大・縮小の作業を、実際に生徒自身の手先を使って行わせることが大切である。したがって、教師自身が方眼黒板上で実際に手先を使って作図の作業を行って見せる活動も欠かせないものである。ここでも、方眼黒板を用いることとコンピュータ画面を用いることの上手な使い分けが必要となってくるだろう。

さらに、生徒が拡大・縮小を行う图形についても、単に三角形、四角形というだけではなく、生徒自身にとって意味のある图形であることが大切である。その意味でも、生徒自身の線分と円弧による自由な作図の拡大・縮小は貴重な活動といえる。この活動は、2つの点で重要である。1つは、実際的な図、生徒にとって意味をもつ図、つまり、生きた図というものを数学の授業の中でとり扱えるということである。他の1つは、実際のいろいろな图形を、線分と円弧という単純な图形を構成要素として、近似的に組み立てて考えていくという見方が養えるということである。图形を対象として、数学における分析・総合という科学的精神の重要な一つを養えるとすれば、その価値は大きいといえよう。

生徒1人1人が使うのに十分なだけのパソコンの数が教室に準備されていたとすれば、生徒による定規・コンパスを用いた作図に要する手間（労力）を軽減し、いろいろな图形の拡大・縮小の体験を多く持たせたり、より複雑な图形の拡大・縮小を試みさせたりすることが可能となる。その際には、後に掲げるプログラムを少し変えてやるとよい。それは、はじめのもとになる図を作図する場合の線分や円弧の入力を、プログラムの最後にDATA文として書き込めるようにし、INPUT文による入力をREAD文による読み込みに変えてやることである。そのことによって、誤った入力に対する無駄をはぶくことができるし、作り上げた图形をフロッピーに保存しておくことも可能となる。

### <コンピュータ操作方法>

- ・プログラムを実行すると、画面中央に横18、縦13の方眼が現れ、その上に次のようなメッセージが現れる。

次の番号1から3を選びなさい。 ? ■

- |          |          |                |
|----------|----------|----------------|
| 1. 線分の作図 | 2. 円弧の作図 | 3. 作図した図の拡大・縮小 |
|----------|----------|----------------|

- ・線分の作図、円弧の作図の場合……图形の移動のプログラムと同じ操作
- ・作図した図の拡大・縮小の場合……1. 2. によってもとになる図がかけると、次に、その図

を拡大・縮小する。まず、拡大・縮小の中心の座標を入力し、次に、何倍に拡大するかを、数値で入力する。数値は整数、小数で入力し、負の数の場合には拡大の中心に対して反対側への拡大となる。画面内に拡大図を描いた後は、メッセージに従って、YesのときはY、NoのときNを選択し、入力していけばよい。

- 方眼が正方形でないとき……ディスプレイの機種によっては、画面の方眼が正方形とならず、長方形になることがある。この場合には、50行のVIEW文の数値を適当に変えればよい。  
また、円についても真円にならない場合には、280行、460行、630行のCIRCLE文の数値(.855)を適当に変えればよい。もちろん、ディスプレイ自身に表示画面の縦の長さを調節できるつまみがついていれば、それを調整すればよい。
- COPYのとき……かけた图形をプリンターで複写しようとするときには、背景をすべて黒色として、グラフ方眼の線は点線となるように、660行を削除し、670行、680行のLINE文に& HAAAAAというパラメータを追加するとよい。

### ③プログラム

```
10 ' save "カクタ"イ":'*****  
20 '          圖形の拡大縮小      PC-9801UV21    by A. Yanagimoto  
30 '*****  
40 CS=""  
50 SCREEN 3:CONSOLE,,0,1:CLS 3:WINDOW(0,0)-(180,130):VIEW(0,40)-(580,399)  
60 GOSUB 650:DIM AX(50),AY(50),BX(50),BY(50),CX(50),CY(50),R(50),S(50),E(50)  
70 '----- メニュー画面  
80 LOCATE 0,0:PRINT CS:PRINT CS  
90 LOCATE 0,1:PRINT " 1. 線分の作図 2. 円弧の作図 3. 作図した図の拡大縮小"  
100 LOCATE 0,0:INPUT "次の番号1から3を選びなさい。";M  
110 ON M GOSUB 120,190,290:GOTO 80  
120 '----- 1. 線分の作図  
130 L=L+1:LOCATE 0,0:PRINT CS:PRINT CS :LOCATE 0,0  
140 INPUT"線分の一方の端の座標は(x座標, y座標)";AX(L),AY(L):AY(L)=130-AY(L)  
150 CIRCLE(AX(L),AY(L)),1,0,,,855  
160 INPUT"線分の他方の端の座標は(x座標, y座標)";BX(L),BY(L):BY(L)=130-BY(L)  
170 CIRCLE(AX(L),AY(L)),1,4,,,855  
180 LINE(AX(L),AY(L))-(BX(L),BY(L)),2 :RETURN  
190 '----- 2. 円弧の作図  
200 K=K+1:LOCATE 0,0:PRINT CS:PRINT CS :LOCATE 0,0  
210 INPUT"円の中心の座標は(x座標, y座標)";CX(K),CY(K):CY(K)=130-CY(K)  
220 CIRCLE(CX(K),CY(K)),1,0,,,855  
230 INPUT"円の半径は";R(K)  
240 LOCATE 0,0:PRINT CS:PRINT CS :LOCATE 0,0  
250 INPUT"円弧のはじめの角度(0から359)は";X:S(K)=X/180*3.1416  
260 INPUT"円弧のおわりの角度(0から359)は";X:E(K)=X/180*3.1416  
270 CIRCLE(CX(K),CY(K)),1,4,,,855  
280 CIRCLE(CX(K),CY(K)),R(K),2,S(K),E(K),.855 :RETURN  
290 '----- 3. 作図した図の拡大縮小  
300 LOCATE 0,0:PRINT CS:PRINT CS :LOCATE 0,0  
310 INPUT"拡大縮小の中心の座標は(x座標, y座標)";OX,OY:OY=130-OY  
320 CIRCLE(OX,OY),.5,0,,,855,F  
330 INPUT"何倍に拡大縮小しますか";OK  
340 FOR I=1 TO L  
350 X1=OX+(AX(I)-OX)*OK:Y1=OY+(AY(I)-OY)*OK
```

```

360 X2=OX+(BX(I)-OX)*OK:Y2=OY+(BY(I)-OY)*OK
370 LINE(X1,Y1)-(X2,Y2),1
380 NEXT I
390 FOR J=1 TO K
400 X=OX+(CX(J)-OX)*OK:Y=OY+(CY(J)-OY)*OK
410 R=ABS(R(J))*OK
420 S=S(J):E=E(J)
430 IF OK<0 THEN S=S+3.1416:E=E+3.1416
440 IF S>6.283 THEN S=S-6.283
450 IF E>6.283 THEN E=E-6.283
460 CIRCLE(X,Y),R,I,S,E,.855
470 NEXT J
480 '-----次の図の選択
490 LOCATE 0,0:PRINT C$:PRINT C$:LOCATE 0,0
500 INPUT "同じ図をもういちど拡大縮小しますか(y/n)";A$
510 IF A$="y" OR A$="Y" THEN 550 ELSE IF A$<>"n" AND A$<>"N" THEN 500
520 INPUT "別の図をかきますか(y/n)";A$
530 IF A$="y" OR A$="Y" THEN RUN ELSE IF A$="n" OR A$="N" THEN 640 ELSE 520
540 LOCATE 0,0:PRINT C$:PRINT C$:LOCATE 0,0
550 INPUT "前の拡大縮小図を残しますか(y/n)";A$
560 IF A$="y" OR A$="Y" THEN 570 ELSE IF A$="n" OR A$="N" THEN 600 ELSE 550
570 LOCATE 0,0:PRINT C$:PRINT C$:LOCATE 0,0
580 INPUT "拡大縮小の中心を覚えますか(y/n)";A$
590 IF A$="y" OR A$="Y" THEN 290 ELSE IF A$="n" OR A$="N" THEN 330 ELSE 570
600 CLS 3:GOSUB 650
610 '-----元の図の再現
620 FOR I=1 TO L :LINE(AX(I),AY(I))-(BX(I),BY(I)),2:NEXT I
630 FOR J=1 TO K:CIRCLE(CX(J),CY(J),R(J),2,S(J),E(J),.855):NEXT J:GOTO 290
640 CLS 3:LOCATE 25,12:PRINT "終わり":END
650 '-----グラフ用紙の作成
660 LINE(0,0)-(180,130),4,BF
670 FOR I=1 TO 17 :LINE(10*I,0)-(10*I,130),7:NEXT I
680 FOR J=1 TO 12 :LINE(0,10*j)-(180,10*j),7:NEXT J
690 COLOR 0:LOCATE 70,24:PRINT "x":LOCATE 0,3:PRINT "y":
700 COLOR 0:LOCATE 1,24:PRINT "0":LOCATE 19,24:PRINT "50";
710 COLOR 0:LOCATE 39,24:PRINT "100":LOCATE 59,24:PRINT "150";
720 COLOR 0:LOCATE 0,7:PRINT "100":LOCATE 0,16:PRINT "50":COLOR 7:RETURN

```

### 3. 幾何学模様づくりの指導プラン

#### ①指導計画と指導案

##### ア. 教材について

図形の合同の学習に入るところで、図形の移動について学び、平行移動、回転移動、対称移動という3つの基本の移動の意味を指導している。また、図形の相似の学習に入るところでも、図形の拡大・縮小について学び、その意味を指導している。それらの指導の中では、三角形や四角形、あるいは扇形といった図形について、実際に作図をする活動も行われている。

しかし、それらの活動は、図形の合同・相似を定義するための一つの過程として位置づけられ、実際のいろいろな図形についての合同変換・相似変換という生徒の目は養われていない。さらに、合同変換・相似変換によって、図形が発展的に構成していくるという見方は、指導されていないといつてよいだろう。

そこで、中学2年生の課題学習として、このような数学の見方・考え方をとり扱うことを考えてみた。もちろん、パソコンによるグラフィック処理を活用し、手作業による細かな作図のわざらわしさ、時間的な労力を軽減できるように試みた。

#### イ. 指導計画

1. 幾何学模様づくり	§ 1 幾何学模様と合同・相似 § 2 自作の幾何学模様づくり § 3 できた幾何学模様の考察	1時間 3時間 1時間	5時間
-------------	-------------------------------------------------------	-------------------	-----

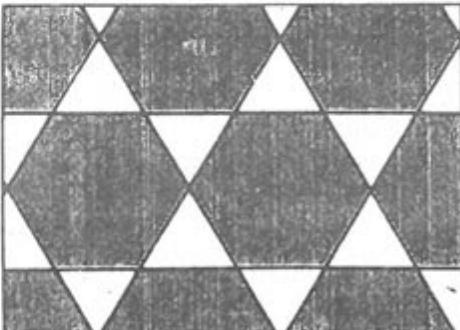
#### ウ. 本時の学習指導

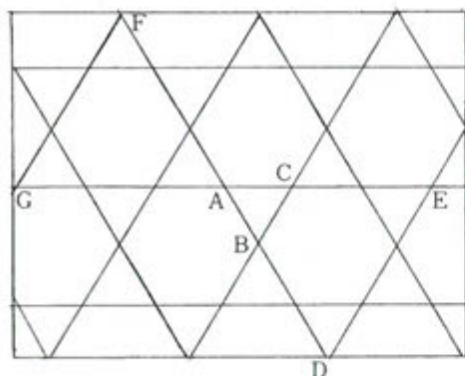
主　題　幾何学模様と合同・相似

- 目　標
  - ・幾何学模様の中には、合同な图形や相似な图形が含まれていることを理解させる。
  - ・一つの基本となる図をもとにして、幾何学模様を構成していくことを理解させる。

準 備 物　方眼紙（1mm方眼 A5版、130mm×180mm方眼）、三角定規、コンパス、パソコン、プリンター、資料のプリント（幾何学模様の例）

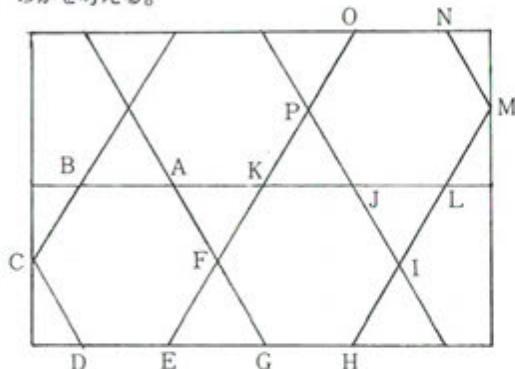
#### 指導過程

段階	学習事項	生徒の活動	指導上の留意点
導入	○幾何学模様の中の合同・相似	○次の幾何学模様の中に、合同な图形や相似な图形がどのように含まれているかを考える。  	○图形の合同・相似の意味を確認し、この幾何学模様の中に含まれる正三角形、正六角形、平行四辺形などに目を向けさせる。
展開	○相似の位置と拡大・縮小	○この幾何学模様の中で、△ABCをどのように拡大・縮小すると、△ADE、△AFGができるのかを考える。	○相似な图形をつくるときの1点を中心とした拡大・縮小を思い出させる。



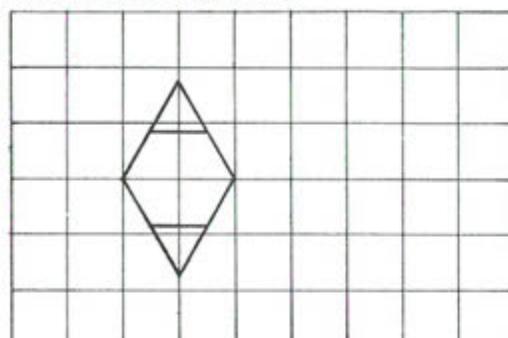
○合同と移動

○この幾何学模様の中で、六角形ABCDEFをどのように移動すると、六角形FGHIJK、JLMNOPができるのかを考える。



○幾何学模様の構成(1)

○1cm方眼上にかかれた次の図形を、右へ2cm、右へ4cmと平行移動した图形をかく。また、右へ1cm、上へ1.732cm平行移動した图形をかく。



○幾何学模様の構成(2)

○1cm方眼上にかかれた次の図形をどのように移動していくと、はじめに示された幾何学模様を形づくりができるかを考え、実際に作図する。

- ・点Aを中心とした3倍の拡大

- ・点Aを中心とした-3倍の拡大

○移動には、平行移動、回転移動、対称移動があつたことを思い出させ、いろいろな見方ができるようにさせる。

○平面を、合同な图形の集まりに区切り、その一つに描かれた图形を順に移動して平面をうめつくすことによって、平面全体に模様をつくることができるることを理解させる。

○はじめの图形に移動した图形を重ね合わせていくことによって、平面全体に模様をつくることができるることを理解させる。

			○上下に4cmずつ平行移動していけばよいことを知らせる。
整理	○本時のまとめと次時の予告	○1つのもとになる図から、幾何学模様をつくっていけることを理解する。	○次時からは、自分自身で幾何学模様をつくっていくことを予告する。

## ②指導方法

ここで指導は、課題学習らしく生徒による自主的な活動を中心にしたい。つまり、§ 2 の生徒による自作の幾何学模様づくりの活動を中心である。その活動を円滑に行わせられるように、§ 1 の幾何学模様と合同・相似の 1 時間の指導を位置づけ、幾何学模様が合同変換・相似変換によって構成していくことを理解させたい。§ 1 の指導では、やはり生徒による方眼紙上での作図の作業が重要であろう。生徒の手先を使った作図の作業を通して、合同変換・相似変換の意味が鮮明になると同時に、変換による幾何学模様の構成もより明確なものになると考えられる。

§ 2 の幾何学模様づくりでは、パソコンが変換の道具として有効に利用できる。したがって、ここでは、パソコンは 1 人に 1 台ずつ、または 2 ~ 3 人に 1 台ずつぐらいの割合で使用できることが望ましい。また、画面上に描けた幾何学模様を紙面にハードコピーするためにプリンターが必要である。順に使えばよいかから、教室に 4 ~ 5 台あれば十分であろう。ここでの活動は、生徒による創意工夫を最大限に生かすことが可能である。さらに、できあがった作品は、着色をさせ、ブックカバー、葉、筆立て等の模様として価値あるものに仕上げさせることが人間教育として重要なこととなる。

§ 3 の 1 時間は、自分たちの作った幾何学模様について考える時間である。全部については無理だろうが、いくつかの面白いものについて、友達の考え方を共有の文化財産としてみんなのものにすることができるべきだ。

### <コンピュータ操作方法>

- ・プログラムを実行すると、画面中央に横 18、縦 13 の方眼が現れ、その上に次のようなメッセージが現れる。

次の番号1から4を選びなさい。 ?

- 1. 線分の作図
- 2. 円弧の作図
- 3. 作図した図の拡大・縮小
- 4. 作図した図の移動

- ・線分の作図、円弧の作図の場合……図形の移動のプログラムと同じ操作
- ・作図した図の拡大・縮小の場合……図形の拡大・縮小のプログラムと同じ操作
- ・作図した図の移動の場合……図形の移動のプログラムと同じ操作

### ③プログラム

```
10 'save "キカクモヨウ":'*****  
20 '幾何学模様づくり PC-9801UV21 by A. Yanagimoto  
30 *****  
40 DIM AX(50),AY(50),BX(50),BY(50),CX(50),CY(50),R(50),S(50),E(50)  
50 K=0:L=0  
60 SCREEN 3:CONSOLE ,0,1:CLS 3:WINDOW(0,0)-(180,130):VIEW(0,40)-(580,399)  
70 GOSUB 1240  
80 CS=""  
90 '----- メニュー画面  
100 LOCATE 0,0:PRINT CS:PRINT CS:LOCATE 0,0  
110 LOCATE 0,1:PRINT "1. 線分の作図 2. 円弧の作図 3. 作図した図の拡大縮小";  
120 PRINT " 4. 作図した図の移動"  
130 LOCATE 0,0:INPUT "次の番号1から4を選びなさい。 ";M  
140 ON M GOSUB 150,220,320,520:GOTO 100  
150 '----- 1. 線分の作図  
160 L=L+1:LOCATE 0,0:PRINT CS:PRINT CS:LOCATE 0,0  
170 INPUT "線分の一方の端の座標は(x座標, y座標)";AX(L),AY(L):AY(L)=130-AY(L)  
180 CIRCLE(AX(L),AY(L)),1,7,,,855  
190 INPUT "線分の他方の端の座標は(x座標, y座標)";BX(L),BY(L):BY(L)=130-BY(L)  
200 CIRCLE(AX(L),AY(L)),1,0,,,855  
210 LINE(AX(L),AY(L))-(BX(L),BY(L)),7:RETURN  
220 '----- 2. 円弧の作図  
230 K=K+1:LOCATE 0,0:PRINT CS:PRINT CS:LOCATE 0,0  
240 INPUT "円の中心の座標は(x座標, y座標)";CX(K),CY(K):CY(K)=130-CY(K)  
250 CIRCLE(CX(K),CY(K)),1,7,,,855  
260 INPUT "円の半径は";R(K)  
270 LOCATE 0,0:PRINT CS:PRINT CS:LOCATE 0,0  
280 INPUT "円弧のはじめの角度(0から359)は";X:S(K)=X/180*3.1416  
290 INPUT "円弧のおわりの角度(0から359)は";X:E(K)=X/180*3.1416  
300 CIRCLE(CX(K),CY(K)),1,0,,,855  
310 CIRCLE(CX(K),CY(K)),R(K),7,S(K),E(K),,855:RETURN  
320 '----- 3. 作図した図の拡大縮小  
330 LOCATE 0,0:PRINT CS:PRINT CS:LOCATE 0,0  
340 INPUT "拡大縮小の中心の座標は(x座標, y座標)";OX,OY:OY=130-OY  
350 CIRCLE(OX,OY),,5,0,,,78,F  
360 LOCATE 0,0:PRINT CS:PRINT CS:LOCATE 0,0  
370 INPUT "何倍に拡大縮小しますか";OK  
380 FOR I=1 TO L  
390 X1=OX+(AX(I)-OX)*OK:Y1=OY+(AY(I)-OY)*OK  
400 X2=OX+(BX(I)-OX)*OK:Y2=OY+(BY(I)-OY)*OK  
410 LINE(X1,Y1)-(X2,Y2),7  
420 NEXT I  
430 FOR J=1 TO K  
440 X=OX+(CX(J)-OX)*OK:Y=OY+(CY(J)-OY)*OK  
450 R=ABS(R(J))*OK  
460 S=S(J):E=E(J)  
470 IF OK<0 THEN S=S+3.1416:E=E+3.1416  
480 GOSUB 1320  
490 CIRCLE(X,Y),R,7,S,E,,855  
500 NEXT J
```

```

510 GOTO 1100
520 '
530 LOCATE 0,0:PRINT C$:PRINT C$:LOCATE 0,0 ----- 作図した図の移動
540 LOCATE 0,1:PRINT " 1. 平行移動 2. 回転移動 3. 対称移動 "
550 LOCATE 0,0:INPUT "次の番号1から3を選びなさい。 ";M
560 ON M GOSUB 570, 670, 850:GOTO 520
570 '
580 LOCATE 0,0:PRINT C$:PRINT C$:LOCATE 0,0 ----- 3-1. 平行移動
590 INPUT "平行移動の量は(x軸方向, y軸方向)";OX, OY
600 FOR I=1 TO L
610 LINE(AX(I)+OX, AY(I)-OY)-(BX(I)+OX, BY(I)-OY), 7
620 NEXT I
630 FOR J=1 TO K
640 CIRCLE(CX(J)+OX, CY(J)-OY), R(J), 7, S(J), E(J), .855
650 NEXT J
660 GOTO 1100
670 '
680 LOCATE 0,0:PRINT C$:PRINT C$:LOCATE 0,0 ----- 3-2. 回転移動
690 INPUT "回転の中心の座標は(x座標, y座標)";OX, OY:OY=130-OY
700 LOCATE 0,1:INPUT "回転の角度(-360から360)は";X:KK=X/180*3.1416
710 FOR I=1 TO L
720 X1=OX+(AX(I)-OX)*COS(KK)+(AY(I)-OY)*SIN(KK)
730 Y1=OY-(AX(I)-OX)*SIN(KK)+(AY(I)-OY)*COS(KK)
740 X2=OX+(BX(I)-OX)*COS(KK)+(BY(I)-OY)*SIN(KK)
750 Y2=OY-(BX(I)-OX)*SIN(KK)+(BY(I)-OY)*COS(KK)
760 LINE(X1, Y1)-(X2, Y2), 7
770 NEXT I
780 FOR J=1 TO K
790 CX=OX+(CX(J)-OX)*COS(KK)+(CY(J)-OY)*SIN(KK)
800 CY=OY-(CX(J)-OX)*SIN(KK)+(CY(J)-OY)*COS(KK)
810 S=S(J)+KK:E=E(J)+KK :GOSUB 1320
820 CIRCLE(CX, CY), R(J), 7, S, E, .855
830 NEXT J
840 GOTO 1100
850 '
860 LOCATE 0,0:PRINT C$:PRINT C$:LOCATE 0,0 ----- 3-3. 対称移動
870 INPUT "対称線上の1点は(x座標, y座標)";UX, UY:UY=130-UY
880 CIRCLE(UX, UY), 1, 7, .855
890 INPUT "対称線上他の1点は(x座標, y座標)";VX, VY:VY=130-VY
900 CIRCLE(UX, UY), 1, 0, .855
910 FOR I=1 TO L
920 IF UX=VX THEN X1=2*UX-AX(I):Y1=AY(I):X2=2*UX-BX(I):Y2=BY(I):GOTO 970
930 IF UY=VY THEN X1=AX(I):Y1=2*UY-AY(I):X2=BX(I):Y2=2*UY-BY(I):GOTO 970
940 M=(VY-UY)/(VX-UX):N=2*UY-2*M*UX
950 X1=(2*AY(I)+(1/M-M)*AX(I)-N)/(M+1/M):Y1=((M*M-1)*AY(I)+2*M*AX(I)+N)/(M*M+1)
960 X2=(2*BY(I)+(1/M-M)*BX(I)-N)/(M+1/M):Y2=((M*M-1)*BY(I)+2*M*BX(I)+N)/(M*M+1)
970 LINE(X1, Y1)-(X2, Y2), 7
980 NEXT I
990 FOR J=1 TO K
1000 IF UX=VX THEN CX=2*UX-CX(J):CY=CY(J):TK=3.1416/2 :GOTO 1040
1010 IF UY=VY THEN CX=CX(J):CY=2*UY-CY(J):TK=3.1416 :GOTO 1040
1020 M=(VY-UY)/(VX-UX):N=2*UY-2*M*UX:TK=ATN(-M)
1030 CX=(2*CY(J)+(1/M-M)*CX(J)-N)/(M+1/M):CY=((M*M-1)*CY(J)+2*M*CX(J)+N)/(M*M+1)
1040 S=2*TK-E(J):E=2*TK-S(J)
1050 GOSUB 1320
1060 CIRCLE(CX, CY), R(J), 7, S, E, .855
1070 NEXT J
1080 GOTO 1100
1090 '
1100 LOCATE 0,0:PRINT C$:PRINT C$:LOCATE 0,0 ----- 次の作図の選択
1110 INPUT "同じ図をもういちど移動または拡大縮小しますか(y/n)";A$
1120 IF A$="y" OR A$="Y" THEN 1150 ELSE IF A$="n" OR A$="N" THEN 1130 ELSE 110-
1130 INPUT "別の図をかきますか(y/n)";A$
1140 IF A$="y" OR A$="Y" THEN 50 ELSE IF A$="n" OR A$="N" THEN 1190 ELSE 1130
1150 LOCATE 0,0:PRINT C$:PRINT C$:LOCATE 0,0
1160 INPUT "前に描いた図を残しますか(y/n)";A$
1170 LOCATE 0,0:PRINT C$:PRINT C$:LOCATE 0,0
1180 IF A$="y" OR A$="Y" THEN 100 ELSE IF A$="n" OR A$="N" THEN 1210 ELSE 1150
1190 CLS 3:LOCATE 25, 12:PRINT "終わり":END

```

```

1200 '----- 元の図の再現
1210 CLS 3 :GOSUB 1240
1220 FOR I=1 TO L :LINE(AX(I),AY(I))-(BX(I),BY(I)),7 :NEXT I
1230 FOR J=1 TO K:CIRCLE(CX(J),CY(J)),R(J),7,S(J),E(J),.855 :NEXT J:GOTO 100
1240 '----- グラフ用紙の作成
1250 LINE(0,0)-(180,130),7,B
1260 FOR I=1 TO 17 :LINE(10*I,0)-(10*I,130),7,,&H1010:NEXT I
1270 FOR J=1 TO 12 :LINE(0,10*j)-(180,10*j),7,,&H1010:NEXT J
1280 LOCATE 70,24:PRINT "x":LOCATE 1,3:PRINT "y";
1290 LOCATE 1,24:PRINT "0":LOCATE 19,24:PRINT "50";
1300 LOCATE 39,24:PRINT "100":LOCATE 59,24:PRINT "150";
1310 LOCATE 0,7:PRINT "100":LOCATE 0,16:PRINT "50":RETURN
1320 '----- 角の補正
1330 IF S>6.283 THEN S=S-6.283 :IF S<6.283 THEN S=S+6.283
1340 IF S<0 THEN S=S+6.283 :IF S<0 THEN S=S+6.283
1350 IF E>6.283 THEN E=E-6.283 :IF E>6.283 THEN E=E-6.283
1360 IF E<0 THEN E=E+6.283 :IF E<0 THEN E=E+6.283
1370 RETURN

```

#### IV. 要約と今後の課題

今回の研究の要約と今後の課題を以下にまとめておく。

##### 要約

**第一** 中学校における相似変換・合同変換の学習について、コンピュータの利用プランを統一的に作成できた。

**第二** 課題学習として、コンピュータを利用した幾何学模様づくりの指導プランを作成できた。

**第三** 上の第一、第二のために必要なプログラムを、一応それぞれ作成することができた。

##### 今後の課題

**第一** 図形の移動、図形の拡大・縮小、幾何学模様づくり、それぞれの指導プランについて、実際に授業で実践検討をする必要がある。

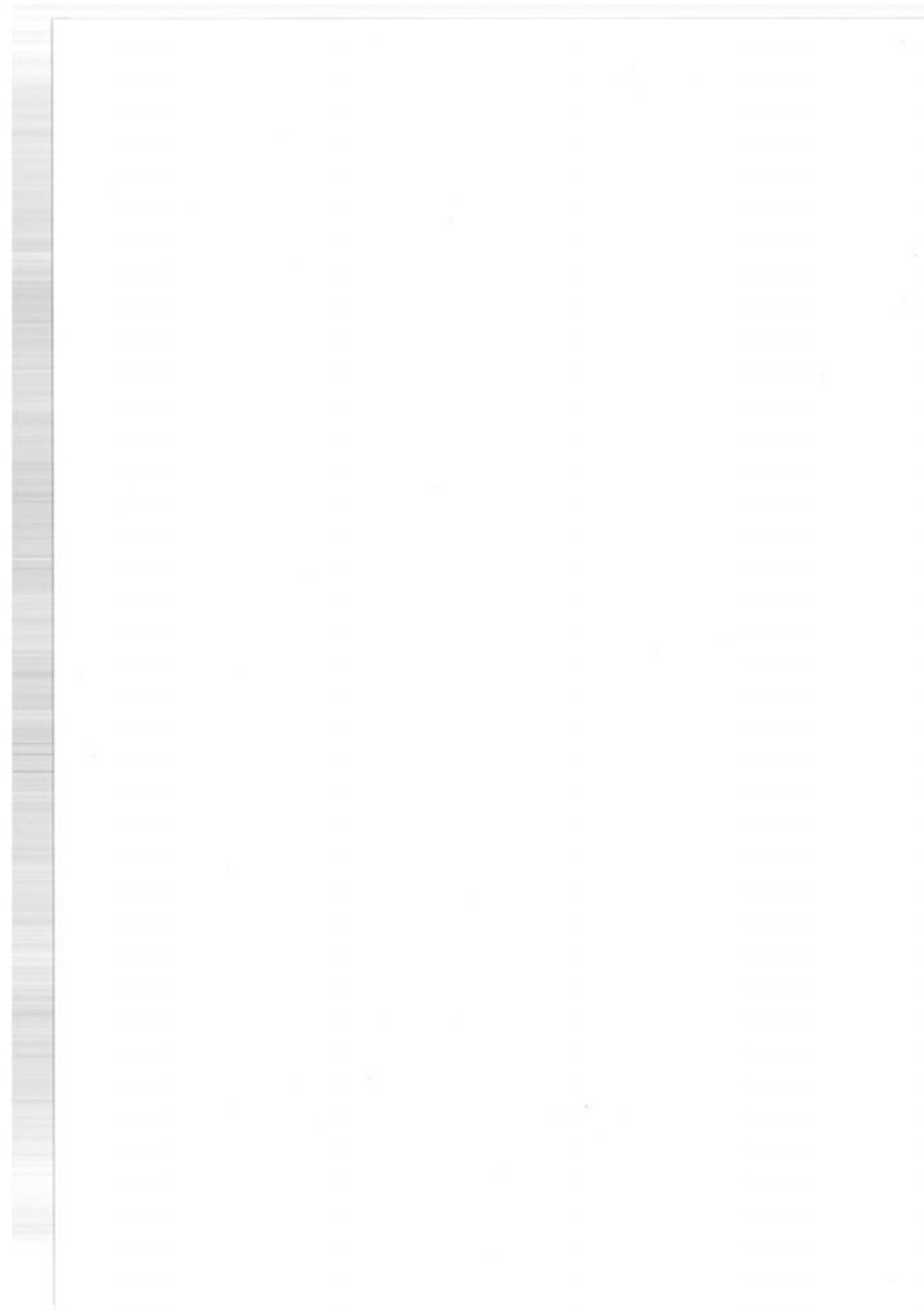
**第二** 第一の実践検討の結果から、プログラム及び指導プランの必要な改善をしなければならない。

**第三** 中学校における図形教育の中で、コンピュータの有効な利用教材について、その指導プランをたて、実践検討をする。

##### 参考文献

- (1) 岡森博と編著「数学教育とパソコン」第一法規 1987年 pp. 2~4
- (2) 松宮哲夫 柳本哲 树田尚之 森裕一 吉野谷成史 工藤満也「湖の数学——現実性をもつ課題の総合学習——」大阪教育大学数学教室 数学教育研究 第17号 1987年 pp. 53~67
- (3) 松宮哲夫 柳本哲 森裕一「湖の数学(第2報)——現実性をもつ課題の総合学習——」大阪教育大学数学教室 数学教育研究 第18号 1988年 pp. 5~18
- (4) 松宮哲夫 柳本哲 树田尚之 森裕一 吉野谷成史 工藤満也「高層ビルの数学——現実性をもつ課題の総合学習——」大阪教育大学数学教室 数学教育研究 第19号 1989年

- 〔5〕中学校指導書 数学編（文部省）1989年7月
- 〔6〕平岡忠編「新しい中学校数学授業プラン3」大日本図書 1989年 pp. 8～9
- 〔7〕松宮哲夫 柳本哲 桜田尚之 吉野谷成史 工藤満也「中学校における確率概念の指導について（II）—手作業とパーソナル・コンピュータの併用を通して—」大阪教育大学数学教室 数学教育研究 第14号 1984年 pp. 25～46
- 〔8〕松宮哲夫 柳本哲 桜田尚之 吉野谷成史 工藤満也「中学校における二次関数の導入について—手作業とパーソナル・コンピュータの併用を通して—」大阪教育大学数学教室 数学教育研究 第16号 1986年 pp. 23～43
- 〔9〕松宮哲夫 柳本哲 桜田尚之 「数学教育におけるパソコン・シミュレーションの効果（I）—等積変形の場合（その1）—」大阪教育大学数学教室 数学教育研究 第15号 1985年 pp. 47～64
- 〔10〕柳本哲 「親しみの数学教育（3）—中学2年の統計の実践から—」大阪教育大学附属天王寺中高等学校 研究集録 第31集 1989年 pp. 129～150
- 〔11〕乾東雄 柳本哲 森裕一「数学教育でのコンピュータの利用—中学校での実践を通して—」大阪教育大学附属天王寺中高等学校 研究集録 第31集 1989年 pp. 65～89
- 〔12〕柳本哲 「数学教育における課題学習への試み—中学生によるティーカップの製作—」大阪教育大学数学教室 数学教育研究 第18号 1988年 pp. 19～30



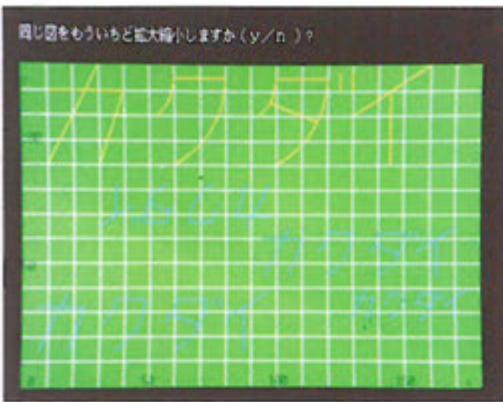


写真1 文字の図形の拡大・縮小

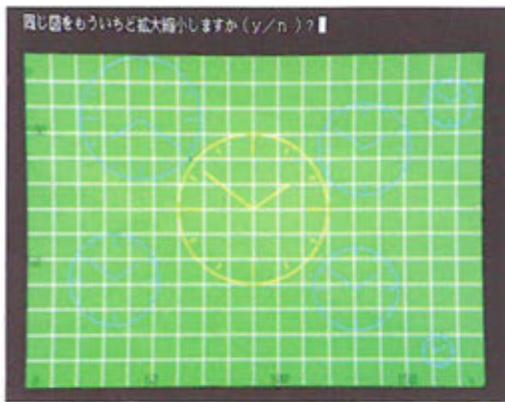


写真2 時計の図形の拡大・縮小

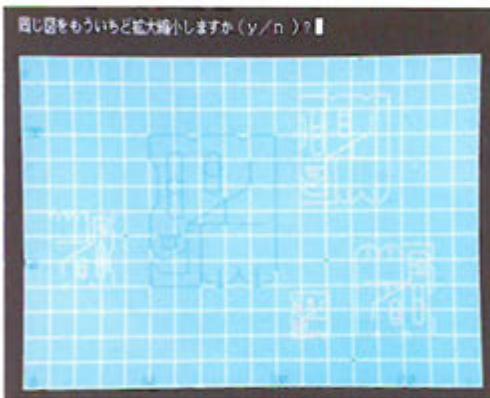


写真3 動物の図形の拡大・縮小

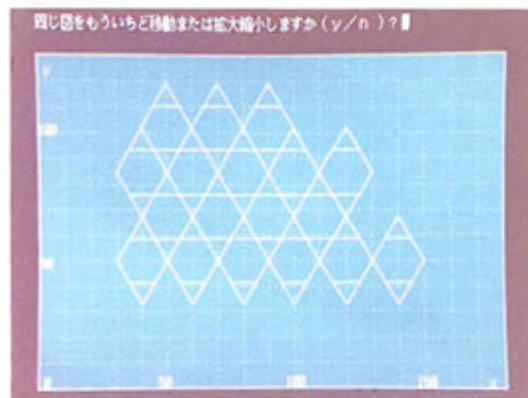


写真4 幾何学模様の構成(1)

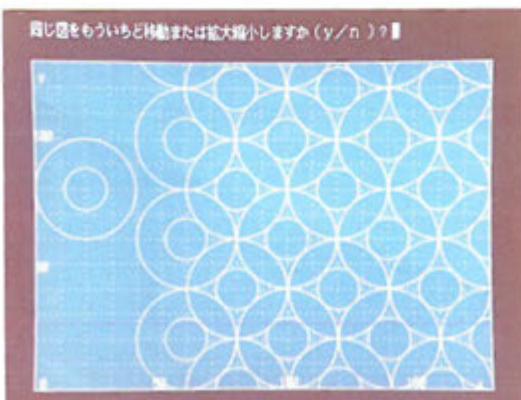


写真5 幾何学模様の構成(1)

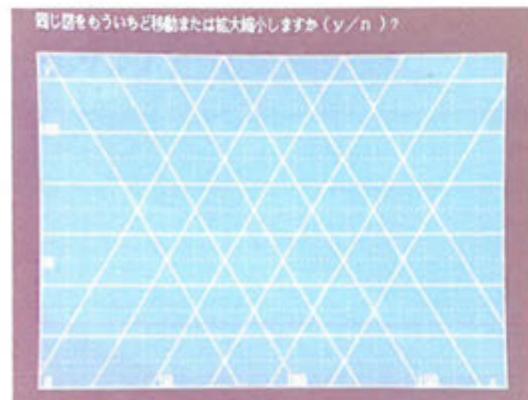


写真6 幾何学模様の構成(2)



# 親しみの数学教育（4）

—中学2年の相似の実践から—

柳本 哲

## I. はじめに

筆者は、親しみのもてる数学というテーマで中学校における教育実践を1988年より報告している〔1〕〔2〕〔3〕。今回は、中学2年の相似における実践について報告する。

中学2年の相似の学習はだいたい次のようになっている。三角形や四角形の拡大・縮小をもとに相似の定義をし、相似な図形の性質をまとめ。そして、三角形の相似条件をまとめ、それらを使った論証を行う。そこでは、中点連結定理や三角形の重心の定理を含めた平行線と線分の比に関連した内容が主に扱われている。

その学習の中では、ピラミッドの高さを考えたり、厚紙の三角形の重心を考えたり、扇形や曲線をふくむ図形の拡大・縮小、地図の拡大・縮小等が扱われている場合もある。しかし、全体には論証を中心に扱われているために、現実的な話題や具体的な意味のある図形を扱う場面は少ないといえる。実際に拡大・縮小の作図を行うにしても、三角形や四角形、扇形ぐらいが限度である。複雑な図形を扱うことは、作図に要する労力や時間的な制約からなかなか難しいことだといえる。

今回の実践は、相似の学習のはじめの所で、拡大・縮小および相似の位置についての指導を3時間試みたものである。その内容は、コンピュータについての学習を含めたもので、BASIC言語によるLINE文、CIRCLE文等を用いた簡単なプログラミングから、コンピュータを用いた線と円弧の作図と、その作図した図のいろいろな拡大・縮小をコンピュータで行ってみるものである。これらの活動を通して、より複雑な図や意味を持った図の拡大・縮小を扱うと同時に、コンピュータ・リテラシーの力を多少身につけさせようと考えた。また、そのことによって、相似の学習に対して、生徒たちがより親しみを感じるようになることをねらいとした。

## II. 授業の実践内容

まず、指導の概略を示しておく。

- 主　題　相似
- 指　導　者　大阪教育大学附属天王寺中学校　柳本　哲
- 指　導　対　象　大阪教育大学附属天王寺中学校 2年生（約160名）

○指導時期 1988年10月

○主題の目標

図形の相似の概念を明らかにするとともに、三角形の相似条件を図形の論証における基本性質に加え、図形の性質についての理解をいっそう深める。そのために、

- ア. 図形の拡大・縮小について調べ、相似との関係を明らかにする。
- イ. 三角形の相似条件を知って、図形の性質を証明することになる。
- ウ. 平行線について線分の比に関する性質を明らかにし、これを使って図形の新しい性質を調べる。

○指導の計画（全15時間）

1. 拡大・縮小と相似…………… 3時間
2. 三角形の相似条件…………… 1時間
3. 相似条件の利用…………… 2時間
4. 平行線と線分の比…………… 4時間
5. 中点についての定理…………… 3時間
6. まとめと練習…………… 2時間

次に、指導の内容を、拡大・縮小と相似の3時間分について示す。

(1) 指導の実際

3時間とも教室に10台のコンピュータを準備し、生徒4人に1台ぐらいの割合でそれらを使用させた。使用機種は、NEC PC-6601である。

第1時 はじめはコンピュータの操作の基本と線分をひくプログラム、円を描くプログラムを学習させた。

まず、本体とディスプレイの電源や接続コードのつなぎ方を確認し、そして、起動時の操作手順を指導した。

起動時の操作 ①すべての電源を入れる。

②本体背面のドライブ・スイッチを0にする。

③SELECT BASIC MODE では  を押す。

④How Many Files ? ではリターンキー  を押す。

⑤How Many Pages ? では   と押す。

次に、例1のプログラムを指導し、画面上に好きな線分を描かせてみた。

例1 線分をひくプログラム

```
10 SCREEN 4, 2, 2 : CLS  
20 LINE (200, 50) - (100, 150), 4  
30 END
```

ここで、命令文 SCREEN は画面の種類を決めるもので、4, 2, 2 の 4 は 4 色グラフィックモード、つまり、横の座標が 0 ~ 319、縦の座標が 0 ~ 199 である画面で、4 色の色が使用できること、次の 2 は文字またはグラフィックをかく画面（1 または 2）を示し、最後の 2 は表示する画面（1 または 2）を示すことを簡単に説明した。

そして、20 行の LINE 文では、2 点 (200, 50)、(100, 150) を結ぶ線分を色番号 4 の色でひくことを示していることを説明した。ここでは、特に縦軸の目盛りが、普通の座標平面とは異なり、上から下に増えていくことに留意させた。さらに、END 文はプログラムの終りを示し、: は命令文の区切りを示し、CLS は画面をすべて消すことを示すことを知らせた。

そこで、とりあえず、例 1 の 1 行ずつを画面に書き込ませ、それが終るたびに [RETURN] キーを押させ、3 行がすべて打ち込めたら [F5] キー（プログラムの実行、RUN を示す）を押すように指示した。

そして、画面上のプログラムの表示が消えていても、[F4] キー（LIST）を押すと記憶されているプログラム（例 1）が画面に現れることを教え、命令文の前に付いている 10、20、30 という数の列のことを命令の順番を示すもので行番号と呼ぶことを教えた。

できた班から、20 行の LINE 文の座標に自由な数値を入れさせて、画面上のいろいろな位置に線分を描くようにさせた。キー操作は、班のメンバーが順に行い、みんなが使えるように気をつけさせた。

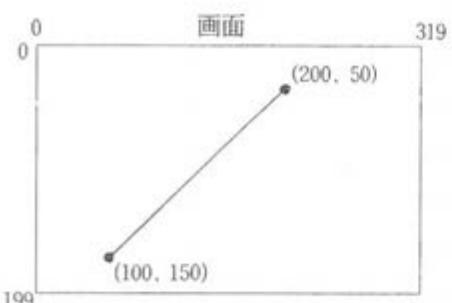
最後に、例 2 のプログラムを指導し、画面上に好きな円をいろいろと描かせてみた。

### 例 2 円を描くプログラム

```
10 SCREEN 4, 2, 2 : CLS  
20 COLOR 2, 3, 1  
30 CIRCLE (120, 130), 50, 2  
40 END
```

ここで、命令文 COLOR は画面の色の使い方を決めるもので、2, 3, 1 の 2 は文字またはグラフィックの色のコード（1 ~ 4）で、次の 3 は背景の色のコード（1 ~ 4）で、最後の 1 は 4 色の色の組合せを決めるもの（1 ~ 6）であることを示し、その一覧表を与えた。そして、後で好きな色を選んでみるように指示した。

30 行の CIRCLE 文では、まず中心の座標、次に円の半径の大きさ、その次は色のコードを示していることを教えた。これについても自由に変えてみるように指示した。



**第2時** 前時につづいて、ディスクからのプログラムの読みとり、プログラムを使った線分と円弧の作画の学習をさせた。

まず、起動時の操作として、本体背面のドライブ・スイッチを1にしなければならないことを知らせ、電源ON後すぐにプログラムの記憶されているフロッピーディスクをドライブ1に入れるように指示した。

そして、FILES [RETURN] と押すことによって、フロッピーディスクに記憶されているプログラムの名前を見れること、LOAD “プログラム名” [RETURN] と押すことによって、そのプログラムが本体の記憶操置に読みとられることを教え、実行させた。プログラム名は“せんとえん”で、第3時に使用するプログラムの前半の線分と円弧の作画を行う部分である。

このプログラムを使って、時間のある限り画面にいろいろな線分と円弧による図を描く練習を行わせた。

**第3時** いくつかの図を示して、形が同じ图形を相似であるということ、相似な图形をつくるには、1点を中心とした拡大・縮小という方法があることを説明した後、コンピュータによる拡大・縮小の作業を行わせた。後掲のプログラムを使用し、まず自分たちの好きな图形（元図）を描き、それを画面上で自由に拡大・縮小して相似な图形を描いていくという作業である。ここで、負の数の倍率についても試みるように補足しておいた。でき上がった图形については、プリンターを接続することによって画面コピーを取らせ（命令文 LCOPY 2を用いる）、提出させるようにした。

## (2) 指導後の考察

### ① 生徒の取り組み

まず、授業への生徒の取り組み、前向きの姿勢については、全体によいものであった。これは、生徒たち自身がコンピュータを操作するとか、方眼紙の上に作図を試みるとかの手先を使った作業が多く含まれていたことと、どんな図を描くかという点で生徒たちの作業の中に自由度が多くあったことが考えられる。受け身の授業や画一的な内容の授業では、生徒たちの意欲はともすれば減退しやすいといえよう。もちろん、生徒の意欲にはコンピュータによるグラフィックに対する興味も多く働いていたと思われる。

### ② 学習目的

今回の3時間の授業では、コンピュータに対するリテラシーの力を多少つけることと、意味のある图形や少し複雑な图形を描き、その拡大・縮小の図を考える中で相似な图形に対する見方を広げてやることが、主な学習目的であったといえる。これらの目的は、生徒全体を見るとき、一応は達成できたのではないかと思われる。しかし、生徒1人1人の学習への集中や、学習の結果への成就感のことを考えると、生徒1人1人が拡大・縮小を用いた图形の作品を仕上げられることが望ましいといえる。生徒が自分にとって意味のある图形を1つ描き、そして、それと相似の位置にある图形をいろいろと画面上で構成し、相似な图形の集合体としての1つの画面を構成することは、生徒

にとって価値を持った活動になるだろうと考えられる。作品としての仕上げが生徒にとっては大切なことだと思われる。その点が、今回の授業では不十分だったといえる。もちろん、そのためには、時間の確保とコンピュータの十分な設備が必要である。

### ③ プログラム

今回の授業で使用したプログラムは、次に示す通りである。使用言語はN66-BASICである。画面上の位置を決めるのに座標の数値を入力することと、目的に応じた作業をするためには何個ものステップの選択を繰り返していくなければならないことと、一つ誤った数値を入力してしまった場合に訂正がきかず、再度はじめから作業をしなおさなければならないこと等が、このプログラムでの問題点だといえる。より使いやすいもの、学習効果の高いものへの改善が必要である。

```
10 REM ****
20 REM *** り ウ シ ノ イ チ ***
30 REM *** 1988.9.20 ***
40 REM *** by Akira Nanashimoto ***
50 REM ***
60 DIM AX(20),AY(20),BX(20),BY(20)
70 DIM CX(20),CY(20),R(20),S(20),E(20)
80 SCREEN 4,2,2:CLS :COLOR ,3,5
90 REM
100 REM *** メニュー カーメン ***
110 SCREEN ,1,1:CLS
120 LOCATE 5,5:PRINT "シタノハシコウラエランテクタサイ(1,2,3)"
130 LOCATE 8,8:PRINT "1. センフン ノ サクス"
140 LOCATE 8,10:PRINT "2. エン ノ サクス"
150 LOCATE 8,12:PRINT "3. サクス オワリ"
160 LOCATE 33,5:INPUT M
170 ON M GOSUB 190,260,350
180 GOTO 110
190 REM *** 1. センフン ノ サクス ***
200 L=L+1
210 CLS:INPUT "センフンノ イッホウノ ハシノ サヒヨウハ";AX(L),AY(L)
220 INPUT "センフンノ タホウノ ハシノ サヒヨウハ";BX(L),BY(L)
230 SCREEN 4,2,2:COLOR 4
240 LINE(AX(L),AY(L))-(BX(L),BY(L))
250 RETURN
260 REM *** 2. エン ノ サクス ***
270 K=K+1
280 CLS:INPUT "エンノ チュウシンノ サヒヨウハ";CX(K),CY(K)
290 INPUT "エンノ ハンケイハ";R(K)
300 INPUT "エンコノ ハシノメノ カクトハ (0 カラ 359)";X:S(K)=X/180*3.1416
310 INPUT "エンコノ サイコノ カクトハ (0 カラ 359)";X:E(K)=X/180*3.1416
320 SCREEN 4,2,2:COLOR 4
330 CIRCLE (CX(K),CY(K)),R(K),,S(K),E(K),1.01
340 RETURN
350 REM *** 3. ソウシノ チュウシン ***
360 SCREEN ,1,1:CLS
370 INPUT "ソウシノ チュウシンノ サヒヨウハ";OX,OY
380 SCREEN 4,2,2:COLOR 1
390 FOR R=0 TO 2 STEP .2:CIRCLE (OX,OY),R:NEXT R
400 INPUT "ナンハイン カクタイシマスカ";OK
```

```

410 REM ***** カマンニハイルカトウカ チェック *****
420 IF L=0 GOTO 510
430 FOR I=1 TO L
440 X1=0X+(AX(I)-0X)*OK:Y1=0Y+(AY(I)-0Y)*OK
450 X2=0X+(BX(I)-0X)*OK:Y2=0Y+(BY(I)-0Y)*OK
460 IF X1<0 OR X1>319 THEN 1130
470 IF X2<0 OR X2>319 THEN 1130
480 IF Y1<0 OR Y1>199 THEN 1130
490 IF Y2<0 OR Y2>199 THEN 1130
500 NEXT I
510 IF K=0 THEN 690
520 FOR J=1 TO K
530 X=0X+(CX(J)-0X)*OK:Y=0Y+(CY(J)-0Y)*OK
540 R=ABS(R(J)*OK)
550 S=S(J):E=E(J)
560 IF OK<0 THEN S=S+3.1416:E=E+3.1416
570 IF S>6.283 THEN S=S-6.283
580 IF E>6.283 THEN E=E-6.283
590 IF X+R*COS(E)<0 OR X+R*COS(E)>319 THEN 1130
600 IF X+R*COS(S)<0 OR X+R*COS(S)>319 THEN 1130
610 IF Y-R*SIN(E)<0 OR Y-R*SIN(E)>199 THEN 1130
620 IF Y-R*SIN(S)<0 OR Y-R*SIN(S)>199 THEN 1130
630 IF S<1.57 AND E>1.57 AND Y-R<0 THEN 1130
640 IF S<4.71 AND E>4.71 AND Y+R>199 THEN 1130
650 IF S<3.14 AND E>3.14 AND X-R<0 THEN 1130
660 IF S>E AND X+R>319 THEN 1130
670 NEXT J
680 REM ***** カクターズ♪ ノ サクス♪ *****
690 IF L=0 GOTO 760
700 FOR I=1 TO L
710 SCREEN 4,2,2:COLOR 2
720 X1=0X+(AX(I)-0X)*OK:Y1=0Y+(AY(I)-0Y)*OK
730 X2=0X+(BX(I)-0X)*OK:Y2=0Y+(BY(I)-0Y)*OK
740 LINE(X1,Y1)-(X2,Y2)
750 NEXT I
760 IF K=0 GOTO 870
770 FOR J=1 TO K
780 SCREEN 4,2,2:COLOR 2
790 X=0X+(CX(J)-0X)*OK:Y=0Y+(CY(J)-0Y)*OK
800 R=ABS(R(J)*OK)
810 S=S(J):E=E(J)
820 IF OK<0 THEN S=S+3.1416:E=E+3.1416
830 IF S>6.283 THEN S=S-6.283
840 IF E>6.283 THEN E=E-6.283
850 CIRCLE (X,Y),R,,S,E,1.01
860 NEXT J
870 INPUT "オナシズマモウイチトカ カクタインスマスカ(Y/n)":A$
880 IF A$="Y" OR A$="Y" THEN 970
890 IF A$="n" OR A$="N" THEN 910
900 GOTO 870
910 INPUT "ヘツリズマカキマスカ(Y/n)":A$
920 IF A$="Y" OR A$="Y" THEN 80
930 IF A$="n" OR A$="N" THEN 950
940 GOTO 910
950 CLS:LOCATE 15,9:PRINT "オワリ"

```

```

960 END
970 REM ***** モトリス♪ ノ サイケン ****
980 INPUT "マエノ カクタノイスヲ ノコシマスカ(ヨ/n)"; A$
990 IF A$ = "Y" OR A$ = "Y" THEN 1020
1000 IF A$ = "N" OR A$ = "N" THEN 1050
1010 GOTO 980
1020 INPUT "ソウシノ チュウシンヲ カエマスカ(ヨ/n)"; B$
1030 IF A$ = "Y" OR A$ = "Y" THEN 360
1040 IF A$ = "N" OR A$ = "N" THEN 400
1050 SCREEN 4, 2, 2:CLS:COLOR 4
1060 FOR I=1 TO L
1070 LINE(AX(I), AY(I))-(BX(I), BY(I))
1080 NEXT I
1090 FOR J=1 TO K
1100 CIRCLE (CX(J), CY(J)), R(J), , S(J), E(J), 1.01
1110 NEXT J
1120 GOTO 360
1130 SCREEN , 1, 1
1140 PRINT "カーメンカラ ハミテマス":GOTO 400

```

#### ④ 生徒の作品

図1

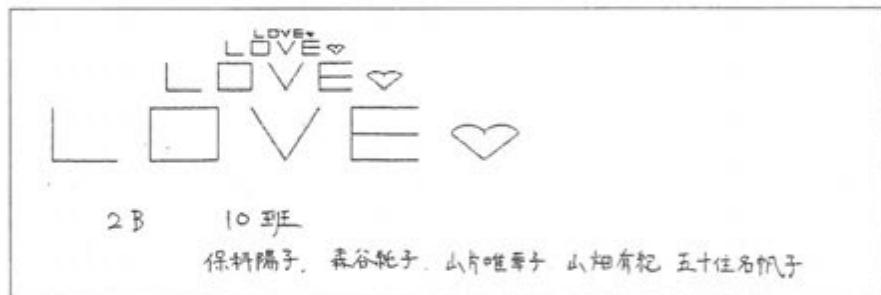


図2



図3

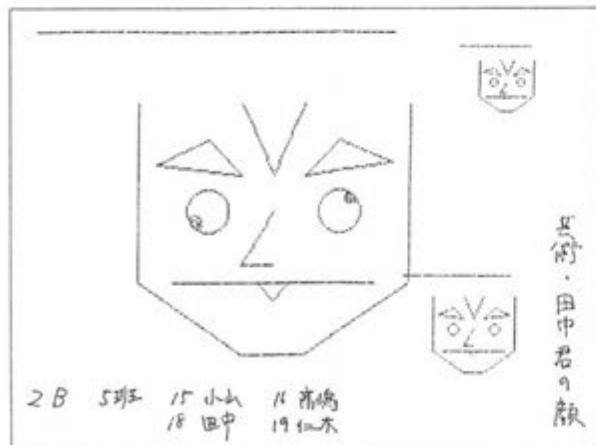


図4

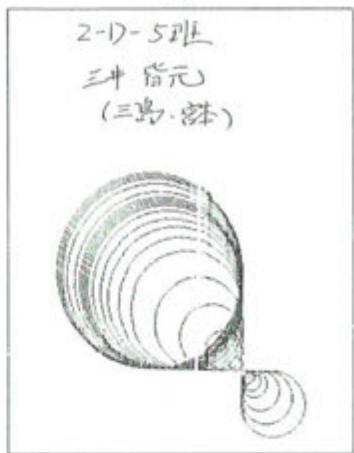


図5

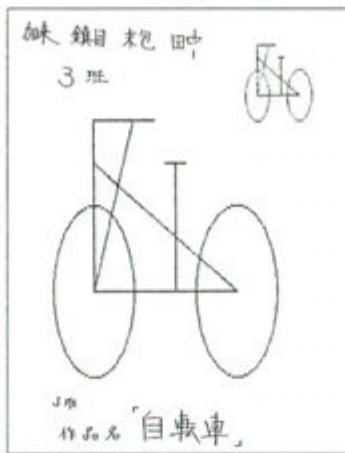


図6



図7



### III. おわりに

筆者は、親しみの持てる数学教育の実践というテーマで、ここに第4回目の報告を行った。このようなテーマを掲げた理由は、生徒が数学に親しみを感じることがその生徒の学習意欲を高め、より生きた数学を確実に身につけさせていくことにつながっていくのではないかと考えたからである。

一般に、人がある対象に親しみを感じるということは、その人がその対象と何らかの好意的な関わりを持っている場合である。自分の存在と対象の存在との間で、何らかの肯定的な作用を及ぼし合う時、人はその対象の存在を意識し、存在していてほしいと願うようになるのだろうと考えられる。

では、生徒が数学に親しみを感じるというのは、具体的にどのような場合が考えられるだろうか。

いくつか列記してみよう。

- ①その数学が自分の生きている現実の生活と深く関っていることを知ったとき
- ②その数学が自分の文化・生活の中で有効に使うことができたとき
- ③その数学が、学習過程で作業・実験等を行うことによって自己の労力を積み重ね、苦労の末に学びとったものであるとき
- ④その数学ができ上がるまでの歴史で、人間の創意・工夫や失敗などがあったことを知り、同じ人間としての共感を覚えたとき

今回の相似の実践は、現実の生活の中での意味のある図形や多少複雑な図形を考えていこうとしたものであった。したがって、①をねらったものといえる。また、図形を線分と円弧の集まりとして作成したり、コンピュータによる作業を行ったりすることは、③とも関ってくる。しかし、考察でも述べたように、まだまだ十分な実践とはなり得ていない。上の4点を考慮しつつ、中学生にとってどのような相似の学習がより望ましいのかを考えていきたい。

現在の合同や相似の学習は、ユークリッド幾何学による論証の学習が中心となりすぎているように思われる。中学2年で論証の指導が可能となってくることも事実であるが、本来、図形の学習は面白くあるべきだし、楽しい内容でもあるはずである。コンピュータの普及とともにあって、相似の学習の中で論証をどのように位置づけ、生徒が親しみを感じるような相似の学習をどのように実践していくかが今後の課題であろう。

付記 今回の授業の1部は、本学の岡森博和教授のもとに南イリノイ大学のJ. P. Becker教授を中心としたイリノイ教育観察団(Illinois Council of Teachers of Mathematics)が来日したときに行ったものである。

#### 参考文献

- (1) 柳本 哲：親しみの数学教育(1)——中学3年の統計の実践から—— 大阪教育大学附属天王寺中高等学校 研究集録 第30集(1988年) pp. 59~69
- (2) 柳本 哲：親しみの数学教育(2)——中学3年の図形と計量の実践から—— 大阪教育大学附属天王寺中高等学校 研究集録 第31集(1989年) pp. 121~128
- (3) 柳本 哲：親しみの数学教育(3)——中学2年の統計の実践から—— 大阪教育大学附属天王寺中高等学校 研究集録 第31集(1989年) pp. 129~150

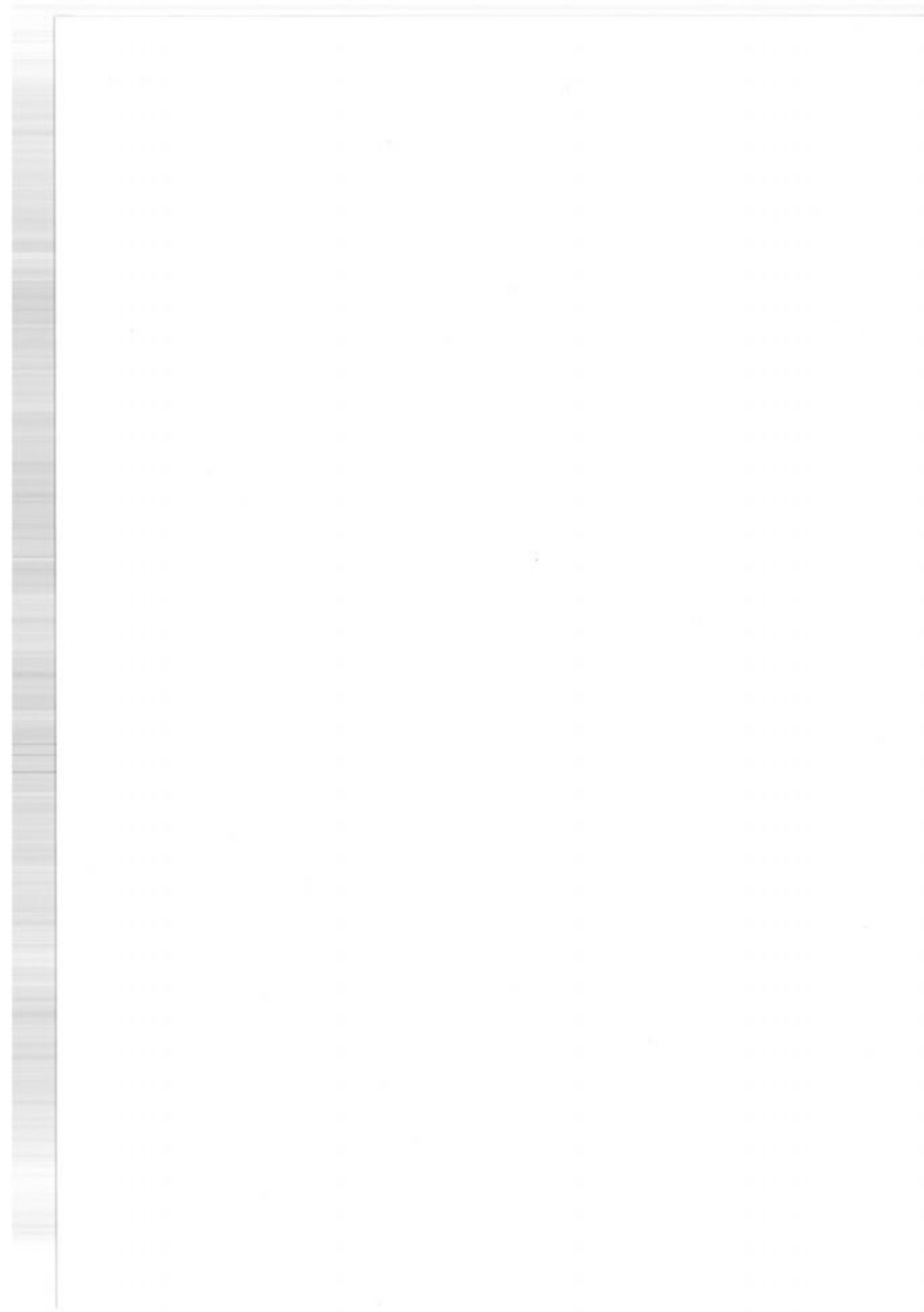




写真1 授業風景



写真2 プログラムの内容を見る生徒



写真3 円の拡大・縮小(中心を変えて)



写真4 円と六角形の拡大・縮小



写真5 たくさんの円を描いた生徒



写真6 人の顔になぞられて



写真7 松宮教授(左側)と視察団の人たち



写真8 筆者(中央)と熱心に取り組む生徒



# 中学・高校理科(化学分野)実験の工夫

## —金属の酸化の定量実験(その3)—

岡 博昭・井野口 弘治・櫻井 寛

### I. はじめに

昨年度の本校研究集録⁽¹⁾で、筆者らはマグネシウムと銅の酸化の定量実験について報告した。マグネシウムの酸化では、生成物の酸化マグネシウムが水を吸着して質量が増加すること、および酸化マグネシウムの白煙を回収すると、ほぼ理論値と一致する結果が得られることがわかった。銅の酸化では、つねに酸化銅(I)ができ、これらの混合比は加熱温度と時間によって変化することがわかったが、理論値と一致する酸化物を得ることはできなかった。そこで本年度は、酸化物の質量が理論値と一致しない原因を知りたいと思い、まず試料の銅について検討を加えてみた。その結果、純度が表示されていない一般に銅粉と呼ばれているものには、酸化を防止するためのステアリン酸が含まれていること、および純度が表示されている粉末銅には、空気酸化によってできた酸化銅(I)または酸化銅(II)が含まれていることがわかった。また、粉末銅を純粋にして加熱すると、ほぼ理論値と一致する酸化銅(II)が得られることがわかった。さらに、純粋な粉末銅を酸化銅(II)にしたときの結果と、純度を測定した酸化銅(I)を酸化銅(II)にしたときの結果より、倍数比例の法則を導くことが可能であることが確認できた。

### II. 試料の検討

昨年度の報告で使用した三津和化学薬品株式会社の325 mesh の銅粉、本年度新たに準備した350 mesh の粉末銅 (Purity 99%)、300 mesh の粉末銅 (Purity 99.9%) の3種類の試料について検討した。また、本年度も昨年度使用したアドバンテック製1kw用の電気炉で加熱した。

#### (1) 325 mesh の銅粉の検討

昨年度の実験結果より、325 mesh の銅粉1.000g をるつぼに入れ、700°C~1000°Cで10分以上加熱を続けると、最も多いときで1.217g の酸化物が得られることがわかっている。しかし、理論値計算によると1.000g の銅から1.252g の酸化銅(II)が得られるはずであり、生成物がすべて酸化銅(II)であるとすると、約35mg 不足していることになる。酸化物には未反応の銅が含まれていないことが確認されているから、この質量の不足分の原因については次の3つが考えられる。すな

わち、生成物には酸化銅（II）だけでなく酸化銅（I）も存在しているか、または試料の銅に空気酸化によってできた酸化銅（I）あるいは酸化銅（II）が混在しているか、または試料の銅にその他の物質が含まれているかである。

そこで注目されるのが、1gの銅粉を200°C以下で短い時間加熱をしたとき、質量が1g以下になっていることである（本校研究集録第31集P.162図1）。300°C程度で加熱すると、酸化銅（I）が多く生成し、質量は増加するが、200°Cぐらいで短い時間加熱すると質量は減少するのである。その原因について検討を加えた。

まず考えられることは試料の銅粉が水を含んでいることである。そこで銅粉をデシケーターで十分乾燥させてから質量を測定してみたが、銅粉の質量には変化はなかった。よって、この銅粉はほとんど水を吸着していないことになる。

次に、この銅粉を加熱するときにパラフィン臭がすることに気が付き、電気炉の蓋を開けて加熱してみると、わずかであるが白い煙が確認できた。これは明らかに銅以外の物質が含まれている証拠になる。そこで薬品会社に問い合わせたところ、この銅粉には酸化を防止する意味で約5%ステアリン酸が含まれていることがわかった。すなわち、薬品のラベルが銅粉となっているものは、酸化防止材が含まれており、本来の目的は塗装用であるということである。よって、5%のステアリン酸が加熱によって蒸発あるいは気体の酸化物に変化したと考えると、1.000gの銅粉には0.950gの銅が含まれていることになるから、加熱によって1.217gになったとすると、そのときの質量増加率（酸化生成物の質量／銅の質量）は1.281となり、理論値をこえる値になる。銅粉の97%が銅で3%がステアリン酸であると考えるとすると、0.970gの銅から1.217gの酸化銅（II）が得られたことになり、質量増加率はほぼ理論値と一致する。

ステアリン酸1gは5mlのベンゼンあるいは2mlのクロロホルムに溶ける。⁽²⁾ そこで、これらの溶媒によって銅粉からステアリン酸を取り除くことはできないかを検討してみた。

## （2）325meshの銅粉のステアリン酸の除去

銅粉にクロロホルムを加えてよく攪拌し、これを自然ろ過した。本来は吸引ろ過の方がよいが、銅粉が細かいためうまくいかなかった。よって、自然ろ過のため、銅粉をクロロホルムで洗ったときの質量変化調べることができなかった。自然ろ過をした後、濾紙から銅を取り、もう一度新たにクロロホルムを加えよく攪拌した。ろ過をして得た銅は一晩デシケーターに入れておき、減圧の状態で十分乾燥させた。

次頁の表1は、もとの325meshの銅粉と、クロロホルムで2度よく洗った銅粉を加熱したときの質量増加率の結果である。1回の加熱時間は10分間で4回加熱を繰り返した。また、加熱温度は700°Cであった。

この実験でできた酸化物に6N-硫酸を約20ml加え加熱しても銅は検出されなかった。このこと

表1 325mesh 銅粉の酸化（質量増加率）

	1回目	2回目	3回目	4回目
Cu	1.215	1.217	1.216	1.217
CHCl ₃ 処理 Cu	1.203	1.209	1.210	1.211

より、酸化物には銅と酸化銅（I）は含まれていないことがわかる。

質量増加率はクロロホルムで洗わないもとのままの方がよい。よって、クロロホルムで洗ったぐらいたては、銅粉についているステアリン酸は除去できないことがわかった。

### (3) 350mesh の粉末銅 (Purity 99%) の検討

三津和化学薬品株式会社 350mesh の粉末銅 (Purity 99%) について検討した。これはかなり以前に購入したもので、色はかなり黒ずんでいる。よって、この粉末銅の現在の純度は、明らかに99%以下であると思われる。

この粉末銅を電気炉を用いて加熱したときの質量増加率を次の表2に示す。なお、1回の加熱時間は10分と15分で、10分の方は8回加熱を繰り返した。また、加熱温度は700°Cであった。

表2 350mesh の粉末銅 (Purity 99%) の酸化（質量増加率）

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目
加熱10分	1.209	1.230	1.233	1.235	1.235	1.239	1.239	1.240
加熱15分	1.227	1.237	1.239	—	—	—	—	—

質量増加率は共に約1.240となっている。酸化物に約20mlの6N-硫酸を加えて加熱しても銅は確認できなかった。よって、生成物には酸化銅（I）は含まれていないからすべて酸化銅（II）ということになる。また、この粉末銅の純度は99%だから、1.000gの銅には実際には0.990gの銅が含まれていることになる。そこで0.990gの銅から1.240gの酸化物ができ、含まれていた不純物は加熱しても質量が変化しなかったと考えると、質量増加率は1.242となり、理論値により近くなる。この銅の残り1%が何であるかわからないが、仮にそれが酸化銅（I）または酸化銅（II）であるとすると、それらは塩酸に溶けるので除去することができる。この塩酸で酸化物を除去した銅をつくり、それを加熱するとどうなるかを検討したので、次に報告する。

### (4) 350mesh の粉末銅の不純物の除去

350mesh の粉末銅 (Purity 99%) 1.000g に 6N-塩酸約20ml 加え、加熱した。少し煮沸した後吸引ろ過をし、水で洗浄後エタノールで洗浄し乾燥させると、銅の質量は0.938gになった。よって、この銅には約6%の酸化銅（I）または酸化銅（II）が含まれていることになる。この0.938gの銅

をるつぼに入れ、電気炉で加熱した。1回の加熱時間は10分で4回加熱を繰り返した。また、加熱温度は700°Cであった。その質量増加率を次の表に示す。

表3 塩酸処理した粉末銅の酸化（質量増加率）

	1回目	2回目	3回目	4回目
HCl処理 Cu	1.221	1.241	1.245	1.244

塩酸で酸化物をあらかじめ取り除いておくと、加熱による銅の質量増加率は1.245となり、かなり理論値に近い。このように塩酸で煮沸すると、純度がより100%に近い銅が得られ、この銅を用いて酸化の定量実験を行うと、ほぼ理論値と一致する結果が得られることがわかった。また、純度99%の銅の不純物は、酸化銅（I）または酸化銅（II）が主であることもわかった。そこで、この不純物は酸化銅（I）と酸化銅（II）のどちらが主なのかを検討してみた。

#### （5）350meshの粉末銅（Purity 99%）の不純物

350meshの粉末銅1.000gに6N—硫酸約20mlを加え、加熱した。少し煮沸すると溶液はわずかに青色になり、銅も生じた。これを吸引ろ過し、水で洗浄した後、エタノールで洗浄し十分に乾燥させた。これによって得られた銅の質量は平均すると約0.96gであった。よって、塩酸を用いたときより約20mg増していることになる。この20mgはもとの銅に含まれていた酸化銅（I）が銅（II）塩と銅に不均化してできた銅の質量である。よって、約40mgの酸化銅（I）が含まれていたことになる。すると、1.000gの銅を塩酸で処理すると約60mg減ることから約20mgは酸化銅（II）ということになる。このような成分であるなら、銅と酸化銅（I）はそれぞれ酸化銅（II）になるはずだから、940mgの銅から1177mgの酸化銅（II）が、40mgの酸化銅（I）から44mgの酸化銅（II）できて、もとの銅に含まれている酸化銅（II）20mgは変化しないと考えると、生成物の質量は1241mgということで、実験値と一致する。

#### （6）300meshの粉末銅（Purity 99.9%）の検討

三津和化学薬品株式会社の300meshの粉末銅（Purity 99.9%）について検討した。この粉末銅は空気による酸化を防ぐためにアルゴンガス充填のアンプルに封入されている。

この粉末銅1.000gをるつぼに入れ、電気炉で加熱したときの質量増加率は次の表4である。1回の加熱時間は10分で、8回加熱を繰り返した。また、加熱温度は700°Cであった。

表4 300meshの粉末銅の酸化（質量増加率）

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目
99.9% Cu	1.106	1.154	1.158	1.172	1.176	1.184	1.185	1.186

1回の加熱では、質量増加率は他の粉末銅に比べかなり低かった。生成物はかなり堅くなってしまい、その表面は黒色であったが内部は赤かった。これは明らかに未反応の銅が残っているか、または酸化銅（I）が多くできているのである。この生成物を細かく砕き、さらに加熱を続けたが、質量増加率は8回加熱しても1.186であった。この生成物に6N-硫酸を約20ml加えて加熱すると、かなり多くの銅が確認できた。このことより、生成物にはかなり多くの酸化銅（I）が含まれていることになる。すなわち、300meshの粉末銅では、いくら純度が良くても、銅の粒子が大きいから、粒子の内部まで十分酸化が進まないと考えられる。

#### （7）試料の検討のまとめ

一般に銅粉と呼ばれているものは、塗装用の銅であり、酸化防止材としてステアリン酸等が数%含まれている。このような銅粉を定量実験に用いることには問題がある。定量実験で使用できるのは、純度が表示されている粉末銅である。しかし、これらの粉末銅では、購入してから時間が経過すると空気中の酸素により酸化銅（I）や酸化銅（II）ができるから銅の純度は変化するものと思われる。よって、新しい試薬を用いる場合にはそれほど問題がないかも知れないが、古くなるとラベルの表示は信用できない。しかし、6N-塩酸で加熱すると、純度がより100%に近い粉末銅を得ることができ、その粉末銅を700°C以上で数10分間加熱すると、ほぼ理論値と一致する酸化銅（II）を得ることができる。また、購入後まもない純度99%、350meshの粉末銅でも、ほぼ理論値と一致する酸化物が得られた。このように、粉末銅の粒度は筆者らの知る範囲では350mesh程度が最も良い。

昨年度から続けてきた銅の酸化の定量実験の研究であるが、本年度の結果より、新たな知見が得られた。すなわち、銅を酸化したときの質量増加率を酸化銅（II）の理論値に近づけるためには、加熱時間と温度の条件に配慮するより、酸化させる銅の純度を高めることが大切であるということである。そこで、これを検証するために、6N-塩酸で処理した350mesh粉末銅1.000gをステンレス皿にのせ、ガスバーナーで強熱してみた。その結果を下の表5に示す。表の値は質量増加率である。1回の加熱時間は10分で、8回加熱を繰り返した。

表5 ガスバーナーによる加熱（質量増加率）

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目
HCl処理 Cu	1.193	1.222	1.231	1.236	1.240	1.241	1.242	1.242

このように、多少時間はかかるが、純度の高い粉末銅を用いると質量増加率は理論値にかなり近く、電気炉を用いて700°Cで加熱したときとほぼ同じ値になっている。昨年度の本校研究集録でも述べたが、ガスバーナーの炎の温度は約800°Cに達するが、ステンレス皿の表面は約400°Cにしかならない。しかし、この程度の温度でも純粋な粉末銅を用いて、十分時間をかけて加熱を続けるな

らば、ほぼ理論値と一致する酸化銅（II）が得られることがわかった。これは、昨年度の「ステンレス皿の温度が低いから、いくら時間をかけても理論値と一致する酸化銅（II）は得られない」という考察の誤りを示すものである。

しかし、ガスバーナーを用いると、たとえ純度の高い粉末銅を用いても、理論値に近い酸化銅（II）を得るのにかなり時間が必要であり、50分の授業で行う生徒実験としては無理がある。そこで、比較的短時間で結果が出て、生徒実験として可能な方法について検討したので、次にそれについて報告する。

### III. 銅の酸化物を利用した倍数比例の法則の実験

銅を酸化し、または、銅の酸化物を還元し、倍数比例の法則を検証しようとする試みは、多くの場合失敗している。市販の酸化銅（I）、（II）を用いての試みも例外ではない。

市販の酸化銅（II）に希硫酸を加えると、多量の金属銅が生じる。これは、多く含まれている酸化銅（I）の不均化反応による。また、市販の酸化銅（I）は、きれいな赤い色をしているが、後述するように、約90%程の純度である。前報、及び、本報で述べてきたように、酸化銅（I）と（II）は、相伴って存在するのが普通であるためである。しかし、本研究で明らかになったように、700°C以上で加熱を続けるならば、銅粉はほぼ酸化銅（II）と見なせる状態にすることができる。そこで、加熱方法を工夫し、酸化銅（I）と（II）の化学的識別法を加えて、銅の酸化物を利用した倍数比例則を検証する生徒実験を開発したので報告する。

#### （1）加熱方法の工夫

ガスバーナーでの加熱は、温度調節がむずかしい上に、燃焼生成物による還元雰囲気も強いので、良くない。還元雰囲気の生じない電熱器を利用することにした。100V-300W用電熱器を100Vで用いると、コイルの赤熱部は約700°Cになる。ステンレスの皿を置き、風による温度の低下を防ぐために500ml用のビーカーをかぶせる。空気中での加熱では、15分間で、銅は酸化されて1.21倍程度の質量となるが、不十分な酸化状態である。そこで、ビーカー中に酸素ガスを吹き込み加熱すると、15分で1.25倍の質量となり、ほぼ完全に酸化銅（II）になる。酸化銅（I）についても同様にすれば酸化銅（II）に変化する。5分間、空でコンロを赤熱しておいてから、試料を15分間加熱する。冷却は、コンロからステンレス皿を降ろして5分間とする。

酸素を入れることによるコンロのニクロム線の消耗を防ぐためにステンレス皿が覆わない部分を、クッキングホイルで覆っておく。何度も使い込んだステンレス皿であれば、酸素を用いても酸化による質量増加は認められない。

## (2) 試料の組成

II. 試料の検討で述べたように、銅としては、粉末銅(350mesh)が適当であると考える。今回用いた粉末銅は6N-硫酸との反応を利用し検査した結果、銅0.962と、酸化銅(II)0.038の混合物と見なして酸化に用いることができる(含まれる酸化銅(I)は半量を銅、あと半量を酸化銅(II)と見なせる)。

酸化銅(I)としては、片山化学工業株式会社の酸化銅(I)を用いた。赤色のふわふわとした粉末である。シリカゲルを入れたデシケーターに2日間入れたが質量変化はなかった。6N-塩酸に残留物なく溶けたので、銅は含まれていない。粉末1.000gに6N-硫酸20mlを加え、少し煮沸すると溶液は青色になり粉末銅が残った。これを、吸引濾過し、水で洗浄したのち、メタノールで洗い十分に乾燥させた。これによって得られた銅の質量は、平均すると0.395gであった。すなわち、酸化銅(I)は0.889g含まれる。また、粉末に水を加えよくかき混ぜてから濾過した液に硝酸銀溶液を加えると白濁が生じ、万能pH試験紙は5を示した。粉末1.000gを小ビーカーで覆ってコンロで加熱すると、白い煙がでてビーカーに黄褐色の物質が付着した。その付着物は、0.002gであり、その水溶液は硝酸銀と反応し、また、酸性を示した。塩化銅(II)の結晶を加熱したところ同様の結果を得た。これらから、塩化銅(II)が不純物として含まれていると結論できる。

今回試料とした酸化銅(I)は、酸化銅(I)0.889、酸化銅(II)0.108、塩化銅(II)0.002の混合物として酸化に用いることができる。これらの成分の内、酸化銅(II)は、酸化されずにそのまま残り質量変化に関係せず、塩化銅(II)は昇華するので質量減少の原因となる。

## (3) 実験方法

### 1. 銅粉の酸化

コンロを電源につなぎ5分間予熱する。電子天秤(感量10mg)を用いて、ステンレス皿の質量を測り、その上に粉末銅を約1g取り正確に測る。皿をコンロにのせ、さらに、500mlビーカーをかぶせる。銅が黒く変化したら酸素ボンベから酸素を5秒間吹き込む。その後、5分間、10分後にそれぞれ酸素を1秒間吹き込み、15分間加熱する。加熱が終われば、電源を切り、ビーカーは雑巾で、ステンレス皿はるつぼはさみでつかんでコンクリート台上に移し5分間冷却する。冷えたら酸化物の入ったステンレス皿を秤量する。

### 2. 酸化銅(I)の酸化

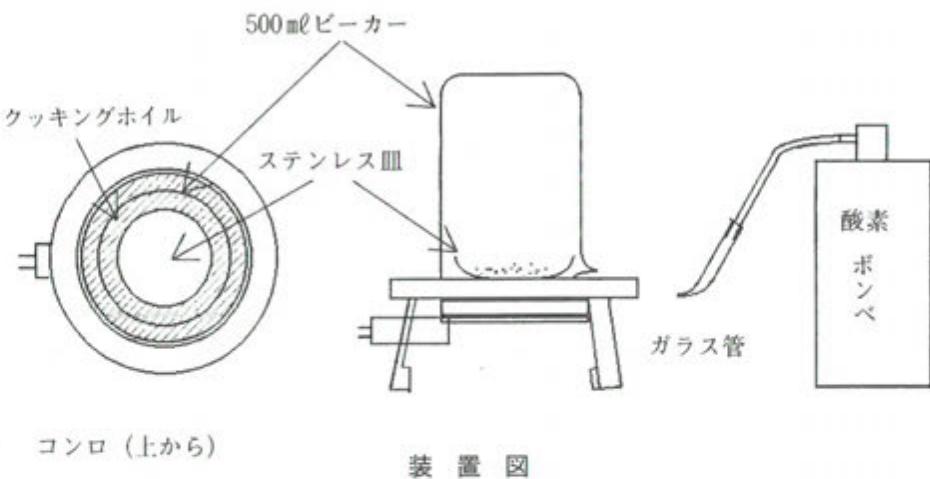
コンロを電源につなぎ5分間予熱する。電子天秤(感量10mg)を用いて、ステンレス皿の質量を測り、その上に酸化銅(I)を約1g取り正確に測る。皿をコンロにのせ、さらに、500mlビーカーをかぶせる。酸素ボンベから酸素を5秒間吹き込む。その後、5分後、10分後にそれぞれ酸素を1秒間吹き込み、15分間加熱する。加熱が終われば、電源を切り、ビーカーは雑巾で、ステンレス皿はるつぼはさみでつかんでコンクリート台上に移し5分間冷却する。冷えたら酸化物の入った

ステンレス皿を秤量する。

### 3. 酸化物の確認

実験1で生じた酸化物を、少量ずつ2本の試験管に取り、それぞれに、6N—塩酸及び6N—硫酸を加えて変化を観察する。

酸化銅(II)、及び、実験2で生じた酸化物についても同様に観察する。



## (4) 実験結果と考察

### 1. 銅の酸化

1.00gの粉末銅から、1.24gの黒色酸化物ができる。質量増加量の0.24gは、粉末銅に含まれていた銅0.96(2)gの酸化により生じたものであるから、その質量増加率は1.25である。これは、酸化銅(II)が生じるときの増加率1.252とよく一致する。すなわち、1.00gの純粋な銅から、1.25gの酸化銅(II)が生じたと考えられる。

### 2. 酸化銅(I)の酸化

1.00gの酸化銅(I)から、1.08~1.09gの黒色酸化物ができる。酸化銅(I)にはもともと酸化されない酸化銅(II)が0.11g含まれているから、酸化により生じた酸化物は0.98gである。試料に含まれている酸化銅(I)は0.88(9)gであるから、その質量増加率は1.10となり、酸化銅(II)が生じるときの質量増加率1.112と一致する。すなわち、1.00gの純粋な酸化銅(I)から、1.10gの酸化銅(II)が生じたと考えられる。

### 3. 酸化物の確認

実験1で生じた酸化物は、黒色であり、塩酸に溶けて緑がかった青色溶液となる。硫酸にも溶けて青色溶液になる。

実験2で生じた酸化物も黒色であり、塩酸及び硫酸に溶けて溶液となる。

赤い酸化銅（I）は塩酸にはきれいに溶けて緑がかかった青色溶液になるが、硫酸中では、青色溶液と金属銅粉に分かれる。

これらの結果は、実験1及び2の酸化生成物が、酸化銅（II）であることを示しており、質量変化からの考察と矛盾しない。

#### 4. 倍数比例の法則の確認

酸化銅（II）を1.00gを生成するのに必要な銅及び酸化銅（I）の質量の比は、実験1及び2の結果から次のようになる。

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Cu} & : & \text{Cu}_2\text{O} & : & \text{CuO} & = & 1/1.25 : 1/1.10 : 1 \\ & & & & = & 0.80 & : 0.91 : 1 \end{array}$$

一定量の銅（0.80）に結び付く酸素の量は、酸化銅（I）では0.11、酸化銅（II）では0.20に、すなわち1:2になっている。

#### （5）倍数比例則の実験法のまとめ

銅から酸化銅（I）、酸化銅（II）を生成し、倍数比例の法則を導きたいと思ったが、酸化銅（I）を作るには、1000°C以上の高温が必要であり、それ以外の温度では、低温では酸化銅（I）の含有量が高いものの常に酸化銅（II）が混ざって生成し、もくろみは失敗した。

また、市販の試薬も純度に問題があり、そのまま利用できるものではなかった。

電熱器を用いて、酸素濃度を高めて加熱すると、空気中ではかなりの時間を要するものが短時間で十分酸化できた。しかし、銅粉については、この方法（加熱15分間）では、1.5gが限度である。

今回開発した方法は、酸化銅（I）が銅と酸素よりできることを示せていないので、問題点もあるが、銅及び赤い酸化物から同じ黒い酸化物が生じることを示して便法とした。

また、純粋な酸化銅（I）を求めることが困難なので、あらかじめ簡単な検査で試料の純度を決めておき用いることとした。

還元の方法よりも安全性が高く、操作が簡単であり、50分の時間内で十分結論がだせるので、生徒実験として使用できると考える。

### IV. おわりに

生徒実験におけるデーターのはらつきの検討から、マグネシウムの酸化の定量実験法の改良、銅の酸化の複雑さの検討、実験に用いる試料の検討、銅の酸化物での倍数比例則の実験法の工夫と研究を進め、ようやく、金属の酸化の定量実験に関して当初の目的を達した感がある。

この間、教科書の記述の単純さに影響され、物質及びその変化の複雑さを忘れたために化学の森に迷い込み、途中で音をあげそうになった。試料や生成物を純粋なもの安定なものとついつい思い

込みがちであった。たとえ、中学生が扱う物質であっても、それは単純な物質であることを示しているのではないことを肝に命じたいと思う。用いようとする試薬はその純度や成分をしっかりと把握して使うことにしたい。

そして、それらの覆いを丁寧に検討するならば、物質は、実に素直に、その整合性のある姿を見せてくれることが良く解った。

今後も、中学・高校理科（化学分野）の実験の工夫に取り組み、生徒の化学の理解に役立ちたい。

#### 参考文献

- (1) 囲 博昭・井野口 弘治・櫻井 寛：本校研究集録 31、159、(1988)
- (2) MerckIndex

# 生物教材としての野外実習（磯観察）

—有意義な活動を求めて—

大仲政憲・濱谷巖

## I. はじめに

本校では、中学校1年で学習する「動物の種類とつくり」のまとめとして、2年生の春に「磯観察」を実施している。本実習は昭和52年から始めたが、これについては、研究集録第24集で予報的に報告した。

実習を始めて今年で13年経過したが（雨天により2回中止）、この間、事前指導や現地での指導、事後指導等にいろいろな工夫を試みてきた。今回はその中でも、現地での活動をより有意義なものにするための指導について、生徒に提出させたレポートを踏まえて報告する。

## II. 個人活動のテーマ

実習に行くまでの事前指導では、標本の観察やスライド等を見せることによって、できるだけ多くの種類に親しみを持たせるようにしている。また、過去の実習のVTRを見せることによって、実習の様子の理解に役立たせてもいる。しかし、実際に海岸に立ったとき、何をどのように観察すればよいのか戸惑っている生徒が多くみられる。このようなことから、現地での活動について自分なりの目標をはっきりと持つておく必要があると考え、7年前から、実習に行く前に「磯観察における個人活動について」というタイトルで、

「活動テーマ」と「方法（できるだけ具体的に）」を書かせている。指導者はこれを読んだ上で、無理なテーマや活動内容である場合には個別指導により内容の検討を指示するように心がけている。しかし、生徒なりに疑問に思いぜひ調べてみたいと考えている内容については、少々冒険的であっても敢えて実行させている。

表1は、活動テーマを、対象とする動物の種類によって分類したものである。表にみられるように、軟体動物に関するものが最も多く、次に腔腸動物に関するものが多い。動物の種類毎に、その

表1

テーマの種類	人数	%
棘皮動物に関するもの	28	18
節足動物に関するもの	10	6
軟体動物に関するもの	51	32
腔腸動物に関するもの	39	25
海綿動物に関するもの	3	2
その他の動物に関するもの	26	17

テーマの内容について、その実例を紹介する。

## 1. 棘皮動物

### 生徒A ◎ウニ（ムラサキウニ）の観察

- ・管足によって、どれぐらいの力で岩にくっつくことが出来るかを調べる。また、管足のスケッチもする。
- ・体の下側にある口（アリストテレスのランタン）を観察し、そこに貝や海藻などを持って行って食べる様子を観察する。
- ・上下を逆にしておくと、どのようになるかを調べる。
- ・その他、思いついたら他のことも調べる。

### 生徒B ◎ヒトデの観察

- ・水のないところに置き、海水をかける。どの様な動きをするか。
- ・歩行の様子を観察する。
- ・うで2本を、ひもでくくって動きを観察する。
- ・管足の観察（透明な板に置いて裏から観察）
- ・ヒトデの上にヒトデを重ねるとどうなるか。

ウニのみをテーマにしている生徒は36%、ヒトデのみは21%、ウニとヒトデは32%、ウニとヒトデとナマコは11%であった。

全体に共通して言えることは、管足に対する興味が大変強いことである。管足によって、どれくらいの力で岩にくっつくことができるかを試してみたいと考える者が多い。また、体の上下を逆にしたとき、どのようにして元通りに戻ろうとするのかについても調べている。ウニやヒトデにはいわゆる「足」のようなものは見られないが、それではどの様にしてからだを移動させるかについての疑問も多くもっているようである。ウニは、それが食用になることからの興味もあるものと考えられる。しかし、ナマコも食用にはなるが、その特徴ゆえに余り興味を抱かないであろうか。

## 2. 節足動物

### 生徒C ◎カニの行動

- ・2種類のカニをさまざまな境遇において、その行動を鋭く観察する。タイドプールに入れる。石をかぶせる。砂にうめる。岩の上におく。水をかける。
- ・カニの種類によって、性質や習性にどのような違いがあるかを分析し、実際にそのようなことがあるのかを後で図鑑等で調べる。

### 生徒D ◎イソカニダマシとカニの比較

- ・イソカニダマシというのは、カニではなくヤドカリの仲間なのだが、少し見ただけでは分かりづらいくらい似ている。では、詳しく観察をしてみるといったいどこが

違うのか。また、行動においてどう違うのか。

- ・<外観> 足の位置や数とその形状。関節部の可動方向、形状、その他。触角の様子
- ・<行動> 歩行の様子。泡を出すか。生息場所の違い。自割について。他の行動の違い。

この仲間をテーマに選んだ生徒は、全体からみれば極めて少ない割合であった。これは予想外である。誰しも幼少の頃からカニやヤドカリに対してはかなり興味を持っていたものと思われるが、発達段階に応じてその対象に変化が生じてきたためであろうか。カニをテーマにしている生徒と、フジツボをテーマにしている生徒の割合はほぼ同数であった。カニについては、環境の違いによる行動の様子の変化を観察したり、種類による行動の違いを観察するのが中心になっている。おもしろいのは、カニとイソカニグマシの違いを外観と行動から比較しようとしている点である。フジツボについては、その特徴と分布についてが主である。

### 3. 軟体動物

生徒E ◎アメフラシが出る紫色の液について

- ・アメフラシをひどく痛めはしないが、どのくらいのことをすれば液を出すのかを調べる。また、その液がどこからどんなふうに出るかを見れるだけ観察する。
- ・液を出してからのアメフラシの様子と、次の液を出すまでの時間などを調べる。
- ・液は無毒であると本に書いてあるから、手でさわり、臭いをかぎ、布につけて色やその様子を見る。また、酸性かアルカリ性であるかも調べる。

生徒F ◎ヒザラガイの観察

- ・岩にくっついている様子を調べる。日の当たるところかどうか。海水につかっているところかどうか。つかっていなければ、波の強く当たるところかどうか、潮だまりのような所かどうか。
- ・ヒザラガイのついている岩を海水につける。何を食べるか。どの様な動き方をするか。どれくらいの範囲の所を動き回るか。
- ・岩からはがし、「団子」になる様子を観察する。どれぐらいの時間で丸くなるか、どんな形になるかスケッチする。どれくらいでもとの形に戻るか。

アメフラシをテーマにしている生徒は37%、ヒザラガイは37%、巻貝は22%、その他は4%であった。アメフラシやヒザラガイは、多分中学校一年生で学習するまではほとんど知らなかったものと思われるが、予想外に高い割合になっている。この原因は、その体型的な特徴とまだ生きた状態のものを見たことがないことによる興味の現れではないだろうか。これに対して、小さい頃から慣れ親しんできたはずの巻貝の割合が低いように思われる。また、同時に二枚貝を誰もテーマに選んでいないことは特徴的のことである。

アメフラシについてまず共通していることは、体をつついで紫色の液を出させることである。また、その液が酸性であるかアルカリ性であるかを指示薬を用いて調べてみることである。中には、その液を集めて布を染めてみようと考える者もいる。アメフラシのユーモラスな体型からか、移動の様子を観察するものがかなり多い。卵塊である「海そーめん」も興味の対象である。

ヒサラガイについては、岩にどの様に付着しているか、またドライバーでうまくはがして体を丸くする様子を観察するなどである。種類の違いによる分布の様子を調査している者もいる。

巻貝については、種類による分布場所の調査、タマキビガイの種類とその特徴さらに生息状況についてなどである。

#### 4. 腔腸動物

生徒G ◎イソギンチャクの仲間について

- ・色、形、大きさなどを図に表す。
- ・何もしないときの様子や、危険を感じたときの様子を調べる。
- ・どの様な場所にいて、どの様にして岩にくっついているか。
- ・触手はどういう時に使うか。えさをとるときの行動はどうなのか。

生徒H ◎イソギンチャクの動きを調べる。

- ・海水のないところではどうするのか。場所を少しの間移動して、さわったり、つついたりしてみる。そして、海水でぬれているときと乾いているときの違いを見る。
- ・触手がどういうふうに閉まるのか観察する。まん中に何か置いて、触手の折れ込み方を見る。
- ・どの位置に触れると、ものがあると分かるのか。針とかでちくっとついて、ピクッと動くところはどこなのか。

予想以上に多くの者が興味を持っている。軟体動物に比べて腔腸動物の方がずいぶん種類数は少ないが、何か引き付けられるものがあるものと思われる。また、腔腸動物の中でもイソギンチャクの仲間のみに限られている。もちろん、本実習地ではサンゴの仲間は観察できないことは指導してある。

さて、イソギンチャクのどの様な点について興味を持っているかについてまとめてみる。最も多いのは、何を食べるかということ。カニや小魚を捕まえて口の中に入れてみるために始まり、かまぼこ、肉片、パン、ご飯、チョコレート等々である。次に多いのは、触手の動きとその働きについてである。また、体をつついでいたときの動き、岩にどの様にしてくっついているかなど。中には、ヨロイイソギンチャクの体についている小石や貝殻などを取り除いてやればどの様な反応を示すかというのもある。

#### 5. 海綿動物

生徒I ◎カイメンについて

- ・噴火口のような所を押さえて体を押すと、どこから水が出て来るか。
- ・本当にバラバラになった細胞が集まるだろうか。  
　こわして観察する。どこから元に戻るか。戻るまでの時間はどれぐらいか。こわす前にスケッチしたものと、こわした後とを比較する。

この仲間をテーマにした生徒は、全体の2%であった。多分、彼らにとっては、全く見たこともない仲間であると思われる。カイメンの体をすりつぶして細胞をバラバラにすると、細胞が集合して元のような体になることに対する興味はかなり強いようである。(しかし、実習中にこの結果を見るることは無理である。)

## 6. その他の動物

### 生徒J ◎動物のいろいろな動きについて

- ・手で押してみる。
- ・イソギンチャクやヒトデがいたら、どの様な動作をしながら動物を食べるのかを何か食べ物を与えて実験してみる。
- ・手や足をどの様に使っているのか。同じ「門」に所属する動物の「動き」の共通点を搜す。
- ・小さいものは、ルーペでじっくり見たいと思う。
- ・歩き方という点について、いろいろな動物を見ていこうと思っている。

### 生徒K ◎タイドプールにおける軟体動物や節足動物の観察

- ・タイドプールをいくつか見つけ、そこでの軟体動物や節足動物の数もしくは主に住んでいる所(石の下、砂の中など)を調べる。
- ・アメフラシをタイドプールから出して、液を出させ続けるとどうなるか。
- ・カニは何を食べているかを、いろいろな他の動物を前に置いて観察する。

ここに分類したテーマは、上にあげたいろいろな動物のいくつかを組み合わせたものである。例えば、タイドプールにはどの様な種類の動物がいるか、岩にくっついている動物の種類とそのくっつき方、海藻にすむ生き物、場所による生き物の種類、などである。

## III. 実習レポート

実習を終えてから、10日以内に実習レポートを提出させている。本実習を始めた初期の頃は、レポートの内容として、次のように指示していた。

「まず、自分が実習で観察したこと、さらに図鑑等によって学習したことなども合わせて幅広く内容をまとめること。」

このような指導の結果、レポートの内容として次のようなパターンに分類できた。

- ① すべて、観察した内容だけによるもの。

② 自分自身の観察内容と、書物による知識をまとめたもの。

③ 観察が十分でなく、書物だけに頼ったもの。

①～③のうち、①の内容のものは比較的少なく、②・③のものが圧倒的に多くみられた。中でも③の内容の者については、実習に行った成果に乏しい結果となっていた。このような反省から、現地でできるだけ多くのことを体験させるための工夫として、先に述べた「II. 個人活動のテーマ」を実習に行く前に書かせるようにした。そして、レポートの内容としては、次のように指示を変更した。

「内容、書き方は全く自由」

その結果、①の内容が圧倒的に多く、②・③の内容のものはほとんど見られなくなった。指導者としては、この傾向を好ましいものとして評価している。

さて、「個人活動のテーマ」で、実習地ではこのような活動をしようといろいろ計画を立てても、いざ大自然を前にしてみるとなかなか思い通りには出来ないものである。このようなことから、現地に行ってからテーマやその内容を少し変更した者もいる。前にも述べたように、テーマや内容に無理があれば個別指導も行っている。しかし、実際のところ生徒達にとっては無理であるのかどうやってみなければ分からぬものである。やってみることによって、そのことに対する理解も深まるものと考え、敢えて冒険的なことも行わせている。時には、指導者の立場からみればなんら意味のない事柄であっても彼らにとってはぜひともやってみたいこともある。大きな視野に立って自然に立ち向かい、自然と対話することが大切ではないかと考える。裏では指導しながらも、彼らには自由な発想でものを見つめてもらいたい。

前述した生徒Bと生徒Dが具体的にどのような観察を行ったかについて、そのレポート（生徒Bはその一部、生徒Dはその全文）を次に紹介する。

いき場所 蒜の葉のいいくじ代に、蒜の葉で(蒜の葉)  
水において深さは浅く10cmくらいにした。  
蒜の葉を10枚ほど入れて、水を注ぎ、

種類 2 比較的アーティスティックな表現

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆ

緑色に水色の斑を中にあり  
に散在している。(はじ  
てマダリナにくらべて色は  
まだしく、黒とやすみと  
茶の子で、もとのうな色し

卷之三

卷之三

色は  
黒と青とし、  
かくみ色と  
してある。

卷之三

「アーリー」の名前は、アーリー・マーティンの名前から取ったものだ。

A 金八中 沿革や見本を販賣する所。  
内閣文庫にて日本近古の書物に於て、  


政治小説の歴史

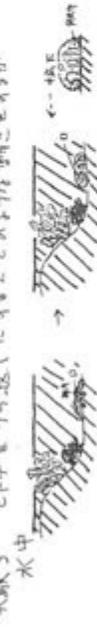
卷之三

• 著者：アーヴィング・スコット

歩行の上に着て、何事  
腰痛コ 歩行の上に着て、腰痛  
して、若はく、7.11.20.5.7.11.20.5.  
病院等。ハラコモチテナリ。



失敗： 水をひいてお湯を沸かす。  
①水を水槽に注ぎ、沸騰して瓶中に水を入れる。  
瓶に水の気泡はからぬ形で封じておけ。それ  
動作にはハサウエーに要く。



むこと“ぶり”ふもてあいきに  
てどる。

お魚は食べ物を食べることは手がかりで、歩行のときは足のかわりに、手の両方が働き可することからか、歩いた。

（中略）

二年生ではまだ500字前後に切り出されたが、今では4本長く、7で4本をきらめかせた。その割合は1:2くらいでした。最初は短い方が手早く書くのが本音で、短い市のほうが先に仕上がるといきました。小さいながらも富足感をもううんざりしました。



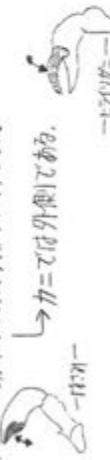
ビトアの上にヒトデのせる  
水賀4 ハトモヒトデの上にハマヒトデをのせてみた。  
水賀4 ハトモヒトデにひつ、ついで動かさなかった。  
水賀4 動かさなかったといふ結果だ。でもか、陸上で行っ  
たため、水中で実験するとき想ひ出が、ゆっくりゆ

〈研究理由〉 イリカニダーランというのを、見た見かにせいでいたが、実は  
かの仲間であります。サドガの仲間とのことです。  
でひとつの特徴が、イリカニダーランとはの特徴が、  
頭部アラカたいと見え、頭をあわせた。

〈研究方法〉 イリカニダーランをつかんで、その外見、体のいい、行動  
などを調べ、がんこ比較してみる。

〈研究内容〉 1. 体の仕事。

① けいさく …… 脚全体くらいの大きさがあり、一番先の脚筋が  
大きい。動作すれば内側の内側の内側である。



② 脚全体 …… がむすび形の三角形にちかい。

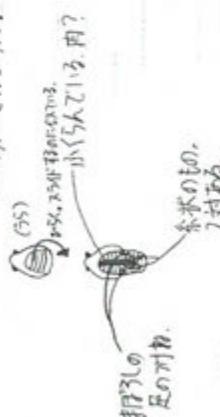


③ 尾筋 …… 非常に長く、いつもかくある(骨の尾長くさい)。



- ④ 脚 …… 三枚しか見うけられない。※  
→ かには四枚わかる。  
→ 一枚であります。  
→ 七枚が一  
もがけでいろ
- ⑤ 尾筋 …… ウニカラヤウカく来るかと見るときほど伸びている。  
→ がんこいからい人か。  
→ 比較不可能
- ⑥ 目 …… 脚全体よりも大きい。  
→ かにではワヒに人で。  
(全てビは大きい。  
大きい。)
2. 行動
- ① 行動 …… 主に表しろで進む。  
→ かには極めて速む。  
横に動かねども、筋肉で走ります。
- ② 行動 …… ひろにかかるほどで、くいあうする。
- ③ 行動 …… 出でたり。

- 3.その他
- ①生息地---ダイオールの石の下
- ②腹(皮肉)---見一体型のいわむだが実けがうけなかひ。



(説明) 中心に黒いミズのハナはくが見らる。

“小さな脚らしい足のついたかぶついたから  
小さな足が背(せき)まで伸びとびだつて  
いい。だが、動かす後(ご)ろ止(と)まつた。  
ミズの脚(あし)のところ、後(ご)の足(あし)  
と見らる。

→カニでは以上のようござまい。

- ③自刺 --- 本確認に終わった。

〈参考〉 3の②でかね、開く腹(皮肉)に、2枚の糸状のものが、  
私が出したドカリの腹部(へき)に、かどいたものがある。それは  
ドカリが貝をつかえるのに使われている。がちくイソ  
カニダンの糸状のじりる、ヤドカリ退化したものと思う。

自動にかがれ、調節できるとかどうだ。

〈反省・危地〉思たば界(イカニダン)をやへかられておしかた。見かけ  
くめた大爆発、アリがこう  
ひこうブルースに研究がすめで、よからなと見る。  
ドカリでも少し調(ひら)べてから気がかかる。  
腹(皮肉)が離れたのに付着(つけしやく)したとして、カニほど  
ドカリの仲間だわ。とスッキリ見た。

現地は暑くて、カクめた。

（説明） 体表に黒いミズのハナはくが見らる。

（説明） 本確認に終わった。

#### IV. 実際にみた動物

本実習を実施するにあたって、約2年間、数回の予備調査を行った。その時、筆者らが実習地で確認できた種類がある。これについては、研究集録第24集に「加太産動植物種名表」として掲載した。今回は、このうちの動物について、実際に実習地で生徒達がどの程度確認できたかをアンケートによってまとめてみた。(表2) 調査したのは、1988年と1989年である。なお、表中の数値は、百分率で表した。

結果から、次のようなことが考えられる。いずれかの年度で、8割以上の生徒達が確認できた動物名をあげると、ダイダイイソカイメン、ヨロイイソギンチャク、ヒザラガイ、アメフラシ、タマキビガイ、イワフジツボ、クロフジツボ、フナムシ、ヒライソガニ、ヤドカリ、ヒトデである。実習に行くまでの事前指導では、標本、スライド、図鑑等ができるだけ名前とその特徴を覚えるよう指導しているが、その中でもこれらの仲間が特に印象に残っていたものと思われる。また、これらの動物は比較的大型でありかつ個体数も多いこともあげられる。反面、両年度ともかなり低い割合のものが多い。これらの動物は、個体数も少なく、かつ、石の裏等に生息していて見つけにくいこともあるだろう。いずれにしても、実習地での活動は大体2時間半程度であるため十分な観察はできなかったものと思われる。

#### V. おわりに

過去11回の実習を実施したが、毎回反省の連続である。「はじめに」の所でも述べたが、本実習は中学校1年で学習する「動物の種類とつくり」のまとめとして実施しているため、すでにこの時点から準備が始まっていることになる。しかし、いろいろな学校行事等の関係で十分な授業を展開できないこともあり、また指導者の力量不足も大きな支障になっていることも事実である。

ところで、本実習を体験して卒業していった人たちにとって、その後の生活にどのような意味を持つに至っているかについて考えことがある。動物達の「生きざま」を観察し、手に触れたときの感触を通して、少しでも自然に対する見方、考え方へ役立っておれば幸いである。

最後に、このように長きに渡って続けて来られたのは、中学校・高等学校の理科の先生方と助手の方の御協力、さらに本校の先生方のご理解のおかげであると思っております。この場を借りて、お礼申し上げます。

#### 参考文献

大仲政憲・濱谷 嶽：生物教材としての野外実習（予報）——観察—— 大阪教育大学教育学部附属天王寺中・高等学校 研究集録 第24集（1981年度）

表2 (数値は百分率)

動物名	1988年	1989年	動物名	1988年	1989年
<b>海綿動物門</b>			ヨメガカサガイ	8	3
クロイソカイメン	74	78	マツバガイ	17	14
ダイダイイソカイメン	97	93	ウノアシガイ	10	19
<b>腔腸動物門</b>			イシダタミガイ	25	35
アカクラゲ	1	0	コシダカガンガラ	4	0
ミズクラゲ	10	5	パテイラ	0	4
ウメボシイソギンチャク	26	12	オオヘビガイ	29	59
ミドリイソギンチャク	54	62	ゴマフニナ	1	0
ヨロイイソギンチャク	92	89	ウミニナ	58	45
タテジマイソギンチャク	74	75	レイシガイ	0	4
<b>扁形動物門</b>			イボニシ	18	8
イイジマヒラムシ	6	17	カリガネエガイ	7	6
ツノヒラムシ	5	9	マダコ	0	39
<b>紐形動物門</b>			<b>節足動物門</b>		
ミドリヒモムシ	1	0	カメノテ	67	62
<b>環形動物門</b>			エボシガイ	4	5
ゴカイ	9	17	イワフジツボ	96	91
ウロコムシの一種	2	2	アカフジツボ	17	19
ミズヒキゴカイ	0	13	クロフジツボ	88	86
<b>軟体動物門</b>			フナムシ	97	100
ババガセ	16	39	トビムシの一種	8	6
ヒザラガイ	96	87	ワレカラの一種	6	6
ニシキヒザラガイ	41	36	タイワンガザミ	0	3
ケハダヒザラガイ	40	42	ヒライソガニ	77	81
ホソウスヒザラガイ	0	0	ヨツハモガニ	12	22
ブドウガイ	12	28	イソカニダマシ	8	40
アメフラシ	98	100	ヤドカリの一種	87	89
アオウミウシ	6	10	<b>棘皮動物門</b>		
ヤマトウミウシ	53	31	クモヒトデ	10	13
クロシタナシウミウシ	6	7	ヤツデヒトデ	76	33
アラレタマキビガイ	36	34	ヒトデ	81	81
イボタマキビガイ	34	30	イトマキヒトデ	41	41
タマキビガイ	80	73	ムラサキウニ	43	68
トコブシ	2	2	コシダカウニ	3	1
スカシガイ	0	3	バフンウニ	72	68
ベッコウザラガイ	7	6	マナマコ	4	31

# 光の進路が見えるプリズム、レンズの作製と授業への活用

武田和生

## 1. 始めに

今回発表された新指導要領（平成5年度より実施）によれば、光の反射、屈折を中心で指導することとなった。以前中学校、高等学校でも幾何光学が扱われていた時期があった。その際には、演示実験としては、平行光束光源を用いて行うものがあり、生徒実験では虫ピンを用い、ピンが一直線に重なって見えるようにして光の進路を決める方法があった。（註1）そして、そのための実験器具は現在も市販されている。しかし、この光源装置では、細い平行光束ビームは得にくく、水中やガラス中では光の道筋が見えないということが問題点であった。そのため、光の一部がうしろの壁に当るようにするという方法が用いられている。また、この光源ではチングル現象を利用しても光の進路がぼーっとして鮮やかでない。最近高等学校ではかなり普及しているHe-Neレーザーを用いるとチングル現象が鮮明になり、屈折の様子がはっきりと観察される。光の進路がはっきり見えるプリズムは市販されているが、自作すれば好きな大きさ、形のものが作れるし、アクリル板であれば、切断、接着も容易である。それにも増して作る夢があり、生徒もより親しみを持ってくれるようである。

（註1）

この虫ピンを用いる方法は、光は目にはいって初めて見えるんだということや、光線逆進の原理を身をもって感じ、納得するのに良い実験であり、是非、生徒達に直接行わせたい実験である。

## 2. 水槽、プリズムなどの製作

厚さ3mmのアクリル板（商品デラグラスA一旭化成）を市販のプラスチックカッターで切り、目の細かいサンドペーパーで切り口が水平になるように磨き、アクリル接着液で接着することである。レンズの場合は、塩化ビニル板を用いる方がよい。

内部に入れる液体については、いろいろ実験してみた結果、グリセリンの屈折率が1.4730でガラスの屈折率に近い値を持ち、チングル現象を生じさせる物質として用いるゼラチンも簡単に溶けるので都合がよい。ゼラチンは、直接ではグリセリンに溶けにくいので、一度水に溶かしてからグリセリンと混ぜるのが良い。グリセリンは水とはどんな割合でも混ざる。（註2）

（註2）ゼラチンは冷水には溶けにくいが、温水には良く溶ける。

### 3. 授業への活用

#### (1) 全反射

光は、媒質の境界面に入射するとき、一部は反射し、一部は屈折する。例えば光が水中から空気中に進む場合のように、光が絶対屈折率の大きい物質から絶対屈折率の小さい物質に進むとき「全反射」がおこる。この「全反射」の現象を「入射角の増加に伴う屈折角の変化、臨界角近くから臨界角へ、さらに大きい入射角への変化に伴う屈折角の変化、全反射」…というように、動的にとらえさせたい。特に臨界角前後における屈折光から反射光のみ（全反射）に変化する過程を十分に観察し、納得させたい。そのためには平行光であるレーザー光を用いるのが最も効果的である。

##### ① 水槽を用いた全反射の演示実験

図1に示すように、レーザー光源、反射鏡、水槽を準備する。水槽には水を入れゼラチンを溶かす。約0.2%くらいが適当である。2%くらいになると固まってしまうので注意を要する。また、夏場だと2、3日で腐敗するので授業後処理りすることを忘れてはいけない。

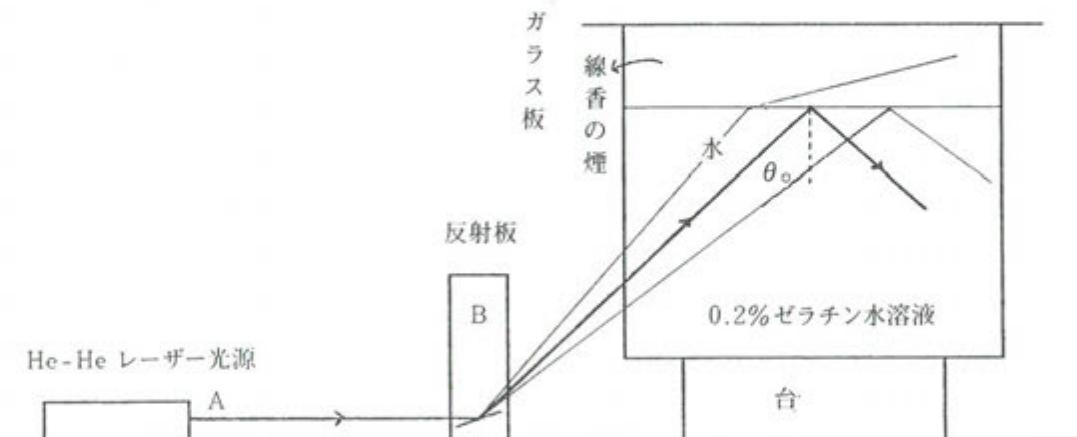


図1 全反射の演示実験

図1でAはレーザー光源、Bは反射鏡である。  
反射鏡Bは図2に示すように、市販されている36mm VERNIER DIAL の回軸に小さく切った鏡を張りつけたもので、つまみを回すことによって鏡を少しづつ回転させることができる。  
水槽内の水の上の部分には、線香の煙をいれて蓋をすれば10分や20分くらいは十分に効力を持続できる。



図2

## ② 直角2等辺プリズムを用いた全反射の演示実験

図3のように自作プリズムをセットする。光がプリズムの鏡界面で全反射して進む様子—光の進路—が鮮やかに観察でき生徒は感動する。演示実験としては非常に効果的である。

全反射の際の、像の上下、左右の入れ替わりについては、透明な方解石を用いて、その複屈折を利用すればよい。ただ、この場合よほど大きい結晶を用いないと2本の光線の間隔が狭くなり、演示実験としては物足りない。

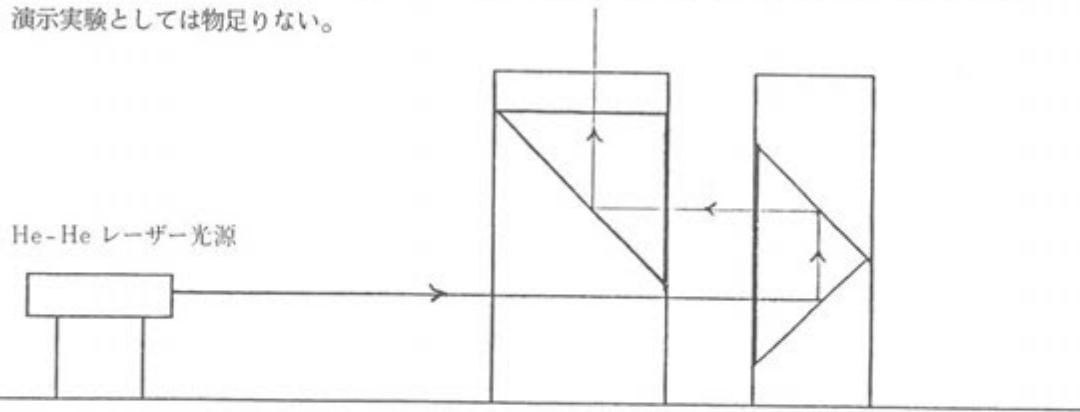


図3 全反射プリズムの実験

### (2) 臨界角と屈折率

上記水槽を用いて臨界角を測定すると、液体の屈折率を求めることができる。

液体の屈折率を  $n$ 、臨界角を  $\theta_c$  とすると、 $n = 1 / \sin \theta_c$  より  $n$  を求めることができる。

測定の結果0.2%ゼラチン水溶液の場合、臨界角は  $\theta_c = 42.0^\circ$  となり、 $n = 1.50$  が得られる。

同様にして、ゼラチンのグリセリン溶液の場合には、 $\theta_c = 49.0^\circ$  から、 $n = 1.33$  が得られる。

### (3) プリズムのふれの角と屈折率

頂角  $\alpha$  のプリズムにレーザー光の入

射角を変化させ、入射角に対するふれ  
の角の変化を観察させることができる。

図4で、一般にはAには線香の煙を、  
Bにはゼラチンを溶かした水またはグ  
リセリンを入れるが、A、Bに入れる  
物質を入れ替えることもできる。

また、入射角を変化させて、ふれの  
角が最小になるようにする。ふれの角が  
最小になったときプリズムに入射する光  
と屈折して出る光は対称になっている。

最小のふれの角を  $\delta_m$  とするとプリズムの屈折率  $n$  は、次式で与えられる。

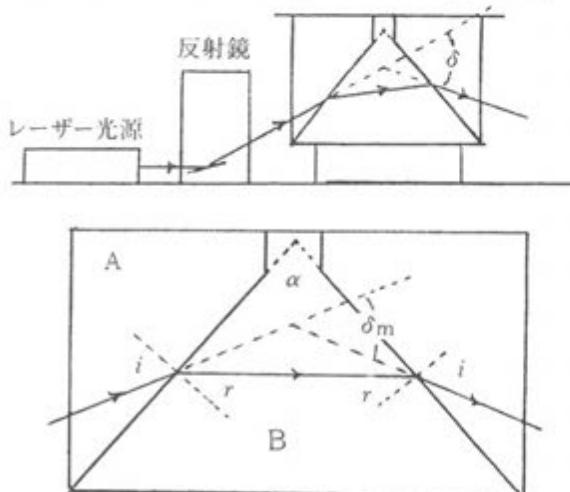


図4 ふれの角

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin \frac{1}{2}(\alpha + \delta_m)}{\sin \frac{\alpha}{2}}$$

最小のふれの角を測定する実験をするためには、ブリズムの頂角  $\alpha$  は  $70^\circ \sim 80^\circ$  程度にする必要がある。レーザー光の反射板への入射角が大きくなりすぎると、うまく反射しなくなるからである。

#### (4) レンズによる屈折の様子の観察

凸レンズや凹レンズの性質や働きについては、実験も容易だし、日常使っている光学器械などを通して、生徒も良く理解している。(註3)しかし、「これらの性質や働きが近軸光について成り立つ関係であることや、レンズを作っている物質と外部のレンズに接触している物質との相対屈折率に基づくものである。」ということは理解していないし、実験して見せるのにも適当なレンズもない。こんな事からいろいろなレンズを自作してみた。

(註3)中学校新学習指導要領によれば、光と音(イ)凸レンズの働きについての実験を行い、物体の位置と像の位置及び像の大きさの関係を見いだすこと。とある。

上記のことは、中学校では無理であるが、高等学校物理の「波動」のところで、是非扱いたいものである。

図5で

- ① Aに線香の煙を、Bにはゼラチンを溶かした水またはグリセリンを入れる。
  - ② Aに水を、Bにグリセリンをいれる。
  - ③ Aに水またはグリセリンを、Bには線香の煙を入れる。
- などいろいろな方法がある。
- ①、②は、凸レンズの働き、③は、凹レンズの働きである。

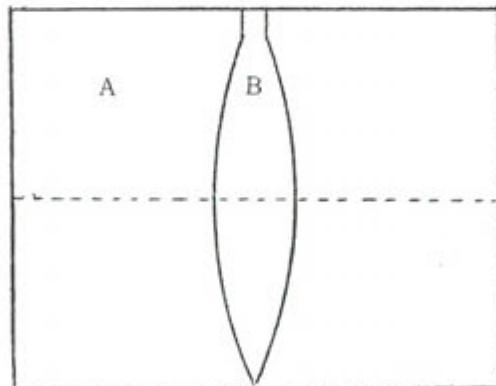


図 5

#### 4. 終わりに

昨年11月本校の教育研究会で、「身辺な事物・現象に目を向けた物理の指導」という主題で、「光」を教材として、授業、研究発表等を行った。本校では、毎回中・高同一教材で、「研究授業」を行っている。中学校の現教育課程では、「光」の分野がなく、新過程に沿ったかたちで扱ってみた。……以上が、光の進路が見えるブリズム等の作製を試みたきっかけである。中1で実際に授業をしてみて、まずまずの成果であったように思う。レーザー光を二つに分ける方法として透明方解石を使用したがこの方法では、本文中にも述べたように、2本の光線の幅が狭く、半透明板を用いて同じ程度の2本の光線に分ける方法を工夫してみたい。

# コミュニケーションを中心においた授業実践

つる おか しげ お  
鶴岡重雄

## 1.はじめに

附属天王寺中学校に来て、いろいろ戸惑いながら授業を進めてきた。とにかく楽しい授業、よく分かる授業、よく活動できる授業を目指してやってきた。私自身まだまだ勉強不足で充分に指導できなかったことも多々あり、大いに反省すると共にこれから糧にしていきたいと思う。

さて、楽しい授業とは果してなんだろうか。生徒はどのようなときに授業を楽しいと感じるのだろうか。私が以前本校の生徒を対象にして行ったアンケートによると、英語を聞く力と英語を話す力を伸ばしたいと答えた生徒の数は英語を書く力や英語を読む力を伸ばしたいと答えた生徒の数をはるかに上回った。つまり生徒が英語の授業に要求していることは英語を聞き、話す力つまりコミュニケーションの能力に他ならないのである。それではその力をつけてやれば生徒にとっては楽しい授業になるのではないだろうか。もちろん生徒が要求しているものだけを選んで与えるというのは良くないかもしれないが、自分以外の人と、もっと特定すれば外国人とコミュニケーションができるということはこれからますます必要になることが予想される。以上のような事を中心に考えて進めてきた私の授業実践例のいくつかを以下に記すこととする。

## 2.対象生徒

大阪教育大学教育学部附属天王寺中学校 42期生 2年生 4クラス (161名)

毎週4回の授業 (うち1回は統基礎英語の暗唱テスト)

## 3.実践例

### (1) 歌

授業の初めのウォーミングアップとしてこれまで何曲か一緒に歌ってきた。使った曲はビートルズの All My Loving, Yesterday, サウンド・オブ・ミュージック より Do-Re-Mi, Edelweiss, そして You Are My Sunshine 等である。どの歌も比較的歌い易いものであった。歌の種類としてはあまりゆっくりとしたテンポのものよりもある程度アップテンポの歌の方がウォーミングアップとしての役割は果たせるように思う。また歌とは少し異なるが、ジャズ・チャンツも何回かウォーミングアップに利用した。これもテンポよく口を動かさないとついて行けないので、授業の初めに生徒を英語の世界の中に引き込むにはよい教材である。歌もジャズ・チャンツも生徒は非常に興味を持ち、楽しく歌っていた。自ら声を出し、表現をすることが楽しさにつながっているのだと思う。

歌の導入の際には英語の歌詞と日本語の対訳を与えた。未習の語彙や文法事項があってもいっさい説明をせず、歌う楽しさのみを追求した。歌の内容がまったく分からぬのも困るが、あまり難しい単語や文法に捕らわれてうまく歌えなかったりしてはウォーミングアップとしての役目を果たさず、本末転倒である。

## (2) ゲーム

ゲームは他の多くの先生方にも数多く実践されており、英語を楽しく学ぶためには欠かせないもの一つである。私が行ったものをあげると、インタビューゲーム、スピードアップゲーム、動物の鳴き声当てゲーム、英語のラジオ番組を聞いてどんな番組が当てるゲーム、クロスワードパズル等である。

### A. インタビューゲーム

コミュニケーションの第一歩である。お互いに知らないことを尋ね合い、そのインフォメーションギャップを埋める。インタビューさせる内容が非常に大切である。初めから分かりきったことを聞かせていたのではインフォメーションギャップも無くつまらないものになってしまう。よく用いた形はペアどうしてお互いに違う与えられた質問事項について尋ね合うというものである。質問した項目についてはメモとして自分で用紙に書いたり、相手に書いてもらったりして残るようにしておき、後に行う Q&A 等に使わせた。グループやクラス全体でもできると思うが、私がクラス全体でさせたインタビューゲームは自己紹介の時ぐらいである。

### B. スピードアップゲーム

同じ発音を持つ単語を 3 つまたは 4 つを 1 組にして 10 組から 15 組くらい集める。初めはその単語の発音練習をし、全員が発音できるようになった段階で生徒を全員起立させ、早く読む競争をさせる。早く終ったものから座らせていくと生徒は早く座ろうとして必死に読みの練習をする。2 回、3 回と繰り返して自分のタイムを縮めていくのも良い方法である。大体の生徒は 2 回目にはタイムが速くなった。ただ初めの段階で発音の善し悪しをチェックしておかないと後で読むのは速いがあまり発音は良くないという生徒も出て来る可能性がある。定期的に取り入れてウォーミングアップとしても使えるだろう。

### C. 動物の鳴き声当てゲーム

動物の鳴き声が英語と日本語とで違いがあると言うのは興味深いことである。このゲームを通じて動物の名前と鳴き声を導入した。以外と難しいのが horse の neigh, sheep の baaa, pig の oink-oink である。多くの生徒は sheep が neigh と鳴くと思っていたようだ。擬音語や擬声語はアニメーションや漫画の世代である現代の生徒には非常に身近なことであるのに意外に取り入れられていない分野があるので、これからもっと工夫を加えて増やしていく必要があると思う。

### D. 英語のラジオ番組を聞いてどんな番組か当てるゲーム

テープで予め録音してある、英語の天気予報、ジュースのコマーシャル、ディスクジョッキーを聞かせどんな単語が聞こえたか、どんなことを言っていたか答えさせる。もちろんテープは非常に速く全部を聞き取ることは不可能である。従ってチャレンジコーナーとしてこのゲームを行い、いずれは言っていることがすべてわかるようになるとはげましの材料としても使った。生徒はジュースのコマーシャルに興味を示していた。

#### E. クロスワードパズル

これもよく行われている英語のゲームの一つであるが、私は一度教科書に出てきた単語だけを使って自分でクロスワードパズルを作った。これはなかなか好評で、生徒も喜んで解いていたようだ。だが作成するのは難しく非常に時間がかかる。場合によっては生徒に作らせても良いだろう。うまく利用すれば単語テストの代わりにもなるし、生徒も喜んで単語を覚えるように思う。

### (3) コミュニケーション活動

#### A. ペア・ワーク

コミュニケーション活動の中心はこのペア・ワークにおいてきた。教室に縦5列の座席があり、生徒はとなり同士でペア・ワークを行う。廊下側の一列だけ隣どうしてできないので前後のペアを行った。ただ隣どうしですると座席が離れているためにさっと活動に移りにくい面がある。5列とも前後でペアーアークを行っても良いであろう。この方が生徒は後ろに振り返るだけでよいので楽に活動に移れる。また生徒数が奇数のクラスでは生徒が一人余るため、私がペアの相手をしたり、3人で組ませてやらせた。が、いずれにしても一人余って活動ができなかったり、教師が全体を見れなかったりで具合が悪かった。

##### ア) Talk and Listen

コミュニケーション活動で良く使われる方法である。私も何度かこの方法をやってみたがうまくいかなかったこととして、(1)生徒が相手の台詞を聞かずに自分の台詞だけをどんどん読むだけに終ってしまう。(2)相手の方を見ずに自分のカードを読むだけでコミュニケーションにならない。最初の段階で上の2つは必ず注意するのだが、何度も注意してもなかなかうまくいかなかった。Talk and Listen の内容の面で工夫して生徒が相手の答えを聞きたいと思うような教材を考えねばならないであろう。

##### イ) Cued Dialogue

Talk and Listen の次の段階で利用されるペア・ワークであるが、これも数回試みた。新教材の導入、Model Dialogue, Talk and Listenの段階で良く定着させておかないとCued Dialogueでうまく進まない。つまつて言えなかったり、Model Dialogueを見直したりということが起こる。カードには状況を説明して何を言うか指示しているのだが、生徒の中には状況の説明文がうまく把握できず、「日本語の説明文でなく和訳を書いて欲しい。」と言うものもいた。状況の説明に不十分な

点があったのではと反省している。

#### B. グループ・ワーク

今年度はコミュニケーション活動としてのグループ活動は余りできなかった。わずかに自己紹介のインタビューゲームのような形で不特定多数の友人に質問してまわるというようなものと4、5人のグループで行った総合わせゲームだけであった。グループで活動させる場合の問題点は、(1)大勢で話をしているとつい話が盛り上がり英語で対応できなくなり日本語で話してしまう。(2)グループの中には必ず英語の得意な生徒と苦手な生徒があり、苦手な生徒は得意な生徒の前でははずかしがったり、遠慮したりしてあまり練習にならない。得意な生徒が苦手な生徒をうまくリードしてくれれば良いが、実際には得意な生徒も苦手な生徒に引っ張られて日本語で話をしてしまうことが多い。

#### (4) Writing の活動

書くことも文字で自分の考えを伝えるという意味では立派なコミュニケーション活動である。ただ与えられた日本語を英語に直すという機械的な作業ではコミュニケーション活動にはならない。今年度は機会あるごとにできるだけいろいろ自由英作文に近いものを書かせてきた。反省する点も多々ある。余り自由に書かせるため生徒が何から書き始めたら良いのかわからなかったり、あれこれと書くことを制約したために自由英作文にならなかったりした。書かせっぱなしで満足に添削できなかったものもあったが、数多く欠かせることで次第に書くことに抵抗がなくなるのは確かであるように思う。

#### A. 過去と現在

過去形を導入したところで、過去と現在とで変化したものを表現しよう、という形で自由に書かせてみた。後に日本語の説明もつけさせた。中には動詞のところは正しく書かれているが、他の細かいところでいくつか間違っている生徒もいた。しかしどの生徒も積極的に表現していたように思う。以下に生徒の作品をいくつかあげてみる。

- 1) I was hungry an hour ago. I am full now. (5時間目です。)
- 2) We were not friends last month. We are friends now. (クラス替えがあった。)
- 3) I was rich yesterday. I am poor today. (お金の使いすぎ。)
- 4) You were pretty last year. You are beautiful now. (成長したから。)

#### B. 昔話を英語に直す

かぐや姫の話を8枚の絵にしてその絵に合うように英語をつけさせていった。かぐや姫の話は誰でも知っているので特に日本語を与えなかったがどの生徒も余り戸惑うこととなかった。ただし過去形、過去進行形の導入直後であり文法の間違いは数多くてきた。以下に生徒の作った英文で間違いを含むものをいくつかそのままの文であげてみる。

- 1) *Long long ago, There were old man and old woman in the country.

- 2) * They were want baby.
- 3) * He was find pretty baby in the bamboo.
- 4) * He was take the baby home.
- 5) * They geve food baby.
- 6) * Long long ago. There were old man and old woman. They lived country.

こうしてあげてみると be 動詞の過去形をすでに導入し、一般動詞の過去形、過去進行形を次に学ぶときのつまづきのポイントがはっきり現われた。be 動詞の過去形と一般動詞の原形を合わせて動詞の過去形としているものが多くみられた。特に動詞の過去形の導入では -ed をつけることを強調して練習も数多くしたつもりであったがまだ不足していたのであろう。書かせた物語の訂正には間違った英文の例をいくつかピックアップしてプリントにして配布し、生徒自身に訂正させてみた。時間を与えて訂正させ、数人を指名し黒板に書かせて直すところがあれば更に訂正をした。この方法で大方の主な間違いはほぼ訂正できたが、生徒は冠詞や単数・複数など細かいところまでは気が付かず、こちらで注意して直させた。

### C. 英詩を書かせる

英詞を書かせるといつてもその前の段階で詩の書き方を特に指導したわけでもなく、題材が見つかからずうまく書けなかった生徒も何人か見られた。導入としては中学生が作った英詩を2、3紹介し、私が自分で書いた詩を提示した。書き方としては、自分で使える簡単な英語で短い詩を書くように指導した。まず題材を(1)自然、(2)身の回りのもの(3)動・植物から選ぶようにして書かせた。良くできる生徒の中にはいくつか文法的な誤りはあるもののすばらしい詩を書くものがおり、私自身非常に感銘を受けた。訂正是余りせずに友達の書いた詩を鑑賞できるように回し読みをすることにした。読んだ後で感想やコメントがあれば余白にメモするようにさせたが、これがあまり良くなかった。詩の中には内容の薄いものやよく分からぬるものもあり、コメントの中にはただ「良かった。」とだけ書いたものや作者を傷つけるようなコメントも出てきた。良くできている作品をみんなで鑑賞する目的であったが、冷やかしのコメントをみんなで回し読みするようになってしまった。もっと積極的に評価するように指導する必要があった。以下に生徒の作品を紹介する。

Tomorrow	My bag
Yesterday was very fun.	My bag is dirty.
Yesteday was the best.	My bag is old.
I enjoyed yesterday.	I don't like my bag.
But today will be more interesting than yesterday.	but he looks like my self. Why?
and tomorrow will be more intereting than today.	I don't Know. but he looks like my self. (中2男子)

I enjoy npw very much. (中2女子)

### Cat

When I was born, We had a cat.

I hit and kicked the cat when I was baby.

When I was three years old, I loved the cat.

But..... the cat run away.

And,

When I was five years old, the cat died...

I'm sorry I hit you! I'm sorry I kick you!!

But, You aren't back to me again.

Now, I'm fourteen years old.

I still learn the cat very much. (中2男子)

### Sea

The sea is very beautiful.

The sea is large and blue.

The spring sea is calm.

The summer sea is dynamic.

The fall sea is lonely.

The winter sea is rough.

The sea have many appearances

So, each time we see the sea he shows diffarent  
faces.

The sea alway moves lively.

The sea is living!! (中2女子)

(※すべて原文のまま)

### D. 絵を見てその風景を英語で表現する

比較級・最上級のまとめの段階で行った。公園の風景の絵を見て比較級・最上級を使って説明するよう指示した。もちろん他の表現も必要に応じて使わせた。比較級・最上級の表現はほぼ間違いなく使われていた。この方法は他の文法事項でも応用でき、その項目にあった絵を用意すれば、よい writing の練習になるであろう。

## E. 遠足の感想文

自習の課題として課したため生徒が書いているときには助言したり教えたりすることはできなかった。やはり簡単な英語でたくさん書くように指示した。書くことが思い浮かばない生徒もいるかと思い、書く内容の項目をいくつか挙げてその項目に沿って書けばだいたい書けるようにしておいた。必要と思われる単語はいくつかプリントにまとめ、辞書の使用を認めた。項目を挙げておいたためにかえって生徒はそれにこだわってしまい、まったくの和文英訳ではないが内容の似通った感想文になってしまった。

## F. 漫画

2学期の期末試験後に続基礎英語で連載されている漫画の吹き出しを英語で書かせてみた。4種類の4コマ漫画を与えそのうちの2つを選んで提出させてみた。英語の力に加えてアイデアがうまく浮かばないとよい作品はできないので、生徒は皆苦労していたようだ。1時間内にできなかった生徒は宿題として家でアイデアを絞り、次の時間に提出させた。中にはうまく書けずに Hello. Good-by. だけで終わってしまうものもあったが、数人の生徒は非常によい作品を作っていた。

以下に課題にした漫画と生徒作品を紹介する。

Title : Where is he?

スキーにやってきたとら丸くん(Toramaru)たち。

A : Let's ski!

ゲレンデではりきっています。ところが突然、とら

B : I can ski very fast.

丸くんの姿が消えてしまいました。そのとき、とら

C : How fast he ski! I don't see him.

ら(Torara)ちゃんたちは…。

Where is he?

D : I'm here. You were too late,

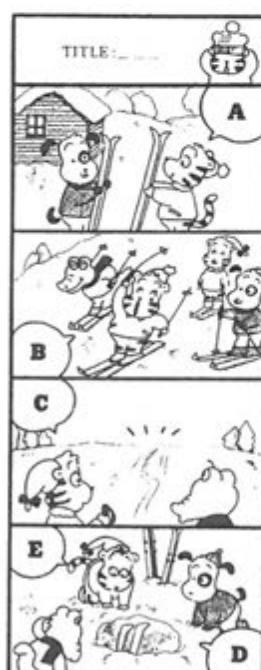
and I was waiting here.

E : How strange!

(中2女子)

Title : Winter Sleep

A : Hi, Hot. Did you have a good sleep?



B : Well, let's go!

C : Oh, dear! Were, s Toramaru?

D : .....

E : Oh, Toramaru is hibernant? I didn't know!

(中2男子)

Title : To South America

A : Let's go to South America!

B : Follow me.

C : Will we really arrive South America,  
Toramaru?

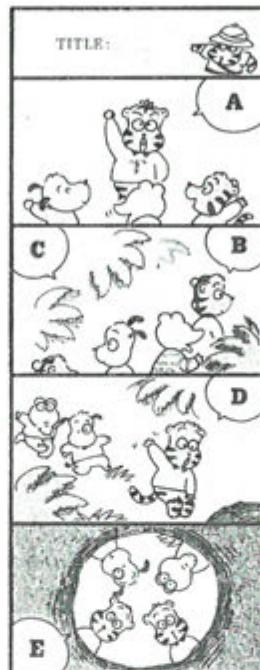
D : Come here, everybody!

E : You want to say "This hole leads to  
South America," don't you?

(中2男子)

(※すべて原文そのまま)

とら丸くん(Toramaru)がとらちゃん(Torara)、  
ワニくん(Wani)、ホットくん(Hot)を引き連れて、  
探検でかけるようです。ジャングルらしきところ  
を通って、とら丸くんが見つけたものは……。



#### G. Christmas Card

2学期最後の授業時にクリスマスカードを作らせた。1年生の時には担任の先生宛に書いたようなので、今回は誰に書いててもよいからいろいろ工夫して楽しいカードにするように指示した。カードに書く内容としてはクリスマスや新年の挨拶、新年の抱負や決意などを書かせた。新年の抱負や決意を英語でたくさん書いてカードにしている生徒もいたが、多くの生徒は楽しいカードを作ることに一生懸命になっていた。非常に工夫されたカードも数多くあった。この授業の前にクリスマスについてのプリントを配布したのだが、あまり時間をとって話すことができなかったのが残念である。できればクリスマスカードの歴史、キリスト教、教会、宗教なども調べたり、外国の中学生宛にカードを送ったりしたらより良かった。

#### (5) 続基礎英語の暗唱

週4回の授業のうち1回を続基礎英語の対話文の暗唱に当てた。生徒は前もって家で暗唱をし、授業で更に定着させ、1時間で全員の暗唱のテストをする。暗唱はどの生徒もだいたい良く覚えてきていた。4月の時点と比較すると9か月たった12月では暗唱力も段違いである。1回に覚える量はわずかであるが、繰り返しと積み重ねの努力は着実に力をつけている。また毎日ラジオを聞き、

学習記録用紙にその日に学習したことをまとめるので、学習記録を毎週欠かさず提出している生徒は見たり聞いたりして分かる単語の量はとても増えたように思う。ただ残念なことは友達が前で暗唱している時にしっかり聞いて自分の役に立てるということがあまりできていないことである。「良く聞きなさい。」と注意するだけでなく、生徒が聞きたくなるような工夫をする必要があるだろう。今年度はその点うまく指導できなかった。

#### (6) Mr. Vincent との Team Teaching

1学期のなかばに Mr. Vincent と Team Teaching を試みた。内容はよく取りあげられるものだが、道案内をした。生徒は普段あまり接することのない外国人が授業をしに来るということにとても興味を示した。何でもかんでも外国人が教える必要もないと思うが、動機付けという面で日本語の通じない人と英語でコミュニケーションができたということは非常に大きなメリットがある。(Mr. Vincent は本当は日本語がとても達者である。) 私も機会があればまたやってみたいし、生徒もそれを待ち望んでいるようである。

#### (7) 英語暗唱大会

9月21日に行われた。2年生の暗唱は教科書の物語と自分で考えたその物語の続きである。物語の続きは夏休みの宿題として8日10日までに提出させ、9月の始業式には添削して返却した。前もって暗唱大会の題材になるということを示していたのだが、うまく話を展開させ意欲的にたくさん書いてきた生徒も多かった。最低の条件として5文以上として、あまりにも内容の薄いものは書き直させた。暗唱の指導としては2学期に入ってから教科書の本文の方を中心に choral reading, read and look up, cue を出してその後を続けて読ませたりした。これらの練習で教科書の本文の方は全員良く暗唱できたのだが、オリジナルの方の暗唱に余り時間が書けられなかった。また時間を授業中に取ったとしても全員の作品が違うのだから一斉に指導するのは難しく、何人かを個人指導するしかなかったであろう。以下にプール学院の女子中学生対象の暗唱大会に選ばれた生徒の作品を紹介する。前半は教科書の本文、後半は生徒の創作文である。

Bill Green had a girl friend. He loved her very much. She had deep blue eyes. "I'm going to marry her," he said to his friends. But one day a car hit her, and she died. "I'm not going to marry anyone," he said to himself. Every day he worked at his store from nine to six. He had dinner by himself and then went home.

Five years passed. One day a little girl came into Bill's store. Her eyes were deep blue. "Hello," said the girl. "I want that blouse in the window." "O.K.," said Bill. "Are you going to buy it for your mother?" "No," said the girl. "My mother died last year. I'm going to give it to my big sister. Tomorrow is her birthday."

The girl took all the coins out of her pocket. "This is all my money," she said. "Two dollars and seventy-five cents." The blouse was thirty-nine dollars. But the girl didn't see the price. "Is that enough?" asked the girl. "Well,...yes, of course it's all right," said Bill. The girl looked very happy.

It was about six o'clock the next day. When Bill was going to close his store, a young woman rushed in. She had large blue eyes. She showed a blouse to Bill and said, "My little sister Mary bought this blouse here. How did she pay for it? Perhaps she had only a dollar or two." "She paid all her money," said Bill. "That touched my heart. That was enough for me."

A few days later, Mary and her sister Helen invited Bill to dinner. Helen looked very beautiful in her new blouse. Bill had a happy evening for the first time in five years. The next year on her birthday, Mary got a wonderful present---a new big brother. On that day her sister and Bill married, and he became a good brother to Mary.

(以上、開隆堂 Sunshine English Course 2, Lesson 3 の本文。以下は中2女子生徒作品)

From the next year, on her every birthday, Helen wore the blouse. Even after their baby with blue eyes was born, she wore the blouse. Many years have passed since they got married. Her sister Mary became twenty years old and now she was learning at a dressmaking school. One evening of Helen's birthday, Bill and Helen were talking about the blouse and the day when they met first. Mary happened to hear their story. And she realized the whole story about the blouse.

These days Mary knew that Helen looked sad in the blouse. Because it became old. Mary decided to make a blouse for her. On the next Helen's birthday she gave a new blouse of her own making to Helen as a birthday present. And with all her heart Mary said to Bill, "Thank you very much for that day."

#### (8) English Express

4月より English Express といういろいろな学習プリントを発行した。文法のまとめのプリント、ゲームのプリント、コミュニケーションに使うプリント、文化の説明のプリント等30種類くらい配布した。その時に必要なプリントを用意したわけだが、今から思えばもっと年間を通じて計画的、体系的に準備するべきだったと反省している。そうすれば生徒は1年間たった時点でEnglish Expressを見れば1年間どんな学習をしてきたかが分かるようになるであろう。プリントにはそれぞれ通し番号をつけたので整理には役だったと思う。

#### 4. おわりに

今から振り返ってみれば、もっといろいろ工夫できたとか、もっと時間をかけて教えるべきだったとか等の反省の連続であった。1学期の初めは生徒の顔と名前を覚えるだけで精一杯であった。計画を立てて授業の先を少し見通せるようになったのは2学期の後半になってからのように思う。その間生徒には大いに迷惑をかけたり、私の意とは反対に英語嫌いを作ってしまったのではないだろうか。またコミュニケーションは大切にしてきたつもりであるが、それがどれだけ生徒に伝わっていたかは不安である。練習であり、疑似体験であるが、日本語を母国語とする生徒どうしが英語でコミュニケーションをする不自然さもこれから解決していかなければならない課題である。1年間試行錯誤の連続であったが、この経験を活かして生徒と共に次の段階に成長していきたいと思う。

#### 参考文献

- 1 小川芳雄 他 (編) (1983) : 英語教授法辞典 (三省堂)
- 2 樋口忠彦 (編) (1989) : 英語楽習 (中教出版)
- 3 正慶岩雄 (1989) : たのしくわかる中学英語の授業 2年 (あゆみ出版)
- 4 大阪府科学教育センター (1987) : *Fresh Up English*



平成元年度 教科・個人研究テーマ観

国語科	音声表現領域の研究	
金藤行雄	音声表現領域の研究 「舞姫」指導の視点と展開 —主題をめぐって—	武田和生 中・高一貫教育における実験教材の再検討
河野文男	発表学習について	辻退一 物理実験の再検討 —中・高一貫教育における—
篠原修	古文の授業資料 (課題学習につなぐために)	柴山元彦 生活に密着した地学教材の開発
琢磨昌一	「三つの書(読書・辞書・楷書)」の実践と音声表現活動の試み	保健体育科 意欲的に取り組ませるための学習過程の工夫
中西一彦	音声表現に重点をおいた指導法の試み	浦久保寿彦 効果的な球技指導について (バレーボール)
中村英治	音声表現領域の研究—音読と朗読—	鎌田剛史 同上(ラグビー・バスケットボール)
平田達彦	音声表現領域の研究—音読と朗読—	田中 譲 同上(サッカー)
社会科	中・高社会科の学習内容の再検討	風間建夫 認識と実践の一一致を目指して
岩城一郎	仏教とキリスト教の取扱いについて	角保宏 意欲的に取り組ませるための評価の工夫について
白土芳人	近・現代史学習の実践 —日本史を中心に—	楠本久美子 体力と心身の相関についての調査研究
高木正喬	近代史教材の再構成 一世界史一	成田五穂子 同上
田原悠紀男	地理実習	音楽科 合唱と合奏
西田光男	近・現代史学習の実践	諸石孝文 変声期における合唱教材とその編曲(中) 合奏におけるシンセサイザーの活用(高)
場本功	経済学習の精選	美術科 教科構造の生成と学習内容の構想
数学科	教材の精選	武田 薫 教科構造の生成と学習内容の構想
乾東雄	文字および文字式の指導	技術家庭科 新指導要領の実施にむけて
大石明徳	パソコンを活用した問題解決学習 (モデリング)	上田 学 「情報処理」領域について
越智治躬	微積分の指導	藤村克子 「家庭生活」領域について
瀬尾祐貴	授業におけるコンピュータの利用	英語科 新指導要領を踏まえた授業の研究
西谷 泉	コンピュータを活用した数学教育	伊藤洋一 英文読解への様々なアプローチ
森裕一	図形教育と論証について	井畑公男 英文読解の研究
柳本哲	現実性をもつ課題の総合学習	金井友厚 ReadingにおけるCommunication活動の実践研究
横田稔良	微積分の指導	高橋一幸 Communicative Language Teachingの実践研究
理科	中・高の学習内容の検討	鶴岡重雄 暗唱とコミュニケーション活動を中心とした授業の実践研究
浅野浅春	物理及び地学教材の開発	富田大介 英語教育と諸外国語及び日本語
井野口弘治	中・高理科(化学分野)実験の工夫	東元邦夫 作文授業の研究 —基本動詞の習熟・運用
岡博昭	—金属の酸化の定量実験—	
櫻井寛		
大仲政憲	新指導要領を踏まえた生物教材	
濱谷巖	の中・高一貫性について	

## 研究集録 第32集

平成2年3月8日印刷  
平成2年3月10日発行

大阪市天王寺区南河堀町4-88  
編集発行者 大阪教育大学教育学部附属天王寺中学校  
大阪教育大学教育学部附属高等学校天王寺校舎

代表者 下 村 異

印刷所 イマノ印刷工芸社