

表紙：清水寺 古都京都の文化財として世界遺産に登録されている。

本堂は、ことわざ「清水の舞台から飛び降りる」で有名。



パスカル（1623～1662年）

「人間は考える葦である」などの名文句やパスカルの定理などの発見で知られる。

## No.8

編集・発行 啓林館東京本部

◎禁無断転載

〒113-0023 東京都文京区向丘2-3-10

Tel：03-3814-5183

Fax：03-3814-2159

<大阪本社>

〒543-0052 大阪市天王寺区大道4-3-25

Tel：06-6779-1531

<http://www.shinko-keirin.co.jp>

※本冊子は上記ホームページでもご覧いただけます。

印刷所：株式会社 光進・木野瀬印刷株式会社

教科書・指導書の訂正・修正箇所につきましては、Webページをご参照下さい。

2015年1月発行

理数教育の未来へ

# 理数啓林

R I S U K E I R I N

## 【巻頭特集】P1～

### 算数・数学を学ぶ理由

矢部 敏昭（鳥取大学副学長・附属図書館長）

#### 【学校を訪ねて】・・・P7～

新小国町小中高一貫教育の推進

～人間力、豊かな心とチャレンジ精神、国際感覚と郷土愛の育成～

長沼 誠（山形県小国町立小国小学校校長）

#### 【クロスコンセプト特集】・・・P9～

授業改善のポイント【算数数学編】～理由を説明する力を育む！～

宮崎樹夫（信州大学学術研究院教育学系教授）

各時代の教育思潮と算数・数学教科書～数理思想に基づく緑表紙に至る道～

塩野直道主任による緑表紙の編纂（1933年～1940年）

松宮哲夫（内蒙古師範大学客座教授）

#### 【教科フォーカス】・・・P15～

算数・数学編：学習意欲を高め主体的学習者をめざす教育内容の創造

入川義克（広島大学大学院教育学研究科准教授）

理科編：私たちは、ワクワクする楽しい授業がやりたい

生徒が協働して主体的に課題を解決しようとする学習の実践

尾畑 宏（栃木県大田原市立若草中学校教頭）

#### 【授業力をみがく】・・・P19～

算数編：算数の授業の中で（1）

家田晴行（東京家政大学教授）

数学編：授業づくりの基礎・基本 「授業の前の留意点」（その3）

小関照純（岐阜聖徳学園大学名誉教授）

小学校理科編：知識、アイデア、技能をフル活用して実験方法を考える

～「もののあたたまり方」と実験計画～

渡邊重義（熊本大学教育学部准教授）

中学校理科編：授業で使える導入事例（2）

畑中忠雄（元山梨大学教育人間科学部講師）

生活科編：生活科の授業・授業計画の考え方（その1）

中野真志（愛知教育大学生生活科教育講座教授）

#### 【地域の窓】・・・P29～

東大阪の子どもたちは東大阪が育てる ～まちづくりは人づくり 生きる力を育む～

杉山恵三（東大阪長栄寺郵便局長）

#### 【出版だより】・・・P31～

教科書表紙材料「紙クロス」を提供し続けて半世紀余り

君塚 明（ダイニック株式会社）

#### 【理数ブレイク】・・・P33～

小さくて多様な生命をダイナミックに実感するツール

～「Life is Small」プロジェクトから学ぶこと～

長澤友香（静岡科学館る・く・る館長）

啓林館



# 算数・数学を学ぶ理由



鳥取大学副学長，附属図書館長

矢部 敏昭 / やべ としあき

1955年生，千葉県出身。

東京都小学校教諭，お茶の水女子大学附属小学校教諭を経て，鳥取大学に勤務する。その間，1985年から1986年にかけて，米国インディアナ大学に留学する。Frank K.Lester, Jr 氏のもとで，数学教育学における問題解決学習の研究に従事する。現在までに，鳥取大学附属教育実践総合センター長をはじめ，附属中学校長，附属学校部長，地域学部長を務める。ここ二十年，年間20から30回に及ぶ講演講師を務める。日本数学教育学会理事，日本学術会議連携会員，鳥取県教育審議会会長等を務める。

アリストテレスは「すべての人間は生まれながらにして知ることを欲している」と言います。私たちは，知らないことを知るともっと知りたくなります。また，わからなかったことがわかるともっとわかりたくなります。さらに，考えられなかったことが考えられると，私たちはもっと考えたくなります。彼の言葉は真実に思えます。なぜなら，ひらがなを覚えたばかりの幼児が電車に乗ると，止まる駅ごとにうれしそうに「駅名を読む」光景を目にします。また，小学生が日常生活で「なぜ，なぜなの？」と大人に問う姿が，彼の言葉を物語っているのではないのでしょうか。

また，ガリレオ・ガリレイは“科学は数学の言葉で書かれている”と述べます。算数・数学の言語は数であり式です。加えて，算数・数学の学習で表す表やグラフも，そして考える過程で用いられる操作も算数・数学の言語であるとするならば，“世界は数理で語られる”と言えるかも知れません。

学ぶことや社会の一員として努めることは，常に人との関わりの中で行っていくものです。また，今の社会，そしてこれからの社会が求める人材は，人と一緒に何かを生み出せる人間です。学校で子どもたちが集団の中で学ぶ意義はここにあるのかも知れません。そして，これまで当たり前と思われてきた事柄がすべて疑われる今日の時代だからこそ，今，「知識」の出番なのではないのでしょうか。必要に応じて新たな知識を生み出せる人間が，これからの社会に必要なのでしょうか。

学ぶということは，いつの時代においても国や社会を支える究極の力です。そして，私たち一人ひとりが，個人として意味ある存在とする本質的な力でもあると考えます。特に，日本という国は人間の知識を最大の資源として発展してきたのです。このことは，現在においても将来においても変わらないでしょう。

# 1. 知識を創りだす仕方を学ぶために

## (1) 知れば知るほどに知りたくなる

数や式は、私たちに何も語りません。次の式（図 1）を素直な気持ちで観察しましょう。

何か気が付きませんか？そうです、左辺の数は 2 個、3 個、4 個

$$\begin{array}{rcl} 1+2 & = & 3 \\ 4+5+6 & = & 7+8 \\ 9+10+11+12 & = & 13+14+15 \\ & \vdots & \end{array}$$

図 1

と順に増え、右辺の数は 1 個、2 個、3 個とやはり順に増えています。1 から始まる数のたし算が規則正しく等号で結ぶことができます。

図 2-1 では、○が縦と横に 5 つずつ並んでいます。数え方を工夫すると、25 個の○は  $1+3+5+7+9=25$  とみることができます。そして、左辺の数はみな奇数です。気づきましたか？そうです、奇数の和は平方数（同じ数を 2 度かける）になります（図 2-2）。このことを知るだけでも人間の心は揺り動かされ、何かうれしい気持ちになります。もし、このことを自分で見つけ気づいたならば、それは感動に近いものになるのではないのでしょうか。これが知識を創りだす過程です。学校で学ぶ算数・数学は、集団の中で自分とは異なる他者と学び合える人になるためです。そして、他者と一緒に事象（問題）に主体的に働きかける人になるためにもあると考えます。

アメリカのスタンフォード大学教授であっ

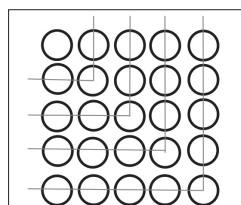


図 2-1



$$\begin{array}{l} 1 = 1 = (1 \times 1) \\ 1+3 = 4 = (2 \times 2) \\ 1+3+5 = 9 = (3 \times 3) \\ 1+3+5+7 = 16 = (4 \times 4) \\ \vdots \end{array}$$

図 2-2

た G.Polya 氏は“大きな発見は大きな問題を解くことができるが、どんな問題を解くことのうちにも小さな発見の芽生えは必ずあるものです。”と述べます。そして、“子どもたちが解こうとする問題は、それがたとえささやかなものであっても、そこには子どもたちの好奇心をそそり、眠っている才能を目覚めさせるものであれば、それは異常な緊張と発明の喜びをもたらします。”と指摘します。

## (2) わかればわかるほどにわかりたくなる

ここに 1 つの三角形があります。各頂点から 3 つの辺の中点をそれぞれ直線で結ぶと 6 つの三角形（図 3）に分けられます。これら 6 つの三角形はみな形が異なりますが、面積はどれも等しいです。また、三角形の 3 つの辺の中点を結ぶと、三角形が 4 つ（図 4）できます。これらの三角形はみな合同です。何て不思議なことでしょう。そして、美しいのでしょうか。4 つとも合同な三角形は本当でしょうか。理由が知りたくなります。

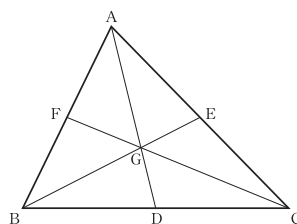


図 3

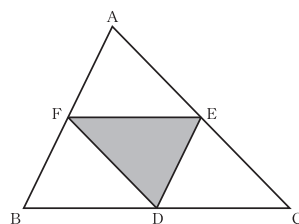


図 4

さらに、もとの図形を四角形に変えてみましょう。四角形の4つの辺の中点を結ぶ(図5)と、そこにできる四角形は常に平行四辺形になります。また、その平行四辺形の面積は、もとの四角形の半分になります。さらに驚くことに、その平行四辺形のまわりの長さは、もとの四角形の2本の対角線の長さの和に等しくなります。はじめに描いた1つの図形から、次から次へと様々な性質が見つかり、私たち学ぶ人の心をとらえ、終わることのない探究への世界へ誘ってくれているようです。そして、私たちに「なぜだろう」、「どうしてそのような性質が現れるのだろうか」と知的好奇心をそそり、なぜそうなるのか、理由が知りたくなります。

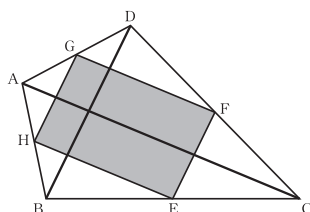


図5

### (3) 考えれば考えるほどに考えたくなる

九九表は、小学校第2学年で九九の構成の仕方を学ぶ過程で作られられます。この九九表も考えれば考えるほどに、子どもたちの眠っていた才能を目覚めさせます。

九九表にある81個の数の和はいくつかな？と、九九表(図6)に私たちが主体的に働きかけると、そこにも数学的な小さな発見がも

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	4	6	8	10	12	14	16	18
3	6	9	12	15	18	21	24	27
4	8	12	16	20	24	28	32	36
5	10	15	20	25	30	35	40	45
6	12	18	24	30	36	42	48	54
7	14	21	28	35	42	49	56	63
8	16	24	32	40	48	56	64	72
9	18	27	36	45	54	63	72	81

図6

たらされます。各段の9個の数の平均は、1の段から順に、5,10,15,・・・,40,45です。さらに各段の9個の数の平均は5の段の25になります。よって、九九表の81個の数の和は、 $25 \times 81 = 2025$ です。

平均の考えを使ったこの考え方はすばらしい思いつきです。そして、この思いつきは単に偶然ひらめいたのではなく、算数・数学を学ぶことを通して身に付けた考え方です。物事を考えるときの見方・考え方と言えるでしょう。さらに驚くことに、図6の九九表を反時計回りに90°ずつ3度回転(図7)させます。これら4個の九九表を全部重ねると、九九表の4つの数の和、つまり81個の数は、どの位置の数も全部100になります。何ておもしろいのでしょうか。まるで、はじめからそのように作られていたかのように思われます。本当でしょうか。不思議に思われたら、どこかの数を定めて確かめてみてください。(例、 $2+8+72+18=100$ )

9	8	7	6	5	4	3	2	1	9	8	7	6	5	4	3	2	1
18	16	14	12	10	8	6	4	2	18	16	14	12	10	8	6	4	2
27	24	21	18	15	12	9	6	3	27	24	21	18	15	12	9	6	3
36	32	28	24	20	16	12	8	4	36	32	28	24	20	16	12	8	4
45	40	36	30	25	20	15	10	5	45	40	36	30	25	20	15	10	5
54	48	42	36	30	24	18	12	6	54	48	42	36	30	24	18	12	6
63	56	49	42	35	28	21	14	7	63	56	49	42	35	28	21	14	7
72	64	56	48	40	32	24	16	8	72	64	56	48	40	32	24	16	8
81	72	63	54	45	36	27	18	9	81	72	63	54	45	36	27	18	9

図7



## 2. 「物事に対する見方・考え方」を身に付けるために

### — 科学的な見方の基礎として —

#### (1) 知識の創出を支えるもの

繰り返しますが、算数・数学の言語は、私たちに何も語りかけません。しかし、逆に私たちが数や式、図形に働きかけると、まるで私たちに美しい規則や法則、不思議な性質や原理をあたかも発見してほしかったかのように、様々なことを教えてくれます。

前節の最後に取り上げた九九表は、数の大きさに合わせて同じコインを重ねたならば、どんな局面になるのでしょうか。

左上から右下に沿って盛り上がる面になりそうです。その不思議な局面が、 $90^\circ$  ずつ回転させて4つの九九表を重ねると、4枚目を重ねた途端に平らな平面になります。どうやら、私たちが日常生活で目にする様々な平面や曲面もまた、算数・数学の視点から考察の対象になりそうです。図8は、それぞれ2次、3次と指数の関数が入った曲面です。これらは式で表わされます。描いてみたくなります。

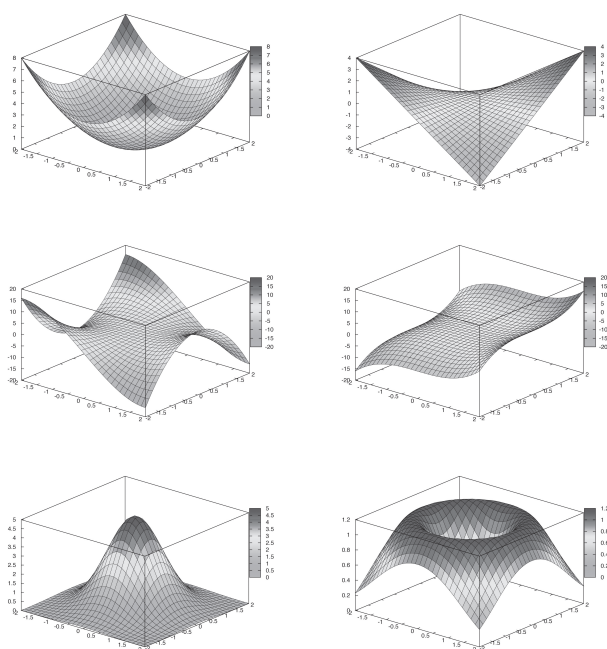


図8

まさに、知れば知るほどに知りたくなり、わかればわかるほどにわかりたくなり、考えれば考えるほどに考えたくくなります。大事なことは、今学ぼうとする事に対して私たちの方から主体的に働きかける小さな勇気なのかも知れません。

G.Polya氏は、また別なる書物の中で、“個人的生活において我々はよく間違った信念に執着することがある”と述べ、その気さえあれば容易に経験によって否定できるはずの信念を、思い切って検討しようとしなさいと言い、それは“自分の感情的釣合いがくつがえされるのを恐れるからである”と指摘します。数学の学習で頻繁に用いられる帰納的態度について、氏は次の3つの事柄が特に要求されるとし、「知的勇気」「知的正直」、そして「賢明な自制」を挙げます。知的勇気とは、我々の信念のどの一つも喜んで修正する用意がなければならぬことを意味します。一見何でもないように聞こえるが、実際恥じないよう振舞うにはなみなみでない素養が必要なのです。「知的正直」とは、信念を修正すべきのつぴきならない理由がある場合は、それを修正すべきであることを意味します。そして、「賢明な自制」とは、十分な理由もないのに、気まぐれに信念を修正すべきでないことを意味します。つまり、算数・数学の学びを支えるものは、“勇気”と“正直さ”と“考え続ける”ことかも知れません。

## (2) 物事をありのままに見ること

さて、今まで述べてきたように算数・数学の学びは、算数・数学の内容を学ぶことを通して、自分とは異なる多くの他者と、集団の中で必要な知識を作りだす経験を積み重ねて、将来出会うであろう様々な問題や課題を乗り越えていく“知るすべ”や“考えるすべ”を身に付けるためであるように思われます。言い換えれば、算数・数学を学ぶことを通して、物事の知り方自体をよりよく知り、物事に対してよりよく為し、かつ、考えること自体を経験し身に付け、自分と違った多くの他者と共に対話し、考え合うことと言えるのではないのでしょうか。ある事柄をわかるための理解の手段を獲得するために「知ることを学び」、創造的に行動するために「為すことを学ぶ」のかも知れません。

私たちは物事をありのままに見ることはなかなか難しいことではないのでしょうか。日常生活において、みかけにとらわれたり、先入観を持って物事に当たったり、人を見たりしてしまいます。つまり、自分とは違った多くの人と学び合うからこそ、自分がわかっていくのではないのでしょうか。また、偏見をもたずに事実を、そして物事をありのままに見る“真っ直ぐな目と心を持つことを学んでいる”のかも知れません。

なぜなら、先ほど挙げた学びを支える3つの言葉は、科学者たるものの道徳的諸素質と言われるものです。

## 3. 人との関わりの中で思考し、行動する人間になるために

算数・数学の学習で学ぶ内容は、世界中でどこでも同じ事柄です。数学的な真理は国を

超えて成立します。どこでも、誰にとっても成り立つものですが、その学び方は誰にでも同じようにしなければならないという理由にはなりません。算数・数学を学ぶ人の個性やその国柄があってよいのではないのでしょうか。つまり、算数・数学の内容をただ単に知り、わかる以上のものがあってほしいのです。算数・数学の学びを通して、子どもを優秀な計算機にする時代から、算数・数学的に考えること自体や、子どもたちの素朴な疑問に寄り添い、“なぜだろう？”、“もしこうならば、次はどうなるのか？”等を集団の中で、主体的に探究していく過程で進める筋道立った見方・考え方や算数・数学的な態度、そして小さな数学的な発見に心を揺り動かす感性を育てていくことが大事なのではないのでしょうか。算数・数学の学習が将来を生きる・未来をよりよく生きる人間のための教科として位置づけたいのです。

## (1) 学びを通して世界観を拡大すること

私たちの学ぶ意欲は、その学ぶ内容（教材固有の価値等）に依存しながらも、対象に主体的に働きかける活動に依存し、発見感に依存すると言われます。最近では、学習者の内発的動機づけをも他者によって、あるいは集団の中で育まれると言われるようになりました。私たち人間の学ぶ意欲を根底から支える知識、とりわけ算数・数学の学びで育まれる知識とはどのようなものなのでしょうか。私たちが求め続ける知識は、単にそれを知っているというだけのものではなく、その人が直面する問題状況や場面に応じて行動を促すものです。つまり、この知識は新しい、次なる行動を人間に促す知識であります。言い換えれば、算数・数学で作りに上げられる知識は私たちの



知っている世界を拓げると同時に、知らない世界をも拓げるものなのです。まさに、世界観の拡大につながります。

## (2) 学びを通して人間関係を拡大すること

算数・数学的に考えること自体を学ぶとは、算数・数学の学習に主体的に関わるとともに、そこで作り上げられる算数・数学の諸概念・原理、法則を正確に理解することに加えて、生涯に渡って学び続けるための学び方を身に付けることと考えます。また、その学び方とは、理解の手段を獲得するために“知ることを学ぶ”，創造的に行動するために“為すことを学ぶ”ことであり、そして、集団の中で共に考え合うために“共に学ぶことを学ぶ”ことです。

他者と共に考え合う学習の中では、多くの他者を知り、他者の多様な学びを知ることが期待されます。その過程においては、共に学ぶ人と人との、まさに人間関係の拡大なのです。

## (3) 学びを通して自己を理解すること

そして、自分の知らない世界へと誘ってくれる知識、学ぶ意欲をも育む集団の中での学びは、学ぶ過程を通して自分をよりよく知ることにつながると考えます。自分を知ることとは他者を通して知り得、自分と違った多くの他者によって自分との違いや自分の個性が少しずつ知り得るのであります。

自己概念は黙読法によって生まれ、豊かな自己 (Self) とは自分とは異なった多くの他者を、自分の中に取り込むことと知ります。また、私たち人間は人の心を知らなければ、物事に対しても、学びにおいても緻密さを失い、学問を学ぶことは難しいのではないで

しょうか。なぜならば、現在ある学問はすべて人間が作り上げたものだからです。人間を知らずして学ぶことは難しいと言えるのかも知れません。言い換えれば、学ぶことを通して人を知り、人の心がわかり、そして自分をよりよく知ることにつながるのかも知れません。まさに学ぶことを通して自己を理解することなのです。

## 引用・参考文献

- 1) SCIENCE サイエンス大図鑑, アダム・ハート = デイヴィス総監修, 2011. 河出書房新社
- 2) How to Solve It G.Polya 著, 1954. 丸善株式会社
- 3) Mathematics and Plausible Reasoning Volume1, INDUCTION AND ANALOGY IN MATHEMATICS, G.Polya, 1958. 丸善株式会社
- 4) LEARNING:THE TREASURE WITHIN, Report to UNESCO of International Commission on Education for the Twenty-first Century. GYOSEI CORPORATION 1997 for the Japanese translation. 学習:秘められた宝, ユネスコ「21世紀教育国際委員会」報告書, 天野勲監訳
- 5) Mathematical Enculturation, A Cultural Perspective on Mathematics Education. Alan J.Bishop.2011. 数学的文化化ー算数・数学教育を文化の立場から眺望するー 湊三郎訳, 教育出版
- 6) 春宵十話, 岡潔著 .2006. 光文社文庫
- 7) 偏愛的数学 魅惑の図形, アルフレッド・S. ポザマンティエ . 坂井公訳 ,2011. 岩波書店

# 文部科学省教育課程特例校指定 新小国町小中高一貫教育の推進 ～人間力、豊かな心とチャレンジ精神、国際感覚と郷土愛の育成～



山形県小国町立小国小学校 校長

長 沼 誠 / ながぬま まこと

本町は、山形県南西部に位置し、福島県と新潟県との県境の町である。737.55km<sup>2</sup>という広大な面積の中に、8,384名（8月末現在）の町民が生活する。本校は、第5学年が3学級、他の学年は全て2学級、特別支援学級が2学級、言語教育通級教室が1教室設置されている全校児童370名の中規模の統合小学校である。平成26年春に新校舎が落成した。小国中学校と渡り廊下で接続しており、新しい小国の教育が期待されている。

## 1. はじめに

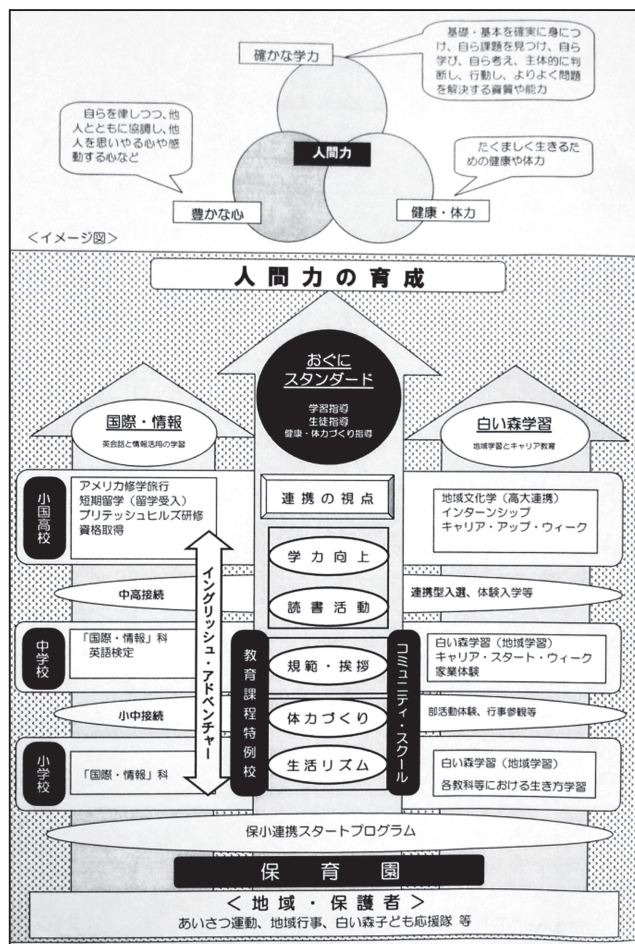
本町は、平成20年度より町内6小学校・1分校が順次統合を進め、保護者、地域の方の期待の下、平成26年4月より新校舎での教育活動が始まった。また、これに先立ち平成13年度から、小国町小中高一貫教育（以後、「一貫教育」と表記）を推進してきている。平成16年度からの3年間は、町内の全小中学校が文科省研究開発校として国際教育、情報教育に関する特別カリキュラムを編成して取り組み、確かな実績と高い評価をいただいた。一貫教育の推進は、本町学校教育の根幹をなすものと位置づけ、継続した実践研究を積み上げ現在に至っている。平成26年度からの3年間、改めて文科省より小中学校特例校指定を受け、一貫教育を推進している。また、平成26年10月より小国町学校運営協議会が立ち上がる運びになっている。地域と連携しながら、学校教育が抱える諸課題を確実に解決して、人間力に満ち溢れた小国人の育成をめざした小国町学校教育の新しい時代の幕開けと捉えている。

## 2. 小国町小中高一貫教育構想の推進

一貫教育の推進にあたっては、確かな予算の裏づけの下、推進母体として教育長を会長とする各小中高校長、町教委で構成された「一貫教育推進協議会」がある。ここでは、研究全般にわたる推進、各推進部会への指導・助言と連絡調整を担う。その下に、教育次長、各

小中高教頭、町教委で構成する「一貫教育事務局」がある。研究全般にわたる企画・立案、各推進部会連絡調整、「交流授業」「交流学习」の連絡調整、実践収録の作成などを担っている。

推進部会として、「国際・情報部会」「白い森学習部会」





「おぐにスタンダード部会」の3部会を設置している。また、「特別プロジェクト」として「小国高校連携型入選委員会」も協議会の下に位置づけられている。

前ページに掲載した一貫教育全体構想図は、平成26年度からの新しい取り組みとして、「おぐにスタンダード」を組み入れたものである。小中高どの学校レベルでも、小国町の児童生徒として人間力を育成するために、連携の視点として共通実践項目を設定した。「学力向上」「読書活動」「規範・挨拶」「体力づくり」「生活リズム」の5項目である。

また、「小1プロブレム」の軽減・解消をめざした「保小連携スタートプログラム」について検討作業の準備に入っている。

さらには、全国有数の企業が立地する本町には、英語の語学力をはじめ自然科学や歴史等に高い能力を持つ方や得意技を持つ方が多く生活する。こうした方々の教育力を学校教育に生かしていこうと外づけの組織として「白い森学習支援センター」を立ち上げる準備に入っている。児童生徒が休業日に学ぶ機会を保障するものであり、一貫教育を推進するにあたっての外づけの支援組織として期待されている。

この他、本校を取り巻く支援環境として、週1回開催の放課後子ども教室、学校支援地域本部事業による毎週水曜日朝の活動として「読み聞かせ」「昔語り」を展開していただいている。

そして、町教委からの肝入りで、学習支援員8名（教育相談員、学力向上支援員を兼務する支援員各1名を含む）、読書推進支援員1名、合計9名の支援員を配置いただいている。きめ細かな児童の見とりと確かな学力の保障、担任教師の多忙解消などの面で大いに力を発揮していただいている。

### 3. 本校の活動実践の一コマ

#### (1) 国際教育

今年度、本校は国加配をいただいたことを契機として、英語の教科化推進に向けた研究に着手した。担当者は、県の推進エンジン役としても期待されており、他市町からの研修視察も始まった。上の写真は、担任とペアを組み、英語によるコミュニケーション活動を展開している一コマである。



また、夏休みを利用し、地区内のALTや町内の英語が堪能な方のお力添えをいただきながら、中高生のリードの下、本校児童が交流活動や体験活動を行う「イングリッシュアドベンチャー（EA）」が今年度も実

施された。

#### (2) 「情報教育」

メディアルームは、図書室とパソコン室の2つの空間からできている。町から読書推進支援員（司書）も配置されており、図書台帳も電子データとして整備されている。教科学習の活動以外にも、休み時間ともなると、たくさん子ども達でにぎわうわくわくする楽しい空間である。



#### (3) 「白い森学習」

故郷の自然や歴史、文化、伝統行事等について学ぶ活動である。総合的な学習の時間として位置づけており、町内の小・中学校との交流活動も組み入れている。

#### (4) 保小中連携推進

下の写真は、小国中学校（生徒数195名）の地区中学校総合体育大会に出場する「壮行式」に友情応援する4～6年生の200名ほどの本校児童達である。



晴れ舞台での中学生の雄姿を憧れのまなざしで応援する姿に、中学校に対する期待が膨らむ。

下の写真は、1年生が中央地区の3つの保育園年長児を招待して「秋祭り」を開催している一コマである。



保小連携推進の一環として、教職員の連携に加えて、こうした園児と1年生の交流活動も展開している。

### 4. 最後に

素晴らしい教育環境を整備してくださった町当局、そして応援してくださる町民の皆様の期待は、人間力に満ち溢れ、国際感覚を磨き、郷土愛を育む小国の未来の担い手、山形の未来の担い手を育てることであると捉えている。間もなくスタートする学校運営協議会からのご助言をいただきながら、一貫教育の推進を核とする学校づくりに努力しなければならないと教職員一同心を1つにしている。

# — 理由を説明する力を育む! —



信州大学学術研究院教育学系 教授

宮崎 樹夫 / みやざき みきお

日本学術振興会特別研究員、筑波大学教育学系助手、信州大学教育学部准教授などを経て、現在に至る。日本学術会議連携会員、長野県全国学力・学習状況調査分析委員会委員長。

研究分野は、数学教育学。現在の研究課題は、数学教育における学力と学習改善、学校数学における証明・説明（カリキュラム開発、課題探究型学習、ICT 活用）。

## ①課題はどこに? : 理由を説明することの意味

高度な情報化と価値の多様化が急速に進む今日、子ども達は必要以上の畏れや誘いに晒されてしまい、戸惑い立ち往生したり、時には路を踏み誤ってしまったりしています。この傾向は今後一層強まっていくことでしょう。ですから、知識基盤社会で子ども達が生き抜いていけるよう、私たちは、子ども達自身が「何が正しく何が正しくないのか」を自ら見極められるようになることを目指し、あらゆる学習活動を通じ日々指導していかなくてはなりません。このとき、求められているのが、『そういえるのは何故なのか。』という問いに答える力、即ち、理由を説明する力です。

私たちが理由を説明するのは、誰かを説得したり自分が納得したりするために限りません。むしろ、大切な“この人”を守るために強く在らねばならぬためかもしれません。いずれの場合も、私たちは根拠を明らかにし、その根拠に基づいて理由を示そうとします。この際、何なら根拠としてよいのか、それが根拠となり得るのは何故かと更なる問いを発し続け、ときには根拠の根拠さえ探し求めていくことでしょう。こうして私たちは自らの理性を錬磨し続けることによって、徒に権威に寄り縋り“パラサイト”に成り下がることなく、己の生を人として全うできるのです。

理由を説明する力に関して、以前に、小学校算数科において、理由を説明する活動を充実するためのポイントとして次の3つを御紹介しました<sup>\*1</sup>。

**ポイントⅣ L : 説明することが授業の目的か手段かをハッキリさせましょう!**

**ポイントⅤ L : 説明をよみこむことから始めましょう!**

**ポイントⅥ L : 説明の仕方を他の場面にいかせるようにしましょう!**

そこで、今回は、中学校数学科において、理由を説明する力を育むためのポイントとして次の3点を御紹介します。

**ポイントⅠ P : 理由の説明のしくみを理解しましょう!**

**ポイントⅡ P : 理由の説明をよみとく活動を組み込みましょう!**

**ポイントⅢ P : 発展的に考えて説明する場面を設けましょう!**

## ②こんな授業はいかがでしょう

**ポイントⅠ P : 理由の説明のしくみを理解しましょう!**

### ■中学校数学の「証明」＝理由の説明のお手本

理由を説明するとは、根拠に基づいて結論を示すことです。根拠は結論の拠り所ですので、前提／その前提から結論を導く原理／その原理によって前提と結論を結びつけるための推論から成り立っています。また、前提から結論を1回の推論で導けない場合には、複数回の推論を組み合わせることもあります。

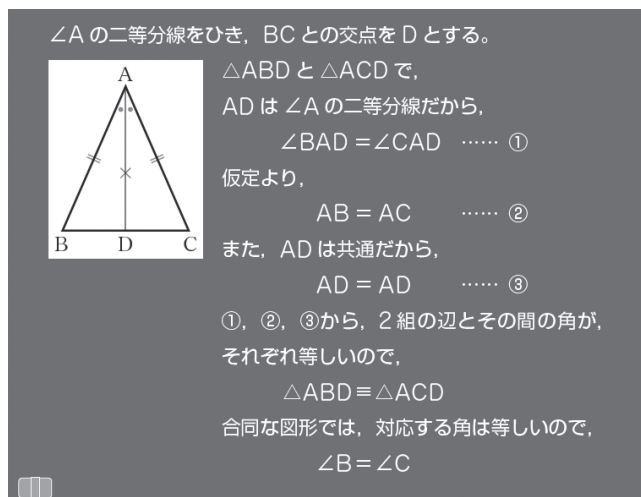
このように考えますと、中学校数学科で学ばれる「証明」では、前提や結論はもちろんのこと、三角形の合同条件や合同な図形の性質に代表される原理がはっきり示されています。さらに多くの証明では、複数回の推論を組み合わせることで前提から結論が導かれています。まさに、中学校数学の「証明」は理由の説明のお手本といえるのです。

### ■証明のしくみ：普遍例化と仮言三段論法の“織物”

では、お手本足り得る「証明」は、どのようなしくみになっているのでしょうか。

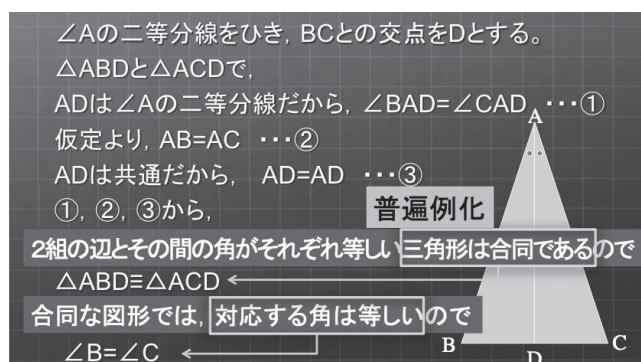
次のものは、中学校第2学年で扱われる命題「二等辺三角形の底角の大きさは等しい」の証明です。この証明では、二種類の演繹的推論が用いられています。一つは普遍例化であり、他の一つは仮言三段論法です。





普遍例化は、定理等の原理に基づいて、ある事柄から別の事柄を導く推論です。例えば、合同な図形の性質「合同な図形では、対応する角は等しい」という原理に基づいて、事柄「 $\triangle ABD \equiv \triangle ACD$ 」から事柄「 $\angle B = \angle C$ 」が導かれています。より丁寧にみますと、合同な図形の性質は次のように条件と帰結からなる命題です：条件「ある二つの図形が合同である」ならば、帰結「その対応する角は等しい」。この場合、条件に「 $\triangle ABD \equiv \triangle ACD$ 」が該当し、帰結に「 $\angle B = \angle C$ 」が該当します。条件から帰結を導くことが原理として保証されているので、「 $\triangle ABD \equiv \triangle ACD$ 」から「 $\angle B = \angle C$ 」を導くことができることになります。

このように上記の証明をみていきますと、三角形の合同条件が用いられている部分では、3つの事柄「 $\angle BAD = \angle CAD$ 、 $AB = AC$ 、 $AD = AD$ 」から事柄「 $\triangle ABD \equiv \triangle ACD$ 」が導かれているにもかかわらず、それに該当する帰結「2組の三角形が合同である」が、三角形の合同条件の文言「2組の辺とその間の角がそれぞれ等しい」に含まれていないことがわかります。同様なことを「ADは共通だから」の部分にも見出すことができますが、これらは中学生の学習に対する教育的な配慮と捉えるべきでしょう。



一方、仮言三段論法は、普遍例化による「事柄A → 事柄B」を結論まで繋ぎ合わせていく推論です。この繋ぎ合わせが仮に切れていれば、前提と結論は演繹的に連鎖しませんので証明とは成り得ません。例えば、先ほどの証明の場合、命題「 $\angle BAD = \angle CAD$ 、 $AB = AC$ 、 $AD = AD$ 」ならば「 $\triangle ABD \equiv \triangle ACD$ 」と、命題「 $\triangle ABD \equiv \triangle ACD$ 」ならば「 $\angle B = \angle C$ 」が事柄「 $\triangle ABD \equiv \triangle ACD$ 」で繋ぎ合わせることで結論を導いています。

このように、証明では、普遍例化により原理に基づいて命題「事柄A → 事柄B」や「事柄B → 事柄C」等が導かれ、導かれた複数の命題が仮言三段論法により繋ぎ合わされ、前提と結論が演繹的に連鎖します。つまり、普遍例化と仮言三段論法という二種類の推論が、織物の縦糸と横糸のように巧み組み合わせられたしくみになっているのです。

## ポイントⅡ P：理由の説明をよみとく活動を組み込みましょ う！

### ■事柄と原理が区別できない + “筋” がつかめない

その昔「よみ・かき・そろばん」と言われたように、「よむこと」と「かくこと」は言語に係わる学習の基本であり、式などの数学的言語に係わる算数・数学の学習もその例外ではありません。特に、説明の学習で言えば、よい説明をお手本としてよむことは、説明ができるようになるために欠かせない活動であるといえましょう。

しかし、多くの子ども達にとって、理由の説明をするとはもとより、ある説明が事柄の正しさの理由になっていると何故いえるのかをよみとくのはそう容易いことではありません。その原因として、説明の文章が長い／説明に用いられている用語・概念や定理等が難しいなどの他に、事柄と原理が区別できない／説明の“筋”がつかめないということがあるのではないのでしょうか。

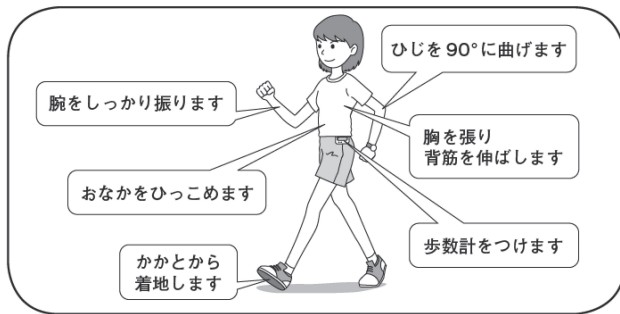
### ■「事柄と原理が区別できない」への対応（事例）

例えば、運動不足を解消するためにウォーキングを行う際の目標心拍数を定めるとしましょう（平成25年度全国学力・学習状況調査「数学B」問1）。実際、設問(3)では、目標心拍数を定める式が次の図のように与えられ、安静時心拍数が年齢によらず一定であるとき、年齢が高くなると目標心拍数がどのように変わるかを判断し、その理由を説明することが求められています。

## ウォーキングで運動不足を解消！

目標心拍数を決めて、よい歩き方をしましょう！

<歩き方のポイント>



<歩くペースの決め方>

① ウォーキングを行う際の目標心拍数を、次の式で決めます。

$$\left( \begin{array}{c} \text{目標} \\ \text{心拍数} \end{array} \right) = 88 - 0.4 \times (\text{年齢}) + 0.6 \times \left( \begin{array}{c} \text{安静時} \\ \text{心拍数} \end{array} \right)$$

判断として正しいのは、事柄「年齢が高くなると、目標心拍数は小さくなる。」です。調査報告書には、判断が正しい理由の説明として次の模範解答が示されています。

安静時心拍数が年齢によらず一定なので、年齢を $x$ 、目標心拍数を $y$ としたとき、 $y$ は $x$ の一次関数であり、 $x$ の係数が負であるから、年齢が高くなると目標心拍数はいつも小さくなる。

この解答は次の二段階の構成になっています。はじめに、一次関数の定義「 $y$ が $x$ の一次式で表されるとき、 $y$ は $x$ の一次関数である」に基づいて、上記の式から、安静時心拍数が一定とすると、年齢と目標心拍数の関数関係が傾き負の一次関数であることが導かれています。次に、一次関数の性質「傾き $a < 0$ のとき、 $x$ の値が増加すると、 $y$ の値は減少する」に基づいて、年齢の係数が負であることから、年齢が高くなると目標心拍数がいつも小さくなることが導かれています。

ですから、この説明をお手本とする際には、前半と後半に分け、それぞれの部分で原理と事柄を区別し、何（原理）に基づいて、どの事柄からどの事柄が導かれているのかをよみといていくことが必要となります。

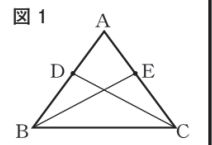
### ■「筋」がつかめない」への対応（事例）

「筋」がつかめないことに関して、例えば、次の**問題1の証明**について、用いられている三角形の合同条件に含まれる「その間の角」にあたる角の相等関係として、「 $\angle BAE = \angle CAD$ 」を見出すことが求められたとしましょう（平成22年度全国学力・学習状況調査「数学B」問4(1)）。実際、この正答率は48.8%でした。この結果からしますと、

半数以上の生徒が証明の“筋”を十分つかみきれていないことがわかります。

#### 問題1

図1のように、 $AB = AC$ の二等辺三角形 $ABC$ の辺 $AB$ 、辺 $AC$ 上に $AD = AE$ となる点 $D$ 、点 $E$ をそれぞれとります。このとき、 $BE = CD$ となることを証明しなさい。



#### 問題1の証明

$\triangle ABE$ と $\triangle ACD$ において、  
仮定から、

$$AB = AC \quad \cdots \cdots \text{①}$$

$$AE = AD \quad \cdots \cdots \text{②}$$

共通な角だから、

$$\angle BAE = \angle CAD \quad \cdots \cdots \text{③}$$

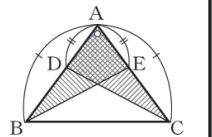
①、②、③より、

2辺とその間の角がそれぞれ等しいから、

$$\triangle ABE \equiv \triangle ACD$$

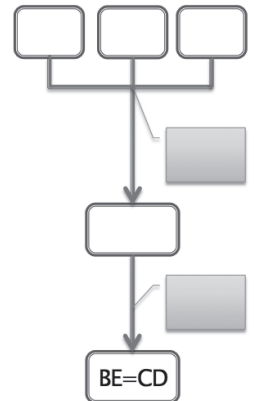
合同な図形の対応する辺の長さは等しいから、

$$BE = CD$$



“筋”をつかむためには、例えば、指導の初期に、証明に基づいて「フローチャート証明」(右図)を完成する活動を設定することが考えられます。

フローチャート証明では、三角形の合同条件などの原理に基づいて、「 $AB=AC$ 」などの事柄から別の事柄を導く推論（普遍例化）が矢印↓と二種類の枠で表されています。また、「事柄→事柄」を結論まで繋ぎ合わせていく推論（仮言三段論法）が矢印↓の連鎖で表されています。ですから、証明をよみフローチャート証明を完成することを通じて、この証明が前提と結論をどのように結びつけているのかを理解できるようになることが期待できるでしょう。



### ポイントⅢ P：発展的に考えて説明する場面を設けましょう！

#### ■説明のしくみを“メガネ”にして

理由の説明をよみとく活動によって、説明の“筋”がつかめたなら、それを“メガネ”にして子ども自身が説明を試みる必要があります。この際、元と同じ場面で説明し直してもよいのですが、理由を説明する力を一層高めるには、発展的に考えることによって条件を変えるなどして、元の説明に基づいて新たに理由を説明する場面を設けるようにされるとよいでしょう。



## ■条件を変えて新たに説明する（事例）

発展的に考えて条件を変えた場面で説明することに関しては、例えば、ウォーキングの目標心拍数を決める次の式をもとに、先ほどは年齢に適した目標心拍数について調べるために、安静時心拍数が年齢によらず一定であるとしていました。これに対し、同年齢での目標心拍数について調べるために、年齢が一定であると条件を変えてみましょう。

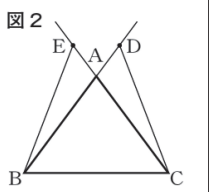
$$\left( \begin{array}{c} \text{目標} \\ \text{心拍数} \end{array} \right) = 88 - 0.4 \times (\text{年齢}) + 0.6 \times \left( \begin{array}{c} \text{安静時} \\ \text{心拍数} \end{array} \right)$$

このように目的に応じて条件を変えてみると、目標心拍数と安静時心拍数の間には、「安静時心拍数が大きくなると、目標心拍数は大きくなる。」という判断が成り立ちます。そして、この判断が正しい理由の説明では、年齢が高くなる場合の説明と同様に、はじめに、一次関数の定義に基づいて、目標心拍数が安静時心拍数の一次関数であることが示されます。次に、今回は傾きが0.6ですので、年齢が高くなる場合の説明とは異なる一次関数の性質「傾き  $a > 0$  のとき、 $x$  の値が増加すると、 $y$  の値は増加する」に基づいて判断の正しさが示されることになります。

また、例えば、前述の図形の**問題1**で、点Dと点Eのとり方を変えても結論「 $BE=CD$ 」が成り立つのかと発展的に考え、ABとACをAの側に延長し、それぞれ上に**問題1**と同様に $AD=AE$ となる点Dと点Eをとったとします。このとき、次の**問題2**をつくることができます（平成22年度全国学力・学習状況調査「数学B」問4設問(2)）。

### 問題2

図2のように、 $AB=AC$ の二等辺三角形ABCの辺BA、辺CAを延長した直線上に $AD=AE$ となる点D、点Eをそれぞれとります。  
このとき、 $BE=CD$ となることを証明しなさい。



**問題1**の証明を参考にとすると、着目する2つの三角形と、仮定である「 $AB=AC$ 」, 「 $AD=AE$ 」はそのまま成り立ちますし、**図2**でも「 $\angle BAE = \angle CAD$ 」が成り立っていますので、それに続く部分を変える必要はありません。一方、「 $\angle BAE = \angle CAD$ 」の根拠については、**問題1**の証明では「共通な角」となっていますが、**問題2**の場面では「対頂角は等しい」に変わります\*2。

このように、条件を変えた場面において、元の説明の変わる部分と変わらない部分を明らかにすると、元の説明の“筋”を“メガネ”として新たに説明を進めていくことができます。これによって、説明の“筋”，即ち、前提と結論がどのように結びつけられているのかに基づいて新たな場面でも説明できるようになることが期待できます。

## ③明日の実践に向けて

### ■説明の方針を立てる⇒課題探究として説明する

理由の説明をよむとき、その説明の“筋”をつかむことによって、発展的に考えて条件を変えた場面でも新たな説明を進めやすくなります。こうした工夫を指導に取り入れることによって理由を説明する力を次第に高めていくことができるでしょう。

しかし、お手本になる説明がはじめに与えられているという点で、一定の限界があるのは否めません。この限界を乗り越えるには、ある事柄が正しい理由をお手本なしで説明できるようになることを目指していく必要があります。そのためには、どのように理由を説明すればよいのか、即ち、説明の方針を立てられるようになるとともに、方針の立て方について方法知を習得し活用できるように指導を工夫・改善していくことが欠かせません。

その上で、知識基盤社会を生き抜く力を育成するために、課題探究として説明する力、即ち、説明の方針を立て、その方針に基づいて説明をし、評価・改善・発展をするという一連の営みを支える力として、理由を説明する力を位置付けることが大切です。なぜなら、この実現によって、理由を説明する力は、『数学的に考える力』の支柱「論理的に考える力」を支えることができるようになるのですから。

### 【参考】

- \*1：宮崎樹夫 (2014). 授業改善のポイント算数数学編：理由を説明する活動を充実する！, *理数啓林*, 1, 7-10. (<http://goo.gl/J3pWmG>)
- \*2：さらに、**図2**において、 $\triangle ABE \cong \triangle ACD$  から  $BE=CD$ ,  $\angle BEA = \angle CDA$  がいえますから、 $\triangle DBC$  と  $\triangle ECB$  についてみると、 $DB=EC$  より、3組の辺がそれぞれ等しいので  $\triangle DBC \cong \triangle ECB$  となり、 $\angle A$  の二等分線を作図することなく、 $\angle B = \angle C$ （「二等辺三角形の底角が等しい」）を導くことができます。

## 第8回

## 塩野直道主任による緑表紙の編纂(1933年～1940年)



内蒙古師範大学 客座教授

松宮 哲夫 / まつみや てつお

1933年6月1日茨城県鉾田生まれ。東京を経て大阪で育ち、緑表紙で学んだ最後の世代。

1956年大阪学芸大学数学科卒業。大阪市立天王寺中学校、大阪学芸大学(大阪教育大学)附属天王寺中学校副校長を経て、1981年4月大阪教育大学助教授、教授、同大学付属図書館天王寺分館長を歴任し、1999年3月定年退職。和歌山大学、群馬大学、山形大学、京都教育大学非常勤講師を歴任。数学教育学会相談役。数学教育学、数学教育史、日中数学教育交流史を研究。

古書店巡りと俳句が趣味。

著書：『総合学習の実践と展開—現実性をもつ課題から』(柳本哲と共編著・明治図書)1995

『伝説の算数教科書<緑表紙>—塩野直道の考えたこと』(岩波書店)2007

『数学教育史—文化視野下的中国数学教育』(代欽と共著・北京師範大学出版社)2011

『梨の花—句文集』1999、等がある。

## 18. 小学算術書新編纂の主任に塩野直道を任命

## (1) 数学教育界の状況と主任を引き受ける覚悟

承前。黒表紙は学者や訓導から烈しく批判を受けていた。塩野直道は癪に障り、中村兎茂吉主任を通り越して芝田徹心図書局長に改訂に対する上申書を提出する。局長は主任に下げ渡す。主任は塩野に言った。「これは君が出したそうだが、この案は改訂案ではなくて別の教科書の編集計画だ。自分はやらない」[27]と。結局、塩野は局長より主任として小学算術書の編纂に当たるよう任命されたのである。

当時の状況について、中学校数学教授要目⑦1923～24年、④1930～31年の作成に原案提出者として携わった佐藤良一郎は次のように言う。「特に数学教育に関しては、保守的な空気が強いというよりは、何か新しいことを提案すると、藤沢(利喜太郎)先生あたり何というだろうといったような言葉が出るような有様であった」[28]。(要目④は31年公布、⑦は成案を得ていたのに文部省は発表中止)。1931年当時、藤沢はなお数学・数学教育界の大御所的存在だった。中村主任は東大での恩師藤沢の理念で黒表紙を編纂したので、藤沢が健在である限り新編纂の主任は引き受けないのであった。

以上の状況の中で小学算術書の新編纂の主任を引き受けることは大変な覚悟を必要としたのである。

## (2) 小学校令施行規則算術要旨の現代的解釈として許可

小学算術書修正方針案1933年7月5日の一般的事項の第一は「数理思想の開発を主眼とす」⑦である。これは小倉金之助の「数学教育の目的は科学的精神の開発にある」に触発されて作成したもの。科学的精神では算術も理科も一緒になるので算術独自のものを考えたのである。しかしこれは標記の法令1900年に反すると武部欽一普通学務局長に反対された。また法令はいま改正できないとも。しかし塩野は飽く迄頑張る抜き法令の「現代的解釈」として認めさせた。当時軍関係から「日本精神」が盛んに叫ばれた。科学を排斥しようと考えた。そのため塩野は⑦を是非入れたいと考えたのである。その後も一つ「日常生活の数理的訓練」④を加えた。④だけでは生活算術の卑近な実用主義に墮落する。それを防ぐにも⑦は重要であると主張した。⑦④は1つの両側面であると。

## 19. 小学算術書編纂会議—1933年9月～1940年10月

## (1) 小学算術書編纂委員—当初5名・のち6名

文部省側—2名

塩野直道図書監修官。編纂主任。1898年生34歳。東大物理学科卒

津田一夫図書局嘱託。1907年生26歳。東大数学科卒。1939年秋、八高へ転出。津田の後任は次の者。

森規矩男図書監修官補。1940年4月より会議に参加 任官



は1941年1月。1892年生48歳(推定)

(前田隆一は1939年8月、八高教授から図書監修官に就任。  
中学校数学国定教科書編纂の名目。まず国民学校用『カズ  
ノホン』編纂の傍ら小学算術(緑表紙)の省内週1回の読  
合せにも参加して発言。1907年生32歳。京大数学科卒)

文部省外—文部省教科用図書調査嘱託

安東寿郎東京高師教授。1879年生54歳。東京高師数物科卒。

1929～30年英米独数学教育視察。

柿崎兵部女子学習院教授。1892年生41歳。東京高師数物科

卒。1924年9月より1年半英仏独米数学教育視察。

多田北鳥<sup>ただほくう</sup>図案家「サンススタジオ」主宰。文部省修身・国語

の絵図挿絵を以前担当。1889年生44歳。

高木佐加枝東京高師附小訓導。1936年10月より参加。1906

年生30歳。東京高師理一卒。また編纂会議を経た

成案を1933年同附小入学一部第一学年を事前の実

験学級、1935年同附小入学一部第一学年を事後の

実験学級とし、各々卒業まで受け持った。

(松本彦三郎大学院生。児童の心理学研究について塩野は  
助言を得た。のち図書監修官になったが1946年歿)[29]

(2) 尋常小学算術書編纂会議一虎ノ門文部省庁舎会議室

初回は1933年9月15日(金)、最終回は1940年10月11日  
(金)。毎週金曜日午後1時から4時まで。延長するのが普通  
だった。会議は7年1か月継続、350回以上である[28②]。

塩野、津田、安東、柿崎、多田の5名が方2間程のテー  
ブルを囲み、塩野原案の児童用書のプリントを配布し、塩野が  
説明し、塩野が議長となり審議する方式だった。教師用書は  
塩野が執筆し国枝元治東京文理科大学教授が校閲した。

審議の経過の最初の方を少し。第1回は第1学年基本方針。

①教材を第1・第2・第3学期にわけ。②第1学期は絵  
図、数字を主とする。③第2学期より文章、式を入れる。④  
授業時間は大体、第1・第2学期を各々15週として75時間、  
第3学期を10週として50時間予定。⑤児童用書は2時間分  
の教材を1頁に配当するのが標準。⑥教師用書は頁数を制限  
せず、要領、注意、例題、参考書を掲げる。⑦題目は教授内  
容及び児童用書を考慮してつける。以上の7つの方針の下に、  
数、量、数量的作業、空間学習、時間・暦の各系統、貨幣の  
各教材について学期毎の配当を決定した。

次の段階は学期毎に取り扱う教材を大きな題目にわけて、  
その順序と内容を決定した。第1学期については次の通り。

①形・大きさ・数

形の概念：まる 四角 三角 まっすぐ 曲がっている、

大小の概念：大きい 小さい、多少の概念：多い少ない

②並べること(以下内容省略) ③数え方(1) ④数え方  
(2) ⑤数えること(1) ⑥数字(1) ⑦くらべること ⑧数え  
方(3) ⑨数えること(2) ⑩数字(2) 以上第1回の審議分。

第2回(9月22日)と第3回(9月29日)は第2・第3学  
期の分、第4回(10月6日)から第9回(途中1回休み)の会  
議(11月17日)までの6週間費して第1学期の具体的な題目  
と内容を決めた。球入れ、おはじき、ボタンの排列、等[30]。

(続)

引用・参考文献

[27] 塩野直道「青表紙と小倉先生」『科学史と科学教育』小  
倉金之助先生古稀記念出版 大日本図書1956 242～248

[28] ①佐藤良一郎「大正末期におけるわが国算術・数学教育  
の回顧」8～12、②柿崎兵部「小学算術編さんの思い出」21  
～24 『算数と数学』教育総合研究所1963年8月号

[29] 塩野直道『数学教育論』河出書房1947(復刻版啓林館)

[30] 『尋常小学算術』復刻版 啓林館2007全12冊と解説書  
(図25の塩野直道の写真は次の著書より。

『随流導流—塩野直道先生の業績と思い出—』啓林館1982)



図25 塩野直道 文部省1935

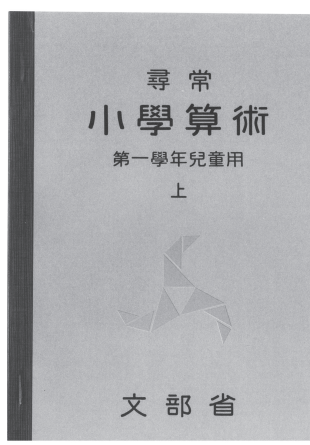


図26 緑表紙児童用一上表紙

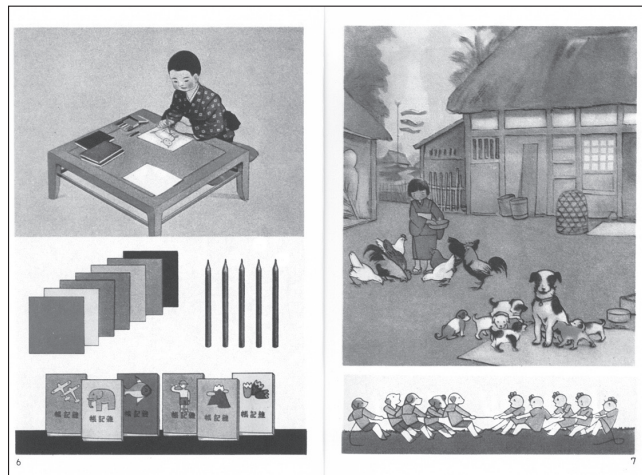


図27 緑表紙児童用一上6～7頁「名数の数へ方」9頁迄

# 学習意欲を高め主体的学習者をめざす教育内容の創造



広島大学 大学院教育学研究科 准教授

入川 義克 / いりかわ よしかつ

1949年 広島県生まれ

公立校に13年間、広島大学附属福山中・高等学校に22年間勤務後、2009年度大学院教育学研究科博士課程前期「教職高度化プログラム」の開設に伴い、数学教育学講座に配置換となる。日本数学教育学会会員、全国数学教育学会会員、全国教科教育学会会員。

研究分野は、数学教育における Action-Research の理解と活用に関する実践的な研究。

## 1. はじめに

標題は、広島県高等学校教育研究会第13回中国・四国数学教育研究（広島）大会（1980）、広島県教育センター主催基本（短期）研修講座（1981）、同（1984）において実践者として報告した筆者の研究発表のタイトルである。

教職10年目の充実した時期で、教育内容の創造と謳ってはいるが学習教材の活用と工夫であり、副題は「生徒が生き生きと授業に参加し、一人でも多く分かる喜びが味わえる授業をめざして」であった。

附属校では、「多様な考え方をひきだし実感としてわかる授業の創造」、「誤り」を生かす数学科授業の開発」、「数学に関する興味・関心を高める取り組み」、「コンピュータを使った授業の実践と考察」、「数学的な考え方を育てる教材の開発」、「課題研究レポートによる授業と教材開発」等のテーマで実践を積み重ねていた。

## 2. 理論と実践の統合

大学院で担当する教職高度化プログラムは、10年以上の教員経験を有する現職教員と学部新卒者を対象とし、本研究科が蓄積してきた教員養成と教育学研究の実績の上に、高度な教育実践力と教育実践研究力を備えた教員の養成をめざすプログラムである。

教職高度化プログラムのホームページ<sup>註1)</sup>で、数学

科の過去6年間の研究テーマを振り返ると、上述の課題が今日的課題であることが分かる。

これらの課題解決をめざして、次のような指導体制を実現する。

- ①研究（教育学・内容学）プログラムとの学びの共有。
- ②アクション・リサーチという手法を用いて授業改善を柱に研究を進め、大学の授業で理論的構築をして、附属校のアクション・リサーチ実習と連携協力校の課題解決実習《現職教員は勤務校で研究を継続》で仮説を検証し理論と実践を統合。
- ③高度な実践的指導力の育成をめざし、大学の指導教員（研究者教員）・スーパーバイザー（実務家教員）・実習校のメンター教員（熟達教員）が密接に連携を取りながらトライアングル体制で指導。

学部卒院生と現職院生は互いの特徴を生かし、切磋琢磨して実践的指導力をつけようとしていく。

## 3. 『教材研究力』・『授業実践力』の育成

学校教育が抱える課題も複雑・多様化する中で、教員に求められる専門的知識や指導技術等の不断の点検・評価および更新は不可欠である。そこで、教科指導における素養を評価するための観点として『教材研

『教材研究力』；指導内容に関する知識を深め、それらを究める自発的探究力と基礎的な知識及び技能を活用して生徒が課題を解決するために必要な能力を伸ばすことのできる教材を開発する力



究力』と『授業実践力』を次のように規定する。

『授業実践力』：指導内容を体系的に捉え、数学を活用して考えたり判断したりする中で、数学のよさを生徒に実感させることができる指導力

『教材研究力』を高めるために、コンセプトマップを教授ツールとして活用する授業や「指導内容に算数・数学の系統性を持たせて発達段階や学年段階に応じてスパイラルにその程度を高めていく」(※) 授業を計画する。(下記、[指導ア] ～ [指導ケ] 参照)

『授業実践力』を育成するために、観察の視点を明確にした授業観察録を個別に作成して、各自の授業改善に役立てる。勿論、質の高い授業観察は必須である。

## 4. 生徒の学習意欲を高め主体性を育む授業

数学科の年間指導計画を作成するにあたり、各単元の導入・まとめの段階で「数学的活動」を取り入れた授業を(※)の構想で実施したい。

その際、数学を「人間の活動としての数学」と捉え、その本質は「数学化」と考えたオランダの数学教育学者 Hans Freudenthal (1905～1990) の数学観について理解を深めた上で教材化を図りたい。

授業で役立つ良質の教材を開発するためには、日頃から「テーマ」をもって情報収集のアンテナを張っておく必要がある。

例えば、本誌創刊号の表紙(2013年4月)には、ナスカの地上絵(ハチドリ)が掲載されている。「シリーズ世界遺産100」、「たけしの新・世界七不思議」でも紹介されてきたこの地上絵を教材化した。<sup>註2)</sup>

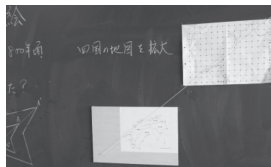
[指導ア] 「ナスカの地上絵」についての調べ学習を課題とする。

[図書館の本で調べ、インターネットで情報を収集して興味が広がると、自分で試してみたいくなる。]

[指導イ] いつ頃、誰が、何のために、どのような方法で「ナスカの地上絵」を描いたかについて発表。

[縮図や杭の存在から、相似の中心を起点とし放射状に原画の各点を相似拡大する「拡大法」が有力か。]

[指導ウ] ナスカの地上絵、校章、四国の地図などの原図を基に手作り教具(図1)を使って拡大図を描く。

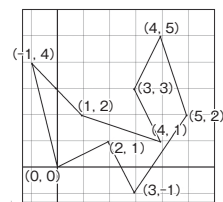


(図1) 手作り教具

[画鋏と糸のみを使って、ハチドリ(全長110m, 幅96m)を再現した小学校での実験もある。]

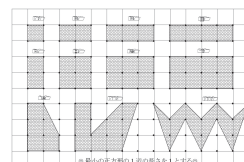
[指導エ] 四国の白地図を用いて四国の面積を筆算で求める。

[白地図に格子点を付けて、格子多角形の面積(図2)に帰着。]



(図2) 格子多角形の面積

[指導オ] 格子多角形の面積(S)、周上の格子点の数(B)、内部の格子点の数(I)の間に成り立つ関係式を「問題解決の授業」の流れで予想(図3)。



(図3) S, B, Iの関係式を予想

[ $S = I + B/2 - 1$  の関係式を発見させる学習である。]  
[図⇒表⇒式を作成し、直観・類推を働かせる。]

[指導カ] 「Pickの定理」が予想できたところで四国の面積の近似値を求める。

[計算では、 $18367.44\text{km}^2$ などの近似値が得られた。]  
[高校では、この定理の証明を試みたい。]

[指導キ] ジオボードを利用して「Pickの定理」を証明するための基本定理を導く。

[基本三角形(頂点のみが格子点で辺上にも内部にも格子点をもたない三角形)の面積は $1/2$ である。]

[指導ク] 格子多角形がいくつの基本三角形に分割されるか分かれば、その面積は求められる。【新しい発見】

[ $(\text{格子多角形の内角の和}) + 2\angle R \times B + 4\angle R \times I$ を $2\angle R$ で割れば基本三角形の個数が求められる。]

[指導ケ] 格子多角形Pを格子多角形QとRに分割したとき、それぞれの面積を「Pickの定理」で求める。

[格子多角形Pの面積を $\text{pick}(P) = I_P + B_P/2 - 1$ で求めて、  
加法性 $\text{pick}(P) = \text{pick}(Q) + \text{pick}(R)$ を導く。]

生徒の実態を踏まえ、Freudenthalの提唱する「現実の数学化」から「数学自身の数学化」へのプロセスを意識しながら、「数学的活動」を計画的に取り入れる授業を実施すれば、標題の目標が実現できると考えている。

註1) 教職高度化プログラムのホームページ

<http://home.hiroshima-u.ac.jp/highered/index.html>

註2) 広島大学数学教育学講座のホームページ

<http://home.hiroshima-u.ac.jp/matedu/pf/irikawa.html>

# 私たちは、ワクワクする 楽しい授業がやりたい



## 生徒が協働して主体的に課題を解決しようとする学習の実践



栃木県大田原市立若草中学校 教頭

尾畑 宏 / おばた ひろし

昭和 33 年栃木県生まれ。宇都宮大学教育学部卒業後、那須地区小中学校教員として勤務。今年度も3年生3クラス 12 時間の授業を担当し、生徒とともに「楽しい授業」を模索中。那須地区中学校教育研究会理科部会長、栃木県中学校教育研究会理科部会副会長。

### 中学生が理科の授業でワクワクしたいこと

授業研究会の折に、理科教員として一番ワクワクすることはなにか議論したことがあります。結論は、授業にあたってうまく説明する工夫や、原理がわかりやすい実験装置を工夫しているときが一番楽しいし、時間を忘れるほど充実しているというものでした。それを授業で実践し、生徒たちが目を輝かせて納得している姿を見ると教師としての充実感を感じるとのことでした。自我形成の進む中学生自身にこのような充実感を味わせたら、理科を学習する意義を実感し、真に楽しい理科学習を進められるのではないかと、突飛な仮説のもとに私たちの実践は始まりました。

- 生徒自身が、学習内容をわかりやすく説明する。
- 生徒自身がよりわかりやすい実験を考え、実践する。



### 生徒自身が工夫する授業を目指して

今回紹介する生徒が協働して課題解決する学習を、「アメーバ学習法」と名づけています。課題を理解し、思考・判断・表現するまでを、ホワイトボードやタブレット PC を活用して考えをまとめたり、他班への説明を通して表現・意見修正したりして、子どもたち自身が実践します。ここで大切なことが2つあります。1つは課題を協働して解決することです。アイデアは生かされて意味をなすものです。班としてよりよい説明ができるように、アイデアを理解してもらいより良いものを作り上げる過程が大切なのです。もう1つは、他班に発表することで説明の評価を受けること

です。良いものを作り上げたことで納得するのではなく、他者の評価を受け、自己理解することが目的です。



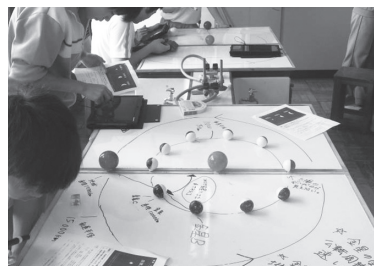
#### ■アメーバ学習の進め方■

- ① 課題を提示する。
- ② 解決のための時間と方法を確認する。
- ③ ホワイトボード等を用いて課題を解決する。
- ④ 発表者を指定し、他班に説明し、質疑する。
- ⑤ 発表者は質疑の内容を班に持ち帰り、自分たちの意見の修正や発表方法の見直しをする。
- ⑥ 別の発表者を指定し、④と⑤を計3回実施する。

実践についての詳細は、5月30日の実践事例を、啓林館ホームページの授業実践記録(2014年9月)にアップしてありますので参考にしてください。

ここでは、実践にあたって留意すべき3点を説明します。

- (1) 誰もが課題意識を持てる発問の工夫(学習意欲の充実)  
課題は、生徒全員が認識でき意欲的に取り組めるものを設定します。大切なことは、教員の質で子どもの発想を制限しないことです。説明の善し悪しや、賞賛すべきアイデアは生徒自身が判断できるからです。課題の設定で気をつけることは次の3点です。
- ① 生徒全員が学習のレベルに拘わらず、目標を理解しイメージできるものであること
- ② それまでの経験や学習を活用、または、資料の読み取りなどを通して課題が解決できる内容であること
- ③ 特定の正答を求めるのではなく、意見交換によって考えの幅を広げられたり、結論を導く過程を深く掘り下げたりできる





内容であること

(2) 協働して課題を解決する場の確保(協働学習の充実)  
課題解決には主にホワイトボードを使います。使用目的に応じてサイズや数を変えますが、生徒は必要に応じて選択できるようになります。ペン色を3色に限定しています。

(3) 表現活動で鍛える思考・判断・表現力(言語活動の充実)  
班内から1名を他班に派遣し自分たちの意見を説明します。説明と修正の過程で、より本質を突いた考えや、幅広い考え、裏づけされた考えに深化させます。発表の手順を示します。

- ①班員の中から1名を「特派員」として指名する。
- ②「特派員」は指定された班に行き、自分たちの意見を説明する。質問や指摘に答える。
- ③持ち帰った質問や指摘を受け、班の意見を修正する。
- ④別の「特派員」が指定された班に行って説明する。派遣を計3回繰り返す。
- ⑤班員は、説明活動をもとに、意見を修正し、より充実した考えにまとめていく。



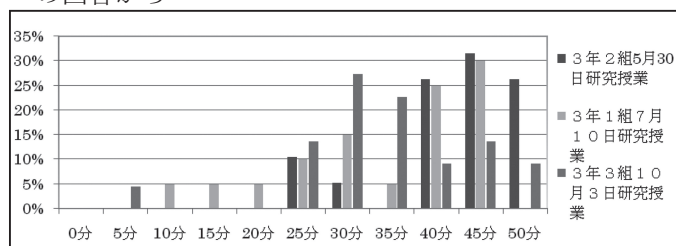
## 生徒の授業評価から見てくるもの

自己肯定感を持つ中で、明確で発展性のある課題が与えられ、意欲を高めあえる協働学習の場と表現活動の場が与えられたとき、生徒は私たちの想像をはるかに超える素晴らしい活動を展開してくれます。生徒自身が集中して授業を受けていると実感し、よい意見を出せたと実感している様子がうかがえます。

(1) 授業に対するコメントから

「1つの質問でたくさんのことを連想してまとめて発表する、とても考えさせられる授業でした。」  
「この授業のやり方は楽しいし、一生懸命考えるからとてもよいと思う。理科は覚えるだけだと思っていたが、実践して納得して理解できると思う。」  
「終わったときの疲労感がすごい。」

(2) 質問「授業時間のうち、真剣に考えたり・議論したり、実験していた時間は平均何分間程度ですか。」の回答から



(3) 質問「授業の中で活動が良い方向に進展するような新しい考えや発展的な意見はいくつ出しましたか。」の回答から

学級と時期	0回	1回	2回	3回	4回	5回以上	延回数	平均
3年2組 5/30	5%	5%	32%	26%	5%	26%	57	3.0
3年1組 7/10	18%	18%	23%	27%	0%	14%	47	2.1
3年3組 10/3	14%	10%	14%	29%	24%	10%	56	2.7

## ツールとしてのICT機器利用

本校では、9月にタブレットPCが67台導入されました。10月3日の研究授業では、課題克服のためツールとしてタブレットPCを利用しました。インターネットで情報や画像を得ることや、画像や動画を記録することで課題究明に利用したのです。使い始めて2週間ほどでしたが、使い方を詳しく説明しなくても難なく目的を達成しています。インターネット上には膨大な情報が蓄積されています。たとえば月の公転の説明図だけでも30以上の図がヒットします。理科の授業も知識を伝える授業から知識をうまく使いこなすことになってくる可能性が高いように感じます。



理科授業におけるICT機器の利用について、ある生徒の言葉が印象的です。

「短時間で自分たちの考えをまとめ相手を説得するには、ホワイトボードの利用が最も適しています。思いついたことをすぐ書けるし、消すこともできます。説得するときに視覚に訴えることは大切です。タブレットPCは、情報を得るのにはいいのですが、グループで意見をまとめるのには向きません。一人でまとめる場合はいいのですが、ほかの人の意見を入れて微調整するときはホワイトボードにかないません。真剣になるほど顔を寄せ合います。タブレットPCの良さは、疑問に思ったときにインターネットで調べられることと、画像や動画をすぐ見せられることだと思います。」

このほかにも、簡単にグラフ化できることやセンサーとの連動が可能になることがあげられると思います。また、外国籍生徒が、英語版で調べた結果を日本語で説明している場面がありました。日本語版でも英語版でも図が共通であることもうまく利用していました。

## 新たな仮説を

現在、子どもたちと新たな仮説を検証しています。主体的に学習しているという自己肯定感を持つ中で明確で発展性のある課題設定、意欲を高めあう協働学習、自己重要感につながる表現活動が互いに高めあい、高い集中力を保ち、言語活動の充実につながる。その結果、知識の習得率が向上し、思考力・判断力の質が向上し、より正確な表現力が身につく。

# 算数の授業の中で (1)



東京家政大学 教授

家田 晴行 / いえだ はるゆき

1948年東京生まれ。東京都の公立小学校に14年、東京都教育委員会・文京区教育委員会・墨田区教育委員会などで教育行政に13年、その後東京都の公立小学校校長を6年勤めた後、現在、東京家政大学で算数・数学教育を中心に教員養成に携わっている。主な著書としては、少人数指導の効果的学習プラン（明治図書）、学力向上をめざす少人数授業の新展開（東洋館出版）、「授業力をみがく」指導ガイドブック（啓林館）等がある。

## 1 授業の進め方とノートの使い方

文部科学省の小学校学習指導要領の解説書には、図工と音楽を除いたほとんどの教科・領域で「問題解決型」「課題解決型」の授業を推し進めるようにと書かれています。

算数科の授業も「問題解決型」の授業が中心となります。

問題解決の基本は、「自力解決」と「集団解決」です。まず自分の力だけで問題を解きます。自分の力だけで考えた事柄を皆の前で発表し、その方法や結果をよりよいものにしていくための討論が「集団解決」です。

この問題解決型の授業を推し進めるためには、児童が学習の進め方をあらかじめ知っておく必要があります。学習の進め方を小学生に分かりやすく知らせるために、ノートの使い方に併せて教えていきました。

【ノートの形式】	【子どものノートの例】
日付 -----	6/24
① -----	① $6 \div 0.2$ の計算の仕方を考えよう。
教師が黒板に書いた問題	② ①かけ算の時と同じように、0.2を整数になおして計算する。
② -----	③ 筆算でできるかもしれない。
③ -----	④ 数直線を一マス目 0.2ずつで6までとる（6の中に0.2がいくつあるかを計算する）
④ -----	⑤ <del>④まず1の中に0.2がいくつ入っているかを調べる。その6倍する。</del>
⑤ -----	⑥ どうやったら解けそうか、今まで習った考えを使って計画を立てる
⑥ -----	⑦ ① $6 \div 2 = 3$ 2は0.2の10倍 $3 \times 10 = 30$ <u>30</u>
⑦ -----	⑧ ② $6 \div 0.2$ かけ算の筆算は10倍して整数にしたから $2 \times 30 = 60$ 0.2を10倍して2 $2 \times 6 = 12$ 10倍した数でわったから $60 \div 10 = 6$ 答えも10倍して30 <u>30</u> 0
⑧ -----	⑨ ③
⑨ -----	⑩ ④ (③と同じ)
⑩ -----	⑪ ⑤ Yさんの考え 6ℓの牛乳を0.2ℓずつ分けるといくつに分けられるかと考えて $0.2 \ell = 2 \text{ dl}$ $6 \ell = 60 \text{ dl}$ $60 \div 2 = 30$ <u>30</u>
⑪ -----	⑫ ⑥
⑫ -----	⑬ ⑦ わられる数とわる数に同じ数をかけても答えは同じ

に沿って児童が日常の学習の中で記述したものです。

左側の【ノートの形式】の部分について、簡単に説明をしておきましょう。

① 教科書の問題を、教師が黒板に書きます。

ですから、教科書は開かせません。机の中にしまわせる等の配慮が必要となります。問題を板書して、それをノートにかかせることは手間と時間がかかります

## 2 ノートの使わせ方のポイント

次の例は4月の最初の算数の授業で児童に指導したノートの使い方です。左側の【ノートの形式】の部分を具体例を交えて知らせました。

右側の6/24の「小数のわり算」の例は、その形式

が、児童が問題をきちんと把握するには、書くことが一番いいようです。問題把握ができていなければ、この後の計画も考え方の手がかりも思いつきません。

このポイントは、教師が問題の大切な部分をゆっくり「分かち書き」のようにして書くことです。

## ② 解決の計画です。

これまでの算数の学習スタイルでは、すぐに解法に取り組むことが多いようです。でも問題解決型の学習は自力解決をするときには「どうやったら解けそうか?」「どんな方法が使えるそうか?」等の計画を立てさせることがポイントになります。問題にすぐに取り組むような拙速型の思考態度ではなく、ある程度の方法や結果の見通しをもたせる慎重さと計画性を持つ態度が必要なのです。

またここに、数学的な見方や考え方、発想、アイデア等が書かれることになります。授業後にノートを集めてチェックをするとき、児童がどのような考え方に基づいて問題を解こうとしたのかをみることができます。

## ③ 計画に基づく実行です。

いよいよ問題を②で立てた計画に基づいて解いていきます。元々②の計画は思いつきの部分もありますから、うまくいかないこともあります。しかし、答えが上手く出せなかったからといって、消しゴムで消してしまうことがないようにしたいものです。中には発想やアイデアがよかったものの途中で解き方が分からなくなってしまう児童もいます。

ですからここでのポイントは、「消しゴムを使わない」ということです。見た目のノートはゴチャゴチャとして汚くなりますが、「ノートは頭の中のことを表に出す道具」と考えて書かせるようにします。むろんちょこっとした計算等も消さないように指導しておきます。

間違えたことや途中で考えを諦めたものは、二重線を引く程度でそのまま残すようにします。児童のノート

の例では②の④の部分がこれに当たります。

## ④ 考え方の発表とその内容や方法についての検討です。

算数の授業で一番難しいのがここの学習です。教師の力量も試されることになります。詳しくは次号で細かな指導の仕方も含めて解説することにし、ここでは児童のノートの取り方だけにとどめます。

児童がそれぞれに自力で考えた事柄を発表させます。このときにノートにかいてあることを羅列的に言うのではなく、なぜそのような考え方をしたのか、どのような発想から解決の糸口を見つけたのか、を説明するように「語る」ことです。

発表だけで終わらず、討論をしなければなりません。

他人の発表を聞いて、自分の考えとどこが違うのか、よりよい考え方や解答はどうか、について討論させます。発表された考え方や解き方の中で自分と異なるものがあれば、ノートさせます。

## ⑤ 授業のまとめです。

授業の中で扱った定義や性質、法則等は教師が板書し、児童に記録させます。しかし、授業のまとめはできるだけ児童自身に「今日学んだことで大切だと思ったことは何か?」「分かったことは何か?」を具体的に書かせて下さい。子どもの学びは全て一様ではありません。自分の言葉で書かせることで後のノートチェックの際に、児童一人一人の学びの質を把握することができるからです。

ノート指導は、最初の1ヶ月は毎日こまめにチェックし赤ペンを入れなければなりません。少し息を詰めた指導が必要です。しかし、それを続けると後の11ヶ月は嘘のようにチェックが楽になり、児童の考え方や取り組み方がよく分かるようになります。ぜひ続けてみて下さい。

(続く)



# 授業づくりの基礎・基本

## 「授業の前の留意点」(その3)



岐阜聖徳学園大学 名誉教授

小関 熙純 / こせき きよし

1936年東京都に生まれる。

東京都の公立中学校・国立大附属中に計24年間勤務後、和歌山大学教育学部・群馬大学教育学部・岐阜聖徳学園大学教育学部で計27年勤務。

1998年学習指導要領（中学校数学）作成協力者委員。

1999年から3年間、国際協力事業団（JICA）のインドネシア理数科教育向上プロジェクトに参加。専攻分野は数学教育で、これまで一貫して次のことを研究している。

- 1 生徒は、数学における抽象概念をいかにして獲得するのか（認知発達研究）
- 2 すぐれた算数、数学の授業とは何か（授業論）

### どんな方法で指導するのか

授業を行うにあたって、授業者がまずしなければならないことは、

- ① 「教材」をよく知ること
  - ② 「子どもの実態」をよく知ること
  - ③ 「どんな方法で指導するのか」を検討すること
- です。①、②については既に述べましたので、今回は③について考えてみます。

#### ◇ 授業のタイプについて

算数・数学科の学習指導の場においては、その指導目標、教師の教育観や児童・生徒の実態などに応じて、いろいろなタイプの授業が計画され、実施されています。

それらの指導形態には、まず、文化遺産の伝達者としての教師の立場から、子どもたちへの教え込みを重視する伝統的な授業があげられます。

そして、他の一方では、子どもたちに対する教師の干渉をできるだけ少なくして、彼らの自主的・主体的な活動を大切にする、創造的・発展的な態度の育成を重視するタイプの授業も研究されています。

これらの指導形態は、教師主導か、子ども主体かに従って、次のように配列することができると、古藤怜先生から伺ったことがあります。

- ① Training 型（訓練、鍛練、調教）の指導。
- ② Instruction 型（構造的に教える）の指導——教師の側であらかじめ教材内容や指導法を構造化し、子どもたちの実態に対応できるよう配慮した授業。
- ③ Discover 型（発見学習）の指導——あらかじめ教師によって仕組まれた算数・数学の法則などを教師の誘導尋問などによって子どもたちに、あたかもそれを自分自身の力によって発見したように感じさせる授業
- ④ Inquire 型（探究・追究学習）の指導——子どもたちがお互いに協力しながら適切な教師の助言のもとに、1つの課題を追究し探究し続けて行く授業。
- ⑤ Do Math 型（子どもたちに算数・数学を創りあげる体験をさせる学習）の指導——この学習指導においては、課題の設定や解決はもちろん、その結果や方法をさらに発展・拡充していこうとする能力・態度の育成を重視している授業。

いま、盛んにいわれている数学的活動を促す授業や、いわゆる「問題解決学習」は、上の③、④、⑤のタイプの授業でしょう。

「問題解決学習」は数学的な見方・考え方を育成する

大切な指導です。次にこの指導法について考えてみましょう。

◇「数学的な見方・考え方」を伸ばす指導ー問題解決学習  
算数・数学の授業は「問題解決型」で行われることが多い。

問題解決型の授業は一般に下のような流れで行われます。

問題解決型の授業でよくみかけるのはグループ学習です。最初から4人～6人ぐらいのグループに分け、

#### 問題解決学習の授業の流れ

- ①問題を理解する
- ②問題を解く
- ③問題の解き方を発表する
- ④③で発表された解き方を比較検討する

生徒が仲間と相談しながら問題解決をしていきます。

私は最初から最後までグループに分けて学習させることには反対です。①、②の段階では一人で考えさせるべきです。

①、②では、教師は机間指導し、問題文を理解できない生徒や解き方の作戦が立てられない生徒に手をさしおのべ、単にヒントを与えるのではなくいわゆる「支援」してあげることが大切です。そして、すぐに解けてしまった生徒への対応がとても大切です。こういう生徒に「別解」を考えさせたり、「問題づくり」をさせたりという机間指導を通しての個に対応する「支援」が教師に要求されます。

問題解決学習で、教師に最も要求される力量はステップ④の指導です。

いろいろな解法を紹介するだけでなく、生徒に解法を吟味させ、すぐれた解法に気づかせることが大切です。生徒の算数・数学の理解は、多様な考え方をもつクラスの生徒たちとの練り合いの過程を通して深まるものです。


こういうことを、指導者はしっかり知って算数・数学の授業にのぞんでほしいです。上のような授業を通して生徒たちは算数・数学を学ぶ喜びを味わい、その結果、算数・数学好きになるでしょう。

私は上で、最初から最後までグループに分けて学習させることには反対です、と述べました。グループ学習の落とし穴として、教育社会学者の藤田英典氏は、次のように述べています。（「教育を問いなおす」ちくま新書）

「総合的な学習の時間」を中心に、新しい学習観では、課題探求学習・問題解決学習・調べ学習・体験学習などが重視される傾向にあるが、その多くがグループ学習で行われている。グループ学習では、共同作業をリードし積極的に作業を進めるのは、グループ構成員の3割程度、つまり5人のグループであれば2人ぐらいしかない。残りの3人は依存的・従属的な追従者として割り振られた断片的作業を行うか、あるいは、多くの時間を無為に過ごしている場合が少なくない。

藤田氏のご指摘を受け入れて、十分配慮してグループ学習を取り入れてください。

教科書には「本編」、「数学広場」に生徒が興味・関心を持つ問題がたくさん用意されています。例えば、中1のp.249の「考える力アップ」の＜重いボールはどれ＞などは思考力、数学的な見方・考え方を育成する「よい問題」です。



考える力アップ

重いボールはどれ？

249

26個のボールの中に、1個だけ重いボールはいます。この重いボール1個を、できるだけてんびんを使う回数を少なくしてさがし出したいと思います。

てんびんを何回使えば、確実に見つけることができるでしょうか。

26個のボールでは数が多すぎるので、まず、ボールの数が少ない場合について調べてみましょう。

10 **1** ボールが2個、3個、4個の場合、それぞれ、てんびんを何回使えばよいでしょうか。

**2** ボールが5個、6個、……、9個の場合、それぞれ、てんびんを何回使えばよいでしょうか。

15 **3** これまでに調べたことを下の表にまとめましょう。

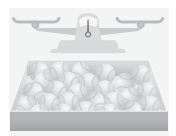
ボールの数	2	3	4	5	6	7	8	9
てんびんを使う回数	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

次に、ボールが15個の場合について、考えてみましょう。

15個のボールを5個ずつ3つのグループに分け、これらをA、B、Cとします。例えば、AとBをてんびんにのせたときにつりあえば、重いボールはCにあることがわかります。

20 **4** ボールが15個の場合、てんびんを何回使えばよいでしょうか。

**5** ボールが26個の場合、てんびんを何回使えばよいでしょうか。



AとBがつりあわなかったらどうなるのかな

中1の教科書 P.249

上のような問題を「問題解決学習の授業の流れ①～④」で指導してみてください。（続く）

# 知識，アイデア，技能をフル活用して 実験方法を考える

## — 「もののあたたまり方」と実験計画 —



熊本大学教育学部 准教授

**渡邊 重義** / わたなべ しげよし

1966 年大分県生まれ。広島大学助手，鳴門教育大学助手，愛媛大学准教授を経て現職。博士（学術）。専門は理科教育・生物教育。教育内容を基礎とした教材研究，カリキュラム研究，授業研究を行っている。学校現場における理科教育研究の支援や出前授業で得た経験と知見を，教員養成における教育や研究に結びつけることを重視している。2004－2006 年には第 39 回全国小学校理科研究大会（愛媛大会）の指導講師として会場校の支援を行った。

### 1. 神戸伊三郎の自発問答法

神戸伊三郎（1884-1963）という理科教育の先人がいます。神戸伊三郎は，奈良女子高等師範学校の教諭兼附属小学校の訓導（教諭）として第一次世界大戦後の日本の理科教育に携わった人物です。神戸は「理科は本質上，問題解決が中心でなければ学習者の科学的精神は躍動しない」と考え，次のような五段階の学習過程を提唱しました（神戸 1936）。

- 第一段 疑問 問題の構成
- 第二段 仮定 結論の予想
- 第三段 計画 解決の工夫
- 第四段 遂行 観察・実験・考察・解決
- 第五段 批判 検証・発表・討議

この学習過程について，神戸は「子供が独自に問題の解決法を工夫し，独力を以て計画を立てて学習を進める所に真の科学的精神も独創工夫の精神も存するものである」と説明し，計画の段階を重視しました。先人の考えや実践から学ぶことは多いのですが，はたして現在の理科教育において，児童が観察・実験の計画を工夫する機会がどれくらいあるのでしょうか。また，観察・実験の計画において，児童は何を考案し，どんな工夫ができるのでしょうか。

### 2. 課題を解決する方法を考案する鍵

小学 4 年「もののあたたまり方」で，金属を熱したときの温まり方（熱の伝わり方）を確かめる実験を例にして，児童が実験方法を考えるときの鍵を示したいと思います。

もし「金属のあたたまり方を調べよう」「金属はどのようにあたたまるのだろうか」というような課題が提示された場合，「あたたまりやすい／あたたまりにくい」「ゆっくりあたたまる／すぐにあたたまる」という仮説を立てることも可能です。「あたたまり方」という言葉は漠然としています。ここで確かめたいのは熱の伝わり方なので，どのような「あたたまり方」に注目するのかを明らかにしなければなりません。つまり，実験で確かめることを具体的にすることが，実験方法を考案するときの一つ目の鍵になります。

二つ目の鍵は，実験に用いる具体物（材料・教具）の準備です。金属の温まり方と言っても，どのような金属でできた何を実験に用いればよいか，児童は見当がつかないかも知れません。教師が金属の棒を準備することで，児童は具体的なイメージをもって，金属の熱し方や棒の設置方法を考えることができます。温度変化を調べる方法については，児童は温度計の利用を思い浮かべるかも知れませんが，金属が材料の場合は適当ではありません。そこで，教師がろうそくを用い



る方法を紹介する必要があります。この方法は、「熱でとけるもの」の利用ということで、金属板のときにバターを利用するアイデアに発展するかも知れません。また、水や空気の温まり方を調べる場合は温度計を利用することができますので、温まり方を調べるときに使えない方法ではないことを児童に伝えたいと思います。児童が実験方法を考案することに慣れていない場合は、アイデアのヒントとなる具体物を提示してモノに触れながらその使い方を工夫させるとよいでしょう。

三つ目の鍵は、交流の場の設定です。他者のアイデアを真似したり、応用したりすることで、解決のための方法が考案できることもあります。交流によって、より適切な方法へと修正できることもあります。そこで、ペア、グループ、クラス全体で、実験方法について話し合う場を設けると効果的です。実験方法を考えているときに、自由に意見交換できるようにしてもよいでしょう。実験方法がわかりやすくなるように、手順を「①、②、③…」と番号をつけて示すことや、図を書き添えることを指示すると、互いの考えを高め合う交流が導けます。条件制御が必要なことや条件制御の方法は、児童間の話し合いから引き出したいものです。

実験方法を考案しても、実施可能かどうかが問題になることもあります。金属の温まり方を調べる場合、その前に学習した「ものの温度と体積」で、加熱器具やスタンドを操作する経験を十分に積んでいると、それらの器具の特徴を理解したうえで、実験方法に反映させることができるのではないかと考えられます。実験に用いる材料や器具を「知っている」だけでなく、「使える」ことも大切です。

### 3. 「もののあたたまり方」の教材研究

小学4年の理科学習では、「温度」が学習内容を結びつける重要な要素になっています。温度と関連した学習には、生き物のくらしに影響する四季の気温の違い、気象と関連づけた1日の気温の変化、物質の温度と体積の関係、加熱したときの物質の温まり方、温度と水の状態変化があります。それらの中で、「もののあたたまり方」の学習は、「熱」を扱っている点に

特徴があります。物体の間で移動する原子・分子の熱運動のエネルギーである「熱」と、熱運動の激しさの尺度である「温度」は、児童にとっては区別しにくい言葉で、この両者の違いは小学校では明確に説明されません。しかし、「温まり方」の学習は「熱の伝わり方」の初歩的な学習になります。教師は「温める／熱する」「順に温まる」「熱が伝わる」等の言葉・表現を適切に用いて指導・支援を行わなければならないでしょう。また、小学校段階では粒子の運動から「温まり方」が説明されることはありませんが、中学校・高等学校において、粒子とエネルギーの両方の見方を融合させて理解を導くような内容であることを、教師は把握しておきたいものです。

金属の温まり方の実験（伝導）では、児童は、加熱した部分から離れるにつれて、ろうそくの融け方がゆっくりとなることに気づくことがあります。加熱している場所から離れると、金属は温度が低い空気と接することで冷却され、温度が上がりにくくなるためです。金属は比熱が小さく、温まりやすく冷めやすいためですが、フライパンや鍋に金属が用いられる理由に結びつけたい知見です。アルコール温度計で沸騰した水の温度を測定したときに100℃より低くなるのも、温度計の上部が空気中であって冷却されていることが関係しています。水や空気の温まり方（対流）では、加熱された水や空気が移動するという事実が重要です。これらの実験は、ビーカーの中の水や教室内の空気を材料に行われますが、中学校で学習する雲のでき方や大気の循環など、地球環境に関する学習の基礎に位置づけられます。温かい水や空気が上に移動する理由は、「もののあたたまり方」と「ものの温度と体積」の学習を関連づけて、さらに中学校で「密度」「浮力」を学習して、知識を総合することで説明可能になります。

#### 引用・参考文献

- 中川逢吉（1968）神部伊三郎について（1）、理科教室、11（1）、84-91。  
 神戸伊三郎（1936）現代教育学大系各科篇第十六巻理科教授学、成美堂、97-112。

# 授業で使える導入事例(2)



元山梨大学教育人間科学部 講師

畑中 忠雄 / はたなか ただお

1931年東京都に生まれる。東京教育大学生物学科卒 東京都立中学校教諭を経て、筑波大学附属中学校・高等学校教諭

1986年 附属中学校副校長

1989年 学習指導要領作成協力者（副主査）

2008年から2年間 国際協力事業団（JICA）のケニア理科教育向上プロジェクトに参加 小中学校教員向け指導書を作成

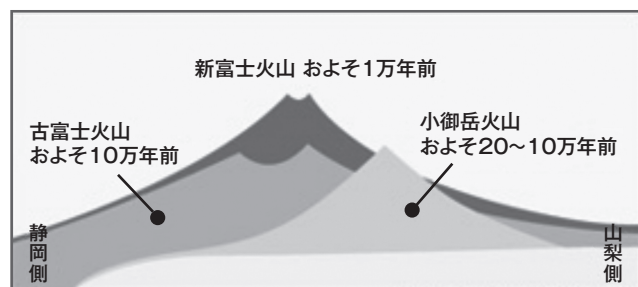
1992年から筑波大学・杏林大学・日本獣医畜産大学・都留文科大学・山梨大学において小中学校教員をみざす学生の実践的理科教材研究の指導に当たる。

## 1年 「活着ている地球」への導入

[例1] 火山への導入ー富士山の歴史 教科書 p.55 参照

■世界遺産に登録されたこともあり、ここでは富士山の成り立ちを使ってみたい。

- ・富士山は美しい円錐形の火山だが、どのようにしてできたのだろう。
- ・1つの火口から噴火したように見えるが、実は、あの美しい富士山の中には、2つの火山が埋もれているのです。
- ・つまり富士山は10万年以上前に噴火した古御岳火山と、その後に噴火した古富士火山を覆うように、1万年前にできた新しい火山なのです。
- ・江戸時代にも東の山腹から噴火して、宝永山ができました。江戸の町も噴煙で暗くなり火山灰が積もったそうです。

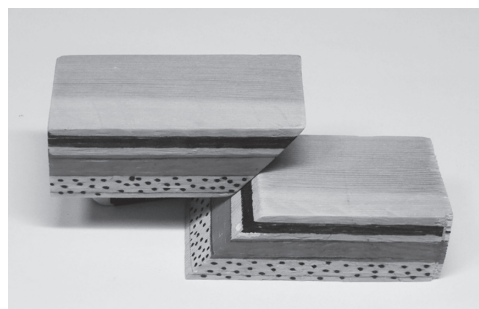


静岡大学防災センターより

富士山の地下構造断面の概略

[例2] 地震の本体ー断層とは 自作のモデルを利用  
教科書 p.73 参照

■写真のような木片に地層をかけたモデルで演示すると、生徒の関心も高まる。



・ここでは地震が断層の発生そのものであることを扱うだけにして本文に進む。正断層や逆断層などについては、本文の学習の中で生徒に考えさせればよい。

## 2年 「電流の性質とその利用」への導入

[例1] 電流の性質への導入ー単位になった科学者たち

■教科書には「科学偉人伝」としてワット、アンペール、オームなどが紹介されているが、この他にも科学者名が単位になっているものが多数ある。いくつか紹介しながら科学の歴史にも触れさせたい。

ニュートン（イギリスの物理学者・天文学者・数学者）

力の単位 [N]

ヘルツ (ドイツの物理学者) 周波数・振動数の単位 [Hz]

ベクレル (フランスの物理学者) 放射能の単位 [Bq]

キュリー (フランスの物理学者) 放射能の単位 [Ci]

レントゲン (ドイツの物理学者) 放射線の照射量の単位 [X]

クーロン (フランスの物理学者) 電気量の単位 記号 [C]

ケルビン [K] エルステッド [Oe] ガウス [G] など。

[例2] 電流の正体への導入ーフランクリンの風揚げ教

科書 p.196～p.199 参照

■雷雨の中でたこを揚げたフランクリンの実験(暴挙?)を取り上げてみたい。

・フランクリンはアメリカ独立当時の政治家・科学者。雷雲の中に風を揚げ、稲妻が放電現象であることを実証した。独立宣言の起草にも参加し、避雷針や遠近両用めがねの考案者ともいわれる。



### 3年 「自然と人間」への導入

[例1] 人間と環境への導入ーデング熱はどうして日本に?

■昨年の夏に大きな話題になったが、これまではアフリカで流行することが多かったウイルスによるデング熱がどうして日本に侵入したか、発病者がひろがっていったかなど、環境の変化、人や物資の流通拡大など環境の変化と併せて考えさせる。

・平成26年7月、東京・代々木公園で「ヒトスジシマカ」に刺された人が発病、その後、関東地方を中心に患者数が増えた。主にヒトスジシマカ(通称ヤブカ)によって媒介されるデングウイルスによる感染症で、致死率が高い。ヒトスジシマカは熱帯系であるが温暖化の影響もあって、日本での北限が東北地方北部まで広がっている。

[例2] 「科学技術と人間への導入ー50年後の世界を想像してみよう」

■50年後、こうなって欲しい、こうなって欲しくない、実現してほしいこと、これ以上進歩してほしいものなどの視点を生徒に考えさせ、これらについて話し合わせ、50年後の望ましい科学技術社会の姿を班ごとにまとめさせる。

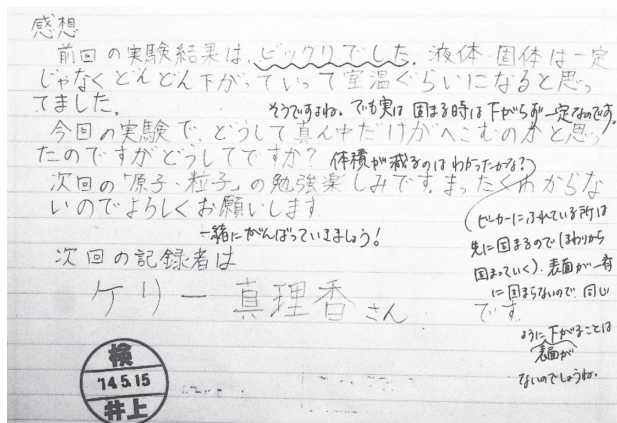
### 授業力を育てるー3 授業の記録を残そう

前述のノートは、そのまま授業の記録となりますが、生徒の目線での記録も役立つのではないかと思います。私が在籍した学校では「理科記録ノート」というのを学級別に作り(B5大学ノート)、生徒に順番に記録させるものです。内容は板書と先生の説明の要点、観察・実験の結果(他の班のもの)、疑問に思ったことなどで、翌日には提出させます。クラスによる反応の違いや進捗の確認、休んだ子への貸し出し、参観者用の資料になるなど、活用の仕方は多岐にわたります。

※右は記録ノート例(後半の感想部分と教師のコメント)筑波大学附属中学校 井上和香先生指導

単元[身の回りの化学変化]

本時「状態変化と体積・質量ーろうの状態変化」





# 生活科の授業・授業計画の考え方（その1）



愛知教育大学生生活科教育講座 教授

中野 真志 / なかの しんじ

1960年大阪に生まれる。大阪教育大学大学院教育学研究科修了（教育学修士）。大阪市立大学大学院文学研究科後期博士課程（単位取得退学）。博士（文学）。愛知教育大学助教授、准教授を経て、2008年より現職。2002年より日本生活科・総合的学習教育学会常任理事。専門は生活科教育、総合的な学習、カリキュラム論、ジョン・デューイの教育学。最近の共編著に『探究的・協同的な学びをつくるー生活科・総合的学習の理論と実践ー』（三恵社、2013年）

これまでの号では、生活科のカリキュラムと単元構成等について述べてきました。本号からは生活科の授業に関して考えてみましょう。生活科の良い授業を成立させるためには、まず、良い学級経営をすること、6歳児、1年生及び2年生の子どもの発達特性を理解することが必要ですが、以下、生活科における授業と授業計画の考え方に関する基本的な要点を述べます。

## 輝きのある子どもの言葉を広める

「アサガオの1つのみの中に、3つのへやがありました。そのへやの中に2つずつたねが入っていました。どのみをもてもおなじでした。」「やおやさんに行ったら、りんご、ぶどう、かきなどの秋のくだものがたくさんならんでいました。となりに大きなすいかもありました。やおやさんでは、夏と秋とがいっしょにいることがわかりました。」「しもばしらをふんだらギュッギュッと音がしました。ふんだところを見ると、足の形がのこっていました。しもばしらはどうやってできるのか、ふしぎに思いました。」

子どもの良い発見、素敵なものの見方など、輝きのあることばを広めることが大切です。認められ褒められた子どもは自信がつき、周りの子どもには「ああいふことを発見すればいいんだな。」というヒントになります。これが指導と評価の一体化です。豊かな子どもの感性を認め、広げ、伸ばしてゆきましょう。その

ためにも、教師自身が子どもとかかわり合う中で感性を磨き、豊かにする必要があります。

## 子どもにわかりやすい指示・助言・対話

「〇〇君のこま、回っているとき、すごくきれいだね。」「うまくできているね。どこを工夫したの。」「〇〇君、このバツタどこでとってきたの。えさは何かな。」「みんなの中で、〇〇君のように生き物をつかまえた子はいるかな。」「〇〇さんが探検したパン屋さん、おいしそうなパンがいっぱいあるね。先生も行ってみよう。」「そのパン屋さんは、おいしいパンをつくるのにどんな工夫をしているのかな。」

わかりやすく短いことばで指示するようにし、より具体的な事実を取り上げるようにしましょう。うまくできたり、じょうずにやれたことはどんどん誉めて、子どもの関心や意欲につなげていくことが重要です。「A君が見つけたタンポポより、背の高いタンポポをB君が発見!」と、子どもたちを競い合わせる言葉をなげかけたり、「えっ!どっちなんだろう。」「調べてみるといいかもね。」と、子どもに揺さぶりをかけたりすることもできます。良い交流のきっかけになる対話、活動が広まるような指示や助言をしましょう。

## 子ども同士でかかわらせる

生活科では、子どもが自分とのかかわりの中で、身近な人々、社会及び自然とのかかわりに関心を持ち、それらとかがわることが重要な目標です。なぜなら、「保健室の先生と握手をしたよ。名前はまだわからないけど、今度会ったらあいさつができるよ。」というように、学校探検でのかかわりを通して、子どもは、より良い学校生活ができるようになるからです。しかし、この学びを個々の子どもに閉じるのではなく、子ども同士をかかわらせる支援をしましょう。

「先生、恥ずかしくて握手できない。」と子どもがつぶやいたら、「〇〇さんも同じだって。2人で行って握手してもらったらどうかな。」と助言したり、「先生、やり方を教えてください。」と子どもに聞かれたとき、すぐに答えをいわずに「A君に聞いてみたら。」「Bさんがさっき同じようなことで悩んでいたよ。相談してみたら。」と子ども同士をかかわらせるように助言してみましょう。子どもは、友達の活動の様子や作品を見て学びます。友達に聞くことや教えることで、教える子どもも、教えてもらっている子どももすごく成長します。これが協同的な学びの重要性であり必要性です。

また、「できたこと。わかったこと。がんばったこと。」などを発表させましょう。学習の中で、大勢の前にして話をする喜びと楽しさを体験させることができれば、もっとみんなに聞いて欲しい、もっとみんなを驚かせたいと、ますます、子どもは活動に夢中になってゆくでしょう。そのためにも、子どもには話す力だけでなく、聞く力、聞く態度、聞く習慣を育成することが大切です。

## 表現活動の工夫

ただ、観察カードや画用紙に絵を描くだけでなく、多様な表現方法を工夫して見ましょう。なぜなら、中には文章を書くのが嫌だったり、絵を描くのが苦手だったりする子どもがいます。毎回、カードをかくことが活動に対する意欲を削いだり、活動を停滞させたりする原因になることもあります。

ある公開授業では、授業の初めにアサガオを育てた子どもたちが、楽しそうにアサガオ体操をしていまし

た。アサガオの種から芽が出て双葉が出ます。それから本葉が出て花のつぼみが大きくなってアサガオの花が咲きます。その様子を見事に表現していました。子どもたちがアサガオの成長をよく観察していたことがわかりました。

サツマイモを育てた気持ちを歌で表現したり、うさぎの紙芝居や双六を作ったりすることもできます。巨大な紙芝居や双六にすると、完成させるために子どもたちは協力せざるをえなくなります。そこで協同の必然性が生まれ、また、作った紙芝居や双六でダイナミックに遊ぶことができ、それが喜びや成就感、達成感につながります。

## 学習環境を整える

生活科の学習は、教室の中だけにとどまりません。校舎の中、運動場、通学路、校外の遊び場や公園、野原、商店街やスーパー、公共施設なども学習の場となります。担任や学校の先生だけでなく、家庭や地域で生活する中で子どもがかかわる人々も「教師」になります。すなわち、生活科においては、子どもたちが自然に活動や体験に取り組むことができるように環境を整える必要があります。そのため、活動や体験を実施する際には、協力を得たい人々、場所や施設、設備、地域の行事や慣例なども事前に調べておくことが肝要です。

例えば、動植物の飼育・栽培では、学級文庫に関連する図書を配置したり、おもちゃ単元では休み時間でも、子どもたちが自由に作ることができるよう材料を確保したりする必要があります。また、家族単元で保護者に協力を求める場合には、事前にその活動の目的とどのように協力して欲しいのかを文書で通知することも大切です。

さらに、「先生あのねコーナー」や「季節の町発見コーナー」など、生活科学習カードを常時、掲示する場所を設け、自由にカードに記入し、朝の会などで発表し、その後、掲示するようにします。子どもが表現した優れた気づき、疑問、発見などをみんなに見てもらうようにします。このように学習環境を整えることによって、子どもの気づきが広がり、地域や四季の変化に関心を持つようになります。

(続く)

# 東大阪の子どもたちは東大阪が育てる —まちづくりは人づくり 生きる力を育む—



東大阪市長栄寺郵便局長 前東大阪市教育局長

杉山 恵三 / すぎやま けいぞう

昭和 30 年 7 月	大阪府布施市（現東大阪市）にて生まれる
昭和 54 年 3 月	国立 神戸大学法学部卒
昭和 54 年 4 月	神戸市役所 勤務
昭和 60 年 4 月	東大阪市長栄寺郵便局長 就任（現在にいたる）
平成 2 年 4 月	東大阪市 ふるさとづくり委員会 副委員長（2 年間）
平成 6 年 1 月	社団法人 東大阪青年会議所 理事長（1 年間）
平成 9 年 11 月	東大阪市民ふれあい祭り実行委員会 事務局長
平成 14 年 12 月	東大阪市教育局委員長職務代理者 就任
平成 16 年 4 月	東大阪市民青少年健全育成小鳩基金協議会 理事 就任
平成 17 年 4 月	東大阪市教育局委員長 就任
平成 24 年 4 月	公益財団法人 東大阪市民文化振興協会 理事 就任

## ＜はじめに～東大阪市概要＞

年末年始、全国高校ラグビー大会が開催される花園ラグビー場を有する名実ともに「ラグビーのまち東大阪」は、全国有数の中小企業集積のまちでもあります。町工場が集まって打ち上げに成功した「人工衛星 まいど 1 号」は、その技術力の高さを全国に示しました。また、一方市内には 5 大学・1 短期大学と多くの大学が集まり、学生のまちの様相も呈しています。

人口 50 万人、中核市である東大阪府下では、政令指定都市の大阪市・堺市に次ぐ規模の自治体です。1967 年、布施市・河内市・枚岡市の 3 市が合併して現在に至っています。大阪市の東に位置し、奈良県境の生駒山山頂までが市域となっており、商・工・住混在した活気あふれる市街地と生駒山の自然に触れることのできる豊かなまちです。

## ＜東大阪市民ふれあい祭り＞

1977 年、東大阪の路上で前を塞いで止まっている車にクラクションを鳴らしたという理由だけで、発砲され尊い命が奪われる事件が発生しました。当時は、

「クラクション殺人事件」としてセンセーショナルに報道され、東大阪イコールこの暗い事件として全国の人々に認識されてしまいました。

当時多くの東大阪市民は、自分の住むまちがそんなまちであって欲しくない、そんなまちには住みたくなーいと思い、一般道路を開放し人と人との心が「ふれあう」お祭りを開催しました。具体的には、(社) 東大阪青年会議所が市に提唱し設置された「市民会議」からこの祭りの提案を行い、青年会議所と各種市民団体とが力を合わせ、事件の翌年 1978 年に第 1 回目の「東大阪市民ふれあい祭り」が開催されたのです。

それから 36 年が経ち今では、毎年 5 月の第 2 日曜日「母の日」を本祭り開催日と決め、近鉄奈良線布施駅から八戸ノ里駅までの北側の都市計画道路 2.5 キロ程を歩行者天国として使い、パレードにはじまり、模擬店・ステージイベントが市民の手により開催されています。他市からも多くの来場者があり、一日で 30 万人以上の方々に楽しんでいただいています。同日に「ラグビーのまち東大阪」らしく、花園ラグビー場を含む花園中央公園でも開催をしています。本祭り前夜の花園ラグビー場から見る「花火大会」は、東の生駒山からも見ることができ今や東大阪の風物詩のひとつとなっています。





ふれあい祭り①



ふれあい祭り②

市内の小学生全員に当日のプログラムが配布され、パレードをはじめ多くの子どもたちも様々なかたちで参加をする一大イベントです。子どもたちのみならず大人も普段、感じる事のない自ら住まいする東大阪を体感する良い機会となっています。市内の大学に通う学生たちも、自分たちの学生ステージで市民を巻き込み「ふれあい」を楽しんでいます。「東大阪の子どもたちは東大阪で育てる」を身上とし、地域の人たちはそこに育っている子どもたちを一人も取りこぼすことなく社会に役立つ自立した大人として成長していく様を見守る役割を果たしていると思っています。

## ＜東大阪市長杯争奪クイズ王j r. 選手権＞

東大阪市内の子どもの学力の向上もさることながら、「生きる力」を身につけるためのプログラムとして実施されています。

(社) 東大阪青年会議所が1987年から市内の青少年の健全育成事業の開催と育成に貢献のあった人たちを顕彰すべく募金を開始し、5年で6,000万円を積み立てることができました。その基金を管理し運用するために発足した団体が主催をしている「東大阪市青少年健全育成小鳩基金協議会」です。



クイズ王大会

今年で4年目になりますが、学校別に小学生3人が1チームを組み、午前中は、個人選択問題とチーム問題で競い、午後からホールで早押し問題を中心とした決勝戦を行います。夏休みの8月の土曜ということもあり、今年は57チーム、171人の子どもたちが学校で習う問題だけでなく社会一般常識を問う問題も数多く出題され、3人で相談しながら答えを出すチーム問題ではよりやわらかい頭とチームの連携が要求されます。

会場は、協議会の会長が学長をつとめる大阪商業大学の教室とホールをお借りし、運営スタッフに大学の学生たちも大勢お手伝いいただいております。小学生の出場募集につきましては、市教育委員会のご協力のもと小学校校長会を通じ、市内54校からチームを組んで出場してきます。当日は、1チームにお一人以上保護者の付き添いをお願いしていますが、保護者にも問題を解いていただき、子どもたちと同様に優勝者を表彰します。

他方、本協議会設立時から二十数年間にわたり、(社) 東大阪青年会議所がタイアップして小学生対象に、宿泊事業も開催しています。お寺に泊まって粗食と修練を体験したり、船上での生活を経験したりと日常では経験できないプログラムを用意しています。なによりこれらのことを通じて、子どもたちには「生きる力」とは何かを感じて、全てのことから学ぶ大切さを知ってほしいと思っています。

## ＜おわりに～東大阪の挑戦＞

わたしは、東大阪市の学校教育に関わりを持った人間としてその限界を知り、あらためて家庭や地域の役割の重要性を再認識させられたのでした。ここで紹介をした事業(イベント)はその一部ですが、市内のそれぞれの地域で様々な取り組みが行われています。多くは東大阪のまちづくりに端を発してその中で人を育てるプログラムとなっています。まちを形成するのは人であり、人=子どもたちを育むことこそ、今の大人に求められています。とかく今の時代は、地方においてもまちづくりが盛んになり経済産業の活性化を優先しがちではありますが、実は地道な「ひとづくり」こそが「まち」を育んでいくと思っています。

「ラグビーのまち東大阪」の挑戦はまだまだこれからです。

# 教科書表紙材料「紙クロス」 を提供し続けて半世紀余り



ダイニック株式会社

君塚 明 / きみつか あきら

昭和 26 年 (1951) 9 月 5 日生まれ (63 才)

専修大学・法学部法律学科卒

昭和 50 年 (1975) ダイニック株式会社入社

昭和 50 年 (1975) 営業本部 生活用品販売部配属

平成 12 年 (2000) 出版文具／ファンシー営業部長

平成 19 年 (2007) 執行役参与

平成 22 年 (2010) 取締役

平成 26 年 (2014) 常務取締役

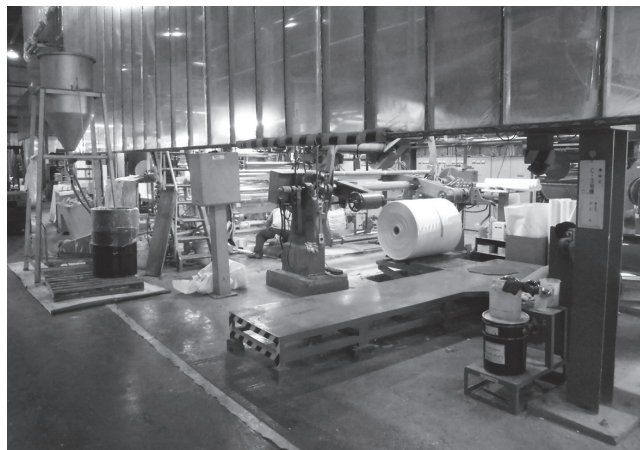
出版・文具事業統括 兼 東京本社営業所長

## ◆国産クロスのパイオニア

書籍表紙装幀材料をブックバインディングクロス (Bookbinding Cloth), 略してブッククロスまたはクロスと呼びます。装幀にクロスが登場したのはイギリスがはじまりです。19 世紀のはじめ, 麻や木綿の布地に澱粉塗料を塗ったものに色をつけたものがはじまりと言われています。それまではヤギやヒツジ等の革をなめした皮革が使われていました。高価で作業効率の悪い皮革にくらべ, クロスは品質の安定性や, 色彩が自由に選べることもあり, イギリスを発端にヨーロッパ各国に, そしてアメリカにも広がっていきました。

弊社は国産クロスのパイオニアとして, 1919 年 (大正 8 年) に布を基材にした布クロスの生産を開始しました。当時のクロスは, 欧米品が大半を占めていましたが, 日本の風土気候に対応した, 耐湿性, 堅牢性に優れた製品が完成すると, 弊社製品が教科書の背クロス等に使用されるようになりました。以降, 紙を基材とした紙クロス, 表面に塩ビ樹脂をトッピングしたビニルクロス, 更に, 非塩ビ樹脂を使用したオレフィン系クロス等を時代の要請に応えながら開発し, 様々な用途に合わせた新製品を作り出してきました。

紙クロスの中でも大きな比率を占めている教科書表紙用紙クロスは, 1953 年 (昭和 28 年) に開発され



教科書用紙クロスの生産ライン

た弊社商品名「シルバーボード (通称 SB)」が 1955 年 (昭和 30 年) 版教科書で初の裁ち切り表紙として教科書会社 1 社に採用されたのがはじまりです。

その後, 1958 年 (昭和 33 年) に文部省が新学習指導要領で, 1961 年 (昭和 36 年) 版の教科書から大改訂を実施することを発表しました。それを受けて, 教科書会社は内容だけでなく装幀も一新し, 布クロスを使用した背貼り方式から厚表紙紙クロスを使用した裁ち切り方式に変更することになりました。そこで既に一部教科書会社で採用されていた弊社の紙クロスが注目され, 主要教科書会社に全面採用されることになり, 当社発展の原動力となりました。お陰様で, 半世紀以上経過した現在も, 教科書会社の品質要求に応えるべ



く改良を重ねながら採用して頂いております。

## ◆教科書用紙クロスの変遷

初期の教科書用紙クロスは、布クロスを背クロスとして貼り合わせていた方式の後継ということもあり、教科書が使用している間に破れないことを最優先に考え、強度に優れた原紙を基材とすべく、製紙メーカーの協力も得て開発出来た製品で、この考えはクロスのメーカーとして現在も引き継がれています。この考えを更に発展させて開発されたのが含浸紙クロスで、現在も教科書用紙クロスとしても採用されています。含浸紙クロスは、その加工用に抄紙された原紙に、弊社で基材である原紙の内部に各種の樹脂を含浸させてから後加工を施す製品で、優れた強度の他、しなやかさに代表される風合いの付与が可能な、クロスならではの特徴を有しています。

もうひとつの特徴であるクロスの外観は、原点である皮革や布に視覚的に近づけるべく、物理的にそれらに模した凹凸を付与するエンボス加工を施したタイプでした。従って、弊社の納入先である印刷加工会社での表紙への科目名等の印刷は単色で、印刷後の光沢加工等の表面処理加工はせずに製本するのが主流でした。

近年の教科書用紙クロスは一部を除いて前述した初期のそれとは大きく変化しました。主な変化を下に記します。

1. 表紙材料に施されるオフセット印刷の多色化と印刷面積の増大
2. 学年及び科目によるが、クロスの裏面へのオフセット印刷加工（多色印刷の場合もあり）
3. 1－の加工後の表面への光沢加工に代表される各種表面処理の増加
4. 化学物質過敏症によるアレルギー問題に関連した化学物質の非含有設計製品への変換
5. 森林資源の保全を意識した古紙含有原紙の採用

変化1～3－は表紙材料である紙クロスの後加工適性についての変化です。後加工適性は重要な要求品質であり、その加工技術についての知識習得に努め、加工先の要望に応えるべく研鑽を重ねていく必要があります。

多色のオフセット印刷適性を、表面はもちろん裏面にも要求され、かつ、近年の印刷高速化への対応も求められました。その結果、基材である原紙を大幅に

直し、地合いが良好で平滑性に優れたタイプに変更し、オフセット印刷、各種表面処理適性に優れたコート層に改良してきました。また、エンボスによる凹凸付与はほとんどの場合施さず、平滑性を付与する、カレンダーと呼ばれる加工を採用した紙クロスが主流となりました。

また、多色オフセット印刷による印刷面積の増大により、クロスの特徴の一つである表面の色相は多くの場合白色となり、直接視認され難いデザインが多くなりましたが、微妙に異なる様々な白色を提案し採用されてきました。

変化4－は安心して、健康を損なうことなく使用して頂ける教科書を提供するための改良で、教科書協会も現在も継続して取り組んでいます。

紙クロスの基本要品質は満たしながら、紙クロスの基材である原紙とコーティング材料に化学物質過敏症によるアレルギーの原因となる化学物質を含まない設計に改良してきました。

変化5－は省資源への対応です。

古紙を含むことで強度低下が少なく、異物除去能力の高い、万一除去しきれない異物があっても外観に影響し難い原紙の抄紙方法を協力先の製紙会社とともに作り上げ、このニーズに応えてきました。

## ◆歴史に培われた技術で信頼できる製品づくりを

弊社の教科書用紙クロスは、品質と生産性を両立させるべく、コーティング、カレンダーまたはエンボス、シートカット、選別・包装まで一貫した専用ラインで生産をしています。特に、「生き物」と呼ばれる紙を基材にした紙クロスは湿度変化等に敏感ですが、永年の加工技術の蓄積により年間を通して安定した品質の製品を提供させて頂いております。

教科書の最終ユーザーは児童、生徒及び先生で、その人達に気に入られて、安心して、問題なく使用して頂ける教科書を提供するために、弊社は表紙材料というその一部の部材メーカーではありますが、常に市場のニーズに感度良く反応して開発、改良を継続し、教科書会社を通じて貢献していきたいと考えています。



# 小さくて多様な生命を ダイナミックに実感するツール ～「Life is Small」プロジェクトから学ぶこと～



静岡科学館る・く・る（指定管理者 公益財団法人静岡市文化振興財団）館長

長澤 友香 / ながさわ ともか

1959年5月5日生まれ。静岡市（旧清水市）立清水第四中学校他、静岡市内中学校教諭、静岡市教育委員会学校教育課指導主事（理科・生活科・環境教育担当）、静岡科学館る・く・る次長を経て現職。日本サイエンスコミュニケーション協会理事・代議員、日本理科教育学会会員、日本ミュージアムマネジメント学会会員、日本自然保護協会会員、自然観察指導員。

## ◆スマホ顕微鏡との出会い

「子どもから大人までの多様な市民が、人間の目ではとらえることができない小さな生物の世界に興味をもって欲しい」。そんな願いから、独立行政法人科学技術振興機構（JST）科学コミュニケーションセンターの永山國昭先生がスタートさせたのが「Life is Small」プロジェクト。そのツールとして開発された「スマホ顕微鏡」を初めて手にしたときの感激は、正に「生きている生命（いのち）」の実感でした。生物ですから生きているのは当たりまえですが、それが目の前で動くことを実感することで、知識・理解を超えた感動を実感したのです。子どもたちにもこのツールを使って、生命の多様さを実感させたいと願わずにはいられませんでした。スマホ顕微鏡とは、タブレット型パソコンやスマートフォンのフロントカメラにセットすることで「いつでも・どこでも」顕微鏡観察が可能になり、見ている画面を動画や静止画で撮影することができます。「これは理科の授業にも使えるな！」と感じました。

## ◆理科授業における顕微鏡を使った授業の課題

小・中学校の理科で顕微鏡を使う場面は多いのですが、「見たいものと見えているものが異なることがある」、「観察者が見ているものを周囲の友達や教師と共有しにくい」、「顕微鏡写真や動画が容易に撮影できない」等の課題があります。近年は顕微鏡投影装置や教材提示装置等が小・中学校備品として備えられているものの、小学生が気軽に使いこなすのは難しいようです。これまでも「発表やレポート作成の場面でも顕微

鏡で観察した画像を自由自在に提示できたら」と感じたことが多々ありました。

「気軽に顕微鏡観察が可能になる」、「児童・生徒同士のコミュニケーションツールとして有効である」という2つの利点から、スマホ顕微鏡を学校教育へ導入したいと思いました。学校に少しずつ配備されているタブレット端末の効果的な活用と、児童・生徒の表現力の育成にも繋がるのではないかと考えたからです。

## ◆教員、科学教育関係者への研修会を通して

2014年9月28日に静岡科学館において、「ICT活用と理科教材～スマホ顕微鏡研修会～」を開催しました。小・中学校・高等学校教員の他、環境学習指導員、科学コミュニケーター、科学館ボランティアスタッフ等24名が参加しました。開発者である永山先生の講話や、活用事例の紹介の後、スマホ顕微鏡を使って教材研究を行い授業への活用について話し合いました。参加者24名中20名が「とても楽しかった」と答える非常に満足度の高い研修会となりました。研修会当日に参加者から提案された授業への活用についてその一端を紹介します。

## ◆理科授業への活用事例

◎小6「植物の養分と水の通り道」

中1「植物の体のつくりとはたらき」

植物の根・茎・葉に水の通り道があり、根から吸い取った水を、体全体に運ぶしくみがあることを多様な植物の観察から実感させたいと考えました。根毛はカ

イワレダイコン、道管はカラー、気孔はムラサキゴテン（ツクサ科）を観察した画像です。

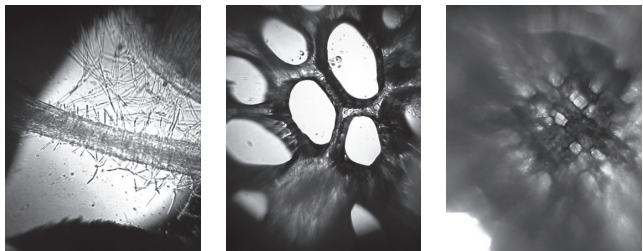


図1カイワレダイコンの根毛 図2カラーの道管横断面 図3ムラサキゴテンの気孔

教師が観察に適した教材を把握するためには、身の回りのいろいろな植物を「いつでも・どこでも」教材研究して、観察に適した材料を熟知しておくことが重要です。

#### ◎小5「動物のたんじょう」

小6「人の体のつくりとはたらき」

中2「動物のなかま」

ヒメダカの脊椎、心臓、毛細血管中の血液の流れを観察してみました。またメダカのエサとなる水中の小さな生物（ボルボックス、ゾウリムシ、ミドリムシ）を観察しました。心臓の動きや毛細血管中の血液の流れ、水中を激しく動き回る生物の観察など、動きのある教材の観察には、スマホ顕微鏡の利点である「動画撮影」の機能や、複数名で同じ画像を観察できるという利点が活かされます。光学顕微鏡では、見つけた生き物を他の人に見せようと思ったときには、すでに視野から外れてしまうことが多いからです。感激をリアルタイムに共有できることで、より活発なコミュニケーションも生まれます。大人ですら血管内を赤血球がサラサラと流れていく様子や、心臓がダイナミックに鼓動している様子には、大きな感動を覚えます。多くの子どもたちにこの感動を共有させることで、生命を尊重する態度を育成することができるのではないのでしょうか。



図4ヒメダカの眼球

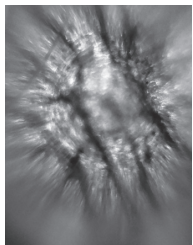


図5ヒメダカの毛細血管

#### ◎小3「身近な自然の観察～身の回りの生物の様子」

小6「生物と環境～食べ物による生物の関係」

中2「無セキツイ動物の仲間」

中3「生物と環境～自然界の生物のつながり」

ダンゴムシやワラジムシをはじめ土の中に棲んでいる生物に着目して観察してみました。「ダンゴムシとワラジムシはどこが違うのか」「ダンゴムシには足が何対あるのか」「ダンゴムシは何を食べているのか」「ダンゴムシの目はどうなっているのか」。身の回りの生物をよく観察することで、あまり気に留めもしなかった新たな疑問が生まれてきます。土の中に棲む微小な生物も「食べる・食べられる」という食物連鎖で繋がっていることに気づくと、環境への視点も広がっていきます。

身の回りの自然に常に注目して、気になったものは

何でも観察してみる、こうした教師の教材研究の姿勢は、きっとワクワクするような魅力ある授業の実現に繋がるに違いありません。スマホ顕微鏡は、教材研究のツールとしても先生方の強力な味方になるはずです。

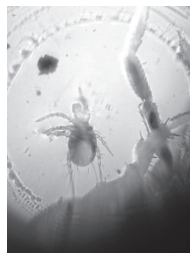


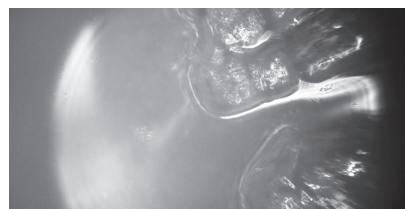
図6土の中に棲むダニの仲間

添付の画像は、ツルグレン装置を通して落下してきたダニの仲間を撮影したものです。この様な観察を通して、普段気にも留めない小さな生物が発するメッセージが多様にあることに驚かされます。これが正に「Life is Small」の世界なのです。永山先生によると、このプロジェクトのタイトルは「生命は小さい」ことではなく、「多様に分化した生命、ヒトはそのただ一種にすぎない」ということに真のメッセージがあると語ってくださいました。「私たち人間も地球に芽生えたひとつの生命として、地球環境と共存していくべきである」というメッセージを多くの子どもの心に宿したいと願います。

#### ◎「粒子」領域への活用

「生命」領域のみに留まらず、小学校5年「水溶液の性質」、中学校1年「水溶液」においての活用案も提案されました。「食塩が水に溶けていく様子」「砂糖と食塩の溶ける速さの違い」「水に溶けたミョウバンが再結晶していく様子」等の観察は、子どもたちの粒子概念の形成にも有効な、スマホ顕微鏡の活用事例です。

動画撮影の機能を用いて撮影された画像では、結晶が崩れて水の中に溶け込んでいく様子が観察できました。「溶けた水溶液の中はどうなっているのだろうか」、水溶液の様子をモデルで書いてみることで、粒子の概念のはじめの一步を形成することができそうです。



モデル化するため 図7食塩の結晶の溶けていく様子（動画撮影の一部）に、その現象をより正確に観察するツールとしてのスマホ顕微鏡の可能性を実感しました。

## ◆あなたもミクロの世界へ

観察した画像を情報発信することで、多くの方と情報の共有や情報交換が可能になります。SNSを活用して、ミクロの世界を共有し、微小世界の魅力を語り合ってみませんか。きっと先生方の教材感が広がっていくとともに、自分自身の小さな生命の偉大さを実感する機会になると思います。

参考文献 JSTnews Aug.2014 p.14

HP(<http://www.jst.go.jp/csc/research/koizumi/PJ>)

Facebook

(<http://www.facebook.com/group/life.is.small>)