

表紙：知床五湖（一湖） 日本の世界自然遺産

知床連山や原生林を水面に映す素晴らしい風景は、訪れる人の心をとらえて放さない。



ファラデー（1791～1867年）

1831年、2つのコイルを巻いた鉄製のリングを使ってコイルに流れる電流を調べ、電磁誘導の現象を発見した。このときのコイルが人類史上初の変圧器となった。

No.4

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。

2014年1月発行

理数教育の未来へ



【巻頭特集】P1～ 特別支援教育について

—発達障害の質的違い—

古井 景（愛知淑徳大学心理学部教授）

【学校を訪ねて】・P5～

小学校の役目を考えそして実践すること

斎藤 滋（学校法人桐光学園小学校長）

【クロスコンセプト特集】・P7～

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！～

宮崎樹夫（信州大学教育学部教授）

授業改善のポイント「理科編」～理科における技能②～

広島理科教育研究 WG

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～

日本の数学教育構築期（1890年代前後）

松宮哲夫（内蒙古師範大学客座教授）

【教科フォーカス】・P17～

算数・数学編：図をかいて確かめることから始まる数学的活動

小松孝太郎（信州大学教育学部准教授）

理科編：理科授業における協同学習の必要性

大黒孝文（同志社女子大学教職課程センター特任教授）

【地域の窓】・P21～

エネルギー・環境 子どもワークショップ in 川崎

エネルギー・環境 子どもワークショップ実行委員会

障がいのある方のその人なりの自立を目指して

高橋陽子（ダンウェイ株式会社 代表取締役社長）

【出版だより】・P25～

教科書印刷一筋に60余年

西口平輔（西口印刷株式会社 代表取締役社長）

【理数ブレイク】・P27

子どもにインパクトを与える理科授業の試み

松澤一仁（聖心女子学院初等科教諭）

啓林館

特別支援教育について

—発達障害の質的違い—



愛知淑徳大学心理学部 教授

古井 景 / ふるい ひかり

1962年 名古屋市出身 博士（医学）精神科医師 臨床心理士

小児科にて臨床研修を行った後、精神科医師として臨床に従事。臨床心理士の認定資格も持ち、精神・心療療法を主とした治療に携わっている。現在、愛知淑徳大学心理学部・大学院心理医療科学研究科教授、愛知淑徳大学クリニック精神科・心療内科担当医師、愛知淑徳大学心理臨床相談室指導相談員を勤める。

I 特別支援教育の対象者

平成19年4月から、「特別支援教育」が学校教育法に位置づけられ、すべての学校において、障害のある幼児児童生徒の支援をさらに充実していくこととなったことは周知のことと思います。その学校教育法（昭和二十二年三月三十一日法律第二十六号、最終改正：平成二三年六月三日法律第六一号）では、第八章で特別支援教育について、「特別支援学校は、視覚障害者、聴覚障害者、知的障害者、肢体不自由者又は病弱者（身体虚弱者を含む）に対して、幼稚園、小学校、中学校又は高等学校に準ずる教育を施すとともに、障害による学習上又は生活上の困難を克服し自立を図るために必要な知識技能を授けることを目的とする。（第七十二条）」とされています。また、第八十一条2項では「小学校、中学校、高等学校及び中等教育学校には、次の各号のいずれか（一知的障害者、二肢体不自由者、三身体虚弱者、四弱視者、五難聴者、六その他障害のある者で、特別支援学級において教育を行うことが適当なもの）に該当する児童及び生徒のために、特別支援学級を置くことができる」とされています。平成14年5月27日文部科学省初等中等教育局長通知「障害のある児童生徒の就学について（14文科初第二九一号）」において、障害のある児童生徒の就学についての留意事項が示され、「一盲学校、聾学校及び養護学校への就学」として、「ア盲者（強度の弱視者を含む）、イ聾者（強度の難聴者を含む）、ウ知的障害者、エ肢体不自由者、オ病弱者（身体虚弱者を含む。）」に対して言及されています。また、「二小学校又は中学校への就学 a 特殊学級」では、「ア知的障害者、

イ肢体不自由者、ウ病弱者及び身体虚弱者、エ弱視者、オ難聴者、カ言語障害者、キ情緒障害者」が障害の種類としてあげられています。ここで注目すべき点は、平成21年2月3日付けで文部科学省初等中等教育局長より「情緒障害者」を対象とする特別支援学級の名称についての通知（20文科初第1167号）により、「キ情緒障害者」が「キ自閉症・情緒障害者」と改められたことです。それ以前は、「キ情緒障害者：一自閉症又はそれに類するもので、他人との意思疎通及び対人関係の形成が困難である程度のもの、二主として心理的な要因による選択性かん黙等があるもので、社会生活への適応が困難である程度のもの」として「自閉症」が「情緒障害特別支援学級」に含まれていたのですが、この通知以降「自閉症・情緒障害特別支援学級」という名称に改められることになりました。「自閉症」と「情緒障害」とでは教育支援のあり方が異なるものですから、両者を異なるものとして区別したことは極めて重要なことだと思います。同様に、平成18年に学校教育法施行規則が改正され、「小学校若しくは中学校又は中等教育学校の前期課程において、学習障害者又は注意欠陥多動性障害者である児童又は生徒のうち心身の故障に応じた特別の指導を行う必要があるものを教育する場合には、特別の教育課程によることができることとする」とともに、特別の教育課程の対象である情緒障害者を自閉症者と情緒障害者とに区分すること。」とされました。それまで「一言語障害者、二情緒障害者、三弱視者、四難聴者、五その他障害のある者で、この条の規定により特別の教育課程による教育を行うことが適当なもの」となっていたものが、現行の学校教育法施行規則（昭和二十二年五月二十三日文

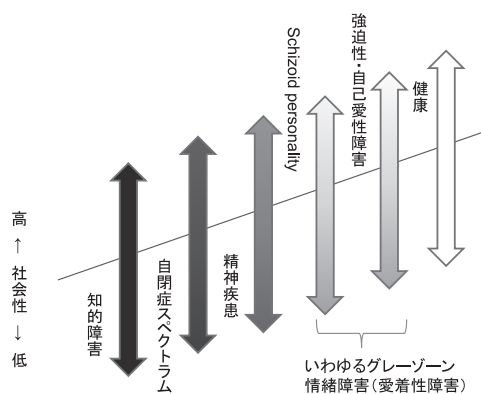
部省令第十一号：最終改正：平成二四年三月三〇日
文部科学省令第一四号）の第百四十条では、「小学校若しくは中学校又は中等教育学校の前期課程において、次の各号のいずれかに該当する児童又は生徒（特別支援学級の児童及び生徒を除く。）のうち当該障害に応じた特別の指導を行う必要があるものを教育する場合には、文部科学大臣が別に定めるところにより、（略）特別の教育課程によることができる。」とされ、その障害は、「一言語障害者、二自閉症者、三情緒障害者、四弱視者、五難聴者、六学習障害者、七注意欠陥多動性障害者、八その他障害のある者で、この条の規定により特別の教育課程による教育を行うことが適当なもの」とされたのです。自閉症と情緒障害が区別されたこと、学習障害、注意欠陥多動性障害が追加されたことは、発達障害者に対する特別支援の充実が図られることに繋がり、望ましいことと思われます。しかし、現場においては「発達障害」の用語が十分に理解されておらず、混乱が生じている様にも思われます。先にも触れましたが、自閉症と情緒障害とでは状態像が全く異なり、前者に対する支援は環境調整を主とし、後者への支援は精神的自立と成長を促すと云ったように教育支援のあり方が異なります。全てを「発達障害」の一言でくくってしまうのではなく、丁寧に『発達の障害』の背景にある要因（疾患）に目を向け、背景要因（疾患）に合った支援を行う必要があると思います。盲者、聾者、肢体不自由者に対する支援のあり方に関しては、すでに多くの経験と議論が積み重ねられてきており、この場で言及する必要はないと思われ、今回は、近年急速に広まり、様々な誤解の中で現場が混乱している「発達の障害」について、自閉症と情緒障害を質的に区別し整理してみたいと思います。

II 発達障害のとらえかた

「発達障害」という用語が広まり、発達の障害をもった児や者への理解が深まったことは喜ばしいことです。しかし、ことばの濫用で現場での混乱が生じているのも確かです。以前は、「軽度発達障害」ということばが多用されていましたが、医学的に明確な定義のあることばではなく、社会的に広まった用語であり、「軽度」の意味するものが、他の疾患と区別して質的に軽いのか、あるいは、状態として量的に軽いのかが不明確でした。平成19年3月15日、文部科学省初等中等教育局特別支援教育課の通達により、『「軽度発達障害」の表記は、その意味する範囲が必ずしも明確

ではないこと等の理由から、今後当課においては原則として使用しないこと」とされ。今後は「これまでの『LD, ADHD, 高機能自閉症』との表記について、（略）発達障害者支援法の定義による『発達障害』との表記に換えること」とされました。ここで指摘されている発達障害者支援法（平成十六年十二月十日法律第百六十七号）の定義では、同法の第二条において、「この法律において『発達障害』とは、自閉症、アスペルガー症候群その他の広汎性発達障害、学習障害、注意欠陥多動性障害」とされ「その他これに類する脳機能の障害であってその症状が通常低年齢において発現するものとして政令で定めるものをいう」とされています。発達障害者支援法施行令（平成十七年四月一日政令第百五十号）第一条では、「政令で定める障害は、脳機能の障害であってその症状が通常低年齢において発現するもののうち、言語の障害、協調運動の障害」とし「その他厚生労働省令で定める障害とする。」こととされています。そして、発達障害者支援法施行規則（平成十七年四月一日厚生労働省令第八十一号）において、「発達障害者支援法施行令第一条の厚生労働省令で定める障害は、心理的発達の障害並びに行動及び情緒の障害（自閉症、アスペルガー症候群その他の広汎性発達障害、学習障害、注意欠陥多動性障害、言語の障害及び協調運動の障害を除く。）とする」と定められています。ここで重要なのは、「行動および情緒の障害」も発達障害に含まれているということです。発達障害の全てが自閉症であるかのような印象が広がっていますが、学校現場で問題となっている「発達障害」の多くが、「情緒的障害」であり、『自閉症』とは区別されるものであることを理解しておく必要があると思います。

自閉症スペクトラムの鑑別



Ⅲ 質的違い

W. H. O. の疾患分類である ICD-10 (International Classification of Diseases) 第 V 章 (The ICD-10 Classification of Mental and Behavioural Disorders : Clinical descriptions and diagnostic guidelines, World Health Organization, Geneva, 1992) の日本語版が「ICD-10 精神および行動の障害 臨床記述と診断ガイドライン (医学書院, 2007)」として出版されています。この中で精神発達遅滞は F7 Mental retardation (知的障害) に、広汎性発達障害 (自閉症, アスペルガーなど) や学習障害は F8 Disorders of psychological development (心理的発達の障害)^{注)} に、愛着性障害や強迫性障害は F9 Behavioural and emotional disorders with onset usually occurring in childhood and adolescenceni (小児期および青年期に通常発症する行動および情緒の障害) に分類されています。先に示しました特別支援学級において、「情緒障害」を「自閉症・情緒障害」と改められたのは、自閉症は F8 に分類され、情緒障害は F9 に分類され両者は質的に異なるものだからです。

F8 Disorders of psychological development の序論では、「(a) 発症は常に乳幼児期あるいは小児期であること。(b) 中枢神経系の生物学的成熟に深く関係した機能発達の障害あるいは遅滞であること。そして (c) 神経障害の多くを特徴づけている、寛解や再発がみられない固定した経過であること。」と記されています。広汎性発達障害や軽度発達障害が、年齢とともに症状が軽快あるいは消失するような話を耳にすることもあります。序論に記されているように、障害は固定したもので、消失することはなく、それなりに成長変化はするものの、状態自体は変わりがないと考えられます。そして、重要なことは、心理的発達 (psychological development) とは、「中枢神経系の生物学的成熟に深く関係した機能発達の障害」だということです。日本語版では心理的と訳されていますが、psychology とは脳の神経学的機能を扱うものであり、神経学的発達障害という意味です。「軽度発達障害」や「グレーゾーン」といわれている事例は、そのほとんどが情緒の未成熟な問題 (情緒障害) であり、生物学的障害ではなく、自我発達の障害と考えられます。近年、愛着性障害と称され、自閉症と情緒障害が区別されるようになってはきましたが、この愛着性障害も精神分析学 (力動精神医学) 的知識がないと理解が難しく、適切に用いられているとは言い難い状態です。乳幼児期の愛着性の問題を基盤として、Schizoid personality や強迫性障害・自己愛性障害といった種々の情緒障害に繋がって

いきます。

広汎性発達障害 (F84 : Pervasive developmental disorders)^{注)} は、近年、前頭葉の障害としての研究が進んでいます。Pervasive とは、ラテン語に由来する「考えが普及・浸透する」「概念が広がる」という意味であり、「広範囲な」という意味ではありません。広汎性発達障害においては、概念を抽象化することができず、たとえば、おもまごとなどのごっこ遊びができないということになります。筆者の下に自閉症を疑われた 3 歳男児が受診しましたが、筆者が持っていたボールペンをロケットに見立てて、「ロケットが飛んでいくぞ」と言ったところ、男児は手に持っていた飛行機のおもちゃをロケット (実はボールペン) にぶつけて「バーン」と言ったのです。自閉症であれば、ボールペンをロケットに置き換えることはできませんので、この子は自閉症ではないことになります。また、別の 3 歳男児ではその子がミニカーで遊ぶのが好きだということで、筆者が「これはバスだよ。ぶー」といってティッシュボックスをバスに見立てて男児に向かって走らせたところ、それまで静かだった男児が両手で耳をふさぎ「ぎゃー」と大声を出して泣き出してしまいました。この子は自閉症児であり、ティッシュボックスをバスに見立てることなど不可能だったのです。

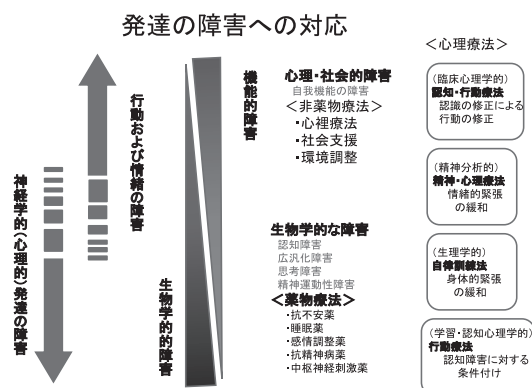
「健常児や者と区別の付かない極軽い自閉症」ということばを耳にすることもよくありますが、極軽度であったとしても、その症状は、中枢神経系の生物学的異常による、質的に『病的』なものであり、健常者に近づくものではありません。これに対して、行動・情緒の障害にみられる強迫性の障害は、成人のパーソナリティおよび行動の障害 (F6) や強迫性障害 (F42) と同様に自我心理学的発達 (情緒の成長・母親からの自立) に関わる問題ととらえることができます。

アメリカ精神医学会の診断手引きである DSM-IV-TR (Diagnostic and statistical manual of mental disorders fourth edition text revision : American Psychiatric Association, 2000) の日本語版「DSM-IV-TR 精神疾患の分類と診断の手引き (医学書院 2006)」における自閉性障害とアスペルガー障害の診断基準を整理すると、(1) 対人的相互反応の質的な障害 (2) コミュニケーション (言語表出) の質的な障害と記されています。この「質的な」が重要なポイントです。診断基準には、「目と目で見つめ合う、顔の表情、体の姿勢、身振りなど、対人的相互反応を調節する多彩な非言語的行動の使用の著明な障害」、「楽しみ、興味、達成感を他人と分かち合うことを自発的に求めることの欠如 (例：他の人達に興味のある物を見せる、持ってくる、指さすなどをしない)」、「対人的または

情緒的相互性の欠如」と具体的な項目があがっていますが、「著明な障害」、「欠如」「しない」と表現されている『質的に異なる障害』でなければなりません。です、いわゆる健常児と区別が付きにくい『グレーゾーン』に該当する事例は、「明らかに質的に異なるもの」ではありませんので、自閉症・アスペルガーには該当しないことになります。単なる量的な違いではなく、質的な違いでなければならないということです。「たまにそういった症状が見られることがある・・・」といったものではなく、明らかな『病的異常』をさしているのです。「欠如」とは全く存在「しない」ことです。また、(3) 行動、興味、および活動の限定された反復的で常同的な様式と記され、その内容は、「異常なほど常同的で限定された興味だけに熱中する」「機能的でない習慣や儀式にかたくなにこだわる」「常同的で反復的な衝動的運動」「物体の一部に持続的に熱中する」となっているのです。これらの症状も「衝動的」と現されているように、明らかな病的症状を現しているのです。自閉症の興味の偏りとは、「好き嫌いの差が激しい」事ではなく、「奇異な一部分」に異常な興味を持つことです。つまり、興味の対象に偏りがあるのではなく、興味の持ち方に偏りを示すという質的異常といえます。「クレーン現象」とは、人の腕をあたかも「機械のクレーンを操縦する」かのように扱おうとする奇異な行動であり、幼い子がおねだりをするように母親の手を引っ張ることとはまったく質の異なる奇妙（衝動的）な現象を指しています。物に対するこだわりも、いくつかのものの中から選択して一つのものにこだわり、そこには本人なりの情緒的な意味が存在する情緒障害（強迫性障害）とは異なり、自閉症は一つの選択肢しかないために同一性を保持しようとするのです。この「病的な質の違い」を理解しておくことが重要です。新しく改訂されたアメリカ精神医学会の DSM-5 では、広汎性発達障害が自閉症スペクトラム障害と名称が変更され、神経学的発達障害であることが明確に示されています。その範囲は極めて狭いものであり、混乱を招いているアスペルガーの病名は用いられなくなりました。従来グレーゾーンとして扱われてきたものが、自閉症スペクトラムではなく、「強迫性障害」や「Schizoid personality」といった質的には情緒障害に分類されるものであることがより分かり易く示されるようになりました。

このほか、「コミュニケーション障害」は、「言語表出性障害」のことであり、ウェルニッケ・ブローカー中枢の障害に起因するもの、または、関連する言語障害のことであり、対人関係でトラブルを起こす情緒障害とは別なものといえます。また、学習障害は、あ

る種の生物学的な機能不全に由来する認知過程の異常から生じたもので、特異的な学習手段の障害であり、学力自体は保たれています。注意欠陥多動性障害も、不安・緊張が強いために落ち着きが保てない情緒障害や知的に低い故に周囲との協調的な行動を保つことができない状態とは区別しなければなりません。今回紙面の都合で詳しく述べられませんが、グレーゾーンあるいは愛着性障害といわれる様々な情緒障害（「Schizoid personality」「強迫性障害」「自己愛性障害」など）の質的区別に関しては、精神分析的な視点での理解が必要であることを付け加えておきます。



対処方法について触れますが、「中枢神経系の生物学的成熟に深く関係した機能発達の障害」である神経学（心理）的発達障害に関しては、環境調整や学習心理学的行動療法（条件付け）に加え、必要に応じて中枢神経刺激薬や抗精神薬といった薬物療法が行われ、自我発達の障害（情緒的未成熟）である情緒障害にたいしては、情緒の発達、精神的自立を促すことを目的とした臨床心理学的支援（認知行動療法・精神分析的心理療法など）を主として抗不安薬などの薬物療法も行われ、両者への対応は異なるものとなっています。学校現場での特別支援教育においても、両者の質的違いを理解し、障害の質に目を向けた対応が必要となります。

最後に、特別支援教育に取り組みおられる教諭の方々のご努力を讃えるとともに、様々な発達障害を抱える児童・生徒のみな様方が個々に適した形での教育支援の下で成長していけますことを心より願っております。

注）DSM-5 では、広汎性発達障害から Autism Spectrum Disorder（自閉症スペクトラム）に変更され、Neurodevelopmental Disorders（神経発達の障害）に位置づけられています。

小学校の役目を考えそして実践すること



学校法人 桐光学園 小学校長

斎藤 滋 / さいとう しげる

神奈川県川崎市の最も北に位置し、町田・多摩・稲城各市（東京都）に隣接しています。

小学校の規模は、各学年2学級で、全校児童が420人ほどの小さな学校です。小学校は平成8年（1996年）に開校し、今年開校18年目を迎えています。小学校に入学し、12年間の小中高での生活を終え、大学に進学し、さらに社会人として活躍する姿を見ることができてこの小学校の教育実践が生かされていると感じます。

12年間一貫教育で伸びる子どもたち

12年間の2分の1の年月を過ごす小学校、6歳から12歳までの、身体だけでなく心も考え方も大きく成長し変化する大切な時間がまさにこの6年間と言えます。私たちは学校の役割の重要性を自覚し、責任のある教育活動を実践していかなければなりません。

私は、児童一人ひとりの成長を支えるためには、学校の環境づくりと保護者との確かな連携が欠かせないと考えています。今回はそのために私たちがこれまで工夫し、実践してきたことについてご紹介したいと思います。



学校とは子どもたちが生活しやすい場、教師と子ども・子ども同士の様々なふれ合いの場であるべきです。教員が子どもたちの成長と学びを支援するために何を

すべきか・すべきでないかをよく考えその労を厭わないことが大切です。

保護者との連携と言うことは容易です。しかし、本当の意味でその連携がとれているかといえなかなか難しいでしょう。私は、保護者には子ども以上に学校を好きになってもらわなければならないと考えています。学校の様々な活動について、そのねらいとすることを理解していただいた上で、子どもへの声かけや様々な支援をしていただくことが教育効果を上げるために大切だからです。保護者が学校に足を運び、教員と交流する、子どもと一緒に活動しながら実は他の多くの保護者とも交流できているのです。保護者が学校で過ごせる時間は、土曜日の学校開放や親子ふれ合い活動、制作活動、さらには校内美化活動や保護者球技大会などがあり、他には学校行事などの担当として組織された委員会活動があります。委員会活動はほとんど母親たちによって行われていますが、土曜日の活動には多くの父親たちが参加してくれています。保護者が学校で見たこと、感じたこと、子どもと一緒に体験したことが家庭での話題にもなるはずです。このように保護者が学校で楽しい時間を過ごせることが、実は子どもを支え、学校を支えることにつながっているのです。

学校と家庭との連携というのはこういう積み重ねの上に成り立つものではないかと考えます。



土曜日の親子ふれ合い活動



もちつき会

(親子ふれ合い活動…ドッジビー、ふうせんバレー、昔遊び、フットサル など)

学校が確かな学びの場であるとともに、子ども同士、子どもと教師、教師と保護者との心の通い合う場でなければならないことは言うまでもありません。そのためにも、私たちは常に「学校としてこうしたい。学校としてこう考える。」というようなメッセージを発信し、教育目標達成のための様々な取り組みをしていかなければならないでしょう。

12年間の学園での生活は、大きく小学校と中学・高等学校に二分することができます。中学校入学者の約85パーセントが外部からの生徒ですが、その中で



小学校からの進学者が確実に成長できるようにしなければなりません。

そこでいつも大切にしなければならないことは、小学校が校訓としている「意志・表現・感謝」の心の育成としっかりとした「学ぶ力」の育成は、中高での生活をよりよいものにするために何一つとして欠かすことのできないものです。



4年生 土曜体験学習



5年生 土曜講習

小学校の6年間は、一人ひとりの子どもたちを一本の木に例えるならば、目には見えないかもしれないけれどその木を支える丈夫な根っこをつくるための時間であり、学びについては、学び（遊びや運動も含めて）の楽しさ、自分を支えてくれる好きなこと得意なことを見つけるべき時間です。

このようなことを、教師だけでなく保護者もしっかりと認識し、子どもたちを支えていくことが、人を作り、学校を作り、そして社会を作ることにつながっていくのだと思います。

—理由を説明する活動を充実する!—



信州大学教育学部数学教育 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、などを歴任し、現在に至る。長野県学ぶちから・学校力専門委員会委員、長野県全国学力・学習状況調査分析委員会委員。研究分野は数学教育学・科学教育学。現在の研究課題は、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？：説明する活動は何故大切なのか

前回「言語活動を充実する！」(理数啓林 No.3)では、子どもの発達段階に応じ言語活動を充実するために次の3つのポイントを御紹介しました。

ポイントⅠL：解決のために協働する場を設けましょう！

ポイントⅡL：気づきをかきとめる習慣をつけましょう！

ポイントⅢL：【よみ返す⇔かき直す】をとりいれましょう！

算数・数学科では、言語活動として特に「説明する活動」が注目されています。では、何故、説明する活動が大切にされてきているのでしょうか。一般に、自分の考えを表現し、表現したものと自分の考えを比べ、その違いを捉えると自分の考えを磨き上げやすくなります。特に、説明する活動を通して、知り得たことへの理解を深めるとともに、知り得た幾つものことが互いにかみ合うかどうか/矛盾しないかどうかなど検討し関係を調べたり、知り得たことから新たにわかることを見出したりすることができます。さらに、周りに自分の知り得たことをただ伝えるにとどまらず、その正しさや価値・有用さに基づいて知り得たことを他者と共感・共有できるようになるのです。

一般に、「説明する」とは、ことがら/理由/方法などについて詳しく述べることを意味します。今回は、算数科と数学科を通じ言語活動として最も学習する機会の多い、理由を説明することに着目し、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つを御紹介します。

ポイントⅣL：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ⅤL：説明をよみこむことから始めましょう！

ポイントⅥL：説明の仕方を他の場面にいかせるようにしましょう！

②こんな授業はいかがでしょう

ポイントⅣL：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！

社会において情報化が今後も高度に進み、知識それ自体より知識を活用できることの重要性が増していきまると、計算のようなルーチンで答えを求めるのは、もはや人の役割ではなくなっていくでしょう。そのため、算数・数学の姿は、答えを出せるようになることを主軸とする教育から、何故その答えになるのか/その答えをどのようにして求められるのか、つまり、答えを導くまでの道筋を明らかにできるようになることを主軸とする教育へ大きくシフトしてきています。こうした主軸のシフトは、将来を担う子ども達にとって価値ある学習を充実するために実に望ましいことであり、今後も大切にしていかななくてはなりません。

一方、あまりに急な変化は時に行きすぎた姿につながりかねませんので注意が必要です。道筋を明らかにする教育として理由の説明がどんなに大切であっても、そればかり毎日の授業でやっていては、計算などの技能が身につかなくなってしまうし、授業時間も足りなくなってしまう。ですから、授業が何を目的とするとき、理由を説明する活動をどのように位置づけるとよいのかについて予め承知しておく必要があります。

算数科の評価の4観点（算数への関心・意欲・態度、数学的な考え方、数量や図形についての技能、数量や図形についての知識・理解）に注目しますと、授業は、これらの観点のいずれかを主な目的として計画・実施され、その目的を達成する手段として理由を説明する活動が取り入れられます。実際、数量や図形についての知識・理解が主な目的とされる授業では、理由を説明する活動を通して知識の習得や理解の定着がねらわ

れます。また、数学的な考え方が主な目的とされる授業でも同様に、ある数学的な考え方を習得し活用できるようになるために理由を説明する活動が設けられることがあります。これらの場合、説明する活動は、授業の目的を達成するための手段として位置づけられることになります。

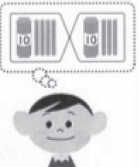
① 2年生が 14人、1年生が 13人 あつまって、おり紙を おっ ています。ぜんぶで 何人 いますか。

② しきに かいて 計算しましょう。

しき = 人

③ $14+13$ の しきに なる わけを かきましょう。

14+13 になる わけは、
2年生が 14人 いて
1年生が 13人 いて
あわせた 数をもとめるからです。



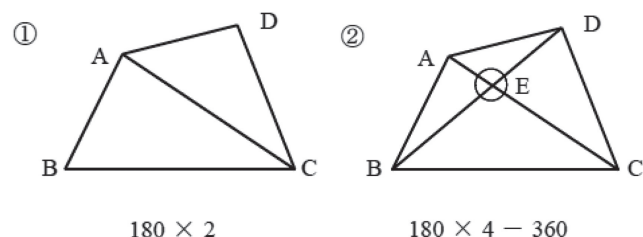
例えば、小学校第2学年「どんな計算になるのかな(そのわけもいしましょう。)」では、問題「2年生が14人、1年生が13人あつまって、おり紙をおっ ています。ぜんぶで何人いますか。」について、はじめに式と答えが求められ(ア)、それに続いて、「 $14+13$ のしきになるわけをかきましょう。」と、式の根拠を説明することが求められています(イ)。

ここでは、子ども達が式「 $14+13$ 」の根拠を説明することを通して、文章「ぜんぶで何人いますか」から、たし算の意味「合併」(同時に存在する2つの数量を合わせた大きさを求めること)をよみとり、それに基づいて式「 $14+13$ 」をたてられるようになることがねらわれています。つまり、「わけをかく」こと(理由の説明)は、ここでは計算の意味に基づいて式を立てるための手段であって目的ではありません。ですから、式を立てるために必要となる条件(2年生が14人いる、1年生が13人いる)と、式がたし算となる根拠(合併)が示されていればよしとして、子ども達なりの表現を可能な限り認めていくことが大切です。なお、小学校2年生ですから、文章で書くことが苦手な子どもは大切なことを順序立てて言えばよいでしょうし、教科書の挿絵にあるように、具体物への操作を式の根拠としてもよいでしょう。

一方、算数的活動として、理由を説明することが授

業の主な目的とされる機会が多くなってきています。こうした学習は、中学校で文字式を用いて数の性質について説明したり、図形の性質や関係について証明したりすることの素地となるものです。ですから、「書き方」よりも、説明されている内容が、既習の性質や関係が根拠とされているかどうか/そうした根拠に基づいて結論が論理的に導かれているかどうかの評価の鍵となります。

例えば、小学校学習指導要領(平成20年改訂)では、第5学年の算数的活動として次のものが例示されています:「エ 三角形の三つの角の大きさの和が 180° になることを帰納的に考え、説明する活動。四角形の四つの角の大きさの和が 360° になることを演繹的に考え、説明する活動」。この算数的活動について小学校学習指導要領解説算数編では、「この活動は、三角形の三つの角の大きさの和と四角形の四つの角の大きさの和を考え、説明することをねらいとしている」(p.158)と、説明すること自体が目的であることが明記されています。



後者の四角形の角の和に関する活動では、代表的な二つの方法が紹介されています(p.159)。ご存知のように、中学校第2学年では、多角形の内角の和「 n 角形の内角の和は、 $180^\circ \times (n-2)$ である」について同様な方法で説明します。ですから、算数的活動として、②の方法でしたら、求め方「 180° の4倍から点Eの周りの角の大きさである 360° を引く」という求め方に加え、「 180° の4倍から引くのは点Eの周りの角が四角形の角ではないから」など、求め方の根拠について考えたり、他の形の四角形についても同じように説明できるか確かめてみたりすることが必要です。その上で、力のある子ども達には、五角形や六角形の和についても同じように説明できるか、①②以外の方法はないかなど、発展的に考えるよう促しましょう。

ポイントV L：説明をよみこむことから始めましょう！

理由を説明するのは多くの子ども達にとって大変難しいことです。その原因の一つには、自分の思いや考えを表現するのが苦手なことがあるでしょう。これを解消していくには、算数・数学に限らず、様々な教科を通じて自分の思いや考えを表現し合う機会を増やすとともに、よみ返したりかき直したりすることによって自分の思考の“解像度”が確かに高まっていくことを子ども自身が実感できるようにすることが大切です。（「授業改善のポイント－言語活動を充実する！－」Ⅰ L, Ⅱ L, Ⅲ Lを御覧ください。）

一方、理由を説明することに伴う難しさはそれだけではありません。説明には、いわゆる“筋”があります。子ども達からすれば、その“筋”がみえず、何をすればよいのかわからないまま立ち往生してしまうのではないのでしょうか。もしそうであるなら、説明の“筋”を自分で組み立てられるようになるために、説明からその“筋”をよみとれるようになることが始めの一步となるでしょう。

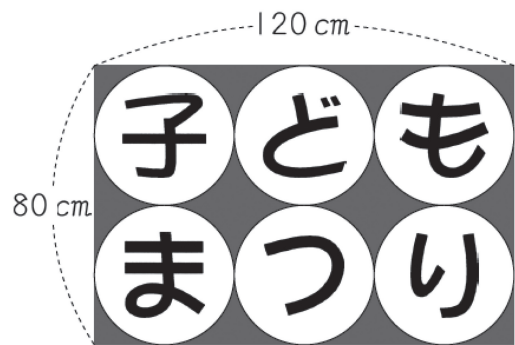
一般に、理由の説明では推論が何回も行われており、それぞれの推論は、根拠に基づいて、ある事柄から別の事柄を導くものとなっています。ですから、説明の“筋”をよみとるには、次の3つの視点が必要になります。

- (A) 導きたいことは何か。
- (B) そのために、何が前提とされ、何が根拠として用いられているか。
- (C) 複数の推論がどのように組み込まれているか。

視点(A)と(B)で理由の説明を逆向きによみこんでいくと、それに組み込まれている推論をとらえることができます。理由の説明では、ある推論で導かれたことが別の推論の前提とされることが多く、結果として複数の推論が組み込まれています。その組み込まれ方をとらえるのが視点(C)によって可能になります。

3つの視点(A)(B)(C)に子ども達が注目できるようにするためには、お手本となる説明について「なぜこれでもいいことが説明できているのだろうか」という問いを教師が投げかけ、子ども達とともに3つの視点に基づいて説明をよみこんでいくようにされるとよいのではないのでしょうか。

例えば、平成21年度全国学力・学習状況調査（算数B1(3)）^{*1}では、次のような場面で「1つの円の半径の長さが何cmになるかを求めます」と目的を明確にした上で、紙の縦の長さ 80cmを使った「ゆうじさんの求め方」（式、答え、説明）が例示されています。



ゆうじさんの求め方		
式	$80 \div 2 = 40$ $40 \div 2 = 20$	答え 20 cm
説明	<p>紙のたての長さは80 cmです。</p> <p>円がたてに2つならんでいるので、$80 \div 2 = 40$で直径の長さを求めました。</p> <p>半径の長さは直径の半分なので、$40 \div 2 = 20$で半径の長さを求めました。</p> <p>だから、半径の長さは20 cmです。</p>	
たての長さ	根拠	直径の長さ
		直径の長さ
	根拠	半径の長さ

そして、これをお手本として、紙の横の長さ120cmを使って円の半径の長さの求め方を示すことが求められています。

もしこの問題を授業で扱うのであれば、はじめに「ゆうじさんの求め方」の説明を3つの視点(A)(B)(C)で次のように逆向きによみこんでいきます。

まず、視点(A)「導きたいことは何か」と視点(B)「そのために、何が前提とされ、何が根拠として用いられているか」でお手本をみていくと、最終的に導きたいのは「半径の長さは20cmです」であり、これを導くために「直径の長さは40cmです」が前提とされ、「半径の長さは直径の長さの半分である」が根拠として用いられていることがわかります。さらに、視点(A)と(B)でみていくと、先ほど前提とされた「直径の長さは40cmです」を導くために、「紙のたての長さは80cmです」が前提とされ、「円がたてに2つならんでいる」が根拠として用いられていることもわかります。つまり、「ゆうじさんの求め方」の説明では、2つの推論が行われているのです。

その上で、視点(C)「複数の推論がどのように組み込まれているか」でみていきますと、「ゆうじさんの求め方」の説明には、2つの推論が「直径の長さは40cmです」を結び目として連続的に組み込まれていることがわかります。こうして、この説明の“筋”として、「紙の縦の長さ→直径の長さ→半径の長さ」という流れがみえてきます。

ポイントVI L：説明の仕方に基づいて新たな説明を組み立てるようにしましょう！

3つの視点(A)(B)(C)に基づいて理由の説明をよみこんでいくことにより、子ども達は、お手本の説明がどのように組み立てられているのか、その“筋”を学ぶことができます。そうしますと、学びとった“筋”を類似の場面にかして、自分で説明をつくりあげていこうとするでしょう。もちろん、はじめからうまくはいかないかもしれません。しかし、自分の説明とお手本を見比べ、不十分な点に気付き、よりよいものに評価・改善していこうとする姿勢や態度こそが、子ども達の将来に欠かせないのではないのでしょうか。

例えば、「子どもまつり」の問題では、紙の横の長さ120cmを使って円の半径の長さの求め方の説明が求められています。「ゆうじさんの求め方」の説明をよみこみ、「紙の縦の長さ→直径の長さ→半径の長さ」という説明の“筋”をつかむことができると、子ども達は、この“筋”をもとに、問題で示されている条件（「円がよこに3つならんでいる」）や、根拠「半径の長さは直径の半分」を用いて新しい説明をつくりあげていくことでしょう。

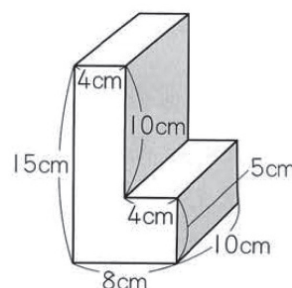
実際には、縦の長さ80cmを横の長さ120cmに変えらるとともに、お手本にある二箇所の「 $\div 2$ 」のうち、はじめの箇所は「円がたてに2つならんでいる」ことによるので、新しい説明では、「円がよこに3つならんでいる」ことを根拠として式を「 $\div 3$ 」に変えなくてはなりません。一方、次の箇所の「 $\div 2$ 」は、図形の性質「半径の長さは直径の半分である」によるので変えてはいけません。なかには、両方とも「 $\div 3$ 」にしてしまったり、「 $\div 2$ 」のままにしてしまったりする子どもがいることでしょう。このとき、誤った式で計算すると、新たに求めた一つの円の半径の長さが「ゆうじさんの求め方」の答え20cmと違ってしまいます。これを契機として、自分の説明の不十分さに気付き、手直しをする活動を位置づけることが大切です。

③明日の実践に向けて

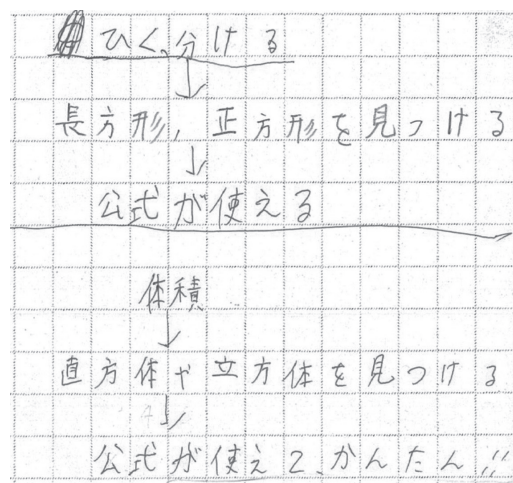
アイデアや着想を見出し表現することの充実へ

今回御紹介した授業改善のポイントにあるようにして、お手本である説明を真似るのは、説明する学習の“入り口”に過ぎません。最終的には、「型に入って型を出す」と昔から言われているように、子ども一人一人が自分らしく説明を組み上げ表現できるようになってもらいたいものです。そのためには、お手本から説明の“筋”を学びとるとともに、説明に必要なアイデアや着想を見出し、それを言葉で明確に表現できるようになることが必要です。

例えば、小学校第5学年で次のような複雑な立体の体積を求める場面で、子ども達は様々な求め方を説明します。このとき、求め方を説明するにとどまらず、そのようにして体積が求め



られる背後に、「自分が体積を求められる立体（立方体や直方体）をみつければよい」という着想やアイデアがあることに気付くことが大切です。その上で、次のワークシートにありますように、平面図形の面積を求める際にも「ひく、分ける→長方形、正方形を見つける→公式が使える」という同じアイデアや着想を自分が用いて複雑な図形の面積を求められていたことを子どもが実感できるようにしたいものです。



【参考】

- * 1：全国学力・学習状況調査の問題、解説資料、報告書、授業アイディア例は、次のサイトから入手できます。

<http://www.nier.go.jp/kaihatsu/zenkokugakuryoku.html>

理科における技能②

～「地球」の柱を中心として～

広島理科教育研究 WG

<第4回執筆者>

・鹿江 宏明 / かのえ ひろあき

広島県公立中学校、広島大学附属東雲中学校教諭を経て、2010 年より比治山大学現代文化学部子ども発達教育学科准教授。中学校理科教科書「未来へひろがるサイエンス」の著者の一人。主な論文として、地学領域における教材開発に関する研究―事象の関連付けを中心として―（2009）などがある。

・三好 美織 / みよし みおり

福岡教育大学を経て、2010 年より広島大学大学院教育学研究科講師。著書に「今こそ理科の学力を問う―新しい学力を育成する視点―」（2012）東洋館出版社（共著）などがある。

1 課題はどこに？

（1）「地球」の柱を取り巻く課題

自然は、私たちに、美しい景観、住みよい環境などの数々の恩恵をもたらす一方で、地震や火山、台風など、災害の脅威をもたらします。「地球」の柱の学習では、このような身の回りの自然の事物・現象を対象として、科学的な見方や考え方を養うことを目指しています。

今日、各種調査の結果から、「地球」の柱に関わって、次のような課題が指摘されています。まず、平成 24 年度全国学力・学習状況調査では、方位磁針の適切な操作に関わる基礎的・基本的な観察・実験の技能の習得、天気の様子と気温の変化などのデータや情報に基づく分析・解釈、地層の広がり方やつながりに関わる空間概念や時間概念の形成、などに課題があることが示されています。また、国際数学・理科教育動向調査(TIMSS)の 2011 年調査報告書では、日本の児童・生徒の実態として、内容領域別の平均得点について、中学校 2 年生において、地学領域が比較的低いことが指摘されています。一方、平成 24 年度中学校理科教育実態調査では、地学領域の指導に関して「苦手」ないし「やや苦手」と感じている理科教員の割合が全体の 42% と他の領域に比べて高い傾向にあること、教職経験年数が増えるにつれて地学領域の指導について「苦手」ないし「やや苦手」と感じている教員の割合

は減少するものの、どの年代においても他の領域より高い割合にあること、が示されています。

（2）「地球」の柱の特性

「地球」の柱には、他の 3 つの柱とは異なる、特有の科学的な見方・考え方があります。

①自然の事物・現象の歴史性

自然の事物・現象は、元に戻すことができない、非可逆的な変化をしています。この意味において、例えば岩石や地層、地形など、自然の事物・現象を歴史的産物として捉えることができます。一方でこのことは、自然の事物・現象に非再現的、非実験的な側面があることも意味しています。

②自然の事物・現象のグローバル性とローカル性

例えば、地球規模の気候変動と身近な地域における自然災害に関連付けたりするなど、自然の事物・現象について全地球規模性（グローバル）かつ地域特殊性（ローカル）として扱うことが求められています。

③自然の事物・現象のスケール性

空間的スケールとして、原子のレベルから宇宙のレベルまで、時間的スケールとして、宇宙の誕生から現在まで、日常生活におけるスケールでは捉えきれない、長大な時間や広大な空間の中で自然の事物・現象を取り扱います。

④自然の事物・現象の循環性

例えば、地球の自転と太陽の日周運動、地球の公転と星の年周運動のように、自然の事物・現象には、ひ

とまわりして元の場所にかえり、それを繰り返しているものがあります。また、地球上の水などは、太陽光のエネルギーに支えられて、すがたを変えながら地球の表面をめぐるしています。

⑤システムの相互作用性

地球全体を1つのシステム（まとまり）とすると、地球システムは、大気圏、海洋圏、地圏、生物圏、人間圏のサブシステムで構成されており、それぞれのシステムが相互作用しています。一方で、地球システムは太陽系の1つのサブシステムでもあるのです。

このような特性を踏まえつつ、今回は、「地球」の柱の学習において多く実践されているモデル実験を中心としながら、観察における目的及び視点の明確化、モデル実験と自然事象との関係性、モデルの時間的・空間的な把握、視聴覚機器の活用の可能性、の4つの視点から、授業について検討してみましょう。

2 こんな授業はいかがでしょう

(1) 観察の目的と視点を明確にするために

「今の子ども達は自然体験が少ない・・・」、これは理科を担当する教師の間でよく話題になることであり、理科に関する知識不足の原因の一つとされています。児童・生徒の自然体験の不足は、私たち教員の子ども時代と比べると明らかに減っていて、教師が理科授業で自然事象を話題にしても、「知っている!」と児童・生徒の共感を得られる場面が減ったように思います。

しかしながら、体験をすれば知識が身についているかという、そうとは限りません。例えば、児童・生徒に「夕方、西の空に見える三日月をかいてごらん」と問うと、なかなか正確にかくことができません（大学生でも難しいようです）。三日月の形も、アニメの影響からか、月食のような月の形を答える児童・生徒も見られます（図1）。

月は、夜だけでなく昼間も見ることができる天体で

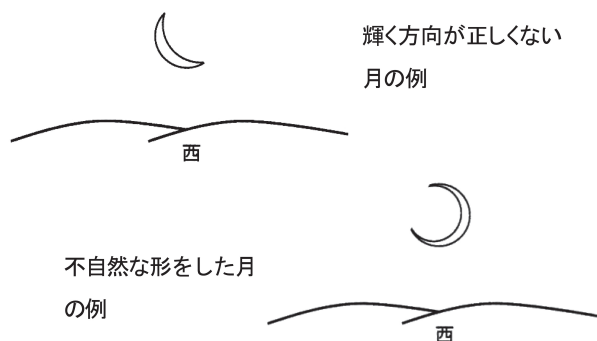


図1 児童・生徒に見られる誤答例

す。児童・生徒は間違いなく、これまでの人生の中で月を何度となく見ているはずです。しかしながら、夕方、西の空にある三日月が正確にかけないのは、問題意識をもって観察していないからだと考えられます。同じように中学校では、3年で日食や月食を扱いますが、なぜ毎月、日食や月食が起きないのかについて、教師が問わない限り疑問をもつ生徒は少ない状況です。

小学校4年では、1日の気温の変化を測定します。このとき、小学校3年で学習した1日の太陽の高さと関連づけると、太陽が最も高くなる正午と、最も気温が高くなる午後2時頃との間で時間差が生じていることに気づきます。ここではぜひ、小学校4年の1日の気温の測定前に、小学校3年の学習内容を想起させ、「太陽高度が最も高い正午に、気温が一番高くなりますか?」とゆさぶりをかけてみましょう。さらに考察場面では、気温が上がるしくみについてもふれておきたいところです（教科書「わくわく理科4」p.33 発展）。また、中学校3年では「季節による気温の変化」で、南中高度が高いと昼の長さが長くなり、気温が高くなることを学習します。このとき、学習前に生徒に「なぜ夏は暑いのか」と質問すると、「昼が長いから」と多くの生徒が答えますが、「日本が夏のとき、北極は白夜だけど気温は高い?」と聞くと、南中高度に注目するようになります。

疑問を誘発する発問や質問を、積極的に児童・生徒に投げかけてはいかがでしょうか。子ども達にとっては、何となく「あたりまえ」と思っていた内容も、実は改めて聞かれると、うまく答えられないことがたくさんあります。「わかっていないことがわかった」「わからないことに気づいた」と児童・生徒が自覚することにより、「なぜだろう」「どうしてだろう」と疑問が誘発され、観察の目的が明らかになり、それに伴って視点が明確になることが期待できるでしょう。

(2) モデル実験が自然事象の何と対応しているか

「地球」の柱では、観察・実験の特徴としてモデル実験を多く実施しています。これらは、実際の自然事象をスケールダウンし、単純化したモデルを観察させることにより、学習内容の理解を図ることをねらいとしています。自然の中の「何」と「どのように」に対応しているのかを児童・生徒が理解しておかなければ、モデル実験からわかることだけに留まり、本来の自然事象の考察に至らなくなってしまいます。

例えば、中学校2年で、注射器と丸底フラスコを用い、大気の上昇にともなう気温の変化で雲ができる様子を表すモデル実験があります。ここでは、注射器の

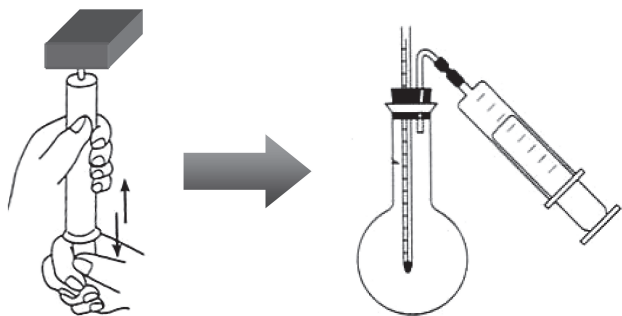


図2 注射器内の空気を膨張させていることを強調する

ピストンを引くことにより、空気を膨張させて温度を露点に到達させるのですが、生徒にとって膨張のイメージは「ふくらむ」であり、この実験装置では「膨張させている」ことを理解しにくい生徒がいます。したがって、実験の前に一度、図2のように注射器のみでピストンを数回動かし、同量の空気を圧縮・膨張できることを確認させた後に、「では、空気の量を増やすため、注射器に丸底フラスコを取りつけましょう」と指示することにより、実験の意図を確認してはいかがでしょうか。また、この実験では凝結核として線香の煙を事前に少量加えますが、このとき、凝結核の役割を理解させておかないと、生徒はフラスコ内で発生した雲を、「線香の煙が現れた」と誤解しかねないので、注意が必要です。

モデル実験は、多くの授業では「教師」が「教えやすい」モデルとして児童・生徒に提示されますが、「学習者」にとっては「与えられた」ものであり、対象となる自然事象とすぐに結びつかないこともあります。そこで、例えばモデル実験に使用する物品を児童・生徒に提示し、「これだけのものを使って〇〇のモデルをつくる（または～を表す）には、どうしたらよいだろうか？」と問いかけながら、モデル実験を考える活動を授業時間内に設定することも大切になるでしょう。

(3) 時間・空間の中でモデルを把握する

中学校3年では天体の動きを学習しますが、生徒が

理解しにくいモデルの1つに天球モデルがあります。このモデルは、生徒にとってあまりなじみがない考え方です。空を見渡しても、これを「ドーム」と実感できる生徒は少ないでしょうし、プラネタリウムを例に用いても、視聴した経験がなければピンとこないでしょう。そのような生徒には、天球を身近な生活経験と結びつけて理解させるよりも、「全天を都合よく投影し記録できる優れた記録用紙の1つ」と紹介した方がわかりやすいかもしれません。また、透明半球を用いて太陽の日周運動を記録させる観測では、観測結果から透明半球の中心に観測者をおき、季節の太陽の日周運動へと学習が展開されます。このとき、天球が透明半球サイズにスケールダウンすることに難しさを感じたり、ペン先の影を使うことで透明半球を天球に見立てていることが把握できなかったりする生徒がいますが、例えば図3のように、段階を踏まえて丁寧に指導すると、生徒は理解しやすくなります。

広大な空間や長大な時間を把握させるモデルとしては、例えば太陽系を30億分の一に縮小して提示する方法や、46億年の地球史を46cmの紙テープに対応させ、地質年代を着色する、などの方法も有効です。どちらのモデルも、宇宙の広さや地球の歴史を把握しながら、自分の存在をふり返ることができます。

授業で扱っているモデル実験の中には、自然事象をかなり単純化しているため、モデル実験で説明できる内容には限界があることも承知した上で指導しないと、正しい認識に結びつかなくなってしまうこともあります。例えば、マグマが冷え固まるようすを説明するときに、ミョウバンの飽和水溶液を冷却するモデル実験を行い、ゆっくり冷やすと結晶が成長する、あるいは急に冷やすと石基ができることを示しますが、実際の深成岩では、大量のマグマが、地下深く、高温・高圧下で、数十万年以上の長大な時間をかけて固まっています。したがって、このモデル実験だけで火成岩のでき方を説明することは難しく、ここでは結晶の大

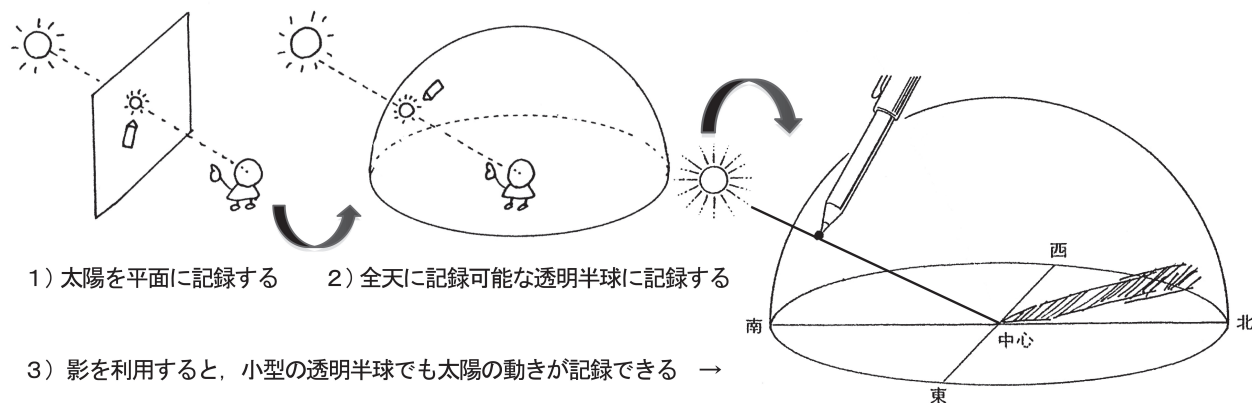


図3 透明半球をイメージするための3ステップ

きさと冷却速度との関係に留めるべきでしょう。

小学校5年や中学校1年では、堆積実験装置などを用いて河口での地層のでき方を説明します。このとき、条件によっては大きな粒が遠くまで運ばれてしまい、説明したいことと逆の結果になることがあります。実際の河口では、流入する河川の勾配はほとんど水平ですし、供給される碎屑物の粒度はかなり限定されています。堆積実験装置によるモデル実験は、急勾配で設定すると土石流を再現する実験になってしまうこともあるので、どのような条件であれば考察させたい結果が得られるのか、事前に予備実験をしておく必要があります。

(4) 視聴覚機器を活用する

モデル実験などで、児童・生徒に観察のポイントを指示するとき、投影できる卓上カメラがあると効果的です。デジタルカメラをテレビにつなぐだけで、簡単な実物投影装置になります。また、パソコンと携帯電話・スマートフォンをWiFiでテレビ電話として接続する（例えばiPhoneのFace Time機能など）ことができれば、ワイヤレスの実物投影装置として使うことが可能です。パソコンの画面をプロジェクタで投影しておけば、例えば各班の実験の様子を授業中に中継で紹介することもできますので、授業の可能性が広がります。

カメラを用いた実物投影は、「地球」の特徴である、複数の視点からの観察が求められるときに有効です。例えば中学校3年の天体では、地球から見た天体の動きについて、地球儀にスマートフォンを貼り付け自転させることにより、地球儀の周囲に設置した天球図の動きを確認したり、太陽モデルを設置してその見かけの動きを観察させたりすることにより、各視点からの運動を理解する一助になります（図4）。

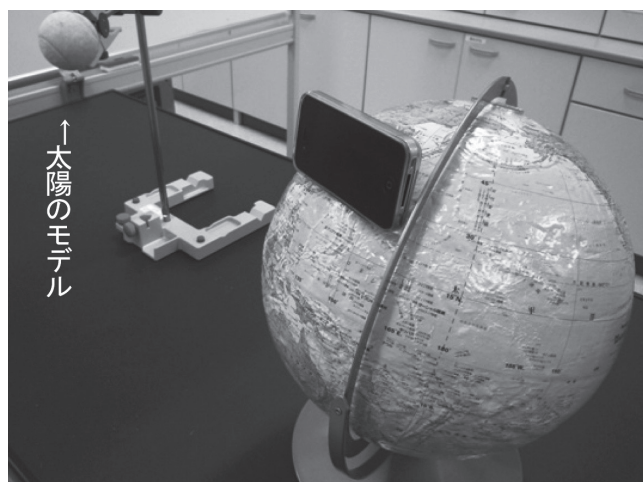


図4 スマートフォンによる実物投影

3 明日の実践に向けて

学習指導要領では、科学的な知識の定着、科学的に探究する能力の育成、観察、実験の技能の習得、さらに生徒の興味・関心や科学的態度といった情意面での発達を図るために、観察や実験、野外観察などの活動が重視されています。「地球」の柱では、モデル実験による学習とともに、理科で学習したことを野外で確認し、野外での発見や気づきを学習に生かすなど、野外観察の実施が求められています。そのため、児童・生徒の生活の場である地域の自然環境の実態をよく把握し、その特性を十分に生かしながら教材化していくことが必要となります。時には、博物館や科学学習センターなどと連携、協力しながら学習活動を展開してもよいでしょう。地域の自然に親しむ活動や体験的な活動を通して、自然環境を大切に、その保全に寄与しようとする態度を児童・生徒に育成することは、持続可能な社会を構築していく上で重視される環境教育につながっていきます。

野外における学習活動では、自然の事物・現象を断片的にとらえるのではなく、それらの相互の関係を一体的にとらえるようにすることが大切です。そして、学習活動を有効かつ効果的なものにするためには、野外活動の実施のみに焦点を当てるのではなく、事前指導から事後指導までを含めた一連の単位として展開していくことが重要になります。

(引用参考文献)

- ・科学技術振興機構（2013）『平成24年度中学校理科教育実態調査』
- ・角屋重樹他編（2009），『小学校理科の学ばせ方・教え方事典 改訂新装版』，教育出版，pp.58-61.
- ・国立教育政策研究所（2013）『TIMSS2011 理科教育の国際比較－国際数学・理科教育動向調査の2011年調査報告書』
- ・野上智行編著（2005），『理科教育学概論－理科教師をめざす人のために－』，大学教育出版，pp.161-166.
- ・文部科学省（2008），『小学校学習指導要領解説理科編』
- ・文部科学省（2008），『中学校学習指導要領解説理科編』
- ・文部科学省・国立教育政策研究所（2012）『平成24年度全国学力・学習状況調査報告書』

第4回

日本の数学教育構築期（1890年代前後）



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。

9. 三千題流の算術教科書－1880年（明治13）

1870年代からアメリカのロビンソンやデビス、イギリスのトドハンター等の教科書が翻訳翻案され授業で使われた。

1880年から中学校数が激減、質向上のための措置だった。

明 治	6	12	13	19	20	30	35
中学校数	20	784	187	56	48	118	236

表1 中学校数（旧制）『学制八十年史』文部省 1954

学校数が減り中学入試が競争的になると三千題流の問題解き教育が盛んになる。次の教科書が出た頃から流行していく。

㉔ 『数学三千題』巻上・中・下・解式 4冊 ㉔ 10

尾関正求撰 成美堂・岐阜 1880（明治13）1888文部省検定済 1898（明治31）再11刻 / 上中下各巻千題
本書はロビンソンの算術書により編纂、加減乗除より諸術に至り一術毎に例を挙げている。従来算術書は題数が少なく一術に通じて他術に移りては活用自在できない。そこで、「四則応用より開方級数及び求積ニ至ルマデ初学ニ緊要ナル問題三千ヲ撰ミ生徒ヲシテ各自詳熟得ニヨリ凡ソ数技ノ活用ナラシメン事ヲ欲ス。」（㉔の凡例）

㉕ 『実用数学新三千題』巻一～六 6冊 尾関正求著 ㉔ 11

成美堂・岐阜 1887（明治20）1888再版文部省検定済

/ 巻一・二は尋常小学科用、巻三～六は高等小学科用。

㉕は小学教則に適合したもので授業用、㉔は自習訓練用。

問題例として㉕のものを次に掲げる。

①「兄弟四人あり。長子は次子の二倍より五才少く、次子は三子より三才多く、四子は三子の二分之一にして次子三子の和は11歳なり。各幾何」/ 巻二・四則応用問題（20）

②「若干の菓を四童に分るとき、甲は其四分の一より二百個多く、乙は五分の一より三百四十個多く、丙は六分の一より三百個多く、丁は八分の一より四百個多しと云ふ。全数幾何」

/ 巻六・四則応用問題（47） / ①尋常科 ②高等科

答 ①長子9・次子7・三子4・四子2歳 ②4800個

㉕の巻一の凡例に於て尾関は次のように述べている。

「本書ヲ教フルモノハ正確平易ナル言語ヲ用キテ懇切に解明シ単ヨリ複ニ進ミ既知ヨリ未知ニ移リ、実測ヨリ法則ニ入ルヲ旨トシ開発的ノ教授法ニヨルベシ。簡易ナル数理法則ノ如クハ教師ヨリ注入スルコトヲ避ケ唯生徒ヲ誘導シテ自ヲ推知セシムベシ」

尾関は開発的教授法に依るべしというのが、問題は例示したように「問題のための問題」が多い。尾関の著書は他に、

㉖ 『珠算二千題』巻一二合本・三四合本 尾関正求編纂 成

美堂・岐阜 1884。/ 四則より開方、勾股弦、容術まで。

27 『代数三千題』巻上中下3冊 尾関正求撰 成美堂・岐阜
1884 原本はロビンソン。／巻上中は二元二次方程式まで、
下巻は平面立体幾何・三角術。尾関は師範学校に勤めた。
その他、三千題の著者には上野清（中学用）、小森数蔵、
五千題には群正光、大島孝造、七千題には脇屋乾などがおり、
1884年乃至1888年の間に多く出版された。

10. 理論流儀の算術教科書－1888年（明治21）

三千題流に対して理論流儀の算術教科書が現れた。

28 『中等教育算術教科書』巻上・下 2冊 図12

寺尾寿編纂 敬業社・東京 1888年初版 1891年17版

著者は東大教授・星学、初代東京天文台長。1883年フランス留学帰国後、東京物理学校でも天文学と算術を教えた。本書はフランスの算術書数冊、ブリヨ、セレーなど参考に編纂。

出版理由は当時の算術が単に問題解き教育であったことで、
目的は「元来算術ハ一種ノ学（サイエンス）ナリ、世人ハ之ヲ何ト呼ブトモ、決シテ単ニ術（アート）ニハ非ズ」と主張し、
中等教育算術教授法の弊を改めることにあった。

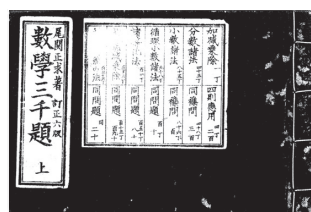


図10『数学三千題』上

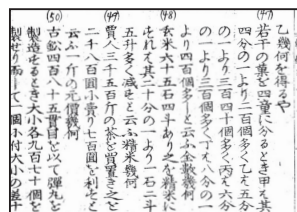


図11『実用数学新三千題』六

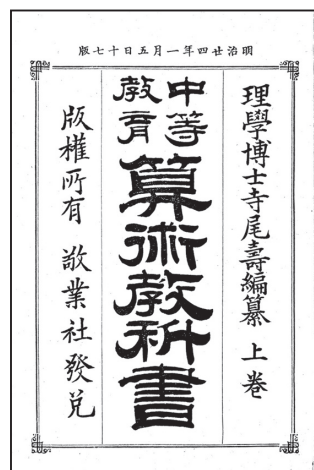


図12『中等教育算術教科書』上

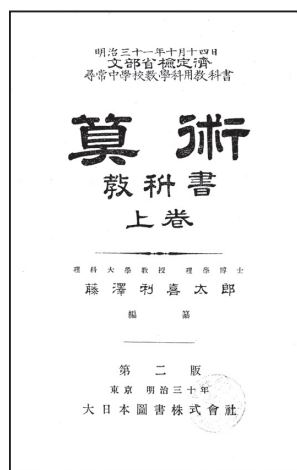


図13『算術教科書』上

28の第一編は整数の加減乗除及び之に関する諸定理を講じ、
第二編では倍数約数の理論、単数の理論の初歩を授けて以て
分数の理論の基礎を作り…というように「理論」の用語が続出、
本文では定義、定理、応用、演習問題と続く。

定理の例「或ル数ガ九或ハ三ノ倍数ナル為ニ必要ニシテ且
ツ十分ナル要件ハ、此数ヲ組ミ立ツル所ノ数字ノ和ガ同ジ
数ノ倍数ナルコトナリ。」

28は小中学校の算術教科書に影響を与え、「理論」を冠した
書名の算術書が現れるようになった。

11. 日本数学教育の構築へ向かって－1890年代前後

1887年、イギリス・ドイツ留学より帰国した藤沢利喜太郎
は同年東大教授・数学に就任。1888年頃から学術専攻の傍ら
算術教授法改良の方法を講究することを思い立つ。その成果
を講習会で話したり著書として出版したりした。その中に、

29 『算術教科書』巻上・下 2冊 図13

藤沢利喜太郎編纂 大日本図書・東京 1896 中学校用

本書は翻訳ではなく日本独自の算術が目的だが、藤沢は寺尾
の28に対し1890年の講習会で次のように述べた[13]。

「理論流儀、弊害ヲ指摘シ之レヲ本邦算術教育中ヨリ掃蕩ス
ル事ヲ主張セシニ、幸ニシテ大方識者、賛襄ヲ得タリ」

藤沢は日本の来歴、外国の動向を調べ、現場の授業を見て著
したのが[13]、それに基づいて著述したのが29である。

文部省は教科書検定制度（1886）の開始とともに中学校数
を減らし教育課程を整備したいと考えた。そこで服部一三普通
学務局長は1887年頃、東大教授の菊池大麓と藤沢利喜太郎に
数学教科書編纂を依頼する。菊池は幾何と三角法、藤沢は算術
と代数を分担する。1898年までに4点7冊を出版した。これ
らの教科書を基に文部省は数学教授細目（1898）を作り、日
本の数学教育を構築していく。それは菊池と藤沢の数学教育観
に基づいている。また[13]及び29が尋常小学算術書（黒表紙・
1904発行）編纂に影響を及ぼしていく。（続く）

文献 [13]『算術条目及教授法』藤沢利喜太郎著作兼発行者

丸善・三省堂書店発売 1895。別の版：藤沢利喜太郎著

大日本図書発行 1895初版 1902再版。

図をかいて確かめることから始まる数学的活動



信州大学教育学部准教授

小松 孝太郎 / こまつ こうたろう

新潟県三条市出身。筑波大学第一学群自然学類、同大学院教育研究科、同附属坂戸高等学校教諭、同大学院人間総合科学研究科、信州大学教育学部助教を経て現職。博士（教育学）。主な出版物は『算数・数学教育における証明指導の改善』（単著、東洋館出版社、刊行予定）、『教科教育の理論と授業Ⅱ：理数編』（大高泉・清水美憲編、分担執筆、協同出版）。

数学的活動の重要性と意味

平成 20 年告示の中学校学習指導要領では、数学科の目標の冒頭に「数学的活動を通して」という文言が加えられました。このことから、数学的活動を充実させることが、従前の学習指導要領にも増して求められていることがわかります。

数学的活動は、学習指導要領の解説において、「生徒が目的意識をもって主体的に取り組む数学にかかわりのある様々な営み」と定義されています。そして、その例示として、学習指導要領では次の三つのタイプが示されています。

ア 既習の数学を基にして、数や図形の性質などを見いだす活動

イ 日常生活で数学を利用する活動

ウ 数学的な表現を用いて、自分なりに説明し伝え合う活動

これらはいずれも第 1 学年の例示であり、第 2, 3 学年ではより質的に高まったものとなります。具体的には、アの「見いだす活動」が「見いだし、発展させる活動」に、イの「日常生活」が「日常生活や社会」に、そして、ウの「自分なりに」が「根拠を明らかにし筋道立てて」となります。

本稿では、アの中でもとりわけ「発展させる活動」について、第 2 学年における図形の証明を事例として考えてみたいと思います。

証明の意義

その前に、平成 20 年度に実施された全国学力・学習状況調査の問題の一つ取り上げてみましょう。主として「知識」に関する問題、いわゆる A 問題の 8 番において、次の問題が出題されました。

まず、「平行四辺形 ABCD の辺 AD, BC 上に、 $DE = BF$ となるような点 E, F をそれぞれとるとき、 $AF = CE$ となる」という事柄について、図 1 をかいて証明した状況を考えます（ここでは証明は省略します）。その上で、図 1 とは形の異なる図 2 のような平行四辺形 ABCD についても、同じように $AF = CE$ となるかどうかに関して、正しい意見を選択肢の中から選ぶという問題でした。

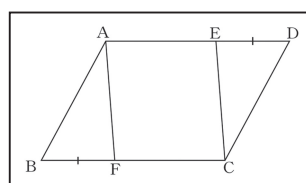


図 1

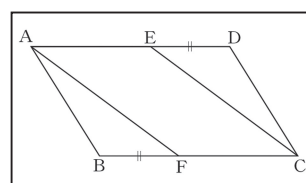


図 2

この問題に対して、正答の「図 2 の場合も $AF = CE$ であることは、既に以前の証明で示されている」を選択した生徒の割合は 58.3% でした。一方、「図 2 の場合は、 $AF = CE$ であることを、改めて証明する必要がある」を選択した生徒の割合は 29.2% でした。

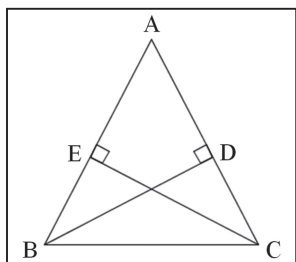
この結果を受けて、同調査の報告書では、「証明の意義の理解に課題がある」と指摘しています。その上で、この状況を改善するために、「条件に合う複数の図で同じ証明が成り立つことを理解できるようにすることが大切である」と述べています。より具体的には、「証明した後で、条件に合う別の図でも証明が成り立

つことを確かめることを通して、同じ条件を満たす他の図で改めて証明する必要があることを実感する活動を取り入れること」を一例として挙げています。

証明後に図をかいて調べてみると・・・

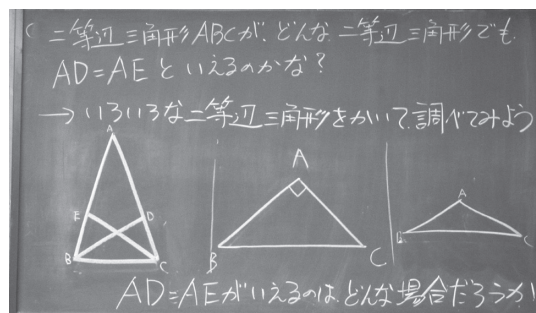
証明した後で図をかいて調べてみることから、数学的活動が始まる場合があります。このことについて実際の授業を紹介しましょう。その授業では次の問題が取り上げられました。

AB = AC の二等辺三角形 ABC があります。図のように、点 B, C から、それぞれ、辺 AC, AB に垂線 BD, CE をひきます。このとき、AD = AE であることを証明しなさい。



生徒は $\angle ADB = \angle AEC = 90^\circ$, $AB = AC$, $\angle BAD = \angle CAE$ (共通) から $\triangle ABD$ と $\triangle ACE$ の合同を導き、その合同から $AD = AE$ を示しました。

その後、先生は「二等辺三角形がどのような二等辺三角形であっても、 $AD = AE$ といえるのかな？」と発問しました。生徒は実際に図をかいて調べ、点 B, C からの垂線が辺 AC, AB に交わらない場合があることを発見しました。そして、「三角形が細長ければ $AD = AE$ といえる」や「つぶれた場合はいえない」と述べました。そうした素朴な表現を、 $\angle A$ が鋭角や鈍角の場合など、よりの的確なものへと修正することも考えられます ($\angle A$ が直角の場合をどのように解釈するのか追究しても面白いかもしれません)。



なお、この「つぶれた三角形」は、数学的には反例ではありません。上記の問題は、垂線が辺 AC や AB と交わることを前提とし、その上で $AD = AE$ となる

ことを主張しているからです。そのため、全国学力・学習状況調査の報告書にある「条件に合う別の図」とは異なります。

授業では、ある生徒が、辺 AC や AB を延長すれば垂線 BD や CE をひくことができる」と提案しました。

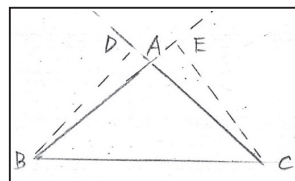


図3

その提案を受けて、図3の場合も $AD = AE$ となるかどうか全体で追究しました。

ここで、最初の証明を振り返ると、図3の場合には共通な角から $\angle BAD = \angle CAE$ を導くことはできないこと、及び、対頂角の関係から導くように修正しなければいけないことがわかります。このように、既にある証明を的確に利用すれば、より効率的に取り組むことができますし、二つの場면을統合的に捉えることにもつながります。既にある証明を利用する問題は、全国学力・学習状況調査のB問題（主として「活用」に関する問題）でも繰り返し出題されていますので、そうした学習指導を意図的に行うことも考えられます。

授業の最後では、問題文の「辺 AC, AB」を「直線 AC, AB」に変えれば、図3のような場合も含むより一般的な事柄を作り出すことができることを生徒は見出しました。

教科書では、ほとんどの証明問題に図が付されています。証明をした後にその図とは異なる形の図をかいて調べてみると、思わぬ発見につながる場合があります。そうした問題は、数学的活動を実現するための教材の一つになるでしょう。

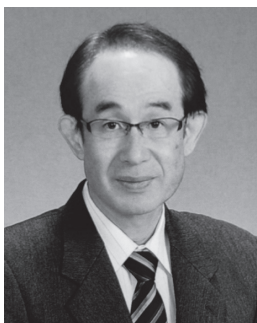
引用・参考文献

国立教育政策研究所 (2008). 『平成20年度全国学力・学習状況調査【中学校】調査結果概要』。

清水静海 (1981). 「算数・数学教育における「問題」の性格についての一考察 (続)」, 『愛知教育大学数学教育学会誌イプシロン』, 第23巻, pp. 29-43.

文部科学省 (2008). 『中学校学習指導要領解説数学編』, 教育出版。

理科授業における協同学習の必要性



同志社女子大学教職課程センター特任教授

大黒 孝文 / だいこく たかふみ

1955 年鳥取県生まれ

1979 年立命館大学理工学部卒業。

同年、兵庫県宝塚市公立中学校教諭

1999 年神戸大学附属住吉中学校教諭

2008 年より現職

2009 年神戸大学大学院 人間発達環境学研究科 教育・学習専攻 博士後期課程 修了

著書：「生徒と創る協同学習 - 授業が変わる、学びが変わる -」（共著）明治図書

「今こそ理科の学力を問う 新しい学力を育成する視点」（分担執筆）東洋館出版社

1. はじめに

これからの変化の激しい社会を生きる子どもたちに対して、学校教育でつける力は「生きる力」である。その「生きる力」は、主体的で自己と他者の関係を重んじ、社会性を持った生き方ができる人間の育成であると要約できる。この力を具体的に育成することを目的として、近年多くの教育現場で、協同的な授業実践の取り組みが行われている。このような現状の中で、理科の学習において何を行うべきか、その理論と現状を挙げながら考えていきたい。

2. 協同学習の理論的背景

佐伯¹⁾は、認知科学の分野における状況論的アプローチに代表される考え方として、「知的営みの実践は、個人の頭の活動に帰属されるべきものではなく、他者と分かち合い、他者と協力し合うことによって、社会的に実現されるものである」としている。また、佐藤²⁾は、教育学の文脈から、学びの三位一体論として、学びとは対象世界との対話であり、他者との対話であり、自分自身との対話を遂行する営みであるとし、活動的で協同的で反省的な学びが、協同学習のプロセスの中で実現されるとしている。

これに対して亀田³⁾は、協同的な学習において認知的中心性の高いメンバーの影響力を検証し、グループでの問題解決では少なくとも1人が正解を出すと、

そのグループは機械的にその解を集約してしまい、協同の効果が期待しにくく、知的資源の単なる総和以上のものを新たに創り出すわけではないと指摘している。また、村山⁴⁾は共通の学習目標を達成するために、学習者同士が助け合う美しい学びあいからは何も生まれないとし、互いの仮説を批判しあう、耐え難い相互作用を通して、科学的知識の信頼性が保証されるとしている。

以上のことから、協同的な学習の場は必要であるが、それが有効な効果を生み出すとはいえない場合もあるということは明らかである。すなわち、協同的な学習を意味あるものにするためには、グループの構成や手続きをより明確に示す必要があることを意味している。

3. 理科の教育現場での実態

理科を教える教師であれば、意図的であろうがなかろうが、実験設備の関係から、少なくとも理科の実験観察場面で、グループでの学習を取り入れている。この学習場面において、教師は個人で学習するより、協同で学習することでの相乗効果を期待するのであるが、その期待が裏切られる場面を多く経験している。

例えば、実験が得意な児童生徒だけが中心となって実験観察を共有せずに終わってしまう。考察において、自分の考えを簡潔にまとめて話すことができず、全体として話し合いが活発にならない。また、話し合いに

参加しなくてもグループの誰かの意見が結論となり、その答えにただ乗りするフリーライダーが発生するなどである。極端に言えば、グループの中で責任もなく、何もしない個人が存在してもグループでの実験は成立するのである。

4. 協同学習の理論と方法

理科の授業で、協同的な学習を取り入れる意義は、子どもたちが事象との出会いや予想の検証実験を通して、個々の考えを相互交流し、批判的思考と科学的追究の過程を経て、集団において合意し、法則性や結論にたどり着く学習活動を行うことにある。しかし、その活動を子どもたちだけにゆだねても十分な成果が得られない可能性があることは、以上の理論と事実から明らかである。そこで、協同学習を取り入れた理科の実践として報告されている大黒ら⁵⁾の研究から、その理論と方法の一部を紹介する。

大黒らを取り入れる理論は、ジョンソンら⁶⁾の協同学習理論で、以下の5つの基本的構成要素からなる。

- 1) 相互協力関係：分担や相補的役割を与えることで全員がそろわなければ成立しない関係。
- 2) 対面的・積極的相互作用：仲間の学習への努力を援助し、知的活動としての議論や説明を行う相互行為。
- 3) 個人の責任：個人には役割分担としての責任があり、集団の中で各自が主役であるという自覚を持つこと。
- 4) 小集団での対人技能：人が生まれつき持つことのない相互交渉の仕方を、社会的技能として与えること。
- 5) グループの改善手続き：学習活動の協力的な貢献が有効であったか否かを明らかにし、改善を図ること。

以上の、5つの基本的構成要素の中から、授業に具体的に取り入れる方法として相互協力関係を紹介する。相互協力関係とは、グループで1つの目標を達成するための授業構造や役割分担を言う。その例として、観点別役割分担がある。観点別役割分担とは、実験観察を行う際、実験や観察の観点ごとに役割を分担させ、責任を持って観察し統合しなければ課題が解決しない方法である。例えば、台風の動きや変化を天気図や雲画像の動きから予想させる学習活動では、台風

個人の役割として与え、その観点に着目して天気図や雲画像の変化を観察させる。その後、同じ観点ごとに集まり、互いの気づきを交流することで、より広い視野と自分の考えに確信を持たせる。この活動の後に、自信と責任を持って元のグループに返り、相互交流することで統合し、同時に起こる現象を総合的に判断することができる。これらに併せて、教師は、相互作用を活発に行うための外化支援や、対象である子どもに併せた社会的技能を授業の中で指導することが必要となってくる。

5. まとめ

協同学習を行う上で重要なことは、単に協同学習という手法を取り入れることではない。授業者の十分な学習内容の理解と児童生徒理解の元、協同学習の中で児童生徒が、個人の責任を果たし、共通の課題に対して個々の考えを出し合い、合意しながら解決する活動を通して、価値ある自分を発見することである。その中で、教師は、子どもたちに「生きる力」を持った大人に育てるという視点を持ち続けることである。

- 1) 佐伯胖・黒崎勲・佐藤学・田中孝彦・浜田寿美男・藤田英典編：「高度情報化の教育の課題」「岩波講座 現代の教育第8巻・情報とメディア」、pp.15-17, 1998, 岩波書店
- 2) 佐藤学：「授業を変える学校が変わる 総合学習からカリキュラムの創造へ」, pp.128-130, 2000, 小学館
- 3) 亀田達也：「合議の知を求めてーグループの意思決定ー」, pp.13-15, 1996, 共立出版
- 4) 村山功：「本当は恐ろしい理科の学びあい」, 理科の教育, Vol.54, No.639, pp.8-11, 2005, 東洋館出版社
- 5) 大黒孝文・稲垣成哲：「中学校の理科授業における協同学習の導入とその学習効果の検討ージョンソンらの協同学習論を手がかりとしてー」, 理科教育学研究, Vol.47, No.2, pp.1-12, 2006, 日本理科教育学会
- 6) ジョンソンら (1984), 「Circles of Learning : Cooperation in Classroom」, 杉江修治ら訳 (1998) 「学習の輪ーアメリカの協同学習入門」, 二瓶社

エネルギー・環境 子どもワークショップ in 川崎

ー川崎市内最大!エネルギー・環境学習の児童生徒による発表の場ー



ワークショップのロゴマーク

エネルギー・環境 子どもワークショップ実行委員会

2004年 第1回ワークショップ開催
 2011年 実行委員会による企画運営開始
 2013年 第10回記念ワークショップ開催
 川崎市スマートライフスタイル大賞奨励賞受賞
 川崎市環境功労者表彰受賞
 実行委員長 吉田 博俊（川崎市立王禅寺中央小学校長）

熱気あふれる会場

ここ数年2月中旬の土曜日、川崎市立大戸小学校の体育館は、子ども達の熱気に包まれます。「エネルギー・環境子どもワークショップ in 川崎」が開催されているからです。

体育館には川崎市内の公立小・中学校の児童生徒だけでなく、保護者や教員、市長をはじめ行政やマスコミ関係者、エネルギー・環境教育に関心のある企業や市民団体等、大人も大勢集まります。昨年は10周年記念ということもあり、子ども大人合わせて660名の来場でした（10年間で延べ185校参加・この3年間で1760名来場）。

子ども達は、パソコンを使ったり模造紙に書いたり、実験を行ったり紙芝居で表現したりと、工夫を凝らして自分の学校でのエネルギーや環境の取り組みを発表します。また、自分が発表するだけでなく他校のブースを回って、違う取り組みや提案を真剣



（会場風景）

に見つめています。大人も同様に、感心しながらそれぞれのブースを回って行きます。

高まる川崎の環境力

川崎市は、多摩川に沿って南北に細長い形で、南部の臨海工業地帯には、メガソーラーなど優れた環境技術を持つ施設や企業が集積しています。また、北部には多摩丘陵の緑も多く残っています。このような環境の中で、東京電力に研修員として派遣された教員が、社員と共に企画運営したのが「エネルギー・環境子どもワークショップ」の始まりでした。

総合的な学習の時間を中心にしたエネルギー・環境に関わる学校独自の取り組みを発表し合い、川崎の環境力を子ども達から高めていこうということで、毎年20校前後の小・中学校が参加しています。

開催目的

- 未来を担う子ども達に、地球環境問題について資源やエネルギーの視点から、進んで考えたり話し合ったりするきっかけを作り、エネルギー・環境教育を推進する。
- 地球環境問題と共に、資源やエネルギー問題を自らの課題として捉え、考え、理解し、主体的に判断し、行動できる子どもの育成を支援する。
- 自分の学校以外の友達に、『私達の提案』が出来る機会を作ることで、子ども達の学習活動への関心・意欲を喚起し、目的意識を持って取り組める学習の創造を支援する。

企画内容

- 川崎市立小・中学校において、総合的な学習、理科、社会等の学習の中で、環境やエネルギーについて関心を持って取り組んでいる学校を募集し、ワークショップを開催する。
- ワークショップに参加した子ども達を中心に、共通の目的を持って集まった子ども達が意見交換したり、交流したりすることのできる場を提供する。
- 参加校の子ども達が、アドバイザーや来賓から指導講評をいただく。

手作りのワークショップ

企業主催で始まったワークショップですが、3年前に市内の教頭や教員が自主的に実行委員会を立ち上げました。現在は川崎市や市教育委員会をはじめ、市PTA連絡協議会や環境に関わる多くの団体・企業の協力を得て、川崎市立小学校生活科・総合的な学習の時間教育研究会の常任委員を中心に約40名の実行委員が企画運営に携わっています。

総合的な学習中心の発表で市内最大のワークショップの特徴

- 子どもが創る開閉会式とブース：
司会、開閉会宣言や感想発表を参加校児童生徒で分担し、ブースも児童生徒が手作りする。
- 他校の子どもや参観の大人と意見交換：
他校のブースを見学して意見交流書を交換し、ぴんぼん玉投票での大賞選びも参加児童生徒と参観者全員で行う。
- 来賓・アドバイザーによる子どもへの励まし：
来賓やアドバイザーには、各ブースに言葉かけをしていただき、記録誌でも講評を書いていただく。
- 手作りの記録誌：
各校のページを児童生徒と担当教員で作成してもらう。
昨年の発表は、藤崎環境サミット（藤崎小5年）・多摩川ガタガタ探検隊（東大島小5年）・進め環境守り隊（新町小5年）・今、自分たちにできること（宮前小5年）・未来へつなげよう南小の梨作り（南河原小5年）・地球を救え西御幸環境調査隊（西御幸小5年）・米作りから学んだエコ（夢見ヶ崎小 科学クラブ）・チャレンジエコライフ（上丸子小5年）・百年後

の東高津を守るプロジェクト（東高津小5年）・食から考える環境活動（高津小5年）・西有馬の土作り（西有馬小5年）・私達の地球を守ろう（白幡台小5年）・平瀬川から広げよう（菅生小5年）・足元の自然から見直そう（下布田小5年）・We do ECO（百合丘小5年）・レッツエコランド（南百合丘小5年）・早野の里山、守るのは私達（虹ヶ丘小6年）・エコが育つ時（枳形中 省エネ環境委員会）です。



（発表風景）

これからのワークショップ

各学校では、エネルギー・環境学習を進めるための環境団体・企業の出前授業や資料を探しています。逆に環境団体・企業では、見学会やイベントに参加してくれる学校を探しています。実行委員会では、ワークショップを企画運営するだけでなく、学校と環境団体・企業との橋渡しも積極的に行うようになってきました。更に各実行委員が、川崎市環境局や環境団体・企業からの依頼による環境リーダー育成講座への講師派遣や出前授業への改善提案、施設見学や環境イベントへのアドバイス等も始めています。

今後もエネルギー・環境子どもワークショップ実行委員会は、子ども達に、よりよいエネルギー・環境教育を提供できるよう努力していきます。

今回のエネルギー・環境子どもワークショップ
in 川崎2014は、平成26年2月15日（土）
に川崎市立大戸小学校で開催予定です。

障がいのある方のその人なりの自立を目指して ～地域と共に生きる共生社会の実現～



ダンウェイ株式会社（障がい者就労支援、ICT、クリエイティブ、教育事業）代表取締役社長

高橋 陽子 / たかはし ようこ

E-mail info@danway.co.jp http://www.danway.co.jp/

神奈川県川崎市中原区新城 1 丁目 12 番 15 号

電話 044-740-8837 F A X 044-740-8838

経歴

(省略)	民間企業の総務・人事部門
2010 年 4 月～	ダン社会保険労務士事務所開業（特定社会保険労務士） 川崎市豊かな地域療育を考える連絡会 所属 ひまわり～ノーマワールドの会～ 設立（市民事業）
2011 年 1 月	ダンウェイ株式会社 設立
2011 年 4 月～	神奈川県立鶴見養護学校 評議員（2013 年度 継続）
2012 年 4 月～	川崎市教育委員

地域と共生した障がい者の自立を支援

障がいのある方のその人なりの自立をめざし、彼らの良いところを見つけ、可能性を最大限伸ばしていきたいと、「育てること」をテーマに、2011 年 1 月にダンウェイ株式会社を設立しました。

設立の経緯は、息子の障がいがあったことをきっかけに、特別支援学校を卒業した後、障がいのある方を育てる機関が少なく、もし育てる機関があったら、もっと彼らの可能性が広がる、待っていないで、「まずは自分からやってみよう」と思ったからです。

また、障がいのある方のその人なりの自立の実現に必要な、「地域共生の実現」を目指すため、たくさんの地域の方と触れ合う場所に会社を立地することを決めました。事務所を探すにあたり、最初は障がい者支援事業に対する理解が得られず、何件も契約を断られました。仕方なく自宅を事務所に使うことも考えていたところ、幸い現在の事務所のオーナーの方にご理解頂き、駅前商店街のすばらしい立地条件に事業所を構えることができました。本当に感謝しています。

固定概念の払拭をするため、株式会社に！

「障がいのある人＝仕事ができない」という社会の固定概念を払拭するため、自らの会社で営利の事業を

起こし、その事業を成功させ、自らがモデルとなって、「誰にでも可能性がある」ことを証明するために、株式会社にて運営する決意をしました。

事業の成功とともに、世の中によい成果物をだして、結果的にかかわっていた人が障がいがあったとってはじめて、彼らの職域拡大が図れるのだと思ったからです。

自らがその役になろう！そう決意し、現在は、障がい者就労支援事業（福祉事業）の他、クリエイティブ事業、ICT 事業、教育事業を展開しています。



障がいのある方でも直感的にできる ホームページ制作ソフト「ICT 治具」 の開発実現！

障がいのある方の職域拡大のため、障がいのある方でも直感的に迷わずに操作ができる、ホームページ制作ソフト「ICT 治具」の開発を実現しました。数人が力をあわせ、得意な分野毎に役割分担して 1 つの制作をすることも可能とし、初期開発は、インテル様の協働により、開発を実現しました。「治具」とは作業位

置を指示・誘導する器具を意味し、要件定義は指示の入りにくい知的障がいのある方に焦点を絞ったことで、皆にとってユニバーサルデザインとなりました。ログインは、動物と乗り物の絵合わせから始まり、指示は信号の色にあわせ、「青」は進む、「赤」は止まるなどと連動した意味をもたせました。最後に、パズルのピースを並べるようにするとページが完成します。複数の人が得意な分野を活かせるよう、分業しやすい仕組みとスケジュール管理機能も載せました。ICTの利活用とともに、障がいのある方の職域拡大を1つ1つ進めていきたいと思っています。現在、特例子会社（障がい者雇用を主とした会社）や、中小企業、学校教材、高齢者の方々にも活用いただいています。



いつも支えられている障がい者が中小企業を支える役に

昨今、日本の中小企業は非常に厳しい状況にあります。しかしそんな中でも、設立当初より、私達を支えてくれた中小企業の社長たちがいました。そんな彼らに、なんとか恩返ししがたくて、情報発信の苦手な中小企業の支援とともに、障がいのある方の職域拡大の実現、かかわる誰もが成長できるよう、いつも支えられている障がい者が中小企業を支えることにより、川崎から日本、そして世界へと、日本のよいものを、ICT 治具とともに発信していく役割になってほしいと思っています。

社会的大きな課題の解決

福祉事業としての障がい者支援にかかる福祉財源は、現在莫大にかかっています。

これから障がい児・者の増加や、超高齢化社会への突入などによる社会的構造の変化からなる福祉財源の増加より、このまま何もしないでいると、福祉財源は枯渇し、子どもたちの将来への危機感が増すばかりです。このように、財源に限りがある中で、今までのように行政頼みのスタンスでは社会は崩壊するでしょう。まずは1人1人ができることから行動し、福祉財源（税金）を、障がい者を育てるという生きた財源に変え、障がい者を含む雇用を創出できるといったように、良い方向へのスパイラルを生み出すことを実現し

たいのです。その結果、「障がい者のその人なりの自立」の実現につながり、社会がつくる「障害」という壁がなくなる日がくることを願い、日々挑戦していきたいと思っています。

子どもたちが教えてくれたこと

私の息子は小学校4年生で、地域の学校の特別支援学級に通っています。知的障がい、自閉症、多動etc. 小学校に入学する前、まわりのたくさんの大人からは、通学時には「（多動だから）絶対に手を放すな。まわりのお友達に怪我をさせてしまえば大変だから。」といわれ、子どもの手をしっかり握って学校にいていました。

6年間のうちに、お友達と一緒に学校にいたらという希望をもって、私と息子の他、3人の子どもたちと一緒に通学していました。何度も息子の手を放すことにチャレンジしましたが、なかなかうまくいかず1年生の3月を迎えました。ある日の朝、1人の子がこういいました。「〇〇さんママ、いつまでも手をつないでいたら、〇〇さんはいつまでたっても一人で学校へいけないよ。今日から手を放そう！1日目は1目の電信柱まで、2日目は、、、」という、3人で力をあわせ、泣き叫び、暴れる息子の手を私の手から放して、すぐにその後の息子の行動を予測して隊列を組み、なんなく息子を連れていってしまいました。そして息子は、約2週間で私の手を放して皆とともに学校へ行くことができるようになりました。子どもたちの後ろのほうからついていった私は、やっと落ち着いて広い視野になることができ、その時みた光景は、「子どもたちは皆、元気よく走り回っていた」ということでした。その場には、ほとんど大人はいませんでした。

「大人はいったい何をみていたのだろうか？」「私は何を気にしていたのだろうか？」1年間を振り返ってみると、一緒にいていた子どもたちは、息子を自立させたい！という気持ちからの行動というより、純粋に、「〇〇さんはずるい。だって、自分たちだって、ママやパパと一緒に学校にいきたくても我慢しているのに。」という気持ちからだったということに気が付きました。なぜなら、息子の手をつないでいない、空いている方の手を、彼らは順番につないでくることが多々あったからです。子どもたちはピュアであること、時に子どもたちの世界にまかせること、そして1人1人の可能性を信じることの大切さを、私は子どもたちから学びました。

これからも、手を出しすぎず、出さな過ぎず、子どもたち、そして障がいのある方の自立支援にかかわっていききたいと思っています。

教科書印刷一筋に 60 余年

— 一つの時代も子どもたちに最高品質の教科書を —



西口印刷株式会社 代表取締役社長

西口 平輔 / にしぐち へいすけ

昭和 24 年 (1949) 創業

昭和 43 年 (1968) 第2工場完成

昭和 44 年 (1969) オフセット輪転機導入

昭和 61 年 (1986) 本社新社屋及び新工場完成

平成 4 年 (1992) 上海西口印刷有限公司設立

平成 18 年 (2006) FSC 認証取得

日本初のA縦全8色オフセット輪転機

弊社は昭和 24 年 (1949)、先々代にあたる父が教科書印刷を行うために創業しました。戦後まもなくのことで紙もインキも不足している時代でしたが、大阪の教科書出版社の「子どもたちのためにきちんとした教科書を作りたい」という強い要望に応じてのことでした。その後、お客様の信頼を得て教科書印刷の事業は順調に拡大していきました。

当初は、単色機で一枚一枚刷る枚葉印刷が主流でしたが、多大な時間と労力がかかります。教科書印刷の受注量が増えるにつれて、スピードアップが課題となりました。また、お客様から「図版のきれいな理科の教科書を作りたい」とのご相談を受けたこともあり、昭和 44 年 (1969) に導入したのが、日本初の教科書用A縦全8色オフセット輪転機です。米国を視察した創業者が、ロール紙を使って両面を連続印刷し、印刷された紙を折り畳む工程まで自動で行う8色高速オフセット輪転機を見て衝撃を受け、帰国後に日本のメーカーに特注して作ったものでした。これ以後、写真や図版が豊富な理科や美術の教科書の印刷を多く手がけるようになり、さらに学校の副読本関係や学習参考書へと広がっていったのです。

教科書印刷の工程

印刷には、オフセット印刷・凸版印刷（活版印刷）・凹版印刷（グラビア印刷）・孔版印刷（スクリーン印刷）の4種類がありますが、教科書はオフセット印刷

です。オフセット印刷とは、水と油が反発する性質を利用したもので、版につけたインキを一度転写体に転写（OFF）し、紙に転写（SET）する印刷方式で、現在の出版物・商業印刷の99%がこのオフセット形式で印刷されています。利点は、実物に近い鮮明な表現ができ、大量ロットに対応しやすいことです。

機械は、版を円筒状の胴にセットし、巻き取り紙を用いて印刷するオフセット輪転機です。双方を回転させながら連続的に印刷する方式で、表・裏面同時に印刷します。A判ではA5やA4に、B判機ではB5やB4と指定の大きさに折って出てくるため、製本所での折り工程も省かれ、短納期となります。

現在の教科書は4色印刷が主流です。すべての色は「黄・赤・藍」の3つの原色と、それぞれの組み合わせによってできています。「黄」と「藍」を重ねると「緑」に、「黄」と「赤」を重ねると「オレンジ」に、「赤」と「藍」を重ねると「紫」になり、3原色を重ねると「黒」になります。このように各色をかけ合わせる方式を減色混合といいます。理論的には、「スミ（黒）」は unnecessary ですが、「スミ」を加えた方がより忠実に原稿の色を再現できますし、仕上がりがもしまって強くなるため、上記3色+「スミ」で4色印刷が原則となります。

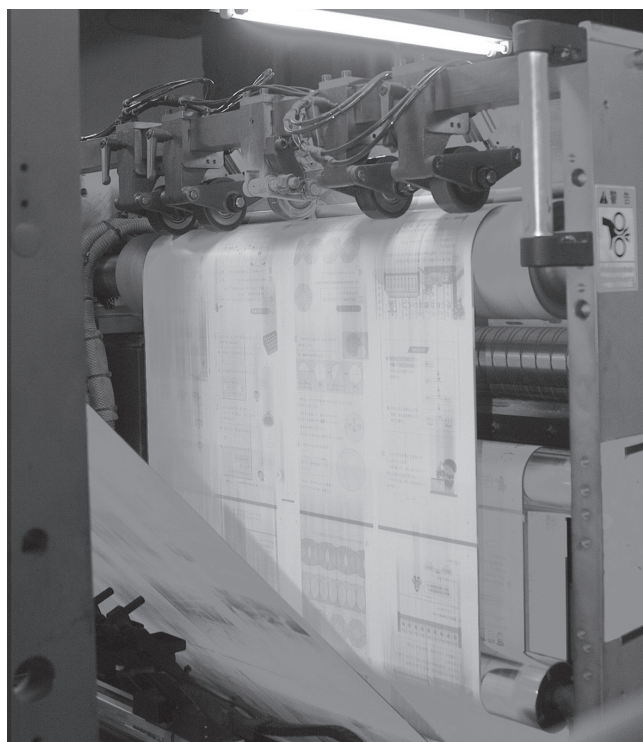
教科書印刷という仕事の社会的責任

現在、弊社では算数、理科、生活の教科書を中心に印刷しています。啓林館の教科書印刷を手がける会社は、弊社を含め、3社しかなく、長年蓄積してきた独自の技術力、お客様との間に築いてきた信頼関係が弊

社の強みと考えています。

企業の社会的責任（CSR）という観点から、当社が教科書印刷でもっとも大切にしていることは、なにより「信頼される正確性と安定した品質」です。なぜなら、教科書は子ども一人ひとりの手に直接渡るものだからです。たとえば、理科の教科書に載っているコオロギの写真。もし印刷がずれて実際は2本の触角が4本になっていたら、子どもたちにそう覚えられてしまいます。

このため、当社では検品システムを徹底しています。不良品を出さないために、原稿どおりの色が出ているか、汚れはないか、ページの抜けはないかなど、通常の倍以上の人数で綿密なチェックを行います。商業印刷物の不良品はすぐにチェックバックされてきますが、1学期に配布されて半年、1年かけて読まれていく教科書の場合、10ヵ月後に返品されてくることもあり得ます。その時、使い込まれた教科書に名前が書かれているのを見ると、大変責任を感じます。そんなことがないよう、細心の注意を払っているのです。



また、安定した品質を保つために、技術レベルの高い人材を教科書部門に配置しています。今の印刷機械はコンピュータ制御の占める割合が大きいものの、やはりオペレータの経験や感性、集中力も大切な要素であると考えています。

環境にやさしく透明性の高い工場

印刷工場として環境対策にも力を入れています。特に当社の工場は街中にあり、周辺には住宅やオフィス

が多いため、いっそうの配慮が必要です。有害物質を排出しない環境配慮型印刷機を使用していることはもちろん、近隣にご迷惑がかからないよう脱臭装置、防音装置を設置しています。

教科書の用紙については教科書出版社から支給して頂いていますが、その他の印刷物については古紙リサイクルを基本とし、インキのついたものについていないものに仕分けして再利用するシステムを導入。国際的な森林管理に寄与する企業としてFSC認証※を受けています。また、インキは環境負荷の低い植物性インキを使用し、ドラム式のため残り分を捨てることは一切ありません。当然、溶剤も環境基準に適したものです。その他、カラーマネジメントのデジタル化による効率アップも図っています。

さらに、教科書印刷に携わる企業として、透明性の高い工場を目指しており、学校などを対象に工場見学を随時受け入れています。

新教科書の見本本づくりに向けて

2013年10月現在、2014年度の新学期配布用教科書を印刷中で、一年を通して一番忙しい時期です。2015年は4年に1度教科書が改訂される年にあたり、2015年度用の教科書見本本を、2014年度の春に作ることになりますが、この時期は多忙を極めます。印刷も例年より遅いスタートになるため、改訂年度は大変です。

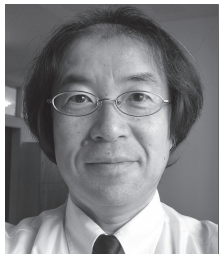
今、印刷業界は急激なデジタル化とネットワーク化の影響を受け、経営のスピードアップやITの活用、コンプライアンス（遵法精神）やリスク管理が求められる時代となっています。今後は一方で新しいモノや技術を取り入れながら、他方では従来どおりの誠意と熱意を持ち、信頼していただける教科書印刷を続けていきます。いつの時代も、未来を担う子どもたちに最高品質の教科書を届けるために努力してまいります。

【注釈】

※ FSC (Forest Stewardship Council = 森林管理協議会) :

木材を生産する世界の森林と、その森林から切り出された木材の流通や加工のプロセスを認証する国際機関。

子どもにインパクトを与える理科授業の試み ～あれこれ悩みの授業実践～



聖心女子学院初等科教諭

松澤 一仁 / まつざわ かずよし

1960年9月5日生まれ。聖心女子学院中高等科を経て現在に至る。東京私立初等学校協会理科部主任。理科教育全般について考える私立小学校教員を対象にした「若芽の会」を主催する。毎年度、日私小連全国夏季研修会にて授業記録を記した「ちょっとした体験を理科の授業にとり入れる試み」を執筆、発表。

ウサイン・ボルトの一步

4年生理科「骨と筋肉」の授業でのこと。一人ひとりにけん玉をさせる。その中でも上手な子を指名し、皆の前で演技。あまり上手にできない子とどこが違うのだろう。手の振り？姿勢？いや、ひざだ。ひざを上手に使っている！子どもたちから意外な声上がる。けん玉の上級者から伺った話によると、一見けん玉と関係がなさそうなひざという器官を上手に使うことがけん玉上達の秘訣だそうだ。私たちは運動をするとき、無意識にいろいろな器官を使っているとまとめる。

その授業の最後に2m44cmの紙テープを黒板にはる。何の長さでしょう。世界一の身長の人？小学生の走り幅跳びの日本記録？正解は100mを9秒58で駆け抜けるウサイン・ボルトの一步の平均の長さだ。ボルトはこの記録を出した際に41歩でゴールに到達したという。ほとんど黒板の端から端まではられたこの紙テープの長さを見て、子どもたちは歓声を上げる。一步をまねしようと試みるが、その長さに圧倒されてしまう。こんなに大きな巨人の一步を肌で感じるようだ。

おもしろい理科の授業をつくる

このように、授業の際、教室の中に子どもたちにインパクトを与えるようなものを持ち込んだり、また、

それについて考えさせたりすると、子どもたちの目の輝きが違う。私立小学校理科部会の研究主題は「おもしろい理科の授業をつくる」となっている。私は理科のおもしろさとは、子どもたちが理科的で知的なおもしろい講義や実験に出会ったときの「わー」という不思議さを持った驚きの声にそれを感じている。それは、えてして私たちが教科書通りの講義や実験をしたときよりも、教師自らが子どもたちの実態をふまえ学習材や実験方法を考えたりする中から出てくることが多い。教師はこの作業を絶対におろそかにしてはいけない。常に努力することが必要だと感じ、自分自身を戒めている。そして、それらのものは、子どもたちが実感したり、体を動かしたりする活動がほとんどのようだ。今回はこのことに関係した授業の話をざっくばらんにいくつか紹介したい。



夏、秋に日本を襲うことが多い台風。5年生で学びます。大型の台風は直径約1000 km、雲の厚さは約10 km、直径に対して雲の厚さは1/100程度しかありません。台風の模型化を考えてみたとき、以前はバームクーヘンを授業に持ち込んで台風として見せていたが、何となくしっくりとこない。バームクーヘンが分厚すぎるのだ。また、まん中の穴である目も実際の縮尺よりもかなり大きい。そこで、台風の実際の縮尺を模型化するものとして市販の大判のえびせんを考えついた。直径は約20 cm、厚さは約2 mm、ちょうど1/100程になり、中心にぬりばし等で目としての穴をあける。とてもシンプルだが、これで実際の1/500万の台風模型のできあがり！台風の雲は地上2 km位から上側とすると、完全な平面に1/500万の日本列島の絵をかいたとき、台風の動きはそのえびせんが0.4 mmの高さを這うようにして通る。実際の台風の縮尺とはこのような感じである。台風が対流圏内に巨大なかたまりとしてへばりつき、容易に過ぎ去らない巨大なものだという実感を持たせるのにうってつけである。

インゲンマメは発芽の養分として種にふくまれているデンプンを使うことをヨウ素デンプン反応によって学習する。しかしこれだけで学習を終了させてしまうと、子どもたちは種は栄養素としてデンプンしかふくんでいないと受け取ってしまう子が多い。そこでデンプンよりも脂質が多いピーナッツやアーモンドを用意する。これに火を近づけると炎を出して燃える。一方、インゲンマメは火を近づけても炎を出して燃えにくい。このことを子どもたちに投げかけると、ふくんでいる栄養素の違いに気がつく。ピーナッツは油っこいという。ここまで出たら、豆類の成分分析表を提示し、種にはでんぷん以外にも脂質、たんぱく質等いろいろな栄養素をふくんでいることを教える。また発展として、1このピーナッツを燃やした火で、少量の水が入った試験管を熱してみる。この水は温めているうちに沸騰する。種のエネルギーの多さに子どもたちは驚く。

5年生の理科で、花の4要素である花びら、がく、めしべ、おしべについて学ぶ。これこそまさに実物を

持ちこまなければ教えようがない。チューリップ、サクラ等いろいろな花を子どもたちに分解させてみる。途中で、チューリップにはがくがないという声が子どもたちから聞こえてくる。注意深く観察させると、花びらに見えたものの内側3枚と外側3枚の形が違うことに気づきだし、外側3枚はがくではないかという声が出てくる。花びらみたいながくだと声上がる。同様な花として、ユリ、ヒヤシンス等もあること、アジサイも花に見えるのが実はがくであることも教える。

ソメイヨシノについては、おしべの数が児童によって一致しない。ある児童は28本、ある児童は33本…。教室中大混乱！参考書等に頼っている子どもは「多数」と言ったりする。答えは、みんな正解。ソメイヨシノの場合は、その木の栄養状態によっておしべの数が違うことを教える。

4年生の理科では、ものをあたためると体積が増え、冷やすと減ることを学ぶ。子どもたちに興味がわく実験としてドライアイスの上にシャボン玉をのせる実験を試みた。ドライアイスの上にシャボン玉がのると、その冷たさでシャボン玉の下の方から凍り始め、徐々に上部まで凍る。上部まで完全に凍りつくとき、最後の部分がきゅっとへこむ。すなわちシャボン玉は完全な球形では凍らない。この理由を子どもたちに考えさせる。シャボン玉の中で空気の収縮がおきていることを子どもたちは理解する。

