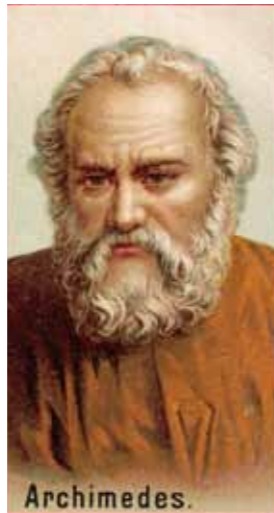


表紙：ナスカの地上絵（ハチドリ）ペルーにある世界遺産。

紀元後 800 年にわたるナスカ時代に描かれた。



アルキメデス (B.C287?-B.C212?)

極限の考えを用いていろいろな図形の面積や体積を求めた。その研究は後世の微分積分の形成に大きな影響を与えた。

## No. 1

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：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。

2013 年 4 月発行

理数教育の未来へ



【巻頭特集】P1～

京都市におけるコミュニティ・スクール

柴原弘志（京都市教育委員会指導部長）

【クロスコンセプト特集】P7～

啓林館の考えるクロスコンセプト

クロスコンセプトに寄せる思い

授業改善のポイント【算数数学編】～まとめをレベルアップ！～

授業改善のポイント【理科編】～理科における知識・理解①～

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～

【学校を訪ねて】・・・P5～

教え込みの授業から子どもが学ぶ授業へ

島根県松江市立津田小学校

【クロスコンセプト特集】・・・P7～

啓林館の考えるクロスコンセプト

啓林館クロスコンセプト推進事務局

クロスコンセプトに寄せる思い

小関無純（岐阜聖徳学園大学名誉教授） 鈴木盛久（広島大学名誉教授）

授業改善のポイント【算数数学編】～【まとめ】をレベルアップ！～

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】～理科における知識・理解①～

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～

「学制」布達前後～和算から洋算へ（1871年～1872年）

松宮哲夫（内蒙古師範大学客座教授）

【教科フォーカス】・・・P19～

算数数学編：算数・数学的活動の楽しさ

古藤怜（上越教育大学名誉教授）

理科編：理数・啓林の再出発に寄せる

大木道則（東京大学名誉教授）

【地域の窓】・・・P23～

北海道一の大河、石狩川下流での失われた河畔林の再生

岡村俊邦（北海道工業大学教授・農学博士）

丹羽祐而（株式会社丹羽企画研究所代表取締役社長）

【出版だより】・・・P25～

グローバル時代における算数教科書の＜翻訳＞の意義

馬場卓也（広島大学大学院国際協力研究科教授）

啓林館

# 京都市におけるコミュニティ・スクール



京都市教育委員会指導部長・京都市教育相談総合センター所長

**柴原 弘志** / しばはら ひろし

昭和30年（1955年）福岡県に生まれる。昭和55年京都大学教育学部を卒業。同年から京都市立中学校に社会科教師として勤務。平成4年京都市教育委員会学校指導課・同永松記念教育センター指導主事。文部省中学校道徳教育推進指導資料作成協力員、文部科学省「心のノート」（仮称）編集委員としてそれぞれの作成、編集に携わる。平成13年から文部科学省初等中等教育局教育課程課教科調査官、国立教育政策研究所教育課程研究センター教育課程調査官。その後、京都市総合教育センター副所長、京都市立下京中学校校長を歴任し、現在、京都市教育委員会指導部長（同教育相談総合センター所長兼職）。

## コミュニティ・スクール （学校運営協議会制度）

学校教育に対する多様な要請に応え、信頼される開かれた学校づくりを進めるためには、保護者や地域住民のニーズが学校運営に、より迅速かつ的確に反映されることが重要です。コミュニティ・スクール（学校運営協議会制度）は、保護者や地域住民が、一定の権限と責任を持って学校運営に参画し、学校・家庭・地域が一体となってよりよい教育の実現を目指すという、地域に開かれ、地域に支えられる学校づくりの仕組みとして平成16年に法制化されました。

国においては、今後5年間で、コミュニティ・スクールを全公立小中学校の1割、約3,000校に拡大することを目標に、取組が進められています。

京都市では、平成24年12月現在、特別支援学校7校を含む、全国最多の190校をコミュニティ・スクールに指定しています。（全国では平成24年4月現在1,183校）

## 京都市におけるコミュニティ・スクールの原点 「地域の子どもは地域で育てる」

京都は1,200年を超える歴史と文化が息づく町ですが、その京都に幕末から明治維新のとき最大の危機が訪れたと言われています。「蛤御門の変」などで洛中の半分が焼かれ、東京遷都により人口も激減し、京都の衰退が目に見えてきていました。当時7万世帯あった家が、5万世帯まで減ったと言われています。

しかし、先人は、教育に対する先見性をもち、「まちづくりは人づくりから」との理念のもと、「番組」と呼ばれる自治組織ごとに学校づくりを行いました。竈のある家がその数に応じてお金を出し合い、町内が協力し合って、京都では学校づくりが始まったのです。明治2年の終わりには64の「番組小学校」が誕生しました。学制が公布される3年も前のことでした。日本初の地域制の小学校です。福沢諭吉が『京都学校の記』の中で記しているように、「理想の学校づくり」が町衆の力によって京都で行われていたのです。「地域の子どもは地域で育てる」という理念が、今も京都に息づいています。

社会状況が激動している昨今、様々な課題が山積する中で、教育改革についても大きく二つの流れの中で議論されてきました。一つは、教育界においても市場原理を持ち込んで、学校選択制やパウチャーといった



制度を取り入れ、競争させることによって教育の質を高めていこうという考え方。そしてもう一つは、学校・家庭・地域等が一緒になって、学校教育の質の向上に取り組んでいく協働の考え方でした。

その様な中で、京都市の教育は、「亀金の精神」の下、一貫して後者のすべての学校が家庭、地域と連携して共に取り組んでいく方向性で教育改革を進めてきました。

## 「開かれた学校づくり」

明治維新、戦後に続き、第3の教育改革といわれている現在、様々な教育課題の解決には、学校・家庭・地域が共に高め合い、子どもを育てることが重要と考え、「地域の子どもは地域で育てる」という基本理念のもと、京都市では徹底した「開かれた学校づくり」を進めてきました。

保護者・地域の方々に学校の教育方針や取組などについて理解を深めていただくとともに、学校をより身近に感じていただけるように、特定の日のみの授業参観ではなく、一定の期間中、どの時間でも学校を参観できる「自由参観」の実施や、各校独自の研究発表の公開、学校だよりの地域回覧、学校ホームページの全校開設など、情報の発信・共有に努めています。

平成13年度には、すべての市立学校・幼稚園に「学校評議員制度」を導入し、様々な意見をいただき、学校運営や教育活動に生かしてまいりました。また、延べ約3万人の学校支援ボランティアや、100の大学と連携した学生ボランティアの方々による、ゲストティーチャーや指導補助、部活動の技術指導など、様々な形で保護者や地域の方々の支援をいただいています。さらに、平成15年度には、すべての学校・幼稚園で「学校評価システム」を導入しました。このような取組をとおして、地域の方々の学校・幼稚園への参画意識も高まってきております。

## 京都市のコミュニティ・スクール (学校運営協議会)

こうした「開かれた学校づくり」のひとつの理想型が、コミュニティ・スクールです。

これまでの公立学校は、行政と学校が枠組みや教育内容を決定し、その中で子どもたちが教育を受けるというものでした。それに対し、コミュニティ・スクールは、学校経営の方針をはじめ、地域でどのような教育を進めていけばいいのか、地域の方々と共に学校を

つくっていくことを目指した新しいタイプの学校運営と言われている制度であり、まさに、明治の番組小学校を具現化するような学校運営制度です。

京都市では、平成16年度の学校運営協議会制度の法制化に先立ち、平成14年度に、京都市立御所南小学校が文部科学省の「新しいタイプの学校運営の在り方に関する実践研究校（全国の小中学校約35,000校の内、9校が指定を受ける）」の指定を受け、本市におけるコミュニティ・スクール（学校運営協議会）の取組がスタートしました。（学校運営協議会の指定は平成16年11月）。

学校運営協議会には、法令で定められているとおり、①学校の運営に関する基本的な方針について承認する。②学校の運営に関して教育委員会又は校長に対し、意見を述べるができる。③教職員の採用等に関して任命権者に意見を述べることができ、任命権者はこれを尊重するという機能が備えられています。京都市の学校運営協議会は、それらに加えて、大きく4つの特色を有しています。

まず1点目に、ボランティア等による学校への支援活動を、保護者や地域の方々の学校教育への参画意識を高める「核」と位置付けていることです。そこで、法的な機能に加え、地域主体の学校参加の取組の推進母体として、学校運営協議会の「企画推進委員会（部会）」を設置し、協力者（地域ボランティア）を企画推進委員として委嘱することにより、学校運営への参画を進めています。こうした部会を中心に、通学路の安全を確保する「見守り隊」の活動、放課後や土曜日の課外学習に対する支援などの取組が積極的に行われています。

2点目は、評価者としての機能の重視です。多くの学校においては、教育活動への支援だけでなく、学校運営協議会のもとに、学校評価に関する部会（評価部会）を設けており、学校関係者評価も積極的に行っています。この点については、後ほど詳述したいと思います。

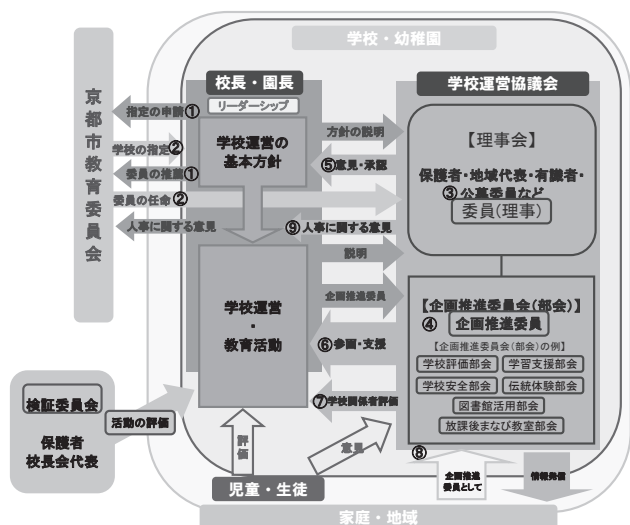
3点目に、教職員の採用に関する教育委員会への意見具申について、これをより実効性のあるものとするために、学校運営協議会の指定を受けた学校は、「教員公募制」を活用できるようにしています。この制度は、人事異動における校長裁量権の拡大の一環として、学校運営協議会を設置する学校において、自校の教育活動の充実のため、必要とする人材を市立学校教員から募集することができるようにするものです。募集校の校長は、自校の課題を踏まえ、公募の上、人材を選定し、教育委員会へ具申します。教育委員会は、その

具申を踏まえ最終決定を行っています。学校によっては、学校運営協議会の委員が応募者を面接することも行われています。

4 点目に、校長の責任と権限を明確にしています。委員の任命は校長の推薦に基づくことや、学校運営についての情報提供や説明に努めたにも関わらず、委員によって基本方針の承認を得られない場合や学校運営に著しい支障を生じている場合は、校長が指定の取り消しを教育委員会に申し出ることができるようにするなど、校長が学校運営のリーダーシップをとれる仕組みを保証しています。

こうした工夫をすることで、本市の学校運営協議会は、学校教育に対する意見を述べるだけでなく、「子どもたちのために何ができるか」を共に考え、様々な取組を企画・立案するようになっていきます。そして、保護者・地域の方々のボランティアとしての参画を得ながら、共に行動する学校の応援団としての機能と、辛口の友人、御意見番としての機能が、いわば車の両輪として実践されています。

### 京都市の学校運営協議会



- ①地域との信頼関係のもと、校長が学校運営協議会の指定を教育委員会に申請、委員を推薦。
- ②教育委員会が指定し、委員（理事）を任命。
- ③学校運営協議会は企画推進委員会（部会）について、校長と協議。
- ④校長は必要な企画推進委員会（部会）の企画推進委員を委嘱。
- ⑤学校運営協議会は、校長の学校運営の基本方針を承認。
- ⑥学校運営協議会の委員（理事）・企画推進委員は、学校運営に参画・支援。
- ⑦学校評価に関しては、学校の行った自己評価結果を学校関係者として評価（学校関係者評価）。
- ⑧学校のいい面を伸ばし、不足している点については改善策を明らかにし、学校とともに実践。
- ⑨教員公募等人事に関する意見について校長と協議。

## 学校統合とコミュニティ・スクール

さらに、コミュニティ・スクールは、本市が進める学校統合においても大きな役割を果たしています。

京都市の児童数は、昭和 56 年度を境に減少し、特

に市内中心部では多くの学校が小規模校となり、全校児童が 100 人にも満たない学校も増えてくる中、教育上の諸問題を危惧する声も聞かれるようになり、学校統廃合の話し合いが加速しました。学校を大切にしてきた人々により、「学校を守るのか、子どもの教育環境を守るのか」、熱心に議論が重ねられ、断腸の思いで学校統合を決断されています。その結果、30 年余りで 62 校の小・中学校が、現在 15 校に統合しています。

学校は統合しても、番組小学校当時の学区（元学区）は現存し、諸団体も元学区ごとにより、現在でもそれぞれに活動が行われています。

しかし、子どもたちにとってはどこの元学区の子もみな同じ学校の仲間です。元学区の枠を超え、統合校の地域として、子どもたちを地域ぐるみで育てていく必要がありました。

こうした経過・事情をもつ学校に学校運営協議会を設置することにより、学校を核として、元学区を超えた新たなコミュニティの創造を図ることができるのです。

私が校長を務めた京都市立下京中学校も、少子化により 5 つの中学校が 1 つに、元学区でいうと 19 学区に 1 つの中学校という、全国にも例を見ない大規模な統合をした学校でした。地域、保護者の方々の思いは様々で、何度も何度も粘り強く話し合いが重ねられ、立場や意見、地域の伝統や歴史の違いを乗り越え、子どもたちの未来を共に考え、「下京区中学校小規模化を考える会」の発足から実に 5 年の歳月をかけ、「下京中学校」は開校しました。「すべては子どもたちのために」という英断でした。

開校後は、更に多くの地域の方々に支えられ、中でも有志で結成された「下京中学校ささえ隊」の皆様には、毎日、図書館の整備をはじめとした様々な活動のお手伝いをさせていただきました。どれほど教職員を支える心のエネルギーになっていたかと思います。

そうした地域、保護者の思いは、現在、学校運営協議会による、サタデースクールの活動補助や学校図書館の充実、校舎環境整備、学校緑化、地域の安全・安心の取組等、多岐にわたる活動として、益々充実して教育活動を支えていただいています。

## 「開かれた学校づくり」と学校評価

こうしたコミュニティ・スクールの取組とともに、「開かれた学校づくり」を推進する上で特に重要な役割を果たすのが、学校評価です。学校評価は、近年、法令の改正により、学校の行う自己評価の公表や教育

委員会への報告の義務化、自己評価結果を学校関係者が評価することへの努力義務化がなされました。

京都市では、平成15年度に、学校評価の全校実施を行い、これまでから、保護者・地域の方々や児童・生徒によるアンケート評価も含めたきめ細やかな「学校評価システム」の構築に努めてきました。さらに、平成21年度には、法改正を踏まえ、「京都市学校評価ガイドライン【第3版】」を策定し、①「学校評価をみんなのものにする」②「学校の魅力を発見し、発信する」③「自らを振り返り、互いに高め合う」という視点を持つ④「当事者意識を持って評価する」という4点を大切に、学校評価の充実に努めています。

特に、本市では、学校運営協議会の大きな機能の一つとなっている学校関係者評価において、学校の自己評価結果に対する評価とともに、学校関係者として、学校改善に向けた支援策を明記することをお願いしています。

本市における学校評価は、各学校において、子どもたちをはじめ保護者や地域の方々一人一人の声を大切にするとともに、学校・家庭・地域が足りないところを一方的に批判し合うのではなく、互いに高め合う双方向の信頼関係を構築し、子どもたちの学校生活をよりよいものにすることを目指したものとして取り組んでいます。

## 「平成の番組小学校」づくり

さらに本市では、学校・家庭・地域が一体となって「開かれた学校づくり」を推進する上で、小中一貫教育の推進を重要施策として掲げています。

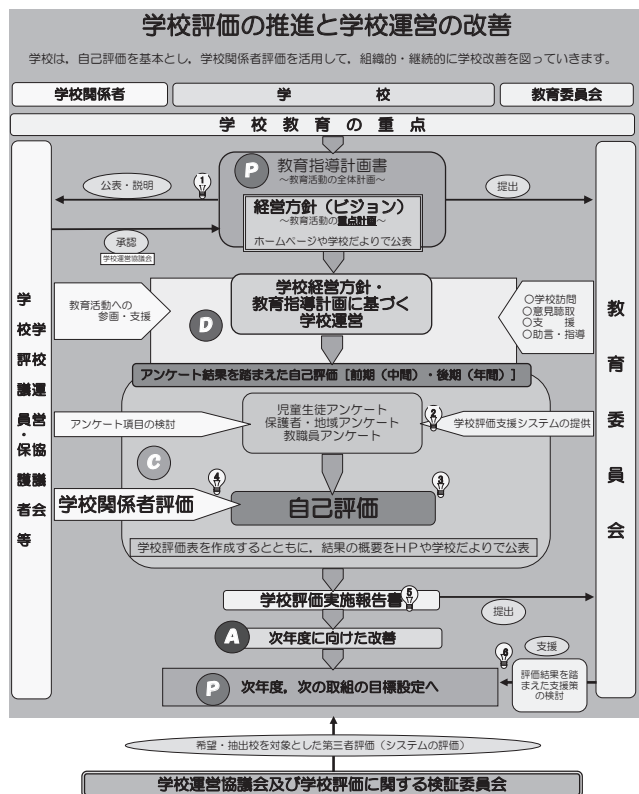
それは、「小学校と中学校の学びと育ちを義務教育9年間の枠でとらえ直し、子どもたちの精神的、身体的な発達段階に沿った独自の教育課程の編成を行うなど、計画的、系統的な一貫教育を地域と一体となつて行い、子どもたちの個性・能力を引き出していく」ことを目指すものです。中学校ブロックでの学校運営協議会の取組等を通して、地域全体が小中9年間の「学び」と「育ち」に責任を持つという発想を共有し、学校・家庭・地域それぞれが果たすべき役割と責任を明確にしたうえで、相互の連携・協力を一層推進していこうと考えています。

小中一貫教育で「学び」をつなぐ、「育ち」をつなぐ、「地域（人）」をつなぐ、「評価」をつなぐという視点を持ち、学校評価、学校運営協議会をうまく生かしながら、子どもたちの学校生活をよりよいものにしていくためには、中学校区ごとの実態、課題に即した小中一貫による「開かれた学校づくり」を進めることが必要なのです。

冒頭にも触れた、福澤諭吉の『京都学校の記』には、当時の京都の番組小学校について、「民間に学校を設けて人民を教育せんとするは、余輩、積年の宿志なりしに、今、京都に來り、はじめてその実際を見るを得たるは、その悦（よろこび）、あたかも故郷に歸りて知己朋友に逢うが如し。」と記されています。

本市では、今後も、明治以来脈々と受け継がれた「地域の子どもは地域で育てる」という理念を大切に、市民ぐるみ、地域ぐるみで「平成の番組小学校」づくりを推進していきたいと思っています。

筆者著書：『教師の授業力アップのために 研究授業 中学校道徳』（明治図書）『新教育課程の授業と評価 公民』（学事出版）『高等学校公民科 指導と評価』（清水書院）など多数。



# 教え込みの授業から子どもが学ぶ授業へ



## 島根県松江市立 津田小学校

島根県の県庁所在地松江市の東南部に位置する、全校児童数 751 人 学級数 26 学級の学校。古くから「津田の松原」に象徴されるように街道として栄えた。また、近郊農業地帯として早くから発達し、「津田かぶ」「津田大根」の特産地で知られ、松江市民の野菜供給地であった。しかし、近年都市化がすすみ、数多くの会社や住宅が建ち、野菜を作る農家が減少している。

本校では

**自分の考えをもち、  
ともに学び合う子どもの育成**  
—表現する力を育てる算数科の授業づくり—

を主題に研究に取り組んでいます。

### <なぜ算数科の研究を？>

- 答えが明確なため教え込みの授業になりやすい。
- 正解か不正解かを気にして考えが発表しにくい。
- 基礎的な四則計算は得意であるが、数学的な思考力を問う問題には弱い。
- 算数嫌いな子どもが多い。

以上のような現状から、子ども一人一人が主体的に、自ら学ぶ授業を目指して研究を進めています。

### <目指す授業像の共通理解>

どんな授業をよい授業、理想の授業とするか個々の教員で考えがバラバラでは、研究が進まないし、学校全体の授業改善にはなりません。そのために指導していただく先生を、目指す授業像の考えに一致する岡山大学大学院教授 佐藤暁先生に決めました。その他に

- 佐藤先生が指導しておられる他の学校の研究会の授業に複数の教員で参加する。その後その授業についてお互いに話し合う。
- 年、複数回指導を受ける。
- 授業案は学年部など複数で検討し考えを出し合う。

ことに決めました。

### <学習課題の明確化>

授業で大切にしていることの1つに、学習課題があ

ります。教師のねらいではなく、子ども自身が、今日のこの時間、何を目標して何をしなければいけないのかわかる課題です。授業研究を進める中で、教え込みになりがちな授業の多くは、教師の考えた学習課題が十分に子ども自身に伝わっていない場合がほとんどでした。現在、相当時間をかけて検討しています。

### —学習課題を立てるときのポイント—

- ① 学びの主体は子どもであることを常に意識する。
- ② 一般的な課題でなく、今日の前にいる学級の子どもの実態に合わせた課題にする。
- ③ 学びがいのある少し上の課題を考える。
- ④ シンプルにして、あれもこれもと欲張らない。
- ⑤ 子どもが授業後に評価が可能なものにする。
- ⑥ 教科の系統性を考える。(教材研究を十分に)

## 実際の授業から

### <自力解決>

まずは、自分の考えを1つはもたせて学び合いに参加させることを大切にしています。(ホワイトボード、ワークシート等の活用) もし自分の考えがもてない場合は、以下のような工夫をしながら、自分で考えさせます。できるだけ早く手立てを講じ、なにもしない時間を作らないようにしています。

### <考えがもてないときの手立て>

- ◆ 前のノートを見る。
  - ◆ 図や絵等何でもいからかいてみる。
  - ◆ 数字を簡単な整数にして考える。
  - ◆ 答えを教えてもらい、そのわけを考える。
  - ◆ 友だちの助けを借りる。
- (ヒントをもらう。隣と相談する。等)

## ＜学び合い＞－自分の言葉で話し合う－

学び合いは、もっとも重要視してきていることで、人と人とのかかわりにより自分の考えを確かめ、見直すことです。その際、教師対子どもの1対1にならないように子ども同士の考えを「つなぐ」ことを意識しています。また、「子どもが自分の言葉で語る授業」(答えだけでなく、どうしてそうだったか説明できて本当に理解したことになる)を大切にしています。学び合いは聴き合うことで、最後まで聴く準備をしてから話し始めるなどの日々の学習の積み重ねです。特に「教師が子どもの話をとらない。説明しすぎない。話す時間をできるだけ短くする。」に取り組んでいます。しかし、これが一番難しいことです。

(1) ねらいを明確にしたペア、グループ学習の利用

(2) 全体で学び合いができる工夫

○ 表現の置き換え・関連づけ

・図のみ…○○さんはどう考えてこの図をかいたのかな？

・式のみ…○○さんのこの式は何を意味しているのかな？

・言語のみ…○○さんの説明を図で表すと？

○ 考えを広げ、深める工夫

・途中まで考えたことを発表し、友だちが続きを考える。

・「同じです。」と簡単に言わずに、少しでも違うところを話す。(ほとんどが同じではない。)

・「でも…」と自分の考えと比較しながら話す。

○ 誤答への共感の場の設定

・○○さんは、どう考えてその式や答えを出したのかな？

○ 全員が参加できる工夫

・「今から○○さんが発表するから、同じ考えの人は座りましょう。」など、動き等も入れる。

## ＜まとめ＞

授業の振り返りでは視点を明確に示し、今日の学習課題の評価や学習内容に関わることを記録させます。

- ① どの考え方がよいと思うか。なぜよいと思うか。
- ② みんなの考え方を聞いて、初めの自分の考えとの比較。
- ③ これまで学習したことの中で何が使えたか。
- ④ 今日は何をして、どのようなことが分かったか。
- ⑤ もっと聞いてみたいこと、調べてみたいことはないか。
- ⑥ 身のまわりのもので、今日の学習とつながりのあることはないか。

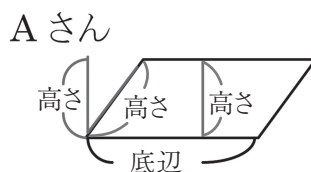
## ＜子どもの学びを語る研究協議＞

これまでの研究協議は、授業者の指導がどうであったかを中心に後ろから観察し、教師の目線で協議をしていました。しかし、子どもの学びがどうであったか見ることを大切にすることから、本校では次のような協議に変更しています。

○子ども4人のグループごとに数名の教職員が分担し、子どもの学びを観察します。

### (例) 5年生の平行四辺形の面積の求め方の授業より

Aさんは、公式にこだわっていました。はじめから底辺×高さという式になるように、考えようとしていました。しかし、底辺は分かるのですが、高さがどこになるのか迷っていました。他に求める方法はあることも分かっていたのですが、とにかく高さを知りたいと悩んでいました。



グループでの話し合いのときも友だちの考えは認めつつも、自分の考えがすっきりしないことにいらいらしていました。全体での学び合いの中で、友だちからどこが高さになるのかの説明され、自分なりによく納得できました。

このような1時間の一人一人の学びの様子が各グループから話し合われ、その中から学習課題に迫るためにどのようにするとよかったのか、子どもの目線で話し合う研究協議を重ねています。授業者は、子どもの学びの過程を確認することができ、他の教職員は、子どもの理解を深めることができます。また佐藤先生の指導では、子どもが学んでいる様子をビデオで確認しながら指導されるので、非常に分かりやすく、子どもたちの学ぶ様子が再認識させられます。

## ＜おわりに＞

歩み始めたばかりの研究ですが、成果として少しずつ子どもの学びを意識した授業に変わりつつあります。なにより児童理解が進み、子どもの学びを認め、ほめることが増えています。

## ＜参考文献＞

佐藤暁著 どの子もこぼれ落とさない授業づくり45  
岩崎学術出版社

# 啓林館の考えるクロスコンセプト

## 【啓林館の考えるクロスコンセプト】

我が国は 1995 年から科学技術創造立国を国是として、科学技術の振興によって日本が国際貢献を果たすことに努めてきています。

しかしながら、OECD が実施した調査では、大人の科学リテラシーも科学への興味関心も世界最低水準でした。これは、国是を一部の専門家にお任せにしている我が国の現状を反映する結果です。

これから真の科学技術創造立国になるためには、専門家が研究結果を分かり易く国民に伝えることが要求されるとともに、国民が総じて科学に関する民度を高めることが大切であり、その基盤となる学校教育で科学リテラシーが実生活に如何に利便的であるかを伝えていくことが大事です。

グローバル化が進む国際社会では、国際的に通じる規範が大切です。先進国と呼ばれる我が国では、「持続可能な開発」を実践していくことが大切な役割と考えられています。その実現に重要だとされているのが理数教育と生涯教育の充実です。

弊社は戦後 1 年にして自習書を編纂し、いち早く理数教科教科書の発刊に取り組みました。創業者の原野仲次・曾川勝太郎・佐藤武雄の 3 名は塩野直道氏の指導を受けて、日本の教育の再興には理数教科教育の振興以外にはないという確信を持つに至りました。

我々は創業者の志を継承して、理数教育の「知の融合」をはかること（横軸）、生涯教育の基礎となる小中高教育を系統的かつ身近なものとして習得させること（縦軸）を常に意識した商品づくり、地域社会への貢献活動や社員の情操と理知の高揚をめざす研修活動を積極的に進めています。この一連のプロジェクトをクロスコンセプトと呼んでいます。

平成 24 年 10 月 5 日

啓林館クロスコンセプト推進事務局



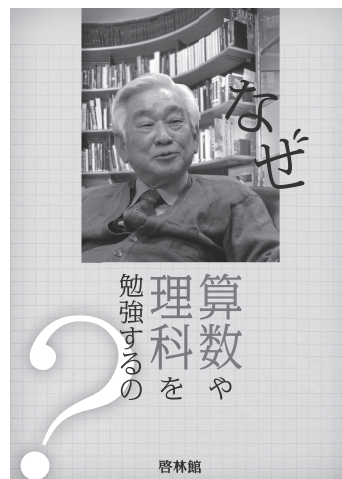
＜啓林館 東京支社 ICT ルーム＞

※社内研修の場としてはもちろん、外部の先生方にも活用して頂けるスペースです。（要事前予約）



＜ JICA バングラデシュ本邦研修にて＞

※社員が講師役を務め、日本の教育システムの普及を支援しています。



＜今春発刊予定：なぜ算数や理科を勉強するのか？＞

※クロスコンセプト推進事務局では、「算数と理科」など、教科を横断した資料を刊行していきます。

# クロスコンセプトに寄せる思い



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）

## 新課程における数学指導

平成20年告示の学習指導要領では、小学校算数においては算数的活動、中学校数学においては数学的活動が重視されている。数学的活動として、学習指導要領では中2、中3で次の3つが例示されている。

- ㊦ 既習の数学を基にして、数や図形の性質などを見だし、発展させる活動
- ㊧ 日常生活や社会で数学を利用する活動
- ㊨ 数学的な表現を用いて、根拠を明らかにして筋道立てて説明し伝え合う活動

㊦や㊨の活動として、例えば、中2の「 $n$ 角形の内角の和、外角の和」を求める活動を考える。中2では、「三角形の内角の和が $180^\circ$ である」ことを平行線の性質を使って演繹的に導き、この性質を使って $n$ 角形の内角の和、外角の和を帰納的、演繹的に導いている。これらの中2に指導するにあたって、中学校の教師に要求されることは、上記の内容についての小学校での扱い（既習内容）を知ることである。小5の算数的活動には、

「三角形の3つの角の和が $180^\circ$ になることを帰納的に考え説明する活動。

四角形の4つの角の和が $360^\circ$ になることを演繹的に考え、説明する活動」

と述べられている。こういうことが小5で指導されているのである。教師は算数・数学の「縦のつながり」を十分知って、生徒に「ふりかえ」させて指導にあたる必要がある。

㊧の活動は「他教科とのつながり」を重視した活動、「日常生活や社会で数学を利用する」活動——つまり数学の「横のつながり」——である。

平成24年度版の啓林館中学校数学の教科書、および啓林館の提唱するクロスコンセプトの理念は、中学校学年間の縦のつながりだけでなく、小中、中高の校種間の「縦のつながり」、及び数学と他教科との「横のつながり」を十分意識して作られている。



鈴木 盛久 / すずき もりひさ

比治山大学現代文化学部子ども発達教育学科教授／広島大学名誉教授／理学博士

1944年広島市に生まれる。1969年広島大学大学院理学研究科修士課程修了後、広島大学理学部助手、助教授、学校教育学部教授を経て、2001年から同大学院教育学研究科教授を務め、2008年3月定年退職、同年4月から現職を務めている。第18次南極地域観測隊に参加したことを契機として、自然・環境と人間のかかわりを強く意識するようになった。以来、地学教育、環境教育に取り組み、子どもたちの科学リテラシー育成や教員養成に、微力ながらお役にたちたいと思い続けている。

## 賢い市民になるために

「科学技術創造立国」を目指す我が国において、社会が求める人材とはどのようなもののでしょうか。勿論、関連する専門分野のプロとして実際に貢献できる人材の育成は必須です。一方で、広い裾野を支える市民に常識としての理数の素養を育むという視点も必要です。

今回の東日本大震災や原発事故で学んだことは、我が身を守るためには、結局、自ら情報の質を見分け、判断し、行動しなくてはならない、ということでした。残念ながら我が国では、その素地となる理数リテラシーを十分に育ててこなかったということになるのではないのでしょうか。

今後は、市民一人ひとりが、まず物事を論理的・科学的に判断する力をもたなくてはならないでしょう。その際、横糸と縦糸を考える必要があります。横糸は、理科と算数・数学を有機的にコラボレートすることで拓かれる新しい学びにむけ、いわば「理数教育の理念、構造、内容」を構築する必要があります。その一方で、生涯にわたって学び続ける市民として、時間軸という縦糸も考慮に入れなくてはなりません。その横糸と縦糸をクロスさせて、確固たる資質を身に付けた賢い市民になろう、というのがクロスコンセプトの目指すところかと思います。前者に関しては単に課題解決のための学習というだけではなく、例えば「素数階段」や「雪の結晶パターン」のような対象から、それらのもつ美しさにロマンと「意味」を感じることが出来るでしょうし、それが、学習意欲にもつながっていくでしょう。後者に関しては、教育課程、内容に関する一本筋の通った系統性と発達段階を考慮した適切な連携性が求められます。例えば、小学校で扱われる「体積」については、算数では1, 2, 5, 6年生で、比較、単位、求積等について学んでいます。一方、理科では、3年で体積と重さの関係、4年では体積「変化」について学びます。「体積」を通して算数と理科でそれぞれ大事なことを学んでいるのですが、学習者が学年、教科をクロスし、行き来することで学習対象のもつ「意味」を知り、さらに学びが深まるでしょう。

クロスコンセプトを基にした指導によって、次代を担う子どもたちが賢い市民として成長する素地を培っていきたいと思います。

# —【まとめ】をレベルアップ!—



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。

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？：数量や図形についての知識・理解をねらいとする授業の改善

平成19年度から全国学力・学習状況調査が始まりました。この調査は「学校における児童生徒への教育指導の充実や学習状況の改善等に役立てること」を目的としています。ですから、調査問題及び解答等を通じて、「何が未来を担う子ども達にとって鍵となる力となるのか」が明示され、その力の育成に向け日々の授業を改善していくことが意図されていることがわかります。ですから、全国学力・学習状況調査によって明らかとなった課題は、授業改善の方向性を指し示すものとして重要です。

実際、平成19年から22年まで4年間の調査結果をもとに、小学校と中学校の各領域における課題（【参考】\*1）が示されています。こうした課題を、算数科の評価の観点（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、数学的な考え方、数量や図形についての知識・理解）でみてみると、数量や図形についての知識・理解をねらいとする授業の改善が必要であることがわかります。特に、算数・数学では、それぞれの内容とともに、問題解決を通して物事の考え方や学び方を学ぶことが大切にされていますから、問題解決に基づく授業が基本とされることになります。そこで、今回は、問題解決に基づく授業に焦点をあて、数量や図形についての知識・理解をねらいとする授業の改善のポイントを御紹介していきます。

## ②こんな授業はいかがでしょう

ポイント1：学び方を豊かにするために、授業を問題解決に基づいて進めましょう。

ご存じのように、算数・数学の授業で何か問題を解けば問題解決の授業といえるわけではありません。本来、問題解決には次の4つの側面があります。

- 問題を理解すること
- 解決の計画をたてること
- 問題を実際に解決すること
- 解決を振り返ること

現実の問題解決はいつもこの順に進むわけではありませんが、これらの側面と緩やかな順序について子ども達が学ぶことを意図して授業が進められてこそ、問題解決に基づく授業であるといえます。

実際、教科書（2年～6年）には“学しゅうのすすめ方”（【参考】\*2）が示されています（図1）。



図1 “学しゅうのすすめ方”

ここでは、問題解決に基づく授業において子ども達がどのように学習していくのかがわかりやすく解説されています。例えば、「①どんな もんだいかな」では、多くの授業では子ども達が問題をよりよく理解できるように、2つの発問「わかっていることは何?」、「もとめることは何?」を軸に問題の意味をよみとる工夫がされています。これは問題解決の4つの側面のうち、問題を理解することにあたります。また、図1のように、式「 $8+3$ 」の計算の仕方について理解することが授業のねらいであれば、今日の授業で取り組むべき課題を教科書の問題とは別に“めあて”として「計算のしかたを考え、せつめいしましょう。」とはっきりさせることが大切です。その上で、この課題を解決するために、「どのようにすればよいか」という方法の見通しと、「そうすると、どうなるか」という結果の見通しをたてていきます。これらは問題解決の4つの側面のうち、解決の計画をたてることにあたります。

問題解決に基づく授業によって、子ども達は、ある内容を学ぶことにくわえ、自分がその内容をどのようにして学んだのか、その学びがなぜ大切なのか／これからの学習にどのようにいかしていけばよいのかなど、学び方や学びの価値を学ぶことができます。また、問題解決の4つの側面に基づいて自分の活動を方向付けたり調べたりできるようになることは、算数・数学にとどまらず、実生活で子ども達が出会う様々な問題をよりよく解決するために欠くことができません。まさに、日々の授業を通して私たちは子ども達に、生涯にわたりいかせる知恵として「問題解決という学び方」をプレゼントしているのです。

ただ、問題解決に基づく授業を実践し一定の成果を上げていくのは容易ではありません。特に、問題や課題に真剣に挑むあまり時間がなくなってしまう、「解決を振り返ること」が疎かになってはいないでしょうか。もしそうだと、“問題を解かせっぱなしで力がついていない”と言われかねません。こうした状況に陥らないようにするために、「解決を振り返ること」の充実に注目することにします。

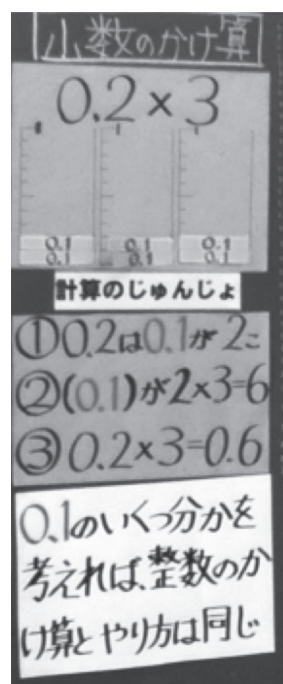
## ポイントⅡ：【まとめ】に解決の視点やアイデアをくわえましょう。

算数・数学の授業に限ったことではありませんが、多くの授業では終わりの部分で【まとめ】が行われ、その授業で“学ぶべきこと”が黒板に整理されます。【まとめ】は授業の総括であるとともに、今後の授業

や家庭学習の拠り所となりますのでとても大切です。多くの皆さんは、授業に先だって【まとめ】を準備し、授業で子どもが書きとめたメモや、つぶやき・発言をもとに【まとめ】を練り直し、それを子ども達がノートに自分なりに書き表し、これからの授業や家庭学習にいかすよう習慣づけておられることでしょう。

【まとめ】として整理されることには、授業で“学習すべきこと”のうち内容に関するもの（内容知）があります。一方、子ども達は問題や課題を解決しようと挑んでいますから、問題や課題への解答とともに、解決の視点やアイデア（方法知）をも学習しています。こうした方法知は、解決の「鍵」であり今後の学習にとっても重要な手掛かりとなります。ですから、自分の解決を振り返ることによって、言い換えれば、問題や課題に対する自分の活動について「どのようにして解けたのか」という視点にくわえ、「そのようにして解けたのは何故なのか」などの視点から捉え直すことによって、解決の「鍵」を見出すとともに、「鍵」を見出すことの大切さを実感できるようにすることが必要です。

例えば、小学校第四学年では、「小数のわり算」の前に「小数のかけ算」の仕方について理解することが扱われます。この授業で子ども達は、ジュースを分ける等の具体的な場面において小数のかけ算の式をたて、その計算の仕方について調べていきます。ここで“学ぶべきこと”には、計算の仕方（計算のじゅんじょ）と、そのアイデア「0.1のいくつか分かを考えると、整数のかけ算とやり方は同じ」があります。特に、後者のアイデアは、既に学習した整数のかけ算をもとに、新しい内容である「小数のかけ算」の仕方について調べる「鍵」です。ですから、「どのようにして計算して答えを求めたのかな?」という視点とともに、「そのように計算して答えが求められたのは、どうしてなのかな?」という視点から振り返ることによって、子ども達が小数のかけ算について調べる「鍵」を見出すことができるようにするとともに、



「鍵」を見出すことの大切さを、「0.1のいくつか分に注意すれば、自分がよくわかっている整数のかけ算がつかえるんだ」と実感できるようにしていくことが大切です。

### ポイントⅢ：【まとめ】を解決の「メガネ」として活かせるようにしましょう

算数・数学の内容には数学としてのつながり（系統性）があります。ですから、ある授業での【まとめ】に内容知と方法知を含めておくと、内容につながるある授業で子ども達が問題や課題に対し【まとめ】をもとに挑んでいくことができます。もちろん、別の内容が学習されるのですから、【まとめ】をそのまま使って問題や課題が解決できるわけではありませんが、解決の視点やアイデアを解決の“メガネ”とすることによって、子ども達は問題や課題への挑み方をよりシャープにすることができるようになります。また、子ども達自身が解決の視点やアイデアをもとに解決していこうと意識するようになると、自分の問題解決の過程や結果をつぶさにみつめるようになりますから、表面的にはいつもと変わりなく問題や課題をただ解いているだけのようにみえたとしても、実際には解決の新たな“鍵”を見出そうという構えを心に秘めながら問題や課題に挑んでいくことでしょう。

例えば、小学校第四学年「小数のわり算」の仕方について学習する場面で、問題「0.6Lのジュースを3人で同じように分けます。1人分は何Lになりますか。」が扱われます。



この問題に答えること自体は授業の主なねらいではありません。むしろ、問題に答えるための式「 $0.6 \div 3$ 」について計算の仕方を子ども達が見出し理解していくことが授業のねらいとなります。ですから、問題から

得られた式「 $0.6 \div 3$ 」について、どう考えたら計算できそうかと計算の仕方に焦点をあてていきます。その上で、「小数のかけ算のときは、どのように考えて計算しましたか？」などと問いかけることを通して、小数のかけ算に関する【まとめ】を解決の“メガネ”とできるように、“めあて”としての課題を「小数のわり算を0.1のいくつか分に注意して、計算のやり方を考えよう」などと設定していきます。

実際に課題に取り組むとき、子ども達は「0.6は0.1のいくつか分かな？6つ分だ。」「 $6 \div 3$ の答え2は、0.1の2つ分だ。」などと、解決の“メガネ”「0.1のいくつか分かを考える」を使って計算の仕方について調べていきます。ですから、小数のかけ算の「計算のじゅんじょ」を小数のわり算に単になぞっているのではなく、「0.1のいくつか分かを考えれば、自分がよくわかっている整数のわり算がつかえるようになる」と実感しながら課題に取り組んでいくことになります。こうして課題への挑み方がシャープになってくると、課題を解決し終え【まとめ】をする際に、子ども達は小数のわり算について「計算のじゅんじょ」ととどまらず、それをつくりだすためのアイデアを解決の新たな“鍵”として見出していくことができるようになるでしょう。

## ③明日の実践に向けて

### 【まとめ】と授業の関係：“鍵”と“メガネ”

今回は、授業改善のポイントとして、授業の【まとめ】に解決の視点やアイデアをくわえること、そして、【まとめ】を解決の“メガネ”として活かせるようにすることに焦点をあてました。ある授業で内容知とともに方法知を解決の“鍵”として【まとめ】にくわえておきますと、内容につながるある授業での学習において、子ども達が新しい問題や課題に対し【まとめ】を

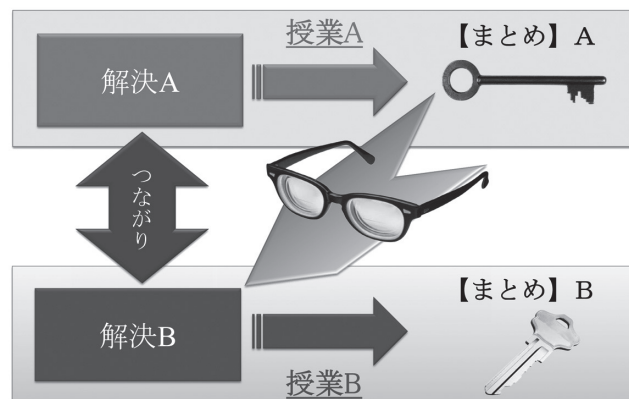


図2 【まとめ】：解決の“鍵”と“メガネ”

解決の“メガネ”としていかし、問題や課題への挑み方をシャープにすることができるようになります。そうなりますと、子ども達は新しい問題や課題に対しても解決の視点やアイデアに着目しようとするようになり、解決の新たな“鍵”としての方法知を見出していくことでしょう(図2)。また、日々の授業において【まとめ】について上記の工夫を積み重ねていくことにより、子ども達は「私はどんなやり方やアイデアで取り組んでいるのかな?」という視点から自分の活動をみつめるようになり、問題や課題への解決の新たな“鍵”を見出そうとする学びの習慣を身につけることが期待できます。

### 【まとめ】を準備して授業に向かいましょう

授業の【まとめ】に、問題や課題への解決の視点やアイデア(方法知)をくわえるには、授業に先立って十分な準備をしておくことが必要です。準備にあたっては、明日の授業で扱う内容のポイントを、教科書に準拠した指導書だけでなく、学習指導要領解説(文部科学省:【参考】\*3)をもとに掴みとり、授業のねらいを定めることが必要です。その上で、授業で子ども達が取り組む問題や課題を実際に解き、内容のポイントや授業のねらいからみて何を【まとめ】とすべきなのか、特に解決の視点やアイデア(方法知)として何をプレゼントすべきなのかを把握します。このとき重要なことは、方法知を言葉や図でかきだし、子ども達にわかりやすいものになるようにかきおしていくことです。なお、問題や課題への解決の視点やアイデアが、教科書の欄外に「きっかけ」や「ふりかえり」などとして書かれていることがありますので積極的に利用されるとよいでしょう。

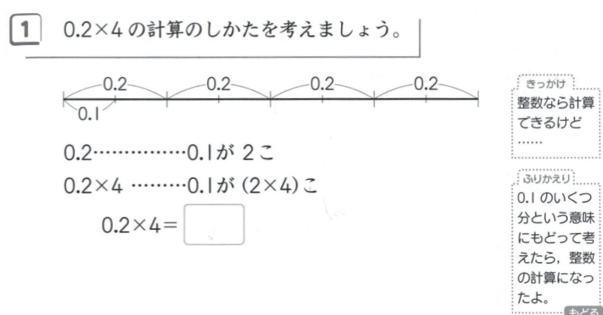


図3 教科書の欄外をいかしましょう

### 【まとめ】の役割 —学習と授業をシャープに!—

【まとめ】は今日の授業のゴールです。“今日の授業がどこまでいくべきか”がはっきりしますと、その授業のねらいに適した問題や課題を準備できるようになります。また、子どもが問題や課題にどのように挑めばよいのかもはっきりしてきますので発問がシャープになってきます。もちろん、黒板に実際にかく【まとめ】は授業の前に準備したとおりではなく、子どもが書きとめたメモ、つぶやき・発言などをもとにわかりやすく練り直されたものとなることでしょう。子ども達が黒板の【まとめ】をノートに書く際、ポイントがずれないように気をつけながら自分なりに書き表すように勧めると表現力の向上につながります。その上、授業の最後に扱われる確認問題や練習問題についても、【まとめ】をもとに解決することになりますので、問題の問い方が答えを求めるものにとどまらず、解決の視点やアイデアを確認するものになってくるはずです。そうしますと、【まとめ】が家庭学習の質を高めていくことにつながっていくことでしょう。

### 【参考】

\*1: 例えば、小学校算数科における各領域の課題は次の通りです。この他に、中学校数学科の課題が特定されています。

- ◇「数と計算」における課題
  - 乗法や除法の意味を理解すること
- ◇「量と測定」における課題
  - 求積に必要な情報(図形の長さ及び図形の性質)を取り出して面積を求めること
- ◇「図形」における課題
  - 図形の性質を基に事象を判断すること
- ◇「数量関係」における課題
  - 計算の順序についてのきまりなどを理解すること
  - 割合の意味を理解すること

\*2: “学しゅうのすすめ方”は問題解決に基づく授業における学習の基本的な姿にすぎません。①～⑤を杓子定規にあてはめて授業を進めるのではなく、子ども達による問題や課題への取り組みが問題解決として生産的になるための“道標”とされるのがよいでしょう。

\*3: 文部科学省の学習指導要領解説には内容及び活動のポイントが示されています(インターネットで手に入ります)。

# 理科における知識・理解①

## ～「生命」の柱を中心として～

### 広島理科教育研究 WG

<第1回執筆者>

・三好 美織 / みよし みおり

広島大学大学院教育学研究科

・竹下 俊治 / たけした しゅんじ

広島大学大学院教育学研究科

## 1 課題はどこに？

### (1) 理科における知識・理解とは

理科における知識・理解について、評価の観点及びその趣旨によると、小学校では「自然の事物・現象の性質や規則性、相互の関係などについて実感を伴って理解している」こと、中学校及び高等学校では「自然の事物・現象について、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている」こと、が求められています。自然の事物・現象について子どもたちが実感を伴って理解するためには、対象となる事象について観察、実験などの具体的な体験を通して様々な感覚を働かせながら調べたり、自らの問題意識のもとで見通しをもって問題解決に取り組んだり、理科で学んだことが実際の自然や日常生活の中で成り立っていることに気づいたり確かめたりすることが必要です。このような活動に取り組むことで、あらかじめ子どもたちが持っている自然の事物・現象についてのイメージや素朴概念が、意味づけ・関係付けされ、新しいイメージや概念として、より妥当性の高いものに更新されていきます。これがその段階での子どもの科学的な一つの理解となります。そして、観察や実験などの活動を通してさらに追究を重ねる中で、自然の事物・現象についての基本的な概念や原理・法則の理解を深化させ、理解にもとづいた科学的知識を身に付けていくことが期待されています。

### (2) 児童・生徒が知識を獲得し理解するために

上述のことから、理科の授業では、科学の基本的な概念や原理・法則などを伝達し、それを単に記憶再生

的に習得させるのではなく、子どもたち自身の考えをもとにした問題解決の過程を通して、自然の事物・現象についての理解が形づくられ、知識が獲得されていくように学習活動を仕組む必要があるといえます。知識基盤社会に生きる子どもたちに「生きる力」を育むことが重要視されていることを考えあわせると、最終的に、子どもたちが自らの力で自然の事物・現象についての知識を獲得し、理解を深めて体系化できるようにすることが求められます。

## 2 こんな授業はいかがでしょう

「生命」の柱において、子どもたちが知識を獲得し、理解するために、観察が学び方の中心に位置付けられます。観察は、実際の時間や空間の中で、視点を明確に持ち、周辺の状況にも意識を払いつつ、具体的な自然の存在や変化など、その様相を諸感覚を通してとらえようとする活動です。ここでは、生物の観察を取り入れた授業について考えてみましょう。

### (1) 生物の観察の指導に当たって

#### ①「観察の視点」をもたせましょう

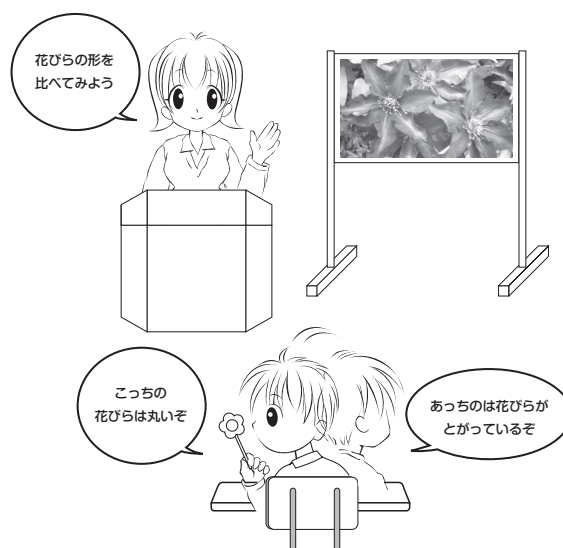
生物を対象とした学習は、事象を正しく観察することから始まります。観察では、「いつ・どこで・何が・どんな状態だったか」を記録することが基本です。この中で最も難しいのは、「どんな状態だったか」を観察・記録させることです。対象物の状態をきちんと観察するためには、観察の視点が必要になります。「しっかり観察しなさい」、「よく見てみなさい」という指示

を授業でよく耳にしますが、果たしてこれで子どもたちは教師の意図通りの観察を行えるのでしょうか。このようなときに、試しに「〇〇を」を付け加えてみましょう。それだけで、子どもたちの対象を見る眼は大きく変わります。ある点に意識を集中させることで「何を見れば良いのか」が子どもたちの中で明確になります。「〇〇を」だけで十分に観察できないときには、「どのように見れば良いのか」を示してみましょう。このように観察の視点を明確にすることは、観察結果をまとめる際の論点の明確化にもつながり、議論がしやすくなります。

もちろん、観察の視点を子どもたち自らが発見する力も育てなくてはなりません。その育成のためには、似たようなもの、あるいは全く異なるものと「比べる」ことが有効です。なぜならば、「比べる」という活動が、子どもたちのセンス・オブ・ワンダー（驚きの感性）を刺激するからです。しかしここで気を付けなくてはならないのは、相違点に加えて、必ず「同じところは？」と問うことです。何かと何かを比較するとき、子どもたちは相違点にばかり意識が集中しがちです。そこで、このように問うことで、両者の相違点と共通点を見出すことができれば、その観察は大成功と言えるでしょう。

例えば小学校5年生では、アブラナの花を観察して「おしべ」や「めしべ」があることを学習します。その際に子どもたちにアブラナの花を配り、「アブラナの花の特徴は？」と質問すると、「黄色い花」、「花びらが丸い花」など、手にしたアブラナ個々についての様々な答えが返ってくるでしょう。しかし、これでは十分な観察ができたとは言えません。せっかくの子どもたちの答えに生物学的な意味を持たせることができないからです。そこで、アブラナと他の種類の植物の花とを比べてみましょう。大きくて観察しやすい植物が時期的に限られているときには、教科書や図鑑などの写真や図も活用してみることです。また、デジタル教科書を活用して、写真や図を拡大投影して使ってみるのもよいでしょう。そうすると、ナズナのように小型の花や、アサガオのように花の時期の異なるものでも比較の対象にすることができます。アブラナの花も他の種類と比較することで初めて、「黄色い花」はアブラナだけではないこと、いろいろな特徴の組み合わせで「アブラナ」という植物が定義されることが分かるのです。比較するときには、必要に応じて比べるポイントを示すことも大切です。「花びらの形は？」、「おしべの数はいくつ？」など、見るべきものと何を比較すれば良いのかを指示することで、種類によって数や形

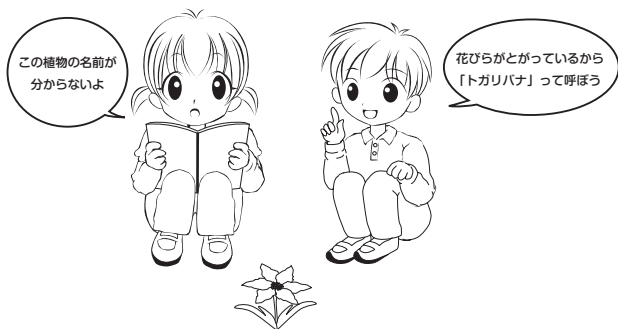
は違っても、花には共通して「めしべ」「おしべ」「花びら」「がく」があることが分かります。もしかすると、花を構成するそれらの順序に規則性があることを発見できるかもしれません。そうすると、チューリップのように一見して「花びら」と「がく」の見分けがつかないものでも、外側の3枚が「がく」に相当することに気付くことができるでしょう。後の学習で、カボチャやヒョウタンの花を観察します。その際、「花びらはどれ？」「がくは？」「おしべは？」「めしべは？」と確認することで、一口に「花」と言っても、一つの花に「おしべ」と「めしべ」がある花（両性花）ばかりではなく、雄（お）花や雌（め）花のように、一つの花に「おしべ」か「めしべ」の一方しか見られない花（単性花）もあることに驚き、それらの違いをはっきりと理解できるようになるでしょう。これは、「生命」の柱における基本的な見方や概念の一つであり、中学校や高等学校の生物分野の目標の一つでもある、「生物の多様性と共通性」の理解へとつながる、とても重要な見方・考え方になります。このような経験の積み重ねにより、子どもたちは花に限らず、観察の視点を身につけていくことができるのです。



## ②もしも名前のわからない動植物に出会ったら・・・

小学校において、3年生では身近な自然の観察、4年生では季節に応じた生物の観察、5年生では水中の小さな生物の観察などがあります。これらの学習では、名前も知らない植物や昆虫、動物がたくさんいて、自然観察のエキスパートでないととても指導できないと思っておられるのではないのでしょうか。身の回りの生物の観察は、観察の視点を身につける絶好の機会であり、実は少し工夫するだけで十分な学習の効果が得られるのです。

これらの学習のねらいは、生物名を覚えることだけ



ではありません。もちろん、名前を知れば親しみも湧き、興味も持てるようになります。しかし、「これはオオバコ、それはシロツメクサ」のように、単なる生物名の羅列ではなかなか子どもたちは「じっくり見てみよう」という気持ちにならないものです。そこで、名前のわからない生物に出会ったら、名前が分からないことを逆手に取って、できれば形態的な特徴をもとに、それらにニックネームをつけてみましょう。いわばそのクラスだけに通用する地方名のようなものです。

名前を決めたら、必ずその生物の特徴をじっくりと観察してみましょう。似たような他の生物と比較して、共通点や相違点を見出し、「同じ」種類なのか「違う」種類なのかを根拠を持って判断します。同じ種類と判断されたものは、どちらのニックネームを採用するか、子どもたちが選択しなくてはなりません。このような作業を繰り返し、観察結果を整理することで、子どもたちに生物を見る眼が養われ、やがて学級オリジナルの生物図鑑ができあがることでしょう。

専門家でも、名前の分からない生物に出くわした場合は、仮の名前を付けて区別しておくことがあります。子どもたちと一緒に探検隊になった気分で校庭へ出かけてみてください。

### ③結果を記録するときのひと工夫：言葉も使いましょう

観察結果の記録ではスケッチがよく用いられますが、絵に描くと同時に言葉でも記録することが大切です。観察したものの状態を言葉を用いて表現し記録するのは、非常に高度な知的作業になります。その際、「大きい・小さい」のように相対的なものと、「2枚・6本」のように絶対的なものを正しく使い分ける必要があります。相対的なものでは、必ず比較対象を明示して「〇〇に比べて・・・」といったように記述するよう指導することが大切です。

例えばアサガオの成長記録で、つるの長さや葉の数などを記録した場合、その記録は前後の記録と比べることで初めて意味のあるものになります。「1週間前に比べてつるは30cmのび、葉は3枚増えた」、「葉

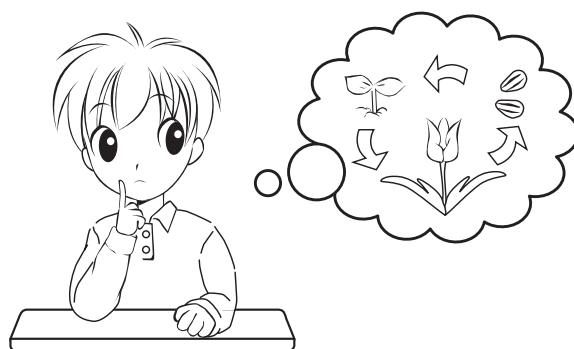
の形を比べると、どれもよく似ている」などから、成長するに従って変わるものと変わらないものがあることを知ります。変わっていくプロセスも、その植物の大切な特徴であることは言うまでもありません。また、変わらないものは、その植物の種類を見分ける際のポイントになることもイメージとして持てるはずです。

## (2) 観察を通して「生命」の柱を学習するに当たって

### ①学習内容の系統性を踏まえ、より大きな視点の中に位置付けて考えましょう

子どもたちが観察を通して体得した生物の体のつくりに関する知識は、単に形態的なものに留めるのではなく、必ず機能と結びつけておかななくてはなりません。なぜならば、例えば植物では、観察による植物のつくりに関する知識と、「花粉は何のためにあるのか?」、「根のはたらきは?」といった機能に関わる理解をもとに、「植物がどのようにして生きているのか」をイメージできるようになることが重要だからです。つまり、各学習段階において得られた知識を、生物の生活史（生まれてから死ぬまで、植物では種子が発芽して成長し枯死するまで）や生活環（植物では種子が発芽して成長し再び種子を作るサイクル）と関連づけて、目の前にあるものは、生活史や生活環のどの段階なのか、以前はどんな状態だったのか、今後どうなるのか、をいかに具体的にイメージさせられるかということなのです。生物分野の内容は、小学校から高校に至るまで、全てこのような「生命の連続性」を理解するために配置されていると言っても過言ではないでしょう。

生物は、成長し子孫を残すという一連の営みを、一定のサイクルで連綿と繰り返しています。教科書では、その営みの場面場面が切り出され、全体で一つの環につながるようにまとめてあります。しかし、アブラナで花のつくりを学習し、「花から実へ」ではカボチャを、「発芽の条件」ではインゲンマメを、というように、単元によってそれぞれ適した生物が取り上げられており、必ずしも同一の生物の生き様を連続的に学習するようにはなっていません。これが、生物分野で単



元間の関連を意識した学習が難しい所以です。子どもたちには断片的な知識の羅列が残ってしまいがちなのです。だからこそ、各場面（単元）では、その生物の生活環や生活史のどの部分なのかを意識しながら授業をすることが大切です。

平成24年度全国学力・学習状況調査（以下、全国学力調査）で正答率の低かった問題に、花粉のはたらきを調べる実験を題材にしたものがありました。これは、めしべに花粉がつくことで受粉し受精を経て種子が作られることは知っていても、自然の状態で花粉がめしべまで「どうやって」運ばれる可能性があるのか、そして対照実験を計画するにはどのような条件が必要かを十分に考えられなかったことが誤答の要因であると言えます。このような課題に対処するために、授業では、常に生命の連続性を意識しながら、一連の営みが実際にどのように行われているのか、観察、記録し考察する場面を設定することが必要となるでしょう。

## ②生物について学ぶ醍醐味は・・・

子どもたちには、「1本のアサガオのつるにいろいろな色の花が咲く」、「キャベツの葉に青虫の卵がある」など、独自の考えや概念があります。このような誤った考えや概念を、観察や実験などを通して経験し体得した事実をもとに打ち消し、「1本のアサガオには同じ色の花しか咲かない」、「キャベツの葉にはモンシロチョウの卵があり、青虫は卵を産まない」など、科学的に妥当な考えや概念を、証拠をもとに理由づけ、論述することで理解していくことが必要です。

最後に、生物には必ず「例外」があるということを忘れてはいけません。このことを踏まえ、生物が持つ規則性は絶対的なものではなく、より多くのものを観察することで大まかな傾向を見出すことが生物学的な見方・考え方です。これが理科の他の分野とは大きく異なるところで、難しさでもあり興味深さでもあるのです。

## 3 明日の実践に向けて —知識・理解を定着させるために—

授業後のペーパーテストで評価してみると、知識を保持していると判断されるものの、実際に活動をさせてみるとできない、ということがあります。言葉をなんとなく知っていることと、理解していることは違います。このような課題を解決するためには、授業の中で実際に手を動かしてやってみる体験や経験を積み重

ねること、子どもたち自身が課題を自分のものとして問題解決に取り組むことができるようにすることが大切です。また、学習直後には知識を獲得し、理解していると判断できても、時間の経過に伴って子どもたちの理解の内実が学習以前の状態に戻ってしまうということもあるでしょう。このような場合には、学習内容の系統性に配慮しつつ、機会をとらえて粘り強く繰り返し指導することで、知識・理解を確固としたものにしていくことが必要となります。

全国学力調査の結果では、小学校、中学校ともに、理科において実際に観察・実験などの一連の過程を取り入れて授業で指導している学校の方が、平均正答率が高いことが示されています。そして、「知識」の問題で明らかになった課題に対応するための授業改善の方策でも、科学的な言葉や概念を実験・観察などを通して体験的に理解し身に付けるようにすることが大切であると述べられています。このことから、知識・理解を確実に定着させるために、観察・実験や自然体験、科学的な体験の充実を図ることが必要であるといえます。

ただし、ここで留意すべきは、単に観察や実験などの活動をさせればよいというのではなく、子どもたち自身が問題意識を持ち、課題を自分のものとして主体的に活動に取り組むことができるようにすることです。そのために、子どもたちの生活経験や既習事項などを踏まえた課題提示の仕方を工夫することで、子どもたちに「知りたい」、「調べてみたい」、「やってみよう」という気持ちを持たせるようにするとよいでしょう。子どもたち自らの主体的な観察・実験などの活動を通して事実を「体得」し、そこで得られた証拠をもとに概念を構成して科学的な言葉を「習得」し、それを他の場面に活用して一般化し「納得」していく過程において、自然の事物・現象についてのイメージや概念が更新されて理解が深まり、体系化された知識として定着していくことでしょう。

## （主要参考文献）

- ・学習指導要領解説 理科編
- ・平成24年度全国学力・学習状況調査報告書
- ・平成24年度全国学力・学習状況調査解説資料 理科

## 第1回

## 「学制」布達前後一和算から洋算へ(1871年～1872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、同大学附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。

## 序文—数学教育は社会事象

教育は社会事象である。数学教育も教科書も然りである。  
例えば、算術の国定教科書は、黒表紙、緑表紙、水色表紙、白表紙と変遷し内容も取扱いも変化してきた。各時代の国情や教育思潮などが反映されているからである。

以下、明治初期から数学教育の歩みを辿りつつ教科書編纂方針などを分析し、今後参考になることを探っていきたい。

## 1. 算術は和算—文部省中小学掛の方針 1871年

## (1) 東京府の数学教師採用一和算

文部省は明治4年1871年7月18日設置された。中小学掛に  
もろくずのぶずみ  
諸葛信澄（9等出仕）、吉川孝友（11等出仕）がいた。

小学校は京都では1869年5月開業したが、東京では1870年6月である。そこで文部省は東京府の教員を採用する。

吉川孝友は1871年11月に高久守静<sup>たかくもりしず</sup>を文部省に呼ぶ[1]。

「吉川氏曰（いわく）：今度小学校改革あらんとす。数学教員人員満たず。但給料の如き僅に金八円。先生奉職すべきや否。

高久曰：対て其算は和なりや洋なりや。

吉川氏曰：和算なり。

高久曰：和ならんには僕が好む所の業を以て奉職する幸

甚し、克く勉強せん。何ぞ給の多寡を論ぜん」

以上のやり取りの後11月25日、高久は文部省で小学第一校（芝増上寺地中・源流院）授業生拝命、12月2日より勤めた。

高久守静は和算家馬場錦江の高弟、1821年生れの50歳。1874年11月20日五等訓導に昇進した。なお、東京府などは1871年11月25日より文部省直轄地、それ故、文部省で採用した。

## (2) 文部省の『数学書』編纂依頼一和算

諸葛信澄は1872年1月年賀式に出席した高久守静と瀬戸の授業生2名を別席に呼び教科書編纂を依頼する[1]。

「諸葛氏曰：今後小学校に相用ゆべきの数学書を書べ。其式目の如き西洋法に倣ふべく加減乗除より起し按分通折比例に了る」

高久は撰者、瀬戸は校者となり汲々これを編纂して5月に出来上木、これが『数学書』で各校に配布し授業することになった。高久は同年7月5日文部省で金十円を受けとる。

以上のように数学教師も数学書も和算であった。文部省中小学掛の2人とも同じ考えだった。諸葛信澄は1869年開成学校（同年大学南校と改称）に入学して英学を学び、1871年に文部少助教になった人、それでも考えは和算であった。

ここで高久守静撰『数学書』を紹介する。

# ①『数学書』全5巻・附録答式全5巻 和算（珠算） 図1

筆者所蔵本には刊記なく「東京府学之印」の朱印がある。

第一巻	九九 割九九 加減 見一九九 大数小数 度量 衡 里歩 田畝 八算 加法 減法 見一見二～見九 定位 問題数計	141 題	和本 15 丁
第二巻	正比例	計 150 題	和本 16 丁
第三巻	後比例	計 100 題	和本 17 丁
第四巻	合率比例	計 60 題	和本 12 丁
第五巻	按分通折比例	計 60 題	和本 11 丁

## 2. 算術は洋算—「学制」「小学教則」1872 年

### (1)「学制」1872 年 8 月 3 日文部省布達第 14 号

第 27 章尋常小学の<sup>がくせいとりしるべがかり</sup>下等小学教科の九は算術、即ち、  
「算術 九九 數位 加減乗除 但洋法ヲ用フ」

### (2)「小学教則」(学制別冊)1872 年 9 月 8 日布達番外 算術の所は次のように書かれている。

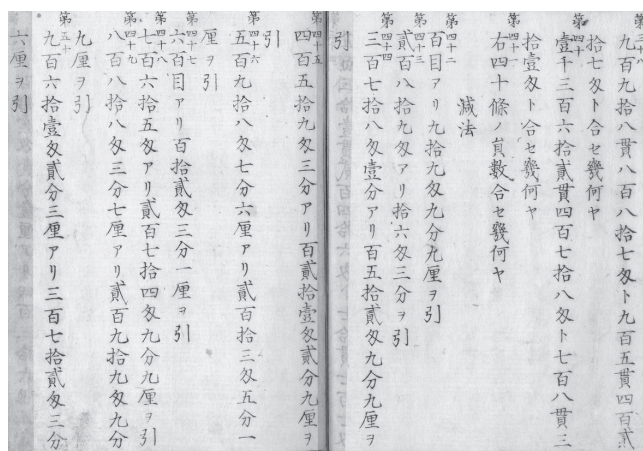


図1『数学書』(高久守静撰)

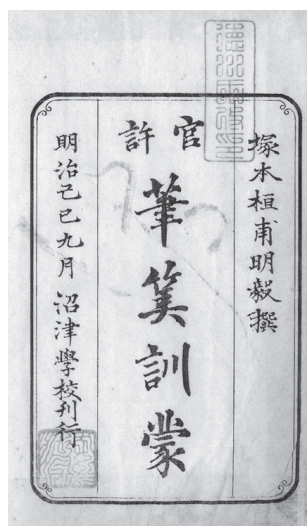


図2『算術訓蒙』塚本桓甫明毅撰 沼津学校刊行

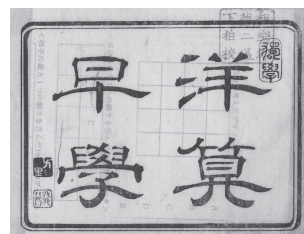


図3『洋算早学』回春楼主人編

「<sup>サンヨウ</sup>洋算算術

一週六字 即チ一日一字

筆算訓蒙 洋算早学等ヲ以テ 西洋数字 數位ヨリ  
加減算 九九ノ声ニ至ル迄ヲ一々盤上ニ記シテ…」

これは下等小学第八級（六ヶ月）。第一級は一週六字「分  
数并比例算ヲ授ク」。上記教科書 2 冊の内容は次の通り。

### ②『算術訓蒙』塚本桓甫明毅撰 沼津学校刊行 図2

1869 年 9 月 巻一～三（巻四、五予告）。答式別冊。

巻一數目 加減乗除 巻二分数諸法 巻三比例諸法

### ③『洋算早学』回春楼主人編（吉田庸徳）東京三余堂

1872 年 3 月（1873 年以後続刊）項目は次の通り。 図3

西洋数字 位名 定位式 記号 用辞 九九合数

加法 減法 乘法 除法

学制と小学教則は洋算だから前記の『数学書』は適せず、  
その時刊行済の『算術訓蒙』『洋算早学』で間に合わせた。

### (3) 学制取調掛の算術の方針—洋算

取調掛（箕作麟祥ら 12 名。うち洋学者 10 名、国学者 2 名）  
は 1871 年 12 月発足、「学制」草案ができ裁可を得たのは 1872  
年 6 月 24 日、太政官布告第 214 号は同年 8 月 2 日、文部省布達  
第 14 号は翌 8 月 3 日（新暦 9 月 5 日）だった。『数学書』撰者  
高久守静は「洋算」と知り悄然とする [1]。文部省中小学掛の  
諸葛信澄と吉川孝友は 8 月 3 日以前に知っていただろう。

師範学校設立の発令は同年 5 月 14 日、その趣旨は [3]、

「…外国教師ヲ雇ヒ彼国小学ノ規則ヲ取テ新ニ我国小学課  
業ノ順序ヲ定メ彼ノ成法ニ因テ我教則ヲ立テ以テ…」

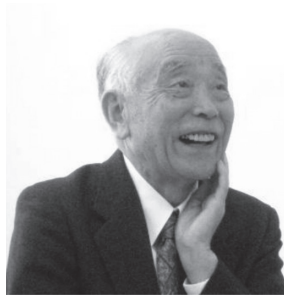
教育すること、従って算術も和算でなく洋算となる。学制取  
調掛と師範学校の方針は同じである。同年 8 月、諸葛信澄が  
校長に就任、1849 年生れの 23 歳であった。

要するに洋算にした要因は国情による。当時日本は、陸海  
軍では西洋数学を導入し文明開化を合言葉に西欧近代化を目  
指していたからである。政府顧問 G.H.F.Verbeck 及び南校の  
M.M.Scott（同 8 月師範学校の英語と算術教師に就任）の存在  
が大きい。学制取調掛はお雇い外国人教師の意見に従った。  
日本伝統文化の和算を排して断行したのである。（続く）

## <引用・参考文献>

- [1] 川北有頂「高久慥齋君の傳」『数学報知』第 6 号（連載  
初号）共益商社（東京） 1890 年 11 月 20 日発行 26～28
- [2] 『学制五十年史』文部省 1922 年 10 月 26 日発行
- [3] 『創立六十年』東京文理科大学 1931 年 10 月 30 日 4～6

# 算数・数学的活動の愉しさ ～かけ算九九表の探究を通して～



上越教育大学名誉教授

古藤 怜 / こう さとし

1925年 新潟県生まれ

東京文理科大学理学部数学科 卒業

新潟大学教育学部教授、東京教育大学教育学部教授、  
筑波大学教育学系教授、上越教育大学教授などを歴任

## はじめに

このたび啓林館では従前の広報誌「理数」の発展として、新しく「**理数 啓林**」を発刊することになった。ここでは、学校数学に関する今日的な課題はもちろん、算数・数学の実践的な研究や様々な取り組みをしている学校現場の紹介なども収録する予定の由である。このことは学校数学の新しい動向を考究する上からも、きわめて意義深い資料を提供するものであり、今後の展開が期待される次第である。

ところで、先般発表になった TIMSS（国際数学・理科教育動向調査）の報告に依れば、低下の傾向にあった我が国の小中学生の算数・数学の平均得点が上向いた由である。このことは算数・数学教育界にとって、朗報である。しかしながら、よく知られているように TIMSS は IEA（国際教育到達度評価学会）が4年毎に行う学力調査であるが、ここでは同時に子どもたちの学習意識調査結果も報告しているのである。この報告書をみて問題点として挙げられるのが、我が国の中学生の数学学習意欲が大きく下がっているという点であろう。実際、この報告によれば「数学の勉強が楽しい」と感ずる我が国の中学2年の生徒の割合が48%と国際平均より最大23ポイントも低いという点である。

学習意欲が低いまま、数学の教室において更に多くの抽象かつ形式的な知識・技能の修得を強要すれば、ますます数学の学習が苦痛になる怖れがある。大切なことは「数学の学習が楽しい」と実感される学習環境をいかに醸成するか、これが今後の課題であると考ええる。本誌がこのような実践的問題についても解明される場であることを期待する次第である。

## 算数・数学的活動の愉しさ

ところで、学校数学のねらいは文化遺産の伝達におかれていることは論を待たない。つまり、我々の先人が長い年月を費やして苦心の末、創りあげ積みあげてきた数や図形などに関する知識・技能の集積を、次の時代を担う子どもたちが、再び同様な労苦を繰り返さなくても済むように、学校という集団教育を通して効率的に伝達することにそのねらいがおかれている。

しかしながら、今や我々は情報化という新しい時代に当面している。ここではコンピュータをはじめとする新しい教育メディアが登場し、これらが学校数学にも大きな影響を与えつつある。このようなメディアを理解し更に発展的に駆使するためには、従来の固定的な知識・技能の授与だけでなく、これらを創造的に活用して行こうとする算数・数学的な活動を重視する必要がある。実際、今次の学習指導要領の改訂においても次のように述べられているのである。

「算数科、数学科については、小・中・高等学校を通じて、発達の段階に応じ、算数的・数学的活動を一層充実させ、基礎的・基本的な知識・技能を確実に身に付け、数学的な思考力・表現力を育て、学ぶ意欲を高めようとする。」

この文言は、我々が以前から主張している **"Do Math"** の活動という概念と相通ずるものがあると考えられる。（古藤他編著：「算数・数学科における **Do Math** の指導」、東洋館、1991）

もともと **算数・数学的活動** は、数学を創り発展させる活動であるとともに、数学を活用する活動であり、更にそれらを伝えあう活動でもある。我々が上記の著

作で "Do Math" という表現を導入したのは、更に子どもたちが友達と協力して、算数・数学を創り上げる楽しさを実感する学習を希求したからである。

## 一つの具体例

中学校学習指導要領解説数学編に「改善の基本方針」の一つとして次のような文言がある。

「数量や図形に関する基礎的・基本的な内容の系統性を重視しつつ、学年間や学校段階での一部を重複させて、発達や学年の段階に応じた反復（スパイラル）による教育課程を編成できるようにする。」

この観点から眺めてみると、小学校で登場する「かけ算九九表」の学習は、たんに算数科での数のかけ

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	16	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

算のためのみでなく、中学校数学の研究においても有意義な算数・数学的活動を内包している内容であると考ええる。その一つの例として以下

に、九九表で1から81までの和が2025であることを示す際に表れるいくつかの代表的な考えを示しよう。

### 1) 1の段の和を基に考える

まず、平均の考えやガウスの考え等を用いて次式を導く。

$$1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 = 45$$

すると、2の段の和は  $45 \times 2$ 、3の段の和は  $45 \times 3$  であるから9の段までの総和は次のように表すことができる。

$$45 \times (1 + 2 + 3 + \cdots + 9) = 45^2 = 2025$$

### 2) 鍵型に加えその和を考える: (Square-Cube Property)

それぞれの項は次のように3乗数で表される。

$$1 = 1^3 \quad 2 + 4 + 2 = 2^3,$$

$$3 + 6 + 9 + 6 + 3 = 3^3,$$

$$4 + 8 + 12 + 16 + 12 + 8 + 4 = 4^3 \cdots$$

$$9 + 18 + 27 + \cdots + 72 + 81 + 72 + \cdots + 18 + 9 = 9^3$$

従って

$$1^3 + 2^3 + 3^3 + \cdots + 8^3 + 9^3 = (1 + 2 + 3 + \cdots + 9)^2 = 2025$$

### 3) "25" を中心とする正方形の4頂点が示す数字の和を考える

①  $\{1, 9, 81, 9\}$  を頂点とする正方形を考える。するとその辺上の4点を頂点とする正方形（斜めの場合を含めて）について、次のような関係を示すことができる。

$$(1 + 9)(1 + 9) = 1 + 9 + 81 + 9 = 100$$

$$(1 + 9)(2 + 8) = 2 + 18 + 72 + 18 = 100,$$

$$(1 + 9)(3 + 7) = 3 + 27 + 63 + 7 = 100,$$

$$(1 + 9)(4 + 6) = 4 + 36 + 54 + 6 = 100, \cdots$$

一般に、

$$s + 9s + 9(10 - s) + (10 - s) = 100$$

$$= (1 + 9)(s + 10 - s),$$

$$s = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$$

② その内側の4数  $\{4, 16, 64, 16\}$  等についても同様に考える

$$(2 + 8)(2 + 8) = 100 = 4 + 16 + 64 + 16,$$

$$(2 + 8)(3 + 7) = 100 = 6 + 24 + 56 + 14,$$

$$(2 + 8)(4 + 6) = 100 = 8 + 32 + 48 + 12,$$

$$(2 + 8)(5 + 5) = 100 = 10 + 40 + 40 + 10$$

一般に、

$$(2 + 8)(t + 10 - t) = 2t + 8t + 8(10 - t)$$

$$+ 2(10 - t) = 100$$

$$t = 2, 3, 4, 5, 6, 7$$

③ 更にその内側の4点  $\{9, 21, 49, 21\}$  を頂点とする正方形についても同様に考える

$$(3 + 7)(u + 10 - u) = 100 = 9 + 21 + 49 + 21$$

$$= 12 + 28 + 42 + 18 \quad u = 3, 4, 5, 6$$

④ 同様に、 $\{16, 24, 36, 24\}$ 、 $\{20, 30, 30, 20\}$  についてもその合計は100である。

従って、①、②、③、④の総計は： $800 + 600 + 400 + 200 = 2000$  であるので、中心の25を含めれば、総合計は2025であることが確かめられよう。

# 理数 啓林 の再出発に寄せる



東京大学名誉教授

大木 道則 / おおき みちのり

昭和3年（1928年）3月30日 兵庫県生まれ

旧制大阪高校理科甲類卒業、昭和25年（1950年）東京大学理学部化学科卒業

東京都立大学助手、東京都立大学助教授、東京大学助教授、東京大学教授、日本科学教育学会初代副会長、日本科学教育学会第二代会長などを歴任

平成3年紫綬褒章受章

平成17年 特定非営利活動法人科学技術振興のための教育改革支援計画設立 初代理事長  
主な出版物：特定研究の研究成果：化学「物質の仕組みと変化を探索」（丸善・昭和49年）

**はじめに** この度、「理数」誌が発展的誌名変更を行って「理数 啓林」として再出発することになったという。その創刊号で、筆者が今後理科教育がどの方向に進むのかについてのヒントとなるものを散りばめられれば、ご参考になるものを発信した、という意味で評価を受けることも望めよう。

筆者は、化学の世界的な団体、「国際化学連合」に教育のことを検討する委員会（化学教育委員会）立ち上げの委員の一人となり、世界の化学教育について目配りしながら、これからの日本の化学教育はどうなるのだろうと、深く考えるチャンスを与えられた。その事を基に文章を書かせて頂きたい。

**NPO理科教育改革支援** 今日、世界の一隅で発明・発見されたものが有効だと考えられれば、その有効性が、進歩発展した情報の伝達手段を通して、またたく間に世界に広がるようになった。いわゆる情報のグローバル化であるが、このような社会情勢の発展・急速な変遷の中で揉まれて育ってきたのが筆者の理科教育観だとお考え頂きたい。筆者に加えられた最も強烈なインパクトは、1996年にOECDが行った、OECD各国の成人が持つ科学技術に関するイメージと科学技術への信頼感の調査であった。調査が行われた13カ国のうち、我が国はポルトガルと並んで、成績が最も悪く、他の先進国では、50%以上の市民が科学技術に信頼を寄せているのに比べて、我が国では、科学技術に信頼をよせている成人市民はわずかに2%程度であった。この結果については、その責任のかなりの部分が筆者にもあるように思えたので、同志と話し合って特定非営利活動法人科学技術振興のための教育改革支援計画を立ち上げることにした。平成17年春に認定の申請書を東京都知事に提出し、夏には認定

を受けることができた。略称はNPO理科教育改革支援、またはその英語名の頭文字を使って SSISS (<http://www.ssis.org/>) とした。このNPOを設立した主旨は、折角これまで種々の理科教育改善の提唱をして来たのに、それが全く実のあるものとならず、上述のようなみじめな結果となってしまったことを深く反省したからである。このNPOでは「なぜ改革支援」なのか、自分たちで改革をやってしまえというご意見は時々頂くところだが、我々の勢力はせいぜい110名程度である。この勢力で1年80校程度の学校で活動を受け入れていただいている。しかし、このペースでは全国4万校あるといわれる学校全てで活動するには単純計算で500年もかかってしまう。それよりは、我々のやり方を見た本職の教員方が新しい教育に目覚めて下さるのを期待する方が本筋ではないかと考えている。筆者は、学校に伺っては、世界の理科教育の情勢は、このように変化しているから、我が国の理科教育も世界の動きを無視しては、世界に取り残されてしまうと言って、世界情勢のお話もさせてもらっている。この中で筆者が特に力を入れて宣伝しているのが、教師と子供との対話である。

**小学校理科と中学校理科** 小学校では以前から教師と子供との対話はよく行われているのだが、中学校では対話の機会が少ないのではないかと考えている。近年特にアメリカでも対話を増やして教師と子どもとの心の触れ合いが重要との立場を取っているらしい。なお、小学校に比べて中学校では実験の時間が減っているとの批判もないではないが、我々の見た所、それほど中学校の実験の時間が減っている訳ではない。問題は、小学校における実験のやり方との印象を強く受けている。ヨーロッパの先進国における教育の定義が、「子どもの能

力・才能を早く見つけ、その能力・才能を引き延ばしてやるのが教育」だという考え方が広く行きわたり、実験のやり方に独自の工夫が可能であるのに対して、日本では全ての準備が教員によって行われ、お仕着せの実験になっているのである。

**対話の時に教師が作る子どもへの質問のレベル** アメリカにおける中学校からの教師と生徒との会話にもとづく授業の展開は、総じて問題が難しすぎるとの意見が強いようである。教師の方は、難しい問題を呈して、子どもに対する優越感を保持したいとの欲望があるとの指摘もあるそうである。一般には、教師の側は、こんなやさしい問題を聞いてよいのかなと思う程度に問題のレベルを下げる方が、却って、ちょうど適当なレベルの高さであることが多いとの指摘もある。今後の教師の良し悪しの評価は、子どもの得た感触によってきまってくる可能性が大であるとみているが、この際、教師の発問：子どもの返答によって、どれだけ子どもたちの心を揺り動かすことができたかの観点に注目する必要がある。

**我が国の理科教育の問題点** ヨーロッパの教育に対して我が国の教育は、基礎となる知識量がどれほどであるかという「知識の多さ」を問題にする。しかし、ある人間の一生を考えてみると、これは重要な問題を含んでいる。例えば、小学校である理科的内容を日本の教育で、身につけたとしよう。しかし、その知識を身につけるのは小学校なら約10歳で、その知識が実際に役に立つのは、年齢約40歳であるから、この時間は実に30年もある。この間に化学の最新の知識は変化しないのであろうか。化学の内容はまさに日進月歩で変化しているのである。これは必然的に学校で習った最新の知識が実際に使われる時には陳腐化していて、実は役に立たないという現象が起こる可能性が大であることを暗示している。さらに、知識の忘却の問題がある。必要に応じてその場で勉強するのに比べて、能率が悪いことは確かである。

だいたい形而上学的な話になってしまったので、実際にはどうするかお答えすることにしよう。まず第一は、正しいやり方で行った実験の結果は、正しい結論の方向に導いてくれることが多いのは確かだが、実験の結果が、何時もそのまま正しいとは限らない。実験をやってそれがそのまま正しい結論に導く手立てとなりそうだとすると、そのまま、これが法則だと言って簡単に切り上げるのは、けっして、理科教育の真髄を示すものでなく、また記憶の延命につながるといった種類の効果を期待することでもない。むしろ、ある一つの実験をやった結果が、同じような実験で同様の結

果を導いたとすれば、こうして得られる結論は、しばしば、非常に広い範囲をカバーする幅の広い法則として重視されることが多いのである。最近の心理学の研究によれば、一つの事象の解釈と、同様の事象の解釈とを連結して記憶することができるになれば、芋づる的にいろいろな事象やその解釈を思い出すことが可能になるという指摘もある。

ただ一つだけの根拠に基づく推理推論よりは、二つあるいはそれ以上の事例や解釈を基にして出した結論の方が、単一の推理推論よりも理解しやすいことを示している。これは、筆者が過去半世紀にわたって化学の研究をやってきた集大成としての、経験からの結論である。なんであれ、都合のよい一方的な解釈だけでは、多くの人の認める所とはなり難い。

今回改定された学習指導要領においては、習得した、結論や結論に導く過程が、実際の問題解決に役に立ちそうな場面に応用することも奨励されているようだが、いずれにせよ「応用問題」は難しいからと言うことで敬遠するのは、ヨーロッパの先進国で奨励されている「理科教育」とは、相当大きなギャップがあることに気付いて頂きたいと思う。

**先進国と開発途上国の理科教育** 開発途上国の理科教育研究者は、これまで、いわゆる「様子見」の態度を取る場合が多かった。自分たちが時間をかけて改良案を作ってみても、それは所詮、あまり世界全体の流れをよく知らないで案を作る訳だから、開発途上国から出る案が実際に使える可能性を持つ案となることはめったにない。だから、開発途上国でそのような改革案を発信しようと努力しても、それは結局、時間の無駄使いだといった消極論に流されてしまうケースが多かった。これに対して、「開発途上国の子どもには、結局知識重視型の理科教育が適しているのだ、日本を例に挙げて実現性を研究してみたらいい」という意見を述べる開発途上国の関係者は多い。「日本は、明治の開国以来、わずか100年あまりの間に、堂々と世界の一流国になったではないか」といった意見が大勢となることが多いのである。その結果、日本の100年前と同じ、事実の記憶を重視する教育が開発途上国では幅を利かせることになる。我が国では、単に記憶を重視する教育を進めてきただけでなく、就学率の95%以上を実現するため、様々な努力をして来たという事実の上に、日本国民が教育に熱意を持ち将来の国力増強のために、教育に投資することをためらわなかったなどという因子を忘れて欲しくないというのが日本人の一般的な見方だと思うのだが、世界の多くの人達は、やはり日本人とは違うのだなと思い知らされるのである。皆さんはどのようにお感じだろうか。

# 北海道一の大河、 石狩川下流での失われた河畔林の再生 —札幌市立あいの里西小学校の総合学習の取り組み—



石狩川下流域での河畔林再生のための植樹

岡村 俊邦 / おかむら としくに

北海道工業大学 教授 農学博士  
近自然森づくり研究会会長  
NPO 法人茨戸川環境市民フォーラム理事  
北海道を中心に自然環境再生のための理論・方法・実践の研究を行っている。

丹羽 祐而 / にわ ゆうじ

株式会社丹羽企画研究所代表取締役社長  
前札幌市教育委員長  
NPO 法人茨戸川環境市民フォーラム代表理事  
30 年以上に亘り、石狩湾の浜辺と海のゴミ拾い活動をしている。

## 活動の背景

北海道一の大河である石狩川の下流では、本格的な開拓が始まる大正時代より前には、今では忘れ去られた豊かな河川環境がありました。河畔には、ハルニレ、ヤチダモなど高さ 30m を超える巨木が生い茂り、その樹洞では、近年絶滅が危惧されている世界最大のフクロウ、シマフクロウが雛を育て、激しい蛇行の造った淵の上を巨木の枝が覆い、そこには、絶滅した在来種のチョウザメ、ミカドチョウザメが群れ、背後の広大な湿原には、今では北海道東部の湿原にしかないタンチョウが舞い、日本最大の淡水魚であるサケ科のイトウが潜む豊かな自然がありました。しかし、今では鬱蒼としていた河畔林も、激しく蛇行していた流れも、シマフクロウも、ミカドチョウザメも、タンチョウも、イトウもすべて石狩川の下流から姿を消してしまいました。

2000 年に私たちは、NPO 法人茨戸川環境市民フォーラムを結成しました。石狩川が日本海に注ぐ石狩湾で、30 年以上浜辺と海のゴミ掃除をしてきた人々と、当時あまり注目されていなかった河畔林の再生を目指して活動してきた人たちが集まりました。治水工事で切り離されたかつての石狩川の蛇行部である茨戸川の河川環境を考え、改善のために行動しようという集まりです。今の茨戸川は、大都市札幌の下水処理水が流入する河川であり、都市と自然の共生を考えるのに格好の舞台でした。

活動の一環として、茨戸川の河畔に、シマフクロウやミカドチョウザメ、タンチョウ、イトウが遠い将来

戻ってくることができる環境に復元するための準備を始めました。このような都市と自然の共生を計ることが、次の、また、その次の世代が北海道で、また、日本で、そして、地球上で生き続けることができる環境を維持することになると考えました。もちろん、10 年や 20 年で実現する目標ではありません。シマフクロウが樹洞の中に巣をつくれる太さのハルニレになるには、200 年、300 年の時間が必要です。そこで、この運動を引き継ぎ、さらに、次の世代に渡す人材が必要です。

## 「あいの里タイム」

そこで始まったのが札幌市の北部にある「あいの里西小学校」との協働です。この小学校の 4 年生は、総合的な学習時間を「あいの里タイム」と名付け、身の回りの環境に関わる問題を調べ、発表する活動を行っています。この「あいの里タイム」の一環として、近くにある茨戸川での河畔林の再生に取り組むことになりました。

このような協働が可能になったのは、NPO 法人茨戸川環境市民フォーラムのメンバーに PTA の関係者がいたこと、植樹の方法が単に与えられた苗を植えると言うものではなく、目標の設定・種子の採種・苗の養成・植栽・記録・追跡調査・評価の全体を統一的なシステムから構成されており、森づくりに関する総合的な理解を得ることができる環境教育に適した生態学的混播・混植法が採用され、その開発者がメンバーに

いたことにあります。さらに、茨戸川を管理する国の北海道開発局札幌河川事務所の全面的な支援が得られたことにあります。

## 春の活動

「あいの里タイム」の活動は、まず、春の事前学習から始まります。そして、専門家によるオリエンテーションを行います。このオリエンテーションでは、かつて茨戸川一帯に生育していたと考えられる 50 種程度の樹木のタネと小苗（高さ 10cm 程度）を持ち込み、自然の森にはたくさんの種類の樹木があることを知らせます。また、蝶の幼虫と食樹の関係を知らせ、両者には、長い進化の過程で特定の結びつきができており、サクラだけの森にすると、その森で生きられる蝶は数種になり、マツだけの森にすると、マツの葉を食べる蝶の幼虫はおらず、蝶の住めない森になることを説明します。そして、このような生き物同士の関係が今の地球の環境を創っていることから、たくさんの樹種からなる森の必要性を理解してもらいます。



タネと小苗の観察

## 夏の活動

夏になると、石狩川の河畔で樹木のタネ採りをします。そして、学校に帰ると、取ってきた実からタネを取り出す作業とタネ播き作業、昨年タネを播いて育った小苗をビニールポットに移す作業をします。この過程で、自然の中でのタネの運ばれ方を説明します。果肉の中に入っているヤマグワのようなタネは、鳥などに食べられて糞として播かれること、また、ヤマグワの実は、赤いものと黒いものがあり、赤は酸っぱく、黒は甘いことを体験させ、赤から黒に変わること、食べられる時期を動物に知らせていることなどを説明します。また、ミズナラなどのドングリは、リスやノネズミがタネそのものを餌としており、越冬用に地面

に埋めておき、その一部が食べ残されて発芽することを説明し、タネの運ばれ方に合わせて、タネの精選や播き方を変える必要があることを知らせます。

## 秋の活動

秋になるといよいよ植樹です。先輩の学年がタネを採り育てた苗と、それだけでは種類が不足するので茨戸川環境市民フォーラムが育てた苗を植えます。この活動は、2000 年から開始され、当初は、茨戸川の河畔に植樹をしていました。その後、石狩川の下流部で国による自然再生事業が開始され、一級河川の堤外地（堤防を挟んで川のある方）での河畔林整備が始まりました。従来、堤外地での植樹は、洪水時の水の流れを邪魔することから認められませんでした。しかし、今回自然再生事業を始めたところは、別の河川（当別川）との合流点で、堤外地が広く確保されているため、計算の結果、幅 30m 程度の河畔林であれば問題が無いことがわかり、2009 年からは、石狩川本流の堤外地の河岸で植樹を開始しています。

子供達はただ苗を植えるだけでなく、植えた場所、樹種、樹高、植栽した人の名前を記録します。また、植える場所が広大なため、毎年、場所をずらしながら植えており、以前植えた場所の観察ができます。子供達は、植えたばかりの 5cm 程度の苗が、次の年、その次の年にはどの程度成長し、そして、森になるにはどの程度の時間が必要かを理解できるようになります。植樹が終わると最後は「あいの里タイム」の活動発表会で一連の活動は終了します。

## おわりに

この活動の目的は、苗を植えることではありません。将来、シマフクロウやミカドチョウザメ、タンチョウ、イトウが戻ってくるための河畔林を再生することです。そのためにはどんな森が必要か。その森は、どんな方法で造れるか。そのためにはどんな苗が必要か。こんな質問をなげかけながら活動をしています。著者は二人とも大学で教えています、考える習慣を失った大学生に日々接し、どうしたら考えることを始めてくれるのか日々悩んでいます。是非、小学生の内から考える習慣を身につけ、大学に来て欲しいと願いながら活動を続けています。

# グローバル時代における 算数教科書の〈翻訳〉の意義



馬場 卓也 / ばば たくや

広島大学・大学院国際協力研究科・教授

1961年7月4日生まれ、大阪府出身

大阪大学理学部卒業、広島大学大学院国際協力研究科博士課程前期・後期修了、学位：博士（教育学）

主要業績：Baba,T., Iwasaki,H., Ueda,A., Date,F. (2012) . "Values in Japanese Mathematics Education: A historical development" ZDM, 44(1), pp.21-32.

馬場卓也 (2007) 「多様な価値観を有する社会・時代における算数教育」, 『日本数学教育学会誌』 89 (10) , pp.20-27.

江戸末期から明治初期にかけて、算数・数学教育の近代化そして普及において翻訳教科書の果たした役割は非常に大きい。維新の先駆者たちの努力によって、漢語や和算用語も駆使して、翻訳された。

今回の翻訳をこれらの偉業になぞらえるのはおこがましいことを十二分に理解しながらも、それを最初に記したのは、〈翻訳〉という作業の意味を今一度問うてみたかった故である。

先の翻訳は、従前には存在しなかった制度や教育内容を摂取、消化するために行ったものである。それに対して、今やスマートフォンのような便利な機械ができて、話しかけたり、不明な部分にかざしたりすれば、瞬時に翻訳された言葉が聞こえたり、見えたりする時代である。もし摂取が翻訳の目的であればいとも簡単にできてしまう。さらに様々な情報が英語によって流されており、それらの情報を得ることで先端の情報に触れた気にもなる。

そこで立ち止まって考えるべきは、地球上に暮らす数千の民族が用いる数千の言語の多様性を、グローバル化という名のもとで、英語で表現することの可能性についてである。そしてこのような時代における、極東の国の算数教科書の翻訳の意義である。

今回の翻訳では英語を用いて表現する際に、あえて逐語訳に近い表現、ごつごつした英語を選択した個所があった。私たちの理解では、上記の多様な文化・言語は各地域の風土に根差した長期的な営みの結果として、特定のもの、特定の見方に注目して解釈する枠組みを持つものである。たとえば、私たちやアジアの多くの国では米食にかかわる語が多いけれども、欧米で

は麦にかかわる語が多いだろう。

Bishop(1991) は、数学教育という文脈でこの文化の多様性について、「各文化が有する数学的活動は、多様性の一方で、普遍性を備えている」と指摘している。それが六つの普遍的な活動——数える、測る、デザインする、位置づける、説明する、遊ぶ——である。たとえば、数のとなえ方（命数法）、書き方（記数法）には多様な種類があるが、数を持たない文化は存在しないことを指している。

今回あえてこのような英語表現を選択したのは、円滑に翻訳することが文化間の枠組みのずれを捨象してしまう可能性への危惧からである。一つ間違えば誤解を生み、さらには誤解していることすら忘れてしまう状態に陥るかもしれないのである。もちろん、まったく意味が通じなくては困るが。

ここで述べた意味において、今回の翻訳作業は日本の算数教育についてより深く自分たちを知ろうという知的作業だったと思う。自らの内に無意識にある見方をほかの見方と突き合わせることで意識的になることを心掛けた。特に翻訳語が一对一に対応していない場合には、表現のずれを意識しながら表現することである。そうした努力が、言語的な翻訳のみならず、その背景にある文化性の幾分かを翻訳することができたのであれば望外の喜びである。

時間は前後するが、今回の算数教科書の英訳は、2010年啓林館の担当者が研究室を訪問したことに始まった。アフリカなどの多くの開発途上国に対して教育支援を行う独立行政法人国際協力機構（JICA）は、

当時、日本のカリキュラムの系統性に配慮した教科書・教材の質に興味を抱いていた。そこで教科書会社（啓林館）の知見を活用し、ケニアを事例として、カリキュラムの系統性に配慮した理科教材を開発していた。算数についてもという声があったが、結局は行われず、啓林館の担当者は満を持して訪問してきたのである。

その時の話を子細に覚えているわけではないが、マーケットの可能性と教科書会社の企業の社会的責任（CSR）について話したことは、明確に覚えている。最初に、関西風に「もうかりませんよ」と断り、その理由として、アフリカにはすでに多くのヨーロッパ系の会社（Macmillan, Heinemann, Oxford University Press など）が現地に根付いた形で存在すること、国民が貧しく販売部数が伸びないこと、さらに国によって制度やカリキュラムが異なることなどについて説明した。それでも、日本の算数・数学教育の質の高さが世界的に注目を浴びる中、検定教科書を出版する有数の会社として、英訳教科書の作成には意義があることを先の CSR を使って説明したのである。

開始が決まった後、翻訳に関わるチームについて検討し、許容される範囲で最高の陣容を求めた。翻訳は翻訳のプロに依頼し、大学関係者はそれを算数教育の観点より、チェックすることに徹した。その中には日本語で書かれた算数教科書にかかわった大学関係者もいれば、国際協力の経験者、実践者など異なる立場からも確認してもらい、最後に米国有数の研究者に校閲を依頼した。

英訳に先立ち、次の方針を立てた。

- ・日本語のニュアンスを大切に。
- ・日本の算数文化を説明する注釈書を作成。
- ・学年進行に応じた訳語の選択。

いずれもグローバル化の中で捨象できない、日本の文化・言語の特性を意識した上での判断である。具体的な例を挙げて、説明したい。

## ○日本語のニュアンスを大切に

- ・5「個分」や類似の表現は、教科書の至るところで出てくる。それに直接該当する英語表現がなく、結局はフォントを変えることで、このような表現が日本では特徴的に見られることを表現した。
- ・時制（未来形、過去形）や仮定法については、随分と議論が出たところである。日本語ではその区別があいまいなので、翻訳する際にどの時制を選択するのか、判断が迫られた。
- ・英語と日本語では掛け算の掛ける数と掛けられる数の順が逆である。これはまとまりの数を先に見るのか、それらの中身を先に見るのかの差である。日本語の語順で統一した。

- ・英語で数を読むときに苦労をするのが、桁の区切り方である。通常英語では、10万は100千（hundred thousands）と訳されるが、今回の翻訳では、ten man と訳した。一、十、百、千と桁が繰り返すことを説明するためのものである。

## ○日本の算数文化を説明する注釈書を作成

もう一つの重要な特徴は注釈書を作成したことである。注釈によって本文には書けなかった、日本文化・制度や算数教育の文化の一部を紹介した。

前者の文化や制度の例として、教科書検定、和暦、給食などを上げることができる。教科書検定は教科書そもそもの位置づけに関わり、また和暦や給食などは、社会生活や学校生活の基礎に位置づくものである。それらがどのような形で、教科書に入り込んでいるのかという観点から見ると、英訳教科書は文化紹介の側面も持っていることを理解して頂けるであろう。

次に後者の例として、柿、正の字、言葉の式などが挙げられる。柿自体は文化一般の紹介ともいえるが、それを取り上げる時期には日本の四季への配慮が見られる。また正の字のような数え方は他国でも見られるが、漢字を使った数え方はユニークである。そして言葉の式という考え自体は海外でも見られるように思うが、このような用語の定着が、如何に日本の算数教育文化の一部になっているかを物語る。

## ○学年進行に応じた用語の選択

最後に、用語が学年と共に変化（進化）するという特徴である。

「かさ」という用語をどのように訳すのかでは、議論が続いた。容積や体積が出るまではそれらの用語を使うべきではないということで、Amount という用語を用いたりした。先述の時制も第3学年より自由にしたが、1, 2年までは可能な限り現在形とした。このようなかたちで、あるところまでを特別な用語や表現を使うことで、子どもたちの成長に配慮した日本の算数教科書らしさを伝えようとしたのである。

以上の方針によって作成した翻訳教科書であるが、その〈翻訳〉の成否については、読者の判断を待ちたいと思う。