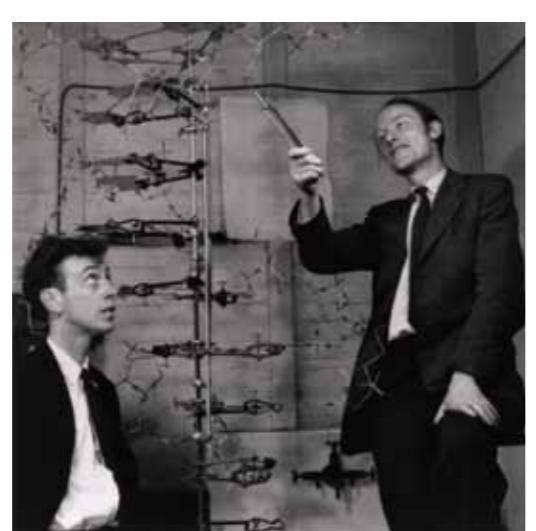


表紙：6月22日に世界文化遺産に登録された富士山。日本国内のみならず
日本国外でも日本の象徴として広く知られている。



ワトソン（左・1928～/アメリカ）

クリック（右・1916～2004/イギリス）

1953年に、ワトソンとクリックによって、DNAは上の写真にある模型のような構造であると解明された。

No.3

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。

2013年10月発行

理数教育の未来へ



【学校を訪ねて】・・P5～

豊かな心と健やかな体の育成

東京都中央区立久松小学校

【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」～言語活動を充実する！～
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～数理思想に基づく練習紙に至る道～
「教育令」以後一筆算・珠算併用（1880年代-1890年代）
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：新たな学習内容を視点として既習の内容を見返すことの充実に向けて
辻山洋介（敬愛大学国際学部こども学科 専任講師）

理科編：子どもが自然を「理解する」とは
中城滿（高知大学教育学部 講師）

【地域の窓】・・P21～

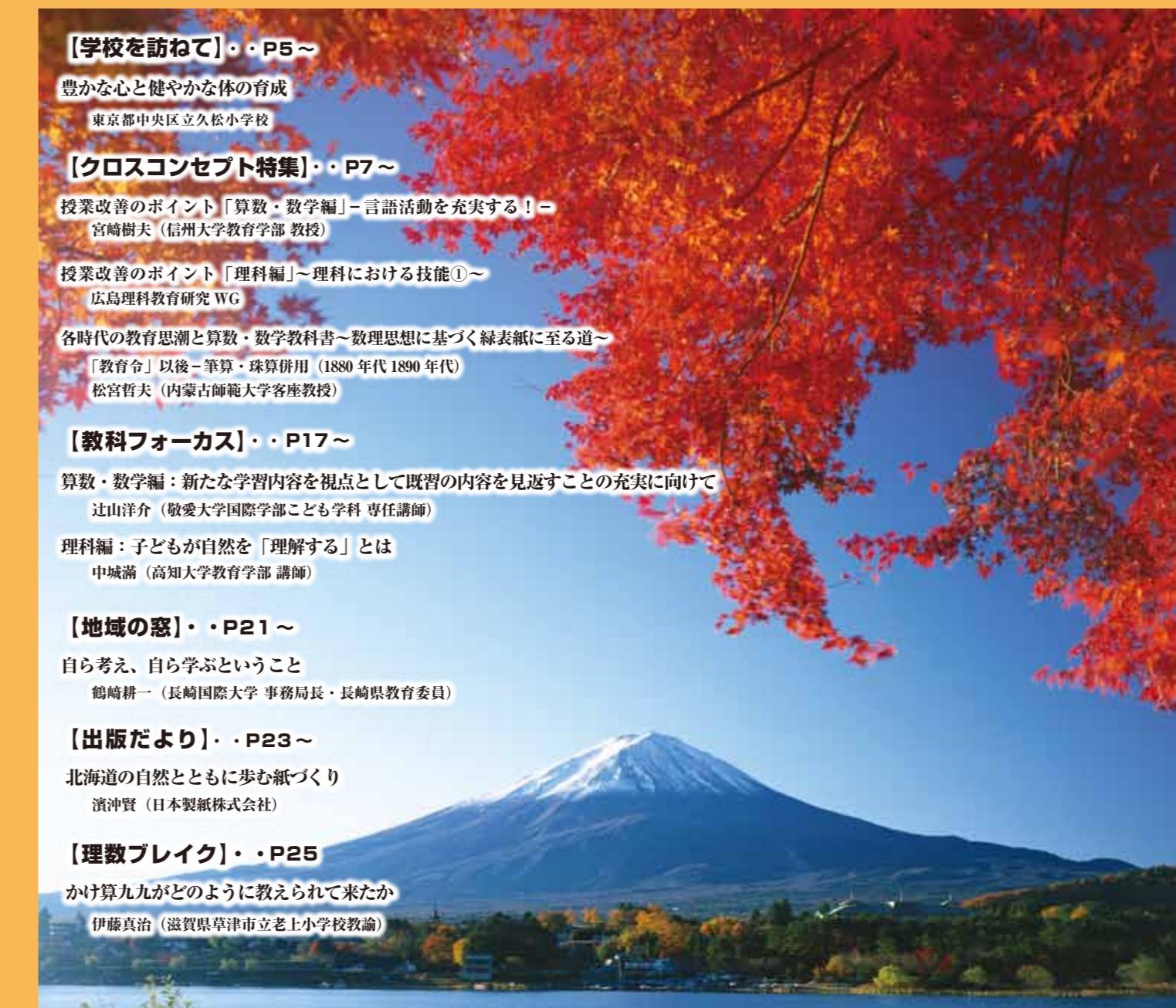
自ら考え、自ら学ぶということ
鶴崎耕一（長崎国際大学 事務局長・長崎県教育委員）

【出版だより】・・P23～

北海道の自然とともに歩む紙づくり
濱沖賢（日本製紙株式会社）

【理数ブレイク】・・P25

かけ算九九がどのように教えられて来たか
伊藤真治（滋賀県草津市立老子小学校教諭）



フューチャースクール事業で見えてきた新しい可能性 ICTは理科授業の何を、どのように問題提起したか



徳島県東みよし町立足代小学校 主幹教諭

中川 齊史 / なかがわ ひとし

生年月日 昭和40年7月6日生

教育学修士、教育情報化コーディネーター1級

徳島県公立学校教員として勤務。その間、地域の教育ネットワークセンターの事務局などを歴任

2010年から、勤務校の総務省フューチャースクール実証校の担当者、2011年には町内の教育委員会が進める校務の情報化推進会議のプロジェクトリーダーとして、教育クラウドを利用した校務支援システムの構築にあたり、現在に至る。

主な執筆書籍（分筆含む）として、足代小学校フューチャースクールのキセキ（教育同人社）、学校のLAN学事始（高陵社書店）、小学校総合的な学習ビジュアル解説24（日本文教出版）、ようこそ未来の教室へ（文溪堂）がある。

1 総務省フューチャースクール事業

総務省フューチャースクール事業は平成22年度よりはじまり、全ての普通教室と特別教室に無線LANシステムと電子黒板が整備され、全校児童一人一人には1台ずつのタブレットPCが配されました。そして、それらを日常的に利用する教育の可能性を見いだすための事業として、多くの関心を集めました。小学校では全国で10校が指定され、それぞれの学校で数多くのICTを活用した授業実践が報告されました。これらの全容については、総務省のWebページに報告書が掲載されており、今後の国内における教育分野でのICT活用の指針などの内容がたくさん含まれています。

それでは、具体的にどのような環境であったのかについて述べたいと思います。ただ、学校によって少しずつ整備内容が異なるため、本稿では筆者の勤務している学校での事例について記載します。

まず、普通教室の様子ですが、教室の左前方に、77インチの大型の電子黒板が常設され、朝から帰りまで、教室で子ども達が生活している時間帯はほとんど点灯しています。授業者は、この電子黒板を使って、デジタル教科書はもちろん、实物投影機と組み合わせ、児童のノートを提示したり、教材を投影したりするなど『大きく』映して分かりやすい授業を進めています。

また、一人一人の自分専用のタブレットPCが用意され、必要な時に自分の机に持ってきて利用するといったスタイルになっています。これらのタブレット

PCは、内蔵バッテリで利用し、無線LANにてネットワークに接続されます。そのため、教室内に保管する専用の保管庫が、充電用のラック



として利用されています。

ただ、これらの出し入れが、授業中に発生すると保管庫の前で、取り出しのための行列がおこり、それをスムーズに行うためにも、学習規律としてのきちんとしたルールを、早い時期に習慣化することの大切さが改めて浮き彫りとなりました。それらを学校内のルールとして決めておくことで、PC本体の落下事故による故障やけがなどを防ぐことができます。

2 理科室とタブレットPC

理科室を含む特別教室は、元々あまり広く設計されていないため、大きな電子黒板を設置するのはなかなか大変なことでした。そのため、理科室の上下黒板をおおうようにスライド式の電子黒板を設置しました。スライドはスムーズで、必要な時に、必要な位置に電子黒板を移動できるため、授業のシーンに合わせて、活用方法を変えることができます。また、大型のデジ

タルテレビの映像と使い分けることで、活動しやすい理科室環境が実現できているといえます。

理科室でタブレットPCを利用する場合は、それぞれの教室から持参します。通常理科室ではグループ活動が中心なので、グループに1台だけしか利用しない時もあります



理科室の机上とPCは犬猿の仲？

が、測定したり撮影したりしたデータを共有し、各自のPCで参照しながらまとめる作業があるので、授業に応じて使い分けます。

理科室でPCを使う際に気になるのは、実験に伴う水や火気、液体や粉末の薬品です。実験をしながらPCで測定したり、撮影したりする場合、どうしても近くのPCにそれらが飛び散り悪影響をもたらす可能性が高いからです。さらに、磁石などもPCに近づけないようにする必要があり、理科実験とPCは、まさに犬猿の仲となってしまいます。そのため、数々の配慮を行うことを忘れてはいけません。

3 理科学習におけるツール

では、そのような過酷な環境なのに、理科授業で1人1台のタブレットPCをどのように使えばいいのでしょうか。PCを単なる計測器代わりに使ったり、コンテンツの視聴のためだけに使ったりするのではなく、もったいないような気がしますし、本来の理科学習の目的から逸れてしまう危険性もあります。そこで、本校では次のような事を試行しながら理科学習における学習ツールの利用について実践を進めていきました。

はじめの頃は、タブレットPCにペンが備わっていることを生かし、完全にノート代わりとして利用してはどうかということで、ペン対応のノートツールを利用しました。実験中の写真を貼り付けたり、その写真へのペンによる書き込みなど、これまでの紙のノートではできなかったようなことが時間中にできるようになりました。実験中に撮影した写真をその場で共有フォルダに保存し、その写真を一人一人が自分のまとめに利用するという流れです。さらに、画面上のノートはいくらでも広がり、どんどん書き足していくことができました。

しかし、そこで気づいた問題点が、学習の履歴としてのノート出力でした。この方法では全てのノートデータがネットワーク上にあり、PCを開かない限り

は、各自の手持ち資料として利用することができないということです。もちろん作成したデータを印刷すればいいのですが、画面が無限に広がっている関係で、見やすいうように同じ大きさで出力することが不可能だったのです。

やはり、子供のツールとしては、ページの区切りがはっきりしており、必要なページにすぐに飛べ、さらにペンで書けたり、写真や文字を自由に配置できた



パワーポイントはペンが使える

りすることが必要であるという条件になります。そして、これらの条件を備えたツールは、実はプレゼンテーションソフトであったのです。そして、その後本校では授業中のワークシート用ツールとして、プレゼンテーションソフトをよく使うようになりました。もちろん、プレゼンテーションソフトですから、書き込んだ内容を他の人に提示したりするときに、そのままスライドショーになるというのは当たり前ですが、むしろそれはおまけの機能として利用するようになりました。

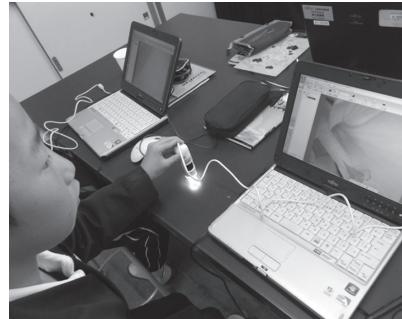
また、以前問題となっていた、学習の履歴としてのノート出力においても、プレゼンテーションソフトは、画面一枚分がきちんと決められた大きさの用紙に印刷されるため、子ども達が記録したデータを印刷して紙のノートやワークブックに貼り付けることで、手持ちの資料を持つことができるようになります。

4 マイクロスコープの活用

近年USB接続のマイクロスコープが数多く出回るようになってきました。これらの利用にわくわくしている理科教師も多いと思いますが、私もそのうちの一人です。このマイクロスコープを接続し、有効に活用するには小回りの利くPCが必要です。フューチャースクール事業で配付されたタブレットPCは、このマイクロスコープを接続してデータを集めることに、大変優れた端末となりました。機種にもよりますが、50～200倍の倍率で動画や静止画を撮影できることは大変魅力的です。しかも、マイクロスコープの周りに照明用のLEDが付いているため、非常にクリアな映像を撮影することができます。

ただ、これらのマイクロスコープ映像を子ども達が簡単に撮影するためには、操作の簡単な撮影ソフトが

必要です。対象物によっては、静止画にしたり、リアルタイムの動画であったりするのはもちろん、時間を指定した間欠撮影などを駆使しながら、目に見えない速さの映像を撮影します。



非常に鮮やかな画像が見える

実践当時はグループに1台のマイクロスコープしかありませんでしたが、撮影した写真等は常に校内サーバの共有フォルダに保存されるため、グループ内でその写真等をすぐに利用することができました。子ども達は、自分が一番よいと思った写真を、3で述べたようなプレゼンテーションソフトに貼り付け、付属のペンを使って気づいたことや、記しておくべき条件などを書いてきます。これらのような作業がスムーズにできるのは、校内の無線LANが安定的に稼働し、どこでも利用できるフューチャースクールだからこそなのだと言えます。

同じ仕組みを使って通常のUSBカメラに変えてみると、今度は雲の動きや太陽の動き、影の動きの観測など、活用の場面が広がります。いずれも校庭や屋上など理科室とかけ離れた場所にカメラを設置し、その変化をリアルタイムにサーバに送り続けるので、カメラを設置した後は、理科室や教室で授業を続けることができます。たしかに、一般的にこのような映像は、インターネット上で入手できますが、どこか知らないところで誰かが作成した映像に比べると、今自分たちがセットした環境で繰り広げられる映像は、やはり子ども達のリアル感が違います。

5 授業支援システム

フューチャースクール推進事業で整備されたシステムの一つに、電子黒板と連動した授業支援システムがあります。子ども達一人一人の画面を教師のコントロールによって電子黒板に提示するだけでなく、授業の進行に応じて4分割、9分割といった画面の比較をするために利用できます。これらは、よくクイズ番組などで行われるような個人の考え方の比較となるだけでなく、なかなか自分の意見を言いにくい子ども達でも先に自分の書いたワークシートが提示されていることで、発表しやすくなったり、友達の発表を受けてさらにみんなで考える事ができるようになるなどの協働性が高まるのではないかと思います。

また、授業中に利用するワークシートやコンテンツのURLショートカットなどを一齊に配付し、その場で開いたり、書き込んだデータを



全員の画面が一度にモニタできる一齊に回収したりすることも、この授業支援システムに求められる機能です。

これまでこののようなシステムはPC室内での利用を想定して作られていましたが、フューチャースクールのようにどの教室でもどの教師でも、授業に必要な子ども達のPCを確実にコントロールするようなシステムというのは、これからまだ進化の余地があります。何百台という端末をその時間毎にコントロールし、画面転送やファイル転送を無線LANにて行うというのは、かなり大がかりなシステムになることは容易に想像できます。事実フューチャースクール推進事業では、それらに最適な無線LANアクセスポイントの設置方法や、ユーザ管理などの方法について一定の基準が明らかになってきたといえます。

しかしながら、フューチャースクールの学校では常に子ども達の前にPCがあり、授業中に教科書を見たり、実物を見たり、ワークシートやノートを書いたりする上で、気が逸れてしまったり、かえって集中力を欠いたりしたのでは本末転倒です。授業支援システムでは、画面のロックをかけたり、ブラックアウトさせたりして教師がコントロールしますが、現実的には子ども達に「画面を閉じなさい」という指示を出して、ディスプレイを閉めるのがよいと思っています。

6 学習者用デジタル教科書

フューチャースクール推進事業では、同時に学びのイノベーション事業がはじまり、「学習者用デジタル教科書」を各自のタブレットPCで利用できるようになりました。そのため、教師が電子黒板等を使って利用するものは、「指導者用デジタル教科書」という呼び方になり、区別しています。

学習者用デジタル教科書では、教科書紙面と同じ画面が掲載されているのはもちろん、数多くのデジタルコンテンツも教科書画面からリンクされています。理科という教科では実験観察を中心に行うため、教科書に期待される内容としては、「実験観察の手順の確認」や「正確な用語の定着」、そして、「学習のモデル」や「ま

とめ」などがあると思います。まさに学習者用デジタル教科書では、これらに焦点を当てて編集されているように思います。

よく使ったのが、やはり実験の手順の確認です。高学年の実験ではこの手順をしっかり頭に入れてシミュレーションすることが大切で、個人差が生まれやすいのもこの動作です。そのため、個人のペースで手順を何度も繰り返し確認させました。



基礎的用語の確認を自己で行える

また、用語についても、教科書と同じ紙面で必要な用語に付箋が貼られており、覚えるまで繰り返して練習できるといった機能があります。単純な機能ですが、基礎基本としての用語の確認は大切なので、有効な機能だといえます。

そのほか、学習のツールとしてのノート機能があります。ただここでは、3で述べたように写真や文字のレイアウトが自由にでき、何枚でもノートを追加できるようになっていないので、初期の電子ノート指導には適しているが、発展的には少し物足りないよう思えました。このあたりは、常に改善されていっているので、これらの意見をふまえてよりよい物になっていくと思われます。

このように、数多くの教材やツールに囲まれての授業となるわけですから、一番大切なのは、やはり授業者がこの授業をどのように進めていくかという、しっかりとした目標を持ち、的確な指示のもと、確実に子ども達に学習目標を達成させるという計画だと思います。それがないと子供にとってはおもしろかったけど何をしたのか分からぬということになります。そういう意味では、授業準備もまた大変になってしまって、フューチャースクール推進事業指定校が、きちんとした授業モデルを示すことが大切になってきます。

7 フューチャースクールを支えるスキルとは

これまで授業中のタブレットPCの利活用について具体例を述べてきましたが、ファイルを開いたり、フォルダへアクセスし、文字をストレスなく入力したりするには、一定のPCスキルが全員に備わっていることが大前提となります。大人と違って、慣れるのは早いといいながら、操作の意味をしっかり理解して操作し

ないと、ネットワークにつながっている以上、他人に迷惑をかけることになります。

そこで、どのようなスキルが重要なとなるのかということを明らかにし、学校カリキュラムとして実施し



キーボードは絶対に必要

ていくことが大切です。文字入力については、現段階ではキーボードによる入力が重要で、しっかりと指を動かし、考えたことが自然に文字になるようにまで慣れさせる必要があります。もちろん、これらはまさにOJTで行うのが適しており、学習活動のあらゆる場面で文字を入力する機会を用意すべきです。ただ、正確にタッチタイピングするためには、3年生で文字入力の練習の時間をしっかりとることも大切といえます。

また、インターネットの利用や、時間の配分など自由に利用できる雰囲気の中で、決められたルールをしっかり守ることを低学年のうちから学ばせることが重要です。そういう意味ではフューチャースクールの学校のように、1年生からマイパソコンが利用できる環境というのは、必要なことなのかも知れません。

1年生ではじめてパソコンに出合わせる際は、「ルールを守ること」「自分も人も大切にすること」をしっかりと教えます。本校はこの指導を4年間続け、ここで身につけたルールは、高学年になってもしっかりと受け継がれていることを感じます。そのため、低学年での指導の重要性を改めて感じているところです。

8 おわりに

鳴り物入りではじまったこの事業ですが、やはり「やってみて気づくこと」がたくさんあることが分かりました。もちろんそれはたくさんの課題として徐々に解決できたものもありますし、解決不可能なこともあります。保護者をはじめ、教育委員会や議会などの期待と心配を背に受け、これが今後の日本の教育環境の改善につながることと信じて研究を進めて参りました。

なにより、多くの関係者や授業者が協力して楽しく日本の教育の未来像について語り合えたことが大きな財産となりました。今後はそれらを生かして、新しい教育について挑戦し続ける学校組織でありたいと思っています。

豊かな心と健やかな体の育成



東京都 中央区立 久松小学校

学制発布の翌年、明治6年3月9日に当時の久松町38番地を校地に第一大学区第一中学区二番小学として開校した。以来、震災や戦災による校舎消失等の困難にあいながら、その都度装いを新たにし、平成24年度に開校140周年を迎えた。周年行事の年には、天皇皇后両陛下をはじめ皇室の行幸啓・お成りがあり、地域・同窓会をはじめ多くの関係者の誇りとなっている。

ルールを守る、見通しをもって5分前に行動する、わがままを自ら律し互いに認め合い協力する、気持ちよい挨拶や返事をする等を指導の中心におき徹底を目指している。また、学習の基礎的・基本的内容の定着を図る朝学習や少人数指導、高学年のみ希望者による30年を越えるプラスバンドなども伝統として根付いて今日にいたる。

本校は、「強く 正しく 豊かに」を教育目標に掲げ、確かな学力の定着・豊かな心の育成・健やかな体の育成とそれらの調和を重視してきている。しかし、学力に関する調査や体力テスト、保護者へのアンケートなど様々な調査結果から、学力・体力に二極化の傾向が見られ、思いやりの心や規範意識に課題が見えてきた。

そこで、これらの結果と学校評価結果を受け教育課程編成で、教育目標達成のための基本方針に「心と体の健康教育」を位置付け、豊かな心と健やかな体の育成を重点とすることとした。さらに、これを受け道徳・特別活動の他、人権教育・健康教育・環境教育など、多くの教育課題について全体計画を見直し、本年度の重点を明確にした。

さらに、学校経営方針の中で、平成25年度の重点として「豊かな心と健やかな体の育成」を改めて掲げ、「生きる力」(主体性・関わる力・健康と体力)を育成するために次の4項目を示した。

- 基本的な生活習慣、ルールやマナーなどの規範意識の定着を図る。
 - 違いを認め、互いに尊重し合い、学び合う集団づくりを通して、温かい人間関係を育む。
 - 体育・保健学習・食育を重視した健康教育の推進を通して、自らの健康・体力についての関心を高め、自己管理能力を育成する。
 - 物事を正しく見つめる力、自ら課題を解決し実行できる力を育てる。
- これらの中で3つ目に示した体育・保健学習・食育を

重視した健康教育の推進を研究の切り口、そして核とすることとした。

他の3つの項目については、すべての教育活動の中で取組を進め、主体性や関わる力を育成する中で、特に豊かな心の育成を重点とした。

また、年間を通じた、なわとび・ペースランニング・休み時間の活性化・栽培や奉仕活動・異年齢活動などの活動については年間計画の見直しと実践を重視した。

研究主題

豊かな心と健やかな体の育成
—自分やみんなを大切にする児童を目指して—

体育科から

生きる力の要素である体力は、人間の源であり、健康の維持だけでなく意欲や気力などの精神面の充実に大きく関わるものである。生きる力の要素「主体性・関わる力・健康と体力」のすべてを実現できるのは、体育科だけである。そこで、体育科における確かな学力の定着を図る中で、豊かな心と健やかな体を育成する。

そのための手立てとして、体育科では3人の技能の習得に違いがある異質小集団による「学び合い」を取り入れた。

一人の動きについて、残りの二人がその様子を見て、よいところや課題点を指摘する。教師が個別に指導す

るには時間的・物理的に難しいことがあるが、友達のアドバイスなどを意識して運動することにより、一人一人の学習の質が高まると考えた。

教育活動全体から

○豊かな心(キーワード)

- ・関わり合い 　・認め合い 　・思いやりの心
- ・自己コントロール能力 　・我慢
- ・自分を大切にする 　・ストレスへの対処

○健やかな体(キーワード)

- ・食 　・生活習慣 　・自己管理能力
- ・健康、体力への関心 　・習慣
- ・自己に適した体力向上と健康増進

実際の授業から

幼小の連携（9年間の教育課程で）

【1年の運動遊びから】



- ・心と体の健康づくりや生きる力の基礎を培うという意味で一貫性・継続性のある教育活動を展開する。基本的な生活習慣、人との関わり、相手意識、仲間意識、思いやりの心、我慢する心などの基礎は幼児教育・家庭教育から大切にしていきたい。
- ・就学前の体験を生かし、スムーズに活動に入れるように、幼稚園や保育園で行っていた活動を一部取り入れる。活動に取り組みやすいように、単元の始めでは、ルールを易しくし、少しづつ難しくしていく。就学前は、輪を操作することや回転する動きなどの活動には取組に差があったものも計画的に少しづつ取り入れた。
- ・幼稚園からの一貫した継続的な指導が重要であると考え、体を動かして遊ぶことのできる時間や場の確保と運動に親しめる適切な指導といった同一

の視点に立った活動を継続して行った。異年齢の交流活動もより充実させて豊かな心を育んでいくたい。

小集団による学び合いの活動

【5年の水泳から】



・技能の習得の違いがある3人組の小集団をつくり、学び合いの時間を設けた。個別の課題を3人で互いに見合い伝え合い一人が泳ぎ、残りの二人が泳ぎをお互いに話し合いながら観察し、アドバイスをする。

個別の課題をもってただ泳ぐだけでなく、いつも見られている。また見てもらっている、という場をつくることで、課題意識の高い相互評価をしながら、技能の向上を目指すようにした。

・友達の泳ぎを見てアドバイスをすることは、自分の泳ぎを振り返ることにもつながり、適切な技能ポイントを考えながら練習をすることは、結果として技能の向上につながると考える。

そして、泳いだ直後に必ずアドバイスがもらえることで、意欲の向上や友達の動きを見ることへの意識付けもできる。教え合うことで、技能の向上はもとより、友達とのよい関わりや思考・判断にもよい影響があった。

終わりに

豊かな心であれ、健やかな体であれ、子どもを取り巻く多くの人たちの意識が変われば、それに伴って関わり方も変わり、子どもも大人も変わっていくと信じている。長いスパンでとらえつつこれからも教職員一同一丸となって日々努力していきたい。

— 言語活動を充実する！ —



信州大学教育学部数学教育 教授

宮崎 樹夫 / miyazaki mikio

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？：何のためにどう充実すればいいのか

豊かな社会性に根差した課題探究力の育成に向けて

いつの時代でも最優先とされるべきは、子ども達が自らの生を天賦として実り豊かにしてゆくことです。特に、活動の基盤として新しい知識・情報・技術の重要性が一層高まってきている時代においてこそ、子ども達には、自らにとって解決を要する課題を明確に捉え、その解決のために主体的・生産的・柔軟に探究できるようになることが期待されます。

こうした課題探究力の育成は人と共に居るからこそ可能となり社会でその実を結びます。本来、社会は「絆」で成り立っていますから、課題探究の過程では、多様かつ異質な考えを持つ他者と対話しつつ協力し合い、言語・ICT等の社会的なツールを駆使し人的・物的環境にある有用なリソースを十分にいかすことが求められるのは言うまでもありません。また、こうした豊かな社会性に課題探究力が根差すことで社会そのものが正常に機能し発展し続けていくことができます。その意味で、我が国の教育において、思考力・判断力・表現力等を育む学習活動の基盤として言語活動が注目されているのは望ましいことであるといえます。

子どもの発達段階に応じた言語活動

既に文部科学省から言語活動の充実に関する指導事例^{*1}が公開されており、子どもの発達段階に応じた指導を充実するために、低学年、中学年、高学年ごとに、言語活動の実施にあたり参考すべき点が示されています。例えば、低学年では、ことがらの表現について「主語と述語（例えば、性質、状態、関係など）を明確に

して表現する」とされ、続いて中学年では、理由や因果の表現について「判断と根拠、結果と原因の関係を明確にして表現する」とされています。その上で、高学年では論理の表現について「演繹法や帰納法などの論理を用いて表現する。」とされています。

前提「言語活動は目的ではなく、あくまで手段」

言語活動がこれだけ強調されると、授業のねらいや目的そのものが言語活動のあり方に焦点化されることが起きるかもしれません。しかし、言語活動は教科等の目標そのものではなく、目標を実現するための手立てや手段です。ですから、教科として大切な内容や活動を差し置いて、「話し合い」や「書き方・言い方」そのものが授業のねらいや評価の対象とされるというのは決して望ましい姿ではありません。

本来、言語には、他者との情報や感情・情緒の共有を可能にするという役割に加え、思考を表現・整理・洗練するという大切な役割があります。こうした役割が教科等の目標を達成するために十分いかされるようになるとこそ、言語活動の充実に期待されていることなのです。

授業改善のポイント：言語活動を充実するために

そこで、今回は、言語活動は教科等の目標を実現するための手段であるという前提のもと、言語活動を充実するための授業改善のポイントとして次の3点を御紹介します。

ポイントⅠ L:解決のために協働する場を設けましょう！

ポイントⅡ L:気づきをかきとめる習慣をつけましょう！

ポイントⅢ L:【よみ返す⇨かき直す】をとりいれましょう！

②こんな授業はいかがでしょう

ポイントI：解決のために協働する場を設けましょう！

昔から「三人寄れば文殊の知恵」と謂われるよう に、私たちは日常生活の様々な課題について対等な立 場で協力し合い共に解決していくことを大切にしてい ます。もちろん、「文殊の知恵」が必ず産み出される わけではないしょう。しかし、共に課題を解決していく なかで、筋道立てて考えることについて譲ることなく、 それ故に時に反目し合うことがあっても、一人一人の個性や社会の多様性を尊重し合い共に支え合う喜びを享受しながらコミュニティに参画していく、この姿こそが地域社会で必要とされています。ですから、 子ども達が地元に根を張り逞しく生き抜いていけるよ う、課題を解決するために協働する場を学校教育に設 けることが欠かせないのです。

協働する場では、子ども達が自分の考えを言葉や図・ 絵などで表現し、それを見たり聞いたりした子ども達 が自分の考えと照らし合わせ、そこから見出したことなどを表現していきます。こうして協働する場では、 課題を解決するという目的意識をもって言葉や図・絵などを通じてコミュニケーションが展開されていきま す。このとき、様々な言語とその用い方について二種類のコトバが使われています。一つは、コミュニケーションのためのコトバ、もう一つが、頭のなかで考えるためのコトバです。私たちが頭の中で考えるとき日本語を主に使っていることからわかるように、コミュニケーションで使われているコトバが次第に内側にとりこまれ、考えるためのコトバとして用いられるようになっていきます。ですから、課題解決のために協働する場でのコミュニケーションは、子どもが自分で考 えるためのコトバを“耕す”ことにつながっていることになります。

算数・数学の課題について協働する場面であれば、 子ども達は、共に学ぶ相手とわかりあえるように、算 数・数学の内容に固有な用語や図・絵などを用いて、 自分の考えを筋道立てて表現しようとします。また、 受けとめる側の子ども達も、用語などの意味をもとに、 相手の考えを理解しようとしています。このとき、算数・数学に固有なコトバがコミュニケーションで用いられ、それが子ども達の内側に次第にとりこまれ、頭のなかで考えるためのコトバが豊かになっていきます。

例えば、第4学年で「式とその計算の順じょ」(教科書 p.51)では、次の3つの式を切り口に学習が進

みます。

$$\textcircled{1} \ 12 \div 2 \times 3, \textcircled{2} 12 \div (2 \times 3), \textcircled{3} 12 + 2 \times 3$$

子ども達は①と②で'()'を先に計算すること、そして、③では、「×÷をさきにします」というきまりを守って計算することを学びます。ですから、グループやペアで話し合うと、計算に関する様々な記号(+−×÷)や表記'()'をもとに、「たし算」、「ひき算」、「かけ算」、「わり算」など算数に特有な用語が飛び交うことになります。



このとき、ある子どもがグループやペアで「③は、たし算とかけ算がまじっているけど、かけ算とわり算が先っていう約束だから、 2×3 が先」と計算の順序について理由や根拠を言い表すと、この言葉に耳を傾けていた子ども達は相手の考えにある理由や筋道をも自分のなかにとりこみ、考えるためのコトバを磨き上げていきます。そして、「それじゃ、()があればそちが先で、次にかけ算とわり算が先ってことだね！」と計算の順序を整理して自分の考えを言い表すかもしれません。このようにして、コミュニケーションのためのコトバと、頭のなかで考えるためのコトバを“培い”，次の授業で「計算のきまり」に挑むことができるようになります。

ポイントII：気づきをかきとめる習慣をつけましょう！

これまでに御紹介したように(理数啓林No.1, No.2), 問題解決に基づく授業において、子どもが学習内容に加え問題解決のアイデアや着想を【まとめ】として自分なりに整理し、確認問題や家庭学習にいかすことが大切です。【まとめ】が子どもにとって役立つものとなるためには、今日の授業で取り組むべき課題の解決全体を実り豊かにしなくてはなりません。そのために言語活動の充実として工夫したいのが、自分の気づきをかきとめる習慣づくりです。

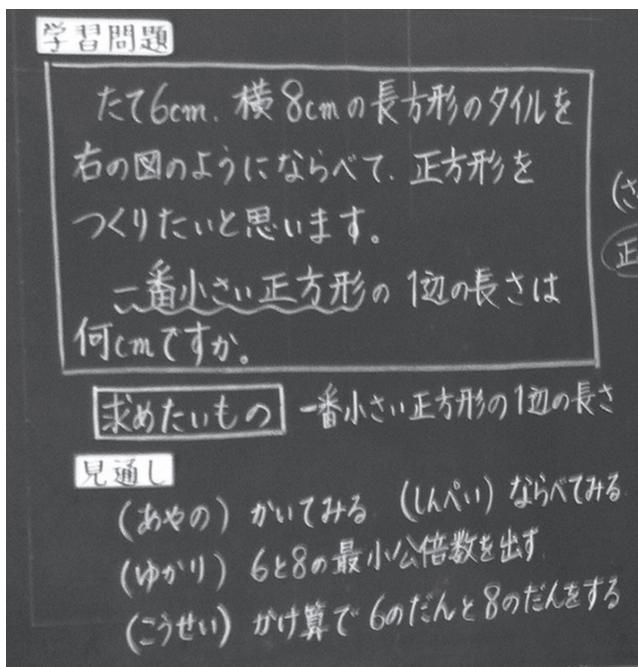
授業中、子ども達は実際に多くの情報を見聞きします。

そのなかには、今日の課題を解決するために欠かせないことだけでなく、今後にもいかせそうなこともあります。こうした大切なことは、授業中ただ見聞きするだけでは、恐らく子ども達の頭の中から数分後には消えてなくなってしまうことでしょう。ですから、自分が大切だと感じ気づいたことを選びとり、言葉だけでなく図・絵なども使ってノートに書きとめておくようにならざるが爲めです。

特に問題解決に基づく授業において、見通しは授業で取り組むべき課題を解決するための道標です。見通しには、方法の見通し「解決するために、どのようにすればよいか」と、結果の見通し「そうすると、どうなるか」があります。これらを区別して日々發問するようにしますと、子どもは自分で解決する際に自分自身に向かって同じ言葉を問いかけるようになります。

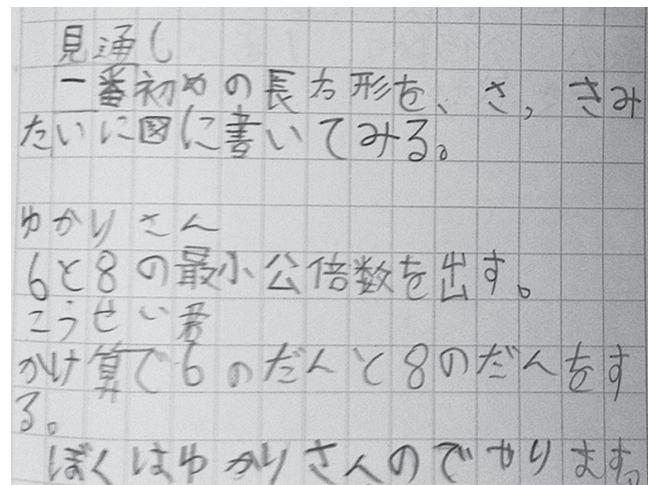
また、子どもが自分で十分な見通しを立てられないこともあるでしょう。このようなとき、授業が地域社会の“振り籠”であることに立ち返れば、周りから適切な見通しを選びとり利用することがあってもよいはずです。その際、どの見通しを使って課題の解決に挑むのかについて子ども自身が意志決定し、それを書きとめるようにしておくと、解決の成否にかかわらず、そこでの学びを「自分事」として受けとめるようになります。学びへの主体性と責任性を高めることにつながります。

例えば、公倍数の授業において、学習問題「たて6cm、横8cmの長方形のタイルを右の図のようにならべて正方形をつくりたいと思います。一番小さい正方形の1辺の長さは何cmですか。」について見通しをたてる際、



次のような三種類の見通しが出され板書されました。

この教室に居る子ども達は、見通しについて全体で話し合っている間、必要に応じてノートに鉛筆を走らせ、自分の気づきをメモしていました。ある子どもは、板書された三種類の見通しのなかから二種類を選びとりノートに書きとめた上で、「ぼくはゆかりさんのであります」と自分の意志をしっかり書き込んでいました。

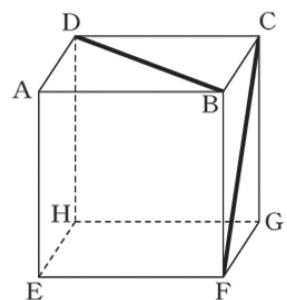


ポイントIII：【よみ返す⇨かき直す】をとりいれましょう！

頭の中ではハッキリしていたつもりなのに、いざ文章にしてみようとするとき、事の道筋や辯證がうまく表せない。こうしたことは、大人になってもよくあるものです。このようなとき、私たちは始めから“完成品”を目指すのではなく、未完成を覚悟の上で自分の考えをとりあえず書き表し、「言い足りないことはないか／筋が通っているか」などに注意して文章をよみ直し、必要に応じ書き直していくことでしょう。こうすると、不思議なことに、書き表したもののがたとえ未完成であったとしても、頭のなかは書き始める前よりもずっとスッキリしていくのです。

このように、頭の中だけで思考の“解像度”を高めるのは容易なことではありません。むしろ、考えたことが頭の外に文章や絵・図などで表現され、それがよみ直されることによって思考の対象となり、考えが進んでいきます。つまり、頭の中にすることをかき表し、それをよみ返し、そこで気づきに基づいてかき直していくことによって、思考の“解像度”は高められていくのです。

例えば、右の立方体の見取図において、線分BDと



線分 CF のどちらが長いでしょうか。図の上では線分 CF の方が長くかかりていますが、線分 BD と線分 CF の長さが等しいことはすぐにおわかりになるでしょう。では、質問「線分 BD と線分 CF の長さが等しいのは何故ですか」にはどのように答えればよいでしょう。とりあえず、理由として「立方体だから」と書いてみたとしましょう。よみ返してみると何か物足りません。この立体が立方体であることから線分 BD と線分 CF の長さが等しいことが直接でてくるわけではないからです。そこで、理由を「立方体の側面が正方形だから」と書き直したとしましょう。再度よみ返してみると、正方形には様々な大きさがあるので、側面が正方形ということだけでは線分 BD と線分 CF の長さが等しいことにはならないことがわかります。そこで、「立方体の側面が合同な正方形だから」と言葉をさらに書き足していくことになります*²。

同様なことは子ども達のノートによく見かけられます。第三学年の「べつべつに、いっしょに」の問題「1こ240円のチーズバーガーを3こ、1こ160円のポテトを3こ買います。全部で何円になるでしょう。」について、ある子どもは、[べつべつ法]、[いっしょに法]で答えを求め、ノートに式と計算を書きました。そして、二つの方法を比べ、[いっしょに法]のよさについて「でも2つの式の方がかんたん！」と書きとめました。その後、クラスでそれぞれの方法のよさについて話し合うなかで、この子どもは、自分が書いた「かんたん！」という言葉の意味に、計算のしやすさがあることに気づき、それを赤字で「やりやすくてかんたん」と書き込みました。そして、クラス全体で $160+240=400$ となるから計算しやすくなることが話題になると、さらに「きりがいい400だから」と赤字で書き加えていきました。

$\begin{array}{r} \text{い。し。} \\ 160 + 240 = 400 \\ 400 \times 3 = 1200 \end{array}$	$\begin{array}{r} 400 \\ \times 3 \\ \hline 1200 \end{array}$
$A \ 1200 \text{ 円}$	$\boxed{\text{二}} \quad \boxed{\text{四}}$
$\text{ゆめかこ入。} \quad \text{し。} \quad \boxed{\text{に法}}$	
$\boxed{\text{四}} \quad \boxed{\text{四}} \quad \text{ヒット} \text{ が } 3 \text{ つある。}$	
$\boxed{\text{四}} \quad \boxed{\text{四}} \quad \text{①と } \boxed{\text{四}} \text{ が同じ数} 3 \text{ つある。}$	
$\text{に法}\quad \text{四}$	
$\text{1つ} \quad \text{の} \quad \text{島} \quad \text{だよ。} \quad \text{やりやすくて} \text{かんたん。}$	
$(60) \quad \text{①} \quad \text{②} \quad \text{③} \quad \text{④} \quad \text{が} \quad 400 \text{ だから}$	
$(260 + 160) \times 3 = 1200$	
$A \ 1200 \text{ 円}$	
$\text{でも} \quad \text{2つの} \quad \text{式} \quad \text{の方} \quad \text{が} \quad \text{かんたん。}$	

③明日の実践に向けて

「説明する」ことの充実

小学校では、理由や解決の仕方をかくことについて授業改善が進んでおり、「実」を結び始めています。実際、全国学力・学習状況調査では、国語と算数・数学の学力・学習状況とともに、調査対象となった児童生徒の学習意欲、学習方法、学習環境、生活の諸側面等が調べられています。このなかの質問 66「今回の算数の問題について、言葉や式を使って、わけや求め方を書く問題がありました。それらの問題について、どのように解答しましたか。」に対し、平成 24 年度調査結果は「最後まで解答を書こうと努力した」児童が全体の 72.6% にものぼり、これまでの調査で最高の割合となりました^{*3}。

今後、前述の授業改善のポイント（ⅠL, ⅡL, ⅢL）などにより算数・数学の授業における言語活動の基盤を確かなものにしていくことに加え、より高度な言語活動として、理由や解決の仕方などについて説明できるようにしていくことが期待されます。次回は、言語活動のなかでも「説明する」ことの充実に着目し、授業改善のポイントを御紹介する予定です。

【参考】

* 1 : 文部科学省（初等中等教育局教育課程課）による「言語活動の充実に関する指導事例集」には、小学校版、中学校版、高等学校版があります。
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/senseiouen/1300990.htm

* 2 : この場面は、平成 22 年度全国学力・学習状況調査、数学 A5(3) からのものです。厳密には、「立方体の側面は合同な正方形であり、合同な図形の対応する対角線の長さは等しいから」という理由が必要です。

* 3 : 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【小学校】報告書,
http://www.nier.go.jp/12chousakekkahoukoku/03shou_houkokusho.htm

理科における技能① ～「粒子」の柱を中心として～

広島理科教育研究 WG

<第3回執筆者>

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ー新しい学力を育成する視点ー」(2012) 東洋館出版社(共著)などがある。

1 課題はどこに？

(1) 全国学力調査の結果にみる「技能」の課題

平成24年度全国学力・学習状況調査(以下、全国学力調査)の結果から、小学校では虫眼鏡や方位磁針の適切な操作方法、中学校では電流計の読み方や特定の質量パーセント濃度の水溶液の調整、などの技能の定着に課題があることが明らかとなりました。報告書では、課題の克服に向けて、「学習指導に当たって」の項目で以下のように述べられています。

- 虫眼鏡の適切な操作方法を身に付けるには、自然の事物・現象を観察する中で、対象や目的に応じた操作を繰り返し行い、技能を習得することが大切である。(中略)観察、実験の技能は、児童が観察、実験器具を繰り返し使用するなど、使用頻度を増すごとに定着が図られる。
- 方位磁針の適切な操作方法を身に付けるには、方位磁針を使用する目的を明確に意識し、太陽の動きを基にしながら操作を繰り返し行い、技能を習得することが大切である。
- 実験を適切に行うため、実験器具や計器を用いるときは、使用方法やデータの読みとり方を正しく身に付けることが大切である。
- 式の持つ意味を理解して計算できるようにする
ことが大切である。
(下線は筆者による。)

つまり、調査問題で問われたような観察・実験の技能の定着を図るために、一連の観察、実験の過程の中に器具を用いる場面を位置付けて正しい操作を行うのみならず、器具を使用する目的を明確に意識し、対象や目的に応じて操作すること、操作の意味を理解していること、場面を変えて繰り返し器具を使用すること、などが求められているといえます。

(2) 評価の観点にみる「技能」とは

平成22(2010)年3月に中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会から出された「児童生徒の学

習評価の在り方について(報告)」では、基礎的・基本的な知識・技能、それらを活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力等、主体的に取り組む態度、の3つの学力の要素を踏まえるとともに、学習指導と学習評価の一体化をさらに進めていくため、評価の観点が整理されました。

これを受け、理科の評価の観点は、「科学的な思考」が「科学的な思考・表現」に、「観察・実験の技能・表現」が「観察・実験の技能」に変更され、「表現」の内実が、従前の「技能を表現すること」から「思考・判断したことを表現すること」になりました。一方で、これまで「技能・表現」において評価されてきた、「理科において観察・実験の過程や結果を的確に記録し整理すること」や「文章、表や図に整理して記録する」などは、引き続き「技能」で評価することが適當であるとされています。

評価の観点の趣旨では、「観察・実験の技能」について、小学校で「自然の事物・現象を観察し、実験を計画的に実施し、器具や機器などを目的に応じて工夫して扱うとともに、それらの過程や結果を的確に記録している」、中学校で「観察、実験を行い、基本操作を習得するとともに、それらの過程や結果を的確に記録、整理し、自然の事物・現象を科学的に探究する技能の基礎を身に付けています」とされています。

そこで本稿では、「粒子」の柱の学習を中心として、「技能」の習得に向けた方策について、全国学力調査における指摘を踏まえつつ、①観察、実験の計画的な実施、②機器や器具などの目的に応じた取扱いと基本的操作の習得、③観察、実験の過程や結果の的確な記録と整理、の3つの視点から検討します。さらに、安全に観察・実験を進めていくために、実験室でのきまり、配慮を要する事項などについて整理します。

2 こんな授業はいかがでしょう

(1) 「粒子」の柱の指導において技能の定着を図るために

①観察、実験の計画的な実施

理科の目標では、「見通しをもって」「目的意識をもって」観察、実験などを行うと述べられており、児童・生徒が、問題に対して予想や仮説をもち、それらを基にして観察、実験などの計画や方法を工夫して考えること、観察や実験を何のために行うのか、観察や実験ではどのような結果が予想されるのかを考えることが求められています。つまり、観察、実験の計画的な実施では、児童・生徒に見通しや目的意識をもたせることが重要であるといえます。

例えば、小学校4年の「金属、水、空気と温度」において、教科書(p.98)では以下のように示されています。



この記述から、実験の計画段階で、ア：児童が関心や意欲をもって対象と関わる場面、イ：活動をもとに児童が問題を見いだす場面、ウ：問題に対して児童が予想や仮説をもつ場面、エ：予想や仮説を確かめるための観察、実験などの計画や方法を自分なりに工夫して考え、図や文章で記述する場面、オ：検証可能な計画、方法であるか、安全に実施できるかを教師と確認する場面、の一連の流れを見取ることができます。

子ども自身の問題意識に支えられ、観察・実験で何を解決しようとしているのかをおさえた上で、どのように検証するのか、自分なりに方法を考え計画をたてる場面を意識的に学習活動に取り入れてみましょう。このような過程を通して、器具を用いる目的や操作の意味も意識されることになります。

②機器や器具などの目的に応じた取扱いと基本操作

小学校6年の「水溶液の性質」では、炭酸水に溶けている気体が何かを調べる際に、気体の捕集方法として水上置換法を用います。その際、いきなり水上置換法を用いて実験を行うのではなく、空気と混ざらないよう溶けている気体だけを集めるにはどうしたらよいか、どうすれば集まった気体の量がよくわかるか、などを考えさせながら操作方法を提示、導入したいものです。このような実験操作の必要性や意味を考える経験は、中学校1年生の「気体の発生と性質」における対象や目的に応じた実験操作の実施へつながっています。

「粒子」の柱の学習では、表1に示すような様々な器具を用いて実験します。器具の使い方や正しい操作方法は、電子黒板などを活用して説明してもよいでしょう。よく使う器具の操作方法は教室に掲示してもよいでしょう。場面を変えて繰り返し器具を使用し操作することで、スキルの習得を図ることができます。器具等の管理は、教師、児童・生徒ともに準備や片付けがしやすくなるよう、実験ごとに整理したり、戸棚にラベルや器具の写真やラベルをはって保管場所を示すとよいでしょう。

表1 「粒子」の柱の実験に関わる主な実験器具と留意事項

- ・ガラス器具：ヒビや割れのあるものは使わない。攪拌用のガラス棒は先をゴム管で覆って使用する。器具の破損に注意する。
- ・棒状温度計：液柱がきれていないもの、事前に湯につけたりして同温度を示すものを使用する。目もりに垂直な方向の真横から最小目もりの10分の1まで読む。攪拌に使わない。
- ・ろうと：溶液はガラス棒を伝わらせて注ぐ。ろ液の飛散を防ぐため、ろうとのあしをビーカーの器壁につける。
- ・アルコールランプ：燃料は容器の8分目まで、くちにかけはないか、しんの長さは十分か、などを確認する。火をつけたまま移動しない。
- ・ガスバーナー：青色の炎の中に三角形が見える程度に空気量を調整する。ゴム管に裂け目などがあるものは使わない。緊急時は元栓を閉める。分解して構造を確認するとよい。
- ・メスシリンダー：水平なところに設置する。液面のへこんだ下の面を真横から見て、最小目もりの10分の1まで読む。
- ・上皿てんびん：水平なところに設置する。何ものせていない状態でつりあっていなければ調節ねじで調整する。分銅はピンセントで持つ。正面から見て針が左右同じ振れ幅のときつりっている。支点を傷めないよう皿を一方に重ねて運ぶ。
- ・電子てんびん：水平なところに設置する。何ものせていないときの表示板の数値を0gにセットしてから使用する。
- ・気体検知管：検知管の種類と濃度測定範囲、消費有効期限、採取器への差し込み方向、酸素用の発熱、ガラス片に注意する。

ところで、小学校6年の「燃焼の仕組み」では、「植物体が燃えるときには、空気中の酸素の一部が使われ二酸化炭素ができる」と学びます。ここではまず、植物体の燃焼後の空気の成分を石灰水で調べさせてみましょう。そして結果が出た後で、「ものを燃やしたあとの空気に二酸化炭素が“ある”ことは分かったけれど、実験する前の空気には本当に二酸化炭素はなかったの?」と聞いてみましょう。すると、子どもたちは、燃焼させる前の空気に二酸化炭素が含まれているかどうかを調べていなかったことに気づきます。そして、植物体の燃焼によって二酸化炭素が“できたか”を知るために、植物体を燃やす前の空気と燃やした後の空気の両方を調べて比べなければならないことが分かるのです。このようにして、「変化」を調べるために反応の前後で比べなければならないことを、実感をもって理解させることができます。

観察、実験では、教師の指示に従って手順の通りに進めて成功させるだけでなく、時として注意事項をしっかりとおさえた上で児童・生徒に試行錯誤させることも必要です。違う結果となった原因を探り、問題を解決していくなかで児童・生徒は学びを深めていくことができます。教材や教具を多面的に検討し、意味の理解を伴う技能の習得に向けた児童・生徒への働きかけを考えてみましょう。

③観察、実験の過程や結果の的確な記録と整理

観察、実験の過程や結果の記録と整理には、学習ノートが活躍します。学習ノートは見開き2ページを1単位とし、左半分に、問題(課題)、予想や仮説、実験方法(図をかく、場合によってプリントを貼りつける)を、右半分に、結果、わかったこと(考察)、理科日記(感想)を配置し、問題解決の流れに沿ってかく位置を決めて記述させるとよいでしょう。

観察、実験の過程や結果を的確に記録していくためには、問題をしっかりと把握し、観察や実験を始める前に予想や仮説をたて、「実験で何を見るのか」について意識を高めておくことが大切です。やはり、ここでも観察、実験に対する見通しや目的意識をもたせることが重要になってくるのです。

結果を記録する際には、例えば小学校4年の水を熱したときの変化を調べる実験のように、時間や水の温度の測定データを書きとめるだけでなく、フラスコ内でみられる水の様子をことばで表すなど、五感を通して得られた気づきもあわせて記述するとよいでしょう。そして記録をもとに、表やグラフなどに整理し、予想や仮説と関係付けながら何がいえるかを考え、考察として言語化し表現します。このような活動を繰り返し、思考力・表現力を高めていくことが期待されます。

(2) 安全に観察・実験を行うために

①実験室でのきまり

実験室で学習する際には、学期のはじめや単元の開始時などに、教科書の図や写真などを活用しながら、安全に観察・実験するにはどうすればよいか、理由を

考えたり話し合ったりして、以下のようなきまりを確認しておくとよいでしょう。

○実験室では

- ・先生の話をよく聞き、指示を守る。
- ・大声を出したり、ふざけたりしない。
- ・実験室内では走らず、落ち着いて行動する。
- ・先生の指示なしに、観察・実験器具や材料に触れない。

○実験の準備

- ・机の上を整理・整頓する。器具や薬品は、机の中央に操作しやすいように配置する。
- ・服装を整える(服のそでやひもが器具にかかるないようにする、フリースなど燃えやすい生地の衣服は着用しない、長い髪の毛は結ぶ)。
- ・火を使う実験では、ぬれぞうきんを準備し、いすを片付け立って作業する。

○実験中

- ・グループのメンバーと協力して実験する。
- ・実験・観察の順番、注意事項を守る。
- ・きちんとした姿勢で実験する。
- ・必要に応じて保護眼鏡を着用する。
- ・安全のため、変化を見逃さないために、実験中は対象物から目をはなさない。結果が出たら、すぐに記録する。
- ・やけどやけがをしたとき、水溶液がこぼれたり器具が壊れたりしたときには、すぐに先生に知らせる。

○実験後

- ・後片付けまで慎重に行う。
- ・使った器具は元の位置に戻す。ガラス器具は丁寧に取扱い、よく洗って乾燥させてから片付ける。
- ・使い終わった水溶液は、決められた容器に集める。
- ・実験が終わったら必ず手をよく洗う。

このようなきまりは、活動する際にいつでも注意喚起できるよう見えやすいところに掲示し、実験開始時に児童・生徒と一緒に読んで確認するなどの工夫をするとよいでしょう。

②小学校で用いる主な薬品の性質と取扱い上の留意点

小学校の「粒子」の柱の学習で用いる主な薬品の性質や調整方法、取扱い上の留意点を表2に示します。

調整した試薬には、試薬名、濃度、調整した日付を記したラベルを貼りましょう。また、試薬瓶に班の数+1小分けしてコンテナに入れておくと、効率よく実験ができます。試薬を試験管やビーカーに入れて各班に持ち帰らせるときは、内容物を混同しないよう、マジックで記入させたりビニールテープでしをつけさせたりするとよいでしょう。

塩酸や過酸化水素水、石灰水などの薬品は、調整してから時間が経過すると濃度が変化していることがあります。そのため、使用前に状態を確かめておく必要

表2 小学校の「粒子」の柱の学習に関わる主な薬品

薬品	性質、留意点など
食塩（塩化ナトリウム） NaCl	<ul style="list-style-type: none"> ・温度による溶解度の差が少ない。溶解度は25℃で35.9g, 100℃で39.3g。 ・水溶液は中性。
ミョウバン（カリウムミョウバン） AIK(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O	<ul style="list-style-type: none"> ・温度による溶解度の差が大きい。溶解度は20℃で5.57g, 80℃で41.52g。 ・水溶液は酸性。 ・市販の「焼きミョウバン」は、結晶中に水分子が存在しない無水物。
石灰水	<ul style="list-style-type: none"> ・水酸化カルシウム(Ca(OH)₂, 消石灰)の飽和水溶液。アルカリ性。 ・石灰水の調整: 2gの水酸化カルシウムを1Lの水に入れてよくかき混ぜ、1日以上放置して生じた上澄み液を実験に用いる。 ・二酸化炭素と反応して白濁、過剰に二酸化炭素を通じると透明になる。
過酸化水素水	<ul style="list-style-type: none"> ・過酸化水素(H₂O₂)の水溶液。約30%の濃溶液は皮膚を冒すため取扱注意、子どもに直接扱わせないこと。3%水溶液がオキシドール、消毒殺菌に使用。 ・常温でも徐々に分解して酸素を発生するため、褐色ビンに入れ冷暗所で保存。 ・3%過酸化水素水の調整: 約30%過酸化水素水を10倍に希釈。例えば、水450mlに30%過酸化水素水50mlを加える。
二酸化マンガン（酸化マンガン(IV)) MnO ₂	<ul style="list-style-type: none"> ・黒色、粒状ないし粉末。マンガン電池の正極に使用。 ・過酸化水素の分解により酸素を発生させる際の触媒。このとき、穏やかに反応させるために粒状を使用、使用後は回収。
塩酸	<ul style="list-style-type: none"> ・塩化水素(HCl, 無色刺激臭の気体、粘膜を刺激)の水溶液。強い酸性。 ・市販の濃塩酸(12mol/L, 約37%)は、開栓時に空気中の水蒸気と反応して発煙する。子どもに直接扱わせないこと。 ・3mol/L 塩酸の調整: 濃塩酸:水=1:3。希釈時に発熱するため、必ずガラス棒やピペットを使って水に濃塩酸を少しづつ加える。十分に換気し気体を吸引しない。 ・0.3mol/L 塩酸の調整: 3mol/L 塩酸を10倍に希釈。
水酸化ナトリウム水溶液	<ul style="list-style-type: none"> ・水酸化ナトリウム（白色固体、潮解性あり）の水溶液。水酸化ナトリウムは皮膚を冒すため取扱注意、固体の水酸化ナトリウムは子どもに直接扱わせないこと。 ・1mol/L 水酸化ナトリウム水溶液の調整: 水1Lに水酸化ナトリウム40g溶かす。 ・3mol/L 水酸化ナトリウム水溶液の調整: 水1Lに水酸化ナトリウム120g溶かす。 ・溶解時に多量の熱が発生、水に少量ずつ加えよくかき混ぜながら溶かす。 ・ガラスを溶かすため、ポリ容器に保存。

があります。観察・実験を円滑かつ安全に行うために、授業前に、必ず児童・生徒が用いる器具、試薬を用いて予備実験を行いましょう。

③安全上の留意事項と事故への対処方法

「粒子」の柱の実験について、安全上の留意事項と事故への対処方法には、次のようなものがあります。

加熱や燃焼、発熱を伴う実験では、やけどに注意が必要です。液体を加熱するときは必ず沸騰石を入れ、おだやかに加熱して突沸を防ぎましょう。やけどしてしまった場合には、患部を冷水で十分に冷やしましょう。気体を扱う実験では、気体の発生や膨張に伴う容器の破裂、水素やアルコールなどの可燃性気体への引火に注意が必要です。また、引火性がある物質は、火気から離しておきましょう。有毒気体が発生する場合は、しっかり換気をしましょう。ガラス器具や気体検知管、刃物を用いる際には、手を切ったりしないよう注意します。薬品を使う場合には、手や衣服に付着しないようにし、ついてしまった場合はすぐに水でよく洗いましょう。酸やアルカリの水溶液を用いた実験や蒸発皿で水溶液を加熱し溶質を析出させる実験では、物質が飛散して目に入るなどを防ぐため、保護眼鏡の着用が必要になります。万が一薬品が目に入ってしまったら、多量の水の入った洗面器で、水道を流しながら目を開閉させ、十分に洗い流すようにしましょう。

3 明日の実践に向けて

基礎的・基本的な技能の習得では、授業で学習した場面だけでなく、新たに出会う問題の解決に向けて活用できる状態で児童・生徒が技能を保持していることが期待されます。そのため、見通しや目的意識をもった観察、実験のなかに技能を位置付け、操作の意味や有用性を考える場面を設定するなど、習得の“プロセス”が重要であるといえます。技能の習得状況を評価する方法としては、学習ノートやワークシートの記述分析、ペーパーテストの解答に加えて、実際の観察、実験の場面でのパフォーマンステストが必要になるでしょう。

(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
- ・中央教育審議会初等中等教育分科会
教育課程部会「児童生徒の学習評価の在り方について（報告）」
- ・わくわく理科3～6、啓林館
- ・初等理科教育、Vol.42 No.2, Vol.47 No.5
- ・岩波理化学事典第5版

第3回

「教育令」以後一筆算・珠算併用（1880年代1890年代）



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日茨城県鉢田生まれ。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长を経て、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』（柳本哲と共に編著・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』（代欽と共に著・北京師範大学出版社）2011

『梨の花一句文集』1999、等がある。

6. 「教育令」以後の「小学校教則」—1881・1886・1891

1879（明治12）年9月に「学制」を廃止し「教育令」を布達、画一的な中央集権を改め地方分権を方針としたが、自由性を批難されたので翌80年12月「改正教育令」を布達した。

- (1) 「小学校教則綱領」文部省布達第12号—1881年5月4日
(初等科3年、中等科3年、高等科2年に改む)

算術「筆算ヲ用フルトキハ、初等科ニ於テハ實物ノ計方、加減乗除ノ法、其応用、貨幣ノ名儀及其計算ノ法ヲ学ハシムヘク、中等科ニ於テハ之ヲ繼クニ、數ノ性質及分数、小数、比例ヲ以テシ、高等科ニ至リテハ比例、百分算、開平、開立及求積等ヲ学ハシムヘシ。

珠算ヲ用フルトキハ、初等科ニ於テハ實物ノ計方、算珠ノ運用、加減乗除ノ法、其応用、度量衡、貨幣ノ名儀及其計算ノ法ヲ学ハシムヘク、中等科ニ於テハ異乗同除同乗異除、差分ヲ授ケ、高等科ニ至リテハ、筆算ノ加減乗除ノ法及分数、小数、比例ヲ学ハシムヘシ。（以下略）」

幾何「幾何ハ高等科ニ至リテ課シ（以下略）」

- (2) 「小学校ノ学科及其程度」文部省令第8号—1886年5月25日（尋常小学校4年、高等小学校4年に改む）

算術「尋常小学科ニ於テハ珠算ヲ用ヒ、（中略）、高等小学科ニ於テハ筆算ヲ用ヒ、…、比例、利息算、雜題、…」

- (3) 「小学校教則大綱」文部省令第11号—1891年11月17日

算術「（前略）尋常小学校ニ於テ筆算若クハ珠算ヲ用ヒ、又ハ…併セ用フルハ土地ノ情況ニ依ルヘシ。高等小学校ニ於テハ筆算ヲ用ヒ、…、又ハ珠算ヲ用ヒテ加減乗除ヲ…」
高等小で幾何の初步、三角形の同形類形・勾股弦を扱う。

7. 小学校教則に基づく教科書—京都府制定の算術

文部省指定の中から選ぶのを改め各府県で制定することに。
京都府制定の教科書は「参考」なので各校はその中から選定した。1871年よりの教科書目録の内(1)(2)の2期分を記す。

- (1) 算術・幾何の教科書—1882（明治15）～1887（同20）[8]

⑩ 『小学珠算稽古本』尾崎薰三編 京都 1884 図7

初等科：卷1～5 中等科：卷5～10

⑪ 『小学初等課書珠算教授本』山田正一著 京都 1882

初等科：上中下

⑫ 『小学中等課書珠算教授本』山田正一著 京都 1883

中等科：上下

⑬ 『小学筆算書』増野精亮編 京都 1884

中等科：卷1～6 高等科女子：卷4～7

⑭ 『小学筆算教授本』山田正一訳 京都

図8

中等科：改正増補版1878～80の卷1～3下4冊・初版1876

の卷4上下 高等科：初版1876～77の卷4上下・卷5上下

⑮ 『小学筆算書』小山健三編 東京 1882

中等科：第2帙2冊 高等科：第3帙2冊

16 『算学教授書』中條澄清纂訳 大阪 1876

高等科：卷7～12

17 『幾何初步』4冊 岡本則録訳 東京 1876 図9

18 『小学幾何学』2冊 遠藤利貞纂訳 東京 1883

高等科：17の卷1～4・図譜 18の卷1～2

(2) 1887(明治20)～1904(同37) 制定教科書一算術 [11]

19 『尋常小学筆算教科書』1冊 岡村増太郎 東京 1892

20 『尋常小学珠算教科書』1冊 吉田正雄 東京 1892

21 『高等小学算術教科書』6冊 田中矢徳・金沢長吉

東京 1893

22 『高等算術教科書』児童用4冊 金港堂編 東京 1901

8. 「教育令」以後の算術教育と教科書

(1) 筆算・珠算の併用—1880年代1890年代

1881(明治14)、86(同19)、91(同24)年の教則では、筆算と珠算は同格で併用である。小学校現場の算術教育の実情と日本伝統文化に対する復古思想が背景にある。

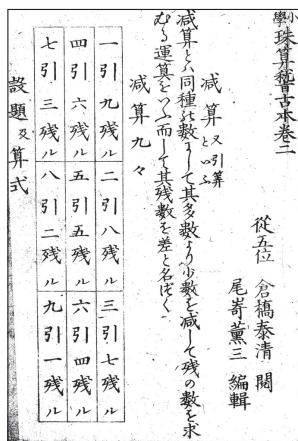


図7 『小学珠算稽古本』卷2

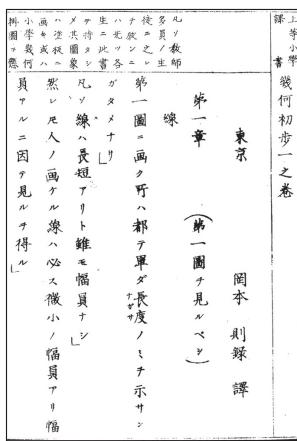


図9 『幾何初步』卷1

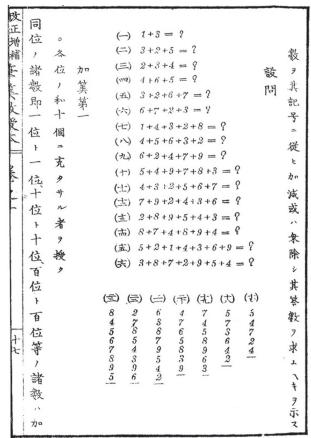


図8 『改正増補小学算数教授本』卷1 16～17丁

(2) 各府県で小学校教則制定

改正教育令により文部省は小学校教則綱領を制定、これを基に各府県で教則を作成し文部卿の認可を得て管内で実施した。例えば1882年の大阪と京都の教則を比べると相違がある。

珠算は大阪では初等科1年後期から同3年後期迄、京都では同1年後期から中等科3年迄。筆算は大阪では初等科3年後期から中等科3年を経て高等科2年迄、京都では中等科1年から3年さらに高等科2年迄。また幾何は大阪では高等科1年から2年前期迄、京都では高等科1年から2年後期迄。

(3) 教科書制度—開申制度より検定制度へ

1880年3月文部省の地方学務局に教則掛と教科書取調掛を設置(85年迄)、取調掛は各府県教則掲載の教科書の適否を判断してそのリストを各府県に報告、これが調査済教科書表である。さらに翌81年開申制度(届出制)、83年認可制度、86年検定制度になる。その後、1903年国定制度に至る。

(4) 算術教科書について—1880年代1890年代

① 珠算・和算の教科書が多く発行されたこと。

1869～1904年発行の算術教科書全714点のうち、珠算・和算および和洋兼用のものは合計で約3割弱もあった[12]。

② 欧米の翻訳・翻案の教科書が多いこと

京都府制定の算術14山田のはC. Davies、17岡本のはB. Marksの訳、16中條・18遠藤のは纂訳、等。岡本のは文部省指定教科書で、本文の上欄には教師心得を載せている。

③ 直観主義・開発主義に基づく教科書が多いこと

M. M. Scott以来、object-lessons(実物教授)、高嶺秀夫の開発主義によるものが多い。その代表は次の23。

23 『小学初等課書算学実物教授本』山田正一 京都 1883

④ 検定制度以後は東京発行の教科書が多いこと

大阪・京都発行のものが多かったのに、1886年以後は東京のものばかりとなる(京都府制定のもの参照)。教科書の質はよくなっていくが、統一されていく思いである。(続く)

<引用・参考文献>

- [8] 『京都府小学校教則』京都府知事 1884年8月28日
- [9] 『類聚大阪府布達全書』卷七学務之部 龍雲社 1885
- [10] 『明治学制沿革史』黒田茂次郎・土館長言 金港堂 1906
- [11] 『京都小学五十年誌』京都市役所 1918年12月5日
- [12] 『近代日本教科書総説』目録篇 講談社 1969

新たな学習内容を視点として既習の内容を見返すことの充実に向けて ～説明・証明に焦点を当てて～



敬愛大学国際学部こども学科 講師

辻山 洋介 / つじやま ようすけ

埼玉県生まれ。埼玉県立所沢高等学校教諭、筑波大学博士課程人間総合科学研究科院生、日本学術振興会特別研究員、筑波大学人間系特任研究員を経て、2013年4月より現職。研究分野は数学教育学、研究テーマは学校数学における説明・証明活動の学習指導。

はじめに

私は、説明や証明の活動を広い立場から捉える研究をしています。ある事柄が成り立つ理由の説明や証明を考える過程では、多くの場合、根拠となる既知の事柄を探ることが求められます。それゆえ広く言えば、説明や証明は、ある事柄を既知の事柄と関係付けて捉えようとする活動であると考えられます。

説明や証明において用いることのできる既知の事柄は、学習が進むにつれて多くなり、かつ洗練されていきます。このように考えると、あるAという事柄を、既知のBという事柄と関係付けて捉える場合と、新たに学習したCという事柄と関係付けて捉える場合とでは、Aの見え方が変わるはずです。見る対象であるA自体は変わらないのにもかかわらず、その見え方が変わったならば、それは見る子どもの視点が変わったということに他なりません。このことを子どもが意識できれば、新たに学習したCのよさを実感することができるのではないかでしょうか。

算数・数学を学ぶことの意義を子どもが実感できるような教育が、ますます求められています。この要請に応えるために、新たな学習内容を視点として既習の内容を見返すことの価値を再考する必要があると感じています。

新たな学習内容を視点として既習の内容を見返すこと

例えば、かけ算九九の表に現れる数の性質の一つに、斜めに並ぶ数の列について「平方数の列の階差は、奇

数の列となる」ことがあります（図1、性質アとします）。表現の仕方は学年に応じて工夫する必要がありますが、この性質自体は、「伴って変わる2つの数量の関係（小4）」と「偶数、奇数（小5）」の学習以降であれば、扱うことが可能です。

x	1	2	3	4	5
1	1				
2		3	4		
3			5	9	
4				7	16
5					9 25

[図1 性質ア]

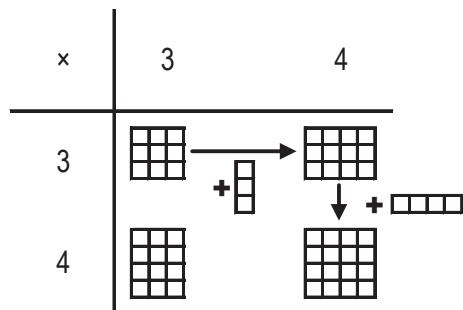
性質アは、小2で学習する乗法の「乗数が1増えれば積は被乗数分だけ増える」という性質や交換法則を根拠として説明することが可能です（例えば図2を用いた説明）。この説明によって、9($=3 \times 3$)と16($=4 \times 4$)の差が7であることについて、「差の7は（単に奇数であるだけではなく）3と4の和である（ $3 \times 3 + 3 + 4 = 4 \times 4$ ）」と見ることが可能になります。

また、性質アは、小4で学習する「正方形と長方形の面積の求め方」を用いて説明することも可能です。それは、九九表に現れる積を正方形または長方形の面積と見ることによる説明です（図3）。

x	3	4
3	9	+3 → 12
4	12	+4 ↓ 16

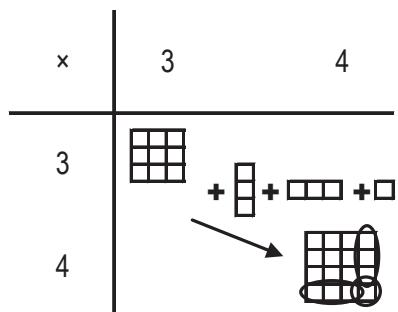
[図2 性質アの説明①]

図2を用いた説明と図3を用いた説明との類比に気付くことができれば、図2における「 3×3 の乗数を1増やす」操作を、図3における「一辺が3 (cm) の正方形の横の長さを1 (cm) 増やす」操作として捉え直すことが可能になります。



[図3 性質アの説明②]

また、面積に着目した別の説明として、「一辺が3の正方形に、縦3、横1の長方形と、縦1、横3の長方形、一辺が1の正方形を合わせることによって、一辺が4の正方形をつくる」という操作を用いる説明が考えられます（図4）。この説明によって、「 3×3 と 4×4 の差の7は、3が2つ分と1との和である（ $3 \times 3 + 3 \times 2 + 1 = 4 \times 4$ ）」と見ることが可能になります。



[図4 性質アの説明③]

さらに、中3で学習する「一次式の乗法、式の展開と因数分解」を根拠とすれば、上の説明①～③を一般的に表現することや、性質アを発展させることができます。具体的には、説明①や②を、文字を用いて $a^2 + a + (a + 1) = (a + 1)^2$ と表現することにより、性質アを一般的に捉え直すことができます。また、 $a+1$ の代わりに $a+b$ を用いて、 $a^2 + [a + (a + b)]b = (a + b)^2$ と表現することもできます。後者の意味を考えることにより、隣り合う平方数の差について考えていた性質アを、一般的に2つの平方数の差として発展させることができます。説明①と同様に表せば、図5のようになります。

説明③についても同様に、 $a^2 + 2a + 1 = (a + 1)^2$, $a^2 + 2ab + b^2 = (a + b)^2$ と表現することにより、性質アを一般的に捉え直したり発展させたりすることができます（発展を説明③と同様に表せば、図6）。

\times	3	5
3	$9 \xrightarrow{+3 \times 2}$	$\downarrow +5 \times 2$
5		25

\times	a	$a+b$
a	$a^2 \xrightarrow{+a \times b}$	$\downarrow +(a+b) \times 1$
$a+b$		$(a+b)^2$

[図5 性質アの発展1]

\times	3	5
3	$+ \square + \square + \square + \square$	\rightarrow
5		$\square \square \square \square$

\times	a	$a+b$
a	a^2	$\xrightarrow{+ab+ba+b^2}$
$a+b$		$(a+b)^2$

[図6 性質アの発展2]

新たな学習内容の意識化と説明・証明

このように、算数・数学では、学習が進むにつれて既習の内容の見え方が変わっていくことがあります。このことの表現にあたっては、まず、新たな学習内容を視点として既習の内容を見返す機会を意図的かつ計画的に取り入れることが必要です。さらに、「なぜ見え方が変わったのか」を問い合わせ、「新たに学習した内容を視点とすることによって見え方が変わった」ということを子どもに意識させすることが重要です。上の例で言えば、「正方形や長方形の面積の求め方を用いて、乗法の意味を捉え直すこと」や「文字式を用いて説明を表現し直すこと」などによって、性質アの見え方が変わったということの意識化です。この意識化が、正方形や長方形の面積の求め方や、文字式を用いた説明を学ぶ意義の実感を促すのではないでしょうか。

説明や証明では、根拠を明らかにすることが求められます。その根拠こそが、ある事柄を「どのような学習内容を視点として捉えたのか」を表しており、したがって「なぜ見え方が変わったのか」という問い合わせに対する答えとなるはずです。このように考えると、説明や証明は、事柄が成り立つ理由を示すことだけでなく、算数・数学を学ぶ意義の実感を促すという、今後ますます重要な活動になるのではないでしょうか。

上で述べた例は、性質アに関する探究に限ってもごく一部でしかありませんし、九九表や乗法に関する教材研究としても新しいものではありません。むしろ、長年蓄積されてきたこのような教材研究の成果を捉え直し、算数・数学を学ぶことの意義を子どもが実感できるような教育に取り組むことが、我々に求められているように感じます。私自身、この使命を忘れず、日々の教育・研究活動に努めようと思います。

子どもが自然を「理解する」とは —科学概念を生きた知識として 子どもが身につけるために—



高知大学教育学部 講師

中城 満 / なかじょう みつる

昭和41年（1966年）4月29日 高知県生まれ

岡山大学教育学部 卒業

高知県公立小学校、高知大学教育学部附属小学校教諭を経て、
2011年より高知大学教育学部で勤務 講師

1. ある日の理科授業での出来事

以前務めていた小学校で次のような出来事があった。6年生を担当していた私は、小学校での理科学習の復習を兼ねて「4年生で学習した直列つなぎと並列つなぎについて具体物を使って再現してみる」というパフォーマンス課題を児童に与えてみた。直列つなぎは難なくこなした児童たちだったが、並列つなぎは苦戦していた。そんな中、ある児童が作っている電気回路に目を奪われた。決して正解の回路ではない。その児童が再現した「並列つなぎ」は次のようなものであった。まず、2個の乾電池の同極同士をミノムシクリップでつないだ。このミノムシクリップのちょうど中間点、つまりビニルでおおわれている導線の部分にもう一つのミノムシクリップの一方をはさみ、もう一方を豆電球のソケットに取り付けたのである。

私はその時、「この児童は並列つなぎを紙の上で覚えたのだ」と直感した。電気の属性や自らの経験などとは無関係に、並列つなぎを「形」で覚えただけなのだと。

2. 言葉は情報がいっぱい入った「入れ物」

理科学習に限らず、物事を「理解する」とは、その言葉を覚えるだけではなく、その意味まで自分のものにしたり、実際に操作できたり、他の場面でも適切に使うことができたりした場合を言う。冒頭で紹介した児童の場合、テストでは正解することができても、実

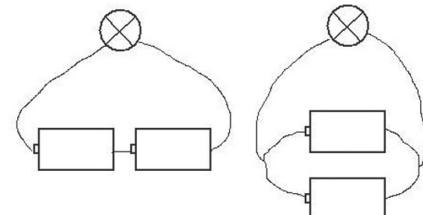
際に具体物で再現したり他の場面に応用したりすることはきっとできないだろう。

当然私たちはこのような薄っぺらな知識ではなく、応用可能な確かな力としての知識を児童に身につけさせなければならない。言葉は情報の「入れ物」である。この「入れ物」の中に情報という荷物をできるだけたくさん入れてやることができれば、生きた知識として児童が身につけることができるのではないだろうか。そのための具体例を紹介してみたい。

3. 第4学年「電気のはたらき」を例として

多くの教科書には、（図1）のようなつなぎ方が直列つなぎ、並列つなぎの例として示されている。冒頭の児童もまさにこの図と同じものを「再現」したのである。なぜこのようなことが起こるのだろうか。1つ

典型的なつなぎ方の例（図1）



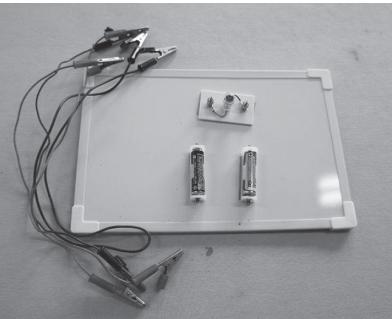
には、いろいろなつなぎ方を思考錯誤しながら自らの経験の蓄積として発見しているわけではないということである。それに加えて、例えば、並列つなぎであれば、まず、たくさんの並列つなぎを見つけ、これらの共通点からもっとも特徴的な並列つなぎを見出すという「一般化」する過程が構成されなかったのではない

だろうか。先に述べた児童がもつ「並列つなぎ」という入れ物の中には、紙に書かれた一般的な並列つなぎの図が1つしか入っていなかったのである。

これらを解消し、科学概念を生きた知識として身につけさせるために、次のような教具（図2）を用いて学習を構成してみてはどうだろうか。マグネット付きの「電気学習ホワイトボード」（以下、「学習ボード」と表記する）の活用である。

この教具は、市販のメッセージボード（磁石付き）に電池ボックスと豆電球ソケットを組み合わせたものである。電池ボックスと豆電

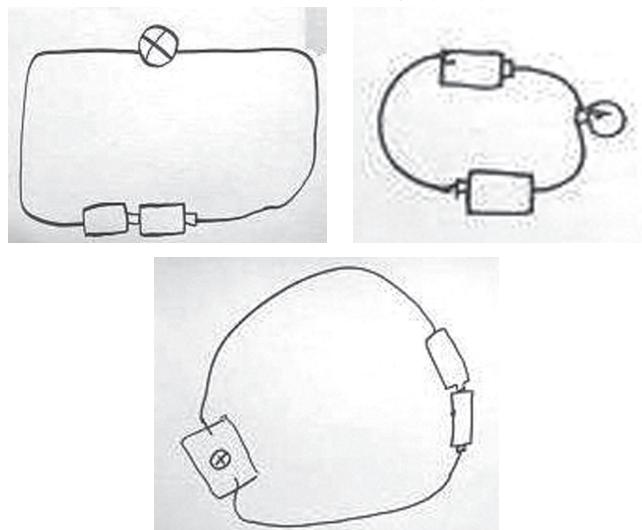
電気学習ホワイトボード（図2）



球ソケットの裏側にはマグネットシートが貼りつけてあり、学習ボードのどの位置にでも配置が可能である。これらをミノムシクリップでつなげ、実際に豆電球を点灯させながらつなぎ方を探るのである。

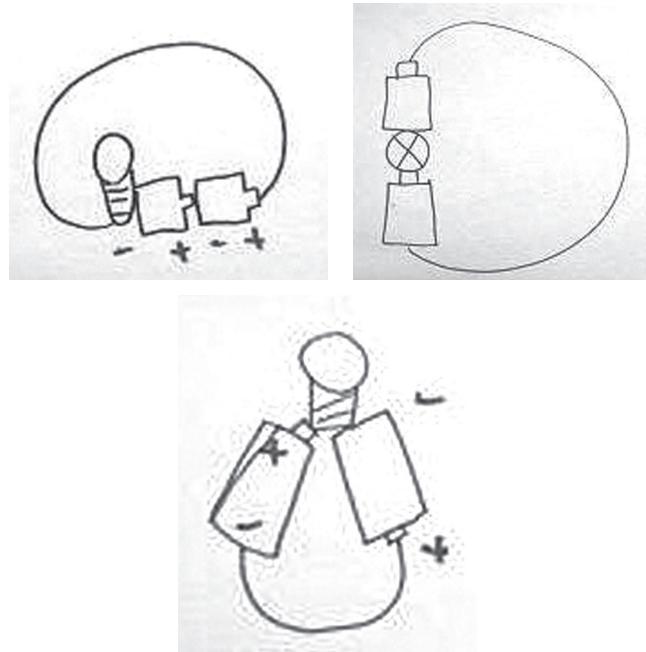
実際に児童が見つけたつなぎ方を示しながら、直列つなぎを児童が理解していった過程について紹介する。まず、学習ボードを用いて「乾電池2個を使って豆電球がより明るく点灯するつなぎ方」を1つ作らせる。次に、これを黒板に掲示（図3）する（学習ボードの裏にもマグネットシートを貼りついている）。す

いろいろな直列つなぎ①（図3）



ると、どれも豆電球が明るく点灯しているのに、まったく同じ配置が1つもないことに児童は気づく。さまざまな配置が可能であることに気づいた児童はさらに多様な直列つなぎを見つけ出す（図4）。中には、ミノムシクリップを使わずにつなごうとする児童も現れる。このようにして見出された多くの直列つなぎをもとに、共通点を言葉化していくのである。

いろいろな直列つなぎ②（図4）



児童はこれらのつなぎ方の共通点を次のように表現した。

- ・「わっか（回路）が1つのつなぎ方」
- ・「導線をたどると、+ - + - になるようなつなぎ方」
- ・「乾電池が1列に並んだつなぎ方」

最後に、板書されたこれらの言葉を1つの円で囲んだ上で、このようなつなぎ方を“直列つなぎ”と呼ぶことを確認して学習を締めくくった。

4. おわりに

新学習指導要領においては、科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりする学習活動が充実するよう配慮することが求められている。また、科学用語の使用については、例示した「直列つなぎ」「並列つなぎ」だけでなく、「回路」「昆虫」「関節」などが挙げられている。これらの用語を適切に使用するためにも、生きた知識としてこれらの用語を理解させなければならないことは言うまでもない。

そのためには、児童自身が科学概念を理解する過程も重視すべきではないだろうか。例示した直列つなぎの学習は、その過程を明示しながら、徐々に具体的な事例から「直列つなぎ」という抽象的な概念へとたどり着くための手法であった。その過程を児童自身が自覚することによって児童自身の電気に対する見方や考え方を豊かなものにするとともに、自ら探究し自らきまりを発見するという理科本来のおもしろさを実感できるのではないだろうか。

（参考文献）文部科学省、小学校学習指導要領解説理科編（2008）

自ら考え、自ら学ぶということ



長崎国際大学 事務局長・長崎県教育委員

鶴崎 耕一 / つるさき こういち

昭和 22 年 11 月 6 日生まれ。出身は長崎県佐世保市。
 昭和 41 年 長崎県立佐世保南高等学校卒業
 昭和 46 年 立命館大学経済学部卒業
 昭和 46 年 佐世保市役所
 平成 9 年 企画調整部長
 平成 11 年 総務部長
 平成 13 年 教育長
 平成 20 年 教育長退任
 平成 21 年 長崎国際大学 事務局長
 平成 22 年 長崎県教育委員

◆私の教育との関わり

少し自己紹介をさせていただく。私は、大学を卒業して佐世保市の職員となり、その間、税務・財政、観光や米海軍が所在する佐世保市特有の基地対策などの業務を担当し、企画、総務部門の部長を担当させていただいていた。その時点で、市職員生活も 30 年間が経過していたが、平成 13 年 6 月に当時の市長から、いきなり初体験である教育行政を司る教育長に選任されることとなり、それが教育行政に関わるはじめとなった。教育行政は、財政課勤務の頃、予算を担当したことがあるが、行政執行という面では、初体験であり、当時、佐世保市では、教職を経験していない教育長の就任は初めてだったということであったが、何よりも私自身が未知の学校現場と教育行政の関係の在り方について、一番戸惑いを感じていた。

平成 20 年 10 月に教育長を退任した後は、地元の私立大学である長崎国際大学の事務局長として、勤務させていただいており、今日の大学改革の渦中で悪戦苦闘している。また、平成 22 年からは、長崎県の教育委員にも選任していただき、今や義務教育から高等教育までを視野に入れての教育との関わりが私の業務となっている。

教育行政という業務は、日々問題が起こっており、現在でも「人を育てる」崇高さと難しさを痛感しており、そのような中で、職務としては不十分であったと思っている「生涯学び続ける人の育成」への想いを綴りたい。

◆教育行政の特徴

行政というのは、住民の要求の最大公約数を実現しようとするのが一般的である。例えば新しい道路を造れば、その道路を利用する人たちや、道路周辺で生活する人たちにとって何かと利便性をもたらすことになる。しかし、道路の土地を所有する人にとっては、必

ずしも利便の向上が土地を保有することよりも上回るとは限らない。特に、家が壊されるという人たちにとっては、価値をお金に換算できないこともあるだろうが、多くの住民の利便性の向上に理解を示して、道路のための土地明け渡しに協力してもらうという構図がある。

しかしながら、教育行政では、一方の利便性を高めるために一方を切り捨てるということはできない。全ての人たちにとって何らかの利便をもたらす施策を実施していくかなくてはならない。特に、教育現場においては、誰もが平等に教育を受ける機会があるようにという想いで施策が展開されていかなければならない。また、施設や設備のようなハードによるサービスよりも、人（教師等）によるソフトのサービスが大事であるということも大きな特徴の一つである。

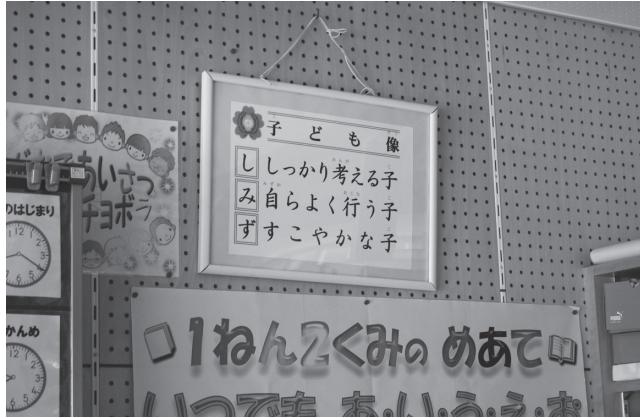
私が教育長就任した平成 13 年は、教育改革の中で、「一人ひとりの子どもに応じた教育を」というスローガンで、「どの子にも基礎・基本を身に付けさせる」ことや、「特別支援教育の充実」を推進することとなっていた。本市教育委員会も、教育現場に対して子ども達が理解する授業を実践できるよう、制度や環境を整え、教育の充実を推進するよう現場と協力しながら努力をしてきたつもりである。

そのような中、市内の小・中学校では、各学校の目標に「自ら考え、自ら学ぶ」の育成を掲げて取り組む学校が次第に増加していった。

◆自ら考え、自ら学ぶ

しかしながら、この取り組みは言うほど簡単なことではない。学校としては、授業の改善や家庭学習の充実など様々な工夫や方法があることを想定していた。そのことを、学校訪問時や月に 1 回開催される校長会・教頭会で、しっかり取り組んでもらいたいと訴えてきた。確かに、子ども達への宿題は増えたようであるし、授業にも工夫が見られた。しかしながら、子ども達の

学力を支えるのは、「関心・意欲・態度」とするなら、各授業での工夫とその結果が一番肝要であり、それに伴う子ども達の変化が必要がある。ここが、学校現場で授業をしたことがない私にとっては大きな弱点でもあり、授業の場で実践してもらうしか仕方がない、先生方に具体的な指導をすることができず、まさに隔靴搔痒の想いであった。



今、大学の職員として身をおいているが、大学ではがくしゅう（学習）も学修と表記し、習うだけではなく主体的学びを前提に考えている。具体的には、授業が学修全体の3分の1であり、残りの3分の2は自学がなされていることをもって単位を付与するということである。私自身の大学生活を振り返ってみると、かなりいいかげんに過ごしてきたなと反省しきりである。しかし、現実的には大学生のアンケートから自学の時間がかなり不足しているという調査結果が出ており、その時間確保対策が大きな課題である。そこで、科目ごとのシラバスを整備し、その中で自学を促す学習方法を示す一方、学生の学修状況をコンピュータによるポートフォリオの導入などで、学生一人ひとりと確認するなど、その対応を図ろうとしている。また、学生の時間確保と経済対策のため、アメリカでは大学が学生に学内でアルバイトをさせ、大学が支払う労賃の半分を国が補助する制度をつくっている。わが国でもこのような制度の導入も課題の一つである。

このように、小学校から大学まで「主体的な学び」を促進し、実践させることが教育の課題となっている。大学の単位のシステムから考えると、高等学校段階で自ら学ぶ素養を身に付けておく必要があるわけであるが、今、小・中・高のそれぞれの段階での成果が期待される中では、知識の蓄積だけではなく、次の段階を考え生涯を学び通す人材の育成を考えた教育が必要である。

◆深くものを想う

我々は、これから記述するようなことをどう考えるべきなのか？人の想いとはどのようなことなのか？

日本経済新聞に「私の履歴書」という連載物があり、オムロン株式会社立石会長の回想で、同社が駅の自動改札機を開発して大阪で設置した時、乗客が切符を改札機に裏返しや横向きに入れたため大変混雑したことであった。その開発担当者は、対策に頭を抱えて

いたが、ある日子どもと一緒に自宅近所の小川で遊んでいる時に、川上から流れてきた笹の葉が水面から出ている石にあたってくると方向を変えるのを見て、改札機の中を流れる切符の方向を変える方法を思いついたとのことであった。

有名な話であるが、ニュートンは、何故リンゴの実が木から落ちるのを見て「万有引力」を発見したのか。それは、リンゴの木のはるか上にある天体が、何故いつも同じ位置にあり夜空に煌めくのかという謎を考え続けていたからだと言われている。



◆最後に

これらに類する成功談は、数多いと思うし、大なり小なり私どもも経験のある話ではないだろうか。このようなことこそ、誰かに教えられたことではなく、多くの学びの中から自ずと湧き出るように表れた知恵であり、そのことが、人生の中で一つの転機となった人も多いと思う。

子どもはやがて大人になり、人を育てていく。なにもかもが、教科書通りの人生はあり得ないし、必ずしも正解が常にあるわけでもない。今、私たち大人にこそ「学ぶ」姿勢が必要であると思う。



子ども達の自立を支え、子ども達に眼を注ぐ、そのような社会づくりが教育社会を造りだしていく第一歩であると思う。

北海道の自然とともに歩む紙づくり



日本製紙株式会社

濱沖 賢 / はまおき けん

昭和 28 年(1953) 8月5日生まれ (60 才)

東京工業大学・理学部化学科卒

昭和 52 年(1977)	山陽国策パルプ株式会社入社
平成 14 年(2002)	日本製紙株式会社 八代工場 抄造部長
平成 16 年(2004)	同 釧路工場 抄造部長
平成 19 年(2007)	興陽製紙株式会社 代表取締役社長
平成 22 年(2010)	日本製紙株式会社 取締役勿来工場長
平成 24 年(2012)	同 取締役北海道工場長
平成 25 年(2013)	同 執行役員北海道工場長

新聞、雑誌、書籍、広告、ティッシュペーパー、袋、封筒、紙コップなど、「紙」は私たちの生活のいたるところで使われています。学校で使われる教科書もその1つです。その教科書に使われている紙を生産している日本製紙北海道工場旭川事業所について紹介します。

北海道の豊かな自然と調和し、循環型社会の形成を実践する製紙工場

北海道は面積の約70%に当たる550万haが森林で、広大な土地にトドマツやエゾマツなどの針葉樹、ナラやカバ、ブナなどの広葉樹が広く分布しているため、木材産業や紙・パルプ産業に非常に適した環境です。

日本の製紙工場は、一般的に海外からの輸入木材チップを主原料にしているため物流コストが有利な臨海部に立地しています。一方、旭川事業所のある旭川市は北海道のほぼ中心の内陸部に位置しているため、他の製紙工場とは異なり輸入の原材料を使うには適していない反面、林業が盛んな北海道の木材を調達することに非常に適しています。また、紙の生産に欠かせない「水」も石狩川などから取水できるため、自然の恵みを活かして紙を作ることができる環境にあります。

林業というと森林を伐採して環境を破壊するというイメージをもたれることもありますが、実際には、木の成長過程においてCO₂を吸収する特性を活かし、適切な管理下で成木を伐採し、植林を繰り返すといっ

た「木を育てる」ことで環境負荷軽減に結び付けています。また、森林を育てる上では、木の成長過程で密集化する立木を間引く“間伐”という行為が欠かせませんが、間伐された材木、すなわち間伐材の効果的な活用方法が少ない実情にあります。したがって、活用がされなければ間伐が実施されず森林の荒廃に繋がるため、間伐材由来のパルプを使用した間伐材認証紙を生産することも環境に良いと言えます。旭川事業所では、建築資材にならなかった端材や間伐材を多く使用しており、間伐材認証紙を生産できることも特徴のひとつとしてあげられます。

再生紙の原料となる古紙も全て道内で発生したものを使っているほか、ボイラー燃料も道内産にこだわっています。製紙工場では、機械を動かすために使う電力および紙を乾かすための蒸気が多く必要であり、それらを自前で調達するためのボイラーと発電機を有していますが、旭川事業所のボイラーでは石炭のほか、バイオマス燃料も使用しています。バイオマス燃料とは、生物体、主に我々の手で育てることができる植物などから生成される非枯渇性燃料です。旭川事業所のバイオマスボイラーでは木質燃料・石炭・廃タイヤなどを燃焼しています。なかでも木質燃料と廃タイヤはすべて道内産で、石炭は道内の露頭掘りの石炭を一部使用しています。ちなみに木質燃料とはバークと呼ばれる木の皮や根、建築廃材、建設発生木などの未利用バイオマスを意味しています。また、工場の外から調達してくる燃料だけではなく、パルプの製造工程で木材チップから纖維を取り出す時にでる黒液と呼ばれる樹脂も燃料として使用しています。

このように旭川事業所は、北海道の豊かな森林資源

を生かしながら自然環境と調和し、地域で產生される様々な資源を循環させて持続可能な社会を形成することを実践している製紙工場なのです。

他ではなかなか出来ない教科書に最適な紙

旭川事業所では、紙製の食品容器の原紙から、コピー用紙、住宅の壁紙に用いられる原紙や様々な印刷物に用いられる微塗工紙と呼ばれる紙まで、多種多様な紙を生産しています。この旭川事業所で生産している微塗工紙の一つに教科書用紙があり、多くの教科書会社様で採用されています。

教科書用紙を生産しているのは、4台ある抄紙機（紙を抄く機械）の中で最大の1号マシンで、1日に約330tの紙を作る事ができます。1号マシンは、1台のマシンで紙を抄いて表面に塗料を塗布して光沢を出すまでの工程が連続で行われるオンマシンコーチャーと呼ばれる設備です。旭川事業所の微塗工紙が多くの教科書会社様に採用されている理由は、旭川事業所特有の原材料と設備により他ではなかなか真似の出来ない特色のある紙が作れるからです。



その特徴をいくつか紹介します。

一つ目は、薄くなってしまって裏写りがしづらい紙が作れるということです。子どもたちが使う教科書のページが増えた時に、単純にページを増やすと本の重さが増えてしましますし、重さを同じにするために紙を薄くすると裏側の印刷が透けて読みにくい教科書になってしまいます。しかし旭川事業所では、軽く（薄く）しても不透明度が高く裏抜けしにくい紙を作ることが得意であり、教科書の中身が充実してもランドセルのスペースや重さを気にする心配はありません。その理由は、「不透明度」が高く「嵩」が出る特徴を持ったGP（グランドパルプ）と呼ばれる機械パルプが配合されてい

るからです。紙の主原料はパルプと呼ばれる木質纖維であり、GPは丸太を大きな砥石ですり潰して作るパルプです。GPを生産する設備は国内でも数少なくなってきたのですが、旭川事業所は北海道の豊富な森林資源からの間伐材などが容易に入手できるため現在も採用しています。

二つ目は、高い光沢がありながらコシがあってめくりやすいということです。これはホットソフトニップカレンダー（以下HSNC）という設備によって実現されています。カレンダーとは紙の表面を滑らかにする設備のことです。特に塗工紙は印刷の仕上がりを良くするために紙の表面にアイロンをかけて艶出しをするのですが、このアイロン掛けをするのがカレンダーです。一般的に光沢を出すためには強い圧力で紙を潰すため、紙が薄くなってしまいますが、HSNCでは弱い圧力で光沢を出すことができるので紙を必要以上に潰さずに済みます。裏写りがしにくいだけでなく、コシが出てめくりやすくなるので、まさに教科書にふさわしい紙となります。

三つ目は、写真の再現性が良く、文字が読みやすいということです。紙の光沢にもいろいろなタイプがあり、印刷前の白紙の光沢（白紙光沢）とインクが乗った部分の光沢（印面光沢）の2種類があります。旭川事業所で作る微塗工紙は白紙光沢と印面光沢の差が大きく生じます。差が大きいと、出版物の写真部にはインクが多く乗っているため光沢が上がり、白紙が多い文字部は光沢が低くなります。したがって、写真是再現性が良くなり、文字部は読みやすくなります。

ここまで、旭川1号マシンで作る紙の特徴を述べてきましたが、最後に教科書用紙特有の品質管理について紹介します。教科書用紙は一般の印刷物向けの用紙と比較してチリやダートと呼ばれる紙の表面にある微小な汚れを他の抄紙機よりも少なくできる体制で生産しています。小さなチリが小数点と間違われたりしないように、パルプに含まれるダートを極小化すべく除塵を強化し、抄紙工程の最後で表面に汚れが無いかチェックするカメラの感度も上げています。これにより一般の印刷用紙と比べて製品にならない規格外品が出る割合は高くなりますが、これも高品質の教科書用紙を生産する工場の使命ととらえています。

北海道工場旭川事業所は北の大地の豊かな恵みを生かし、高品質の紙作りをこれからも行っています。今回ご紹介したことをお手元の教科書の紙で今一度確認していただき、紙と紙作りへの理解を深めていただければ幸甚です。

かけ算九九がどのように教えられて来たか



滋賀県草津市立老子小学校教諭

伊藤 真治 / いとう しんじ

1962年10月9日生まれ。甲賀市立土山小学校、大津市立田上小学校、大津市立富士見小学校、草津市立山田小学校、滋賀大学教育学部附属小学校を経て、現在に至る。算数科教育の実践研究をはじめ、及川平治の研究、戦前の算術科教育実践の研究に取り組んでいる。論文としては、「明治末期のかけ算九九教授案に見られる共通点：教師の授業構想に着目して」滋賀大学教育学部紀要：教育科学60号、「明治末期から大正期における尋常小学一年の減法教授案：授業構想の共通点に着目して」滋賀大学教育学部紀要：教育科学61号等がある。

学校の先生方や保護者のみなさんは、算数・数学で扱う内容が、ずっと変わらないものとして昔から続いてきたと思っておられるかも知れません。

実は、そうではないのです。算数・数学で扱う内容は普遍的な価値を持っていますが、少しづつ変化してきています。

最近では、かさを表す単位(リットル)は小文字(ℓ)から大文字(L)へと表記を変えました。これは世界の基準にあわせて変わったのです。

では、かけ算九九にしほって、それがどのように変化して教えて来たかについてお話ししたいと思います。

1かけ算九九が45算しかなかった

下の図は1875(明治8)年に小学校で使われたかけ算九九を指導するための掛け図です。

現代とは表の書き方が
左右反対になっています
が、そのことには目をつ
ぶって、空欄があること
に注目して下さい。

これは、かけ算の九九が表にある45算しか教えられていなかつたことを示しています。 2×3 も 3×2 も計算の答えが同じなので、小さい数から大きい数を唱える「二サンガロク」で統一して教えていたということです。覚えるのが苦手な子どもは、九九の数が少なくて喜んでいたかも知れません。

2かけ算九九が81算になった

ところが 1925(大正 14) 年、国定教科書の中で九九は現代と同じ 81 算となります。ここで 81 算に

$$\begin{array}{r} 1524 \\ \times 3 \\ \hline 4572 \end{array}$$

81 算あれば 三四 12
三二 6
三五 15
三一 3 となる

した理由は様々ありますが、中心となったのは筆算への配慮でした。

これまでの九九の計算では、 1524×3 をすると、一の位は三四（サンシ）ですが、十の位は二三（ニサン）となって、いくつもの段の九九を考えなければならぬので大変です。しかし、81算あればすべて3の段だけですむのです。筆算にはこれが便利だとして九九を81算にしたのです。

しかし、問題はまだありました。これまでには、小さい数から大きい数を唱えるとしていたので、意味など考えなくてすみました。しかし 2×3 は二三(ニサン)と唱えるのか三二(サンニ)と唱えるのかということ、また 2×3 は 2 の 3 倍なのか、3 の 2 倍なのか、これをはつきりさせる必要がでてきたのです。

そこで、文部省は 2×3 を三三と唱えることとしたのです。つまり 2×3 は3の2倍といふ意味にしました。筆算の形式を尊重したのです。

これは教育現場を混乱させました。小学校の多くの先生方は、81算になるのは仕方ないけれど、せめて 2×3 は2の3倍で指導したいと考えました。

2×3=2+2+2で2の3倍ならば、子どもたちも九九の意味を捉えやすい、また、自分で九九の答えを見つけ学習していくのに都合がよいとして、文部省の方針とは異なる教え方を実践しました。

3 かけ算九九の唱え方が現代と同じになる

1935(昭和10)年、新しい国定教科書が発行されました。これは緑表紙教科書と呼ばれ、外国からも評価された優れたものです。この教科書の中で、 2×3 は2の3倍と位置づけられました。また、かけ算を教える順番も、それまでは機械的に2, 3, 4…の順だったのですが、5の段が子どもに理解しやすいということで、最初に教えるなど、順番が工夫されるようになりました。(現在は2の段の後に5の段、その後3, 4, 6…9となっている。)

さて、かけ算九九の指導を確立したのは、明治以来小学校の教師が培ってきていた九九の実践でした。かけ算九九は教師の意向が尊重された画期的な内容だということです。

もし、これが歴史や修身の内容であれば、文部省の意向に逆らって実践を続けることはできなかつたことでしょう。算数の内容が抽象的で普遍的な価値を持っているからできたこと思います。

たかが九九ではありますが、大きなドラマが存在していることを知るとおもしろいですね。なお乗法の意味は、以後も進化して変わってきます。あわせてお知りおき下さい。