

教室と教出を結ぶ

リンク



エゾヒグマの子（北海道斜里郡斜里町）

目次

■巻頭エッセイ

理科を意欲的に楽しく学ぶために…………… 渡部 英昭 2

■実践報告

理科における ICT 利用教育の実践…………… 奥田 宏志 7

■編集部からのお知らせとお願い…………… 11

理科を意欲的に楽しく学ぶために

— 小学校理科とのつながり —

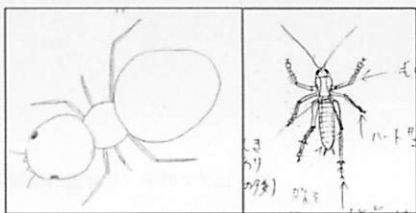
北海道教育大学教育学研究科 教授
渡部 英昭



はじめに

現在、教育学研究科高度教職実践専攻（通称、教職大学院）に所属しています。身近な素材の教材化、環境学習に関する実践、今流行りの言葉で言えば理科の教科内容学を専門としています。担当講義は学部では「初等理科」、「小学校理科実験」、大学院では「教科教育の実践と課題」、「教材の開発」などです。教育系大学に進学する学生の多くは高等学校で文系コースを選択しています。理科に身を置くものとして、もう少し理系コースを選択していた学生が増えることを望んでいます。

初等理科では特に観察・実験の重要性を説いています。下図左は観察しないで描いたアリです。4人の観察班の一押し作品です。下図



右のキリギリスは実際に実物を観察して描いたスケッチです。違いは一目瞭然です。

—ある日の、学生とのやりとり—

渡部：今日は、昆虫の学習。まず、アリを描いてみて

学生：なんでそんなことやらなきゃいけない（ブツツ）

（その後）

渡部：それではこれから、アリを捕まえにローン（芝生）に行こう。

学生：嫌だあー。（でも、しぶしぶ、外にでる）

学生：先生、いたあー。ピン、ピンセットを、はやく。

渡部：「・・・」

私の講義、順調なようですが、このような苦労話は山ほどあります。

中学校理科との関わりですが、20年ほど前から北海道中学校理科教育研究会（道中理でネット検索可）の先生方と一緒に勉強してきました。3年前に第56回全国中学校理科教育研究会北海道大会を開催しましたので、道中理の活動をご承知の方も多いと思われます。教授法、指導法、評価の観点など、現職の先生方から多くのことを学んでいます。

2006年から3年間、北海道教育大学附属札幌小学校の校長を務めました。この時に小学校理科の先生方からも多くのことを教えていただきました。小中教育連携の大切さは理科でも論を待ちません。この機会に小学校理科の視点から日頃私が感じていることをお伝えしようと思います。

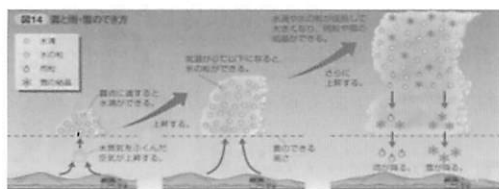
基礎・基本を大切に

理科の授業でいろいろなことを学んだのに、単純な間違いは往々にして起きます。子どもたちが間違いやすいところはどこか、それを防ぐにはどう指導すべきか、私たち理科教師の尽きぬ命題です。その例を二つ紹介します。

一つは水蒸気と湯気です。やかんに水を入れて熱すると、やかんの注ぎ口から数センチ先のところに白いものが見えてきます。子どもたちは「水蒸気」と言います。正確には「湯気」ですので、ただちに小学校の先生は正します。目に見えない部分が水蒸気で、それは私たちの周りにも存在しています。冷やし

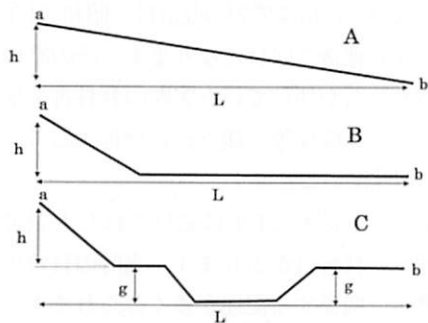
た水をガラスのコップに入れて、口をガラス板で覆います（これが肝心です）。やがて水蒸気が水滴となってコップの外側につき始めます。物質の三態の学習でも小学校での学習が基盤になっています。

下図は教科書「自然の探究 中学校理科2（教育出版）」のp.188に掲載されている雲と雨・雪のでき方です。左端に「水蒸気をふくんだ



空気が上昇する」と書かれています。ここで学生に問います、「乾いた空気と湿った空気、どちらが重いでしょう」。多くは「湿った空気」と答えます。教科書の記載が間違っているのでしょうか。「水蒸気を含んだ空気」を「湿った空気」と表現していますので、問いは多少ひっかけの要素を含んでいますが、湿った空気が重くては雨も雪も生じません。間違っている（=水は空気よりも重い）」と感覚的にとらえたことによるのでしょうか。正確に説明するには、アボガドロの法則が必要です。

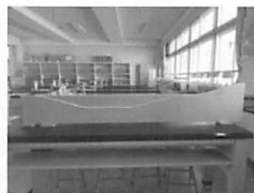
もう一つの例は物体の運動です。等速直線運動や斜面での物体の運動は中学校第3学年で学習します。大学生に下のような図を提示し、「3つの斜面で同時にaから球を転がすと、bに到着する順番はどうなりますか？」と問い



ます。「Aが最も速く、次いでB,Cの順。」「AとBが同時、Cが最も遅い。」「A、B、Cはど

れも同じ。」など実にいろいろな答えが返ってきます。もちろん理由も述べてもらいます。「Aが最も速い」と答えた学生の理由は、「a-b間の距離が最も短いから。」でした。

この問題は、7年前の北海道教育大学附属札幌中学校で開かれた研究大会の第3学年の理科授業で行った実践を参考にして作成しています。研究授業では、山岸陽一先生（現在、札幌市立真栄中学校）が生徒に予想させ、次に先生手作りの実験装置（写真は山岸先生提供）を使い、球を転がしました。球が最も速くb地点に到着するのは「C」です。（この実験の動画は、教育出版HP 中学校理科のページで見ることができます）



実際の授業では a-b 間のいろいろなポイントで運動する球の速度を測定し、なぜそうなるのか生徒同士で意見を出し合い、考察させました。この結果を説明するには、言うまでもなく等速直線運動、斜面での物体の運動を正しく理解していなければなりません。

学習内容の意味づけ

しばしば、理科嫌い、理科離れが強調されますが、「理科が好きですか？」の問いに対しては「好き」と答える子どもが圧倒的に多い。しかし、「理科の勉強が好きですか？」となると肯定的な答えは減少すると言われています。また、中学生の理科嫌いは勉強する価値が見いだせないことも一因と考えられています。

勉強する意味づけで最もわかりやすいのは日常生活との関連でしょう。医療や栽培技術等、科学・技術は私たちの日常生活に役立つというものです。しかし、これだけではありません。理科学習に特有の観察や実験という手法、さらに学びを通して得られる思考力や論理構成力も強調しなければなりません。

この夏、ヒッグス粒子とみられる新しい粒子が発見されたニュースは全世界を駆け巡りました。テレビや新聞等で大きく取り上げられたので記憶に新しいことでしょう。大発見といわれる一方で、「それが明日からの私たちの生活にどう影響するの?」といった問いもありました。自然界の美しさや巧妙さを感じることも大切ですが、これらを伝えるには困難が伴うことしばしばです。

小学校第3学年の理科の教科書を見てみましょう。そこにはいろいろな昆虫の写真や絵が載っています。授業で学生に質問してみました、「何で昆虫の体のつくりを学習しなければならないの?」。答えは、「子ども、特に男の子は虫が好きだから」「害虫や衛生昆虫(病原体を媒介するもの)がいるから」「虫には生活に役立つものもいるから」「身近にたくさんいるから」などでした。

小学校第3学年のB区分「生命・地球」は三つの内容から成っています。このうち昆虫に関する学習は、「身近な昆虫を探したり育てたりして成長の過程や体のつくりを調べ、それらについて考えをもつことができるようにする」と目標づけられています。学習指導要領解説理科編を熟読しても、「なぜ3年生の理科で昆虫を勉強するか」の答えは見出されません。

おもな理由は二つあります。

一つは昆虫類の多様性です。現在、地球上では約150万種の動物が知られていますが、そのうちの80万種以上は昆虫です。新種の発見率、熱帯域の生物多様性の研究から、現存する昆虫は数千万種にも及ぶと推定されています。形態、生態も多様性に富んでいます。陸上で大繁栄している分類群であり、私たちの身の回りに普通にいるので目につきやすい。もし私たち人間が水中生活者だったら、昆虫ではなく水中で適応放散を遂げたエビ、カニなどの甲殻類が教材となっていたかもしれません。

二つ目の理由は、比較観察です。理科学習の基礎は異なったものを比べ、相違点を観察・記録することから始まります。昆虫類には肉眼で共通点や相違点を見つけやすい外部形質がたくさんあります。理科の学びは二つの比較観察から条件統制の実験(マトリクス)へと深化します。

このように、すべての学習事項には学問的裏づけがあり、発達段階に応じたその後の学習内容との関連性もあります。系統性や順序性を考えるうえで参考になりましょう。

温故知新

新学習指導要領が、小学校では昨年4月から、中学校と高等学校(理・数)は今年4月から全面实施されています。

教育内容に関して、言語活動や体験活動、伝統や文化、道徳に関する教育の充実が主たる改善事項とされているのは周知のことです。

これを受けて理科の改善の基本方針として

- 1) 科学に関する基本的概念の一層の定着
- 2) 科学的な思考力や表現力の育成
- 3) 科学を学ぶ意義や有用性の実感
- 4) 科学的な体験、自然体験の充実

が示されています。

これらのことは、新しくいわれ始めたことではありません。この機会に少し理科教育の歴史を遡ってみます。「不易と流行」と言われますが、理科の変遷を俯瞰することで理科学習のコアが浮き彫りになります。

今回の学習指導要領の改訂は、昭和22年の試行から戦後7回目となります。その時代に子どもたちが使っていた実際の教科書を学習内容、単元構成等の観点から分析するのはとても興味深いことです。

手もとに昭和24年に発行された大阪書籍の理科の教科書があります。当時の日常生活に密接に関係する記述が多くみられます。例えば、伝染病や食品の衛生管理に関すること、洗濯物の干し方などです。恐竜や化石が登場

し、生物の進化にもふれられていて少々気負いすぎの感がありますし、学習内容の系統性や順序性に関して疑問符が付きそうですが、理科での学びの本質を見取ることができます。その小学校第6学年理科の教科書の巻末には、「みなさんのために」と題して以下のことが書かれています。

- 私たちがとりまく自然は、実にふしぎにみちあふれた世界です。ちょっと気をつける、ちょっと調べてみる。そうすると、はてしなくおもしろさが深まっていくものです。
- 私たちはいつも「なぜだろう。」と考えませんか。なぜか、と考えるところに理科の勉強の第一歩が始まります。
- 私たちは、理科の物知りに屋になるのではありません。すじ道のとおった考え方をもち、どしどし科学的に実行していける子どもになりたいのです。
- 私たちの生活は、科学の力でもっとすばらしく、もっとゆたかにすることができます。あなたは理科をうんと勉強してみようと思いませんか。

これらには環境についての学習、情報の収集など今日の課題は含まれてはいませんが、理科を学ぶ意味、問題解決に向け、理科を通して培う力、科学的な思考、論理的思考の大切さが包含されています。

同様に「研究のしかた」が12項目にわたって記述されています。それらの最初の言葉を列挙しますと、「問題をつかみます。」「くわしく計画をたてます。」「自分の力でやります。」「力をあわせてやります。」「記録をします。」「生物はかわいらがります。」「できるだけ深く調べます。」「こん気よくつづけます。」「よく考えて工夫します。」「本をよく読みましょう。」「進んで研究しましょう。」「わかったことは発表しあいましょう。」ですが、このうち「問題をつかみます」は授業の導入で意識する課題設定、「力をあわせてやります」は友達との学び合い、「発表しあいましょう」はコミュニケーション能力を意味しており、これらは今日の授業経営にも活かされています。

ぜひ一度、自分の専門とする教科の教科書をじっくりと眺めることをお勧めします。理

科の教師にとって学ぶべき事柄や優先性、時代を通した普遍性を実感、理解でき、「理科教育観」の形成につながることでしょう。

途上国から学ぶ

1997年から2006年まで国際協力機構(JICA)の技術協力プロジェクト「小学校理数科教育改善プロジェクト」をエジプト国で実施しました。

2007年からは同じくJICA委託で「初等理数科教授法プロジェクト」で世界各地のおもに途上国から理数科教育の研修員を受け入れてきました。JICAの事業の一つに人材育成があり、Education for All(万人のための教育)は特に重要視しているものです。概ね6週間の研修期間ですから、主として問題解決型の授業、身近な素材を使った教材開発についての講義と実習です。その後、附属学校の理数科教員とともに研修員の母国を訪問し、現地の小・中学校の教師と交流してきました。このような活動をフォローアップと言います。

どの途上国でも共通するのは教育予算が限られていることです。しかし、身近な素材を利用して教材を作成し、授業で活用しようとする熱心な先生方がおられます。サモアではホームセンターに出かけ、棒やクリップを購入し、てんびんを作成しました(右図)。「子どもにとってわかりやすい授業を」と願うのは、どの国の教師も同じです。

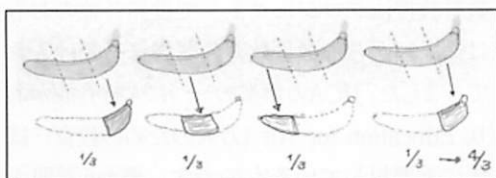


フォローアップ訪問が困難な国も多数あります。ナイジェリアもその一つです。ナイジェリアからの研修員であるチクマ先生は帰国後に校内研修会を企画しました。

チクマ先生から授業づくりについて相談されたので、JICAと世界銀行の海外通信回線をお借りして、TV会議システムで指導を行い

ました。下図は本邦研修中、「算数でも頭の中だけで考えるのではなく、具体物を用意すると算数が苦手な子どもの思考に手助けになる」と習ったチクマ先生の算数の指導案の一部です。仮分数の導入部分でした。彼のチームが考えた指導案ではバナナを用意しました。

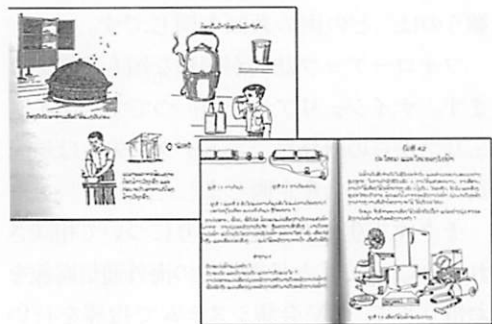
「バナナを4本用意し、3人で分けます。1本のバナナを等しく3分の1ずつに切り、カットされたバナナ片を一人4個とります。3分の1のバナナ片が4個だから3分の4(⅔)」。



発想は素晴らしいのですが、何か違う。そうです、「4本のバナナを3人で分けるには、子どもたちはまず1本ずつとり、残りの1本を3等分して分ける。そうすると一人あたりのバナナは1と3分の1。これでは帯分数!。これではいけません。通信回線を利用して、検討はさらに続けました。

仮分数の導入に、皆さんなら何を使いますか? 指導にあたった算数教育の専門家のアドバイスは「紙テープを使うとよい」でした。

途上国の理科の教科書を調べていると、いくつかの共通点が見出されます。その一つは学習事項が極めて多いことです。日本では1961年から10年間の系統学習の時代とよばれている教科書のように。下図はラオスの小学校の理科の教科書 (World Around Us) です。



生水は飲まない、手洗いの励行、直列と並列つなぎ、電化製品など、ラオスの子どもたちがどのようなことを学んでいるかおおよそ想像できましょう。

1947年から1957年までの生活単元学習とよばれるかつての日本の教科書とよく似ています。ラオスにはフォローアップで3回訪れました。授業力向上のためには、自分で授業の構想を練る不断の努力も大事ですが、他の先生方に授業を観ていただくこと、他の先生の授業を観察させていただくこと、そして参加者全員で検討することに尽きます。

民族性もあって、検討会では発言しにくいケースもあります。その場合の方策、検討会の進め方も指導しています。

JICAの教育協力事業を通し、私は教育の素晴らしさを改めて認識しました。いろいろな課題があっても日本の組織された学校、整備された教室、質の高い教科書など、恵まれた学習環境への有難さも実感できました。先輩方のたゆまぬ努力の恩恵です。同行した附属学校の先生方も同じ感想を持ったようでした。

最後に

70年代から依然として続いている理数科離れ、近年のPISAやTIMSSの調査結果で明らかになったPISA型読解力、科学的リテラシー、理数科の学力低下など、解決を迫られている課題があります。私は、このこと以上にTIMSSの中学2年生を対象とした理科学習の重要性に関する問いで、日本はいわゆる先進国でありながら「理科は日常生活に役立つ」と答えた割合が半数を少し超す程度で、国際平均以下であることを問題視しています。誰でも得手不得手があります。たとえ理科の試験問題ができなくとも、「理科は面白い」と答える生徒、「理科は生活を支えている」と思う生徒を増やしたいのです。そのために理科教育に携わる私たち全員が協働し、皆で知恵を出し合っていきたいものです。