

理科教育において求められる

「総合教育力」

大阪府教育センター 指導主事 田辺 久信

1. はじめに

昨年12月に、OECD(経済協力開発機構)「生徒の学習到達度調査」(PISA)とIEA(国際教育到達度評価学会)「国際数学・理科教育動向調査の2003年調査」(TIMSS2003)の調査結果が相次いで報告された。PISAは高校1年生が対象で、今回は、数学的リテラシーを中心に調査が行われ、読解力と科学的リテラシー、問題解決能力についても調査された。その結果、日本の子どもたちは、前回調査と比較して特に読解力の低下が目立った。TIMSS2003は小学校4年生・中学校2年生が対象で、算数・数学及び理科の教育到達度を国際的な尺度で調査したものである。その結果、理科同一問題の平均正答率は、小学校・中学校とも前回調査より下回っていた。両調査結果に共通する点は、日本の子どもたちがこの3年間で他の国々よりも点数が下がっているということである。しかし、点数の結果よりも重要な問題点が2点これらの調査からうかがえる。

1点目はPISA読解力の調査に現れているが、前回調査よりも、点数の低い子どもたちの層が増えているということである。つまり、できる子とできない子の2極化がさらに拡大されていることである。2点目は、TIMSS調査の子どもたちの意識調査の中で見て取れる。具体的には、「理科の勉強が楽しいと思うか。」という質問に対して、「強くそう思う」と答えた子どもが、小学校4年生で45%、中学校2年生で19%と国際的にも大変低いレベルであった。また、中学2年生において「希望の職業に就くために理科でよい成績を取る」の調査項目では「強くそう思う」または「そう思う」と答えた子どもの割合が39%で、国際平均値の66%よりも27ポイントも低く国際的に見て最低のレベルであった。また、「理科の勉強への積極性」「理科の勉強に対する自信」の調査項目においても国際的に最も低い値であるという結果が出た(*)。つまり、これらの結果から見て分かるように、子どもたちが学習に対する目標を見失っていたり、学習に対する関心・意欲の低下が現れていたりすることである。

国際的な比較をすると、それぞれの国のそもそももっているバックグラウンドで違いがあると思われるので点数だけでは何とも言えないが、日本の子どもたちの結果に特徴的に表れているできる子とできない子との差や、学習意欲の低下は何が原因なのだろうか。大目に見ると、高校1年生は受験が終わった直後ということもあり学習意欲の低下があるのかもしれない。しかし、そのような単純な問題ではない。ただ言えることは、少なくとも子どもたち自身の問題だけでないのは確かである。つまり、子どもたちに学びの喜びや目標を十分に伝え切れていない長年行われてきた学校教育、ひいては受験競争をあおるような社会全体の問題なのかもしれない。

そのような状況の中で、ここでは、今回の総合学力研究会の学力調査では取り上げなかった、「理科教育」の現状と、そこから見えてくる子どもの「総合学力」形成のための「総合教育力」の方策を考えてみたい。

2. 「教師の指導力」と理科教育

① 教師の指導力の現状

どの教科でも同じではあるが、理科教育にとっての基本は授業である。授業において必要なことは、授業を通して子どもたちにつけさせたい力を明らかにし、その力を形成するための授業展開を考え、結果として、子どもたちに目標とする「学力」をつけさせることである。

先日、大阪府教育センターでの小学校「理科」の初任者研修で聞いてみて驚いたことがある。大学の時

代に専攻していた教科を聞くと、「理科」と答えた人は、一割にも満たないのである。大学では教科教育の必修の単位は必要であるので、理科の授業そのものは少なからず受けているが、今の教員免許法では教科の必修単位数が40単位から20単位と減少している。それぞれの教科ごとにすれば、最低2コマの教科に関する単位を修得すればよいことになる。当然、理科を専攻していない先生、特に文系の先生では、理科は最低の単位しか取っていないことが多いであろう。その結果、なんと理科の物理領域に関していえば、中学校以来勉強していないという初任者の先生が



教員研修の一コマ

ほとんどだったのである。このことは大きな問題ではないだろうか。例えば小学校での物理領域といえば、「振り子」や「物体の衝突」あるいは「電磁石」などの単元がある。これらの単元は小学校の理科の中でも内容の難しい単元の一つである。その上、指導する先生方の専門的な知識が少ないと、自分で教材の工夫や学習指導計画を立てることは大変であろう。ましてや、それぞれの単元で子どもたちにつけたい力を考えた授業展開だとか、理科の中心である「実験」「観察」を取り入れた授業づくりにまでなかなか及ばないと思われる。結果として、教科書の内容をそのまま子どもに伝えるだけの授業となり、子どもたちに理科の本来のおもしろみを伝えきれない授業になってしまう。

また、最近では高学年において理科専科の先生が導入されている学校も多くなっているために、理科の授業を考える機会さえなくなっている先生も多い。このような状況では、先生自身に理科の指導力がつきにくくなり、ますます理科の苦手な先生が増えることになる。理科の苦手な先生に教えてもらった理科の授業から、当然、理科好きの子どもは生まれない。理科離れ、理科本来のおもしろみを見つけることのできない子どもたちが多いのは、このような状況が原因の一つにある。

それを解決するためには、先生方も積極的に研修に参加することが必要であろう。事実、大阪府教育センターで行っている小学校の理科研修は大変需要が多い。大阪府教育センターの「小学校理科研修」は最近では定員オーバーで、せっかく研修を申し込んでも受けることができない先生も多い。このような先生自身の指導力の向上を目指す姿勢が、今後はますます必要になってくる。

② 「実験」「観察」と学力

小学校でも中学校でも、最近、理科の授業に「実験」「観察」を取り入れることが多くなった。教科書の内容も解説よりも「実験」「観察」に多くのページを割いている。しかし、「実験」「観察」を取り入れているいろいろなことを体験する学習は重要であるが、一方で、子どもにどの様な力がついているのかが把握できていない場合が多い。例えば、「実験はおもしろかった。」けれど「何をやっていたのかわからない。」ということが往々にしてある。これは、「実験」「観察」さえやっていれば子どもが活動しているように思い、「実験」「観察」を通してどの様な力をつけさせたいのかをはっきりさせていないからである。例えば、中学校の「電流と回路」の内容で、「回路での電流の流れ方」を調べる実験を行うとき、並列、直列回路を作る事を目的とするのか、回路の種類の違いによる電流の流れ方の違いを調べることを目的とするのかで実験の内容や方向性も違ってくる。教師側がねらいを明確に定め、それぞれの実験や観察でつけたい力を子どもたちにもはっきり示して授業を展開する必要がある。それにより、子どもたちにも実験や観察の意味が明確になり、ただ楽しいだけの実験や観察ではなく、目的を持って実験や観察を行うことにつながっていく。そして、そのような実験や観察を行うことでねらいに応じた学力が身についてくるようになる。今までは、実験さえすればという感覚がどこ

かであったように思われる。

③ 個に応じた指導

目的を明確にした実験を行い、授業でその目的を子どもたちがきちんと達成できているかを確認し、子どもたち一人ひとりの学習を成立させることが、理科における「個に応じた指導」になる。具体的には、その時間での課題が、子どもたちにとって自分のことになっていなくてはならない。そのためには、まず、導入における課題意識の形成が必要である。さらには、先生が講義するような一斉型詰め込み授業でなく、子どもたち一人ひとりが活動する場を設定すること、そして、その時間で学習が成立したのかを確認するような形成的評価場面が必要であろう。形成的評価の方法としては、実験で使ったワークシートやノートなどの点検が考えられる。ワークシートやノートの中に自分の考えや意見が現れていたり、周りの友だちの考えや意見をもとに新たな自分の考えが生まれていることで、その子どもたち一人ひとりの学習が成立しているかどうかが分かるのである。今の授業で足りないのは、このような形成的評価の場面であり、このような授業の在り方が「個に応じた指導」の授業展開である。

どちらかと言うと、今までの授業は教えっ放しであった。だから、子どもたち一人ひとりにどのような学力がついているのかを確認する場面はほとんどなかった。教える内容が多く、一人ひとりの学習の成立を確認するところまで行かなかったこともある。しかし、学習内容も削減された現状においては、学習の量よりも一つひとつのことが確実に子どもたちに定着するような授業づくりを考えることが必要である。そのような授業づくりが今の先生に求められている。それが「教師の指導力」につながっていくのである。

3. 「家庭の教育力」と理科教育

大阪府教育センターでは、昨年度から秋に「楽しい科学体験教室」を行なっている。内容は、物理・化学・生物・地学のそれぞれの分野で、普段、学校では行えないような実験を親子で体験していただくというものである。募集定員をオーバーし、抽選にしなければならないほどの人が集まっている。当日は、親が子どもよりも積極的なところや、子どもが一生懸命ものづくりに集中しているのを目を細めて見ているお父さんがいたり、手前みそではあるがとても有意義な時間を過ごしていただいている。体験教室の後で採るアンケートの中にも「誰かがしている実験を見るだけでなく自分たちでもものづくりができて、大変満足しました。」など、ものづくりを実際にできたということが好評であった。最近、同じような催しが科学館、大学、各市町村などで行われ、どこの会場でも大変盛況である。このように、いろいろな機会を利用して、子どもに科学に触れさせることは、学びの基礎力にあたる「体験活動」として大変有効なものである。また、学校では、費用の面や人材の面においてなかなかやりたくてもできない実験が多くあるが、このような機会に普段学校ではできないような実験に触れることで、新たに科学に対する興味・関心がわき、学校の授業にも積極的に参加できるきっかけとなる。


家庭の教育力では、まず、基本的な生活習慣や学習習慣を形成することが重要である。家に帰ってまず宿題をやり、そして、毎日の復習をやる事で学習習慣が自然と身についてくる。最近では多くの家庭で塾に通わせているが、塾の弊害はともかく学習習慣を身につけるという

観察・実習

大阪府教育センター理科実験室で次の実験・観察を行います。

科学体験教室1
(午後1時～午後2時、1または2のどちらかを選択)
①モンゴル産の岩塩から透明な結晶をつくらう
②オタマジャクシの殻についている心臓を見よう

科学体験教室2
(午後2時30分～午後3時30分、3または4のどちらかを選択)
③超音波スピーカーやエコーマイクをつくらう
④化石を見つけよう



企画・催し物

- ★天体望遠鏡を使った観望会
午前10時30分から午後4時までの間に5回に分けて行います。
(1回約30分程度。当日、各回、先着順に15名)
- ★大阪府学生科学賞作品展
大阪府内から選ばれた夏休みの自由研究などが展示されています。

2004 楽しい科学体験教室

小学4・5・6年生対象

10月23日(土)
午前10時～午後4時

参加費 無料


対象 小学4、5、6年生(大阪府内在住)。(保護者の引率が必要)

申込み締切 9月24日(金)。各テーマ、定員30人を越えた場合は抽選。

申込み方法 児童一人ごとに往復ハガキで、「楽しい科学体験教室申込書」と明記し、(1)児童名、学校名(学年) (2)児童の連絡先、郵便番号・住所・電話番号 (3)保護者名 (4)参加希望のテーマ番号を記載し、お申し込みください(複数のテーマを希望の場合は、希望順位を付けてください)。

10月8日(金)までに参加の可否をお知らせいたします。

申込み・問い合わせ先
〒558-0011 大阪市住吉区高田4丁目13番-23号
大阪府教育センター 教科教育部
「楽しい科学体験教室」係 TEL 06-6692-1882



親子実験教室掲示用ポスター

意味では一つの方法かもしれない。しかし、理科に対する興味・関心を高め、自分から進んで学習する姿勢を養うためにはそのような学習習慣だけでは難しい。

義務教育における理科の教育目標は、学習指導要領にも示してあるように自然を愛する心を養い、自然や身のまわりの出来事に対して科学的な見方や考え方を養うことにある。目標実現のためには、学校だけでなく、日常生活の中でもそのような機会を持つことが重要になってくる。そのためには、一つは、できるだけ多く自然に触れるような機会を設けることである。先に示したような、科学の体験教室に参加したり、キャンプ、ハイキング、潮干狩りなど、自然の中での活動を行う機会を積極的に家庭でも設けることが必要であろう。もう一つは、家に帰っても塾や習い事でスケジュールがびっしりという子どもが多い。そんな中で、ふと立ち止まって何かを見つめるような時間を設けることである。例えば、空を見上げて雲をじっと眺めているだけでもいい、その動きから普段気づかなかったようなことが見つかるかもしれない。都会では「光害」でなかなか見ることもできなくなっているが、星をじっと眺めているだけで何か気づくことがあるかもしれない。そのようなゆとりある時間を設ける事も必要である。理科における「家庭の教育力」の大切な点は、家庭での多くの「体験」と「ゆとりある時間」であると思われる。その結果、自然や出来事の不思議さを肌で感じることができ、理科に対して積極的に取り組む姿勢が生まれてくる。

昔の子どもたちは、ザリガニやメダカ、カエルを見る事は当たり前だった。しかし、今ではメダカやカエルは絶滅が危惧されるようになってきている。放っておいても自然にあふれていた時代とは明らかに違っている。家に帰るとゲームやコンピュータなどのバーチャルな世界になれてしまい、感動することや驚くことが少なくなってきている子どもたちに、自然の不思議さや感動を体験する機会を意識して設けていくことが、理科における「家庭教育力」で一番必要なことではないだろうか。

4. 「学校の経営力」と理科教育

① 「天動説」と「地動説」

昨年9月の日本天文学会で小学生の約4割が「太陽は地球の周りを回っている」と思い、3割は太陽の沈む方角を答えられないという報告が、国立天文台の縣助教授らによって報告された。今の学習指導要領では、小学校3年生で「日なた」と「日陰」を比較する中で「太陽の動き」を学習する。それまで子どもたちは、太陽は知っていてもそれをじっくりと観測した経験はほとんどない。これが先ほど述べた、「立ち止まってじっと見る」ことである。この単元の授業の前に太陽の動きについてある小学校で採ったアンケート結果では、「太陽は突然現れ、適当に夜になると消えていた」と思っている子どもも多いた。しかし、観察を続けると、太陽は規則正しい動きをしていることを知る。だいたいいつも同じ方向から出てきて同じ方向に沈んでいくのである。ここではじめて太陽の昇る方を東、太陽の沈む方を西と理解することになる。じっくり一つのを時間を追って観察することで、そのことで今まで気づかなかったことがわかってくる。小学校4年生では同じような内容について、「月」と「星」について扱う。ここでも観察を通じて、月が絶えず動いていること、星の明るさの違い、星座の形がいつも変わらないことなどを時間と関係づけながら学習する。この内容を見てもわかるように、地球から見た天体の動きを自らの体験を通して学習するので、地動説に結びつくようなことは学習していない。ところが、中学校の教科書を見ていると、挿絵や口絵の部分にもうすでに学習してきたように太陽系の図があり、太陽を中心に惑星が回っている様子を示している。実際には中学3年生で、天体の日周運動や四季の星座の移り変わりなどから地球が自転や公転をしていることを学習する。ところで、小学校や中学校の先生は、天体の学習がこのように展開されていることを十分認識されているのだろうか。つまり、小学校の先生は中学校の学習指導要領あるいは教科書を、中学校の先生は小学校の学習指導要領あるいは教科書を見ているのかどうかということである。もし、見ているのであれば、どの様に学習を進めれば、天動説的な見方から地動説につながるかといった授業展開の工夫があってもおかしくない。その結果、このような子どもたちの誤った認識が形成される状況も少しは改善されるのではないだろうか。小学校と中学校では、ほとんど教科間の交流がないのが現状なのである。

② 小・中学校連携と理科教育

最近、小・中学校の連携が、「開かれた学校づくり」のキーワードの中でよく行われている。そのような研究授業に行く小学校の理科の授業を見た中学校の先生は、「小学校ではこのような内容まで教えているのか。」「小学校の授業を初めて見て、学ぶことが多かった。」などの感想を、逆に中学校の授業を見た小学校の先生は、「中学校でこのような授業展開をしているのなら、小学校ではもう少しそれに合わせた授業を考えないといけない。」というような感想を口にされる。この感想からも分かるように、教科指導においては小学校と中学校の連携はほとんど見られていなかったのである。

その上、来年度から小学校では新しい教科書が導入され、発展的な学習の扱いが多くなっている。小学校6年生の「電磁石」を例にあげると、新しく導入されるどの教科書にも発展的な学習のものづくりの例として「クリップモーターづくり」が出ている。このモーターづくりは中学校2年生の電流のはたらきのところで扱われている内容と一致するのである。このことを知らずに中学校で授業を展開すると子どもたちが「小学校と同じ事をやるの。」という具合になってしまう。知らないのは先生だけでは困ったものである。つまり、小学校、中学校がお互いの学習内容を知ること、子どもたちにとってより系統的な学習が可能になってくる。さらには、子どもの学力向上にもつながってくる。

今まで行われていた小・中学校の連携と言えば、多くは生徒指導、特別活動的なものであった。合同運動会や発表会などがそのような例である。義務教育9年間で子どもを育てるという視点に立てば、特別活動のみではなく、教科教育での連携も当然必要である。その点を考えて最近では、小学校の先生が中学校に、あるいは中学校の先生が小学校に教科の指導に行く「いきいきスクール」という取り組みが大阪でも行われている。また、写真は大阪で行われている小・中学校連携の取り組みである「小中合同授業」の様子である。この授業は、小学校6年生で行う「水溶液の性質」と中学校1年生で行う「水溶液の性質」の単元をリンクさせ、小学生の疑問に中学生が実験を行いながら答えるという内容で行われている。小学校・中学校において単元におけるねらいは違うが、中学生が小学生に指導するという授業形態の中で発達段階に応じた学習の成立を目指している。子どもたちにとっては、小学生は先輩に教えてもらうということで学習に新鮮みが生まれ、逆に中学生は、後輩に教えなければいけないということで自分自身の学習状況の再確認につながっている。小・中学校の教科連携における一つの方向性を示す、すばらしい実践である。



小・中合同授業風景

この実践事例のように、これからはますます、小学校、中学校の教科教育における連携が、子どもたちの学力向上に向けて重要なポイントになっていくであろう。

③ 「開かれた学校づくり」と「学校経営力」

理科のみならず、教科教育における小・中学校の連携は「学校の経営力」として学力向上のための重要なポイントである。また、中学校においては学校内での他教科との連携も大切なポイントとなる。いつ、どの様な場面で何を学習しているのかをお互いの教科が把握することで、他の教科で習ったことが、自分の教科での基礎となっていることもあるし、逆に自分の教科で習ったことを踏まえて他の教科の学習に望むことにより、より興味・関心が深まることもある。中学校では今まで教科の壁が案外高かったのである。

そのようなことを踏まえると、学校全体で透明性のある教育課程を編成することが、重要なポイントになる。また、小・中学校にまたがったカリキュラム編成も必要であろう。各教科、他校種との学習内容が有機的に結びつき、それを土台として、自分の学年、クラス、教科でどの様な単元計画、授業展開が必要なのか

を考えることが、学校全体での学力向上の取り組みにつながる。さらに発展して、教える内容、発達段階は違っても義務教育9年間で育てる子ども像が繋がっていることも、子どもたちの学力向上に結びつく大きな要因であろう。今までは、学校といっても一個人の先生の努力で成り立っていたところが大きかった。これからは、学校や地域全体での教育という視点が必要になってくる。

5. 理科教育と「総合教育力」

「教師の指導力」「家庭の教育力」「学校の経営力」の3つの観点から、理科における学力向上の方策を考えてみたが、この3つの観点到に優劣があるわけではない。大切なことは、この3つの観点がうまくリンクすることである。そのキーワードになるのが、「開かれた学校づくり」と言えよう。「開かれた学校」というのは、物理的に開かれたことを言うものではない。「風通しのいい学校」、あるいは「透明性のある学校」とたとえられるように教育課程だけでなく、学校にかかわること全てに対して説明責任を果たすという意味である。最近では、「外」に開かれた学校づくりは結構進んでいる。例えば、理科の授業で地域のJRの駅や電車を素材にし、小学校3年生の「磁石の利用」で改札機の見学、小学校4年生の「電気のはたらき」では信号機、小学校5年生の「ふりこ衝突」ではふりこ車両など(*ii)を取り入れている例や科学館の人たちにゲストティーチャーとして来ていただき、講義や出前授業をさせていただいている例なども多い。そのような授業を展開するときは、保護者の方々にも連絡し、参観授業や公開授業としているところもある。また、学校のホームページに学校教育目標やカリキュラムなどを公開し、学校の教育方針を明確にしているところも多い。外に向けて風通しのいい学校にすることにより、学校の子どもに対する責任が明確になる。また、地域や保護者の方々の協力も得やすくなる。学校での授業や行事がいつでも見に行ける状態であれば、気軽に学校に足を運ぶこともできる。そのようになれば、物理的にも外部の人が学校に出入りするようになるので、当然、危機管理マニュアルをきちんと設けておく必要もあるが、それ以上に学力向上に向けての環境が整ってくる。しかし、もう一つ大切なのは、「内」への「開かれた学校づくり」である。大阪府内の小学校では、ほとんど全ての学校で研究授業が実施されている。中学校でも増えてはきているが、教科の違いなどからまだまだなところが多い。授業の質を高めるための方策の一つが、研究授業である。先生方が授業を広く見せ合うことは、授業の質を向上させるためにも重要である。他の教科であってもその授業での子ども様子や授業展開の特徴から、自分の授業に活かせるところはいっぱいある。また、焦点を明確にした授業研究も大切である。最近では、「評価方法」や「子どもの学び」に焦点を当てた授業研究も進んでいる。そういうテーマであれば、教科の壁が大きい中学校でも研究授業が行える。「外」「内」にかかわらず、「開かれた学校」にすることが、子どもたちの学力向上に重要な要素になることは間違いない。

6. 終わりに

PISA や TIMSS の結果を受けて、文部科学省では今までの「ゆとり教育」の考え方を改めようとしている。方策として、総合的な学習の時間を見直し、教科の時間を増やすことが考えられている。しかし、問題点は点数が下がったことよりも、子どもたちの学習に対する意欲や関心が下がってきていることにあると思われる。特に中学校では、今までと同じような受験中心の教え込み授業のまま授業時間を増やしても、勉強に対する意欲や関心が減少する事はあっても増加するとは思えない。これからは、学習の量よりも質が大切である。学校では、子どもたちに義務教育9年間でつけておきたい力は何なのかをはっきりさせ、それを達成するためにはどのような教育課程、授業を展開することが必要なのかをしっかりと検討し、地域や家庭では、学習習慣を確立するだけでなく、学習に興味・関心を持つための機会を多く設け、お互いに風通しのいい関係を作る。それが、「総合教育力」として、子どもたちに働きかけることになる。

* i 国際数学・理科教育動向調査の2003調査 国際比較の概要(文部科学省、国立教育政策研究所)

* ii 理科の教育(2004/vol.53通巻623号p23~28)