

これからの理科教育

文部科学省初等中等教育局教育課程課 教科調査官 田代 直幸

平成20年1月17日に、中央教育審議会から答申が提出された。答申に書かれている内容に基づきながら、これからの理科教育についての見通しを述べる。

[キーワード] 中央教育審議会 答申 新しい学習指導要領 理科教育

はじめに

平成20年1月17日に中央教育審議会より「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領の改善について」（答申）が提出された。この答申に基づいて、学習指導要領の改訂に向けての作業が大詰めを迎える。

この機会に、新しい理科教育がどのようになっていくかという方向性について、学習指導要領の改訂の観点から述べたいと思う。

全体の構成を、新しい学習指導要領の特殊性、理科教育の現状と課題、理科で育てる読解力、学習指導要領の動向の4つに分けて、この順に沿って述べることとする。

1 新しい学習指導要領の特殊性

(1) 教育基本法の改正

学習指導要領の根拠法となるのは、学校教育法である。今回の改訂では、平成19年6月に学校教育法が、平成18年12月にはその上位法である教育基本法が改正されている。根拠法が改正されているので、その改正の趣旨に基づいた学習指導要領が作成されることとなる。

(2) 学力の要素

また、学校教育法の第30条2項には、国として学力の要素を明確に示している。そこには、次のように書かれている。

前項の場合においては、生涯にわたり学習

する基盤が培われるよう、基礎的な知識及び技能を習得させるとともに、こ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、表現力その他の能力をはぐくみ、主体的に学習に取り組む態度を養うことに、特に意を用いなければならない

学習意欲を喚起し、基礎的な知識や技能の習得を図りつつ、その上で求めるべき思考力、判断力、表現力等の能力をはぐくみ、生涯にわたり学習するための基盤を養うことが示されているのである。

今回の学習指導要領は、新しい法規のもと作成される最初の学習指導要領となる。

2 理科教育の現状と課題

平成20年1月17日に中央教育審議会から提出された答申にも記載されているように、教育課程実施状況調査、国際調査のデータや各種の調査などから、理科教育の現状と課題が示されている。今回は、以下に示す4点を中心に解説する。

理科の大切さが伝わっていない
自然体験や生活体験が不足している
基礎的な知識・理解が十分でない状況がある
科学的な思考力・表現力が十分でない状

況がある

(1) 理科の重要性の認識の欠落

まず、理科の大切さが伝わっていないという課題について述べる。図1、図2は平成15年度に実施した教育課程実施状況調査の質問紙調査の結果である。図1では「当該教科の勉強が好きだ」に対して肯定的に回答した児童生徒の割合を示したものである。この結果を見ると、理科の勉強が好きだと回答した児童生徒の割合は、他の教科に比較しても高いことがわかる。一方、図2は「当該教科の勉強は大切だ」に対して肯定的に回答した児童生徒の割合である。他の教科に比べて理科で低くなっていることがわかる。このように義務教育段階の児童生徒は、理科の学習に好感をもっているが、その重要性の認識は低いととらえることができる。これが現在の理科教育の課題の一つである。

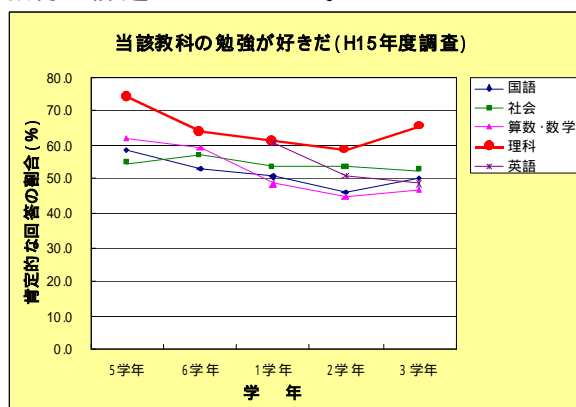


図1

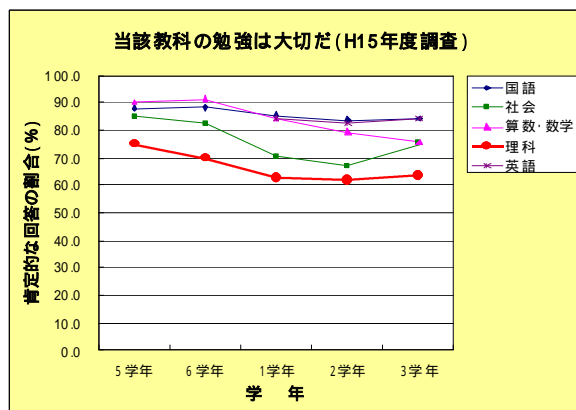


図2

(2) 自然体験の不足

次に、「子供たちの自然体験・生活体験等に関する調査研究」(青少年教育活動研究会)、「子どもたちの体験活動等に関する調査研究」(川村学園女子大学子ども調査研究チーム)によれば、下記のグラフのように昭和59年と平成16年を比較すると、子どもたちの自然体験の割合が大きく減少しているのがわかる。たとえば、「日の出や日の入りを見たことがない」と回答した子どもの割合は19.7%から50.7%に増えている。日の出や日没のように見ようと思えば見ることが可能な体験でも、実際にはなかなか行われていないのが実情である。

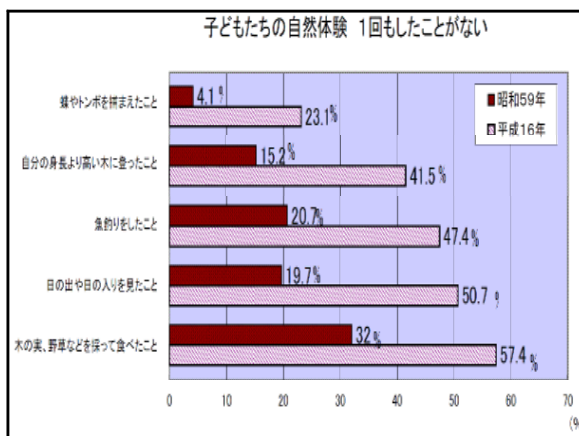


図3

(3) 基礎的な知識・理解に課題

第3には、平成15年度教育課程実施状況調査のペーパーテストの結果からは、中学校においては、「物質の状態変化や化学変化における質量の保存」や「植物の生活と種類」などの内容について基礎的な知識・理解が十分ではない状況があった。

(4) 科学的な思考力・表現力に課題

第4には、TIMSS調査やPISA調査などの国際調査の結果からは科学的に解釈する力や表現する力に課題がみられることも示されている。日本の生徒は記述式問題においても国際的には比較的よい成績を修めている。しかし、選択式問題の正答率の高さやその国際的な位

置付けからすれば、記述式問題は相対的に弱いことがデータに示されている。実際、記述式問題においては、正答率が高い問題でも無解答の割合が高い傾向がある。科学的な思考ができているのに書けないのか、科学的な思考ができているのに書けないのか、科学的な思考ができていないので書けないのか、厳密な分析はできていないが、科学的な思考力・表現力に課題があることは間違いがないだろう。

である。以下にその概念図と3つの目標を示す。

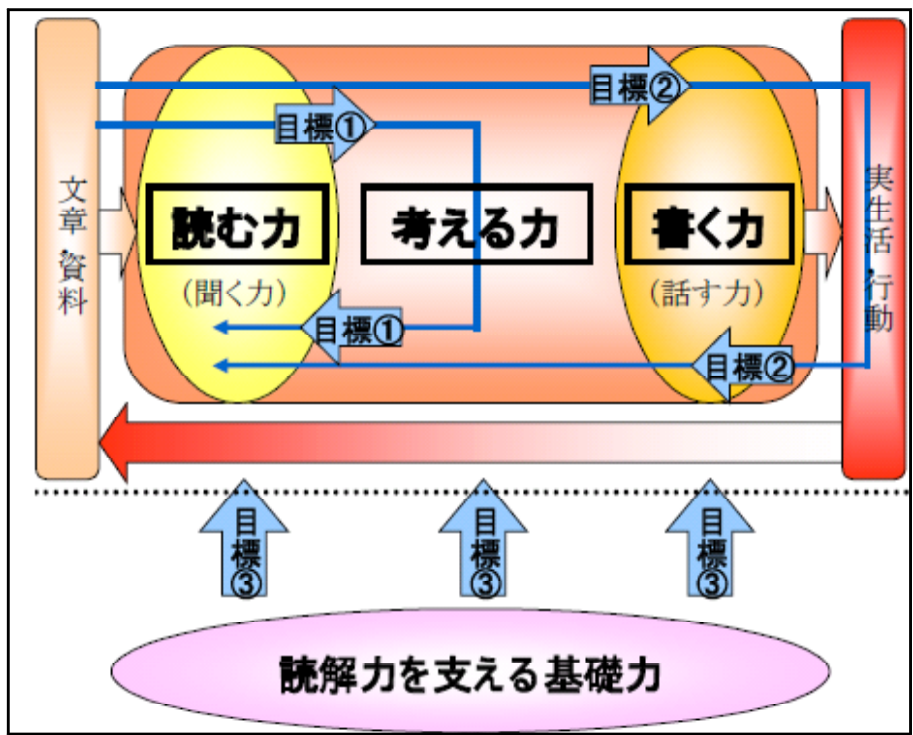
この読解力向上プログラムをそのまま理科教育に当てはめることは難しい。理科教育には理科教育の目標があり、読解力を育成するためだけに理科の教育を行うわけではない。しかし、今後の授業実践を行う上でも、意識しておくことが重要と思われる4つのポイントをあげておきたい。

3 理科で育てる読解力

(1) 読解力向上プログラムと理科教育

2で述べた理科教育の課題を解決するためには、実施できる方策がいくつか考えられる。しかし、今回の改訂で重視されると考えられる言語活動の充実に関連させて考えれば、理科教育における読解力というものも想定しておく必要があると考えられる。読解力については、PISA調査における読解力（Reading Literacy）の低下を受けて、国として読解力向上プログラムがすでに進行しているところ

自然の事物・現象をきちんと記述させる結果と考察を書き分けられるように指導する
 多面的な見方を育てる指導を充実する
 論理的でわかりやすい文章の書き方を指導する



目標①：テキストを理解・評価しながら「読む力」を高める取組の充実
 目標②：テキストに基づいて自分の考えを「書く力」を高める取組の充実
 目標③：様々な文章や資料を読む機会や、自分の意見を述べたり書いたりする機会の充実

図 4

(2) 自然の事物・現象を記述させる

まず、第1のポイントとして自然の事物や自然現象をきちんと記述させるということが大切である。読解力向上プログラムの概念図では、読み取る対象（テキスト）として「文章・資料」があげられている。理科においては、文章・資料の中にグラフや表などが含まれることは当然として、自然の事物や自然現象も読み取る対象として想定されるべきであろう。思考するためには、前提として適切な読み取りができていなければならない。しかし、実際の授業においては意外にここが軽視されていることが多いのではないだろうか。

教師は岩石や動植物の実物を見せることに力を注ぐ。また、手の込んだ演示実験を生徒に見せる。あるいは、生徒実験を実施する時間を設定する。どれも重要な取組である。しかし、問題なのは、提示された自然の事物や自然現象が生徒にどのように読み取られたかである。そのことを把握するためには、発言させたり、書かせたりすることが必要となる。一人一人の生徒にたいねいに対応するのであれば、記述させるのが一番適しているだろう。科学的な思考をさせる前提として、自然の事物・現象をきちんと生徒に記述させることがもっと重視されるべきである。

(3) 結果と考察を書き分けられるように指導する

第2のポイントとして、結果と考察を書き分けることを生徒に定着させていくことが重要と思われる。国際調査において、「なぜそう考えたのかという理由」を問う設問で、出題者側としては結果に基づいた「考察」を期待しているところで、日本の生徒は「結果」のみ書いてしまうということが散見される。高校生の実験レポートなどでも、考察の欄に結果をながながと書いてしまったり、結果を書く欄に考察を書いてしまったりするものが見られる。結果と考察とが明確に判別されていないために生じる事柄と考えられる。このようなことから、生徒の理解を助けるために、

結果や考察の定型文をトレーニングとして用いることを検討してみるのもよいだろう。国立教育政策研究所の松原らの研究¹⁾では、生徒に結果や考察を書く際の定型文を提示して、その型に基づいて結果や考察を書かせることを試みている。

結果の定型文：「 という操作をしたら、
 という結果となった。」

考察の定型文：「 という結果だったので、
 と考えた。その根拠は
 だからである。」

このように、考察は「結果を踏まえ、結果を解釈して書くもの」ということを定型文により意識付けることができる。初期の段階では定型文で練習させて、徐々に定型文にこだわらないようにして書かせるという指導を行うと効果的と考えられる。

(4) 多面的な見方を育てる指導を充実する

第3のポイントとして、生徒が多面的な見方ができるように意図的に教材を設定していくことが必要である。このことは他の教科と連携して実施できればより効果的である。というのも、現実には教師が意識するしないにかかわらず、「解答は一つである」というメッセージを生徒に流し続けている。したがって、このメッセージを打ち壊すような教材や授業が意図的に実施される必要があると思われる。たとえば、「二酸化炭素の放出を少なくするためにはどのようなことに取り組みればよいか」というようなテーマであれば、様々なアイデアや回答が想定できる。また、数学のように解答は一つでも、解答に至る方法には複数あることを理解することも有効である。理科でいえば、食塩水と真水とを区別する実験方法を生徒一人一人が考え、その考えを交流することなどが考えられる。同じ結論を得るためにも、いろいろな実験方法があることを実感として理解することができるだろう。

(5) 論理的でわかりやすい文章の書き方を指導する

第4のポイントとして、論理的でわかりやすい文章の書き方を習得させることが重要と思われる。日本では、論理的でわかりやすい文章の書き方の手本やスタイルが明確に示されていないためか、その指導についてもあまり熱心とはいえない状況にあるのではないだろうか。しかし、論理的でわかりやすい文章を書く技術は、これからの社会で要求される基本的な技術と思われる。ビジネスの世界での企画書づくりでは、相手にわかりやすい論理的な文章を書くことが最優先される。そして、その文章技術のエッセンスは、たとえば結論を先に書く「結論先行型」の文章であったり、パラグラフ（段落）を核として文章を書いていく方法であったりする。論理的でわかりやすい文章は、教科国語の成果に期待したい面もあるが、理科としても今後取り組んでいくテーマの一つになっていくことだろう。

4 学習指導要領の動向について

- (1) 中央教育審議会の答申と理科教育の今後
平成20年1月17日に提出された答申の目次の抜粋を掲載する。

これまでの経緯

1. 教育の目的とこれまでの学習指導要領改訂
2. 現行学習指導要領の理念
3. 子どもたちの現状と課題
4. 課題の背景・原因
5. 学習指導要領改訂の基本的な考え方
6. 教育課程の基本的な枠組み
7. 教育内容に関する主な改善事項
 - (1) 言語活動の充実
 - (2) 理数教育の充実
 - (3) 伝統や文化に関する教育の充実
 - (4) 道徳教育の充実
 - (5) 体験活動の充実
 - (6) 小学校段階における外国語活動
 - (7) 社会の変化への対応の観点から教

科等を横断して改善すべき事項
(情報教育),(環境教育),
(ものづくり),(キャリア教育),
(食育),(安全教育),(心身の成長発達についての正しい理解)

8. 各教科・科目等の内容

- (1) 幼稚園
- (2) 小学校, 中学校及び高等学校
国語
社会, 地理歴史, 公民
算数, 数学
理科

・・・(中略)・・・

特別活動

総合的な学習の時間

- (3) 特別支援教育

9. 教師が子どもたちと向き合う時間の確保などの教育条件の整備等

- (1) 教職員定数の改善
- (2) 教師が子どもたちと向き合う時間の確保のための諸方策
- (3) 効果的・効率的な指導のための諸方策
- (4) 教育行政の在り方の改善

10. 家庭や地域との連携・協力の推進と企業や大学等に求めるもの

- (1) 家庭や地域との連携・協力の推進
- (2) 企業や大学等に求めるもの

今回の答申には、何点かの特徴がある。まず、現行の「生きる力」の理念を踏襲しようとしていることである。答申の「4. 課題の背景・原因」の中では、学習指導要領の理念を実現するための具体的な手立てが必ずしも十分ではなかったことについて5点の課題があったと記載している。このように答申の中で課題があったことを書いているというのは珍しいことである。また、「9. 教師が子どもたちと向き合う時間の確保などの教育条件の整備等」、「10. 家庭や地域との連携・

協力の推進と企業や大学等に求めるもの」など、条件整備について触れているという点でも特徴のある答申といえる。

答申の中で、主に理科教育に触れている部分についてはアンダーラインを記した。これ以外にも、「言語活動の充実」、「体験活動の充実」、「環境教育」、「ものづくり」など関連する部分は少なくない。以下に、理科教育の今後に関する話題として、5点にわたって述べることにする。

(2) 系統性の重視

第1点目であるが、系統性についてである。従前から理科の学習においては、系統性を重視してきたところであるが、今回の改訂では、系統性の柱として科学的な見方や概念の例として「エネルギー」「粒子」「生命」「地球」を例示し、これらに基づいて再度系統性を見直すことを重視していくことが示されている。そのような方向性に従って、作成した資料が資料1、資料2の改善イメージである。すでに、様々な修正が検討されているところであるが、このような見直しを行った結果として、中学校理科においては、

<第1分野>

電気量、力の合成と分解、仕事と仕事率、水溶液の伝導性、原子の成り立ち、イオン

<第2分野>

生物の多様性と進化、遺伝の規則性、DNAの存在、月の動きと見え方、地球の変動と災害

などの充実を図ることが提案されている。

(3) 理科で育成する能力の整理

第2点目であるが、内容面だけでなく能力面についても義務教育としての接続を重視することがあげられた。小学校理科では、現行の学習指導要領において第3学年で「比較」、第4学年で「関係付け(要因抽出)」、第5学年で「条件制御」、第6学年で「多面的追究」というように問題解決の能力を明確に位置付けてきた。これを受けて中学校理科にお

いても、たとえば「分析・解釈」などの能力を位置付けていくことが検討されている。

表・理科で育成する能力

学 年	現 行	改定後の例	
小 3	比 較	比 較	比較
小 4	関係付け	関係付け	
小 5	条件制御	条件制御	条件
小 6	多面的追究	推 論	制御
中学校 1～3	(科学的な見 方・考え方)	分析・解釈	

また、この分析・解釈は、観察、実験後の考察の時間を確保して、生徒にじっくり考えさせて、その内容を記述させたり、発言させたりすることも想定しているものである。その意味で今回の改訂の重要な柱である「言語活動の充実」を理科において具現化する手段と考えることもできる。

(4) 理科の重要性を伝える

第3点目として、理科の大切さが児童生徒に伝わっていない課題を克服するために、今回の改訂においては、実社会・実生活との関連を重視することが審議のまとめでも示されている。これを受けて、現行の学習指導要領の第1分野の科学技術と人間、第2分野の自然と人間についての学習の充実を図ることとしている。また、原理や法則の理解を目的とした「ものづくり」を取り入れていくことも重視されてくるだろう。さらには、理科と職業との関連についても積極的に触れていくことなどが想定される。

(5) 自然に関する体験の重視

第4点目として、自然体験をはじめとする体験の不足に関しても、対応をしていくことが求められる。理科の学習としては、身近な自然観察をより一層重視するとともに、継続的な観察や観測を行うなどの体験を重視していくことになるだろう。これらの体験を踏まえることで、環境への認識が深まり、結果として環境教育の充実がなされることが期待される。

(6) 目的意識をもった観察，実験の重視

第5点目であるが，目的意識をもった観察，実験については，今後より一層重視していくことが求められる。というのも，2006年に実施された国際調査であるPISA調査の結果では，「科学的な疑問を認識すること」という科学的な能力が他の2つの能力（「現象を科学的に説明すること」「科学的な証拠を用いること」）に比べて低いのが日本の生徒の特徴として示されたからである。その意味でも，観察，実験の前に疑問が生じるような効果的な導入を行ったり，生徒自らに実験の計画をさせたりすることなどをもっと充実させていく必要がでてきている。

(7) 高等学校の理科教育について

義務教育の話が中心になっていたのので，高等学校の理科教育の話題について少しだけ触れてみたい。高等学校の理科の枠組みは，現在「資料3」のようなものが検討段階のものである。2単位科目である「科学と人間生活」が新設されている。この科目は，理科の大切さが児童生徒に伝わっていないという課題に対応して設定されたものである。この科目では，物理，化学，生物学，地学の領域に少しずつ触れることになる。また，2単位科目である「物理基礎」，「化学基礎」，「生物基礎」，「地学基礎」を新設した。

「科学と人間生活」には，ごく簡単に物化生地の内容が含まれているため，この科目を履修した場合には，他に「基礎」の科目を1つ履修すれば，理科の必修条件を満たす。または，「基礎」の4科目のうち3科目を履修すれば，必修条件を満たすことになる。このように2単位科目を中心とすることで，物化生地の4領域から最低3領域を履修してもらうような枠組みが示されている。

教師を目指す教育学部の学生でも，高等学校時代に物化生地の3領域を確実に学んでもらうことが将来の理科教育には大きいと長期

的に考えてのことである。

おわりに

「これからの理科教育」というタイトルで，新しい学習指導要領についても触れてきた。今回の改訂は，理数教育について時数が増えることが見込まれる改訂である。また，内容についても現行に比べて多少充実できる改訂といえる。しかし，喜んでばかりもいられない。というのも，移行措置を実施する際の理数の教員一人あたりの持ち時数は増加することが考えられるからである。また，理数の教員の増員がなければ，実際に新学習指導要領が本格実施された後でも混乱があることが予想される。そして，充実した分の新単元についての教員の研修の問題なども予想される。まさに，理科教育センターや教育センター，総合教育センターなどの研修機関の重要性が到来する時期でもある。

さらには，授業時間数が増えるということは，時数が増加したことの効果について，国民に対しての説明責任が生じてくるということでもある。新しい学習指導要領が本格実施された際には，理科の時数が増えたことにより，「理科好きが増えた」，「理科の不得意な生徒が減った」，「理科の重要性が子どもたちに認識されてきている」などの成果がでるよう，教育現場での実践に磨きをかけていただければと切に願っている。

[参考文献]

1) 『『観察・実験の技能・表現』の評価』，理科の教育，50(8)，pp.524-527，松原静郎(2001)

(たしろ なおゆき 文部科学省初等中等教育局教育課程課 教科調査官)