

「物質・エネルギー」分野における小学校理科新学習指導要領の実際

福 田 靖

Teaching the Field of Energy and Substances in Accordance with the New Elementary School
Course of Science Study

1. はじめに

平成20年（2008年）3月28日、新しい小学校学習指導要領が公示された。小学校では平成21年度から理科の内容の一部を先行して実施することになっている。小学校6年生の場合、平成21年度は現行学習指導要領の内容に加えて「月と太陽」などを指導することになる。そして、平成22年度からは「てこの規則性」や「電気の利用」が、さらに追加される。新学習指導要領全体は平成23年度から全面実施となる。その間、小学校において教科書に掲載されていない内容を指導することになる。そのため、文部科学省はその間、補助教材を作成し配布することとしている。このように今回の改訂はその移行措置期間が発表から1年という異例の短い期間である点も特記すべきことである。

新指導要領では子どもの「生きる力をはぐくむ」ことを現行の学習指導要領と同様に重視している。その具体的な手立てとして、文部科学省は学力の重要な要素である基礎的・基本的な知識・技能の習得、思考力・判断力・表現力等の育成および学習意欲の向上を図るために、授業時数増を図り、特に言語活動や理数教育を充実することとしている。また、新学習指導要領の趣旨を実現するために指導體制の確立を含む教育条件の整備、教科書や指導方法の改善などの諸施策を総合的に展開していくことが極めて重要であると文部科学省の中央教育審議会は指摘している¹。

小学校理科では従来の3区分から2区分に内容が再構成された。現在のA区分「生物とその環境」とC区分「地球と宇宙」をまとめてB区分「生命・地球」に統合された。物質とエネルギーは新学習指導要領でA区分「物質・エネルギー」として、化学と物理分野をまとめてある。小学校において、このように2区分制に整理したのは中学校理科の2分野制との接続などを考慮した結果である。また、次の高等学校へと粒子、エネルギー、生命、地球の各概念形成と系統性を持たせるためでもある。「物質・エネルギー」区分ではエネルギーと粒子という概念の基礎・基本を発達段階に応じて、体験的に学び、自然の不思議と驚きの感覚や科学への興味・関心を育てる学習指導が必要であるし、指導法の工夫も必要である。この分野は抽象的概念が多く児童にとって理解が困難な内容が多い。そのために、学年を越えて繰り返し、発達段階に応じて学習させることが大切である。

2. A区分「物質・エネルギー」分野の小学校における各学年の目標および内容

小学校理科の目標は「自然に親しみ、見通しをもって観察・実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う」ことである。この中で特に、「実感を伴った理解を図り」とある。理科では特に実験・観察などの体験を通して事物・現象の理解を深めることが大切である。現行では3年～6年の授業時数合計が350時間から55時間多くなり、合計で405時間と増大し充実がはかられている²。

A区分「物質・エネルギー」については、児童が物質の性質やはたらき、状態の変化について観察実験を通して探求したり、物質の性質などを活用してものづくりをしたりする科学的な体験に対する指導に重点を置いて内容を構成する。また、「エネルギー」や「粒子」といった科学の基本的な見方や概念を柱として内容が系統性を持つように留意する³。各学年での目標と内容構成は下記のとおりである。

(1) 3学年の目標と内容

3学年の目標は物の重さ、風やゴムの力ならびに光、磁石及び電気を働かせたときの現象を比較しながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究したり、ものづくりをしたりする活動を通して、それらの性質や働きについての見方や考え方を養うことにある。本学年では学習の過程において、自然の事物・現象の差異点や共通点に気付いたり、比較したりする能力を育むという点に重点が置かれている。①物と重さでは粘土などを使い、物の重さや体積を調べ、物の性質についての考えをもつことができるようにする。特に、i)物は形が変わっても重さは変わらないことを知る。ii)物は体積が同じでも重さは違うことがあることなどを体験させる。②風やゴムの働きでは風やゴムで物が動く様子を調べ、風やゴムの働きについての考えをもつことができるようにする。i)風の力で動くものをつくり、風を当てたときの物の動く様子を比較しながら、風の強さによって物の動く様子に違いがあることを調べ、風の力は物を動かすことができることを知らせる。ii)ゴムの力で動くものをつくり、ゴムをひっぱったり、ねじったりするときの物の動く様子を比較する。ゴムの元に戻ろうとする力の強さによって物の動く様子に違いがあることを調べ、ゴムの力は物を動かすことができることを学ぶようにする。③光の性質では鏡などを使い、光の進み方や物に光が当たったときの明るさや暖かさを調べ、光の性質についての考えをもつことができるようにする。ここでは光の性質について興味・関心をもって追求する活動をとおして光の明るさや暖かさの違いを比較する能力を育てる。i)平面鏡に日光を当てたときの様子について調べ、平面鏡に日光を当てると日光が反射して直進することをとらえるようにする。日光は集めたり反射させたりすることができる。ii)日光を重ねたときの物の明るさや暖かさの違いを比べて、日光の当て方と物の明るさや暖かさとの係りを学ぶ。④磁石の性質では磁石に付く物や磁石の働きを調べ、磁石の性質についての考えをもつことができるようにする。i)物には磁石に引き付けられる物と引き付けられない物がある。また、磁石に引き付けられる物には磁石に付けると磁石になる物があることなどを学ぶ。ii)磁石の異極は引き合い、同極は退け合うことを知る。⑤電気の通り道では乾電池に豆電球などをつなぎ、電気を通すつなぎ方や電気を通す物を調べ、電気の回路についての考えをもつことができるようにする。i)電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方がある。ii)電気を通す物と通さない物があることなどを学習する。

3学年での「物質・エネルギー」の指導に当たっては、3種類以上のものづくり実験を行なうものとする。

(2) 4学年の目標と内容

4学年の目標は空気や水、物の状態の変化、電気による現象を力、熱、電気の働きと関係付けながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究したりものづくりをしたりする活動を通して、それらの性質や働きについての見方や考え方を養う。自然の事物・現象の変化に着目し、変化とそれに係る要因とを関係付けながら調べ、問題を見いだす。さらに、見いだした問題を興味・関心をもって追究する活動を通して、物の性質やその働きについての見方や考え方を深める。そして、自然の事物・現象の変化とその要因とを関係付ける能力を育成することに重点が置かれている。①空気と水の性質では閉じ込めた空気及び水に力を加え、その体積や圧（お）し返す力の変化を調べ、空気及び水の性質についての考えをもつことができるようにする。特に、i) 閉じ込めた空気を圧（お）すと、体積は小さくなるが、圧（お）し返す力は大きくなることを学習する。ii) 閉じ込めた空気は圧（お）し縮められるが、水は圧（お）し縮められないことを知る。②金属、水、空気と温度では金属、水及び空気を温めたり冷やしたりして、それらの変化の様子を調べ、金属、水及び空気の性質についての考えをもつことができるようにする。i) 金属、水及び空気は、温めたり冷やしたりすると、その体積が変わることを学ぶ。ii) 金属は熱せられた部分から順に温まるが、水や空気は熱せられた部分が移動して全体が温まることを知る。iii) 水は温度によって水蒸気や氷に変わること。また、水が氷になると体積が増えることなどを学習する。③電気の働きでは乾電池や光電池に豆電球やモーターなどをつなぎ、乾電池や光電池の働きを調べ、電気の働きについての考えをもつことができるようにする。i) 乾電池の数やつなぎ方を変えると、豆電球の明るさやモーターの回り方が変わることを知る。ii) 光電池を使ってモーターを回すことなどができる実験をする。③のi)については特に、直列つなぎと並列つなぎを扱うものとする。

(3) 5学年の目標と内容

5学年の目標は物の溶け方、振り子の運動、電磁石の変化や働きをそれらにかかわる条件に目を向けながら調べ、見いだした問題を計画的に追究したりものづくりをしたりする活動を通して、物の変化の規則性についての見方や考え方を養う。特に、5学年では自然の事物・現象の変化とその要因とを関係付ける能力に加えて、変化させる要因と変化させない要因を区別しながら、観察・実験などを計画的におこなっていく条件制御の能力を育成することに重点が置かれている。①物の溶け方では物を水に溶かし、水の温度や量による溶け方の違いを調べ、物の溶け方の規則性についての考えをもつことができるようにする。特に、i) 物が水に溶ける量には限度があることを知る。ii) 物が水に溶ける量は水の温度や量、溶ける物によって違う。また、この性質を利用して、溶けている物を取り出すことができることなどを学ぶ。iii) 物が水に溶けても、水と物とを合わせた重さは変わらないことを学習する。②振り子の運動ではおもりを使い、おもりの重さや糸の長さなどを変えて振り子の動く様子を調べ、振り子の運動の規則性についての考えをもつことができるようにする。i) 糸につるしたおもりが1往復する時間は、おもりの重さなどによっては変わらないが、糸の長さによって変わることを学習する。③電流の働きでは電磁石の導線に電流を流し、電磁石の強さの変化を調べ、電流の働きについての考えをもつことができる

ようにする。i) 電流の流れているコイルは鉄心を磁化する働きがあり、電流の向きが変わると、電磁石の極が変わることを知る。ii) 電磁石の強さは電流の強さや導線の巻数によって変わることを学ぶ。この学年では振り子と電流の働きを利用したものづくり実験を2種類以上おこなうものとする。

(4) 6学年の目標と内容

6学年の目標は燃焼、水溶液、てこ及び電気による現象についての要因や規則性を推論しながら調べ、見いだした問題を計画的に追究したり、ものづくりをしたりする活動を通して物の性質や規則性についての見方や考え方を養う。6学年では自然の事物・現象の変化や働きについてその要因や規則性、関係を推論する能力を育成することに重点が置かれている。①燃焼の仕組みでは物を燃やし、物や空気の変化を調べ、燃焼の仕組みについての考えをもつことができるようにする。i) 植物体が燃えるときには、空気中の酸素が使われて二酸化炭素ができることを知る。②水溶液の性質ではいろいろな水溶液を使い、その性質や金属を変化させる様子を調べ、水溶液の性質や働きについての考えをもつことができるようにする。特に、i) 水溶液には酸性、アルカリ性及び中性のものがあることを知る。ii) 水溶液には、気体が溶けているものがあることを学ぶ。iii) 水溶液には、金属を変化させるものがあることを学習する。③てこの規則性ではてこを使い、力の加わる位置や大きさを変えて、てこの仕組みや働きを調べ、てこの規則性についての考えをもつことができるようにする。i) 水平につり合った棒の支点から等距離に物をつるして棒が水平になったとき、物の重さは等しいことを知る。ii) 力を加える位置や力の大きさを変えると、てこを傾ける働きが変わり、てこがつり合うときにはそれらの間に規則性があることを学ぶ。iii) 身の回りにはてこの規則性を利用した道具があることを学習する。④電気の利用では手回し発電機などを使い、電気の利用の仕方を調べ、電気の性質や働きについての考えをもつことができるようにする。i) 電気はつくりだしたり、蓄えたりすることができることを知る。ii) 電気は光、音、熱などに変えることができることを調べる。iii) 電熱線の発熱はその太さによって変わることを学ぶ。iv) 身の回りには電気の性質や働きを利用した道具があることを学習する。この学年では2種類以上のものづくり実験を行なうものとする。てこの規則性を活用したものづくりとしては、てこや天秤を利用したはかりなどが考えられる。また、電気の働きを活用したものづくりとしては、風力発電や蓄電池を利用した自動車などが考えられる¹⁾。

A区分「物質・エネルギー」分野の学習内容上の特性と課題

(1) 幼稚園教育と小学校生活科との関連

文部科学省は平成21年4月1日から新幼稚園教育要領を実施するとしている。その改善事項に「幼稚園及び小学校の円滑な継続を図るため、規範意識や思考力の芽生えなどに関する指導を充実するとともに、幼稚園と小学校との連携に関する取り組みを充実したこと」とある²⁾。何よりも大切なことは幼稚園期間に自然と触れ合う機会を十分もつことである。この幼稚園において自然の中での体験不足のために、小学校や中学校での自然科学への興味を持たない学生が育つ原因となる。そのために幼稚園の時期から自然の事象に深く係りを持って生活することが必要である。この点が小学校との連携において最も重要なことである。幼稚園時代から自然への興味・関心を

高め、さらに科学の芽生えを育てる活動が求められる。そのために野外活動の実践や園内での飼育動物や栽培植物の役割が重視される^{6,7,8}。

小学校生活科改定の趣旨として「児童の知的好奇心を高め、科学的な見方・考え方の基礎を養うための指導の充実を図る必要があること」とある。また「児童の生活の安全・安心に対する懸念が広まる中、安全教育を充実することや、自然事象に接する機会が乏しくなっている状況を踏まえ、生命の尊さや自然事象について体験的に学習することを重視すること」と記載されている⁹。生活科の要点を集約すると「具体的な活動や体験を通して自立への基礎を養うこと」にある。科学的な見方・考え方の基礎を養う観点から「自然の不思議さや面白さを実感する学習活動を取り入れる」とあるが、小学校理科との関連が不確実であると筆者は判断する。小学校理科の場合は基本的な概念として、「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」に対する基本的な見方の上に成り立っている。しかし、それとの関係が生活科では全くみられないのである。生活科の基本はあくまで自立の基礎を養うことにある。そのために、小学校低学年での理科の基本・基礎が不十分なまま3年生へと持ち上がっていく。この点が改定された新学習指導要領の大きな問題点である。また、生活科において指導する教師にも小学校理科の概念との関連で総合化して教えることのできる能力に疑問がある。

(2) 小学校理科改訂の趣旨と改善の基本方針との関連

21世紀は、新しい知識・情報・技術が政治・経済・文化をはじめ社会のあらゆる領域での活動の基盤として飛躍的な重要性を増す、いわゆる「知識基盤社会」の時代であると言われている¹⁰。このような知識基盤社会化やグローバル化に対応して、確かな学力、豊かな心、健やかな体の調和を重視する「生きる力」をはぐくむことがますます重要になっている。他方、OECD（経済協力開発機構）のPISA調査など各種の調査からは、我が国の児童生徒について、例えば、①思考力・判断力・表現力等を問う読解力や記述式問題、知識・技能を活用する問題に課題がある。②読解力で成績分布の分散が拡大しており、その背景には家庭での学習時間などの学習意欲、学習習慣・生活習慣に課題がある。③自分への自信の欠如や自らの将来への不安、体力の低下といった課題などが見られる¹⁰。これらの問題点を考慮して文部科学省は新学習指導要領にその改善として、次の7項目を挙げている。①改正教育基本法等を踏まえた学習指導要領改訂、②「生きる力」という理念の共有、③基礎的・基本的な知識・技能の習得、④思考力・判断力・表現力等の育成、⑤確かな学力を確立するために必要な授業時数の確保、⑥学習意欲の向上や学習習慣の確立、⑦豊かな心や健やかな体の育成のための指導の充実を基本的な考え方として、学習指導要領の改善の方向性を示している³。今回の指導要領の改善事項の中に理数教育の充実が挙げられる。具体的には「科学技術の土台である理数教育の充実を図るため、国際的な通用性、内容の系統性、小・中学校での学習の円滑な接続を踏まえて、指導内容を充実したこと」となっている。その中で「物質・エネルギー」については、「児童が物質の性質やはたらき、状態の変化について観察・実験を通して探究したり、物質の性質などを活用してものづくりをしたりすることについての指導に重点を置いた内容を構成する⁵。また、「エネルギー」や「粒子」といった科学の基本的な見方や概念を柱として内容が系統性をもつように留意する」となっている。例えば、第3学年における「風やゴムの働き」や第6学年「電気の利用」のように、これまでに類似の内容のない新しいもので、新たな教材研究とともに指導法の開発が必要となるものがある。

(3) A区分「物質・エネルギー」分野の指導法の改善

「エネルギー」といった科学の基本的な見方や概念は、さらに「エネルギーの見方」、「エネルギーの変換と保存」、「エネルギー資源の有効利用」に分けて考えられる。「粒子」といった科学の基本的な見方や概念は、さらに「粒子の存在」、「粒子の結合」、「粒子の保存性」、「粒子のもつエネルギー」に分けて考えられる³。物質とエネルギー領域の教材は、抽象的概念が多く児童生徒にとって理解が困難な内容であり、観察・実験も検証的な性格が強い。児童が自ら問題を見だし、目的意識をもって観察・実験を行なうことは、なおさら難しい。自然を探究する能力や態度を育成し、科学に対する知的好奇心を喚起し将来にわたって科学に興味を持ち続けさせることも大変なことである。上記の点を踏まえて、物質・エネルギー分野では「問題解決の能力の育成」が最も重要なテーマとなっている。このテーマを実現するには科学的な体験を伴った観察・実験を各学年ごとに繰り返し行なうことが必要である。このことが実感を伴った理解へと進展する。

この分野の指導法の改善策として次の3点に絞って要約した。

① 「物質・エネルギー」においては内容構成として、児童が物質の性質や働き、状態の変化について観察、実験を通して探求したり、物質の性質などを活用してものづくりを体験したりすることについての指導に重点を置いた内容の構成を図ることである。また、「エネルギー」や「粒子」といった科学の基本的な見方や概念を柱として内容が系統性をもつように常に留意して指導にあたることも大切である。これにより子どもたちに、科学的思考力を身につけさせ、科学的な探究活動に親しみを感じさせるとともに、論理的・合理的に判断する力や、適切に表現する力を身に付けさせることが重要である。また、基礎・基本の定着を目指す理科学習指導の充実がはかれる。

② 子ども一人一人が観察、実験の手続きや操作の意味を理解し、用語や技能の習得を図る指導の工夫が必要である。子どもたち自らの観察記録や実験データを表に整理したり、グラフに処理したりすることにより考察を充実させることができる。また、それらの表やグラフを活用しつつ科学的な言葉や概念を使用して考えたり、説明したりするなど言語活動の充実も深めることができる。

③ 環境教育の推進の観点からA区分では環境への負荷に留意した学習指導をする。環境については「持続可能な社会の構築」が世界的な主要テーマになっている。その持続可能な社会の構築のために理科において、環境に配慮した学習の充実を図ることが大切である。A区分では環境をとらえる視点として、循環（具体的には4年生での流水の働きで取り扱う）、有限性（具体的には3年生での風やゴムの働き、電気の通り道、光の性質；4年生では電気・電流の働きとその利用、6年生では燃焼の仕組みで取り扱う）、保全（具体的には5年生での流水の働きで取り扱う）の3つがある。B区分ではさらに共生、多様性、生命尊重、生命の連続性の視点がある¹¹。

4. まとめ

今回の改訂では、児童が自然とのかかわりの中で問題を見だし、見通しをもった観察、実験などを通して自然の事物・現象と科学的にかかわり、結果や結論を生活とのかかわりの中で見直し、実感を伴った理解を図ることを重視している。そのために、指導計画の作成に当たっては、自然の事物・現象を対象として観察、実験や自然体験、科学的な体験を充実させるような工夫が

必要である。A区分では3つの新しい内容（風やゴムの動き、物と重さ、電気の利用）が追加された。また、「理科でのものづくり体験活動の充実」、「理科での言語活動の充実」、「理科での環境教育の推進」も指導要領改定の重要な項目である。これからの小学校理科教育の在り方として、「生きる力」としての科学的リテラシーの育成と科学技術系人材の育成が、今日の理科教育に期待されている。

脚 注

1. 新しい幼稚園教育要領，小学校学習指導要領及び中学校学習指導要領の公示について。
<http://www.mext.go.jp/b-menu/houdou/20/0308032702.htm>, 2009.
2. 平成20年（2008年）告示，学習指導要領，小学校理科。
<http://www.shinko-keirin.co.jp/>, 2009.
3. 文部科学省（2008）. 小学校学習指導要領解説，理科編。
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/syokaisetsu/index.htm, 2008.
4. 新しい学習指導要領「生きる力」－文部科学省。
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/syo/ri.htm, 2009.
5. 文部科学省（2008）. 学校教育法施行規則の一部を改正する省令の制定並びに幼稚園教育要領の全部を改訂する告示，小学校学習指導要領の全部を改正する告示及び中学校学習指導要領の全部を改正する告示等の公示について（通知）. 6 pp.
6. 福田 靖（2006 a）. 幼稚園教育要領にそくした野外観察の実践－動物・植物・自然を学ぶ－. 九州ルーテル学院大学紀要VISIO, No. 34:31-36.
7. 福田 靖（2006 b）. 保育環境における飼育動物と栽培植物の役割. 九州ルーテル学院大学紀要VISIO, No. 34:25-29.
8. 福田 靖（2006 c）. 幼児と育てる飼育動物－魚類，両生類，甲殻類，昆虫類を中心にした事例－. 九州ルーテル学院大学紀要VISIO, No. 35:89-95.
9. 文部科学省（2008）. 小学校学習指導要領解説，生活編。
<http://www.ha.shotoku.ac.jp/gifusskenkyu/pdf/seikatsu.pdf#search>, 2008.
10. 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等の改善について（答申）。
www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/news/20080117.pdf, 2008.
11. 小学校理科実践研究会（2008）. 小学校新学習指導要領の展開 理科編. 180pp., 明治図書出版株式会社.