

[研究ノート]

日本の理科教育の変遷と展望

日野 純一

まえがき

近年の科学技術の進展のスピードは著しく、テクノロジー格差が人類の富の格差を生み、人類の幸不幸さえ決めている感がある。人間にとって科学技術の在り方がこれほど問われる時代はない。さらに大規模な自然災害や地球温暖化、エネルギー、食糧、水資源等まつわる問題は、世界各国が協調、協力して英知を生み出し取り組まなければならない人類の課題である。阪神淡路大震災や東北大震災、福島原発事故問題を経験した我が国にとって、こうした人類の課題へ挑戦することが、我が国の科学技術の使命であり、世界の平和・共生に貢献するものであると考えられる。我が国がこうした使命を自覚し、これからも科学技術創造立国として持続可能な発展を続けるためには、小・中・高等学校における日本の理科教育を常に検証し、発展させていく必要がある。京都産業大学が創立50周年を迎えるにあたり、理学部に宇宙物理・気象学科を新設する。高等学校理科教育の中で最も低迷していると指摘されている物理・地学分野における教育の底上げに向けた取り組みに期待したい。

また次期学習指導要領の改訂骨子案では、従来の数学と理科の枠を超え、双方の知識や技能を総合的に活用する新たな選択科目「数理探究」を高等学校で創設するとも言われている。

そこで今一度公教育として行われてきた日本の理科教育の変遷を振り返るとともに、これからの理科教育の展望について考察してみる。

I 戦前・戦後の理科教育の変遷

まず、過去に発表されている主要な論文^{1) 2) 3)}や文部科学省の学制百年史⁴⁾、学習指導要領等を参考に、これらに基づき義務教育等における戦前戦後の理科教育の変遷を概観してみる。

1 戦前の理科教育

(1) 学制時代 (明治5年～11年)

学制頒布によって理科の前身に当たる科目が設定された。明治10年ごろには欧米の自然科学の初歩的な書物(「物理階梯」「具氏博物学」等)を翻訳し、主に読書式又は口授法で欧米の自然科学の知識を教えていた。

(2) 教育令時代 (明治12年～18年)

文部省において教科書検定が行われ小学校教則綱領では「第三条 小学中等科ハ小学初等

科ノ修身、読書、習字、算術ノ初歩及唱歌、体操ノ続ニ地理、歴史、図画、博物、物理ノ初歩ヲ加ヘ殊ニ女子ノ為ニハ裁縫等ヲ設クルモノトス。 第四条 小学高等科ハ小学中等科ノ修身、読書、習字、算術、地理、図画、博物ノ初歩及唱歌、体操、裁縫等ノ続ニ化学、生理、幾何、経済ノ初歩ヲ加ヘ殊ニ女子ノ為ニハ経済等ニ換ヘ家事経済ノ大意ヲ加フルモノトス」

自然科学の教科は、中等科は「博物」、「物理」、高等科は「博物」、「化学」、「生理」となり、観察・実験を通して事实现象を理解することになっていたが、実際は知識の伝授が主であった。

(3) 小学校令時代（明治19年～昭和15年）

明治19年に、小学校教育課程で「理科」が初めて設けられた。

明治24年の「小学校教則大綱」には「第八条 理科ハ通常ノ天然物及現象ノ観察ヲ精密ニシ其相互及人生ニ対スル関係ノ大要ヲ理会セシメ兼ネテ天然物ヲ愛スルノ心ヲ養フヲ以テ要旨トス

最初ハ主トシテ学校所在ノ地方ニ於ケル植物動物鉱物及自然ノ現象ニ就キテ児童ノ目撃シ得ル事実ヲ授ケ就中重要ナル植物動物ノ形状構造及生活發育ノ状態ヲ観察セシメテ其大要ヲ理会セシメ又学校ノ修業年限ニ応シ更ニ植物動物ノ相互及人生ニ対スル関係、通常ノ物理上化学上ノ現象、通常児童ノ目撃シ得ル器械ノ構造作用等ヲ理会セシメ兼ネテ人身ノ生理及衛生ノ大要ヲ授クヘシ

理科ニ於テハ務メテ農業工業其他人民ノ生活上ニ適切ナル事項ヲ授ケ殊ニ植物動物等ヲ授クル際之ヲ以テ製スル重要ナル人工物ノ製法効用等ノ概略ヲ知ラシムヘシ」とある。生活に即して自然の事物や現象、人工物について教えるようになった。

明治40年には尋常小学校を義務化して修業年限を4年から6年とし、理科は義務教育課程に位置づけられ4年から全国民が理科を学習することになった。また中学校でも物理、化学が3年から課されることになった。

(4) 国民学校時代（昭和16年～20年）

国民学校令が施行され、尋常小学校は国民学校と改称し、教育内容は大改革された。1年から3年に「自然の観察」が課せられ、理科は数学と統合した「理数科」の一部の「理数科理科」となる。

その目的は、1)「国民学校令施行規則」によると「第九条 理数科理科ハ自然界ノ事物現象及ビ自然ノ理法ト其ノ応用ニ関シ、国民生活ニ須要ナル普通ノ知識技能ヲ得セシメ、科学的精神ヲ涵養スルモノトス」

「初等科ニ於テハ、児童ノ環境ニ於ケル自然観察ヨリ始メ、日常普通ノ自然物、自然現象、其ノ相互並ニ人生トノ関係、人体生理及自然ノ理法ト其ノ応用ニ関スル事ヲ授クベシ」

第一次大戦において科学戦が展開され、それ以降各国とも理科教育振興策を取ったものと考えられる。

2 戦後の理科教育

GHQ の指導の下、6・3・3 の単線型学校制度が実施され、昭和 21 年の「新教育令」により、個人尊重と科学的教養の普及が示された。科学的教養とは、「科学の法則や成果を身につけることで、疑問から出発し、観察・実験により法則を発見し、生活に応用することである。理科教育では、科学的方法の訓練を通して、科学的な能力や態度を育成し、科学的方法を体得させることが重要である。」とされた。

(1) 学習指導要領（試案）時代（昭和 22 年～33 年）

昭和 22 年文部省は、小学校、中学校の学習指導要領・理科編（試案）により理科教育の新しい方向を明示した。

GHQ の指導により、アメリカの「コース・オブ・スタディー」を参考に作られた学習指導要領（試案）の指導目標は、すべての人が合理的な生活を営み、いっそうよい生活ができるように、児童・生徒の環境にある問題について、次の三つを身につけさせるように示した。

- ①物事を科学的に見たり、考えたり、取り扱ったりする能力
- ②科学の原理と応用に関する知識
- ③真理を見出し進んで新しいものを作り出す態度として、理科教育は生活単元の単元学習が基本となり、経験主義的な問題解決型の学習の方向が示された。

昭和 27 年試案の小学校理科の具体的目標は

- ①自然の環境について興味を広げる。
- ②科学的合理的なしかたで、日常生活の責任や仕事を処理することができる。
- ③生命を尊重し、健康で安全な生活を行う。
- ④自然科学の近代生活における貢献や使命を理解する。
- ⑤自然の美しさや、調和や恩恵を知る。
- ⑥科学的方法を会得して、それを自然の環境に起こる問題を解決するのに役立たせる。
- ⑦基礎となる科学の理法を見だし、これをわきまえて、新しく当面したことを理解したり、新しいものを作り出したりすることができる。

高等学校の理科教育は物理科・化学科・生物科・地学科で構成され、研究方法や知識体系を学び取らせ、高い学習に進む基礎を作り、これを日常生活に活用できるようにすることが、それぞれの科目共通の目標となっている。

昭和 28 年 8 月「理科教育振興法」が制定され財政的にも理科教育振興が担保されることになる。

「この法律は理科教育が文化的な国家の建設の基盤として特に重要な使命を有することにかんがみ、教育基本法及び学校教育法の精神にのっとり、理科教育を通じて、科学的な知識、技能及び態度を習得させるとともに、工夫創造の能力を養い、もって日常生活を合理的に営み、且つ、わが国の発展に貢献しうる有為な国民を育成するため、理科教育の振興を図ることを目的とする。」

この法律によって、国庫補助がでるようになり、昭和29年12月の「理科教育振興法施行令」により、小・中・高等学校に実験設備の充実のための費用を国が保証することになった。

ただし、こうした試案に提示された生活単元的な学習は、多種多様な教材を対象とし、雑多な生活知識の伝授におわり、科学的な知識・概念の深まりがなく、子どもの学力低下を招き、安易な児童中心の問題解決学習と批判された。

(2) 系統学習時代（昭和33年～42年）

学校教育における学習指導方法は、大きく「系統学習」と「経験学習」の二つのタイプに分けることができる。

系統学習は、教科を学問ととらえ、学問がもっている系統的な知識や論理を授業の中に組み入れ、いわば学問的な知識をそのまま子どもに学習させるものであり、知識の伝授がメインとなる。そのため知識を効率的に伝授できるが、子どもの状況はあまり見ないで、教師が一方的に教えることとなる。

一方経験学習とは、子どもの日常の経験に即して授業を組み立てようとする学習方法である。知識を一方的に与えるのではなく、学問は子どもの生活の中で活かされるのであり、知識を経験のなかに生かしていく子ども自身の能力や有能さが求められる。しかしこうした経験主義的な学習は、子どもの状況によって変動し、雑多な知識の羅列となるなど、学問のもつ系統性が失われ、時に子どもの学力低下を招きやすい。戦後はアメリカの経験主義的な学習が一方的に導入されて、子どもの学力低下を招いた反省から、戦前の系統学習に戻ったと言ってよい時代である。

昭和27年には、いち早く高等学校学習指導要領・理科編が改訂され次のように系統学習への移行が見られる。

「(目標) 生活や産業に関係の深い自然科学的な問題は、非常に多種多様であって、(中略)、理科としての系統を見失う結果になりやすい。したがって、高等学校理科においては、生活や産業上の問題そのものを取り扱うよりも、これらを科学的に処理する基礎をつくるように指導内容の選択を行わなければならない。」(解説より)

昭和33年の学習指導要領改訂では、それまでの生活単元的性格の問題解決型学習ではなく、科学の体系が重視されるとともに各学年で学習内容を明確にし、学年進行で学習内容が系統的に深まる教育内容となっている。さらに学習指導要領は、法的拘束力をもつ「教育課

程の基準」⁵⁾として位置づけられた。

昭和33年の小学校理科の目標は、

- ①自然に親しみ、その事物・現象について興味を持ち、事実を尊重し、自然から直接学ぼうとする態度を養う。
- ②自然の環境から問題を見だし、事実に基づき筋道を立てて考えたり、工夫し、処理しようとする態度と技能を養う。
- ③生活に関係の深い自然科学や基礎的原理を理解し、これをもとにして生活を合理化しようとする態度を養う。
- ④自然と人間の生活との関係について理解を深め、自然を愛しようとする態度を養う。

中学校の理科の内容は、2分野制となり、第1分野は物理・化学的内容を取り扱い、第2分野は生物・地学的内容を取り扱うこととなった。

小・中・高等学校にわたる教育課程の一貫性を持たせるとともに、生徒の能力・適性・進路等に応じた教育を行い、基礎学力の向上と科学技術の充実を目指して、教材を精選し、系統的に学習できるようにした。

(3) 教育内容の現代化（昭和43年～49年）

昭和32年に東西冷戦下ソ連の人工衛星スプートニク1号が打ち上げられ、世界中を震撼させた（スプートニクショック）。アメリカを初め、世界が科学技術の振興に邁進することになった。

アメリカでは、発見学習の提唱者であり、教科の構造化の提唱者であるブルーナーのThe Process of Education（教育の過程）が教育界に大きな影響を与え、科学教育の現代化が活発となり、「探究の科学」の理念の下、小・中・高等学校それぞれの理科のカリキュラムが開発された。

昭和43年の学習指導要領の改訂は、アメリカの理科教育の影響を強く受け、知識注入型より、問題解決の過程を通して科学技術的思考力や処理能力、科学の手法を養うことが社会の要請であり重要とされた。

このころの日本の理科教育は充実しており、系統的な学習が一層進行し、理科においてはアメリカのPSSC 高等学校物理やCHEMS 高等学校化学等が日本に入り、質量ともに戦後最も充実した時代となった。高度経済成長と相まって国の理工系拡充政策が始まり、昭和32年～35年の理工系学生が8,000人増募計画、次いで昭和36年～38年の2万人増募計画が実施され、多くの理数系人材を輩出している。

探究学習は、「科学の方法を適用すれば、すべてにわたる知識がなくても、科学的な問題を応用的に解決できる」と考えるものであり、次の2点が重視された。

- ①探究の過程を通して、観察・実験・測定、記録、グラフ化、仮説の設定、検証等の「科

学の方法」を身に付けさせること。

②探究の過程を通して自然科学の基本概念が習得できるよう、教材を系統的・構造的に配列・構成すること

- ・小学校では、理科の教育内容を三領域に整理した。平成10年改訂の学習指導要領で区分されたA（生物とその環境）、B（物質とエネルギー）、C（地球と宇宙）に相当している。
- ・中学校では、内容が精選され、「発展性の少ない内容や理解の困難な内容は整理する」として、「音波」に関する内容が削除された。
- ・高等学校では、「科学の方法の取得」を目標に「基礎理科（6単位）」が選択科目として設けられた。

ただし、こうした探究学習は、一方で子どもたちの日常とかけ離れた学校だけの理科になって理科嫌い・理科離れの子どもをつくる結果になったのではないか。形式的・追試の実験の多用により「探究の方法」学習がパターン化して「理科嫌い」に拍車をかけたのではないか、という批判が出されるようになった。また、一方で、科学技術の高度の発展に対応するため、非常に多くの内容が盛り込まれ、学習負担の増加がもたらされた。さらに、子どもたちの問題行動が顕在化し社会問題化するようになり、人間性の尊重やゆとりの学習が提唱されるようになる。

(4) ゆとりある充実した学校教育（昭和52年～63年）

昭和52年学習指導要領の改訂は、昭和51年教育課程審議会答申によると「教育課程の基準の改善は、自ら考え正しく判断できる力をもつ児童生徒の育成ということを重視しながら、次のようなねらいの達成を目指して行う必要がある」と示している。

- ①人間性豊かな児童を育てること
- ②ゆとりあるしかも充実した学校生活を送れるようにすること
- ③国民として必要と思われる基礎的・基本的内容を重視するとともに児童生徒の個性や能力に応じた教育が行われるようにすること

理科の改正の方向は、次のようになる。

小・中・高等学校を通して、自然を探求する能力及び態度の育成や自然科学の基礎的・基本的な概念の形成が無理なく行われるようにするため、特に児童・生徒の心身の発達を考慮して、内容を基礎的・基本的な事項に精通する。その際、小学校においては、自然の事物・現象についての直接経験を重視し、自然を愛する豊かな心情を培うことを重視する。

小学校学習指導要領（昭和52年）理科の目標は

「観察・実験などを通して、自然を調べる能力と態度を育てるとともに、自然の事物・現象についての理解を図り、自然を愛する豊かな心情を培う」

「ゆとり」と「充実」の教育方針のもと、すべての校種学年で、大幅な精選・集約が行われ一部中学校に移したものもあり、授業時間数は大幅に削減された。その結果、理科に関する総合的な学力は大きく低下した。

そこで各校種の精選内容を明らかにしておく

①小学校…5、6年では4時間から3時間に削減

(集約又は削除) 細胞と核、キノコの成長、樹相、トリの卵

(削除) 水溶液の電気伝導、まさつ、打撃による熱の発生、火山活動、地球の自転

②中学校…1、2年では4時間から3時間に削減

(削除) 運動の第2法則、イオンの反応、天体の形状と距離の一部、動植物の分布、遷移

(軽減) 化学変化の量的関係、原子の構造、地殻の変化と地表の歴史

(充実) エネルギーの変換と利用、身近で基礎的な物質とその反応、自然界における生産、消費及び分解の意義

③高等学校…科目の変更

理科Ⅰ(必須4単位) …中学校で削減された内容を補い、高等学校理科の基礎を身に付けさせることと、自然についての総合的な見方や考え方を育成することをねらいとして設けられた。

理科Ⅱ(選択2単位) …課題の探究を通しての科学の方法の習得をねらいとして設けられた。

Iを付した科目とIIを付した科目を合わせて、「物理」「化学」「生物」「地学」が設けられた。単位数は、それぞれ6単位(I 3単位+II 3単位)から4単位に減少した。

(5) 社会の変化に対応できる心豊かな人間の育成(平成元年～9年)

昭和62年の教育課程審議会答申により「自ら学ぶ意欲と社会の変化に対応できる能力の育成、個性を生かす教育の充実」が打ち出され、「個性を生かす教育」を基本的なねらいとした学習指導要領の改訂が行われた。

「旧来の学力観が知識や技能を中心にしてきた」として、それに代えて学習過程や変化への対応力の育成などを重視しようとする新しい学力観が導入された。新しい学力観とは「自ら学ぶ意欲や、思考力、判断力、表現力などを学力の基本とする学力観」であるとして、児童・生徒の思考力や問題解決能力などを重視し、生徒の個性を重視するとしている。

学習内容については体験的な学習や問題解決学習などの占める割合が従来よりも多くなり、評価についても関心・意欲・態度を重視する方向を打ち出している。それに伴い教師の役割も、旧来の指導から支援・援助といった姿勢への転換を打ち出している。

新学力観が提起された社会的な背景として、社会の急激な変化があげられる。「社会の急速な変化が既習内容をすぐに古いものにしてしまう」という問題意識から、変化に対応する

諸能力を重視するという考え方が提起された。

一方で新学力観に対しては、「基礎・基本を軽視しているため、学力低下の原因となっている」「関心・意欲・態度の客観的評価は困難で、授業での挙手回数などの形で関心・意欲・態度を測ることになり、新たなゆがみを生んでいる」などの批判も生まれた。

小学校1、2年の理科が社会科とともに廃止され、新しく、「生活科」が新設された。理科に関する内容は、野外の自然観察及び動物の飼育と植物の栽培等である。

教科内容としては

(精選・集約) 花のつくり、植物の成長と養分、風車のはたらき、水溶液の濃さと重さ

(精選) 太陽と季節

(増加) 日常生活における科学にかかわる内容

中学校では教科の選択が拡充され、3年での選択教科の一つとして理科が設けられた。生徒の特性に応じ、課題研究的な学習、野外観察・実験などの発展的、応用的な学習活動が多様に展開できるように求められた。

(削除又は軽減) 化学反応と熱、恒星の明るさや色

(内容統合) 力のはたらき、運動

(増加) 科学の進歩と人間生活、光学現象、遺伝と進化

高等学校では、理科Ⅰ(必須4単位)に代わる総合的な理科の科目として「総合理科(選択4単位)」が設けられた。また、日常生活と関係の深い事物・現象を扱う科目として物理ⅠA、化学ⅠA、生物ⅠA、地学ⅠA(各2単位)が設けられた。この他に系統的な内容を学ぶ物理ⅠB(4単位)、物理Ⅱ(2単位)、化学ⅠB(4単位)、化学Ⅱ(2単位)等の合計13科目の中から2科目を選択というように、履修科目が多様化された。物理Ⅱ、化学Ⅱ、生物Ⅱ、地学Ⅱ(選択各2単位)では、系統的な学習の他に、問題解決能力の育成を図る目的で課題研究が内容の一部として設けられた。

(6) 自ら学び自ら考える力など「生きる力」の育成(平成10年～19年)

平成8年の中央教育審議会答申(以下「中教審」という。)[「21世紀を展望した我が国の教育の在り方について」という諮問に対する第1次答申の中で、「我々はこれからの子供たちに必要となるのは、いかに社会が変化しようと、自分で課題を見つけ、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、行動し、よりよく問題を解決する資質や能力であり、また、自らを律しつつ、他人とともに協調し、他人を思いやる心や感動する心など、豊かな人間性であると考えた。たくましく生きるための健康や体力が不可欠であることは言うまでもない。我々は、こうした資質や能力を、変化の激しいこれからの社会を「生きる力」と称することとし、これらをバランスよくはぐくんでいくことが重要であると考えた。」と述べたことから、「生きる力」が教育の新たな目的の一つとして挙げられるようになった。

上記のような理念を受けて、その後の学習指導要領の改訂時に「総合的な学習の時間」が創設された。日本の理科教育の一番厳しい時代と考えられる。

教育内容の厳選が徹底され、平成14年4月からの完全学校週5日制と相まって、授業時数は激減し、理想とは裏腹に子どもたちの学習時間は大幅に低下し、学力の低下が指摘された。ただし、社会の変化に対応して高等学校では必須教科として「情報」が新設された。

学力低下の観点から厳選された教育内容を明らかにしておく。

①小学校では内容の厳選が行われた。指導の重点と削減内容、中学校への移行を整理すると

ア 生物とその環境は、動植物の生活の実際や成長に関する諸現象を観察・実験を通して追及することとして

(削減) 動植物の運動や成長と天気や時刻の関係、男女の体の特徴

(移行) 卵生と胎生、植物体の水の蒸散

イ 物質のエネルギーでは、物質の性質や状態の変化について観察・実験を通して追及したり、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として

(削除) 植物体の乾留

(移行) ものの性質と音、重さとかさ、水溶液の蒸発による物質の分離、中和、金属の燃焼

(充実) 光の反射を利用した温水器(3年)、乾電池や光電池を用いた自動車やメリーゴーランド(4年)、メトロノームやボーリングゲーム(5年)、電磁石を利用したモーターやクレーン(6年)など

ウ 地球と宇宙では、地表、大気圏及び天体に見られる諸現象について観察したり、地表や大気圏の諸現象を自然災害などの視点と関連付けて追及したりすることとして

(削除) 石と土

(移行) 空気中の水蒸気の変化、太陽の表面の様子、北天や南天及び全天の星の動き、堆積岩と火成岩

エ 児童の興味・関心や地域の実態に即して地域にある事物や現象を生かした指導ができるようにするため、高学年において課題選択が導入された。

5年…動物の発生と成長・「魚の卵の成長」と「人の母体内での成長」から選択物の運動・「振り子」と「おもりの衝突」から選択

6年…土地のつくりと変化、「火山」と「地震」から選択

また、自然災害に関する内容を充実させるため、5年で「台風」、6年で「地震や火山による土地の変化」の扱いが指示された。

②中学校では、内容の厳選(内容構成と、削除又は高等学校へ移行する項目)が徹底された。

ア 第1分野…光や音などの感覚を通して直接体験できる現象についての学習から学年が進むにつれて化学変化、電流、運動の現象など自然の規則性を見つけ

て考察する学習、さらにエネルギー、科学技術と人間など総合的な見方を育てる学習になるよう内容を構成する。

(削除) 溶質による水溶液の違い、情報手段の発展に関する内容

(移行) 比熱、電気量、イオン、中和反応の量的関係、力の合成と分解、仕事

イ 第2分野…植物や動物、大地の変化など直接観察を重視した学習から、学年が進むにつれて生物の植え方、天体など規則性を見つけて考察する学習、さらには、環境、自然災害など総合的なものの見方を育てる学習になるよう内容を構成する。

(削除) 天気図の作成

(移行) 大地の変化の一部、月の表面の様子、日本の天気の特徴、遺伝の規則性や生物の進化

ウ 問題解決能力の育成

生徒の興味・関心に基づき問題解決能力を育成するため、野外観察を一層充実するとともに、生徒自ら観察や実験の方法を工夫したりして課題解決のために探究する活動を行うよう指示された。

エ 課題選択の導入

生徒の興味・関心に基づいた学習を一層充実するため、第1分野の「科学技術と人間」と第2分野の「自然と人間」のいずれかを選択することとされた。

③高等学校

科目の編成が行われた。

ア 理科基礎…科学と人間生活とのかかわりを学ぶ。

(項目) 原子・分子、物質の合成、細胞の発見と細胞説、進化、エネルギーの考え方、電気エネルギー、天動説と地動説、プレートテクトニクス

イ 理科総合A…エネルギーと物質の成り立ちを中心として、自然を総合的に学ぶ。

(項目) 自然の探究、資源・エネルギーと人間生活、物質と人間生活、科学技術の進歩と人間生活

ウ 理科総合B…生物とそれを取り巻く環境を中心として、自然を総合的に学ぶ。

(項目) 自然の探究、生命と地球の移り変わり、多様な生物と自然のつり合い、人間の活動と地球環境の変化

エ 物理Ⅰ、化学Ⅰ、生物Ⅰ、地学Ⅰ（Ⅰを付した科目）

前・学習指導要領の「ⅠBを付した科目」「Ⅱを付した科目」のうち、基本的な内容で構成し、幅広く学習する。また、探究活動を内容の一部として位置付け、探究的な学習の推進を図る。

オ 物理Ⅱ、化学Ⅱ、生物Ⅱ、地学Ⅱ（Ⅱを付した科目）

「Iを付した科目」を基礎として、より発展的な内容を学習する。また、課題研究を内容の一部として位置付け、問題解決能力の育成を図る。

カ 中学校から移行内容の統合

「理科総合A」「物理I」：仕事と仕事率、電気量、水の加熱と熱量

「理科総合A」「化学I」：電気分解とイオン

「理科総合B」「生物I」：遺伝の規則性

「理科総合B」「地学I」：地球上の生物の生存要因、地球の表面の様子、惑星の表面の様子、大地の変化の一部、日本の天気の特徴

「物理I」：比熱、水圧、浮力、力とばねの伸び、質量と重さの違い、力の合成と分解、直流と交流、真空放電

「化学I」：中和反応の量的関係、電池

「地学I」：月の表面の様子、外惑星の視運動

「理科総合B」「生物II」：生物の進化、花の咲かない植物、無脊椎動物

キ 項目選択の導入

「IIを付した科目」において、生徒の興味・関心等に応じた学習ができるよう、項目を選択することが可能となった。

「物理II」：「物質と原子」と「原子と原子核」から一つを選択できる。

「化学II」：「生活と物質」と「生命と物質」から一つを選択できる。

「生物II」：「生物の分類と進化」と「生物の集団」から一つを選択できる。

「地学II」：「地球の探究」、「地球表層の探究」及び「宇宙の探究」から二つを選択できる。

(7) 知識・技能の習得と思考力・判断力・表現力の育成のバランス（平成20年～）

「ゆとり」か「詰め込み」ではなく、基礎的・基本的な知識・技能の習得と思考力・判断力・表現力等の育成との両方が必要であるとして

<基礎的・基本的な知識・技能の習得の重視>

- ・社会の変化や科学技術の進展等に伴い子どもたちに指導することが必要な知識・技能についてしっかりと教える。

- ・つまずきやすい内容の確実な習得を図るための繰り返し学習を行う。

<思考力・判断力・表現力等の育成の重視>

- ・各教科等の指導の中で、観察・実験やレポートの作成など、知識・技能を活用する学習活動を充実する。

- ・教科等を横断した課題解決的な学習や探究的な活動を充実する。

この結果小中学校で授業時数は1割アップすることとなった。現行の学習指導要領なので、

各校種の教育目標等を詳細に見てみると

①小学校理科（目標）

「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。」

平成20年中教審答申では「学習指導要領」の理科の改善の基本方針として

ア 理科については、その課題を踏まえ、小・中・高等学校を通じ、発達の段階に応じて、子どもたちが知的好奇心や探究心をもって、自然に親しみ、目的意識をもった観察・実験を行うことより、科学的に調べる能力や態度を育てるとともに、科学的な認識の定着を図り、科学的な見方や考え方を養うことができるように改善する。

イ 理科の学習において基礎的・基本的な知識・技能は、実生活における活用や論理的な思考力の基盤として重要な意味を持っている。また、科学技術の進展などの中で、理数教育の国際的な通用性が一層問われている。このため、科学的な概念の理解など基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着を図る観点から、「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」などの科学の基本的な見方や概念を柱として、子どもたちの発達の段階を踏まえ、小・中・高等学校を通じた理科の内容の構造化を図る方向で改善する。

ウ 科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、学年や発達の段階、指導内容に応じて、例えば、観察・実験の結果を整理し考察する学習活動、科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動、探究的な学習活動を充実する方向で改善する。

エ 科学的な知識や概念の定着を図り、科学的な見方や考え方を育成するため、観察・実験や自然体験、科学的な体験を一層充実する方向で改善する。

オ 理科を学ぶことの意義や有用性を実感する機会をもたせ、科学への関心を高める観点から、実社会・実生活との関連を重視する方向で改善を図る。また、持続可能な社会の構築が求められている状況に鑑み、理科についても、環境教育の充実を図る方向で改善する。

②中学校理科（目標）

「自然の事物・現象に進んでかかわり、目的意識をもって観察、実験などを行い、科学的に探究する能力の基礎と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方を養う。」

各分野の目標及び内容を見てみると

（第1分野目標）

ア 物質やエネルギーに関する事物・現象に進んでかかわり、その中に問題を見いだし意欲的に探究する活動を通して、規則性を発見したり課題を解決したりする方法を取得させる。

- イ 物理的な事物・事象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の結果を分析して解説し表現する能力を育てるとともに、身近な物理現象、電流とその利用、運動エネルギーなどについて理解させ、これらの事物・事象に対する科学的な見方や考え方を養う。
- ウ 化学的な事物・事象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験結果を分析して解釈し表現する能力を育てるとともに、身の回りの物質、化学変化と原子・分子、化学変化とイオンなどについて理解させ、これらの事物・現象に対する科学的な見方や考え方を養う。
- エ 物資やエネルギーに関する事物・現象を調べる活動を行い、これらの活動を通して科学技術の発展と人間生活とのかかわりについて認識を深め、科学的に考える態度を養うとともに、自然を総合的に見ることのできるようにする。

(第2分野目標)

- ア 生物とそれを取り巻く自然の事物・事象に進んでかかわり、問題を見だし意欲的に探究する活動を通して、多様性や規則性を発見したり課題を解決したりする方法を習得させる。
- イ 生物や生物現象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の結果を分析して解釈し表現する能力を育てるとともに、生物の生活と種類、生命の連続性などについて理解させ、これらの事物・現象に対する科学的な見方や考え方を養う。
- ウ 地学的な事物・現象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の結果を分析して解釈し表現する能力を育てるとともに、大地の成り立ちと変化、気象とその変化、地球と宇宙などについて理解させ、これらの事物・事象に対する科学的な見方や考え方を養う。
- エ 生物とそれを取り巻く自然の事物・現象を調べる活動を行い、これらの活動を通して生命を尊重し、自然環境の保全に寄与する態度を育て、自然を総合的に見るができるようにする。

③高等学校理科(目標)

「自然の事物・現象に対する関心や探究心を高め、目的意識をもって観察、実験などを行い、科学的に探究する能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な自然観を育成する。」

平成20年の中教審答申では、高等学校理科の改善の具体的事項が示され、それを踏まえて学習指導要領が改訂された。基本的な考え方は次に示すとおりである。

- ア 科学的な概念の理解など基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着を図る観点から小・中・高等学校を通じた理科の内容の構造化を図るとともに、科学的な思考力・表

現力の育成を図る観点から探究的な学習活動をより一層充実する。中学校との接続に配慮し、高等学校理科の各科目の構成及び内容の改善・充実を図るとともに、科学的に探究する能力と態度の伸長を図ることができるよう改善する。

イ 物理、化学、生物、地学のうち3領域以上を学び、基礎的な科学的素養を幅広く養い、科学に対する関心をもち続ける態度を育てる。併せて、生徒の能力・適性、興味・関心、進路希望等に応じて学べるよう履修の柔軟性を向上させる。基礎的な科学的素養を幅広く養うことは、今日の「知識基盤社会」において重要である。また、生徒の多様な興味・関心や進路等に応じることも大切である。

ウ 今日の科学や科学技術の発展はめざましく、その成果が社会の隅々にまで活用されるようになっている。このように急速な進展に伴って変化した内容については、その変化に対応できるよう学習内容を見直す。また、科学や科学技術の成果と日常生活や社会との関連にも留意し改善を図る。

高等学校理科の具体的な改善として

ア 必履修科目を「科学と人間生活」、「物理基礎」、「化学基礎」、「生物基礎」、「地学基礎」の内から3科目とした。

イ 新しい科目として「科学と人間生活」を設けた。物理、化学、生物、地学の領域から、科学と人間生活とのかかわりの深いテーマを取り上げ、特にこの科目では、自然や科学技術について観察、実験を通して理解させ、科学的な見方や考え方を養うとともに、自然や科学技術に関する興味・関心を高めることができるようにした。

ウ 従前の「Ⅰを付した科目」、「Ⅱを付した科目」の内容のうち、中学校と高等学校との接続を考慮しながら、より基本的な内容で構成し、観察、実験などを行い、基本的な概念や探究方法を学習する科目として「物理基礎」「化学基礎」「生物基礎」「地学基礎」（基礎を付した科目）を設けた。

エ 上記の科目を基礎として、観察、実験などを行い、より高度な概念や探究方法を学習する科目として「物理」「化学」「生物」「地学」を設けた。

オ 自然に対する知的好奇心や探究心を高め、科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、探究活動を充実するとともに、従前の「Ⅱを付した科目」の中に位置づけていた課題研究を、新しい科目「理科課題研究」として設定した。先端科学や学際的領域に関する研究なども扱えるように改善し、基礎を付した科目や「物理」「化学」「生物」「地学」での探究活動の成果を踏まえ、課題を設定し研究を行えるようにした。また、標準単位数を1単位とし、指導に効果的な場合には、授業を特定の期間に行えるようにした。

カ 「第3款 各科目にわたる指導計画の作成と内容の取扱い」に各科目の指導にあたっての配慮事項として次の点などが加えられた。

- ・ 観察、実験などの結果を分析し解釈して自らの考えを導き出し、それらを表現するなどの学習活動を充実すること。
- ・ 大学や研究機関、博物館などと積極的に連続、協力を図るようにすること。
- ・ 当該科目や他の科目の内容及び数学科や家庭科等の内容を踏まえ、相互の関連を図るとともに、学習の内容の系統性に留意する。

今回の改訂の大きな特徴は小・中・高等学校を通じた理科の内容の構造化が図られていることである。こうした経緯を踏まえてみると、現在においてバランスのとれた教育、つまりゆとりか詰め込みかではなく、学ぶべき基礎基本をしっかりと教えた上で、思考力、判断力を重視した教育の考え方が伺える。

また、今回の学習指導要領は日本の理科教育の大きな揺れであった系統教育と経験主義的教育の止揚と捉えられなくもない。さらに戦後初めて理科の授業時間数が社会科を超えたとして注目された。学校週5日制による絶対的な授業時間数の減少と社会の著しい科学技術の進展を考えると改訂の題目だけあって実態なしの指摘だけは受けないようにしてはならない。

以上、日本の小中学校理科教育の変遷を授業時間数で整理すると

理数教育の現状と課題

公示年	授業時数	単元数	単元等授業時数	学習指導要領の特徴
		項目数	項目等授業時数	
1958 (S33)	628 時間 (420h)	120	5.2 時間	生活単元学習から系統学習への移行、系統+経験、観察・実験の重視、自然現象への原理的理解、中2分野制
		369	1.7 時間	
1968 (S43)	628 時間 (420h)	71	8.8 時間	高度経済成長、科学教育の現代化、ブルーナーの教育理論、探究学習の導入、科学の方法、小3領域制
		228	2.8 時間	
1977 (S52)	558 時間 (350h)	52	10.7 時間	ゆとりと充実、授業時数の削減、隔週5日制、低学年理科の領域廃止、高等学校理科I・II
		124	4.5 時間	
1989 (S64)	420 時間 (315h)	32	13.1 時間	臨時教育審議会答申、教育の個性化と多様化、生活科の導入による低学年理科の廃止、学校完全週5日制
		79	5.3 時間	
1998 (H10)	350 時間 (290h)	24	14.6 時間	生きる力、総合的な学習の時間の導入、内容の厳選、理科の内容と時間が最少
		56	6.3 時間	
2008 (H20)	405 時間 (385h)	31	13.1 時間	時間と内容の充実、理数の充実（国際的な通用性・系統性、反復指導、観察実験、課題学習）、小2領域制
		74	5.5 時間	

() は中学校の授業時数

授業時数を見ると、日本の理科教育の変遷は顕著である。

昭和33年学習指導要領改訂から昭和51年頃までが最も理科教育に勢いがあり、日本の高度経済成長とともに理工系人材を最も多く輩出した時代である。授業時数の減少と小中学校の理

科教育内容の厳選や高等学校での履修の選択制から見ても、少なくともゆとり教育以降平成20年までは、日本人の科学的知識に関するレベルは低下の一途をたどったと思われる。

Ⅱ 現在の理科教育

1 高校生の科学に関する意識調査

日本の小・中・高等学校における理科教育の総和として、高校生の科学に関する意識調査をすることは大きな意味がある。

高校生の科学等に関する意識調査報告書 ―日本・米国・中国・韓国の比較―⁶⁾によると4か国とも科学への関心が高い傾向があるが、日本の高校生の特徴をまとめると

- ①「天文」と「動物植物」に関心が高く、「化学」「物理」に関心が低い。
- ②自然や科学の学習方法の特徴は「先生が行う実験を見る」「動物園や植物園を見学する」が上位で、「自然や科学についてのテレビを見る」は他の3国より低い。さらに調べ学習は4か国で一番低い。
- ③理科の重要性は4か国とも共通しているが、日本の高校生は「自分で調べたり、学習するための時間がない」と感じている。しかも理科は「社会に出たら必要なくなる」と思い、「将来、科学的なことにかかわる仕事に就きたい」とも思わない。そして「理科について興味あることを自分で調べたり学習している」者の数値が一番低い。
- ④理科の学習では、「自由研究」が大事といわれるが、日本の小学生は多くしているが、高校生はほとんどしていない。
- ⑤体験的な学習や実験的な学習をした者ほど科学への関心は高まり、環境汚染やエネルギー問題などの社会問題への関心が高くなる。

高校生の意識をまとめると、理科の学習の意義や大切さはどの国の高校生も認めている。そして理科の授業は面白く、実験や観察の授業を望んでいる。科学の評価は高く、社会的な問題や、地球環境を守るためには必要と考えている。日本の高校生の特徴は、理科の「自由研究」は小学校までよくしているが中学・高等学校と引き継がれていない。また理科の学習成果が社会に出てから重要と考えていない。日本は理科の調べ学習が少ない。科学や環境汚染やエネルギー問題などの社会問題への関心が高まるとされている体験的な学習や実験的な学習もそれほど多くない。こうした意識調査を踏まえると日本の学校教育の在り方が問われてくる。

2 理科教員の意識

第3期科学技術基本計画策定のためのフォローアップとして作成された理科教員に関する調査結果報告書⁷⁾から日本の理科教員の実態が見えてくる。

小学校理科教員の大学院卒は3%（国際平均値17%）、中学校理科教員は15%（国際平均値

23%)である。⁸⁾

小学校教員について、理科全般及び各指導分野について、学級担任として理科を教えている教員の約50%が、理科全般の内容の指導に「やや苦手」か「苦手」と感じており、理科専科教員においても約20%が苦手と感じている。

また、物理、化学、生物、地学分野の内、物理分野の内容の指導が「やや苦手」「苦手」と感じている学級担任は約67%にも及んでいる。次いで地学分野に苦手と感じている学級担任は約65%、化学分野は約56%、生物分野は47%であった。

さらに、小学校の理科を教えている教員の約58%が、理科の学習内容についての知識・理解が「やや低い」か「低い」と感じている。

約70%の教員が指導方法についての知識・技能が「やや低い」「低い」と感じており、約66%が理科の観察・実験について知識・技能が「やや低い」「低い」と感じている。

中学校の理科教員については、地学分野を「やや苦手」「苦手」と感じているのは約44%であり、次いで物理分野は約31%、化学分野は約13%、生物分野は約28%であった。

高等学校においては、専門性の高い分野は、8割以上が1科目であり、2科目の専門性は、約1割である。ただし、理科の「Ⅱ」が付く分野については、「苦手」「やや苦手」と感じる理科教員の割合は、「地学Ⅱ」が48%、「物理Ⅱ」が20%、「化学Ⅱ」が18%、「生物Ⅱ」が22%である。

スーパーサイエンスハイスクール（以下「SSH」という。）の理科教員は、「得意」と感じている割合が高い傾向にある。

こうしたデータを見るに、我が国の理科教育は学習指導要領改訂とは別に、根本的な問題として、理科教育に携わる教員の資質向上、つまり苦手意識を払拭する専門的知識の涵養が大きな課題であることが浮かび上がってくる。

さらに高等学校理科教育の実態を見ると、単に苦手意識だけの問題ではなく図1に示すように、担当する授業において演示実験をほとんど実施しない理科教員は、生徒による観察や実験も少ない傾向がある。

理科教員の苦手意識と相まって理科の観察・実験数が減少し、その結果、子どもたちの理科に対する興味関心が低くなり、特に物理が中学・高等学校で難解で不人気な教科になっている傾向がある。

近年大学の理工学部で、入学後高等学校理科教育を初年度に実施している大学が増加している。特に高等学校物理を学んでいない学生が増加し、大学の授業についていけない現実があるからである。世界の科学技術が高度化の一步を辿っているこの時代に、我が国の大学教育において高等学校理科の復習から始めなければならない実態に日本の理科教育の劣化を感じざるを得ない。

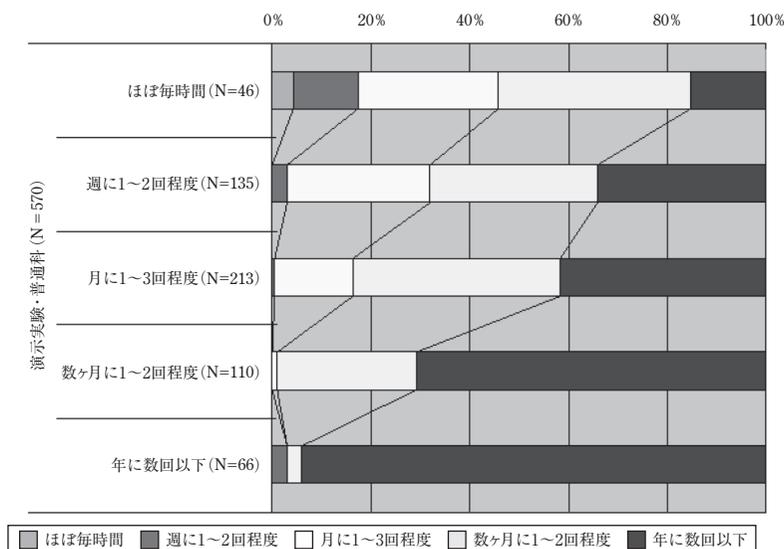


図1 教員による演示実験と生徒による観察や実験との関係 (物理Ⅱ)⁹⁾

一方大学院修了の有無別に教員の意識を比べると、修了者の方が実験や観察の知識・技能が十分あり、最新の科学技術をよく話題に取り上げている。また、教科書よりも高度な内容の指導や理解が進んでいる生徒に対する指導、理系の部活動の指導に取り組んでいるなどの質問で、より肯定的ないし積極的な回答をする傾向がある。

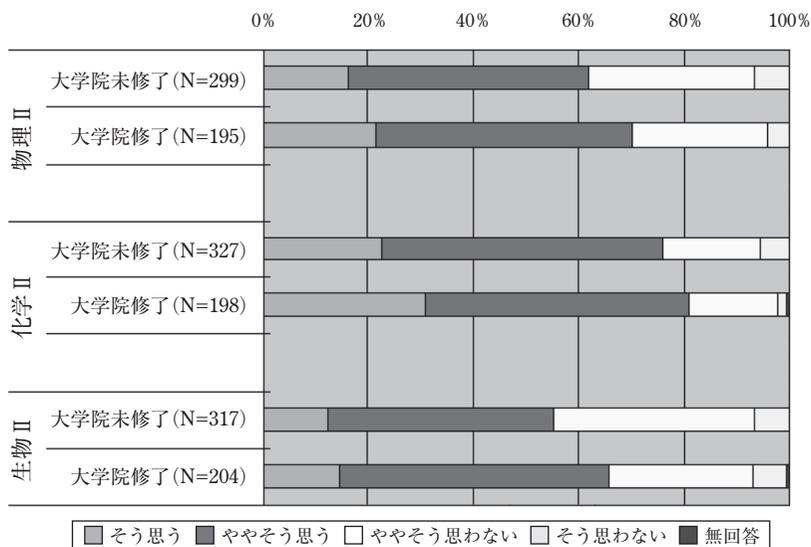


図2 実験や観察についての技能が十分にあると思うか (普通科)⁹⁾

こうした結果から理科教育に関しては、専門的知識の豊富な大学院卒の教師を確保すること

が望ましいと思われる。現在国において教員養成の修士レベル化¹⁰⁾が提言されているが、理科教員免許については先駆けて実施されてもよいのではないかと考える。

Ⅲ 理科教育の今後の展望

こうした我が国の理科教育の実態を踏まえ、各専門学会¹¹⁾から初等中等教育の学習指導要領改訂に対して様々な意見や提言がなされた。また学術会議からの理科教育に関する提言もある。

1 物理関係について

文部科学省の「学校基本調査（平成26年度）」によると、理学・工学両分野あわせての博士課程1年次学生は3,120人で、これは同年度のこの両分野の学部1年次学生11.1万人の2.8%に相当し、年々減少している。

日本学術会議物理学委員会の報告¹²⁾によると、理工系離れの傾向は高等学校時代にすでに生じている。高等学校における物理履修者の比率は昭和45年頃からは、80～90%台であったが、昭和57年の学習指導要領改訂以降は30%に減少し、現在では、20%以下だと言われている。物理分野は理科教育全体の基礎をなす。物理履修率の低下に見られる理科教育の偏りが、全体として理科離れを促進し、生徒達の科学的素養の低下をもたらすという悪循環が起こっていると考えられる。こうしたことが我が国の理工系人材確保の先行きに危機感を抱かせるだけでなく、市民全体の科学リテラシー¹³⁾涵養の観点からも極めて憂慮され、早急な対策が強く求められる。

日本が今後も科学技術創造立国として発展していくためには、初等教育で物理分野を基礎に物理・化学・生物・地学の4科目がバランスよく教えられ、高等教育に繋げる体系的な理科教育の推進によって市民全体の科学リテラシーの向上を図っていく以外にないことは明らかである。

物理学委員会の提言¹²⁾を踏まえると

物理学は、自然界に生起する諸現象を合理的に理解すべく、その根底にある普遍的原理を極め、神秘を解き明かそうとする学問である。物理学が扱う自然界は、最も小さな素粒子から最も大きな宇宙までに至る縦の階層性を持つ一方、物質が織りなす多様な世界という横の広がりも有している。素粒子物理学や天文学・宇宙物理学が階層構造の両究極の究明を目指すのに対して、原子核物理学、原子分子物理学、物性物理学、プラズマ物理学、生物物理学などはマイクロからマクロの物質の存在形態とその性質を解明することを目指す。さらにその理解をもとに物質のふるまいを制御することも視野に入れている。そのためには

(1) 社会全体への対応

- ① 大人の理科離れ対策として社会全体に対する科学教育の振興策を講じるべきである。
社会が科学的知見に基づいて動いていくよう、知識の増加を図るべきである。

(2) 学校教育への対応

- ① 科学の意義と重要性についての教育を推進する。
- ② 科学教育を小学生から一般人までの生涯教育として位置付ける。
- ③ 中学校から理科嫌いが増加することを踏まえ、科学の定量性を軽視しない教育を行う。
- ④ 物理を必須教科として位置付け、化学が物質の科学であることをしっかり教える。
- ⑤ 福島原発事故を踏まえ放射能に関する教育を行う。

2 化学関係について

学術会議の提言¹⁴⁾は

化学は、「物質（もの）を創る」、「物質を分析する」、「物質の変化を知る」、「物質の物性を観測する」、「物質の機能を生かす」ことを中心とした科学であり、科学や技術の様々な分野の発展を先導している。

義務教育段階の理科教育は、小学校では「興味関心の醸成」、中学校では「知的好奇心の涵養」、高等学校段階では「それらに立脚した論理的思考力の育成」が重要なポイントとなる。特に物質を基盤とする化学は、物理、生物、地学にまたがる学問領域である。物質の根源を探り、その作用機序を学ぶためには物理の素養は欠かせず、生命・生物の分子論的理解になると生物の世界に重なる。地学の天体や地球環境についても物質の世界を抜きにしては語れない。高等学校においては理科4分野を包含した必須教科を設置することが求められるとともに力ある教員を養成することが求められる。

また日本化学会からは¹⁵⁾

① 小・中・高等学校の理科教育について

ア 「理科」の時間数と必要単位数を可能なかぎり増やす。

イ 「科学」と「技術」、及び両者の重要性と協調関係をはっきりと教える。

「科学技術」という定義不明の語を教科書では使わず、必要な場合には「科学と技術」または「科学・技術」と書く。

ウ なぜ「理科」や「科学」を学ぶのかをはっきりと教える。特に小・中学校段階において、これを強調する。

② 高等学校理科全般の学習指導要領に関する提言

ア 理数系科目の必修単位数を増やし、かつ“理系・文系”の修得単位数の差を減らす。

イ 「物質の科学」としての化学の重要性を説く。

ウ 「探究活動」の比率を一元的に定めない。

③「高等学校化学」の学習指導要領に関する提言

ア「定量的な扱いはしない」「定性的な扱いにとどめる」という表現をできるだけ減らす。

イ「羅列的な扱いはしない」という表現をできるだけ減らす。

ウ「化学Ⅰ」で学習した事象でも「化学Ⅱ」であらためて詳しく学習できるような段階的な学習の原則を確立する。

エ 現行の「化学Ⅱ」で行われているような選択学習を廃止する。

オ 指数・対数のような自然科学で重要な事項は数学教育で重視すべきである。また、これらの事項を化学の中で使うことを妨げない。

3 生物関係について

DNA 解析や IPS 細胞などの研究から、生物の教育が生物学から生命科学に変わろうとしているのは、おそらく世界的な流れだと考えられる。学会会議からの提言¹⁶⁾ はまさに生命科学を小・中・高等学校で教えることを示唆している。「我が国の生物学に関する教科書、教員のレベルは、欧米と比較しても、世界的に見ても必ずしも十分なレベルにないのではないかと懸念する声がある。小・中・高等学校を通じた教育においても発達段階に応じて、DNA、遺伝子、そしてゲノム情報を基盤として、生命の進化に従って、地球生命圏（陸域、海域）での生物の誕生、生体の基本構造、遺伝、増殖、発生などの生命現象、さらには系統・多様性、生態系とその保全などを体系立てて教え、そうした基本知識に基づいて医療、環境、食糧などの各問題へ発展させる方向性をもって、生物学・生命科学の教科書と教育システムの抜本的な見直しを図ることが肝要である。特に中学や高等学校で生物学を教える教員については、全教員が理科系の分野を専攻して専門的な知識を習得していることが望まれる。」

こうした指摘を考えると最近の多発する自然災害を踏まえ、人命を守るために防災や救命をどうすればよいか授業で考えてみることも大事である。体温は何度以上に保たなくてはならないのか、失血している場合はどうするのかなど、生命にかかわる疑問がたくさん出てくるはずである。

4 地学関係について

日本地球惑星科学連合の提言¹⁷⁾ がその趣旨をよく表している。

「21 世紀を生きる私たちは、オゾン層の破壊や地球温暖化などの様々な地球環境問題、地震・火山・台風・土石流等による自然災害への対応、資源の枯渇やエネルギー問題等、人類にとって重要な数多くの解決すべき課題に直面している。これらの課題を解決していくためには、私たちすべてが必要な科学知識、科学リテラシーを学び、豊かな自然観を身に付け、地球上における自然と自然の一部である私たち人類との共生のため、科学的思考に基づいて自ら考え行動

できるようになることが必要です。

特に、基礎的な必要最低限の科学知識、科学リテラシーは義務教育段階終了までに習得しておく必要があります。」

こうした提言の一方、子ども達を取り囲む生活様式などの環境変化にともない、「理科」の原点である自然観察等の具体的な自然体験の欠如が問題となっている。こうした変化は、学校で学ぶ「理科」の内容が普段の生活や将来何の役にたつのかといった「理科」学習の大切さに関する子ども達の意識を低くしていると思われる。「理科」の学習内容が実生活と深く関わっており、実生活の中で活用されていることを実感できる「理科」の内容とする必要がある。残念ながら、これまでの「理科」の内容は、とすれば物理・化学・生物・地学の領域ごと、さらに校種ごとにバラバラに決められ、初等中等教育全般を見通して捉えられていなかったという課題があった。

そこで、日本地球惑星科学連合は、「理科」の教育目標として初等中等教育全体を見通して、次の3つを設定している。

- ①宇宙、地球、生命は長い時間をかけて現在の姿になっている事を知り、時間的・空間的広がりの中における私たちの位置付けを考えることができる人になること
- ②物質、生命、エネルギーといった自然科学の基礎的な概念についての理解を通して、全ての自然現象は相互に関連していることを知る人になること
- ③自然と自然の一部である人類との共生について科学的な態度で考え、総合的に考察できる人になること

そして具体的には

- (1) 地球人として必要とされる科学リテラシーの基礎を身に付けられるようにするため、義務教育段階における「理科」の学習内容を保障すること
その中で、現行では欠如、著しい不足、不適切な取り扱い方をしている内容、項目、取り扱い方のうち、地球惑星科学に関する事項は
 - ・義務教育段階、特に中学校等での海に関する内容を充実させること
 - ・小学校段階において地震も火山もともに学ぶ構成とし、中学校等において多くの自然災害に関して自然との共生の視点も交えて学べる内容にすること
- (2) 現在の義務教育段階における「理科」の内容に加え、上記を達成するため、義務教育段階における「理科」の授業時間数を増加させること
 - ・小学校1、2年生の「理科」を復活させることが望ましいが、復活がない場合でも「生活科」における小学校中学年以降の「理科」学習の基礎となる自然体験等を増やすこと

5 文部科学省の認識

現在国の理科教育に関する認識を知る手段として文部科学省初等中等教育局教育課程教科調査官の認識を調べるとよく分かる。

平成24年8月2日 エネルギー・環境セミナーで行われた教科調査官 清原洋一氏の講演¹⁸⁾によると

(1) 日本の理科教育の課題として

- ・子どもの理科の学習に関する意識の問題
- ・国民の科学に対する関心が低いこと
- ・子どもの自然体験などの不足
- ・基礎的な知識・理解が不足
- ・科学的な思考力や表現力に問題

があるとしている。

(2) 今回の理科改訂の基本的考え方として

①科学に関する基本的な見方や概念の一層の定着

- ・科学の基本的な見方や概念を柱に、構造化、充実
- ・小・中・高等学校の接続の改善

②科学的な思考力・表現力の育成

- ・目的意識をもった主体的で意欲的な観察、実験
- ・科学的に探究する能力を育成

③科学への関心を高め、科学を学ぶ意義や有用性を実感させる。

(課題) 生徒が科学を学ぶ意義や有用性を実感していない。

- ・日常生活との関連を重視
- ・環境教育の充実

④科学的な体験、自然体験の充実を図ること

(課題) 自然体験などの不足

- ・観察、実験の充実
- ・ものづくりや自然体験などの充実等

が求められるとしている。

(3) 中核となる中学校の主な変更点は、指導計画の作成と内容の取扱いとして

- ・問題を見出し観察、実験をする学習活動
- ・観察、実験の結果を分析し解釈する学習活動
- ・科学的な概念を使用して考えたり説明したりするなどの学習活動
- ・原理や法則の理解を深めるためのものづくり
- ・継続的な観察や季節を変えての定点観察

- ・博物館や科学学習センターなどと積極的に連携、協力
 - ・科学技術が日常生活や社会を豊かにしていることや安全性の向上に役立っていることに触れること
 - ・理科で学習することが様々な職業などと関係していることにも触れること
- などである。こうした理科改訂の趣旨に基づいて学校現場での理科教育の充実が求められる。

6 高等学校教育から見てきたこと

高等学校進学率が99%に達し、社会に出る直前の最終学校教育と捉えれば、高等学校理科教育がほぼ国民の理科的素養を決定するものと考えられる。

この高等学校理科教育に深刻な影響を与えているのが大学受験である。特に大学入試における理科選択科目の緩和が大学の理工系学部教育にとって必須である物理学履修者の激減を生んでいる。特に物理学は数学と並んで、理工系分野全般での基礎的な素養の教育機能を果たすとともに情報科学や社会科学を含む数物的能力を備えた人材の育成には不可欠な学問である。量子力学に見られるように物理学による科学的な自然理解は、人間の感性にゆだねられた直感的な自然理解と大きく隔てるため、数理的な訓練を経ないでは物理概念の理解は容易でない。

現在の日本の理科教育の実態を踏まえ、これからも日本が科学技術創造立国として発展していくためには、国主導の抜本的な理科教育振興策を実施することが求められており、現在科学技術基本計画を踏まえた取組が行われている。

この科学技術基本計画を受けて、高等学校教育現場に導入されたのがサイエンス・パートナーシップ・プログラム（SPP）である。高等学校理科教育に、大学の専門的な教育が導入された高大連携の始まりであるといつてよい。

国の補助金を活用して、大学教員が理科教育に関連する講義や演技実験を高等学校で行うなど、高等学校教育レベルでは行えなかった科学の面白さ、不思議さを教える場として大きな成果をあげた。それをさらに推し進め拡大したのがSSHの指定である。

SSHは、「将来の国際的な科学技術関係人材を育成するために、先進的な理数系教育を実施する高等学校として指定している。」

SSHの特徴は

- ①学習指導要領によらないカリキュラムの開発・実践
- ②観察・実験等を通じた体験的・問題解決的な学習
- ③課題研究の推進
- ④創造性豊かな科学技術関係人材の育成を図る指導方法の研究・蓄積
- ⑤「科学の甲子園」¹⁹⁾や国際的な科学技術コンテスト等への積極的な参加等

が行われ、特に世界的な視点で研究や実習が行えることを可能にした。国から直接学校に資金が供与され、事前に申告したプログラムを実施することができる。

<京都府立桃山高等学校の例>

SSH の認定を受けて毎年実施している主な内容は

- ① 1 年次に、最先端科学技術研究所視察（スプリング 8、国立科学研究所等）、イングリッシュサマー研修会（3 日間、実習研修と英語研修）
- ② 2 年次に各グループで英語研究論文作成及び文科省担当者・大学関係者を招いて英語のプレゼンテーション、オーストラリア研修、ケンブリッジ大学等での研修
- ③ 全国的な規模で SSH 研究発表大会に参加
- ④ 研究紀要の発刊等

7 科学技術基本計画から見えてきた課題

平成 7 年、「我が国における科学技術の水準の向上を図り、もって我が国の経済社会の発展と国民の福祉の向上に寄与するとともに世界の科学技術の進歩と人類社会の持続的な発展に貢献することを目的とする」という高い理念の下に、科学技術基本法が制定された。平成 8 年には 5 年を対象とする第 1 期科学技術基本計画が策定され、平成 23 年度には、第 4 期科学技術基本計画が策定されるにおよんでいる。

こうした結果を踏まえ、科学技術基本計画では次代を担う人材の育成として以下のような提言を行っている。

我が国が、将来にわたり、科学技術で世界をリードしていくためには、次代を担う才能豊かな子ども達を継続的、体系的に育成していく必要がある。我が国では、諸外国と比較して、科学について学ぶことに興味を持ち、理数系の勉強が楽しいと答える中学生及び高校生の割合が低いとされており、初等教育段階から理数科目への関心を高め、理数好きの子ども達の裾野を拡大するとともに、優れた素質を持つ児童生徒を発掘し、その才能を伸ばすための一貫した取組を推進する。

<推進方策>

- ・国及び教育委員会は、大学や産業界とも連携し、研究所や工場の見学、出前型の実験や授業、デジタル教材の活用など、実践的で分かりやすい学習機会を充実する。また、国及び教育委員会は、学校における観察や実験設備等の整備、充実を図る。
- ・国は、国際科学技術コンテストに参加する児童生徒を増やす取組や、このような児童生徒の才能を伸ばす取組を進めるとともに、「科学の甲子園」や「サイエンス・インカレ」²⁰⁾の実施など、科学技術に対する関心を高める取組を強化する。
- ・国は、国際科学技術コンテストの結果、SSH の成果等を大学の入学試験で評価する取組を支援するとともに、高等学校在籍中における大学の自然科学系科目や専門科目の履修など、円滑な高大連携に向けた取組を促進する。
- ・国は、科学技術に関する才能を伸ばす観点から、高校生がより発展的な内容を学べるよう

にするための方策や大学の入学試験の在り方に関する課題改善等について検討を行う。

Ⅳ まとめ

1 生涯学習としての科学教育

社会の人材論は時代の進展とともに変化してきている。昔、理数系学生は製造業への固定観念があったが、今はコンピュータの普及により、金融工学がもてはやされ、金融・保険業等の非製造業へ理数系人材の進出が著しい。

ただし、現在の大学での理数系進学率は国の統計データ²¹⁾を見ると約17%程度であり、社会全体では近年の理数離れは深刻な状況にある。特に大人の理科離れはゆとり教育以降に顕著である。これは高等学校理科教育において理科教育の授業時数が激減するとともに、理工系大学入試において国公立で理科2科目選択、私大では1科目選択が主流となり、必ずしも物理が必須ではないことに起因する。そのため高等学校理科で物理を履修しない学生が増加するなど、理科教育の基礎である物理がなおざりにされ、デジタル社会に対応した基本原理を理解していない人が少なくないからである。

科学技術の急激な進展を考えるとリカレント教育の一環として、また生涯学習の一つとして科学を学び続ける必要がある。さらに人間を取り巻く急激な環境変化を考えると時代の要請として、いかに国民に理科分野全般にかかる科学的リテラシーを醸成するかが大きなテーマともいえる。

特に世界を取り巻く喫緊の課題として①環境教育、②エネルギー教育、③放射能教育、④防災教育等をどうするかが大きな課題である。

2 理科教育の復権に向けて

臨時教育審議会で導入が決まり昭和52年から始まったゆとり教育は児童生徒の学力、特に理数の学力低下の問題を引き起こした。

平成14年学習指導要領改訂前から、前述のように理科教育に関する団体から政府への提言や文部科学省、教育課程審議会などへの申し入れが行われ、平成14年1月時の文部科学大臣から「学問のすすめ」、文部科学省は「確かな学力向上のための2002年アピール」を打ち出し、学習指導要領を前倒して実施、授業時数及び教育内容の回復を目指した。

しかし昭和55年以降の教育課程のスリム化の流れの影響は大きく、その結果平成11年頃には既に大学生の学力低下が指摘され²²⁾、大学の初年度教育において高等学校学習内容の補習教育に力を入れなければならない状況が生まれ現在も続いている。

世界的に見ても科学技術振興策はどこの国でも喫緊の課題である。日本においては特に小学校から高等学校までの体系的で一貫した理科に関する教育課程の編成が求められる。

日本は、平成7年に「科学技術基本法」を制定し、平成8年には、「科学技術基本計画」が策定され、国民の科学リテラシー向上が国の目標とされた。同時に学校外の科学教育活動の活性化が図られた。

(1) 初等中等教育での理科教育支援

さらに小・中・高等学校理科教育に関わる教員の課題として、明らかになっていることは

- ① 小学校の教員に理科指導に係る苦手意識、特に物理、地学分野について苦手意識が強く、教員の約3分の2が観察・実験についての知識・技能について「やや低い」か「低い」と感じている。
- ② 理数教育の質の向上のために、小学校の教員や中学校、高等学校の理数教員が身に付けておくべき理数教育に係る知識・技能等について、学校現場や教育委員会、教員養成大学、理工系大学等の関係者間の「共通理解」を形成していくことが重要である。大学における共通カリキュラム（コアカリキュラム）を発展させ、広く関係者間で共有できるものにしていくことが必要である。教員養成系大学・学部における理数教育の内容から卒業後に発展した最新の科学までを対象にした「共通理解」の明確化を図った上で、これらの知識・技能の取得に向け、「養成段階」「採用段階（キャリア形成初期）」「現職研修段階」などの段階で取得を目指すのか、また、それぞれの機関がどのように連携していくかなど、地域の実情を踏まえた体制を作り上げていくことが望まれる。
こうした指摘がどこまで改善されているか。チェック機能はどこが持つのかも問われる。
- ③ 科学教育の素養が高等学校理科教育にあるなら、せめて高等学校「理科」で「物理基礎」を必須とした上で、物理・化学・生物・地学の各基礎教科のうちから4教科を包含するか3教科以上を履修した上で、大学教育に接続させることが求められる。
- ④ これからの科学技術の進展に対応して、より高度な思考力・判断力・表現力等を育成するために「課題研究」を「アクティブ・ラーニング」や協働学習のかたちで進めていくことが効果的であり、理科課題研究やSSHでの実績を反映することができる。できれば理数課題を研究する「教科」を新設することが求められる。
- ⑤ 特に求められるのは、小・中・高等学校理科教育に関する大学からの支援である。学校では科学技術振興機構の支援を受けSPPとして大学教員を招聘して、科学技術・理科・数学に関する観察、実験、実習等の体験的・問題解決的な学習活動を実施している。こうしたSPP事業を大学がある都市部だけでなく全国的に拡大し、理科教育全体のレベルアップを図る必要がある。と同時に大学のオーバードクターや大学退職教員等を非常勤講師として活用することも期待される。
- ⑥ 現在の小・中・高等学校の理科教育の内容が連続性と系統的な構造性をもっているなら、校種間の理科教員の相互交流があってもよく、子どもの理科嫌いの原因究明や理科教師

の苦手意識払拭に寄与するものと考えられる。

- ⑦現在全ての教科の研究会が財政的に厳しい状況に置かれ、参加する教員が激減している。教員の資質向上のためには国が関与するSSH等の研究会だけでなく、物理・化学・生物・地学関係の研究会へ国及び各教育委員会等の支援が必要と思われる。

(2) 大学教育の支援

文部科学省は、平成23年から大学生等の能力・研究意欲を高め、創造性豊かな科学技術人材を育成することを目的に、自然科学分野を学ぶ全国の学生が自主研究の成果を発表し競い合う場として、「サイエンス・インカレ」を開催している。

科学技術基本計画の提言によれば、「科学技術の発展は短期間に達成されるものではない。その国の文化や伝統、教育、経済力など土台になるものがあり、そこに政府、研究者、教育研究機関、産業界といった様々なステークホルダーの長時間の努力が蓄積されて実を結んでいくものである。また、このような科学技術イノベーションを支える人材を育成することも一朝一夕ではできない。

我が国の科学技術イノベーションの強化のためには、国民の理解と信頼が不可欠である。少子高齢化と人口減少、地方の過疎化、大規模自然災害の発生が予想されていることなど、わが国の置かれている厳しい状況を克服するためにも、国民各界各層による今後の科学技術イノベーションについての真剣な議論が求められる。」としている。また、現行学習指導要領には、「知識基盤社会」に対応する力、OECDが知識基盤社会に必要な能力として定義した「主要能力（キーコンピテンシー）²³⁾」を先取りした考え方、教育基本法・学校教育法を改正して位置付けた学力3要素（①基礎的・基本的な知識・技能の習得②知識・技能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③学習意欲）が背景にある。

こうしたことを踏まえると、学校における理科担当教員が科学技術基本計画や学習指導要領の趣旨をしっかりと理解した上で、研鑽を積み、学校での授業時間数を増やししながら、基礎的・基本的な知識・技能の習得、思考力・判断力・表現力等の育成を目指すことが必要である。

そこで、各大学においては小・中・高等学校の理科担当教員に対して積極的に専修免許を取得させる課程を設けるか、科目等履修生として大学院で学ばせることを期待したい。

また、前述したように大学としてオーバードクターを積極的に高等学校等の学校現場で講師として活用させることを教育委員会と連携して図ってもよいのではないかと。さらに大学退職教員については、小・中・高等学校の理科教育のアドバイザーとして専門知識を活用するよう学校・教育委員会に働きかけることも重要である。特にSPP事業として積極的に地方に出かけて欲しい。また理数系の専門学科を有する高等学校やSSHには教育課程の顧問になるとともに「課題研究」の担当者として活躍して欲しいと思う。さらにSSHの成果等を大学入試で評価する取組を検討するとともに、現行の大学への飛び入学制度の拡充を図るこ

とも求められる。

本学は、平成 28 年度から理学部に新たに宇宙物理・気象学科を開設する。天文現象や大気現象、地球変動は人類の生存に直接関係する重要な領域であることから、人類の生存基盤としての地球の大気圏と、それを取り囲む宇宙を有機的かつ体系的に学び研究し、膨大なデータを数学的に処理するなどの総合的な問題解決能力を身につけた理系人材を輩出することを目的としている。さらに既設の物理科学科と連携しながら理科教職課程を設置することになっている。

本学はこの新設学科により理学部・総合生命科学部によって全ての理科分野（物理・化学・生物・地学）を網羅することになる。そうであるなら現行の学習指導要領で改訂された小・中・高等学校理科教育課程の構造的な特徴を踏まえた教員養成課程のカリキュラムを構成して欲しいと思うとともに、教員免許状更新講習の最先端の研鑽の場を提供して欲しいと願う。それは一般大学の教員養成課程の専門教科が多分に細分化された学術的な分野の探求を主としており、学校現場で実際に行われている理科 4 教科を俯瞰し、統合性と校種間の連続性を踏まえた現在の構造化された理科教育と乖離していると思えるからである。さらに本学には、理科教育の今後の大きなテーマとなる生命科学や宇宙・地球、放射線、環境等の現代的な課題についても小・中・高等学校の理科教員だけではなく、市民講座等を通じた国民の科学的リテラシー醸成の場としての貢献も期待したい。

引用文献

- 1) 古谷庫造、山本修一：戦後の教科教育 50 年 理科教育、創大教育研究第 5 号、73-82
- 2) 澤村文香：日本における理科教育の変遷と高等学校教科書「生物」における「ヒト」の取扱いについて 教育学研究室紀要：「教育とジェンダー」研究 11、20-33 平成 26 年
- 3) 鶴岡森昭ほか、「大学・高校理科教育の危機—高校における理科離れの実情」、高等教育ジャーナル（北海道大学）第 1 号、P.105、平成 8 年
- 4) 文部科学省：学制百年史
- 5) 学習指導要領の法的拘束力
「学校教育法施行規則の一部を改正する省令」（昭和 33 年 8 月 28 日 文部省令第 25 号）にて第 25 条が「小学校の教育課程については、この節に定めるものの外、教育課程の基準として文部大臣が別に公示する小学校学習指導要領によるものとする。（後略）」と改訂され、学習指導要領を「文部大臣が公示する」とこととなり、公示（国家行政組織法第 14 条）をすることによりに法形式をとることとなった。
- 6) 高校生の科学等に関する意識調査報告書—日本・米国・中国・韓国の比較—平成 26 年 8 月 国立青少年教育振興機構
- 7) 第 3 期科学技術基本計画のフォローアップ「理数教育部分」に係る調査研究〔理数教員に関する調査結果報告〕国立教育政策研究所 平成 21 年 3 月

- 8) 国立教育政策研究所編「TIMSS2007 理科教員の国際比較」平成 20 年 12 月
- 9) 平成 20 年度高等学校理科教員実態調査報告書(独) 科学技術振興機構 理科教育支援センター 平成 22 年 3 月
- 10) 中央教育審議会答申「教職生活の全体を通じた教員の資質能力の総合的な向上方策について」平成 24 年 8 月 28 日
- 11) 関係団体等からの要望書
 - ・「すべての児童・生徒が地球人としての科学リテラシーを身に付けるために」－義務教育段階での「理科」のあり方に関して－(平成 18 年 7 月 27 日 日本地球惑星科学連合)
 - ・「教員の質の確保に向けた提言」(平成 18 年 8 月 22 日 日本化学会)
 - ・「高等学校学習指導要領改訂についての要望書(理科・生物)」(平成 18 年 8 月 30 日 日本生物教育会)
 - ・「高校理科必修科目に関する提案」(平成 18 年 11 月 21 日 日本物理教育学会)
 - ・「学習指導要領の改訂に際して学校教育における「エネルギー環境教育」の拡充発展に関する要望書」(平成 19 年 4 月 16 日 日本エネルギー環境教育学会)
 - ・「理科の次期学習指導要領に対する要望」(平成 19 年 7 月 10 日 JAPAN SKEPTICS)
 - ・「次期改訂学習指導要領への要望」(平成 19 年 7 月 25 日 日本理化学協会)
 - ・「次期改訂学習指導要領への要望」(平成 19 年 7 月 25 日 日本理科教育協会)
 - ・「次期改訂学習指導要領「高等学校 生物」及び「高等学校 理科」に関する要望」(平成 19 年 7 月 25 日 日本生物教育会)
 - ・「次期改定学習指導要領への要望」(平成 19 年 7 月 25 日 日本地学教育学会)
- 12) 日本の展望－学術からの提言 2010 報告 物理学分野の展望 平成 22 年 4 月 5 日 日本学術会議 物理学委員会
- 13) 科学的リテラシーとは、「自然界及び人間の活動によって起こる自然界の変化について理解し、意思決定するために、科学的知識を使用し、課題を明確にし、証拠に基づく結論を導き出す能力」(PISA 調査)である。
- 14) 日本の展望－学術からの提言 2010 報告 化学分野の展望 平成 22 年 4 月 5 日 日本学術会議 化学委員会
- 15) 「『化学』で何をどう教えるべきか－科学教育の学習指導要領作成に関わる関係者への日本化学学会からの提言－」社団法人日本化学会会長藤嶋昭・日本化学会化学教育協議会議長 井上祥平、平成 12 年 6 月 26 日
- 16) 日本の展望－学術会議からの提言 2010 提言 生命科学からの提言 平成 22 年 4 月 5 日 日本学術会議 日本の展望員会 生命科学作業部会
- 17) 日本の展望－学術会議からの提言 2010 報告 地球惑星科学分野の展望 ー地球の未来予測への挑戦ー 平成 22 年 4 月 5 日 日本学術会議 地球惑星科学委員会
- 18) 平成 24 年 8 月 2 日エネルギー・環境教育セミナー「学習指導要領の改訂と今後の理科教育の方向性」文部科学省初等中等教育局教育課程課教科調査官 清原洋一
- 19) 科学の甲子園

高等学校等(中等教育学校後期課程、高等専門学校を含む)の生徒チームを対象として、理科・数学・情報における複数分野の競技を行う取組である。国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)は、平成 23 年度より科学の甲子園を創設し、全国の科学好きな高校生が集い、競い合い、活躍できる場として構築した。こうした場を通して科学好きの裾野を広げるとともに、トップ層を伸ばすことを目的としている。

20) サイエンス・インカレ

日本が将来にわたり、科学技術イノベーションを推進し、持続的に発展していくためには、課題設定能力、課題探求能力、プレゼンテーション能力を備えた次世代の科学技術を担う若者を育成していく必要があり、そのためには日頃の研究の成果について学生が切磋琢磨するとともに将来の研究活動へのインセンティブを湧き立たせる場を作ることが重要である。文部科学省は、学生の能力・研究意欲を高め、創造性豊かな科学技術人材を育成することを目的に、自然科学分野を学ぶ全国の学生が自主研究の成果を発表し競い合う場として、「サイエンス・インカレ」を平成 23 年度から開催した。

21) 大学の学科別学生数「日本の統計 2015」総務省統計局

22) 岡部恒治、西村和雄、戸瀬信之「分数ができない大学生—21 世紀の日本が危ない」東洋経済新報社
平成 11 年

23) OECD 「The Definition and Selection of KEY COMPETENCIES」

