

## I はじめに

文部科学省によると、「理科の学習に対する意欲は他の教科と比較して高いといえるが、それが大切だ」という意識が高くないという両者の乖離が課題である。また、国際的に見ると、我が国の児童生徒の理科の学習に対する意欲は低い状況が見られる。」とされている。

そこで本論では、先進国であるアメリカ、イギリス、教育大国と呼ばれるフィンランド、超学歴社会と言われている韓国、4か国の中学校理科段階の学習内容と日本のそれとを比較して、日本の中学校理科教育の今後の方向性について考察していく。

今回の研究では、海外教科書の入手の難易度から4か国の理科教育の内容等については、先行研究の内容を引用して使うこととする。

## II 各国の理科教育

### II-1 アメリカの理科教育

#### ○物理科学 (Physical Science) について

物理については3分冊からなり、日本の教科書よりかなり内容が豊富で、項目も多く、より系統的・具体的に記載されている。

・[働きと力]の分冊については、「機械」という単元があり、現代技術へと結ばれていく。また「加速」「運動量」の項目が見られる。

・[波・音および光]に関しては「電磁波」の単元、「目の働き」や「光学技術」の項目があり、かなり系統的に扱われている。

・[電磁気学]については、単元が「電気(静電気、電流)」→「回路」→「磁気」と日本の教科書と同様系統的に扱われているが、項目に「電流は電子の流れ」、「電子技術は回路に基づく」などがあり、より具体的になっている。

化学については二分冊からなり、日本の教科書に比べ、ページ数が多いことから内容も豊富である。日本の教科書では第一分野から原子についての記載がされるが、どちらの分冊とも原子からはじまり、より系統的・具体的に書かれている。日本の教科書には図の解説が多いが、アメリカの教科書には具体的な写真が多い。

・「物質とエネルギー」では、「物質は原子から作られる」が項目として1章からあるため、三態も粒子概念で説明されている。「エネルギー」の項目では、物理と化学の区別なく扱われ、化学的な項目が中心の「温度と熱」の単元へ結ばれている。

・[化学的な相互作用 (Chemical Interactions)]では「原子構造と周期表」からはじまり、「化学結合(イオン結合、共有結合、極性)」へと、日本の教科書に比べ、一步ふみ込んで系統的に扱われている。「化学反応」についても、「生命と産業は化学反応に依存する」があり、より具体的で触媒に関しても詳しい記載が見られる。また、「炭素化合物」の単元があり、かなり詳しく記載されている。

## ○生物について

生物は5分冊からなり、それぞれ系統的に構成され、内容は日本の高校の範囲までに及んでいる。

・「細胞と遺伝」では細胞の基本構成から、機能、分裂、遺伝へと進み、DNAへと及ぶ。また、遺伝子工学の項目をおき、リスクや利益にも触れている。

・「生命の歴史」では、進化、生物の分類、個体群の個体数の変化要因、人の個体数変化の特色を扱っており、日本の生物の分野に相当する。

・「多様な生物」では単細胞生物、多細胞生物、植物、無セキツイ動物、セキツイ動物と展開され、日本の高校でもあまり扱われていないウイルスについても項目をもうけている。また、日本の中学教科書に比べ、無セキツイ動物にも詳しい。

・「生態系」では、生体系とバイオマスからはじまり、個体群と生態系の関係、生態系へおよぼす人間の影響と発展、人々の生態系を保護する運動で結んでおり、生態系の保全の大切さを強調する展開となっている。

・「人体」に関しては組織からはじまり、吸収・消化、郵送と防御では日本の中学校教科書にはない免疫も扱い、神経組織と生殖機能に進み、成長・老化と健康で結び、健康な生活に必要な知識を身につけることを柱とした扱いになっている。

## ○地学について

5分冊からなり、展開が工夫されているので、テーマに基づいた読み物としても楽しめる。内容の充実度や宇宙科学の内容を見ると、国策として宇宙開発に取り組んでいる国の意気込みが感じられる。

・「地球の表面」では、地球儀や地図は地球のモデルであり、科学技術が地球を表す地図の作成を可能にしたこと等を視点とした執筆から始まる。日本の中学教科書では、化学に記述がいくらか見られる鉱物の章へと進み、岩石、風化と土壌形成、浸食と堆積で結ばれる。

・「変化する地球」では、プレートテクトニクス、地震、火山、化石、天然資源という順番で記載されている。いずれも日本の中学教科書に見られる項目であるが、内容はより深く、天然資源のリサイクルやエネルギー資源の項目は化学・物理の第一分野に見られる。

・「地球の水」では、地球を水の惑星と見て、淡水資源、海洋、海洋の環境へとつなげている。淡水資源では社会における水資源の大切さを強調、海洋も天然資源の宝庫であることを記述し、科学と社会の関係を大切にしたい展開になっている。

・「地球の大気」では、大気が生命を支え、太陽エネルギーを伝え、人体に有害なオゾンや紫外線を吸収するのにもかわらず、人間の活動が温室効果のある気体を生じていることを1章にわたり、初めに扱っている。その後、日本の教科書の地学にも見られる天候、気象前線、気候と気候変動へと進む。初めに教科書の意義を理解させ、学ぶ意欲をかき立てるような展開になっている。

・「宇宙科学」では、日本の教科書ではあまり記載のない宇宙探査から始まる。宇宙探査では、肉眼での宇宙の観察、望遠鏡での研究、宇宙船での探検と探求の方法から学習、宇宙探検の社会的意義で結んでいる。その後日本の中学教科書にも記載のある地球・太陽・地球、太陽系へと進み、日本では主として高校で扱われている、星・銀河・宇宙で終わる。身近な所から奥へと進む展開にな

っている。

## II-2 イギリスの理科教育

KS4 の生徒が学ぶ科学の枠組みは次のように作られている。

- ① GCSE Science (科学的リテラシー：すべての生徒が履修)
- ② GCSE Additional Science (概念主導型の付加的科学)
- ③ GCSE Additional Applied Science (応用主導型の付加的科学)
- ④ GCSE Separate Sciences (生物+化学+物理)

生物、化学、物理の内容が2つの領域に分けられ、①と②に分配されている。④には各分野のすべての領域+ $\alpha$ が含まれている。また③では分野には関わらず、より生活に密着した内容が扱われている。生徒（もしくは学校）は、①のみ、①+②、①+③、④のみ、の4通りの学習経路を選択できる。科学的リテラシーは押さえつつも、その後の高等教育や職業教育にきちんと接続できるように、進路や学力に応じて異なる科学を学習できるように考えられている。

### ①GCSE Science

- ・ 生物分野：あなたとその遺伝子、健康を保つ、地球の生命
- ・ 化学分野：空気の質、物質の選択、食品
- ・ 物理分野：宇宙の中の地球、放射と生命、放射性物質

### ②GCSE Additional Science

- ・ 生物分野：恒常性、成長と進化、脳と心
- ・ 化学分野：化学的な周期、自然環境の化学物質、化学合成
- ・ 物理分野：運動を説明する、電気回路、放射の波動モデル

### ③GCSE Additional Applied Science

医療、農業と食物、科学捜査、化学物質の利用、通信、物質と機能

これらの内容について、「科学による説明」として、学ぶべき現象や考え方が示されており、また、育むべき「科学に関する考え」として、科学とは何か、科学と社会の関わりはどのようなものか、科学者は何をしているのか、などといった視点からのアプローチがされている。

## II-3 フィンランドの理科教育

### ○物理について

- ・ 力とつりあい（相互に影響する力に起因する平衡現象、自然界で見られるそれらの現象）
- ・ 等速運動および等加速運動
- ・ 力によってなされる仕事、力学的エネルギー、パワー（＝エネルギー/単位時間）（仕事率あるいは動力とも言う）
- ・ 振動と波動の基本現象；波動の生産、検出、観察、反射、屈折：関連する性質、量、法則
- ・ 音と光、およびそれらの意味と用途
- ・ 光学機器の機能と原理

- ・物体や物質の加熱と冷却に伴う現象、適切な概念と法則によるそれらの現象の記載、熱的現象の意味と適用
  - ・エネルギーの保存と減損（劣化）、エネルギーの形態としての熱
  - ・物体間にはたらく電気力（クーロン力）および磁力
  - ・直流回路、電気回路の基礎的な現象、日常生活や技術におけるそれらの現象の安全な利用
  - ・電磁誘導と、エネルギー変換におけるその利用、家庭での電気の利用
  - ・素粒子から星雲まで、自然界の構成と各部の割合
  - ・物質を結合させている相互作用、粒子間の反応におけるエネルギーの取り込みおよび放出
  - ・放射線崩壊（＝原子核の崩壊）、核分裂と核融合、電離放射線とそれによる自然の活性化、放射能防御
- 以上の内容で構成されている。

### ○化学について

- ・大気物質とそれらの生物個体にとっての重要性と自然界の平衡
  - ・水とその性質（酸性・アルカリ性など）
  - ・物質の可燃性、燃焼、化学記号を用いた燃焼の記述、燃焼生成物の性質とその環境への影響
  - ・地殻から見出される重要な元素と化合物、およびそれらの性質、加工、利用、埋蔵量、製品のリサイクル性
  - ・電気化学的現象、乾電池、電気分解および、それらの応用
  - ・元素記号、分類、元素と化合物の区別；反応速度の比較
  - ・反応式の解説、簡単な反応式の両辺の調製
  - ・原子模型や周期律表を使った、元素や化合物の性質や構造の説明
  - ・光合成と燃焼、エネルギー資源
  - ・酸化反応および、アルコール・カルボン酸などの有機化合物の酸化生成物、およびこれら生成物の利用
  - ・炭化水素、石油精製工業、およびその生成物
  - ・炭水化物、タンパク質、脂質；それらの構造、および栄養物質および工業用原料
  - ・洗剤、化粧品、糸、布
- 以上の内容から構成されている。

### ○生物について

- ・「自然と生態系」では、①生徒たちの生活している地域の主要な植物、菌類、動物の同定、植物採集、②生態系、その構造とはたらき、森林生態系と水界生態系の特徴、各生態系の探究、③林学と農学への導入、④生物多様性、以上の内容がある。
- ・「生命と進化」では、①細胞の構造と機能、②個体群の出現、発達、構成、③人間の生物学的および文化的進化、人間の顕著な特徴、④バイオテクノロジー（生物工学）の可能性、倫理上の問題、以上の内容からなる。
- ・「人間」では、①人の形態と主な機能、②人の性と生殖、③人の特性の発達における遺伝要因と環境要因、以上の内容からなる。

・「環境」では、①生物学的に持続可能な発展、環境保護とその目標、②生活環境の状況や変化の調査、身近な環境の状況改善方法の検討、環境に対する行動の評価。以上の内容からなる。

#### ○地学について

・「地球・私たちの惑星」では、①世界の自然地理学的地図および人文地理学的地図の理解、世界の地域別分析、②地球内部と表面のできごと、③アジア・アフリカ・南北アメリカ・オーストラリア・ヨーロッパ、複数の大陸についての自然条件、人間活動、文化的特徴の比較、以上の内容からなる。

・「欧州」では、①ヨーロッパの地図、自然条件、景観、人間活動の基本的な特徴、ヨーロッパの異なる地域におけるそれら特徴の相互作用、②ヨーロッパの、世界の一部としての地理学習、以上の内容からなる。

・「世界の中のフィンランド」では、①フィンランドの地図と景観、②フィンランドの異なる地域での自然と人間の相互作用、人工的環境と伝統的景観、③フィンランドの民俗と少数民族の文化、④環境の計画と発展に対する意見表明の機会、⑤世界の一部としてのフィンランド、⑥身近な地域の環境（自然、人口、社会的環境）の調査

・「環境」では、①環境と発展に関する地域的および世界的な課題、課題解決のための検討、②バルト地域の環境問題、③自然資源の消費者としての人間

### II-4 韓国の理科教育

第1学年では、「力と運動」、「静電気」、「物質の三態」、「分子の運動」、「状態変化とエネルギー」、「生物の構成と多様性」、「植物の栄養」、「地殻の物質と変化」、「地殻の変動と構造論」

第2学年では、「熱エネルギー」、「光と波動」、「物質の構成」、「身の回りの化合物」、「消化と循環」、「呼吸と排泄」、「太陽系」、「星と宇宙」

第3学年では、「仕事とエネルギー」、「電気」、「物質の特性」、「電解質とイオン」、「刺激と反応」、「生殖と発生」、「大気の種類と天気変化」、「海水の成分と運動」

以上の内容で構成されている。

### III 今後の方向性について

各国の理科教育を比較して分かったこととしては、2つある。

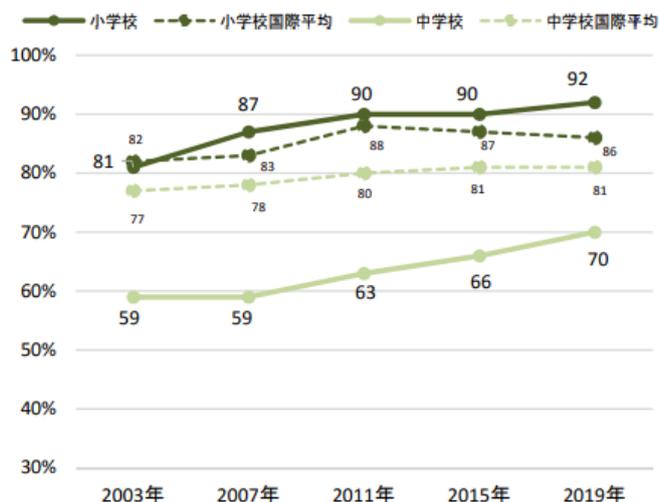
1つ目は、それぞれの国に特色が見られるということである。アメリカでは、宇宙開発や、地球の資源開発に内容を多く割いている。イギリスでは、科学の内容と日常生活や産業を関連付けている。フィンランドでは、人間と森をテーマとした国情にあった内容を非常に重視している。韓国では、基礎的な純粋科学の内容を詳しく扱っている。ただし、環境に関する学習は他に環境科を設置し、重要視している。このように、各国の理科教育では、それぞれの国の特色が見られるが、日本の理科教育は、基礎的な内容だけに絞られており、日本の特色があまり感じられない。

日本の特色として非常に重要であると考えるのは防災教育についてである。なぜなら、日本は災害の多い災害大国であるためである。災害から自らの命を守るためには、防災教育が大変重要であると考え。世界全体のマグニチュード6以上の地震の20%以上、世界全体の活火山の7%以上が日本に

ある。台風や雷雨、豪雨、洪水、土砂災害、などの災害が多く発生している。また、海溝に囲まれ大津波も押し寄せる。毎年、テレビのニュースでは、地震や豪雨などによる死者や行方不明者が報道される。自然現象の性質をよく知り、対策を立てることで被害をある程度まで抑えることができるはずである。新学習指導要領には、「生きる力」を育むことが重要であるとされている。生きる力とは、知・徳・体のバランスのとれた力のことである。その中でも特に、自然や環境の変化に対応する力は理科の学習の中で育むことができる。

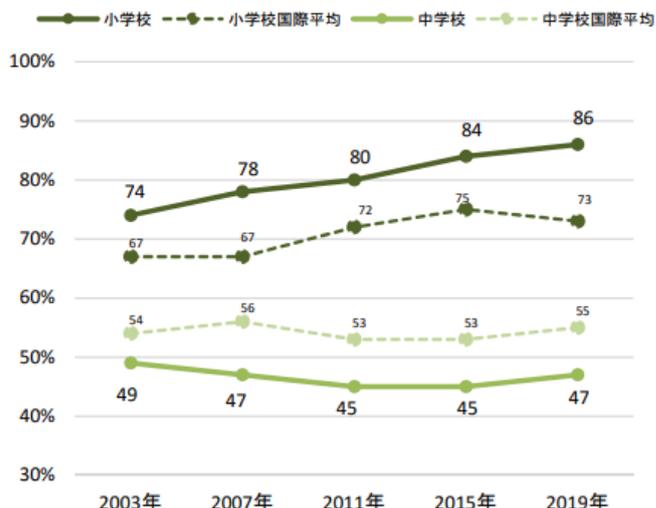
2つ目は、他国の多くが特に生活に関わる先端的科学技術（医療など）を多く紹介していることと比較すると、日本の理科教育の内容は生徒の日常生活や将来の生活とのつながりが弱いと感ぜられる点である。IEA 国際数学・理科教育動向調査（TIMSS2019）によると、図1のような結果が得られた。

### 理科の勉強は楽しい

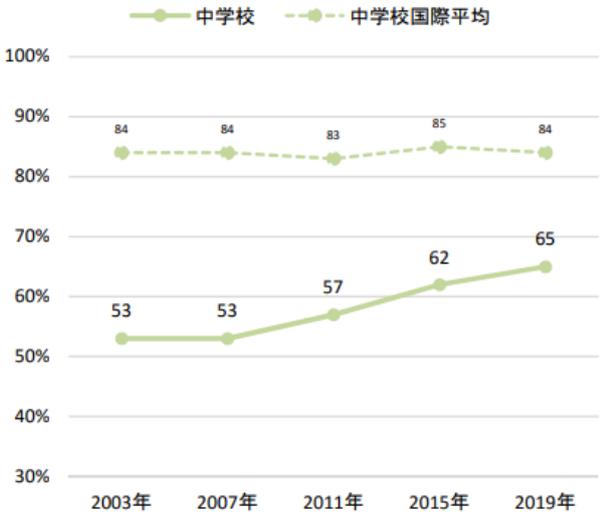


### 理科は得意だ

※実際の質問項目は「わたしは理科が苦手だ／理科は私の得意な教科ではない」であり、この質問に対して「まったくそう思わない」「そう思わない」と答えた児童生徒の割合をグラフにしている。



### 理科を勉強すると、日常生活に役立つ



### 理科を使うことが含まれる職業につきたい

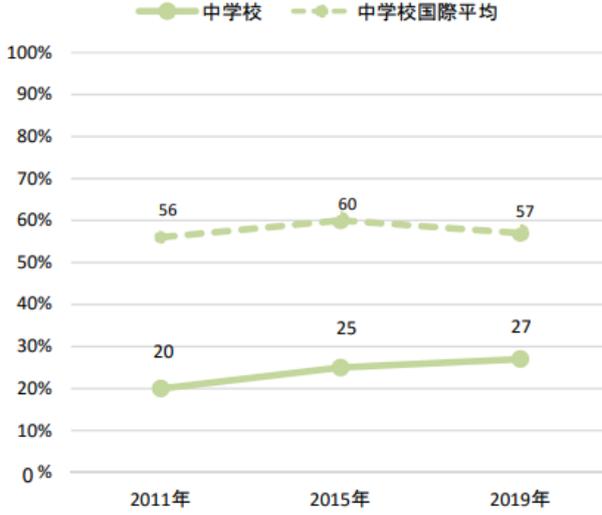


図 1

図 1 を見ると、中学校では、全体的に国際平均を下回っている。この結果から、生徒が何のために理科を勉強するのかに関して動機を持ってないまま学習が行われていることが分かる。これは、日本の理科教育が日常生活との関連が弱いからであると考えられる。理科で学んだ内容が日常生活でどのように活用されているかを知ることによって理科の有用性を知ることができる。

また、日本の小学校と中学校を比較すると、中学生段階で理科への関心・意欲の低下が見られる。これは、受験中心の内容や、日常生活にどのように理科が生かされているか分からないまま学習が進んでいることに起因すると考えられる。

守田貴は、「日常生活とのつながりを意識した授業をめざして」で、図 2 のような学習過程を示している。このような学習過程を理科の授業にとり入れることで、生徒が日常生活と理科とのつながりを意識して考え、理科を学ぶ意義や有用性を実感できるはずである。

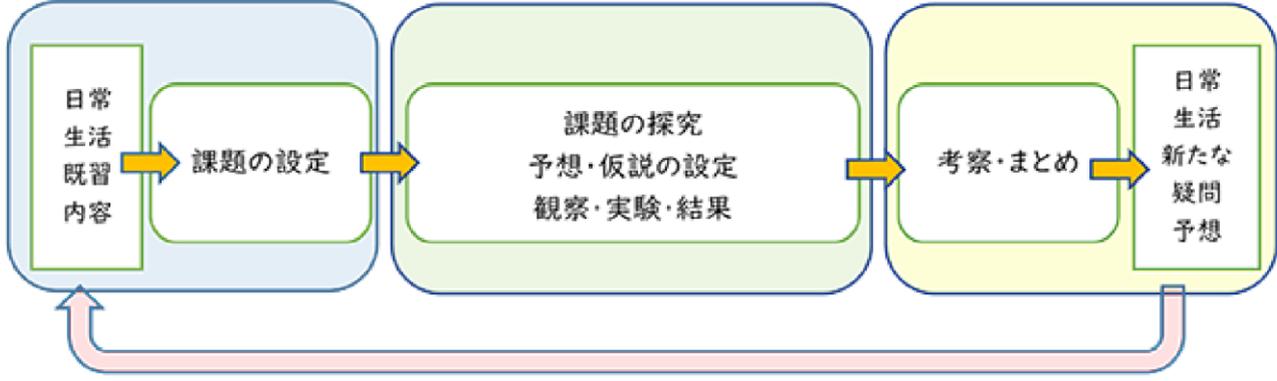


図 2

#### IV おわりに

今回の研究では、アメリカ、イギリス、フィンランド、韓国、4か国の中学校理科段階の学習内容と日本を比較して、日本の理科教育の今後の方向性について考察した。その結果、日本の理科教育には、他の4か国に比べ、自国の特色に応じた内容が少ないこと、日本の理科教育は、日常生活や将来の生活とのつながりが弱いということが分かった。

これからの子供たちは将来の変化を予測することが困難な時代に立ち向かっていかなければならない。また、「生きる力」を養うという点においても、今回の研究で分かった課題を改善していくことは非常に大切である。

各国の理科教育にはそれぞれメリット、デメリットがあり、日本の理科教育にどのように取り入れていくべきかを考察することは大切である。今回の研究では深く考察ができていないため、今後の課題である。

これからの教員生活では、今回の研究で分かった理科教育の現状と課題を意識した授業づくりを心掛けていきたい。

#### 参考文献

- (1)財団法人 学校教育研究所 諸外国の教育の状況 学校図書株式会社
- (2)石渡正志 三石初雄 諸外国の理科教育の比較研究 —7か国の後期義務教育の目次と索引を通して—
- (3)アメリカ教育学会 下田勝司 現代アメリカ教育ハンドブック 東信堂
- (4)桐村豪文 第4回 クリントン政権以降のアメリカの教育改革の特徴—自由化と科学化 京都大学 院教育学研究所
- (5)小池治 アメリカ教育改革とガバナンス
- (6)日英教育学会 下田勝司 英国の教育 東信堂
- (7)鈴木誠 フィンランドの理科教育 高度な学びと教員養成 株式会社 明石書店
- (8)広木正紀 フィンランドの小・中学生は、どんな理科を学んでいるか —学習内容を日本と比べる— 京都教育大学紀要
- (9)孔泳泰 日・韓新理科学習指導要領と教科書の比較研究：中学校を中心に 晋州教育大学校、科学教育科
- (10)文部科学省 世界の学校体系
- (11)国立教育政策研究所 IEA 国際数学・理科教育動向調査 (TIMSS2019)
- (12)中学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説〔理科編〕
- (13)守田 貴 日常生活とのつながりを意識した授業をめざして  
[日常生活とのつながりを意識した授業をめざして | 私の実践・私の工夫 | 授業支援・サポート資料 | 理科 | 小学校 | 知が啓く。教科書の啓林館 \(shinko-keirin.co.jp\)](#)