

4. カナダ

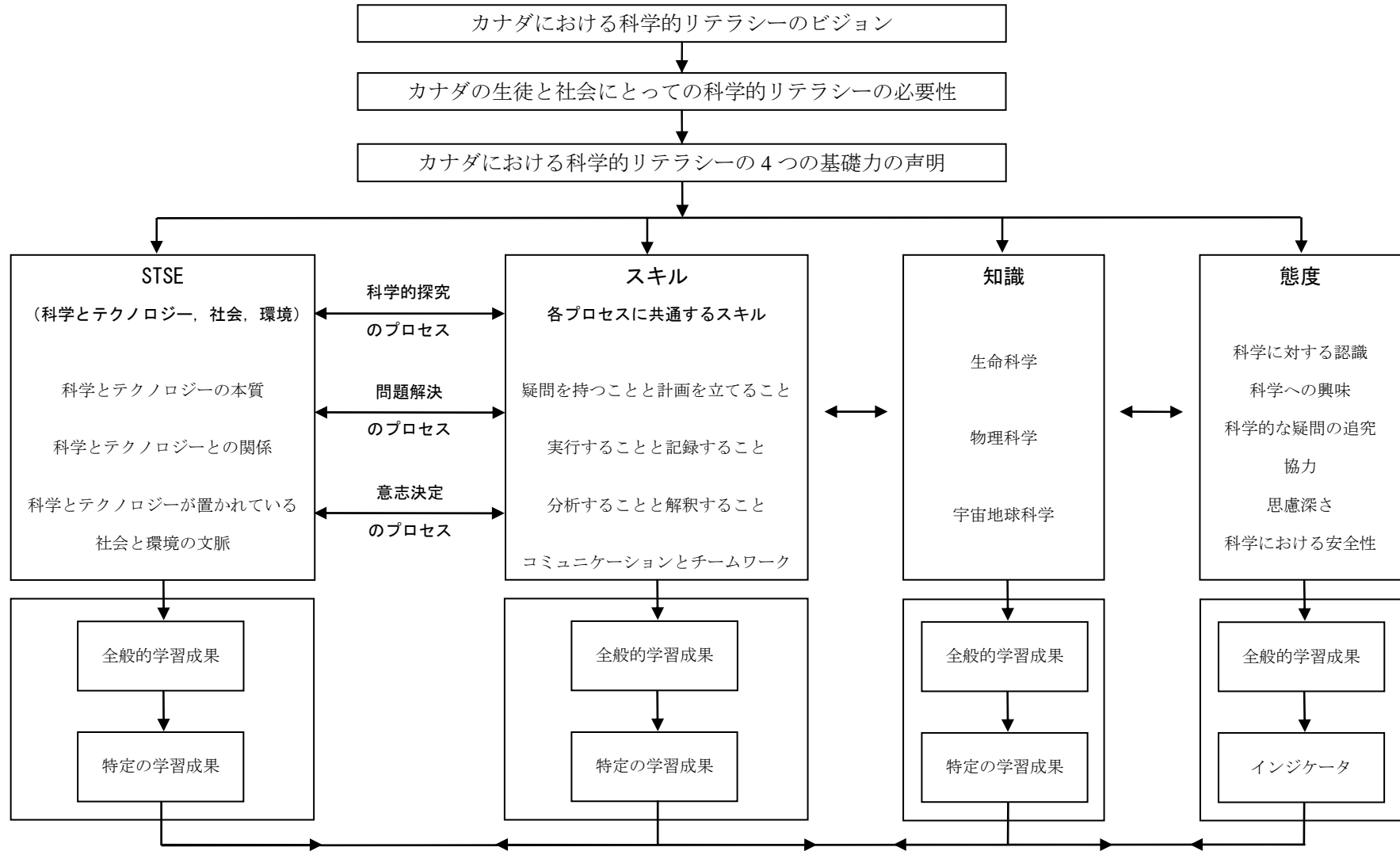
カナダは、10の州と3つの準州とからなり、教育制度が州によって異なるため、教科書に関わらず、カナダにおける教育の実態を一つの典型として示すことは不可能である。しかし、理科教育については、すべての州と準州が国全体の教育について協議する場であるカナダ教育大臣協議会（CMEC）が、各州がそれぞれ理科カリキュラムを開発するための共通の基盤として1997年に『幼稚園から第12学年までの科学の学習成果に関する共通フレームワーク』（以下、「共通フレームワーク」とする）を策定したため、州間の理科カリキュラムの共通性は高くなっている。しかし、この「共通フレームワーク」をどこまで採用するかは各州が独自に決定するものであり、これがカナダ全体の理科カリキュラムであるとは言えないが、教科書は、これを概ねの基準としつつ、各州のカリキュラムに沿うような修正を加えて作成されている。したがって、本調査の報告は、まず、この「共通フレームワーク」の特徴について紹介した後に、具体例としての教科書の記載事項等についての分析を行う。

「共通フレームワーク」では、理科教育で身につけさせる学力を、「科学とテクノロジーと社会と環境（STSE）」「スキル」「知識」「態度」の4つの「基礎力」から捉え、それぞれの学習成果を、各学年段階と、第3学年、第6学年、第9学年、第12学年の各終末段階に対応して示している。図1は、「共通フレームワーク」の構成概念図である。

- 基礎力1：科学とテクノロジー，社会，環境（STSE）** 一生徒は、科学とテクノロジーの性質、科学とテクノロジーの関係、および科学とテクノロジーが置かれている社会と環境の文脈に対する理解を深める。
- 基礎力2：スキル** 一生徒は、科学とテクノロジーを用いた探究のスキル、問題解決スキル、科学的な考えと結果を伝えるスキル、協力のスキル、および十分な知識に基づいた意志決定のスキルを身につける。
- 基礎力3：知識** 一生徒は、生命科学、自然科学および宇宙地球科学における諸概念についての知識と理解を構築し、その理解を応用して自分の知識を解釈し、統合し、そして拡張する。
- 基礎力4：態度** 一生徒は、自分自身、社会および環境の相互的な利益を目指し、責任をもって科学とテクノロジーの知識を獲得し応用するための基礎となる態度を身につけるように、促される。

それぞれの「基礎力」について、教育内容を具体的に学習成果として表したものが図1の「全般的学習成果」と「特定の学習成果」となっている。「全般的学習成果」は、複数の学年のまとまりに対応しており、その期間終了時までには達成すべき学習内容というやや長期的な目標を示している一方で、「特定の学習成果」は、各学年で達成すべき学習内容という短期的な目標を示している。こうして、第12学年を終えるまでに習得される目標としての学習成果が、各学年の各単元の内容について明示されている。各学年の学習単元（クラスターと呼ばれている）の名称を図2に示す。なお、第10学年までが総合的な理科、第11学年以降が分科した物理学、化学、生命科学、宇宙地球科学としての扱いである。

図1 『幼稚園から第12学年までの科学の学習成果に関する共通フレームワーク』の構成概念図



IV. 理科の教科書

図2 幼稚園から第12学年までの各学年で示されている学習単元（クラスター）の名称

[幼稚園から第3学年の段階]

幼稚園	【感覚を働かせて世界を探究する】	第2学年	【動物の成長と変化】 【液体と固体】 【相対的位置と運動】 【環境の中での空気と水】
第1学年	【生物の必要性と特徴】 【物体と材料の特性】 【材料と私たちの感覚】 【1日の変化とある季節の中での変化】	第3学年	【植物の成長と変化】 【材料と構造】 【目に見えない力】 【土の中を探究する】

[第4学年から第6学年の段階]

第4学年	【棲息地とコミュニティ】 【光】 【音】 【岩、鉱物、浸食】	第6学年	【生命の多様性】 【電気】 【飛行】 【宇宙】
第5学年	【基本的必要性を満たし、健康な体を維持する】 【材料の特性と変化】 【力と単純機械】 【気象】		

[第7学年から第9学年の段階]

第7学年	【生態系との相互作用】 【混合物と溶液】 【熱】 【地殻】	第9学年	【繁殖】 【原子と分子】 【電気の特徴】 【宇宙探査】
第8学年	【細胞、組織、器官、系】 【光学】 【流体】 【地球の水系】		

IV. 理科の教科書

[第 10 学年から第 12 学年の段階]

第 10 学年 【生態系の持続性】
 【化学反応】
 【運動】
 【気象の力学】

第 11～12 学年 生命科学
 【生殖と成長】
 【生命にとっての物質と
 エネルギー】
 【遺伝的連続性】
 【進化, 変化, そして多様性】
 【動的な均衡を保つこと】
 【生物間の相互作用】

第 11～12 学年 化学
 【有機化学】
 【酸とアルカリ】
 【構造から特性へ】
 【電気化学】
 【溶液と化学量論】
 【熱化学】

第 11～12 学年 物理学
 【力と運動, 仕事】
 【エネルギーと運動量】
 【波】
 【場】
 【放射能と現代物理学】

第 11～12 学年 宇宙地球科学
 【地球のシステム】
 【地球の資源】
 【地球のプロセス】
 【地質の歴史】
 【天文学】

(1) 教科書の特徴

カナダでは、「共通フレームワーク」で期待されている「基礎力」としての「学習成果」を生徒に身に付けさせる理科教科書であることが、多くの州で使用できる共通性を提供することになる。しかし、各州は独自に理科カリキュラムを定めているため、教科書出版社は、各州で期待される教科書とするための修正を行う必要がある。

理科教科書に対する期待が各州で異なるため、本調査では、特定の教科書をカナダの代表的な理科教科書として分析することは不可能と判断し、入手できた教科書を事例として分析することとした。海外に販売できないとか在庫が無いといった理由で、実際の教科書の入手は非常に困難であったが、結果的に、すべての学年で 1 社以上の教科書を分析に利用することができた。分析には、以下の教科書を使用した。第 1 学年から第 10 学年までの Addison Wesley 社、及び、McGraw-Hill Ryerson 社は、世界規模で有力な出版社である。第 11 学年以上は、物理学の教科書のみを分析対象としたが、第 12 学年については、通常のコースの教科書に加えて、AP (アドバンスド・プレースメント) コース用の高度な水準の教科書入手し分析した。ただしこれは、米国製であり AP コースの限られた高校生が使用するものであるため、カナダでの一般的な特徴を示すとは言い難い。

第 1 学年 Addison Wesley 社 「Science & Technology」(5 分冊:「生きている」「身のまわりの変化」「くつを見る」「運動場で」「仕事と遊びのエネルギー」)(2000 年)

IV. 理科の教科書

第 2 学年	Addison Wesley 社 「Science & Technology」(5 分冊:「動物のすべて」「台所で」「動きについて」「天気について」「仕事のしくみ」)(2000 年)
第 3 学年	Addison Wesley 社 「Science & Technology」(5 分冊:「植物の成長」「磁石」「力と運動」「安定性」「土」)(1999 年)
第 4 学年	Addison Wesley 社 「Science & Technology」(5 分冊:「習性」「光」「音」「滑車と歯車」「岩石と鉱物」)(1999 年)
第 5 学年	Addison Wesley 社 「Science & Technology」(5 分冊:「人体」「物質の変化」「エネルギーの管理」「構造と力」「気象」)(1999 年)
第 6 学年	Addison Wesley 社 「Science & Technology」(5 分冊:「生き物の多様性」「大気と飛行」「電気」「運動」「宇宙」)(1999 年)
第 7 学年	McGraw-Hill Ryerson 社 「SCIENCEPOWER 7」(1999 年)
第 8 学年	McGraw-Hill Ryerson 社 「SCIENCEPOWER 8」(1999 年)
第 9 学年	McGraw-Hill Ryerson 社 「SCIENCEPOWER 9」(1999 年)
第 10 学年	McGraw-Hill Ryerson 社 「SCIENCEPOWER 10」(2001 年)
第 11 学年	McGraw-Hill Ryerson 社 「Physics 11」(Dick,G.他著, 2001 年)
第 12 学年	Nelson 社 「Nelson Physics 12」(Hirsch, A. J. 他著, 2003 年)
第 12 学年	Pearson Prentice Hall 社 「Physics for Scientists & Engineers with Modern Physics」(Giancoli,D.C.著, 第 4 版, 2009 年, 米国製, AP コース用)

なお、学年段階と学校段階との区別は明確ではない。小学校が、第 1 学年(幼稚園(K)を含む場合もある)から第 5 学年,あるいは第 6 学年,あるいは第 8 学年までの場合などがある。初等教育学校と中等教育学校との 2 段階の場合もある。高等学校も、4 年間の場合と 3 年間の場合とがある。したがって、どの学校段階で学習するかを特定することは不適切であり、どの学年段階で学習かを特定する必要がある。「共通フレームワーク」が、学年段階での学習内容を示している背景には、こうした事情がある。

また、後に現地調査によって分かったことであるが、特に小学校段階では、教科書を用いて理科を指導することは一般的でない。カナダでは、教科書を用いて指導する義務はないため、多くの教員が自分なりに工夫した教材を用いて指導をしている。教科書は、教材の一つであるという位置づけとなっている。財政的にも学校が十分な数の教科書を購入できないことがその背景にあると考えられるが、たとえ、教室に生徒数分の教科書が配置されていても、教科書は必要な時だけ、学習の参考として用いるのが一般的な状況となっている。したがって、上記のリストの内、特に第 1 学年から第 6 学年の教科書については、その普及は極めて限られた範囲に止まっていると考えて良いと思われる。

分析に使用する教科書の出版社が異なることも考慮し、以下の分析では、便宜的に、第 1 学年から第 6 学年の教科書を小学校段階、第 7 学年から第 9 学年の教科書を中学校段階、第 10 学年以降の教科書を高等学校段階と位置づけて、その特徴を分析することとするが、必ずしも、実態としてはこのような学校段階で区分されていないことに留意していただきたい。

IV. 理科の教科書

1) 体様

①小学校（第1～6学年）段階の教科書

前述の教科書リストに記したように、各学年が5分冊の小冊子で構成されている。

第1学年と第2学年用については、各冊子のページ数は16ページとなっている（学年では80ページ相当）。大きさも、縦234mm×横180mmと小さい。価格は、各学年で約C\$31（約2,400円）である。

第3学年以降は、第3学年用の各冊子のページ数は39～44ページ、第4学年用では43～49ページ、第5学年用では41～53ページ、第6学年用では44～50ページで構成されている（学年では約200～250ページ相当）。大きさは、縦276mm×横216mmと、北米で一般的な文書規格であるUSレターサイズにほぼ一致している。また、すべての冊子はカラー写真や図を含むカラー印刷であるが、ハードカバーではなく、簡易な装丁である。価格は、各学年で約C\$45（約3,400円）である。

②中学校（第7～9学年）段階の教科書

中学校段階の教科書は、各学年1冊である。大きさはUSレターサイズであるが、ページ数が各学年で565～666ページになっている。重さも、各学年でおよそ1500g～1700gと、1学年だけで、日本の中学校理科教科書（4分冊）の総重量よりも重い。重厚なハードカバーであり、複数年の使用に耐えられる丈夫な装丁となっている。それぞれ、カラー写真や図を数多く配している。価格は、各学年で約C\$88～99（約6,700～7,500円）である。

③高等学校（第10～12学年）段階の教科書

高等学校段階の教科書は、中学校よりもさらに重厚で、内容量の増したものとなっている。第10学年用が676ページで約1900g、第11学年用が811ページで約1900g、第12学年用が805ページで約2000g、及びAP生徒用が約1300ページで約2900gである。第10学年用は、中学校段階の教科書と同一の体裁である。それに比べて、第11学年用は、文字が小さく、文字量も増えるが、依然、写真や図は数多く配されている。第12学年は、理論的な説明が増えるためさらに文字量が増えている。特にAPコース用では、小さい文字や記号の比重が高く、写真や図は少なくなっている。価格は、第10学年で約C\$98（約7,400円）、第11学年で約C\$118（約9,000円）、第12学年で約C\$115（約8,700円）、及びAPコース用で約C\$128（約9,700円）である。

2) 目次からみた教科書の構成

①小学校（第1～6学年）段階の教科書

各学年とも5単元で構成されており、第3学年以上では、各単元が、数ページで記述された10程度の節に分かれている。日本の教科書は、総ページ数はおよそ半分であるが、各学年の単元数は8程度と多いため、各単元は2～3の少ない節で構成されている。カナダの教科書の方が、あるトピックについて、より深まりのある学習が可能であり、日本の教科書の方が、幅広いトピックを、少しずつ学習できるものとなっている。

IV. 理科の教科書

②中学校（第7～9学年）段階の教科書

中学校においても、各学年とも、4～5の単元が設定されている。各単元は3～4の章をもち、各章が約30ページで3～5の節に分かれて記述されている。日本の教科書も、第1分野と第2分野を合わせると、各学年は4～5程度の単元、各単元は3～4程度の章で構成されているが、総ページ数が少ないため、各章は約10ページ程度と短く記述されている。カナダの教科書の方が、あるトピックについて、広く深く学習できる内容をもっており、日本の教科書の方が、短く要点を学習するものとなっている。

③高等学校（第10～12学年）段階の教科書

第10学年については、「理科」であり上記中学校の理科教科書と同じ特徴をもっている。第11学年の「物理」については、5つの単元「力と運動」「エネルギーと仕事」「波動」「光と幾何光学」「電流と磁界」で構成され、これはほぼ日本の物理Ⅰの構成と同様である。各単元は2～4の章をもち、各章が約50ページで3～5の節に分かれて記述されている。総ページ数が日本の教科書の約3倍であることから、各節の内容も幅広い記述となっている。第12学年の「物理」については、5つの単元「力と運動：力学」「エネルギーと運動量」「電場、重力場、磁場」「光の波動性」「物質とエネルギーの相互作用」で構成され、概ね日本の物理Ⅱの構成と同様であるが、第11学年と同様、ページ数が多く、アインシュタインの特殊相対性等の発展的な内容や、重力場として天体の運動を扱うなど、幅広い項目に記述が及んでいる。

3) 特定分野に関する教科書の記述

①小・中学校の教科書の分析

ア) 原子力や原子核エネルギー

小学校第5学年に「エネルギーの管理」という単元があり、その中で、「非再生可能なエネルギー資源」という節において、石炭や石油、天然ガスなどに続いて、ウランという項目が設定され、そこで、原子力発電所の仕組みと、原子核エネルギー利用に伴う危険性についての記述が見られる。

中学校、及び第10学年の理科においては、原子力に関する詳しい内容は扱われていない。第9学年の「電流」単元の末尾で、「電気エネルギーと環境」という節において、原子核エネルギーが、放射性廃棄物を排出することに触れる記述が見られる。

原子力や原子核エネルギーについて、「物理」選択者以外の教育では、特に理解を深めるカリ

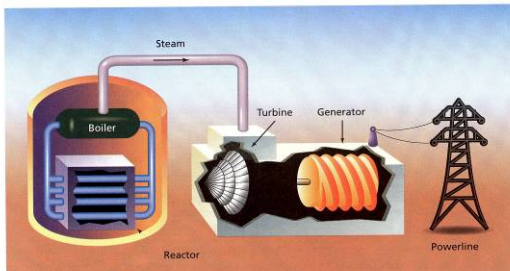
第5学年「ウラン」より

Uranium

Electricity from nuclear energy is produced from energy stored deep within a metal called uranium. Canadian scientists and engineers have developed one type of nuclear power plant called the Canadian Deuterium Uranium reactor, or CANDU reactor. The CANDU reactor releases the energy in uranium to heat water into steam. The steam is then used to spin turbines connected to generators, to create electricity. On average, about 25% of Canada's electricity is produced from nuclear energy. Some provinces, like Ontario, get over 40% of their electricity from nuclear energy.

No burning is needed to produce electricity this way, so using nuclear energy to produce electricity is cleaner than burning fossil fuels. Also, nuclear energy doesn't require a large amount of fuel. A lot of energy can be released from a small amount of uranium. In fact, one CANDU nuclear reactor can produce electricity for a year from a quantity of fuel about the size of a two-car garage. It would take 10 million tonnes of coal to produce the same amount of energy. That amount of coal would fill a train stretching from Toronto to Thunder Bay, Ontario. Currently, there is enough uranium to keep all the nuclear reactors in Canada running for the next 100 years.

But nuclear power has its problems too. The uranium used in nuclear power plants is dangerous to living things. It remains dangerous for thousands of years after it is used. With nuclear power, people worry about two things. What if there were an accident at the power station and some of the dangerous material leaked out? How can the waste material be kept safely for thousands of years, so it doesn't affect people and the environment? Despite these concerns, using nuclear energy to produce electricity has been relatively safe and clean for over 35 years.



At nuclear power stations, uranium is used instead of fossil fuels to heat water into steam. The steam then turns the turbines connected to a generator to make electricity.

キュラムとはなっていないと言える。

イ) 粒子概念 (原子・分子) の導入

原子と分子については、「共通フレームワーク」での規定に沿って、第9学年の教科書で、単元「原子と元素」が約140ページ扱われており、4つの章「性質と変化」「元素に出会う」「原子構造のモデル」「化学結合」で構成されている。化学的な変化を原子の考え方で説明し、元素記号、元素の種類、金属元素に関わる科学技術、元素の族などを学ぶ。原子構造のモデルについては、ボーア・ラザフォードモデル、周期表などについて学習する。化学結合については、イオン化合物や分子化合物などを扱い、生体内の化学物質についても学ぶものとなっている。

第9学年「分子化合物」より

8.3 Molecular Compounds

Word CONNECT
The prefix "co-" usually changes a word to suggest "shared" or "sharing." Which chemical term do you think the term "covalent" comes from? The second half of the term "covalent" comes from a Latin word meaning "strength." Can you see why? (Hint: Think about reactivity.)

You have already seen in Chapter 6 that not all substances are ionic. Your model for compound formation can now be extended to include non-ionic or **molecular compounds**. Unlike ionic compounds, molecular compounds are made up of uncharged atoms. How can the atoms remain uncharged when they combine to form new compounds?

In ionic compounds, the model tells you that metal and non-metal atoms bond by **exchanging** electrons. To extend the model, imagine that non-metals atoms can combine with each other by **sharing** their electrons. Remember that the number of valence electrons lets you calculate how many electrons an atom needs to form a stable octet. For example, oxygen has six valence electrons, so it requires two more.

If two oxygen atoms each share two of their electrons with the other atom, a stable molecule, O_2 , is formed. (You may remember this diatomic molecule from Chapter 6.) This electron-sharing arrangement is called a **covalent bond**, and Figure 8.10 shows how your model, expanded to include the formation of covalent bonds, applies to some familiar molecular compounds in addition to H_2 and O_2 .

An H_2 molecule shares a single pair of electrons.

A molecule of chlorine gas (Cl_2) shares one pair of electrons.

In an O_2 molecule, two pairs of electrons are shared.

In a molecule of water, the oxygen atom needs two more electrons, so two hydrogen atoms each share a pair of electrons with the oxygen atom. Can you now see why water has the formula H_2O ?

This sharing arrangement in carbon dioxide (CO_2) molecule gives the carbon atom and both oxygen atoms stable octets.

Figure 8.10 Sharing outer electrons in some molecular compounds

第9学年「DNAの重要性」より

4.2 The Importance of DNA

Figure 4.6 Chromosomes are formed from long strands of tightly coiled DNA.

Have you ever sent a coded message to someone? The person at the other end has to know the code in order to read the message. Cells also rely on coded information to tell them what to do. These instructions are contained in the molecules of DNA found in every cell.

DNA is called a nucleic acid because it is found in cell nuclei and is acidic. (In bacteria, where there is no organized nucleus, DNA forms a mass near the centre of the cell.) Which structures in the nucleus contain DNA? Recall from Chapter 1 that the chromosomes are also in the nucleus. The chromosomes are made of tightly coiled DNA, as shown in Figure 4.6. In the next investigation, you can actually collect some DNA by breaking open the nuclei of onion cells.

Figure 4.7 shows the structure of DNA. Study the information in the labels. Note especially how nucleotide base A is always bonded to T and C is always bonded to G. Note also that the order of these bases in a strand of nucleotides can vary infinitely. In the investigation on page 116, you will construct your own model of DNA in three dimensions.

one nucleotide

DNA includes nucleotides, each made of a phosphate, sugar, and a nitrogen base.

P phosphate
S sugar

There are four kinds of nucleotides, each named for the base it contains: adenine (A), thymine (T), cytosine (C), and guanine (G).

Nitrogen Bases
A = adenine
T = thymine
C = cytosine
G = guanine

The shapes of A and T fit together, as do the shapes of C and G.

The number of A and T nucleotides is always equal, and the number of C and G nucleotides is always equal.

Figure 4.7 DNA is made of many nucleotides. The ladder-like structure winds like a spiral staircase.

ウ) DNA の導入

DNAについては、「共通フレームワーク」の規定に沿って、第9学年の教科書で、単元「繁殖力」が約150ページ扱われている中で、4つの章の最後に「DNAと繁殖のテクノロジー」という章が約40ページ割かれている。この章は、「バイオテクノロジー」「DNAの重要性」「バイオテクノロジーと人体」「農業におけるバイオテクノロジー」「環境におけるバイオテクノロジー」という5つの節で構成されている。

エ) 惑星

惑星については、「共通フレームワーク」の規定に沿って、第6学年の教科書で、単元「宇宙」が約45ページ扱われている。14に分かれた節のうち、「太陽系」という節で、惑星について学習するものとなっている。第9学年の単元「宇宙探査」は、太陽系を出て、銀河系や星(恒星)、星の一生や形成過程、天体の距離の測定、銀河の発見、膨張する宇宙、

IV. 理科の教科書

宇宙の形成などを学び、さらに、天体の地球への影響や、宇宙の利用、宇宙探査に関する諸問題、宇宙探査に関わる職業などを扱っている。

② 高等学校の教科書の分析

— 第 11～12 学年の「物理」の内容について

第 11～12 学年の「物理」のカリキュラムの範囲は、日本の「物理 I」及び「物理 II」の学習範囲と大きく異なるものではない。ただし、第 12 学年において、カナダでは、初歩的な量子力学やアインシュタインの特殊相対性理論が導入されているなど、部分的に日本で学習されない領域の内容が扱われている。

第 12 学年の AP コース用の「物理」については、これが大学で用いられている基礎物理学の教科書であることから、日本の高等学校の物理教科書の範囲を大きく上回る幅広い内容に及んでいる。また、微積分学など数学を多用することも日本と異なる特徴である。

学習内容の記述範囲が日本の教科書よりも幅広いことは、授業時間数が異なることにも関係している。北米の高校では通常毎日 1 時間、週 5 時間を基本とする履修形態を採っており、日本における物理 I や物理 II の授業時数（各週 3 時間を基本）の約 1.7 倍の時間数が利用可能であることから、その分、年間で学習可能な情報量も多くなっている。

4) 教科書充実の工夫

カナダの教科書に共通して見られる充実のための工夫は、「共通フレームワーク」で期待されている「基礎力」の観点が教科書において表現されていることである。表現方法は、いくらか異なるにしても、「基礎力」の観点を表現しようとしていることは共通している。

「基礎力」の観点として、日本との比較において参考になるのは、まず、基礎力 1 「科学とテクノロジー、社会、環境 (STSE)」を表現していることである。これによって、教科書中で、学習内容に関連させて、科学とテクノロジーの性質、科学とテクノロジーの関係、および科学とテクノロジーが置かれている社会と環境の文脈に対する理解を深められる記述を随所に見ることができる。例えば、身のまわりや社会における関連事象、歴史上の出来事、カナダ人や科学者・技術者へのインタビューや紹介などである。日本の学習指導要領では、例えば、中学校において、科学と技術との関連については、第 3 学年の最終単元に独立して設定されており、それまでの科学の学習と直接結び付いていないなど、日本の教科書では、日頃から科学を社会や技術、環境の文脈で幅広く解釈させるつくりとはなっていない。

次に、基礎力 2 「スキル」に関して、科学的探究のプロセス、問題解決のプロセス、意志決定のプロセスを伴う活動が教科書中に盛り込まれていることである。また、それぞれの活動では、「疑問を持つことと計画を立てること」「実行することと記録すること」「分析

第 6 学年「宇宙」より

Work On It

There's a lot to find out about the solar system. As you read, write down new terms and any questions you have.

Planet Power

There are two types of planets. Between the inner and outer planets is a belt of rocky asteroids. The inner planets—Mercury, Venus, Earth, and Mars—are similar in that they are all small, dense, and rocky. But they are different in other ways. Mercury has no significant atmosphere. Venus has a very thick atmosphere made up of carbon dioxide. This gas traps the heat of the sun like a greenhouse, making the planet extremely hot.

Mars also has a carbon dioxide atmosphere but it is very thin. The atmosphere on Mars is only about 1% as thick as Earth's.

The outer planets are Jupiter, Saturn, Uranus, Neptune, and Pluto. All except Pluto are giant balls of gas. (Not much is known about Pluto. It has been suggested that it is made up of a mixture of rock and ice.) The outer planets have no solid surface. They all rotate very rapidly and are not very dense.

We are learning more about the planets every day. Check out this chart for some quick facts.

1 AU (astronomical unit) refers to the average distance from Earth to the sun. It is a short way of writing 150 000 000 km—the average distance Earth is from the sun.

Planets	Mercury	Venus	Earth	Mars	Jupiter	Saturn	Uranus	Neptune	Pluto
Mean distance from the sun in AU	0.39	0.72	1.0	1.5	5.2	9.5	19.2	30.1	39.5
Diameter at Equator (km)	4879	12 104	12 756	6794	142 980	120 540	51 120	49 530	2300
Period of revolution around the sun	88 days	224.7 days	365.3 days	687 days	11.86 years	29.46 years	84 years	165 years	248 years
Rotation period	59 days	243 days	24 h	24.5 h	9.9 h	10.2 h	17 h	16 h	6.4 days
Atmosphere (main gases)	none	carbon dioxide	nitrogen, oxygen	carbon dioxide	hydrogen, helium	hydrogen, helium	hydrogen, helium, methane	hydrogen, helium, methane	methane
Moons	0	0	1	2	16	15	18	8	1
Rings	no	no	no	no	yes	yes	yes	yes	no

IV. 理科の教科書

することと解釈すること」「コミュニケーションとチームワーク」といったスキルが重視されている。中学校では、生徒がより主体的に活動に取り組むことが重視され、科学的なプロジェクト（課題研究）や、デザインとものづくりを伴う問題解決プロジェクトとしての扱いも見られる。日本の小中学校の教科書では、ところどころに実験などを伴う活動が配置されているが、その活動を通して育みたいスキルが明示的ではない。これは、学習指導要領において育成すべきスキルを明示的に示していないことによっている。結果的に、日本では、観察実験の際、教科書や教員の指示に従って正確迅速に実行する技能の習得が重視され、思考力の向上につながる上記のようなスキルが育成されにくい状況にある。カナダでは、「共通フレームワーク」及びそれを尊重した州カリキュラムの効果として、教科書においても、育成すべきスキルを明確に示すことで、その育成が促されていると言える。

その他の工夫として、中学校の教科書巻末に、基本的な事項を確認できる資料が約 30 ページにわたって掲載されている。「分類方法」「デザイン方法」「教科書の活用法」「班での学習方法」「科学的な測定の単位」「顕微鏡の使用法」「推定法と測定法」「表やグラフ等の科学的結果の表現方法」「モデルの活用」「安全のための記号」「科学的・技術的な描画法」「電流計・電圧計の使い方」「数学的な問題解決方法」といった項目が解説されている。また、本文中においても、数学など、他教科と関連する事項については、基本的な事項が掲載されている。

（２）現地調査の結果から

平成 20 年 12 月 1 日～3 日に、オンタリオ州トロント市にて、現地調査を行った。州教育省の紹介により、小学校（第 1～6 学年）、中学校（第 7～9 学年）、初等教育学校（第 1～8 学年）、高等学校（第 9～12 学年）、及び、12 学年のみの学校、それぞれ 1 校を訪問し、教員にインタビューするとともに、理科関連の授業もしくは教室を観察した。

日本との最大の違いは、教科書は教材の一つであり、教科書を使用するかしないかは、学校及び教員に委ねられている点である。実際に、インタビューした教育省の担当官も、「教科書を教える」ことを否定し、「**教科書はリソースの一つに過ぎない**」ことを強調した。なぜなら、州のカリキュラムで規定されている目標が達成すべき事項であるので、それを達成する方法は、学校区（教育委員会）や学校、教員の工夫に委ねられているからである。教科書は、州教育省が適切と認定したもののみ公費での購入が認められる。認定は、州のカリキュラムとの 85%以上の一致を求めるものとなっており、100%でないことも、教材の一つとしての教科書の位置づけを反映している。また、各州で異なる基準に対応しなければならない教科書発行者側への配慮にもなっている。

オンタリオ州における教育財政上の措置は、州が定める生徒一人当たりの教育予算を、生徒数に比例して、各学校区に配分するものである。配分予算をどう使用するかは、各学校区と学校に任されているため、学校施設費が優先される場合は、人件費や教材費などが抑制されることもある。トロント市など、教員の人件費が高い地域でも、やはり教材費や施設費が抑制されやすいという。教員に教材費が十分でないという意識は強く、理科のように、観察実験設備や教材の購入費が必要な教科では、教科書の購入に多くの予算が回らないようである。

訪問した学校では、小学校では生徒用の教科書を見ることは無かった。中学校でも、講

IV. 理科の教科書

義室に1クラス分の教科書が棚に配置してあるが、観察した授業では、生徒も教員もそれを利用することはなかった。教員は、自らの指導計画に従って、観察実験と講義を織り交ぜながら、授業を展開している。しかし、初等教育学校の高学年（第8学年）の授業では、経験年数の短い若手の教員が、教科書を用いて授業を行っていた。彼は、理科専門の教員ではないため、教科書を使用する方が教えやすいからだという。因みにオンタリオ州では、第8学年までは、全科教員が理科を教えることが可能である。また、高等学校では、特に第11学年以降の物理学や化学の個別科目を教える段階になると、「教科書を用いて教える」ことがより多くなるということである。学校が貸与する教科書を使用するか、生徒自身が新品か先輩の使用した中古を購入するようになっている。

1) 小学校（第1～6学年）段階の教科書の使用

小学校では教科書を用いて理科を指導することは一般的でない。訪問した小学校及び初等教育学校でも、小学生に対する理科授業で教科書は用いていないということであった。その主たる理由として、州の理科カリキュラムで期待される学力を身に付けさせるためには、観察実験等の活動を中心に展開することが必要だからという説明であった。教員は、指導の参考として、教科書や教師用書やその他の資料を利用していた。また、小学校に理科の特別教室はなく、一般教室で学級担任が理科を教えるのが一般的であるが、訪問した小学校では、理科室で理科の教員が高学年の理科を教えていた。ただし、生徒に実験機はなく、一般教室と同じ状況で授業を行うため、薬品や火を用いる実験が行える環境ではなかった。学校区や各学校の取り組みによって、理科の学習環境は大きく異なると思われる。

2) 中学校（第7～9学年）段階の教科書の使用

中学校においても教科書を用いて理科を指導することは一般的でない。理科を専門とする教員は、様々なリソースを組み合わせる自身の指導計画を構築しているので、教科書への依存度は低いとのことである。教科書は必要な時だけ、学習の参考として用いるのが一般的な状況となっている。しかし、病気や出張等で、代用教員に授業を代わってもらう場合は、教科書のページ範囲を指定して、その部分の授業を依頼することが多くある。また、前述のように、第8学年までは、理科を専門としない教員が理科を教えることが可能であるため、そうした教員は、教科書を用いて指導することが多いということである。

理科の実験室で生徒実験を伴う授業と、理科の講義室で課題研究の成果を発表させる授業を観察した。理科室の設備は整っていた。講義室にも、パソコンとプロジェクター、及び教材提示用の小型カメラはいつでも使えるように用意されていた。

3) 高等学校（第10～12学年）段階の教科書の使用

高等学校では、広い実験室での講義形式のAP物理コースの授業を観察した。通常の物理の授業時間以外に、生徒に実験課題を課して、放課後に、実験室の実験装置を使わせて実験に取り組みせ、レポートを提出させているということであった。講義では、AP物理コース用の分厚い教科書が使用されていた。なお、訪問した学校は、トロント市の代表的な理数系教育重視校であり、講義、実験、課題研究、調査旅行などをコースに組み込み、理工系の大学へ進学しても十分な学力を生徒に身に付けさせることを重視していた。

IV. 理科の教科書

【参考文献・資料】

1. Council of Ministers of Education, Canada , *Common Framework of Science Learning Outcomes K to 12*, 1997. (小倉康訳, 『カナダ教育大臣協議会 幼稚園から第 12 学年までの科学の学習成果に関する共通フレームワーク –学校カリキュラムに関する協力のための全カナダ協定–』, 2006, 国立教育政策研究所, <http://www.nier.go.jp/ogura/tokutei.html>.)
2. Ontario Ministry of Education, *The Ontario Curriculum, Grades 1-8: Science and Technology*, 1998.
3. Ontario Ministry of Education, *The Ontario Curriculum, Grades 9 and 10: Science*, 1999.
4. Ontario Ministry of Education, *The Ontario Curriculum, Grades 11 and 12: Science*, 2000.

(小倉 康)