

6. フランス

(1) 教科書の特徴

フランスでは、教科書の自由発行を原則としており、教科用として編集されていることにより、その図書が教科書として認められている。一般に、教科用の図書は、学習指導要領に準拠して編集・発行されている。フランスの理科教科書をみると、その役割には、学習内容を示すとともに、わが国の問題集や資料集のような機能も含まれている。理科教科書を出版している主な出版社としては、Belin 社、Bordas 社、Hachette 社、Hatier 社、Magnard 社、Nathan 社などを挙げるができる。ここでは、大きな教科書出版社である Hachette 社を中心に、さらに Nathan 社と Bordas 社の理科教科書を参考として分析を行う。

1) 体様

小学校の理科教科書の判の大きさは、おおよそ A4 を中心とした大きさとなっている。ページ数は、1 学年あたりに換算すると、わが国の教科書よりも少ない。表紙はハードカバーとなっているものが多く、貸出による数年の使用に耐えうるようになっている。教科書には、学年ごとに作成されたものや、学習期をもとに 2 学年を合わせて作られているものがある。イラストや実物の写真、時には美術作品などが大きく掲載されており、カラフルである。低学年で使用される教科書では大きめの文字で文字数を少なくしているものもあるが、学年によりスタイルが全く変わらない構成の教科書もある。教科書 1 冊の価格は、約€12 (約 1,400 円) である。

コレッジの理科教科書は、「生命・地球科学」と「物理・化学」に分けて、学年ごとに作成されている。判の大きさは、おおよそ A4 判である。コレッジ 4 年間の理科教科書の総ページ数は、各教科書出版社で 1600 ページ前後であり、わが国の中学校 3 年間で用いられる理科教科書の総ページ数の 3 倍弱と非常に多い。教科書 1 冊あたりの平均は約 230 ページで、ページ数は学年を追って増加する傾向にある。教科書 1 冊の重さは平均して、わが国の教科書の 2 倍弱程度である。表紙は、貸出による数年の使用に耐えうるよう厚めに作られている。全ページカラーで、大きな実物の写真や図が多用されている。教科書 1 冊の価格は、約€19 (約 2,300 円) である。

リセ第 1 学年では、必修教科として「物理・化学」と「生命・地球科学」が実施されている。教科書は A4 判で、表紙はコレッジに比べて薄手のものが多い。各教科書出版社ともに、「物理・化学」の教科書は 360 ページ前後、「生命・地球科学」の教科書は 270 ページ前後と、非常に分厚いものとなっている。第 2 学年からは、バカロレア試験（中等教育修了資格と高等教育入学資格を兼ねる国家資格の取得試験）に対応して、文学コース、経済社会コース、科学コースに分かれて授業が行われており、コースにより学習内容は異なっている。文学コースでは、生活に関わる物理・化学や生命・地球科学の内容からなる「科学教育」が、経済社会コースでは、生命科学の内容を中心とする「科学教育」が、科学コースでは、「物理・化学」と「生命・地球科学」が実施されている。科学コースの「物理・化学」の教科書は、「物理」と「化学」の分冊となっており、教科書 1 冊平均 330 ページである。一方、「生命・地球科学」の教科書は分冊にはなっておらず、1 冊平均 370 ページ

IV. 理科の教科書

ジである。これらの教科書のなかには、400 ページを超えるものや重さが 1kg を超えるものもある。教科書は全ページカラーではあるが、コレッジまでの教科書と比べると写真や図は小さくなり、その代わりに文字がページの多くを占めている。教科書の 1 冊の価格は、約€28 (約 3,400 円) である。

フランスの理科教科書の体様から、その特徴として以下の点が指摘できる。

- ・教科書はおおよそ A4 判であり、小学校、コレッジ、リセと、上級学年に進むにつれて、教科書のページ数は大幅に増加している。
- ・義務教育段階で使用される教科書の表紙は、貸出による数年の使用に耐えうるようハードカバーもしくは厚地となっている。
- ・小学校やコレッジの教科書には、身のまわりの事象や実物、実験の様子などの写真や図がカラーで大きく取り上げられている。

2) 目次からみた教科書の構成

教科書に示される学習内容は、学習指導要領に対応したものとなっている。小学校第 1・2 学年で実施される「世界の発見」の教科書では、空間、時間、生き物、物質が扱われており、児童にとって身近な事象が取り上げられている。小学校第 3～5 学年の「実験科学とテクノロジー」の教科書に見られる学習内容の構成は、空と大地、物質、エネルギー、生き物の世界の多様性と単一性、環境教育、人体と保健教育、人間がつくった世界、情報と ICT (Information and Communication Technology) となっており、学習内容として生物・地学領域が多くを占めている。例えば、生き物の生活の多様性と単一性では、植物の成長とふえかた、昆虫の成長、動物のふえかた、動植物の分類、進化が取り扱われている。

Hachette 社の小学校第 3 学年「実験科学とテクノロジー」の教科書¹を例にとると、目次の記述から、その特徴として以下の点を指摘することができる。

○学習課題は疑問形で示され、2 ページで 1 つの課題が取り扱われている

例えば、「水はいつも液体なのかな?」、「水滴はどうなるの?」など、学習課題が疑問形で示されている。このような表記は、児童が身のまわりの事物・現象に疑問を抱く契機となったり、教師が児童の抱く疑問を理解したりする際に役立つと考えられる。また、1 つの課題は、見開き 2 ページで、学習の課題提示、資料、説明と補足、理解とまとめまで展開されており、一題完結主義の構成となっている。

○学習の目的と学習指導要領におけるキーワードが示されている

例えば、「水の三態を知る－三態：液体、固体、気体」、「水の状態変化：蒸発と凝縮について理解する－状態変化：蒸発、凝縮」のように、それぞれの学習項目において、児童が何を身につけるべきかが明らかにされており、学習指導において教師が何に重点を置いて指導すべきかが示されているといえる。

一方、コレッジでは、第 1 学年から実施される「生命・地球科学」において、環境、人間、生物、地球についての学習が、第 2 学年から実施される「物理・化学」において、物質、光、電気、運動についての学習がなされている。教科書を見ると、例えば物質の学習では、学年をおって、身のまわりに存在する水や空気の性質の理解、化学変化と原子・分子、金属の性質、イオンと化学電池、簡単な化学物質の合成へと内容が展開されている。

第 4 学年「物理・化学」の教科書²の目次を分析すると、わが国と異なる教科書の記載

IV. 理科の教科書

内容として、以下のような特徴を挙げることができる。

○学習内容に関連する「科学史」や「科学と社会」の項目が示されている

各章のおわりに、「科学史」、「科学と社会」の項目が設定されている。「科学史」では、学習内容に関連する科学史上の出来事や科学者が、「科学と社会」では、現代社会における科学の利用について取り上げられている。このことから、科学の営みについての理解や、科学に対する興味・関心の喚起が図られていると考えられる。

○練習問題に多くのページが割り当てられている

1つの章のページ構成は、おおよそ、章のとびらに2ページ、学習課題とそれに関わる実験、観察、解釈、説明に3ページ、要点のまとめ2ページ、練習問題6ページ、科学史および科学と社会2ページである。練習問題では、内容を理解しているかを確認する問題から、習得した知識を活用する問題まで、様々な角度からの問いが示されている。

○コレージュ修了後の進路や、科学に関わる職業について記述されている

コレージュ修了後、バカロレアを取得するまでにどのような進路があるのか、図で示されている。また、科学に関わる職業の紹介や、職業に就くために必要とされる資格、それぞれの進路に進んだ人物の声が掲載されている。このように、生徒が自分の進路を考える上で参考となる、具体的な資料が提供されている。

3) 特定分野に関する教科書の分析

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

Hachette 社が出版している、小学校の教科「実験科学とテクノロジー」の第4・5学年用教科書では、「エネルギーはどこから来るのか」と題して、石油、水圧、太陽光、風力を例に、エネルギー源としての化石エネルギーや自然エネルギーについての説明がなされている。さらに、その他のエネルギー源を説明する補足資料のなかで、原子力発電所が取り上げられており、原子力発電所の写真とともに、燃料としてウラン鉱石が使用されること、水蒸気が排出されること、放射能を含む廃棄物の保存場所に問題があることが説明されている(図1)。このことから、



図1 原子力発電所³

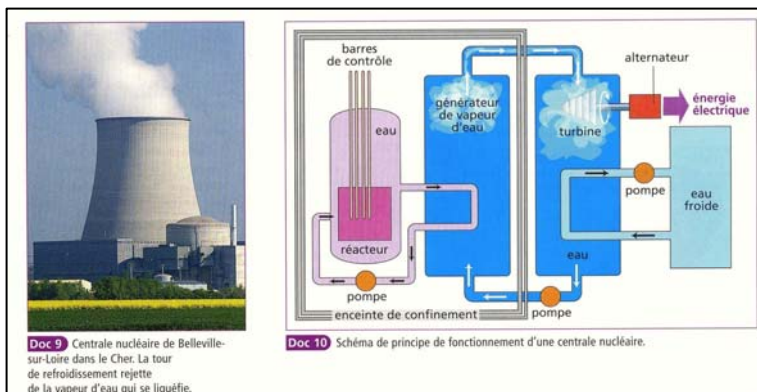


図2 原子力発電のしくみ⁴

IV. 理科の教科書

エネルギーを得る手段のひとつとしての原子力発電所の存在に触れる程度となっていることが窺える。

コレージュ第4学年「物理・化学」の教科書では、電気エネルギーをつくりだす方法として、水力発電、風力発電、火力発電、原子力発電のしくみが取り扱われている（図2）。

さらに、環境と持続可能な開発とのかかわりとして、フランスでは電気エネルギーの80%以上が原子力発電所で作られていること、原子力発電は温室効果に影響をもたらさないこと、放射性廃棄物の貯蔵が環境への重大な問題となっていることが説明されている⁵。

このように、フランスの義務教育段階の教科書では、日常使用している電気エネルギーを供給する方法のひとつとして原子力発電が取り扱われており、そのしくみや環境とのかかわりについての理解が図られている。

イ) 粒子概念（原子・分子）の導入

粒子概念は、コレージュ第3学年の教科書「物理・化学」で導入される。Hachette社の教科書では、次のように展開されている。

まず、私たちをとりまく空気について、体積、圧力、質量の観点からその特性を学習する。その後、物質の特性を説明するために分子による表現が導入される。導入にあたっては、気体は分子とよばれる粒でできていること、分子モデルを用いて気体がどのように表現されるかを学ぶ。さらに、液体や固体の状態の分子モデルによる表現について学習する（図3）。

次に、燃焼の現象について学んだのち、化学変化を理解するために、分子を構成するものとして原子が導入される。原子や分子の名称、粒子によるモデル、化学式による表現の対応関係について理解するとともに、モデルを用いた化学変化の表し方を学習する。これにより、化学反応では、反応物を構成する原子が組み変わって生成物ができること、反応の前後で原子の数は保存されることを理解する。さらに、実験を通して、化学反応前後で質量は保存されることを学習する（図4）。

また、第4学年の「物理・化学」では、日常生活で用いられる物質の1つとして金属を取り上げ、その電気伝導性を理解するために、原子の構造が説明されている。続

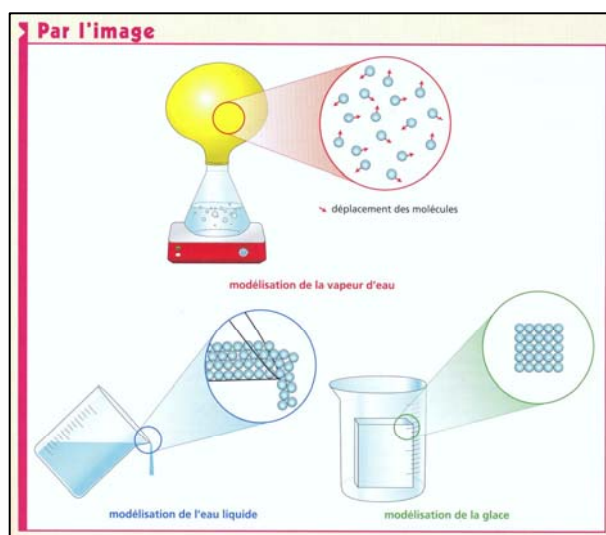


図3 分子による表現 まとめ⁶

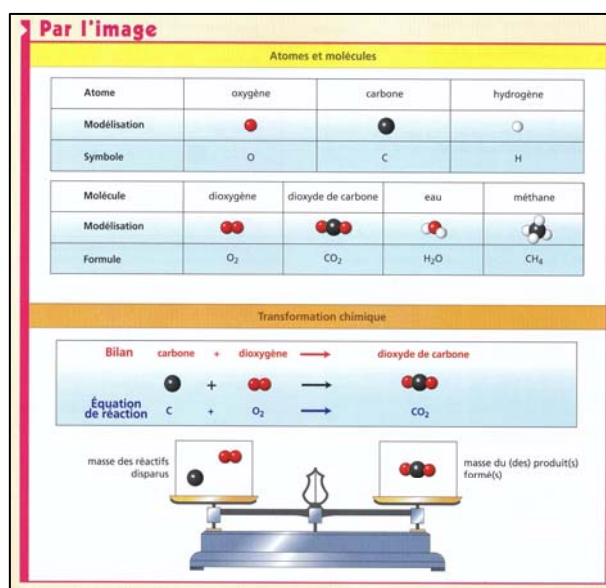


図4 化学変化 まとめ⁷

いて、水溶液の電気伝導性を理解するため、イオンが導入される。そして、イオンの検出方法と、水溶液中の pH 測定について学習される。

このように、原子や分子といった粒子概念は、前期中等教育段階の教科書において、身のまわりの物質の性質やその変化を理解するために導入されていることが分かる。

ウ) DNA の導入

DNA は、コレージュ第 4 学年の「生命・地球科学」で導入される。Hachette 社の教科書では、「人の多様性と単一性」として、学習内容が次のように展開されている。

第 1 章－遺伝とその媒体：ヒトの特徴と、個人のバリエーション／世代間で現れる形質／遺伝情報の所在／染色体と遺伝情報

第 2 章－遺伝情報：遺伝情報の単一性／遺伝子，対立遺伝子／個の遺伝の多様性／遺伝子プログラムの媒体

第 3 章－遺伝情報の伝達：細胞分裂における染色体の生成／細胞分裂における遺伝情報の生成／ガン

第 4 章－人間の多様性の起源：生殖細胞の形成における染色体の生成／生殖細胞の形成における遺伝情報の生成／受精と遺伝子プログラムの生成

DNA については、第 2 章の「遺伝子プログラムの媒体」において、染色体の正体の説明として導入される。まず、細胞中の遺伝物質を取り出し、DNA を観察する方法について説明される。さらに、DNA の分子を電子顕微鏡で観察した写真から、DNA のいろいろな状態について説明されている（図 5）。第 3 章の「細胞分裂における遺伝情報の生成」では、細胞分裂における DNA 量の変化が取り扱われている（図 6）。

教科書には、実物の顕微鏡写真や遺伝子のモデルなどが多く記載されており、その学習内容は、わが国の高等学校生物 I の遺伝の部分に相当するものも取り扱われている。すべての生徒が、遺伝情報と染色体の関係、DNA の存在、遺伝情報の伝達といった内容を理解することが目指されており、

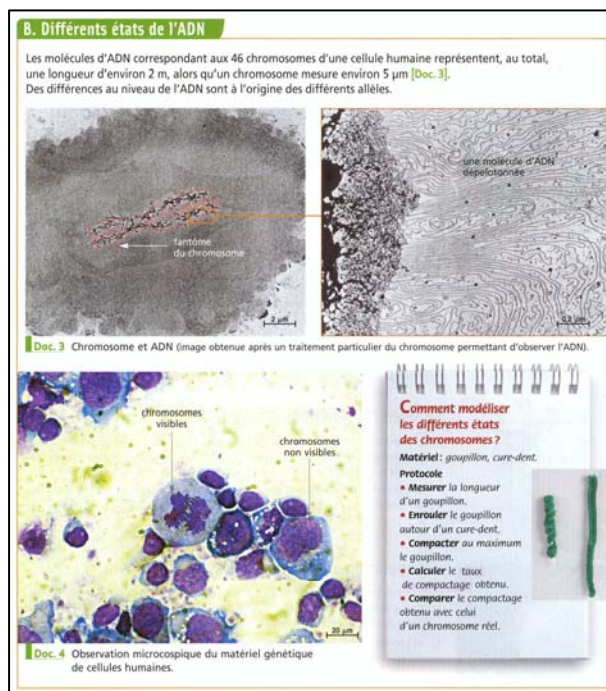


図 5 DNA のいろいろな状態⁸

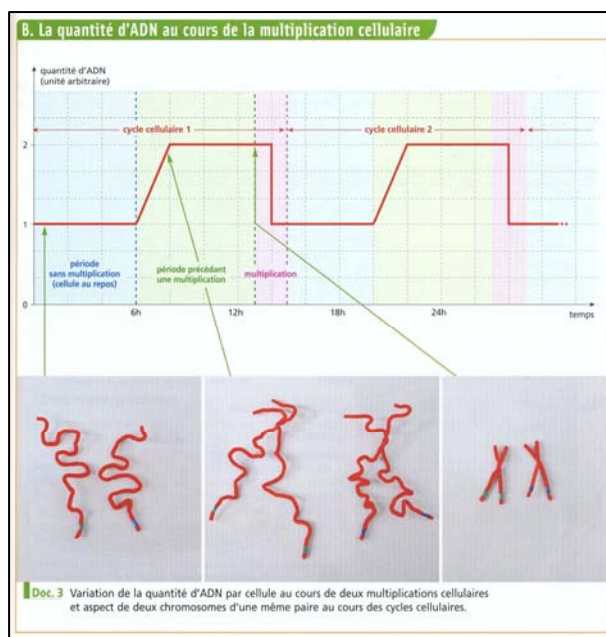


図 6 細胞分裂での DNA 量の変化⁹

IV. 理科の教科書

ヒトの特性をよりよく理解するために遺伝の学習が行われていることが窺える。

エ) 惑星

フランスの小学校第 1・2 学年では、理科に関する独立した教科はない。そのかわり、空間と時間、生物と物質および技術物に関わる認識を深めるための総合的な教科である、「世界の発見」が実施されている。

「世界の発見」の教科書では、「空間」の項目で、地球に関する説明がみられる。まず、衛星からみた地球の図から、地球は巨大な球であることが示され、さらに、宇宙空間における地球の位置として、地球は太陽の周りをまわる太陽系のなかにあることが示されている（図 7）。

小学校の教科「実験科学とテクノロジー」の第 4・5 学年用教科書では、「星と地球」の項目のなかで、補足資料として、宇宙のなかで太陽が 9 つの惑星の中心となり太陽系をつくっていること、惑星は自転しながら太陽の周りをまわっていること、太陽は光をつくり出す恒星であることが説明されている。また、太陽系の惑星について、太陽からの距離、惑星の直径、自転周期、公転周期がまとめられている（図 8）。

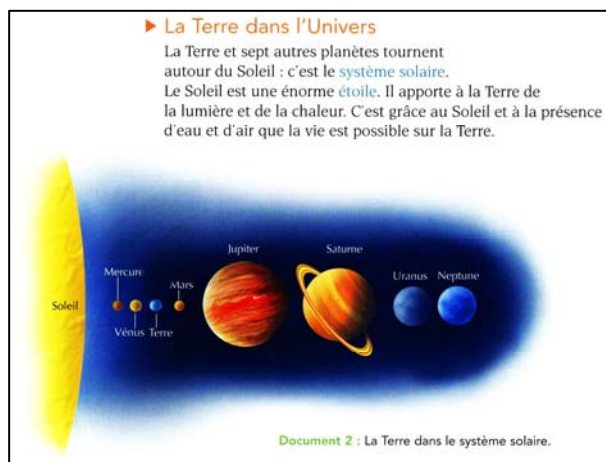


図 7 宇宙における地球¹⁰

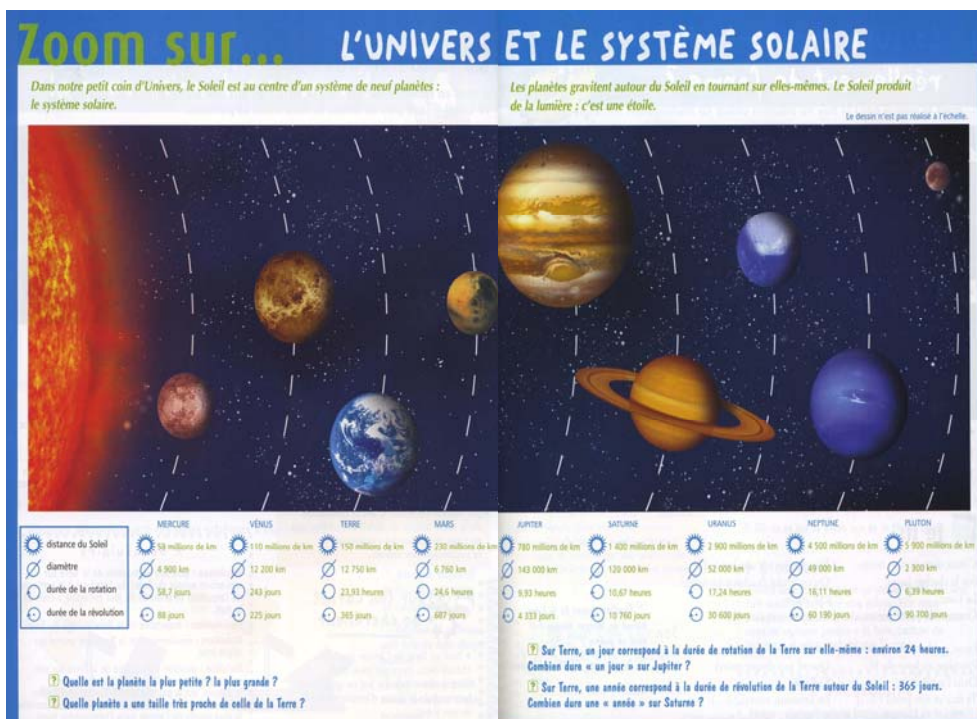


図 8 宇宙と太陽系¹¹

コレージュでは、第 4 学年の教科「物理・化学」で力学の初歩が学習されており、「引力と重さ」が取り扱われている。そのなかで、太陽系において惑星が太陽の周りにとどま

IV. 理科の教科書

っているのはなぜかの疑問をもとに、引力の説明がなされている。まとめとして、引力は質量を持つ2つの物体同士の相互作用であること、引力は太陽系の惑星の動きを支配していることが述べられている（図9）。

以上のように、フランスの義務教育段階における惑星の取り扱いとして、小学校では、地球の存在を理解するために太陽系が導入されており、コレッジでは、力学の導入として、天体の運動を支配する引力が取り上げられている。

②高等学校の教科書の分析

リセの「物理・化学」うち、特に化学分野を中心として、Hachette社の教科書¹³において取り扱われている内容を分析する。

第1学年ですべての生徒が学ぶ「物理・化学」では、化学分野のなかで以下の学習内容が取り扱われている。

第1部－化学的か天然か：天然物か合成物か／化学物質の抽出／化学物質の分離と同一／化学物質の合成

第2部－物質の構成：原子の構造／原子から化学の体系へ／元素の周期表

第3部－物質の変化：微視的から巨視的へ、モル／溶液と濃度／化学変化／物質収支

学習内容をみると、まず、身のまわりの物質の中には化学物質がたくさんあることを知り、化学物質を分離したり合成したりすることにより、化学的な視点から物質について理解を深めている。その上で、物質を構成する原子や分子、元素について学ぶ。さらに、モルの導入、化学変化の理解と物質収支など、化学を学ぶ上で基礎となる事柄が学習されている。

一方、第2学年科学コースの「物理・化学」の化学分野では、次の内容が扱われている。

第1部－化学における測定：化学において測定する／物質の量を決定する／電解質溶液と濃度／化学変化の分析／溶液の電気伝導性／酸塩基反応／酸化還元反応／滴定による定量

第2部－合成化学：有機化学／有機化合物の炭素骨格／炭素骨格の変化／有機化学における特徴的なグループ／特徴的なグループ間の変化

第3部－日常におけるエネルギー：物質の結びつき／物質の変化にともなう熱の効果

また、第3学年では、以下のような内容構成となっている。

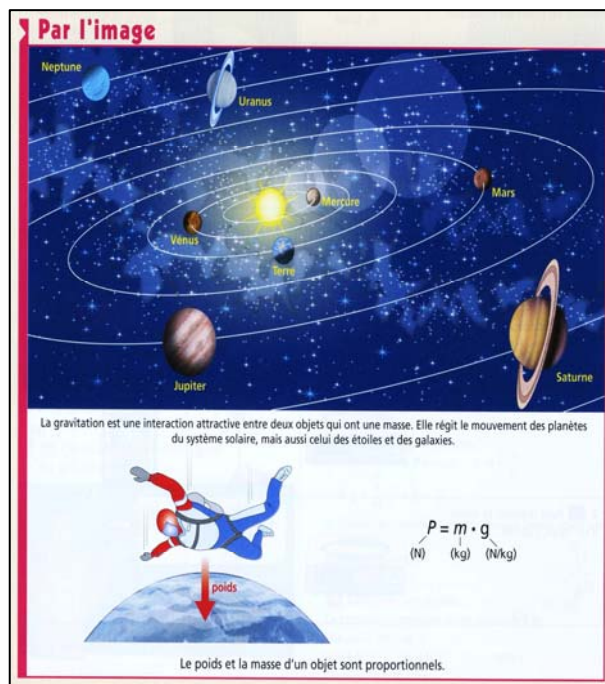


図9 引力と重力¹²

IV. 理科の教科書

- 第1部－化学変化は常に速いのか：遅い反応と速い反応／反応の時間的変化／反応速度
- 第2部－化学反応はいつも完全なのか：化学平衡／化学反応の平衡状態；平衡定数／
酸塩基対と酸解離定数／酸塩基滴定
- 第3部－自然発生的な変化の方向は予測できるか？逆になることがあるのか？：平衡
の移動／電池／強制的な変化
- 第4部－物質の変化をどのように制御するか：エステル化と加水分解／エステル化と
加水分解の化学平衡／化学反応の制御

このように、科学コースにおける化学教育では、第1学年の学習の基礎の上に、第2・3学年の学習内容がスパイラル状に積み上がっており、より詳しく専門的になっていることが分かる。学習内容には、わが国の大学1～2年程度の高度な内容も含まれている。

4) 教科書充実の工夫

フランスの理科教科書にみられる特色から、わが国の教科書充実に向けて参考になる事項として、以下の点を指摘することができる。

○教科書の構成の説明

教科書を活用してどのように学習を進めるのか、教師や生徒が理解することができる。

○学習指導要領の記載

教師が、授業のなかで児童・生徒に何を身につけさせるべきかを理解することができる。また、児童・生徒が、学習内容や身につけるべき事柄を知ることができる。

○単元における学習目標の明示

単元の学習目標を理解するとともに、目標を意識しながら学習をすすめることができる。

○日常生活にみられる事物・現象の提示

学習内容に対する興味・関心をもたせるとともに、学習内容が日常生活とどのように関わっているかを理解することができる。

○実物の写真やモデル図などの提示

提示された写真や図に含まれる情報を読み取る力を養うことができる。

○学習内容のまとめの記述の充実

特にコレージュの教科書では、文章と図による単元のまとめが見られる。科学用語の使い方と表現のしかたを学ぶとともに、学習内容をイメージとしてとらえることができる。

○段階をおった練習問題の提示

コレージュの教科書では、学習内容を確認する問題、理解を深める問題、身につけた知識を活用する問題にわけて提示されており、知識の定着と活用が図られている。

○科学史の導入、他の科目や教科との関わりの提示

科学史を導入することで、学習を深めるとともに、「生命・地球科学」や「テクノロジー」といった他の科目や教科との関わりを示すことで、理科での学びがそれ自体で独立したものにならないよう配慮されている。

○CD-ROMやインターネットの利用についての指示

学習者に応じ学習を発展させるツールとして、CD-ROMの利用やインターネットのサイトの閲覧について示されている。

(2) 現地調査の結果から

2008年10月20日～10月24日、フランスにおける理科教科書の実態に関する調査を実施した。義務教育段階における理科教科書の使用状況と、理科教科書に対する考え方を探るため、パリ市のクール・アットマー校、及びフランス教科書出版連盟を訪問した。

パリ市のクール・アットマー校では、小学校とコレージュが併設されており、学校独自の方針に基づいた教育活動が展開されている。小学校の理科の授業では、学校独自に作成したテキストが用いられている。授業の中心には、テキストに記述された文章を読むこと、言葉と図を説明することが据えられており、理科の内容の理解よりも、言葉に触れて記憶する訓練に重点が置かれている。教科書は学校においておくことになっている。一方、コレージュでは、市販の教科書が採用されている。実際の理科の授業では、教師の説明を中心に展開され、資料として教科書が用いられている。副教材としてのプリントはあまり使用されておらず、教師の説明をノートに書きとめるよう指導がなされている。生徒は、宿題をはじめとする家庭での学習のために、教科書を持ち帰っている。

Hachette社やNathan社をはじめとする、主要な教科書出版社6社が集まって設立されたフランス教科書出版連盟では、フランスにおける理科教科書に対する考え方が明らかとなった。まず、小学校の理科教科書は、教師のためのガイドとしての役割を備えていることである。教科書の作成にあたり、教科書出版社では、実際の授業での子どもの様子や子どもの抱く疑問を分析するとともに、答えることが難しいと教師が感じている子どもの質問について調査が実施されている。このような調査をもとに教科書が作成されているため、教科書には子どもの抱く疑問が記述されており、教師がどのように教えればよいかについてシンプルな例が示されている。つまり、文系出身の多い小学校教員にとって、理科教科書は授業を実施するための手引き書となっているのである。一方、コレージュでは、理科教科書は、授業において、実際に見ることができない事物や現象などを説明する際などに、資料として多く使用されている。また、コレージュの多くの教師は、生徒が自分で勉強するために教科書は必要なものであると考えており、家庭で教科書をみる時間が必要であると思っている。このように、教科書は自学自習のツールとして考えられていることが窺える。近年では、インターネットの普及に伴い、紙媒体ではない教科書もつくられるようになってきている。教科書出版社は、ホームページ上で教師向けに教授資料を提供している。しかし、授業におけるデジタル・コンテンツ等の利用は、一般化していないのが実情である。

フランスでは、学習指導要領に定める内容は教えられなければならないが、教えるための教材の選択は教員の自由である。したがって、教員は教科書を使用してもよいし使用しなくてもよい。フランスでは、多くの教員が、学習指導要領の内容を教えるために、さまざまな教科書出版社の教科書や指導資料を参考にしながら、児童・生徒の実情に応じた教材を選択している。時には、採用している教科書以外の教科書に掲載されている内容をプリントにして使用する場合もある。また、中等教育段階の教科書には、様々なレベルの練習問題が豊富に掲載されており、宿題として利用されている。

上述の結果から、フランスの理科教科書に対する考え方とその使用状況について、以下の3点にまとめることができる。

IV. 理科の教科書

- ・教科書は、教師が児童・生徒の実態に応じた授業をつくるための参考資料を提供する役割や、ガイドとしての役割を担っている。
- ・中等教育段階の理科授業において、教科書は、事物や現象を提示する資料として使用される場合が多い。
- ・コレージュやリセの教科書には練習問題が数多く掲載されており、教科書は生徒の自学自習のためのツールとして考えられる傾向にある。

【引用・参考文献】

1. J. Guichard dir., *Sciences expérimentales et technologie CE2*, Hachette Education, 2003.
2. J. -P. Durandeu dir., *Physique chimie 3e*, Hachette Education, 2008.
3. J. Guichard dir., *Sciences expérimentales et technologie CM*, Hachette Education, 2003, p.142.
4. 前掲書 2, p.118.
5. 同上, p.120.
6. J. -P. Durandeu dir., *Physique chimie 4e*, Hachette Education, 2007, p.41.
7. 同上, p.61.
8. M. -C. Hervé et al dir., *Sciences de la vie et de la Terre 3e*, Hachette Education, 2008, p.35.
9. 同上, p.47.
10. G. Blandino et al, *Découverte du monde CP-CE1*, Hachette Education, 2007, p.27.
11. 前掲書 3, pp.14-15.
12. 前掲書 2, p.189.
13. J. -P. Durandeu et al dir., *Physique chimie 2de*, Hachette Education, 2004, A. Durupthy dir., *Chimie Ire S*, Hachette Education, 2005, A. Durupthy dir., *Chimie Term S*, Hachette Education, 2006.

(三好美織)