

### 3. アメリカ

#### はじめに

アメリカは教育制度の多様性が大きく、一般化することが難しいことは周知の通りである。理科教育については、1993年にAAAS（American Association for the Advancement of Science 全米科学振興協会）がプロジェクト2061を立ち上げ、理数教育に係るベンチマークを示している（資料1, 2参照）。さらに、連邦政府の財政支援のもと全米研究評議会（NRC: National Research Council）が1996年1月に全米科学教育スタンダードを作成している。ほとんどの州がこのスタンダード等の内容をかなり採り入れた州の科学教育スタンダード（州によってはコアカリキュラム等と呼ばれることもある）を作成している。現在のアメリカの教科書は、これらから大きな影響を受け、これらの内容を踏まえた教科書が作成されるようになってきたといえる。なお、州によっては州の科学教育スタンダードに則った教科書以外の教科書を採用する場合には州から予算の支援をしないとする場合もある。

全米科学教育スタンダードについて少し追加の説明をすることとするが、全米科学教育スタンダードは、6つのスタンダードから構成されている。すなわち、科学教授スタンダード、科学教師の専門性向上のスタンダード、科学教育評価スタンダード、科学の内容スタンダード、科学教育計画スタンダード、そして、科学教育システムスタンダードである。全米科学教育スタンダードの特徴は、6つのスタンダードの調和が取れて初めて、科学教育が活性化されるとしている点である。

科学教育内容スタンダードは、幼稚園から第4学年、第5学年から第8学年、第9学年から第12学年の3つのまとまりで構成され、科学の本質・テクノロジーの本質・科学技術と社会との相互補完関係・科学の歴史・科学的探究・あらゆる科学技術に共通する考え（システムやモデル、エネルギー、スケール、進化、恒常性や調和など）について学年ごとに学習すべきことを示している。また、質の高い科学の授業と質の高い科学プログラムの実践のための方略や、地域の中でどのようにどのようなところ（科学館等）と連携して活性化させるかも記述している。さらに、いわゆる単なる専門領域の細分化された科学教育の体系化だけではなく、科学を技術との関係で捉え、広く人間社会との深い関係について再認識することも大切な内容となっている。

また、プロジェクト2061においては、理数教科書の評価も行っており、従来型の分厚い教科書に対して厳しい評価を行っている。このような動きの中で、伝統的に厚みがあり、科学に関する事典のような教科書を改善する努力が進んできている。

なお、各州においては科学教育スタンダードを策定すると、理科は基本的にK（幼稚園）から第12学年まで必修とされているのが基本である。また、ほとんどの州立大学では高等学校における3科目の科学の履修を入学の条件に挙げている。

#### （1）教科書の特徴

米国では、教科書として扱われているものには、米国の教科書としてなじみのある分厚い「教科書」だけでなく、単元毎の教科書又は、あるテーマについての児童・生徒用の読

#### IV. 理科の教科書

み物、実験・観察の学習教材、教師用指導書等が一体となった「学習プログラム」など様々なものがある。また、教科書の使用義務が基本的にはないため、それぞれの教師が工夫をしながら授業を実施している<sup>(注1)</sup>。

先に述べたように、現在、米国でも教科書の改善に向けた様々な取組が行われ、各プロジェクトがプログラム等と呼ばれる教科書を作成している。プログラムの中には、低学年における身近なテーマ毎の学習キットというべき「学習プログラム」から、中学・高校生用の SEPUP (Science Education for Public Understanding Program) のように、課題解決型の教科書というようなものもある。米国の教科書について「従来型教科書」と「学習プログラム」というように明確に2種類に分類できるものではないが、本稿では、身近なテーマ毎に分けられた学習キット的なものを「学習プログラム」、多くの単元を含む一定の体系性があるものを「教科書」として便宜的に2種類に分けて記述する。

今回の教科書分析の対象として、アイオワ州のアイオワ市を取り上げた。アイオワ市は、理科教育の学力のトップレベルの地域であり、また、市の科学教育スタンダードも有しているからである。

表1は、アイオワ市の科学教育スタンダードの枠組みであるが、これは他の州におけるカリキュラムとほぼ類似した内容になっている。今回分析対象とした教科書やプログラムは表2に示したものであるが、アイオワ市の教育委員会が選定したものが中心となっている。アイオワ市の小学校においては、いわゆる分厚い「教科書」を使用せずに、「学習プログラム」を使用しているところが多い。

なお、使用している学習プログラムは、カルフォルニア大学バークレイ校のローレンツホールオブサイエンスが開発した FOSS (Full Optional Science System) や INSIGHT (An Inquiry-Based Elementary School Science Curriculum, Kendall/Hunt Publishing Company), STC (Science, Technology for Children, Carolina Biological Supply Company) 等の「学習プログラム」である。

表1 アイオワ市における小学校・中学校・高等学校における学習内容

	生命系	物理化学系	地球・環境系	補足その他
幼稚園	木	繊維または紙		
1・2 学年	生きもの 蝶の一生 または成長する生き物	さまざまな球とスロープ バランスと動き	小石と砂とシルト 生息地・生育地	シャボン玉 固体と液体
3・4 学年	人間の体 植物の成長 腹ばいで進む生き物	電気回路 重たいものを持ち上げること 音の物理	水 地球を構成するもの	
5・6 学年	小さな世界 植物を使った実験	不思議な粉末 てこと滑車 浮くことと沈むこと 構造 磁石とモーター	時間の測定	食物/栄養物 鯨 スキューバ
7 学年	体と私 極小の生命と遺伝			

#### IV. 理科の教科書

	生態学と進化			
8 学年		物質 エネルギー	水の質 地質学  環境への影響	
9 学年		運動 ニュートン力学 モーメントと仕事 とエネルギー 音と光 化学的性質 化学的相互作用	天気 気象と大気 宇宙 太陽系	問題解決 科学の本質 STS
10 学年	生物学 AP 生物学		環境分析	
11 学年	応用生物学	化学または H 化学 AP 化学 AH 化学		
12 学年		物理学 AP/H 物理学		

(注) 第 10～12 学年にある H は honors, AP は Advanced Placement, AH は Advanced Honors を示す

表 2 分析した教科書とプログラムのリスト

#### 【教科書】

- 第 1 学年 McGraw-Hill 社, McGraw-Hill School Division, 「Science」, (2000)
- 第 2 学年 McGraw-Hill 社, McGraw-Hill School Division, 「Science」, (2000)
- 第 3 学年 McGraw-Hill 社, McGraw-Hill School Division, 「Science」, (2000)
- 第 4 学年 McGraw-Hill 社, McGraw-Hill School Division, 「Science」, (2000)
- 第 5 学年 McGraw-Hill 社, McGraw-Hill School Division, 「Science」, (2000)
- 第 6 学年 McGraw-Hill 社, McGraw-Hill School Division, 「Science」, (2000)
- 第 7 学年 Lab-Aids 社, 「Issues and Life Science」, SEPUP, Science Education for Public Understanding Program, Lawrence Hall of Science, University of California at Berkeley, (2007)
- 第 8 学年 Prentice Hall 社, 「Earth's Water」, Science Explorer (2000)
- 第 8 学年 Lab-Aids 社, 「Issues and Earth Science」, SEPUP, Science Education for Public Understanding Program, Lawrence Hall of Science, University of California at Berkeley, (2007)
- 第 9 学年 Lab-Aids 社, 「Issues and Physical Science」, SEPUP, Science Education for Public Understanding Program, Lawrence Hall of Science, University of California at Berkeley, (2007)
- 第 10 学年 Pearson Prentice Hall 社, 「Biology」, Miller and Levine 著, (2008)
- 第 10 学年 Pearson Benjamin Cummings 社, 「Biology」, AP edition Campbell and Reece 著, (2008)
- 第 11 学年 McDougal Little (Houghton Mifflin 社), 「World of Chemistry」, Zumdahl/Zumdahl/DeCoste 著, (2007)
- 第 12 学年 Pearson Education 社, 「Conceptual Physics」, Paul G. Hewitt 著, (2009)
- 第 12 学年 Brooks/Cole 社, 「College Physics」, Raymond A. Serway 著, (2006, 2009)

#### 【学習プログラム】

- 幼稚園 Delta 社, 「FOSS」(3 分冊「繊維」, 「紙」, 「木」)

#### IV. 理科の教科書

- (幼稚園 National Science Resources Center, 「Science and Technology for Children Books (STC)」, 「紙の技術」(2006))
- 幼稚園～第1学年 Kendall/Hunt Publishing 社, 「Insights」(4分冊:「私と他人」, 「天気」, 「感覚」, 「球とスロープ」)(2006)
- 第1, 2学年 National Science Resources Center, 「Science and Technology for Children Books (STC)」, 「動きとデザイン」(2006)
- 第2, 3学年 Kendall/Hunt Publishing 社, 「Insights」(5分冊:「音」, 「成長するもの」, 「重たいものを持ち上げること」, 「液体」, 「岩石, 鉱物, 土」, 「生息地・生育地」)(2006)
- 第3, 4学年 Kendall/Hunt Publishing 社, 「Insights」(5分冊:「骨と骨格」, 「不思議な粉末」, 「太陽・地球・月」, 「状態変化」, 「回路と経路」)(2006)
- 第3, 4学年 National Science Resources Center, 「Science and Technology for Children Books (STC)」, 「土地と水」(2006)
- 第5, 6学年 Kendall/Hunt Publishing 社, 「Insights」(5分冊:「人の体のシステム」, 「構造」, 「耳に入る音」, 「どうしたらいいのか STS」)(2006)
- 第5, 6学年 National Science Resources Center, 「Science and Technology for Children Books (STC)」, 「時間の測定」, 「植物に関する実験」, 「食べ物の化学」, 「浮かぶことと沈むこと」, 「磁石とモーター」, 「極小の世界」(2006)
- 第7学年 National Science Resources Center, 「Science and Technology for Children Books (STC)」, 「生態系」(2006)

##### 1) 体様

アメリカのアイオワ市で採用している「教科書」(学習プログラムを含む)の全般的な特徴であるが、判の大きさとしてはレターサイズの A4 判である。小学校の学習プログラムは、学年によって多少の違いがあるが、小学校の場合 60 ページぐらいから 150 ページぐらいで、ハードカバーのものもあれば、ソフトカバーのものもある。教師用指導書が充実しており、子どもたちの科学的な探究学習をもっとも大切にしながら、授業の進め方や実験キットとの対応や学習の進め方などきめ細かい内容が示されている。これを年間生徒は 4 冊を使用することになる。その一方で、2000 年度版の McGraw-Hill 社の小学校用の教科書は、第 1 学年用が約 280 ページもあり、第 6 学年が 600 ページもある。

中学校レベルでみると、例えば SEPUP の第 9 学年用の教科書の厚さは 2.7cm から 3.5cm 程度で、ページ数も平均 620 ページ程度である。教科書の重さは 1.5kg から 3kg 程度である。

高等学校レベルである第 10 学年から第 12 学年用の教科書はどれも厚く 5cm 以上あり、ページ数も 900 ページから 1400 ページ(第 10 学年用生物)以上あるものまでである。したがって重さは 2.6kg から 3.5kg 程度である。また、教科書は 5 年から 7 年間使用することから、どれもしっかりしたハードカバーであり長持ちさせようという意図がある。

中学校レベルでは、中学校第 1 学年(第 7 学年)が生物であり、中学校第 2 学年(第 8 学年)が物理化学と地学領域(水や地質、環境関係)、日本での中学校第 3 学年(第 9 学年、アイオワ市では高校第 1 学年)が地球科学と物理化学を学ぶようになっており、学年ごとに教科書が 1 冊にまとめられている。他の会社の教科書では、大きなユニット(日本でい

#### IV. 理科の教科書

うところの大単元や中単元)で分冊しているものもある。生徒用教科書はすべて多色刷りの仕上がりで大変見やすくなっている。教師用指導書は授業用副教材(OHPシートや実験観察用ワークシート等)も含めて、とても読みやすく毎時間の授業に対応した使用しやすいものとなっている。教師用指導書は原則としては白黒で印刷している。教師用指導書は大変丁寧にできており、授業ですぐ使用するための様々な工夫がなされている。

小学校用の学習プログラムの読み物も中学校の教科書、高等学校の教科書のどれをとっても色刷りは華やかで、見やすく、丁寧なデザインが採用され、立体的で理解されやすいイラストや写真になっている。挿絵や図表も豊かに導入され、具体的な事実に基づいたものや、科学的な思考に必要なものが厳選されているといえる。活字の大きさも確実に発達段階に応じた文字の大きさとなっている。価格的には、小学校においては一括してクラスごとに購入するようになっており、一クラスの1単元が生徒24人分(アイオワ市では平均24人が一クラス)で、アイオワ市が採用しているFOSSは単元の内容によりさまざまであるが、1つの単元が\$500(約47,500円)ぐらいから\$1200(約114,000円)前後(など)となっている。中学校では、生徒用の教科書1冊が\$48(約4,600円)程度であり、教師用指導書が\$200(約19,000円)前後である。高等学校の教科書は厚い分だけ価格も高く、\$80(約7,600円)から\$175(約16,600円)程度である。アイオワ市の場合、市の教科書選定委員会が教科書を選定し決定することから、アイオワ市が予算措置を行っている。



FOSSの小学校用単元「磁性と電気」に関する教師用指導書、準備用ビデオ、児童用図書、実験キットを示した写真

#### 2) 目次からみた教科書の構成

アイオワ市の小学校で使用しているFOSS, INSIGHT, STC等というテーマ毎に分けられたプログラムに基づいた学習プログラムの場合、児童用図書には、生徒に日常的な問題から理科的内容を考えさせる読み物風になっていたりして、いわゆる教科書の目次のようなものがないものもある。INSIGHTの目次は教師用指導書にあり、生徒用のワークシートと実験観察用の学習材がセットになっている。例えば、小学校第5学年で採用されている、INSIGHTの「不思議な白い粉」の大単元では、理科授業における学習の流れがあり、まず、それぞれの章の最初で生徒の興味が湧くような問題や課題が提示され、それに対して議論が行われ、その問題や課題に対して、どのような探究学習が可能か話し合い、考えられる原因を探ったり、注意しなければならないことを確認し合ったり、実際に観察や実験を行

#### IV. 理科の教科書

い、その結果を整理し、結果が意味することについて話し合い、どのような日常生活の中の内容に関係するかを議論したりするようになっている。その際、科学的な証拠とは何なのかや変数が何であったかなどを確認したりする作業についても示されている。

中学校では、アイオワ市で採用している SEPUP の場合、目次が大変解り易くできており、單元ごとに別々の色が割り当てられている。SEPUP の場合、教科書はシンプルですっきりしている。構成から読みとれる日本の教科書観とは異なる特徴として、SEPUP の場合、すべての章や節において、生徒の日常生活に近い内容に関する疑問を共有する場面（Challenge）と科学的な探究を行うにあたっての科学的方法に関する場面（Procedure）、そして、分析観察するにあたっての視点や科学的な疑問点や科学レポートをまとめるにあたっての考察すべきポイントなどが記述されている場面（Analysis）に大きく分かれて記載されている。これらの学習を保障するための実験教材がセットで購入できるようになっている。単なる実験書ではなく、何度も改定がなされ、生徒がいかに科学的な思考が深まるかという点を大切にしている。

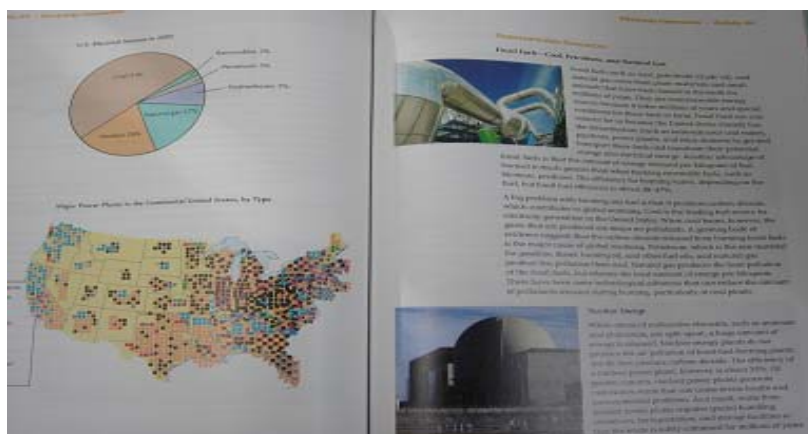
高等学校用の教科書の目次も比較的シンプルにできており、見やすくできている。目次項目が一列組みで示されている。高等学校の教科書の特徴としては、立体画像がふんだんに使用されており、例えば、生物の教科書の目次では、生物に関連するイシューズ（解決が困難な課題）という項目や生物に関連する仕事、生物学における歴史、科学・技術・社会の関係について明確に何度も記載されている。また、実験と活動という中に、探究学習、すぐできる実験観察、科学者が実際に行っている研究、実験のデザインと実験方法、探検、データの分析、問題解決という項目のもとにページが割り当てられている。それぞれの各ページに関係するデジタル教材(会社と連動しているデータバンクや会社が開発したもの)が示されている。教科書がインターネット上でそのまま見ることができ、宿題も含めた家庭での学習はウェブ上ですべてできるようになっている。

### 3) 教科書の分析

#### ①小・中学校の特定分野に関する教科書の分析

##### ア) 原子力や原子核エネルギー

エネルギーという科学用語は小学校低学年から多用されており、科学技術に共通する考えの一つとみなされる。中学校段階の第8学年では、SEPUP において“Energy”の単元でエネルギー資源問題を取り上げ、原子力を含めたすべての電気エネルギー生成方法について示し、それぞれの特徴を



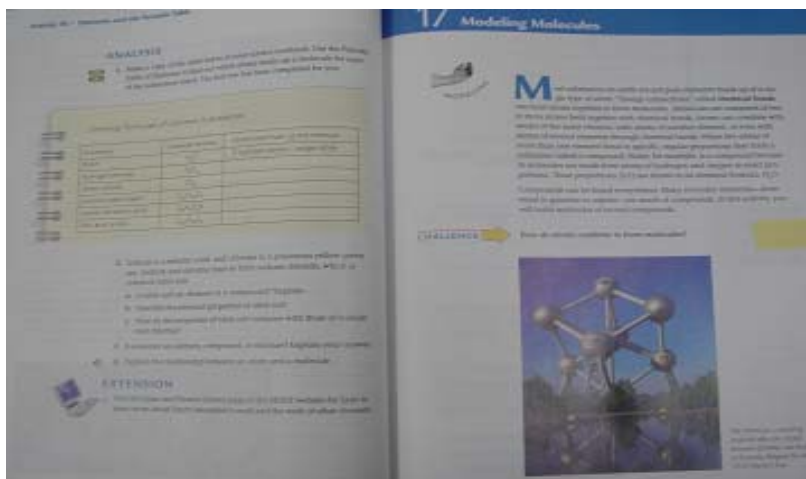
SEPUP 原子力発電所

#### IV. 理科の教科書

比較したり、科学的探究学習ができたりするようになっていた。中学は基本的にエネルギーの移動に関する内容で、様々なエネルギーの形態に移り変わっていくことが学習されている。核エネルギーの詳しい科学的な原理は、ほとんどが高等学校の物理である。

##### イ) 粒子概念 (原子・分子) の導入,

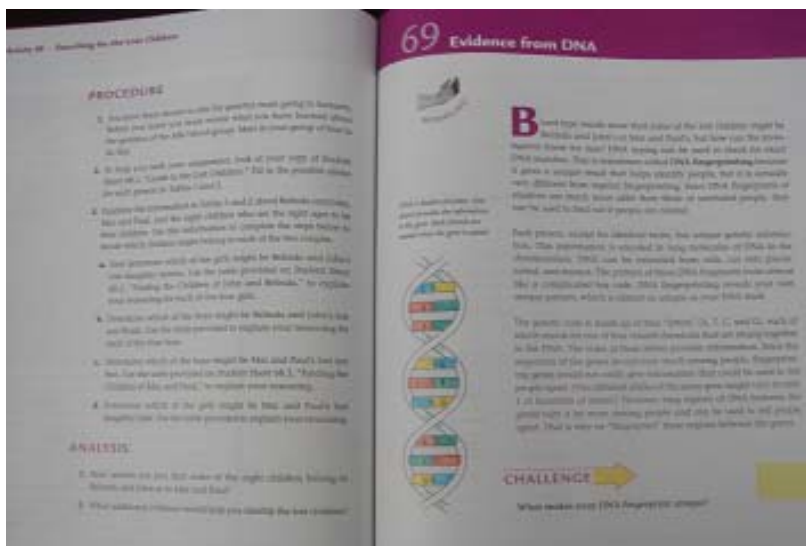
全米科学スタンダードでは、第5学年から第8学年において、粒子概念を導入することを奨めており、Insights では第4学年から第5学年用の状態変化というユニットのなかで、粒子概念が小さな粒々が存在していて気体から液体や液体から気体に変化しているのではないかとというモデル化した形で扱われている。中学用の SEPUP では、物質の化学のところ分子・原子を正面から扱っている。



SEPUP における分子・原子

##### ウ) DNA の導入,

小学校から「遺伝」や「進化」という文言が繰り返し導入されている。中学校では「生殖」と「遺伝」が単元となっている。中学校用 SEPUP の第7学年理科の教科書では「遺伝子と私たち」という単元で DNA が扱われている。

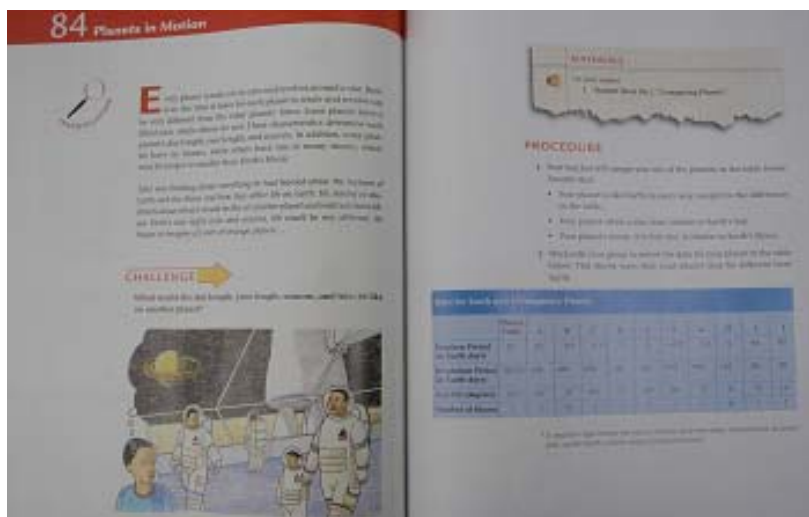


SEPUP 中の DNA

##### エ) 惑星

惑星は、全米科学教育スタンダードでは第5学年から第8学年で学習することになっている。小学校第5、6学年用の INSIGHTS では地球と月と太陽のみで惑星の記載は見られない。中学校第8学年用の SEPUP では84節に動いている「太陽系」の学習の中に惑星という学習内容が入っている。アイオワ市では第9学年で学習している。

## IV. 理科の教科書



SEPUP の中の惑星の節

### 4) 教科書充実の工夫

小学校・中学校・高等学校のどのレベルにも共通していることは、児童生徒の日常的な体験や経験を大切にしながら、実験や観察をできるだけ導入しようという考えが根底にあることである。また、科学的な思考を深めるためには、科学的な活動を実際に行う必要があり、教科書と具体的な実験や観察と対応する実験観察キットを使用する文脈が示されていることである。そして、教師用指導書を中心に関連する様々な補助教材との関連や使用の事例が示されていた。また、中学校・高等学校と学年が上がるについて、さまざまな関連したデジタル教材やビデオ教材とリンクが示され、さらに学習したい学生のための学習材の工夫もなされるようになってきている。教師用指導書が小・中学校では充実しており、この中にワークシートやOHPシートのモデルが含まれ、この中で生徒がまとめるべきところや評価の観点なども完備されていた。高等学校の場合は、教科書のすべてのページがデジタル化されており、教科書を購入した場合、さまざまな副教材が教師と生徒に提供される工夫がなされている。

### 5) 自学自習にも適した丁寧な記述、練習問題や文章量の充実のための工夫

典型的な「分厚い」教科書は、州ごとの教科スタンダードを取り入れながら、結果としてかなり膨大な厚さになっているという現実があるが、教科書会社は様々なニーズを分析しているいろいろなタイプの教科書を作成しているといえる。

すなわち、ホームスクールに適した教科書であるとか、小中学校である場合は実験観察セットと一体化した探究学習を重視した教科書又は学習プログラムであるとか、高校においても探究学習に重点をおいた教科書などが増えているといえよう。特に、高等学校ではウェブ上での自学自習ができるよう、e-learning的な機能が完備されていた。

### (3) 現地調査の結果から

平成20年の12月にアイオワ州のアイオワ市の教育委員会や小学校、中学校、高等学校、平成21年1月にはアイオワ市の小学校や中学校で採用されているFOSS (Full Option Science System) やSEPUP (Science Education for Public Understanding Program, University of



#### IV. 理科の教科書

California at Berkeley) を開発した LHS (ローレンツホールオブサイエンス) への訪問を行った。12 月訪問したのはアイオワ大学, アイオワ市教育委員会, Lemme 小学校, South East 中学校, Northwest 中学校, City 高等学校を訪問し 9 人にインタビューすることができた。訪問した学校は大学の町であることもあり, 保護者の教育水準は高く, 財政的にも豊かなところであるといえる。したがって, どの学校も理科授業のための設備は整い, 授業のためのアイオワ市からの教材費も多いといえる。理科室は整理整頓が行き届いているだけでなく, 様々なオリジナルな学習材が準備されていたことから教師の質が高いことが推測された。大学からの教育実習生が長期 (3.5 か月程度) にわたって学校で実習を行うので, 常に大学の教員も含めた評価者の出入りがあり, きめ細かな学習が求められているとのことであった。以下は複数の教師へのインタビューのまとめである。詳細は節末の資料 3 を参照して欲しい。

##### 1) 教科書が授業でどのように使われているか

- ・アイオワ市の小学校では分冊化された教科書やプログラムを使用しているとのことである。
- ・教育委員会と学校の先生方によるカリキュラム委員会により, 探究学習を中心とする教師用指導書と実験観察のための教材キットならびに分冊化された教科書やプログラムからなる FOSS, INSIGHT, STC という新しいタイプの理科授業が展開されていた。1993 年ごろから試行が繰り返された後に, 州としても導入が認められ公的予算が投入されるようになった。教員は, デモイ (アイオワ州都) の教育センターにおいて, 新しいユニットで授業を行うための必修の研修に参加しなければならないということであった。
- ・アイオワ市のような各地区の教育委員会は FOSS, INSIGHT, STC の中身を地区の小学校の先生にパイロット的に使用してもらい, どのユニットが優れているかを比較検討し, 平均年 4 つのユニット (単元のような学習のまとまりのこと) の採用を決定し, アイオワ市教育委員会に所属する小学校全体を 4 つの地区に分け, 実験教材を移動させて使用しながら学習が展開するようになっているとのことであった。

##### 2) 教科書の位置付けはどのようになっているか。

- ・小学校の分冊化された教科書やプログラム及び教師用指導書は市のスタンダードの内容のみを購入する。基本的にその地域 (市や郡レベル) の教育委員会が各教科のスタンダード (カリキュラムガイドライン) を示し, この内容を指導すればよい。

##### 3) 学校や家庭で子供が教科書をどのように使っているか。

- ・教科書は貸与制であり教科書への書込み等は認められていない。

##### 4) 副教材を使っているか。

- ・小学校・中学校の場合は実験・観察キットがある。教育委員会で一括して購入し, それらを地区内で順番に使用している。

##### 5) 教科書使用における教師の裁量はどの程度か。

#### IV. 理科の教科書

- ・教師は市で作成されたカリキュラムガイドに沿って行うことが義務であり、小学校は分冊化された単元ごとの教科書やプログラム，教師用指導書に沿って行うことで満たされる。中学校用の SEPUP は市のカリキュラムと 80% ぐらいオーバーラップしており，時間的な余裕が生じた場合何をやるかは教師の裁量である。

#### 6) デジタル・コンテンツについて

- ・中学校ではデジタル・コンテンツ（教科書の付録としての資料や練習問題が収められている CD-ROM，教科書全冊がデジタル化されたものなど）が次第に充実しつつあるといった状況であるが，高等学校ではほぼ完備している。

#### 7) その他

- ・全米の到達度調査ではトップレベルの成績を出している地域の子どもたちである。クラスの規模は常に 20 人から 25 人程度であった。大変生き生きしていた。
- ・インタビューした教師のほとんどが教育学修士であった。

#### 8) まとめ

全米科学教育スタンダードや AAAS のプロジェクト 2061 の影響や，TIMSS の評価結果ならびに OECD/PISA の国際比較調査結果の影響が大きく教科書の工夫に現れているといえる。この影響は大学の入学時に受けなければならない SAT (*Scholastic Assessment Test*, 大学進学適性試験)，ACT (*American College Testing Program* 全米大学試験プログラム) にも影響を及ぼしていると考えられ，SAT や ACT は独自の NORM (診断基準) を作成しているとされるが，この 10 数年で，より高度な思考力や総合的な判断力を問う問題が増加しており，知識の暗記のみで解答ができるような問題は激減しているとの知見を得た。このような意味で，予備校がほとんど存在しないアメリカにとって，教科書の充実や副教材の充実，科学の授業の充実は大変重要なポイントであるといえる。

今回のアメリカでの調査により，様々な新たな内容が明らかになったが，まず，大きく認識を変えなければならないことは小学校における動きであった。州のスタンダードに対応した，探究学習を成立させるための大単元ごとに分冊化された教科書やプログラムと教師用指導書と実験・観察キット，さらに科学読み物が相互に連動して学習が展開されている点である。ただし，私立の能力の高い生徒が集まっているアカデミーと呼ばれる中高一貫の学校では，実験室も大学レベルで完備され，消耗品等を購入する年間予算も確保されているので，従来の大学で使用されているような伝統的な教科書が好まれているという話も伺うことができた。その一方で，公立学校において財政に余裕がない学区では，「学習プログラム」が購入できないところも多いことも明らかになった。何れにしても大学入学のための試験内容が PISA 型の試験内容に大きくシフトしていることは，高等学校においても探究学習をしっかり行わなければならない状況を醸成していることになっていた。日本における大学入試との比較研究も必要ではないだろうか。

#### IV. 理科の教科書

##### 【参考文献・資料】

American Association for the Advancement of Science, *Benchmarks for Science Literacy*, Project 2061, Oxford University Press, 1993, 1-418.

American Association for the Advancement of Science による教科書分析に関する HP: <http://www.project2061.org/publications/textbook/default.htm>

National Research Council, *National Science Education Standards*, National Academy Press, 1996, 1-262. (熊野・丹沢等訳, 全米科学教育スタンダード—アメリカ科学教育の未来を展望する—, 2001年9月, 梓出版社, 1-258.) Sherri L. Fulp, *Status of Elementary School Science Teaching*, Horizon Research, Inc., [www.horizon-research.com](http://www.horizon-research.com), December, 2002, 1-22.

Weiss, I.R., Banilower, E.R., McMahon, K.C., and Smith, P.S., *Report of the 2000 National Survey of Science and Mathematics Education*. Chapel Hill, NC: Horizon Research, Inc., 2001.

##### 【注】

1. 2000年の「小学校科学授業の状況」では、アメリカの小学校教員で市販の教科書あるいはプログラムを使用しているのは、第2学年までを指導している教員の54%、第3学年から第5学年を指導している教員の77%と示されている。( [http://2000survey.horizon-research.com/reports/elem\\_science/elem\\_science.pdf](http://2000survey.horizon-research.com/reports/elem_science/elem_science.pdf) )

##### 【資料】

###### 1. AAAS の概要

1848年に創設された米国科学振興協会は、世界を代表する総合科学協会であり、個人会員は13万2,000名を数え、提携する科学関係学協会、工学関係学協会及び学術関係学協会は300近くに上る。AAASは、科学や人間の進歩を目標とする様々な活動に従事している。そうした目標達成を促すため、AAASは、科学者の責任と人権、科学における各国政府の関係、科学に関する一般大衆の理解、科学教育、科学と工学に関する国際協力、並びに科学及び工学における女性、少数民族、障害者にとっての機会など、科学及び技術での政策に関係する多様な計画の提言を用意している。AAASはまた、専門家向けの週刊誌『科学 (Science)』や、学校及び図書館向けのレビュー誌『科学の本とフィルム (Science Books & Films)』を刊行している。

###### 2. プロジェクト 2061 の基本構成 (Science for All American から引用)

プロジェクト 2061 は、非常に必要性が大きい科学、数学、技術における教育改革に貢献するための、目的別の継続的な3段階の行動計画で構成されている。

・第1段階は科学的リテラシーの内容に重点を置くものである。その目的は、すべての子どもが幼稚園から高校に至るまでのその総体的な就学経験の結果として習得すべき知識、技能、態度を詳細に示すことによって、改革のための概念的基盤を確立することにある。『すべてのアメリカ人のための科学』及び科学パネルの報告書は、この段階における主たる成果である。

・第2段階は教育者や科学者のチームが関係するもので、『全米市民のための科学』を学区及び州において利用するためのいくつかの新しいカリキュラム・モデルに転換するための作業である。この段階を通じて、本プロジェクトではまた、教師教育、教材、及び教育技術、試験、学校組織、教育政策、及び教育研究に関連した改革の青写真が作成される。

## IV. 理科の教科書

・第3段階では、教育改革に積極的な多くのグループが、第1段階及び第2段階の成果を活用し、米国全体の科学的リテラシーの向上を図るための10年以上に及ぶ広範な相互協力活動を展開していくことになる。

### 3. 現地調査でのインタビューのまとめ

#### (1) 教科書が授業でどのように使われているか

①理数の教科書は、授業中どのように使われているか。その使い方は、当該国・地区で一般的な利用のされ方か。教科書の種類（別会社のもの等）によって使われ方は異なるのか。

- ・教科書は探究学習が遂行できるように、日常的な疑問や生徒の発想を大切にしながら、学習を促すものとなっている。
- ・教師用指導書が極めてよく研究されたものになっている。SEPUP がユニークであるので、他の教科書を使用した場合、教え方はかなり異なってくるという意見を多くの先生方から頂いた。

②教科書に記載されているドリル問題や演習問題はどのように活用されているのか。

- ・ドリル問題は行わなくなっている。それは、SAT や ITBS などの全米で使用されている到達度テストの質的な転換により、知識のみを問う問題がほとんど姿を消し、科学的な思考のもとに問題を解く形式が増え、実験や観察をともなう科学的な探究学習をしていないと解けない形式が増えたことにもよる。

③職業や進路との関連等についてはどのように教えているのか。また、そのような内容は第何学年程度から特に留意して教えているのか。

- ・幼稚園から高校までふんだんに意図的に埋め込まれている。ただし、小学校は教科書や教師用指導書の中に、中学校では SEPUP はむしろキャリア教育が少ない（それでも日本の教科書よりはるかに多い）ので、他の資料に意図的にアクセスしながら、具体的探究学習のなかで科学者との接点をつくる工夫をしているとのことであった。

④理科教科書に記載のある実験・観察の取扱い方

- ・小学校では、教科書や教師用指導書が基本的に実験と観察からなる探究学習が成立することを前提としており、それに付随したキットを用い、毎時間学習が展開されている。中学も、教師用指導書と教科書が一体化され、小学校と同様これらの学習に対応した実験・観察キットを使用しながら探究学習が進んでいくとのことであった。

#### (2) 教科書の位置付けはどのようにになっているか。

①当該科目の教科書の位置付けはどのようなものか。主たる教材か、従たる教材か。必要に応じて参照する資料集的なものか。また、版の古い教科書の活用状況。

- ・小学校は単元ごとの分冊化された教科書やプログラム、科学的な読み物がある、Insight については教師用指導書そのものが教育プログラムを提供している。
- ・教師用指導書にあるさまざまなワークシートと実験観察キットによって学習が進むようになっている。
- ・中学校は探究学習が学習の中心的な位置づけである。
- ・版の古いものはリサイクルショップが買い上げ、そこから海外等へのマーケットに売られる。しかし、教師の裁量で決まるので、先生によっては田舎の地区に無償で貸与

#### IV. 理科の教科書

することもしているとのことであった。高等学校も同様である。地区や郡によって異なるが教科書は5年から7年間使用する。

②教科書に記載されていることはすべて教えるのか。教えなかった内容はどのようにフォローされるのか。

- ・基本的にその地域（市や郡レベル）の教育委員会が各教科のスタンダード（カリキュラムガイドライン）を示す。この内容をクリアすれば良い。
- ・小学校の分冊化された教科書やプログラム及び教師用ガイドブックは市のスタンダードの内容のみを購入する。
- ・中学校は85%ぐらいの教科書の内容がスタンダードの内容である。高等学校は第9学年は8割程度、第10学年の生物は50%ぐらいが市のスタンダードの内容であるという返事が返ってきた。

③教えなかった内容は、他の学年で教えるという場合：そもそもクラス替えはあるのか（担当者が原則変わるのか）。

- ・その必要は無いとのことであった。
- ・科学については問題は無いという返事であった。市のスタンダードに則って授業をカバーしているので、教えなかった内容は無いといえる。ただし、教科書にある内容で、より深く教えたい場合は、余った時間があれば、取り上げる自由はある。
- ・高校については教科書会社が同じ教科書をすべてデジタル化しており、自分で予習したり復習したりできるようになっている。

④昔の教科書と比べてどのような点が改善されていると感じているか。また、位置付けは変化しているのか。

- ・アイオワ州の場合、このような流れは全米科学教育スタンダードが出る前の1993年ごろから始まっている。現在の教科書に至るまで改訂が繰り返されてきた。
- ・知識を教え込むことはかなり少なくなった。具体的な科学的な探究を行う中で、科学学習が進んでいくのがもっとも適切である。

⑤使用している教科書の特徴：どのようなところが優れていると感じているか、また、使いにくい点、指導しづらい分野・単元はどのようなところか。教科書の厚さについてどのように考えているか。使いやすい教科書のイメージは？

- ・科学的探究学習が中心に展開され、何度も現場でフィールドテストを重ねられ、改定されつくしたものなので、教師にとって使いやすいもの、児童生徒にとって大変使いやすいものとなっている。
- ・中学校のSEPUPは他の伝統的な教科書よりは薄くなっている。科学的な生徒の疑問を大切にされた探究学習となっているので、大変よくできているし、使いやすくなっている。教師用指導書も多くの研究者や全米の教師の工夫の結晶であるといえる。したがって、使いやすい教科書のイメージはフィールドテストが十分行われたものといえる。

⑥上級学校への進学認定試験等と教科書との関係：進学認定試験のためには教科書の内容を理解する学習をしているのか。

- ・大学にスコアが出される全国到達度試験の内容が思考力や判断力を問う問題となっていることから、科学的な探究学習を行わなければならない文脈が形成された。

#### IV. 理科の教科書

##### (3) 学校や家庭で子供が教科書をどのように使っているか。

- ①教科書への書込みやラインマーカ等でチェックは認められているか(貸与制か, 給付制か)。
- ・認められていない。生徒はジャーナルノートとバインダーを持っており, その中に学習した内容が集められていた。
  - ・ポートフォリオ評価がなされていた。したがって貸与制といえる。
- ②宿題はどの程度あるのか。それは教科書やプログラムを使用して行うものか。
- ・小学校での宿題はあまり出されない。
  - ・中学校は先生にもよるが, 教科書を持って帰る場合はまとめの文章を書くために必要であるからであり, ある先生はロッカーにしまっているほうが多いと述べた。
  - ・高校はロッカーであり, 家ではインターネットで教科書にアクセスできるという返答であった。
- ③学校で教科書のすべての内容が教えられていない場合, 自習教材として教科書が家庭で利用されているのか。
- ・教科書のすべての内容を教える必要はない。
  - ・あくまで, 市のカリキュラムガイドで示された内容を教えることが義務である。

##### (4) 副教材を使っているか。

- ①教科書以外の教材にはどのような種類があるのか。また, よく利用する副教材はどのようなものか。一人ひとり利用する副教材に係る経費は誰が負担しているのか。
- ・小学校・中学校の場合は実験・観察キットがあり, 教育委員会で一括して購入。
  - ・前述の内容にもあるが, アイオワ市や州の地域を4区域に分け, 4種類の実験キットを順番に回すということにより, 予算の削減を実現しているとのことであった。
- ②副教材の利用と教科書の関係はどのようなものか。
- ・小学校と中学校の場合, 100%対応したものとなっている。
  - ・科学的な探究のために一体化している。大変徹底しており, 実験が終わった後の考察を記述が終了しない場合, 宿題となり家庭でまとめることになることもあるとのことであった。

##### (5) 教科書使用における教師の裁量はどの程度か。

- ①教科書のどこから教えるか, また, どの個所を教えるか(教えないか)など教師はどの程度の裁量を有しているのか。
- ・教師は市で作成されたカリキュラムガイドに沿って行うことが義務であり, 小学校は分冊化された单元ごとの教科書やプログラム, 教師用指導書に沿って行うことで満たされる。
  - ・中学校用の SEPUP は市のカリキュラムと 80% ぐらいオーバーラップしており, 時間的な余裕が生じた場合何をやるかは教師の裁量である。
  - ・同じ单元でも教師の採用で, より高度な内容を扱う自由はある。
- ②全国的(全州)な学力調査と教科書の内容との関係
- ・大変関係あるといえる。アイオワ州は全国でもトップレベルであり, その理由の一つは質の高い教科書を使用していることと, アイオワ市が大学の町であるので質の高い

#### IV. 理科の教科書

教師が多数存在するからである。

- ・教育委員会のカリキュラム関係の責任者は、アイオワ市の教育における競争相手は、ミネソタ州やウィスコンシン州ぐらいであると述べていたことが印象的であった。

#### (6) デジタル・コンテンツについて（教科書の付録としての資料や練習問題が収められている CD-ROM, 教科書全書がデジタル化されたものなど）

- ・中学校ではデジタル・コンテンツが次第に充実しつつあるといった状況。
- ・高校ではほぼ完備。導入の時期については 2000 年前後ごろから急速に展開してきているとのこと。
- ・中学校では週に 2 回は使用しているとの事。使い方次第で大変価値がある。
- ・家庭によってはインターネットにアクセスできない方もおり、強力に展開することはできない。
- ・あくまで補足的な展開として薦めている。連邦政府と対応している NSF（全米科学財団）からの研究費はデジタル・コンテンツに対して、多額の研究費を投入していることから、今後も様々な展開が予想できる。

#### (7) 基本情報の整理

##### ①授業を受ける生徒・児童について

- ・全米の到達度調査ではトップレベルの成績を出している地域の子どもたちである。クラスの規模は常に 20 人から 25 人程度であった。大変生き生きしていた。

##### ②担当する教師について

- ・インタビューした教師のほとんどが教育学修士、または科学教育学博士を保有していた。大学の教科教育法を担当している先生方であった。

##### ③教室の状況について

- ・小学校、中学校、高等学校ともに大変整理整頓され、授業がやりやすい状況であった。
- ・小学校、中学校はほとんど 1 階のみであり、とても広い敷地に立てられており、児童・生徒と教師がのびのびと教育が展開されている印象を受けた。
- ・訪問した中学校には 6 つの実験室があり、第 7 学年と第 8 学年のみのミドルスクールであった。
- ・高等学校は 4 年間教育で建物も 3 階の建物が平均的な構造であった。
- ・予想に反したのは、特に高校の中がとても綺麗で、授業の静けさが驚きであった。

(熊野善介)