

## 普通教育としての技術教育における情報・通信技術分野の取り扱いに関する日米比較

——アメリカの技術教育教科書『設計・技術・工学の探求』の内容を中心に——

Comparative Study on Content of the Area of “Information and Communication Technology” in General Technology Education in Japan and the United States of America: Focusing on the Content of “Information and Communication Technology” in *Exploring Design, Technology, & Engineering* in the United States of America.

横尾恒隆<sup>1</sup>、菅原理彦<sup>2</sup>、上里正男<sup>3</sup>

Tsunetaka YOKOO<sup>1</sup>, Yoshihiko SUGAWARA<sup>2</sup>, Masao UESATO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>横浜国立大学教育学部、<sup>2</sup>山田町立山田中学校、<sup>3</sup>山梨大学教育学部

<sup>1</sup>Yokohama National University, School of Education, <sup>2</sup>Yamada Junior High School,

<sup>3</sup>University of Yamanashi, School of Education

### はじめに

本稿では、普通教育としての技術教育における情報・通信技術分野の教育内容編成に関する日米比較を行うことを意図する。今日情報・通信技術は急速に発展しつつあり、普通教育としての技術教育において、これらの技術に関する内容をどのような形で取り上げるべきかが問われている。後述するように日本の場合、中学校技術科の情報・通信技術に関する項目は、コンピュータ技術に関する内容にほぼ限定されている。

一方アメリカ合衆国（以下アメリカ）の場合、本稿でも後に述べるように、「情報・通信技術」に関する内容には、コンピュータや情報通信ネットワークに関するもののみならず、印刷、写真、放送（ラジオ、テレビ）、衛星通信等の通信技術に関するものも含まれている。日米における情報・通信技術に関するこのような内容の取扱い方の違いの一因には、両国の学校教育における教科編成の違い、とりわけ技術教育に関する教科とコンピュータ教育に関するその区別の有無が、大きな影響を及ぼしていると思われる。

日本における先行研究では、アメリカの普通教育としての技術教育における情報・通信技術分野に関する教育内容の分析はほとんど行われていない。確かにアメリカの技術教育の内容構成の全体像およびその変化について、日本でも研究成果が積み重ねられてきた<sup>1)</sup>。また個々の分野の教育内容に関しても、「製造技術」、「エネルギー変換技術」等の分野に関する教科書分析がなされてきた<sup>2)</sup>。一方アメリカのコンピュータ教育についても研究がなされている<sup>3)</sup>。

しかしながら同国の技術教育における「情報・通信技術」分野に関する研究はほとんど行われていない。その一因は、アメリカの場合、技術教育とコンピュータ教育が独立した形で行われており、両者の関係がわかりにくいことにあるように思われる。したがって日本の中学校技術科における情報・通信技術分野の教育内容構成の特徴を解明するためには、アメリカの技術教育における情報・通信技

術に関する内容のみならず、同国のコンピュータ教育を視野に入れた形での比較研究が求められるであろう。

以上のような問題意識から、本稿では、以下のことを課題とする。第1に日本とアメリカにおける技術教育とコンピュータ教育・情報技術教育に関する取扱いの違いについて検討する。第2に、現代アメリカの普通教育としての技術教育の教育内容再編に影響を与えている『技術リテラシーに関するスタンダード』(Standards for Technological Literacy, 2000, 以下『スタンダード』)<sup>4)</sup>、さらにはその影響を受けた教科書の1つである『設計・技術・工学の探求』(Exploring Design, Technology, & Engineering, 2012)<sup>5)</sup>の「情報・通信技術」分野を分析し、その内容上の特徴を、コンピュータやネットワークに関する技術以外に関する内容の取り扱いという点を中心に明らかにする。第3に、アメリカの技術教育における「情報・通信技術」分野の内容を日本の中学校技術科における情報技術に関するそれと比較・検討する。

### 1. 日本の中学校技術科における情報技術の分野の特徴と問題点

まず現代日本の中学校技術科における情報・通信技術に関連する内容の特徴について検討する。この分野のうち放送技術と関連するラジオの仕組みの学習やその製作実習は、同教科発足当時、「電気」領域において、重要な位置づけを与えられてきた。しかし学習指導要領改定によるこの教科の授業時間数の減少に伴い、その内容も減少し、今日の教科書ではそれに関連する記述は極めて少なくなっている<sup>6)</sup>。

その反面、コンピュータやネットワークに関する内容は重視される傾向にある。日本の中学校技術科で、コンピュータに関する内容が初めて登場したのは、1989年改定学習指導要領であった。同指導要領では、選択領域という形であったが、「情報基礎」領域が導入された。この領域では、①コンピュータの仕組み、②コンピュータの基本操作とプログラムの作成、③コンピュータの利用、④日常生活や産業の中でコンピュータが果たしている役割と影響を取り上げることになっていた<sup>7)</sup>。

つぎに1998年改定学習指導要領では、コンピュータや情報技術に関する分野は「情報とコンピュータ」とされ、しかもそれは、それ以前の木材加工、電気等の領域を再編した「技術とものづくり」と、学習指導要領上、内容上の比重や授業時数の点で同等の位置づけを与えられた。この学習指導要領では「情報とコンピュータ」に関して必修項目として、①生活や産業の中で情報やコンピュータが果たしている役割と影響、②コンピュータの基本的な構成・機能・操作、③コンピュータの利用、④情報通信ネットワークの利用が、また選択項目として、「コンピュータを利用したマルチメディアの活用」「プログラムと計測・制御」が設定されていた<sup>8)</sup>。

これらの学習指導要領の内容は、基本的には、コンピュータや情報通信ネットワークの活用に関する指導を中心とするものであった<sup>9)</sup>。しかもそのような性格を持つ「情報とコンピュータ」が中学校技術科においてほぼ半分の比重を占めたことは、この教科をなかば「情報教育化」しかねないものであった<sup>10)</sup>。

こうした傾向は、現行学習指導要領(2008年)では、かなり是正されることになった。同指導要領では、中学校技術科の内容編成を、「材料と加工に関する技術」「エネルギー変換に関する技術」「生物育成に関する技術」「情報に関する技術」の4分野構成に改め、コンピュータやネットワークに関する内容が全体に占める比重は、1/4に引き下げられた<sup>11)</sup>。また「情報に関する技術」の内容は、

①情報通信ネットワークの仕組みと情報モラル、②「デジタル作品」の設計・制作、③プログラミングによる計測・制御とされた。一方1998年学習指導要領で重視されたアプリケーションソフトや情報通信ネットワークの利用がなくなった<sup>12)</sup>。この学習指導要領で必修とされた情報通信ネットワークの仕組み、プログラムによる計測・制御は、電気、機械、材料加工のように中学校技術科における他の分野（すなわち生産技術）と関連する内容である。その意味で「情報に関する技術」の内容は、全体的には技術教育としてのコンピュータ教育としての性格を強めたものということができる。

しかし2017年3月に出された次期学習指導要領においては、再度中学校技術科においてコンピュータや情報通信ネットワークに関する内容を増加させ、内容的にもコンピュータ教育の色彩を強める動きが見られる。同指導要領においては、現行学習指導要領における中学校技術科の4分野で構成するという基本的な枠組みは踏襲されている。しかし「情報に関する技術」においては、小・中・高一貫のプログラミング教育実施の方針を反映して、「計測・制御のプログラミング」に加え、「ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミング」が加えられた<sup>13)</sup>。この單元では、①情報通信ネットワークの構成と、情報を利用するための基本的な仕組みの理解、②安全・適切なプログラムの制作、動作の確認、デバッグするための技術、③問題解決に使用するメディアを複合化する方法とその効果的な使用方法等を構想して情報処理の手順を具体化すること等を挙げている<sup>14)</sup>。

「双方向性のあるコンテンツのプログラミング」は、コンピュータ教育においては重要な位置を占めるものではあろう。しかし中学校技術科における「情報の技術」以外の分野（すなわち材料加工やエネルギー変換等に関するそれ）とは内容上つながりが希薄である。

以上のように、日本の中学校技術科における情報・通信技術に関する内容は、コンピュータやネットワークに関するそれに限定されている。一方それ以外の情報・通信技術、すなわち放送技術や通信衛星、光ファイバーなどに関する内容は、「エネルギー変換に関する技術」における音声の電気信号への変換等に関する内容を除き、ほとんど取り扱われていない。

その一因は、日本の場合、コンピュータに関する教育が独立した教科の形では行われず、中学校の場合、その多くが技術科に含まれていることが影響していると考えられる。これに対しアメリカの場合、コンピュータ教育は、技術教育とは別の形で行われている場合がほとんどであり、後者の内容には、後述するように、プログラミングやウェブ・ページ的设计・制作等の内容はほとんど含まれていない。以下では、アメリカのコンピュータ教育についてみることにする。

## 2. アメリカにおけるコンピュータ教育の展開

アメリカの場合、1980～90年代から、コンピュータ教育には力が入れられてきたと指摘されている。しかしコンピュータ教育に関する方針は州によって異なり、ユタ州では、初等学校からハイ・スクールまでの「情報技術」(Information technology)の実施は各学校の任意とされており、またハイ・スクールの選択科目「コンピュータ科学」(Computer science)の開設も、各学校の任意とされていた<sup>15)</sup>。一方ニューヨーク州の場合、この時期から「コンピュータ学習」(Computer studies)が初等学校、ミドル・スクールの教科として設置され、ほとんどの学校(初等学校：99.4%、ミドル・スクール：99.4%、ハイ・スクール：97.7%)にコンピュータが設置されていた<sup>16)</sup>。

こうしたコンピュータ教育の推進にもかかわらず、この種の教育が十分に行われていないとの批判が出されてきた。それは、①「コンピュータ科学」に関する質の高い教育を受けている生徒数が少

ない（幼稚園から第12学年（ハイ・スクールの最終学年）の生徒の1/4のみが、プログラミングやコーディングを含むコンピュータ科学の授業を受けている）、②コンピュータ科学に関する高度な科目を履修する生徒の偏り（女子、黒人、ラテン系アメリカ人にその数が少ない）等のものである<sup>17)</sup>。

こうした状況認識から、21世紀に入ってから、「幼稚園から第12学年までのコンピュータ科学のモデル・カリキュラム」として、①プログラミング、②ネットワーク、③データベースや情報の検索、④コンピュータ・セキュリティ、⑤プログラミング言語、⑥人工頭脳、⑦情報技術と情報システムの応用、⑧インターネット・セキュリティ、プライバシー、知的財産権などの内容を、生徒たちに学習される必要性に関する議論も提起されている<sup>18)</sup>。さらにオバマ政権下では、「すべての者にコンピュータ科学を」という方針が出され、各州や学区に直接連邦補助を行う政策が打ち出された<sup>19)</sup>。

以上のようにこれまでアメリカでは、コンピュータ教育が推進され、またさらなるその充実の必要性が提起されている。しかし注意しなければならないのは、同国のコンピュータ教育は、技術教育とは別の形で行われ、技術教育においてコンピュータ教育を行うという発想はないことである。一方技術教育の場合、以下でも詳しく述べるように、「通信」や「情報・通信技術」の分野では、コンピュータや情報通信ネットワークに関するもののみならず、①放送、②電信・電話、③通信衛星などの内容等に関する内容が含まれている。この点で、コンピュータやネットワークに関する内容に限定されている日本の技術科とは事情が異なる。以下ではアメリカの技術教育における情報・通信技術に関連する内容について検討する。

### 3. アメリカの技術教育における情報・通信技術に関連する内容の変遷

情報・通信技術に関連する内容の歴史の変遷について検討する前に、まずアメリカにおける普通教育としての技術教育の目的・性格や内容編成の変遷を概観する。すでに指摘されているように、1980年代にアメリカの普通教育としての技術教育は性格的に大きな変化を遂げた。この時期に同国の技術教育の教科は、「産業科」(industrial arts) から「技術科 (technology)」へと変更された。前者は、「木工」、「金工」、「製図」などの領域から構成され、実習室での作業を通じた道具・機械の使用技能や材料、工程の理解などが重視されていた。これに対し後者は、「通信技術」、「建築技術」、「エネルギー／動力／輸送技術」の4分野で構成されるようになった。また自然科学や数学との相関が図られ、科学的概念の形成が従来よりも強調されるようになった<sup>20)</sup>。

さらに、2000年以降はこうした動きがさらに推し進められている。2000年には、普通教育としての技術教育に関する全米的な指針として『スタンダード』が ITEA (International Technology Education Association、国際技術教育協会。現在の国際技術・工学教育者協会、International Technology and Engineering Educators Association (略称 ITEEA)) より出された。それが想定する技術教育の内容は、「技術科」に移行した時代よりも、ハイテク社会を一層意識した内容構成になっている。それを受け、現在アメリカでは普通教育としての技術教育に関する教科の名称を「技術科」から「工学」(engineering) もしくは「技術・工学」(technology and engineering) に変更する議論もなされている<sup>21)</sup>。

ただしこれらの議論は一様なものではなく、いくつかの流れが存在する。そのうちの代表的なものとして、①先述の『スタンダード』のものに加え、②「プロジェクトが途を先導する」(Project Lead the Way、以下 PLTW) のものを挙げるができる。前者は、従来からの内容に、「医療技術」、「バ

イオテクノロジー技術」などの内容を加え、技術教育の内容の範囲拡大を志向している。一方後者の下で編集されたミドル・スクール用の教科書『工学への門戸』(*Gateway to Engineering*, 2010)は、全体的に製造技術に関する内容を重視している<sup>22)</sup>。

つぎに情報・通信技術分野の内容に含まれる内容の変遷について検討する。1980年代までの「産業科」時代には、「情報・通信技術」という分野の学習はなかった。しかしそれに関連する内容の1つとして「グラフィック・アーツ (Graphic Arts)」という分野が含まれていた。「産業科」時代の教科書の特徴を示しているものの1つだと考えられる『一般産業教育 (*General Industrial Education*, 1988) の場合、この分野については、活版印刷、オフセット印刷、スクリーン印刷などの様々な印刷方法や、写真、製本の技法などに関する指導を重視していた。また同書では、「電気 (electricity)」分野で、ラジオやラジオ放送の仕組み (ここでは、AM (振幅変調)、FM (周波数変調) の違いについても説明されていた) に加え、ラジオの製作に関連する電気工作が取り上げられていた<sup>23)</sup>。

情報・通信技術に関する内容が明確な形で位置づけられたのは、1980年代以降の「技術科」時代になってからのことであった。この時代の代表的な教科書の1つだと考えられる『技術: 今日と未来』(*Technology: Today and Tomorrow*, 1988) の「通信」(communication) 分野の内容は、①通信の定義、②通信システム、③遠距離通信、④グラフィック通信、⑤通信ネットワークの5項目から構成されていた。その内容は、電信や電話、放送、さらには通信衛星、光ファイバー、コンピュータや半導体など、当時の様々な先端的な情報・通信技術に関する説明も含んでいた。その一方で先述の『一般産業教育』に含まれていた印刷、写真、さらには製図に関する内容も取り上げられていた<sup>24)</sup>。

以上のように『技術: 今日と未来』では、放送技術や衛星通信など、様々な通信システムの仕組みが説明されている。しかしこの同書では、情報・通信技術を通して共通する要素についての説明は、重視されていない。

#### 4. 『スタンダード』の「情報・通信技術」に関する内容

つぎに『スタンダード』<sup>25)</sup>における「情報・通信技術」の内容について検討する。『スタンダード』では、「情報・通信技術」の分野は、第7章「デザイン・設計された世界」の一部として取り扱われていた。ここでは、個々の情報・通信技術に関する説明や各々の技術の使用法よりは、情報・通信技術の基礎的な概念の習得が重視されている。この『スタンダード』は、幼稚園から第12学年(ハイ・スクールの最終学年)までの、情報・通信技術に関する指導目標として、①情報通信システムは、人間から人間へ、人間から機器へ、機器から人間へと情報を伝達する、②通信システムは、情報源、符号化、送信機、受信機、復号化と送信先から成り立つ等のことを理解させることを挙げている。

そのうえで『スタンダード』は、現在アメリカで主流である5-3-4制の学校制度に従って、①幼稚園から第2学年、②第3~5学年、③第6~8学年、④第9~12学年に分けて、この分野に関する目標や内容を、さらに詳しく示している(166~167頁)。

まず幼稚園から第2学年では、①技術によって、長い距離を隔てた人間間の通信が可能になっている、②(コンピュータ等の)技術によって通信する時、人々は記号(言葉、記号、絵など)を使用すること等を理解させる必要性を提起した(167頁)。つぎに第3~5学年の達成目標としては、①情報は、活字メディアと電子メディアを含めた様々な技術的資源を通して、得ることや送ることができる、②通信技術は、技術の使用を通じた長距離間の人間同士、機器同士、または人間と機器相互の間

のメッセージ伝達であること等を理解させることを挙げている。

さらに第6～8学年については、子どもたちが、情報・通信技術が日常生活で利用されていることを知っているが、それらが機能する仕組みについては知らないとの認識に基づき、①情報通信システムは、人間から人間へ、人間から機器へ、機器から人間へと情報を伝達する、②通信システムは、情報源、符号化、送信機、受信機、復号化と送信先から成り立つこと等の理解を到達目標として挙げている（170～171頁）。最後に第9～12学年については、到達目標として、上記の第6～8学年と同様のものに加え、①情報・通信技術は、情報の送受信と関連した入力、処理及び出力を含む、②情報伝達には、グラフィックや電子的手段のような多くの方法があることを挙げている（173～174頁）。

以上のように『スタンダード』で示されている「情報・通信技術」分野の到達目標をみると、情報システムの仕組み、とりわけ、①「人間から人間へ」「人間から機器へ」などのような、発信先と送信先の種別による情報通信の分類、②記号化→送信者→受信者→復号化といった情報・通信の過程の一般的な仕組みの理解が重視されている。

これらの項目は、1980年代の『技術：今日と未来』には見られないものである。以下では、『スタンダード』に準拠した形で編集されたと考えられる『設計・技術・工学の探究』の情報・通信技術に関する内容を分析し、その特徴を解明する。

## 5. 『設計・技術・工学の探究』における情報・通信技術の内容（その1——第7章「情報と技術」）

26)

次に『設計・技術・工学の探究』について検討する。同書において「情報・通信技術」に関する内容は、第7章「情報と技術」(Information and Technology)、第22章「情報・通信技術」(Information and Communication Tehcnology)で取り上げられている。

まず第7章「情報と技術」の内容であるが、同章の内容は、①データ、情報、及び知識、②科学的知識、③技術的知識、④情報時代、⑤情報と知識の獲得、⑥「活動」から構成されている（164～187頁）。

この章は、「道具と技術」「材料と技術」「エネルギーと技術」等の章とともに、第2部「技術の資源」に位置付けられ、情報・通信技術に関する説明よりは、技術において情報が果たす役割のそれが重視されている。しかしこの章では、情報・通信技術そのものに関する内容（この分野の技術の歴史や情報社会についてなど）も含まれている。本稿では、この章の内容を、①「データ、情報、及び知識」の部分、②知識、情報に関する部分（上記の内容のうちの「科学的知識」「技術的知識」「情報時代」「情報と知識の獲得」）、③「活動」の部分に分けて分析する。

### 5-1. 「データ、情報、及び知識」の部分（168～169頁）

この部分ではまず、データ、情報、知識について、各々の定義、及びそれぞれの意味の違いを説明している。それによればデータとは、独立した事実、統計数値、そしてアイデアを収集・蓄積したものであるが、分類・整理はなされてはいないものである。一方情報は、データを分類・整理したものであり、知識は、それを論理的な形でまとめ、長年人類が蓄積してきたものだと規定している。

### 5-2. 知識、情報に関する部分（170～175頁）

この部分では、まず知識（①「科学的知識」と、②製品やシステムを作るために道具等に関する「技術的知識」）の獲得方法等について説明している。

つぎにこの部分では、「情報時代」と「情報と知識の獲得方法」について説明している。まず情報時代について、身の回りに莫大な情報が溢れるようになった時代だと規定した上で、それがJ・グーテンベルグ（J. Gutenberg）による活版印刷術の発明で始まり、その後電話、テレビ、さらにはコンピュータ等の発明という形で歴史的展開をしてきたと述べている。同時に情報時代の光と影の部分にも触れ、誰もが多くの情報に触れることができるようになった反面、人々が過剰な情報に振り回される危険性もあると指摘している。

最後に情報と知識の獲得方法の部分では、技術に関するものの場合を取り上げ、その例として、①論文を読む、②ラジオやテレビの視聴、③誰かにそれを教えてもらう、④開発や実験を挙げている。

### 5-3. 活動（「資源としての情報」）の部分（177～181頁）

第7章「情報と技術」の最後には、生徒の「活動」が取り上げられている。通常本書では、各章末の「活動」は、実験・実習等に関するものが多いけれども、この章の「活動」の場合には、説明や思考に関するものとなっている。ここでは、生徒は、①コンピュータの歴史、②ダイアルアップ・コンピュータ・モデムやケーブル・モデムが作動する仕組み、③電子メールによる通信の仕組みに関する「活動」に取り組むことになっている。

#### 5-3-1. 「コンピュータの歴史」(177～178頁)

まず「コンピュータの歴史」の部分では、コンピュータの元祖として、①バベッジ（C. Babbage）の解析機関（1830年代）、②エイケン（H. Aiken）の自動順序制御計算機（ASCC）を挙げた上で、1946年に最初のコンピュータとして、ENIACが発明されたと述べている。さらに1950年代と1960年代の技術の進歩によって、現代人が目にするようなコンピュータをもたらされたと指摘している。

#### 5-3-2. ダイアルアップ・コンピュータ・モデムやケーブル・モデムの作動の仕組み(178～180頁)

この箇所では最初に、ダイアルアップ・コンピュータ・モデムを取り上げ、それが、電話回線を使用することにより、インターネットを利用することを可能にしたモデムであると述べている。つぎにそれに代わり一般的になったケーブル・モデムについて、電話回線を使用せず、ケーブルテレビの持つ帯域幅を利用してインターネットを利用する仕組みだと説明している。

#### 5-3-3. 電子メール送信の仕組み（180～181頁）

ここでは、電子メール送信の仕組みについて、①コンピュータに情報を入力する、②相手先のインターネット・アドレスを入力し、送信コマンドを押す、③メッセージがパケットに分割される、④パケットすべてが相手先のアドレスに届き一つの文章として電子メール・ボックスに入れられるという過程を経ると、解説している。

## 6. 『設計・技術・工学の探求』における情報・通信技術の内容（その2——第22章「情報・通信技

術」)<sup>27)</sup>

つぎに、『設計・技術・工学の探求』の第22章「情報・通信技術」の内容を分析する。この章の内容は、①通信と情報、②どのように通信を行うか、③通信技術、④通信システムの種類、⑤通信過程、⑥通信メッセージ、⑦情報技術、⑧通信システムの品質管理、⑨活動の9項目から構成されている。

以下では、この章の内容を、①導入部分、②通信技術に関する部分（「どのように通信を行うか」「通信技術」「通信システムの種類」「通信過程」「通信メッセージ」）、③情報技術などの部分に分けて、分析する。

### 6-1. 導入部分 (500~503 頁)

この部分は、「通信と情報」のそれに関するものである。ここではまず、「通信」と「情報」の2つの用語の意味の違いや通信技術・情報技術の意味が説明されている。それによれば、先述のように通信とは、考えや情報、意見のやりとりを意味するのに対し、情報は、分類・整理がされたデータを意味する。

### 6-2. 通信技術に関する内容 (503~530 頁)

通信技術に関する内容には、①通信方法（「どのように通信を行うか」）、②「通信技術」、③「通信の種類」、④「通信の過程」、⑤「通信メッセージ」の5項目が含まれている。

#### 6-2-1. 通信方法の部分 (503 頁)

通信方法の部分では、①文章、②絵や写真、⑤記号や標識等の形態もそれに含まれると述べると同時に、これらの通信方法では、技術的な装置を使用しないとも指摘している。

#### 6-2-2. 通信技術に関する部分 (503~530 頁)

通信技術に関する部分では、通信技術の定義、各種通信技術の種類や特徴について述べている。その例としては、グラフィック・システム、そして音波や電波などの波を利用したシステムが取り上げられている。

##### (1) グラフィック通信 (504 頁)

グラフィック通信の仕組みについては、①情報を線画、絵、図、写真あるいは文字を通して伝えるものであり、②その媒体としては、紙、フィルム、その他の平面状のものが利用されると述べている。

##### (2) 電波などを利用した波通信 (504~506 頁)

電波等の波を利用した波（電子）通信（Wave (Electronic) Communication）については、ラジオ放送によるスポーツ選手へのインタビュー中継を例に挙げ、情報が、送信の際に、符号化されて受信者に届けられ、受信の際には、符号化された情報が元の形に戻される（復号化）と説明している。

#### 6-2-3. 通信システムの種類 (507~520 頁)

この部分では、通信システムの種類を列挙している。それによれば通信システムの種類は、①人間



から人間への通信、②人間から機器への通信、③機器から人間への通信、④機器から機器への通信を挙げ、各々の種類の通信システムについて説明している。

#### (1)「人間から人間への通信」の部分 (508～517 頁)

まず「人間から人間への通信」については、その種類として、①遠距離通信システム、②録音と録画のシステム、③コンピュータ（インターネット）システム、④印刷システム、⑤写真システム、⑥製図システムを挙げた上で、各々の通信システムの仕組みや特徴について説明している。本稿では、それらのうち、①、③、④を中心に検討する。

##### a) 遠距離通信システム (510～517 頁)

ここではまず、遠距離通信システムには、個人間のものと、大衆向けのものの2つの種類が存在すると指摘している。つぎに個人間のものの例として、電信と電話を挙げている。そこでは、送信側では、電信が文字や数字を、また電話が音声を電気信号に変換して伝え、受信側では、受信した電気信号を、前者では元の文字や数字に、また後者では音声に戻すと述べている。またこの部分では、電話システムで音声から変換された電気信号が、電話線のみならず通信衛星、光ファイバーを経由して送られることにも言及している。

次に大衆向けの遠距離通信については、ラジオとテレビを例に挙げ、これらのシステムでは、①送信側（放送局）で、音声と光が電気信号、さらには高周波の電波に変換され、②受信機（ラジオ、テレビ）はそれらが音声や光に戻されると説明している。

それと同時に、この部分では衛星通信の発展についても触れ、それらが地球上の遠く離れた場所にメッセージを伝達すること等を説明している。

##### b) コンピュータ（インターネット）・システム (514 頁)

つぎにインターネット・システムの仕組みとその作動を可能にするシステムに関する部分について検討する。この部分ではまず、インターネットの源流の1つが、アメリカ国防省が1966年に開始したコンピュータ通信ネットワークであり、このネットワークでは、現在のインターネットの場合と同様、パケット通信の方式により伝達されていたと指摘している。同時に、①その後新しく作られた多くの同様のコンピュータ・ネットワークは、相互に接続されておらず、②1982年にそれらのネットワークが統合されてインターネットが登場した、③ワールド・ワイド・ウェブ（WWW）とブラウザが登場してインターネット上の膨大な量の情報の検索や利用が容易になったことにも言及している。

##### c) 印刷システム (514～517 頁)

最後に印刷システムの部分では、各々の印刷法の内容と特徴について説明している。そこでは、先述のゲーテンベルグが発明した活版印刷に加え、フレキソ印刷、オフセット印刷、凹版印刷、スクリーン印刷、静電印刷（コピー機に利用される印刷法）の仕組みや各々の特徴について解説している。

#### (2)「人間から機器への通信」「機器から人間への通信」「機器から機器への通信」の部分 (518～519 頁)

まず「人間から機器への通信」の部分では、ATM、エアコンを例に挙げ、この種の通信システムは、人間が機器を操作することにより、その機器が作動するものだと説明している。それと同時に、こうしたシステムが作動するために、予め人間がプログラムを作成して、それをコンピュータに伝達

することが必要だということにも言及している（518 頁）。つぎに「機器から人間への通信」について本書は、飛行機や自動車のメーターのように、機器が何らかの音声や光の形で、人々に情報を伝えるものだと説明している（519 頁）。

最後に「機器から機器への通信」の部分では、1つの機器が別の機器に情報を伝えることで、情報を受信した側の機器が、その情報に従って作動するシステムだと説明している。同書は、その一例としてコンピュータ援用製造（CAM）を挙げている。これは、コンピュータ援用設計（CAD）システムのデータを NC 旋盤に入力して、設計の通りに部品を製造するものである。しかし同時に、これらの動作には、プログラミングや数値の入力など人間の活動が必要だということも指摘している（519 頁）。

#### **6-2-4. 通信過程（520～521 頁）**

通信過程の部分では、それについて、①符号化、②送信、③受信、④復号化等に分けて、解説している。

##### （1）符号化（520～521 頁）

符号化とはメッセージの形態の変換を意味する。同書は、その一例として記号（例えば「毒」を表すドクロのマーク）や画像の使用を挙げている。また電子通信の場合、符号化の過程で、画像や音声カメラやマイクロフォンによって電波に変換されると説明している。

##### （2）送信（521～522 頁）

この部分では、メッセージの送信方法には、基本的な方法があると述べている。そのうえで電子通信の場合、メッセージが、電波などの形態に変換されるのに対し、グラフィック通信の場合、写真等を用いて紙媒体の形に変換して、通信（伝達）が行われると指摘している。

##### （3）受信（522 頁）

受信の部分では、①送信されたメッセージを受信するためには、それが送信者が送りたいと考える宛先に到着する必要があること、②メッセージが電気信号に変換される場合もあること等を指摘している。それに加えて、受信機とは、伝達された符号を、人間に理解可能なものに変換する装置だと規定している。

##### （4）復号化（522～523 頁）

最後の復号化の部分では、①それが通信過程の最終段階であり、②読み手が理解できるように情報を解読することが求められることを述べている。さらに同書は、復号化の過程では、符号化と反対にデータを記号や画像の形に戻すそれだと指摘している。

#### **6-2-5. 通信メッセージ（524～530 頁）**

「通信過程」のつぎに、通信メッセージの種類やデザイン・設計から送信までの各段階が取り上げられている。まずその種類としては、①出版物によるもの、②映画などフィルムによるもの、③放送によるものを挙げている。

つぎに、これらのメッセージの作成過程に、①デザイン・設計、②準備、③作成、④送信の4つの段階があると指摘している。また映画の場合、第1のデザイン・設計の段階には、台本の作成やスタ

ジオ・セットの用意などの作業が、第2の準備段階には、撮影計画の策定と必要な資材や俳優の確保等が含まれ、第3の作成は、撮影の進行と映画の完成を意味している。また最後の通信については、①映画館への配給、②テレビでの放送、③DVDの形態での販売やレンタルが相当すると説明している。

### 6-3. 情報技術 (531~534 頁)

「情報技術」の部分では、コンピュータの仕組みやそれに付属する各種の装置の動作を取り上げている。まずこの部分では、①現代は、大量の情報が利用可能になり、「情報時代」と呼ばれていること、②現在、コンピュータ技術が膨大な情報を利用する時に利用されること等に触れている。つぎにコンピュータのハードウェアとソフトウェアについて説明している。

#### 6-3-1. ハードウェア (532~533 頁)

まずハードウェアについては、①コンピュータ本体に加え、プリンター、スキャナー、補助記憶装置が含まれること、②コンピュータには、パーソナル・コンピュータ (パソコン) に加え、スーパー・コンピュータ等の大型コンピュータもあること、③后者は、膨大な量の情報処理が可能で、ビジネスや銀行、企業等で利用されること、④汎用的な情報処理を行うコンピュータに加え、全地球測位システム (GPS) 装置等、特殊な仕事のみを行うものもあると、説明している。またコンピュータを構成する装置として、①入力装置、②中央処理演算装置 (CPU)、③記憶装置、④出力装置があることにも言及している。

#### 6-3-2. ソフトウェア (533~534 頁)

ソフトウェアについては、特別な仕事をコンピュータにさせるための命令を意味することを説明すると同時に、オペレーティング・システム (OS) とアプリケーション・ソフトウェアの違いと各々の例についても説明している。

### 6-4. 「活動」 (538~542 頁)

最後に、第22章「情報・通信技術」分野の最後の部分に載せられた生徒の取り組むべき「活動」(activity) について検討する。この章の活動は、第7章の場合とは異なり、生徒の実習によるものが想定されている。

#### 6-4-1. 電信システム製作に関する「活動」 (539~540 頁)

この「活動」では、通信がどのように行われているのかを実感させるために、生徒たちに電信システムを製作させるものである。その際には、電線、鋼板、着脱コネクタ等を用いて、2台の電信機を接続した電信システムを製作することになっている。

#### 6-4-2. 技術学生協会 (Technology Student Association、略称 TSA) の「活動」

この「活動」では、グラフィック・デザインを取り上げている。その内容は、『設計・技術・工学の探究』自体の表紙をデザインすることである。また、作成時の注意点として、①各々の写真の割合

やバランス、②タイトル等の工夫といった美的要素に加え、③タイトルと表紙の内容の一致などを注重点として挙げている（541～542頁）。

以上のように『設計・技術・工学の探求』の第22章では、コンピュータ技術やネットワーク技術に加えて、放送技術、通信衛星技術に加え、「産業科」時代から印刷技術等、様々な情報・通信技術を取り上げており、その点で「技術科」移行時の代表的な教科書の1つだと考えられる『技術：今日と未来』の「通信」の内容と類似した点も見られる。

しかし一方、個々の情報・通信技術に関する説明のみならず、この種の様々な技術に共通する要素を重視している点で、前者の内容は、後者のそれとはかなり異なる特徴を持つ。その第1は、通信の種類に関する記述である。それについて『設計・技術・工学の探求』は、4つのタイプ（「人間から人間へ」「人間から機器へ」「機器から人間へ」「機器から機器へ」）が存在すると指摘している。第2は、これらの情報・通信技術に含まれる通信過程に関する記述であり、その部分では情報が、①符号化、②送信、③受信、④復号化の4つの段階を経て伝達されると指摘している。こうした特徴は、先述の『スタンダード』の「情報・通信技術」の部分ときわめて類似しており、その影響をかなり受けていると考えられる。

## 7. アメリカの他の教科書や日本の教科書との比較・検討

最後に『設計・工学・設計の探求』における情報・通信技術に関する内容と、アメリカの他の教科書や日本の教科書との比較・検討を行う。まず同書と並んで、最近のアメリカの技術教育をめぐる議論動向を最も反映した教科書の1つだと考えられる『工学への門戸』との比較・検討を行う。先述のように同書は、製造技術に関する内容に重点を置き、情報・通信技術に関する部分の分量は僅か1～2頁分と、『設計・技術・工学の探求』の場合よりも極めて少ない。しかしその内容は、後者の「情報・通信技術」に関する部分と類似する部分も見られる。

『工学への門戸』では、情報・通信技術に関する内容は、第2章「技術の資源とシステム」の中の「情報」の部分と「通信システム」の部分で、取り上げられている。まず前者では、工学技術（とりわけ製造技術）との関係が重視され、新しい技術的製品の発明や技術革新などに情報が重要な役割を果たしている<sup>28)</sup>と強調している。

また、「通信システム」については、それが人間と他の人間もしくは機器と情報をやり取りする際に利用され、その際、文字や記号、メッセージ、時には電子的なシステムや図等のものを利用すると述べている。さらに、単なる通信と通信システムとの違いにも言及し、前者には直接的な対話も含まれるに対して、後者は、携帯電話など技術的製品を使用したものだ<sup>29)</sup>と説明している。また携帯電話による情報通信の仕組みについて触れ、その過程では、①発信者側で、音声<sup>29)</sup>が電気信号に変換され、②受信者側にそれが届く際に、それは音声に戻されると説明している<sup>29)</sup>。

しかし先述のように『工学の門戸』では、「情報」や「通信技術」に関する部分の内容に充てられている頁数は極めて少なく。多くの頁が、製図、電気・電子、ロボット工学や生産の自動化などに充てられている。なお『工学の門戸』では、上記の「情報」や「通信技術」に関する部分以外にも、論理回路、集積回路、生産の自動化、CADシステムのように、情報・通信技術に関連する内容も含まれている。しかしそれらの内容は、あくまでも「電気・電信」、「オートメーション」、「設計」といっ

た製造技術に関連する分野の一環として扱われている<sup>30)</sup>。

つぎにコンピュータ技術やネットワーク技術に関する内容の取り扱いに関する『設計・技術・工学の探求』の「情報・通信技術」の部分の内容と日本の教科書の関連する部分のそれとの比較・検討を行う。

日本の技術科教科書（現行）の「情報に関する技術」では、ネットワークの仕組み、情報モラル、デジタル作品（Web ページなど）の設計・制作、プログラムによる計測・制御まで幅広く取り扱っている<sup>31)</sup>。これに対し『設計・技術・工学の探究』の「情報・通信技術」の部分では、コンピュータに関連する内容で取り扱われているのは、ハードウェアやソフトウェア、インターネットの仕組みなどの内容に限定されている。

一方、日本の現行教科書の「情報に関する技術」に含まれている内容のうち、Web ページ制作は、別の項目（例えば「エネルギー変換技術」）での課題に関する、生徒たちの成果発表の手段の形で使われることになり、むしろ学習の手段として位置づけられている<sup>32)</sup>。他方制御について、「製造技術」においてコンピュータ制御された自動機械やロボットについて言及されている<sup>33)</sup>けれども、そのためのプログラミングの具体的な内容についての説明はない。これは、アメリカの場合、先述のように教科編成の点で、技術教育と情報教育・コンピュータ教育が分離されている事情を反映しているといえてよいであろう。

## まとめ

本稿では、本稿では、普通教育としての技術教育における情報・通信技術分野の教育内容編成に関する日米比較を行うことを意図した。その結果以下のことが指摘される。

第1は、技術教育とコンピュータ教育の関係に関する日米の違いである。日本においては中学校技術科が中学校段階におけるコンピュータ教育において大きな役割を担わされている。これに対しアメリカでは、コンピュータ教育と技術教育は相互に独立したものとして扱われている。

第2は、『設計・技術・工学の探求』の「情報・通信技術」の内容の特徴である。同書では、①「情報・通信技術」分野には、電信・電話の技術、放送技術、通信衛星技術、印刷技術などさまざまな内容が含まれる反面、②コンピュータに関する内容は、ハードウェア、ソフトウェア、ネットワークの役割等の内容に限定されている。また同書及びそれに大きな影響を与えた『スタンダード』では、「符号化」や「送信」から「受信」「復号化」に至る通信の過程や、そこに情報・通信技術が果たす役割など、この分野のシステム全体に共通する要素の理解が重視されていることも指摘される。

第3は、アメリカの技術教育における「情報・通信技術」分野の内容を日本の中学校技術科における情報に関するその違いである。日本の技術科の場合、「情報に関する技術」（現行学習指導要領）、「情報の技術」（次期学習指導要領）の教育内容は、コンピュータやネットワークに関する内容に限定されているけれども、アメリカの技術教育教科書では、放送技術、通信衛星技術などの通信技術も取り上げられている。その一因はアメリカの場合、技術教育とコンピュータ教育が基本的に切り離されていることにある。

日米の教育事情の違いから、日本において中学校技術科の内容からコンピュータやネットワークの内容を切り離すのは難しい面があることは否定できない。しかし本研究が対象としたアメリカの技術教育における「情報・通信技術」の内容は、本来情報・通信技術の内容として技術教育が取り上

げられるべき内容が取り上げられていることも事実である。事実日本においても、情報・通信技術の内容として、スピーカの役割や光通信を含む通信の技術に関する指導を重視する必要性を強調する議論も存在する<sup>34)</sup>が、そのような議論も、アメリカの教科書における「情報・通信技術」の内容と照らしてみれば、むしろ妥当なものだといえることができる。

(注)

1) 田中喜美、岩崎薫「米国の中学校用教科書にみる技術教育の本質」『日本産業教育学会研究紀要』第23号(1993年8月)、71～82頁。秋田悠里「アメリカ合衆国の普通教育としての技術教育の教育課程開発における工学準備教育に関する研究」、『技術教育研究』第73号、(2014年3月)、26～31頁。

2) 菅原恵彦、横尾恒隆、上里正男「現代アメリカにおける普通教育としての技術教育教科書の研究——『工学への門戸』の材料加工・製造分野の部分を中心に——」、『横浜国立大学教育人間科学部紀要Ⅰ(教育科学)』、no.17、2015年2月、横尾恒隆、富澤健太、上里正男「現代アメリカにおける普通教育としての技術教育教科書の研究(その2)——『設計・技術・工学の探求』のエネルギー変換技術に関する内容を中心に——」『横浜国立大学教育人間科学部紀要Ⅰ(教育科学)』、no.19、(2017年2月)。

3) 堀口秀嗣「アメリカの最近の情報教育」日本教育情報学会第12回年会(1996年8月)、18～19頁、赤堀侃司「諸外国におけるICTの活用と学力の関連」『日本教育工学会論文誌』32(3)、(2008年)。

4) *Standards for Technological Literacy*, International Technology Education Association, Reston, VA, (2000); 宮川秀俊、桜井宏、都築千絵編訳『国際競争力を高めるアメリカの教育戦略』教育開発研究所(2002年)。以下同書の当該部分については、本文中に頁数を( )内以示す。

5) R. T. Wright, R. A. Brown, *Exploring Design, Technology, & Engineering*, The Goodheart-Wilcox, Inc., Trinity Park, IL, (2012).

6) 中学校技術科の最初の学習指導要領である1958年改定学習指導要領の下で出版された教科書の1つで、第3学年を対象とした全国職業教育協会編『技術・家庭 男子用3』開隆堂(1965年)では、電気領域に89頁分(50～138頁)のうち35頁分(101～135頁)をラジオの仕組みと設計・製作に充てていた。さらにそれ以外に「総合実習」の一環としての「4球ラジオ受信機の製作」に14頁分(165～178頁)に充てていた。これに対し現行教科書は、コンピュータ以外の情報・通信技術に関する内容は極めて少なく、僅かにラジオ放送に利用される音声の電気信号への変換等の仕組みに1～2頁分が充てられているのに過ぎない。(安東茂樹他『技術・家庭[技術分野]』開隆堂、(2016年)、108～109頁、田口浩継他『新しい技術・家庭 技術分野』東京書籍、(2016年)、105頁)。

7) 文部省『中学校学習指導要領』大蔵省印刷局(1989年)、89～90頁。

8) 文部省『中学校学習指導要領』(1998年)([http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/cs/1320081.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/cs/1320081.htm))

9) 技術教育とコンピュータ教育との関係については、亀山 寛「情報基礎の学習指導」、佐々木 享、近藤義美、田中喜美編著『改訂版 技術科教育法』学文社(1994年)、151～170頁、田中喜美「『情報教育』と技術教育」『技術教育研究』第51号(1998年1月)、26～36頁などを参照されたい。

10) 河野義顕、大谷良光、田中喜美編著『技術科の授業を創る』学文社(1999年)、21～23頁。

- 11)、12) 文部科学省『中学校学習指導要領 平成 20 年 3 月告示』東山書房 (2008 年)、99 頁。
- 13)、14) 文部科学省『中学校学習指導要領 (平成 29 年告示)』東山書房 (2017 年)、134～135 頁。
- 15)、16) 堀口秀嗣、前掲論文。
- 17) A. Nager, R. D. Atkinson, “The Case for Improving U.S. Computer Science Education”, *Information Technology & Innovation*, May 2016, pp.11-13 (<https://itif.org/publications/2016/05/31/case-improving-us-computer-science-education>) .
- 18) Allen B. Tucker, “A New K–12 Computer Science Curriculum”, *Learning & Leading with Technology*, Volume 31 Number 7, May 2004, pp.17-18.(<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ695762.pdf>).
- 19) M. Smith, “Computer Science for All”, January 2016 (<https://obamawhitehouse.gov/archives.gov/blog/2016/01/30/computer-science-all>)
- 20) 田中喜美、岩崎薫、前掲論文。
- 21) 横尾恒隆、富澤健太、上里正男「現代アメリカにおける普通教育としての技術教育教科書の研究 (その 2)」前掲論文、210～213 頁。
- 22) G. Rogers, M. Wright, B. Yates, *Gateway to Engineering*, Delmar, Cengage Learning, Clifton Park, NY, (2010).
- 23) Los Angeles Unified School District, *General Industrial Education*, Glencoe Publishing Company, CA, (1988).
- 24) J. F. Fales, V. F. Kuetmeyer, S. A. Brusic, *Technology: Today and Tomorrow*, Glencoe, Peoria, IL, (1988),pp.22-121.
- 25) *Standards for Technological Literacy, op.cit.* 以下同書の当該部分については、本文中に頁数を ( ) 内で示す。
- 26) *Exploring Design, Technology, & Engineering, op.cit.* 以下同書の当該部分については、本文中に頁数を ( ) 内で示す。
- 27) *Ibid.* 以下同書の当該部分については、本文中に頁数を ( ) 内で示す。
- 28) *Gateway to Engineering, op.cit.* pp.33-34.
- 29) *Ibid.*, pp.39-41.
- 30) *Ibid.* p.142, pp.294-297, pp.324-357.
- 31) 安東茂樹他、前掲書 185～241 頁、田口浩継他、前掲書、192～253 頁。
- 32) *Exploring Design, Technology, & Engineering, op.cit.*, pp.497-499.
- 33) *Ibid.*, p.559, p.564.
- 34) 河野義顕、大谷良光、田中喜美編著『改訂版 技術科の授業を創る』学文社 (1999 年)、192～216 頁、永野和男、田中喜美監修、村松浩幸他編『IT の授業革命 情報とコンピュータ』東京書籍 (2000 年)、51～91 頁。