

## 「Society 5.0」における教育とは(2) ～これからの社会における教育のあり方を考える～

齋藤 保男\*1 川角 博\*2 柏木隆良\*3

### Study on the education in "Society 5.0."(2) ～Consideration about the education in future Society～

Yasuo SAITO\*1 Hiroshi KAWASUMI\*2 Kashiwagi TAKAYOSHI\*3

The purpose of this study is to consider the new education system suggested by Japanese Government. The system is called Society 5.0. Chapter 1 tries to consider the relevance of Society 5.0 and the organization of University, referring to the characteristic of intellectual capital management at university. In chapter 2, Kawasumi describes what should lecture on “Science and Technology in Modern Society” for Society 5.0. In chapter 3, Kashiwagi addresses computer science problems and describes informatics education in Modern Society” for Society 5.0.

#### はじめに

本論は、「『Society 5.0』における教育とは(1)」(2019)と題した共著論文の続編である<sup>1)</sup>。

この、「Society5.0」とは、2016年頃から政府が提示した、様々な社会課題を解決するための政策である(滝沢・重光・小沢(2019))。そしてこれに呼応する形で文部科学省の省内タスクフォースを中心にまとめられ、2018年に公表された提言が、「Society5.0に向けた人材育成」(以下、「Society5.0に向けた人材育成」を「この提言」と呼ぶ。)である。本論は前述の共著論文に引き続き、この提言を手がかりとして、各専門及び各教科の立場から、現代社会における教育を考えることとする。

#### 第1章 Society5.0 と大学の組織マネジメント

齋藤 保男

この提言では、AIの発達などが導く社会のあり方の変化に向けて、AIにない人間の強みをもとに社会の発展や経済成長を支える人材のあり方を検討しそれに必要な施策を、教育面から考察したものと言える。第5章では、新たな時代に向けた学びの変革、取り組むべき施策として、つぎの3つの項目が挙げられている。

- ・「公正に個別最適化された学び」を実現する多様な学習の機会と場の提供
- ・基礎的読解力、数学的思考力などの基盤的な学力や情報活用能力をすべての児童生徒が習得
- ・文理分断からの脱却

大学などの高等教育に主として関連するのが3つめの「文理分断からの脱却」である。従前の答申や政策との継続性を重視するのが文部科学省の文教政策の常とはいえ、Society 5.0に向けた大学の取り組みがいわゆる高大接続改革や教学マネジメントの確立と関連づけられるのは、いささか牽強附会の感がないとも言えない。とはいえ、大学はこれまでも文部科学省の審議会答申を契機としてFDなどの自主的な改革に取り組んできたのも事実である。

そこで本章では、「Society 5.0」における大学のあり方を、大学の社会的機能等の組織論や知識マネジメントの観点から考えてみることにする。

##### 1. 知的資産の概念と知的資産マネジメント

企業では、急速で激しい環境変化に対応するための競争力の源泉として、組織内部の資源に着目したリソース・ベイスト・ビュー(RBV)という競争戦略論が唱えられてきた。主たる提唱者であるBarney(1991)によれば、企業の競争戦略を考慮する際は、競争する業界内のポジショニングや市場シェアだけでなく、企業が組織内部に有している独特のコア・コンピタンス(core competence)が重要であり、それは1) 模倣困難性：競争相手が容易に真似ることのできない要素があること、2) 希少性：競争相手が容易に入手できない要素があること、といった2点が企業における持続可能な競争優位をもたらすとしている<sup>2)</sup>。

\*1 東京工芸大学入試 課長 \*2 東京工芸大学工学部工学科 非常勤講師 \*3 東京工芸大学工学部工学科 非常勤講師  
2019年9月25日 受理

組織内部の資源については、従来は資本や設備のような、有形資産 (tangible asset) に着目していた。有形資産とは、貸借対照表 (BS) に計上されている資産であり、企業などの経営の持続性等を判断する基準として重要な要素である。近年では、有形資産だけでなく、見えざる資産が注目されている<sup>3)</sup>。Lev (1999) は、見えざる資産 (知的資産) が企業の価値向上や競争力向上に重要な役割を果たしているとして指摘されている<sup>4)</sup>。この知的資産については、研究者の取り上げる視点の違いによって、様々な定義や用語がある。たとえば Edvinsson & Malone(1997)は、組織の無形資本の分類として、1) 知的資本、2) 人的資本と構造資本、3) 顧客資本と組織資本、4) イノベーション資本とプロセス資本、と定義している<sup>5)</sup>。

このように定義は様々であるが、知的資産をどのように創造し活用するか、という知的資産経営の重要性を強調する点では一致している。見えざる資産である知的資産を可視化しマネジメントするためのツールとして、知的資産報告書の作成が提唱されている。デンマークでは政府が上場企業向けに知的資産報告書作成のためのガイドラインを策定している。日本でも経済産業省が中小企業振興政策の一つとして知的資産報告書ガイドラインを取り入れようとしている<sup>6)</sup>。

競争優位性に寄与するような組織独自の知識を創造するプロセスとしては、知識創造理論という分野がある。たとえば Nonaka and Takeuchi(1995)は、組織的知識創造を SECI モデルとしてまとめられている<sup>7)</sup>。SECI モデルとは、組織内の個人が得た暗黙知としての知識が、①共同化 (Socialization)、②表出化 (Externalization)、③結合化 (Combination)、④内面化 (Internalization)といった4つのプロセスを経ることにより、組織レベルで共有可能な形式知へと変換されるとしている。

## 2. 大学における知的資産マネジメント

大学においても、その戦略策定や社会的な価値向上において知的資産経営が求められている。Fazlagic (2005) は、知識ベースの仕事は知識基盤社会に特有の経済活動であり、大学にとって知識とは多い方がよく、財務基盤とともに大学という飛行機を安全に飛行させる両翼である、としている<sup>8)</sup>。Jones et al., (2009)は、知識基盤社会では、公的資金の配分に対する情報へも継続的で理解の得られる形での説明が求められているとし、大学が競争し他者との相違点を見出すには、知的資本の文脈でのコア・コンピタンスを理解していなければならない、と指摘している<sup>9)</sup>。そのためには、非営利機関での知的資本の測定・評価手法を高等教育機関の知的資本の測定手法として変換する方法を示唆している。

しかし、企業における知的資産マネジメントやそのための可視化プロセスを、大学にそのまま適用することは困難である。たとえば Jones et al.(2009) は、大学の知

的資本マネジメントが研究開発機関のそれと異なっているのは、研究開発機関では知識の集約化を目指しているのに対して、大学は知識の普及・共有を目的としている点である、と指摘している。また、大学の戦略策定には教授団や人材という知的資本が不可欠であるが、大学内に知的資本に対する理解が乏しいことも、大学における知的資産マネジメントを進めることが困難である、と指摘している。

## 3. 社会の変化と大学への期待

工業化社会から、知識経済の社会へと社会のモードが変化したことにより、社会における知識の役割が増大している。知識経済化した社会では、知識が基本的なインフラストラクチャーとしての役割を果たしており、知識を創出できることが、企業や人材に対する付加価値として評価されるようになった。知識を創出できる人材が、知的財産などを起点としたクリエイティブ産業を振興し、その担い手はクリエイティブ・クラスとして新たな社会階層集団と目されている<sup>10)</sup>。

知識を継承する組織である大学は、個人の付加価値を向上する知識を教授する機関として、社会への知識製造装置として期待されている。そして成熟化した社会における非線形的な経済発展を求める動きの中でイノベーションの重要性が唱えられているが、大学が有する知識が社会へのイノベーション創出のトリガーとなるのではないかと期待されている。

その中で大学には、いわゆる「象牙の塔」にこもるのではなく、産学連携や研究シーズの提供することを期待されている。また、通じて、積極的に社会や企業と接点を持つようとしている。

## 4. 大学の組織特性

大学の起源は中世のヨーロッパであるが、もともと大学を意味したウニベルシタス (universitas) は物理的な建物ではなく、宣誓した個人からなる団体を指すローマ法の概念から来たことばであると同時にギルドなどの職人団体も意味していた。そして大学学生や教師のネットワークという閉ざされた集団による知の継承を図ってきた、これは中世キリスト教社会の修道院の組織の性質も影響しているものと思われる<sup>11)</sup>。近代科学の発展により、図書館や学会、ゼミナールや研究室といった、今日大学を構成する要素が徐々に発達・整備されていくのであるが、大学の持つ組織文化や専門家集団としての特性は保持されていった。

このような歴史的経緯で発展してきた大学は、一般の企業とは異なる組織特性を有していると言われている。たとえば Mintzberg (1983) は大学組織を「専門的官僚構造」という概念から説明している<sup>12)</sup>。Weick (1979) は大学組織における教員間の結びつきはゆるい結合 (ルース・カップリング) により形成されているとし、その

特長として、組織成員の自己決定範囲が大きいこと、自律性や多様性が保たれることなどを指摘している<sup>13)</sup>。Clark (1983) は、大学を形成している信念として、教員の自らの研究領域に対する専門分野の文化と、事業組織体としての文化、それに学問や科学の自由を信奉する学者の共同体に従事する専門職の文化、という3つの文化が存在すると指摘している<sup>14)</sup>。このように、大学組織は自律性の高い専門家集団による独自の文化を有する組織であり、そこで行われる研究活動や教育活動も、専門家である教員や研究員から生み出される場合が多く見受けられる。

## 5. 「Society 5.0」と大学の知的資産マネジメント

2006年に改正された教育基本法により、大学は従来考えられてきた教育研究機関としての役割だけでなく、社会貢献を第3の役割として担うことが明確化された。各大学では、教員の研究活動の成果を特許等の知的財産として積極的に創出・活用できるよう体制やプロセスを整備する動きが盛んになった。これはいわば、大学の有する知識を形式知化する動きと言えよう。

また、大学の発展とともに発展してきた、学会などの専門家集団のコミュニティにおいては、学術論文の形式を通じて誰にでもアクセス可能な形の形式知として蓄積され、それは検証や批判などを通じて後進の研究者にも継承されてきている。こうした大学間・学会等における形式知の共有は、最近注目されているオープン・イノベーションの先駆けとも言える形態であり、また大学がオープン・イノベーションを推進する上でも重要な役割を果たす可能性が高いとも言える。

一方、この提言では教育手法のイノベーションとも言えるべき内容が含まれている。大学はもともと正解のない問いを研究し、その成果を教員から学生へ伝授する教育システムが主要な機能であるが、この教育手法の変革は、大学全体ではなくまだまだ教員個人の暗黙知の段階にとどまっていると思われる。こうした教育手法を教員個人にとどまらず、大学内もしくは大学間で連携するためのプロセスを構築するにはどうすべきか、さらなる工夫が必要となってくると思われる。それがFDのような形になるのか、それとも従来のFDの枠を大きく超えて大学間で広がることなのか、その仕組みづくりがポイントとなるだろう。

## 第2章 Society5.0に向けた「現代社会と科学技術」での授業

川角 博

### 1. Society5.0の当事者は誰か

1543年にその全貌が公表されたコペルニクス体系は、太陽を中心とする惑星の運動という視点を示した。コペルニクスの考えは、伝統的な天文学の情報を新しい視点で分析したことにより生じただけで、新しい観測に基づいていたわけではない<sup>1)</sup>。その半世紀後、ガリレオは望遠鏡という新しいツールを手に入れ、観測事実に基づき、地動説を確信していった。誰もが信じて疑わなかった宇宙観が、大きく変わっていった。人類は、宇宙の中の自分を客観的に見るようになった。科学における大変革、パラダイムシフトが起こった。しかし、このパラダイムシフトが、直ちに市民の生活に影響することはなかったが、20世紀半ばから始まる宇宙開発には、なくてはならない宇宙観である。

地動説が提唱されて500年を迎える21世紀半ば、テクノロジカル・シンギュラリティが起きるとレイ・カーツワイルは予測している<sup>2)</sup>。遠からず、テクノロジーが人間の脳の働きを超えていくと彼は予言しているのだ。AIを中心とする新しいツールは、直ちに市民の生活に大きく影響する大変革をもたらすに違いない。Society5.0の到来である。

テクノロジカル・シンギュラリティを迎える21世紀半ばは、現在の大学生が社会で中心的な働きを期待されている時である。彼らにはSociety5.0を創造する科学・技術者であることが期待されると同時に、彼らがSociety5.0に生きる市民となることも間違いない。

### 2. Society5.0を大学生はどう考えているか

工学部で私が担当している「現代社会と科学技術」「情報と職業」受講生に、Society5.0という言葉を知っているかを尋ねた(2019年9月授業)。聞いたことがあると答えたのは、「現代社会と科学技術」当日出席者39名中1名、「情報と職業」当日出席者52名中1名にすぎなかった。

同様に、狩猟社会、農耕社会、工業社会、情報社会に続く社会を、どんな社会にしたいかと尋ねた。複数回答を可能とする自由記述であったため多様な答えが見られたが、AI社会が到来すると答えた者は、「現代社会と科学技術」39名中33名(85%)、「情報と職業」52名中43名(83%)であった。新たな時代の接近を、学生たちも感じ取っている。参考までに、それ以外の回答も以下に示す(AI社会も含め、学生の記述は単なる〇〇社会という答えのみではなく、その内容や理由も示されていたが、ここでは省略する)。ここからは、学生が感じ取っている近未来への不安や期待が見受けられる。

不死社会、自然社会、自然エネルギー社会、個人参加



型社会、ロボット社会、宇宙社会、SNS 社会、医療社会、安心社会、便利で安全社会、人とコンピュータのつながる社会、高度情報社会、VR 社会、交流社会、少子化と高齢化を解決する社会、超スマート社会、平和社会、資源枯渇社会、暴走社会、管理社会、インターネット社会、情報格差がなく当たり前便利な社会、超医療社会（不老不死の超人類社会）、省エネ社会

ここで気になることは、「どんな社会にしたいか」と問うているにもかかわらず、成り行きを想定した回答ばかりが目立ったことである。学生は、自分が生きる未来を創りそこに住むという当事者感覚に乏しく、希望する近未来像を持っていないのではないだろうか。

さらに、「AI 社会で人は何をするか」として、下の①②を問うた。これも複数回答を可能とする自由記述である。記述の主なものを問いに続けて示す。

#### ① AI の発達による職業への影響

AI を作る職業やメンテナンスなどの仕事が増える、とする記述以外のほとんどは、以下の仕事が消えるであろうとするものばかりであった。

肉体労働、受付、単純作業、販売員、タクシー・バスのドライバー、技術職以外はすべて、ずっと同じことをしている職業、銀行業務、小売店員

#### ② AI に対する人間の強み、人ならではの仕事とは

常に新しいことをする仕事は人間にしかできない、人と接する仕事、デザイン・芸術など創造性のある仕事、エンタメ性のある仕事、人がやっているということ自体が強み、人情・感情がある、相手に対応しながら行動できる、新しい試みをする、職人による作品、突然のアクシデントに対応する、AI 自体を管理する、スポーツ、建築、探究心を持っていること、思いやりや未知の事象に対応できる能力、企画・発想をする仕事、探究心を持っている、大工、学校の先生

学生たちは、Society5.0 の到来を予感しているが、肯定的にとらえている感じがしない。

東大総長五神真は、日本の生産人口の減少が、AI 導入の必要性を生み出すチャンスであるとして次のように述べている。「高齢化社会先進国としての日本にとって、Society5.0 で先進的なモデルを提示していけるビジネスチャンスである。Society5.0 を実現することで、スマート化によるパラダイムシフトが起こり、様々な格差が縮小し、人類社会の調和的発展、すべての人が参加できるインクルーシブ社会の実現ができる。」<sup>3)</sup>

Society5.0 として、より望ましい社会像とは何かを学生に考えさせたい。大学は、それを考える機会と実現する能力を提供する必要がある。

### 3. Society5.0 に向けて育てるべき資質・能力

学生の現状から、次のような資質・能力育成の必要性を感じる。

①学生自身が未来を創り、そこに住む当事者であるこ

との自覚を育てる。

②学生が Society5.0 を創り出す希望・能力を獲得できる。

③Society5.0 に生きる市民として必要な能力と価値観を育てる。

いずれも、単独の授業で育てられるものではない。大学として明確な方向性を持って、組織的な取り組みをしなければ実現できない。

①に関しては、学習の最終責任が学習者にあることを認識できる授業を重ねなければ、学習による当事者意識は育たないであろう。その当事者意識が、グローバルな活動につながらなければ、地球規模の課題解決はできない。このためには、グローバルな合意を形成できるリーダーシップとその課題解決の必要性を合理的に判断し行動できる市民の能力が必要である。

②に関しては、工学、芸術などの専門領域での学習が中心となるであろう。しかし、いわゆる専門ばかりに陥らず、多様な人間をリスペクトして説明・議論ができる能力も育てなければならない。

③に関しては、専門領域にとどまらない幅広い領域にまたがる学習を必要とするであろう。それは、教養教育と言えるかもしれない。

①～③すべてに共通することは、科学の方法の獲得の重要性である。

## 4. 「現代社会と科学技術」授業での対応

### (1) 目標

科学者・技術者は、その責任と役割において科学・技術と現代社会との関係を理解しておかなければならない。科学・技術が豊かさをもたらす。一方で、この大きな影響力のため、大きな社会的判断力としての科学的素養は、現代の市民に求められる能力の一つとなる。その判断を誤ることは、人類の存続にすら影響するものとなっている。

これは、「現代社会と科学技術」のシラバスに示した授業概要の一部である。その到達目標を次に示す。

①科学的なものの見方・考え方にに基づき、具体的な現象を科学的に説明できる。

②科学者・技術者の社会的役割について説明できる。

③科学・技術の社会的な意味・役割について理解し、具体的な場面に必要な行動の判断ができる。

### (2) 「現代社会と科学技術」における現代社会とは

哺乳類、鳥類、硬骨魚類、被子植物などが繁栄している新生代は、およそ 6.5 千万年前から始まった。これを人類に注目して分けると、地球上に人類が進化・拡散し、活動している第四期更新世（およそ 2.6 百万年前～）、大陸ヨーロッパの氷床が消え農耕の始まった完新世（およそ 1.2 万年前～）となる。この完新世では、18 世紀から始まった産業革命、20 世紀半ばからは、地球規模

の環境問題・大量の核兵器・遺伝子操作・情報社会へと進む。完新世の中で、Society2.0～Society4.0 という社会変化が続いている。

ノーベル化学賞受賞者のドイツ人化学者パウル・クルツェンは、完新世の次の区分として「人類の時代」という意味の新しい時代区分、人新世(アントロポセン)がすでに始まっているとしている。

ユヴァル・ノア・ハラリは、過去 7 万年間は、人類の時代を意味する人新世と呼ぶ方がふさわしいかもしれないとも言っている。なぜなら、ホモサピエンスは、地球の生態環境に他に類を見ない変化をもたらす最も重要な存在となったからだ<sup>4)</sup>。

いずれにしても、地質区分として成立するかどうかは定かではない。しかし、20 世紀半ばからは、人類が自然環境に大きな影響を及ぼす時代、人類自体を自ら変えようとする時代に入りつつあることは確かである。授業では、これを現代社会としてとらえることとした。

さらに、その先にある Society5.0 は、ひょっとしたら人類の時代と言ってはられない AI 時代であるのかもしれない。それをどんな社会にしていくか、そのために何が必要なのかを学生に学ばせる必要がある。

### (3) 人間の強み

AI と競争する必要は無い。自動車と人のどちらが速く走ることができるかの競争はナンセンスである。人の強みを生かしつつ、不足した能力を AI に補わせればよい。人の強みとは何だろうか。それも AI の能力次第ではあるが、当面言えそうなのは、次のようなことではなかろうか。不思議だと思える、分からないと感じる、知りたい、解決したいと思う好奇心、美しいと思う、新しい仕事を生み出す、より良く生きたい。

人は、課題を見出し仮説を設定し、その解決に AI の能力を活用すればよい。もちろん、より良い解決のために、さらに優れた AI をつくる能力、これを活用する能力も必要である。

### (4) 科学の方法と説明能力の獲得

世界中の人々を動かさなければ、グローバルな問題は解決できない。そのためには、専門家として市民に伝える能力が必要とされる。市民を動かすためには、根拠に基づく科学的な説明能力、グローバルな視点に立った解決策の提案が必要である。Society5.0 では、グローバルな市民の行動を生み出し、世界を動かすリーダーシップがますます重要となる。一方、市民にも根拠に基づいた理解・判断をする能力が求められる。

そこで、科学の方法を獲得する授業が必要となる。現代社会と科学技術の授業での「NHK 考えるカラス」<sup>5)</sup>の活用は、科学の方法を身につけるトレーニングの一つである。この授業は、以下のような構造をしている。

①前時に「考えるカラス」の実験を指定し、この正解

の説明(仮説の設定)と仮説の検証方法をレポートにまとめてくる。この過程で、レポートを書くために不足している知識も自ら学ぶ。学び足りないこともあるだろうが、それは授業で解決すればよい。

②授業では、班毎に説明し合い、質疑応答を繰り返す。そのねらいは、仮説をただの“想像”に終わらせず、自ら正解であるかどうかを判断する(これだけでは分からないという判断もある)ためである。

- ・自分の説明をする。実験前はどうか考えていたか、実験後はどんな説明を考えたか。

- ・その説明(仮説)は、どのように検証できるか、その方法を提案する。

- ・説明で理解できなかったことを質問し、説明者がこれに答える。

- ・検証実験をし(必ずできるわけではないが)、その結果をさらに議論する。

- ・代表者が全体に説明し、質疑応答をする。特に、ここではどこまで分かり、どこから分からないかを明確にしたい。

解決に不足した知識を獲得するという必然性のある学習過程と、科学的なものの見方・考え方を身につける学習スタイルにより、自ら主体的に勉強する癖をつけたい。

議論を通じて思考を柔軟にし、拡張し、棄却しながら、教わった正解を鵜呑みにせず、自ら正解を確信するための方法を学ぶ機会とする。

報告や発表を通じて、思考と表現の整理をし、相手に説明できるまでの理解、分からないことの顕在化を通して自らが判断した合理的な正解へと近づくとともに、相手が理解できるように自分の考えを伝える能力を高める。多様な考え方に触れることで、議論の相手をリスペクトする大切さも身につけていく。

このようにして、科学的なものの見方・考え方を活用して、問題に気付き、主体的に問題を解決し、判断していく能力を育てる。さらには、合理的な説明、根拠に基づく検証ができないと気持ち悪いと思えるようになってほしいとまで期待している。

### 5. 過去の理解に基づく期待すべき未来の想像と創造

レイ・カーツワイルは、テクニカル・シンギュラリティが 2045 年におけると予測している。シンギュラリティ(特異点)と呼ばれるものの、それがまったくの不連続点のことはない。短期間で見れば連続的な変化の継続に違いない。短期間ならば、過去の理解に基づいて未来を想像できる、と期待できる。ただし、人類の適応力を越えて極端な非線形性が伴うことは確かだろう。この非線形性は、わずかなブレがその後の大きな方向性の違いをもたらす。この変化を修正可能な範囲内で制御しながら進行させる仕組みは、AI 社会を制御不能に陥らせないための安全回路となる。その仕組みが機能するには、グローバルな合意が必要である。それは同時にグローバ

ルな説得力へとつながる。そのような安全回路を準備したうえで、創造すべき Society5.0 の姿を考え、そのために必要な能力を現在の学生に育てるべく大学の組織的対応を進めなければならない。

いずれにしても、私たちが生きているこの時代には、Society5.0 の到来を待ち受ける時間も余裕も残されていないことだけは確からしい。

### 第3章 Society 5.0 における情報科学教育

柏木隆良

#### 1. はじめに

人は情報社会に至るまで、人の手だけで社会を組み立ててきた。そして今、Society 5.0 と呼ばれる超スマート社会への変革を迎えようとしている。それは AI や巨大なデータを扱うことなどの人の手から離れた技術が自動的に社会を動かすしくみへの変遷といえる。

その中で人の強みを意識し、それを強固にする新たな教育の必要が求められている。しかし、その理想とする教育と現在の学校現場の教育とでは、その隔離があり、大きな社会的な変化に対するための準備ができていない。ここでは、学校教育の問題と Society 5.0 への対応について述べていきたいと思う。

#### 2. 情報科学教育について

現在は、情報関連の学部 of 学生を対象に、情報サイエンスの指導を行っている。その内容は、シャノンの情報理論やチューリングマシン、CPU のしくみ等であるが、そのためには基本となるデジタル理論の知識が必要になる。しかし、数値を 2 進数で表現して論理演算することなどの素養が学生にはほとんどなく、その基礎的内容から指導せざるをえない。それに対して、対数を使って数の現象を扱う情報エントロピーの基礎理論は、理解が進みやすい傾向がある。情報エントロピーの内容の方が高度なのに、それはなぜだろうか。

現在の高校における共通教科情報科は、「社会と情報」と「情報の科学」があり、多くの高校が「社会と情報」2 単位の指導が行われている。「社会と情報」の指導内容は、情報コミュニケーションが主なものとなり、それにプレゼンテーションによる表現力の指導が行われていることが一般的である。教科書内には、「情報のデジタル表現」の中で、数のデジタル表現の記述があるが、生徒に対して身につく指導は行われていないようである。情報理論の指導を行うためには、教員自身がその学習を十分行う必要があるが、新しくできた情報科の教員は、その学習経験が不十分である。また、大学入試として、情報科の科目はほとんど利用されていないため、生徒の取り組み姿勢も十分とはいえない、それに対して、大学

入試の主たる教科となる数学科はその基礎理論の指導を十分行える現状がある。そのため、高校を卒業した大学生は、数学科の指導により対数の知識が十分あり、前述した情報エントロピーの指導が円滑に進むわけである。

2022 年から、情報科の内容が大きく進展し、共通教科情報科は、情報 I は、次のような内容となる<sup>1)</sup>。

- (1) 情報社会の問題解決
- (2) コミュニケーションと情報デザイン
- (3) コンピュータとプログラミング
- (4) 情報通信ネットワークとデータの活用

情報コミュニケーションの内容が主となっていることは「社会と情報」と変わらないが、プログラミングの内容が追加されている。しかし、情報理論の基礎を教えずにプログラミングを指導するとなると、サンプルプログラミングを丸写しする作業になってしまう危惧があり、指導する教員もプログラミングの高いスキルがあるわけではない。

また、選択科目の「情報 II」では、次の内容が含まれる<sup>2)</sup>。

- ・情報とデータサイエンス

Society 5.0 でも取り上げられているビッグデータを統計的に扱う内容になっており、2 単位の授業内で情報教員の知識と技能に頼るだけでは、この内容を適確に指導することは不可能である。

Society 5.0 に対応した教育においては、情報科の内容と指導が重要になる。それには大学入試における情報科の対応拡大と現在 1 校 1.2 名の情報科の教員の増加と資質の向上が必要だと考える。

その上で、情報科学の基本的な習得を目指す内容と共に、アルゴリズムを実現するためのツールとしてのプログラミング教育が行われるべきだと考える。

#### ○AI 技術の 7 原則

Society 5.0 においてその技術の中心として位置するのが AI である。この技術への対応が Society 5.0 の成功の鍵になると考える。

そこで 2018 年、日本政府は、次のような AI の 7 つの原則を発表した<sup>3)</sup>。

- (1) AI は人間の基本的な人権を侵さない
- (2) AI 教育の充実
- (3) 個人情報の慎重な管理
- (4) AI のセキュリティ確保
- (5) 公正な競争環境の維持
- (6) 企業に決定過程の説明責任
- (7) 国境を越えたデータ利用の環境整備

1980 年代の第 2 回の AI ブームの際、知識工学の時代といわれエキスパートシステムが注目されたが、これは、データベースシステムから適切な情報を得て使いこなす知識レベルの AI 技術にすぎない。したがって、人工知能としては十分でなくブームは一旦終えた。しかし、現在



の第3回のAIブームは、ネットワークを含めた情報システムが非常に高度になり、システムが自分で学ぶディープラーニングが可能になっている。それを扱う管理する者は、巨大なGAFAsのような企業体であり、個人や国のレベルでは管理ができない状況になってきている。

このような状況の中、AI技術についての原則が発表されたが、過去に同じような原則が過去にあった。それは化学者でSF作家のアイザック・アシモフがSF小説中で提案したロボット三原則である<sup>4)</sup>。

第1条 ロボットは人間に危害を加えてはならない。また、その危険を看過することによって、人間に危害を及ぼしてはならない。

第2条 ロボットは人間にあたえられた命令に服従しなければならない。ただし、与えられた命令が、第1条に反する場合は、この限りでない。

第3条 ロボットは、前掲第1条および第2条に反するおそれのないかぎり、自己を守らなければならない。

この3原則は、日本のロボットアニメの中でも多く登場し、未来を見据えた優れた原則として認められている。

この原則の重要な点は、曖昧な定義の中に未来を見据えた内容になっていることにある。それに対して前述した政府のAIの7原則は、過去の技術に捕らわれてAI技術の未来を閉ざす内容となっている。例えば(6)企業に決定過程の説明責任は、「判断の根拠を説明できないAIは使ってはならない」ことを意味する。過去のエキスパートシステムでは、巨大だが限られた知識ベースの中から判断を出力するものであり、現在から将来のAI技術についてエキスパートシステムレベルの制限を掛けているのである。

GAFAsによる世界的で自由なAI技術の発展にも不安があるが、将来の技術に蓋をするような原則は、大きな問題がある。Society 5.0を支える情報技術は自由なものではなければならない。このような制限は教育現場でも起こっている。

### 3. 学校現場におけるBYOD

個人が所有するスマートフォンを業務で利用するBYOD (Bring Your Own Device 私物端末の業務利用) が一般的となった。学校においても生徒/学生の多くがスマートフォンを所有するため、BYODの導入は検討されており、一部の学校では試行的に運用されている。学校に無線LANを設置して、個々の生徒が学習を目的として使用している。しかし、教員はそれを利用することに制限がある。それは、前述のAIの7原則のような情報技術の制限と同じ発想である。

学校における教員の業務は、教科指導、生徒指導、学校運営の3つがある。教科指導と生徒指導は、生徒と教員間の人と人の対応であるが、学校運営は異なる。成績処理や学校事務などの事務的作業が中心になる。この業務の負担が大きく、教員の教科指導の準備やスキルアッ

プの時間がとれない状況がある。

学校運営業務は、Society 5.0の情報技術を活用すれば大きな手助けになる。そのためには学校のBYODは教員の活用も必要である。AI技術やBYODにおける自由な技術の活用が学校現場において時間と気持ち余裕が生まれて、Society 5.0に対応した教育内容の充実と教員のスキルアップが実現できると考える。

## 参考文献

### 第1章

- 1) 滝沢利直、重光由加、小沢一仁 (2019) 「『Society 5.0』における教育とは(1)」東京工芸大学工学部紀要 42(2), pp.1-8
- 2) Barney, J. (1991) Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, Vol. 17, No. 1, 99-120.
- 3) Serenko, A., Bontis, N., Booker, L., Sadeddin, K. and Hardie, T. (2010) "A scientometric analysis of knowledge management and intellectual capital academic literature (1994-2008)", *Journal of Knowledge Management*. Vol. 14, no. 1, pp. 3-23.
- 4) Lev, B.(1999) The Inadequate Public Information on Intellectual Capital and its Consequences. *Conference Proceedings: Measuring and Reporting Intellectual Capital, Experience, Issues and Prospects, an International Symposium, Organisation for Economic Cooperation and Development, Amsterdam.*
- 5) Edvinsson, L., and Malone, M.S. (1997) *Intellectual Capital*, Piatkus, London.
- 6) 古賀智敏 (2012) 『知的資産の会計』千倉書房。
- 7) Nonaka, I. and Takeuchi, H.(1995). *The Knowledge-Creating Company*. NewYork: Oxford University Press (梅本勝博訳『知識創造企業』東洋経済新報社、1996年)。
- 8) Fazlagic, A. (2005) Measuring the intellectual capital of a university, paper presented at Conference on Trends in the management of human resources in higher education, available at: <http://oecd.org/dataoecd/56/16/35322785.pdf> (accessed on October 2011).
- 9) Jones, N., Meadow, C. and Sicilia, M. A. (2009) Measuring Intellectual Capital in Higher Education, *Journal of Information & Knowledge Management*, Vol.8, Issue: 2(2009), pp. 113-136.
- 10) Florida, R. (2002) "The Rise of the Creative Class" *Basic Books* (井口典夫訳『クリエイティブ資本論』ダイヤモンド社、2008年)。
- 11) McNeely, I. F., Wolverson, L.(2009) *Reinventing*

Knowledge: From Alexandria to the Internet, W. W. Norton & Company (富永星訳『知はいかにして「再発明」されたか—アレクサンドリア図書館からインターネットまで』日経BP社、2010年)。

- 12) Mintzberg, H. (1983) *Structure in Fives: Designing Effective Organizations*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- 13) Weick, K. E. (1979) *The Social Psychology of Organizing*. McGraw-Hill Humanities. (遠田雄志訳『組織化の社会心理学 [第2版]』文真堂、1997年)。
- 14) Clark, B. R. (1983) *The Higher Education*. California: University of California Press. (有本章訳『高等教育システム 大学組織の比較社会学』東信堂、1994年)。

## 第2章

- 1) バーナード・コーエン編 (1993) 『マクミラン 世界科学史百科図鑑2』原書房 pp.37。
- 2) レイ・カーツワイル(2016) 『シンギュラリティは近い』NHK出版 pp.107。
- 3) 五神 真 (2019)『大学の未来地図』ちくま書房 pp.52-54。
- 4) ユヴァル・ノア・ハラリ(2018)『ホモデウス上』河出書房新社 pp.94。
- 5) 川角 博(2014)『NHK 考えるカラス』NHK出版。

## 第3章

- 1) 平成 30 年 7 月 文部科学省 高等学校指導要領解説 情報編
- 2) 平成 30 年 7 月 文部科学省 高等学校指導要領解説 情報編
- 3) 内閣府 人間中心の AI 社会原則 (2018 年 12 月 27 日案)  
([https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/humanai/ai\\_gen\\_soku.pdf](https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/humanai/ai_gen_soku.pdf)。
- 4) アイザック・アシモフ 著, 小尾 英佐 翻訳 われはロボット