

メタサイエンスとしての情報学とその教育

山崎謙介

東京学芸大学

情報教育の親学問—情報学

高等学校に普通教科「情報」(2単位, 必修)が立ち上がったのが2003年度である。しかし, 12年を経た今日でもその地位が教育界に確立されたとは言いがたい現状がある。「情報」という分野の内容が認知されていないだけでなく, 担当教員のレベルに大きな差があり, 教育内容にもお粗末なものが少なからず散見される現状は深刻である。初等教育はともかく, 高等学校での情報教育に関してはその「親学問」が見えにくい, という議論が至るところで生じ, 学校教育現場では「誰が」, どのような「専門的知識」を持って教育に臨むのかについての議論は必ずしも明確ではなかった。とはいえ, 教科「情報」を履修することがほかの教科にとって非常に有用との報告も少なからずある。

一方, 今や「情報教育」はすべての大学生が学ぶべき必須科目である。諸科学, 諸技芸を学び・修める上で情報リテラシーは基礎的・汎用的な素養として位置づけられようとしている。このことは「情報」という学問が諸科学にとってメタな位置にあること, 言い換えればメタサイエンスであることを示唆している。

他方, 我が国の学術会議では大学の分野別の教育課程(学部の専門課程)編成上の参照基準の策定を進めている。学術会議のこのような進捗に合わせて, 本会は2014年3月に, 全国大会において「情報学を定義する—情報学分野の参照基準『一家言ある者は来たれ!』」と称するパネル討論を開催してい

る。本稿では, パネル討論に先立って行われた基調講演の演者, 萩谷昌己氏による解説記事^{1), 2)}に依拠して「情報学の定義」を改めて考え, 大学および初等・中等学校における情報教育を, 親学問としての「情報学」を参照しつつその方向性を考える。

情報学分野の参照基準の議論を通じて, 情報教育の親学問としての「情報学」が定義・確立され, その広がり, 枠組みが明示されることにより, 情報教育の深化に寄与することを期待している。

情報学の定義

文献1)『情報学を定義する—情報学分野の参照基準』では最初に「情報学の系譜」について述べている。

1930年代に確立された計算理論から始まり, 1940年代にはJohn von Neumannらによるコンピュータの開発が始まった。計算機科学(コンピュータサイエンス)と呼ばれる学問分野が電子工学の分野とは独立に生まれ, 同時並行的に, Claude Elwood Shannonによる情報理論が発表され, 情報量の概念が確立し通信技術が発展した。

計算機科学の進歩とともにコンピュータが普及し, コンピュータ同士もしくはコンピュータと各種の機器を繋ぐネットワークが世界中に張り巡らされてきた。その結果, 情報システムが社会を支える基盤となり, 人間の組織と情報システムが一体化しつつある。

人間同士のコミュニケーションの在り方も変貌し, 人間社会そのものが情報技術によって大きく変化し

ている。それによりコミュニケーションやそのメディアに関して、情報技術の影響を含めてより普遍的に理解する必要が生じ、人間社会を情報の観点から理解するための「社会情報学」が現れた。

これらの系譜に属する学問分野は「情報学」という大きな学問分野を構成していると考えられる。すなわち、人間社会を含む世界を情報や、情報を処理する計算の観点から理解し、さらにその理解に基づく情報技術によって世界を変革することを指向している。同文献1)では情報学の定義を以下のように端的にまとめている。

情報学は、情報によって世界に意味・価値を与え秩序をもたらすことを目的に、情報の生成・収集・表現・記録・認識・分析・変換・伝達にかかわる原理と技術を探求する学問である

情報学に固有の知識体系

ひとたび学問の定義が与えられれば、その学問が持つ固有の知識体系が明示され教育上の参照基準となる。『情報学分野の参照基準』では情報学固有の知識体系を以下の項目でまとめている。ここからうかがえることは「情報学」というものがいかに広範囲の領域を扱う学問であるか、ということである。

- ア. 情報一般の原理
- イ. コンピュータで処理される機械情報の原理
- ウ. 情報を扱う機械および機械を設計し実現するための技術
- エ. 機械を扱う人間と社会に関する理解
- オ. 社会において情報を扱うシステムを構築し運用するための技術・制度・組織

ア)は情報を分類することにより、イ)～オ)の全体を統一的に把握するための指針を与える役割を担っている。イ)は情報理論と計算理論の流れを汲みCS (Computer Science)の基礎的な部分(アルゴリズム、計算量、計算数学、離散数学等)を含んでいる。ウ)は情報科学、情報工学、計算機科学等を含み、エ)は社会情報学の流れを汲み、オ)は情報システムに関する分野になっている。

上記(ア～オ)の項目は情報学に固有の知識体系をまとめたものであるが、同参照基準ではさらに続けて、情報学を学ぶ学生が獲得すべき能力として、それぞれの分野に固有な能力とジェネリック・スキルを挙げている。

情報学に固有な能力

- ・情報の構造を設計する能力
- ・計算を設計し表現する能力
- ・形式的なモデルのもとで演繹する能力
- ・情報を扱う機械を作る能力、運用する能力
- ・システムの体系、構造を理解し表現する能力
- ・社会において情報を扱うシステムを作り運用する能力
- ・社会において情報にかかわる問題を発見し解決する能力
- ・情報一般の原理を自覚して情報社会に積極的に参画する能力
- ・社会において情報の意義や危険性を読み解く能力
- ・社会においてルールを遵守しつつ情報を利活用する能力

情報学に固有な能力は、情報学固有の知識体系を達成・消化するための能力と理解される。筆者は、情報学に固有な能力とジェネリック・スキルが情報学の根本的な性格と他の諸科学との関係性を考える上で重要な項目と考えている。

ジェネリック・スキル

参照基準が提示したジェネリック・スキルの項目は下記の枠内にまとめられる。

- ・創造力、構想力、想像力
- ・協調性、コミュニケーション能力、プレゼンテーション能力
- ・指導力、リーダーシップ
- ・論理的思考能力、論理的緻密さ、演繹する能力
- ・問題発見能力
- ・モデル化、形式化、抽象化する能力
- ・問題解決能力
- ・システム思考
- ・クリティカルシンキング
- ・ストレス耐性
- ・主体的に学習する能力

ジェネリック・スキルは日本語で「汎用的能力」とされ、現代における世界的な教育課題、あるいは



は「21世紀型能力」ともいわれ、国立教育政策研究所によってそのエッセンスがWebサイト³⁾で説明されている。

学校教育的な立場からは思考力・判断力・表現力という根源的な学力観に結び付くものであるが、一方においてそれらの学力はキー・コンピテンシー（主要能力）として位置づけられ、生涯にわたって身に付ける能力としても説明されている。このキー・コンピテンシーはこれまで学校教育段階での学習が主な舞台で議論の俎上に載せてきた。したがって各教科においてジェネリック・スキルの枠組みなどが議論されつつある⁴⁾。なお筆者もメタサイエンスとしての情報学とそれを担う学校教育の教員養成の課題について言及している⁵⁾。

情報学分野の参照基準が提示したジェネリック・スキルは、どれをとっても、実は既存の諸科学を修める者にとっても必要不可欠のスキルである。さらにこれらの項目は実社会において仕事をこなすためにも強く望まれる技量なのである。

ここに、先に挙げた情報学固有の能力と、このジェネリック・スキルが「情報学」の根幹を成すものであれば、情報学が諸科学全体を覆う、あるいは諸科学の基礎的な部分を形成する「メタサイエンス」であることを主張したい。

「メタサイエンス」としての情報学

周知のように既存の諸科学は情報学の知識体系を取り入れての変容・進化が見られる。すなわち「応用情報学」あるいは「領域情報学」ともいえるものの登場・発展である。

「地理情報学」, 「法律情報学」, 「音楽情報学」, 「経営情報学」など「○○情報学」は枚挙にいとまがない。参照基準が指摘するように、純然とした「情報学」もこれらの「領域情報学」との相互作用により互いに発展してきた。

教育現場を見れば、学校教育現場でも、あるいは大学での教育においても「情報教育」で得た知識・スキルが他教科あるいは諸科学を履修する上で基礎と

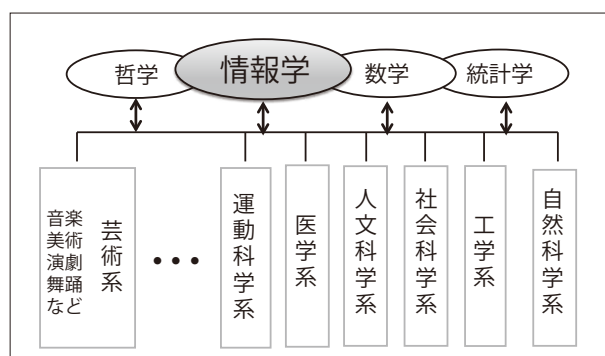


図-1 諸科学とメタサイエンス

なるリテラシーとして作用している。この意味でも情報学が「メタサイエンス」としての役割を担っている。

図-1は情報学が諸科学・諸技芸にとってメタサイエンスの関係にあることを示したものである。メタサイエンスとして位置づけられるものには、「情報学」のほかに「哲学」, 「数学」, 「統計学」がある。メタサイエンスとは諸科学の基礎を与え、また諸科学からも影響を受けるという相互依存の関係がある。さらにメタサイエンス同士が相互に重複する領域を持ち、相互依存の関係にあることも重要である。情報学は哲学の領域、論理学・認識論・記号論・意味論・存在論等を必要とし、数学の領域、グラフ理論・離散数学・位相幾何学等を必要とする。また情報学にとって不可欠の領域であるデータ分析には統計学が必須であるとともに、現代統計学が「情報理論」を駆使した華々しい成果を挙げてきたことも見逃せない。

計算論的思考と情報学教育

上述した「情報学に固有の知識体系」はコンピューティング(計算する)への深い理解が前提となっている。コンピューティングという行為は数学・算数の加減乗除のイメージを超えて、広い意味での「問題を解決する手順すべて」⁶⁾としている。したがって、最も単純で基本的な処理である「数を数える」とその「処理手順(アルゴリズム)」や「データの表現」, さらに「構造とその処理」, 総じて「データとその処理」が広い意味での計算行為としている。

しかし、今日の初中等学校における情報教育では、アルゴリズム・プログラミングに代表されるコンピュータがほとんど含まれていない。

これに対して、「計算」という狭い概念を超え「計算論的思考力」をつけることが重要であるという識見がある^{7), 8)}。筆者はこの「計算論的思考」が前に述べた「情報学に固有の能力」や「ジェネリック・スキル」に通じる教育プログラムだと考えている。

計算論的思考は、人間社会におけるさまざまな問題を情報処理技術によって解決可能となるよう、問題の形式化から解決までの過程を情報処理で行えるように表現・加工する技能である。計算論的思考はコンピュータ科学の核になるものであるが、それはすべての人にとって「読み、書き、そろばん」のほかに加えるべき基本的な素養である。

計算論的思考を活用することで、問題解決、システムを設計すること、人間の行動を理解することなどをコンピュータ科学にとって基本的な概念の上に描くことができる。計算論的思考はコンピュータをプログラムで制御する以上に、さまざまなレベルでの「抽象化」の能力を要求する。そこでは、問題領域や問題そのものが計算可能となるよう抽象化を行うことが最も重要である。問題解決の過程では、当該問題の領域および、それにかかわる人間や社会に内在するある種の力学を計算可能な形で表現することが求められる。そして情報処理にかけられるように問題とその解法を表現可能とする思考は計算機科学や情報技術に従事する者だけでなく、社会とのかか

わりを持つ人であれば、おおよそその職業や職種が何であっても、今後はますます重要になるだろう。

Jeannette Marie Wingの論考⁸⁾における「コンピュータ科学を学んだ学生は以後、何を専門にしてもよい」という結語は示唆的である。コンピュータ科学を専攻した後には医学、法律、経営、政治、そしてあらゆる種類の科学や工学、さらに芸術の分野に進むことができる。これは参照基準が指摘する「関連づける力」あるいは「融合する力」に繋がるものである。

ここに情報学教育の戦略的な目標と育成すべき人材の大枠が見えてくる。

参考文献

- 1) 萩谷昌己：情報学を定義する—情報学分野の参照基準，情報処理，Vol.55, No.7, pp.734-743 (July 2014).
- 2) 萩谷昌己：情報学分野参照基準その後，情報処理，Vol.56, No.2, p.195 (Feb. 2015).
- 3) http://www.nier.go.jp/05_kenkyu_seika/pf_pdf/20130627_4.pdf
- 4) 特集 ジェネリック・スキルとしての国語の学力，日本語学，明治書院，Vol.34-4 (2015).
- 5) 山崎謙介：メタサイエンスとしての情報学と初等・中等教育教員養成，第2回情報学教育推進コンファレンス（2014年12月20日）資料集，情報学教育関連学会等協議会，pp.11-14 (2014).
- 6) 川合 慧 編著：計算事始め，放送大学教育振興会 (2013).
- 7) 大沢英一：「計算的思考」のすゝめ，http://www.ipsj.or.jp/annai/aboutipsj/osawa_ei-ichi.html (2014).
- 8) Wing, J. M. 著，中島秀之 翻訳：Computational Thinking 計算論的思考，情報処理，Vol.56, No.6, pp.584-587 (June 2015).
(2015年5月28日受付)

山崎謙介 yamazaki@u-gakugei.ac.jp

東北大学大学院理学研究科博士課程中途退学（地球物理学専攻）理学博士。1973年より東京学芸大学にて理科（地学）教育に従事。1990年前後から情報教育に転じる。現在、東京学芸大学名誉教授。

