

## 大学情報学分野における参照基準

東京大学大学院情報理工学系研究科教授 萩谷 昌己

日本学術会議では、文部科学省からの依頼により、大学における学士の専門課程（大学院ではなく学部の専門教育）の分野別質保証のための手法として、分野別の教育課程編成上の参照基準を策定することを提案し、諸分野の参照基準の策定を具体的に進めている。当初は日本学術会議の自主的な活動であったが、後に文部科学省からのお墨付きも得て、既に多くの分野の参照基準が策定されている。各分野の参照基準は、日本学術会議のもとに30ある分野別委員会が、そのための分科会を設定して策定している。情報学分野の参照基準は、情報学委員会のもとにある情報科学技術教育分科会がその策定を進めてきた。私とその委員長を務めている。情報学分野の参照基準の経緯と経過については、情報処理の解説記事<sup>[1]</sup>に詳しく述べられているのでそちらを参照されたい。なお、この解説記事<sup>[1]</sup>は当初から無料で閲覧できるようになっている。

情報学分野の参照基準の策定もようやく佳境に入り、本年の10月17日（土）の13：30より、早稲田大学の西早稲田キャンパスにおいて、情報学分野の参照基準に関する公開シンポジウムを開催する予定である。すなわち、情報学分野の参照基準について解説し、広く意見を募る段階にきている。公開シンポジウムであることから、一般の参加を期待している。特に申し込み等は必要ないのでご自由に来場されたい。

現在策定している情報学分野の参照基準の特徴は、文系と理系に広がる情報学を定義していること、および、諸科学との境界で応用分野を生み出し続ける情報学の中でも、学士の専門課程で学ぶべき中核部分を定義していることである。情報学

を、諸科学を覆うメタサイエンスと捉える考え方を述べ、その中核部分とメタサイエンスを関連付けている。中核部分には文系の社会情報学も含まれており、高等学校の情報科の親学問と位置付けられる構造になっている。そして、文系と理系に広がる情報学（の中核部分）を体系化するために、「情報一般の原理」をその知識体系の上層に据えている。

以上の方針は、参照基準策定の当初からのものであり、様々な議論があったのだが、結局その大筋はほとんど変わっていない。特に、情報学の知識体系は以下のように5分野に分類されている。

- ア 情報一般の原理
- イ コンピュータで処理される情報の原理
- ウ 情報を扱う機械および機構を設計し実現するための技術
- エ 情報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活用するための技術・制度・組織

アは情報と情報学を分類することにより、イから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。アをまとめるにあたって、分科会の委員である西垣の貢献が大きい。西垣は、長年に亘って、文系と理系に広がる情報学を統一的に扱うための原理について思索してきており、その成果を「基礎情報学」としてまとめている。基礎情報学はサイバネティクスに源流を持ち、オートポエイシスの考え方を取り入れ、社会システム理論とも関連を持つ一つの思想である。その根本原理において、生物が生存するための選択行動に源流を持つ情報、社会における情報、機械が扱う情報の三種に、情報を分類している。

はたして、このアをどうやって大学で教えるのか、という疑問は当然に沸くだろう。参照基準の現在の原稿には以下のように書かれている。「そもそも、情報学を学ぶものは、情報一般の原理を探究していかなくてはならない。たとえば、以下に述べるように、情報の分類と、それに基づく、記号、意味解釈、コミュニケーションなどの態様をまとめることができる。これらの諸概念を理解し、情報一般の原理を探究する態度を身に付けることが必要である。」すなわち、基礎情報学そのものではなく、アに記載されている諸概念について学び、各種の情報を統一的に捉える態度を養うことが大事なのである。記号とは何か、記号はどのようにして解釈されるか、コミュニケーションとは何か、コミュニケーションの主体にはどのようなものがあるか、そして、情報とはそもそも何なのか、を自分なりに考えられることは、情報学を学ぶものにとって必須のことであると私は思う。したがって、基礎情報学をそのまま教える必要は全くなくて、これらの諸概念に触れる場を設けることが重要なのである。基礎情報学を用いずとも、既存の記号論、コミュニケーション論、社会システム理論などを俯瞰しつつ講義を組み立てることは可能である。したがって、たとえば、大学初年次における情報学の入門的な講義のように、情報学全体を俯瞰する授業の中で、これらの諸概念が扱われるのが自然であろう。もちろん、そのために基礎情報学が非常によいガイドの役割を担えることは当然のことである。

文系と理系に広がる情報学を体系化する試みは多くはない。正直なところ、基礎情報学がそのような試みに基づく唯一の思想ではないかと私は思う。そもそも諸外国においては、文系と理系の区別が明確でないため、このような思想を展開する動機がなかったのかもしれない。日本においては、初等中等教育の段階から文系と理系が明確に区別され、学問分野も文系と理系に厳格に分かれる（日本学術会議では理系はさらに理工系と生命系に分かれる）。したがって、文系と理系の情報学を統一的に扱おうと努力すること自体が、日本

の学問の特殊性によることなのかもしれない（もちろん、この辺については異論もあるだろう）。ともかく、そのような状況の中で基礎情報学が展開されてきたのだが、西垣が長年（20年ほどか）に亘って展開してきたからこそ、基礎情報学は一つの思想として非常に精緻に組み上げられている。もちろん、同様の、しかし異なる思想を展開することは可能である。ただし、そのためには、やはり長年の月日を必要とするだろう。

イトウはおおよそ計算機科学に相当する分野であり、オは情報システム分野である。情報科学はイトウに、情報工学はイトウとオに含まれるだろう。これらの分野とその間の関係については、ここでは余り説明しない。一方、エは社会情報学の分野である。もちろん、アは社会情報学の基礎ともなっている。エの社会情報学は、イウオに比べて、体系化が余り進んでいないが、たとえば、最近になって出版された西垣と伊藤の編集による解説書<sup>2)</sup>などを参照すると、その全貌がおおよそ把握できるのではないだろうか。実際にエの分野の授業を設計するのは容易なことではないだろう。ただし、日本の多くの大学において社会情報学もしくは関連する分野の専門課程（コース）が開設されている。本参照基準が、この分野の体系化の契機になればよいと思う。

さて、そもそもの情報学の定義に戻ろう。参照基準では以下のように情報学を定義している。「情報とは世界に意味・価値を与え秩序をもたらす源泉である。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・伝達に関わる原理と技術、および情報によって社会的な価値を創造する原理を探求する学問である。」まず、情報を明確に定義している訳ではないが、情報とは世界に意味・価値を与え秩序をもたらす源泉としている。これは、もちろん、物質とエネルギーと情報が、自然を理解するための三つの観点である、という考え方にも由来している。情報がなければ世界は物質の単なる集まりに過ぎない。生命も生体分子の単なる集合体に過ぎ

ない。以上の定義は、情報こそが、世界に秩序を与え価値をもたらす、と言っている。そして、そのような情報を扱う原理と技術を探求する学問が情報学である、としている。さらに、もう一歩踏み込んで、情報によって社会的な価値を創造する原理をも、情報学の対象としているのである。ここで、価値の創造と言った場合は、当然ながら社会における価値が想定されるので、「社会的」という修飾を付けてこのことを明確にしている。近年、価値創造という言葉が盛んに叫ばれているが、情報を扱う目標はまさに価値創造であり、以上の定義は、情報活用をいかにして価値創造に結び付けるかについても、情報学は真っ向から立ち向かわなければならないと考えた結果である。

次に、メタサイエンスという観点について触れる。参照基準の原稿を引用しよう。「情報学と応用情報学（領域情報学）の関係の一つの見方として、情報学が諸科学に対する「メタサイエンス」であるという考えがある。ここで「メタ」とは、形而上学（metaphysics）の「メタ」のことであり「超えて」と訳される。したがって、メタサイエンスとは諸科学全体を覆うサイエンスを意味している。数学や統計学も（特に理系の諸科学に対する）メタサイエンスと位置付けることができるだろう。」まさに、参照基準が定義する情報学の中核部分は、情報学のうちでも、メタサイエンスと呼ぶべき部分であると考えている。そして、この部分は社会情報学も含み、数学や統計学とは異なり、文系と理系の両方の諸科学を覆うメタサイエンスとなっている。

情報学をメタサイエンスと捉えると、情報学と諸科学との境界において、常に新たな情報学（応用情報学とか領域情報学と呼ばれる）が生み出されていることもよく理解できる。さらに、情報学はそのような応用情報学の総体であるという見方もできる。しかし、学士の専門課程においては、情報学の中核部分を教えることにより、情報学（の中核部分）全体を体系的に学んだものを、情報学の専門家として世に送り出すことこそが、世の中の要請であり、日本の大学の現状にも則して

いる、というのが分科会の結論である。参照基準もこの中核部分を対象としている。メタサイエンスという側面と、多様な応用情報学が常に生み出されていることは、決して互いに矛盾することではない。参照基準の原稿にはこう書かれている。「情報学は、情報の観点から文系も含む諸科学全体を覆っているのであり、常に諸科学との接点において新しい領域情報学が生まれ、同時に領域情報学からメタサイエンスの原理がフィードバックされて「メタサイエンスとしての情報学」が発展するのは必定のことである。」

情報学（の中核部分）全体を体系的に学ぶものが必要とされていると書いたが、情報学を学んだものは、その見識と能力を背景として、新たな応用分野を開拓し、新たな応用情報学を創造することが期待されている。情報学を学ぶものは、そのための意欲と教養と能力を持っていないとは思わないと思う。参照基準の原稿にも以下のように書かれている。「情報学が文系と理系に広がり、諸科学全体に対するメタサイエンスと位置付けられ、諸科学との境界において新たな応用情報学（領域情報学）を生み出し続けるとするならば、情報学を学ぶものは、応用情報学（領域情報学）の場に臆さずに出て行くためにも、諸科学に関する幅広い教養を有している必要がある。」

また、情報学を学んだものは、情報に関する専門家として、情報社会を先導する役割を担うことは当然である。情報社会に生きる市民の模範となるとともに、情報社会の発展に寄与するため、様々な役割を担うことが期待されている。

そして、情報社会の発展に寄与するためにも、情報学を学ぶものは以下のような能力を身に付けるべきである。参照基準では、各分野の学修を通して獲得される能力を、各分野に固有の能力とジェネリックスキルを分けて記載することが求められている。

特に、情報学を学ぶことによって得られるジェネリックスキルとして、以下のようなものをあげている。

●創造性

・創造力・構想力・想像力

●論理的思考・計算論的思考

・論理的思考能力・論理的緻密さ・演繹する能力

・モデル化・形式化・抽象化を行う能力

●課題発見・問題解決

・問題発見能力

・問題解決能力

・システム思考

・クリティカルシンキング

●コミュニケーション

・コミュニケーション能力・プレゼンテーション能力

●チームワーク・自己管理・リーダーシップ・チャンス活用

・協調性

・リーダーシップ

・ストレス耐性

●分野開拓・生涯学習

・主体的に学習する能力

・融合する力・関連付ける力

これらの能力は、上述したように、情報学がメタサイエンスであることを如実に物語っているようにも思える。どの能力も、いかなる分野においても有用なものである。したがって、これらの能力は、情報学を専門に学ぶものに限らず、すべての人々が身に付けてしかるべきだろう。

ということで、情報学は、情報学を専門に学ぶものに限らず、すべての人々が学ぶべき教養の一つである、と自然に結論付けることができる。計算論的思考はその一部である。日本でも最近になって、情報処理に中島の翻訳<sup>[3]</sup>が掲載されたこともあり、計算論的思考が広く知られるようになってきている。なお、計算論的思考が計算機科学(のみ)を基礎としているのに対して、情報学分野の参照基準が扱う能力は、より広く多様であると思う。それはともかく、初等中等教育から大学教養教育に至るまで、情報学が広く教養の一つとして学ばれるべきことは当然のことである。

最後に、プログラミングについて少し触れた。情報学分野の参照基準では、情報学の学修の方法として、プログラミング演習の重要性につい

て詳しく述べられている。もちろん、専門教育におけるプログラミング演習の重要性は当然であるが、教養教育としてもプログラミングが重要であることはいうまでもない。一方、高等学校の情報科では、その時間数の制限から、なかなかプログラミングの演習を行う時間が取れない状況にあると思う。私は、従来から、無理に高等学校の情報科にプログラミングを入れるのはよくないと思っている。情報学全般に関する教育を広く統一的に行うべきと考えている。特に、選択必修という歪んだ形態から一刻も早く脱すべきと主張してきた。そのためには、プログラミングを高等学校の情報科に無理に入れることはよくないと考えていた。一方、プログラミング、すなわち、計算手続きの形式的な記述については、もっと早い時期から学ぶことが適していると思う。私は教育学の専門家ではないので、直感的な意見に過ぎないのだが、九九などの基本的な算術を教えるのと同時に、プログラミングを教える方が効果的であり、より自然に受け入れられるのではないかと思う。少なくとも大学では遅い。高校でも遅いのではないか。

以上のような議論は、情報学分野の参照基準の次のステップを示唆している。すなわち、学士の専門課程の参照基準が策定された後は、初等中等教育から大学教育(さらには大学院教育・生涯教育)に至る、情報教育の全体を考えなければならない。具体的には、情報教育の参照基準というべきものが求められているのである。

[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, 2014.

[2] 西垣通，伊藤守編著：よくわかる社会情報学，ミネルヴァ書房，2015.

[3] Jeannette M. Wing，中島秀之翻訳：計算論的思考，情報処理，Vol. 56, No. 6, pp. 584-587, 2015.