

情報学の領域と学び

テクニカルノート:大原荘司, 2002年5月28日掲載

1. はじめに

奈良産業大学に情報学部情報学科が設立されて一年になるが、構成員の一人として情報学の領域とその学びについて述べてみたい。

情報学という表現が使われ始めたのは1960年代後半からのようである¹⁾。大学の学科名称としては1970年の情報系学科誕生当初ごろは、情報工学科がほとんどで少しく情報科学科が散見されたところに1977年筑波大学で情報学類という表現が使われたのが学科名としては初めてであろう。その後1990年代に入って早稲田大学理工学部の情報学科あたりから、本学の情報学部、東京大学の情報学環など情報学を直接冠する学科がいくつか現れることになる。情報学部情報学科としては本学が国内2例目である。考えてみれば、情報に対して情報学であるから最もあり得べき学であるはずだが、少なくともわが国では情報工学から情報科学そして情報学へという経過を要して発展してきたように思う。そもそも情報学が理系か文系かという面倒な議論もあるが、歴史的にも記号論や言語学あるいは認知科学がこの分野で果たした役割を考えれば文系を含むと考えるのが当然であろう。情報学への発展の経過もその認識の上に立ったものであろう。

情報関連の学問体系や大学でのカリキュラムについては、米国学会ACM (Association for Computing Machinery) の1968年に始まる提言や国内の情報処理教育カリキュラム調査委員会の提言などを参照しながら後述のように学会誌などで1970年代始めごろからたびたび論じられてきている。1960年代はコンピュータの応用開発が銀行オンラインや座席予約システムなどあらゆる分野で爆発的に検討された時期で、それだけに新たな学問として情報関連学の位置付けが注目されることになったのだろう。

コンピュータの分野は日進月歩であると言われるがはたしてそうだろうか。1930年代のチューリング以来、科学者の目標は要するに自然知能の再現であり、この点では少しも変わっていない。コンピュータの基本的なアイデアは1960年代に出揃っている。ここ数年のウインドウパソコンの目覚ましい発展がよく取りざたされるが、それは見かけや操作性や商業ベースのことであって実体は1973年のXEROX社のALTOと基本的には変わらない。むしろ画期的なビジネスチャンスにつながる多くの開発要素がまだ潜んでいると考えるべきである。

2. 情報学の領域

未来を担う若者に学習の機会を提供する側の拠り所としては、情報学としての学問体系を検討するのが順当であるがその際、「市場のニーズに応えるべく、個人のニーズに応じて自己の自然財を存分に掘り起こせる」ような学が立場に立った学習体系を念頭に置くことが重要である²⁾。

さて情報学とした場合の英訳は "Computer and Information Science" ³⁾か "Informatics" ⁴⁾⁵⁾ となるようである。ちなみに本学の情報学科は後者を採用している。いずれの英語の意味も情報学の領域を広く解釈しいわゆる図書館情報学や新聞学も含むわけであるが、このことは今日の情報の実態からすれば当然といえよう。最近注目のゲノム情報も考慮に入れ実態に即して「情報」を定義すれば、「何らかの応答や状態の維持を潜在的に要請する、秩序形態あるいは知恵や知識の拡散する営み」とでもなるであろうか。情報そのものを科学するという立場では、Information Science とは独立に「情報科学」という表現が1960年代後半に使われ始めている⁶⁾。「情報を作成・伝達・改造・蓄積・利用することに関して、何か普遍的な原理というものがあるに違いない。」という立場である。そもそもWienerのサイバネティックスの影響が濃い発想のためか情報理論、制御理論、数理言語学など数理工学的性格の構成になっている。一方情報学を「情報そのものの特性や構造を究明する」内容に特化させ、データベースそのものの周辺分野に比較的偏った設定をする報告もなされているが⁷⁾、コンピュータが情報を担う主体となっている現在、学習体系としては不十分ではなからうか。また「人間や組織・社会を巻き込んだ、より包括的な概念としての情報システム」の提案⁸⁾もある。行動科学やシステム論を含む点は新鮮であるが、カテゴリーとしては一見広いようでありながら「システム」にこだわるあまり学習体系としてはかえって狭くなる点が懸念される。ともあれ、国内では「情報学」の解釈はさまざまである。東京大学大学院情報学環、学際情報学専攻では授業科目のうち四分の一が理系であるのに対し、京都大学大学院情報学研究科では、専攻別でいうと逆に六分の一が文系である。

情報系専門学科の日米比較によれば、⁹⁾アメリカではコンピュータサイエンスが情報系の学問の名称として最も

ポピュラーである。大学教育としての内容は「問題を論理的な対象として定式化し、それを解決する論理システムを構築する能力のある人材を教育すること」を本質としている。ACMでの検討内容については、「学問としての計算機分野」というタイトルで報告されている¹⁰⁾。この報告のなかに、計算機分野のパラダイム(文化的スタイル)という章があり三つの主要なパラダイムを掲げている。第一は理論(theory)、第二は抽象化(abstraction)、第三は設計(design)である。理論は数理学と関連し、抽象化は自然科学(実験科学)の基盤であり、設計は工学を源泉とするとしている。計算機分野を構成する学科目はそのいずれもが背後に理論的成分と抽象化と設計に関するパラダイムを含んでいると主張している。また計算機分野の具体的表現として、次の9つの副領域を取り出している。

1. アルゴリズムとデータ構造
2. プログラミング言語
3. アーキテクチャ
4. 数値的および記号的計算
5. オペレーティングシステム
6. ソフトウェア方法論およびソフトウェア工学
7. データベースシステムおよび情報検索システム
8. 人工知能およびロボティクス
9. 人間コンピュータ間のコミュニケーション

日米での学科名称の違いはさておいて、国内でもたびたびACMの提言を参考に理系情報専門学科のカリキュラムの提言がなされている⁹⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾。

情報処理教育検討委員会CS(Computer Science)分科会の提言J97の講義科目¹⁴⁾は次の通りである。

1. リテラシ科目として、「コンピュータサイエンス序説」「プログラミング入門」
2. 情報数学系科目として「情報代数と符号理論」「離散数学」「計算論」「確率論と情報理論」「数理計画法」「数理論理学」
3. CS専門科目として「論理回路」「形式言語とオートマトン」「データ構造とアルゴリズム」「コンピュータアーキテクチャ」「プログラミング言語」「論理設計」「オペレーティングシステム」「コンパイラ」「デジタル通信」「データベース」「人工知能」「情報ネットワーク」「ソフトウェア工学」「数値計算」「集積回路工学」「信号処理」「画像情報処理」「パターン認識」「ヒューマン-コンピュータインタラクション」「コンピュータグラフィックス」「自然言語処理」

J97の特徴として、CSの基礎としての情報数学系科目の充実、ソフトウェア教育とハードウェア教育とのバランスが特にあげられよう。

奈良産業大学情報学部情報学科のカリキュラムは内容的には上記J97のCSカリキュラムをほぼ含んでいる。数理論理学、ソフトウェア工学、集積回路工学の内容に該当する科目は今のところないがこれは後述のように情報学での理論、抽象化、設計パラダイムの解釈を拡大したことによるものである。今後「ソフトウェア工学」関連科目については導入の検討も必要となる。

前述のようにACMの提言では、それぞれの科目の展開が3つのパラダイムに則ったものとされ¹⁰⁾例えば「アーキテクチャ」では、理論パラダイムとしてブール代数や符号化理論が含まれ、抽象化パラダイムとして回路の有限状態機械モデルやブール代数モデルが含まれ、設計パラダイムには、高速計算のためのハードウェアユニットが含まれるという具合である。また「数値的および記号的計算」では、理論パラダイムとして数値解析など、抽象化パラダイムとして連続的な問題の離散的な近似、設計パラダイムとして記号処理システムを掲げている。それぞれのパラダイムの境界は科目の展開上明瞭にならないケースが多いと思われるが、要するに理論パラダイムは該当分野の基礎をなす定義や定理に当たる内容で、抽象化パラダイムはこの基礎の上に個別の目的をもった要素についてのモデリングや実験であり、設計パラダイムは具体的なシステムを視野に入れた議論である。

「理論」をCSの数理的理論に限らず、記号論や意味論まで含めた「哲学」に意味を拡大し、「抽象化」を計算モデルなどに限らず広く「文化」をも意味する現実のモデリングに拡大し、設計をハードウェアやソフトウェアの設計に限らず広くデザインマインドに関わるものとするれば、情報学にも適用でき、学習する上でも有意義な視点を提

供するだろう。このようにパラダイムの意味を拡大し、さらに副領域の分類にも適用できるものと考えて奈良産業大学情報学部情報学科の現在の科目を分類する。

1. 理論パラダイムに関連の深い科目

「情報学概論」「情報の数学」「計算論」「情報の倫理」「認知心理学」「デザイン概論」「色彩論」「計算機アーキテクチャ」「情報と言語」「アルゴリズムとデータ構造」

2. 抽象化パラダイムに関連の深い科目

「情報と人間形成」「プログラミング」「情報化社会論」「データベース論」「データ解析」「画像処理」「人工知能」「情報と生命」「人間関係と情報」「宇宙と情報」「インターネット社会論」「シミュレーション」「情報の歴史」「情報と文化」「情報と文化財」

3. 設計パラダイムに関連の深い科目

「オペレーティングシステム」「計算機ハードウェア」「デジタル通信」「ヒューマンインターフェース」「システムの管理」「映像メディア概論」「文字情報論」「日本語表現論」「コンピュータグラフィックス論」「映像デザイン論」「広告文化論」「情報検索論」

コンピュータサイエンスの場合は意味するところが明確で、一方情報学では多様な解釈が可能であいまであるかのような見方もあるが、むしろ多様な解釈をするべき時なのではなからうか。人間が何を求めるべきかというニーズの開拓がソフトウェア作成の最も有効な指針であること、「特にソフトウェアに関しては物理的・工学的制約がないだけに、設計者の人格が強く反映される」¹⁵⁾という事実からも情報学が幅広い領域をカバーするのは当然であろう。ただしこのことは幅広く学ぶべきであるということではない。学問体系即学習体系とは考えない。学ばれた結果出来上がったものが学問であるから、出来上がった学問体系のままに学ぶのがよいとは限らない。この点が学問体系即教育体系という考え方の見落としている点である。むしろ個体発生(学習)は系統発生(学習)を繰り返すという学習の仕方が正しいのではないか。

情報の次の時代を切り開くのは、今学ぼうとする若者である。特に情報分野の未来は彼らに託されたものであり学習体系を規定することは創造的でない。学習する上での基礎と応用という区分も、果たして情報の分野に適用できるものだろうか。例えば数学は情報学の基礎の一つと考えられているが、最近暗号への応用で注目される整数論などは基礎であったものが応用学になったということではないだろうか。基礎と応用の輪廻が技術革新であるという議論もある¹⁶⁾。階層的積み上げが学習体系として常に正しいとはいえない。学習者によっては逆ピラミッド的な学習が適切な場合もあるであろう。教育者が自分の頭の中にすでに形成された学問体系の通りに学習されなければならないと考えるのは錯覚ではないか。設計図通りに人間が育成されるということはありません。これは歴史が示している。

同様の観点から述べると、「自然科学と人文科学による共創」¹⁷⁾ということも学習者の成果としてまた結果として実現されるものであり、個々の科目の展開としてはいたずらに総合化を意識すべきではないと思う。総合化は全体知¹⁸⁾的発想につながり、神秘主義に墮する傾向がある。「総合なき分析」を続けてきた人類にとって総合は共通課題であるが、総合化が実現される媒体はまず個人の体験なのであって不透明さの入る余地を含んでいる。要するに学習体系に重点があり、情報学としての学問体系の総合化、固定化を急ぐ必要は無いと考える。

3. 抽象化パラダイムについて

ACMのコンピュータサイエンス分野の定義づけにおいて、上述のように9つの副領域それぞれに理論、抽象化、設計の3つのパラダイムを対応させて9×3の定義マトリックスが構成される⁹⁾¹⁹⁾。小論では、前述のように情報学を幅広く定義づける立場から3つのパラダイムについてもより幅広い解釈に立つものであるが、本章ではこのうち抽象化パラダイムの展開における問題点に就いて述べたい。

「学問としての計算機分野」で述べられているように「とかく学科目は、すべての学習に内在する探求のプロセスに焦点を当てることをせず、講義形式によって「解答」を提示する、という方式で設計されていることが多い。」ことを補填する意味でも、「抽象的な概念を理解する助けとなる具体的な経験を与えるべき」内容としてどの科目にも抽象化パラダイムは積極的に位置付けられるべきだろう。情報学の立場から前章で分類した本学の情報学科目に就いても適用できるものと考え。プログラミングなど狭い意味での実験科目運営に際しての教材、機材やクラス運営の諸問題に就いてはすでにいろいろ論じられている²⁰⁾。ここでは情報学の本質でありまた実験・演

習の目標である現実のモデル化プロセスの学習そのものについて問題と感ずるところを付け加えたい。同じように経験を重視する立場でありながら、イギリス経験論と東洋経験主義の成果とその本質の違いにかねて興味を抱いてきた。その違いはアリストテレス流に表現すれば、形相因に重きをおき経験の背後の形相を見極めようとするのがイギリス経験論であり、目的因に重きをおき個別的体験をあるがままに受け入れることがものごとを理解することとする傾向が東洋的经验主義ではないかと思う。東洋的经验主義はアニミズム的である。仮説を実証しようとする立場での実験・演習が展開されにくく、学習者の興味がプロセスよりも結果重視になりがち原因がここにあるのではないか。一方、ファジィ論理や「モデルにもとづかないで行動にもとづく知能ロボット」²¹⁾などは東洋的经验主義にとって理解しやすい分野のようだ。

抽象化パラダイムの効果的な学習のためにはこの点の克服がある程度必要ではなかろうか。コンピュータやソフトウェアが極めて合目的に作られていることも抽象化パラダイムの学習にはむしろ障害になるのではないか。どのような目的の応用ソフトであっても、理論と設計を橋渡しするモデル化のプロセスを直接実験できるような教育的要素を含むことが好ましいように思う。抽象化のパラダイムの精神が生かされ、「新しい、結果のわからない問題に取り組むときに、どのように頭を働かせるかを教育する」²²⁾ためにも実験・演習における仮説実証の精神は重要である。

「日本軍のエリートには、概念の創造とその操作化ができたものがほとんどいなかった。」²³⁾ことに根ざす「失敗の本質」が真剣に検討されず、教育に反映されてこなかったのではなかろうか。現実のモデリングのプロセスを扱う抽象化パラダイムは「理性」的概念でものごとを考えることが必ずしも得意でない²⁴⁾われわれにはきわめて大切である。それだけにこのパラダイムの展開には大変な工夫が必要とされるだろう。データがふんだんに得られ、抽象化に永い伝統と信頼性をもっている自然科学を題材とした演習はモデル化のプロセスの理解に最適の課題を与えるのではないかと思う。また人文科学においても、計量的扱いにこだわらずに抽象化の理解をたずける教材の発掘が必要であると思う。その他R. カープラスによって1960年代に提案された学習サイクル²⁵⁾²⁶⁾の採用などが工夫の一つとして考えられる。探検フェーズ(Exploration Phase)、発明フェーズ(Concept Invention Phase)と応用フェーズ(Concept Extension Phase)のサイクルで構成される学習法である。情報学への適用を考えれば、新しい何らかのシステムを作り上げることを念頭に、まず実験あるいは討論によってデータを蓄積するのが探検フェーズで、このデータにもとづいて新しい概念やモデル、道具を発明するのが発明フェーズで、このモデルを実現化する試みが応用フェーズであり、このサイクルを繰り返す過程でモデル化についての学習の効率をあげる。特に探検フェーズでの答えのない課題の設定が重要であろう。

4. おわりに

設立2年目を迎えた奈良産業大学情報学部情報学科のカリキュラムの構造を、ACMと日本の情報処理教育検討委員会の提言を参照しながら論じた。ACMでは計算機分野のパラダイムとして、理論、抽象化、設計の3つを揚げ副領域の各科目の内容にこの3つのパラダイムが含まれるものとしている。小論の情報学の構造では3つのパラダイムの趣旨を拡大的に解釈しかつ、情報学の副領域の分類にもこのパラダイムを適用した。

最後に情報学の領域を踏まえて、情報学から見た情報エキスパートに要請されるであろう資質を揚げておきたい。

1. 人間と自然に関わるあらゆる問題に情報の要素を発見しこれを論理的に明示する能力。
2. 情報の要素を既存のあるいは新たなモデルと関係づける能力。
3. モデルにもとづいて、問題解決のためのシステムをデザインする能力。

参考文献

- 1) 北川敏男「情報学の論理」, 講談社現代新書, 1969
- 2) 藤川吉美「大学がかわる日本がかわる」, 総合政策研究所, 2002
- 3) 島内武彦「情報学の人材養成」bit, Vol. 12, No. 2, 1980
- 4) 田中幸吉, 堂下修司「情報工学の学問体系」bit, Vol. 12, No. 15, 1980
- 5) 西垣通「心の情報学」, ちくま新書, 1999
- 6) 北川敏男「情報科学の構想」情報処理, Vol. 8, No. 1, 1967

- 7) 尾関雅則他「情報学の概要と現状」, 情報処理, Vol.36, No. 10, 1995
- 8) 中嶋聞多, 浦昭二「情報システム学の誕生とその現状」, 情報処理, Vol. 36, No. 10, 1995
- 9) 野口正一, 中森真理雄「大学等における情報処理教育の諸問題」情報処理, Vol. 31, No. 10, 1990
- 10) ピータ・デニング他「学問としての計算機分野」, 情報処理, Vol. 31, No. 10, 1990
- 11) 有山正孝「情報学科のカリキュラム分析」, bit, Vol. 12, No. 15, 1980
- 12) 牛島和夫「理工系情報専門学科におけるコアカリキュラムについて」, 情報処理, Vol. 32, No. 10, 1991
- 13) 村岡洋一「情報学科カリキュラムの一例」, 情報処理, Vol. 33, No. 2, 1992
- 14) 柴山潔「大学の理工系学部情報系学科のためのコンピュータサイエンス教育カリキュラム J97」, 情報処理, Vol. 38, No. 12, 1997
- 15) 高橋延匡「大学で独創力を養おう」, bit, Vol. 10, No. 6, 1978
- 16) 坂井利之「基礎と応用」, 情報処理, Vol. 23, No. 7, 1982
- 17) パネル討論「自然科学と人文科学による共創を目指して」, 人工知能学会誌, Vol. 85, No. 1, 2002
- 18) 上山安敏「神話と科学」, 岩波書店, 1984
- 19) 野口正一他「大学における情報系専門教育の改善への提言」, 情報処理, Vol. 32, No. 10, 1991
- 20) 都倉信樹「情報処理教育における実験・演習」, 情報処理, Vol. 32, No. 10, 1991
- 21) 松原仁「行動は思考にまさるか?」, bit, Vol. 26, No. 1, 1994
- 22) 米沢明憲「世界の計算機学科めぐり」, bit, Vol. 8, No. 1, 1976
- 23) 村井友秀他「失敗の本質」, ダイヤモンド社, 1984
- 24) 木田元「哲学と自然思考」, 学燈, No. 2, 1995
- 25) D. ワインバーグ他「学ぶことと教わること」, bit, Vol. 19, No. 7, 1987
- 26) D. A. Zollman, Learning Cycle Physics, www.psrc-online.org, 1997

テクニカルノート:「情報学の領域と学び」
大原 荘司
奈良産業大学情報学部