

計算機と社会統計的データ処理†

赤池 弘 次*

Computer Society and Statistical Data Processing

Hirotugu Akaike*

計算機は超人間的な知的能力を持つ存在ではない。計算機社会の本質は、計算機により実現される正確・高速な通信機能を利用する情報社会である。チューリングは、計算機を一定の規律による賞罰システムで訓練して特定の能力をもたせることは可能であるが、人間の知的能力を生み出すためには独創力を与えることが必要であると認識していた。われわれの統計的データ処理は、具体的な問題の解決法の効率よい探索を目指している。これは計算機の知的な利用の一つの姿である。AICの導入によってモデル探索の論理的な障害は除去され、計算機の容量と速度の増大が、統計的データ処理の発達に有効に利用される状況が発生している。統計学が文化の中に確固たる地位をしめるようになることに期待したい。

0. はじめに

コンピュータの発達にともない、これを超人間的な知的能力を持つ存在として扱う物神化の傾向が著しい。このような風潮に対抗して、部分的ながら現在の計算機文化のルーツを探り、人間の知的活動としての統計的データ処理の役割りを再確認し、我が国の文化の中にその位置を確立することへの努力を訴えたい。

1. 計算機のもたらした文化的衝撃

先頃書店の店頭にならべられた新刊書の中に「ディファレンス・エンジン」(ウィリアム・ギブスン, ブルース・スターリング共著, 黒丸 尚訳, 角川書店)を見られた人は多いと思う。赤色の帯には「サイバーパンクの教祖と煽動者が紡ぐ幻想の超歴史小説」と書かれている。19世紀中葉, C.パベッジの考案になるディファレンス・エンジン, 史実に従えばむしろアナリティカル・エンジン(現在のプログラム内蔵形式の計算機の原形をなす蒸気エンジンで駆動される機械計算機), の構想を題材にした小説である。エンジンは動き, 映像を扱い, 個人情報を処理し, やがてエイダ・バイロン・ラプレース伯爵夫人(計算機言語エイダにその名を残す)の自己言及性の技法によるプログラムが自走し, 遂に1991年計算機が自意識を持つに至るといふ, まことに今日のかつ幻想的な歴史の作りかえの物語りである。

ギブソンは, 彼の名を高らしめた前著「ニューロマンサー」(黒丸 尚訳, ハヤカワ文庫)によって, サイバーパンクの教祖としての地位を確立した。そこには, 電脳空間(サイバースペース: 人間のコンピューターシステムの全バンクから引き出したデータの視覚的再現), サイバネイクス, AI(人工知能), ROM, RAM, チューリング等が, キーワードとしてちりばめられており, 計算機の発展がもたらした文化的衝撃を見ることが出来る。

* 統計数理研究所, 〒106 東京都港区南麻布 4-6-7

† : 本論文は, 日本統計学会 60 周年記念事業の一環として, 1991 年 11 月 15 日に東京で行われたシンポジウムで発表したものをまとめたものである。

「ディファレンス・エンジン」において、計算機が遂に自意識を持つという構想が作品の基調をなしていることにも見られるように、計算機がやがて人間にとって代わる知的機械に変身するのではないかという漠然とした意識が現在の計算機社会の文化につきまといっている。しかし、計算機の道具としての機能の実質に注目するならば、計算機社会の本質は、計算機により実現される正確かつ高速な通信機能を利用する情報社会であり、さらに社会全般にわたって張り廻らされるネットワークを通じて実現されるフィードバック・システムとしてのサイバネティック社会である。かのブラックマンデーの出現は、このサイバネティック社会の本質を明らかに示す事例である。これは、現在の社会を計算機文明によって支えられた社会として特徴づけるものであるが、ここでは文化的側面に注目して話を進めることにする。

2. 計算機の知的利用と知的機械

「ニューロマンサー」の世界を組み立てている、キラキラした電腦空間のイメージの元になる、マルチプルウィンドウ、ウィンドウ間編集、テキストとグラフィックスの統合、およびこれらを操るマウス等、コンピューターと人間の間のインターフェースの開発に最も著しい足跡を残しているのは、D.エンゲルバートである。彼は、計算機の能力を適切に制御し利用することにより、人間の知識に関係する作業を大いに増大することができるにちがいないとの直観的な信念にもとづいて、1957-1977の20年間にわたるSRI(Stanford Research Institute)での研究開発を推進した[2]。

この地味で着実な研究の成果なくしては、今日の計算機文化は全く別の形をとっていたであろう。サイバーパンクあるいは更に一般的にサイバネティック・フィクションと呼ばれるものは、人間を機械として見る立場を扱っている。AI研究はそのイメージのひとつの源泉であるが、エンゲルバートは、彼の構想をAI関係の人々に説明すると、彼等はそれに色あせた解釈を与えたと不満を述べている。こうしてみると、はじめに創造的な泥臭い仕事をやり抜くことを可能にする人間的な哲学があり、また、エンゲルバートのみならずアメリカの科学の発展に深い影響を与えたV.ブッシュという人物の存在が示す、そのような哲学を生み出させる奥深い文化があっただけで、現在の華やかな計算機文化があることに思い至るのである。

AI関係の人々は、計算機によって人間の知的能力を実現させることを目指している。計算機の知的機械としての可能性について早い時期に理論的立場から検討を加えた人として、A. M. テューリングがよく知られている。彼は、“Intelligent Machinery”と題するレポートで、計算機を教育することを論じている[3]。このレポートで、一定の規律による賞罰システムを通じて計算機に特定の能力を持たせるよう訓練することを論じた後に、人間の知的能力を生み出すには、訓練の他に更に独創力というべきものを与えることが必要であるとしている。例えば、与えられた問題解決のための解の上手な探索法の能力が必要であるとし、人間の知的能力の展開に際しては、文化的探索というべきものをも考えるべきであり、新しい手法の探索は人間の共同体が全体として関わって実現されているとみなすべきであるとしている。知的活動の展開に対する、文化の果す役割の重要性を指摘しているのである。

前述のエンゲルバートは、マウスその他の彼自身の仕事の社会的受容に時間がかかったことの原因を問われて、それは文化の問題であると答えている。計算機社会の発展に際し、大きな影響を与える独創的な活動をしたこれらの人々が、それぞれの仕事との関連において、文化の果す役割を指摘していることは注目に値する。

3. 計算機の知的利用としての統計的データ処理

人間は、道具を作る動物であるとされる。我々は、外界すなわち物理的あるいは社会的な環

境の作用に対処するために、知的な活動をする。外界との接触から生じる問題の形成する空間があり、これらの問題を解くための道具の空間がある。更に、環境の状態に応じた道具の利用を実現する知識の空間がある。最後に、環境の状態を同定するために用いられるデータの空間がある。データにより、我々は環境あるいは外界の状態を知り、その知識にもとづいて適切な問題を定義し、必要な道具を作り出し、それを使ってこれを解くわけである。

データによる環境の状態の同定が決定論的に実行できない場合のデータ処理が、統計的データ処理である。道具の空間、問題の空間、あるいは知識の空間等は、人間の知的活動を通じて相互に作用し合って変貌する。これは、その時々の人々の物の見方、考え方、すなわち文化に依存しているのである。その間にあって、統計的データ処理は、具体的な問題の解決の為の方法の効率の良い探索を目指している。まさにテューリングの言う文化的な探索のひとつの組織的な具体化とみなすことができよう。これは、“電腦文化”の表面的な展開に目を奪われがちな人々が見逃している、真に知的な計算機利用のひとつの姿である。

統計的データ処理の最近の進歩は、単なる数字としての統計量あるいはパラメータを中心とする処理から、データの分布の構造を説明する統計モデルの利用への移行に表現される、ここ

表1 Annals of The Institute of Statistical Mathematics
に掲載された新しいモデルの利用例

Vol. 40 No. 1 (March 1988)	Statistical identification and optimal control of thermal power plants. <i>H. Nakamura and Y. Toyota</i>
	Likelihood analysis of spatial inhomogeneity for marked point patterns. <i>Yoshihiko Ogata and Koichi Katsura</i>
No. 3 (September 1988)	Application of time series analysis and modern control theory to the cement plant. <i>S. Hagimura, T. Saitoh and Y. Yagihara</i>
Vol. 42 No. 3 (September 1990)	A Monte Carlo method for an objective Bayesian procedure. <i>Yoshihiko Ogata</i>
Vol. 43 No. 1 (March 1991)	Bayesian image restoration, with two applications in spatial statistics. <i>Julian Besag, Jeremy York and Annie Mollié</i>
	Bayesian detection of structural changes. <i>Nobuhisa Kashiwagi</i>
No. 2 (June 1991)	An application of Bayesian (ABIC) smoothing methods to estimating space and time variations in the magnitude distributions of earthquakes. <i>Masajiro Imoto</i>
No. 3 (September 1991)	Estimation of the arrival times of seismic waves by multivariate time series model. <i>Tetsuo Takanami and Genshiro Kitagawa</i>
	Detection of heterogeneity and estimation of population characteristics from the field suivery data : 1987/88 Japanese feasibility study of the southern hemisphere Minke whales. <i>Hirohisa Kishino, Hidehiro Kato, Fujio Kasamatsu and Yoshihiro Fujise</i>

表2 Journal of Marketing Research
に掲載されたAIC関係論文の例

Vol. 26 (Feb. 1989)	
LADI: A Latent Discriminant Model for Analyzing Marketing Research Data.	<i>W. R. Dillon and N. Mulani</i>
(Nov. 1989)	
A Probabilistic Choice Model for Market Segmentation and Elasticity Structure.	<i>W. A. Kamakura and G. J. Russell</i>
Confirmatory Analysis of Aggregate Hierarchical Market Structures: Inferences From Brand- Switching Behavior.	<i>A. Kumar and C. M. Sashi</i>
Vol. 27 (May. 1990)	
Robustness and Small-Sample Properties of the Estimators of Probabilistic Multidimensional Scaling (PROSCAL).	<i>B. K. Bityükkurt and M. D. Bityükkurt</i>
Estimating Publication Bias in Meta-Analysis.	<i>R. T. Rust, D. R. Lehmann, and J. U. Farley</i>
(Nov. 1990)	
SCULPTRE: A New Methodology for Deriving and Analyzing Hierarchical Product-Market Structures From Panel Data.	<i>V. Ramaswamy and W. S. DeSarbo</i>
Vol. 28 (May. 1991)	
Cross-Validation and Information Criteria in Causal Modeling.	<i>C. Homburg</i>

では、適切な統計モデルを求める探索が基本的な知的活動となり、そのためにはそれぞれの適用の場に関する具体的な知識が要求される。更に、考えられる種々のモデルの比較が重要な作業となる。AICの導入により、情報量概念をよりどころに、対象の“真の姿”を知ることなくモデルを比較することの可能性が示され、モデル探索上の論理的な障害は除去された。かくして、ベイズモデルの利用をも含め、計算機の容量と計算速度の増大が、そのまま統計的データ処理の発達に有効に利用される状況が発生している。表1に例示する最近の *Annals of the Institute of Statistical Mathematics* に発表された論文等からもうかがえるように、大規模かつ複雑な統計モデルの実用化が急速に進展しつつあるのである。

複雑な構造を持つ統計モデルを通じてデータの意味を読み取ることの必要性は、当然のことながら、統計概念の発生のある場である社会現象の研究においても著しい。例えば、*Journal of Marketing Research* の最近の号には、表2に見られるように、種々の構造を想定し、AICを用いてこれらを比較検討することによって市場の解析を行なう手法の提案が数多く見受けられる。統計モデルの提示とその比較検討を通じて実現されるデータ処理、これが現在の計算機社会における本質的に知的な計算利用のひとつの姿である。ここに注意すべき点は、市場調査の場合も含め、必ずしも大量データを前提としないことである。スペースシャトル「チャレン

ジャー」の事故に関連し、僅か 24 個のデータを克明に解析した S. R.ダラル等の例が教訓的である [1].

4. む す び

計算機のハードウェア技術の進歩による小型化、高速化、大容量化の進展は目ざましく、社会のあらゆる場面にコンピュータが利用される条件が整いつつある。しかし、これとともに、計算機の物神化の傾向も著しい。パチンコ機すら、コンピュータによる“頭脳”を持つとされる状態である。

このような“電腦時代”のイメージ構成の基礎となるハードウェア利用の開発を進めたエンゲルバート自身は、彼の仕事の概念的枠組みを明らかにしようとした初期の時代が、実には大変であり孤独であったと言っている。その基本思想は、コンピュータの物神化の方向からは遠く離れたものであり、知識に関する人間の作業能力の拡大を目指すハードウェアの開発研究を進めたのであった。その時期は、筆者が時系列解析の研究から AIC の導入とその展開を試みた時期とほぼ一致する。筆者自身も、統計的データ処理の一般的な有効性を高めることを目指した AIC の導入に際し、種々の誤解を伴う文化的な困難を経験した。基礎的な研究の推進に際して文化の果す役割を考えずにはいられないわけである。

ふたつの小説、「ニューロマンサー」、「ディファレンス・エンジン」、の何れにも、統計あるいは統計学に関係する記述が登場する。統計学は、著者等の目に映る計算機文化の中では明瞭な地位を占めているのである。現実のディファレンス・エンジンの考案者バベッジは、現在の英国王立統計学会の創始者でもある。「ディファレンス・エンジン」では、主人公である博物学者に対して、ロンドンの街角の統計学的な調査を提案する登場人物が、人口が多彩に群れ集まることから、通貨の動きからも、また混沌たる交通の流れからも、エンジンを有効に利用し、科学的な眼によって新たな原理を抽出すべきであると言う。また、訓練された解析家だけが生のエンジンデータを知識に変え得ると指摘する。登場人物のひとりアルバート公は、王子の学習について、統計学こそは未来への鍵だと述べる。何れの記述も統計学の本質を捉えるものであり、統計学が文化の中に確固たる地位を占めていることを示している。

サイバーパンクの中に統計学が登場する国の状況と対比すれば、我が国の統計学を回る文化の現状は危機的な迄に偏っている。我が国において、統計学の社会的寄与の進展を長期的に実現し続けるためには、まず我が国の文化の中に於ける統計学の地位を確立する必要がある。このためには、コンピュータの物神化の流れに抗して、真に知的な計算機利用のあり方を実現する統計的データ処理の実態を、各種の応用分野の事例を通じて、広く社会の人々に示し続けると同時に、統計学の適切な教育・研究体制を確立することが必要である。創立 60 周年を迎えた日本統計学会を始めとして、関連の学会が、この方向の努力を一層強力に組織的に推進して行くことに期待してこの稿を終わりたい。

参 考 文 献

- [1] Dalal, S. R., Fowlkes, E. B. and Hoadley, B. (1989). Risk analysis of the space shuttle: pre-Challenger prediction of failure, *Journal of the American Statistical Association*, 84, pp. 945-957.
- [2] Engelbart, D. (1988). The augmented knowledge workshop; with discussion, *A History of Personal Workstations*, edited by A. Goldberg, ACM Press, 185-236.
- [3] Turing, A. M. (1969). Intelligent Machinery, *Machine Intelligence 5*, edited by B. Meltzer and D. Michie, Edinburg University Press, 3-23.