

## [研究会報告]

## 基礎情報学 (FI) 研究会のめざすもの

西垣 通

## 1. はじめに

基礎情報学 (Fundamental Informatics: FI) は、文系理系にまたがる情報学の基礎を、ネオ・サイバネティクスの方法論にもとづいて探究していく新たな学問である。これは、東京大学大学院情報学環の旧西垣研究室において構築されてきた。そして、基礎情報学研究会は、IT (情報技術) の受容側である一般ユーザと供給側である IT エンジニアの双方にとって、望ましい情報システムのあり方を考察することを目的としている。このためとくに、高校大学の情報教育の刷新、また IT エンジニアの労働条件改善などを中心に具体的な検討が行われている。

本稿では、情報学の歴史をふりかえって基礎情報学構築の動機について述べ、いったいなぜ基礎情報学研究会が「人間中心の情報システム」という当学会の主旨と共鳴するかを明らかにしていきたい。

## 2. シヤノン情報理論の招いた誤解

基礎情報学では、情報を、広く生命体にとって価値のある「生命情報 (life information)」にとらえ、その一部が記号と意味が一体化した「社会情報 (social information)」になって人間社会で通用しているを見なす。IT システムが扱うのは、この社会情報の記号部分が半ば独立した「機

械情報 (mechanical information)」のみなのである。定義の詳細については、当学会編『新情報システム学序説』の冒頭第 1 章に簡潔明快な記述があるので参照していただきたい。こういった情報の定義は耳慣れないものかもしれないが、20 世紀後半に普及したクロード・シャノンの情報理論における定義とはまったく異なるものである。結論からいうと、シャノンの議論が招いた誤解が、情報概念を混乱させ、情報社会の進む方向をねじ曲げてしまったと思われる。シャノンの議論は、通信工学分野の研究としては超一流の成果だったが、情報一般の議論とは到底いえないものだった。この誤解をとき情報概念をとらえ直すことが、基礎情報学の目的なのである。

発端は通信工学者シャノンが 1948 年にベル研究所の雑誌に発表した「コミュニケーションの数学的理論」という専門論文だった。これはたちまち注目を集め、翌 1949 年、ウォレン・ウィーバーの解説文を加え単行本として刊行されると世界的なベストセラーになった (論文の原題は "A Mathematical Theory of Communication" だったが、単行本では冒頭の「A」が「The」に変わり、格上げされている)。そこには時代背景があった。20 世紀前半には、量子力学の誕生とともに、物質やエネルギーとならんで「情報」という概念が、物理的世界の基本概念と見なされ始めていた。不確定性原理に象徴されるように、世界の対象の記述は「観察行為」すなわち「情報を得る行為」と一体であるという考え方が広まりつつあったのである。にもかかわらず、当時は「情報量」の概念さえ不明確で、その科学的解明が切望されていたのだ。

Toru Nishigaki

東京経済大学 教授 東京大学 名誉教授  
基礎情報学研究会 主査

[研究会報告] 2014年 9月 2日受付

© 情報システム学会

シャノン(Shannon)は電子工学者ラルフ・ハートレー(Ralph Hartley)の議論をふまえて、生起確率  $p$  の事象が起きたことを知らせるメッセージの情報量を  $-\log p$  と定めた(対数関数は、いわゆる「情報の加法性」から導かれる)。いま生起確率  $p(i)$  ( $i=1,2,3,\dots$ ) の事象群があるとき、その中のどれが起きたかを知らせるメッセージの平均情報量は「エントロピー」と呼ばれ、 $-\sum p(i) \log p(i)$  で与えられる。エントロピーとは状況の不確定度を表す値であり、情報が伝わればエントロピーは減少する。したがって、情報とは「負のエントロピー(ネグエントロピー)」に他ならないというわけである。

上記の議論は、珍事が起きたことを知らせる情報量は大きいという常識とも合致している。たとえば、勝率  $1/2$  の中堅力士が勝ったという情報量は(対数の底を  $2$  として)  $1$  ビットだが、勝率  $3/4$  の大関が負けたという情報量は  $2$  ビットとなる。そして、大関の勝敗を伝えるメッセージの平均情報量は、 $\{-3/4 \log 3/4 - 1/4 \log 1/4\}$  ビット、つまり約  $0.81$  ビットということになる。このように、世界を統計的な事象群としてとらえ、事象群の中のどれが起きたかを伝えるメッセージの情報量を測る、というのがシャノンのアプローチであり、これは、きわめて一般性の高い普遍理論として受容されてしまったのである。こうして、20世紀後半、人文社会科学の分野でも、シャノンの情報理論にもとづく議論が盛んに行われた。文学芸術分野における奇妙な美学情報論はその代表例に他ならない。

しかし、シャノンの論文をきちんと読めば、こういった珍論がまったく的外れなことはすぐ分かるはずだ。その通信図式とは、情報源(information source)からメッセージが発生し、それが送信機(transmitter)で符号化(coding)されて信号(signal)列になり、信号列は通信路を経由して受信機(receiver)に送られ、さらに受信機で再びもとのメッセージに復号化されて宛先(destination)にとどく、というものである。ただし、通信路には雑音源から発生するノイズが混入するから、ノイズによる誤りを防止しなくてはならない。シャノンの解いた問題とは、誤りの発生確率を統計的にゼロに抑えつつ、通

信路容量の限界値まで情報伝送効率をあげる最適な符号化法についてだった。雑音源の統計的性質をたくみに利用して最適な符号化法の存在を証明したシャノンの通信工学上の業績(第二符号化定理)は、紛れもなく優れたものである。実用上では、情報源の統計的性質の分析や符号化処理のための制限はあるものの、画像伝送における圧縮技術などにその成果は応用されている。

ただしここで注意が肝要なのは、シャノンの議論では、意味内容をもつメッセージ自体ではなく、メッセージを構成する文字などの記号(symbol)の列に着目し、これを信号列に変換するための符号化法が論じられているという点である。記号の生起確率は独立ではなく直前の記号列の影響のもとにあるので、これをマルコフ・モデルで表すテクニックが用いられる。だから端的にいうと、シャノンの議論は意味内容をもつメッセージ自体の性質とは全く関係がなく、その構成要素である記号列の統計的性質のみに着目したものに他ならない。にもかかわらず、意味内容をもつメッセージ自体の性質と混同してしまったことが、人文社会科学における情報概念の迷走を招いた主要因だったのだ。

### 3. 人間機械論の陥穽

実はシャノン自身は、自らの議論が意味とは無関係であることを明言している。だが、ウィーバーの解説文において、メッセージの意味やメッセージがもたらす人間行動にもシャノンの議論が寄与するだろうという、非常に曖昧な記述がある。恐らくこれが、数学的記述に不慣れた読者のあいだに誤解の種をまいた元凶ではなかったか。

基礎情報学的には、シャノンの情報は明らかに「機械情報」である。なぜなら、そこで扱われているのは記号列であり、これは「社会情報」であるメッセージから意味内容が捨象された存在に他ならないからだ。いかに記号列が迅速かつ正確に送られたところで、メッセージの意味内容が正しく伝達される保証など無いことは、誤解や虚言が渦巻く現実社会の様相を眺めれば

すぐ分かるだろう。二種類の情報は相異なる概念なのだ。

問題は、にもかかわらず、シャノンの機械的な情報概念や通信図式を、人間社会の意味的・生命的なコミュニケーションのモデルとして強引に流用したとき、いったい何が起きるかである。この典型例として、情報源が「送信者」、通信路が「メディア」、宛先が「受信者」という、いわゆる「社会的コミュニケーション・モデル」をすぐ思いつくが、それだけではない。送信者が情報を入力し、単純な通信路ではなく内部でプログラムによる機械的な情報処理が実行され、受信者に処理結果が出力される、という情報システムのモデルも、基本的には同じことである。

近似的にせよ、機械情報の伝達が社会情報の伝達と一致するのは、送信者と受信者の概念構造がまったく一致している場合である。さらにまた、情報伝達が引き起こす行動が予め規定されている場合である。この例はたとえば上意下達の軍隊的組織における命令の伝達を考えればよいだろう。要するに、人間が完全な自動機械、ないし巨大な自動機械の一要素と化すとき、シャノンの情報概念や通信図式は、人間社会のコミュニケーション図式の理想型として機能するのだ。だがこういう効率一辺倒の人間機械論が、「人間中心の情報システム」という当学会の理念に背馳することは明らかだろう。社会情報の根源には生命活動があり、それは創造的な意味の発生と不可分なのである。

#### 4. まとめ

基礎情報学研究会では、シャノンの情報概念を理論的にのりこえるだけでなく、基礎情報学の実践的応用をめざしている。昨年以來、高校大学の情報教育をはじめ、著作権問題、ITエンジニアの心の健康、地域イノベーションなど、多方面の問題について活発な議論が交わされてきた。ひきつづき学会員の積極的な参加をぜひお願いしたい。

#### 参考文献・資料

[1] Shannon, C. and W. Weaver, 1949, *The*

*Mathematical Theory of Communication*, University of Illinois Press. (シャノン&ウィーバー, 植松友彦訳, 2009『通信の数学的理論』ちくま学芸文庫)

- [2] 西垣通, 2004, 2008『基礎情報学』『続 基礎情報学』NTT出版
- [3] 西垣通, 2012『生命と機械をつなぐ知』高陵社書店
- [4] 中島聡, 2012『生命と機械をつなぐ授業』高陵社書店
- [5] 中島聡, 2014『基礎情報学に基づく高校教科「情報」の指導法 (DVD3巻)』ジャパンライム
- [6] 西垣・河島・西川・大井編, 2014『基礎情報学のヴァイアビリティ』東大出版会