



ヒューマンライフィノベーションシンポジウム 基調講演1

# 社会と人工システムの進化を考える

東京大学 工学系研究科 システム創成学専攻 教授  
大橋 弘忠

## もしも宇宙人がやってきて

大腸菌の一種である「E.coil」は5,000個の遺伝子でできています。そのうち生きるのに必要な遺伝子は300ぐらいと言われます。すると残りの遺伝子は何をしているのでしょうか。現代の生物科学はまだ答えを見出していません。

「進化」ということを考えるために架空の話を考えましょう。もしも宇宙人が、人類滅亡後の地球にやってきて現代の車を見たと思います。現代の車には、走る機能のために必要な部品や機構はごくわずかしかなかった。では、他の部品や他のサブシステムが何のためにあるのかを理解できるでしょうか。また、同じく宇宙人が今日の「法律全書」を発見したとします。憲法などは理解できても、他の膨大にあるさまざまな法律や法令・基準が何のためなのかと考えることでしょうか。私たちと大腸菌の関係と同じです。

現代の自動車にしても法律にしても、長い時間をかけて進化したシステムです。これらは複雑巨大に、そして多様に進化し続けています。生物だけでなく人工システムや社会の進化を知るには、まずその環境を知り、求められるニーズや機能を知り、歴史を知り、システム同士がどう連携しているかを知る必要があります。

## 今日のシステムデザインの限界

すべてのシステムの進化が目指しているのは「ロバスト性」でしょう。条件の変化や少々の外乱にも耐える頑健さ、対応できる柔軟性があるということです。しかし、私たちが設計するシステムにロバスト性を持たせることは容易ではありません。多様な機能が要求されるようになり、システムはますます複雑になっています。このため制御が難しく、時としてカタストロフィーに至る脆弱性をはらんでいます。大規模停電やチャレンジャーの事故はその一例です。

これまでのデザインは、知識リッチ型、つまりすべての条件やシナリオを想定しておくやり方です。もしシステムが想定外の事態になると対処できなくなります。何かあるとパッチワーク的に手当てすることになります。現在の巨大ソフトウェアもこうした限界に達しつつあるのではないのでしょうか。

## 新しいシステムデザインの在り方

これからは、機能自体もさることながら、機能の継続性や弾力性を目指す必要があります。生物のように、知識としてすべて蓄える必要がなく、失敗を許容し、攻撃やリスクに対し厚みのある防御ができ、学習したことを活用できるような進化型のシステムの実現が目標になるでしょう。システムが自らデザインし、作り、修理し、変化する環境に適応できる能力を持てるようにする新しい技術です。

人工システムから社会にわたる幅広い組織化の原理、ネットワークが形成される仕組みについても研究する必要があるでしょう。ロバスト性を生み出す組織的原理は何か、空間構造、冗長性、階層がどう寄与してそのために何を犠牲にしているか、そして、いかにしてその状態に至るのかということの解明です。自律的に発展してきたインターネットの経緯や現状が参考になると思います。

また、社会的な環境要件として、こうしたシステムが機能できる環境・制度面の設計・整備も並行して進めなくてはならないでしょう。

## 21世紀にふさわしいマインドセット

近代以降の人々の「マインドセット」は、分析し、理屈を詰め、問題点を探すというものでした。科学技術も同じ価値意識からできていました。その成果が現代です。しかし、同時にその限界も顕在化しています。21世紀にふさわしいマインドセットが必要です。創る、育てる、問題を解決する。この切り替えで、さらに複雑に進化する新しい社会システム、新しいテクノロジー、新しい制度設計にチャレンジしなくてはなりません。

\*本稿は、C&Cユーザーフォーラム&iEXPO2008において、2008年11月11日のヒューマンライフィノベーションシンポジウムにおける東京大学工学系研究科システム創成学専攻教授 大橋弘忠様の講演の内容を、NEC技報編集事務局にてまとめたものです。