

21世紀文明を支える新しい科学技術の潮流について



随筆

熊谷 信昭*

Towards the Innovative Science and Technologies in the Twenty-First Century

Key Words : Informatics, Biology, Material, Energy, Human Factor

21世紀文明を支える基礎科学としては情報科学、エネルギー科学、物質科学、および生命科学の四つが柱になると考えられている。これらの基礎科学の研究・開発のブレークスルーを目指すうえで、きわめて重要であると思われるキーポイントが二つある。一つは人文・社会科学系の分野との融合であり、もう一つは自然と生物に学ぶということである。

例えば、20世紀において広く科学技術の基礎として物理学が果たしてきたような役割を、21世紀には「情報学」が果たすようになるであろうといわれている。「情報学」(インフォマティクス)というのはまだその厳密な定義も学問体系としての内容も確立されたものではないが、いずれにしてもその主要な柱をなす情報と通信に関する学問と技術は、21世紀において、単に科学技術のみならず、人間社会のあらゆる分野の活動に必要な不可欠なものとして直接的・間接的にきわめて重要なかわりをもって来ようと考えられている。

しかし一方、現在の情報通信技術というのは、「先端技術」ということはできるとしても、まだ決して行きつくところまで行きついた「成熟した技術」とはいえないものが大部分なのである。実際、例えばワープロなどは相当練習しないとだれでもがすぐに使いこなせるというものではないし、パソコンを前にして良心的な中・高年者がノイローゼになったり、それでも、苦勞してやっと何とか使えるように

なった頃には、もう次の新しい機種が出てくるなどというのは、まさに技術が成熟していない証拠である。例えばワープロというようなものは、その前に立って、ポケットに両手を突っ込んだまま、ただしゃべるだけで、たちまち文字となって現れてくるようにならない。人間には何の熟練も求められない。これこそ人間主体のワープロの成熟した姿である。

もう一つの例として、例えば自動翻訳電話の研究・開発は実用的にも技術的にもきわめて興味深いテーマであるが、その実現のためには言語学者をはじめとする文科系の専門家の協力が不可欠である。日本語で「親が草場の蔭で泣いている」というのは、英語では「親がお墓で寝返りをうつ」(Your parents turn over in their graves)というが、このような翻訳は技術者の技術的研究だけでは不可能である。「健全なる精神は健全なる肉体に宿る」というのを機械翻訳させたら「酒もうまいが肉もうまい」となったという笑い話もある。

このように、現在の情報通信技術や情報端末機器というのはその多くが人間とのインターフェースにおける親和性という点できわめて未熟な段階にあるものが多く、未だ発展途上にある、いわば「発展途上技術」といってよいものが大部分なのである。そして、人間主体の成熟した科学技術となるためには人文・社会科学や人間科学の分野の人達との協力・連携がどうしても必要になってくるのである。そのような観点から、我が国でも今年(平成12年)の4月から、人文・社会科学系の分野まで包含した新しい「情報学」の構築を目指す「国立情報学研究所」(National Institute of Informatics)が発足している。

新しい科学技術のブレークスルーをもたらす鍵となるもう一つのポイントは、「究極の知的機械」で



*Nobuaki KUMAGAI
1929年5月19日生
昭和28年大阪大学工学部(旧制)通信
工学科卒業
現在、科学技術会議議員、元大阪大
学総長、大阪大学名誉教授、工学博
士、電子・通信工学
TEL 06-6345-5800
FAX 06-6345-5801
E-Mail kumagai@inss.co.jp

ある人間をはじめとする生物の機能を解明し、それに学ぶということである。例えば、コンピュータウィルスを、生物の免疫機構に範をとった方法で自己と異なる異物として検知し、ウィルスのプログラムを書き換えて無毒化したり、感染したプログラムを消去して正常なプログラムに自動修復するシステムの研究が行われていることなどはその一例である。

現在、世界で最も低騒音の新幹線電車「のぞみ500系」の実現が成功する決め手となったのは、実はフクロウとカワセミに学んだことにあるのである。すなわち、新幹線の高速化にあたって最も大きな課題は、高速化にともなって急激に激しくなる騒音問題をいかにして解決し、沿線住民の了解を得るかということなのであるが、最大の騒音源となっていた電車の屋根の上にあるパンタグラフの設計に、あらゆる鳥の中で最も静かに飛んで獲物に近づくフクロウの羽根を詳細に検討して、その仕組みを取り入れたのが世界で最も騒音の低い高速電車「のぞみ500系」の実現につながったのである。

また、もう一つの大きな問題であった、高速列車がトンネルに突入した際に気圧波が出来て、トンネルの出口側で大きな破裂音が発生するいわゆる「トンネル・ドン現象」に悩み抜いた技術陣の一人が気付いたのが、空中から水中に捕食のために飛び込むカワセミのくちばしから頭部にかけての形状に学ぶことであった。そして、数々の実験と数値シミュレーションを繰り返して得られた先頭車の最適解の形状は、結果として、最初の直感通りカワセミのくちばしから頭部へかけての形にそっくりになったのである。自然の知恵がいかに合理的なものであるかということを示している。

こうして、パンタグラフから発生する大きな騒音と、「トンネル・ドン現象」という難問をいずれも解消するとともに、最高時速300kmの500系新幹線電車の走行抵抗をそれよりも遅い最高時速270kmの300系にくらべて約7割に軽減し、消費電力も300系よりも15%も少なくすることに成功したのである。(元JR西日本総合企画本部技術開発室長、仲津英治著「自然に学ぶ」)。

まさに、人間を含めて生物は、あらゆる科学技術の新しいテーマやアイデアの宝庫であるといえよう。新しい科学技術の研究・開発では「自然の知恵に学ぶ」ことが重要である。事実、アメリカのMITでは、現在、全学科の学生に1年次から生物学を必修

として課している。MITだけではなく、例えば昨年のアメリカの大学ランキングで1位となったCALTEC(カリフォルニア工科大学)でも、生物学を学部学生の必修科目としているし、ハーバード大学では文系の学生に対しても生物学を必修科目として課しているということである。

次に強調しておきたいことは、「技術革新の決め手は材料である」ということである。いかにソフトの時代とはいえ、産業・経済の発展の原動力はハード、すなわち技術の進歩にかかっているということ、そしてハード、すなわち技術の進歩の決め手は、結局、材料の進歩に帰着するのだということ、技術者はもちろんのこと、社会一般もしっかりと認識していなければならない。「材料を制する者は技術を制し、技術を制する者は経済を制す」といってもよい。

21世紀文明を支える基礎科学として最も重要なもう一つの柱はエネルギー科学である。特に、エネルギー資源に恵まれない我が国にとって、電力・エネルギーの問題は情報化と同様、あるいはそれ以上に重要な国家的課題であるといわねばならない。

情報・通信の分野との関連を例にとっても、例えば情報化の進展というようなものも電力・エネルギーなくしては何の話も始まらないのである。実際、いかに光ファイバーを張りめぐらしてみても、光を送るだけでは電話のベル一つ鳴らすことはできない。現在、NTTが全国約6000万台の電話機を働かすために使っている電力は国内全電力会社の総売電量の0.5%にのぼっている。0.5%というわずかな量のようなのであるが、これは実に膨大な電力量であって、NTTは現在、国内最大の電力ユーザーとなっているのである。

また、現在、爆発的な勢いで普及しつつあるいわゆるモバイルとよばれる携帯情報通信機器の最も主要なキーデバイスの一つは電池なのである。現在、世界の携帯電話は毎日25万台が新しく登録され、日本では多分今年度内に、また世界全体では向こう10年以内に携帯電話が通常の固定電話機の数を越えるであろうと予測されており、モバイル通信は21世紀文明を象徴する代表的なものの一つとなる可能性があるが、これらの携帯情報通信機器の小型軽量化と性能向上の決め手となっているのが電池なのである。充電可能な二次電池の性能は最近大幅に向上しているが、まだまだ現状では不十分であって、この二

次電池の改良・進歩が21世紀文明の象徴となる可能性すらあるモバイル情報通信の発展の原動力の役割を担っているのである。そういう意味では、「これからの情報化の決め手は電池の進歩である」といっても過言ではない。

最後に、科学技術と安全性および環境問題とのかかりについて触れておきたい。

科学技術の進歩と安全性の確保は両立させなければならないきわめて重要な課題であるが、技術的な工夫や努力だけでは安全性を際限なく向上させていくことはできない。例えば、石油精製、石油化学、および一般化学の製造事業所における1985年から1996年までの12年間の事故統計によると、設計や製造、および維持管理の不良などのハードあるいは技術に起因する事故が49件、59%で、マニュアルの不備や誤操作、誤使用などのソフトあるいはヒューマンファクターに起因する事故が34件、41%となっている。また、平成5年から平成9年までの5年間における高圧ガス事故の原因分類では、構造や材質や製作の不良と、劣化あるいは損傷、および点検不良などのハードあるいは技術に起因する事故が171件であるのに対して、誤操作や運転ミスなどのソフトあるいはヒューマンエラーに起因する事故が195件となっている。

すなわち、いかに技術的に安全性確保の手だてを尽くしても、最後に残るのはヒューマンエラーの問題である。そして、ヒューマンエラーは個人の資質その他多くの因子のほかに、組織としての特性にも大きく依存するということがわかってきている。

ヒューマンファクターと組織との関係については色々な事例がある。例えば、民間のジェット旅客機が初めて就航したのは1952年であるが、その直後の数年間は大事故が続発した。そして、1962年頃から1975年頃にかけて著しい改善がみられたが、その後は現在までほとんど改善が認められず、航空機が高度に自動化され、さまざまな性能の技術的向上が進んでいるにもかかわらず、依然として毎年必ず20件前後の大事故が発生し、それ以上減少する傾向が全くみられないのである。そして、その事故原因の75%はヒューマンファクターに起因していることが分かっている。ところが、カンタス航空だけは同じマニュアルに基づき、同じ機種種の航空機を運航しているにもかかわらず、1951年以来この50年間、死亡事故は全く起こしていないという事実があり、その理

由の調査も行われているが、まだはっきりした結論は得られていない。

昨年(平成11年9月)にアメリカ航空宇宙局(NASA)の火星探査機「マーズ・クライメート・オービター」が火星の周回軌道に乗るのに失敗して火星大気突入してしまったのは、探査機の制御を担当したコロラド州のロッキード・マーチン社とカリフォルニア州のジェット推進研究所(JPL)の2チームが、それぞれ「キロメートル」と「マイル」という2種類の異なる単位を使っていたことが原因であったと判明し、この探査機の製造費に130億円をかけたNASAは「ヒューマンエラーはときに起こるが、問題はそのヒューマンエラーを発見するシステムが機能しなかったことだ」と言っている。つまり、安全性の確保ということについても、科学技術の手法だけでは限界があり、どうしても人間科学的ないしは社会科学的なヒューマンファクターの研究が必要になるのである。

環境とのかかりについても、これまで「より性能が良く、より安い製品」が「より良い製品」とされてきたのに対して「より安全で、より人間および自然環境との親和性が良い製品」が「より良い製品」としての評価基準になってくる。

考えてみると、20世紀は機械が中心の世紀であった。次々に新しい機械が現れ、人間はそれを使いこなすことを強制されてきた。しかし、21世紀はあらゆる意味で人間主体の世紀にならなければならない。

今ではかなり広く知られているが、今世紀の最初の年であった1901年、日本の年号でいえば明治34年のお正月の1月2日と3日の両日にわたって、当時の報知新聞が100年後の20世紀の世紀末における予測記事を22の項目について掲載している。20世紀の終わりを間近にひかえた今、これを読み返してみると、色々な意味でまことに興味深いものがある。

例えば、「数10年後、欧州の天に戦雲暗澹たることあらん時、東京の新聞記者は編集局にいながら、電気力により、その状況を早取写真となすことを得べく、しかし、その写真は天然色を現象すべし」というような予測や、「電話口には対話者の肖像現出するの装置あるべし」という予測などがある。今日の言葉でいう写真電送とテレビ電話である。

また、「19世紀末に発明せられし葉巻煙草形の機関車は大成せられ、列車は小家屋大にて、あらゆる便利を備え、乗客をして旅中にあるの感なからしむ

べく、常に冬期室内を暖むるのみならず、暑中にはこれに冷気を催すの装置あるべく、東京神戸間は2時間を要し、また今日四日半を要するニューヨーク、サンフランシスコ間は一昼夜にて通ずべし。また動力はもちろん石炭を使用せざるをもって煤煙の汚れなく、給水のため停車することなかるべし」と述べている。これはまさに、現在の新幹線である。

一方、「馬車は廃せられ、これに代うるに自動車は廉価に購うことを得べく、また軍用にも自動車および自転車をもって馬にかえることとなるべし。従って馬なるものは僅かに好奇者によりて飼養せらるるに至るべし」というような記述もある。

あるいは、「気象上の観測術進歩して天災来らんとすることは一ヶ月以前に予測するを得べく、天災中の最も恐るべき暴風起らんとすれば大砲を空中に放ちて変じて雨となすを得べし。されば20世紀の後半期にいたりては難船、津波等の変無かるべし」と予言している。

さらに、「獣語の研究進歩して、小学校に獣語学あり。人と犬・猫・猿とは自由に対話することを得るに至り、従って、下女下男の地位は多く犬によりて占められ、犬が人の使に歩く世となるべし」などと予言している。

ざっと、記事はこんな調子で続いており、明治の日本人の気宇の大きさや夢の大きさに改めて感心させられるが、同時に、二つのことに気付く。一つは、科学技術に関する予測についてだけいえば、多くのことが実現し、現在では、この報知新聞の予言をすでに越えているものも沢山あり、さらにいえば、予測を越えているばかりではなく、ジェット機の発達

や、月着陸船の実現、さらにはコンピュータ時代の到来など、さすがの気宇壮大な明治人も思いも及ばなかったようなものも沢山現れているということである。そして、気がつくもう一つのことは、科学技術に関する予測に反して、自然災害や人間に関する予言の中には、まだ実現されていないものが少なくないということである。

つまり、強調しておきたいことは、この世の中で最も難しいのは結局自然と人間そのものであるということである。そして、この最も難しい人間そのものと、人間の住む地球環境や自然現象の問題を避けて通っている限り、いかなる研究も、技術も、事業も、決して満足できるものとはなり得ないということである。

そういう意味では、情報・通信の技術も電力・エネルギーの技術も、また物質科学や生命科学も、いずれもまだまだ行きつくところまで行きついた成熟した科学や技術とはいえない発展途上のものが大部分であるといっても過言ではない。これらの先端科学技術とよばれているものは、いずれもこれからいよいよ本当の佳境に入っていくところであるといえるのではないかと思う。

我々は、そのような方向に沿った科学技術の振興を通じて、安全で、かつ真に豊かな、人間重視の社会を実現すると共に、人類共通の知的財産となり得る基礎研究にも力を注ぎ、世界・人類の幸せに貢献して、国際社会において世界から敬愛されるような、知的存在感のある、名誉ある国家となることを目指したいものである。

