

「第三の波」からみた道具(ツール)の進化と スマートインフラの実現



* 平城正隆

先日、1980年執筆で絶版となっている「第三の波」¹⁾を読む機会がありました。著者のトフラー氏曰く、『第一の波は農業革命、第二の波は産業革命。第三の波とは脱産業社会化（post-industrial society）であり、情報化とも言い換えられる。情報化は組織・産業構造を自律分散構造へ変化させる。工業は多品種・少量生産となり、地方分権が進み、生活は自由化・個性化・多様化する』。

30年以上前であり、家庭用PCの黎明期、携帯電話も無かったこの時代に、情報化社会の到来とそれがもたらす社会構造の変革を詳細に示した本書の先進性に改めて驚きを隠せません。

「第三の波」が本格的な姿を現すこれからの情報社会について、江崎浩東京大学院教授は「なぜ東大は30%の節電に成功したのか?」²⁾の中で『それは「人とモノ、モノとモノ(M2M:Machine to Machine)」が相互接続され、実空間とサイバー空間が融合した効率的で創造性にあふれる社会・産業基盤（スマートインフラ）である。スマートインフラは、多様性と自立性を維持し、継続的に進化・成長していく』と述べております。

これらの内容を踏まえ、改めて我々の生活を支えている道具（ツール）について、原始時代の石器から最先端技術を集結した電子機器に至るまでの進化（電子化・情報化）について整理しつつ、今後の国土交通省の情報インフラの方向性について考えてみました。

ツールの進化

最近、「スマート」という言葉を冠にしたアイテムが次々と世の中に登場してきております。先に述べたスマートインフラという社会全体を対象としたものから、おなじみのスマートフォンをはじめ、スマートテレビ、スマートハウス、スマートICまで様々です。ここで使われている「スマート」は、賢い、手際の良い、洗練されたなどの意味で使われ、これらを付加価値とするシステムや機器、すなわちツールに冠せられております。

人々の生活をより快適で豊かにする、すなわちスマートにするためにツールは用いられ、その歴史は石器から始まり、火の利用が動力の発明につながり、電気エネルギーの発見と利用へ進化し、さらに電子化されてスマートフォンに代表される現在の電子機器に至っています。

ツールの自動化・自律化(第一の波から第二の波へ)

今日までツールが進化してきた理由のひとつに、自動化があげられます。発明初期の道具は、持つ、運ぶ、切る、打つといった動作の補助が主な機能であり、人が直接操作する必要がありました。これが産業革命により、従来人が操作していた作業に代わり、ツールが自動的に実行できるようになりました。

同じ動作を繰り返すのはツールにとって容易に実現可能であり、これをツールに任せることで人は時間を別の目的に使えるようになります。24時間休まず、人以上の速さで正確に動作を継続できるツールは、大量生産やコスト削減を可能としました。ツールの自動化は、人をルーチンワークから解放し、その生活を快適で豊かにものにしてきました。

自動化の進化の先にあるものは、自律化です。ツールが高度に発達した結果、人の行動以上の活動が可能になりました。人が走るよりもはるかに速く移動する自動車や列車、空を飛ぶ飛行機など、世界の距離を短縮して容易に移動できるようになり、人々の生活を大変豊かにした一方で、人の能力を大幅に超えることとなった結果、それを制御できずに事故を起こすなど様々な問題も生じてきました。

ツールを確実に制御する手法として、自律化があげられます。ツールが人の能力を超えた行動に対応できる知覚に加え、判断能力を持って危険回避できる知能を持つことで、安全な仕事が可能となります。例えば、近年登場した自動車の追突回避機能などがそれに該当します。

実体から電子化へ(第三の波)

人類は、昔から絵や文字を壁や紙に書いて記録を実体として残してきました。一方、現在は電子化によって画像データや文字データに変換され、実質的に質量や実体が無くなってきております。電子化

*国土交通省国土技術政策総合研究所高度情報化研究センター
情報研究官

は、絵を画像データに変換するイメージセンサ（スキャナなど）、キーボード入力で文字データに変換するインタフェース、それらデータを記憶するメモリ、そのデータを送る通信機能など、ICTの急速な進化によって実現された世界です。

近年急速に普及しつつあるタブレット端末は、学生が重い教科書を何冊もカバンに詰め込んで通学する時代を終わらせようとしております。内蔵されているNANDA型フラッシュメモリには、何千冊もの本を格納でき、また、クラウドコンピューティング（Cloud Computing）に接続すれば、世界中にある書物を即座に読み出すことができます。

まさに、江崎教授が言う「第三の波」が本格的な姿を現そうとしていると言えます。

電子データ化による情報量の爆発的な拡大（ビッグデータの到来）

インターネット上には、様々なデータ（数値、文字、画像、音声、映像など）が行き交っており、そのデータ量は年間500E（エクサ： 10^{18} ）バイトとも言われております。データ量は年々増加してきており、図-1に示すように2016年には1Z（ゼタ： 10^{21} ）バイトを超える見込みです。

インターネット上を流れるデータは、様々な電子機器の発達によって拡大しております。例えば、1995年に初登場したときのデジタルカメラの解像度は25万画素でしたが、画像センサの開発が進み今日では2,000万画素を超える高精細化が実現し、その表現力はフィルムカメラをも超えたと言われております。

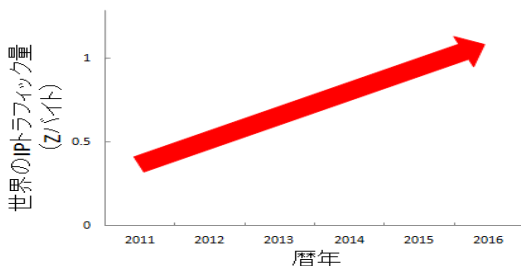


図-1 世界のIPトラフィック予測 (Cisco 「The Zettabyte Era」³⁾のデータから作成)

また、通信網そのものも同様に、それらを支える電子機器の発達により高速化しております。当初のアナログ電話回線を利用した通信網から、現在では超高速な光回線へと進化し、テレビもインターネットを介した動画配信サービスをする時代です。

さらには、インターネットにつながる機器が加速度的に増えてきております。例えば、これまで単独

で動作してきた冷蔵庫、炊飯器、エアコンなどがインターネットにつながり離れた場所からの操作ができるようになるなど、新たなサービスが提供可能になります。

コンテンツひとつひとつのデータ量の増加、機器それぞれの情報処理能力の拡大、加えて電子データを活用する機器数の増大により、今後も情報量は爆発的に拡大していくと予想されます。

国土交通省スマートインフラの実現に向けて

ふり返って、2011年3月11日に起こった東日本大震災は、総理大臣官邸や内閣府防災担当などに対し、国土交通省の所有する情報通信インフラの堅牢（ろう）性と運用品質の高さを示し、さらに初動対応における正確な情報の把握と共有化、それを踏まえた的確な意志決定と迅速な指揮伝達の重要性について、本省をはじめ各地方整備局に認識させました。しかしながら、現状の情報通信インフラは更新時期をむかえた旧世代の機器が大半であり、今回の功績はきめ細かなサービスを人海戦術でカバーしたことによるものが大きいと言えます。それらの量と質は低下させることなく、むしろ向上させなければなりません。さらなる高度化・大容量化はもちろんのこと、より危機管理能力を持ったインフラの実現を目指すのは自明の理です。スマートインフラにおいては、データセンター(クラウドを含む)は「頭脳」、ネットワークは「神経」、ツールは「器官」に喩（たと）えられます。「人」は、すばらしい筋肉や骨を持っていても、これらを上手に制御するための神経と頭脳がなければ、効率的な動作を行うことができません。優れた神経と頭脳を持つ人は、同じエネルギー量で多くの活動と成果を達成することができます。国土交通省のスマートなインフラを実現することは、国土管理に対する我々の責任であると強く感じます。

参考文献

- 1) A.トフラー、徳岡孝夫監訳：第三の波、中公文庫、1982.9
- 2) 江崎浩：なぜ東大は30%の節電に成功したのか?、幻冬舎、2012.3
- 3) CISCO：The Zettabyte Era、<http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/VNI_Hyperconnectivity_WP.pdf>、2012.11ダウンロード
- 4) 吉本健：人々の生活を支えるスマートなツールを提供するシステムIC技術：東芝レビュー67巻10号、東芝、2012.10