

## 研究開発の一視点 ～土木分野におけるムーアの法則を探せ～



運上茂樹

### 1. はじめに

LED、IPS細胞、水素エンジン等、従来存在しなかった新たな科学的発見、技術革新が進んでいる。「イノベーション」というと、やはりこのような新たな発見、革新がイメージされる。一方、土木分野、特にハード分野は、文字通り土や木、あるいは、鉄やコンクリートといったよく知られた材料を多用することから、「イノベティブ」なイメージとはほど遠いように受け取られてしまう場合も多い。「その研究はどこがイノベティブなのか？」と問われた際に、上記のようなイノベーションと同じ土俵で説明するのは難しい。

土木分野の対象とする社会インフラは、地球上で人類が生活し、社会経済活動を育むための基盤であり、様々な新たな発見、革新も人間が生活、活動するそのインフラのもとで生まれるといっても過言ではない。こうした観点で、土木分野は非常に重要な基礎分野であることは誰も否定しない。

社会インフラは、一度造ったものは、50年、100年あるいはそれ以上のオーダーで継続的に利用される。大規模、広域的なものも多く、交換によって簡単に入れ替えの効くものでもない。時代の流れに大きく左右されず、長期にわたって安定的に利用できることから、回転の速いイノベティブという観点とは対極に存在するローテク技術としての印象を持たれてしまうのかもしれない。

本文では、土木分野のイノベーションに関し、参考にしたいくつかの事例を紹介したい。

### 2. 価値の創出たるイノベーション

改めて、「イノベーション」とは何か？

最近の政府文書等<sup>1),2)</sup>では、以下のように示されている。イノベーションとは、「科学的発見や技術的発明により、経済的価値、社会的価値、そして、知的・文化的価値を創造・革新」すること。すなわち、従来にはなかった新しい価値の創造・創出である。それによって、国及び国民の豊かで質の高い生

活の実現に貢献すること、産業や雇用の創出による経済発展への貢献を果たすこと、である。

土木分野は、例えば、地域をつなぐ道路や橋を造る、治水・利水のためのダムを造るというように、地域を造る、輸送・産業を支える、災害に対する安全性を高めるなど、地域社会の価値を高め、また、様々な価値創造の基盤となるインフラを提供することによって、すべてイノベーションによる価値創出に貢献できるものと考えられる。

本年6月、発明協会は、「戦後日本のイノベーション100選」を発表した<sup>3)</sup>。戦後日本で成長を遂げ、我が国の産業経済の発展に貢献したイノベーションに関し、有識者へのアンケート結果に基づき順位付けをしている。イノベーションは、「経済的な活動であって、その新たな創造によって、歴史的社会的に大きな変革をもたらし、その展開が国際的、或いはその可能性を有する事業」と定義され、土木分野では、道の駅、シールド工法、長大橋建設技術の3つが、ウォークマン、発光ダイオード、ハイブリッド車等と並んで選定されている。まさに、地域をつなぎ、人々が集う地域・経済環境を創出したハード・ソフト技術の代表格が評価されている。

未来学者のピーター・ドラッカーによれば<sup>4)</sup>、「顧客は、製品にカネを払うのではない。満足を得るためにカネを払うのだ。」土木分野においては、様々な制約の中で、顧客（国民、住民）が満足する環境、システム、サービス等をどう提供、あるいは向上できるかがイノベーションである。

### 3. 価値の社会実装化の流れ

いくら優れた研究開発が実施されても、それが実用化され、社会で活用されなければ価値を生まない。研究開発とともに、その成果の「社会実装」の両輪が不可欠である。我が国でも、政府等によって開発技術等の実用化のための様々な支援制度が整備されつつあるが、ここでは、米国での以下の記事を紹介したい。

「豚の糞尿が道路を舗装する！」<sup>5)</sup>

これは、本年6月27日に、米国国立科学財団(以下「NSF(英名称の頭文字)」という。)のウェブサイト上发表された記事である。NSFは、米国の科学・技術開発を振興・発展させることをミッションとする連邦機関である。2016年度の予算総額は75億ドルで、米国の大学で実施される連邦政府が支援する基礎研究の24%を担っている。

さて、上記の発表によれば、米国で年に何十億ガロンも発生するとされる豚の糞尿には、石油と同様の油成分が特に豊富に含まれており、ガソリンにするにはグレードが低すぎるが、舗装アスファルトとして十分に使えるというのである。悪臭除去を含む加工処理が1ガロンあたり56セント(1ドル100円換算で1リットル当たり約15円)と石油に比べ遥かに安価で、処理後の残渣も肥料として活用できる。土木エンジニアと農学者らがコラボした開発チームは、農業と建設産業のWin-Winの解決策を提供することを目標に、特許出願とともに、会社を立ち上げ商業化をはじめようとしている。

開発技術とともに興味深いのが、この商品化、事業化の支援制度である。NSFは、研究室での研究成果から具体的な事業として育て上げるために、研究者が技術マネジメント分野の専門家と連携できるようにし、生産・製造の技術的な実現可能性の検討、商品の潜在的な市場性の調査、商品販売時のサプライチェーンの構築、さらには、規制当局や政策決定者との調整協議も含め、事業化への道筋を付けるための具体的な支援も提供している。研究者がその成果を実用化・商品化に結びつけるには専門外の様々なハードルが存在するが、こうしたきめ細かな専門的支援を提供することによって実用化のスピードアップを図るといふ政府の支援策の1事例である。

土木分野の様々な有望な開発技術を現場に効果的かつスムーズに社会実装化するためには、現場での制度や標準化等の環境整備が重要であり、研究と現場の双方に知見を有する国立研究機関が社会実装化に貢献できる役割も大きいと考えられる。

#### 4. 絶え間ない研究開発の継続

本文の副題を「土木分野におけるムーアの法則を探せ!」とした。この法則は、米インテル社に関する文献 6)から引用した。米インテル社は、ほとんどのパソコンで使われている CPU メーカーとして

著名であり、まさにイノベーションを長年貫いてきた会社の1つとされている。

インテル社の創業者の一人であるゴードン・ムーア博士は、「半導体の集積密度は、18~24ヶ月で倍増する(コンピュータの処理能力は指数関数的に向上する)」という経験法則を1965年に発表した。法則といってもあくまで経験則であり、当然将来の予測までも保証したものではなかったはずである。なぜこれが法則として認知、実現されてきたのか?これは、世界中の関係する科学者、実務者などを含む業界全体がこのムーアの法則の軌跡を少しでも未来へ伸ばすために創造力とエネルギーを注いできた;インテル社はこれを社の行動原理そのものとし、絶えまない努力によって将来にわたってムーアの法則を守るための努力を惜しまなかった;からだ、とされている。

人類による発明品の中でも集積回路ほど急激に進歩したものはないとされる半導体分野と我々のインフラ分野を単純比較するのは適切ではないが、激しい競争の中での成功には、業界を含めた絶え間ない研鑽努力が不可欠である、ということと理解している。土木分野においても、豊かで質の高い生活の実現のために、「ムーアの法則」たる我々の発展の目標を掲げ、それに向かう姿勢を常に持ち続けることが必要と考える。

最後に、インテル社の3人目の社員でムーアの法則の番人として社を牽引し、本年3月に亡くなられた元CEOのアンドリュー・グローブ氏は以下のように述べていた。「パラノイア(極度の心配性)だけが生き残る。自らの過ちから学ぶ者だけが成功する。自らの成功から、そしてそれ以上に失敗から学ぶ」。多くの示唆に富む格言である。

#### 参考文献

- 1) 科学技術・学術審議会、学術分科会、学術の基本問題に関する特別委員会、資料、2014.3
- 2) 閣議決定：第5期科学技術基本計画、2016.1
- 3) <http://koueki.jiii.or.jp/innovation100/about.php#p02>
- 4) ビーター・ドラッカー：創造する経営者、ダイヤモンド社、2007
- 5) NSF:[https://www.nsf.gov/news/special\\_reports/science\\_nation/swinebioadhesives.jsp](https://www.nsf.gov/news/special_reports/science_nation/swinebioadhesives.jsp)
- 6) マイケル・マローン：インテル 世界で最も重要な会社の産業史、文芸春秋、2015.9