

# 未来の建設と他分野の先端技術

加 納 研之助

ヒューマンスケールの技術である建設技術は、ナノテクノロジーに代表される昨今の先端技術とイメージが合わない。しかし、建設技術は元来、機械技術など様々な分野の技術を総合化することにより発達してきている。建設における技術開発を取巻く環境には他の分野と異なる条件も確かにあるが、今後も他分野の先端技術を貪欲に応用することで新しい地平が切り拓かれる。

キーワード：建設技術，未来の建設，未来技術

## 1. はじめに

科学技術の進歩は人類のさまざまな昔からの夢を次々に実現させて来た。「取ってこれろ」と子供に泣かれて困った名月にも人間が降り立つようになり、1,000万円ほどかかるが、今や行きたければ誰でも宇宙旅行に行ける。

科学技術は一方、昔の人たちが思いつかなかったような新種の利便を人類に与えてもいる。42,195 km を走りぬいて息絶えたメロスが、敵が敗走をはじめた戦場で、ケタイに向かって一言「勝った」と言えば済むような時代がいつか来るかもしれない、とは思わなかったし、アテネの人々も「いつの日か写メールが出来るようになればメロスの言うことが本当に本当なのかと心配せずに済むのに」とは考えなかっただろう。

このように分けてみると建設の分野で技術の進歩がもたらしたものは、どちらかといえば「昔からの夢」グループに属するものが多いかも知れない。建設技術の進歩は本州と四国を橋で、北海道と本州をトンネルでつないでしまったし、神の怒りを買って7階までで建設が中止されたバベルの塔に代わり、今では雲を突き抜け500メートルの超高層ビルが建っている。

とても出来そうもなかったことを実現させてしまった建設の技術進歩は本当に素晴らしいものだが、思いもかけない新しい世界が開けたというよりも、夢に思っていた世界が現実のものになったということであろう。

一方、「先端技術」と言われて直感的に思い浮かべるのは、遺伝子組換えやクローンなどのバイオテクノロジーの分野であり、超電導物質、液晶ポリマーなど

多様な新素材の技術であり、また、エレクトロニクスの止まるところを知らない技術革新に支えられて進化し続ける情報処理・通信の技術ではないだろうか。ナノといわれるような分子レベルの微小な世界を技術の基礎とするものが多く、建設の、目に見えるヒューマンなレベルの技術と、直ちにはイメージが結びついて来ない。世に華々しいこのような先端技術は、建設の世界には無縁なのであるだろうか？

## 2. 未来技術年表

文部科学省では5年ごとに、専門家へのアンケート調査とその分析を中心とする「技術予測調査」が実施されており、これにより、科学技術の専門家たち数千人が予測した30年後までの世界として「未来技術年表」が作成されている。2000年に実施された調査では、16の科学技術分野ごとに2030までの30年間にどのような技術が実現されるかが未来年表として取りまとめられており、また、「科学者が選んだ重要課題トップ100」として全分野からの100課題の実現年が予測されている。

16の分野は、

- ① 情報・通信
- ② エレクトロニクス
- ③ ライフサイエンス
- ④ 保健・医療
- ⑤ 農林水産・食品
- ⑥ 海洋・地球
- ⑦ 宇宙
- ⑧ 資源・エネルギー

- ⑨ 環境
- ⑩ 材料・プロセス
- ⑪ 製造
- ⑫ 流通
- ⑬ 経営・管理
- ⑭ 都市・建築・土木
- ⑮ 交通
- ⑯ サービス

となっており、このうち建設の技術と最も直接に関係するのは、都市・建築・土木、次いで環境あるいは海洋・地球の分野であろうか。

100 課題のうち都市・建築・土木の分野でから挙げられているのは 5 課題で、

- ・「2012 年までに、巨大地震発生時の構造物や地盤の挙動を正確にシミュレートする技術が日本で普及する」
- ・「2012 年までに、局地的な気象の予報に基づき、河川、道路等における災害による人的被害を大幅に減少させる、警報・予報・避難・規制システムが日本で普及する」
- ・「2016 年までに地震検知の全国ネットワークが構築され、50 km 程度離れた地震に関して地震到達前に情報が伝達される防災システムが日本で普及する」
- ・「2021 年までに高レベル放射性廃棄物の処分技術が実用化される」
- ・「2026 年までに地殻の歪みの分布や過去の地震履歴の分析等により、中期的（5～10 年程度先）な大規模地震（M 8 以上）の発生を予測する技術が日本で実用化される」

の 5 つとなっている。

環境の分野では、自動車の排ガスの排出規制の技術 2 課題、ゼロエミッションと地球規模の CO<sub>2</sub> 排出抑制の技術各 1 課題、海洋・地球の分野にも、地震や火山マグマの関係が 3 課題、CO<sub>2</sub> が 1 課題あり、その他、湾の総合的利用の技術、多獲性魚の魚種交換のメカニズムの解明、放射性廃棄物の地層処分となっていて、調査における「重要性」の定義の関係もあろうが、「安全・安心」一色の観を呈している。

それに対して 100 課題中 21 課題と圧倒的多数を占めたライフサイエンスの分野では、

- ・「2008 年までに、DNA 塩基配列情報から新規のタンパク質機能を推測する手法が開発される」
  - ・「2011 年までに、バンコマイシン耐性菌を含む多剤耐性菌に対する有効な治療薬が実用化される」
- など医療にかかわる課題のほか、
- ・「2015 年までに微生物や植物によるバイオプラスチック

ク等の生分解性プラスチックの生産が全世界プラスチック生産量の過半数を占める」

- ・「2018 年までに、火力発電所などから排出される高濃度二酸化炭素を直ちに生物学的に固定化する技術が実用化される」

など基礎的技術が医療の枠を超えて利用されて行く道筋が見通されている。

また、12 課題が挙げられたエレクトロニクスでも

- ・「2015 年までに、10 nm の最小寸法を持つ LSI パターンを量産加工できる技術が実用化される」
- ・「2015 年までに、単原子・単分子を操作する技術がデバイス作製や遺伝子操作の技術として実用化される」

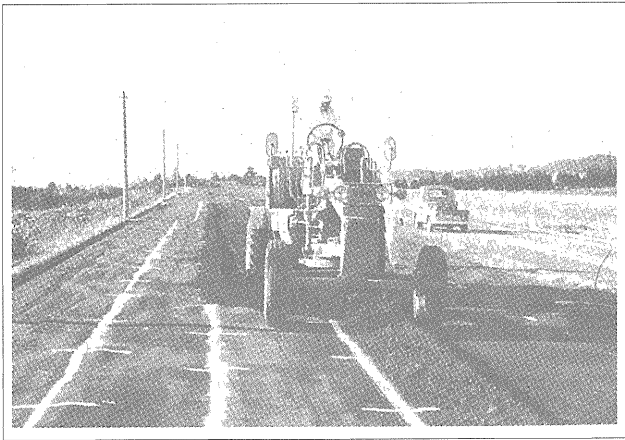
など、そこから先のさまざまな応用的研究開発の基礎となる技術が課題として捉えられており、同じことは、分野の属性からも想像できるとおり、材料・プロセスや、情報・通信にも共通する結果となっている。

### 3. 「単分子を操作できる」技術が建設の未来を？

「未来技術年表」では、10 年後の私たちの世界、20 年後の、30 年後の、ということで、こんな世界になるということをイラスト化し、視覚に訴えて見せることも試みているが、勿論ねらいはそこに止まるものではなく、むしろ「技術はここまで進む。それを使ってどのような世界にするかは国民の皆さんで考えて下さい」というところにあるものと思われる。

たとえば、ビジネスチャンスを追いかける企業家・研究者であれば、「2015 年までに本当に単分子を操作出来るようになるのであれば、わが社の仕事のこの部分はこのような可能性が出てくるのではないか。そうであればこのような年次計画の目標を持ってこのような研究をわが社としても進めておけばよいのではないか？」という形で自らの研究開発と投資のマップをプログラムするために役立つのではないかとということである。そのためにこそ「将来はこんなことが出来るようになる」だけでなく、それぞれについて「いつまでに」を示すことに力が入れているものと考えられる。

単分子を操作出来るようになることが建設技術の未来とどこでどのように関わってくるのか来ないのか、筆者には全く想像も出来ないが、建設技術の研究開発の前線で新たな挑戦に日夜取り組んでいる企業の技術者の中には、2015 年のこの技術の実用化を自らのマップ上にマークした人も必ずいるに違いない。



写真—1 1970年頃のモータグレーダの整地作業試験



写真—2 現在の三次元重機制御システムによるグレーダ作業

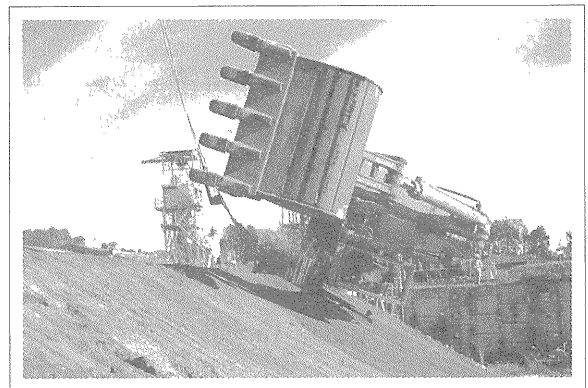
#### 4. 建設技術は様々な分野の技術を総合化して発達

ここでもう一度上記の、都市・建築・土木分野の5課題とライフサイエンスやエレクトロニクス分野の課題を並べてみると、ライフサイエンスなどの「DNA塩基配列情報云々」や「10 nmの最小寸法を持つLSIパターン云々」のようなピンポイントの単一の技術と比較して都市・建築・土木では、「災害による人的被害を大幅に減少させる、警報・予報・避難・規制システムが普及」の如く、多くの技術の総合的利用によって実現される結果がそもそも課題技術として設定されていることが見て取れる。これは、分野ごとの委員会を組織して行われた課題設定の態度にもよることであるが、一方で建設の技術が本来多くの要素技術の総合化によって成立していることの反映でもあろう。

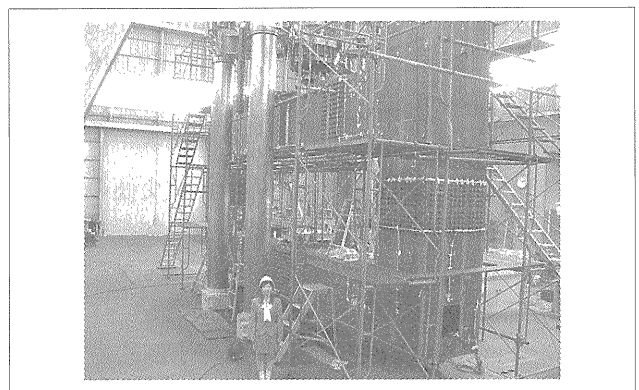
建設の技術は即ち、土と水、木と石、その他さまざまな材料と構造系の力学的挙動を分析し制御しようとする技術と見ることもできるが、この建設の技術が急

速に発展し始めるのは、他の多くの産業・民生分野の技術と同様、動力に蒸気機関を取入れて始まった産業革命からと考えられる。

人と道具によってそれら建設にかかわるさまざまな材料を制御していたものが、機械力を使って制御するところになり、またその反射として対象物の規模や構造の選択にも自由度が増すこととなり、建設事業の可能性は大きく広がった。その結果、今ではバベルの塔よりもずっと高い超高層の建物も、海峡をひとまたぎする橋も実現し、建設の不可能を可能に変えたが、未知の領域を目指すのではなく在来の建設をもっと安価に効率よく行おうとするインセンティブも、当然ながら建設技術の発達を推進する大きな力となった。そしてその過程では材料・プロセス技術の成果である鉄やコンクリートなど新しい素材を取入れ、動力機械を改良開発し、エレクトロニクス技術や情報技術を応用することで建設の効率化にかかわる技術を進化させてきたと言えるだろう（写真—3、写真—4）。



写真—3 運転者保護構造の転倒実験



写真—4 鋼製橋脚の大型疲労試験

#### 5. 建設・保全の施工技術は機械の技術

筆者の勤務する社団法人日本建設機械化協会施工技術総合研究所は40年前に建設機械化研究所として発

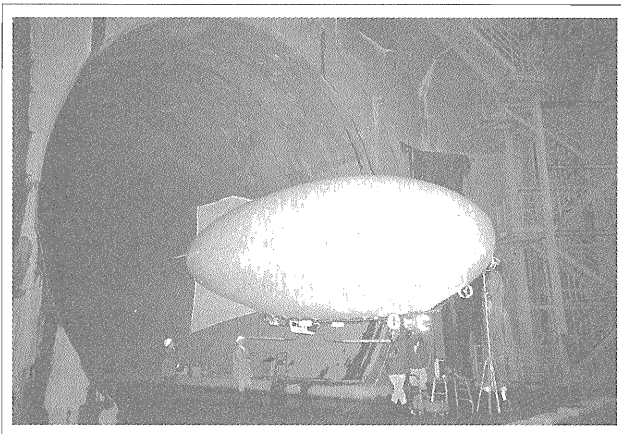
足した。

建設機械化という言葉の意味するところは、道具と人力による当時の建設施工から機械による建設施工への転換を推進しようということにあった。

現在では機械を使わない建設施工はほとんどないので機械化施工といえば建設施工全体と同義であり、トンネル、橋梁、ダム、舗装などあらゆる土木施設の建設、保全、修繕等施工技術の全体が調査研究の目的となっている。

産業革命に始まった建設技術の近代化、そしてそのコアであった建設施工の機械化は、トンネル掘削用の機械・装置や大規模土工での軌条の利用、鉱山機械などから進んで行ったが、通常の土工において道具と人力に代わってブルドーザやシャベルなどの自走機械が利用されるようになるのはわが国では昭和30年代に入ってからであり、「機械化施工」と言う言葉も当時の状況において最も分かりやすく理解される。

機械の進化を通ずる建設技術の改良はその後急速に進み、最近では、情報・通信、エレクトロニクスの技術を応用した、災害現場等における無人化施工技術やGPSの位置情報などの数値情報のみで建設機械のオペレーションを制御する情報化施工などが注目されている（写真—5）。



図—5 自律航行飛行船による無人トンネル点検システム

また、材料や構造系についての建設技術も、計測技術の進歩とも相まって疲労・破壊のメカニズム解析が進むにつれ、また新材料の製造技術が進むにつれ、発展を続けている。

## 6. おわりに

以上のように、建設技術は他分野の技術を利用し総

合化することで進歩してきており、今後も異業種分野の先端技術を取入れて発展していくだろう。

ただし、逆に建設の先端技術を他分野が、技術の成果としての施設等でなく技術そのものを他分野が、利用するという事は、建設技術がもともと総合化の結果であるだけに、簡単にはイメージしにくい。

また、建設工事の受注を主体とする企業においては研究開発費をつぎ込んで性能とコストが他社に抜き出た技術を開発しても、それがストレートに受注に結びつくことは官工事、民工事を問わず少なく、どんなに優秀な技術であっても iPod がたちまちの内に世界市場を席巻したようなわけには行かない。

更に建設事業そのものが必ずいくつものプロセスの連続なので、そのうちの一つを改良してもそれだけで全体の効率を大きく改善することにならない場合も多く、一つの研究が成功すればそれを単独に商品化して売出し開発コストを回収し、更に利益を期待することが出来るような構造にも多くの場合なっていない。

また、本州四国連絡架橋のような国家プロジェクトでは、未知の技術領域への必要な研究投資を行うことが出来、わが国の建設技術を世界をリードする水準に押し上げたが、市場競争に開発コストも織込まれるような汎用的技術の開発は市場に任せてよいとしても、特定のプロジェクトの目標があって初めて開発が進むような新しい領域を旨とする建設技術についてはやはり国家としての取組みが必要になると思われる。ガン治療薬は開発に成功すれば必ず売れるが、紀淡海峡に橋をかける技術は開発すれば必ず売れるとは限らないからである。

建設技術の研究開発をめぐる環境には上記のように他とは異なる側面もあるが、コスト、安全、環境、海外市場での競争など建設が当面する課題はいずれも技術開発の進展なしには解決が覚束ないものであり、建設技術は今後も先端技術を含め他分野の技術を積極的に利用して行くことを通じて進化していくことが期待される。

JICMA

### 【筆者紹介】

加納研之助（かのう けんのすけ）  
社団法人日本建設機械化協会  
施工技術総合研究所  
所長

