

# 経済調査研究レビュー

*economic investigation research review*

寄稿

建設分野における外国人労働者の「育成就労」制度への対応に関する一考察

寄稿

我が国の土木工学の研究力とその回復の方策

寄稿

グリーンアンモニア製造艦実証機「MIKASA」の開発

寄稿

建設キャリアアップシステムにおけるデータ活用の可能性

2024. 9

Vol.35



# 目次

## 寄稿

- |                                    |                                   |    |
|------------------------------------|-----------------------------------|----|
| 建設分野における外国人労働者の「育成就労」制度への対応に関する一考察 | 神山 敬次<br>元国土交通大学校 校長              | 1  |
| 我が国の土木工学の研究力とその回復の方策               | 安田 浩保<br>新潟大学 災害・復興科学研究所 研究教授     | 13 |
| グリーンアンモニア製造艦実証機「MIKASA」の開発         | 青木 涼<br>會澤高圧コンクリート株式会社 福島RDMセンター長 | 23 |
| 建設キャリアアップシステムにおけるデータ活用の可能性         | 都築 彩音<br>一般財団法人 建設経済研究所 研究員       | 35 |

## 建設経済調査レポート

- |                           |  |    |
|---------------------------|--|----|
| 建設経済及び建設資材動向の概観 (2024年7月) | 坂下 達也<br>一般財団法人 経済調査会 経済調査研究所 研究成果普及部 部長 | 45 |
|---------------------------|--|----|

## 自主研究

- |                                       |   |    |
|---------------------------------------|---|----|
| ソフトウェア開発の見積り手法に関する調査結果 ～アジャイルを中心として～  | 真田 万希<br>一般財団法人 経済調査会 経済調査研究所 調査研究部 第二調査研究室     | 55 |
|                                       | 大岩 佐和子<br>一般財団法人 経済調査会 経済調査研究所 調査研究部 第二調査研究室 室長 |    |
| 施工パッケージ型積算方式の動向 ～令和6年度の改定概要と各発注機関の動向～ | 小林 靖典<br>一般財団法人 経済調査会 積算技術部 積算企画室 室長            | 65 |
|                                       | 熊澤 武紀<br>一般財団法人 経済調査会 積算技術部 積算企画室               |    |
| 労務需給アンケート (建築・設備関係工種) 2024年8月調査       | 一般財団法人 経済調査会 建築統括部                              | 71 |
| 労務需給アンケート (土木工事関係) 2024年8月調査          | 一般財団法人 経済調査会 経済調査研究所 研究成果普及部 普及推進室              | 76 |
| 労務需給アンケート (建築関係工種) 第1～30回調査結果 [時系列]   | 一般財団法人 経済調査会 建築統括部                              | 79 |

## 国土経済論叢

- |                      |                           |    |
|----------------------|---------------------------|----|
| 国道19号における大規模地すべりへの対応 | 永江 浩一郎<br>一般財団法人 経済調査会 参与 | 93 |
|----------------------|---------------------------|----|

寄稿

# 我が国の土木工学の研究力とその回復の方策

# 我が国の土木工学の研究力とその回復の方策

安田 浩保 新潟大学 災害・復興科学研究所 研究教授

## はじめに

我が国の土木工学や建設関連業においては、20年ほど前から、人材の「数」の確保に苦慮し、分野全体の魅力向上に努めてきた。しかし、土木工学は工学の一つの分野であり、研究開発により日進月歩できる分野とも言えるにもかかわらずその効果が発揮されたとはい難い。

そこで本稿ではまず、我が国における土木工学の研究力の世界的な位置付けについて、我が国から発表された論文の数に基づき、明らかにする。この調査結果から、我が国の土木分野は、他の工学分野と比べ基礎的な研究体力が弱い状況にあり、今後は人材の「数」に加えて「質」の問題が併発し、この問題を放置すれば業界の衰退を食い止めることが困難となることを述べた。

次に、情報理論や素粒子物理学など、別の学問分野との融合型の研究により、斬新な研究成果を生み出せることを示す。

さらに土木工学分野は、本来は計画的な人材育成が比較的容易な分野とも言え、近年の飛躍的な科学技術の進歩を追い風として、我が国の土木工学分野の回復の可能性が十分に残されていることを述べる。

## 1 これからが土木工学の本格的な発展期

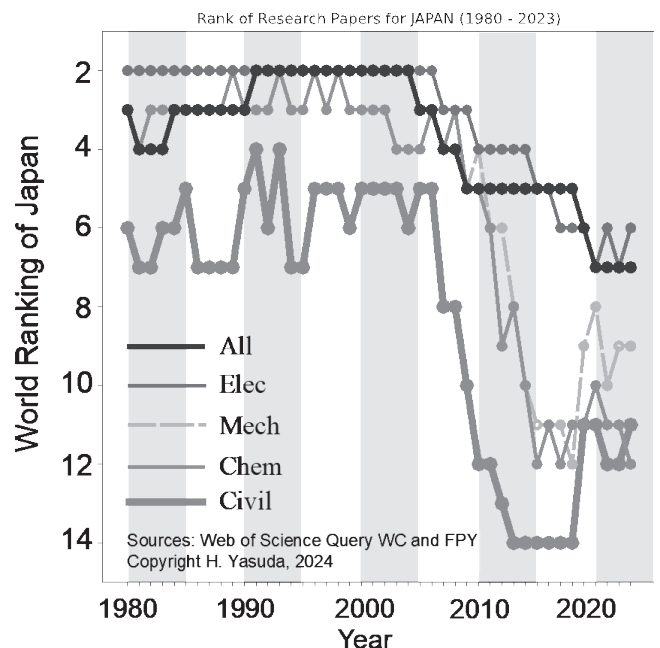
我が国の科学技術政策は、「科学技術・イノベーション基本計画」<sup>[1]</sup> (以下、基本計画)において規定されている。現行の基本計画においては、イノベーションの強化、研究力の強化、教育と人材育成という3本の柱が打ち立てられている。同基本計画では、これらの三つを並列に扱っているが、研究力こそがイノベーションの源泉であり、教育と人材育成の基盤となることにも異論はないであろう。

## (1) 我が国の研究力の推移

筆者は、すべての学術分野における学術論文の世界的なデータベースであるWeb of Science<sup>[2]</sup>を用い、1980年から2023年までの我が国の全学術論文の発表数と、土木、機械、応用科学、電気電子の各工学分野の学術論文の発表数を調べた。

図表1にその結果を示した。1980年から2023年までの我が国の全学術論文の発表数は2000年頃まで全世界の中で2位を維持し、その後は徐々に順位は下落し、近年は7位に甘んじていることが分かる。土木、機械、応用科学、電気電子の各工学分野は、1980年から2000年頃までは全分野と同様に高順位を維持していたものの、それ以降は下落傾向にあった。最近20年ほどは、電気電子を除き、土木、機械、応用科学の三つの工学分野はトップ10から外れ、この数年でやっと若干の回復傾向が見られるようになった。土木分野の推移を詳しく見ると、土木は、電気電子を除く他の工学分野の中でも2000年以降からの下落が早

図表1 日本から発表されたすべての学問分野と4つの工学分野の論文数の世界ランキング



い時期から始まり、さらにその下落の幅が大きい上、2023年の時点の順位は2000年以前の水準に全く届いていない。これらのことは、我が国の土木分野は他の工学分野と比べ、基礎的な研究体力が弱いことを示唆するものである。

上記の集計では、順位に加え、各年の各国での研究活動の世界的な存在感を把握するため、まず、各年の論文総数で除して正規化したグラフを**図表2-1**と**図表3-1**に示した。また、**図表2-2**、**図表3-2**の各図の1列目は**図表2-1**、**図表3-1**中の着色が表す国名を、2列目は2023年の各国の論文数を、3列目は2023年の各国の人口を同じく2023年の日本の人口で除した上でこれを各国の論文数に乘じ、各国の人口が日本と同一だった場合の人口あたりの論文数を、それぞれ示した。

これらの図表より、まず1980年から2023年までの約40年間に順調に科学技術を発展させてきたのは、全世界の中でG8と呼ばれる先進国の他、中国を筆頭とする、ブラジル、ロシア、インド、韓国、スペイン、オランダ、イランなどの16カ国だけであったことが分かる。

次に、中国、ブラジル、ロシア、スペイン、韓国、イランの各国は、2000年頃からわずか20年ほどで急速に世界的な存在感を拡大することに成功し、現在も成長が続いていることも分かる。

この状況下において、G8先進国のうち、イギリス、ドイツ、イタリア、カナダは世界的な存在感を維持している一方、アメリカと日本は存在感を著しく低下させ、フランスも存在感を低下させていることが分かる。

また、**図表2-2**の3列目(人口あたりの論文数)からは、日本を除くG8先進国は日本の2倍以上、近年の成長国である中国やインドなどは日本の半分以上であることも分かる。さらに、**図表3-2**の3列目(土木分野・人口あたりの論文数)からは、日本を除くG8先進国は日本の3倍を超えることが分かる。

以上のことから、我が国の土木工学の研究力の水準は、下位1/4に甘んじる状況にあることを認めなければならない。G8先進国の中でトップ10圏外となっているのは、我が国とフランスだけである。

我が国の政府が2020年頃から国策として研究力回

復に取り組むようになった理由は、我が国全体の論文数の回復ではなく、引用数が多くインパクトが大きな論文の数の回復のためである。土木分野の論文の発表数が下位1/4に位置する上、人口あたりの論文数が半分以下という実情は、現在においてもなお論文数が世界トップ5前後を維持できている他分野とは異次元の、危機的な状況に瀕していると言える。

しかし、この危機的な状況は土木分野において全く認識されていない。これは非常事態と言っても過言ではなく、この打開に向け、我が国全体で早急に対処を開始しなければならないことを強調したい。

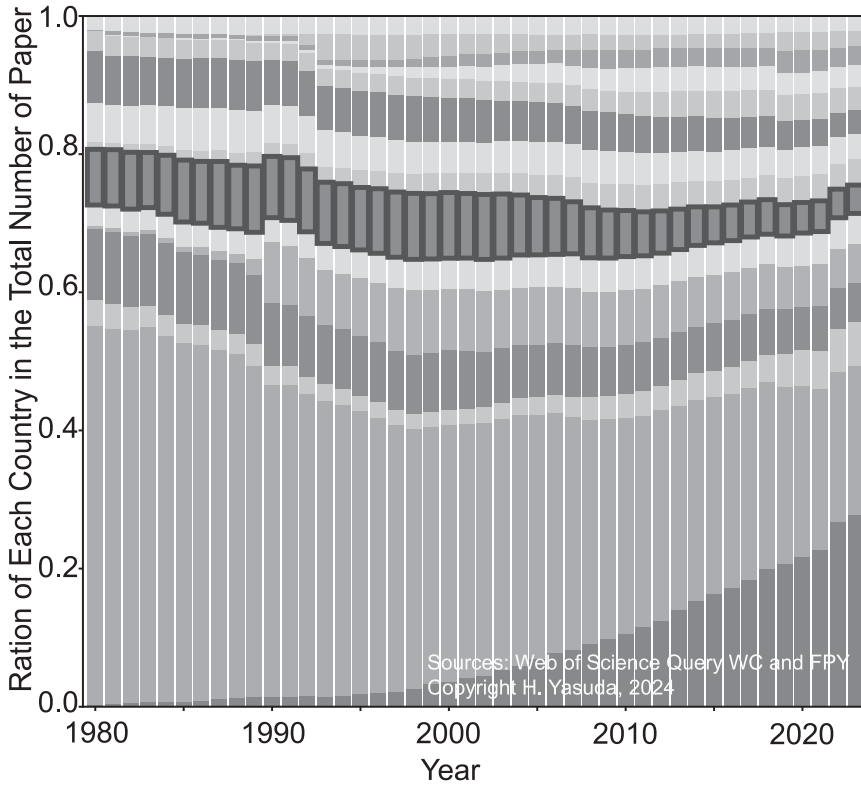
## (2) これから起きること

上記の危機的な状況をそのまま放置すれば、我が国の土木工学の研究力の世界的な順位はこれから10年ほどでさらに低下することは容易に想像できる。その結果、主に以下の二つの事象が顕在化してくるであろう。

一つは、土木工学における技術の更新のさらなる停滞と、いわゆるイノベーションの<sup>じやつき</sup>惹起の鈍化である。また、土木工学の各分野における技術体系は、我が国の安全保障の基盤と言え、これは国産技術により支えられるべきものである。しかし、国産技術により技術更新やイノベーションを発展させられなければ、他国からの技術転用が始まり、これまでに築かれた我が国の安全保障は揺るがされる。

もう一つは、土木分野における人材の確保と育成の両方がますます困難となることである。特に、2021年から本格化した博士人材の育成は、土木分野においては「質」の高い博士教育は困難となっている、と認識すべきである。このことは、近年の土木工学における低調な論文数に着目すると、「質」の高い博士教育を受けられる大学などの研究機関が既に少数であることから、すぐに推測できるものである。つまり、直ちに土木工学の研究力の回復に対処しなければ、技術開発のますますの停滞と、優秀な人材の育成が困難という、縮小再生産が複層的に始まる。この20年ほどの土木の人材問題は、十分な「数」の人材を確保できないことであった。速やかに優秀な人材の育成が困難と

図表2 世界各国から発表された論文数の国ごとの比較 (すべての学問分野)

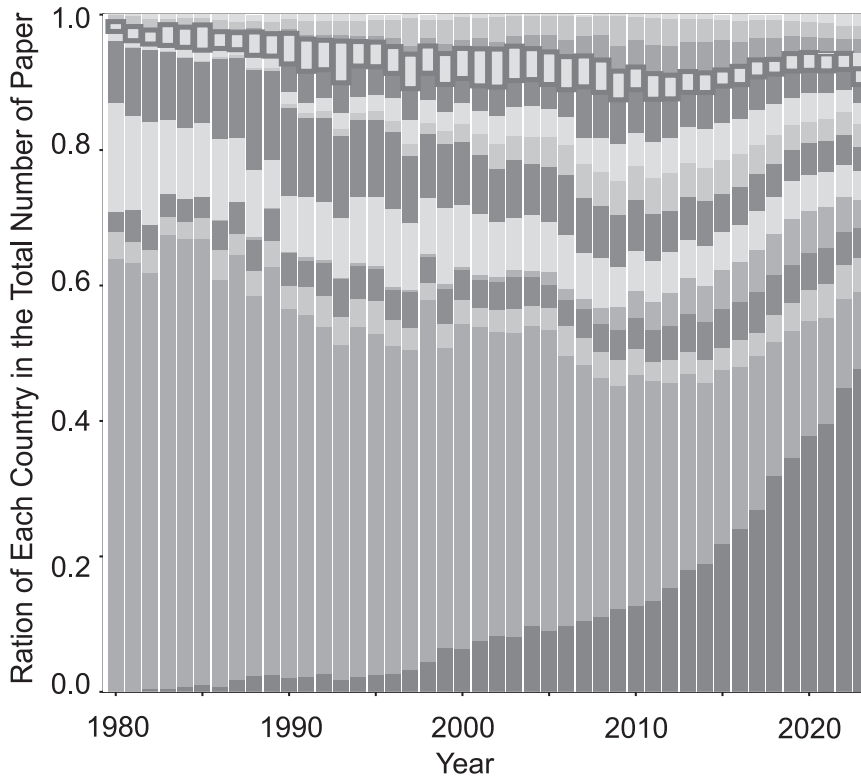


図表2-1 各年の総論文数に対する各国の占有率

Country	Papers	Correct Popl
Netherlands	57,954	<b>3.5</b>
Russia	63,336	<b>0.5</b>
Brazil	75,016	<b>0.4</b>
South Korea	85,783	<b>1.8</b>
Australia	93,323	<b>3.7</b>
France	97,313	<b>1.6</b>
Canada	102,710	<b>2.8</b>
Spain	103,819	<b>2.3</b>
Japan	113,773	-
Italy	124,079	<b>2.3</b>
Germany	153,186	<b>2.0</b>
England	160,377	<b>2.5</b>
India	172,817	<b>0.1</b>
Usa	601,048	<b>1.9</b>
China	770,158	<b>0.6</b>

図表2-2 各国の2023年の人口が日本と同一だった場合の人口あたりの論文数

図表3 世界各国から発表された論文数の国ごとの比較 (土木分野)



図表3-1 各年の総論文数に対する各国の占有率

Country	Papers	Correct Popl
Saudi Arabia	746	<b>2.3</b>
France	805	<b>1.5</b>
Spain	960	<b>2.4</b>
Turkiye	1,024	<b>1.4</b>
Japan	1,036	-
Germany	1,168	<b>1.7</b>
Italy	1,396	<b>2.8</b>
South Korea	1,460	<b>3.3</b>
Canada	1,626	<b>4.9</b>
England	1,858	<b>3.2</b>
Iran	1,876	<b>2.5</b>
Australia	1,907	<b>8.4</b>
India	2,238	<b>0.2</b>
Usa	5,011	<b>1.7</b>
China	21,130	<b>1.8</b>

図表3-2 各国の2023年の人口が日本と同一だった場合の人口あたりの論文数

いう事態を回避できなければ、大学などの教育・研究機関において、現状に追い打ちをかけるように、大学などの教育・研究機関の運営を担う研究者がそもそも確保できなくなることは明白で、さらに各大学における学生と教員の定員の削減という、最悪のシナリオが現実となる。この影響は学だけにとどまらず、産官の人材供給を「数」と「質」の両面から直撃し、建設関連業全体の衰退が加速し、もはや我が国の土木の回復が望めなくなる。

### (3) 250年でどれだけ進歩したか？

冒頭で触れた基本計画では、自然災害への対応もまた重要課題の一つに位置付けられる。筆者の専門分野は河川工学であり、この課題解決に貢献する研究開発に努めている。

ここで、18世紀と現在の河川工学の技術水準を対比する<sup>[3]</sup>。フランスの水理学の研究者であるデュビュアは、自身の著書において、「成功は束の間でしかない計画」が実施され、その原因は「原理の不確実と、経験と矛盾する誤った理論」が用いられるためであり、「観測の少なさと観測自体が困難」であるために技術の進歩が困難である、と嘆いている。

それから250年が経過した現在はどうであろうか。一定規模以上の洪水が河川を流下すれば堤防の決壊や落橋などが起こり、予測能力に優れる数理的な手法も確立されているとは言えない。また、洪水時の河川の物理を余すところなく定量化する手法も未確立である。つまり、デュビュアの時代と技術水準の本質は大きく変化していない、と言っても過言ではない。

20世紀後半における河川工学をはじめとする土木工学は、計算機を駆動源として学問の発展に努めてきた。土木工学が対象とする事物が巨大かつ不均一であるため、実測によりその性質を正確に把握することが難しいためである。しかし、シミュレーションによって解かれるモデル式は、仮説や仮定に基づき演繹的に導かれたものである。このため、どれだけ正確に計算をしてもそれは仮説の一つに過ぎず、対象とする現象の真実には原理的に到達できない。宇宙物理学者のワインバーグ<sup>[4]</sup>は、現代科学の方法論の幕開けは、ガ

リレオの観測とコペルニクスの計算とが相互に補い合うことで天体の軌道が楕円であることを実証したことであった、と述べている。近年でもこの構図は依然として有効であり、例えば、人類初の偉業と言える10 nmスケールの神経毛や、5500万年もの遠方のM87ブラックホールの観測は、最先端センシングと情報数理の融合により達成されている。現行の土木工学が本質的な進歩を遂げ、山積する課題を解決するには、いわゆる計算機科学を偏重した現在の学問体系から脱し、計算と観測の均衡の回復が不可欠である。

### (4) 水害ゼロの実現

筆者は、洪水が流下しても壊れにくい河道の実現を目指し、信号処理理論と素粒子実験物理学の研究者とともに、2016年秋から異分野融合の研究体制での研究を開始した。筆者は、現在においてもなおこの研究体制から多大な恩恵を受けている。むしろ発足から7年ほどが経過し、ますますその恩恵は大きくなっている。この研究体制の構築により、まず河川の模型実験と実河川の各々における観測ビッグデータの測定が可能となったことが挙げられる。この独自の測定法を背景とし、2023年秋には、直線かつ平坦な河床において周期的な起伏形状である河床波の発生の起源を特定する成果を得た<sup>[5]</sup>。この発見的な成果は、洪水が流下しても壊れにくい河道を実現する上での重要な鍵となるものである。この他、筆者は2021年秋より、上記とは別の異分野融合の研究体制にも参加し、素粒子ミュオンを用い、堤防内部の空洞や土質構造を透視する技術開発を開始した。2023年秋に、ミュオンを用いることで堤防内部の空洞を検出できることを発表した<sup>[6]</sup>。

2019年の台風19号により、東日本の広い範囲で記録的な水害となり、我が国の治水方針は従来の河道とダムに洪水を貯める方式に加え、流域全体でも洪水を薄く広く貯めるという「流域治水」へと転換された。流域治水を確実に機能させるための前提条件は、洪水が流下しても河道が壊れないことである。意図せずに河道が壊れれば、計画していた流域全体での洪水の貯留ができなくなるためである。つまり、流域治水の成

否は河道にかかっているのである。上述した河床波の起源の発見と堤防の透視技術は、洪水が流下しても河道が壊れないようにする基盤技術と言えるものである。筆者は、水害をゼロにできる可能性が見え、人類が水害から解放される日は案外近い、と考えている。

## (5) 重力は弱い力？

この研究体制において、研究構想や研究成果についての意見交換を行うと、土木工学と物理学のどちらの研究者も物理学を道具にする共通点があるものの、見えている景色は全く異なり、驚くことが多い。

例えば、流体の運動を規定する重力は、ニュートン力学においては強い力であるものの、物理学全体から見れば、重力は電気引力よりも $10^{40}$ も弱いことから、重力は弱い力であるという認識はその典型例である。

## (6) 我が国における土木の回復のシナリオ

冒頭において、我が国の土木工学を悲観するファクトを列記した。ただし、この中には我が国や我が国の土木の回復に希望を与えるファクトも含まれている。

ブラジル、イラン、スペイン、韓国は、最近20年ほどの間に見る見る世界的な存在感を発揮するようになった。このことは、現在の我が国の苦境は20年ほどの時間があれば脱することができる可能性があることを示すものと解釈できる。

また、現在の科学技術は資本主義との関係性を無視できず、資本主義の指標の一つであるGDPは人口と完全な比例関係にある。我が国においては人口減少の可能性が指摘されているものの、これから20年ほどの期間に人口とGDPが急減する未来は考えにくい。これに加え、筆者は自身の研究を通じ、科学技術の観点からもこれから土木工学の本格的な発展期が到来すると確信している。その理由は、土木工学が対象とする今までできなかった事物の定量化が可能となり、計算と観測を両輪とする自然科学の王道の方法論への適用が現実的となってきているからである。おそらくこれから5年ほどが、我が国の科学技術や土木を回復するための基盤づくりの最後のチャンスであろう。我が国全

体が、土木の回復を目標としてその実現に努めることができれば、その実現は難しいものではない。

## 2 いつまで経験工学のままているのか？

### (1) 若手層にとっての仕事の魅力とは

上記において土木における人の問題は、これまでの「数」の問題の他に、「質」の問題が加わると述べた。この20年ほどの「数」の問題に対し、この問題の根源を十分に分析せず、数の確保だけを目的とした対策が続いているように見える。

例えば、国土交通省は、この問題の解決に向け、雇用条件を改善する新4K(給与・休暇・希望・かっこいい)を打ち出した。また、この一環として、建設DXやi-Constructionが積極的に推進されている。しかし、筆者が指導する大学院生などは、これらに全く魅力を感じていない。意欲と能力を兼備した大学院生や若手技術者と話をすると、雇用条件という表層的な改善ではなく、根本的な質の改善を希求している、と言う。また、従来のすべてのアナログが否定されるものではないが、彼らはいわゆるデジタルが日常の各所に浸透した中で育ち、土木の研究や実務における旧態依然な事物に自然と疑問を感じている、とも言う。

確かに、公共の安全を担うことが理由の一つなのであろうが、それを差し引いても、土木分野は他の工学分野と比べて保守的な風潮が強い。例えば、日常生活における家電などの進歩と比べ、土木分野における技術の更新と革新は停滞している、と言わざるを得ない。ある程度の技術の更新があったとしても、それは単に他分野で開発されたものを導入するか、既製品を組み合わせるだけであることが多く、必要に応じた新技術の開発はほとんど見られなくなっている。

積極性に富む若手世代の共通点は、若さゆえの湧き上がる活力にあふれ、その活力を原動力とした挑戦する場を求めていることである。このことから、土木における人の「数」と「質」どちらの問題の解決においても「挑戦性」が、有効な鍵となることが推測できる。

我が国において、土木工学が隆盛を極めたのは、巨大なダムを建設した時代である。この時代は、非常に



優秀な若者が土木工学へ殺到したと言われる。その理由は、ダム建設という、当時の人智を大きく超える一大事業への挑戦と、それによる社会貢献への喜びを感じることができたからであろう。その後、土木事業は定型的なものが大半を占めるようになる。完成までに10年単位の年月を要する事業が数多くあり、この形態を容認せざるを得ない面もある。

一方で、技術者や研究者が疑問を感じているにも関わらず放置されたり、科学技術の進歩によって容易に置換できる技術が登場しているにも関わらず、見直されない事例も少なくない。例えば、筆者の専門分野で言うと、洪水のたびに河道や堤防の破壊が繰り返されているが、その根本の物理の解明が積極的に進められることはなく、原型復旧が基本となっている。また、地球の時間の半分は夜にもかかわらず、洪水時の昼夜を連続した監視技術が一向に開発されないことも、その一つだ。

確かに、土木工学が対象とするすべての課題を、現在の科学技術により完全には解決できない。しかし、分からないことを分からないままに放置するような無責任さや挑戦性の欠如は、この分野の衰退を助長するだけである。土木工学は経験工学と言われて久しいが、原理や法則が解明された上で確実かつ優れた効果が発揮される「土木科学」の確立を目指した調整を始めるべきだと、筆者は考えている。

2023年に脚光を浴びたChatGPTに人が魅力を実感する瞬間について尋ねたところ、感情の共感、意味や目的、ストーリー、美的な要素、新奇性と興奮、挑戦と成長を感じた瞬間だ、と答えた。この回答は、ダム建設時代の土木の隆盛と最近の土木の凋落の、どちらも納得できるものである。

## (2) 情緒がもたらす創造性

何かを克服しようとする挑戦の意志は、どうすれば結実できるだろうか。筆者は、創造性によって具現化できるものと考えている。

我が国の土木分野における論文数、及び物理学など理学分野における引用数の急減のどちらも、我が国全体での挑戦の意志と創造性の衰退が要因の一つである

う。学術や社会活動における挑戦などの積極的な意志は、技術体系と社会のそれぞれの成熟過程における当然の帰結とも見える。

この他に、太平洋戦争以後の教育方針において、特に創造性の育成を重視しなかったことも考えられる。通信工学において顕著な研究業績を挙げた西澤潤一先生は、後進の育成においても非常に熱心であったことで有名であるが、その当時の教育の方針は、素早い処理を重視し、深い思考を鍛錬する機会が乏しいために創造性が養われにくくなっている、と指摘している<sup>[7]</sup>。西澤先生とほぼ同時代の数学者である岡潔先生は、西澤先生と同様の指摘をした上で、特に晩年は、創造性は情緒から生み出される、と強く主張した。加えて、岡先生は人の中心は「知」ではなく「情」であり、他人の悲しみが分かることで初めて共存共栄ができるようになる、とも言っている<sup>[8]</sup>。

岡先生らの指摘から50年以上が経過した。しかし依然として、創造性の起源となる深い思考を重視した教育への転換は進んでいない。筆者は、我が国全体で教育方針が転換されるまで、危機的状況を静観したり嘆いているだけの猶予はもはやない、と考えている。現行の教育体制においても、できることはまだまだある。例えば、大学の厳しい財政や遅々として進まない意思決定には期待せず、現行の卒業研究や大学院での研究活動において、教員の創意工夫により良質な研究環境を主体的に整え、学生たちに体験させることである。同時に、美術、大自然、実社会などに直に接し、人の心に多様な刺激を与える工夫もすぐにできる。

研究成果自体とその過程での人材育成の成果が蓄積され、これらの蓄積が一定量を超えたときに、世論は迅速かつ大きく動き、理想的な教育方針への転換を実現できると確信している。また、土木などの工学の良質な研究課題が解決されるのは、現場において技術者が困難に直面したときである。研究を重視する機運が大学などの教育研究機関においてだけでなく、実務においても盛り上がれば、従来は難しかった創造性を携えた人材の育成を加速させることができる。

### (3) 生成AIが拓く未来

2000年前後から始まったインターネットの普及は、人間が知識を蓄えることへの価値を大幅に引き下げた。2023年には、それに匹敵するビッグニュースがあった。

生成AIの爆発的な普及である。生成AIの強みは、従来は一定の訓練をした人間にしかできなかった複雑な処理過程の作業が、機械的にできるようになったことである。生成AIの普及は、人間が担ってきた繰り返し作業などの労働の価値を一気に引き下げる。誰もがインターネットと生成AIを利用できる時代を迎え、学び方と仕事の方法を根本的に転換していくことは間違いない。

これまでの大学までの学びは、知識の蓄積と、専門的なスキルを素早く正確にできるようになることだった。しかし、生成AIが日常生活に溶け込む時代を無防備に迎えれば、極端に言えばAIの下僕になりかねない。

人間ならではのできることは、常識を疑うことや、混沌とした状況の打開のために解決すべき問題を発見し、常識では無関係に見える複数の知識を有機的に組み合わせ、自ら立てた問いを解決する手段を構築することである。このような能力は、これまでの学びの大半を占めた答えが既知となっている問題を繰り返し解く訓練に加え、まだ答えが決まっていない問いの答えを探したり、曖昧な答えしか得られない問題の答えを導いたりする訓練により、開発できる。この訓練による理想的な到達点は、<sup>たいじ</sup>対峙する問いの解決のため、表面的には無関係に見える物事同士の接点を見つけて結び付ける、「遠い類推」ができるようになることである。この力が養われていれば、AIを下僕として新たな地平を開拓できる。

現行の大学における卒業研究や大学院における研究活動において、学生たちが少しでも遠い類推をできるように、指導者が学生たちを導くことができれば、一定の創造性の育成は可能である。現在の技術的境遇を背景とし、研究の過程を能力開発の場とした創造性の養成により、特定の分野のためだけの成果に留まらず、人類の普遍的な<sup>えいち</sup>叡智を生み出すほどの大局観を持った次世代が育成されることさえ期待できる。

### (4) 計画的な人材育成

土木工学の実務は、ある計画の完成までに10年単位の期間を要する。これらはすべて計画されているものであるから、一般市場向けの物販などと比べると、極端に言えば「計画経済」である。この点に着目すると、人材も計画的に育成しやすいとも言える。

また、他の市場と異なる点が三つある。一つ目は、国土交通省が監督官庁と発注官庁を担い、関連の制度を自ら設計し、運用できることである。二つ目は、他分野と比べ、外資の参入がほとんどないことである。三つ目は、大学の専門学科と建設関連業は一対の関係にあり、本来は産官学が一体となった発展がしやすいことである。

加えて、現在の土木の実務は、従来の力学科目だけでは成立せず、情報や物理学の専門性が一層重要となっている。情報や物理学を専門とする学生は就職先を自力で開拓する必要があるが、彼らは建設関連業において自らの専門性が活用できることを知らない上、土木分野の産官の採用担当者も土木以外に積極的に募集をかけることは少ない。つまり、これまで人の「数」と「質」の問題における一つの解決法を見ごしてきた、と言える。

これらに加え、現在我々は、いわゆる生産性の向上を容易と可能とする、様々な技術が<sup>はうが</sup>萌芽する時代に生きていることも、追い風の一つである。

建設業界において必要となる人材は、大きく分けて「施工系」と「計画系」となる。このうち施工系は、大学など従来の教育機関以外にも、ゼネコン各社が独自に人材を育成する仕組みを国内外に設けており、一定の成果が出始めている。

一方で、施工系と比べると必要となる人材数の面で少数となる計画系では、官庁と建設コンサルタントを担う人材を教育機関以外で計画的に育成する仕組みは、筆者が知る限りない。また、大学などの教育機関においても、積極的に育成する動きは残念ながらない。

計画系の人材不足はこの数年で顕在化してきている。早々に計画的な育成に着手しなければ、建設業の上流に位置する発注業務が滞り、また発注機関と一体

となって計画の立案に携わる建設コンサルタントの遂行自体が困難となる。

今後早急に必要なのは、既存の教育機関において、官庁と建設コンサルタントの計画系の業務を担う技術者の育成と、産官から大学などへの必要な人材の「質」や「数」の提示である。これらの実現を待つ間に、危機感を共有できる産官学の有志が一体となり、私塾のような形態での計画系の人材育成を先行して始めるべきであろう。

このような取り組みが一日も早く始まることを切に願ひ、また筆者自身も、具体的な行動を一つでも多く実施する所存である。

## おわりに：偉大なる目標が拓く未来

課題とその解決の手段が明確となったときに、問いは解ける。これまでの延命措置ではなく、業界の体質の根本的な改善を目的とし、その解決の手段の一つとして科学を正しく用いることができれば、計画的な人作りと技術開発は十分にできる。

我々は現在、データを駆動源とした産業革命の入り口に立っている、と言われる。筆者自身もデータを駆動源としたときの威力を幾度も実感している。過去を振り返ると、ほとんどの産業は、産業革命により新たな手段を手に入れることで変容を遂げ、一方でこの変化に追従できなかった従来の企業は衰退し、新興企業が業界のトップに躍り出ている。そのことは過去30年ほどに国内で創業した情報業界の売り上げや時価総額が如実に物語っている。

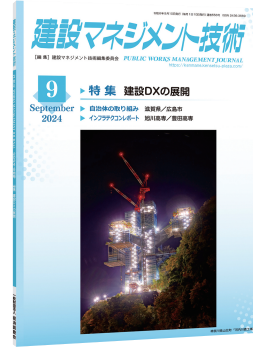
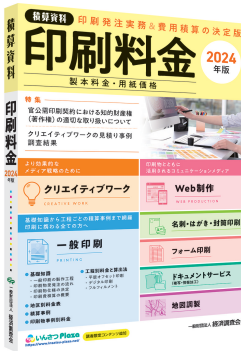
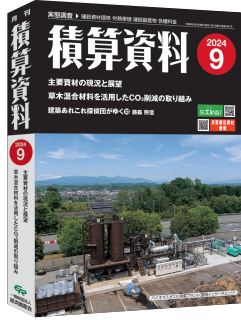
つまり、建設関連業においても間もなく新たな業態の企業が林立するようになり、そのうちの成長に成功したいくつかの企業が、20年後の建設関連業のトップ企業に君臨するようになることは想像に難くない。

人類は、2022年春に初めてブラックホールの観測に成功した。筆者はこのプロジェクトの責任者より、達成までに要した期間は20年であると聞いた。前人未到のプロジェクトは、その着手段階においては誰に

も達成が困難に見える。しかし、着実かつ粘り強く成果の積み上げを続ければ、ついに目的は達成できる。現在、ゴールが目前に迫っていることに気づかずに短気になり、レースを離脱していることが随所で起きているであろう。冒頭に比べると、筆者の姿勢は随分と楽観的に見えるかもしれない。しかし、現実の直視は避けられないが、気持ちまで落胆する必要はない。明るい気持ちは、観念的な闇夜を明るく広く照らし、奥深い創造を可能とする。強制収容所に収監され、その解放後に「夜と霧」を著した فرانクルは、「偉大な目標こそが極限状態を生き延びる術」と言った。挑戦とは、自らに戦いを挑むことである。我が国の土木分野と我が国自体の回復に向け、まず有志各人がしっかりと狙いを定めた試みを始め、そこから新しく確かな潮流を生み出そう。

## 【参考文献】

- [1] 内閣府：科学技術・イノベーション基本計画  
<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku>
- [2] Web of Science.  
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search>
- [3] 水理学史、ハンター・ラウス、サイモン・インス、高橋裕(訳)、鈴木高明(訳)、ISBN-13:978-4306020832、1974.
- [4] 科学の発見、スティーヴン・ワインバーグ、赤根洋子(訳)、ISBN-13:978-4163904573、2016.
- [5] Novel Hypothesis on the Occurrence of Sandbars, Seki S, Moteki D, Yasuda H, *Physics of Fluids*, 2023.  
<https://doi.org/10.1063/5.0171731>
- [6] 原子核乾板を用いた宇宙線イメージング技術による河川堤防の観測、北川暢子、森島邦博、福元豊、安田浩保、公益社団法人 地盤工学会 地盤工学会誌72(01 Ser. No. 792) 24-28、2024.
- [7] 強い頭と速い頭：教育という「複雑科学」、西澤潤一、ISBN-13:978-4896341751、2005.
- [8] 人間の建設、小林秀雄、岡 潔、新潮文庫、ISBN-13:978-4101007083、2010.



- 電子商品
- 価格情報
- 土木関連
- 建築関連
- 積算資料ポケット版
- 住宅関連

- 建設行政・技術・情報
- 会計検査関連
- 印刷関連
- インテリアコーディネーター資格試験対策
- 経済調査会データベース

## 経済調査研究レビュー economic investigation research review

2024年9月9日 第35号発行

〈年2回(9, 3月)発行 (通巻35号)〉



編集 一般財団法人 経済調査会 経済調査研究所  
発行所 一般財団法人 経済調査会  
〒105-0004 東京都港区新橋六丁目17番15号 菱進御成門ビル  
電話 (03) 5777-8212  
FAX (03) 5777-8227  
https://www.zai-keicho.or.jp



(禁無断転載)  
表紙：土木学会選奨土木遺産 黒部ダム  
提供：一般社団法人 大町市観光協会

