

日本の土木工学の研究力の過去と現在

新潟大学 正会員 安田 浩保

1. はじめに

土木工学関連の教育・研究機関において、他の工学分野と比べ、学生の人気は十分ではないと言われるようになったのはいつ頃からだろう。また、官庁や企業の採用担当者が応募者数が十分な数に達せず、自身の組織の魅力の発信に失敗しているからと嘆きを発するようになったのはいつ頃からだろうか。実務技術者のほとんど全ては、昔ながらに言えば工学部土木工学科を卒業ないしは大学院土木工学専攻を修了した者である。我が国の土木技術者の技術力の水準や活性度は、ごく単純化して考えれば、我が国の土木工学の研究力との高い相関が推測される。本稿では、まず、世界に向けて発表された論文数を指標として、我が国の土木工学の研究力について時系列的な変化を定量化し、その上で、近年の我が国の土木が低迷する要因の分析や回復の私案について述べる。

2. 我が国の土木工学の研究力の時系列的な変化

本稿では、論文検索サービスの一つである Web of Science を用い、Web of Science が認定している学術雑誌に我が国の全ての専門分野の論文数と、土木工学関連の論文数について調べた。調査の対象とした期間は1980年から2020年までとし、この期間における5年ごとの論文数を集計した。図-1中の青色系の線が全分野の論文数を示し、赤色系の線が土木の論文数を示す。図中の太線は、全分野と土木の上位雑誌、細線は、全分野と土木の全雑誌を示している。

図-1中の青色系の線に着目すると、1980年代から2020年の40年間にわたり我が国の全分野の論文数は、上位雑誌と全雑誌のどちらの指標で見ても世界ランキングは5位前後を推移している事が分かる。次に、赤色系の線に着目すると、土木の論文数は、1995年までは全分野と同程度のランキングであるものの、その後は下落傾向となり、2010年以降は12位が継続している。

図-2に世界各国の全分野と土木の上位雑誌のみの論文数の1980年代から2020年の40年間の時系列を示した。全分野と土木のどちらも2010年以降に中国が大幅に論文数を増加させ、特に土木の論文数の増加が顕著である事がわかる。全分野と土木の集計を個別に見ると、全分野では中国の論文数の増加があるものの、我が国の全分野の論文数は2000年から2020年までほぼ同定水準を維持している。これに対し、土木は図-1と同様に2000年以降は下落傾向が続いている。これらの結果は、教育研究機関などにおける学生の人気の低下や官庁や企業における人材確保が困難な状況と、我が国の土木の研究力の低下には一定の関連性がある事を示唆している。

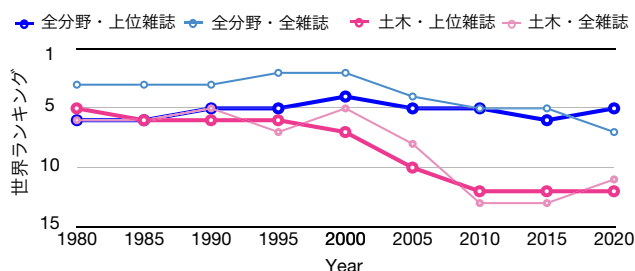


図-1 Web of Science に登録された学術誌に我が国が1980年から2020年までに発表した論文数の推移

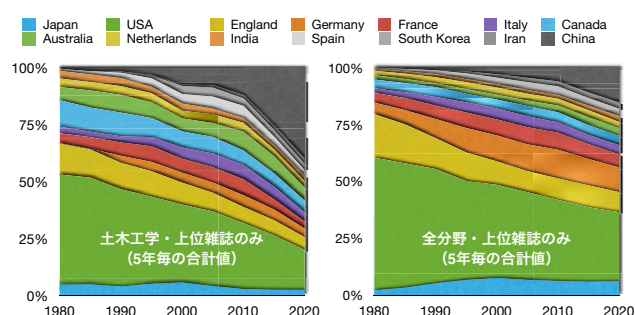


図-2 Web of Science に登録された学術誌に我が国が1980年から2020年までに発表した論文数の推移

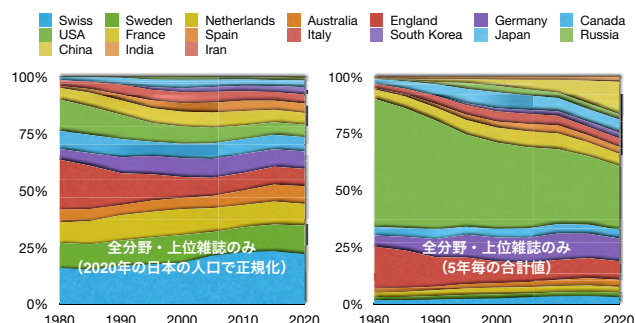


図-3 Web of Science に登録された学術誌に我が国が1980年から2020年までに発表した全分野の論文数の推移

紙面の都合で割愛するが、調査対象の1980年以降に論文数を増加させてきた国は世界に16カ国しかない。つまり、最近10年間の我が国の土木の世界ランキングは最下位グループに位置する。他国の今後の人口増加の予測とそれに伴う経済力のさらなる発展を踏まえると、我が国がこのまま土木工学の研究力の回復に対し何の対処もなければ、我が国の土木の世界ランキングはさらに低下し、最悪のシナリオとして土木技術を他国から輸入する事態さえ予見される。また、人材育成の観点では、全国各地の大学などの教育研究機関における土木工学の組織内の地位の低下により、教員数の削減など人材育成の量と質を直撃する事態が容易に推測できる。

Key Words: 研究力、人材育成、DX
〒950-2181 新潟市西区五十嵐2の町 8050 TEL 025-262-7053

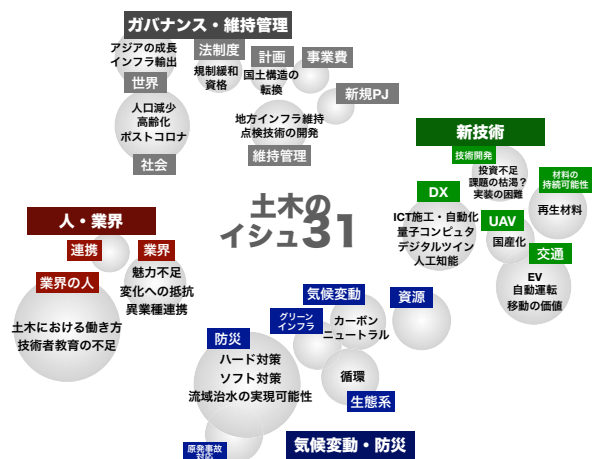


図-4 土木学会誌 2022 年 12 月号に掲載の「土木のイシュー 31」に著者が加筆修正

3. 土木における研究力の低下に対する認識

我が国の科学技術政策の指針は、科学技術イノベーション基本計画である。2021 年発表の最新の同計画の序文には、深刻化する自然災害への対応が掲げられ、これに続き、科学技術の国際競争力の低下に対して警鐘が鳴らされ、我が国の科学技術の回復のために博士人材の育成強化が言及されている。この序文の後半部では、データ駆動型の研究の実施や、サイバー空間とフィジカル空間の高度な融合により、経済発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会の実現が期待されている。

土木学会誌 2022 年 12 月号に「土木のイシュー 31」という特集が掲載された。土木におけるイシューは、図-4 のとおり、人・業界、ガバナンス・維持管理、気候変動・防災、新技術の 4 つの群のいずれに属するとしている。

科学技術イノベーション基本計画とイシュー 31 を対比すると、一致する事項とそうでない事項がある。気候変動への対応は両者は一致する。一方、同基本計画における科学技術の低下やそれを補う博士人材の育成はイシュー 31 ではそれほど意識されていない。また、イシュー 31 では、データ駆動型の研究やサイバー・フィジカルシステムへの言及はない。近年、各所において、データの産業革命が始まったことや、早晚コンピュータが人間の能力を超越するシンギュラリティを迎えると異口同音に話題される。イシュー 31 の論調は、全ての科学技術の分野に満遍なく訪れるデータの産業革命を駆動源とする不連続な変化を十分に意識したものではない。このことは、この記事に特有のことではなく、現在の我が国の土木工学分野の日常において、自然科学全般の研究の趨勢が話題とされる事が少ないことや、研究力の低下がほとんど自覚されていないことと対応する。

4. 他国と他分野から学ぶこと

本節では、他国や他分野の研究力の拡大を参考とし、我が国の土木工学の研究力の回復の方策について探る。

図-2 中に明度の異なる灰色で着色した 3 つの国は、1980 年の時点で全分野と土木のどちらにおいてもほとんど論文数がなかったスペイン、韓国、イランである。これらの三国のこの 10 年ほどの土木工学の論文数は、

日本のそれを上回っている。今回の調査において、これら三国における研究力の発展のための具体的な政策について明らかにするには至っていないが、何らかの国策が 10 年単位で維持された結果と推測される。

図-3 は図-2 を 2020 年の我が国の人口で正規化した世界各国の論文数である。図中のスイス、スウェーデン、オランダの人口は我が国の 1/6 程度である。それにもかかわらず、1980 年から 2020 年までの間、我が国の論文数の 4 倍から 5 倍程度を維持している。著者はこれらの欧州の小国と我が国の研究環境の決定的な差異を把握できていないが、我が国ほどの GDP や基礎学力があれば、研究環境や生産性の改善によって現在よりも 2 倍程度に研究力を引き上げることは容易であろう。

話題が急転するが、著者は、現在、理学部物理の研究者らと 2 つの異分野融合研究を実施している。本稿では紙面の都合で具体的な資料の提示は割愛するが、物理学の研究者より、物理学全体においては計画的な人材育成を行なっていると何度か聞いている。このことが物理学の研究者層の厚さの要因の一つと推測される。一方で、著者が知る限り、土木分野全体での計画的な人材育成の実例はない。

以上のことは、現在の日本の GDP や全分野の研究力などを踏まえると、まず我が国の土木分野の全体において研究力を回復させる目的意識が共有され、次にそのための計画を立案できた場合、研究力を回復させる余地が十分にあるものと考えられる。

5. おわりに

現状の我が国の土木工学の研究力は 2005 年頃から低調が続く、危機的な状況にあると言える。また、2021 年発表の科学技術イノベーション計画では博士人材の育成強化が謳われ、財政的な支援が開始している。しかし、土木工学分野においては既に有能な研究者が少なく、これらの学生をトップレベルの研究者もしくは技術者へ育成することが困難な状況が推測できる。これらの実情について土木工学分野ではほとんど認識されていない。

土木工学の事業は、その完成までに数十年を要するものが多い。長期的な展望を得意とする抽象的思考型の技術者と、実際のものづくりを得意とする具体的思考型の技術者の役割分担によって完成される。本稿で話題としてきた研究力は前者の抽象的思考と換言できる。今後の気候変動への適応策の立案では特に長期的な展望が重要となるため、土木の研究力の回復は喫緊の課題である。

高い研究力は優れた問題設定力と新たな解法の構築力の組合せにより発現する。また、近年のブラックホール可視化など自然科学でのブレークスルーは、先端的な測定法と情報数理の融合が典型である。同様の研究が土木でも多数開花し、これらの研究を通して高い研究力を携えた博士の計画的な育成ができれば、最先端の研究や学問により低調な土木工学の閉塞状態を開き、我が国の土木の回復が期待できる。また、人口減少が予想されるが、高い研究力により、従来よりも少数の技術者により従来よりも質の高い土木技術の実現も期待できる。