

技術展望

土木分野における今後の技術開発の視点

VIEWPOINTS FOR THE FUTURE TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT IN CIVIL ENGINEERING

垂水尚志

Hisashi TARUMI

フェロー会員 工博 (財)鉄道総合技術研究所 理事
(〒185-8540 国分寺市光町2-8-38)**Key Words :** civil engineering, mature society, national strategy, labor division, human resources

1. はじめに

昨今、日本の現状を憂え、将来の日本の進むべき方向を考え、また、それに関連した方策を提案する動きは、国、学協会、民間の各レベルにおいて活発である。将来の日本の社会・経済動向は、少子高齢化、価値観の多様化、地球環境・循環型社会、情報化、国際化等のキーワードで示すことができる。土木工学、土木技術者は、どうあるべきかの議論も活発である。土木技術者が、明治以降の日本の社会資本整備へ貢献した事実は明らかであり、それに対する評価は、現状の土木事業等への厳しい批判によらず厳然と輝いている。ただし、土木分野が細部では時代の変化に対応してきたものの、全体としては旧態然とした存在形態が続いたために欠陥が露呈してきたものであると認識する必要がある。とにかく、意見は出揃ってきたので、次はこれらを如何に実効あるものにしていくかであると思う。本稿では、社会の動向に関する白書や報道記事等を参考にし、筆者の私見を加えながら動向を概観するとともに土木の技術開発の視点を述べる。本稿では土木という表現を用いているが、多分に建築分野も含めている場合が多い。

2. 将来の日本の社会動向と対応の考え方

(1) 社会の動向

低迷する経済状況のなかで、日本の進むべき方向を模索しているのが現状である。将来の日本を考えるうえでの関連のキーワードをいくつかあげながら、それについて簡単な説明を加える。

- ・少子・高齢社会：数年後には日本の人口が減少し始め、2025年頃には65才以上の人口が全体の25%に達するという。この予測値は、条件によっていくつかの値が紹介されているが、全体の傾向としては少子・高齢社会の到来ということに間違はない。これに関連

して、一般的には労働人口が低減するので、高齢者や女性の活用が話題になり、海外からの労働力移入や海外での製造という海外依存の案がでている。これらの見解は、多分に現状と同様な社会・経済活動を継続する場合を前提としている。社会経済の仕組みを変えることが重要であり、これにより将来の状況に対応できることも多いと考える。いずれにせよ、リソースとしての人材の有効活用が前提であり、業界の従事者数の適正化、学生数の適正化等を含め、人材のシェアリングが望まれる。

- ・事業の再構築（リストラクチャリング）：今や、リストラは人員整理を意味するのが実情であるが、本来は事業の真の再構築を意味している。日本経済の拡大基調は基本的には消失したと思われる。バブル崩壊後も堅実な発展を続けている企業に共通している点は、時代の変化に敏感に適応しつつ、適切に事業の再構築を行ってきており、本業やコアコンピタンスを大切にしているということである。しかし、総じて発展途上の産業構造から成熟社会の構造への転換が遅れた先見性のなさを日本人全体会が反省しなければならない。

- ・価値観の多様化・生活スタイルの変化：日本全体がある程度満足できる生活レベルに達し、一億総中流の意識が形成され、その結果、個人の考え方にも余裕が生じてきた。全員が同じ方向に向かって猪突猛進する状況ではなくなりました。終身雇用制の崩壊、年金制度の変革等が、転職指向を促進することになった。こうした変化は、結果的には、教育の差別化、護送船団方式との決別等の状況が当然のこととして受け入れられることにつながる。一億総中流意識の中で醸成された3K業務の忌避、理科離れの傾向への対策は重要である。土木建設技術分野に有能な人材を引き付けること、大学等における教育改革、建設業界の再編、再生とは無縁ではない。

- ・地球環境保全と循環型社会：地球規模の環境保全や浄化が叫ばれて久しい。悪化した環境の修復には、相当の時間と資金を要する。地球温暖化問題等、気象現

象への影響も次第に高まりつつある。消費エネルギーの節減を含め、消費型社会から循環型社会への脱皮を図り、廃棄物極小化のためのリユース・リサイクルを徹底することが必要である。廃棄物処理問題への対応は、喫緊の課題である。

- ・保守の時代：**欧米に比較して、社会資本整備は必ずしも十分ではないかもしないが、ほぼ満足できるレベルに達したと考えても差し支えあるまい。また、現在の経済状況は、設備投資意欲を萎縮させているが、こうした状況の中で構造物の保守のニーズはますます高まっている。費用面でも構造物の新設よりも補修や更新の割合が大きくなる。構造物の残存寿命の予測、特にコンクリート構造物のそれは、21世紀の重要な課題の一つといえよう。これまでに経験していない構造物の年齢を迎えるわけで、診断技術、補修・補強技術等の向上が重要で、研究開発、技術開発への期待が大きい分野の一つである。

- ・高度情報化：**情報・通信分野の技術開発の進展速度はめざましい。当該分野の技術開発成果は、従来の仕組みを抜本的に変革しうるシステムチェンジを実現する可能性の大きい強力なツールを提供している。情報の氾濫という難点もあるが、特にインターネットシステムが、人の流れや物流に大きい影響を与えている。SOHOのような勤務体系も創出している。また、情報化技術は、少子・高齢化が与える負の影響を除去する有力な技術であり、価値観の多様化・生活スタイルの変化の時代における必須技術分野である。土木技術分野においても、特に建設工事の省力化・ロボット化、保守の省力化と精度向上に関して適用すべき分野が多い。

- ・高度安全社会：**頻発する自然災害、自動車交通事故に関わる死傷者の多発、各種システムのトラブル等、日常生活に危険性が存在している。地震多発国である日本では、兵庫県南部地震を契機に、特に都市部における地震発生時の被害軽減への認識がより一層高まった。また、最近では、都市水害防止への取組みの必要性が叫ばれている。文明国に相応しい、安全社会の構築に土木技術は貢献しなければならない。観光立国を実現するためにも国土の安全性を高めることが必要である。

- ・国際化：**地球規模の環境対策の必要性が叫ばれていよいよ、一国の経済・社会の動向は、多くの国々に影響を相互に及ぼす可能性が高くなっている。一方、国際的分業体制は、リソースの有効活用という点からも重要である。かつての日本の得意分野は、他のアジアの国々がとて変わりつつある。日本としては、知的付加価値の高さでの競争を強いられてきており、土木分野についても例外ではない。日本のノウハウの海

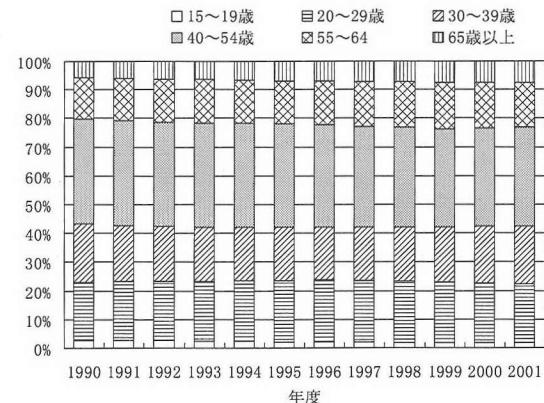


図-1 年齢階級別就業者数構成比（全産業）¹⁾

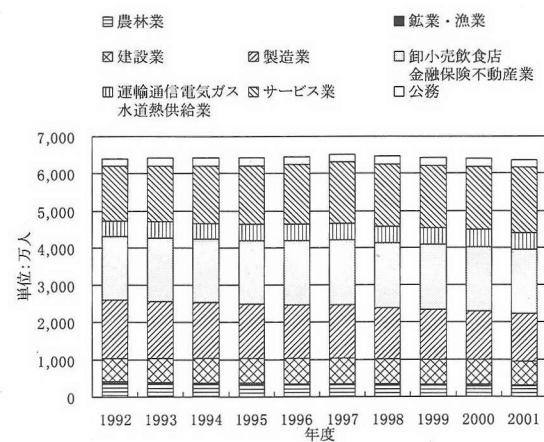


図-2 産業別就業者数¹⁾

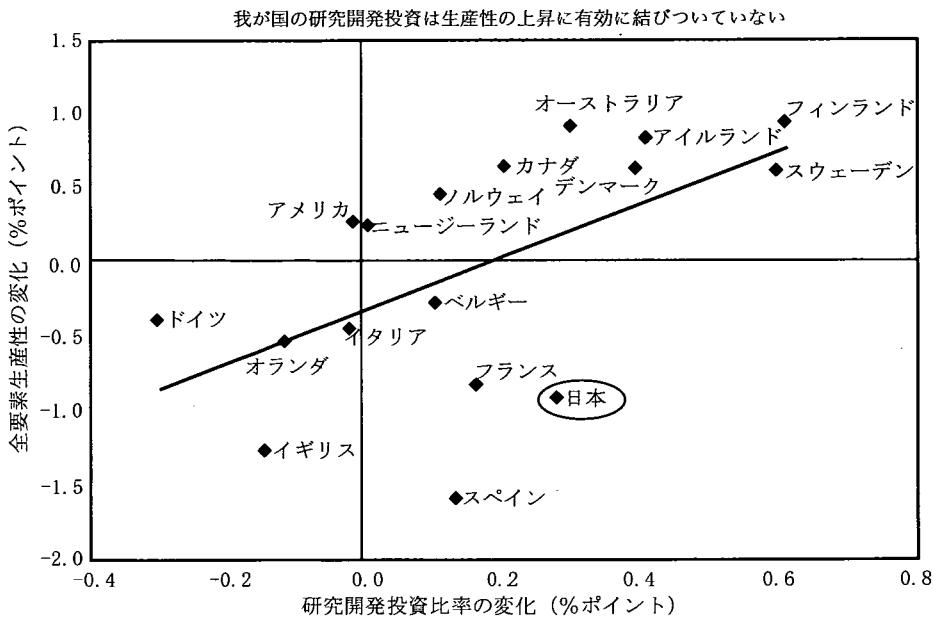
外への積極的な移転や海外支援は、日本の重要な使命の一つである。

(2) 主な対応の考え方

以上述べた日本の動向に対処するための基本は、まず、日本は成熟社会に入ったことを認識することである。その認識のもとで、技術立国としての着実な行動を強化し、同時に観光立国としての基盤構築等をめざすべきである。

a) 成熟社会に適応した考え方と仕組みの構築

既存の社会システムを成熟社会適応型に再編することが対応策の基本である。行政、企業、個人等のレベルで成熟社会対応のスタイルを構築する必要がある。リソースの有効活用を徹底しなければならない。規制緩和の促進が大前提であり、PFIの活用も促進されるべき方策の一つである。今まで大学や学協会はよ



- (備考) 1. OECD "The New Economy : Beyond the Hype" により作成
 2. 研究開発投資比率は研究開発支出額の対GDP比
 3. いずれも1980年代平均から1990年代平均への変化

図-3 研究開発投資比率と全要素生産性の関係²⁾

いのであろうか。大学、学協会の整理、統合、協力等が必要であり、学生数や会員数の確保を基本にした組織の維持方策はもはや通用しない。すでに成熟期を迎えているヨーロッパの仕組みや活動形態は、日本の今後の参考になるかもしれない。次に、就業者に関する基本情報を示しておく。図-1に年齢階級別就業者数構成比、図-2に産業別就業者数を示す。サービス業での就業者数の増加傾向が顕著であり、一方建設業が最近では漸減傾向にあるものの、相変わらず多いのと比べ、農林業の減少傾向が著しい。文献1)によれば、新規求人件数は、サービス部門で増加傾向が顕著であり、建設業では7年間で20%の減少である。農林水産業では新規求人件数は、35万人から30万人と漸減しており、当該分野からの退職者を補いきれていないことがわかる。これらの傾向は、少子高齢化の傾向のなかで、今後より一層加速されるのであろう。

b) 差別化あるいは個性の尊重と評価

すべてにおいて護送船団方式が適切と判断されてきたこれまでの時代は、いわゆる平等が実は不平等になっていたことを認識すべきであろう。一億総中流化意識の中で価値観の多様化が醸成され、差別化（あるいは多様化）が当然のこととして認識される土壌ができるがたったといえよう。個人、組織、地域等の個性を評価し、伸ばすという認識がより適切かもしれない。眞の平等、公平・公正ということであろう。このこと

は、大学、学協会、建設会社、コンサルタント等においても同様である。規制緩和ということは、技術力のある組織の評価が高まることでもあり、売り物の技術力がない企業は淘汰されていくことにならう。人材育成についても同様である。これまでの誤った平等意識は、日本の教育方針をゆがめた結果にもなった。個性尊重の教育、人材育成こそが基本である。

c) 技術立国実現

日本の持続的発展のためには、技術立国を目指すことが必要であると言われ続けてきた。しかるに、近年、目覚しいアジア諸国の技術発展におされ気味である。一億総中流という風潮の中で、理科離れが起き、地道な技術開発の道を敬遠する傾向が生じたことは否定できない。また、製造業等が低い人件費の故に、海外に工場等を移転する傾向が続いているが、同時に高度な技術開発を実現するためのブレークスルーへの努力を忘れてはならない。他の産業分野においても、知恵の出し方がこれから日本の運命を左右するといえる。

研究開発投資効率の向上：図-3は、研究開発投資比率と全要素生産性の関係を示す。全要素生産性は、文献3)によれば、生産に寄与する要素のうち、労働投入および資本投入以外のすべてを考慮した生産性を意味している。全要素生産性は、景気変動の影響を受けるほか、教育による労働の質的向上等も含まれる

が、技術の進歩が大きな要素を占めるといわれている。イノベーションの経済成長への寄与の程度は、全要素生産性の大きさでほぼ説明できるといわれております。マクロ経済学ではしばしば用いられる指標である。OECDの分析によると、日本の研究開発投資は、全要素生産性に有効に結びついていない可能性が示唆されている。文献2)では、下記の点が強調されている。2000年度における我が国の研究開発費支出の名目総額は、16兆2893億円であり、10年前に比べ約1.25倍の規模となっている。その結果、研究開発支出の対国内総生産比率は90年度の2.90%から2000年度には3.18%にまで上昇し、主要国中最高となっている。なお、政府は全体の研究開発費の21.7%を負担しているが、その割合は他の主要国と比べるとやや低い水準にある。また、その内訳についても、国・公営の研究機関、先導的・基礎的な研究開発を行う特殊法人の研究機関および国・公立大学といった公的組織の内部で大部分が使用されており、会社等産業界に対する研究助成は他の主要国と比べて少ない。産業別の支出の割合は、電気機械工業、化学工業、輸送機械工業の3業種で全体の64.4%を占めている。2000年度における企業の研究開発投資の内訳は、基礎研究が5.8%，応用研究が21.3%，開発研究が73%である。我が国の研究開発については、論文の被引用度が低いこと、特許の被引用度や知識集約度が低いこと、技術貿易は黒字化しているが戦略的に重要な分野では赤字となっていること、などが問題とされている。

技術移転と特許・技術貿易：研究成果の利用に関しては、研究開発成果が大学や企業の研究室内に埋もれています、有効に利用されないケースが多いことの反省として、技術移転機関(TLO)が設立され、大学や研究機関の特許取得や産業会への技術移転が進みつつある。しかし、設立からまだ間もないこともあります。2000年度における我が国技術移転実績は98件と、アメリカの3306件に比べると少ないとあります。また、このような技術移転により設立された大学ベンチャーやについても、アメリカでは2000年度までで延べ2624社であるのに対し、我が国では2001年末時点で263社にとどまっています。民間企業へのアンケート調査結果によると、76%の企業が事業化に至らなかった研究テーマがあるとしており、それらの処置としては、他の事業者への売却・譲渡と回答した企業が15%であり、68%の企業が社内に眠らせていると回答している。図-4は主要国の特許出願件数の推移、図-5は日本人の外国への特許出願件数の推移、図-6は我が国への外国人の特許出願件数の推移である。1989年までは、日本が出願件数で世界第1位であったが、1992年にアメリカが逆転して以来、アメリカの伸び

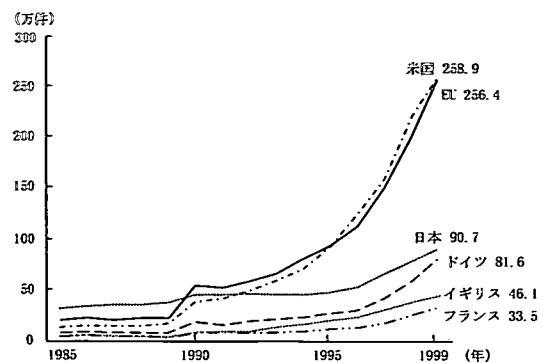


図-4 主要国の特許出願件数の推移³⁾

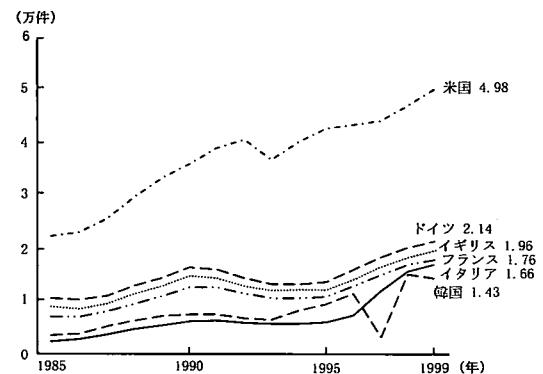


図-5 日本人の外国への特許出願及び登録件数の推移³⁾

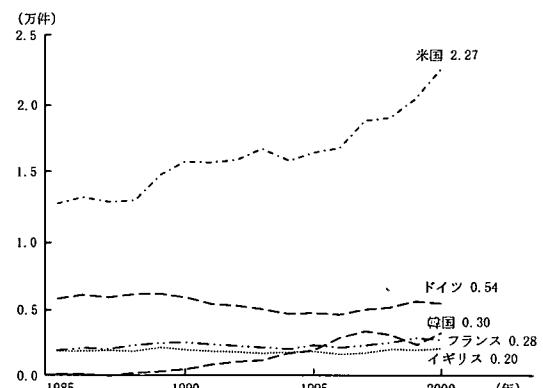


図-6 我が国への外国人の特許出願及び登録件数の推移³⁾

が著しい。また、EUがアメリカに匹敵しているというのも注目に値する。特許の登録傾向は、アメリカにおける登録が1位で、韓国における伸びが近年顕著である。外国人による我が国への特許出願件数では、アメリカの出願が増加傾向にあるが、他は横ばい傾向である。表-1は、1999年における我が国の分類別の特許出願件数を示す。建設部門は全体の4.9%である。

表-1 我が国の分類別の特許出願件数(1999年)³⁾

分類	出願件数(件)	構成比(%)
物理	87,850	23.5
電気	84,563	22.6
処理・操作・輸送	70,152	18.7
化学・冶金・繊維	44,325	11.8
機械工学	32,053	8.6
生活用品	37,063	9.9
建設	18,270	4.9
総計	374,276	100

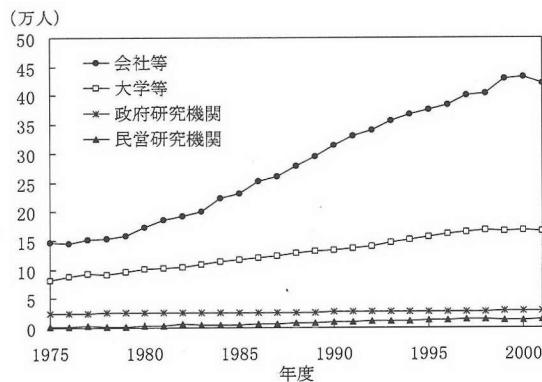
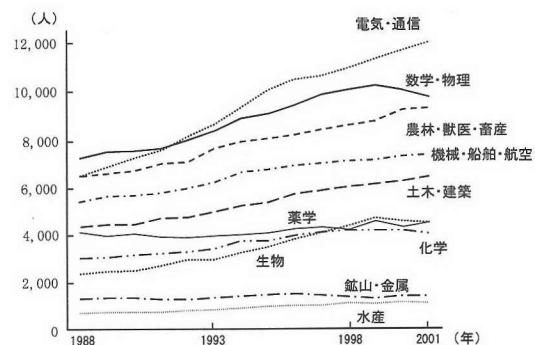
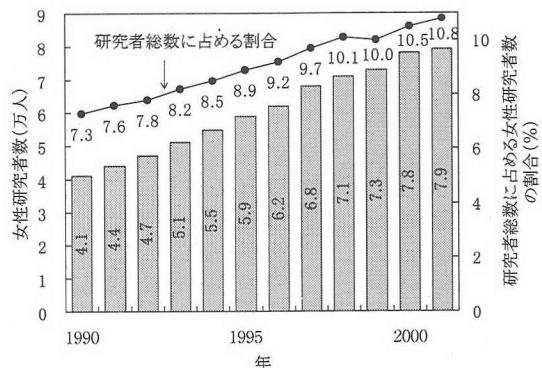
また、最近ではヨーロッパの国際規格戦略が種々の分野で具体化されつつある。国際標準の策定作業等に積極的に参画していかないと、規格の面から国際活動に遅れを取りかねない。

文献3)によれば、主要国の技術貿易活動は、企業活動のグローバル化の進展や知的財産権を重視する近年の傾向を反映して拡大傾向にある。各国の統計の方法に違いがあり単純な比較はできないが、輸出入額ともアメリカが最も高く、特に輸出額では他国を大きく引き離している。収支比は、アメリカが減少傾向を示しており、日本、フランスが増加傾向を示している。日銀と総務省の統計結果が異なることが多く、その統計の前提条件の相違により、特に輸入額の算定に関して両者の差が大きいので数字の解釈には注意を要すると思われる。なお、平成15年6月19日の日本経済新聞夕刊によれば、政府は、特許紛争などを専門に扱う「知的財産高等裁判所」を2005年に創設する方針を決めたという。特許の重要性への認識の高まりの証左であり、技術立国構築に向けた基盤づくりであると評価したい。

研究者数:図-7は、組織別研究者数の推移、図-8は大学等の専門別研究者数の推移、図-9は女性研究者数と研究者総数に占める女性研究者の割合の推移を示す。近年、我が国の研究者数は減少傾向を示しているが、他の国は増加傾向にある。人文・社会科学を含めた女性研究者は徐々に増加している。2001年には、7.9万人となり、研究者全体の10.8%を占めている。しかし、全就業者数約6400万人に占める女性就業者の割合が41%であるので、研究開発分野での女性の進出が遅れているといえる。女性研究者の割合は、会社等で5.5%, 研究機関で9%, 大学等で20%となっており、大学等に女性研究者が多い。

d) 観光立国としての基盤構築

日本からの海外旅行者の1/4程度が海外からの観光客である。日本人海外旅行者の増加は、日本経済の反映の傍証として捉えられた。しかし、これは一方で日

図-7 我が国の組織別研究者数の推移³⁾図-8 大学等の専門別研究者数の推移³⁾図-9 女性研究者数と研究者総数に占める女性研究者の割合の推移³⁾

本国内旅行の価格の高さや観光関連施設の不備等の証明でもあった。そこで、自然や歴史的財産という観光資源にめぐまれた日本を、海外からの観光客に積極的に開放するという視点が必要になる。もちろん、日本人自身がより日本を楽しみ、日本の歴史に親しむという観点が必要である。高齢社会日本の高齢者が好んで日本国内の観光をはじめる状況は、恐らく、海外から

の観光客が日本に押し寄せてくる状況と合致するのではないかだろうか。案内・誘導施設、交通手段、新たな建築物等、観光に関わる事業の展開は、多分野に及ぶ。特に、ユニバーサルデザインの発想が重要である。土木工学、土木技術者が、都市計画、地域計画等の国土計画の分野に従前以上に手腕を発揮すべき時である。

3. 今後の土木分野における技術開発の視点

以上述べてきたことは、日本全体に関わる基本事項と考えている。次に、特に土木分野が留意すべきであると筆者が考えている技術開発の視点について述べる。

(1) 主な視点

a) 國家施策等への積極的な参画

国レベルでも、将来の社会経済動向を踏まえ、種々の施策を講じている。個々の技術開発は重要であるが、社会基盤整備に早い段階から関わることがより大切である。必要により国家施策の推進を支援するための提言を行うことも期待されよう。ここで特に土木分野の技術開発に関わりの大きい国家施策等を表-2示す。環境に関わるものとして①から⑤、災害・都市開発に関して⑥から⑩、観光に関しては⑪、ITについては⑫、バリアフリーに関して⑬、科学技術全般に関わるものとして⑭と⑮を掲げた。また、⑯の食料・農業に関する法律については、我が国の供給熱量自給率が40%程度と低いことが今後の日本の諸活動に影響を及ぼすのではないかという危惧を抱いている筆者としては、根幹に関わる重要な問題としてあえてこの法律を、土木分野の技術者も意識すべきものとして掲げた。今後の労働力の配分、国土計画を考えるうえで食料・農業問題は避けて通れない課題である。ここで示した法律や国の活動方針は、今後の土木分野の技術開発を進めるうえできわめて関係が深いと筆者が考えるもので、その他にも数多くの関連の法律等がある。いずれにしても、国レベルでも、日本の現状を打破し、日本の持続可能な発展のために相当のエネルギーを割いてきていることが理解できる。次のステップは、國の将来を見据えた具体的な行動計画を提案し、推進することである。規制緩和の推進は急務であるが、大方針を國が示していくことは國の責任であり、それが効率的な施策でもあると思われる。

b) 周辺分野の技術開発動向に注目

土木分野が関係する技術開発の範囲は極めて広い。他分野の成果を積極的に取り入れていくことが効率上

有効であり、現実的である。表-3に、各分野の有識者が将来の技術開発項目として選んだ関心事項と予想される実現時期を示した。文献4)を参考にし、筆者が興味を持った事項を選定したものであり、項目の頭の点が調査参加者の1/2が実現可能と考えている時期を示している。実現時期等の信頼性はともかくとして、どのような技術開発を指向しているか、あるいは、どのような事項に関心を抱いているかが理解できる。こうした情報は土木の技術開発を進めるうえで貴重である。なお、当該文献では、ここで取り上げた12分野のほかに、ライフサイエンス、保健・医療、宇宙、経営・管理の4分野がある。

都市・建築・土木：成熟社会到来の認識のもとに、環境意識が高揚し、それぞれの国土や文化に対応した地域づくりへの関心が高い。巨大技術への関心が低下し、社会制度や計画手法についての課題が提起されている。環境に関しては、都市環境、水環境、センシング、緑化、廃棄物処理・資源化、自然エネルギー、リサイクル関連の課題が多い。また、安全な建物・都市・国土空間を構築することへの関心が高い。

材料・プロセス技術：原子・分子操作による精密合成、構造制御と機能発現、エネルギー・環境への対応と循環型経済産業構造への転換、高度計算機科学の適用等がこの分野の重要な課題である。

資源・エネルギー：鉱物資源分野では、金属資源の採取、金属等の製造、金属等の加工に大きく分類できる。水資源分野では、防災、水利用、水質改善の観点からみた技術開発に関心がある。エネルギー分野では、電池技術、クリーン燃料開発技術が主体であり、石炭の液化とガス化技術への関心も高い。

環境：地球環境変動要因の解明、自動車排ガスの規制技術関連が主であり、汚染領域の修復技術開発への期待も大きい。

海洋・地球：海洋における鉱物、エネルギー資源の開発技術、地震予知と震災防止、環境破壊防止等に関わる技術開発への関心が高い。

交通：鉄・軌道システム、道路交通システム、水上・水中交通システム、航空宇宙交通システム、新しい交通システムを対象分野としている。ここでは、鉄道、道路関係の主な技術開発項目を示した。高度情報技術の適用、交通サービスのシームレス化、環境への適合、保守の効率化等が主要な関心事項である。

情報・通信：技術領域としては、コンピュータ、通信、放送、ソフトウェア等である。それぞれ、新原理の探求、高集積化・超小型化・大容量化・高出力化、低価格化、大規模化・広域化、高信頼化・安全性、知能化・柔軟化、ユニバーサルデザイン、低環境負荷等の課題を掲げている。この分野の進展速度は、かなり

表-2 主な国家施策等

国家施策等	概要
①地球温暖化防止行動計画	1990年10月に制定された。温暖化防止の目的とともに、各種の対策を検討し、国際的にも日本の取り組み姿勢を明らかにした。目標は、2000年以降、二酸化炭素の排出量を90年の水準に安定化させることなどを示した。
②地球温暖化対策推進大綱	温室効果ガス排出量の6%削減を約束した京都議定書を受けて、政府の地球温暖化対策推進本部が1998年6月に策定した。2010年に向けて緊急に推進すべき地球温暖化対策として、省エネルギーの促進や新エネルギーの導入、原子力立地の促進、二酸化炭素排出の少ない都市・地域構造の形成、森林整備、都市緑化等の推進、温室効果ガスの排出権取引等の国際的枠組の構築、途上国の取組み強化、夏時間(サマータイム)の導入、自転車の利用促進、ライフスタイルの見直し等をあげている。
③環境基本計画	環境基本法第15条に基づき、1994年12月に閣議決定された。2000年12月に改定され、新環境基本計画と位置付けられた(副題は環境の世紀への道しるべ)。環境の現状と環境政策の課題、21世紀初頭における環境政策の展開の方向、各種環境保全施策の具体的な展開、計画の効果的実施の4部で構成されている。環境保全施策の具体的な展開では、地球温暖化対策、物質循環の確保と循環型社会の形成、環境への負荷の少ない交通、環境保全上健全な水循環の確保、化学物質対策、生物多様性の保全、環境教育・環境学習、社会経済の環境配慮のための仕組み構築、環境投資、地域づくりにおける取り組み、国際的寄与・参加の推進を戦略的プログラムとして位置付け、重点的に取り組む。
④循環型社会形成推進基本法	2000年の147回国会において、同法をはじめとする一連の関係法(廃棄物処理法および再生資源利用促進法の改正法、建設リサイクル法、食品リサイクル法、グリーン購入法)が制定された。形成すべき循環型社会を明らかにし、発生抑制、再使用、再生利用、熱回収および適正処分という対策の優先順位を初めて法定化し、国、地方公共団体、事業者および国民の責務を定めた。特に、事業者、国民の排出者責任を明確にした。中央環境審議会の指針等を踏まえた政府による循環型社会形成推進基本計画の策定について規定した。
⑤土壤汚染対策法	2003年2月施行。従来、環境基準に基づく行政指導のほかは、自治体の条例などで対応してきた。今回の法律は、土壤汚染の状況把握と土壤汚染による健康被害の防止のため、土壤汚染対策を実施することで、国民の安全と安心の確保を図ることを目的としている。調査義務がかかる一定条件に該当する土地で、基準を超える汚染が見つかった場合、都道府県が指定区域に登録する。さらに対策実施が義務づけられ、対策が行われ汚染が除去された場合には指定区域の指定を解除する。対策として、汚染現場での浄化、汚染土の外部処理、覆土、封じ込めなどが考えられている。
⑥大規模地震対策特別措置法	1978年12月に施行された。1979年6月、中央防災会議専門委員会の検討に基づいて、静岡県およびその隣接地域の167市町村が地震防災対策強化地域に指定された。 その後、2001年6月に開催された東海地震に関する専門調査会で、過去20数年間の観測データをもとに、想定「東海地震」の震源域見直しが行われた。駿河湾を中心とする長方形から、最近徐々に明かにされてきたフィリピン海プレートの沈み込みの形状や1944年東南海地震による破壊領域の再計算結果を考慮し、緩く湾曲した領域を西に拡大した形(これまでの長方形の西側約1/2を含む)となった。
⑦特定都市河川浸水被害対策法	2003年6月成立。1999年の福岡市、東京・新宿、2000年の名古屋市など都市部の水害が続いた。1993年8月に、台風11号の大暴雨で都心部の河川が氾濫し、神田川周辺の2万5千世帯に避難勧告がだされた。JRや地下鉄が不通となった。1999年6月に、福岡市中心部で豪雨のため地下街が浸水し、JR博多駅近くの地下店舗で逃げ遅れた女性が死亡した。1999年7月に首都圏で記録的な大雨が降り、東京都新宿区の浸水したビルの地下室で男性がおぼれて死亡した。2000年9月に東海豪雨で愛知県内の河川の堤防が決壊し、名古屋市などで大規模な浸水被害が発生し、10人が死亡した。自治体による避難勧告の遅れが指摘された。当該新法により、国などが浸水被害の発生する恐がある河川を指定し、想定水害地域を公表する。また、その他に、自治体には避難経路や避難場所の整備や浸水対策を義務づける(地下街の対策も盛りこむ)。なお、これまでの都市部の河川や雨水には、水害防止の観点からの対策が法的に位置付けられていないかった。
⑧都市再生本部	2001年1月の中央省庁再編とともに経済財政諮問会議が発足した。この会議が示した基本方針に都市再開発事業の推進が盛り込まれ、日本経済を復活させる切り札として注目を集めている。その具体化のため、内閣に都市再生本部が設置され、首相が本部長に就任した。同本部が2001年6月にまとめたプロジェクト1次案では、東京湾臨海部に広域防災拠点を整備、大都市圏でゴミゼロ型都市を再構築、PFI方式による中央官庁施設の整備という3事業を優先的に取り組むことを決めている。また、2000年4月の緊急経済対策が示した21世紀型再生プロジェクトでは、次の4テーマがあげられた。 広域循環都市：大都市圏の臨海部等における廃棄物処理施設・リサイクル施設等の広域的・総合的な整備による21世紀型循環都市の構築 安全都市形成：防災公園を核とした大規模な防災拠点の整備や避難路等の整備による災害に強い都市構造の実現

表-2 主な国家施策等（続き）

国家施策等	概 要
⑧都市再生本部	交通基盤形成：都市部の交通混雑を抜本的に解決する環状道路、都市鉄道、首都圏の国際拠点空港、国際港湾の整備等による国際都市に相応しい交通基盤の整備 都市拠点形成：大規模低未利用地を活用した都市拠点開発や老朽化した公的住宅の建替えを活用した快適居住拠点の形成などによる、IT革命にも対応した都市拠点の形成
⑨大深度地下法	2001年4月に「大深度地下の公共の使用に関する特別措置法」（いわゆる大深度地下法）が施行された。深さ40mを超す地下の利用制度を定めたもので、東京、大阪、名古屋の3大都市圏の公共・公益事業者に対し、国土交通大臣または知事が大深度地下の優先使用権を認めるというものである。土地所有者に対しては、原則として事前保証はせず、例外的な場合に限って事後保証する。
⑩首都機能移転	国会、中央官庁、最高裁を東京から地方に移転させることが趣旨である。東京都との比較考量を通じ、移転決定の場合には、移転先を別途法律で定めるとされている。候補地決定後、新都市の建設を開始し、建設開始10年後、新都市で国会開催を構想している。規模は、人口約10万人、面積約1800ヘクタールであるが、成熟段階の新都市は、最大で人口約56万人、面積約8500ヘクタールとしている。移転の得失、移転候補地等を含め、基本課題の議論が続いている。
⑪グローバル観光戦略	平成2002年12月に国土交通省が提言した。外国人旅行者の受け入れでは国際競争力が低いこと、21世紀のわが国のリーディング産業になりうる観光産業、様々な面から大きな意義と緊急性を有する外国人旅行者の訪日促進という認識のもとに提言された。2003年を訪日ツーリズム元年と位置づけている。2000年の新ウェルカムプラン21では、2007年に800万人としていた（2001年の実績、480万人）が、2003年の首相の国会での施政方針演説では1000万人とした。実行すべき戦略は、外国人旅行者訪日促進戦略、外国人旅行者受け入れ戦略、観光産業高度化戦略、推進戦略である。
⑫IT基本法	2001年1月に施行された。正式には、高度情報通信ネットワーク社会形成基本法という。ネットワーク拡充、コンテンツの充実、情報活用能力習得の推進、公正な競争の促進、専門的人材の育成、規制改革、知的所有権の保護に基づいた電子商取引、電子政府の確立と促進、ネットワークの安全性の確保などを基本施策としている。
⑬交通バリアフリー法	正式には、高齢者や身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律という。2000年5月に成立した。交通移動に際し障壁となるものを除去し、ノーマライゼーションの実現に向け、移動の円滑化、道路の構造、信号機、駅における配慮、ユニバーサルデザインへの配慮、人工臓器保有者、内部障害者、盲導犬同伴者への対応など付帯決議も加えられている。
⑭科学技術基本法	1995年11月に制定された。21世紀に入り、科学技術創造立国をめざす科学技術振興のバックボーンとなる法律である。21世紀初頭に、対国内総生産比率で政府の研究開発投資を、欧米主要先進国みなみの1%に引き上げることをめざす。これにより立ち遅れていた基礎研究の充実が期待されている。同法に基づく第二次基本計画は、2001年度より発足し、集中投資分野として、生命科学、情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料を指定し、5ヵ年で24兆円の投資を目標にかけている。
⑮総合科学技術会議	2001年1月、省庁再編時に内閣府に設置された。総理大臣が議長をつとめる。科学技術に関わる資源や人材の配分の基本方針を定めること、重要プロジェクトの推進、研究開発の評価等を行う。2001年3月には、「科学技術に関する総合戦略について」、政府に答申し、政府はそれを「科学技術基本計画」として閣議決定した。⑭に示した重要4分野のほかに、エネルギー、製造技術、社会基盤、フロンティアの4分野を、国として取り組むことが不可欠な領域とした。社会基盤分野では、建設系の7名の有識者が議論に参画した。当該分野では、安全の構築、国土再生と質の高い生活、国際協力の視点から、重点領域が定められている。
⑯食料・農業・農村基本法（新基本法）	1999年7月に制定された。4つの基本理念として、食料安定供給の確保、農業・農村の多面的機能の発揮、農業の持続的発展、農村振興があげられている。国土政策とリンクし、政策対象が国民全体に広がった。すなわち、農業の持続的発展に関しては、専業的農業者等による効率的・安定的な農業構造確立をめざし、農地の確保・有効利用、農業生産基盤整備、人材育成確保を行うとし、女性の参画、高齢農業者、農業生産組織の活動促進が掲げられた。2000年3月に、基本計画が決定し、2010年をめどに、政策の基本方針、具体策、実施上の必要事項を定めた。最も関心を集めたのは、食料自給率の数値目標設定であり、供給熱量自給率の長期的目標を50%以上とし、2010年までの目標を45%としている（1998年度は40%）。

大きい。

エレクトロニクス：マイクロ、オプト、分子・バイオ、センサー、ストレージ、表示等のエレクトロニクスが対象である。マイクロエレクトロニクスでは、新原理、大容量・超小型、高性能、知能化等を課題とし

ている。

サービス：今後、経済に大きな影響を与える技術革新は、IT関連、バイオテクノロジー、新素材等の知識集約的なものであるとの視点に立っている。

流通：高齢化社会、地球環境保全、循環型社会等

表-3.1 将来の技術開発項目⁴⁾

分野	2005 年	2010 年	2015 年	2020 年	2025 年
都市 建築・土木	<ul style="list-style-type: none"> 高度災害情報、情報伝達システム 自然災害時都市基盤設施被害状況モニタリングシステム 企業技術力総合評価システム 河川の水を短時間に生活用水にする技術 巨大地震時構造物挙動シミュレーション技術 PFIによる公共施設等の建設 幹線道路に ITS 地中状況探査技術 視覚障害者誘導システム 室内環境調整機能付き内装材料 国際基準普及・ヒューマンインターフェース情報技術システム 高温メタン発酵技術による生ごみ処理 刺激応答性合成材料 セラミック内部の微小クラック検出非破壊検査技術 材料性能を劣化させない溶接技術 液体窒素以上の高温超電導材料 ナノ構造制御した超鋼鋼材料 傾斜機能材料 金属系材料の理論的性能設計 バイオエネルギーが全エネルギーの 1% バイオマスが化学原料の 10% 高溫耐熱性高分子・分解アラスティックが全プラスチックの 30% 自己診断、修復機能を有するインテリジェント材料 常温以上の転移多点超電導体 トリウム溶融塩原子炉 	<ul style="list-style-type: none"> 早期地震情報伝達システム 凶悪犯罪に対する都市監視システム 鉄筋コンクリート代替材料 原子力発電所解体撤去技術 ハイオ技術による高効率排水処理 砂漠、極地対応都市建設技術 アクティア環境浄化技術 原子力発電のための高耐久・高性能接着剤 高レベル放射性廃棄物処理技術 海城角化技術 燃料缶池やコジェネ利用の分散型住宅用エネルギー供給 自己診断、自己修復インテリジェント建材 砂漠、極地対応都市建設技術 	<ul style="list-style-type: none"> 中期の M 8 以上大規模地震予測技術 		
材料 プロセス	<ul style="list-style-type: none"> 海洋汚染物質の移動メカニズム解明 汚染海域修復技術 高精度降雨予測技術 高耐久性水管 酸性雨原因物質の移動メカニズム解明 汚染海域修復技術 ごみ固化化燃料発電システム 人工衛星による津波情報システム 軌間可変電車・トラック積み込み貨物鉄道 車両、構造物の保守の自動化 公共交通機関のインターネットによる利用 	<ul style="list-style-type: none"> 地下保全と適正利用技術 スープー堤防、新素材による高性能堤防 広域汙濁物質除去技術 高効率浮遊太陽電池 海洋汚染と生態系への影響が地球規模で把握 地下保全と適正利用技術 深海底金屬資源採取技術 石炭液化技術 発電用水素燃焼タービン 海洋汚染と生態系への影響が地球規模で把握 砂漠化バイオテクノロジー技術 環境情報国際的一元化システム 産業廃棄物量半減 浄化機能複合素材 統合集量化ボーホール式観測装置全国配置 メタンハイドレート利用技術 超電導磁気浮上式鉄道 ITS 訓導により交通事故死死者数半減 都市内道路交通管理システム 移動制約者用公共交通機関整備 燃料電池自動車 アクティブノイズコントロール 車載エネルギー装置 	<ul style="list-style-type: none"> 世界の二酸化炭素 1990 年の 20% 減 大規模石炭地下ガス化 大容量蓄電池エネルギー貯蔵設備 高温超伝導回路 		
資源 エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 資源 	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー 	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー 	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー 	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー
海洋 地球					
交通					

表-3.2 将来の技術開発項目⁴⁾

分野	2005年	2010年	2015年	2020年	2025年	
情報通信		<ul style="list-style-type: none"> 太陽電池、燃料電池式携帯用コンピュータ・ポータブル会話装置 高信頼性情報ネットワーク 音場シールド技術 低圧力パソコン 光交換機 自動生成技術 味覚、嗅覚の汎用的評価技術 ハイレベル知識ベース 高度画像処理技術 			<ul style="list-style-type: none"> 人間の創造メカニズム解明、計算機へ応用 脳の記憶情報をコンピュータが読む 人間と同レベル実能ロボット 	
エレクトロニクス		<ul style="list-style-type: none"> 高品質音声合成技術 バッジ、シールによる高精度位置検知システム 着心地、居心地、乗り心地等の定量的計測技術 バーチャルカーシナリオ 顔と音声認識による99%精度セキュリティシステム 10 cm 分解能 GPS 等による自動車の自動運転 ワントップのユビキタスコンピュータ 健全度診断用光ファイバー多量化センシング技術 高性能触覚センサー バイオセンサー 高容量光多重通信装置 人体理込型診断装置 			<ul style="list-style-type: none"> 高精度人工知能チップ 	
サービス			<ul style="list-style-type: none"> 管理業務人員1/3にするアウトソーシングサービス・ゼロエミッション化急速に進展 女性の社会進出支援の育児援助サービス 障害者の社会進出拡大・自動通訳装置 介護ロボット 間接労務從事者の半数が在宅勤務 ネットワーク学校・現金の利用現金支払の1/10 			
流通				<ul style="list-style-type: none"> 買い物弱者対応小売店舗80% バーチャルモール売上が縮小売売上の50% 国際的規格化ペレット、コントainerが80%以上の企業に普及 完全自動倉庫、配送センターが80% 電子マネー等の普及により80%の店舗のレジ無人化 		
農林水産 食品				<ul style="list-style-type: none"> 自動化野菜工場 生物学的作物運作監督回避技術 多目的農業ロボット 都市生活者休暇、休日等農業従事者拡大 	<ul style="list-style-type: none"> 主要消費資源の役割予測と適正管理制度 気象被膜低減技術 閉鎖水域汚染の環境修復技術 	
製造				<ul style="list-style-type: none"> 工業製品の生涯追跡システム 製造設備のダウンサイジング化 ダイヤモンド薄膜による摺動面等の強化技術 	<ul style="list-style-type: none"> 摩擦面制御技術 ボルト、ナット結合方式に代わる高速組み立て、分解技術 工作機械熱変形制御技術 自己潤滑機能型機械要素 ヒュームエンサーの可能性警告システム 電力大規模供給技術による製造過程エネルギー低適化技術 材料カスタマイズ技術 製造分野において女性研究者、技術者が50% 金属表面特性の向上による設備の長寿命化 	

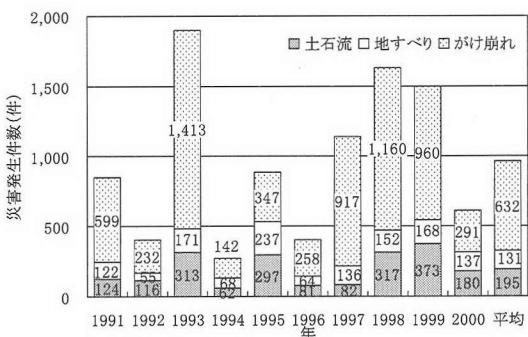


図-10 最近の土砂災害の発生件数⁵⁾

に対応した流通分野の技術開発が中心である。流通の効率化に関しては、無人化・機械化、国際規格への対応であり、利便化については、特に情報技術の適用が基本である。

農林水産・食品：価値基準の変化、環境と調和した持続可能な生産活動、健康で安全な食料の安定供給、生物機能の活用と新しい産業利用、国際・国内情勢への対応が注目される領域である。

製 造：IT の進展、循環型社会の形成、少子高齢化等の社会動向に対応した技術開発を目指している。

c) 計画分野の強化と積極的な情報発信

ハード部門の要素技術の向上も重要であるが、均衡ある国土の構築の基本は、土木計画分野の強化であり、同時に、国内外に情報発信を行っていくことが必要である。特に、国家施策への積極的な参画が望まれる。業務の性格上、固有の専門家集団の中だけでの活動では、真の力を發揮しにくい。日本の社会基盤の現状は、一応、欧米先進国なみのレベルに近づいたと述べたが、種別によっては、今後さらに投資を継続すべき分野もある。必ずしも首尾一貫した国土構築計画が実行されてこなかったことを反省すべきである。例えば、一例として下水道普及率を見てみよう。各国の下水道利用人口普及率(対総人口)は、1999年時点で日本は、63.5%である。一方、イギリス 96%，ドイツ 92.1%，デンマーク 87.4%，フランス 79.0%，アメリカ 70.8%，イタリア 60.7%である¹⁾。また、自然災害を取り上げてみよう。図-10 は土砂災害の発生件数を示す。年により変動が著しいが、自然災害への対応の重要性は大きい。なお、自然災害による死者・行方不明者数は、阪神・淡路大震災の発生した1995年を除くと、この10年間では数名から200名程の範囲である。大規模地震の発生が予測されている昨今の防災への取組みは優先課題の一つである。また、水害被害額はこの数年1兆円前後で推移し、都市水害も頻発している。文明国日本において自然との共生、災害

表-4 土木学会年次学術講演会部門別セッション名

部門	注目すべきセッション
第1部門	接合、エキスパートシステム、都市施設の耐震、地中構造物の耐震、リアルタイム地震工学、耐震設計法、診断・補修・補強
第2部門	沿岸域の環境・生態系、地球環境問題、水圏環境の保全・再生・創造、水質・生態系モデリング、河川の水環境、水災害リスクマネジメント、都市の水・エネルギー環境、地球規模の水・エネルギー循環、国際的プロジェクト・国際協力、水災害・防災、都市の水災害、国際的水問題、水資源計画・管理
第3部門	地下利用、土質安定処理・地盤改良、流動化処理土、補強土、安全性・信頼性
第4部門	計画理論、信頼性・リスク分析、社会・経済分析評価、プロジェクト評価、計画情報・情報処理、防災計画、災害分析、地域・都市計画、土地利用計画、環境計画、景観デザイン、観光・余暇計画、住民参加、地区交通、高齢者・身障者交通、物流、交通制御、開発途上国
第5部門	リサイクル、新素材・新材料、維持管理、耐久性、非破壊検査・診断、補修・補強、耐震、合成・複合構造、耐久性設計、廃棄物利用、再生コンクリート、環境保全(エコ、緑化)、リニューアル
第6部門	建設マネジメント、プロジェクトマネジメント、公共マネジメント、公共政策、組織・人材育成、海外工事、建設環境(リサイクル・土壤浄化・水質浄化・廃棄物・緑化)、リニューアル(維持管理・補修・補強・更新)、検査技術・診断、GPS、GIS、耐震・免震、施工技術、技術開発、新材料・新素材、地盤改良、景観設計
第7部門	環境計画、地球環境問題、途上国環境問題、環境意識・環境教育、環境倫理、環境経済、ライフスタイル、環境影響評価、循環型社会、ライフサイクルアセスメント、環境リスク評価・管理、環境モニタリング・解析、地域環境計画・管理、環境保全、環境創造、水環境(河川環境、湖沼環境、海域環境)、廃棄物収集・処理・処分計画、埋立処分場管理、循環資源・廃棄物のリサイクル、都市環境、大気環境、悪臭、騒音・震動、有害物質環境汚染、内分泌擾乱物質汚染、土壤・地下水汚染(分析、修復技術)、水資源・水需給、都市

防止は最優先課題の一つである。特に、兵庫県南部地震の経験から、地震発生時において都市機能を確保することは、日本経済の持続性確保のために最も最重要課題といえよう。これらを総合的に判断し、資金の投入の順序を決定すべきである。

土木学会の年次講演会、論文投稿の応募分類等のキーワードでも、この点の重要性が強調されていると見ることができる。土木学会年次学術講演会の部門別セッション名より筆者が関心をもつべきと考えたセッション名を表-4 に示す。従来の個別の学問分野は除い

た。このように、土木学会は、時代の流れを認識し、新たな方向を模索していることがわかる。もちろん、ハード技術を促進することを忘れてはならない。2001年度から現在までの最近の土木学会誌の特集におけるキーワードは次のとおりである。行政・マネジメント・教育分野として、公共投資、財政、合意形成、NPO、グローバル企業、ベンチャービジネス、リスクマネジメント、大学教育、国際分野として、開発途上国への貢献、海外プロジェクト、環境分野として、循環型社会、持続可能、自然との共生、自然再生、水問題、水環境、ゴミ処理、循環型エネルギー、防災分野として大地震、阪神大震災、都市分野として、都市再生、都市経営、地域づくり、まちづくり、地下利用、21世紀未来都市、交通分野として、ITS、みち、保守・維持分野として、社会基盤メインテナンス、土木遺産、土木技術分野として、理論・経験、応用力学、土木と建築、景観デザイン、先端建設技術、CG、土木屋、くらしと土木、市場価値、そして、材料分野として、新材料、コンクリートを扱っている。

d) 建設コストの低減を目指した技術開発の促進

2003年5月7日の朝日新聞朝刊の記事によれば、2003年度の公共工事と民間工事を合わせた建設投資の見通しは、約54兆円であり、1986年度以来の低水準である。前年度比4.5%減であり、86年度以来の55兆円割れである。建設投資の総額は、ピークに達した92年度が約84兆円であるので、35%以上の減少である。この結果、今年度の建設投資は、国内総生産に対し10.8%となる。92年度の同比は、19%であった。公共投資が建設投資に占める割合は、42%と高水準であり、公共工事依存の市場構造は変わっていない。文献1)によれば、2002年度の建設投資と92年度のそれとを比較すると、総額では、政府投資の減少が22%，民間投資の減少が38%であり、土木のみについてみると、政府投資が15%の減少、民間投資が31%の減少である。建築では、それぞれ、52%，39%の減少であり、減少率は高い。また、同文献1)によれば、1990年代前半の海外の建設投資の対国内総生産比は、アメリカが8%程度、イギリスが8から9%程度、ドイツが10%程度、フランスが10から11%程度となっている。これらの数字を見る限り、社会基盤整備がほぼ飽和期に入った欧米と建設投資の規模は同水準になった。今後は、正確に実態を分析し、将来の日本のための的確な建設投資計画を構築しなければならない。契約上の簡素化等の課題もあるが、コスト低減につながる実用的な技術開発を重視する必要がある。

e) 保守技術の革新

21世紀は既存構造物の診断、補修、補強、取替え

等保守の時代である。特に、コンクリート構造物の劣化診断と残存寿命の評価をはじめとして、これまでに未経験の時代に入ったことを認識すべきである。ここでは、文献7)により鉄道に関わる話題にのみ言及する。これによれば、鉄道のコンクリートのなかには、橋梁やトンネルで80年程度の材齢のものがある。また、メインテナンス技術は、鉄道の安全性、サービスに直結するコア・コンピタンスであること、メインテナンス部門は経営上のコスト部門であり、年間鉄道事業営業費約1.5兆円のうち、メインテナンス部門の修繕費等の物件費、人件費はその約1/3を占めていること、メインテナンス業務の機械化、装置化を早急に進めるべきことなどを強調している。こうした状況は、鉄道以外の他分野においても同様であると思われ、保守技術の革新が望まれる。

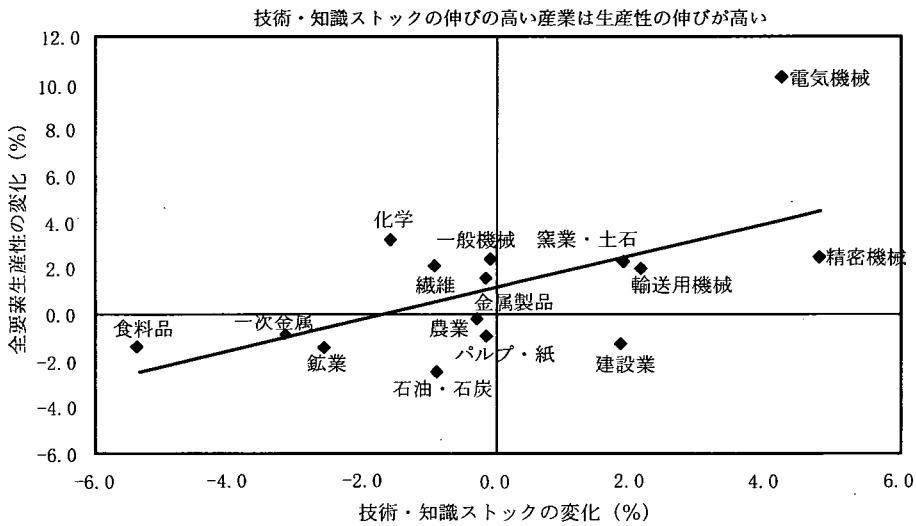
f) 人材確保と育成

以上述べてきたことを計画し、実行する人材が必要である。果たして現在のような大学等の教育体制の中から幅広い公正な技術観をもった人材が輩出するのであろうか。土木分野の女性研究者の増加も課題の一つである。この数年を振りかえると、いわゆる土木計画分野への認識が高まり、一部の有識者が多方面で活躍してきた。同時に、土木学会でもハード技術のみならずソフト技術への重要性を認識してきていると判断される。

成熟社会における社会基盤の充実という観点から、量より質の向上を目指すべきである。これまでの建設工事の活況とそれに関わる研究開発活動は、有能な人材を土木建築分野に引きつけてきた。しかし、これまで述べてきたような社会、経済の今後の動向を考えると、国内外の変化に対応した施策を講じなければ、有能な人材は土木建築分野を指向しなくなるであろうことは想像に難くない。国家的施策により積極的に関与するオピニオンリーダーの出現あるいは育成が期待される。一方、有能な人材を便利屋に使っていないか、そうした人材がそのような環境に満足していないか反省し、急ぎ改善すべきであると思っている。なお、人材育成の一環として、一定の要件を満たした民間等の研究機関が学位を授与できるようになれば、当該分野の人材増強に直結することになるし、一方で、大学が教育により一層戦力に向けることが可能になる。教育に関する規制緩和を切望する次第である。

g) 技術開発の分業化促進

大学、研究機関等における技術開発の重複を極力避けることが重要である。研究開発にも流行があることは認めるとても、この数年の土木分野の研究開発課題の中には類似のものが多いように思われる。大規模な実験設備の共用等も含め、リソースの効率的な運用



(備考) 1. 内閣府「国民経済計算」「民間企業資本ストック統計」、経済産業省「経済産業統計」、厚生労働省「毎月勤務統計調査」、総務省「科学技術研究調査報告」等により作成。
2. 81年から2000年までの平均変化率。

図-11 産業別技術・知識ストックと全要素生産性（TFP）の関係²⁾

が喫緊の課題である。産官学の協調も最近加速されているが、関係者が多く、運営上の調整業務が多くなっている場合もあるようで、貴重な資金の有効活用にはさらに工夫が必要かもしれない。図-11は、産業別技術・知識ストックと全要素生産性の関係を示す²⁾。企業における研究開発成果の生産性上昇効果と時間の経過に伴う価値の低下（陳腐化）を考慮して、研究開発投資に一定のタイムラグを考慮したものを「技術・知識フロー」、一定の陳腐化率を前提として技術・知識フローを累積したものを「技術・知識ストック」と呼ぶ。図に示すように技術・知識ストックと全要素生産性の間には、業種によるばらつきはあるが、両者の間には正の相関関係が認められる。建設業の研究開発の有り方は、全要素生産性の変化の低さからも、特に効率化やコスト低減を目指した研究開発の必要性を示唆しているといえよう。

より良い低成本技術を効率的に開発するためにも、前述した周辺分野の技術動向に留意することが重要である。特に、情報・通信部門の開発速度はめざましく、当該分野の研究開発の動向に注目し、土木分野に応用できるかどうかの検討が必要である。同時に異分野との連携は、今後の技術開発の重要な視点である。

(2) 主な技術開発の話題

種々の分野においても将来の研究開発の方向を模索する活動が積極的に行われている。例えば、鉄道分野

においては、文献8)によれば、基礎研究の重要性、情報技術を駆使した輸送システムの構築、地球環境保全に貢献する鉄道、ニーズを先取りした技術開発等を主題にした取組みが重要であるとの視点にたっている。また、文献9)では、将来の鉄道土木分野の技術開発の方向を述べている。次に、土木分野の調査、設計等について、やや具体的に注目すべき技術開発の方向を述べる。

a) 調査・診断

建設・保守の基本の技術である。種々の分野の研究開発成果を統合した非破壊検査を中心とした高度な調査・診断技術の開発が必要である。地盤調査技術、構造物の健全度診断技術、地中汚染物質の分析や追跡調査等が重要である。既存構造物の残存寿命の推定が必要になり、鉄道分野では鋼橋の健全度診断手法が実用化されており、コンクリート高架橋の診断手法の開発もほぼシステム化が終了した。しかしながら、コンクリート構造物の劣化現象はさらにその実態の把握を続ける必要があろう。インテリジェントマテリアルの適用、情報・通信技術の活用、さらにはユビキタスコンピューティング化という視点も重要度を増すことになる。

b) 寿命延伸（補強）と取替え

調査・診断を行い、残存寿命が推定されると、寿命延伸や取替えが検討されることになる。順番として延伸策が講じられることになろう。部材の補強技術に関わるものとして、接合技術の開発、複合構造の力学特

性解明が重要である。取替え計画は、寿命予測精度が向上すれば適切に実施される。取替えに際しては、社会経済活動に与える影響を極力低減させるという視点が重要である。同時に施工性の良好な長寿命材料の開発が期待される。

c) 構造物の設計・施工

限界状態設計法が普及し、各種係数の信頼性が高められる。国際規格でも対象となってきた RAMS を基本にした設計の考えが主流になろう。RAMS に準拠した設計とは、Reliability (信頼性), Availability (可用性), Maintainability (保全性), Safety (安全性) のバランスを考慮した設計思想である。我が国においても、これに準じたものとして、「土木・建築にかかる設計の基本」が制定された^{10,11)}。ここでは、構造物の安全性等の基本的要性能と構造物の性能に影響を及ぼす要因を明示的に扱うことを基本とし、要求性能を満たすことの検証方法として信頼性設計の考え方を基礎としている。限界状態を設定して、作用および構造物の耐力が有する不確定性を考慮し、設計供用期間内に限界状態を超える状態の発生を許容目標範囲内に収めることを意図している。また、基本を信頼性設計おくことは、我が国の設計標準の国際性を確保することになる。なお、性能規定が基本になり、設計手法に多様性が期待される状況になりつつある。研究開発の投資効果が發揮されやすい状況になったきた。

d) 環境との調和

LCA, 循環型社会, 産業廃棄物の再利用・処理, 景観, 観光, 騒音・振動等のキーワードに関連する項目である。環境影響評価技術の向上とそれに関わる要素技術の開発が基本である。循環型社会の実現を目指して、土木分野が貢献すべき領域は大である。構造物の長寿命化という視点は、新設構造物、既存構造物の両者に適用される。観光立国実現に目覚めた我が国にとって、景観・美観設計が重要である。そのためには、都市計画, 地域計画といった基本のレベルから計画に関与し、バランスのとれた町並みの構築センスが問われる。地下高騰は過去の時代のものとなつたが、土地の有効利用という視点は相変わらず重要である。快適空間の創造のためにも、生活スタイルの変化・質的向上等を含め、土地の有効利用技術は重要で、計画手法の影響が大きい。

e) 自然災害の防止・復旧支援

前述のように我が国では、土砂災害等自然災害が毎年多発している。観光立国を目指すならば、自然との共生は必須であり、日本の特徴的景観を保存しつつ、国民生活の安全性を高めねばならない。降雨影響評価システム、地震予知システム、地震被害推定システム

等が喫緊の課題であり、目下、関係機関で努力が続けられている。同時に、これらの成果を活かせば、事前に補強すべき地域や構造物の特定化も可能になる。そこでは、経済的な補強工法が威力を発揮する。

4. おわりに

本報文では、まず、将来の日本の社会動向を概観し、それに対して日本がとるべきと筆者が考える対応の考え方を述べ、続いて今後の土木分野における技術開発の視点に関する筆者の見解を述べた。筆者は、3年前に21世紀を迎えるにあたり、21世紀における自分自身の行動指針の基本について考えたことがある。20世紀の最後の約10年間における社会経済現象や地震、システムのトラブルの発生等を眺めると、本来の基本からの逸脱や基本の軽視に起因する事象が多いこと、また、日本の地形等に関する宿命的な事象が多いことを痛感し、筆者は、「基本に帰る」を自分自身の行動指針とした。これから日本の日本や筆者自身のとるべき行動の判断と決断には、複雑な要因が関係してくることは想像に難くない。そのような際に、一度基本に帰ってみると案外取るべき行動や判断のヒントが得られると考える。土木分野の関係者にとって、昨今の世の中の風潮は必ずしも心地よいものではない。しかし、これまでの日本の社会基盤の構築に努力してきた当該分野の関係者の貢献は十分評価に値するものである。そして、当該分野のあり方を基本に帰って判断すると、「土木工学の真髄は、システムエンジニアリングであり、土木技術者はシステムエンジニアである」という帰結に達する。技術開発体制やその内容、関係者の活動を振りかえると、学問・技術分野の細分化、類似研究へのリソース投入、実用技術の軽視等が指摘され、この基本を忘れた行動への反省をしなければならない。幸い、すでに一部の有識者が数年前より計画部門の重要性を説き、土木学会においてもそれを支持する潮流が動き始めている。社会基盤の充実、観光立国、安全社会の実現等に向けて、土木分野の技術開発への期待はより一層高まるに筆者は確信している。もちろん、システムエンジニアとしての研鑽は、これまで以上に要求されよう。最後に、故岡並木氏が家田仁教授に言われた言葉を紹介して本報文の締めくくりとする。「あきらめちゃいけませんよ。社会の目を自転車と歩行者に向けるのにボクはもう30年かけています。言い続ければ必ず実現します」¹²⁾。

参考文献

- 建設調査統計研究会：平成15年版建設統計要覧。

- 2) 内閣府編：平成 14 年版経済財政白書。
- 3) 文部科学省編：平成 14 年版科学技術白書。
- 4) 文部科学省科学技術政策研究所、(財)未来工学研究所編：
2030 年の科学技術（第 7 回文部科学省技術予測調査）,
2001 年 1 月。
- 5) 国土交通省編：平成 13 年度国土交通白書。
- 6) 細見寛：社会基盤分野の研究開発はどうあるべきか、土木
学会誌, Vol. 86, 2001. 12.
- 7) 須田征男：鉄道におけるメンテナンス技術の革新、土木学
会論文集, No. 574/VI-36, 1997. 9.
- 8) 例えば鉄道総研講演会要旨集
「21 世紀の鉄道に向けた研究開発」第 12 回鉄道総研講演会, 平成 11 年 12 月 15 日。
「サイバーレール—鉄道における IT—」第 13 回鉄道総研
講演会, 平成 12 年 11 月 15 日。
- 9) 垂水尚志：21 世紀の鉄道土木技術の状況と視点、日本鉄道
施設協会誌, 1994 年 7 月。
- 10) 国土交通省：土木・建築にかかる設計の基本, 平成 14 年
10 月。
- 11) 土木学会：特集・本格化する土木分野のグローバルスタ
ンダード時代、土木学会誌 Vol. 88, 2003. 5.
- 12) 家田仁：転換の時代は向こうからやってくるのではない、
TRIP 2003, 交通・都市基盤計画研究室年報 Vol. 16.

(2003.6.27 受付)