

研究報告

建設分野における技術研究開発の現状と方向に関する研究



久保田 一男

技術・調達政策グループ
主席研究員



田中 救人

技術・調達政策グループ
首席研究員

1. はじめに

世界の主要国はそれぞれ研究開発戦略をもち、それに沿って研究開発を進めている。わが国では、「科学技術基本計画」がそれにあたり、2011年8月に第4期（2011～2015年）の計画が閣議決定された。また、国土交通分野においては、2012年度に新たな「国土交通省技術基本計画」（第3期 2012～2016年）が策定された。

国土技術研究センターでは、この国土交通省技術基本計画や研究開発の推進に関する行政レビューにおいて関連情報の収集、整理分析等を行った。前記業務を踏まえ、本稿では国内外の技術研究開発動向および、わが国の社会資本整備における技術研究開発の成果と現状、さらに国土交通分野の技術研究開発政策に関して報告する。

2. 諸外国の技術研究開発の仕組みと動向

2.1 研究開発システム

わが国および主要諸外国として米国、英国、ドイツ、フランスの技術研究開発システムについて概要を表1に示す。

わが国は「科学技術基本法」（1995年）により、政府は科学技術基本計画を策定し、長期的視野に立って体系的かつ一貫した科学技術政策を実行している。第4期「科学技術基本計画」（～2015年）では、震災からの復興・再生、グリーンイノベーション、ライフイノベーションの推進が柱として位置づけられている。

米国のイノベーション戦略では、「1. 米国のイノベーションの構成要素への投資」を基盤とした、「2. 生産性の高い企業活動を促進する競争的市場の促進」と「3. 国家的優先課題に対処するためのブレークスルーの誘発」という3部

表1 各国の技術研究開発体制概要

	日本	米国	英国	ドイツ	フランス
基本政策の体系	内閣総理大臣が議長である総合科学技術会議が中心となり、科学技術基本計画を策定し、そのもとで科学技術政策を推進。	科学技術戦略の基本的な方向性と順位付けは大統領府が行うが、総合的な計画は持たず、省庁や科学技術関連機関ごとに戦略を策定。	主要所管省はビジネス・イノベーション・技能省(BIS)であるが、基本政策文書などは関係省から共同発表という形で作成。	主要所管省は連邦教育研究省(BMBF)であり、外部機関からの助言・協力を得ながら各種戦略を作成。	主要所管省は高等教育・研究省であり、高等教育・研究システムの改革および政策の立案・実施を推進。
重要政策文書	科学技術基本法(1995年)、新成長戦略(2010年)、第4期科学技術基本計画(2011年)	米国競争カイニシアティブ(2006年)、米国競争力法(2007年、2010年延長)、米国イノベーション戦略(2009年、2011年改訂)	科学・イノベーション投資フレームワーク2004～2014(2004年)、科学・研究資金配分計画(The Allocation of Science and Research Funding)(2010年)	ハイレック戦略2020(2010年)	研究協約(2005年)、研究のための長期計画法(2006年)、研究・イノベーション国家戦略(SNRI)(2009～2013年)
科学技術政策の基本方針	第4期科学技術基本計画では、震災からの復興・再生、グリーンイノベーション、ライフイノベーションの推進が大きな柱として位置付けた。	オバマ政権は前政権からの競争力強化路線を継承しつつ、研究開発投資によるイノベーションをより重視した政策を展開。	「科学」を英国の強みとして科学・研究投資を「聖域」として保護、緊縮財政下でも、2011～2014年の年間科学研究予算は2010年度予算額を維持する方針。	経済成長と雇用の確保、ドイツの直面する様々な問題を解決するためには研究開発は最も重要な取り組みであると位置付け、投資を増加させている。	研究システムや研究機関の改革を通じて戦略的な資源配分を志向するとともに、イノベーション創出に国レベルで取り組み始めている。
総研究開発投資の対GDP比(投資額)	2009年:3.36%(1373億ドル)	2009年:2.90%(4016億ドル)	2010年:1.77%(391億ドル)	2010年:2.82%(862億ドル)	2010年:2.26%(500億ドル)
研究開発投資	・政策課題対応型予算は、エネルギーの割合が多い。 ・研究者数は過去10年程度横ばい。	・分野別研究開発費(2010年)では、国防が59.8%。 ・研究者数は2003年をピークに減少したが、近年再び緩やかな増加傾向にある。	・政府研究開発費のうち、社会的・経済的目的割合(2008年)では、一般的知識増強が44%と多い。 ・2000年代後半から横ばいであったが、2010年に減少に転じている。	・政府開発費のうち、社会的・経済的目的割合(2010年)では、高等教育機関・大型施設が29%と多い。 ・研究者は近年緩やかであるが増加。	・政府研究開発費の目的別割合(2009年)では、生命科学が20%と多い。 ・研究者は近年緩やかであるが増加。
企業支援策	・産学官の「知」のネットワーク強化、産学官協働のための「場」の構築	・適切に機能している資本市場を支援、小規模企業に対する融資による支援と税控除の拡大	・地域開発公社(RDA)が各地域のニーズや機会に沿って企業の支援を実施	・中小企業のイノベーション支援、イノベーションのための資金調達/ベンチャーキャピタルを拡充	・OSEO(起業支援・イノベーション振興機構)を創設し、フランス企業等に対して幅広い分野で研究開発や技術革新を支援

(独) 科学技術振興機構：主要国の研究開発戦略（2012年）に加算

構成となっている。イノベーション創出は、研究開発投資に加え、イノベーションを促進するような市場の整備が重要であるというオバマ政権の姿勢が表れている。

英国では、「科学・イノベーション投資フレームワーク 2004－2014」及び2004年「包括的歳出見直し」が発表され、科学技術関連分野についてさらなる大幅な投資の増額がコミットされた。

ドイツの「ハイテク戦略 2020」では、グローバルで挑戦的な課題として、①気候／エネルギー、②健康／栄養・食生活、③移動、④セキュリティ、⑤通信の五つを掲げている。我が国の第4期「科学技術基本計画」と類似の課題認識がみられるが、自動車産業が重要な産業であるドイツらしく「移動」が掲げられている点に特徴がある。

フランスでは、技術研究開発に関する国家レベルでの基本方針が欠けていたが、2009年に研究・イノベーション国家戦略が策定され、さらに2010年に「未来への投資」と呼ばれる大規模な資金投入が開始されている。

以上のように世界の主要国はそれぞれに研究開発戦略をもち、科学技術・イノベーションに対する予算を強化し、研究開発を推進している。そしてイノベーションの推進には民間企業の力が必要不可欠とし、企業の投資を支援する方策を打ち出している点で共通している。

2.2 研究開発費総額の推移

各国の研究開発費総額の対GDP比の推移を図1に示す。米国やドイツが2%台後半、英国やフランスが2%前後の水準であるのに対し、日本は長年にわたり高い水準を維持し、1998年以降、3%台を維持するなど技術研究開発に関して高い意識をもって取組んできた。しかしながら、2009年以降は減少に転じ、さらに積極的な研究開発拡大を進め

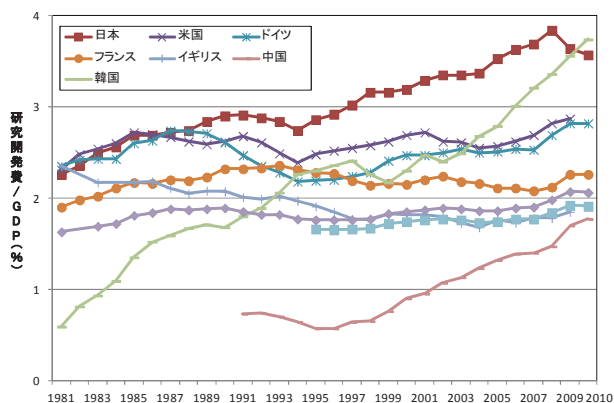


図1 研究開発費総額の対GDP比率の経年変化

る韓国が急激に対GDP比を伸ばし、2010年に日本を抜いた。また、中国も急激な経済成長の下で、対GDP比を著しく伸ばしていて、アジアにおける競争が激化している。

2.3 国土交通分野における技術研究開発の動向

ここでは、各国の国土交通分野に関する技術研究開発予算の推移を検証する。ユーロスタッド（Eurostat）の統計資料から、わが国の国土交通省所管範囲と重なると思われる①運輸、通信、その他の社会基盤、②環境、③地球の調査および開発について、その合計予算を各国GDPに対する比率で比較した（図2）。

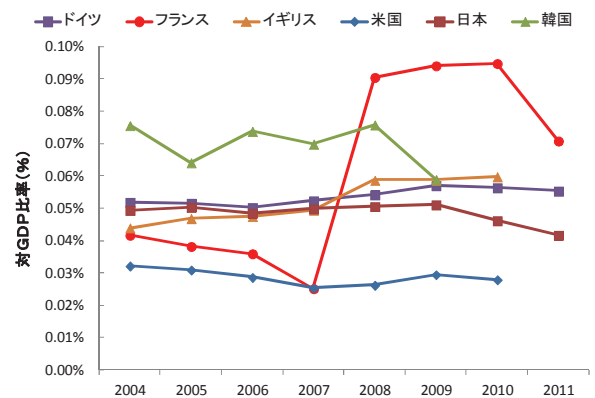


図2 国土交通分野に関する技術研究開発予算の比較

日本の予算割合は、英国、ドイツ、韓国に比べて低く、2009年以降は、その差が開く傾向にある。

また、米国はGDP比率での比較では低水準となるが、その投資額は他国を圧倒している。米国のイノベーション戦略においても、将来の経済成長と競争力を牽引するイノベーションを誘発するために、労働力、科学研究、およびインフラストラクチャーという、基礎的な基盤に対する不可欠の投資が求められているように、国土交通分野における技術開発意欲は旺盛である。

日本は、科学技術全般における技術研究開発では優位であるものの、インフラ整備に関する研究開発については、劣後している状況である。

3. わが国の社会資本整備における技術研究開発の成果と現状

3.1 わが国の社会資本整備の変遷と技術の発展

わが国の国土交通分野における技術研究開発の成果を理

解するため、社会資本整備の変遷とそれを支えた技術の発展について図表を作成した。高速道路、施工技術について示す。

従来の技術の発展は、①実プロジェクトに対応する為、新たな技術の導入や技術の向上が図られ、②大規模な災害を経験して技術基準を高度化することで技術を進化させ、③さらに新たな研究開発分野を開拓してゆくといった過程を経て今日に至るといった特徴がある。

(1) 高速道路整備の変遷と技術の進歩・発展

1960年代に鉄道から自動車へモーダルシフトが進み、高速道路網の整備が本格化し、高速道路建設を支える技術が進歩した。トンネル技術は、長大トンネルの急速施工や機械化に関心が高まり、技術開発が積極的に行われた。1970年代にはNATM工法が本格的に導入され、補助工法や施工機械の開発が進んだ。シールド工法もマシン的大型化、長距離掘進の進歩により適用範囲を広げた。橋梁技術は、1971年の道路橋耐震設計指針で耐震規定が導入



図3 高速道路整備の変遷と技術の発展・貢献

され、その後の耐震設計規定に対応し、構造面の発展をとげた。舗装はコンクリート舗装が主流であったが、敷設が容易で乗り心地も良好、騒音・振動も小さいアスファルト舗装が主流となった。1990年代からITS技術が加わり、道路交通情報の提供、ルートガイダンス、安全運転支援等、利便性や安全性の向上が図られた。2000年代に入ると道路管理、維持修繕の必要性からストックマネジメント技術の検討が本格化している(図3)。

(2) 施工技術の変遷と進歩・発展

戦後に機械化技術が導入され、1960年代から大型工事を通じて機械化施工・建設機械の技術が向上した。1969年におきた常願寺川洪水の対応で(有線)遠隔操作技術が導入され、1983年の立山砂防工事では国内初の無線遠隔操作による施工が行われた。1993年には雲仙普賢岳の噴火により流化した土石流堆積物による二次災害等の発生が危惧されたことから、無人化施工導入の必要性が高まり、公募による試験フィールド事業(100m以上の遠隔操



図4 施工技術の変遷と技術の発展・貢献

作、2～3 m程度の礫の破碎、一時的な温度 100℃、湿度 100%の作業環境における緊急除石工事）が実施され、無人化施工技術が飛躍的に発展した。2000 年代にはいと情報化施工技術が導入され、2008 年には情報化施工推進戦略が打ち出されるなど、施工品質の管理（出来形管理）へ展開されていった（図 4）。

3. 2 建設投資と民間建設会社の技術研究開発費の推移

前述の通り、社会資本整備と技術の発展は密接な関係があったが、昨今は社会資本整備にかかる予算が減少し、国土交通分野の技術研究開発をとりまく状況は厳しい状況にある。わが国の建設投資は 1990 年代前半には 80 兆円超であったが、民間建設需要の落ち込みと、過剰な建設投資抑制により、最近ではその半分程度まで落ち込んだ（図 5）。

民間建設会社の技術研究開発費と研究部門従事者の推移（図 6）をみると、技術研究開発費は 1990 年代前半をピークにその半分程度に落ち込み、研究部門従業者数は 2000

年代前半まで減少し続け、その後の 10 年は低い水準で推移している。従来のような実プロジェクトを背景にした技術開発の推進は、厳しい状況となっている。

4. 技術研究開発における産・学の現状認識

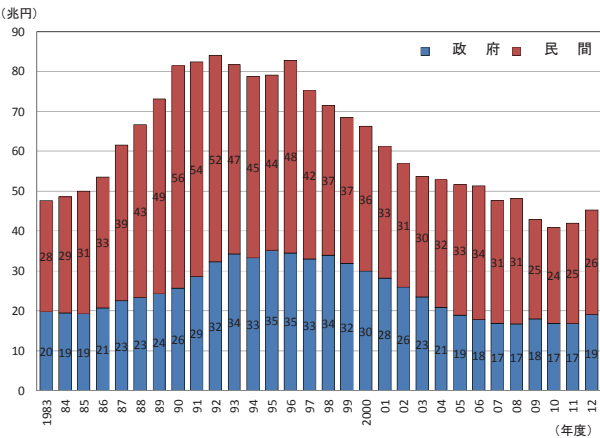
4. 1 技術研究開発の特殊性

（一社）日本建設業連合会では、同連合会土木工事技術委員会構成会社 30 社を対象に実施したアンケートをもとに、今後の技術開発の方向性について「今後の技術開発の方向性に関する調査研究」報告書にまとめている。

この報告の中で、日本の土木産業における技術開発環境について、発注者（官）の方針に従い建設会社（民）が「製品」を造るという官・民一体の産業構造の中で進められてきた特殊性があることを指摘し、現状の技術研究開発の問題点を以下のとおり整理している（表 2）。

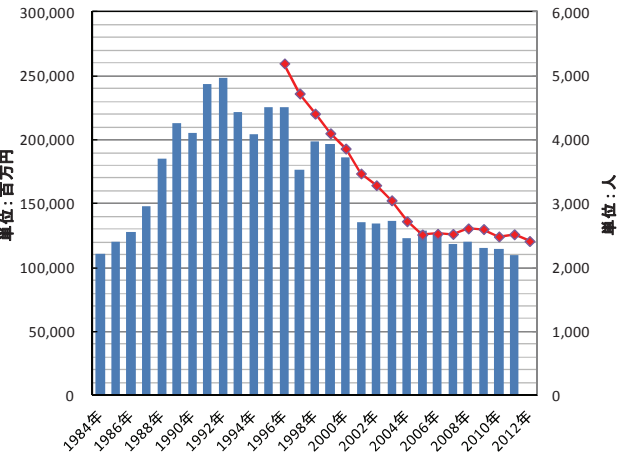
表 2 技術開発環境の特徴と民間建設会社の現状

土木産業における技術開発環境の特徴
・官が土木技術を活用する市場及びニーズを創出してきた ・民間（大手建設会社）が企業内研究機関を保有している ・新技術が採用されにくい市場である ・技術開発への投資の回収が難しい産業である
民間建設会社の技術研究開発の現状と課題点
・研究開発予算および要員の減少 ・技術開発の方向性が見えない ・技術開発テーマの小型化 ・技術開発のインセンティブの不足 ・産・官・学の協力体制の不足



（資料出所：国土交通省）

図 5 建設投資の推移



（科学技術研究調査結果／総務省、建設業活動実態調査結果／国土交通省から作成）

図 6 技術研究開発費と研究部門従事者の推移

4. 2 学会、関係業団体が重要と考える技術課題

国土交通分野に関係する学会・業界が抱えている技術研究開発に関する課題と今後の方向性について把握するため、建設業界 6 団体へのアンケート調査と、学会を含む 7 団体へのヒアリング調査を実施した。

アンケートでは、主要課題の解決に必要なと思われる技術研究開発（図 7 中に①～⑦で示す）について、自社として取り組むべきものと国全体で取り組むべきものについて複数回答を可として回答してもらった。

結果は、自社として取り組むべき課題として、①「地震・津波への対応」、⑤「社会資本の維持管理・更新」をあげる企業が多かった。特に⑤は自社として取り組むべきとする割合が国全体として取り組むべきとする割合よりも多く、具体的に技術研究が進められている。また、国全体として取り組むべきと考える技術研究開発として、前述の①、⑤および③「地域温暖化・エネルギー問題」を挙げる企業が多かつ

た。これらの課題について、国に対する要望等、特徴的な意見を以下に示す。

①では、「個々の技術研究は各業界や企業が中心となって実施出来るが、都市計画に関連する技術や想定する地震や津波の規模に関する研究等は、国が必要な技術課題を提示すべき。」との意見があった。

③では、再生可能エネルギーの創生に関する要望が多かった。この問題を海洋フロンティアの戦略的開発・利用と関連して捉え、国全体として取り組む課題と考える。

⑤では、診断・更新技術の研究開発はもちろん、ストックマネジメントに関する要望や事業化までの仕組みに関する要望があった。

次にヒアリングでは技術研究開発の課題とその改善方策や国に対する要望等について聞き取りをした。技術政策から、技術開発成果の回収、人材育成、技術調達制度に至る様々な問題点と改善意見があった（表3）。技術政策に関しては、技術開発目標やタイムテーブルが不明確であると

いう意見が多かった。また、技術開発に関しては、新規に開発した技術を実践する機会が少なく、実プロジェクトでは実績が少ないことで採用が限定的になる等、技術開発投資の回収の難しさをあげる意見があった。開発投資の回収のため、技術開発に対するインセンティブの導入や入札制度の改善を求めている。

5. 新たな国土交通省技術基本計画への反映

前述の課題を踏まえ、平成24年12月に新たな国土交通省技術基本計画が策定された。新たな技術基本計画では、単に技術研究開発の方向性を示していた前期までの計画とは一線を画し、技術政策の定義を明記し、その対象を技術研究開発に留まらず、技術政策にまで拡げている。技術基本計画は6章から構成されるが（図8）、第2章に技術研究開発の促進施策が示されている。以下に概要を示す。

(1) 技術政策における産学官の役割

国土交通省の技術政策は、産官学の各主体による取組みに支えられているが、それぞれの役割が明記された。

①民間企業の役割

国内外での競争環境の中で切磋琢磨し、独自の創意工夫を行い、より良い製品やサービスを提供する役割を担う。

②大学等の役割

技術の基礎となる学問体系を築き、将来のイノベーションの萌芽となる基礎を形成する役割を担う。

③官の役割

国土交通省は、関係省庁や地方公共団体との適切な役割分担と協力体制を構築する。また、技術政策の方針及び取組の方向性を示し、産学官の共通認識の醸成を図り、各主体の取組を促し、適切な役割分担と協力体制を構築する。

(2) 産学等による技術研究開発の促進・支援

技術政策の推進にあたり、国は研究開発の対象選定をはじめ、基礎、応用、実用化、普及に至る各過程における必要な支援を行うとしている。具体的には以下の取組みが示された。

①技術研究開発助成等の推進

技術研究開発を加速するため、技術研究開発助成等の拡充を行う。その際、技術研究開発の基礎、応用、実用化の各段階に応じて求められる要件が異なることに留意し、必要な支援を行う。また、特に実用化段階の技術研究開発成果が着実に事業・施策に繋がる仕組みの構築を図る。

②事業・施策を実施する現場の有効活用

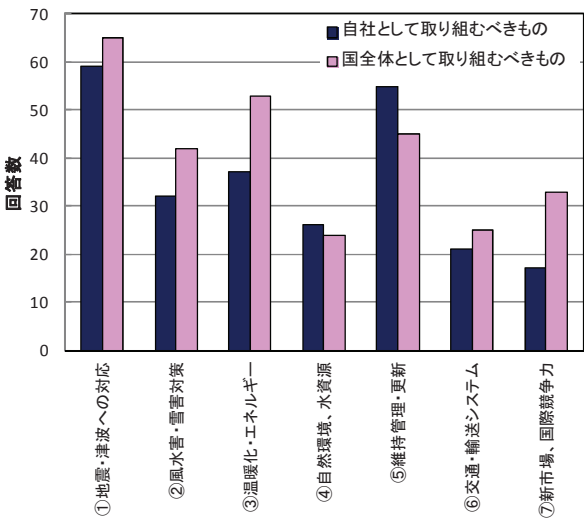


図7 重点的に取り組むべき技術研究開発と主体

表3 国土交通分野における技術研究開発の課題と改善策

カテゴリー	課題と改善の方策
技術政策	・技術開発目標に対するロードマップを官民共同で作成し、これを共同研究や委員会方式等の仕組みにより達成することも必要 ・研究開発補助金制度の拡充
技術開発	・開発した技術を実践、活用するフィールドがあることが重要。 ・新規技術は実績が少ないと採用されにくい。これが民間企業の技術開発に対するインセンティブが働きにくい原因になっている。
人材育成	・産学協力により、企業に必要な技術開発と人材育成をしやすい環境を整備、提供する事が必要。
技術調達・評価制度	・優れた成果をあげた研究開発に対する技術評価点の拡充

事業・施策を実施する現場を活用し、技術研究開発の実証等を行い、現場ニーズを踏まえた技術研究開発の推進を図る。

③技術の国際展開に向けた取組

海外のニーズや市場動向を把握し、知的財産戦略を踏まえた技術研究開発を推進する。また、国際展開における体制整備を行う。

④公共調達における民間技術力の活用やオープンガバメントの推進による技術研究開発の促進

PPP/PFI、企画競争、性能発注方式等を活用し、民間企業等による技術研究開発を促進する。その際、対象の選定や発注仕様の設定等においては、技術研究開発の余地、市場性、採算性等に留意する。また、国土交通省が保有する情報の有効活用を行う。さらに、オープンガバメントについて関係省庁とも連携し、積極的に進める。

以上の取組は、学会や関係業団体が課題とし、国に対して要望していた事項に応えたものとなっている。今後、これら具体的取組を実践し、必要により見直しを行ってゆくことで、技術研究開発のさらなる発展に繋がるものと期待される。

6. おわりに

国土交通分野における技術研究開発は、国が示す方向性や技術目標に対し、産・官・学がそれぞれの役割を果たすことで発展し、また、その成果はわが国の社会資本整備や国民生活の質の向上に大きく貢献してきた。昨今は、技術研究開発をとりまく環境が厳しい状況にあるが、少子高齢化、国際競争の激化、国土強靱化への対応等の重要な課題が存在し、さらに社会資本の維持管理・更新の重要性が改めて認識されている。これらの課題に対処するために技術研究開発の果たす役割は大きく、さらなる推進が必要である。

参考文献

- 1) 文部科学省：第4期科学技術基本計画（2012年8月）
- 2) 国土交通省技術基本計画 第3期（2012年12月）
- 3) (独) 科学技術振興機構 研究開発戦略センター：主要国の研究開発戦略（2012年）
- 4) 科学技術政策研究所 科学技術基盤調査研究室：科学技術指標 2012（2012年8月）
- 5) (一社) 日本建設業連合会 土木工事技術委員会：今後の技術開発の方向性に関する調査研究（2011年9月）

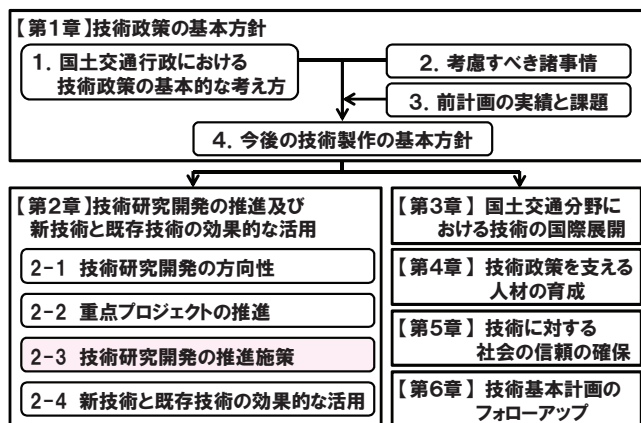


図8 国土交通省技術基本計画（第3期）の概要