

テーマ 10 人材育成・技術開発 変化するニーズに応える体制を備える

概 要

日本は 1870 年以降土木技術の近代化をはかるため外国人土木技術者を招聘して技術移転を進めた。また、国費留学で技術習得を行った。留学から帰国した技術者が公共事業を率先して担い、後進の育成も行った。現在、大学進学率が 49%であり、一定数の土木系大学卒業生を社会に輩出している。OJT が人材育成の基本であり、職場・職位に応じた OJT を通じて自己啓発を積み重ねることで実践的な能力開発が行われる。OJT 以外にも Off-JT により能力開発促進が行われる。Off-JT としては、研修、講演会・講習会等への参加、技術資格の習得、学会活動等がある。国は自らの研究成果の水平展開をはかり地方公共団体・企業等へ技術普及に努める。政府機関における研究開発の成果を、ガイドライン・マニュアルとして発行する。政府は、企業等が有する水資源技術を積極的に活用する。政府はまた企業等の新技術を公募し、技術開発を推進している。

第1章 はじめに

水資源管理を支える多様な人材を確保・育成するとともに、必要な技術開発を行って社会情勢やニーズの変化に順応することが求められる。

法制、財務、企画、調査、設計、施工、保守・運用など水資源管理の業務は多分野にわたる。これらを実行するには土木、環境、林野、建築、機械、ICT、法律、財政、経済など専門の異なる人材の関与が必要となる。それぞれの分野が効果的・効率的に運営されるためには、一定数の人材を確保し、各人の専門性を高めるよう育成することが求められる。必要な技術開発を行って社会情勢やニーズの変化に順応することが求められる。本テーマでは日本における人材確保の状況、人材育成の手段について記す。技術開発に関する政府系機関の役割と民間等の技術を活用するために講じている施策を紹介する。

水資源管理と持続可能な開発目標（SDGs : Sustainable Development Goals）は密接に関連している。人材育成・技術開発と SDGs は、次のボックスに示すような関連がある。

人材育成・技術開発と SDGs の関連：

① 人材育成により、能力開発を図る。

SDG 目標 13 「気候変動に具体的な対策を」の内、13.3 「気候変動の緩和、適応、影響軽減および早期警戒に関する教育、啓発、人的能力および制度機能を改善する。」



第2章 人材の確保・育成

2.1 人材の確保

社会の発展とあわせて教育体制を拡充することで水資源管理に従事する人材を継続的に確保することが求められる。

1870年（明治3年）以降、日本政府は土木技術の近代化をはかるため外国人土木技術者を招聘して技術移転を進めた。河川技術は主にオランダ人の指導を受けた。1890年代に国費で留学した人材が帰国すると彼らが外国人土木技術者にかわって公共事業を率先するようになった。同時に彼らは理工学の伝授にも努め後進を育成した。

その後、次第に国力をあげ社会資本を徐々に増やしていったが、20世紀半ばでもなお人材の数・質は不十分な状態で、大型事業の実施にあたっては先進国の助力を求めている（ボックス記事参照）。

現在、大学が土木工学を修了した一定数の学生を毎年、社会に輩出している。大学進学者¹は2,556千人で、進学率は1970年の17%から2015年には49%まで伸びている。この内の15%が工学系の学部に入學し、さらにその15%が土木建築系となっている。工学系では10%の者が修士課程に進んでいる。

2.2 人材の育成

OJTを軸にOff-JTによって見識を広めることで、人材の能力開発を行うことが必要である。

日本では職場・職位に応じたOJTを通じて自己啓発を積み重ねることで実践的な能力開発が行われている。Off-JTは能力開発を促進するために行われる。行政機関が設けているOff-JTの機会には以下のようなものがある。

(1) 研修

国土交通省（以下国交省）は、国・地方公共団体他の職員向けの研修機関として「国土交通大学校」を有している。同校では、専門分野の知識・技術の習得に留まらず、公務員としての見識、行政能力の向上、新たに発生した行政課題への即応（例えば、海外インフラビジネス、デジタル・トランスフォーメーション）を目的とするものなどを含め、数多くの研修コース²が設けられている。外郭団体である「全国建設研修センター」は専門分野別の研修を行っている。同センターの研修は地方公共団体他の職員の他、企業の技術者も受け入れている。

¹ 学校基本調査（文部科学省 2015年）

² 土木職向けの講座は120コース。外部の有識者と国土交通省幹部が講師を務めている。

戦後復興期の大型プロジェクト —愛知用水事業の例—

戦後、日本は主権を回復した翌年の1953年から1966年までの14年間で現在価値にして76億ドルの敗戦国復興開発融資を世界銀行から受け、電源開発・水資源開発・高速道路・高速鉄道など31の大規模プロジェクトに投資した。「愛知用水事業」はそのひとつで、水道用水・工業用水・かんがい用水を補給するダム（堤高：104.5 m、有効貯水容量：68 百万 m³）と用水路（幹線：112 km、支線：1,000 km）を建設する事業である（図-2.1）。

当時、日本の大型プロジェクトは先進国の技術に依存していた。このプロジェクトの計画・設計・施工管理は米国のコンサルタントに委託され、コンサルタントにより提案された米国製の大型機械を用いる施工法の導入は、工期・コストの大幅な縮減につながった。この事業を通じて500人以上の技術者、地方公共団体職員が技術指導を受け、技術移転が行われた。こういった経験は、公共事業の増加ともあいまって、建設業の発展に寄与し、建設コンサルタントが起業する契機のひとつともなった



資料：水資源機構愛知用水総合管理所

図-2.1 大型機械による施工

(2) 講演会・講習会等

国交省の研究機関である「国土技術政策研究所」、同省が所管する「土木研究所」、および国土交通省 水管理・国土保全局³の関連団体が主催する講演会・講習会が行われている。これらの機関の多くは研究成果等を出版あるいはインターネットを通じて公表している。国交省、地方整備局・北海道開発局が行っている研究発表会では、研究職以外の職員による業務成果の報告も行われている。

(3) 技術資格の取得

専門分野の技術領域はもとより、関連する社会動向などを総合的・体系的に習得し、明確かつ論理的に他者に伝えるスキルを磨くうえで、技術資格の取得は有効である。代表的な公的資格とし

³ 水関連行政を担当している国土交通省の内部部局

て技術士、一級施工管理技士、一級建築士がある。公官庁が発注する工事・業務では、これらの資格を有している者を管理技術者に充てることを参加要件としているケースが多い。このため、特に民間企業ではこれらの資格取得が推奨されている。

(4) 学会活動

水資源に関連する学会として「土木学会」、「水文・水資源学会」、「ダム工学会」などがあり、水問題等に関する議論、研究発表等が行われている。水資源に関わるユニークな活動として、土木学会 水理委員会 河川部会⁴が主催している「河川技術に関するシンポジウム」では、テーマを河川整備・河川管理に特化したポスターセッション、パネルディスカッションが行われている。

2.3 途上国技術者の育成に関する日本の支援

途上国の実務者・技術者を育成するために、日本人専門家の現地派遣や途上国の政府職員の招聘といった取り組みをしている。

JICA は専門家等の派遣、研修等を通じて、途上国において持続可能な開発を担う人材の育成に取り組んでいる。

- **専門家派遣** 専門家は、相手国政府の実施機関に単独（個別）で配置される。各人の専門技術・知識などを生かして、相手国政府の実施機関職員などに対して能力開発を行い、制度や組織の改善に貢献する。
- **技術協力プロジェクト** 技術協力プロジェクトは、JICA 専門家派遣、研修員受入、必要な機材の供与を含め、さまざまなメニューを最適な形で組み合わせて、1つのプロジェクトとして一定の期間に実施される。日々の OJT やセミナー・ワークショップを通じて能力開発を実施している。水資源分野では 101 件を実施している。
- **課題別研修** 途上国から実務者を中心に招聘し、日本が持つ知識や経験等を通じて、途上国が抱える課題解決に資するように、国内の多くの関係団体と連携しつつ実施している。講師はテーマによって変わるため、日本も含む他国の技術者との人脈形成の一助にもなっている。
- **円借款** 途上国の人材育成を支援している。例えば、モンゴルでは「工学系高等教育支援事業」の中で、「高等専門学校留学プログラム」による日本への留学を実施している。
- **人材育成奨学計画** 将来指導者層となることが期待される優秀な若手行政官等を日本の大学院に留学生として受け入れる。彼らは、祖国の社会・経済開発に積極的に従事し、両国友好関係の基盤の拡大と強化に貢献することが期待されている。
- **地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)** 国立研究開発法人科学技術振興機構、国立研究開発法人日本医療研究開発機構、および JICA が協働で研究プログ

⁴ 国土交通省 水管理・国土保全局の提案により、土木学会 水理委員会に新設された。

ラムを実施している、日本と開発途上国の研究者がこの共同研究に従事し、両国の人材育成と研究能力の向上を目指している（図-2.2）。



資料：JICA

図-2.2 モンゴル工学系高等支援事業

第3章 技術開発

3.1 政府機関の役割

国は研究成果の水平展開をはかり地方公共団体・民間セクターへの技術の普及に努めるとともに、社会のニーズに適応するテーマについて技術開発を主導する。

国土技術政策研究所、土木研究所⁵および国交省水管理・国土保全局の関連団体は、それぞれの機関における研究開発の成果を指針・ガイドライン・マニュアルとして発行することで、技術の水平展開をはかっている。国交省はこれらの技術動向を踏まえて、調査・設計・維持管理の標準を定める「河川砂防技術基準」を改訂している。

社会的なニーズを踏まえて産官学共同で行う技術開発のテーマを設定し、これを主導している。日本が考案したダムの工法である RCD 工法はこれの代表的な事例である。

RCD (Roller-Compacted Dam Concrete) 工法⁶は 1973 年に当時の建設省（現在の国土交通省）がイニシアティブをとって産官学の研究者の検討成果を基礎に、1976 年に仮締切用の堰堤の試験施工から始め、施工の実績を踏まえた改善を重ねて完成させた。この工法を採用することにより、コンクリートダムにおいても大型機械を有効利用できるようになり、ひいては建設コストの削減をはかることが可能になった(図-3.1)。当工法はラオスや中国のプロジェクトでも採用されている。



資料：ダム技術センター

図-3.1 RCD 工法（湯西川ダム）

3.2 民間企業が有する技術の活用

政府は、民間セクターによる技術開発を振興する。

政府は、民間企業による技術開発を振興するため、その研究開発計画への参加公募、政府入札制度の改革、および各種認定状・証明書の発行を担っている。

(1) i-Construction

日本では現在、労働者の高齢化・若年層の就労の停滞などにより建設業界の人手不足が深刻な問題になっている。国は ① ICT の全面的な活用、② 規格の標準化、③ 施工時期の平準化を軸として建設プロセス全体の生産性の向上を図ろうとするプロジェクト (i-Construction) に積極的に取

⁵ 土木研究所の附属機関として UNESCO の後援機関である「水災害・リスクマネジメント国際センター (ICHARM: International Centre for Water Hazard and Risk Management)」がある。 <https://www.pwri.go.jp/icharm/sitemap.html>

⁶ 超硬練のコンクリートをフィルダムのコア材のように敷き均して振動ローラーで締め固める。ブロック別にコンクリートを打設して振動機で締め固める在来工法では大型機械を有効活用することが困難であった。

り組んでいる（図-3.2）。推進に当たっては産官学からなるコンソーシアムを結成し、新技術の発掘、企業間連携の促進、データの標準化・オープン化を図っている。



資料：国土交通省

図-3.2 i-Construction による生産性の向上

(2) 河川砂防技術研究開発公募

河川工事技術の研究開発のための制度が確立された。研究テーマは、大学・公社・企業から提案を募集し選ぶ。専門家から成る評価委員会が提案を検討し、ある研究開発団体への委託を提案する。例えば、2021年度の公募テーマは、近年多発している大規模水害への対処につながる「越水に対する河川堤防の強化構造の検討に資する評価技術の開発」であった。

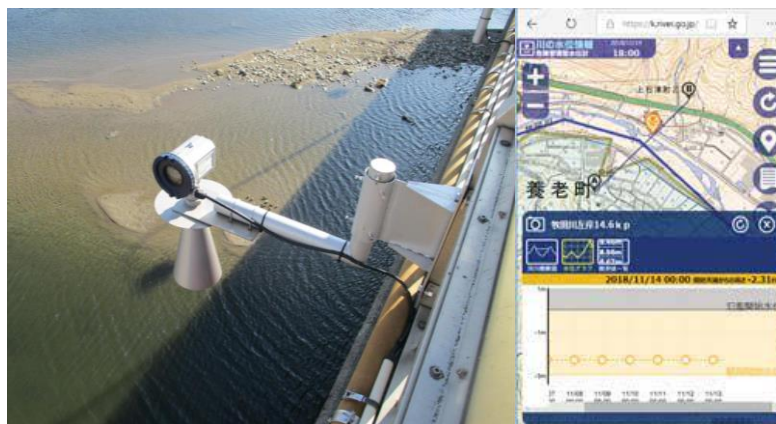
(3) 革新的河川管理プロジェクト

国交省では先端的な技術を活用して河川管理・災害対応向けの製品を短期間に開発・社会実装するこのプロジェクトを2016年に開始した。国が設定した要求仕様⁷に対するノウハウを有する企業等の要素技術を組み合わせる「オープンイノベーション」で推進されている。例えば「危機管理型水位計」では水位計メーカーと通信キャリアが、また「簡易型河川監視カメラ」ではカメラメーカーとITベンダーで結成された開発チームなどが製品開発⁸に当たっている（図-3.3）。この

⁷ 危機管理型水位計では、長期間メンテナンスフリー（無給電で5年以上稼働）、省スペース（橋梁等へ容易に設置が可能）、低コスト（水位計本体費用は一か所当り100万円/台以下、IoT技術とあわせ通信コストを縮減）などが要求仕様とされた。

⁸ 国は実河川の一部区間を製品のテストを行うための場として提供した。開発チームにとって現場で仕様の満足度を確認できる

2 案件は着手 1 年後の 2017 年に開発を終え、社会実装のフェーズまで進んでいる⁹。2020 年上半期までに危機管理型水位計は約 8,800 カ所、簡易型河川監視カメラは約 3,700 カ所で設置された。当プロジェクトのこれ以外のテーマとして「全天候型ドローン」、「陸上・水中レーザードローン」、「流量観測機器の無人化・省力化」の開発が現在進められている。



資料：河川情報センター

図-3.3 危機管理型水位計

(4) 建設審査証明

国交省所管の公益法人では、民間が開発した新たな建設技術に対して学識経験者による審査を経て内容証明を行い、その普及を後援している。民間の新技术に関する参考情報を提供するウェブシステムも公開されている。

(5) 入札制度

品質確保・品質向上の観点から、官公庁の工事・技術業務の委託契約に当たって、企業に技術提案を求める総合評価落札方式が標準となっている。そのため、日本では各企業が独自の研究開発を競っている。

こと（実装段階でそれをアピールできること）がプロジェクトに参画するインセンティブとなっている。

⁹ 近年の大規模水害の頻発を受けて策定された「水防災意識社会の再構築に向けた緊急行動計画緊急行動計画」で 2020 年の出水期前までに整備することが位置付けられた。

第4章 教訓

- ① 水資源の管理に従事する人材を継続的に確保するため、社会の発展とあわせて教育体制を拡充することが求められる。水資源の管理には専門性の異なる多様な人材が必要になり、インフラの充実に伴って要員の数も増やすことが必要となる。これに適応するためには先進国から移転される技術を継承・発展・適用しつつ、人材の輪を確実に広げてゆくことが求められる。またそれを下支えするよう教育体制を整えることが必要になる。
- ② 水資源管理人材の能力向上は、OJT を軸とし Off-JT を加えることにより、各人材の知見を広めることが必要である。このためには様々な機会を提供して Off-JT を推進することが有効である。研修プログラムを活用することもその一助となるだろう。
- ③ 国内の公務員や技術者への技術移転を推進する上で、開発機関からの融資も有効な機会となろう。第二次世界大戦後の日本は、大規模な事業に対して世界銀行の融資を利用してきた。世銀が義務付けた欧米コンサルタントの雇用を通じ、大規模事業の組織運営に関するノウハウと最新技術を習得する機会とした。
- ④ 社会のニーズに応えるために、政府は必要なテーマについて技術開発を主導することが求められる。社会的な要請に適応し産官学の協調を要する大型の技術開発案件については、国がイニシアティブをとって推進することが必要である。
- ⑤ 政府はその研究成果の水平展開に努めることが必要である。自国内の状況に沿った統一的な技術基準を設け関係者間で共有することは、水資源管理の水準を確保するうえで重要である。
- ⑥ 政府は、民間セクターに研究開発への投資を奨励している。日本政府は、さまざまな分野の先進技術を活用し水資源管理を合理化するために、研究プログラムや技術提案を招聘している。