

2. 各業界におけるこの10年間・次の10年

2.1 国土交通省の主要課題と今後の展望

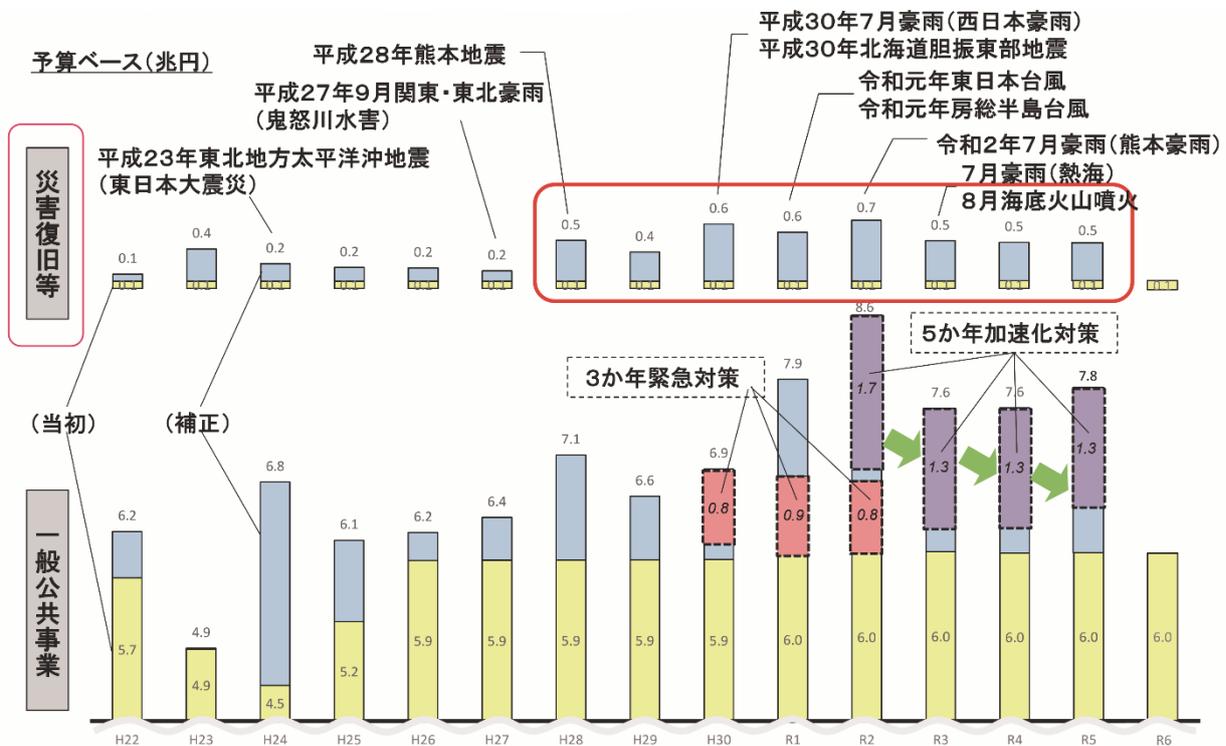
(1) 国土交通省におけるこの10年間の主要課題への取り組み

国土交通省における、この10年間の取り組みについて、予算と人員の推移に触れつつ、東日本大震災以降、政府の大きな取り組みとなっている「国土強靱化」を軸に、「災害対応」、「メンテナンス」、「DX」の3本柱に関する取り組みと、近年注目度の高まっているカーボンニュートラルに関する取り組みをそれぞれ紹介する。

1) 予算と人員の確保

公共事業関係費は一般公共事業と災害復旧等とに分けられるが、ここ10年の推移は図2.1.1のとおりである。厳しい国土条件に立ち向かうためには継続的な公共投資が必要であるとともに、近年は災害が激甚化・頻発化しており、その対応が予算にも現れている。

近年、毎年のように大きな災害が発生し、各地でインフラが被災しているが、これらインフラの災害復旧費として、2016年の熊本地震以降は毎年のように概ね0.5兆円を超える予算を主に補正予算で確保している。一方で、継続的な公共投資という観点では、当初予算において、毎年ほぼ同額である約6.0兆円の予算を確保しているとともに、国土強靱化予算として、激甚化・頻発化する気象災害や南海トラフ地震・首都直下地震などの切迫する大規模地震に備えるため、2018年度からの「防災・減災、国土強靱化のための3か年緊急対策」(以下、3か年緊急対策)や2020年度からの「防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策」(以下、5か年加速化対策)の推進に必要な予算を、主に補正予算で毎年確保している。



※H23補正予算は、東日本大震災復旧・復興関連経費を除く
 ※H26年度予算は、社会資本整備事業特別会計の廃止に伴う影響額(6,167億円)を含む。
 ※R5年度補正予算は、5か年加速化対策分のほか、国土強靱化緊急対応枠(3,000億円)を含む。(累計には含まない)

図 2.1.1 公共事業関係費の推移

また、インフラの整備・維持管理等の公共事業等を現場で担う地方整備局等の定員は、国土交通省の発足以降、長らく削減が続き、2019年には発足当時に比べ約2割減少となったが、ここ5年は増加傾向に転じている(図2.1.2)。今後も、近年の頻発化・激甚化する災害において、被災自治体を支援するTEC-FORCE(緊急災害対策派遣隊)の活動や防災・減災、国土強靱化の最前線を担う地方整備局等の体制充実・強化が重要なものとなっている。

○地方整備局及び北海道開発局の定員は令和元年度迄減少を続け、**発足時より約2割減少**となったが、**令和2年度以降増加**しており、令和6年度においては令和元年度と比べて**約2%増**となっている。

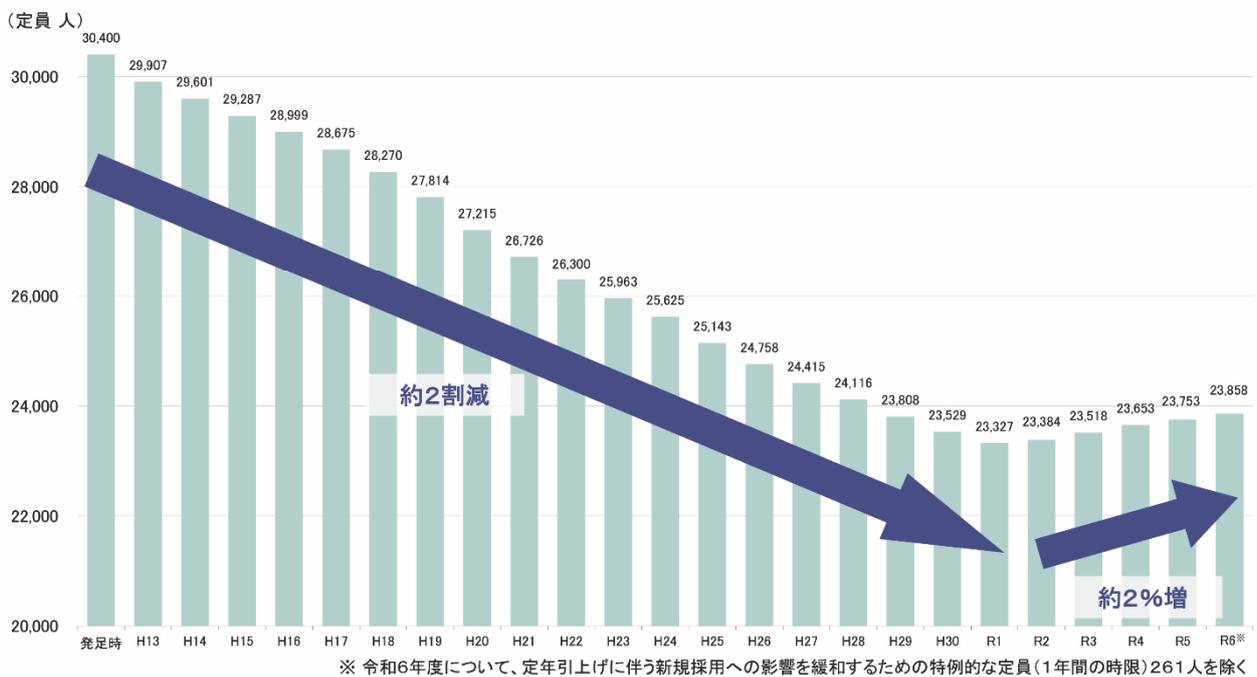


図 2.1.2 地方整備局等の定員の推移

2) 国土強靱化

①災害への対応(3か年緊急対策, 5か年加速化対策)

a) 国土強靱化の経緯

東日本大震災を教訓とし、さらに昨今の水害や土砂災害が頻発・激甚化する中で、インフラ整備等のハード対策のみならず、わかりやすい防災情報の発信や避難訓練等のソフト対策を組み合わせた、総合的な対策を行う必要がある。このために制定された、「強くしなやかな国民生活の実現を図るための防災・減災等に資する国土強靱化基本法」(以下、国土強靱化基本法)の前文では「大規模自然災害等に強い国土及び地域を作るとともに、自らの生命及び生活を守ることができるよう地域住民の力を向上させる」とされており、これまで、政府一丸となって国土強靱化の取組を推進してきた。2023年6月には、国土強靱化基本法の改正により、国土強靱化実施中期計画が法定化されたため、5か年加速化対策後も継続的・安定的に国土強靱化の取組を進めることが可能となった。

b) 「3か年緊急対策」の概要

3か年緊急対策は2018年12月に閣議決定された。同対策には、重要インフラ緊急点検やブロック塀、ため池等に関する既往点検の結果等を踏まえ、「防災のための重要インフラ等の機能維持」、「国民経済・

生活を支える重要インフラ等の機能維持」の2つの観点から、特に緊急に実施すべきハード・ソフト対策160項目が政府全体で定められている。計画期間である2018年度～2020年度の3年間で、概ね7兆円の事業規模の対策を集中的に実施した。

c) 「5か年加速化対策」の概要

5か年加速化対策は2020年12月に閣議決定された。同対策には、(1)激甚化する風水害や切迫する大規模地震等への対策、(2)予防保全型インフラメンテナンスへの転換に向けた老朽化対策、(3)国土強靱化に関する施策を効率的に進めるためのデジタル化等の推進の各分野について、取組の更なる加速化・深化を図るため、政府全体で123対策が定められている。計画期間である2021年度～2025年度の5年間で、概ね15兆円の事業規模で、重点的かつ集中的に対策を実施している。このうち、国土交通省では、(1)として、あらゆる関係者との連携のもと取り組むハード・ソフト一体となった事前防災対策など27対策、(2)として、緊急または早期に措置すべき社会資本に対する集中的な修繕等の対策など12対策、(3)として、国土強靱化事業を円滑化するICTの活用の推進など15対策の計54対策を実施している。

d) 「5か年加速化対策」の具体的な取組とその効果

これまでの5か年加速化対策等の取組は、着実に効果を発揮しているところであり、その事例の一部を紹介する。

・流域治水対策（大和川水系大和川・奈良県三郷町等）

大和川流域では、2017年10月の出水において12時間雨量155mmを記録し、258戸で浸水を確認した。2023年6月梅雨前線による大雨では、大和川流域で20127年10月の出水と同規模の雨量を記録したが、5か年加速化対策も活用し、河道掘削や遊水地・雨水貯留施設の整備など、流域全体での治水対策を実施した結果、浸水戸数を43戸まで大きく減少させた（図2.1.3）。



図 2.1.3 流域治水の対策事例

・道路ネットワークの機能強化対策（宮崎県宮崎市～日南市）

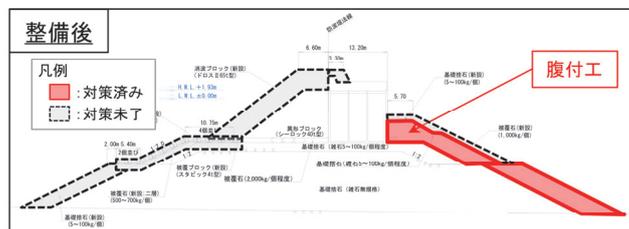
東九州自動車道清武JCT～日南北郷IC間（延長19.0km）は国土幹線道路ネットワークの一部を構成しており、九州東部の広域的な連携や、物流の効率化及び地域の発展、災害に強い道路ネットワークの構築等のため、5か年加速化対策も活用して道路ネットワークの整備を実施した。2023年7月の梅雨前線豪雨において、全面通行止めとなった国道220号の迂回路として代替機能を発揮した（図2.1.4）。



図 2.1.4 道路ネットワーク整備の対策事例

・港湾の高潮・高波対策（長崎県対馬市厳原港）

厳原港厳原地区では、近年大型化する台風や冬季波浪を踏まえ、防波堤の設計条件を見直し、5か年加速化対策も活用して、腹付けによる補強を行った。その結果、九州で初めて「台風等を要因とする特別警報（暴風、波浪、高潮）」が発表され、九州地方を縦断した令和4年台風第14号においても、施設被害を防止するとともに、離島対馬の物流・人流の要である厳原港の海上交通ネットワークを維持することができた（図2.1.5）。



【整備前：平成9年台風19号による被災状況】

【整備後：令和4年台風14号による防波堤の状況】



図 2.1.5 高潮・高波対策の対策事例

②インフラメンテナンス

我が国では、今後インフラの老朽化が加速度的に進むことが懸念されており、維持管理・更新を計画的に進めることが極めて重要となっている。国土交通省では、2012年12月に発生した中央自動車道笹子トンネルの天井板崩落事故を契機に、2013年を「社会資本メンテナンス元年」に位置付け、様々な取組を進めてきた。

a) 持続可能なインフラメンテナンス実現に向けた各施策

政府全体のインフラ長寿命化基本計画に基づき、2014年には国土交通省インフラ長寿命化計画（行動計画）を策定し、国土交通省が管理・所管するインフラの維持管理・更新等を着実に推進するための中長期的な取組の方向性を明らかにした。行動計画に基づき、これまでに以下のような取組を進めてきたところである。

・メンテナンスサイクルの確立

各分野において施設の健全性を把握するために定期的に点検を実施することとし、維持管理・更新等における点検・技術基準などに関して必要な法令や点検要領等を整備した。例えば道路構造物では、これまでに2巡目の点検が終了し、3巡目の点検が進められている。また、行動計画に基づき、各管理者による個別施設計画が概ね全分野で策定されており、国土交通省でも、高度な技術力を要する修繕の代行や、防災・安全交付金、個別補助制度の創設等を通して地方公共団体への技術的・財政的支援を行っている。

・施設の集約・再編等

各地方公共団体が有効な集約・再編を実施できるよう、住宅や海岸、下水道等の各施設分野でガイドライン作成等を行っている。また、道路橋、都市公園、港湾の各分野において財政的支援措置等を講じている。

・多様な契約方法の導入

点検・診断、維持・修繕工事が適切に実施されるよう、地域維持型契約方式や、包括的民間委託を含むPPP（Public Private Partnership）/PFI（Private Finance Initiative）方式の活用に向けて先進事例の横展開等を行っている。2023年3月にはインフラメンテナンスにおける包括的民間委託導入の手引きを公表し、普及に向けたセミナーを実施した。

・技術の継承・育成

道路、河川、港湾等の各分野におけるメンテナンス会議等を実施しているほか、研修等による人材育成を推進している。また、既存の民間資格を評価して必要な技術水準を満たす資格を登録する制度を構築しており、維持管理分野では2024年2月時点で延べ293の資格が登録されている。地方公共団体の業務発注時における評価等へ活用可能とすることにより、維持管理に係る一定の水準及び品質の確保を支援している。

・新技術の活用

新技術情報提供システム（NETIS）への登録等による新技術の情報発信、地方公共団体の担当者が適切に評価するためのカタログ整備等を行った。2021年3月にはインフラ維持管理における新技術導入の手引き（案）を公表し、2023年度からは新技術導入の自治体ハンズオン支援を行うなど、実装支援を進めている。

・データの活用

道路、河川、港湾等の各分野においてデータベース整備を行うとともに、横並びでのデータ活用が可能な国土交通データプラットフォームを2020年度より公開している。道路分野においては、2022年に

全国道路施設点検データベースを公開し、道路管理者毎に蓄積されている定期点検のデータを一元的に活用できる環境の構築を進めている。また、国が管理する河川においては、河川維持管理データベースシステム（RiMaDIS）を導入し、日常の管理業務支援や各種調査や予算要求に係る資料作成等、様々な業務を支援している。港湾分野においては、港湾施設の計画から維持管理までの一連の情報を電子化し、一元的なアクセスを可能とする GIS としてサイバーポート（港湾インフラ分野）を公開しており、国や港湾管理者による適切なアセットマネジメントを推進している。

・国民の理解と協力

維持管理・更新の重要性が広く国民に対し理解されるよう、多様な主体の連携を図るため、2016年に発足したインフラメンテナンス国民会議を通じ、新技術の社会実装支援やインフラメンテナンスの理念の普及など産学官民の連携を進めている。また、インフラメンテナンスに関する優れた取組を横展開すべく2017年に創設したインフラメンテナンス大賞では、2023年度より内閣総理大臣賞が追加されるなど、これまでに計241件を表彰している。

b) 効率的なマネジメントに向けて

持続可能なインフラメンテナンス実現に向け、これまでに様々な取組を展開し一定の成果があった。一方で、多くのインフラを管理する市区町村における財政面、体制面等の課題が顕著となった。これを踏まえ2022年に有識者会議にて取りまとめられた提言において、広域・複数・多分野のインフラを効率的にマネジメントする地域インフラ群再生戦略マネジメント（以下、群マネ）の考え方が示された。国土交通省としても、群マネ等予防保全への本格転換に向けた取組を進め、インフラを次世代へ引き継ぐために取り組んでいく。

③インフラ DX (i-Construction)

将来的な建設業の担い手不足に備え、建設現場の生産性向上の取組として、2016年4月に i-Construction 委員会（委員長：小宮山宏（株）三菱総合研究所理事長）から「i-Construction～建設現場の生産性革命～」の提言を受け、建設現場の生産性を2割向上することを目標として掲げた。2020年からは、「国土交通省インフラ分野のDX推進本部」（本部長：国土交通省技監）を設置し、i-Constructionの目的である建設現場の生産性向上に加え、インフラ関連の情報提供やサービスを含めて、デジタル技術を活用し働き方を変革する「インフラ分野のDX」を推進してきた。

これらの取組みにより、ICT 施工は、2022年度時点において、ICT 施工の対象となる直轄土木工事の87%で実施しており、2015年度と比較して、平均約21%の作業時間の短縮効果が確認された。都道府県・政令市においても2016年度は84件だったICT施工の公告件数が、2022年度には13429件と大幅に増加しており、全国において着実に取組が普及している。

また、測量分野では、ドローン活用により短時間で広範囲に、かつ、災害現場などの危険な場所や、急峻な山間地など地形的にも人が容易に立ち入れない場所においても測量が可能となり、施工管理分野では、ドローン測量に加え、高速かつ高精度に3次元データを取得可能な3Dレーザースキャナや、簡易かつ高精度な3次元測量が可能なスマートフォンアプリ等、出来形管理に活用可能な3次元計測技術が数多く普及している。

さらに、直轄土木業務・工事において、建設事業で取扱う情報をデジタル化し、建設生産プロセス全体の効率化を図る BIM/CIM（Building/Construction Information Modeling, Management）に取り組むことを2023年度から原則化するなど、i-Construction や DX の取組の裾野が広がるとともに、データやデジタル技術を活用し、業務のあり方を変革していく体制を構築してきた。

また、港湾分野では、マルチビームソナーにより取得した海底地形3次元データの処理時間を短縮す

るため、AIによる自動解析及び自動図化が可能なマルチビームデータクラウド処理システムの開発を行ってきた。

一方で、i-Construction に着手して以降も、社会資本整備をめぐる状況は大きな変化を迎えている。生産年齢人口の減少や高齢化により、特に地方都市において暮らしを支える各種サービス提供機能の低下・損失が懸念される中、気候変動の影響による自然災害の激甚化・頻発化、高度成長期以降に集中的に建設されたインフラの老朽化が喫緊の課題となっている。

このような状況の中、人口減少下においても、将来にわたって社会資本の整備・維持管理を持続し、国民生活に不可欠なサービスを提供する社会的使命を果たし続けていくためには、デジタル技術やデータの活用により、少ない人数で仕事を遂行できるよう、建設産業の仕事のあり方そのものを変革していく必要がある。

このため、i-Construction の取組を深化し、更なる抜本的な建設現場の省人化対策を実現するため、デジタル技術を最大限活用し、建設現場のあらゆる生産プロセスのオートメーション化に取り組み、今よりも少ない人数で、安全に、できる限り屋内など快適な環境で働く生産性の高い建設現場を実現することを目指す取組を「i-Construction 2.0」として2024年4月にとりまとめた。i-Construction 2.0では、建設現場のオートメーション化に取り組みることにより、2040年度までに、建設現場の省人化を少なくとも3割、すなわち生産性を1.5倍以上に向上することを目指す。これにより、建設現場で働く一人ひとりの生産量や付加価値が向上し、建設産業が賃金や休暇などの就労環境の観点からも魅力ある産業となり、国民生活や経済活動の基盤となるインフラを守り続けることを目標としている。

3) カーボンニュートラル

2015年のCOP21において採択された「パリ協定」を踏まえて、我が国における地球温暖化対策の総合的かつ計画的な推進を図るための「地球温暖化対策計画」が2016年に策定され、2030年度に2013年度比で26.0%削減とする削減目標の達成に向けた取組が始まった。

2020年10月に2050年カーボンニュートラルを目指すことを政府が宣言し、2021年4月の地球温暖化対策推進本部においては、2030年度削減目標は46%削減に引き上げられた。さらに、2023年5月に「脱炭素成長型経済構造への円滑な移行の推進に関する法律」が成立し、排出削減と経済成長を両立させるGX（グリーントランスフォーメーション）のため、GX経済移行債の発行、カーボンプライシングの導入等が盛り込まれた。

あらゆる分野にカーボンニュートラルへの対応が求められる中、2024年に公共工事の品質確保の促進に関する法律が一部改正され、第3条の基本理念に「公共工事の品質確保に当たっては、脱炭素化に向けた技術又は工夫が活用されるように配慮されなければならない」とされた。全ての公共工事の発注者に課される理念であり、特に国土交通省は、公共工事の最大手の発注者という立場から、先行してカーボンニュートラルの取組を進めることで、我が国全体の建設現場を牽引することが期待されている。

また、交通・物流の観点からは、いわゆる「物流の2024年問題」への対応を加速することを目的として、物流の適正化・生産性向上に向けた取り組みを進めるほか、交通流の円滑化などとともに、公共交通の利活用やモーダルシフトを含め、新技術等を活用した総合的な取組が必要である。

地球温暖化への対応を経済成長の制約とする時代は終わり、国際的にも成長の機会と捉える時代に突入している。こうした発想から、カーボンニュートラルに積極的に取り組むことが、産業構造や社会経済の変革をもたらす、次なる大きな成長につながっていく。この「経済と環境の好循環」を確立するためにも、住まい・建築物、交通・物流、まちづくりなど、暮らしに密着し、脱炭素化と関連する行政分野を担っている国土交通省は、土木分野においても、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて貢献

していく必要がある。

(2) 今後の10年を見据えた各分野の主要施策

今後の10年を見据えた展望については、国土交通省が所掌する多様な業務分野それぞれにおいて取り組む主要施策をトピック的に紹介する。

1) 都市分野 ～まちづくりDX～

少子高齢化、生産性・国際競争力の強化、都市と地方の格差、災害の激甚化、Well-Being志向の高まり等、都市を巡る課題はますます複雑化、深刻化している。都市が様々な人々のライフスタイルや価値観を包摂し、多様な選択肢を提供するとともに、人々の多様性が相互に作用して新たな価値を生み出すためのプラットフォームとしての役割を果たしていくためには、従来のまちづくりの仕組みそのものを変革し、新たな価値創出や課題解決を実現する必要がある。そのため、国土交通省では、①持続可能な都市経営、②一人ひとりに寄り添うまち、③機動的で柔軟な都市設計の3つを柱にする「まちづくりDXのビジョン」を定めた。さらに、ビジョンを実現するため、①都市空間DX、②エリアマネジメントの高度化（エリアマネ DX）、③まちづくりデータの高度化・オープンデータ化、④3D都市モデルの整備・活用・オープンデータ化（Project PLATEAU）の4つを「重点取組テーマ」として位置づけて推進することとした。

この中でも、3D都市モデルの整備・活用・オープンデータ化に取り組む「Project PLATEAU」は、都市デジタルツインにより社会に新たな価値をもたらす地域の課題を解決することを目的とするリーディングプロジェクトである。3D都市モデルは、現実の都市空間をデータ上で再現した3次元のデジタル地図であり、都市活動のプラットフォームデータとして、地方公共団体が有する既存のデータを組み合わせて整備されている（図2.1.6）。

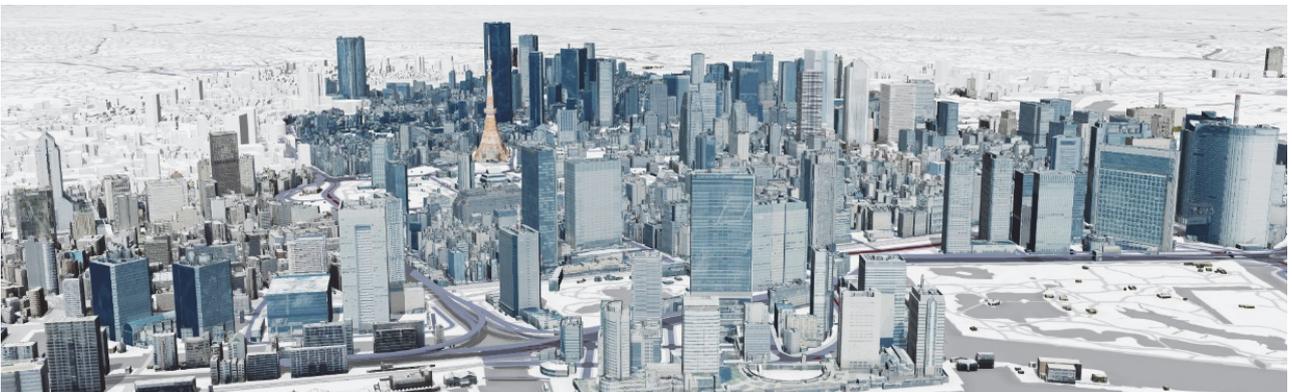


図 2.1.6 PLATEAUVIEW3.0 にて、東京湾から都心方面を望む

建築物の構造や、用途、建築年、都市計画決定情報、災害リスクといった都市空間の属性情報を持ち、まちづくりや防災、環境などの様々な分野におけるシミュレーションや計画策定へ活用することが出来る。さらに、「Project PLATEAU」が特徴的な点としては、国土交通省自らが技術開発・ユースケース開発を行うことに加え、地方公共団体や民間企業、大学やエンジニア等の多様な主体の取組みを後押しし、整備・活用・オープンデータ化が自律的に発展していくエコシステムを構築している点であり、多くの新しいプレイヤーが参画している。（参考：<https://www.mlit.go.jp/plateau/>）

これに加えて、都市計画に関する空間データ（都市計画基本図、都市計画決定情報、土地や建物の属性情報を含む都市計画基礎調査）についても、防災や環境など様々な分野での活用も見据えて高度化・

オープンデータ化を進めており、ガイダンス等を策定することにより、地方自治体の取組が進むよう技術的支援を行っている。また、国土交通省において各地方自治体で所有している都市計画のGISデータを集約し、統一されたフォーマットで一元的に公開する取組を行っている。（参考：https://www.mlit.go.jp/toshi/tosiko/toshi_tosiko_tk_000190.html）

2) 河川分野 ～流域総合水管理への展開～

気候変動により気温が2°C上昇した場合、洪水発生頻度は約2倍になると示されている。このため、河川管理者による堤防やダムを整備等の治水対策、下水道の雨水排水・貯留浸透機能の強化、土砂・洪水氾濫対策、海水面の上昇を踏まえた海岸保全施設の整備など事前防災対策を強力に推進している。加えて、利水ダム等の事前放流や農業とも連携した「田んぼダム」等の取組による保水・貯留・遊水機能の向上、居住誘導や住まい方の工夫等、流域のポテンシャルを最大限活かしつつ、国、自治体、企業等あらゆる関係者の協働により「流域治水」を進めている。各水系で重点的に実施する治水対策の全体像をとりまとめた流域治水プロジェクトについても、『流域治水プロジェクト2.0』として、気候変動を踏まえた見直しを順次行っており、流域治水を加速化・深化していく。具体的には、気候変動により外力が増大し、これまでの河川整備のペースでは整備目標と整備レベルとの差が拡大するため、気候変動を踏まえた整備目標達成に向け治水安全度の一層の向上を目指すとともに、根幹的な治水対策に加え既存施設の能力向上等の取組を加速化する。また、地区ごとの特性を踏まえ、事前放流等の他機関との連携が必要な対策や水害リスクを踏まえたまちづくり・住まい方の工夫等、施策のベストミックスによる水災害による被害の最小化に取り組む。

水を巡っては、人口減少や産業構造の変化による水需要の変化や気候変動による渇水リスクの顕在化、2050年カーボンニュートラルや2030年ネイチャーポジティブ実現への対応など、治水に限らず利水・環境においても変化する課題への対応が求められている。治水・利水・環境で相互に影響する場面は今後も多く存在すると考えられる。多様化・複雑化している課題に対応するため、治水に加え、利水・環境についても流域全体であらゆる関係者との協働による取り組みへと発展させるとともに、治水・利水・環境間の「相乗効果の発現」「利益相反の調整」を図ることにより、「水災害による被害の最小化」「水の恵みの最大化」「水でつながる豊かな環境の最大化」を実現させる「流域総合水管理」を推進する（図2.1.7）。

例えば、水利用の面では、治水と水力発電の両機能の強化を両立させるため、「ハイブリッドダム」として、洪水ピーク後の後期放流の工夫等によるダムの運用高度化により、増電にも取り組んでいる。2023年度は、洪水後期放流の工夫や融雪出水を見込んだ事前の水位低下等の取組も含め1162千万kWhの増電を実現している。今後は、AIやデジタルも活用して、個々のダムだけでなく、流域全体としてもダムの運用高度化に取り組むとともに、流域全体で限りある水資源やインフラの有効活用による電力使用量の削減や発電の増強等の取組を推進し、全国の水系で流域関係者と連携のもと、検討を加速化する。環境の面では、河川環境の目標を定量的に設定するなど、治水と環境の両面から効果的・効率的に多自然川づくりを推進するための取組や、流域のあらゆる関係者が協働して行う生態系ネットワーク形成の取組を進め、「2030年ネイチャーポジティブ」の実現に貢献していく。

- 治水に加え利水・環境も流域全体であらゆる関係者と協働して取り組むとともに、治水・利水・環境間の「相乗効果の発現」「利益相反の調整」を図るなど、流域治水・水利用・流域環境の一体的な取組を進めることで「水災害による被害の最小化」「水の恵みの最大化」「水でつながる豊かな環境の最大化」を実現させる「流域総合水管理」を推進する。

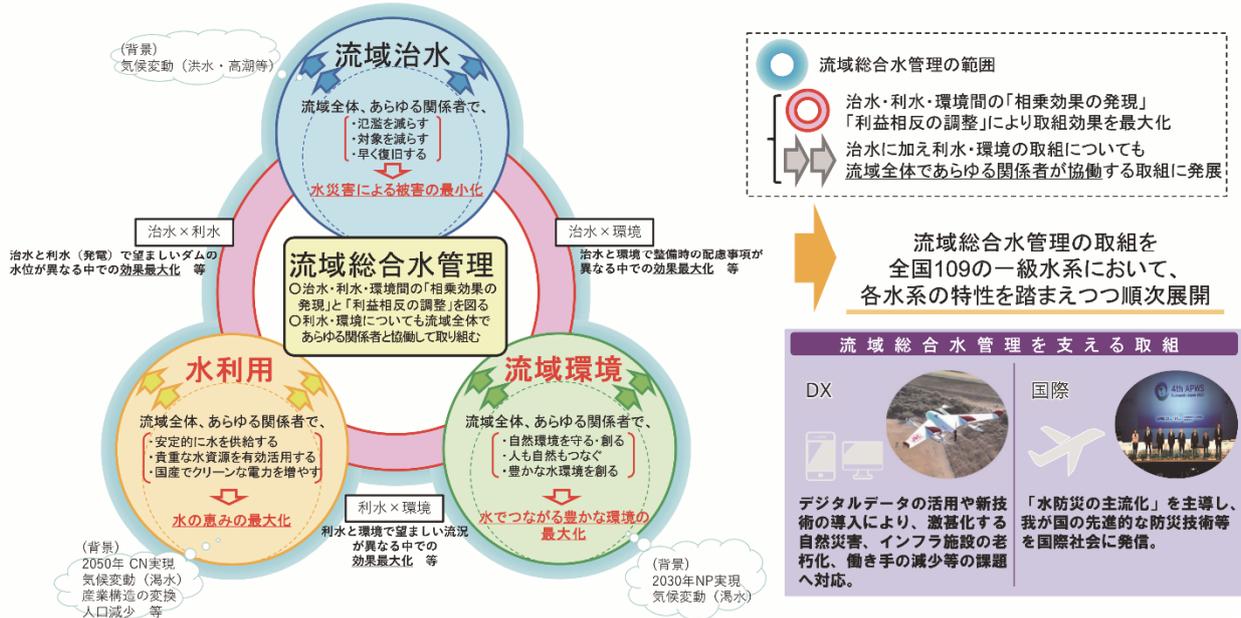


図 2.1.7 流域総合水管理

3) 上下水道分野 ～上下水道一体の取組の推進～

2024年4月より水道行政が厚生労働省から国土交通省と環境省に移管された。環境省においては、水質基準の策定等水質・衛生の観点から水道行政を担い、国土交通省においては、水質・衛生以外の水道行政を担うこととなった。国土交通省への移管の趣旨は、国土交通省が持つインフラの整備・管理に関する知見や地方整備局等の層の厚い現場力、技術力を活かして、上下水道一体となってパフォーマンスを向上させることである。折しも、移管3ヶ月前の2024年1月に能登半島地震が発生し、特に被害の大きかった石川県内の支援のため、県庁に上下水道合同の支援チームを設け、水道の復旧にあわせた上下水道一体での応急復旧等の調整を行うとともに、地方整備局の災害対策車両の活用、TEC-FORCEの派遣による現地での上下水道の課題の早期把握、対策を行うなど、移管を待つことなく上下水道一体での応急復旧等の支援を行った。また、今回の地震による施設被害や復旧等への対応を振り返り、今後の地震対策や上下水道一体となった災害対応等に生かすため、有識者や自治体等で構成する「上下水道地震対策検討委員会」を設置しとりまとめを行った。近い将来に発生が予想される南海トラフ巨大地震や首都直下地震等の大規模地震に対し、国や自治体、民間等が連携して、上下一体での備えを図っていく。

上下水道に共通する課題として、施設の老朽化や人口減少に伴う収入の減少、働き手の不足といった事業運営上の課題があげられる。今後は、国土交通省において培ってきたインフラの整備・管理にかかる知見等を十分に生かし、上下水道一体での効率的・効果的な管理を実現する。老朽化施設への対応については、デジタル技術等を活用し、施設の点検・調査の効率化を図るとともに、調査結果等に基づく適切なタイミングでの修繕、更新等効率的な施設管理を行うことで、更新の加速化を図る。また、浄水場、下水処理場等の日常の維持管理についてもDXによる省力化等を推進する。さらに、限られた人員で効率的に施設を管理するため、複数の事業者による経営統合や施設管理の共同化等の広域化・共同化を推進するとともに、ウォーターPPP（公共施設等運営事業（コンセッション方式）及び管理・更新一体マネジメント方式の総称）等の官民連携や道路、河川、電気、ガス等他のインフラと連携した施設管

理の取組を積極的に推進する。加えて、人口減少等に伴い浄水場や下水処理場等のダウンサイジングを図り、改築更新や維持管理にかかる費用の低減を図るとともに、安定的かつ持続的な上下水道事業を実現する観点から、利用者の理解を得ながら適切な料金等の見直しを進めるための取組を推進する。また、公費負担のあり方についても時代の変化をふまえた考え方を整理していく。

2024年8月に閣議決定された水循環基本計画の見直しにおいて、新たに流域総合水管理の推進が位置づけられた。流域総合水管理においては、流域の関係者等との連携のもと、水道の取水系統の再編により可能な限り河川等の上流から取水することで自然エネルギーの最大限の活用、それによる脱炭素の推進といった考え方が盛り込まれた。豊かな海の実現への要請に対応するため下水処理場からの栄養塩類の放流を適切に管理する等の戦略的な水管理の推進を進めるなど、水循環の観点から必要な施策を進めていく。このほか、脱炭素や国際貢献・海外水ビジネス等について、上下水道一体の効果が発揮できるよう取組を推進していく。

4) 道路分野 ～WISENET2050～

高規格幹線道路14,000kmの約9割が開通するなど、我が国の社会経済を支える高速道路ネットワークは着実に整備延長を伸ばしてきた。一方、暫定2車線区間が開通区間の4割を占め、都市間連絡速度が諸外国に大きく劣後するなど多くの課題を抱えている。また、今後10年で高度成長期以降に整備したインフラが急速に増加し、建設後50年以上経過する道路インフラの割合がさらに高くなる見込みであり、橋梁やトンネルなどの道路構造物の劣化に対する適切な対応が急務である。

これら課題を解決しサービスレベルを向上するため、シームレスな高規格道路ネットワークの形成を実現していく。加えて、我が国の道路インフラを健全な状態で次世代に継承するため、損傷が深刻化してから大規模な修繕を行う事後保全型から、損傷が軽微なうちに補修を行う予防保全型メンテナンスへの転換することが重要であり、新技術の導入に必要なカタログや技術基準類の整備を進め、新技術の積極的な活用を図ることで、老朽化対策を早期に実施していく。

また、過去10年間で、これまで考慮してこなかった課題も顕在化しており、従来の発想から飛躍した新たな価値の創造も求められている。物流危機への対応、温室効果ガス排出削減への対応のために、新たな物流形態として、道路の地下や中央分離帯などの道路空間を活用し、デジタル技術の活用による無人化・自動化された輸送手法により荷物を輸送する自動物流道路の実現に向け検討を進めている(図2.1.8)。具体的には、2024年2月に自動物流道路に関する検討会を設置(委員長:羽藤英二東京大学大学院教授)し、関係者へのヒアリングを実施するとともに、自動物流道路のコンセプト、物流需要等について議論し、想定ルートを選定を含めた基本枠組みについて、7月に中間とりまとめを行った。その後、「我が国の物流の革新に関する関係閣僚会議(第5回)」(2024年7月25日)において、岸田内閣総理大臣(当時)より「2030年代半ばまでに無人流網を実装することを目指し、(略)東京-大阪間で構想する自動物流道路における、2027年度までの実験実施と、2030年代半ばまでの第1期区間での運用開始、こうした革新的取組に、官民連携で、体系的に取り組んでまいります。」との方向性が示された。自動物流道路の実現に向け、まずは新東名高速道路の建設中区間(新秦野~新御殿場)などにおいて、実験実施を目指すこととしている。

急激に進む人口減少と少子高齢化など日本の置かれた厳しい条件下において、我が国が経済成長を取り戻し、安全で活力ある国土を形成していくために、既存の道路施設の適切な管理を行い、物流危機などの新たな課題へ対応を図るべく、「2050年、世界一、賢く・安全で・持続可能な基盤ネットワークシステム、通称:WISENET(ワイズネット:World-class Infrastructure with 3S(Smart, Safe, Sustainable)Empowered NETwork)」の実現を目指し、その実現のための政策展開により、時代の課題解決と価値創造に貢献してい

く。

WISENET では、四つの重点課題として国際競争力、国土安全保障、物流危機対応、低炭素化を掲げ、この課題に対し今後取り組むべき政策の方向性として、2つの基本方針と6つのコンセプトを掲げ、道路政策に取り組んで行く（図 2.1.9）。その中で、高規格道路に求められる役割として、経済成長・物流強化、地域安全保障のエッセンシャルネットワーク、交通モード間の連携強化、自動運転社会の実現、観光立国の推進、低炭素で持続可能な道路の実現、道路の枠を超えた機能の高度化複合化を位置づけており、サービスレベル達成型の道路行政に転換し、シームレスなサービスを追求すること、また、国土を巡る道路ネットワークをフル活用し、課題解決と価値創造に貢献することが要点となっている。



図 2.1.8 自動物流道路のイメージ

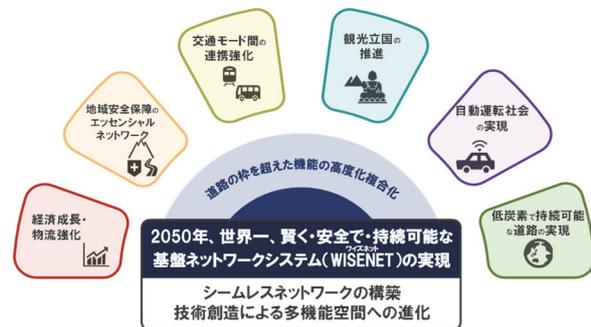


図 2.1.9 WISENET のコンセプト

5) 住宅分野 ～住宅・建築物のカーボンニュートラル対策の推進～

全世界の CO₂ 排出量の約 4 割が住宅・建築物に由来しており、カーボンニュートラルの実現に向けては、住宅・建築物分野の取組の推進が必要である。こうした住宅・建築物の今後 10 年間の取組は「省エネによる建築物使用時の排出削減（オペレーショナルカーボンの削減）」と「建設・改修・解体における排出削減（エンボディドカーボンの削減）」の 2 つの方向性が考えられる。

オペレーショナルカーボンの削減については、2025 年 4 月に原則全ての新築の住宅・建築物を対象に省エネ基準への適合義務制度が施行され、さらに遅くとも 2030 年までには、省エネ基準を ZEH・ZEB（大幅な省エネルギーを実現した上で、再生可能エネルギー等を導入することにより、年間の一次エネルギー消費量の収支をゼロとすることを目指した住宅・建築物）基準の水準の省エネ性能（強化外皮基準へ適合及び再生可能エネルギーを除いた一次エネルギー消費量を現行の省エネルギー基準値から 20%削減した住宅・同基準値から用途に応じて 30%又は 40%（小規模については 20%）削減した建築物）まで引き上げることを予定している。こうした取組により、我が国の新築建築物の省エネ性能は大きく改善することが見込まれている。また、2024 年 4 月から省エネ性能表示制度を開始した。これは、賃貸・売買の取引時に国の指定したラベルを用いて省エネ性能を表示することを求めるものであり、これにより省エネ性能の高い住宅・建築物が市場で高く評価され、結果として、ストックの省エネ性能の向上が促進されることを狙ったものである。今後、省エネ性能が分からない場合でも住宅・建築物の実況（改修部位やエネルギー使用実績など）による表示を可能とする予定であり、今後 10 年間で市場への定着を図ることとしている。

一方で、昨今、カーボンニュートラルの実現に向け急速に新たなテーマとして浮上してきたのが「エンボディドカーボンの削減」である。建築物に由来する CO₂ 排出は、建設時（約 3 割、構成割合は用途

等によって異なるのであくまで目安（以下同じ）、改修・解体時（約2割）及び使用時（約5割）から構成されている。これまでの住宅・建築物の省エネ施策でターゲットとしてきたのはこのうち「使用時のCO₂排出」であり、これは前述のとおり今後削減が見込まれている。このため、建築物由来のCO₂排出量についてさらなる削減を図るためには建設・改修・解体時に排出されるCO₂（エンボディドカーボン）の削減のための取組が必要となる。こうしたエンボディドカーボン削減の必要性の認識は欧米において急速に高まっており、EUでは2028年から延べ床面積1000m²超、2030年から全ての新築建築物についてエンボディドカーボンを含むライフサイクルカーボンの算定・公表が義務付けられることとなっている。デンマークやフランス等においては、ライフサイクルカーボンの上限値規制が行われており、こうした取組は今後さらに進むことが予想されている。

我が国では、2022年に産官学連携の下で設立されたゼロカーボンビル推進会議において、ライフサイクルカーボンの算定・評価（LCA）手法の検討が進められており、日本の建築実態に即した算定ツールであるJ-CAT（Japan Carbon Assessment Tool）を2024年5月にリリースするとともに、建材・設備等のCO₂原単位の整備方策が検討されている。こうしたエンボディドカーボン対策は、建築分野だけでなく、建築物に係る資材・設備の製造分野での取組と一体で進めることが必要である。また、LCAの実施は、建設・不動産事業者や不動産そのものの金融面・投資面での評価において重要性が増している。こうした状況を踏まえ、今後、具体的な制度化に向けた検討や関係省庁・関係団体を交えた幅広い議論を行うことが予定されている。

このように、カーボンニュートラルの実現に向けて住宅・建築物分野の取組は、省エネ対策と省CO₂対策の両面から進められていくことが見込まれる。欧米においてもこの2つの方向が示されており、その具体的な施策展開については、今後も世界的な議論を注視していく必要がある。

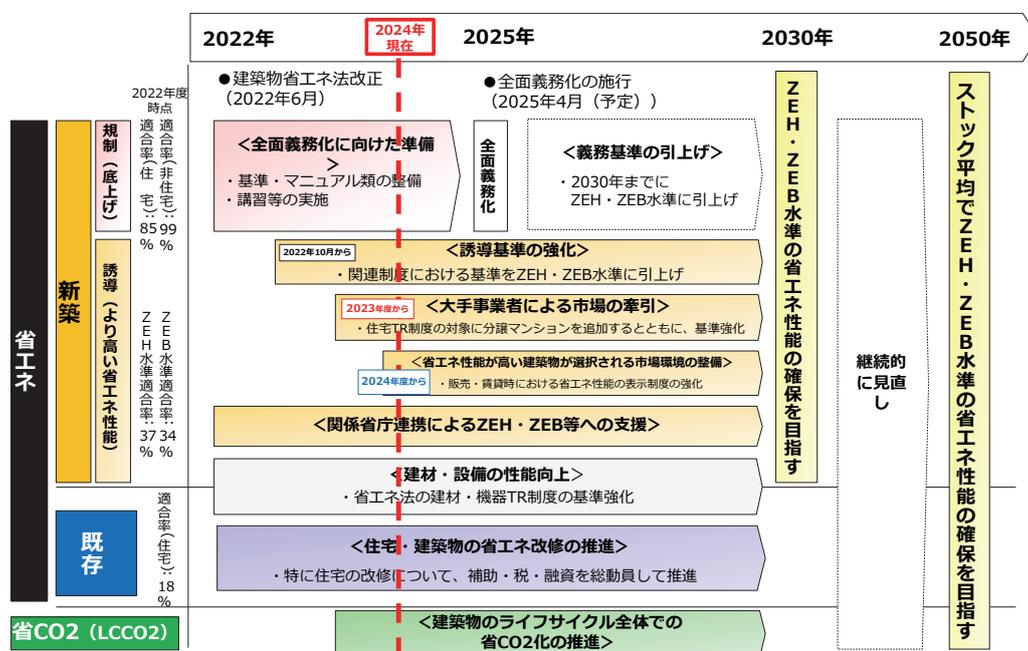


図 2.1.10 省エネ施策のロードマップ

6) 鉄道分野 ～今後の鉄道整備について（リニア・整備新幹線等を例に）～

今後10年の鉄道整備においては、我が国の国際競争力強化、地方の暮らしや経済成長を支えるため、高速鉄道や都市鉄道等、様々な路線の建設が進められる。

まず、整備新幹線について、全国新幹線鉄道整備法に基づく整備計画区間の整備見込みを紹介する。北海道新幹線（新函館北斗・札幌間）については、鉄道・運輸機構から、2030年度末の完成・開業は極めて困難であると判断した旨の報告がなされ、現在、有識者会議を開催しながら開業目標に関する今後の見通しについて議論を行っているところであり、今後の見通しを可能な限り早期に示せるよう努めるとともに、北海道新幹線の着実な整備に努めていくこととしている。北陸新幹線（敦賀・新大阪間）については、本年8月に、詳細な駅位置・ルート案を公表しており、一日も早い全線開業に向けて取り組んでいく。九州新幹線（新鳥栖・武雄温泉間）については、引き続き、関係者との議論を積み重ねていく。

リニア中央新幹線については、2027年度以降の品川・名古屋間の開業に向け、整備が進められているところ、開業すると品川・名古屋間が40分で結ばれ、大幅な移動時間の短縮が図られるとともに、東海道新幹線とのダブルネットワークの形成がなされ、国土強靱化にも資することが期待されている。名古屋・大阪間については、昨年12月、JR東海において、「計画段階配慮書」の作成に必要な概略ルートの絞り込みと概略駅位置選定のためのボーリング調査を、三重県と奈良県の駅候補地周辺において開始し、環境影響評価に着手しており、リニア中央新幹線の早期整備に向けた環境を整え、一日も早い全線開業に向けて、関係自治体やJR東海と連携し、取り組んでいく。

こうした高速鉄道網の整備は、国土全体におけるシームレスな連結の強化や全国的な回廊ネットワークの形成に繋がるものであり、ひいては活発なヒト・モノの流動による産業発展や観光立国、地方創成及び災害時等におけるリダンダンシー確保が図られることにより、人々が生き生きと安心して暮らし続けていける国土の形成に資することが期待される。

また、人口稠密な我が国の都市の社会経済活動を支える重要な基盤である都市鉄道についても複数のプロジェクトが進行している。まず、東京においては、東京メトロ有楽町線での豊洲・住吉間の延伸事業、及び東京メトロ南北線での白金高輪・品川間の延伸事業について、それぞれ2030年代半ばの開業を目標に進められている。また、JR東日本においては、羽田空港と多方面のアクセス利便性が向上する羽田空港アクセス線の整備が進められており、このうち、東山手ルートについて2031年度の開業を目標に進められている。

これらの整備により、我が国の首都である東京の更なる発展や国際競争力の更なる強化、リニア中央新幹線の始発駅であり、周辺開発等により拠点化が進む品川駅と都心部のアクセス利便性等の向上が期待されている。また、大阪においても、なにわ筋線の整備が2031年春の開業を目標に進められており、開業により、関西国際空港と梅田、新大阪、京都とのアクセス向上や、大阪の南北と支軸の強化が図られることが期待されている。

他方、一部のローカル鉄道については、人口減少やマイカー利用の普及などにより輸送人員が大幅に減少し、大量輸送機関としての鉄道特性が十分に発揮できていない状況が生じている。例えば、1988年度以降に開業した鉄道事業者を除く70社の地域鉄道の輸送人員は1991年度のピーク時から2019年度にかけて約2割減少し、地域鉄道事業者のほとんどが厳しい経営環境となっている。

そのため、沿線自治体との官民連携を通じた再構築の取組が急務となっていることから、2023年度に「地域公共交通の活性化及び再生に関する法律（平成19年法律第59号）」を改正し、自治体がまちづくりや観光振興等の地域の取組の中で、主体的に鉄道の再構築に資するインフラ整備を行う場合は、社会資本整備総合交付金の活用を可能とするなど、制度面、予算面でローカル鉄道の再構築に向けた関係者の取組を支援する仕組みを整えたところである。

各地域においては、この新しい制度に基づく鉄道事業再構築事業を実施するための協議が進められており、これまで、9件の鉄道事業再構築実施計画を認定している。例えば、2024年2月に認定した富山

県における JR 城端線・氷見線再構築実施計画については、JR 西日本から第三セクターであるあいの風とやま鉄道への移管や新型車両の導入、運行本数の増加などが盛り込まれている。また、2024年4月に認定した滋賀県における近江鉄道線再構築実施計画については、滋賀県や沿線5市5町が出資する一般社団法人近江鉄道線管理機構が鉄道施設や車両を保有する上下分離の実施やキャッシュレス決済の導入等の利便性・サービスの向上施策が盛り込まれている。

①自動化／技術開発／GX・DX

2024年3月より JR 香椎線において GOA2.5（運転士ではない係員が列車の運転席に乗務する運行形態）での運行が開始されている。人材不足に対応し、特に経営の厳しい地方鉄道におけるコスト削減等を図るため、踏切があるなどの一般的な路線での自動運転の導入促進に向けた前方支障物検知の技術開発、信号機等の地上設備の削減を可能とする地方鉄道向けの無線式列車制御システムの開発等、鉄道分野における生産性向上に資する取組みを推進する。

鉄道分野におけるカーボンニュートラルの促進に向け、水素燃料電池鉄道車両の開発、鉄道車両へのバイオディーゼル燃料の導入等による脱炭素化を促進するとともに、省エネ車両や再生電力の有効活用を促進する設備の導入を支援することにより、鉄道ネットワーク全体の省エネルギー化を推進していく。

7) 港湾分野 ～時代に対応した機動的な港湾整備～

四方を海に開かれた日本にとって、経済成長や国民生活を支えるインフラとして、港湾は非常に重要な役割を担っている。

①サプライチェーンの強靱化に資する港湾整備

欧州・北米航路等の国際基幹航路の維持・拡大は我が国の国際競争力の強化、サプライチェーンの強靱化の観点から不可欠である。国際基幹航路への寄港には一定の貨物量が必要であるため、東南アジア等からの広域集貨に向けた輸送ルートの構築など「集貨」の取組や物流施設集積による「創貨」の取組、また、大水深コンテナターミナル等の整備等による「競争力強化」を推進している。今後も、国際基幹航路の多方面・多頻度の直航サービスの充実を目標に、取組を推進する。

このほか、国際バルク戦略港湾をはじめ、民間投資の誘発、農林水産物・食品の輸出拡大の促進等に資する港湾の整備等に取り組んでいる。引き続き、サプライチェーンの強靱化に資するこれらの港湾整備を進める。

②港湾における DX

高齢化による港湾労働者不足の深刻化、大型コンテナ船の寄港増加に伴うコンテナターミナル及びターミナルゲートの処理能力不足といった課題に対応するため、良港な労働環境と世界最高水準の生産性を有する「ヒトを支援する AI ターミナル」の社会実装や、荷役機械の高度化等の技術開発を推進する。また、港湾関係者間のやり取り等を電子化し、一体的に取り扱うデータプラットフォームである「サイバーポート」の機能改善及び利用促進を行うとともに、i-Construction や BIM/CIM と連携させ、建設現場の生産性向上、働き方改革、災害時の早期対応などを図る。

③物流の輸送力不足対策

物流の輸送力不足に対応するため、2023年10月に決定された物流革新緊急パッケージにおいて、内航フェリー・RORO 船（貨物を積んだトラックやトレーラーが自走で船舶に乗降することで荷役が可能な貨物用船舶）等の輸送量・輸送分担率を今後10年程度で倍増する目標が定められた。引き続き、船舶大型化等に対応した岸壁等の整備を進めるとともに、ターミナルの管理システムによる荷役の効率化などに取り組む。

④港湾におけるGX（港湾・臨海部の脱炭素化）

温室効果ガスを多く排出する産業が集積している港湾・臨海部において、我が国の港湾や産業の競争力強化と脱炭素社会の実現に貢献するため、脱炭素化に配慮した港湾機能の高度化や水素・アンモニア等の受入環境の整備等を図るカーボンニュートラルポート（CNP）の形成を推進している。2024年の通常国会で成立した水素社会推進法も踏まえ、港湾における水素等の受入環境の整備に関する検討や、水素を燃料とする荷役機械に関する実証事業に取り組んでいる。

また、藻場・干潟や多様な海洋生物の定着を促す港湾構造物など、「ブルーインフラ」の保全・再生・創出にも取り組んでいる。

さらに、洋上風力発電について、設置及び維持管理に必要となる基地港湾の計画的整備を進めるなど、洋上風力発電の導入促進に向けた環境整備を進めている。今後主流になることが見込まれる浮体式洋上風力発電設備については、「浮体式洋上風力発電の海上施工等に関する官民フォーラム」を2024年5月に設置・開催し、同年8月に開催した第3回官民フォーラムにおいて「海上施工等に関する取組方針」について提示したところであり、今後とも関係機関と連携して制度設計や技術検討をすすめていく。

⑤防災・減災、国土強靱化

海上交通ネットワークの拠点であり、背後に産業・人口が集積している港湾において、人命防護、資産被害の最小化、災害に強い海上輸送ネットワーク機能の構築を図るため、高潮・高波・地震・津波等への対策等を着実に推進している。今後は、令和6年能登半島地震を踏まえた交通政策審議会港湾分科会防災部会答申「令和6年能登半島地震を踏まえた港湾の防災・減災対策のあり方」を踏まえ、大規模地震・津波への対策を引き続き推進する。

また、様々な関係者が集積する港湾地域において、気候変動への適応を図るため、すべての関係者が協働してハード・ソフト一体の各種施策を進める「協働防護」の考え方にに基づき、総合的な防災・減災対策を推進する。

さらに、名古屋港におけるサイバー攻撃を踏まえて、経済安全保障推進法の改正により基幹インフラ制度の対象に一般港湾運送事業を位置づける等の措置が講じられている。引き続き、これらの制度的措置を活かし、港湾の情報セキュリティ対策等の強化に取り組む。

⑥「みなと」を核とした魅力ある地域づくり

我が国港湾のクルーズ需要やクルーズ船の大型化に対応するため、官民連携による国際クルーズ拠点の形成を進めるとともに、寄港地観光ツアープログラムの造成を促進するなどハード・ソフト両面の取組を推進している。

2023年3月の国際クルーズの本格的な運航再開後、2023年はコロナ前ピークの約6割まで寄港回数が回復し、2024年も多くの寄港が期待される。引き続き、クルーズ船の受入環境整備や地域経済効果を最大化させる取組等を進め、経済の活性化や賑わいの創出に努める。

また、新たな官民連携の取組であるみなと緑地PPP（港湾緑地において、カフェ等の収益施設の整備と公共還元として港湾緑地のリニューアル等を行う民間事業者に対し、港湾緑地の貸付を可能とする制度）について、神戸港や大阪港を始めとする取組が進んでいる。引き続き、「みなと」を核とした賑わいの創出のため、みなと緑地PPPやみなとオアシスの更なる活用などに取り組む。

8) 航空分野 ～安全で快適な航空サービスの提供に向けた空港整備～

コロナ禍を経て数字の上では国内線はほぼ回復し、インバウンドの復調に伴い、国際線も7割以上にまで回復した。ロシアによるウクライナ侵攻や中東紛争などの影響の懸念はあるものの、より中長期的な視点に立つと、各国の人口増や経済の拡大により航空の国際市場は今後も拡大を続けると予測されて

いる。一方で国内では人口減少が進み、他モードでも大きな課題となっているような、人手不足、ローカル線の維持への対応が必要な状況が続くと予想される。航空行政もこうした視点に立って、これまでの常識に漫然と従うのではなく、予想される変化に柔軟かつ的確に対応していく必要がある。

まず、旺盛な海外の経済成長を我が国に取り込んでいく、その前提として、航空分野が常に国際競争にさらされているという事実に向き合い、世界の潮流を見極めながら、国際基準の物差しで自らの規制や政策をアップデートしていく。さらには各国の航空当局とも連携しながら国際的な政策協調やルールメイキングに貢献する。

一方、国内においては、人口減少が加速化していく中、いかに持続可能な航空サービスを構築するかが課題となる。このため、他モードの状況を踏まえた総合交通的な視点や空飛ぶクルマなどの新技術の開発状況を踏まえた対応を進めるとともに、とりわけ喫緊の課題としてグランドハンドリング、保安検査などの現場での人手不足へ対応する。

①航空の安全・安心の確保

2024年1月に羽田空港で発生した航空機衝突事故を受け、このような痛ましい事故が二度と発生しないよう、抜本的な安全・安心対策を講じる。

また、航空輸送に関わる事業者等に対する厳正な審査・監査等とともに、空飛ぶクルマなどの新たな空のモビリティに関しても安全な運航の実現に向けた取組を進めるなど、発展著しい航空輸送の安全の確保に努める。

②航空ネットワークの維持・確保等

航空旅客需要は回復しつつあるものの、その事業環境の構造的な変化により、特に地方路線の収支が厳しい状況にある。

航空ネットワークは、公共交通として国民の社会経済活動を支えるとともに、インバウンドの受入れをはじめ、ポストコロナの成長戦略にも不可欠な「空のインフラ」である。地方創生や観光立国の実現に不可欠である航空ネットワーク維持・活性化のため、空港受入環境整備の推進等を行うこととしている。

また、訪日外国人旅行者数は、年間3500万人、旅行消費額も8兆円が視野に入る勢いである。2030年の訪日客数6000万人、旅行消費額15兆円の目標水準も視野に入る状況を踏まえ、ストレスフリーで快適な旅行環境実現に向けたFAST TRAVELを推進するとともに、グランドハンドリングや保安検査をはじめとする空港業務の処遇改善や人材確保・育成等を支援する。グランドハンドリング業務におけるトレーシングトラクターやランプバスを自動化することで、地上支援業務の生産性向上を目指しており、2025年の自動運転レベル4の導入を進めていく。

③戦略的・計画的な社会資本整備

首都圏空港における年間発着容量約100万回の実現を目指し、必要な取組を進める。具体的には、成田空港については、地域との共生・共栄の考え方の下、C滑走路新設等の年間発着容量を50万回に拡大する取組を進める。羽田空港については、2020年3月から新飛行経路の運用を開始しており、引き続き、騒音対策・落下物対策を着実に実施するとともに、地域への丁寧な情報提供に努める。また、拠点空港としての機能拡充に向けて、羽田空港アクセス鉄道の整備等を進める。近畿圏・中部圏空港については、関西国際空港において第1ターミナルのリノベーションを実施する等、機能強化を推進し、関西3空港における年間発着容量50万回の実現を目指す。中部国際空港では、完全24時間化や現滑走路大規模補修時の空港運用継続のため、代替滑走路整備を推進する。地方空港については、北九州空港の滑走路延長事業、那覇空港の国際線ターミナル地域の機能強化、新千歳空港の誘導路複線化事業などを推進し、ゲートウェイ機能の強化を図る。

④官民連携

全国に配置されたインフラを民間の能力も活用しながら効率的・効果的に運営し、適切な公共サービスの持続的な提供と地方創生への貢献を図ることはインフラ整備の重要な視点である。空港分野においても、各地方にある空港が交通結節点・地域の拠点としての機能を最大限発揮して内外の交流人口の拡大等が図られるよう、空港コンセッション制度の導入による民間の能力の活用や航空系事業と非航空系事業の一体的経営をはじめとして、地域の実情を踏まえた空港経営改革を推進する。

⑤GX・DXの推進

2022年に航空法等を改正し、航空の脱炭素化に向けて、航空会社や空港会社による主体的・計画的な脱炭素化の取組みを後押しするため、航空法等に基づく「航空運送事業脱炭素化推進計画」及び「空港脱炭素化推進計画」の認定等を進めている。

航空機運航分野においては、2024年1月にはANAグループ及びJALグループの航空運送事業脱炭素化推進計画の初認定を行った。今後、航空機運航分野では2030年時点の本邦航空会社による燃料使用量の10%をSAFに置き換え等の目標実現を目指す。

空港分野については、2024年9月時点で合計36空港の空港脱炭素推進計画を策定しており、今後、各空港の推進計画において計画された空調設備の高効率化、照明・航空灯火のLED化、車両のEV化、太陽光発電設備等の再エネ導入等を着実に実施することにより、2030年度までに各空港のCO₂排出量を2013年度比で46%以上削減及び、再エネ等導入ポテンシャルの最大限活用により、空港全体でカーボンニュートラルの高みを目指す。

ドローン物流の事業化等の自動化・機械化による物流DXを推進する。2023年3月に有人地帯での補助者なし目視外飛行（レベル4飛行）が実現し、さらに昨年12月には、ドローン配送の事業化に向けて、レベル3.5飛行の制度を新設した。こうした取組を通じ、安全を確保しつつ、ドローンの社会実装を強力に推進する。また、いわゆる空飛ぶクルマについては、2025年の大阪・関西万博での2地点間運航の実現に向けて、2024年3月までに、機体の安全性、操縦者の技能証明、交通管理、離着陸場等に関する制度整備を完了するとともに、安全性の審査や万博会場周辺等で交通管理を行う体制の整備を進めている。

(3) おわりに

ここでは、国土交通省が所掌する業務分野における過去の10年の取り組みと今後の10年を見据えた施策について紹介させていただいた。国土交通行政における諸課題を踏まえ、今後の10年を見据えて取り組んでまいらる。

[国土交通省 技監 廣瀬 昌由, 国土交通省 大臣官房技術総括審議官 中崎 剛]

2.2 鉄道分野における、これまでの10年、これからの10年

(1) 鉄道分野における、これまでの10年

これまでの10年では、新幹線等の新線整備や鉄道の安全対策、バリアフリーの推進、災害への事前防災対策や復旧支援の拡充、環境対策や生産性向上、鉄道システムの海外輸出等が推進されてきたところである。これまでの10年でなされた展開を以下に概説する。

1) 整備新幹線・リニア中央新幹線

整備新幹線については、2015年3月に北陸新幹線（長野・金沢間）（228km）、2016年3月に北海道

新幹線（新青森・新函館北斗間）（149km）、2022年9月に九州新幹線（武雄温泉・長崎間）（66km）、2024年3月に北陸新幹線（金沢・敦賀間）（125km）が開業し、整備済延長はこの10年間で553km（2013年度末）から1121km（2023年度末）に、568km延長された（東海道・山陽・東北・上越の既設新幹線を加えた新幹線総延長は、2956km（2023年度末））。

現在、北海道新幹線（新函館北斗・札幌間）の整備を進めるとともに、北陸新幹線（敦賀・新大阪間）の環境影響評価手続きや、施工上の課題を解決するための「北陸新幹線事業推進調査」を実施している。

また、リニア中央新幹線については、2014年12月に品川・名古屋間で着工し、現在、鋭意整備を進めている。

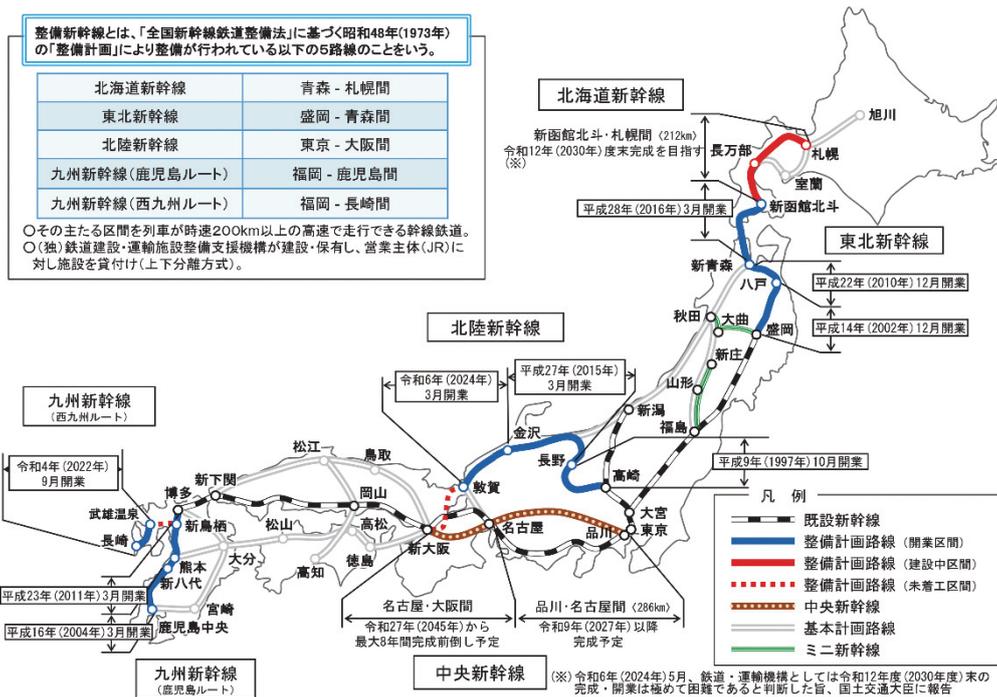


図 2.2.1 全国の新幹線鉄道網の現状

2) 在来線（新線開業・新駅開業）

都市鉄道においては、2015年3月にJR上野東京ライン、同年12月に仙台地下鉄東西線が開業するとともに、2019年11月に相鉄・JR直通線が、2023年3月に相鉄・東急直通線が開業している。また、新駅としては、2020年3月にJR高輪ゲートウェイ駅、同年6月に東京メトロ虎ノ門ヒルズ駅、2023年3月にはJR大阪駅うめきたエリアなどが開業している。

現在、JR羽田空港アクセス線、なにわ筋線、東京メトロ有楽町線及び南北線の延伸、渋谷駅改良などのプロジェクトが進められている。

地域鉄道においては、軌道（レール）と道路の両方の走行が可能なDMV（デュアル・モード・ビークル）が2021年12月に阿佐海岸鉄道で運行を開始し、国内の路面電車の新規開業としては75年ぶりとなる宇都宮ライトレールが2023年8月に開業している。

沿線人口の減少等により厳しい経営環境に置かれている地域鉄道については、改正地域交通法（2023年10月施行）に基づき、必要な場合には国土交通省も主体的に関与しながら、鉄道事業者と沿線自治体の共創を促し、持続可能性と利便性の高い地域公共交通への再構築を促進する取り組みが進められている。

3) 安全対策, バリアフリー

踏切事故防止や道路渋滞緩和等を目的として進められてきた連続立体高架化事業については、小田急小田原線代々木上原～梅ヶ丘駅間、南海電鉄本線松ノ浜～泉大津駅間などが完成し、現在においても西武新宿線中井～野方駅間などで事業が進められている。こうした取組みの結果、全国の踏切数は3万3655基（2013年度末）から3万2371基（2023年度末）に減少している。

その他、遮断機や警報機など踏切保安設備の整備等により踏切事故件数は290件（2013年度）から258件（2023年度）に減少している。

また、駅ホームからの転落防止等を目的とするホームドアの整備が進められ、その設置駅数については、583駅（2013年度末）から1060駅（2022年度末）まで増加している。こうした取組みより、運転事故件数は790件（2013年度）から585件（2022年度）に減少している。

移動等円滑化基準に適合したエレベーターやスロープ等の整備による段差解消については、4089駅（2013年度末）から4767駅（2022年度末）まで増加している。

鉄道におけるバリアフリーについては、東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会を契機としたバリアフリー基準の改正（新幹線車両における車椅子フリースペースの導入・2020年10月）や鉄道駅バリアフリー料金制度が創設（2021年12月）されている。

また、2021年8月と11月に小田急線、京王線で発生した傷害事件を契機として、車内防犯カメラの設置が義務付けられている（2023年10月施行）。

4) 自然災害への事前防災対策と復旧

自然災害の激甚化・多発化により、鉄道施設の被災も甚大化している。東日本大震災（2011年3月）で被災した三陸鉄道は2014年4月に、JR常磐線は2020年3月に全線で運行再開している。新潟・福島豪雨（2011年7月）で被災したJR只見線は2022年10月に、熊本地震（2016年4月）で被災した南阿蘇鉄道は2023年7月に全線で運転再開している。

復旧にあたり、東日本大震災で被災したJR気仙沼線、JR大船渡線や、九州北部豪雨（2017年7月）で被災したJR日田彦山線はBRT（バス・ラピッド・トランジット）として運行を開始しており、新潟・福島豪雨で被災したJR只見線は沿線自治体との上下分離方式が導入されている。

また、この間、鉄道軌道整備法の改正などにより、災害復旧に要する事業費について、黒字事業者における赤字路線への補助対象の拡大（従来は赤字事業者における赤字路線が対象）や、国庫補助率の嵩上げ（従来の補助率1/4→条件により1/3, 1/2）など支援制度の拡充が進められている。

他方、このような被災を事前に防ぐため、耐震対策や豪雨対策等のハード面の対策を推進しており、特に、新幹線については、被災事例も踏まえて耐震補強を前倒して実施している。これらハード対策に加え、運転規制や計画運休等のソフト対策を組み合わせることで、鉄道の安定・安全輸送の確保に取り組んでいる。こういった対策を後押しするため、耐震対策や浸水対策に対する支援制度に加え、2018年度から豪雨対策に対する支援制度も創設されるなど、支援制度の拡充が進められている。

5) 環境対策, 生産性向上

2050年カーボンニュートラル、水素社会の実現に向けて、鉄道分野でも様々な取り組みが進められている。なかでも、JR東日本が開発した水素燃料電池鉄道車両「HYBARI」については2022年3月より南武線、鶴見線等で走行試験が行われている。

また、自動運転に関しては、これまで人等が容易に線路内に立ち入ることができない新交通等で実現されていたが、踏切があり、ホームドアが設置されていないような一般の線区においても、2024年3月よりJR香椎線においてGOA2.5（運転士ではない係員が列車の運転席に乗務する運行形態）での運行

が開始されている。

地上設備の維持管理メンテナンスに関しては、生産年齢人口や建設業の働き方改革を背景に、構造強化による省メンテナンス化や設備統廃合によるスリム化、線路設備モニタリング装置等によるスマートメンテナンスの導入、終電時刻繰り上げ等による間合拡大等を通じた生産性向上の取組が進められている。

| 自動化レベル (IEC(JIS)による定義※) | 乗務形態のイメージ | 導入状況 |
|---|--|---|
| GOA0～2 |  運転士が乗務 | GOA0 (路面電車) GOA1 (一般的な路線) GOA2 (東京メトロ丸ノ内線、つくばエクスプレス等) |
| GOA2.5 ※IEC及びJISには定義されていない、日本が独自に設定したレベル |  運転士ではない係員が列車の前頭に乗務 <役割> 緊急停止操作、避難誘導等 | J R九州 香椎線 (2024年3月16日より営業運転開始) |
| GOA3 添乗員付き自動運転 |  添乗員(運転士ではなく、緊急停止操作も行わない)が乗務 <役割> 避難誘導等 | (一部のモノレール：舞浜リゾートライン) |
| GOA4 自動運転 |  係員(※)の乗務無し ※ 運転士、車掌、運転士ではない係員、添乗員 | (一部の新交通等：ゆりかもめ、神戸新交通等) |

GOA: Grade Of Automation
 ※IEC 62267(JIS E 3802): 自動運転都市内軌道旅客輸送システムによる定義
 (IEC: 国際電気標準会議 (International Electrotechnical Commission) 電気及び電子技術分野の国際規格の作成を行う国際標準化機関)

図 2.2.2 鉄道の自動運転の自動化レベル分類

6) 貨物鉄道ネットワーク

貨物鉄道は、全国ネットワークを有し、定時性に優れた大量輸送機関としての特性と優れた環境性能を兼ね備えており、近年では、いわゆる「物流の 2024 年問題」を踏まえたトラック長距離輸送からのモーダルシフトの促進や、2050 年カーボンニュートラルの実現に向けて、大きな役割が期待されている。

他方で、自然災害に起因する鉄道貨物輸送の長期不通が頻発し、荷主離れを招いていることから、代行輸送の拠点となる貨物駅における円滑な積み替えを可能とするための施設整備が進められている。

7) 我が国の鉄道システムの海外展開

インドのムンバイ・アーメダバード間高速鉄道への我が国の新幹線システムの導入が進められているほか、2023 年 5 月、台湾高速鉄道において日本企業が車両を受注している。都市鉄道においても、タイ、インドネシア、フィリピン、バングラデシュなどで我が国の企業が車両や軌道工事、信号等のシステムのほか、メンテナンス業務等を受注している。

また、欧米においても、2017 年 10 月、日立製作所が製造した class800 が、鉄道発祥の地である英国での運行を開始するなど、日本企業の進出が進んでいる。

8) 駅周辺のまちづくり

2021 年 9 月「駅まちデザインの手引き」が国土交通省より公表され、駅や周辺の施設を、それぞれ個別にとらえるのではなく、駅・駅前広場・周辺市街地を「駅まち空間」として一体的に捉え、行政、鉄道事業者、開発事業者等の様々な関係者が「まちを良くする」視点をもって連携していくことが定められている。

品川駅では、駅に隣接し非効率な利用となっていた JR 東日本の車両基地を整理、集約、スリム化し、創出された土地を含む 20ha を超える区域において、高輪ゲートウェイ駅を中心とし、従来の発想に捉

われない国際的に魅力ある交流拠点の創出を進めている。加えて、リニア中央新幹線の整備、京浜急行本線の連続立体交差事業、品川駅北口駅改良などの鉄道に関連する事業や環状第4号線、国道15号品川駅西口基盤整備など街路事業、並びに駅街区地区など周辺での再開発事業が進められている。

大阪駅北地区（うめきた地区）では、東海道線支線を約1.7キロメートルに亘り地下化する立体交差事業、エリアの玄関口としての地下駅の新設事業と併せ、梅田貨物駅跡地約24haを、国際競争力の高い知的創造都市および「みどり」と「イノベーション」の融合拠点として、生まれ変わらせるプロジェクトが進められている。

渋谷駅では、4社9路線が乗り入れる大規模ターミナル駅であり、東急東横線と副都心線の相互直通運転に向けた地下化を契機に、「100年に1度」ともいわれる大規模再開発が進められている。国道246号拡幅事業と渋谷駅街区土地区画整理事業と一体で、交通結節点機能の強化、駅ビルの再開発と一体的な都市基盤の整備が進められている。

東京スカイツリー駅周辺では、今や国内屈指の観光地となった東京スカイツリーを中心としたまちづくりが進み、浅草エリアとの回遊性を高めるため、「すみだリバーウォーク」の整備や、隅田公園再整備に併せて東武線高架下の「東京ミズマチ」が整備された。現在は、ボトルネック踏切の解消を目的とした高架化工事が進められている。

下北沢駅とその前後の駅間では、鉄道地下形式による連続立体交差事業および複々線化事業により新たに創出された約1.7kmにわたる鉄道跡地を、地域の持つ本来の魅力をより引き出す支援型開発により整備し、「下北線路街」として2022年5月に全面開業を迎えた。

[国土交通省 大臣官房技術審議官（鉄道局担当） 岸谷 克己、
東日本旅客鉄道株式会社 執行役員 齊藤 誠]

(2) 鉄道分野における、これからの10年

既に惹起している問題も含めて今後10年の喫緊の課題は、働き手の減少、自然災害の激甚化・頻発化、カーボンニュートラルへの対応である。これらの今後10年の展開を以下に概説する。

1) 働き手減少への対策

国立社会保障・人口問題研究所（2023年推計）の2050年生産年齢人口は、2020年に比して全国で25%以上の減少、三大都市圏以外の地域では33%以上の減少と推計されている。1989年に約28万人いた鉄道事業者の職員数は2021年には約19万人まで減少した。2022年度の鉄道分野の有効求人倍率は3.59倍（全産業平均1.19倍）で、軌道整備等の土木部門に限れば約6倍にもなっている。働き手不足は、鉄道施設の維持管理の問題や運行本数の減便、廃線などの輸送サービスの低下につながる恐れがある。

現在、実証実験等を進めているいくつかの維持管理対策を列挙する。従来、専門性の高い保線係員が目視、打音検査によって枕木の劣化判断を行っていたものを営業列車に搭載したカメラ画像からディープラーニングによって枕木劣化度を自動判定する技術を研究し、複数の鉄道事業者が試行を始めている。現在は地上設備（軌道回路）で列車在線検知を行っているが、その維持管理が地方鉄道には負担となっており、地上整備を廃して無線通信技術による列車制御システムの開発を進めている。地方鉄道事業者への技術支援も始まっており、鉄道総研や鉄道運輸機構(RAIL-FORCE)、JR東日本グループが現在行い始めた支援の輪は今後広がるものと考えられる。2024年3月から外国人材の活用として特定技能制度に鉄道分野が追加され、輸送安全確保を前提に軌道整備・電気設備・車両製造整備、運輸係員の各分野での受け入れが進む。日本の高い維持管理技術の外国人への教育は、世界の鉄道安全性向上に貢献すると期

待できる。

運行本数の維持・増加など交通サービス改善の大きな動きは自動運転の導入である。海外では自動運転が大きく展開されているが、日本でも技術基準の検討が進められてきた。2024年にはJR九州香椎線で営業運転を開始し、JR東日本、東武鉄道、東京メトロ、大阪メトロ、南海電鉄などでも導入に向けた検討が進められている。

2) 自然災害の激甚化への対策

時間80mm以上の短時間豪雨の発生頻度の長期トレンドは1980年の年15回から2020年には年25回と66%も増加した。豪雨により橋梁倒壊や土砂流入が発生し、復旧に時間を要し、通勤、通学や観光、物流などの社会経済影響に影響を与える。さらに南海トラフ地震や首都直下地震への対策も求められ、「防災、減災、国土強靱化のための5か年加速化対策」が2020年に閣議決定され鉄道分野でも集中的な対策が進められている。①河川橋梁の流失・傾斜対策、②軌道の隣接斜面からの土砂流入対策、③地下駅、電源設備等の浸水対策、④地震による落橋・桁ずれ、高架橋等の倒壊、損傷対策、⑤予防保全に基づいた鉄道施設の老朽化対策を2025年度までに集中的に実施されるが、今後も継続的に取り組みが進められると見込まれる。



図 2.2.3 鉄道分野における防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策

3) カーボンニュートラルへの対応

日本の運輸部門のCO₂排出量は18.5%(2022年)で海外諸国に比べて全部門に対する割合は低いが、排出量自体は世界トップクラスである。輸送機関別排出量割合で見れば、自動車類が83%を占め、鉄道は4%程度となっている。すなわち、自動車交通から鉄道等公共交通へいかに利用を転換させていくかが、今後の大きな政策課題と言えよう。鉄道と道路との接続性を向上させるモーダルコネクトはより集中的に推進することが求められる。

鉄道業界では、これまでもカーボンニュートラル投資促進への税制優遇が進められ、VVVFインバータの半導体素子に炭化ケイ素を採用し消費電力を75%も減少させる車両や、蓄電池車両、ディーゼルと蓄電池のハイブリット車両の開発、バイオディーゼル燃料車両の走行試験を進めてきた。今後重点的に

開発が進められる水素燃料電池車両は、非電化区間のディーゼル車両を非化石エネルギーに置換するもので、2030年代の社会実装を目指して実証実験が始まっている。また、鉄道アセットを活用した脱炭素化として、駅舎や車両基地、線路用敷地での再エネ発電設備の設置、変電所や高架での大規模蓄電池設置により再エネ調整力を高め、地域レジリエンスが強化されていくこととなる。

[芝浦工業大学 教授 岩倉 成志]

(3) おわりに

鉄道は他輸送機関に比べ、環境負荷が少なく、大量輸送、定時性や安全性に優れるという特徴を有しつつ、継続的な新技術の開発・導入を多岐に渡り推進することで発展してきた。ここ近年においても多くの関係者の努力により既存路線の維持更新により公共交通として地域の移動を支えると共に、新たな路線開通や新駅開業などまちづくりと一体となり日本の発展を支えてきた。その一方で、喫緊の課題として記載した働き手の減少や自然災害の激甚化・頻発化など深刻な課題も多いが、しなやかな発想と確かな技術力で、時代に合わせて柔軟に対応していくことが必要である。

[東日本旅客鉄道株式会社 執行役員 齊藤 誠]

2.3 高速道路におけるこれまでの10年と今後の展望

(1) はじめに

高速道路は、1960年代から急速に整備され、全国に広がる重要なインフラとして、多くの人々の移動や物流を支えてきたが、開通から数十年が経過する中で、老朽化や自然災害の激甚化、社会経済活動の変化など、さまざまな課題に直面している。これらの課題を解決するため、高速道路の安全性や利便性の向上、技術革新の推進や社会情勢の変化への対応など、多岐にわたり取組みを進めてきた。ここでは、この10年間の高速道路事業の取組みと今後の展望を紹介する。

(2) 安全性向上の取組み

1) 老朽化への対応

日本の高速道路網は、1960年代に急速に整備が進み、その後、高度経済成長期を通じて、全国に広がり多くの人々に利用されるようになった。しかし、開通から数十年が経過すると、インフラの老朽化が顕在化し始め、特に橋梁やトンネルなどの大規模な構造物における劣化が進行していった。

2012年12月、中央自動車道笹子トンネル上り線で天井板崩落事故が発生し、9人の尊い命が犠牲となった。この笹子トンネル天井板崩落事故を契機に、2013年6月に道路法の改正や2014年3月に定期点検に関する省令・告示の公布等が行われ、道路管理者はすべての橋梁、トンネル等について、5年に1度近接目視で点検を行い、健全性を診断することとなった。

政府は2013年11月に国民生活やあらゆる社会経済活動を支える各種施設をインフラとして幅広く対象とし、戦略的な維持管理・更新等の方向性を示す基本的な計画として、「インフラ長寿命化基本計画」を取りまとめた。

国土交通省は2014年5月にこの基本計画に基づき、所管するあらゆるインフラの維持管理・更新等を着実に推進するための中長期的な取組みの方向性を明らかにする計画として、「国土交通省インフラ

長寿命化計画（行動計画）」を策定した。

高速道路会社においては、国土交通省の行動計画を踏まえつつ、各社が管理する高速道路等の維持管理・更新等を着実に推進するための中長期的な取組みの方向性を明らかにするため、2015年3月に各社のインフラ長寿命化計画（行動計画）を策定した。この行動計画に基づき、施設毎の長寿命化計画を核として、点検・診断、修繕・更新、情報の記録・活用といったメンテナンスサイクルを構築し、2015年3月に事業許可を受けた特定更新等事業を含む修繕・更新事業を実施してきた。

一方、インフラの経年劣化の進行やこれまで明確になっていなかった変状リスクの顕在化により要補修箇所数が増大しており、維持管理を担う技術者の減少や働き方改革等社会情勢の変化に対応するため、更なるインフラメンテナンスの高度化・効率化を行う必要がある。

国土交通省は、2021年6月に「予防保全」への本格転換、新技術等の更なる普及、インフラストックの適正化の推進などの取組みを充実・深化させた「第2次国土交通省インフラ長寿命化計画(行動計画)」を策定した。これを受けて、高速道路会社においても、これまでに実施してきたインフラメンテナンスの取組みに加え、「予防保全」の推進、新技術等を活用したインフラメンテナンスの更なる高度化・効率化などの取組みに重点をおいた「第2次(2021年度～2025年度)インフラ長寿命化計画(行動計画)」を策定した。策定した計画を着実に実施・推進することで、「持続可能なインフラメンテナンス」を実現している。

2) リニューアルプロジェクト

高速道路のネットワークの機能を永続的に健全な状態に保ち、安全安心な高速道路サービスを提供していくことを目指し、高速道路本体の構造物について特定更新等工事の必要性やその対策について『高速道路資産の長期保全及び更新のあり方に関する技術検討委員会』を2012年11月に設置し検討を実施した。国土幹線道路部会での審議を経て、2015年3月に国土交通大臣から道路整備特別措置法に基づく特定更新等工事に係わる事業認可を受け、2015年度より東日本高速道路株式会社・中日本高速道路株式会社・西日本高速道路株式会社（以下「NEXCO3会社」という）で総額約3兆円の大規模更新等事業（リニューアルプロジェクト）として更新事業（先行更新）がスタートした。

更新事業（先行更新）では、橋梁の床版取替・修繕や桁の補強、トンネルのインバート設置・覆工補強や土構造物の補強などを進めてきたが、点検・調査技術の高度化や詳細調査の進捗により、これまで目視では発見できなかった構造物内部の変状を確認することが可能となったことで新たな対応が必要と判明した。新たな更新・進化需要に対応するため、料金徴収期間が延長され、新たな更新事業（後行更新）として2024年3月に事業化された。新たな更新事業（後行更新）では、PC橋におけるPC鋼材の腐食や舗装路盤部への疲労破壊への対応なども対象となっている。

首都高速道路株式会社（以下「首都高速」という）では、2012年3月より「首都高速道路構造物の大規模更新のあり方に関する調査研究委員会」（座長：涌井史郎東京都市大学環境情報学部教授）を設置・検討を開始し、その委員会の提言に基づく更新計画（概略）を2013年12月に公表した。その後、2014年11月に事業許可を受け、2015年度より更新計画がスタートした。2014年度から開始した法定点検において、新技術も活用しつつ、より詳細な点検を行ったことにより、抜本的な対策として新たな更新事業が必要であることが判明した。2024年3月に事業化された新たな更新事業（後行更新）では、塩害で損傷した海底トンネル中床版の取り替え等を実施することとし、工事中のう回路を設置して交通影響を軽減させ、工事完了後はう回路を本線運用し交通運用を見直すことで渋滞対策を図ることやゲルバートラス橋の高耐久塗装への塗替え等を実施することとしている。

阪神高速道路株式会社（以下「阪神高速」という）においては、2012年11月より「阪神高速道路の

長期維持管理及び更新に関する技術検討委員会」(委員長：渡邊英一京都大学名誉教授)を開始し、その委員会の提言に基づく更新計画(概略)を2014年1月に公表した。その後、国土幹線道路部会での審議を経て2015年3月に事業許可を受け、2015年度より更新計画(先行更新)がスタートした。当該計画では、阪神高速14号松原線喜連瓜破付近における橋梁架替えをはじめ、旧基準で設計された鉄筋コンクリート床版を耐久性の高い床版への取替え等を実施することとしている。2014年度から開始した法定点検において、新技術も活用しつつ、より詳細な点検を行ったことで新たに更新が必要な箇所が判明し、トンネル内PC舗装の更新・路盤の高耐久化や、防錆処理等を施した新たな鋼製高欄への取替え等を実施するため、抜本的対策として新たな更新事業(後行更新)として2024年3月に新たに事業化された。

本州四国連絡高速道路株式会社(以下「本四高速」という)においては、国内に例のない大規模な構造物である海峡部長大橋は、土木学会等の委員会で独自に定めた指針等による設計・建設と予防保全を基本とする保全方針により200年以上の長期にわたる健全性確保に努めている。一方、海峡部長大橋以外で一般的な設計基準やNEXCO3会社の基準類が適用できた区間についても適切な管理に努めているところであるが、一部の箇所においてNEXCO3会社と同様に、老朽化の進展とともに変状が発生している。このことから、NEXCO3会社の検討結果を参考にしつつ専門家による第三者委員会(陸上部の長期保全に係る専門委員会)での意見徴収を行い、更新計画(概略)を2014年1月に公表した。

先行更新事業では橋梁架替え等の大規模更新はなく、高性能床版防水や表面被覆などの大規模修繕を実施している。また、本四高速については現時点で新たに更新が必要な箇所は顕在化していないことから、後行更新事業は実施していない。

リニューアル工事は、長期間の車線規制や通行止めなどを伴い実施することが多く、通行規制に伴う社会的影響をできるだけ軽減するため、周辺地域におけるネットワークの整備状況等にも留意しつつ、車線幅員などを見直すなどして、現況の車線数を確保しながら工事を行う工夫や、工事広報の展開、推奨する迂回ルートの適切な案内、工事短縮の工夫などについて、継続的に改善に取り組みながらプロジェクトを進めている。

例えば、首都高速の東品川鮫洲更新工事では、あらかじめ迂回路を設置して通行止めを行わずに既設構造物の撤去、更新後の構造物の建設を行っている。また、大師橋更新工事では、2週間に限定した通行止め期間内で、新旧の橋梁を入れ替えることで、工事期間中の交通流への影響を最小限にとどめるようにした。

なお、大規模更新事業にあわせてのまちづくりと連携した取組みも始まっている。日本橋区間については、2014年にこの区間も含めた首都高の大規模更新計画が策定されるとともに、2016年には日本橋周辺で検討が進むまちづくりの取組みが国家戦略特区の都市再生プロジェクトに追加された。この機会を捉えて、「首都高日本橋地下化検討会」が設置され、日本橋周辺のまちづくりと連携し、首都高の地下化に向けて、検討が行われた。その後、2019年に神田橋JCT~江戸橋JCT間を地下ルートで整備することが決定した。2035年の地下ルートの完成、2040年の日本橋を跨ぐ区間の高架橋の撤去を目指して、トンネル等の本体工事の契約が締結されたところである。

3) 災害の激甚化

①近年の災害激甚化と社会経済活動の変化

近年、気候変動の影響等により線状降水帯の発生による豪雨・台風などの自然災害が激甚・頻発化しており、東日本大震災や熊本地震では主要な幹線道路が寸断されている。

また、産業のジャストインタイム化・サプライチェーンの広域化・観光への影響などの社会経済活動

の変化により、災害による道路ネットワーク機能への影響を最小化することへの要請が年々強くなっている。

そのような情勢を踏まえ、発災時には速やかに高速道路を復旧し、被災地域の救急・復旧・復興に貢献すべく、想定を超えた広範囲の激甚災害にも対応できるよう関係機関とも連携し、災害対応力の強化に努めている。

表 2.3.1 最近 10 年間の高速道路関連の主な自然災害

| 災害発生日 | 主な災害 |
|-----------|------------------------------------|
| 2014.8.19 | 平成 26 年 8 月豪雨（広島土砂災害） |
| 2016.4.14 | 熊本地震（マグニチュード 6.5 震度 7） |
| 2017.7.5 | 平成 29 年 7 月九州北部豪雨 |
| 2018.2.5 | 北陸地方を中心とした大雪 |
| 2018.7.8 | 平成 30 年 7 月豪雨（37 道路、2,299 kmが通行止め） |
| 2018.9.4 | 台風 21 号（関西国際空港連絡橋タンカー船衝突） |
| 2019.8.26 | 令和元年 8 月の大雨（主に九州・中国地方の土砂災害） |
| 2020.7.3 | 令和 2 年 7 月豪雨（主に九州地方の土砂災害、球磨川の氾濫など） |
| 2021.8.11 | 令和 3 年 8 月の大雨（主に中国地方の土砂災害） |
| 2022.3.16 | 福島県沖地震（マグニチュード 7.4 震度 6 強） |
| 2023.7.7 | 令和 5 年 7 月の大雨（主に九州地方の土砂災害） |
| 2024.1.1 | 能登半島地震（マグニチュード 7.6 震度 7） |

②橋梁耐震補強

東日本大震災では、津波による壊滅的被害が広範囲の地域で発生し、都市機能そのものが失われ、長期間にわたって遠方からの救援や支援の手が届かないといった状況や長期間にわたり電力供給量が低下する事態も発生した。

こうした事態においても高速道路は救命救助、あるいは各地からの被災地への支援物資輸送のための緊急輸送路として早期に復旧し、交通機能を確保する必要がある。

災害時に早期に機能回復できる道路とするべく、橋脚補強・支承取替・落橋防止による耐震補強対策を進めている。

③豪雨対策

統計からも近年の短時間強雨の増加状況は確認されており、前述したとおり災害も激甚化している。

高速道路においても従来から排水機能の強化など被害予防と災害対応訓練や季節前の資材準備に取り組んできたが、近年は関係機関と連携した高速道路利用者への情報提供や事前通行止めによる被害抑制に取り組んでいる。

災害が発生した場合は、被害の状況や復旧作業の状況、通行止めの解除見込みや解除情報等、状況に応じて記者発表やウェブサイト及び SNS などの広報媒体を活用のうえ、随時情報を発信している。

④豪雪対策

日本の雪国の都市はヨーロッパや北米の大都市に比べより低い緯度に存在するが、降雪深は同等以上となっている。大雪が降ると路面が凍結しスリップや立ち往生が起こる。

このような災害を防ぐために、高速道路会社は凍結防止剤の散布や防雪対策による冬期の安定した道路交通の確保を推進しているところである。

近年、過去の大雪による大規模な車両滞留事象の課題を踏まえ、関係機関と連携し、気象予測情報に

より大雪が予測される場合は、躊躇なく通行止めを行うことを想定し、高速道路利用者へ出控えなどの呼びかけを行っている。

4) 暫定2車線の解消と安全対策

完成車線数が4車線（片側2車線）の高速道路整備に際し、開通当初の利用交通が多く見込まれない区間において、初期投資を抑えるため片側1車線の「暫定2車線」が採用され、この初期投資の節減により早期に高速道路ネットワーク網が整備されてきた。

しかし、暫定2車線の高速道路は大部分が対面通行であることから、対向車線への飛び出しによる被害の大きい重大事故の発生や大規模災害時の通行止めリスクなど、安全性や走行性、周辺道路とのネットワーク確保といった課題を抱えてきた。

一方、社会資本整備審議会 道路分科会 国土幹線道路部会が2017年12月に取りまとめた「高速道路の安全性、信頼性や使いやすさを向上する取組 基本方針」を踏まえ、その中で提案された各具体施策について、国が中期的な整備方針等を示した「高速道路における安全・安心基本計画」が2019年9月に策定されたが、この基本計画においても、暫定2車線区間の解消に向けた中期的な目標として、対面通行区間約1,800kmのうち優先度の高い約880kmの4車線化、4車線化完了までの当面の対策として土工部・中小橋へのワイヤロープ設置完了が掲げられた。

これを受け効率的な4車線化事業、安全対策を推進し、対面通行区間約1,800kmのうち約400kmについて4車線化事業を進めるとともに、2023年8月までに土工部・中小橋へのワイヤロープ設置を完了している。また、ワイヤロープが設置できない長大橋・トンネル区間においては、公募により提案された技術について、試行設置による安全性等の検証を行っている。

(3) 利便性向上への取組み

1) 新規路線の整備

この10年も着実な高速道路ネットワーク整備に取組み、ミッシングリンクの解消による地域社会の発展などを推進してきた。この間、表2.3.2に示す22路線600kmあまりを新規開通させた。

また、この10年で表2.3.3に示す90箇所のスマートICを整備し、地域住民の利便性向上、地域経済の発展に取組んだ。

表 2.3.2 最近10年間の新規開通区間

| 年 度 | 開通年月日 | 区 間 (km) | |
|-----------|------------|--------------------------------|--------------------------|
| 平成 26 年度 | 2014.4.12 | 圏央道 稲敷IC～神崎IC (10.6) | |
| | 2014.6.28 | 圏央道 相模原愛川IC～高尾山IC (14.8) | |
| | 2014.7.20 | 舞鶴若狭自動車道 小浜IC～敦賀JCT (39.0) | |
| | 2014.12.6 | 常磐自動車道 浪江IC～南相馬IC (18.4) | |
| | 2014.12.6 | 常磐自動車道 相馬IC～山元IC (23.3) | |
| | 2014.12.13 | 東九州自動車道 行橋IC～みやこ豊津IC (7.4) | |
| | 2015.3.1 | 常磐自動車道 常磐富岡IC～浪江IC (14.3) | |
| | 2015.3.1 | 東九州自動車道 豊前IC～宇佐IC (21.1) | |
| | 2015.3.7 | 都道首都高速品川目黒線 大井JCT～大橋JCT (9.4) | |
| | 2015.3.8 | 圏央道 寒川北IC～海老名JCT (4.3) | |
| | 2015.3.9 | 圏央道 久喜白岡JCT～境古河IC (19.6) | |
| | 2015.3.14 | 徳島自動車道 徳島IC～徳島JCT～鳴門JCT (10.9) | |
| | 平成 27 年度 | 2015.6.7 | 圏央道 神崎IC～大栄JCT (9.7) |
| | | 2015.10.31 | 圏央道 桶川北本IC～白岡菖蒲IC (10.8) |
| 2016.2.13 | | 新東名高速道路 浜松いなさJCT～豊田東JCT (55.2) | |

| | | |
|---------------------|---|--|
| 平成 28 年度 | 2016.4.24 2016.8.11 2016.8.11 2016.9.11 2017.1.28 2017.2.26 2017.3.18 2017.3.18 2017.3.19 | 東九州自動車道 椎田南 IC~豊前 IC (7.2) 新名神高速道路 四日市 JCT~新四日市 JCT (4.4) 東海環状自動車道 東員 IC~新四日市 JCT (1.4) 東北中央自動車道 福島 JCT~福島大笹生 IC (1.4) 大阪府道高速大和川線 三宝 JCT~鉄砲出入口 (1.4) 圏央道 境古河 IC~つくば中央 IC (28.5) 阪和自動車道・京奈和自動車道 和歌山 JCT~岩出根来 IC (6.5) 横浜市道高速横浜環状北線 横浜港北 JCT~生麦 JCT (8.2) 中部横断自動車道 六郷 IC~増穂 IC (9.3) |
| 平成 29 年度 | 2017.4.30 2017.10.22 2017.12.10 2018.1.28 2018.2.3 2018.3.10 2018.3.18 | 新名神高速道路 城陽 JCT・IC~八幡京田辺 JCT・IC (3.5) 東海環状自動車道 養老 JCT~養老 IC (3.1) 新名神高速道路 高槻 JCT・IC~川西 IC (26.2) 新東名高速道路 海老名南 JCT~厚木南 IC (1.5) 東関東自動車道 鉾田 IC~茨城空港北 IC (8.8) 都道首都高速晴海線 晴海出入口~豊洲出入口 (1.2) 新名神高速道路 川西 IC~神戸 JCT (16.9) |
| 平成 30 年度 | 2018.6.2 2018.12.8 2019.3.10 2019.3.17 2019.3.17 2019.3.17 | 東京外環自動車道 三郷南 IC~高谷 JCT (15.5) 後志自動車道 余市 IC~小樽 JCT (23.3) 中部横断自動車道 新清水 JCT~富沢 IC (20.7) 東海環状自動車道 大安 IC~東員 IC (6.4) 新名神高速道路 新四日市 JCT~亀山西 JCT (23.4) 新東名高速道路 厚木南 IC~伊勢原 JCT (4.3) |
| 平成 31 年度 (令和元年度) | 2019.4.13 2019.12.14 2020.3.7 2020.3.20 2020.3.22 2020.3.29 | 東北中央自動車道 南陽高島 IC~山形上山 IC (24.4) 東海環状自動車道 大野神戸 IC~大垣西 IC (7.6) 新東名高速道路 伊勢原 JCT~伊勢原大山 IC (2.4) 東海環状自動車道 関広見 IC~山県 IC (9.0) 横浜市道高速横浜環状北西線 横浜青葉 JCT~横浜港北 JCT (7.1) 大阪府道高速大和川線 鉄砲出入口~三宅西出入口 (7.7) |
| 令和 2 年度 | — | — |
| 令和 3 年度 | 2021.4.10 2021.5.1 2022.3.12 2022.3.21 | 新東名高速道路 新御殿場 IC~御殿場 JCT (7.1) 名古屋第二環状自動車道 名古屋西 JCT~飛島 JCT (12.0) 播磨自動車道 播磨新宮 IC~宍粟 JCT (11.5) 徳島南部自動車道 徳島 JCT~徳島沖洲 IC (4.7) |
| 令和 4 年度 | 2022.4.16 | 新東名高速道路 伊勢原大山 IC~新秦野 IC (12.8) |

表 2.3.3 最近 10 年間の新規整備スマート IC

| 年 度 | 供用年月日 | スマート IC 名称 |
|----------|------------|----------------------------------|
| 平成 26 年度 | 2014.12.13 | 東九州自動車道 今川スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2015.2.21 | 常磐自動車道 南相馬鹿島スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2015.3.1 | 北陸自動車道 高岡砺波スマート IC (本線直結型) |
| | 2015.3.1 | 東海北陸自動車道 南砺スマート IC (本線直結型) |
| | 2015.3.1 | 東九州自動車道 上毛スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2015.3.7 | 中央自動車道 府中スマート IC (本線直結型) |
| | 2015.3.14 | 四国横断自動車道 松茂スマート IC (SA・PA 接続型) |
| 平成 27 年度 | 2015.8.8 | 道央自動車道 砂川 SA スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2015.9.26 | 中国自動車道 夢前スマート IC (本線直結型) |
| | 2015.12.20 | 関越自動車道 上里スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2016.3.12 | 東名高速道路 大井川焼津藤枝スマート IC (本線直結型) |
| | 2016.3.19 | 常磐自動車道 鳥の海スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2016.3.19 | 東名高速道路 愛鷹スマート IC (SA・PA 接続型) |
| 平成 28 年度 | 2016.9.24 | 宮崎自動車道 山之口スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2016.11.27 | 大分自動車道 由布岳スマート IC (SA・PA 接続型) |

| | | |
|---------------------|------------|--------------------------------------|
| | 2016.12.24 | 圏央道 八王子西 IC (本線直結型) |
| | 2017.3.18 | 仙台東部道路 名取中央スマート IC (本線直結型) |
| | 2017.3.18 | 東名高速道路 三方原スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2017.3.18 | 新東名高速道路 駿河湾沼津スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2017.3.25 | 北陸自動車道 長岡北スマート IC (本線直結型) |
| | 2017.3.25 | 北陸自動車道 小谷城スマート IC (本線直結型) |
| | 2017.3.25 | 舞鶴若狭自動車道 敦賀南スマート IC (本線直結型) |
| | 2017.3.25 | 東九州自動車道 門川南スマート IC (本線直結型) |
| | 2017.3.26 | 中央自動車道 笛吹八代スマート IC (本線直結型) |
| 平成 29 年度 | 2017.4.1 | 常磐自動車道 山元南スマート IC (本線直結型) |
| | 2017.7.9 | 九州自動車道 城南スマート IC (本線直結型) |
| | 2017.9.30 | 中央自動車道 小黒川スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2018.2.17 | 神戸淡路鳴門自動車道 淡路島中央スマート IC (本線直結型) |
| | 2018.3.17 | 中央自動車道 駒ヶ岳スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2018.3.18 | 新名神高速道路 宝塚北スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2018.3.18 | 長崎自動車道 木場スマート IC (SA・PA 接続型, 本線直結型) |
| | 2018.3.21 | 山陽自動車道 沼田 PA スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2018.3.24 | 東北自動車道 矢巾スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2018.3.24 | 舞鶴若狭自動車道 三方五湖スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2018.3.24 | 名神高速道路 安八スマート IC (本線直結型) |
| | 2018.3.24 | 東名高速道路 守山スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2018.3.25 | 北陸自動車道 能美根上スマート IC (本線直結型) |
| | 2018.3.31 | 山陽自動車道 福山 SA スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2018.3.31 | 長崎自動車道 小城スマート IC (SA・PA 接続型) |
| 平成 30 年度 | 2018.4.15 | 中央自動車道 富士吉田西桂スマート IC (本線直結型) |
| | 2018.4.24 | 東北自動車道 奥州スマート IC (本線直結型) |
| | 2018.6.24 | 名神高速道路 養老 SA スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2018.7.28 | 北関東自動車道 太田強戸スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2019.1.13 | 東北自動車道 郡山中央スマート IC (本線直結型) |
| | 2019.3.9 | 東名高速道路 足柄スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2019.3.10 | 阪和自動車道 和歌山南スマート IC (本線直結型) |
| | 2019.3.17 | 磐越自動車道 田村スマート IC (本線直結型) |
| | 2019.3.17 | 東名高速道路 館山寺スマート IC (本線直結型) |
| | 2019.3.17 | 新名神高速道路 鈴鹿 PA スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2019.3.21 | 常磐自動車道 ならはスマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2019.3.23 | 八戸自動車道 八戸西スマート IC (本線直結型) |
| | 2019.3.24 | 圏央道 大網白里スマート IC (本線直結型) |
| | 2019.3.24 | 九州自動車道 北熊本スマート IC (本線直結型) |
| | 2019.3.28 | 関越自動車道 寄居スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2019.3.30 | 九州自動車道 桜島スマート IC (SA・PA 接続型) |
| 平成 31 年度 (令和元年度) | 2019.4.20 | 東北自動車道 滝沢中央スマート IC (本線直結型) |
| | 2019.8.4 | 秋田自動車道 横手北スマート IC (本線直結型) |
| | 2019.8.10 | 九州自動車道 人吉球磨スマート IC (本線直結型) |
| | 2019.9.14 | 東名高速道路 日本平久能山スマート IC (本線直結型) |
| | 2019.10.6 | 東九州自動車道 国富スマート IC (本線直結型) |
| | 2020.2.16 | 圏央道 茂原長柄スマート IC (本線直結型) |
| | 2020.3.20 | 東海環状自動車道 岐阜三輪スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2020.3.21 | 中国自動車道 湯田温泉スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2020.3.21 | 松山自動車道 中山スマート IC (本線直結型) |
| | 2020.3.28 | 東名高速道路 駒門スマート IC (SA・PA 接続型) |
| 令和 2 年度 | 2020.5.24 | 中央自動車道 談合坂スマート IC (SA・PA 接続型, 本線直結型) |
| | 2020.9.26 | 圏央道 厚木 PA スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2020.12.13 | 北陸自動車道 上市スマート IC (本線直結型) |
| | 2021.3.27 | 東名高速道路 豊田上郷スマート IC (SA・PA 接続型) |

| | | |
|-------|------------|------------------------------------|
| | 2021.3.28 | 東北自動車道 矢板北スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2021.3.28 | 中央自動車道 座光寺スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2021.3.31 | 東名高速道路 綾瀬スマート IC (本線直結型) |
| 令和3年度 | 2021.7.17 | 新東名高速道路 新磐田スマート IC (本線直結型) |
| | 2021.12.4 | 東北自動車道 平泉スマート IC (本線直結型) |
| | 2022.3.26 | 伊勢湾岸自動車道 刈谷スマート IC (SA・PA 接続型) |
| 令和4年度 | 2022.4.16 | 新東名高速道路 秦野丹沢スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2022.7.24 | 東富士五湖道路 富士吉田忍野スマート IC (本線直結型) |
| | 2022.8.7 | 松江自動車道 雲南加茂スマート IC (本線直結型) |
| | 2022.9.19 | 北関東自動車道 出流原スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2023.3.25 | 東北自動車道 菅生スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2023.3.25 | 関越自動車道 甘楽スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2023.3.26 | 日本海東北自動車道 胎内スマート IC (本線直結型) |
| 令和5年度 | 2023.9.10 | 東北自動車道 都賀西方スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2023.12.16 | 東海北陸自動車道 城端スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2023.12.17 | 長野自動車道 筑北スマート IC (本線直結型) |
| | 2024.3.20 | 東北自動車道 花巻 PA スマート IC (SA・PA 接続型) |
| | 2024.3.23 | 松山自動車道 東温スマート IC (本線直結型) |
| | 2024.3.24 | 東北中央自動車道 山形 PA スマート IC (SA・PA 接続型) |
| 令和6年度 | 2024.6.9 | 東九州自動車道 小郡鳥栖南スマート IC (本線直結型) |

中央環状線は、2015年3月の山手トンネル(18.2km)完成により、全線が開通した。昭和45年(1970年)に首都圏整備計画に位置付けされ、最初の都市計画決定から45年を経て、各種のイノベーションを重ねて、首都圏三環状線として初めて完成したこととなる。また、中央環状線の整備にあわせて、中央環状線の機能強化策として、堀切・小菅JCT間4車線化、板橋・熊野町JCT間4車線化などの事業を実施した。更に、2017年3月に横浜北線、2020年3月に横浜北西線と、トンネルを主構造とする路線が開通した。横浜北線・北西線の開通により、東名高速から横浜湾岸地域へのアクセス性が向上し、並行する保土ヶ谷バイパスの混雑時には交通量が北線・北西線に転換するなどの効果があり、リダンダンシーの向上効果と相俟って、路線としての重要性が高まっている。

全線開通した中央環状線とともに、圏央道や東京外環自動車道の開通により、放射方向の高速道路と繋がり、都心の交通が円滑化され、物流の生産性向上、沿線地域の渋滞緩和、広域的な観光交流の促進に寄与している。

2) サービスエリア・パーキングエリアの利便性向上

近年、社会・経済情勢の変化や国民の価値観、ニーズの多様化に対応するため、高速道路のサービスエリア(SA)、パーキングエリア(PA)(以下「SA・PA」という)は単に休憩するだけの機能だけでなく、観光、防災、地域連携等、多機能化が進んでいる。更に、日本の社会経済活動においては、高速道路とSA・PAは物流ネットワークの一部として大きな役割を担っている。

しかしながら、高速道路の幹線路線のSA・PAでは、深夜帯を中心に駐車場が混雑しており、大型車の駐車マスが不足しているため、駐車場所がなく休憩ができない、駐車マスでない箇所に駐車しているため車路が阻害され危険である等の問題が生じている。これまでも、SA・PAの駐車マス増設(NEXCO3会社で2018～2022年度に大型車マスを約3,000マス拡充)や駐車場予約システムの社会実験を進めてきているところではあるが、依然、これらの課題の解決には至っていないのが実態である。

これらを背景に、SA・PAの混雑解消等の現時点で明らかになっている社会的な要請に加え、高速道路の社会的ニーズの変化に対応した適切な進化・改良の方向性について、高速道路機構において「高速道路SA・PAにおける利便性向上に関する検討会」を設置し幅広い専門的見地から検討を重ね、2023年

に整備方針をとりまとめた。今後も整備方針に基づき SA・PA の利便性向上に向けた整備を進めていく。

また、阪神高速では 2012 年の対距離料金制の導入に伴い、入口料金所を整備することで不要となった本線料金所を撤去することで走行性・安全性等の向上を図るとともに、本線料金所の跡地を新たな PA として整備することで、お客さまへの更なるホスピタリティ向上に向けた取組みも実施してきた。

3) 規制速度の見直し

2013 年 12 月に交通事故抑止に資する取締り・速度規制等の在り方に関する懇談会において取りまとめられた「交通事故抑止に資する取締り・速度規制等の在り方に関する提言」を受け、2016 年 3 月に高規格の高速道路における交通事故の分析、国民の意識調査、諸外国の事例調査等を行い「高規格の高速道路での速度規制見直しに関する調査研究委員会」において「高規格の高速道路における速度規制の見直しに関する提言」がまとめられた。

同提言を受けて、新東名など高規格の高速道路の一部で一定の条件が整えば、最高速度について現行の 100km/h から 120km/h への引き上げが可能であるとされた。高規格の高速道路における規制速度の引き上げについては、以下の点などを踏まえ可能と判断された。

- (ア)交通量が少なくドライバーが自由に走行できる状態での死傷事故率が、標準的な高速道路と比較して約 4 割低いこと
- (イ)構造適合速度 120km/h 区間については、規制速度を引き上げても適切な実勢速度が保たれば、高速道路一般の安全が確保できること
- (ウ)高速道路利用者の意識調査で、高規格の高速道路での規制速度引き上げに約 87%のドライバーが賛成していること

規制速度の引き上げは、新東名高速道路：御殿場 JCT～浜松いなさ JCT 間（約 50km）と東北自動車道：花巻南 IC～盛岡南 IC 間（約 27km）で 2017 年から試行され、110km/h、120km/h と段階的に引き上げられ、2020 年に警察庁が正式運用を決定した。その他、東北自動車道：岩槻 IC～佐野藤岡 IC 間（約 41km）、東関東自動車道：四街道 IC～成田 JCT 間（約 20km）は、最高速度 120km/h、常磐自動車道：岩間 IC～桜土浦 IC 間は、最高速度 110km/h に順次引き上げられている。

2024 年 4 月からトラックドライバーの時間外労働において、960 時間の上限規制と改正改善基準告示が適用されることで、輸送能力の大幅な低下が懸念されている 2024 年問題への対策として、政府において「物流革新に向けた政策パッケージ（2023 年 6 月 2 日我が国の物流の革新に関する関係閣僚会議決定）」が取りまとめられた。

その他、「高速道路のトラック速度規制の引き上げ」が盛り込まれ、2023 年 12 月、警察庁が開催した「高速道路における車種別の最高速度の在り方に関する有識者検討会」において、「大型貨物自動車等の法定速度を 90km/h に引き上げることは可能」とする提言が取りまとめられた。これらを受けて、道路交通法の法律改正がなされ、2024 年 4 月に中大型トラック（車両総重量 8 トン以上）の最高速度の引き上げが行われ、輸送の効率化を図ることとなった。

(4) 技術革新や社会情勢の変化に対応した取組み

4) 維持管理の高度化と新たなモビリティサービスの提供

高速道路は年々老朽化が進んでおり、今後、道路構造物の変状が加速度的に増加していくことが予想される中、生産年齢人口の減少により急速に技術者の世代交代が進むなど、維持管理技術者の質・量の確保が大きな課題となっている。

一方で、ICT やロボティクス、AI などの技術の進歩は日々目覚ましく、様々な業種・業界において、

これら技術の積極的な活用が検討されている。

これらの課題を解決すべく、最新技術を活用した技術開発を推進し、高速道路維持管理の安全性や生産性を飛躍的に向上させる様々な取組みを実施している。

東日本高速道路株式会社（以下「東日本高速」という）では、長期的な高速道路の「安全・安心」の確保に向け、現場の諸課題の解決に立脚、密着した検討を推進することを基本に、ICTやロボティクス等の技術を積極的に導入し、これらが技術者と融合する総合的なメンテナンス体制を構築することで、グループ全体のインフラ管理力を効率化・高度化する重点プロジェクト「SMH（スマートメンテナンスハイウェイ）」を進めている。

これまでの取組みとして、デジタル化された道路管理情報の基盤システムを刷新するとともに、複数のデータベースの情報を一元的に検索・表示するUIツールや点検データを可視化するBIツール、全周囲道路映像システムなどを導入し、特に「点検・調査」、「分析・評価」、「補修計画策定」、「補修・修繕」といった一連の業務プロセスの中で、橋梁や舗装の補修検討において生産性向上を実現してきた。

現在は次なるステップとして、GIS（地理情報システム）を活用した情報の一元管理による災害や事故通行止めなど有事の際における道路管理の高度化や非GNSS環境下でも飛行できる球体ドローンによる点検業務の効率化・高度化に取り組んでいる。また、これまでの成果や知見を活用し、施設管理や交通管理においても更なる展開および定着に向けた取組みを推進することで、高速道路の「安全・安心」の確保とともに、社会課題の解決に貢献していく。

中日本高速道路株式会社（以下「中日本高速」という）では、次世代技術を活用した革新的な高速道路保全マネジメント「i-MOVEMENT（アイムーブメント）」プロジェクトを進めている。プロジェクトは、分野毎に設定した5つのビジョン（ありたい姿）とそれに紐づく26の戦略で構成され、道路構造物の点検、維持修繕作業、お客さまへの情報提供といった日々の業務について、機械化や自動化、AIの活用などによる業務プロセスの改革を通じた安全性・生産性の向上を目的としている。

例えば、26の戦略の1つである「道路管制センターの機能強化」では、最新技術の導入・運用を見据えた業務プロセスの見直しの観点からインフラ司令・サービス司令の2役を新設した。現在は、従前の統括司令・管制司令・制御司令を加えた計5役の司令の指揮のもと、高速道路における異常事象（事故・落下物など）を対象として、現場との直接的な連携対応に取り組んでいる。発見した異常事象に対して緊急対応が必要となる場合、道路管制センターが現場オペレーションを担うグループ会社に対する指示・命令を一元的に担い、応急復旧完了までの一連の対応を完結させる。

今後は、実事例を通じて把握した課題に対して、運用オペレーションもしくは技術的対応をもって、事象対応の更なる迅速化および対応可能領域の拡大を行い、安全性・定時制・快適性が確保された高速道路空間の提供を目指す。

西日本高速道路株式会社（以下「西日本高速」という）では、あらゆる分野においてデジタル技術を活用して業務の効率化を図るなど、地に足の着いたDXを推進するために「NEW ACE DXs」の取組みを進めている。

保全サービス事業においても、DXを実現する機械化・自動化・システム化・マップ化の4つの柱により、点検計画・準備から補修記録登録に至るまで、すべての業務シーンをDXによって改善し、重複しているムダな業務、危険がともなうムリな作業、平準化されていない業務のムラを徹底的に見直している。保全サービス事業の進化を実現するために、全社員が一丸となってDXに取り組めるよう、人材育成やフォローアップ、制度やルールの見直しを実施している。

System for Maintenance and Operation Service)」を開発している。COSMOSは、阪神高速が保有、管理する様々なデータを地図上で可視化・重ね合わせ表示することが可能であり、構造物の劣化・損傷に対する総合的な分析・判断等、維持管理業務の効率化等に向け活用している。

本四高速では、管理する本州と四国を結ぶ3つのルートにある海峡部を跨ぐ長大橋において、200年以上の長期にわたり利用される橋を目指しアセットマネジメントの考えを導入し予防保全に努めている。また、長大橋維持管理におけるPDCAの更なる高度化・効率化を目的として、長大橋のBIM/CIMをプラットフォームとした次世代維持管理システムの開発に取り組んでいる。

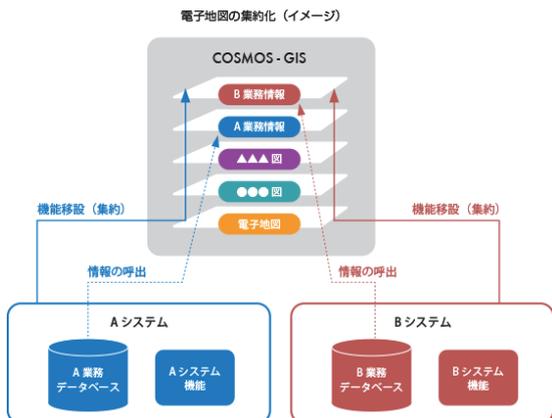


図 2.3.5 情報共有プラットフォーム (COSMOS)

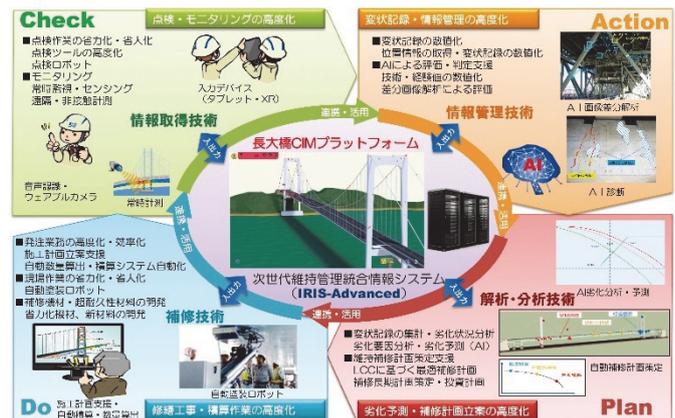


図 2.3.6 次世代維持管理システム (IRIS-Advanced)

また、これからの高速道路では、自動運転車両やコネクテッドカーの普及が現実となりつつある。自動運転車両や物流車両の隊列走行の安全で円滑な走行のための専用レーンの整備や走行中給電の実現など、最先端の技術を駆使し、高速道路空間に自動運転時代における新たな価値を創造することで、直面する社会的課題を解決し、さらに未来の社会構造・経済活動を持続的に牽引する機能を有した高速道路を実現していくことが可能と考える。



図 2.3.7 将来の目指す姿イメージ (東日本高速)

2) 働き方改革への対応

日本全体の生産年齢人口が減少する中、建設業の担い手については概ね10年後に団塊世代の大量離職が見込まれており、その持続可能性が危ぶまれる状況となっている。

建設業が引き続き、災害対応、インフラ整備・メンテナンス、都市開発、住宅建設・リフォーム等を支える役割を果たし続けるためには、これまでの社会保険加入促進、担い手3法の制定、i-Constructionなどの成果を土台として、働き方改革の取組を一段と強化する必要がある。

そのような中、労働基準法の改正（2018年6月成立）により、建設業においても2024年4月から時間外労働規制が見直されることとなった。建設業の2024年問題と呼ばれるこの課題に対応するため、発注者として建設業の働き方改革を実現し、高速道路における工事現場の環境改善を促進することを目的に、NEXCO3会社は一般社団法人日本建設業連合会と推進会議を設置し、意見交換や現地ヒアリングを行うなど、現場の要望を踏まえた施策を取りまとめている。

3) 国際化・インバウンドへの対応

日本の高速道路延長は、四半世紀で2倍以上となるなど、近年、ネットワークの充実により多様なルート選択が可能となりつつある。加えて、昨今、訪日外国人旅行者の急増に伴い、レンタカーの利用者も3年で約3倍の伸びを示すなど、多様な利用者が行き交う状況に変化しつつあり、好調なインバウンドを地方に波及させるためにもわかりやすい道案内は重要となっている。

一方、世界各国の高速道路に目を転じれば、その地固有の言語に依存せず、誰にでもわかるユニバーサルコードとして、路線番号を用いた「ナンバリング」による案内が一般的となっており、日本の高速道路においてもこの「ナンバリング」を導入し、わかりやすい道案内を実現することは極めて重要である。

このような状況の中、国土交通省では、現在使われている路線名に併用して、路線番号による案内を実施することにより、すべての利用者にわかりやすい道案内を実現する観点から、2016年4月に「高速道路ナンバリング検討委員会」(委員長:家田仁政策研究大学院大学教授)を設置し、検討を進めてきた。

「高速道路ナンバリング検討委員会」では、高速道路整備の進展を踏まえ、訪日外国人旅行者をはじめ、すべての利用者にわかりやすい道案内を速やかに提供するため、「実現することを最優先」と考え、高速道路ナンバリングの導入に必要な具体の検討を進めてきた。2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会を見据えた短期間の中で、最小の労力と費用で高速道路ナンバリングを実現することとなり、高速道路の標識のみならず、地図やカーナビゲーションなど様々な分野において活用されている。

表 2.3.4 路線番号のナンバリング例

| 路線番号 | 路線 |
|------|----------------------------|
| E1 | 東名高速道路, 名神高速道路 |
| E2 | 山陽自動車道 |
| E1A | 新東名高速道路, 新名神高速道路, 伊勢湾岸自動車道 |
| C3 | 東京外環自動車道 |

4) 東京2020大会・交通マネジメントの取組み

2021年に開催されたオリンピック・パラリンピック大会では、交通量の多い夏場において、何も対策を

行わずに大会が開催される場合、首都高速道路の渋滞は、平常時の2倍まで悪化することが予想された。このため、交通需要の変化による交通行動低減を図るためのTDM（Traffic Demand Management, 交通需要マネジメント）と、入口閉鎖や本線料金所流入制限等により交通集中緩和を図るTSM（Traffic System Management, 交通システムマネジメント）の適用が検討された。具体的には、オリンピック開会式を控えた2021年7月19日（月）から閉会式翌日の8月9日（月・祝）までの期間、および、パラリンピック大会開会式である8月24日（火）から閉会式である9月5日（日）の期間において、入口規制等をはじめとしたTSM、ならびに乗用車への1,000円上乗せなどの料金施策によるTDMを実施した。大会直前の交通量は、2019年と比べ同程度で推移していたが、大会期間中における交通量は、2019年と比べ、平日で約2割減少、休日では約2割から約3割減少した。渋滞損失時間は、大会期間中では、2019年と比べ、平日で約8割から9割、休日では約9割減少するなど大きく改善した。大会期間中、選手および関係者の輸送に支障をきたすことは無く、「社会資本整備審議会道路分科会国土幹線道路部会中間答申（令和3年8月4日）」における「東京2020大会時の首都高速の料金施策の事例を参考にして、交通需要の偏在等による混雑の緩和を図るため、特定の時間帯や経路の料金の割引や割増を行う料金を本格的に導入すべき」との提言のとおり、交通需要マネジメントの好事例として、今後の施策を検討するうえでの参考となる成果が得られた。（参考文献：上村健太、遠藤学史、田中厚、「首都高速道路におけるロードプライシング政策の紹介とその効果」、国際交通安全学会誌 Vol.48, No.1, 2023年6月）

5) カーボンニュートラルの実現に向けた動き

近年、世界各国において人類共通の課題として温室効果ガスの排出削減に向けた取り組みが進められている。国内においては、2021年10月に「地球温暖化対策計画」が閣議決定され、2050年カーボンニュートラルの実現を目指し、2030年に温室効果ガスを2013年度から46%削減^[1]することが示された。また、国土交通省道路局より2024年12月に「道路分野の脱炭素化政策集 Ver.1.0」が公表されるなど、国内外で2050年カーボンニュートラルの実現に向けた動きが加速している。

このような情勢の中、高速道路会社においても2030年度の温室効果ガス排出量の2013年度比50%以上削減を目標に掲げ、高速道路事業における省エネ・創エネ・再生可能エネルギーの活用などの取り組み、新技術・新工法の開発や活用などを通じ、2050年カーボンニュートラルの実現に寄与する施策を推進する動きが始まっている。

具体的な施策としては、事業活動による温室効果ガス排出量を削減するため、業務用車両への電動車の導入や道路・社屋の照明のLED化、社屋等の新築・改築時のZEB化、社屋屋上や休憩施設等の敷地を活用した太陽光発電の導入などに取組んでいく。また、高速道路ネットワークやスマートICの整備、渋滞対策の推進により安定した速度での走行を可能とすることやEV急速充電器の増設などにより、事業活動に伴う間接的な温室効果ガスの排出を削減・低減する取り組みも推進している。

(5) おわりに

高速道路は、国民の生活や社会経済活動を支える重要な社会基盤である。今後も、技術革新や社会情勢の変化に柔軟に対応しながら、継続的な進化と新たな価値の創造によって、安全・安心・快適・便利な高速道路サービスを提供し、持続可能な社会の実現に貢献していく。

〔東日本高速道路株式会社 執行役員・技術本部 副本部長 兼 技術・環境部 部長 上田 俊也、中日本高速道路株式会社 技術本部 環境・技術企画部 部長 江良 嘉宏、西日本高速道路株式会社 技術本部 技術環境部 部長 池 聖、首都高速道路株式会社 技術部 部長 白鳥 明、阪神高速道路株式会社 技術部 部長 伊藤 学、本州四国連絡高速道路株式会社 長大橋技術部 部長 竹口 昌弘〕

注

[1] さらに、50%の高みに向け、挑戦を続けていくとされ、区分ごとの目標・目安として、産業部門で38%、業務その他部門で51%、運輸部門で35%の削減などが示されている。

2.4 研究・教育・社会貢献における学術界の10年の歩みと展望

(1) はじめに

学術界のこの10年を振り返る際、まず頭に入れておかなければならないのは新型コロナウイルスによるパンデミックの影響である。2020年の4月に緊急事態宣言が出されて以降、2023年5月に第5類に移行されるまでの期間、社会全体がウィズコロナの状況下で生活し、様々な制約がある中での活動を余儀なくされた。土木学会においても全国大会をはじめとする各種の集会は中止やオンラインでの開催となるなど、当初はその対応に多くの時間と労力を割くこととなった。その一方で、学術界におけるDX技術はウィズコロナ時代の課題解決や価値創造の手段として加速度的に進展した。ここではそのあたりのことも含めこの10年間を簡潔に振り返るとともに、今後の展望について述べる。なお、筆者はコンクリート構造部門の研究に携わっていることから、すべての分野のこの10年の動向を理解しているわけではない。したがって、ここに記す内容には若干偏りが存在することをまずご容赦願いたい。

(2) 研究の動向

2011年には東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）や紀伊大水害といった甚大な自然災害が発生し、それ以降、自然災害からの復旧・復興や防災・減災をテーマとした研究が継続的かつ精力的に行われてきている。この10年の間にも、2016年の熊本地震、2018年の大阪北部地震や北海道胆振東部地震、2024年の能登半島地震など、被害が甚大となる地震や台風・異常気象による大規模水害が多数発生しており、南海トラフ巨大地震の発生が予測される現在において、ハード面、ソフト面を問わずすべての分野においてこれらに関する研究を継続し、その成果を社会へ還元していくことが土木工学に課せられた使命と言える。土木工学は経験工学とも言われるが、これらの災害を教訓とした研究の成果は、国家・地域防災のみならず、土木学会土木構造物共通示方書やコンクリート標準示方書などの各種構造設計基準にも反映されている。

人口減や職業の多様化に伴い、土木の担い手不足が叫ばれてから久しいが、国土交通省は生産性向上を喫緊の課題と捉え、2016年を生産性革命元年と位置付け、本格的なi-Constructionへの転換を精力的に進めていくことを宣言した¹⁾。大学や企業をはじめとする関係諸機関はICT、IoT、DX、AIといった日々刻々と進化するデジタル関連技術を駆使して研究を精力的に進め、その成果を社会実装へと結び付けてきている。とくにAIの進歩は目覚ましく、現場のみならず様々な局面で判定・判断・予測する際の強力なツールとなり、生産性向上やインフラDX推進の重要なキーの一つとなっている。

また、この十年間で、Society5.0やSDG'sという言葉が研究のキーワードとして用いられることが多くなった。Society5.0に関しては、「サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させたシステムにより、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」という定義²⁾の下に、その実現に向けて様々な施策が実施されている。その中の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）や研究開発とSociety5.0との橋渡しプログラム（BRIDGE）などには多くの土木技術者・研究者が参画しており、技術や研究成果の社会実装に向けて日々励んでいる。また、スマートシティ実現に向けて官・民・学が連携した検討も数多く行われてい

る。一方、SDG'sはすべての人々が主体となって考え、行動すべき指針を与えるものであり、その中で土木工学は「目標11：住み続けられるまちづくりを」ともっとも関連が深い。研究者は17の目標に対して自らの研究の位置づけを明確にし、その意義を改めて確認する機会となっている。

以上、この10年の研究の動向をきわめて簡単に述べたが、研究者にとっては如何にして研究費を確保するかが課題となっている。大学をはじめとする所属機関の研究費は年々減少傾向にあり、外部資金を獲得することが研究を進める必須条件であるといっても過言ではない。SIPのような国家的プロジェクトや企業との共同研究・委託研究を除けば、大学をはじめとする高等教育機関の研究者は日本学術振興会の科学研究費助成事業（科研費）に応募して研究費を獲得することが重要となる。図2.4.1は2014～2024年度の「土木工学およびその関連分野」における新規科研費獲得状況³⁾を示したものである。参考として、土木工学と関連が深いと思われる「社会システム工学、安全工学、防災工学およびその関連分野」の状況も併せて示した。同図からわかるように、「土木工学およびその関連分野」の科研費は2016年度をピークに減少傾向にあり、2017年度以降9億円弱で推移した後、2024年度には8億円弱にまで減少している。「社会システム工学、安全工学、防災工学およびその関連分野」においても同様の傾向がみられ、こちらは5.5億円程度で推移した後、2024年度は4.3億円弱となった。新規採択件数には年度によって多少のばらつきがみられるが、2019年度以降、いずれの分野においても減少傾向にあり、採択率が25～28%の範囲で推移していることを考えると、応募件数そのもの、ひいては研究者数そのものが減少傾向にあることがうかがえる。私学の教員は志願者確保のための業務が増加しており、研究費に加え研究時間を確保するための仕組み作りが重要な課題となる。

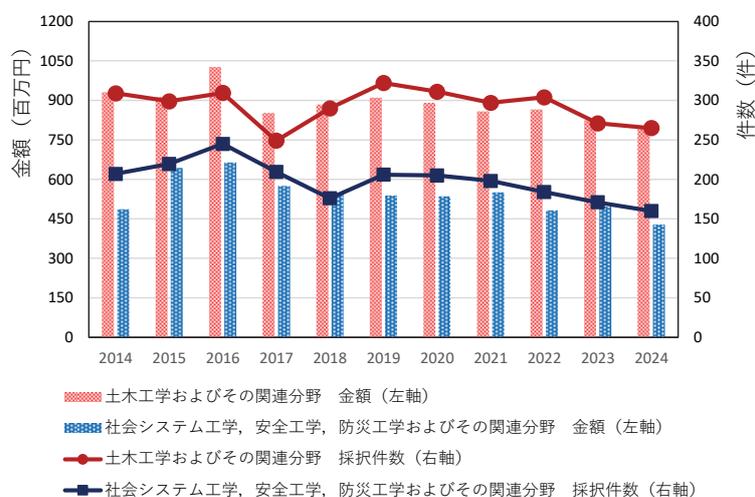


図 2.4.1 科研費の新規獲得状況（日本学術振興会の科研費データ³⁾をもとに作成）

(3) 土木の教育

教育については、2016年3月31日に中央教育審議会大学分科会大学教育部会により示された『「卒業認定・学位授与の方針」（ディプロマ・ポリシー）、「教育課程編成・実施の方針」（カリキュラム・ポリシー）及び「入学者受入れの方針」（アドミッション・ポリシー）の策定及び運用に関するガイドライン⁴⁾に従い、各大学、学部・学科等は、その教育理念に基づき、どのような力を身に付けた者に卒業を認定し、学位を授与するのかを定める基本的な方針、いわゆるディプロマ・ポリシーを定め、公表することが義務付けられるようになった。近年においては、大学機関別認証評価において「内部質保証」が

重要な項目として挙げられ、各教育機関においては、卒業・修了時のディプロマ・ポリシーの達成を適切な方法で検証したうえで学位を授与するという内部質保証のシステムが構築されつつある。また、教育方法に関して外部評価委員会を設け、その意見を教育改善に反映することも多くの高等教育機関で実施されている。したがって、大学や高等専門学校の土木系学科においても、それぞれに応じたディプロマ・ポリシーが定められ、卒業・修了時には、土木に関する基本的な知識をはじめ、所定の能力を有していることが保証されていることになる。さらに、土木学会は、JABEE（日本技術者教育認定機構）の「土木及び関連の工学分野」、「環境工学及び関連のエンジニアリング分野」の審査を担当しており、2024年8月現在で大学、高等専門学校合わせて、「土木及び関連の工学分野」で56プログラム、「環境工学及び関連のエンジニアリング分野」で2プログラムがJABEE認定を受けている。このように、この10年の間に、ディプロマ・ポリシーの策定と内部質保証の取組みによって、大学をはじめとする高等教育機関の土木系学科卒業生・修了生が、要求される基本的な知識と能力を修得したうえで社会へ旅立つことを保証するシステムが確立されてきているといえる。

教育の方法に関していえば、2020～2023年にかけての新型コロナウイルスによるパンデミックが一つの転機となったことは言うまでもない。ほぼすべての教育機関で2020年度の入学式が中止され、高等教育機関においてもオンライン授業の準備が整うまでの数か月間、教員も学生も不安な日々を過ごしたことが思い出される。当初は疑心暗鬼の中でのオンライン授業であったが、半年も過ぎるとほぼ全員が対応できるようになり、学生諸君の適応力に驚いたものである。その中で、実験・実習をどのような方法で実施するかということが教員側の課題であった。土木系学科では測量実習や材料実験等、将来の資格と関連付けられた科目も多く、たとえば、本学では2020年6月以降、実験・実習科目のみ少人数に分けて対面形式で実施したが、できなかった部分についてはビデオ撮影した実験の様子をオンデマンド形式で視聴させ、別に与えたデータを用いてレポートを作成するよう指導した。また、測量実習については8月の夏休み期間に補習を行うなど、シラバス記載の項目を全て実施するための配慮が必要であった。このような授業への配慮や、通学できないことに伴う学生の心のケアなど、それぞれの教育機関が独自の方法で対処したであろう。この間の経験は、教員にとっても学生にとっても貴重なものとなり、特に、オンライン授業をはじめとした教育DXの急速な進展に繋がっていると言える。

新型コロナウイルスの影響以外では、従来の「講義+実習・演習」方式に加え、多くの高等教育機関で課題解決型授業（Project Based Learning, PBL）が取り入れられるようになった。これは、ある一つの課題に対して、少人数グループでのディスカッションや共同作業を通じて最適な解や成果を見出していくというもので、協調性、コミュニケーション能力、課題解決能力、プレゼンテーション能力などの通常の講義や演習では身につけることが難しい能力を養うことを目的としたものである。たとえば筆者の大学では1年次に橋梁模型製作、3年時に道路路線計画と道路、橋梁、景観を考慮した道路附帯施設の概略設計を実施し、ルーブリックを用いて評価を行うなど、学科で定めたディプロマ・ポリシーを達成するための1つの教育方法として取り入れている。また、国際性を併せて養うことを目的とした連携協定締結大学との国際PBL（隔年ごとに派遣、招聘）も行っている。土木学会関西支部には学生会員海外研修支援制度が設けられているが、その充実や国際PBLの仲介を土木学会が中心となって進めていくことにより、学生会員に対する魅力の向上を図ることができ、将来の担い手確保にもつながっていくものと思われる。

土木技術の多様化に伴い、実務においては土木に関する知識だけでなく、理系・文系を問わず様々な知識が必要になる場合が多い。昨今、教育の現場では、文理融合、リベラルアーツ、副専攻制度という用語がよく使われている。個々の教育機関がこれらを実現することについては制約条件が多いが、学生諸君に専門分野以外の知識を如何につけさせるかということに関しての仕組みづくりが必要であろう。

(4) 土木系人材の確保

日本の人口は減少の一途をたどり、2014年度時点の18歳人口が118万人だったのに対し、2024年度は106万人となり、この10年間で10万人を超える減少となっている。ここ数年の大学進学率は53%程度で推移しており、62~3万人が大学に入学している状況であるが、このうち、土木建築系学部への入学者は2023年度で13279人であり、全入学者の2.1%、工学部入学者の14.7%である⁵⁾。土木系に限定すれば、その数はおおよそ6~7000人というところであろう。一方で、2023年度大学卒業生のうち建設業に就職した学生は約22000人、そのうち工学部卒業生は約8700人である⁶⁾。2014年度でみればそれぞれ約19000人、8600人⁷⁾であることから、ここ数年で土木分野をはじめとする建設業への大学卒入職者は大きく変化していない。これは、大学の土木系学科が現時点では社会に十分必要とみなされているということであろうが、2032年に100万人を割り、その後単調減少していく18歳人口(18年後の2042年は約75万人)を考えると、高等教育機関における土木教育の内容のみならず、小さいころから土木を将来の仕事として選択してもらうための動機付けが重要なキーとなる。

土木業界をはじめとする理工系人材の不足の原因として、人口減少以外には、職業の多様化や高等学校での理科離れ、情報の発信不足などがあげられる。現代の中・高校生はインフラに関する興味が少なく、社会全体がモノを造る時代ではなく、新たな製品やサービスを使いこなす時代へと変化してきている。インフラは整備されていることが当たり前で空気のような存在であり、災害時や老朽化により使用できなくなった時点で初めてその重要性を認識することが多い。土木工学は安心・安全・快適な日常生活を作り出し・それを維持することが大きな目的であるにもかかわらず、それが興味や将来の職業選択に必ずしもつながっていない点なんとも歯がゆいところである。

情報の発信に関しては、土木学会本部や各支部、さらには各種委員会で市民向けイベントの開催や各種コンテンツの公開など、ここ10年間、今まで以上に積極的に活動を行っていただいている。国土交通省・各地方整備局、地方行政や業界各種団体、各種学協会も同様である。その成果が、土木建築系学科入学者数や建設業界への入職者数の維持につながっていると言えるが、たとえば、メタバースやデジタルツインを利用した体験、インフラDXに関するアイデアコンペ等、中学生以下およびその保護者を対象とした各種イベントの実施、高校の探求型学習における課題の提供と指導、さらには小・中・高校教員を対象とした土木啓発プログラムなども土木を知っていただくために有効であると思われる。

2022年5月に教育未来創造会議が第1次提言⁸⁾をまとめ公表した。その中で、「進学者のニーズ等も踏まえた成長分野への大学等再編促進・産学官連携強化」と「理工系や農学系の分野をはじめとした女性の活躍推進」を目標項目のひとつに掲げている。

前者においては、①デジタル・グリーン等の成長分野への再編・統合・拡充を促進する仕組み構築、②大学の教育プログラム策定等における企業・地方公共団体の参画促進、③地方公共団体と高等教育機関の連携強化促進、を具体的施策の項目として挙げている。①に関していえば、DX人材、グリーン人材の育成を推進すべく、学部・学科を再編するというものであり、一見土木分野には関係ないように見えるが、このような人材こそ今後の土木分野に必要な人材であり、今後の人口減少を見据えれば、土木系学科卒業生だけでなく、情報系・農学系の卒業生を土木業界においても積極的に採用していくことが重要であろう。②、③に関しては、一部既に実施されているが、行政や企業とつながりの深い土木分野では比較的進めやすいと思われる。

後者に関しては、①女性活躍プログラムの強化、②女子高校生の理系選択者の増加に向けた取組の推進、などを具体的施策として掲げている。

土木学会の女性会員数は2014年5月末時点で1566名（正会員1032名，学生会員534名）であり，全会員数の4.1%（正会員3.1%，学生会員11.9%）であった．2024年5月末現在では，2593名（正会員1921名，学生会員672名）で全会員数の6.9%（正会員5.8%，学生会員15.7%）と女性比率が増加し，特に正会員で顕著となっている．正会員数や学生会員数が33288名から33249名，4492名から4274名と10年間でいずれも微減傾向にあるなかで，この増加は特筆すべきことである．本学会のダイバーシティ・アンド・インクルージョン推進委員会や，一般社団法人土木技術者女性の会をはじめとする様々な団体の努力により，女性が活躍できるプログラムや労働環境を改善・強化してきた結果であると言える．人口減少が進行する中，これまでの取組みをさらに進めるとともに，②の女子高校生の理工系・土木系選択者の増加に向けて新たな施策を考えていく必要があると考えられる．

(5) 社会貢献

土木工学は元来，国や地方行政と密接な関わりがあり，土木事業そのものが社会貢献と言える．その中で土木の文化を社会へ発信する役割としての土木学会の責務は大きい．土木学会全国大会での様々な催事や一般市民向けの行事，HPでの各種情報の発信など，この10年間はこれまでも増して積極的な活動を行ってきた．土木系人材の確保や一般市民への興味喚起という観点からも，研究面だけでなく文化の発信が今後ますます重要となっていくと思われる．

近年においては，地方自治体における土木技術者不足が問題となりつつある．小さい自治体となると，技術的な相談ができる上司や先輩がいないこと，日常業務に忙殺され，技術的な業務に携わる時間がほとんどないこと，場合によっては，土木に関する知識が十分でない方が担当者となっていることなどをよくお聞きする．このような課題を解決するために各自自治体も様々な取組みを始めていると思われるが，たとえば，大阪府では地域維持管理連携プラットフォームを設立し，府下の7つの土木事務所とその近辺の市町村・大学が連携して，社会基盤施設の維持管理に関する課題やその解決策の共有，新技術に関する講習などを行っている．土木学会としてこのような場にかかわることは難しいと言えるが，土木に関する一般的な知識の習得や学び直しを希望する声も多く，このような方々を対象としたリカレント・リスキリング教育の一端を土木学会が担ってもよいのではないだろうか．

(6) おわりに

ここでは，研究・教育・社会貢献における学術界の10年間の状況と今後の展望について，中でも土木にかかわる技術者・研究者を如何にして今後確保していくかを重要な課題と位置付け，私見を含め記述させていただいた．調査不足・記述不足のところも多々あるかと思うが，その点に関しては本書の他の部分を是非ご参考いただきたい．

[大阪工業大学 学長 井上 晋]

参考文献

- 1) 国土交通省：i-Construction HP， <https://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/index.html>
- 2) 内閣府：Society 5.0 HP， https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html
- 3) 日本学術振興会：科研費データ HP， https://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/27_kdata/index.html
- 4) 中央教育審議会大学分科会大学教育部会：「卒業認定・学位授与の方針」（ディプロマ・ポリシー），「教育課程編成・実施の方針」（カリキュラム・ポリシー）及び「入学者受入れの方針」（アドミッション・ポリシー）の策定及び運用に関するガイドライン，2016年3月31日

- 5) 文部科学省：令和5年度学校基本調査・高等教育機関・関係学科別大学入学状況, <https://www.e-stat.go.jp/>
- 6) 文部科学省：令和5年度学校基本調査・高等教育機関・卒業後の状況調査, <https://www.e-stat.go.jp/>
- 7) 文部科学省：平成26年度学校基本調査・高等教育機関・卒業後の状況調査, <https://www.e-stat.go.jp/>
- 8) 教育未来創造会議：我が国の未来をけん引する大学等と社会の在り方について（第一次提言），2022年5月10日

2.5 総合建設業におけるこれまでの10年と今後の展望

2.5.1 ダイバーシティ

(1) この10年間の動向

この10年間で総合建設業におけるダイバーシティは、女性従業者と外国人材の増加に伴い、職場環境の整備を中心に様々な取り組みが行われてきたことが特徴として挙げられる。図2.5.1.1に女性従業者の推移を示す。2014年と2023年を比較すると、女性技術者は約1万人から約3万人に、女性技能者は約8万人から約13万人に増加している。図2.5.1.2に外国人材の受入れ状況を示す。2014年と2021年の合計数を比較すると、外国人材は約2万人から約11万人に増加している。

本項では、業界団体と企業における女性活躍推進と外国籍人材活躍推進の取り組みについて紹介する。

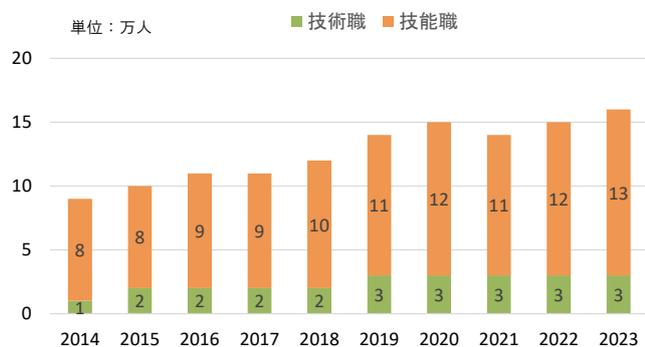


図 2.5.1.1 女性従業者数の推移

(出典：日本建設業連合会「建設業デジタルハンドブック」を基に筆者が作成)

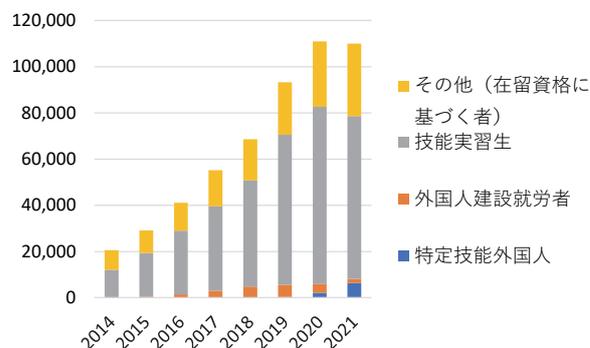


図 2.5.1.2 外国人材の受け入れ状況

(出典：日本建設業連合会「建設業デジタルハンドブック」を基に筆者が作成)

(2) 女性活躍推進の取り組み

2014年8月、国土交通省は、建設業の国内人材育成・確保策の柱の一つに女性の担い手確保を位置付け、建設業への女性技術者・技能者の入職促進と就労継続に向けた環境整備を官民一丸となって進めることを目的に『もっと女性が活躍できる建設業行動計画』を策定した。この行動計画に基づき、日本建設業連合会は『もっと女性が活躍できる建設業行動計画』並びに『もっと女性が活躍できる建設業を目指して－日建連の決意－』を公表したことから、女性技術者・技能者の積極的な採用と定着を目的とした環境整備が行われるようになった。

2015年4月、日本建設業連合会は「けんせつ小町委員会」を発足し現在に至るまで様々な取り組みを

実施している。業界団体として長期にわたって女性活躍推進に取り組む事例は類を見ないことから、建設業界における女性活躍推進がいかに難しいことかを物語っているように思われる。

「けんせつ小町委員会」の取り組みのひとつとして、建設現場に女性専用トイレと女性専用更衣室の設置率100%を目指すものがある。活動当初は「現場に女性がいないから不要」という声が多く、なかなか理解を得ることが難しかったが、女性を受け入れる職場環境が整備されていなければ、女性の入職者が増えることは期待できない。2018年に日本建設業連合会が会員企業向けに実施したアンケート結果では、女性専用トイレの設置率は45.0%、女性専用更衣室の設置率は31.0%であった。その後、女性技術者・技能者の入職者数が増加し建設現場に進出する女性が増えたこと、工事関係者や客先にも女性が増えたこと、また業界全体に職場環境整備の必要性に対する理解が浸透し始めたことから、2023年のアンケート結果では女性専用トイレの設置率は78.5%、女性専用更衣室の設置率は55.2%に向上している。

企業の取り組みとしては、女性用ユニフォームの製作や、人事制度の改正などハード面の整備が行われてきた。また、職場の理解促進に向けた研修などが開催され、女性技術者が働き続けられる環境が整い、結婚や出産を機に離職するケースが少なくなったことは、建設業界として大きな変化だと実感している。

現状の課題は、施工管理をしていた女性が、出産後に復職しても再び施工管理に戻る事例が少なく、その後のキャリア形成が男性とは異なることだと考えている。「子育てと両立しながら施工管理を行うことは難しい」という思い込みは、建設現場の“働き方”がその一因だと思われる。性別に関わりなく仕事と育児を両立することがスタンダードになりつつある今、これは女性だけではなく男性にも当てはまる課題である。

次の10年に向けて、さらに女性技術者が活躍するためには、女性を受け入れる職場環境整備が当たり前となることと、建設現場でも残業ゼロが当たり前となる“働き方”が定着することだと考えている。

(3) 外国籍人材活躍推進の取り組み

外国籍人材の受入れにおいて配慮しなければならないことは、言語の違いだけではなく、宗教や文化の違いが挙げられる。

企業の取り組みとしては、建設現場内で複数言語に対応した標識（安全看板）を掲示したり、プレイルーム（祈祷室）を設置したりすることだ。また、職場の理解促進の取り組みとしては、外国籍部下と直属の上司を対象とした異文化コミュニケーション研修などを実施している。

現状の課題は、上述した配慮が業界全体にいきわたっていない点だと考えている。

次の10年に向けて、さらに外国籍人材が活躍するためには、同時通訳レベルの翻訳ツールの導入により、円滑なコミュニケーションが可能な環境を整備すること、それぞれの宗教や文化、バックグラウンドをインクルージョンすることができる風土醸成だと考えている。

(4) 今後の展望

総合建設業におけるダイバーシティとして、女性活躍推進と外国人材活躍推進の取り組みの一部を紹介した。ダイバーシティは性別、国籍だけではなく、障害の有無、ジェンダーアイデンティなども含まれており、今後は、障がい者やLGBTQ対応についても検討していく必要がある。

また、ダイバーシティは属性で語られる表面的なものだけではなく、個々人の専門性や価値観などの内面的なものも対象であることを忘れてはいけない。誰もが当事者であり、誰もが配慮する側となることで、すべての人が活躍できる業界になることを期待している。

[清水建設株式会社 西岡 真帆]

2.5.2 建設DXの10年

(1) 今までの10年

2014年に国土交通省は将来の労働力不足の解消を見据え、「i-Construction」を発表して建設現場におけるICT施工を推進した。一方、2004年にスウェーデンのエリック・ストルターマン教授が「デジタル技術が浸透することで人間の生活のあらゆる面で引き起こす、あるいは良い影響を与える変化」と定義するデジタル・トランスフォーメーション(DX)を提唱し、さらに2011年にドイツ政府がデジタル技術と現実空間を融合したCPS(Cyber-Physical Systems)を導入した「Industry 4.0」を発表した。このような背景もあり、2016年にスイスのダボスで開催された世界経済フォーラムにおいて「第4次産業革命の理解」がテーマとして取り上げられて世界的にDX推進の機運が高まった。国内においても2016年に「Society 5.0」や2017年に「Connected Industries」の概念が提唱され、今までのICTに加え、IoT(Internet of Things)、ビッグデータ、人工知能(AI)、ブロックチェーン、ロボットの融合など、新たな技術連携基盤の整備が進められている。こうした国内外の大きな産業政策・国家戦略上の転機を経て新たな概念構築に行き着いた。国土交通省も「インフラ分野におけるDX」や「i-Construction 2.0」を新たに提唱し、建設DXを推進してきている。

建設DXの10年にわたる進展は、建設業界に大きな変革をもたらした。新しいテクノロジーの導入やプロセス改善により、建設プロジェクトの効率性、品質、安全性が格段に向上した。

まず、この10年間では、建設会社は建設プロジェクトの管理と監督において、革新的なソフトウェアとデジタルツールの使用を増やした。プロジェクト管理ソフトウェア、クラウドベースの共同作業プラットフォーム、ビジュアル化ツールなど、さまざまな技術が開発され、建設プロジェクトの追跡、進捗状況の共有、問題の識別、リスクの管理などを支援した。これにより、タスクのスケジューリングやリソースの割り当てが容易になり、プロジェクトの管理が劇的に改善された。

また、建設現場でのセンサー技術やデータ収集の重要性が認識された。現場でのセンサーの使用により、建設会社は建物の設計、構築、運営のさまざまな側面においてデータを収集し、リアルタイムでモニタリングすることができるようになった。これにより、建設現場の安全性や、施設のエネルギー効率などが向上し、維持管理の費用が削減された。例えば、建物内のセンサーは温度、湿度、照明の使用、エネルギー消費などを監視し、エネルギーの浪費を防ぎ、快適性を向上させるために適切な調整を行うことが可能となった。

そして、国土交通省の推進する「PLATEAU(プラトー)」に代表されるように、BIM/CIMの普及と活用の時代でもあった。BIM/CIMは、3Dモデリング、シミュレーション、共同作業を統合したプロセスを提供する技術であり、建設DXを推進するために、多くの建設会社はBIM/CIMを導入し、設計段階から施工および維持管理までの全プロジェクトライフサイクルで活用している。BIM/CIMにより、建設プロジェクトの予測モデル作成、干渉検知、材料の最適化などが可能となり、建設プロジェクトの品質と生産性の向上につながった。

さらに、深層学習(ディープラーニング)の登場により第3次AIブームと呼ばれる、人工知能(AI)の活用の拡大も特徴的であった。AIは、建設プロジェクトの予測分析、生産性の向上、作業の自動化などに役立つことが証明されている。例えば、AIは施工計画の最適化やリソースの効率的な割り当てをサポートすることができる。また、AIはセンサーデータの分析に使用され、異常を早期に検出し、問題解決に貢献する。中でも生成AIの登場は全世界に衝撃を与えた。調査資料や報告書の作成など、業務の効率化に多大な効果をもたらしただけでなく、近年では生成AIとIoT、生成AIとロボティクスなど、ビッグデータからの

的確なデータマイニングや、ロボットアルゴリズムの作成など、先進技術との融合、課題解決にも活用されつつある。一方でハルシネーション（嘘）の回避とセキュリティ確保が重要な課題となっている。生成AIの特徴の一つとしてネット上に溢れるアクセス可能なあらゆるデータを学習モデルにしていることから、誤った情報が含まれることは避けられない。また、利便性を追求するあまり社内の重要な情報を生成AIの学習データに提供すると、社内の貴重なノウハウが社外に流出するリスクもある。このため、各企業ではRAG（Retrieval-Augmented Generation, 検索拡張生成AI）の導入により、信頼できるデータソースのみを用い、社内の重要なノウハウの流出を防ぐことも進められている。

最後に、建設DXは、衛星や通信技術の発展もあり、災害対応、中でも応急復旧時にその真価を発揮した。応急復旧時には、被災状況や復旧人員、車両、資機材などのリアルタイムでの情報把握が不可欠である。復旧作業に従事する会社は、発注者や自治体などの関係機関とも連携が必要であり、情報の正確性と迅速な共有が求められる。

以下で災害対応に関わる2つの成果事例を紹介する。2021年に発生した熱海の土石流の災害対応では、応急復旧時の情報を収集・管理するためのデータベースを速やかに構築し、情報共有を促し、二次災害を回避した。また、2024年に発生した能登半島地震では、国土地理院から精細な衛星写真が早期に提供されたことにより、これらのデータから国土交通省と日建連、復旧会社の間で速やかに復旧計画が協議されるとともに、現地対応ではスターリンク（Starlink）による衛星通信技術が情報共有に極めて有用に役立てられた。ただし、無人化施工やドローンによる孤立集落への物資輸送など、過去に実証は進められてきたものの、自動化技術が災害対応の応急復旧時の実装に至ったとは言えず、課題が残ったのも事実である。自動化技術を応急復旧に適用するための体制や法整備、多様な地域、自治体の特性を考慮したシミュレーションなども含め、各種課題への対応が次のDXの開発ステージに反映されることが強く望まれる。

以上に示されるように、建設DXのこの10年において、新しいテクノロジーの導入とデジタル化の進展により、建設産業は、より効率的にプロジェクトを管理し、リスクを最小限に抑えることができるようになった。

(2) 今後の10年

AIの世界的権威である、アメリカ合衆国のレイモンド・カーツワイル氏は2045年にはシンギュラリティ（Singularity, 技術的特異点、意識すると「AIが人間の知性を超える時」）に到達すると発表している。この信頼性は定かではないが近年のAIの進化は著しく、今後のAIの進展に疑う余地はない。この影響もあり、建設DXも今後の10年間で建設業界にさらなる変革をもたらすことが予想される。

建設DXでは、技術者が抱える課題や既往の施工方法に対して、先進技術を適用して改善していくフォアキャスト的な取り組みと、将来像をイメージして斬新なアイデアに基づき、抜本的に施工方法を見直し、現実と将来像とのギャップを埋めるようなイノベーションを期待して開発していくバックキャスト的な取り組みが進められている。一方、建設業界の様々な工種や、設計・計画・施工・維持管理といったプロセスが独立して管理され、いわば“縦割り”であるのに対して、効率化・最適化を目的にお互いに連携させる、“横串”を入れるようなホリスティックなアプローチも試みられている。これらのすべての局面において、革新的なテクノロジーの導入や新たなトレンドの出現により、建設プロセスや業務の最適化が一層進むであろう。

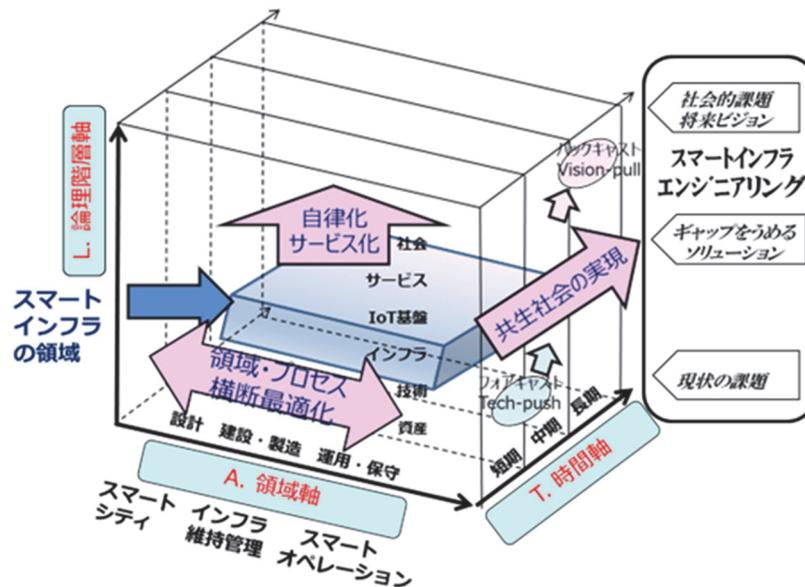


図 2.5.2.1 建設DXの進展イメージ

出典：「データ利活用型スマートシティの事例研究」（名合・佐藤，「開発工学」，日本開発工学会，2022年，vol.40，No.1，PP.77-80）より，一部修正

まず、施工方法では、建設現場における自動化の進展が期待される。ロボット技術や自律型車両などの導入により、危険な作業や反復的なタスクを人手ではなく機械が行うことが可能になる。これにより、作業現場の効率性が向上し、建設現場の安全性が確保される。先に述べた生成AIとロボットアルゴリズムとのコラボレーションや、ロボットが自ら学習する研究も進められており、建設業界の自動化に向けた、これら技術の適用も近い将来に実現するであろう。

また、施工管理では、より高度なプロジェクト管理システムが普及するであろう。AIやビッグデータ分析の活用により、建設プロジェクトの予測モデリングやリアルタイム監視が可能になる。これにより、プロジェクトのリスクや予算の逸脱を事前に把握し、迅速かつ的確な対応が可能になる。特に、デジタルツイン（Digital Twin）技術の普及が進むと予想される。デジタルツインは、現実世界の建物や施設をデジタル上に再現する技術であり、設計やメンテナンスの効率化に貢献する。建物の設計段階から、供用後の状態までデータを蓄積し、リアルタイムで分析することで、建物のパフォーマンス向上や問題解決が可能になる。デジタルツインの構築では大容量・高速通信が不可欠であるが、新しい周波数帯域の利用、衛星通信の高度化など、6G（Beyond5G）の貢献が期待される。デジタルツインによる最適化の検討には量子コンピュータも活用されていくであろう。

さらに、建設プロジェクトにおける協業とコラボレーションが一層重視されるであろう。クラウドベースの共同作業プラットフォームやビジュアルツールを活用し、プロジェクトの関係者がリアルタイムで情報を共有し、協力して作業を進めることが可能となる。これにより、コミュニケーションの効率化とミスや誤解の軽減が期待される。

ここで、建設DXは、労働力不足や、激甚化・頻発化する自然災害、財源が枯渇する中でのインフラの維持管理などの建設業界の課題だけでなく、土木業界の業態の変化に伴い、多様な社会課題の解決に向けた貢献も期待される。特にサステナビリティに特化したテクノロジーの活用が広がるであろう。再生可能エネルギーの積極的な活用や環境への配慮が求められる中、建設業界も持続可能な開発に注力する必要がある。建設プロセスや材料の選択において、環境負荷を最小限に抑えるための技術やツールが

ますます重要となる。また、2030年までに「誰一人取り残されない持続可能な社会」SDGsの実現が掲げられているが、地域や個人の違いにより Well-being の在り方も異なってくるという課題から、ポストSDGsも議論され始めており、こうした都市課題の解決にも自治体と連携して取り組んでいかなければならない。そして、課題先進国としてのこれらの建設DXはインフラ輸出にも貢献すると展望される。

最後に、デジタルスキルの重要性が一段と高まるであろう。建設業界のプロフェッショナルは、デジタル技術のトレンドやツールに対する知識とスキルを持つことが求められる。継続的な学習と新たなスキルの習得、維持が重要となり、さらには業態の変化も求められるであろう。また、テクノロジーだけが進化するリスクも共存するため、社会的規制の整備、セキュリティ技術の高度化、技術者の倫理観（Ethics）の育成、サイエンスリテラシーの成熟も併せて求められる。

ただ、こうした課題は、一つの自治体や企業だけで解決できるものではなく、協議会のような業界を越えた連携や、スタートアップ・アクセラレーション・プログラムに代表されるスタートアップの斬新な発想と技術の活用が進められており、課題解決の一助となるであろう。本来デジタル空間は、組織の垣根や物理的な距離を越えて、国と自治体、自治体同士、自治体と学術団体、企業、スタートアップが広域に連携できる領域である。お互いに異なる特徴を引き出し合い、人の価値観を転換し、世の中になかったものを創出する、エリック・ストルターマン教授が提唱された「良い影響を与える変化」を創造する可能性がある。

自然の摂理と対峙しなければならない土木技術では、AIの適用に困難を伴う。しかし、義務と困難を自らに課すことのできる土木技術者の建設DXへの積極的な取り組みは、建設業界のみならず、社会の未来における成功と持続可能性を実現する鍵となるであろう。



図 2.5.2.2 「施工のオートメーション化」@Copilot

[大成建設株式会社 名合 牧人, 大成建設株式会社 川田 淳]

2.5.3 カーボンニュートラル

カーボンニュートラルというキーワードをテレビや新聞で見ない日は無くなったほど、様々な産業が2050年カーボンニュートラル社会の実現に向けた動きを活発化している。建設業界も例外ではなく、2024年9月時点の情報でも、国土交通省関東地方整備局¹⁾や中日本高速道路株式会社²⁾から、低炭素・脱炭素コンクリートの活用に関するマニュアルや指針が策定されるなど、特に、カーボンニュートラルに資するコンクリート技術の社会実装に向けた環境整備が急速に進んでいる。

2020年10月には、菅首相（当時）による「2050年カーボンニュートラル」の宣言を経て、同年12月に経済産業省より「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」が示された³⁾。このグリーン成長戦略において、今後成長が見込まれる産業として、「カーボンリサイクル・マテリアル分野」が挙げられて

いる。これは、様々な産業から排出される物質に含まれるCaやMgをCO₂と化合させてCaCO₃やMgCO₃等の炭酸塩を生成し、これを鉱物原料として再利用する「炭酸塩鉱物によるカーボンリサイクル技術」をセメント・コンクリートに用いることを示している。同技術分野は、水素を使わないカーボンリサイクル技術として大いに注目され、グリーンイノベーション基金⁴⁾など国の補助を得ながら、産官学連携にてコンクリート分野におけるカーボンニュートラルに関する技術開発が進められている。

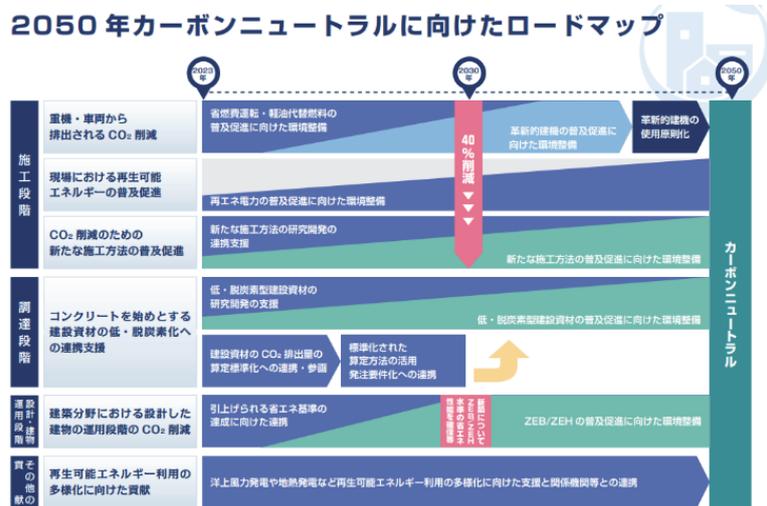


図 2.5.3.1 日建連における 2050 年カーボンニュートラルに向けたロードマップ⁵⁾

このような動きを受け、一般社団法人日本建設業連合会においても、2023年7月に、図2.5.3.1に示す「カーボンニュートラル実現に向けた推進方策～2050年に向けたロードマップ～」⁵⁾を示している。ここで、例えば図2.5.3.2に示すように、建設物のライフサイクルCO₂排出には、建材製造時CO₂が中心のサプライチェーン上流排出、施工時CO₂が中心の自社排出、建物運用時CO₂が中心のサプライチェーン下流排出が挙げられる⁶⁾。総合建設業における自社排出分、すなわち施工時のCO₂排出としては、建物の資材調達～施工～運用・維持管理段階にかかるCO₂のうち数%とカウントされ、Scope1,2にあたる施工時CO₂削減については、図2.5.3.1に示すよう施工機械起因のCO₂排出抑制や現場運営における再生可能エネルギーの普及推進、CO₂削減のための新たな施工方法の提案などが挙げられる。



図 2.5.3.2 総合建設業におけるサプライチェーン CO₂ 排出の概要⁶⁾

一方で、昨今ではサプライチェーンの上流や下流における Scope3 の CO₂ 排出まで抑えて、2050 年カーボンニュートラル社会の実現を目指すべく、ゼネコン各社はビジョンを示した⁷⁾、取組みを推進している。前述のグリーンイノベーション基金事業においても、コンクリート分野におけるカーボンニュートラルに関する技術開発は、総合建設業から見れば Scope3 上流側にあたるものの、ゼネコンが主導している案件が多い。総合建設業における Scope3 上流のカーボンニュートラル実現にはコンクリートや鉄の脱炭素化が、Scope3 下流のカーボンニュートラル実現には、さらなる省エネ設計や電力のグリーン化などが挙げられる。また、たとえば、自社保有の森林を積極管理することで木材への CO₂ 貯留を促進する「グリーンカーボン」や、沿岸域の海藻や海草の藻場再生などによって藻類等に CO₂ を吸収させる「ブルーカーボン」に挑戦するなど、建設工事にかかる CO₂ 排出削減以外の多様な方策でゼネコンはカーボンニュートラルを目指している（図 2.5.3.3）。なお、コンクリートへの CO₂ 固定は、これら 2 つの CO₂ 吸収方法と並べて、「ホワイトカーボン」と提唱されている⁸⁾。

ただ、これらのカーボンニュートラル化に向けた取組みはいずれも、ゼネコン単独の取組みだけでは達成しえないものである。2050 年カーボンニュートラル社会の実現を真に目指すためには、総合建設業として次の 10 年において、セメント・コンクリート関連業界や鉄鋼業界、電力業界などと密に連携し、各業界と発注者・受注者の垣根を超え、さらには官学とも連携しながら、それぞれの業界が描くカーボンニュートラル社会実現の絵姿を共有しつつ技術開発と社会実装を進めることが不可欠と考える。

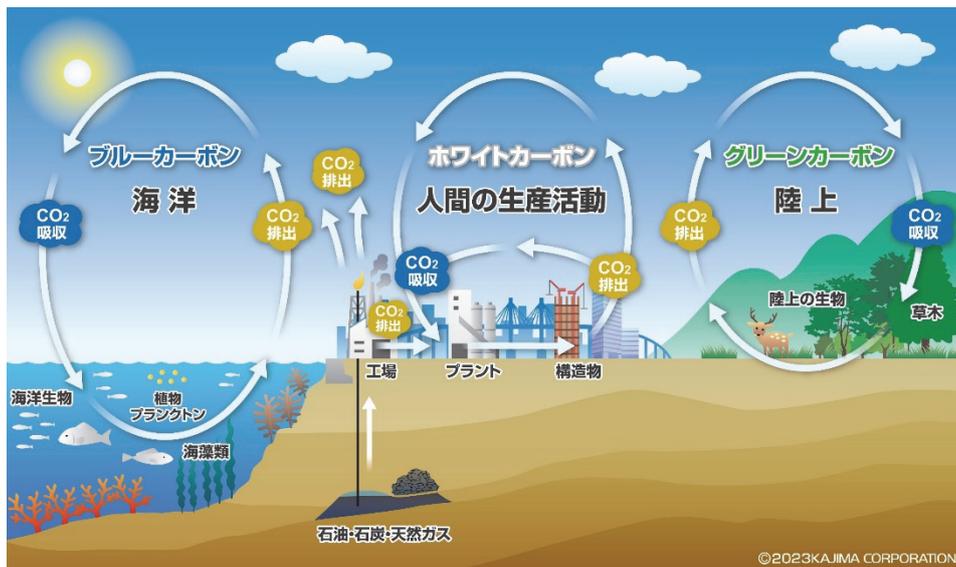


図 2.5.3.3 ブルーカーボン、グリーンカーボン、ホワイトカーボンによる CO₂ 循環イメージ
 (出典：鹿島建設)

[鹿島建設株式会社 取違 剛]

参考文献

- 1) https://www.pa.ktr.mlit.go.jp/kyoku/work/CNC/pdf/cnc_manual.pdf
- 2) 中日本高速道路株式会社：環境配慮型コンクリート設計・施工管理要領（低炭素型コンクリート編），2023.11.
- 3) https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/ggs/index.html

- 4) https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101510.html
- 5) https://www.nikkenren.com/kankyoun/cn/assets/pdf/cn_roadmap_202307.pdf
- 6) <https://www.kajima.co.jp/sustainability/environment/warming/index-j.html>
- 7) <https://www.kajima.co.jp/sustainability/policy/vision/index-j.html>
- 8) 野口貴文：カーボンニュートラルの時代に向けて／セメントへの期待，セメント・コンクリート，No.900，pp.4-9，2022.

2.6 建設コンサルタントの未来志向

(1) この10年の歩み

1) 建設コンサルタントビジョン2014の策定

建設コンサルタンツ協会では、建設コンサルタントのめざすべき将来像とそれを実現するための方策として、2014年に「建設コンサルタントビジョン2014～自律した建設コンサルタントへの転換～」を策定した。このビジョンでは、「倫理基盤」、「品質基盤」及び「経営基盤」の3つの基盤と「多様な事業ニーズへの取り組み」、「技術競争市場の充実と技術開発」、「技術を活かす組織力の充実」及び「企業の特質を活かした自律した経営の実践」という4つの柱（行動方針）を提示した。この10年は、このビジョンに基づき具体的な行動計画を作成して活動してきた。

2) ビジョン2014に基づく行動

①多様な事業ニーズへの取組（活動領域の拡大）

従来の業務に固執することなく、事業を執行するマネジメント領域への拡大、国際市場への展開、さらにはエネルギーなど異分野・新分野への挑戦を続けてきた。主な行動内容は、次に掲げるとおりである。

- ▶ 社会資本整備のあり方と建設コンサルタントの役割の提案
- ▶ 国際市場展開の推進
- ▶ マネジメント領域（発注者が行う発注関係事務や事業マネジメントを支援する領域）の拡大
- ▶ 維持管理分野（包括的民間委託やCM方式による広域的・分野横断的な維持管理）での役割拡大

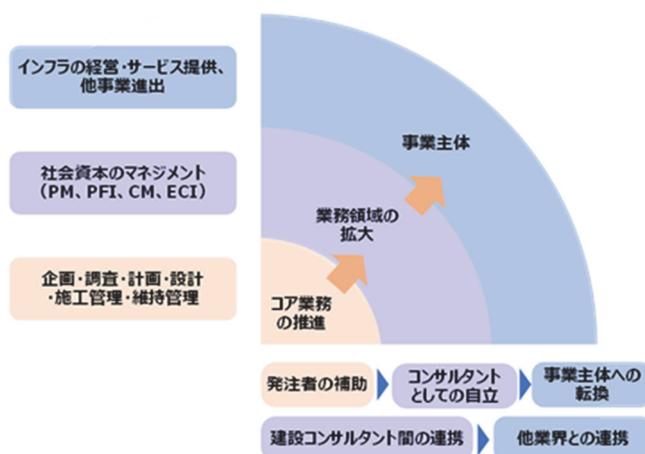


図 2.6.1 建設コンサルタントの活動領域の拡大

②技術競争市場の充実と技術開発

建設コンサルタントの競争市場として、価格だけではなく品質や技術が評価される競争市場の確立を目指して公共調達に係る関係機関へはたらきかけてきた。主な行動内容は、次に掲げるとおりである。

- ▶ 技術力（技術提案方式）による選定の確立
- ▶ 品質確保のための制度・仕組みの確立
- ▶ 標準契約約款への提案（準委任型契約，損害賠償責任あり方，成果物の著作権の取り扱い）
- ▶ 適正な責任担保制度の確立
- ▶ 適正な資格制度（RCCM）の充実
- ▶ 生産性向上（建設業界全体の BIM/CIM，ICT の活用促進）
- ▶ 技術開発のためのプラットフォームの構築（次世代の課題を研究する組織を当協会に設置）

③技術を活かす組織力の充実

建設コンサルタントの魅力を向上させ、それを社会へ発信することにより担い手を確保してきた。また、組織力を充実させ、社員が成長し、かつ生き活きと活躍できる環境の整備を進めてきた。主な行動内容は、次に掲げるとおりである。

- ▶ 建設コンサルタントの魅力発信（各種広報活動，リクルート活動）
- ▶ 働き方改革の推進（発注機関へのウィークリースタンスのはたらきかけ，テレワークや WEB 会議の利用促進活動など）
- ▶ 技術者の育成支援（CPD 取得支援，CPD 記録の監査）
- ▶ 新たな報酬体系の提案（従来の請負業務の報酬形態に加え，官民連携事業等における成功報酬形態を提案）
- ▶ 地域貢献と建設コンサルタントの認知度アップ（美化・清掃活動などの地域貢献活動，学校教育支援，講習会・講演会・セミナー開催，一般向けに社会資本への理解を深めてもらうイベント開催）

④企業の特質を活かした自律した経営の実践

インフラの整備手法の多様化，異業種参入への対応及び新たな事業ニーズへの展開のために，自律的な経営力を高めるとともに，建設コンサルタントの地位向上へ向けた活動を進めてきた。主な行動内容は、次に掲げるとおりである。

- ▶ 経営基盤の安定・強化の支援（経営セミナー，経営分析，会計法や会社法関連の計算書類等ハンドブックの配布）
- ▶ 地域コンサルタントの経営支援（地域の入札契約制度の改善のはたらきかけ，地域コンサルタントと広域コンサルタントの連携のあり方検討）
- ▶ 建設コンサルタントの法制化（建設コンサルタントを職業として法律に明確に位置付けるための活動）
- ▶ 環境配慮経営の実践（SDGs を背景とした経営に役立つ情報共有やセミナーの開催）

(2) これからの 10 年 ～新たな将来ビジョンの策定と行動～

建設コンサルタンツ協会では、これまでの 10 年の行動の成果と課題を踏まえ、以下に示す事項について議論しつつ次期ビジョンの策定を進めている。

1) 変わりゆく社会のニーズ

①災害、経済危機、紛争等の不確実な事象に対するレジリエンス

自然の外力やパンデミックのほか、戦争・紛争等の地政学的な脅威、急激な株価や通貨価値の変動等の経済危機といった社会全体に影響を及ぼす不確実な事象に対する柔軟な備えが求められる。

また、地政学的な脅威によるグローバル・サプライチェーンの毀損や激化する資源獲得競争に対して柔軟に資源を調達できるよう国際的な協調関係を築くとともに、国内自給率が世界から見て低水準にある資源・エネルギーの国内での確保策を強化することが重要である。

さらに、不測の経済危機に備えて、経済再起の基盤となる生産基盤と生活基盤を持続的に維持発展させることが重要である。

②極端な集中から適度な分散へ

我が国の総人口は急激な減少期を迎えている。若年男女が東京圏へ流入する「東京一極集中」の傾向にも歯止めがかかっていない。先行して人口減少が進む地方においては、住民の生活を支えるインフラの担い手が不足するとともに、インフラを経済的かつ効率的に維持することが困難になる。それに伴い、最終的には住民が流出し、地方財政が成り立たない事態が加速的に進むことが懸念されている。

こうした中、特に地方都市においては、地域の活力を維持するとともに、医療・福祉・商業等の生活機能を確保し、地域に住むすべての人々が安心して暮らせるよう、地域公共交通と連携して、コンパクトなまちづくりを進めることが重要とされている。

また、中山間地域では、水資源、食糧、資材、バイオマスといった資源を確保する機能、急激な洪水の流出を緩和する防災・減災機能、健康増進や文化的生活に資する機能を有する森林や水田等を支えるコミュニティを維持することが難しくなっており、これは都市の安全・安心と豊かな生活を維持する上で重要な問題となっている。

③オープンイノベーションが進む社会

ロボット、生成系 AI、ブロックチェーン、メタバースといった新しい技術が開発・実用化され、社会問題を解決するための様々なオープンイノベーションが沸き起こっている。こうした動きを支える物流基盤、ライフライン、情報通信基盤、データセンター等のインフラの充実が求められる。また、世界的な半導体不足などの資材調達難の問題やサイバーセキュリティへの対応も重要となる。

④長期的なリスクと機会を見据えた持続可能な社会

もはや気候変動への影響を無視した経済発展はあり得ないというのが世界の潮流である。国連が責任投資原則（PRI）を2006年に提唱したこと、2008年にリーマンブラザーズが倒産したことが ESG 投資の契機となり、長期的なリスクと機会を見据えて持続可能な経営に舵を切った企業も多い。我が国でも年金積立金管理運用独立行政法人（GPIF）が2015年に PRI に署名し、ESG 投資の割合が急増している。

また、世界的な気候変動の影響、新型コロナウイルス感染症の拡大に加え、地政学的リスクなどにより、サプライチェーンの世界的混乱が生じている。我が国はエネルギー自給率が2022年度12.6%（エネルギー白書2024¹⁾）と低い状況にあり、エネルギー資源の確保が国際情勢に左右され不安定な状況下である。また、同様に2023年度の食料自給率はカロリーベースで38%（農林水産省²⁾）であり、気候変動や海外情勢の影響だけでなく有事の際の食料供給に不安もあり、資源や食料の安全保障は重要なテーマである。

このような中、国内資源の重要性は高まり、資源やエネルギーの循環・地産地消が求められており、2050年カーボンニュートラルの実現を目指しつつ地域資源を活かした“循環型社会”（ローカルSDGs）の構築が求められる。

2) 建設コンサルタントの役割の多様化

①事業プロセスを俯瞰して問題解決にあたる役割

建設コンサルタントは、企画、調査、計画、設計、施工管理、維持管理・運営、及び補修・改築・除却の各段階における単独の役割に加えて、複数段階の事業プロセスに関与する機会が増えつつある。

設計・施工一括発注方式、詳細設計付工事発注方式、設計段階から施工者が関与する方式（ECI方式）といった入札契約方式に参加することにより、設計者及び施工者双方の技術や知恵を統合して技術的に難易度の高い問題の解決にあたる役割を担うことが重要となる。

さらに、社会資本の事業プロセスのシームレス化に資する契約形態として事業促進 PPP、PM/CM、PPP・PFI、アセットマネジメントといったマネジメント系業務が導入され、技術分野だけでなく、法務、労務、ファイナンスなどの幅広い分野の知見を活かして事業執行を支援する役割も求められている。その業務にあたる技術者は、プレゼンテーション力、調整力、交渉力、情報力、判断力、そして組織統制力といった能力を駆使して善管注意義務を果たすことが重要となる。

②地域のインフラの守りびと

複数年契約、包括発注、共同受注等の地域における社会資本の維持管理に資する方式（地域維持型契約方式）への参加を通じて、地域の社会資本を将来にわたって支えていく必要がある。その中で、特に地域特性に精通している地域コンサルタントの役割は大きい。現地特性や課題特性等に応じて、地域コンサルタント企業単独、地域コンサルタント間の連携、地域コンサルタントと広域コンサルタントの連携、又はコンサルタントと異業種の連携など、様々な連携の形により地域のインフラを守る役割を果たしていくことが重要である。

また、災害発生時においても、地域コンサルタント及び広域コンサルタントが関係機関（行政、建設関連団体等）と連携して、迅速な初動対応から災害復旧・復興にいたるまで、個別対応や事業全体のマネジメントを担うことが求められる。



写真 2.6.1 建設コンサルタントによる災害対応支援
(令和6年能登半島地震災害被災状況調査)

③未来の社会を切り拓く政策を提案する役割

国及びそれぞれの地方自治体におけるインフラの将来のあり方に関する政策や制度設計等に関する

調査・研究を進め、企業間連携活動（建設コンサルタンツ協会活動）や調査費・行政経費の調達案件への参加を通して、社会の長期的なリスクと機会を見据えた政策提案を行っていく必要がある。現場を熟知し、技術的バックボーンを持つ建設コンサルタントは、国土づくりやまちづくりの最上流域で積極的に有益な提案をしていく必要がある。

④事業主体として社会的課題を解決する役割

建設コンサルタントは、公共調達に関する多様な入札契約形態への参加を通して将来にわたってインフラを支えていく一方で、自ら事業主体又は出資者として社会的課題を解決するためのサービスを提供していく役割がある。その際、インクルーシブインフラの観点から、建築分野の他、教育、福祉、医療など、様々な分野の企業や人材との連携により、ハード、ソフト両面からの多様な取組を進めることが重要となる。

⑤課題先進国の技術の世界へ発信する役割

我が国の建設コンサルタント主要70社の海外業務受注総額は、令和2年度の大幅な落ち込みから回復しておらず、令和4年度は約1,066億円となった。新型コロナウイルス感染症の影響によるJICA業務受注額の大幅減から回復出来ていない。

OECD アレンジメント・レジームにおける開発援助の規制において、アンタイド率が高い条件を強いられる政府開発援助（ODA）を背景に、建設コンサルタントは次に掲げるような取組を推進する必要がある。

- ▶ 政府が進めるオファー型 ODA に建設コンサルタントがより主体的に参画し、気候変動への対応・GX（グリーン・トランスフォーメーション）、経済強靱化（サプライチェーン強靱化、重要鉱物資源に対する公平なアクセスの確保、産業多角化のための産業育成等）、デジタル化の促進・DX（デジタル・トランスフォーメーション）といった分野の案件形成を推進する。
- ▶ 耐震、水災害対策、事前復興など、国土強靱化で培ったわが国固有の技術を案件形成に活かす。

3) 建設コンサルタントのイノベーション

以上のような社会のニーズと建設コンサルタントの多様な役割を踏まえ、建設コンサルタンツ協会では次に掲げる方針に基づき具体的な行動計画を策定し、実践していく。

①多様な役割を発揮するための人材確保・育成

少子化・高齢化に加え建設系職業を選択する学生の減少から、限られた人材市場の中で公務員、建設業、道路・鉄道事業者、建設コンサルタント等による人材獲得競争が続いている状況であり、特に地域コンサルタントは新卒採用が厳しい状況におかれている。社会資本及び建設コンサルタントの未来を担う人材の不足が懸念される中、持続的に人材を確保・育成する戦略が必要である。若手の力で業界活性化の一大ムーブメントを興すミッションを有する「業界展望を考える若手の会」（建設コンサルタンツ協会本部）では、「若手目線での建設コンサルタント業界への問題提起」、「若手主体の企業変革アクションの実践」、「若手の主体的な行動によりワクワクを伝播させる」という目標をもって業界内外の交流イベントや SNS による広報活動を行っている。また、各支部でも若手を中心とした様々な交流イベントや広報活動が展開されている。こうした活動で得られた若手技術者の多様な価値観を認識するとともに、さらに先の将来へ向けて z 世代、α 世代といわれる世代が有している価値観を認識した上で、人材確保・育成や働き方の改革に取り組んでいく。

さらに、各企業において、シニア技術者の適正な人事処遇制度の改革と運用が進められる中、業界全体のシニア技術者の多様な活躍の場（管理技術者・照査技術者、若手・中堅技術者の育成、技術資産のアーカイブ化の責任者等）を創出していく。

②技術革新で未来をつくる

建設コンサルタントは、それぞれの企業が自社の専門性や将来の事業展開の方向性を踏まえて技術開発を進めるとともに、企業間の協調・連携により革新的技術開発に取り組み、強靱な国土と真に豊かで魅力的な社会を構築するとともに、国際競争・協調によりグローバル問題へ対応していくことが求められる。そのために、今後、各専門分野において展開していくべき技術の深化とともに、複数分野を統合する技術の展開を進めていく。

③社会資本の品質確保と生産性向上

インフラプロジェクト全体の品質確保と生産性向上の観点から、企画、調査、計画、設計、施工・施工管理、維持管理・運営、及び補修・改築・除却といった段階からなる事業プロセス全体を BIM/CIM (Building/Construction Information Modeling, Management) によりシームレス化を推進していく。また、プロジェクトの物理空間 (Physical Space) にある様々な情報を IoT ネットワーク (各種センサーやカメラなどの機能の搭載) などで取得し、仮想空間 (Cyber Space) で AI などを活用して分析し、その結果を再び物理空間へフィードバックし、自動化施工や維持管理に役立てる技術の活用を推進していく。

④建設コンサルタントの未来志向経営

建設コンサルタントは人的資本と技術が経営の要であることから、人と技術開発へ戦略的に投資していく。また、建設コンサルタント企業は、これまでの公共調達の待ち受け産業としての事業だけでなく、自ら事業主体としてインフラ関連事業を開拓していく。さらに、気候変動等による災害リスク、水資源・食料問題、資源・エネルギー問題などの長期的なリスクを見据え、持続可能な社会づくりに貢献する事業に積極的に取り組んでいく。

⑤オープンイノベーションによる事業領域の拡大

近年、建設コンサルタント企業では、建設業や異業種等との連携による新たなインフラビジネスの創出を推進している。メンテナンス、モニタリング、情報サービス、事業運営といった分野で多様なパートナーシップが組成され、建設コンサルタントの事業領域、エンジニアリングチェーンが拡大しつつある。こうした事業領域を拡大していくためのオープンイノベーションの仕組みを構築し、インフラビジネスを通じて成長と分配の好循環の実現を目指す。

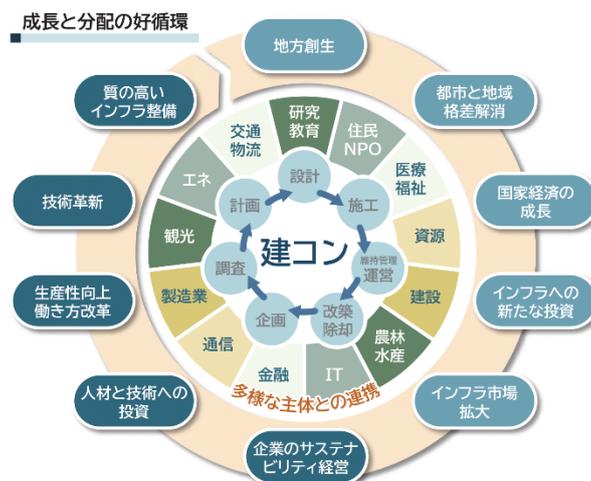


図 2.6.2 建設コンサルタントの事業領域の拡大

⑥建設コンサルタントの地位と魅力の向上への挑戦

高度の技術力やマネジメント力が求められる業務や工事等には、その対価を適切に評価する報酬制度

として、VE (Value Engineering) 報酬のような業務価値や困難な業務を達成したことに対して対価を支払う成果報酬方式を提案していく。また、インフラプロジェクト全体を俯瞰して問題解決にあたることができる能力を有する技術者を育成・評価する仕組み（研修・資格制度）の構築をめざす。

⑦建設コンサルタントの業界団体の組織、活動等の改革

建設コンサルタンツ協会の将来を見据え、DE&I(ダイバーシティ・エクイティ&インクルージョン)、すなわち、多様な人材がお互いを認め、情報や機会が公平に共有され、一体感をもって業界団体の活動の活性化を図ることが必要である。そのために、業界内の多様な人材が活躍する場や交流する場を整備するとともに、企業間のビジネスマッチングの仕組みを構築することにより、多様なつながりや業界としての一体感の醸成を実現する。

(3) おわりに

建設コンサルタンツ協会は、オープンイノベーションを実現するためのプラットフォームの役割を果たしていく必要がある。そのために、全国各地及び海外のインフラを取り巻く環境の動向を見据えつつ、当協会の本部と支部が連携して社会的課題に取り組むための組織・活動の活性化を進めていく。

[一般社団法人建設コンサルタンツ協会 常任委員長 天野 光歩]

参考文献

- 1) 経済産業省資源エネルギー庁,令和5年度エネルギーに関する年次報告(エネルギー白書2024),令和6年6月
- 2) 農林水産省,日本の食料自給率(https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/zikyu_ritu/012.html)(2024/9/25参照)

2.7 原子力、火力、水力、再エネなどのこの10年間、次の10年

(1) はじめに

1) 過去10年程度の動向

2011年の東日本大震災における福島第一原子力発電所事故(福島第一事故)により、全ての原子力発電所の稼働が停止した。2024年までに17基の原子炉が原子力規制委員会による設置変更許可に合格し、14基が立地自治体の同意を得て再稼働している¹⁾が、事故前と比べて原子力が発電量に占める割合は大きく低下している。また、国内では2020年1月以降に新型コロナウイルスの感染者が急増し、テレワークなど人々の生活様式が変化した。2020年の電力需要は2019年の水準に較べ約1.5%減したが、2021年には回復した。世界各地では記録的な大雨や干ばつ、熱波など極端な気象現象が発生し、洪水や山火事による被害が増加している。国内においても、集中豪雨や台風などの災害の激甚化が懸念されている。

気候変動に関しては、2015年にCOP21(国連気候変動枠組条約第21回締約国会議)において国際的な枠組みであるパリ協定が採択され、今世紀後半に世界全体でのカーボンニュートラル(CN)を達成することが目標とされた。我が国では、2021年に「2050年CN」と整合した野心的な2030年度の削減目標が新たに示された。

電気事業に関しては、第6次エネルギー基本計画²⁾において、1)再生可能エネルギーの主力電源化を徹底し、国民負担の抑制と地域との共生を図りながら最大限の導入を促進する、2)火力発電については、安定供給を大前提に、再生可能エネルギーの瞬時的・継続的な発電電力量の低下にも対応可能な供給力

を持つ形で設備容量を確保しつつ、できる限り電源構成に占める火力発電比率を引き下げるとともに、水素・CCUS(二酸化炭素(CO₂)回収・有効利用・貯留, Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage)の社会実装を加速する、3)原子力発電については、国民からの信頼確保に努め、安全性の確保を大前提に必要な規模を持続的に活用する、という方針が示された。

2) 電気事業の取り組み

原子力発電は、準国産のエネルギー源として安定供給性を有し、またCO₂の排出削減に貢献する電源として位置付けられており、2021年に閣議決定された現行の第6次エネルギー基本計画では、2030年度の電源構成に占める割合は20~22%程度²⁾と見込まれている。第2節では、東日本大震災以降に行われている再稼働の取り組みや、安全性に関するリスクマネジメント、福島第一事故に関連する除染作業、廃炉・汚染水・処理水対策、などを紹介する。第3節では、原子力発電によって発生する放射性廃棄物の処分の動向について示す。

現時点でエネルギー供給の大半を占める火力発電は、2030年度の電源構成において41%程度²⁾と見込まれている。第4節では、火力発電の環境負荷をより低減する対策や温暖化対策、最新鋭の発電設備の導入を促進するための発電所の新增設やリプレース、石炭灰の活用、などについて紹介する。

再生可能エネルギーは温室効果ガスを排出しない国産エネルギーであり、2030年度の電源構成に占める割合は36~38%程度²⁾と見込まれている。2012年に導入されたFIT制度(再生可能エネルギー固定価格買取制度)により、特に、設置しやすい太陽光発電は2011年度の0.4%から2021年度の8.3%に増加した。太陽光発電などを大規模に電力系統へ導入した場合には、天候や時刻により出力が変動し安定供給に影響が生じる可能性がある。調整力の確保には、連系線の活用や揚水発電の積極活用、火力の調整力増強、などが期待される。

水力発電が2030年度の電源構成に占める割合は11%程度²⁾と見込まれている。水力発電は純国産で天候に左右されない長期的に活用可能なエネルギーである。一般水力はベースロード電源、揚水発電は太陽光発電や風力発電の調整電源としても期待されており、再生可能エネルギーとしての利用動向や、地震や洪水など災害に対する取り組み、などを第5節で紹介する。

風力発電が2030年度の電源構成に占める割合は、5%程度²⁾と見込まれている。洋上風力発電は大量導入やコスト低減が可能であり、経済波及効果が大きいことから、再生可能エネルギー主力電源化の切り札として導入拡大が期待されている。現在、入札制度による大規模な洋上風力の立地が進んでおり、導入状況や今後の動向、などを第6節で紹介する。

最後に、第7節の温暖化において、気候変動問題についての概要と、電気事業と温暖化の緩和策や適応策との係りを示す。

3) 第6次から第7次エネルギー基本計画へ

また、2023年には化石エネルギー中心の産業構造・社会構造をクリーンエネルギー中心へ転換する「グリーントランスフォーメーション」(Green Transformation, GX)の実現に向けた基本方針³⁾が閣議決定された。電力部門では脱炭素電源を拡大するため、1)再生可能エネルギーの主力電源化に向け、浮体式を含む洋上風力について産業競争力を強化し早期導入を実現する、2)原子力を活用していくため安全性向上を目指すとともに、次世代革新炉の開発・建設に取り組み、また既存の原子力発電所を可能な限り活用する、3)2030年までの事業開始に向け、CO₂の分離回収・輸送・貯留に至るバリューチェーンを構築する、4)脱炭素型の調整力確保に向けて、非効率石炭火力のフェードアウトによりクリーンな天然ガスへの転換、発電設備の高効率化や水素・アンモニア混焼・専焼の推進、揚水発電を維持・強化する、など今後10年間に150兆円超の官民GX投資を実現するために、国による総合的な戦略が策定された。

2024年5月には、エネルギー基本計画の見直しが開始された。2023年のCOP28（国連気候変動枠組条約第28回締約国会議）では、「2035年までに排出量を2019年比で60%削減する必要があると認識する」とされている。2024年12月には、2040年に向けた脱炭素化の国家戦略GX2040ビジョン(案)の概要と、日本の電力政策の骨格となる第7次エネルギー基本計画の原案⁴⁾が公開された。DXやGXの進展による電力需要の増加など、2040年度の発電電力量は1.1~1.2兆kWh程度と見込まれている。電源構成は、再生可能エネルギーが4~5割程度、原子力が2割程度、火力が3~4割程度でありエネルギー自給率は3~4割程度を目指している⁵⁾。エネルギー安定供給と脱炭素を両立する観点から、再生可能エネルギーを主力電源として最大限導入するとともに、特定の電源や燃料源に過度に依存しないようバランスのとれた電源構成を目指し、エネルギー危機にも耐える強靱なエネルギー需給構造への転換を実現するべく、再生可能エネルギーや原子力など、エネルギー安全保障に寄与し脱炭素効果の高い電源を最大限活用する、さらにS+3E（安全性、安定供給、経済効率性、環境適合性）の原則に基づき、脱炭素化に伴うコスト上昇を最大限抑制するべく取り組んでいく方針が示されている。

(2) 原子力安全（再稼働と確率論的リスク評価）

1) 新規制基準

2011年の東日本大震災における福島第一事故の影響は大きく、未だに帰還困難区域が残っている。この事故の主な原因は、津波により敷地内に遡上した海水が原子炉建屋に浸入し、全電源喪失や安全系の機能喪失を引き起こしたこととされている⁶⁾。東日本大震災前には、原子力発電所では不確実さを考慮した規模の津波を想定し、その津波による浸水を許さないという単一の津波規模に対する防護を行ってきたが、その規模を超える津波に対する脆弱性を露呈した。

この教訓を踏まえ、経済産業省の下に設置されていた規制組織である原子力安全・保安院は解体されることとなり、2012年に原子力規制委員会とその事務局として原子力規制庁が環境省の外局として設置され、原子力利用における安全確保の施策策定と実施を担うこととなった⁷⁾。2013年に改正された原子炉等規制法においては、重大事故も考慮した安全規制への転換や、最新の知見を既存施設にも反映する規制（バックフィット）への転換が新たに加えられた。この法改正を受けて策定された新規制基準⁸⁾においては、1)設計基準外の事象に対しても重大事故に至らないための対策の強化、2)安全機能が一斉に喪失しないように大規模な自然災害に対する対策の強化、が謳われている。

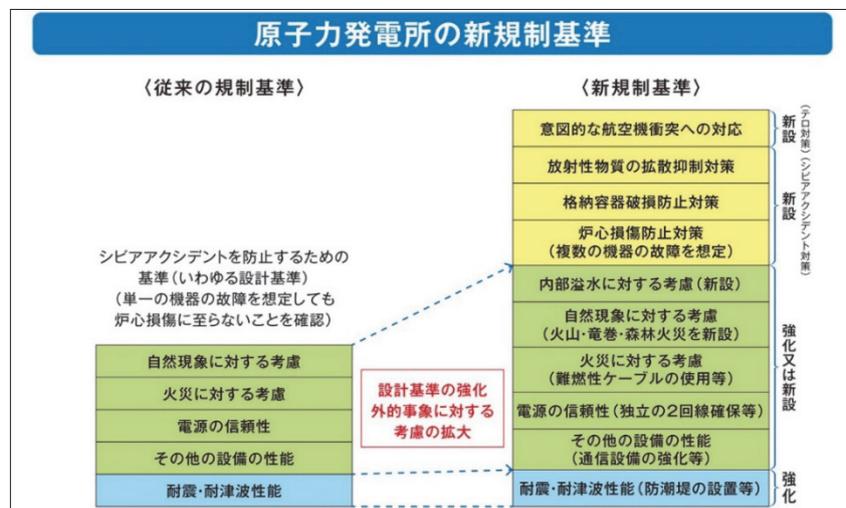


図 2.7.1 実用発電用原子炉に係る新規制基準について（参考文献⁸⁾より引用）

新規制基準は、それ以前の基準から強化もしくは新設されており、1)耐震・耐津波性能、2)内部溢水に対する考慮、3)自然現象に対する考慮、4)火災に対する考慮、5)電源の信頼性、6)その他の設備の性能、7)意図的な航空機衝突への対応、8)放射性物質の拡散抑制対策、9)格納容器破損防止対策、10)炉心損傷防止対策、と全部で10項目にわたる（図2.7.1）。

既設の原子力発電所の再稼働に向けては、電力会社の申請により新規制基準適合性審査（以下、審査）が進められた。新規制基準策定後10年以上を経た2024年12月時点において、再稼働を進めた36基の中、14基が稼働済みである¹⁾。この14基の内訳は東北電力1基、中国電力1基、九州電力4基、四国電力1基、関西電力7基と西日本に集中しており、地震動や津波の規模が比較的に大きい、太平洋沿岸や日本海沿岸の北陸より以北の原子力発電所は審査に時間を要しており、未だ稼働していない。

2) 確率論的リスク評価

福島第一事故以前、原子力発電所の安全性は限られた設計基準事故を設定して、その設計基準事故が発生しないように、もしくは発生したとしても公衆の健康と安全に害がないように設計・運用するよう要求することで原子力発電所の安全性が確保できると考えられてきた。しかし、福島第一事故の教訓を踏まえて、確率論的リスク評価（Probabilistic Risk Assessment, PRA）を活用したリスクマネジメント、すなわちリスク情報の活用が必要であるとの考え方が電力業界の中で議論された。このリスク情報の活用は、米国で1990年代から進められており、原子力発電所を一つの統合されたシステムとして評価し、「どんな事象が起こり得るか」、「どの程度の頻度で起こるのか」、「どのような結果をもたらすか」という3つの考えをもとに、地震や津波等の自然現象、設備の故障や人間の行動時のエラーを考慮し、数千もの起こりうる事故シナリオについて、発生頻度と事故の影響を想定することができる⁹⁾。PRAは事業者による自主的・継続的な安全性向上活動の中で実施されるが、本質的には設計段階から考慮しておく必要があると考えられる。また、原子力規制検査の中で優先度の判断等に活用される見通しである。

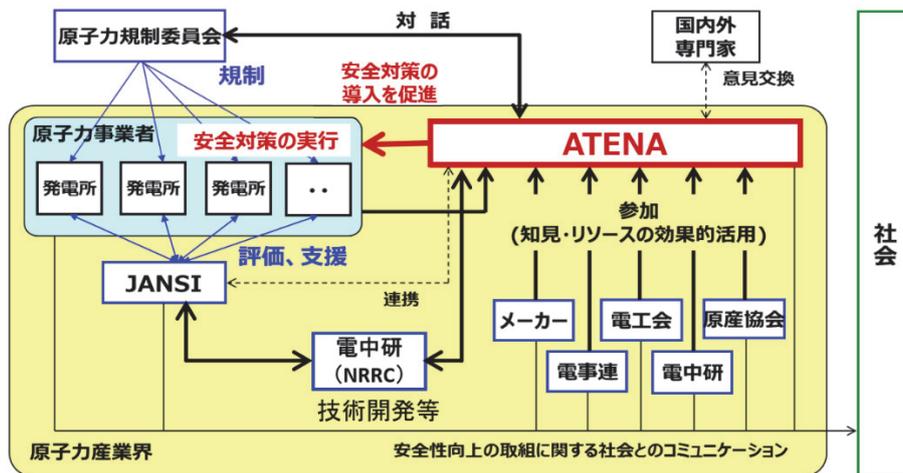


図 2.7.2 日本における原子力産業界の組織図（参考文献¹⁰⁾より引用）

原子力産業界では、2012年に原子力発電所の安全性をピア・レビューするための原子力安全推進協会（Japan Nuclear Safety Institute, JANSI）を設立した。また、2014年には、地震、津波、竜巻、火山等の自然現象の評価と原子力発電所への影響について研究開発を行うとともに、PRAに関する技術の研究開発を担う原子力リスク研究センター（Nuclear Risk Research Center, NRRC）が（一財）電力中央研究所の下に設立された。さらに、原子力産業界の課題について解決策を検討するとともに、規制当局

などとの対話を通じて、解決策を現場に取りこんでいくことを目指して原子力エネルギー協議会（Atomic Energy Association, ATENA）が設立された¹⁰⁾。（図 2.7.2）

3) 福島第一原子力発電所の取り組み

福島第一原子力発電所では、廃炉にむけて、廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議で決定される「中長期ロードマップ」に基づいて、燃料取り出し、燃料デブリ取り出し、汚染水対策・処理水対策、廃棄物対策が進められている¹¹⁾。汚染水は、地下水が燃料デブリに触れることで発生する。汚染水対策・処理水対策では、建屋に流れ込む地下水量を抑制するために、地下水バイパス（2014年5月～）、建屋近傍の井戸（2015年9月～）による地下水のくみ上げ、2016年からの凍土壁の設置、雨水の土壤浸透を抑える敷地舗装などで汚染水発生量を低減させた。汚染水は、多核種除去設備（ALPS）等で浄化し、タンクに貯蔵されているが、2021年4月、日本政府により処理水の処分に関する基本方針¹²⁾が決定され、原子力規制委員会による認可を得た上で、2023年8月から処理水の海洋放出が開始された。また、政府の基本方針に従い、放出後の海域のモニタリングやそのレビューを行い、国内外に向けた科学的根拠に基づき透明性の高い情報の発信も行われた。

4) 今後の動向

この10年、原子力発電所の全面的停止後に審査が進められ、徐々に原子力発電所の活用が進んでいる。2021年の第6次エネルギー基本計画²⁾においては、CO₂を排出しない原子力発電所を安全最優先で活用することが謳われている。具体的には、目標達成に向けた2030年度時点での電源構成の見通しとして、原子力発電比率は20～22%程度を見込むとされた。今後の10年において、この原子力発電比率を達成するために、安全性の確保を大前提に、既設の原子力発電所の再稼働を進めることに加えて、新たな安全メカニズムを組み込んだ次世代革新炉の開発・建設に取り組むことが想定される。

なお、2023年には、高経年化原子力の安全性を確保するため30年を超えて運転する施設に対して10年ごとに長期施設管理計画の認可を受ける規制が厳格化されるとともに、安全性確認を前提とした運転期間延長の法律が整備された¹³⁾。今後の既設炉の運転にあたっては、この法改正に対応した経年劣化の進展予測・評価、非物理的な劣化（設計や運用の古さ）への対応を含む施設管理が進められることになる。

(3) 放射性廃棄物処分

1) 過去10年程度の動向

放射性廃棄物処分は、原子力発電を実施するうえで避けて通れない事業である。放射性廃棄物は、使用済み燃料の再処理によって発生する廃棄物をガラス固化したものが高レベル放射性廃棄物、それ以外が低レベル放射性廃棄物とされている。

原子力発電は開始から60年近くが経過しているが、高レベル廃棄物の処分場が決まっていないことから、「トイレなきマンション」と揶揄されている。ただし、世界的にも操業されている高レベル放射性廃棄物の処分場はなく、フィンランドで建設中（2016年12月～）、スウェーデンで事業許可（2022年1月）が得られた段階である¹⁴⁾。

2) 高レベル放射性廃棄物

高レベル放射性廃棄物処分のサイト選定については、2000年に特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律に基づき、原子力発電環境整備機構（NUMO）が設立され、2002年から文献調査の応募を行ってきた。長期にわたり応募がなかったため、国が前面にたって取り組むことを表明し、2017年に地層処分への理解の促進のために「科学的特性マップ」が提示された。これには、処分場所として、好ましく

ない特性（火山・火成活動，断層活動など）や好ましい特性（輸送の観点で海岸から20km以内）があると推定される地域が日本地図上に示されている¹⁵⁾。その後，科学的特性マップに関する意見交換会・対話型全国説明会などを継続して実施しており，現在までに200回以上が開催されている。また，NUMOから，最新の技術開発動向を踏まえ，どのように調査・建設などを行い，安全確保しようとしているかをまとめた包括的技術報告が示された¹⁶⁾。

これらの結果，2020年11月には北海道の寿都町，神恵内村，2024年6月から福岡県の玄海町で文献調査が始まっている。文献調査の開始を受け，2022年に原子力規制委員会から，火山・火成活動，断層活動などの考慮事項を示した「概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項」，2023年に資源エネルギー庁から「文献調査段階の評価の考え方」が示された。現在，寿都町と神恵内村については，文献調査報告書はほぼまとまった段階にある。

高レベル放射性廃棄物処分のサイト選定は，文献調査，概要調査，精密調査で，それぞれ，2年，4年，14年の約20年を目安としている¹⁴⁾。既に寿都町と神恵内村の文献調査では4年近くが経過しているが，理解醸成や合意形成のため時間をかけて議論が重ねられている。今後10年では，サイト選定が順調に進んでも精密調査段階である。処分施設の建設・操業・閉鎖には，100年程度が必要で，処分費用は現状4.3兆円と試算されており，非常に長期かつ大規模な土木事業となる。このため，長期にわたる技術継承，人材育成が求められる。

3) 低レベル放射性廃棄物

低レベル廃棄物については，放射能レベルが高い順に，L1（制御棒，炉内構造物など），L2（廃液，フィルターなど），L3（コンクリート，金属など）に区分される¹⁷⁾。また，非常に放射能レベルが低く，どのように取り扱っても人の被ばくする線量が年間 $10\mu\text{Sv}$ を超えないものは，クリアランスレベル以下として一般廃棄物と同様に取り扱われる。原子炉の解体を行った場合，建屋のコンクリートなど全体の98%がクリアランスレベル以下になると推定されている¹⁷⁾。

処分方法も，放射能レベルによって異なり，L1は地下70m以深に処分（中深度処分），L2は地中に施設を作って処分（浅地中ピット処分），L3は浅地中に施設作らず地中に処分（浅地中トレンチ処分）される。

L3については，放射能レベルが低く，量が多いため，発電所敷地内で処分される予定で，管理期間は約50年とされている。国内では，日本原子力研究開発機構が動力試験炉（JPDR）の廃止措置（廃炉）によって発生した廃棄物を，東海事業研究所内に試験的に埋設処分した実績がある¹⁸⁾。また，日本原子力発電（株）が東海発電所の廃止措置によって発生するL3廃棄物の処分を敷地内で計画しており，現在，原子力規制委員会で審査中である。

L2の運転廃棄物については，現在，青森県六ヶ所村の低レベル放射性廃棄物埋設センターで埋設処分が実施されている。2021年7月に3号増設他の事業変更許可が新規規制基準のもとで得られた。この変更では，3号増設の他に，1)1号・2号埋設容量増，2)施設覆土を従来の2層から3層への変更（難透水性覆土の追加），3)埋設設備の内部防水処理対策，4)定期的な評価の実施（地下水流動状況等），5)埋設地近傍・敷地境界付近での監視期間の延長などが盛り込まれた¹⁹⁾。

L1については，まだ実施場所・実施機関ともに決まっていない。2021年9月には，第二種廃棄物埋設施設の位置，構造，および設備に関する規則の解釈が一部改正され，中深度処分（L1）に関わる断層，火山，侵食などの埋設地に関する事項が追加された。これによって，低レベル放射性廃棄物処分に関する規制基準は出そろった。

新規規制基準によって，廃炉となる原子力発電所が増え，これまでに24基の原子力発電所の廃炉が決

定した。これらは、施設を解体し、放射性物質を取り除く廃止措置に入るが、その工程は30年程度と想定されている。今後、原子炉の解体に伴う放射性廃棄物が大量に発生するため、解体を順調に進めるためにも、廃棄物処分施設の計画的な建設が求められる。

(4) 火力土木・環境

1) 過去10年程度の動向

東日本大震災とその後の原子力発電所の停止により化石エネルギーの消費量が増加し²⁰⁾、10年前の2014年度末における火力の発電電力量（一般電気事業用）は、国内全体の約88%を占めた²¹⁾。その後、再生可能エネルギーの普及や原子力発電所の再稼働により、火力発電の割合は徐々に減少しているものの、2022年度時点においても発電電力量の約7割を占めており²²⁾、現在も国内の電力供給の中心を担っている。火力発電では、発電に伴うCO₂の排出量が水力や原子力などの他の電源に比べて多いため、地球温暖化への影響が懸念される。環境負荷をより低減するため、低効率の発電設備の休廃止や稼働抑制に加え、高効率の発電技術の導入が進められ²³⁾、最新のガスタービン技術や超臨界圧ボイラーの導入により、燃料の使用効率が改善されてきた。石炭火力発電所では超々臨界圧（USC）技術や石炭ガス化複合発電（IGCC）の導入、LNG火力発電所ではガスタービンと蒸気タービンを組み合わせたガスタービン複合発電（GTCC）により、従来の発電方式に比べてCO₂排出量の大幅な削減に向けた取り組みが加速された²⁴⁾。

2) 環境影響評価の簡略化

火力発電所の新增設やリプレースによって、これらの最新鋭の発電設備の導入を促進するため、一定の条件を満たすリプレース（温室効果ガス、大気汚染物質、水質汚濁物質、温排水による環境負荷の低減が図られ、かつ、土地改変等による環境影響が限定的なもの）を対象として、環境アセスメントにおける調査・予測に要する期間の大幅な短縮を可能とするためのガイドラインが取りまとめられた²⁵⁾。大気質や温排水については、リプレース前後で環境負荷が低減する等の条件に合致する場合には、簡易的な予測モデルや既存データの活用により、現地調査や予測手法の簡略化が可能となった。また、動植物については、予備調査で重要種が発見されなかった場合や緑地の改変を伴わない場合には、予測・評価の対象項目から削除することが可能となった。これらにより、従来に比べて環境影響評価に要する期間を1年程度短縮することができ、新型の火力発電所の稼働が早まることにより、CO₂の排出削減につながる効果が期待される。

3) 石炭灰等副産物の活用

一方、副産物に目を向けると、電力部門における石炭灰の発生量は、ここ10年間、年間820万～960万tで推移しており²⁶⁾、依然として電気事業系副産物発生量の7～8割を占めている。JIS A 6201に規定されるコンクリート用フライアッシュは、コンクリートに混和させることで塩分浸透抵抗性や骨材に起因するアルカリシリカ反応への抑制効果等を発揮することが知られており、2018年に「北陸地方におけるフライアッシュコンクリートの配合・製造及び施工マニュアル（案）」が発刊される等、積極的な活用が進められている。さらに近年では、ポゾラン活性を持つ材料として、低炭素型コンクリートへの利用が注目されており、今後の利用増加が見込まれている。JISの適用を受けないフライアッシュ原粉は、セメント原料への利用が全体の2/3程度を占めているが、土木・建築資材原料としても多く使われている。2021年には土木学会より「石炭灰混合材料を地盤・土構造物に利用するための技術指針（案）」が発刊され、配合、施工、利用環境・利用用途に基づく環境安全性の確保等について整理された。また、前述の通り、石炭火力では発電効率の更なる向上を目指して、IGCCの開発と導入が進められている。

現在では副生する石炭ガス化スラグに関して各種の規格・指針が整備されており²⁷⁾⁻²⁹⁾、利用の普及・定着に向けた取組みが展開されている。

4) 火力のCO₂排出量の削減

第1節で述べたように、今後、再生可能エネルギーの更なる導入拡大が進む中で、火力発電の設備容量は低減が進むことが予想されるが、当面は再生可能エネルギーの変動性を補う調整力・供給力として引き続き重要な電源の一つと位置付けられる。政府は2050年までのCNを目指しており、火力発電についても脱炭素化に向けた検討が進められている²⁾。例えば、水素やアンモニアを燃料として使用する技術の開発が進んでおり、CO₂排出量のさらなる削減が期待される。また、バイオマス燃料を使用することで、再生可能エネルギーの一環としてCO₂排出量を削減するための取組みも進められている。さらに、CO₂を回収し、貯留または再利用するCCUS技術の導入により、火力発電所からのCO₂排出を実質的にゼロにすることが目指されている。2023年のCCS長期ロードマップ³⁰⁾の公表後、2024年には「CCS事業法（CO₂の貯留事業に関する法律）」が成立するとともに、「先進的CCS事業」として9件のプロジェクトが採択される等、2030年までのCCS事業開始に向けた事業環境整備が進められている。水素やアンモニアへの燃料転換に際しては、燃料供給インフラの整備に加え、製造過程におけるCO₂排出抑制技術の開発、安全かつ低コストな貯蔵・輸送方法の確立、事故・災害時における漏洩対策、大気汚染物質や温排水・冷排水等の環境負荷の変化などについても整理・検討が必要となる。また、CCUS技術の導入に対しては、経済性評価のほか、発電効率への影響や漏洩CO₂対策、分離回収時の環境影響など検討すべき課題も多く残されている。

(5) 水力土木・環境

1) 過去10年程度の動向

至近10年の一般水力に関する動きとして、2012年に「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」（再生可能エネルギー固定価格買取制度、FIT）が施行され、一般水力も3万kWを上限に16円～34円の買取価格とすることが決定された³¹⁾。その結果、2024年3月までに、全国で1203件、259.9万kWがFIT電源として新たに設備認定され、このうち873件、136.5万kWが発電を開始した³²⁾。件数の約8割は1,000kW以下の小規模水力であり、河川維持用水や農業用水、上水道、砂防堰堤などの未利用落差を中心に開発が進められ、ゼネコンや商社などの新規参入が促されたほか、雇用創出や簡易水道・農業用水路の維持管理業務への事業収益の充填などの地域貢献もみられた。一方、容量の約9割は1,000kW以上の中小水力発電が占めており、新設に加え、既設水力のリパワリング・リプレース工事が行われ、水車・発電機の高効率化による増発電とあわせて老朽設備の更新が図られた。

2) 再生可能エネルギー普及拡大のための新たな取組み

2021年10月に策定された「第6次エネルギー基本計画」では、再生可能エネルギーに最優先の原則で取り組む方針が打ち出され、2030年までの水力発電の導入見込みとして、新規認定分の稼働で70万kW増（2019年度比約3%増）、さらに既存設備のリプレースやデジタル技術による河川流量の最大限活用によって80～130億kWh（2019年度比10～16%増）の増加という野心的な数値目標が示された²⁾。これに対し、発電設備の更新を行わずに最大出力や発電電力量の向上を図る動きとして、電力各社において雪解け水の有効活用や洪水調節後のダム運用方法の見直しが行われた。また、国土交通省では、治水機能の強化と水力発電の促進、地域振興を実現する「ハイブリッドダム」の事業スキームの検討が開始され、2023年度は全国72施設まで拡大した³³⁾。これは、近年高度化が進む気象予測をもとに、洪水前に事前放流で水位を下げて貯水容量を確保する一方、降雨がないと予想される場合は水位を上げてより効率的な発電を指向するもので、

放流設備の改造やダムの嵩上げ、堆砂対策に加え、発電施設の新設や増強により、発電電力量の向上を目指している。

これらの開発・再開発においては、新たな資金調達手段として、環境債（グリーンボンド）やグリーンローンが活用されたほか、既設水力発電所の改修と増加する発電電力量分の販売をセットにしたユーザー参加型の再エネ拡大モデルなどの動きもあった。また、近年企業を中心に世界的に高まっているRE100（Renewable Energy100%）などCO₂フリー電源への関心を受け、我が国の水力発電においても環境価値が見直され、化石燃料に依存しないクリーンなエネルギーであることを証書化した非化石証書の付与や地域限定電力供給ブランドの新設の動きも見られた。

揚水発電に関する動きとしては、東日本大震災以前は夜間に上部調整池に汲み上げ、昼間に発電する運用が一般的であったが、近年、再生可能エネルギーの普及拡大とともに、昼間の供給力が需要を上回る一方、夕方や曇天無風時に発電電力量が急激に低下し電力系統の周波数調整が困難になる事態が生じている。このため、昼間に上部調整池に汲み上げ、朝晩や気象予測が外れた曇天無風時などに機動的に発電する運用に変化し、起動回数が10年前の3倍増となる事態も生じている。揚水発電においても、2030年までに約250万kW分が建設から60年以上経過するなど、高経年化が今後の課題となっている。このため経済産業省は、投資額の3分の1までを補助する支援制度を2022年度に初めて打ち出した³⁴⁾。また、2023年2月に閣議決定されたGX実現に向けた基本方針³⁾のもと、2024年1月には、建設に時間がかかる発電所の新設・リプレースを支援し、投資の予見性を高めることを目的に、固定費相当の容量収入を原則20年間得られる仕組みとして長期脱炭素電源オークション制度が創出され、揚水発電もその対象となった³⁵⁾。

このように、至近10年においては、経済性に係わる多様な施策やビジネスモデルを駆使しながら、一般水力の新設・リパワリング・リプレースを行い、運用見直しもあわせて、発電電力量を着実に増加させた。一方で、FIT対象外となる大型水力や揚水の更新が進んでおらず、今後想定される高経年化に伴う発電電力量の毀損に対し、着実に更新を進める必要がある。このため、例えば、長期にわたり確実に安定して活用でき、かつ、機動力や同期力、慣性力を有する利点を踏まえた調整市場の創出など、新たな支援策の立案が喫緊の課題と考えられる。また、技術者の高齢化や減少に対応するため、DX技術（デジタルトランスフォーメーション技術）を活用したスマート保安の導入など、保守・運用業務の効率化を図る必要があると考えられる。

3) 自然災害のリスク評価と対策

東日本大震災を契機として検討が加速した自然災害リスク評価・対策については、大規模地震に関する動きとして、電力各社においてダム、ダム付属設備、水路設備の耐震性能照査が順に進められるなか、2016年4月の熊本地震で九州電力黒川第一発電所の開渠水路やヘッドタンク等が損壊する事象が発生した。これらの設備損壊は、地震動そのものではなく、その後の地すべり等により発生したものであり、経済産業省「電気設備自然災害等対策WG」において、地すべり等が発生した場合を念頭においた減災対策の必要性が認識された。また、今後の対応として、公衆災害リスクが高いおそれのある発電所の整理と優先順位付け、ならびに、優先順位付けに応じたハード・ソフト対策の実施が求められた³⁶⁾。優先順位付けに応じた対策はこれからが実施段階となるが、高経年化した既存設備の非破壊診断技術の高度化や、工期の短縮と工事中減電費の低減が可能で、かつ、狭隘な施工スペースで施工可能な耐震補強技術の開発などが必要と考えられる。

豪雨・台風に関する動きとしては、近年激甚化が進んでおり、異常洪水時防災操作（緊急放流）に迫られる治水ダムが全国各地で多数発生している。このため国土交通省では、気候変動影響による降雨量・

洪水量の更なる増大も想定し、流域全体を俯瞰し、地域住民を含む全関係者が協働してハード・ソフト一体の治水対策に取り組む「流域治水」を進めている。電力各社においても、発電ダムを含む利水ダムで事前放流し下流の氾濫を防ぐ協定を新たに結び、2020年6月より運用を開始している。洪水以外について、今後、山地からの土砂生産量が気候変動影響により加速し、取水障害や調整池容量の減少に伴う発電調整能力の低下、水車劣化に伴う効率低下等の問題をもたらす、発電電力量が減少する懸念もある。これまでに、ダム貯水池堆砂対策として、置き土や土砂バイパスなどによる土砂の下流還元、ダム連携による流砂系の総合的な土砂管理などの取組みが進められているが、これらの施策には、河床上昇や濁質増加等の負の側面と河床材料の交換に伴う生物の多様化等の正の側面がある。このため、河川土砂動態・生態の予測評価技術や河川環境向上施策等を構築したうえで、地域社会の理解を得ながら推進する必要があると考えられる。また、海外においては渇水リスクが顕在化し始め、水力発電量の減少に伴う電力供給の逼迫、灌漑や上水、工業用水など他の利水事業との調整が必要となっており、我が国においても流域全体を対象とした水収支評価技術を構築し、適応策立案など将来に備える必要があると考えられる。

(6) 洋上風力

1) 過去10年程度の動向

地球温暖化の危機が叫ばれる中、周囲を海に囲まれた世界有数の海洋国家である日本において洋上風力発電が注目されており、2023年2月に閣議決定された「GX実現に向けた基本方針」でもその導入拡大の必要性が謳われている。今から10年ほど前の2013年から2016年は、経済産業省、環境省、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が出力2～7MWの大型風車による実海域での洋上風力発電の実証試験を次々と開始した時期である。これらの実証試験を通じて大型風車による経験と知見が蓄積されるとともに、それらの一部は実証試験後に商用化され、2024年7月現在も稼働している。

2) 国等の取り組み

日本で洋上風力発電が大きく注目される契機となったのが、2018年に閣議決定された第5次エネルギー基本計画であり、そこでは、「陸上風力の導入可能な適地が限定的な我が国において、洋上風力発電の導入拡大は不可欠である。」（第5次エネルギー基本計画）³⁷⁾と位置付けられた。また、商用化時の洋上風力発電の稼働期間が20～30年程度と想定されることを踏まえ、海域の長期占有を可能とする法律が港湾区域で2016年に、一般海域で2019年に施行された。さらに、2020年には「洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会」が設立され、同年に策定された「洋上風力産業ビジョン（第1次）」において、2050年のCNの達成に向けての政府の導入目標として、「2040年までに浮体式も含む3000万kW～4500万kWの案件を形成する」（洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会、洋上風力産業ビジョン（第1次））³⁸⁾ことが示された。この目標に向けて、2019年に「海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律（再エネ海域利用法）」が施行され、これによって、2024年7月時点で10の促進区域の創出、460万kWの案件形成が行われている。

3) 課題と今後の動向

上で述べたように、日本は世界有数の海洋国家であるが、洋上風力発電の先進国である欧州と比べると海底地形が遠浅ではない海域が多く、欧州で長年の実績がある着床式（海底に設置した支持構造物に風車を固定する方式）に適した水深の小さい海域（目安として50m程度以下）の面積は小さい。このため、上で述べた政府の導入目標を達成するためには、水深の大きい海域に適した浮体式（海底に係留された浮体構造物に風車を固定する方式）の導入拡大が不可欠と考えられ、2021年に閣議決定された第6

次エネルギー基本計画にも「中長期的に拡大の見込まれる浮体式等については、要素技術開発を加速化し」と記載されている。浮体式は欧州でも実績がまだ少なく、多数機の風車による本格的な商用事業がようやく開始されつつあり、技術的な知見がこれから蓄積される段階である。このため、台風や地震の影響を受けやすいなどといった日本国内の固有の課題も含めて、安全性を確保しつつ発電コストが低い技術を開発することが急務であるといえる。そのための取組みの一つとして、グリーンイノベーション基金事業のプロジェクト「洋上風力発電の低コスト化」が2022年に開始されており、浮体式を2030年までに国際競争力のあるコスト水準で商用化するための技術の確立を目指した技術開発事業や実証事業が実施・計画されている。また、環境影響評価制度に関しては、現状の課題として、複数事業者が配慮書・方法書の手続を実施することによる事業者・地域・行政のコスト増、運転開始までのリードタイムの長期化、洋上調査の制約や予測手法の知見不足による事前の環境影響予測の高い不確実性などがあり、これらを踏まえた新たな制度の検討が環境省によって進められている。

さらに、現在、日本国内で洋上風力発電が設置可能な海域は、陸地から最長約22km以内の領海内であるが、これを世界第6位の面積を有する排他的経済水域（EEZ、最長約370kmまで）へと拡大するための法整備が進められている。EEZにおける適正な環境配慮の確保という点では、新たな制度の検討の方向性として、候補海域のうち事業者が設定した区域については事業者が環境影響評価手続を行うのが合理的であること、環境省による海域指定のための調査が行われることから環境影響評価手続の一部を適用除外にするのが適当であることなどが、環境省の中央環境審議会によって示されている。また、離岸距離がより大きい海域へと設置海域が拡大することによって、風況条件が良い、利害関係者との調整が行いやすいなど、より発電に適した海域を選定できる可能性がある一方で、離岸距離や水深が非常に大きい海域を対象とした事前調査・設計・施工・維持管理を合理的に行うための技術開発も必要となる。

(7) 地球温暖化

1) パリ協定採択以降の10年

第1節で述べたように過去10年は2015年のパリ協定採択以降にあたり、気候の変化・変動が顕在化する中で、脱炭素の取り組みが世界の潮流になった時期である。エネルギー部門は脱炭素で中心的な役割を担っており、それを支えるエネルギーインフラは、変化する気候に適応することがより一層重要となっている。パリ協定は世界平均気温の目標水準を明文化し、産業革命前からの気温上昇を2°Cより十分低く抑え、1.5°Cを追求するとした。さらに、温度目標を達成するための温暖化緩和策の長期目標として、温室効果ガスの人為的な排出と吸収を21世紀後半に均衡させるとした。2015年以降、各国が宣言したネットゼロ排出量やCN等の目標は、この長期目標に沿ったものである。1.5°Cについては気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が2018年に公表した特別報告書³⁹⁾で情報が拡充され、この水準が事実上の標準と見なされるようになった。排出・吸収均衡の達成時期は温度水準が下がるほど前倒しになり、1.5°Cでは2050年頃となる。日本が2020年に宣言した2050年CNも1.5°C目標に整合する。

IPCCの最新の報告書（2023年3月公表の第6次統合報告書⁴⁰⁾）によると、現実の世界平均気温の上昇は2011～2020年に約1.1°Cに達し、近い将来（2021～2040年）に1.5°Cに達すると見込まれる。地域規模では、平均気温の上昇などの平年値の変化に加え、気温や降水量などの変動の拡大が顕在化しつつある。変動拡大には、熱波・寒波や洪水・干ばつ、暴風雨をもたらす台風等の熱帯低気圧や氷雨・大雪をもたらす低気圧といった極端事象が関係する。個々の事象は自然変動の一端として生じるが、全体的な頻度や強度が人為的な温暖化で変化する可能性がある。最近では個々の事象にどの程度人為的な

温暖化が寄与したか確率論的に評価されるようになってきた。

今後10年は、2050年CNの目標に沿う緩和策と気候の変化・変動拡大に適応する施策を具体的に進める時期となる。緩和策は長期的に取り組むものであるが、IPCCの報告書⁴⁰⁾では、目標達成に向けた今後10年の取り組みを強調している。適応策は遠い将来の潜在的な変化だけでなく、現在起きている事象に対する強靱化も同じ文脈に位置づけられる。

2) 今後10年の緩和・適応策

緩和策の取り組みは、第1節で述べたように、GX基本方針として方向づけられた。エネルギー部門は、基本的に、供給サイドの脱炭素と需要サイドも含めたエネルギーシステム全体の効率向上を推進することになる。前節までに述べた各発電技術における土木・環境面の課題も、この基本方針の下に位置づけられる。原子力については、安定供給とCNの実現の両立を進める方針が明確にされた。火力については、変動性再エネが主流となる電力システムで調整力を担い、燃料転換やCCUS導入などを進める形となる。水力については、脱炭素電源であると同時に揚水による調整力の面でも維持・強化が進められる。洋上風力については、導入拡大に向けた事業環境の整備や、関連産業におけるサプライチェーン形成が重視されている。電力は、効率に優れ、脱炭素技術の選択肢が多いことに加え、デジタル化の進展もあって需要増が見込まれることから、重要性が増している。

適応策は、2018年に成立した気候変動適応法の下、気候変動適応計画に示された基本戦略と分野別の取り組みに沿って進められている。エネルギーや電力は単独分野の扱いではないが、2021年10月に閣議決定された現行の適応計画では、大雨・台風・渇水等による各種インフラ・ライフラインへの影響に対処するため、施設やライフラインシステムの強靱化に取り組むとされる。第5節で述べた事前放流の取り組みも、利水ダムを含む既存ダムの洪水調節機能を最大限活用する適応策と位置づけられている。

緩和と適応の取り組みは従来別々に検討・実施されてきたが、両施策には親和性があり、統合的に進めることが重要である⁴¹⁾。これは土木分野の全般に共通するが、脱炭素を支えるエネルギーインフラの面ではとりわけ本質的である。既存ダムの最大限活用はその一例であり、2024年8月に閣議決定された水循環基本計画の改訂⁴²⁾では、ダムや流域の関係者が協働・連携して取り組む水力発電と治水が、環境保全等も含む包括的な流域総合水管理に位置づけられた。また、脱炭素の一翼を担う変動性再エネの大規模展開は、気象外力の影響下にあるインフラが拡大することでもある。このため、安定電源と調整力を適切に確保し、システム全体の強靱性を高めることが、緩和の着実な推進につながる。このような統合的な視点から土木の役割が深化することを期待する。

(8) おわりに

至近の約10年間では、脱炭素電源として活用が期待される原子力は、新規規制基準の設置や確率論的リスク評価の検討が進み、2024年12月までに東日本大震災以降停止していた発電所の内14基が稼働した。また、高レベル・低レベル放射性廃棄物処分などバックエンドについても検討が進んでいる。

再生可能エネルギーの調整力として重要な火力では、CCUSや水素・アンモニア発電など脱炭素化に向けた取り組みが行われている。

水力は、再生可能エネルギーや揚水による調整力として期待されるととも、自然災害に対してリスク評価と対策が進められている。

風力では、再エネ海域利用法により2024年7月時点で10の促進区域が指定され、大規模な洋上風力の発電事業者選定や建設が進められており、さらなる促進のため浮体式洋上風力の検討や排他的経済水域(EEZ)への拡大のための法整備が進められている。

2040年にはDXやGXの進展による電力需要の増加が予想されている。第7次エネルギー基本計画の原案⁴⁾における電源構成は、主力電源として再生可能エネルギーが4～5割程度、原子力が2割程度、火力が3～4割程度とされている⁵⁾。ロシアによるウクライナ侵略や中東情勢の緊迫化などの経済安全保障上の要請が高まり、安全性を大前提にエネルギー安定供給を第一として経済効率性の向上と環境への適合を図るとされ、脱炭素電源の拡大においてもエネルギー安定供給を支えるレジリエンス・適応の重要性が増加している。GX2040ビジョン(案)で位置付けが見直された原子力は、再エネか原子力かといった二項対立的な議論からの脱却し、エネルギー安全保障に寄与し脱炭素効果の高い電源として最大限活用することが示された。また、再生可能エネルギーは主電源化を徹底し、関係省庁が連携して施策を強化することで、地域との共生と国民負担の抑制を図りながら最大限の導入を促すことが示されている。

今後も、各国がカーボンニュートラルに向けた野心な目標を維持しつつ、多様かつ現実的なアプローチを拡大し、エネルギー安定供給や脱炭素化に向けたエネルギー構造転換を経済成長につなげるための産業政策が強化されることが望まれている。

[一般財団法人電力中央研究所 仲敷 憲和, 山本 広祐, 松山 昌史, 長谷川 琢磨, 佐藤 歩,
井野場 誠治, 佐藤 隆宏, 田村 英寿, 筒井 純一]

参考文献

- 1) 電気事業連合会：国内の原子力発電所の再稼働に向けた対応状況, <https://www.fepc.or.jp/sp/re-operation/>
- 2) 資源エネルギー庁：第6次エネルギー基本計画(令和3年10月), https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/20211022_01.pdf
- 3) 内閣官房：GX実現に向けた基本方針, https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/gx_jikkou_kaigi/pdf/kihon.pdf
- 4) 資源エネルギー庁ホームページ：エネルギー基本計画(案), 2024年12月, https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2024/068/
- 5) 資源エネルギー庁ホームページ：2040年度におけるエネルギー需給の見通し(関連資料), 2024年12月, https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2024/068/068_005.pdf
- 6) 日本原子力学会：福島第一原子力発電所事故その全貌と明日に向けた提言, 一学会事故調最終報告書一, 2014.
- 7) 竹内純子：原発は“安全”か～たった一人の福島事故報告書～, 小学館, 2017.
- 8) 原子力規制庁：実用発電用原子炉に係る新規規制基準について一概要一, <https://www.nra.go.jp/data/000070101.pdf>
- 9) ジョージ・アポストラキス：なぜ確率論的リスク評価(PRA)は有益なのか, 日本原子力学会誌, 12月, 2015.
- 10) 資源エネルギー庁：産業界が力をあわせて、原子力の安全性を高める, https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/genshiryoku_shinsoshiki.html
- 11) 廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議：東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ, <https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning.html>

- 12) 廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議：東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所における多核種除去設備等処理水の処分に関する基本方針，https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/alps_policy.pdf
- 13) 経済産業省：「脱炭素社会の実現に向けた電気供給体制の確立を図るための電気事業法等の一部を改正する法律案」が閣議決定されました，<https://www.meti.go.jp/press/2022/02/20230228005/20230228005.html>
- 14) 資源エネルギー庁 Web サイト：放射性廃棄物処分について 高レベル放射性廃棄物，https://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/nuclear/rw/hlw/hlw01.html
- 15) 経済産業省資源エネルギー庁：科学的特性マップ，2017. https://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/nuclear/rw/kagakutekitokuseimap/
- 16) 原子力発電環境整備機構：包括的技術報告：我が国における安全な地層処分の実現—適切なサイトの選定に向けたセーフティケースの構築—要約，NUMO-TR-20-01,2021.
- 17) 電事業連合会：原子力発電について，<https://www.fepc.or.jp/nuclear/haishisochi/>
- 18) 日本原子力研究開発機構：放射性廃棄物の管理，https://www.jaea.go.jp/04/ntokai/backend/backend_01_04_01.html
- 19) 小沢孝：3号廃棄物埋設施設の増設等の事業変更許可について，第37回「バックエンド」夏期セミナー，日本原子力学会バックエンド部会，2021.
- 20) 資源エネルギー庁：令和5年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2024），2024.
- 21) 資源エネルギー庁：平成27年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2016），2016.
- 22) 資源エネルギー庁：令和4年度(2022年度)におけるエネルギー需給実績(確報)，2024.
- 23) 資源エネルギー庁：平成30年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2019），2019.
- 24) 資源エネルギー庁：火力発電の効率化，2015.
- 25) 環境省：火力発電所リプレースに係る環境影響評価手法の合理化に関するガイドライン，2013.
- 26) 一般財団法人カーボンフロンティア機構：石炭灰全国実態調査報告書（2022年度実績），2024.
- 27) JIS A 5011-5 コンクリート用スラグ骨材—第5部：石炭ガス化スラグ骨材，2020.
- 28) 土木学会：石炭ガス化スラグ細骨材を用いたコンクリートの設計・施工指針，2023.
- 29) 日本建築学会：石炭ガス化スラグ細骨材を使用するコンクリートの調合設計・製造・施工指針，2023.
- 30) 経済産業省：CCS 長期ロードマップ検討会最終とりまとめ，2023.
- 31) 資源エネルギー庁ホームページ：FIT・FIP 制度，https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/
- 32) 資源エネルギー庁ホームページ：再生可能エネルギー電気の利用の促進に関する特別措置法 情報公表用ウェブサイト，<https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfoSummary>
- 33) 国土交通省ホームページ：ハイブリッドダムについて—今年度の検討内容とりまとめ—，第4回気候変動に対応したダムの機能強化のあり方に関する懇談会，2024年2月. https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/dam_kondankai/dai04kai/02_shiryo01.pdf
- 34) 資源エネルギー庁ホームページ：令和4年度「揚水発電の運用高度化及び導入支援補助金」に係る補助事業者の公募について，https://www.enecho.meti.go.jp/appli/public_offer/2022/0208_03.html
- 35) 電力広域的運営推進機関ホームページ：長期脱炭素電源オークション，https://www.occto.or.jp/capacity-market/decarbonation_know
- 36) 経済産業省ホームページ：平成28年度熊本地震を受けた電気設備自然災害等対策WGとりまと

めの概要, 2017年3月.https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/denryoku_anzen/pdf/015_01_01_01.pdf

- 37) 第5次エネルギー基本計画(平成30年7月), 2018.
- 38) 洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会: 洋上風力産業ビジョン(第1次)(令和2年12月15日), 2020.
- 39) IPCC: Global warming of 1.5° C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5° C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. V. Masson-Delmotte et al. (eds.), Cambridge University Press, Cambridge and New York, 2018.
- 40) IPCC: Climate change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.), IPCC, Geneva, 2023.
- 41) 三村信男: 拡大する気候変動対策の意義と土木の役割, 土木学会誌, Vol.109, pp.54-55, 2024年3月.
- 42) 内閣官房ホームページ: 水循環基本計画, 2024年8月.https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/mizu_junkan/about/pdf/r060830_honbun.pdf