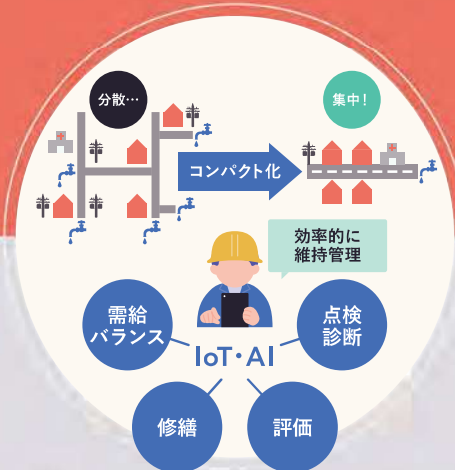


国民が納得する社会インフラに！



社会インフラは一齐に更新時期が到来。必要性、重要性を踏まえた更新計画は必須

問題



街のコンパクト化を進めつつ、IoTを活用した効率的な維持管理が必要

課題



検査技術の高度化、仮想空間による診断を進めつつ、妥当性を踏まえた更新を

解決

問題

社会インフラのマネジメントが不十分

高度経済成長期に集中的に整備された社会インフラが老朽化し、今後、いっせいに更新の時期を迎える。国・自治体の財政が厳しいなか、維持管理のための財政負担が大きな問題となっている。

特に人口減少が進む地方部では、住民規模に見合わないインフラを維持管理するために財政が逼迫している。将来的にはインフラサービスの量・質両面において地域格差が拡大する恐れもあることから⁴⁹、インフラを効率的に修繕・更新したり、住民規模に合わせてインフラの取捨選択を行ったりすることが必要となっている。

さらには、建設業界の高齢化・人手不足も深刻化している。建築業界の人手不足はゼネコン・建設業者・建設コンサル等の受注者側は、建築業界の若者離れに加え、2024年問題（働き方改革関連法の適用により、建築業界においても時間外労働に対する上限規制等が課されることで想定される労働力確保などの問題）により今後さらなる人手不足が考えられる。また、地方自治体職員などの発注者側においても、技術者などの人手不足が目立っており、2022年5月時点でも、「橋梁管理に携わる土木技術者」ゼロの村は56%に上る⁵⁰。

他方、経済活動の基盤となる社会インフラは、安全・安心、生活の質の向上、企業の生産性向上に結びつく不可欠の公共財としての期待が大きく、採算性が重視されてこなかった。その結果、稼働率の低いインフラが見過ごされてきた面もある。

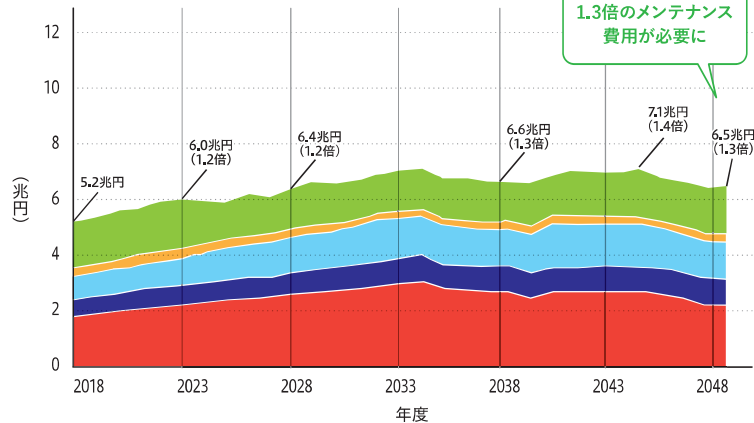
道路、水道・ガス、各種行政サービスといった社会インフラは機能別・地域別に運営・最適化されてきたことが、運営の共同化や用途の多様化の制約になっている。

インフラの維持管理・更新費用は、2048年度には、2018年度の約1.3倍まで増加する見込みとなっている(下図)。さらに、この2018年度から2048年度までの30年間の維持管理・更新費の累計額は176.5~194.6兆円程度に上ると予測されている⁵¹。(A)

法定耐用年数に基づいて更新した場合、上水道関連施設の更新費用は年平均1兆4,000億円/年⁵²かかる。(B)

インフラの維持管理・メンテナンス費用分野別の推移

■ 道路 ■ 河川・ダム、砂防、海岸 ■ 下水道 ■ 港湾 ■ その他6分野
※推計値は幅を持った値としているため、グラフは最大値を用いて作成。



国土交通省 | 社会資本の老朽化対策情報ポータルサイト インフラメンテナンス情報
(https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/_pdf/research01_02_pdf02.pdf) より作成

課題

管理効率化、集約・集中制御、利活用拡大

課題解決のポイント

インフラの管理効率化：省力化・自動化による効率的なインフラの維持管理

人口減少が進む中、長期的にインフラを維持管理するためには、①メンテナンスのコスト削減・効率化、②修繕・更新の必要性・優先順位の判断、③新技術を活用したインフラの更新、の3つの観点が重要である。特に予防保全・予知保全の観点からメンテナンスサイクルを最構築し、適切に運用（継続、発展）していくことが不可欠である。これには点検・診断、評価、修繕・更新といった各フェーズにおいて、センサーやIoT等から得られたデータや、AI等の情報処理技術を最大限活用することが求められる。また、更新が必要と判断されたインフラに関しては、最新技術を用いた設計・施工により、災害に備えた安全で強靱かつ長期的なメンテナンスを見据えた次世代型インフラへの更新が求められる。

課題解決のポイント

インフラの集約：街のコンパクト化、広域でのインフラの集中的・効率的活用

今後長期にわたり持続可能な形でインフラ整備（維持管理、更新）を行っていくには、より広域での最適化を志向する必要がある。限られた資源を分散させることなく、広域視点から集中的・効率的に利用できるよう認識を改める。

例えばバーチャルパワープラントでは、地域に分散する太陽光や風力、EV、蓄電池などの電力源をIoTを使って管理・制御することにより、実質的に一つの発電所として機能させている。地域内・間で分散するインフラ機能を柔軟に集中制御するシステムも今後必要性が増してくる。

また、コンパクト化、統廃合が進む中で、使われなくなる施設や土地が発生することも想定され、そうした土地や残されたインフラの再利用のあり方も検討する必要がある。

課題解決のポイント

インフラの利活用：多角的視点によるインフラの有効活用

インフラの稼働率を上げ、有効活用を促進するための方策には次の3つがある。すなわち、①官民パートナーシップ (PPP) 等によって民間活力を導入し採算改善を図ること、②IoT等を活用して利用のピークとオフピークを捉えて需給バランスを調整すること、③多岐に渡る活用可能性を模索し各インフラの多目的利用・高度利用を促進すること、である。

①の官民パートナーシップによって、民間企業も公共サービスへの参入が可能になり事業領域を拡大できる。また、インフラの管理主体となった民間企業は、技術的な知見を蓄積でき、新たなビジネスモデルを構築できるといった効果も期待できる。

②の需給バランス調整については、AIの進展等により需要に応じて価格を変動させるダイナミックプライシングの導入が今後一層普及することが見込まれる。

③のインフラの多目的・高度利用を促進することで、多様な収益源の確保が可能となる可能性がある。例えば日本ではすでに下水道管にセンシング等の管理用に張り巡らされた光ファイバが民間事業者に開放されており、ブロードバンドネットワークサービスを提供できるようになっている⁵³。また市民が自由に利用できる農園やファブラボ（3Dプリンタや工作機械などを備えた工房）、あるいはドローンのデポとしての活用など、社会的なニーズを満たし生活をより豊かにするという視点での利用促進が考えられる。

① インフラの管理効率化

実用化時期

モニタリング・検査の効率化

- 現実と同様の「双子」を仮想空間に再現する「デジタルツイン」によって、経年劣化状況の予測や災害時の橋梁の迅速な状態把握などが可能となり、インフラの維持管理の効率化が期待されている。
- 道路の路面性状を把握する技術として、タイヤセンシング技術の開発が進められており、タイヤそのものを「情報取得デバイス」として活用することで効率的な道路状態の把握が可能になる。

2020-25

2020-25

参考事例

ブリヂストンは、2015年に路面と接しているタイヤから接地面の情報を収集、解析し、路面情報やタイヤの状態を把握するセンシング技術「CAIS®」を世界で初めて実用化した⁵⁴。

- 点検・診断において、ドローンによる上空からのカメラ撮影やセンシング技術の高度化およびAI解析技術の進展により、安価かつリアルタイムな劣化・損傷状況の把握が可能となり、適切なタイミングでの補修・更新が実現しつつある。従来の点検車の利用が不要になることで、コスト削減だけでなく、通行規制が不要になる。また、人手不足の解消や高所による点検作業負荷軽減・作業員の安全性向上といった点でも期待が大きい。

2020-25

参考事例

アーバンエックステクノロジーズ社（日本）は、スマートフォンを用いて道路の損傷状況をAIで検知し、リアルタイムかつ定量的な道路点検を可能にする「道路点検AI」を開発した⁵⁵。

- 劣化予測を高度化することで、修繕すべき優先順位をより明確にする技術の開発も進む。センシング技術により、地震や温度変化による構造物の長期的な変化を把握する技術開発や、AIによる膨大な環境変数を用いた高精度解析などに期待が集まる⁵⁶。

2020-25

参考事例

シリコンバレー発のベンチャー企業Fracta社はAI技術を活用した独自のオンライン管路診断ツールで水道管の劣化状態を予測診断する。同社は更新時期を最適化することで従来の費用を約4割削減できるとしている⁵⁷。

新技術の活用によるインフラの建設・維持管理の効率化

- 構造物における素材のイノベーションには、自己治癒型コンクリート・アスファルトといった特殊舗装技術がある。また、負荷をかけると強度などの材料特性が強化される自己強化材料の開発も進んでおり、負荷の大きい箇所を強化する長寿命化材料として期待できる⁵⁸。

2025-35

- また、構造物の新たな建築方法として、3Dプリンティング工法やパネル工法による工期の短縮や職人の負担軽減が期待されている。

2020-25

参考事例

Polyuse社は3Dプリンタによるコンクリート施工が可能。コンクリートの型枠が不要になれば、より自由度の高い造形が可能になり、廃棄物を減らすこともできる⁵⁹。
柱や梁、窓等を一つにまとめた大型パネルを工場で作成し、建築現場ではそのパネルを組み立てるだけで、最短1日で家が完成する「大型パネル」に注目が集まる（ウッドステーション）⁶⁰。

将来の変化を見据えた設計

- デジタルツインを用いた新しいまちづくりの形が広まろうとしている。国土交通省は2020年より日本全国の都市の3Dモデル化プロジェクト「Project PLATEAU」を主導し、都市計画のDXを推進している。3D都市モデルはオープンデータとして一般公開されており、商用利用も可能である⁶¹。

2020-25

参考事例

パナソニックはPLATEAUとVR技術を組み合わせ、VR空間に新大阪駅を再現し、その上に歩行者の移動データを重ね合わせることで人の導線を可視化。空間設計上の課題を3Dで捉え、エリアマネジメントの検討材料として用いることを目指している⁶²。

- 気候変動などによる将来的な外力増大を想定し、段階的に修正・変更を加えられる「手戻りのない設計」が普及しつつある。

2020-25

参考事例

英国のテムズ河口2100計画では、長期的な気候変動を考慮した高潮洪水対策が示されており、リスク状況に応じた柔軟な計画変更により、経済的・環境的なコスト軽減を目指している。

② インフラの集約

- インフラの維持管理の合理化や行政サービスの効率化に向け、街のコンパクト化が進められている。ただし、単なるコンパクト化だけでなく街として機能させる必要もあることから、最近では、人・モノ、情報のネットワーク化による圏域人口の確保も進められている（コンパクト・プラス・ネットワーク）。

2020-25

③ インフラの利活用

民営化:官民パートナーシップ(PPP)の形成

- 公共インフラにコンセッションを導入することによって、実証的な技術開発や、経営ノウハウの蓄積に期待が寄せられている。

2020-25

参考事例

愛知県の有料道路を運営する愛知道路コンセッション社においては、「愛知アクセラレートフィールド[®]」として有料道路のインフラ敷設を新技術の実証フィールドとして無料で提供された⁶³。

需給バランス調整:デマンドサイドマネジメント(DSM)など

- インフラにおける稼働率の最適化に向けて、海外ではダイナミックプライシングの導入が主流であり、ビッグデータやAIを活用した分析が可能になったことで、日本においても今後普及していくと考えられる。

2025-35

参考事例

関西電力、出光興産、住友電気工業は、卸売電力価格に連動した時間別料金を設定することで、電動車の充電のピークシフトを行う実証実験を2020年5月より開始した⁶⁴。

多機能化:インフラの多目的利用

- 港湾・空港・道路施設といった広大な公共インフラ空間を活用した太陽光発電の導入・設置が推進されており、敷設にあたって様々な形態での太陽電池モジュールの技術開発が進んでいる⁶⁵。

2020-25

参考事例

NIPPO社とMIRAI-LABO社は、道路への太陽光発電の設置を目的として、太陽光発電舗装「Solar Mobilityway」を開発、実用化を目指している⁶⁶。

- グリーンインフラの取組により、社会資本整備に加えて良好な景観、浸水などの防災・減災、地球温暖化防止といった効果が期待されている⁶⁷。
- 地域の賑わい創出を目的として、道路空間をオープンカフェやイベントなどの催しに活用する動きが広がっており、道路のフレキシブルな活用に向けた技術開発・都市デザインが進んでいくと考えられる⁶⁸。

2020-25

2025-35

参考事例

英国Colas社が開発したFlowellシステムは、LEDによる発光信号を道路に埋め込むことで、自動車の走行車線やまちの共有スペースを柔軟に変化させることが可能⁶⁹。

- 老朽した遊休施設を民間事業者が再生し、別の利用価値のある目的で活用するビジネスも始まっている。

2020-25

参考事例

R.project社（日本）では、自治体や民間が所有する未活用施設を、スポーツを中心とした合宿施設としてリノベーションし、地域活性化を図る事業等を展開している。鶴舞公園多目的グラウンド（テラスポ鶴舞）の整備・運営に関する事業では、民間からの提案により、市の財政負担なく老朽化していた陸上競技場を多目的グラウンドに再整備した。維持管理・運営も独立採算で実施している。

個別インフラの高度化

- 地域で発生する食品廃棄物、し尿・浄化槽汚泥などの未利用バイオマスを下水処理場で受け入れ、有効活用（バイオマスステーション化）することが推進されている⁷⁰。また、下水を活用した感染症調査も進んでいる。

2025-35

- インフラメンテナンスの効率化にあたっては、笹子トンネル天井板崩落事故を契機に、法律に基づいた定期点検要領が整備された。更に点検の効率化を図るため2020年の改訂では、近接目視を原則としつつも、それを補完・代替・充実する新たな技術の活用が認められた。一方、5年に1回という点検頻度が固定化されている点では、リスクに応じた頻度の見直しができず、インフラ管理者側に新たな技術を導入するインセンティブが働きにくい点が残る。現在、新技術の導入を推進するための技術カタログの整備や点検手法・頻度の柔軟な見直しといった検討が進められている^{71,72}。
- 日本はこれまで、市民が最低限の生活基準を満たすというシビルミニマムの考え方に基づきインフラ整備を進めてきたが、今後はアセットマネジメントの考え方を導入し、限られた財源の下で住民の満足度を最大化するインフラサービスの提供が求められている^{73,74}。
- 国土交通省は道路の多面的利用に向けて、道路占有許可といった法規制の簡素化・弾力化を図ってきた。2020年の新型コロナウイルス感染症による緊急措置として道路占用許可基準を緩和し、同年施行予定の歩行者利便増進道路制度と併せて取組を加速化させていくと考えられる^{75,76}。
- 国土交通省は、コスト削減効果や省人化に繋がる新技術等を利用した事業を優先的に採択したり、交付金の重点配分の対象とする仕組みを導入している⁷⁷。また、地方自治体にてICTデータベースシステム及びドローンの導入に要する経費は、2019年度より特別交付税措置を講じている。
- デジタル庁はデジタル技術を効果的に活用した事業活動を念頭に、人や紙の介在等を前提とした従来のアナログ規制の改革を進める。アナログ規制などに関する法令約1万条項全ての見直しを2024年6月までに実施する予定である⁷⁸。
- デジタルツイン技術を用いた国土の仮想3D化はシンガポール⁷⁹やフィンランド⁸⁰でも進められている。(日本のProject PLATEAUについてはP161を参照)

SDGsとの対応



問題 社会インフラのマネジメントが不十分 **課題** 管理効率化、集約・集中制御、利活用拡大

対応するSDGsターゲット

- 1.5 2030年までに、貧困層や脆弱な状況にある人々の強靭性(レジリエンス)を構築し、気候変動に関連する極端な気象現象やその他の経済、社会、環境的ショックや災害に暴露や脆弱性を軽減する。
- 9.1 全ての人々に安価で公平なアクセスに重点を置いた経済発展と人間の福祉を支援するために地域・越境インフラを含む質の高い、信頼でき、持続可能かつ強靭(レジリエント)なインフラを開発する。
- 9.c 後発開発途上国において情報通信技術へのアクセスを大幅に向上させ、2020年までに普遍的かつ安価なインターネットアクセスを提供できるよう図る。
- 11.3 2030年までに、包摂的かつ持続可能な都市化を促進し、全ての国々の参加型、包摂的かつ持続可能な人間居住計画・管理の能力を強化する。
- 11.5 2030年までに、貧困層及び脆弱な立場にある人々の保護に焦点をあてながら、水関連災害などの災害による死者や被災者数を大幅に削減し、世界の国内総生産比で直接的経済損失を大幅に減らす。
- 11.7 2030年までに、女性、子ども、高齢者及び障害者を含め、人々に安全で包摂的かつ利用が容易な緑地や公共スペースへの普遍的アクセスを提供する。
- 11.a 各国・地域規模の開発計画の強化を通じて、経済、社会、環境面における都市部、都市周辺部及び農村部間の良好なつながりを支援する。
- 11.b 2020年までに、包含、資源効率、気候変動の緩和と適応、災害に対する強靭さ(レジリエンス)を目指す総合的政策及び計画を導入・実施した都市及び人間居住地の件数を大幅に増加させ、仙台防災枠組2015-2030に沿って、あらゆるレベルでの総合的な災害リスク管理の策定と実施を行う。
- 12.b 雇用創出、地方の文化振興・産品販促につながる持続可能な観光業に対して持続可能な開発がもたらす影響を測定する手法を開発・導入する。
- 13.1 全ての国々において、気候関連災害や自然災害に対する強靭性(レジリエンス)及び適応の能力を強化する。