

建設 DX ビジョン・ロードマップ ～持続可能な社会に向け“シンカ”する～

独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構 建設企画部 技術企画・安全推進課

主任 白井 勇有

1. はじめに

独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構（以下、「機構」という）は、2003年10月に日本鉄道建設公団（以下、「公団」という）と運輸施設整備事業団が統合して設立された独立行政法人（中期目標管理法人）である。

機構は、公団時代から地域間を高速で結ぶ「整備新幹線」、都市圏の移動を支える「都市鉄道」など、鉄道路線の建設を担ってきた。本州と北海道をつなぐ唯一の陸路である「青函トンネル」をはじめ、これまでに整備した全国の鉄道路線は120路線以上にのぼり、総延長は3,800 km 以上

に及ぶ。現在も多くの路線・構造物を整備しており、例えば日本全国で現在整備中のトンネル工事延長約500 kmのうち、約4割にあたる200 kmを機構が建設中である（2022年時点）。

機構における建設DXは、2021年7月に策定した鉄道・運輸機構改革プランの取組みの一環として、先行して工事ICTに着手するため、2021年11月にICT推進チームを立ち上げ、取組みを推進してきた。2023年4月には、それを引き継ぐ形でICT推進会議を立ち上げ、建設DXの推進体制を更に強化した。それとともに、機構の新たな中期計画のスタートに併せて、建設DXビジョン（以下、「ビジョン」という）を策定することとした。ビジョンの位置付けを図-1に示す。

策定にあたっては、20～30年後を目標に自ら

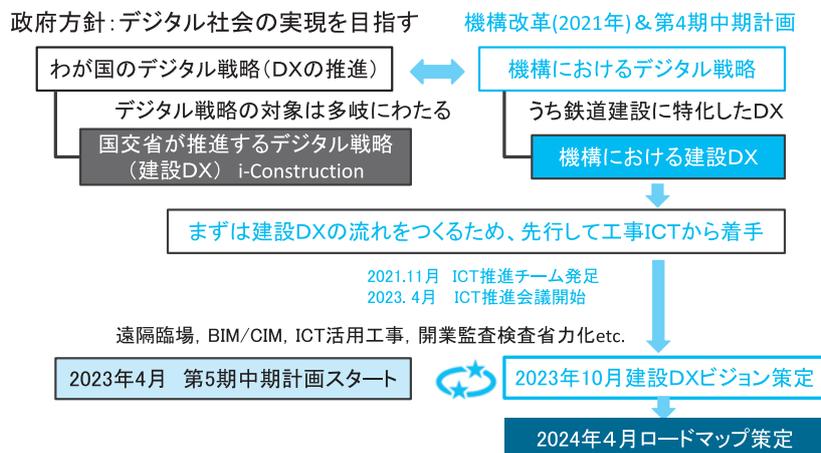


図-1 ビジョン・ロードマップの位置付け

の力で成し遂げるといふ熱い思いを持った若手・中堅職員を中心とした系統を超えた有志メンバーで取りまとめを行った。

2. ビジョン策定に至った社会的背景と課題

2022年10月に、わが国の鉄道は開業150周年を迎え、その間、機構は公団時代を含めて時代のニーズに合った鉄道整備を進めながら、わが国の経済成長に貢献してきた。機構は、2023年10月で設立20周年を迎えたが、表-1に設立された20年前と現在の社会の変化とを比較したものを示す。これにより、新幹線の整備延長は約1,000km延伸し、デジタル技術の加速度的な進展により、わが国の社会情勢も大きな変化を遂げていることが分かる。

一方で、近年、わが国における人口減少の深刻化、地球温暖化に起因した自然災害の多発・激甚化、デジタル技術導入の遅れ、建設業に従事する労働人口の減少・就業者の高齢化など、日本社会および鉄道建設の「持続可能性」に対する課題が顕在化している。

2023年度から開始した機構の第5期中期計画においても、「持続可能性」、「デジタル化」、「安全・安心」、「環境」、「技術者不足への対応」など、現在の社会情勢を踏まえた課題を設定し、今後はこれまで以上に社会変化を見据えた対応をしていかなければならない。

3. ビジョンの目指すべき方向

前述の流れを受け、ビジョンは、既に顕在化している現状の課題を踏まえ、機構が今後進めるべき、「生産性の向上」、「安全・安心」、「環境・GX」、「技術継承」への対応を明確にした上で、持続可能な社会に向けて世の中の動きと連動できる内容とした。

コンセプトには、「持続可能な社会に向けて“シンカ”する」ことを掲げ、三つの“シンカ”目標を設定した。一つ目は、「安全性、環境負荷などの社会的課題」に対して「更に安全で地球にも優しい鉄道に“進化”する」、二つ目は、「人口減少の深刻化と鉄道建設の担い手不足」に対して「これまで培った技術や事業遂行能力を“深化”する」、三つ目は、「世界的に見た日本のデジタル技術導入の遅れ」に対して「新技術を積極的に導入し絶えず変革する組織へと“新化”する」と位置付けている。そうすることで、“シンカンセン”のネクストステージに向けた、機構の“真価”を発揮できる内容とした。なお、ビジョンの方向性は、国が進める計画と整合させるため、「第5期国土交通省技術基本計画」¹⁾をベースに、鉄道事業者や設計・施工会社の技術開発動向も考慮した内容としている。

表-1 過去20年間での社会の変化

項目	2003年（機構設立）	2023年
人口	日本：約1.2億人（世界：約60億人）	日本：約1.2億人（世界：約80億人）
1人あたりのGDP	日本：38千ドル/人 （世界2位：2000年）	日本：40千ドル/人 （世界24位：2020年）
新幹線	延長：約2,000km （2002年東北新幹線盛岡・八戸開業）	延長：約3,000km （2022年西九州新幹線武雄温泉・長崎開業）
携帯電話	3Gサービス（静止画）	5Gサービス（高画質動画）
交通系ICカード	サービス開始直後 （2001年SUICAサービス開始）	約2億枚突破 （JR東日本メカトロニクス（株）2021年9月16日報道発表資料より）

4. ビジョンにおける“シンカ”の選定

機構が建設 DX を活用し、“シンカ”させるべき三つの業務内容を選定した。先述したとおり、一つ目は、「鉄道の建設現場の“シンカ”」、二つ目は、「サイバー空間を活用しオフィスを“シンカ”」、三つ目は、「鉄道運行や技術支援を“シンカ”」とし、ビジョンのコンセプトに掲げる「持続可能な社会に向けて“シンカ”する」を達成できる内容とした。

(1) 鉄道の建設現場の“シンカ”

鉄道の建設現場を“シンカ”させる内容は、次の六つの取組みである（図-2）。

- ① ロボットや ICT を活用し、現場作業を自動化・遠隔化・最適化
- ② 3D プリンター等の活用で現場作業を効率化
- ③ AI が現場のビッグデータを分析し調査・管理等を効率化
- ④ 危険な箇所での作業を無人化し労働災害・公衆災害をゼロに
- ⑤ 建設現場から発生する CO₂ を大幅削減
- ⑥ 建設業の技術と魅力を伝承

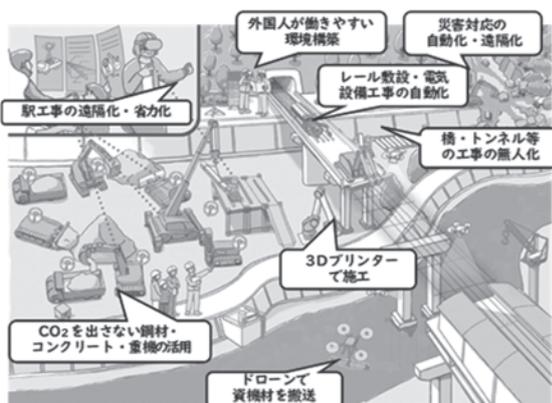


図-2 建設現場の“シンカ”イメージ

①～③は「生産性の向上」、④は「安全・安心」、⑤は「環境・GX」、⑥は「技術継承」に対応できる内容とした。例えば、①については、レール敷

設・電気設備の工事用機械の遠隔化、建設機械の自動化・無人化を図ることを通じて、建設現場の更なる生産性の向上が期待できる。

(2) サイバー空間を活用しオフィスを“シンカ”

サイバー空間を活用しオフィスを“シンカ”させる内容は、次の五つの取組みである（図-3）。

- ① サイバー空間を通してどこでも効率的に勤務を可能に（本社・現場などの地理的な概念をなくす）
- ② AI を活用し作業効率を飛躍的に向上
- ③ サイバー空間での試験を通して安全性を向上
- ④ サイバー空間で環境への影響をシミュレート
- ⑤ 技術を習得し伝承できる環境の構築

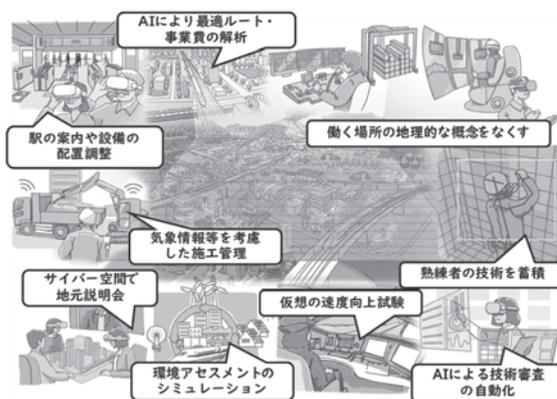


図-3 オフィスの“シンカ”イメージ

①と②は「生産性の向上」、③は「安全・安心」、④は「環境・GX」、⑤は「技術継承」に対応できる内容とした。例えば、②については、AI に対外的な協議で最適な対応を提案させ、積算や契約作業を自動化することにより、業務を格段に効率化し、更なる業務環境の改善が期待できる。

(3) 鉄道運行や技術支援を“シンカ”

鉄道運行や技術支援を“シンカ”させる内容は、次の四つの取組みである（図-4）。

- ① 新技術を活用しライフスタイルの多様化に対応
- ② 全ての新幹線が自動運転化することを前提とした安全対策
- ③ 更に人にも環境にも優しい鉄道に進化

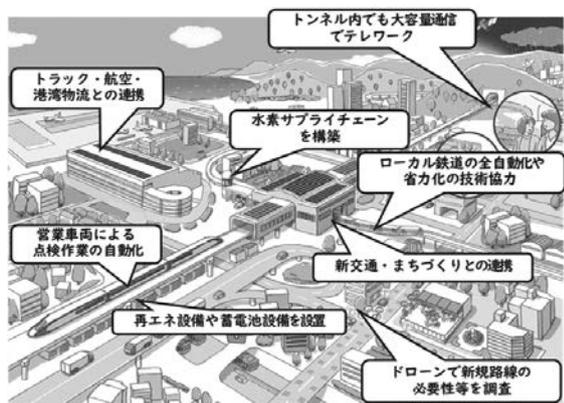


図-4 鉄道運行や技術支援の“シンカ”イメージ

5. ビジョン実現に向けたロードマップの策定

2023年10月にビジョンを策定したが、ビジョンだけでは具体的な成果を実現することはできない。そのため、まず各鉄道事業者、各種業界団体、学識経験者、国土交通省等、多くのステークホルダーの皆さまとビジョンに関する意見交換を実施した。また、ビジョン策定のメンバーに加え、実務に精通した各部署とも取組みの具体化に向け、精力的に議論を重ねた。そして、2024年4月に「鉄道建設」に関連する技術のうち先行して優先的に取り組むべき11項目のロードマップ（建設DXビジョンロードマップ）を公表した（図-5）。各ロードマップの具体的な内容は、公表資料²⁾をご覧ください。

④ 全ての鉄道の進化に向けての支援・協力

①は「生産性の向上」、②は「安全・安心」、③は「環境・GX」、④は「技術継承」に対応できる内容とした。例えば、④については、地方の鉄道に対して、機構が鉄道建設を通じて培った経験や技術力を生かし、維持・管理の省力化に向けた技術協力を行うことにより、機構が担うべき新たな役割の創出が期待できる。

◆ 仕組みの構築【新技術を現場活用・監督検査の改善・BIM/CIM】

凡例	5年で実現	10年で実現	20~30年で実現	R6	R7	R8	R9	5年後	10年後	最終目標
<p>新技術開発環境の構築</p> <p>シミュレーションをふまえた駅の案内や設備設計の配置調整</p> <p>速隔・自動で監督検査</p> <p>地域鉄道の全自動化や省力化に対する技術協力</p> <p>ホログラムやMRで完成形を見る化</p> <p>デジタル情報の共有等で新交通(LRT・BRT等)・まちづくりと連携</p> <p>AIや透視技術等を活用した監督検査</p>	新技術の現場活用 「新技術活用原則義務化」の検討 「新技術活用原則義務化」の制度化検討 「新技術の活用義務化」の導入 新技術を蓄積する体制構築 新技術を蓄積・整理するシステム開発 新技術を蓄積・整理するシステム構築 左記システムで地域鉄道を支援			監督・検査 ・遠隔現場の改善 ・AI等を活用した監督検査等の試行 ・データの一元管理システムの開発 ・左記取組の適用拡大 ・一元管理システムの構築 ・技術開発等に活用 ・左記取組の原則化 ・一元管理システムにデータ蓄積 ・技術開発等に活用			BIM/CIM BIM/CIMデータ蓄積・一元管理システムの検討 (BIM/CIMはR5から原則化済み) ・BIM/CIMを活用した施工管理・性能評価の技術開発 ・一元管理システムの構築 ・北海道新幹線駅工事で案内や設備設計の配置検討や施工監理の実施・マニュアル化 ・BIM/CIMをAR・ゴール等で現実世界に重ねる技術開発 BIM/CIMをホログラム等で完成形を見る化 ホログラムやARで完成形を見る化			

◆ 鉄道建設のDX化【ICT施工（土工・橋梁・トンネル・建築・軌道・電気設備）・安全】

<p>レール敷設・電気設備工場の自動化</p> <p>災害対応の自動化・遠隔化</p> <p>橋・トンネル等の工場の無人化</p> <p>ヒヤリハット等のデータを蓄積・安全管理に活用</p> <p>駅工事の遠隔化・省力化</p>	ICT施工（自動化等） ICT施工の改善（各重機が連動し現場全体を効率化する施工方法の検討等） 左記技術の効果検証 左記取組の拡大 左記取組で事業全体を効率化 自動化・無人化技術の適用検討・技術開発 左記取組の試行・技術開発 左記取組を拡大災害現場で活用検討			安全 ・ヒヤリハット情報等を有効活用した安全管理の検討 ・ICT（センサー等）を活用した災害予想・早期発見システムの検討 ・工事の安全シミュレーションの検討 左記取組の試行・マニュアル作成 左記取組の基準類の作成		
--	---	--	--	--	--	--

◆ 鉄道建設のGX化【鋼材・コンクリート・省エネ・スリム化】

<p>工事全体の省エネ化</p> <p>CO₂を出さない重機の活用</p> <p>CO₂を出さないコンクリートの活用</p> <p>CO₂を出さない鋼材の活用</p> <p>構造物のスリム化・長寿命化</p>	鋼材 コンクリート 低炭素鋼材・コンクリートの活用状況の調査・効果検証 ・低炭素鋼材・コンクリートの適用拡大検討 ・カーボンネガティブな鋼材・コンクリート等の新技術の適用検討 左記技術の適用拡大 左記技術の試行等			省エネ スリム化 省エネ・低炭素重機の活用状況の調査・効果検証 左記技術の試行・適用拡大 左記技術の適用ルールの制定 左記技術の適用拡大 構造物のスリム化の現況調査 構造物のスリム化の適用拡大検討 設計基準等の改定 CO ₂ を出さない鋼材・コンクリートの活用 CO ₂ を出さない重機の活用（工事全体の省エネ化） 構造物のスリム化・長寿命化		
---	--	--	--	--	--	--

※当該イラストは、第5期国土交通省技術基本計画で示された「将来の社会イメージ」を参考に、鉄道・運輸機構の建設DXビジョンとして作成したものです。

図-5 ロードマップの内容（抜粋）

(1) 目標時期の設定

ロードマップは世の中の技術の進歩や技術開発動向を踏まえ、目標時期を5年以内を実現する技術（以下、「STAGE I」という）、10年程度で実現する技術（以下、「STAGE II」という）、20～30年程度で実現する技術（以下、「STAGE III」という）の三つに分類して設定した。各STAGEは次の技術を想定している。

STAGE I

- ・ 機構が一部の工事で既に導入している技術
- ・ 国や鉄道事業者等で既に導入が進んでいる技術

STAGE II

- ・ 国や鉄道事業者等の工事で一部導入している技術
- ・ 5～10年間で技術が完成し普及が進むと予測される技術

STAGE III

- ・ 現在、研究開発段階の技術を用いた技術
- ・ 今後、20～30年で技術が完成し普及が進むと予測されている技術

(2) ロードマップの進め方

STAGE Iの進め方を図-6に示す。まず、対象とする技術を選定する(①)。次に、国等の活用状況を調査し、その技術導入の拡大について効果検証を行う(②, ③)。そして、適用方法を検討し、適用拡大を図る(④, ⑤)。

続いて、STAGE II, IIIの進め方を図-7に示す。STAGE II, IIIは中長期的な目標と位置付けており、対象とした技術の国等の開発計画や目標を検証する(②)。5年後(STAGE IIIでは、5年後と10年後)に中間目標を設定し(④)、まずはその中間目標に向け取組みを進める。その後最終目標の実現可能性や効果検証を行う(⑤, ⑥, ⑦)。

(3) ロードマップの内容

ロードマップでは、優先的に取り組むべき11項目を【仕組みの構築】、【鉄道建設のDX化】、【鉄道建設のGX化】の三つに分類した。ロードマップ一覧を表-2に示す。

① 仕組みの構築

仕組みの構築に関しては、技術開発を考慮したECI方式などの新技術を現場に活用するための環境構築、鉄道建設技術を蓄積・整理してローカル

表-2 ロードマップ一覧表

仕組みの構築	(1) 新技術の現場活用関係 (2) 監督検査関係 (3) BIM/CIM 関係
鉄道建設のDX化	(4) ICT 施工(土工) (5) ICT 施工(橋梁) (6) ICT 施工(トンネル) (7) ICT 施工(建築・軌道・電気設備) (8) センサーやAIを活用した安全管理関係
鉄道建設のGX化	(9) 鋼材のGX関係 (10) コンクリートのGX関係 (11) 省エネ・スリム化関係

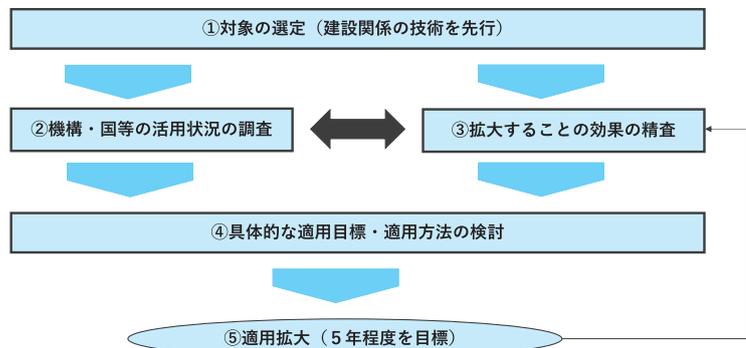


図-6 STAGE Iの考え方

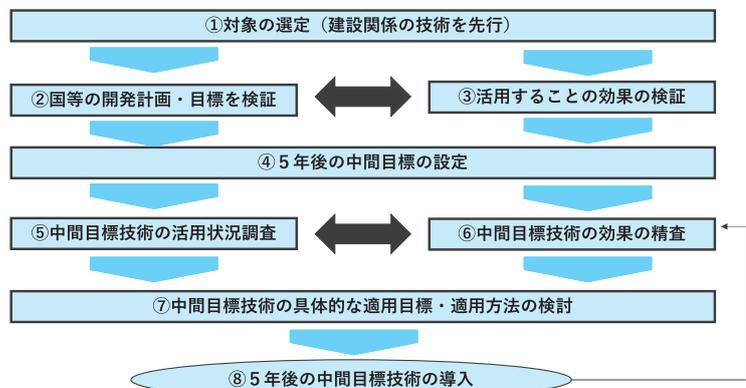
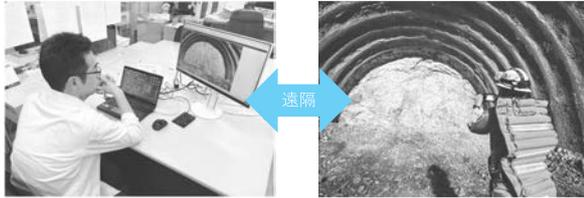


図-7 STAGE II, IIIの考え方

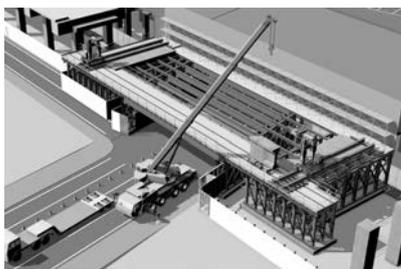
※ STAGE IIIでは、5年後の中間目標技術を導入したのちに、10年後の中間目標技術及び20～30年後の達成に向け改めてロードマップを検討

鉄道の支援への活用、デジタルデータを活用した遠隔・自動での監督検査を目指す。機構では現在、切羽確認等で遠隔による監督検査を進めている（写真－1）。



写真－1 遠隔による切羽確認状況

BIM/CIM については、令和5年度にその活用を原則化した。今後、設計・施工・維持管理までを一気通貫するデータの一元管理システムや、駅構内の動線・混雑度シミュレーションを踏まえた設備の配置などに活用することを目指す。また、作成したBIM/CIMデータでホログラムやMRを活用し、完成形を工事現場へ投影して施工の見える化・最適化を図り、見学、研修に活用することを目指す。現在は地元説明会や道路交差点部の施工検討、工事の安全確認にBIM/CIMを活用している。図－8にBIM/CIMモデルの活用事例を示す。



図－8 BIM/CIM を活用した道路交差点部の施工検討

② 鉄道建設のDX化

鉄道建設のDX化に関しては、ICT施工の基準類や出来形管理方法を整備し、ICT施工の原則化を中間目標に設定した。その後、効果検証を行い、最終目標として工事を自動化し、生産性向上を目指す。機構では、一部工事で遠隔操作による山岳トンネル掘削をはじめとした新技術を導入している（写真－2）。



写真－2 遠隔操作による山岳トンネル掘削状況

③ 鉄道建設のGX化

鉄道建設のGX化に関しては、低炭素材料、構造物のスリム化について調査を行い、設計基準等適用ルールの改定を中間目標に設定した。その後、適用拡大を進め、最終目標としてCO₂を排出しない材料等を活用したカーボンニュートラルな現場の実現を目指す。

6. おわりに

本稿では、機構における建設DXビジョンおよびそのロードマップについて概説を行った。わが国におけるDX推進は喫緊の課題であり、鉄道建設を担う機構にもその重要な役割を果たす責任がある。「明日を担う交通ネットワークづくりに貢献」することを基本理念とし、取組みのテンポアップを図っていく中で、引き続き関係各位のご理解とご協力を切にお願いする次第である。

最後に意見交換等でご協力いただいた鉄道事業者、業界団体、学識経験者ならびに国土交通省をはじめ関係者の皆さまに対し改めて感謝申し上げます。

【参考文献】

- 1) 国土交通省：第5期国土交通省技術基本計画，2022。（<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001479986.pdf>）
- 2) 独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構：建設DXビジョンロードマップ，2024。（https://www.jrtt.go.jp/construction/kensetsudxbijon-roadmap-zentai_R6.4-3.pdf）
- 3) 福井義弘・藤浪武志・吉野弘明：鉄道・運輸機構における建設DXビジョン。一般社団法人日本鉄道施設協会：日本鉄道施設協会誌。2024年8月