

日本の橋が落ちる！ 国内 73 万の道路橋をどうやって点検するか。

—VALUENEX 技術トレンドレポート—

1.日本の橋が落ちる

沈下橋で有名な、高知県四万十市の岩間大橋に破損が見つかり、通行止めになったのが 2017 年 11 月のこと。四万十市は、他の 8 つの沈下橋の緊急点検を実施し、支障が確認された他の 2 つの橋について通行制限や通行止めの措置を行った。そして、岩間大橋の通行止めは現在も続いている。

国内のインフラの多くは、1960 年代から 80 年代の高度経済成長期に整備された。道路橋を例にとると、長さ 2m 以上の道路橋約 73 万橋のうち、建設後 50 年以上を経過するものは、2018 年 3 月時点で約 12 万橋（このほか約 23 万橋が建設年度不明）であり、その数は年々増加している（図 1）。岩間大橋も、建設から 51 年が経過していた。

老朽化したインフラ設備のメンテナンスが今後深刻な問題となることはかねてから指摘されていたが、5 年に 1 度の定期点検を義務付けるように道路法改正がなされたのは、中央自動車道笹子トンネル天井板崩落事故が起こった 2012 年の翌年のことであった。この定期点検は「近接目視」（土木技術者等による現地での点検）が基本であり、さらに橋によっては足場が必要となるため、管理主体にとって大きな負担となっている。その道路橋の管理主体はほとんどが地方自治体であり、市区町村の管理する橋は 66 万に及ぶ。

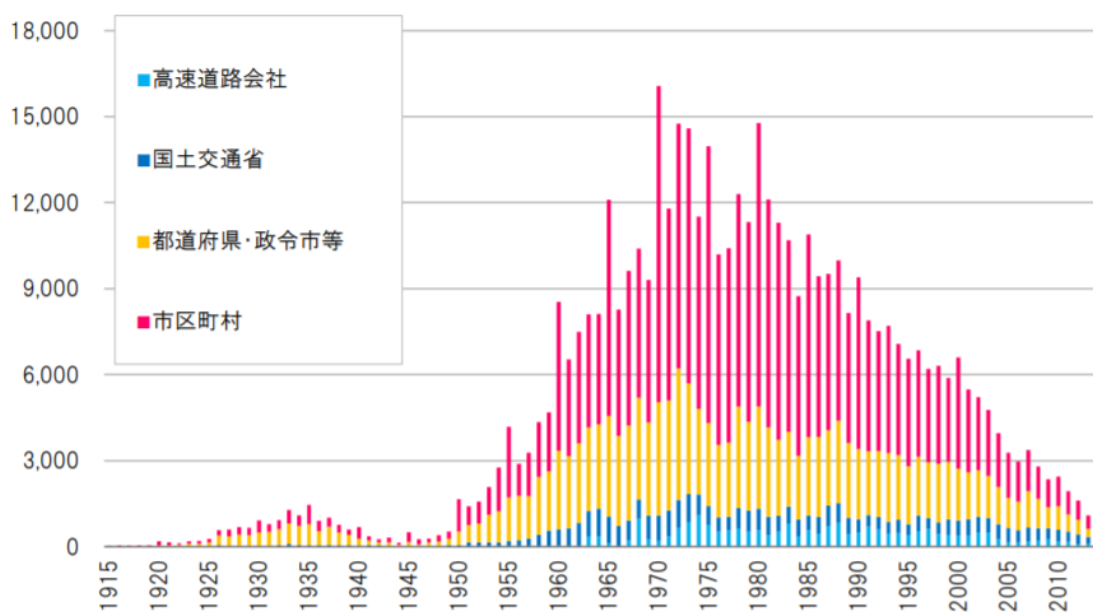


図 1 建設年度別道路橋数

注) 建設年度不明約 23 万橋を除く

出典) 国土交通省「社会資本の老朽化対策情報ポータルサイト」[1]より
各社会資本の老朽化の現状 道路橋梁 (2018.12)

2.自治体を救うか、新技術

5年ごとの定期点検の2巡目が始まる2019年度に先だち、国土交通省は、先の2月「道路橋定期点検要領」[2]を改訂した。道路橋点検について「近接目視により行うことを基本」とするものの「自らの近接目視によるときと同等の健全性の診断を行うことができる情報が得られると判断した方法」も認める内容となった。方法の具体的内容についての記述がないものの、同じく2月に公表された「新技術利用のガイドライン(案)」[3]には、橋梁等への採用技術原理として「画像・動画／打音機構／赤外線」が、移動原理としてドローンやロボット等を想定しているとみられる記述が、記載されている。これらは、熟練担当者が現地に直接行く必要がない、足場を作る必要がないなどにより、コスト・時間の両面で負担軽減につながると期待されている。

本レポートでは、道路橋を管理する自治体の負担軽減に貢献すると期待されるこれらの技術の動向を探り、それらの鍵を握る技術・企業について考察を行った。

3.分析対象の選定(母集団の抽出)

今回分析対象とした特許は、1993年から2019年5月13日までに公開された日本国公開特許公報(本レポートでは公開特許公報を特許と呼ぶこととする)のうち、下記表1の「方法」「目的1」「目的2」「対象」のそれぞれについて、該当する語句の少なくとも一つを特許全文に含むものである。ただし、今回の分析では、医療分野、ゲーム・パチンコ分野の技術を分析対象から外すため、IPCのA61(医学または獣医学;衛生学)、A63(スポーツ;ゲーム;娯楽)を除外した。また、インフラ劣化診断を関係がないと判断される「触媒」「無線電力」を含む特許も除外した。この結果抽出された1,405件の特許を母集団とした。

表1 母集団の抽出(Patent全文検索)

方法	画像 or 動画 or 打音 or 赤外線 or 目視
目的1	点検 or 診断
目的2	老朽化 or 劣化
対象	道路橋 or 橋梁 or コンクリート
除外IPC	A61(医学または獣医学;衛生学)、A63(スポーツ;ゲーム;娯楽)
除外単語	触媒、無線電力

1,405件の特許の公開の年次推移をみると、前述の道路法改正(2013年)以降、これらの特許が急激に増加していることが確認できる(図2)。

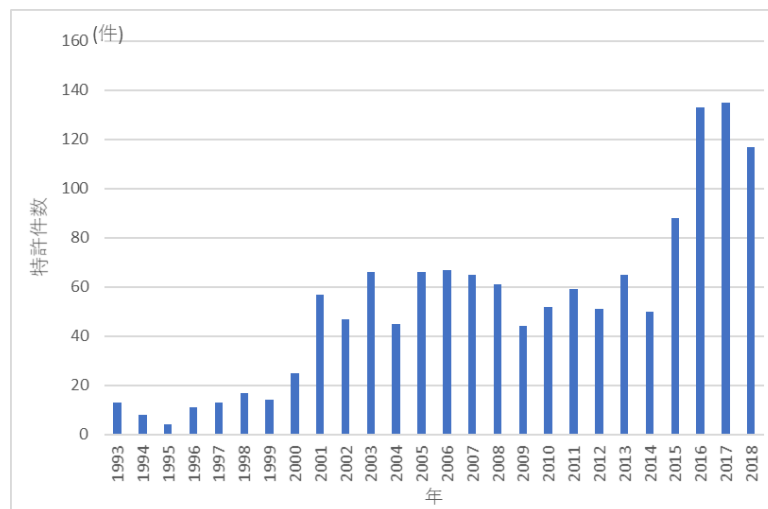


図2 今回の母集団特許の年次推移(2019年を除く)

4.俯瞰図に現れる、技術領域

この母集団について、弊社の特許俯瞰解析ツールである Tech Radar Vision を用いて、俯瞰解析を行った（図 3）。その結果、技術の領域として、上方の「打音・振動」（打撃を与えて、音・振動、画像を確認する技術等）、やや中央の「赤外線」（表面の温度分布から、浮きや空洞などを診断する技術等）、「配管劣化」（配管内部をファイバーや X 線等で点検する技術等）、右下の「塗膜劣化」（さび・塗装はがれ等を点検する技術等）などが見られる他、中央から左に広く「可視画像・熱画像」の領域が占めているのが確認された。また、中ほどを横切っている黄色の曲線は、各年の特許の重心を結んだものであり、技術領域の分布が、年を経て右から左へと移動していることを示している。

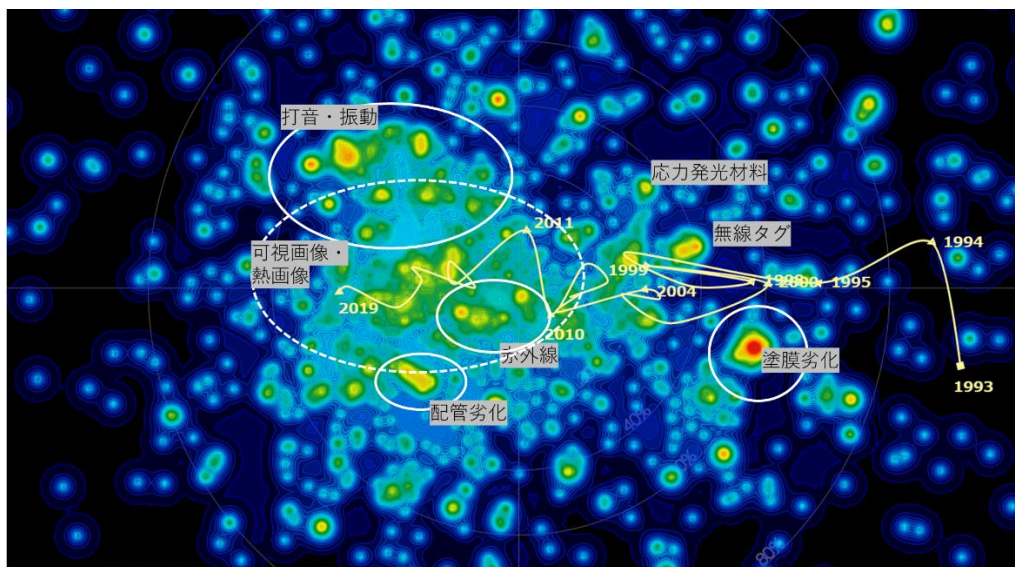


図 3 今回の母集団の俯瞰図

5.これまでの技術開発の変遷

この重心推移に示された技術の動きをより詳しく見たのが、次ページの年代別の 3 枚の俯瞰図（図 4）である。年代区分は、定期点検が義務付けられる法改正（2013 年）の前後、さらに改正前 20 年間の半分（10 年ずつ）に設定した。

2003 年以前は、インフラの老朽化がまだ重要視されていなかったのか「塗膜劣化」以外に目立った技術領域が確認されないが、2004 年からの 10 年間では「赤外線」「打音・振動」などの個別原理に関わる技術領域ができ始めるほか、「配管劣化」に関する特許も目立っている。

そして、特許件数が増加に転ずる 2014 年以降では全体に左側に位置を移しながら、範囲を狭めて集約する傾向にあるのがわかる。図 5 は「画像」を特徴語とする特許の分布であるが、2014 年以降に公開された特許とかなり重なり合うことが確認できる。「画像」技術と一口に言っても、音や信号の画像化（可視化）、AI を用いた画像診断、高精細画像、赤外線画像など、多様な技術要素を含んでいる。これらは、熟練者でなくても診断が容易となる、現地の判断のみに頼らず遠隔地での診断や事後の診断も可能となるといったメリットがあるほか、橋によっては足場を使用しないことによる大幅なコストダウンも実現するものもある。

さらに、2014 年以降に出現した特徴的な 2 つの領域（図 4 の最下図の矢印）についてみると、左のものは東芝（6502）の構造物評価関連技術、右のものは能美防災（6744）の「構造物劣化診断システム」であった。これらは、いずれも橋梁等に取り付けたセンサから取得した情報（車両走行時の弾性波や加速度等）を用いる診断方法であり、遠隔地でのリアルタイム劣化診断を可能とし、大規模な橋梁への適用が期待される。

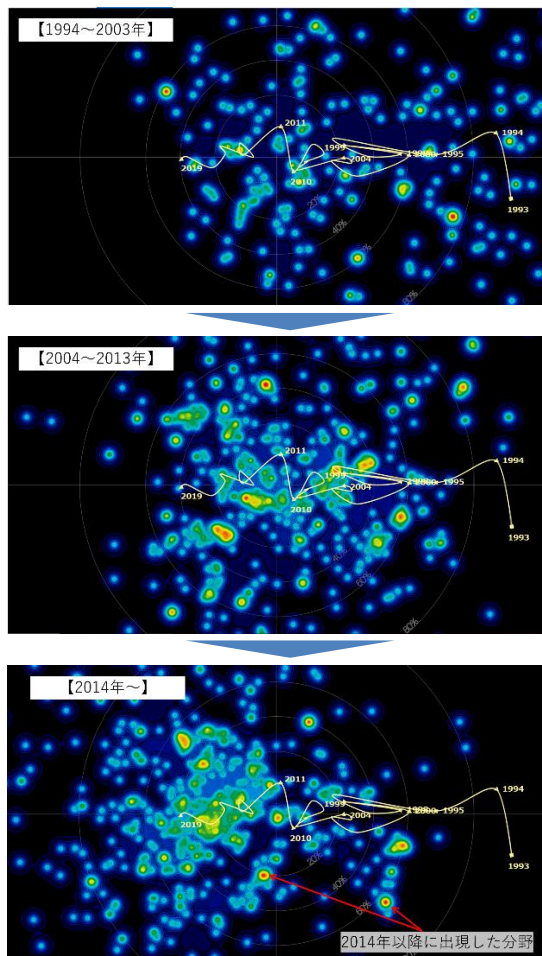


図4 年代ごとの俯瞰図推移

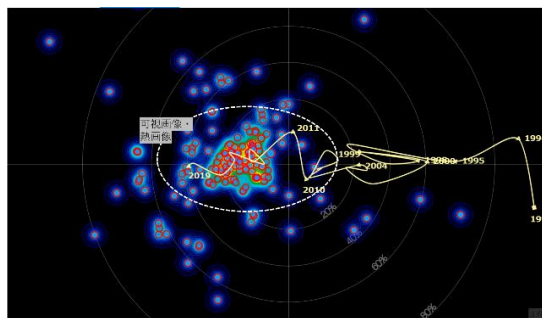


図5 「画像」を特徴語とする特許の俯瞰図

表2 年代ごとの特許の概要

年代	特徴的な特許の概要
1994年～2003年	構造体の劣化診断を目的とする主だった技術領域は確認されない
2004年～2013年	赤外線、打音・振動など、内部診断の原理に関する特許が現れる (+配管診断の技術が進展した)
2014年～	画像に関連する特許が多く出願される。センサ活用技術も出現。

6.これからの技術開発と、これからの新たな課題

Tech Radar Vision には、自動的に注目領域を抽出する機能も搭載されている。この機能を用いて「急成長」領域をみると、中央やや左に位置する一分野が抽出された。この領域では、特徴語として「撮像、映像、飛行、取得」などが挙がっており、リコー（7752）の「飛行撮像装置、プログラム、及び飛行撮像システム」、日本電信電話株式会社（9432）の「壁面画像取得装置」（移動・回転機構を持つ撮影装置）が含まれていた。

また、右から左へと移動している重点の動きの先にある領域についても技術を見てみたところ、日本電気（6701）の「振動計測装置」「振動解析装置」等が浮かび上がった。この「振動計測装置」は、時系列画像により振動分析を行い、構造物の劣化を診断するものである。

今後、点検者の技術スキルによらない、コストダウンにつながる多様な技術が開発されていくことが期待される。

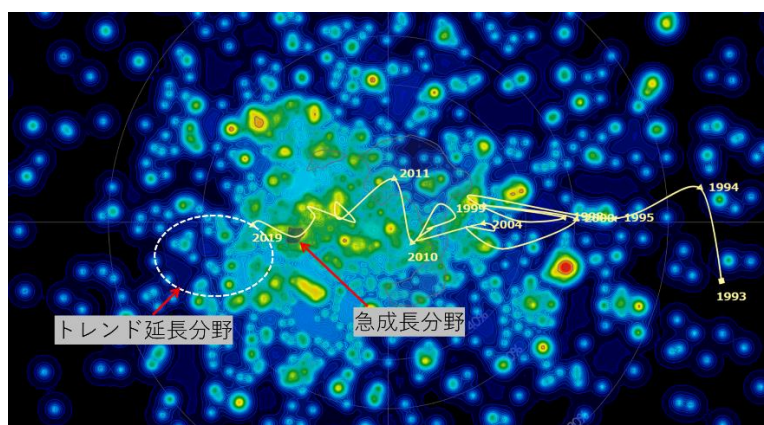


図 6 俯瞰図にみる、これからの技術開発領域

これらの新しい技術も活用して 73 万橋のスムーズな点検が可能となった後に、自治体が直面する課題は「点検の結果確認された劣化に対し、どの程度修繕・更新を行うか」ということであろう。維持を前提に計画的な修繕・更新を行っていくのか、利用頻度の少ない道路橋については更新を前提とせず通行規制を課すなどして運用していくのか。修繕・更新についての技術開発も期待されるが、人口減少社会を見据えた国民的議論も同時に行っていく必要がある。

<参考文献>

[1] 国土交通省「社会資本の老朽化対策情報ポータルサイト」

各社会資本の老朽化の現状 道路橋梁 (2018.12)

http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/02research/02_01.html

[2] 国土交通省「道路橋定期点検要領」平成 31 年 2 月国土交通省道路局

https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/tenken/yobo4_1.pdf

[3] 国土交通省「新技術利用のガイドライン（案）」平成 31 年 2 月国土交通省道路局

http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/tenken/yobo5_1.pdf

<免責事項>

本情報は、情報の提供を目的としており、投資その他の行動を勧誘することを目的としたものではありません。有価証券その他の取引等に関する最終決定は、お客様ご自身の判断と責任で行って下さい。情報提供元である VALUENEX 株式会社は、本情報を信頼しうる情報をもとに提供しておりますが、その内容に過誤、脱落等ありこれが原因により、または、本情報を利用して行った投資等により、お客様が被った、または、被る可能性のある直接的、間接的、付随的または特別な損害またはその他の損害について、一切責任を負いません。本情報の正確性および信頼性を調査確認することは、VALUENEX 株式会社の債務には含まれておりません。本情報の内容は、VALUENEX 株式会社の事由により変更されることがあります。本情報に関する一切の権利は、VALUENEX 株式会社に帰属します。本情報は、お客様ご自身のためにのみご利用いただくものとし、本情報の全部または一部を方法の如何を問わず、第三者へ提供することは禁止します。

VALUENEX 株式会社
〒116-0002 東京都文京区小日向 4-5-16
ツインヒルズ茗荷谷
TEL : 03-6902-9834

*弊社では ASP サービス(VALUENEX Radar)ならびに技術調査業務を行っております。
ご関心のある方は下記の連絡先までご連絡ください。

<問い合わせ先>

[VALUENEX 株式会社 ソリューション事業推進本部](#)

TEL:03-6902-9834

[mail:customer@valuenex.com](mailto:customer@valuenex.com)

<http://www.valuenex.com>

20190522ES