ＩＣＴを活用した画像・映像情報の利活用のあり方に関する提言

令和４年６月

社会基盤情報標準化委員会

特別委員会

目次

1. はじめに 1

1.1 画像・映像情報の利活用に向けて 1

1.2 特別委員会の検討範囲 2

1.3 提言の概要 3

2. 画像・映像情報の利活用の現状 4

2.1 利活用の事例 4

2.2 現行の要領・基準等の整備状況 5

3. 画像・映像情報の利活用の基本的な考え方 6

3.1 利活用における課題とその解決に向けた考え方 6

3.2 画像・映像情報の基本的な構造の明確化 7

3.3 画像・映像情報の利活用の基本的な構造の明確化 15

4. 画像・映像情報の利活用技術の分析 21

4.1 画像・映像情報の利活用技術の分析 21

4.2 土木分野及び建設プロセスの観点からの分析 27

5. 提言 31

6. おわりに 33

社会基盤情報標準化委員会　特別委員会　委員名簿

社会基盤情報標準化委員会　協力会員　名簿

付録１　利活用事例集（ユースケース集）

付録２　撮影・可視化対象事項と活用目的ごとの運用状況（詳細）

付録３　用語集

1. はじめに

1.1 画像・映像情報の利活用に向けて

国土交通省では、ICT（情報通信技術）を活用した施策を建設現場に導入することにより、建設生産システム全体の生産性向上を図り、もって魅力ある建設現場を目指す取り組みである「i-Constructution」を推進している。

社会基盤情報標準化委員会特別委員会では、令和元年 7 月に『建設生産・管理システムのあり方に関する提言』を公表し、熟練技術者の減少等による担い手不足問題により現場力が低下する中、i-Construction を早期に実現し、現場で ICT を活用する「新現場力」により建設現場のパラダイムシフトを起こして生産性向上を図ることの重要性を示した。

現場で ICT の活用が進展する中、画像・映像情報の取得技術・処理技術・活用技術は、360°カメラの開発やドローンによる撮影、AI による画像分析、xR(AR/VR/MR)技術を含め、多様な利活用を可能とする方向で発展しつつあり、これらを新現場力として建設プロセスへ導入することにより一層の生産性向上に寄与することが期待される。また、画像・映像情報を BIM/CIM と組み合わせ、デジタルツインの考え方に基づき活用することで、最適なオペレーションやマネジメントの実現に資することが期待される。

一方、土木分野の画像・映像情報は、これまでは記録や「目視と同等」レベル[1]での活用が主であり、施工時の現地状況の撮影や、点検時の損傷個所の撮影等、「確認・記録」としての使い方が中心であった。近年、画像・映像情報は、「判別・診断」等に一部利用されつつあるが、未だ、画像・映像情報の利活用に関する体系的な検討が十分なされておらず、利活用の普及に向けて環境が整っていない。

このため、令和 2 年 2 月より特別委員会において、画像・映像情報の利活用について、先進的な活用事例等の整理・検討を通じて体系的に整理し、新たな画像・映像情報の取得技術・処理技術・活用技術の適切かつ効果的な利活用のあり方を検討し、『ICT を活用した画像・映像情報の利活用のあり方に関する提言』をとりまとめることとした。

[1] 「目視と同等」レベルとは、橋梁定期点検要領などの各種点検要領で定められた点検方法である、目視や近接目視と同じレベルのことをいう

1.2　特別委員会の検討範囲

「画像・映像」情報の範囲は広範にわたる。そのため、画像・映像に関する辞書等の定義や画像・映像情報による意思疎通に関する従来の考え方等を参考に、特別委員会での検討範囲を設定した。

(1)　画像・映像とは

画像とは、辞書によれば、「①絵に描いた姿や・かたち、②テレビジョン・スクリーン・感光紙などにうつし出された映像」（出典：大辞林）のことであり、主に、カメラ・ビデオ（レンズや感光素子等）による像や描かれる絵（PC により作成された絵、印刷された図面を含む）の 2 つがある。また、土木分野では、画像とは「二次元平面 x,y に、C（x,y, λ）で表現された、あるいは定義できる情報のこと」（出典：土木用語大辞典）と定義されている。

一方、映像とは、辞書によれば、「①映画・テレビ・写真などの画像のように、円図を通して映し出された像、②頭の中に浮かんだ、ものの形やありさま」（出典：大辞林）のことであり、心の中のイメージのことをいう場合もある。最近では動画で表現されるコンテンツを指す場合もある。これを踏まえると、映像は、ビデオ等、レンズを通して映し出された画像と捉えられる。

(2)　検討範囲

米国では、画像・映像による意思疎通を「ビジュアルコミュニケーション」と呼んでいる。画像・映像の一般的な定義からみても、ビジュアルコミュニケーションで用いられる「可視化された情報」について議論することが妥当であるため、以下の「可視化された情報」の活用方法を基本的な検討範囲とした。

・カメラ・ビデオによる画像・映像情報
・カメラ・ビデオ以外から取得されたデータについて、その可視化により作成された画像・映像情報

1.3　提言の概要

本提言では、土木分野における画像・映像情報に関する利活用事例の状況や、要領・基準類の整備状況等現状をとりまとめ分析する。

その上で、画像・映像情報の本質として「画像・映像情報の基本的な構造」及び「画像・映像情報の利活用の基本的な構造」について体系的に整理する。

これらをふまえて、画像・映像情報の利活用事例の傾向を「利用技術」、「対象物（部材）」、「実運用」の三つの視点で分析し、標準化に向けた可能性を明らかにする。また、土木分野と建設プロセスの観点で利活用事例を分析し、要領・基準等への早期適用の可能性について明らかにする。

2. 画像・映像情報の利活用の現状

2.1 利活用の事例

画像･映像情報の利活用に関する事例は既に多く存在するため､国土交通省の公表資料、土木学会資料（土木情報学関係）や、メーカの Web ページ等から、新技術や AI 等を用いた先進的な画像・映像情報の利活用事例を抽出・整理した。

その結果、主な傾向として表 2-1 に示すように、建設プロセスでは、施工時、維持管理時が多く、災害時での活用も見受けられた。

また、これまでの画像・映像情報の利活用は、記録や「目視と同等」としての使い方が中心であったが、画像・映像情報を利活用した先進技術では､「危険性が高い損傷部の自動抽出」「色や速度から災害の前兆を予測」「重機の行動履歴から無駄の把握」など、記録や「目視と同等」の枠を超えた活用が研究・試行を含め、なされていることが明らかになった。

表 2-1 画像・映像情報の利活用事例（一例）

		目的	利活用の事例
建設プロセス	施工	出来形検査	基準高と法長の計測､計測値が規格値を満足しているかどうか確認。
		現場安全管理	作業員と機器の配置の可視化､作業員･機器の距離から安全性を判断。
	維持管理	ひびわれの把握	ひび割れの可視化､ひび割れ幅の計測､損傷の程度の判断。
		路面凹凸の把握	わだち掘れ等の可視化･計測､舗装の診断区分の評価。
		河川水位等の把握	河川の水位や､越水状況等の把握。
災害		土砂災害の把握	被災範囲の抽出､河道閉塞における湛水量の見積もり。
		火山噴火の把握	噴火現象の可視化､把握。

2.2　現行の要領・基準等の整備状況

現行の要領・基準等では、画像・映像情報は記録や「目視と同等」レベルでの活用にとどまっているものが多い状況である。

令和元年度に実施した JACIC 調査では、令和 2 年 2 月時点で国土交通省が作成・公開していた約 220 の規程のうち、77 規程（約 35%）で画像・映像情報について言及されていたが、その 3 分の 2 は、画像・映像情報を記録や「目視と同等」レベルで活用することが規定されていた。画像・映像情報の分析や評価等での活用について言及があるものは、24 規程（約 10%）であり、そのほとんどは 3 次元モデル、3 次元点群データの作成に関する事項であった。

画像・映像情報を活用するための要領・基準等の改定が行われているケースも一部に見受けられるが、現行の要領・基準等のルールにおいて、新しい技術の導入は十分ではなく、まだ画像・映像情報を有効活用できる環境が整っていない状況となっている。

一例として、国土交通省道路局による平成 31 年 2 月改定の『道路橋定期点検要領』の例を図 2-1 に示す。

（国土交通省　北陸地方整備局　新潟国道事務所HPより　平成30年度　第3回　新潟県道路メンテナンス会議　資料2より一部抜粋・加工）

図 2-1　画像・映像情報を活用するための要領・基準等の改定の例

3. 画像・映像情報の利活用の基本的な考え方

3.1 利活用における課題とその解決に向けた考え方

近年、ICT の活用により、多くの現場において、画像・映像情報が現況の把握・共有、現場の安全管理、点検への活用等、分析や評価のために幅広く活用され始めている。このことからも、記録や「目視と同等」という活用方法だけでなく、AI や 3 次元モデル、xR(AR/VR/MR)等を活用し画像・映像情報の更なる利活用を推進し、新現場力として生産性の向上を推進していくことが喫緊の課題である。

画像・映像情報は、ICT の進歩により活用の仕方が変化してきているが、これら画像・映像情報によって、本質的に何を可視化し、何を把握して何に活用できるかを明確にすることが重要である。このため、画像・映像情報の利活用について、先進的な活用事例等の整理・検討を通じて体系的に整理し、新たな画像・映像情報の取得技術・処理技術・活用技術の適切かつ効果的な利活用のあり方を検討することとした。

画像・映像情報の利活用の体系について検討した結果、以下の 2 つの観点から画像・映像情報の適切な利活用のあり方を考えるべきであることが分かった。

① 画像・映像情報の基本的な構造の明確化

画像・映像情報の先進的な活用事例は、記録や「目視と同等」としての利用から、画像・映像情報の多様な性質・特徴を活かした利用へと変化している。そのため、基本に立ち戻り、画像・映像情報の持つ本質的な性質・特徴を構造的に明らかにし、体系的な整理をすることから始める。これにより、画像・映像情報が持つ本質的な性質・特徴を明らかにし、多様な利活用の状況を分析する。そして、要領・基準等への新たな導入や、さらなる利活用の発展性を検討する。

② 画像・映像情報の利活用の基本的な構造の明確化

記録や「目視と同等」の利活用だけでなく、画像・映像情報を加工さらには分析する技術や他の情報と組み合わせることなどにより、画像・映像情報の利活用が効率化・高度化している。こうした中で、画像・映像情報はデータとしての扱いから、知見としての扱いへと変化してきている。このため、知識マネジメントの階層構造を参考に、画像・映像情報の利活用の基本的な構造を示し、画像・映像情報の知見としての利活用を明確にして幅広い応用に資する。

3.2　画像・映像情報の基本的な構造の明確化

(1)　画像・映像情報の基本的な構造

画像・映像情報の多様な利活用を行う上で、画像・映像情報が持つ性質・特徴の理解が重要であるため、画像・映像情報の基本的な構造を明確にする。

画像・映像情報の基本的な構造としては、以下の 3 つの要素から構成されることを提案する。

① 撮影・可視化対象事項：画像・映像情報として映し出される実物空間や仮想空間における像等

② 撮影・可視化条件：撮影・可視化するための手段・方法や条件等

③ 対象の属性情報：撮影・可視化対象物の仕様や、管理状況等を表す情報

記録や「目視と同等」の利用では、補助的、対象外として扱われることがあった②、③の活用により、評価・分析といった画像・映像情報の活用範囲が劇的に広がることになる。

図 3-1　画像・映像情報の基本的な構造

画像・映像情報の基本的な構造の詳細は、以下のとおり整理した。

①撮影・可視化対象事項

撮影・可視化する目的に応じ、撮影・可視化対象となる事項を明確化して、適切に取得、処理、分析する技術を適用、さらには開発することが重要である。このため、撮影・可視化対象事項と適用されている技術を整理することから現状を把握し、今後の利活用の可能性を示す。

以上の考え方で画像・映像情報の利活用が、今後推進されることに鑑み、撮影・可視化対象事項の具体的な内容を明らかにするとともに、それを得るための主な技術の事例を示す。

②撮影・可視化条件

撮影・可視化対象事項は、その利活用の目的に応じた撮影・可視化条件を満たすことが必要である。

画像・映像情報の正しい理解とそれらの適切な処理による情報の高度化に資することを目的に、撮影・可視化条件に関する現状を整理するとともに、その適切な取得項目・条件及び経路・出典等の情報の記録の必要性を示す。

③対象の属性情報

対象の画像・映像だけではできなかった「評価・判定」について、属性情報を組み合わせて AI 等の技術を用いて分析することで可能となる。また、デジタルツインの推進に向け、BIM/CIM 等において取得される形状モデルやデータと、それに紐づく属性情報と連携した画像・映像情報の利活用が必要である。そのため、撮影・可視化対象事項の利活用における対象の属性情報の重要性を示す。

(2) 撮影・可視化対象事項

撮影・可視化対象事項は、画像・映像情報として利活用可能な、「実物空間や仮想空間の像」と、数値化・処理を通じて可視化された「状態」に分類した。

1) 実物空間や仮想空間の像

実物空間や仮想空間の像の具体的な内容を以下に区分する。

①位置
②形状
③文字・記号・模様
④明るさ
⑤色

2) 数値化、処理を通じて可視化された「状態」

数値化、処理を通じて可視化された「状態」の具体的な内容を以下に区分する。

⑥音

⑦温度

⑧速度

⑨濃度

さらに、1)と 2)の撮影・可視化対象事項について、「画像・映像情報をどのような目的で利用しているか」の観点として、「事象の認識」、「変化の把握」、「違いの判別」で区分した。

- 事象の認識：事象やモノを認識・把握すること
- 変化の把握：事象やモノの変化を把握すること
- 違いの判別：二つ以上の事象やモノを比較して、差異を把握すること

1)と 2)の撮影・可視化対象事項を目的別に整理した場合の具体例を表 3-1 に示す。

表 3-1　撮影・可視化対象事項を目的別に整理した場合の具体的事例

	撮影・可視化対象事項	事象の認識	変化の把握	違いの判別
実物空間や仮想空間の像	①位置	舗装面のひび割れの位置を把握し、地図上に表示	工事現場での重機や作業員をAIで判別して軌跡（変化）を把握	設計工程で作成した3D CADと製造後の実物を、ARで重畳して位置のズレを確認
	②形状	画像からひび割れの形状を把握（No.119）	ひび割れの経年変化を把握（No.119）	設計工程で作成した3D CADと製造後の実物を、ARで重畳して形状の違いを確認
	③文字・記号・模様	画像から計測機器の目盛等を把握	画像・映像を用いた交通量調査において、ナンバープレートを読み、車両を認識(重複カウント防止)	—
	④明るさ	ロボットが、照明設備の照度を自動測定	画像・映像を用いた交通量調査において、車両通過時の輝度値の変化の差分から移動体を認識	コンクリート構造物の打継面の評価について、打継面の輝度分布から、状態の良否を判定
	⑤色	錆の色から建造物の腐食具合を把握	道路区画線（白線）の塗装の剥離状況の変化を把握	自動車積載カメラにより信号機を撮影し、点灯色を判定して自動運転に活用
状態	⑥音	工事の騒音を可視化して、騒音の分布を把握	防音設備の設置による音の変化をシミュレーション	トンネル点検などで、打音の違いを可視化し、異常箇所を判定
	⑦温度	人工衛星の赤外線画像からヒートアイランドの状況を把握	火山監視カメラの赤外線画像を常時監視し、噴火事象を検	赤外線画像から、法面やコンクリート構造物の変化（浮きや剥離）を把握
	⑧速度	CCTV画像を画像解析して河川の流速・流量を把握	画像や振動を解析し、橋梁のたわみを計測し、変位量を把握	生コンの流下速度を画像解析して、基準を超えたスランプ値となっていないか判定
	⑨濃度	沿道の大気汚染濃度を計測・図化	トンネル内部の粉じん・メタンガス濃度を図化して、経時変化を確認	アオコの発生状況（濃度差）による濃淡、色彩の違いを判別して清掃範囲を明確化

また、画像・映像情報を取得する技術は様々であるため、表 3-2 に示すように、撮影・可視化対象事項やその利用目的に応じて、技術を選定する必要がある。

表 3-2　撮影・可視化対象事項に関する主な技術

撮影・可視化対象事項	主な技術の事例（開発中を含む。）	事例における主な利活用目的
①位置	• 写真測量、レーザ測量、3次元点群データ処理等による位置の取得	• 施工時の安全管理 • 出来形検査 • 維持管理
	• 現場画像から作業員及び作業機器の位置を把握	
②形状	• 写真測量、レーザ測量、3次元点群データ処理、画像・映像の判読等による形状の取得 • AIによる形状の自動認識 • AR技術	• 施工管理 • 維持管理
	• ひび割れや凹凸形状の把握 • 電柱、レール、架線を自動認識（鉄道分野）。 • BIM/CIMと現地画像をARにより重ね合わせ。	
③文字・記号・模様	• AIによる文字等の自動認識	• 計器の常時監視
	• 計器の自動読み取り	
④明るさ	• 照度計による測定 • 画像から明度の取得	• 照明機器の維持管理
	• トンネル内の明るさを画像で把握。	
⑤色	• カラーセンサーによる測定 • 画像から色相・彩度の取得	• 維持管理 • 自動運転
	• 信号機の識別と信号色の自動検知	

(3) 撮影・可視化条件

画像・映像情報の利活用の目的に応じて撮影・可視化条件を設定し、必要な画像・映像情報を取得している。このため、画像・映像情報を正しく理解し、適切な利活用をしていく上で撮影・可視化条件を明確に示すことが重要である。

前述した、撮影・可視化対象事項の区分（「実物空間や仮想空間の像」、「状態」の別）の観点でそれぞれ撮影・可視化条件を示す。

撮影・可視化条件を整理する仕組みは、1995 年に電子情報技術産業協会（JEITA）にて規格化された Exif が最も普及している。Exif で示される総称的なタグ名を参考にすると、撮影・可視化条件は以下のとおり設定できる。

- 撮影の設定に関する情報
  - ✓ 日時に関するタグ
  - ✓ 画像データの特性に関するタグ（色空間情報など）
  - ✓ 撮影条件に関するタグ（露光、シャッタースピード、フラッシュ、ズーム倍率等）
  - ✓ 構造に関するタグ（圧縮モード、画像幅、画像高さなど）
  - ✓ GPS に関するタグ　など
- 撮影状況等に関する情報
  - ✓ 撮影状況（温度、湿度など）に関するタグ

また、原典情報のほか、画像・映像情報の変更・加工等を伴う場合においては、その経緯を管理できるようにするため、経路、出典、加工の方法等についても整理・記録し、撮影・可視化条件とする。

「状態」の撮影・可視化条件についても、表 3-3 に示すとおり、目的に応じて要領や基準等において取得項目や用途が定められていることが多い。

撮影・可視化条件の明確化のみならず、標準化することにより、AI 等によるデータの分析技術の利活用に資する[2]。

[2] 画像・映像情報の撮り方等、画像・映像情報の撮影条件について標準化し、標準化されたデータを利用することで、AI を用いた機械学習の精度向上など、画像・映像情報の効率的かつ効果的な利活用につながる。

表 3-3　「状態」に関する撮影・可視化条件

情報	目　的	撮影・可視化条件を定める規程等の例（括弧書きは主な取得項目）
音	騒音測定	環境省「騒音に係る環境基準の評価マニュアル」（基準時間帯、等価騒音レベル等）
温度	コンクリート構造物の変状調査	一般財団法人土木研究センター「土木コンクリート構造物のはく落防止用赤外線サーモグラフィによる変状調査マニュアル」（撮影機器、時刻、気象条件、撮影距離等）
速度	流速測定	日本海洋データセンターの流速計データフォーマット（観測期間、緯度経度等）
	水文観測	国土交通省「水文観測業務規程」（平均流速、水深、左右岸よりの距離等）
	振動における加速度	一般社団法人情報通信技術委員会「橋梁モニタリング用加速度センサの情報モデル及び低消費電力無線通信における動作」（加速度値、計測時刻、サンプリングレート等）
濃度	水文観測	国土交通省「水門観測業務規程」（BOD、SS、透明度、濁度等）

(4)　対象の属性情報

撮影・可視化対象事項及び撮影・可視化条件に、対象物そのものに関する情報を属性情報として付与し、AI 等分析技術を組み合わせることで、画像・映像情報により、対象物の様々な内容について「評価・判定」まで行うことができる。

記録や「目視と同等」による対象物の像のみでは把握できなかったことが、属性情報及び分析技術等を組み合わせることで、画像・映像情報の持つ多様な性質・特徴を活用できるようになり、「評価・判定」という高度利用を実現する。

図 3-2 に示すように属性情報を用いた AI 等の分析技術の活用により、画像・映像情報を用いた「評価・判定」が可能になる。こうした新たな方法を導入した、新たな要領・基準等の作成が可能になるとともに、属性情報と撮影条件を含めた画像・映像情報の整備は、AI の学習データとしての蓄積や活用の普及促進にもつながる。新たな要領・基準や、学習データとしての普及は、さらに次のノウハウ開発や要領・基準につながることが期待できる。表 3-3 に、画像・映像情報と属性情報を組み合わせて活用した事例を示す。いずれの事例も、属性情報を活用することで、これまで記録や「目視と同等」の用途で利用されていた画像・映像情報が、「評価・判定」にまで活用できるものとなっていることがわかる。

以上のことから、画像・映像情報における「属性情報」は今後の画像・映像を効果的に活用するための重要な役割を担っているといえる。

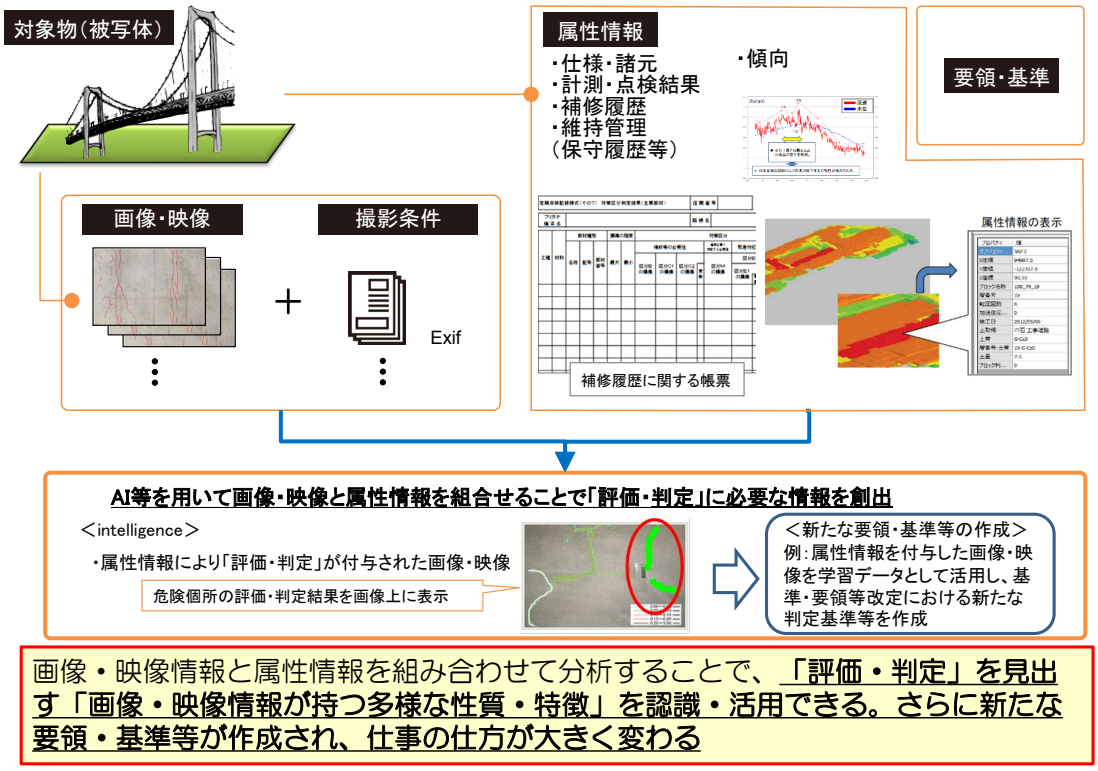


図 3-2　画像・映像情報による評価・判定を行うための“属性情報の活用イメージ”

表 3-4　属性情報の利用例

目的	使用する属性情報	属性情報の使い方の例
＜設計・施工＞ 山岳トンネルの施工における監督・検査	坑内変位等の計測データ等	切羽写真、坑内変位等の計測データ、BIM/CIMモデルを表示し、発注者による監督・検査に活用
＜管理＞ 地下埋設管の用途別可視化	地下埋設管の用途種別（ガス、上水道、下水道、通信など）	地下空間の管路網を種別ごとに色分けしてARデバイス等で表示
＜管理＞ トンネルの補修履歴の可視化	過去のひび割れ等の状況を記録した帳票	ひび割れ状況等の帳票情報をホロレンズで表示し、さらに履歴情報の３Dモデル化を行い、現状の画像と比較して危険性を判断
＜管理＞ 道路付属物の点検支援	点検対象物の緯度・経度情報が入力された帳票	帳票の緯度経度と点検対象物の現画像から点検対象物を特定し、以前の情報を抽出。

BIM/CIM の 3 次元モデルにおいても属性情報は活用されており、画像・映像情報の属性情報と共通するところがある。このため、対象物を構成する BIM/CIM の 3 次元モデル及び対象物の画像・映像情報は、属性情報を共通して活用することが可能である。デジタルツインの時代を迎え、フィジカル空間の画像・映像とサーバー空間の画像・映像及び 3 次元モデルが統合して利活用されることになり、属性情報は共通のものとなる。そのため、図 3-3 に示すように、対象物に関連する情報を同一プラットフォーム上で利活用できる情報共有環境を整備することが必要である。

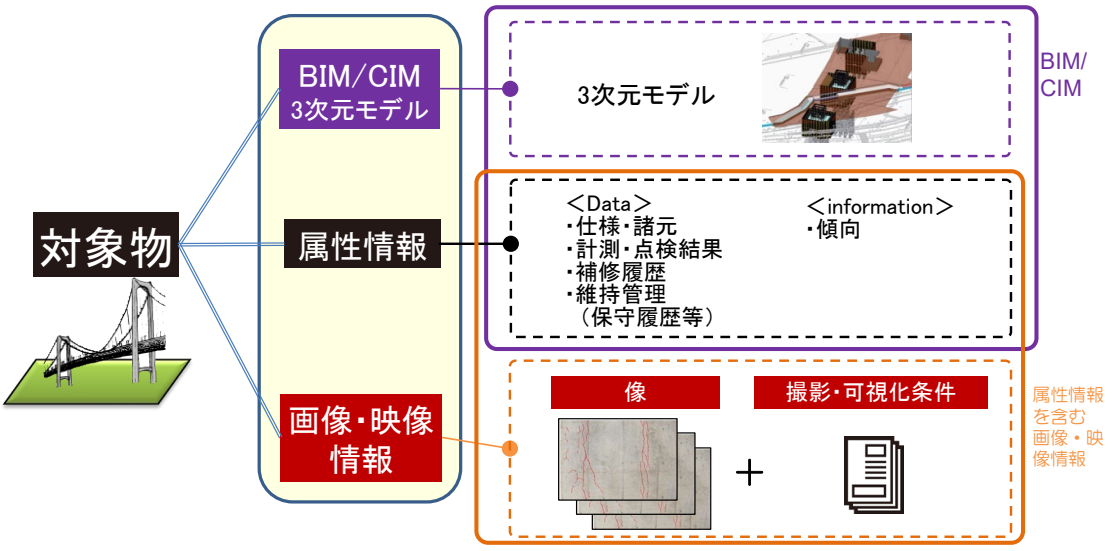


図 3-3　プラットフォームの整備よる BIM/CIM 及び画像・映像情報の統合化

3.3　画像・映像情報の利活用の基本的な構造の明確化

(1)　画像・映像情報の利活用の基本的な構造における概念

画像・映像情報は記録や「目視と同等」の利活用レベルから、加工さらには分析技術等の導入により、効率化、高度化された利活用レベルへと進化している。

そこで、図 3-4 に示す知識マネジメントにおける階層構造を参考に、画像・映像情報を Data、Information、Intelligence の 3 つの概念に整理することで、画像・映像情報の取り扱いの変化を説明し、適切な利活用に結び付けることを提案する。

Data、Information、Intelligence を適宜活用し、画像・映像情報のマネジメントを行うことで、最終的な意思決定、すなわち Decision を適切のみならず高度化することが可能となる。

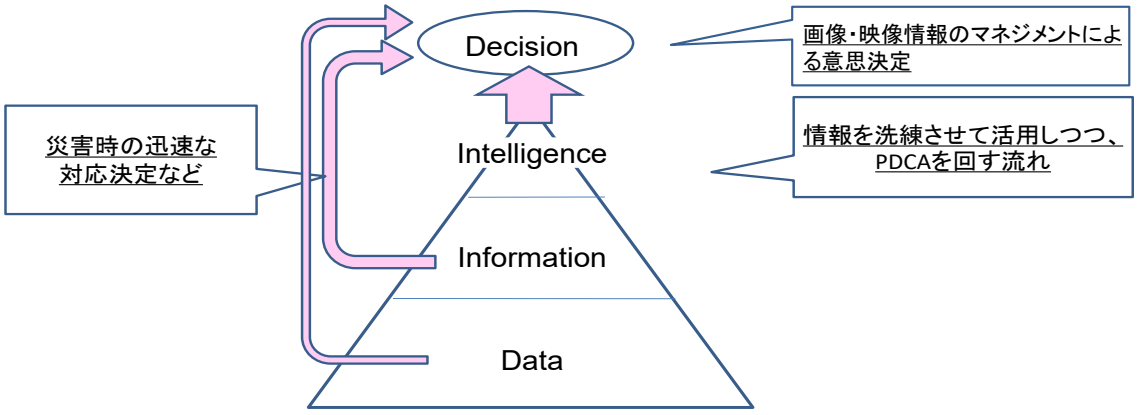


図 3-4　知識マネジメントにおける階層構造（模式図）

画像・映像情報の利活用に関する Data、Information、Intelligence のそれぞれの概念における事例として、以下のように整理する。

①Data

対象物・対象現場の状態（素材）。プリントされた写真のほか、フィルムやデジタルデータを画面等に表示したもの。

②Information

図表やグラフ等により、構造や体系を与えて整理されたもので、評価が含まれない、事実を示したもの。

③Intelligence

内容の分析等により、評価・判定を加えたもの。

AI による分析技術等の導入により、Intelligence としての利活用が行われ、これら 3 種類を目的に応じて利用するとともに、ICT プラットフォームを用いて、こうした画像・映像情報をはじめとする様々なデータを集約・一元化し、目的に応じたマネジメントを行うことにより、最終的な意思決定（Decision）を適切のみならず高度化することができる。その際に、目的に応じた専門画面[3]の構築・活用が重要となる。

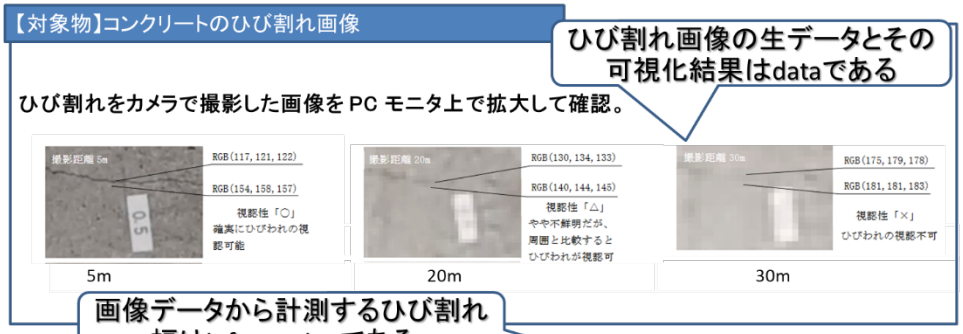
なお、本提言の中では、日本語の「情報」は、Data、Information、Intelligence を包含する意味として使用し、Information に限定した意味として使用していないので注意されたい。

[3] 専門画面とは、作業に必要なデータ、モデル、画像、映像等を簡単かつ便利に組み合わせて可視化し、複数の画面構成で集約、一元化するもので、確認事項や作業手順等のマネジメント内容に応じて画面を構築する機能統合型画面。

＜画像・映像情報の利活用の基本的な構造に関する具体例＞

ひび割れを把握するための画像・映像情報の利活用を例に、画像・映像情報の利活用の基本的な構造の概念について紹介する。

ひび割れ画像を撮って損傷状況の把握や補修・補強の必要性を評価・判定する際、ひび割れ画像の生データとその可視化結果は、対象物・対象現場の状態（素材）であるため、Data となる。取得した画像データから計測されたひび割れ幅は、事実を示したものであるため、Information となる。また、橋梁定期点検要領に基づく、ひび割れ幅や最小ひび割れ間隔、これらの関係から区分される損傷の程度については、画像・映像情報から取得した内容を分析し、評価されるものであるため、Intelligence に位置づけられる。



【参考】カメラの解像度とひび割れ把握の関係

右表は、上記撮影で用いられた一眼レフ(約2,420万画素)の場合の撮影距離に対する視認性の検証結果例である。

当検証結果では、撮影距離1.5mでは0.1mmのひびわれ、撮影距離5mでは0.2mmのひびわれ、撮影距離10mでは0.6mmのひびわれ までの視認が可能であることが確認された。

撮影距離 (m)	画素分解能 (mm/pixel)	評価対象ひびわれ幅(mm) 0.1	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.4	1.5	3.0	視認可能な最小ひびわれ幅 (mm)	最小ひびわれ幅/画素分解能
1.5	0.37	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0.1	0.27
3	0.75	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0.2	0.27
5	1.24	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0.2	0.16
7	1.74	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0.4	0.23
10	2.49	×	×	×	△	○	○	○	○	○	○	○	0.6	0.24
15	3.73	×	×	×	×	△	○	○	○	○	○	○	0.7	0.19
20	4.97	×	×	×	×	×	△	○	○	○	○	○	0.8	0.16
25	6.22	×	×	×	×	×	×	△	△	△	○	○	1.5	0.24
30	7.46	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	1.5	0.20
40	9.95	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	3	0.30
50	12.43	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△		–
70	17.40	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		–
100	24.86	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		–
120	29.84	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		–

ひびわれに関する現状の点検内容

橋梁定期点検要領（平成31年3月　国土交通省　道路局　国道・技術課）より抜粋

■損傷の種類と点検の標準的方法（P14）

表－5．1．2　状態の把握の標準的な方法

材料	番号	損傷の種類	点検の標準的方法	必要や目的に応じて採用することのできる方法の例
鋼	①	腐食	目視，ﾊﾟｽ，点検ﾊﾝﾏｰ	超音波板厚計による板厚計測
	②	亀裂	目視	磁粉探傷試験，超音波探傷試験，渦流探傷試験，浸透探傷試験
	③	ゆるみ・脱落	目視，点検ﾊﾝﾏｰ	ﾎﾞﾙﾄﾍｯﾄﾞﾏｰｸの確認，打音検査 超音波探傷(F11T等)，軸力計を使用した調査
	④	破断	目視，点検ﾊﾝﾏｰ	打音検査(ボルト)
	⑤	防食機能の劣化	目視	写真撮影(画像解析による調査) ｲﾝﾋﾟｰﾀﾞﾝｽ測定，膜厚測定，付着性試験
コンクリート	⑥	ひびわれ	目視，ｸﾗｯｸｹﾞｰｼﾞ	写真撮影(画像解析による調査)
	⑦	剥離・鉄筋露出	目視，点検ﾊﾝﾏｰ	写真撮影(画像解析による調査)，打音検査
	⑧	漏水・遊離石灰	目視	
	⑨	抜け落ち	目視	－
	⑪	床版ひびわれ	目視，ｸﾗｯｸｹﾞｰｼﾞ	写真撮影(画像解析による調査)
	⑫	うき	目視，点検ﾊﾝﾏｰ	打音検査，赤外線調査
	⑬	遊間の異常	目視，ﾃﾞｼﾞﾀﾙｶﾒﾗ	－
共通	⑭	補修・補強材の損傷	目視，点検ﾊﾝﾏｰ	打音検査，赤外線調査
	⑮	定着部の異常	目視，点検ﾊﾝﾏｰ，ｸﾗｯｸｹﾞｰｼﾞ	打音検査，赤外線調査
	⑲	変色・劣化	目視	－
	⑳	漏水・滞水	目視	赤外線調査
	㉑	異常な音・振動	聴覚，目視	－
	㉒	異常なたわみ	目視	測量

「ひび割れ幅」から「損傷の程度」として区分したものはintelligenceである。

「最小ひび割れ間隔」から「損傷の程度」として区分したものは、intelligenceである。

■損傷程度の評価区分
（付録－2 損傷程度の評価要領のP19）

ひび割れ幅・間隔から判断した「損傷程度の区分」はintelligenceである。

1）損傷程度の区分

区分	最大ひびわれ幅に着目した程度	最小ひびわれ間隔に着目した程度
a	損傷なし	
b	小	小
c	小	大
	中	小
d	中	大
	大	小
e	大	大

2）損傷の程度

a）最大ひびわれ幅に着目した程度

程度	一　般　的　状　況
大	ひびわれ幅が大きい（RC構造物0.3mm以上，PC構造物0.2mm以上）。
中	ひびわれ幅が中位（RC構造物0.2mm以上0.3mm未満，PC構造物0.1mm以上0.2mm未満）
小	ひびわれ幅が小さい（RC構造物0.2mm未満，PC構造物0.1mm未満）。

注：PC橋の横締め部後打ちコンクリート等，当該構造自体はRC構造であっても，部材全体としてはPC構造である部材は，PC構造物として扱う。

b）最小ひびわれ間隔に着目した程度

程度	一　般　的　状　況
大	ひびわれ間隔が小さい（最小ひびわれ間隔が概ね0.5m未満）。
小	ひびわれ間隔が大きい（最小ひびわれ間隔が概ね0.5m以上）。

(2)　画像・映像情報の利活用の基本的な流れ

前述の Data、Information、Intelligence へと情報の高度化と利活用の関係を具体的に整理すると、図 3-5 のように対象物の画像・映像の取得から意思決定までの流れとなる。

1)　Data

「対象物・対象現場の状態（素材）であり、カメラ・ビデオ等の取得技術により取得するもの。」

カメラ・ビデオのデータやこのデータを可視化した写真、対象物の状態を表した台帳図面、CAD データ、レーザスキャナデータ等が該当する。

2)　Information

「図表やグラフ等により、構造や体系を与えて整理されているもので、評価が含まれない、事実を示したもの。」

取得した Data を 3 次元モデル化や図化等の処理を施すことによって取得する。

3)　Intelligence

「内容の分析等により、評価・判定を加えたもの。」

AI などの活用技術によって画像・映像情報の分析を行うことで、認証・判別・識別・診断・予測等、評価に係る情報を抽出し、画像・映像情報のより高度な利用が可能となる。

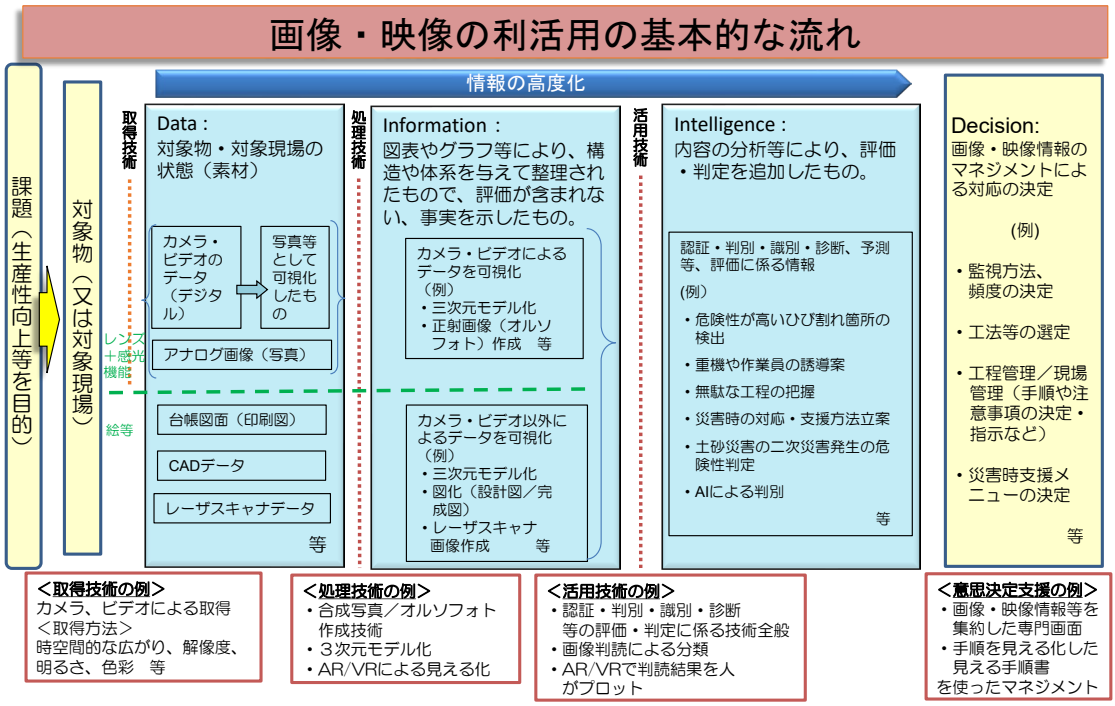


図 3-5　画像・映像情報の利活用の基本的な流れ

画像・映像情報は、利用目的に応じて Data、Information、Intelligence のどの段階でも活用できるが、Intelligence レベルでの画像・映像情報の利活用により、これまでできなかった可視化や定量的な評価等ができ、業務の高度化、効率化が図れ、早期に優れた Decision を行うことができるようになる。このため、画像・映像情報のマネジメントを行うことが重要となり、目的に応じた専門画面の活用を図る。

ICT の急速な発展により、画像・映像情報を Intelligence レベルで活用できる環境が整いつつある。今後は、画像・映像情報を高度利用する新しい仕事の仕方を導入・定着していくことが重要である。そのため、各種要領・基準の見直し・整備が必要となる。

＜専門画面の活用例＞

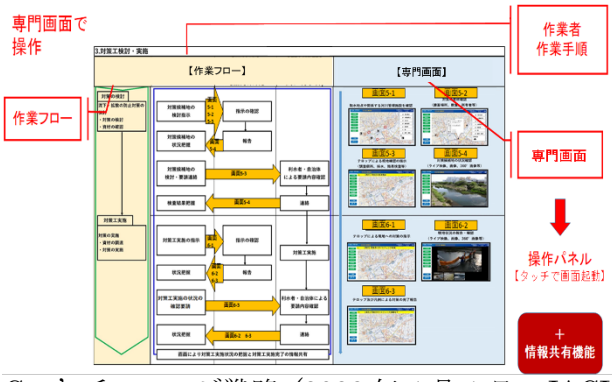
画像・映像情報のマネジメントを用いる「専門画面」及び「見える手順書（システム）」について紹介する。

「専門画面」は、マネジメント内容に応じて作業に必要なデータ、モデル、画像、映像等を複数の画面構成で集約、一元化したものである。従来別々に使用していた、もしくは利用できていなかったデータ、モデル、画像、映像等をプラットフォームを介して簡単かつ便利に組み合わせて画面に可視化でき、必要な作業に関して素早く効率的、効果的に利活用できる機能統合型画面である。

具体的に水防画面の場合には、地図上に水防活動の位置及び進捗状況を凡例で示すとともに、動画や写真をリアルタイムで画面上に配信するとともに地図上に紐付け、格納したり、気象情報等様々な関係情報を取得したりするなど水防に必要なマネジメントを集約、一元化し、共有を可能にするオールインワンの画面である。

「見える手順書（システム）」とは、様々な機器のオペレーションや業務のマネジメント手順を、作業フローに基づき画像・映像等を用いて可視化するとともに情報共有システムを用いて即時、同時に共有し、業務の即時性、的確性、効率性等を向上させた画面の利用・操作システムである。具体的には、以下の３タイプを提案している。

①オペレーションでの活用では、スマートグラスやタブレット等を用い、目の前に手順を表示する、②マネジメントでの活用では、作業フローと専門画面を組み合わせてマネジメントの見える化のみならず、的確かつ効率的な実施を実現する、③アーカイブでの活用では、工程表や地図等の時空間情報と成果品を紐付け、メタデータとして利用することにより、検索・利活用を効率的・効果的に実現する。



JACIC‘i-Con’チャレンジ戦略（2022 年 4 月 1 日　JACIC)より抜粋

4. 画像・映像情報の利活用技術の分析

4.1 画像・映像情報の利活用技術の分析

(1) 利活用技術の特徴・傾向

画像・映像情報の基本的な構造である「撮影・可視化対象事項」と「活用目的」の観点をふまえて、利活用事例[4][5]の活用状況の傾向を把握すると、「位置」「形状」と「事象の認識」「変化の把握」を捉える事例が多い。これらは、画像・映像情報の利活用が進んでいる又は進む可能性が高いグループと考えられる。

ここで用いられている技術要素は、主に「AI」「3 次元モデル」「xR(AR/VR/MR)」である。加えて、その中で利活用事例が多いのは、以下のような事例であり、AI や 3 次元モデルを用いて舗装面等の損傷の経年変化を把握している事例が多いことが確認できた（図 4-1 参照)。

- AI による画像解析により、舗装面や構造物の損傷の経年変化を把握
- 3 次元点群データにより、舗装面の損傷の経年変化を効率的に把握
- 3 次元モデルの活用により、現場の点検業務を支援

表 4-1 画像・映像情報の利活用事例の活用状況の傾向

母数：216事例

		事象の認識	変化の把握	違いの判別
実物空間や仮想空間の像	①位置	【事例数55件】例：舗装面のひび割れの位置を把握し、地図上に表示	【事例数54件】例：工事現場での重機や作業員をAIで判別して軌跡（変化）を把握	【事例数8件】例：設計工程で作成した3D CADと製造後の実物を、ARで重畳して位置のズレを確認
	②形状	【事例数84件】例：画像からひび割れの形状を把握	【事例数62件】例：ひび割れの変化を把握	【事例数15件】例：設計工程で作成した3D CADと製造後の実物を、ARで重畳して形状の違いを確認
	③文字・記号・模様	【事例数7件】例：画像から計測機器の目盛等を把握	【事例数1件】例：画像・映像を用いた交通量調査において、ナンバープレートを読み、車両を認識(重複カウント防止)	【事例数0件】
	④明るさ	【事例数4件】例：ロボットが、照明設備の照度を自動測定	【事例数3件】例：交通量調査において、車両通過時の輝度値の変化の差分から移動体を認識	【事例数1件】例：コンクリート構造物の打継面の輝度分布から、状態の良否を判定
	⑤色	【事例数2件】例：錆の色から建造物の腐食具合を把握	【事例数6件】例：道路区画線（白線）の塗装の剥離状況の変化を把握	【事例数2件】例：自動車積載カメラにより信号機を撮影し、点灯色を判定して自動運転に活用
状態	⑥音	【事例数2件】例：工事の騒音を可視化して、騒音の分布を把握	【事例数3件】例：防音設備の設置による音の変化をシミュレーション	【事例数1件】例：トンネル点検などで、打音の違いを可視化し、異常箇所を判定
	⑦温度	【事例数3件】例：人工衛星の赤外線画像からヒートアイランドを把握	【事例数5件】例：火山監視カメラの赤外線画像を常時監視し、噴火事象を検知	【事例数1件】例：赤外線画像から、法面やコンクリート構造物の変化（浮きや剥離）を把握
	⑧速度	【事例数5件】例：CCTV画像を画像解析して河川の流速・流量を把握	【事例数7件】例：画像や振動を解析し、橋梁のたわみを計測し、変位量を把握	【事例数1件】例：生コンの流下速度を画像解析して、基準を超えたスランプ値となっていないか判定
	⑨濃度	【事例数1件】例：沿道の大気汚染濃度を計測・図化	【事例数3件】例：トンネル内部の粉じん・メタンガス濃度を図化して、経時変化を確認	【事例数2件】例：アオコの発生状況（濃度差）による濃淡、色彩の違いを判別して清掃範囲を明確化

[4] 国土交通省の公表資料、土木学会資料（土木情報学関係）や、メーカの Web ページ等から、先進的な画像・映像情報の利活用事例を抽出・整理した 216 事例が対象。

[5] 事例から有用なものを、画像・映像情報の現場での利活用の推進や今後の標準化の検討の参考となるように、付録 1 に利活用事例集（ユースケース集）としてまとめた。

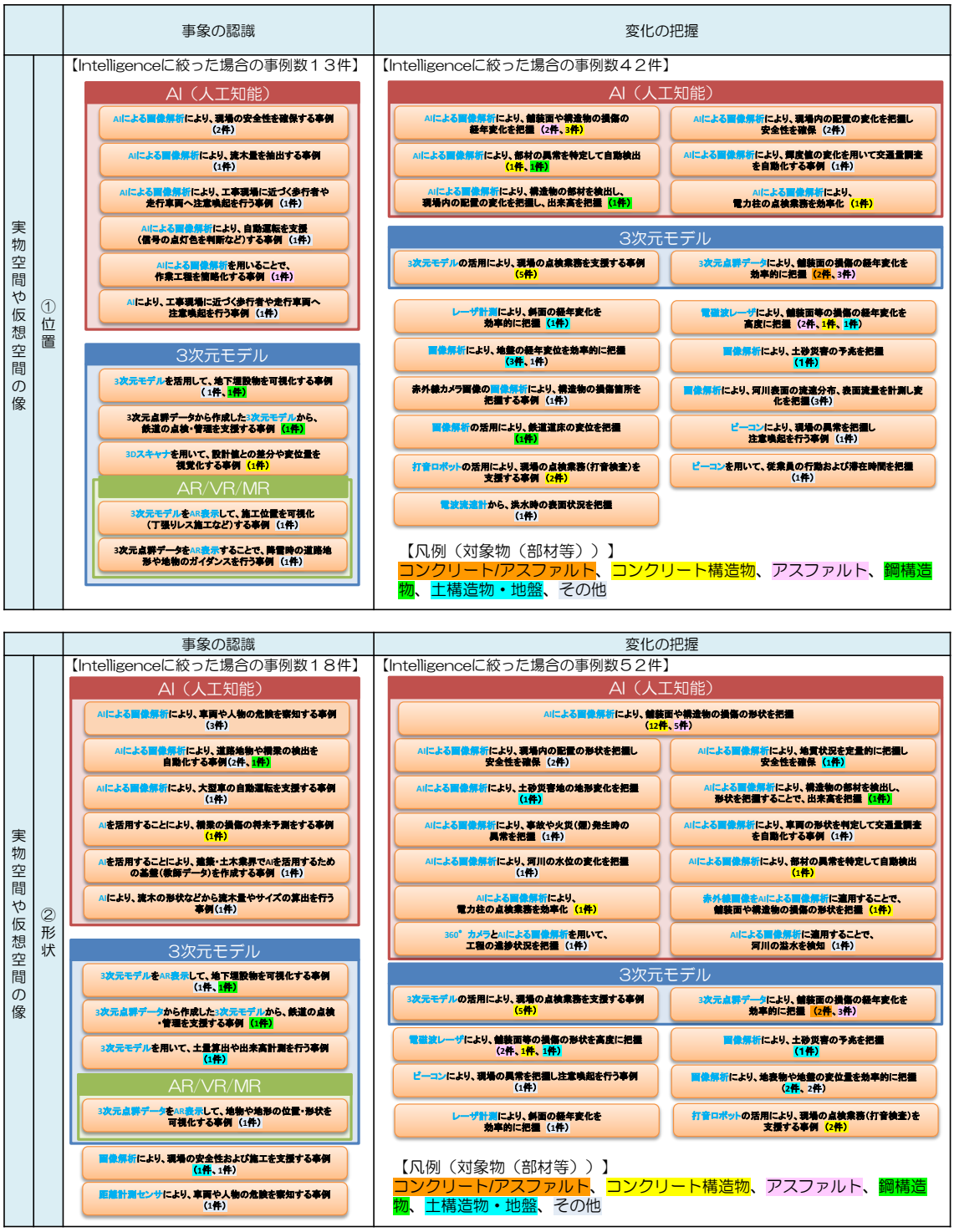


図 4-1　画像・映像情報の事例数が多いグループにおける技術要素の傾向

(2) 対象物（部材）

画像・映像情報の利活用されている対象物（部材等）の傾向についても分析した。

表 4-1 から傾向として、対象物（部材等）として多いのは「コンクリート構造物」「アスファルト」「鋼構造物」「土構造物・地盤」であり、その中でも「コンクリート構造物」の事例が最も多い。これらは、画像・映像情報が、ひび割れ等の損傷や変状の把握に適しているためである。

また、ユースケースの分野のみならず他分野展開の可能性が期待できる（付録 1 参照）。

＜技術を他分野へ展開している（または活用可能性を示している）事例　一部＞

【事例１】3 次元点群データを活用した道路の変状検出

撮影・可視化対象事項	位置	活用目的	変化の把握
技術要素	3 次元モデル	対象物（部材等）	コンクリート構造物/アスファルト

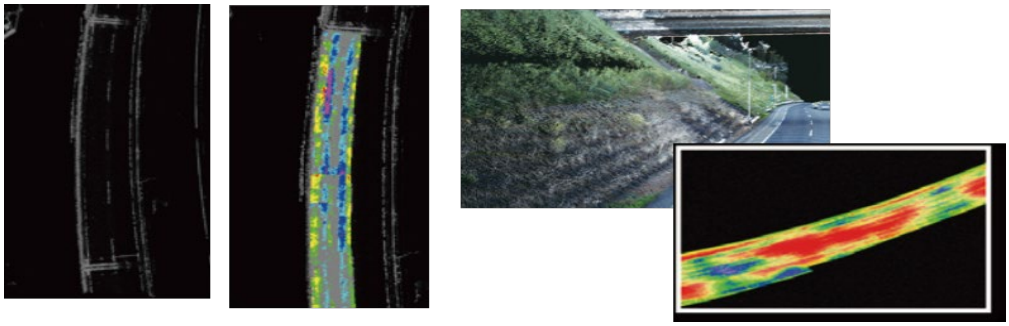
○技術概要

舗装や構造物の 3 次元点群データから基準面を作成し、3 次元点群データとの差分を段彩表示できる。この機能により、舗装面のわだち掘れやポットホール、浮き・剥離損傷、法面のはらみ出し確認も行うことが可能

○他分野展開の可能性

製品パンフレットに「トンネルの維持管理、壁面の点検作業」「鉄道のメンテナンス業務を効率化。近接構造物との離隔を計測できる」「水中の構造物についても船上からデータ取得が可能」などの記載あり

⇒対象分野：道路+トンネル、鉄道、河川（構造物）



【事例２】3 次元点群データを活用した道路の変状検出

撮影・可視化対象事項	形状	活用目的	変化の把握
技術要素	AI	対象物（部材等）	コンクリート構造物

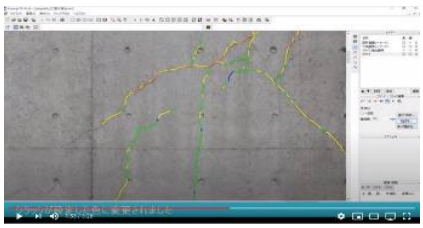
○技術概要

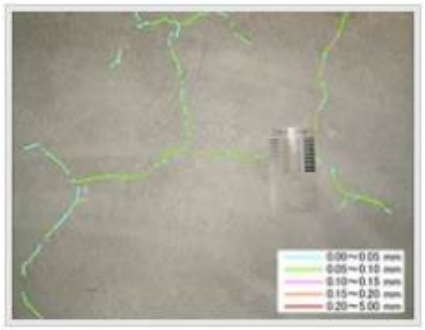
デジタルカメラで撮影した写真から、ひび割れ・クラックを自動抽出し、より正確な診断図を作成

○他分野展開の可能性

徳島県にてダムに適用した事例あり

⇒対象分野：橋梁+ダム





(3) 実運用

画像・映像情報の利活用技術について実用化の観点から運用状況（実運用段階/試行段階/研究段階）を調査した。

現状の事例数の多寡によらず、画像・映像情報は、様々な事象を捉えて幅広く活用できることが確認できた（表 4-2 参照、詳細は付録 2 参照）

表 4-2 「撮影・可視化対象事項」と「活用目的」ごとの運用状況（全体）

母数：216事例

		事象の認識	変化の把握	違いの判別
実物空間や仮想空間の像	①位置	【事例数55件】例：舗装面のひび割れの位置を把握し、地図上に表示 実運用	【事例数54件】例：工事現場での重機や作業員をAIで判別して軌跡（変化）を把握 実運用	【事例数8件】例：設計工程で作成した3D CADと製造後の実物を、ARで重畳して位置のズレを確認 実運用
	②形状	【事例数84件】例：画像からひび割れの形状を把握 実運用	【事例数62件】例：ひび割れの変化を把握 実運用	【事例数15件】例：設計工程で作成した3D CADと製造後の実物を、ARで重畳して形状の違いを確認 実運用
	③文字・記号・模様	【事例数7件】例：画像から計測機器の目盛等を把握 実運用	【事例数1件】例：画像・映像を用いた交通量調査において、ナンバープレートを読み、車両を認識(重複カウント防止) 実運用	【事例数0件】
	④明るさ	【事例数4件】例：ロボットが、照明設備の照度を自動測定 実運用	【事例数3件】例：交通量調査において、車両通過時の輝度値の変化の差分から移動体を認識 実運用	【事例数1件】例：コンクリート構造物の打継面の輝度分布から、状態の良否を判定 実運用
	⑤色	【事例数2件】例：錆の色から建造物の腐食具合を把握 実運用	【事例数6件】例：道路区画線（白線）の塗装の剥離状況の変化を把握 試行	【事例数2件】例：自動車積載カメラにより信号機を撮影し、点灯色を判定して自動運転に活用 研究
状態	⑥音	【事例数2件】例：工事の騒音を可視化して、騒音の分布を把握 実運用	【事例数3件】例：防音設備の設置による音の変化をシミュレーション 実運用	【事例数1件】例：トンネル点検などで、打音の違いを可視化し、異常箇所を判定 研究
	⑦温度	【事例数3件】例：人工衛星の赤外線画像からヒートアイランドを把握 実運用	【事例数5件】例：火山監視カメラの赤外線画像を常時監視し、噴火事象を検知 実運用	【事例数1件】例：赤外線画像から、法面やコンクリート構造物の変化（浮きや剥離）を把握 実運用
	⑧速度	【事例数5件】例：CCTV画像を画像解析して河川の流速・流量を把握 実運用	【事例数7件】例：画像や振動を解析し、橋梁のたわみを計測し、変位量を把握 実運用	【事例数1件】例：生コンの流下速度を画像解析して、基準を超えたスランプ値となっていないか判定 実運用
	⑨濃度	【事例数1件】例：沿道の大気汚染濃度を計測・図化 実運用	【事例数3件】例：トンネル内部の粉じん・メタンガス濃度を図化して、経時変化を確認 実運用	【事例数2件】例：アオコの発生状況（濃度差）による濃淡、色彩の違いを判別して清掃範囲を明確化 試行

(4) 分析に基づく技術活用の進め方

AI による画像解析や 3 次元点群データ等による舗装面等の損傷の経年変化等、画像・映像情報の利活用事例が多い技術は、実証を重ね技術の確立及び普及に向けて標準化の検討が望まれる。

また、利活用技術の普及、展開に向けて、現在の事例の分野のみならず他分野への展開を考えることも重要である。

さらに、事例数の多くない分野を含め実運用段階の技術がかなりあり、今後、画像・映像情報の幅広い利活用・発展が望まれる。

なお、利活用事例の傾向の分析結果は現時点のものであり、画像・映像の取得・処理・利用に係る技術の進展に応じて利活用の仕方は変化するため、標準化等にあたっては適宜見直しを行う。

4.2　土木分野及び建設プロセスの観点からの分析

(1)　利活用が進んでいる分野とプロセス

土木分野における画像・映像情報の intelligence の利活用事例を分析すると、道路関連分野（道路/橋梁/トンネル）の維持管理において利活用が多い。そのほか、河川分野の災害対応、分野共通の施工の事例が多い（表 4-3 参照）。

さらに、「撮影・可視化対象事項」と「活用目的」の観点から見ると、道路関連分野の維持管理では、構造物の損傷の把握等に代表されるように「位置」「形状」の「変化の把握」を捉える事例、分野共通の施工では、出来形検査に利用するような「位置」「形状」の「違いの判別」、河川分野の災害では、被災前後の変化や流速の変化等の把握に利用するような「位置」「速度」の「変化の把握」を捉える事例が多い（表 4-4 参照）。

表 4-3　分野・プロセスごとの画像・映像情報の利活用事例の活用状況

プロセス	分野										
	道路	橋梁	トンネル	河川	砂防	ダム	港湾	鉄道	その他	分野共通	計
調査・測量	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
設計	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
施工	2	1	6	0	0	1	0	0	0	16	26
維持管理	21	18	11	2	1	0	2	2	6	3	66
災害	0	0	0	8	3	1	0	0	1	0	13
計	24	19	17	10	4	2	2	2	9	19	108

※　画像・映像情報を利活用した事例は、国土交通省の公表資料、学会誌、メーカ HP などから収集した事例（216 事例）のうち、Intelligence としての利活用事例（108/216 事例）が分析対象。1 事例につき 1 カウントで集計
※　分野共通とは、出来形管理、人流把握等、特定の分野に属さない事例
※　その他は、プラント、発電所、地盤など

表 4-4　分野・プロセス及び撮影・可視化対象事項、活用目的ごとの画像・映像情報の利活用事例の活用状況

プロセス	分野		撮影・可視化対象事項	活用目的：変化の把握
維持管理	道路	舗装	⑴位置	9
			⑵形状	12
			⑶文字・記号・模様	0
			⑷明るさ	0
			⑸色	1
			⑹音	0
			⑺温度	1
		母数：13事例	⑻速度	0
			⑼濃度	0

プロセス	分野		撮影・可視化対象事項	活用目的：変化の把握
維持管理	橋梁	下部工	⑴位置	4
			⑵形状	11
			⑶文字・記号・模様	0
			⑷明るさ	0
			⑸色	0
			⑹音	1
			⑺温度	1
		母数：12事例	⑻速度	0
			⑼濃度	0

プロセス	分野		撮影・可視化対象事項	活用目的：変化の把握
維持管理	トンネル	覆工	⑴位置	4
			⑵形状	6
			⑶文字・記号・模様	0
			⑷明るさ	0
			⑸色	0
			⑹音	2
			⑺温度	0
		母数：6事例	⑻速度	0
			⑼濃度	0

プロセス	分野		撮影・可視化対象事項	活用目的；違いの判別
施工	分野共通	監督検査	⑴位置	3
			⑵形状	4
			⑶文字・記号・模様	0
			⑷明るさ	0
			⑸色	0
			⑹音	0
			⑺温度	0
		母数：4事例	⑻速度	0
			⑼濃度	0

プロセス	分野		撮影・可視化対象事項	活用目的：変化の把握
災害	河川	その他	⑴位置	4
			⑵形状	2
			⑶文字・記号・模様	0
			⑷明るさ	0
			⑸色	1
			⑹音	0
			⑺温度	0
		母数：6事例	⑻速度	3
			⑼濃度	0

※　1事例につき1カウントで集計（複数の撮影・可視化対象事項をあわせ持つ事例があるため）
※　分野共通とは、出来形管理、人流把握等、特定の分野に属さない事例
※　その他は、プラント、発電所、地盤など

主な具体例を示すと以下のとおりであった。

○道路（舗装）×維持管理

- 3 次元点群データによる舗装面の損傷の経年変化の把握
- AI の画像解析による舗装面の損傷の経年変化の把握
- 加速度センサによる舗装面の損傷の経年変化の把握

○橋梁（下部工）×維持管理

- AI の画像解析による橋脚上部の損傷の経年変化の把握
- 熱画像解析による橋脚上部の損傷の経年変化の把握

○トンネル（覆工）×維持管理

- 3 次元点群データによる覆工の損傷の経年変化の把握

○分野共通（監督検査）×施工

- AR/VR を活用した配筋検査の効率化・高度化

○河川（流量・流速）×施工

- 画像解析により河川の流速、流量にもとづき、異常を把握

(2) 利活用事例の多い分野の要領・基準等の対応状況

画像・映像情報の利活用事例の多い分野について、関連する要領・基準等の記載内容を調査した。

調査した要領・基準のうち、画像・映像情報の活用に関する記載があるものの、評価・判定まで可能な画像・映像情報の活用方法（Intelligence としての活用方法）を言及しているのは、「河川砂防技術基準 調査編」のみであった（表 4-5 参照、令和 4 年 6 月現在）。

表 4-5 画像・映像情報の利活用事例の多い分野・プロセスの要領・基準等の対応状況

プロセス	分野	要領・基準等における画像・映像情報の活用に関する記載内容	画像・映像の取り扱い
維持管理	道路	＜舗装点検要領（平成28年10月）＞ • 【画像・映像情報の活用】言及されていない（“点検結果の記録“においても言及されていない）。 • 【画像・映像情報に関する技術】上記のため、言及されていない（点検手法の記述はあり）。	なし
	橋梁	＜橋梁定期点検要領（平成31年3月）＞ • 【画像・映像情報の活用】橋梁の部位、部材ごとに点検結果の記録として活用することと記載。また、状態の把握の方法として、鋼（防食機能の劣化）、コンクリート（ひび割れ、剥離・鉄筋露出、床版ひび割れ）のそれぞれについて、写真撮影（画像解析による調査）を採用できると記載されている。 • 【画像・映像情報に関する技術】画像取得は、カメラ、ビデオ等のデジタル撮影機器。	Information（事象の認識・変化の把握）
	トンネル	＜道路トンネル定期点検要領（平成31年3月）＞ • 【画像・映像情報の活用】トンネル本体工等の附属物の異常や変状等の記録に写真を利用。記録以外の記載なし。 • 【画像・映像情報に関する技術】画像の取得に、カメラ、ビデオ等。	Information（事象の認識）
施工	分野共通	＜３次元計測技術を用いた出来形管理要領（令和３年３月）＞ • 【画像・映像情報の活用】３次元計測技術などの画像から、トンネルの出来高計測を実施可能。 • 【画像・映像情報に関する技術】画像取得はTSによる計測のみ。画像解析は、標準的な解析方法の記載のみ。	Information（事象の認識）
災害（測量・調査※）	河川	＜河川砂防技術基準　調査編（平成26年4月）＞ • 【画像・映像情報の活用】**測量・計測に、映像解析・可視化技術の活用が重要と示されており、流速の把握、地すべり変位計測、画像からの測量などが例示。** • 【画像・映像情報に関する技術】画像解析に用いる技術は言及されていない。	Intelligence（事象の認識・変化の把握）

※場面は災害時であるが、準拠する考え方は、測量・調査の基準・要領となるため、対象は測量・調査プロセスとした

(3) 分析に基づく要領・基準等の整備の仕方

今後、土木分野で、ICT を活用した画像・映像情報の利活用を進め、業務の効率化・高度化を図るためには、要領・基準等の早期整備が必要である。

特に、これまでも含め画像・映像情報の利活用事例について、現場での利活用実績に基づき検証を行い、要領・基準等に反映するといった過程を経ることが重要である。

また、画像・映像情報の Intelligence として利活用実績が多くある分野では、関係する要領・基準等に利活用技術を早期採用して、より効率的かつ効果的な仕事の仕方へと変革すべきである。

5. 提言

現場で ICT の活用が進展する中、画像・映像情報の利活用技術は、360°カメラの開発やドローンによる撮影、AI による画像分析、xR(AR/VR/MR)技術を含め、多様な利活用を可能とする方向で発展しつつあり、新現場力として生産性向上に寄与することが期待される。

一方で、土木分野における画像・映像情報は、これまで記録や「目視と同等」の活用が中心であり、未だ、画像・映像情報の利活用に関する体系的な検討が十分なされておらず、利活用の普及に向けて環境が整っていない。

本提言では、画像・映像情報の利活用の状況を、先進的な活用事例等の整理・検討を通じて体系的に整理し、新たな技術に基づく適切な利活用のあり方を検討した。

画像・映像情報の利活用の体系について、以下の 2 つの観点から画像・映像情報の適切な利活用のあり方を考えるべきことを示した。

①画像・映像情報の基本的な構造の明確化

先進的な利活用事例では、画像・映像情報が持つ多様な性質・特徴を活かした利用へと変化しているため、基本に立ち戻り、画像・映像情報そのものの構造を明らかにした。

②画像・映像情報の利活用の基本的な構造の明確化

記録や「目視と同等」の利活用だけでなく、画像・映像情報を加工又は分析する技術や他の情報と組み合わせることなどにより、活用が効率化・高度化する。そこで、画像・映像情報を知見として活用するために、利活用の基本的な構造を明らかにした。

画像・映像情報の基本的な構造は、撮影・可視化対象事項、撮影・可視化条件、属性情報の 3 つから構成されることを示した。これまでは撮影・可視化対象事項及び撮影・可視化条件を中心に活用されてきたが、対象物についての属性情報を組み合わせることによって、高度化された分析方法等により、画像・映像情報を用いた評価・判定につながることを示した。

また、利活用に関する基本的な構造に関しては、知識マネジメントにおける階層構造を参考に Data、Information としての活用から、AI 技術等を用いて、評価・判定のための Intelligence としての高度な活用へ変えていくことの重要性を示した。その際に、画像・映像情報のマネジメントを行うことにより、Decision の高度化が可能となる。

画像・映像情報の利活用技術について、画像・映像情報の基本的な構造の観点からユースケースを分析することにより、利活用技術の特徴や適性、傾向を明らかにした。利活用技術として、対象としているのは「位置」「形状」が多く、特に「事象の認識」「変化の把握」が多い。これらは主に「AI」「3 次元モデル」「xR(AR/VR/MR)」の ICT の活用である。また、対象としている物（部材等）は、コンクリート構造物、アスファルト、土構造物、鋼構造物が多い。これはひび割れ等の損傷や変状の把握に適しているためである。

こうした適性や傾向を踏まえ､今後ユースケースの多い技術は標準化の検討が望まれる。また、利活用の普及や展開をユースケースの分野のみならず他分野も含め考えることが重要である。さらに、実用化の観点から見ると、ユースケースの多くない技術でもかなり実用化されており、画像・映像情報の幅広い利活用が進んでいることがわかる。今後の動向を注視しておく必要がある。

次に土木分野と建設プロセスの観点から分析すると、道路関連分野（橋梁・トンネルを含む）の維持管理、分野は共通の施工、河川分野の災害において多く用いられている。道路関連分野の維持管理では、「位置」「形状」の「変化の把握」、分野共通の施工では、「位置」「形状」の「違いの判別」、河川分野の災害では、「位置」「速度」の「変化の把握」であった。道路関連分野では、舗装、橋梁、トンネルの構造物の損傷を「AI」や「3 次元点群モデル」等で把握することが多かった。施工では、AR/VR を用いた配筋検査、災害では、画像解析による河川の流速、流量の把握に用いられている。

こうした利活用の局面と技術が明確なものは、標準化を行い、要領や基準等の作成、既存のものへの反映が重要である。今後、現場での利活用実績を積み重ね、検証を行って要領や基準等に作成・反映するといった過程を経ることが重要である。

ICT を活用した画像・映像情報の利活用技術は、実用化されているものが多く、ユースケースも多いものがある。特に実績の多い技術は、実績の検証を通じて標準化を行い、要領や基準等の作成・反映に繋げて、効率的かつ効果的な仕事の仕方へと変革することが望まれる。

6. おわりに

令和 2 年 2 月から令和 4 年 6 月の約 2 年間にわたって、社会基盤情報標準化委員会が設置する特別委員会では、ICT を活用した新たな画像・映像情報の利活用のあり方を検討してきた。

第 1 段階の成果は、画像・映像情報の基本的な構造の明確化、画像・映像情報の利活用の基本的な構造の体系化である。現在の画像・映像情報の利活用状況や要領・基準等の整備状況を示した上で、画像・映像情報の本質的な性質・特徴、利活用における階層構造を明確化した。AI、3 次元モデル、xR の技術や画像・映像のマネジメントを活用することで、画像・映像情報が記録や「目視と同等」としての使い方だけではなく、評価・判定まで可能となり、情報の高度利用や早期に優れた意思決定が行えるようになることを示した。

第 2 段階の成果は、この体系をもとに、画像・映像情報の利活用技術の傾向を「画像・映像情報の基本的な構造の観点」、「土木分野と建設プロセスの観点」で分析した。これにより、利活用の多い技術要素と特徴・傾向、他分野への展開の可能性が期待できる技術があること、事例数の多寡にかかわらず画像・映像情報の利活用技術の幅広い実用化が可能なことを明らかにした。また、土木分野においては、活用事例が多く早期適用が必要な分野・プロセスを示すとともに、関連する要領・基準等の状況を明らかにし、今後の要領・基準等の整備の重要性を示した。

ICT を活用した画像・映像情報は、技術の進歩とともに日々進化しながら、土木の幅広い分野でかなり利用されている。これにより仕事の仕方も大きく変革され、高度化されていく。このため、利活用技術の確立と普及が重要であり、標準化や基準・要領等の整備が必要となる。また、画像・映像情報は土木分野に限らず様々な分野で活用されていることから、他分野での先行事例（自動車分野、鉄道分野、防犯分野）を参考に、建設分野においても同様、あるいは更なる高度利用を図っていくことが有効である。

以上の成果について、建設現場の関係者が明確に意識しつつ、画像・映像情報の利活用技術の開発、利活用の普及に向けた環境整備を進め、より効率的かつ効果的な仕事の仕方へ変革し、建設プロセスの一層の生産性向上に寄与することを期待している。

2022 年 6 月現在

社会基盤情報標準化委員会　特別委員会　委員名簿

（敬称略）

委員長	皆川 勝	東京都市大学	名誉教授
委　員	今井 龍一	法政大学 デザイン工学部都市環境デザイン工学科	教授
	中川 雅史	芝浦工業大学 工学部土木工学科	教授
	中村 広幸	芝浦工業大学 工学部情報工学科	教授
	布施 孝志	東京大学 大学院工学系研究科社会基盤学専攻	教授
	山下 淳	東京大学 大学院新領域創成科学研究科 人間環境学専攻	教授
	林 雄一郎	国土交通省 大臣官房技術調査課 建設システム管理企画室	室長
	間野　耕司	公益社団法人 日本測量調査技術協会 GIS センター	主任研究員
	杉浦　伸哉	一般社団法人 日本建設業連合会 インフラ再生委員会 技術部会	委員
	藤澤　泰雄	一般社団法人建設コンサルタンツ協会 情報部会 ICT 委員会	委員

社会基盤情報標準化委員会　協力会員　名簿

株式会社アイサス	株式会社建設技術研究所
株式会社建設総合サービス	日本工営株式会社
パシフィックコンサルタンツ株式会社	

付録１　利活用事例集（ユースケース集）

付録１では、画像・映像情報の現場での利活用の推進や今後の標準化の検討の参考となるように、提言の検討の中で分析に使用した事例から有用なものをユースケースとしてまとめた。

ユースケースは、利用者が利用分野、プロセス、撮影・可視化対象事項、活用目的、技術要素、対象物（部材等）など、様々な観点で検索・参照しやすくするため、それぞれの観点を軸としたマトリックス表及び一覧表の形式（表　附-1 参照）でインデックスを整備した。

個々のユースケースは、画像・映像情報の基本的な構造で整理した「撮影・可視化対象事項」と「活用目的」の観点で、分類したすべてのグループについて作成した。

また、ユースケースは、さらなる現場への普及および理解が深まるよう、事例数や特徴に応じて、以下のような様式で整理した。

事例数が多い（画像・映像情報の利活用が進んでいる又は進む可能性の高いと考えられる）グループは、多く利用されている技術要素と対象物（部材）の組み合わせが標準化の検討の参考となるよう、代表的なものをユースケースとして取り上げ、画像・映像情報を活用した新たな仕事の仕方の効果を明確に示すために、「現在の仕事」と「新たな仕事」の形で対比して提示した（No.1-No15 参照）。利用技術の他分野展開の可能性がわかる事例は、他分野展開の可能性のある分野を記載してユースケースとして提示した（No.10-No.15 参照）。また、事例数が多くないグループにおいても、画像・映像情報の今後の技術導入の機会となるよう、すべての事例について１つ以上のユースケースを提示した（No.16-No.34 参照）。

これら形式でユースケースを公開することで、画像・映像情報の更なる利活用促進を期待するものである。

表　附-1　ユースケース集　目次（一覧表形式）

No ＋ 分類			技術概要	分野	プロセス	目的	撮影・可視化対象事項									活用効果※1						部材
事例数：多	他分野展開	事例数：多以外					位置	形状	文字	明	色	音	温度	速度	濃度	Q 品質	C コスト	T 工程	S 安全	T 教育	E 環境	
1	10		車両に搭載したレーザと３Dカメラにより、走行しながらひび割れやわだち掘れなどの路面の凸凹を計測	道路	維持管理	変化の把握	○	○								○	○	○	○			コンクリ/アスファルト
2			地物等の三次元点群データをAR表示することで、視界不良時においても、地物や地形の位置、形状がわかるようサポート	道路	維持管理	事象の認識	○	○											○			その他
3			カメラで撮影した鋼骨組構造物について、AIが部材を特定して自動検出する仕組み	分野共通	施工	変化の把握	○	○								○		○				鋼構造物
4			橋梁上のアスファルト舗装で、ビデオカメラで捉えた映像を解析してアスファルトフィニッシャの舗装高さを自動制御	橋梁	施工	事象の認識	○	○								○		○				コンクリート構造物
5			AR 技術を用いて、CIM モデルと三次元解析結果をiPadによって現地で表示するアプリケーション	その他	設計	事象の認識	○	○								○		○				鋼構造物
6	11		デジタルカメラで撮影した写真から、ひび割れ・クラックを自動抽出	橋梁	維持管理	変化の把握		○								○	○	○				コンクリート構造物
7			RC床版の下面の現時点の損傷情報（ひび割れなど）を入力することで、AIが余寿命を評価	橋梁	維持管理	事象の認識		○								○						コンクリート構造物
8			切羽写真の画像解析と、穿孔データによる前方地質のリアルタイム予測を組み合せて、切羽の崩落危険度を可視化	トンネル	施工	変化の把握		○						○					○			土構造物・地盤
9			CCTVカメラが撮影した河川の画像から、AIがリアルタイムで河川の溢水を検知する	河川	災害	変化の把握		○									○	○	○			その他
	12		遠方から撮影した高解像度画像のAI解析により、自動ひび割れを検知	橋梁	維持管理	変化の把握	○	○								○						コンクリート構造物
	13		舗装や構造物の3次元点群データから舗装面のわだち掘れやポットホール、コンクリートの浮き・剥離損傷などを検出	道路	維持管理	変化の把握	○	○								○	○	○				コンクリ/アスファルト
	14		「牽引式電気探査」装置を用いて、電位測定により堤防内部の水分量を可視化するシステム	河川	維持管理	変化の把握	○	○								○	○	○				土構造物・地盤
	15		地中レーダを用いてPC床版内部の損傷を電磁波により検出	橋梁	維持管理	変化の把握	○	○									○	○				コンクリート構造物
		16	設計工程で作成した3DCADと製造後の実物をARで重畳して位置のズレと形状の違いを確認	全般	施工	違いの判別	○	○								○						その他
		17	画像から計測機器の目盛等を把握	分野共通	維持管理	事象の認識			○								○	○				その他
		18	画像・映像を用いた交通量調査において、ナンバープレートを読み、車両を認識し、走行車両数をカウント	道路	調査・測量	変化の把握	○	○	○								○	○				その他
		19	画像・映像を用いた交通量調査において、車両通過時の輝度値の変化の差分から移動体を認識	道路	調査・測量	変化の把握	○	○		○							○	○				その他
		20	ロボットが、照明設備の照度を自動測定	分野共通	維持管理	事象の認識				○						○	○					その他
		21	コンクリート構造物の打継面の評価について、打継面の輝度分布から、状態の良否を判定	分野共通	施工	違いの判別		○		○						○						コンクリート構造物

No ＋ 分類			技術概要	分野	プロセス	目的	撮影・可視化対象事項									活用効果※1						部材
事例数：多	他分野展開	事例数：多以外					位置	形状	文字	明	色	音	温度	速度	濃度	Q 品質	C コスト	T 工程	S 安全	T 教育	E 環境	
		22	データベースから錆や劣化などの変状がよく似た画像を探し出し、損傷判定のときの参考として活用	橋梁	維持管理	事象の認識		○			○						○	○				鋼構造物
		23	道路区画線（白線）の塗装の剥離状況の変化を把握	道路	維持管理	変化の把握	○	○			○					○	○	○				コンクリート構造物
		24	自動車積載カメラにより信号機を撮影し、点灯色を判定して自動運転に活用	道路	維持管理	違いの判別	○	○			○							○				その他
		25	工事の騒音を可視化して、騒音の分布を把握	分野共通	施工	事象の認識						○									○	その他
		26	防音設備の設置による音の変化をシミュレーション	分野共通	施工	事象の認識						○									○	その他
		27	トンネル点検などで打音データを可視化し、異常箇所を見える化	トンネル	維持管理	違いの判別	○					○					○	○				コンクリート構造物
		28	人工衛星の赤外線画像からヒートアイランドの状況を把握	その他	その他	事象の認識							○								○	その他
		29	火山監視カメラの赤外線画像を常時監視し、噴火事象を検知	その他	災害	変化の把握				○	○		○				○					土構造物・地盤
		30	赤外線画像から、法面やコンクリート構造物の変化（浮きや剥離）を把握	橋梁	維持管理	変化の把握		○			○		○			○	○	○				コンクリート構造物
		31	CCTV画像を画像解析して河川の流速・流量を把握	河川	災害	変化の把握	○							○			○	○				その他
		32	画像や振動を解析し、橋梁のたわみを計測し、変位量を把握	橋梁	維持管理	変化の把握	○							○					○			コンクリート構造物
		33	生コンの流下速度を画像解析して、基準を超えたスランプ値となっていないか判定	分野共通	施工	違いの判別		○						○		○						コンクリート構造物
		34	沿道の大気汚染濃度を計測し、地図上に図化	その他	その他	変化の把握									○	○					○	その他
		35	トンネル内部の粉じん・メタンガス濃度を図化して、経時変化を確認	トンネル	施工	変化の把握									○				○		○	その他
		36	アオコの発生状況（濃度差）による濃淡、色彩の違いを判別して清掃範囲を明確化	ダム	維持管理	違いの判別		○					○		○				○		○	その他

※品質（Quality）：品質向上・高度化に寄与する技術　コスト（Cost）：コスト縮減に役立つ技術（費用や人員最小化）　工程（Time）：作業省力化や効率化、工期短縮に資する技術
安全（Safety）：安全性向上に寄与する技術　教育（Training）：教育・研修に役立つ技術　環境（Environment）：環境保全に役立つ技術

表　附-2　ユースケース集　目次（マトリックス形式：「撮影・可視化対象事項」×「活用目的」を軸）

		事象の認識	変化の把握	違いの判別
実物空間や仮想空間の像	①位置	位置×事象の認識× AI×コンクリート構造物（No.4）［施工］［橋梁］ 位置×事象の認識× 3次元モデル（No. 5）［設計］［分野共通］ 位置×事象の認識×AR/VR/MR（No.2）［維持管理］［道路］	位置×変化の把握× AI×コンクリート構造物（No.6、11）［維持管理］［橋梁］ 位置×変化の把握× AI×鋼構造物（No.3）［施工］［分野共通］ 位置×変化の把握× 3次元モデル×コンクリート構造物（No.1、10）［維持管理］［道路］	設計工程で作成した3DCADと製造後の実物をARで重畳して位置のズレと形状の違いを確認（No.16）［施工］［全般］
	②形状	形状×事象の認識× AI×コンクリート構造物（No.7）［維持管理］［橋梁］ 形状×事象の認識× AI×鋼構造物（No.22）［維持管理］［橋梁］ 形状×事象の認識× 3次元モデル（No. 5）［設計］［分野共通］ 形状×事象の認識× AR/VR/MR（No.2）［維持管理］［道路］	形状×変化の把握× AI×コンクリート構造物（No.6、11）［維持管理］［橋梁］ 形状×変化の把握× AI×鋼構造物（No.3）［施工］［分野共通］ 形状×変化の把握× AI×土構造物・地盤（No.8）［施工］［トンネル］ 形状×変化の把握× 3次元モデル×コンクリート構造物（No. 1、10）［維持管理］［道路］ 形状×変化の把握× AI×その他（No.9）［災害］［河川］	設計工程で作成した3DCADと製造後の実物をARで重畳して位置のズレと形状の違いを確認（No.16）［施工］［全般］
	③文字・記号・模様	画像から計測機器の目盛等を把握（No.17）［維持管理］［分野共通］	画像・映像を用いた交通量調査において、ナンバープレートを読み、車両を認識し、走行車両数をカウント（No.18）［調査･測量］［道路］	ー
	④明るさ	ロボットが、照明設備の照度を自動測定（No.20）［維持管理］［分野共通］	画像・映像を用いた交通量調査において、車両通過時の輝度値の変化の差分から移動体を認識（No.19）［調査･測量］［道路］	コンクリート構造物の打継面の評価について、打継面の輝度分布から、状態の良否を判定（No.21）［施工］［分野共通］
	⑤色	錆の色から建造物の腐食具合を把握（No.22）［維持管理］［橋梁］	道路区画線（白線）の塗装の剥離状況の変化を把握（No.23）［維持管理］［道路］	自動車積載カメラにより信号機を撮影し、点灯色を判定して自動運転に活用（No.24）［維持管理］［道路］
状態	⑥音	工事の騒音を可視化して、騒音の分布を把握（No.25）［施工］［分野共通］	防音設備の設置による音の変化をシミュレーション（No.26）［施工］［分野共通］	トンネル点検などで、打音の違いを可視化し、異常箇所を判定（No.27）［維持管理］［トンネル］
	⑦温度	人工衛星の赤外線画像からヒートアイランドの状況を把握（No.28）［その他］［その他］	火山監視カメラの赤外線画像を常時監視し、噴火事象を検知（No.29）［災害］［その他］	赤外線画像から、法面やコンクリート構造物の変化（浮きや剥離）を把握（No.30）［維持管理］［橋梁］
	⑧速度	CCTV画像を画像解析して河川の流速・流量を把握（No.31）［災害］［河川］	画像や振動を解析し、橋梁のたわみを計測し、変位量を把握（No.32）［維持管理］［橋梁］	生コンの流下速度を画像解析して、基準を超えたスランプ値となっていないか判定（No.33）［施工］［分野共通］
	⑨濃度	沿道の大気汚染濃度を計測・図化（No.34）［その他］［その他］	トンネル内部の粉じん・メタンガス濃度を図化して、経時変化を確認（No.35）［施工］［トンネル］	アオコの発生状況（濃度差）による濃淡、色彩の違いを判別して清掃範囲を明確化（No.36）［維持管理］［ダム］

事象の認識：事象やモノを認識・把握すること。変化の把握：事象やモノの変化を把握すること。違いの判別：二つ以上の事象やモノを比較して、差異を把握すること

表　附-3　ユースケース集　目次（マトリックス形式：「プロセス」×「技術要素」を軸）

	AI	3次元モデル	AR/VR/MR	その他
測量・調査	画像・映像を用いた交通量調査において、ナンバープレートを読み、車両を認識し、走行車両数をカウント（No.18）［道路］[③文字・記号・模様][変化の把握] 画像・映像を用いた交通量調査において、車両通過時の輝度値の変化の差分から移動体を認識（No.19）［道路］[④明るさ][変化の把握] 火山監視カメラの赤外線画像を常時監視し、噴火事象を検知（No.29）［その他][⑦温度][変化の把握]			人工衛星の赤外線画像からヒートアイランドの状況を把握（No.28）［その他][⑦温度][事象の認識] 沿道の大気汚染濃度を計測・図化（No.34）[その他][⑨濃度][事象の認識] CCTV画像を画像解析して河川の流速・流量を把握（No.31）［河川][⑧速度][事象の認識]
設計		AR 技術を用いて、CIM モデルと三次元解析結果をiPadによって現地で表示するアプリケーション（No. 5）［分野共通][①位置、②形状][事象の認識]		
施工	生コンの流下速度を画像解析して、基準を超えたスランプ値となっていないか判定（No.33）［分野共通][⑧速度][違いの判別] 橋梁上のアスファルト舗装で、ビデオカメラで捉えた映像を解析してアスファルトフィニッシャの舗装高さを自動制御（No.4）［橋梁][①位置][事象の認識] カメラで撮影した鋼骨組構造物について、AIが部材を特定して自動検出する仕組み（No.3）［分野共通][①位置、②形状][変化の把握] 切羽写真の画像解析と、穿孔データによる前方地質のリアルタイム予測を組み合せて、切羽の崩落危険度を可視化（No.8 ）［トンネル][②形状][変化の把握]	設計工程で作成した3DCADと製造後の実物をARで重畳して位置のズレと形状の違いを確認（No.16）［分野共通][①位置、②形状][違いの判別]		工事の騒音を可視化して、騒音の分布を把握（No.25）［分野共通][⑥音][事象の認識] 防音設備の設置による音の変化をシミュレーション（No.26）［分野共通][⑥音][変化の把握] トンネル内部の粉じん・メタンガス濃度を図化して、経時変化を確認（No.35）［トンネル][⑨濃度][変化の把握] コンクリート構造物の打継面の評価について、打継面の輝度分布から、状態の良否を判定（No.21）[分野共通][④明るさ][違いの判別]
維持管理	画像から計測機器の目盛等を把握（No.17）［分野共通][③文字・記号・模様][事象の認識] 錆の色から建造物の腐食具合を把握（No.22）［橋梁］[⑤色][変化の把握] 道路区画線（白線）の塗装の剥離状況の変化を把握（No.23）［道路][⑤色][変化の把握] トンネル点検などで、打音の違いを可視化し、異常箇所を判定（No.27）[トンネル][⑥音][違いの判別] アオコの発生状況（濃度差）による濃淡、色彩の違いを判別して清掃範囲を明確化（No.36）[ダム][⑨濃度][違いの判別] RC床版の下面の現時点の損傷情報（ひび割れなど）を入力することで、AIが余寿命を評価（No.7）［橋梁][②形状][事象の認識] データベースから錆や劣化などの変状がよく似た画像を探し出し、損傷判定のときの参考として活用（No.22）［橋梁][②形状][変化の把握] デジタルカメラで撮影した写真から、ひび割れ・クラックを自動抽出し、正確な診断図を作成するシステム（No.6、11）［橋梁][①位置、②形状][変化の把握] CCTVカメラが撮影した河川の画像から、AIがリアルタイムで河川の溢水を検知（No.9）［河川］[②形状]［変化の把握]	車両に搭載したレーザと3Dカメラにより、走行しながらひび割れやわだち掘れなどの路面の凸凹を計測（No.1、10）［道路][①位置、②形状][変化の把握] 地物等の三次元点群データをAR表示することで、視界不良時においても、地物や地形の位置、形状がわかるようサポート（No.2）［道路][①位置、②形状][事象の認識] 舗装や構造物の3次元点群データから舗装面のわだち掘れやポットホール、コンクリートの浮き・剥離損傷などを検出（No.13）［道路][トンネル][変化の把握]		ロボットが、照明設備の照度を自動測定（No.20）［分野共通][④明るさ][事象認識] 画像や振動を解析し、橋梁のたわみを計測し、変位量を把握（No.32）［橋梁][⑧速度][変化の把握] 自動車積載カメラにより信号機を撮影し、点灯色を判定して自動運転に活用（No.24）［道路][⑧色][違いの判別] 赤外線画像から、法面やコンクリート構造物の変化（浮きや剥離）を把握（No.30）［橋梁][⑥音][違いの判別] 遠方から7Kモデルカメラで調査対象を撮影し、ニューロ視覚センサを用いた自動ひび割れを検知（No.12）［橋梁］[道路][空港] ３GHz帯の地中レーダを用いてPC床版内部の損傷を電磁波により検出（No.15）［橋梁］[道路][鉄道] 「牽引式電気探査」装置を用いて、電位測定により堤防内部の水分量を可視化するシステム（No.14）][河川（提体）][斜面・法面]

事象の認識：事象やモノを認識・把握すること。変化の把握：事象やモノの変化を把握すること。違いの判別：二つ以上の事象やモノを比較して、差異を把握すること

表　附-4　ユースケース集　目次（マトリックス形式：「プロセス」×「分野」を軸）

	道路	橋梁	トンネル	河川	砂防	ダム
測量・調査	画像・映像を用いた交通量調査において、ナンバープレートを読み、車両を認識し、走行車両数をカウント（No.18）［③文字・記号・模様］［変化の把握］ 画像・映像を用いた交通量調査において、車両通過時の輝度値の変化の差分から移動体を認識（No.19）［④明るさ］［変化の把握］			CCTV画像を画像解析して河川の流速・流量を把握（No.31）［⑧速度］［事象の認識］		
設計						
施工		橋梁上のアスファルト舗装で、ビデオカメラで捉えた映像を解析してアスファルトフィニッシャの舗装高さを自動制御（No.4）［①位置］［事象の認識］	切羽写真の画像解析と、穿孔データによる前方地質のリアルタイム予測を組み合せて、切羽の崩落危険度を可視化（No.8）［②形状］［変化の把握］ トンネル内部の粉じん・メタンガス濃度を図化して、経時変化を確認（No.35）［⑨濃度］［変化の把握］			
維持管理	道路区画線（白線）の塗装の剥離状況の変化を把握（No.23）［⑤色］［変化の把握］ 車両に搭載したレーザと3Dカメラにより、走行しながらひび割れやわだち掘れなどの路面の凸凹を計測（No.1、10）［①位置、②形状］［変化の把握］ 地物等の三次元点群データをAR表示することで、視界不良時においても、地物や地形の位置、形状がわかるようサポート（No.2）［①位置、②形状］［事象の認識］ 自動車積載カメラにより信号機を撮影し、点灯色を判定して自動運転に活用（No.24）［⑧色］［違いの判別］ 舗装や構造物の3次元点群データから舗装面のわだち掘れやポットホール、コンクリートの浮き・剥離損傷などを検出（No.13）	錆の色から建造物の腐食具合を把握（No.22）［⑤色］［変化の把握］ RC床版の下面の現時点の損傷情報（ひび割れなど）を入力することで、AIが余寿命を評価（No.7）［②形状］［事象の認識］ データベースから錆や劣化などの変状がよく似た画像を探し出し、損傷判定のときの参考として活用（No.22）［②形状］［変化の把握］ デジタルカメラで撮影した写真から、ひび割れ・クラックを自動抽出し、正確な診断図を作成するシステム（No.6、11）［①位置、②形状］［変化の把握］ 赤外線画像から、法面やコンクリート構造物の変化（浮きや剥離）を把握（No.30）［⑥音］［違いの判別］ 遠方から7Kモデルカメラで調査対象を撮影し、ニューロ視覚センサを用いた自動ひび割れを検知（No.12） ３GHz帯の地中レーダを用いてPC床版内部の損傷を電磁波により検出（No.15）	トンネル点検などで、打音の違いを可視化し、異常箇所を判定（No.27）［⑥音］［違いの判別］ 画像や振動を解析し、橋梁のたわみを計測し、変位量を把握（No.32）［⑧速度］［変化の把握］ 舗装や構造物の3次元点群データから舗装面のわだち掘れやポットホール、コンクリートの浮き・剥離損傷などを検出（No.13）［変化の把握］	「牽引式電気探査」装置を用いて、電位測定により堤防内部の水分量を可視化するシステム（No.14） CCTVカメラが撮影した河川の画像から、AIがリアルタイムで河川の溢水を検知（No.9）［②形状］［変化の把握］		アオコの発生状況（濃度差）による濃淡、色彩の違いを判別して清掃範囲を明確化（No.36）［⑨濃度］［違いの判別］

	港湾	鉄道	その他	分野共通
測量・調査			火山監視カメラの赤外線画像を常時監視し、噴火事象を検知（No.29）[⑦温度][変化の把握] 人工衛星の赤外線画像からヒートアイランドの状況を把握（No.28）[⑦温度][事象の認識] 沿道の大気汚染濃度を計測・図化（No.34）[⑨濃度][事象の認識]	
設計				AR 技術を用いて、CIM モデルと三次元解析結果をiPadによって現地で表示するアプリケーション（No. 5）[①位置、②形状][事象の認識]
施工				生コンの流下速度を画像解析して、基準を超えたスランプ値となっていないか判定（No.33）[⑧速度][違いの判別] カメラで撮影した鋼骨組構造物について、AIが部材を特定して自動検出する仕組み（No.3）[①位置、②形状][変化の把握] 設計工程で作成した3DCADと製造後の実物をARで重畳して位置のズレと形状の違いを確認（No.16）[①位置、②形状][違いの判別] 工事の騒音を可視化して、騒音の分布を把握（No.25）[⑥音][事象の認識] 防音設備の設置による音の変化をシミュレーション（No.25）[⑥音][変化の把握] コンクリート構造物の打継面の評価について、打継面の輝度分布から、状態の良否を判定（No.21）[④明るさ][違いの判別]
維持管理				画像から計測機器の目盛等を把握（No.17）[③文字・記号・模様][事象の認識] ロボットが、照明設備の照度を自動測定（No.20）[④明るさ][事象認識]

事象の認識：事象やモノを認識・把握すること。変化の把握：事象やモノの変化を把握すること。違いの判別：二つ以上の事象やモノを比較して、差異を把握すること

画像・映像情報の利活用による新たな仕事の仕方に関するユースケース

車両に搭載したレーザと3Dカメラにより走行しながらひび割れやわだち掘れなどの路面の凸凹を計測

No	1	分野	道路	プロセス	維持管理
目的	事象の認識、変化の把握			撮影・可視化対象事項	形状、位置
対象物（部材等）	コンクリート構造物/アスファルト			活用効果	品質、コスト、工程、安全

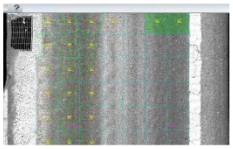
現在の仕事の仕方

■近接目視によって、損傷部を評価
- 点検者が巡視点検を行い、ひび割れや路面の凹凸を発見するごとに、長さや幅を手作業で撮影、記録。
- 近接目視により、損傷部を確認し、「舗装点検要領 － 6-1(2)健全度の診断 （アスファルト舗装）」の指標を基に、人が補修箇所を判断
- 画像は、損傷部の記録として活用

【画像・映像情報の活用目的】
損傷の記録

新たな仕事の仕方

■AIによる損傷部の抽出
- 点検者が、点検車で走行しながら路面の画像を撮影。撮影した画像と別途取得した高さデータを組み合わせることで、路面性状を3次元データ化。AIが、3次元データから、閾値以上の損傷部（ひびわれ、わだち掘れなど）と位置を特定し、画像上に表示
- 点検者は、画像から損傷部を確認し、補修箇所を視覚的に把握



【画像・映像情報の活用目的】
損傷部の評価・判定

撮影・可視化対象事項	【位置】事象の認識 【形状】事象の認識、変化の把握
撮影・可視化条件	ひび割れ、わだち掘れなどについて、横方向解像度：1㎜、高さ解像度：0.5㎜の精度で点群データを計測して、IRIを算出
対象の属性情報	【計測・点検結果】 ひび割れ率（平均値）、わだち掘れ量（平均値）、IRI（平均値）（縦断凹凸）、損傷位置の緯度経度情報

出典：https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/tenken/yobo28_10.pdf、https://www.mlit.go.jp/common/001385990.pdf、https://www.kurabo.co.jp/el/infrastructure/road/index.html#spec

図 附-5　新たな仕事の仕方に関するユースケース（No.1）

画像・映像情報の利活用による新たな仕事の仕方に関するユースケース

地物等の三次元点群データをAR表示することで、視界不良時においても地物や地形の位置・形状がわかるようサポート

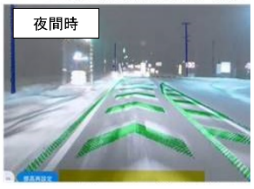
No	2	分野	道路	プロセス	維持管理
目的	事象の認識			撮影・可視化対象事項	位置、形状
対象物（部材等）	その他			活用効果	安全

現在の仕事の仕方

■オペレータによる目視確認
- 従来の除雪作業時は、オペレータが目視によって前方を確認していた
- 風雪時には前方の視界が悪く、横断歩道や標識を見落とすリスクがある
- また夜間作業においても視認性が悪くなるリスクがある

新たな仕事の仕方

■ARによる地形・地物のガイダンス
- 高精度測位タブレットにより除雪車の位置をGPSで測位
- タブレットで地物等の三次元点群データをAR表示することで、視界不良時においても、地物や地形の位置、形状などを正確に把握できる
- 構造物等への接触や危険箇所への侵入を抑制し、オペレータが向かうべき方向へ進めるため、安全性の向上が図れる



【画像・映像情報の活用目的】
地物・標識等のAR表示

撮影・可視化対象事項	【位置】事象の認識、【形状】事象の認識
撮影・可視化条件	動作温度:−10℃～50℃以内
対象の属性情報	—

出典：https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/details?regNo=KT-200040%20

図 附-6　新たな仕事の仕方に関するユースケース（No.2）

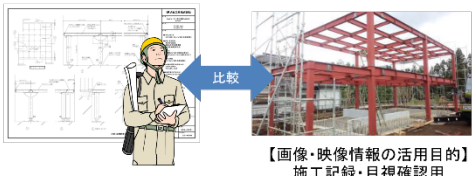
画像・映像情報の利活用による新たな仕事の仕方に関するユースケース

カメラで撮影した鋼骨組構造物についてAIが部材を特定して自動検出する仕組み

No	3	分野	分野共通	プロセス	施工
目的	変化の把握			撮影・可視化対象事項	位置、形状
対象物（部材等）	鋼構造物			活用効果	品質、工程

現在の仕事の仕方

■目視による出来高管理
- 建設現場における出来高管理は、写真を撮影し、詳細図やBIM/CIMモデルと照らし合わせて目視にて行う
- この作業は時間がかかり人的ミスも発生しやすい

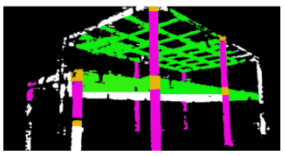


【画像・映像情報の活用目的】
施工記録・目視確認用

新たな仕事の仕方

■AIが部材を特定して自動的に出来高管理
- 深層学習を活用し、施工途中の鋼骨組構造における梁や柱などの各構造部材をカメラで撮影した画像から検出することで、効率的に施工現場の進捗を把握する
- 既存のCNN（畳み込みニューラルネットワーク）※や、撮影した画像から施工途中の構造物を検出可能な CNNを活用して、画像から各構造部材を把握

※ 画像からパターンや物体を認識するために最もよく利用されるニューラルネットワークの一つ



【画像・映像情報の活用目的】
形状などの特徴から部材を特定

撮影・可視化対象事項	【位置】変化の把握、【形状】変化の把握
撮影・可視化条件	画像サイズ512×512、柱・梁・接合部が写っているもの
対象の属性情報	—

出典：土木情報学シンポジウム講演集 Vol.44　No.41

図 附-7　新たな仕事の仕方に関するユースケース（No.3）

画像・映像情報の利活用による新たな仕事の仕方に関するユースケース

橋梁上の舗装でビデオカメラで捉えた映像を解析してフィニッシャの舗装高さを自動制御

No	4	分野	橋梁	プロセス	施工
目的	事象の認識			撮影・可視化対象事項	位置、形状
対象物（部材等）	コンクリート構造物			活用効果	品質、工程

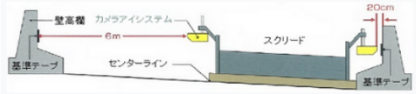
現在の仕事の仕方

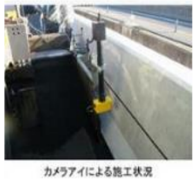
■センサワイヤを用いて舗装高さを制御
- 基準線となるセンサワイヤを設置するため、治具等の製作と基準線緊張作業が必要
- 2名以上の作業員によりセンサワイヤを設置・調整
- 接触検知により基準線のセンサワイヤに沿ってフィニッシャを稼働
- 施工終了後は設置物をすべて撤去

従来技術による施工状況

新たな仕事の仕方

■基準線を映像から認識して舗装高さを自動制御
- 基準線をセンサワイヤから黒色粘着テープに変更
- フィニッシャに取り付けたビデオカメラで基準線を撮影し、画像検知によって基準線を把握
- 自動制御により舗設作業を実施





カメラアイによる施工状況

【画像・映像情報の活用目的】
基準線の検出

撮影・可視化対象事項	【位置】事象の認識、【形状】事象の認識
撮影・可視化条件	ビデオカメラまでの距離が20cm～6mであること
対象の属性情報	【計測・点検結果】黒色粘着テープの高さ（＝計画舗装高）、敷設面の出来形

出典：https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/details?regNo=KT-170099%20

図 附-8　新たな仕事の仕方に関するユースケース（No.4）

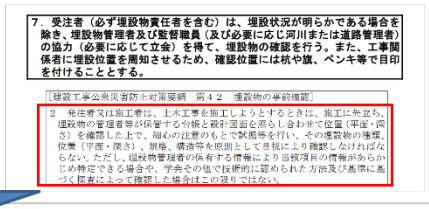
画像・映像情報の利活用による新たな仕事の仕方に関するユースケース

AR 技術を用いてCIM モデルと三次元解析結果をiPadによって現地で表示するアプリケーション

No	5	分野	分野共通	プロセス	設計
目的	事象の認識			撮影・可視化対象事項	位置、形状
対象物（部材等）	鋼構造物			活用効果	品質、工程

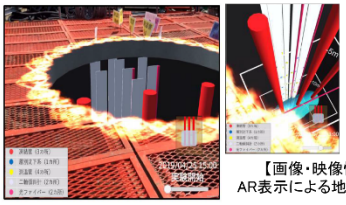
現在の仕事の仕方

■地下埋設物の目視確認
- 施工事故防止のため、「地下埋設物の事故防止マニュアル（中部地方整備局　R2.10）」において、地下埋設物の現状調査を行うことが定められている。
- この中では、関連図書がある場合をのぞき、地下埋設物の目視による確認を原則としている。



新たな仕事の仕方

■地下埋設物のAR表示による施工事故の防止
- iPadでARアプリケーションを起動しiPadに付属するカメラでマーカーを読み取ることで、地中の実際の場所に凍結管、ステップ毎の事前解析結果（0℃等値面・測温管位置での温度）および各種計器の三次元モデルをARで重畳表示する
- 凍土厚の経時変化を見ることで施工前に問題を把握
- 地盤凍結工法における凍結膨張の予測制御技術の向上に寄与する



【画像・映像情報の活用目的】
AR表示による地下埋設物の状況確認

撮影・可視化対象事項	【位置】事象の認識、【形状】事象の認識
撮影・可視化条件	施工場所にAR表示位置を特定するためのマーカーが設置されていること
対象の属性情報	【計測・点検結果】事前解析結果（0℃等値面・測温管位置での温度）※ARでモデルに表示、【その他】3次元モデル

出典：土木情報学シンポジウム講演集 Vol.44　No.22

図 附-9　新たな仕事の仕方に関するユースケース（No.5）

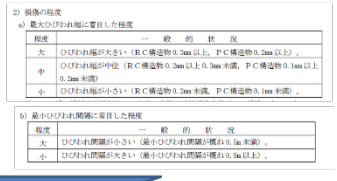
画像・映像情報の利活用による新たな仕事の仕方に関するユースケース

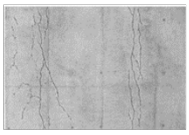
デジタルカメラで撮影した写真からひび割れ・クラックを自動抽出

No	6	分野	橋梁	プロセス	維持管理
目的	変化の把握			撮影・可視化対象事項	位置、形状
対象物（部材等）	コンクリート構造物			活用効果	品質、コスト、工程

現在の仕事の仕方

■近接目視によって、損傷程度を評価
- 近接目視によって、損傷程度を評価。その後、「橋梁定期点検要領-損傷程度の評価区分」や知見に基づき、人が補修箇所を評価・判断
- 画像は、損傷部の記録として活用

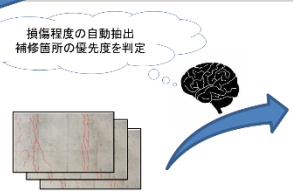




【画像・映像情報の活用目的】
損傷の記録

新たな仕事の仕方

■AIによる損傷部の抽出、補修の優先度の評価
- AIの画像判読により、画像上のひび割れ部を自動抽出。抽出したひび割れの幅や間隔から、損傷程度を評価し、画像上に損傷程度を色分け表示
- 将来は、AIが、部位や部材、周辺環境、損傷の進行度などの要因をふまえた補修の優先度を判定
- 担当者は、画像上の損傷程度を確認し、補修箇所を視覚的に把握



【画像・映像情報の活用目的】
損傷部及び補修優先度の
評価・判定結果を表示

撮影・可視化対象事項	【位置】変化の把握、【形状】変化の把握
撮影・可視化条件	損傷画像の撮影には撮影距離、カメラ画素数、画角等が一定の条件を満たす必要がある ※ひびわれの損傷を視認するために、必要な精度の一例としては、約2,420万画素（撮影距離5m以内）以上
対象の属性情報	【仕様・諸元】部位（橋梁-床）、周辺環境（交通量） 【計測・点検結果】最大ひび割れ幅、最小ひび割れ間隔

出典：https://www.fujifilm.com/jp/ja/business/inspection/infraservice/hibimikke/use#

図 附-10　新たな仕事の仕方に関するユースケース（No.6）

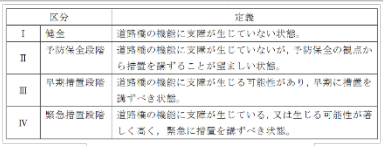
画像・映像情報の利活用による新たな仕事の仕方に関するユースケース

RC床版の下面の現時点の損傷情報（ひび割れなど）を入力することでAIが余寿命を評価

No	7	分野	橋梁	プロセス	維持管理
目的	事象の認識			撮影・可視化対象事項	形状、位置
対象物（部材等）	コンクリート構造物			活用効果	品質

現在の仕事の仕方

■点検結果をもとに健全性を評価
- 近接目視を基本とし、橋梁の状態把握を行う
- 目視の結果から部位、部材ごとに損傷程度を評価（損傷結果はイラストや写真で記録）
- 評価結果を踏まえて、橋梁全体の機能に及ぼす観点から健全性を診断する
- 次回点検時までの対策区分（優先度）は整理されるが、余寿命は評価されない。

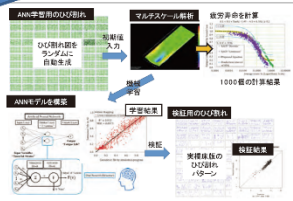


区分		定義
I	健全	道路橋の機能に支障が生じていない状態。
II	予防保全段階	道路橋の機能に支障が生じていないが，予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。
III	早期措置段階	道路橋の機能に支障が生じる可能性があり，早期に措置を講ずべき状態。
IV	緊急措置段階	道路橋の機能に支障が生じている，又は生じる可能性が著しく高く，緊急に措置を講ずべき状態。

【画像・映像情報の活用目的】
損傷の記録

新たな仕事の仕方

■AIによるRC床版の余寿命の評価
- 当該AIモデルに、RC床版の下面の現時点の損傷情報（ひび割れなど）を入力することで、余寿命を評価する。
- 損傷劣化状態（現時点）をインプットして、高度なFEM 解析を行うことで、重交通荷重に対する疲労余寿命の計算を行う。



【画像・映像情報の活用目的】
損傷の評価・余寿命の判定

撮影・可視化対象事項	【位置】事象の認識 【形状】事象の認識
撮影・可視化条件	（記載なし）
対象の属性情報	【仕様・諸元】交通荷重、学習用のひび割れ図 【計測・点検結果】損傷情報（ひび割れなど）

出典：SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）・インフラ維持管理・更新・マネジメント技術　インフラ技術総監　57-2　　マルチスケール統合解析による RC 床板の疲労余寿命評価（東京大学）

図 附-11　新たな仕事の仕方に関するユースケース（No.7）

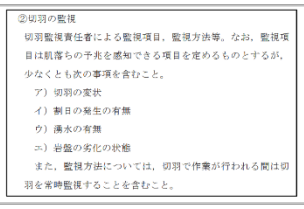
画像・映像情報の利活用による新たな仕事の仕方に関するユースケース

切羽写真の画像解析と穿孔データによる前方地質のリアルタイム予測を組み合せて、切羽の崩落危険度を可視化

No	8	分野	トンネル	プロセス	施工
目的	変化の把握			撮影・可視化対象事項	形状、速度
対象物（部材等）	土構造物・地盤			活用効果	安全

現在の仕事の仕方

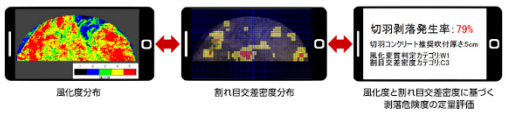
■切羽の監視方法は施工業者ごとに
- 「土木工事安全施工技術指針（国土交通省、H29.3）」にて、施工計画に切羽監視の方針を定める必要があることは記載されているが、明確な方針は各企業にて決定することとなる。



②切羽の監視
切羽監視責任者による監視項目，監視方法等。なお，監視項目は肌落ちの予兆を感知できる項目を定めるものとするが，少なくとも次の事項を含むこと。
ア）切羽の変状
イ）割目の発生の有無
ウ）湧水の有無
エ）岩盤の劣化の状態
また，監視方法については，切羽で作業が行われる間は切羽を常時監視することを含むこと。

新たな仕事の仕方

■切羽の写真から剥落危険性を予測
- 切羽写真を画像解析することにより、切羽の風化度と割れ目交差密度を定量評価
- 全国の400切羽以上の切羽写真とこれらの剥落状況のデータベースに基づいて、剥落危険度を評価
- 切羽で解析結果を確認できるため、適切な鏡吹付け厚を施工し、肌落ち災害の防止に貢献



【画像・映像情報の活用目的】
切羽の画像から地質を判断・
崩落危険性を予測

撮影・可視化対象事項	【形状】変化の把握、【速度】変化の把握
撮影・可視化条件	—
対象の属性情報	【計測・点検結果】切羽の風化度と割れ目交差密度

出典：https://www.kajima.co.jp/tech/c_ict/measurement/index.html#body_08

図 附-12　新たな仕事の仕方に関するユースケース（No.8）

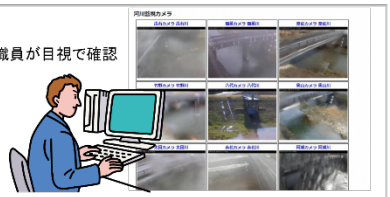
画像・映像情報の利活用による新たな仕事の仕方に関するユースケース

CCTVカメラが撮影した河川の画像からAIがリアルタイムで河川の溢水を検知する

No	9	分野	河川	プロセス	維持管理
目的	変化の把握			撮影・可視化対象事項	形状
対象物（部材等）	その他			活用効果	コスト、工程、安全

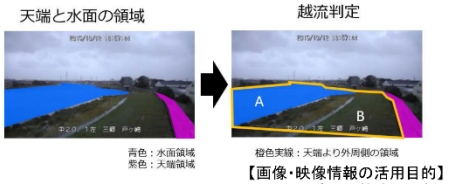
現在の仕事の仕方

■職員によるCCTVカメラの監視・判断
- 大規模災害時には多くの地点で越流の危険性があるため、すべてのカメラを監視することは困難
- 現場での経験に基づく適切な判断を必要とするが、対応経験のある技術者の確保が困難



新たな仕事の仕方

■CCTVカメラが撮影した河川の画像からAIが溢水を検知
- セマンティック・セグメンテーションという技術を用いて、CCTVの画像をAIが「空」「水面」「堤防天端」「天端外周」などに分割
- 水面と天端に着目し、事前に想定した閾値よりも水面の領域が多ければ越水が起きていると想定
- 大規模災害などで多くの場所で越水が起きた場合でも、発生地点を見落とすことなく正確に検知できる



【画像・映像情報の活用目的】
CCTV画像から越流を判定

撮影・可視化対象事項	【形状】変化の把握
撮影・可視化条件	障害物や光の影響を受けにくく、水位の変化がわかりやすい箇所の画像取得
対象の属性情報	ー

出典：https://www.tajima.or.jp/news/154732/、https://www.araya.org/wp-content/uploads/2021/08/20210806_Araya_Release_Water-Level-Estimation-AI.pdf

図 附-13　新たな仕事の仕方に関するユースケース（No.9）

他分野への展開が可能なユースケース

車両に搭載したレーザと3Dカメラにより走行しながらひび割れやわだち掘れなどの路面の凸凹を計測

No	10	分野	道路	左記に加えて展開可能な分野	港湾、鉄道、トンネル
プロセス	維持管理	目的	変化の把握	対象物（部材等）	コンクリート構造物/アスファルト
撮影・可視化対象事項	位置、形状			活用効果	品質、コスト、工程、安全

現在の仕事の仕方

■近接目視によって、損傷部を評価
- 点検者が巡視点検を行い、ひび割れや路面の凹凸を発見するごとに、長さや幅を手作業で撮影、記録。人が補修箇所を判断

新たな仕事の仕方

■AIによる損傷部の抽出
- 点検者が、点検車で走行しながら路面の画像を撮影。撮影した画像と別途取得した高さデータを組み合わせることで、路面性状を3次元データ化。AIが、3次元データから、閾値以上の損傷部（ひびわれ、わだち掘れなど）と位置を特定し、画像上に表示
- 点検者は、画像から損傷部を確認し、補修箇所を視覚的に把握

■他分野への展開について

＜港湾分野＞
空港の滑走路、エプロン（貨物の積み降ろし）部などに適用できることがメーカHPにて提示。

＜鉄道・トンネル分野＞
ワシントン地下鉄のトンネル壁面を調査。
漏水箇所等の自動抽出により作業効率化を実現

撮影・可視化対象事項	【位置】事象の認識 【形状】事象の認識、変化の把握
撮影・可視化条件	ひび割れ、わだち掘れなどについて、横方向解像度：1㎜、高さ解像度：0.5㎜の精度で点群データを計測して、IRIを算出
対象の属性情報	【計測・点検結果】ひび割れ率（平均値）、わだち掘れ量（平均値）、IRI（平均値）（縦断凹凸）、損傷位置の緯度経度情報

出典：https://www.kurabo.co.jp/el/infrastructure/road/、https://www.kurabo.co.jp/el/infrastructure/case/、https://www.kurabo.co.jp/el/infrastructure/tunnel/

図 附-14　他分野への展開が可能なユースケース（No.10）

他分野への展開が可能なユースケース

デジタルカメラで撮影した写真からひび割れ・クラックを自動抽出

No	11	分野	橋梁	左記に加えて展開可能な分野	ダム
プロセス	維持管理	目的	変化の把握	対象物（部材等）	コンクリート構造物
撮影・可視化対象事項	位置、形状			活用効果	コスト、工程、安全

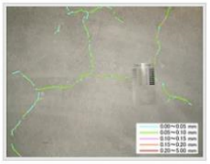
現在の仕事の仕方

■近接目視によって、損傷程度を評価
- 近接目視およびクラックスケールを用いたひび割れ測定によって、損傷程度を評価。その後、「橋梁定期点検要領-損傷程度の評価区分」や知見に基づき、人が補修箇所を評価・判断

出典：橋梁定期点検要領

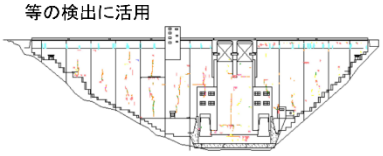
新たな仕事の仕方

■画像からひび割れ箇所の自動抽出
- デジタルカメラで撮影した写真から、ひび割れ・クラックを自動抽出し、より正確な診断図を作成するシステム。加工した可視画像よりひび割れの自動抽出を行うことができる。
- ひび割れの長さ・幅をベクトルデータとして出力可能。



■他分野への展開について

＜ダム＞
- 徳島県の正木ダムにて、UAVによる空中撮影と本技術を組み合わせ、ダム堤体のひび割れ等の検出に活用



撮影・可視化対象事項	【位置】変化の把握、【形状】変化の把握
撮影・可視化条件	損傷画像の撮影には撮影距離、カメラ画素数、画角等が一定の条件を満たす必要がある ※ひびわれの損傷を視認するために、必要な精度の一例としては、約2,420万画素（撮影距離5m以内）以上
対象の属性情報	【仕様・諸元】部位（橋梁-床）、周辺環境（交通量）、【計測・点検結果】最大ひび割れ幅、最小ひび割れ間隔

出典：http://www.kuraves-navi.com/software_a/ 、 https://www.skr.mlit.go.jp/kikaku/kenkyu/r2/ronbun/T-37.pdf

図 附-15　他分野への展開が可能なユースケース（No.11）

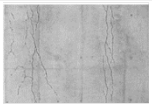
他分野への展開が可能なユースケース

遠方から撮影した高解像度画像のAI解析により自動でひび割れを検知

No	12	分野	橋梁	左記に加えて展開可能な分野	道路、空港
プロセス	維持管理	目的	変化の把握	対象物（部材等）	コンクリート構造物
撮影・可視化対象事項	位置、形状			活用効果	コスト、工程、安全

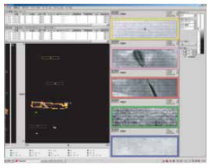
現在の仕事の仕方

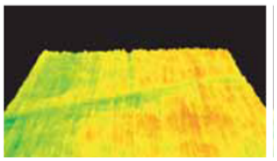
■近接目視によって、損傷程度を評価
- 近接目視およびクラックスケールを用いたひび割れ測定によって、損傷程度を評価。その後、「橋梁定期点検要領-損傷程度の評価区分」や知見に基づき、人が補修箇所を評価・判断



新たな仕事の仕方

■高精度検査AI技術により、目視では判断つかない遠方から損傷を検知
- 遠方からひび割れを自動検知する技術。7Kモデルカメラで調査対象を撮影し、ニューロ視覚センサを用いた自動ひび割れ検知を行う。
- 橋脚、桁下、道路等のコンクリート建造物のひび割れ調査などに活用。ひび割れの見逃しを無くし、ひび割れ検知の精度が向上するため、品質の向上が図れる





■他分野への展開について

＜道路・空港分野＞
通常のカメラで見えない微細な損傷について、この技術を用いて、遠くから撮影すると損傷部が把握できる。
道路や空港分野への実績あり。
（メーカーヒアリングに基づく）

撮影・可視化対象事項	【位置】変化の把握、【形状】変化の把握
撮影・可視化条件	損傷画像（ピント幅±200 ㎜） ※目視限界の50μm角を2000㎜離れて検知可能
対象の属性情報	—

出典：https://www.science-academy.jp/showcase/13/pdf/P-082_showcase2014.pdf 、 http://www.technos.jp/download/j_s5000kModelX100.pdf

図 附-16　他分野への展開が可能なユースケース（No.12）

他分野への展開が可能なユースケース

舗装や構造物の3次元点群データから舗装面のわだち掘れやポットホール、コンクリートの浮き・剥離損傷などを検出

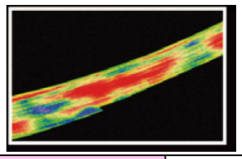
No	13	分野	道路、トンネル	左記に加えて展開可能な分野	鉄道、空港、河川（構造物）
プロセス	維持管理	目的	変化の把握	対象物（部材等）	コンクリート構造物/アスファルト
撮影・可視化対象事項	位置、形状			活用効果	品質、コスト、工程

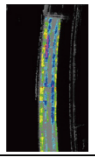
現在の仕事の仕方

■近接目視によって、損傷部を評価
- 点検者が巡視点検を行い、ひび割れや路面の凹凸を発見するごとに、長さや幅を手作業で撮影、記録。人が補修箇所を判断

新たな仕事の仕方

■基準面データと3次元点群データから損傷部を抽出
- 舗装や構造物の3次元点群データから基準面を作成し、3次元点群データとの差分を段彩表示できる。この機能により、舗装面のわだち掘れやポットホール、コンクリートの浮き・剥離損傷などの早期発見が可能となる。また同種の技術によりコンクリートの浮き確認、法面のはらみ出し確認が可能





■他分野への展開について

＜鉄道・河川（構造物）分野＞
- 「トンネルの維持管理、壁面の点検作業」「鉄道のメンテナンス業務を効率化。近接構造物との離隔を計測できる」「水中の構造物についても船上からデータ取得が可能」（製品パンフレットに基づく）

撮影・可視化対象事項	【位置】変化の把握、【形状】変化の把握
撮影・可視化条件	対象物から半径30m以内（それ以上離れた構造物は、点群の密度が低くなるため）
対象の属性情報	【計測・点検結果】わだち掘れ量、平坦性

出典：https://www.shutoko-eng.jp/technology/pdf/infdr.pdf、https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/details?regNo=KT-170012%20

図 附-17　他分野への展開が可能なユースケース（No.13）

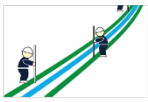
他分野への展開が可能なユースケース

「牽引式電気探査」装置を用いて電位測定により堤防内部の水分量を可視化するシステム

No	14	分野	河川	左記に加えて展開可能な分野	斜面・法面
プロセス	維持管理	目的	変化の把握	対象物（部材等）	土構造物・地盤
撮影・可視化対象事項	位置、形状			活用効果	品質、コスト、工程

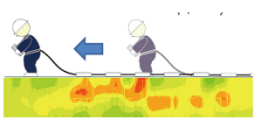
現在の仕事の仕方

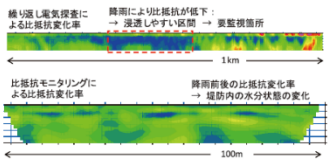
■近接目視によって、堤防の異常を確認
- 河川堤防の浸透に関するよう監視箇所の絞り込みとして、従来は、点的な堤防点検を実施。調査・監視点数が少なく、縦断方向の連続的評価が困難



新たな仕事の仕方

■地盤内の状態（物性変化）を定量的に計測、要監視箇所の絞り込み
- 長大な堤防を効率よく探査できる「牽引式電気探査」装置を用いて、電位測定により堤防内部の水分量を可視化するシステム。降雨・出水前後に比抵抗の変化を計測することで、要監視箇所を絞り込むことができる。





■他分野への展開について

＜斜面・法面＞
- 関連論文において堤防のほかに斜面における表層崩壊も研究対象としており、斜面への適用は可能。実際に平成18年に斜面崩壊が発生した長野県辰野町赤羽地区において計測を行っている。

撮影・可視化対象事項	【位置】変化の把握、【形状】変化の把握
撮影・可視化条件	降雨あるいは出水の前後の画像取得
対象の属性情報	【計測・点検結果】地盤内の状態が変化した深度、変化率

出典：インフラ技術総覧　SIP　P88、http://www.oyo.co.jp/oyocms_hq/wp-content/uploads/2014/12/2013_04.pdf

図 附-18　他分野への展開が可能なユースケース（No.14）

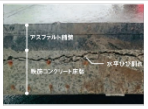
他分野への展開が可能なユースケース

地中レーダを用いてPC床版内部の損傷を電磁波により検出

No	15	分野	橋梁	左記に加えて展開可能な分野	道路、鉄道
プロセス	維持管理	目的	変化の把握	対象物（部材等）	コンクリート構造物
撮影・可視化対象事項	位置、形状			活用効果	コスト、工程、安全

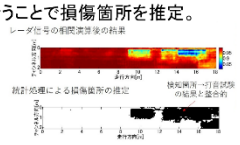
現在の仕事の仕方

■近接目視・打音検査等によって床板内部を確認
- 現在RC床版内部の状態調査のために車線規制を掛けて舗装を剥がして人力で密に打音試験などを実施



新たな仕事の仕方

■レーダ計測結果から損傷箇所の特定
- RC床版内部の損傷を人力によらず自動的に検知するために、非接触・高速での計測が可能な電磁波によるレーダ技術。床版の損傷をレーダ技術により自動的に検知する信号処理アルゴリズムを開発。
- 損傷部での信号のわずかな変化を強調するため、「逆畳み込み演算」や「相関演算」とよばれる方法により信号を処理し、統計処理を行うことで損傷箇所を推定。



■他分野への展開について
＜道路分野、鉄道分野＞
HPの記載では、本件はGPSやスマートフォンのセンサを活用した、振動計測による橋梁モニタリングが主体ではあるが、そのほかに、以下に活用できることが示されている。
1. 鋼箱桁橋に無線ノードを設置し，余震による地震応答を計測する技術
2. スマートフォンを活用した、舗装路面のモニタリング技術
3. 加速度計をスマートフォンの内蔵マイクにより走行中の音声を録音して、鉄道軌道の状態をチェックするシステム

撮影・可視化対象事項	【位置】変化の把握、【形状】変化の把握
撮影・可視化条件	時速80km/hでの走行までなら適当（それ以上は計測結果に影響）
対象の属性情報	【計測・点検結果】地中内部の損傷や異物（土砂が流入している箇所など）

出典：インフラ技術総覧　SIP　P23、https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/cpbook/18/00017/00005/、http://www.bridge.t.u-tokyo.ac.jp/monitoring/index.html

図 附-19　他分野への展開が可能なユースケース（No.15）

画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース

設計工程で作成した3DCADと製造後の実物をARで重畳して位置のズレと形状の違いを確認

No.	16	分野	全般	プロセス	施工
目的	違いの判別 （設計図面と出来形のズレと形の違いを把握）			撮影・可視化対象事項	位置（位置のズレを把握） 形状（形状の違いを把握）
技術要素	AR/VR/MR、BIM/CIM			活用効果	品質

■背景および技術用途
- 立体構造物に対し、「設計図面通りに製造されているか」を正確かつ効率的に検査することは困難
- 設計工程で作成した3DCADのデータと製造後の実物を簡単に比較するための仕組み
- 一つの製造部材の診断に要する時間は、従来と比較して10分の1に削減

■技術詳細
- AR技術により、タブレットの画面上に製造物と3DCADを重ね合わせた画像を表示できるため、右図のようにボルト孔位置のズレを把握可能
- 診断結果はサーバに保存され、ノウハウ共有、進捗管理、品質記録として利用可能

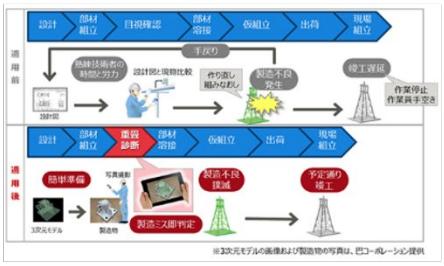


図　作業工程の比較

図　AR技術で加工位置のズレを把握

出典：富士通等　https://www.fujitsu.com/jp/solutions/industry/manufacturing/monozukuri-total-support/products/plm-software/smart-monozukuri/3d-chojyo/、https://pr.fujitsu.com/jp/news/2016/12/27.html

図 附-20　画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース（No.16）

画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース

画像から計測機器の目盛等を把握

No.	17	分野	分野共通	プロセス	維持管理
目的	事象の認識 （時点の計測機器の目盛を認識）			撮影・可視化対象事項	文字 （メータの数値を認識）
技術要素	AI（画像解析）			活用効果	コスト、工程

■背景および技術用途
- 発電所や変電所の巡視業務に導入することで、作業の効率化を目指す

■技術詳細
- タブレット端末のカメラを用いて、AIによる画像認識でメータの数値を正しく読み取るシステム
- 読み取った情報をもとに点検日報などのドキュメントが作成される
- AI技術の1つであるディープラーニングを活用
- 異常値を検出した場合、管理者にアラートを通知

図　メータ撮影のイメージ

図　メータの数値を読み取るイメージ

出典：三菱電機プラントエンジニアリング、中国電力・富士通等　https://www.hakaru.ai/、https://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1703/31/news041.html

図 附-21　画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース（No.17）

画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース

画像・映像を用いた交通量調査において、ナンバープレートを読み、車両を認識し、走行車両数をカウント

No.	18	分野	道路	プロセス	調査・測量
目的	変化の把握 （ある地点の変化（車両の有無）を把握して、走行車両数を算出）			撮影・可視化対象事項	文字、位置、形状 （ナンバープレートの文字を認識）
技術要素	AI（画像解析）			活用効果	品質、コスト、工程

■背景および技術用途
- ビデオ画像観測は汎用性と観測の手軽さがある一方、解析作業に膨大な時間と労力を要する課題があった
- 移動体の追跡技術によって位置軌跡データを蓄積
- 車両のナンバープレート画像から文字認識することで、車種や用途を特定する

■技術詳細
- テンプレートマッチングでナンバープレートを抽出し、その中の一連指定番号を構成している個々の数字を認識
- 文字領域の穴の個数、縦横比および形状凸面度を基に数字を判別

図　文字認識の手順

図　車番認識の実行画面

出典：名古屋大学等、交通流解析のためのビデオ画像処理システム TrafficAnalyzer の開発と性能検証、土木学会論文集 D、Vol.62、No.3、pp.276-287、2006.

図 附-22　画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース（No.18）

画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース

画像・映像を用いた交通量調査において、車両通過時の輝度値の変化の差分から移動体を認識

No.	19	分野	道路	プロセス	調査・測量
目的	変化の把握 （ある地点の変化（車両の有無）を把握して、走行車両数を算出）			撮影・可視化対象事項	明るさ、位置、形状（ある地点の車両の陰影を把握）
技術要素	AI（画像解析）			活用効果	品質、コスト、工程

■背景および技術用途
- ビデオ画像観測は汎用性と観測の手軽さがある一方、解析作業に膨大な時間と労力を要する課題があった
- 移動体の追跡技術によって位置軌跡データを蓄積
- 車両通過時の輝度値の変化の差分から移動体を認識

■技術詳細
- 背景差分によって抽出された車両候補の領域は、右図のようなノイズ除去を試行することでより正確に車両位置を推定
- 車両の走行位置を求めるために、車両領域に外接する矩形領域を面積が最小となる形で生成することで、実際のビデオ画像上に重ね合わせて表示

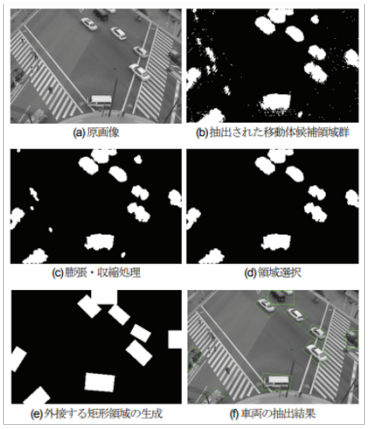


図　移動体領域の抽出（車両の例）

出典：名古屋大学等、交通流解析のためのビデオ画像処理システム TrafficAnalyzer の開発と性能検証、土木学会論文集 D、Vol.62、No.3、pp.276-287、2006.

図 附-23　画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース（No.19）

画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース

ロボットが照明設備の照度を自動測定

No.	20	分野	分野共通	プロセス	維持管理
目的	事象の認識（時点の現場の明るさを認識）			撮影・可視化対象事項	明るさ（照明設備の照度を測定）
技術要素	輝度分布解析			活用効果	品質、コスト

■背景および技術用途
- 建築現場において手間と時間のかかる、各照明設備の照度測定や調整作業の無人化を実現するため
- ロボットが照度測定を自動で取得し、測定データを建物側の明るさセンサに送信することで、照度の調整作業も行う

■技術詳細
- あらかじめ測定するエリアの図面データから照明と照度センサの位置を読み込むことで自動で走行経路を決定
- 照度計を搭載したアームが上下し、床面から一般的な机上面の高さ（800mm）までの範囲内で任意の高さの照度を測定

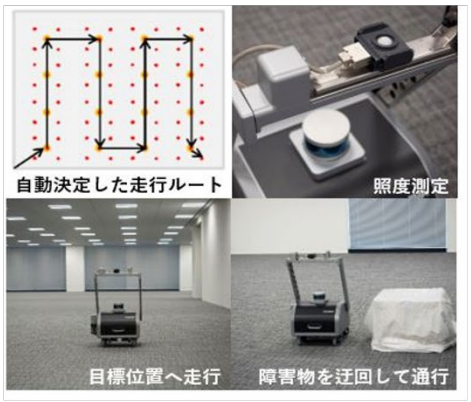


図　自動照度測定・調整ロボットの稼働状況

出典：鹿島建設等　https://www.kajima.co.jp/news/press/201909/30a1-j.html

図 附-24　画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース（No.20）

画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース

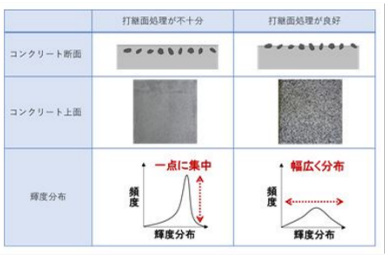
コンクリート構造物の打継面の評価について、打継面の輝度分布から状態の良否を判定

No.	21	分野	分野共通	プロセス	施工
目的	違いの判別 （打継面の処理状態がよい場合と悪い場合の明るさを判別）			撮影・可視化対象事項	明るさ、形状 （打継面の処理状態を評価）
技術要素	その他（専用ソフト解析）			活用効果	品質

■背景および技術用途
- 打継面の処理状態が構造物の機能・性能に大きな影響を与えるが、処理状態の良否を定量的に判定する基準がない
- タブレット端末で撮影した写真から打継面の処理状態の良否をアプリケーションで判定
- 社員や作業員の経験によらず、一定の基準で打継面の処理状態を判定可能

■技術詳細
- 打継面の凹凸の状態、粗骨材の露出状態によって異なる輝度分布に着目
- 打継面処理が不十分な面では、凹凸が少なく輝度の違いが小さいため一点に集中した輝度分布を示す

表　打継面処理の良否判定の概念



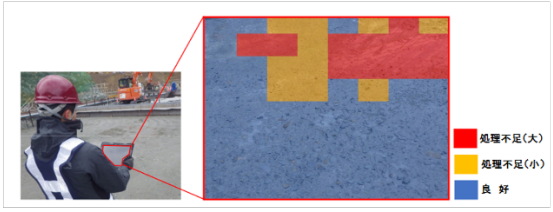


図　画像解析技術を活用した打継面の評価状況

出典：鹿島建設　https://www.kajima.co.jp/news/press/202009/8c1-j.htm

図 附-25　画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース（No.21）

画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース

データベースから錆や劣化などの変状がよく似た画像を探し出し損傷判定のときの参考として活用

No.	22	分野	橋梁	プロセス	維持管理
目的	事象の認識 （橋梁の支承などの損傷を認識）			撮影・可視化対象事項	色、形状 （支承などの錆や劣化を認識）
技術要素	AI（画像解析）			活用効果	コスト、工程

■背景および技術用途
- 点検で得られた画像やその診断結果を簡易に見比べることで、劣化診断の精度を高めたい
- 過去の点検結果から約8万件の画像をデータベース化し、画像間の類似性を把握
- 経験の浅い技術者を支援するという開発の目的

■技術詳細
- 類似性を把握するために「色の面積」「輪郭線の分布」「色の分布」「模様の形状」に着目
- 取得画像は遠景と近景を組み合わせた静止画像
- 色の特性を踏まえて、類似する過去の点検結果を検索・表示

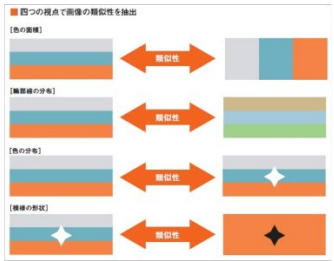


図　画像の検索システムで比較する項目

図　画像の検索システムにおける表示画面

出典：東日本高速道路、東京大学、北海道大学等。日経 XTECH　https://xtech.nikkei.com/kn/article/const/column/20150407/697271/

図 附-26　画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース（No.22）

画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース

道路区画線（白線）の塗装の剥離状況の変化を把握

No.	23	分野	道路	プロセス	維持管理
目的	変化の把握 （道路区画線の剥離状況の変化を把握）			撮影・可視化対象事項	色、位置 （白線の色味を画像から認識）
技術要素	AI（画像解析）			活用効果	品質、コスト、工程

■背景および技術用途
- 積雪地域では、除雪作業によって道路区画線が損傷(剥離)するため、毎年区画線の塗り直しを行っている。本システムは、その塗り直しの判断のために、対象区間内の道路区画線の剥離率分布(20～500m程度の間隔)を、数値化、可視化する技術
- 従来は、調査員が道路上にて路面撮影を行ない、その画像から目視評価を実施。道路上の作業であるため、危険や交通規制などの課題があった。また、評価結果は、調査員の主観によるため、結果のばらつきや過剰評価の可能性があった

■技術詳細
- 走行中の車両内からデジタルカメラで前方路面を任意の距離間隔で自動連続撮影し、その画像から専用の画像解析ソフトウエアにより道路区画線の剥離率分布を可視化
- 線幅15cmの実線を判読可能
- 道路区画線の内、車線と平行に設置されていないもの(ゼブラ帯など)、トンネル部等光量が少ない区間は判読不可
- 「目視評価による目視評価ランク(全国道路標識・標示業協会 JCASM 技術資料 Vol.8「路面標示と交通安全」平成20年4月発刊)」、「区画線の維持管理ガイドライン(案)(独立行政法人土木研究所 寒地土木研究所)」の基準に準拠して判断

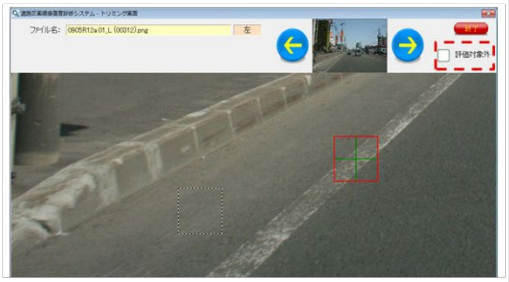


図 剥離箇所の分析画面イメージ

出典：NETIS:走行式道路区画線診断システム https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/details?regNo=HK-160014%20

図 附-27 画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース（No.23）

画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース

自動車積載カメラにより信号機を撮影し点灯色を判定して自動運転に活用

No.	24	分野	道路	プロセス	維持管理
目的	違いの判別 （信号灯の色の違いを判別）			撮影・可視化対象事項	色、位置、形状 （信号灯の色相を確認）
技術要素	AI（画像認識）			活用効果	工程

■背景および技術用途
- 都市部では、乗り物やビルなどからの信号機に類似する発光物体があり、正確に信号機を認知する技術が重要
- 自動運転自動車で活用される交通信号を遠距離から正確に検知する技術を開発
- 信号灯の色相の違いなどを機械学習して、信号灯を認識

■技術詳細
- 搭載カメラで捉えた信号灯および矢印灯（解像度が10ピクセル以下の大きさを対象）を検出
- デジタル地図を活用することにより信号灯に加えて矢印灯の状態を高精度かつ低処理負荷で認識

図 自動運転自動車による信号灯・矢印灯の認識

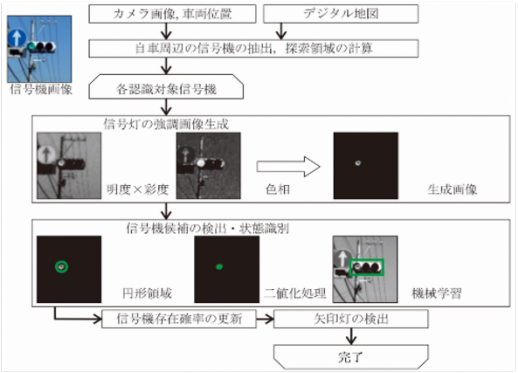


図 信号認識アルゴリズムの概要

出典：金沢大学、中部大学、名城大学等 https://www.kanazawa-u.ac.jp/rd/81251、https://www.sip-adus.go.jp/evt/workshop2020/file/sr/SR_10J_Suganuma.pdf、https://www.sip-adus.go.jp/rd/rddata/rd03/201s.pdf

図 附-28 画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース（No.24）

画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース

工事の騒音を可視化して騒音の分布を把握

No.	25	分野	分野共通	プロセス	施工
目的	事象の認識 （工事音を計測し、騒音の状況を把握）			撮影・可視化対象事項	音 （工事音を計測）
技術要素	音波診断			活用効果	環境

■背景および技術用途
- 工場の騒音源を見える化し、最適な騒音の対策方法を検討する
- 複数のマイクロホンとカメラによって、影響の大きい騒音源を特定

■技術詳細
- 球形のセンサに31個のマイクロホンと12個のカメラが装着されており、短時間の測定でも騒音源を確認できる
- 下図のマイクロホン間で生じる音圧差と位相（時間）差を分析することで、カメラに写っている範囲内から球センサー方向に到来する音だけを抽出、球センサー中心位置から見た到来音の大きさ（方向別音圧レベル）の分布を可視化（カラーマップ化）

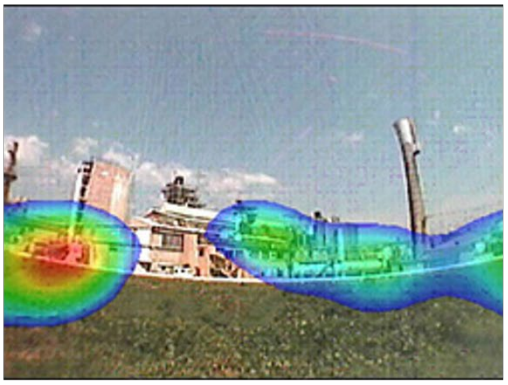
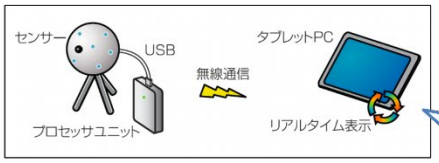


図　騒音源を可視化したイメージ



球センサーおよび電源も兼ねたプロセッサユニット、タブレットPCの3点で構成され、球センサーとプロセッサユニットはUSBケーブル1 本で、プロセッサユニットとタブレットPCは無線接続（無線LAN）で通信が行われる

出典：日本音響エンジニアリング等　https://www.noe.co.jp/business/noise-control/construction/factory.html

図 附-29　画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース（No.25）

画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース

防音設備の設置による音の変化をシミュレーション

No.	26	分野	分野共通	プロセス	施工
目的	変化の把握 （防音設備を設置した場合の音の変化をシミュレーション）			撮影・可視化対象事項	音 （騒音の変化をシミュレーション）
技術要素	音波診断			活用効果	環境

■背景および技術用途
- 騒音源からの音をシミュレーションし、騒音の伝搬状況を可視化
- 防音設備を設置した場合の音の変化を予測し、最適な騒音の対策方法を検討する

■技術詳細
- 防音設備を設置した場合の騒音源からの音をシミュレーションし、騒音の伝搬状況を可視化
- シミュレーションによる可視化に加えて、対策後の騒音状況を音で聴いて確認できる（可聴化）

注）No.25とあわせて利用することで騒音の把握から対策まで実施可能

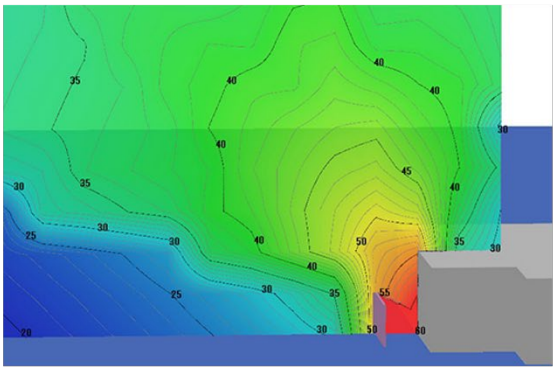


図　取得した騒音源を用いて騒音をシミュレーション

出典：日本音響エンジニアリング等　https://www.noe.co.jp/business/noise-control/construction/factory.html

図 附-30　画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース（No.26）

画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース

トンネル点検などで打音データを可視化し異常箇所を見える化

No.	27	分野	トンネル	プロセス	維持管理
目的	違いの判別 （正常な打音と異常な打音の違いを判別）			撮影・可視化対象事項	音、位置 （打音の異常を認識）
技術要素	AI（音の解析）			活用効果	コスト、工程

■背景および技術用途
- 打音検査は点検員の経験や感覚に依存しているが、高齢化と労働人口の減少に伴い、熟練点検員は減少する傾向
- 構造物の異常箇所と異常の度合いを自動検知する
- 熟練点検員の確保が難しい地方をはじめ今後急増すると予想される全国のインフラ点検作業での活用に期待

■技術詳細
- 点検ハンマーによる打音の違いを機械学習し、構造物の異常箇所と異常の度合いを自動検知する技術
- 学習した正常な打音からどの程度異なる音か定量的に解析し、色付けして可視化

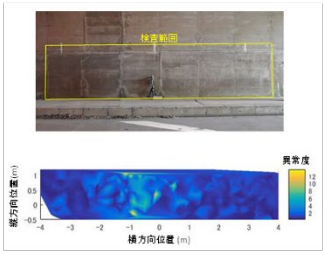


図　検査箇所の様子と得られた異常度マップ

図　信号認識アルゴリズムの概要

出典：産業技術総合研究所、インフラ技術総覧、産総研　https://www.jst.go.jp/sip/dl/k07/sip_k07_souran.pdf、https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2017/pr20170601/pr20170601.html

図 附-31　画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース（No.27）

画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース

人工衛星の赤外線画像からヒートアイランドの状況を把握

No.	28	分野	その他	プロセス	その他
目的	事象の認識 （地表温度を把握し、ヒートアイランド現象を確認）			撮影・可視化対象事項	温度 （地表温度を把握）
技術要素	―			活用効果	環境

■背景および技術用途
- 人工衛星ランドサットには（バンド6）熱赤外を感知するセンサが搭載されている

■技術詳細
- 熱赤外は過去のデータを見ることにより陸域では地表温度、特に市街地のヒートアイランド現象を明確に表示
（図中の赤丸円内には円形農場があり、周囲の地表面（土漠）と違い温度が低く、海水温とほぼ同じことが示されている）
（過剰な森林破壊や伐採の現状を視覚的に示すことができる）

図　世界第2位の産油国クウェートの画像（バンド6）

出典：JAXA 等　http://www.yac-j.com/labo/list/pdf/2.Satellite/2-7.pdf

図 附-32　画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース（No.28）

画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース

火山監視カメラの赤外線画像を常時監視し噴火事象を検知

No.	29	分野	その他	プロセス	災害
目的	変化の把握 （平常時/災害時の火山を比較して、噴火事象の初動を観測）			撮影・可視化対象事項	温度、明るさ、色 （噴火事象の初動を確認）
技術要素	AI（画像解析）			活用効果	コスト

■背景および技術用途
- 火山監視の運用を効率化するために開発

■技術詳細
- 焼岳・安房山を対象として、火山監視カメラの画像についてAIで学習を行い、噴火事象（噴煙、土石流等）を自動検出する技術
- CNN（畳み込みニューラルネットワーク）により、画像内の噴火事象の特徴を抽出し、事象の検出と規模を算出するモデルを構築
- 晴天時や曇天時を問わず、雲と実噴煙・模擬噴煙を区別して噴煙のみを検出

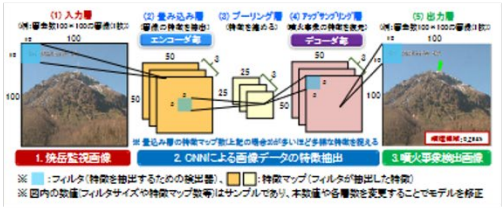


図　CNNによる噴火事象検出

図　テストデータに対する噴火事象検出結果の一例

出典：建設技術研究所等，深層学習による活火山監視効率化に関する研究，土木学会論文集 F3(土木情報学)，75 巻 2 号，pp. I_22-I_29，2019.

図 附-33　画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース（No.29）

画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース

赤外線画像から法面やコンクリート構造物の変化（浮きや剥離）を把握

No.	30	分野	橋梁	プロセス	維持管理
目的	違いの判別 （コンクリート面の損傷部とそれ以外の温度差を判別）			撮影・可視化対象事項	温度、形状 （異常な温度を確認）
技術要素	専用ソフトウェアによる画像解析			活用効果	品質、コスト、工程

■背景および技術用途
- 赤外線カメラで撮影したコンクリート表面等の温度画像から浮きや剥離などの劣化箇所を特定
- 劣化箇所を画像上に抽出して表示

■技術詳細
- 温度情報を持った赤外線画像を取得できるため、特定温度の抽出、差画像の作成、再判定等が可能
- ひび割れ自動抽出システム「Kuraves-Actis」と併用することで、浮き・剥離に加えひび割れ幅・長さの解析が可能

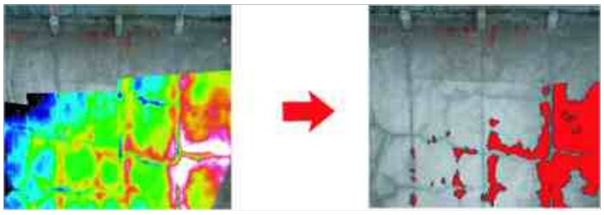


図　赤外線診断の一例

出典：倉敷紡績株式会社等　https://www.kurabo.co.jp/el/3d/kuraves_th2d_01.html

図 附-34　画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース（No.30）

画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース

CCTV画像を画像解析して河川の流速・流量を把握

No.	31	分野	河川	プロセス	災害
目的	事象の認識 （河川の流速と流量を把握）			撮影・可視化対象事項	速度、位置 （河川の気泡などの移動速度を把握）
技術要素	AI（画像解析）			活用効果	コスト、工程

■背景および技術用途
- 流量観測業務の省人化と精度管理や向上を図るために新しい流速・流量観測システム
- 既設のCCTV画像を用いて、PIV(粒子画像速度計測法)により流速・流量を計測
- 画像解析による流量観測は、本来は波や流下物が多い洪水時のほうが適しているが、平常時にも観測は可能

■技術詳細
- 水面を撮影した動画から、画像上の任意の範囲が⊿t時間後に移動した量をパターンマッチング（画像相関）により検出し、表面流速を計測
- PIV法と浮子測法の観測結果等の比較による相互の手法の観測精度の向上・評価をすることが可能

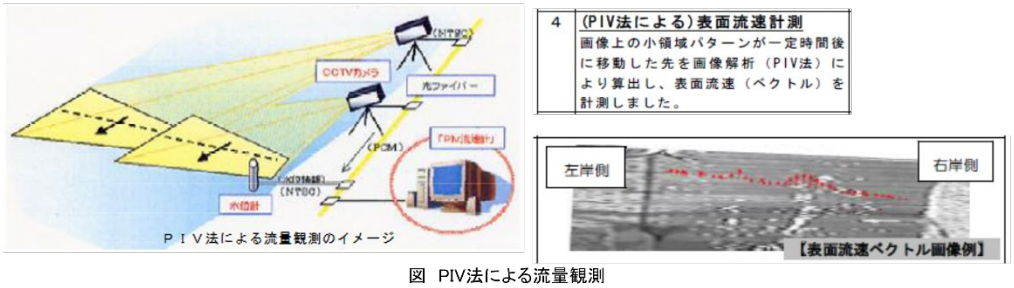


図　PIV法による流量観測

出典：那賀川河川事務所等　https://www.mlit.go.jp/chosahokoku/h15giken/pdf/0214.pdf

図 附-35　画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース（No.31）

画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース

画像や振動を解析し、橋梁のたわみを計測し変位量を把握

No.	32	分野	橋梁	プロセス	維持管理
目的	変位の把握 （橋梁のたわみを計測して、変化が生じた時点を把握）			撮影・可視化対象事項	速度、位置 （橋梁のたわみの加速度を把握）
技術要素	変位解析			活用効果	安全

■背景および技術用途
- 既存インフラ維持のための点検・保守、老朽化対策が求められている一方で、労働人口減や高齢化により点検・保守にあたる要員の確保が課題
- 離れた場所から橋梁を4K解像度で撮影し、画像解析によって橋梁の変位を計測

■技術詳細
- 点検のための足場などの設置が不要であり、センサの設置が困難な場所であっても計測が可能
- 振動と変位を計測し、振動の可視化、周波数分析、たわみ量分析などを行える

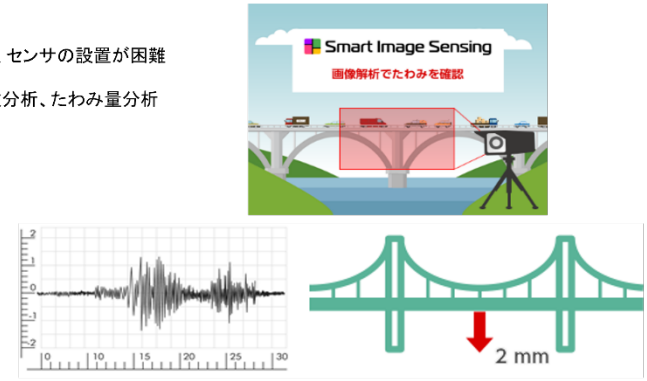


図　解析データの可視化のイメージ

出典：パナソニック等　https://sol.panasonic.biz/sis/services/4k-image.html、https://news.panasonic.com/jp/press/data/2018/04/jn180402-1/jn180402-1.html

図 附-36　画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース（No.32）

画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース

生コンの流下速度を画像解析して基準を超えたスランプ値となっていないか判定

No.	33	分野	分野共通	プロセス	施工
目的	違いの判別 （スランプ値について、正常値との乖離を判定）			撮影・可視化対象事項	速度、形状 （生コンの流下速度を確認）
技術要素	AI（画像解析）、ネットワークカメラ			活用効果	品質

■背景および技術用途
- 生コンの品質を確認するための技術を開発
- 生コン車にウェブカメラを取り付け、生コンの流下速度を画像解析することでスランプ値を自動的に判定し、異常数値が出た場合にはアラートを発信

■技術詳細
- 画像から検知した流量・流速・シュート角度によりAIがシュート流下画像データベースに基づいて自動的にスランプ値を推定
- 推定スランプ値がサンプリングによる実測スランプ値と規格範囲の全域でおおむね同じとなるようにAIに学習

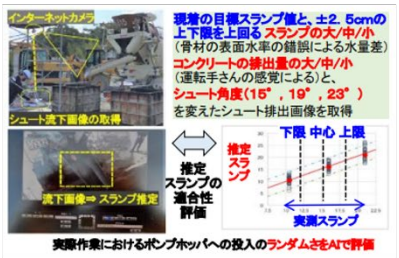


図　シュート流下画像の取得とAI学習の手法

図　工事現場における全数管理の実施状況

出典：大成建設、琵琶湖河川事務所等。第３回_i-Construction の推進に関するシンポジウム（Ⅲ-③-2）

図 附-37　画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース（No.33）

画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース

沿道の大気汚染濃度を計測し地図上に図化

No.	34	分野	その他	プロセス	その他
目的	事象の認識 （時点の沿道の大気汚染濃度を計測）			撮影・可視化対象事項	濃度 （沿道の大気汚染濃度を計測）
技術要素	―			活用効果	品質

■背景および技術用途
- 大気汚染防止法第22条で大気汚染の状況を常時観測すること、およびその結果を環境大臣に報告することを定めている
- 測定項目は二酸化窒素(NO2)、一酸化窒素(NO)、窒素酸化物(NOX)、浮遊粒子状物質(SPM)
- 大気質測定結果の1時間値または日平均値を提供

■技術詳細
- 沿道の大気汚染濃度の計測・公開サービス
- 計測結果を地図上に可視化

表　測定項目の地図表示および図表表示の一覧

図　観測結果の一覧

出典：近畿地方整備局、環境大気常時監視マニュアル等　https://kankyo.kkr.mlit.go.jp/index.html、https://www.env.go.jp/air/osen/manual_6th/chpt1.pdf

図 附-38　画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース（No.34）

画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース

トンネル内部の粉じん・メタンガス濃度を図化して経時変化を確認

No.	35	分野	トンネル	プロセス	施工
目的	変化の把握 （トンネル内のガス濃度の変化を把握）			撮影・可視化対象事項	濃度 （有害ガスの濃度を把握）
技術要素	（詳細不明）			活用効果	安全、環境

■背景および技術用途
- 坑内作業員の労働環境の常時改善や管理作業の効率化
- トンネル坑内をリアルタイムモニタリングし、粉じん濃度、坑内風速、坑内温度、メタン等の有害ガス、坑外へ漏出する浮遊粒子状物質など、坑内環境の管理として必要な項目を任意に設定して可視化することが可能

■技術詳細
- 坑内環境の状況は、現場事務所や本支店およびシステムメーカーでモニタリング可能なため、情報を共有できる
- 粉じん・メタンガス濃度を可視化・グラフ化して経時変化を確認し、常に基準値内に収まるように換気設備類を自動制御

図　一元管理PCの操作状況

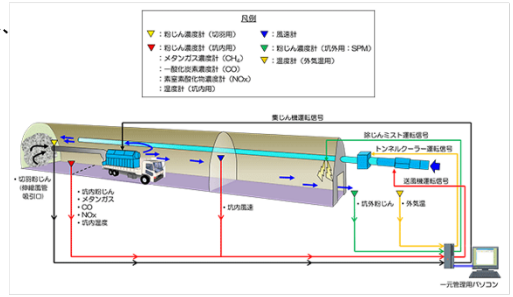


図　システムの全体図

出典：戸田建設等　https://www.toda.co.jp/tech/mountain_tunnel/td-green.html

図 附-39　画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース（No.35）

画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース

アオコの発生状況（濃度差）による濃淡・色彩の違いを判別して清掃範囲を明確化

No.	36	分野	ダム	プロセス	維持管理
目的	違いの判別（アオコ発生範囲および濃淡の違いを判別して、維持管理に役立てる）			撮影・可視化対象事項	濃度、位置、色（アオコの濃度差による濃淡、色彩の違いを認識）
技術要素	AI（画像解析）、ドローン			活用効果	工程、環境

■背景および技術用途
- アオコの発生範囲・状況は日々変化するため、監視用のCCTVや河川巡視による発生監視には限度がある。しかし、日々把握することで、貯水池の上水道補給実施対策（曝気施設の運転、かけ流し等の対策実施）の判断に必要
- そこで、随時に全体状況確認や巡視の省力化が可能な当技術を開発

■技術詳細
- UAVを用いて、マルチスペクトル（Red Edige）画像、熱カメラを使用して貯水池を撮影
- これに水質・気象など貯水池での観測データを加味することで、AIが解析を行ってアオコの特性や発生原因を特定し、アオコ発生範囲を自動的に抽出

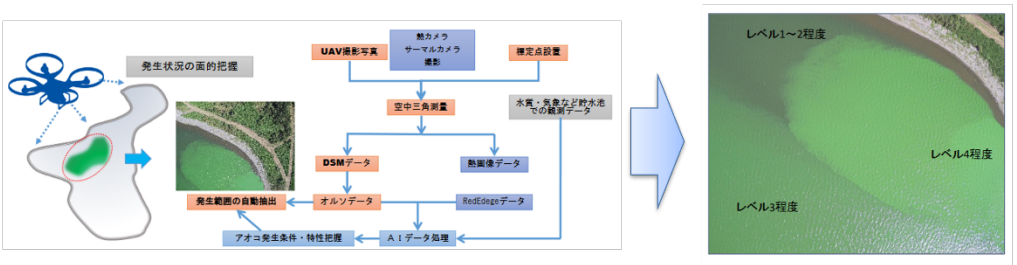


図　当技術の解析方法の概要と処理結果のイメージ

出典：パスコ　https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000760192.pdf

図 附-40　画像・映像情報の新たな使い方に関するユースケース（No.36）

付録２　撮影・可視化対象事項と活用目的ごとの運用状況（詳細）

表 附-1　「撮影・可視化対象事項」と「活用目的」ごとの運用状況
（個別：事例数の多いグループ）

運用段階	撮影・可視化対象	活用目的	技術概要	運用状況
実運用	①位置	事象の認識	舗装面のひび割れの位置を把握し、地図上に表示	• 首都高での現場導入実績あり • 他分野展開への実績がある事例も確認
		変化の把握	工事現場での重機や作業員をAIで判別して軌跡（変化）を把握	• 国土交通省での現場導入実績あり • 開発ゼネコンでは運用中。サービス提供は未確認
	②形状	事象の認識	画像からひび割れの形状を把握	• 国土交通省での現場導入実績あり
		変化の把握	ひび割れの変化を把握	• 国土交通省での現場導入実績あり • 他分野展開への実績がある事例も確認

表 附-2　「撮影・可視化対象事項」と「活用目的」ごとの運用状況
（個別：事例数の多くないグループ）

運用段階	撮影・可視化対象	活用目的	技術概要	運用状況
実運用	①位置、②形状	違いの判別	設計工程で作成した3D CADと製造後の実物を、ARで重畳して位置ズレを確認	• 実運用およびサービス提供はされているが、適用実績は製造業のみ確認。建設業での実績は不明
	③文字・記号・模様	事象の認識	画像から計測機器の目盛等を把握	• 中国電力の発電所や変電所などで運用中
		変化の把握	画像・映像を用いた交通量調査において、ナンバープレートを読み、車両を認識	• 国土交通省での現場導入実績あり
	④明るさ	事象の認識	ロボットが、照明設備の照度を自動測定	• 開発ゼネコンでは運用中。サービス提供は未確認
		変化の把握	交通量調査において、車両通過時の輝度値の変化の差分から移動体を認識	• 国土交通省での現場導入実績あり。（R3年度に、沖縄総合事務局のCCTV40台超の映像から、交通量を常時観測するシステムを開発）
		違いの判別	コンクリート構造物の打継面の評価について、打継面の輝度分布から、状態の良否を判定	• 国土交通省での現場導入実績あり • 開発ゼネコンでは運用中。サービス提供については未確認
	⑤色	事象の認識	錆の色から建造物の腐食具合を把握	• 首都高での現場導入実績あり。サービス提供については未確認
	⑥音	事象の認識	工事の騒音を可視化して、騒音の分布を把握	• 確認できたのは、民間への適用のみ
		変化の把握	防音設備の設置による音の変化をシミュレーション	• 確認できたのは、民間への適用のみ
	⑦温度	事象の認識	人工衛星の赤外線画像からヒートアイランドを把握	• 様々な場面で運用
		変化の把握	火山監視カメラの赤外線画像を常時監視し、噴火事象を検知	• 国土交通省での現場導入実績あり。 • 処理のアルゴリズムは確立しているため、今後は事務所への普及展開フェーズ
		違いの判別	赤外線画像から、法面やコンクリート構造物の変化（浮きや剥離）を把握	• サービス提供済み
	⑧速度	事象の認識	CCTV画像を画像解析して河川の流速・流量を把握	• 類似事例なども存在し、運用段階の技術あり。 • 国土交通省での現場導入実績あり
		変化の把握	画像や振動を解析し、橋梁のたわみを計測し、変位量を把握	• 2018年度からサービス提供を開始。実績は不明
		違いの判別	生コンの流下速度を画像解析して、基準を超えたスランプ値となっていないか判定	• R1に官民研究開発投資拡大プログラムPRISMで研究。開発ゼネコンでは運用中。また、CIMとの連携などに展開している • サービス提供については未確認
	⑨濃度	事象の認識	沿道の大気汚染濃度を計測・図化	• 国土交通省での現場導入実績あり
		変化の把握	トンネル内部の粉じん・メタンガス濃度を図化して、経時変化を確認	• 開発ゼネコンでは運用中。サービス提供は未確認
試行	⑤色	変化の把握	道路区画線（白線）の塗装の剥離状況の変化を把握	• 施工実績なし
	⑨濃度	違いの判別	アオコの発生状況（濃度差）による濃淡、色彩の違いを判別して清掃範囲を明確化	• 国土交通省での現場導入実績あり • R3.9時点で試行中
研究	⑤色	違いの判別	自動車積載カメラにより信号機を撮影し、点灯色を判定して自動運転に活	• 処理のアルゴリズムは確立しているが、研究の側面が強く、サービス提供に至っているかは不明。
	⑥音	違いの判別	トンネル点検などで、打音の違いを可視化し、異常箇所を判定	• SIPインフラ維持管理・更新・マネジメント技術で研究。R1に商品化の予定であるが、実態は不明

付録３　用語集　（数字、アルファベット、五十音順）

No	用語	定義
1.	3 次元点群データ	UAV 写真測量、地上レーザスキャナ等による 3 次元測量によって得られた 3 次元座標を持った点データの集合をいう。省略して「点群データ」または「点群」と呼ばれる場合がある。 （出典：国土交通省 BIM/CIM 活用ガイドライン（案）共通編）
2.	3 次元モデル	対象とする構造物等の形状を 3 次元で立体的に表現した情報を指す。各種の形状を 3 次元で表現するためのモデリング手法には、ワイヤーフレーム、サーフェス、ソリッド等がある。 （出典：国土交通省 BIM/CIM 活用ガイドライン（案）共通編）
3.	AI	Artificial Intelligence 学習・推論・判断といった人間の知能のもつ機能を備えたコンピュータシステム。（出典：大辞林）
4.	AR（拡張現実）	Augmented Reality 現実の風景にコンピューターで生成した情報を重ね合わせることで、現実世界を拡張しようという技術。 （出典：国土交通省 https://www.mlit.go.jp/common/001279556.pdf）
5.	BIM/CIM	Building / Construction Information Modeling, Management 測量・調査、設計段階から 3 次元モデルを導入し、その後の施工、検査、維持管理・更新の各段階においても 3 次元モデルを連携・発展させ、併せて事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にし、一連の建設生産・管理システムの効率化・高度化を図るものである。 （出典：国土交通省 BIM/CIM 活用ガイドライン（案）共通編）
6.	Data	対象物・対象現場の状態（素材）。プリントされた写真のほか、フィルムやデジタルデータを画面等に表示したものも該当。
7.	Exif	Exchangeable image file format 撮影日時や撮影機器のモデル、その他、シャッタースピード、絞り、ISO 感度、GPS 情報など写真用のメタデータで、デジタルカメラでの撮影時に自動的に付加される。 （出典：情報処理推進機構 https://www.ipa.go.jp/security/txt/2015/05outline.html）
8.	i-Construction	建設現場、すなわち調査・測量、設計、施工、検査、維持管理・更新までのあらゆる建設プロセスにおいて、抜本的に生産性を向上させる取組であり、建設生産システム全体の生産性向上の取組である。 （出典：i-Construction ～建設現場の生産性革命～平成 28 年 4 月）
9.	ICT（情報通信技術）	Information and Communication Technology 情報通信技術を意味し、パソコン、インターネット等の技術を総称していう。 （出典：国土交通省 BIM/CIM 活用ガイドライン（案）共通編）
10.	Information	図表やグラフ等により、構造や体系を与えて整理されたもので、評価が含まれない、事実を示したもの。

No	用語	定義
11.	Intelligence	内容の分析等により、評価・判定を加えたもの。
12.	VR（仮想現実）	Virtual Reality コンピューター技術や電子ネットワークによってつくられる仮想的な環境により、現実体験感覚の仮想現実。 （出典：大辞林）
13.	xR 技術	現実世界において実際には存在しないものを、表現・体験できる技術の総称。AR（拡張現実）、MR（複合現実）、VR（仮想現実）に大別される。 （出典：総務省 https://www.soumu.go.jp/ict_skill/pdf/ict_skill_1_3.pdf）
14.	オルソフォト	航空カメラで撮影された空中写真において、レンズ中心から対象物までの距離に応じて生じる写真上の像の位置ズレを補正し、真上から見たような傾きのない、正しい大きさと位置に表示される画像に変換（「正射変換」）したもの。 （出典：国土地理院 https://www.gsi.go.jp/gazochosa/gazochosa40002.html）
15.	画像・映像情報	カメラ・ビデオによる画像と映像の情報に加えてカメラ・ビデオ以外から取得されたデータについて、その可視化により作成された画像と映像の情報。
16.	現場	本提言では、社会基盤の整備における建設作業の現場のみならず、測量・調査から維持管理までの現場を指す。
17.	現場力	現場における人、技術、システムが有する課題解決能力。
18.	国土交通省データプラットフォーム	フィジカル（現実）空間の事象をサイバー空間に再現するデジタルツインによって、国土交通省保有のデータや民間データ等の各種データを横断的に活用するためのデータ連携基盤として構築されたプラットフォーム。 （出典：国土交通省 https://www.mlit.go.jp/common/001291151.pdf）
19.	撮影・可視化条件	利活用の目的に応じて設定される撮影・可視化するための手段・方法や条件等。
20.	情報	Information に限定せず、Data、Information、Intelligence を包含するもの。
21.	新現場力	これまでの現場における人、技術、システムが有する能力が技術革新により向上し、新たに構築される課題解決能力。
22.	スマートシティ	ICT 等の新技術を活用しつつ、マネジメント(計画、整備、管理・運営等)の高度化により、都市や地域の抱える諸課題の解決を行い、また新たな価値を創出し続ける、持続可能な都市や地域であり、Society 5.0 の先行的な実現の場。 （出典：内閣府 https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/smartcity/index.html）

No	用語	定義
23.	専門画面	作業に必要なデータ、モデル、画像、映像等を複数の画面構成で集約、一元化するもので、確認事項や作業手順等のマネジメント内容に応じて画面を構築する機能統合型画面。 （出典：JACIC‘i-Con’チャレンジ戦略 2022 年 4 月 1 日）
24.	属性情報	3 次元モデルに付与する部材（部品）の情報（部材等の名称、形状、寸法、物性及び物性値（強度等）、数量、そのほか付与が可能な情報）を指す。 （出典：国土交通省 BIM/CIM 活用ガイドライン（案）共通編）
25.	デジタルツイン	Digital Twin デジタルデータを基に物理的な製品をサイバー空間上で仮想的に複製し、将来発生する事象をデジタルの仮想世界で予測することが可能な先進的なシミュレーション技術。 （出典：国立研究開発法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2017/SP/CRDS-FY2017-SP-01.pdf）
26.	見える手順書（システム）	様々な機器のオペレーションや業務のマネジメント手順を、作業フローに基づき画像・映像を用いて可視化するとともに情報共有システムを用いて即時、同時に共有し、業務の即時性、的確性、効率性等の向上した画面の利用・操作システム。 （出典：JACIC‘i-Con’チャレンジ戦略 2022 年 4 月 1 日）
27.	目視と同等	橋梁定期点検要領などの各種点検要領で定められた点検方法である、目視や近接目視と同じレベルで画像・映像情報を利用すること。
28.	レーザ測量	航空機に搭載したレーザスキャナから地上にレーザ光を照射し、地上から反射するレーザ光との時間差より得られる地上までの距離と、GNSS 測量機、IMU(慣性計測装置)から得られる航空機の位置情報より、地上の標高や地形の形状を調べる測量方法。 （出典：国土地理院 https://www.gsi.go.jp/kankyochiri/Laser_index.html）