

## 画像・映像情報の利活用の現状

- 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
- 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



- 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

## 画像・映像情報の利活用の体系

- 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提示
  - 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明確化

# 画像・映像情報の基本的な構造の明確化

- 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提示

## 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



## 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



## 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

• 設計に関する情報  
• 点検履歴 など

調査区/所在地/管理区分等			
調査区	路線名	所在地	
〇〇線	〇〇線	〇〇橋△△街〇〇地区	
〇〇街〇〇街〇〇街〇〇街	〇〇街〇〇街〇〇街〇〇街		
管理区分	管理区分	管理区分	
〇〇線〇〇街〇〇街〇〇街	〇〇街〇〇街〇〇街	〇〇街	
撮影区間の説明(各撮影区間の説明/撮影区間の説明)			
撮影区	撮影区分 (1~n)	撮影の種類 (2以上の場合は 区別)	撮影写真番号 位置等が分かる ように記載
上部構造	主桁	主桁	写真1、主桁02
	橋脚	橋脚	写真1、橋脚02
	橋梁	橋梁	写真1、橋脚01
下部構造	1		
	2		
その他			

## 画像・映像情報の基本的な構造の明確化

### 撮影・可視化対象事項

- 撮影・可視化対象事項は、「**実物空間や仮想空間の像**」と「**状態**」に分類される

#### 1) 実物空間や仮想空間の像

実物空間や仮想空間の像を、画像・映像情報として利活用する場合の区分

- 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」

状態として表されるものを、数値化・処理を行い可視化し、利活用する場合の区分

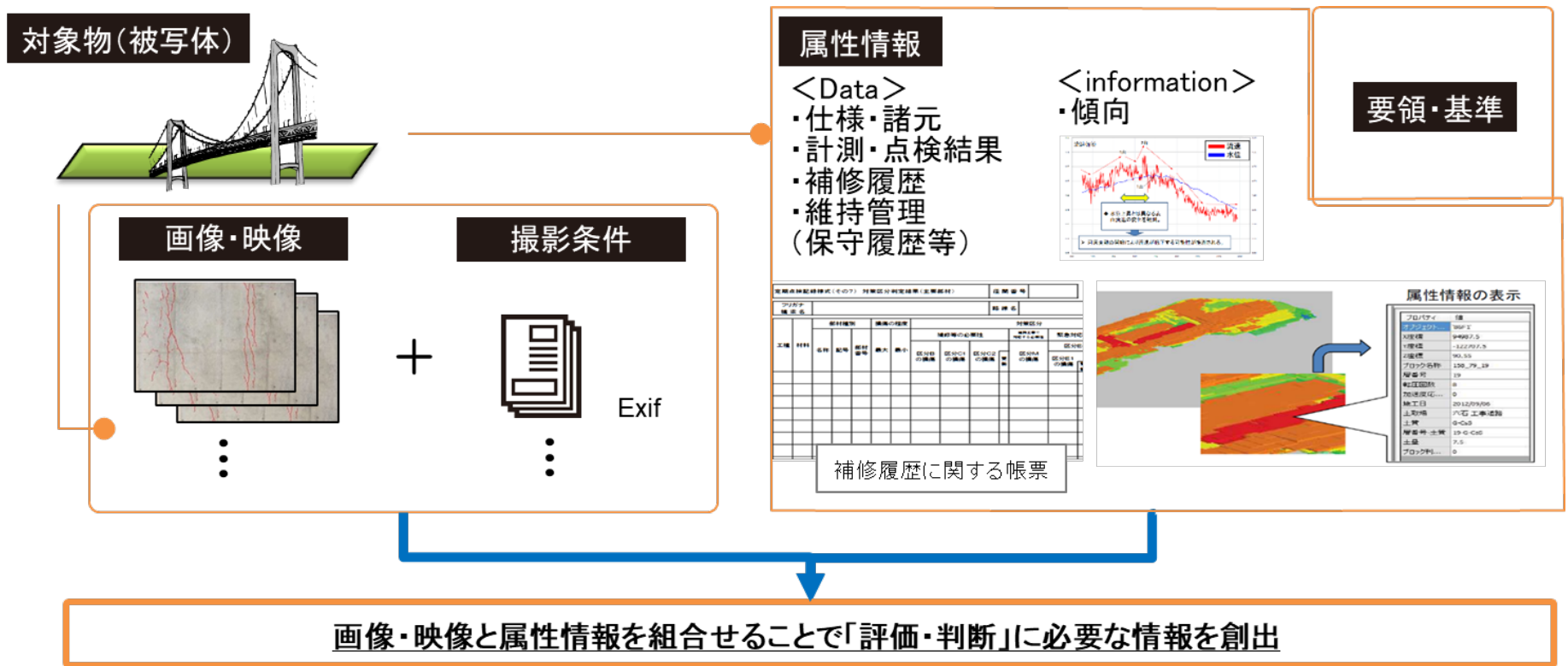
- ⑥音
- ⑦温度
- ⑧速度
- ⑨濃度

- さらに撮影・可視化対象事項は、「**事象の認識**」、「**変化の把握**」、「**違いの判別**」で活用目的が区分される

- 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

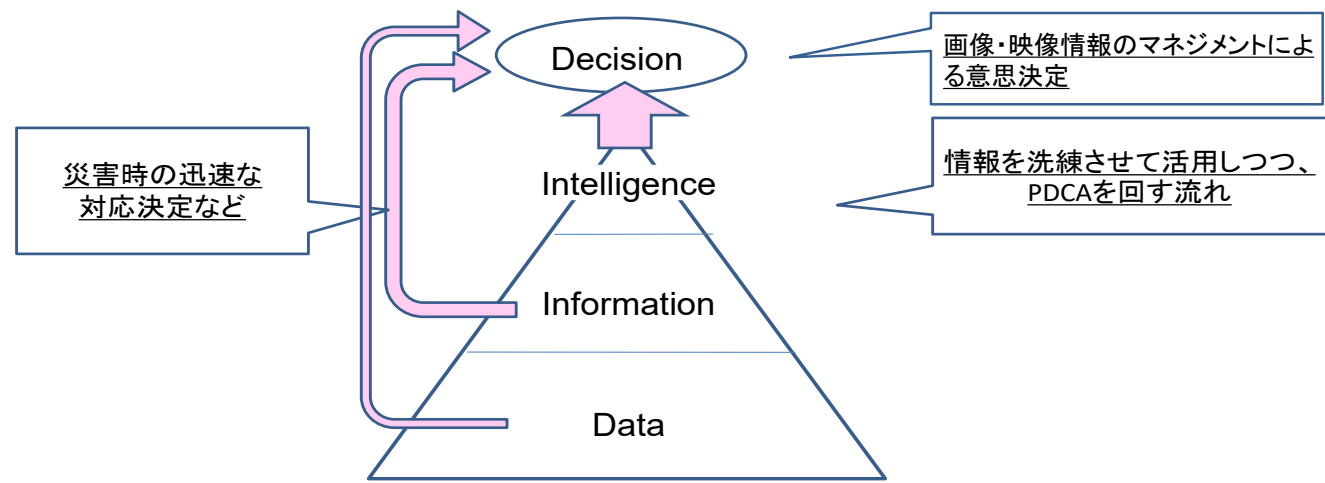
# 画像・映像情報の基本的な構造の明確化

- 画像・映像情報は、これまで撮影・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、評価・判定につながることを提示



## 画像・映像情報の利活用の基本的な構造の明確化

- 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提示
- 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



用語	概要
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。
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。
Intelligence	内容の分析等により、評価・判定を加えたもの。

# 画像・映像情報の利活用技術の傾向と標準化に向けて

- 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

		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

注) 母数：216事例(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、メーカーHPなどから収集した先進的な活用事例。表中の事例数は重複あり) 代表的な事例は、ユースケース集として提言の付録に記載

# 画像・映像情報の利活用技術の傾向と標準化に向けて

- 「AI」「3次元モデル」「xR(AR/VR/MR)」技術の活用が多い
- 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

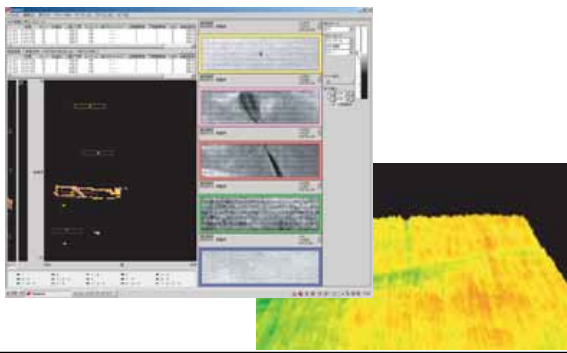
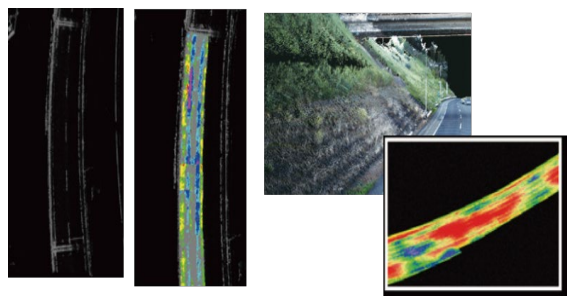
	事象の認識	変化の把握								
実物空間 や仮想空間の 像  ①位置	<p>【Intelligenceに絞った場合の事例数13件】</p> <div style="background-color: #f08080; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">AI（人工知能）</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>AIによる画像解析により、現場の安全性を確保する事例 (2件)</li> <li>AIによる画像解析により、流量量を抽出する事例 (1件)</li> <li>AIによる画像解析により、工事現場に近く歩行者や走行車両へ注意喚起を行う事例 (1件)</li> <li>AIによる画像解析により、自動運転を支援（信号の点灯色を判断など）する事例 (1件)</li> <li>AIによる画像解析を用いることで、作業工程を簡略化する事例 (1件)</li> <li>AIにより、工事現場に近く歩行者や走行車両へ注意喚起を行う事例 (1件)</li> </ul> <div style="background-color: #66b3ff; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">3次元モデル</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>3次元モデルを活用して、地下埋設物を可視化する事例 (1件、1件)</li> <li>3次元点群データから作成した3次元モデルから、鉄道の点検・管理を支援する事例 (1件)</li> <li>3Dスキャナを用いて、設計値との差分や変位量を視覚化する事例 (1件)</li> </ul> <div style="background-color: #90ee90; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">AR/VR/MR</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>3次元モデルをAR表示して、施工位置を可視化（丁張りレス施工など）する事例 (1件)</li> <li>3次元点群データをAR表示することで、降雪時の道路地形や地物のガイダンスを行う事例 (1件)</li> </ul>	<p>【Intelligenceに絞った場合の事例数42件】</p> <div style="background-color: #f08080; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">AI（人工知能）</div> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">                     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 (2件、3件)                 </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">                     AIによる画像解析により、現場内の配置の変化を把握し、安全性を確保 (2件)                 </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">                     AIによる画像解析により、部材の異常を特定して自動検出 (1件、1件)                 </td> <td style="padding: 5px;">                     AIによる画像解析により、輝度値の変化を用いて交通量調査を自動化する事例 (1件)                 </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">                     AIによる画像解析により、構造物の部材を検出し、現場内の配置の変化を把握し、出来高を把握 (1件)                 </td> <td style="padding: 5px;">                     AIによる画像解析により、電力柱の点検業務を効率化 (1件)                 </td> </tr> </table> <div style="background-color: #66b3ff; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">3次元モデル</div> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">                     3次元モデルの活用により、現場の点検業務を支援する事例 (5件)                 </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">                     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 (2件、3件)                 </td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>レーザ計測により、斜面の経年変化を効率的に把握 (1件)</li> <li>画像解析により、地盤の経年変位を効率的に把握 (3件、1件)</li> <li>赤外線カメラ画像の画像解析により、構造物の損傷箇所を把握する事例 (1件)</li> <li>画像解析の活用により、鉄道道床の変位を把握 (1件)</li> <li>打音ロボットの活用により、現場の点検業務(打音検査)を支援する事例 (2件)</li> <li>電波流速計から、洪水時の表面状況を把握 (1件)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>電磁波レーザにより、舗装面等の損傷の経年変化を高度に把握 (2件、1件、1件)</li> <li>画像解析により、土砂災害の予兆を把握 (1件)</li> <li>画像解析により、河川表面の流速分布、表面流量を計測し変化を把握 (3件)</li> <li>ビーコンにより、現場の異常を把握し注意喚起を行う事例 (1件)</li> <li>ビーコンを用いて、従業員の行動および滞在時間を把握 (1件)</li> </ul> <p>【凡例（対象物（部材等））】  <span style="background-color: #ffcc00;">コンクリート/アスファルト</span>、<span style="background-color: #ffff00;">コンクリート構造物</span>、<span style="background-color: #ffccff;">アスファルト</span>、<span style="background-color: #90ee90;">鋼構造物</span>、<span style="background-color: #00bfff;">土構造物</span>・<span style="background-color: #ffcc00;">地盤</span>、<span style="background-color: #cccccc;">その他</span></p>	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 (2件、3件)	AIによる画像解析により、現場内の配置の変化を把握し、安全性を確保 (2件)	AIによる画像解析により、部材の異常を特定して自動検出 (1件、1件)	AIによる画像解析により、輝度値の変化を用いて交通量調査を自動化する事例 (1件)	AIによる画像解析により、構造物の部材を検出し、現場内の配置の変化を把握し、出来高を把握 (1件)	AIによる画像解析により、電力柱の点検業務を効率化 (1件)	3次元モデルの活用により、現場の点検業務を支援する事例 (5件)	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 (2件、3件)
	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 (2件、3件)	AIによる画像解析により、現場内の配置の変化を把握し、安全性を確保 (2件)								
AIによる画像解析により、部材の異常を特定して自動検出 (1件、1件)	AIによる画像解析により、輝度値の変化を用いて交通量調査を自動化する事例 (1件)									
AIによる画像解析により、構造物の部材を検出し、現場内の配置の変化を把握し、出来高を把握 (1件)	AIによる画像解析により、電力柱の点検業務を効率化 (1件)									
3次元モデルの活用により、現場の点検業務を支援する事例 (5件)	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 (2件、3件)									
	※利用技術と部材等は、形状の場合も位置と同様の傾向									



# 画像・映像情報の利活用技術の傾向と標準化に向けて

- ある部材に適用されている技術は、他分野の同じ部材を使用している事例に適用できる場合がある

## 他分野展開の調査結果の例

		技術名	技術概要	技術イメージ	調査結果
位置×変化の把握	AI	ニューロ視覚センサによる橋梁のひび割れ検知技術  コンクリート構造物	通常のカメラで見えない微細な損傷について、7Kカメラで撮影しニューロ視覚センサを用いることで、自動検知する技術。本技術により、遠方から、橋脚、桁下等のコンクリート建造物のひび割れを、検知可能となる。		<p>■他分野展開の実績 メーカーヒアリングの結果、道路や空港分野への実績があることを確認 ⇒対象分野：橋梁+道路、空港</p>
	3次元モデル	3次元点群データを活用した道路の変状検出  コンクリート構造物	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。		<p>■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」「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）</p>

# 画像・映像情報の利活用技術の傾向と標準化に向けて

➤ 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を調査。事例数の多寡によらず、様々な事象を捉えた幅広い活用を確認

## 「撮影・可視化対象事項」と「活用目的」ごとの運用状況

		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 <span style="float: right; background-color: #FFA500; padding: 2px;">実運用</span>	【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 <span style="float: right; background-color: #FFA500; padding: 2px;">実運用</span>	【事例数8件】例：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を確認 <span style="float: right; background-color: #FFA500; padding: 2px;">実運用</span>
	②形状	【事例数84件】例：画像からひび割れの形状を把握 <span style="float: right; background-color: #FFA500; padding: 2px;">実運用</span>	【事例数62件】例：ひび割れの変化を把握 <span style="float: right; background-color: #FFA500; padding: 2px;">実運用</span>	【事例数15件】例：設計工程で作成した3DCADと製造後の実物を、ARで重畳して形状の違いを確認 <span style="float: right; background-color: #FFA500; padding: 2px;">実運用</span>
	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 <span style="float: right; background-color: #FFA500; padding: 2px;">実運用</span>	【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) <span style="float: right; background-color: #FFA500; padding: 2px;">実運用</span>	【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 <span style="float: right; background-color: #FFA500; padding: 2px;">実運用</span>	【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 <span style="float: right; background-color: #FFA500; padding: 2px;">実運用</span>	【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 <span style="float: right; background-color: #FFA500; padding: 2px;">実運用</span>
	⑤色	【事例数2件】例：錆の色から建造物の腐食具合を把握 <span style="float: right; background-color: #FFA500; padding: 2px;">実運用</span>	【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 <span style="float: right; background-color: #90EE90; padding: 2px;">試行</span>	【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 <span style="float: right; background-color: #4682B4; padding: 2px;">研究</span>
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 <span style="float: right; background-color: #FFA500; padding: 2px;">実運用</span>	【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 <span style="float: right; background-color: #FFA500; padding: 2px;">実運用</span>	【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 <span style="float: right; background-color: #4682B4; padding: 2px;">研究</span>
	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 <span style="float: right; background-color: #FFA500; padding: 2px;">実運用</span>	【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 <span style="float: right; background-color: #FFA500; padding: 2px;">実運用</span>	【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 <span style="float: right; background-color: #FFA500; padding: 2px;">実運用</span>
	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 <span style="float: right; background-color: #FFA500; padding: 2px;">実運用</span>	【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 <span style="float: right; background-color: #FFA500; padding: 2px;">実運用</span>	【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 <span style="float: right; background-color: #FFA500; padding: 2px;">実運用</span>
	⑨濃度	【事例数1件】例：沿道の大気汚染濃度を計測・図化 <span style="float: right; background-color: #FFA500; padding: 2px;">実運用</span>	【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 <span style="float: right; background-color: #FFA500; padding: 2px;">実運用</span>	【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 <span style="float: right; background-color: #90EE90; padding: 2px;">試行</span>

## 画像・映像情報の利活用技術の傾向と標準化に向けて

- 利活用技術の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。
- 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
- 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

## 土木分野と建設プロセスの観点から分析と要領・基準等への反映

- 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、分野共通の施工、河川分野の災害において多く利用

プロセス	分野										計
	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	
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

注) 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、メーカー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。

事例のカウンターの仕方：1事例につき1カウント。

その他は、プラント、発電所、地盤など

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

## 土木分野と建設プロセスの観点から分析と要領・基準等への反映

- 道路関連分野の維持管理では、「位置」「形状」の「変化の把握」
  - ✓ 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」等で把握で多く利用
- 分野共通の施工では、「位置」「形状」の「違いの判別」
  - ✓ AR/VRを用いた配筋検査に利用
- 河川分野の災害では、「位置」「速度」の「変化の把握」
  - 画像解析による河川の流速、流量の把握に利用

＜撮影・可視化対象事項×活用目的でさらに整理した例＞

プロセス	分野		撮影・可視化対象事項	活用目的：変化の把握	計
維持管理	道路	舗装	①位置	9	22 ※ (母数：13事例)
			②形状	11	
			③文字・記号・模様	0	
			④明るさ	0	
			⑤色	1	
			⑥音	0	
			⑦温度	1	
			⑧速度	0	
			⑨濃度	0	

※事例のカウントの仕方：1事例につき複数カウント（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）

## 土木分野と建設プロセスの観点から分析と要領・基準等への反映

- 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
- 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
- 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