建設分野における画像・映像技術の利活用促進に向けて

社会基盤情報標準化委員会 特別委員会による提言
中間とりまとめ

建設情報研究所　副所長
明野和彦

JACIC 社会基盤情報標準化委員会

- 社会基盤情報についての標準化の取組を通じ、業務の効率化を推進する観点から、JACICが設置した産学官のメンバーで構成される委員会。
- 社会基盤情報標準化委員会の下に設置した特別委員会において、重点分野について検討。これまで、「土木分野におけるモデル詳細度標準（案）」、「建設生産・管理システムのあり方に関する提言～『新現場力』による創造的な現場環境の創出～」などをとりまとめて公表。

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

- 社会基盤情報標準化委員会の特別委員会において「ICTを活用した画像・映像情報の利活用のあり方」に関して検討、提言の中間とりまとめを本年7月に公表
  中間とりまとめ：https://www.jacic.or.jp/hyojun/special2021.html
- 報告会では「中間とりまとめ」の概要について紹介

中間とりまとめの構成

1. 検討の背景と検討範囲
2. 画像・映像情報の利活用の状況
   - 2-1. 利活用の事例
   - 2-2. 現行の規程・要領等の整備状況
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
   - 3-2. 画像・映像情報の基本的な構造の明確化
   - 3-3. 画像・映像情報の利活用の基本的な構造の明確化
   - 3-4. まとめ
4. おわりに

1.　検討の背景と検討範囲

背　景

- 特別委員会では、担い手不足等による現場力の低下を背景に、ICTの先端技術の積極的な導入等、i-Constructionの推進による現場力の回復・向上、建設生産性革命の実現に向けて検討し、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。

- 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・活用技術が多様な利活用を可能とする方向で発展しつつあり、新現場力として建設プロセスへ導入することで、より一層の生産性向上に寄与することが期待**される。

- そこで、令和2年2月より特別委員会では、ICTを活用した画像・映像情報の利活用のあり方について検討開始。

1.　検討の背景と検討範囲

提言の目的

画像・映像に係る技術やシステム開発等が進む中、こうした新たな方法の活用を現場へ早期に普及させ、より効率的かつ効果的な仕事の仕方へと変革させること。

提言の概要

画像・映像の利活用に向け、以下の手順で検討

① 利活用の基本的な考え方の整理

**② 新現場力として、仕事の効率化、高度化に貢献する観点から
ユースケースをとりまとめ**

③ 利活用の普及の推進に向けた方策を提言

中間とりまとめでは、画像・映像情報の利活用状況について調査・整理し、画像・映像情報の利活用の基本的な考え方についてとりまとめた。

2.　画像・映像情報の利活用の状況

2.1 利活用の事例

- 土木学会資料（土木情報学関係）や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（279事例）。
- **画像・映像情報は、これまで記録や「目視と同等」としての使い方が中心**であったが、**先進技術では、**「危険性が高い損傷部の自動抽出」「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**がなされている。

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定。
	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、損傷の程度の判定。
		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 現行の規程・要領等の整備状況

- 令和元年10月時点で国土交通省が作成・公開していた約220の規程を対象に、画像・映像情報がどのように位置づけられているかについて調査。（令和元年度にJACICにて実施）
- 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**。
- 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係る事項。

- 画像・映像情報を活用するための規定・要領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、**現行の規程・要領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。

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

画像・映像情報の利活用における課題

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VR/AR、BIM/CIM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。

解決に向けた考え方

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。

その結果を踏まえ、**画像・映像情報の適切な利活用のあり方に関して考えるべき２つの観点を提案**。

- **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**

3.2 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について、以下のとおり整理

①撮影・可視化対象事項

実物空間や仮想空間における対象となる像　等

・位置
・形状
・文字/記号/模様
・色　など

② 撮影・可視化条件

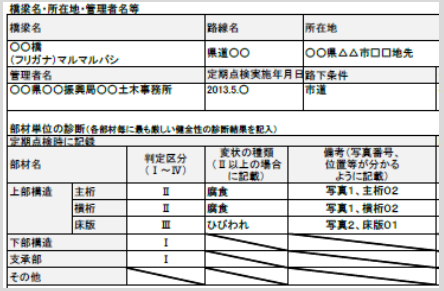
撮影・可視化のための手段・方法等

・撮影位置
・対象への距離
・撮影日時
・解像度　など

③ 対象の属性情報

対象物に関する仕様、管理状況等を表す情報

・設計に関する情報
・点検履歴　など



橋梁名・所在地・管理者名等

橋梁名	路線名	所在地
○○橋 (フリガナ)マルマルバシ	県道○○	○○県△△市□□地先
管理者名	定期点検実施年月日	路下条件
○○県○○振興局○○土木事務所	2013.5.○	市道

部材単位の診断(各部材毎に最も厳しい健全性の診断結果を記入)
定期点検時に記録

部材名		判定区分 (Ⅰ～Ⅳ)	変状の種類 (Ⅱ以上の場合に記載)	備考(写真番号、位置等が分かるように記載)
上部構造	主桁	Ⅱ	腐食	写真1、主桁02
	横桁	Ⅱ	腐食	写真1、横桁02
	床版	Ⅲ	ひびわれ	写真2、床版01
下部構造		Ⅰ		
支承部		Ⅰ		
その他				

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撮影・可視化条件、③対象の属性情報の活用により、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。**

3.2 画像・映像情報の基本的な構造の明確化　①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**。

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

- 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**。

  - 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

3.2 画像・映像情報の基本的な構造の明確化　①撮影・可視化対象事項

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	ひび割れの変化を把握	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	—	—
	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	法面の水抜きパイプからの水の色が変化したことで、土砂災害等の予兆を把握	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、噴火事象を検知	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	ダム内の濁度の違いから、選択取水を行う

3.2 画像・映像情報の基本的な構造の明確化　② 撮影・可視化条件

● 撮影・可視化対象事項の区分ごとに設定。

① 実物空間や仮想空間の像の撮影・可視化条件

撮影・可視化条件を整理する仕組みとして、Exifが最も普及（1995年に電子情報技術産業協会（JEITA）にて規格化）。Exifを参考に、撮影・可視化条件を設定。

区分	内容
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

② 数値化、処理を通じて可視化された「状態」の撮影・可視化条件

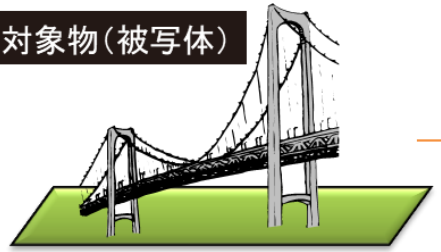
目的に応じて要領やマニュアル等にて取得項目や用途が定められていることが多い。

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）

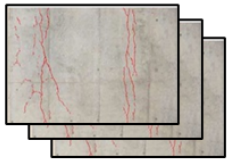
3.2 画像・映像情報の基本的な構造の明確化　③ 対象の属性情報

- 画像・映像情報と**属性情報を組み合わせて分析**することで、「評価・判定」を見出す「画像・映像情報が持つ多様な性質・特徴」を認識・活用できる。さらに新たな要領・基準等が作成され、仕事の仕方が大きく変わる。

対象物（被写体）



画像・映像



＋

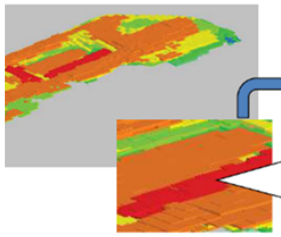
撮影条件

Exif

属性情報

- 仕様・諸元
- 計測・点検結果
- 補修履歴
- 維持管理（保守履歴等）
- 傾向

補修履歴に関する帳票



属性情報の表示

BIM/CIM導入ガイドライン（案）第2編　土工編より

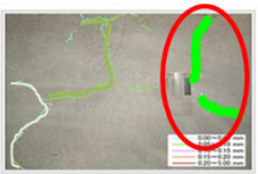
要領・基準

AI等を用いて画像・映像と属性情報を組合せることで「評価・判定」に必要な情報を創出

＜intelligence＞

・属性情報により「評価・判定」が付与された画像・映像

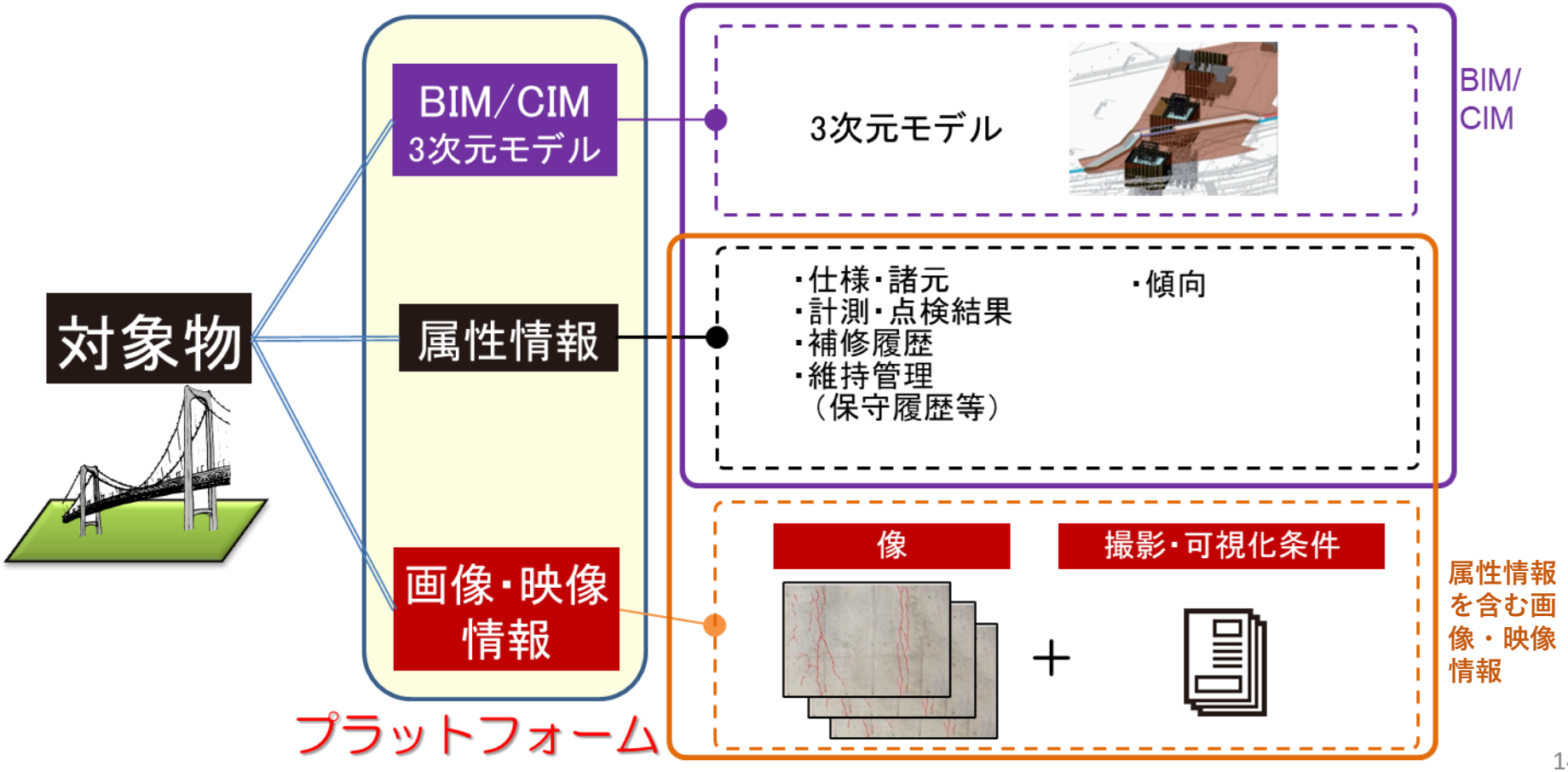
危険個所の評価・判定結果を画像上に表示



＜新たな要領・基準等の作成＞
例：属性情報を付与した画像・映像を学習データとして活用し、基準・要領等改定における新たな判定基準等を作成

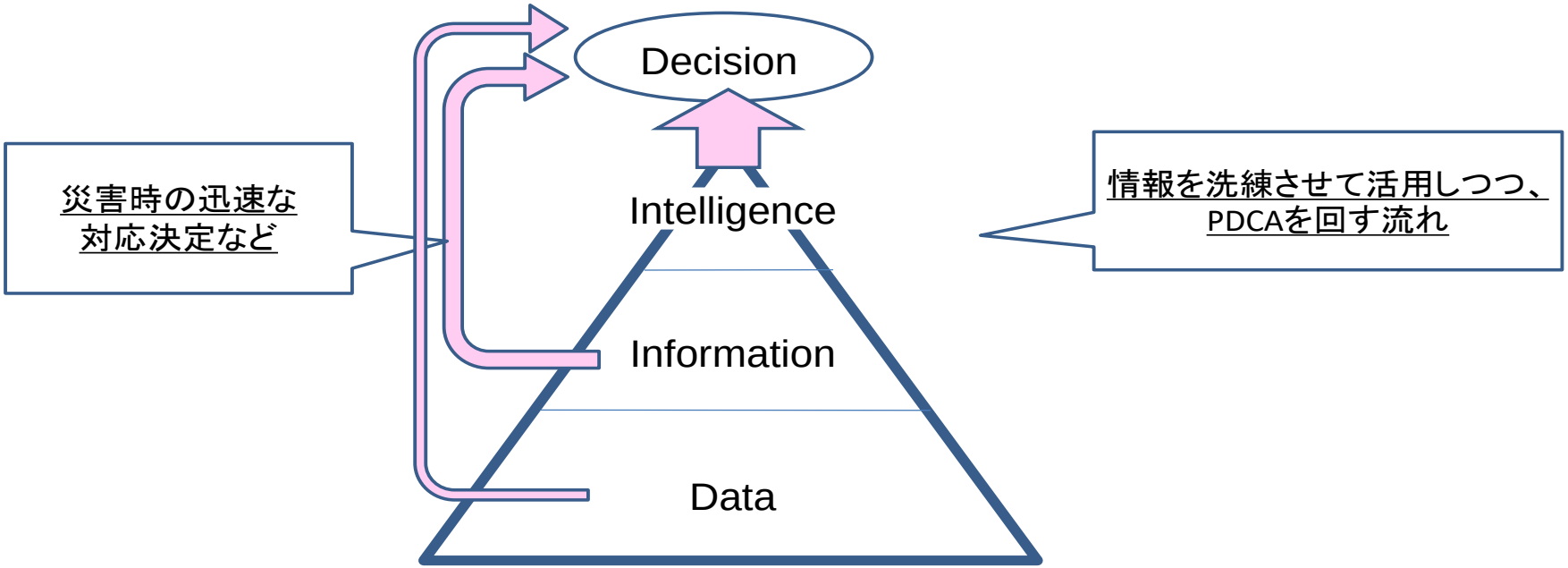
3.2 画像・映像情報の基本的な構造の明確化　③ 対象の属性情報

- 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。
- 今後高度な「評価・判定」するために、**画像・映像情報と属性情報等との統合的活用を図る**こと及びそのための**プラットフォーム構築が重要**。



3.3 画像・映像情報の利活用の基本的な構造の明確化

- 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。



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。

● Data、Information、Intelligenceへの情報の高度化と利活用の関係の具体化。

画像・映像の利活用の基本的な流れ

課題（生産性向上等を目的）

対象物（又は対象現場）

情報の高度化

取得技術

Data：
対象物・対象現場の状態（素材）

- カメラ・ビデオのデータ（デジタル）
- 写真等として可視化したもの
- アナログ画像（写真）

レンズ＋感光機能

絵等

- 台帳図面（印刷図）
- CADデータ
- レーザスキャナデータ

等

処理技術

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。

- カメラ・ビデオによるデータを可視化
  （例）
  ・三次元モデル化
  ・正射画像（オルソフォト）作成　等
- カメラ・ビデオ以外によるデータを可視化
  （例）
  ・三次元モデル化
  ・図化（設計図／完成図）
  ・レーザスキャナ画像作成　等

活用技術

Intelligence：
内容の分析等により、評価・判定を追加したもの。

認証・判別・識別・診断、予測等、評価に係る情報

（例）

- 危険性が高いひび割れ箇所の検出
- 重機や作業員の誘導案
- 無駄な工程の把握
- 災害時の対応・支援方法立案
- 土砂災害の二次災害発生の危険性判定
- AIによる判別

等

Decision
対応の決定

（例）

- 監視方法、頻度の決定
- 工法等の選定
- 工程管理／現場管理（手順や注意事項の決定・指示など）
- 災害時支援メニューの決定

等

＜**取得技術の例**＞
カメラ、ビデオによる取得
＜取得方法＞
時空間的な広がり、解像度、明るさ、色彩　等

＜**処理技術の例**＞
・合成写真／オルソフォト作成技術
・３次元モデル化
・AR/VRによる見える化

＜**活用技術の例**＞
・認証・判別・識別・診断等の評価・判定に係る技術全般
・画像判読による分類
・AR/VRで判読結果を人がプロット

3.4 まとめ

画像・映像情報の適切な利活用のあり方を考える上で重要な観点

① 画像・映像情報の基本的な構造の明確化

先進的な活用事例では、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ことから、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。

➡ 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。

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。

➡ 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が重要。

上記を踏まえることで、3次元モデルやxR技術、AIによる分析評価を用いたデジタルツインに基づく建設生産性向上に、画像・映像情報の活用が期待され、今後整理するユースケースを踏まえた既存の要領・基準等の改訂や新たな要領・基準等の作成につなげることが重要。

4.　おわりに

最終とりまとめに向けた今後の方針

- 検討結果に基づきICTを利用した画像・映像情報の多様な利活用に関する**ユースケースを収集・整理**。
- ユースケースは、画像・映像情報の利活用による**新しい仕事の仕方を現状との比較**で示すとともに、画像・映像情報の基本的な構造にそって整理。
- これにより、Intelligenceとしての利活用の方法を分析し、**新しい仕事の仕方の事例**としてまとめる。
- また、画像・映像情報をBIM/CIM等と統合的に取り扱い、プラットフォームやxR技術を活用した、デジタルツインの仕組みに基づく**建設生産性向上の方策を検討**。

令和4年6月に最終提言としてとりまとめ