

Social infrastructure **robots**,* ***and expectations for advanced ICT**

～次世代社会インフラ用ロボットの導入による
維持管理の高度化と3次元情報への期待～

Yasushi NITTA

Senior Deputy Director,

Policy Planning and Coordination Division for Public Works Project
Policy Bureau

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

ロボット新戦略の策定・日本経済再生本部決定



- The Meeting of the OECD council at ministerial level was held in Paris, in May 2014. The Prime Minister Abe announced to the world that **Japan will raise "A new industrial revolution by robots"**.
- The government has established **the Robotic Revolution Realization Committee** and held the first meeting in Sept. 2014.
- The 6th meeting was held and summarized **a five-year plan(the Japan's Robot Strategy)**, in Jan. 2015.
- **"Robot Revolution Initiative"** was established in May 2015.

Next five years is focused on implementation of Robot Revolution

- Invest a total of **100 billion yen for robotics-related-projects** by governments and private sectors.
- **Increase the market size** of robotics to 2.4 trillion yen (current status 600 billion yen).
- Establish a **new experiment field for robots** in Fukushima Prefecture.

<Infrastructure, Disaster Response, Construction>

- **Adoption rate 30% of construction technology informatization** for productivity and labor-saving.
- Introduction of Robots **for visual checking and repairing 20% of important/old infrastructures.**
- **Construction efficiency of unmanned construction no way inferior to manned construction** in scene of disaster.



<Manufacturing service (ものづくり)>

- Select and announce **100 best practices of service robots.**
- **Sophistication of Artificial Intelligence**, sensor and control.
- Introduction of Robots in set-up work and in background of entertainment business. **Higher labor productivity by 2% and enhance interior-location competitiveness.**
- Increase the market size of business related to system integrators.

<Agriculture (農業)>

- **Achieving the field installation of self-propelled tractors** by 2020.
- Introducing **at least 20 models of new robots** that will contribute to energy saving.



<Nursing and medical field (医療介護)>

■ Global Standardization of Robotics (国際標準化)

- Essential item to expand robotics technology to the world
- Ensure compatibility (connection, interface, OS etc.)
- Guarantee quality and safety (Security, obtain certification)
- Establish necessary



■ Field Testing of Robots (フィールドテスト)

- Effective for accelerating research and development and introduction of robots.
- Promotion of the development and introduction of next generation of infrastructure robots (Conducts testing of robot for bridges, tunnels, underwater maintenance, disaster inspection, and emergency recovery under the auspices of the MLIT)

■ Promote Regulatory Reform (規制改革)

- Easing the regulations and upgrading the rules for utilizing robots to promote regulatory reforms.
- Improvement of a new Radio use system to support usage of robots (Radio Act).
- Making rules for unmanned aerial type robots (Civil Aeronautics Act etc).

■ Human Resource Development (人財育成)

→ A software development engineer, Sler is a key to expand robots.

- **Robot Olympic** → Taking this opportunity for introducing and diffusing robots
- **Robot Award** → Effect of industrial development by evaluating excellent cases.

3Dデータによる施工 i-Construction project

熟練オペレータの不足に対応できる自動制御建設機械を普及させるため、技術基準を策定し、必要な3次元設計データや3次元計測技術の導入環境を整備した。



▲マシンコントロールブルドーザ技術



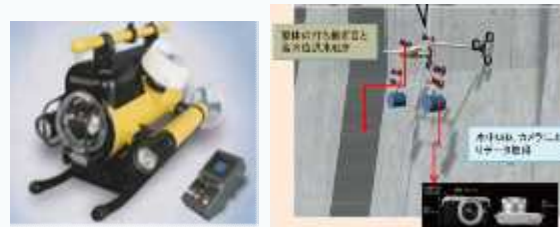
▲マシンコントロールバックホウ技術

インフラ点検ロボット

ダムや河川護岸の点検を行う水中調査ロボットや、橋梁やトンネルの点検を支援するロボットの導入に向けた検証プロジェクトを実施した。今後、試行プロジェクトを実施予定。



▲橋梁点検ロボット



▲水中点検ロボット

災害対応ロボット

人が入れない危険地帯での調査や、緊急作業を可能とするロボットの導入に向けた検証プロジェクトを実施。今後、普及を促進する。

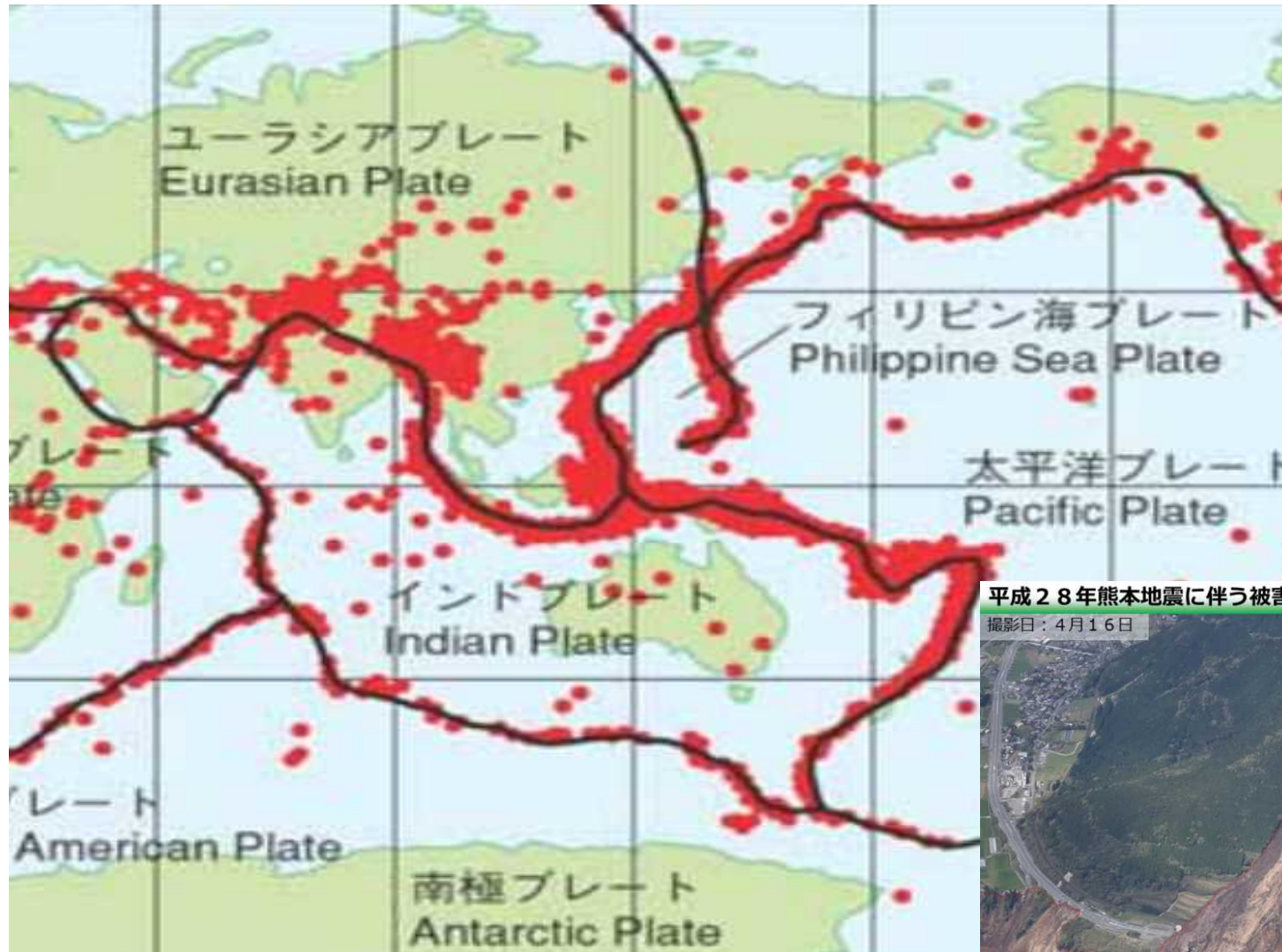


▲災害調査ロボット(飛行型)



▲災害応急復旧ロボット(無人化施工)

1. 頻発する大規模災害への対策

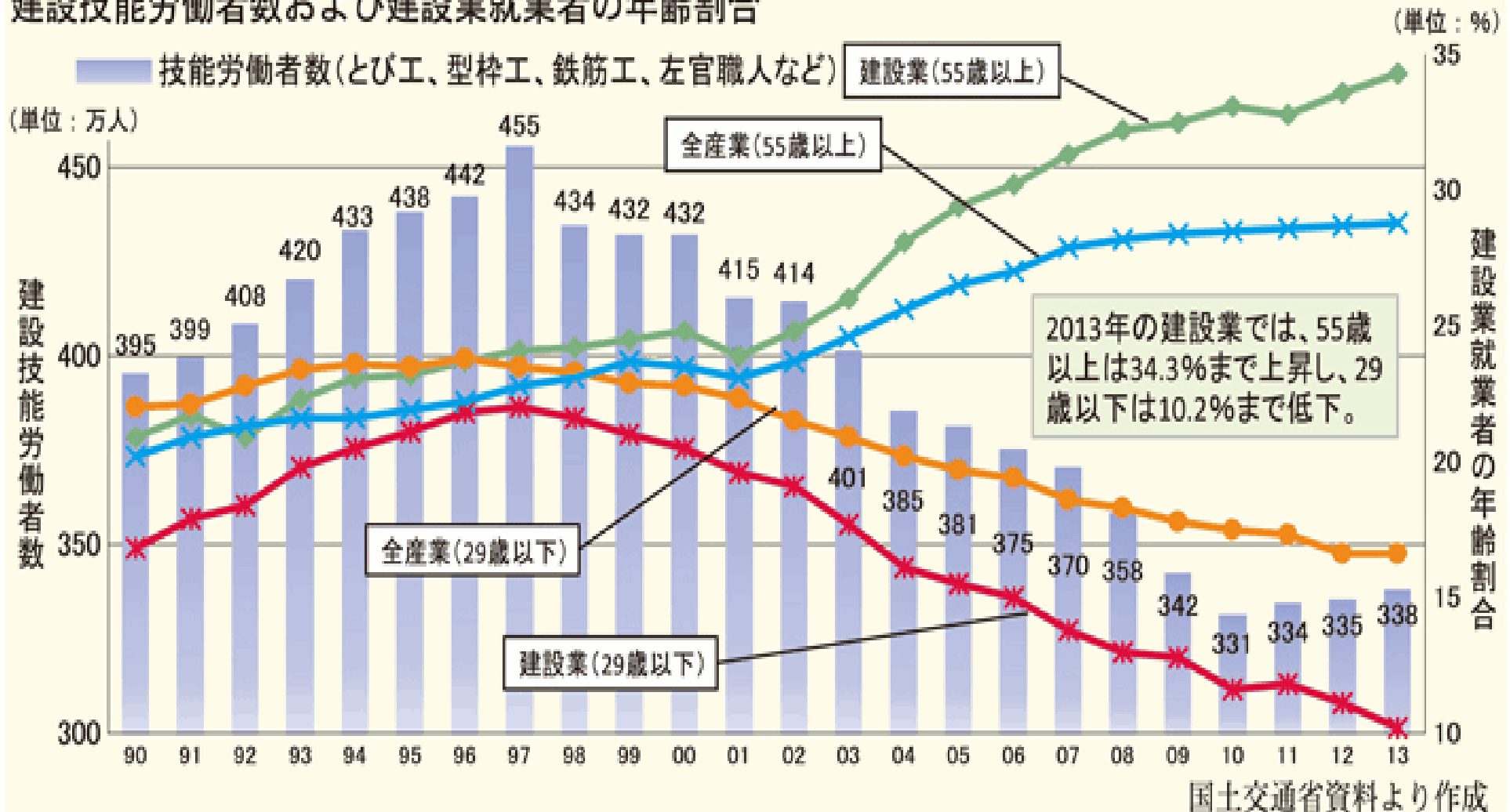


- 世界で起こる地震(M6以上)の2割は日本国内で発生。
- 首都直下型地震や南海トラフ地震の脅威

M7.3熊本地震(2016.4)

高齢化社会の到来と建設業の労働力減少

建設技能労働者数および建設業就業者の年齢割合

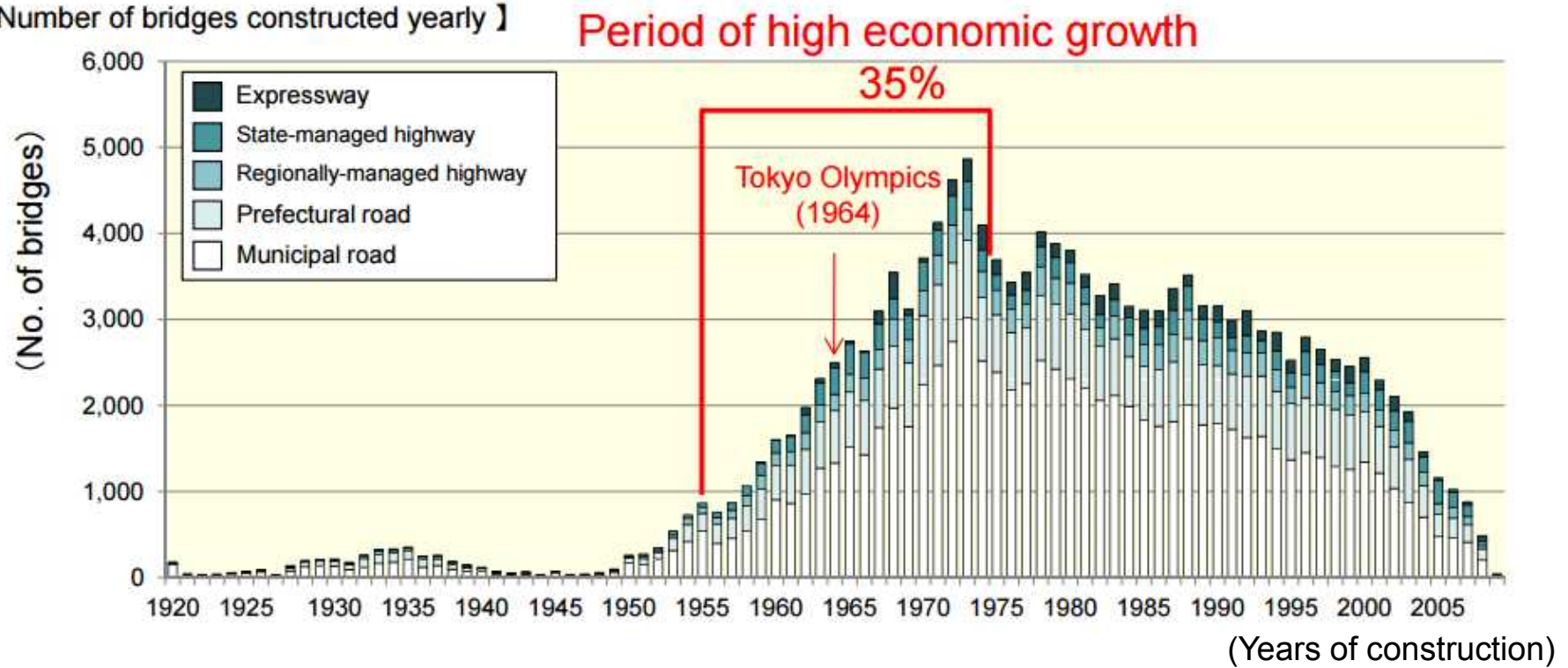


(年)

資料：労働力調査(総務省)を基に国交省作成

経済成長期以降に整備のインフラストック

【 Number of bridges constructed yearly 】

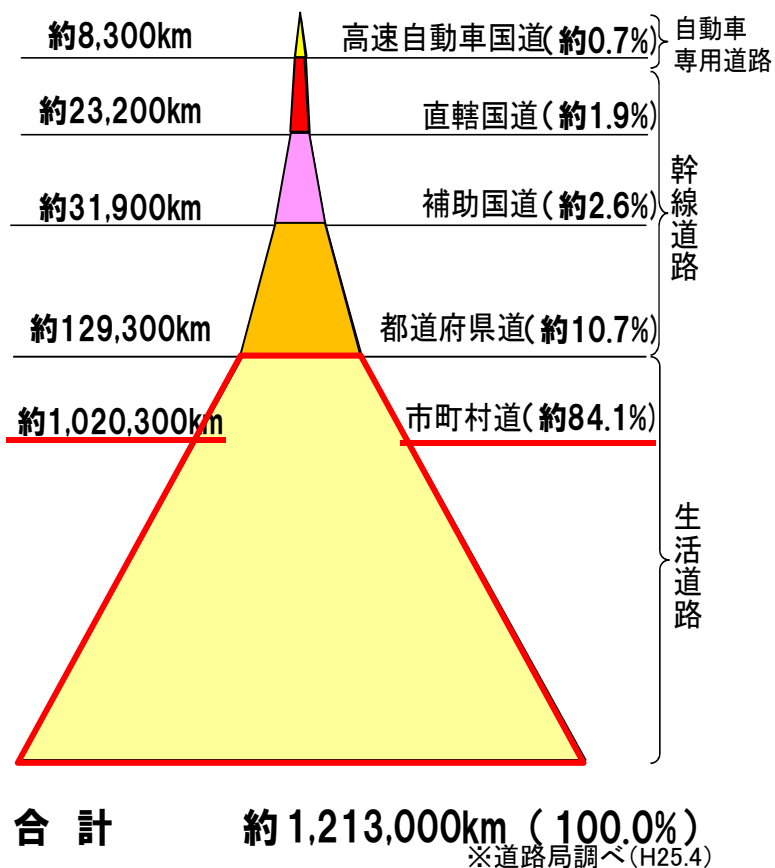


Number of bridge
over 50 years old

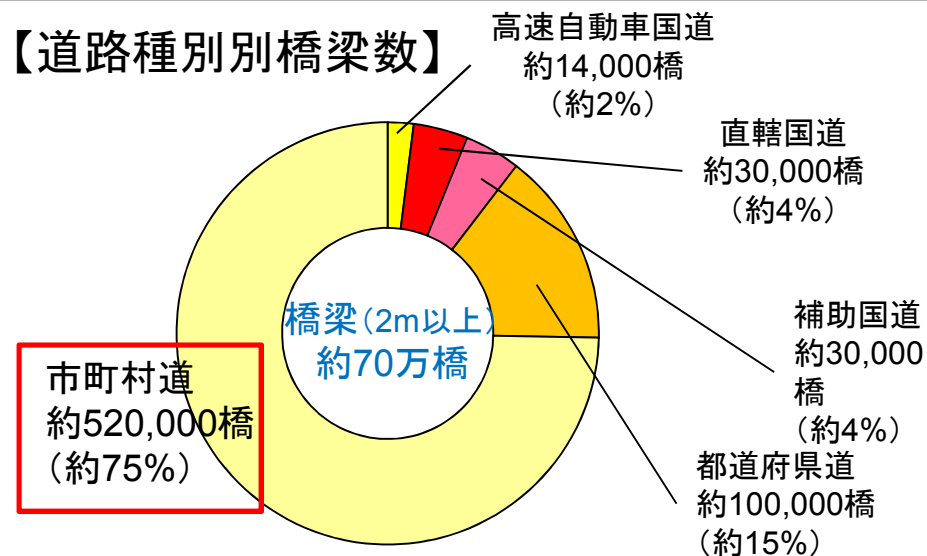
管理者別の道路延長と橋梁及びトンネル数

日本では、道路橋は全国に約70万橋、道路トンネルは約1万本
 全国約70万橋の橋梁のうち、7割以上となる約50万橋が市町村道

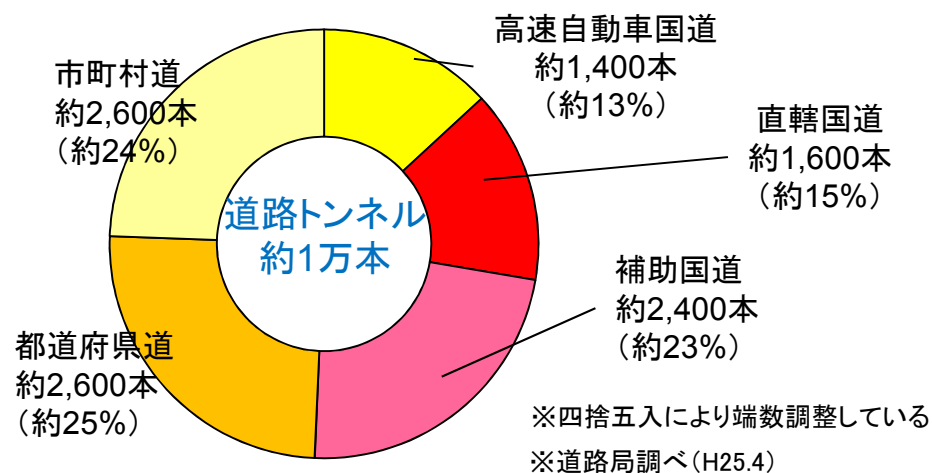
【日本の道路種別と延長割合】



【道路種別別橋梁数】



【道路種別別トンネル数】



トンネル天井板崩落事故 ～老朽化対策の契機～



2012年12月、高速道路トンネルでコンクリート製の天井板が約130メートルにわたり崩落した。車3台が下敷きになるなどして死者9人、負傷者2人を出すという大惨事になった。

Inspection and repair work

Kisogawa bridge (1963)



Close-range visual inspection



Broken steel, the upper and lower portions are completely divided.



The day after discovery, road administrators were carried out emergency repair work.



After repair (installation opening)

2020年に目指す姿

3Dデータによる施工 i-Construction project

熟練オペレータの不足に対応できる自動制御建設機械を普及させるため、技術基準を策定し、必要な3次元設計データや3次元計測技術の導入環境を整備した。

2020年に目指す姿
担い手不足、生産性向上、現場環境の改善。
全体工程の生産性向上に資する情報化施工技術の普及率を3割

インフラ点検ロボット

ダムや河川護岸の点検を行う水中調査ロボットや、橋梁やトンネルの点検を支援するロボットの導入に向けた検証プロジェクトを実施した。
今後、試行プロジェクトを実施予定。

2020年に目指す姿
点検、診断、補修等に必要となる技術者不足を解決。
重要・老朽化インフラの20%でロボット等を活用
(ロボット等の支援により急増する維持管理に対応)


災害対応ロボット

人が入れない危険地帯での調査や、緊急作業を可能とするロボットの導入に向けた検証プロジェクトを実施。今後、普及を促進する。

2020年に目指す姿
被災直後の調査や応急対策の迅速化
過酷な災害でも有人と遜色ない無人作業を実現
(人が近づくことが困難な災害現場に迅速・的確に対応)

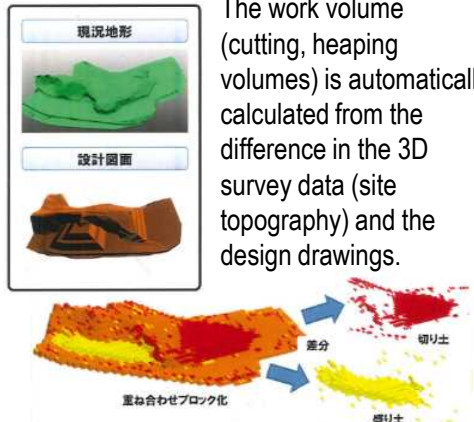
【政策1】i-Constructionによる建設産業の生産性向上

(1) 3D **surveys** using drones, etc.




Surface-area high-precision 3D survey is done using photography surveys, etc. using drones, etc.

(2) **Design and construction planning** using 3D survey data



The work volume (cutting, heaping volumes) is automatically calculated from the difference in the 3D survey data (site topography) and the design drawings.

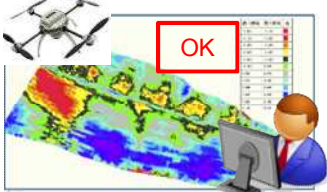
(3) **Construction work** using ICT construction machinery



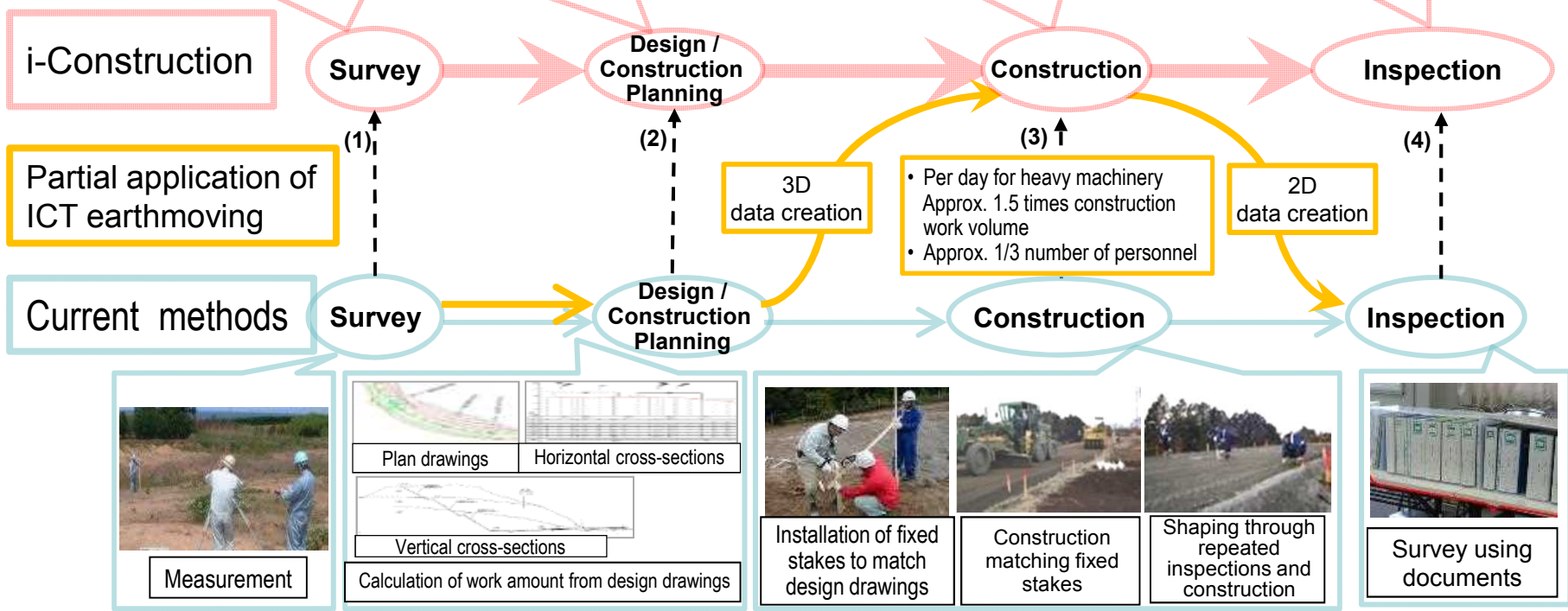
Using 3D design data, etc., ICT construction machinery is automatically controlled, and IoT(*) is carried out at construction sites.

* IoT (Internet of Things) refers to a network where a range of different things are provided with sensors and connected into a network.

(4) Work-saving for **inspections**

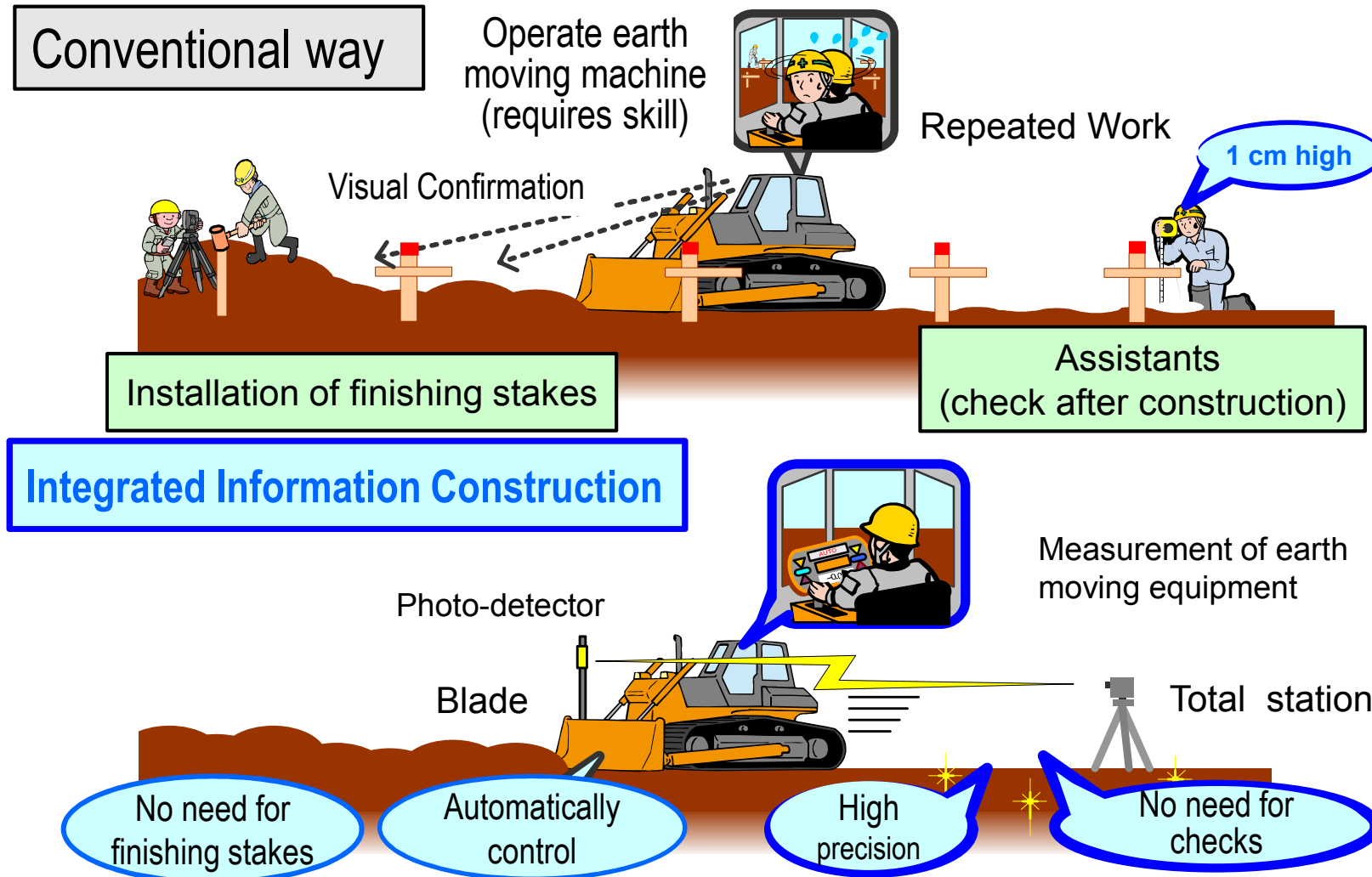


Through inspections, etc. using 3D surveys taken by drones, etc., documentation for completed areas is not required, and the number of inspection items is halved.



Integrated Information Construction

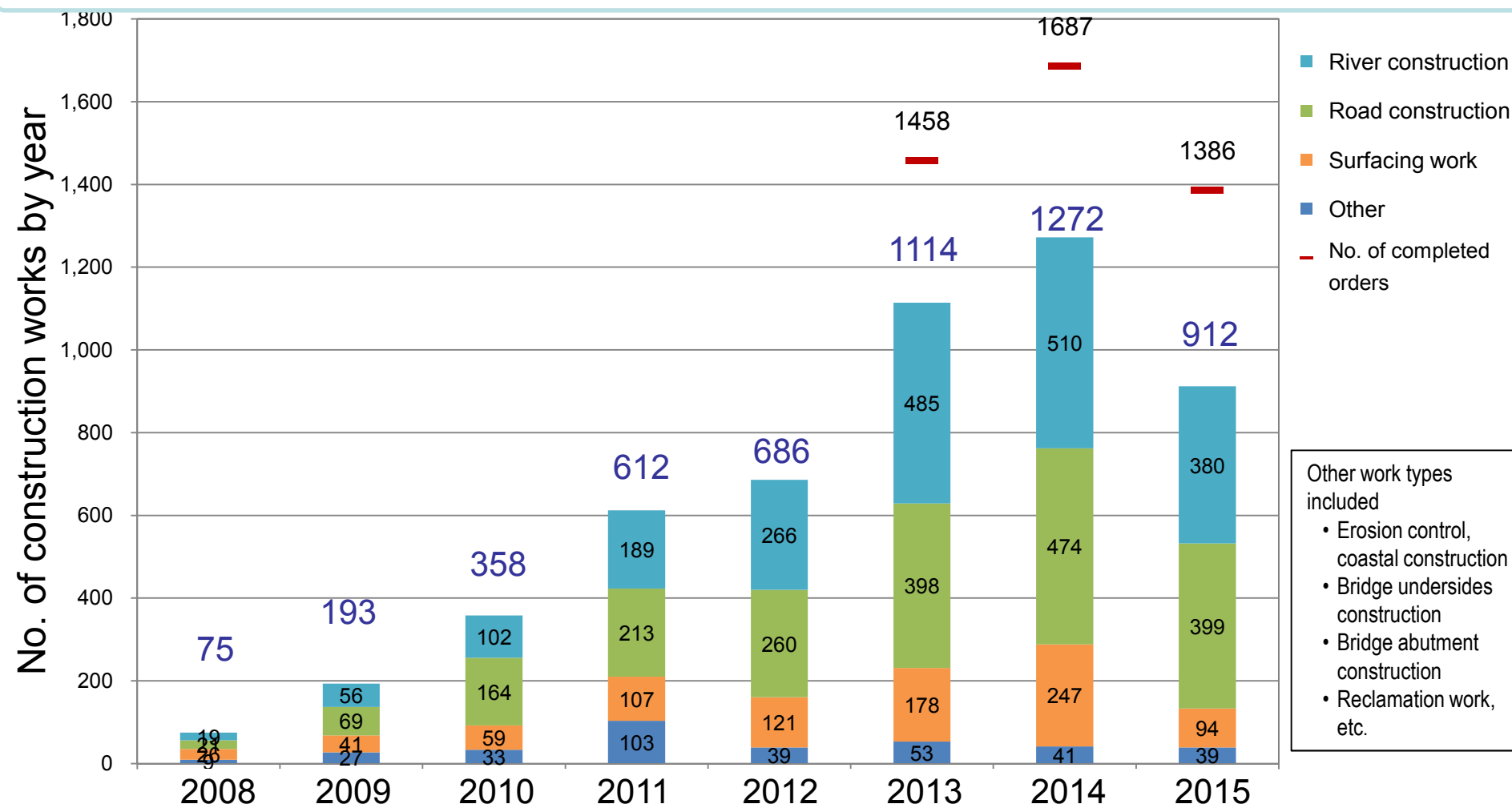
“Construction Process Revolution” resulting from the fusion of ICT, control technologies and surveying technologies to mechanize construction



Example of Integrated Information Construction (ex: 3D Machine Control)

Number of Construction Works Utilizing Intelligent Construction Technology

• There were 912 construction works utilizing integrated information construction technologies in 2015.

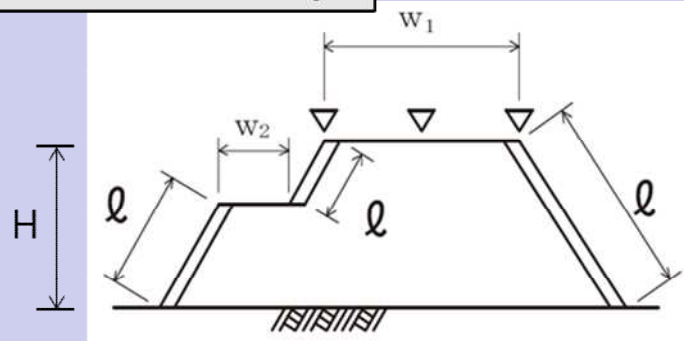


Number of construction works utilizing information construction technology (by contracted fiscal year)

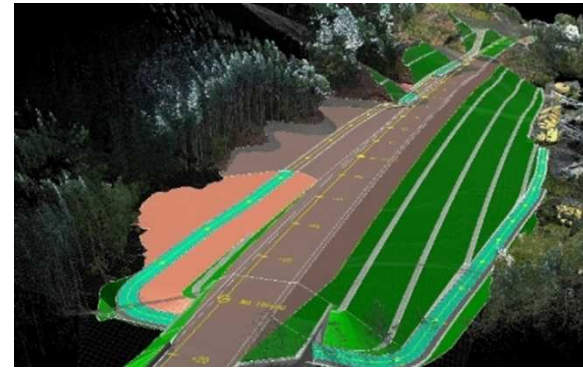
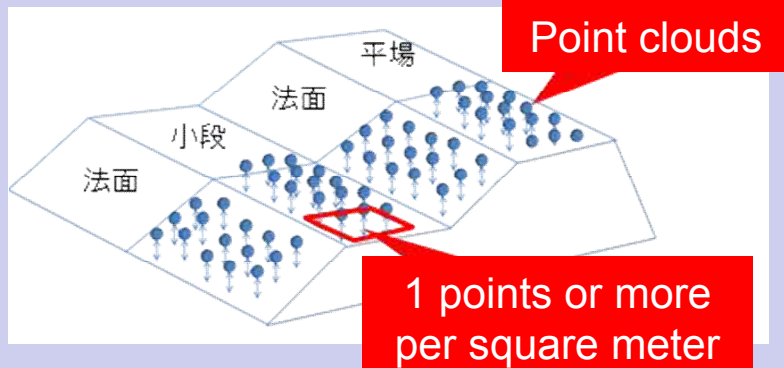
Newly established the 15 technical standards

Introduction of “**Dimensional control by point clouds**” as a new standard.

Conventional way



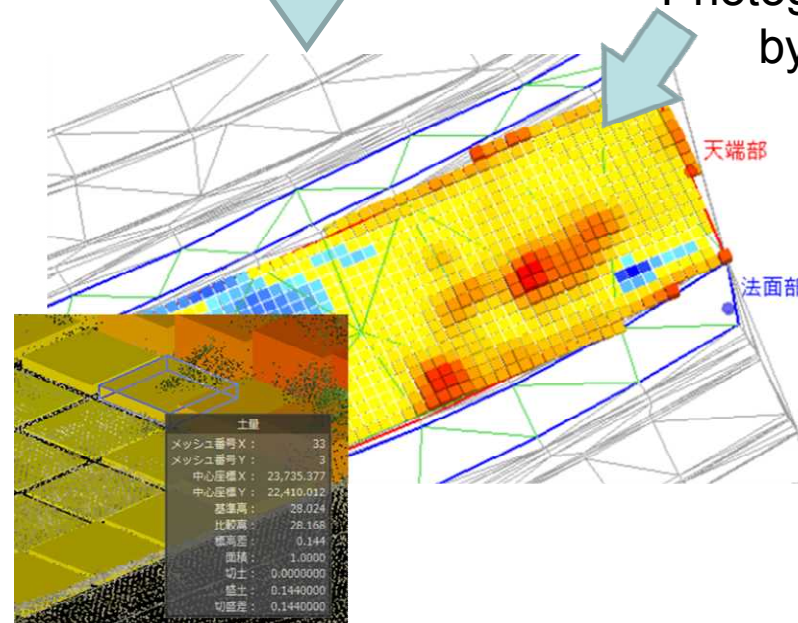
New method



3D design data



Photogrammetry by UAV

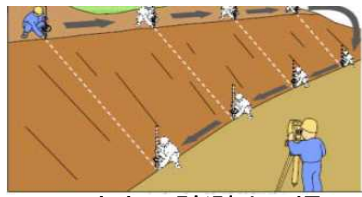


3D dimensional control by using heat map.

当該事業の実施により、受注者、発注者共に必要な業務量を削減することが可能。また、本格導入に伴い、将来的には従来施工よりコストの減少が見込まれる。

発注者メリット

● 検査日数が大幅に短縮



人力で計測する場合、

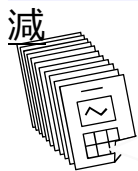


GNSS
ローバー
等で計測

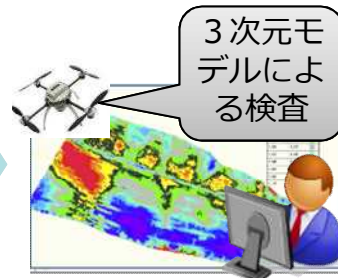
1断面のみ / 1現場

監督・検査要領（土工編）（案）等の導入により、
検査にかかる日数が約 1 / 5 に短縮
（2kmの工事の場合 10日→2日へ）

● 検査書類が大幅に削減



工事書類（計測結果を手入力で作成）



3次元モデルによる検査

受注者（設計と完成形の比較図表）
50枚 / 2km

1枚のみ / 1現場

監督・検査要領（土工編）（案）等の導入により、
検査書類が 1 / 50 に削減

受注者メリット

● 施工管理日数が大幅に短縮



丁張りの設置のための計測作業、設置、移設、撤去等の一連の作業に膨大な時間を要していた。

ドローン計測のほか、計算用ソフトウェア、機材使用のためのインストラクター等、ICT技術導入に必要な機材を活用



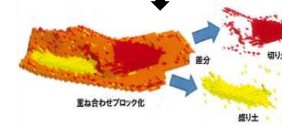
ドローンの活用により、一連の丁張り作業が不要。地上での計測作業が劇的に削減。

● 施工計画の自動化



3次元測量データ（現況地形）と設計図面との差分から、施工量（切り土、盛り土量）を自動算出。

・より土砂の移動量の少ない施工計画の実現
・鉄塔、未収用地、その他障害物を考慮した施工計画の実現が可能。




リスクや施工手順上の問題点を踏まえた効率的な施工計画を把握することで、生産性向上に資する

土工における施工管理に係る時間は約1/5に短縮


【政策1】i-Constructionによる建設産業の生産性向上

(1) 3D **surveys** using drones, etc.




Surface-area high-precision 3D survey is done using photography surveys, etc. using drones, etc.

(2) **Design and construction planning** using 3D survey data



The work volume (cutting, heaping volumes) is automatically calculated from the difference in the 3D survey data (site topography) and the design drawings.

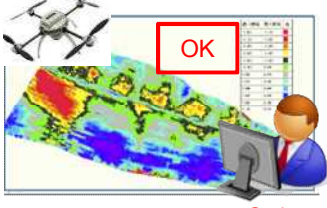
(3) **Construction work** using ICT construction machinery



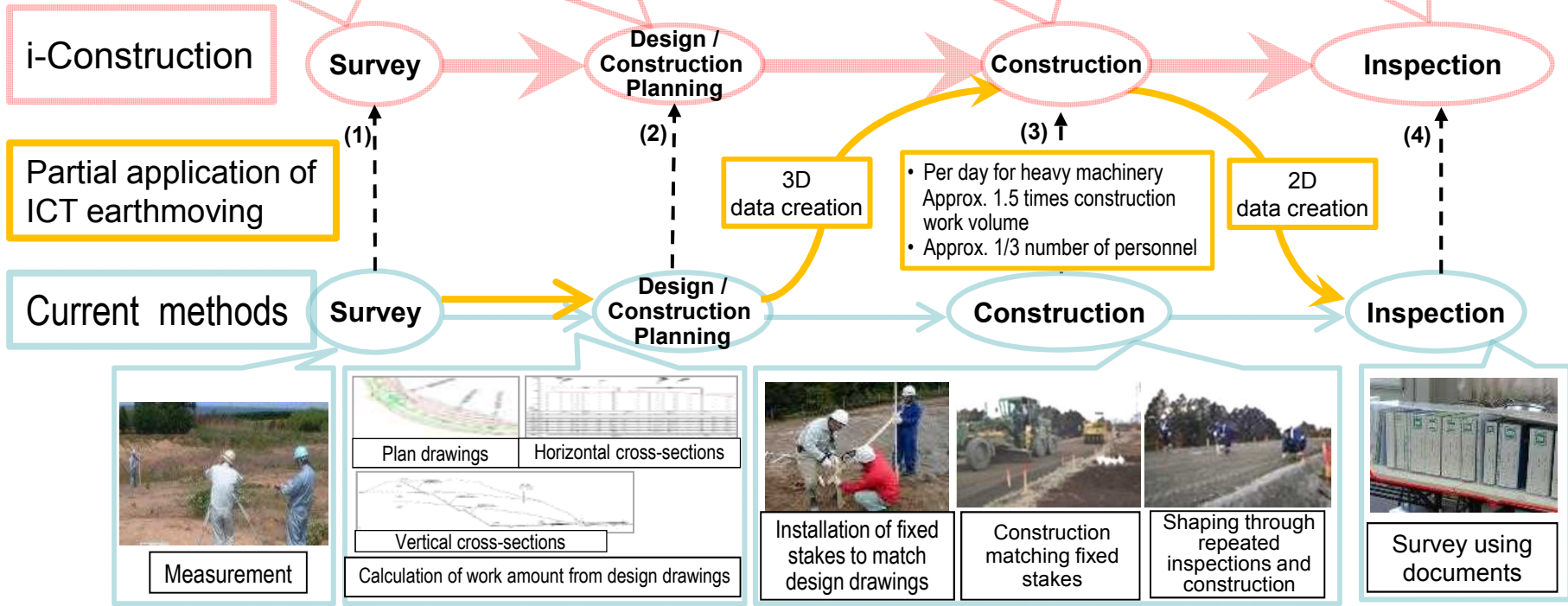
Using 3D design data, etc., ICT construction machinery is automatically controlled, and IoT(*) is carried out at construction sites.

* IoT (Internet of Things) refers to a network where a range of different things are provided with sensors and connected into a network.

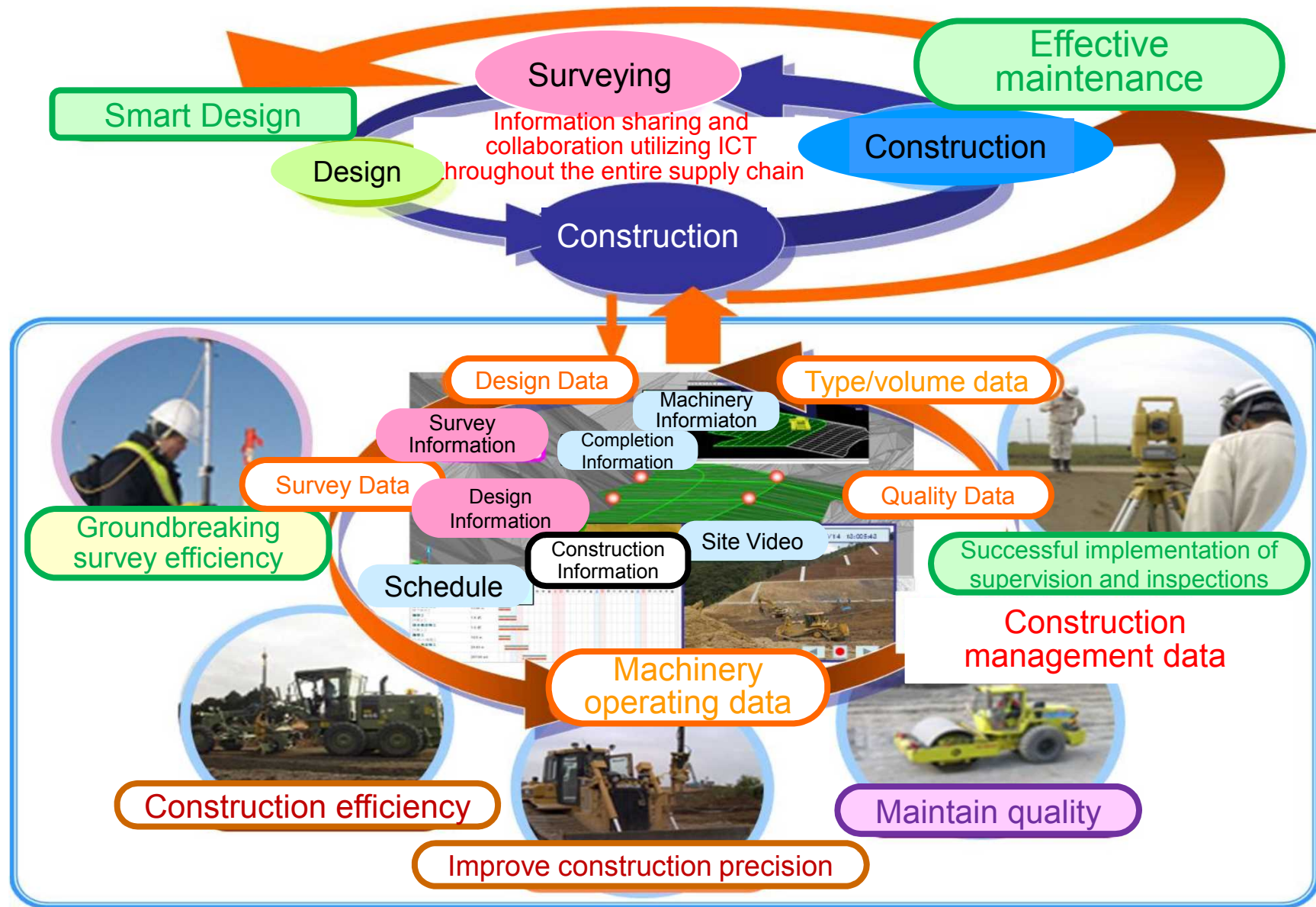
(4) Work-saving for **inspections**



Through inspections, etc. using 3D surveys taken by drones, etc., documentation for completed areas is not required, and the number of inspection items is halved.



Target of i-Construction



<Overall View of Integrated Information Construction>

【政策2】災害対策技術の推進



The 1st generation (直接目視)
水中ブルドーザ (1969年)



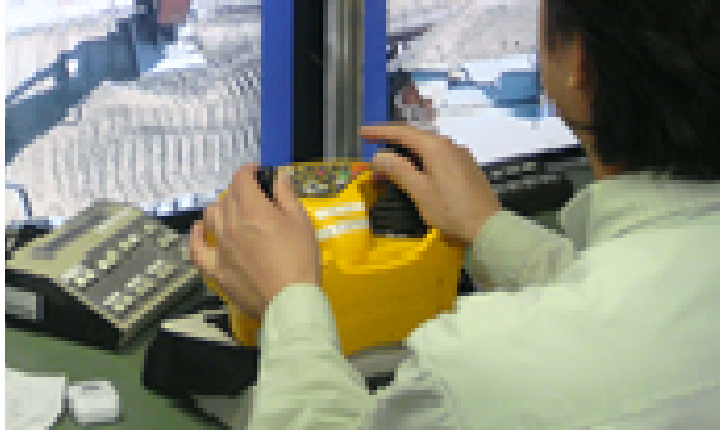
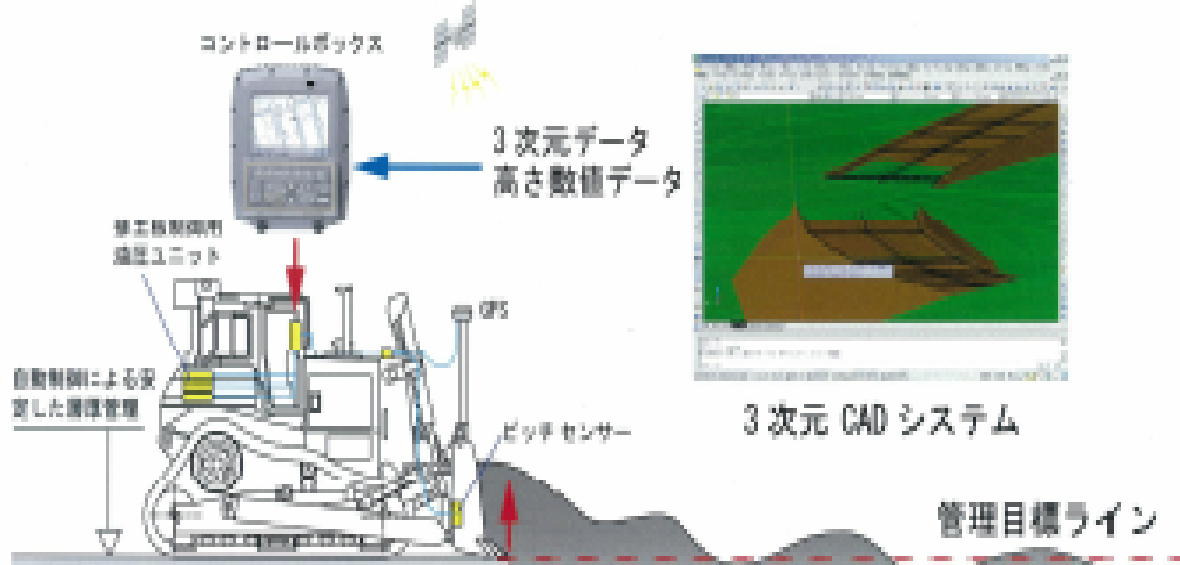
操作室



The 3rd generation
(映像支援+情報化施工)
岩手宮城内陸地震の復旧工事 (2011年)

熊谷組提供

第3世代



バックホウのガイダンス画面

RCC工法における排土板制御システムの概要

無人化施工技術の発展



- ◆雲仙普賢岳試験フィールド事業②
 - 土石流発生後の遊砂池における除石工事
 - RCC工法による砂防ダムの築造
 - 《カメラを用いた500m程度の遠隔操作、GPSによる測量》
 - 設計～施工管理、材料、無線マネジメントまでの総合技術確立
- ◆有珠山噴火災害復旧工事③
 - 障害物が存在する複雑な地形での超遠隔施工(1km)
- ◆三宅島噴火災害復旧工事
 - コンクリートブロック積上げによる床固工
 - 公共事業への無人化施工の本格的導入
- ◆砂防堰堤工への適用推進④
 - 無人50tクレーン開発による砂防堰堤工(北陸地整)
 - 砂防工事への無人化施工の本格的導入
- ◆ISM工法の無人化の実現
- ◆ICTの導入促進
 - 《GPSによる無人測量、ブルドーザ排土板自動制御》
- ◆分解空輸型油圧ショベルの開発(東北地整)⑤
- ◆ネットワーク型での超長距離の無人化施工実証実験(雲仙)⑥

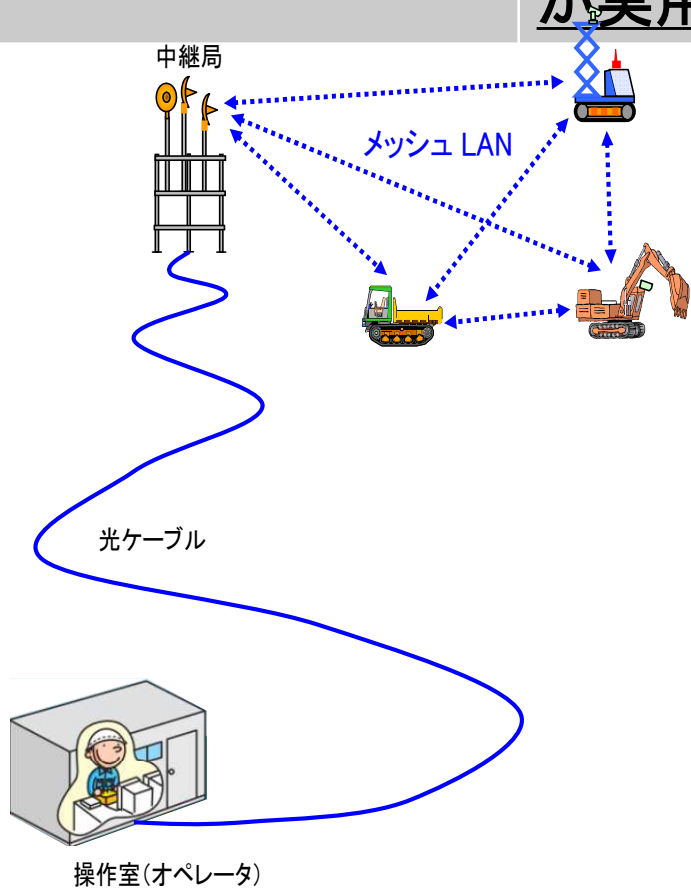
第1世代(直接目視操作)

第2世代(モニター操作方式)

第3世代(情報化施工方式)

第4世代

世代	システムの概要	直面した課題
第4世代 (ネットワーク型操作方式)	映像の圧縮伝送技術の進歩により、屋外無線LANを利用した低遅延の映像伝送が実現。 <u>混信のない30kmを超える超長距離が実用域に。</u>	高度技能保持者(オペレータ、通信技術者)の確保。 大規模災害のための既設光ファイバー網の利活用法。 無線LAN通信への機材の対応。 など、



操作距離が、600m以上、数10kmでも対応可能

5GHz帯無線LAN

※操作信号と映像信号をひとつの電波で送信する。

- ・無線局免許が必要(無線登録)
- ・無線従事者免許が必要(第三級陸上特殊無線技士以上)

⑥ ネットワーク型無人化施工の実証(2011)



雲仙での実証のため、わずか1時間で長崎河川国道事務所内に設営された操作室

最新の無人化施工技術(第4世代)



第4世代(光ファイバー通信を利用したネットワーク型遠隔操作)
北俣地区の復旧工事(2012年)

最新の無人化施工技術(第4世代)

第4世代(光ファイバー通信を利用したネットワーク型遠隔操作)
北俣の復旧工事(2012年)



実際の工事の状況(第4世代)

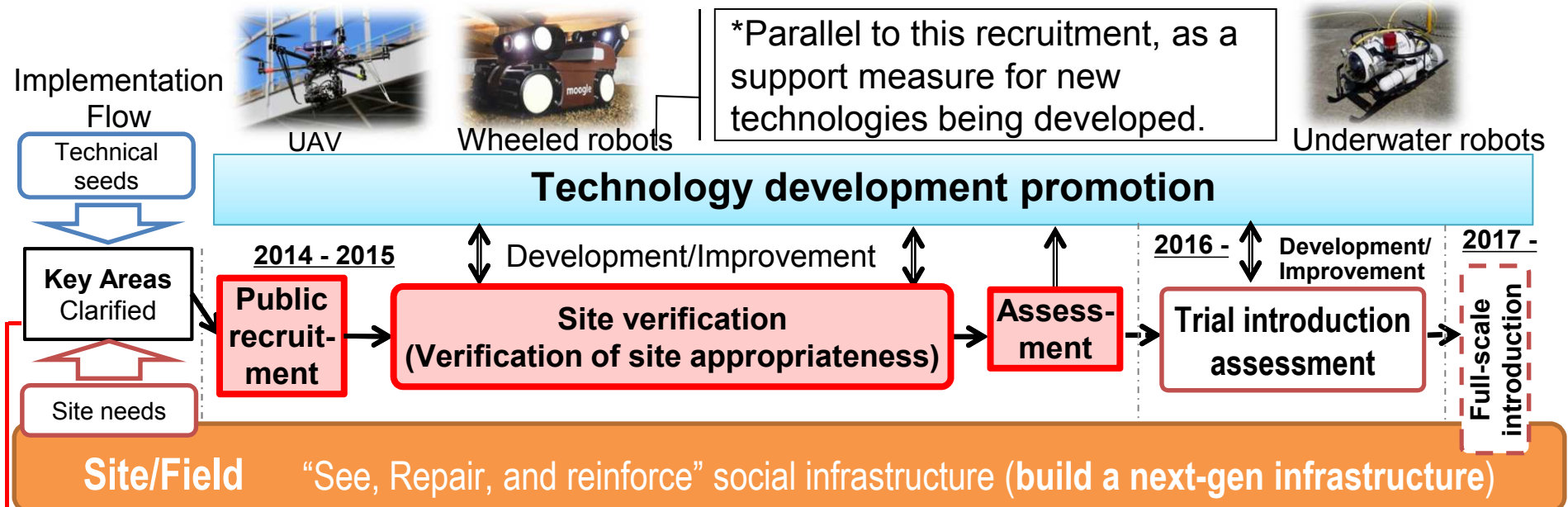
③マシンガイダンス(MG)ショベルの導入



情報化施工のディスプレイに表示された作業目標により、掘削操作の効率化を実現した

Next-Generation **Robots** for Infrastructure

- Accurately inspecting areas where people cannot see to ensure the soundness of facilities: **Maintenance Robots**.
- Supporting emergency measures and prompt and accurate grasping of affected areas dangerous to enter: **Disaster Response Robots**.



Site/Field “See, Repair, and reinforce” social infrastructure (build a next-gen infrastructure)

5 key areas are designated for site verification/assessment and development support as next-generation robots for infrastructure.

I. Maintenance

(1) Bridges



(2) Tunnels



(3) Dams, River



II. Disaster Support

(4) **Damage surveys**
(Landslides, eruptions, tunnel collapses)



(5) **Emergency recovery from disasters** (Landslides, eruptions)



災害対応におけるロボット技術への期待

迅速かつ的確な災害対応にあたり、多様なロボット技術の活用が期待される。



人の立入りが困難もしくは人命に危険を及ぼす災害現場での調査を可能とする技術の導入を目指している。

●想定する事象

【火山噴火】 火砕流 土石流

→ 火山灰の堆積深、土砂や火山灰等の性状の把握

【土砂崩落】 河道閉塞

→ 地形の変化や状況の把握

【トンネル崩落】

→ 崩落状態や規模の把握

●時間経過による制約の違い

災害発生直後(フェーズ1) → 発生後1~3日(フェーズ2)

→ 発生後1週間程度(フェーズ3) → 対策工開始後(フェーズ4)

Next-Generation **Robots** for Infrastructure

Examples of

Disaster survey robots

/ Emergency response robots



**Flying types
(landslides, etc.)**



**Flying types
(landslides, etc.)**



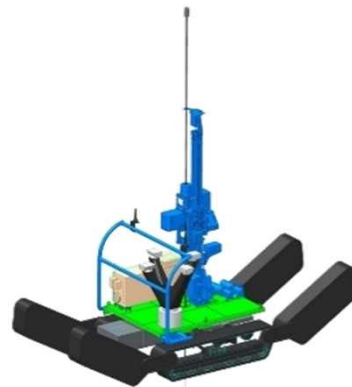
Mounted types



**Mounted types /
artificial muscle**



**Crawler types
(tunnel disasters)**



**Crawler types
(ground survey
/ penetration test unit)**



**Autonomously controlled
vibration roller**



飛行型ロボットの活用場面

2015(H27).12.21時点

- 土砂崩落や火山災害等、人の立ち入りが困難な場所の被災状況を、迅速且つ的確に把握
- 車両搭載や人力運搬が可能である等、運搬性に優れている
- 有人ヘリと比較し、現場近くで待機し必要な際に直ぐに利用できることや被災現場近くまでより接近できる等の柔軟な対応が可能

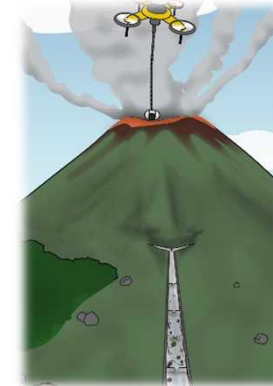
土砂崩落



トンネル崩落



火山噴火



ロボット事例



三信建材工業株式会社



(株)日立製作所



株式会社ネクスコ東日本
イノベーション&コミュニケーションズ



ルーチェサーチ株式会社



株式会社アスコ



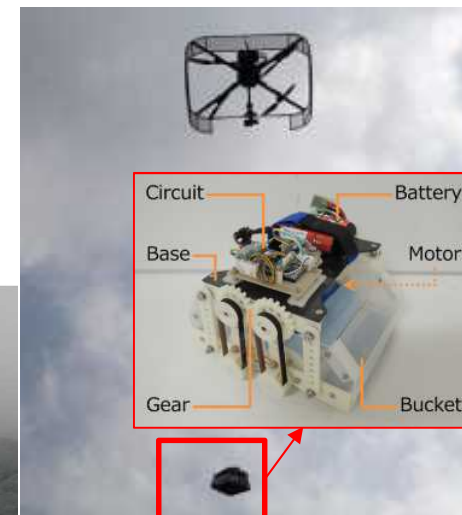
徳島大学大学院
ソシオテクノサイエンス研究部



株式会社 富士建



東北大学
未来科学技術共同研究センター



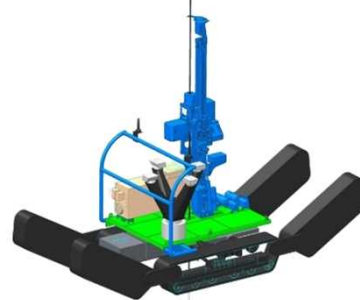
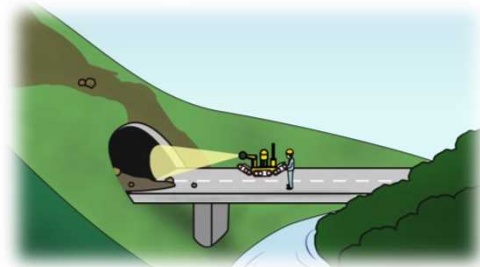
走行型ロボットの活用場面

- 土砂災害やトンネル災害等、人の立ち入りが困難な場所の被災状況や損傷位置、地質・地盤状況等を迅速に把握
- 作業員が安全に現場に立ち入ることが可能かの判断を支援
- 二次災害の危険性を判断する地形調査を迅速に実施
- 車両搭載や人力運搬、自走が可能である等、運搬性に優れている

土砂崩落



トンネル崩落

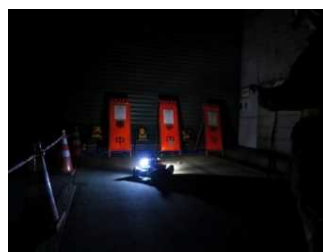


(株)大林組

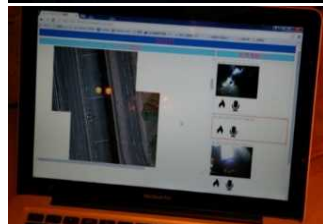


(株)日立製作所

ロボット事例



愛知工業大学



徳島大学大学院



一般的な小型建設重機



HRC システム

西尾レントオール(株)

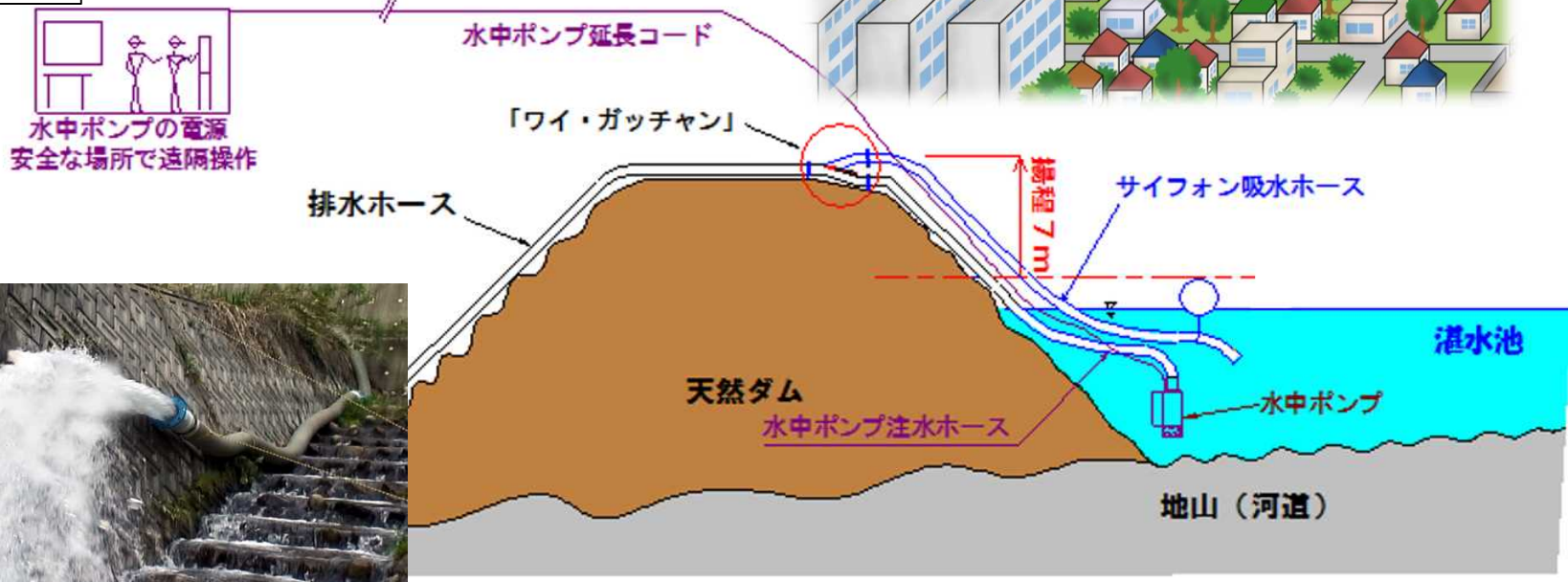
排水用ロボットの利用場面

- 土砂崩落に伴い発生した天然ダムの崩壊による二次災害を防止するため、**危険な条件下での排水作業を安全に実施**
- 災害発生から排水作業開始までの**時間を短縮**することで二次災害のリスクを極力抑える
- 燃料の輸送が困難なエリアでの排水作業を**少ない燃料で長時間継続**

天然ダム



ロボット事例



無人化施工（施工型ロボット）の利用場面

《活用が期待される場面》

- 土石流や土砂崩落後の作業員が立ち入ることのできない危険な場所において、一般的な建設機械を迅速に遠隔操作化して無人化施工を実施
- 作業員が建設機械に搭乗して行う通常作業に近い品質・効率を実現

土石流



土砂崩落



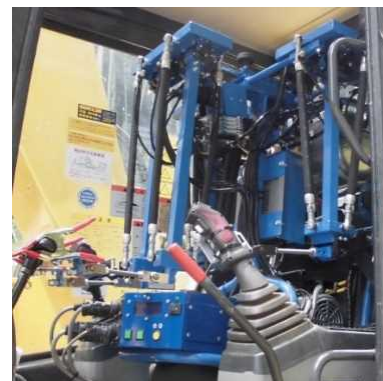
ロボット事例



(株)フジタ



(株)富士建



コーワテック(株)



(株)フジタ



(株)熊谷組



大成建設(株)

応急復旧技術の検証現場について

(雲仙普賢岳(長崎県)水無川2号砂防堰堤付近)



遠隔操作室

ヤードA(掘削・積込み)

ヤードB(掘削土砂の荷卸し)



目視掘削実施状況



映像掘削実施状況



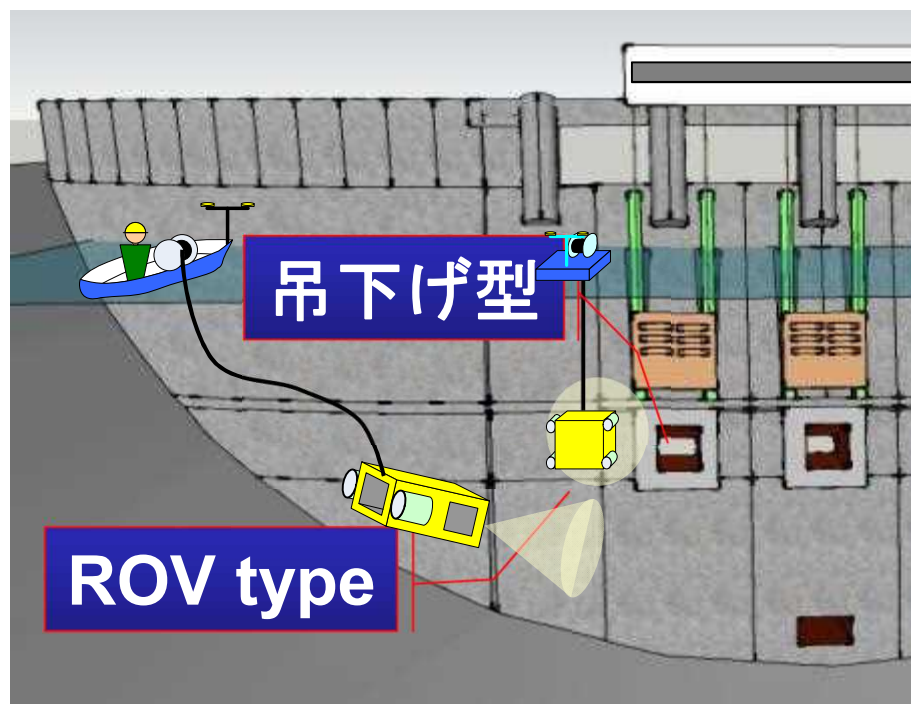
盛り土による動作検証

【政策3】維持管理分野でのロボット活用

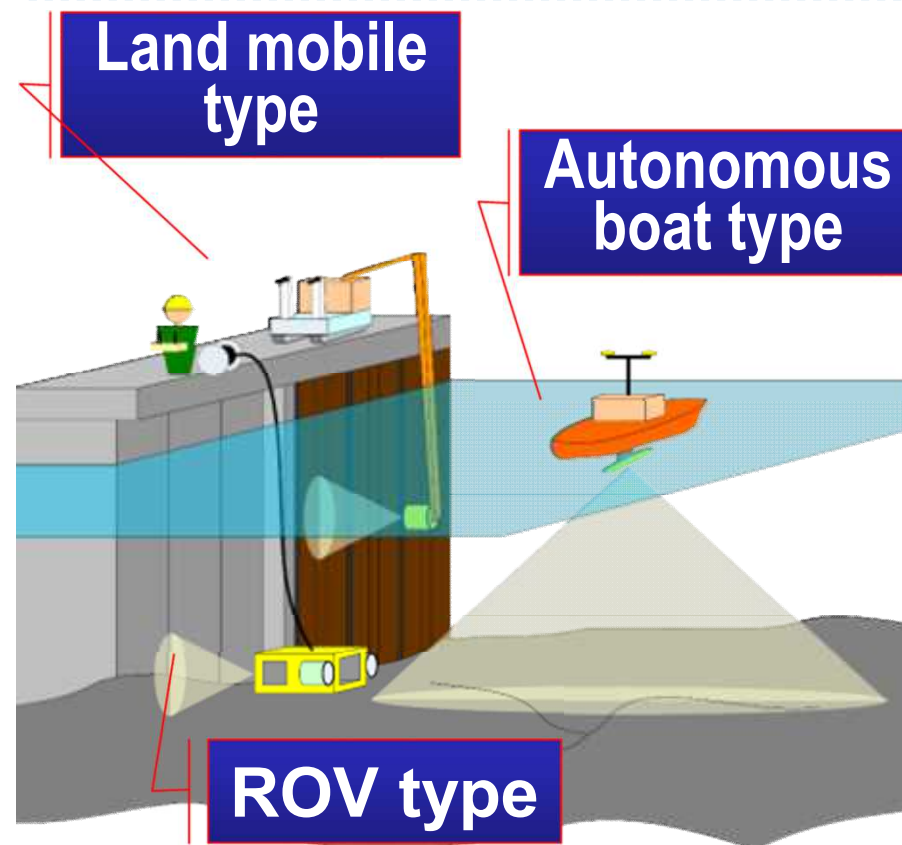
《Expected use scene of underwater robots》

- 潜水士による近接目視点検前の概査
- 40m以深における安全性向上と費用削減
- 高濁度下の点検における安全性向上と費用削減

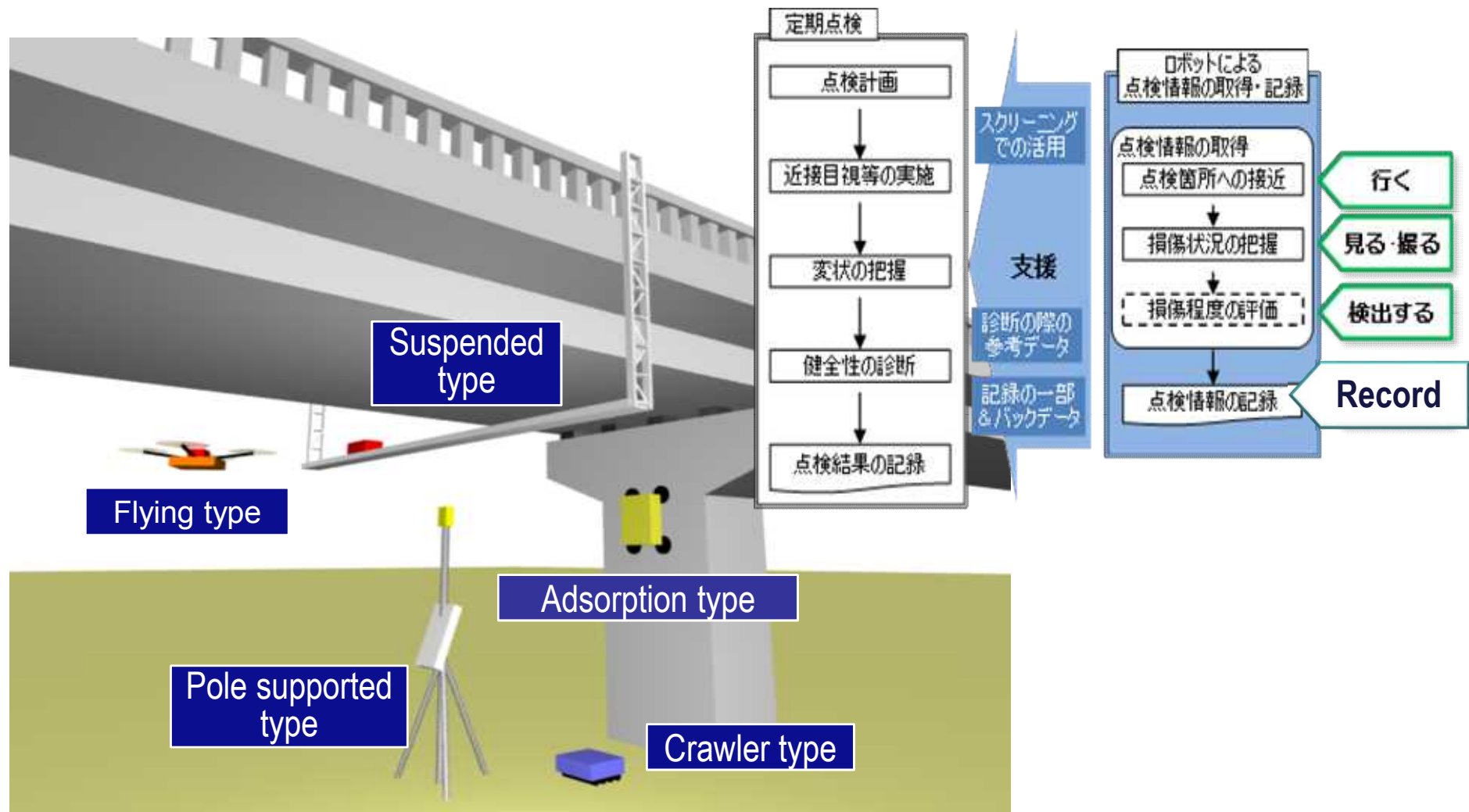
Dam



River



《Expected use scene of Bridge inspection robots》



Various types of inspection robots have been proposed .

Next-Generation Robots for Infrastructure

Examples of Bridge inspection robots



Flying types



Vehicle suspended- types



Bridge girder Suspended-types
(Compound eye-type camera)

Tunnel inspection robots



Rader equipped types



3D Laser equipped types

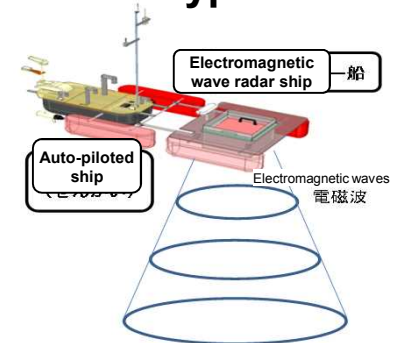


Flying types

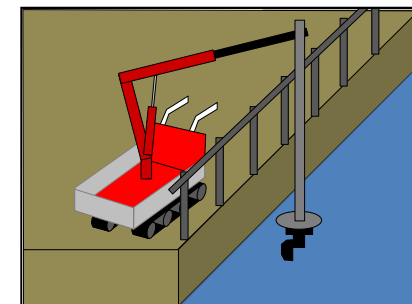
Underwater inspection robots



ROV types

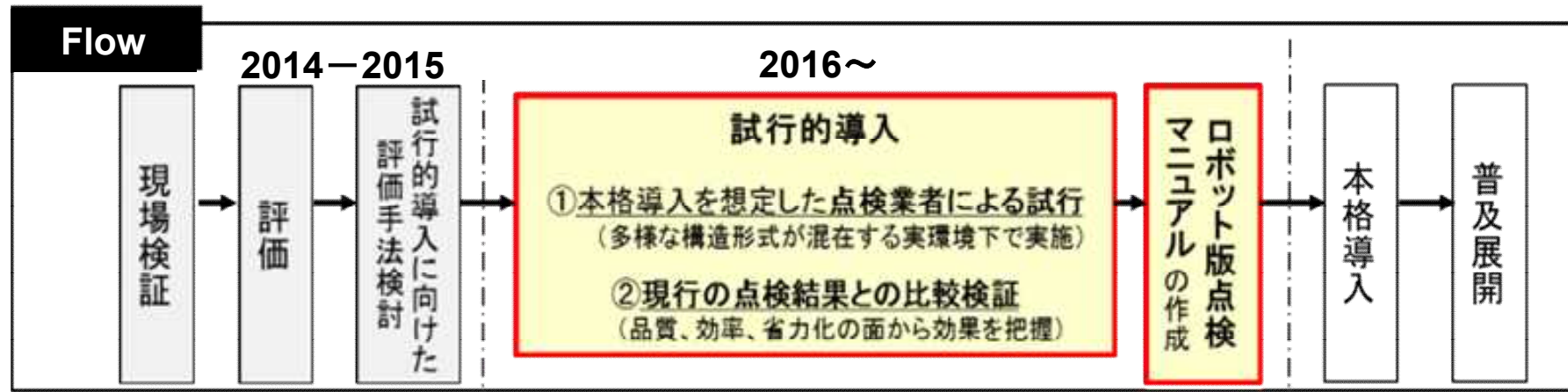


Autonomous navigation boat



Pole supported- types

- 維持管理における情報管理は、今後一層重要性を増す。特に法定化された点検記録については比較検証が継続的に行われる。
- 人の判断が介在した紙ベースの点検記録だけではなく、判断根拠をしっかりと残す必要がある。
- ロボットの導入により大幅な効率化が期待できるが、扱う情報量が増大する内業コストの低減が不可欠。
- 効率化が望まれる内業とは、大量の画像記録の整理、損傷の抽出、報告書の作成であり、AI等による効率化・自動化が期待される。
- 大量のデータを安定してアーカイブするための、電子納品要領の策定など、基準化・環境整備が必要。
- 次年度よりロボットの橋梁点検・トンネル点検の試行的導入を予定しており、点検データを効率的に扱える技術の試行にも取り組みたい。



点検ロボットの導入に向けて、現行基準類(点検要領など)を踏まえ、効果的な点検手順(点検におけるロボットの利用方法)と点検成果(ロボットが取得したデータの整理方法と納品方法)について策定する予定。

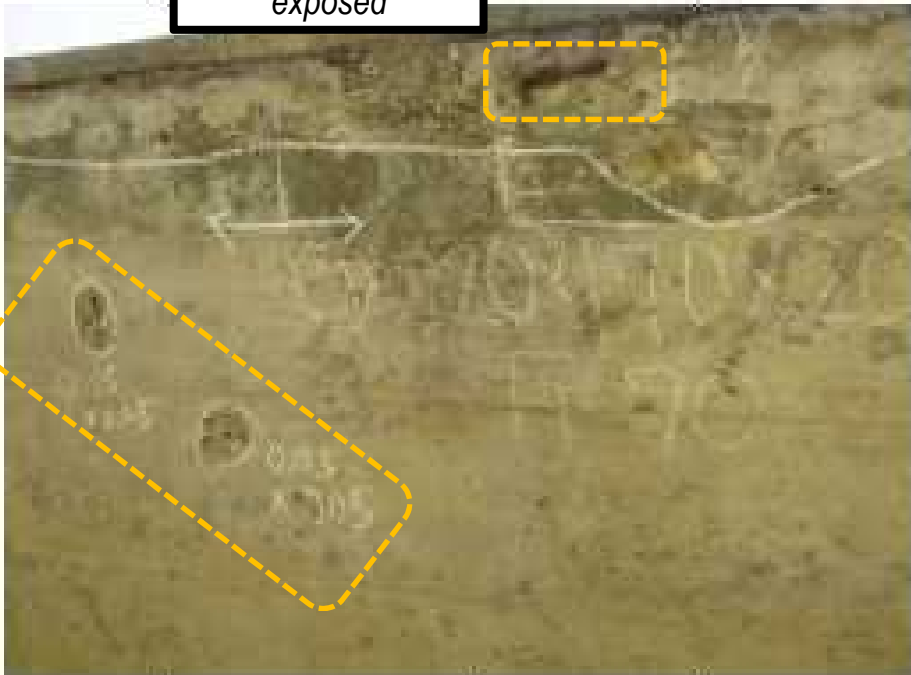
(1) ロボットを利用した点検手順について

インフラの点検業務を対象に、それぞれの「ロボット利用手順」を策定する。自然条件(水深、流速、濁度等)に加え、経済性や安全性の観点からも、ロボット利用効果の期待できる適用条件を設定する。

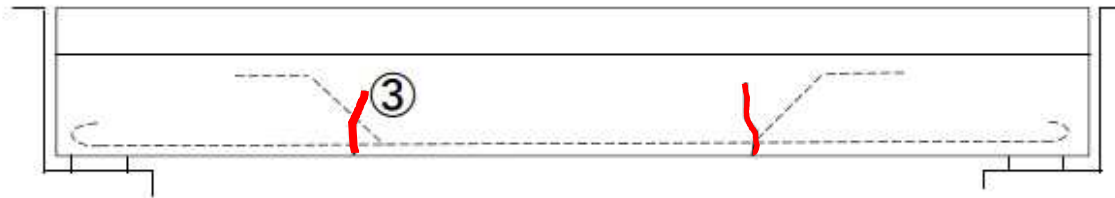
(2) ロボット点検の成果物について

本格導入に向けて、既存点検要領と整合のとれた「成果品とりまとめ方法」について策定する。点検業務契約の成果品となるため、補修計画立案や設計等といった点検記録の利用場面を想定し、実用上の要求精度について考慮する。

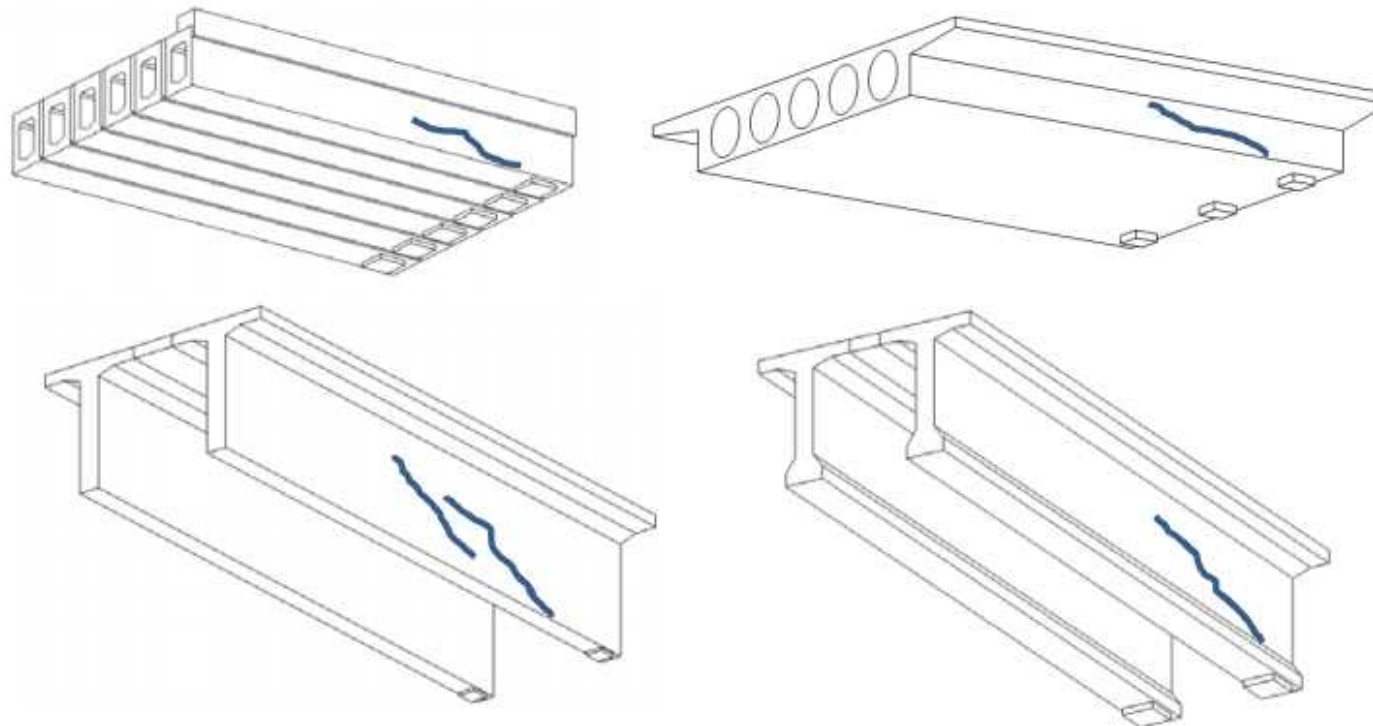
Bridge Inspection Report (Form6)

番号	Span No.						
名	Route ●●●		Jurisdiction	Name of road administrator	Design code	1301	
	自	百米標 km+距離 m		●●● national highway office	Date modified	2015年12月8日	
至	百米標 km+距離 m		●●● branch office				
撮影年月日	2015.11.18	Picture No.	32	span No.	10	Date	2015.11.18
Memo		Element	Deck slab	Element No.	0101	Memo	
上流側張出し床版に床版ひびわれ(幅0.1mm)及び、遊離石灰が見られる。		Damage type	Peeling Rebar exposed	Damage Rank	d	1) Rebar exposure(0.1m × 0.1m) is found under the overhanging deck on upstream side.	
【今回点検他損傷】 ①床版ひびわれ-d					2) Peeling (0.05m × 0.05m) Rebar exposed		

Position of the span 1/4 , the main girder perpendicular direction , vertical direction and diagonal direction of the main girder side



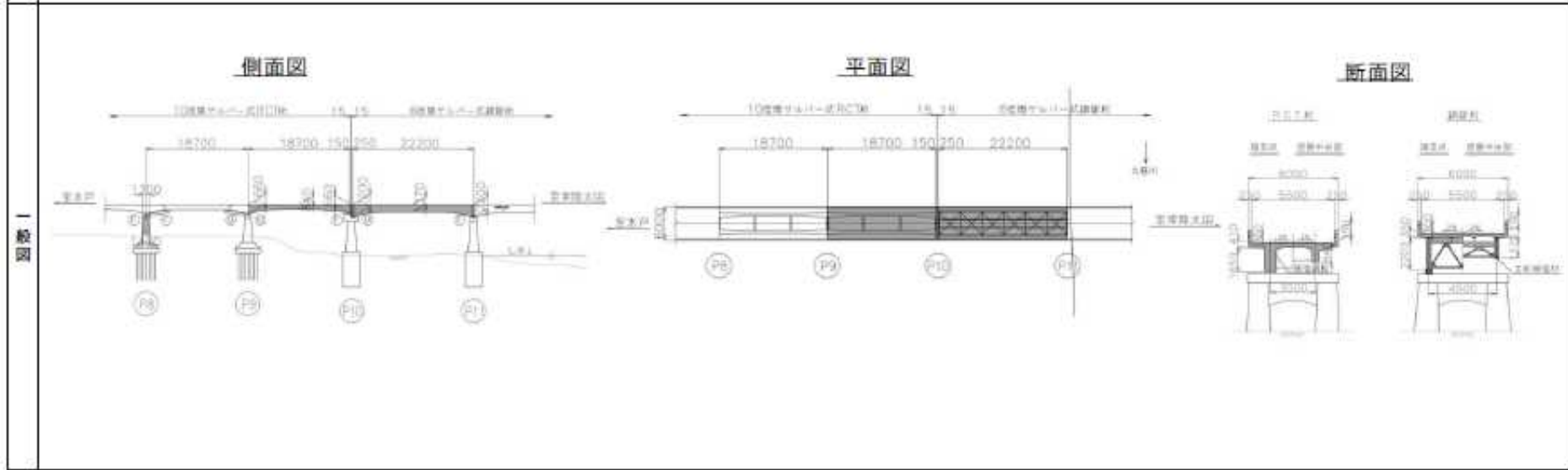
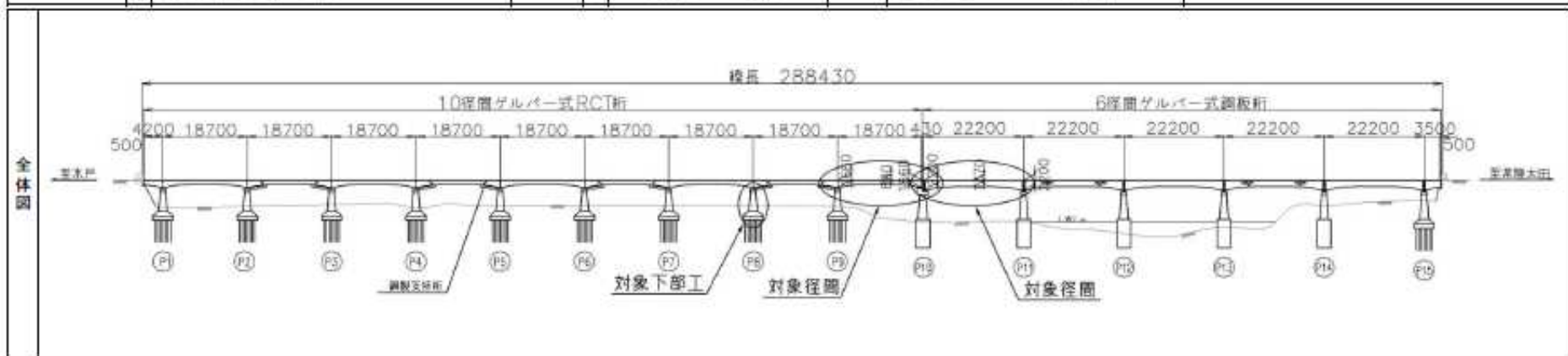
Diagonal cracks that occur in the abdomen near the fulcrum and fulcrum



Bridge Inspection Report (Form2) *Metal-Bridge* 国土交通省

【機密性2】

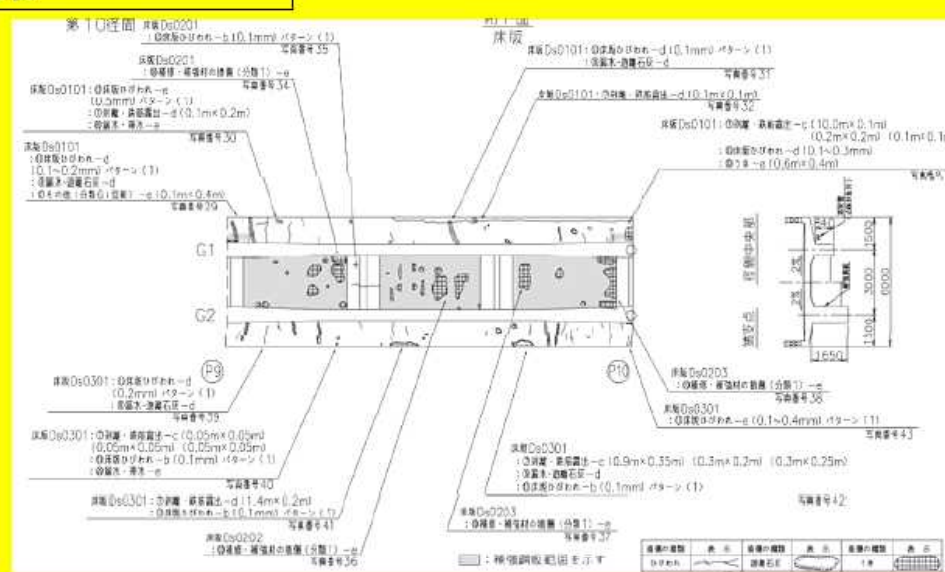
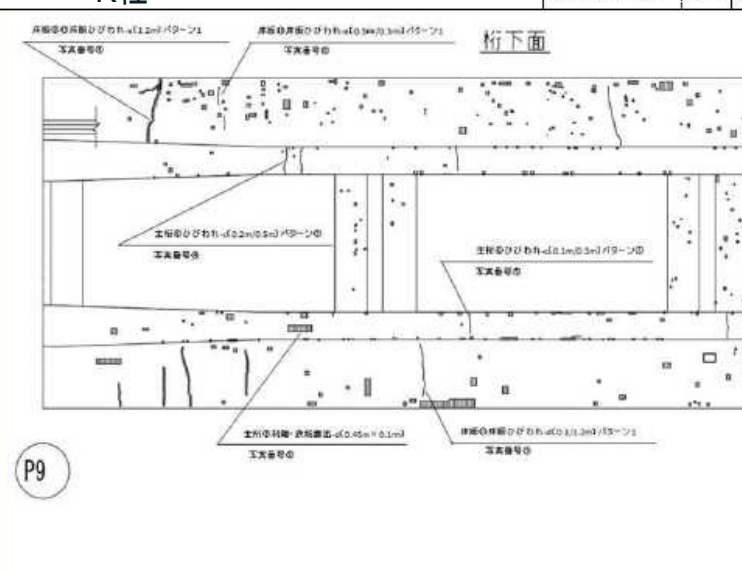
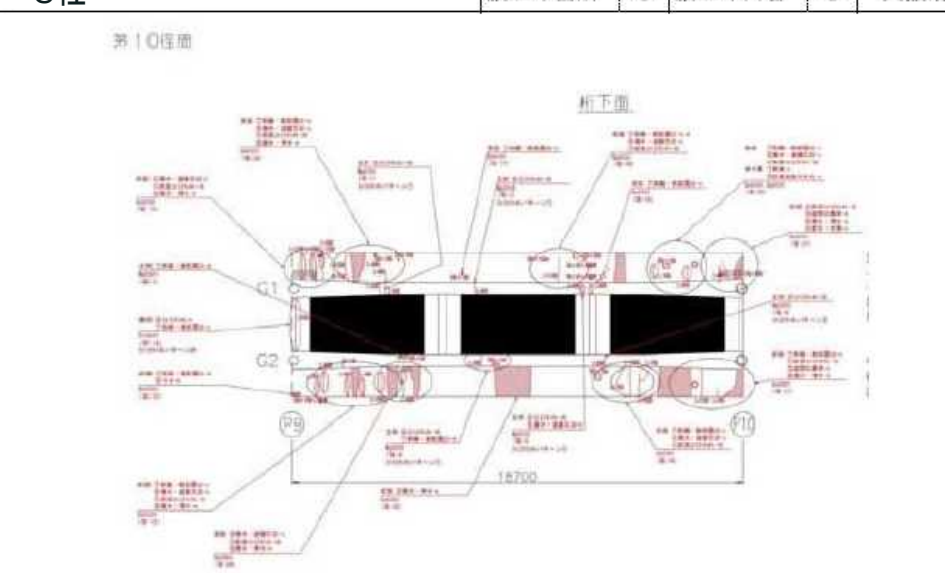
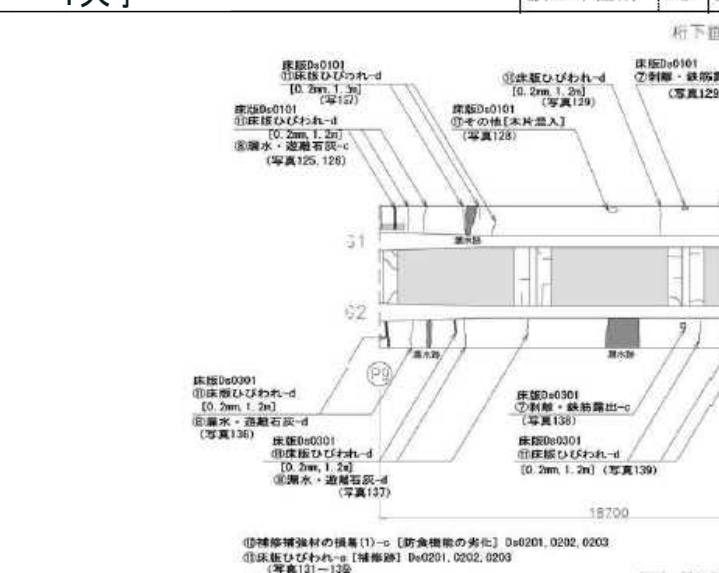
Form2 : Figure of Damage		番号	7						
Bridge name		SAKIKU Bridge		名	一般国道293号	関東	地方整備局	橋梁コード	1301
所在地	至 茨城県常陸太田市上河合	距離標	自	百米標 km+距離 m	管轄	常陸太田工事	事務所	調査更新年月日	2015年12月8日
			至	百米標 km+距離 m		久慈川下流	出張所		



コンクリート橋の損傷図の評価例

損傷図(調書その5)比較評価表

幸久橋(コンクリート橋)

<p>従来点検</p> 	<p>K社</p> <p>旗上げ箇所 △ 旗</p> 
<p>S社</p> <p>旗上げ箇所 ○ 旗上げ内容 ○ 支援効果 ○</p> 	<p>T大学</p> <p>旗上げ箇所 ○ 旗</p> 

損傷写真図(調書その6)比較評価表

幸久橋(コンクリート橋)

従来点検

写真番号	27	径間番号	10
部材名	主桁	要素番号	0202
損傷の種類	うき	損傷程度	e



写真番号	26	径間番号	10
部材名	主桁	要素番号	0202
損傷の種類	剥離・鉄筋露出	損傷程度	d



写真番号	29	径間番号	10
部材名	床版	要素番号	0101
損傷の種類	漏水・遊離石灰	損傷程度	d



八戸工業大学

- 焦点 ○
- 明るさ ○
- 鮮明さ △
- 支援効果 △

コメント
 コントラストが強く、質感に違和感がある。損傷程度の判定をおこなうのに見誤る恐れがある。(例えば、遊離石灰に水漏れを伴っているかの判定など)

写真番号	11	径間番号	
部材名	主桁	要素番号	Mg0202
損傷の種類	ひびわれ	損傷程度	e



写真番号	8	径間番号	
部材名	主桁	要素番号	Mg0201
損傷の種類	剥離・鉄筋露出	損傷程度	d



写真番号	2	径間番号	
部材名	床版	要素番号	Ds0101
損傷の種類	床版ひびわれ	損傷程度	e



東北工業大学

- 焦点 △
- 明るさ ×
- 鮮明さ △
- 支援効果 △

コメント
 ハレーションや暗くて損傷が特定しにくい画像が多く見られる。

写真番号	9	径間番号	1
部材名	床版	要素番号	0101
損傷の種類	床版ひびわれ	損傷程度	d



写真番号	36	径間番号	1
部材名	床版	要素番号	0301
損傷の種類	剥離・鉄筋露出	損傷程度	c

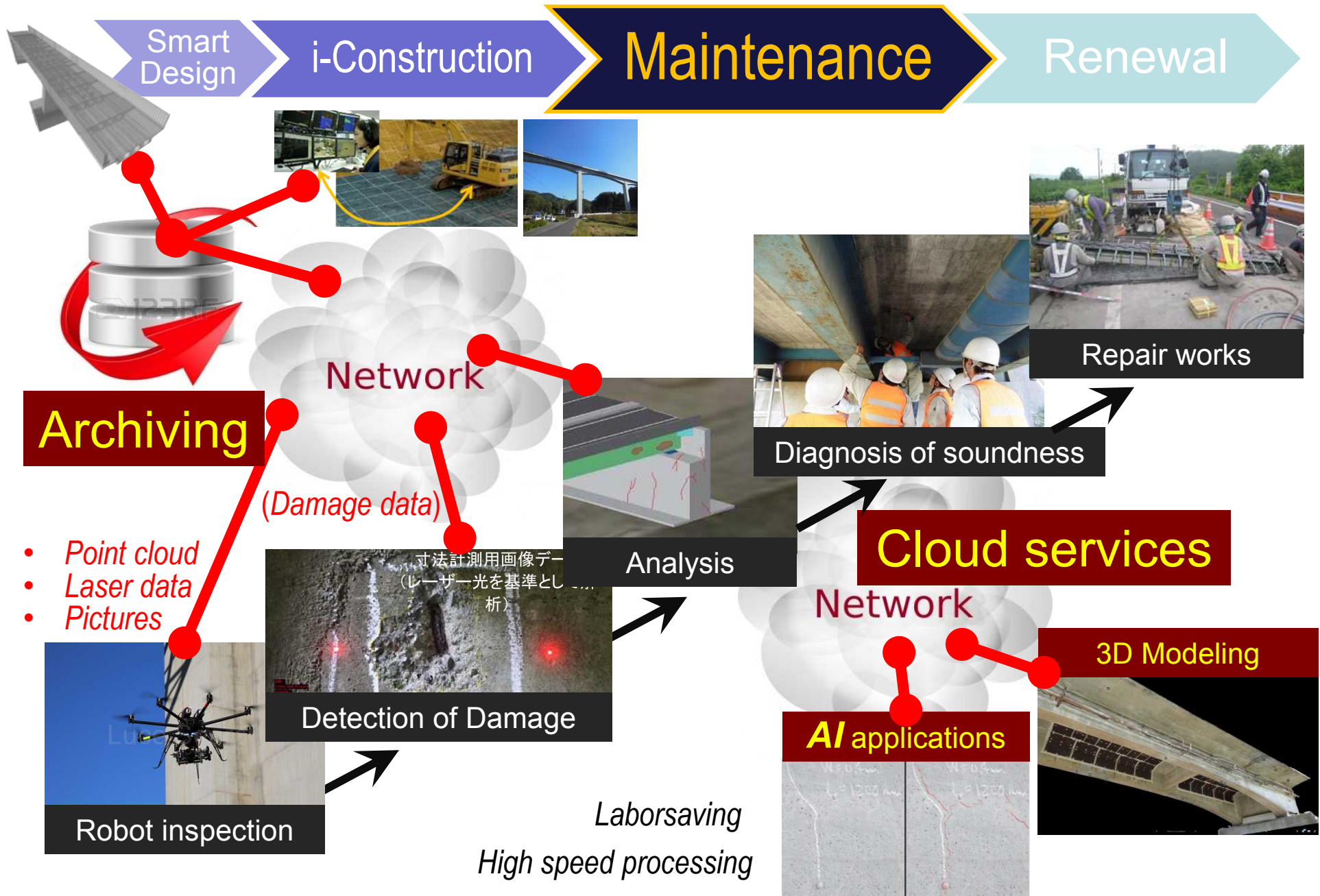


写真番号	1	径間番号	1
部材名	床版	要素番号	0101
損傷の種類	床版ひびわれ	損傷程度	d

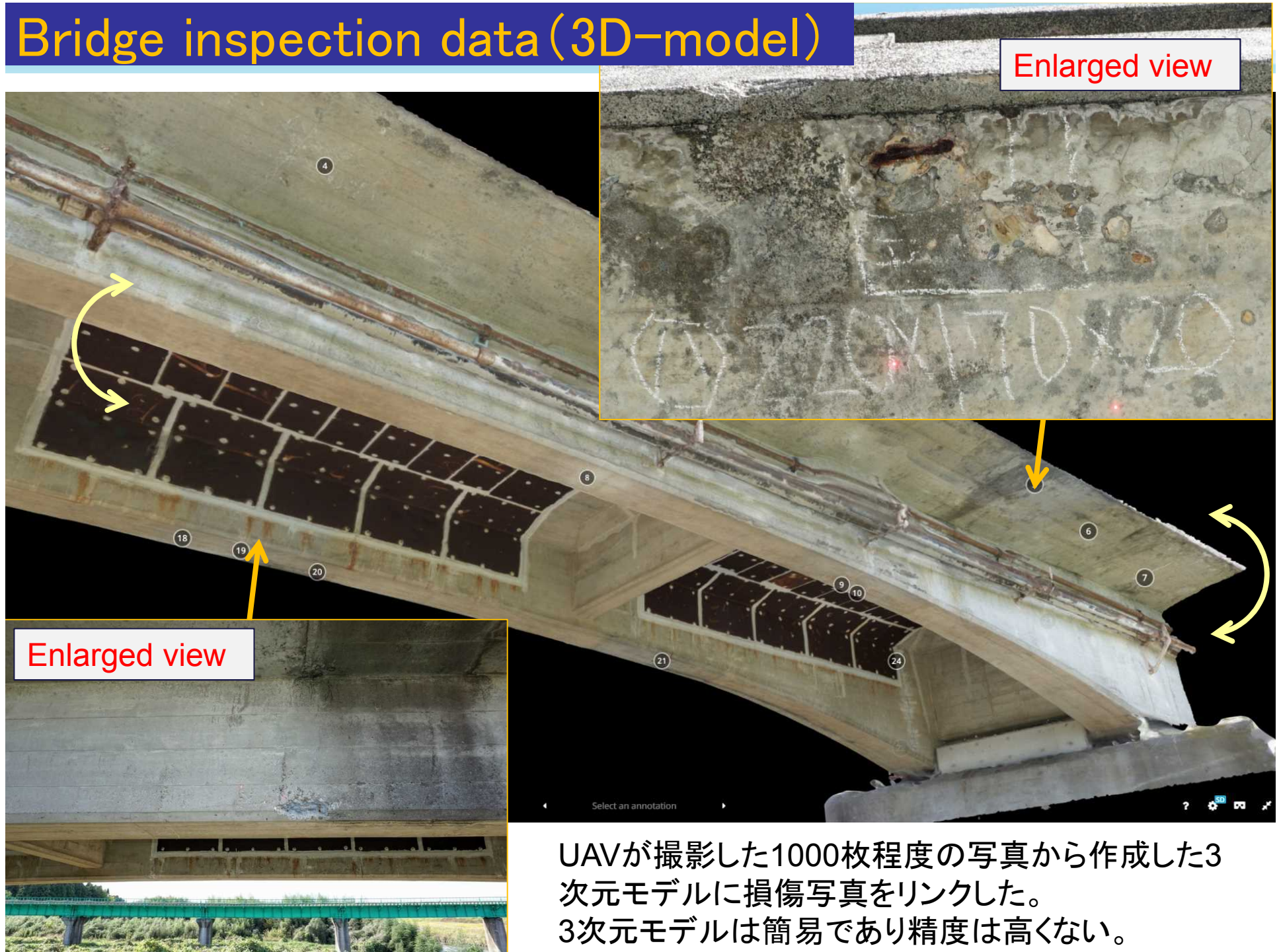


- ① 維持管理情報は、今後一層重要性を増す。点検記録については、変状の進行等の検証等が継続的に行われる。
- ② 人の判断が介在した紙ベースの点検記録だけではなく、判断根拠をしっかりと残す必要がある。
- ③ ロボットの導入により大幅な効率化が期待できるが、扱う情報量が増大する内業コストの低減が不可欠。
- ④ 効率化が望まれる内業とは、大量の画像記録の整理、損傷の抽出、報告書の作成であり、AI等による効率化・自動化が期待される。
- ⑤ 大量のデータを安定してアーカイブするための、電子納品要領の策定など、基準化・環境整備が必要。
- ⑥ H29年度末までにロボットの橋梁点検・トンネル点検の試行的導入を予定しており、点検データを効率的に扱える技術の試行にも取り組みたい。

Maintenance in the near future



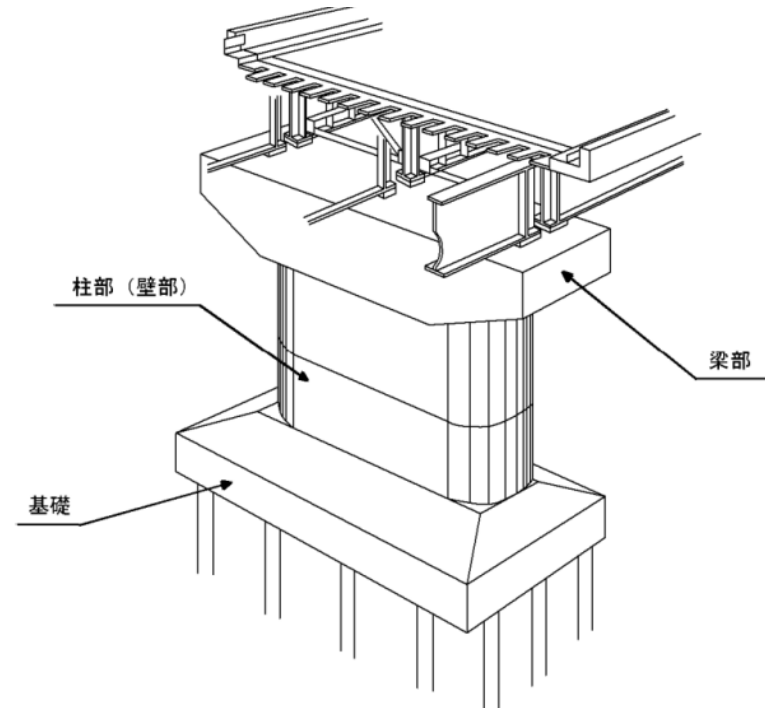
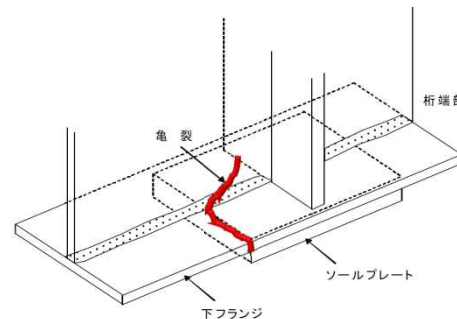
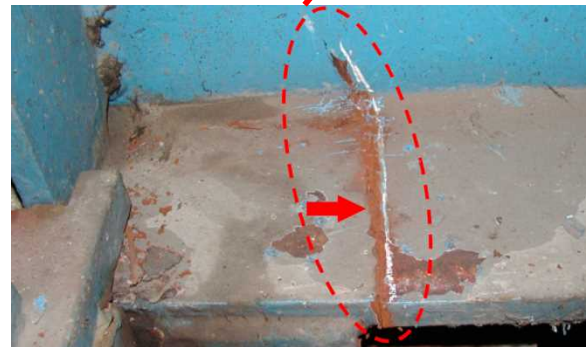
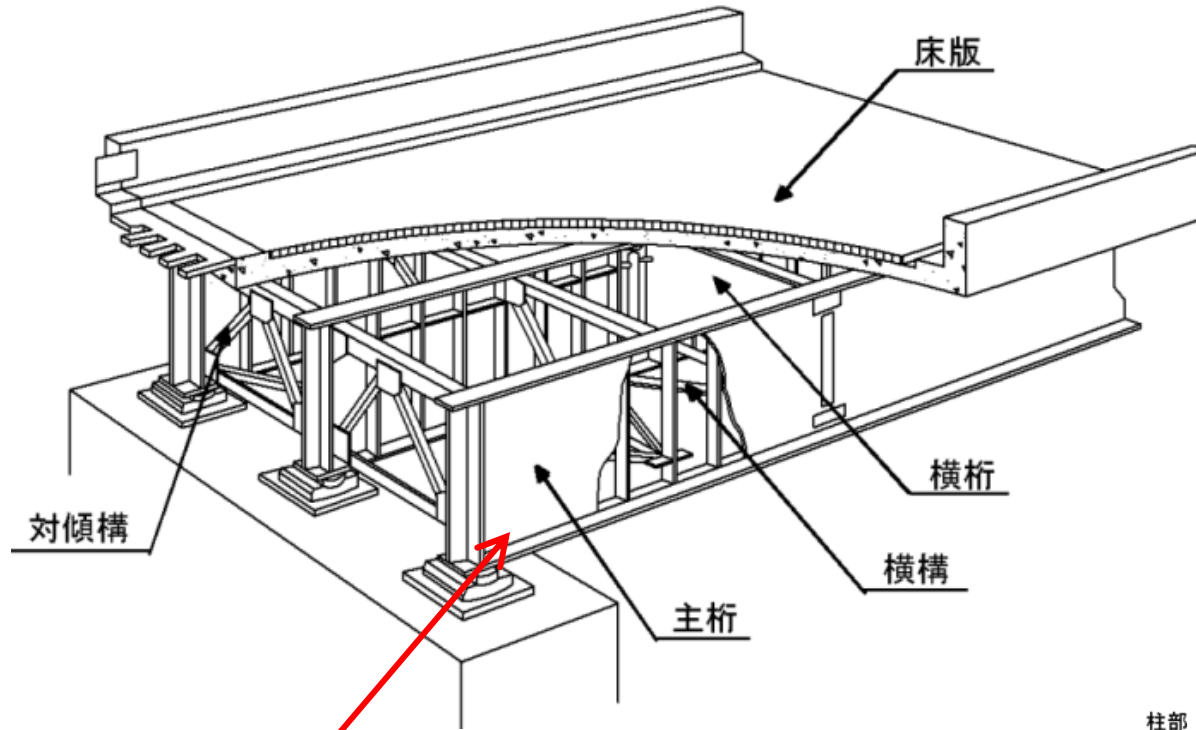
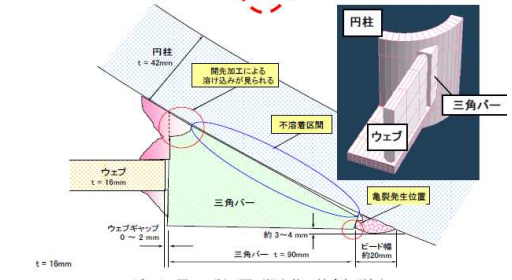
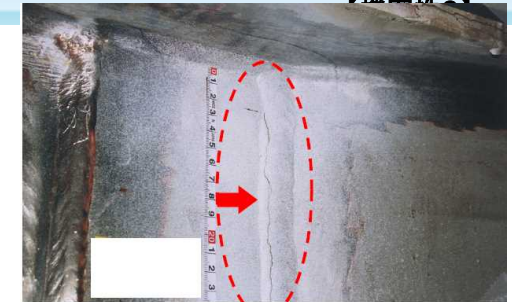
Bridge inspection data (3D-model)



UAVが撮影した1000枚程度の写真から作成した3次元モデルに損傷写真をリンクした。
3次元モデルは簡易であり精度は高くない。

橋梁点検写真の難しさ

～ミクロな写真を基に全体構造を想像しつつ診断～



例) 主桁下フランジのソールプレート前に出来た亀裂

ロボットで取得した点検記録の考察

1. 納品データの可用性向上

- 損傷を正確に記録、損傷の進行確認が可能(高い再現性)
- 損傷の影響について直感的把握が可能(確実な健全性判定)
- 第三者による客観的な評価が可能(担当者の異動に対応)
- 膨大なデータの管理が課題(必要な情報の消失・損失のおそれ)

2. データ蓄積・利用のための標準化

- 点検実施のエビデンスとして、全ての記録を残す必要がある(損傷箇所だけでは不十分) = 健全性の証
- 長期にわたる安定したデータ利用の保障(5年サイクル)
- AI等によるデータ処理(損傷抽出など)を可能とする統一的な仕様

3. 電子納品仕様の要件について

- 容易にアーカイブ可能な納品仕様
- 部材、要素と膨大な点検データの(写真、計測値)の関連付け
- 経時比較可能な3次元モデル、損傷写真の管理(表現方法)
- 時間的、空間的に唯一性を持った変状・損傷データ(部材毎の損傷の判定、健全性)の管理 など

次世代ロボット点検に必要な技術

構造物の3D計測技術

点検ロボットによる計測

- レーザー計測
- 写真計測
- 赤外線計測



構造物の3Dモデリング

設計成果からのモデリング

- 点群処理技術(CAD)
- 計測結果からのモデリング
- Structure-from-Motion
- 点群レジストレーション



後利用可能な3Dアーカイブ

電子納品方法

- 3Dモデルとリンクした点検記録

アーカイビング技術

- 精細画像による確認
- 経年変化の比較 (大きさ、変形)
- 損傷位置確認



ロボットによる損傷写真の例(位置の照合、経年変化の比較の対象となる)



Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program



新たな技術を育て、
豊か社会を築きましょう！

ご静聴ありがとうございました。