

## 建設技術フォーラム

---

### 技術発表②

# AR(拡張現実)を使用した点検作業ナビゲーション技術 「現場作業支援システム(e-ポンプメンテ)」

2022/11/16

株式会社日立インダストリアルプロダクツ  
機械システム事業部 ポンプ・送風機システム本部

大塚 敏洋

# Contents

---

1. 背景と課題
2. システム概要
  - 2.1 システム概略構成
  - 2.2 機能構成
  - 2.3 導入効果
3. ARナビゲーション技術
4. 現場試行
5. 纏め

---

# 1. 背景と課題

## 2. システム概要

2.1 システム概略構成

2.2 機能構成

2.3 導入効果

## 3. ARナビゲーション技術

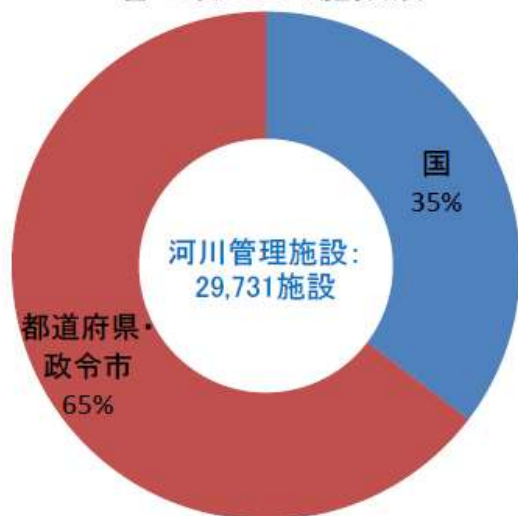
## 4. 現場試行

## 5. 纏め

## 河川

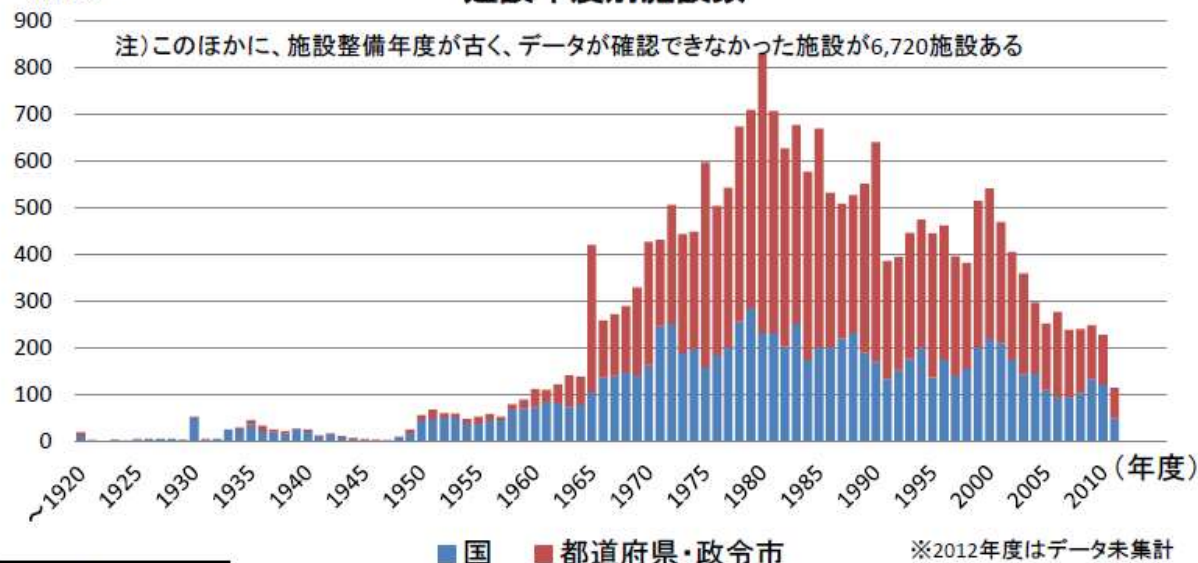
※国には国土交通省所管の水資源機構管理施設を含む

管理者ごとの施設数



(施設)

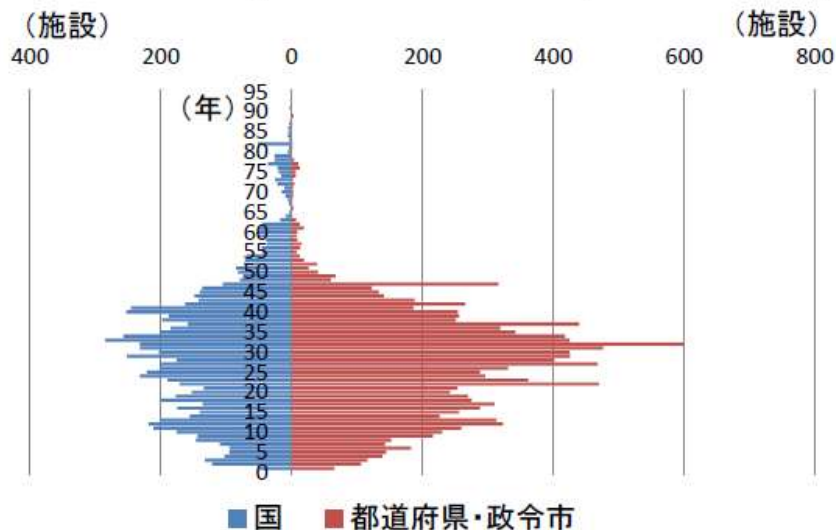
建設年度別施設数



平均年齢:30年

ストックピラミッド

平均年齢:27年



注)平均年齢は、建設年度が把握されている施設の平均

(対象施設)

国:

堰、床止め、閘門、水門、揚水機場、排水機場、樋門・樋管、陸閘、管理橋、浄化施設、その他(立坑、遊水池)、ダム

都道府県・政令市:

堰(ゲート有り)、閘門、水門、樋門・樋管、陸閘等ゲートを有する施設及び揚水機場、排水機場、ダム

出典:国土交通省調べ

## 平成30年7月豪雨

エリア:西日本

〈観測史上1位更新地点〉

72時間雨量:122地点

48時間雨量:124地点

24時間雨量: 76地点

## 令和元年台風19号

エリア:東日本、東北

〈観測史上1位更新地点〉

48時間雨量: 72地点

24時間雨量:103地点

12時間雨量:120地点

100年以上にわたる日降水量データのある51地点において  
50年に1回、100年に1回規模の降雨が増える傾向<sup>(\*)</sup>

出典:気象庁発表資料より

(\*)確率降水量に基づく

**河川管理施設の機能維持が必要 ⇒ 維持管理・更新費用の増加**

効率的・効果的な点検・維持管理を行っていくことが重要

## ● 人口推移と労働力

出典：総務省「平成28年度情報通信白書」より

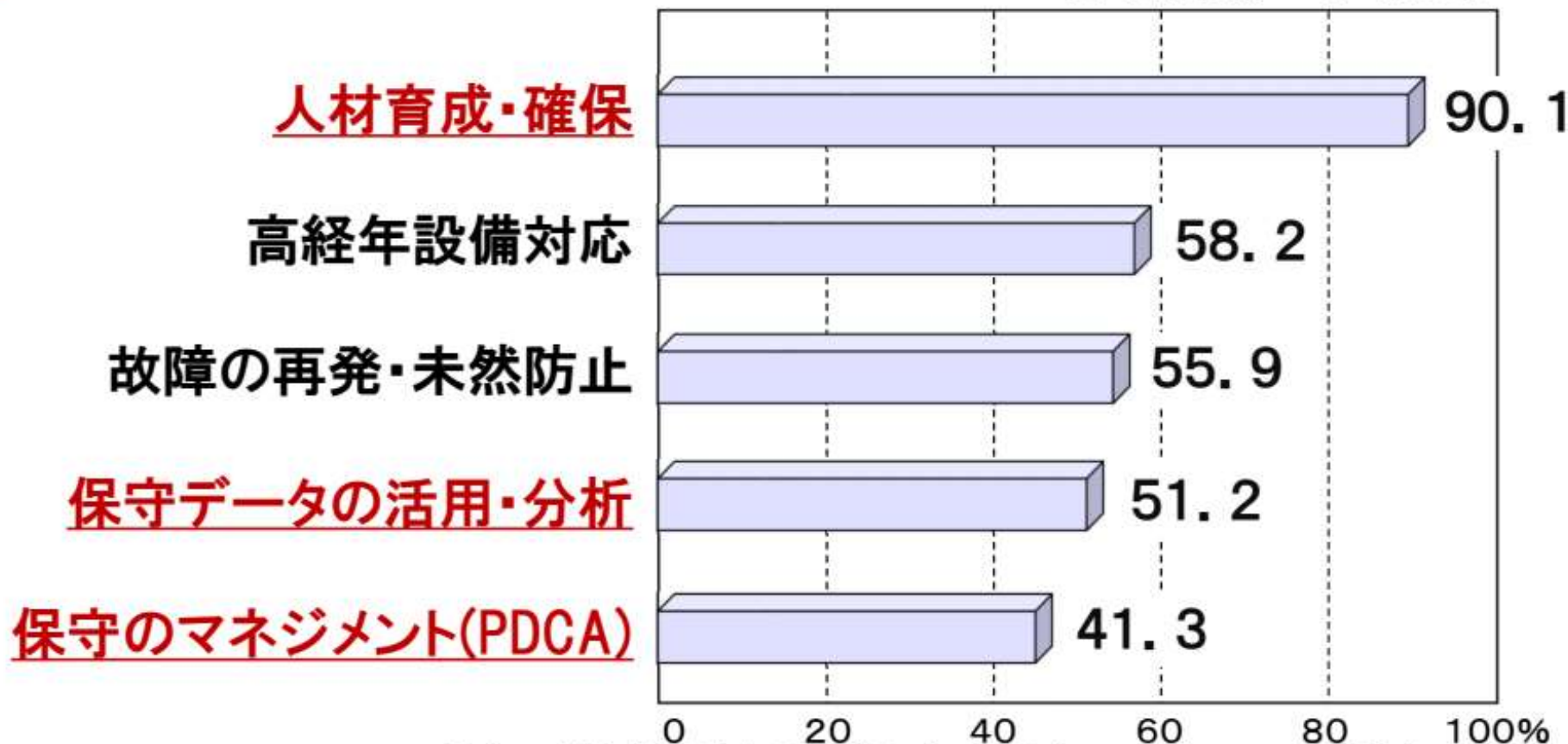


**労働力人口は減少が加速し、労働力不足が企業活動の阻害要因**

**ICTを活用することにより生産性向上、時間の有効活用を実現**

## ● 設備保全現場の課題

調査対象：設備ユーザー系257社



出典：公益社団法人日本プラントメンテナンス協会 2015年度「メンテナンス実態調査」

- ・恒久的な保全要員の確保（保全品質維持）
- ・保守データの有効活用

社会的ニーズ		課題解決	
項目	背景	課題	対応技術
効果的・効率的な 点検・維持管理 (緊急対応含む)	老朽化施設の増加	<ul style="list-style-type: none"> <li>・作業安全性向上</li> <li>・非効率作業の低減</li> <li>・紙ベースから脱却</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・携帯端末を活用した現場作業のデジタル化およびARナビゲーション</li> </ul>
	出水規模・頻度増加		
保守データの 利活用	熟練技術者減少 働き方改革の促進	<ul style="list-style-type: none"> <li>・情報の共有化</li> <li>・技能伝承</li> <li>・トラブル対応</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・クラウドによる作業データの一元管理</li> <li>・携帯端末による双方向コミュニケーション</li> </ul>
	データ活用の促進		
	IoT・AI技術革新		
	省庁クラウド化		



---

## 1. 背景と課題

## 2. システム概要

### 2.1 システム概略構成

### 2.2 機能構成

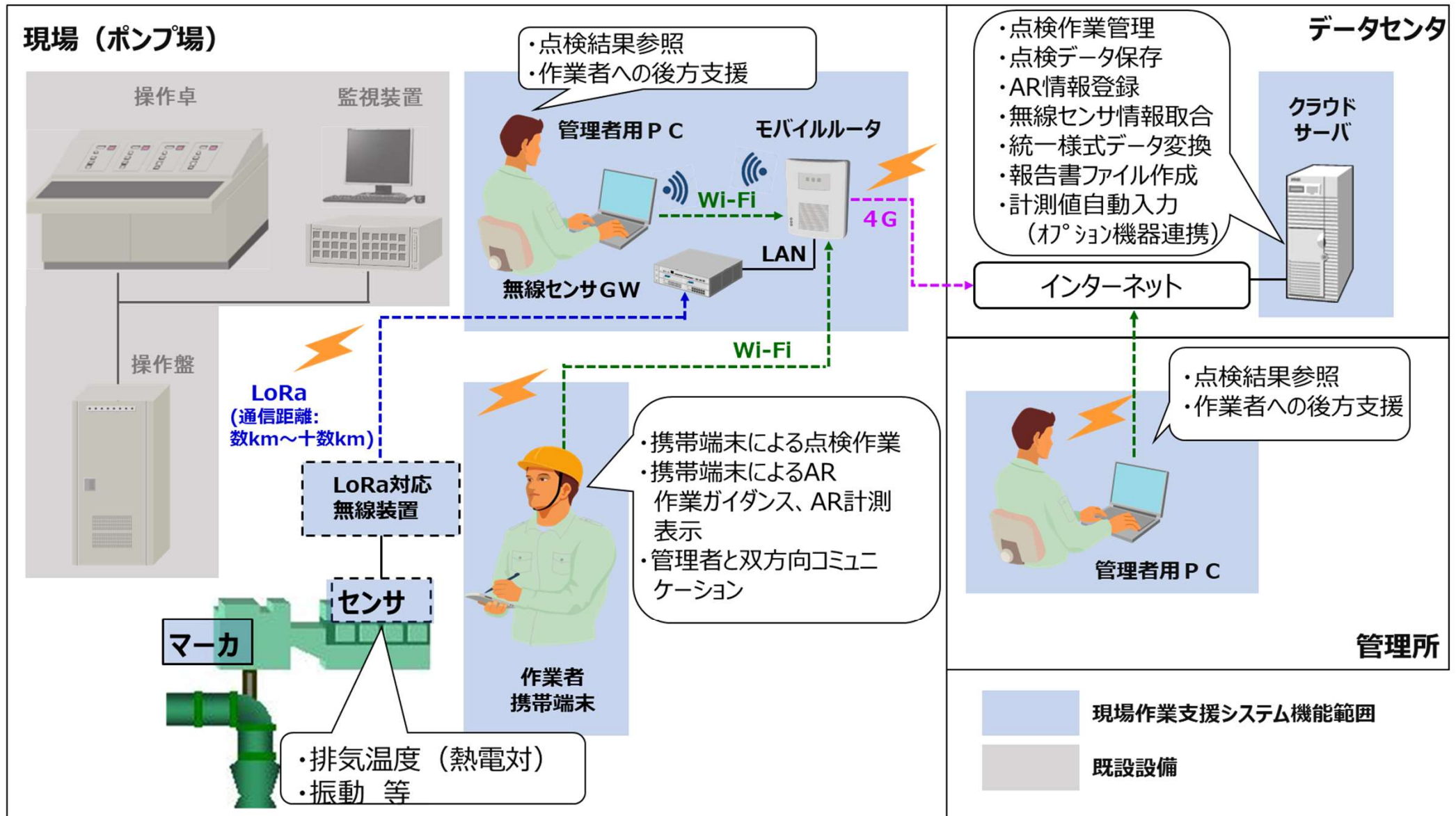
### 2.3 導入効果

## 3. ARナビゲーション技術

## 4. 現場試行

## 5. 纏め

# 2.1 システム概略構成

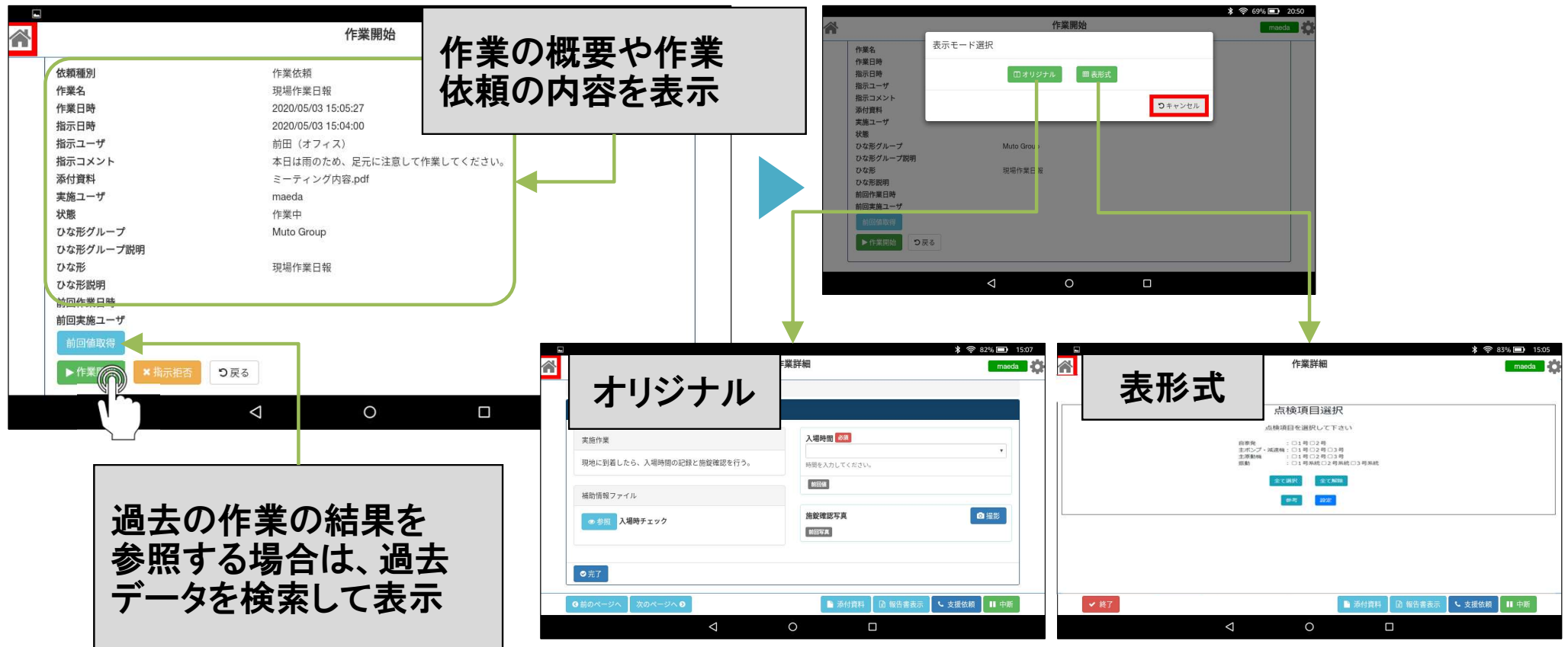


## 2.2 システム機能構成

機能	機能概要
点検作業	点検業者が使用している記録様式をクラウドにアップロードして登録
	登録された点検項目に基づき、携帯端末経由で点検結果登録
	ARにより無線センサ計測値、作業手順、留意事項等を表示
	サーバにおいて点検データの一元管理
	機械維持管理システム用統一様式ファイルへの自動変換
	無線センサ(LoRa方式)との取合い
遠隔支援	現場作業員が装着した携帯端末による現場映像を管理者PCと共有
	カメラ映像上に管理者PCでテキストやチャット、マーキングで指示
	関連する図面等を管理者PCから作業員の携帯端末に送信

## (1)点検結果登録

作業開始時には、概要が表示され、作業開始をタップすることで作業を開始



### (2)補助情報参照

作業時の補助情報として、関連図面、並びにARによる計測値、留意事項等参照

The screenshot displays a Hitachi AR interface. On the left, a photograph of a machine is shown with several AR markers overlaid. A green box at the top left is labeled '留意事項等' (Remarks) with an arrow pointing to a list of alerts. A black box labeled 'E01' is labeled 'ARマーカ' (AR Marker) with an arrow pointing to a specific marker on the machine. A green box labeled '計測値' (Measurement Value) is labeled '計測値' with an arrow pointing to a table of temperature readings. At the bottom, there are buttons for '登録' (Register), '一時保存' (Save Temporarily), and '補助' (Assist).

項目	計測値
排気温度1	300°C
排気温度2	400°C
排気温度3	500°C
排気温度4	600°C

項目	規格値	1号機	2号機	3号機
電流	-	11:10 ⌚		11:10 ⌚
電力	-			
電圧	250 以下			
力率	-			
電力量	-			
周波数	53 以下			
※運転時間	-			
軸受温度	80			

### (3) 遠隔支援

作業者と管理者間で情報共有し、必要に応じてテキスト、マーキング等で指示

作業者	管理者
 <p>管理者</p> <p>緊急通知</p> <p>どこを確認しますか?</p> <p>空気槽を確認して下さい。</p>	 <p>どこを確認しますか?</p> <p>画面上で指示します</p>
 <p>管理者</p> <p>緊急通知</p> <p>圧力計が2.2MPa以上ですか?</p> <p>全開になっていますか?</p> <p>画面上で指示します。</p> <p>常用空気槽の始動ハンドルは全開圧力は2.0MPaです。</p>	 <p>圧力計が2.2MPa以上ですか?</p> <p>全開になっていますか?</p> <p>常用空気槽の始動ハンドルは全開。圧力は2.0MPaです。</p> <p>予備空気槽に切替ます</p>

## 2.3 導入効果

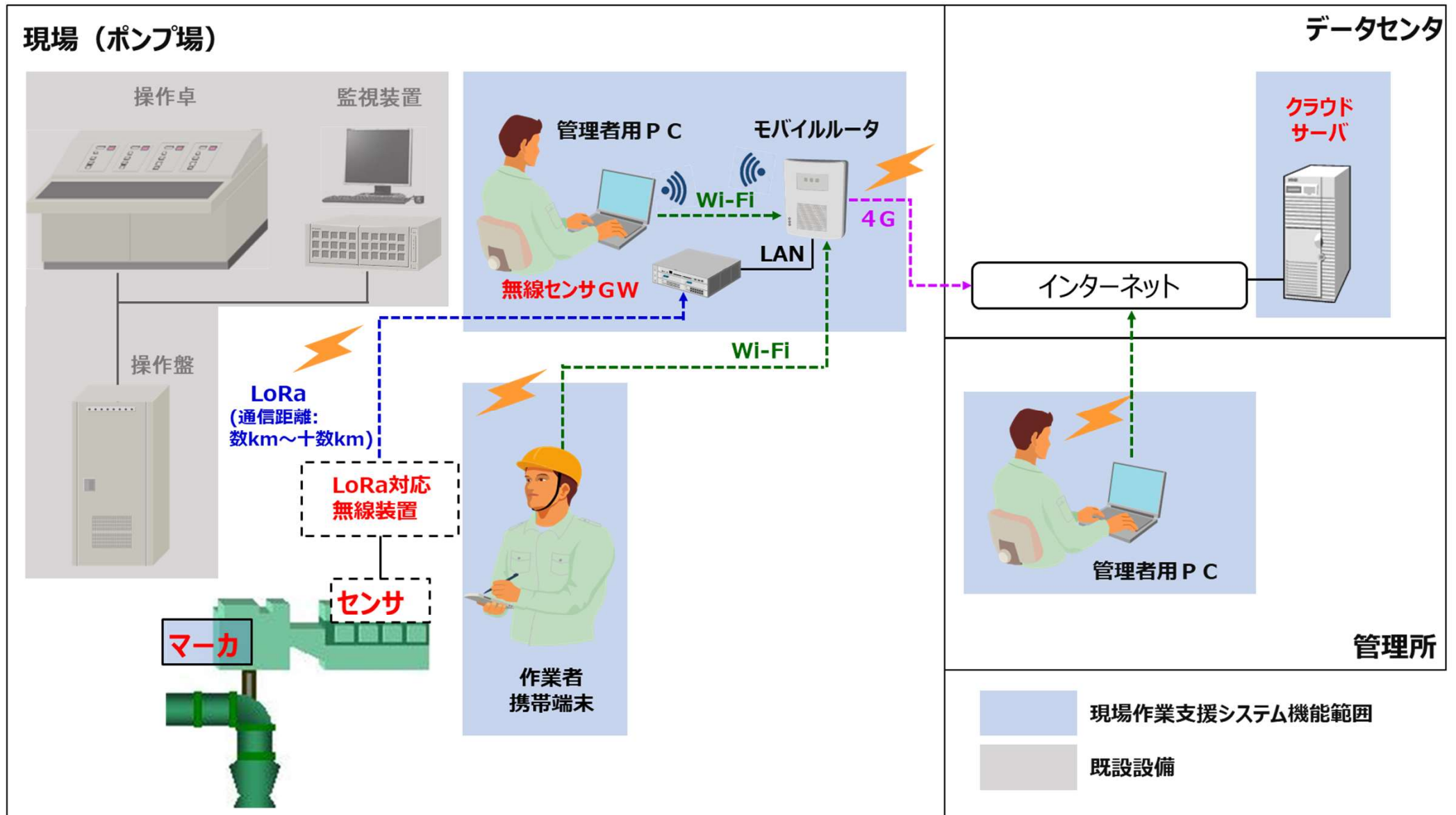
- 点検作業の安全確保、均質化並びに効率化
- 点検従事者のヒューマンエラーの防止、教育期間の短縮
- 携帯端末の導入による点検作業の省力化
- 一元管理された関連図面、故障履歴、予備品情報等を参照することによるトラブル対応の迅速化
- 事前に登録された点検フォーマットに基づく点検報告書自動作成による省力化



- 
1. 背景と課題
  2. システム概要
    - 2.1 システム概略構成
    - 2.2 機能構成
    - 2.3 導入効果
  - 3. ARナビゲーション技術**
  4. 現場試行
  5. 纏め



# 3 ARナビゲーション技術



## IoT時代の無線通信システム

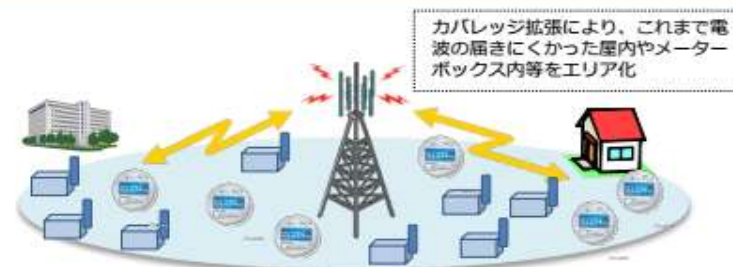
8

### 背景

- ✓ IoT (Internet of Things) 社会の本格的な到来に向け、従来よりも低消費電力、広いカバーエリア、低コストを可能とするIoT時代の無線通信システムであるLPWA (Low Power Wide Area) の実現が期待。
- ✓ 新たな無線通信システムであるLoRa、SIGFOXや、携帯電話ネットワークを利用するeMTC (enhanced Machine Type Communication)、NB-IoT (Narrow Band IoT) などが提案され、導入に向けた検討が本格化。



図：LPWAと既存の通信技術の違い



図：LPWAの利用例（スマートメーター）







システム	新たな無線通信システム		携帯電話システムベース	
	SIGFOX	LoRa	eMTC	NB-IoT
推進団体	SIGFOX (仏)	LoRa Alliance (米)	3 G P P	3 G P P
使用周波数	920MHz帯 (免許不要の周波数帯)	920MHz帯 (免許不要の周波数帯)	携帯電話の帯域	携帯電話の帯域
通信速度	上り：100bps 下り：600bps	上り/下り 250bps~50kbps程度	上り/下り 300kbps~1Mbps	上り：62kbps 下り：21kbps
カバレッジ拡張	数km~数十km	数km~十数km	数km~十数km	数km~十数km
ビジネスモデル	SIGFOX又はパートナー事業者がネットワークを展開し、世界51か国でIoTサービスを展開 (2018年1月時点)	LoRa Allianceの認定機器を用いることで、誰でもネットワークを構築可能。67の通信事業者がLoRaを展開しており、世界100ヶ国以上、300ヶ所以上で実証・運用 (2018年1月時点)	3GPPリリース13 (2016年6月) で仕様化。各国・地域の携帯電話事業者が商用サービス開始に向けた実証等を実施	3GPPリリース13 (2016年6月) で仕様化。各国・地域の携帯電話事業者が商用サービス開始に向けた実証等を実施

#### ・LoRa基本仕様

項目	仕様
方式	・パブリック (通信事業者による無線GW/NS(※)提供) ・プライベート (利用者による無線GW/NS構築)
トポロジ	スター型
無線チャネル	24～61ch(920.6MHz～928.0MHz/日本)
認証方式	・OTAA(Over-the-Air Activation) ・ABP(Activation by Personalization)
同時接続	31～38ch
ユニークID	DevEUI
送信リトライ	対応(プライベートプロトコル)

(※)Gateway/Network-Server

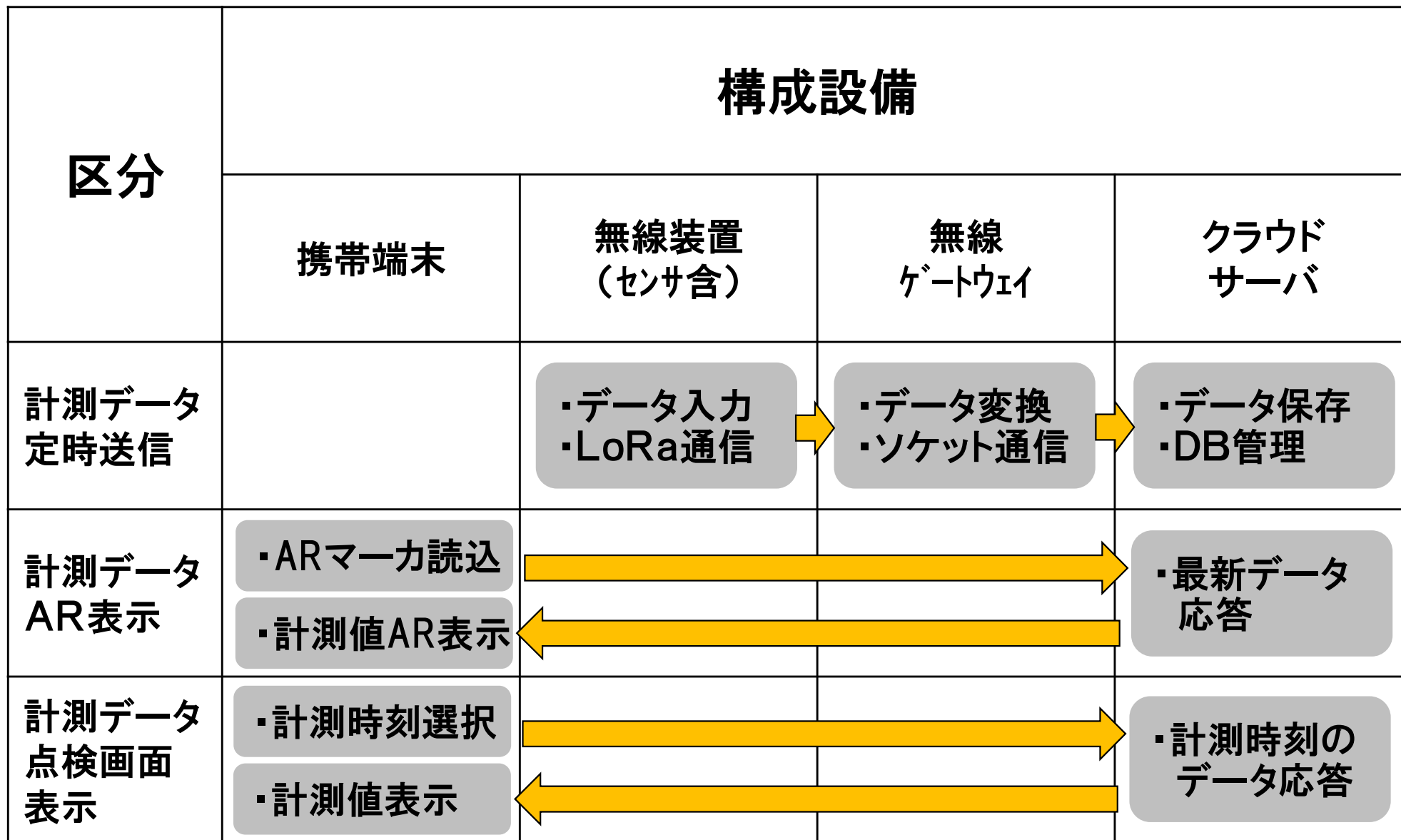
## xR技術：現実には存在しないものを表現、体験できる技術

	拡張現実 AR (Augmented Reality)	複合現実 MR (Mixed Reality)	仮想現実 VR (Virtual Reality)
表現	現実世界（一部）に仮想の情報を重ね合わせる。	現実世界（視界全面）に仮想の情報を重ね合わせる。	現実世界の情報は遮断して、仮想世界のみを描く。
主な機器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スマートフォン</li> <li>・タブレット型端末</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・メガネ（グラス）</li> <li>・ヘッドマウントディスプレイ</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ヘッドマウントディスプレイ</li> </ul> 
一般的な操作方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ タッチパネル操作や機器を動かす。</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 指などのジェスチャーや空間に現れたパネルを触る。</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 物理的なコントローラーを振ったり、ボタンを押す。</li> </ul> 
特徴・用途	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 記号等を動作開始・位置合わせの鍵（マーカー）として、画像表示等ができる。</li> <li>◆ 長さなどの現実世界に関する情報を表示できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 複数人で情報を共有でき、説明や協力作業に向いている。</li> <li>◆ 指のジェスチャー操作、空間上のパネル操作ができる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 現実以上の美しさや空想の仮想世界も描画できる。</li> <li>◆ 災害発生や遠方への旅行など現実には発生しにくいイベントを体験できる。</li> </ul>

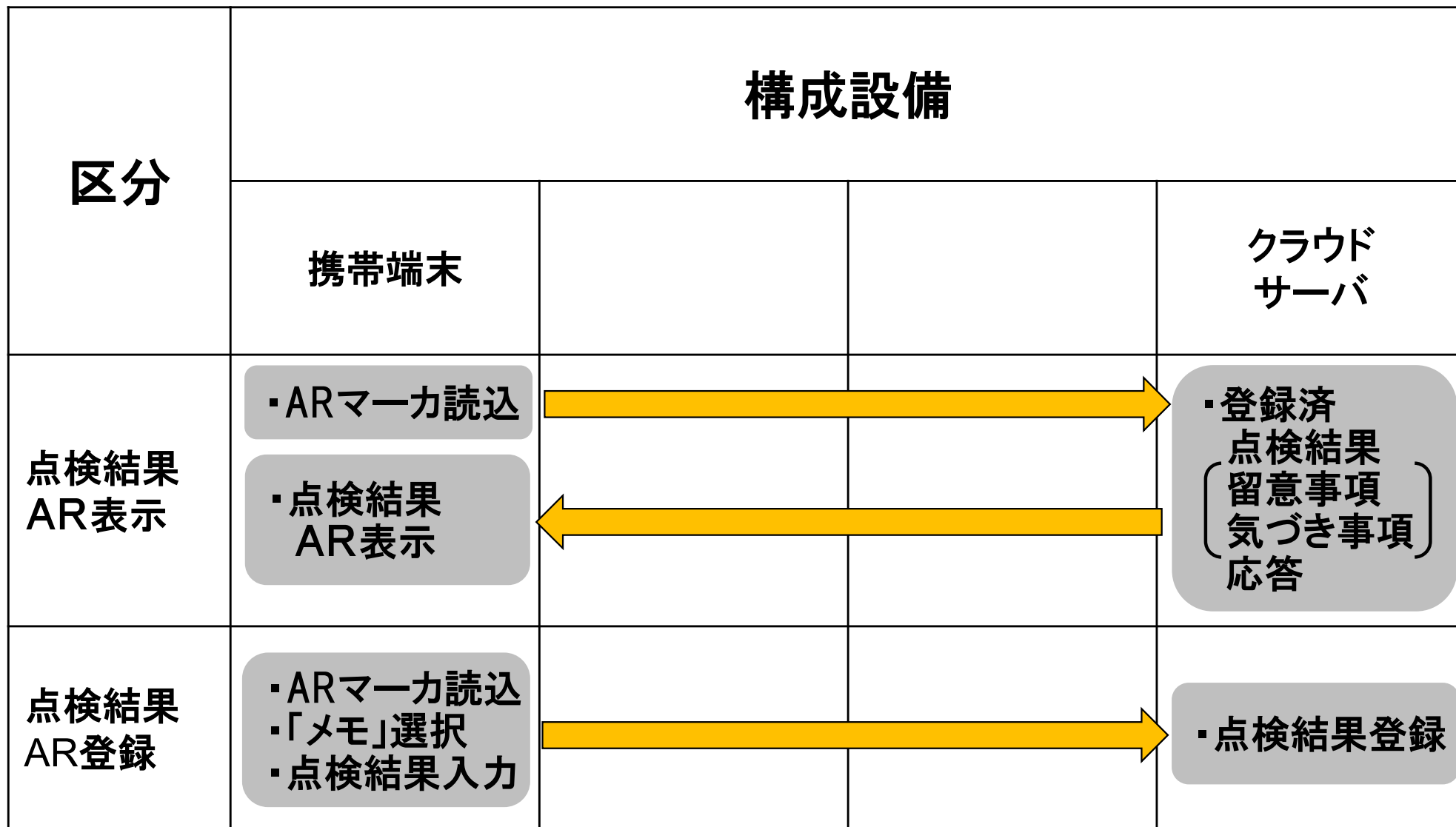
#### ・ARライブラリ技術概要

項目	概要
実装	<ul style="list-style-type: none"><li>・専用アプリ(ARKit / ARCore)</li><li>・<u>WebAR</u></li></ul>
トラッキング	<ul style="list-style-type: none"><li>・イメージトラッキング</li><li>・<u>マーカトラッキング</u></li><li>・ロケーショントラッキング</li></ul>
マーカ設定	<ul style="list-style-type: none"><li>・QRコード</li><li>・<u>オリジナルマーカ</u></li><li>・NyIDマーカ</li></ul>
マーカ認識距離	・1m/5cm <sup>2</sup> (マーカサイズ)
表示オブジェクト	3D(obj・mtl)ファイル、テキストファイル、動画

## ・無線計測データAR表示(データフロー)



## ・点検結果表示(データフロー)



- 
1. 背景と課題
  2. システム概要
    - 2.1 システム概略構成
    - 2.2 機能構成
    - 2.3 導入効果
  3. ARナビゲーション技術
  - 4. 現場試行**
  5. 纏め



## ・マッチング概要

### 機械設備点検作業の安全と効率を向上できる技術

別紙-2

整理番号21

#### 現場ニーズの概要

※ 機械設備とは、河川の揚排水機場のポンプ設備や堰・水門・ダムなどのゲート設備、道路のトンネル換気設備や道路排水設備等をいう。

分野：点検調査

- 点検の作業環境と作業効率を向上することで、機械設備点検を魅力ある職場としたい
- 機械設備の点検は、高温部や配管等による足場が悪い場所での作業となる
- 機械設備は多くの機器・部品で構成されているため、点検項目や計測項目が多い
- 危険性が高い場所における点検作業の安全性向上と、点検・計測を行う箇所を効率的に移動し適切な方法で作業ができる環境を実現

#### ⇒ 現在の課題

- ① 点検従事者の安全のため、エンジン等高温部の保護や足場の設置等の対策を講じると、機械設備の点検が行えなくなってしまう。
- ② 点検箇所・計測箇所が多く点在するため、所定の時間で必要な作業を終えるには点検作業従事者が施設をよく理解する必要がある。しかし、このための人材育成に要する時間の確保が困難。



排水機場のディーゼル機関(左)と計測状況(右)

(配管等で足場は悪く、運転中は高温となるが計測のため近寄る必要がある)



ディーゼル機関の排気温度計  
3000回転後の温度を表示

排水機場の代表的な計器や状態表示

(上記以外にも配管途中に温度計や圧力計などが数多く設置)

21

## 現場作業 ニーズ

1 危険性が高い場所における点検作業の安全性向上

2 点検従事者間で作業情報の共有化による作業の効率向上

3 記録用紙への手書き手入力作業の効率向上

## IoTソリューション

### ✦ 設備点検をIoT技術で支援

点検従事者がタブレットにてマーカを読み込むことで、画面上に計測データや作業時の留意事項などをAR(Augmented Reality:拡張現実)表示

- 無線センサにより計測した温度などのデータをタブレット画面上にAR表示することで設備との一定距離を確保して点検することが可能
- 過去の点検において留意すべき事項などがある場合に、システムに随時登録しAR表示することで点検従事者間で情報共有することが可能

### ✦ タブレットによる設備点検

- タブレットで容易に点検記録を入力可能(普段お使用の帳票形式で表示)
- 国土交通省/点検記録様式でクラウドサーバに自動集計、Excel出力も対応
- 計測値の自動入力機能(オプション機器連携)

## ・試行概要

項目	内容
試行場所	荒川上流河川事務所/通殿川排水機場
対象設備	2号主ポンプ/原動機/減速機、2号自家発
試行方法	<ul style="list-style-type: none"><li>・月点検作業において、従来方法(点検記録用紙記入)とシステム利用による点検を並行して実施</li><li>・2号原動機の4気筒分に熱電対を設置し、排気温度(相当)を無線センサで計測</li><li>・ポンプ機側盤、原動機本体にARマーカを貼付して、排気温度、留意事項を携帯端末にAR表示</li></ul>
試行結果	「普及促進技術」に指定

### ・試行状況

現場試行状況動画

- 
1. 背景と課題
  2. システム概要
    - 2.1 システム概略構成
    - 2.2 機能構成
    - 2.3 導入効果
  3. ARナビゲーション技術
  4. 現場試行
  5. 纏め

- ・無線センサによる計測、ARによる計測値および点検結果(留意事項や気づき事項等)の提供を行う点検システム技術を構築
- ・携帯端末による点検結果入力とクラウドによるデータ一元管理と国交省統一様式への自動変換対応
- ・作業員—管理者間双方向コミュニケーション技術を現場作業適用
- ・計測値自動入力に関するオプション機器について評価を実施中
- ・令和5年度以降、システム提供予定

END

---

## 技術発表②

**AR(拡張現実)を使用した点検作業ナビゲーション技術  
「現場作業支援システム(e-ポンプメンテ)」**

2022/11/16

株式会社 日立インダストリアルプロダクツ  
機械システム事業部 ポンプ・送風機システム本部

大塚 敏洋

**HITACHI**  
Inspire the Next 