

# 構造物診断のためのIoT最先端通信 技術(LPWA)導入に向けた調査研究

一般財団法人関西情報センター  
スマートインフラセンサ利用研究会  
小泉圭吾 福田芳雄 澤田雅彦

# 背景と目的

社会インフラの老朽化に伴う構造物健全度診断は喫緊の課題



# 背景と目的



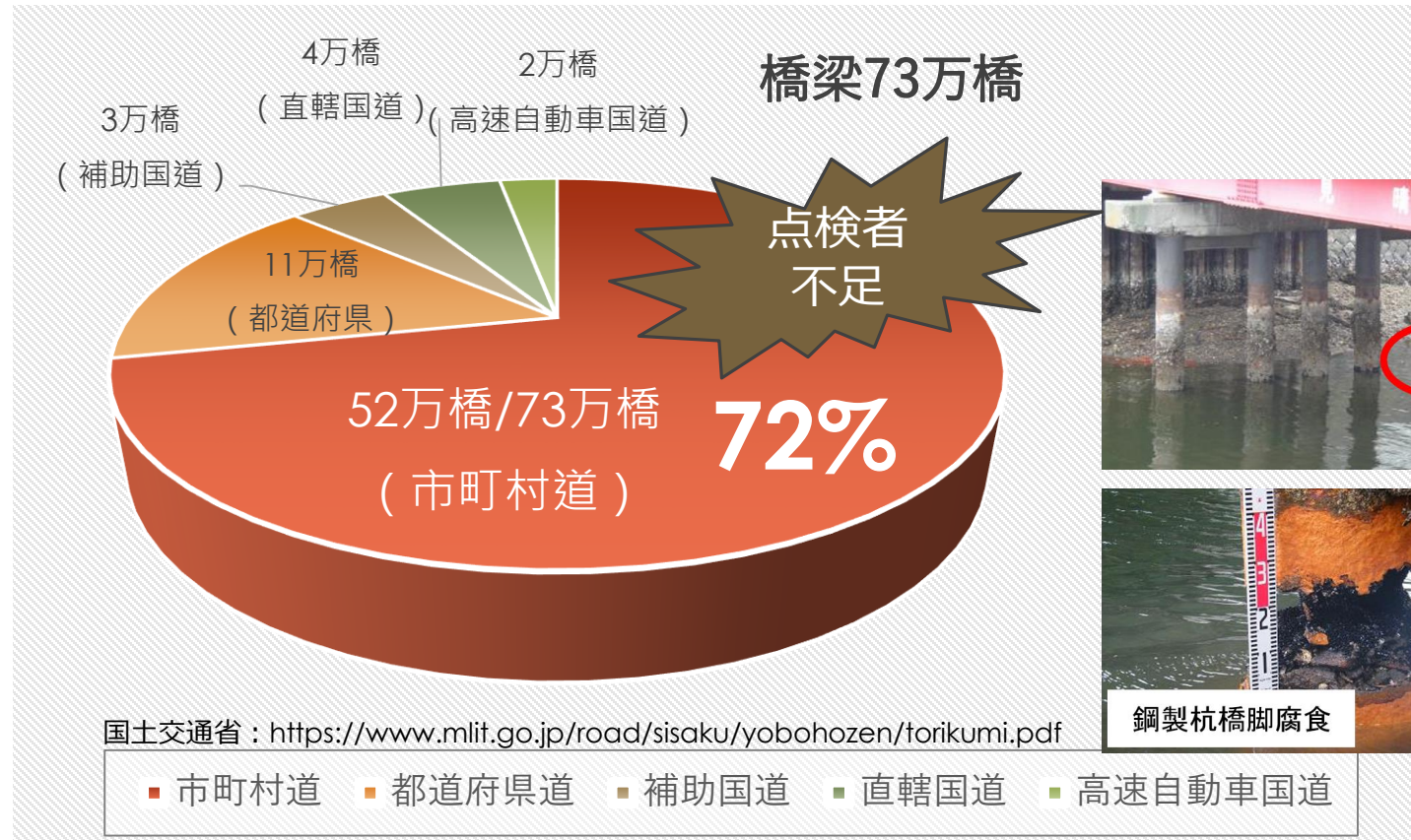
国土交通省 : <https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/torikumi.pdf>

橋梁：約73万橋、トンネル：約1万本

## 道路法施行規則の一部改正

- ・点検は近接目視により5年に一回の頻度で行うことを基本とすること
- ・点検、診断の結果等について、記録・保存すること
- ・統一的な尺度で健全性の診断結果を分類すること

# 背景と目的



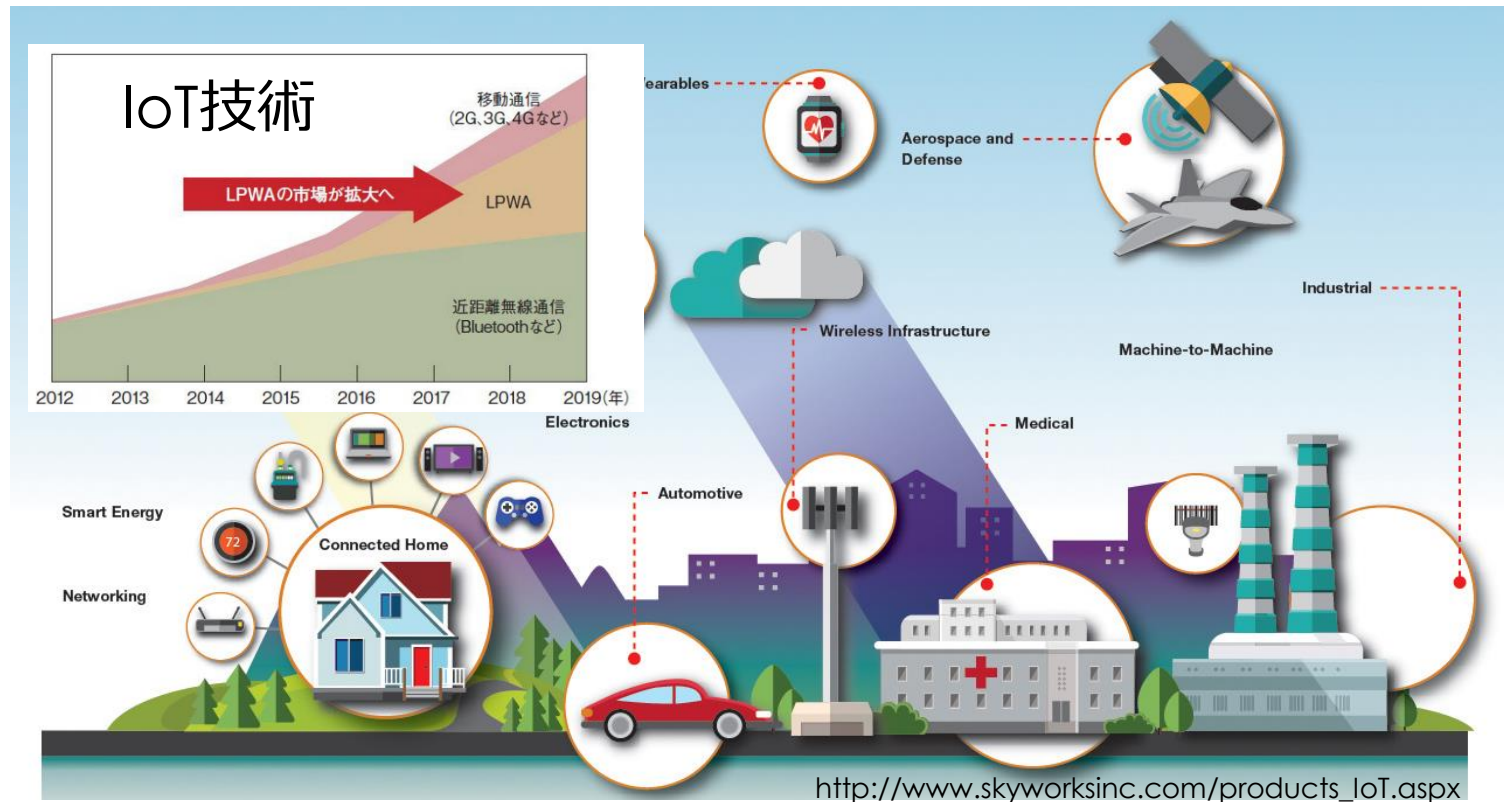
最新のIoT技術 : **LPWA** (Low Power Wide Area) に着目 低消費×広域で使える無線機

# 背景と目的

➡ 数百円/月

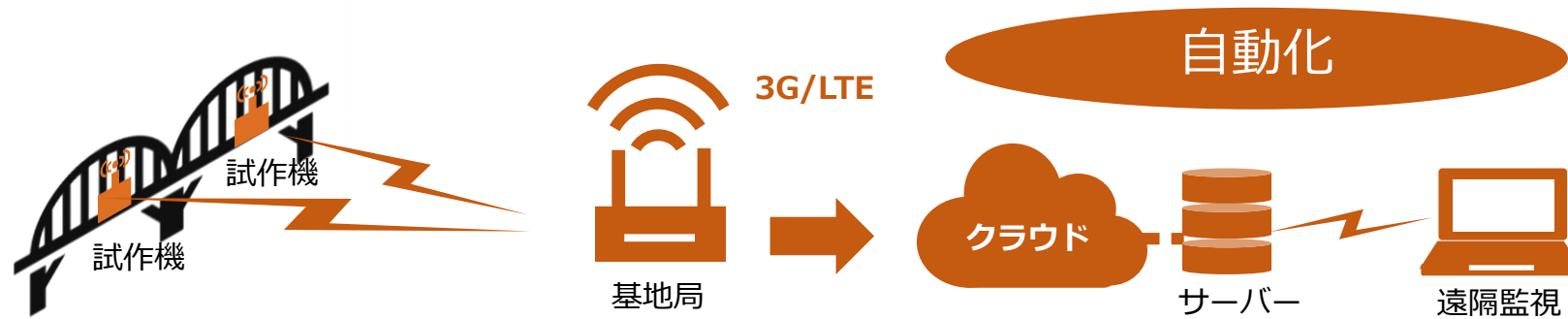
➡ 電池駆動

➡ 数kmの通信性能



構造物診断のためのLPWAの導入に向けた調査研究

# 研究の意義・重要性

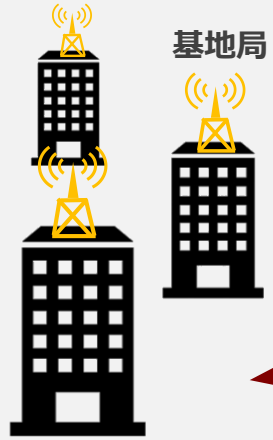


LPWAを利用したモニタリングシステムにより、  
対象構造物の状態をいつでも、どこからでも確認することができる

広い管理エリアに多数存在する構造物の常時監視が可能

構造物診断のための点検者不足、予算不足を補うことが可能

# LPWAの種類と選定



事業者主体で  
通信網構築

個別対応

LoRaWAN  
例：NTT西日本



事業者主体で  
通信網構築

全国展開

SIGFOX  
京セラコミュニケーションシステム



利用者主体で  
通信網構築

標準タイプ

LoRaWAN  
例：SORACOM



利用者主体で  
通信網構築

中継可能

ZETA  
TECHSOR

# ハード・ソフトウェア開発



H/W

シングルボード・コンピュータ +  
LoRaデバイス  
STM32 LoRa  
Discovery Kit  
(タムラ製作所)

S/W

開発環境  
MKD-ARM  
防水用ケース



**LoRaWAN**  
NTT西日本



H/W

シングルボード・コンピュータ +  
LoRaデバイス  
SigFox評価キット  
(DTSインサイト)

S/W

開発環境  
なし  
防水用ケース



**SIGFOX**  
京セラコミュニケーションシステム



H/W

シングルボード・コンピュータ  
Arduino UNO R3  
LoRaデバイス  
AL-050  
LoRaゲートウェイ  
AL-020

S/W

開発環境  
Arduino IDE  
防水用ケース



**LoRaWAN**  
SORACOM



H/W

シングルボード・コンピュータ  
AVR  
ZETA通信  
モジュール  
ZETAアクセス  
ポイント

S/W

開発環境  
BASCOM AVR  
防水用ケース



**ZETA**  
TECHSOR



# LPWA通信テスト・データの流れ



## 各社クラウドサービス

ゲートウェイより受信したデータを転送・参照

転送

転送

参照

転送



地球観測サーバー  
ウェブインターフェース  
データベース



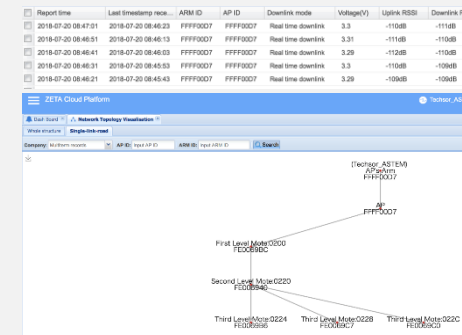
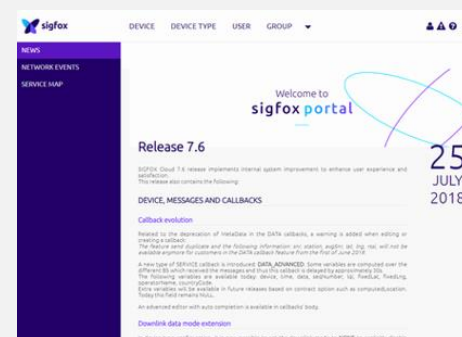
地球観測サーバー  
ウェブインターフェース  
データベース



SIGFOXポータルサイト  
ウェブインターフェース



ZETAサーバー  
ウェブインターフェース  
データベース



LoRaWAN  
SORACOM

LoRaWAN  
NTT西日本

SIGFOX  
京セラコミュニケーションシステム

ZETA  
TECHSOR

# 試験評価方法

## 通信距離



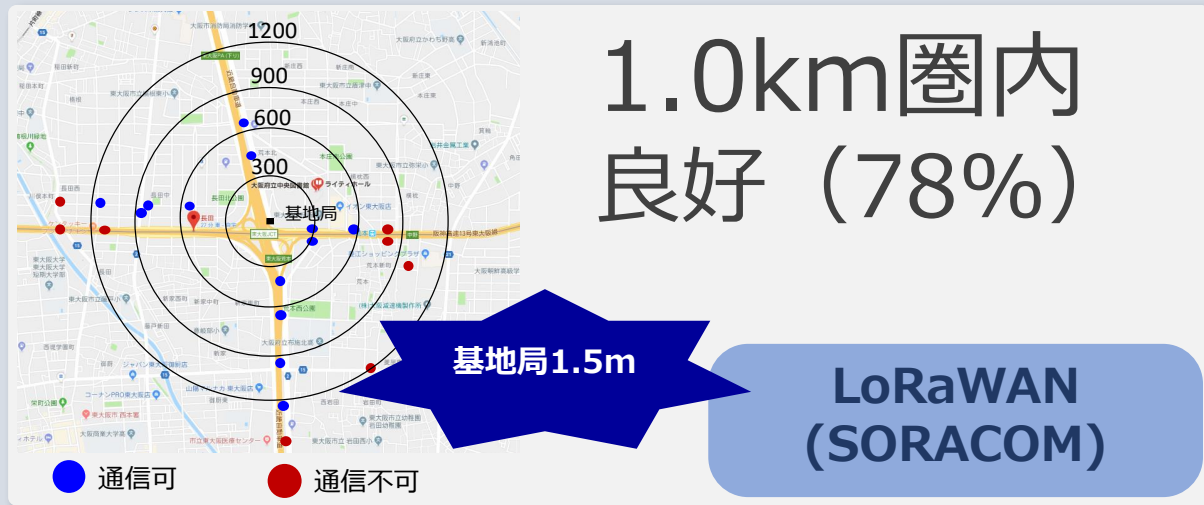
## 移動観測

## データ受信率



## 定点観測

# 通信距離試験結果



# データ受信率試験結果



受信率  
100%

通信安定

LoRaWAN  
(NTT西日本)



受信率  
99%

通信安定

SIGFOX



受信率  
70%

子機-基地局間 ○  
基地局-サーバ間 △

LoRaWAN  
(SORACOM)



受信率  
100%

パケットロス  
ほぼゼロ

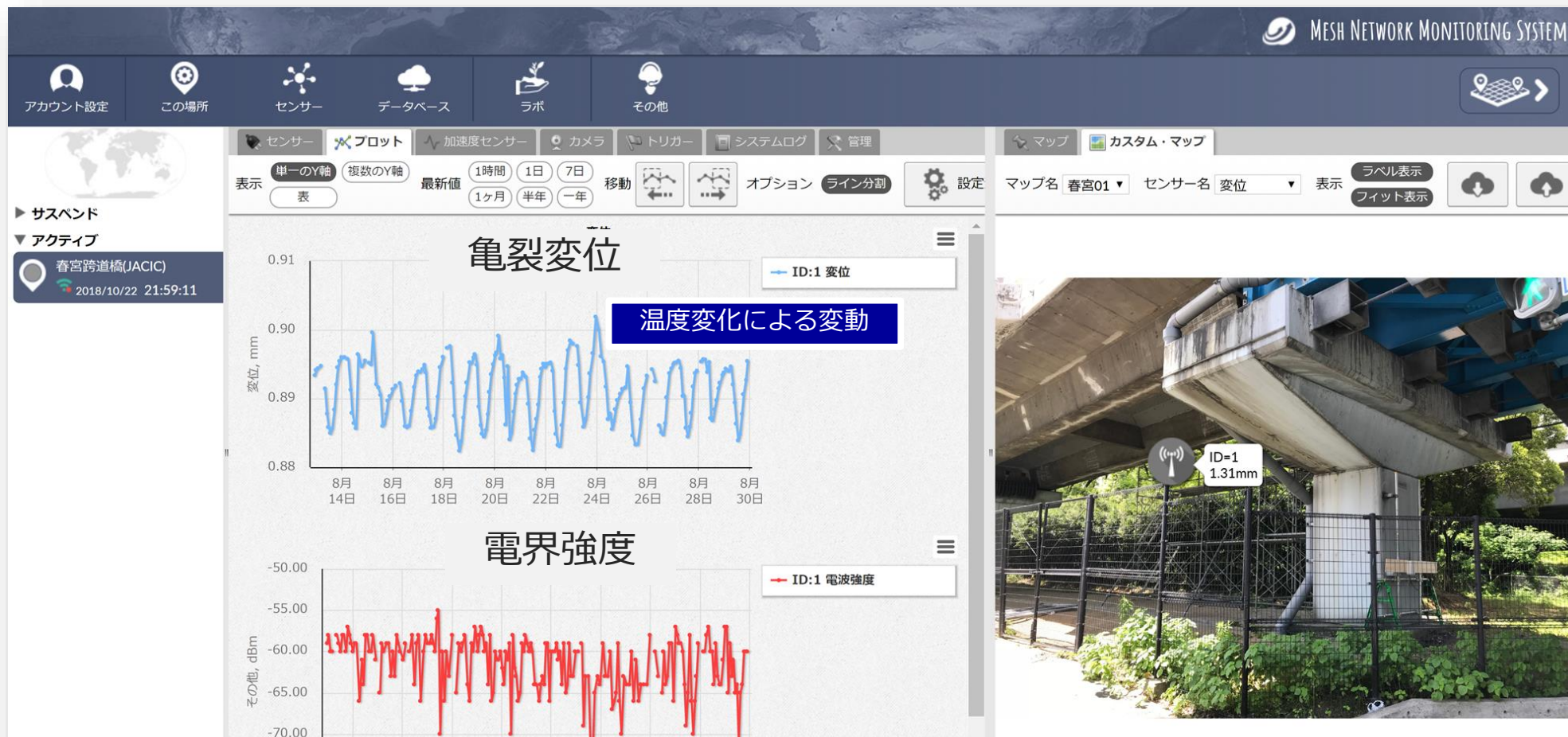
ZETA  
(TECHSOR)

# 構造物診断のためのLPWAの利活用法



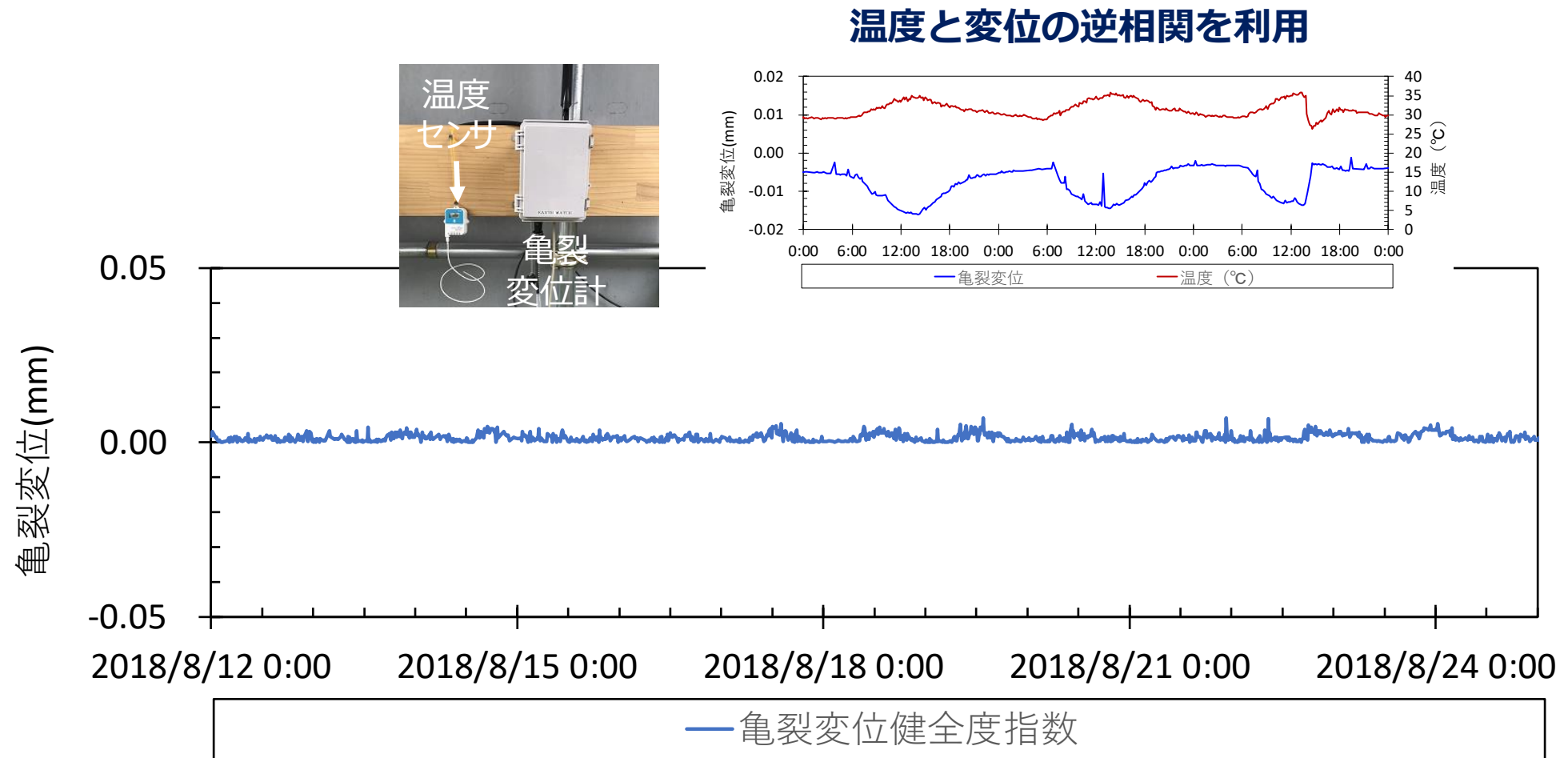
亀裂変位計によるPC橋梁モニタリング

# 構造物診断のためのLPWAの利活用法



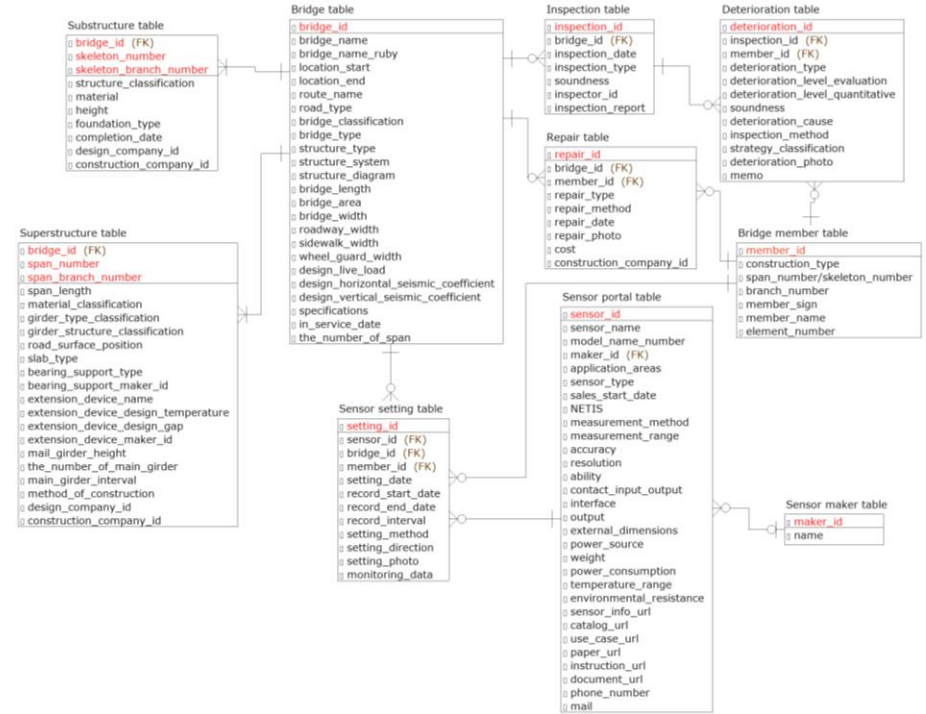
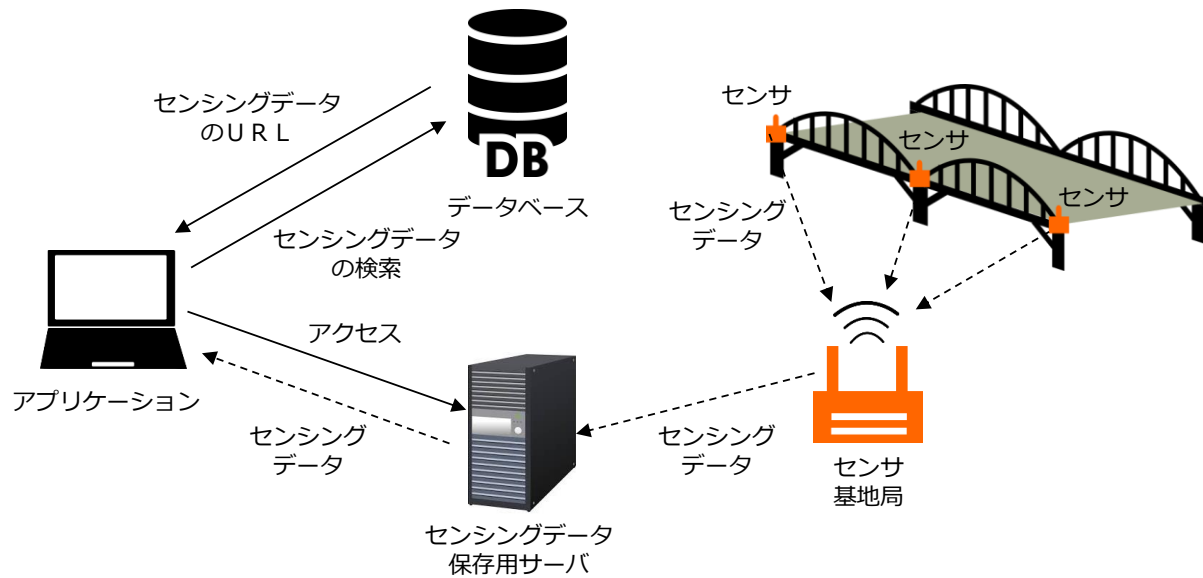
亀裂変位計によるPC橋梁モニタリング

# 構造物診断のためのLPWAの利活用法



機械学習法を用いた健全度監視手法の一案

# 構造物診断のためのLPWAの利活用法



センシングデータへのアクセス方法

データベース

## センシングデータのDB構築



# まとめ

- 各種LPWAサービスの特徴を把握し、通信試験によりその性能を評価した。
- 構造物診断のためのLPWA導入に向けた基礎調査、および利活用方法の一案を示すことができた。

# 謝辞

本調査研究に際して、以下の方々に試験場所、基地局、試験用機器等のご提供、並びに調査に際するご支援を賜った。ここに記して深甚の謝意を表する。

大阪大学矢吹研究室、大阪府、兵庫県、NTT西日本、クモノスコーポレーション、DTSインサイト、テクサー、東京エレクトロニクス、東京測器研究所、箕面市、 ※順不同、敬称略