

# LPWAによる高密度センサデータの超遠距離取得と データプラットフォーム連携に関する技術研究開発

---

筑波大学 システム情報系 准教授

亀田 敏弘

# 研究の概要

---

- 低消費電力, 低コスト, 免許不要のLPWA高密度センサ網の活用

- 電源確保, 通信コスト, 手続きの問題が大幅に低減

- + 高利得アンテナ, 計測のための単方向通信

これまでは収集が困難とされてきた社会基盤の各種データを

超遠距離から大量取得可能に

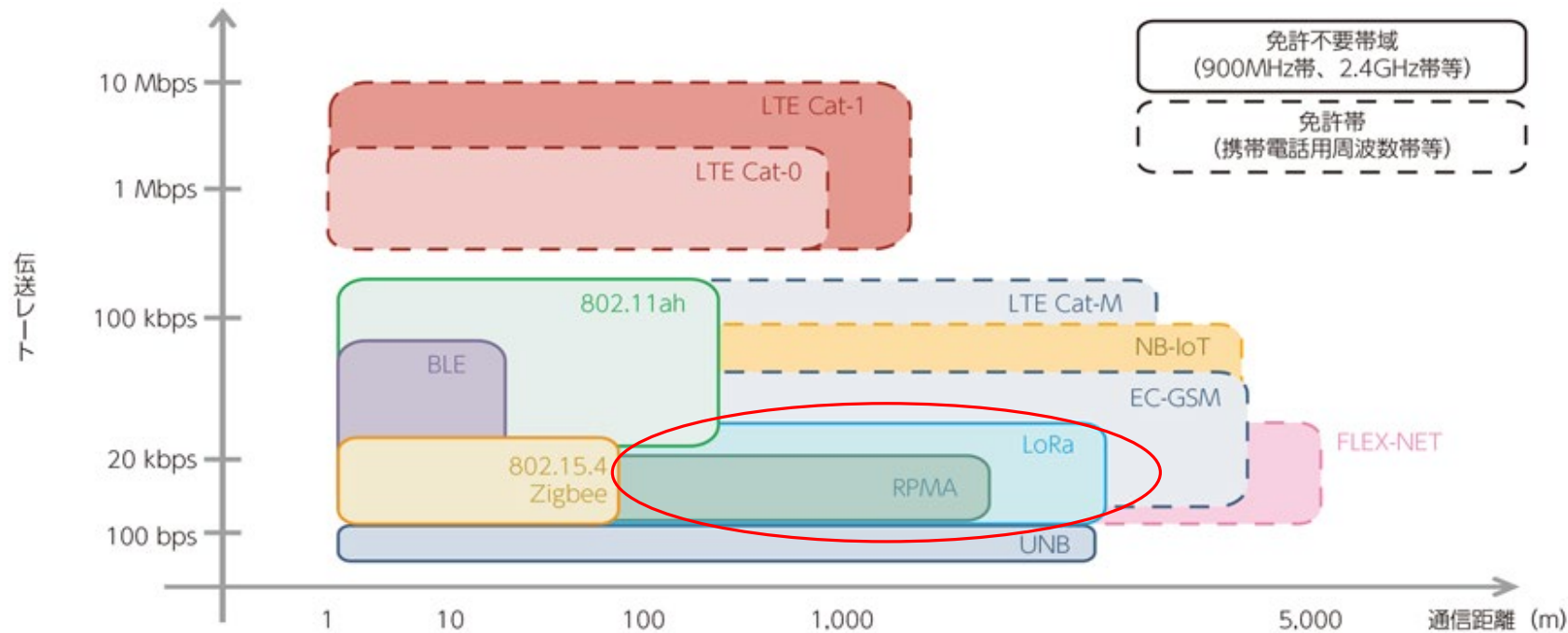
- i-Construction における国土交通データプラットフォームとの連携

- 既存のデータだけでなく, 時間的・空間的に大量のデータを供給し,

維持管理, 将来の計画策定, 施工管理の高度化を実現する.

# LPWAとは

LPWA: Low Power Wide Area



H29 総務省 情報通信白書

LoRa

メリット

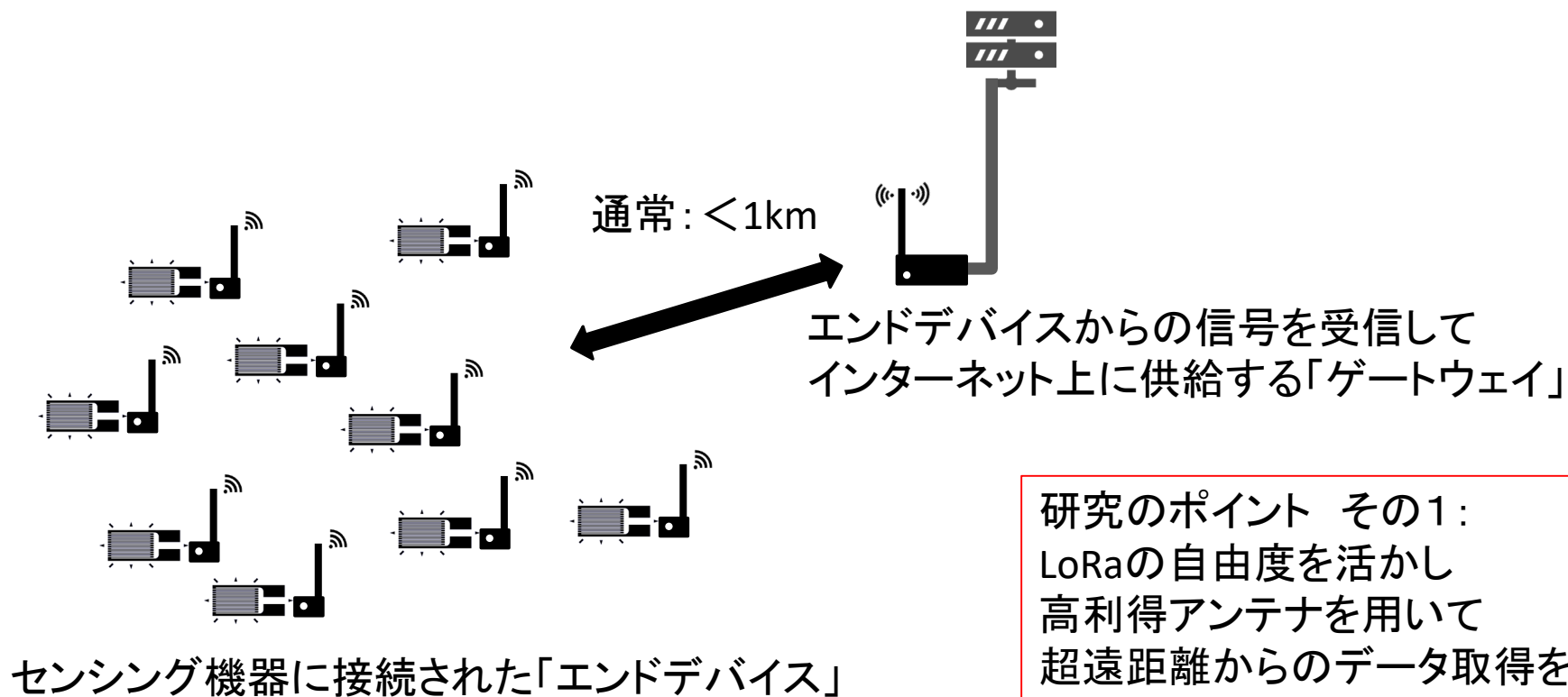
- 900MHz帯(プラチナバンド)
- 免許不要
- オープンソース
- 省電力
- 比較的長距離
- 部品レベルで開発可能

デメリット

- 比較的低速

# LoRaについて

LoRaWAN規格に沿った「エンドデバイス」と「ゲートウェイ」



# 想定されるニーズとソリューション

## 山岳部橋梁への適用例



山岳部や高所など**直接観測が困難**

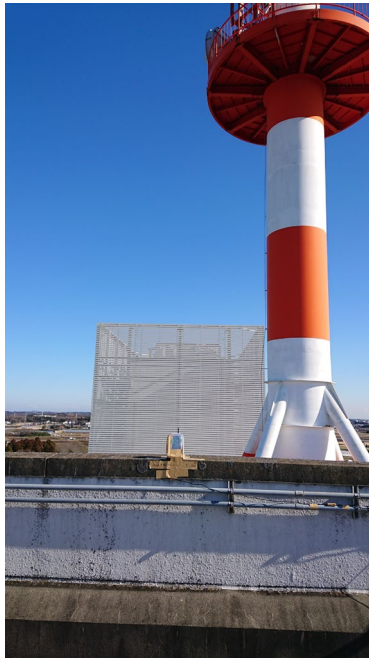
かつ**安価に常時インターネット接続が確保できない**状況での

社会基盤の監視・維持管理のニーズ

社会基盤側のニーズを理解した  
センシング・計測の実現と  
LoRaの自由度を活かした  
社会実装ソリューション

# 遠距離通信実証実験

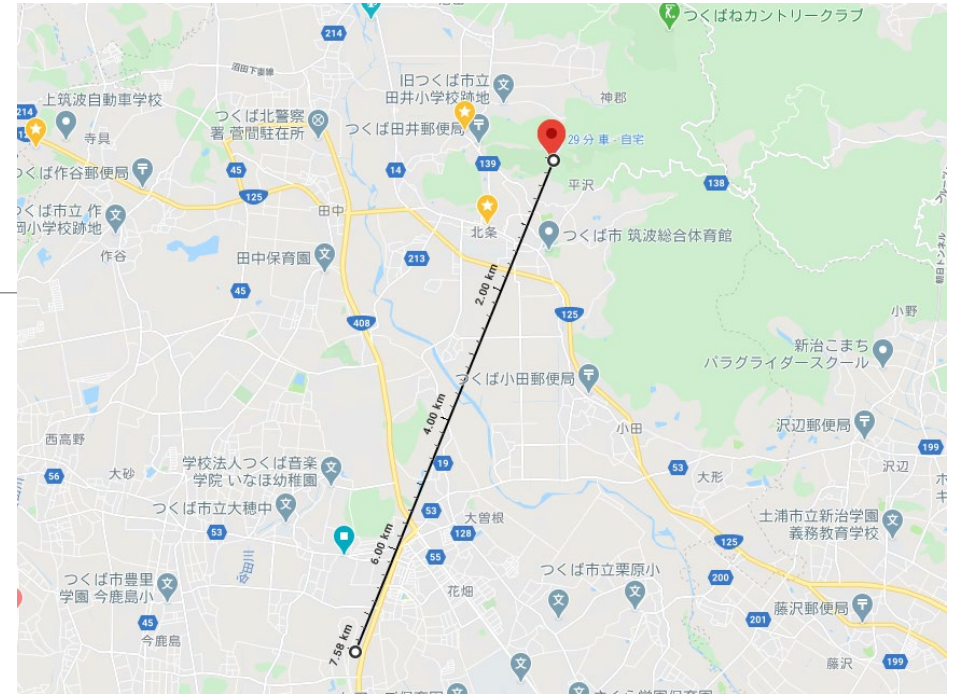
つくば市内で実験



国総研屋上に送信局(出力20 mW)を設置



# 遠距離通信実証実験



高利得の  
八木アンテナを用いて  
8 km 離れた見通し位置から  
安定して受信可能

Current Rate:: SF=12

R buildPacket:: pRSSI=-104 RSSI: -157 SNR: 11 Length: 29 -> 40 0 14 4  
26 0 F0 8A 2 E0 F1 5B 91 C9 8F 55 EE 45 F1 33 8C B2 37 1A DB CB 2D  
DD 84

G addLog:: fileno=0, rec=25: 1 A5 57 0 4C 11 AE FF FF C8 61 1C  
{"rxpk":{"tmst":202242421,"chan":0,"rfch":0,"freq":923.200012,"stat  
":1,"modu":"LORA","datr":"SF12BW125","codr":"4/5","lsnr":11,"rssi":-  
104,"size":29,"data":"QAAUBCYA8IoC4PFbkcmPVe5F8TOMsjca28st3YQ  
="}}}

# 現場での実証実験



国道17号赤谷川大橋



国道17号月夜野大橋



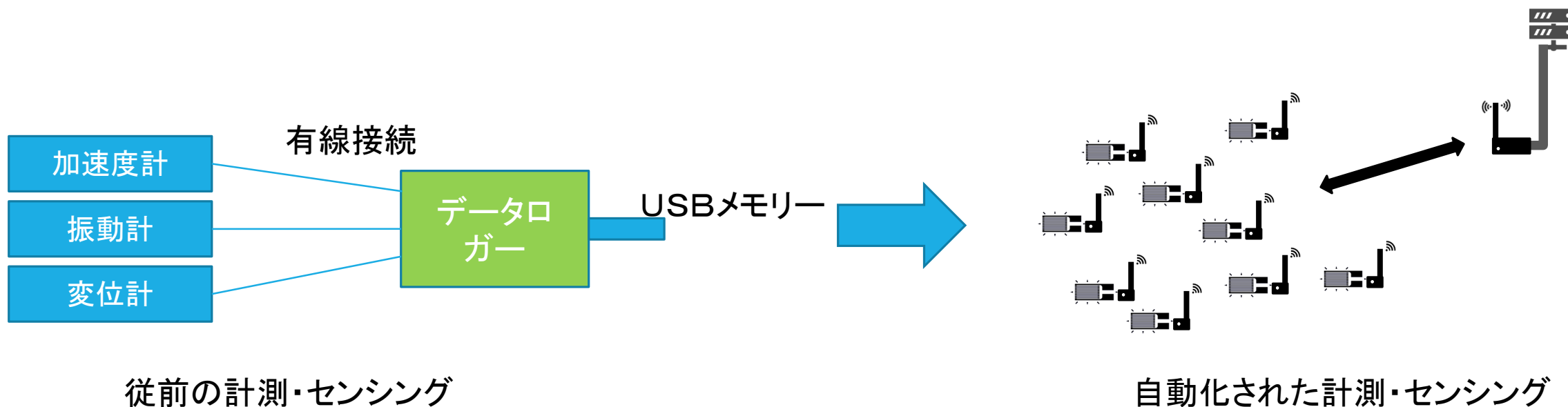
月夜野大橋→出張所: 安定した受信が可能

赤谷川大橋→出張所: 障害物のため  
直接受信は困難であった  
データ中継を視野に入れてシステム化を検討



# 社会実装に向けた研究のポイント

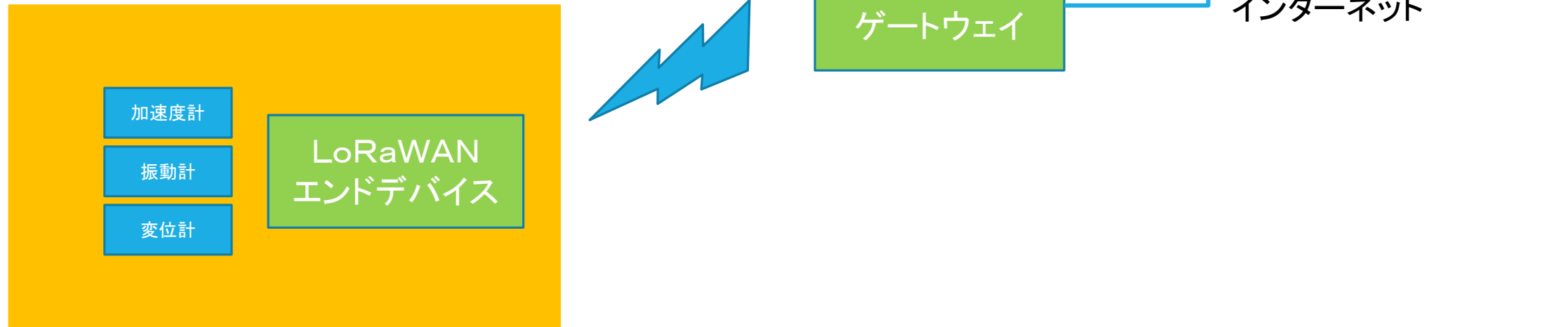
自動データ取得への脱皮



# 社会実装に向けた研究のポイント

特定の事業者依存することなく  
規格化・公開された技術を活用して持続可能性を担保

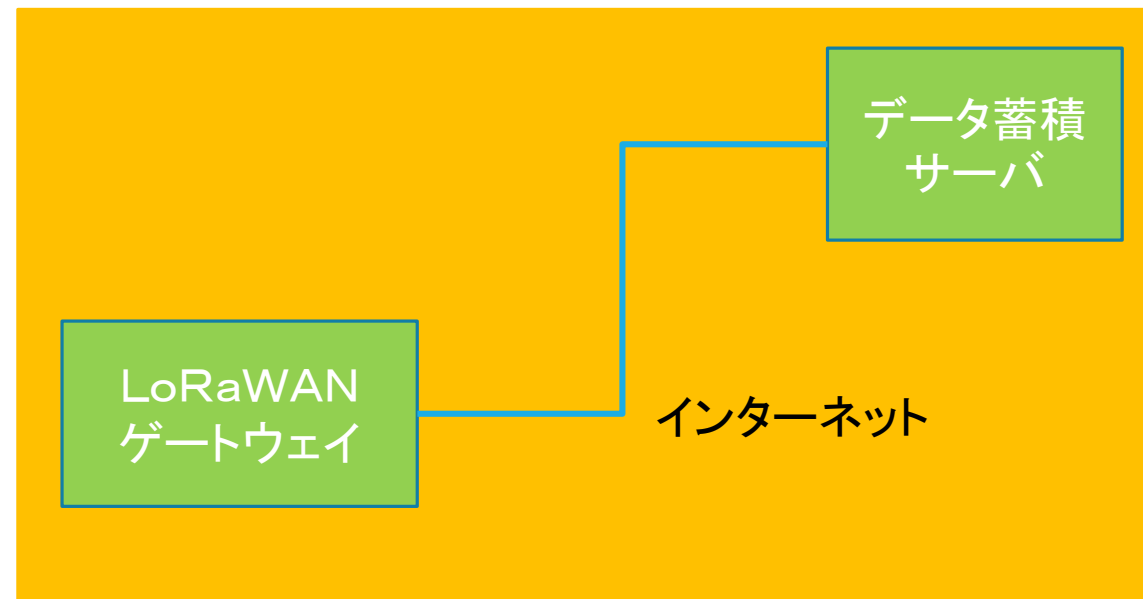
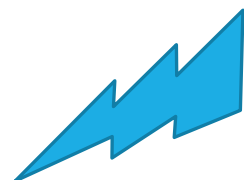
①通信事業者側で開発されたセンシング機器が  
社会基盤側のニーズと合わないケース



# 社会実装に向けた研究のポイント

特定の事業者依存することなく  
規格化・公開された技術を活用して持続可能性を担保

①通信事業者側で開発されたセンシング機器が  
社会基盤側のニーズと合わないケース

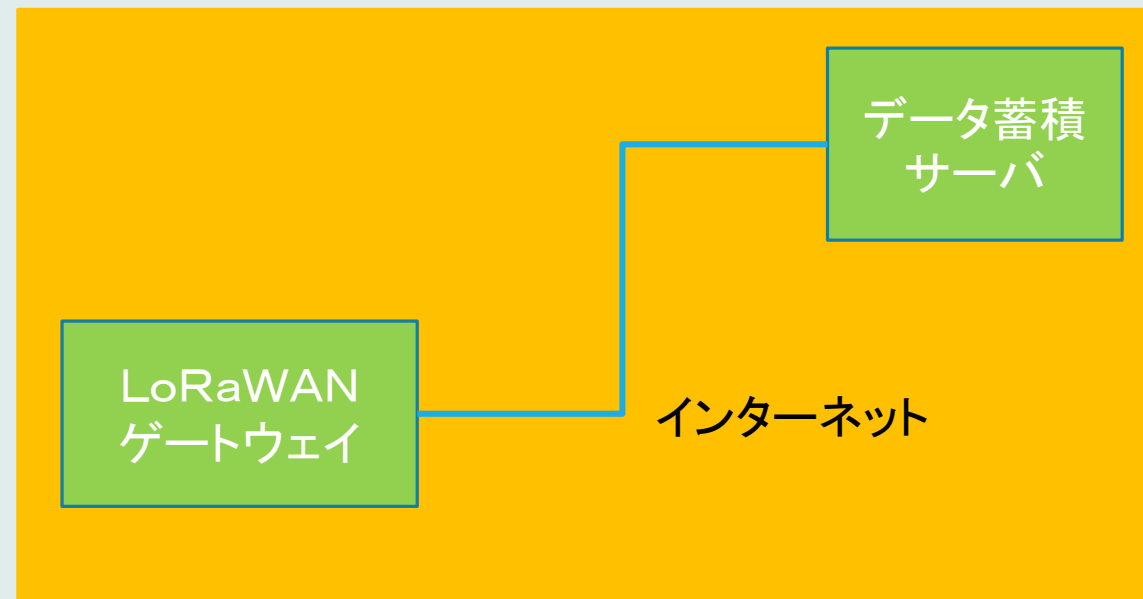
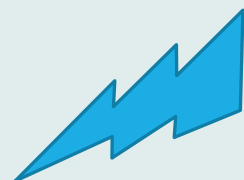


②通信事業者側でインターネット接続方法や  
データサーバが規定されるケース

# 社会実装に向けた研究のポイント

特定の事業者依存することなく  
規格化・公開された技術を活用して持続可能性を担保

①通信事業者側で開発されたセンシング機器が  
社会基盤側のニーズと合わないケース



②通信事業者側でインターネット接続方法や  
データサーバが規定されるケース

③通信事業者側でセット供給が前提で  
カスタマイズ費用が必要なケース



# 社会実装に向けた研究のポイント

ニーズに応じた  
自由度を確保しつつ  
容易なシステム構築を実現



計測装置に応じた電源と  
通信プロトコルに対応

# 社会実装に向けた研究のポイント

ニーズに応じた  
自由度を確保しつつ  
容易なシステム構築を実現

データ蓄積  
サーバ

有線/携帯回線  
インターネット

LoRaWAN  
ゲートウェイ

WiFi  
ルータ

WiFiの利用

標準通信規格

開発した  
インターフェース

LoRaWAN  
エンドデバイス

加速度計

振動計

変位計

計測装置に応じた電源と  
通信プロトコルに対応

①社会基盤ニーズに応じて  
自由に選択が可能

# 社会実装に向けた研究のポイント

ニーズに応じた  
自由度を確保しつつ  
容易なシステム構築を実現

データ蓄積  
サーバ

有線/携帯回線  
インターネット

LoRaWAN  
ゲートウェイ

WiFi  
ルータ

WiFiの利用

②LoRaWAN準拠であれば  
機種不問

開発した  
インターフェース

LoRaWAN  
エンドデバイス

標準通信規格

加速度計

振動計

変位計

計測装置に応じた電源と  
通信プロトコルに対応

①社会基盤ニーズに応じて  
自由に選択が可能

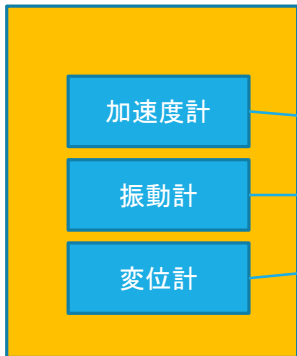
# 社会実装に向けた研究のポイント

ニーズに応じた  
自由度を確保しつつ  
容易なシステム構築を実現

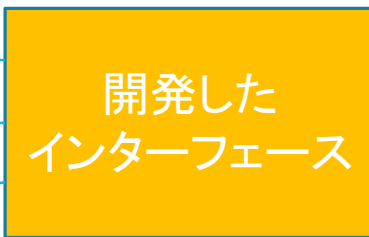
データ蓄積  
サーバ

有線/携帯回線  
インターネット

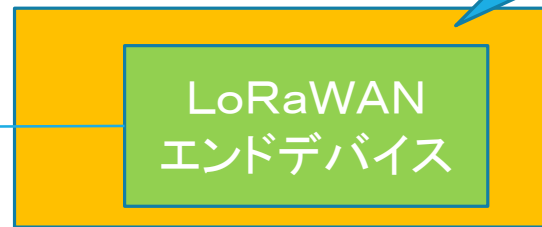
①社会基盤ニーズに応じて  
自由に選択が可能



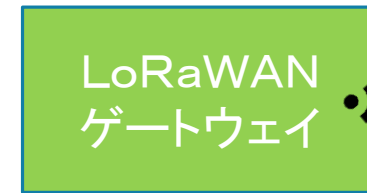
計測装置に応じた電源と  
通信プロトコルに対応



②LoRaWAN準拠であれば  
機種不問



標準通信規格



③高利得アンテナに  
よる超遠距離受信





# 社会実装に向けた研究のポイント

ニーズに応じた  
自由度を確保しつつ  
容易なシステム構築を実現

データ蓄積  
サーバ

有線/携帯回線  
インターネット

LoRaWAN  
ゲートウェイ

WiFi  
ルータ

WiFiの利用

④WiFi準拠であれば  
ルータの機種不問

③高利得アンテナに  
よる超遠距離受信

②LoRaWAN準拠であれば  
機種不問

標準通信規格

開発した  
インターフェース

LoRaWAN  
エンドデバイス

加速度計  
振動計  
変位計

計測装置に応じた電源と  
通信プロトコルに対応

①社会基盤ニーズに応じて  
自由に選択が可能

# 社会実装に向けた研究のポイント

---

## ●データプラットフォームとの連携

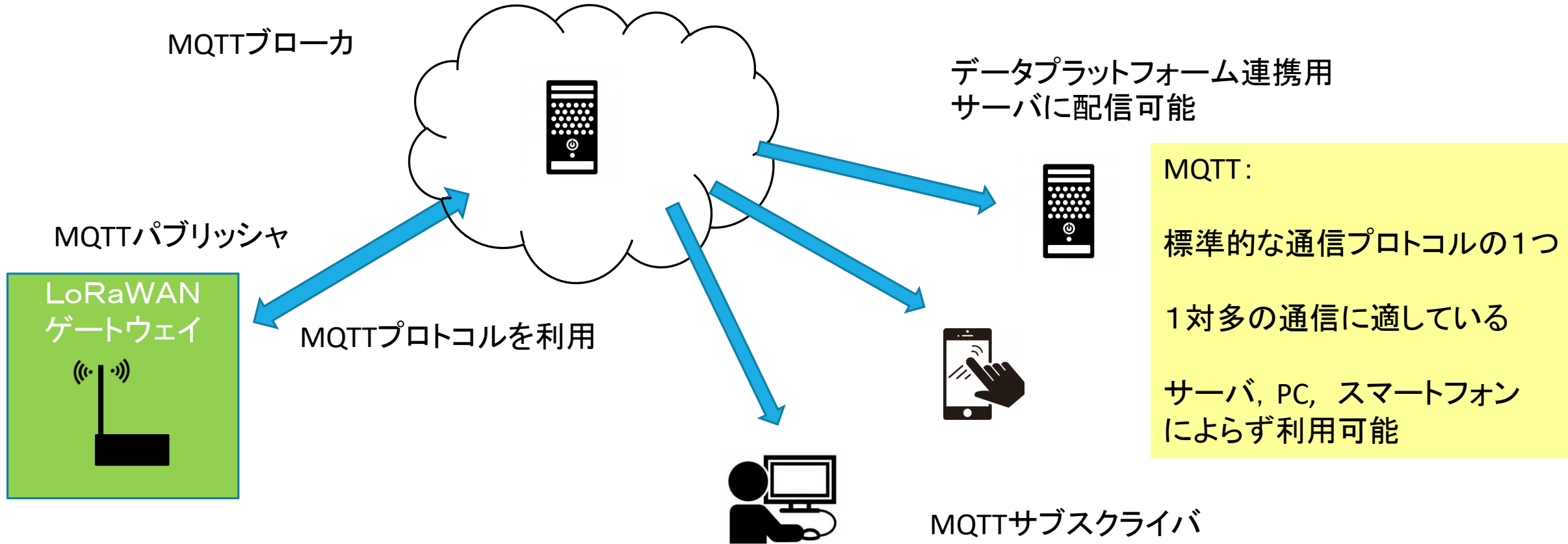
- 様々なデータが存在する: 設計図面, 振動, 変位, 亀裂, 腐食, 水位, 陥没...
- 将来の円滑な再利用が重要: (例) 維持管理データの設計へのフィードバック
- 国土交通データプラットフォームとの容易な連携が重要: 個々のデータベースへのアクセスは困難
- 同一の社会基盤に複数の事業者が関与: 部材, 期間によって単一事業者に限らない



特定の事業者に偏らない

汎用的なプロトコルによるデータ伝送が好ましい

# 多目的利用を想定した通信プロトコル



# 開発したシステム

社会基盤計測のニーズに応じて計測ノウハウを適用できる自由かつ容易なシステム構築を実現

匠のノウハウの継承

計測装置に応じた電源と通信プロトコルに対応

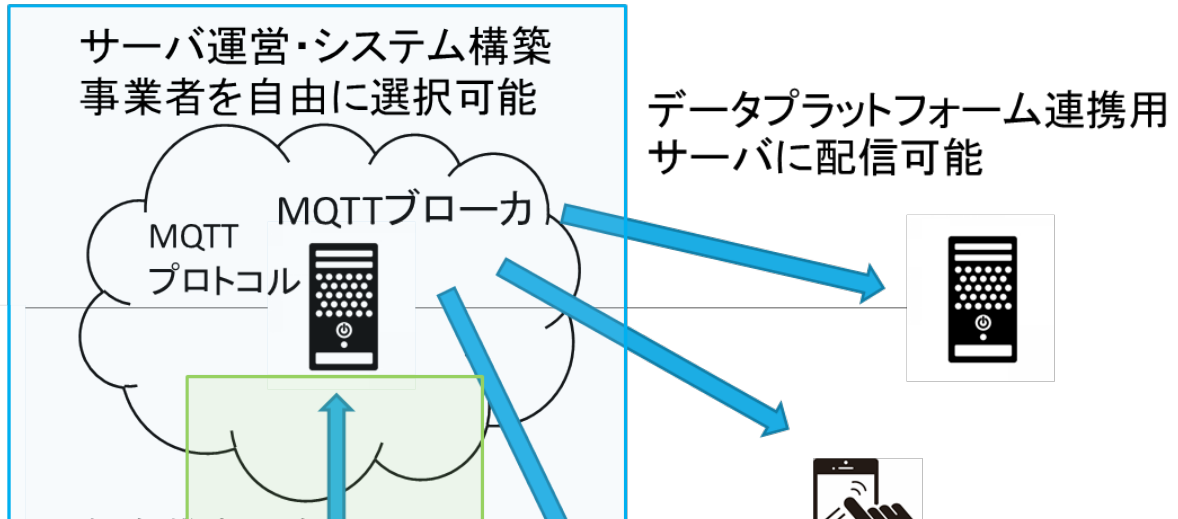
- 加速度計
- 振動計
- 変位計

開発したインターフェース

LoRaWAN エンドデバイス

標準通信規格

LoRaWAN無線通信: AESによる暗号化  
MQTTインターネット通信: TLSによる暗号化



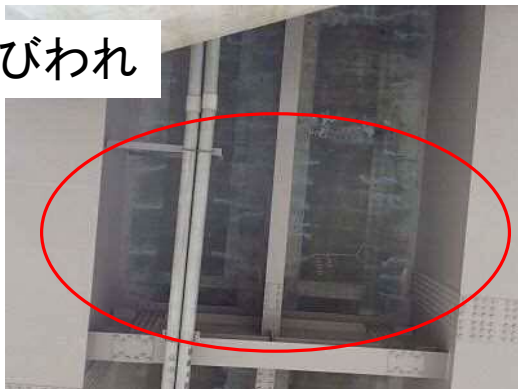
MQTT:

- 標準的な通信プロトコルの1つ
- 1対多の通信に適している
- サーバ, PC, スマートフォンによらず利用可能



# 実証試験(本年度実施)でのモニタリング項目

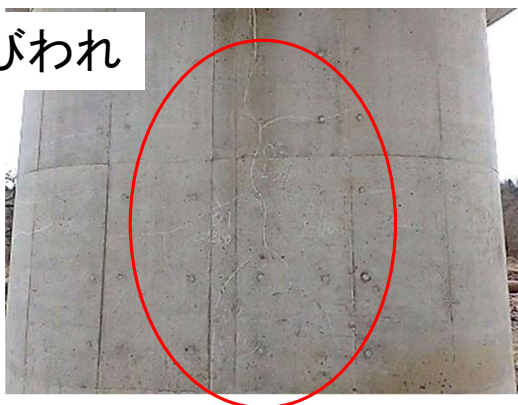
床版ひびわれ



床版鉄筋露出



橋脚ひびわれ



支承腐食



赤谷川大橋

月夜野大橋



亀裂変位計



防水型変位計



据置型傾斜計

# 受信設備の設置（本年度実施中）



出張所鉄塔（30m 高）



建屋ケーブル引込口

LPWA受信信号を  
インターネット経由で  
サーバへ集約し配信可能とする

# まとめ

## 令和2年度の実施項目

- ✓現場周辺におけるLPWA到達状況の把握
- ✓LPWA通信機器の策定
- ✓社会実装のための汎用インターフェースの開発
- ✓データ配信プロトコルの決定(MQTT)
- ✓計測・モニタリング対象の決定

## 本年度実施中の項目

- 出張所鉄塔を活用したデータ収集・蓄積・配信の実証プロトタイプ構築と実験
- 社会実装を想定したデータ配信サーバの構築

データプラットフォームへのデータ供給効率化に関する基礎的研究

亀田敏弘, 中川 佳大, 中川 諒, 大町正和, 梅本秀二

AI・データサイエンス論文集

2021年 2 巻 J2 号 349-354

発行日: 2021年

公開日: 2021/11/17

DOI [https://doi.org/10.11532/jsceiii.2.J2\\_349](https://doi.org/10.11532/jsceiii.2.J2_349)

# 期待される具体的な成果 成果による建設政策への貢献

---

- 計測の高度化と簡便化による, 既存の計測分野のコスト削減
- 大量のデータを利活用することによる, 迅速かつ簡便な異状検知の実施
- データ計測・蓄積・分析を一気通貫で自動化し維持管理における省力化・省人化が可能
- 将来の人材不足へのソリューション**の提供
- 土木のニーズと工学知に基づく**技術開発の新しい知的労働分野の創出**
- 計測, データ蓄積, データ利活用の統合システムを国内外に提案**