



**NEDOインフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト**  
**①インフラ状態モニタリング用センサシステム開発**

**NEDOインフラモニタリング技術シンポジウム**

**(道路インフラ状態モニタリング用センサシステムの研究開発)**

**『無線通信ネットワーク共通プラットフォームの開発』**

**平成31年2月1日(金)@機械振興会館B2ホール**

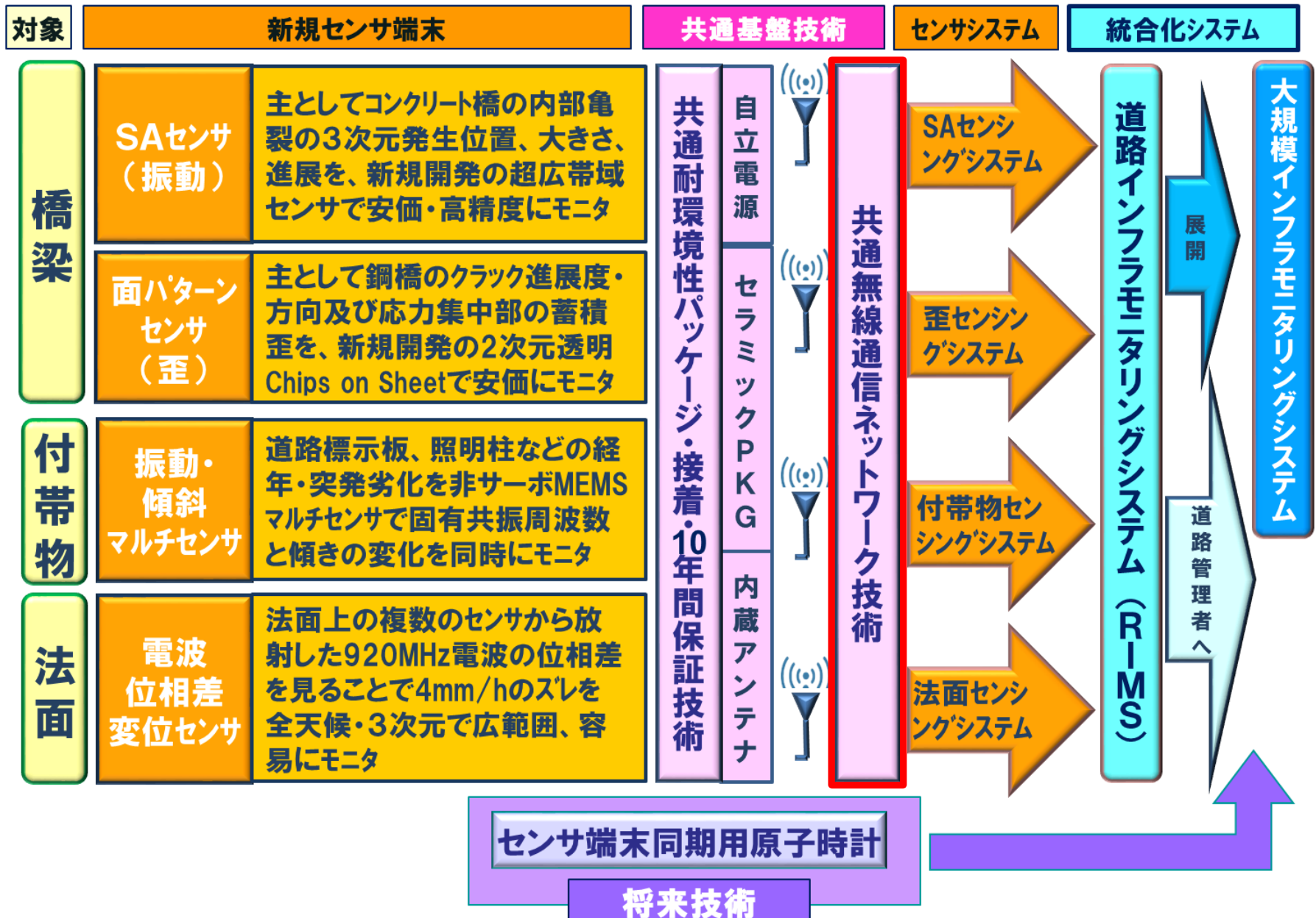
**(委託先:技術研究組合 NMEMS技術研究機構)**

**(実施者:NTTデータ)**

**発表者:株式会社NTTデータ テレコム・ユーティリティ事業本部**  
**課長代理 渋谷憲二**



# 開発内容



# 対象とする社会課題と現状

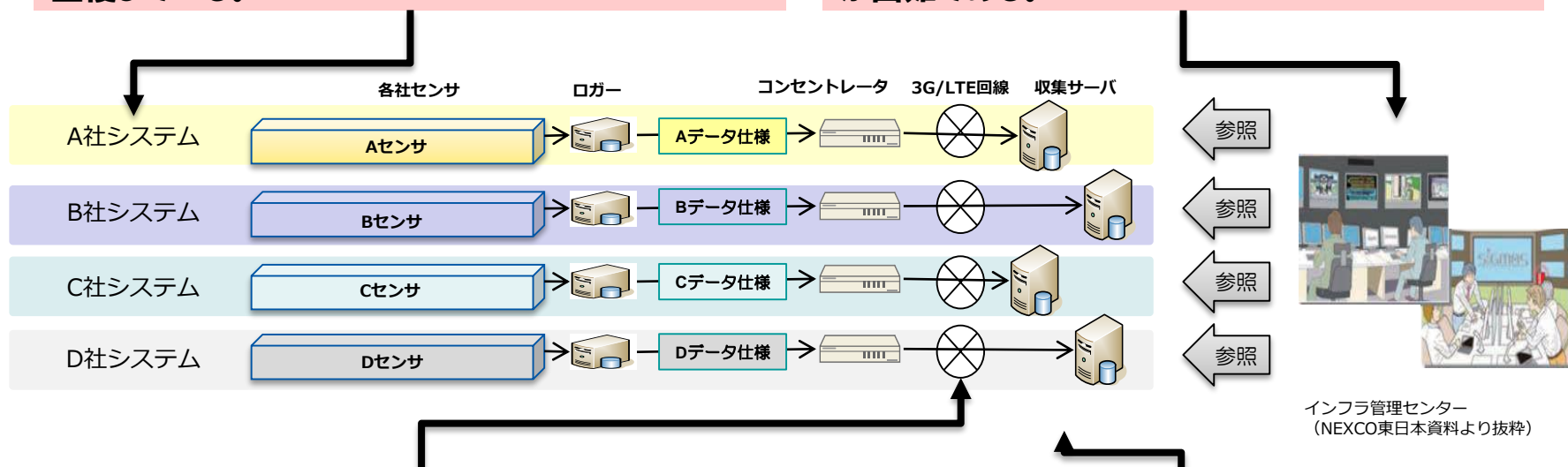
道路インフラの老朽化や定期点検要領の更新などにより道路インフラに様々なセンサが設置されるに伴い、通信基盤が重複するなど非効率な状況が発生している。

## 課題① データ収集時の非効率

センサやモニタリングの開発や普及にあわせ、それぞれの独自方式にあわせた専用の機器及びシステムが重複している。

## 課題② データ利用時の非効率

データの格納形式に共通性が乏しいため、様々なセンサから取得したデータを横断的に利用することが困難である。



## 課題③ 回線コスト増大

多数のセンサ設置により回線コストが増大しており、運用コスト削減が必要である。

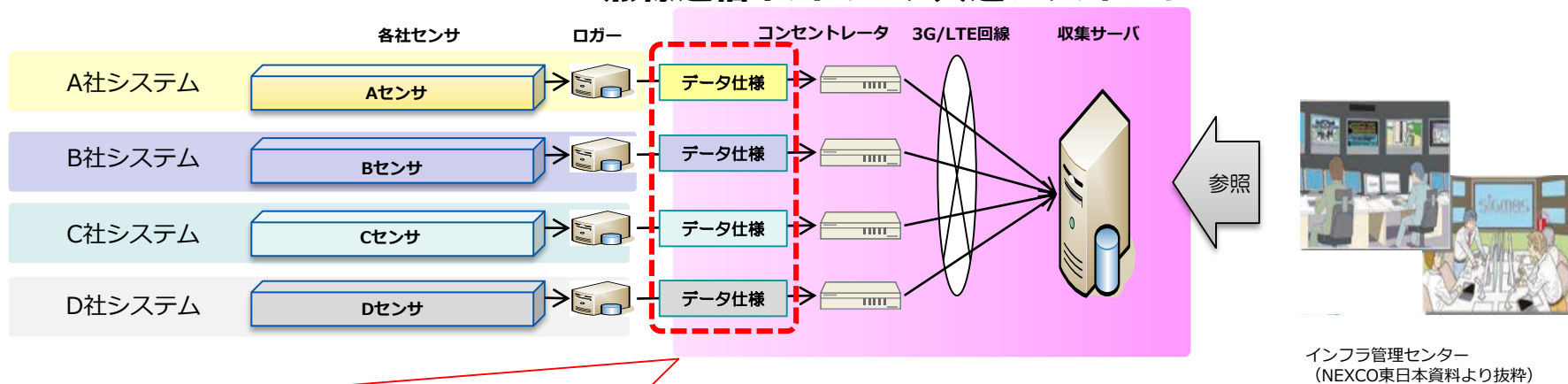
## 課題④ セキュリティ確保

セキュリティ確保は必須であり、通信基盤が備えるべきセキュリティレベルを明確にする必要がある。

# 開発テーマ概要と差異化ポイント

多種多様なセンサ／メーカー、監視目的に対応する**オープンなネットワーク通信基盤**により各課題を解決する。具体的には**コンセントレータのデータ仕様を標準化**することで差異を吸収し、**通信基盤を共通プラットフォーム化**する。

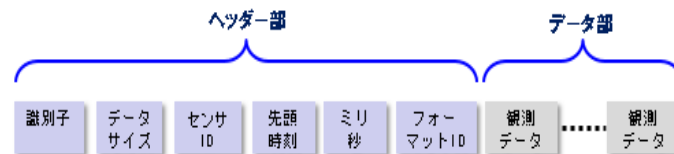
## 無線通信ネットワーク共通プラットフォーム



**データ仕様を標準化することで、様々なデータフォーマットやインターフェースの差異を吸収し、通信基盤を共通プラットフォーム化する。すべてのデータは収集サーバに格納されることで、道路管理者のデータ利便性向上と通信コスト削減を図る。**

- 処理モジュールは独立化させ、データ通信への影響範囲を最小限に遠隔から変更が可能
- **コスト対策と設置容易性**を目的としたコンセントレータ間の連携通信が可能
- **セキュリティ対応**として、不正なロガーからの受信を防止するなど、**不正通信に対処する機能**を開発

### 通信データ仕様の標準化フォーマット



# 適用条件

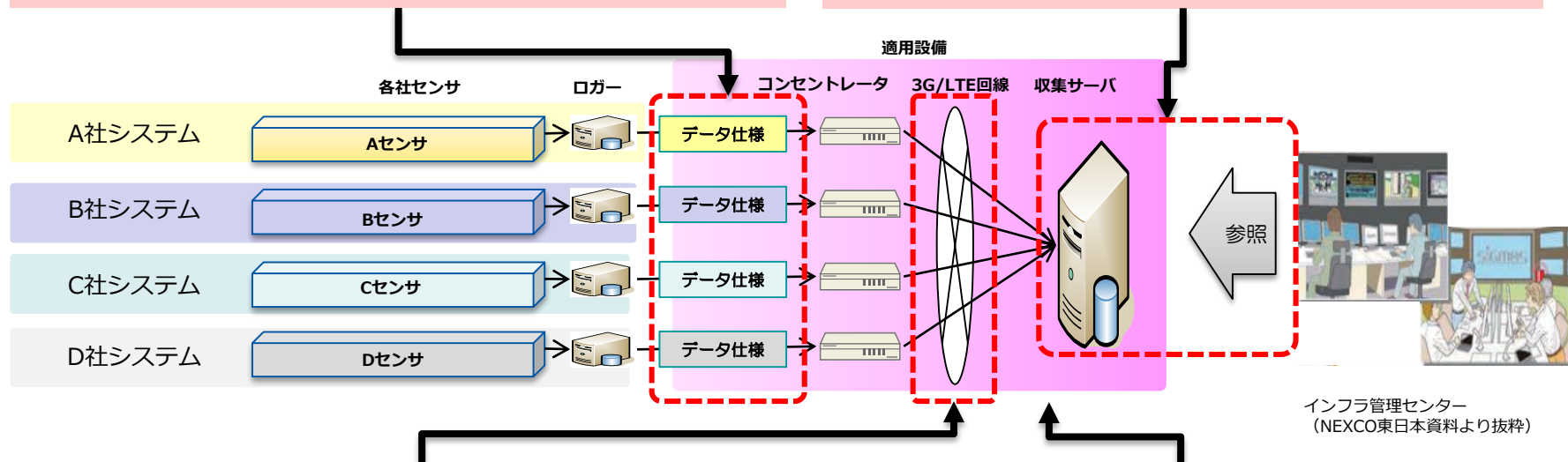
## 適用イメージ

### ① データ収集時の非効率の対策

センサ会社が容易に対応できる共通インターフェースによるデータ仕様でデータ収集の効率向上

### ② データ利用時の非効率の対策

収集サーバにアクセスすることで、様々なデータを統合的に活用することが可能



### ③ 回線コスト増大の対策

回線コストを共通化することで運用コスト削減が可能

### ④ セキュリティ確保の対策

セキュリティが確保された共通プラットフォームにより単一化された安全な運用が可能

## 想定効果

### 【開発技術】

様々なデータフォーマットやインターフェースの差異を吸収する通信仕様を実装し、通信基盤をクラウド上に共通化して実現

### 【効果】

- ・通信基盤の運用コスト削減
- ・多種多様なデータの横断的な利活用による業務の改善

# 開発技術(1/4)

## 【①データ収集時の非効率の対策】 共通インターフェースによる差異の吸収

データ仕様を標準化することで、各社のロガーと通信しデータセンタのサーバまでデータを格納することが実装でき、共通的なプラットフォームの構築が完了

・汎用的な方式を採用したことで、センサ会社が容易に対応できることを確認



名称	値	説明
ヘッダ	0x10	NMEMSのRIMSのTCPIP電文であることを示す固定値
データサイズ	任意	観測データサイズ
センサID	任意	データを出力するセンサを一意に識別するためのID(MACアドレス等)
先頭時刻	任意	データ先頭のセンサデータのUTC時刻(秒)
ミリ秒	0~999	データ先頭のセンサデータのUTC時刻(ミリ秒)
フォーマットID	任意	送信するデータのフォーマット形式を指定
観測データ	任意	フォーマットIDで指定した形式の観測データ

観測データはセンサ会社が任意にデータ項目を設定でき、**フォーマットID**で区別する

データ定義例 (法面)

ヘッダ 1byte	データサイズ 4byte	個別センサID 8byte	先頭時刻 4byte	ミリ秒 2byte	フォーマットID 2byte	観測データ	
フォーマットID(親機) 0x4001		X座標 4byte	Y座標 4byte	Z座標 4byte	雨量情報 4byte	※各センサ値: 浮動小数型(float)	
フォーマットID(子機) 0x4002		X座標 4byte	Y座標 4byte	Z座標 4byte	X軸傾斜 4byte		Y軸傾斜 4byte



# 開発技術(2/4)

## 【②データ利用時の非効率の対策】 道路管理者へのデータの横断的な利用

各地のセンサデータによる各構造物状態を、Pilot-RIMSによりデータを統合的に表示することで道路管理者の業務イメージを具体化。構造物状態を監視する統合的システムを構築

・種類の異なるセンサデータだけでなく、外部データとの相互利用が容易であることを確認

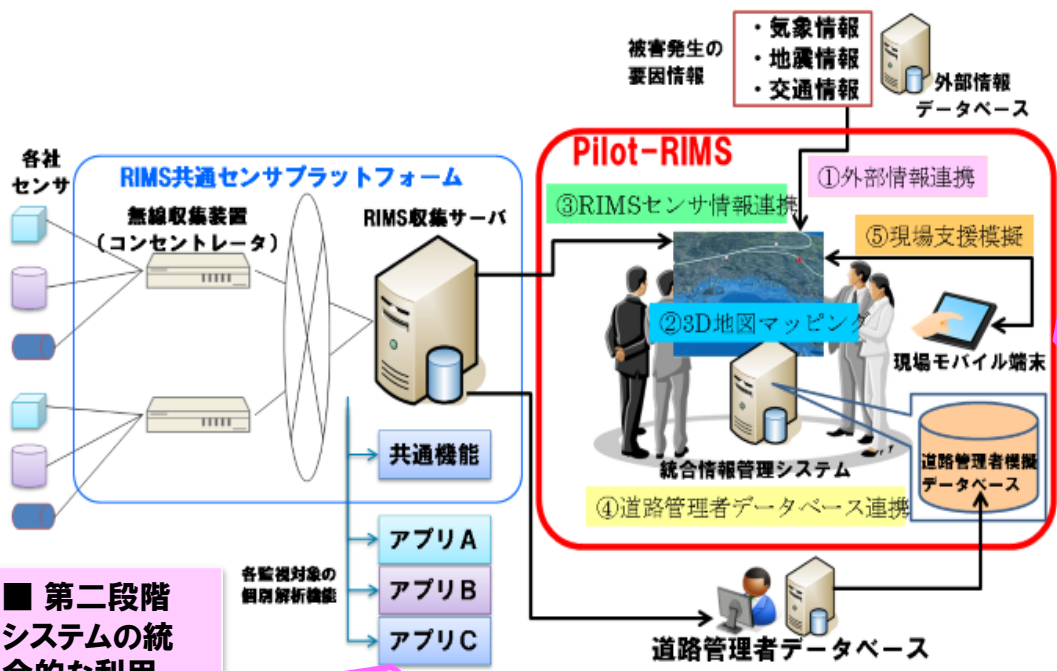
■ 第一段階  
データの統合的な利用

道路管理者のインフラモニタリング管理業務イメージを具体化

橋梁劣化度分析イメージ



非常時の迅速な判断支援  
地域の危険度イメージ



■ 第二段階  
システムの統合的な利用

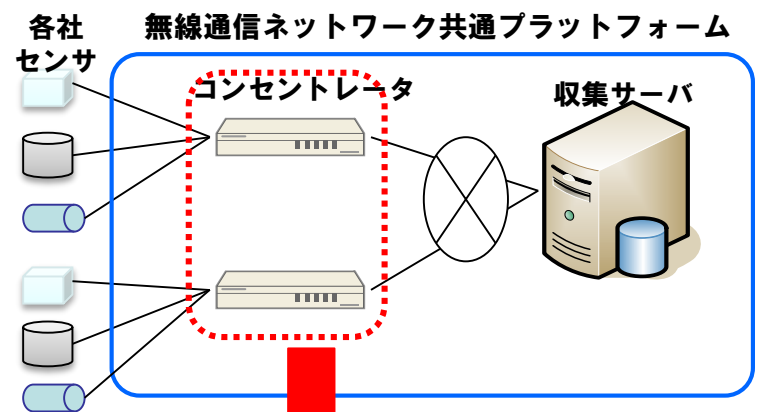
各センサ会社のアプリケーションの統合化について、道路管理者など関係者へのデータ提供、分析提供を通じ、ヒアリング等で検証を実施

# 開発技術(3/4)

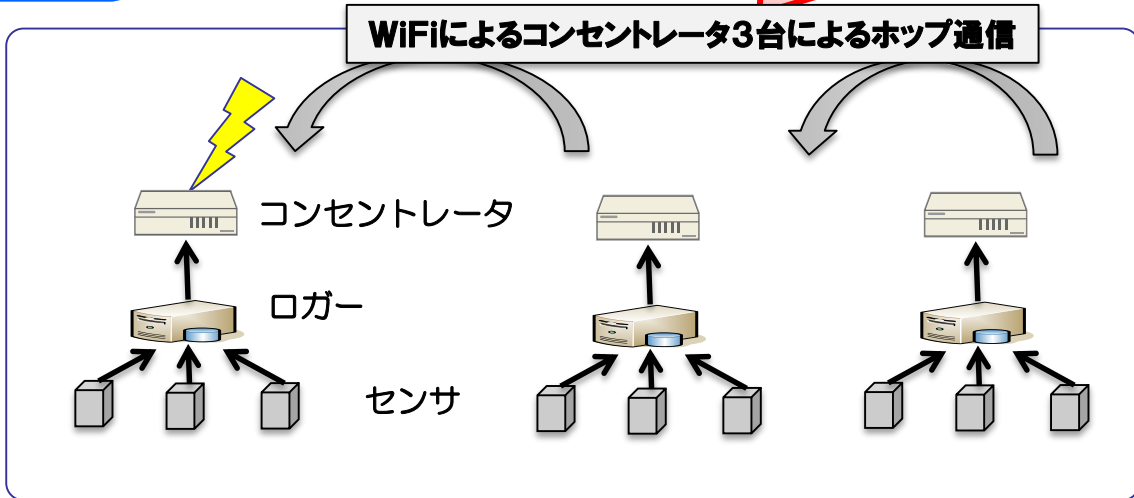
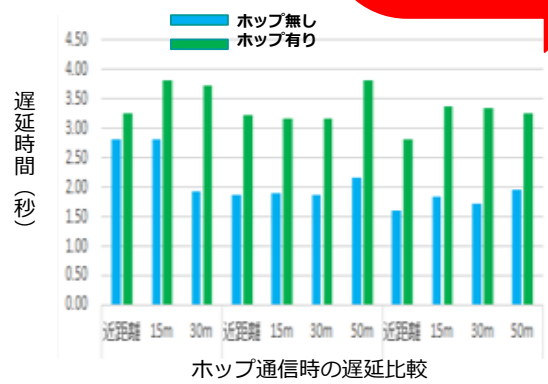
## 【③回線コスト増大の対策】メッシュネットワークの実装と影響調査

メッシュネットワークを実装し、複数のコンセントレータのセンサデータを、1つの回線で集約して送信することで、通信回線のコスト削減を図る。

・通信遅延影響の調査や、障害時のデータ再送条件などの整理が完了



コンセントレータ間のホップ通信により、一つのコンセントレータにサーバへの送受信を集約し、通信回線のコスト削減を図る。





# 開発技術(4/4)

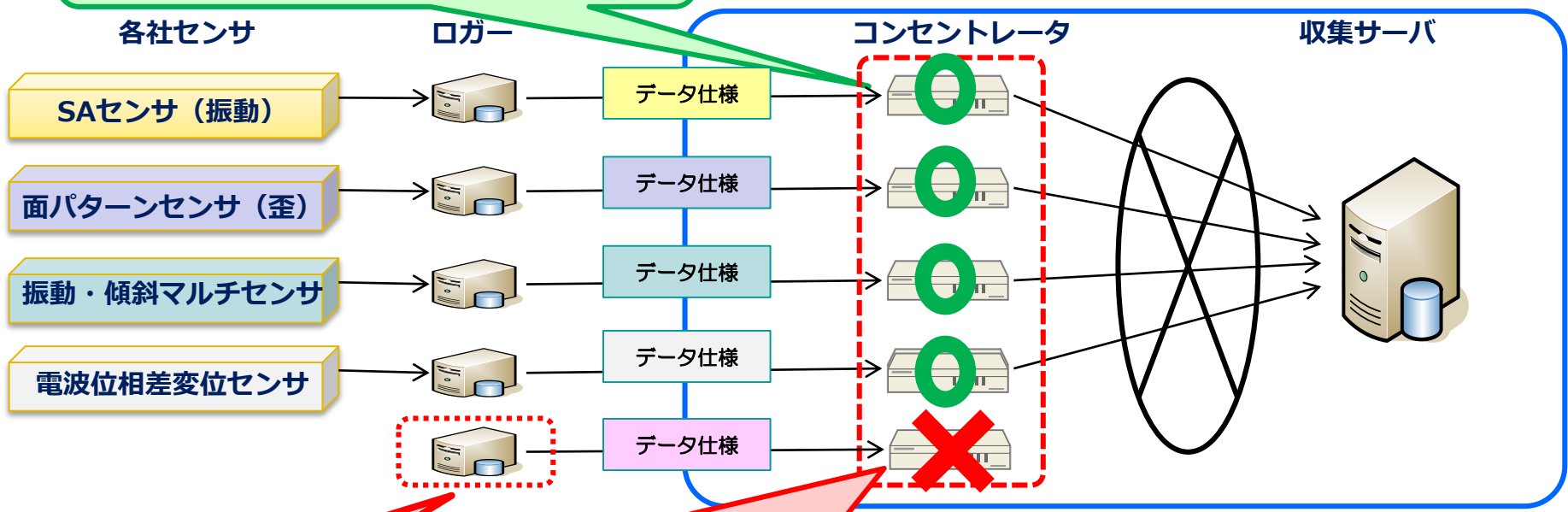
## 【④セキュリティ確保の対策】不正通信への対策

不正ロガーによる通信に対して、コンセントレータで不正を検知し、通信を遮断する機能を実装

- ・CPUやメモリ等のリソースが十分とはいえないコンセントレータでの動作を確認
- ・定期的なデータ送信パターンを基準にした不正検知を確認

通信パケットのヘッダー情報を評価し、正常な通信は通す。

### 無線通信ネットワーク共通プラットフォーム



なりすました不正ロガー

通信パケットのヘッダー情報に不正を検出した場合は通信を遮断する

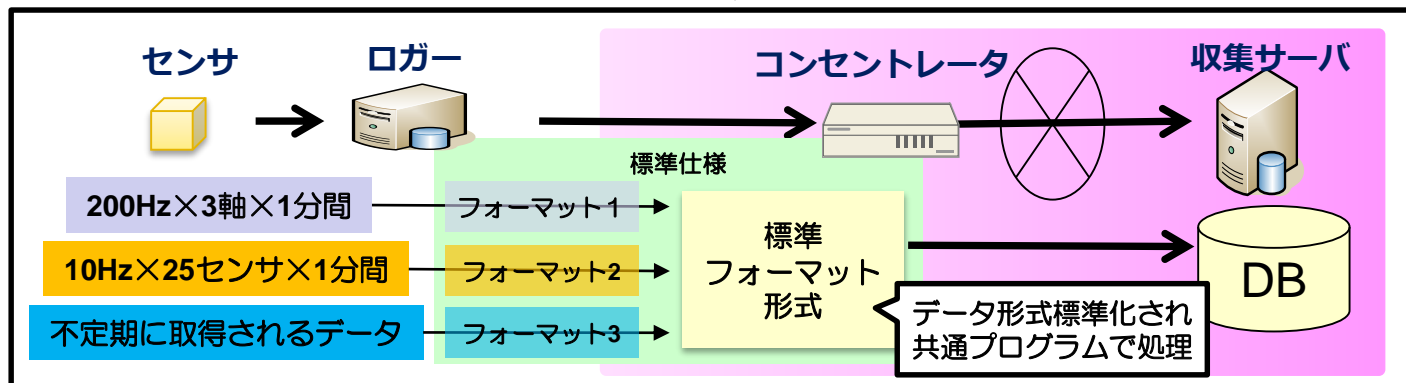
# 実証実験(1/3)

## 【①データ収集時の非効率の対策】実証現場実験状況

標準化したデータ仕様によって種類の異なるセンサ/ロガーと接続し、  
実証設備に設置したセンサのデータを、共通プラットフォームとして処理できることを確認

- ・標準化したデータ仕様に各センサメーカーが準拠して通信処理を実装できることを確認
- ・現地の設置環境や通信状況を考慮した設計を実施
- ・商用電源/ソーラー電源など、電源方式に応じた工事や耐環境性向上への対策を実施

データ処理概要



電源方式や場所に応じた工事や耐環境性向上の対策

商用電源での設置例



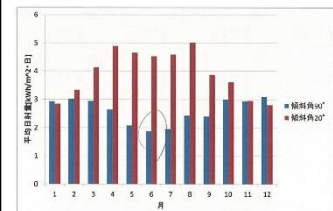
引込電柱 設置ケース外観 設置ケース内部

ソーラー電源での設置例



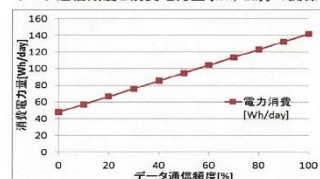
ソーラーパネル 設置ケース外観 設置ケース内部

現地気象条件と通信状況

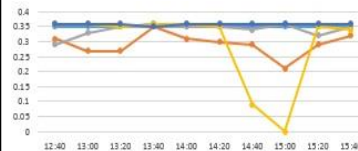


日照時間

データ通信頻度と消費電力量 [Wh/day] の関係



通信速度と消費電力



現地通信状況

# 実証実験(2/3)

## 【②データ利用時の非効率の対策】種類の異なるデータの活用

道路管理者業務イメージを具体化したデモシステムを構築し、道路管理者にアンケートを実施

- ・通信基盤部分を共通化し、外部データ含めて統合的にデータ利用できる有用性を確認
- ・様々な構造物の状態をリアルタイムで把握できることで、管理地域の安全状況把握などに有効であることを確認

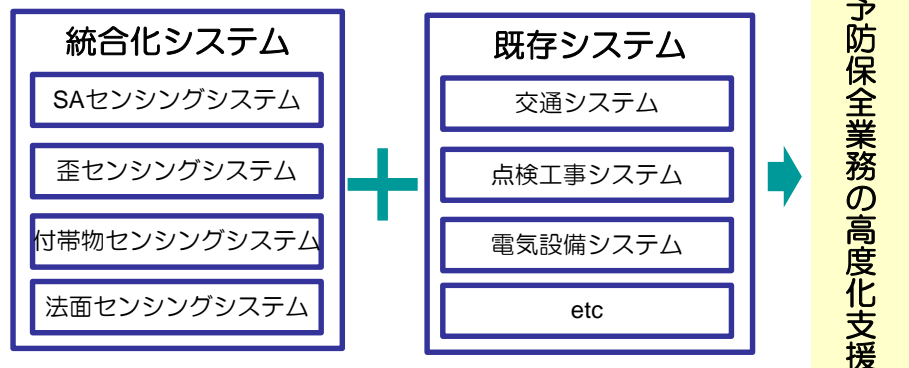
### ■ 第一段階 データの統合的な利用

各センサ取得データに加え、外部データ(気象情報、衛星画像など)を統合的に利用し、管理地域内の構造物状況を容易に把握できるデモシステムを構築



### ■ 第二段階 システムの統合的な利用

各センサシステムを統合化し一元的に監視するシステムは、既存システムとの連携による総合的判断により、予防保全業務の高度化を支援する可能性があることを確認

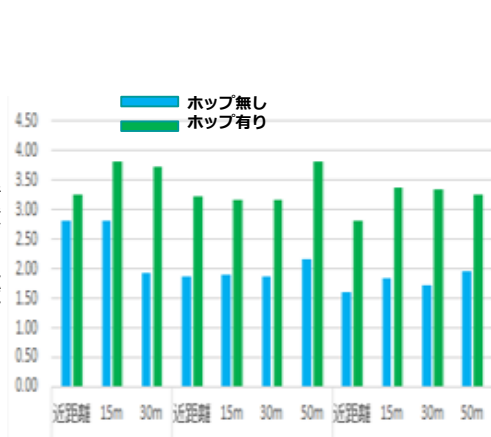


# 実証実験(3/3)

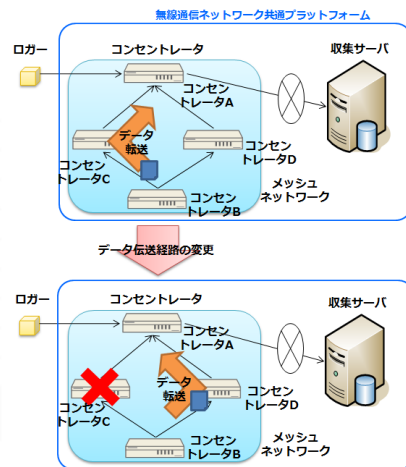
## 【③回線コスト増大対策】

現地環境と実データで回線を共通化しデータ送信できるか確認

- ・ホップ通信により回線共通化できること確認
- ・メッシュネットワークによる経路二重化ができること確認



ホップ通信時の遅延比較



通信経路変更の概要

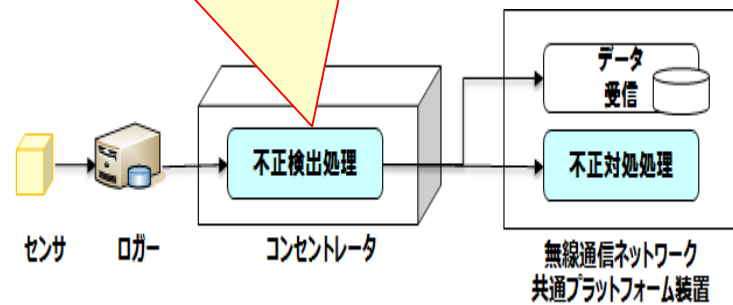
センサデータの大きさや取得頻度等を前提に、現地の電波環境や電力確保を踏まえ、回線コスト削減だけでなく、現地環境に適した柔軟なコンセントレータ設置が可能

## 【④セキュリティ確保対策】

センサ/ロガーの入れ替えによる不正なデータ送信対策として、コンセントレータでデータ送信に影響なく不正通信を検出できるか確認

- ・コンセントレータのCPUなど限られたリソースでセンサデータ送信に影響なく不正通信を検出できることを確認

センサ/ロガー入替時に想定される通信パターン (MACアドレス変更など) をデータ送信に影響なく検出できるか確認



不正通信検出の概要

モニタリングシステム特有の定期的な送信パターンを基準とした不正通信検出の可能性を確認

# 実証実験のまとめと解析、考察

## ●実証実験の内容

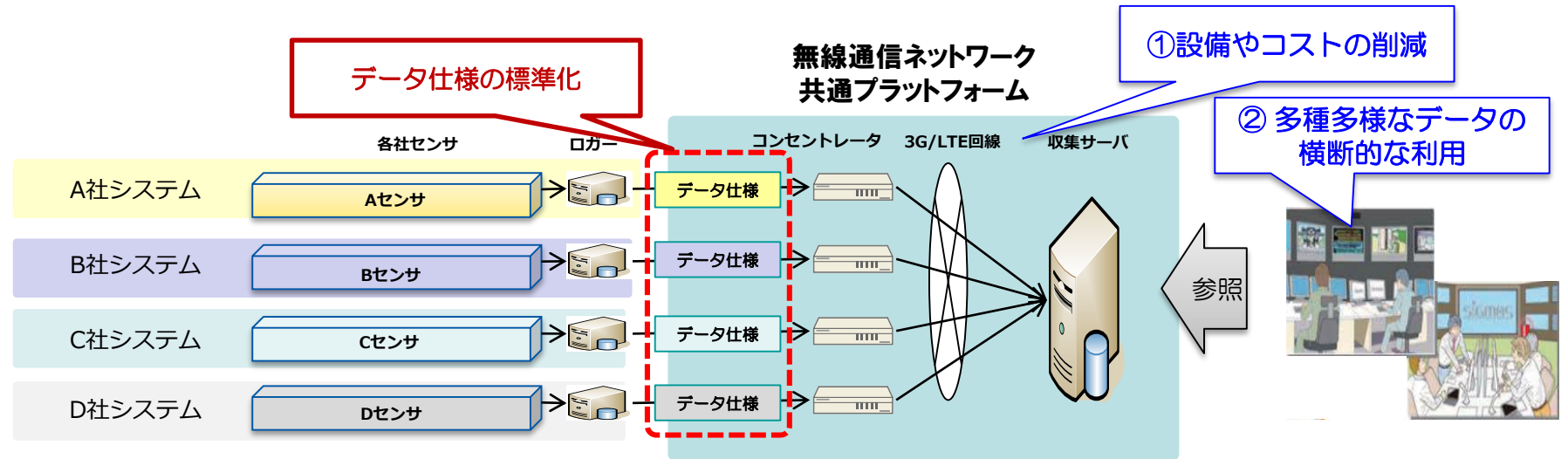
●多種多様なセンサの差異を吸収し、データ収集やデータ利活用のための共通の通信基盤をクラウドで実現するため、様々なデータフォーマットやインターフェースの差異を吸収する通信仕様を開発した。これにより、通信基盤の運用コスト削減及び多種多様なデータの横断的な利活用が可能となった。

## ●成果

●通信仕様の標準化により、①設備やコストの削減及び②多種多様なデータの横断的な利用が可能であることを確認できた。

## ●考察

●通信仕様の標準化は通信基盤の重複コストを解決する基本的対策であるが、実際には様々なセンサに対応するため、通信仕様は最大公約数的なものにならざるを得ずバランスが難しい。本研究開発においては、実データで実際に構築運用することで、適切な通信仕様を開発できたと考える。






道路インフラの老朽化や定期点検要領の更新などにより、道路インフラに様々なセンサが設置されるに伴い、通信基盤が重複するなど非効率な状況が発生している状況は、本研究開発による無線共通プラットフォームにより改善できることが分かった。

道路管理者への貢献

本研究開発

課題

通信基盤の重複による非効率、維持管理コスト増大と、業務の非効率の原因となっている。



【取組概要】  
実測現場に設置されるコンセントレータの通信仕様を標準化することで通信基盤をプラットフォーム化

解決

様々なセンサが共通インターフェースで接続することで、通信基盤に対する運用コスト削減に寄与し、多種多様なデータの横断的な利活用が可能となった。

【具体的開発内容と結果】

センサ会社が容易に対応できる共通インターフェースの実装が完了



# 今後の事業化、実用化について

## ●事業化計画

- ・本プロジェクトで開発/検証した機能は、2015年より商用クラウドサービスとして展開しているIoT通信基盤「ANYSENSE」へ機能実装する目論見である。
- ・共通インターフェースだけでなく、実際に多種多様なセンサと接続することによって得た知見について、特に非機能要件や運用要件の観点について整理し、製品サービスに反映する。
- ・平成31年度、クラウドサービス及びソフトウェアパッケージとしての機能提供を前提に機能実装について検討する。
- ・本プロジェクトで連携したセンサメーカー各社との共同提案を目論む。

## ●提供形態

クラウド提供だけでなく、ソフトウェアパッケージでのシステム構築にも対応し、幅広いニーズに対応する。

クラウド  
サービス

- 月額契約可能
- 早期サービス立ち上げ

ソフト  
パッケージ

- 多様なカスタマイズ可能
- 高度なセキュリティの実現

+

システム  
インテグレーション

コンセント  
レータ

通信回線

同時提供可能

# 今後の成果普及について

## ■展開ターゲット

以下の分野及び業界をターゲットとして、事業化計画にもとづき成果普及を図る。

### (1) インフラモニタリング分野

インフラクライシスとして、監視ニーズが長期継続的に期待される。

### (2) ユーティリティ業界

業界規制の再編により多様なニーズが期待される。

#### (1) インフラモニタリング分野

橋梁

道路付帯物

法面

トンネル

ダム

等

#### (2) ユーティリティ業界

電気

ガス

水道

**本研究は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務の結果得られた成果です。**