

スマートなインフラ維持管理に向けたICT基盤の確立に関する研究開発

実施研究機関 (株) エヌ・ティ・ティ・データ、(株) エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所、
アルプスアルパイン (株)

研究開発期間：H26年度～H28年度

研究開発費：H26年2.1億円、H27年1.5億円、H28年0.7億円 計4.3億円

担当課室名：国際戦略局 通信規格課、国際戦略局 技術政策課 研究推進室

1. 概要

■ 研究開発目標 (アウトプット目標)

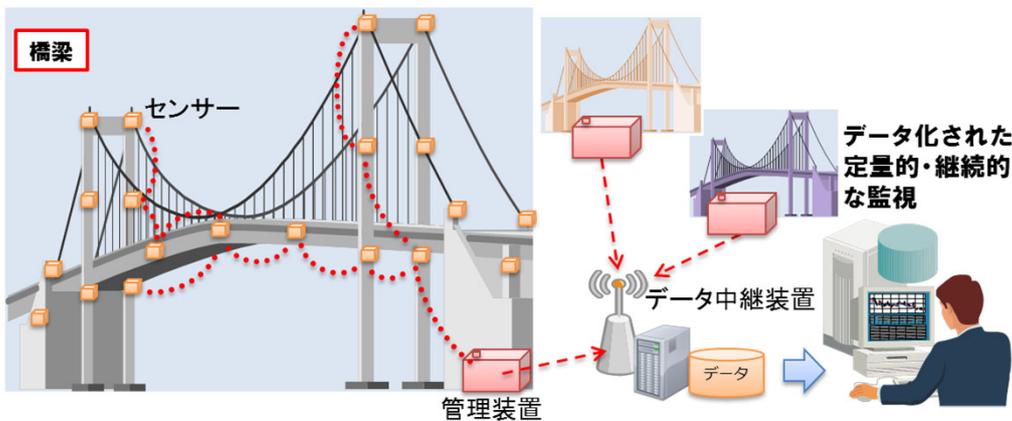
- センサーで計測した振動等のデータを、高信頼かつ低消費電力で収集・伝送する無線通信技術確立
- フィールド実証等の成果を基に標準化を推進

成果展開



■ 政策目標 (アウトカム目標)

- センサー等を活用した遠隔監視等により、社会インフラの効果的・効率的な維持管理を可能とし、社会インフラの長寿命化の実現に資する。



2. 研究開発成果 (アウトプット) 概要

■ 広範囲型 低消費電力無線通信技術

【到達目標】

- 100Hzで振動データを一定時間収集しつつ、1日あたり100kb以上のデータ伝送を行い、5年以上の電池駆動
- 地震等異常発生時の迅速なデータ収集・伝送 (異常アラート送信: 5秒以下、異常計測データ送信: 4分以内)
- 3つ以上の橋桁で構成される100m以上の橋梁にて15分の1秒以下の誤差で6個以上のセンサー間の時刻同期

【研究開発成果】

- 「マルチホップネットワーク」や「送信電文の優先度制御技術」を研究開発
→ 100Hzでの振動データ収集を1時間行いつつ、100kb/日のデータ伝送を行ったときの消費電力を8.7mAh/日に抑制 (10.9mAh/日以下で5年以上の電池駆動)。
- ラボにて異常を人工的に発生させる実験を実施
→ 異常発生検知後、異常アラート送信に1.071秒、異常データ送信完了までに2分41秒を達成。
- コンクリート橋(30m、100m)と鋼橋(30m)にてフィールド実証を実施
→ 上記橋梁に、14個のセンサーを設置し、15分の1秒以下(21.77秒)の誤差での時刻同期を達成。



実証実験に用いた橋梁例(鯖江市 丹南橋)



センサー設置の外観



センサー内部の構成

2. 研究開発成果（アウトプット）概要（続き）

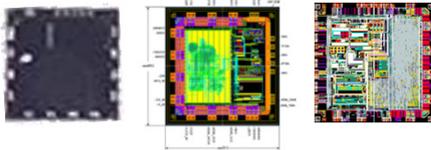
■ 局所集中型 低消費電力無線通信技術

【到達目標】

1. 従来技術比で消費電力1000分の1
2. 1日あたり2.5メガバイト伝送
3. 鉄やコンクリートの近傍で通信距離5~10m
4. リチウム電池等の電源で5年以上
5. 30個程度のセンサーから従来技術の10分の1以下の時間でデータを送信

【研究開発成果】

1. セミパッシブ型の無線LSIを新規開発し、従来技術比で消費電力1300分の1【到達目標の1.3倍】
2. 16分で2.5メガバイト伝送【到達目標の100倍】
3. 鉄やコンクリートの近傍で通信距離7m【平成28年度目標の3.5倍、到達目標の1.4倍】
4. コイン型リチウム電池で26年以上【到達目標の5倍】
5. 30個程度のセンサーから10ミリ秒でデータを送信【到達目標の数倍】
6. 親機の要求仕様を作成



LSIの試作を3回実施



土木研究所施設で実証実験を実施



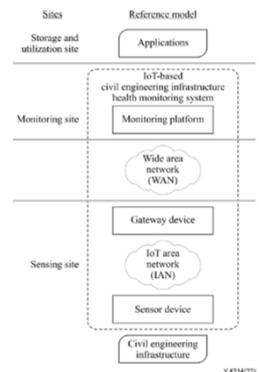
3. 政策目標の達成状況（経済的・社会的な効果）等

【国際標準化】(広範囲型)

本研究開発案件とは別にOKIと共同で標準化活動を行い、TTC標準JJ-300.30とTR-1066を制定した(2017)。

最終的にITU-TでIoTを活用したインフラモニタリング要求条件に関する国際勧告を制定した(2019~2022)。

団体	種別	文書名	発行
TTC	標準	JJ-300.30「橋梁モニタリング用加速度センサ情報モデルと低消費電力無線通信」	2017
	技術レポート	TR-1066「橋梁モニタリング低消費電力無線通信方式ガイドライン」	2017
		TR-1074「インフラモニタリング情報モデル標準化ガイドライン」	2019
		TR-1081「インフラモニタリング情報モデルのユースケース」	2020
ITU-T	補足文書	Y.Supplement 56(スマートシティ事例集)	2019
	国際勧告	Y.4214(インフラモニタリングシステムのIoT要求条件)	2022



ITU-T Y.4214の参照モデル

【製品開発】(広範囲型)

本研究開発で規定した要求条件とインタフェース仕様を参考に、OKIは無線マルチホップ省電力加速度センサーの設計製造を行った。その後独自の研究開発により、2022年春までに、電源配線不要でインフラモニタリングを容易に導入可能とする“ゼロエネルギーIoTシリーズ”を商品化した。

本シリーズは、インフラ老朽化、自然災害激甚化等の社会課題解決に貢献するOKIの「防災DX」で活用されている。

ゼロエネルギーIoTシリーズの特長

- ✓ 電源・配線不要でIoT機器の設置を容易化
- ✓ SmartHopによるセンサー連携
- ✓ ラギダイス技術による優れた耐環境性能



無線加速度センサーユニット



ゼロエネルギーゲートウェイ



3. 政策目標の達成状況（経済的・社会的な効果）等（続き）

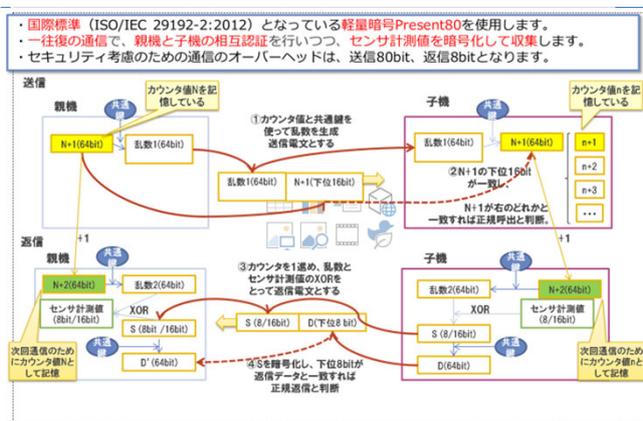
【特許取得】(局所集中型)

①特許第7050169号/US 11328138

R/W	立上り時間	Pre	コマンド
子機1		Pre	コマンド 1
子機2		Pre	コマンド 2
子機3		Pre	コマンド 3
子機4		Pre	コマンド 4
子機5		Pre	コマンド 5
子機α		Pre	コマンド α
子機6		Pre	コマンド α 6
子機7		Pre	コマンド α 7
子機8		Pre	コマンド α 8
子機9		Pre	コマンド α 9
子機10		Pre	コマンド α 10
子機11		Pre	コマンド α 11
子機12		Pre	コマンド α 12
子機13		Pre	コマンド α 13
子機14		Pre	コマンド α 14
子機15		Pre	コマンド α 15

常時監視とイベント起動とでセンサーの扱いを変え、常時監視は毎回返信を行い、イベント起動は何か起きたときに、そのタイムスロットでイベントが起きたことを伝え、そのあとに自分のスロットで情報送信。情報伝送の高速が図れる。

②特許第7105894号



親機と子機間での通信回数を共通に持つことを利用して、暗号通信と相互認証を高速化する。特に相互認証とデータ受信に通常2往復の通信が必要なところ、本発明で1往復で可能となる。

4. 研究開発成果（アウトプット目標）から生み出された科学的・技術的な効果

【新たに誘引した研究開発】

本研究開発の終了後、2018年度まで実施していたNMEMS技術研究機構による「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」へ成果を共有。橋梁用センサーとの通信仕様も考慮した、多種多様なセンサーデータ形式やメーカ仕様の差異を吸収する通信仕様を整備し、新たな科学技術開発を誘引した。

ラピスセミコンダクタ株式会社が、本研究開発の成果を受けバッテリーレス近距離センサーソリューション向けUHF RFID LSIを開発した。

【研究成果発表による成果展開】

電子情報通信学会APMC国内委員会主催のMWE2017ワークショップ及び、国際会議Micro Energy 2017 International Conference (イタリア)にて研究成果発表することで、本技術内容を展開した。

5. 副次的な波及効果

【他企業・研究機関との新たな連携】

研究開発の終了後、OKIが戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE) 国際標準獲得型研究開発のテーマ「インフラモニタリングにおけるインフラ3DモデルとIoTセンサ情報モデルの異分野間連携に関する研究開発と標準化」(H30-R2)を大阪大学と共同で受託し、IoTを活用したインフラモニタリングの研究開発を継続すると共に国際標準化を進めた。

局所集中型無線の搭載検討を目的としてエネルギーハーベスティングコンソーシアム(EHC)に入会した企業があり、搭載の可能性を模索している。

6. アウトカム目標の達成に向けた取組計画の達成状況等

指標	数値目標等	研究開発後の進捗状況
① 関係府省との連携を視野に入れたビジネス戦略の検討	その他の分野(自動車、セキュリティ事業、電力インフラなど)におけるユースケース検討 2件以上	①自動車車室内のセンサー及びスイッチの無線化、特に後部座席のシートベルトバックルへの内蔵によるシートベルト装着確認機能の実現に関する検討を行った。②リニア新幹線の線路両側に密に設置される大量のコイルの高速自動診断機能の実現に関する検討を行った。③バイク車体に取り付けられる各種センサーの無線化とワイヤハーネス削減効果に関する検討を行った。
② 研究開発成果の国際標準化	国際標準化団体への橋梁モニタリングサービスモデル必要性の訴求活動 1団体以上	ITU-T で以下の文書制定 <ul style="list-style-type: none"> • Y.Supplement 56 “ITU-T Y-series - Supplement on use cases of smart cities and communities” 12/2019. (ユースケースの1件として掲載) • ITU-T Y.4214 “Requirements of Internet of things based civil engineering infrastructure health monitoring systems” 02/2022
③ 研究開発成果の情報発信	外部講演 3件以上 特許の出願 1件以上	登録特許:特許第7050169号, US 11328138, 特許第7105894号 【講演実績】 2017年5月25日 Wireless Japan 2017 コンファレンス 2017年7月7日 Micro Energy 2017 International Conference 2017年12月1日 2017 Microwave Workshops & Exhibition(MWE2017) 2018年8月29日 エネルギーイノベーションジャパン/SEJ WEST 2018 【展示会出展実績】 2017年5月24日～26日 Wireless Japan 2017 2017年6月7日～9日 Smart Sensing 2017 2017年11月15日～17日 ET/IoT展2017 2018年2月14日～16日 ENEX2018 2018年5月23日～25日 Wireless Japan 2018 2018年6月6日～8日 Smart Sensing 2018 2018年8月28日～29日 エネルギーイノベーションジャパン/SEJ WEST 2018 2018年10月17日～19日 MEMSセンシング&ネットワークシステム展 2018 2018年11月14日～16日 ET/IoT展2018 2020年1月29日～31日 ENEX2020 【受賞実績】 「IoT Technology 優秀賞」 ET/IoT展2018

7. 政策へのフィードバック

【プロジェクト設定の妥当性】

本プロジェクトは、センサー等を活用した遠隔監視等により社会インフラの効果的・効率的な維持管理を可能とするための研究開発となっており、社会課題となっている社会インフラの老朽化対策の実現に資する重要なプロジェクトであると考えます。

2023年度からの次期SIPの課題に「スマートインフラマネジメントシステムの構築」が選定されたことでも分かるように、インフラ維持管理の高度化・効率化は、我が国として優先的に取り組むべき重要な社会課題であると考えます。

【今後に向けたフィードバック】

- 製品化や標準化、特許取得等を実施できたことから本研究開発した内容についての成果展開はできていると考えます。
- 広範囲型においては、省電力で広範囲にセンサーデータを収集できる仕組みとして、橋梁含めたインフラモニタリングとしての標準化も実施された。収集したデータの利活用ユースケースや実績がより増えることで、実用化を含めた広い成果展開ができると考えます。
- 局所集中型においては、成果活用に強い関心を持つポテンシャル顧客(鉄道総研など)から、非常に洗練された素晴らしい無線技術だとの評価を頂いており、引き続き、親機用ICを作成可能なICメーカの調査・交渉や、ユースケース及び開発予算の獲得を目指した活動を続けている。