

産業インフラ向け無線センサーネットワークの 特徴とサービス事例



本資料内容に関するお問合せ先：

沖電気工業株式会社

スマートコミュニケーション事業部 橋爪 洋

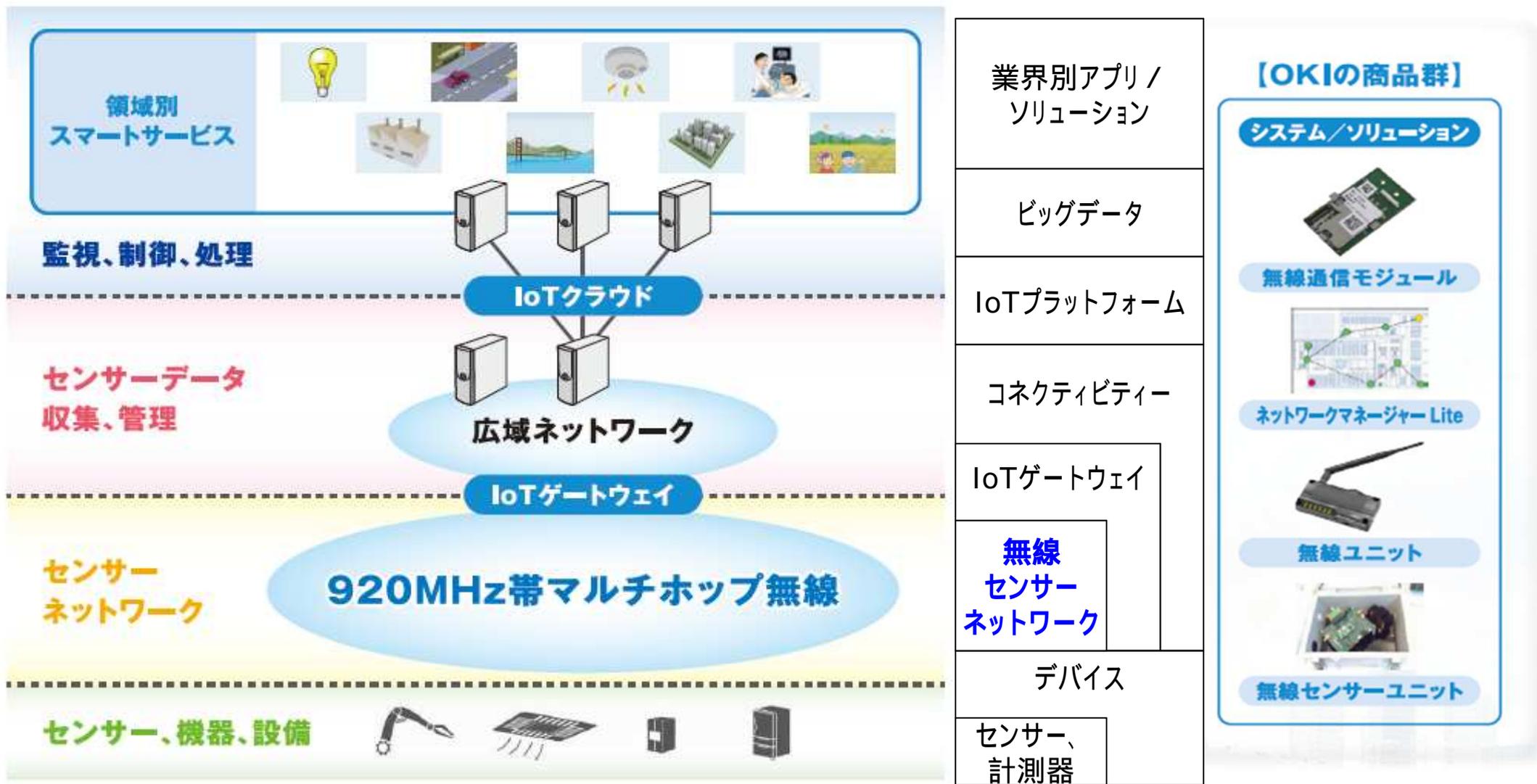
メール：hashizume808@oki.com

アジェンダ

- OKIの無線センサーネットワークの取組み
- サービス適用事例
- 産業インフラ向け無線センサーネットワークの研究開発事例
 - 「ライフラインコアモニタリングシステムの研究開発（UCoMS-PJ）」
 - ・ 低消費電力無線マルチホップの研究開発

OKIの無線センサーネットワークの製品展開

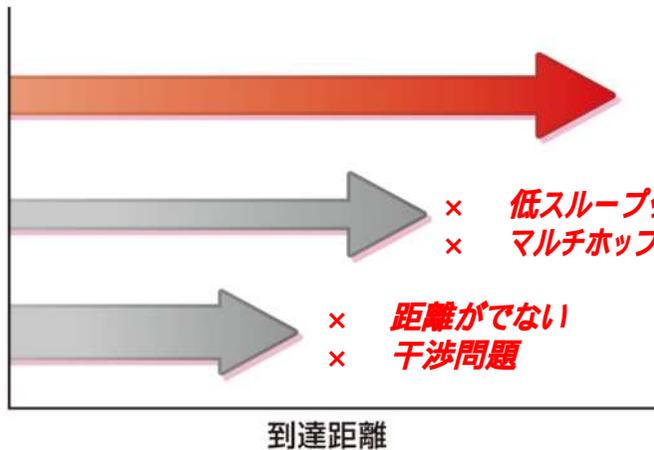
920MHz無線マルチホップの信頼性、設置容易性を重視し、普及と市場開拓を推進
エネルギー管理、社会インフラ、工場・プラント等の領域に向けてプラットフォームを品揃え



920MHz帯マルチホップ無線 特長

電波到達性の高い920MHz帯無線

920MHz帯	20mW
429MHz帯	10mW
2.4GHz帯	10mW



到達性が高い
干渉が少ない
大規模マルチホップ

- × 低スループット
- × マルチホップ困難
- × 距離がでない
- × 干渉問題

2008.5 制度化

2010.5 周波数拡張, 条件緩和

- ▶ 干渉回避、省電力化、高速化、低コスト化が可能になり、注目度があがった

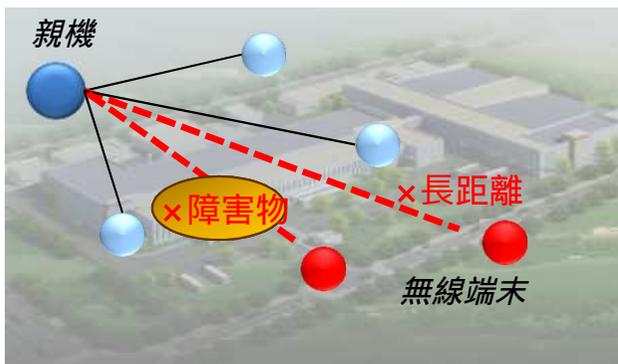
2012.7 周波数移行・拡張, 送信出力UP

- ▶ 国際的に協調できる920MHz帯へ移行
- ▶ スマートメータ向けに帯域幅を5MHz拡張
- ▶ 送信出力制限を20mW(一部250mW)に緩和

高信頼性の無線マルチホップ通信

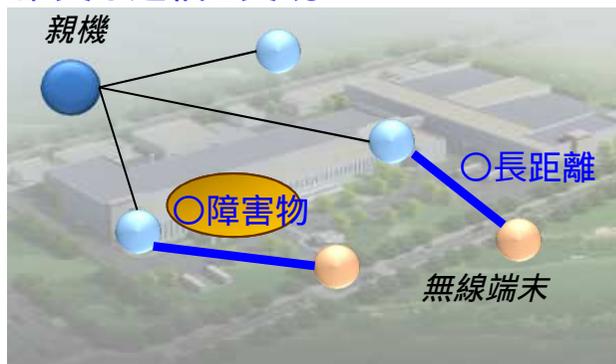
従来の1 : N通信

親機から長距離、障害物がある場所では通信不可



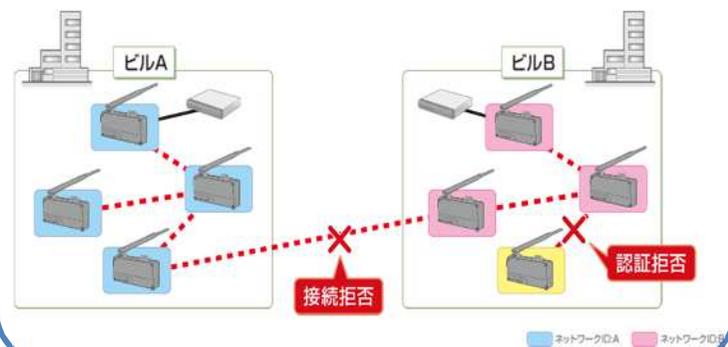
無線マルチホップネットワーク技術

親機から長距離、障害物がある場所でも自動的に最適な経路で中継し、確実な通信を実現



セキュアな無線通信

不正な子機の接続を防止する認証機能と、無線機間の通信の暗号化に対応
独立したセキュアなネットワークを簡単に構築できます。



920MHz帯 電波伝搬特性 屋外編〔九十九里、市街地、住宅地〕



920MHz帯 20mW（免許不要）による電波伝搬特性試験を実施。

条件

- ▶ 送信出力 20 mW / アンテナ高 2 m
- ▶ 親機～子機間の 1対1 通信距離を測定

結果

- ▶ 見通し環境での到達距離 : 1,500 m
 - ▶ 市街地での到達距離 : 500 m
 - ▶ 住宅地での到達距離 : 250 m
- } パケットエラー率：0%で通信可能



見通し（九十九里）



市街地（月島）
道幅：18m



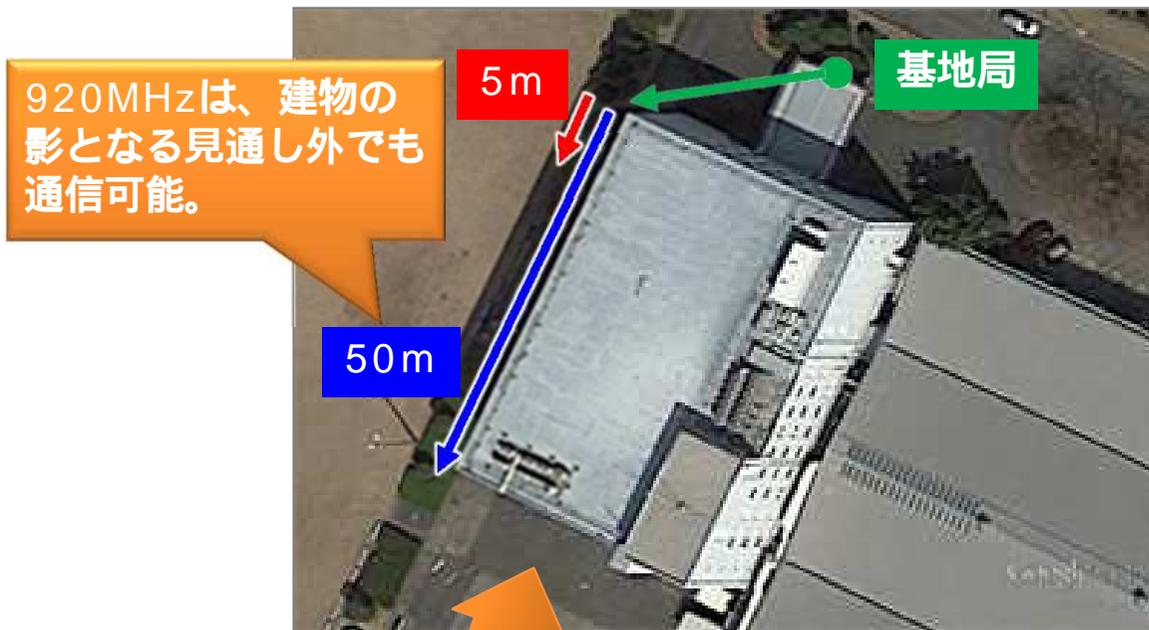
住宅地（川口）
道幅：6m

一例を示すものであり、周辺環境により到達距離は変動します。

回りこみ特性 屋外〔OKI本庄工場〕



2.4GHzと比較して、見通し外環境で**10倍以上**の回りこみ特性があります。
 950MHz¹では回折面から50mの区間では、パケットエラー率は0%の結果。



920MHzは、建物の影となる見通し外でも通信可能。



OKI本庄工場

- 建物の影となる見通し外の環境に、基地局と移動局を設置

距離 (m)	950MHz		2.4GHz	
	PER	RSSI	PER	RSSI
5.5	0%	-61dBm	0%	-83dBm
10	0%	-79dBm	96%	-94dBm
20	0%	-73dBm	100%	-
⋮				
50	0%	-86dBm	100%	-



基地局

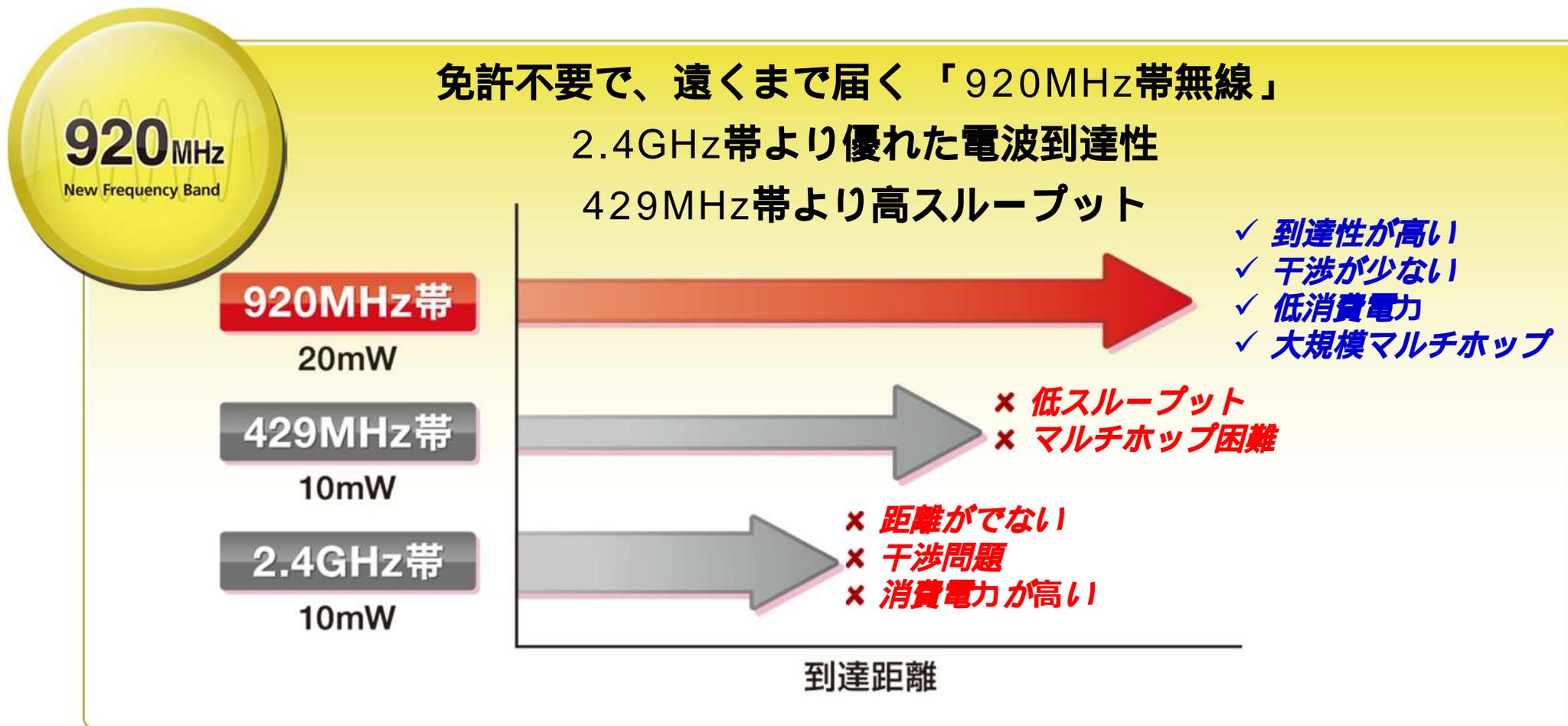


移動局 (5.5m付近)

¹ 950MHz帯は、920MHz帯と同等の特性になります。

920MHz帯無線

2012年7月25日に開放された、免許不要で遠くまで届く「920MHz帯無線」。
電波出力が従来の10mWから20mWに緩和され、2.4GHz帯より長距離の通信が可能です。
429MHz帯より高スループットなため、大規模なマルチホップが可能になります。



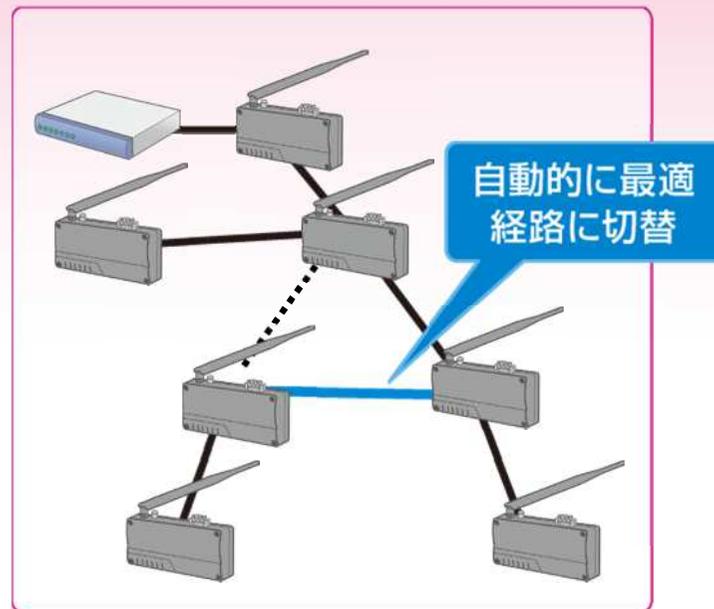
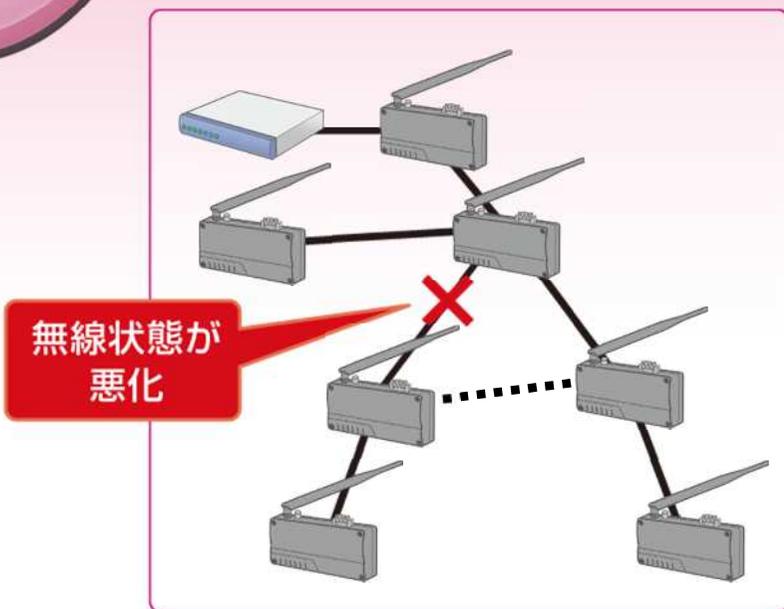
マルチホップネットワーク

データをバケツリレーのように運ぶマルチホップネットワークは、数多くの測定ポイントからのデータを広い範囲で収集するのに最適です。

無線レイヤでの再送機能や、自動的な通信経路選択により、障害に強い柔軟な無線ネットワークを構築します。



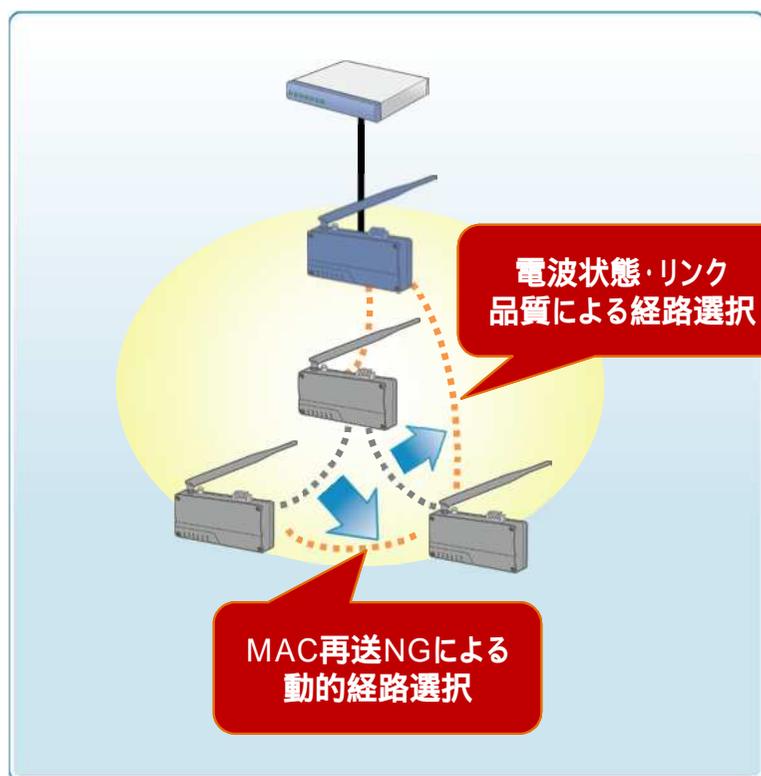
自動的な通信経路選択により、
障害に強い柔軟な無線ネットワークを構築



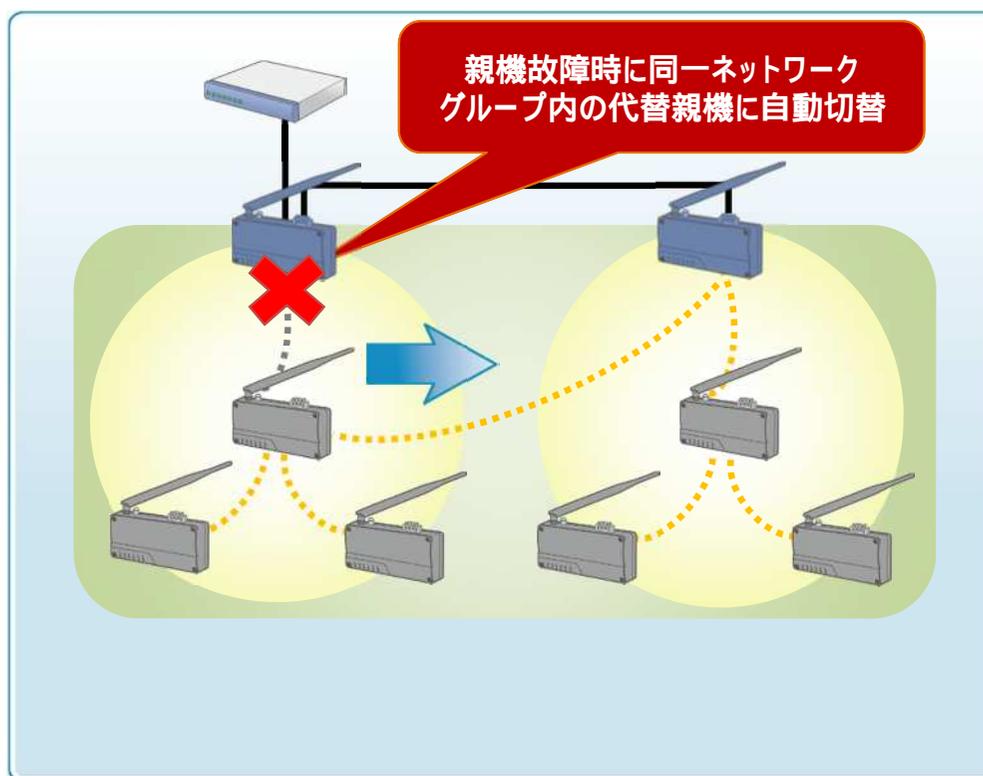
マルチホップネットワークの高信頼性

- ▶ 電波品質に合わせた動的な経路変更、一時的なロス回避する再送、別ルートへの迂回機能による無線通信の信頼性向上
- ▶ 親機断時の切替えによる無線マルチホップネットワークシステムの安定性向上

無線マルチホップネットワークの信頼性向上



親機切替えによる信頼性向上



セキュリティ対策

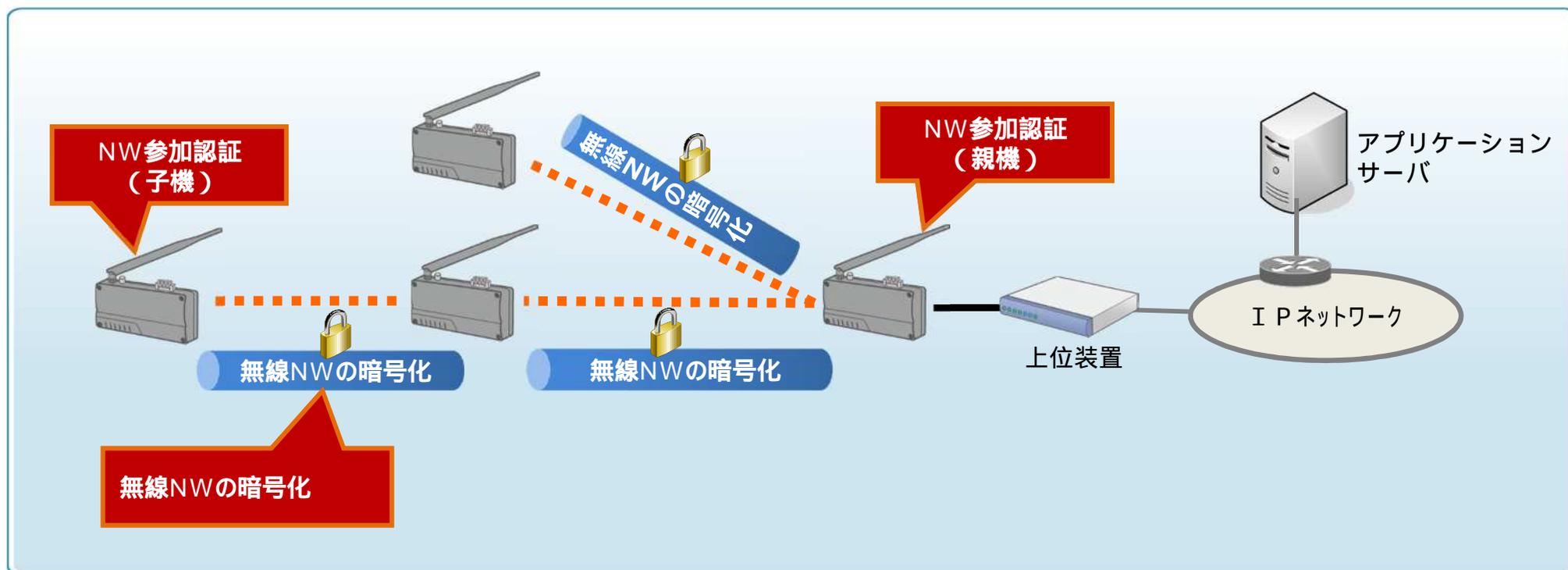
無線マルチホップネットワークで必要となる高いセキュリティを提供
盗聴や改ざん、不正端末の接続など、悪意ある攻撃からネットワークを防御。

無線ネットワークの
暗号化

- ▶ 無線NW (MACレイヤ) のデータの盗聴防止、改ざんの防止

ネットワーク参加認証
(親機 / 子機)

- ▶ 不正端末の接続防止、なりすまし防止
(PSK認証、MACアドレス認証)



920MHzマルチホップ無線製品

使い方、自由自在
無線ネットワークを
より簡単に低コストで実現

つながる、高い信頼性



SmartHop

920MHz帯 マルチホップ無線

無線ユニット

2012年7月発売



920MHz帯無線で、センサネットワークを
フレキシブルに構築。

様々な場所でセンサ情報の収集や機器制御に対応します。

無線モジュール

2014年2月発売

センサデータを透過的に扱い、標準のMdbus-
RTUプロトコル等に対応することで、様々なIoTセ
ンサ・機器との接続が可能



外形：22mm × 40mm × 5mm

IoT/M2Mサービスの事例

無線センサーネットワークの適用領域

工場内の設備稼働・センサー監視への適用

工場内で消費される電力・ガス・水の使用量の監視や、生産設備の稼働状況などを監視します。現状の把握によりムダを洗い出し、エネルギー使用を効率化することでコストを削減することが可能です。

920MHz無線を活用すれば、工場敷地の広いエリアを有線配線することなく、低コスト・短納期で導入することができます。



防災・災害対策システムへの適用

河川の水位や、近隣の道路の冠水状況の遠隔監視したり、老朽化した橋・トンネル、斜面等のインフラを遠隔監視することで、未然に災害事故を防ぐ情報提供や予防保全が可能となります。また、災害発生時に既存の通信手段が使えなくなった場合にも、地域の防災拠点間を結ぶ緊急連絡手段や、住民への情報配信手段として920MHz無線を活用できます。



インフラ設備(道路・鉄道)への適用

鉄道・道路沿いに設置される各種設備を、長距離通信・マルチホップ対応の920MHz無線で接続し、遠隔より設備の稼働状態や、気象データをリアルタイムで監視します。これにより、障害発生時の切り分け・復旧にかかる時間の短縮、気象データをもとにした適切な対処が可能になります。さらに、保守員の定期巡回点検にかかる人的コストも削減できます。



再生可能エネルギーへの適用

メガソーラなどの太陽光発電システムにおいて、ストリング計測機器によるパネル故障検知や、パワコンの発電量監視や機器自体の故障監視に920MHz無線を活用できます。

既設の発電システムに監視システムを設置する場合の配線コストを削減できるだけでなく、落雷時の誘導雷被害を最小限に抑えることができます。

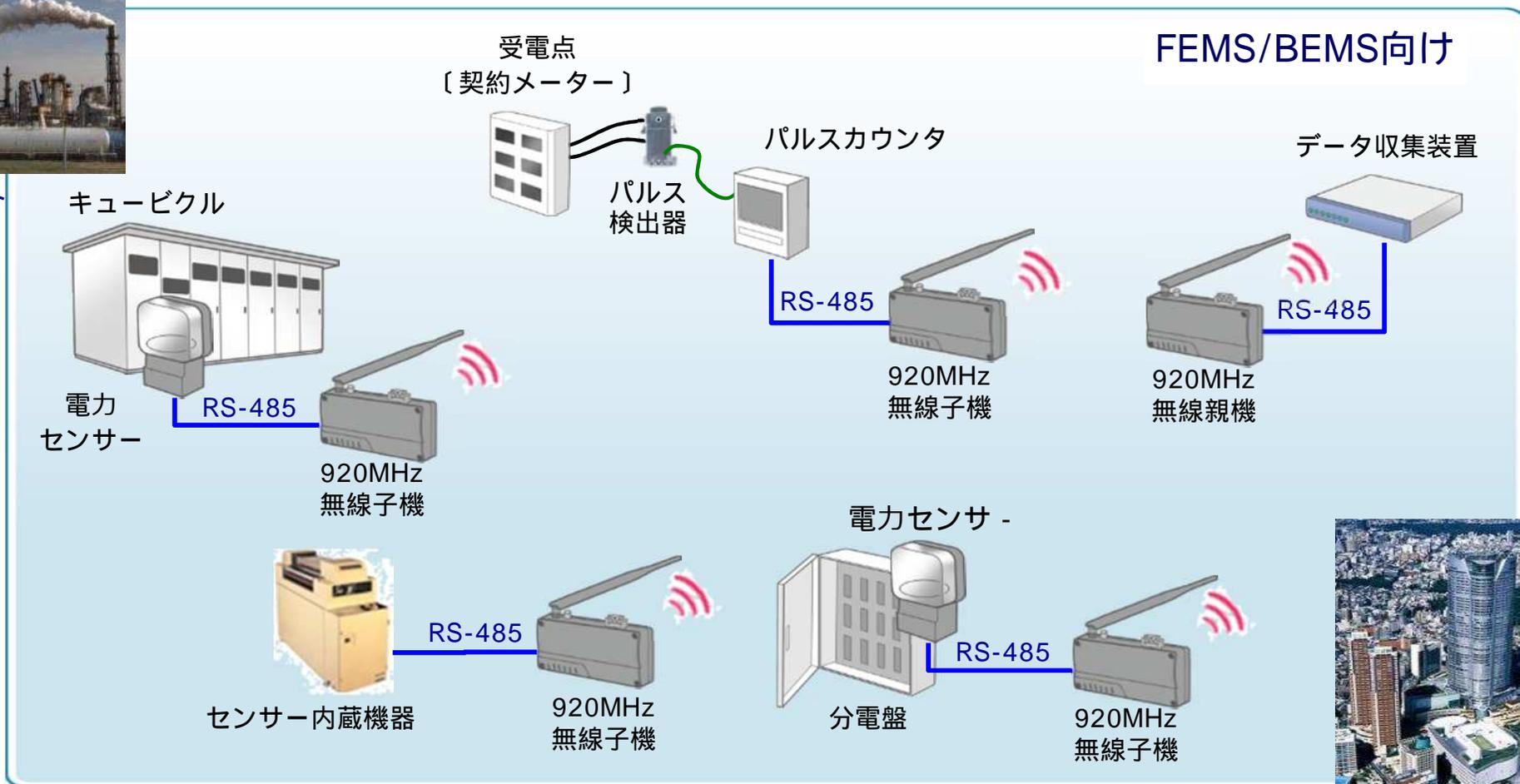


エネルギー使用量の遠隔監視 (xEMS)

- ◆ 無線化により、巡回でチェックする工数を削減し、リアルタイムの状況把握を実現。
- ◆ 既設や新設の電力センサーとの通信を無線化することで、低コスト・短納期で導入。
- ◆ 到達性に優れた920MHz無線マルチホップにより少ない無線機で広範囲をカバー。



工場・プラント



複合ビル

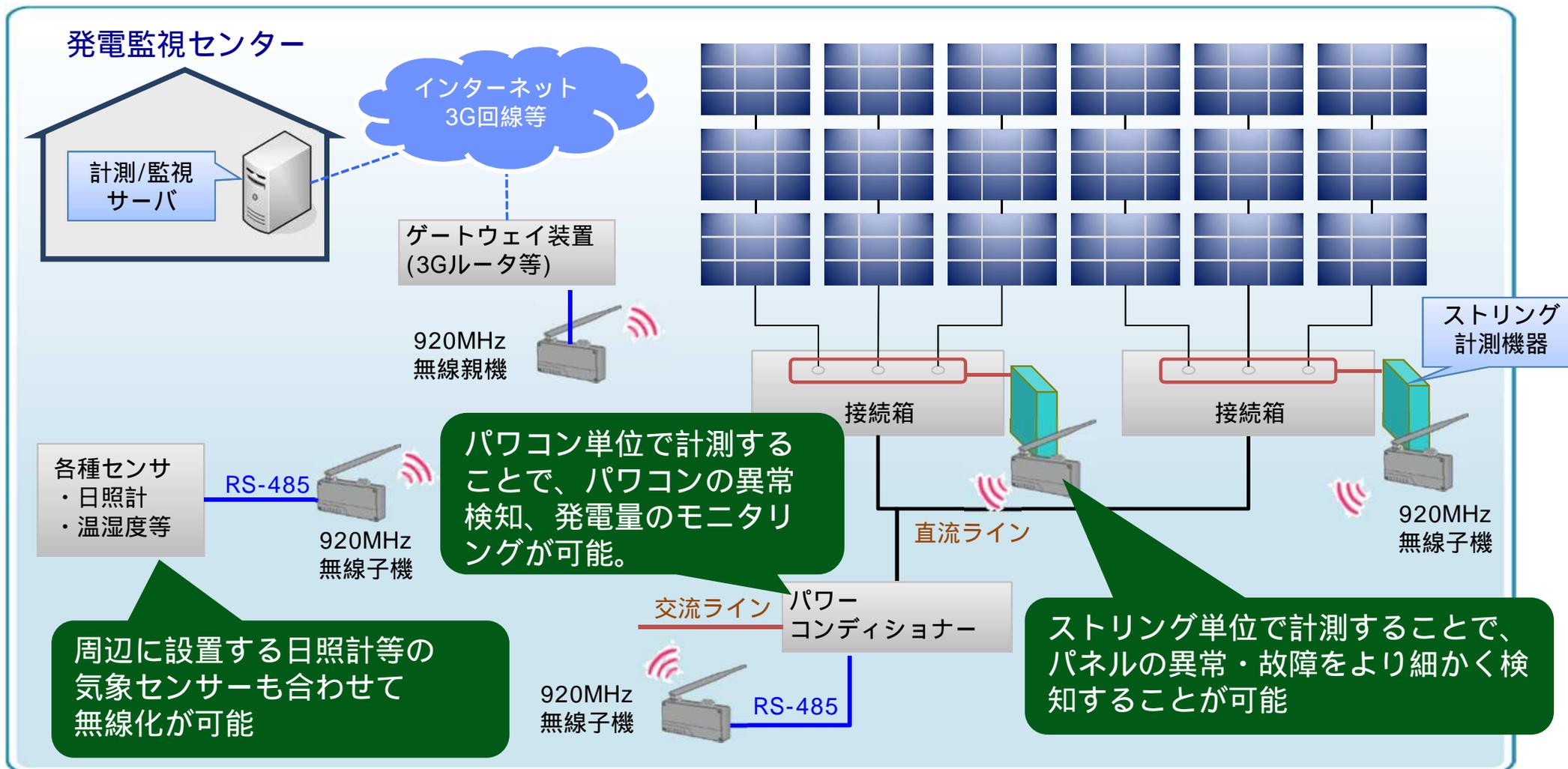
電力見える化ネットワークとして920MHz無線を利用

太陽光発電 パネル監視

920M無線 適用例

太陽光発電システム監視のネットワーク無線化による落雷被害軽減対策。

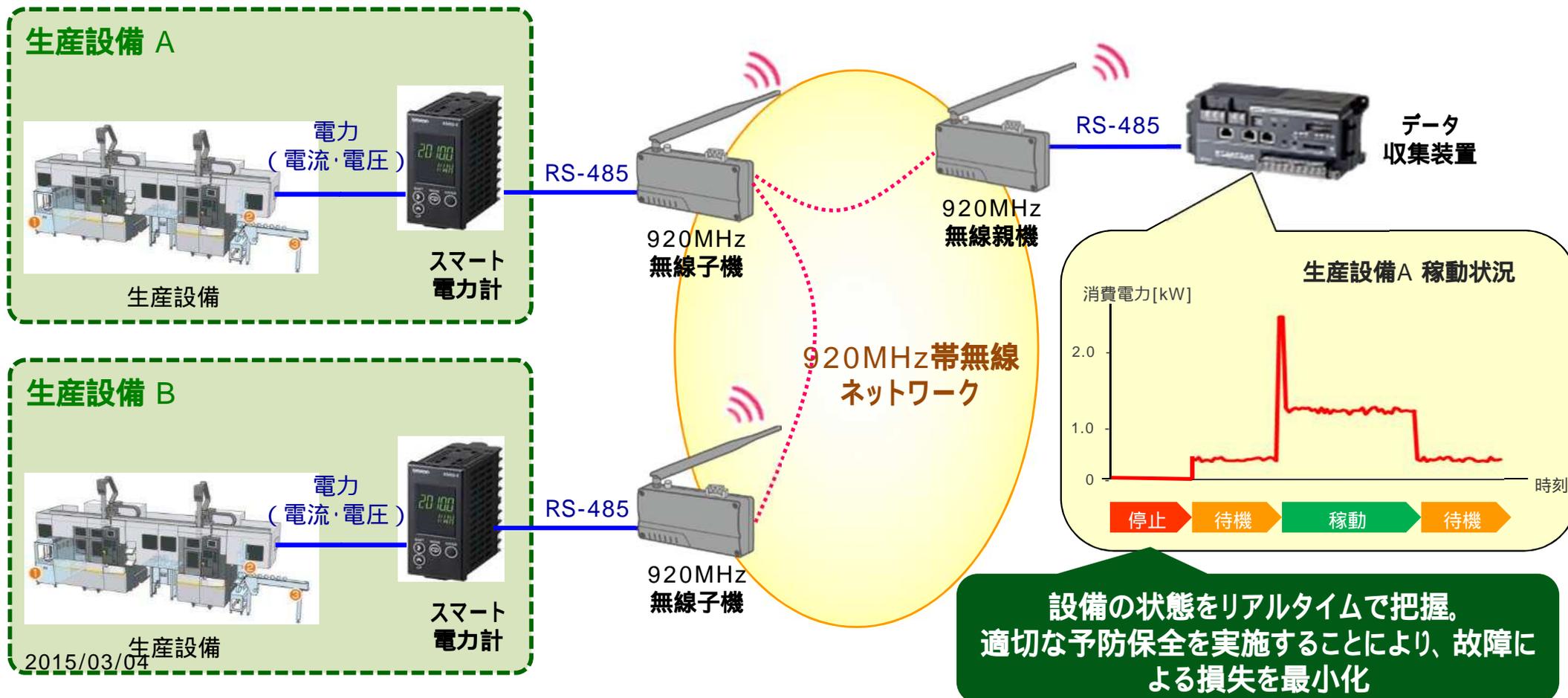
- ◆ 監視機器を無線化することで、落雷の誘導雷被害を最低限に抑えることが可能です。
- ◆ 日照計データと発電量の比較からパワコンやパネル故障の検知も可能。
- ◆ システムの部分故障の早期発見と不良箇所の絞込みが容易となり、損失を低減。



生産設備の稼働状態監視

工場内で稼働している**生産設備の稼働状態**をリアルタイムで把握できます。

- ◆ 設備の故障だけでなく**稼働状態(停止/待機/稼働)**が把握できます。また、稼働時間を分析することにより、設備の**メンテナンス時期の予測**に利用することもできます。
- ◆ タンク内の水量確認等、屋外に設置され配線困難な設備の状態確認もセンサと組み合わせることで見える化ができます。

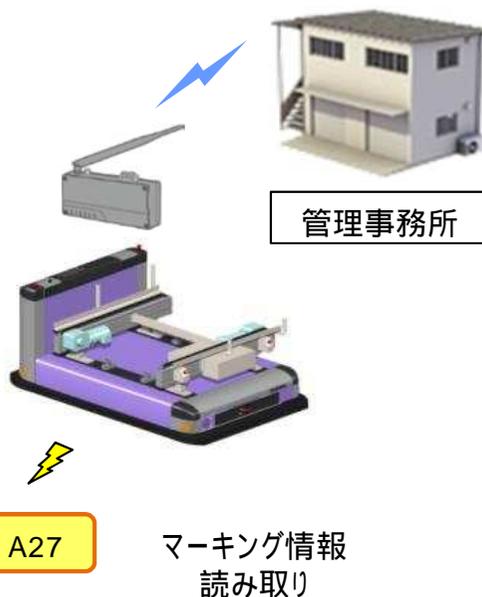


低速で移動する車両等の管理

- ◆ 920MHzを活用し、特定エリア内を移動する低速移動体の管理が可能になります。
- ◆ GPSやマーキング情報と連携した位置情報管理や、センサ情報の収集、及び情報伝達が可能です。



フォークリフトに搭載したGPSの位置情報を管理事務所に送信することでフォークリフトの位置管理を行うと同時に、フォークリフトの運転者に対する作業指示の伝達も可能となります。



AGVの走行ライン上の壁や床に埋め込まれたマーキング情報を読み取り、送信することで、AGVの位置情報を管理することが可能となります。

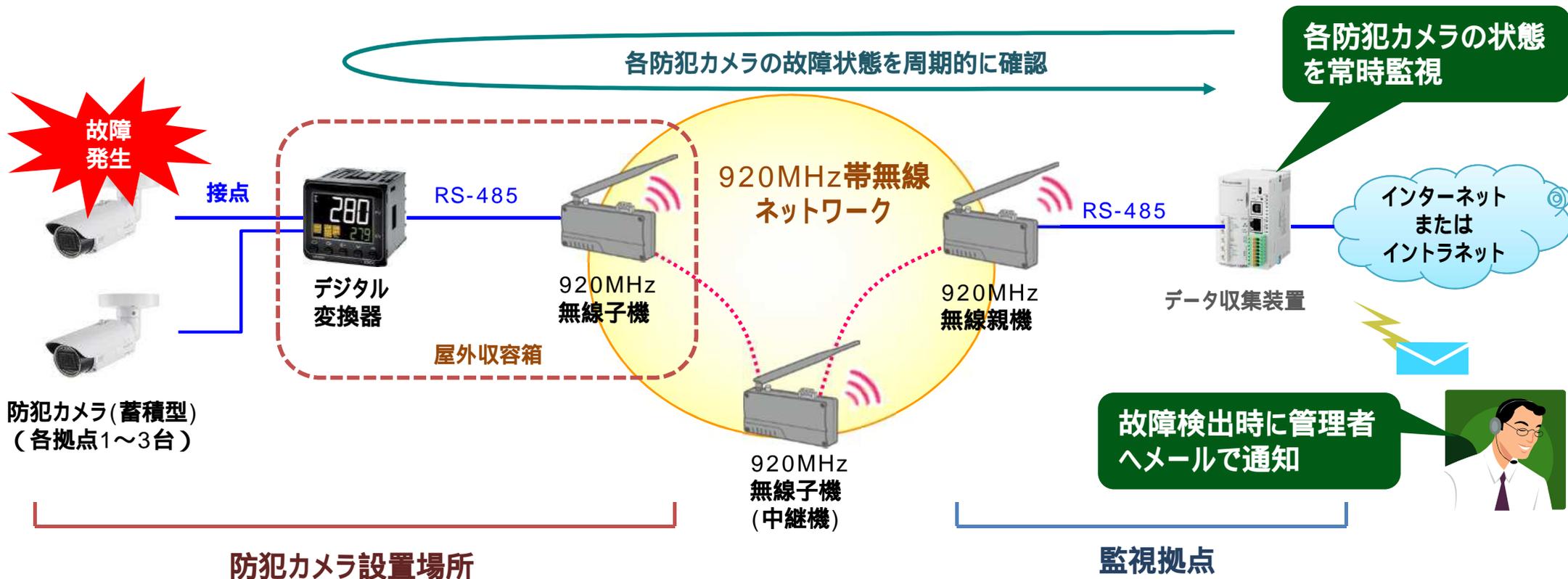


重機に搭載したGPSの位置情報やセンサ情報を、管理事務所からデータ収集して管理すると同時に重機の操縦者に対する作業指示の伝達も可能となります。

商店街等の防犯カメラ故障監視

スタンドアロンで動作する、蓄積型防犯カメラの故障を遠隔で監視します。

- ◆ 蓄積型防犯カメラの故障を監視することで、カメラの故障により必要な映像データが蓄積されない事態を未然に防止します。
- ◆ 監視拠点から各防犯カメラ設置場所までを、920MHz無線で繋ぐことで、3Gや光回線のランニングコスト無しで、故障監視できます。
- ◆ 故障発生を管理者へメールで通知。修理・保守対応を適切に実施できます。



“世界初” トイレ管理・節水システム

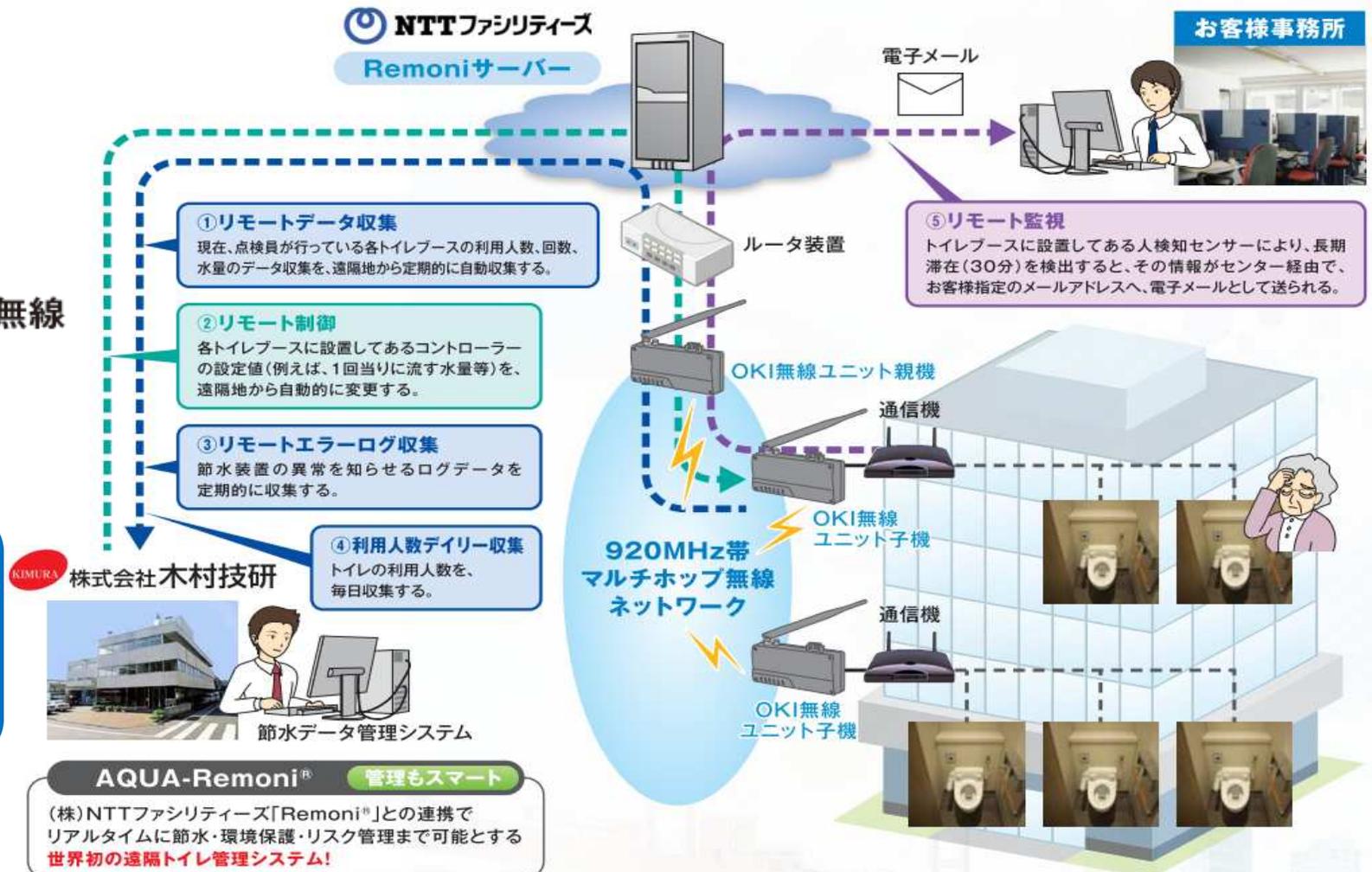
(株)木村技研の遠隔トイレ管理システム「AQUA-Remoni」に920MHz帯無線ユニットを適用し、構内配線が不要で迅速に導入できるシステムです。

- ◆ **イニシャルコスト無し**でトイレの洗浄水量を削減できる**節水システム**を導入できます。
- ◆ 各フロアのトイレ間を、マルチホップ無線で接続。面倒な**有線工事が不要**です。

- ランニングコストを低減
- 安全性強化
- マーケティング活用
- 不動産環境性能評価
- 920MHz帯マルチホップ無線

OKI 芝浦5号館と
藤システムセンターで
先行導入。

水使用量
40%削減効果



低消費電力の無線マルチホップネットワーク技術

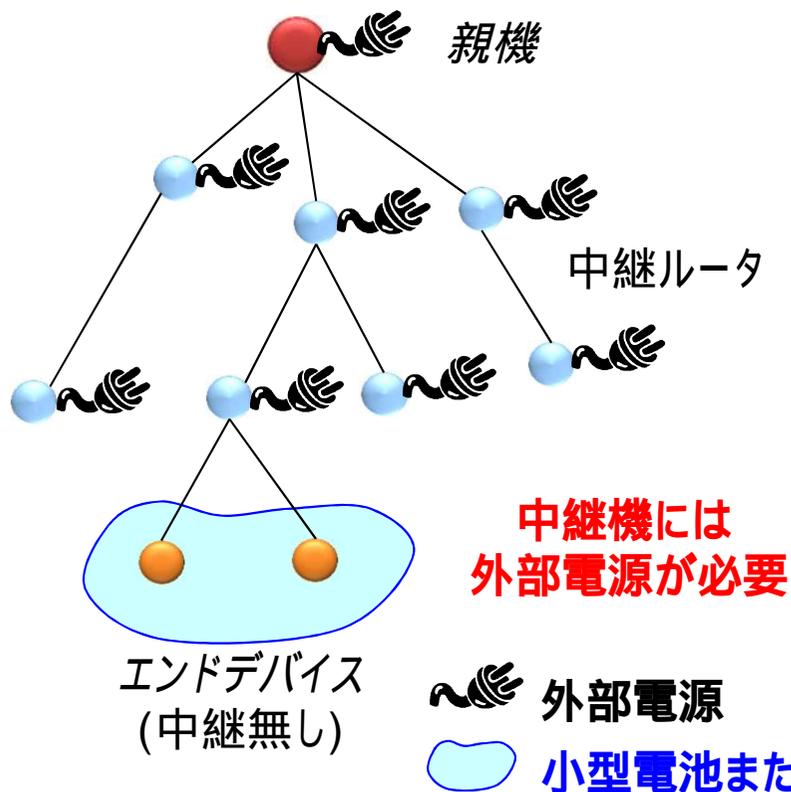
見通し1km の高い電波到達性：920MHz無線

高い通信品質：無線マルチホップ技術による最適な経路制御

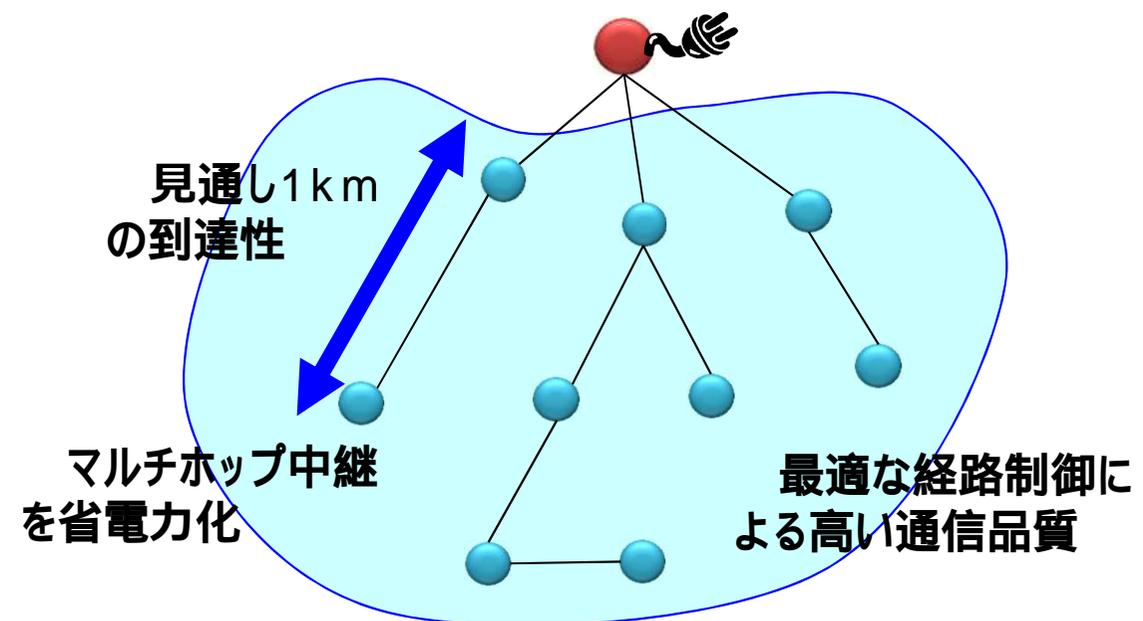
小型電池、エネルギーハーベストによる駆動：省電力マルチホップ技術(スリープルータ)

数km圏内のセンサネットワークを完全にワイヤレス化

従来のネットワーク



スリープルータ

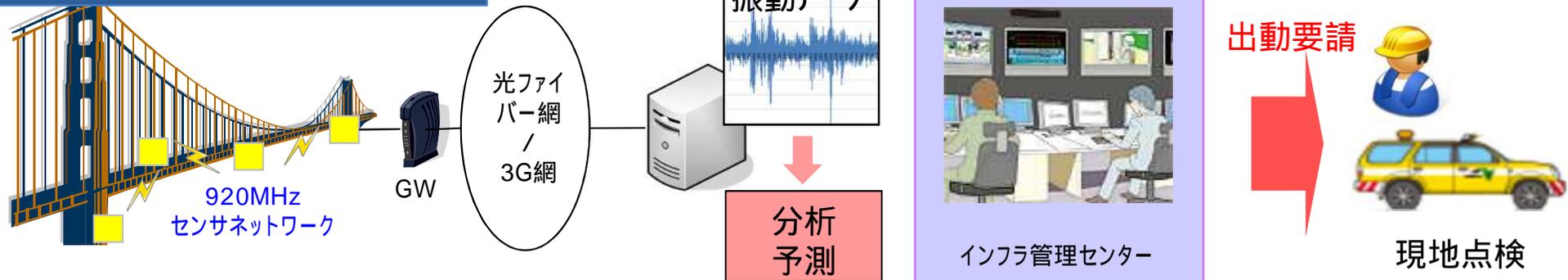


アンテナ高2mで見通しのある地点間の場合

実証事例：インフラ健全度モニタリング

920MHz無線技術と各種センサの組み合わせにより、インフラ健全度を把握するために必要なセンサデータの収集を安価・容易・確実に行う。
センサデータの分析・予測を行うことで、保全業務や防災等に活用可能です。

システム構成 例



無線センサーユニット概要

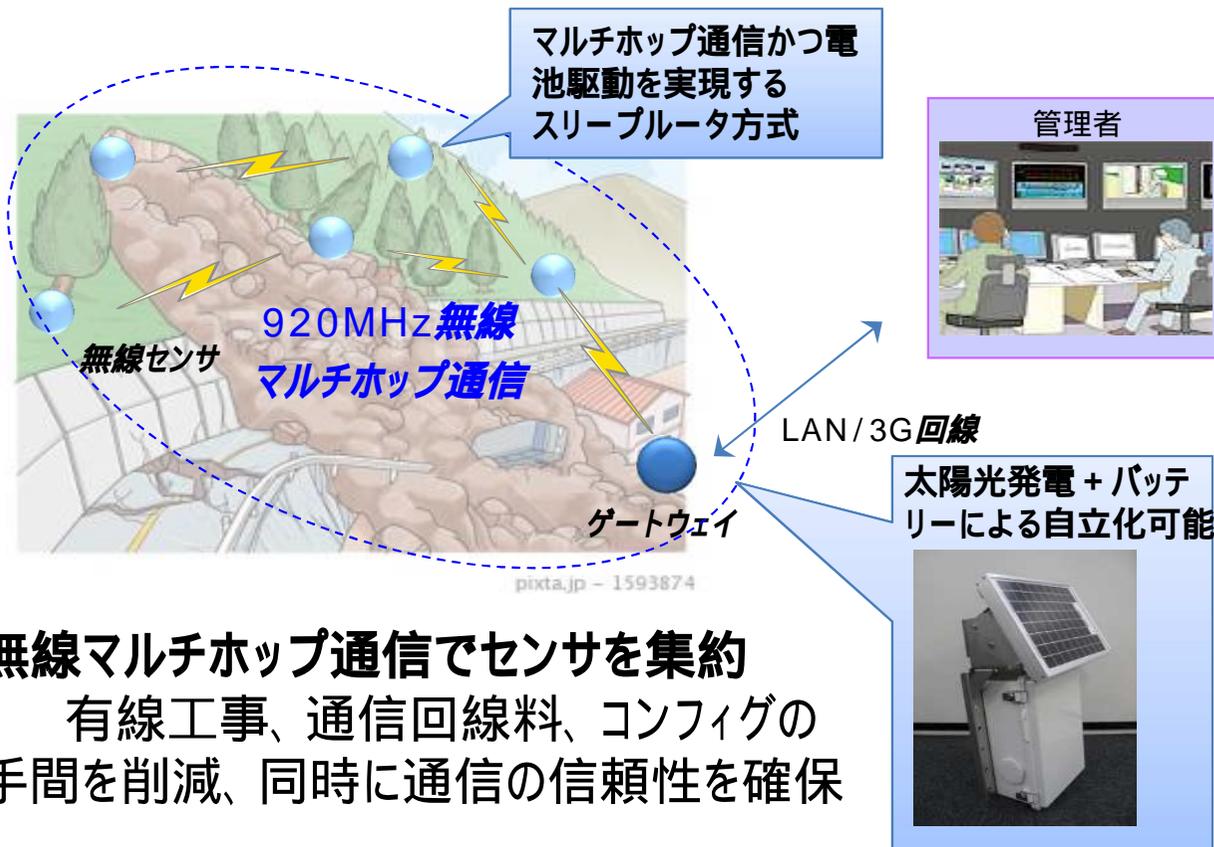
- 920MHz無線対応
- マルチホップ中継を電池で長寿命稼働
完全なワイヤレス
- 加速度センサ・温湿度センサ内蔵



実証事例： 斜面崩壊・予兆の監視

- 斜面の傾き・動きより、**土砂崩れの発生を検知し、対策を迅速化**
- 気象情報、土壌水分量等のセンサとの組み合わせにより**災害予兆を推測**
- **完全なワイヤレス化で、導入の敷居を下げる**

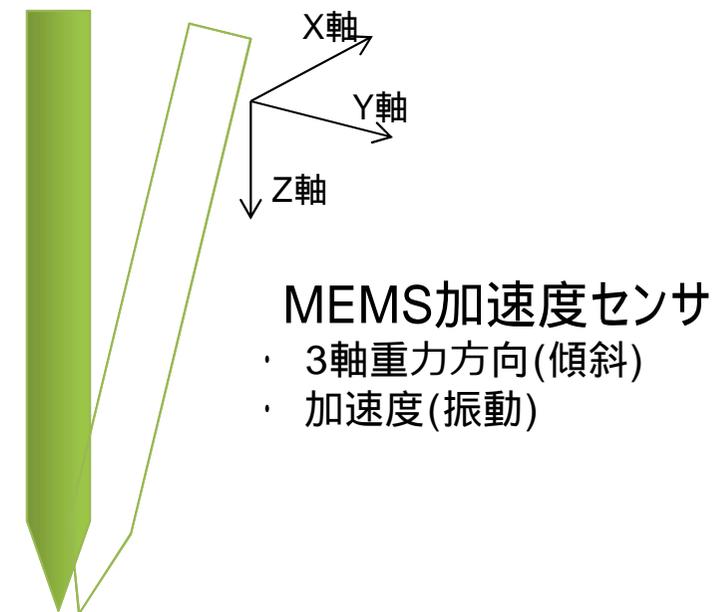
省電力の無線マルチホップ通信技術



無線マルチホップ通信でセンサを集約

有線工事、通信回線料、コンフィグの手間を削減、同時に通信の信頼性を確保

省電力のセンサ採用

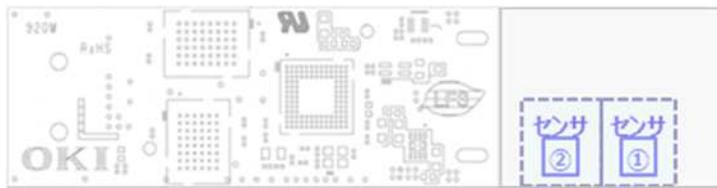


【参考】 無線センサユニット 920MHz無線マルチホップ / 電池駆動

- 電池駆動化に対応し、通信線だけでなく完全なワイヤレスを実現
- 加速度センサ等を内蔵し、各種インフラ監視用途に適用可能

■ 筐体・サイズ :

基板17mm×75mm



■ 特長

- ▶ 920MHz無線対応による優れた到達性
- ▶ マルチホップの動的経路切替による信頼性
- ▶ 電池駆動対応による完全な配線フリー
- ▶ センサ内蔵
 - 加速度センサ
 - 温湿度センサ

諸元表

項目		仕様
無線 インターフェース	周波数	920MHz帯 (ARIB STD-T108準拠 : 922.3~ 928.1MHz)
	PHY/MAC規格	PHY : IEEE802.15.4g MAC : IEEE802.15.4
ネットワーク仕様		マルチホップ スリープルータ方式
最大送信出力		20mW
伝送レート		最大100kbps
伝送距離		見通し 約1km
変調方式		GFSK
外部インターフェース		マイクロUSB (保守コン接続)
内蔵センサ		加速度センサ 温湿度センサ
電源		電池、または外部電源
環境条件		本体 : -20~+60
最大消費電力		電池駆動可能 (電池寿命目標 : 10年 ^{*1})
基板サイズ		17mm×75mm

*1 : 測定間隔や通信間隔に依存

パートナーとの連携

- ・ **標準化**されたインターフェースを重視し、
パートナー企業の多様なセンサ・機器・サービスと連携
- ・ IoT/M2Mの多様なニーズに応える
プラットフォーム化を推進

SmartHop 

OKI 920MHz無線モジュールに対応した
パートナー製品は下記URLでご紹介しています。
<http://www.oki.com/jp/920M/module/#tab06>

パートナー連携の広がり

様々なセンサ・機器をワイヤレスで接続し
IoT/M2Mの多様なニーズに対応

SmartHop

Armadillo-IoT



920MHz帯無線
アドオンモジュール
(コネクシオ社)

Armadillo-IoT
(アットマークテクノ社)
株式会社アットマークテクノ様/
コネクシオ株式会社様

マルチ通信ゲートウェイ



マルチ通信ゲートウェイ
「TMD003GW/AD9」
東亜無線電機株式会社様

無線環境センサENR1



無線環境センサ「ENR1」
温湿度/照度センサ
パナソニックデバイスSUNX
株式会社様

くしまる



無線親機
「IB10W2」



無線子機
リモートI/O
無線通信カード
「R3-NMW1」



入出力一体型
無線子機
「WL40W1」

株式会社エム・システム技研様

ミソラ

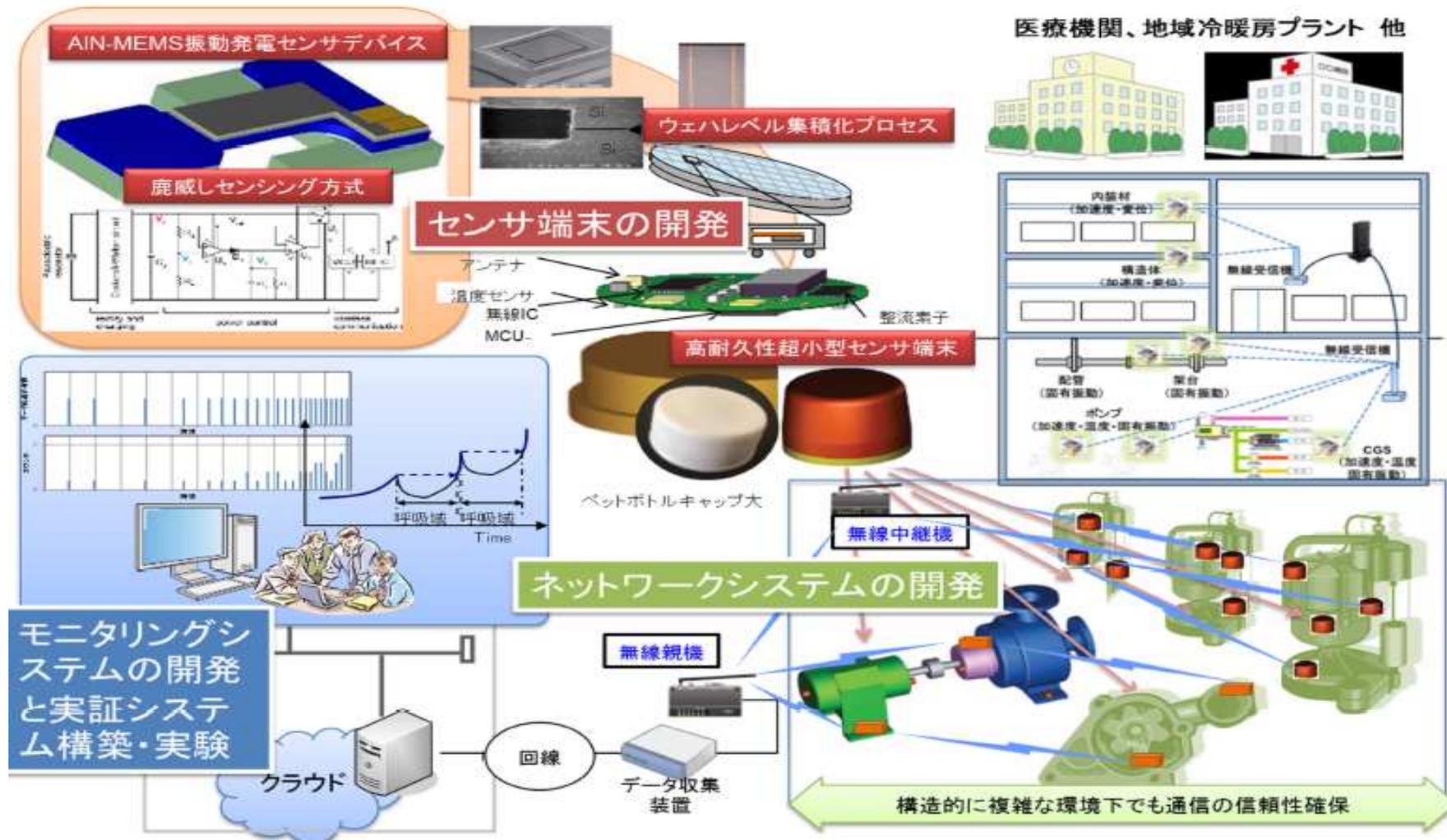


太陽光発電向け
後付けストリング監視ユニット
「STM-WL」
東洋計器株式会社様

産業インフラ向け無線センサーネットワークの研究開発事例 「ライフラインコアモニタリングシステムの研究開発」

産業インフラ向け無線センサーネットワークの研究開発事例

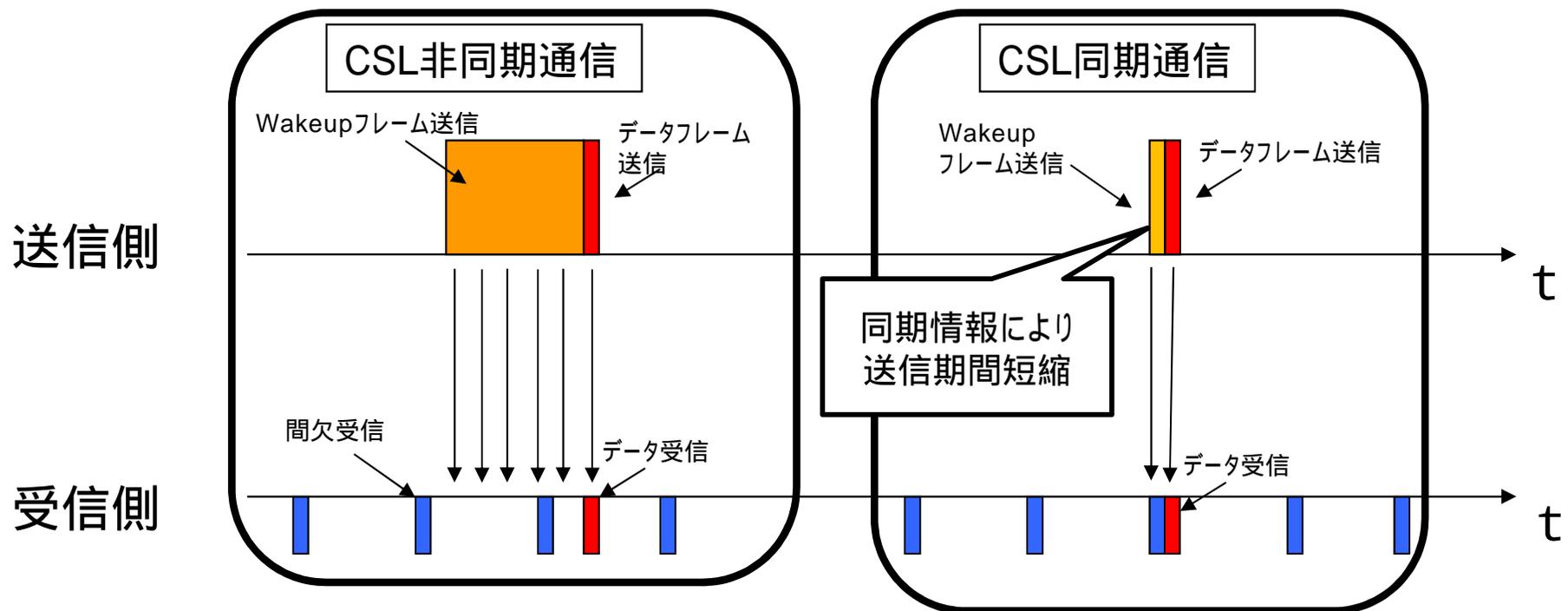
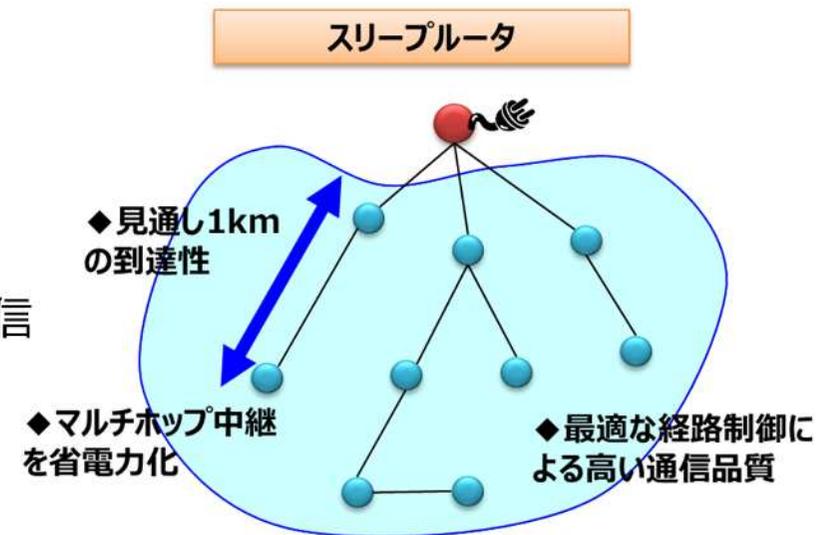
・新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託研究「インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト」の「**ライフラインコアモニタリングシステムの研究開発**」に参画
 ・ライフライン系の都市インフラの安全な保全のためのセンサーモニタリングシステムの研究開発を実施するもので、特に、ライフラインの心臓部にあたるモーター、ポンプ、コンプレッサ等の動力機械に焦点を当てたコアモニタリングに取り組む。
一般財団法人マイクロマシンセンター、産業技術総合研究所、明星電気株式会社、沖電気工業株式会社および高砂熱学工業株式会社から成る産官連携グループが提案したが採択。



低消費電力マルチホップ通信の概要

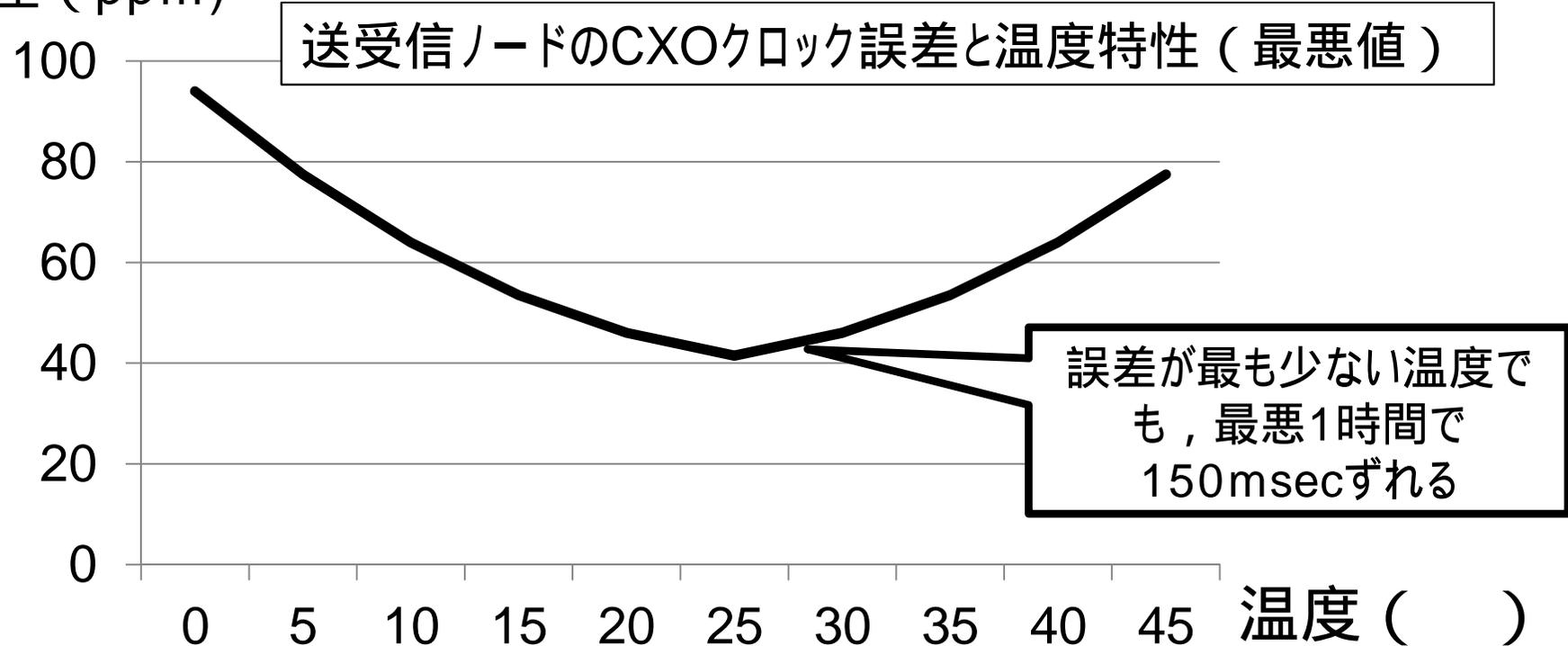
■ CSL (Coordinated Smpled Listening)

- IEEE802.15.4e標準の省電力通信方式
- 受信側は間欠的にWakeupフレーム受信待ち
- 送信側はデータフレーム送信前にWakeupフレームを連続送信
 - ▶ 同期確立前は間欠受信期間 (CSL非同期通信)
 - ▶ 同期確立後は非常に短期間連続送信 (CSL同期通信)



クロック素子の誤差の問題

クロック誤差 (ppm)



- データ送受信がしばらく発生しないとクロック誤差で同期が外れる。
- 受信側に長めにWakeUPして余裕を持たせたり、頻繁に同期用の通信をすれば電力消費が増加してしまう。

従来のクロック誤差対策：高精度クロック

	CXO: 水晶発振器 (リバーエレテック: TFX-03)	TCXO: 補正回路付水晶発振器 (NDK:NT2016SD)	OCXO: 恒温槽入り水晶発振器 (多摩デバイス: SCOGXQLWT)
サイズ(mm)	2.0x1.2x0.6	2.0x1.6x0.8	18.5x13.2x1.0
動作時電流	0.2uA	1.5mA	80mA
電源電圧	1.7V ~ 3.3V	1.7V ~ 3.3V	3.3V
精度 (周波数初期偏 差)	30ppm	1ppm	0.075ppm

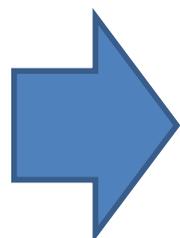
精度は高いがサイズや消費電力が大きい

従来の対策 1：高精度なハードウェアクロックの利用

問題点：精度は高いがサイズや消費電力が大きい

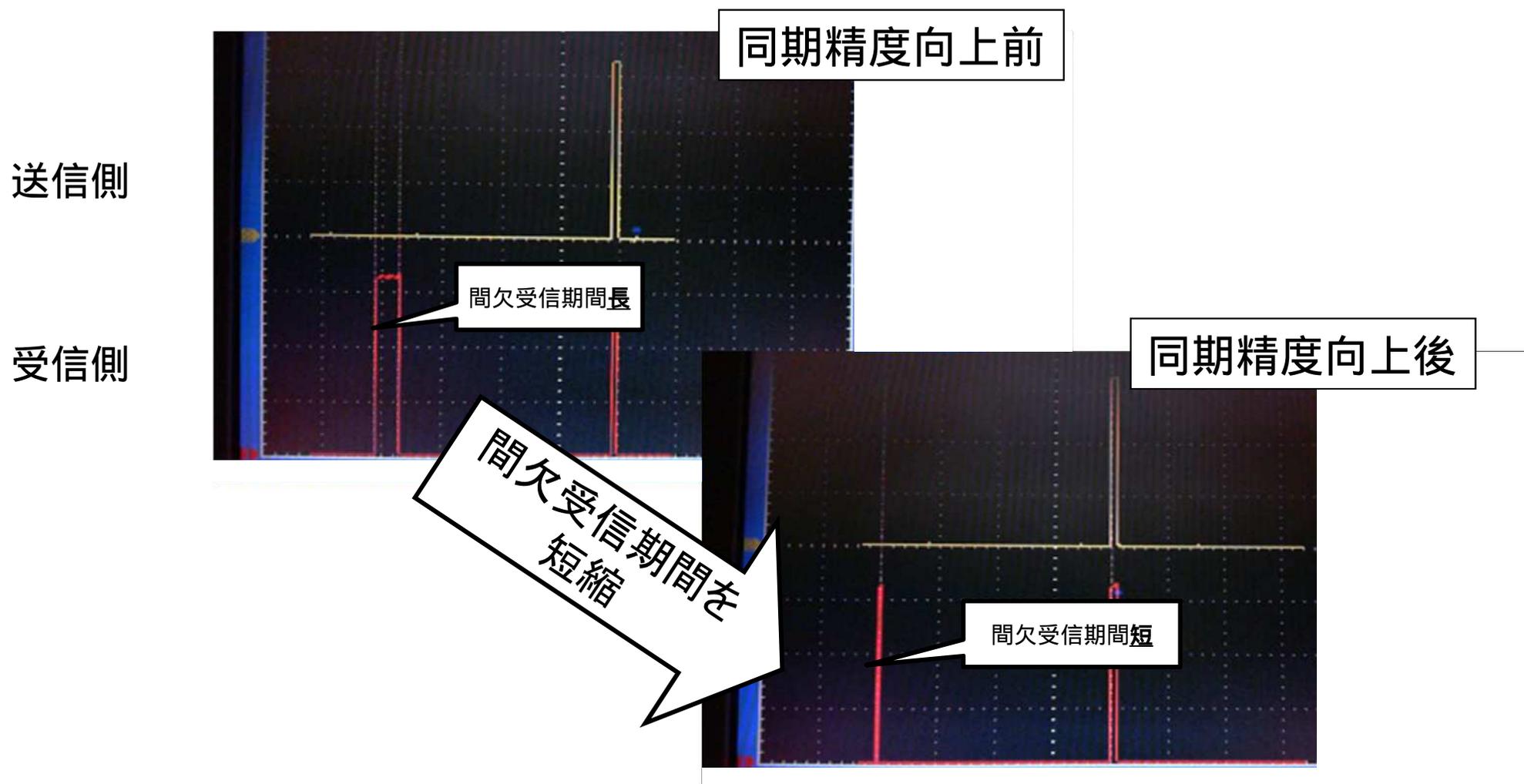
従来の対策 2：製造時にCXO補正情報を測定

問題点：製造コストや他ノードとの互換性の点で課題有



これらの問題点に対して、無線マルチホップネットワーク上で高度な時刻同期をおこなう技術を開発

効果の検証



- データ送受信が低頻度でも高精度に同期を維持
- ほとんどの時間はSleepし、針の穴に糸を通すように通信
無線マルチホップネットワークの電池の長寿命化、エネルギーハーベストへの対応

まとめ

- IoT/M2M市場へ無線センサーネットワークを展開
- 各産業分野で導入事例が出てきている
 - エネルギー、工場・プラント、インフラ
- 無線センサーネットワークの信頼性、セキュリティ、使い勝手を重視したアプローチ
- パートナシップによるソリューション群の拡大
- さらなる研究開発（小型化、省電力化、セキュリティ）



ご清聴ありがとうございました。

本資料内容に関するお問合せ先：

沖電気工業（株） 橋爪 洋

メール：hashizume808@oki.com