

インフラモニタリング向け センサー活用事例セミナー

インフラモニタリング向け センサー活用事例紹介③

電源・配線不要の無線センサーによる 橋梁・斜面モニタリング

沖電気工業株式会社

ソリューションシステム事業本部

IoTプラットフォーム事業部 スマートコミュニケーションシステム部

橋爪 洋

アジェンダ

✓ インフラモニタリング向け無線製品

- 開発の背景
- 製品の特長

✓ 活用事例

- 事例①
- 事例②
- 事例③

背景：インフラモニタリングの利点

◆ 社会課題

✓ 橋梁・道路などの**インフラ老朽化**

- メンテナンス・更新の費用増大
- 点検技術者の不足

✓ 気候変動による**災害の激甚化**

- 災害時の状況把握の難しさ
- 災害後の経過観察にかかる人手



✓ 各種センサーをインフラに設置し、 センシングデータを収集・分析する **モニタリングシステムへの期待**

◆ 利点

- どこでも状況把握
- 異常をすぐに検知
- 高度なデータ分析

背景：インフラモニタリングの課題

◆ 3 要素技術

◆ 課題

分析

- ✓ 異常判定しきい値
- ✓ 短期・長期の診断

活用事例

ネットワーク

- ✓ 無線化
- ✓ 電池長寿命化

センシング

- ✓ 十分な精度
- ✓ 多様な計測項目

製品紹介



◆ 普及するためには

- 業界ガイドライン
- 実績の共有
- ニーズの共有

OKI インフラモニタリング向け無線製品

コンセプト：電源・配線が不要でインフラモニタリングの導入を容易化

無線加速度センサーユニット



電池駆動



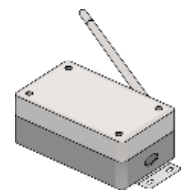
加速度



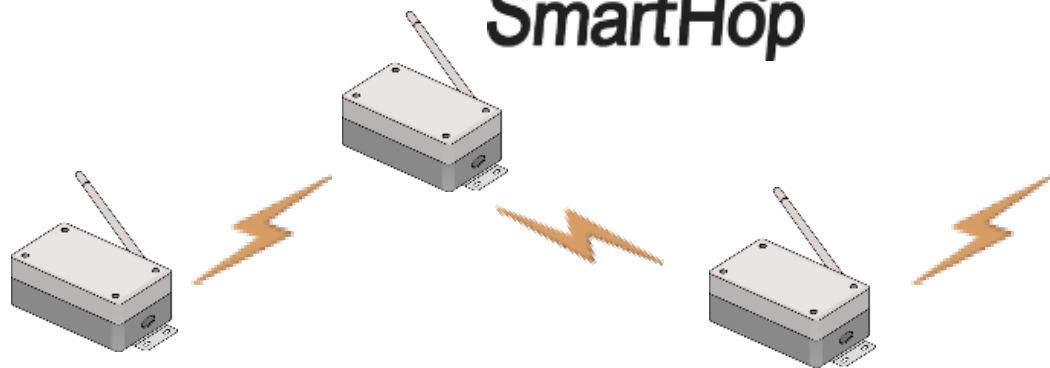
傾斜角



固有振動数



920MHz帯
マルチホップ無線
SmartHop



ゼロエネルギーゲートウェイ



ソーラー発電



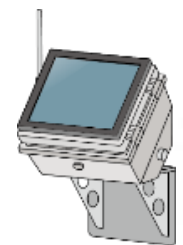
超音波水位計



水圧式水位計



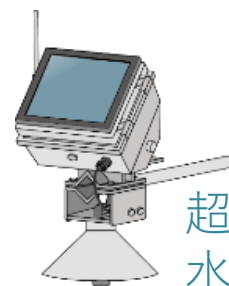
高感度カメラ



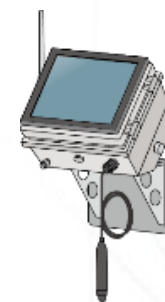
単体型



サーバ/
クラウド



超音波
水位計付



水圧式
水位計付



※開発中

高感度
カメラ付

OKI 無線加速度センサーユニット

特長：電池駆動・マルチホップ無線で屋外にも設置が容易

- ✓ 920MHz帯マルチホップ無線対応
- ✓ 電池寿命 **5年** ※1
- ✓ 140×76×60mm / 530g
- ✓ 屋外設置可 **IP65**
- ✓ ボルト4点、ステンバンド、接着剤、磁石など

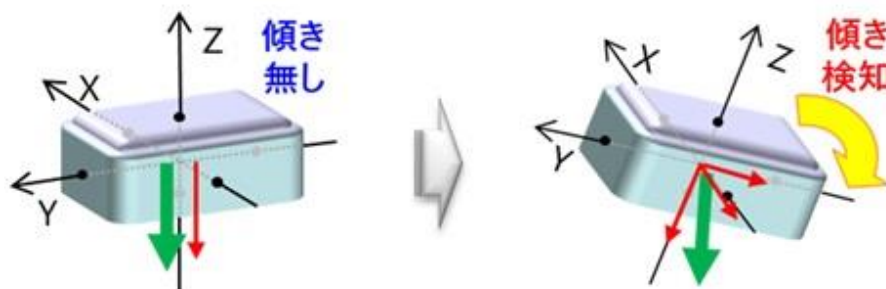


OKI 無線加速度センサーユニット

特長：センサーエッジ分析により傾斜角、固有振動数を計測

傾斜角

3軸にかかる重力から2方向の傾きを算出

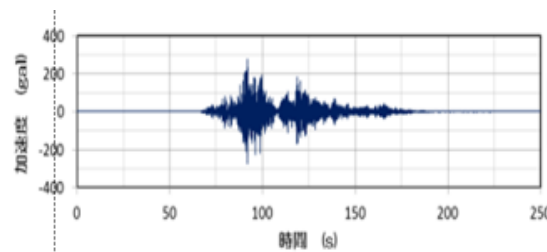


✓ 0.01° 単位

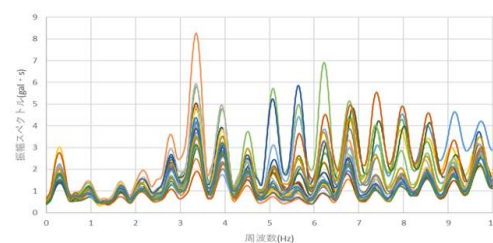
✓ ±0.1° 精度

固有振動数

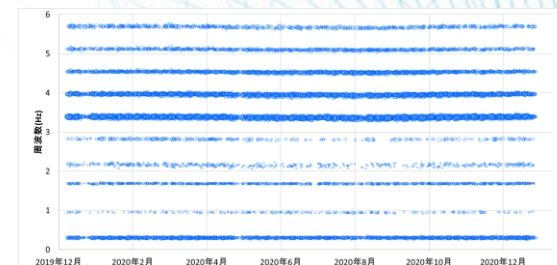
加速度生データ



周波数スペクトル



固有振動数分布



大

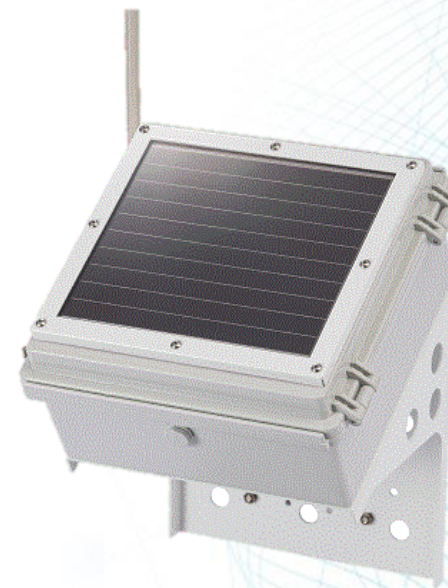
データサイズ

小

OKI ゼロエナジーゲートウェイ

特長：ソーラー発電駆動でSmartHopとLTEに対応

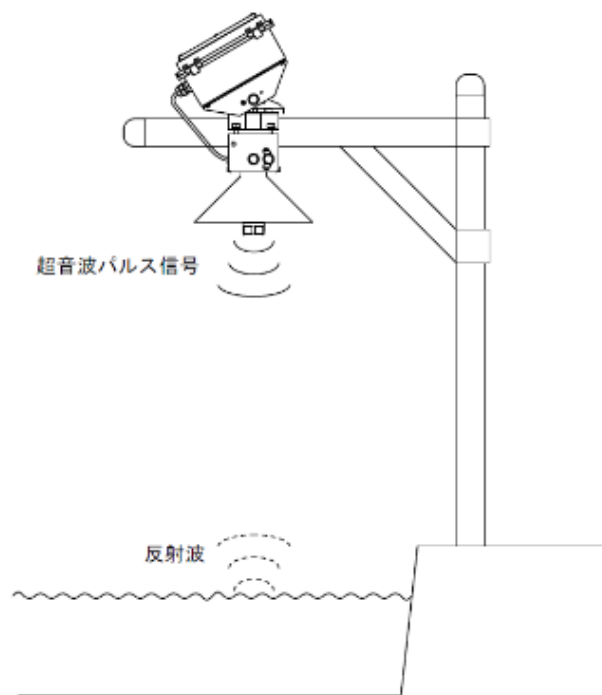
- ✓ 20台のセンサーノードを接続可
- ✓ 連続不日照動作9日間
- ✓ 230×284×378mm / 4kg
- ✓ 屋外設置可 IP65
- ✓ ステンバンドで単管パイプに固定可



OKI ゼロエナジーゲートウェイ

特長：防災分野で高い実績のある水位計の一体型をラインナップ

- ✓ 単体型と同様にゲートウェイ動作可
- ✓ 計測範囲：1～10m
- ✓ 計測精度：±1cm
- ✓ 警戒時に計測間隔を制御可
- ✓ 屋外設置可 IP65
- ✓ 単管パイプに固定可



アジェンダ

✓ インフラモニタリング向け無線製品

- 開発の背景
- 製品の特長

✓ 活用事例

- 事例①
- 事例②
- 事例③

事例①：斜張橋ケーブルの張力モニタリング

～ 斜張橋の重要部材である斜材ケーブルの張力を監視 ～

◆ 課題と解決策

- ✓ ケーブルの破断，腐食，疲労き裂は被覆のあるケーブル外観からは発見が難しい。

- ▼
- ✓ 無線加速度センサーで計測した固有振動数から張力を推定し、遠隔で常時モニタリング

◆ 利用シーン例

- ✓ 外観変状を発見した場合の詳細点検
- ✓ 補修前後のモニタリング
- ✓ 突発的な事故・災害の対応



◆ 他の用途

- ・ 吊橋
- ・ PC外ケーブル
- ・ 張力を持つ部材

事例①：斜張橋ケーブルの張力モニタリング

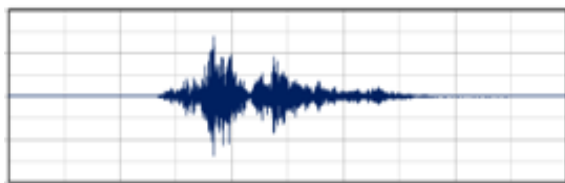
～ 機器設置イメージ ～



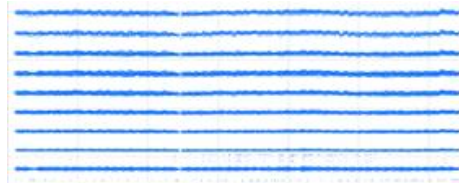
事例①：斜張橋ケーブルの張力モニタリング

～ 張力推定方法と管理基準 ～

■ 加速度



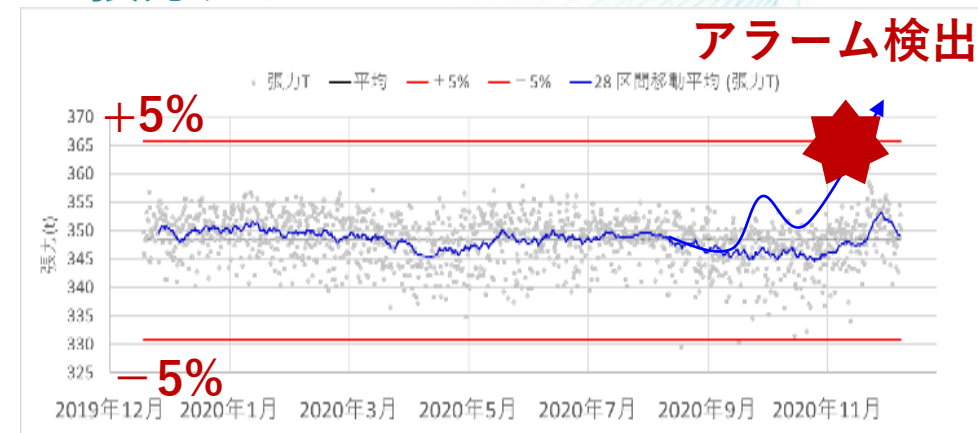
■ 固有振動数



センサーエッジ分析

張力推定

■ 張力グラフ



■ 張力推定式

$$f_i^2 = \frac{\text{係数A}}{4\rho AL^4} \pi^2 EI i^4 + \frac{\text{係数B}}{4\rho AL^2} T i^2$$

f_i : 固有振動数 (Hz)

T : 張力 (N)

L : ケーブル長 (m)

i : 次数

EI : 曲げ剛性 (N・m²)

ρA : 単位長さあたり質量 (kg/m)

◆ 管理基準(例)

- ・ 張力の移動平均(1週間)を監視
- ・ 初期値 $\pm 5\%$ 超えで異常 (A1～A2) と判定

事例②：斜面・のり面の傾きモニタリング

～ 地すべり危険エリアの監視、二次災害の防止 ～

◆ 課題と対応案

- ✓ 大雨時の斜面・のり面の巡回点検は、危険を伴い、人手も不足。

- ▼
- ✓ 無線加速度センサーを設置して、傾斜角の変化を遠隔で常時モニタリング

◆ 利用シーン例

- ✓ 地すべり危険エリアのモニタリング
- ✓ 地すべり発生後の二次的な災害監視
- ✓ 掘削工事中の安全確保



◆ 他の用途

- 支柱類(電柱/照明)
- 鉄塔の倒壊/折れ/歪み
- 傾きを生じる構造物

事例②：斜面・のり面の傾きモニタリング

～ 機器設置イメージ ～



事例③：鉄道橋の橋脚傾きモニタリング

～ 大雨による増水時の橋脚傾きの発生を監視 ～

◆ 課題と解決策

- ✓ 増水時に河床が洗堀され、老朽化した橋脚が傾く事故の例があるが、監視強化の人手が不足

- ✓ 無線加速度センサーで橋脚の傾き、固有振動数及び、河川水位を遠隔で監視

◆ 利用シーン例

- ✓ ダム下流や古い橋梁を常時監視
- ✓ 豪雨で増水が発生した橋梁に設置し、その後に傾きが発生しないか経過観察



◆ 他の用途

- ・ 国、自治体の橋梁
- ・ 砂防ダム、溜め池、農業用水路
- ・ その他、水害のある場所

事例③：鉄道橋の橋脚傾きモニタリング

～ 機器設置イメージ ～

ZE-GW超音波水位計付

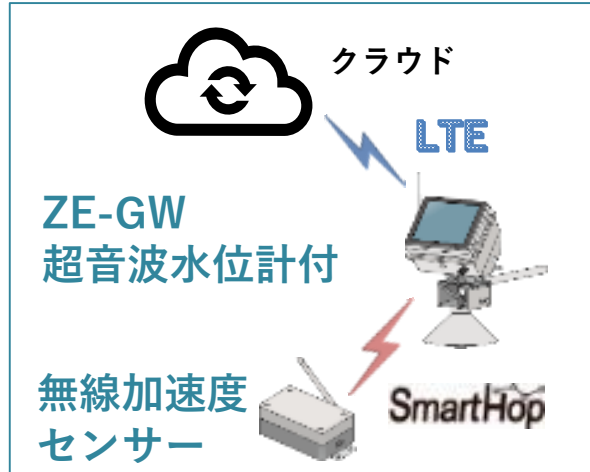


無線加速度センサー



従来型ゲートウェイ設置時の課題

- 電源敷設が必要
 - 電源敷設無しとすると大きなパネルとバッテリーが必要
- 運搬、設置工事のコスト大



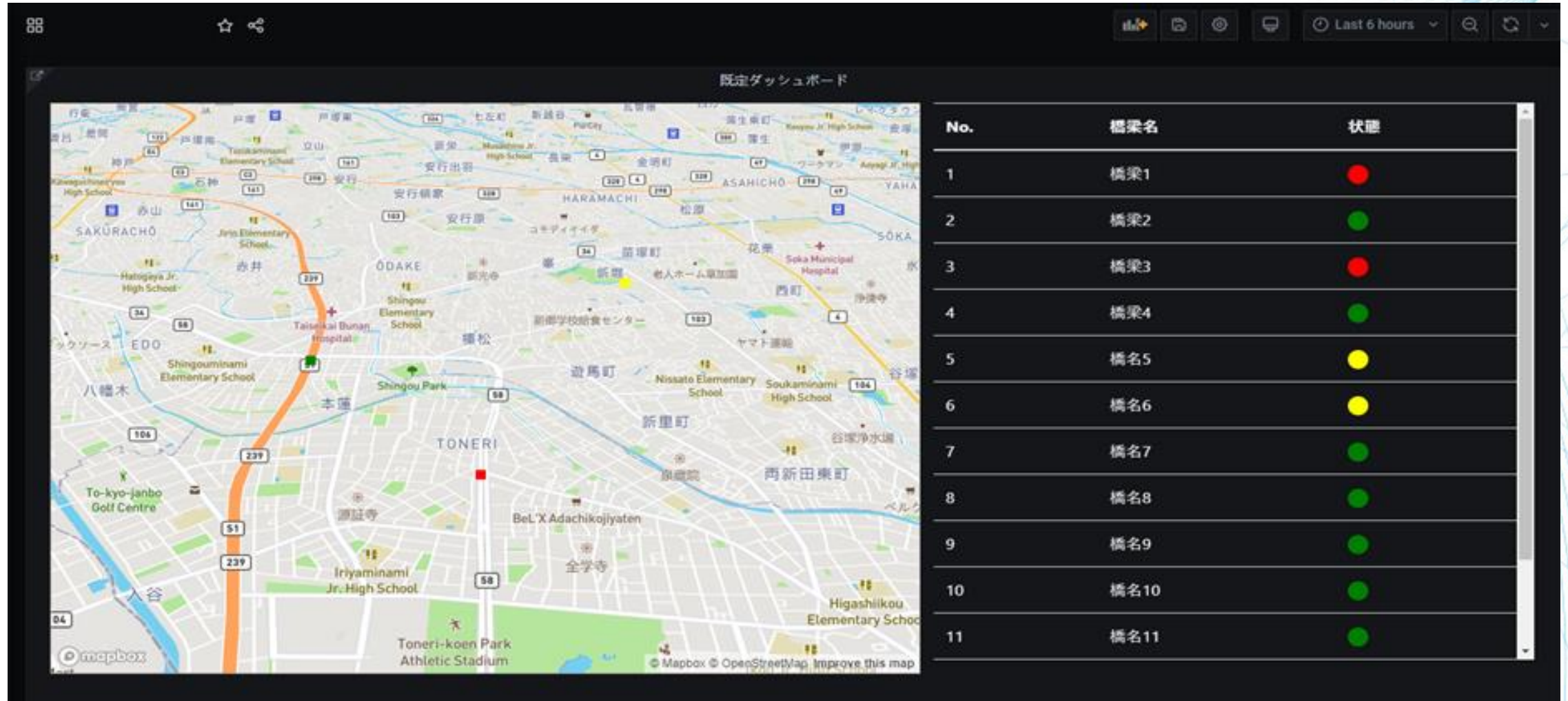
事例③：鉄道橋の橋脚傾きモニタリング

～ 監視画面イメージ ～



事例③：鉄道橋の橋脚傾きモニタリング

～ 監視画面イメージ ～



ガイドライン等の情報公開

◆業界ガイドライン

✓ 土木構造物のためのモニタリングシステム活用ガイドライン

- ・ モニタリングシステム技術研究組合として作成
- ・ 土木研究所ホームページで公開予定

✓ 国交省点検支援技術 性能カタログ (秋頃公開予定)

- ・ 無線加速度センサーによる橋脚傾きモニタリング
- ・ 無線加速度センサーによる斜張橋の張力モニタリング

◆製品ホームページ

無線加速度センサーユニット

https://www.oki.com/jp/920M/sensor_unit/

ゼロエナジーゲートウェイ

https://www.oki.com/jp/920M/zeroenergy_gw/

◆技術解説

OKIテクニカルレビュー 2021年5月号記事

ゼロエナジーゲートウェイ

～太陽光発電駆動のIoTゲートウェイでインフラ監視の導入を容易化～

https://www.oki.com/jp/otr/2021/n237/pdf/otr237_r17.pdf

インフラモニタリング向け センサー活用事例セミナー

電源・配線不要の無線センサーによる
橋梁・斜面モニタリング

ご清聴ありがとうございました。