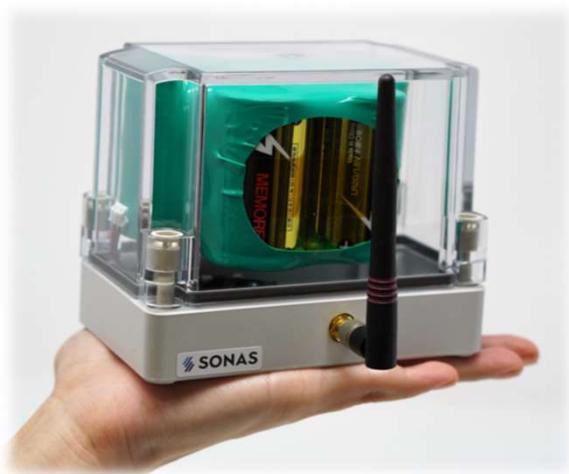


二ヶ領上河原堰堤の振動計測について

実証実験報告書

2021年6月





①目的

②実証実験概要

③測定結果

④まとめ



1 老朽化インフラの増加

- 橋梁やトンネルの平均築年数が60年を超え、河川構造物も同様な傾向になり老朽化が顕著
- 今後も年々増加傾向にあり、維持管理する設備が増加する

2 技術者の減少傾向

- 土木従事者が減少傾向
- メンテナンスなど専門知識をもった技術者が減少傾向

3 予算不足

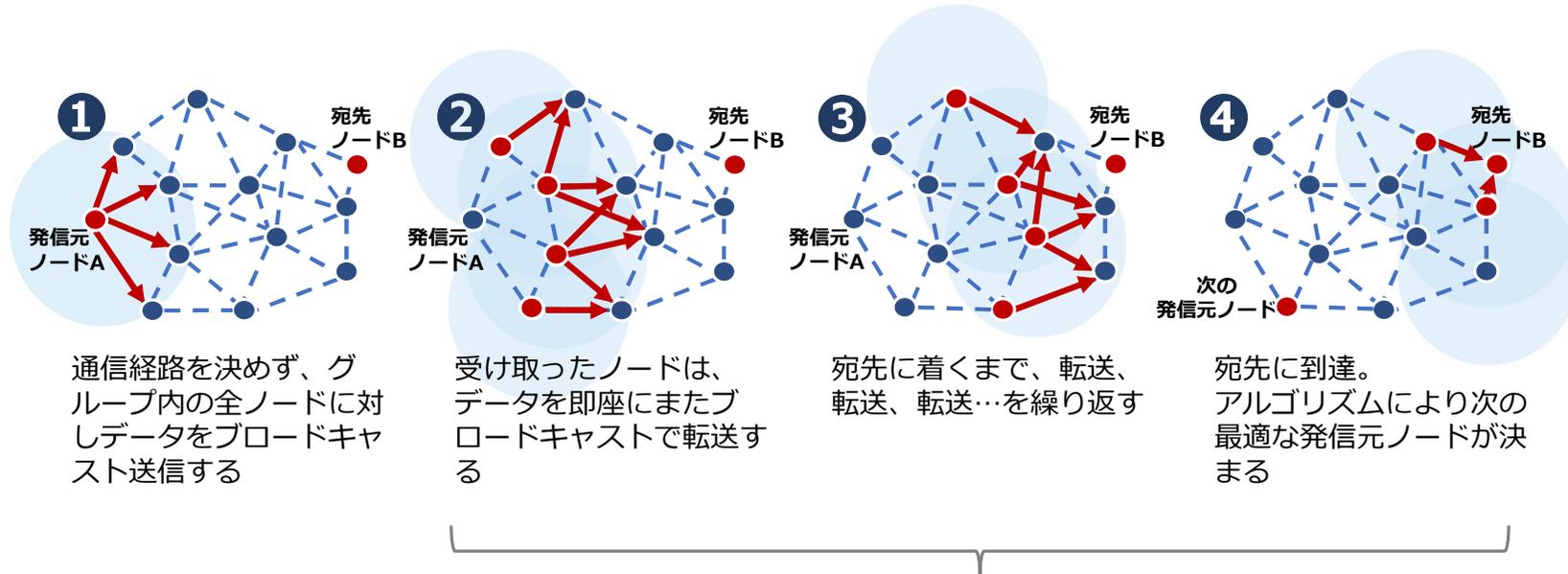
- 国全体の予算は増加傾向にあるが、市町村などでは予算不足により補修が追い付いていない
- 維持管理は採算性が取りにくい分野と言われている
- 近年災害が多発し、現状復旧に追われている

ミスマッチな状況にあり、従来の方法では困難になりつつある

UNISONetを用いて、大型河川構造物の無線計測及び状態把握の検証



UNISONetのマルチホップ方式 = 「同時送信フラッディング」



このとき複数端末がデータを同時に発信するが、同時送信により同一の波形が重なり合うため、混信せずデータを復調することが可能

従来型マルチホップで経路制御の複雑さが引き起こしていた遅延増大・消費電力増大などの問題を回避でき、「理想のマルチホップ」が実現

UNISONetの特徴



7つの特徴を生かした無線計測が可能



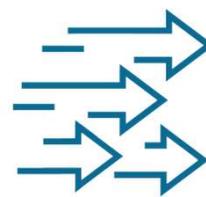
安定

電波環境変動
にも強く頑健



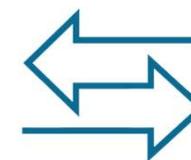
省電力

電池で年単位
駆動可能



高速

最大スループット
2KB/s



双方向低遅延

上り通信・下り通信
とも遅延1秒以内



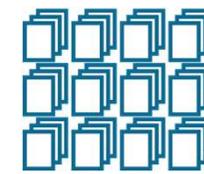
ロスレス

再送制御により
データロスを防止



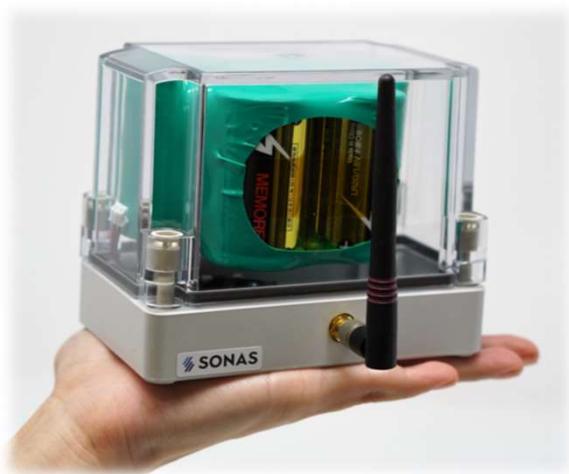
時刻同期

マイクロ秒オーダの
時刻同期



多数収容

1ネットワーク内に
100台以上収容



①目的

②実証実験概要

③測定結果

④まとめ

実証実験概要



実証実験場所及び設置概要

- 対象物 : 二ヶ領上河原堰堤
- 築年数 : 築50年程度 (竣工 1970年代)
- 期間 : 2020年7月~2021年6月
- 設置場所 : 各桁の操作室内
- 設置数量 : ベースユニット×1台、
センサーユニット×4台

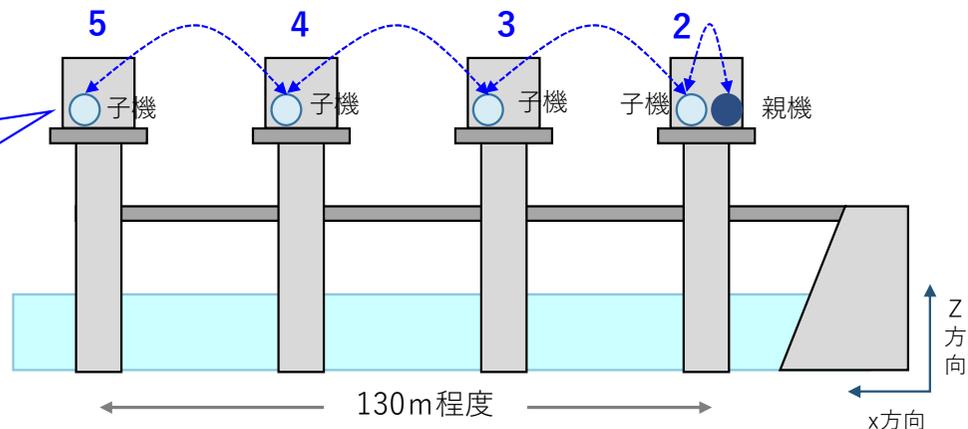


設置写真 (センサーユニット : sonas x02)

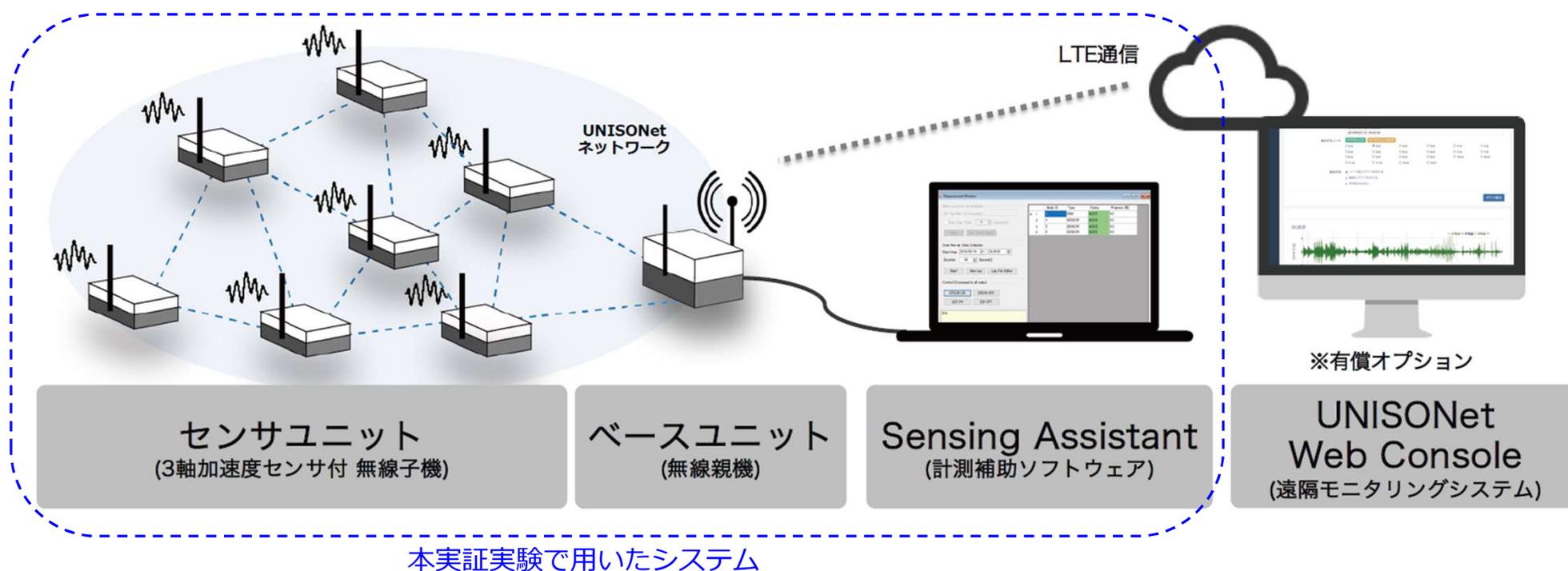
河川側
(東京都側)



道路側
(川崎市側)



実証実験概要 - システム概要

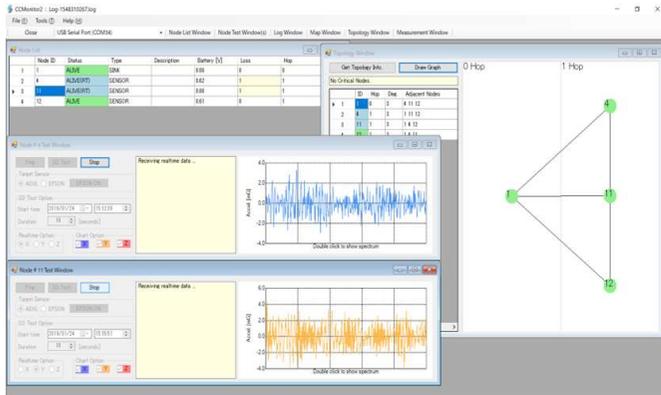


- 無線は、UNISONet Classicを用いた
- 商用電源（100V電源）が利用不可であるため、クラウド転送は行わず全て電池駆動で行える形で実施
- 堰堤を傷つけないで設置する方法で実施（簡易に設置する試行）

実証実験概要 - ソフトウェア



Sensing Assistant



計測補助用Windowsソフトウェア

計測・収集設定や各ユニットの状態監視、データ閲覧・出力ができるソフトウェアです。無償でご利用頂くことが可能です。

■ 主な機能

- ・ 手動計測・収集指示
- ・ 各ユニットのステータス可視化
電波状況、ホップ数、計測開始時間、バッテリー電圧計測分散値などの表示
- ・ データ管理
リアルタイムデータ表示、データ出力 (CSV)

UNISONet Web Console



遠隔モニタリング用クラウドシステム

遠隔からデータ閲覧・出力や計測・収集設定などができるクラウドサービスです。有償オプションでのご提供となります。

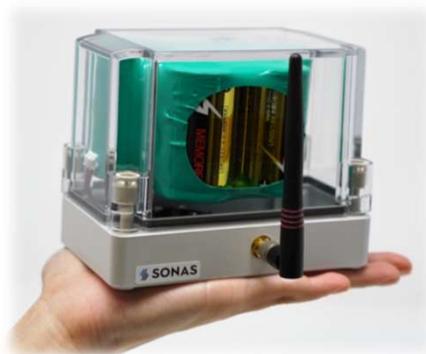
■ 主な機能

- ・ 自動計測・収集設定
常時計測/間欠計測、定時収集/トリガ収集などの設定
- ・ 手動計測指示/確認
- ・ 各ユニットのステータス可視化
電波状況、ホップ数、計測開始時間、バッテリー電圧、計測分散値などの表示
- ・ データ管理
取得データの波形表示 (FFT結果表示)、データ出力 (CSV)

実証実験概要 - 設置物と無線仕様



設置物



センサーユニット sonas x02 (子機)
常時微動レベルの高精度な計測や年単位の長期計測にも
対応可能なモデル



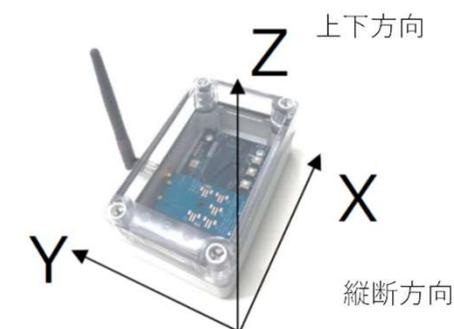
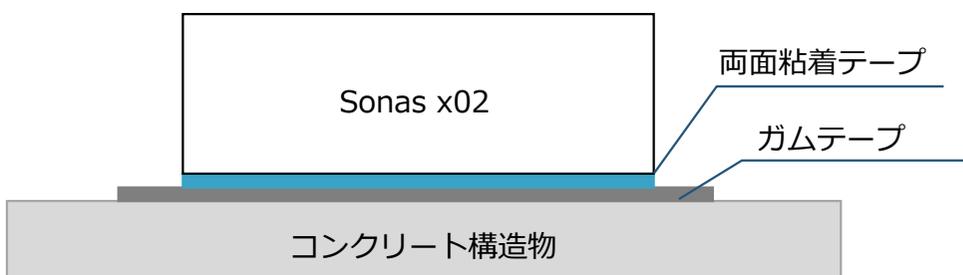
標準ベースユニット (親機)
遠隔監視が不要な場合にご利用頂くモデル

無線の仕様

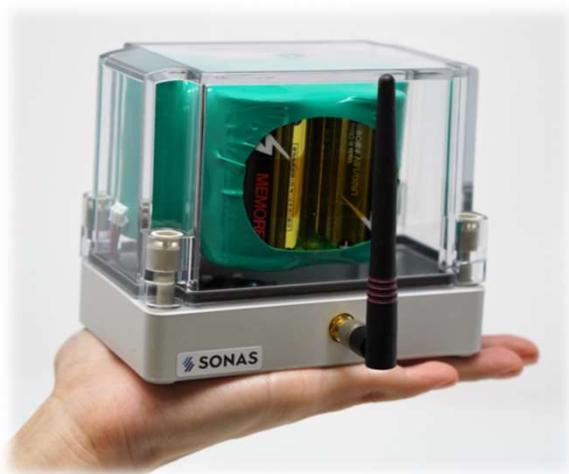
	UNISONet classic 実績と高い性能	UNISONet leap 高性能サブギガ	UNISONet metro 飛距離を重視
周波数帯	2.4GHz	920MHz	920MHz
1 ホップ範囲	~500m(見通し)	~2km(見通し)	~5km(見通し)
スループット	10.4kbps (~10hop) 24 kbps (~4hop)	4 kbps (~10hop) 12 kbps (~4hop)	検証中
時刻同期精度	10 μ s	30 μ s	100 μ s (予測値)

本実証実験では、UNISONet classicを利用

実証実験概要 - 設置方法について



- 実証実験であるため、アンカー等で固定せず簡易的設置で実施
- コンクリート面にガムテープ、ケースとガムテープの間に両面粘着テープで固定
- 全地点とも、同様な箇所に設置



①目的

②実証実験概要

③測定結果

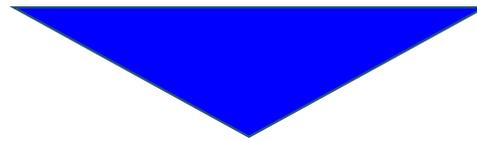
④まとめ

測定結果 - 無線の評価



無線の結果について

- 2020年7月～2020年11月のデータを用いて評価を行った
- センサーユニットのメンテナンス日以外で、各センサーユニットで欠測はなかった

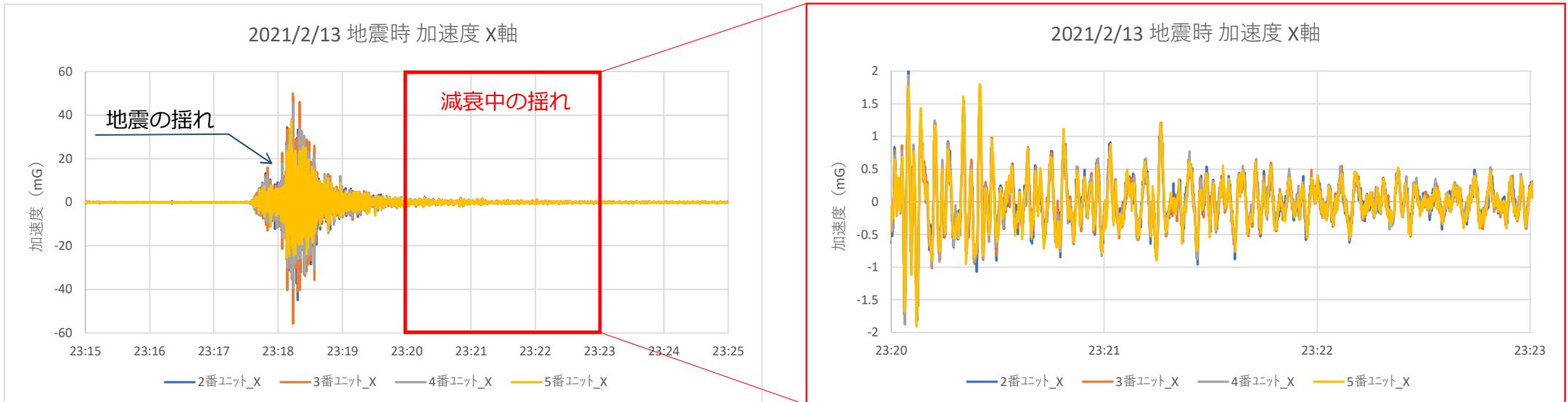


安定した無線環境を維持した計測可能

測定結果 - インパクト時の挙動



地震時（2021/2/13）の挙動について



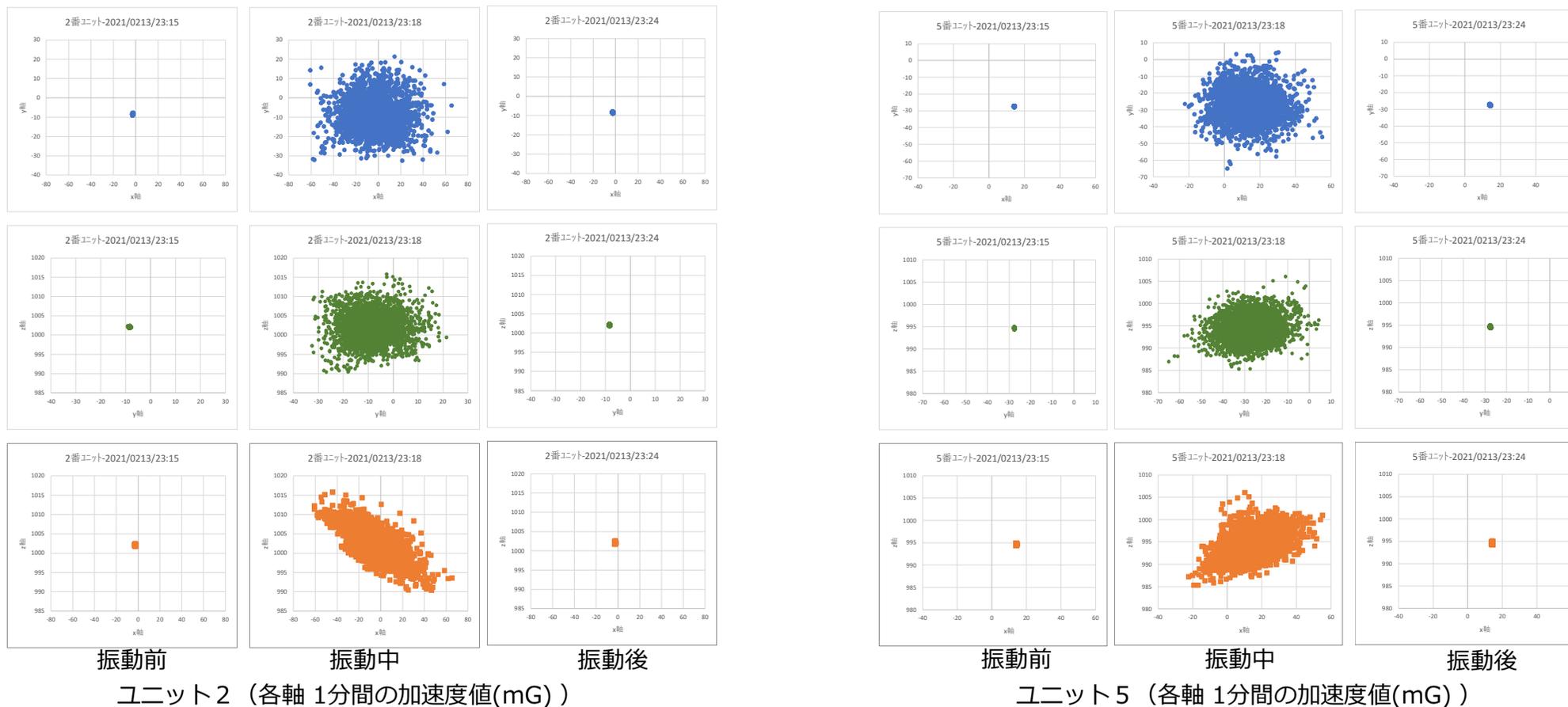
地震時の加速度 X軸（直流成分除去、10Hzにリサンプリング）

- 地震時に値が大きくなり、全ユニット同様な挙動を示し、値が減衰してきた際、時刻同期計測がされているため振動の挙動が一致している
- 地震のインパクト時は桁毎に値の大きさやピークが異なるが、減衰した際は値がほぼ同様な揺れになっている

測定結果 – 地震時の挙動



地震時（2021/2/13）の挙動について

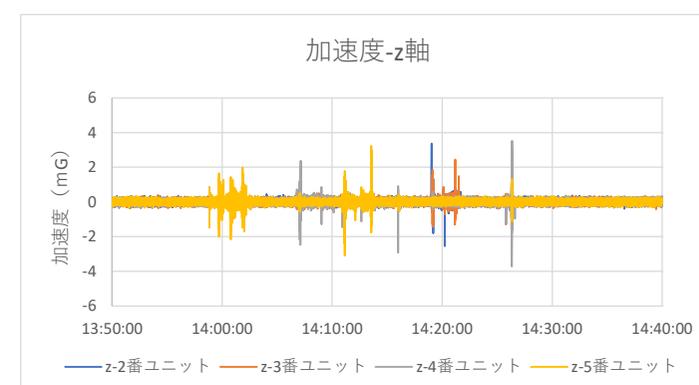
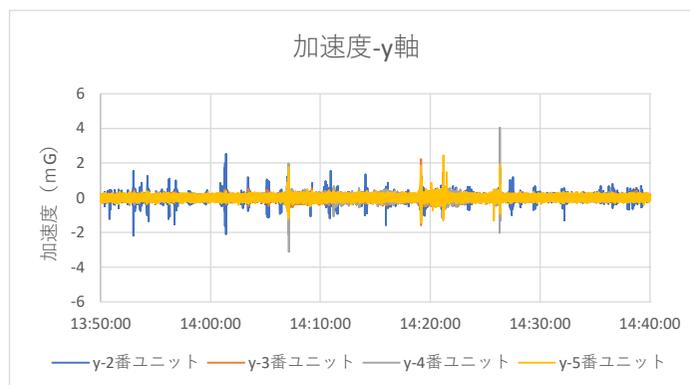
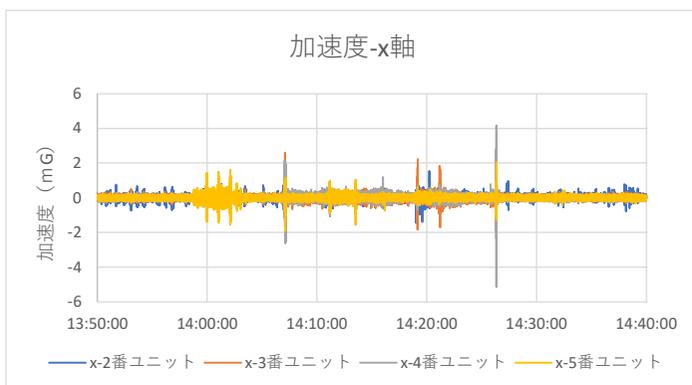


- 地震により加速度の値が大きくなるが、地震前後ではほぼ同様な振動の挙動に戻っている

測定結果 – メンテナンス時の挙動



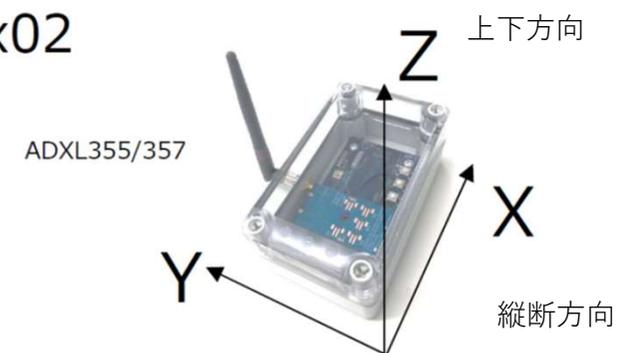
メンテナンス時（2020/11/12）の挙動について



軸別の加速度値（直流成分除去、10Hzにリサンプリング）

- メンテナンス時に、数回大きな値が確認されている
- メンテナンス前後を比較した際、ほぼ同様な挙動となっている
- 2番ユニットは、自動車走行など陸側から振動を受け小さい揺れが受けていると考えられる
- 大きな値が確認されるタイミングは、概ね一致している

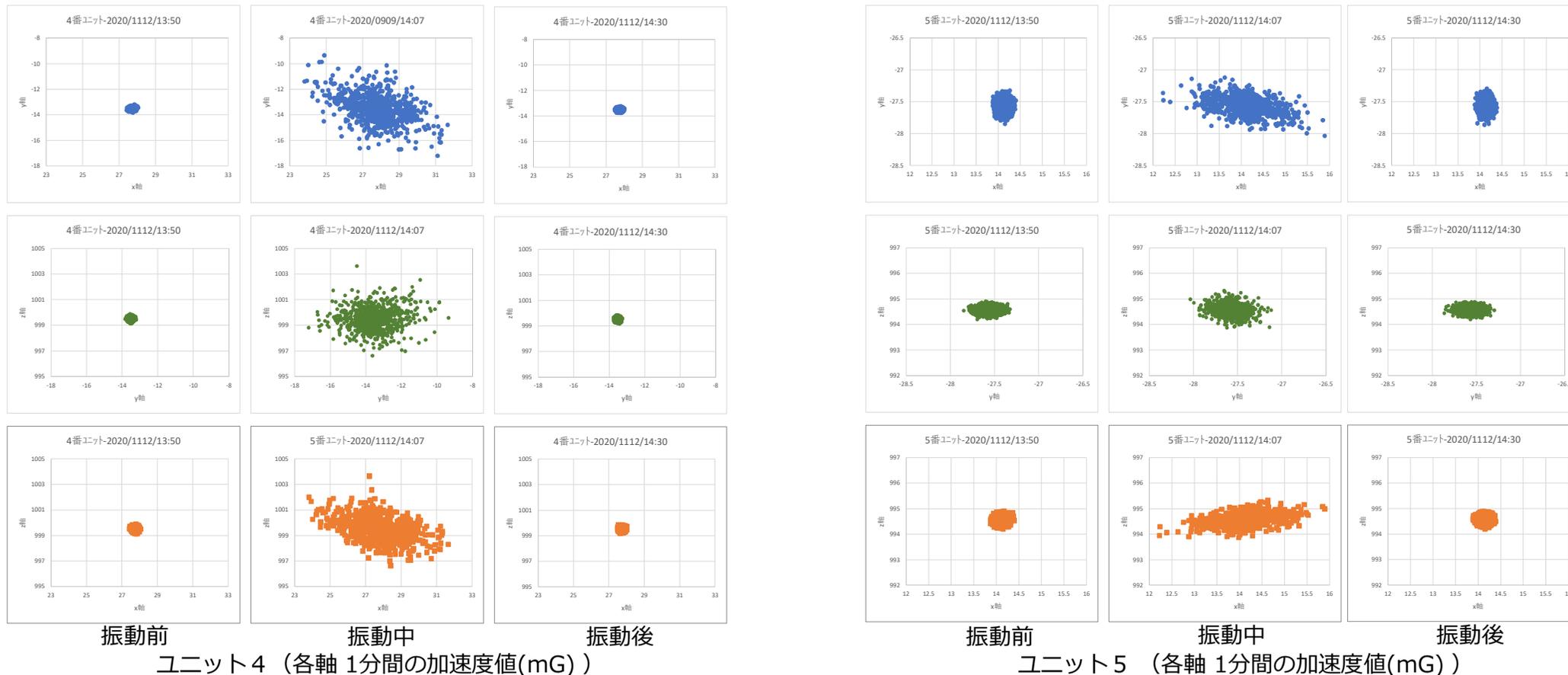
• x02



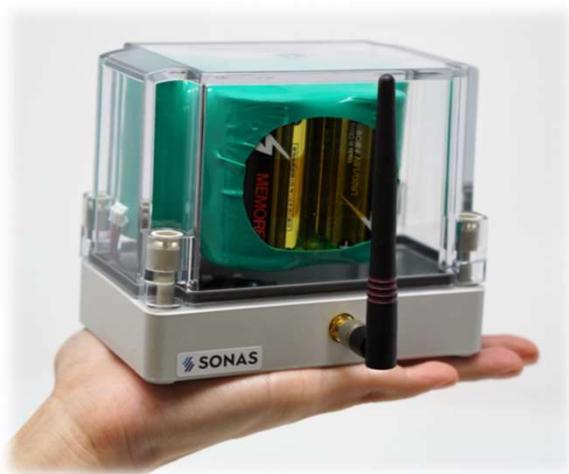
測定結果 – メンテナンス時の挙動



メンテナンス時（2020/11/12）の挙動について



- メンテナンス時に加振があり値が大きくなるが、ほぼ同様な振動の挙動に戻っている



①目的

②実証実験概要

③測定結果

④まとめ



- 無線評価から、130m規模の河川構造物での無線計測は可能であると考えられる
- 地震、メンテナンス時などイベントによる揺れ方に差はあるが、通常時はある程度の揺れ幅に収まっているため、イベント前後の値を比較することで、状態監視などに利用できると考えられる
- 簡易設置でも、地震時やメンテナンス時の振動計測は可能であった。短期計測であれば簡易設置でも運用は可能であると考えられる。（コンクリートが浮いてる際や長期計測の際は、アンカーなどで固定する方法が正確に計測できると考えられる）
- 本システムの計測値と、構造解析モデルの解析値などと比較を行うことで、水門全体の健全性の評価もできると考えられる