

# FURUNO

## 地盤、構造物の変位監視に 3次元・高精度 GNSS変位計測システム

2022年6月1日

古野電気株式会社

システムソリューションビジネスユニット

## 特徴1

3Dの高精度計測を実現

## 特徴2

軽量・ケーブルレスで設置が簡便・迅速

## 特徴3

メンテナンスフリーで管理手間を軽減

## 特徴4

安価で、ばら撒き可能、  
増設も容易

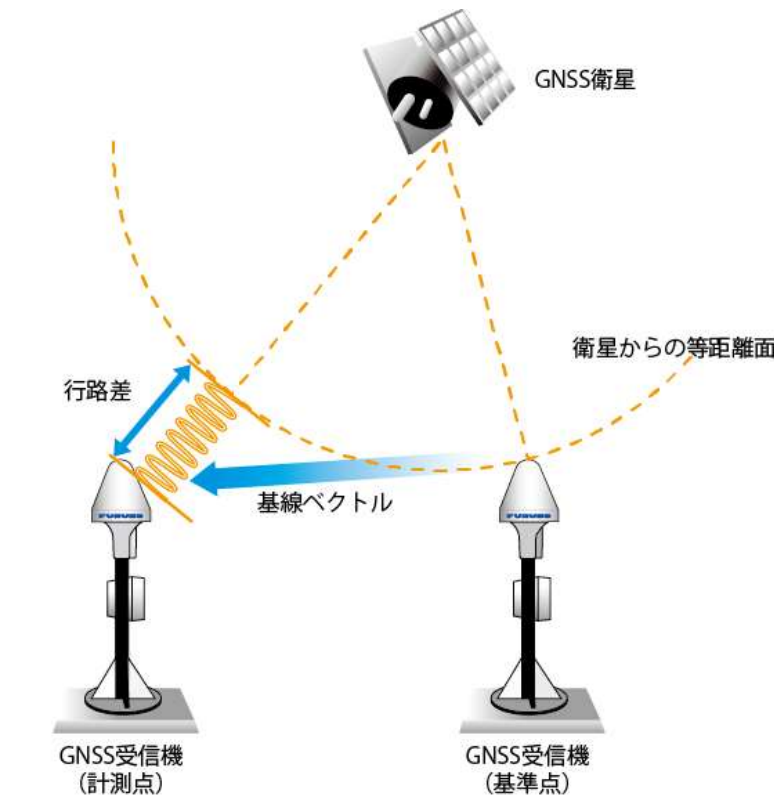
## 特徴5

大変位でも盛り替え不要



## GNSS測位の種類

測位方法		長所	短所	利用分野
単 独 測 位	単独測位 (コード位相)	受信機 1 台 アンテナ微小	精度10~30m	ナビ、携帯 時刻同期
	精密単独測位 PPP (搬送波位相)	受信機 1 台 ~10cm	多周波受信機必要 初期化必要	洋上 移動体
相 対 測 位	DifferentialGNSS (コード位相)	初期化不要 ~1m	基準点必要 中程度の精度	海上工事 簡易
	キネマティック Kinematic (搬送波位相) MG-300	高精度 cmオーダー リアルタイム性	基準点必要 初期化必要 信号中断/サイク ルスリップに弱い	移動体 工事測量 無人運転 モニタリング
	スタティック Static (搬送波位相) MG-100/200	高精度 mmオーダー	基準点必要 タイムラグ 突発変位に鈍感	基準点測量 モニタリング



※GNSS：全地球航法衛星システム(GPS、QZSなど)

## 干渉測位の基本概念

### ◆ MG-100/200基線解析の精度

水平方向  $1\sigma = \pm(5\text{mm} + 1 \times 10^{-6} \times D)$

高さ  $1\sigma = \pm(10\text{mm} + 2 \times 10^{-6} \times D)$

D:基線長 (2km以下を推奨)

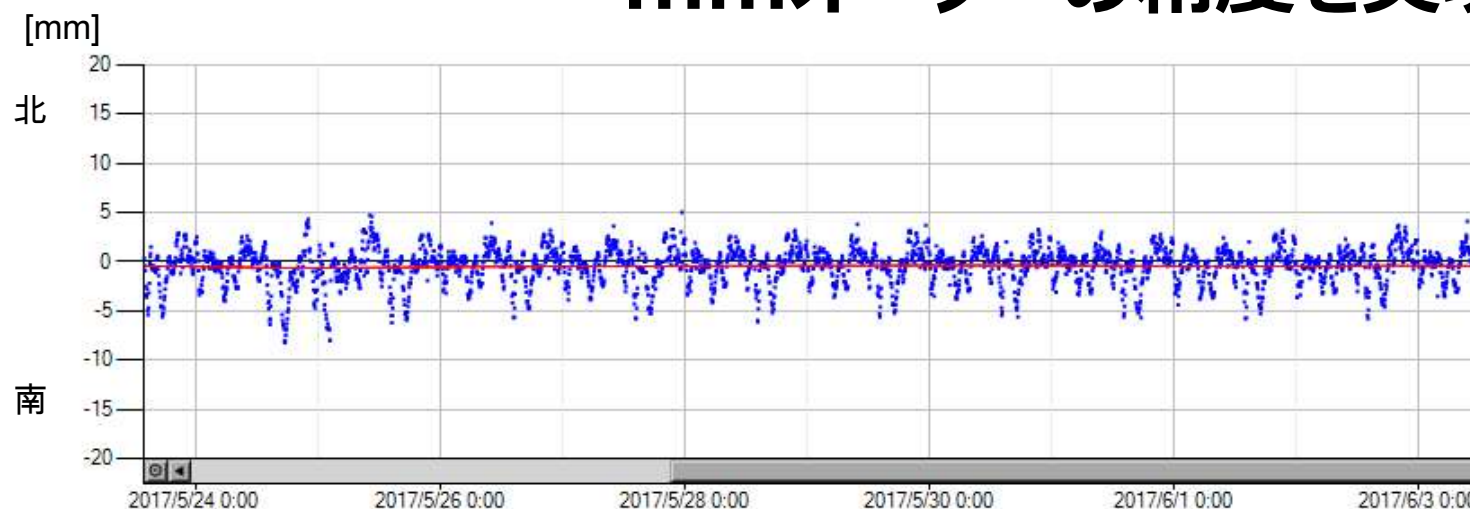
\* 精度は受信環境 (上空視通など) に大きく依存します



MG-200

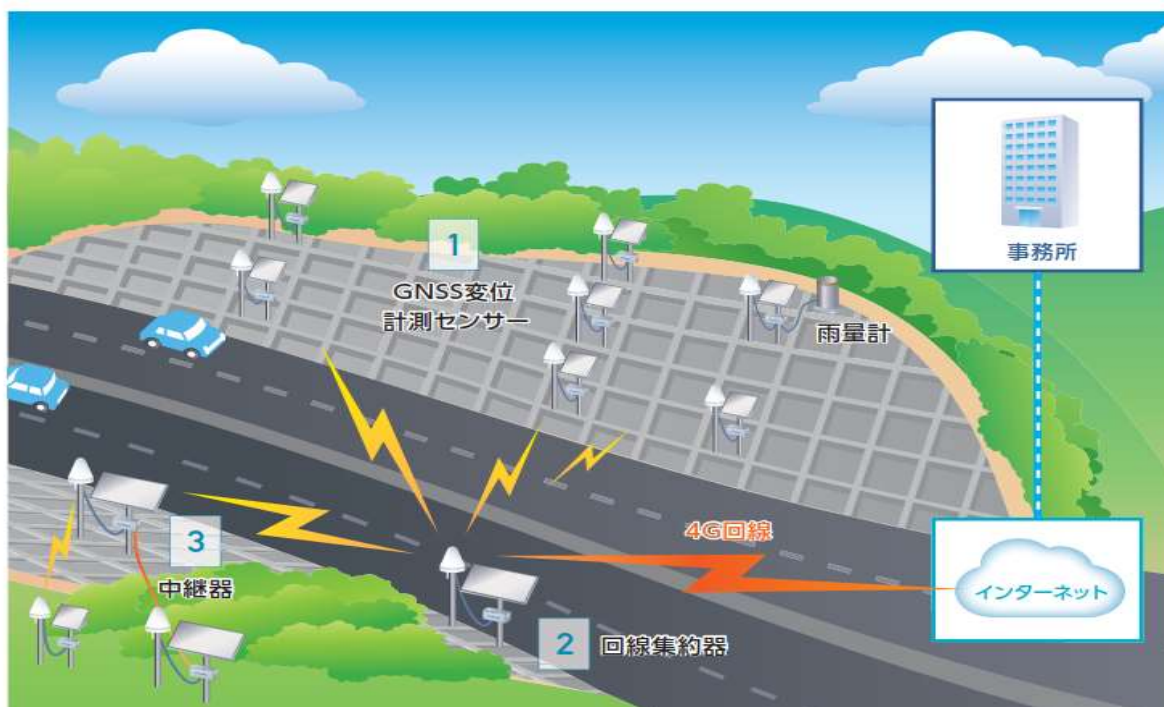
MG-100

### ◆トレンドフィルター等による誤差処理で、 mmオーダーの精度を実現！



■ 誤差処理前 — 誤差処理後

## 運用イメージ



### 1 GNSS変位計測センサー

GNSSアンテナ/受信機、無線通信機が一体となっており、電源を接続することで即座に計測を開始します。  
GNSSチップは自社製モデルを採用しました。

### 2 回線集約器

各GNSS変位計測センサーで受信した計測データは、無線LAN通信で回線集約器に集められます。その後、4G/Ethernet回線でインターネットを経由して事務所へと転送されます。

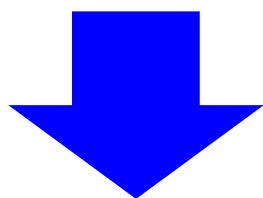
### 3 中継器

GNSS変位計測センサーと回線集約器が直接通信ができない場合は、中継器を経由した無線LAN通信やEthernetでのデータ送信が可能です。

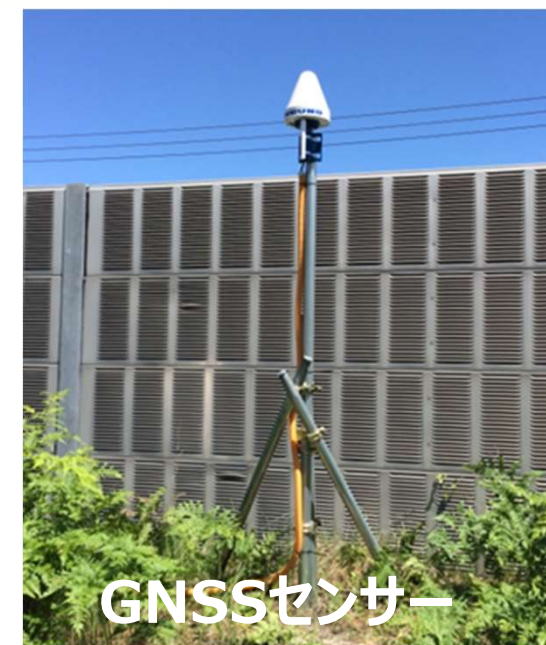
品名	型式	単位	備考
GNSSセンサー	MG-100M01/87P01	1基	自立電源1セット付属
回線集約器	MG-200C22	1基	同上、携帯回線/有線LAN接続
中継器	MG-100M03/87P02	1基	同上、無線・有線LAN中継機能
基線解析ソフト	MG-100S01	1本	通信/基線解析/誤差処理/表示/警報/メンテナンス
AC電源装置	MG-87P03	1台	商用電源(AC100)利用/バッテリー充電用



- ◆ 無線LAN・4G回線によるワイヤレス通信
- ◆ 太陽電池・蓄電池による自立電源
- ◆ 入手容易な単管取付仕様
- ◆ 断線・誘導雷リスク低減



ケーブルレス  
迅速設置を実現



# 計測事例のご紹介

ご関係者様限り

FURUNO

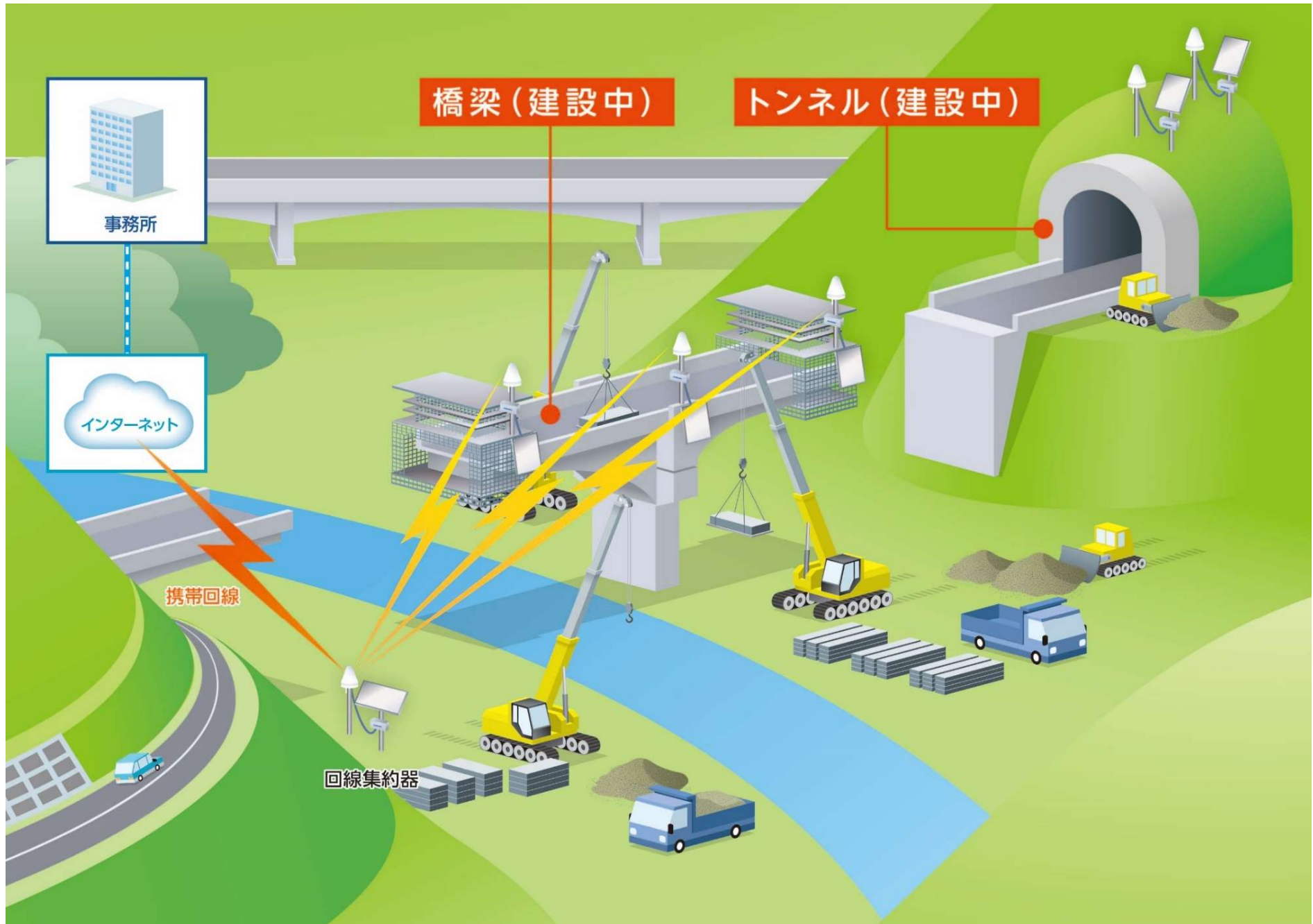




# トンネル建設・橋梁建設

ご関係者様限り

FURUNO

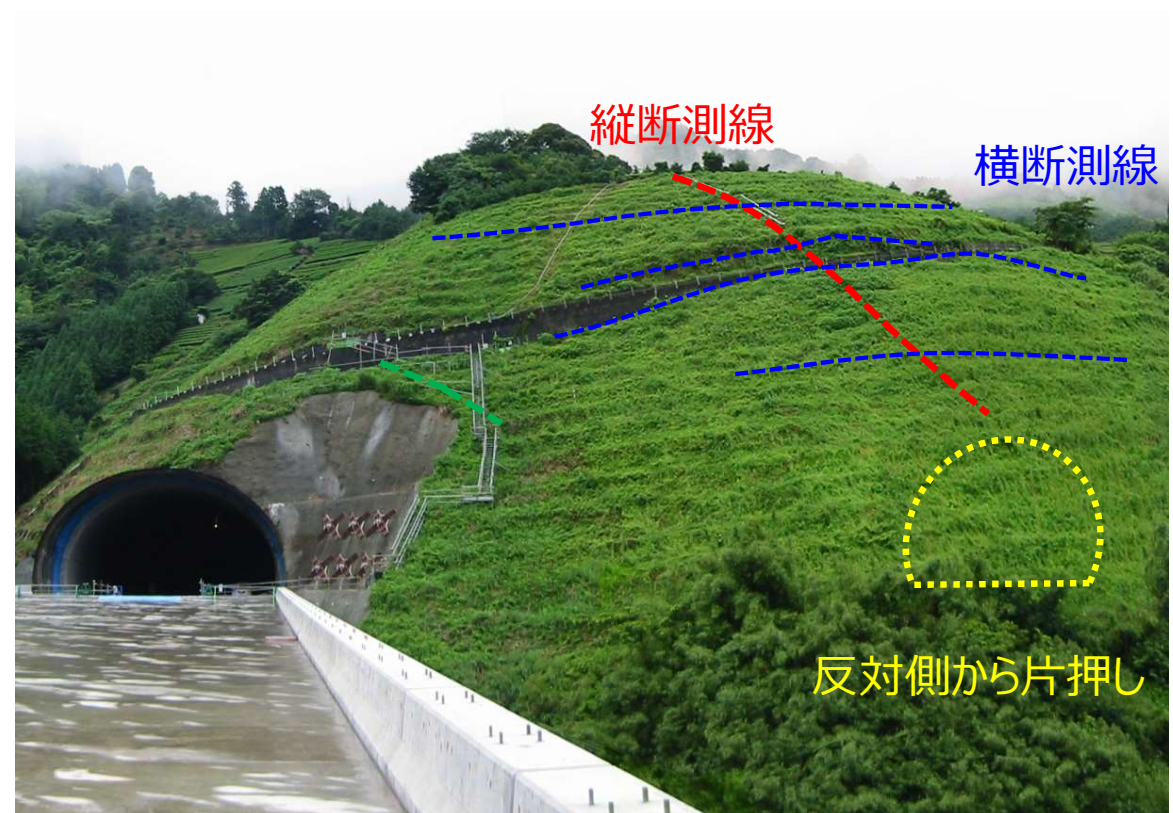


# トンネル建設時の変位モニタリング

- ◆ トンネル掘削時、坑口上部の斜面崩壊を懸念
- ◆ 低土被り部の沈下・陥没などを懸念
- ◆ 通常は1日1～2回程度、光波計測により実施することが多い  
→ **GNSS変位計測の導入により省力化、高頻度化**
- ◆ 変位の大小や方向の変化を刻一刻と把握



GNSSセンサー設置状況 (MG-3111)



# 橋梁建設時のモニタリング

ご関係者様限り

FURUNO

橋脚部



## 片持ち架設工法の 橋梁への適用事例

基準点

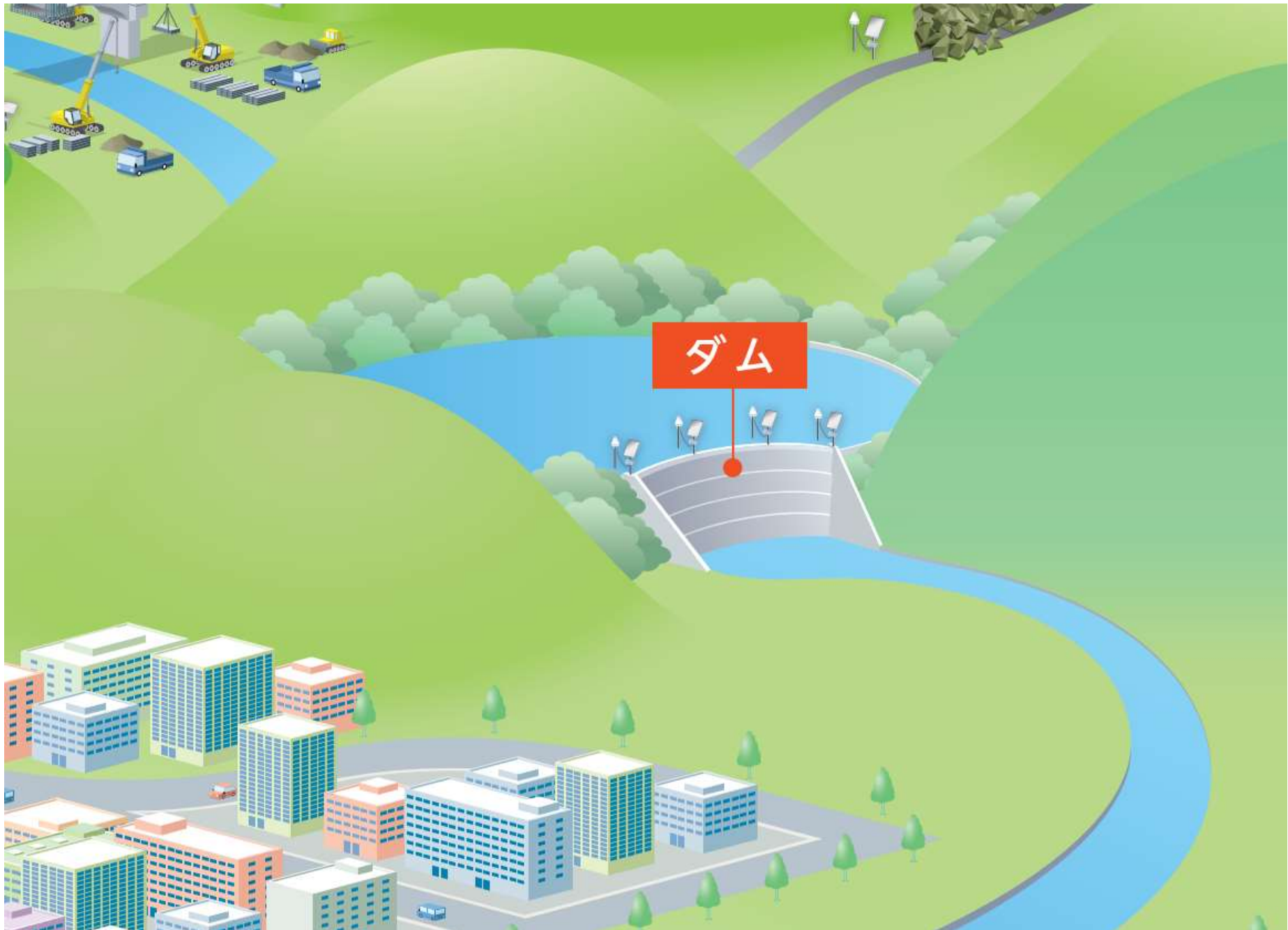


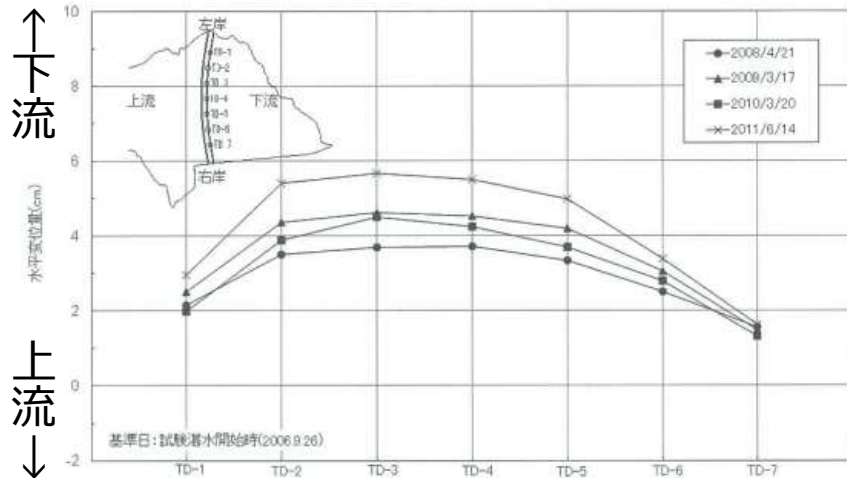
張出中間部



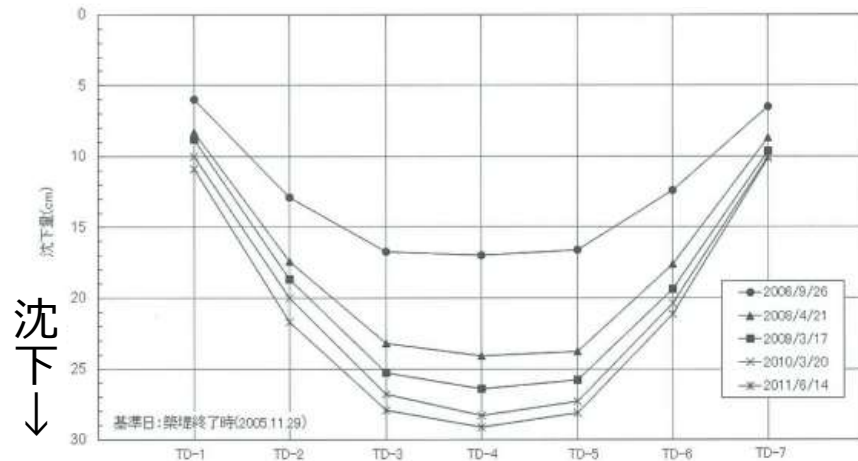
張出先端部





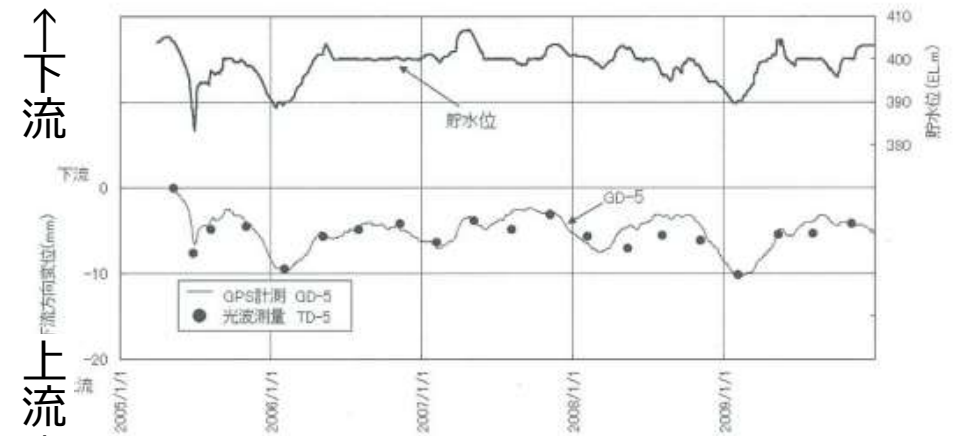


ダム天端水平変位

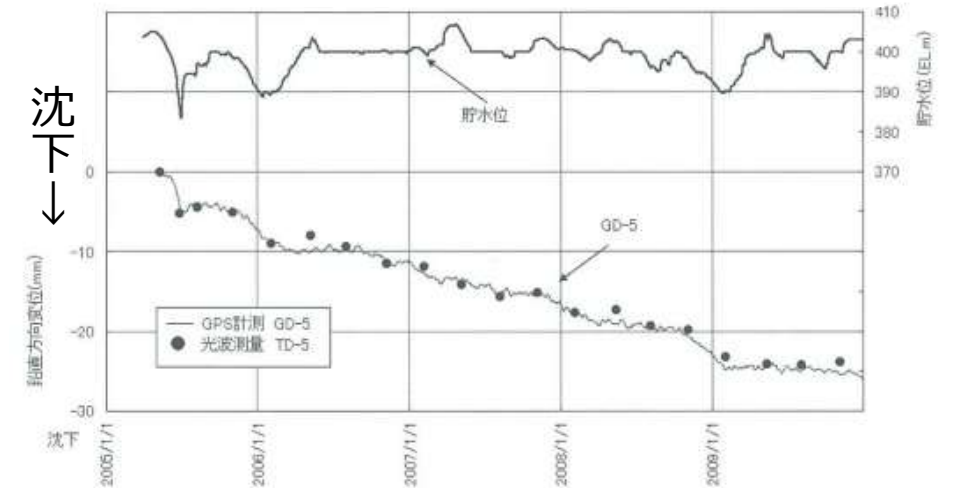


ダム天端沈下量

## 試験湛水時の外部変形



上下流方向水平変位



鉛直方向変位

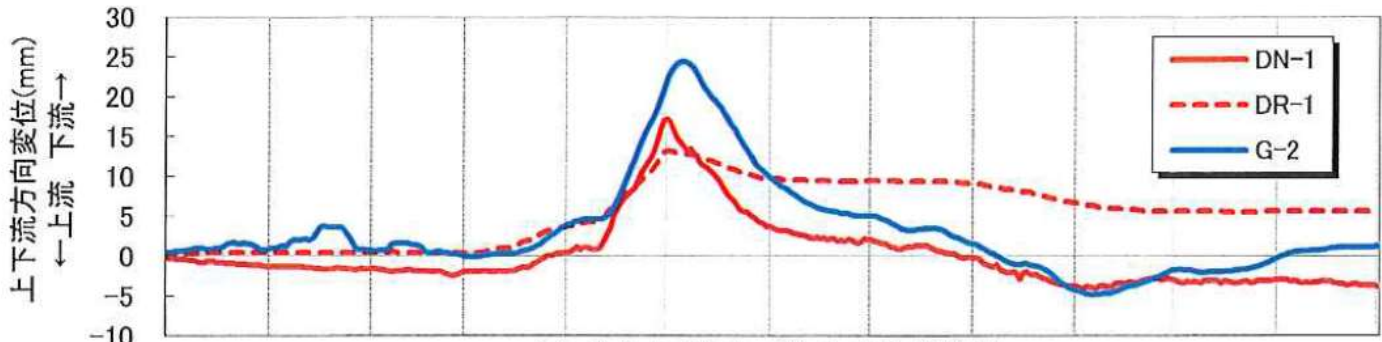
## 貯水位変化と外部変形

光波計測より高頻度で、変位の詳細が判別可能

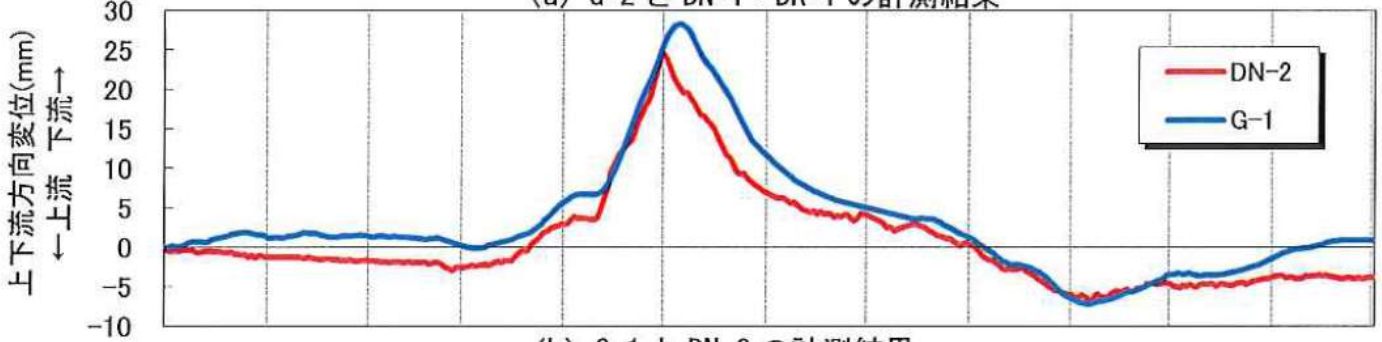
# プラムラインとの比較

ご関係者様限り

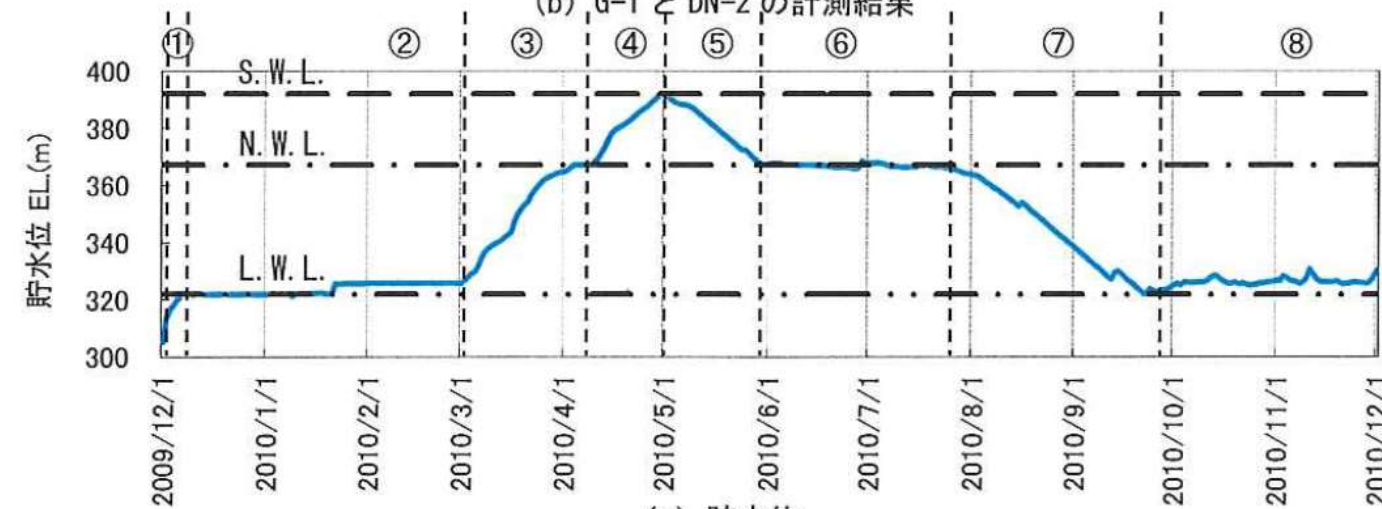
FURUNO



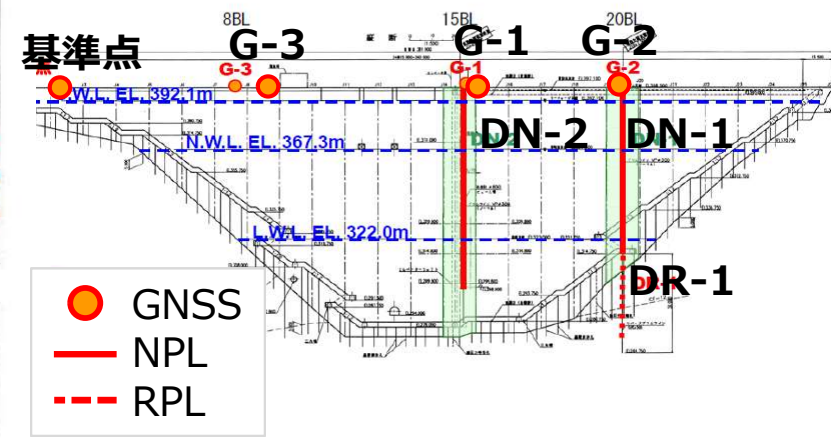
(a) G-2 と DN-1・DR-1 の計測結果



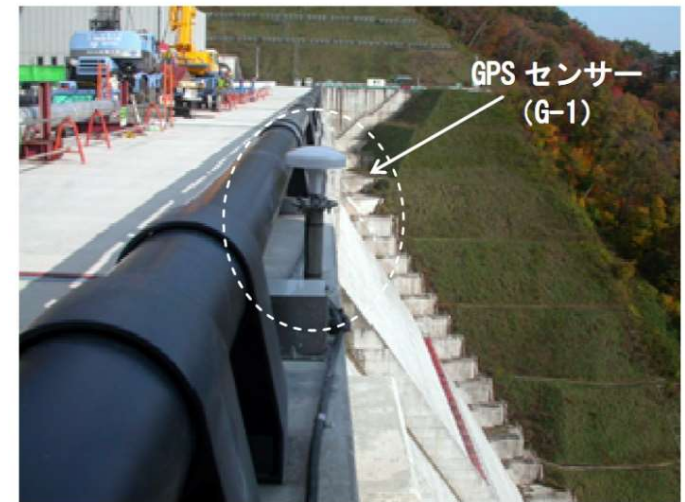
(b) G-1 と DN-2 の計測結果



(c) 貯水位

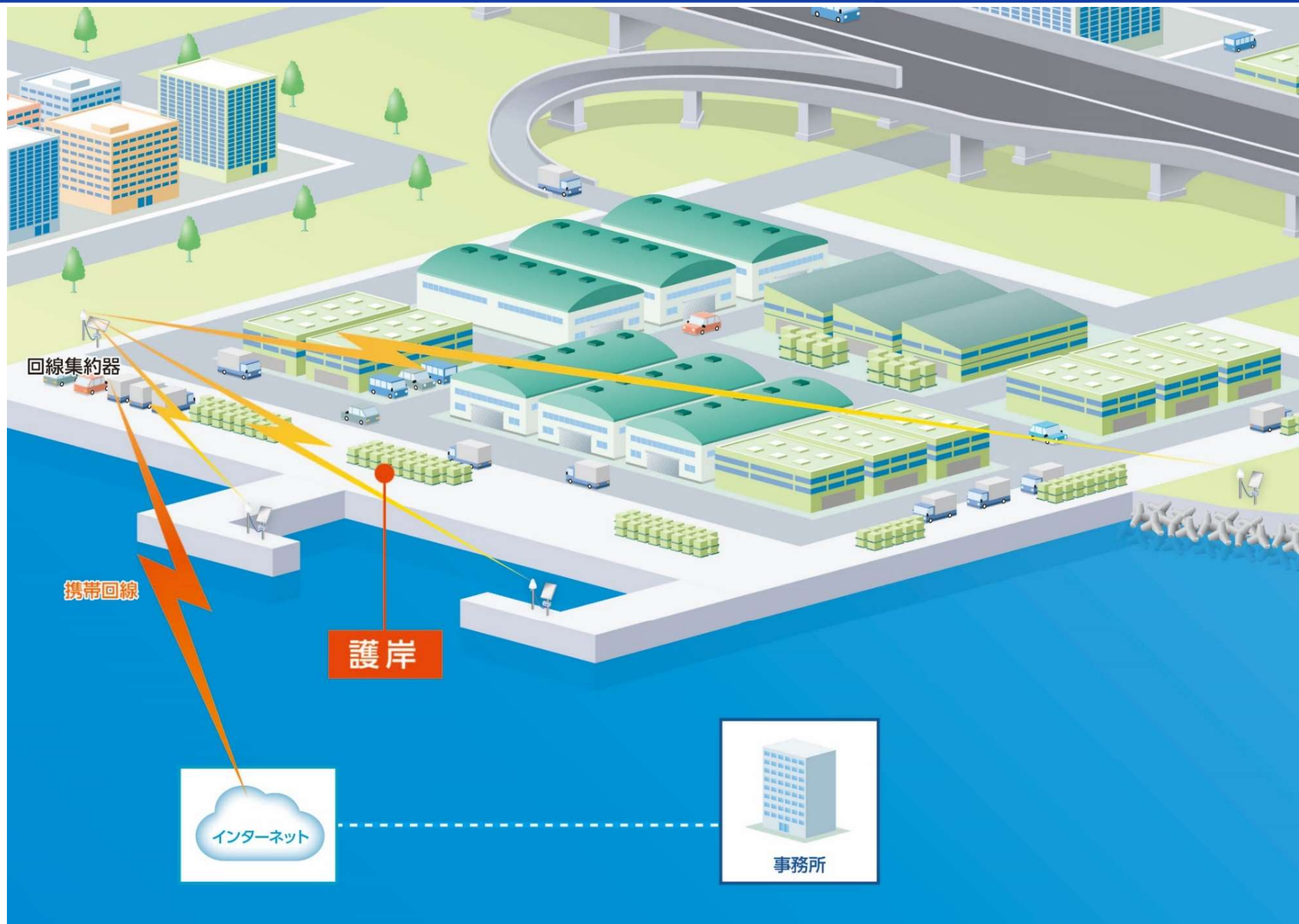


計測位置 (上流面図)



GNSSセンサー設置状況 (MG-3111)

## GNSSとプラムラインの変位計測結果



## 施工管理

- ・ 施工に伴う既設構造物などの影響監視
- ・ 盛土等の沈下量管理
- ・ 地盤改良工事の影響監視
- ・ 円弧すべり監視
- ・ 渡河部など長基線の計測  
(TSで精度が出ない箇所)

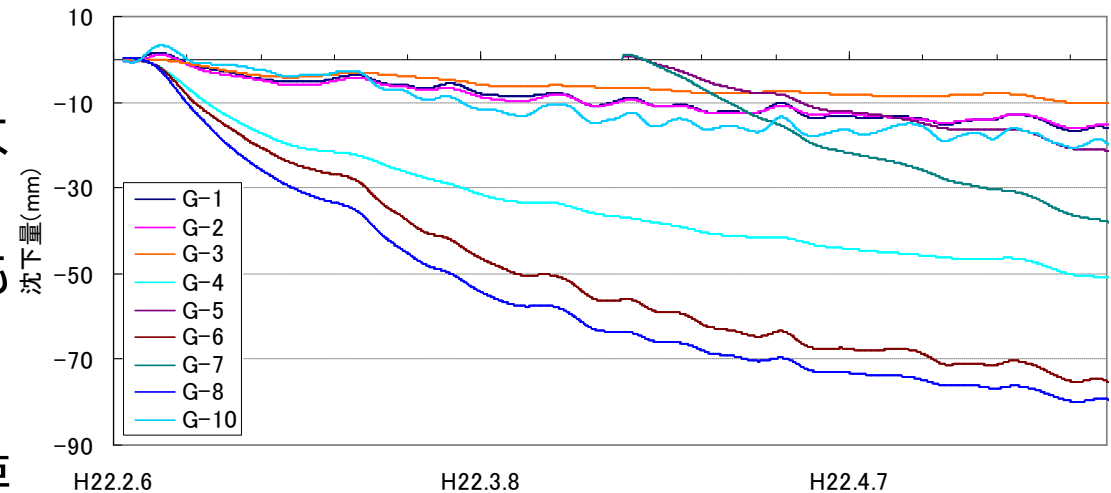
## 維持管理 (機能・性能)

重要構造物 (津波防波堤 等)  
地震時に液状化、不同沈下、津波等による転倒などが懸念される  
設備の被害とその影響による機能低下も懸念  
⇒機能・性能 (設計堤高等) 維持、  
変状確認のため、モニタリングが重要  
廃棄物最終処分場沈下管理



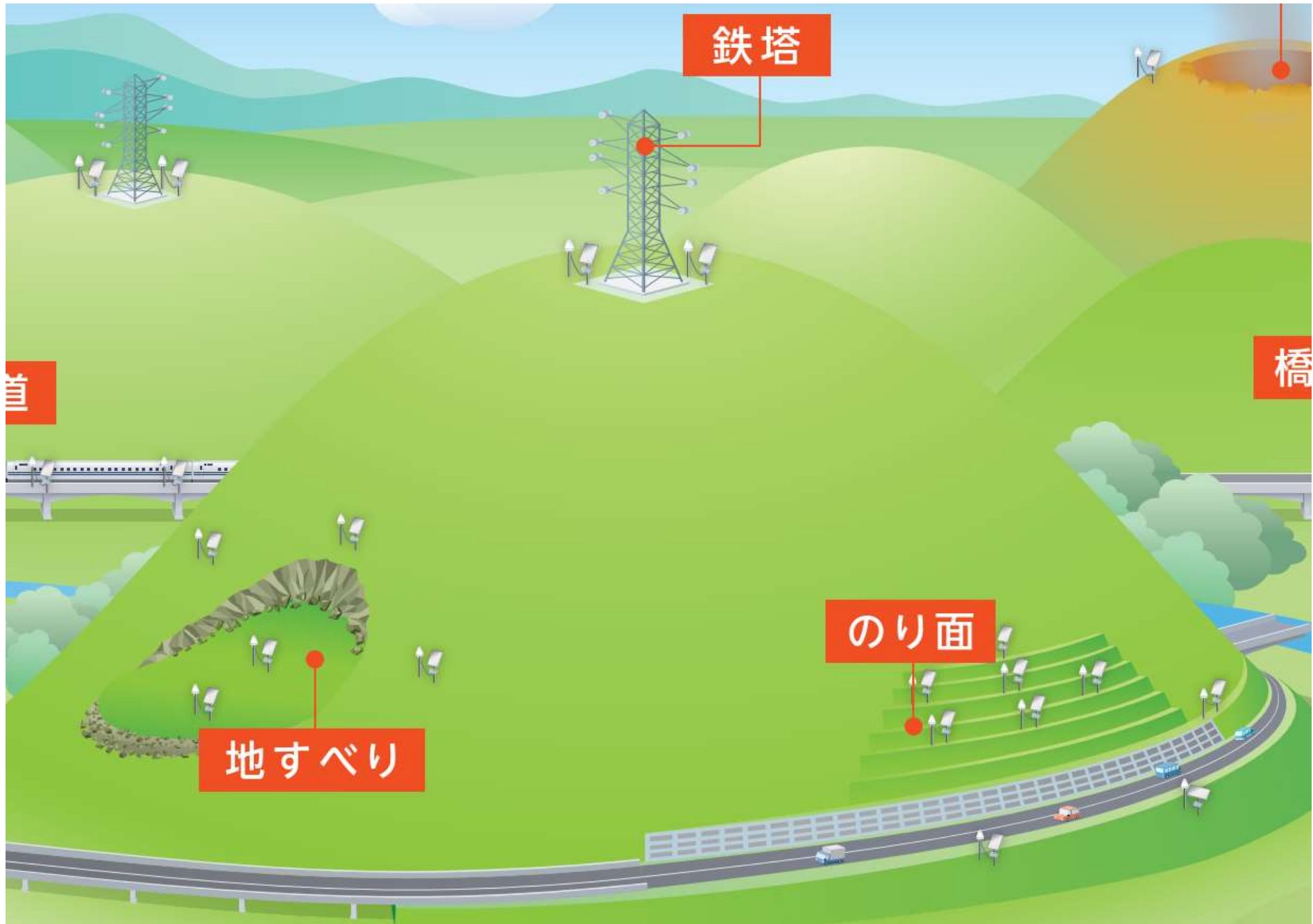
基礎補強工事による  
既設護岸への影響

軟弱地盤への盛土の  
圧密沈下管理



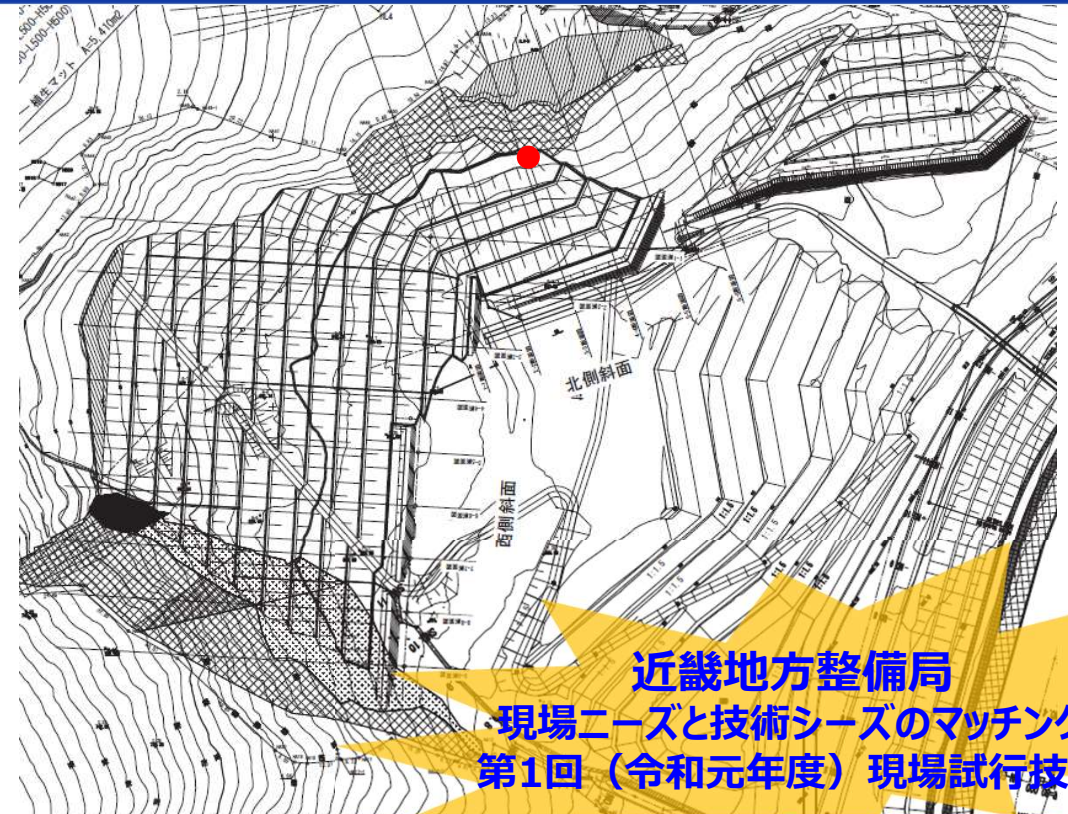
圧密沈下管理の計測例





# のり面のモニタリング事例

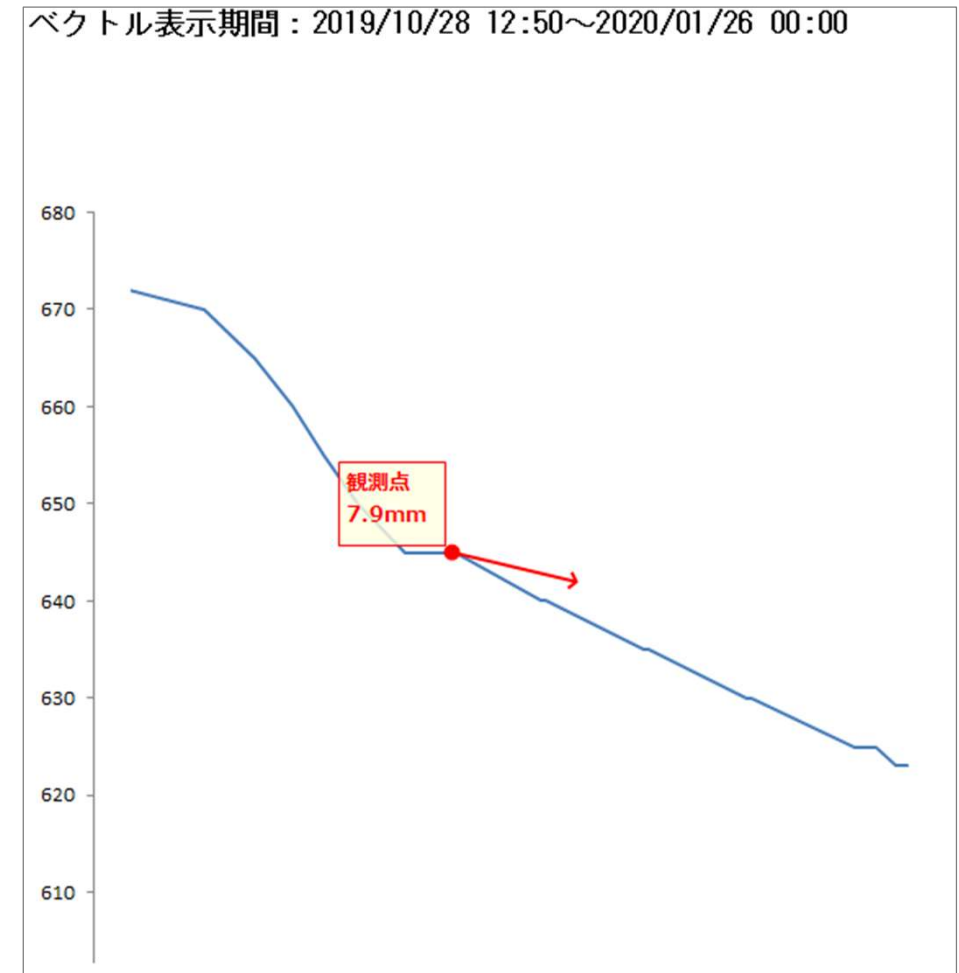
- ◆ H23台風12号により深層崩壊が発生  
(幅230m、高さ180m、長さ290m、崩壊土量140万 $m^3$ )
- ◆ 山腹部ではのり面保護工や排土工、斜面下部では崩積土を用いた押さえ盛土工が施工された
- ◆ 押さえ盛土工の端部において、主として圧密沈下による鉛直方向の変位を想定して計測を実施
- ◆ X,Y,Z方向の変位が計測可能なため、沈下だけでなく斜面下方への変位を計測した



# のり面のモニタリング事例

ご関係者様限り

FURUNO



鉛直方向への圧密沈下だけでなく、  
盛土前の原地形の傾斜方向への沈下を示している  
ものと思われる



- 最上段のみ配置したケース  
(小規模のり面)



- 数段おきに配置したケース  
(大規模のり面)

## ◆ 鉄塔の変動監視

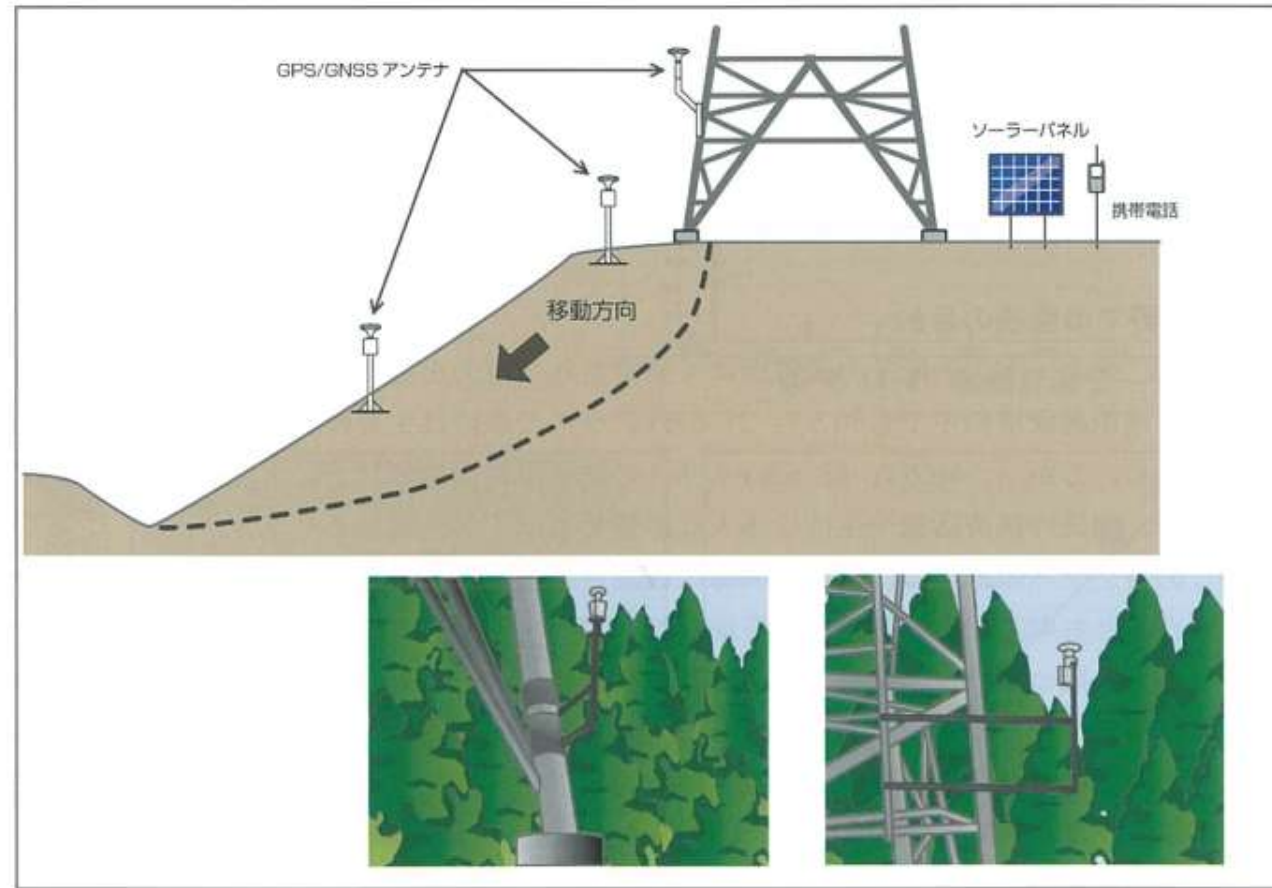
→ 鉄塔の三次元変位

→ 鉄塔脚間の根開き、傾斜

## ◆ 鉄塔周辺の変動監視

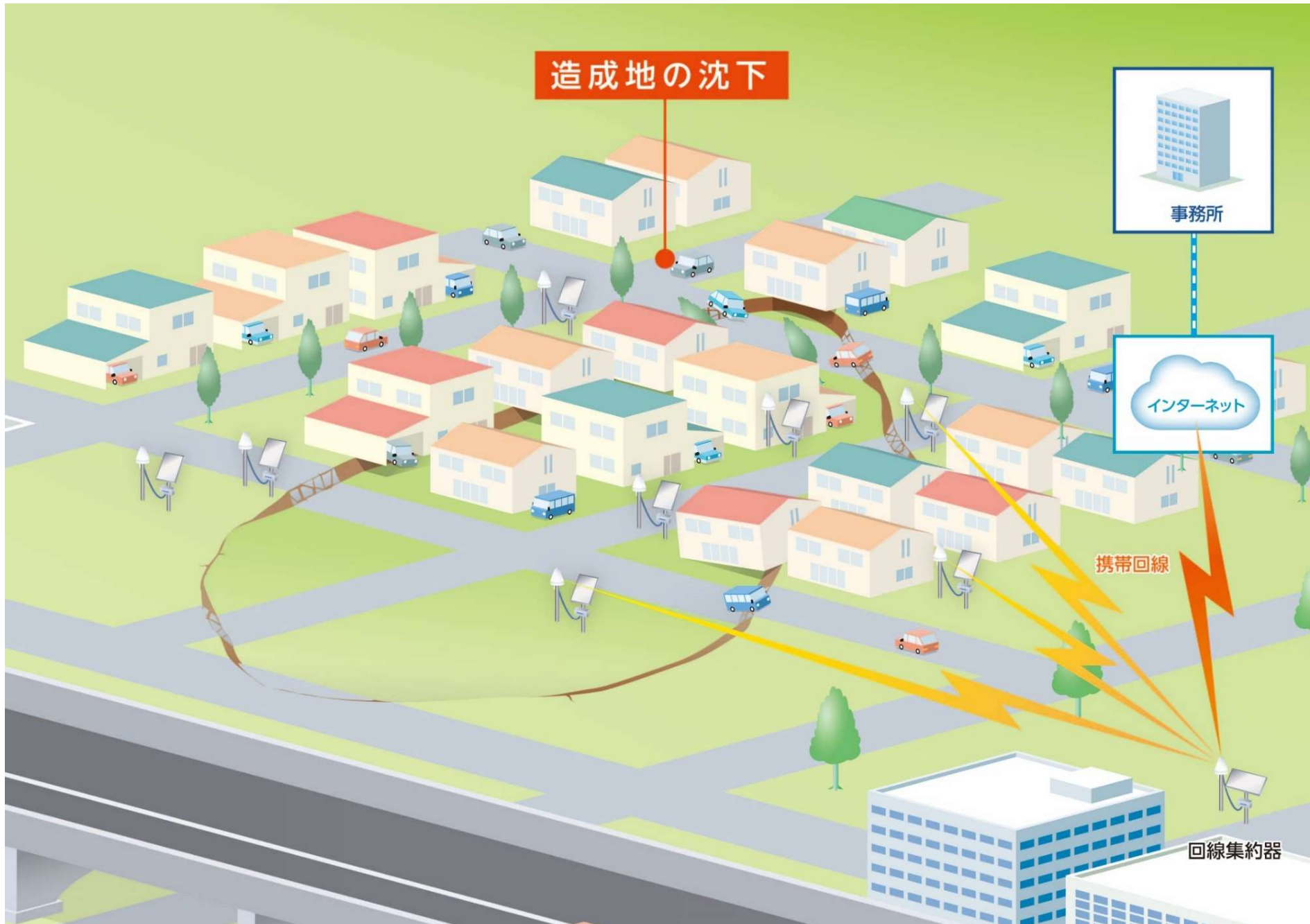
→ 斜面災害

→ 近接施工による影響



引用 shamen-net研究会資料

## ◆ 地すべり防止区域・危険箇所内に設置された鉄塔の監視

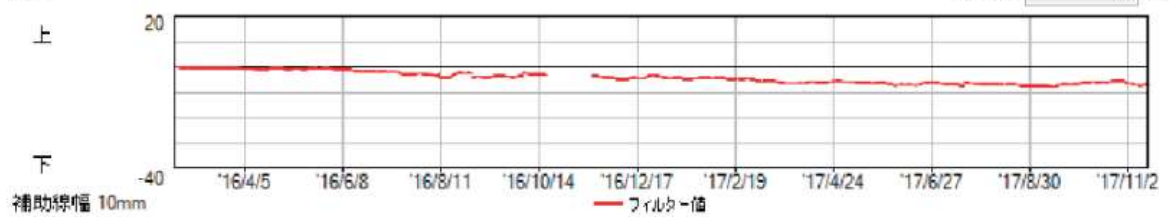


# 大規模造成地の長期変位モニタリング

ご関係者様限り

FURUNO

計測点:計測点1 基準点:基準点  
高さ



計測点:計測点4 基準点:基準点  
高さ



計測点:計測点5 基準点:基準点  
高さ



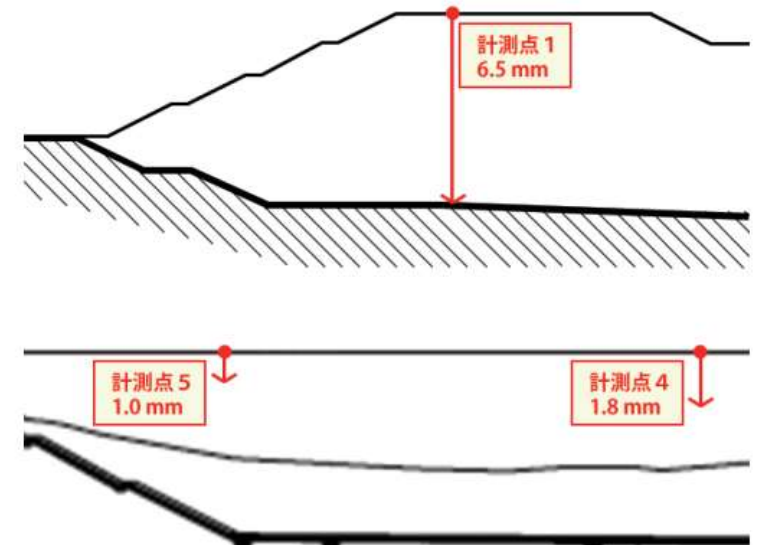
時系列沈下変位グラフ (計測点1,4,5)

年変位 [mm/年]



年沈下変位量時系列グラフ (計測点1)

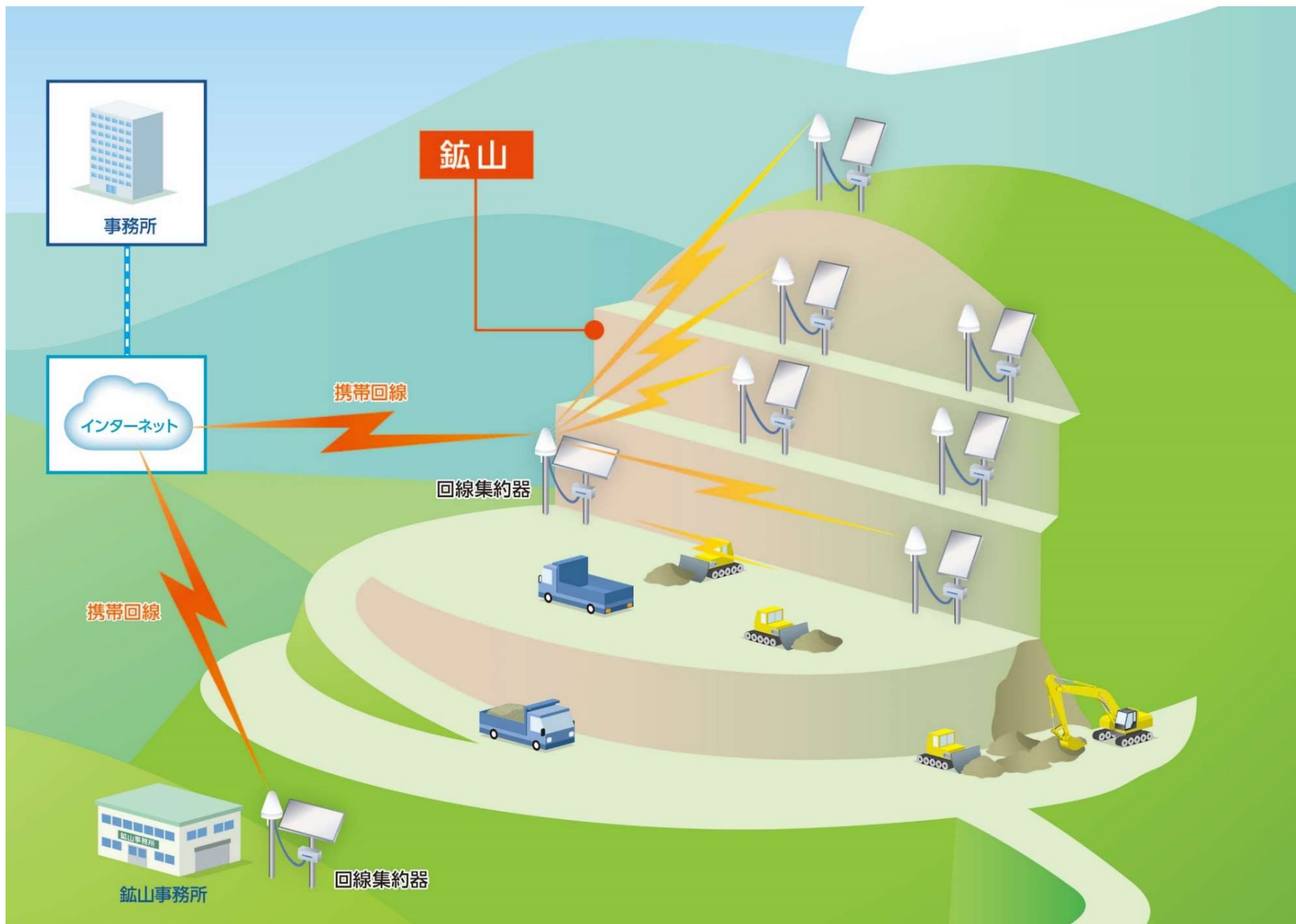
## 計測管理事例



沈下変位図

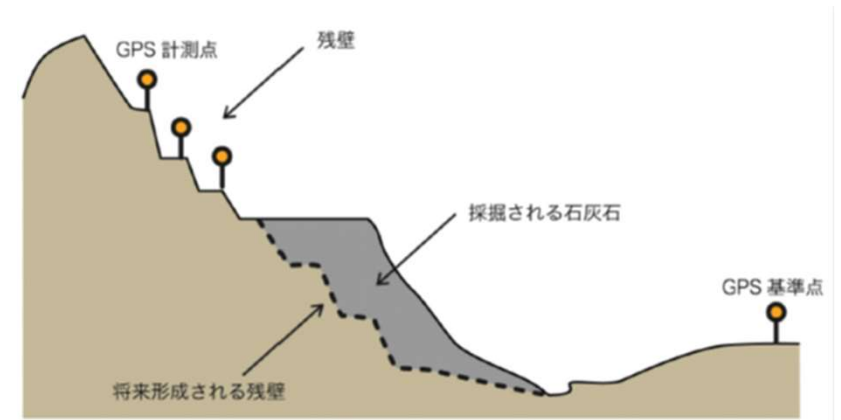


計測機器設置状況





- ◆ 効率的な鉾石採掘が要求される  
→ 幅、高さの大規模な切土斜面  
= 直壁に近い残壁が発生！
- ◆ 残壁の安定性のモニタリングが必要  
→ 安全
- ◆ 大規模で光波計測には不向き  
→ GNSSモニタリング
- ◆ 石灰鉾山など全国10数鉾山で活用中



引用 shamen-net研究会資料



# 台湾新幹線におけるモニタリング

ご関係者様限り

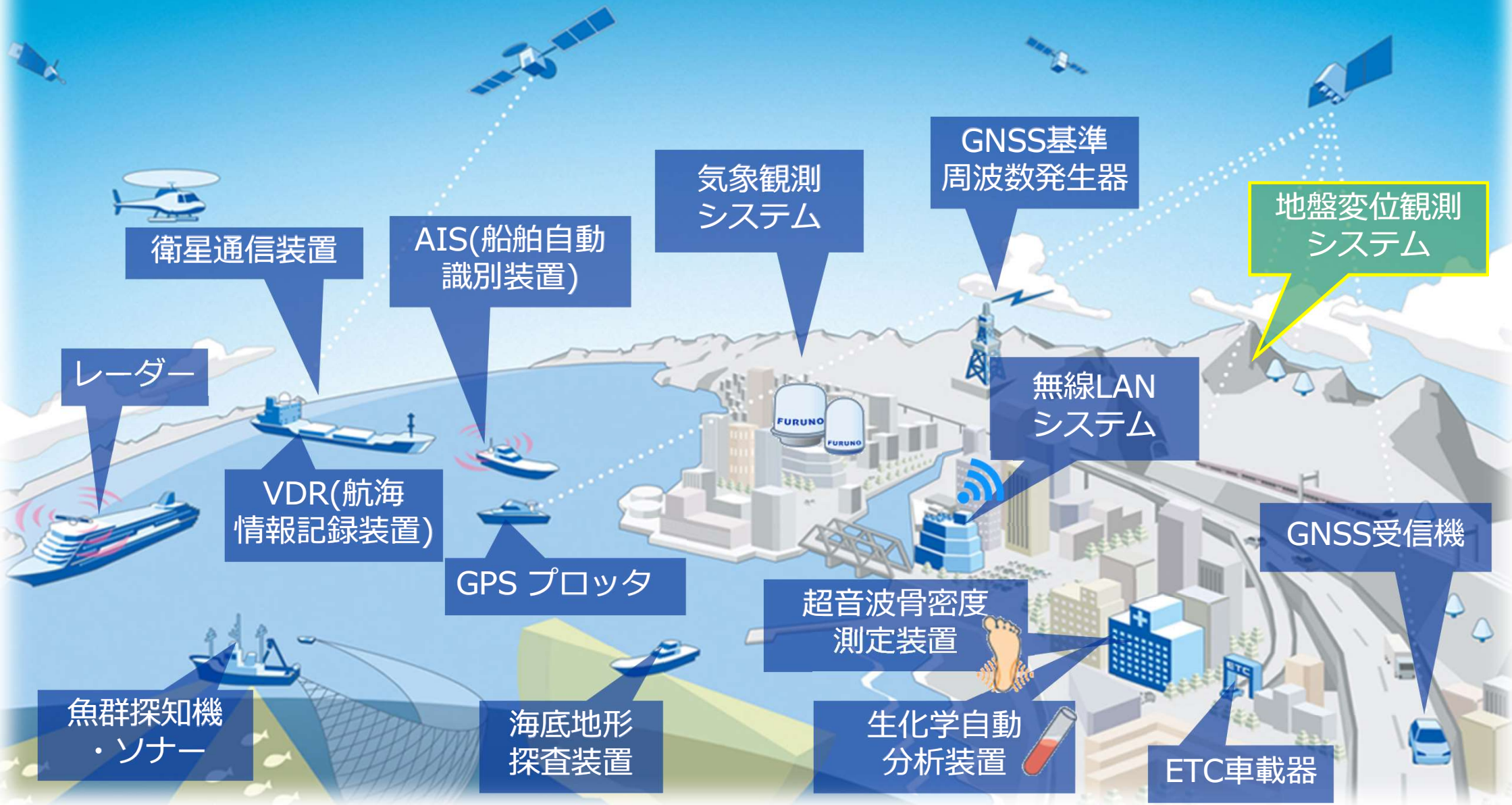
FURUNO



盛土のり面に対策工施工後、  
降雨時の不動性を1年間モニタリング



# 安全安心、環境に優しい社会・航海の実現を目指して



THANK YOU!