

高精度GNSS測位技術を用いた 計測情報提供サービス

GPS自動計測

地盤や構造物の変位を、GPS自動計測システムを用いて
三次元・mm単位で計測します。



2016年2月

国際航業株式会社

1. はじめに
2. GNSS自動変位計測システムの概要
3. 港湾分野における計測事例
4. サービス高度化に向けた技術開発

1. はじめに

国際航業株式会社 会社概要



本社所在地	東京都千代田区六番町2番地
設立	1947年（昭和22年）9月12日
資本金	167億29百万円
従業員数	1671名
拠点	国内50箇所
有資格者数	博士25名、技術士388名、一級建築士9名、測量士354名、RCCM154名、ほか

1. はじめに

- 港湾構造物の安全管理においては、対象物の挙動を精度良く計測し健全性を把握するモニタリング技術が重要である。
- 経年劣化や大規模地震など、外力の変化に応じた変位挙動を、施設管理者に対し迅速に周知する仕組み（システム）が必要である。

shamen-net 計測情報提供サービス

「情報配信システム」
GNSS構造物変位データ
雨量データ・地震データを
インターネットで提供

「監視センター」
計測データを専門技術者
が24時間監視し、緊急
通報・警報発令

shamen-net 計測情報提供サービスの設計思想

- ① データ配信を停止させない
- ② 停止した場合でも早期発見・早期復旧が可能
- ③ 誤報を出さない
- ④ 計測結果を直感的に判断できる
- ⑤ 利便性が高い
- ⑥ これら要求事項満足のためにコスト転嫁しない



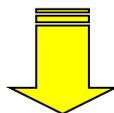
安全管理に必要不可欠な要素をカバー

GNSS衛星測位の特徴

GNSS (Global Navigation Satellite System) は、**全地球航法衛星システム**と呼ばれ、GPS (米国)、GLONASS (ロシア)、GALILEO (EU)、Compass (中国) などの測位衛星システムの総称である。

近年は、主にGPS測位を中心にカーナビや携帯電話への標準装備が進み、身近な社会インフラの一部として急激に普及が進められている。

なぜ、衛星測位を利用するか？



GNSSの特徴

広域定点計測

広域地盤、大規模構造物の監視
数100m～数kmの広範囲をカバー

三次元・高精度

XYZ三次元高精度計測により構造物
変位の挙動解析・機構解明に貢献

自動計測・連続計測

自動計測、連続計測による集中監視で
リスク管理高度化、トータルコスト縮減

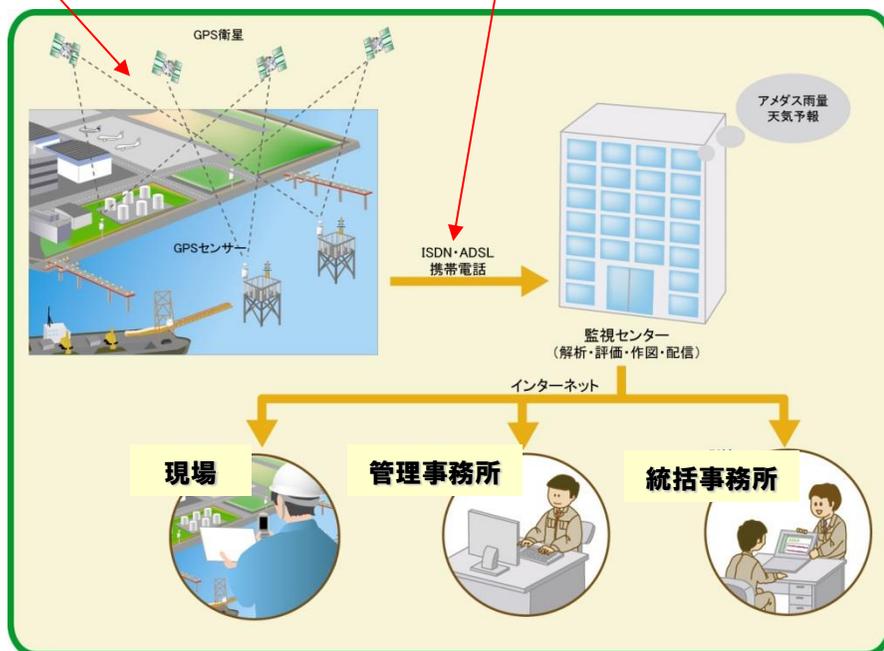
GNSS自動変位計測システムの概要

GNSS機器の特徴

- 現場環境や予算に合わせ、複数メカの機種に対応可能である。
→各メカより最新機種が発売されており
機器の**低価格化・高機能化が進行中**

1回/30秒

1回/時



情報配信システムの特徴

- **トレンドモデルによる誤差処理で最高で±1~1.5mmの高精度計測可能**
- 雨量や天気予報、地震情報等も配信
- サーバーで集中処理、**データ処理コスト軽減**（専用アプリが不要）
- インターネット利用で**情報共有化**
- PCや携帯電話で何時でも何処でもデータを**確認でき、情報伝達が容易**
- 常に最新の解析技術を利用出来る

監視センターの特徴

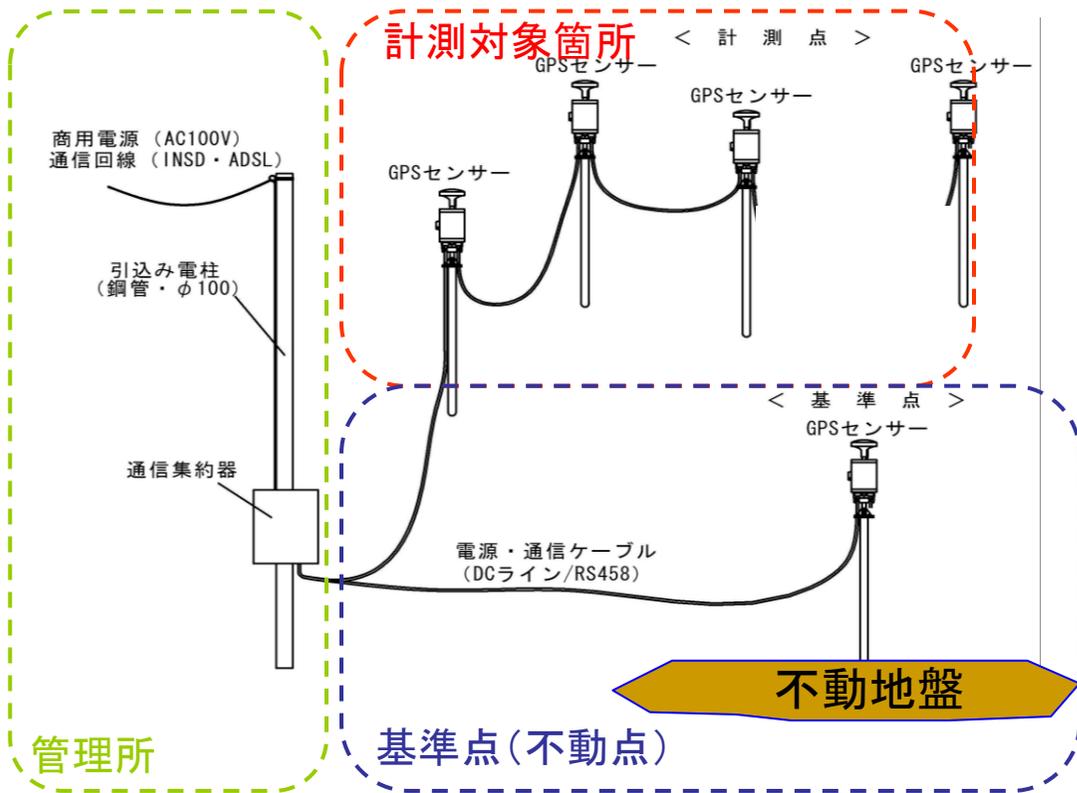
- **専門技術者による24時間常時監視で安全安心（監視を代行）**
- メール、携帯電話等で**警報発令**
- **異常発見・通報が迅速**
- **GNSS以外の計測機器データも監視**

特許取得
済み

防災監視 システム (特許第3745280号)

防災情報 配信 サーバ及びこのサーバとともに用いられる防災配信 システム (特許第3742346号)

自動計測用GNSS機器



任意の計測地点に固定し、連続的に自動観測を行う



- 解析方法 : 静的干渉測位 , 1周波~2周波
- 計測間隔 : 標準で1時間 (30秒毎データを1時間分集約)
- 電源 : AC100V, ソーラー+バッテリー
- 通信 : ISDN, ADSL, 光回線, 携帯電話等

最新型

古野電気社製



- 1周波型受信機
- GNSS対応可能
- 基線長 1 k m程度まで
- 機能限定(変位測定用)
- 自立電源(ソーラー発電)対応
- 無線LAN通信標準装備
- 原則として購入形式

標準型

古野電気社製



- 1周波型受信機
- GPS受信のみ
- 基線長 1 k m程度まで
- 機能限定(変位測位用)
- ソーラー発電対応は高コスト
- 有線による通信が標準
- レンタル可能(500台程度保有)

高機能型

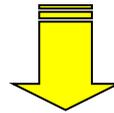
ライカジオシステムズ社製



- 2周波型受信機
- GNSS対応可能
- 数 k mの長基線解析可能
- 多機能(短周期解析等)
- ソーラー発電対応は高コスト
- 無線LAN対応は高コスト
- レンタル可能(200台程度保有)

GNSS計測では、衛星配置や上空視界、基線長（基準点と計測点間の距離）、気象条件、マルチパス（建物などの地物による反射波）等の様々な誤差要因のため計測値がバラつき、**最も高精度なスタティック測位法でもmm単位の変位判定は難しい。**

精度向上技術…



(1)トレンドモデルによる誤差処理

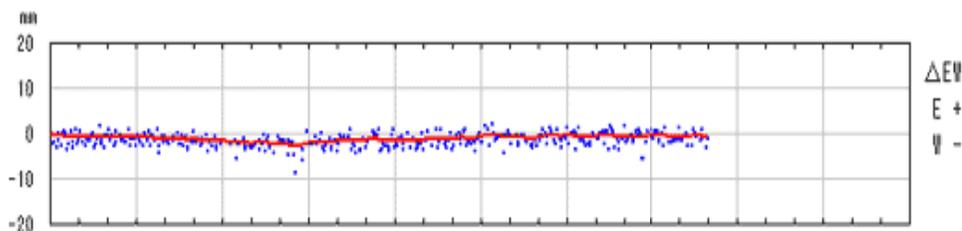
トレンドモデルによる時系列統計処理（誤差処理）を導入することで計測精度を向上させ概ね1~2mm程度の変位検出が可能となった

(2)対流圏補正

基準点と観測点の間の高低差がある程度大きい場合の大気中の影響を補正

トレンドモデルによる誤差処理

トレンドモデルと呼ばれる、確率構造を持った時系列解析モデルを用いて、ノイズを含む計測データから真の変位挙動を推定する



$$\Delta \kappa u_n = v_n \quad (\text{システム方程式}) \quad (1)$$

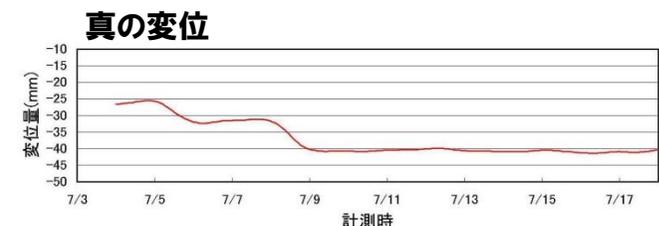
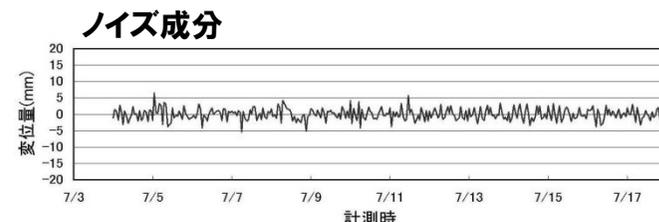
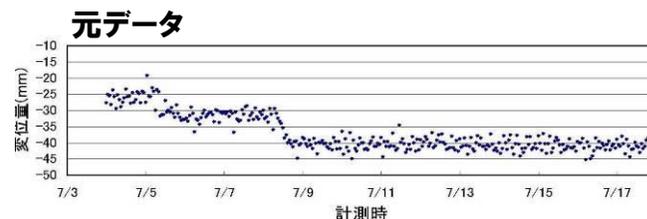
$$y_n = u_n + w_n \quad (\text{観測方程式}) \quad (2)$$

v_n : 平均値 0, 標準偏差 τ のシステムノイズ

w_n : 平均値 0, 標準偏差 σ の観測ノイズ

Δ : 時間差分演算子

κ : 回差分の次数



最大1~2mm程度の変位検出が可能

インターネットを利用した情報提供

GPS計測で斜面の安定性を評価するshamen-net.com(シャメンネットドットコム) - Microsoft Internet Explorer

ファイル(E) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

アドレス http://www.shamen-net.com/ 「shamen-net.com」にアクセス

shamen-net.com TOP サイトマップ

shamen-net.com | 商品ラインナップ | テストドライブ | 営業窓口のご案内 | ユーザーログイン | News | Q&A | リンク | 用語解説

GPS自動計測

地盤や構造物の変位を、GPS自動計測システムを用いて
三次元・mm単位で計測します。

性評価を行って、インターネット計測データを常に新しい手法での計測が可能です。月額観測する管理支援サービスで

ログイン

会員の方は下のボタンをクリックしてログイン!!

ログイン

shamen-netモバイル

インターネット

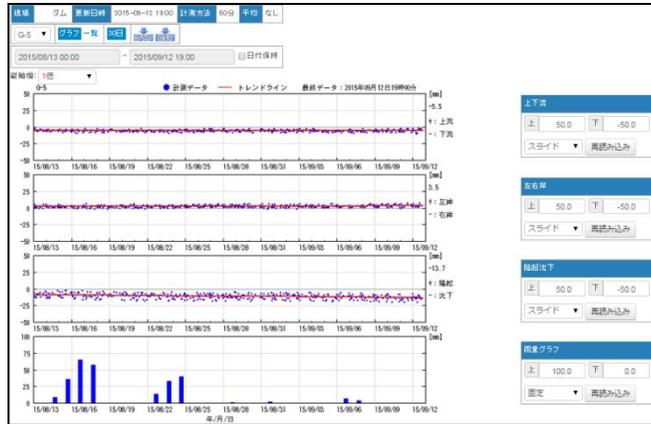
いつもご利用いただきありがとうございます。
IDとPASSWORDを入力して下さい。

現場ごとに設定された IDとPW を入力!!

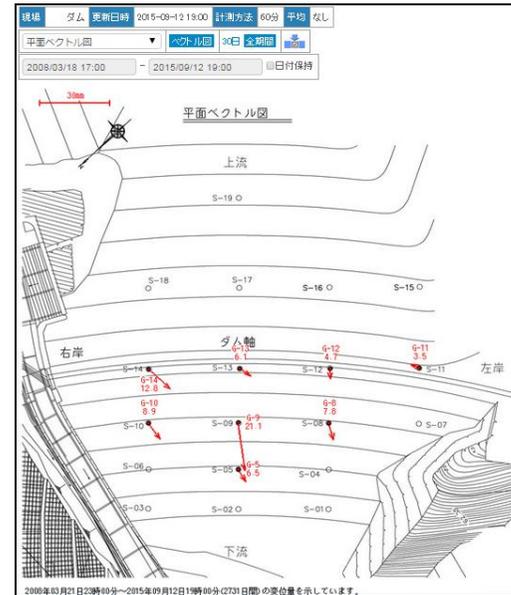
ID	× × × ×
PASSWORD	× × × × × ×
	ログイン
	TOPページ

インターネットを利用した情報提供

配信データの例



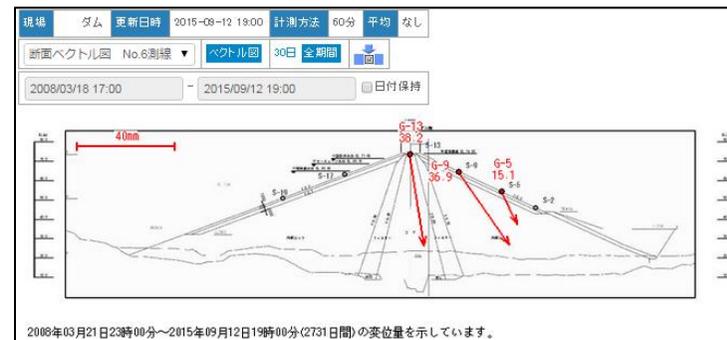
時系列グラフ



平面ベクトル図



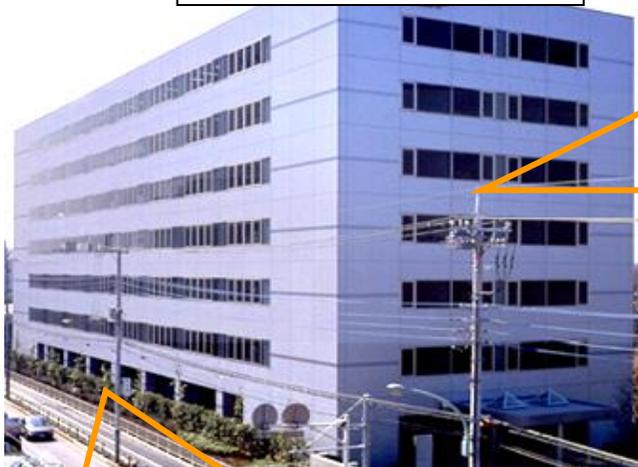
地震時変位速報



断面ベクトル図

監視センターの概要（1）

国際航業株式会社
東京事業所（府中市）



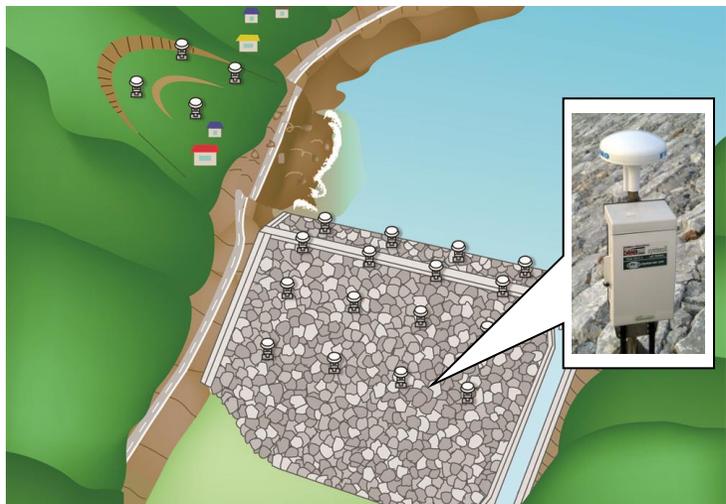
shamen-net 監視センター（24時間365日常駐管理）

監視センターの役割

自動データ解析（座標計算・トレンドモデル）
グラフ・計測データの作成・インターネット配信
変位監視
機器監視



監視センターの概要（2）



計測現場



監視センター



管理者



- 24時間365日有人監視
- 専任技術者による監視
- 各種緊急情報受信
- バックアップシステム完備

緊急時の情報伝達（地震発生時の例）

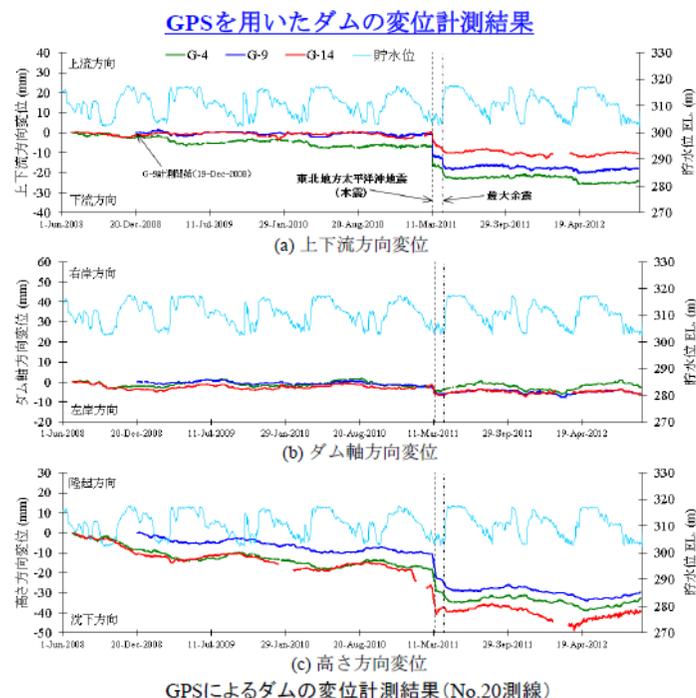
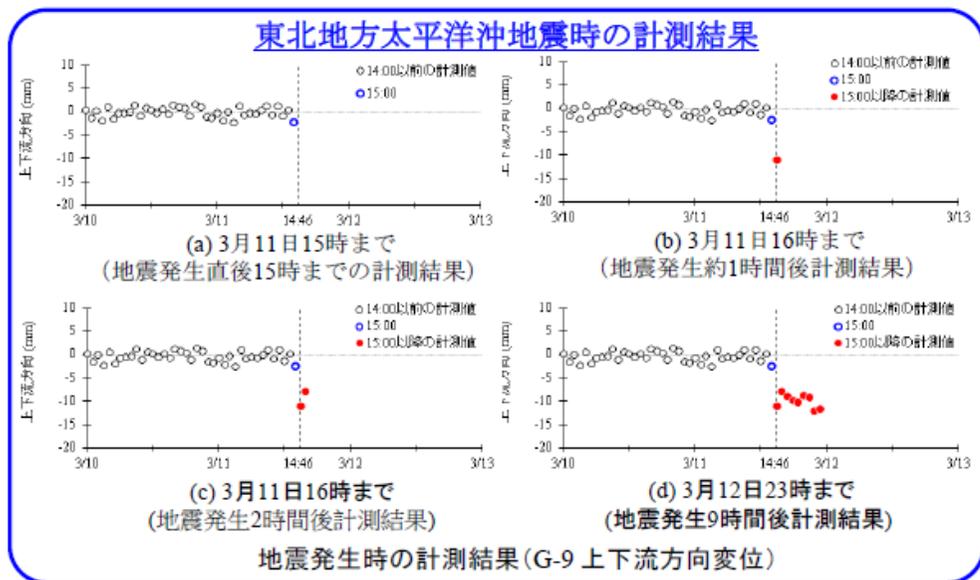
地震等緊急時の対応（ダムの場合）

最大地震動加速度が25gal以上、震度4以上で地震スクランブル体制に移行

- ① 地震発生前後の堤体変位の増分を計算・とりまとめ
- ② インターネットを介し関係各所で情報共有
- ③ 地震発生3時間後や24時間後に堤体変位の速報値・確定値を配信

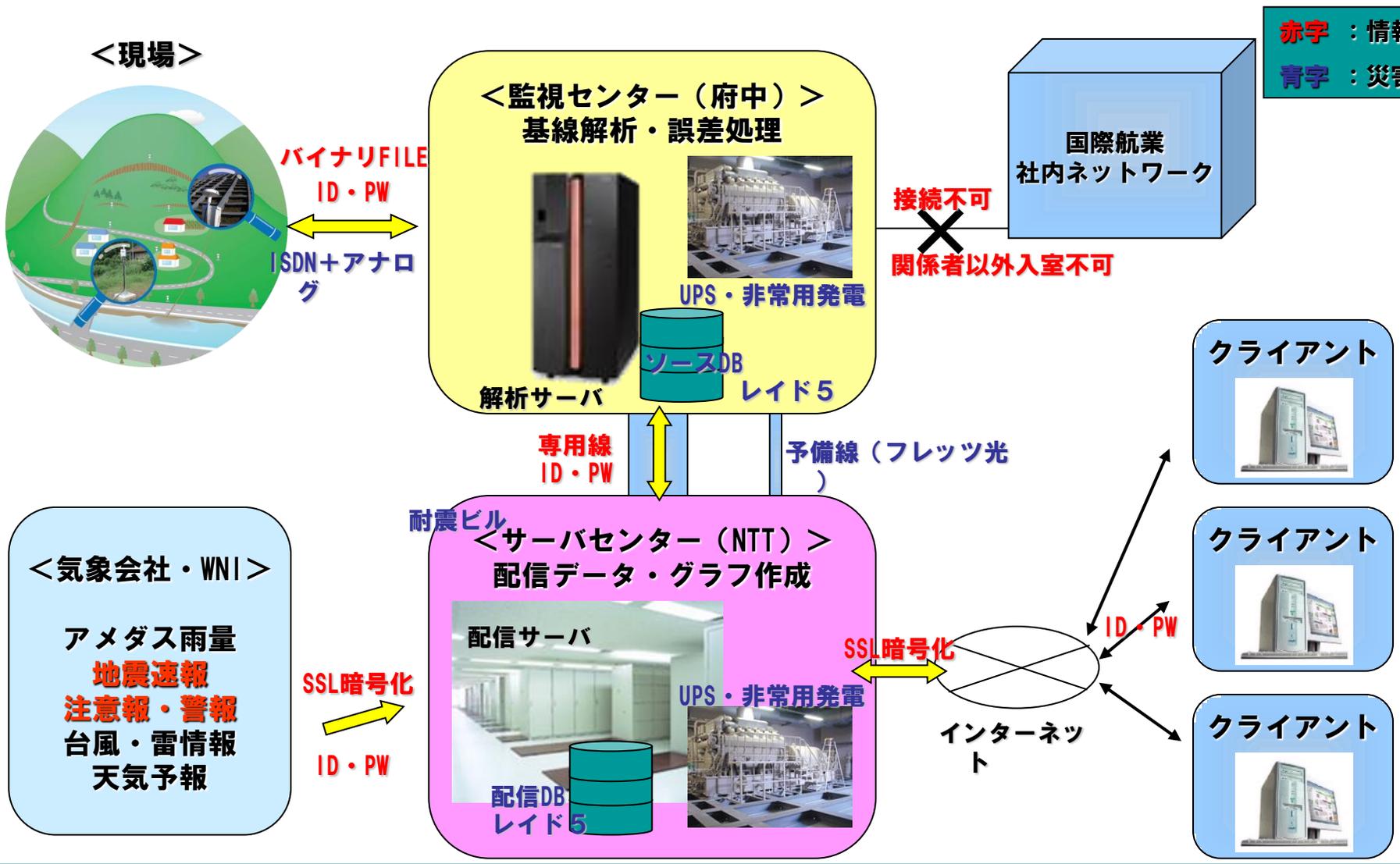
＜大規模地震発生時に計測されたダム堤体のGPS計測事例＞

※2014.11 建設技術フォーラム資料(土木研究所)より引用



情報セキュリティと災害リスク低減

赤字 : 情報セキュリティ
青字 : 災害リスク低減



◆特許

防災監視システム（特許第3745280号）

防災情報配信サーバ及びこのサーバとともに用いられる
防災配信システム（特許第3742346号）

◆技術基準・指針等

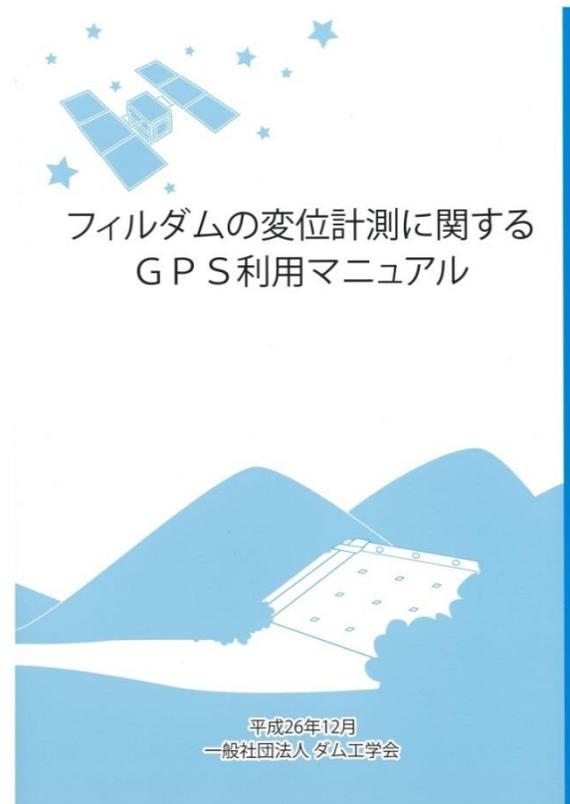
①国際岩の力学学会：GPSを用いた岩盤変位計測手法
（推奨法）

②国土交通省：国土交通省 河川砂防技術基準 調査編

③ダム工学会：フィルダムの変位計測に関するGPS利用
マニュアル

④地すべり対策技術協会：地すべり観測便覧

フィルダムにおけるGPS利用 マニュアル発刊（2014年）



ダム工学会のWEBサイトで購入可能