

国土交通省
新技術情報提供システム
NETIS
shamen-net
計測情報提供サービス
登録番号
KT-190078-A

高精度 GPS/GNSS を用いた計測情報提供サービス

GPS/GNSS Automated Displacement Measuring Service



shamen-net 研究会とは

衛星測位技術の革新的な進歩により、GPS/GNSSを用いた測位サービスは飛躍的に利便性の高いものとなり、私達の日常生活にも必要不可欠なものとなりました。特に、2010年以降整備の進められている「準天頂衛星(QZSS)」が2018年度に4機体制となり、我が国における衛星測位サービスはますます機能性を高め、さらなる利用シーンの拡大に大きな期待が寄せられています。

建設分野においては、国土交通省が「i-construction」という概念を提唱し、ICTの全面的活用による建設現場の生産性向上や、測量・調査・設計・施工・維持管理の合理化や高度化などを推進し、建設生産システム全体の底上げを図る取り組みが進められています。また、今後著しく老朽化が進行する社会インフラの維持管理を適切に実行し、インフラの長寿命化を実現することも大きな課題となっています。

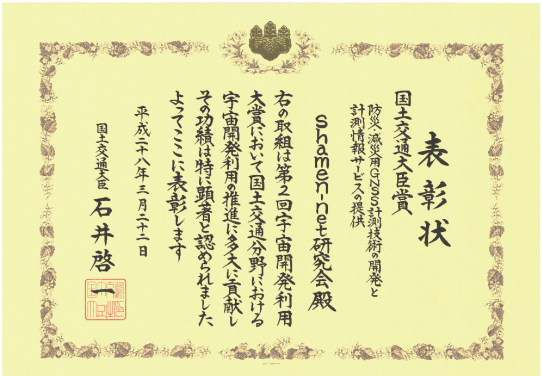
防災分野においては、近年の異常気象に伴う災害の頻発・激甚化への対応とともに、膨大な数の災害危険箇所を、限られた財源や管理体制のもとで効率的かつ適切に管理することが求められています。防災上問題のある重要点検箇所を長期間にわたってモニタリングし、その安全性を継続的に評価することによって、効果的な防災・減災体制を構築することが課題となっています。

本研究会は、このような各分野の重要課題に対応すべく、技術革新が著しいGPS/GNSS測位技術によって計測される変位データをもとに、高品質な計測情報をインターネットで配信する計測・監視サービス(shamen-netサービス)の技術的研鑽と普及活動を通じて、社会貢献することを目的に活動しております。

本研究会における取り組みは、国土交通分野における宇宙開発技術の利用推進に多大な貢献をしたとして、2016年3月に「第2回宇宙開発利用大賞・国土交通大臣賞」を受賞しました。本研究会が提供する計測・監視サービスが、建設事業や防災・減災に対して非常に有用であることに高い評価を頂いたわけですが、今後も常に最新の技術動向やニーズを取り入れ、さらなる社会的要請にこたえるべく、活動を推進してまいります。

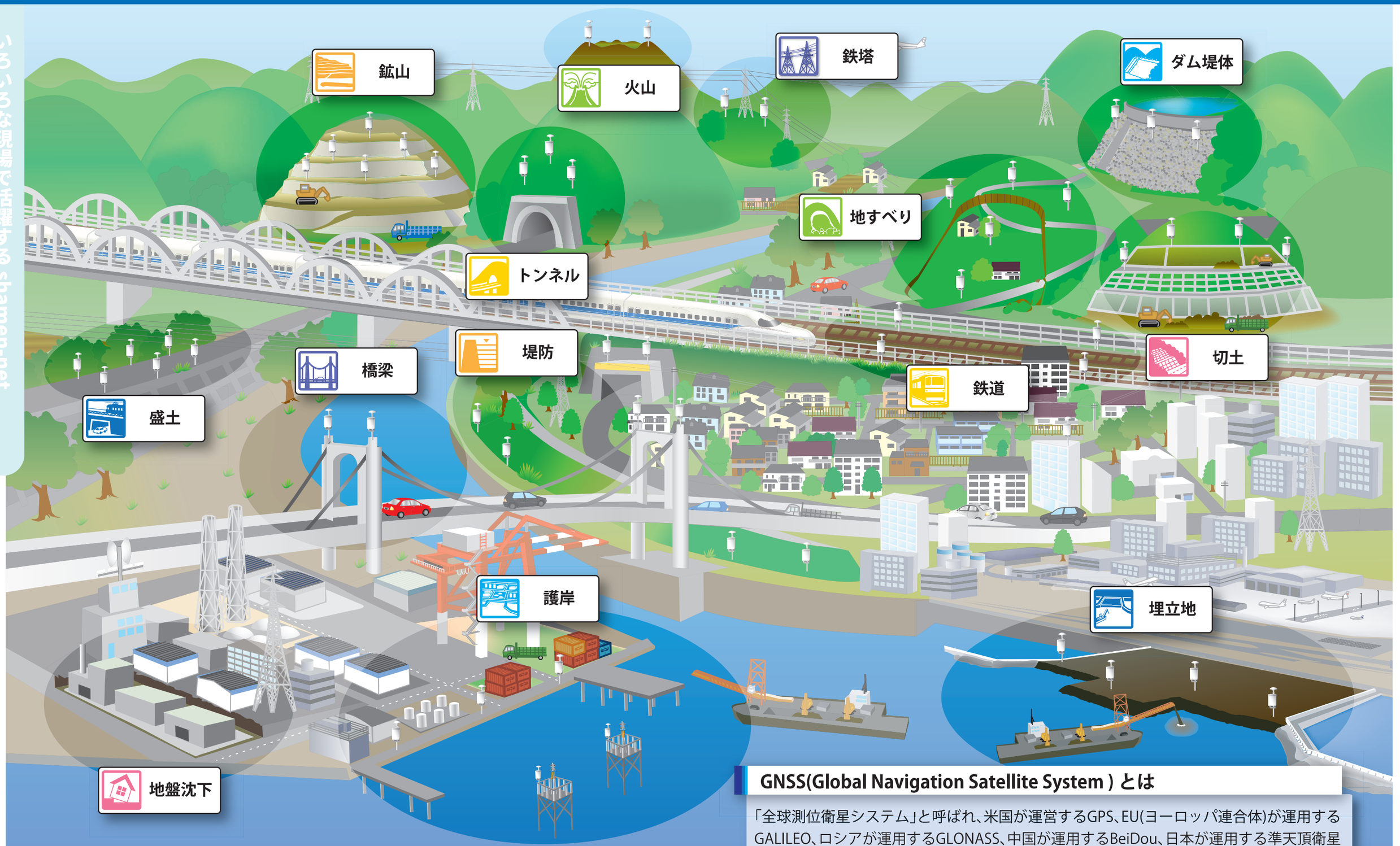






第 2 回宇宙開発利用大賞・国土交通大臣賞

いろいろな現場で活躍する shamen-net



GNSS(Global Navigation Satellite System) とは

「全球測位衛星システム」と呼ばれ、米国が運営するGPS、EU(ヨーロッパ連合体)が運用するGALILEO、ロシアが運用するGLONASS、中国が運用するBeiDou、日本が運用する準天頂衛星(QZSS)など、単独及び多国、多地域の衛星測位システムの総称である

shamen-net 計測情報提供サービスの特徴

shamen-netは、GPS/GNSS測位技術により、地すべり、道路斜面、ダム、橋梁等の変位を高精度に自動計測し、24時間365日運用の監視センターで変位挙動を常時監視するサービスです。

計測対象箇所にGPS/GNSS受信機を設置、計測データを監視センターに送信し、ほぼリアルタイムで三次元変位量を解析します。解析結果は、WEB上の専用サイトで閲覧できます。

計測値は、時系列統計処理（トレンドモデル）による誤差処理を実施し、最高で±1mmの精度で変位検出が可能です。監視センターでは、変位発生の有無や機器のヘルスチェックを常時行い、異常を検知次第、速やかに管理者へ通報します。

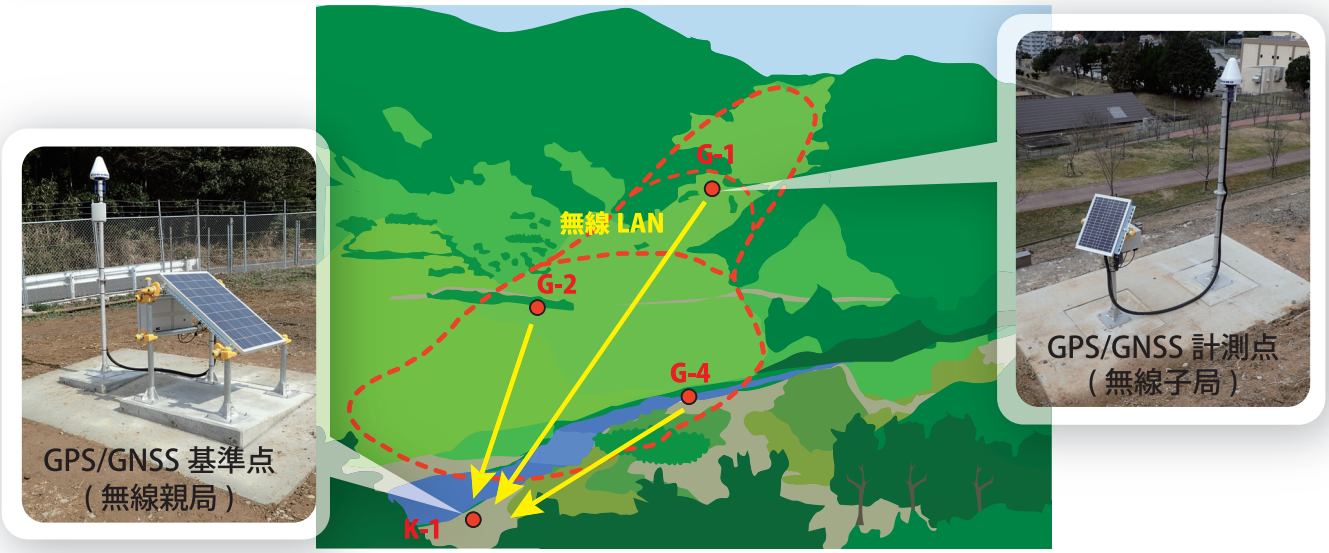
これまでに累計500現場以上の監視実績を有しており、近年多発する土砂災害での適用や、老朽化が著しい各種土木構造物などの維持管理において有効活用されています。



高精度な GPS/GNSS 計測	独自の誤差処理技術により mm 単位の高精度計測を実現
三次元変位計測	X,Y,Z の三次元変位計測により計測対象の挙動を詳細把握
天候によらない安定計測	豪雨・降雪・濃霧等の悪天候時でも安定した計測が可能
24 時間連続計測・監視	計測データを監視センターで 24 時間 365日連続監視します
インターネット配信	計測結果は専用WEB サイトで配信・関係者間の情報共有が可能

計測現場のシステム構成

地すべり計測の GPS/GNSS 機器配置事例

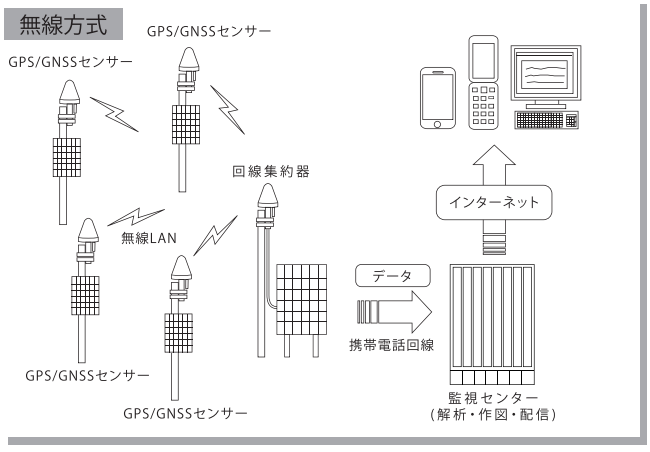


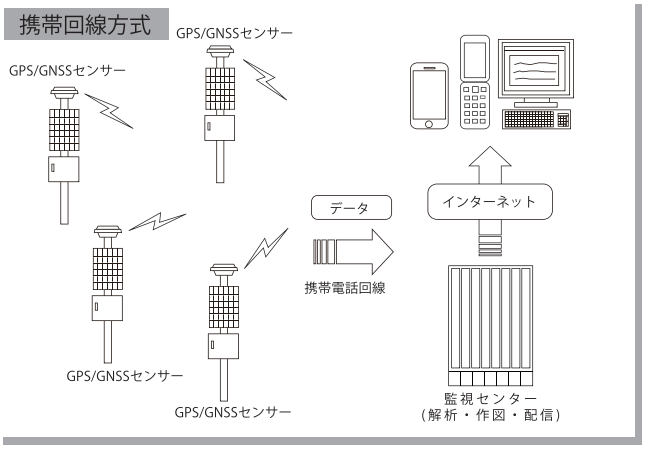
現場システムの構成

センサー間は無線 LAN でネットワーク接続（有線方式も可能）

監視センターへの通信回線（携帯電話回線等）を接続

計測対象、現地環境に応じて最適なシステム構成に対応可能



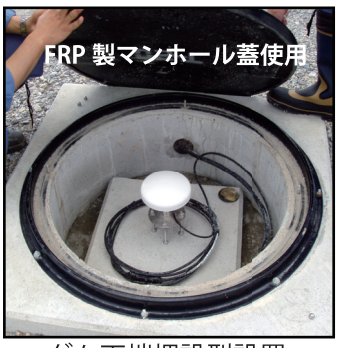


現場状況に応じた各種設置方法


コンクリート基礎＋支柱


A 型バリケード


単管を利用した簡易設置



ダム天端埋設型設置

最新の GPS/GNSS 機器

GPS/GNSS センサーは、近年特に活発な技術開発が進められており、従来と比較して機能性の向上や機器の低価格化が飛躍的に進んでいます。以下に shamen-net 研究会で実績のある最新型機器の一部を紹介します。

機器	マイクロテクノロジー	アカサカテック	ライカジオシステム
	MTRTK2	Eagle Eye	GR30
写真			
受信周波数帯	L1,L2	L1,L2	L1, L2, L5
受信衛星	GPS/QZSS/GLONASS /Galileo/BeiDou	GPS/GLONASS /Galileo/BeiDou	GPS/QZSS/GLONASS /Galileo/BeiDou
基線長	数10km以下	数10km以下	数10km以下
基線解析方法	RTK/スタティック	RTK/スタティック	スタティック キネマティック
計測頻度	RTK　1秒～ スタティック　1時間	RTK　15秒～ スタティック　1時間	20Hz～
配信頻度	RTK　5分～ スタティック　1時間	RTK　5分～ スタティック　1時間	スタティック　1時間 キネマティック　20Hz～
電源	DC5V （オプションAC100V）	DC12V （オプションAC100V）	AC100V/DC12V
ソーラーパネル	標準装備	標準装備	オプション
消費電力	標準駆動 1.61W（常時観測） 間欠駆動 0.17W（5分/時間のみ稼働）	0.72W （DC12V、平均消費電流60mA以下）	4.5W
センサ間通信	なし （機器毎に携帯回線にてデータ伝送）	なし （機器毎に携帯回線にてデータ伝送）	LAN
動作温度	-20～50℃	-15～50℃	-40～65℃
その他		加速度計による端末の転倒・傾きを検知可能	IP68 (防塵・防水)

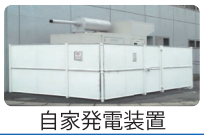
★その他、上記以外の GPS/GNSS 機器にも対応可能です。

shamen-net 監視センターの特徴

監視センターでは、いかなる状況下でも計測情報を確実に配信し、注意・警戒情報を速やかに伝達するための仕組みを整備しています。

shamen-net 監視センターの概要



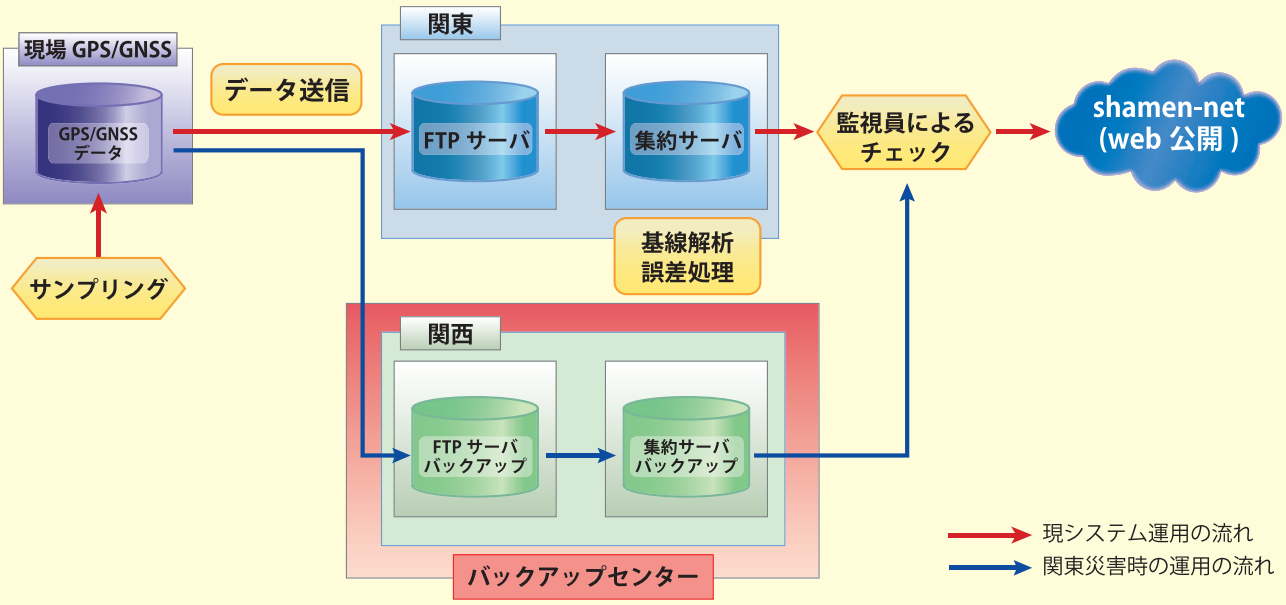


自家発電装置

専任技術者による 24 時間 365 日常駐監視体制



バックアップセンターによる二重化



shamen-net 監視センターの役割

- 基線解析、三次元変位量計算
- トレンドモデルによる誤差処理
- 専門技術者によるデータ品質管理
- 時系列グラフ・ベクトル図等の作成
- インターネット配信処理
- 変位量の監視及び判定、警報配信
- 現地計測機器ヘルスチェック
- システム全体のオンラインメンテナンス



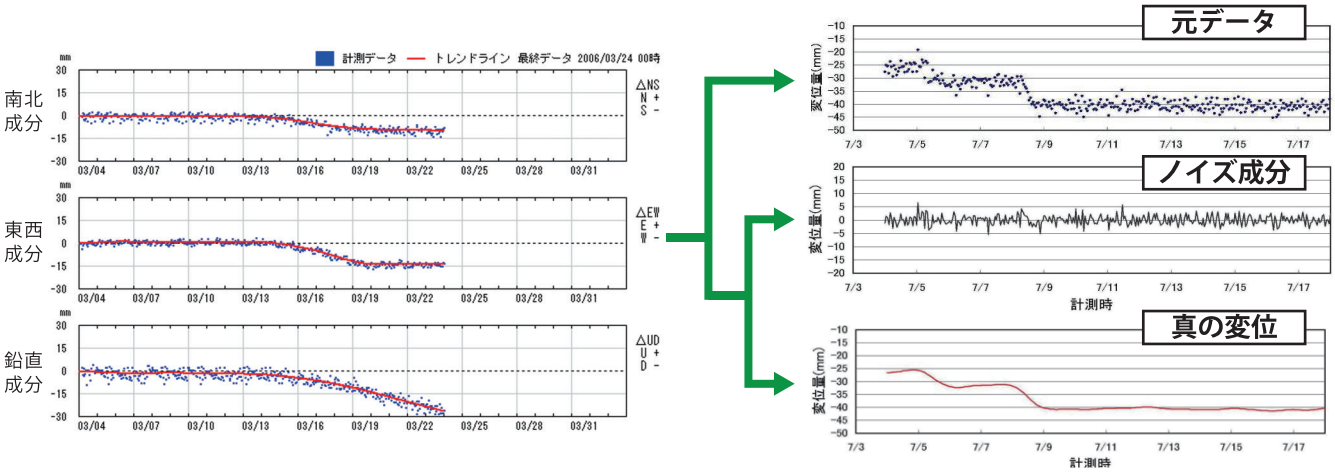
高精度を実現する誤差処理技術

トレンドモデル（時系列統計処理技術）

GPS/GNSS計測では、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のが一般的です。shamen-netでは、トレンドモデルを採用することで高精度な変位検出が可能となっています。

確率構造を持った時系列統計解析モデル「トレンドモデル」を採用

最高精度 ±1mm を実現

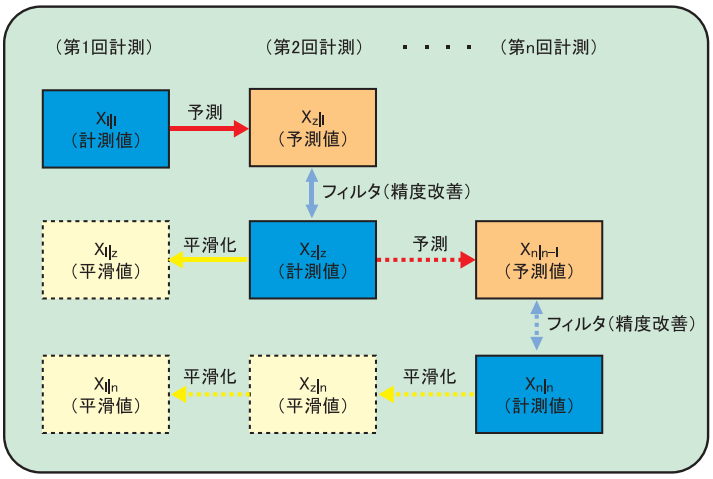


トレンドモデルの基本式とカルマンフィルターの概念図

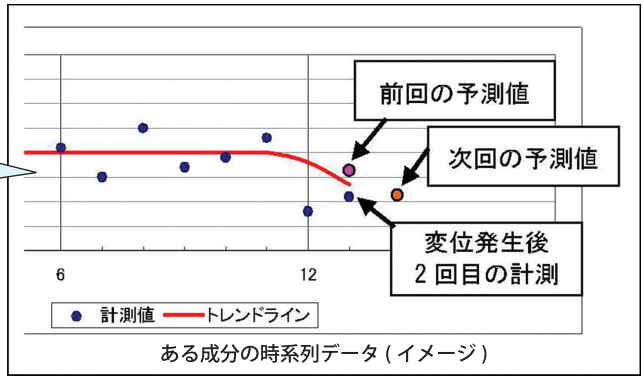
真の変位u_nをトレンド成分モデルと呼ばれるシステム方程式(k階の確率差分方程式)のパラメータとし、実際にGPS/GNSSによって計測される変位と関係づける観測方程式を作り、その連立方程式からカルマンフィルターと赤池情報量基準(AIC)を用いて真の変位u_nを推定する方法である。

$y_n = u_n + w_n$ （計測方程式）
$\triangle^k u_n = v_n$ （システム方程式）
→トレンド成分モデル

y_n：計測変位
u_n：真の変位
w_n：計測誤差
v_n：システムノイズ



時間変化の推定についてはカルマンフィルターを用いて観測値y_nに基づく状態u_nの推定と平滑化を行う。
また,システム方程式と観測方程式のフィッテングにはAICを用いている。

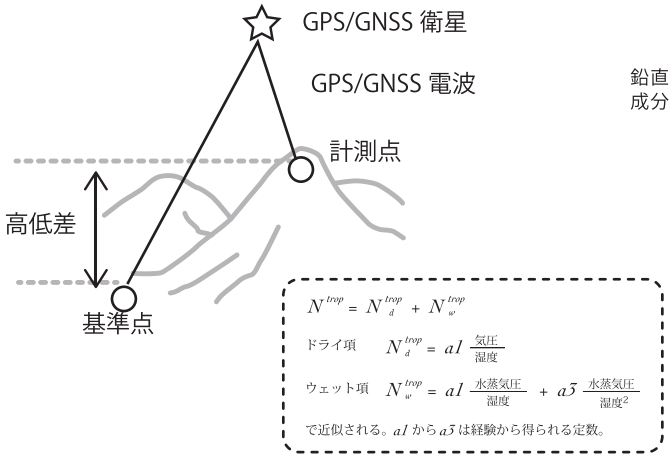


ある成分の時系列データ（イメージ）

高精度を実現する誤差処理技術

対流圏遅延補正

人工衛星の電波は、対流圏（高度0m～約11kmの大気の下層）を通ると屈折し、伝播速度が遅くなります。
基準点と計測点の高低差が数十mを超えると、伝播速度の遅延による差が無視できなくなり、誤差が大きくなるため、対流圏遅延補正を行う必要があります。
対流圏遅延は水平成分の座標についてはあまり影響を与えないものの、鉛直成分の計測値への影響については、無視できない誤差となることがあります。
右下の図は、鉛直成分の変位計測結果です。この上図(a)は対流圏遅延補正前の時系列グラフで、下図(b)は対流圏遅延補正後の時系列グラフです。図中の上図(a)の対流圏遅延補正前のグラフでは、夏期に隆起し冬期に沈下するような凹凸状の年周期の変動を示していますが、下図（b）の対流圏遅延補正後の結果ではこのような凹凸がほとんどなくなり、ほぼ一定の値であることが明瞭に読み取れるようになっています。

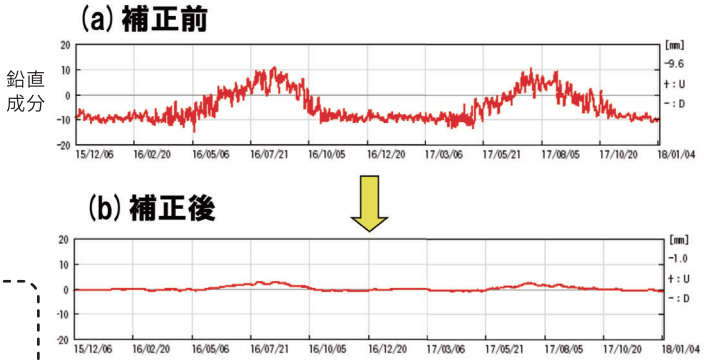


$$N^{trop} = N_d^{trop} + N_w^{trop}$$

ドライ項 $N_d^{trop} = a1 \frac{気圧}{湿度}$

ウェット項 $N_w^{trop} = a1 \frac{水蒸気圧}{湿度} + a3 \frac{水蒸気圧}{湿度^2}$

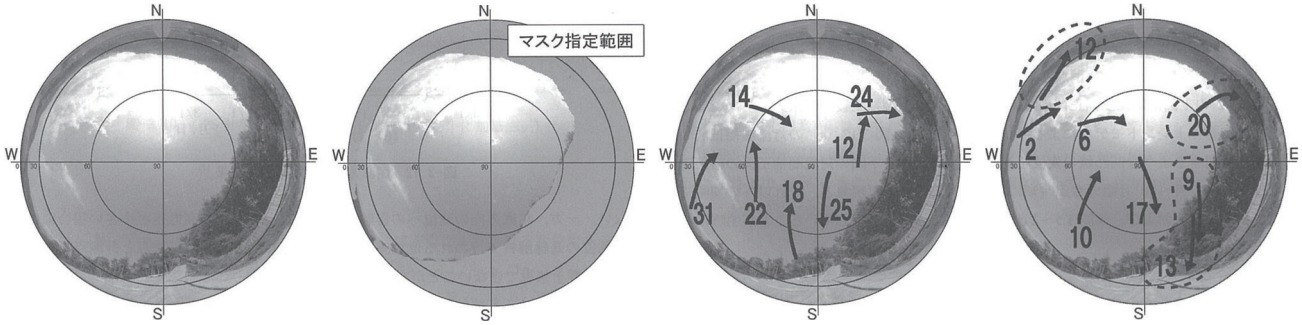
で近似される。$a1$ から $a3$ は経験から得られる定数。



対流圏補正の前には、GPS/GNSS 観測値のうち高さ方向で観測値のユレが見られるが、補正後はユレが殆ど除去されている

マスク処理

人工衛星とGPS/GNSSアンテナとの間に樹木などの障害物があると、受信電波に乱れが生じ、計測精度が悪化することがあります。対策としては、障害物の存在する環境下での計測を避けるために上空視界が良好な位置を選んで計測する、あるいは、伐採等により障害物を排除することが推奨されますが、用地上の制約などから必ずしもそのような対策が取れるとは限りません。ただし、衛星から上空障害物の隙間を経由して受信した電波を用いずに基線解析を実施する「マスク処理」を適用することである程度の精度改善が期待できます。
下図(a)は北西向き切土斜面に設置したアンテナ上空の写真です。下図(c)に正常な計測値が得られた時間帯の人工衛星の軌跡を、下図(d)に計測値が大きく乱れた時間帯の人工衛星の軌跡を示します。(c)の正常値が得られる時間帯では人工衛星も開けた上空に位置するのに対し、(d)の計測値が大きく乱れる時間帯では、人工衛星（9, 12, 13, 20）が樹木の背後に隠れているために電波の伝播遅延が生じ、計測値が大きく乱れたと推察されます。
マスク処理では、樹木の背後に隠れた人工衛星からの電波を基線解析に用いないよう、(b)に示す障害物の範囲にマスク領域を設定して基線解析を行います。

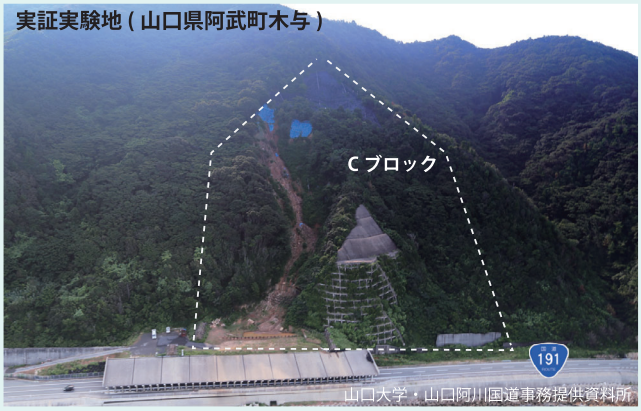


a) 上空写真　b) マスクの設定　c) 正常な計測値が得られる時間帯の人工衛星の軌跡　d) 計測値が大きく乱れる時間帯の人工衛星の軌跡

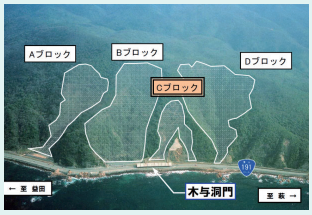
計測点上空写真とマスクの設定および GPS/GNSS 衛星の軌跡

精度検証事例

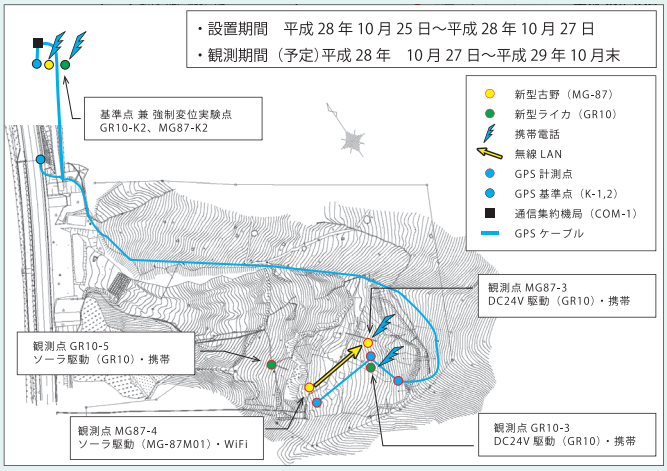
shamen-net 研究会では、GPS/GNSS 機器の正確性（計測精度）を検証するため、以下のフィールドにおいて実証実験を実施しました。



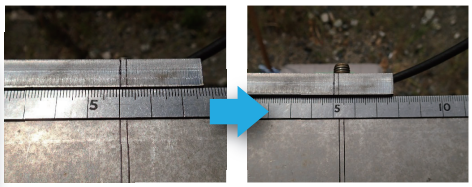




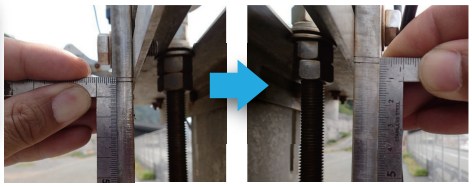
Cブロックは現在最も不安定な状況にあり、豪雨時の下部ブロックでの崩壊、それに誘発される上部ブロックの変動が懸念されている







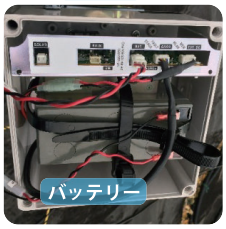
強制変位状況（水平方向 2mm）

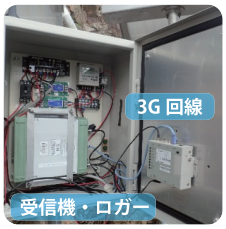


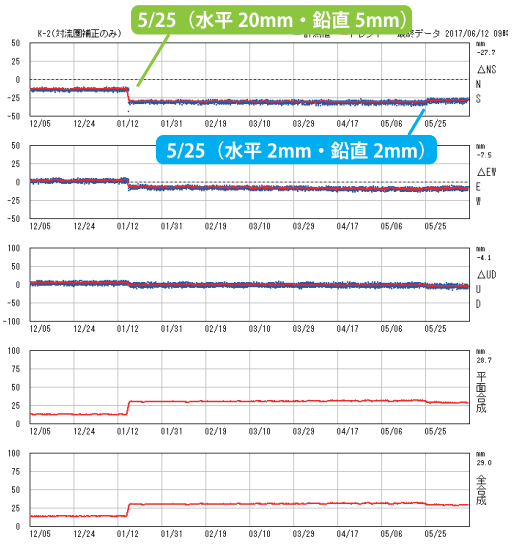
強制変位状況（鉛直方向 2mm）

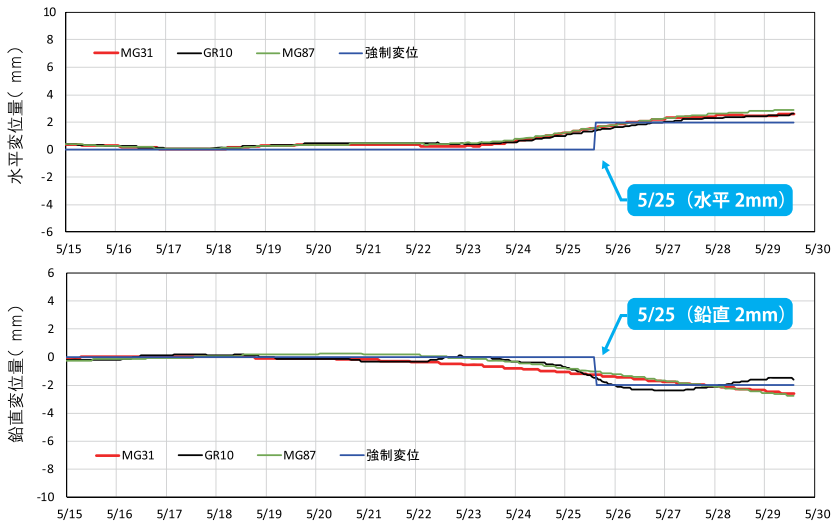










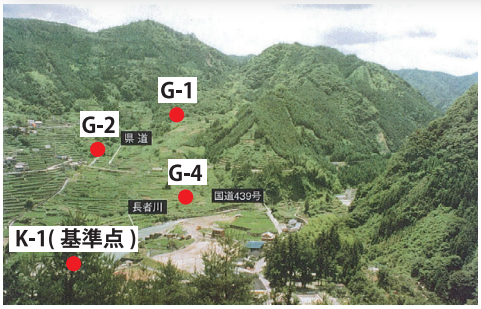


従来型・新型機器のいずれも 2mm の水平・鉛直変位が検出可能

他の計測手法との精度比較

孔内傾斜計・伸縮計との比較

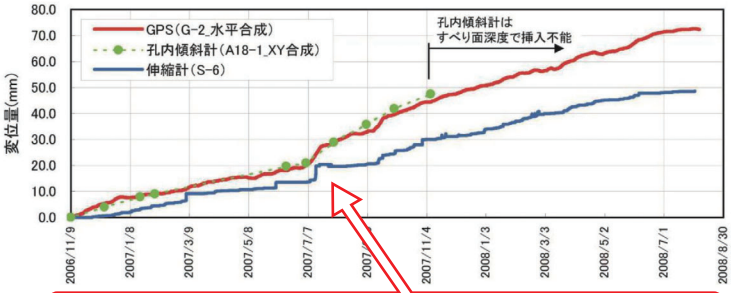
長者地すべりにおける GPS 計測結果と孔内傾斜計・伸縮計との比較



長者地すべり



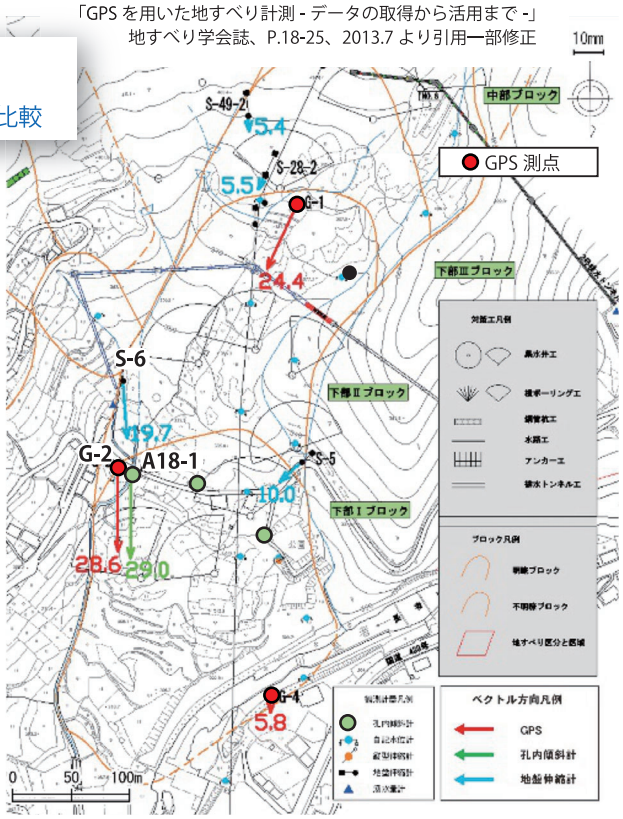
GPS センサー (G-2)



各機器と変位量およびタイミングが同傾向

※伸縮計は設置位置が若干異なるため変位量に差異あり

「GPS を用いた地すべり計測 - データの取得から活用まで -」
地すべり学会誌、P.18-25、2013.7 より引用一部修正



平面ベクトル図

(2006 年 11 月 1 日～ 2007 年 8 月 2 日の期間)

- ▶ 伸縮計は 1 次元、孔内傾斜計は 2 次元であるのに対し、GPS/GNSS は 3 次元であり、優位性が高い
- ▶ GPS/GNSS は、移動土塊境界やすべり面深度などの設置箇所選定の制約が少なく、優位性が高い

光波・水準測量との比較

大保脇ダムにおける GPS 計測結果と光波・水準測量結果との比較



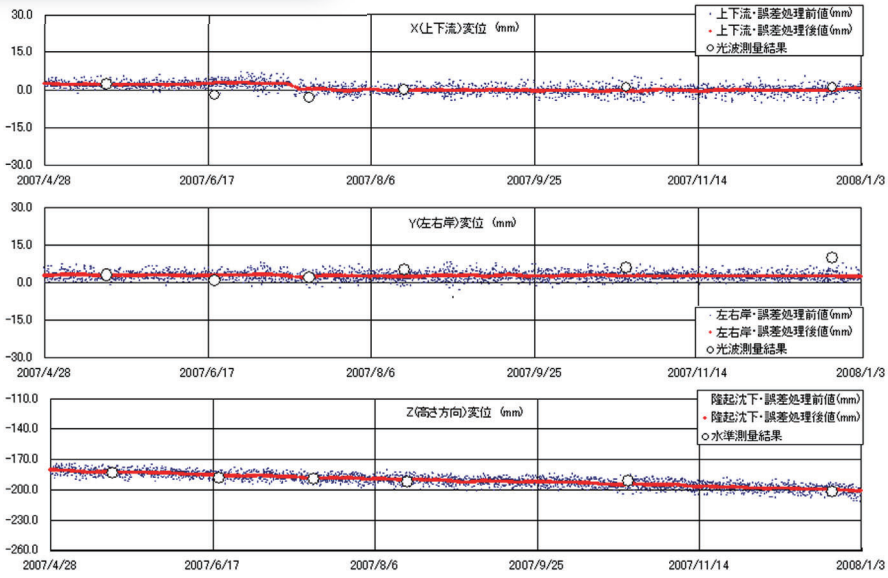
GPS センサー (堤体)



GPS センサー (天端)



大保脇ダム



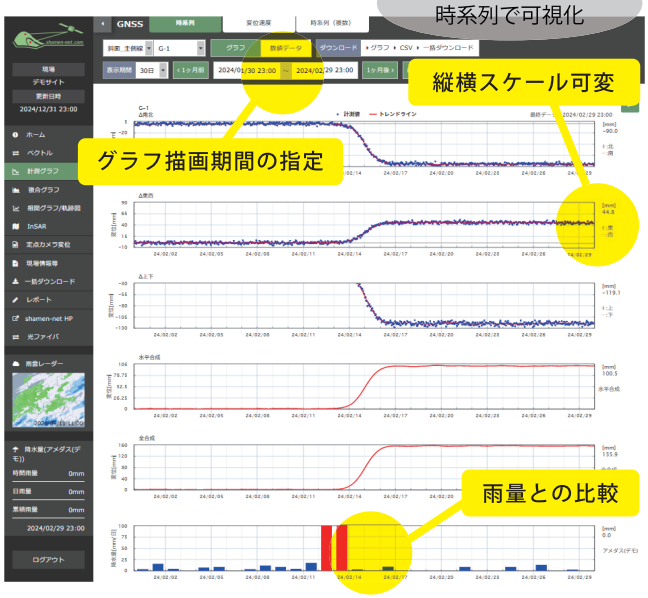
光波・水準測量とほぼ同精度を確保

「フィルダム安全管理の高度化を目的とした堤体外部変形計測への GPS 全面導入に関する取組み」
ダム技術 ,No.264,2008.9 より引用

インターネットによる情報提供サービスの内容

計測結果はインターネットで配信されるため、関係者間の計測情報共有がリアルタイムで可能となり、迅速な意思決定が実現できます。またクラウド型サービスのため、サーバ等のハードウェア・専用アプリケーションソフトの導入が不要です。

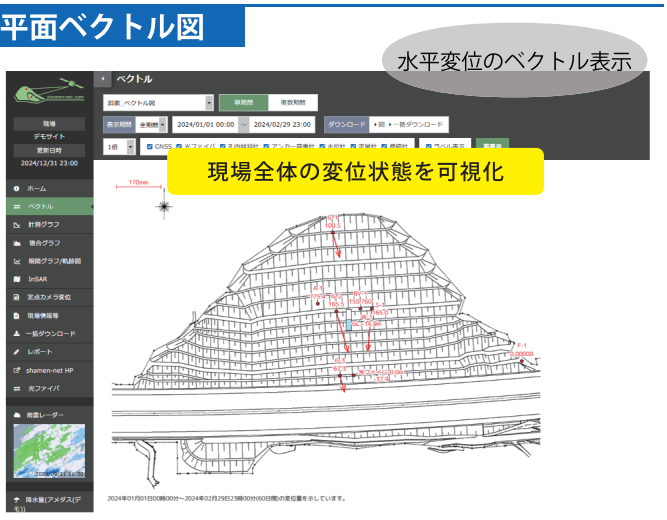
時系列変位グラフ



計測値一覧表



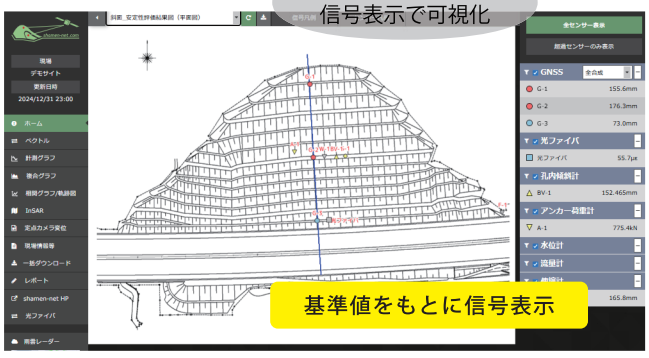
平面ベクトル図



断面ベクトル図



安定性評価図



現場情報



計測値および各種グラフはダウンロード可能
上記以外にも、変位速度、他計器（傾斜計・荷重計・水位計・拡散レーザー変位計等）も表示可能

shamen-net 適用事例

地すべりや斜面災害の動態観測をはじめ、のり面やダムのような大規模構造物の挙動計測など、
様々な計測対象への適用が拡大しています。

地すべり・斜面災害



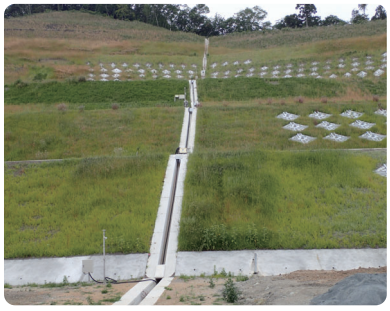


地すべりの変位傾向を
三次元で連続的に計測

↓

地すべり機構の解明、
対策工検討、保全対象への
被害軽減に貢献

道路のり面





道路のり面の安定性を
常時把握
降雨・地震時の変位検出

↓

規制・通行止め等の判断や
通行車両の安全確保に貢献

ダム堤体





ダム堤体の変位傾向を
三次元で連続的に計測
地震時の迅速な変位検出

↓

ダム管理の高度化・合理化
ダム堤体の健全性確認

土木工事





施工影響範囲の変位計測
工事進捗に対応した変位計測

↓

現場安全管理の高度化
情報化施工による施工合理化

積雪地計測





冬季積雪地域での計測も対応

↓

現地確認が困難な現場でも
遠隔地から安定性把握が可能

shamen-net 研究会会員名簿

■ 正会員 (五十音順)

株式会社エイト日本技術開発	〒164-8601 東京都中野区中野 2-24-11	03-5341-5152
株式会社エーティック	〒063-0801 北海道札幌市西区二十四軒 1 条 5-6-1	011-644-2845
株式会社エオネックス	〒920-0209 石川県金沢市東蚊爪町 1-19-4	076-238-1181
応用地質株式会社	〒331-8688 埼玉県さいたま市北区土呂町 2-61-5	048-652-4956
奥山ボーリング株式会社	〒013-0046 秋田県横手市神明町 10-39	0182-32-3475
川崎地質株式会社	〒108-8337 東京都港区三田 2-11-15	03-5445-2082
基礎地盤コンサルタンツ株式会社	〒136-8577 東京都江東区亀戸 1-5-7 JRWD 錦糸町タワー 12F	03-6861-8800
株式会社キタック	〒950-0965 新潟県新潟市中央区新光町 10-2	025-281-1111
興亜開発株式会社	〒135-0007 東京都江東区新大橋 1-8-2 新大橋リバーサイドビル 101　4F	03-3633-7351
国際航業株式会社	〒183-0057 東京都府中市晴見町 2-24-1	042-307-7210
国土防災技術株式会社	〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-18-5	03-3436-3673
中央開発株式会社	〒169-8612 東京都新宿区西早稲田 3-13-5	03-3208-5252
株式会社長大	〒103-0014 東京都中央区日本橋蛎殻町 1-20-4	03-3639-3301
トキワコンサルタント株式会社	〒759-0132 山口県宇部市大字山中 700-10	0836-62-5300
西日本高速道路エンジニアリング中国株式会社	〒733-0037 広島県広島市西区西観音町 2-1	082-532-1411
日本工営株式会社	〒102-8539 東京都千代田区麹町 5-4	03-3238-8000
明治コンサルタント株式会社	〒101-0054 東京都千代田区神田錦町 1-1	03-4586-2500

■ 賛助会員 (五十音順)

坂田電機株式会社	〒202-0022 東京都西東京市柳沢 2-17-20	042-464-3711
株式会社相建エンジニアリング	〒553-0003 大阪府大阪市福島区福島 5-16-15 福島宮脇ビル 4-C	06-6455-8711
株式会社測商技研北陸	〒920-0058 石川県金沢市示野中町 2-85	076-232-3900
株式会社地域地盤環境研究所	〒540-0008 大阪府大阪市中央区大手前 2-1-2 國民會館・大阪城ビル 4F	06-6943-9705
株式会社東横エルメス	〒243-0401 神奈川県海老名市東柏ヶ谷 5-15-18	046-233-7744

■ 技術顧問 (五十音順)

名誉会長	大島　洋志	国際航業株式会社　最高技術顧問
技術顧問	石川　彰	興亜開発株式会社　相談役
技術顧問	大谷　政敬	大谷技術士事務所　所長
技術顧問	奥園　誠之	財団法人高速道路調査会　シニアフェロー
技術顧問	小林　精二	基礎地盤コンサルタンツ株式会社　元社長
技術顧問	小俣　新重郎	日本工営株式会社　元顧問・技師長
技術顧問	櫻井　春輔	神戸大学　名誉教授
技術顧問	清水　則一	山口大学　名誉教授
技術顧問	福井　謙三	基礎地盤コンサルタンツ株式会社　社友
技術顧問	山崎　孝成	国土防災技術株式会社　元技術顧問

shamen-net 研究会　役員・委員会名簿

■ 理事・監事

会長	国際航業株式会社	担当部長	武石　朗
理事	基礎地盤コンサルタンツ株式会社	執行役員	尾高　潤一郎
理事	興亜開発株式会社	東日本担当取締役	中村　通
理事	国際航業株式会社	担当部長	及川　典生
理事	国土防災技術株式会社	常任顧問	榎田　充哉
理事	西日本高速道路エンジニアリング中国株式会社	技師長	下野　宗彦
理事	トキワコンサルタント株式会社	代表取締役	鶴田　泰徳
理事	日本工営株式会社	部長	杉崎　友是
理事	明治コンサルタント株式会社	部長	滝口　潤
監事	株式会社キタック	部長	遠藤　雄治

■ 技術委員会

委員長	国際航業株式会社	本間　信一
委員	応用地質株式会社	瀬戸　秀治
委員	奥山ボーリング株式会社	鈴木　聡
委員	川崎地質株式会社	佐藤　直
委員	基礎地盤コンサルタンツ株式会社	佐々木　勝
委員	国土防災技術株式会社	土佐　信一
委員	株式会社相建エンジニアリング	執行　晃
委員	西日本高速道路エンジニアリング中国株式会社	金子　雅博
委員	日本工営株式会社	小林　基比古
委員	明治コンサルタント株式会社	渡邊　信一

■ 広報委員会

委員長	国際航業株式会社	飯島　功一郎
委員	株式会社エイト日本技術開発	藤原　康正
委員	株式会社エーティック	釣賀　雅人
委員	株式会社エオネックス	南沢　正幸
委員	株式会社キタック	仙葉　正浩
委員	株式会社測商技研北陸	舘中　敬介
委員	中央開発株式会社	伊藤　太久
委員	株式会社長大	野本　淳也
委員	トキワコンサルタント株式会社	中野　太郎
委員	西日本高速道路エンジニアリング中国株式会社	有本　行秀

■ 事務局

事務局長	国際航業株式会社	佐藤　渉
事務局	国際航業株式会社	江川　真史

shamen-net 研究会の現場実績

2025 年度現場実績

	国の機関・特殊法人	地方自治体	高速道路会社	鉄道会社	電力会社	その他	合計
斜面災害関連	18	6	37	6	1	8	76
地盤関連	3	1	2	1	0	1	8
ダム・河川関連	24	2	0	0	4	0	30
トンネル関連	1	1	1	5	0	0	8
構造物関連	1	3	0	0	0	0	4
その他	1	0	0	1	0	1	3
合計	48	13	40	13	5	10	129

累計現場実績

	国の機関・特殊法人	地方自治体	高速道路会社	鉄道会社	電力会社	その他	合計
斜面災害関連	80	26	159	9	6	12	292
地盤関連	12	4	8	3	0	4	31
ダム・河川関連	46	7	0	1	14	0	68
トンネル関連	28	19	23	7	1	1	79
構造物関連	21	16	1	4	3	6	51
その他	2	1	0	2	1	3	9
合計	189	73	191	26	25	26	530

shamen-net 研究会受賞実績・各種技術基準などへの掲載

各種受賞実績

2006 年　ダム工学会技術開発賞
「GPS を用いたフィルダムの安全管理のための外部変形計測システム」, 内閣府沖縄総合事務局・土木研究所・国際航業株式会社

2008 年　岩の力学連合会技術賞
「地すべり斜面直下のトンネルの情報化施工 - GPS 変位計測システムの活用と切羽補強および早期断面閉合による変位制御法 - 」,
中日本高速道路株式会社・清水建設株式会社・国際航業株式会社・山口大学

2013 年　ダム工学会論文賞
「フィルダム外部変形計測への GPS 自動変位計測システムの適用に関する研究」,
土木研究所・国際航業株式会社・古野電気株式会社・山口大学

2016 年　第 2 回宇宙開発利用大賞国土交通大臣賞
「防災・減災用 GNSS 計測技術の開発と計測情報サービスの提供」, 山口大学・shamen-net 研究会

2016 年　ダム工学会論文賞
「GPS を用いたロックフィルダム堤体の地震時変位挙動計測」, 土木研究所・ダム技術センター・山口大学

2017 年　ジャパン・レジリエンス・アワード（強靭化大賞）優秀賞
「地盤や老朽化インフラの変状を監視し、安全・安心に貢献する GNSS 自動変位計測システム」, 古野電気株式会社

2017 年　防災功労者内閣総理大臣表彰「防災体制の整備」, 山口大学清水則一教授

2021 年　土木学会土木情報学論文賞・システム開発賞
「RTK-GNSS による地盤変位計測の高速道路法面への適用性に関する検証」, 株式会社高速道路総合技術研究所・国際航業株式会社

2022 年　ダム工学会論文賞
「ロックフィルダムの安全管理を目的とした GPS 変位計測の利用と堤体変形特性の評価」,
山口大学・国土技術政策総合研究所・ダム技術センター

各種発表論文・専門誌等掲載記事・出版図書

日本地すべり学会　「GPS による地すべり地表面計測の実用性検証①」, 第 46 回日本地すべり学会研究発表会 ,2007.8

日本地すべり学会　「GPS による地すべり地表面計測の実用性検証②」, 第 47 回日本地すべり学会研究発表会 ,2008.8

日本地すべり学会　「GPS による地すべり地表面計測の実用性検証③」, 第 48 回日本地すべり学会研究発表会 ,2009.8

日本地すべり学会　「GPS による地すべり地表面計測の実用性検証④ ー 大規模地すべりでの長期計測 ー」,
第 49 回日本地すべり学会研究発表会 ,2010.7

日本地すべり学会　「GPS を用いた地すべり計測　- データの取得から活用まで -」, 地すべり学会誌 , 2013.7

国際岩の力学会　「Case Studies on Landslide Monitoring Using the GPS Displacement Monitoring System」,
8th Asian Rock Mechanics Symposium,2014.10

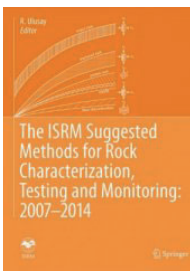
日本地すべり学会　「新型 GNSS センサーの性能評価・計測精度検証」, 第 56 回日本地すべり学会研究発表会 ,2017.8

shamen-net 研究会　「[新] 知っておきたい GPS/GNSS のはなし」,2019.5



各種技術基準・マニュアル等への掲載

1）国際岩の力学会 (ISRM)：GPS を用いた岩盤変位計測手法（推奨法）
2）斜面防災対策技術協会：いつでも、どこでもすぐに役立つ地すべり観測便覧
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）斜面防災対策技術協会：斜面対策工維持管理実施要領 − 点検・詳細調査編 −
5）国土交通省：国土交通省河川砂防技術基準調査編
6）国土交通省：ダム総合点検実施要領・同解説

1)


2)


3)


4)


5)


6)




shamen-net 研究会

www.shamen-net.org

お問い合わせ

shamen-net 研究会　第 22 版　2026 年 10 月
事務局：国際航業株式会社
〒183-0057　東京都府中市晴見町 2-24-1
TEL:042-307-7210　FAX:042-330-1034