

衛星SARによる道路変状のモニタリング

基礎地盤コンサルタンツ株式会社

技術本部 物理探査部

吉川 猛

本日のサブタイトル

素人がSARscapeを手に入れたら

こんな事ができるようになった！

本日の内容

1. 基礎地盤コンサルタンツの紹介
2. きっかけと取り組み
3. 解析事例紹介
4. SARscapeの便利機能

基礎地盤コンサルタンツの紹介

- 昭和28年創業（今年で創立65年）
- 特に地盤分野に強い老舗建設コンサルタント
- 親会社である(株)長大と長大グループを形成

地盤に強い総合コンサルタント

インフラ 維持管理	防災・減災	海外展開	エネルギー
社会インフラの 整備・更新、維持管理	国土強靱化に対応した 防災・減災	東南アジアを中心とした 海外展開	新分野ビジネス エネルギー・環境・情報

基礎地盤コンサルタンツの紹介

長大橋の地盤調査は経験豊富
若戸大橋大橋はその走り



第二関門橋



室蘭にかかる美しい橋
北海道も海上調査が得意



明石大橋



基礎地盤コンサルタンツの紹介

羽田空港



羽田の拡張プロジェクトの調査はサウンディングが活躍した

岡山空港



山の中腹に作った空港初期からの地質調査に関与

神戸空港



つい最近まで係わっている空港埋立に伴う地盤の問題解決は得意技

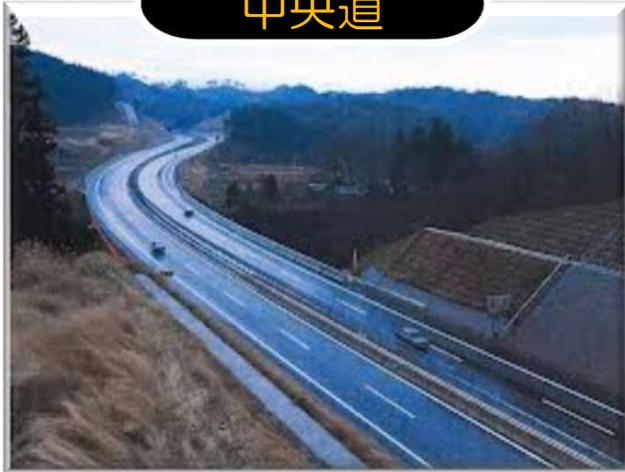
関西新空港



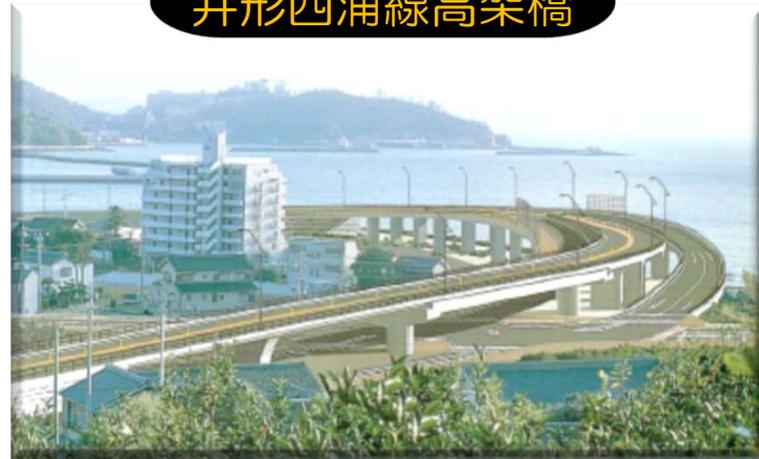
深い洪積粘土の圧密沈下が話題に調査と計測を担当

基礎地盤コンサルタンツの紹介

中央道

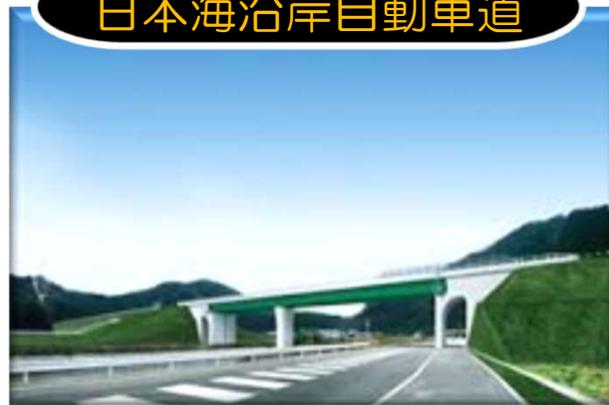


井形西浦線高架橋



完成後の長大のり面の管理で貢献

日本海沿岸自動車道



パース作成による完成予想図

20年近く前から調査、施工管理に関与

基礎地盤コンサルタンツの紹介

砂防ダム

砂防施設の設計、広島水害で今後増えそう 老朽化点検もある



のり面対策



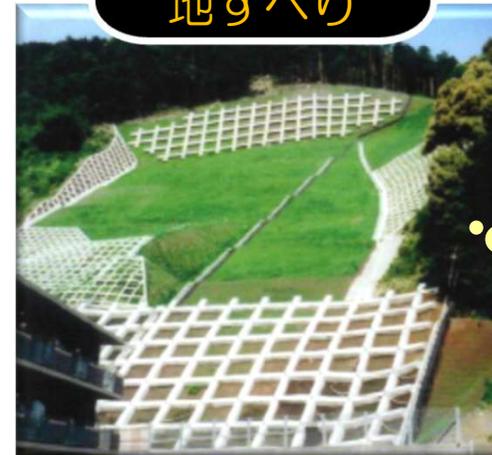
フリーフレームによるのり面対策設計

液状化

国内で液状化検討を最初に行ったのは当社 写真はポートアイランド



地すべり



地すべりの観測・機構解析
・対策設計をした例

基礎地盤コンサルタンツの紹介

Singapore MRT



第一期工事の
コンサル業務
本邦コンサル
で初

Padoma Port



世界トップク
ラスの港湾
海上ボーリン
グ

Changi Air Port



世界一のハブ
空港を目指す
チャンギ、次
の拡張も

Marina Bay Sands



あのベイサン
ズは当社が地
盤調査

基礎地盤コンサルタンツの紹介

建設通信新聞
2014.5.23

基礎地盤コンサルタンツは、シンガポール政府から大規模案件の広域地質構造調査を、1110万シンガポールド(約8億9000万円)で受注した。同社は価格が2番目だったが、技術面が評価されて受注につながった。同社の2015年3月期の海外売上高は、現地法人を除く単体ベースで13億5000万円を計画、前年度と比べると3000万円増だが、5年前とでは2・5倍に急増している。

シンガポールは国土が狭いため、地下を有効利用する開発が活発化している。今回の調査は、石油貯蔵や科学研究施設などのインフラを地下に設置するために、全土の3次元地質図を作成することが目的だ。国土を10〜20地区に分割して調査する計画。同社は

基礎地盤コンサル
約9億で調査受注
シンガポール政府発注



1期となるA、C両地区を1200万シンガポールドで受注、工期は12年3月から14年1月までだった。

今回は2期で、国土の西側となるB、F地区を対象に、工期は6月30日から22カ月。国家開発省建築監督庁(BCA)が技術3、価格7の比率の総合評価落札方式で発注、オランダ系と中国系の地質調査会社に同社シンガポール支社を加えた3社が入札した。同社の価格は、中国系会社より約5%高かった。折原敬二取締役海外事業部長は、「1期の調査結果が高く評価された」とこと、技術力では同国でナンバーワンといわれるまでの実績が、受注のポイントになったという。コストを下げるため、大型のボーリング機械を1台購入、1期は内製と外注の比率が5対5程度だったが、内製を6〜7に引き上げる。

シンガポールは、工期が長い地下鉄工事や港湾工事が盛んなため、政府機関だけでなく、工事を受注した日系ゼネコンからも調査業務の需要を見込んでいる。シンガポール支社は1974年6月に開設、ことして40周年を迎える。

日刊建設工業新聞
2016.5.12

基礎地盤コンサルは、シンガポール政府から大規模案件の広域地質構造調査を、1110万シンガポールド(約8億9000万円)で受注した。同社は価格が2番目だったが、技術面が評価されて受注につながった。同社の2015年3月期の海外売上高は、現地法人を除く単体ベースで13億5000万円を計画、前年度と比べると3000万円増だが、5年前とでは2・5倍に急増している。

シンガポールは国土が狭いため、地下を有効利用する開発が活発化している。今回の調査は、石油貯蔵や科学研究施設などのインフラを地下に設置するために、全土の3次元地質図を作成することが目的だ。国土を10〜20地区に分割して調査する計画。同社は

基礎地盤コンサル
シンガポールで大型業務
水不足解消へ深層地下水探査

長大グループの基礎地盤コンサルタンツ(東京都江東区、岩崎公俊社長)は、シンガポール公共事業庁(PUB)から、シンガポール西部地区の大規模水源・地質調査業務を受注した。受注額は850万シンガポールド(約6・8億円)で、5月3日に契約を交わした。工期は14カ月。

調査は、シンガポールの水自給率を高める事業の一環。西部地区に分布する中生代堆積岩ジュロ層内の深層地下水の利用に向け、総延長15キロの弾性波探査、電気探査、電磁波探査などの物理探査を実施し、深層地下水の存在が有望な地区を割り出す。有望地区を対象に深度200メートルのボーリング掘削を行い、岩盤状況や帯水層の確認、透水試験、観測井戸設置、水質試験などを実施する。ボーリングは40カ所程度を予定している。

十分な水量と水質を確認できた地点を対象に直径300センチの深井戸を設置。長期揚水試験によって地下水賦存量を明らかにする。調査計画・管理、結果の評価は、発注者が別に契約した水理環境コンサルタントのDHI社(デンマーク)が行う。

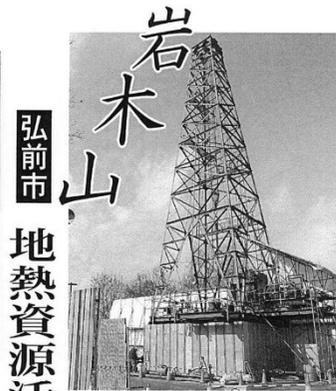
基礎地盤コンサルタンツの紹介

実現なるか 掘削調査進む

掘削調査進む

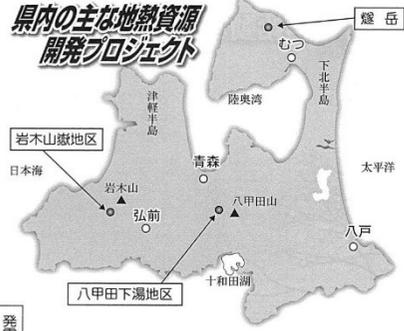


(上)弘前市スマートシティ推進室の樋口英之総括主査(下)基礎地盤コンサルタンツ新事業開発部の西田功児係長



弘前市 地熱資源活用し地域活性化を

岩木山麓の嶽地域で、地熱資源開発に着手している弘前市。地熱調査から発電事業化までを地方自治体主導するモデル事業として、中小型の地熱発電の実現を目指す。今年度事業として、基礎地盤コンサルタンツに委託し、15年10月7日から本格掘削調査を進めており、同年12月時点で地下900.5mに達して、16年1月中旬頃に目標の地下1500mまで到達する見通しで、地熱資源の有無を確認したい。2月末までに資料撤去も含め調査を終了すると見通しを示す。同市では昨年10月、地熱を利用したまちづくりを考える「岩木山温泉大学」を開講。地熱を活用した先進的な取り組みを行っている講師を招き、地元住民と産学官一体となって事業を後押ししている。



MT法調査(電磁探査)による測定の様子

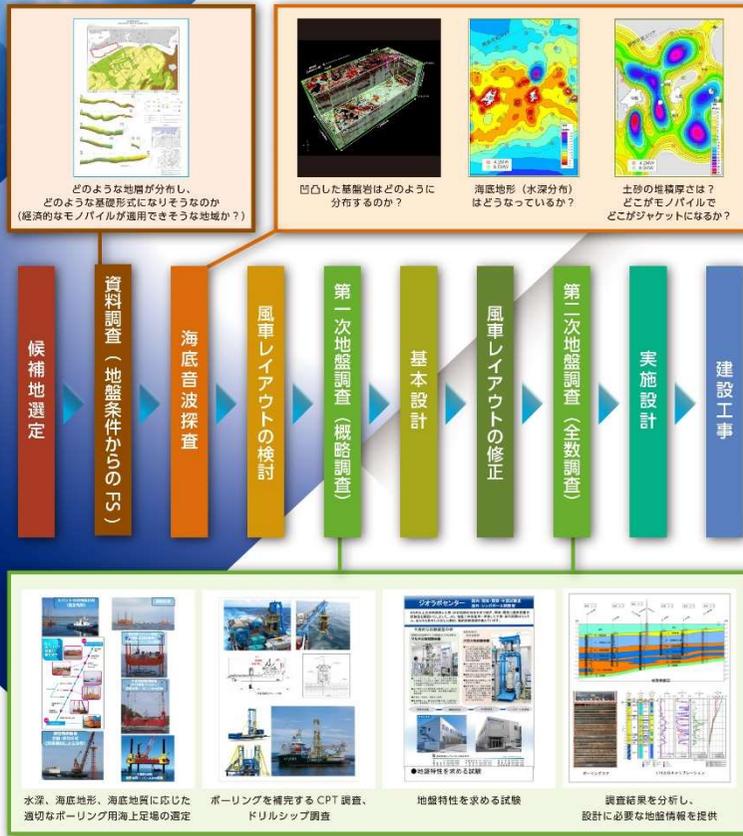
むつ市 地表調査に着手

むつ市北西部の嶽岳周辺では、同市が弘前大学北日本新エネルギー研究所村岡洋文所長の協力を得て調査を進めている。現場は、むつ市と風間浦村の境界付近の国有林約20平方メートル。今年度は基礎地盤コンサルタンツに地熱調査等業務を委託し、16年2月10日までの期限で作業を進めている。解析結果などは16年1月中旬にも示される見通しだ。地熱調査では、物理探査としてMT法測定37点、重力探査51点などを実施し、地熱貯留層の有無を確認する。0-1500mに有望な地熱貯留層がある可能性が高いことを突き止めた。弘前市スマートシティ推進室の樋口英之総括主査は「最低150度の地温と十分な水量が必要。目標の地温と水溫は、16年度には仮噴気試験を行う。地熱発電によるエネルギーの地産地消や、熱利用による地域活性化に役立てたい」と話す。

基礎地盤コンサルタンツの紹介

Kisojiban この国を、支える。

洋上風力発電の開発手順と地盤調査



基礎地盤コンサルタンツ 株式会社
http://www.kiso.co.jp

本社 (03)6861-8800 北海道支社 (011)822-4171 東北支社 (022)291-4191
関東支社 (03)5632-6800 中部支社 (052)589-1051 関西支社 (06)6536-1591
中国支社 (082)238-7227 九州支社 (092)831-2511 海外事業部 (03)6861-8885

Kisojiban この国を、支える。

海底地盤調査用の仮設足場

Platform for Offshore Soil Investigation



基礎地盤コンサルタンツ 株式会社
http://www.kiso.co.jp

本社 (03)6861-8800 北海道支社 (011)822-4171 東北支社 (022)291-4191
関東支社 (03)5632-6800 中部支社 (052)589-1051 関西支社 (06)6536-1591
中国支社 (082)238-7227 九州支社 (092)831-2511 海外事業部 (03)6861-8885

SARに取り組み始めたきっかけ

内閣府

戦略的イノベーションプログラム（SIP）

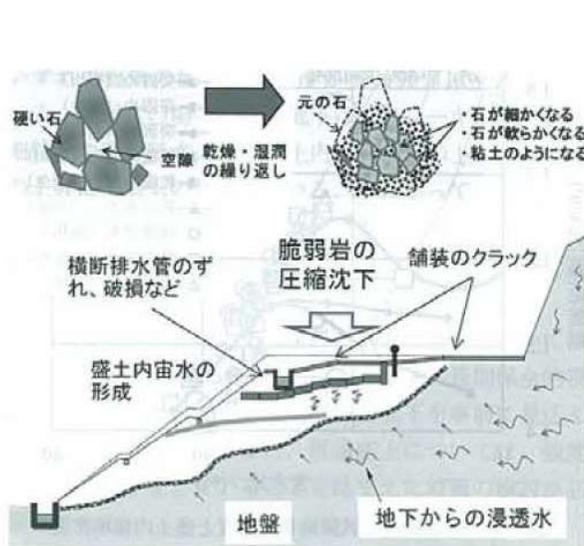
国土交通省

社会インフラのモニタリング技術活用検討推進委員会

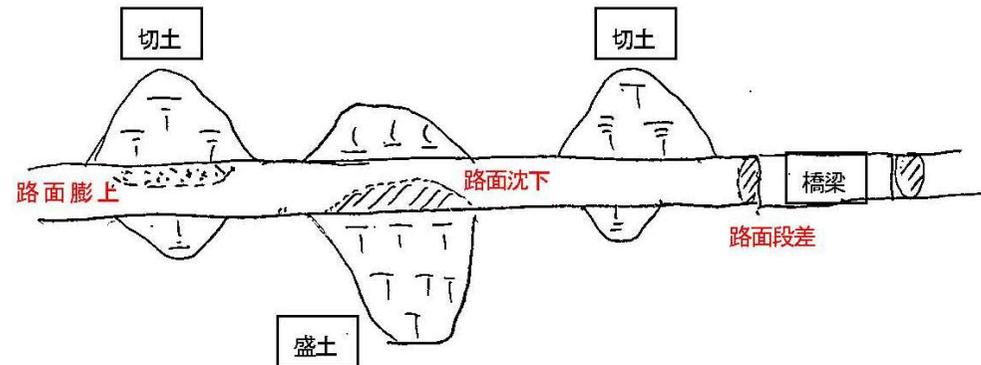
港湾構造物、橋梁、ダム、河川堤防などの構造物のモニタリングにSARが活用されている

もしかしてSARは使えるのではないか？

SARに取り組み始めたきっかけ



地下水位上昇⇒スレーキング⇒道路路面変状のメカニズム



従来の道路盛土、切土の劣化度合いの判定

- ・目視点検、簡易な測定
- ・ボーリング調査

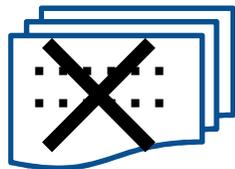


SARを使って維持管理の効率化を図れないだろうか？

弊社の取り組み

リモートセンシング技術を活用した道路土構造物の維持管理の効率化に関する研究開発
 (国交省新道路技術会議「道路政策の質の向上に資する技術開発」にてFS採択)

技術的課題 (背景)



課題1: 築造当時のDBがない



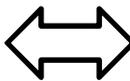
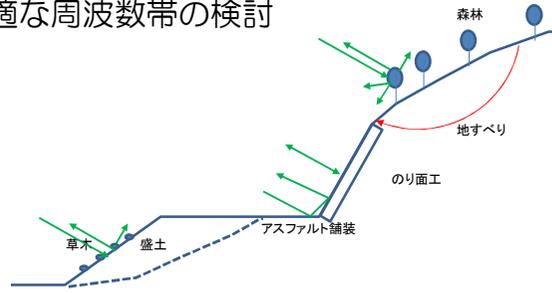
課題2: 目視中心で定量的把握が困難



課題3: 対策優先順位が不明

研究の内容

最適な周波数帯の検討

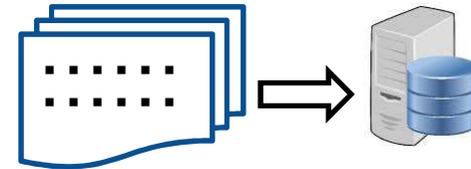


実変状とのキャリブレーション

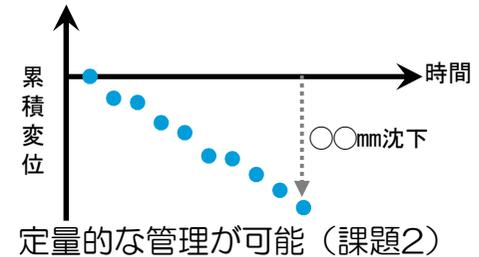


地盤工学的原因究明
 変状解析のマニュアル作成

成果 (目的)



過去に遡って変状箇所のDB構築が可能 (課題1)



定量的な管理が可能 (課題2)



優先度を考慮した保全計画 (課題3)

弊社の取り組み

リモートセンシング技術を活用した道路土構造物の維持管理の効率化に関する研究開発
(国交省新道路技術会議「道路政策の質の向上に資する技術開発」にてFS採択)

研究体制

東京大学グループ

研究代表者：古関 潤一（研究全体の総括）
共同研究者：竹内 渉（衛星SAR差分干渉解析）
清田 隆（地盤変状箇所の地盤工学的な検討）

基礎地盤コンサルタンツ（株）グループ

共同研究者：柳浦 良行（実用化の検討）
吉川 猛（衛星SAR差分干渉解析）

NEXCO総研

研究協力者：横田 聖哉
(現場および変状データの提供)

解析事例①（土木学会発表後公開予定）

解析事例②（地盤工学会発表）

- 山形県酒田市付近
- 軟弱地盤上の盛土主体の高速道路
- PS-InSAR
- ALOS/PALSAR
- 2007/06/09~2010/11/02
20シーン
- Ascending
- 解析グリッド10m×10m
- Threshold 0.75



Google map

解析事例②（地盤工学会発表）

第52回地盤工学研究発表会

「軟弱地盤上の高速道路盛土における
長期観測結果からの一考察」

澤野幸輝、長尾和之、高橋修二、佐藤修治、
友清 悟

「圧密沈下促進工法に伴う
長期圧密沈下ひずみ速度に関する一考察」

友清 悟、長尾和之、澤野幸輝、佐藤修治

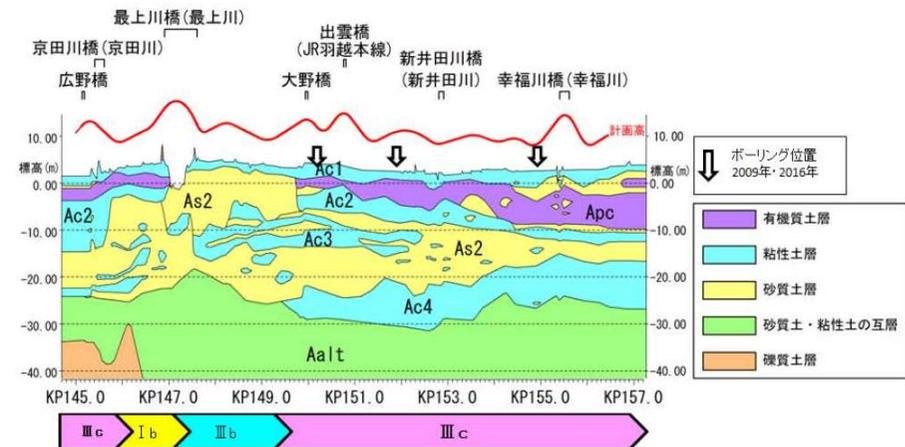


図1 当該区間の想定地質層序図

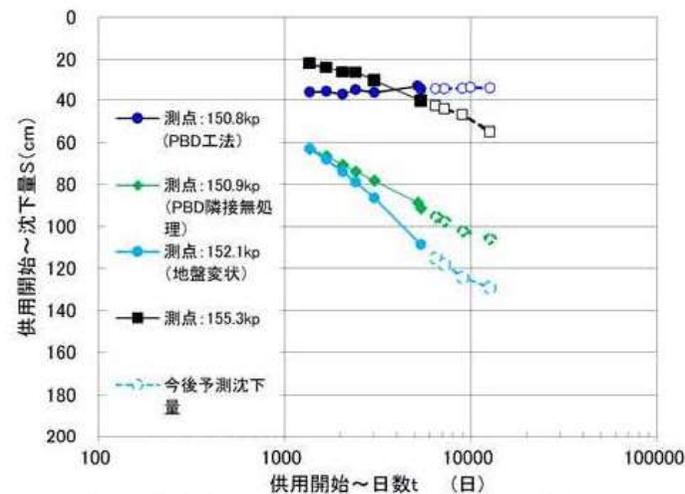
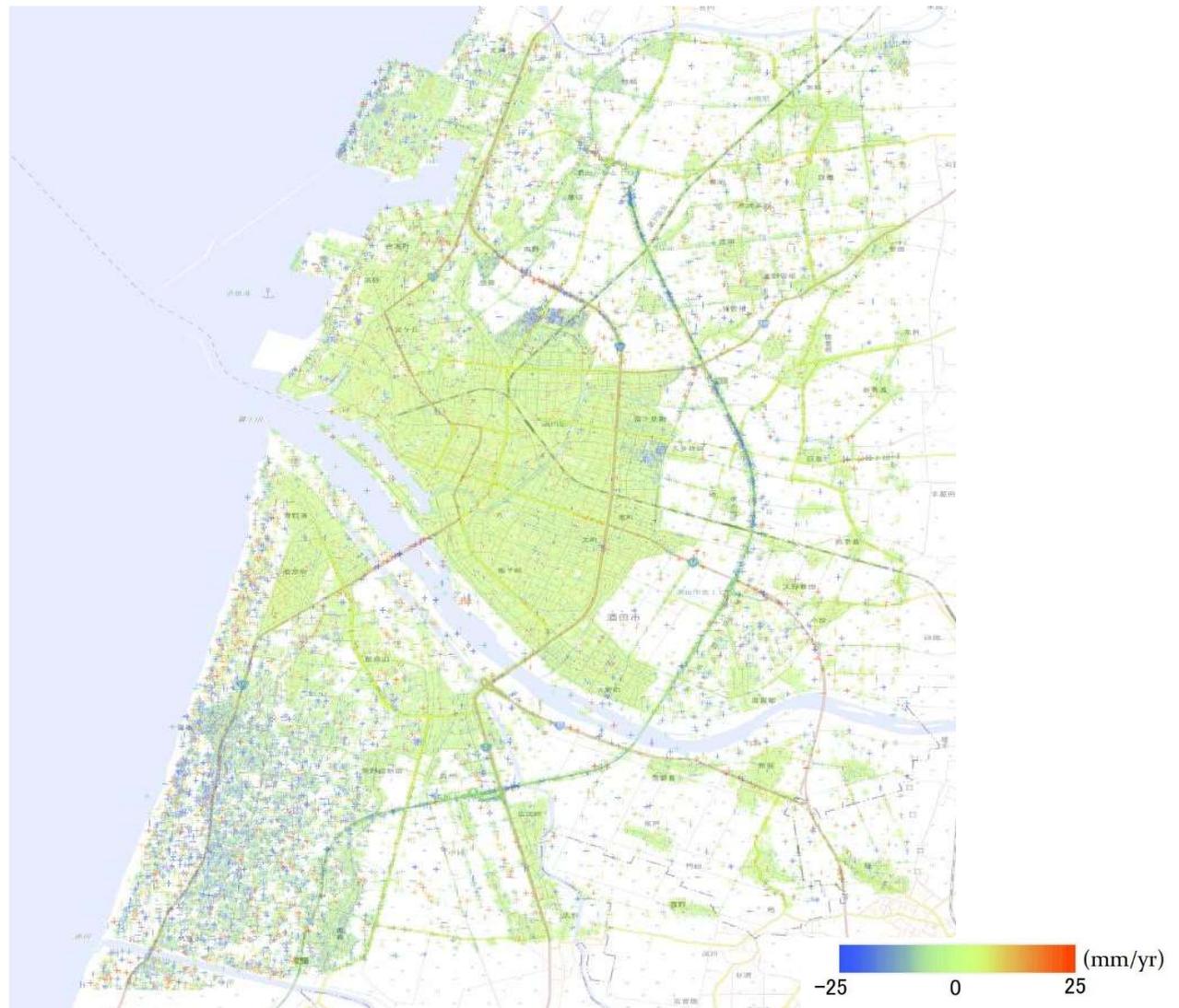


図-2 経過日数 (logt) ~ 沈下量 (cm) 関係図

解析事例② (地盤工学会発表)

SARscape
PS-InSAR 解析結果



解析事例②（地盤工学会発表）

道路管理を考慮した整理方法

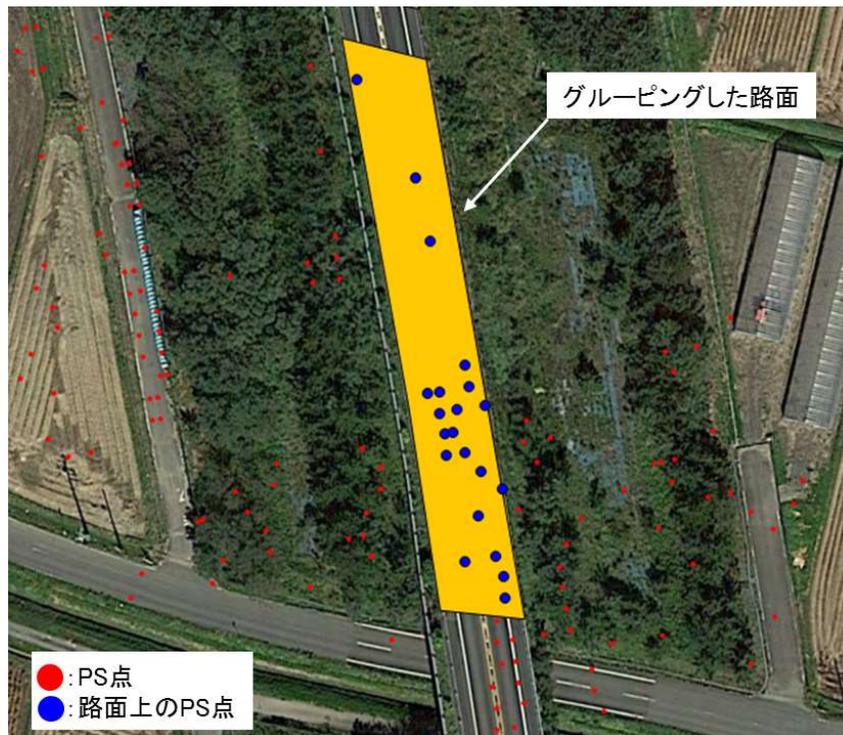


写真1 路面状況（152.2KP から終点側を望む）

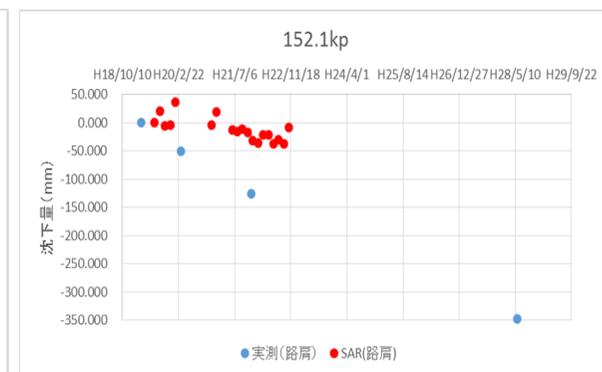
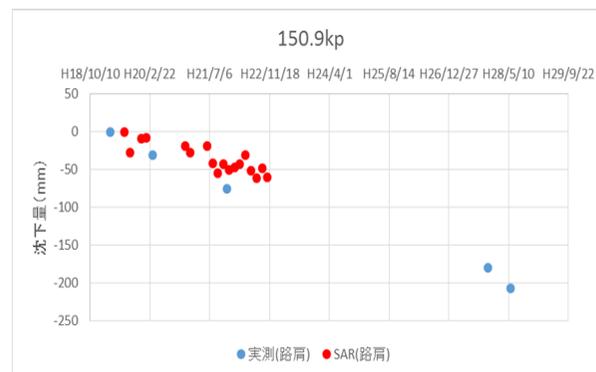
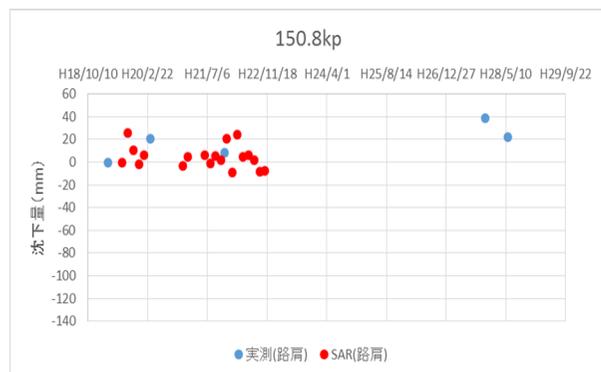
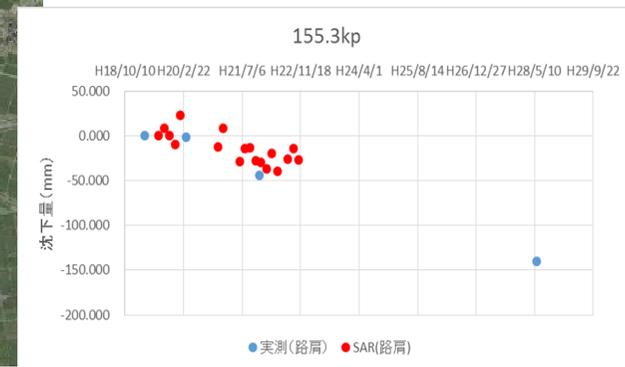
C-BOXなどの構造物部と盛土部で不同沈下
（澤野ほかより引用）

- 任意区間の平均沈下量or沈下速度
- C-BOX～ C-BOX間の平均値を算出

解析事例② (地盤工学会発表)

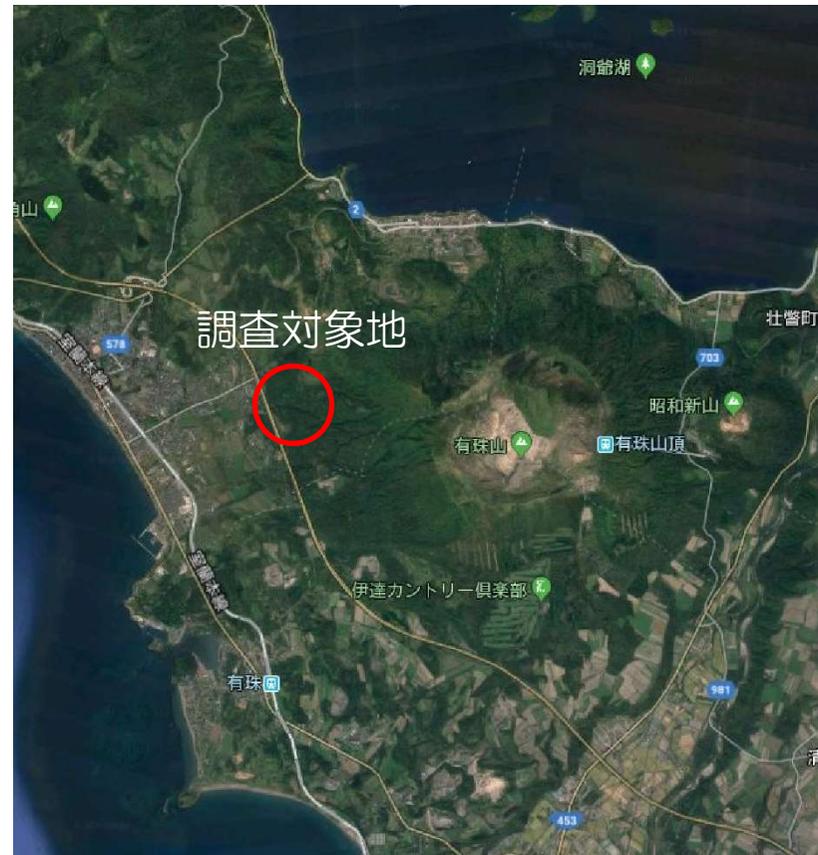


路面沈下量整理結果
および実測値との比較



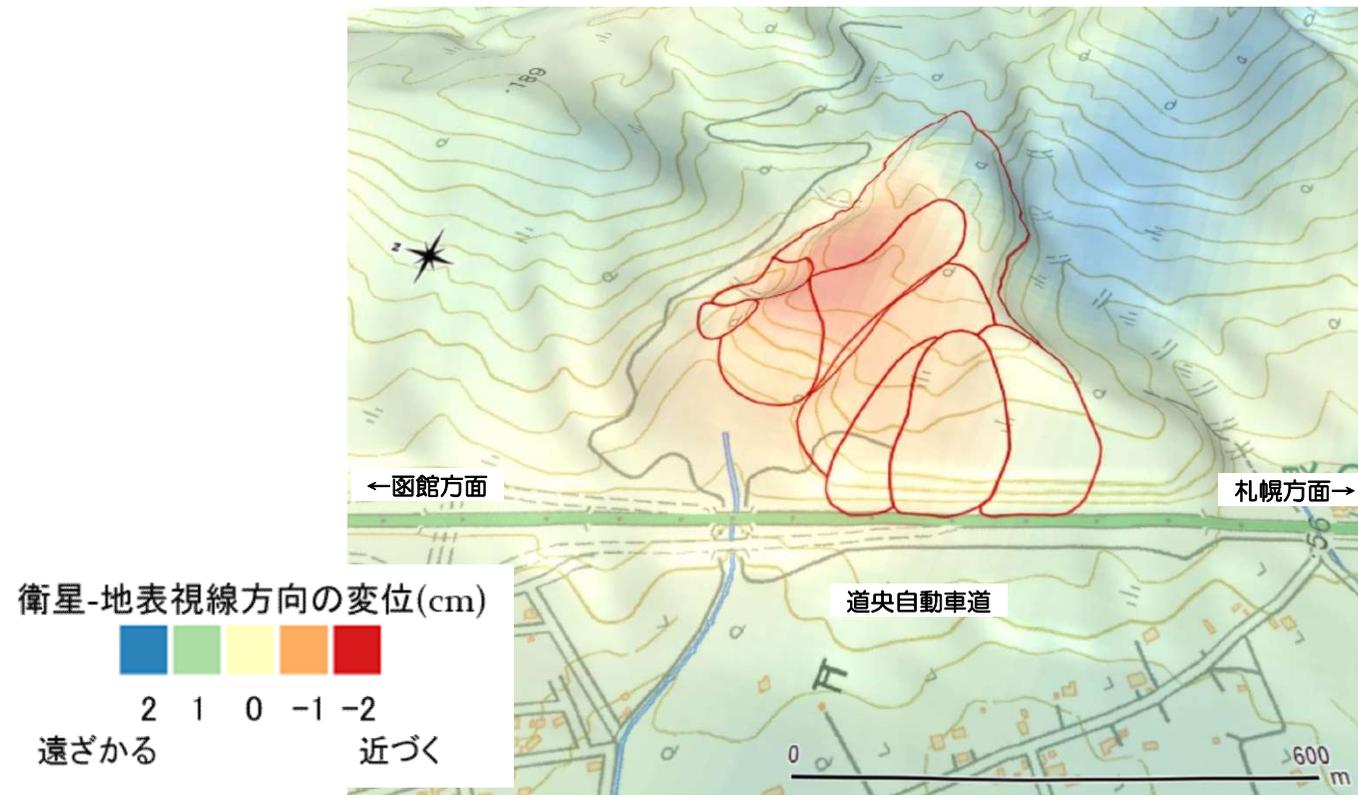
解析事例③（地盤工学会発表）

- 北海道虻田郡付近洞爺湖町付近
- 高速道路に面した地すべり斜面
- ALOS/PALSAR
- DInSAR
2007/10/20-2010/06/12
Ascending
解析グリッド20m×20m
Threshold 0.3
- PS-InSAR
2007/01/17~2011/03/15
20シーン
Descending
解析グリッド10m×10m
Threshold 0.75



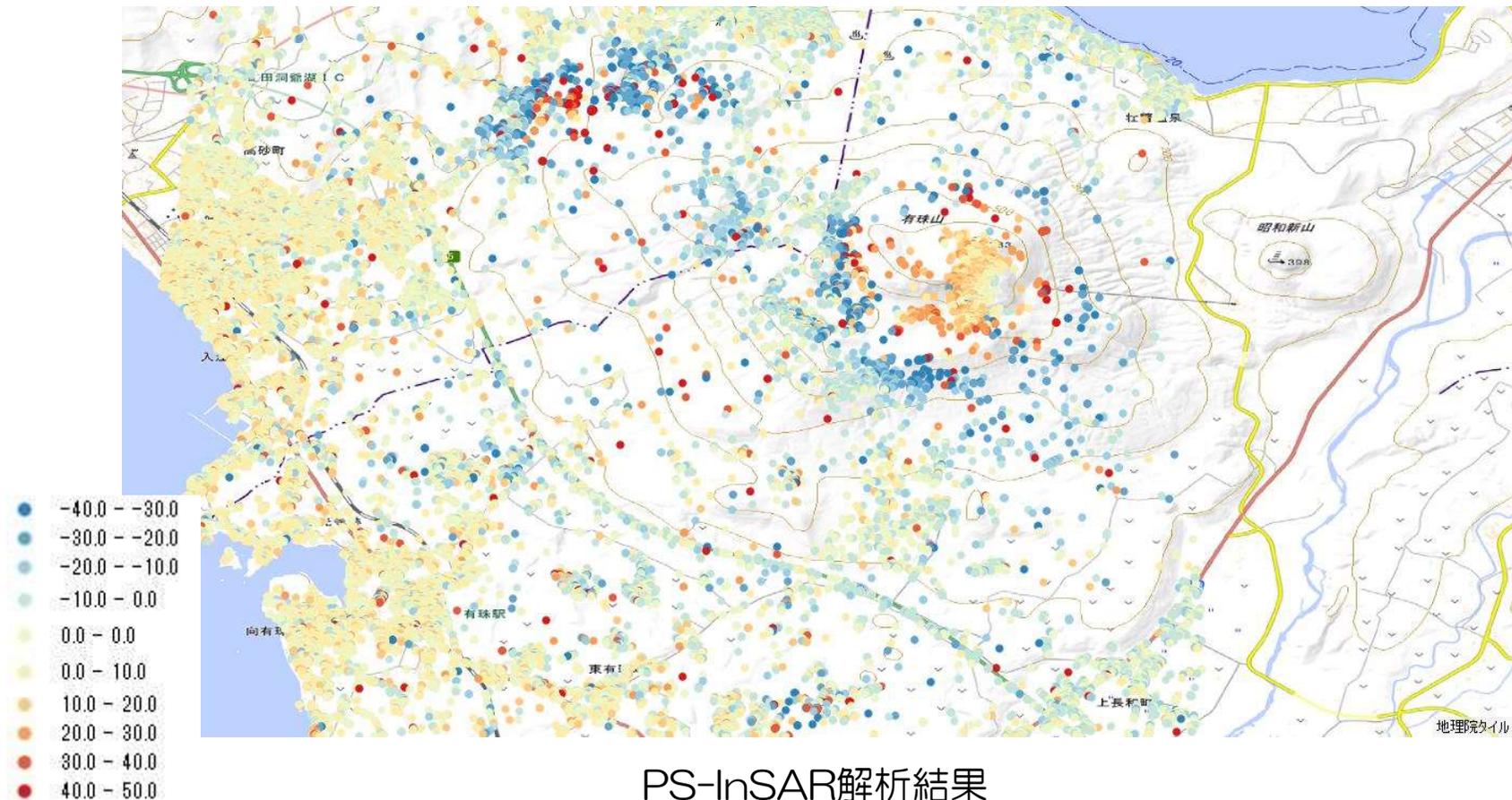
Google map

解析事例③（地盤工学会発表）



地質踏査にて設定された推定地すべりブロックとほぼ同じ範囲が衛星に近づく変状を示している

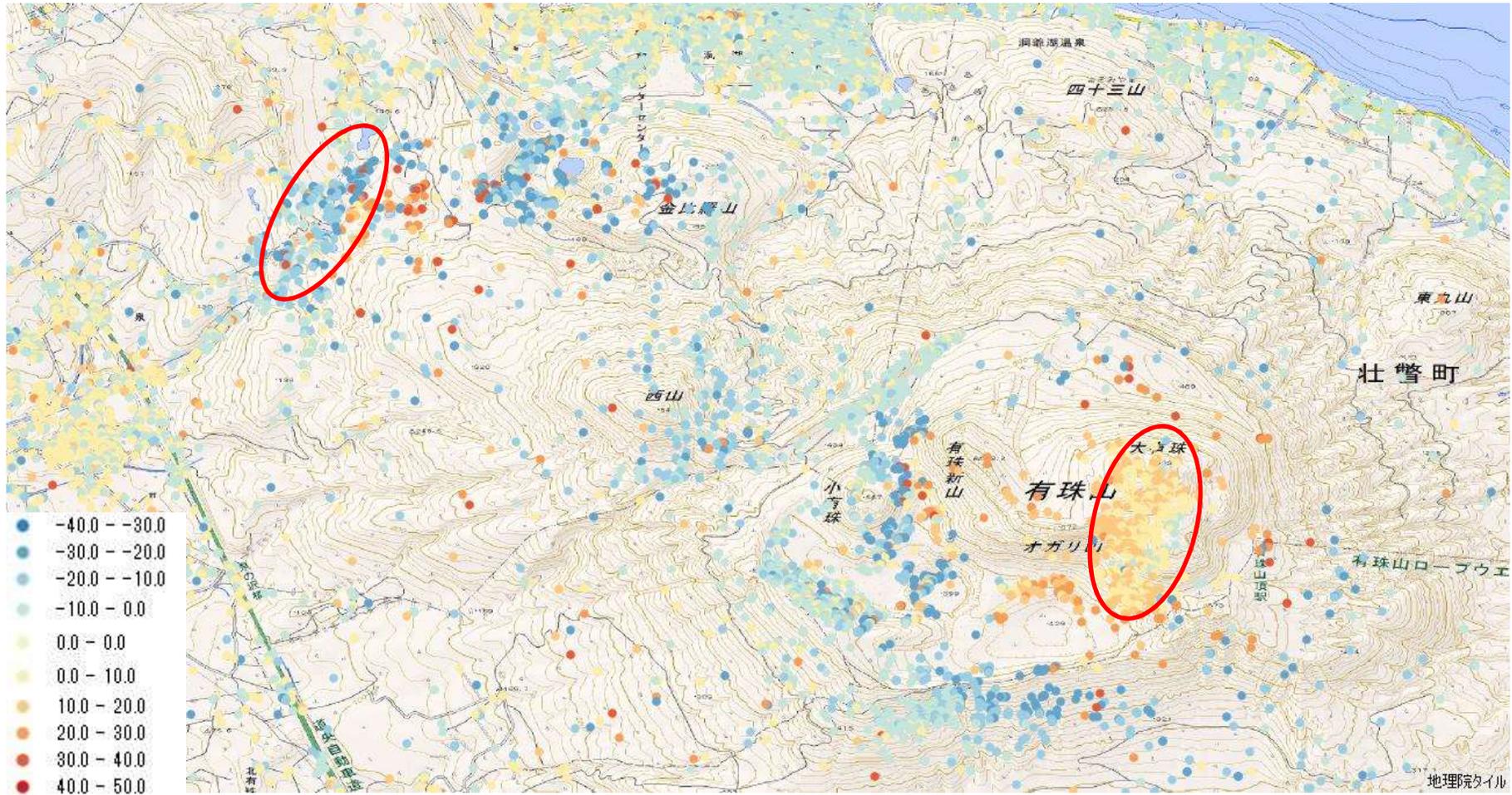
解析事例③



PS-InSAR解析結果
2007/01/17~2011/03/15 Descending

(mm/year)

解析事例③



(mm/year)

大有珠付近：隆起傾向
有珠新山、旧国道230号：沈下傾向

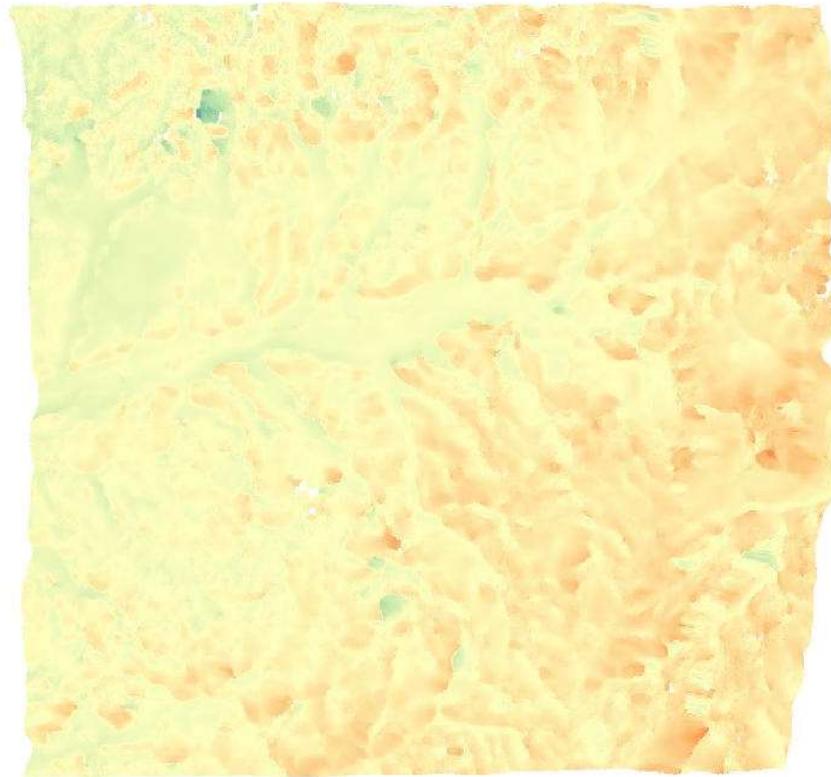
2007/01/17~2011/03/15
Descending

解析事例④（非公開）

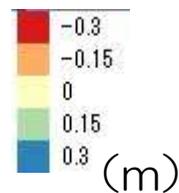
解析事例⑤ (DEMによる差異)



10mDEMを使用した解析結果
(変位量)



30mDEMを使用した解析結果
(変位量)



- 概略の傾向は変わらない
- 細かい描写が変わる

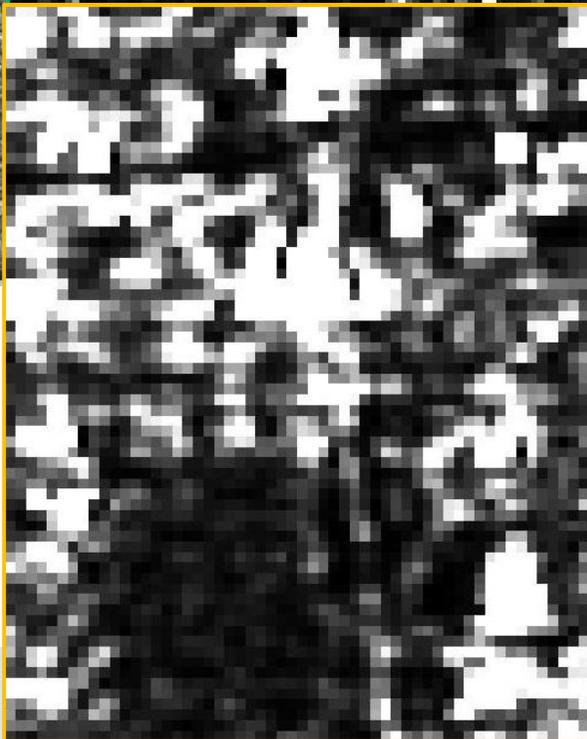
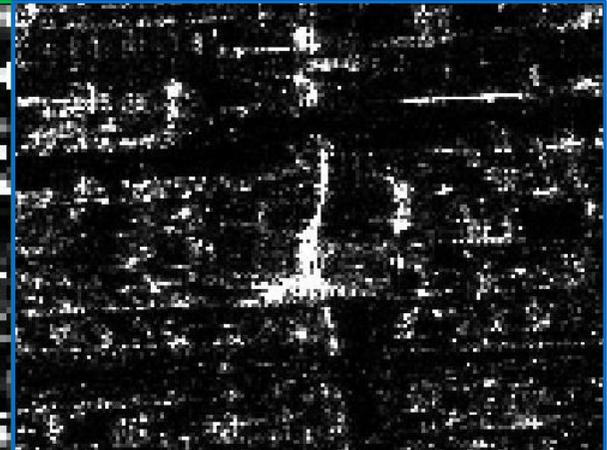
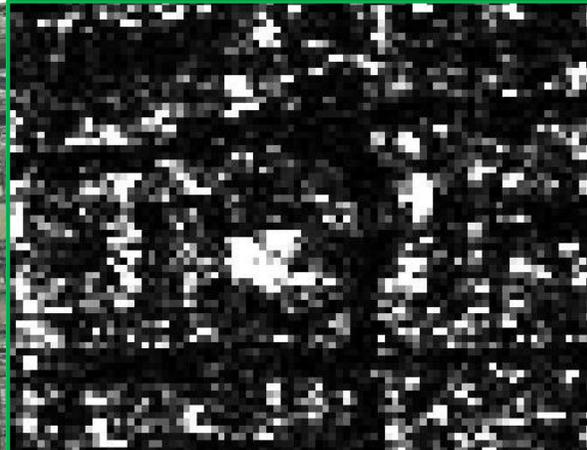
解析事例⑥ (衛星画像例)



Google map

ALOS Ascending ALOS2 Descending

Sentinel Descending TerraSARX Descending

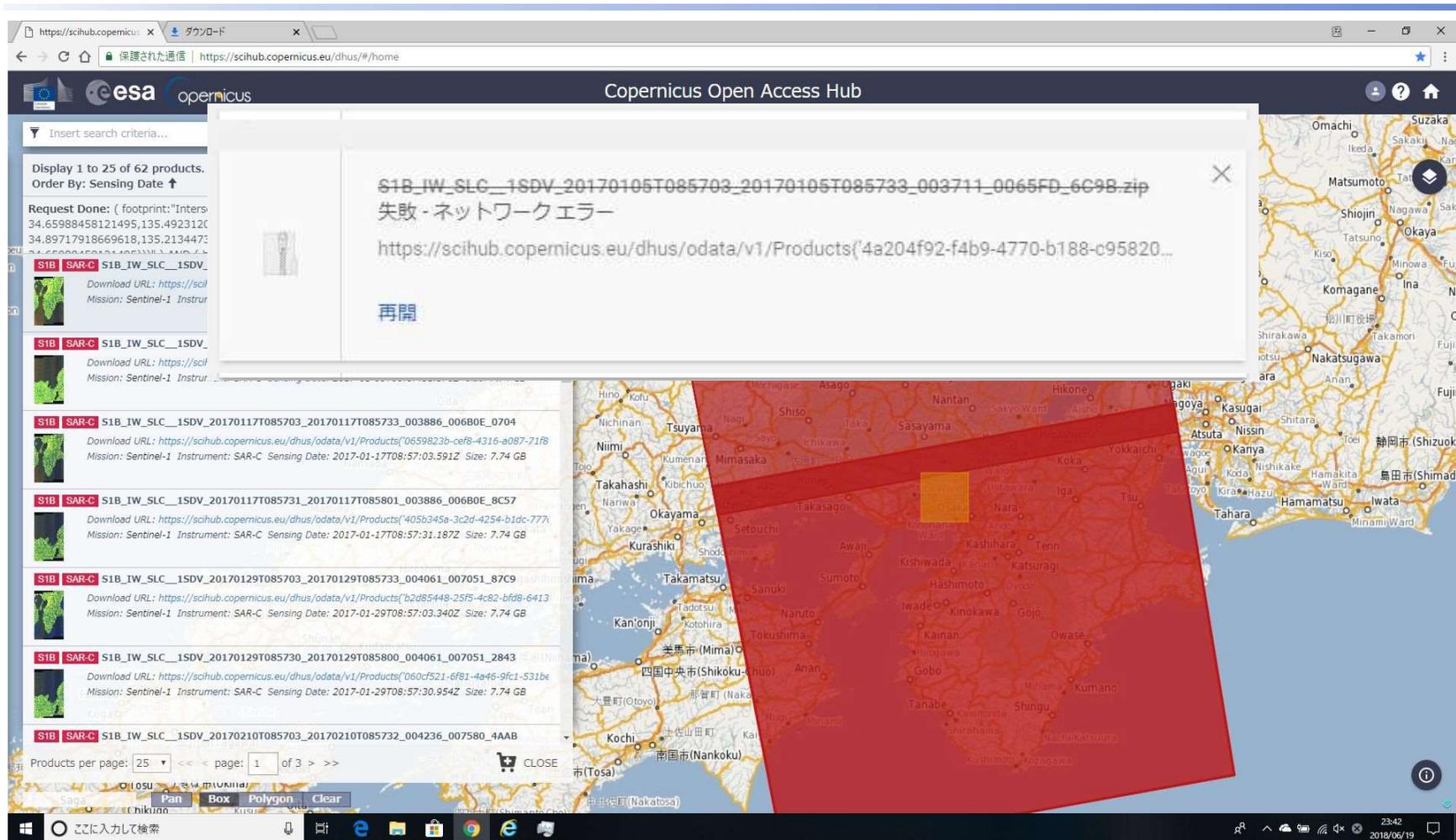


SARscapeの便利機能



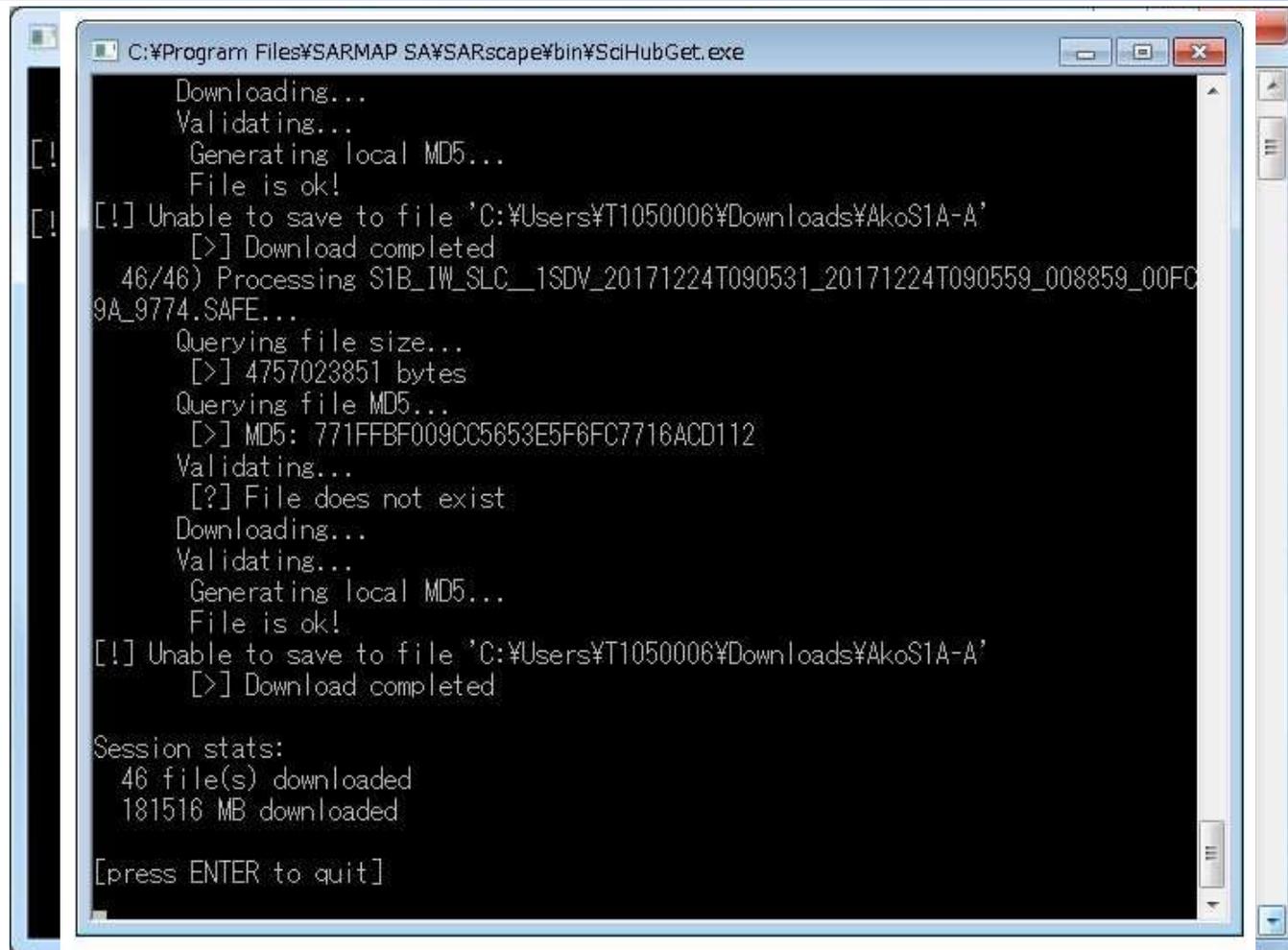
Sentinel1A Dataのダウンロード機能

SARscapeの便利機能



Sentinel1 OpenHUBは頻繁に途切れる

SARscapeの便利機能



```
C:\Program Files\SARMAP SA\SARscape\bin\SciHubGet.exe
Downloading...
Validating...
Generating local MD5...
File is ok!
[!] Unable to save to file 'C:\Users\T1050006\Downloads\AkoS1A-A'
[>] Download completed
46/46) Processing S1B_IW_SLC__1SDV_20171224T090531_20171224T090559_008859_00FC
9A_9774.SAFE...
Querying file size...
[>] 4757023851 bytes
Querying file MD5...
[>] MD5: 771FFBF009CC5653E5F6FC7716ACD112
Validating...
[?] File does not exist
Downloading...
Validating...
Generating local MD5...
File is ok!
[!] Unable to save to file 'C:\Users\T1050006\Downloads\AkoS1A-A'
[>] Download completed

Session stats:
46 file(s) downloaded
181516 MB downloaded

[press ENTER to quit]
```

リトライ機能があるので、正真正銘ほったらかし

ご清聴ありがとうございました