

宇宙から災害を見る G空間情報で災害リスクを知る

日本写真測量学会関西支部
テクニカルセミナー
第91回空間情報話題交換会
2017年10月20日(金) 17:30~19:30

茨城大学理学部地球環境科学コース教授
小荒井 衛

目次

- 自己紹介・研究室の紹介
 - 上空・宇宙から地形や災害状況を見る
衛星系:高分解能衛星画像、SAR(散乱強度、干渉)
航空機系等:航空レーザ、航空機SAR、(MMS、UAVなど)
 - 地図・空中写真から知るその土地の災害リスク
地震による液状化被害、大規模造成宅地の崩落
 - 航空レーザ測量を使った森林三次元構造の把握
(時間があれば)
 - 茨城大学に移ってからの研究(時間があれば)
- ※お詫び:写真測量・リモセンネタは地理院時代のネタになります。
東北・関東甲信越のネタがほとんどで、関西のネタがありません。

自己紹介

- 1984年3月茨城大学理学部地球科学科卒業(地球物理講座)
- 国家公務員 I 種(地質職)で建設省国土地理院に採用
地理調査(土地条件調査など)
測量に関する先端技術の開発に従事(国家公務員31年間)
技術士(応用理学)、環境計量士、測量士などを取得
- 公務員時代の最後の約10年間は研究職
(地理情報解析研究室長)地理空間情報を活用した災害・環境の研究
(国土交通大学校測量部長)地理院・自治体職員向けの測量・GIS研修
- 社会人ドクターとして博士号を取得
内容:地質災害のリモートセンシング・GIS解析
- 2015年4月から茨城大学理学部地球環境科学コース教授
「防災地質学」、「環境リスクマネジメント論」、「科学と倫理」、
「地質調査(基礎・発展)演習」、「地球科学(巡検・特別野外実習)」など

茨城大学 理学部 地球環境科学コース 地質・岩石鉱物学分野 防災・応用地学研究室

第四紀地質学や地形学を基礎として、活断層・地すべり・液状化などの地球表層部の変状に関するプロセスの解明と、それらの変状が人間環境に与える影響(災害)について、応用地学の側面から研究する。研究に当たってはフィールド調査に重点をおきながら、地理情報システム(GIS)やリモートセンシングなどの先端測量技術も使って、様々な解析を行っていく。

防災・応用地学研究室のmotto

- **現場第一主義**:現場(フィールド)で取得した調査・観察結果や計測データを重視します。地理情報システム(GIS)やリモートセンシング(RS)は、そのための援用手段です。
- **社会貢献**:地学(地球科学)的手法を用いて、災害・防災や環境問題解決にアプローチするなど、社会に役立つ学問を目指します。
- **地学的リテラシーのある人材養成**:地学的なスキルとセンスを持って物事を考えることのできる人材を育てます。そのような人材(研究者・技術者・公務員・一般市民など)が、安全で快適な生活環境の構築に役立つ人材だと考えます。

上空・宇宙から
地形や災害状況を見る

紹介する主な測量新技術 (上空・宇宙からの計測技術)

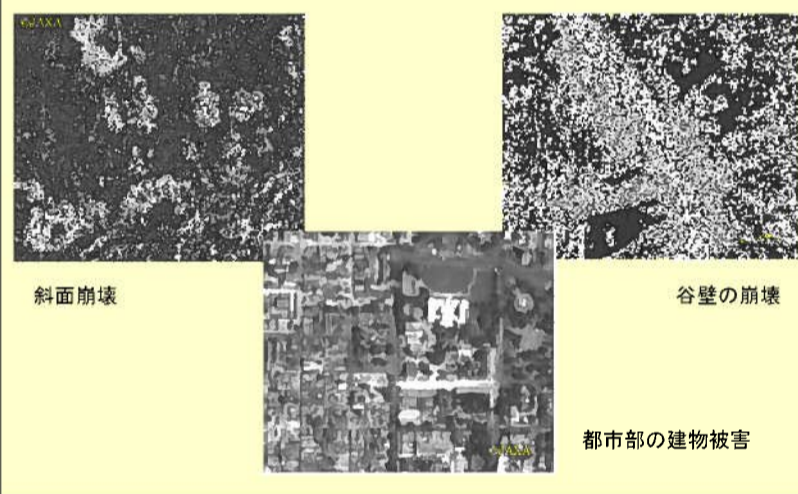
- ★人工衛星計測(衛星リモートセンシング)
 - 高分解能光学衛星(地上解像度50cmクラスが実現) 受動的
 - レーダ衛星 マイクロ波を照射: 能動的
合成開口レーダ: SAR(散乱強度画像、干渉SAR)
- ★航空機計測(航空機リモートセンシング)
 - 航空レーザ測量(垂直方向の精度約15cm)
レーザパルスを照射: 能動的
 - 航空機搭載合成開口レーダ(航空機SAR) 能動的

高分解能光学衛星画像

1. 空中写真ステレオ画像(地上分解能0.2~0.4m)
2. **GeoEye-1**(米国)(パンシャープ: 地上分解能0.5m)
3. **WorldView-2**(米国)(パンシャープ: 地上分解能0.5m)
4. WorldView-1(米国)(パングロマテック: 地上分解能0.5m)
5. **QuickBird**(米国)(パンシャープ: 地上分解能0.6m)
6. **IKONOS**(米国)(パンシャープ: 地上分解能1m)
7. EROS-A1(イスラエル)(パングロマテック: 地上分解能1.8m)
8. **ALOS PRISM**(日本)(パングロマテック: 地上分解能2.5m)
ステレオ撮影
9. **SPOT5**(フランス)(パングロマテック: 地上分解能2.5m)
10. IRS-1D(インド)(パングロマテック: 地上分解能5.8m)
11. SPOT4(フランス)(パングロマテック: 地上分解能10m)
12. ALOS AVNIR2(日本)(マルチカラー: 地上分解能10m)



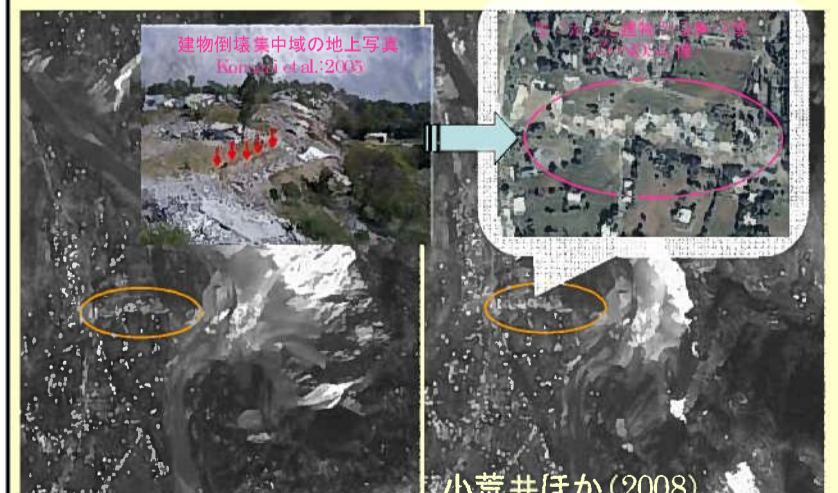
2010年ハイチ地震 だいち PRISM
パングロ、2.5m分解能 2010年1月23日撮影

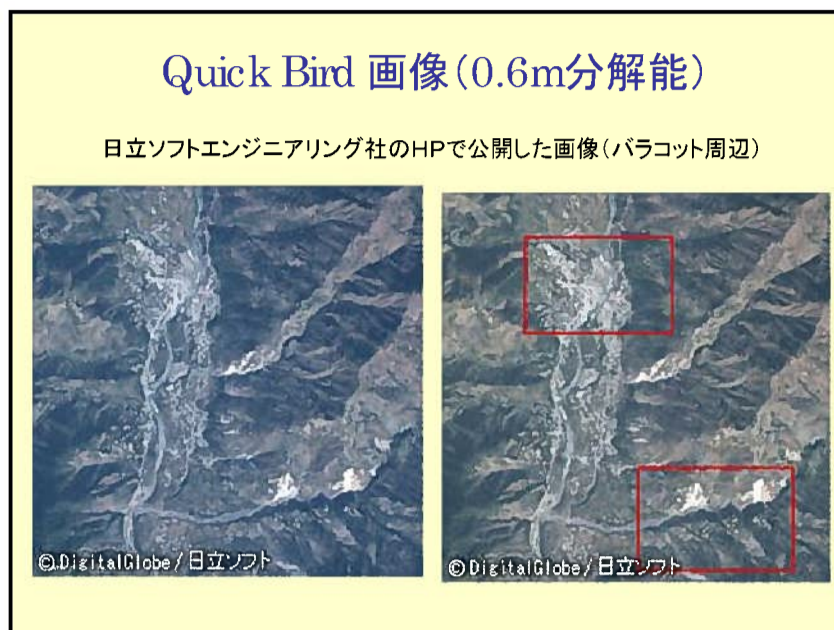


2005年パキスタン北部地震(M7.6) ムザファラバード
大規模斜面崩壊、断層変位地形等の判読 (IKONOS画像)



2005年パキスタン北部地震(M7.6) ムザファラバード
大規模斜面崩壊、断層変位地形等の判読 (SPOT5画像)





航空機搭載合成開口レーダ(航空機SAR)

航空機に搭載したSARから、マイクロ波を照射して地表の様子や地形を計測する技術。マイクロ波は水蒸気を透過するため、直接見えない噴煙の登る火山火口、空中写真の撮影できない夜間や悪天候時などでも地表の観測が可能。

→災害発生時、空中写真の撮影が出来ない状況下における有効な観測手段

国土地理院の航空機SAR

飛行機から斜め下方向に向けて観測
観測範囲

航空SAR装置 レーダを透過するドア

【システム性能】

- ・周波数 9.65GHz(Xバンド)
- ・送信帯域幅 300MHz(300MF3N)
- ・送信電力 10W
- ・観測幅 最大5km (インターフェオトリモード時)
- ・オフナディア角可変範囲 55~75°

伊藤ほか(2013)

航空機SARによる 2000年三宅島噴火の災害状況把握

2000年三宅島噴火

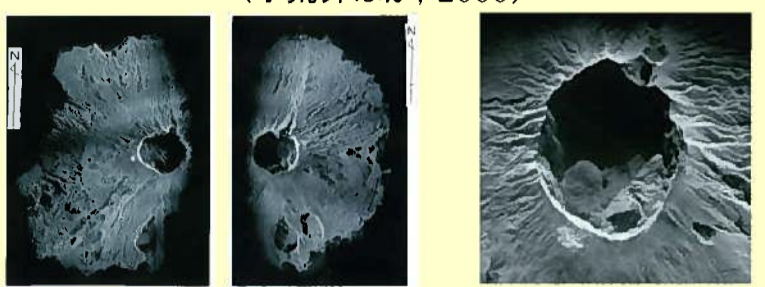
- ・火口にカルデラが形成
- ・火口内の状況を知る必要があったが、常に火口部周辺は噴煙や雲に覆われており、観察が困難

マイクロ波は噴煙や雲を透過する
→国土地理院のXバンド航空機SARを用いて三宅島雄山の火口内を計測

- ・SAR再生画像の判読による火口内の状況把握
- ・シングルバス干渉処理による数値標高モデル(DEM)の作成

SAR計測当日の三宅島の上空

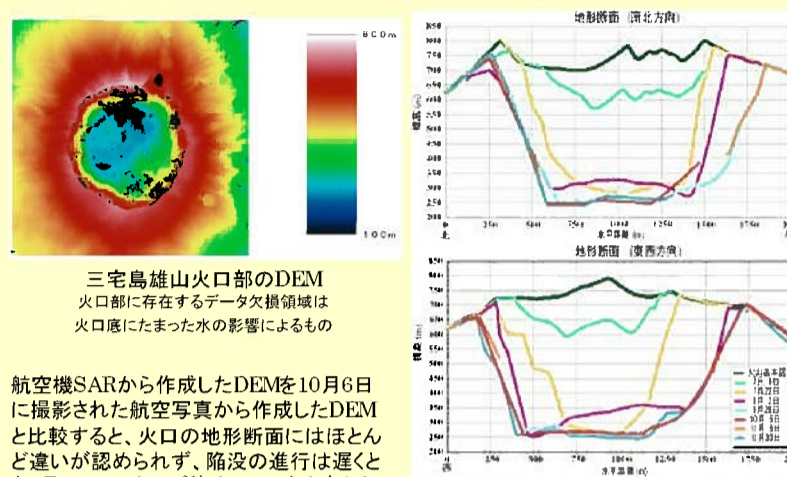
2000年三宅島噴火時のSAR再生画像 (小荒井ほか, 2000)



東側照射 西側照射 火口部周辺のSAR再生画像(北側照射)

火口の南東部:急傾斜の崖錐堆積物が確認できる。
その表面にはガリー状の溝が多数認められる。
火口の北西部:顕著な崖錐堆積物は認められない。
火口壁の直ぐ近くから平坦な火口底が続いている。
後方散乱輝度値が低い場所 レーダシャドウによるものとは異なる領域が認められる。
→水が溜まっている可能性が把握できる。

三宅島の数値標高モデル(DEM)の作成と比較



三宅島雄山火口部のDEM
火口部に存在するデータ欠損領域は
火口底にたまった水の影響によるもの

航空機SARから作成したDEMを10月6日に撮影された航空写真から作成したDEMと比較すると、火口の地形断面にはほとんど違いが認められず、陥没の進行は遅くとも9月28日にはほぼ停止していたと考えられる。

三宅島雄山の時系列地形断面図
(長谷川ほか, 2001)

河道閉塞で発生した湛水域抽出

【河道閉塞による湛水域発生箇所の観測】
再生画像上では水部が暗く写る特徴を利用し、河道閉塞によって発生した湛水域の抽出を試行

【2011年台風12号による河道閉塞箇所】 伊藤ほか(2013)

河道閉塞箇所
(奈良県十津川村栗平)

観測コース
(オフナディア角55°:平成24年7月4日)
(オフナディア角70°:平成24年8月2日)

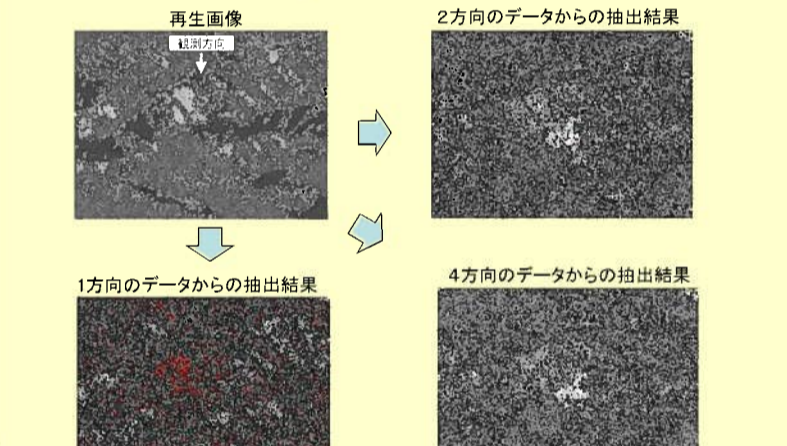
発災時の空中写真(2011年9月撮影)



河道閉塞で発生した湛水域抽出

オフナディア(照射角)55° のケース 伊藤ほか(2013)

・2方向、4方向のデータからの抽出では、湛水域が明瞭に抽出出来ている

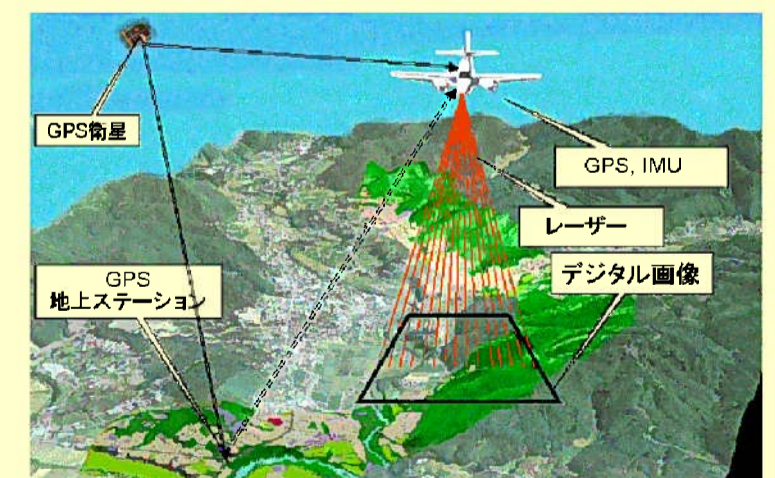


再生画像 2方向のデータからの抽出結果

1方向のデータからの抽出結果 4方向のデータからの抽出結果

航空レーザ測量

航空レーザ測量による詳細三次元地形データの取得

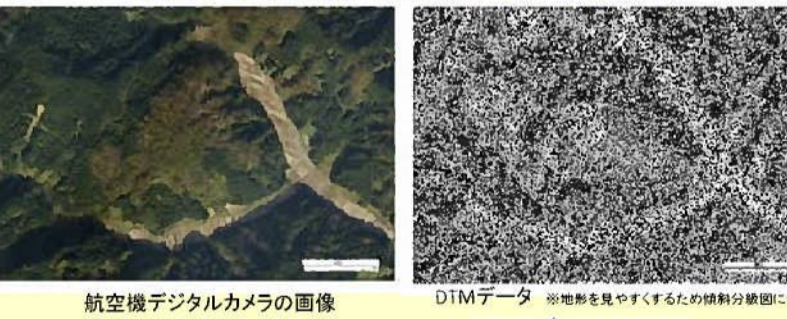


GPS衛星 GPS, IMU レーザー デジタル画像

GPS 地上ステーション

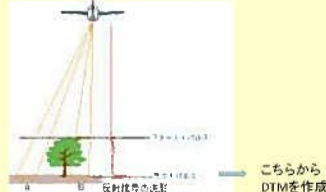
航空レーザ測量のメリット

→ 樹林の下の詳細な微地形の把握が可能



航空機デジタルカメラの画像 DTMデータ ※地形を見やすくするための傾斜分級図に変換

左のように樹林に覆われている斜面にも、右のDTMデータ画像では、多くの崩壊跡地が見られる。



こちらからDTMを作成

液状化による沈下を航空レーザーで捉える

国土地理院による簡易水準測量

- 浦安地区において、県の水準路線を補完する路線について、街区基準点を用いた水準測量を実施(測量は2011年8月10日、12日)。
- 地震前(2006年11、12月)の街区基準点の観測成果と比較。
- 液状化の観察されていない最も陸側の観測点Aの変動量をゼロと仮定して、2006年からの変化量を算出。

簡易水準測量の結果

小荒井ほか(2011)

- 液状化非発生箇所 (A, B) (昭和39年以前の陸地) 沈下は観測されず。
- 液状化発生箇所 沈下の程度にバラツキ
- 昭和40~46年の埋立地 (C~H) 沈下量が3~7cm程度
- 昭和47~53年の埋立地 (I~L) 10cm以上の沈下量 (点Iを除く)
- 海側の最近の埋立地 大きく沈下
- 古い埋立地 沈下が小さい

東北地方太平洋沖地震による地盤変動状況 (航空レーザー測量データの差分による) (浦安市HPより)

被災前(平成18年12月) vs 被災後(平成23年4月)

東北地方太平洋沖地震による地盤変動状況 (航空レーザー測量データの差分:浦安市HPより)

- 今回の震災の影響だけでなく経年的な地盤変動も含まれていると考えられる。
- 全体的に地盤が沈下している傾向にあり、湾岸道路より南側の沈下量が大きい。
- 地震に伴う地殻変動(約4cm程度の沈降)、5年で約4cmの圧密沈下、航空レーザー測量の垂直方向の精度が約15cm程度 → 航空レーザーの差分図では30cm以上の低下が有意なものと考えられる。

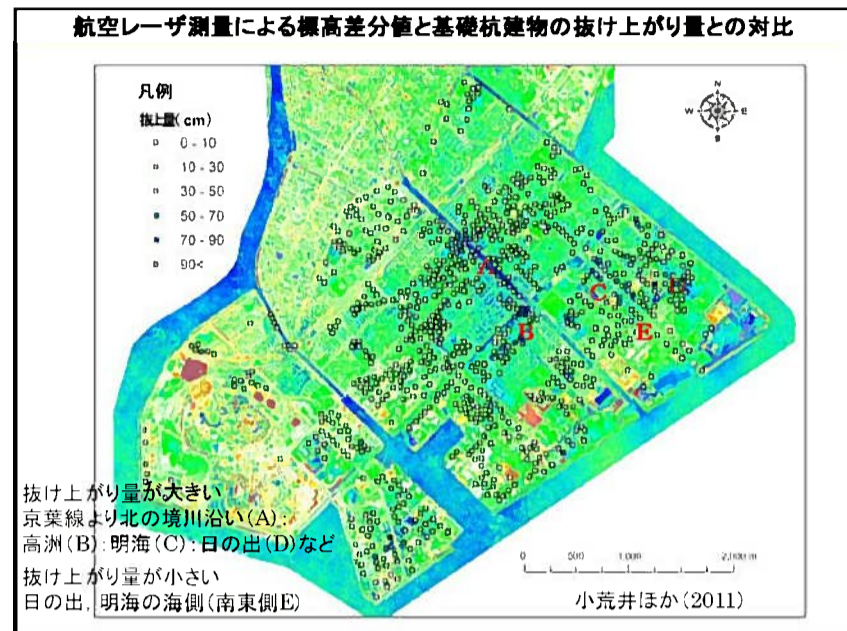
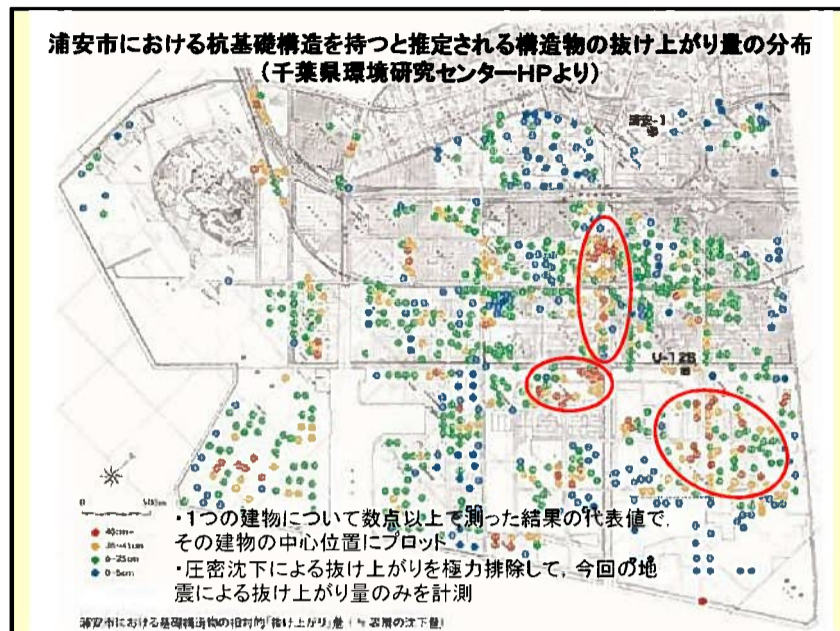
東北地方太平洋沖地震による地盤変動状況 (航空レーザー測量データの差分:浦安市HPより)

- 特に沈下量が大きいのは、境川の西側(今川、高洲)A、明海、日の出Bなど。
- 明海や日の出では海側(南東側)Cの沈下量も大きい。

標高差分図に水準測量による差分を重ね合わせ

水準測量で相対沈下量が多い箇所の周辺で、沈下方向の標高差分が大きい傾向があることが読み取れる。 → J地点を中心にすり鉢状に沈下

J付近、35cm抜け上がり
L付近、25cm抜け上がり
K付近、30cm抜け上がり



浦安市の液状化による面的沈下量についてのまとめ

- ・街区基準点の簡易水準測量の結果は、現地の沈下量を適切に反映
- ・2時期の航空レーザの差分データは、地域全体の沈下量の相対的大小を面的に捉えることは可能
→相対的に沈下量の大きい箇所が、樹枝状で帯状に分布することを捉えることができた
- ・杭基礎建物の抜け上がり量の大きい箇所とも概ね一致

「上空・宇宙から地形や災害状況を見る」のまとめ

- ・人工衛星画像の高分解能化(50cmレベル)により、海外の災害も含めて被災状況等を早急に把握することが可能になってきた。
- ・マイクロ波リモートセンシング(合成開口レーダ:SAR)により、雨天下や夜間でも災害状況を把握することが可能になり、津波や土砂災害による湛水域の抽出、地震時の壊滅的被害域の抽出、火山噴火時の火口内の観測や地形変化の計測などが可能になってきている。
- ・衛星SAR(合成開口レーダ)干渉技術により、2時期間の地殻変動や地盤沈下、地すべりや活断層による地表変位などを抽出することが可能である。
- ・航空レーザ測量技術により、詳細な高さデータ取得することができ、洪水や津波による浸水に対する脆弱性を知ることができる。

**干渉SARで捉えた
地すべり変動・活褶曲の成長
受動的な断層運動**

合成開口レーダー(SAR)による 地殻変動の把握

国土地理院資料による

合成開口レーダー(SAR)の干渉処理解析の原理

- ・2006年1月24日打ち上げ
- ・約100分で地球を1周
- ・46日で元の場所へ戻る
- ・太陽同期準回帰軌道

解析でわかるもの 衛星-地表間の 視線方向の変位

1回目(地震前): 2010年10月28日
2回目(地震後): 2011年3月15日

国土地理院資料による

衛星-地表間の視線方向 の変位を色の变化で表現

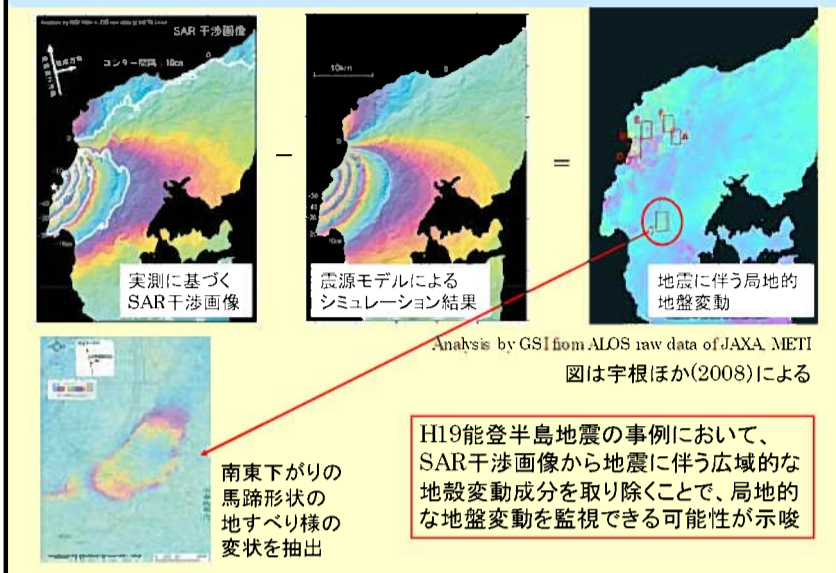
Analysis by GSI from ALOS raw data of JAXA, METI

「だいち」が捉えた 地殻変動の特徴

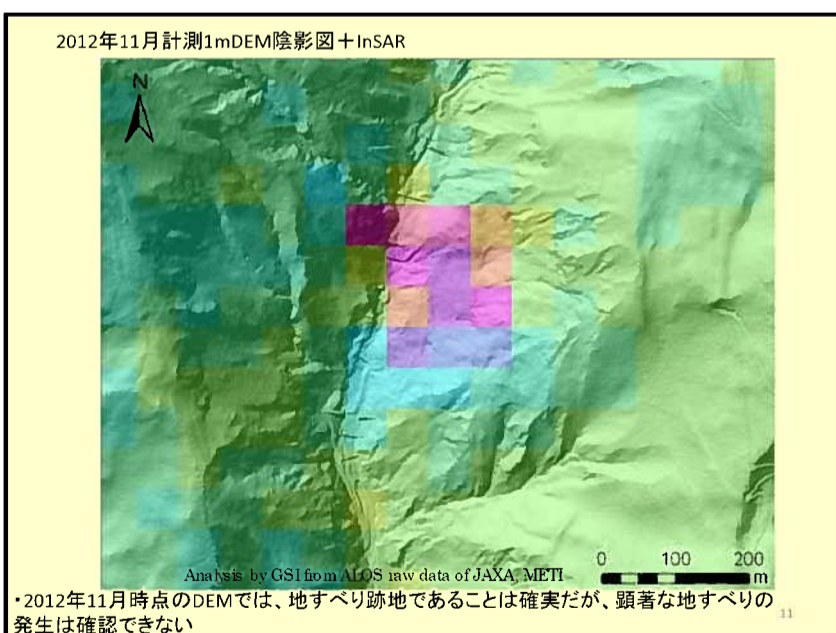
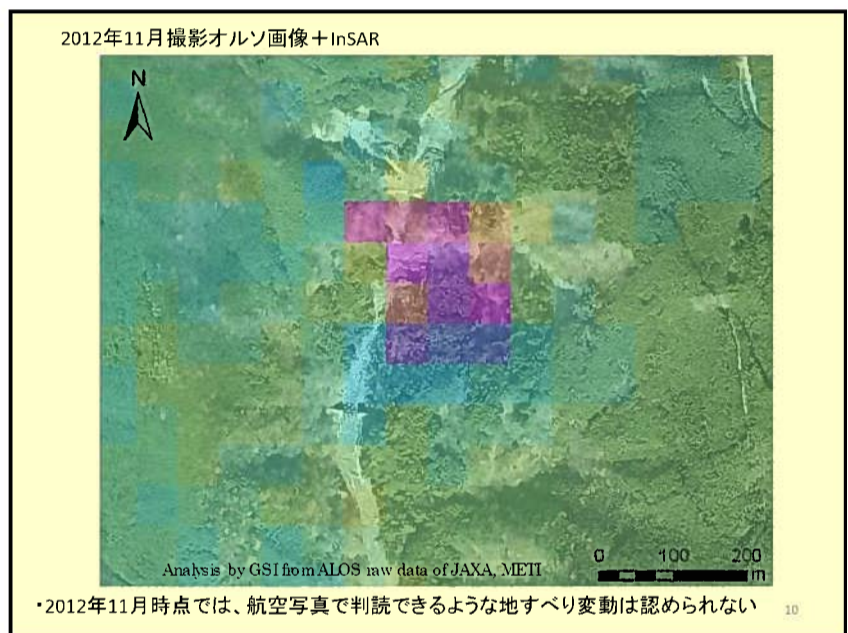
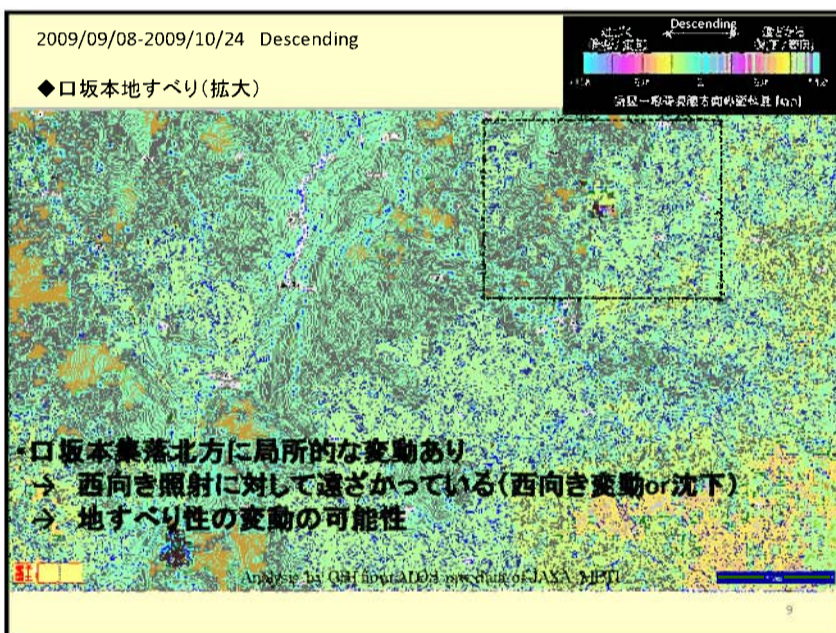
変動は東北地方から関東及び中部地方までおよんでいる。
最も変動が大きかった牡鹿半島では、衛星と地表の間で距離が約4m伸びる変動がみられた。

国土地理院資料による

干渉SARによる地震時の初生地すべりの検出



南アルプス南部での干渉SARによる地表変動の抽出 —口坂本地区での事例—

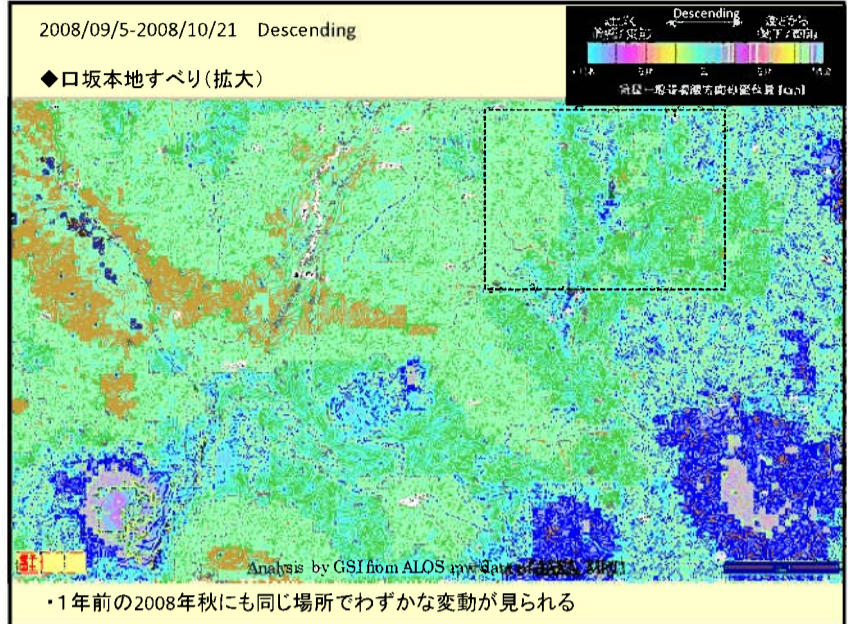


干渉SAR変動箇所の現地写真(地上)



・平成25年6月末の時点では、規模の大きな地すべりが発生していた

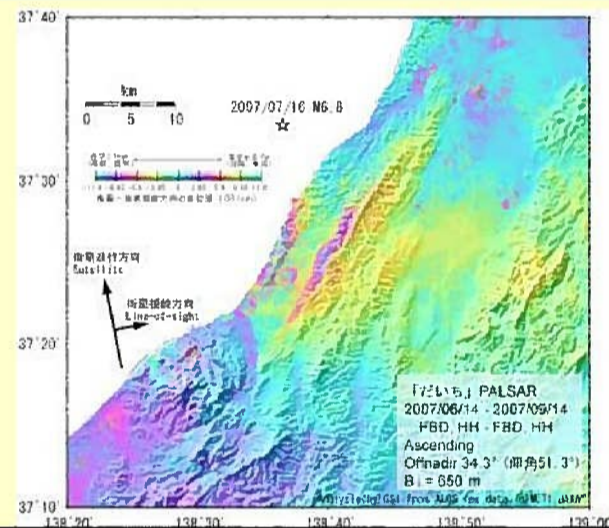
干渉SAR変動箇所の現地写真(俯瞰)



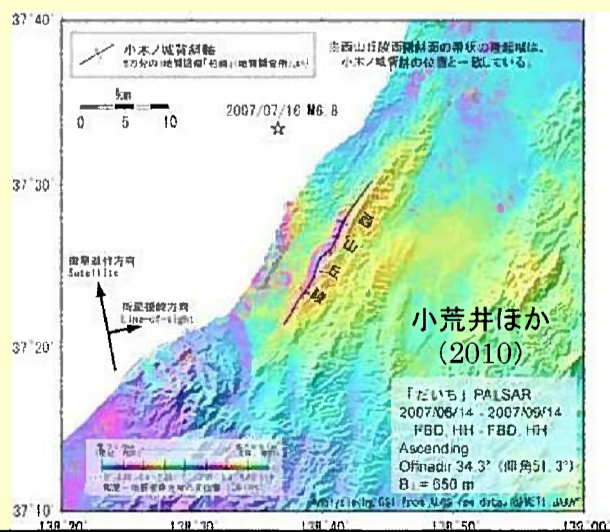
口坂本のまとめ

- 2008年秋と2009年秋には、干渉SAR画像で有意な変動が発生していた。(2009年は約1ヶ月半で電波照射方向に6~7cm程度)
 - 2012年11月の時点では、大きな地すべり変動は発生していなかった。
 - 2012年11月~2013年6月の間に、大きな地すべり変動が発生した。
- 口坂本では干渉SARで地すべり変動の前兆が捉えられていた可能性が高い。

2007年中越沖地震による活褶曲の成長

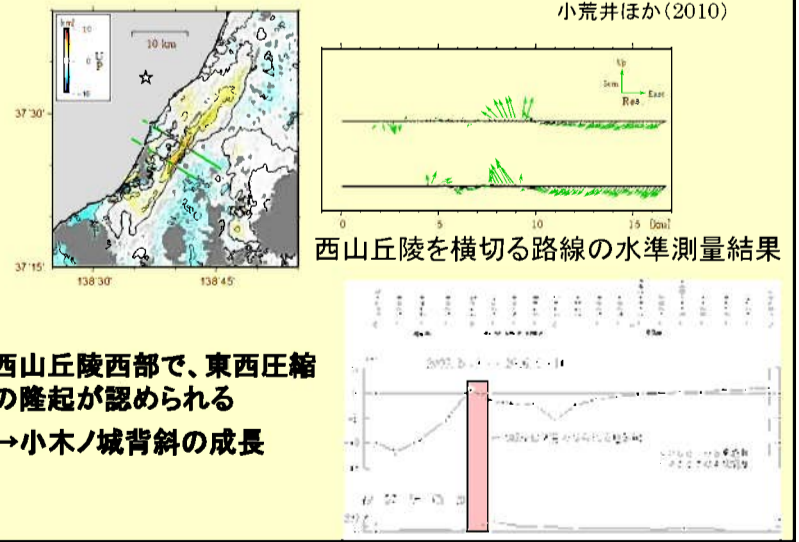


2007年中越沖地震による活褶曲の成長

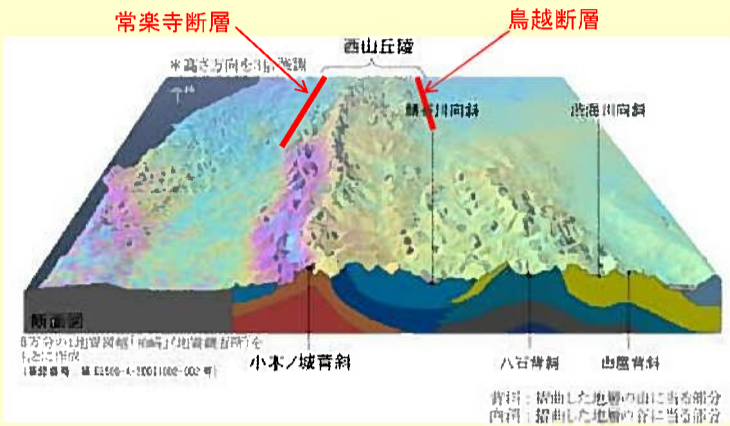


中越沖地震に伴う地殻変動の上下成分

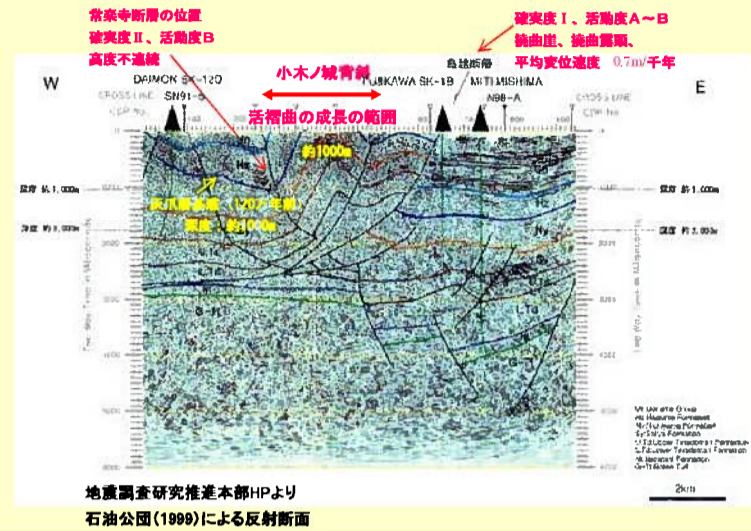
小荒井ほか(2010)



西山丘陵西側斜面の帯状隆起と地質構造概念図



地質構造との関連



小ノ城背斜の間欠的成長の時期

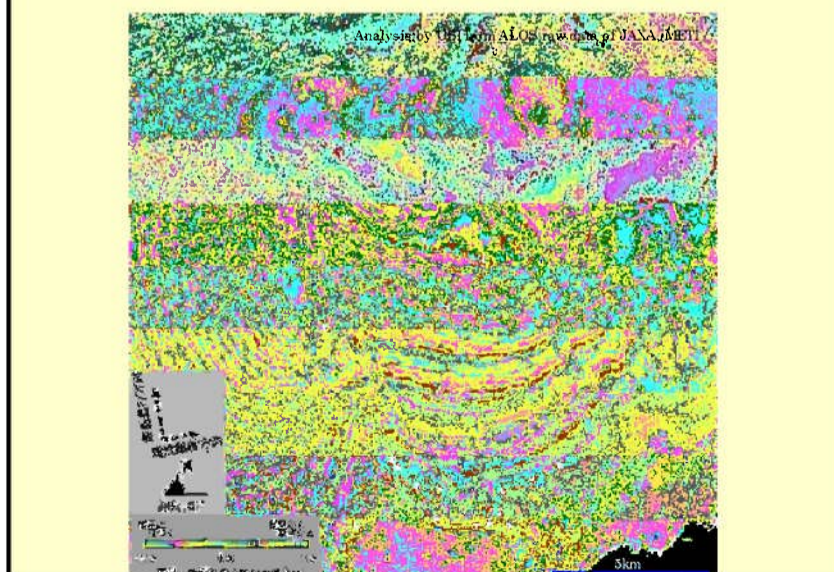
- 活褶曲の成長
 - 地震時に間欠的に成長するという考え
 - 常時継続的に成長しているという考え
- 今回の地震
 - 地震時もしくは地震後3日以内(SARの観測間隔の範囲内)に活褶曲の間欠的な成長があった
- 地震時に活褶曲が成長したと見なされる変化の事例(水準測量)
 - 地震を挟んだ数年間という時間間隔
 - 空間的にも水準点という点での観測量に限定
 - 今回SAR干渉画像で得られた褶曲の急激な成長
 - 本震の震源域から離れた場所
 - 地震活動を全く伴わずに起こっている
 - このような現象が面的に詳細に観測されたことは極めて画期的な事象

平成23年4月11日
福島県浜通りの地震
による地盤変状と
SAR干渉画像との関連
(能動的な断層運動と受動的な断層運動)

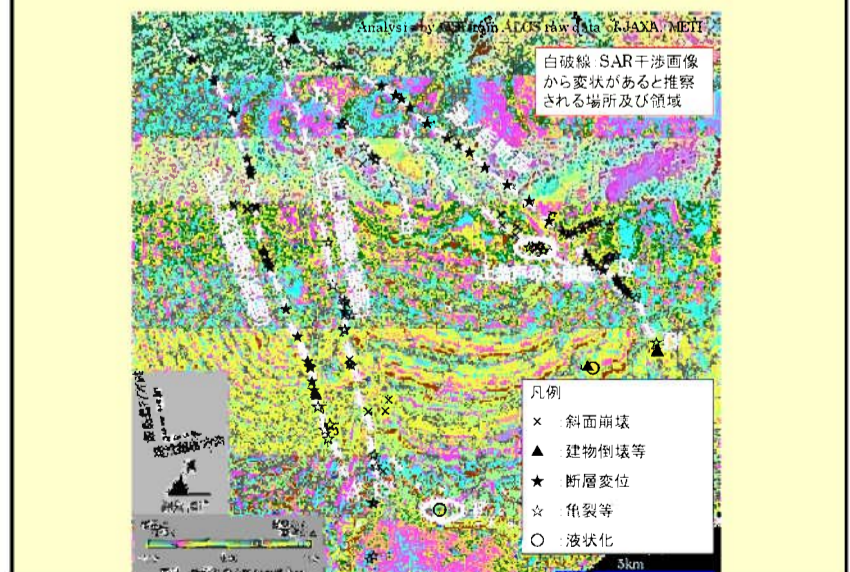
小荒井・岡谷(2011)による

同様の事例は
2014年長野県北部地震(神城断層地震:白馬村の地震)
2016年熊本地震などでも認められた

SAR干渉画像(2011.3.3-2011.4.18)に見られる変位の不連続の分布



SAR干渉画像(2011.3.3-2011.4.18)に見られる変位の不連続の分布



井戸沢断層(西側)

- ・干渉縞が明確に不連続となっており、不連続部を境に変位量大きい井戸沢断層西側及びその北方延長沿い(A-A')では、ほぼ南北から北北西-南南東方向に延びた明確な地表地震断層(西側約1~2m低下)が、長さ10km以上にわたり出現した。
- ・壊滅的な建物被害は、断層線の直上に限定される。
- ・塩ノ平の断層露頭では断層粘土や断層破砕帯が確認できた。このことは、今回地上に出現した断層は、過去に地震が繰り返し活動してきた箇所が発生したことを示唆している。
- ・既知の活断層の北北西延長部で、新たに5km以上地表地震断層が出現。

⇒井戸沢断層の西側では、変位が段差として明瞭に把握されており、今回の地震を引き起こした断層と考えられる。

平成23年4月11日福島県浜通りの地震(M7.0)による地表地震断層の判読特性(福島県いわき市塩ノ平) 小荒井ほか(2011)

道路や水田に段差があることは判読できる。河川の河床で東側(下流側)が隆起したため滞りが出現したが、その様子が判読できる。

西側(写真の右側)が約70cm低下。電柱が傾いている。

垂直方向の変位—約190cm

断層破砕帯が存在。繰り返し断層が活動してきた

平成23年4月11日福島県浜通りの地震(M7.0)による地表地震断層の判読特性(福島県いわき市御斎所街道) 小荒井ほか(2011)

道路の段差(A)、斜面崩壊、河川上流側での滞りの形成、斜面中の亀裂(B)、断層直上での樹木が倒れによる森林の上方が開きなどにより、地表地震断層をトレースすることが容易である。

東側(下流側)が隆起したため滞り出現

西側(左側)約40cm低下の断層変位

西側(写真の右側)低下の変位(破線部分)。稜線部(写真の矢印)で、西側(右側)低下。

井戸沢断層(東側)

- ・井戸沢断層(東側)沿いでは、干渉縞が明確に不連続だが、位相のズレは1~2周期程度と小さい。
- ・断層線に沿って10cm程度の段差や5cm程度の開口亀裂が認められた。また、断層線に沿って斜面崩壊も認められた。
- ・断層をまたぐ道路沿いに何箇所かで調査を行ったが、亀裂や斜面崩壊が認められたのは断層線の近傍のみであった。
- ・変位の大きい中央部(⑮~⑰)では、山間部でも徒歩道や尾根をまたぐように、高低差の明瞭な亀裂が連続する。

⇒井戸沢断層(東側)は能動的に地震を起こした断層ではなく、4月11日の地震の強い揺れに伴い、既存の断層線に沿って受動的に地表面に変位がでたものと推定される。

⑰いわき市 洞坂

洞坂地区の山崩れで、大規模な亀裂(長さ30m以上、深さ5cm)

洞坂地区では徒歩道に亀裂(長さ10m強、高低差10cm)

洞坂地区の車道で高低差20cm程度あり、斜面に亀裂が続き、上方で微妙な高低差あり

井戸沢断層と湯ノ岳断層の中間部の地盤変状と被害状況

・変位量が1周期以下(11.8cm以下)と小さく、大きな縦ずれ変位を持った亀裂・段差や建物倒壊はみられなかった(瓦・外壁等の損傷はあり)。

⑮地点の河川護岸に見られる亀裂

⑰地点の道路に見られる亀裂

AnaGIS by GSI from ALOS raw data of JAXA, METI

まとめ

正断層型の地震に伴う被害や地表変状の特徴
(防災上などの観点から注意すべきこと)

- **逆断層型の地震で一般的に言われる「上盤側に広範に被害集中」とは形態が異なる。建物自体を歪ませるような被害は地表に現れた断層の直上に集中。**
- **斜面崩壊や亀裂は断層線上を含めた近傍で確認される。**
- **明瞭な段差を生じない場合であっても、延長部を含む既知の断層の周辺では崩壊発生の危険性がある。**

SAR干渉画像の干渉縞の不連続部では、不連続のズレの大きさに対応した地盤変状が表れており、**SAR干渉画像が明確に地盤変状を捉えている。**

**昔の地図・空中写真から知る
その土地の災害リスク**

**関東地方の
液状化発生地の分布**

東日本大震災における液状化被害

液状化が集中して発生した地域

- ・東京湾岸(特に北部)
- ・利根川流域
- ・利根川支流(鬼怒川・小貝川など)の流域
- ・九十九里平野
- ・荒川低地
- ・那珂川・久慈川流域

関東地方整備局・地盤工学会(2011)による

液状化とは

地震の際に地下水位の高い砂地盤が、強い振動により液体のような状態になる現象。比重の大きい構造物が埋もれたり、倒れたり、地中の比重の軽い構造物(マンホールや杭など)が浮き上がったりする。

1964年新潟地震による液状化で大きく傾いたアパート

2004年中越地震での液状化によるマンホールの浮き上がり

液状化を起こしやすい地形とは

液状化が生じるためには、強い地震動の他に、**地層が水を多く含んでいること、ゆるく堆積した砂であること**などの条件が必要である。これらの条件がそろった液状化が発生する可能性の高い場所は、地下水位の高い砂地盤で、例えば、**埋立地、干拓地、昔の河道を埋めた土地、砂丘や砂州の間の低地**などがあげられる。

↓

液状化を起こしやすい地形は、土地の成り立ちを知ることで概ね把握が出来る。

土地の成り立ちを知ることが出来る情報

- ・昔の地図(地形図)
 - 明治時代以降の地形図
 - 1/50,000、1/25,000など: 全国整備
 - 迅速測図(関東地方南部に限定)
 - 明治10年代(約130年前)の土地景観を把握する情報
- ・昔の空中写真
 - 米軍撮影した空中写真: 1940年代後半
 - 国土地理院が撮影した空中写真: 主に1960年代以降

昔の地図(旧版地形図)

(令和2年7月25日現在の利根川下流の地図(昭和49年修正測量)1万分1地形図「潮来」)

埋め立ち前の沼が確認できます

国土地理院に来れば、昔の地図を見たり、コピーを取ったりすることが出来ます。詳しい地図があるのは、国土地理院のホームページで調べることができます。
(<http://www.gsi.go.jp/MAP/HISTORY/5-25-index5-25.html>)

明治時代初期のカラフルな地図(迅速測図)

- ・約130年前に参謀本部(昔の国土地理院)が作った地図
- ・関東地方南部のほぼ全域をカバー
- ・フランスの地図を参考に作った、色鮮やかな地図
- ・歴史的農業環境閲覧システムで、国土地理院の現在の地図と重ね合わせて見ることができます。



千葉県神崎町
神崎大橋周辺

過去の空中写真

国土地理院のHPにある地図・空中写真閲覧サービス
(<http://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do>)で閲覧可能



我孫子市布佐周辺で過去の空中写真を検索(中心距離で検索件数10件)

潮来市日の出地区の液状化被害



潮来市では、日の出地区で
激しい液状化被害が集中した

潮来市日の出地区の土地の履歴



明治時代の地図に現在の地図を重ねたもの
(歴史的農業環境閲覧システムによる)

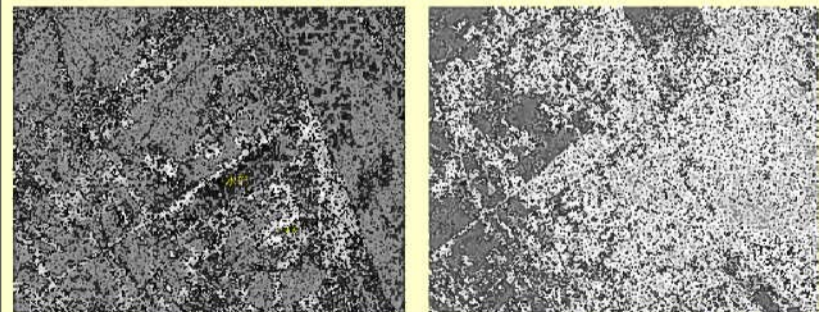
明治時代の地図を現在の地図と重ね合わせてみると、日の出地区は、入江を埋め立てた土地であることがわかる。

我孫子市布佐地区の液状化被害の状況



液状化の甚大な被害は、我孫子市布佐の都地区に集中した。

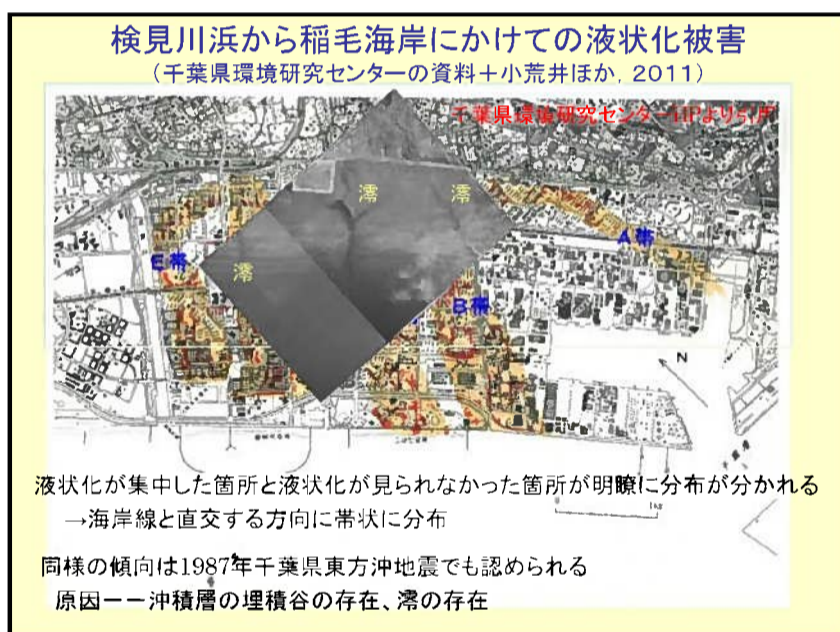
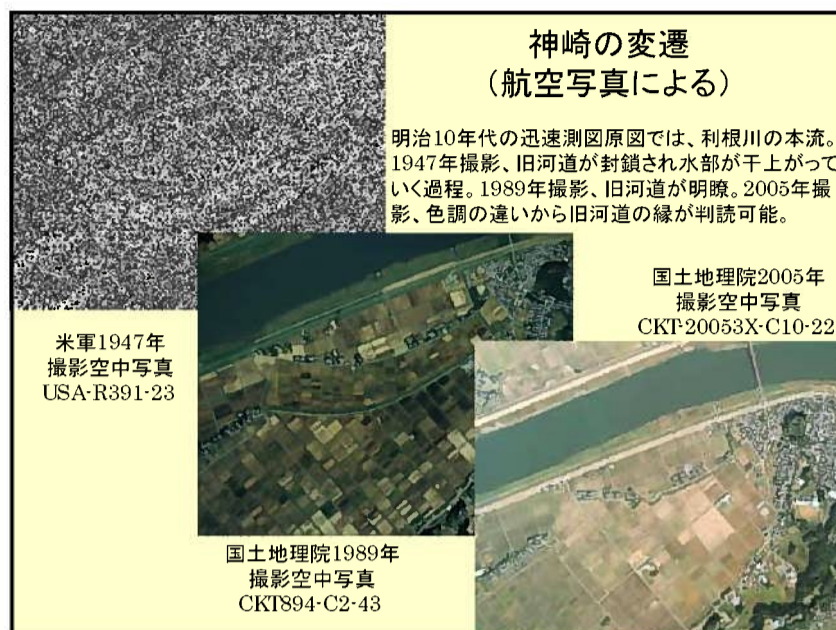
布佐地区の昔の空中写真



米軍1947年撮影空中写真
USA-M875-1

国土地理院1962年撮影空中写真
MKT621-C11-17

1947年撮影の米軍空中写真を見ると北東-南西方向に延びる細長い水部が存在している。今回の地震で液状化が激しかった箇所が、その細長い水部の箇所と一致している。1962年撮影の空中写真では、その水部が埋め立てられ、住宅地となっている。

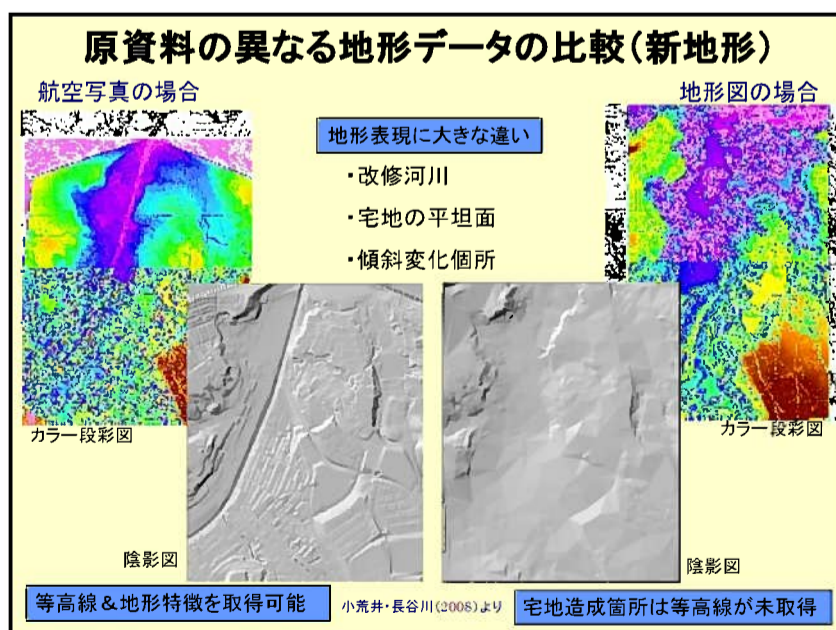


時系列地理情報を活用した盛土・切土分布の把握

- 大規模な盛土造成地において、大地震時に地すべりの変動が多発
 - 1978年宮城県沖地震
 - 1995年兵庫県南部地震
 - 2004年新潟県中越地震
 - 2007年新潟県中越沖地震
 - 2011年東北地方太平洋沖地震 など

改変地形データ作成のための収集資料の事例

	縮尺	年代	資料地庫
旧版都市計画図	1/25,000~1/50,000	1950年代頃~	地方公共団体による
都市計画図	1/25,000~1/50,000	1950年代頃~	地方公共団体による
旧版地形図	1/10,000	1950年代~1960年代	国土地理院等
地形図	1/10,000	1950年代~	国土地理院等
国土通字図	1/25,000, 1/50,000	1950年代~	国土地理院等
空中写真			
国土地理院撮影			
空中写真(カラー)	1/50,000~1/100,000	1970年代~1980年代	日本国土
空中写真(モノクロ)	約 1/25,000~1/100,000	1950年代	国土地理院等
空中写真(モノクロ)	約 1/10,000~1/15,000	1980年代~1990年代	山陽部
衛星撮影			
空中写真(モノクロ)	約 1/10,000~	1940年代~1950年代	国土地理院、国土地理院、国土地理院



原資料の異なる地形データの比較(旧地形)

航空写真の場合

地形図の場合

地形表現に大きな違い

- ・小さな尾根・谷
- ・河川位置

カラー段彩図

陰影図

航空写真の方がデータ品質が高い

小荒井・長谷川(2008)より

人工改変地形データの作成

各時期の地形データ差分から、人工改変地データを作成(航空写真または地形図同士)

地形図:
大まかな人工改変地の分布は把握可能

航空写真:
河川改修、小さな人工改変地も把握可能

航空写真の方が品質の高いデータ作成が可能

利用データは、必要精度、データ入手可能性、費用対効果を基に判断する

赤色:盛土 緑色:切土

小荒井・長谷川(2008)より

東日本大震災での宅地盛土被害

◆仙台市およびその周辺の宅地盛土で被害が多発。

↑仙台市内の宅地盛土被害分布(橋本(2011)より引用)

↑仙台市およびその周辺の宅地盛土被害分布(若松・吉田(2011)より引用)

仙台市太白区緑ヶ丘地区での宅地盛土被害(1978年の例)

◆仙台市太白区緑ヶ丘地区(1~4丁目)では、1978年宮城県沖地震時にも多くの宅地盛土で被害が発生

緑ヶ丘4丁目

緑ヶ丘3丁目

緑ヶ丘2丁目

緑ヶ丘1丁目

※電子国土Webシステムの電子国土基本図(地図情報)
※切土・盛土分布図作成用データは東北学院大学の宮城教授提供

1978年宮城県沖地震による仙台市緑ヶ丘地区の盛土変状被害分布。
東北大学理学部地質古生物学教室(1979)より引用、加筆。

仙台市太白区緑ヶ丘地区での宅地盛土被害(2011年)

◆1978年の被害後に対策工が入られていたが、今回の地震でも多くの道路、擁壁で変状が発生

緑ヶ丘3丁目の被害

- ・盛土頂部で多数の亀裂が発生し、側溝等に圧縮変形が見られる。

佐藤・中笠(2011)より引用

仙台市太白区緑ヶ丘地区での宅地盛土被害(2011年)

緑ヶ丘4丁目の被害①

- ・路面の圧縮性変形により、道路が盛り上がっている。

佐藤・中笠(2011)より引用

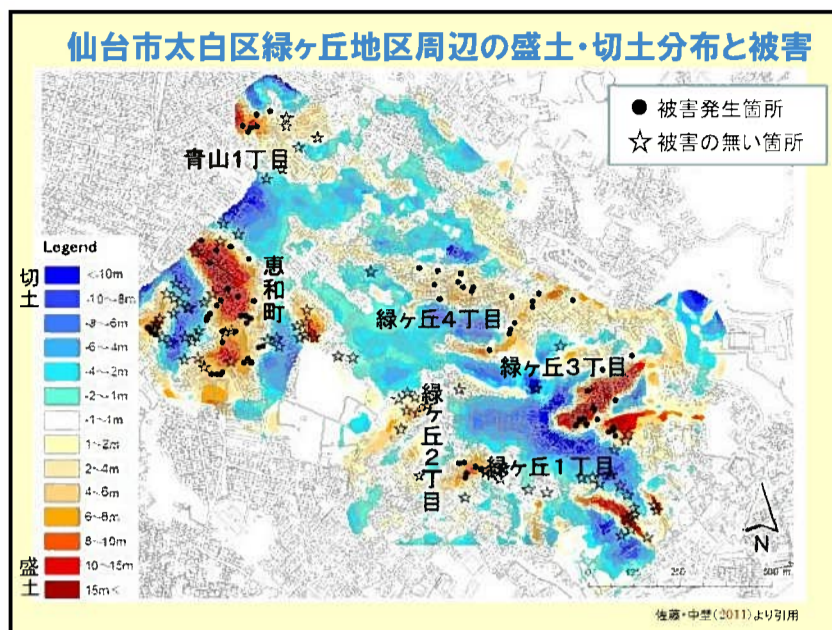
仙台市太白区緑ヶ丘地区での宅地盛土被害(2011年)



緑ヶ丘4丁目の被害②

- ・ブロック塀の倒れ込みと路面の圧縮性変形
- ・地すべり性変形による路面の圧壊

佐藤・中笠(2011)より引用



「昔の地図・空中写真から知るその土地の災害リスク」のまとめ

- ・災害に備えるためには、自分の住んでいる土地が災害に対して弱いのかどうかをきちんと知ることが重要。(例えば、液状化しやすい土地なのかしにくい土地なのか、盛土なのか切土なのかなど)
- ・液状化しやすい土地かどうかは、その土地の移り変わりをすることで、概ね把握することができる。
- ・土地の移り変わりを知るには、古い地図や空中写真が極めて重要。
- ・これらの土地の移り変わりを知ることのできる情報は、国土地理院のHPや農業環境技術研究所のHPなどで容易に学校や自宅からアクセスでき、見ることが可能。

茨城大学に移ってからの研究

- 昨年度の卒業生の卒業研究
 - ・樹木の根系発達と花崗岩の風化、斜面崩壊の関係(阿武隈)
 - ・リアス式海岸における津波被害度と地形・土地利用の関係
 - ・地形分類と浅層地質を組み合わせた液状化リスクの評価(利根川下流域)
- 現在の4年生・3年生の卒業研究(主なもの)
 - ・樹木の根系発達の研究の続き(阿武隈)
 - 航空レーザーで捉えた樹高・胸高直径・樹木密度を反映可能か?
 - ・液状化リスク評価の研究の続き(利根川下流低地、埼玉県の中川低地)
 - ・河畔砂丘の形成要因と鬼怒川水害でのリスク(自然堤防との比較)
 - ・地形・地質条件と地震による建物被害との関係(信濃川変動帯、埼玉県)
 - 他に典籍災害学(文書の利用)、常時微動観測を活用

対象：現在の地震 白馬村の地震、栄村の地震、中越地震、中越沖地震
歴史地震 西埼玉地震、安政江戸地震、善光寺地震、小谷村の地震