# SGDAS※の推計精度向上に関する研究

スグダス

※SGDAS：地震時地盤災害推計システム

【研究期間】令和3年(2021年)4月～令和8年(2026年)3月

国土地理院 地理地殻活動研究センター
地理情報解析研究室
岩橋　純子

# 背景・必要性（SGDASの概要）

国土地理院

- 国土地理院は、最大震度5弱以上の地震発生後15分以内に斜面崩壊・地すべり、液状化の概略発生位置と規模を推計・配信する**「地震時地盤災害推計システム（SGDAS：スグダス）」**を2010年度～2012年度の特別研究で開発。

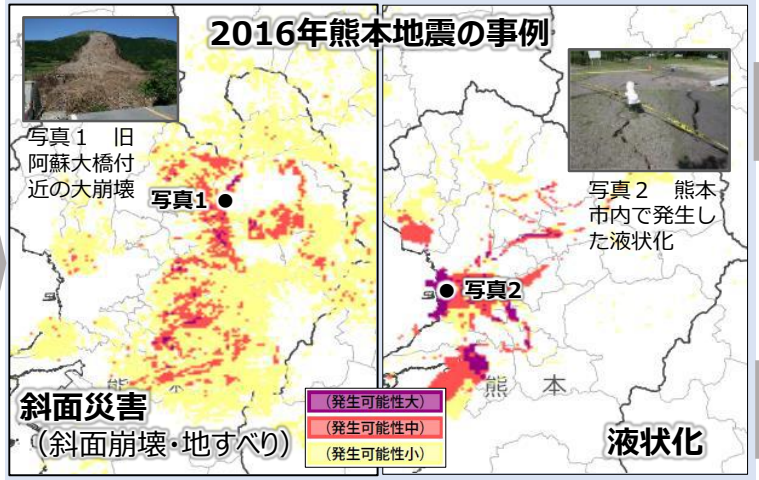
**現システムの概要**

**推計震度分布図** 等
（地震発生後10分程度で気象庁から配信）

＋

**地震発生前に準備しておくデータ**
- 地形データ(DEM)
- 地形分類データ
- 地すべり分布図
- 地質データ

地震発生後**15分以内**




- **地盤災害の発生可能性**を250m～1kmメッシュで地図化
- 概要レポートを自動生成

**レポート（PDF）** 自動メール配信

庁内・外から閲覧可

**GISデータ** 自動アップロード

※詳しくはSlide20-28

現SGDASのアルゴリズム作成の参考にされた地震・研究成果

【斜面崩壊】1995年兵庫県南部地震に関する既往研究成果（2008年頃までの7つの地震で検証例）

【地すべり】2004年新潟県中越地震、2008年岩手・宮城内陸地震、2011年東北地方太平洋沖地震

【液状化】2011年頃までの既往研究成果

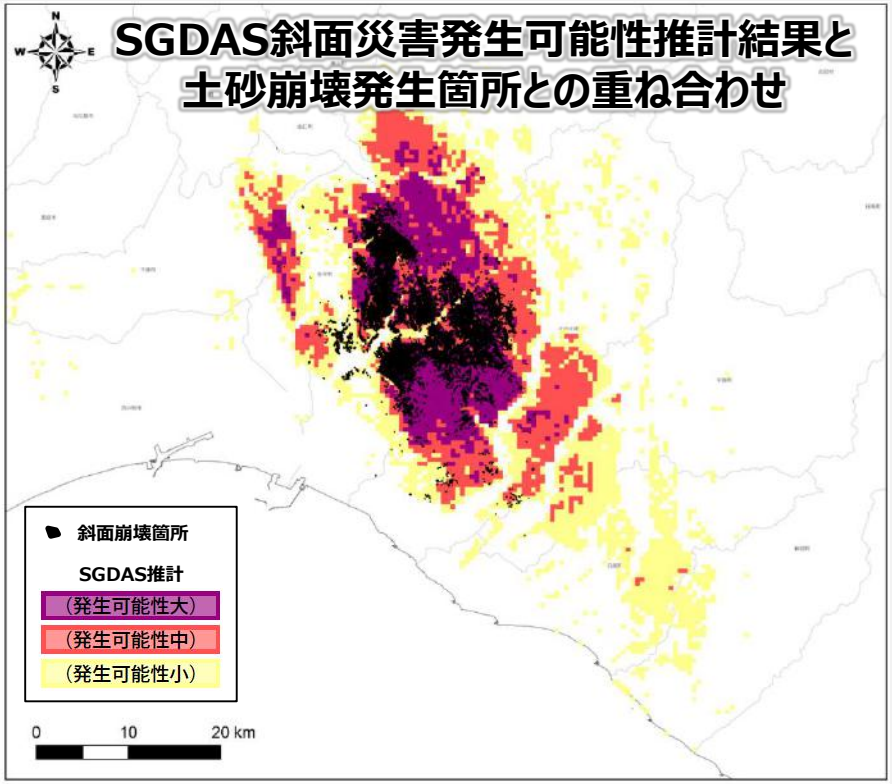
**試験運用を経て、2019年6月から正式運用開始**

# 背景・必要性（試験運用における有用事例）

国土地理院

## 平成30年(2018年)北海道胆振東部地震

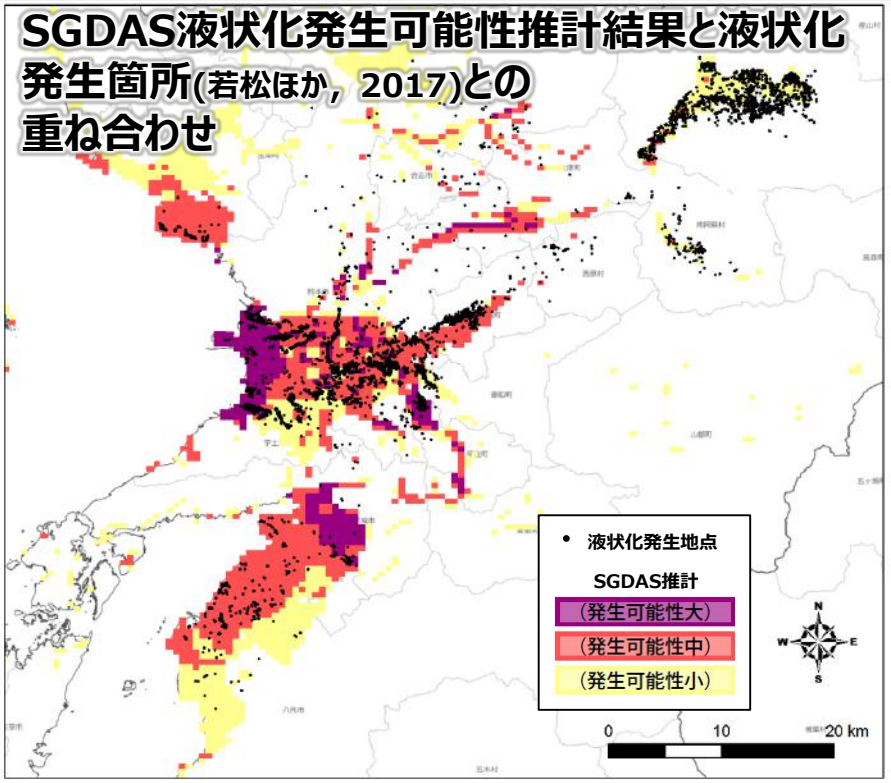
（9月6日午前3時7分発生
➡同日**午前3時13分**レポート配信）




実際に斜面崩壊が多発した場所とその周辺で
発生可能性(危険度)が高いと推計

## 平成28年(2016年)熊本地震(本震)

（4月16日午前1時25分発生
➡同日**午前1時32分**レポート配信）




実際に液状化が多発した場所を中心に
発生可能性(危険度)が高いと推計

**当日早朝からの災害対応（空中写真撮影等）の方針・計画立案を可能とした**

# 背景・必要性（SGDASを取り巻く情勢の変化）

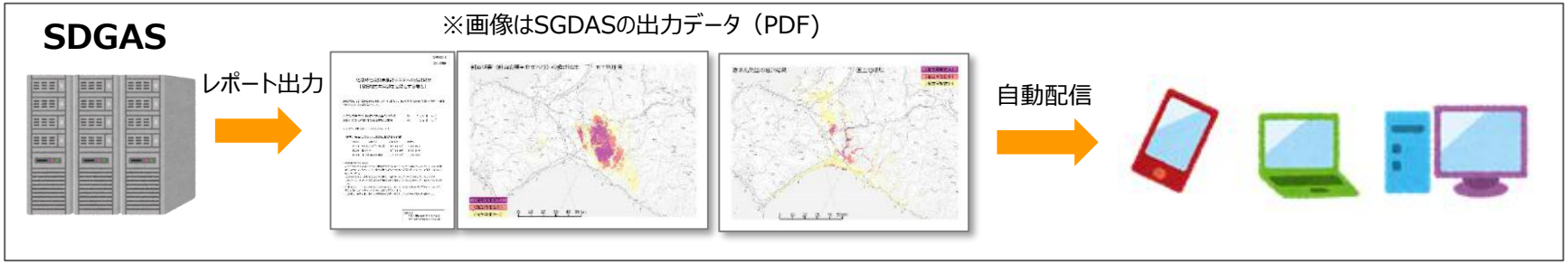
国土地理院

**2019年6月 正式運用開始（報道発表）**

新聞記事、多数の配信希望

**→国交省内（地方整備局含む）、防衛省、地方自治体（35県）まで配信が拡大**

- 推計精度向上に対する要望
- ユーザ拡大によるニーズの多様化




## 現SGDAS完成後に地盤災害に関する研究成果が出ている地震

- 東北地方太平洋沖地震(2011)、熊本地震(2016)、北海道胆振東部地震(2019)
  - 海溝型地震と活断層地震の斜面災害への影響の違い
  - 水を多く含む層をすべり面とする多数の崩壊発生についての事例 etc.

## 現SGDAS完成後に発展著しい分野

- 航空レーザ測量によるDEMの高精度化
- GIS、数値地形解析、水文分析（解析ツールのオープンソース化含む）
- 機械学習、深層学習

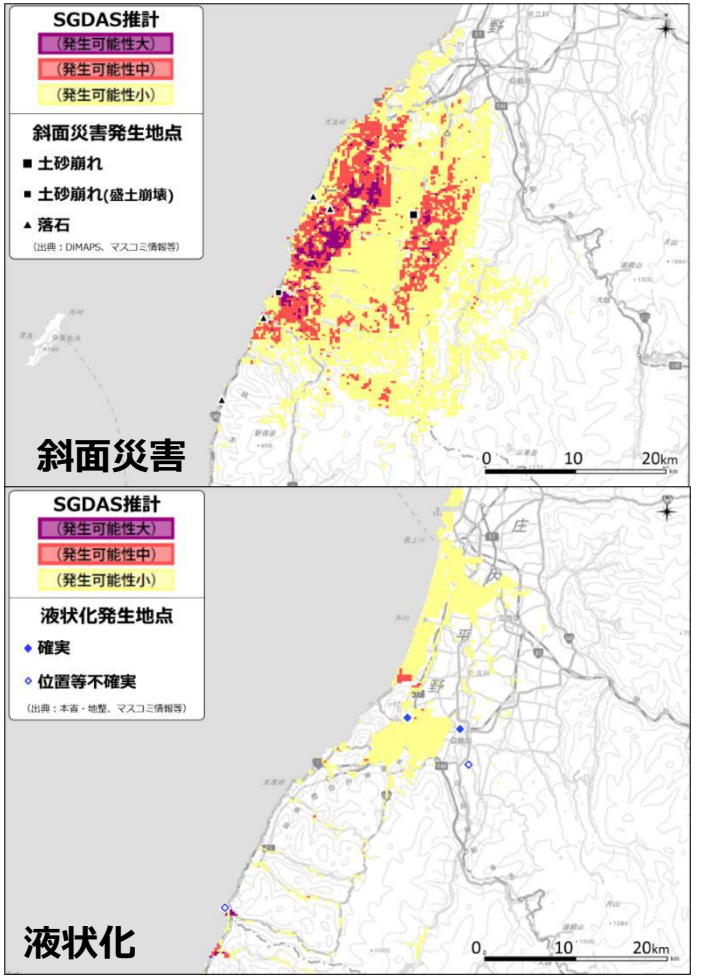
# 背景・必要性（現状の課題）

国土地理院

## 現状の課題

- **斜面災害発生可能性(斜面崩壊、地すべり)の推計結果が全体的に過大傾向**（空振り率が大きい）
- **液状化発生可能性の推計精度が全体的に低い**
- **降雨が斜面災害に与える影響が考慮されていない**（見逃しの可能性）
- 推計手法が固定化されており、地域特性に合わせた柔軟な推計ができないため、推計精度の向上には限界がある。
- 推計結果の表現やレポート形態(PDF)が必ずしも利用者にとって分かりやすくて使いやすいものとは言えない。

ユーザーのニーズに合わせ、
✓ 推計精度の向上（特に空振り率の低減）
✓ 地域特性に合わせた推計ができること
✓ 「伝わる」レポート
が求められている




2019年6月の山形県沖の地震の事例
※Slide27（試験運用開始以降の、最大震度6弱以上の12地震の検証結果）も参照のこと

# 研究開発の目的・課題解決方針

国土地理院

## 目的

**SGDASの推計精度を向上**させ、大地震発生時における初動対応に必要不可欠な情報を高精度化する。

## 課題解決方針

- **降雨の影響**や地盤災害の発生メカニズムに関する**最新の知見を考慮**した推計アルゴリズムの再検討による**推計精度向上**を目指す
  （空振り率、見逃し率とも下げる方向）
- 地域の地形等の特性に合わせた柔軟な推計や、新たな知見の効率的な追加を実施可能とする、最適なシステム実装形態の検討・実装
- **推計結果のGIS対応**及び利用者ヒアリング等に基づく伝わる推計結果表現を検討し、**「伝わる」レポートや使いやすいデータの配信を実現**

# 研究開発の内容

国土地理院

## ①推計精度向上のための推計手法改良（R3～7年度）

最新の研究成果を踏まえ、新たに、**降雨の影響**、**土層厚等の地形・地盤情報**も加味した**推計モデルの再検討・構築**を実施。

## ②改良型システムの実装形態の検討（R3～4年度）

**複数の推計モデルの組み合わせ**、降雨量等の動的パラメータの導入、**新たな推計モデルの追加**等に最適な実装形態を検討。

## ③改良型システムの構築と試験運用（R5～7年度。②の成果を基に構築、①の成果を逐次反映）

②の成果を基に①の成果を逐次反映した**改良型システムを構築し試験運用**。地震毎に推計結果の検証・モデル改良を反復。

# 研究開発①推計精度向上のための推計手法改良（R3～7年度）

国土地理院

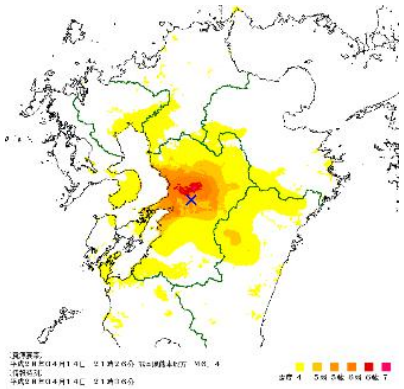
**斜面災害発生可能性**

**降雨の影響を考慮**し、地形・地盤に関する追加情報も加味した
**斜面災害推計アルゴリズムの再検討・構築・検証**

## 現システムのパラメータ

**●地震発生時の入力データ**

- 推計震度分布　気象庁から配信



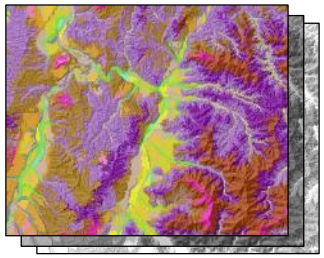
**●地震発生前に準備しておくデータ**

- 地形量（曲率、傾斜量）　DEMから計算
- 地すべり分布図　防災科研
- 地質データ　地質調査総合センター

＋

## 地形・地盤等のパラメータ

**地形分類等**
DEMの数値解析により作成



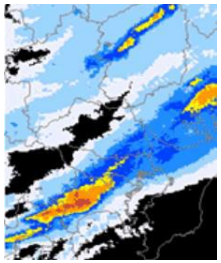
**土層厚**
実測値と地形による推定

全国を対象としたデータの作成方法の検討・データ作成も実施

※表層土層厚は崩壊との関係が指摘されている

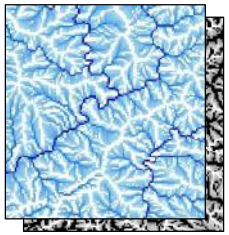
## 降水量・土壌水分量等のパラメータ

**解析雨量**
（気象庁）



**土壌雨量指数**
（気象庁）

**湿潤指数等**
DEMの水文分析



※降水量と崩壊の関係は複雑で、困難な課題

**改良型斜面災害推計アルゴリズム**

**検証** ブラッシュアップ

# 研究開発①推計精度向上のための推計手法改良（R3～7年度）

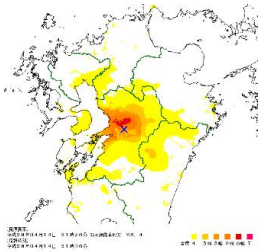
国土地理院

**液状化発生可能性**

**最新の研究成果を考慮し**、最新の微地形区分データと人工改変地データを併用した**液状化推計アルゴリズムの再検討・構築・検証**

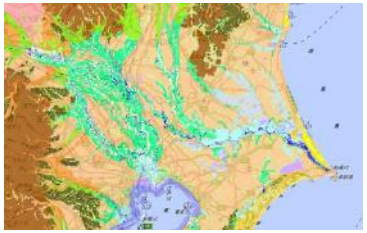
## 現システムの構成

**●地震発生時の入力データ**
- 推計震度分布　気象庁から配信



**●地震発生前に準備しておくデータ**
- 微地形区分データ(250mメッシュ)

若松・松岡(2008)

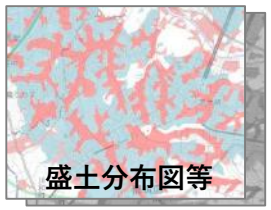


経験則による震度と微地形区分ごとの発生可能性の対応表

※対応表はSlide21参照

液状化発生可能性推計結果

- **最新データに更新**
  (2008年版→2019年版)
- **人工改変地データを追加**(2019年に全国整備された盛土造成地データ等)



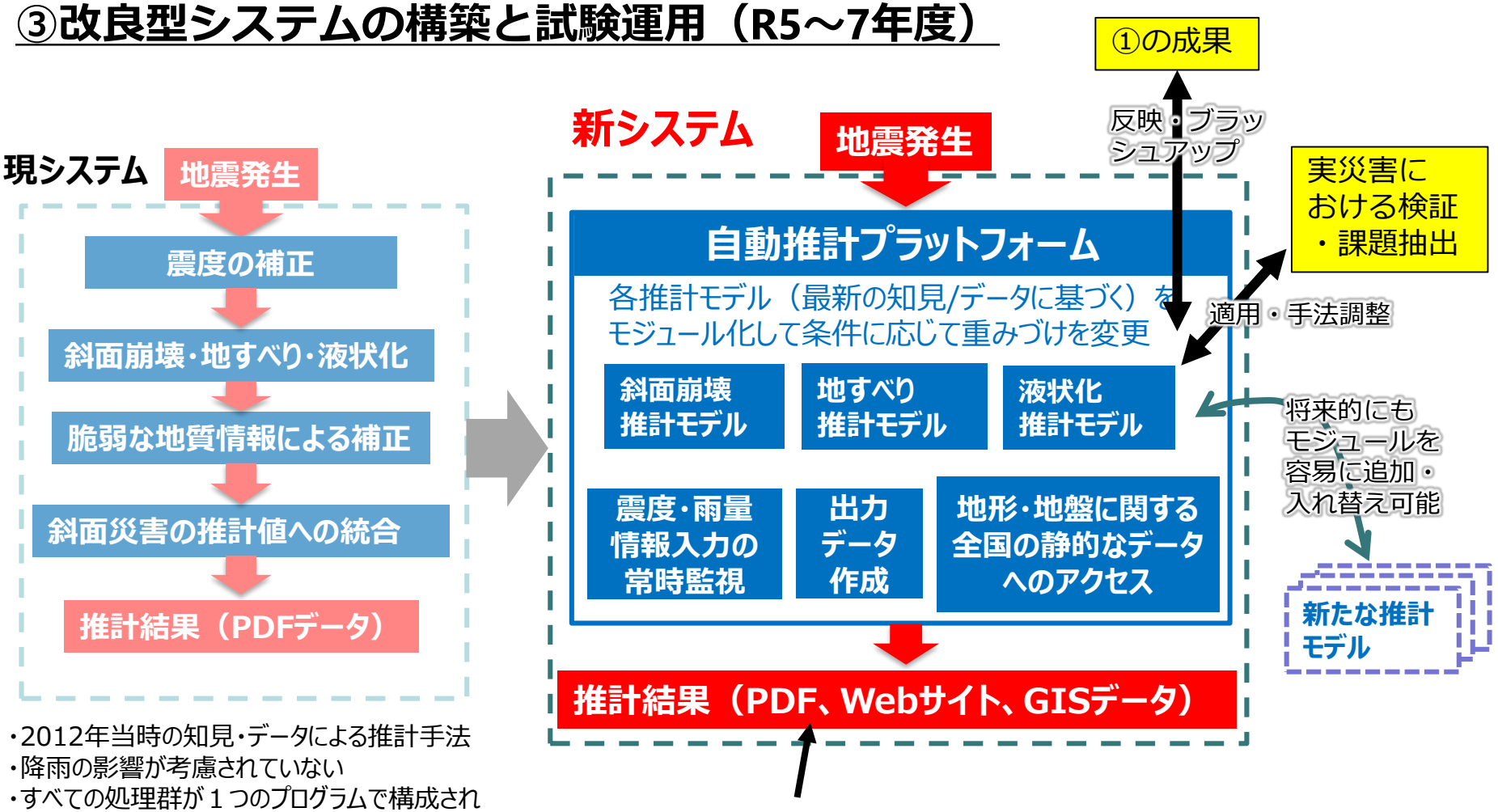

- **最新研究成果**(液状化に関する総合技術開発プロジェクト成果等)**の適用**
- **新たな事例の解析、結果の反映**

**改良型液状化推計アルゴリズム**

検証　ブラッシュアップ

# 研究開発②③

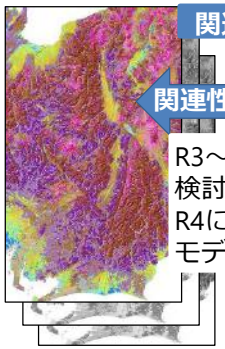
## ②改良型システムの実装形態の検討（R3～4年度）
## ③改良型システムの構築と試験運用（R5～7年度）



# 研究開発の全体計画

国土地理院

## ①推計精度向上のための推計手法改良



地形分類等

関連性の調査（R3～R4に検討、R5に推計モデル構築）

関連性の調査

R3～R4に
検討
R4に推計
モデル構築

土層厚

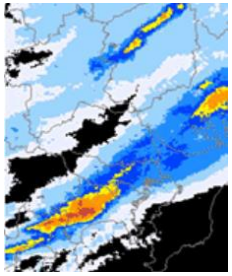
関連性の調査

R3～R4に検討
R4に推計モデル
構築

崩壊発生

関連性の調査

R3～R4初期検討
R5推計モデル構築
R7まで逐次改良



降水量等

深層学習や統計的手法を用いて
推計モデルを試作

適用

手法調整

R5～R7

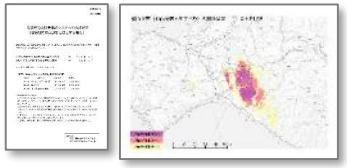
実災害に
おける検証
・課題抽出

調査に必要な
データ収集・
作成

最新地形区分
データと
液状化発生個所
の関係性解析

実装

新SGDAS



適切な配信方法・
表現方法の検討

関係機関からの
フィードバック

**関係性の調査**

**推計モデル等の
検討**

**推計に降雨の
影響等を追加**

**検証・課題抽出**

**最適推計モデルの
決定・システム実装**

**現システムに①の研究成果を逐次反映**

**②改良型システムの実装形態の検討**
・複数の推計モデルの組み合わせ等へ対応

**③改良型システムの構築と試験運用**
（②の成果を基に構築、①の成果を逐次反映）

**令和3年度
(2021年度)**

**令和4年度
(2022年度)**

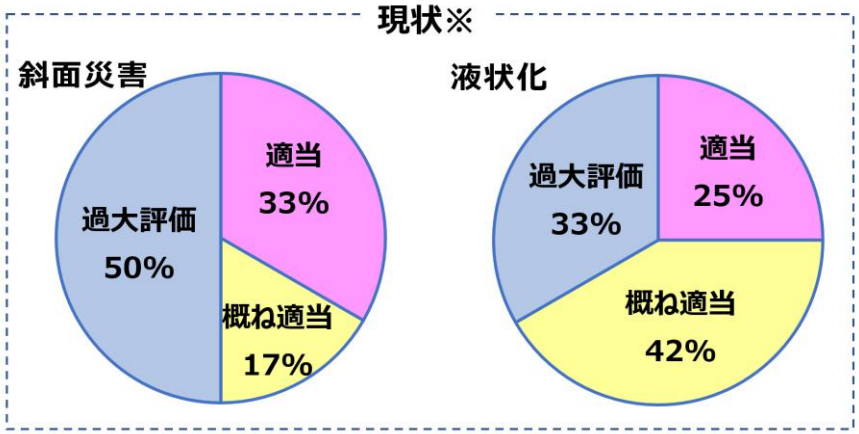
**令和5年度
(2023年度)**

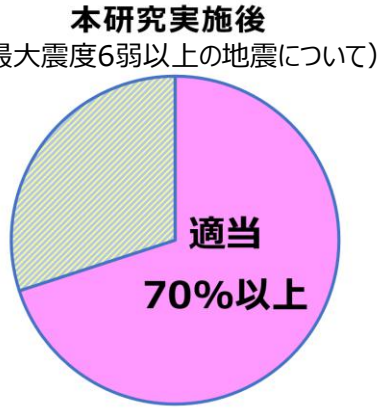
**令和6年度
(2024年度)**

**令和7年度
(2025年度)**

# 到達目標

## ①推計精度向上のための推計手法改良




※推計結果と実際の発生状況とを比較して、定性的に（崩壊地等のGISデータが存在したケースでは一部定量的に）評価。ここでの推計精度は2013～2019年の最大震度6弱以上の12地震における「適当」と評価された地震の割合。(Slide27,28)

※事例を収集し、中間評価までに定量的な評価手法の確立を図る

## ②改良型システムの実装形態の検討

（現状）
- すべての処理群が１つのプログラムで構成されておりシステムの柔軟性がない

**（本研究実施後）**
- **自動推計プラットフォームの導入で、複数の推計モデルの組合せや新規モデルの容易な追加を実現**

## ③改良型システムの構築と試験運用

（現状）
- 推計結果の配信（レポート等）のデザインやファイル形式にユーザーからの意見を取り入れていない
- 職員による毎日の動作監視
- 推計結果のGISデータが配信されない

**（本研究実施後）**
- **「伝わる」レポート表現、使いやすいデータの配信（災害対応関係者が「適当」と感じるレポートを目指す）**
- **全自動動作監視**
- **GISでのデータ利用が可能に**

# 実施体制・協力体制

国土地理院

**【人員体制】** ※カッコ内は知見を持つ分野

- 主担当：研究官１名（斜面災害・数値地形解析）
- 副担当：研究官２名（斜面災害・液状化・現SGDAS、斜面災害・深層学習）

の３名体制で研究を実施
（必要に応じてシステム開発経験のある研究官も参画）

**【効率的な実施体制・協力体制】**

- システム開発や推計モデル検討に必要なデータ作成の一部は外注を予定
- 推計アルゴリズム検討においては、**国土技術政策総合研究所や土木研究所と連携**するとともに、森林総合研究所、防災科学技術研究所、京都大学防災研究所、産総研地質調査総合センターなどと情報交換していく予定。

# 想定される成果と効果



- 大地震発生後15分以内に推計する斜面災害・液状化発生可能性の**推計精度向上**
  → ごく初期段階における、**より的確な初動対応方針の策定に寄与**
  → TEC-FORCEの広域派遣における**支援計画立案に貢献**
  → **夜間**に発生した場合、**被害概況のより的確な把握を実現**

- **改良型システム**を構築することで、**新たな推計アルゴリズムの追加が容易**になり、将来得られる知見にも大きな改修なく対応可能なシステムに

# 事前評価

# 研究開発の方向、実施の妥当性

国土地理院

## ●研究開発の方向の妥当性

・研究開発基本計画重点課題③
「防災・減災の実現に向けた研究開発」の
【災害リスク把握のための研究】
【災害発生時の災害状況把握の迅速化】

・研究開発基本計画重点課題④
「地球と国土を科学的に把握するための研究」の
【基盤情報と地形特性情報の高度化に関する研究】
に沿うものであり、**妥当。**

## ●国内・国際的研究状況を踏まえての実施の妥当性

現状の課題やチャレンジングな部分は多いものの、

・地震に伴う斜面災害・液状化の発生特性に関する知見が現システムの構築以降に蓄積されてきていること
・機械学習など新たなアプローチも適用可能な環境が整っていること

などから、推計精度の向上の実現可能性は十分にあり、**妥当。**

# 背景・必要性の妥当性、目標設定の妥当性

国土地理院

## ●背景・必要性の妥当性

- 現システムを2019年６月に正式運用し、国土交通省内のみならず、防衛省・地方自治体まで配信範囲が拡大している。
- しかし開発年次が2012年と古く、推計結果が全体的に過大傾向、降雨の影響を考慮していない、といった課題があり、改良が急務。
- 課題が解決されると、災害対応としての空中写真撮影や防災ヘリによる巡視がより効率的かつ適切に実施できるようになる。

従って本研究の必要性は**妥当。**

## ●目標設定の妥当性

・定性的な推計精度（現システムでは「適当」「概ね適当」が合わせて50～70%程度で残りは「過大評価」）を、新システムでは、最大震度6弱以上の地震において「適当」のみで**70%以上**とする

➡降雨の影響を考慮した推計手法はこれまでに確立されておらず、非常に高い目標設定だが、5年間という比較的長期間であること、専門性を有する研究官複数が担当すること、また国土技術政策総合研究所などと連携して実施することから、**チャレンジングな目標設定として妥当。**

・システムの開発については、仕様検討を十分に行い、システム構築自体は外注で行う予定であることから、**妥当。**

# 成果活用方針の妥当性

国土地理院

研究成果

- **推計精度が向上した地盤災害推定手法**
- **実装形態が最適化され新たな推計手法を実装した改良型推計システム**
- **「伝わる」表現の推計レポート、二次利用しやすい配信データ**

研究成果の活用

- **高精度な地盤災害推計情報の配信**
- **ごく初期段階における災害対策本部会議での利用**

アウトカム

- **より的確な初動対応方針(空中写真撮影計画、防災ヘリ飛行ルート計画)の策定**
- **TEC-FORCE等の広域派遣における支援計画立案**
- **夜間の被害状況のより的確な把握**

より的確な初動対応方針の策定に寄与し、TEC-FORCEの広域派遣における支援計画立案に貢献し、大地震が夜間に発生した場合でも、被害概況のより的確な把握実現にも貢献する可能性があることから、成果活用の方向性は**妥当。**

# 参考資料

# 斜面災害（斜面崩壊・地すべり）発生可能性の推計方法

国土地理院

**地震発生**（気象庁の推計震度分布図データを受信することで自動的に処理を開始）

## ①震度の推定

震央付近に震度計が存在しない場合があるため、震央からの距離を考慮して震央付近の震度を補正（距離減衰式を用いた計測震度の補正）

**PGA*の推定**　*揺れの加速度。どれだけ地面が強く揺れたかを表す値

入力

## ②-1 斜面崩壊の推計

※国総研の研究成果である六甲式を元に改良

**推計値** ＝ **揺れの強さ** ＋ **地形の傾斜** ＋ **地形の曲率**

※推計値は0～4の5段階の数値として算出

入力

## ②-2 地すべりの推計

**推計値** ＝ **地すべり面積率*** ＋ **揺れの強さ**

※推計値は0～4の5段階の数値として算出

*ある領域において既知の地すべり地形が占める面積の割合

※水色白抜きは事前に準備されたパラメータ

## ③脆弱な地質情報による補正

脆弱な地質（事前に準備されたパラメータ）の場合は、推計値を1段階高い数値に補正

## ④斜面災害の推計値への統合

斜面崩壊の推計値と地すべりの推計値を重ね合わせ、値の大きい方を採用

（発生可能性大）
（発生可能性中）
（発生可能性小）

**推計結果（PDFデータ）**

推計値4を可能性（大）、推計値3を可能性（中）
推計値2と1を可能性（小）として色分け表示

# 液状化の発生可能性の推計方法

国土地理院

地震発生

①震度の推定

⑤液状化の推計

地形分類 と 揺れの強さ の対応表から 推計値 を決定

※推計値は0～4の5段階の数値

推計結果（PDFデータ）

推計値4を可能性（大）、推計値3を可能性（中）
推計値2と1を可能性（小）として色分け表示

（発生可能性大）
（発生可能性中）
（発生可能性小）

表-１　液状化の発生予想に用いる表（小荒井ほか,2013）

| | 山地<br>丘陵<br>火山地<br>火山性丘陵<br>磯・岩礁<br>水域＊1 | 山麓地<br>火山山麓地<br>岩石台地<br>ローム台地 | 扇状地<br>砂礫質台地 | 扇状地＊2<br>砂丘 | 自然堤防＊3<br>砂州・砂礫洲<br>後背湿地<br>谷底低地 | 干拓地<br>三角州・海岸低地<br>自然堤防<br>谷底低地＊2 | 砂丘＊4<br>砂州・砂丘間低地<br>埋立地<br>旧河道<br>河原 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 6強 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 |
| 6弱 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5強 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 5弱 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |

＊１　河道、湖沼、沿岸海域
＊２　傾斜が緩い場合（勾配1/100未満）
＊３　比高が高い場合（5m以上）
＊４　低地に接する砂丘のへりの場合

# 距離減衰式を用いた計測震度の補正



**問題点：** 震度計が震央付近に存在しない場合や通信遮断などによりデータが入電しない場合、単純な内挿では、震央付近の震度が過小に評価される。

**対処方針：** 震度の距離減衰式を使用して計測震度を補正

**結果：** 岩手・宮城内陸地震の震央付近の例

- **推計震度分布図　5強**
- **震源付近の震度　6強**（防災科研「一関西」）
- **補正結果　6弱**

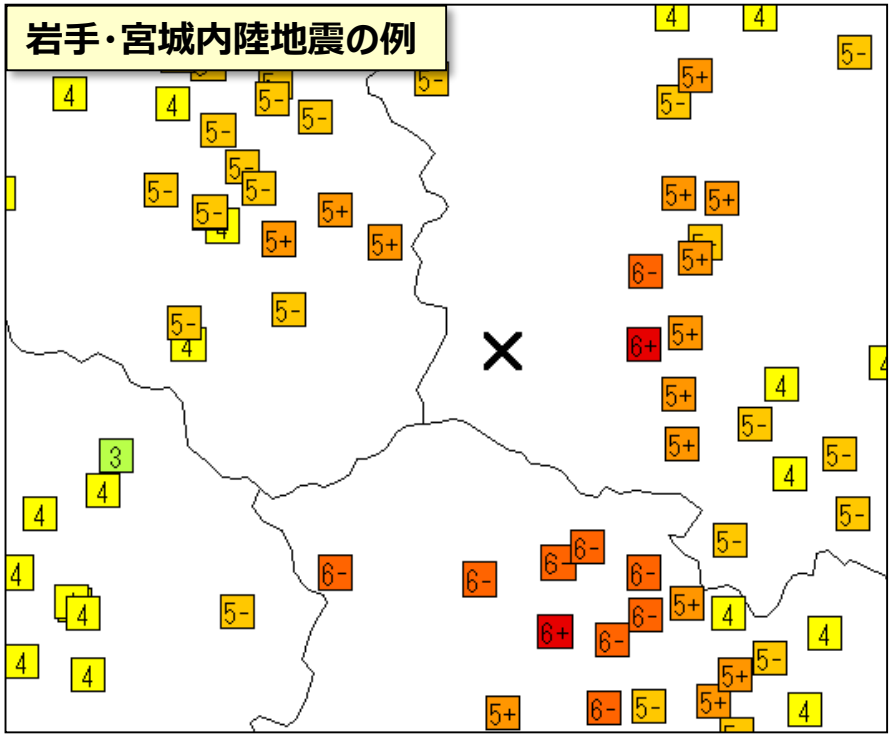
**アルゴリズム：**

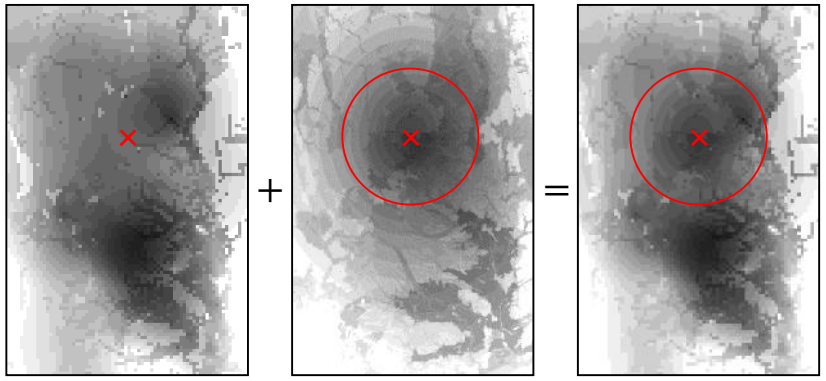
- 推計震度分布図添付の震源の位置を用いた**点震源のモデル**を仮定。
- **距離減衰式**(森川ほか,2010)のパラメーターを推計震度分布部図の震度観測点の位置の計測震度で決定。
- 震度計の不足に起因する**推計震度分布図の誤差を推定。**（『「近隣の震度観測点における距離減衰式の計測震度」から対象点の計測震度を内挿した結果』と、「対象点の距離減衰式の計測震度」の差）

$$震度\ I = MAX(I_{JMA},\ MIN(I_{Att},\ I_{JMA} + \Delta I_{JMA}))$$

$I_{Att}$　距離減衰式の値（揺れやすさを示すAVS30を考慮）
$I_{JMA}$　推計震度分布図の値
$\Delta I_{JMA}$　推計震度分布図の推定誤差

**推計震度分布図の震度と距離減衰式による推定震度とを比較し、値が大きい方を採用**



推計震度分布図　＋　距離減衰式　＝　計測震度の補正結果

**震源付近（赤丸）の震度のみが補正されていることがわかる**

# 斜面崩壊の発生可能性推計方法

- 多くの地震で検証されている六甲式（内田ほか2004；兵庫県南部地震における経験式）を採用。
- 六甲式のトゥルースデータの範囲等を考慮しながら、「震度6強以上では常に崩壊」、「傾斜43度以上では常に崩壊」という欠点をなくす（修正六甲式）。
- 地質を考慮。

六甲式（内田ほか,2004）

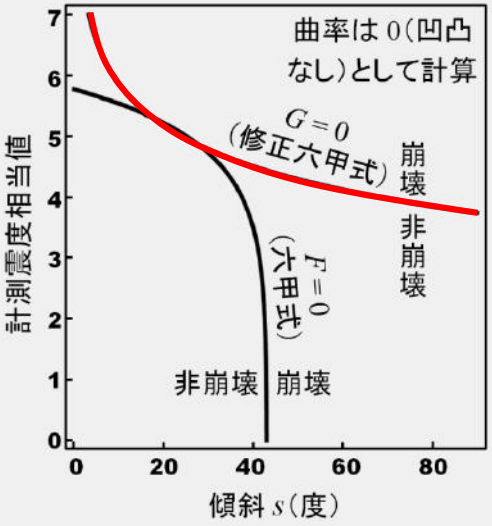
$$F = 0.075s - 8.92c + 0.006a - 0.3228$$

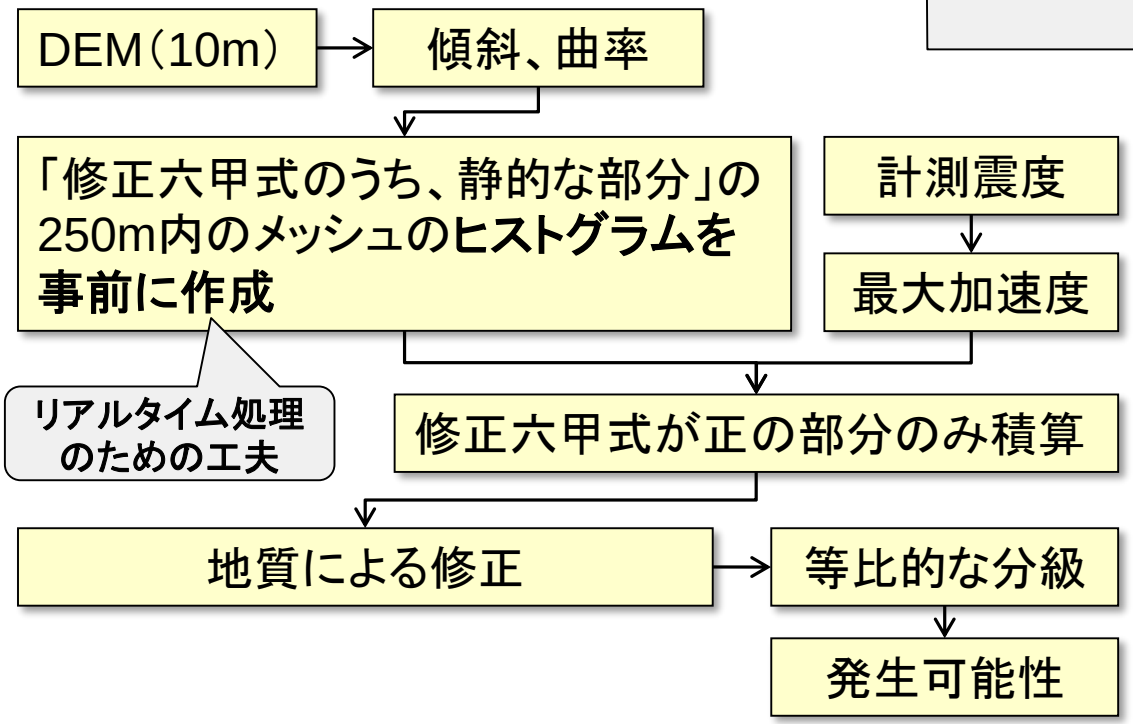
修正六甲式（神谷ほか,2012）

$$G = 3.93\log a + \underbrace{4.38\log(s - 119c)}_{\text{静的な部分（地震前に計算可能）}} - 15.27$$

$s$ 地表面の傾斜（度）
$c$ 地表面の平均曲率（$m^{-1}$）
$a$ 最大加速度（gal）

判別分析では
正：崩壊
負：非崩壊



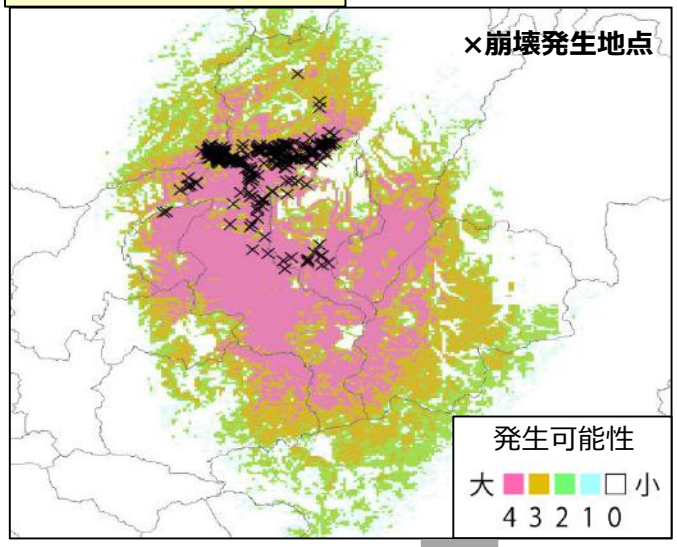



# 斜面崩壊の発生可能性推計における地質補正

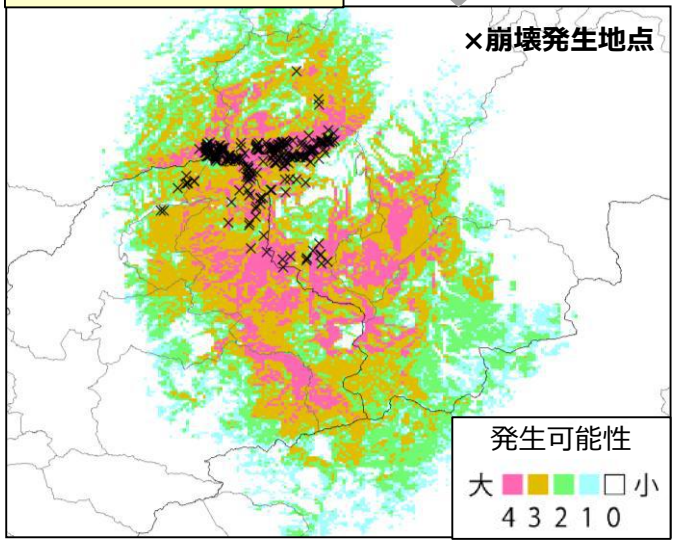


## 2011年3月12日長野県・新潟県県境付近の地震の事例

**地質データなし**



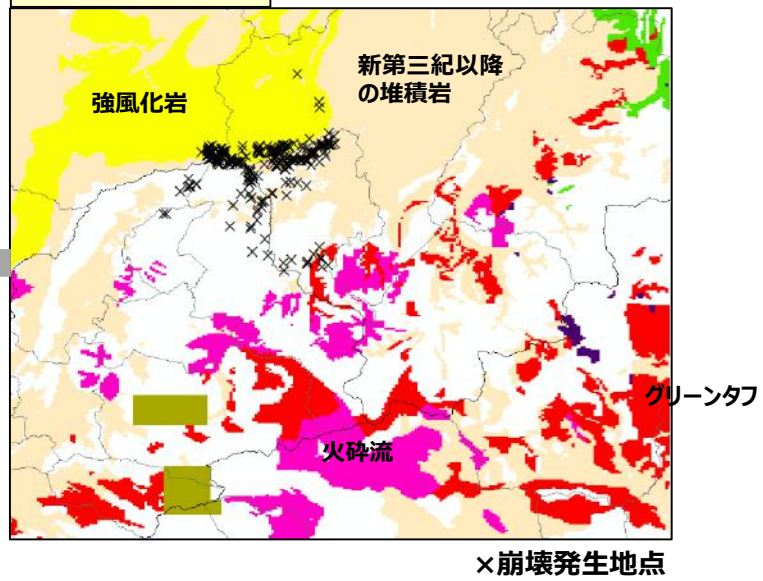

**地質データあり**




●脆弱な地質(下記)の場合、危険度を相対的に1段階上げる
（実際には修正六甲式の値に定数を掛けてから等比分級を実施）

| | |
|---|---|
| 超苦鉄質岩（≒蛇紋岩） | 高圧型変成岩 |
| 火砕流堆積物 | 強風化岩 |
| 新第三紀以降の堆積岩類 | グリーンタフ等 |
| メランジュ | 温泉変質帯 |
| 断層破砕帯 | |

**地質データ**




**脆弱地質を考慮することで、**
**斜面崩壊の推計結果が向上**

神谷（2013），神谷ほか（2014）

# 地すべりの発生可能性推計方法



## ＜既存の知見＞

1．地震時の地すべりは、既存地すべりの再活動と新規地すべりがあるが、1km程度のスケールで見ると、新規地すべりも、既存地すべりの近くで発生
⇒**地すべりの分布密度の高いところで発生**

2．地すべりが発生しやすい地質の場合、周辺にその地質が多く分布する場合は発生する可能性も高い ⇒**地質の考慮**

3．地震による地すべりは震度5強以上、大半は震度6弱以上で発生（野呂ほか，2011）
⇒**震度の大きな場所で発生**

4．地すべり分布図は、作成年代により取得単位のスケール（大まかに取得するか、詳細にするか）が異なる（面積率以外は、直接比較できない）

## ＜アルゴリズムの概要＞

1．地質を考慮して地すべりの面積率を平均
（同一地質の場合は平均の計算範囲を1km、異なる場合は500m）

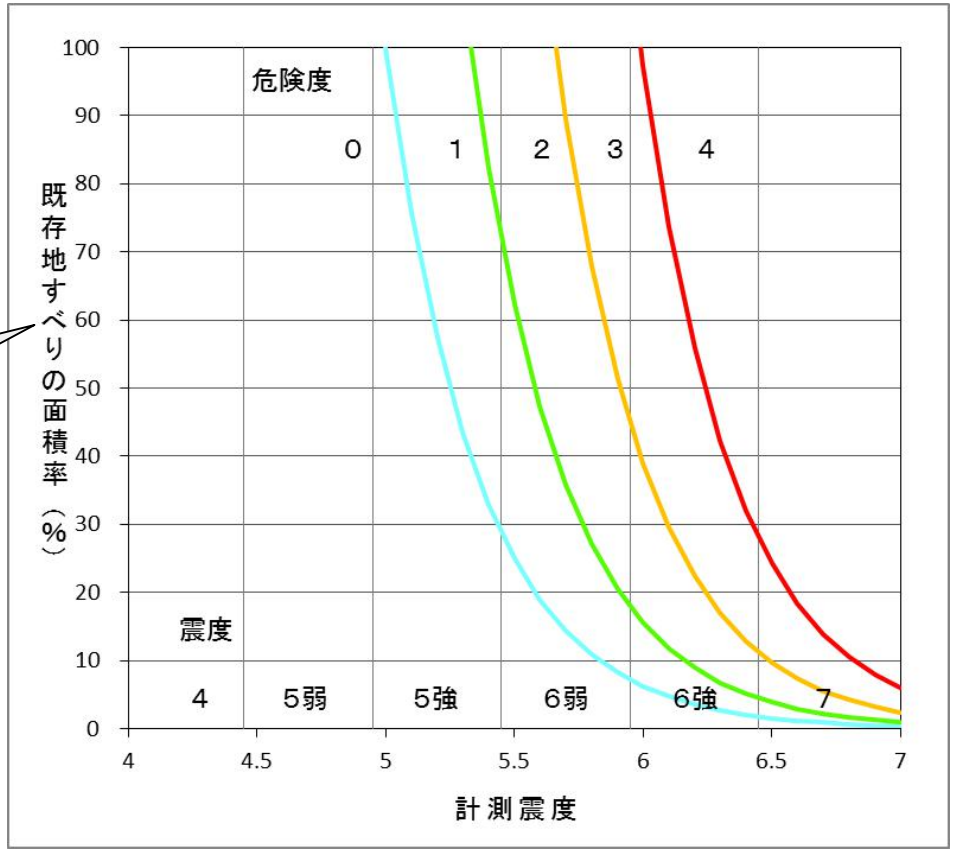
2．面積率と震度で危険度評価（下図）

$$R = \frac{\log(\text{面積率})}{\log(2.5)} + \frac{(\text{震度} - 5.0)}{0.33} + 1$$

Rの整数部分をとって0～4に分級

既知の知見をもとに、かつ、中越地震、能登半島地震、岩手・宮城内陸地震、東北地方太平洋沖地震の実態とあうように、定数の値を設定。値の意味は、以下のとおり。

- **面積率が2.5倍となると、危険度が1増える。**
- **計測震度が0.33増えると、危険度が1増える。**
- **計測震度5.0、面積率100%で、危険度１となる。**




神谷（2013），神谷ほか（2014）

# SGDASの推計結果取りまとめ方法

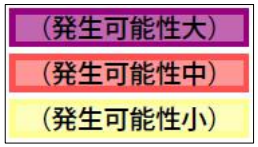
国土地理院

- **地盤災害の発生可能性推計の取りまとめは、**対象地域の広さに応じて**250m～4kmのグリッドサイズ**で行い、ラスタデータとして出力（2016年熊本地震の場合は500mグリッドサイズ）

- **発生可能性は0～4の5段階**で推計
  ※区分の閾値は、2011年頃までの知見から**経験的に**決められている。

- 斜面崩壊と地すべりは「斜面災害」としてまとめる
  （グリッド毎に発生可能性が大きい値を採用）

- それをレポートでは**大・中・小の3段階で表現**
  （４が大、３が中、２と１が小）



# 主な地震（最大震度6弱以上）におけるSGDAS推計結果の評価

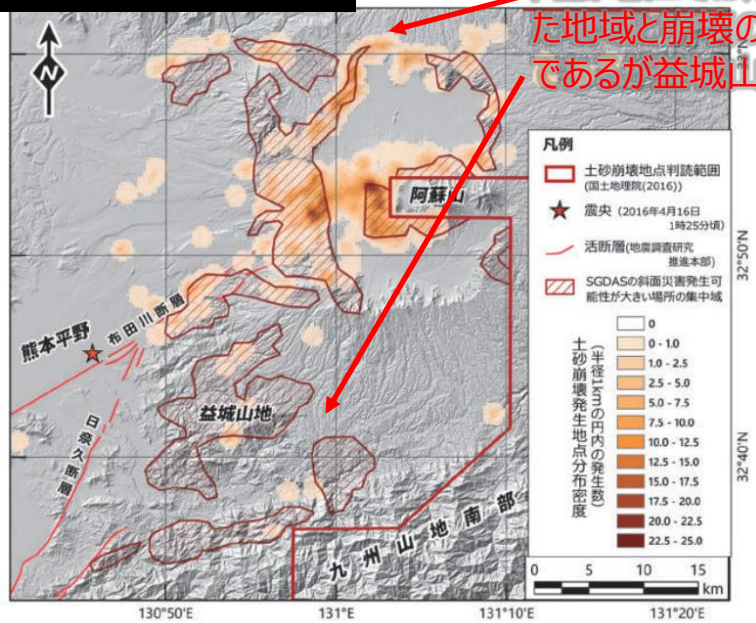


| 地震名（最大震度） | 災害発生報告の有無 | | SGDAS推計の評価 | | 備　考 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 斜面災害 | 液状化 | 斜面災害 | 液状化 | |
| **2013年4月 淡路島付近の地震(6弱)** | 無 | **有** | **適当** | **適当** | ・斜面災害の発生報告はなく、推計も限定的<br>・液状化の発生報告のあった沿岸部で発生可能性を推計 |
| **2014年11月 長野県北部の地震(6弱)** | **有** | 無 | 過大評価 | 過大評価 | ・実際の斜面災害発生箇所よりも、より広域で発生と推計<br>・液状化の発生報告はないものの、平野部の一部で発生と推計 |
| **2016年4月 熊本地震(本震)(7)** | **有** | **有** | **概ね適当**<br>(やや過大) | **概ね適当**<br>(やや過大またはやや過小) | ・斜面災害は阿蘇カルデラ周辺では適当、崩壊の発生報告のない山地部で斜面崩壊の発生可能性大と推計<br>・液状化は阿蘇谷などでやや過小評価、大分県などでは過大評価 |
| **2016年6月 内浦湾（北海道）の地震(6弱)** | 無 | 無 | 過大評価 | **適当** | ・斜面災害の報告事例がないにもかかわらず、やや広域で斜面崩壊の発生可能性大と推計<br>・液状化の発生報告はなく、SGDASもほとんど推計せず |
| **2016年10月 鳥取県中部地震(6弱)** | 僅少 | 無 | 過大評価 | 過大評価 | ・斜面災害、液状化ともほとんど報告事例がないにもかかわらず、比較的広域で発生可能性大と推計 |
| **2016年12月 茨城県北部の地震(6弱)** | 僅少 | 無 | **適当** | 過大評価 | ・斜面災害の発生報告は僅少で、SGDASもほとんど推計せず<br>・液状化の報告事例がないにもかかわらず、やや広域で発生可能性を推計 |
| **2018年4月 島根県西部の地震(6弱)** | 無 | 無 | 過大評価 | **概ね適当**<br>(やや過大) | ・斜面災害、液状化ともほとんど報告事例がないにもかかわらず、やや広域で発生可能性大と推計 |
| **2018年6月 大阪府北部の地震(6弱)** | 無 | 無 | **概ね適当**<br>(やや過大) | **概ね適当**<br>(やや過大) | ・斜面災害、液状化ともほとんど報告事例がないのに対し、やや広域で発生可能性小と推計 |
| **2018年9月 北海道胆振東部地震(7)** | **有** | **有** | **適当** | **概ね適当**<br>(やや過大またはやや過小) | ・実際の斜面災害の発生箇所を中心に発生可能性大と推計<br>・液状化は札幌市清田区のような人工改変地では推計できず。その他は全体的に過大評価。 |
| **2019年1月 熊本地方の地震(6弱)** | 無 | 無 | **適当** | **適当** | ・斜面災害、液状化ともほとんど発生せず、推計も限定的 |
| **2019年2月 北海道胆振中東部の地震(6弱)** | 無 | 無 | 過大評価 | 過大評価 | ・斜面災害、液状化ともほとんど報告事例がないにもかかわらず、比較的広域で発生可能性大と推計 |
| **2019年6月 山形県沖の地震(6強)** | 僅少 | 僅少 | 過大評価 | **概ね適当**<br>(やや過大) | ・斜面災害の発生はわずかであったが、広域で発生可能性大または中と推計<br>・液状化の発生はわずかであったのに対し、発生可能性小の推計が主体 |

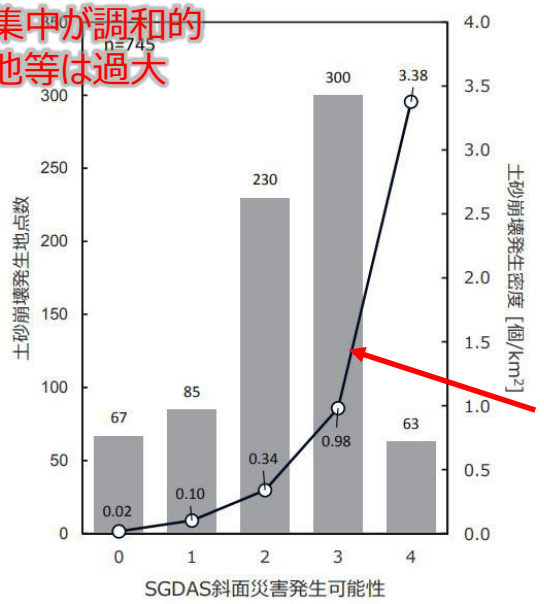
# SGDAS推計結果の評価　補足（一部定量的な評価を行った例）

国土地理院

## 斜面崩壊＋地すべり




阿蘇地区では危険度大とされた地域と崩壊の集中が調和的であるが益城山地等は過大

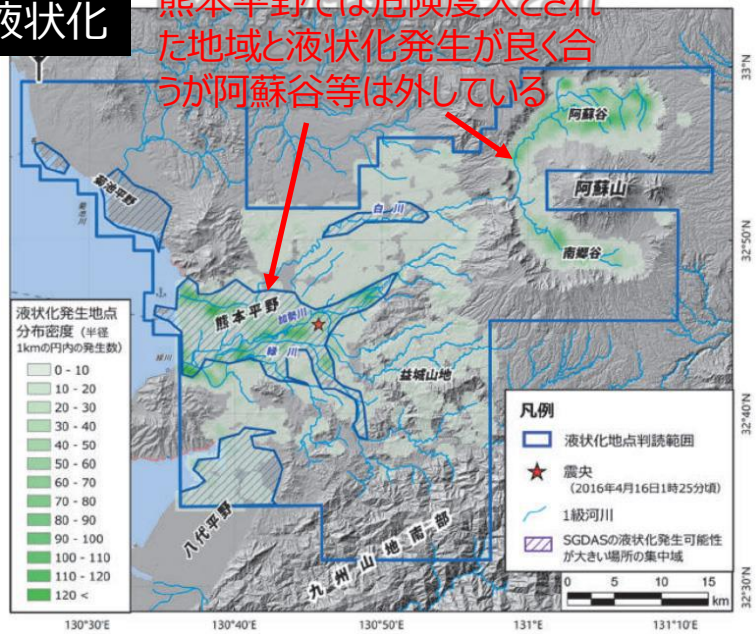


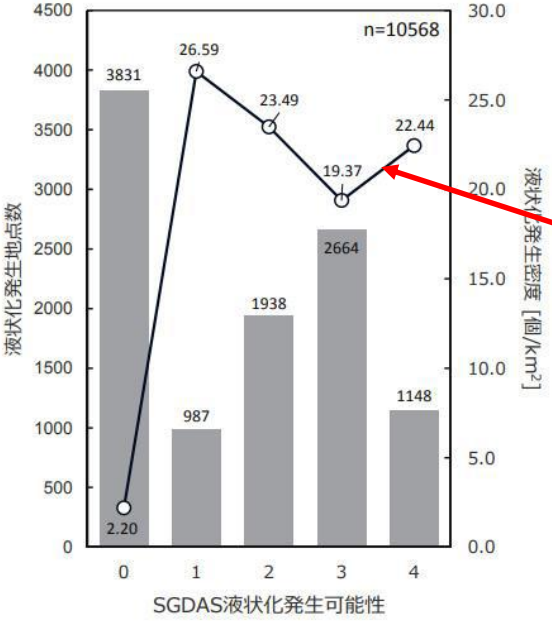

実際の発生密度はSGDAS危険度ランクに沿って上昇しており、全体としては妥当

2016年4月 熊本地震におけるSGDASによる発生可能性と実際に起きたイベント（中埜・大野,2018）

## 液状化

熊本平野では危険度大とされた地域と液状化発生が良く合うが阿蘇谷等は外している




実際の発生密度にはSGDAS危険度ランクの大小と合わないアップダウンがあり、全体として推計精度が低い

# SGDASに関する参考文献

神谷ほか(2012)：地震による斜面崩壊危険度評価判別式「六甲式」の改良と実時間運用．写真測量とリモートセンシング，51(6)，381-386.

神谷(2013)：地震時の地盤災害のリアルタイムの予想．第42回国土地理院報告会，https://www.gsi.go.jp/common/000081660.pdf

神谷ほか(2014)：地震時地盤被害予想システムの構築．国土地理院時報，126集，61-66.

中埜・大野(2018)：地震時地盤災害推計システム（SGDAS）の妥当性の検証．国土地理院時報，130集，51-68.