

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(第2次)」 令和2年度成果概要

産業技術総合研究所

AIST01: 活断層データベースの整備

AIST02: 主要活断層帯から生じる連動型地震の古地震学的研究

AIST03: 地質調査に基づく火山活動履歴の解明と年代測定手法の高度化

AIST04: 津波浸水履歴情報の整備

AIST05: 地質調査と実験に基づく、断層の力学挙動についての三次元モデルの構築

AIST06: 火山性流体観測に基づく噴火発生過程および火山活動推移の解明

AIST07: 高分解能地殻応力場の解明と造構造場の研究

AIST08: 海溝型巨大地震の履歴とメカニズム解明

AIST09: 地下水・地殻変動観測による地震予測精度の向上

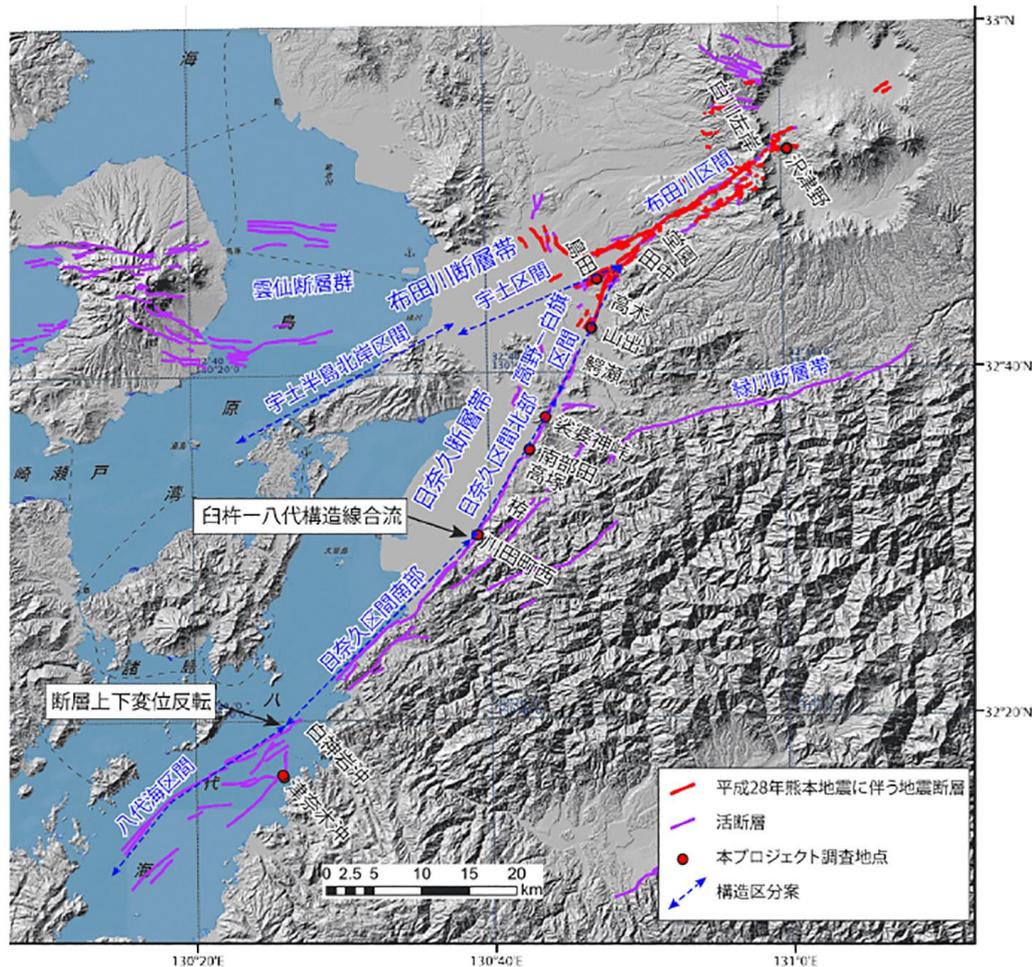
AIST10: 噴出物の物質科学的解析に基づくマグマ供給系-火道システム発達と
噴火推移過程のモデル化

AIST11: アジア太平洋地域地震・火山ハザード情報整備



AIST01 : 活断層データベースの整備

- ・布田川断層帯・日奈久断層帯(熊本県)において産総研が実施した最近(2016年熊本地震以降)の調査結果(陸域)を入力
- ・既に収録されている布田川断層帯の調査地点(約200地点)の位置精度を高精度化(縮尺5万分の1スケールでの画面表示を予定)
- ・気象庁リアルタイム震源の表示機能をpush型対応からpull型対応に変更
- ・検索画面の範囲選択方法、断層線の表示・非表示の切り替え、J-STAGE自動検索機能を改善

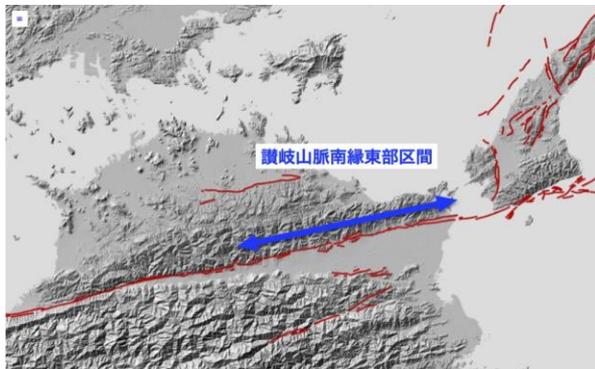


成果代表: 布田川断層帯・日奈久断層帯(熊本県)において2016年熊本地震以降に産総研が実施した調査結果(陸域)を入力した。



AIST02 : 主要活断層帯から生じる連動型地震の古地震学的研究

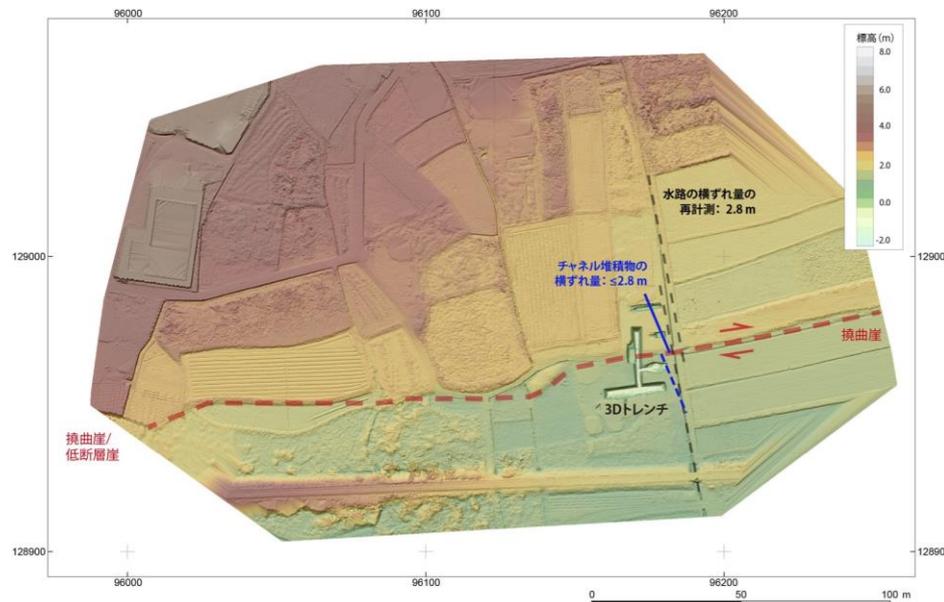
- ・中央構造線断層帯の四国陸域区間を対象に、地震時変位量等に基づく連動型巨大地震の調査研究に着手した。
- ・讃岐山脈南縁東部区間・鳴門南断層において3Dトレンチ調査等を実施し、過去3回の活動時期を明らかにした。
- ・ドローンLiDARに基づく変位地形再計測や既往成果と総合して、最新活動に伴う地震時変位量を2.8mと推定した。



R2年度の調査対象区間



鳴門断層・鳴門南断層の調査地区



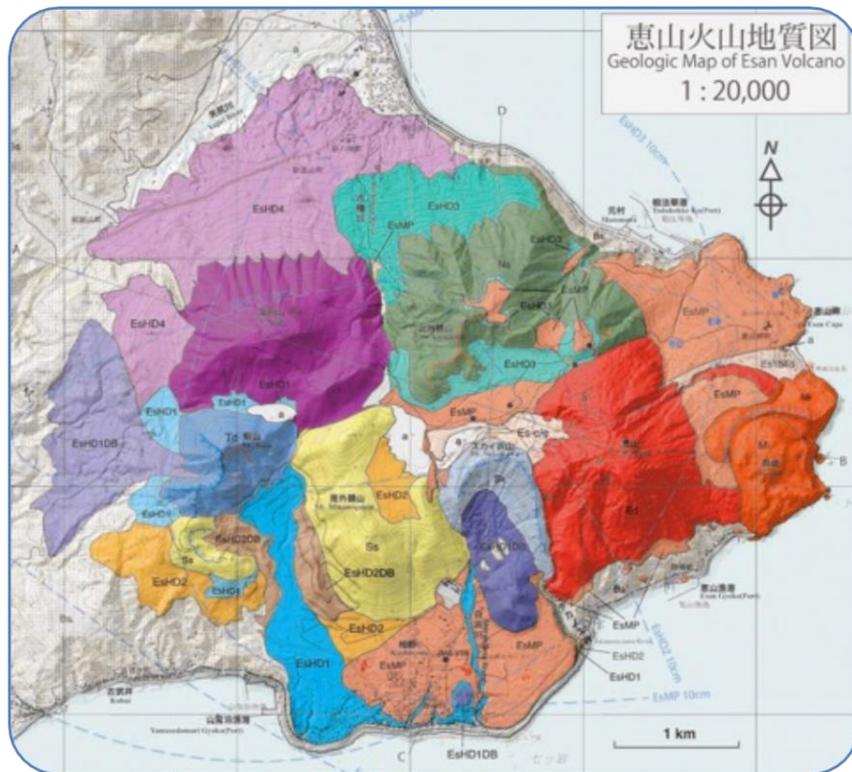
鳴門南断層・阿波大谷地区の3Dトレンチ調査位置と横ずれ量

古地震イベントの発生年代(暫定値)
 イベント1 : ≥ 900 CalBP (西暦1596年地震相当)
 イベント2 : 3370~3560 CalBP
 イベント3 : 4580~5440 CalBP

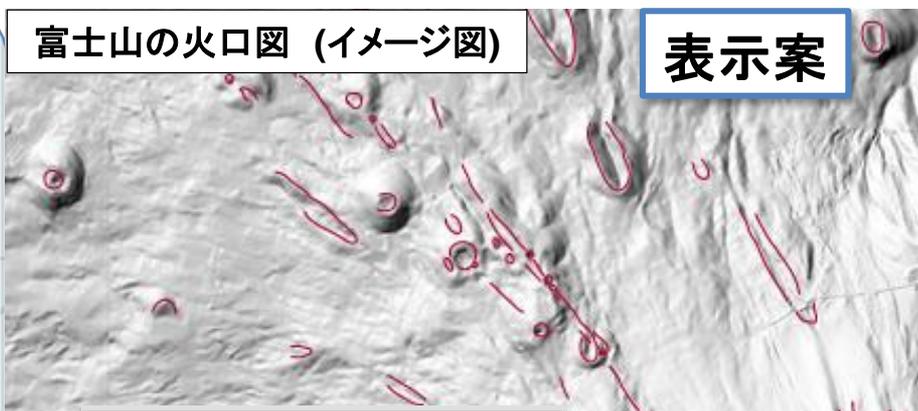
成果公表: 文科省委託事業「連動型地震の発生予測のための活断層調査研究」R2年度成果報告書の一部として公表した。

AIST03 : 地質調査に基づく火山活動履歴の解明と年代測定手法の高度化

- 恵山火山地質図を印刷出版し、伊豆大島で沿岸部水深400m程度までの精密海底地形地質調査、雌阿寒岳及び秋田焼山でトレンチ調査、御嶽山及び日光白根山では地表踏査による噴火履歴調査を継続した
- 白山及び御嶽山のK-Ar及びAr/Ar年代を比較研究し、10万年前より若い火山噴出物の年代測定を実施
- 「日本の火山データベース」において択捉島と富士山等のデータ作成と公開を行い、重要火山の火口図作成を開始した。火山の文献一覧を更新した



恵山火山地質図: 2万分の1 地形陰影を重ねた

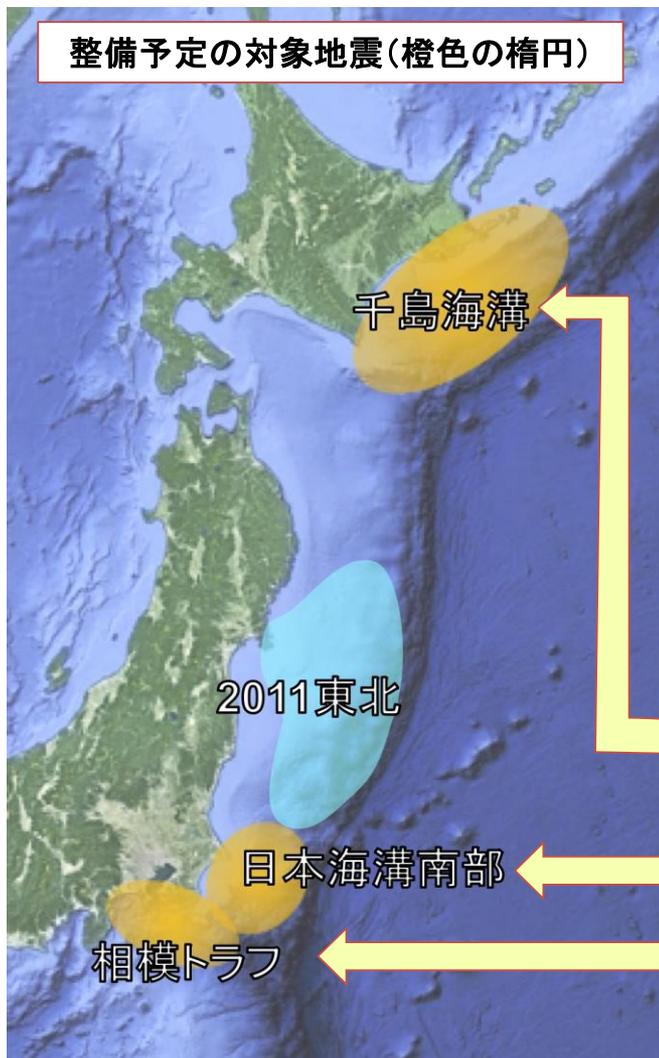


[階層1]火山の名称 : 富士山	
ユニット名	富士山 宝永火口
岩体番号	F0101
ユニット時代区分	H
ユニット岩質区分	B
▼ [階層2]火山区分の名称 : 須走-d期	
読み	ほうえいかこう
様式・地形	側火山、火砕丘
岩相	宝永降下火砕物
岩質	玄武岩、安山岩、デイサイト、流紋岩
卓越する岩質	玄武岩
SiO ₂ 含有量 (wt%)	50.4~70
構成物の成因的区分	玄武岩スコリア(安山岩及びデイサイト軽石を伴う)
活動年代 (ka)	AD1707
活動年代の備考	高田ほか (2016)
噴出物量 (km ³)	1.7-1.8
活動期	前新世
注釈・備考	活動期区分は高田ほか (2016)、化学組成は高田ほか (2016) 及び Yoshimoto et al (2004 : 宝永噴出物)、噴出物量は岩地 (2007)
▶ 1万年噴火データベース: URL	

ベースマップは「地理院地図 (電子国土Web): 陰影起伏図」

火口毎の履歴, 噴出物等の記載 (案)

AIST04 : 津波浸水履歴情報の整備



整備予定の対象地震(橙色の楕円)

千島海溝

2011東北

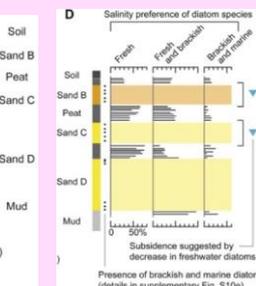
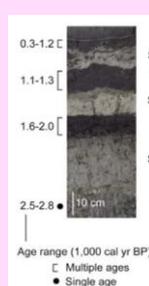
日本海溝南部

相模トラフ

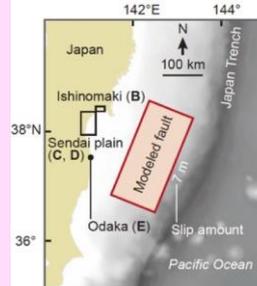
整備予定の津波浸水履歴情報(仮)

特に大きな被害をもたらす特定の津波に関する地質情報とそれに基づいた波源モデルの構築およびその過程で検証した浸水シミュレーションの情報を学術誌に公表したのち、それらをわかりやすくまとめたパッケージとして提示

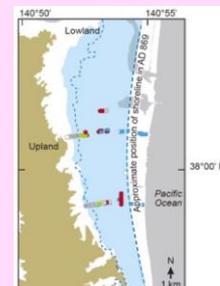
地質痕跡



波源モデル



浸水図



Sawai et al. (2012)による869年貞観地震(日本海溝中部)の例

地震本部の長期評価で切迫性が高いとされた超巨大地震

- 古地形の正確な復元による浸水域の見直し
- 上記に基づいた波源モデルの構築

2011年東北地震の破壊域の南側で起こりうる巨大地震

- これまで報告のない過去の巨大津波に関する地質情報の収集
- 上記に基づいた波源モデルの構築

首都圏に大きく影響する巨大地震

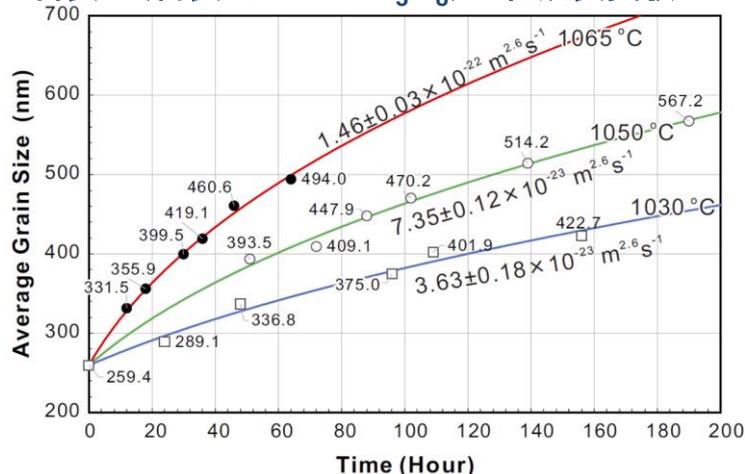
- 地形解析等新たな手法による履歴の見直し
- 広域での史料、地形・地質情報による地震像の見直し
- 上記に基づいた波源モデルの構築

AIST05: 地質調査と実験に基づく、断層の力学挙動について三次元モデルの構築

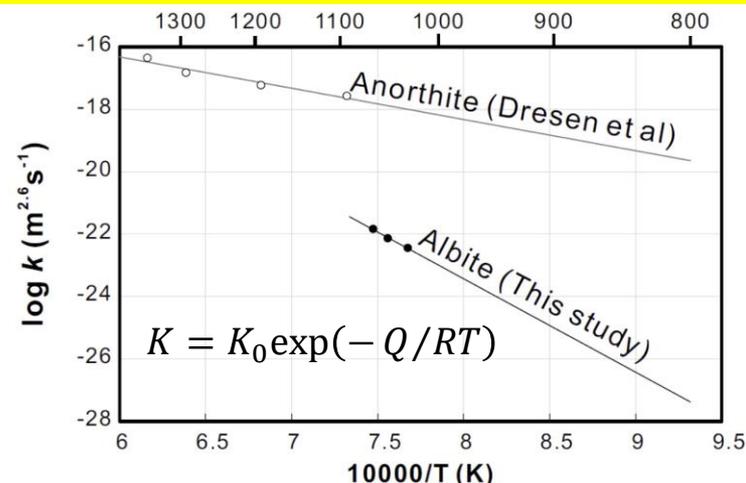
内陸断層の深部における、破壊開始と断層深部の塑性流動との関わりを明らかにするため、以下の項目を実施。

- ① 過去の脆性-塑性遷移領域の断層が露出する削剥断層の地質調査に基づき、断層深部の岩石変形状況の3次元分布を可視化。
- ② 断層内部構造形成・発展・力学挙動の物理過程を岩石変形実験で明らかにするための準備段階として斜長石の粒成長実験。

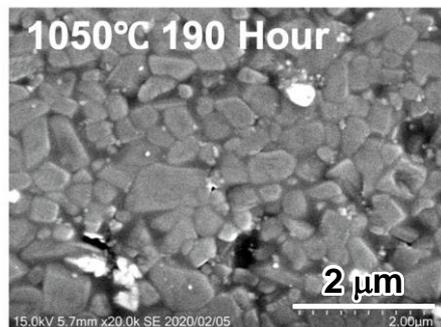
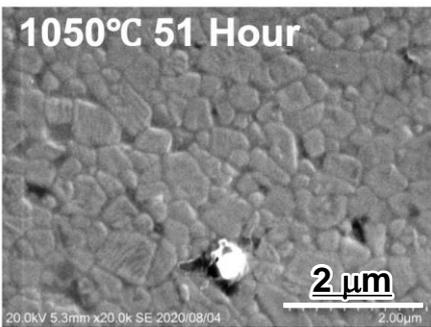
斜長石(曹長石: $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$)の粒成長実験



実験に基づく粒成長曲線



灰長石($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$)の先行研究との粒成長速度の違い(縦軸: 粒成長速度の対数, 横軸: 絶対温度の逆数のアレニウスプロット)
曹長石の粒成長は灰長石より桁違いに遅い。



実験後試料のSEM写真。熱エッチングにより粒子が見える。
加熱時間 51時間(左)と190時間(右)で粒径の違いが明瞭でない。

曹長石粒成長が遅い理由:

不純原子による粒界に対する引きずり(より高不純物濃度, 低温, 低駆動力時に発生)。

700°C未満では粒成長は100万年程度の時間スケールにならないと効果的でない。断層深部延長における剪断帯が維持される重要な要因。

AIST06:火山性流体観測に基づく噴火発生過程および火山活動推移の解明

令和2年度成果

Multi-GAS火山ガス組成観測:

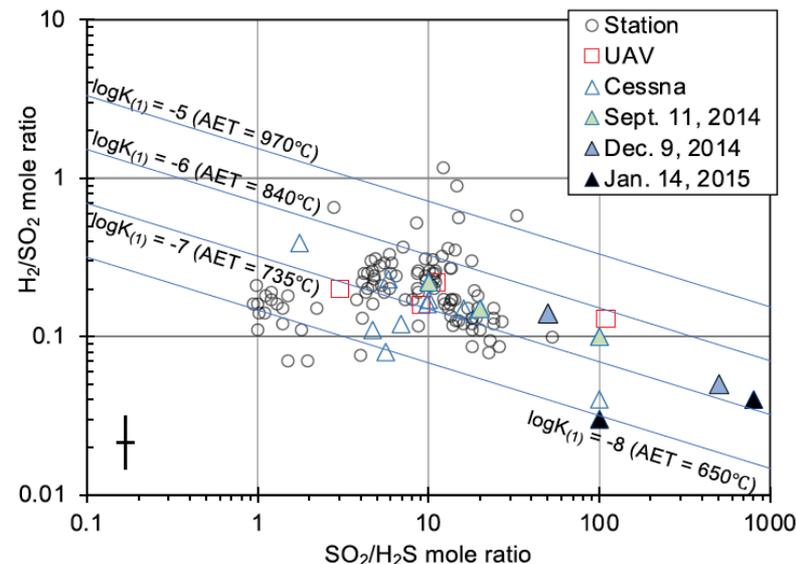
- ・口永良部島にて活動の低下に伴う $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比の低下を検出(下)
- ・桜島: 長期変動の再解析、組成特徴の把握と変動原因のモデル化(右)
- ・伊豆大島自然電位連続観測を継続

桜島におけるMulti-GAS 2012-2019年観測に基づく組成特徴と変動の把握(右図):

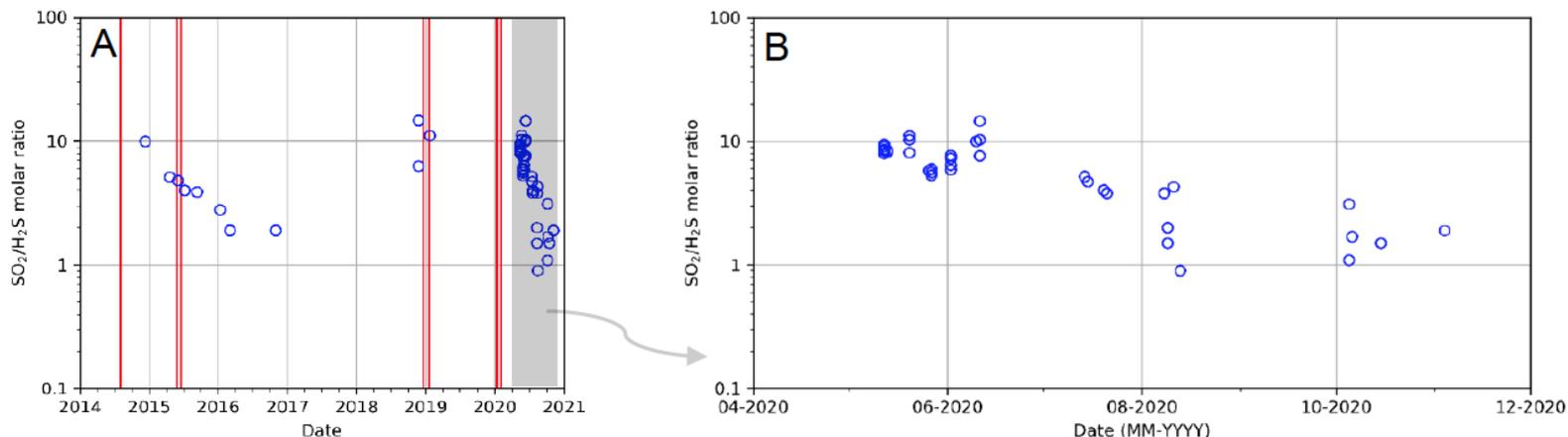
$\text{CO}_2/\text{S}=0.4$: ほぼ一定

$\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比=1-1000:

火口底温度および火山灰放出の有無に対応した変動



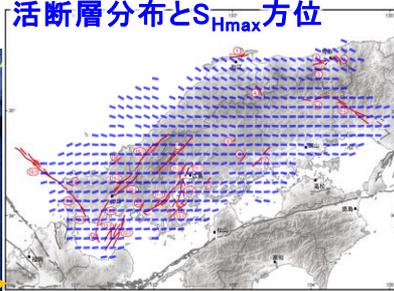
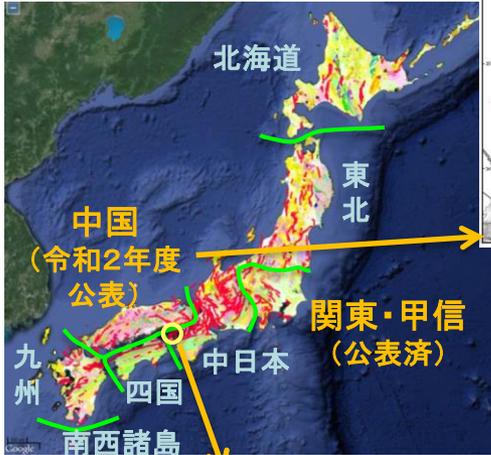
Multi-GAS観測による口永良部島における活動低下に伴う火山ガス $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比の低下の検出(気象庁との共同観測: 下図)



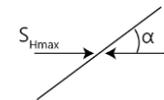
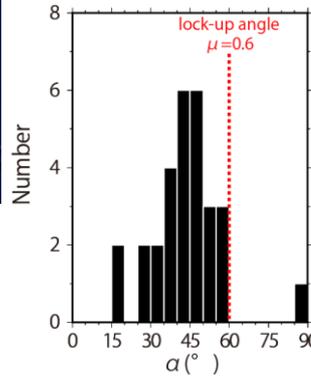
同様の $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比の変化は、2014年の噴火後にも観測されており(図A)、活動の低下に伴う脱ガス圧力の増加により火山ガス組成の変化が生じたと解釈されている(Kazahaya et al., 2019)。

AIST07: 高分解能地殻応力場の解明と造構造場の研究

● 高分解能地殻応力場

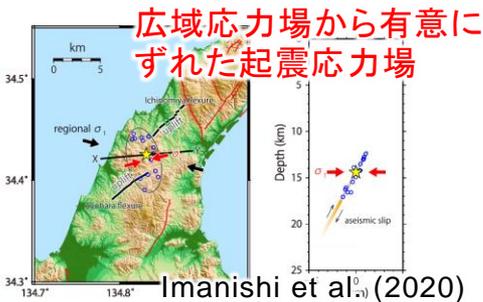


今西ほか (2021)



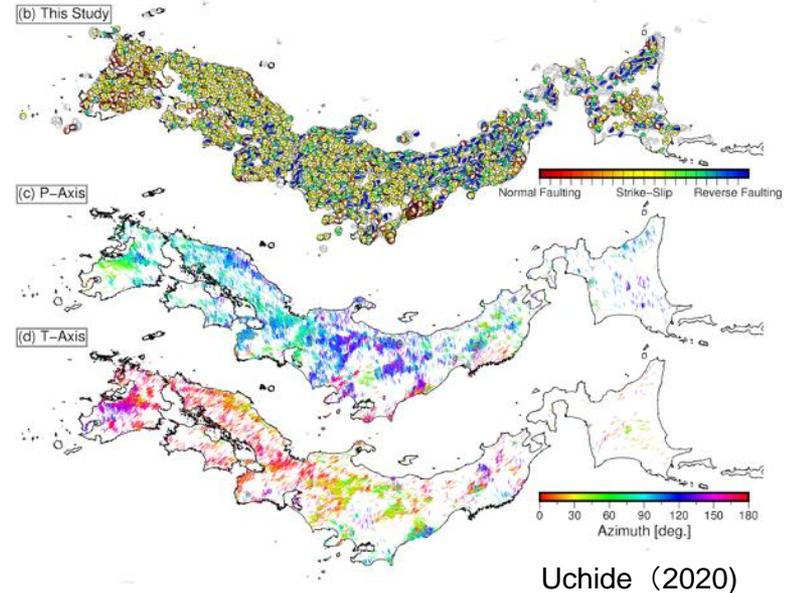
ほとんどの活断層の α がlock-up角未満

現在の応力場、一般的な摩擦係数のもとでほとんどの活断層が再活動可能



● AI深層学習を活用した震源メカニズム解の推定

全国陸域(11万個: 既存研究の約3倍)の震源メカニズム解の自動解析



令和2年度の成果

- ・1943年鳥取地震(M7.2)や2000年鳥取県西部地震(M7.3)が発生した中国地域の10kmメッシュ応力マップを公表(左図)
- ・2013年淡路島付近の地震(M6.3)の起震応力場の推定とその成因に関する考察(左図)
- ・AI深層学習による震源メカニズム解析手法を開発、日本列島内陸部の20km以浅で発生した微小地震の震源メカニズム解推定に成功(右図)

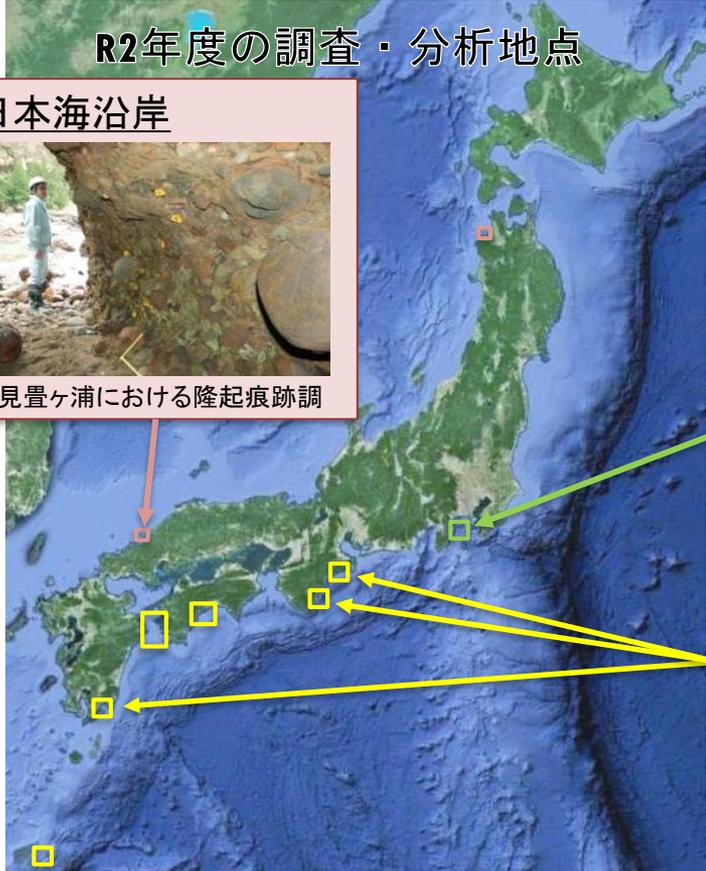
AIST08 : 海溝型巨大地震の履歴とメカニズム解明

R2年度の調査・分析地点

日本海沿岸



石見畳ヶ浦における隆起痕跡調査



相模トラフ

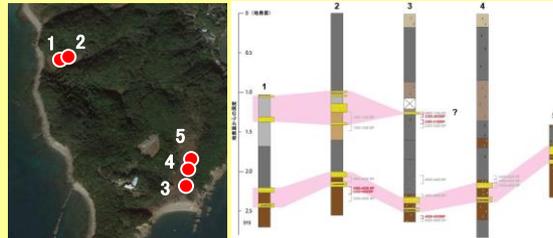
伊東市街の浸水域



「津波地蔵跡」:このあたりまで浸水したという伝承(小野・都司, 2008)

伊東市内の1703年元禄地震津波の痕跡と既往モデルでの浸水計算を実施

宮崎県串間市の調査結果



過去約5000年間に少なくとも2層のイベント層. 下位はYamada et al. (2019)で報告された約4600年前の津波堆積物と同一の可能性

南海トラフ

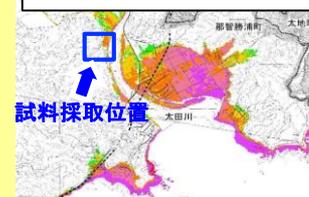
三重県南伊勢町の試料の分析結果

過去3000年間に17層のイベント層を確認. 最上位のイベント層は1959年伊勢湾台風による高潮の可能性

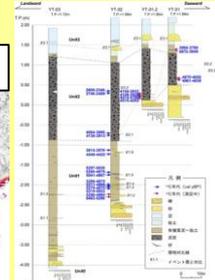


和歌山県那智勝浦町の試料の分析結果

三連動津波想定浸水域

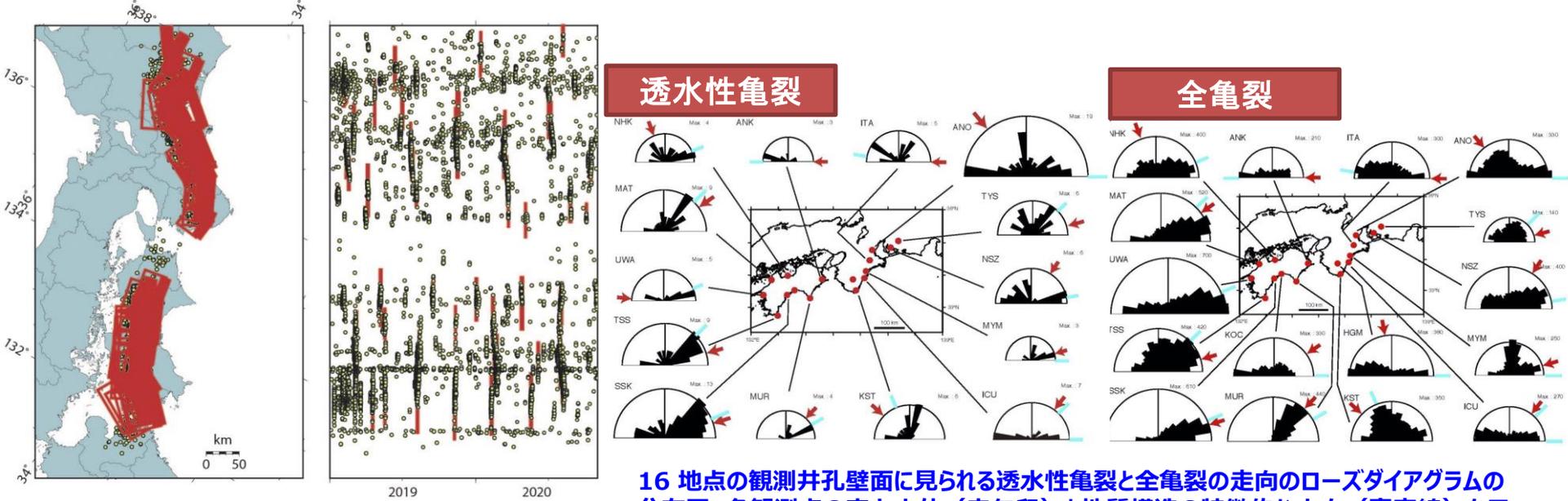


三連動想定では浸水しない湿地で5400~2400年前の浸水痕跡を複数層検出



- 千島・日本海溝: 17世紀千島超巨大地震の津波浸水時の地形復元に関する調査を実施
- 相模トラフ: 房総半島南部沿岸の海岸段丘の離水年代の検討と伊豆半島東部での津波浸水域及び隆起痕跡の再検討を実施
- 南海トラフ: 高知, 愛媛, 宮崎で津波堆積物調査を実施, 紀伊半島で既存試料の分析を実施
- 日本海沿岸: 青森県西部沿岸で津波堆積物調査, 島根県西部で隆起痕跡調査をそれぞれ実施

AIST09 : 地下水・地殻変動観測による地震予測精度の向上



SSEの断層モデル推定結果 SSEと微動の時空間分布と深部低周波微動の震源 (2019年11~2020年10月)

16地点の観測井孔壁面に見られる透水性亀裂と全亀裂の走向のローズダイアグラムの分布図。各観測点の応力方位(赤矢印)と地質構造の特徴的な方向(青実線)も示す。

- 産総研・防災科研・気象庁のひずみ・地下水・傾斜データで短期的ゆっくりすべり(SSE)の解析を継続。2019年11月~2020年10月の間に31の短期的SSEの断層モデルを決定(左図、矢部・他, 2020, 2021)。
- 産総研の16観測井の孔井内測定データにより、透水性亀裂の向きは、大局的には応力方位よりも全亀裂の走向に支配される傾向があり、全亀裂の卓越方向は地質構造の特徴的な方向に近い傾向があることが判明した(右図、木口・桑原, 2021)。
- 電気比抵抗検層と自然ガンマ線検層のデータを用いて、経験的に南海トラフの粘土鉱物量比を推定する手法を開発した。本手法によって、コアの取得が難しい地層でも、検層データから詳細な粘土鉱物量比の深さ分布を推定することが可能となる(Yabe et al., 2020)。
- 新型コロナウイルス感染症の流行によって、社会活動が大きく停滞。これに伴いMeSO-netの1Hz以上の地震計ノイズレベルが大きく変動したことを観察。携帯位置情報から推定された人の動きと地震計ノイズレベルの時間変化は整合しており、地震計が人間活動モニターとして利用できる可能性を提示した(Yabe et al., 2020)。

AIST10: 噴出物の物質科学的解析に基づくマグマ供給系-火道システム発達と噴火推移過程のモデル化

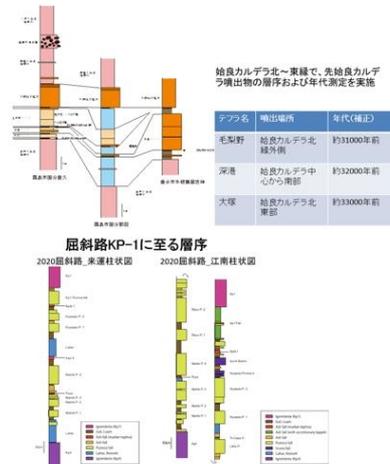


- 国内外の既存の噴火記録情報約30の歴史記録の残る爆発的噴火の噴火事例を収集し、統一形式で比較可能な噴火推移情報データ集を作成
- 後期更新世～完新世の国内のVEI7クラスの噴火の噴火推移を地質情報から整理しデータベース化
- 国内外の大規模火砕流噴火の噴火推移等についてマグマシステムの発達や火砕流の分布等を取りまとめ、火砕流分布図の作成を開始
- 噴出物による噴火推移や火道構造から噴火を駆動するマグマ供給系の発達過程を復元. 始良・阿蘇カルデラの事例について成果公表

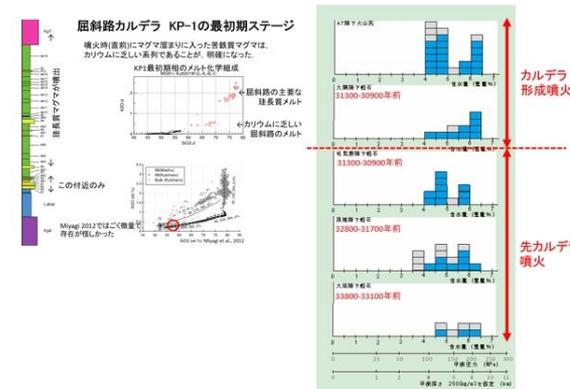
目撃記録の残る大規模火砕噴火の推移を統一的形式で図示したデータベースの作成. ピナツボ1991年噴火の事例



後期更新世～完新世の国内のVEI7クラスの噴火を中心としたカルデラ噴火の推移のデータベースを作成

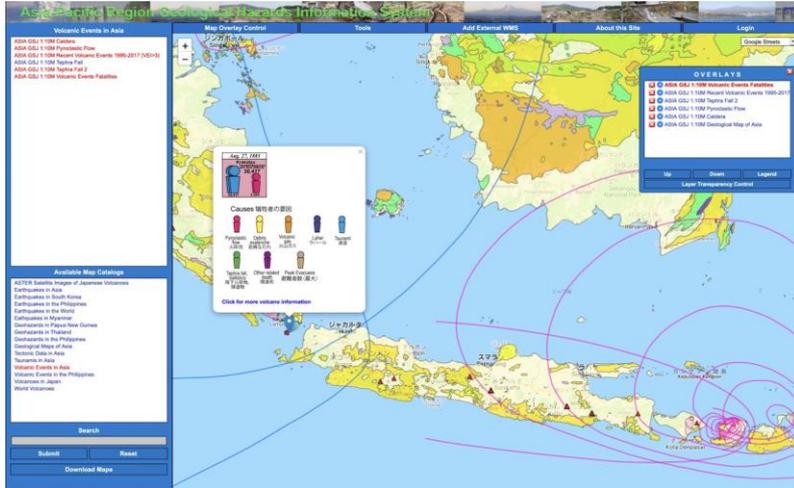


始良および屈斜路カルデラにおける大規模噴火直前の噴火推移の整理

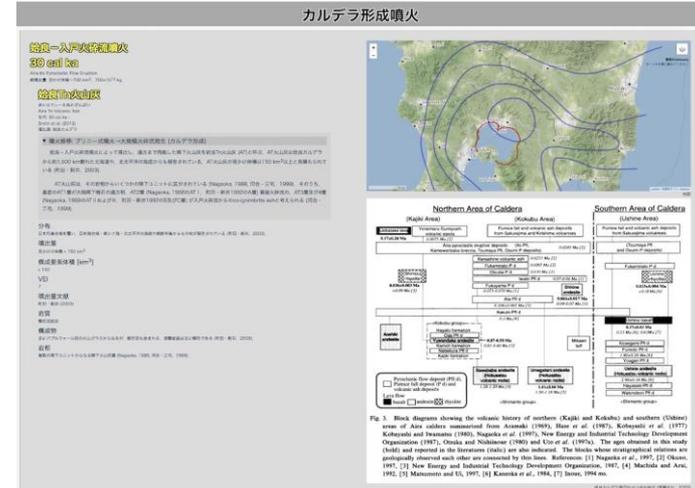


始良および屈斜路カルデラにおける大規模噴火直前のマグマ組成や含水量等のマグマ蓄積条件変化の復元

AIST11: アジア太平洋地域地震・火山ハザード情報整備



東・東南アジア地域を中心とした各種のハザード関連情報の
閲覧検索システムを構築 (<https://ccop-gsi.org/gsi/geohazard/>).



大規模噴火の前駆活動と噴火推移をとりまとめた大規模噴火データベースを構築 (始良カルデラの例)。



国内外の93の降下テフラ分布図のGIS化を実施 (十和田火山起源の降下テフラの例)

- 東・東南アジア地域と中心としたハザード関連情報を一元的に閲覧可能な“**アジア太平洋地域地質ハザード情報システム**”を整備,
- 支笏・洞爺・濁川・大山・十和田・阿蘇・鬼界・屈斜路等の17の火山の大規模噴火の前駆活動と噴火推移を取りまとめ、**大規模噴火データベース**を構築。一部は、GSJ研究資料集(no.699)で公開。
- 国内外の93の**主要降下テフラ分布図のデジタル化(GIS化)**を実施。
- **阿蘇4火砕流堆積物と降下テフラの分布と噴出量の推定結果**(これまでの2-3倍の930-1860km³)を国際誌に掲載 (Takarada and Hoshizumi, 2020)。