

「地震及び火山噴火予知のための 観測研究計画」

平成26年度年次報告

気象庁

本課題の5カ年の到達目標

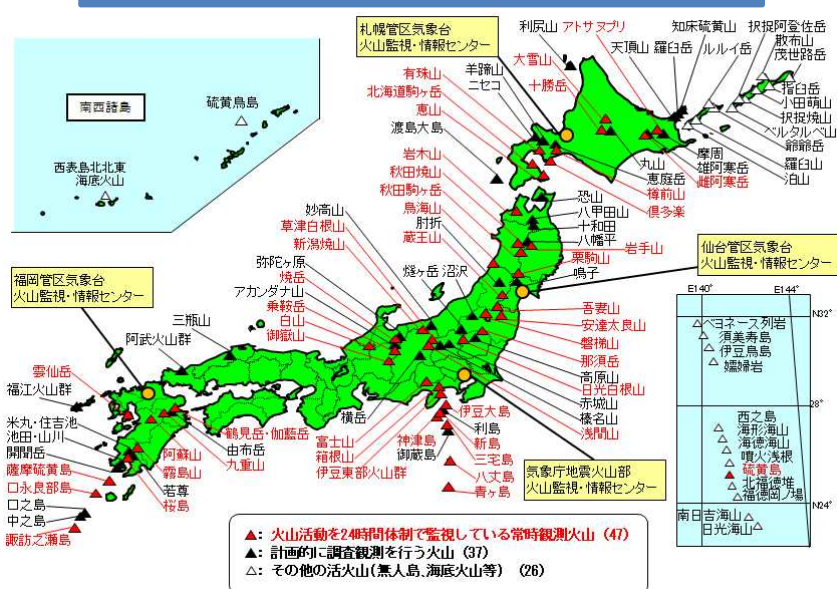
全国の活火山について、大学や防災科学技術研究所等関係機関の協力の下、火山噴火予知連絡会で中長期的な火山監視体制の強化が必要とされた47火山については常時観測データの収集を行い、それ以外の火山については現地調査等必要に応じて観測データを収集して、火山現象のデータベースとしてその蓄積を図る。

これらの成果は、噴火警報等の防災情報の発表や火山活動解説資料の作成に利用するとともに、地震火山月報（カタログ編）や火山年報で取りまとめて公表する。これにより、火山噴火、前兆現象の国際的データファイルの更新にも寄与する。

昨年度の成果概要

✓火山噴火予知連絡会で中長期的に観測体制の充実が必要とされた47火山について、全国4か所の火山監視・情報センターにおいて、地震計、空振計、GNSS等の観測データを常時収集し、解析を行い、蓄積した。

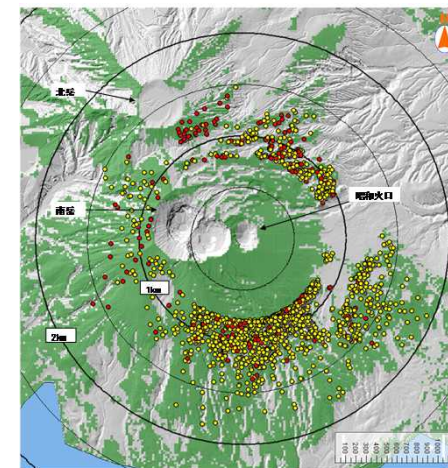
47火山について常時観測データを収集



観測データの収集解析事例【桜島】



桜島 噴火の遠望観測データ
 (平成27年1月23日20時30分の噴火)



昭和火口から放出された大きな噴石の落下地点の
 解析結果 (平成26年10月～平成27年2月10日)

活発な噴火活動が続く桜島では、地震計やGNSSのほか、遠望カメラや空振計等による噴火・爆発の観測データを収集して解析を実施。大隅河川国道事務所のカメラの映像データも使用した解析等も実施。

本課題の5カ年の到達目標

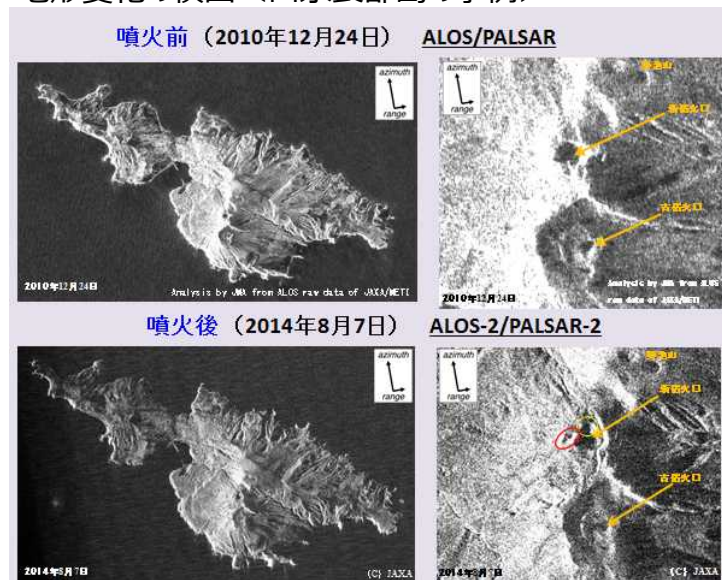
火山活動監視・評価の高度化に資するため、全国の火山の地殻変動観測およびデータについて、監視項目の評価と適正化の検討、地殻変動検出のためのノイズ低減に向けた検討を進めるとともに、地殻変動検出時の変動源推定等の解析と結果の噴火予知連絡会等への報告を行う。これらを進めるにあたり、データ解析技術や活動評価等について職員の能力向上に配慮する。

昨年度の成果概要

衛星データを用いた地殻変動・地形変化の検出

気象庁では、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの事務局として、JAXA防災利用実証実験による「ALOSデータ」利用のとりまとめを行うとともに、これらのデータを用いた地殻変動・地形変化検出のための解析にも取り組んでいる。

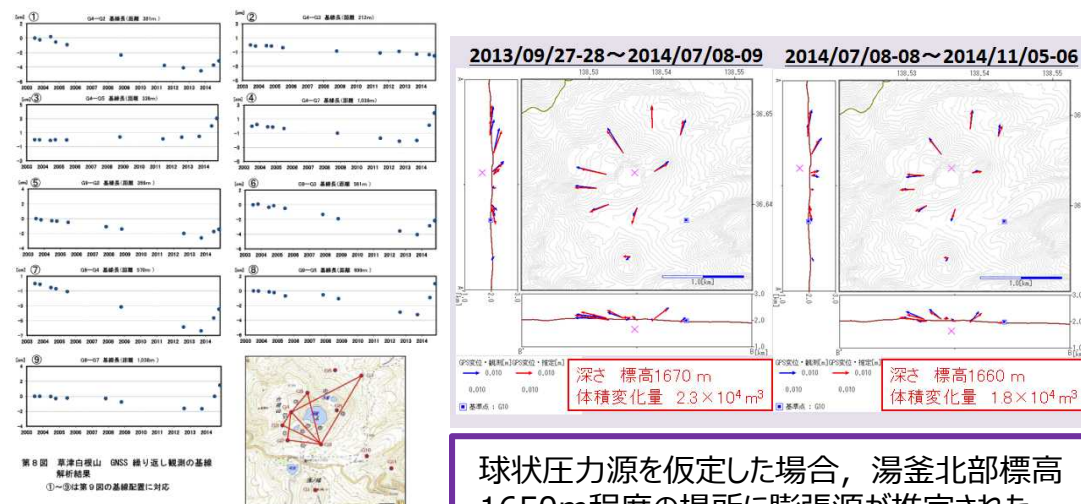
地形変化の検出＜口永良部島の事例＞



地殻変動観測と変動源推定

平成26年度に噴火した御嶽山や阿蘇山その他、火山活動の活発化が見られた草津白根山、十勝岳、吾妻山、蔵王山等において、傾斜計やGNSSにより変動が検出され、草津白根山等ではその変動源の推定も行った。これらは他の観測データと併せて各火山の活動評価に資するとともに、火山噴火予知連絡会や火山活動解説資料等において公表している。

草津白根山におけるGNSS繰り返し観測



球状圧力源を仮定した場合、湯釜北部標高1650m程度場所に膨張源が推定された。東京工業大学の傾斜計から推定された膨張源に対応と考えられる。

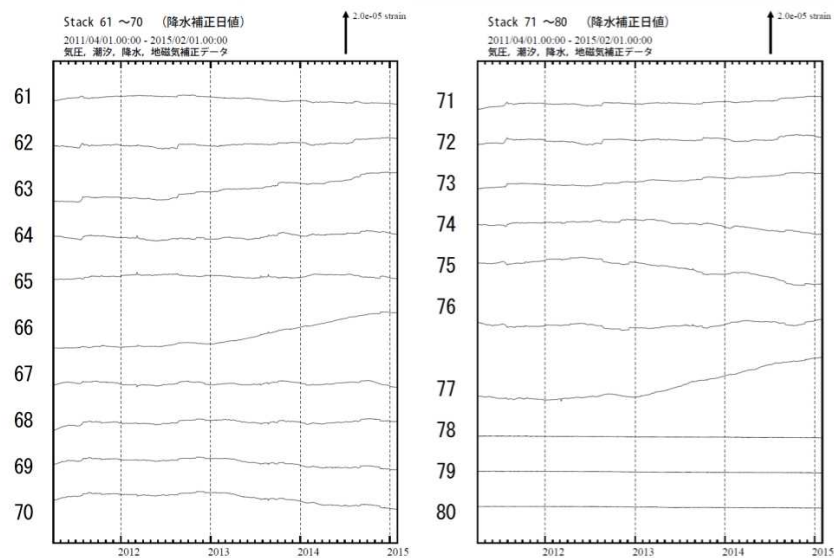
謝辞. 本解析で用いたデータについては火山噴火予知連絡会が中心となって進めている防災利用実証実験(火山WG)に基づいて、JAXAにて観測・提供されたものです。また、一部はPIXELで共有しているものであり、宇宙航空研究開発機構(JAXA)と東京大学地震研究所との共同研究契約によりJAXAから提供されたものです。PALSARに関する原初データの所有権は経済産業省およびJAXAに、PALSAR-2に関する原初データの所有権はJAXAにあります。ここに記してお礼申し上げます。

本課題の5カ年の到達目標

地震活動や地殻変動について、新たな評価手法や監視技術等を導入することにより、より微小な変化を逐次的にとらえる技術を開発する。また、地震発生シミュレーションを通じて、地震・地殻活動の変化と大地震発生との関係に関する評価手法の改善を図る。

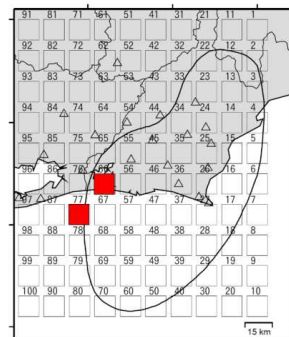
昨年度の成果概要

ひずみ計のスタッキングによる長期的スロースリップの検出

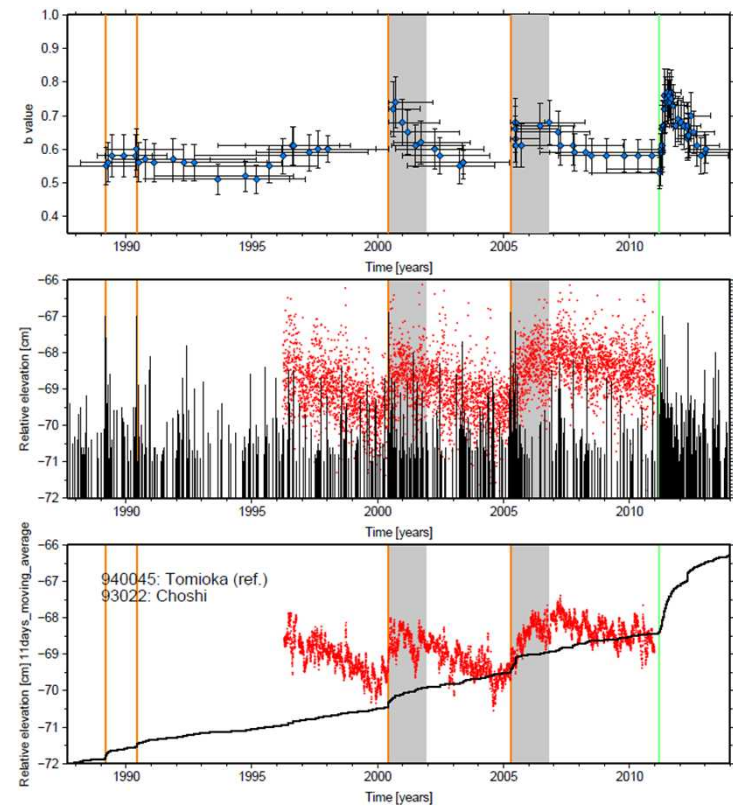


各グリッドでの時系列変化

グリッドの配置



銚子付近の地震活動に伴う長期的スロースリップ



b値の変化

M-T図 (黒)
と富岡-銚子の比高変化
(赤)

地震回数積算
(黒)と富岡-銚子の比高
変化 (11日
移動平均)
(赤)

本課題の5カ年の到達目標

地震動の即時予測において、より迅速性・堅牢性を向上させるとともに、広い震源域をもつ巨大地震の場合や、広域に複数の地震が連発する場合であっても、震度の適切な即時予測が可能となる手法を構築する。

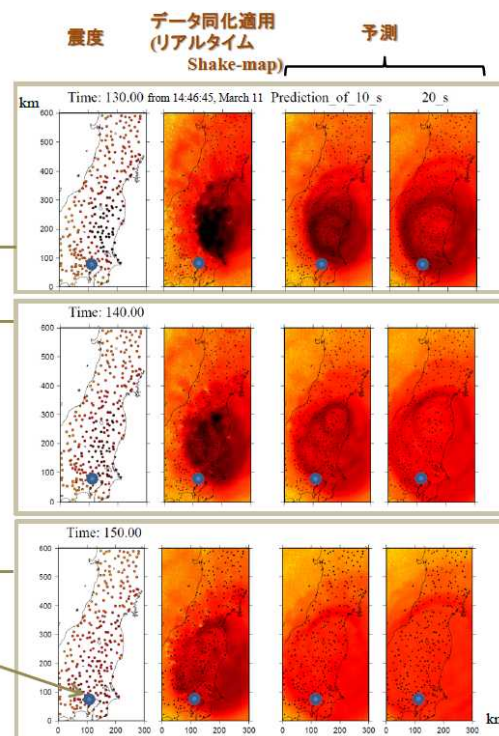
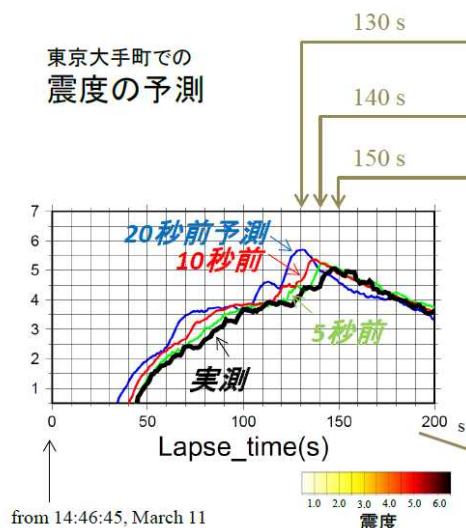
また、震度（比較的短周期）の即時予測に加え、長周期まで（おおよそ10秒程度まで）の様々な揺れの即時予測に対応できるように拡張・強化する。

昨年度の成果概要

- ✓近い未来の予測ならば、予測震度が概ね震度差1以内に収まる精度で、実時間に比べてそれほど遅くない程度で計算可能であることがわかった。
- ✓震度予測で波動伝播の計算に用いている高周波近似は、周期10秒程度までなら有効であることを確認した。

震度の予測精度の向上

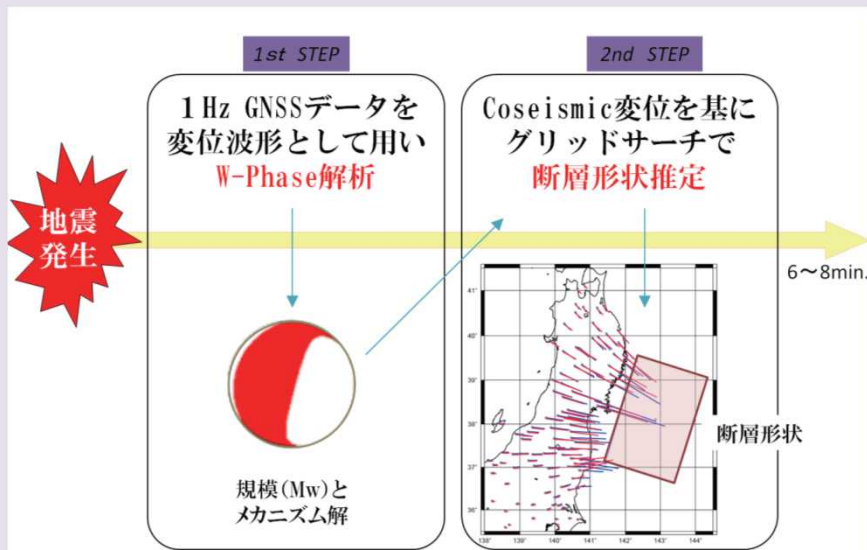
東北地方太平洋沖地震
(M_w 9.0; 2011/03/11)



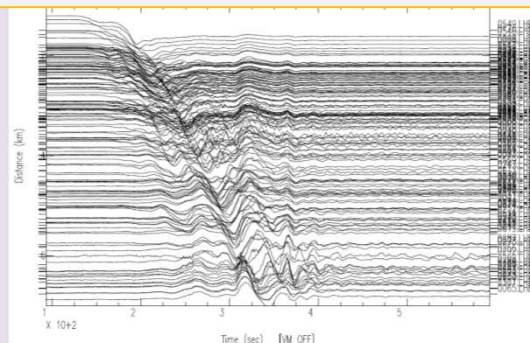
1 Hz GNSSデータを用いた巨大地震の即時把握

1st step : W-phase解析によるCMT解

2nd step : 地殻変動に整合的な断層面の
の順次パラメーター推定による安定した解推定



解析に用いたGNSSデータ



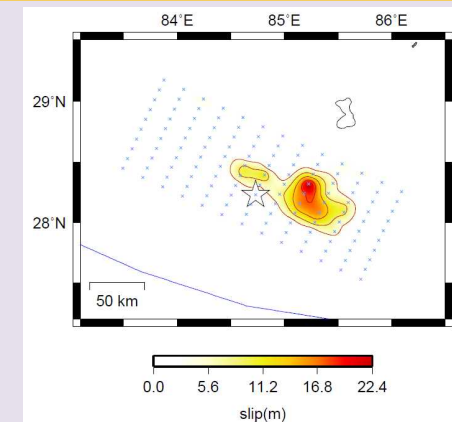
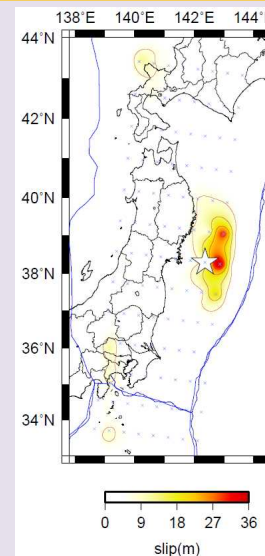
※国土地理院との共同研究

遠地実体波を用いた準自動震源過程解析 スケーリング則を考慮し、様々な解析パラメーター の自動設定を行い解析の準自動化

表 迅速化及び自動化におけるパラメータ設定法についての検討結果

○各パラメータ	○パラメータの説明	○自動解析でのパラメータ設定方法
・破壊開始点の深さ	仮定する断層面の破壊開始点における深さ	気象庁CMT解における深さの値を設定
・断層パラメータ	仮定する断層面の走向、傾斜、すべり角	気象庁CMT解の値を設定
・小断層のサイズと数	仮定する断層面全体のサイズと解析領域の細やかさ	イベントの大きさ (Mw) によってスケーリング則「 $Sr=a \times M0^{(2/3)}$ 」から設定
・震源時間関数	各小断層における立ち上がり時間と基底関数の数	イベントの大きさ (Mw) から設定
・時空間的なめらかさ (β (空間) α (時間))	各小断層ですべりが時空間的に急激に変化しないという拘束条件を与える係数	ABICが最小になるパラメータを設定
・最大破壊伝播速度 (Vr)	各小断層における破壊開始時間を決める	「 $Vr \approx Vs$ (S波速度) $\times 0.72$ 」を設定

解析例 (左: 東北地方太平洋沖地震、右: 4月25日ネパールの地震)



本課題の5カ年の到達目標

稠密な観測データを高度に活用し、津波成分を抽出する手法や現況を面的に把握する手法を開発する。波源推定に基づく予測手法の高度化および波源推定に基づかない新たな予測手法の開発を行う。

遠地津波の後続波および減衰特性のモデル化を行い、遠地津波の継続時間の予測を行うことにより津波警報解除の時期の予測手法を開発する。

昨年度の成果概要

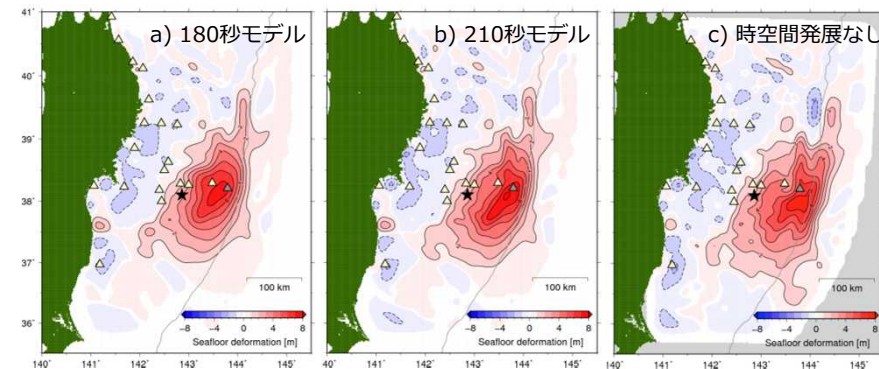
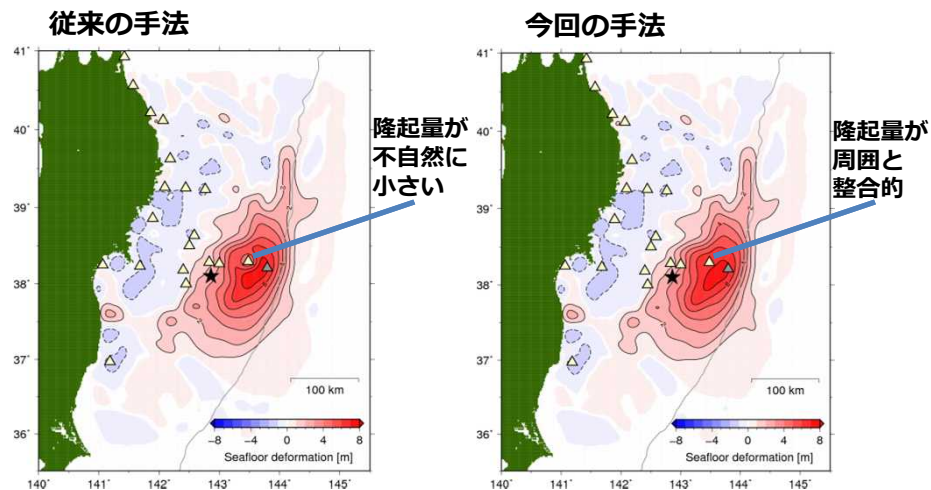
多点津波データ活用に向けた津波波形逆解析手法の高度化

1. 斜面の水平変位に伴う上下変位

沖合津波観測網の増強に伴い、海溝付近にも多くの海底水圧計が設置される。これらの沖合津波データを活用した波源推定においては、急峻な海底地形によって水平変位から生じる見かけの上下変位を考慮する必要がある。そこで、津波波形逆解析手法の改良を行い、実データへの適用を通して、その有効性を確認した。

2. 波源生成の時間発展

東北地方太平洋沖地震に関し、既往研究では互いに整合しない点がある地震と津波の発生機構について、これらを統一的に説明してその実像を明らかにするため、沖合津波観測データを用いた震源像の推定に着手した。それにより、多点の沖合津波データを用いることで、通常よりも長い時間をかけて生じる津波の波源生成の時間変化をある程度把握できる見込みがあることがわかった。



180秒モデル、210秒モデル：類似

- ・宮城県沖の海溝付近に7 mを超える顕著な隆起
- ・岩手県沖の海溝に沿った狭い領域に2 mを超える隆起

時空間発展なし：岩手県沖の海溝“外側”に、南北に偏長な隆起域

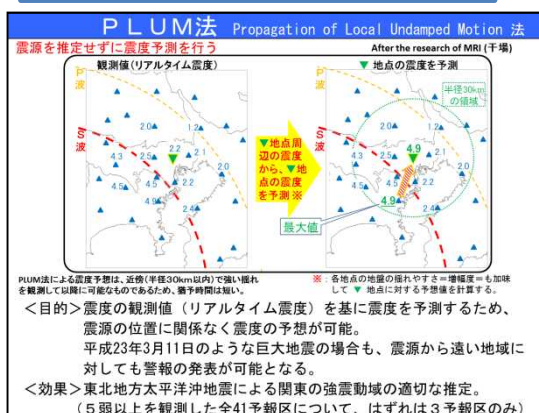
得られた変動分布の大局的傾向は、先行研究（Takagawa and Tomita, 2013）と同じ

本課題の5カ年の到達目標

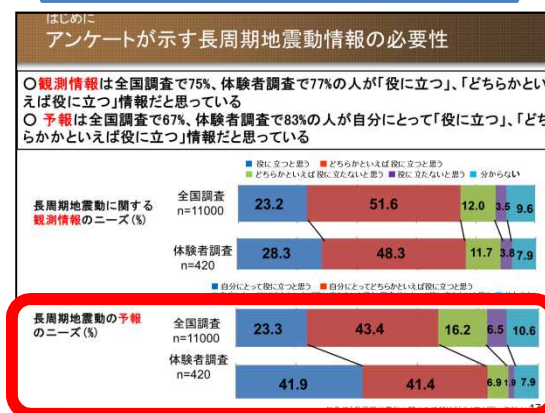
緊急地震速報の高度化 ・ 長周期地震動情報の高度化 ・ 噴火警報の改善 ・ 降灰予報の改善 ・ 国際共同研究・国際協力

昨年度の成果概要

地震（緊急地震速報）



地震（長周期地震動）



火山

わかりやすい情報提供

観測事実を迅速、端的かつ的確に伝える情報

「火山速報(仮称)」の創設

噴火発生時の観測事実を伝えて、登山者等が命を守るための行動が取れるような、新たな情報を発表

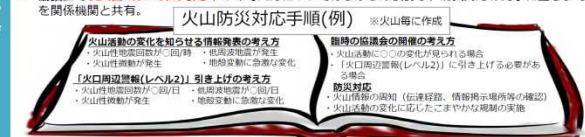
火山活動の変化を知らせる情報の検討

噴火前の火山活動の変化を登山者等へ伝える情報のあり方については、平成26年度末まで検討を継続

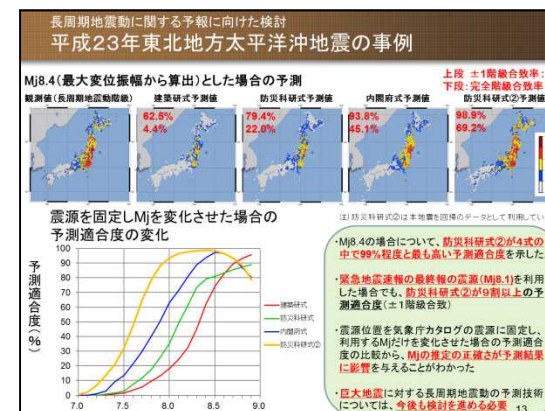
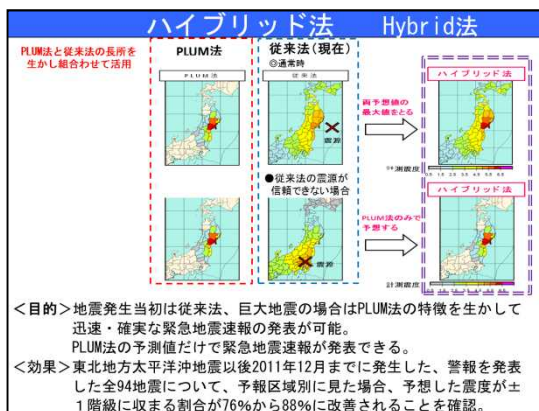
気象庁と関係機関の連携強化

平常時において、地元自治体や気象庁、砂防部局、火山専門家等から構成される火山防災協議会(以下「協議会」という。)の下で、防災対応の一連の流れを「火山防災対応手順」として整理・共有し連携を推進。

- 気象庁は、火山噴火予知連絡会の委員や地元の専門家の協力を得て、想定される火山活動の推移を豫言作成し、火山情報の発表や臨時の協議会の開催の考え方等を関係機関と検討・共有。
- 地元自治体は、想定される活動の推移を踏まえ、関係機関と協力し、噴火警戒レベル1の段階を含めた防災対応を検討し、関係機関と共有。
- 協議会で噴火警戒レベルの引き下げの考え方についてあらかじめ検討し、防災対応の完了に至るまでを関係機関と共有。

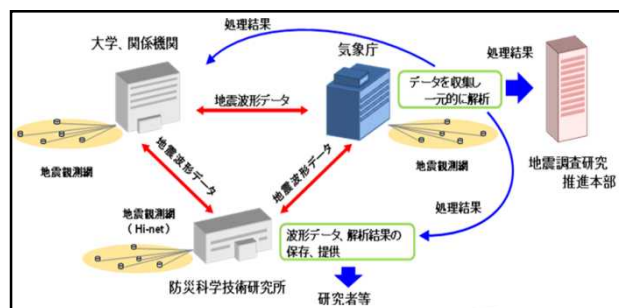


火山活動の変化が観測された場合、気象庁は、臨時の協議会において、火山活動の状況を共有。関係機関は、火山活動状況に応じた火山防災対応手順に沿って、防災対応を実施。



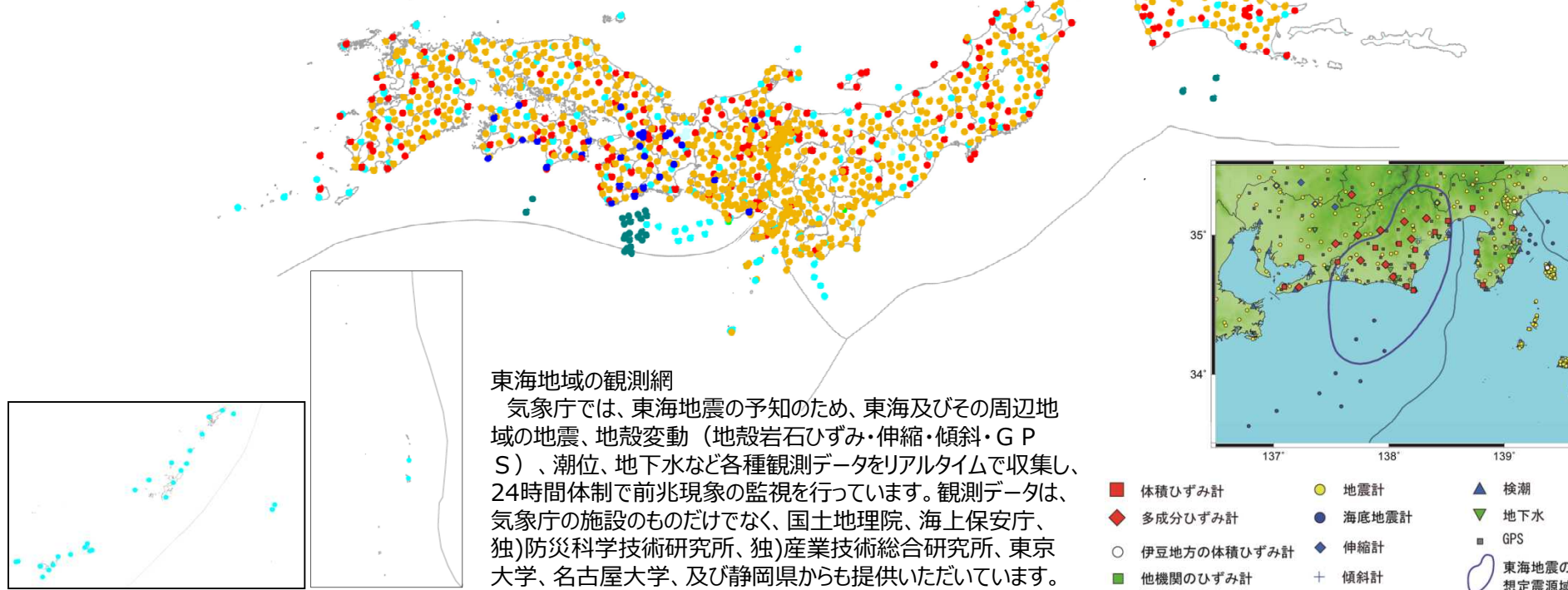
本課題の5カ年の到達目標

津波警報や地震情報等を適切に発表するため全国に展開している地震計及び震度計，東海地域を中心に展開しているひずみ計などの観測を継続するとともに，文部科学省と協力して，大学，防災科学技術研究所など関係機関の地震観測データを合わせて一元的に処理し，その結果を大学，関係機関に提供する。津波警報や地震情報等を適切に発表するため全国に展開している地震計及び震度計，東海地域を中心に展開しているひずみ計などの観測を継続するとともに，文部科学省と協力して，大学，防災科学技術研究所など関係機関の地震観測データを合わせて一元的に処理し，その結果を大学，関係機関に提供する。



高感度地震計
(2014年3月末現在、地震調査研究推進本部調べ)

- 国立大学法人
- 防災科学技術研究所
- 海洋研究開発機構
- 国土地理院
- 気象庁
- 産業技術総合研究所

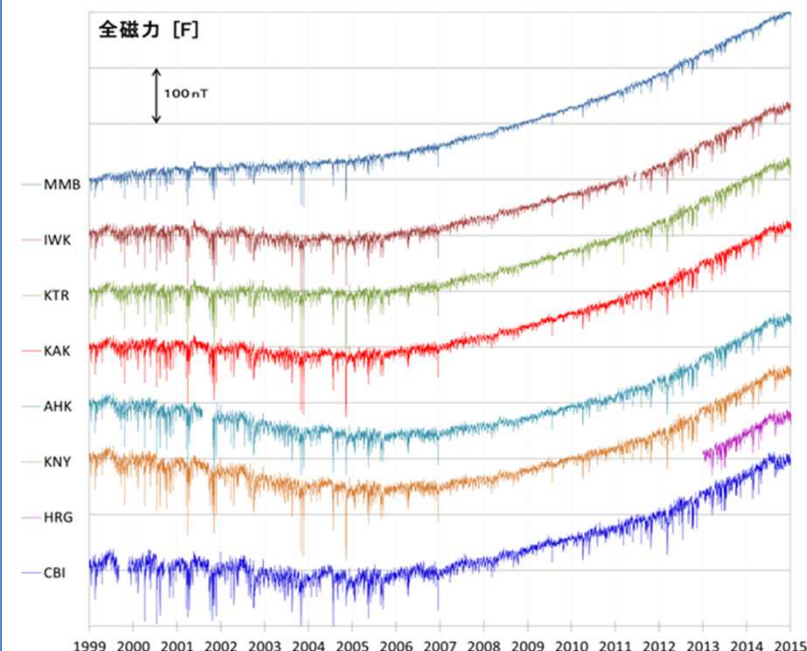


本課題の5カ年の到達目標

日本中央部、北日本、南西日本、日本南方の地磁気基準点である柿岡、女満別、鹿屋、父島の4観測点において、観測データの精度向上及び編集・解析作業の効率化を図りながら数十年～100年スケールにわたる安定した地磁気観測を実施し、大学等による地殻活動・火山活動を評価する電磁氣的観測研究のために、精密な磁場データを毎日リアルタイムで提供する。また、日本域の全磁力分布を解析するために、全国にわたる全磁力精密観測網を構築する観測点として、いわき、北浦、阿蘇山麓において、データ取得の安定性を図りながら精密連続観測を継続実施する。

昨年度の成果概要

- 地磁気4成分観測は、定期的に絶対観測及び観測値の較正を行い、観測データの精度向上及び編集・解析作業の効率化、データ取得の安定性を図りながら連続観測を実施している。
連続観測に使用している磁力計は、
地磁気4成分連続観測（柿岡、女満別、鹿屋、父島）
全磁力：オーバーハウザー磁力計（最小単位：0.01nT）
水平2成分・鉛直成分：高感度フラックスゲート磁力計（最小単位：0.01nT）
全磁力連続観測（いわき、北浦、阿蘇山麓）
全磁力：プロトン磁力計（最小単位：0.1nT）
- データ提供
0.1秒値：柿岡・女満別・鹿屋の水平（X、Y）成分、鉛直（Z）成分
1秒値：柿岡・女満別・鹿屋・父島の水平（H、D、X、Y）成分、鉛直（Z）成分、全磁力（F）
H25(2013)年1月分からは、1分値・1時間値の絶対値に加えて、1秒値についても観測基線値を補正した絶対値を提供。
1分値・1時間値：柿岡・女満別・鹿屋・父島の水平（H、D）成分、全磁力（F）
- 人工的な磁気擾乱への対応
地磁気観測点への車両等による人工的な磁気擾乱の監視観測を強化し、異常値検出を行うなど、精度維持を図った。



図に1999年から2014年にかけての地磁気全磁力値の日平均値の変動を示す。火山活動起源のシグナルを抽出するためには、「参照データとの差を求めて局所的な磁場変動だけを取り出す」という手法が用いられるが、地域によって変化の大きさ、傾向が異なるため、各地域ごとの基準観測点が必要となる。

本課題の5カ年の到達目標

大学や防災科学技術研究所等関係機関の協力の下、火山噴火予知連絡会で中長期的な火山監視体制の強化が必要とされた47火山の連続的な監視観測を継続する。また、火山活動が活発化した場合には、必要に応じ観測体制を強化する。

これらの成果は、噴火警報等の防災情報の発表や火山解説資料の作成に利用するとともに、地震火山月報（カタログ編）や火山年報で取りまとめて公表する。

連続的な火山観測

- ✓ 全国の活火山について、全国4か所の火山監視・情報センターにおいて、地震計、空振計、GPS等により、連続的な監視観測を行った。
- ✓ 火山観測施設の平成23年度から実施している更新計画に基づき、平成26年度は北海道駒ヶ岳、樽前山、岩手山、九重山、雲仙岳の観測施設を更新した。
- ✓ 平成26年度に噴火が発生した口永良部島と御嶽山、及び噴火のおそれがある霧島山（えびの高原付近）については、臨時に観測機器を設置して観測強化を行った。

現地調査・機動観測による繰り返し観測等

- ✓ 全国の火山について、地震観測、GPS繰り返し観測、熱観測等の調査的な機動観測を計画的に実施した。また、口永良部島や御嶽山のほか、阿蘇山、三宅島、浅間山、桜島等、火口から二酸化硫黄ガスの放出が継続している火山については、COMPUSS等による火山ガス放出量の観測を実施した。また、口永良部島や御嶽山、現在も継続している桜島などでは、関係機関の協力を得て、上空からの観測を繰り返し実施した。

観測結果の公表

- ✓ 各種監視・観測で得られた成果は、噴火警報、火山の状況に関する解説情報、火山活動解説資料等の防災目的の情報や資料として公表された他、地震火山月報（カタログ編）や火山報告等に取りまとめて公表した。また、防災科学技術研究所のホームページで、気象庁の地震計等のデータを公開している。

本課題の5カ年の到達目標

- ✓ 緊急地震速報の利活用促進
- ✓ 長周期地震動情報の普及・啓発
- ✓ 津波防災に関する普及・啓発
- ✓ 噴火警報、噴火警戒レベルの利活用促進
- ✓ 量的降灰予報の普及・啓発

学校防災教育への協力

○防災授業連携・支援

防災のプロの気象台と、教育のプロの学校・先生が連携し、生徒・児童への防災授業実施に向けた取り組みを各地で実施。

○避難訓練支援

先生の指示に従って行動する従来の訓練ではなく、緊急地震速報などの情報を取り入れ、情報の意味を学ぶとともに、自ら考えて身を守る要素を取り入れた訓練の実施に向けた支援を各地で実施。

出前講座等の実施

○関係機関と連携した出前講座

気象台職員が行う出前講座に加え、防災の専門知識を有する団体（防災士会、日本赤十字社など）と連携した出前講座等の取り組みを各地で実施。地域の防災リーダー育成など、普及啓発の裾野を広げる取り組みを目指す。また、聴覚障害者への取り組みも進めている。

○合同登山、学習登山

火山関係機関や小中学生とともに山に登り、火山防災について一緒に考える取り組みを各地で実施。

普及啓発のための素材・ツール



政府インターネットテレビによる緊急地震速報の啓発動画

