

(1) 実施機関名：

(独) 防災科学技術研究所

(2) 研究課題(または観測項目)名：

地殻活動総合モニタリング

(3) 最も関連の深い建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

(1) 地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化

ア．日本列島域

(4) その他関連する建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

(1) 地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化

イ．地震発生・火山噴火の可能性の高い地域

ウ．東海・東南海・南海地域

(3) 地震・火山現象に関するデータベースの構築

ア．地震・火山現象の基礎データベース

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(2) 地震・火山噴火に至る準備過程

(2-1) 地震準備過程

ア．アスペリティの実体

イ．非地震性滑りの時空間変化とアスペリティの相互作用

(3) 地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程

(3-1) 地震発生先行過程

ア．観測データによる先行現象の評価

3. 新たな観測技術の開発

(3) 観測技術の継続的高度化

ア．地下状態モニタリング技術

ウ．大深度ボアホールにおける計測技術

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

日本列島周辺で発生する地震現象の予測精度を向上させるためには、現在発生している現象を適確に把握し、モデル構築等に有効な観測データを提供することが不可欠である。より詳細な微小地震活動は、全てのモデルの基礎データとなりうるものである。したがって、日本全国で均質なデータを得

るための基盤的地震観測施設の整備に努めるとともに、既存の観測施設の維持管理および必要な更新を行う。

加えて、これまでの研究により、深部低周波微動、超低周波地震や相似地震活動など、特徴的な地震現象が確認されている地域や近い将来に大規模な地震発生が懸念されている地域で集中的な観測を行うことにより、より詳細な地殻活動データを得ることを目指す。このようにして収集された種々のデータについて、既知の地殻活動現象の理解促進および未知現象の探求のための準実時間検知システムの新規構築や既存システムの高度化を実施するとともに、システムの安定運用を図る。海域でのプレートの準静的すべり、あるいは間欠的すべりの状態をモニタリングするためのセンサーとして、日本全国を対象とした相似地震検出の準実時間検知システムを構築し、プレートの運動状態の把握に努める。その他、プレート境界や内陸活断層の状態を評価するため、地震波速度や異方性構造、比抵抗構造などの様々な事象の時空間分布を把握するための技術開発を進める。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

本課題は、モニタリングに資するデータの生成とモニタリングシステムの開発・運用に大別される。地殻活動モニタリングの基本となる高精度な地震波形データを均質かつ安定的に得るため、基盤的地震観測網(Hi-net および F-net)の配備計画未達成域での整備を進めるとともに、既存観測点の維持管理および必要な設備更新を継続して実施する。収集された基盤的地震観測網のデータを用いた震源位置や発震機構の実時間処理システムの改良を継続し、より正確かつ迅速な情報発信に努める。

深部低周波微動や浅部/深部超低周波地震を始めとする様々なスローイベントに対し、当該イベント発生域での地震・地殻変動観測施設の充実を図るとともに、各種スローイベントの震源パラメータやメカニズム等を高精度に推定するための準リアルタイム・モニタリングシステムを構築するとともに、検知能力の向上等の高度化を目指す。超低周波地震モニタリングについては、従来の Grid-MT やセンブランス解析に加え、観測波形の周波数特性を調査することによって、通常地震と超低周波地震との識別方法を確立する。また、少数観測点の記録から超低周波地震を検出する手法を開発し、観測点数が十分でなかった時期に遡って、超低周波地震の活動を調査する。加えて、これまでに認識されていない現象を発見するため、様々な周波数帯に対するモニタリングシステムの開発を進める。スロースリップイベント(SSE)に伴う群発地震などの様々な地殻現象を把握するため、SSE発生が予測される地域において機動観測を実施する。

プレート境界域においては、基盤的地震観測網のデータを用いた相似地震モニタリングの対象領域を日本全国に順次拡大するとともに、比較対象とするイベントの拡充を行う。

プレート境界域やひずみ集中帯域など、近い将来に大規模な地震を発生することが懸念されている地域においては、想定震源域における応力状態や構造的特徴の時空間分布把握のため、地震活動度変化、地震波形変化、地殻変動、比抵抗等のモニタリングをするための技術開発を進める。そのために、基盤的地震観測網データに加えて、機動的な稠密地震観測や地殻変動観測、比抵抗探査などの追加観測を必要に応じて実施するとともに、プレート境界や内陸活断層域等で発生する様々な事象を即時的に高精度でモニタリングするため、大深度観測施設を整備することを目指す。基盤的地震観測設備を含め、新たな観測井を建設した際には、速度検層や温度検層、コアサンプリングなどの各種原位計測を実施し、地質構造や応力状態解明のための基礎データを得る。

(7) 平成22年度成果の概要：

[基盤的地震観測網の整備・維持管理・更新]

基盤的地震観測網の運用を継続し、様々な地殻活動モニタリングに資するための高精度かつ均質な地震波形データの安定的収集に努めた。Hi-netの初島観測点、掛川観測点、一関西観測点の改修を行ったほか、一部の観測点において旧式のAD変換装置の更新を実施した。

[スローイベントモニタリング]

グリッド・モーメントテンソル解析およびアレイ解析に基づく超低周波地震(VLFE)活動モニタリ

ングを継続して実施し、VLFE 自動検知システムの安定稼働を実現した。さらに、観測点ごとに、既知の超低周波地震記録と過去の連続波形記録との相互相関関数解析から未知イベントを検出するとともに、その相互相関関数の観測点間の位相差から相対的な震央位置を推定する手法を開発した。この手法により、震央位置の推定精度が約 30km から約 10 km に向上し、十勝沖で発生する VLFE の詳細な時空間分布が明らかになった(図 1)。

Hi-net 高感度加速度計(傾斜計)によるモニタリングおよび国土地理院 GPS 連続観測システム(GEONET)データの解析により、2009 - 2010 年に発生した豊後水道長期的 SSE による地殻変動を明瞭に捉えた。また、稼働中の VLFE および深部低周波微動モニタリングシステムにより検知された足摺岬沖の浅部 VLFE 活動と豊後水道における微動活動について、本長期的 SSE と同期して活発化すること、同様の同期現象が前回 2003 年の SSE の際にも発生していたことを見出した。

西南日本で繰返し発生している短期的スロースリップイベント(SSE)自動検出システムの運用を継続するとともに、データに含まれる各観測点の局所的な変動をモデル化したり、効果的に除去したりする方法を開発し、より安定した短期的 SSE 検出を可能とした(図 2)。併せて、各観測データのノイズレベルに基づき、短期的 SSE の検知能力についても検討した。この自動検出手法を用いた短期的 SSE 準リアルタイムモニタリングシステムの試験運転を開始した。

[相似地震モニタリング]

基盤の地震観測データを用いた相似地震モニタリングシステムの安定運用に努めるとともに、防災科研の震源カタログ記載全イベントとの照合を可能にし、モニタリング対象地域を全国に拡充した。また、関東地方に加え、北海道地域を対象としたリアルタイム処理の試験を開始した。一方、山梨県東部・神奈川県西部の地震密集域を対象とした試験的解析の結果、新たに平均繰返し間隔 1 年以上の定常型かつスラスト型発震機構解をもつタイプのイベントが存在することを確認した。詳細震源決定の結果、この領域の相似地震は深さ方向に約 10km の幅をもって分布することが明らかになった。

[その他のモニタリング技術の開発]

2009 年 12 月に伊豆半島東方沖を中心に発生した群発地震活動に注目し、雑微動の地震波干渉法解析を適用し、群発地震活動に関連して地震波速度が 0.5% 程度低下したことを検知した。また、この速度低下は、群発地震活動収束後、徐々に解消される傾向にあることを確認した。同様の速度低下は 2006 年の群発地震活動の際にも見られた。

想定東海地震および東南海地震周辺域の地震活動パターンの変化を調査するため、気象庁震源カタログの精査を行った。昭和東南海地震発生直前の地震活動パターンに対する相関係数の時間的変化を調査したところ、東海地震、東南海地震想定震源域ともに、昭和東南海地震発生後に相関係数が一旦低下し、無相関状態が 20 年程度継続したのち、再び相関係数が上昇する傾向が見られた(図 3)。

- (8)平成 22 年度の成果に関連の深いもので、平成 22 年度に公表された主な成果物(論文・報告書等)：
浅野陽一, 2010, 日本周辺における浅部超低周波地震活動(2009 年 11 月~2010 年 4 月), 地震予知連絡会会報, 84, 6-7.
浅野陽一, 2011, 日本周辺における浅部超低周波地震活動(2010 年 5 月~2010 年 10 月), 地震予知連絡会会報, 85 (印刷中).
Hirose, H. and K. Obara, 2010, Recurrence behavior of short-term slow slip and correlated nonvolcanic tremor episodes in western Shikoku, southwest Japan, *J. Geophys. Res.*, 115, B00A21, doi:201010.1029/2008JB006003.
Hirose, H., Y. Asano, K. Obara, T. Kimura, T. Matsuzawa, S. Tanaka, and T. Maeda, 2010, Slow earthquakes linked along dip in the Nankai subduction zone, *Science*, 330(6010), 1502.
廣瀬仁, 2011, 豊後水道長期的スロースリップイベント(2009 年~2010 年), 地震予知連絡会会報, 85 (印刷中).
廣瀬仁・木村尚紀, 2011, 西南日本における短期的スロースリップイベント(2010 年 5 月~2010 年 10 月), 地震予知連絡会会報, 85 (印刷中).

- 廣瀬仁・木村武志・浅野陽一・武田哲也・汐見勝彦, 2011, 防災科研におけるモニタリング手法高度化への取り組み, 地震予知連絡会会報, 85 (印刷中).
- 木村武志・木村尚紀・廣瀬仁・小原一成・関根秀太郎, 2010, 西南日本における短期的スロースリップイベント (2009年12月~2010年4月), 地震予知連絡会会報, 379-383.
- 木村武志・浅野陽一・廣瀬仁・小原一成, 2010, 豊後水道長期的スロースリップイベントに伴う傾斜変動, 地震予知連絡会会報, 398-401.
- Kimura, T., K. Obara, H. Kimura, and H. Hirose, 2011, Automated detection of slow slip events within the Nankai subduction zone, Geophys. Res. Lett., 38, L01311, doi:10.1029/2010GL045899.
- 松村正三, 2010, 東海および東南海地域における特有な地震活動パタンの再現 (東海地域の地震活動変化: その6), 地震2, 63, 83-95.
- 松澤孝紀・小原一成・田中佐千子, 2010, 西南日本における深部低周波微動活動 (2009年11月~2010年4月), 地震予知連絡会会報, 84, 374-378.
- 松澤孝紀・小原一成・田中佐千子, 2011, 西南日本における深部低周波微動活動 (2010年5月~2010年10月), 地震予知連絡会会報, 85 (印刷中).
- 小原一成・廣瀬仁・木村武志・松澤孝紀, 2010, 短期的スロースリップイベントと微動の準リアルタイムでの検知能力, 地震予知連絡会会報, 84, 577-590.

(9) 平成23年度実施計画の概要:

平成22年度に引き続き基盤的地震観測網の安定運用を行うとともに, 必要に応じて観測点の改修や観測点分布の適正化等を進めることにより, 高精度な地殻活動モニタリングに耐え得るデータの提供に努める。また, 既存の各種モニタリングシステムの安定運用を継続する。VLFEモニタリングシステムにおいては, 過去に遡って超低周波地震の活動状況の調査を実施する。相似地震モニタリングシステムにおいては, 過去データの解析を進め, 比較対象とする相似地震カタログの拡充を行う。その他, 巨大地震想定震源域における応力状態や構造的特徴の時空間分布把握のため, 地震活動度変化, 地震波形変化, 地殻変動等のモニタリング技術の開発を進めるとともに, 得られたデータの解釈を進める。

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名:

独立行政法人防災科学技術研究所地震研究部

他機関との共同研究の有無: 有

北海道大学 弘前大学 東北大学 東京大学地震研究所 名古屋大学 京都大学 九州大学 鹿児島大学

(11) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名: 防災科学技術研究所 企画部 広報普及課

電話: 029-856-1611

e-mail: toiawase@bosai.go.jp

URL: <http://www.bosai.go.jp/index.html>

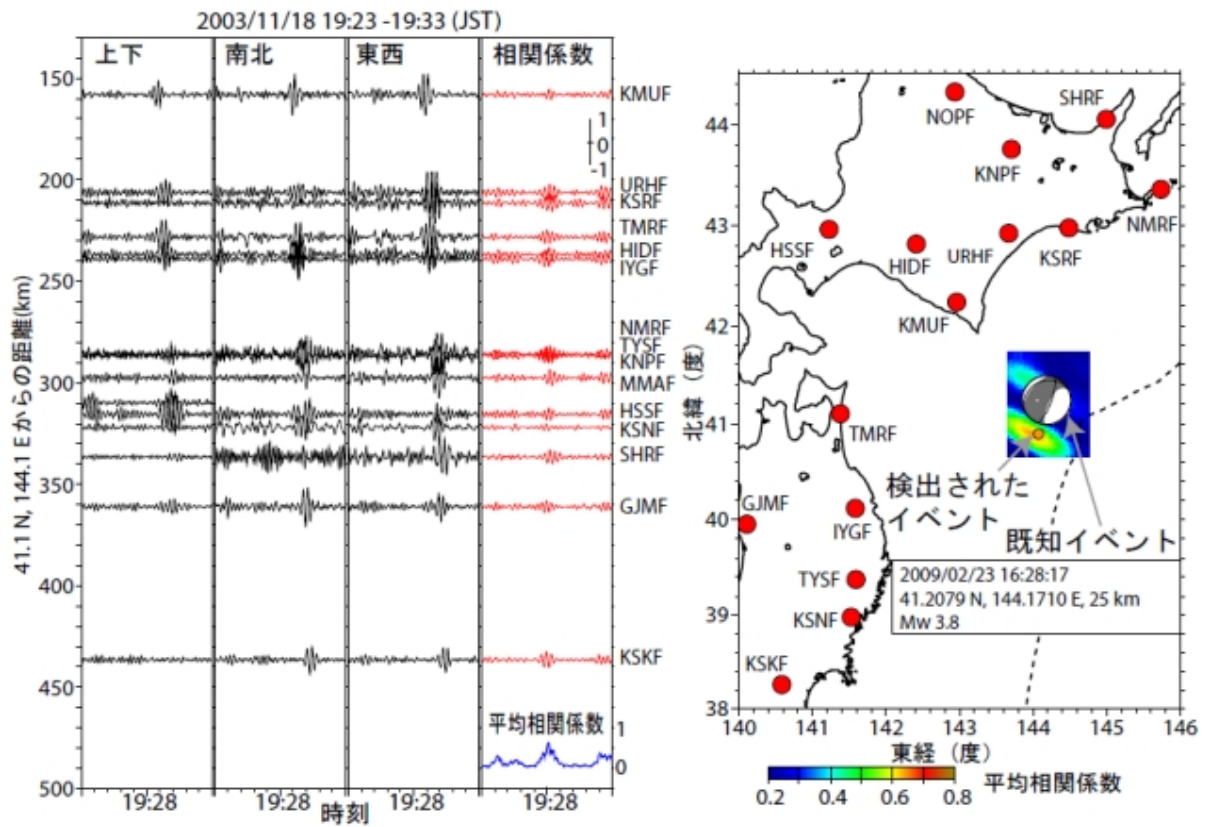


図 1

波形相関解析による超低周波地震検出例。左から順に、観測波形（0.02～0.05 Hzの帯域通過フィルタを摘要）の上下動成分、水平動南北成分、東西成分、既知イベントとの相関係数の時系列および空間分布を表す。19:28頃に多くの観測点で相関係数が大きくなっている。

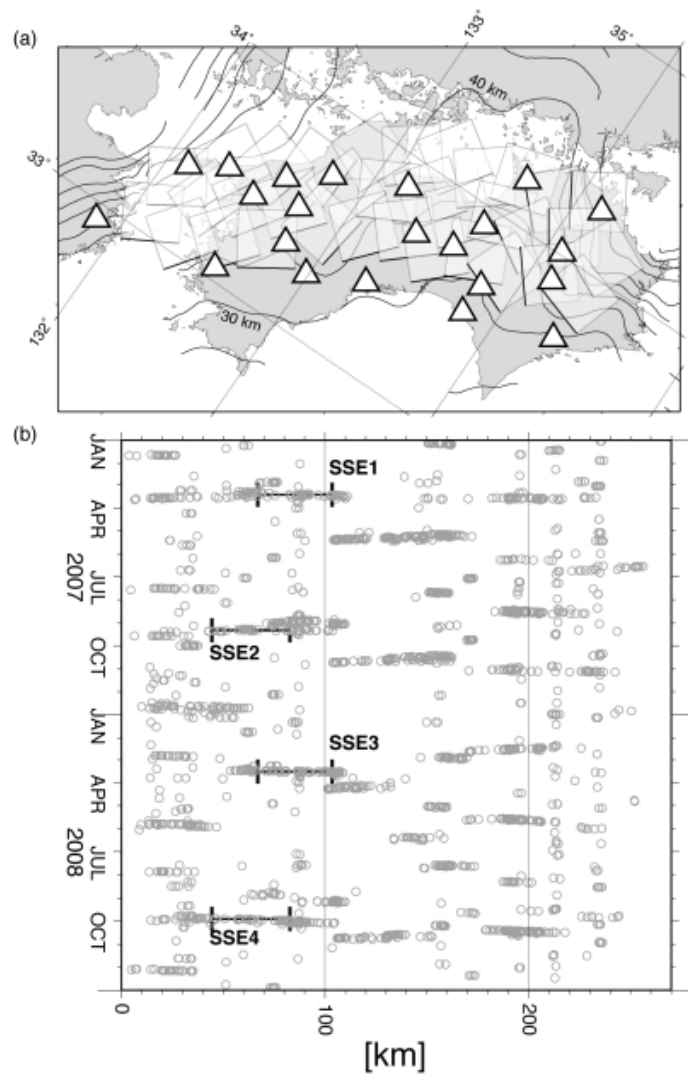


図 2

(a) 自動検出に使用した Hi-net 観測点 (白三角) と SSE の断層モデル (白矩形) の分布。(b) 検出された SSE (黒線) と Obara et al. (2010) による低周波微動活動 (灰丸) の時空間分布。

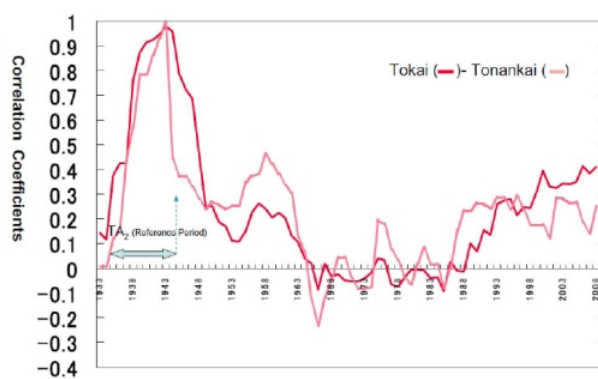


図 3

地震活動パターンの相関係数の時間変化。