

新規研究課題提案書

1. 研究課題名

GNSSによる地殻変動推定における時間分解能向上のための技術開発

2. 研究制度名

特別研究

3. 研究期間

平成26年 4月 ～ 平成29年 3月 (3年間)

4. 予算規模 (想定)

特別研究 21,076千円

(平成26年度 7,276千円、平成27年度 6,900千円、平成28年度 6,900千円)

5. 課題分類

(3) 防災に関する研究開発

6. 研究開発の背景・必要性

地震や火山現象の機構理解や推移予測のためには、地殻変動の監視が有効な手段であり、国土地理院は、その基盤的な役割を担っている。国土地理院では、全国に設置された電子基準点からなるGNSS連続観測システム (GEONET) 等によって地殻変動を監視し、その結果得られる地殻変動情報や地殻活動の状況を、地震調査委員会や火山噴火予知連絡会等に提供している。

このような中、甚大な被害をもたらした東日本大震災の発生を踏まえ、地震や火山噴火の被害を軽減する上で政策的に取り組むべき方針が見直された。過去に発生した地震や火山噴火について発生に至る過程を詳細に理解するとともに、地殻活動の現況を的確かつ迅速に把握することが必要であり、これらの研究に相補的に取り組むことで将来の活動予測へとつなげるといえるものである。

前者については、過去に発生した事例に関して、地震発生に至るまでのプレート境界における固着の状態とゆっくりすべりの推移、噴火に至るまでのマグマの移動など、地下 (地殻) の状態変化を詳細に把握する必要がある。そのためには、これまでの地殻変動情報に加え、より時間分解能の細かい地殻変動情報が必要とされる。しかし、元となるGNSS時系列の時間分解能を高めると座標時系列のばらつきが大きくなり、通常的手法では地殻変動の抽出が困難となるため、現状では、推定できる現象の時間スケールとしては1日程度が限界であった。

後者について、火山噴火の兆候などの現況の地殻変動をより適時的に捉えるためには、現状より時間分解能の細かい地殻変動情報が必要である。この場合においても、元となるGNSS時系列の精度の制約から、数時間程度の間隔で地殻の状態変化を報告しているのが現状であり、それより短い時間スケールで起こる火山噴火の兆候等を捉えきれないおそれがあった。

以上のことから、過去に発生した地殻活動について、一日より短い時間分解能で地殻の状態の変化に伴う地殻変動の推移把握を可能にするための技術開発を行うとともに、その技術を発展させ、準リアルタイムで地殻の状態を推定するためのシステムを開発することが求められている。

7. 研究開発の目的・目標

本研究は、まず、過去の地震や火山活動に伴う地殻変動を細かい時間分解能で抽出する技術を開発し、それによって得られる地殻変動の推移情報を通じて地震発生や火山噴火に至る過程のメカニズムの理解に寄与すること、また、その技術を発展させ、準リアルタイムでマグマの位置などの地殻の状態を推定するシステムを開発し、より適時的に関係機関へ情報提供することができるようにすることで、火山活動の推移等の監視に寄与することを目的とする。

そのため、過去の地震や火山活動に関して、GNSS解析技術を高度化し、得られるGNSS時系列から時間分解能5分程度で5mm程度の地殻変動情報を抽出する技術を開発すること、また、地殻変動の監視においては、リアルタイムGNSS解析技術を高度化した上で、得られるGNSS時系列データから、適時的に火山活動時のマグマの状態等を推定するシステムのプロトタイプを開発することを目標とする。

8. 研究開発の内容

本研究では、以下の2項目の技術開発を実施する。(1)過去の地震や火山活動に伴う地殻変動を細かい時間分解能で抽出する技術の開発、(2)準リアルタイムでマグマの状態などの地殻の状態を推定するシステムの開発

より詳細な実施内容は以下の通り：

(1) 過去の地震や火山活動に伴う地殻変動を細かい時間分解能で抽出する技術の開発

① 細かい時間分解能のGNSS時系列のばらつきを低減する技術の開発

細かい時間分解能でGNSS時系列を推定する場合、マルチパス等の影響で、時系列が大きくばらつき地殻変動の抽出が困難となる場合がある。そこで、先行研究により開発されたマルチパス補正手法等を適用し、GNSS時系列のばらつきを抑える技術を開発する。

② GNSS時系列から複数観測点で同時観測される共通信号を抽出する手法の評価・検討 すべり分布の変化などに伴う広域の地殻変動は、複数の観測点で共通する特徴をもつものであるから、統計的な手法を用い、GNSS時系列から複数観測点で同時観測される共通信号を抽出する技術(経験的直交関数法等)の評価・検討を行う。

③ 抽出された共通信号のうち、誤差の物理機構の特定およびその低減手法の開発

抽出された共通信号には、地殻変動のほか、広域に共通する特有の要因による誤差である可能性も含まれる。そのような誤差について、その物理機構を特定した上で誤差低減手法の開発を行う。

④ 抽出された共通信号のうち、地殻変動シグナルを特定する手法の開発

抽出された空間相関の変動のうち、地殻変動シグナルを特定する手法を開発するとともに、特定された地殻変動シグナルに対し地殻状態(すべり分布・マグマの位置など)の推定手法を適用し、地殻変動が適切に特定されているかの評価を行う。その結果に基づいて②～④の処理を改良し、手法の最適化を行う。

(2) 準リアルタイムでマグマの状態などの地殻の状態を推定するシステムの開発

① リアルタイムキネマティックGNSS(RTK-GNSS)解析における時系列のばらつきを低減する技術の開発

RTK-GNSS解析技術においても(1)と同様に時系列がばらつき、地殻変動の抽出が困難になることがあることが知られている。そこで、(1)で開発した低減技術に加え、(マルチパスを生じやすい低仰角の測位信号となる測位衛星を用いないで)GLONASS衛星等の信号を取り入れることでばらつきを低減する技術を開発する。

② RTK-GNSS時系列を用いた地殻状態推定システムのプロトタイプの構築

GEONETの観測点を対象とし、①の技術を適用して得られるRTK-GNSS時系列から、1時間程度のデータ長に対する時間依存インバージョン手法を用いて、時間分解能5分から10分程度ごとの地殻状態を推定するシステムのプロトタイプを構築する。

9. 研究開発の方法、実施体制

(1)～(2)全体は研究官が主として実施する。(1)①については、先行研究「地殻変動監視能力向上のための電子基準点誤差分析の高度化」の成果を活用するため、当該研究担当者の主任研究官に協力を得て実施する。(1)④、(2)②において、インバージョンによるモデル推定手法の構築については、地殻変動研究室に協力を得て実施する。構築した地殻変動シグナルの抽出手法の評価については、地殻変動のモデル化に詳しい地殻変動研究室の協力を得る。(2)②のシステムの構築は、外注により行う。

10. 研究開発の種類

(2) 応用研究

11. 現在までの開発段階

(1) 研究段階

12. 想定される成果と活用方針

本研究により、過去の地震や火山活動に伴う地殻変動について、細かい時間分解能での地殻変動シグナルの抽出手法が開発される。この手法は、地殻変動研究室において、過去発生した多くの事例について、地震に伴うすべり分布の推移や火山噴火に伴うマグマの移動等のモデル化に活用され、地震前後や火山活動時において短時間で推移する過程の理解に役立つことが期待される。

また、RTK-GNSS時系列から地殻の状態を推定するシステムのプロトタイプが開発される。このシステムは、火山活動が活発化した際の地殻変動監視における、マグマの状態等の推定に活用される。その結果は、火山噴火予知連絡会等に適時的に提供され、火山活動の把握等への活用が期待される。

さらに、波及効果として、リアルタイム測位の高度化への発展が期待される。本研究で開発されたシステムによって得られる電子基準点のRTK-GNSS時系列において、地殻変動に伴う基準点位置にずれが生じたり、様々な誤差要因により安定した解が得られない場合がある。このような場合には、電子基準点を参照点とする情報化施工などのリアルタイム測位において間違っただけの位置が推定されることが想定される。このような変動や誤差といった情報は、情報化施工などのリアルタイム測位に有効な情報となり得ることから、電子基準点を利用したリアルタイム測位の高度化につながるものと期待される。

13. 研究に協力が見込まれる機関名

気象庁、国立大学法人等

14. 関係部局等との調整

インバージョンによるモデル推定やシステムの構築に関しては、地殻変動研究室と協力して実施する。また、GNSSデータ、特にGLONASSのデータの利用とその解析については、測地観測センターの関係部署の協力を得ながら実施する。

15. 備考

特になし。

16. 提案課・室名、問合せ先

国土地理院 地理地殻活動研究センター宇宙測地研究室

茨城県つくば市北郷1番

TEL : 029-864-1111(内8342)

FAX : 029-864-2655

GNSSによる地殻変動推定における時間分解能向上のための技術開発

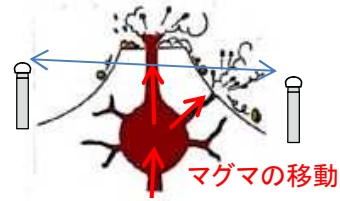
研究の背景・必要性

東日本大震災後の建議※において、被害を軽減する上で、早急に、重点的に取り組むべき課題として

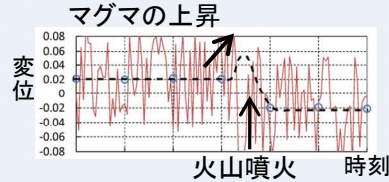
- 1) 過去に発生した地震・火山噴火の発生に至る過程の理解
現状は推定できる現象の時間スケールが1日程度が限界 → 時間分解能が不十分
- 2) 地殻活動の現況を的確かつ迅速に把握
現状は解の安定性が不十分
→ 短時間に大きく変動していく、噴火の兆候が捉えられないおそれ

※地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の見直しについて(建議)

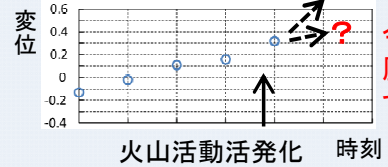
GNSS時系列の現状 ▶



[火山活動の例]
地殻変動でマグマの移動を把握



いつ、どこで、どう移動して噴火したのか？



今のマグマの圧力は、高まっているのか？

研究内容

本研究

- 1) GNSS時系列から、時間分解能5分程度で5mm程度の地殻変動を時系列的に抽出する技術の開発
- 2) RTK-GNSS時系列から、火山活動時のマグマの推移等を推定するシステムの開発

■細かい時間分解能のGNSS時系列の誤差低減技術の開発(H26)

細かい時間分解能のGNSS時系列におけるばらつきの低減技術の開発

■GNSS時系列から地殻変動を細かい時間分解能で抽出する技術の開発(H27)

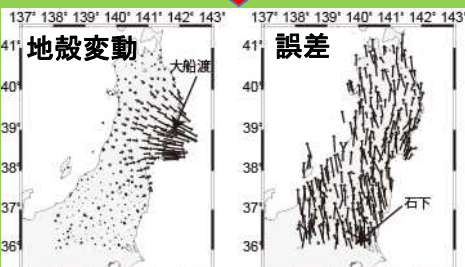
同時観測される共通信号を抽出する技術を用いて地殻変動を抽出する技術の開発

■リアルタイムキネマティックGNSS (RTK-GNSS)時系列による地殻状態推定システムのプロトタイプ構築(H28)

RTK-GNSS時系列におけるばらつきを低減し、地殻変動源を推定するシステムの開発

地殻変動の細かい時間分解能での抽出技術の開発

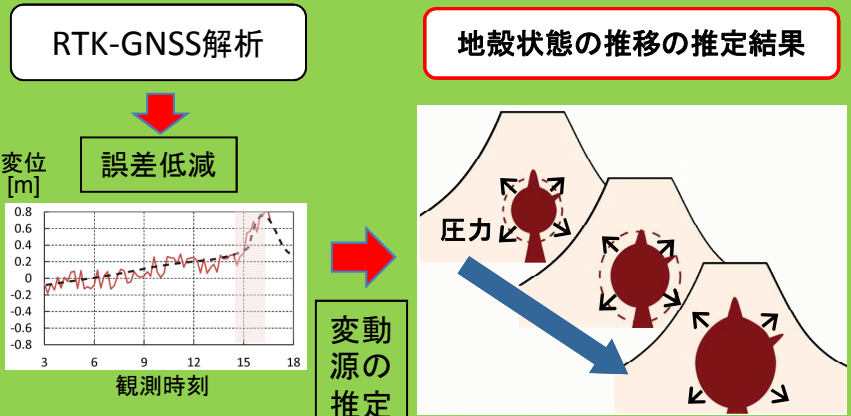
細かい時間分解能のGNSS時系列



地殻変動と誤差を分離

高精度で細かい時間分解能な地殻変動情報の抽出

RTK-GNSS時系列による地殻状態の推定システムのイメージ



研究効果

地震・火山噴火における将来の活動予測に貢献

- 過去に発生した地震や火山噴火に至る、短時間で推移する過程の把握とその機構の理解
- 火山活動時における地殻変動と地殻状態の迅速な情報提供