

## 新規研究課題 事前評価表

1. 研究課題名	GNSSと異種センサを統合した新しい測地観測技術の開発
2. 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 地殻変動研究室/宇宙測地研究室 代表担当者:地殻変動研究室 宗包 浩志
3. 研究期間	令和6年4月～令和11年3月(5年間)
4. 背景となる現状と解決すべき課題	<p>国土地理院では、GNSSや衛星SAR等により地震や火山活動に伴う地殻変動を計測し、地震・火山の評価を行う政府機関等に情報提供するとともに、位置情報管理のために用いている。迅速かつ稠密な地殻変動観測は、政府機関における評価や位置情報管理の的確さを支える重要な要素である。</p> <p>例えば、火山噴火の可能性が高まった際や地震が発生した際、活動の評価に必要なメカニズムの把握のため、迅速かつ稠密な測地データの収集が必要となる。また、巨大地震が発生した後の国家座標を適切に維持管理するため、地震発生後に起こる余効変動等の迅速かつ稠密な把握が必要である。</p> <p>特に、今年度活動火山対策特別措置法が一部改正され、令和6年度より火山調査研究推進本部が設置される予定であること、また、石川県の能登地方で、一般的な海溝型地震や内陸地震とは異なる地震現象が進行していることなどから、国内の地震・火山噴火災害への対応に向けて、一層の地殻変動観測能力の強化が求められているところである。</p> <p>地殻変動の把握は電子基準点により行われるが、対象となる地殻変動の空間的な規模がメソスケール(数十km)以下の場合、電子基準点では配点密度が不足するため、それを補う測地観測が必要である。そのため、国土地理院では、可搬型GNSS連続観測装置(REGMOS)による観測や、衛星SAR観測による地盤変動把握を実施している。REGMOSは自立的なデータの送信管理や電源管理が可能であり、長期的に安定してGNSS測位が可能であるという利点がある一方、設置場所が主に車で接近できる場所に限定されていること、また、設置・撤去に労力を要することから、稠密に地殻変動を把握するという点で課題がある。また、衛星SAR観測は、面的に地殻変動を把握できるものの、計測精度や観測頻度の問題で、有意な地殻変動を検出することが困難な場合がある。</p> <p>また、火山では溶岩ドームの形成など、局所的に大規模な地殻変動が発生する場合がある。このような場合、衛星SAR観測が用いられるが、衛星SAR観測は観測頻度が少なく時間分解能が不足すること、また、計測成分が1成分のみであるという課題がある。また、近年では地上設置型SAR観測も有望な手法として研究されているが、計測成分が1成分のみであること、電波の使用に許可が必要であるという課題がある。</p> <p>近年、エレクトロニクス技術の発達により、小型で機動的なGNSS観測が実現可能となるとともに、MEMS(Micro Electro Mechanical System)により、比較的安価で高精度の傾斜・加速度計測が可能となった。また、地上型レーザスキャナの技術開発が進展し、三次元点群のマッチング技術を工夫することで、場所を選ばず遠隔から高い計測精度で測地観測を行う技術的環境が整いつつある。</p>

<p>5. 研究開発の目的・目標(アウトプット指標、アウトカム指標)</p>	<p>本研究では、地震・火山活動において、メソスケール以下の地殻変動を把握可能とし、かつGNSS単独よりも付加価値が高く効率的な、小型・機動的な測地観測装置および測地観測技術を開発することで、地震・火山活動のメカニズム把握や国家座標の適切な維持管理に資することを目的とする。</p> <p>そのため、本研究では、GNSSとMEMSによる傾斜・加速度計を融合した、小型で機動性にすぐれた測地観測装置を構築する。また、地上型レーザスキャナによる変動計測とあわせて遠隔地から安全・効率的に面的地殻変動を把握可能とする技術を確立する。</p> <p>【アウトプット】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・GNSSとMEMS傾斜・加速度計を融合した小型・機動的測地観測装置</li> <li>・小型・機動的測地観測装置と地上型レーザスキャナの融合による面的地殻変動把握技術</li> </ul> <p>【アウトカム】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・本研究の開発技術で観測される地殻変動を分析して火山調査研究推進本部、地震調査委員会、地震予知連絡会、火山噴火予知連絡会等の各専門機関における活動評価や検討に利活用。</li> <li>・本研究の開発技術により、地震活動に伴う変動(特に余効変動)や火山活動に伴う地殻変動を詳細にとらえることで、地かく、地ぼうの変動を的確に計測でき、国家座標(測量成果)の現況からの不適合を迅速に把握し、必要に応じて修正(測量法:第31条)することに貢献。</li> <li>・本研究成果で得られた機器開発に関する要素技術を、電子基準点等の測地観測の高度化に利活用</li> </ul>
<p>6. 研究開発の方法、実施体制</p>	<p>本研究では、GNSSとMEMSによる傾斜・加速度計を融合した、小型で機動性にすぐれた測地観測装置を構築する。また、地上型レーザスキャナによる変動計測とあわせて安全・効率的に面的な地殻変動を把握可能とする技術を確立する。そのため、以下の技術開発を実施する。</p> <p>①小型・機動的測地観測装置の開発</p> <p>○令和6～7年度にかけて、小型・機動的測地観測装置のプロトタイプを作成し、地理院構内での試験観測を実施し、取得したデータの評価を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・小型・機動的測地観測装置プロトタイプ的设计・実装</li> <li>・計測要素技術(通信・省電力性・GNSS受信シグナルなど)の評価</li> <li>・MEMS傾斜・加速度計の試験観測・評価</li> </ul> <p>○令和8年度にかけて、構内試験観測の結果を受けてプロトタイプを改良し、地理院構内での観測を継続する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プロトタイプの改良</li> <li>・傾斜・加速度データの発展的活用法の検討(傾斜計・地震計としての利用、キネマティックGNSSとの融合など)</li> </ul> <p>○令和9～10年度にかけて、火山地域において連続観測を実施し、取得したデータの評価を行うとともに、得られた結果を基にプロトタイプの機能強化、改造を行う。</p>

	<p>・地殻変動データの計測、他観測データとの比較  ・観測データモニタリングシステムの開発</p> <p>②地上型レーザスキャナとの融合による面的地殻変動把握技術の確立</p> <p>○令和7～8年度に地上型レーザスキャナを調達し、地理院構内での試験観測を実施し、取得したデータの評価を行う。</p> <p>○令和9～10年度にかけて、小型・機動的測地観測装置と同じフィールドにおいて観測を行い、取得したデータについて相互評価をいくつか、手法の高度化を行い、両者を融合した変動計測技術を確立する。研究は、地殻変動研究室および宇宙測地研究室との共同で行う。主担当は、①については主任研究官・研究官3名、②については主任研究官・研究官3名で行う。観測については、両室の室員が分担して参加する。火山地域における観測については、対象火山に深い知識を有する大学等の研究者と連携して実施する。</p>
7. 研究開発の必要性	<p>2020年末より現在まで継続している能登半島の地震活動のように、地殻変動の空間的な広がりが小さい(メソスケール(数十km)以下)ことで、従来の測地観測技術では十分に地殻変動を捉えることができず、地震調査委員会等政府機関における地震・火山の活動評価のための分析を行うことが困難な事象が顕在化しており、それを解決する本研究開発は必要である。</p> <p>「地震防災対策特別措置法」第十三条において、「国は、地震に関する観測、測量、調査及び研究のための体制の整備に努めるとともに、地震防災に関する科学技術の振興を図るため必要な研究開発を推進し、その成果の普及に努めなければならない。」、  「活動火山対策特別措置法」第十九条第2項において、「国は、火山現象の予知に資する科学技術の振興を図るため必要な研究開発を推進し、その成果の普及に努めなければならない。」と定められており、本研究は国土地理院が遂行すべき必要な開発と位置付けられる。</p>
8. 研究開発の有効性	<p>本研究開発により、従来のGNSS観測に加え、傾斜・加速度記録が入手可能になり、地震・火山性地殻変動の分析精度が向上し、新たな知見を生み出すことが想定されるため、本研究開発は有効である。</p> <p>本研究開発により、レーザスキャナを用いた面的地殻変動把握技術が確立されることで、従来のGNSS、SARに加えて安全・効率的な新たな地殻変動観測手段が提供されるため、本研究観測は有効である。</p> <p>また、本技術開発により得られた機器開発に関する要素技術については、電子基準点等の測地観測の高度化に幅広く利活用されることが期待されるため、本研究開発は有効である。</p>
9. 研究開発の方法、実施体制の効率性	<p>本研究は、地殻変動研究室・宇宙測地研究室の両室長の統括のもと、小型・機動的測地観測装置の開発および地上型レーザスキャナの融合による面的地殻変動開発技術の確立それぞれについて、主任研究官・研究官あわせて三名の体制で実施する。また、フィールドでの観測は、両室の室員全員が参加する。高度な専門性が必要な部分については研究者が実施し、定型的な作業や装置の工作、システム開発のGUIの作成などは技術を有する企業に外注するなどして、作業の効率的な実施を図る。</p>

10. 国土地理院が実施すべき妥当性	<p>国土地理院は、国土の状態把握のための地盤変動監視において基盤的な役割を担っており、得られた地殻変動情報を分析して推定される地下の変動力源(断層運動、マグマ等の圧力源)に関する情報を、地震調査研究推進本部や火山噴火予知連絡会等の専門機関に提供している。本研究は、地盤変動の把握の高度化に関する研究であり、国土地理院で実施する必要がある。</p> <p>国土地理院は、災害対策基本法(昭和36年法律第223号)に基づく指定行政機関であり、同法では、国は災害および災害の防止に関する科学研究とその成果の実現に努めなければならないとされている(8条2項)。</p> <p>同法第36条第1項の規定に基づき作成した国土地理院防災業務計画において、防災及び災害時の被害拡大を防ぐために、地殻変動の観測による国土監視を実施及びこれらに関する研究等の推進を図るとしている。</p> <p>国土地理院では、特別研究「災害に強い位置情報の基盤(国家座標)構築のための宇宙測地技術の高度化に関する研究」の一環として、小型GNSS観測装置を開発しており、小型・機動的な測地観測装置の開発に必要な技術を有している。</p> <p>以上のことから、本研究は国土地理院で実施することが妥当である。</p>
11. その他、課題内容に応じ必要な事項	

<p>総合評価 (測地分科会で記入)</p>	<p>①. 実施 2. 修正実施 3. 大幅修正 4. 中止</p> <p>分科会の意見として2件ある。 研究期間が5年間ということだが、短い期間に集中的に実施していくことはできないか検討いただきたい。 本研究では観測装置の低コストが図られることから、電子基準点の高度化等の活用を検討いただきたい。また、観測装置が柔軟に組み合わせできるように検討いただきたい。</p>
----------------------------	--