

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2007～2010

課題番号：19340128

研究課題名（和文） 赤道域から地球を覗く—インドネシアでの超伝導重力観測

研究課題名（英文） Probing the Earth from the equatorial regions  
- Superconducting gravimeter observations

研究代表者

福田 洋一 (FUKUDA YOICHI)

京都大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号：30133854

研究分野： 数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・固体地球惑星物理学

キーワード：超伝導重力計、地球自由振動、重力変化、Global Geodynamic Project、赤道域

### 1. 研究計画の概要

インドネシアでの超伝導重力計 (SG: Superconducting Gravimeter) 観測は、我々のグループによって、1997年以降、バンドンの火山調査所構内で実施されてきた。これは、低緯度の赤道域における唯一のSG観測点として、GGP(Global Geodynamic Project)などで、国際的にも高い評価を得ていたが、2004年3月の集中豪雨ため、同観測点が水没し復旧不可能な状態に陥った。

このような状況で、本研究は、既存のSGの冷凍機システム等の改良で、低コストで保守性の優れたSGシステムを構築し、インドネシアでのSG観測を再開・連続観測を実施し「赤道域から地球を覗く」ことで、未解決であった地球自由振動帯域での観測・解析、長周期潮汐の解析、大気活動や海洋変動に伴う重力変化や、テクトニクスと関連した経年的な重力変化の検出などの課題に取り組むことを目的とした。

具体的な研究計画としては、2007年度にSGシステムの改良、国内でのテスト観測を実施し、2008年度にインドネシア・チビノンのBAKOSURTANAL (インドネシア国立測量及び地図調整機構)内での観測開始し、その後、データの蓄積をはかることで、以下のような課題の解明を目指している。

(1)Global Geodynamics Project (GGP)観測網と連携し、M8クラスの地震による地球自由振動解析から地球自由振動振幅の地域的異方性を定量的明らかにすること。

(2)精密な潮汐解析により赤道域での潮汐定数を決定するとともに、海洋潮汐モデルの検証を行うこと。

(3)衛星重力データの応用・検証研究も視野に

入れ、長期の経年的重力変化として、赤道域特有の地球表層流体 (大気・海洋・陸水) の変動による重力変化を捉えること。

### 2. 研究の進捗状況

本研究では国内で使用されなくなっていたSGを修復し使用したが、初年度の国内でのテストは順調に進み、また、BAKOSURTANALでの重力計室新設施工が若干遅れたため次年度の移設時期がやや遅れたものの、2008年11月には、ほぼ予定どおり観測を開始することができた。その後、集録システムの不具合のためやや欠測が多いものの、システムの改良を実施しながら、約1年間のデータが取得されている。さらに、2008年3月からは観測点近傍での地下水位観測を開始し、また、7月には降雨の観測も開始することで、長期の経年的重力変化の研究も可能な環境が整いつつあった。

しかしながら、2009年9月に、現地で生じた停電のため冷凍機が長期間停止し、機器の運転に必要な液体ヘリウムが全て蒸発し、超伝導重力計が機能しない状態に陥った。超伝導重力計では、一旦、機器が室温の状態に戻ると、再度、観測を開始するためには多くの作業工程が必要である。さらに、観測室の停電対策ならびに異常時の監視体制が整わない限り、観測を再開したとしても、再度同様の事態が生じる恐れがあることから、2009年度中の観測再開は断念せざるを得なかった。現在、BAKOSURTANALでは、2010年度の早い時期の際立ち上げに向け、重力計室用の無停電装置ならびに自家発電装置、またインターネットによるモニター装置の準備を進めている。

以上の理由で、インドネシアでのSG観測再開までは、ほぼ順調に推移したものの、残念ながらまだ巨大地震発生時の良好なデータの取得には至っておらず、自由振動の解析で新たな結果を得ることは出来ていないが、これまでに取得された約1年間のデータを用い、現在、精密な潮汐定数の決定、海洋潮汐モデルの検証、地下水変動と重力変化の関係などの解析を進めており、論文投稿準備中である。

### 3. 現在までの達成度

#### 「③やや遅れている」

上述のとおり、停電によるトラブルにより、約1年近くの観測中断が生じていることから、達成度としては、やや遅れていると言わざるを得ない。特に、2010年2月のチリ地震はMw8.8の巨大地震であったことを考えるとこの地震のデータが取得できなかったことは大変残念なことである。しかしながら、インドネシアでの超伝導重力計観測そのものの再開は果たしており、約1年程度の比較的良好なデータの取得には成功している。このデータは精密重力測定にも十分耐えるものであり、また、地下水位変動データや降雨データの取得も順調である。さらに、SG観測再開に向けた準備も順調に進んでいることから、総合的に上記の評価とする。

### 4. 今後の研究の推進方策

現在、BAKOSURTANALと緊密な連絡を取りながら、観測再開に向けた準備中である。現地での室温からの立ち上げとなること、また、インドネシアでは、液体ヘリウムの入手はシンガポールからの輸入となるため、1か月前の予約が必要なことなどから、安全のため、作業を2つに分け、まず、6月上旬に装置の真空引きならびに液体窒素での予冷を行い、装置に異常がないことを確認した後、液体ヘリウムの発注を行い、7月上旬～中旬に液体ヘリウムによる冷却と最終調整、観測再開を行う予定である。その後、本研究期間を通して出来る限り長期の観測を実施するとともに、1年間の欠測期間が生じていることから、本研究終了後も、出来る限り長期間、観測の継続を行い、データの蓄積に努める。

一方、これと並行して、取得データの解析を実施し、長周期潮汐の精度向上、長周期の重力変動成分の検出に努め、論文としてまとめる。また、良好な地震データが取得された場合には、自由振動解析を実施し、地球自由振動振幅の地域的異方性の研究を進める。

### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計0件)

[学会発表] (計3件)

1. Fukuda, Y., H. Ikeda, T. Higashi, H. Hayakawa, S. Yoshii, Y. Tamura, I. Kawasaki, P. Manurung, Installation of Superconducting Gravimeter in Cibinong, Indonesia, IAG2009 Geodesy for Planet Earth, Buenos Aires, Argentina, August 31 to September 4, 2009.
2. 福田洋一・池田博・東敏博・早河秀章・由井智志・田村良明・川崎一朗・ParluhutanManurung: インドネシア・チビノンでの超伝導重力観測, 地球惑星科学連合2009年大会, 千葉県千葉市, 幕張メッセ国際会議場, 2009年5月21日.
3. 池田博・福田洋一・東敏博, インドネシア超伝導重力計の設置, 2008年度秋季低温工学・超電導学会, 2008年11月12-14日, 高知市文化プラザ かるぽーと (高知市中央公民館)

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

BAKOSURTANALでの超伝導重力計観測室落成式の模様は、現地でテレビ報道されたほか、多くの新聞報道がなされた。BAKOSURTANALのWebサイト(下記)にニュースの情報が掲載されている。

<http://www.bakosurtanal.go.id/?m=30&view=261>