

日本重力データベース DVD 版の編集について Compilation of the Gravity Database of Japan, DVD Edition.

村田 泰章^{1*}, 駒澤 正夫¹, 牧野 雅彦¹, 名和 一成¹

Yasuaki Murata^{1*}, Masao Komazawa¹, Masahiko Makino¹, Kazunari Nawa¹

¹ 産総研地質調査総合センター

¹ Geological Survey of Japan, AIST

1. はじめに

産業技術総合研究所地質調査総合センターでは、日本国内で調査された重力データについて、紙での出版に加えて、CD-ROM やインターネットなど電子媒体を利用した公開を積極的に推進している。電子媒体の公開としては、2000年に日本重力 CD-ROM 第1版(*1)を出版し、地質調査所(資源エネルギー庁, 工業技術院の調査データを含む)、新エネルギー・産業技術総合開発機構、金属鉱業事業団の公的3機関の重力測定データや、1km 間隔のブーゲー異常のメッシュデータ、重力異常図の画像データを公開した。その後、日本重力 CD-ROM 第1版を世界測地系に対応させた日本重力 CD-ROM 第2版(*2)を2004年に出版した。インターネットにおいても、2009年より重力データベース(GALILEO)(*3)を公開し、紙で出版した重力基本図等の閲覧はもちろんのこと、オンデマンドでの重力図の作成機能も提供している。

そうした中で、日本重力 CD-ROM 第2版の在庫が切れたことから、その改訂版として日本重力データベース DVD 版(仮称)を編集し、2011年度中に出版を予定している。

2. 編集概要

(1) 測点データ

日本重力 CD-ROM 第1版、第2版に収録された重力測定データに加えて、地質調査総合センターで調査された測定データの中で、これまでに重力基本図が出版されて精度の検証の済んでいるデータを新規に追加した。

(2) メッシュデータ

従来の CD-ROM 版では、2.00、2.30、2.67g/cm³ の仮定密度で計算されたブーゲー異常を 1km 間隔で計算したメッシュデータを格納していた。今回は、仮定密度は従来と同じ3種類であるが、さらに高解像度の解析に利用できるように、陸域についてはメッシュ間隔を 500m とした。また、フリーエア重力異常のメッシュデータを、ブーゲー異常と同様の 500m 間隔で新たに追加した。これらのメッシュデータの投影法は、従来と同様に多円錐図法を採用している。

(3) 画像データ

CD-ROM 版では、媒体容量の制限や元となるメッシュデータの間隔(1km)から、非常に低解像度の画像データだけを収録していた。今回は、一番詳細な図(1/20万地勢図図郭)では、国土地理院の数値地図 200000(地図画像)を基図として使用し、高解像度(1/20万で出力する場合で 254dpi)でかつ、図の読みやすさを向上した。

また、他のデータと重ねたりするような多様な利用に対応するため、KML ファイルと呼ばれる三次元地理空間情報を表現するために開発された、XML ベースのマークアップ言語で表現した重力異常図も格納する予定である。さらに、重力異常図の解釈のために、1/20万シームレス地質図(*4)の画像ファイルも同じ解像度で格納する予定である。

3. 利用方法と今後の予定

公的機関の重力測定データが格納されているため、そのデータが分布する地域では、あらゆる重力解析が可能である。測定データが民間会社等の所有のために収録できず、メッシュデータだけの地域でも、メッシュ間隔が 500m になったことと、フリーエア重力異常のメッシュデータが収録されることで、重力異常も詳細に分かるようになる上、重力異常の急変帯の抽出、地殻表層部の密度解析も可能であろうと思われる。

ただ、地質調査総合センターが、20万分の1の縮尺で編集を続けている重力基本図が出版されていない地域(近畿、中部地方)においては、測点データの分布密度が疎であるし、それらの精度の確認も充分には行われていないので、集録されるメッシュデータ、画像データの解釈、解析には注意を要する。

今後は、インターネット版の重力データベースにも DVD 版のデータの登録を行い、DVD 版とインターネット版のそれぞれの長所を活かして、日本の重力データの利用促進を推進する予定である。

4 . 参考文献

- *1 地質調査所(編)(2000) 日本重力 CD-ROM, 数値地質図 P-2, 地質調査所.
- *2 地質調査総合センター(編)(2004) 日本重力 CD-ROM 第2版, 数値地質図 P-2, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- *3 <http://riodb.ibase.aist.go.jp/gravdb/index.php>
- *4 脇田浩二・井川敏恵・宝田晋治(編)(2009) 20万分の1日本シームレス地質図 DVD版, 数値地質図 G-16, 産業技術総合研究所地質調査総合センター .

キーワード: 日本, 重力, データベース, CD-ROM, DVD

Keywords: Japan, Gravity, Database, CD-ROM, DVD

SGD022-P02

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 10:30-13:00

最新の日本列島重力データベース (CD-ROM) 公開 ~ 東北地方の重力異常図への適用 ~ Latest Gravity Database of Japan (CD-ROM) and new Bouguer gravity maps of Tohoku District, northern Japan

山本 明彦^{1*}, 工藤 健², 志知龍一²
Akihiko Yamamoto^{1*}, Takeshi Kudo², Ryuichi Shichi²

¹ 愛媛大学大学院理工学研究科, ² 中部大学工学部
¹Ehime University, ²Chubu University

近年、旧地質調査所 (現産業技術総合研究所、GSJ)(2000,2004) や西南日本重力研究グループ (2001; 以下 CD2001) による陸域の重力データベースが公開された。前者では約 14 万点、後者では約 9 万点の陸域重力生データベースが CD-ROM で公開されたため、その後の重力研究に多く利用されるようになった。CD2001 のデータベースのうち、名古屋大学 (NU) および中部大学 (CU) の観測によるデータ数はそれぞれ、49,004 点、611 点、合計 49,615 点であった。その後、観測点分布の空白域が多く残されている東北地方において、我々は 2010 年まで継続的に観測を行うとともに、CD2001 で公開したデータのバグを修正するなどして内容を更新した。その結果、CD2001 に比較して観測データが大幅に増加し、2010 年末現在、NU, CU それぞれのデータ数が、50,287 点、23,017 点、合計 73,304 点に達した。このため、今般、新たにこれら NU, CU のデータベースを CD-ROM の形式で公開する (以下 CD2011)。CD2011 に含まれるものは、(1) 重力生データ (73,304 点) が収録された CD-ROM、(2) 東北地方の各種重力異常図 (A2 版、4 葉)、の 2 種類である。これらは A4 サイズの紙ケース (厚さ約 1.5cm) に収められており、持ち運びは容易である。CD2001 に比べて CD2011 では関東地方、東北地方を中心とした重力観測点分布の空白部で新規に重力データを追加したこともあり、関東地方から北の東北地方の重力異常図を新たに作成した。関東山地の北縁、東縁、西縁を画する構造線に沿って重力異常が急崖状に平野部に向かって落ち込む様子が明瞭になった。また、横浜市西部および東京湾北部・房総北西部に存在する 2 つの顕著な低重力異常の目玉、また、湘南・房総半島の特徴が精細に描き出された。東北地方でも、各構造線に沿う重力異常の急変帯は明瞭である。今回、横手盆地、津軽、下北半島の平野部をはじめとする各平野部でも新規に重力データを追加したため、従来不明瞭であったこれら平野部の重力異常の様子がより詳細に描き出されるようになった。これらの様子は、CD2011 に同梱した 100km 以上の長波長を除いた重力異常段彩図でより明瞭に見ることができる。

キーワード: 重力異常, データベース
Keywords: gravity anomaly, database

SGD022-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 10:30-13:00

山崎断層帯のセグメント境界における重力測定 Gravity measurement at segment boundary of Yamasaki fault zone

安藤 誠^{1*}, 鎌滝 孝信¹, 野崎 京三¹, 儘田 豊², 内田 淳一²

Makoto Ando^{1*}, Takanobu Kamataki¹, Kyozo Nozaki¹, Yutaka Mamada², Jun-ichi Uchida²

¹ 応用地質, ² 原子力安全基盤機構

¹ OYO Corp., ² JNES

横ずれ断層帯のセグメンテーションの評価は地震動を評価する上で重要な課題である。本講演では山崎断層帯の土万断層と安富断層及び暮坂峠断層のセグメント境界において、地下浅部の断層構造(ここでは基盤の分布形態を対象とする)を検討することを目的として重力測定を実施した。

調査地域は土万断層と安富断層および暮坂峠断層のセグメント境界付近を中心とした。測定は、本調査で対象とする深度が地下数10m(基盤深度)と浅いため、測定点間隔200m程度で稠密に実施し、2台のSCINTREX CG-3M重力計を用いて、計336点に対して行った。各測定点のブーゲー異常値は、潮汐補正、計器高補正、ドリフト補正を施した重力値に、地形補正、ブーゲー補正、フリー・エア補正及び大気補正を施し、正規重力値との差を計算することにより推定した。ここで、ブーゲー異常を求めるためのパラメータは下記の通り設定した。

仮定密度: $2.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

フリー・エア勾配(鉛直勾配): 0.3086 mGal/m

仮定密度は、竹内ほか(2001)により山崎断層系で行われた重力測定解析と同様の値を用いた。地形補正には、各測定点の独標点座標、及び国土地理院から刊行されている「数値地図50mメッシュ(標高)日本」から必要箇所について抜き出した標高データを元に新たに作成した50m間隔の標高グリッドデータを用いた。各測定点に、その測定点から半径20kmの範囲について地形補正を実施した。

ブーゲー異常分布に対して、フーリエ解析によるフーリエスペクトルの分析に基づき、各種フィルターテストを行い、最適フィルター特性の選定を行った。ここでは、各スペクトル成分をトレンド成分・長波長成分・短波長成分・ノイズ成分にグループ分けした。今回の場合最適なフィルター特性として、カットオフ波長を5400m付近、900m付近、180m付近と選定した。なお、本調査で対象とする深度付近の地盤の密度構造に対応する波長成分は、長波長成分と短波長成分を足し合わせた結果をシグナル成分として抽出した。

コンター間隔0.1mGalのシグナル成分では、土万断層から安富断層の地表トレースに並行して幅500m程度、大きさ0.5mGalから1mGalの低重力異常域が断続的に認められ、これらは全体として顕著な低重力帯を形成している。一方、暮坂峠断層の西端部周辺には顕著な低重力域はみられない。土万断層から安富断層にかけて断続的に認められる低重力異常は、帯状の基盤構造を示すと考えられ、この原因を破碎帯の分布と推定した。これらの結果から、土万断層と安富断層が地下で連続していること、すなわちひとつのセグメントであり、暮坂峠断層は独立したセグメントである可能性を指摘できる。

今後はボーリング調査の結果なども考慮した、地質的解釈を実施する予定である。

なお、本調査は独立法人原子力安全基盤機構が実施している「内陸の活断層における地震・地震動評価に資するための震源断層評価手法を検討」のうち、山崎断層帯をテストフィールドとした、地震および地殻変動の稠密観測やそのデータ解析、地形・地質調査(地表踏査・ボーリング調査等)等の一環として行った。

引用文献

竹内文朗, 中村佳重郎, 渡辺邦彦, 松村一男, 河野芳輝, 原宏史, 駒澤正夫, 西田良平: 山崎断層系, 安富断層周辺での重力測定, 京都大学防災研究所年報, 第44号, 177-184, 2001.

キーワード: 活断層, 重力測定

Keywords: active fault, gravity measurement

移動体に搭載する簡易相対重力計のための2軸のジンバルを用いた支持機構に関する研究 Support mechanism for a relative gravimeter using two-axes gimbal on a mobile carrier

徳江 聡^{1*}, 松尾 寛子¹, 今枝 佑輔¹, 盛川 仁¹, 松田 滋夫²

Satoshi Tokue^{1*}, Hiroko Matsuo¹, Yusuke Imaeda¹, Hitoshi Morikawa¹, Shigeo Matsuda²

¹ 東工大 総理工, ² クローパテック株式会社

¹Tokyo Institute of Technology, ²Clover tech. Inc.

近年の地震動予測においては、対象地域の地盤構造のモデル化が課題とされている。地盤の密度構造は地震波の速度構造と相関が高いと考えられており、比較的短時間に広域の密度構造を推定することが出来る重力探査は、地震動予測の面からも有力な探査法の一つであると言える。

現在、重力異常を測定する相対重力計として、比較的安価で高精度なセンサーであるフォースバランス型加速度計を採用した簡易相対重力計の開発を行なっている。従来の重力計に比べ小型かつ軽量、さらに移動しながらの測定に耐える重力計を開発することを目的としており、移動体上での重力探査が可能となれば、地表面で1地点ずつ行う従来の陸上重力探査に比べより広範囲を緻密に探査することが期待できる。また、現在重力探査が困難とされる密林地帯や臨海境界域等の地域での測定が可能となるため、地球全体の重力測定精度の向上にも貢献できると考えられる。

このような状況の元で、本研究では実際に簡易相対重力計を移動体に搭載した場合に想定される垂直及び水平方向の振動を出来る限り取り除くような、2軸のジンバルを用いた支持機構を考案し、そのモデル化を行い特性の解析を行った。また実際にジンバルの試作機を製作し、加振実験を行った。

重力計の支持機構にジンバルを採用した理由としては、移動体の傾斜に対してある程度の水平を保証できるような機構が必要だということが挙げられる。重力計内部には傾斜計が設置されており、その出力を用いて補正を行うことで厳密な水平維持機構を搭載しなくても重力探査が可能となるのではないかと考えている。その為従来の船上重力計等に用いられている船上重力計に比べ非常に単純かつ小型な機構として、2軸のジンバルに重力計を吊り下げるような支持機構を採用した。なおジンバルは減衰付きのパネにより支持されており、移動体の振動を軽減出来るようになっている。さらに重力計を吊り下げているジンバルの支持部にも減衰がかかるような機構を挟むことで、重力計が自由振動してしまわないようにする。これらの考え方のもと、ジンバルと重力計のモデル化を行った。

2次元及び3次元のモデルを考え、それぞれについて運動方程式を導いた。その結果、ジンバル全体の重心の並進運動と、吊り下げた重力計の振り子運動との間には連成する項が存在し、特に重心の振り子運動では非線形な挙動を示すことが明らかとなった。また入力加速度に対する応答加速度の振幅倍率である周波数応答関数を数値解析により求めたところ、パネの減衰係数を適切に設定することで、重力の変化が観測されると予想される長周期側の振動による外部ノイズを非常によく吸収することができそうであることが分かった。しかし一方で、ジンバルの動きをシミュレートする上では非線形項の存在が問題となりそうであることや、設定が難しいパラメータの影響が大きくなりそうである事等が明らかとなった。

その後、実際にジンバルの試作機を用いて加振実験を行った。本実験では重力計の代わりに重力計のセンサー部に相当する加速度計を直接ジンバルに設置して行った。入力加速度を同時に測定するために、同じ加速度計をもう一台用意し、ジンバルが設置されている台上に設置して同時に計測を行なった。また、本実験では簡単のためジンバルの自由度を1方向のみに固定し、2次元モデルとの比較を行う。

スイープ試験の結果からジンバル全体の加速度に関する周波数応答関数が得られた。25Hz付近に応答倍率が4倍から6倍程度のピークが見られ、30Hz付近にももう一つ小さなピークが観測された。しかしモデルの制約により1次の固有振動モードしか得ることができないため、実験で得られた周波数応答関数を完全に再現することはできない。そこで25Hz付近に現れた応答を再現することを目標にパラメータを設定し、数値計算による解析を行った。その結果25Hz付近の振幅は再現されており、位相に関しては全ての周波数域でよく一致している事が分かった。また実際にジンバルを用いた重力計を作成する上で、センサーとデータロガーを接続するケーブルが大きな問題となりそうである事も分かってきた。

重力を観測するためにはまだ多くの問題があることが明らかとなったが、モデルの改善や観測上での工夫によって結果が改善される見込みがあることも分かった。今後は3次元モデルへの拡張や、実際に移動体に搭載した場合の挙動解析等を行う予定である。

キーワード: 重力探査, ジンバル, フォースバランス型加速度計, 周波数応答関数

Keywords: gravity survey, gimbal, force-balanced accelerometer, frequency response function

SGD022-P05

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 10:30-13:00

ローカルな陸水変動に伴う重力変化：胆沢扇状地における観測およびモデリングを例に

Gravity change associated with local land-water redistributions: its observations and modeling at Isawa Fan

風間 卓仁^{1*}, 田村 良明², 浅利一善², 真鍋 盛二², 大久保 修平³

Takahito Kazama^{1*}, Yoshiaki Tamura², Kazuyoshi Asari², Seiji Manabe², Shuhei Okubo³

¹ 京都大学理学研究科, ² 国立天文台水沢, ³ 東京大学地震研究所

¹Kyoto Univ., ²NAO Mizusawa, ³ERI, Univ. Tokyo

重力観測は、地震時の地殻変動や火山内部のマグマ移動など、固体地球内部の質量移動を検出するのに不可欠な観測手段である。しかしながら、重力変化には陸水擾乱（すなわち降水・地下水・積雪の時空間分布変化に伴う重力変化）が含まれているので、固体地球起源の変動を重力変化から理解するには陸水擾乱を適切に補正する必要がある。これまでの研究では、陸水擾乱はタンクモデルに代表される経験的手法で補正されることが多く、陸水輸送の物理プロセスが十分に考慮されていないという問題があった。そこで我々は、胆沢扇状地（岩手県）に位置する国立天文台水沢において気象・地下水・重力の並行連続観測を実施し、1次元地下水流動計算プログラム Gwater-1D (風間, 2010) を用いて陸水擾乱を再現した。その結果、以下のようなことが明らかになった。

(1) Gwater-1D で計算された土壌水分変化は、超伝導重力計近傍の地表で観測された土壌水分変化を観測誤差の範囲内でよく再現している。これは、現場の土壌で実測された土壌パラメーターを Gwater-1D に適用したことで、重力観測点付近のごくローカルな地下水分布を再現できたことを示している。

(2) Gwater-1D で計算された重力変化（計算された地下水分布の空間積分による）は、降雨前後 50 日間に観測された重力変化（振幅約 5 マイクロガル）を RMS にして約 0.4 マイクロガルの高精度で再現できる。これは、Gwater-1D が数カ月以内の短期的な重力変化を再現するのに有効であることを示している。

(3) Gwater-1D で計算された重力変化では、2 年間の重力観測データに見られる年周変動（振幅約 1.3 マイクロガル）を再現できない。これは、Gwater-1D が重力観測点ごくローカルな地下水変動のみを計算対象としているため、より広域な範囲での年周期的な陸水移動を再現しきれないからである。

本発表では、Gwater-1D の具体的な計算方法について詳述するとともに、陸水擾乱をより高精度で再現するために必要な改善策を述べる。

キーワード: 重力変化, 胆沢扇状地, 超伝導重力計, 地下水, 土壌水, 積雪

Keywords: gravity change, Isawa Fan, superconducting gravimeter, groundwater, soil water, snow cover