

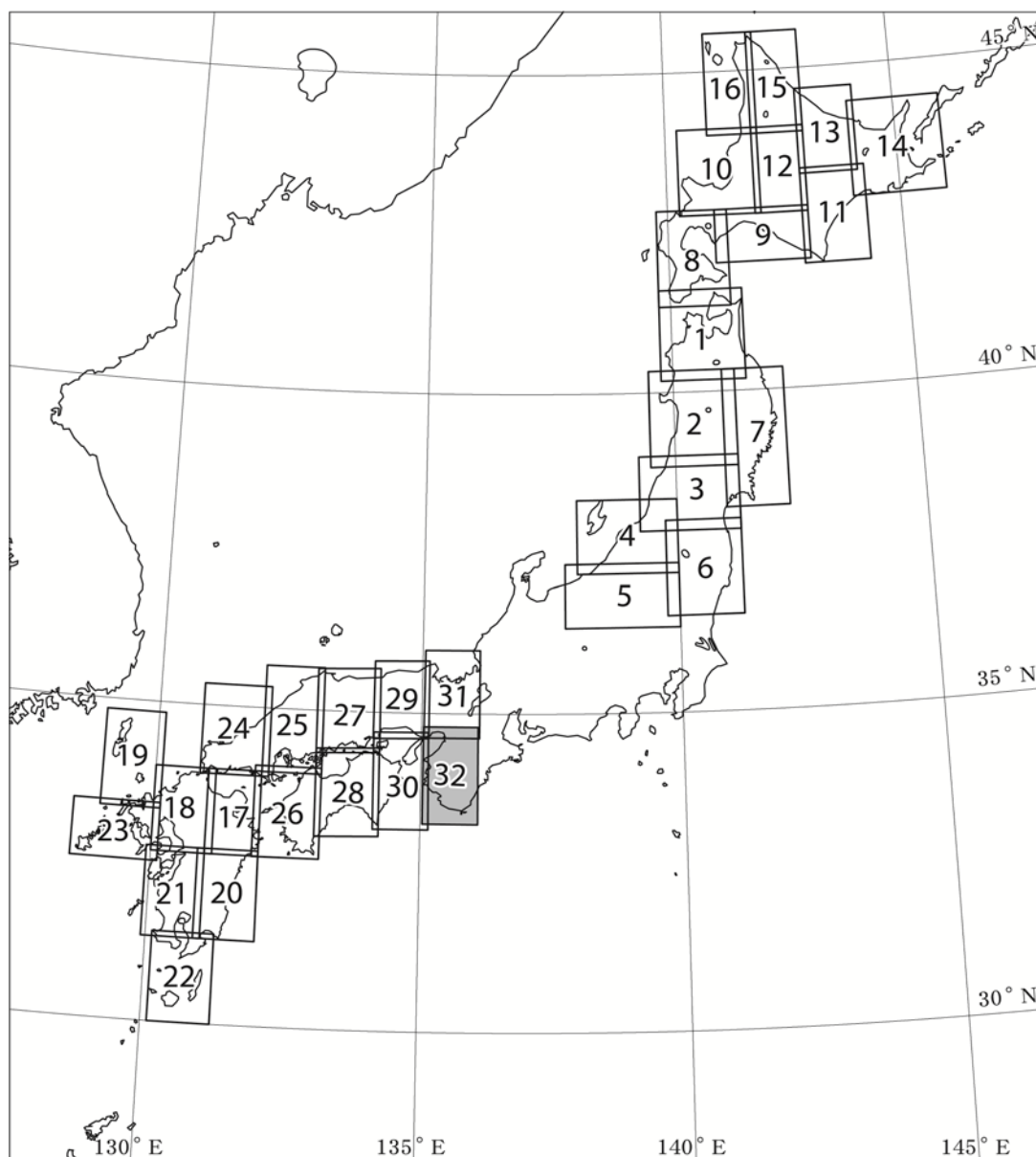
## 和歌山地域重力図（ブーゲー異常）

## Gravity Map of Wakayama District (Bouguer Anomalies)

1:200,000

宮川歩夢・名和一成・村田泰章・駒澤正夫・牧野雅彦・村上文敏・大熊茂雄・  
中村佳重郎・赤松純平・西村敬一・西田良平・野口竜也

Ayumu MIYAKAWA, Kazunari NAWA, Yasuaki MURATA, Masao KOMAZAWA, Masahiko MAKINO,  
Fumitoshi MURAKAMI, Shigeo OKUMA, Kajuro NAKAMURA, Junpei AKAMATSU, Keiichi NISHIMURA,  
Ryohei NISHIDA and Tatsuya NOGUCHI



2017

## 和歌山地域の重力異常

本重力図の図郭は、20万分の1地勢図「和歌山」,「田辺」の範囲をカバーする北緯33度20分から34度45分, 東経135度から136度7分30秒である。図郭の東端が地勢図よりも7分30秒だけ拡張されているのは、隣接する重力基本図との接合のためである。

本重力図の編集に用いた重力測定点は合計14,828点で、そのうち陸域(海底重力調査を含む)14,170点, 海域は658点である(付録A)。陸域で取得された測定点の内訳は、産業技術総合研究所地質調査総合センター3,387点, 名古屋大学3,073点, 京都大学防災研究所1,989点, 帝国石油株式会社(現 国際石油開発帝石株式会社)1,435点, 金属鉱業事業団(現 石油天然ガス・金属鉱物資源機構)1,119点, 地学団体研究会474点, 京都大学482点, 金沢大学455点, 新エネルギー・産業技術総合開発機構382点, 国土地理院319点, 鳥取大学243点, 東京大学地震研究所197点, 米国防衛地図作成局(現 米国全国画像地図作成局)187点, 静岡大学122点, 秋田大学119点, 中部大学96点, 岡山理科大学37点, 千葉大学28点, 東京大学理学部26点である。この中で、名古屋大学, 京都大学防災研究所, 地学団体研究会, 京都大学, 金沢大学, 東京大学地震研究所, 静岡大学, 秋田大学, 中部大学の測定データは、The Gravity Research Group in Southwest Japan (2001), Yamamoto *et al.* (2011) 及び、本多ほか(2012)に収録されたデータであり、石油天然ガス・金属鉱物資源機構, 新エネルギー・産業技術総合開発機構の測定データは、日本重力データベースDVD版(地質調査総合センター(編), 2013)に収録されている。海域のデータについては、地質調査所白嶺丸GH82-2航海により取得された108点のデータ, 東京大学海洋研究所淡青丸KT911次航海(小泉ほか, 1994)により瀬戸内海で取得された364点, 海上保安庁海洋情報部が取得した186点のデータを使用した。なお、海底重力調査データは、大阪湾(駒澤ほか, 1996)で取得されている。

本重力図の編集にあたり、地質調査総合センターでは2007年から2015年にかけて、既存重力測定点の分布密度が比較的低かった紀伊半島南西域及び、紀伊山地中軸部について調査を実施した。新規測定点の合計点数は221点であり、その測定点の位置は2周波GPS受信機による高速スタティック測量により求めた。新規測定点の情報は、付録として収録した(付録B)。

測定データに対し、統一した方法(地質調査所重力探査グループ, 1989)によって各種補正を行い、重力データを編集した。測定重力値は、日本重力基準網1975(JGSN75)に準拠させ、地球規模の広域トレンド除去(緯度補正)には正規重力式による値(測地基準系1980)を用いた。ブーゲー補正と地形補正は、地球の球面効果を球殻モデルにより計算した。本重力図の作成の際に、周囲と重力値が整合しないデータ(約2%)を除去した。整合しない主な原因は、編集した測定データの位置座標の誤差や間違いである。そ

れらは測定時に生じたものかデータ編集時に生じたものかわからないケースが多いため、処理後得られたコンター図に現れた不自然なパターンに着目してスクリーニング作業を行った。具体的には、地形図・数値標高モデルと比較して、標高誤差が大きい点を中心に除去した。また近接する点同士で矛盾がある場合にも、不自然なパターンが顕著になるため、それぞれの元データを見直して緯度経度標高値等に大きな誤差・間違いがあると確認できた点について、片方あるいは両方を除去した。重力基本図の共通仕様としての2.30 g/cm<sup>3</sup>で補正した重力図に加え、2.00 g/cm<sup>3</sup>及び2.67 g/cm<sup>3</sup>で補正した重力図を作成した。

本重力図は紀伊半島西部を中心とする範囲で、中央には標高1,500 mを超える紀伊山地を含み、北には大阪平野や奈良盆地、南には潮岬から太平洋を含む。この範囲の紀伊山地は、八経ヶ岳の1,915 mを最高峰とし、釈迦ヶ岳や山上ヶ岳などの1,700 m程度の山々が連なる。代表的な平地部として、瀬戸内海に面する大阪平野や和歌山平野、内陸部の奈良盆地があり、太平洋に面する地域では面積の狭い平野に限られる。地質的には、中央構造線に境される西南日本内帯と外帯の地質及び、熊野酸性岩が分布する。中央構造線より北の内帯には領家変成岩帯が分布し、南の外帯では先ジュラ紀の黒瀬川帯、ジュラ紀から白亜紀古世の付加体からなる秩父帯、白亜紀の高圧低温型変成岩類からなる三波川変成岩帯が分布し、紀伊半島南部では白亜紀から古第三紀の付加体及び古第三紀の前弧海盆堆積物からなる四万十帯が広く分布する(徳岡ほか, 1982; 栗本ほか, 1998; 日本地質学会編集, 2009)。また、紀伊半島南部では、中新世の海成層からなる田辺層群や熊野層群が分布し、熊野酸性岩体及び潮岬火成複合岩体が熊野層群に貫入している(徳岡ほか, 1982; 日本地質学会編集, 2009)。

同地域には多様な地質が分布するために、単一の密度で補正して全域で地形の影響を除去することはできない。そこで、ABIC最小化法(Murata, 1993)によって地形の影響が最小になるこの地域の最適な補正密度として、2.54 g/cm<sup>3</sup>を得た。そこで、2.54 g/cm<sup>3</sup>で補正した重力異常を基に、ブーゲー異常図(第1図)、ブーゲー異常図を上方2 kmに上方接続して得られた重力図(第2図)、大局的な傾向を取り除いた残差重力図(第3図)、重力異常の変化の度合いを示す水平微分図(第4図)を示す。本図及び第1図から第4図に示した重力図から読み取ることができるこの地域の重力異常の特徴は、以下の通りである。

強い正重力異常が潮岬沖から紀伊山地にかけての紀伊半島南部に分布し、負異常は大阪湾及び大阪平野にかけて分布する。紀伊水道の海域及び、奈良盆地、和歌山平野などの平地にも低い重力異常が分布する(第1図)。特に、仮定密度2.54 g/cm<sup>3</sup>のブーゲー異常値として潮岬付近で150 mgal程度の正異常を示し、大阪湾では-15 mgal程度の負異常を示す(第1図)。紀伊半島における南東から北西に向けて重力異常値が減少する大局的な傾向は、上方接続図(第2図)により顕著である。この大局的な重力異常の傾向は、

西南日本におけるフィリピン海プレート及び太平洋プレートの影響を除去した重力異常図においても確認される(Furuse and Kono, 2003). 一方、大阪湾から大阪平野にかけての強い負の重力異常は、大阪湾の3 kmに達する厚い堆積層の存在が原因であると考えられる(駒澤ほか, 1996).

上方接続残差図において、北部の生駒山地及び金剛山地・笠置山地では南北方向の正異常が分布する(第3図). この地域では領家花崗岩類が地表に露出することから、密度の高い領家変成岩による生じる重力異常だと考えられる. 一方、生駒山地・笠置山地のそれぞれ西方の大阪平野と奈良盆地には、上方接続残差図で負異常域が分布する(第3図). これは、堆積盆を埋める第四紀の沖積層が周囲の岩体に比べ密度が小さいため生じる異常であると考えられる. また、大阪平野と奈良盆地ではともに東側に向かって負の異常が強くなり、山地で急激に正の異常に反転し、南北方向の重力急変帯として確認できる(第3図, 第4図). この急激な重力急変帯はそれぞれ生駒断層帯、奈良盆地東縁断層帯に対応する. このことから、この重力急変帯は平野部東縁に位置する逆断層による東側隆起に伴う基盤岩の露出が原因と考えられる.

北西部では、中央構造線と平行に東北東-西南西方向の重力異常が存在し、上方接続残差図において正負の重力異常の繰り返しとして現れる(第3図). 中央構造線より北域においては、金剛山地を含む大阪平野南方に分布する正異常が領家変成岩類に対応し(第3図, A), 和泉山脈に沿って分布する負異常が和泉層群の分布域に対応する(第3図, B). 一方、中央構造線より南域においては、東北東-西南西方向に分布する三波川及び御荷鉾の変成岩類のうち、火山岩起源の変成岩類の分布に対応して正の重力異常が分布する(第3図, C, D).

紀伊半島南西部の田辺層群の分布域で、上方接続残差図における負の重力異常が確認できる(第3図, E). これは、周囲の四万十帯に比べて密度の小さい堆積層の分布によるものと考えられる.

潮岬南方では強い正の重力異常が確認できる(第1図; 第2図). この正の異常を形成する岩体はその密度構造及び弾性波速度から、四万十帯に貫入した酸性岩類と推定される(Honda and Kono, 2005; Kodaira *et al.*, 2006).

紀伊半島南東部においては、紀伊半島内でも特に複雑な重力異常分布が見られる(第3図, F; 第4図). これは、熊野酸性岩類の貫入を伴うカルデラ構造(Miura, 1999)に起因する、複雑な地下の基盤構造を反映していると考えられる. また、熊野層群及び熊野酸性岩類分布域において表層密度は周囲に比べて小さいと推定されており(Nawa *et al.*, 1997), そのような低密度の岩体は浅層にのみ分布していると考えられる(上原ほか, 2005).

紀伊半島に広く露出する四万十帯分布域西部では顕著な重力異常は観察されないが、大峰酸性岩類が露出する東部では、大峰酸性岩類の分布にそって南北方向に周囲に比べ低い重力異常域が分布する(第1図, 第3図, G). これは、

地表での分布は少ないが大峰酸性岩類が、周囲の四万十帯に比べて密度の小さい岩体として地下にも分布していることを示唆する.

本重力図は、日本重力データベースDVD版(地質調査総合センター(編), 2013)に収録されているプログラム(maplin.for)を用いてグリッドデータを作成し、JKGLIB(村田, 2007)を用いて図化した. 第1図から第4図は、GMT(Wessel and Smith, 1998)を用いて作成した.

なお、本解説の執筆にあたり、地質情報研究部門の高橋雅紀博士、内野隆之博士、岸本清行博士に助言を頂いた. 記して感謝の意を表す.

## Gravity Map of Wakayama District (Bouguer Anomalies)

A new gravity map of Wakayama district has been published. Compiled gravity data within the map area are 1,438 stations including newly added 221 gravity stations on land. All the measured gravity data were referred to the Japan Gravity Standardization Net 1975 (JGSN75) and normal gravity values were calculated according to the Geodetic Reference system 1980 (GRS80). Bouguer, terrain and other corrections were applied, following the standard procedure of gravity data processing at the Geological Survey of Japan, AIST (SPECG 1988)(GSJ Gravity Survey Group, 1989). Bouguer and terrain corrections were carried out to remove an effect of bounded spherical crust and an effect of actual topographic undulation relative to the spherical surface, respectively, within a distance range of 60 km.

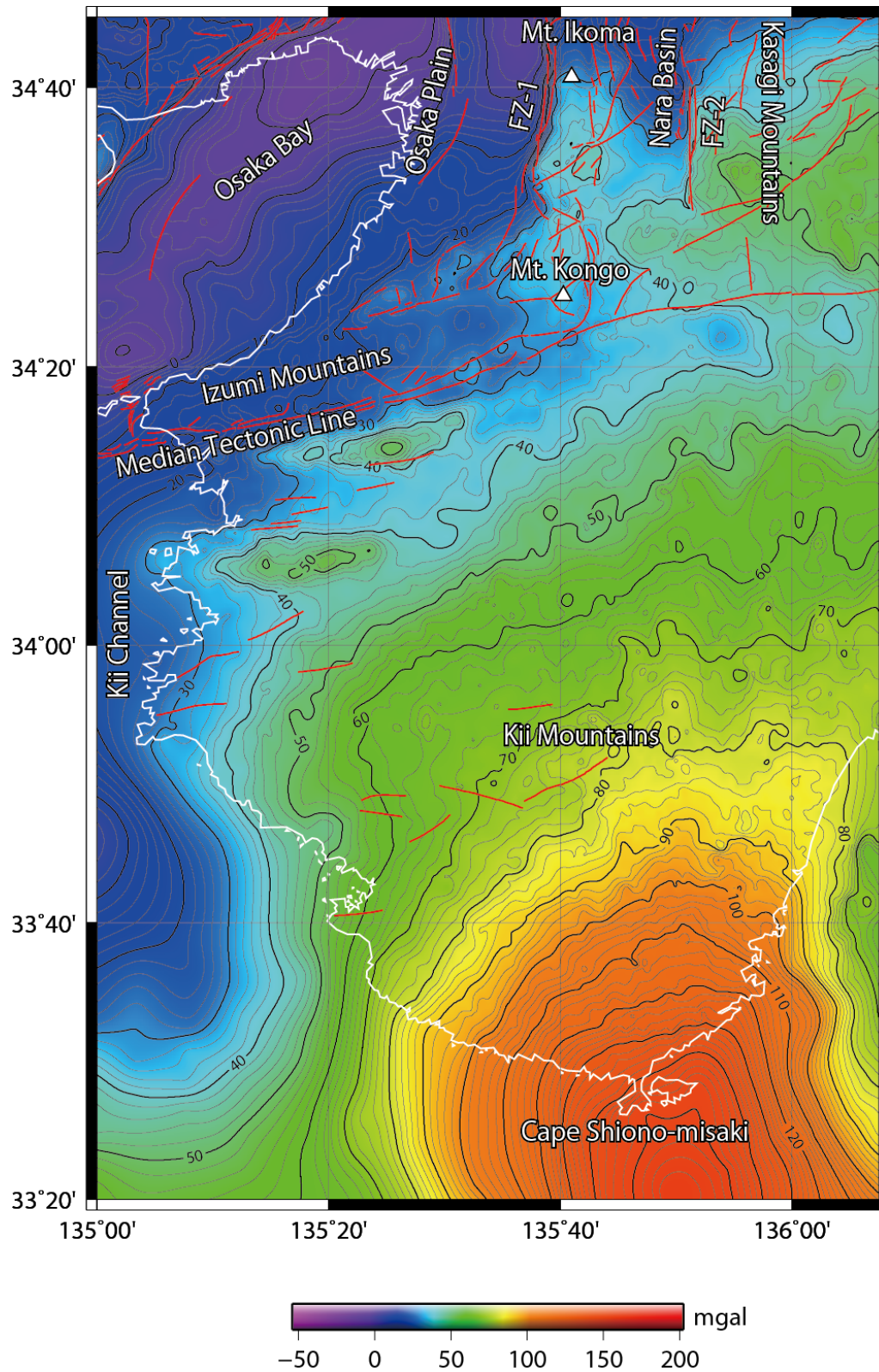
The density values used for both Bouguer and terrain corrections are 2.00 g/cm<sup>3</sup>, 2.30 g/cm<sup>3</sup> and 2.67 g/cm<sup>3</sup> (shown on the map as assumed density). We provide four additional maps calculated with a reduced density of 2.54 g/cm<sup>3</sup> i.e. the Bouguer anomaly map (Fig. 1), the regional Bouguer anomalies continued upward 2 km (Fig. 2), the gravity residual anomalies with the removal of the 2 km upward-continuation (Fig. 3) and the horizontal derivation (Fig. 4).

The Bouguer anomaly maps and filtered gravity maps reveal following features. High Bouguer anomalies cover the southern part of Wakayama district, while low Bouguer anomalies cover the sea area from Osaka Bay to Kii Channel, and the plain and basin area: Osaka Plain, Wakayama Plain and Nara basin. The Bouguer anomalies gently decrease from southeast to northwest. The sudden changes of the Bouguer anomalies along east side of the Osaka Plane and the Nara Basin are originated by the reverse faulting of the Ikoma Fault zones, and the Eastern Edge Fault zones of Nara Basin, respectively. The ENE-WSW trending high Bouguer anomalies along the Median Tectonic Line (MTL)

are induced by the Ryoke, Sambagawa and Mikabu metamorphic rocks (C, D in Fig. 3), while the low Bouguer anomaly along MTL is induced by the Izumi Group. The Tanabe group that is lower in density than the surrounding Shimanto group causes the low Bouguer anomalies in the southwest part of the Kii Peninsula. The strong positive Bouguer anomalies beneath Cape Shiono reflect the buried high-density plutonic rocks (Honda and Kono, 2005; Kodaira *et al.*, 2006). The complex Bouguer anomalies imply the caldera structure accompanying the Kumano acid rocks in the southeast of the Kii Peninsula (Miura, 1999) (E in Fig. 3). The NS directional low Bouguer anomalies in the east part of the Kii Peninsula suggest the distribution of the Omine acid rocks (F in Fig. 3).

## 文 献

- 地質調査所重力探査グループ (1989) 地質調査所重力補正手順SPECG1988. 地調月報, **40**, 601-611.
- 地質調査総合センター (編) (2013) 日本重力データベース DVD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.
- Furuse, N. and Kono, Y. (2003) Slab residual gravity anomaly: Gravity reduction due to subducting plates beneath the Japanese Islands. *Journal of Geodynamics*, **36**, 497-514.
- GSJ Gravity Survey Group (1989) On the standard procedure SPECG1988 for evaluating the correction of gravity at the Geological Survey of Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **40**, 601-611.
- The Gravity Research Group in Southwest Japan (Representatives: Ryuichi Shichi and Akihiko Yamamoto) (2001) Gravity Measurements and Database in Southwest Japan, Gravity Database of Southwest Japan (CD-ROM). *Bull. Nagoya University Museum, Special Rept.*, no. 9.
- Honda, R. and Kono, Y. (2005) Buried large block revealed by gravity anomalies in the Tonankai and Nankai earthquakes regions, southwestern Japan. *Earth, planets and space*, **57**, e1-e4.
- 本多 亮・澤田明宏・古瀬慶博・工藤 健・田中俊行・平松良浩 (2012) 金沢大学重力データベースの公表. 測地学会誌, **58**, no. 4, 153-160.
- 活断層研究会編 (1991) 新編日本の活断層 - 分布図と資料 -, 東京大学出版会, 437 p.
- Kodaira, S., Hori, T., Ito, A., Miura, S., Fujie, G., Park, J., Baba, T., Sakaguchi, H. and Kaneda, Y. (2006) A cause of rupture segmentation and synchronization in the Nankai trough revealed by seismic imaging and numerical simulation. *Journal of Geophysical Research*, **111**, B09301.
- 小泉金一郎・藤本博巳・井口博夫・内津 将・河野芳輝 (1994) 瀬戸内海における海上重力測定. 測地学会誌, **40**, no. 4, 333-325.
- 駒澤正夫・太田陽一・渋谷昭栄・熊井 基・村上 稔 (1996) 大阪湾の海底重力調査とその構造. 物理探査, **49**, no. 6, 459-473.
- 河野芳輝・島谷理香・寺島秀樹 (2009) 重力異常から推定される日本列島周辺の三次元地殻構造. 地震 第2輯, **61**, 247-254.
- 栗本史雄・牧本 博・吉田史郎・高橋裕平・駒澤正夫 (1998) 20万分の1地質図幅「和歌山」, 地質調査所.
- Miura, D. (1999) Arcuate pyroclastic conduits, ring faults, and coherent floor at Kumano caldera, southwest Honshu, Japan. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **92**, 271-294.
- Murata, Y. (1993) Estimation of optimum average surficial density from gravity data: An objective Bayesian Approach. *J. Geophys. Res.*, **98**, 12097-12109.
- 村田泰章 (2007) 地質情報表示ソフトウェア・ライブラリ JKGLIB ver. 2. 地質調査総合センター研究資料集, no. 455, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- Nawa, K., Fukao, Y., Shichi, R. and Murata, Y. (1997) Inversion of gravity data to determine the terrain density distribution in southwest Japan. *Journal of Geophysical Research*, **102**, 27703-27719.
- 日本地質学会編集 (2009) 日本地方地質誌5 近畿地方. 朝倉書店.
- 徳岡隆夫・原田哲朗・鈴木博之・八尾 昭・須田芳朗 (1982) 20万分の1地質図幅「田辺」, 地質調査所.
- 上原大二郎・角田地文・工藤 健・梅田浩司・小川康雄・棚瀬充史・武田祐啓・千葉昭彦・菊池 晃・鍵山恒臣 (2005) 紀伊半島南部地域の重力異常と深部抵抗構造から推定される地熱構造. 地震. 2輯, **57**, 245-255
- Wessel, P. and Smith, W. H. F. (1998) New, improved version of the Generic Mapping Tool released. *EOS Transactions*, **79**, 579.
- Yamamoto, A., Shichi, R. and Kudo, T. (2011) Gravity Measurements and Database in Japan, Gravity Database of Japan (CD-ROM). *Earth Watch Safety Net Research Center, Chubu University, Special Publication*, No.1.



第1図 重力図 (ブーゲー異常) (仮定密度:  $2.54 \text{ g/cm}^3$ )

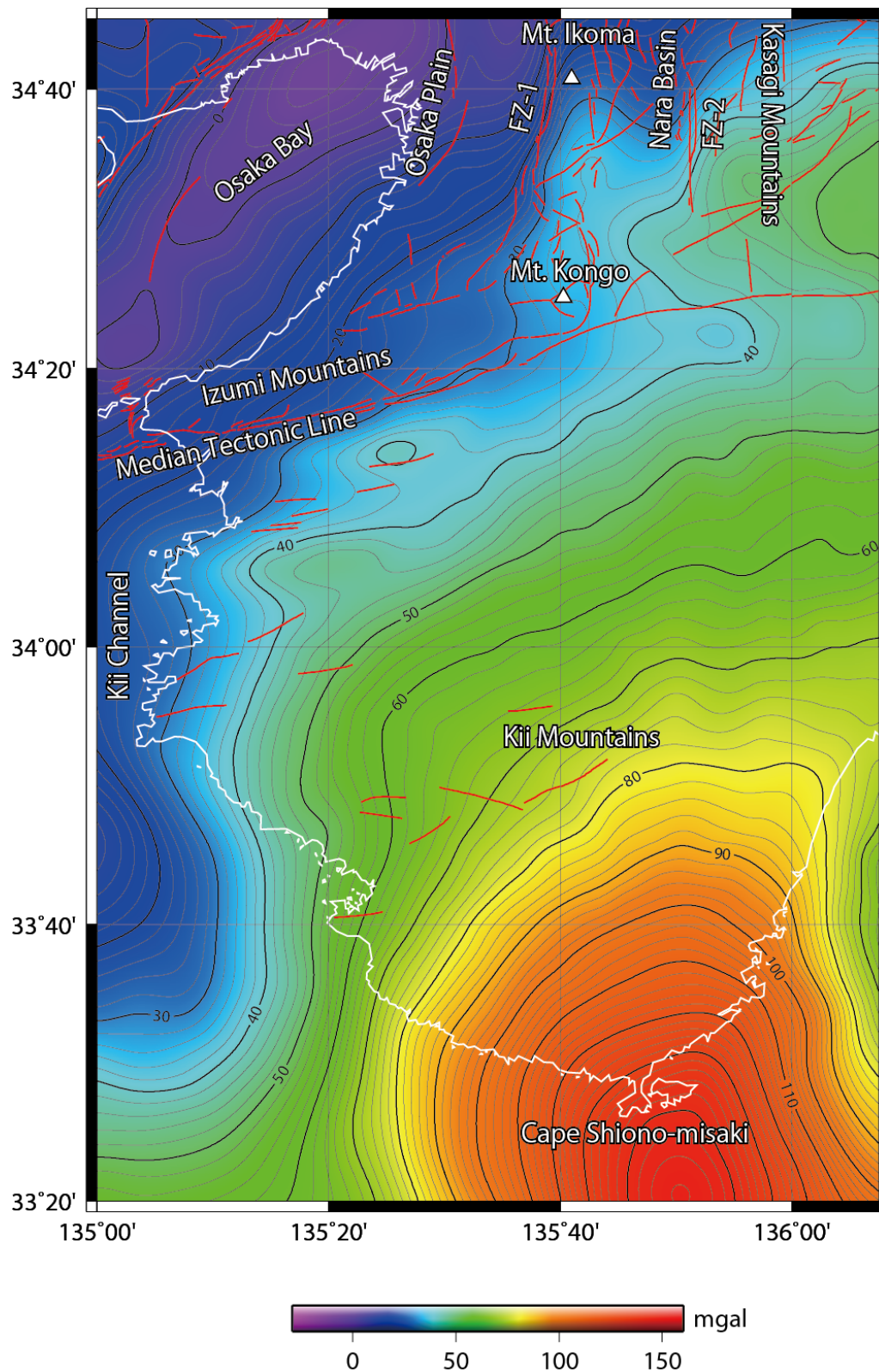
コンター間隔: 2 mgal. 赤実線は活断層 (活断層研究会編, 1991) を示す. FZ-1: 生駒断層帯, FZ-2: 奈良盆地東縁断層帯

Fig. 1 Gravity Map (Bouguer Anomalies) (Assumed Density:  $2.54 \text{ g/cm}^3$ )

Contour interval is 2 mgal. Red solid lines indicate active faults (Research Group for Active Faults of Japan, 1991).

FZ-1: Ikoma Fault zones, FZ-2: Eastern Edge Fault zones of Nara Basin.





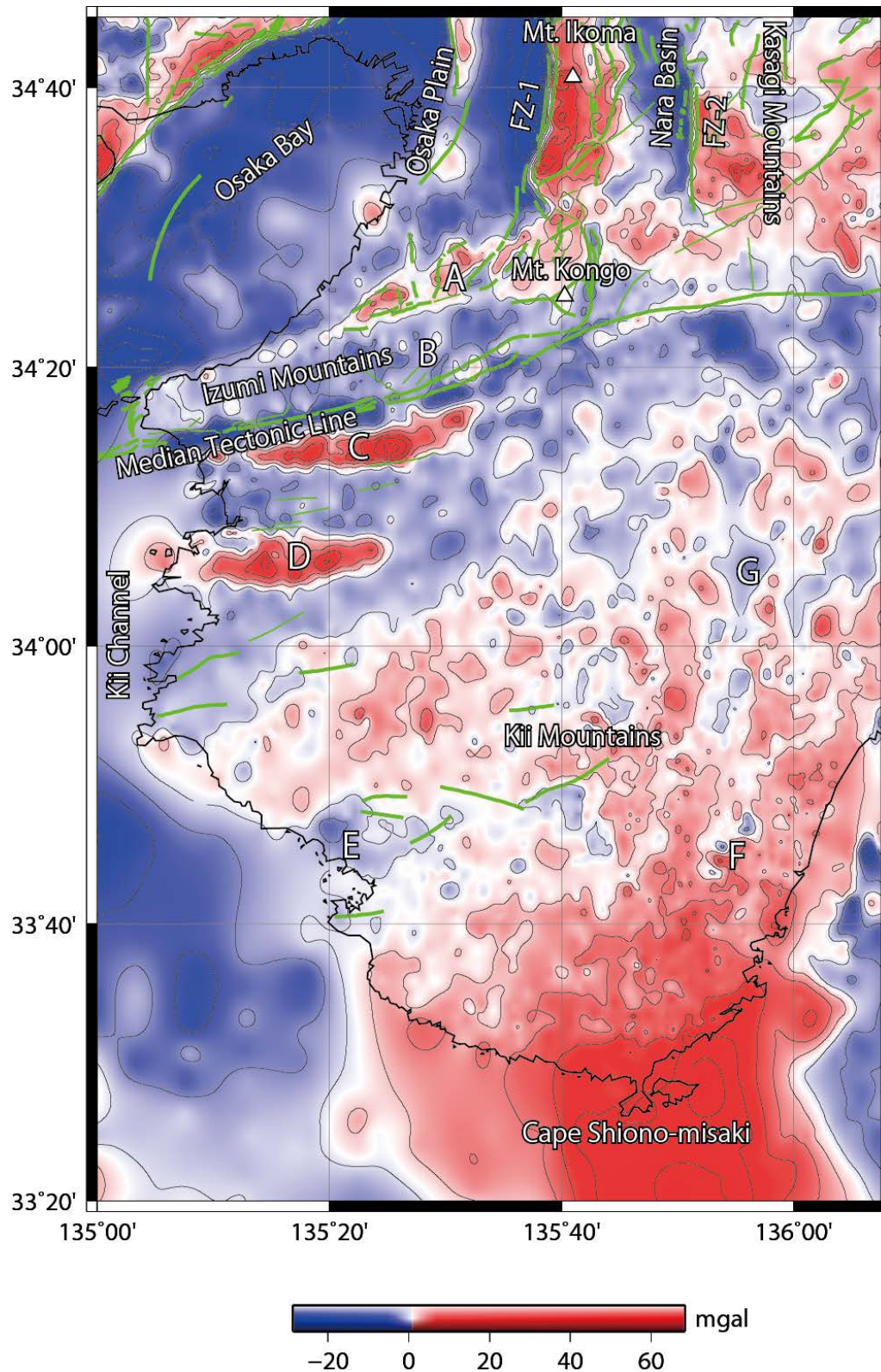
第2図 上方接続図

仮定密度が $2.54 \text{ g/cm}^3$ の重力図を2 km上方接続. コンター間隔: 2 mgal. 赤実線は活断層 (活断層研究会編, 1991) を示す.

FZ-1: 生駒断層帯, FZ-2: 奈良盆地東縁断層帯

Fig. 2 Regional Bouguer anomalies with a 2 km upward-continuation

Contour interval is 2 mgal. Gray areas indicate negative values. Red solid lines indicate active faults (Research Group for Active Faults of Japan, 1991). FZ-1: Ikoma Fault zones, FZ-2: Eastern Edge Fault zones of Nara Basin.



第3図 上方接続残差図

仮定密度が $2.54 \text{ g/cm}^3$ の重力図 (第1図) から上方接続図 (第2図) を差し引いた残差重力図。コンター間隔: 2 mgal.

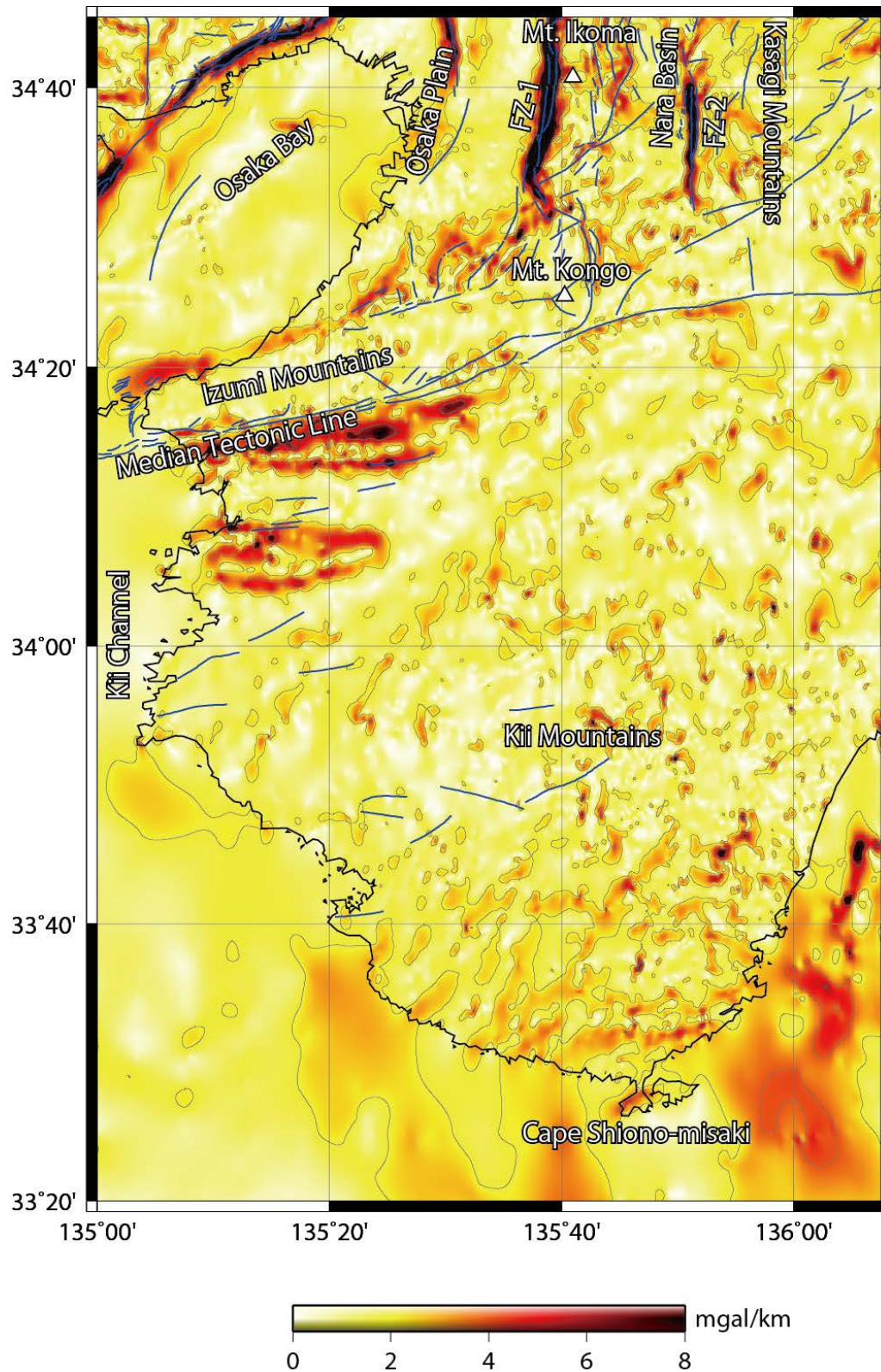
緑実線は活断層 (活断層研究会編, 1991) を示す。FZ-1: 生駒断層帯, FZ-2: 奈良盆地東縁断層帯。A, B, C, D, E, F, Gは本文を参照。

Fig. 3 Residual Bouguer anomalies with the 2 km upward-continuation removed

Contour interval is 2 mgal. Green solid lines indicate active faults (Research Group for Active Faults of Japan, 1991).

FZ-1: Ikoma Fault zones, FZ-2: Eastern Edge Fault zones of Nara Basin. See main text for detail about A, B, C, D, E, F, G.





第4図 水平微分図

仮定密度が $2.54 \text{ g/cm}^3$ の重力図から計算した。コンター間隔： $2 \text{ mgal/km}$ 。青実線は活断層（活断層研究会編，1991）を示す。

FZ-1：生駒断層帯，FZ-2：奈良盆地東縁断層帯

Fig. 4 Horizontal gradients of the Bouguer anomaly map shown in Fig. 1

Contour interval is  $2 \text{ mgal/km}$ . Blue solid lines indicate active faults (Research Group for Active Faults of Japan, 1991).

FZ-1: Ikoma Fault zones, FZ-2: Eastern Edge Fault zones of Nara Basin.

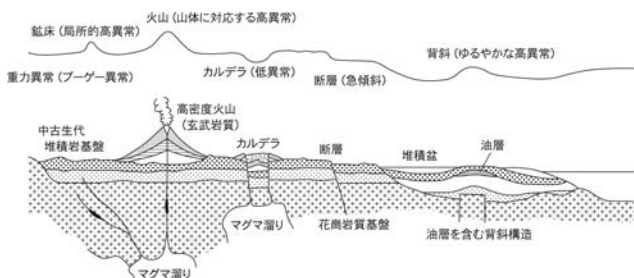


## 重力異常について(解説)

### 1. 重力異常と密度構造

地球重力場は、地球の全質量があたかも地球の中心に集中しているかのような成分に地球の自転による遠心力の成分が合成された標準的な重力場(980 gal 程度)と、地下構造による密度の不均質性から生ずる擾乱場からなる。後者を重力異常(大きくても数10 mgal程度)という。なお, gal (ガル) という表記については, ガリレオ・ガリレイに因むが, SI 単位でないため表記については特に決まりはなく, Gal と表記されることもある。

標準的な重力場は、密度構造が緯度・経度方向には変化を伴わず半径方向だけに変化を伴う重力効果(引力)と地球の自転による遠心力が合成された標準モデルの重力である。重力異常は、その標準モデルからずれた不均質の密度構造から生じているものである。つまり、この重力異常(観測値)を求めれば、その観測値を説明する不均質構造を得ることができる。重力探査の対象となる模式的な地殻構造を付図1に示す。

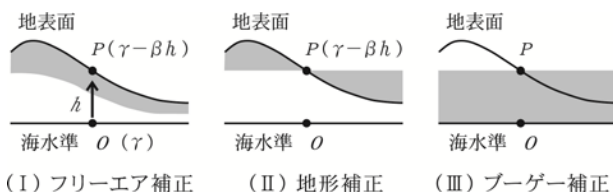


鉱 山: 金属鉱床の多くは周辺物質にくらべ高密度物質をふくむので高重力異常を示す  
火 山: 玄武岩質火山は高密度の山体をつくる場合が多く、高重力異常を示す  
カルデラ: カルデラにともなう陥没構造は低密度の火山性堆積物に対応して低重力異常を示す  
断 層: 垂直変位をとる断層には重力異常のギャップがみられる  
背斜構造: 油層をふくむ背斜構造には通常重力異常の盛り上がりが見られる

付図1 地殻構造と重力異常の概念図  
(物理探査学会編, 1989に加筆修正)

### 2. ブーゲー異常の算出と物理的な意味

ブーゲー異常の算出過程を付図2に従って説明する。



付図2 ブーゲー異常の概念図

(駒澤, 1998に加筆修正)

(I)  $\gamma$  は  $O$  点での正規重力値であるが、フリーエア補正

を施すことにより、 $P$  点での地球の標準的な重力値になると考えられる。したがって、

$$\Delta g_o' = g - \gamma + \beta h = g - (\gamma - \beta h)$$

で与えられるフリーエア異常は、 $P$  点での重力値  $g$  と地球の標準モデルである楕円体の外側にあたる  $P$  点での理論重力値  $(\gamma - \beta h)$  との差である。つまり、フリーエア異常は測点標高での値であって海水準での値ではない。ただし、 $h$  は測点標高、 $\beta$  は均質地球モデルから得られる標準的な重力の鉛直勾配である。

(II)  $P$  点より高い部分の質量を除去し、低い部分に質量を追加して測定点と同じ平板状の地形の重力値に補正する(地形補正)。

(III) 標高  $h$  の平板状地形の重力効果を除去する(ブーゲー補正)。

(IV) 最終的に、地表面から海水準まで仮定密度  $\rho$  の効果が除かれて、ブーゲー異常には  $\rho$  からずれた分の密度構造によるものだけが反映することになる。

上記の処理をまとめると、ブーゲー異常は次式で表現できる。

$$\Delta g_o'' = g - \gamma + (\beta - 2\pi G\rho)h + \rho T + C_A$$

ただし、 $G$  は万有引力定数、 $\rho$  は岩盤の密度(仮定密度)、 $\rho T$  は地形補正、 $C_A$  は大気補正である。

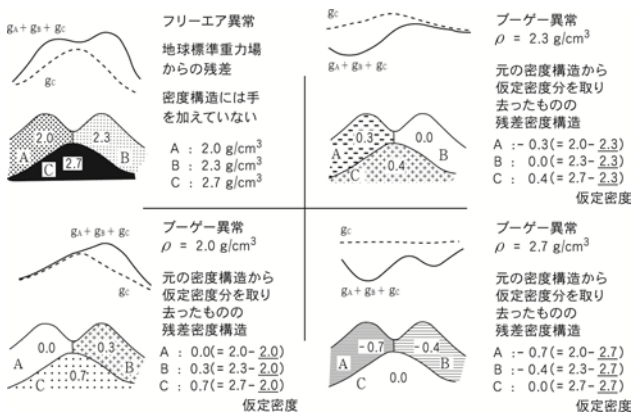
### 3. 表層密度とブーゲー異常の仮定密度の関係

ブーゲー異常は、仮定密度(もしくは、補正密度)のとり方で地形との相関度が異なることから、地形が凹凸をもっていれば表層密度の推定ができる。更に、表層の影響を除去した基盤構造などの深部構造による成分の抽出に利用される。

仮定密度の推定の方法としては、(1) 岩石試料の密度測定による方法、(2) 標高に対して重力の小さくなる割合から推定する方法、(3) ブーゲー異常図と地形図を見比べる方法、が挙げられる。(1)については、岩石のサンプリングは必然的に風化していない状態のものが多くなり偏りが生ずるので、必ずしも表層密度を反映しているとは限らないが、少なくとも岩石サンプルからの密度値は表層密度の上限を与えることになる。(3)については、実際に数種類の仮定密度のブーゲー異常図を作成し、地形図との相関を目視して地形図との相関の最も小さいものを選べば良い。付図3に仮定密度によるブーゲー異常のパターン変化の様子を示す。

仮定密度が大きくなるに従い、ブーゲー異常値が全体的に小さくなっていくのと、地形と正相関の上に凸から逆相

関の下に凸に変化していくのがわかる。地形のパターンと無相関なものが表層密度(最適な仮定密度)である。



付図3 仮定密度によるブーゲー異常のパターン変化の概念図

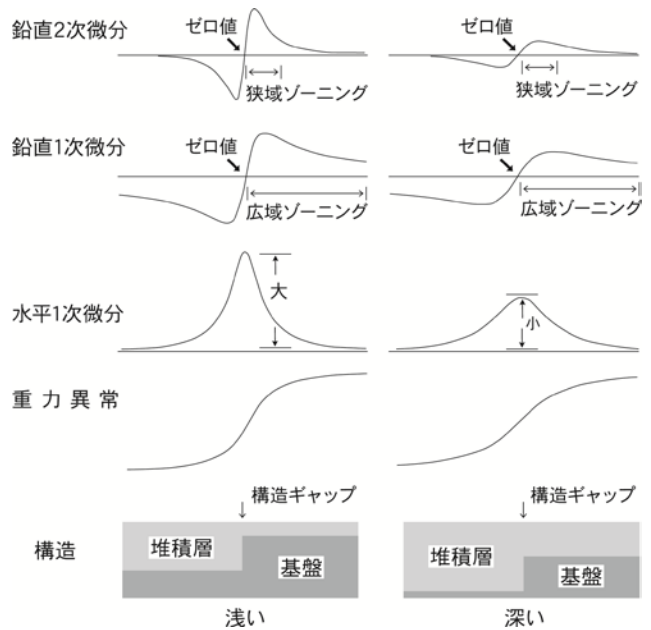
(駒澤, 1998に加筆修正)

#### 4. 地質構造に関連する浅部異常の抽出

フィルターリングは、重力異常や磁気異常から有為な情報を抽出し、定性的な解析・解釈を進めるのに有効な手法である。重力解析で構造抽出に利用されるものに、大規模・深部構造に対応する長波長成分を抽出するローパス・フィルター(あるいは、ハイカット・フィルター)、微細・浅部構造に対応する短波長成分を抽出するハイパス・フィルター(あるいは、ローカット・フィルター)がある。微分フィルターはハイパス・フィルターに含まれる。また、注目する規模・深度に対応した成分を抽出するバンドパス・フィルターがある。

フィルター操作が最も一般的に使用されるのは、断層等の構造境界の抽出である。従来、そうした目的には、水平微分(水平勾配)や鉛直2次微分が利用されてきた。水平微分は、直感的に理解し易いが、微分値の大小で構造や落差の大きさを判断しがちで、深い構造を過小評価しがちになる。一方、鉛直2次微分は、深度に関係なく構造境界で値がゼロになる性質がありよく利用されてきたが、短波長成分がノイズ成分と区別つかなくなるため、線状構造の抽出は難しい点があった。一方、鉛直1次微分は過度のハイパス・

フィルターにならず、鉛直2次微分ではノイズゾーン(狭域ゾーニング)となっていたところが広域ゾーニング地域となり構造境界が把握しやすくなることがある。落差が同じで深さが違う簡単な事例を模式的に付図4に示す。段差構造からある程度離れると重力差は同じになるが、水平微分を見ると構造が浅い程値が大きくなることわかる。つまり、構造の深度決定の推定には、微分値が有効であることを示している。当然、意味のある水平微分を得るには測点間隔が十分細かく取られていることが必要である。



付図4 落差が同じで深さが違う簡単な事例のフィルター図

(駒澤, 1998に加筆修正)

#### 5. 文献

物理探査学会編(1989) 図解物理探査. 物理探査学会, 239 p.  
駒澤正夫(1998) 物理探査ハンドブック. 手法編第8章, 433-471, 物理探査学会編.

---

平成 29 年 3 月 31 日発行

許可なく複製を禁ずる

著作権所有・発行者

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター

〒 305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第 7  
<https://www.gsj.jp/inquiries.html>

AIST16-G15035

---

Geological Survey of Japan, AIST © 2017