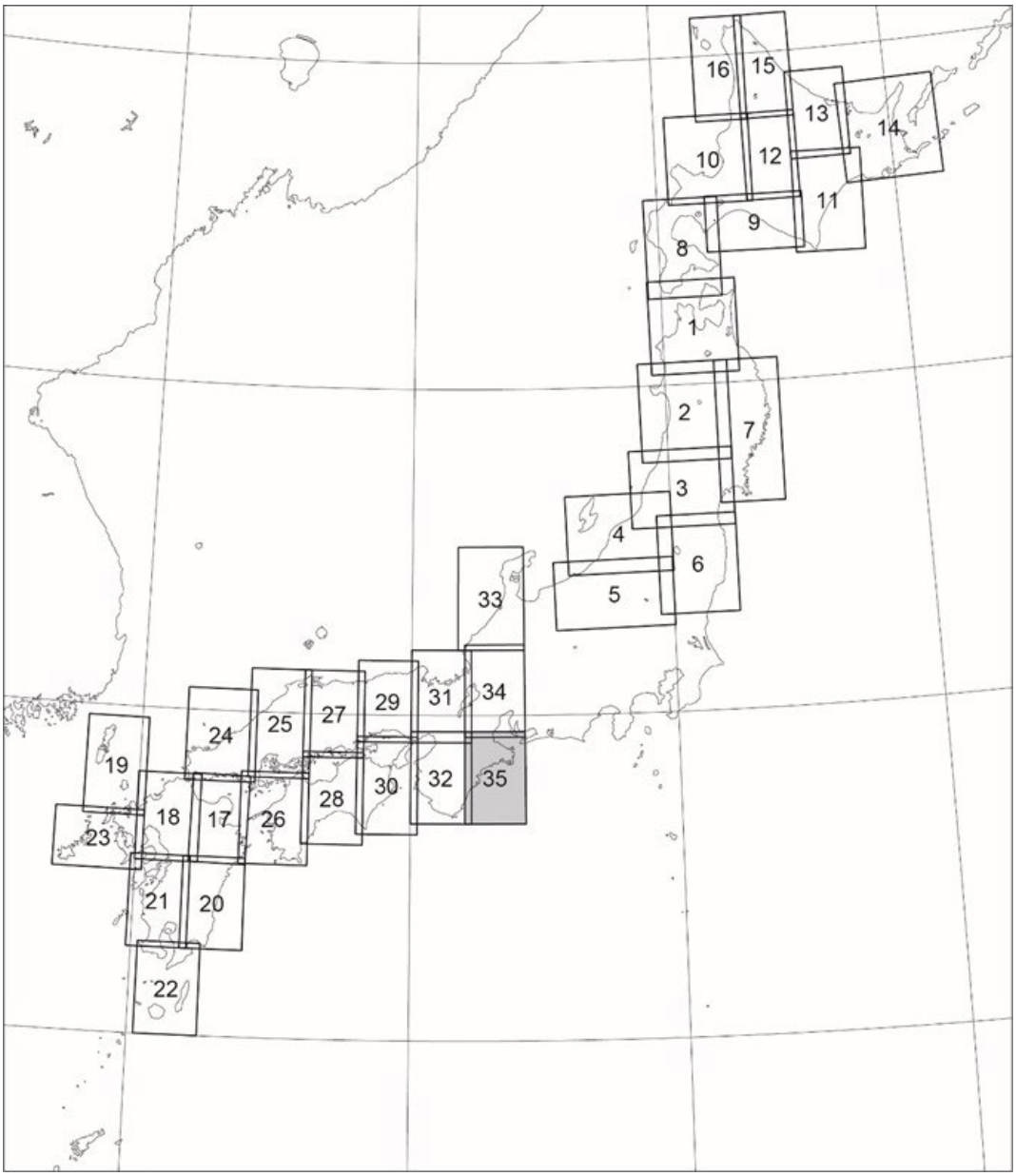
伊勢地域重力図（ブーゲー異常）

Gravity Map of Ise District（Bouguer Anomalies）

1:200,000

宮川歩夢・名和一成・村田泰章・駒澤正夫・大熊茂雄・石原丈実・村上文敏
MIYAKAWA Ayumu, NAWA Kazunari, MURATA Yasuaki, KOMAZAWA Masao,
OKUMA Shigeo, ISHIHARA Takemi and MURAKAMI Fumitoshi



2022

産総研 地質調査総合センター

Geological Survey of Japan, AIST

伊勢地域の重力異常

本重力図の図郭は，20 万分の 1 地勢図「伊勢」，「木本」と「名古屋」の南部をカバーする北緯 33 度 20 分から 34 度 45 分，東経 136 度から 137 度 7 分 30 秒である（第 1 図）．

本重力図の編集においては，上記の図郭を東西方向にそれぞれ 15 分，南北方向にそれぞれ 10 分拡張した領域のデータを処理し，最終的に図郭部分の作図を行った．拡張領域内の重力測定点は合計 16,478 点で，そのうち陸域は 10,575 点，海域は 5,903 点である．陸域で取得された測定点の内訳は，名古屋大学 3,411 点，産業技術総合研究所地質調査総合センター 2,153 点，石油天然ガス・金属鉱物資源機構 1,229 点，京都大学防災研究所 1,099 点，帝国石油株式会社（現 株式会社 INPEX）819 点，国土地理院 394 点，新エネルギー・産業技術総合開発機構 356 点，地学団体研究会 340 点，米国防衛地図作成局（現 米国国家地理空間情報局）286 点，金沢大学 207 点，中部大学 155 点，中日スタヂアム株式会社 137 点，滋賀県 42 点である．この中で，産業技術総合研究所地質調査総合センターのデータは，産業技術総合研究所地質調査総合センター（2013），宮川ほか（2017）及び村田・宮川（2020）に，金沢大学の測定データは金沢大学重力データベース（本多ほか，2012）に収録されたデータであり，また，名古屋大学及び中部大学のデータは Yamamoto *et al.*（2011）に収録されたデータである．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産業技術総合研究所地質調査総合センター（2013）に，京都大学防災研究所及び地学団体研究会のデータは Gravity Research Group in Southwest Japan（2001）に，それぞれ収録されている．

海域のデータについては，地質調査所白嶺丸 GH747，GH754，GH822，GH832，及び，GH97 航海により取得された 4,800 点のデータ（石原，2021），海上保安庁海洋情報部 HS8001 航海により取得された 584 点のデータ（日本海洋データセンター，1995），日仏 KAIKO 計画 84/1 航海により取得された 519 点を使用した（Le Pichon，1984）．

本重力図の編集にあたり，地質調査総合センターでは 2016 年から 2020 年にかけて，紀伊半島西部にて陸域重力調査を実施した．このデータについては，本重力図の別稿（宮川，2022）としてまとめた．新規測定点の位置は 2 周波 GNSS 受信機による VRS 測量，あるいは高速スタッティック測量により求めた．この調査に加え，同時期に地質調査総合センターが実施した，伊勢湾・三河湾沿岸域の地質・活断層調査により取得された海域の海底重力調査（大熊ほか，2020）の結果を加えている．

これらのデータに適用した地形補正を除く各種の重力補正の方法は，地質調査所重力補正手順 SPECG1988（地質調査所重力探査グループ，1989）に基づいている．地形補正については，最新の地形データを使用して 30 m メッシュ標高データを作成し，地球の球殻を考慮して測点の周囲 60 km まで実施した（村田，2018）．30 m メッシュ標高データは，陸域では基盤地図情報（数値標高モデル 5 m 及び 10 m）（国土地理院）を用い，海域では，M7000 シリーズ等深線データ（日本水路協会），J-EGG500（500 m メッシュ水深データ）（日本海洋データセンター），JTOPO30（30 秒メッシュ水深データ）（海洋情報研究センター），GEBCO（30 秒メッシュ水深データ）（British Oceanographic Data Centre）を用いて，さらに湖水域では，国土地理院地形図の等深線を用いて作成されている．

本重力図の範囲は，三重県，愛知県にまたがり，南方には熊野灘から太平洋が広がり，北東の伊勢湾・三河湾には志摩半島・知多半島・渥美半島が面している．熊野灘に面して尾鷲湾・贄湾・五ヶ所湾・英虞湾が位置するリアス式海岸となっている．北西部は紀伊山地から高見山地・布引山地に連なる山地となっており，三重県最高峰の日出ヶ岳（1,695 m）が含まれる．伊勢湾には櫛田川・宮川・雲出川が流れ込み，伊勢平野を形成している（第 1 図）．地質的には，先新第三系は志摩半島をほぼ東西方向に走る中央構造線により，南側の西南日本外帯と北側の西南日本内帯とに二分される（第 2 図）．外帯側には黒瀬川構成岩類，秩父帯付加複合体，三波川変成岩類及び四万十帯付加複合体などが分布し，内帯側には領家深成岩類及び変成岩類，和泉層群が分布する（西岡ほか，2010）．以上の先新第三系を基盤とし，新第三系及び第四系が分布する．前弧海盆堆積物として尾鷲層群などが堆積し，その後，熊野酸性火成岩類及び室生火砕流堆積物を含む曽爾層などが形成され，下部鮮新統（東海層群・古琵琶湖層群）及び第四系が被覆している（西岡ほか，2010）．伊勢平野と山岳部の境界に布引山地東縁断層帯が位置し，中央構造線に沿って一部活断層と考えられている（活断層研究会編，1991）．海域では太平洋において南海ト

ラフに発達する付加体上に熊野海盆堆積物が厚く堆積し（桜井・佐藤，1983），1944 年東南海地震震源域が広がる（Ando，1975）．

地質が複雑な地域では単一の密度で補正しても地域によって地形の影響が残る場合があるので，本図には 2.00, 2.30, 2.67 g/cm^3 の 3 種類の仮定密度のブーゲー異常（レイヤー）を用意した．本説明書では，ABIC 最小化法（Murata, 1993）で推定した最適密度で補正したブーゲー異常をもとに，特徴を説明する．ABIC 最小化法（Murata，1993）によって求めたこの地域の最適な補正密度は 2.56 g/cm^3 であった．そこで，2.56 g/cm^3 で補正した重力異常を基に，ブーゲー異常図（第 3 図），ブーゲー異常図を上方 2 km に上方接続して得られた上方接続図（第 4 図），大局的な傾向を取り除いた残差重力図（第 5 図），重力異常の変化の度合いを示す水平微分図（第 6 図）を作成した．本図及び第 3 図から第 6 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．

重力異常は全体的に，南東の高重力異常が北西に向かって低下していく（第 4 図）．これは，南東方向から沈み込むフィリピン海プレートに起因する広域的な重力異常傾向と考えられる．熊野舟状海盆において北東方向に分布する低重力異常は，熊野舟状海盆を埋める低密度の堆積物によるものと考えられる．紀伊半島南東部の熊野市から尾鷲市に向かって北東方向に伸びる高重力異常は，熊野酸性岩類の分布域に対応する．伊勢湾において，北方に向かって重力異常が低下してく様子は，基盤が深くなり低密度な堆積物が増加していく様子と整合的である．

北西部の塊状の高重力異常域に，小規模な高重力異常と低重力異常が混在する（第 5 図）．この地域を覆う火砕流堆積物の複雑な分布に起因するものと考えられる．

知多半島の南西端，内海断層に沿って顕著な重力異常の急変帯と，知多半島において低重力異常が見られる（第 5 図，第 6 図）．内海断層はかつて正断層として活動し，ハーフグラーベン状の基盤構造を形成しており，その後逆断層として活動することで知多半島が形成されている．現在観測される重力異常は，ハーフグラーベン状の基盤を埋める低密度な堆積物に起因する（Miyakawa *et al.*，2020）．同様の円弧状の重力急変帯と局所的な低重力異常が高見山地北東縁に布引山地東縁断層帯に沿って見られる．隣接する一志地域で複数のグラーベン構造が報告されていることから（Kinoshita and Yamaji，2021），高見山地北東縁にみられる局所的な低重力異常は，同様にかつて形成されたハーフグラーベンに起因するものと考えられる．

一方，大規模な地質構造でありながら，顕著な重力異常を示さない場合もある．例えば，この地域での大きな地質構造境界としての中央構造線に沿って，顕著な重力異常は見られない（第 5 図）．これは，中央構造線を挟んで接する，三波川変成岩類と領家深成岩類及び変成岩類とに明瞭な密度差が無いためと考えられる．わずかに中央構造線に沿って見られる小規模な高重力異常は，御荷鉾緑色岩類の分布に対応する（西岡ほか，2010）．同様に，図郭中央西部に位置する半円形の火砕岩岩脈群に囲まれる“大台コールドロン”（佐藤・大和大峯研究グループ，2006）においても，顕著な重力異常は見られない（第 4 図）．現在地表に露出する，かつてのカルデラ床を構成していた秩父帯が周囲の四万十帯と密度差が小さいことにより説明できる．

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 6 図は，GMT（Wessel and Smith，2013）を用いて作成した．

Gravity Map of Ise District (Bouguer Anomalies)

A new gravity map of Ise district has been published. The map covers 33° 20′ to 34° 45′ north latitude and 136° to 137° 7′ 30″ east longitude (Figs. 1, 2). Gravity data within the mapped area were compiled from 16,406 stations including 10,503 stations on land and 5,903 stations at sea. All the measured gravity data were referenced to the Japan Gravity Standardization Net 2016 (JGSN2016) 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 for gravity data processing employed at the Geological Survey of Japan, AIST (SPECG 1988)(GSJ Gravity Survey Group, 1989). Bouguer and terrain corrections

were performed to remove the effects of bounded spherical crust and undulating topography relative to the spherical surface, respectively, within a range of 60 km from the observation point.

The density values of the crust used for Bouguer and terrain corrections were 2.00, 2.30, and 2.67 g/cm^3 (shown on the map as assumed density). The map shows four additional anomalies calculated with a reduced density of 2.56 g/cm^3: Bouguer anomalies (Fig. 3), Bouguer anomalies that continue 2 km above the sea level (Fig. 4), residual Bouguer anomalies obtained by removing the 2 km upward continuation (Fig. 5), and the horizontal derivative (Fig. 6).

In general, the background gravity anomaly over the ocean decreases toward the northwest (Fig. 4). This is considered to be a regional gravity anomaly trend related to the northwestward subduction of the Philippine Sea Plate. In the south-central part of the map, a northeast-trending gravity low is considered to reflect low-density sediments in the Kumano Basin. A gravity high extending northeastward from the central western part of the map corresponds to the distribution of the Kumano Acidic Rocks. In Ise Bay, the gravity anomaly decreases toward the north, which is consistent with the deepening of basement and increasing thickness of low-density sediments.

In the northwestern part of the map, short-wavelength gravity highs and lows are mixed in with a long-wavelength gravity high (Fig. 5). This pattern is attributed to the complex distribution of pyroclastic flow deposits in the area.

The southwestern margin of Chita Peninsula is marked by steep gravity gradient along the Utsumi Fault, and gravity lows occur over the peninsula itself (Figs. 5 and 6). The Utsumi Fault was previously active as a normal fault, forming a half-graben structure, but has since been reactivated as a reverse fault, leading to the uplift that formed Chita Peninsula. The gravity lows over the peninsula are attributed to low-density sediments that fill the half-graben (Miyakawa *et al.*, 2020). A similar arc-shaped zone of steep gravity gradient and localized gravity lows are observed along the northeast margin of the Takami Mts, which can also be attributed to a half-graben structure.

In contrast, some large geological structures do not show significant gravity anomalies. For example, there is no significant gravity anomaly along the Median Tectonic Line, a major geological boundary in this region (Fig. 5), probably because there is no clear difference in density between the Sambagawa Metamorphic Rocks and the Ryoke Metamorphic Rocks that occur either side of the boundary. A short-wavelength gravity high along the Median Tectonic Line corresponds to the distribution of the Mikabu Green Rocks (Nishioka *et al.*, 2010). Similarly, there is no significant gravity anomaly over the "Odai Cauldron" (Sato and Yamato-Omine Research Group, 2006) in the central western part of the map (Fig. 4). This is explained by the fact that the Chichibu Belt, which is currently exposed at the surface and constitutes the caldera floor, has a similar density to the surrounding Shimanto Belt.

謝辞

本重力異常図を作成にあたり，次の機関で取得された重力異常値を利用させていただきました．名古屋大学，石油天然ガス・金属鉱物資源機構，京都大学防災研究所，帝国石油株式会社（現 株式会社 INPEX），国土地理院，地学団体研究会，米国防衛地図作成局（現 米国国家地理空間情報局），金沢大学，中部大学，中日スタヂアム株式会社，滋賀県，海上保安庁海洋情報部，日仏 KAIKO 計画．ここに記して感謝の意を表します．

文献

Ando, M. (1975) Source mechanisms and tectonic significance of historical earthquakes along the Nankai Trough, Japan. *Tectonophysics*, **27** (2),119–140.

地質調査所重力探査グループ（1989）地質調査所重力補正標準手順 SPECG1988 について．地質調査所月報，**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). *Bulletin of the Nagoya University Museum, Special Report*, no.9.

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**，4，153-160.

石原丈実（2021）白嶺丸重磁力データ．産総研地質調査総合センター研究資料集，No. 714，産総研地質調査総合センター，2p.

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，437p.

Kinoshita, H., Yamaji, A. (2021) Arc-parallel extension in preparation of the rotation of southwest Japan: Tectonostratigraphy and structures of the Lower Miocene Ichishi Group. *Island Arc*, **30** (1), e12418.

Le Pichon Xavier (1984) KAIKO 84/1 cruise, RV Jean Charcot. https://doi.org/10.17600/84002111（閲覧日：2022 年 2 月 8 日）

宮川歩夢(2022)伊勢地域重力測定データ. 重力図, No. 35, 産業技術総合研究所 地質調査総合センター.

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（2017）和歌山地域重力図（ブーゲー異常）．重力図，No. 32，産業技術総合研究所 地質調査総合センター.

Miyakawa, A., Abe, T., Sumita, T. and Otsubo, M. (2020) Half-graben inversion tectonics revealed by gravity modeling in the Mikawa Bay Region, Central Japan. *Progress in Earth and Planetary Science*, **7** (1), 1–16.

Murata, Y. (1993) Estimation of optimum average surficial density from gravity data: An objective Bayesian Approach. *Journal of Geophysical Research*, **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.

村田泰章（2018）広域重力探査データのための地形補正と重力データフォーマットについて．物理探査学会第 139 回学術講演会論文集，7-9，物理探査学会.

村田泰章・宮川歩夢（2020）名古屋地域重力測定データ．重力図，No. 34，産業技術総合研究所 地質調査総合センター.

日本海洋データセンター（1995）JODC オンラインデータ提供システム（J-DOSS）．https://www.jodc.go.jp/jodcweb/JDOSS/index_j.html（閲覧日：2022 年 7 月 3 日）

西岡芳晴・中江　訓・竹内圭史・坂野靖行・水野清秀・尾崎正紀・中島　礼・実松健造・名和一成・駒澤正夫（2010）20 万分の 1 地質図幅「伊勢」．産業技術総合研究所 地質調査総合センター.

大熊茂雄・宮川歩夢・駒澤正夫・杉野由樹・押田　淳（2020）伊勢湾沿岸域における海底重力調査．中島　礼（編），令和元年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告，地質調査総合センター速報，no. 81，41-50，産業技術総合研究所 地質調査総合センター.

桜井　操・佐藤任弘（1983）東海沖 Outer Ridge の地質構造．水路部研究報告，**18**，25-35.

佐藤隆春・大和大峯研究グループ（2006）大峯・大台コールドロン−紀伊山地中央部にみられる弧状および半円形の断層・岩脈群と陥没構造−．地球科学，**60**，5 号，403-413.

産業技術総合研究所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.

産業技術総合研究所地質調査総合センター（編）（2015）20 万分の 1 日本シームレス地質図 2015 年 5 月 29 日版．産業技術総合研究所地質調査総合センター.

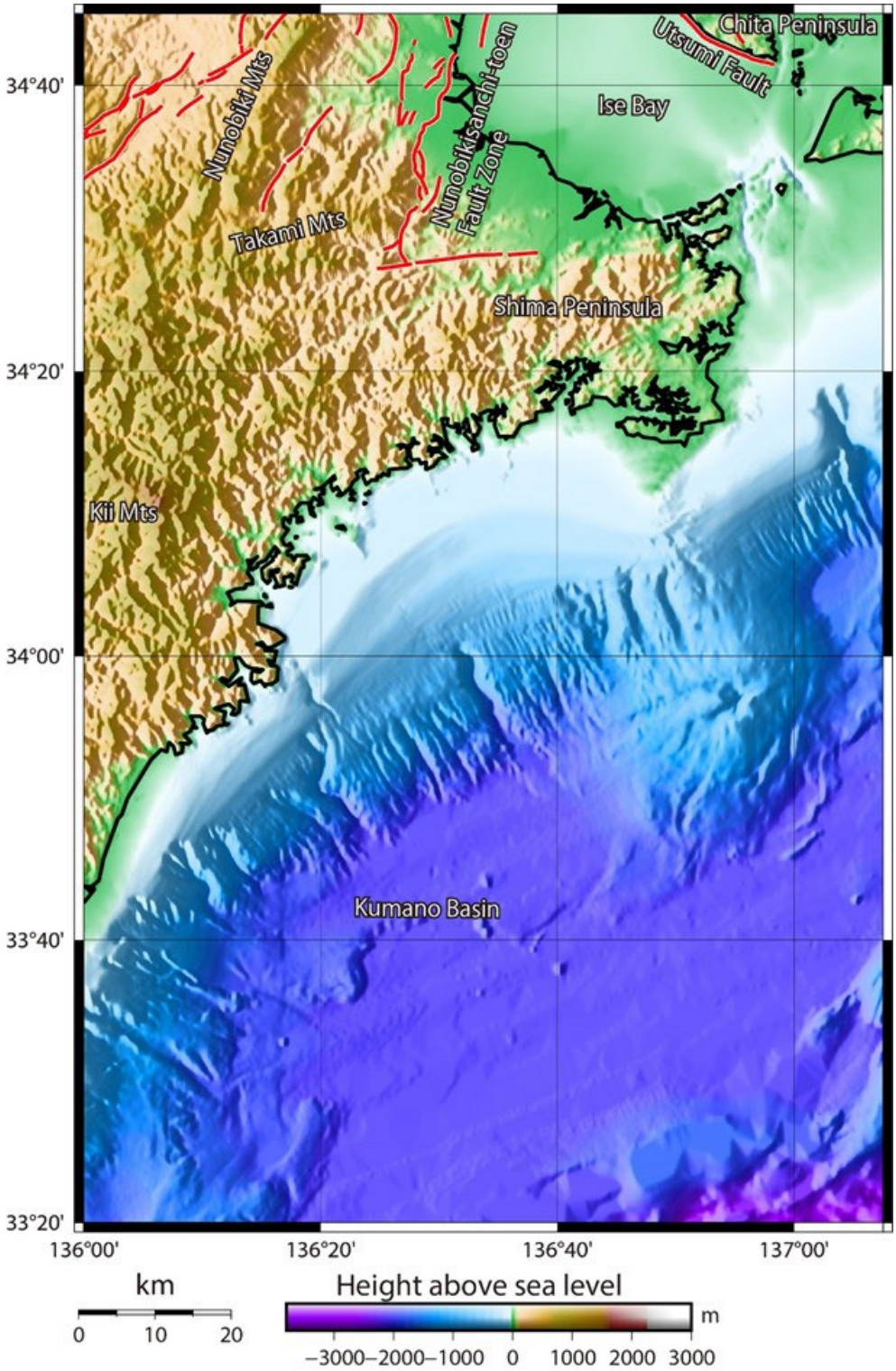
産業技術総合研究所地質調査総合センター，活断層データベース，https://gbank.gsj.jp/activefault/search（2022 年 2 月 12 日閲覧）

Wessel P, Smith W. H. F., Scharroo R., Luis J. and Wobbe F. (2013) Generic mapping tools, Improved version released. *EOS, Transactions AGU*, **94** (45), 409–410. (https://doi.org/10.1002/2013EO450001)

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.

（受付：2022 年 3 月 1 日；受理：2022 年 5 月 20 日）

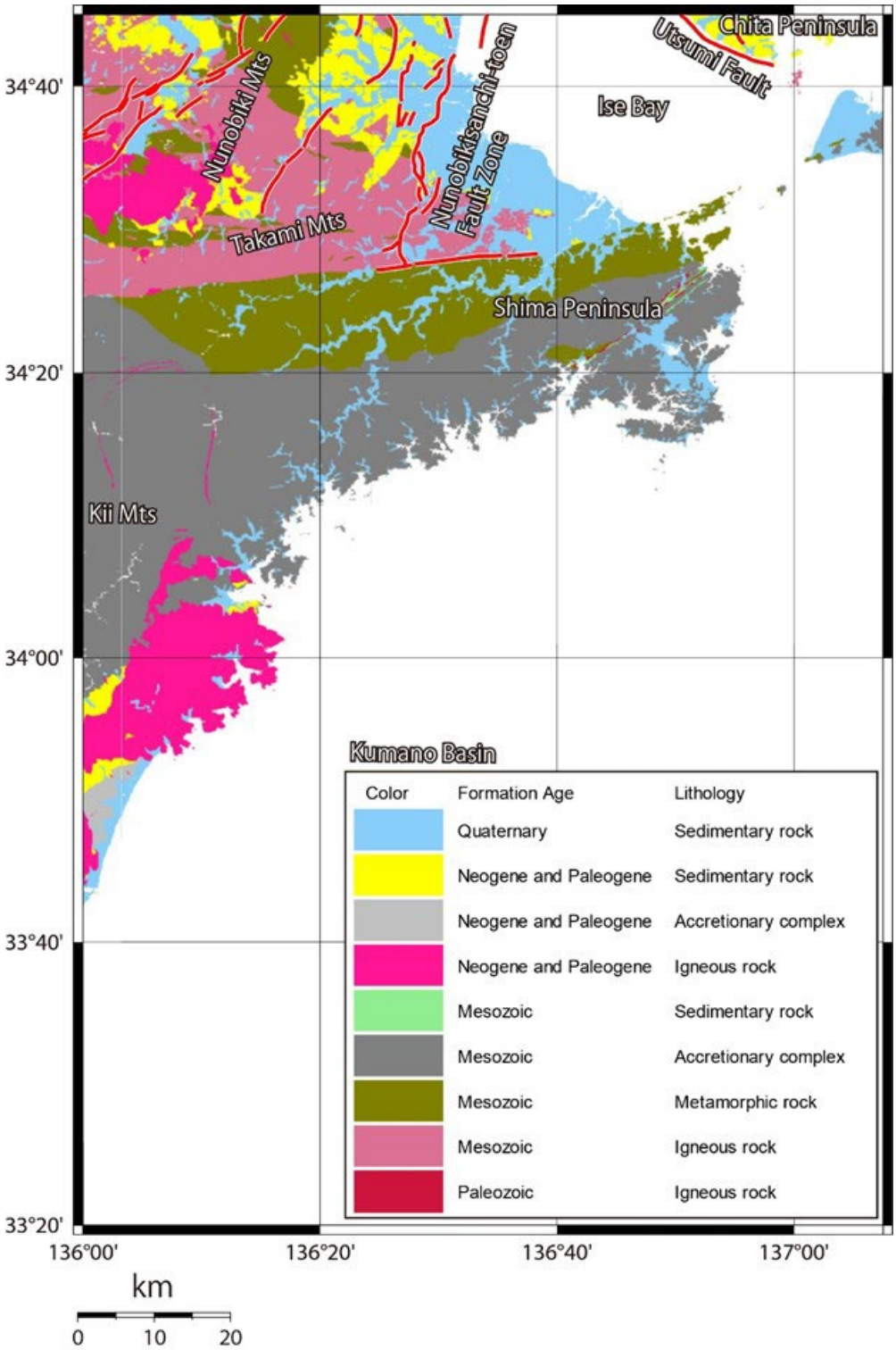


第 1 図 地形図

国土地理院の基盤地図数値標高モデル（5 m，10 m メッシュ），日本水路協会の M7000 シリーズ海底地形デジタルデータを使用した．赤実線は活断層（産業技術総合研究所地質調査総合センター，活断層データベース）を示す．

Fig. 1 Topographic map of the area covered by the gravity map

The topographic data (5 m and 10 m grid) are from the Geospatial Information Authority of Japan and the M7000 Digital Bathymetric Chart of the Japan Hydrographic Association. Red solid lines indicate active faults (Geological Survey of Japan, AIST, Active Fault Database of Japan).

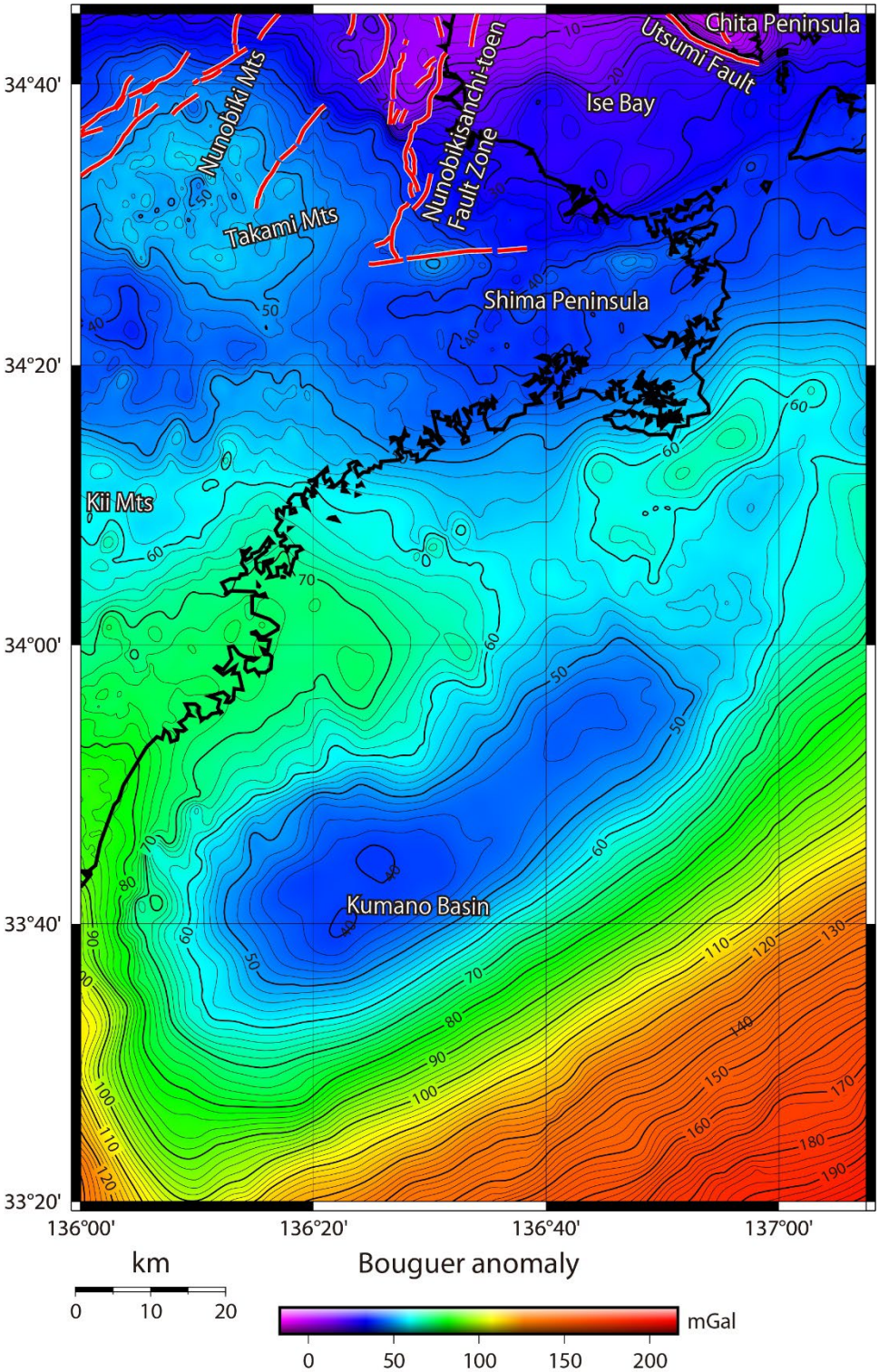


第 2 図　地質の概略図（産業技術総合研究所地質調査総合センター（編），2015）

第 1 図と同じ活断層・断層を赤実線で示した.

Fig. 2 Simplified geological map of the area covered by the gravity map (Geological Survey of Japan, AIST (ed.), 2015).

Red solid lines indicate the same faults as in Fig. 1.

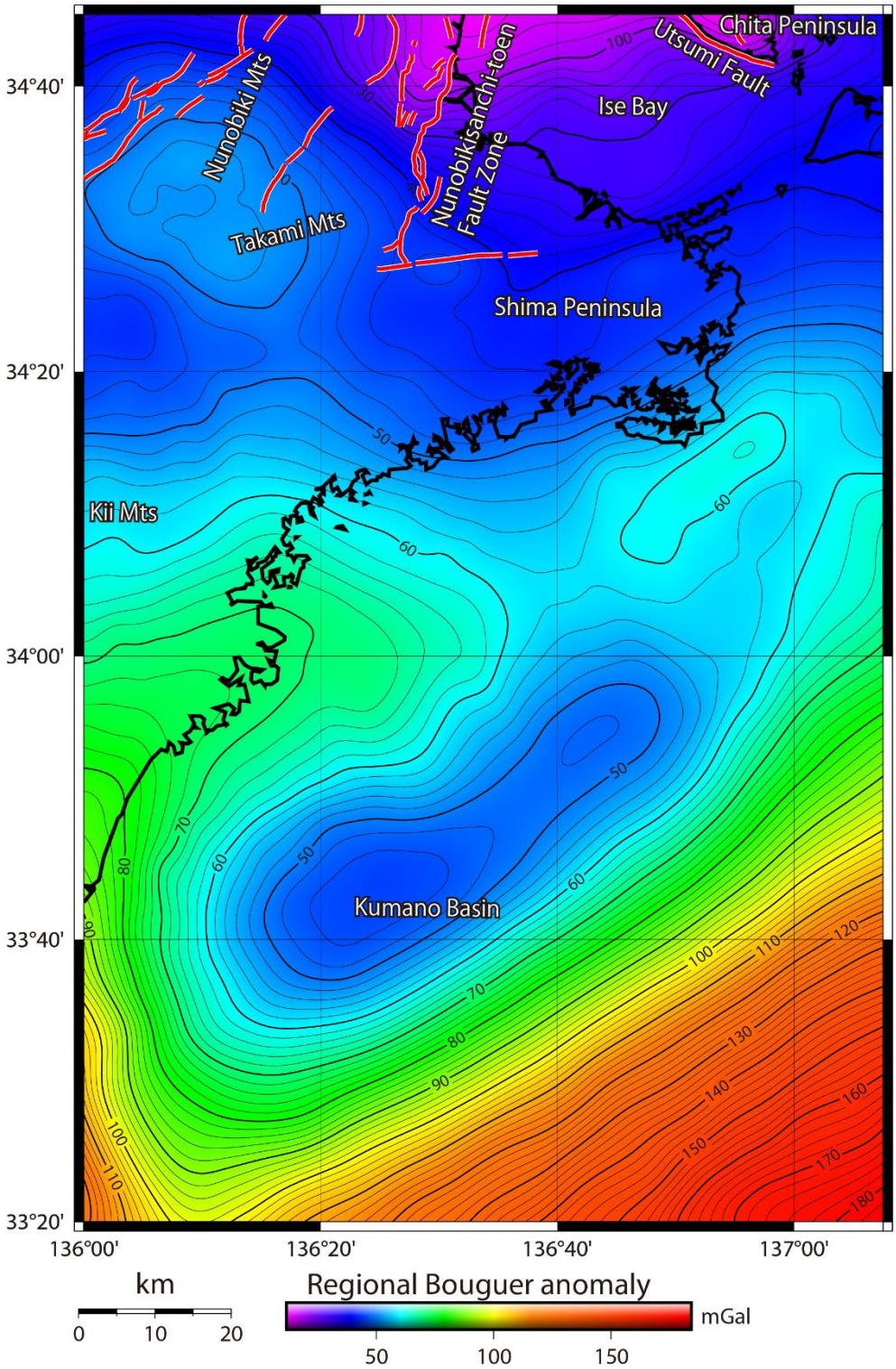


第 3 図 重力図（ブーゲー異常）（仮定密度：2.56 g/cm^3）

コンター間隔：2 mGal. 第 1 図と同じ活断層・断層を赤実線で示した.

Fig. 3 Gravity map （Bouguer anomalies） compiled using an assumed density of 2.56 g/cm^3.

Contour interval is 2 mGal. Red solid lines indicate the same faults as in Fig. 1.

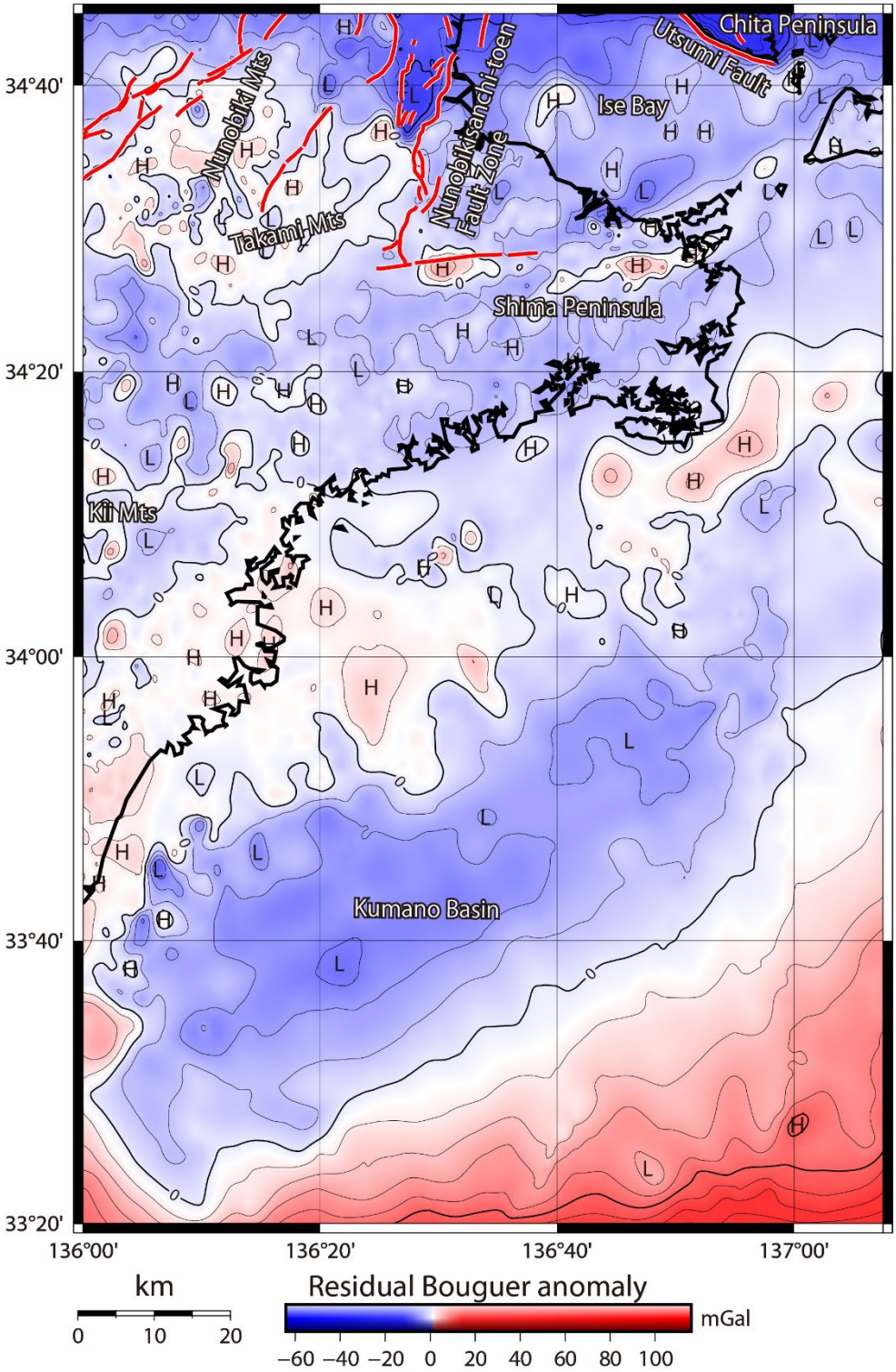


第 4 図　上方接続図

仮定密度が 2.56 g/cm^3 の重力図を 2 km 上方接続．コンター間隔：2 mGal．第 1 図と同じ活断層・断層を赤実線で示した．

Fig. 4 Regional Bouguer anomalies with continuation 2 km above the sea level.

Contour interval is 2 mGal. Red solid lines indicate the same faults as in Fig. 1.

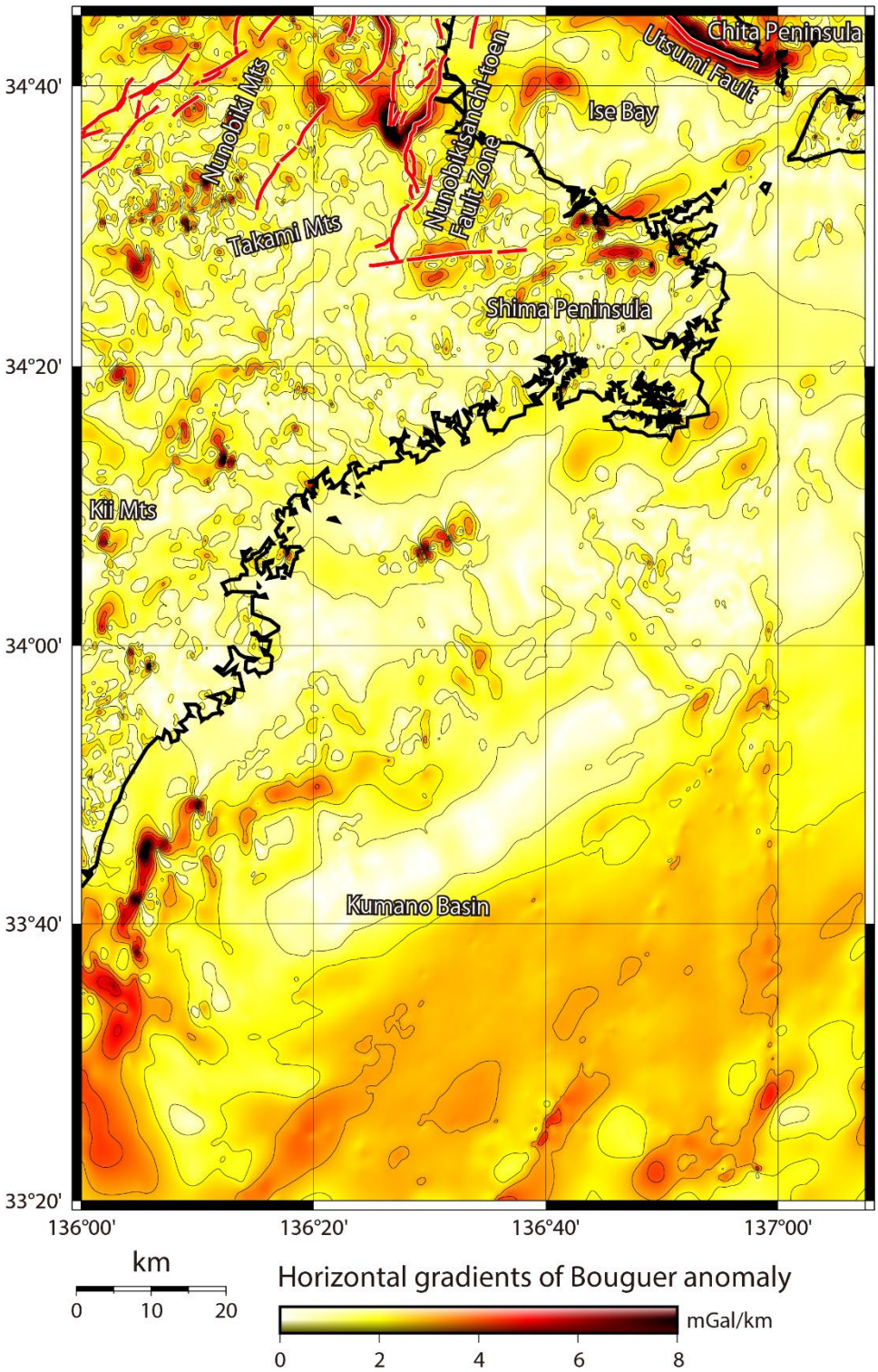


第 5 図　上方接続残差図

仮定密度が 2.56 g/cm^3 の重力図（第 3 図）から上方接続図（第 4 図）を差し引いた残差重力図．コンター間隔：2 mGal．第 1 図と同じ活断層・断層を赤実線で示した．

Fig. 5 Residual Bouguer anomalies obtained by removing the 2 km upward continuation.

Contour interval is 2 mGal. Red solid lines indicate the same faults as in Fig. 1.



第 6 図　水平微分図

仮定密度が 2.56 g/cm^3 の重力図から計算した．コンター間隔：1 mGal/km．第 1 図と同じ活断層・断層を赤実線で示した．

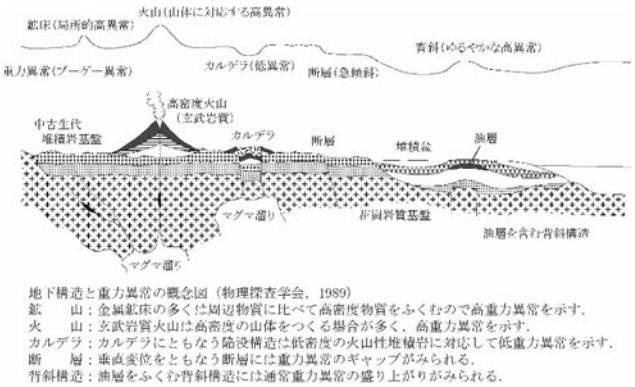
Fig. 6 Horizontal gravity gradient calculated from the Bouguer anomaly map shown in Fig. 3. Contour interval is 1 mGal/km. Red solid lines indicate the same faults as in Fig. 1.

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．

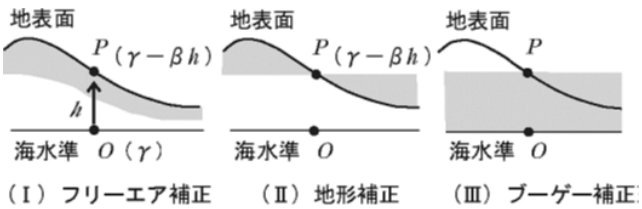


付図 1 地殻構造と重力異常の概念図

（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) γ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，

$$\Delta g_0' = g - \gamma + \beta \cdot h = g - (\gamma - \beta \cdot h)$$

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（$\gamma - \beta \cdot h$）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，β 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 ρの効果が除かれて，ブーゲー異常には ρ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．

$$\Delta g_0'' = g - \gamma + (\beta - 2\pi G\rho) \cdot h + \rho \cdot T + C_A$$

ただし，G は万有引力定数，ρは岩盤の密度（仮定密度），ρT は地形補正，C_A は大気補正である．

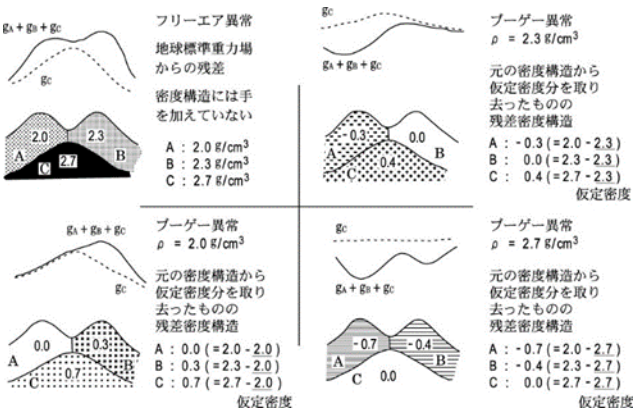
3．表層密度とブーゲー異常の仮定密度の関係

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．



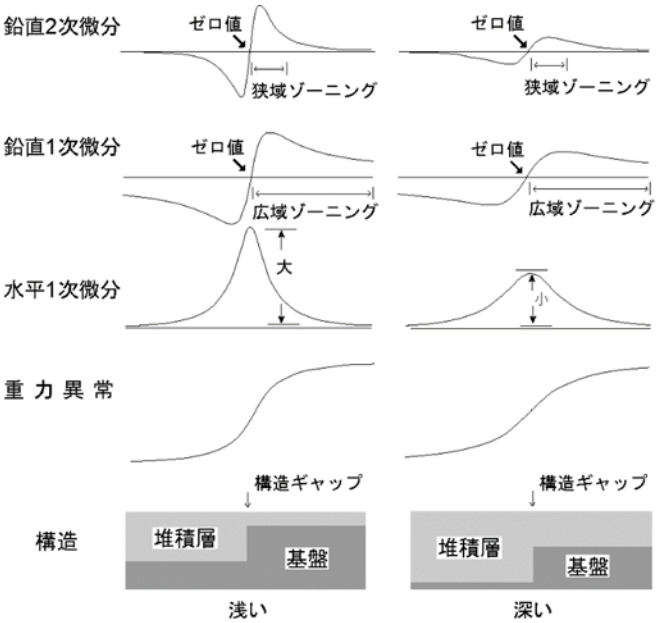
付図 3 仮定密度によるブーゲー異常のパターン変化の概念図

（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（或いは，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（或いは，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, 239p.

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

令和 4 年 10 月 26 日発行
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
AIST22-G15038

Geological Survey of Japan, AIST © 2022