

広域重力異常図の自動図化

我如古 康弘・小 山 薫
編 暦 課

Computer Drawing of a Gravity Anomaly Map

By

Yasuhiro Ganeko and Kaoru Koyama

Astronomical Division, Hydrographic Department

1. はじめに

広域の重力異常を問題にする場合、日本周辺においては、海域におけるデータが大きなウエイトを占める。広大な海域における重力測定は、ここ20年間の蓄積によりかなりの量に達しており、海域での重力異常の様子が知られるようになってきている。例えば、日本周辺の緯度 $20^{\circ}\text{N}\sim 50^{\circ}\text{N}$ 、経度 $120^{\circ}\text{E}\sim 150^{\circ}\text{E}$ の範囲において、現在、水路部で蓄積されている国内外の機関による観測データ数は、30万点を越えるに至っている。これらのデータは、すでに北西太平洋域の重力ジオイドの決定に利用されている(Ganeko, 1982)。

重力データの実際利用としては、数値データファイルの利用が基本ではあるが、図による視覚的・定性的な判断は、研究等の初期段階においては極めて重要な要素であると考えられる。すなわち、重力異常図の作成も、重要な意味があると言える。しかし、上記のような大量のデータをもとに図を描くことは、人力のみでは多大な負担となるばかりでなく、年々追加される大量のデータによって図を修正し、最新維持することは、ほとんど不可能なことである。従って、図作成へのコンピュータの利用及び描画の機械化は不可欠である。ここでは、重力データファイルと等値線プログラムCOMP S-IIを用いての、重力異常図の作成の試みについて述べる。

2. 自動図化の条件

等高線図の自動図化には、まず利用しやすい形となったデータファイルが必要である。水路部では、重力データファイルに関しては、JHDGFファイル(Ganeko and Koyama, 1981)を作成しており、重力異常等値線図の自動図化に利用することができる。図化の場合、地域ごとに分類されたデータを利用することが効果的である。JHDGFにおいては、各データに経度、緯度 $10' \times 10'$ のブロックまで細分された8桁の地域区分用インデックスが付されており(GSQNd)、全てのデータはこのインデックスをもとにソートを行い、地域分類を行うことができる。そして、地域分類化されたデータを用いて、重力異常値の補間ないし任意の大きさのブロック平均値を求めることができる。

汎用図化プログラムを利用する場合にしばしば問題となる点は、図化プログラムに含まれる補間法に余り頼ると、データの密度が不足している場合、物理的に不自然な等値線図を得ることがあることである。従って、物理データファイルからの第1段階の補間では、そのデータに適した補間(またはブロック平均値の推定)法を用いて、図化プログラムが有する補間法を用いても不自然な結果が出ない程度の十分な密度のデータを図化プログラ

ムに与えるようにする必要がある。ここで、“データに適した”と言うことは、データの物理的性質や測定精度を考慮したものと理解してよからう。

我々がここで用いる重力データファイルJHDGFは、広域的に見れば、データ分布の片寄りが大きいので、広域重力異常図を作成するためには、適当なデータ分布の平準化を行う必要がある。この平準化の方法として、生データから適当な密度の格子点で補間を行い、その格子点データを図化プログラムデータとするか、ある大きさのブロックの平均値を求め、その平均値を図化プログラムのデータとすることなどが考えられる。ここでは、重力ジオイドの計算用として準備された10'×10'ブロックの重力異常平均値を利用して、重力異常図を自動図化することとした。ブロック平均値を求めるにあたっては、重力異常の自己相関関数を用いた最小2乗推定法を用いており、重力異常の物理的・統計的性質及び測定精度を考慮している。(ブロック平均値計算の詳細については、Ganeko and Koyama (1981), Ganeko and Harada (1982)を参照されたい)。最終的に得られた10'×10'ブロック重力異常平均値データファイルは、JHDGF-T80A-BL10(Modified)(Ganeko, 1982)で、これは海域においては海上重力データ等から上記の最小2乗推定法によって平均値を求め、日本の陸部については国土地理院発行のブーゲー異常図から10'×10'ブロックブーゲー異常平均値を読み取り、同サイズのブロックの地形平均値から計算されるブーゲー補正値を加えてフリーエア重力異常平均値を得ている。

等値線プログラムに対しては、各ブロックの中心点にそのブロックの平均値を与える格子状のデータとして供給する。得られた10'×10'ブロック平均値の数は、日本周辺、緯度20°N~50°N、経度120°E~150°Eの矩形領域で、約25,000個である。アジア大陸部・黄海・オホーツク海においては、データの不足からブロック平均値の算出が不可能であるので、自動図化を行なえないことはいたし方ない。

結局、必要な環境条件

- ① 処理計算、図の描画に必要な機器を活用できること。
- ② マシンリーダーな形態でデータファイルの準備ができていること。
- ③ 補間が可能である十分な密度でデータが存在すること。
- ④ データの物理的・統計的な性質及び測定精度を考慮した補間法を利用できること。

等を目やすとして自動図化を試みることになる。

3. 自動図化の実際

水路部では、汎用等値線プログラム“COMPS-II”を利用することができる。このプログラムは、入力された全てのデータ点を頂点とする適当な三角網に編成し、描くべき等値線と三角網三角形の辺との交点列を求め、これを3次のスプライン曲線で結ぶことによって等値線を描画する方法を用いている。使用言語はフォートランであり、プログラムの大きさは約3000ステップ、実行には68KW(1W=36bits)のメモリーが必要である。COMPS-IIで一度に処理できるデータ点数は3000点である。

COMPS-IIの主要な機能は、

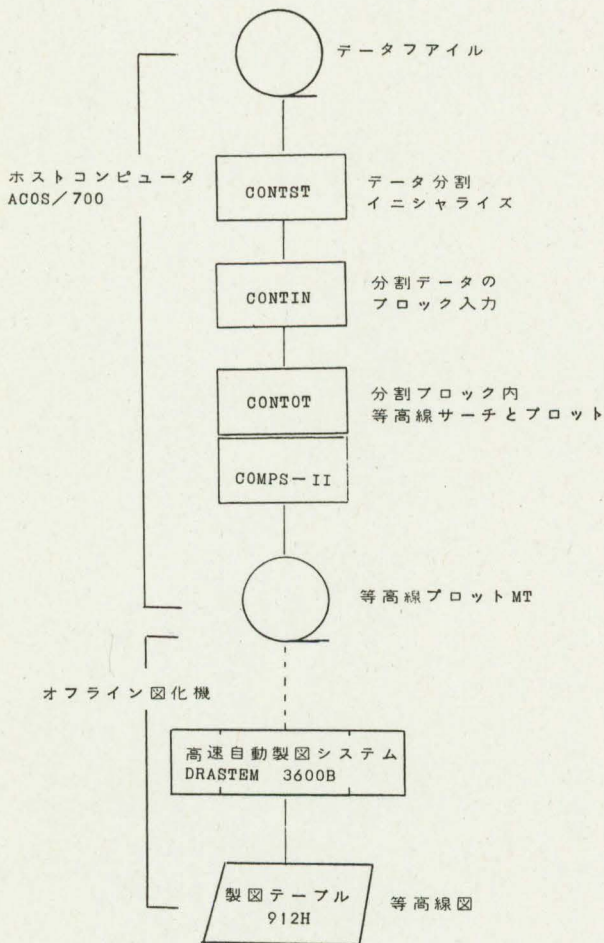
- ① データ点を頂点とする最適三角網の編成と、その表示
- ② 等値線の描画
- ③ 等値線に沿っての等値線値の表示
- ④ データ点とデータ値の表示
- ⑤ 等値線図のクリッピング

である。COMPS-IIによる等値線描画の作業フローは図1のようになる。COMPS-IIの三角網編成計算時間はデータ数の3乗に比例するので、余り多量のデータを一度に処理するのは得策でない。ここでは、ほぼ4000点を単位として処理を行うようにしている。重力異常図の描画に用いる10'×10'ブロック平均値の数は約25,000であるので、全体のデータを64ブロックに分割して処理を行っている。この分割作業はサブ

ルーチンCONTST, CONTINで行なわれる。分割されたデータはCOMPS-IIの本体部へ入力され、等値線の描画が行なわれる。

実際の図の描画は、オフラインの高速自動製図システムDRASTEM3600Bを用いるため、COMPS-IIの処理結果は磁気テープに出力される。データを分割する場合、分割区域の接合部が問題であるが、分割区域をある程度オーバーラップさせ処理することにより、等値線のつながりを滑かにする方法を用いている。ここではデータ点の8%をオーバーラップさせ処理している。等値線間隔の指示(ここでは20mGal)、等値線描画のペン選択(ここでは、負値:青色, 零値:緑色, 正值:赤色)等を含めて、描画のための細かな指示はCONTOTサブルーチンを通して行なわれる。

等値線図には地図も描く必要がある。これには、水路部所有の地図データMAP-IIを利用している。図2に最終的に得られたフリーエア重力異常図を示す。10'×10'ブロック平均重力異常を基にしているため重力異常の短波長成分は表現されていないが、この程度の縮尺ではこれで十分



第1図 等値線自動描画フローチャート

と考えられる。本図の原稿は先に述べたように、3色の等値線と、黒色の地図・経緯度線部を合わせて4色となっている。図を詳しく見ると、等値線の密集している場所で等値線の数値が互いに重って描かれていたり、一部等値線の形が不自然な所もあったりして、等値線プログラムに改良の余地があることがうかがえる。等値線の不自然な形を直すためには、COMPS-IIプログラムへ入力するデータを、更に高密度のものとする必要がある。この場合、処理時間の大幅な増大は覚悟しなければならない。図2の場合の計算処理はACOSシステム700で実行され、24,600の全データを処理するのに1時間44分のCPU時間を必要とした。更にDRASTEM3600B自動製図機による描画には約1時間30分が必要であった。

参考文献

Geneko, Y. Koyama, K. 1981: "Gravity data file of the Hydrographic Department and estimation of block mean gravity anomalies", Rep. Hydrographic Res., Japan Hydrographic Department, No. 16, pp. 103-120.

Ganeko, Y., Harada, Y. 1982: "Gravity anomalies around Japan", Rep. Hydrographic Res., Japan Hydrographic Department, No. 17, pp. 163-180.

Ganeko, Y. 1982: "10' X 10' detailed gravimetric geoid around Japan", paper presented at the IAG General Meeting, Tokyo, Japan.

FREE-AIR GRAVITY ANOMALY
BASED ON 10X10 BLOCK MEAN ANOMALIES
JHDGF-T81A-BL10

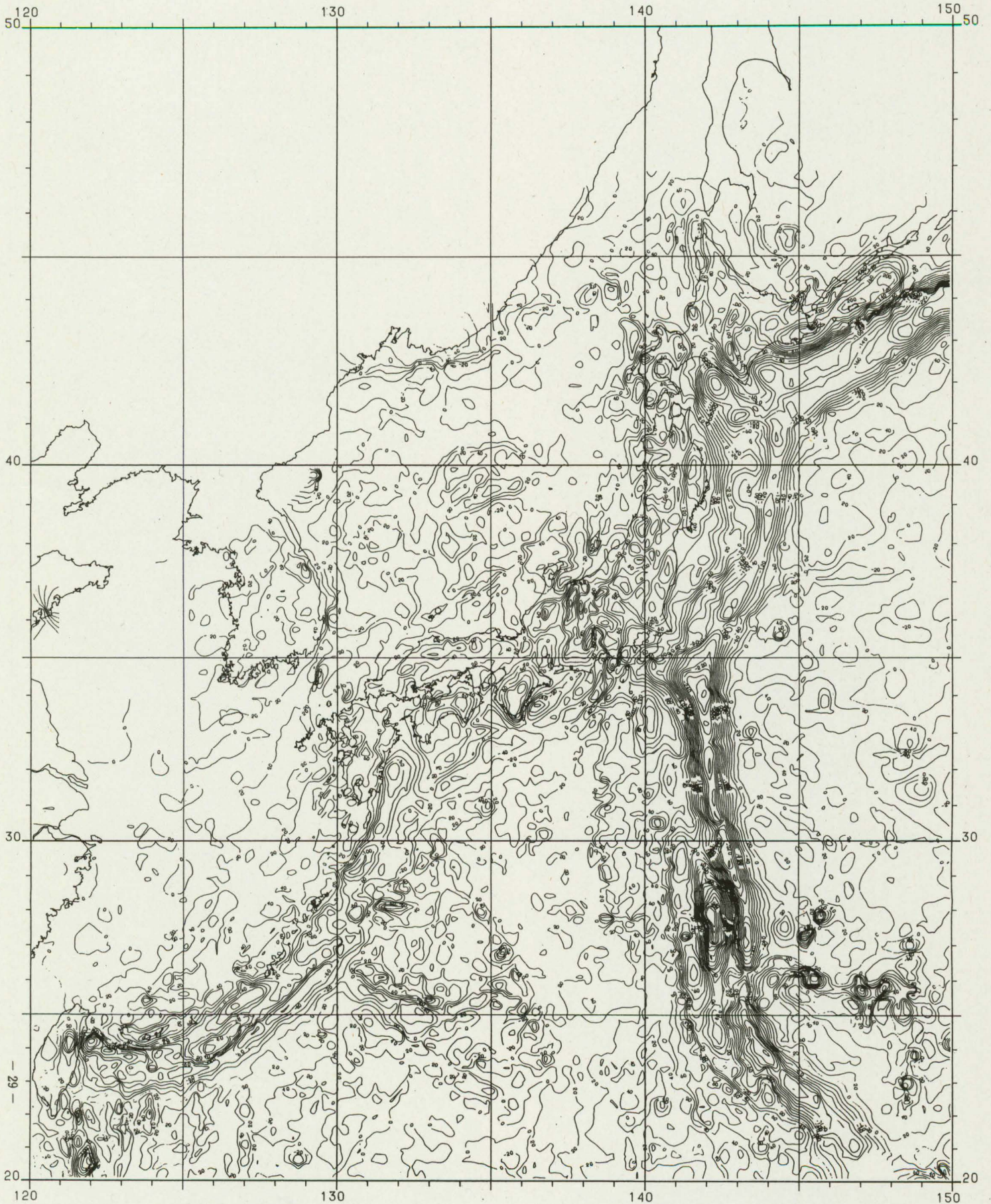


図2 フリーエア重力異常図(10'×10'ブロック重力異常平均値に基づく)