

ブーゲー異常再々考：フリー・エア異常への新古典的アプローチ

Bouguer anomaly revisited: a neoclassical approach to the free-air anomaly

野崎 京三 [1]

Kyozo Nozaki[1]

[1] 応用地質

[1] OYO

<http://www.jpгу.org/meeting/>

[背景] 現在使われているブーゲー異常の定義式 (Heiskanen and Moritz, 1967, P.131) には、地球自転に伴う遠心力の項が僅かながらも含まれている。これは、測地学的には本質的な矛盾を特には来たさないが、地球物理学的には、地球の内部構造を問題とする重力異常の「定義式」として好ましいものではない。一方、古典的なブーゲー異常（例えば、Garland, 1965, p.50）では、遠心力の項は含まれていないが、ジオイド高の概念が考慮されていない。言い換えれば、ジオイド面と正規楕円体面（準楕円体面）との区別がなされておらず、ジオイド高が陽（パラメトリック）に考慮されていない。このことは、地球の幾何形状を問題とする測地学的重力異常の観点から見れば、古典的なブーゲー異常は現代的に不備であると言わざるを得ない。現在のところ地球物理学的な構造調査においては、意識的であるか否かはさておき、上に述べた Heiskanen and Moritz(1967) による「現在のブーゲー異常の定義式」を Bouguer(1749) 以来の古典的な意味に勝手に解釈して代用しているのが現状と思われる。地球重力場という一つの対象に対して併存する現代のおよび古典的ブーゲー異常の関係は如何なるものか？ブーゲー異常の物理的意味は如何様であろうか／あるべきか？このような問題意識の下、Nozaki (2006) はジオイド高とプレイ更成された参照重力場とを考慮して一般化ブーゲー異常という考えを提案した。

[論点] 本稿では、この一般化ブーゲー異常の考え (Nozaki, 2006) に基づき、ブーゲー密度に依存しない「現点での一般化ブーゲー異常」という新たな概念 (station level density-free Bouguer anomaly) が、フリー・エア異常に対する古典的ではあるが新しい側面からの解釈を与えることを示す。即ち、この一般化ブーゲー異常が、地球物理学的には地下の密度構造異常を推定するための重力異常 (所謂ブーゲー異常) の計算手段を与えると同時に、測地学的には地球の幾何形状を推定するための重力異常 (フリー・エア異常) が満たすべき方程式 (物理測地学の基本方程式) を与えることについて議論する。議論の焦点は、とくに、ブーゲー密度への非依存条件 (density-free condition) を満たす重力リダクションと地形質量の取り扱い (地形補正とブーゲー補正に関する順補正と逆補正) とに置いている。

[結果概要] 現在においては、ブーゲー異常もフリー・エア異常も必要ない、という立場が一方ではあるが、フリー・エア異常のみならず地下構造を反映した重力異常としてのブーゲー異常は、依然として、人間の感覚に訴える重力異常の一つとして物理的な意味を持っている。主な結果は以下のとおりである：

(1) station level density-free Bouguer anomaly は、フリー・エア異常 FA とともに、物理測地学の基本方程式と同等な式を構成する。

(2) その中で、station level density-free Bouguer anomaly は、「重力乱れ (gravity disturbance)」の役割を演じている。言うなれば、station level density-free Bouguer anomaly は、「現点ブーゲー乱れ (station level Bouguer disturbance)」とでも言うべき量である。その境界条件は、地表面上で与えられる (Neumann 型境界値問題への回帰)。

(3) station level density-free Bouguer anomaly は、地表面への接続重力であるため、地形質量が分布していてもその影響を原理的に受けない (complete remove-restore process の実現)。従って、station level density-free Bouguer anomaly は、地形補正とブーゲー補正に伴う地形質量の再配分の影響 (indirect effect) を原理的に受けない。

以上より、地球の内部構造を問題とする「地球物理学的重力異常」としての所謂ブーゲー異常 (ブーゲー乱れ) と地球の幾何形状を問題とする「測地学的重力異常」としてのフリー・エア異常との関係が物理測地学の基本方程式を介して明確になった (Figure 1 参照)。

謝辞：南雲昭三郎先生、大久保修平先生、福田洋一先生から有益なコメントをいただいた。ここに感謝の意を表します。

参考文献：

Bouguer, P. (1749): La Figure de la Terre, Paris. (for Eng. tr.) Mackenzie, A. S. (translation and edition) (1900): The Laws of Gravitation, Memoirs by Newton, Bouguer and Cavendish, Scientific Memoirs IX, ed. by Ames, J. S., 160 pp., American Book Company, New York, Cincinnati, Chicago.

Garland, G. D. (1965): The Earth's shape and gravity, First edition, 183 pp., Pergamon Press, Oxford.
 Heiskanen, W. A. and H. Moritz (1967): Physical Geodesy, 364 pp., Freeman and Company, San Francisco.
 Nozaki, K. (2006): The generalized Bouguer anomaly, Earth, Planets and Space, 58, 287-303.

Station level ρ_B -free Bouguer anomaly

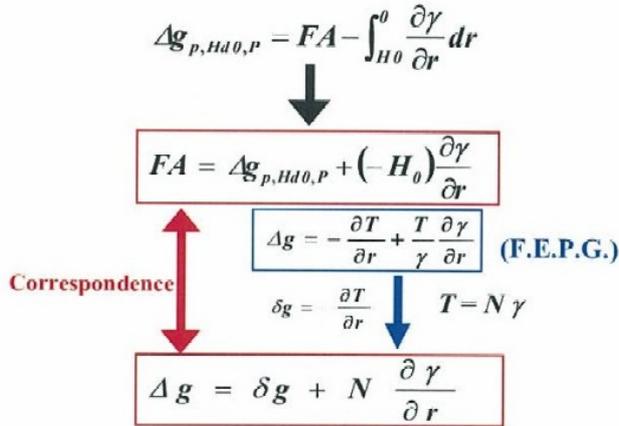


Figure 1. Correspondence between the equation of the station level density-free (ρ_B -free) Bouguer anomaly and the fundamental equation of physical geodesy.

T denotes the disturbing potential, N the geoid height, γ the normal gravity, r the vertical coordinate positive upward, Δg the gravity anomaly, δg the gravity disturbance, FA the free-air anomaly and H_0 the elevation (orthometric height) of the normal ellipsoid. There exists an intimate tie between the equation of the station level ρ_B -free Bouguer anomaly $\Delta g_{p,Hd0,P}$ (uppermost equation) and the fundamental equation of physical geodesy (F.E.P.G.) via the Bruns' formula $T = N\gamma$ and the gravity disturbance δg . FA corresponds to Δg , $\Delta g_{p,Hd0,P}$ to δg and $(-H_0)$ to N .