

P.09 アルティメータ重力によるジオイドモデルについて

海洋研究室 笹原 昇・田中友規

ジオイドは仮想的に地球表面を海水で満たしたときの形状(面)であり、高さ(水深・標高)の基準となる。海水はこの基準からみた海面の高さ(力学的海面高 SSDH; Sea Surface Dynamic Height と呼ばれる)の高い方から低い方に流れる。力学的海面高が同じ海域の場合には海水はどの方向にも流れないが、実際には風などにより海面は凹凸があるために力学的海面高の差による海水の流れが生じる。海面の高さとジオイドから海水の流れ(地衡流)を求めることができる(図 1)。

ジオイドを決定する方法はいくつかあるが、海洋情報部では重力データを解析する方法を採用している。重力は地球質量によりその中心方向へ引かれる力(引力)と自転により外側へ振られる力(遠心力)の合力である。その大きさは重力を測定する場所にある物質密度(重さ)によって変わり、ジオイドの高さも物質密度による影響を受ける。したがって地球表面における重力の分布はジオイドの分布を反映しており、重力データを解析することによってジオイドを決定できる。当部では 1960 年代から船上重力観測をはじめ、その船上重力データを主として 1980 年に Ganeko(1980)がジオイドを計算し 2006 年に笹原・他(2006)も計算し、今日までに改良が行われてきた(図 2; 海域ジオイドモデル MGM2008)。

ところで、重力データには衛星海面高度計(アルティメータ)から得られるものもある。アルティメータは衛星軌道にある衛星から電波を海面に向け発射、海面から反射してくる電波を受信し、その送受信の時間差から海面高を測定する装置である。この海面高の傾斜を解析して重力(以後、アルティメータ重力とする)に変換する。船上重力データはアルティメータ重力と比較して、細かな重力の変化(短周期成分)を捉えているものの、観測時間の制約を受けるために、海域によってデータ密度が均一ではない。一方で、アルティメータ重力は汎地球的な衛星軌道によってほぼ全ての海域(極付近の一部を除く)で均一にデータが存在するが、陸域付近のデータ精度が悪く(陸上にある物体によって電波が乱される)、大まかな重力の変化しか捉えることができない(衛星軌道からの測定のため)欠点がある。海域ジオイドモデルの解析には主に船上重力データを使用したが、データ密度の疎い海域ではアルティメータ重力によって補間した(笹原・他, 2006)。このため、海域ジオイドモデルの精度検証にはアルティメータ重力の精度検証が重要となる。

海上では比較用の絶対重力測定が困難であり、アルティメータ重力でジオイド(以後、アルティメータジオイドと呼ぶ)を決定し、そのジオイドから得られる力学的海面高と海水の密度分布(電気伝導度(Conductivity)、温度(Temperature)、水深(Depth)などの CTD データから計算)から得られる力学的海面高を比較した。図 3 に対象海域にある CTD 観測線を示す。

その結果、両者には強い相関(図 4)があるが、観測線ごとに SSDH のプロファイル(図 5)をみると一部海域において両者に大きな差があることが分かった。この原因は MGM2008 の SSDH が CTD のものと差があまりないことから判断するとアルティメータ重力の短波長成分の不足によると思われる。また、アルティメータと MGM2008 の SSDH が一致し、CTD のものとはずれている観測線(アルティメータ重力によって補完された海域)もあり、MGM2008 の精度検証には船上重力のデータ密度の疎い海域においてアルティメータジオイドの誤差を確認する必要がある。

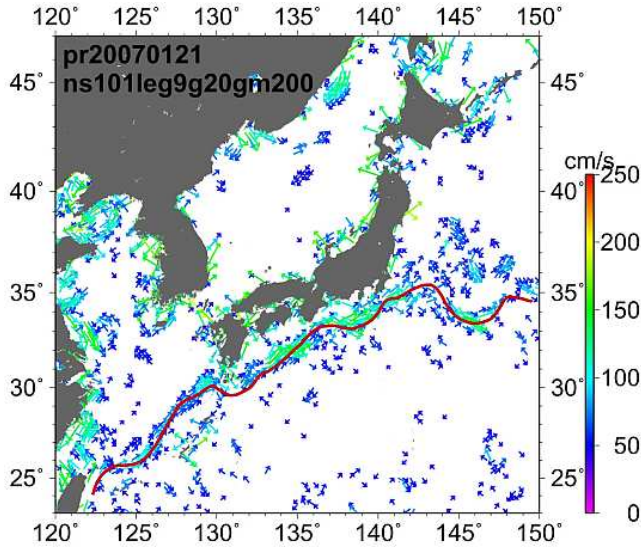


図1 海面の高さとジオイドから算出した地衡流の例
(実線は海洋速報から抜き出した黒潮)

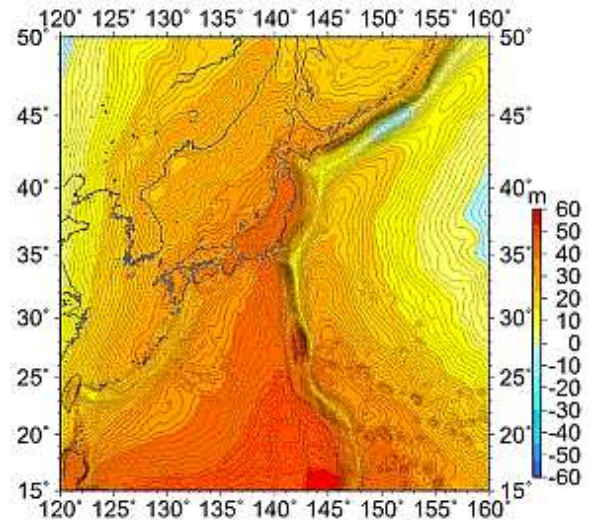


図2 海域ジオイドモデル MGM2008

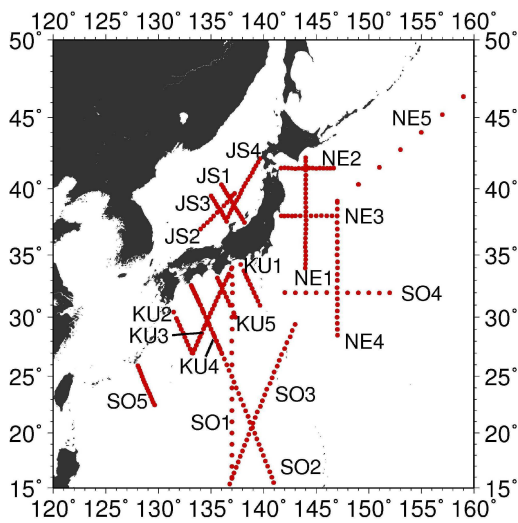


図3 CTD 観測線

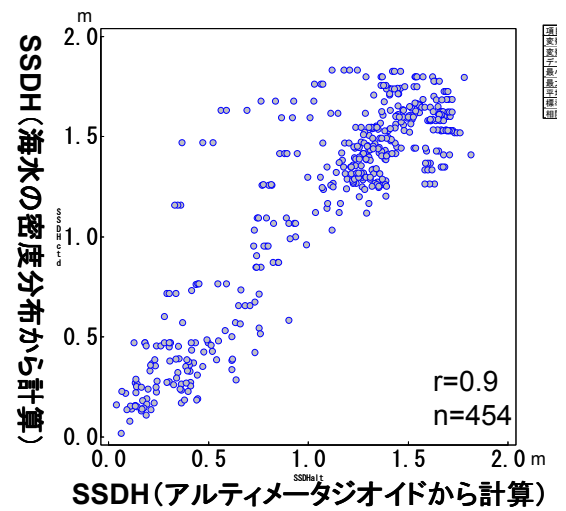


図4 アルティメータジオイドと海水の密度分布から計算した SSDH の相関

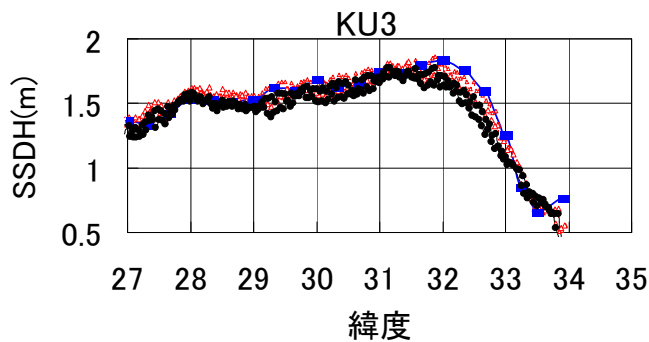


図5 海域ごとの SSDH のプロファイルの一例
(■は CTD、●はアルティメータジオイド、△は MG2008 による SSDH を表している。)