

地球楕円体面上の面積計算

千葉工業大学 学生員 野崎康平
アイサンテクノロジー株式会社 非会員 中根勝見
千葉工業大学 正会員 小泉俊雄

1. はじめに

明治以来、日本の測地基準として使用されてきた「日本測地系(Tokyo Datum)」に代わり、世界基準である「世界測地系(日本測地系 2000)」が 2002 年 4 月施行された。この改正測量法第 11 条では、距離及び面積の基準面は楕円体面と定められている。

しかし、実際の表示面積は楕円体面の値でなく、平面直角座標系の値を使っている。その結果、場所によっては表示面積が変化する。法に基づく楕円体面上の面積を求める場合、その裏付けとなる計算式が必要となるが、我国ではその計算式が定められてない。今回数値積分法により任意の楕円体面上の面積を求める事を試みた。

2. 面積計算の現状

電子計算機が開発される前までは、楕円体面上における計算処理に手間がかかったので、できる限り平面上で処理するようにした。また、狭い範囲の面積の処理には、平面座標系は直感的で分かりやすいが、楕円体面を平面で近似した場合には、処理範囲が広まるほど歪みが大きくなることから、距離における歪みが 1/10,000 程度に収まるような次の 3 つの条件により、楕円体から平面への投影が行われた。原点を通過する子午線の距離とその平面への投影された距離の縮率が一定で、その値は 0.9999 である。楕円体上の角と平面上の角が等しくなるような等角投影。楕円体面と平面の距離の差が 1/10,000 以下になるよう 200km × 200km 程度の狭い範囲に適用する。

この投影法では下図に示すように、原点から東西に離れるにしたがって縮率が增大する。例えば、原点から約 90km 付近離れた場所では平面と楕円体面の距離は等しくなり、面積は等しくなる。原点から 130km 離れたところでの平面距離は楕円体面距離より 1/10,000 長くなる。従って、平面上の面積は 1/5,000 だけ楕円体面上の面積よりも大きくなる。逆に、原点付近での平面距離は 1/10,000 短く、その面積は楕円体面上の面積よりも 1/5,000 小さくなるのが分かる。

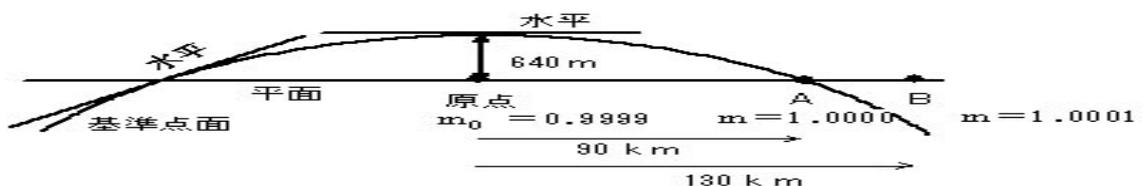


図 1. 平面座標の縮率

3. 数値積分誤差の原因

今回行う楕円体面の求面積手法は、数値積分によるものである。この手法による数値計算誤差は、次の 2 つがある。楕円体面上面積と平面上面積の換算は近似式により行われるので、数値積分面積が大きい場合両数学モデルの違いによる誤差。面積区分を小さくし過ぎた場合、計算誤差の累積により生じる誤差。前者は区分する面積を大きくすると生じる誤差である。後者は区分する面積を小さくすると累積する誤差である。従って、面積誤差が最小になるような区分面積の範囲を求めなければならない。

キーワード：楕円体面、面積、数値解析

連絡先：千葉工業大学 津田沼校舎 (千葉県習志野市津田沼 2 - 17 - 1)

4. 経緯度から面積を求める計算

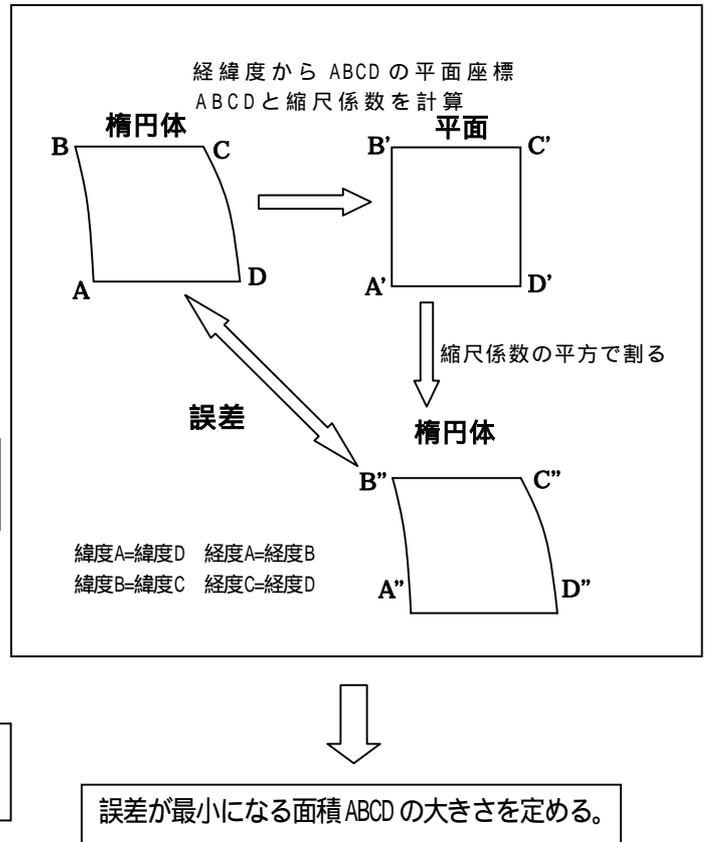
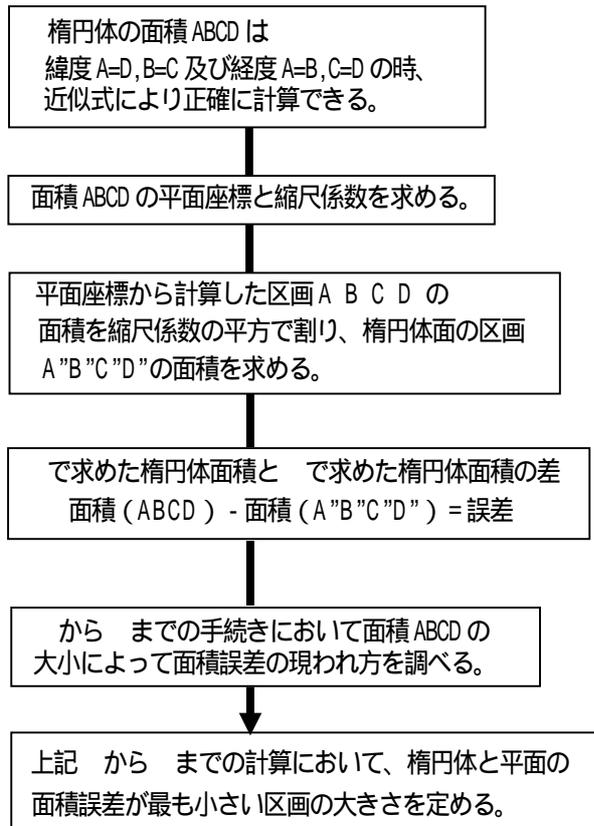


図.2 面積の表現による誤差の算出

5. まとめ

右図は、分割する区画の面の大小と面積誤差の関係を示してある。グラフを見ると、最も誤差が小さくなったのは経緯度の差が 1 ~ 2 秒の間であり、この時の面積範囲は南北及び東西方向にそれぞれ約 50m である。おおよそ 50m 四方の面積を最小区画とした場合が最も数値積分誤差が小さくなること分かる。この範囲は、1 辺が 50m である 4 級基準点程度ということになる。従って、おおよそ 50m 四方を最小区画とした平面直角座標上の面積を計算した後、楕円体面の面積に換算し、それらを積分すればにより調査地域の楕円体面上の面積を求めることができる。

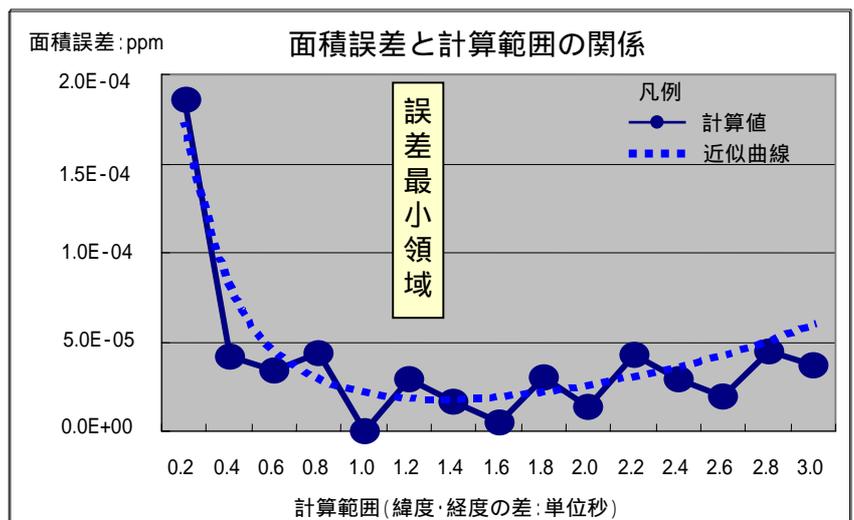


図.3 楕円体と平面の面積誤差