

緯度・経度と区間距離

de JA1RIZ

電波の伝搬距離を測るとき、Aポイント・Bポイントの緯度・経度を求めたのち、計算ソフトにより算出する方法が一般にとられています。

そこで、「経度」とは、イギリス・ロンドン郊外のグリニッジ天文台を、経度=0° とし東回り 180° までを東経とし西回り 180° を西経と決めていることはご存知のことと思います。

経度の『原点』についてはそれが決まるまでには、いろいろと歴史があったようです。海運国イギリスは 1750 年頃からグリニッジ天文台において海上で船の位置を正確に知る必要から、天文観測・研究を行っていました。その為、子午線(子午線=経度)の基点をグリニッジ天文台として経度が決められました。その後、経度の基点をどこにするか(フランス)カナリア諸島フェルロとの論争があったようですが、イギリスを支持する国が多くグリニッジが世界的に認められました。アメリカは広大な国土の測量の必要から、いち早く 1850 年にグリニッジ子午線を採用しました。日本は 1888 年(明治 21 年)から採用しています。

因みに『子午線』の意味は、「子(ネ)」の方角=真北と「午(ウマ)」の方角=真南を結ぶ線という意味であるとのこと、ナルホド！と一人感心した次第です。

一方「緯度」は、赤道を0° に取り北極点(北緯 90°)までが北緯、南極点(南緯 90°)までが南緯に決められています。

現在の日本の測量法は、平成 14 年 4 月から改正施行された世界測地系(GRS)によって緯度・経度が決められています。

それまでは日本測地系(ベッセル)で規定されていて、地球を完全な円形楕円体とし、天体観測により緯度・経度の原点を決めて地上測量(三角測量)によって決定された日本測地系緯度経度でした。

しかし、現代の測量技術…GPS(全地球測位システム)及びGIS(地理情報システム)…の測定・利用技術の進歩により世界標準が必要になってきました。この為、世界測地系(GRS)に移行したわけです。

両方の測地系の大きな違いは、地球を完全楕円体として考えた時の形状・大きさを決める要素となる長半径と扁平率の値です。

測地系	長半径(m)	扁平率	世界測地系と日本測地系の差
日本測地系(ベッセル)	6377391.155	1/299.152813	長半径 739.845m 0.0166(%)
世界測地系(GRS-80)	6378137	1/298.257222101	扁平率 0.2994(%)

また歴史に戻りますが、日本測地系の基準の元祖の地球の原点と楕円体の計算方法をあみだしたベッセル(1784 天明 4 年～1846 弘化 3 年) はドイツ生まれで有名な数学者ガウスらと同世代の人で

す。日本は江戸時代後期で、日本の誇るべき地図作成に貢献した伊能忠敬^{いのうただたか}は 1800 年から測量

を開始していました。伊能忠敬は、名主でしたが49歳で隠居、50歳から幕府・天文方(暦の作成)として活躍55歳から地図作成にあたった。一方、ベッセルは公務員の息子で、14歳で徒弟として貿易会社に入り経理係勤めるうち、その数学の能力を航海上の様々な問題を解くのに使っていた。このことからさらに、海上での経度を定める手段として使われた天文学にも興味を持つようになった。その後、天文台の助手となり恒星データ研究により、彼は26歳で天文台長に任命されている。

約200年前に活躍した彼ら先人のお陰で現代の測量技術が成り立っている、その歴史をみると多くの科学の集大成により支えられているといえます。

さて、世界の緯度の基点はイギリス・グリニッジですが、日本はどこかご存知でしょうか。

日本の緯度・経度の原点は旧東京天文台あと(東京都港区麻布台2丁目)に決められています。水準点の原点は、永田町1丁目・国会議事堂の地面(海拔24.4140m)です。旧天文台跡地でないのが面白いところです。

話を本題にもどします。日本測地系から世界測地系に移行された時、日本の基準点で経度は西偏約11"、緯度は南偏約11"とずらしました。

それでは、緯度・経度から距離を求める方法ですが、地球はゆがんで楕円体になっているため、その球面上の弧の長さを割り出すので結構複雑な数式になっています。

地球の大きさに関する表(ベッセル)(理科年表2002)

緯度(ϕ) ($^{\circ}$)	経度1度に対する 弧の長さ(l_1) (Km)	経度1秒に対する 弧の長さ(l_2)(m)	赤道から各緯 線までの子午 線長(l_3)(Km)	緯度1秒に対す る弧の長さ(l_4) (m)
0	111.319	30.92	0.00	30.72
5	110.899	30.81	552.89	30.72
30	96.486	26.80	3320.11	30.79
35	91.288	25.36	3874.59	30.82
40	85.394	23.72	4429.53	30.84
85	9.735	2.70	9443.51	31.02
90	0.000	0.00	10001.97	31.03

上表を見ていただきますと、緯度5°と85°のところの経度1秒あたりの弧の長さは、それぞれ30.81m⇔2.70mと大きな差。緯度1秒あたりの弧の長さ30.72m⇔31.02mと差が出てきます。

2点間の距離計算は、Aポイント、Bポイントの緯度・経度を、地球を完全楕円体として、それぞれX座標、Y座標に変換して楕円体球面の弧長として求めています。

したがって緯度・経度から距離を求める時、緯度の差に注意する必要があります。この差が前記した「扁平率」ということになります。

実際に、日本測地系と世界測地系ソフトで黒山展望台～宮城・蔵王の緯度・経度を入力して距離の計算させた時に、その差は10cmオーダーまでは出てきませんでした。長い距離ではいくらかの差が出てくるのでしょうか、200、300Km位では余り問題とならない差と思われます。

現在は、2ポイント間の距離は、国土地理院測地部のページ(便利なプログラムデータ)「距離と方位角の計算」で最新のデータが求められます。

(<http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/bl2stf.html>)

これを使えば、各ポイントの緯度・経度を調べて入力すると、すぐ各ポイント間の距離を知ることができます。

追加の話題として、天体観測によって決められた天文経度と、世界測地系の経度には『差』がでるそうです。その理由として、世界測地系では地球を完全楕円体として捉えているのに対して、実際の地球は地下の物質の密度が一樣でないので水面を連ねた曲面が凸凹していて完全楕円体でないため。その差は東経 135° の子午線(明石天文科学館)で約120mになるそうです。

自分が伝搬距離計算で、各ポイント間の計算をする時、各区間の平均的な緯度・経度の1秒のこの長さを決め、それぞれの緯度・経度の差を求めて乗数計算(掛け算)して概略値を求めています。これでもある程度の比較はできます。しかし、もう少し工夫ができればと思うのですがアナログ系の電腦では付いて行くのが…。Hi hi 240グループの中にはこのあたりに詳しいOMさんがおります。更に、どなたか良い方法があるようでしたら発表をお願い致します。自分の場合、し様がありませんので、最終的には別途のソフトで検証しております。よって、発表数値は、かなり正確な数値になっていると思いますのでご安心いただきたいと思います。

(以上)

【参考文献等】

理科年表(平成 14 年版)

測量法(国土地理院)

ウィキペディアフリー百科事典

明石天文科学館ホームページ

地歴高等地図(帝国書院・平成 11 年版)

JJ1SXAさんHP参照