

情報通信技術 と 測量

伊理 正夫

東京大学名誉教授
(財)日本測量調査技術協会 会長

測量 (< 測天量地) は数学の基

幾何学 geometry = geô (地) + metrô (測る)

- ◆ Plato学派 (ca. 3世紀 B.C.) のモットー

θεὸς ἀεὶ γεωμετερεῖ

(God is always doing geometry)

- ◆ 天体 (特に 月) の運動理論

大航海時代

緯度は(北極)星の高さで

経度を知るには世界共通の時計が必要

“星は文字盤, 月は針”

(精密なクロノメーターの発明, 無線の時代へ)

- ◆ Gottfried Wilhelm LEIBNIZ (1646–1716)
Calculus: ca.1675, Determinant: ca.1680
- ◆ Sir Isaac NEWTON (1642–1727)
Calculus: ca.1675, Newton力学→天体運動理論
月の運動理論と精密な観測
(Greenwich 天文台創設者 Flamsteed との確執は有名)
- ◆ 関 孝和 (1642–1708)
Calculus: 1674(発微算法), Determinant: 1683

Geodesy (測地) と Surveying (測量調査):

◆ Karl Friedrich GAUSS (1777–1855)

- ・ 19世紀の大数学者

- ・ 最小二乗法: 1801–

《論文は知られていないけれど実際に使っていた;

Gaussの消去法も》

- ・ “Theoria motus corporum coelestium” 1809

- ・ Göttingen 天文台長: 1807–1855

- ・ Niedersachsen 州 (≡ Hannover) の測量の指揮: 1818–
(1820 –1830 頃 測地と測量に関する多くの論文)

◆伊能 忠敬 (1745–1818)

1800 (55歳) – 1817 :

日本全国の精密測量の指揮
“伊能忠敬測量隊”

多様な縮尺

計10回のプロジェクト

《多くの研究・ホームページ等あり》

近代日本の測量と地図

◆ 明治維新・開国(1868)

“和魂洋才”の時代

▪ 幾らかの変遷を経て

陸軍参謀本部 **陸地測量部** が管掌

▪ 初期には伊能図が下敷き

▪ 1/50000 国土基本図完成(現在の基本図は 1/25000)

◆ 第二次世界大戦敗戦・終了(1945)

内務省/建設省 **地理調査所** →

建設省/国土交通省 **国土地理院** (1960)

海は (海軍(省))水路部

運輸省 水路部

海上保安庁 水路局

海上保安庁 水路部

海上保安庁 海洋情報部

- ◆ 地図マニア，地図御宅は多い
- ◆ 測量や地図の基本は“幾何”なのに初等・中等教育の数学の中では測量や地図に関連付けた幾何学が次第に軽視
- ◆ 技術革新はこの分野においても激しい
- ◆ 情報通信技術(“物理”の勉強が大切)との関連は特に
- ◆ GIS (Geographic Information System) は
今や 社会情報基盤 と言える

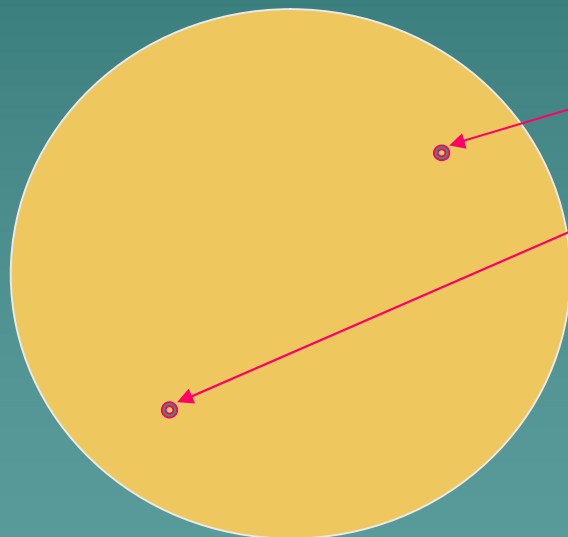
いくつかのキーワード <1>

VLBI (Very Long Baseline Interferometry)

長い基線の正確な長さが決定できる



電波星



電波の不規則性を利用し
長時間の相関を取る

いくつかのキーワード <2>

★ 1949年測量法 における測地系

Bessel 楕円体 (日本近辺で地球をよく近似)
と それに基づいた日本測地系

★ 2002年測量法 における測地系

地球楕円体 (GRS80, WGS84) に基づく
世界測地系 (ITRF94, WGS84)

メッシュデータも世界測地系に即したものに改定
(日本における平面直角座標系も)

扁平回転楕円体GRS80

- ◆ 中心は地球の重心
- ◆ 短軸は地球の自転軸
- ◆ 長半径
=6,378,136m
- ◆ 扁平率=1/298.257

いくつかのキーワード <3>

測位衛星 [GPS (US), GLONASS (Russia),
Galileo (EU, 中国, etc.),
日本の準天頂衛星]

と

レーザー測距離計

により測量の精度が格段に向上

[三角測量の角が不要に?]

その結果 ----- 驚異的な精度の向上

長さ(極から赤道までが一萬料) も

時間(地球の一回転が 24 時間) も

地球とは独立な定義に

光速は計るものではなく定義するものに？

精度が高くなることの功罪：

千数百個の電子基準点

→ 日本列島の地殻変動が時々刻々分かる

地球はブヨブヨ

相対論的効果も考えなくてはならなくなる

.....

地球の自転・公転速度

- ◆ 地球の赤道に沿っての地表の自転速度

$$\doteq 463\text{m/s}$$

- ◆ 地球の公転速度

$$\doteq 45.4\text{km/s}$$

- ◆ 公転速度による

Lorentz 短縮の割合:

$$1 \times 10^{-8} \text{ くらい}$$

重力と時計

「GPS 衛星はいくらか
重力の小さい高度を
飛んでいるのでその
ために発信周波数を
調整する必要がある」
との説がある

地理空間情報活用推進基本法

現在国会で審議中：

- ◆ **地理空間情報** について国として為すべきことを整理する.
- ◆ 基盤情報を整備・保守し，重複投資を避け，活用の便を図る.
- ◆ 等々



膨大なデータに対処するための
一つの要件として

標準化の意義

◆ ISO/TC211
on “Geographic Information / Geomatics”

◆ 日本版 “地理情報標準” [上記の翻訳 JIS]

(財)日本測量調査技術協会:

ISO/TC211 の国内審議団体として標準の整備・普及に努力

これからの GIS

- ◆ 3D : 位置に“高さ”を加えたもの

 - “2.5次元”と呼ぶこともある

 - laser scanner (laser profiler, Lidar,...) 技術の進歩!

 - 5m 間隔の高さデータが次第に整備

- ◆ 真の 3D へのチャレンジ

 - 空間へ, 地下へ, 建物の中へ, . . .

- ◆ 4D-GIS

- ◆ real time GIS

[inter-operabililty の更なる実現に向けて]