

研究会の準備等ご苦労様です。

### 1. 第3回の議事録いただきました。

非常に良く出来ていて、担当者のご努力に感謝をお伝えください。

下記点の修正よろしくお願ひいたします。

1. 2頁上17, 18 「因数」⇒「引数(ひきすう)」に修正。
2. 7頁下20「Root Mean Squared 誤差」⇒「RMS 誤差」に修正。
3. TS とネットワーク型 RTK による地積測量図作成の座標変換に関しては、当社教程「中根、横井：地球上の位置を表す理論とその仕組み」第7章座標変換に詳しく説明してあります。
4. RMSE (=不確かさ) の使い方は、JIS 及び ISO では、この定義が見当たらない。

### 2. 第4回資料に関する意見

第4回資料を読んで、全体的に下記項目のような内容が考慮されることを望みます。

#### 2.1 数学、測地学及び ISO (JIS) に使われている用語に統一し、他分野との整合を計る。

1. 配布資料1 1頁 「RMSE」の公用語は「RMS 誤差」(JIS X 7114 参照) 準則においても「RMS 誤差」として使われている。RMS 誤差は、[Mean Square Error (平均2条誤差の正值の平方根)] で20世紀後半になって使われ出した統計量の尺度である。昔使った「平均二乗誤差」とは異なる。
2. 資料1 2頁 「基準値」は、公用語「参照値」(JIS X 7113 参照) ISO 19116 は [reference value] となっている。[reference]の日本語訳として「基準」とする場合が多いが、JIS は「参照」としている。

#### 2.2 用語の統一

「較差」という用語が頻繁に使われるが、その内容は「誤差」又は「閉合差」の場合が多い。昔は(現在でも別表四)「出会い差」の用語が使われている。統一した方が良いのではないか?

上記で述べた「RMSE」⇒「RMS 誤差」、「基準値」⇒「参照値」もである。

### 3. マニュアル作成に関する事項

#### 3.1 正確な日本語で記述する。

法律及び規定の文章は、小説の文章とは異なり誰が読んでも一意に解釈できるように決められている。

1. 主語を明確にする。例：第17条第3項「計画期間は、」が抜けている。
2. 主語を明確にするため、主語の後に「、」をつける。例：第18条及び第20条。
3. 正確な接続詞を使う。例：第20条の文章中に「並びに」がどこかに入る。  
「なお、」という接続詞は使わない。「なお効力を有する」のように副詞として使う。

### 4. 推測統計学の導入

#### 4.1 標準偏差

中学校、高等学校学習指導要領数学科編(試案)昭和26年(1951)改訂版において、高校の数学に式(1)に示す標準偏差が導入された。

$$\text{標準偏差 } \sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad \bar{x}: \text{平均値} \quad \text{式(1)}$$

一方、測量法第51条に定める国土地理院長が行う測量士国家試験問題の受験テキスト(日本測量協会発行)は、式(2)に示す標準偏差を定義している。

$$\text{標準偏差 } \sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \tau)^2} \quad \tau: \text{新値} \quad \text{式(2)}$$

式(2)は、高校教育で使う標準偏差と異なる。その理由は、式(2)は、大きなデータを前提とした記述統計学に基づくものである。データが大きい場合、平均値は真値に近づくという前提で成り立っている。

実際の測量データは、大きいとは限らないので、小標本でも扱える記述統計学を導入しなければならない。文部科学省とは異なるような式の導入は、直ちに改正すべきであろう。

## 4.2 座標観測の導入

現行準則は、座標観測を確定論変数として、重量無限大の固定値として扱っている。座標は、観測値であり、誤差をもっているため、先験的に定めた分散を重量とした観測値として扱う。

## 4.3 $\chi^2$ 検定の導入

網平均計算結果算出される後驗的分散は、 $\chi^2$  検定により、棄却基準を明確にする。現行の棄却基準は、根拠不明のかなりあてずっぽうの感じがする。

## 4.4 多角網

多角測量は、図形が弱く、異常値の検出力が小さい。すなわち、未知点のDOPが良くないのである。そのため、測地網に多角測量法式を採用するのは、好ましいことではない。具体的計算例を以下に示す。

4級基準点測量における単路線は、路線距離700m及び辺数15辺の制限を示している。4級基準点間の辺長50mとすると、 $700\text{m}/50\text{m}=14$ 辺が与えられる。東西方向の単路線を考え、出発点及び終点を固定する。出発点における方向角を与える。観測値に用いる標準偏差は、準則に定められた距離誤差 $m_r=(0.010\text{m}+5\times 10^{-6})$ 及び方向誤差 $m_s=13.5''$ を使う。式(3)に示す網平均計算後の単位重量当たりの標準偏差は、4級基準点に示す $20''$ を使う。その結果が、図1に示されているように、 $20''/13.5''=1.5$ が得られる。この場合、南北方向のずれが大きくなり、No9では $1.5\text{DRMS}=0.045\text{m}$ 程度で、標準偏差にすると $0.045\text{m}/1.5=0.03\text{m}$ 程度と大きくなっている。同様に、東西方向の4級基準点の単路線9辺の計算結果を図2に示す。中間のNo6の標準偏差は、 $0.02\text{m}$ 程度である。多角点の路線内における位置の標準偏差の規定はないが、国土調査法施行令第15条別表第四に規定された座標の標準偏差(甲一) $=0.02\text{m}$ を基準とすれば、単路線における辺数は、10辺が限度であろう。

図1の場合、観測値の数は、64で未知数の数は62で余剰観測値(自由度)は2であり、平均余剰数は0.03と極めて小さい。図2の場合、観測値の数は、44で未知数の数は42で余剰観測値(自由度)は2であり、平均余剰数は0.05と図1と同様に極めて小さい。従って、異常観測値を検出する力が弱い。図1に示すように、点数が多いと南北方向のふらつきが大きくなる。図2に示すように、単路線の辺数は、せめて10辺程度に抑えれば、位置の標準偏差 $0.02\text{m}$ 程度に抑えることができる可能性がある。

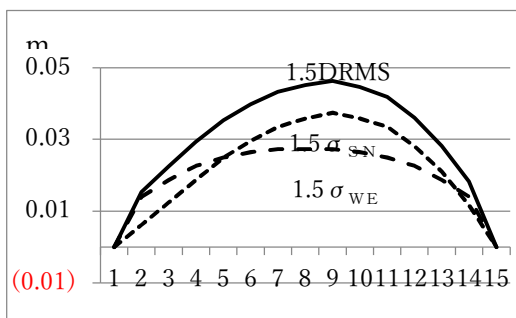


図1 14辺単路線多角測量の誤差推定

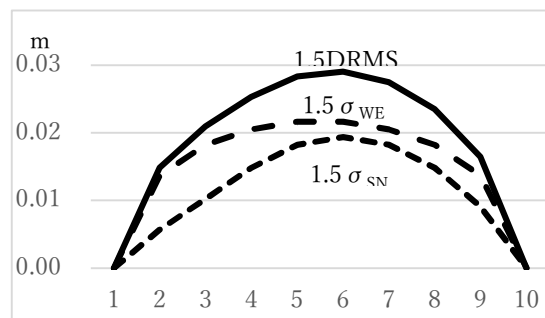


図2 19辺多角測量の誤差推定