

## IV-17 計算機を用いた測量の演習システムについて

苫高専 正会員 の中 辻 隆  
 “ “ 浦 島 三 朗  
 “ “ 広 川 一 巳

1 まえがき 土木教育に計算機を用いた実施例が、応用力学をはじめ 数多く報告されている。数値問題演習における計算機利用の有用性は、これらの報告で述べられているように 少なからぬものであると思われる。苫高専においても、測量のための演習プログラムが企画、開発された。その有用性の証明は今後の長期にわたる運用の結果を待たねばならないが、現在までに開発されたプログラムの構成などについて簡単に報告したい。

本プログラムの開発を企画した動機は、他の科と同じように、学生の実習あるいは演習のレポートにおける、うんざりする程の同一性であり、また最近の安価で性能の良い標準の普及に伴う学生の計算能力の低下に対する嘆きであるが、これらはいつの時代も変わらぬ学生の特徴であり、また避けがたい時代の流れである事を考える時、教養する側もそれに対応して行かなければならないという認識である。したがって、本プログラムの開発の目的は

- (1) 数多くの演習を通して実習内容の理解を深める。
- (2) 学生の計算能力の向上をはかる。
- (3) 学生のレポート評価に要する労力を軽減させる。

これらの目的に最も適う方法は、学生各自に要する演習課題を与え、それらの演習計算は計算機に処理させるシステムを確立することである。ここで、我々が特に留意した事は

- (1) 出来る限り広範の問題を対象とする。即ち、計算機に乗るものは全て乗せる。
- (2) 高専生の特徴を考え、各テーマ毎の演習を更に細かく分割したサブ演習の充実をはかる。
- (3) 演習問題と学生の実習結果とが同一のプログラムで処理出来るシステム構成とする。
- (4) 学生の理解を助け、またレポート評価を容易にするために、必要に応じて、中途の計算過程を明示した標準テキストを作成するとともに、計算機の入力形式と学生のレポート形式とをそれに合わせる。
- (5) 演習問題の数値を適時変更出来るよう、用いる数値の初期値設定を便利にする。
- (6) 入力情報は極力少なくする。即ち、使用頻度を考え、予め標準形式を用意し、これから離れる時のみ入力情報で形式の変更を指定する。

- (7) 各構成プログラムのメニュー化をはかる。また

| 2学年前期            | 3学年前期                      |
|------------------|----------------------------|
| 距離測量             | 路線測量(単曲線、クロソイド、<br>複合路線測量) |
| トランシット測量         |                            |
| トラバース測量(閉合トラバース) | スタジア測量                     |
| 平坂測量             | 三角測量                       |
| 水準測量             |                            |

表-1 苫高専における測量実習(写真測量を除く)

|          | メイン演習                      | サブ演習                                                          |
|----------|----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 基 礎      |                            | 対数表、単位の変換<br>対数演算、有効数字<br>統計確率量、最小二乗法<br>倍角差、較差、観測差<br>60進法演算 |
| 距離測量     | 距離の補正                      |                                                               |
| トランシット測量 | 方向法<br>倍角法                 |                                                               |
| トラバース測量  | 閉合トラバース<br>結合トラバース<br>面積計算 | 方位角、方位<br>角誤差補正、三角法                                           |
| 水準測量     | 器高式<br>昇降式                 |                                                               |
| 平坂測量     | 誤差計算                       |                                                               |
| 路線測量     | 単曲線<br>複合曲線<br>複合路線測量      |                                                               |
| スタジア測量   | スタジア定数の決定<br>間接測量          |                                                               |
| 三角測量     | 調整計算                       |                                                               |
| 地形測量     | 土積量計算                      |                                                               |

表-2 測量のための演習プログラムの構成

必要に応じて プログラムを計算機内に登録し利用の便をはかる。

2 構成 表-1 に基高専で行われている測量実習のカリキュラムを示す得集測量は除く。表-2 は表-1 に対応した本校で開発された演習システムの構成を示す。以下、いくつかの例を挙げる。

(1) 対数表 対数表の使用を習熟させるためのシミュレーションである。

(1) 対数表

|           |        |
|-----------|--------|
| -LOG(SIN) | 10.000 |
| - SIN     | 79.000 |
| + LOG     | 34.236 |
| + LOG     | 19.585 |
| +LOG(SIN) | 70.000 |
| + LOG     | 90.194 |

(2) 方位角, 方位

|      |           |           |     |
|------|-----------|-----------|-----|
| ソセシ  | ソウカ       | ホウイカ      | ホウイ |
| 1- 2 | 136 24 48 |           |     |
| 2- 3 | 124 42 2  |           |     |
| 3- 4 | 158 53 51 |           |     |
| 4- 5 | 116 54 6  | 237 11 58 |     |
| 5- 6 | 144 17 33 |           |     |

(2) 方位角, 方位 トラバース, 三角測量のためのサマ演習であり, 与えられた内角をもつ閉合トラバースの方位角, 方位を計算させる。

(3) 閉合トラバース調整計算

|                  |                                         |
|------------------|-----------------------------------------|
| HEN NO KAZUE 5   | COMPASS RULE                            |
| SOKUSEN NO KYORI |                                         |
| 1-2 108.290      | 2-3 125.775 3-4 111.667 4-5 127.445     |
| KOUKAKU          |                                         |
| (1) 111 30 51    | (2) 116 15 42 (3) 95 21 3 (4) 121 37 11 |
| HOUJI KAKU       | 215 45 50 AT 3- 4                       |

(3) 閉合トラバース調整計算 トラバースの形が正多角形に近く, 精度は閉合誤差を有する様数数の発生が工夫されている。

(4) 水準測量(昇降式)

| POINT | B.S.  | F.S.(TP) | F.S.(IP) | RISE&FALL | ELFV.  |
|-------|-------|----------|----------|-----------|--------|
| 1     | 0.036 |          |          |           | 10.000 |
| 2     |       |          | 0.585    |           |        |
| 3     | 0.694 | 1.633    |          |           |        |
| 4     |       |          | 0.553    |           |        |
| 5     |       |          | 1.423    |           |        |

(4) 水準測量 昇降式, 器高式の指定はインプット情報によ, て行なう。

(5) スタジア測量(間接測量) 適当なスタジア定数及び必要測定値を与えて 水平距離, 高低差を計算させる演習である。

(5) スタジア測量(間接測量)

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| VERTICAL ANGLE                 | R=-28 54 29   |
| HEIGHT OF SIGHT-LINE           | S,H.= 11.4600 |
| INSTRUMENT HEIGHT              | I,H.= 14.0800 |
| STADI HAIRS UPPER              | L1= 11.6968   |
| STADI HAIRS LOWER              | L2= 11.7232   |
| STADIA INTERVAL                | L=            |
| STADIA MULTIPLICATION CONSTANT | K= 92.6600    |
| STADIA ADDITION CONSTANT       | C= 0.2400     |
| DISTANCE                       | D=            |
| DIFFERENCE OF ELEVATION        | H=            |

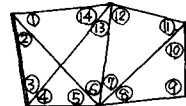


図-1 三角形網

(6) 三角測量 実習で用いられているのと同じ形式の三角形網(図-1)

(6) 三角測量(四辺形と単列三角形の組み合わせ)

|                                              |  |
|----------------------------------------------|--|
| --- OBSERVED DATA ---                        |  |
| (1) 41.04 9 (2) 41.11 45 (3) 52.3 21 (4) 44  |  |
| (5) 57.0 51 (6) 105.2 14 (7) 58.30 55 (8) 45 |  |

に合せて場の設定を行なっている。調整項目は四辺形および三角形の角条件, 辺条件に限られている。とても三角形網の形が適当なものとなる様数数の発生が調整されている。

|                 |          |                       |
|-----------------|----------|-----------------------|
| DIRECTION ANGLE | S. S. 36 | AT 4                  |
| BASE LINE       | 87.962   | SUR BASE LINE 87.602  |
| ORIGIN X        | 100.000  | ORIGIN Y 100.000 AT 4 |

(7) 三角法 三角測量の理解を助けるために  $\triangle ABC$  の未定角, 辺を決定させる演習である。

(7) 三角法

| CASE | A  | B  | C | AB    | BC    | CA    |
|------|----|----|---|-------|-------|-------|
| (1)  |    |    |   | 32.00 | 32.00 | 55.43 |
| (2)  |    | 90 |   | 29.00 | 50.23 |       |
| (3)  | 60 | 60 |   | 30.00 |       |       |

(8) 単曲線 交角, 曲線半径, 追加距離を与えて偏角延長法, 二点偏角法により中心線の位置を計算させる。

(8) 単曲線

|             |         |                     |
|-------------|---------|---------------------|
| I= 60 21 48 | R= 100. | D= 100.             |
| TL=         | HC=     |                     |
| CL=         | EC=     |                     |
| NO KO GEN   | HEN     | R.HC R.EC Z.HC Z.EC |

(9) 総合路線測量 この例では, 単曲線とクロロイドを用いた基本路線型路線とが交互に設定されなければならない。クロロイドのパラメータに曲線長を指定することも出来る。

(9) 総合路線測量

| I.P. | I.A.     | ハンライ R | ツカキヨリ   | A-FACT   |
|------|----------|--------|---------|----------|
| 1    | 28 10 0  | 0      | 210.000 | 565.000  |
| 2    | 58 33 34 | 0      | 210.000 | 1145.000 |
| 3    | 29 43 6  | 0      | 210.000 | 1735.000 |
| 4    | 59 50 36 | 0      | 200.000 | 2252.000 |
|      |          |        |         | 115.000  |

3 あとがき 本システムの教育効果の検討にはまだ時間を要するが, 学生各自の頭と手を使って各自の演習問題に取組むことは少なからぬ教育効果があると自負している。今後の運用を通して未だ不十分所を改良, 拡大して行きたい。最後にプログラム作成における本校土木科教員後援校員の助力に対して感謝したい。