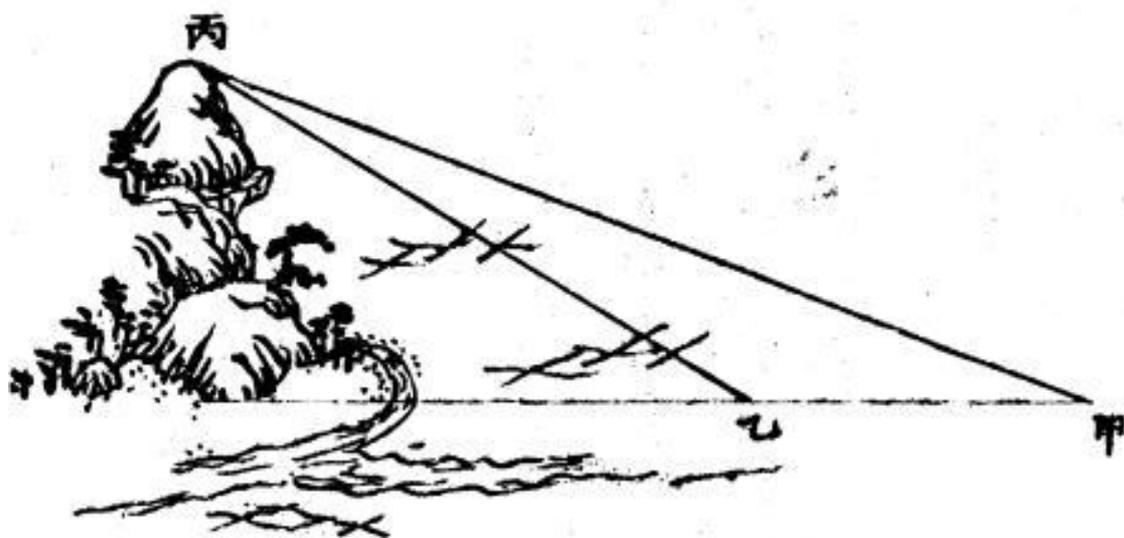


授業研究第2日目

# 授業資料

～和算から西洋数学へ！（2日目）～



2年3組 番
氏名

授業者：筑波大学大学院修士課程 教育研究科教科教育専攻数学教育コース1年  
丸山 洋幸

## 0. 前回の内容

- 福田理軒が考案した「量尺」は目盛りのとり方が工夫されていた。
- 山の高さを1としたとき，“山の高さ”と“観測地点から山の芯までの距離”の比を用いることによって，計算を用いることなく山などの高さを測ることができた。

### 0.1 『測量集成』を江戸時代の人も評価している

此書初編にて無算の人にてても会得しやすき量尺の捷法を詳かにし急務の備要とし，又量地儀の測法を説き墨條に據とく帛上に得る術をあげて粗野外の業に熟習するを示し量地入門の要領と次此編に至るに布算の上にて正精の真数を求むるを主とす。 (『測量集成』第2編第2巻凡例より)

#### < 現代語訳 >

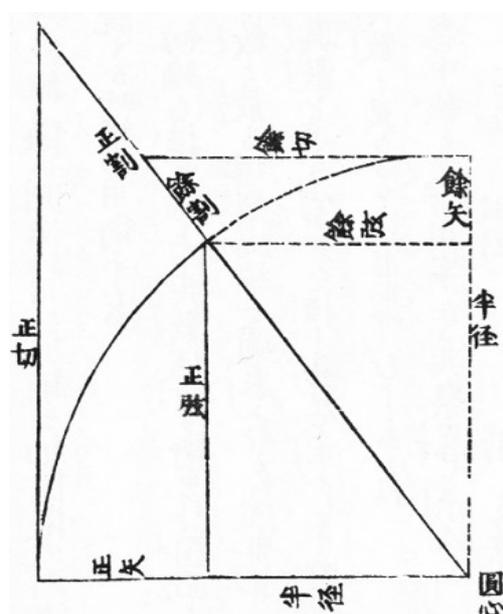
この本の初編<sup>注1</sup>において計算のできない人でも修得しやすい量尺による測定方法を明らかにしてとりあえずの必要な知識として，また量地儀で測定する方法を説明して墨汁を使ってすばやく紙の上で得る方法を教えて，ほぼ野外での測定の方法に習熟できるということを教え，測量入門の要点とこの本の次の編<sup>注2</sup>に至るまでの計算で正確な正しい値を求めることを主なこととする。

注1：初編とは『測量集成』第1編のこと。前回の授業でとりあげた測量法。

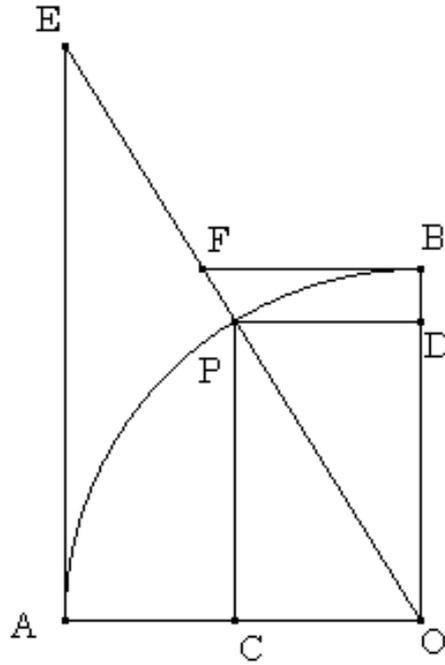
注2：次の編とは『測量集成』第3編のこと。

## 1. 八線表とは

中国から流入した江戸時代版の三角関数表である。八線とは下の図にあるような「正弦・余弦・正切・余切・正割・余割・正矢・余矢」のことである。数値は半径が1のときに対応する角で実際にできる線分の長さを記している。



八線表は中国で編さんされた叢書『暦算全書』と『崇禎暦書』によって1726～1727年(享保11～12年)にかけて日本に伝わった。江戸時代における西洋書物の流入が中国経由であったのは鎖国政策のためである。この2つの書物を建部賢弘の弟子である中根元圭が『八線表算法解義』として日本語に表して日本に伝えたとされている。



正弦：線分 PC =  $\sin \theta$

余弦：線分 PD =  $\cos \theta$

正切：線分 AE =  $\tan \theta$

余切：線分 BF =  $\frac{1}{\tan \theta}$

正割：線分 OE =  $\frac{1}{\cos \theta}$

余割：線分 OF =  $\frac{1}{\sin \theta}$

正矢：線分 AC =  $1 - \cos \theta$

余矢：線分 BD =  $1 - \sin \theta$

メモ

## 1.2 「八線表」と「三角関数表」を比較してみよう

八十八度										八十九度									
度					一分					度					一分				
十分	九分	八分	七分	六分	五分	四分	三分	二分	一分	十分	九分	八分	七分	六分	五分	四分	三分	二分	一分
〇〇三三二五五二	〇〇三三一四一〇八	〇〇二九六六六二	〇〇二七九二一六	〇〇二六二七六九	〇〇二四四三三二	〇〇二二六八七三	〇〇二〇九四二四	〇〇一九一九七四	〇〇一七四五二四	〇〇一五七〇七三	〇〇一三九六三三	〇〇一二二一七〇	〇〇一〇四七二八	〇〇〇八七二六五	〇〇〇六九八二三	〇〇〇五二三六〇	〇〇〇三四九〇七	〇〇〇一七四五三	〇〇〇〇〇〇〇〇
〇〇三三二七三四	〇〇三一四二六三	〇〇二九六七九三	〇〇二七九三三五	〇〇二六一八五九	〇〇二四四三九五	〇〇二二六九三三	〇〇二〇九四七〇	〇〇一九二〇一〇	〇〇一七四五五一	〇〇一五七〇九三	〇〇一三九六三五	〇〇一二二一七九	〇〇一〇四七二四	〇〇〇八七二六九	〇〇〇六九八一四	〇〇〇五二三六〇	〇〇〇三四九〇七	〇〇〇一七四五三	〇〇〇〇〇〇〇〇
十分	九分	八分	七分	六分	五分	四分	三分	二分	一分	十分	九分	八分	七分	六分	五分	四分	三分	二分	一分
八十八度										八十九度									

八十六度										八十七度									
度					一分					度					一分				
十分	九分	八分	七分	六分	五分	四分	三分	二分	一分	十分	九分	八分	七分	六分	五分	四分	三分	二分	一分
〇〇六八〇一五三	〇〇六六二七三九	〇〇六四五三三三	〇〇六二七九〇五	〇〇六一〇四五	〇〇五九三〇六四	〇〇五七五五六〇	〇〇五五八二二五	〇〇五四〇七八八	〇〇五二三三六〇	〇〇五〇五九二九	〇〇四八八四九八	〇〇四七一〇六五	〇〇四五三六三〇	〇〇四三六一九四	〇〇四一八七五七	〇〇四〇一三一八	〇〇三八三八七八	〇〇三六六四三七	〇〇三四八九九五
〇〇六八一七三二	〇〇六六四一九九	〇〇六四六六七一	〇〇六二九一四七	〇〇六一一六二六	〇〇五九四一〇九	〇〇五七六五九六	〇〇五五九〇八七	〇〇五四一五八一	〇〇五二四〇七八	〇〇四八八九〇八	〇〇四七一一五八八	〇〇四五四〇九七	〇〇四三六六〇九	〇〇四一九一二四	〇〇四〇一六四一	〇〇三八四一六一	〇〇三六六八三三	〇〇三四九二〇八	〇〇三三六六八三
十分	九分	八分	七分	六分	五分	四分	三分	二分	一分	十分	九分	八分	七分	六分	五分	四分	三分	二分	一分
八十六度										八十七度									

備考1：“1度10分”は現代での“1.1度”を表す。

備考2：正弦・正切の値は上の角度と対応し余弦・余切の値は下の角度と対応。

三角関数表

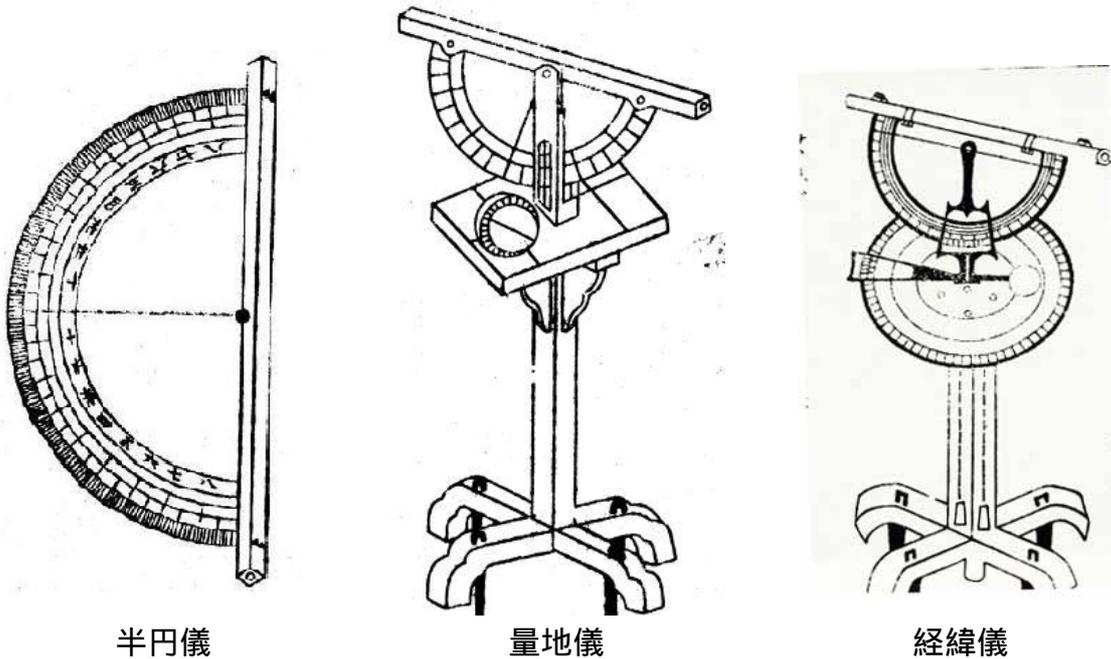
$\theta$	$\sin \theta$	$\cos \theta$	$\tan \theta$	$\theta$	$\sin \theta$	$\cos \theta$	$\tan \theta$
0°	0.0000	1.0000	0.0000	45°	0.7071	0.7071	1.0000
1°	0.0175	0.9998	0.0175	46°	0.7193	0.6947	1.0355
2°	0.0349	0.9994	0.0349	47°	0.7314	0.6820	1.0724
3°	0.0523	0.9986	0.0524	48°	0.7431	0.6691	1.1106
4°	0.0698	0.9976	0.0699	49°	0.7547	0.6561	1.1504
5°	0.0872	0.9962	0.0875	50°	0.7660	0.6428	1.1918
6°	0.1045	0.9945	0.1051	51°	0.7771	0.6293	1.2349
7°	0.1219	0.9925	0.1228	52°	0.7880	0.6157	1.2799
8°	0.1392	0.9903	0.1405	53°	0.7986	0.6018	1.3270
9°	0.1564	0.9877	0.1584	54°	0.8090	0.5878	1.3764
10°	0.1736	0.9848	0.1763	55°	0.8192	0.5736	1.4281
11°	0.1908	0.9816	0.1944	56°	0.8290	0.5592	1.4826
12°	0.2079	0.9781	0.2126	57°	0.8387	0.5446	1.5399
13°	0.2250	0.9744	0.2309	58°	0.8480	0.5299	1.6003
14°	0.2419	0.9703	0.2493	59°	0.8572	0.5150	1.6643
15°	0.2588	0.9659	0.2679	60°	0.8660	0.5000	1.7321
16°	0.2756	0.9613	0.2867	61°	0.8746	0.4848	1.8040
17°	0.2924	0.9563	0.3057	62°	0.8829	0.4695	1.8807
18°	0.3090	0.9511	0.3249	63°	0.8910	0.4540	1.9626
19°	0.3256	0.9455	0.3443	64°	0.8988	0.4384	2.0503
20°	0.3420	0.9397	0.3640	65°	0.9063	0.4226	2.1445
21°	0.3584	0.9336	0.3839	66°	0.9135	0.4067	2.2460
22°	0.3746	0.9272	0.4040	67°	0.9205	0.3907	2.3559
23°	0.3907	0.9205	0.4245	68°	0.9272	0.3746	2.4751
24°	0.4067	0.9135	0.4452	69°	0.9336	0.3584	2.6051
25°	0.4226	0.9063	0.4663	70°	0.9397	0.3420	2.7475
26°	0.4384	0.8988	0.4877	71°	0.9455	0.3256	2.9042
27°	0.4540	0.8910	0.5095	72°	0.9511	0.3090	3.0777
28°	0.4695	0.8829	0.5317	73°	0.9563	0.2924	3.2709
29°	0.4848	0.8746	0.5543	74°	0.9613	0.2756	3.4874
30°	0.5000	0.8660	0.5774	75°	0.9659	0.2588	3.7321
31°	0.5150	0.8572	0.6009	76°	0.9703	0.2419	4.0108
32°	0.5299	0.8480	0.6249	77°	0.9744	0.2250	4.3315
33°	0.5446	0.8387	0.6494	78°	0.9781	0.2079	4.7046
34°	0.5592	0.8290	0.6745	79°	0.9816	0.1908	5.1446
35°	0.5735	0.8192	0.7002	80°	0.9848	0.1736	5.6713
36°	0.5878	0.8090	0.7265	81°	0.9877	0.1564	6.3138
37°	0.6018	0.7986	0.7536	82°	0.9903	0.1392	7.1154
38°	0.6157	0.7880	0.7813	83°	0.9925	0.1219	8.1443
39°	0.6293	0.7771	0.8098	84°	0.9945	0.1045	9.5144
40°	0.6428	0.7660	0.8391	85°	0.9962	0.0872	11.4301
41°	0.6561	0.7547	0.8693	86°	0.9976	0.0698	14.3007
42°	0.6691	0.7431	0.9004	87°	0.9986	0.0523	19.0811
43°	0.6820	0.7314	0.9325	88°	0.9994	0.0349	28.6363
44°	0.6947	0.7193	0.9657	89°	0.9998	0.0175	57.2900
45°	0.7071	0.7071	1.0000	90°	1.0000	0.0000	なし

比較して気がついたこと

## 2. 「半円儀」・「量地儀」とは

半円儀は半円状に切断した板に円周を 180 に等分する目盛りを付け、直径のところに見通し穴のある檜の棒をつけた道具。

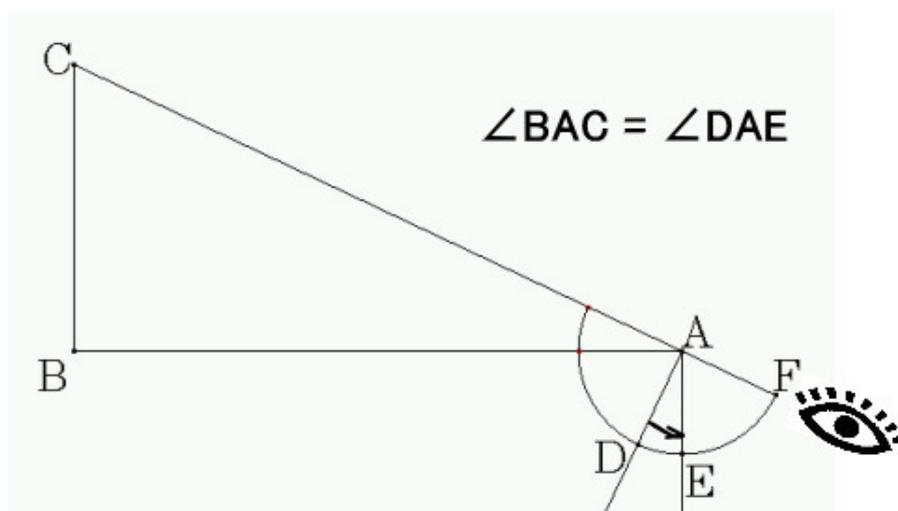
量地儀は下中図のように半円儀に逆針盤（方位磁石）と半円儀の目盛りを読むための柱のある台座を付けた道具。さらに理軒は量地儀を独自に改良して経緯儀という道具を考案した。



半円儀

量地儀

経緯儀



### 3. 『測量集成』にある八線表を用いた問題(第2編第2巻)

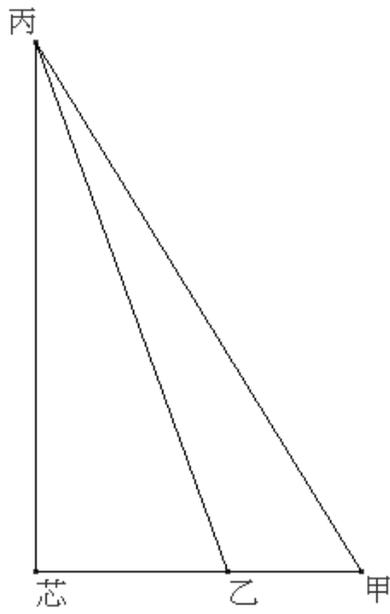
量法に曰 <sup>いづくこのところ</sup> 甲所において山の絶頂を  
 見て高度八十度有。是より <sup>めあて</sup> 標的へ <sup>まっすぐ</sup> 真直  
 に進むと三拾間にして再び山の絶頂  
 を見込と <sup>その</sup> 其高度八十四度なり。

八線表を用ひて其直立を求むるには切線表を検し，甲所の高度八十度の余切を查し〇一七六三二七〇を得る。十丁目の表下層にして下段逆行にあり。又乙の処の高度八四度の余切を查し〇一〇五一〇四二を得る。九丁目の表下層にして下段逆行に在。甲余切〇一七六三二七〇の内，乙余切〇一〇五一〇四二を減し残り〇〇七一二二二八をもって進む間数三拾間を除き，山直立四百二十一間二一三四を得る。又これに甲余切〇一七六三二七〇を乗じ甲所より山の芯までの遠程七拾四間二七一一三を得る。

#### < 現代語訳 >

角度を測る方法により，甲のところにおいて山の頂上を見るとその高度は 80 度あった。これより目当てに真っ直ぐ前に 30 間進んで再び山の頂上を見るとその高度は 84 度であった。八線表を用いてその山の高さを求めるのには切線表<sup>注1</sup>を調べて，甲の所の高度 80 度の余切を見て 0.1763270 を得る。これは 10 ページ目の表の下層の下逆の行にある。また乙のところの高度 84 度の余切を見て 0.1051042 を得る。これは 9 ページ目の表の下層の下逆にある。甲の余切の値 0.1763270 から乙の余切の値 0.1051042 を引き，さらにその差の 0.0712228 で進んだ間数の 30 間を割れば，山の高さの 421 間 2134 を得る。またこれに余切 0.1763270 を掛けて甲のところから山の中心までの距離 74 間 2713 を得る。

注 1：切線表は八線表の中の 1 つ



$$\text{芯甲丙} = 80^\circ$$

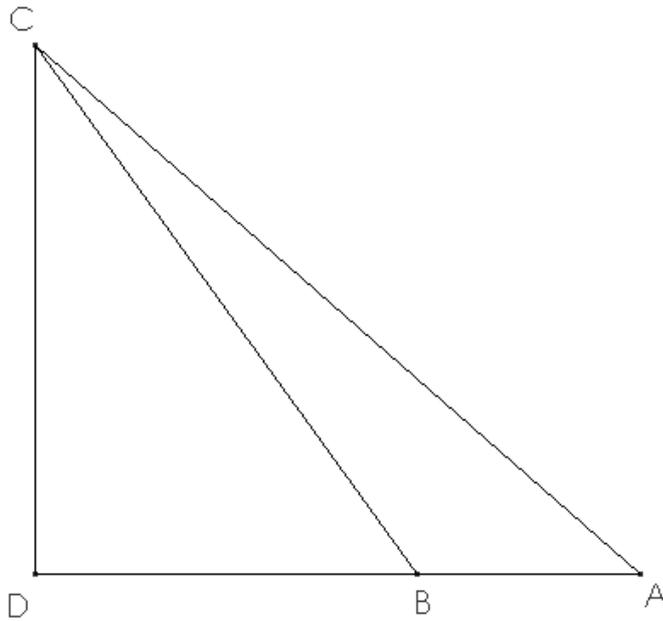
$$\text{芯乙丙} = 84^\circ$$

$$\text{甲乙} = 30 \text{ 間}$$

## 授業研究 2 日目ワークシート

2年5組 番氏名 \_\_\_\_\_

量地儀を使って教室の壁に貼ってある紐の高さを測ってみよう



$$\angle DAC \text{の余切} = \frac{1}{\tan \angle DAC} = \quad \quad \quad (\text{八線表の値})$$

$$\angle DBC \text{の余切} = \frac{1}{\tan \angle DBC} = \quad \quad \quad (\text{八線表の値})$$