

授業研究第1日目

授業資料

～和算から西洋数学へ！（1日目）～

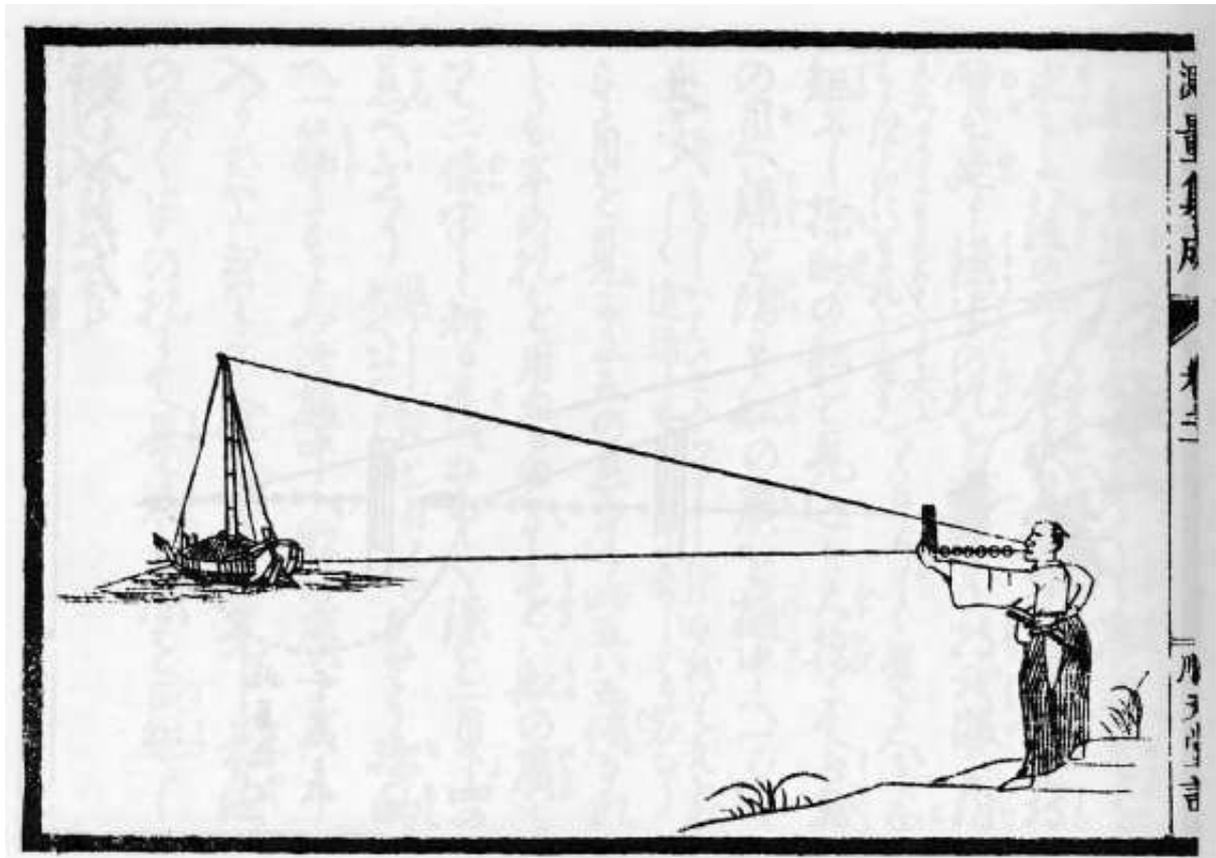


2年3組 番

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. はじめに



この絵は福田理軒著『測量集成』初編 第1巻 19ページの絵です。
右の岸にいるお侍さんは何をしているところでしょうか？そしてこの左手に持っている道具はいったい何をするためのものなのでしょうか？



1. 江戸時代に測量で活躍した人物と時代背景

- 吉田光由 (1627 ~ 1672)
江戸時代前期の数学者。「日本では数学を使えるようになりたい、という人が多い」と考えて『塵劫記』という本を手がけた。これが寺子屋で主に使われて江戸時代の一大ミリオンセラーとなった。



ねずみ算

- 伊能忠敬 (1745 ~ 1818)
江戸後期，上総出身の地理学者・測量家。日本で最初の近代測量による日本地図である『大日本沿海実測図』の元となった『伊能図』を作成した。真面目さが買われ，50歳より幕府天文方で測量術を学んだ。



大日本沿海実測図

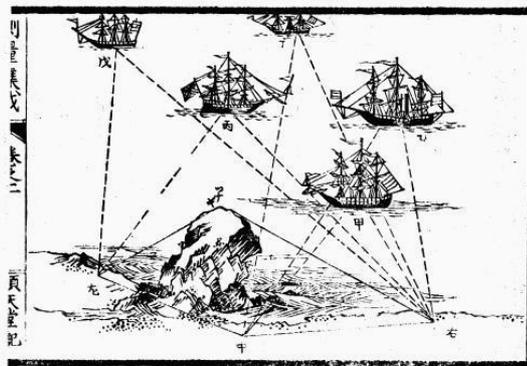
- 福田理軒 (1815 ~ 1889)
代表作：「談天」「測量集成」「西算速知」「算法玉手箱」

江戸後期、美濃出身の数学者。現在の東京 順天学園中学・高等学校の前身である私塾の順天求合社を大阪に開いて弟子らを教えた。後に東京数学会社（現在の日本数学会）の設立にも関わった。

理軒は中国から流入してきたアレキサンダー・ワイリーの『談天』に訓点をつけて刊行することや、『西算速知』を出版して洋算を紹介したり、『算法玉手箱』を出版して和算の保存に力を入れたりした。



理軒64歳の頃
(順天一五〇年史より)



『測量集成』



『西算速知』

数学関係年表

B.C.300	ユークリッドの『 ^{げんろん} 原論』
B.C.140	円の弦の研究(ヒッパルコス)
B.C.100	^{しゅうひさんけい} 周髀算経(中国; 作者不明)
100	三角形の研究(メネラウス)
300	方程式の研究(ディオファントス)
1524	三角法の研究(コペルニクス)
1606	幾何学的及び軍事的 コンパスの応用(ガリレオ)
1614	対数を論文で発表(ネイピア)
1665	微分積分学の完成(ニュートン)
1722	オイラーの公式(オイラー)

時代年表

1627(寛永4年)	^{じんこうき} 塵劫記(吉田光由)
1733(享保18年)	量地指南(村井昌弘)
1792(寛政4年)	ラスクマン根室来航
1798(寛政10年)	北方四島探査
1808(享和8年)	^{まみやりんぞう} 間宮林蔵 樺太探査
1820(文政3年)	外国船打払令
1840(天保11年)	アヘン戦争
1846(弘化3年)	^{こんぼす} 渾発量地促成(藤岡有貞)
1853(嘉永6年)	ペリー浦賀に来航
1856(安政3年)	測量集成(福田理軒)
1858(安政5年)	^{わりえんひょう} 割円表(奥村吉当)
1867(慶応3年)	測量集成第3編

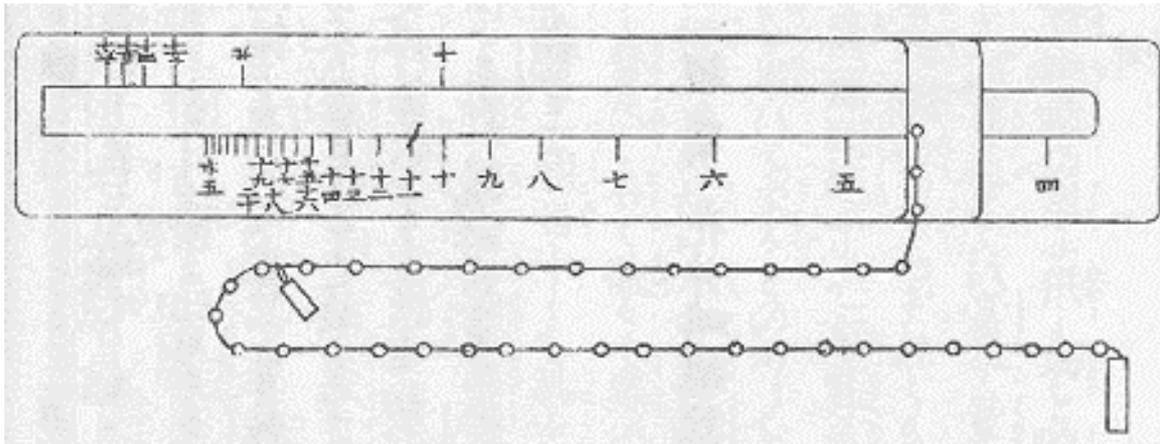
日本で西洋式の数学が普及し始めたのは

_____ [1853年(嘉永6年)]の後からである。

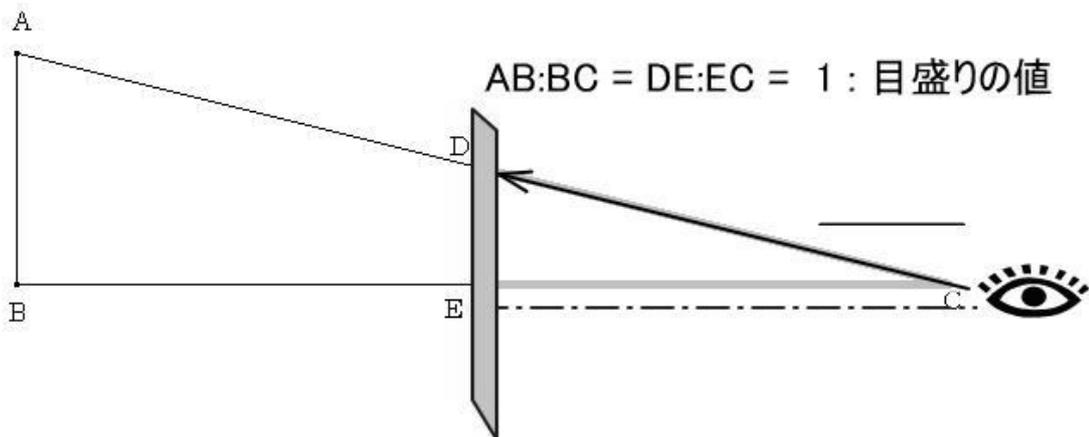
2. 「量尺」とは

理軒が考案した、標的までの距離や標的の幅を測るために用いられた道具。大きさも片手で持ち歩ける程度で、山の高さや戦争で相手の軍艦までの距離や大きさを測るために使われた。

2.1 「量尺」を観察してみよう。どのような特徴があるだろうか？



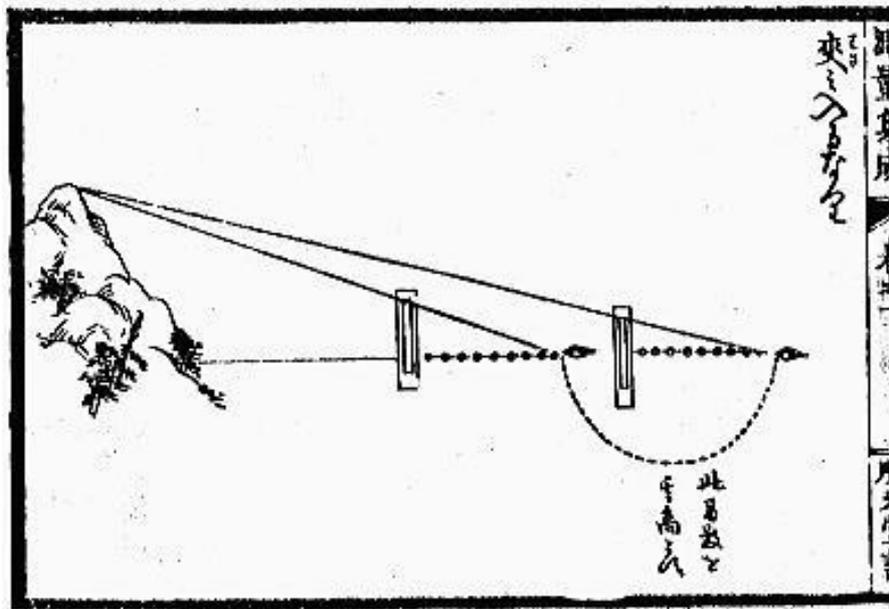
『測量集成』初編第1巻第1章「量地捷法」より
 樋 四寸五分のところを四倍の点とし、三寸六分の処を五倍点とし、...三分のところを六十倍の点とす。



この目盛りは_____の長さに対して、_____の上端（左端）からの長さの_____になっている。

3. 量尺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。

『測量集成』初編第1巻第1章より

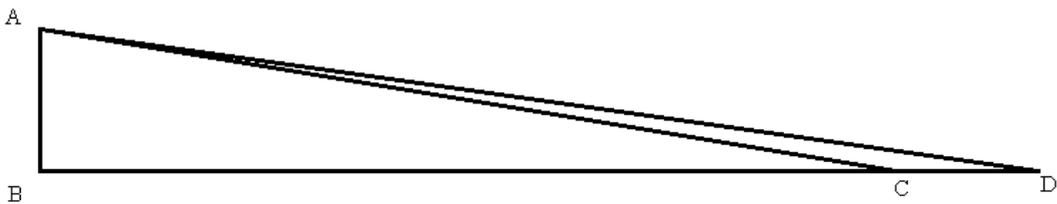


今望む処、山の直立及び其れ迄^{まで}の遠さを求むるに、量尺を立て左の手に持ち、肘を延ばし鎖一の札を右の手に持ち我が眼に附けて標的^{めあて}の山を見込み大指にて鎖を下げて足元を進退し、量度^{めもり}に合はせ鎖と量尺を巨矩にして樋中^{めあての}へ標的^{めあての}山の高さを挟み入其目を見るに六の点より故に此のところより山の芯迄^{まで}の遠さは山の高さより六倍なりと知り、鎖を一目上七の点へをくり此の樋中^{めあての}へ山の高さの入所迄^{まで}標的を一筋に跡に退き鎖と量尺とを巨矩にて前方のごとく再び山の高さを特におゐよく是より先に量^{はか}りし処を足数にて間数を量るに七拾五間あり。これ山の高さ七拾五間とす。其れを六倍して四百五十間とする先に量^{はか}りて所より山の芯迄^{まで}の遠さとす。

<現代語訳>

今、山を望んでいて、山の高さ及びそこまでの遠さを求めるとき、量尺を垂直に立てて左手に持ち、肘を伸ばして鎖の1つ目の札を右の手に持ち自分の眼に近づけて目当ての山を覗き、親指で鎖を下げて足元を前後し、目盛りに合わせて鎖と量尺を 樋の中に目当ての山の高さを挟むようにし、その目盛りを見ると6の点であるからこの場所から山の中心までの遠さは山の高さよりも6倍であるということが分かり、鎖を1目盛り上の7の点へ上げてこの樋の中へ山を挟んで入るところまで目当てとは1直線を保ったまま後ろに退く。鎖と量尺とを水平にして先ほどのように再び山の高さをみると、先ほど測ったところから75間あった。これにより山の高さは75間ある。それを6倍して450間となるところが初めの観測点から山の中心までの距離となる。

文章を参考にして教室にある紐の高さを測ってみよう。



$$AB : BC =$$

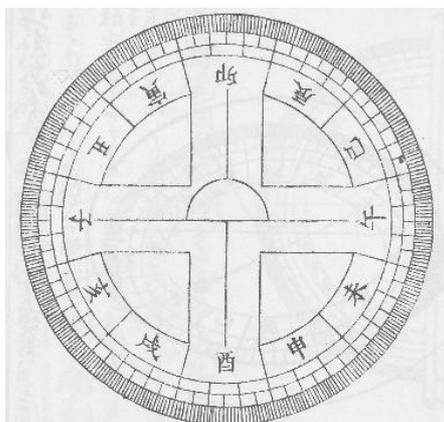
$$AB : BD =$$

$$AB = h, \quad BC = d \quad \text{とおけば}$$

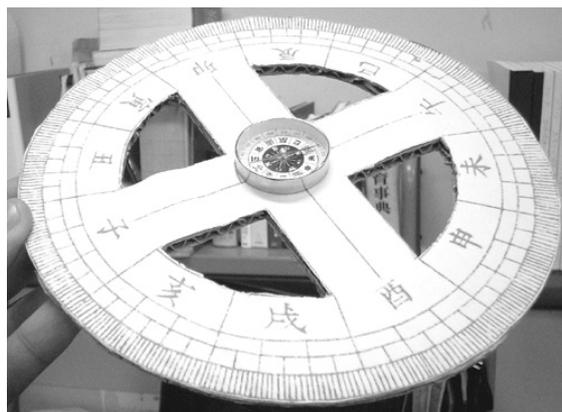
高さ $AB = h$ は _____ に等しい。

補足：縮図を利用した測量法

三角形の辺の比を利用して測量をする方法で最も基本的なものは「実測 縮図で計測 実測値に変換」という方法である。このような測量では全円儀（下図）という道具が用いられた。



円周に打たれている目盛りは円周全体を 360 に等分している。すなわち 1 目盛り 1 度と同じである。そしてその内側に書かれている「子 丑 寅…」という文字は方位を表している。当時は北の方角を「子の方向」、南の「午の方向」、東を「卯の方向」、西を「酉の方向」と言っていた。他に北北東ならば「丑」…などと言い表すことができた。また、この道具の中心にある半円の部分にはコンパス（方位磁石）がついている。実際に作ってみるとこのような感じになる。



この道具によって方角を正確に知ることができたのである。方角、すなわち角度が正確に測ることができれば縮図を描くことができる。

実際に『測量集成』の例を見てみよう。

右図のような地形のとき本城から敵地までの距離は
 14町(1町=約109メートル)あるが、途中に山林が
 あるので本陣より6町先に出陣した。このときに陣所から
 敵地までの距離を求めよ。

ただし、1町=60間=109メートル
 1間=6尺 = 1.8メートル
 一尺=10寸=30.3センチメートル
 1寸=10分=3.03センチメートル
 であるものとする。

(現代語訳；授業者)

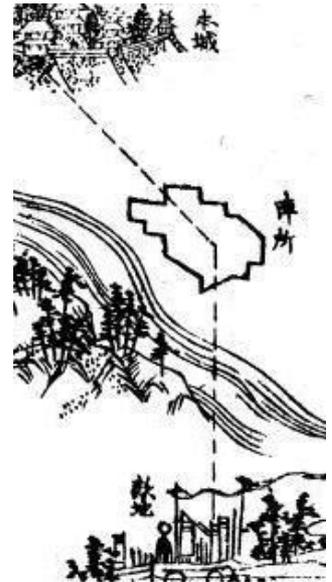


図1

という問題である。これを縮図を用いて求めてみよう。

図1で本城をA，陣所をB，敵陣をCとする。

図2で本城点をD，陣所点をE，敵地点をFとすれば

ABCと DEFは_____である。

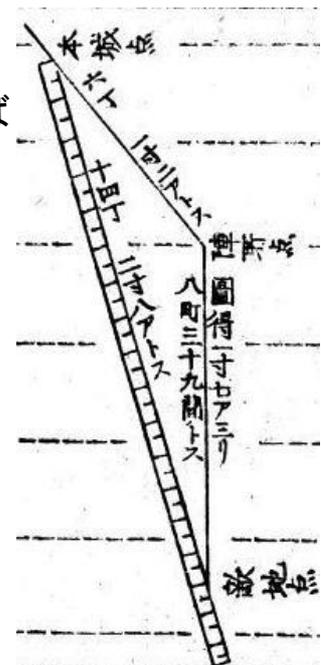


図2

答. _____町 _____間