

和算書『枕碎十七綱』に現れる測量術の技法について

佐藤 賢一

An Introduction of Traditional Japanese Mathematical Manuscript, *Chinsai Junanako*, 1687

Kenichi SATO

Abstract

This paper introduces a traditional Japanese mathematical manuscript, *Chinsai Junanako*, 1687. This monograph is a collection of 48 problems as to various geometrical figures. The most notable article among them is the description of land survey utilizing the cross-staff. The author points out the establishment of this European instrument in Japan found during the 17th century.

Keywords : Traditional Japanese Mathematics, Land Survey of Premodern Japan, Cross-Staff

はじめに

本稿では、江戸時代中期に記された算術書の1つである『枕碎十七綱』（1687年）を紹介する。本書は平面図形、立体図形の求積問題を主として取り扱う極めて初等的な算術書であり、その点だけに限って言えば特筆すべき内容はない。本稿が着目する点は、本書には測量術を取り扱った箇所があり、しかもその測量で使われる道具が17世紀にオランダから伝来した可能性があったという点である。さらにその技法が、『枕碎十七綱』とは全く別の測量術書『規矩元法録』にも採録されていたことも紹介する。

以下の本文では、最初に『枕碎十七綱』の概要と収録されている問題を紹介する。引き続き、『枕碎十七綱』の測量術に関わる問題を17世紀当時において国内で一般的であった測量術の知識と共に概説する。最後に、『枕碎十七綱』の測量術の部分収録する『規矩元法録』を紹介する。

1. 『枕碎十七綱』について

本稿で紹介する『枕碎十七綱』について、その概要をまとめる。

本書は標題を『枕碎十七綱』（ちんさいじゅうななこう）とする写本、上・下2冊である。その大きさは26×19cm

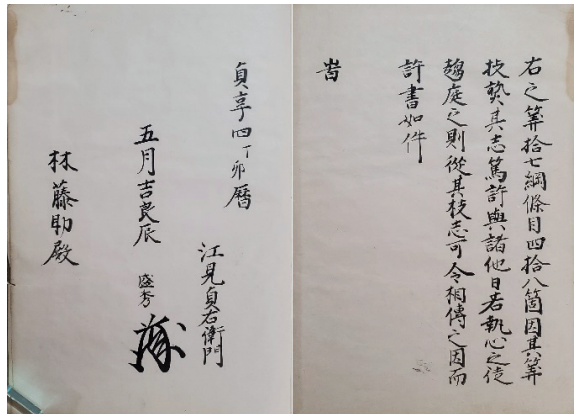
で、料紙の雁皮紙に本文が墨と一部朱墨で記されている。上冊が40丁、下冊が39丁の丁数となっている。『枕碎十七綱』は今のところ、この写本のみが知られる。現在は筆者の個人蔵で、近世期の旧蔵者は不明である。



【写真1】『枕碎十七綱』上冊表紙

本書の正確な著者名は不明であるが、下冊の末尾に江見貞右衛門盛秀という人物が林藤助に本書を秘伝書として授与したことが記されている。江見が本書の著者の可能性もあるが、江見自身も他の人物から本書の伝授を受けた可能性もあるので、ここでは著者不明としておく。この伝授が行われたのは貞享4（1687）年5月のことである。本書が作成されたのは1687年であるが、本書に

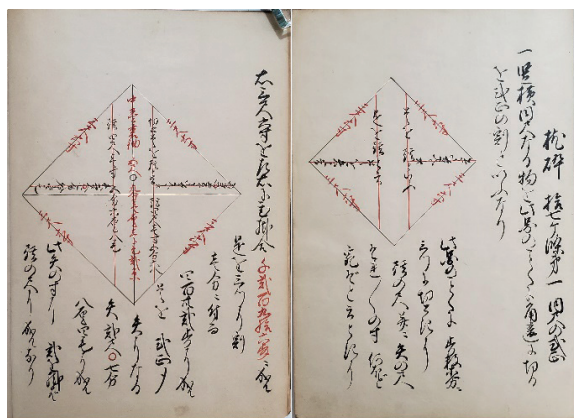
記されている本文の内容が成立したのはそれ以前という可能性もある。標題の「枕碎」（枕を砕く）の語は、中国の故事成語である「邯鄲の枕」と「肝胆を砕く」と類似する2つの言葉を掛詞にしてできたもので、「思案する」「苦心する」の意味である。原著者の苦心の成果という意味がこのタイトルに込められているのであろうか。



[写真2] 『枕碎十七綱』奥書

本書の内容は17項目に分かれており、各種の平面図形と立体図形を対象とした算術の問題がそれぞれの項目に収録されている。いずれも初等的な問題ばかりである。

第1問を例として、その形式を紹介する。



[写真3] 第1問

[第1問]

- 一 縦横同尺なる物を此図のこことくに角違に切るを式正の割といふなり
 此図のこことくに歩数等分ニ三つに切るときに弦の尺并ニ矢の尺それぞれの寸何ほど宛ぞと云ときに
 右三尺六寸を左右に置掛合千式百九拾六歩ニ成ル是を三つに割壹分ニ付而四百卅式歩に成ル是を式正シテ矢になる矢式尺〇七分八厘四毛に成ル此矢の寸に式を掛ば弦の矢に成ルなり弦四尺壹寸五分六厘八毛になる也
 (上冊 第2丁表-裏)

[引用本文中、下線を引いた個所は朱字であることを示す。以下同様]

[第1問 翻訳]

- 一 縦と横が同じ長さの物をこの図のように隅違いに切ることを「式正の割」と呼ぶ。

この図のように、面積 [歩数] が三等分になるように切る時、弦の長さと矢の長さはそれぞれ何寸ずつになるかと問う。

この3尺6寸を自乗すると、1296歩 [1歩 = 1平方寸] となる。これを3つに等分した1つは432歩となる。これの平方根 [式正] をとると矢になり、2尺7分8厘4毛となる。この矢の長さに2を掛けると、弦の長さになる。弦は4尺1寸5分6厘8毛となる。

この問題は1辺を与えた正方形を、対角線に平行な2本の直線を引いて3等分したときに得られる弦と矢の長さを求めさせるものである。平方根を求める操作のことを「式正」(にせい) という独特の用語で表記しているが、計算そのものは単純である。

このように『枕碎十七綱』の内容は、平面図形を適等に切断したときの切り口の長さや、立体図形の体積を求めさせる問題が大半を占めている。立体図形のカテゴリーには、堤防の体積や屋根の勾配を求めるような題材も収録されており、土木や建築の現場から取材された問題も散見される。

ここでは一々の問題についての解説は紙幅の関係から割愛せざるを得ないので、以下、どのような図形が17項目の問題として採り上げられているのかを一覧して提示する。

[問題の内容]

<上冊>

- 第1 正方形の等分割と不等分割
- 第2 直角二等辺三角形と直角三角形の分割
- 第3 二等辺三角形の分割
- 第4 台形の分割
- 第5 錐台形の堤防造成に必要な計算
- 第6 平板、撞木状の棒を使う測量
- 第7 長方形の角を切り取った図形の求積
- 第8 直角三角形の問題
- 第9 直角三角形の問題/屋根の勾配の問題
- 第10 円環の分割と「松皮菱」形の問題

<下冊>

- 第11 建物の軒(のき)の求長/曲尺形の求積/長方形の等分割と不等分割
- 第12 台形の辺の求長/菱形の求積
- 第13 四角錐、正四面体の求積

- 第14 方台、正方形の角を切った8角形の求積
- 第15 円錐台の求積
- 第16 円の等分割
- 第17 平円法 ($\pi/4$) の算出／弓形の弦、矢の求長

このように整理すると、算術書とは言いながら図形問題に特化した内容構成であり、収録されている図形の順番に規則性があるようにも見えない。1680年代にこのような算術書が存在していたことを示す事例である。

本書の注目すべき点は第6項の「町見」(ちょうけん)である。町見とは当時の用語で測量のことを意味する。この項目は、他の項目の図形の計算問題とは異なり、幾つかの道具を用いて距離を算出する測量の記述に宛てられている。それに使われる道具が1680年代としては珍しいものである。以下、章を改めて第6項目の解説を行う。

2. 測量術の記述について

2-1 17世紀の日本の測量術

17世紀以前の日本国内の測量術についてはほとんど史料が残っていないことから、どのような技術・技法を用いて地図類が作られていたのかを知ることは困難である。この状況が変わるのは17世紀初頭のこと、様々な分野で使われる測量術の断片的な知識・技法が、主としてヨーロッパ諸国から流入してきたことが顕著な事例として挙げられる。例えば航海術からは星の角度を測る道具類の操作法が、鉦山掘削の技術からは斜面の勾配を測る技術が、砲術からは目標物までの距離の算出法が導入されている。⁽¹⁾

専門分野として体系的な測量術というもの存在せず、様々な技術部門から各々の用途に応じた測量の技法が取捨選択されて国内に普及したというのが、17世紀中頃までの測量術の実態であった。ところが、17世紀末に近付くにつれ、そのように雑然としていた測量術が次第に整理され体系化されていった。その要因として、幕府が諸国の大名に命じて作らせた「国絵図」の存在が挙げられる。1610年代、30年代、40年代、90年代の4回にわたって、幕府は国絵図の作成を命じている。回を追うごとに幕府が地図の精密さの要求水準を上げたことで、測量の実務を担った大名の配下たちの間に測量術の需要が高まることとなる。このような社会的背景があったことから、測量術の体系化が進んだ側面が認められる。⁽²⁾

この過程において、測量術の流派が各地に誕生する。その技術の多くがオランダから伝来したという意識から、しばしばそれら流派は「オランダ流」(または阿蘭陀流)と一括されている。最も国内で普及したオランダ流の流派は、17世紀後半の人、清水貞徳が開いた清水流である。この流派に連なる系列の伝書(マニュアル)類が、国内

に多数伝存している。

オランダから伝来したと考えられる道具類を挙げると、製図用のコンパス、平板測量の平板、測角器、日本では規矩元器と呼ばれたグラフィオメートル、クロス・スタッフ(オランダ語名、ガラートボーコ)などがある。⁽³⁾

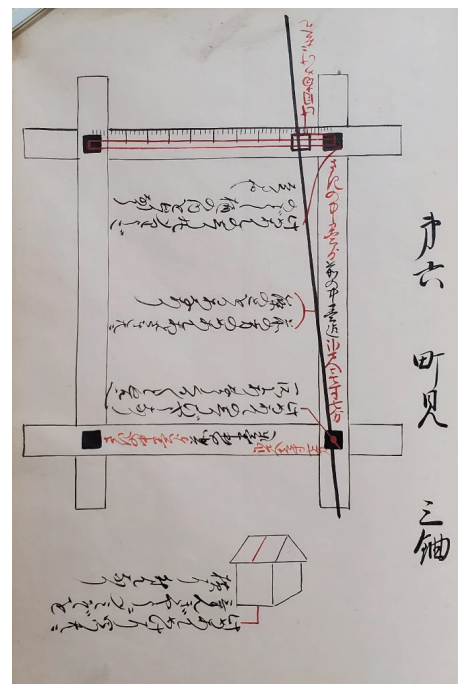
ヨーロッパから伝来したこれらの技法や道具類が、何時どのような経路で国内に紹介されたのかを正確に追跡することは史料上の制約から困難である。幾つかの状況証拠は挙げられるものの、未だ詳細は不明なままである。大凡の流れを整理すると、1650年代以降にそれらの技法が用いられていた事を示す史料が出現し始め、1680年代には前述した清水貞徳の伝書類がまとめられるまでになっている。

本稿で紹介する『枕碎十七綱』の第6項目(上册 22丁表-27丁表)が「町見」となっており、各種の道具を用いて距離を算定する方法が述べられている。その道具の中の1つがクロス・スタッフと呼ばれる物に酷似している。以下、第6項目の本文を翻訳、解説する。

2-2 『枕碎十七綱』第6項目の原文と翻訳

この項では、『枕碎十七綱』第6項目の原文(一部)を掲げ、その翻訳と補足説明を行う。原文には説明図と文章が併記されているが、非常に簡潔な記述となっていることから、必要に応じて文意を補足し、解説を付けることとする。原文の写真については、特に挿図の部分拡大して提示する。原文の引用にあたっては、旧字体を新字体とし、適宜句読点を付す。

① 台を用いた距離の算出



[写真4] 1番目の台の構造図

第六 町見 三鈿⁽⁴⁾

見様の次第

うしろの方にて

一 右臺にて目付、先目当、前目当、三所見通シ、右の前の方へ廻りて、前にて又前の、前先見通シテ、以前の目付をミれば、右の方のさきめあて、樋の内を左の方へ走ル也。

縦ば、走り左の方へ二厘走ルときに、台三の鈿成故に、右の二厘ニ台の三ヲ掛ば、六厘に成ル。此六厘にて台の尺、二尺一寸七分を割ば、遠さに成ル。

遠サ 三百六十一間六分六厘ニ成ル。是ヲ一町の六十間にて割ば、町に成ル也。

六町〇一間六分六厘。此六分六厘ヲ尺ニシテ、四尺二寸九分也。

一 右の三の台にて、走の鈿に三を掛けて三双倍ニする事ハ、六尺五寸を三ツに割ば、二尺一寸七分に成ル故也。一間を三ツに折たる故なり。

一 二の台にてと云るときにハ、台の尺三尺二寸五分なり台の拵様に、替る事なし。この台にて、縦ば、走り二厘はしるときに、この二厘に台の二を掛ば、四厘に成ル。是にて台の三尺二寸五分を割ば、遠サニ成ル。

遠 八百十二間半ニ成也。町ニシテ十三町三十二間半ニ成ル。

〔①の翻訳〕

台の見方について [図1を参照]

一 右図の台において、[台の後ろから覗き込んで] 目標物 [P]、向こうの目当て [A]、手前の目当て [B] の3点が一直線になるように見通し、次に右の前の方に回り込んで、また前の方の目当て [C] と先の方の目当て [D] を見通して最初の目標物 [P] を見ると、右の方の先目当て [D] が溝の中を左方向 [D'] へスライドする。

たとえば、[先目当てが] 左の方へ2厘 [= 0.002尺] スライドした時、この台の比率は3なので、この2厘に台の比率3を掛けて6厘になる。この6厘で台の1辺の長さ2尺1寸七分を割れば、目標物までの距離になる。距離 361間6分6厘になる。これを1町の60間で割ると町に換算される。

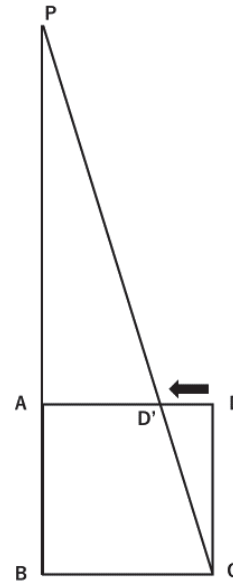
6町1間6分6厘 (この6分6厘を尺に換算すると4尺2寸9分となる)

一 右の比率3の台で、スライドした長さに3を掛けて3倍した理由は、6尺5寸 [= 1間] を3で割ると長さが2尺1寸七分になるからである。1間を3分割した故にそうになっている。

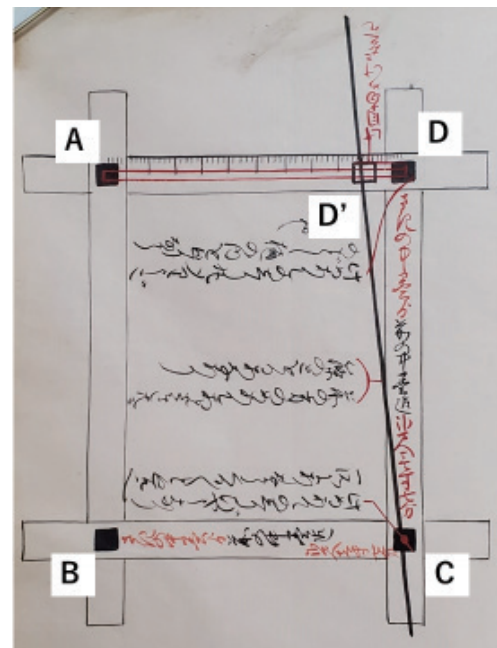
一 比率2の台でというときは、台の1辺の長さは3尺2寸5分となる。台の構造に変化は無い。この台で、たとえば[先目当てが] 2厘ほどスライドしたならば台

の比率2をこれに掛けて4厘とする。これで台の1辺の長さ3尺2寸5分を割れば距離となる。

距離 812間半となる。町に換算すると13町32間半となる。



〔図1〕 台の模式図



〔図2〕 目当ての位置

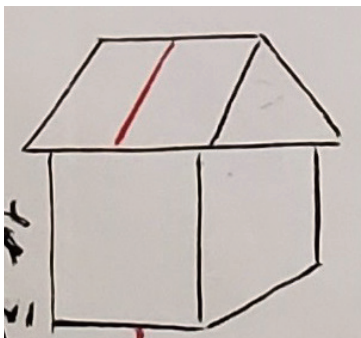
〔解説〕

(1) 台の構造について

ここで紹介をされている「台」とは、目標物までの距離を算出する用途に特化した平板(見盤)である。本文の図には井桁状に材を組んだ構造だけが記されているが、実際には机、卓子のような台の上に置いて使われていたと考えられる。

上記略図を用いて説明を進める。点ABCDは正方形をなし、その1辺は2尺1寸7分である。この数値は1間 = 6尺5寸の3分の1となっている。(これが「比率3」の由来である。) 各点を見ると、点A、Bは目当てを嵌められたことで固定されて動かない。点Cには篠竹を貫通させた目当てが置かれて自在に回転するようになっている。点AとDの間には目盛が打たれていて、材の中央に溝がうがたれている。この溝の中を目当てが左右にスライドして動くようになっている。Cから延びる篠竹とDの目当ては連結しているはずであるが、連結部の構造は明示されていない。

各材をつなぎ止める個所に打たれる目当てには、上部に細い筋が刻まれている。これは目標物を見通す際の照準の役割を果たしている。可動するDの目当てには「りうごのごとし」と注釈が付いているが「りうご」とは「輪鼓」または「輪子」と書かれ、鼓を横から見たときのように中央部がくびれている様を示す。しかし、その連結の状況は不明である。



【図3】 目当ての拡大図

(2) 距離の算出法について

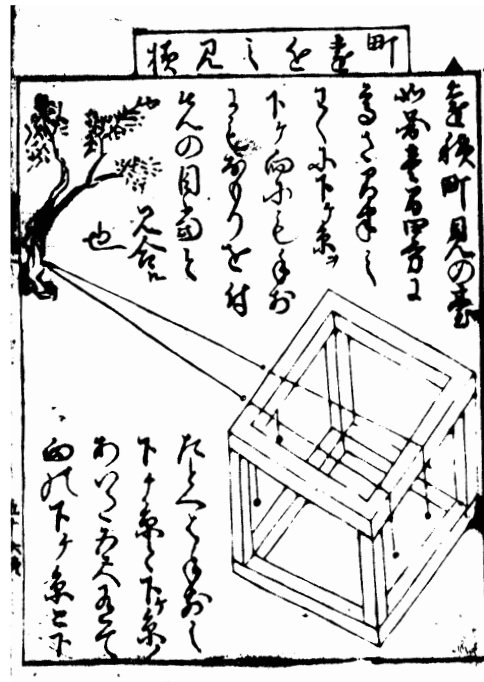
〔図1〕において、正方形ABCDを台、Pを目標物とする。最初に目当てBからAとPを見通して、3点が一直線に見えるように台を据える。その後、目当てCから篠竹を回転させながら目標物Pを見通す。この篠竹と連動して目当てDがスライドしてD'に移動する。このとき、正方形の1辺の長さ $AB = a$ 、目標物までの距離 $PB = x$ 、Dがスライドした長さ $DD' = b$ とすると、簡単な相似比から次の式が得られる。

$$a : b = x : a \quad \therefore x = a^2 / b$$

距離 x を求めるだけであるならば、この式だけで解答は導かれている。ところが、この個所の本文では距離 x' として $x' = a / b\omega$ を測量した値として計算している。ここで ω は、1間と a の比率 $6.5 : a = 1 : 1/\omega$ として定義される。この計算を示した原文では、距離を単位「間」で表記するための換算の操作 ($x' = x / 6.5 = a / b\omega$)

が一連の文として組み込まれていたのである。

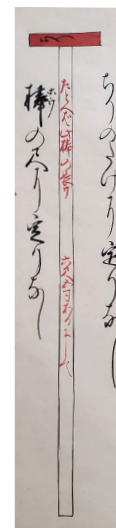
このような台（平板）による距離の算出法の歴史を考えると、同時代の和算書である村瀬義益の『算法勿憚改』巻1に下記のような図が掲載されていることが参考になる。この台が『枕碎十七綱』の台と類似の発想のもとに作られていて、一般的な形態であったことが了解できる。



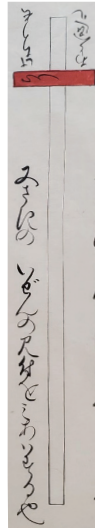
【図4】 『算法勿憚改』巻1の測定の図

この①の説明に続いて、原文では台を水平ではなく立てた場合と、目盛を測定者側の手前に置いた「逆台」の説明を記しているが、基本的な距離算出法は同様なので説明を割愛する。

② 棒を用いた距離の算出



【写真5】 撞木状の棒「ちり」を最先端に据えた状態



【写真6】 撞木状の棒「ちり」を手前に据えた状態

同 矢法の鉤

- 一 矢法とハ、台などもなくして遠サを見時。

塵のたけ五分あるにして、如此に棒のさき一はいに塵を付て、さきの見付に見合て、扱ちりをちりだけ、あとへしさらせて、如此に塵だけあとへしさらせて、又さきのいぜんの見付をミあはする也。右のこことくに見合るときに、さきへ出ねば塵あハぬなり。その塵のあふ所出で、さきに居たる所より今居る所までの間、十二間有にして、扱右のちりにて棒尺六尺五寸を割ば、棒ハちり百三十たけになる。是に出たるあいたの間の十二間を掛ば、遠さになる也。

遠サ 千五百六十間二なる。是を町ニシテ廿六町になるなり。

- 一 右の間の間に、間の外に尺あれば、間より下の尺の所斗を一間の六尺五寸にて割て、さて塵だけに掛ル也。
一 さきへ出られぬ所にてハ、ちりを一たけあとに付て見合て、扱その塵を棒のさき一はいになして、そのちりのあふ所まであとへしさるなり。先二居たる所より今退ル所までの間の間に、ちりの数を掛ル也

【②の翻訳】

同 矢法の比率

- 一 矢法とは、台などの無い時に距離を見る時 [の技法である]。

横軸の長さが5分あるとする。【写真5】のように棒の先端一杯に横軸をスライドさせて、前方の目標物[の長さ]に見合わせて重ね合わせる。さて、横軸を横軸の長さの分だけ次の【写真6】のように後ろにスライドさせて、また先ほどの目標物に見合わせて重ね合わせる。このようにして見合わせる時には、前方へ移動しなければ横軸と重ね合わせることはできない。その横軸と一致する所まで前方に進み、出発点から今居る

所までの距離を [測り] 12間とする。さて、横軸の長さで棒の長さ6尺5寸を割ると、棒は横軸の長さの130倍となる。この数値に測点間の距離12間を掛けると距離 [の間数] となる。[すなわち] 距離は1560間になる。これを町に換算して26町になる。

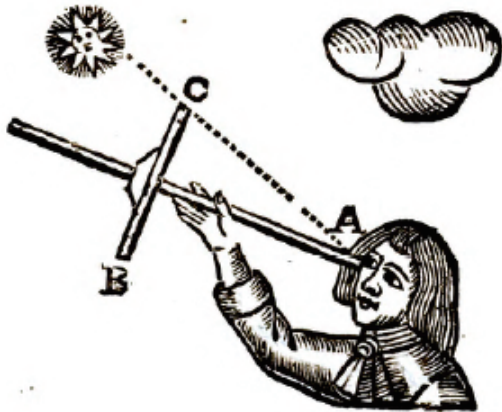
- 一 右の測点間の距離に、間以下の単位の尺があればその [尺以下の] 値だけを6尺5寸で割って、横軸の長さに掛ける。
一 前方へ進むことのできない場所であれば、横軸を最初は1つ分だけ棒の後ろにずらして見合わせる。その後横軸を棒の先一杯に戻して、横軸が目標物に重ね合わされる所まで後退する。先に居た地点と後退した地点までの距離の間数に横軸の長さを掛ける。

【②の解説】

上記の原文では撞木（しゅもく）のような棒を図示して、この道具によって目標物までの距離を測定できることが記されている。しかしながら、原文を一見しただけでは、なぜ目標物までの距離が計測できるのかを理解するのは容易ではない。原文には前提となる必須の条件が省略されているからである。その条件とは、目標物が尖塔や立木のように高さを有していて、その高さを測定の際に利用することである。この点が前述した井桁状の台による距離算出法、すなわち測点としてのみ目標物を設定する場合と大きく異なっている。

この撞木状の棒は、日本では18世紀以降の測量術の史料には頻繁に出現することが確認される。その古い事例を確認するために他の和算書との対照を試みると、そもそも撞木状の棒を用いて測量をするという用法の記載は、江戸時代初期（1600年から1670年代）の現存する和算書には出現せず、1680年代の本書『枕碎十七綱』が初出に近い史料であると現時点では推定される。⁽⁵⁾

一方、ヨーロッパではクロス・スタッフまたはヤコブの杖という名称（オランダ語では“graetboogh”「ガラートボーコ」）で14世紀頃から、船上で星の高さを測る道具としてこれが用いられている。（[図5]を参照。）さらにクロス・スタッフは陸上での測量にも応用の幅が広がっていく。（[図6]を参照。）次に見るように、クロス・スタッフとこの撞木状の棒の両者は、構造と測定法が完全に一致している。そこで、ヨーロッパの文献で紹介されているクロス・スタッフの構造と、実際に距離を測定する図版とを用いて、『枕碎十七綱』のこの個所の記述を解釈する。

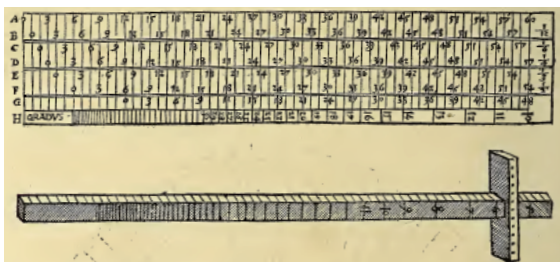


【図5】 クロス・スタッフ
John Seller, *Practical Navigation*, 1730 より

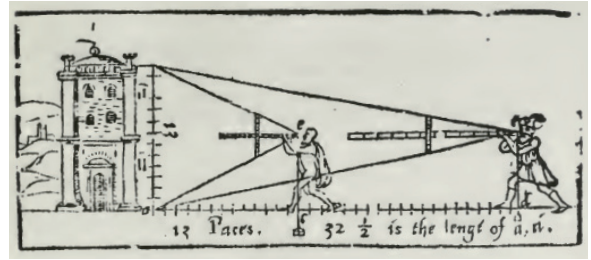


【図6】 クロス・スタッフの使用例
Peter Apian, *Introductio geographica*, 1533 より

クロス・スタッフは長い主軸に対して、クロス・ピースと呼ばれる短い横軸を十字架状に直交させてスライドできるように作られている。星の高さを測る際には、水平方向と星の位置をクロス・ピースで重ね合わせてその角度を計測する。主軸にはその角度を読み取るための目盛が記されている。（[図7] を参照。）『枕碎十七綱』の撞木の主軸には目盛が打たれていない。このクロス・スタッフを用いると、目標物までの距離の簡易的な測量も可能となる。（[図8] を参照。）

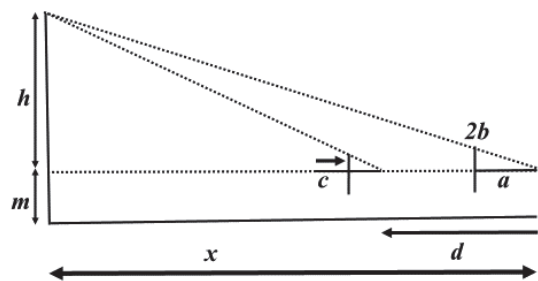


【図7】 クロス・スタッフの構造
Introductio geographica より



【図8】 クロス・スタッフを用いて建物までの距離を測る
Leonard Digges, *A booke named Tectonicon, brieflie shewing the exact measuring, and speedie reckoning all manner of land, squares, timber, stone, steeples, pillars, globes, etc.*, 1603 より

以下、[図9] を用いて、目標物までの距離の算出法を説明する。



【図9】 クロス・スタッフによる距離の算出

主軸の長さが a となるクロス・スタッフを用いて垂直に立つ目標物（高さを $h+m$ 、 m はクロススタッフを持つ人間の目の高さとする）までの距離を測定する場合、最初にクロス・ピース（長さを $2b$ とする）を杖の先端に置いてその目標物の最高点とクロスピースの上端、主軸の末端が一直線になるように見通す。次いで、クロス・ピースを手前に長さ c だけ引き寄せ、同じように3点が一直線に見通せる地点まで前方に直進する。（前進した距離を d とする。）この時、最初の測点から目標物までの距離 x は次の2つの比例式を連立させて解くことで求められる。すなわち、

$$a : b = x : h$$

$$a - c : b = x - d : h$$

$$\therefore x = ad / c$$

この結果を『枕碎十七綱』の原文の記述と対応させてみる。「塵」（ちり）はクロス・ピースのことであるが、実際には x を求める際にその長さ $2b$ は任意でよい。（上記 x の決定式の中に b は現れない。）最初に塵を棒の先端に合わせ、そこから塵の長さ（ $2b = 0.05$ ）だけ塵を手前に引き寄せる。すなわち、 $2b = c$ が指示されている。主軸の長さ a を6尺5寸、前進した距離 d を12間とすることで、原文ではまず $a / c = 130$ を導く。その後 d

を掛けることで $x = 1560$ 間が得られる。

以上が、原文の主たる記述の説明である。続く2つの文章では、間以下の数値が得られた場合の換算の仕方と、前方へ移動できない場合には塵の動かし方を逆にして後退すればよいこと、が述べられている。

『枕碎十七綱』第6項目にはさらに2つの測定の技法(目標物の高さや幅の計測)が記載されているが、紙幅の関係から割愛して別稿に譲りたい。

2-3 クロス・スタッフの伝来について

17世紀当時の日本人が、クロス・スタッフの現物を実見していたかどうかは関心を引かれる話題である。『枕碎十七綱』の原著者に直接関与する情報ではないものの、同時代の記録として、オランダ東インド会社の出島商館長が残した日記の中に1647年9月27日の記事として、次のような記載が確認される。

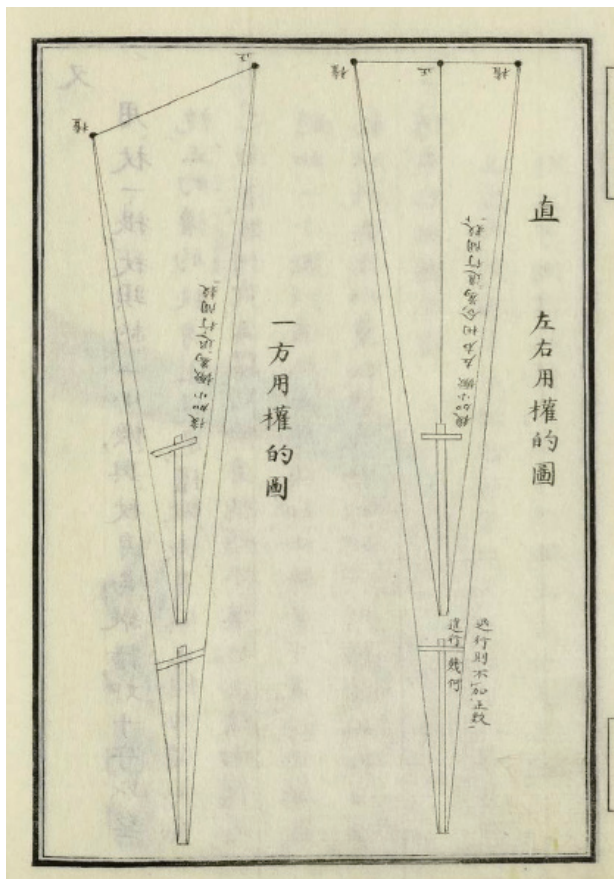
「正午過ぎ、筑後殿〔井上政重〕は彼の配下の貴族の一人に、象限儀〔graetboogh〕を検査し、いくらかそれを使ってみるなどさせた。」⁽⁶⁾

ここで筑後殿と呼ばれているのは幕府の大目付、井上政重(1585-1661)である。彼はこの当時、正保国絵

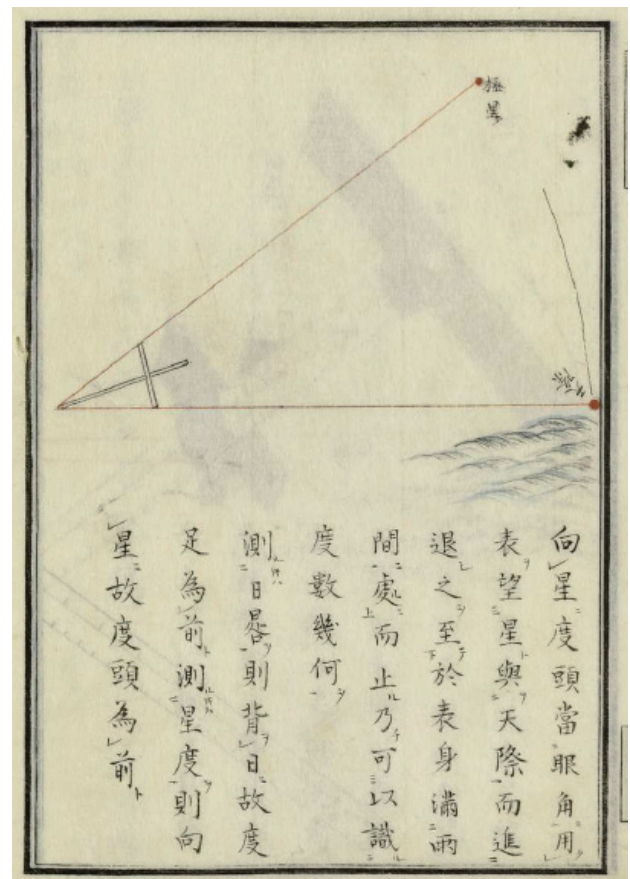
図の作成責任者でもあり、オランダの測量術に関心を寄せていたことが窺える。そこで部下に操作をさせた道具として述べられているのが“graetboogh”(ガラートボーコ)である。引用文ではこれを「象限儀」と翻訳しているが、正確にはこれはクロス・スタッフである。つまり、1647年に短時間とはいえクロス・スタッフを実際に手にとって操作した日本人がいたということになる。

なお、翌1648年に井上はオランダ人を自邸に招いて配下に幾何学や天文学を学ばせている。さらに、1650年には数ヶ月間にわたってオランダ東インド会社から派遣されたユリアンが、井上の配下を含む日本人に測量術と砲術とを教授している。⁽⁷⁾ このような史実を勘案すると、1640年代後半に井上の周辺でクロス・スタッフの操作法が習得される状況はあったと見なせるであろう。いまだ状況証拠の域を出ない仮定ではあるものの、井上の周辺で得られた知識が流伝して、1680年代の『枕碎十七綱』にクロス・スタッフの記述が出現したという可能性もある。他にも伝来経路の可能性は有るものの、少なくとも当時の日本人がクロス・スタッフを実見していたということについては確証が得られたことになる。

さて、このクロス・スタッフが中国ではなく、オランダから伝来した技法であることを当時の日本人が意識していたことを示す他の証拠も残されている。松宮観山著



〔図10〕『分度余術』よりクロス・スタッフの用法



〔図11〕『分度余術』より星の高度を測る

『分度余術』（1728年）という測量術を主題とした著述に、このクロス・スタッフを図入りで紹介されており〔図10〕、その道具の名称としてオランダ語名の「ガロートボーコ」が漢字の宛字（合羅咄保骨）を使いながら明記されている。これを見ると、主軸に目盛も刻まれ、さらに測量ばかりではなく星の高度を測る用途も記されている〔図11〕ことから、ヨーロッパと同様の使い方を当時の日本人が理解していたことも覗える。とはいえ、『枕碎十七綱』の原著者が阿蘭陀流の測量術全般に通暁していたかどうかまでは分からない。撞木状の棒の利用法だけを何らかの経路で学んだ可能性も捨てきれないからである。

以上の議論をまとめると、

- (1) 1640年代後半の記録として、国内でクロス・スタッフを実見し操作した事例があること
- (2) 『枕碎十七綱』の記載によって、日本における撞木状の棒の利用例が1680年代まで遡れたこと
- (3) クロス・スタッフの用法と撞木状の棒の用法が一致していること
- (4) 1720年代の測量書『分度余術』が書かれた時点では、オランダ伝来のクロス・スタッフの存在を当時の日本人が知っていたことが確認された。

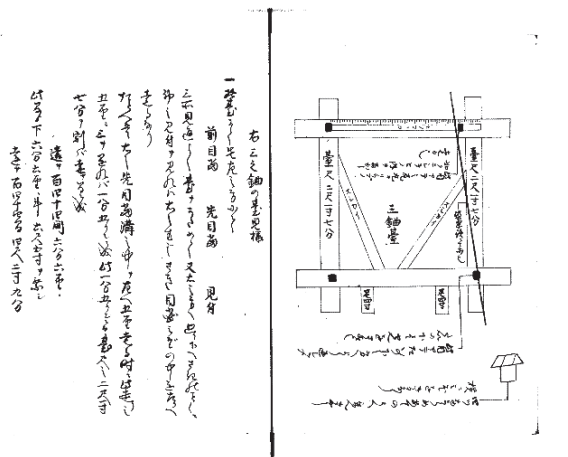
3. 『規矩元法録』の測量関係の記事について

前章では『枕碎十七綱』の中に、井桁状に組んだ台を用いた距離測定や、クロス・スタッフと類似の測量法の記載があることを紹介した。『枕碎十七綱』という史料は、著者、内容共にこれまで全く知られていなかったものであり、他の史料と何の関連も無く孤立した和算書であるという印象を持たされる。しかしながら、前章で紹介した測量の項目記事が、若干の変化はあるもののほぼそのままの形式で収録されている史料を発見できたので、それを紹介したい。別の見方をすると、ある流派の測量の技法が別の流派の秘伝書に紛れ込んで一体化してしまうという、技能の伝来の特異な過程を示す事例ともなる。

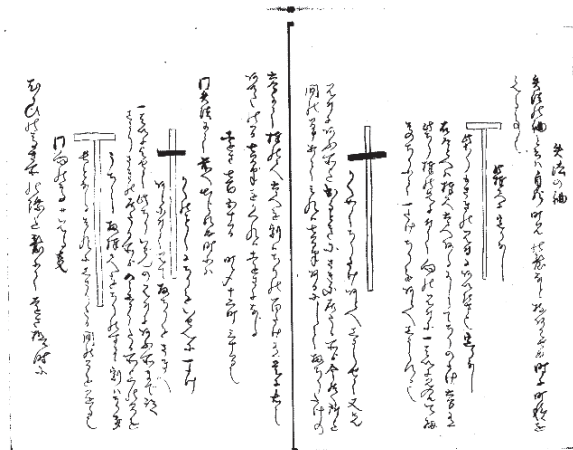
ここで紹介をするのは『規矩元法録』（東北大学所蔵、林2561）と題された、清水流の町見術としてはごくありふれたマニュアル、伝書である。本書に記された序文から、このマニュアルをまとめたのは「羽陽村山郡左沢（あてらざわ）数司 安孫子宗治正行」であることが分かる。この左沢という地名は現在の山形県大江町にあたり、近世においては庄内藩領であった。この庄内藩の勘定を業務とする「数司」身分の安孫子宗治正行が本書をまとめている。編纂の年代は記されていない。

『規矩元法録』の内容は、清水貞徳が設定した清水流の基本的な項目をまとめたもので特筆すべき事は無い。

ところが、本書の巻末に『枕碎十七綱』第6項とほぼ同一の図と文言が説明もなく収録されている。問題の数値や説明の文章に若干の相異が認められる。それ以前の文章は楷書体で書かれているのに対し、この末尾の項目は草書体で書かれるという相違点もある。この『規矩元法録』と『枕碎十七綱』の関係から、『枕碎十七綱』の測量の項目についての知識が決して孤立していたのではなく、ある程度の広がりを持って伝承されていたことが予想される。



〔図12a〕『規矩元法録』より 台の図示



〔図12b〕『規矩元法録』より 撞木状の棒の解説

この『規矩元法録』に本文とは関係の無い項目が付記されていたという一事は、近世の技術の歴史を考える上で非常に示唆的である。『枕碎十七綱』の存在が明らかになった現在ならば『規矩元法録』のこの附録的な項目の理解は容易である。安孫子は何らかの経路で『枕碎十七綱』の一部の情報を知っていたのであろう。その知識を、どのような意図によったかは不明であるが、従来のマニュアルの末尾に付記していた。

我々はともすると、現在まで伝来した史料（マニュアルや教科書）は、最初の著者が書いたとおりの内容が変

化せずに保存されてきたと考えがちである。しかし『規矩元法録』の例を見ると、知識の伝承者の気まぐれ、気分によって内容が付け加えられたり、あるいは逆に削除されたりということが起きる可能性があることを否定できない。たまたま『規矩元法録』の場合は『枕碎十七綱』という参照史料が発見されたことで内容の追加されたことが判明したが、もしこれが現れず、文字も楷書体で書かれていたならば後世の我々は清水流の新発見の秘伝書としてこの史料を取り扱っていたに違いない。一方、今現在、清水流の典型的なマニュアルと思われる史料であっても、これと同じように過去の伝承の過程で追加や削除が行われていたかもしれない。つまり、測量術を含めた近世の技術書では、伝承が重なるにつれ内容が改変される可能性が大いにあることを注意して、各史料の精密な比較対照が求められるのである。

おわりに

本稿の結論は以下の4点になる。

- (1) 本稿が初めて紹介することになる和算書『枕碎十七綱』(1687年)の収録問題の中に、測量に関する内容が含まれていること。
- (2) 『枕碎十七綱』が提示する測量の技法の1つに「台」を用いるものがある。本稿ではその台の構造と用法を明らかにした。
- (3) 『枕碎十七綱』が紹介する撞木状の棒は、ヨーロッパのクロス・スタッフと酷似している。これが17世紀に日本に伝来していた可能性も視野に入れてその測量技法を明らかにした。
- (4) 『規矩元法録』に『枕碎十七綱』の測量の項目がほぼ同じ形で収録されていることを指摘した。

なお残された今後の課題は、本稿で割愛せざるを得なかった『枕碎十七綱』の内容の翻訳紹介と、当時の代表的な初等算術書である『塵劫記』(1627年)との比較を試みることである。これによって、本書の日本数学史における位置付けをより明確に評価することができるはずである。

注と文献

- (1) 17世紀当時の測量術の状況については、佐藤賢一「蘭学の受容」、町・牧角編『漢学という視座』(戎光祥出版、2019年)所収を参照。
- (2) 国絵図の詳細については、川村博忠『国絵図』(吉川弘文館、1990)、同『近世絵図と測量術』(古今書院、1992)を参照。
- (3) これら道具類の用法については、以下を参照。
Ken'ichi Sato, "Surveying in Seventeenth-Century Japan: Technology Transfer from the Netherlands to Japan," *HISTORIA SCIENTIARUM*, Vol.23, No.2 (2013)

- (4) 「鍤」の字について。この文字は「きょく」または「かね」と読ませていたと想像されるが、『枕碎十七綱』独自の用語で、非常に多義的である。①金属製の曲尺のこと。②これから派生して物差し全般のこと。③比率、割合のこと。これらは文脈によって意味が使い分けられている。
- (5) 垂直に立てた棒を用いて、直角三角形の相似比から山の高さや山までの距離を計測する測量法は、古代中国においても知られていた。例えば、3世紀の『海島算経』にその記載が確認されるが、ここで用いられている方法とは全く別系統と見なせる。1650年代に撞木状の棒を用いた測量法が存在したことを間接的に示唆する史料としては、国立天文台所蔵『丁見伝授』(1743年)を挙げられる。この史料を伝授した流派の元祖として山崎重次の名前が記され、万治2年(1659年)に伝授のあった旨が記されている。その内容が1659年から変化を蒙っていないとするならば、間違いなくクロス・スタッフに関する国内最初の言及ということになるが、後代の写本であることからその保証は得られない。本稿第3章の議論を参照のこと。
- (6) 東京大学史料編纂所編『日本関係海外交渉史料 オランダ商館長日記 訳文編10』(2005年)、246頁。
- (7) 前掲「蘭学の受容」を参照。