

中根元圭に伝えられた田中由真の測量術と
測器具 “カロト” について

On surveying technique by Tanaka Yoshizane was
introduced to Nakane Genkei and measuring instrument

“karoto”

小林 龍彦

Tatsuhiko KOBAYASHI*

Abstract

Nakane Genkei (1662 -1733) who lived in the old capital Kyoto studied mathematics under Tanaka Yoshizane (1651-1719). It is not clear when Nakane became Tanaka's pupil, but by 1691 (fourth year of the Genroku period) he had matured to the extent that he published the *Shichijōbeki enshiki*.

It is thought that Nakane Genkei was also an expert in the surveying, but the actual state of his knowledge is not well known. However, it is certain that he was also taught the surveying techniques by his teacher in arithmetic studies, Tanaka Yoshizane. The manuscript entitled the *Sokuen-jutsu* exists in the Hirayama Bunko collections of the Tōhoku University Library, which describes surveying techniques was introduced by Y.Tanaka to G. Nakane.

In this paper we introduce the surveying technique in the *Sokuen-jutsu* of Y. Tanaka and discuss the usage and meaning of the measuring instrument "karoto" that appears in this book.

Received November 30, 2022. Revised April 15, 2023.

2020 Mathematics Subject Classification (s) : 01A27, 01A45.

Key Words: History of Japanese Mathematics, Nakane Genkei, Tanaka Yoshizane, surveying techniques, karoto (karōto).

This work was supported by the Research Institute for Mathematical Sciences, an International Joint Usage/Research Center located in Kyoto University.

*前橋工科大学名誉教授

e-mail : t.kobayashi1635@nifty.com

§ 1. はじめに

京都の暦算家として高名な中根元圭(1662 -1733)が田中由真(1651-1719)に師事して数学を学んでいたことは、田中の「算学紛解」(年紀不詳)に収まる「合演定式」において高次方程式の未知数の消去法に関連してつぎのように触れていることで明らかになる¹。なお、これ以降の原文の引用にあたって片仮名書きは平仮名書きに直し、加えて濁点と句読点を適宜挿入することにした。また、漢文にあっては読み下し文にして示す。

今、茲に其陰陽率を源にして合演の定式を求るなり。平方巾より五乗巾迄の陰陽率は先ず書に記す。又た柴田氏の明元算法にもこれ有り。夫れ予が門流安藤氏六乗巾の演率を一極算法に記し、同中根氏七乗巾の演率を出せり。

ここにおいて田中が言う「柴田氏」とは、元禄2年(1689)に『明元算法』を、同8年に『和漢算法』を刊行した京都の和算家宮城(柴田)清行を指す。また「予が門流安藤氏」とは安藤吉治のことになる。その安藤も元禄2年に『一極算法』を刊行して7次方程式の消去法に挑んでいた。そして田中が「同中根氏」と触れる中根元圭も時流の課題に臨み、元禄4年(1691)に『七乗冪演式』を刊行して8次方程式の解法を明らかにしていた。このように田中は時流の研究動向を明らかにしているのであるが、それは結果として門下生の安藤や元圭の成果を高評することにも繋がっていた。

中根元圭がいつ頃田中由真に師事したかは明らかでない。だが、近江八木浜(現滋賀県浅井郡)に生まれた元圭は父の定秀の勧めに従い入洛し、数学は田中に暦学は渋川春海(1639 -1715)に学んだとされる²。そうした京都での算学修養の成果が『七乗冪演式』として結実したことになる。元圭は寛文2年(1662)の生まれであるから、田中が「中根氏七乗巾の演率を出せり」と言うことが元禄4年刊の『七乗冪演式』を指しているのであれば、この時元圭は30歳になる。したがって当然ながら元圭の田中塾入門はそれ以前であることは動かない。

中根元圭は測量術にも精通していた。享保17年(1732)の5月、8代将軍徳川吉宗の命を承けて伊豆下田において太陽の高低を観測した。同年の8月から10月にかけて相州鎌倉³で太陰の表影も実測した。これらの観測は地球から太陽と月までの距離を計算するためのデータを得ることにあったが、それらと『暦算全書』の訓点和訳を通じて知り得た三角法を応用して計算に及んだ⁴。その成果は「日月去地面実数一卷」として吉宗に報告された。だが、これを調べてみると長さ1尺の表か

¹ 東北大学附属図書館林文庫蔵：請求番号 1352 を参照。

² 小林龍彦「中根元圭の研究(I)」、『数理解析研究所講究録』第1787巻、2012年、pp.29-43。

³ 最上徳内訳解「大測表解」、東北大学附属図書館岡本文庫蔵：岡本写 0895 を見よ。

⁴ 小林龍彦「中根元圭と三角法」、笠谷和比古[編]『徳川社会と日本の近代化』思文閣出版、2015年、pp.457-478 所収論文。

ら得られる月影の長さや観測地点の天頂離角などは記録されているが観測に用いた測器具や用法の説明はない。その意味ではこのとき元圭が用いた測量方法や測量用具がどのようなものであったかは不明と言わざるを得ないのである。

実は、元圭は数学だけでなく測量術も田中由真から伝授されていた。東北大学附属図書館の平山文庫に「測遠術」と題する写本が現存している⁵。ここに田中から元圭に伝えられたとする測量術が筆録されているのである。師の田中は京坂の橋本正数・吉隆に繋がる算学者であるが、田中は橋本吉隆から測量術も学んでいた。さすれば元圭に伝わった測量術は橋本流の測量術であったと言えることにもなる。嘗て藤原松三郎は「橋本流の町見術の内容は如何なるものであったか、文献が残っていないから分からない⁶」と嘆じたことがある。その意味では平山文庫の「測遠術」は橋本流測量術の一斑を知り得る手掛かりと言えることにもなる。また「測遠術」には「カロト」あるいは「カロウト」（以下特に断りがない限り「カロト」と表記する）と呼ばれる測器具が頻出する。だが、筆者はこの測器具の用途などについて論じた先行研究があることを寡聞にして知らない。この測器具はオランダ測量術受容史を映し出す格好の器材と思えることから「測遠術」の紹介と併せて論じてみることにした。

§2. 中根元圭に伝わった「測遠術」

田中由真が中根元圭に伝えたとする測量術書「測遠術」が存在している⁷。写本は全18丁からなるが、これの末丁につぎのような識語があることから写本の来歴が明らかになる。以下に引用してみよう。

右、二十三ヶ条、中根白山先生はこれを田中先生に授かる。白山の嫡子彦循先生
ゆか かゆ
 簀を易るの時に当りて、これを余に伝ふ。余時に算学に耽り。これを得て十襲す。
ただ
 蓄、以て測量の奥旨を為さずと云ふ。

丘壑外史 村井漸

識語冒頭の「右」は「測遠術」に載る測量術23カ条を指す。識語の著者は「丘壑外史 村井漸」と書くから京都の和算家村井中漸(1708-1797)である。その村井が記すところによれば、自分は中根元圭の息子彦循(1701-1761)に師事して算学を学んでいたが、その彦循が「易簀」の時、則ち没する直前にこの測量術書を伝授してもらったと言うのである。彦循は宝暦11年(1761)8月、61歳で亡くなっているから、村井がこの測量術もしくは測量術書を手したしたのは彦循入滅直前のことにな

⁵ 東北大学附属図書館平山文庫蔵：請求番号 MA/219.

⁶ 日本学士院編『明治前日本数学史』第5巻、新訂版、1797年、p.476.

⁷ 『明治前日本数学史』第3巻、新訂版、1979年のp.424には田中由真の測量術書として「町見之秘巻」が載せられている。ただし、筆者はこの写本は未見であり、「測遠術」との関係は不明である。また、『日本学士院所蔵和算資料目録』（岩波書店、2002年）のp.506に田中の測量術書と同名の「測遠術」（請求番号 6311）が存在するが、これは別本と思われる。

ろう。そして、もっとも注目すべきはこの識語の冒頭に「右、二十三ヶ条、中根白山先生はこれを田中先生に授かる」と書くことである。この文意は、村井が手にした測量術書は中根元圭ゆかりのもので、元圭はこれを「田中先生」こと田中由真から伝授されたとなろう。村井はこれを師の彦循から得たのであった。その彦循は父の元圭からこれを学んだことは確かである。さらに言えば田中は測量術を橋本吉隆に学んだと伝わるから、この測量術書「測遠術」の系譜はつぎのように表せることになる。

(橋本正数) → 橋本吉隆 → 田中由真 → 中根元圭 → 中根彦循 → 村井中漸

既述のように中根彦循から村井中漸にこの測量術書が伝承された時期は宝暦 11 年頃であるが、田中が元圭にこれを伝えた時期は不明である。敢えて言えば元圭への伝授は由真が没する享保 4 年(1719)以前であったと指摘できるだけであろう。

さて「測遠術」はどのような内容を持つ測量術書であろうか。以下これの内容に沿いながら見ていくことにしよう。まず冒頭はつぎのようにある。

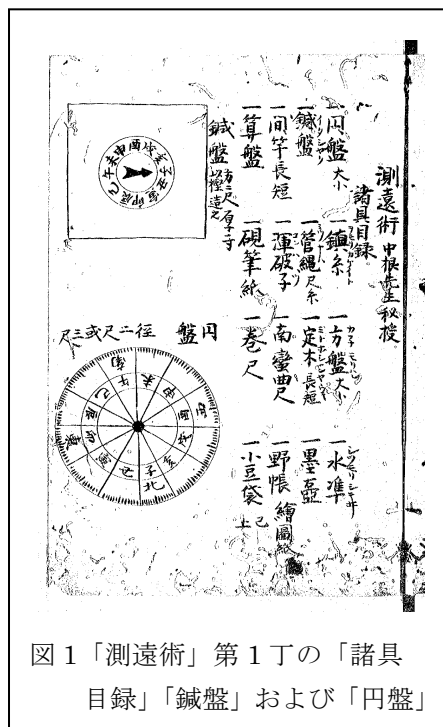


図1「測遠術」第1丁の「諸具目録」「鍼盤」および「圓盤」

測遠術 中根先生秘授

諸具目録

- 一 圓盤大小 一 鎮糸^{をもりかけいと} 一 方盤大小^{かねもりはん}
 - 一 水準^{しつもりしきゐ} 一 鍼盤^{いたしやく} 一 管縄尺糸^{みつなは}
 - 一 一定木長短^{みとほしじやうき} 一 墨壺 一 間竿長短
 - 一 渾破子^{こんは} 一 南蛮曲尺 一 野帳絵図紙^つ
 - 一 算盤 一 硯筆紙 一 卷尺 一 小豆袋
- 已上

この測量術書の劈頭に「測遠術 中根先生秘授」と書かれるが(図1)、ここでの「中根先生」が元圭か彦循であるのかは判然としない。しかし、村井の識語ではこの測量術書の由来を元圭と断言していたから「中根先生」は元圭と見てよい。加えてこれが中根家門不

出の「秘授」であったことも確かなのであろう。

続く「諸具目録」では測量に必携となる諸用具 16 種が列記される。ここで注目されることは、すべての用具に付けられている訳ではないが読み仮名が振られていることである。例えば「鎮糸」は「をもりかけいと」、「方盤」は「かねもりはん」、「水準」は「しつもりしきゐ」、「鍼盤」は「いたしやく」、「管縄」は「みつなは」、

「定木」は「みとほしじやうき」、「渾破子」は「こんはつ」などと読ませている。実際の測量で用いられる用具やそれらの呼称は測量家の間で微妙に違っているから、ここでの読み方は橋本・田中一門で通用していた呼称であろうか。因みに「南蛮曲尺」は「丁字形曲尺」と呼ばれる丁型の測量器具のことであるが、田中はこれを撞木と呼んでいる⁸。この「丁字形曲尺」が南蛮に由来することから「南蛮曲尺」の名称が付いたのであろう。

「諸具目録」に続いて「鍼盤」と「円盤」の解説図が載る。「鍼盤」は盤上に子から始まる十二支で方位が示され「方二尺 厚一寸 櫓を以てこれを造る」とする説明が付く。「円盤」も盤上に十二支を均等に配置し、各一支は2分割され、1分割区間は6個の目盛りで仕切られる。また子卯午酉はそれぞれ北東南西の方位にあてられる。このような「円盤」は「径二尺或いは三尺」の寸法で作られることが指示される。いずれも方位盤として機能したのであろう。

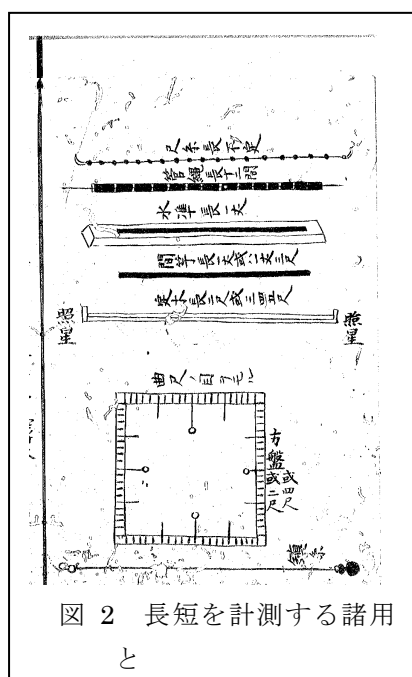


図2 長短を計測する諸用と

これら方位盤の図解に続けて、長さを計測する諸具の図説が載る(図2)。「尺糸」は紐を玉目で等間隔に区切った計測具で「長さは不定」とする。

「管縄」は等間隔の印が付けられた管に縄を通した用具で「長さ十二間」とする。「水準」は「長さ一丈」、「間竿」は「長さ一丈或いは一丈三尺」、「定木」は「長さ二尺或いは三四五尺」とし、定まった長さとしては「二尺」とするが、「三四五尺」を使ってもよいとする。場合によればこれは「三四五尺」の指矩による勾股弦の定理を言っているのかも知れない⁹。なお、「定木」の両端には覗き穴となる「照星」が付く。「方盤」は1辺を「或いは四尺、或いは二尺」とする方形に作り、盤上の4辺に「曲尺の目」が盛られる。最後は「鎮糸」である。これは垂針として使われたのであろう。これら諸道具の図解を終え

て、具体的な測量法の解説に移る。その導入として測量法の基本を説くが、そこでは「勾股方円の図」(図3)を示しながら「九章算法」の記述と「朱子」の発言が引用される。

九章算法註に云ふ、勾股にいるる方円、直を以て井の深さ、天の高さ及び遠近、広狭を知

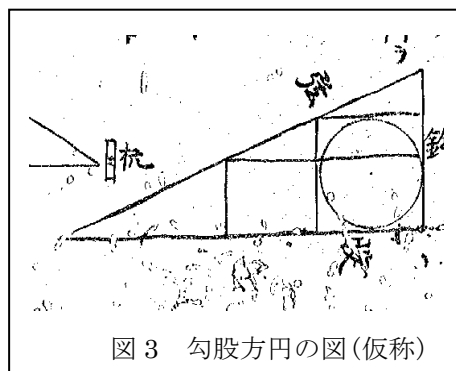


図3 勾股方円の図(仮称)

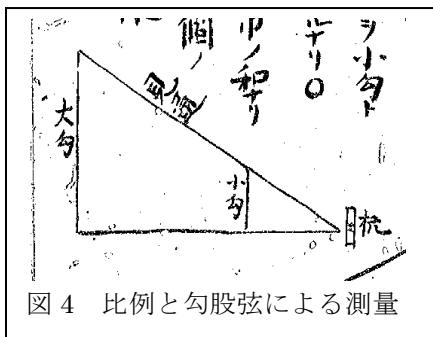
⁸ この曲尺が鐘・鉦などを打ち鳴らす棒の撞木に似ていることから命名された。

⁹ 島田道桓著『規矩元法町見弁疑』(享保19年(1734)刊)巻3によれば「三四五の矩と云は、勾股弦よりいでて三の勾線をもつて陽の矩とし、四の股線をもつて陰の矩とし、五の弦線をもつて陰陽和合の矩とす」とする説明を与えている。あるいは前出『明治前日本数学史』第5巻、p.474を見よ。

ると。股は縄なり、勾は準なり、斜行を玄¹⁰とす。朱子曰く、勾股は数の極み致りなりと。直積は短勾の短股に因るなり。方積も亦た同じ。

文頭に「九章算法註」とする書名が登場する。これは「九章算法の註」と読むのかも知れないが、「九章算法註」が書名であるとすれば、筆者はこの算術書の存在を知らない¹¹。またこれが魏の劉徽が注釈を加えた『九章算術』ではないとすれば、楊輝が著した『詳解九章算法』を指している可能性もある。しかし『詳解九章算法』（景定2年、1261年撰）に引用のような記述を見出すことはできない¹²。ただ「九章算法註に云ふ」を「九章の算法の註に云ふ」と読めば、この語句の由来を楊輝の『詳解九章算法』に限る必要はなくなる。あるいはこれは程大位の『新編直指算法統宗』（1592年刊、以下『算法統宗』と記す）からの引用かも知れない。『算法統宗』巻12の「勾股第九章」の前文を読むと「この章、勾股を以て弦の斜を求む。勾弦に股の長を求む。股弦を以て勾の濶を求む。勾股の中に方を容れ、円を容れるは山の高さ、水の深さ、城の広さ、路の遠さを求む。皆な知すべし¹³」とあって、円に内接する方円をもって山の高さや水の深さを量ることが強調されていた。これにしたがえば引用文が言う山は天、水は井と解釈することができる。ことによれば「測遠術」の原著者は『算法統宗』に載るこの文章を敷衍したのかも知れない。

いずれにしてもここでは「勾股」による測量法と求積法が議論の中心となる。そ



こで用いられる方法が「直¹⁴」であり、これが測量の基本となる。則ち直角三角形の勾股弦をもって深さ、高さ、遠近および広狭が求められることになる。故に股は間縄、勾は水準であり、これらの端点を結ぶ直線(斜行)が弦となる。加えて、朱子が直角三角形あるいは勾股弦の定理が数術の極みであると説くことに触れ、直積＝短勾×短股、方積も同様と締め括る。その一例として山の高さを測る方法が比例法と三平方の定理で求まることが

¹⁰ 正しくは弦。

¹¹ 「九章算法」の書名をもつ算術書が東北大学附属図書館林集書蔵：請求番号林集書 601 と同林文庫蔵：請求番号 2115 として収蔵されているが、引用のような記事は見当たらない。また、李迪編『中国数学史大系』副巻第2巻(北京師範大学出版社、2000年)のp.38に「九章算法 (明) 佚名 明南京国子監刻本、見明周弘祖『古今書刻』」と載るがこれとの関係は不明である。

¹² ここでは『中国科学技術典籍通纂』数学巻1(河南教育出版社、1993年)所収の宋楊輝撰『詳解九章算法』を参照。

¹³ 梅栄照、李兆華校釈『算法統宗学校釈』、安徽教育出版社、1990年、p.741を参照。読み下しは湯淺得之による訓点本『新編直指算法統宗』(東北大学附属図書館林文庫蔵：請求番号 0026)に従った。

¹⁴ 万尾時春の『見立算法規矩分等集』(享保7年、1722年刊)上巻の「四方六面様合曲尺之図」の解説で「此道具組立下げ、糸にて直を極め、向の目当迄地盤直にして」とあって、「直」に「ろく」の振り仮名がついている。ここでの用例は垂直(鉛直)と解せられる。松崎利雄の『江戸時代の測量術』(総合科学出版、1979年)によれば「ろく」には「直・正・陸」などの字があてられ、「水平・平ら・まっすぐ」の意味とされる。

示される(図4)。

§3. 「測遠術二十三箇條¹⁵」に見る測量術

前節に見た前文に続けて「測遠術二十三箇條」の測量法が詳述される。この23カ条が田中由真から中根元圭に伝えられた測量術のすべてなのであろう。もっとも後世の加筆や修正も考えられるが、そのことはとりあえず不問にして測量術23カ条の内容を掌握することにする。その際、測量術23カ条に与えられた問題の解説や図説のすべてを取り上げることは繁雑になるから、ここでは著しく特徴的と思われる記事を抽出して披見することにした。まず「測遠術」の全体を知る手掛かりとして、問題23カ条に付けられた見出しを目次化して列挙しておこう。なお、以下の見出しにあって（ ）は原文が割書であることを示している。

- 第一 松葉町見
- 第二 勾股町見(直規町見とも、又た平町見とも云ふ)
- 第三 樹之高を測る(はか)
- 第四 島之広狭を測る
- 第五 岸に臨み其の河の広狭を度る(はか)
- 第六 遠境を隔て地上の高低を知る術
- 第七 山の高低を測る
- 第八 阿蘭陀曲尺町見(阿蘭陀には双勾股の法を用いる)
- 第九 同左右町見
- 第十 同河の広狭を測る
- 第十一 同山の高低を測る
- 第十二 かんき曲尺
- 第十三 谷の浅深を測る
- 第十四 広狭遠近がところを測る
- 第十五 其の術と第十六同じ故にこれを略す
- 第十六 曲尺に拘わらず遠くを測る術
- 第十七 廻り検地
- 第十八 国の広狭出入り従い小図を作る
- 第十九 難地に臨みて海路を測る
- 第二十 山を隔てる町見
- 第二十一 遠山を測る
- 第二十二 遠境を隔て大小曲直広狭を写す
- 第二十三 河海を隔て島の広狭を測る

¹⁵ この節の標題は「測遠術二十二箇條」と書かれているが、「測遠術二十三箇條」の誤り。

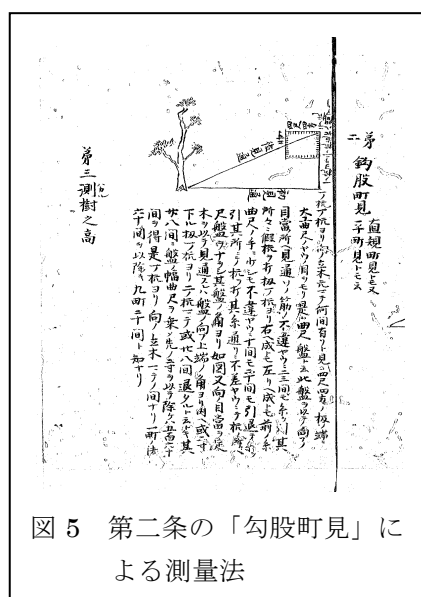


図5 第二条の「勾股町見」による測量法

第二条の「勾股町見」(図5)の問題は現代語訳にして示しておく。

まず、本座と開場および目当の3点(三つの図根点)を定め、本座と開場および目当を直線で結んだとき本座が頂点になるような直角三角形を描くことにする。いま、本座に一の杭、開場に二の杭を打ち、本座に据えた「曲尺盤」から目当を見通したとき、本座と盤の辺および目当が一直線になるようにする。また、開場に「曲尺盤」を据えて盤の端から目当を見通せば、見通し線は「曲尺盤」の辺の端点から内側に入る。本座と開場の距離を28間、「曲尺盤」の1辺を4尺、開場からの見通し線が「曲尺盤」の内側に入る長さを2寸にとれば、本座から目当までの距離はいくらか。

この問題は直角三角形の相似比で目当までの距離を求めることにある。直角三角形を用いるのであるから「勾股町見」と称したのであろう。この測量法を「直規町見」あるいは「平町見」とも呼んでいる。

因みに江戸時代後期の測量術にあって主流をなしたのは樋口流であるが¹⁶、この流派では「曲尺盤」は「平板」あるいは「量盤」と称する¹⁷。流派が異なっても平板を水平もしくは垂直にして用いることに変わりはない。この測量法は現代の平板測量に相当しており、「測遠術」では第十四条までがこれに該当する。

第三条は本座に「曲尺盤」を垂直に立て、ここから立ち木の先端を見通して樹高を測る方法を説くが、木の根元から本座までの距離は測れるものとする。第四条も

以上が「測遠術二十三カ条」の目次にあたる。

さて、第一条は直角三角形の3辺の値を「三四五」として相似比をもって辺の長さを求めるもので、「さい」と呼ぶ目当(目的)を見通し(方向線)の線上において測量する方法をいう。目当の「さい」が松葉に似ていることからこの名称が付いたのであろう。「軍場にて^{やり}鑢をくらべてもよし。阿蘭陀曲尺の外、今の町見を云ふ者、皆松葉曲尺の略なり。其の源は勾股なり。是を直規と云ふ」とする説明が付く。戦場では「さい」の代わりに「鑢」を用いてもよいということなのであろう。「松葉」や「さい」は他流の測量術に見ない用語である。

¹⁶ 注17に引用する『量地指南』(江戸科学古典叢書9、恒和出版、1978年)の大矢真一の概説 pp.5-6 による。

¹⁷ 本稿で使用する測量用語は享保18年(1734)刊行の村井昌弘編述『量地指南』および寛政6年(1794)刊行の『量地指南後編』(いずれも江戸科学古典叢書9、恒和出版、1978年に収録)と享保19年(1734)刊行の島田道桓著による『規矩元法町見弁疑』(江戸科学古典叢書10、恒和出版、1978年)などに依拠している。

本座に据えた「曲尺盤」から見通して海島の広さ（幅）を測り知ることになる。

第五条の「岸に臨み其の河の広狭を度る」方法は直角三角形の相似比で川幅を測るものである。この測量では「地に高下あれば少差あるべし」とする注意が与えられている。

第六条の「遠境を隔て地上の高低を知る術」はつぎのような方法になる。

仮今、池有り。この東に新田場を見立て、この池水を用水に取らんと欲するに、この池と新田と場所は何ほどの高下あるぞと知る段、水を盛りてその高下を測るなり。

問題は池と新田との間の高低差を知ることにある。そのために池の水際から目当の新田の際までの間に数本の杭を一直線上に立て、水際から水平に見通して各杭の間の高低差を測り、池と新田の高低差を知るのである。いわゆる水準測量にあたる。

第七条の「山の高低を測る」方法は、まず、山麓に一の杭を立て、これより退いたとこ

ろに二の杭を打ち、水盛りをもって2点の高低差を測る。二の杭を本座としここに「曲尺

盤」を垂直に立て、盤の端から山頂を見通して本座からの山高さを計算し、2点間の高低

差を減じて山高さとする。この方法は第三条の立ち木の高さを測る方法と同じであると言う。

第八条と第九条は「阿蘭陀曲尺町見」である。この測量術には「阿蘭陀には双勾股の法を用いる」とする割注が付く。オランダ町見術では二つの定木(曲尺)が用いられるという意味であろうが、この説明は後述する「丁字形曲尺」（「測遠術」では撞木形と呼ぶ）を指しているものと思われる。

まず第八条は平板上に縮図を描いて本座および開場から目当までの距離を知ろうとするものである。そのために「阿蘭陀曲尺」を使用するのであるが、ここには通常の測量術書に見えない術語が表れている。近世日本測量史にとって興味深い事項と思えることから以下に第八条の全文を紹介する(図6)。引用にあたって特異な用語には下線を施しておいた。また冒頭の問題名の「」書きは筆者が便宜的に与えたものである。

「本座と開場から松の木までの距離を測る」

此の間六十間、月蒼繩と云ふ。月蒼の義、未だこれを知らず。即ち種繩の義なり。

遠町を見る時は月蒼繩百二十間にも百八十間にもするその時はカロトも増なり。百二十間にする時はカロト二たけ、百八十間にするときはカロト三たけ。かくの如く手前広きほど向も見よく、ひかりもとよく手回しよし。又、手前狭くて六十間にひかれぬ時は三十間に引き、カロウト半分入てよし。月蒼六十間の時、仮今左のひかりを測るにカロウト五つと三寸二分半あれば、左の方にて五町十九間半と知る(これはカロウト五尺三寸二分五厘)。月蒼六十間の内にて何かたより遠を測るも皆

は「雁木」のことを指しており、検竿を「ぎざぎざ」の階段状に仕立てて水準測量を行うことに由来した術語なのであろう。第十一条はこれが「口伝」であるためか山地の図形と検竿を階段状の「がんぎ」に見立てた図しか与えていない。しかし、第十二条の「かんき曲尺」では、第十一条が「口伝」とした「がんぎ」による山高の測量法が詳述されることになる。原文を引用しておこう。振り仮名は筆者が施したものである。

仮今、高山有りて、その山の高さを検竿を以て直に測る法あり。その術は先ずその山の^{いただき}巔に目驗して、扱或いは三間もある竿を頭に照星を付け、山巔より下へ山路をくだし、その竿頭山巔と高低なからしめ、その竿の立てたる所までは何間何尺と記し、扱またその立竿の所に^{しるし}驗をし、それより竿を下し、右の如くして竿を下す。次第に従ひ各間尺を記し、その麓に至り総間を合して山の高さとする。(以下略)

およそ長さ3間の検竿を用いて、これを山頂から麓までつぎつぎと立てて行き、それら前後の高低差を計測して山高とするものである。こうした測量法は普通に知られていたもので特別な方法ではないが、その形状から「がんぎ」とする名称を付けていることは珍しく、他流には見えない呼称と言える。

第十三条は「谷の浅深」を測ることにあるが、これは「下より高さ知ると同じ」方法と述べるだけに留めている。

第十四条はふたたび「カロト」を用いて、本座から複数の目当までの距離とそれぞれ目当の間の距離を測る方法を説明する。

続く第十五条は「その術と第十六と同じ故にこれを略す」として記事はない。その第十六条は「曲尺に拘わらず遠くを測る術」となる。この測量法を説明するにあたってまず「曲尺に拘わらずして町見を測るは或いは磁石、見通、定木、円盤等を以てその方角を見ること肝要なり」と説く。具体的には本座(一の杭)を定め、そこから円盤を用いて目当までの方位を測り、同様にして本座から開場(二の杭)までの方位および開場から本座への見返しの方位を求め、併せて本座と開場の距離を測る。さらに開場から目当までの方位を得て、これらのデータをもとにして野帳に縮図を描く。本座と開場の距離が実測されているから、これと縮図上の辺の長さとの比を以て目当までの距離が得られることになる。開場となる二の杭の位置が任意であることから「その退き方曲尺に拘わらず」と称したのであろう。曲尺を用いないことが特別であったのであろうか「これ秘術なり。なお口伝に任すべし」と付記している。

第十七条の「廻り検地」は「その地の内の間を検らべずして、その地の周を測りて歩数を求める術なり。即ち右の術に同じ」と触れる。「右の術」とは第十六条のことを指しているから、本座からつぎつぎと開場を得て、これらの方位と距離を求めた上で測量地全体の縮図を描き、それを基にして面積を得ようとする方法である。測量地を一巡することになるから「廻り検地」と称するのであろう。これも広く普



及していた測量法である。第十七条の「廻り検地」が比較的狭い土地の測量であるのに対して、第十八条の「国の広狭出入りに従い小図を作る」方法は国という広域を対象とした測量となる。しかし、広狭の差はあっても測量法は第十七条と同様であるから、「国の大小に従ふて毛厘も差がわずように絵図に写す。右の廻り検地の如く一杭、二杭段々幾所も見て、其¹⁸てその方角とその間とを悉く書き記し、その後縮図紙に写すなり」とする（図 7）。実際にこれを実行するとなれば長大な距離を測ることになるから、「一杭より二杭まで 子の十二 二千六百三十九間、二杭より三杭まで 辰の七 一千九百一十一間、…」などと各杭までの方位と距離が例示されている。その結果として図 7 のような縮図としての「国の図」が描けることになる。

加えて「右の外、或いは曲がりたる所、又は少しづつ出入りある図は地縄^{はか}を以て度り悉くその形象を写すなり」と補足することも忘れていない。その上で「誠に兵家の秘策、算道の妙術^{ゆるがせ} 忽にすべからず」とする警句も与えている。兵法家だけでなく数学家にも必須の測量術であり疎かにするべきではないということなのである。

第十九条の「難地に臨みて海路を測る」方法は、海峡を挟む二つ港の間の距離を測る方法を問うのであるが、その実際はここまで触れてきた測量法の応用になっている。

第二十条の「山を隔てる町見」も 2 点間の距離を計測することにある。具体的には「山を隔て北の麓と南の麓の国境あり。その北の地形と南の地形と山をつらぬき間数何程あるを知る」方法を説く。そのために、まず、南北の間に位置する山の頂上からのろしを上げ、定めたそれぞれの麓（本座）からそれを見て円盤で方位を測る。これら両方の本座に杭を打ち一の杭とする。ついで本座に対する開場に二の杭を打つのであるが、この間の距離は南北ともに等しく取り、見盤を用いて本座と開場からの見通し・見返しの方位を得ることとする。併せて開場からのろしまでの方位を磁石で測る。このようにして得られた値をもとにのろしを頂点とする二つの三角形を縮図にして野帳に描くのであるが、このとき北と南の本座からの見通しがのろしを通る一直線になるように計測しなければならないとする注意が与えられている。本座と開場の距離は測られているから、これをもとに縮図化された三角形の辺の長

¹⁸ 「其」は「全」の書き損じか。

さとの比から南北の本座間の距離も知られて、これが南北国境間の距離になると主張する。この測量法ではのろしを上げる山の高さは無視されているから、立体図形を平面図形に見なす便法的な測量になっている。

第二十条では山の高さは問題にしていなかったが、このことに対する批判を回避する狙いがあったのであろうか第二十一条では「遠山を測る」問題を扱っている。その冒頭で「遠境を隔て山の高さを知るには諸具も用いず算法にも拘わらず直にその高さを得る秘術あり」と指摘し、勾と股、勾と2倍の勾の長さを辺にもつ二つの直角三角形を使って山高を測るとする。この方法はその本質において第二十三条の測量法と同じであり、用いられる二つの直角三角形は「阿蘭陀曲尺」(丁字形曲尺)の役割を果たしている。

第二十二条の「遠境を隔て大小曲直広狭を写す」方法は「遠境を隔て或いは向の海山岸などを見て、その形容長短出入曲直の所を少しも差なく写し、又は広狭高低の尺寸を此方より知る」ことであって「第十八の術を以て知るなり」と言う。また、得られたデータを基に縮図が描けるが、その基本は第十四条の「阿蘭陀双勾股の法と同意なり」とする。

第二十三条の「河海を隔て島の広狭を測る」方法は、所謂「阿蘭陀曲尺」(丁

形曲尺)を用いて目当てとなる島の^{ひろ}濶さ(広さ)を知ることにある(図8)。数値による解説の全文を以下に引用してみよう。

たとへば、いま柄二尺横四寸ある撞木形にて見通

す。則ちその見たる所に一の杭を立て、扱またその柄二尺の内を横四寸を減じ、余り一尺六寸ある。横は元の四寸なり。この撞木形を以て、また目当ての方へより、前の如く見通し、その所に^{はか}二の杭を立て、その二の杭と一の杭の間を度る。或いは十二間あり。然れば向かいの目当ての濶さ十二間ありと直ちに知る。これ極秘の術なり。

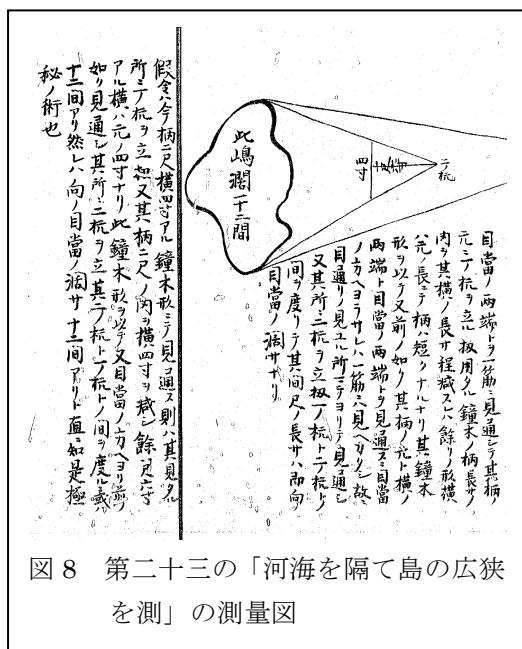


図8 第二十三の「河海を隔て島の広狭を測」の測量図

図8で示した影印には引用文が言う二の杭しか見えていないが、これの前の頁に一の杭が打たれている。そのことを前提にして第二十三条の測量法をつぎの図9をもって説明する。

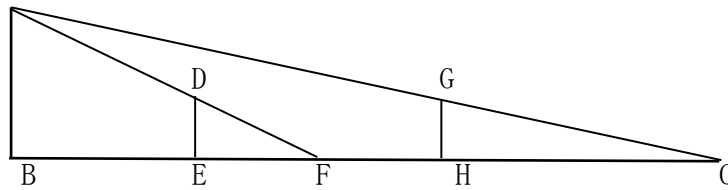


図9 異なる長さを持つ二つの撞木で「河海を隔て島の広狭を測る」方法

いま、上図において島の両端と中心(=B)を結ぶ直線が島の濶さであるとするれば、線分 AB はその半分にあたる。このとき、島の中心 B から垂線 BC を引き、C において柄の長さ $HC=2$ 尺、横の長さ $2 \times GH=4$ 寸の撞木の GHC を使って見通せば AGC は一直線になる。同様に F において柄の長さ $EF=1$ 尺 6 寸(= $HC-2GH$)、横の長さ $2 \times DE=4$ 寸の撞木の DEF を使って見通せば ADH も一直線になる。これにおいて一の杭 C と二の杭 F の距離 CF が 12 間ならば島の濶さも 12 間になる。

「測遠術」が説明する二つの撞木(丁字形曲尺)による測量法はつぎのように理解することができる。いま、図 9 において、 $\triangle ABF$ と $\triangle DEF$ は相似形であるから、

$$BF/AB=EF/DE=8 \text{ より } BF=8AB \quad (1)$$

同様に $\triangle ABC$ と $\triangle GHC$ も相似形だから

$$(BF+FC)/AB=HC/GH=10 \quad (2)$$

(1)を(2)に代入すれば、

$$(8AB+FC)/AB=10$$

故に

$$FC=2AB$$

となる。

これで島の濶さは求まることになる。確かにこのような測量法を知っていれば直ちに島の濶さは求まるから「算法に拘わらない」方法と言えることになる。江戸時代前期に丁字形曲尺による測量法は広く知られていたようで関孝和と建部賢明・賢弘が編纂した「大成算経」にも類例を見出すことができる¹⁹。

以上が田中由真から中根元圭に伝わったとされる「測遠術」23 カ条である。しかし、この写本のこれ以降に村井中漸が研究した測量術も載せられており、そこには中根元圭が実際に用いた測量法の一例も取り上げられている。このことも節を改めて触れることにしよう。

§4. 「カロト」(「カロウト」)の伝承とその語源

¹⁹ 「大成算経」巻 10 の「重差」にも収録されている。ここでは小松彦三郎校訂『大成算経』(その 3)、数理解析研究所講究録 2025、2017 年、p.19 を参照。なお古代中国における「重差法」の起源は劉徽の『海島算経』に求めることができるが、馮立升『中国古代測量学史』(内蒙古師範大学出版社、1995 年)によれば丁字形曲尺(*Crass-staff, Baculum* あるいは *Jacob* と称す)の用法は『海島算経』の「累矩法」と同じであると指摘している(同 p.72)。

「測遠術」には「清水流規矩元法」などこの時代の測量術書に見えない特異な用語が使われていた。なかでも耳目を集めるのが「カロト」あるいは「カロウト」と呼ばれる縮尺矩であろう。しかしながらこの用語について言及する文献はほとんどなく、結果としてこれの用途や用語の意味は全く知られていない状況におかれている。ここで敢えて筆者の見解を示すなら、この縮尺矩の起源はオランダ測量術もしくは作図法に求められ、江戸時代の我が国に伝わった後、和算家や測量術家によって「カロト」あるいは「カロウト」と呼ばれ、これの伝播ともに、発音を漢字に変換して用いられるようになったとなる。再三指摘するように、「カロト」すなわち縮尺矩は近世日本測量術史におけるオランダ測量術受容の様態を知る手掛かりになることから以下に些か言及しておきたい。

先に筆者は「カロト」について触れる文献はほとんどないと書いたが、そのなかにあつて『明治前日本数学史』は筆者がこれまでに出会えた唯一の文献になる。いま、同書第5巻の「測量術」を紐解いてみると、加賀金沢藩の兵法家有沢武貞(1682-1739)の測量術書「町見便蒙抄」(宝永8年(1711))の解説に関連して「カロト」につぎのような説明を与えている²⁰。

書中測量道具として、町見臺、角根、根發、知方(磁石を入れて方向を割りしるしたる圓形の器)^{カロト}短矩などが記してある。短矩には注として、「三寸矩なり。加路土とも云」とある。

上記引用の一節はおそらく近世日本測量史・数学史の研究にあつて「短矩」すなわち「カロト」について言及した最初の文章と思われる。しかし、『明治前日本数学史』の著者藤原松三郎が参照としたと思われる東北大学附属図書館所蔵の「町見便蒙抄」を調べてみると²¹、藤原が引用するような「短矩」^{カロト}などが記してある。短矩には注として、「三寸矩なり。加路土とも云」とある」とする記述を同書の本文から見いだすことができない。また、これの凡例に続く「町見言葉(幼愚のためのこれを書す。次第不同)」はこの測量術書の目次に相当するが、ここにも「短矩」^{からと}の用語は表れない。さらに「町見道具」の説明でも「町見臺」「根發」「間縄」「角板」「知方」など諸道具の用法の解説はあつても「短矩」^{カロト}に関する説明は一切出てこない。このように筆者は藤原が記述の根拠とした一文を「町見便蒙抄」から見出すことができないのである。あるいは藤原は同附属図書館林文庫蔵の「町見便蒙抄」(請求番号 2161)から上記のような記述に及んだのかも知れない。実は、この写本の最終丁は有沢武貞の識語に続けて、以後 11 丁にわたって測量術や術語の解説を載せ

²⁰ 前出『明治前日本数学史』第5巻、p.481.

²¹ 筆者は東北大学附属図書館林集書蔵：請求番号林集書 820、同岡本文庫蔵：請求番号岡本写 890、同林文庫蔵：請求番号 2616 を参照。

ているが、そのなかに「短矩」に関する一節が登場するからである²²。

短矩(三寸矩なり。加路土とも云)の制真鍮、又は鯨髭を以て制る。曲尺の三寸なるものなり。是を渾発に代て用ゆ。長三寸を一町とさだめ五分を十間とす。是にて界引の線を量ること、渾発の理に違ことなし。

引用文の下線部分は藤原が記した文章とまったく一致する。もし藤沢がこの文章をもって先述のような書き方をしたのであれば「町見便蒙抄」に「短矩」の説明はあることになる。だが、この文章は有沢武貞のものではなく、村井昌弘の『量地指南後編』巻4に載る「算勘術」の「短矩」の解説から引用したものと断言しなければならない²³。この史実に照らせば、『量地指南後編』は寛政6年(1794)の刊行であるから、「町見便蒙抄」の後半11丁にわたる測量関係の記事は後世の補筆と言えることになり「短矩」の初出を「町見便蒙抄」に求めることはできないことになる。

「短矩」の用法は村井昌弘の『量地指南後編』にも見ることができる。同後編は寛政6年の出版であったが、これの前編にあたる『量地指南』は享保18年(1733)の刊行であった。著者の村井は清水流測量術書の「規矩全書」が阿蘭陀測量術に依拠していること理解していたから²⁴、「短矩」が阿蘭陀測量用具の一つであることは分かっていたのであろう。村井の阿蘭陀測量術修得の様子を『量地指南後編』から見ておこう。このことについて巻1の凡例はつぎのように述べる²⁵。

- 一 量地指南前後篇術名、総て一百九十三條(前編五十八條、後編百三十五條)是をもつて紅毛伝来輿地の術至れり尽せり。敢て他に需むべからず。

また、同巻「旧器の号」の阿蘭陀伝来の測器具12種類の説明では²⁶、

右十二種は粗予が見聞する処なり。其の余の品、阿須多羅以与、加呂士恵牟須、加呂士、加留太、加路堯、渾発、寸天経、天緯、標木など云ものなり。其の制法を弁へず。故に図せず。

と指摘する。ここで村井が取り上げた測量用具のすべての解説は避けるが、「加路堯

²² 同書、32丁オ。

²³ 前出『量地指南後編』巻4、pp.323-324を見よ。

²⁴ このことについて村井は『量地指南後編』巻1の凡例で次のように述べている。

抑も予が家に蓄ふるところの規矩全書は、寛永の年、紅毛流の輿地術、吾邦に伝来の初め、樋口何某の術作するものにして、その門人二三の後秀、是を得るのみ。他に類書あらず。予が祖父村井昌躬、その一人なり。

²⁵ 前出『量地指南後編』巻1、pp.196-197。

²⁶ 前出『量地指南後編』巻1、p.224。

27」は「カロト」にあたるのであろう。しかし、これら諸用具の制法(製法)は知らないから図にして紹介はしないとも言う。だがそれに反して同書巻4の「算勘術」では「短矩」の器名とその寸法および用法を詳述していたことは既述の通りである。

また、村井は「十二種」の旧器と「其の余の品」について「異邦の人の其の便利を尽くすごとくなることあたわず。是に因てこれより其の器物廢れて、我邦今の量地者流今に於ては、旧器の号をだも知る者なし²⁸」と述べて、日本の測量家がこれら測器具を忘却していると指摘する。こうした村井の述懐は「短矩」が寛永年間にオランダ人によって伝えられた測量器具の一つであったことを強く示唆している。

そして、村井は巻1の「旧器の号」では「カロト」を「加路兜」と書いていたが、ここでは「短矩」と「加路土」に書き分けている。前者の漢字はこれが長さ3寸の短い曲尺であったことから着想したものと思われる。田中の「測遠術」では長さ1尺としていたから村井のそれは3分の1ほどになる。これを「渾発に代て用」いたのである。後者は「カロト」の発音をそのまま漢字にあてたのであろうが、応用された漢字には測量の雰囲気が出てくる。そして『量地指南後編』は上述のような「カロト」の解説に続けて、これの使用例を「平町見之図」「上町見之図」「下町見之図」「向町見之図」の4法を以て提示している²⁹。その用法が「測遠術」と同じであることは言うまでもないが、村井の描く図解は鮮明で分かりやすい。本座と開場の上に引かれる基準線の長さが60間であることも、また、同じである。

ところで、村井中漸が「測遠術」を書写した時期は宝暦11年(1761)8月頃のことであったことは既に触れた。『量地指南後編』が寛政6年(1794)であることに鑑みれば、田中の「測遠術」も同書の影響を受けていると考えることもできる。しかし、中根元圭の弟子の大島喜侍が書き残した測量術書の解説はそのことを否定するに足りる十分な証言となる。

大島喜侍(?-17339)は、はじめ算学を前田憲舒に習い、後に島田尚政に就き、さらには京都の中根元圭に師事して算学と天文・暦学を学んだ。また、測量術は久留島義太の父村上佐助義寄、さらには喜多新七治伯や古市算助正信の教授を受けたとされる。そのような経歴を持つ大島は古市、喜多および中西流、橋本流測量術の相違を語る一文を自著の測量術書「諸盤術」の「見盤」³⁰に識語として残している。以下に大島の識語を引用してみよう。

予、古市正信、喜多治伯の二伝を考るに、古市方に有て喜多方に無き事あり。また、喜多方に有て古市方に無き事もあり。名の違いしもあり。按に両家共に正数より伝授するところは一なり。後各増補するならん。

中西流は別に一流なり。江戸にて甚だ秘事するなり。余、村上義寄に学んで其の

27 兜(と)は兜の俗字。

28 前出『量地指南後編』巻1、p.224.

29 前出『量地指南後編』巻4、pp.328-331.

30 注7を見よ。

伝を得たり。中西は何れより伝来せしや、其の元は知らずとも、其の術は橋本正数の伝に少しも違わず。名は異なれども術は一つなり。

中西流には算を用いずコンハシ、又はカロウトと云う物にて度り知ると云う。此は筋の甲にも乙にも半^{はした}なきところは尤も可なり。有奇なるときは能わず。コンハシ、カロウトのところは中西流より橋本の伝よきなり。丁見は違ふ^{むよ}追^おぶも委しく念を入れ当たるようにするなり。何程早くとも違ふときは何の益があらん。

大島喜侍識

識語の冒頭大島は、古市流と喜多流の測量術の相違を簡略に指摘した上で、それらが「正数」によって伝授されたものだとも言う。「正数」とは橋本流数学の創始者橋本正数(生没不詳)のことである。上述の大島の発言は、言い換えれば、京坂測量術の始祖は橋本正数であるということになる。そして、江戸で一派を立てた中西流の測量術と橋本流測量術も本質的に変わらないと指摘した上で、中西流では「算を用いずコンハシ、又はカロウトと云う物にて度り知る」方法があると言う。「コンハシ」は「根発」のことであり、「カロウト」は「測遠術」が「カロト」あるいは「カロウト」と称した縮尺矩のことであろう。その「カロト」の用法は中西流よりも橋本流の方が優れているとも評価する。このように語る大島喜侍の京坂測量術の系譜は、その筆頭に橋本正数流測量術を置くとともに、この流派に南蛮流測量術の測器である「カロト」を用いた測量法があったことを教えてくれることになる。このような大島の発言に従えば、田中由真の「測遠術」23カ条と測器具「カロト」の起源が橋本流測量術にあったと断定してもよいことになる。

先に筆者は、「短矩」は測器具の形状と用途を表する用語であり、今日で言う三角スケールに相当することから縮尺矩とも書き表した。また、「加路土」は「カロト」もしくは「カロウト」の発音の当て字であるとも指摘した。これがオランダから伝わった測器具の一つであることは確実なのであるが、これのオランダ語の語源はどこに求められるのであろうか。そこでオランダ語辞典を開いて見ると cartograaf、cartografie の単語に目が止まることになる。前者は地図製作者、後者は地図作成(法)の意味である。いずれも地図作成に関わる用語になる。地図作成の前提に測量があることは言うまでもないが、それら地上の情報はすべて縮尺化されて図面上に投影されることになる。この作業において「短矩」の「カロト」あるいは「カロウト」が必要となることはいうまでもない。筆者は「カロト」もしくは「カロウト」の発音にあたる適切なオランダ語を見いだせていないが、江戸時代の測量術家がオランダ人の発音する cartograaf、cartografie の最初の5文字「carto」を採ってそれらにあてたのではないかと考えている。仮説として提示しておきたい。

§ 5. まとめ

本稿の § 3において「測遠術」の測量術23カ条の概要を紹介したが、この写本には続きがあって、村井中漸の識語と併せて「測量術大成根発之巻」が収録されてい

る。「測量術大成根発之巻」は阿蘭陀測量術の一つであるコンパスの用法を解説した測量術書であるが、これが村井の筆写であることは冒頭の題言で明らかになる。

根発用法題言

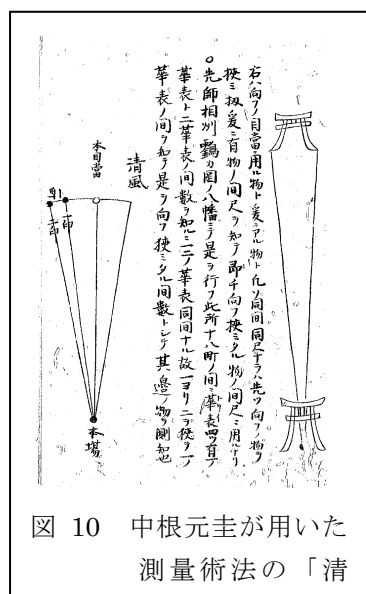
長崎紅毛^{やく}訳、荒木某、白紅毛にて計算の符合するをばつすると云。今日本にてこんぱつと云もこんはつするの略語ならんとなり。茲書浅近といへども其の法紅毛より伝はり、深をつり、遠を測ること吾日本に勝れり。樋口某、清水某、増山某師弟相承けて家珍とす。故に世に知る人希れなり。余、算学を嗜む。勤苦して是を得、測量に深く志のあらん人には盟文を以て伝ふべし。軽忽にすべからず。

平安 村井 中漸題

これにおいて村井は「根発用法」が「樋口某、清水某、増山某」の系譜を引くものと述べ、「余、算学を嗜む。勤苦して是を得」と言うが、これの情報源は明らかにしていない。村井が中根元圭・彦循に繋がることから考えれば、これら測量術の入手先は彦循と見なすことができよう。なお、題言の最初で「白紅毛にて計算の符合するをばつすると云」と伝えることも興味深い。「白紅毛」とは「白」は白人、「紅毛」はオランダ人を指し、総じて西洋人を意味しているのであろう。そのような彼らが計算で符合することを「ばつする」と言う教える。この発音はオランダ

語のpasserにあたるのであろうが、意味は文字通り「コンパス」であって、計算や符合の意味は含まれない。しかしこれに近似する単語のpasやpassenには適切、相応やぴったり合う、適合するの意味がある。案外これらからの転訛であったのかも知れない。

議論をもとに戻そう。村井の題言の後に「測量術大成根発之巻」の目録が載る。ここには「根発闢法、埜草、裁花、雪鷺、池鴨、水月、白浪、清風、鸚鵡、猿猴、竹節、夕陽、天口術、測高、鉤深、中不中、種」の17術が挙げられている。術名に優雅な名前が付けられているが、結果として古い術名であることを窺わせることにもなっている。測量術としての用法は村井昌弘の『量地指南後編』巻5に表れるもとと本質的に変わりはない。それらにあって、村井は中根元圭が実際に使った測量法を1問紹介している。8



番目の「清風」がそれである(図10)。

先師相州鶴ヶ岡の八幡にて是を行ふ。このところ十八町の間に華表^{とりい}四つ有り。一の華表と二の華表の間数を知るに一二も華表同間なる故、一より二を挟んで、一の華表の間を知りて、是を向かふ挟みたる間数としてその辺の物を測り知るなり。

「先師」とは中根元圭のことを指す。元圭は「清風」と呼ばれる方法を用いて測量をしたのであるが、それは目当ての間数(広さ、あるいは距離)が知れるときコンパスでその間数を挟み取って、それを基準にして周辺のもののおおきさや距離を測るものであった。中根元圭が8代将軍徳川吉宗の命で太陽と月までの距離計算のために、伊豆の下田や鎌倉の鶴岡八幡宮で観測を行ったのが享保17年(1732)の8月から10月にかけてであった。村井中漸の記録はそのときの1コマを描いていることになるが、元圭の測量術が知れる貴重な証言となっている。

ここにおいて筆者らは中根元圭の測量術の片鱗を知り得たのであるが、全容の解明は今後の課題としておきたい。

参考文献

- [1] 村井中漸「測遠術」東北大学附属図書館平山文庫蔵：請求番号MA/219
- [2] 田中由真「算学紛解」東北大学附属図書館林文庫蔵：請求番号1352
- [3] 最上徳内訳解「大測表解」東北大学附属図書館岡本文庫蔵：岡本写0895
- [4] 「九章算法」東北大学附属図書館林集書蔵：請求番号林集書601、同林文庫蔵：請求番号2115
- [5] 万尾時春『見立算法規矩分等集』享保7年(1722)刊
- [6] 湯浅得之『新編直指算法統宗』東北大学附属図書館林文庫蔵：請求番号0026
- [7] 建部賢明編「大成算経」巻10、小松彦三郎校訂『大成算経』(その3)、数理解析研究所講究録2025、2017年
- [8] 有沢武貞「町見便蒙抄」東北大学附属図書館林集書蔵：請求番号林集書820、同岡本文庫蔵：請求番号岡本写890、同林文庫蔵：請求番号2616
- [9] 村井昌弘編述『量地指南』『量地指南後編』江戸科学古典叢書9、恒和出版、1978年
- [10] 島田道恒『規矩元法町見弁疑』江戸科学古典叢書10、恒和出版、1978年
- [11] 梅栄照、李兆華校釈『算法統宗校釈』、安徽教育出版社、1990年
- [12] 李迪編『中国数学史大系』副巻第2巻、北京師範大学出版社、2000年
- [13] 宋楊輝撰『詳解九章算法』、『中国科学技術典籍通彙』数学巻1、河南教育出版社、1993年
- [14] 馮立升『中国古代測量学史』、内蒙古大学出版社、1995年
- [15] 松崎利雄『江戸時代の測量術』、総合科学出版、1979年
- [16] 日本学士院編『明治前日本数学史』第3巻、第5巻、新訂版、1797年
- [17] 『日本学士院所蔵和算資料目録』、岩波書店、2002年
- [18] 小林龍彦「中根元圭の研究(Ⅰ)」、『数理解析研究所講究録』第1787巻、2012年
- [19] 小林龍彦「中根元圭と三角法」、笠谷和比古[編]『徳川社会と日本の近代化』、思文閣出版、2015年