

江戸初期の方位及び角度の概念から見た 測量術の形成についての一考察

鈴木一義・田辺義一¹

国立科学博物館理工学研究部,¹国立科学博物館名誉研究員
〒169-0073 東京都新宿区百人町3-23-1

The Concepts of “Angle” and “Direction” in Schools of Surveying Method in Early Edo Period

Kazuyoshi Suzuki and Yoshikazu Tanabe

Department of Science and Engineering, National Museum of Nature and Science
3-23-1 Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073, Japan

Abstract In early Edo Period, many schools and factions of surveying methods appeared such as Higuchi, Hojo and Yamazaki. These schools and factions used magnetic needles as measuring instruments. Higuchi's (and Shimizu's) school also used the plane table. The techniques relating to magnetic needles have been transferred from China to Japan at least before Sengoku Period as geomantic compass (luopan or luoging), and plane table surveying method would be developed in Japan. The magnetic compass used in Higuchi's schools have divided to 12, 24 or 48 directions named using the Chinese characters in dealing with time, space and cosmic change as the twelve horary signs, the ten calendar signs, the twenty-eight lunar lodges and so on. The Higuchi's school did not use the concept of 360-degree around a circle and the other schools of Hojo and Yamazaki used it. This shows clearly that Hojo's and Yamazaki's schools have learned the surveying method from Europe but Higuchi's (and Shimizu's) schools not. Main parts of surveying method in Higuchi's (and Shimizu's) schools would be developed in Japan based on mathematics (similarity) and the magnetic needle technique of geomantic compass (luopan or luoging). This difference in the concept of “angle” and “direction” is important to consider the origin of surveying method in early Edo Period.

Key words: surveying method, early-edo-period, angle and direction, geomantic compass (luopan or luoging), Higuchi's (and Shimizu's) School, Hojo's and Yamazaki's Schools

1. はじめに

日本の測量技術の進歩については多くの研究がなされてきている。古代の土地台帳作成等をはじめ、以後各時代の政治勢力が必要に応じて測量技術を利用、発達させてきた。戦国時代には、鉱山開発、城の建設や軍事的必要性から、測量技術が利用され発達したが、軍事機密とされて、一般にはあまり公開されておらず、その全貌は不明である。

しかし16世紀半ば以降になると、国内の政治的統一が進み、一方ヨーロッパを中心とした大航海時代になって多くの知識・技術・文化が日本にも流入し始めた。戦国時代から江戸時代初期の1世紀は、政治の統一化とともに、対明貿易や南蛮文化の流入もあり、鉱山・築城・航海・検地等の技術が進歩し、産業も発達をとげた。その中でも測量技術は実用的必要性も高く、飛躍的に進歩した。

江戸時代初期の測量術について、古来中国から伝来した相似の概念（特に直角三角形の相似）を

使って、軍事分野や検地に利用されたもの、紅毛人（オランダ人）から学んだという記述から紅毛流として知られたもの（北條氏長の系統、樋口権右衛門の系統、山崎作左衛門の系統等）がある。鎖国以前には南蛮人（ポルトガル人）から学んだ例が多く、南蛮流といわれるものもある¹⁾。中国流測量術としては、古代から日本で連綿と続けられてきた測量術の根幹をなし、江戸時代初期の樋口流や北條流といった流派の根底にも流れる測量術である。紅毛流測量術は、北條流、樋口流、山崎流と種々あるが、どの技術を紅毛（オランダ）から学んだのか、はっきりしているわけではない。個別のキーとなった技術が、当時の日本でどのような状況にあったかをより詳細な検討が必要な段階にある。南蛮流測量術というのは、南蛮人（ポルトガル人）の船員から測量術を学んだことにより名付けられたものであるが、内容としては紅毛流測量術と同じと考えられる。要はヨーロッパから伝来した技術ということで、「西洋流測量術」である。

江戸時代初期の測量術として、よく知られた清水太右衛門貞徳の最も古い元禄四年印可状及び元禄六年印可状が発見された²⁾。その内容は現在まで知られた印可状と大差はないことが報告されている。ただ元禄四年印可状には伝来の部分がない。元禄六年印可状では、よく知られた伝来記述（樋口権右衛門が和流の祖であり、樋口は中国や阿蘭陀の技術も学んだが詳細は不明であること、一説として阿蘭陀人カスハルの名前が出てくること、樋口権右衛門から金澤刑部左衛門、金澤清左衛門、金澤勘右衛門、清水太右衛門へ至る系譜）が表れる²⁾。現在の段階では阿蘭陀人カスハルの特定は難しく、記述を疑問視する報告が多い。

清水流は紅毛流としてよく知られているが、清水流規矩術の根幹をなすといわれる量盤術・盤針術³⁾がどのようにして構築されたかを考えることが重要である。ここで、量盤術は平板（量盤）の上に各地点を見通した線を引き、その平板上に縮図をつくる方法である。平板は地面に平行にも鉛直にも使用される。盤針術は磁石の針の方向によって方位を測定することを基本としている。それには「規矩元器」を用いている。

以下に方位の測定として重要な盤針術及び縮図作成技術として重要な量盤術の形成について考察することにより、紅毛人から聞いたのかも知れないが、当時の日本の技術レベルからして、独自に

考案されたものであると考えても矛盾のないことを示す。

2. 方位測定の精度から見た測量技術の系譜

江戸時代初期の日本では、角度の概念は未だ持っておらず、角度の概念が明確に現れるのは三角関数表が中国から輸入されてからであると言われている⁴⁾。しかし角度の概念が伝わっていなかったわけではない。例えば、池田好運の「元和航海書」（自序では元和四年1618年、記述内容から寛永7年1630年頃完成か）⁵⁾では、ポルトガル船に乗船してルソンやジャワ、タイへ航海した経験とその時の学習から、全円周は360度であり、この「度」のことをガラブ（元和航海書では片仮名でガラブと記し、一部には「段」と訳している。）ということが記されている。なお航海術では角度の概念よりも方位の概念の方がより重要であり、中国の24方位とは異なる32方位がその呼び名とともに記載されている。

天文の分野では、元禄8年（1695年）に渋川春海により製作された地球儀が現存し、重要文化財に指定されている。この経線は30度ずつ12本引かれており、全円周が360度という概念が取り入れられている⁶⁾。これは中国に渡ったイタリア人宣教師マテオ・リッチ（Matteo Ricci, 中国名は利瑪竇（りまとう, Li Mǎdòu）が李之藻の助力により発行した「坤輿萬國全圖」（1584年から1604年にかけて4版発行）を取り入れたためと考えられる。また、元禄元年（1688年）に出版された井口常範（人物像は不明）による「天文図解」では、中国にならって、全円周を「天度三百六十五度有奇ナリ」或いは「天度三百六十五度四分度之一」としている。一方で、同書の中の両儀玄覽の説明で、「則知三百六十度為地一週」と記述しており、全円周を360度で表すことは知っていた⁷⁾。

前述の宣教師マテオ・リッチが、1607年には徐光啓の筆記による「幾何原本」を出版した。1629-1633年には徐光啓が中心となって「崇禎曆書」をまとめたが、清代になって湯若望（Johann Adam Schall von Bell）が改訂して「西洋新法曆書」としてまとめ、利用されるようになった。日本では「崇禎曆書」は禁書になった。1631年に同じ宣教師である羅雅谷（Giancomo Rho）が「測量全義」を書いた⁸⁾。中国で完成したのは1631年で

あるが、日本へいつ伝来したかは不明である。これは禁書ではなかったもので⁹⁾、もし江戸初期から読まれていたとすると、この中に、全円周は360度であるという記述があり、三角関数についてもこの角度単位で、15分毎の三角関数表が記載されている。一般には、「崇禎暦書」が享保5年(1720年)に漢訳洋書の輸入を解禁したときに輸入され、この時三角関数表が伝来したといわれているが、上述の天文分野の動向も考慮すると、江戸初期より一部には全円周を360度と考えることは知られていたと考えられる。

また海野が指摘したように、北條氏長門下の福嶋國隆の指導により天和3年(西暦1683年)長賢が作製した大円分度儀には円周に360度の目盛りが刻まれている⁹⁾。(写真1)全円周が360度であるという概念は、北條氏長がオランダ人ユリアン(Juliaen Schedel)から聞き知ったと考えられる。(兵学に関しては、「由里安牟攻城傳」、慶安4年(1651年))¹⁰⁾当然のことながら、この大円分度儀の存在は、北條流では全円周360度という概念が既に測量に使われていたことを示している。

山崎流といわれる細井知慎廣澤の「秘伝地域図法大全書」(享保2年1717年刊)では、玄儀や黄儀、或いは玄黄全儀が記載されているが、これらの目盛りは全円周360度(半円周180度、象限90度)になっており、ヨーロッパから伝来した技術が基礎になっていることを示している^{11),12)}。

以上の例から、江戸の初期慶安年間には全円周が360度であるという考えが日本に伝わっていたことは明かである。

一方、江戸初期17世紀末に成立したと考えられる樋口流から出た清水流では角度の概念は乏しい。角度ではなく方位をなるべく正確に測定するという考えである。そのため、古くから使われている十二支を方位にあて、1支を10等分する(1分という)といった方法が使われた。方位を定めることをなるべく正確に行うという立場に立つと、十二支が基本になり、その間を2等分、更に2等分といったことを繰り返していることがみとれる。この立場では、全円は12等分、24等分、48等分するといった数字が出てくる。その間を10等分すれば円周は120分、240分、480分となる。

元禄4年の清水による免許状では、小丸或いは磁石を規矩元器にあわせて用いるが、その精度は全円周を12等分し、その1支を10等分して用いるとしている²⁾。



写真1. 大円分度の写真(上から表、表の拡大図、裏)

天和3年(1683年)、北條氏長の弟子福嶋國隆の指導の元、長賢により作製されたもの。外周に360度の目盛りが刻まれている。(佐賀県立博物館所蔵)

寛文5年（1665年）に作製された地形模型が現存する。これは伊予国吉田藩日黒村と宇和島藩次郎丸村等の境界争いにあたり、幕府に提出された裁判資料である。この地形模型には測量関連資料も残されており、かなり精度のよい模型であることが知られている。具体的には尾根筋や谷筋に杭を打ち、杭間の斜距離・方向・高さを測ったものである。方向の測定は十二支と1支を10等分したものであることが分かっている¹³⁾。当時の地図としては十分な精度であったと考えられる。

方位の測定は磁石が知られて簡便になったわけであるが、そもそも日本において磁石はどのようなところに使用されていたのであろうか。鉱山、軍事、航海等が考えられている。ここで注目したいのは、古代から日本（或いは東アジア）では、占いとしての「風水」が重視されていたことである。その占いの内容はここでは立ち入らないが、技術的な観点からは、磁石の使用と方位を非常に細かく分割した「羅盤」（羅經，羅經盤ともいわれる。）が存在したことが重要である。この羅盤及び磁針の技術は「羅針盤」として既にヨーロッパにも伝わり、大航海時代を到来させた原動力になっていることはよく知られた事実である。

中国では春秋戦国時代の紀元前3世紀に「慈石」が知られ、南北を示すことも知られていた。漢代になると、スプーン（蓮華）型の方位磁石が作られ、柄（匙）の部分に南を指すように作られ、「司南」と言われた。また漢代には方向の区別が東西南北から八干・四維（八干は十干から戊己を除いたもの。甲乙丙丁庚辛壬癸。四維は乾坤巽艮。）さらに十二支へと拡がり、合わせて二十四山（壬子癸丑艮寅甲卯乙辰巽巳丙午丁未坤申庚酉辛戌乾亥）といわれるようになった。更に漢代には「六壬盤」が作られている。これは上下の盤が中心を共有して回転できるようになっており、上の盤は円形で天盤といわれ、下は正方形で地盤といわれる。天盤の内円には十二月将が、外円には二十八宿が表示されており、中心には北斗七星が描かれている。地盤には内側の層に八干四維、まん中の層には十二支、外側の層には二十八宿が表示されている。天盤を回してはじめは行事の日の吉凶を占ったようである。そしてこの六壬盤は軍事用に方位の吉凶を占うために用いられるようになった。この「司南」と「六壬盤」が合体して、方位を示すと同時に地相占いなどの占いの道具として使われた¹⁴⁾。鉄の細線（針）をつくる方法、そしてそ

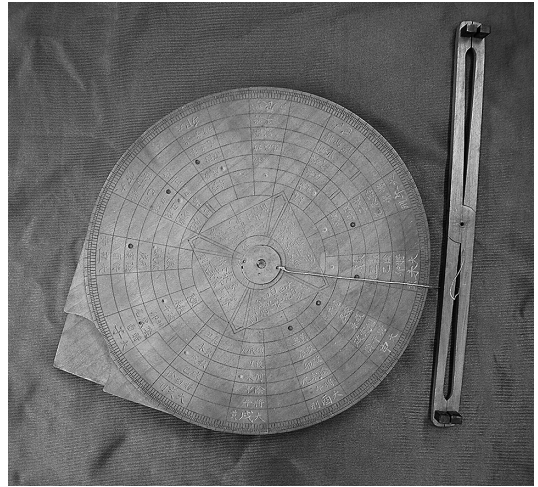


写真2. 羅盤の例
天保3年、天文方井田理左衛門胤信作の羅山経
圓盤。（津市図書館所蔵）

れを磁化させる方法が認識されて、司南に用いられた磁石が磁針になり、遅くとも晩唐の時期（9世紀頃）には風水羅盤になったと考えられている。風水の理論も北宋時代の江西派や南宋時代の福建派の理論が表れた。羅盤で方向を測定することは北宋以後で盛んになっている。明・清の時代には羅盤は風水の必需品になった。（写真2）中国で、羅盤が陸上で風水に使われた後、海上で用いられて「羅針盤」となった年代は不明であるが、9-11世紀の頃と考えられている¹⁴⁾。中国ではこの頃精密な磁気偏角の測定がおこなわれていることから推定されている¹⁵⁾。これがヨーロッパに伝わるのは12世紀頃である。アラビア経由ではないらしいが、具体的なヨーロッパへの伝搬経路は不明である¹⁶⁾。

日本で磁石が古代から使われていることを示す例として、寺院建築分野での例がある。南面している日本の古寺伽藍の中軸線方位は真南北から東西に若干振れているものが知られている。（真南北はその地点と北極を結ぶ子午線の方向。東西への振れは磁気偏角であり、この場合磁気南北と言われる。磁気偏角は場所や時代により変化する。）古代からの各時代の磁気偏角と古寺の中軸線方位に相関が見られるので、古代・中世の仏教寺院の建設にあたり、中軸線の方位決定に磁石を用いた例があることが示唆される。これから日本では磁石が古代（6世紀後半以降）より使用されていた

ことがわかる。日本の場合、磁石は中国からの輸入に依った可能性が高い¹⁷⁾。日宋貿易、明との勘合貿易、倭寇等の活動を考えると、船磁石は鎌倉時代には使われていたと考えられるし、羅盤についても戦国時代には伝わっていたと考えられる。

なお磁針を作るには、鉄の針を作る技術と、それを磁化させる技術が必要である。鉄の針を作る技術は、明末崇禎10年(1637年)発行の宋應星による「天工開物」に書かれている¹⁸⁾。計算用器具の指示体として針を作ることは少なくとも6世紀には行われていた¹⁶⁾。磁化する技術は磁鉄鉱に針を擦りつけて行ったと考えられるが、中国では熱残留磁気によって磁石を作ることも11世紀には知られていた¹⁶⁾。

羅盤そのものとそれに関連する技術は、占いとしても、軍事技術としても、中国から日本に伝わっていた。易学の発展とともに方位に関する羅盤の分割は大変精緻になった。十二支を基本に、二十四山(壬子癸丑艮寅甲卯乙辰巽巳丙午丁未坤申庚酉辛戌乾亥)が用いられた。さらには易学の考え方等により多数の流派が存在し、それに応じた多くの特別な構造をもつ羅盤が知られている。最も小さい角度を刻んでいるものは三元系の羅盤で、64卦の一つごとに6等分の目盛りを刻んでいる。つまり円周を384等分しており、384分金といわれている¹⁴⁾。

この羅盤を方位測定に用いたと考えられる例が、時代は若干新しくなるが、報告されている。琉球では元文御検地(1737-1750年)から方位磁石を用いた測量が行われており、「針方角之割」といわれる分度器様のもにより方位に名前をつけて表している。(写真3)そこでは円周が384分割されており、羅盤の影響を見て取ることができる。十二支の方角割りを基本として、384分割に「丑方下小間左少上寄」、「寅方下中少上寄」といった表現で全てに名前をつけている¹⁹⁾。

また清水流成立の同時代で、方位を精緻に測定した例として、振矩師静野与右衛門をあげることができる。佐渡金銀山南澤大疎水坑道は元禄4年(1691年)から6年をかけて掘られた。中間堅坑を掘り下げて、その下底から外部へ向かって掘削するという当時としては世界的にも画期的な方法であった。この振矩師は静野与右衛門で、その時用いた羅針盤(羅盤)は全円を壬危子女癸牛丑斗艮寅寅尾甲心卯氏乙亢辰角巽巳辰翼丙張午柳丁鬼未井坤參申鶩庚畢酉胃辛婁戌奎乾壁亥室の48に

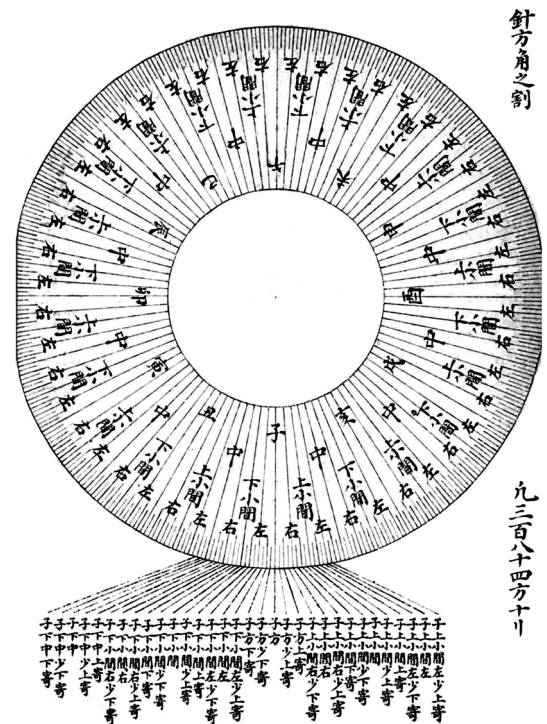


写真3. 琉球で用いられた針方角之割

18世紀末に琉球で、高原景宅らによって用いられた測量の道具の一つ。全円周を384に分割し、各方向に名前をつけ、方位測定に供した。(量地方式集)(名護市博物館所蔵)

分割し、さらに各方位を10等分して、480に分割していた²⁰⁾。ここで、48分割された方位の名前は、二十四山(壬子癸丑艮寅甲卯乙辰巽巳丙午丁未坤申庚酉辛戌乾亥)の間に、二十八宿の各方向の中心を除いたものを用いている。二十八宿は、東方(角, 亢, 氏, 房, 心, 尾, 箕), 北方(斗, 牛, 女, 虚, 危, 室, 壁), 西方(奎, 婁, 胃, 昂, 畢, 觜, 參), 南方(井, 鬼, 柳, 星, 張, 翼, 軫)であるが、このうち房, 虚, 昂, 星を除いた各方向6つの名前を二十四山の各方向の間に嵌めたものである。なお現在佐渡市教育委員会所蔵の480方位羅針盤は、二十八宿の文字ではなく、春夏秋冬や青黒白赤, 眼羽鼻舌, 木水金火, など別の漢字が使われている。(写真4)

全円周を480に分割した羅盤は、当時の精度としては破格の値であり、鉱山掘削の高い精度の確保に必要な条件であったと考えられる。静野与右衛門らの用いた羅針盤或いは羅盤という言葉や、

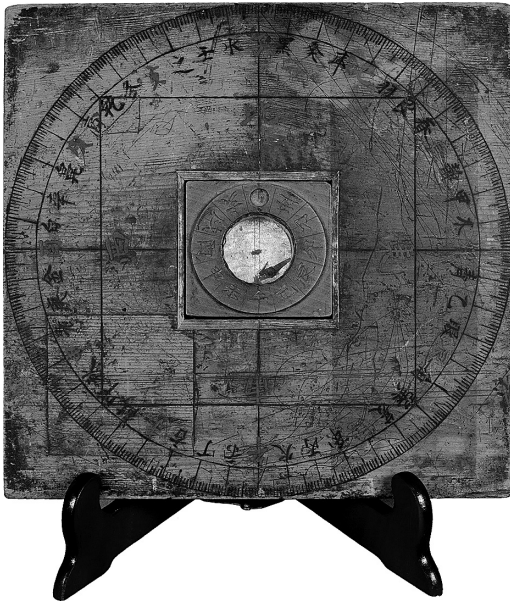


写真4. 佐渡金銀山において使われた480方位羅盤

佐渡金銀山南澤大疎水坑道は元禄4年(1691年)から6年をかけて掘られたが、その折りの振矩師は静野与右衛門である。佐渡金銀山の振矩に用いた方位盤(羅盤)と伝わるものである。全円周を48に分割して各方位に名前をつけ、さらに各方位を10等分して、480に分割していた。(佐渡市教育委員会所蔵)

各方位につけられた名前は、当時の風水に用いられた羅盤の技術を援用したことは明かである。また琉球における384分割の方位についても、羅盤の考え方を援用したものであることを示している。

以上から、江戸初期の測量術としては、清水流をはじめ多くの流派で風水の羅盤の技術を援用して、方位の測定を行ったと考えられる。一方、北條派や山崎派はヨーロッパで用いられた全円周360度という概念を用いている。いずれにしろ16-17世紀の日本では角度の概念は薄く、廻検地²¹⁾など、比較的高度な測定技術でも、方位が精度よく測定できればよいという考えであった。羅盤の技術はその目的には十分応えられるものであったと考えられる。佐渡の振矩師静野与右衛門のように、480に分割して精度を上げた例もあり、日本人の能力の高さを改めて認識することができる。

以上から、江戸初期の方位測定の方法としては、南蛮や紅毛の航海術から学んだというよりは、

当時の日本或いは中国で利用されていた風水羅盤の技術が援用されたと考えられる。日本において角度の概念や全円周を360度とするといった概念が定着するのは、三角関数が用いられるようになった18-19世紀以降になる。

3. 量盤術の起源について

量盤術は平板を用いて相似の概念により縮図を作成する方法であることはよく知られている。日本におけるその起源については、中国の書物からか、紅毛人から習得したのか、判然としない。

我が国では、万治2年(1659年)出版の「算法闕疑抄」に、板を用いて直角三角形の相似関係を利用して距離をもとめる方法が書かれているから²²⁾、それ以前より板を用いる方法が用いられていたことは確かである⁴⁾。この方法は高さを求めるためにも使われている。一方でこたつやぐら様の器具を作製して、距離を測る工夫がされていた。(増補算法闕疑抄、貞享元年(1684年))²³⁾ここでは板はなく、こたつやぐらの枠に目盛をつけて測定している。そして、測る距離が大きくなるとこたつやぐらを移動させて測定を行えば、大きな距離の測定も可能であり、その説明が記載されている。こたつやぐらの代わりに板を移動させて測定する方法は、「磁石算根元記」に町見見積の事、立木の長さ積事として記載がある。(貞享四年(1687年)刊)²⁴⁾

これらから量盤術といわれる、板を使って相似の概念により距離を測定する方法は、少なくとも1650年代以前から既に日本で行われていたことは明かである。江戸初期の日本では、平板を用いたり、こたつやぐらを用いたり、種々の工夫をしながら測量を行っていた⁴⁾。

ヨーロッパでは、1551年、フランスのAbel Foulonが、平板を用いたholometerを発表した。現在の平板測量とは違って、照準棒2本を用いるもので、あまり実用的とは言えないものであった^{25),26)}。1590年までに、ドイツ人Jean Praetoriusが現在の平板測量とほぼ同じ方法を報告した^{26),27)}。そして1610年代には平板上でアリダードを用いて縮図を正確に描くようになっていた。1616年発行されたAaron Rathborneの著書“The Surveyor in Four Bookes”の飾り絵にこのような状況が描かれている^{28),29)}。(写真5参照)この絵から考えて、1616年頃には、ヨーロッパでは、平板測量はかなり高



写真5. ヨーロッパにおける1616年頃の平面測量の図

Aaron Rathborne 著 “The Surveyor in Four Books” の扉に描かれた図²⁸⁾。ここには上下に2種類の測量風景が描かれているが、下部は平板とアリダード、三脚を用いた平板測量の図である。上部は経緯儀を用いた測量の図である。

度なものになり、本質的な点では現在と同じようなレベルに達していたと推定できる。この絵の中で重要な点は、現在の平板測量でも用いられるアリダードや三脚が用いられていることである。アリダードは定規に照準装置や水準器を取り付けたもので、平板測量用の軽便な器械である。概念としてはギリシャ・ローマ時代から知られているが、その発明の時期は不明である。その名前の付け方から考えてアラビア起源と考えられる。

平板測量法がヨーロッパから入ったとするならば、平板とアリダード或いは三脚が同時に入ると考えるのが自然である。しかし16世紀後半から17世紀前半の日本にはアリダードはまだ知られていない。樋口流（或いは清水流）の測定で、量盤上で目的を見込むときは、定木の長軸の一边を見通して、目的の方向を決めていた。照準装置と考えられるものは用いず、定木の一边を照準として用いていた。この具体的な見込み方は「耽視之圖（みこみのず）」として量地指南卷一等に図解されている³⁾。日本でアリダードに近い測量具が文献

に見えるのは、松宮俊仍「分度余術」（享保13年1728年）の「照方尺」が最初である³⁰⁾。清水流で使われた規矩元器や杖石では照準の機能はないが、伊能忠敬の用いた「穹窿羅鍼（わんからしん）」（「小方儀」「杖先方位盤」とも言われた）では、照準の機能（対になった見通しためのスリット）がついている。これからも樋口流（或いは清水流）の平板測量技術がヨーロッパから入ったと考えるのは無理がある。またヨーロッパの平板測量では、アリダードや三脚が使われたことから、平板を垂直に使うことはなかったが、樋口流（或いは清水流）では垂直にして利用し、山の高さを測定すること等も想定している。日本では初期には平板は図を書くための平面ではなく、こたつやぐらと同様に直角を利用して測定を行う器具の一つであり、平板は水平にも垂直にも用いられた。しかし平板は縮図を書くにも便利であり、このことが平板を広く用いようになった理由と考えられる。同じ平板（量盤）とは言っても、ヨーロッパと日本では使う目的に差があったことを示している。このよ

うに、量盤術そのものも、ヨーロッパの技術がどのように関係しているか、今後のより詳細な検討が必要である。

4. おわりに

紅毛流とされる中で、清水流といわれる江戸初期の測量術については、その中心をなす量盤術・盤針術の技術的内容は、当時の日本に存在した技術の延長上のものであることが分かる。紅毛より伝来したという技術内容があれば、当然一緒に全円周360度であるという概念も伝わっているはずであるが、実際は全く使われていない。一方紅毛流のうち、北條流や山崎流では、明らかに全円周360度の概念も付随して用いており、ヨーロッパの技術を導入したことは明かである。因みに中国では全円周360度の概念は16世紀末にマテオ・リッチが伝えている。

磁針の作製技術は中国から伝わったと考えられるが、大和本草（貝原益軒、宝永7年（1709年）刊）に、

磁石 衍義云指南針用磁石磨針則銳處常能指南
日本ニ異邦ヨリ磁石多ク来ル好否アリ好ハアツ
キ皿ヤキモノナトヲヘタツトイヘトモ鐵ヲ吸フ
小刀ノ鋒ヲ磁石ニツケテナツレハ其小刀久シク
鐵ヲ吸フ針ノサキモ同

という記載がある。日本では少なくとも18世紀初めまでは磁石を中国より輸入していたことが分かる³¹⁾。

量盤術についても、時期的にはヨーロッパの技術を導入したとしても可能であるが、アリダード等関連する技術が入っていない。日本における独自の発達過程も検討する必要がある。また、北條流や山崎流でも量盤術を用いたので、清水流との批判も含めた相互の交流は深かったと考えられる。

以上より、日本の測量技術は、古代から中国より伝わった数学的概念（相似の概念）や羅盤の技術を基礎に、かなりの部分が日本で独自に発展したものと考えられる。角度の概念の受容過程がその事情をよく表している。航海術や天文技術等では、江戸初期に西洋（特にポルトガル）から学んだものも多いが、角度の概念の伝搬に示されるように、それらの国内での伝搬は限定的であった。享保期以降、蘭書や漢訳洋書の導入が公になり、

西洋の科学技術の影響が国内に広範に伝搬し、受け入れられていく。

参考文献

- 1) 木全敬蔵, 1998. 「江戸初期の紅毛流測量術」, 地図, 36 (4), 15–23. Kazutaka Unno, 1994. “Cartography in Japan”, The History of Cartography, Vol. 2, Book 2 (Cartography in the Traditional East and Southeast Asian Societies, Ed. by J. B. Harley and David Woodward) The University of Chicago Press, 346–477.
- 2) 鈴木一義, 2009. 清水流測量術一元禄四年及び元禄六年印可状（発表準備中）
- 3) 村井昌弘, 1733. 「量地指南」, 江戸科学古典叢書9（恒和出版, 1978年）
- 4) 松崎利雄, 1979. 「江戸時代の測量術」, （総合科学出版, 1979年）
- 5) 池田好運, 1618. (1630年以降か). 「元和航海書」, 日本科学古典全書（朝日新聞社, 1944年）
- 6) 西城恵一, 2001. “澁川春海作江戸時代地球儀とその復元模型製作” Bull. Natl. Sci. Mus. (国立科学博物館研究報告) E24, 13–24.
- 7) 井口常範, 1688. 「天文図解」, 江戸科学古典叢書33（恒和出版, 1980年）29, 46, 48.
- 8) 羅雅谷, 1631. 「測量全義」, (東北大学附属図書館和算資料全文画像データベース) 日本への伝来時期は不明。三角関数表も記載されているが、あまり注目されていない。日本で三角関数が注目されるのは享保年間であり、1720年（享保四年）の漢訳洋書輸入の解禁以降である。しかし測量全義は禁書になっていない。
- 9) Kazutaka Unno, 1995. “A Surveying Instrument Designed By Hojo Ujinaga (1609–1670)”, East Asian Science: Tradition and Beyond, 411–417 (eds. K. Hashimoto et al. Kansai University Press, Osaka)
- 10) 有馬成甫, 1936. 「北條氏長とその兵學」, (明隣堂書店, 1936年)。
- 11) 細井知慎廣澤, 1717. 「秘伝地域図法全書」, (東北大学附属図書館和算資料全文画像データベース)
- 12) 矢守一彦, 1984. “江戸前期測量術史略記”, 日本学報, 3, 1–35.
- 13) 木全敬蔵, 1993. “愛媛県松野町に伝わる17世紀作成の地形模型について”, 地図, 31 (1), 27–33.
- 14) 何曉昕, 1989. 「風水探源—中国風水の歴史と実際—」(三浦國雄監訳, 宮崎順子訳, 人文書院, 1995年). John B. Henderson, 1994. “Chinese Cosmological Thought: The High Intellectual Tradition”, The History of Cartography, Vol. 2, Book 2 (Cartography in the Traditional East and Southeast Asian Societies, Ed. by J. B.

- Harley and David Woodward) The University of Chicago Press, 203–227.
- 15) ジョセフ・ニーダム, 1981. 「中国の科学と文明」, 第11巻 (航海技術) (東畑精一・藪内清監修, 思索社), 213–252.
 - 16) ジョセフ・ニーダム, 1977. 「中国の科学と文明」, 第7巻 (物理学) (東畑精一・藪内清監修, 思索社), 279–401. ロバート・テンブル (牛山輝代訳), 2007. 「図説中国の科学と文明」 (改訂新版), (河出書房新社, 2008年), 248–261.
 - 17) 広岡公夫, 1976. “古寺伽藍中軸線方位と考古地磁気—日本における磁石使用の起源について—” 考古学会雑誌 62, 49–63.
 - 18) 宋應星, 1637. 「天工開物」 (藪内清訳注, 東洋文庫130, 平凡社, 1987年)
 - 19) 安里進, 2008. 「琉球国王家・尚家文書の総合研究」 (科学研究費補助金基盤研究 (B) 研究成果報告書, 2008年3月), 安里進, 2009. “「量地方式集」と著者・高原景宅”, しまたてい, 48.
 - 20) 西尾銆次郎, 1957. “佐渡金銀山南澤大疎水坑道について”, 科学史研究, 41, 29–33. 「日本鉱業誌」, (東京鉱山監督署編, 1911年) 24. 阿部誠之, 1811. 「校正振矩術」, (東北大学附属図書館和算資料全文画像データベース)
 - 21) 鳴海邦匡, 2006. 「近世日本の地図と測量」, (九州大学出版会, 2007年)
 - 22) 磯村吉徳, 1659. 「算法闕疑抄」, (文献4) を参照)
 - 23) 磯村吉徳, 1684. 「増補算法闕疑抄」, (東北大学附属図書館和算資料全文画像データベース)
 - 24) 保坂因宗, 1687. 「磁石算根元記」, (東北大学附属図書館和算資料全文画像データベース)
 - 25) <http://www.cbi.umn.edu/hostedpublications/Tomash/pdf/28%20Appendix%20essays.pdf>
 - 26) http://www.nv-landsurveyors.org/files/Topographic_Mapping_ACSM_Student_Competition.pdf
 - 27) 高木菊三郎, 1966. 「日本に於ける地図測量の発達に関する研究」, (風間書房, 1966年) 27.
 - 28) <http://www.ilabdatabase.com/images843/15326.jpg>
 - 29) チャールズ・シンガー, E. J. ホームヤード, A. R. ホール, トレヴァー・I. ウィリアムズ編, 1958. 「技術の歴史6 (ルネサンスから産業革命へ/下)」 (筑摩書房, 1963年) 466–468.
 - 30) 松宮俊仍, 1728. 「分度余術」, (東北大学附属図書館和算資料全文画像データベース)
 - 31) 貝原益軒, 1709. 「大和本草」 (中村学園電子図書館)