

研究論文

「緯度 1 度」の実測と尺度の推算 (1) *

— トーマス (A.Thomas) の緯度 1 度の実測 —

山田 研治 **

The survey of 1 degree of latitude and the measure estimation (1)

— The survey of 1 degree of latitude by A. THOMAS —

Kenji YAMADA

Abstract

“Kansaisousho (観齋叢書)” was written by Itumi UCHIDA (内田五観), and was a researching document on 1 degree of latitude in Japan in the end of Edo Period. In this document, he introduced that Zenranyochizu (全覽輿地図) which was a map showing complete views of the Chinese imperial territory had made in Kang-hsi-ti (康熙帝) era (1708-1717). When Kang-hsi-ti had made this map, he determined that 1 degree of latitude equaled 200 li (里, Chinese li). As 1 degree of latitude was equal to 11111.1111 m by the metric system, 1 li was equal to “1 li = 555.56 m” which were obtained to “11111.1111 m / 200 li”. Because 1 li was equal to 1800 shaku, 1 shaku (尺, Chinese shaku) was equal to “1 shaku = 0.309 m (or 30.9 cm)” from this formula’s “555.56 m / 1800 shaku”. Bunkei OU (翁文灝) calculated the average value in Chinese latitudes until 53 degrees from 18 degrees, as its result was equal to “1 degree of latitude = 111000 m”. It would be set to “1 shaku = 0.308 m (or 30.8 cm)” if 1 shaku was calculated from this average value. B.OU had noticed that A. THOMAS recognized the earth was an ellipse when surveyed 1 degree of latitude in 1702. However, J.NEEDHAM stated in his “Science and Civilisation in China” vol.4, (1962), that when A.THOMAS surveyed 1 degree of latitude, the distance was less than 200 li and 1 degree of latitude, and was equal to 195 li 6 bu. Furthermore, J.B.B. D’ANVILLE was described in his memo “Memoire de M. D’ anville” in 1742 that 1 degree of latitude was equal to 193 li. As a result, his measure was “1 shaku = 0.32 m (or 32 cm)”. He denied the J.NEEDHAM’s view of 1 degree of latitude which was equal to 195 li (6 bu was omitted) 200 years ago. In “The history of the weights and the measurements in China (中国度量衡史)” published in 1937 and written by Syoraku GO (呉承洛), he exemplified that 1 shaku was equal to “1 shaku = 32 cm”. This numeric value “1 shaku = 32 cm” was measured by an Kang-hsi-ti’s ivory ruler with diagonal scale (康熙帝御製牙尺) and by a rectangular shaped 1 shou iron masu called tobemasu (戸部枡) which was defined to publicly in 1745. Both of them were used in Kang-hsi-ti era.

Keywords: Kansaisousho (観齋叢書), Zenranyochizu (全覽輿地図), Kang-hsi-ti (康熙帝), Bunkei OU (翁文灝), Syoraku GO (呉承洛), tobemasu (戸部枡), J.B.B. D’ANVILLE, A.THOMAS, J.NEEDHAM, latitude, shaku (尺), li (里)

1. 始めに

江戸時代 of 緯度 1 度の実測とその長さの決定は、伝統的な尺貫法のメートル法による換算値を決めるための前提条件であった。緯度 1 度の推

算を用い、度量衡に適用したのは、緒方洪庵（以下、洪庵）が最初であった。洪庵は『遠西医学名物考補遺』（天保 6 (1835)）の「凡例」で、1799（寛政 11）年に「其ノ法地周ノ四千萬分一ヲ會

* 受付 平成26年5月12日
hotmail.com

** 会員 〒277-0941 千葉県柏市高柳1759-7 E-mail : ushigome01@

尔（メートル、筆者）ト名ケ尺度量衡。皆此ヨリ算出ス」としていることを紹介し、日本で初めてメートル法に基づく尺貫法の換算を試みた¹⁾。

同書で、洪庵は、緯度1度がすでに伊能忠敬によって実測され推算されたが、「緯度1度＝28.2里」「1 m＝3.289248 尺」とする伊能標準は、舶来のエル尺（メートル尺）と念佛尺との比較から「1 m＝3.28889 尺」とであると、改めた²⁾。

洪庵の換算値で緯度1度を求めると、メートル法が「地周 4000 万 m / 360 度」「緯度1度＝111111.1111 1 循環 m」であり、「1 里＝12960 尺」であることから、以下のようになる。すなわち、

$$111111.1111 \times 3.28889 / 12960 = 28.1969$$

(小数点第5位を四捨五入)

であり、故に、「緯度1度＝28.1969 里」もしくは「緯度1度＝28.197 里（小数点第4位以下を四捨五入）」を標準とすることになる。この洪庵の標準は、和蘭商館長ニーマン（J.E.Niemann, 在日 1830-1838、1834 年から館長）のメートル法による1尺の換算値「29.6 / 9 (3.28888 8 循環 尺)」のニーマン標準から得たものであると推測されている³⁾。

洪庵のニーマン標準の呈示以後、伊能標準の「緯度1度＝28.2 里」や尺度に対する信頼性が、幕末の医学の薬量の決定や、物理学上の課題となった。そのため、多くの蘭学者が、尺貫法のメートル法への換算のために、緯度1度について論議し、また、舶載の1エル（メートル）尺から尺度の換算を導きだそうとした。

この伊能標準を中心とする論議は、日本のメートル法導入に関する課題であると同時に、物理学上の論議でもあった。物理学上の課題としての論議は、洪庵から広瀬元恭『理学提要』巻頭、福田理軒「西洋度量衡」（嘉永5（1852））へと引き継がれ、「1 m＝3.29508 尺」での換算⁴⁾、

$$111111.1111 \times 3.29508 / 12960 = 28.2499$$

(小数第5位を四捨五入)

すなわち「緯度1度＝28.25 里」の提唱が行われた。これらの緯度1度問題を、取り上げた

書が内田五観（以下、五観）『観齋叢書』（刊行年不詳、筆写本、東北大学岡本文庫蔵）である⁵⁾。

五観は、『観齋叢書』の中で近代的緯度1度の実測を紹介しており、一つは、『康熙恭祿』「康熙五十（1711、筆者）年」であり、他は疑義の基になった高橋景保（以下、景保）『日本東半分沿海地図序文』（文化1（1804））である。

前者について、五観は康熙帝（1661-1722）『数理精蘊』（1713-1722）を挙げ、東洋でも緯度1度の計測が行われていたことを明らかにするとともに、康熙帝が「緯度1度＝200 里」としたことを紹介した。また、後者では、伊能忠敬（以下、伊能）が実測から推算した「緯度1度＝28.2 里」の根拠を景保の前掲序文の全文を記して明らかにした⁶⁾。

五観は、これらの紹介と同時に、伊能標準の「緯度1度＝28.2 里」や康熙帝の「緯度1度＝200 里」に、疑義や注記をしている⁷⁾。

そこで、本稿では、五観に従い、伊能標準に大きく影響を与えた、清の康熙帝『数理精蘊』の「緯度1度＝200 里」問題と、その端緒になった1702年のトーマス（A.Thomas, 1644-1709, 中国名、安多平施）による「緯度1度」の実測や尺度の推算について論攷する。

なお、ニーダム（J. Needham）は“Science and Civilisation in China”, vol.4, (1962)、（同訳書、東畑清一、藪内清監修訳『中国の科学と文明』、第7巻、(1991)）⁸⁾で、康熙帝による「緯度1度＝200 里」は「フランス革命より1世紀も前に、地上の距離の単位を天上の標準」によって決定され、その仕事がイエズス会（Society of Jesus）士の1人、トーマスに与えられたと記している。しかし、メートル法と結びつけて評価するには時期早々であり、「緯度1度＝200 里」説はトーマスの実測やダンヴィル（J.B.B.D' anville, 1697-1782）による修正を受けている。むしろ、康熙帝の時代の清の度量衡は、伝統的な赤金1寸⁹⁾から（表4、参照）度量衡が決定されていた。

2. 『康熙恭祿』及び『皇輿全覽圖』と

緯度1度の実測

五観は、『観齋叢書』で康熙帝による「緯度1度」の実測値を、『康熙恭祿』「康熙五十年」から引用し、周尺で、天上1度が地上250里、「今時ノ尺ヲ以、之ヲ算スルニ二百里」としている¹⁰⁾。この具体的内容は、康熙帝の『数理精蘊』で解説され、制度化された。『数理精蘊』は『御製数理精蘊』として雍正2(1724)年に公刊され、乾隆帝の乾隆43(1778)年に四庫全書に納められた。『御製数理精蘊』では、以下の様に記している¹¹⁾。

里法則チ三百六十歩、一百八十丈ヲ計テ一里トナス、古稱天一度在レバ、地二百五十里在リ、今尺デ之ヲ驗セバ、天一度在レバ、地二百里在リ、古尺ハ今尺之十分之八ヲ得。實ハ縦黍ト横黍之分ニ縁ル也。

五観も、上掲書の注記で、海甯、李善蘭訳『談天』(1859)(日本では、理軒が文久1(1861)年に返り点を付し出版)においても「凡度里尺諸数皆遵数理精蘊、每度二百里、每里一千八百」と記している¹²⁾。『談天』は、ハーシェル(J.F.W. Herschel)“*Outlines of Astronomy*”(1851)を翻訳した書である¹³⁾。

なお、『数理精蘊』の「古尺ハ今尺之十分之八ヲ得」は、『大清五朝会典』「乾隆会典一」、卷11、「戸部、権量、度」では、縦黍尺、横黍尺の精確な比を示し、「横黍尺古尺1寸」、「縦黍尺今尺1寸」であり「今尺八寸一分當古尺十寸」、すなわち「8.1/10」と、している。このように、清朝では「10:8.1」であるが、明朝期は「10:8」であった¹⁴⁾。

康熙帝が『数理精蘊』で推算し、制度化したとされる「緯度1度=200中国里」は、五観が引用した上記『康熙恭祿』によれば、『皇輿全覽圖』(1718年、繪製完成)¹⁵⁾作成のためのもので、五観の引用した「東北一帯ノ山川地理、俱ニ天上ノ度数ヲ照シ、詳ニ推算シ絵図ヲ加テ之ヲ観ル」ためである¹⁶⁾。これら実測図の作製は、レジス(J.B. Régis, 中国名 雷思孝、1663-1738)等のイエズス会宣教師が中心になって行われた。

レジス等の実測図は、デュ・アルド(J.B. Du Halde, 1674-1743)によって整理、纏められ、そしてパリに送られ『支那帝国全誌』として1735年に出版された¹⁷⁾。デュ・アルドによると、康熙50(1711)年には、東北部(蒙古・長城(1708年)、満州(1709年)、直隸(1709年)、黒竜江(1710年))まで完成し、この年には新たに山東、甘肅が着手された¹⁸⁾。しかし、すでに、緯度1度の実測と推算は、1702年に康熙帝の命令で、トーマスと康熙帝の3男胤祉(1677-1732)によって行われ完了していた。

彼等による緯度1度の実測結果が、その後の康熙帝による中国最初の実測図『皇輿全覽圖』すなわち『支那帝国全誌』、その付図の製作(J.B.B. ダンヴィルの地図)の基礎になった。この図の全体を理解するのに、簡便なものは、『大清五朝会典』「乾隆会典二」、卷63、「大清皇輿全圖」、(1755~1762 繪制、1761 銅版)である¹⁹⁾。これらの地図は、『皇輿全覽圖』を修正したものとされるが、高橋至時、高橋景保も参考にし、彼等が研究に使用した抜抄本『乾隆刊清会典地図抄出一軸』が国立国会図書館に残っている²⁰⁾。伊能の緯度1度の計算や測量図作成のための基礎ともなった。もともと、高橋景保『北夷考』(文化6(1809)、と推定)函館市立図書館蔵では、経緯度は不正確と誤認している²¹⁾。

イエズス会士、トーマス、と康熙帝の3男、胤祉によって行われた『皇輿全覽圖』の基礎となる緯度1度の最初の実測と尺度の推算については、①中国側からは、「緯度1度=200里」説をとる翁文灝「清初測繪地圖考」『地学雑誌』、18巻、3期、(1930)²²⁾、②西欧からは「緯度1度=195里6歩」説のニーダムやA. Beerm, etc., ‘11. Epilogue’ ‘An 8th-Century Meridian Line : I-Hsing’ s chain of gnomons and the pre-history of the metric system’ in “*Vistas in Astronomy*”, Vol. 4, (1961)²³⁾と、前掲、ニーダム“*Science and Civilisation in China*”、及びガーネット(M. J. Gernet) “Un Belge Mandarin a la Cour de Chine au X^{VII}^e et X^{VIII}^e Siècles” (1977)²⁴⁾、ウィテク(John W. Witek), ‘The Role of Antoine Thomas, S.J. (1644-1709)

in Determining the Terrestrial Meridian Line in Eighteenth-Century China' in "The History of the Relations between the Low Countries and China in the Qing Era(1644-1911)" (2003) ²⁵⁾等があり、後者②は「緯度1度に基づき尺度を決定したメートル法原理の最初」とする、ニーダム等の評価に従っている。

これら先行諸論文によるとトーマスは、1685年中国に到来し、天文台の副台長となり、代理を勤めたとする。天文台長を、西洋人にすることは、『乾隆会典』11冊、にも「欽天監、兼管監事大臣特簡無定員、監正（天文台長）満人一、西洋一人」「監副満漢各一人、左右副監各西洋一人」、及び「掌測候推歩之法天象」と、明記されている ²⁶⁾。

また、1702年に、緯度1度の実測がトーマスによって実施されるが、そこで使用された尺度は、ウィテクが指摘するように、康熙帝宮廷内にあった真鍮尺「1歩＝5尺」の尺度であり、ニーダムが誤解した鉄尺ではない。

しかし、緯度1度をめぐって、第3の見解、③『支那帝国全誌』の付図の製作者ダンヴィル、"Memoire de M.D' anville" (1776)、や呉承洛『中国度量衡史』(1937)などによる、清の標準尺「营造尺」、「1尺＝0.32 m すなわち 32 cm」、「緯度1度＝193里」説がある ²⁷⁾。この③見解が、康熙帝時代の実物資料にもっとも適合する。

3. 翁文灝「清初測繪地圖考」

翁文灝は、地球経緯度1度について、当時、測量に用いた「長距」フランス里の単位「lieue（劉）」を用い、前掲「清初測繪地圖考」で下記のように記している ²⁸⁾。

地球経緯每一度恰合二十「劉」、又恰合二百里。一「劉」又合二千八百五十三「篤亞斯」、又即等十里。故一里實等二百八十五「篤亞斯」。

フランス旧度法で示した上記の一文から中国の1尺を求めるために、先ず、中国1里（「1里＝360歩＝1800尺」、「1歩＝5尺」）を計算すると下記ようになる。

3.1 緯度1度と中国尺のメートル法への換算

フランス海上里（20 lieues（劉））から中国の1里は、

$$20 \text{ lieues} = 200 \text{ 里}$$

$$1 \text{ lieue} = 2853 \text{ toises}$$

であり、

$$1 \text{ lieue} = 10 \text{ 里}$$

従って、

$$1 \text{ 里} = 2853 / 10$$

$$\therefore 1 \text{ 里} = 285 \text{ toises}$$

なお、参考までにフランス陸上里（25 lieues（劉））からは、

$$25 \text{ lieues} = 250 \text{ 里、}$$

$$1 \text{ lieue} = 2853 / 1.25 = 2282.4 \text{ toises}$$

$$\therefore 1 \text{ 里} = 228 \text{ toises}$$

但し、高橋至時は、『ラランデ歴書管見』（享和3（1803））では、「1 lieue＝2283 toises」としている ²⁹⁾。

康熙帝の「緯度1度＝200里」から翁文灝は中国1里を海上里から導き出したが、285.3 toises とすることなく、285 toises と小数点以下を切り捨てか、もしくは四捨五入をしている。今井湊は、285.3 toises を呈示している ³⁰⁾。

従って、翁文灝は、先ず、下記のように、旧フランス度法のメートル法への換算を記す ³¹⁾。

按法國嗣以一「米特（メートル、筆者）」

（中國今稱公尺（メートル、筆者））為單位、一「篤亞斯」等於一.九四九公尺

上記、翁文灝の説明によれば、「1 toise＝1.949 m」「1 toise＝6 フランス feet (pieds と云う)」であるから「1 フランス foot (or pied)＝0.3248 m（小数点第五位を四捨五入）」となる（なお、より詳細には「1 toise＝1.9490364 m」、筆者）。従って、「1里＝285 toises」から1尺のメートル法による換算は、下記の通りである。

$$1 \text{ 里} = 285 \times 1.949 = 555.456 \text{ m}$$

$$1 \text{ 尺} = 555.456 / 1800 = 0.309 \text{ m}$$

（小数点第4位を四捨五入）

なお、「1里＝285.3 toises」としても、

$$1 \text{ 里} = 285.3 \times 1.949 = 556.0497 \text{ m}$$

$$1 \text{ 尺} = 556.0497 / 1800 = 0.309 \text{ m}$$

(同四捨五入)

この値は、フランス「1 lieue」がメートル法「緯度1度 = 11111.1111 1 循環 m」により表1、ブロイイン (A.W.Bruyn), “Militair Zakboekje”, (1839), のように換算されたためでもあった。

$$\text{陸上里 } 11111.1111 / 25 = 444.4$$

(小数点第2位以下を切捨)

$$\text{海上里 } 11111.1111 / 20 = 555.5 \text{ (同上切捨)}$$

表1 メートル法によるフランス陸上里と海上里

Frankrijk	緯度1度の値	1Lieuの換算	比
Lieu commune(陸)	25 Lieu	444.4 m	1.250
Lieu marine(海)	20 Lieu	555.5 m	1.000

A.W.Bruyn, “Militair Zakboekje”, 1839, p.6 参照。

なお、上表1のフランス陸上里、海上里の「1 lieue」のメートル法への換算は、陸上里と海上里との混乱を起しやすく、今日でも、中国では1702年まで、緯度1度の1/250、「1里 = 444.4 m」、故に「444.4 / 1800」から「1尺 = 0.247 m」に、そして、1702年以降、緯度1度の1/200、「1里 = 555.5 m」、故に「555.5 / 1800」すなわち「1尺 = 0.309 m」と概説している C. Jami, “The Emperor’s New Mathematics” (2012) のような見解を生む要因となった。また、前掲、海甯、李善蘭訳『談天』の凡例も同じ見解を採る³²⁾。

しかし、翁文灝は、トーマスの時代、理論的なニュートン (I. Newton, 1642-1727) の振り子による地球楕円体説やカッシーニ (J. Cassini, 1677-1756) の誤った楕円体の成果は理解されており、1710年のJ.B. レジスやJ.B. デュ・アルド等の測量でも緯度ごとに数値は変化するとし、その上で、「1里 (1800 尺) = 555 m」、「555 / 1800 = 0.3083 3 循環」、故に小数点第4位を四捨五入「1尺 = 0.308 m すなわち 30.8 cm」とした。その計算方法は、次ぎの通りであり、C.Jami等の「1尺 = 0.309」とは、理論的に異なる。

3.2 翁文灝の楕円体説による尺度の推算

翁文灝は、楕円体の基本となる地球の諸元を省

略しているため正確なその計算方法は不明であるが、赤道付近の緯度1度を「110567 m」、南北極付近1度「111699 m」として、楕円体としての中国の陸地、緯度18度から53度の平均地度 (緯度1度) を導きだした。彼はこの間の緯度1度を「111000 m」としている。彼の楕円体説に従い1尺を計算すると、以下の結果が導きだされる³³⁾。

$$1 \text{ li (里)} = 111000 / 200 = 555 \text{ m}$$

$$1 \text{ 尺} = 555 / 1800 = 0.308 \text{ m}$$

$$\therefore \text{逆数 } 1 \text{ m} = 3.25 \text{ 尺}$$

最終的に、翁文灝は、

「1 m = 3.25 尺」、逆数「1 尺 = 0.308 m、すなわち 30.8 cm」とした。

その結果、翁文灝は、清の康熙帝の時期に決定された「营造尺」は、その後次ぎのように展開したと述べる³⁴⁾。

すなわち、清の「营造尺」は、康熙帝の頃、緯度1度の実測から「1 尺 = 0.308 m」逆数「1 m = 3.25 尺」になった。民国3(1914)年には、権度法 (草案公布は民国4年1月) により「1 m = 3.125 尺」逆数「1 尺 = 0.32 m」、「緯度1度 = 193 里」に変わり、民国17(1928)年に現在の「1 m = 3 尺」逆数「1 尺 = 3.3333 3 循環 m」、「緯度1度 = 185 里」になったとする。

なお、翁文灝の楕円体は、地球の諸元が不明で正確に検算はできないが、我が国でも採用し、アジアに適したといわれるベッセル楕円体 (日本地測系 (2002 年まで使用)) についての近年の計算式から求め検算していくと、ほぼ正確である。

4. 翁文灝楕円体のベッセル楕円体による検算

地球楕円体の赤道からある緯度までの子午線上の弧長を計算するには、下記の公式である。

子午線弧長 S

$$S = \int_0^\phi \frac{a(1-e^2)}{(1-e^2 \sin^2 \theta)^{3/2}} d\theta$$

a は、地球楕円体の長半径。

e は、地球楕円体の離心率。

φ は、緯度。

この積分式や被積分関数を用いた計算プログラムが数種類作られており、代表的なものとしては、①国土地理院による「一時網の計算（精密測地網一次基準点測量作業規定）」（『理科年表』が基本）と、②「ベッセルの n で展開した計算式」を用いた方法、③「第二種楕円積分による計算式」による方法が知られている。これらの数式の比較研究は国土地理院、飛田幹男、川瀬和重等、「赤道からある緯度までの子午線長を計算する 3 つの計算式の比較」『測地学会誌』第 55 巻、第 3 号、(2009) で行われ、これら上記①②③式による計算が c 言語によるプログラムとともに公開された³⁵⁾。

このプログラムを基に、本稿では、飛田幹男等が、もっとも、特定子午線を計算するのに収束が早くプログラム効率の良いとする②「ベッセルの n で展開した計算式」を利用し、ベッセルの諸元を与え、翁文瀾の数値の検算を行うことにした。もっとも、ベッセルの地球に関する諸元は、上掲ハーシェルの訳書『談点』により、1860 年頃から五観の上掲書などの注記に見られるように日本や中国でも知られていることにもよる。

『談点』によるベッセルの地球に関する諸元は、下記の通りであり、換算は「1 英尺 (foot) = 0.3047945 m」、中国尺「1 尺 = 0.309 m」である³⁶⁾。

地球赤道径（長直径）= 41847192 英 feet
(12754794 m(小数点以下四捨五入))

= 41252961 尺

地球極間径（短直径）= 41707314 英 feet
= 41115080 尺

その差 = 139878 英 feet
= 137783 尺

径の扁平率は、299.15 対 298.15

また、円周率 $\pi = 3.1415926$

ベッセルの楕円体による地球の諸元（日本測地系）は、『理科年表』によると³⁷⁾、

地球赤道半径、 $a = 6377397.155 \text{ m}$

扁平率の逆数、 $f_1 = 299.152813$

であるが、坪川家恒、大森又吉、『測地学序説』

(1969)³⁸⁾は、

地球赤道半径、 $a = 6377397.15500 \text{ m}$

地球極間半径、 $b = 6356078.96325 \text{ m}$

扁平率の逆数、 $f_1 = 299.1528128$

ここでは、『理科年表』によるベッセルの諸元と、ベッセルの n を利用し、地球楕円体で弧長を、国土地理院のグループの②による方法で求め、日本測地系に準じる。②式の計算式は下記の通りである³⁹⁾。

(a 式) ベッセルの n

$n = f / (2 - f) = 1 / (2 f_1 - 1)$

f は扁平率、 f_1 は扁平率の逆数。

(b 式) 子午線弧長 S

$$S = a / 1 + n ((1 + n^2 / 4 + n^4 / 64) \phi - 3 / 2 (n - n^3 / 8) \sin 2 \phi + 15 / 16 (n - n^4 / 4) \sin 4 \phi - 35 / 48 n^3 \sin 6 \phi + 315 / 512 n^4 \sin 8 \phi)$$

ϕ は緯度、ラジアンによる。

この、(a 式) と (b 式) に基づきエクセルで計算した結果が表 2 である。

表 2 から、翁文瀾の求めた数値はベッセル楕円体に近いと推定されるが、差は約 3 ~ 19 m。

正確には、表 2 から

赤道付近 1 度 110563.789 m

(翁文瀾は 110567 m)

南北極付近 1 度 111679.784 m

(翁文瀾は 111699 m)

さらに、表 2 に基づく緯度 18 度と緯度 53 度の弧長の差は、

緯度 18 度 = 1990789.158 m

緯度 53 度 = 5874014.724 m

両緯度間差 35 度 = 3883225.566 m

従って、緯度 1 度の平均は

$3883225.566 / 35 = 110949.302$

(小数点第 4 位を四捨五入)

$\therefore$ 緯度 1 度 = 110949 m(小数点以下を四捨五入)

(翁文瀾は、111000 m)

以上から、ベッセル楕円体と、翁文瀾の楕円体との緯度 1 度の平均値の差は「111000 m -

110949 m = 51 m」だが、「緯度 1 度 = 200 里 = 360000 尺」から 1 尺を求めると、

$$110949 / 360000 = 0.308$$

(小数点第 4 位を四捨五入)

$$\therefore 1 \text{ 尺} = 0.308 \text{ m}$$

この検算結果は、翁文灝の楕円体の計算から求めた「1 m = 3.25 尺」、逆数「1 尺 = 0.308 m」と、数値的に合致する。

表2 ベッセル楕円体（日本測地系に準じる。）

緯度	赤道から各緯度までの子午線長(m)	緯度1度に対する弧長の長さ(m)
0	0.000	110563.789
1	110563.789	110564.463
	省略	省略
18	1990789.158	110675.239
19	2101464.398	110687.154
20	2212151.551	110699.595
21	2322851.146	110712.548
22	2433563.694	110725.999
23	2544289.693	110739.930
24	2655029.623	110754.325
25	2765783.948	110769.167
26	2876553.116	110784.439
27	2987337.555	110800.121
28	3098137.675	110816.195
29	3208953.870	110832.641
30	3319786.511	110849.440
31	3430635.951	110866.572
32	3541502.523	110884.016
33	3652386.540	110901.751
34	3763288.291	110919.756
35	3874208.046	110938.008
36	3985146.055	110956.486
37	4096102.541	110975.168
38	4207077.709	110994.031
39	4318071.740	111013.051
40	4429084.791	111032.207
41	4540116.998	111051.474
42	4651168.473	111070.830
43	4762239.303	111090.251
44	4873329.554	111109.713
45	4984439.267	111129.192
46	5095568.459	111148.666
47	5206717.125	111168.109
48	5317885.234	111187.499
49	5429072.732	111206.811
50	5540279.543	111226.022
51	5651505.566	111245.109
52	5762750.675	111264.049
53	5874014.724	111282.817
	省略	省略
89	9889175.981	111679.784
* 90	10000855.765	111679.784

* 『理科年表』の測地基準1980の収束は、0001.97km。
ここでは10000.86km。

5. トーマスによる「緯度 1 度」のニーダムとウィテク等による推算とその検算

翁文灝の計算による中国尺度「1 尺 = 0.308 m」と相違しているのが、ニーダム やガーネット、そしてウィテクである。彼等は、トーマスと胤社が実測した緯度 1 度は、200 里でなく、やや短かったことを認識し、いずれも、実測値を

$$\text{緯度 1 度} = 195 \text{ 里 } 6 \text{ 歩 } (195.0167 \text{ 里})$$

としている⁴⁰⁾。

ウィテクは、後述するように実際の実測里数をトーマスが行った北極星の仰角で補正し推算している。しかし、観測地点の位置の混乱が、ウィテクにはみられる。なお、地球が楕円体であることをニュートンなどから、康熙帝やトーマスは、認識していたという点では、翁文灝と同じである。

以下、ニーダムやウィテク等の上掲論文を中心にみていくことにする。

彼らによれば、康熙帝がトーマスと胤社に緯度 1 度の観測を命令し行ったのは 1702 年であるが、すでに 1698 年、康熙帝は、万里の長城からモンゴルのウランバートルの北のツール川 (Tule river、土拉川) までの間の計測した結果、「緯度 1 度 = 200 里」と、推算しており、この時、トーマスにフォン・ベル (Adam Schall von Bell, アダム、シャールとも呼ばれる、1591-1666) の観測値「緯度 1 度 = 250 里」と異なることに疑問をもち、調査するように命じていた⁴¹⁾。

その際、トーマスは、康熙帝が疑問とした緯度 1 度は、康熙帝の使用したロープ (巻き尺) が 5 対 4 の比率で長かったことによると、考えていた。これは、「黍長尺 (今尺) と短尺 (周尺) との比、1.25」によるが、偶然、フランス海上里「緯度 1 度 = 20 lieues」と同陸上里「緯度 1 度 = 25 lieues」の比とも合致する。

当初、トーマスの緯度 1 度の実測地として、北京近郊の平坦な地が選ばれたが、この地方は森林に覆われており、最終的に 200 里にわたって丘がなく海面のような平原、霸州 (Pa-cheu) が選ばれた。1702 年 12 月 1 日、霸州 (Pa-cheu) にトーマスと胤社の一行は到着し、翌日、同市の東方の

城門近くの碑を起点として計測が始まった⁴²⁾。

北の起点を、ガーネットは覇州 (Pa-cheu) を緯度 39 度 5 分と推定しており、終点は Kiam-ho 緯度 38 度 4 分にしている⁴³⁾。この距離を、前掲、表 2 のようにベッセルの楕円体から求めたのが表 3 である。

表3 覇州 (Pa-cheu) からKiam-ho? (hao-chun)

緯度	赤道から各緯度までの子午線長(m)	弧長の差(m)
0	0.000	4214476.722
38° 4'	4214476.722	110995.294
39° 4'	4325472.017	1850.082
39° 5'	4327322.099	-----

しかし、ウィテクは、「Pachou すなわち Bazou (覇州) は 39 度 8 分に位置し、Kia-ho の位置は不明であるが、Chiao-ho (現在の Hao-chun (郝村) か) 北緯 38 度 6 分、東経 116 度 20 分線上であるとする⁴⁴⁾。実測の際の計測用具は、1 里、360 歩の鉄線であり、120 歩ごとに 3 つの竿が垂直にたてられ磁石と 2 つのスコープが取り付けられ調整が行われたとしている。また、基点から終点まで、トーマスは、計測を遮断する樹木は果樹を除き伐採したが、村落は 3 箇所しかなく、遮る家などもすくなかったとしている。

さらに、ウィテクは、彼等一行は 199 里の地点で、広く、深い Cham-Ho 川 (詳細不明) に到達し、南の終点とした。堤防に、緯度に沿って 30 フィートのポールを立て、北極星を観測し、その結果は地平線上 40 度 21 分 00 秒であったという。11 月 15、16、17 日、3 日間、その観測についやし、なお、北の出発点は、帰路、空気の落ち着いた清澄な 11 月 21、22 日に観察し、41 度 22 分 30 秒、総合で 2 秒の屈折があったため、最終的に南北の高度差は、200 里、1 度 1 分 32 秒としたとされる⁴⁵⁾。

この北極星の高度 40 度 21 分 00 秒と 41 度 22 分 30 秒は、北京郊外での緯度であり、ウィテクは資料の混乱を明らかにおこしている。しかし、上述したようにニーダム以降ウィテクも、地球の

緯度 1 度が、195 里 6 歩であることが確かめられたとし、緯度 1 度は 200 里より短かったとした。この点の理解が、翁文灝とは異なる。

そこで、次にウィテクが示した南北両端での北極星の観察から行った補正を推算することにする。

5.1 緯度 1 度の補正と 1 尺

緯度 1 度の補正を、ウィテクが、北京近郊からの緯度で、どのように補正したか、具体的にさらにみていくと

$$41 \text{ 度 } 22 \text{ 分 } 30 \text{ 秒 } - 40 \text{ 度 } 21 \text{ 分 } 00 \text{ 秒}$$

$$= 1 \text{ 度 } 1 \text{ 分 } 32 \text{ 秒 } (1.02555 \text{ 度})$$

北京近郊では、緯度の高度差は 200 里で計測されたと考えられるので「緯度 1 度 = 200 里 = 72000 歩」とすると、補正による緯度 1 度は、

$$72000 / 1.02556 = 70206 \text{ 歩}$$

(小数点以下を四捨五入)

この結果、ウィテクは、「緯度 1 度 = 70206 歩」、「1 里 = 360 歩 (1800 尺)」から、トーマス達は、

$$70206 / 360 = 195.0167 \text{ (小数点第 5 位を四捨五入)}$$

∴緯度 1 度 = 195.0167 里、すなわち 195 里 6 歩を導きだしたとする。この数値は、ニーダムと同じである。

このことは、北京近郊での実測と同様にトーマスの実測結果は短く、緯度 1 度は、200 里より「39 / 40」短かったと解すべきであろう。その上で、康熙帝は、尺度行政上から、康熙帝は 200 里とし繰り上げたとするのが、ニーダムやウィテクの主張である。

いずれにしても、補正の結果、標準尺が「39 / 40 に縮小され」、「緯度 1 度は、72000 標準歩、1 分は 1200 標準歩、1 秒は 20 標準歩」になったというのが結論である⁴⁶⁾。

従って、トーマスの実測値としてウィテクが推算した「緯度 1 度 = 195 里 6 歩 = 70206 歩 = 351030 尺」を用い、前掲、表 2 のベッセル楕円体の緯度 18 度から 53 度の弧長の 1 度平均 (m 以下、小数点以下を四捨五入) から、1 尺を求めると下記のようになる。

$$110949 / 351030 = 0.316 \text{ m}$$

(小数点第 4 位を四捨五入)

また、実際のベッセル楕円体、表 3、但し、39 度 4 分から 38 度 4 分の弧長からは、

$$110995 / 351030 = 0.316 \text{ m (同上四捨五入)}$$

そして、翁文灝の楕円体の「緯度 1 度 = 111000 m」から、

$$111000 / 351030 = 0.316 \text{ m (同上四捨五入)}$$

最終的に、

$$「1 \text{ 尺} = 0.316 \text{ m}」 \text{ 逆数 } 「1 \text{ m} = 3.165 \text{ 尺}」$$

(同上四捨五入)

と推算しえる。メートル法に準拠すると、

$$111111.1111 / 351030 = 0.317 \text{ m (同上四捨五入)}$$

である⁴⁷⁾。

5.2 緯度 1 度及び、1 尺の補正の検算

ウィテクは、この推算した「緯度 1 度 = 70206 歩 = 351030 尺」から導きだした尺度を、旧ローマンフット (ancient Roman feet) を用いて検算しており⁴⁸⁾、中国の 1 尺は、旧ローマンフット 16 / 15 倍、すなわち便宜的に下記 (a.) では「16 / 15 = 1.07 (小数点第 3 位を四捨五入)」倍とすると、以下ようになる。

a. 旧ローマンフットによる検算

上記、緯度 1 度の実測から推定される 1 尺は、「1 尺 = 0.316 m」であり、従って、旧ローマンフットは、中国尺の「1 / 1.07」倍であるから

$$1 \text{ ancient Roman foot} = 0.316 / (1.07)$$

$$= 0.2953 \text{ m (小数点第 5 位を四捨五入)}$$

$$\therefore 1 \text{ ancient Roman foot} = 0.2953 \text{ m}$$

なお、旧ローマンフットのメートル法による換算値は、ブロインによると⁴⁹⁾、

$$1 \text{ ancient Roman foot} = 0.29529 \text{ m}$$

であり、小数点第 5 位を四捨五入すると

$$\therefore 1 \text{ ancient Roman foot} = 0.2953 \text{ m}$$

このことから、数値的に一致する。

b. 旧ローマンフットによる緯度 1 度からの検算

旧ローマンフットによる検算に加え、さらに、J.W. ウィテクは、緯度 1 度については、「16 / 15」を用いると簡単に計算できるとし検討し

ている。まず、前提として旧ローマンフットによる緯度 1 度は⁵⁰⁾ (1 ancient Roman pace = 5 ancient Roman feet 筆者)、

$$\text{緯度 1 度} = 74885 \text{ ancient Roman paces}$$

であり、この数値をメートル法による換算すると、

$$\text{緯度 1 度} = 74885 \times (0.2953 \times 5)$$

$$= 110563.9583$$

$$\therefore \text{緯度 1 度} = 110564.0 \text{ m (小数点第 2 位を四捨五入)}$$

この数値は、ベッセル楕円体の赤道 0 度から 1 度までの弧長、表 2 では、「110563.789」、小数点以下を四捨五入とほぼ同じ値である。

従って、この「緯度 1 度 = 74885 ancient Roman paces」を中国「歩」で求めると (緯度 1 度の数値が大きく、計算誤差が大になるので、「16 / 15」を使用)

$$74885 / (16 / 15) = 70204.6875$$

(小数点第 5 位を四捨五入)

$$\therefore \text{緯度 1 度} = 70205 \text{ 歩 (小数点以下を四捨五入)}$$

$$= 195 \text{ 里 } 5 \text{ 歩}$$

ウィテクによる、簡便な計算結果でも、上述、トーマスの実測値「緯度 1 度 = 70206 歩 = 195 里 6 歩」と、「1 歩」異なるがほぼ近似する。

以上の検算からも、ウィテクは、「1 尺 = 0.316 m すなわち 31.6 cm」とし、緯度 38 度付近から 39 度付近で、復元したことになる。

6. 終わりに—康熙帝の度量衡—

地球緯度 1 度の実測から求めた康熙帝の「造営尺」すなわち標準尺について ①翁文灝の「緯度 1 度 = 200 里」と「緯度 1 度 = 111000 m」からの「1 尺 = 0.308 m」逆数「1 m = 3.25 尺」、及び、メートル法に準拠した「緯度 1 度 = 200 里」と「緯度 1 度 = 111111.1111 1 循環 m」による「1 尺 = 0.309 m」、そして②ウィテクやニーダム等の「緯度 1 度 = 195 里 6 歩」からの「1 尺 = 0.316 m」逆数「1 m = 3.165 尺」(小数点第 4 位を四捨五入) について考察を行った。なお、五観や福田理軒も、『談天』から、「1 尺 = 0.309 m」を導き出している⁵¹⁾。

しかし、これらの数値は、③呉承洛が清時代の「营造尺」とした「1 尺 = 0.32 m、すなわち 32 cm」とは異なる。この点を示唆しているのが、ダンヴィルの「緯度 1 度 = 193 里」説である。

6.1 ダンヴィルの「緯度 1 度 = 193 里」

ニーダムに代表される、「緯度 1 度 = 195 里 6 歩 (195.0167 里)」説には、ニーダムが、上掲書の注記で、ダンヴィルは「緯度 1 度 = 194 里」と記していると指摘したことを看過してはならない⁵²⁾。ダンヴィルは、上述したようにデュ・アルドの『支那帝国全誌』に添付してある地図、「ダンヴィルの地図」の製作者である。

ニーダムが注記した「緯度 1 度 = 194 里」は、ウィテクが上記したように南限の最終地点を高度差 199 里、1.02556 度 (1 度 1 分 32 秒) で計算した結果と推測され、

$$(199 \times 360) / 1.02556 = 69855 \text{ 歩}$$

(小数点以下を四捨五入)

$$\text{緯度 1 度} = 69855 / 360 = 194.0417$$

(小数点第 5 位を四捨五入)

$$\therefore \text{緯度 1 度} = 194 \text{ 里}$$

であり、1 尺をメートル法に換算すると、翁文灝の楕円体から

$$1 \text{ 尺} = 111000 / (194 \times 1800)$$

$$= 0.318 \text{ m (小数点第 4 位を四捨五入)}$$

メートル法によっても

$$1 \text{ 尺} = 111111.1111 / (194 \times 1800)$$

$$= 0.318 \text{ m (同上四捨五入)}$$

である。しかし、ニーダムの引用したダンヴィルの上掲原典 “Memoire de M. D’ anville” (1776) では、緯度 1 度は「195 里 (端数の 6 歩は、切り捨て、筆者)」ではなく「193 里 = 56975 toises⁵³⁾」であると記している。ニーダムの指摘した「緯度 1 度 = 194 里」とは異なる。

ダンヴィルの原典による「緯度 1 度 = 193 里」に従えば、1 尺のメートル法による換算は翁文灝の楕円体から

$$1 \text{ 尺} = 111000 / (193 \times 1800)$$

$$= 0.320 \text{ m (小数点第 4 位を四捨五入)}$$

メートル法によっても

$$1 \text{ 尺} = 111111.1111 / (193 \times 1800)$$

$$= 0.320 \text{ m (同上四捨五入)}$$

であり、数値的には一致する。

なお、「緯度 1 度 = 56975 toises」を、ブロインの「1 toise = 1.949 m」で換算すると

$$56975 \times 1.949 = 111044.275$$

$$\therefore \text{緯度 1 度} = 111044.3 \text{ m}$$

(小数点第 2 位を四捨五入)

であり、ほぼ北京の緯度 40 度での 1 度「111032.207 m」に当る (表 2 参照)。

6.2 呉承洛『中国度量衡史』

最後に、呉承洛は、民國が生まれても、度の急激な変化はなく、清朝時代の度量衡制度が継続し、民國 3 年の権度法草案、4 年 1 月公布により、清の度量衡が追認されたとする⁵⁴⁾。呉承洛の清時代の「营造尺」を「1 尺 = 0.32 m、すなわち 32 cm」とする見解は、丘光明、邱隆、楊平『中国科学技術史』(2001)⁵⁵⁾や王光『中国古代科学史要』(2007)⁵⁶⁾に引き継がれている。

呉承洛、丘光明等の論拠は、緯度 1 度とかかわりはなく、赤金一寸立方の長さを度の標準、「1 寸 = 0.032 m」, 「1 尺 = 0.32 m」とし、その質量を、「1 銭 = 3.73g」(開元通寶の質量)として「1 寸立方 = 168 銭」としたことにある⁵⁷⁾。

表4 康熙帝の度量衡

	1m(吋) (mm)	1m (尺)	1尺 (cm)	1寸 (cm)	1寸立方 (cm ³)	1寸 (cm)
長さ	1000	3.125	32	3.2	32.768	3.2
体積	1 dm ³ 10 ³ =1l (cc)	1l (合)	1合 (cm ³)	1升 31.6寸立方×(3.2) ³	1寸立方 (cm ³)	1寸 (cm)
	1000	9.657	103.55	1035.5	32.768	3.2
質量	1 dm ³ 10 ³ =1kg (g)	1kg (錢)	1錢 (g)	1寸立方 (錢)	1寸立方 (g) 19.1235×32.768	1寸 (cm)
	1000	268	3.73	168	626.64	3.2

注意 「1 銭 = 3.73 g」とした場合は、「1 kg = 268.0965 g (小数点第 5 位を四捨五入)」であり、表は小数点以下切り捨て。

特に、丘光明等は、その実証資料として、尺度については、「1 尺 = 32 cm」の「康熙御製、象

牙製一尺物差」(中国歴史博物館蔵、1寸目はダイアゴナル(diagonal)目盛)を、体積については、1升「積は三十一寸六百分、面底は方四寸、深さは一寸九分七厘五毛」の「戸部の銘のある鉄製方形一升枰」「康熙54(1715)年」銘(故宮博物院蔵)を挙げ、メートル法による換算を行っている⁵⁸⁾。

すなわち体積は

$$4 \times 4 \times 1.975 \times (3.2)^3 = 1035.469$$

$$\therefore 1 \text{ 升} = 1035.469 \text{ cm}^3$$

質量は、赤金1寸立方の質量のメートル法への換算から、

$$168 \times 3.73 = 626.64 \text{ g}$$

$$\therefore \text{赤金} 1 \text{ 寸立方} = 626.64 \text{ g}$$

その密度は、

$$626.64 / 32.768 = 19.124$$

(小数点第4位を四捨五入)

$$\therefore \text{赤金の密度は、} 19.12$$

純金の密度は、『理科年表』によれば「19.32」⁵⁹⁾であるので、「赤金」には微量の不純物が含まれていることが分る。

康熙帝『御製数理精蘊』に記されている金、銀、黄銅の密度⁶⁰⁾は、表5である。

表5 『御製数理精蘊』と密度

	1寸立方(錢)	1寸立方(g)	1寸立方(cm ³)	密度	密度(理科年表)
	(a)	(a)×3.73	(b)	(a)×3.73/(b)	
赤金	168	626.64	32.768	19.1235	19.32
紋銀(白銀)	90	335.70	32.768	10.2448	10.50
黄銅	68	253.64	32.768	7.7405	-----

このように、清、康熙帝時代の標準尺、「营造尺」は、緯度1度による尺度標準ではなく、伝統的な赤金(純金)1寸立方に置いたことが分ると同時に、尺度、密度から質量も安定していた。

赤金は、足赤金や足金とも呼ばれ「掛け目大凡100目(匁)位」、清朝期の金錠で一般にも流通し、日本にも、草間直方『三貨圖彙』(文化12(1815)成稿)⁶¹⁾によると宝暦13(1763)年か

ら安永2(1773)年頃まで、俵物などの決済に用いられ輸入されたといわれる。これらの赤金は元文金の材料にもなった。

また、清末の文久2(1862)年の千歳丸による上海使節団の一人、納富介次郎『上海雜記』草稿、(刊行年等不詳)にも、金錠(黄金)には標金と足赤金があり、

標金 量目百匁ニ付銀錢二百十三枚

足赤金 量目十匁ニ付銀錢二十枚

と、その換算が記されている。しかし、足赤金の実物は確認できなかったとしている⁶²⁾。この年の上海使節団には、高杉晋作がいた⁶³⁾。

(謝辞)

当学会客員会員、関増健先生(上海交通大学)から、本稿作製のために翁文灝「清初測繪地圖考」、『地学雑誌』、18巻、3期、(1930)のコピーを恵贈いただき、また、四庫全書の情報については、郭燕さん(南京理工大学)の協力をいただいた。深く御礼申し上げます。

注記

- 緒方洪庵:巻頭「凡例」、遠西医方名物考補遺、(天保6(1835)年)、凡例3丁。『遠西医方名物考補遺』は宇田川玄真述、宇田川榕菴校補であるが、度量衡は「備中緒方三平章謹識」、すなわち緒方洪庵による。
- 緒方洪庵:前掲書、遠西医方名物考補遺、凡例3丁。
- 上野常足:礮家秘函、度尺篇、天保14(1843)年頃(刊行年推測)、3丁。筆写本、佐賀報効会蔵。
- 福田理軒:西洋度量衡、所収、広瀬元恭:理学提要、(嘉永5(1851)年成稿、安政3(1856)年刊行)、三枝博音編纂:日本科学古典全書、第6巻、朝日新聞社、(1932)、354-345頁。(以下、福田理軒:理学提要)
- 五観は、この書で、緯度問題について、①インドの仏説由旬、②明(山海輿地全図説)の「緯度1度=250里」と康熙帝(康熙恭

- 禄、康熙五十年)の「緯度1度=200里」、③伊能忠敬の「緯度1度=28.2里」、すなわち伊能標準の3国について、論じている。内田五観:観齋叢書、(刊行年不詳)、筆写本、東北大学岡本文庫蔵。
- 6) 「緯度1度=28.2里」は、28里7町12間、内田五観:前掲諸、観齋叢書、4丁。
- 7) 五観は、伊能標準の注記で「観舶齋ノメートルヲ得テ推算スルニ我ガ享保尺ノ三尺二寸九分五厘〇八ニ当ル以テ一度ノ里数ヲ求ムレバ二十八里二分五厘」と「緯度1度=28.25里」「1會尔(m)=3.29508尺」説を唱える。広瀬元恭『理学提要』の福田理軒「西洋度量衡」、「1會尔=3.29508尺」と同じ。
 $111111.1111 \times 3.29508 / 12960 = 28.25$
 五観は享保尺で、理軒は念佛尺で測り、換算したとする。このことについては、次の機会で論じる。内田五観:前掲諸、観齋叢書、4丁、福田理軒:前掲書、理学提要、345頁。
- 8) Needham, J., Ling, W., Robinson, K.G.: *Science and Civilisation in China*, vol.4, Cambridge at the University Press, (1962), pp.54-56. 同訳書、東畑清一、藪内清監修訳:中国の科学と文明、第7巻、物理学、思索社、(1991)、78-79頁。
- 9) 「各體権度比例」で、「数学體(立体)に至りその綜線面の全てを以て、ことごとく度量衡の用也」とし「正方その辺一寸その積千分」としている。その上で、「赤金十六両八錢」とした。康熙帝:御製数理精蘊、下編卷30、各體権度比例、(1724公刊)、復刻、第2巻、吉林出版、(2005)、951頁。
- 10) 内田五観:前掲書、観齋叢書、2丁。
- 11) 康熙帝:前掲書、御製数理精蘊、第1巻、184頁。
- 12) 海甯、李善蘭訳:談天、(1859)、再版、西学富彊叢書、第16冊、小倉山房、(1896)、凡例1丁。福田理軒訳:談点、初編、皇和司天家蔵梓、(1861)、凡例2丁。両書とも東京国立国会図書館蔵。
- 13) Herschel, J.F.W.: *Outlines of Astronomy*, London: Longmans, Green, and Co., (1851)、以下、筆者所蔵は、9版、(1867)。
- 14) 綾装書局:大清五朝会典、乾隆会典一、巻11、「戸部、権量、度」、復刻版、103頁。
- 15) 康熙帝:皇輿全覽圖、(1708-1718年、絵製完成)、銅版は、1719年、所収、周涛編集:中華輿図志、中国地図出版社、北京、(2011)、48-49頁。
- 16) 内田五観:前掲書、観齋叢書、2丁。
- 17) 「支那帝国全誌」正しく云えば「支那帝国並に支那領韃靼の地理的・歴史的・年代記的・政治的記述」、石田幹之助:欧人の支那研究、日本図書、東京、(1932)、195頁。
- 18) 石田幹之助:前掲書、欧人の支那研究、192頁。
- 19) 綾装書局:前掲書、『大清五朝会典』『乾隆会典二』、巻63、「大清皇輿全圖」、543-556頁。
- 20) この軸には、大清皇輿全圖・盛京全圖・吉林全圖・黒龍江全圖・喀爾喀四部落全圖が、添付。昌平覺刊カ、乾隆刊清会典地図抄出一軸。高橋景保等が使用したのではないかという推察もある。
- 21) 高橋景保は「壱岐、対馬ヲ容ルコト能ハス」とした。伊能忠敬のこの地方の実測は、第8次測量、文化8(1811)年~文化11(1814)年である。なお、『北夷考』の成稿は、文化6年。上原久:高橋景保の研究、講談社、東京、(1977)、664-665頁。第8次測量については、渡邊一郎:伊能測量隊まかり通る、NTT出版、東京、(1997)、202-203頁。
- 22) 翁文灝:清初測繪地圖考、地学雑誌、18巻、3期、(1930)、4-5頁。
- 23) トーマスについては、この論文の「11 エピローグ」に書かれているが、内容は、Needham, J., Ling, W., Robinson, K.G.: *ibid.*, *Science and Civilisation in China*, vol.4, と同じ。Beer, A., Needham, J., etc.: 11. Epilogue, *An 8th-Century Meridian Line, I-Hsing's chain of gnomons and the pre-history of the metric system*,

- Vistas in Astronomy, Vol. 4, (1961),p.27.
- 24) Gernet, M. J. : Un Belge Mandarin a la Cour de Chine au X^{VII}^e et X^{VIII}^e Siècles, Les Belles Lettres, Paris, (1977) ,pp.111-114.
 - 25) Witek, J.W. : The Role of Antoine Thomas, S.J, (1644-1709) in Determining the Terrestrial Meridian Line in Eighteen-Century China, The History of the Relations between the Low Countries and China in the Qing Era(1644-1911), Leuven University Press, Leuven, (2003), pp.95-100.
 - 26) 綫装書局：前掲書、『大清五朝会典』「乾隆会典二」、11冊、巻86、797頁。
 - 27) なお、呉承洛は、清朝の尺度について、本稿の結論とする、赤金1寸立方、康熙帝の「康熙御製、象牙製一尺物差」、「戸部の銘のある鉄製方形一升枰」に、基づく、工部营造尺「1尺=32cm」説をとる。しかし、ダンヴィルが指摘する「康熙帝の「緯度1度=200里」は間違い」であり、「緯度1度=193里」であったことを認識していないために、彼の実証したことの正統性を信頼できず、本稿でも取り上げる、『談天』凡例の「1尺=30.9cm」などを紹介し論難とした。この論難は、ダンヴィルの下記の書により氷解する。D' anville, J.B.B. : Memoire de M. D' anville, (1776)、rep. Kessinger Publishing (刊行年未記載) ,p.27. 呉承洛：中国度量衡史，商務印書館、(1937 rep.1998)、295-296頁。
 - 28) 翁文灝：前掲書、清初測繪地圖考、4頁。
 - 29) 高橋至時：ラランデ曆書管見、(享和3(1803))、日本思想体系、65巻、洋学、下、岩波書店、東京、(1972)、194頁。
 - 30) 今井湊は、翁文灝「清初測地考」としているが、「清初測繪地圖考」の誤りと思われる。今井湊：乾坤体義雜考、明清時代の科学技術史、同朋舎、京都、(1970)、38頁、47頁
 - 31) 翁文灝：前掲書、清初測繪地圖考、4頁。
 - 32) 注27) 参照、Bruyn, A.W. : Militair Zakboekje, 's Gravenhage, de Erven doorman, (1839) , p.6, C. Jami : The Emperor' s New Mathematics, Oxford University Press, (2012) ,p.293.
 - 33) 翁文灝：前掲書、清初測繪地圖考、5頁。
 - 34) 翁文灝：前掲書、清初測繪地圖考、5-6頁。
 - 35) 国土地理院、飛田幹男、川瀬和重等：赤道からある緯度までの子午線長を計算する3つの計算式の比較、測地学会誌、第55巻、第3号、(2009)、315-324頁。
 - 36) 海甯、李善蘭訳：前掲書、談天、凡例1丁。
 - 37) 文部科学省国立天文台編：理科年表、丸善、東京、(2003)、75頁。
 - 38) 坪川家恒、大森又吉：測地学序説、山海堂、東京、(1969)、17頁。
 - 39) 国土地理院、飛田幹男、川瀬和重等：前掲書、赤道からある緯度までの子午線長を計算する3つの計算式の比較、測地学会誌、316頁、319頁。
 - 40) Needham, J., Ling, W., Robinson, K.G. : ibid., Science and Civilisation in China, vol.4, pp.54-55, 同訳書：前掲書、中国の科学と文明、第7巻、物理学、78-79頁。他は、注記、23)、24)、25) 参照。
 - 41) Witek, J.W. : ibid., The Role of Antoine Thomas, S.J,(1644-1709) in Determining the Terrestrial Meridian Line in Eighteen-Century China,p.95.
 - 42) Witek, J.W. : ibid., The Role of Antoine Thomas, S.J,(1644-1709) in Determining the Terrestrial Meridian Line in Eighteen-Century China,p.96.
 - 43) Gernet, M. J. : ibid., Un Belge Mandarin a la Cour de Chine au X^{VII}^e et X^{VIII}^e Siècles, p.111.
 - 44) Witek, J.W. : ibid., The Role of Antoine Thomas, S.J,(1644-1709) in Determining the Terrestrial Meridian Line in Eighteen-Century China,p.96.
 - 45) Witek, J.W. : ibid., The Role of Antoine Thomas, S.J,(1644-1709) in Determining the Terrestrial Meridian Line in Eighteen-Century China,p.99.
 - 46) Needham, J., Ling, W., Robinson, K.G. : ibid., Science and Civilisation in China, vol.4, p.55、同訳書：前掲書、中国の科学と文明、第7巻、物理学、79頁。

- 47) ウィテクやニードムは、1 尺の推算までは、行っていないが、翁文灝「清初測地考」の計算法を筆者が応用し「1 尺 = 0.316 m」と推算した。メートル法に準拠した、「1 尺 = 0.317 m」は、呉承洛により紹介されている。「会典の図式によれば、1 工部营造尺等の公尺は、31.7 cm」に合致する。しかし、この数値は、ダンヴィルの「緯度 1 度 = 193 里」説を認識していないことによる。呉承洛：前掲書、中国度量衡史、295 頁。
- 48) Witek, J.W. : *ibid.*, The Role of Antoine Thomas, S.J.(1644-1709) in Determining the Terrestrial Meridian Line in Eighteen-Century China,p.98.
- 49) Bruyn, A.W. : *ibid.*, Militair Zakboekje, p.4.
- 50) Witek, J.W. : *ibid.*, The Role of Antoine Thomas, S.J.(1644-1709) in Determining the Terrestrial Meridian Line in Eighteen-Century China,p.99.
- 51) 注記 12) 参照。
- 52) Needham, J., Ling, W., Robinson, K.G. : *ibid.*, Science and Civilisation in China, vol.4,p.55, 同訳書：前掲書、中国の科学と文明、第 7 巻、物理学、79 頁、の注を参照。
- 53) ダンヴィルは「緯度 1 度 = 193 里」で計算し、すなわち「29^mと計算される」という。この「29^m」の数値の意味は不明であるが中国の 1 尺が「 $29 / 90 = 0.32$ (小数点第 3 位を四捨五入)」を意味していると考えられる。D'anville, J.B.B : *ibid.*,Memoire De M.D'anville, P.27.
- 54) 呉承洛：前掲書、中国度量衡史、321 頁。
- 55) 邱隆、丘光明等、山田慶児、浅原達郎訳：中国古代度量衡図集、みすず書房、東京、(1985)、66-67 頁、204-205 頁。丘光明、邱隆、楊平：中国科学技術史、科学出版社、(2001)、423 頁、428 頁。
- 56) 王光：中国古代科学史要、人民出版社、(2007)、229 頁。
- 57) 開元通寶の計測を、橋本萬平が行っているが「1 銭 = 3.75g」としている。橋本萬平：計測の文化史、朝日新聞社、(1982)、146 頁。なお、康熙帝の定めた度量衡制度の具体的制度化は、乾隆 6 (1741) 年。呉承洛：前掲書、中国度量衡史、258 頁。
- 58) 邱隆、丘光明等、山田慶児、浅原達郎訳：前掲書、中国古代度量衡図集、423 頁、428 頁。
- 59) 文部科学省国立天文台編：前掲書、理科年表、369 頁。
- 60) 康熙帝：前掲書、御製数理精蘊、第 2 巻、951 頁。
- 61) 草間直方、滝本誠一校閲：三貨圖彙、白東社、東京、(1932)、1031 頁、1035 頁。
- 62) 納富介次郎：上海雜記、草稿、(刊行年不詳)、所収、日比野丈夫：文久二年上海日記、全国書房、東京、(1946)、34 頁。
- 63) 高杉晋作は、御小人目附犬塚鑠三郎従者、萩藩となっている。日比野丈夫：前掲書、文久二年上海日記、2 頁。