

伊能忠敬の数学

平岡佳子 Yosiko Hiraoka

1 はじめに

「伊能忠敬展」が昨春「東京都江戸東京博物館」であり、54日間、延111,399名の入場者。「シーボルト展」の62日間、延137,857名の入場者に次ぐ盛況であった。

また、今年1月末から「平成の伊能忠敬ニッポンを歩こう 21世紀への100万入内オーク」が、日本歩け歩け協会・伊能忠敬研究会・朝日新聞社の共催で始まり、忠敬の測量の跡を、2年かけて辿り、2001年の元日に東京へ戻ってくるという企画で進行中である。佐原市長は、昨年9月「3年前フランスのイブ・ペイレ氏所有の伊能中図が伊能忠敬研究会の尽力で、佐原市で展示されたのがきっかけで、忠敬の業績が見直された。忠敬の能力を引き出した佐原の風土に誇を持ち全国ネットを」と挨拶されたが、正に忠敬ブームである。

小学校で「関孝和・伊能忠敬・間宮林蔵」が3人セットで私の頭にインプットされたが、戦国武将とは違った歴史上の人物として、教科書に取り上げられて居たからだろう。

だが、「忠敬は、初めて日本全土の地図を作った偉人」と教えられても、その方法までは習わなかった。

大東亞戦争が終り翌年6月、奈良女子高等師範学校へ入学した処、突然変異の様に「三角比」が現れたが、「測量への応用」はあっても、三角函数が、どの様にして生まれたかは書いて無かったし、軍國主義で教育された自分には、定義は命令と同じで何の疑問も抱かず直ぐに従った。そして私自身も、40年間、高校の数学の教師をしながら、三角法について、数学史的な事を生徒にしゃべった事は、唯の一度も無かった。

三角法に限らず「既成の学問」は、最初から其処にあったかの様に思ってしまうのだろうか-----。ところが、難しい事を考えないで、氣楽に觀に行つた上記の伊能忠敬展で、私は「割圓八線對數表」と言う「三角函数の對數表」を見て驚いた。

何とそれが、漢数字ではあるが、横書きなのである。私は「はっ！」となり陳列ケースのガラスの前で釘づけになった。“忠敬の発想か、それとも元になるものがあるのか-----”
近畿和算ゼミナール(香里旭ヶ丘 堀岡記念館で毎月例会)で、島野達雄氏に、「高橋至時と伊能忠敬とは、三角函数表を、崇禎曆書・曆算全書で学んだ筈だ」と教えて戴き、今年3月、伊能忠敬記念館へ行き、これら蔵書の写真版を見せて貰つた。原物はしまつてあり、マイクロフィルムによる複製本である。

さて、これらの資料の数値を、現在の三角函数表の数値と比べようと、ふと取り出した

新 制
理學博士 林 鶴一著 三角法教科書

を見て、私はまた、「あっ！」と驚いた。

旧制の中學校數学科用であるが、表紙を開けると、真っ先に伊能忠敬の業績が書かれ、次に忠敬の肖像と小方位盤の写真。女高師の学生時代に、我が家の押入で見つけたものであるが、昭和五年二月發行なので父親が使ったのには年代が合わないと思いながら、戦後のざら半紙の様な紙、ペラペラの表紙の本が出版されるのがやっとであった時代に、薄っぺらいが、しっかりした装幀の水色の此の本が貴重な物に思え、自分用にしたが、中を篤と見る事なく、50年間眠って居たのである。

先ず、この本で、忠敬の生涯を紹介させて戴くことから、「伊能忠敬の数学」を論じよう。

前橋工科大学 小林龍彦教授に、「曆象考成後編」も見ると、御指導を賜り、林鶴一博士も文中に述べて居られるが、伊能忠敬記念館にあるこの本は、虫食いが激しく開かないものもあると言う事であるし、三角函数表は載っていないと言う事なので、他の研究機関にて無傷の全集を探しゆっくり研究することにして、この度は、三角函数表のみについて考える事にする。

文 部 省 檢 定 濟
 昭 和 五 年 二 月 四 日 中 學 校 數 學 科 用

新 制
 三 角 法 教 科 書

東 北 帝 國 大 學 名 譽 教 授
 理 學 博 士
 林 鶴 一
 著



東 京 開 成 館

發 行 者 東 京 市 小 石 川 區 小 日 向 水 道 町 84 株 式 東 京 開 成 館
 代 表 者 松 本 繁 吉 會 社 定 價 金 五 拾 五 錢

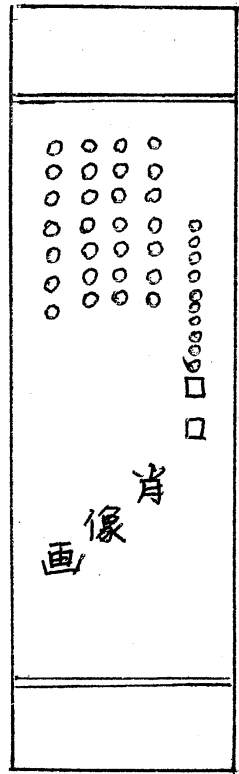
伊能忠敬 (2405—2478)

伊能忠敬^{タビタカ}ハ延享二年上總國山邊郡(今ノ山武郡)小關村ニ生レタ。幼時カラ數學ガ好キテアツタガ、後伊能家ヲ繼グニ及ビ一意専心家運ノ挽回ニ努メ三十歳ノ頃ニハ其ノ業ナリ多少ノ閑日月ヲ得ルニ至リ詩文ヲ學ビ又曆術ニ趣味ヲ有スルヤウニナツタ。

寛政七年齡五十一歳ノトキ家ヲ子景敬ニ譲リ江戸ニ出テ高橋^{ヨシトキ}至時ニツイテ西洋曆法及ビ天體觀測ノ術ヲ學ビ日夜研鑽シ數年ニシテ當時最良ノ曆書トイハレタ曆象考成後編ニ通曉シ、觀測ノ技術モ亦精妙ノ域ニ達スルニ至ツタ。忠敬ハ之ヲ以テ満足セズ至時ノ慫メニヨリ自費ヲ以テ蝦夷地ノ測量ヲ幕府ニ願出タ。之ハ當時我國ニ於テ子午線一度ノ長サヲ實測シタモノガナク曆算推歩上不便ガ多カツタノテ之ヲ實測スルノガ目的デアツタ。然ルニ時偶々露船北海ヲ窺ヒ沿海防備ノ急ヲ告グ精確ナ地圖ヲ要求シテキタノテ幕府之ヲ許シタ。ソレテ寛政十二年六月十一日齡五十六歳ノ身ヲ以テ後年日本全國測量ノ端緒ヲナス第一步ヲ踏ミ出シタ。之ヨリ東奔西走具ニ辛酸ヲ嘗メ全國ノ沿海ヲ實測シ前代未聞ノ大事業ヲ成シ遂ゲタ。忠敬ノ地圖ハ白ラ工夫セル極メテ簡單ナル器械ヲ以テ測量セルモノニ拘ハラズ甚ダ精確テ、後年外國人ガ優レタ器械ヲ以テ測量シテモ之ト相違シナカツタノテ其ノ測量ヲ中止シタホドデアアル。茲ニ示ス小方位盤ハ一名杖先羅鍼トイヒ極メテ簡便精巧ナモノテ量地用諸測器中最モ重要ナモノノ一ツデアアル。(寫眞ハ伊能家ノ厚意ニヨルモノ)

生年	(皇紀 2405—2478)	歿年	數之年
	(西曆 1745—1818)		
	延享2年—文政元年		74歳
江戸深川に住む	1795 (寛政7年)		51
第一次測量	1800 (寛政12年)		56

伊能忠敬肖像 一幅
 文政四年1821 伊能忠敬記念館所蔵
 国指定重要文化財



肖像画

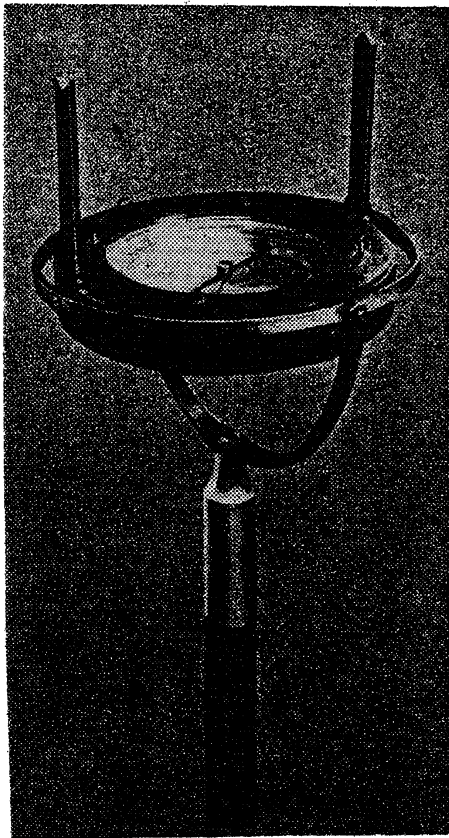
伊能忠敬展に
 出品された
 記念館展示室
 入口正面に
 掛けられた居る

伊能忠敬

能令餘慶在兒孫
 知是勤渠不朽事
 地域成圖報國恩
 家門修業蕙前列

掛軸の文字

辱知弟久保水清淵殊書 □ □



小方位盤

2 江戸時代の学問と伊能忠敬

江戸時代「読み・書き・算盤は、商売の必要條件」であり、況して大店の旦那とあれば、忠敬は理財に長け、佐原時代に漢学や数学の知識も身につけたそうだが、数学を何時誰に学んだかを確定できる資料は伊能忠敬記念館には無いようだ。

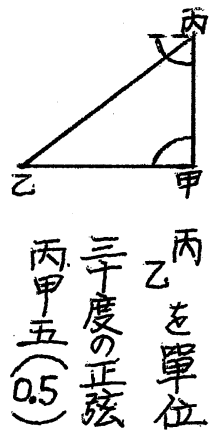
江戸へ出てからはどうか。大阪の天文学者間重富と忠敬とは、商売上関係があり、高橋至時と間重富は共に麻田剛立の高弟であったので、間に奨められて、年下の至時に入門したと言う説や、江戸入りの時期がたまたま同じであったと言う偶然説などあるが、何れにしても、至時と忠敬との出会いは本人達には勿論、日本の発展に幸運だったと言える。

さて、徳川吉宗の享保年間、それまでの中国の暦学から享保5年(1720)の「漢訳洋書輸入緩和令」の発布によって、中国経由で輸入された、漢訳の暦算書や、蘭書経由の学術書によって、西洋の暦学への転換期となった。だからその後の延享2年(1745)に生まれ、寛政7年(1795)に江戸へ出た忠敬は、当然、西洋の暦学を学んだ訳である。

中国から持ち込まれた書物の中に、崇禎暦書・暦算全書・暦象考成上下編後編・靈台儀象志等があり、忠敬はこれらの本で学び、「割圓八線對數表(かつえんはっせんたいすうひょう)」を作製する等して、測量に役立てた。

3 崇禎曆書

伊能忠敬記念館 所蔵



丙甲五(0.5)
三千度の正弦
乙を單位

正切 = 切線

正割 = 割線

度分	正弦	切線	割線
初初	一五 四三	四三	一〇〇〇〇
三〇	八七	八七	一〇〇〇〇
三十	五	五七七三	一一五四三
二五	五〇三八	五八三二	一一五七六
三〇	五〇七五	五八九〇	一一六〇六

崇禎曆書總目
 渾天儀說五卷に始まり全部で九十二卷の目録
 測量全義第三卷に
割圓八線小表附
 崇禎九年日……と書かれて居るが判然としない。

$$\tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{1.732}{3} \approx 0.5773 \text{ の数値と合致}$$

現在の三角函数表は $\sqrt{3} = 1.7320508 \dots$ とし

$$\tan 30^\circ = 0.5773502 \dots \approx 0.5774$$

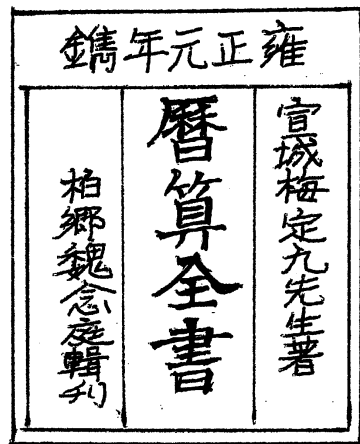
$$\sin 30^\circ 30' = 0.5075 \quad \sin 30' = 0.0087 \quad \left. \vphantom{\sin} \right\} \text{何れも}$$

$$\tan 30^\circ 30' = 0.5890 \quad \tan 30' = 0.0087 \quad \left. \vphantom{\tan} \right\} \text{現在の数値と合致}$$

數學公式(昭和23年山海堂發行)の附表と比較

4 曆算全書

伊能忠敬記念館 所蔵



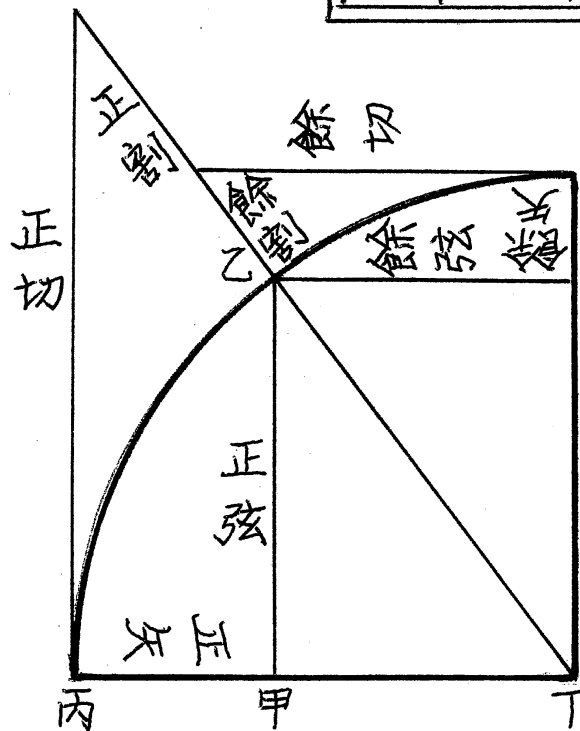
弧三角舉要

目錄の終りに

宣城梅文鼎定九著

正弦	正割	正切
餘割	餘弦	餘切

の表はあるが数値はない



割員八線

割員八線 員は圓の略字 員は圓

凡用一弧。即對一角。用一角。亦對一弧。……

凡一弧。即有八線

正弦。正矢。正割。正切。餘弦。餘矢。餘割。餘切。

小林龍彦教授は、科学史研究 No. 174 に、宮内庁書陵部蔵の「雍正二年金鑄 曆算全書の割員八線之表」を載せて居られるが、宮内庁のは由緒ある本のように、記念館のものは欠本があるようで表は無かった。併し私は、手澤本に無くても、忠敬は幕府のその表を見たと思う。何故なら崇禎曆書の縦書に対し、忠敬の割員八線對數表に余りにもよく似た横書だからである。

5 星測量地録

小林龍彦教授 提供コピー

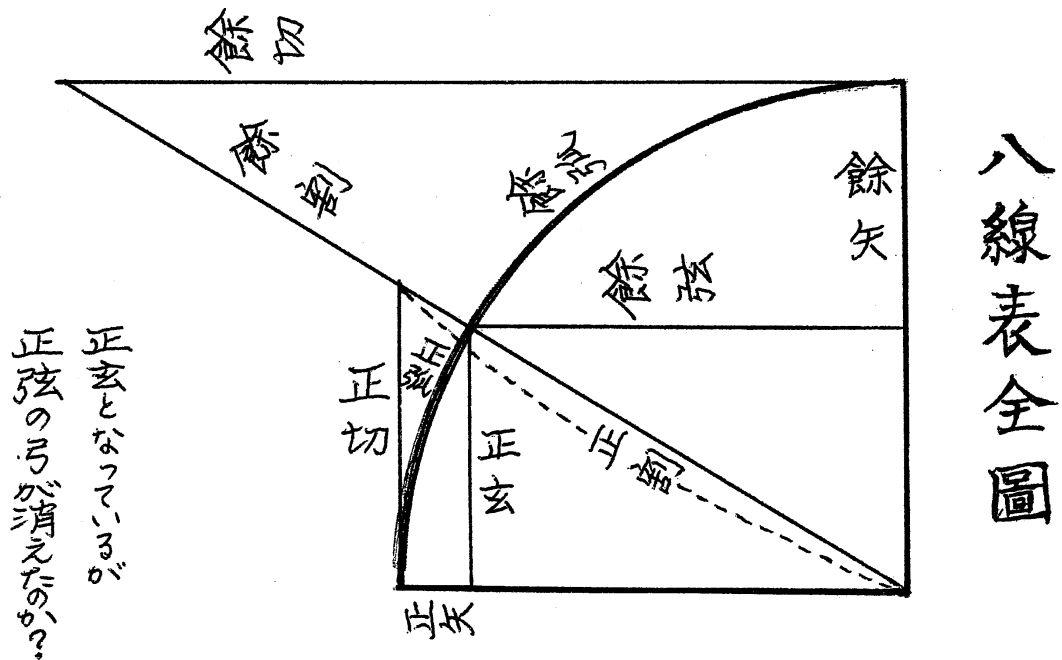
忠敬の測量は、寛政12年(1800)6入で始められたが、

(第1次測量は 奥州街道と蝦夷地)

小野榮重 [上野(上毛)の小野良佐榮重] という

関流の和算家が、第4次測量(享和3年1803)に参加した。

星測量地録に、彼は測量の記録等を残して居るが、そのほか和算の著書もあり、暦局に勤めて居たようである。



角を θ とする時 暦算全書の「割員八線」は $45^\circ < \theta < 90^\circ$

星測量地録の「八線表全図」は $0^\circ < \theta < 45^\circ$

偶然とは言え、何とうまく比較できることになったものだ!

併し兩者とも現在の正方向でなく、軸の左からスタートし時計の針の方向に廻して居る。競馬のレースでも、右廻りと左廻りがある様だが、現行の正負と、どちらが自然なのか?

6 割圓八線對數表

伊能忠敬作成

国指定重要文化財

伊能忠敬記念館所蔵

左ページ

	數對割餘	數對割正	數對切餘
六		—	
九五	—三五三六二七三九	—	—三五三六二七三九
八五	—三二三五二四三九	—	—三二三五二四三八
七五	—三 五九一五二六	—	—三 五九一五二五
六五	—二九三四二一四	—	—二九三四二一三七
五五	—二八三七三 四	—	—二八三七三 三六
四三	—二—二—三〇四七	—	—二—二—二九二三
三三	—二—〇四九一四六	—	—二—〇四九〇一二
二三	—二〇八九—二〇七	—	—二〇八九—〇六二
一三	—二〇七三八八一〇	—	—二〇七三八六五六
三	—二〇五九—五八一	—〇〇〇〇〇—六五	—二〇五九—四一六
九八	數對割正	數對割餘	數對切正

伊能忠敬記念館では「業者と提携して、蔵書の写真版を、
有料で提供するシステムにする予定」と、3月末に言われた。

和綴の本であるので、此の右側の表を先に見る
 數, 数でなく 數 という字が使っている。空白は○と思う

右ページ

數對切正	數對弦餘	數對弦正	○
	一		
六四六三七二六一	九九九九九九九九	六四六三七二六一	一
六七六四七五六二	九九九九九九九九	六七六四七五六一	二
六九四 八四七五	九九九九九九九九	六九四 八四七三	三
七 六五七八六三	九九九九九九九九	七 六五七八六	四
七一六二六九六四	九九九九九九九九	七一六二六九六	五
七八七八七 七七	九九九九九八七六	七八七八六九五三	六二
七八九五 九八八	九九九九九八六六	七八九五 八五四	七二
七九一 八九三八	九九九九九八五六	七九一 八七九三	八二
七九二六一三四四	九九九九九八四五	七九二六一一九	九二
七九四 八五八四	九九九九九八三五	七九四 八四一九	三
數對切餘	數對弦正	數對弦餘	

伊能忠敬展では、中程のページが開かれて居たが、これは
 表の初めのページの写真版のコピーを戴き、書写したもの。

7 終わりに

忠敬は、あきれるばかりの根氣よさで「割圓八線對數表」を作り、測定値を的確に処理して、地圖を作ったのでしよう。

また忠敬が「小野榮重の様な和算家」と一緒に旅をしたり、加賀藩では「算学者であり、測量方・絵図方の石黒信由」と出会う等したことで、何らかの学問的影響や三角法の知識が土地の人々に根づいて行ったのではないでしようか。

唯、惜しむらくは、伊能忠敬そして和算家に「すべての計算を、左からの横書きにする発想があったら」洋算を凌いで居たのにとと思います。

最後に、此の研究に際し御助言・資料の提供を賜りました

シナリオライター 島野達雄氏

前橋工科大学 小林龍彦教授

算盤塾長 多田賢治氏

伊能忠敬研究会 会員各位

伊能忠敬記念館 紺野浩幸文化財主事・職員各位

に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 林鶴一 著 新制 三角法教科書 東京開成館發行
- 小林龍彦 論文 科学史研究 (No. 174) 日本科学史学会編集
『暦算全書』の三角法と『崇禎暦書』の
割円八線之表の伝来について
- 川尻信夫 論文 伊能忠敬研究 第14号 伊能忠敬研究会編集
佐原時代の忠敬の「暦学」
- 佐久間達夫 説明 忠敬と伊能図 59頁 伊能忠敬研究会編集
割円八線対数表の写真説明文
- 藤田外次郎・刈屋他人次郎・梶島二郎 共著
數學公式 山海堂發行
- 小野榮重 著 星測量地録 小林龍彦教授提供コピー
崇禎暦書
- 梅文鼎 著 暦算全書
- 伊能忠敬 著 割圓八線對數表
- 伊能忠敬記念館所蔵
写真版

平成11年 5月10日(月) 発表

(1999) 6月12日(土) 加筆

元 京都市立日吉ヶ丘高等学校 教諭