〔共同研究：泉州の歴史と文化〕

泉州の算額

安　藤　洋　美*

はじめに

（1）

先の論文『泉州の和算家』では，泉州には算額が消失してしまったのではないか，現存するものはないと書きました。事実，第二次大戦で堺とその周辺のいくつかの町はB29爆撃機による焼夷弾攻撃で，多くの神社仏閣が消失し，そのとき算額もなくなったと思いました。しかし，その後の調査と研究で，算額が記録されていることが分かりました。それで，いくつかの算額を紹介することができるようになりました。

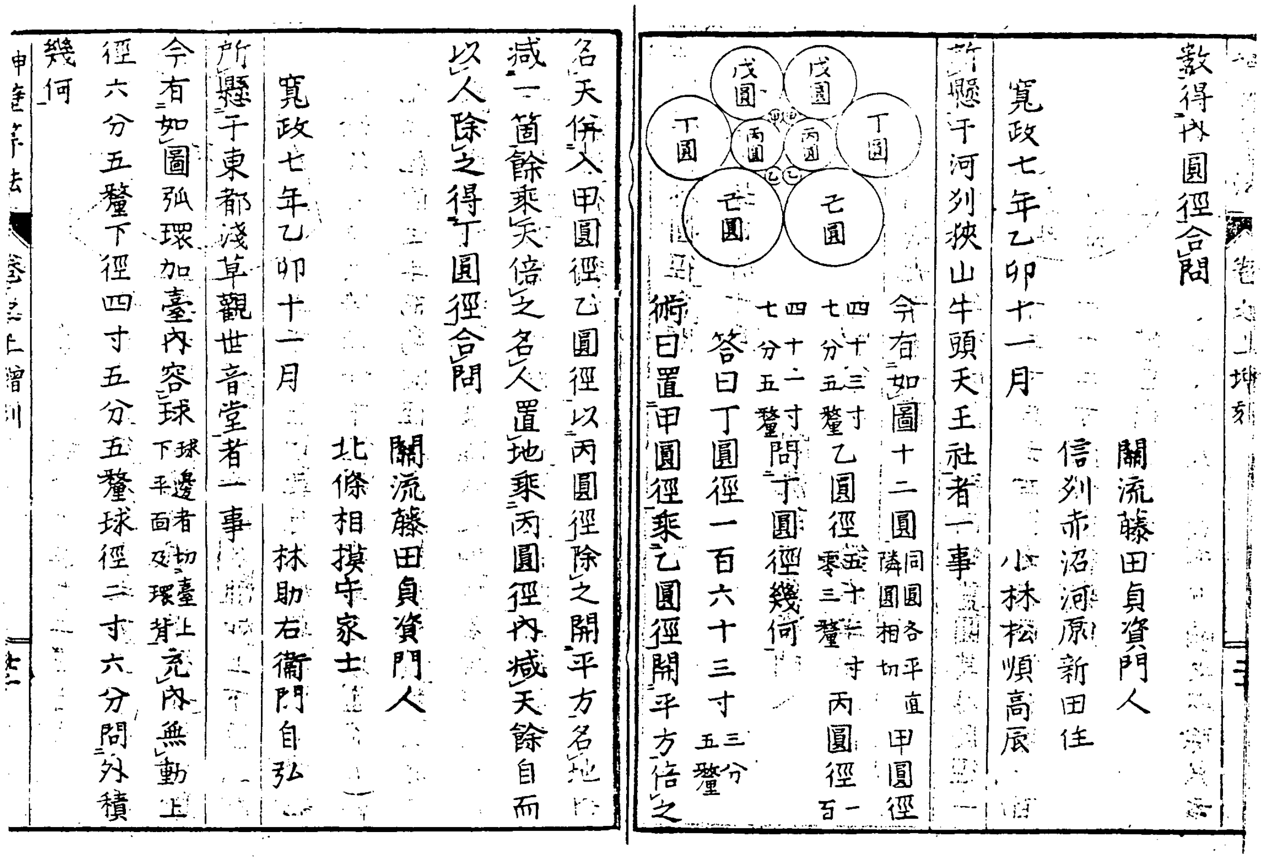
林　自弘

（2）

林自弘（はやしじこう）は河内狭山藩士で，和泉の国の人ではありません。しかし，後で泉州と関係してきますのと，今一つは桃山学院大学の旧北野田狭山キャンパスの近くにいた人ということで，あえて紹介しておきます。彼は助右衛門ともいい，毅卿（ききょう）と号しました。彼は8代目狭山藩主北条氏昉（うじあき）と9代目の北条氏喬（うじたか）に仕え，租税徴収の仕事をしていました。寛政元年（1789年）に大阪安堂寺町一丁目に住んでいた和算家の**内田秀富**から『授時暦加減』を借りて写しとったという記録が残っています。林はそのとき21才（数え年）ということですから，明和6年（1769年）の生まれと思われます。また，和算家でもあった有馬公の久留米藩の武士であった**藤田貞資**（享保19年9.16，1734年～文化4年8.6，1807年）の門人だったといいます。藤田貞資は22才のとき，大和国新庄の藩主永井家の家来藤田家に養子に入りましたが，28才のとき江戸で暦作観測の助手として幕府に召されます。明和4年（1767年）眼病を患い，お役御免を申し出て，藤田家に戻ろうとしましたが，藤田家には既に別の養子が入っていましたので，彼は浪人となります。浪人の彼を救ったのが，久留米藩主有馬頼徸（ありまよりゆき）で，20人扶持で召し抱えました。そのころ全国各地の神社仏閣に算額が納められることが多く，貞資はそれらの算額を多く集めました。そしてそれらを息子の**藤田嘉言**（安永元年，1772.6.19～文政11年，1828.7.4）に編集させ，出版することを命じました。藤田嘉言は明和4年（1767年）から天明9年（1789年）にかけて全国各地の神社仏閣に奉納された算額を集めて，収録した『**神壁算法**』（しんぺきさんぽう；寛政元年）を出版したということが，『明治前日本数学史』の巻Ⅲに出ています。その中に林自弘が狭山の牛頭天王社（ごずてんのうしゃ；大阪狭山市半田；現在は狭山神社）に奉納した算額が掲載されています。しかし，それによりますと，林が算額を奉納したのは，寛政7年（1796年）ですから，本はそれより少し後で出版されたものでなければなりません。それとも奉納する前に，師匠にはどんなものか，見せていたのかもしれません。

---

*本学経済学部



數得內圓徑合問

關流藤田貞資門人
信州赤沼河原新田住
小林松順高辰

寛政七年乙卯十一月
所懸于河州狹山牛頭天王社者一事

今有如圖十二圓同圓各平直隣圓相切甲圓徑四十三寸七分五釐乙圓徑五十一寸三釐丙圓徑一百四十一寸七分五釐問丁圓徑幾何

答曰丁圓徑一百六十三寸三分五釐

術曰置甲圓徑乘乙圓徑開平方倍之名天併入甲圓徑乙圓徑以丙圓徑除之開平方名地內減一箇餘乘天倍之名人置地乘丙圓徑內減天餘自而以人除之得丁圓徑合問

關流藤田貞資門人
北條相摸守家士
林助右衛門自弘

寛政七年乙卯十一月
所懸于東都淺草觀世音堂者一事

今有如圖弧環加臺內容球球邊者切臺上下平面及環背充內無動止徑六分五釐下徑四寸五分五釐球徑二寸六分問外積幾何

(図１) 林自弘の算額 (『神壁算法』の20-21頁

林自弘の算額は (図１) にあります。

(3)

この算額の内容は

> 河州狭山牛頭天王社に懸るところの一問題。
> 今図のように12個の円がある。円はおのおの［同じ］平面上にあり，隣り合った円は互いに接している。甲円の直径の長さは43.75寸［43寸７分５厘］，乙円の直径の長さは51.03寸，丙円の直径の長さは141.75寸である。丁円の直径の長さはいくらか。
> 答，丁円の直径の長さ＝163.35寸

と述べています。

それではどのようにして解いたか。それが「術に曰く」以下の文章です。

> 術に曰く。甲円径を置きて，乙円径を乗じ，平方に開き，之を倍し，天と名づく。甲円径に乙円径を併入し，丙円径を以て之を除し，平方に開き，地と名づく。内一個を減じ，余りに天を乗じ，之を倍し，人と名づく。地を置き，丙円径を乗じ，内天を減じ，余りを自し（二乗し)，人を以て之を除す。丁円径を得る。問に合う。

円径とは円の直径のことです。甲乙丙丁の円の直径をそれぞれ甲乙丙丁と略記します。甲＝43.75，乙＝52.03，丙＝141.75とおきます。術に曰くの文章を参考にして，現代記法で書きますと

$$天 = 2\sqrt{甲乙} = 95.4214,$$

$$地 = \sqrt{丙/(甲+乙)} = 1.2165,$$

$$\text{人}=2(\text{地}-1)\times\text{天}=2\times0.2165\times95.4214=41.3175,$$

$$\text{丁}=\frac{(\text{地}\times\text{丙}-\text{天})^2}{\text{人}}=\frac{77.017^2}{41.3175}=143.56$$

と計算されます。答は合いません。

この問題を正しく解くためには，少し準備がいります。

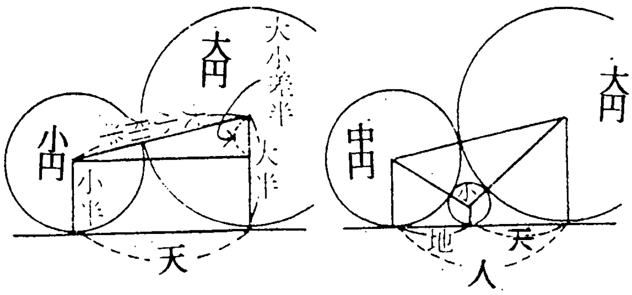
(3)

(第一補題) 大円と小円の共通接線の長さ（接点間の長さ）天は，大円と小円の直径を大，小で表すと，天$=\sqrt{\text{大小}}$である。(図2左) 参照。

(第二補題) 大中小の3つの円の共通接線の長さ人は，大円と小円の共通接線の長さ天と，中円と小円の共通接線の長さ地との和に等しい。つまり

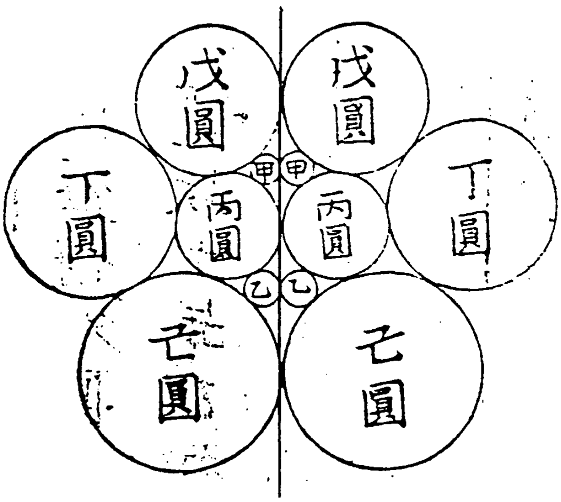
人＝天＋地,

$\sqrt{\text{大中}}=\sqrt{\text{大小}}+\sqrt{\text{中小}}$, (図2右) 参照。

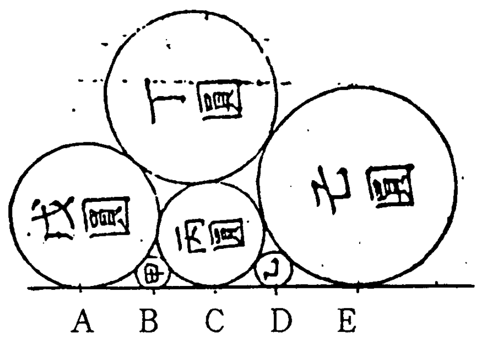


(図2)

さて，問題の図を見ますと，各6種類の円が左右に対称になっています (図3参照)。それで対称軸で切り離して（図4）のように其の軸と戊,甲,丙,乙,己との接点をそれぞれ A, B, C, D, E とおきます。



(図3)



(図4)

(第一補題) から

$$\text{AB}=\sqrt{\text{甲戊}},\quad \text{BC}=\sqrt{\text{甲丙}},\quad \text{CD}=\sqrt{\text{丙乙}},\quad \text{DE}=\sqrt{\text{乙己}},$$

$$\text{AC}=\sqrt{\text{丙戊}},\quad \text{CE}=\sqrt{\text{丙己}}$$

が成り立ち，（第二補題）から

$$\sqrt{甲戊}+\sqrt{甲丙}=\sqrt{丙戊},$$

$$\sqrt{丙乙}+\sqrt{乙己}=\sqrt{丙己}$$

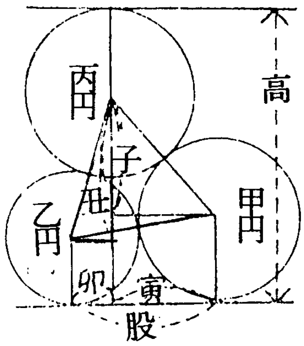
が成り立ちます。それで

$$\sqrt{戊}=\frac{\sqrt{甲丙}}{\sqrt{丙}-\sqrt{甲}},\quad \sqrt{己}=\frac{\sqrt{丙乙}}{\sqrt{丙}-\sqrt{乙}} \qquad ①$$

をそれぞれ二乗すれば，戊円径と己円径が得られます。

（5）

> **（第三補題）**（図5）において
>
> 天＝(甲＋乙)高－甲乙
>
> とおくと
>
> 天^2－4甲乙丙高＝0
>
> が成立する。



（図5）

図から

子＝高－(甲＋丙)/2,

丑＝高－(乙＋丙)/2,

寅^2＝(甲＋丙)^2/4－子^2,

卯^2＝(乙＋丙)^2/4－丑^2,

が成り立ちます。

股－寅＝卯

ですから，両辺を平方し，さらに第一補題から 股^2＝甲乙 ですから

$$\begin{aligned} 甲乙-2\sqrt{甲乙}\cdot 寅 &= 卯^2-寅^2 \\ &=(乙+丙)^2/4-丑^2-(甲+丙)^2/4+子^2 \\ &=(甲+乙+2丙)(乙-甲)/4+(子+丑)(子-丑) \\ &=(甲+乙+2丙)(乙-甲)/4+[2高-(甲+乙+2丙)/2](乙-甲)/2 \\ &=高(乙-甲), \end{aligned}$$

それで

$$2\sqrt{甲乙}\cdot 寅=甲乙-高(乙-甲) \qquad ②$$

これを平方しますと

$$4甲乙\cdot寅^2=甲^2乙^2-2甲乙高(乙-甲)+高^2(乙-甲)^2$$

ところが,

$$寅^2=(甲+丙)^2/4-[高-(甲+丙)/2]^2=-高^2+高(甲+丙)$$

を上式に代入して

$$4甲乙[-高^2+高(甲+丙)]=甲^2乙^2-2甲乙高(乙-甲)^2+高^2(乙-甲)^2$$

となります。この式を整理しますと

$$高^2(甲+乙)^2-2甲乙(甲+乙+2丙)高+甲^2乙^2=0$$

となります。それで

$$[高(甲+乙)-甲乙]^2-4甲乙丙高=0 \qquad ③$$

が得られます。

天＝高(甲＋乙)－甲乙 ④

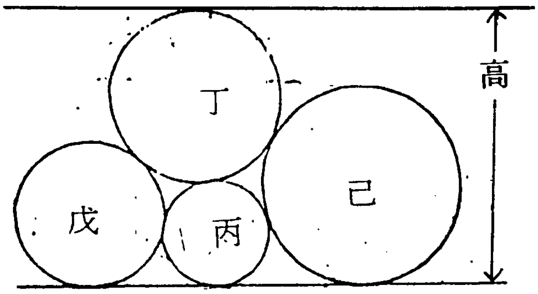
とおきますと

天²－4甲乙丙高＝0 ⑤

を得ます。

(6)

この第三補題を使用しますと，丁円径を求めることができます。既に戊円径と己円径の値は(4)節で分かっています。それで問題は丙丁戊己の4つの円について考察すればよろしい。



(図6)

丁戊丙の3つの円に第三補題を適用して

天＝高(戊＋丙)－戊丙 ⑥

天²－4戊丙丁高＝0 ⑦

丁己丙の3つの円に第三補題を適用して

地＝高(己＋丙)－己丙 ⑧

地²－4己丙丁高＝0 ⑨

⑦⑨式から

$$丁=\frac{天^2}{4戊丙高}=\frac{地^2}{4己丙高}$$

が得られ，

$$天\sqrt{己}-地\sqrt{戊}=0$$ ⑩

が出てきます。⑥⑧を⑩式に代入しますと

$$[高(戊+丙)-戊丙]\sqrt{己}-[高(己+丙)-己丙]\sqrt{戊}=0$$

整理して

$$高[\sqrt{戊己}(\sqrt{戊}-\sqrt{己})-丙(\sqrt{戊}-\sqrt{己})]-丙\sqrt{戊己}(\sqrt{戊}-\sqrt{己})=0$$

ここで $\sqrt{戊}-\sqrt{己}\neq 0$ ですから

$$高[\sqrt{戊己}-丙]=丙\sqrt{戊己}$$ ⑪

⑪を⑥に代入しますと

$$天=\frac{丙\sqrt{戊己}(戊+丙)}{\sqrt{戊己}-丙}-戊丙=\frac{丙^2\sqrt{戊}(\sqrt{戊}+\sqrt{己})}{\sqrt{戊己}-丙}$$

となります。それで

$$丁=\frac{丙^2(\sqrt{戊}+\sqrt{己})^2}{4(\sqrt{戊己}-丙)\sqrt{戊己}}$$ ⑫

となります。

先の①式に

甲＝43.75，乙＝52.03，丙＝141.75

を代入し，戊と己の円径を求めますと

戊＝221.4846，己＝334.9099

となり，これらの値を⑫式に代入しますと

$$丁=\frac{20093.0625\times(14.8824+18.3005)^2}{4\times(272.3553-141.75)\times272.3553}=155.50$$

かくして，林自弘の算額の答は間違っているものでした。

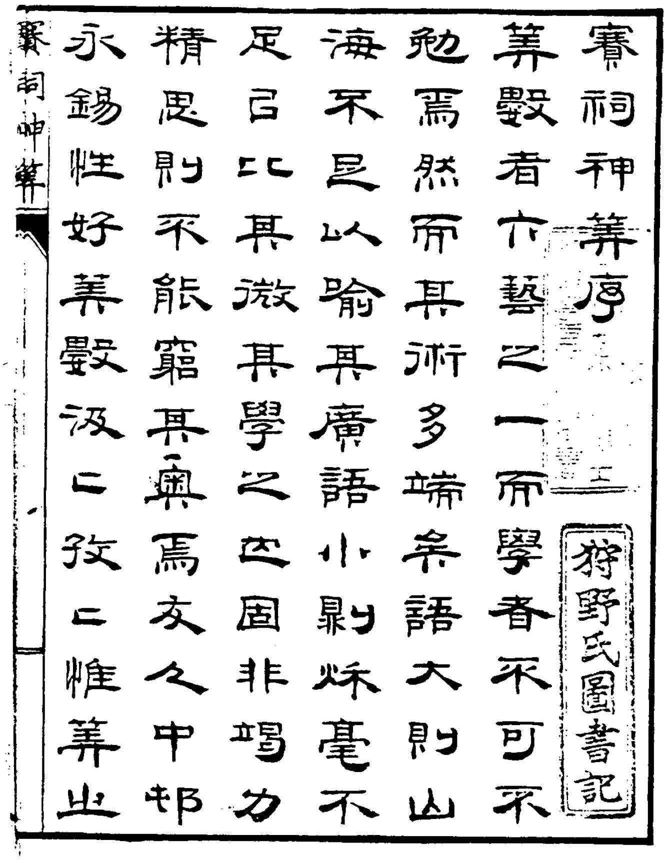
（7）

丁円径を求める正しい方法は**会田安明**（延享4年，1747.2.10～文化14年，1817年10.26）が文化7年（1810年）に出版した『**算法天生法指南**』（全5巻）の巻2の中で求められています。会田安明は林自弘の先生である藤田貞資と大変仲が悪く，泥試合のようにお互い罵倒しあう仲でした。会田は山形の出身ですが，23才の時に江戸に出て，御普請役となり，利根川や鬼怒川の改修工事をしていました。天明7年，11代将軍に家斉がなりますと，御代替で職を免じられ，以後浪人で数学の研究に励んだ最上流の始祖でした。

岸　忠義

（8）

旗本で**古川氏清**（1757～文政3年，1820.6.11）という武士が文化8年（1811年）従五位下，和泉守に叙せられ，後山城守になり，文化13年8月4日勘定奉行に任じられ，足掛け3年務めます。氏清は関流の山路主住の門人で御天守番だった栗田安之に算学を学びました。氏清の門弟に久保寺正福がいて，その弟久保寺正久の門弟に**中村時萬**がいて文政13年（1816年）『**賽祠神算**』全7巻を著しました。中村時萬は師の正久が古希に達したとき，同輩と相談して先生の寿碑を本所亀戸菅公祠の側に建てたといいますから，江戸の人と思われます。


賽祠神算序
算數者六藝之一而學者不可不
勉焉然而其術多端矣語大則山
海不足以喻其廣語小則秋毫不
足已比其微其學之至固非竭力
精思則不能窮其奧焉友人中邨
永錫性好算數汲々孜々惟算也
狩野氏圖書記
賽祠神算

（図7）『賽祀神算』の序

このような情報は『賽祠神算』の中に出ています。この本は諸国の神社仏閣へ寄納した算額を享保（1716年）の頃から文政（1816年）まで凡そ100年間にわたるものを集めたものです。算額は正徳年間（1710年）頃から起こり，当時まで衰退しなかったといいます。この本に収録された算額に批評を加え，他人を誹謗し，自己の学識をへけらかすようなことはしないが，人々が顧みなくなるのを憂い，玉石を論ずる事なく輯集するは後学のためと述べています。討論

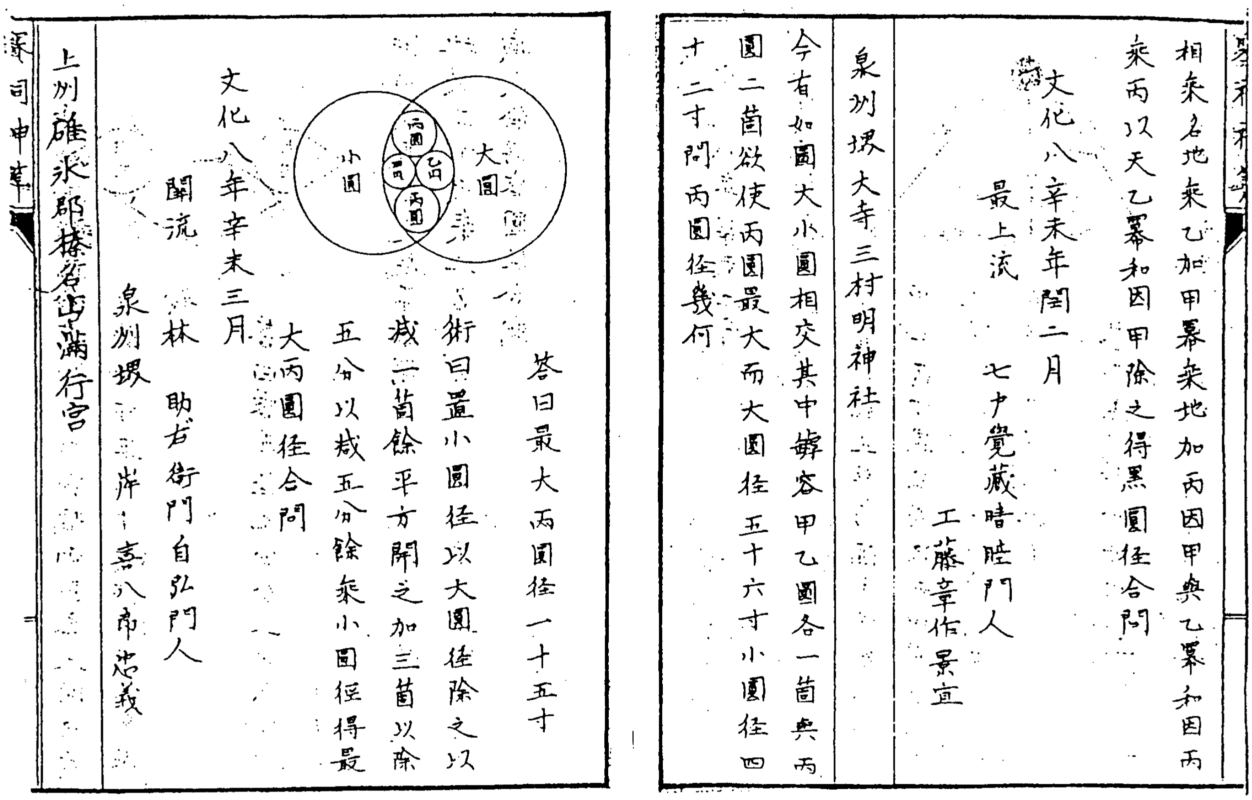
して算額を改正したときは，元のものと新しいものを併記していますが，そうでないものは古い順に並べられています。さらに算額は一題毎に校訂し，文義が通じないとか，誤字脱字は補修して採録されています。いずれ毎条評論を加えたものは，先生の久保寺正久と共著で出すつもりだとも書いています。しかし神社仏閣の所在地が不明であっても，それは究明されていません。

この本の中に，泉州堺の**岸喜八郎忠義**が文政８年（1825年）堺大寺三村明神社に奉納した算額が掲載されています。岸忠義は林自弘の門人だと名乗っています。三村明神社は通称が大寺，神仏混淆の社で，現在の堺市甲斐町にある開口（あぐち）神社といわれています。

（9）

算額の内容は

> 泉州堺大寺三村明神社
>
> 今図の如く大小の円があって相交わる。その中罅（ちゅうか）に甲乙の円を各々一個と丙円を二個容れる。丙円をして最大ならしめんと欲す。大円の径五十六寸，小円の径四十二寸。丙円の径幾何を問う。
>
> 答に曰く，最大丙円径十五寸。
>
> 術に曰く。小円径を置き，大円径をもって之を除す。以て一個から減じ，余りを平方に開く。之に三個を加え，以て五分を除す。以て五分から減じ，余りに小円径を乗ずれば，最大丙円径を得る。問に合う。
>
> 文政八年辛未三月
>
> 関流　林　助右衛門自弘門人
>
> 泉州堺　岸　喜八郎忠義


相乗各地乗乙加甲冪乗地加丙因甲與乙冪和因丙
乗丙以天乙冪和因甲除之得黒圓径合問
文化八辛未年閏二月
最上流
七戸覚蔵晴胜門人
工藤章作景宣
泉州堺大寺三村明神社
今有如圖大小圓相交其中罅容甲乙圓各一箇與丙
圓二箇欲使丙圓最大而大圓径五十六寸小圓径四
十二寸問丙圓径幾何
答曰最大丙圓径一十五寸
術曰置小圓径以大圓径除之以減一箇餘平方開之加三箇以除五分以減五分餘乗小圓径得最
大丙圓径合問
文化八年辛未三月
関流　林　助右衛門自弘門人
泉州堺　岸　喜八郎忠義
上州碓氷郡榛名山満行宮

（図８）岸忠義の算額

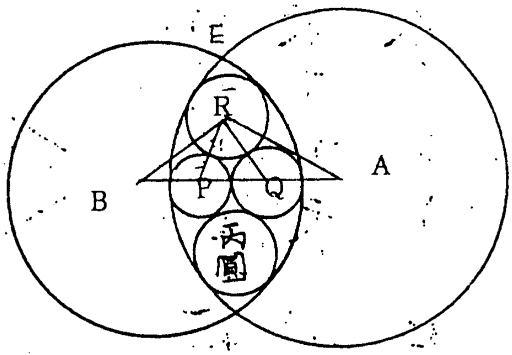
文政8年は英国商船が浦賀にやってきて，船長ゴードンが貿易の許可を求めますが，幕府が拒否するという事件があった年です。

大円径と小円径をそれぞれ a, b とします。術は

$$\left(0.5-\frac{0.5}{\sqrt{1-b/a+3}}\right)\times b$$

に $a=56$, $b=42$ を代入すれば，丙円径が求まることを述べています。

しかし，この問題の場合も，こんな簡単な公式で求められるものではなさそうです。



(図9)

大円，小円，甲円，乙円，丙円の中心をそれぞれ A, B, P, Q, R；また大円，小円，甲円，乙円，丙円の半径をそれぞれ a, b, x, y, z とします。すると

$$PQ=x+y,\ PR=x+z,\ QR=y+z,$$
$$BP=b-x-2y,\ BR=b-z,\ AR=a-z,$$
$$AQ=a-2x-y,\ BQ=b-y,\ AP=a-x,$$

と表せます。

$$\cos(\angle BPR)+\cos(\angle RPQ)=0$$

ですから，第二余弦法則を使って

$$\frac{(b-x-2y)^2+(x+z)^2-(b-z)^2}{2(b-x-2y)(x+z)}+\frac{(x+y)^2+(x+z)^2-(y+z)^2}{2(x+y)(x+z)}=0$$

分母を払って整理しますと

$$(x+y)(-4by+4y^2)+4z(bx+y^2)=0,$$

それで

$$z=\frac{y(x+y)(b-y)}{bx+y^2} \quad ①$$

また

$$\cos(\angle PQR)+\cos(\angle AQR)=0$$

ですから，第二余弦法則を使って

$$\frac{(x+y)^2+(y+z)^2-(x+z)^2}{2(x+y)(y+z)}+\frac{(a-2x-y)^2+(y+z)^2-(a-z)^2}{2(a-2x-y)(y+z)}=0$$

分母を払って整理しますと

$$(x+y)(-4ax+4x^2)+4z(ay+x^2)=0,$$

それで

$$z=\frac{x(x+y)(a-x)}{ay+x^2} \quad ②$$

$x+y\neq0$ ですから，①=②とおきますと

$$\frac{y(b-y)}{bx+y^2}=\frac{x(a-x)}{ay+x^2} \quad ③$$

分母を払って整理しますと

$$bx^3+(by-ab)x^2-ay^2x-ay^3+aby^2=0 \quad ④$$

となります。

一方，$\triangle ARB$ において点 R から AB に下ろした垂線の長さの平方は

$$(b-z)^2\sin^2(\angle RBA)=(a-z)^2\sin^2(\angle RAB),$$

つまり

$$(b-z)\{1-\cos^2(\angle RBA)\}=(a-z)^2\{1-\cos^2(\angle RAB)\} \quad ⑤$$

第二余弦法則から得られる

$$\cos(\angle \mathrm{RBA})=\frac{(b-y)^2+(b-z)^2-(y+z)^2}{2(b-y)(b-z)},$$

$$\cos(\angle \mathrm{RAB})=\frac{(a-x)^2+(a-z)^2-(x+z)^2}{2(a-x)(a-z)},$$

を⑤式に代入し，整理しますと

$$by(b-y-z)(a-x)^2=ax(a-x-z)(b-y)^2$$

を得ます。これを z について解きますと

$$z=\frac{(a-x)(b-y)[ax(b-y)-by(a-x)]}{ax(b-y)^2-by(a-x)^2} \quad ⑥$$

を得ます。②=⑥とおいて，分母を払いますと，$a-x\neq 0$ ですから

$$ax(b-y)^2(ay+x^2)-by(a-x)(b-y)(ay+x^2)$$
$$=ax(b-y)^2(x^2+xy)-by(a-x)^2(x^2+xy)$$

さらに整理して

$$bx^3-b(a-b)x^2-a\{(b-y)^2+by\}x-aby(y-b)=0 \quad ⑦$$

⑦−④を計算しますと

$$b(b-y)x^2-ab(b-y)x+ay(b^2-2by+y^2)=0$$

となります。$b-y\neq 0$ で約しますと

$$\boxed{bx^2-abx+a(b-y)y=0 \quad ⑧}$$

が得られます。

さて大円と小円の交点 E から AB へ下ろした垂線の長さは，$BE\perp AB$ の時が最大になります。この場合が，丙円が最大になる候補です。$AE=28$，$BE=21$ ですから，$AB=7\sqrt{7}$ となります。このとき

$$2(x+y)=a+b-\sqrt{a^2-b^2} \quad ⑨$$

となります。$a=28$，$b=21$ を⑧，⑨式に代入し，整理しますと

$$3x^2-84x+4(21-y)y=0,$$

$$x+y=(49-7\sqrt{7})/2,$$

となります。これらを連立させて解きますと

$$x=14+21\sqrt{2}-14\sqrt{7}=6.6580,$$

$$y=(21-42\sqrt{2}+21\sqrt{7})/2=8.5819$$

これらの値を①式または②式に代入しますと

$$z=7.61$$

となり，丙円径は15.22寸となります。

もしも大円が小円の中心 B を通るときは

$x+y=10.5$，$x=4.9574$，$y=4.5426$，$z=5.672$；

もしも大円と小円が直交するときは

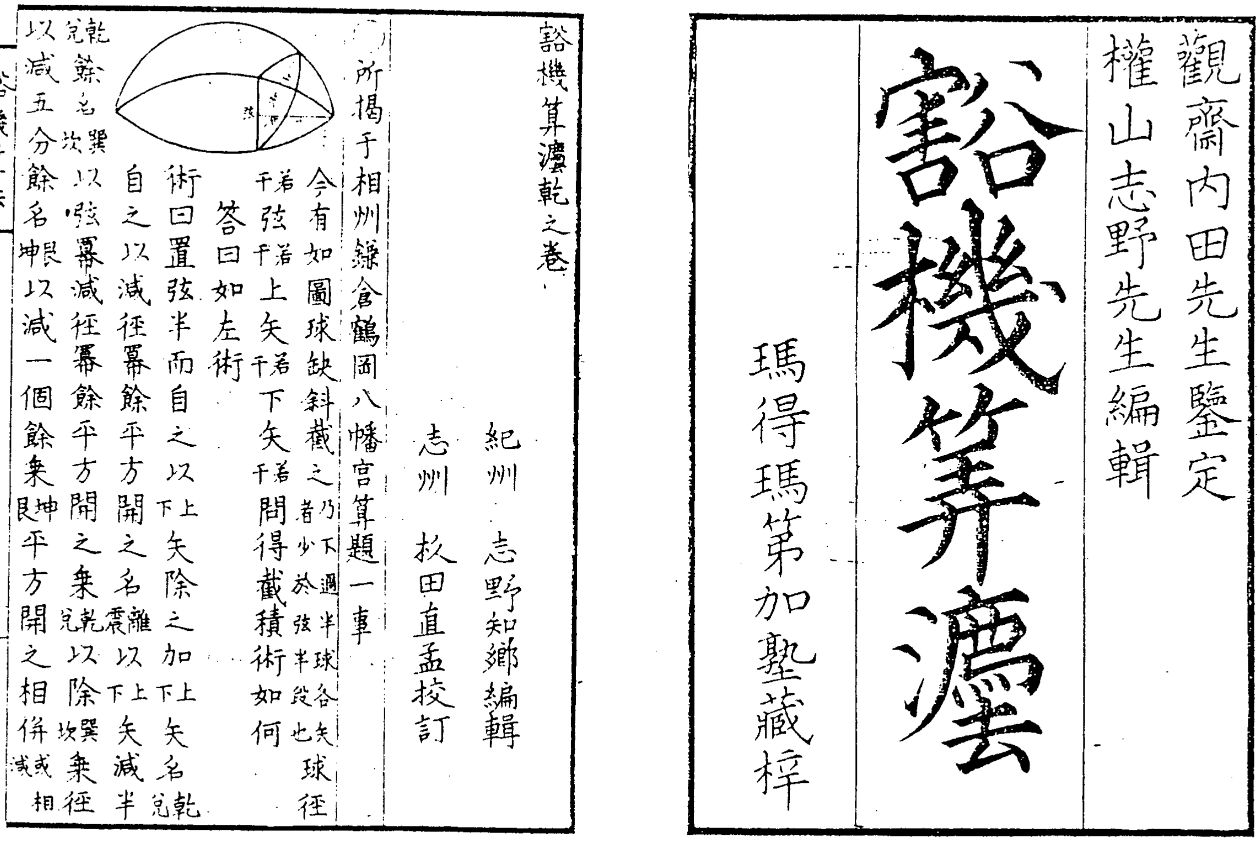
$x+y=7$，$x=3.3970$，$y=4.3603$，$z=5.2037$

となります。いずれにしましても，岸忠義が書いたような簡単な公式で丙円径が求められそうにありません。

藪内　筍平

(10)

天保8年（1837年），紀州藩の武士である**志野知郷**（しのともさと）が**『豁機算法』**（かっきさんぽう）全2巻を著しました。志野知郷は通称が庄之助，字が操夫，権山と号し，和算家の内田五観の弟子でした。内田五観たちは西欧の数学も，一つは中国から，他はオランダ訳書から学んでいました。「豁機算法」そのものが calculus（微積分）を意味するものですし，（図10）に示したように，『豁機算法』の扉頁には「マテマテイカ塾」という表現も見えますから，当時としては極めてハイカラな本というべきでしょう。天保8年には大塩平八郎の乱が起こっていますから，この頃から時代の変革のうねりが始まったことが，和算の世界でも窺えます。志野知郷の生涯について詳しいことは分かりません。


豁機算灋乾之巻
紀州　志野知郷編輯
志州　杁田直孟校訂
所掲于相州鎌倉鶴岡八幡宮算題一事
今有如圖球缺斜截之乃下過半球各矢者少於弦半段也球径若干弦若干上矢若干下矢若干問得截積術如何
答曰如左術
術曰置弦半而自之以上下矢除之加上下矢名乾兌自之以減径冪餘平方開之名離震以上下矢減半
乾兌餘名巽坎以弦冪減径冪餘平方開之乘乾兌以除巽坎乘径
以減五分餘名艮坤以減一個餘乘艮坤平方開之相併減或相
豁機算法

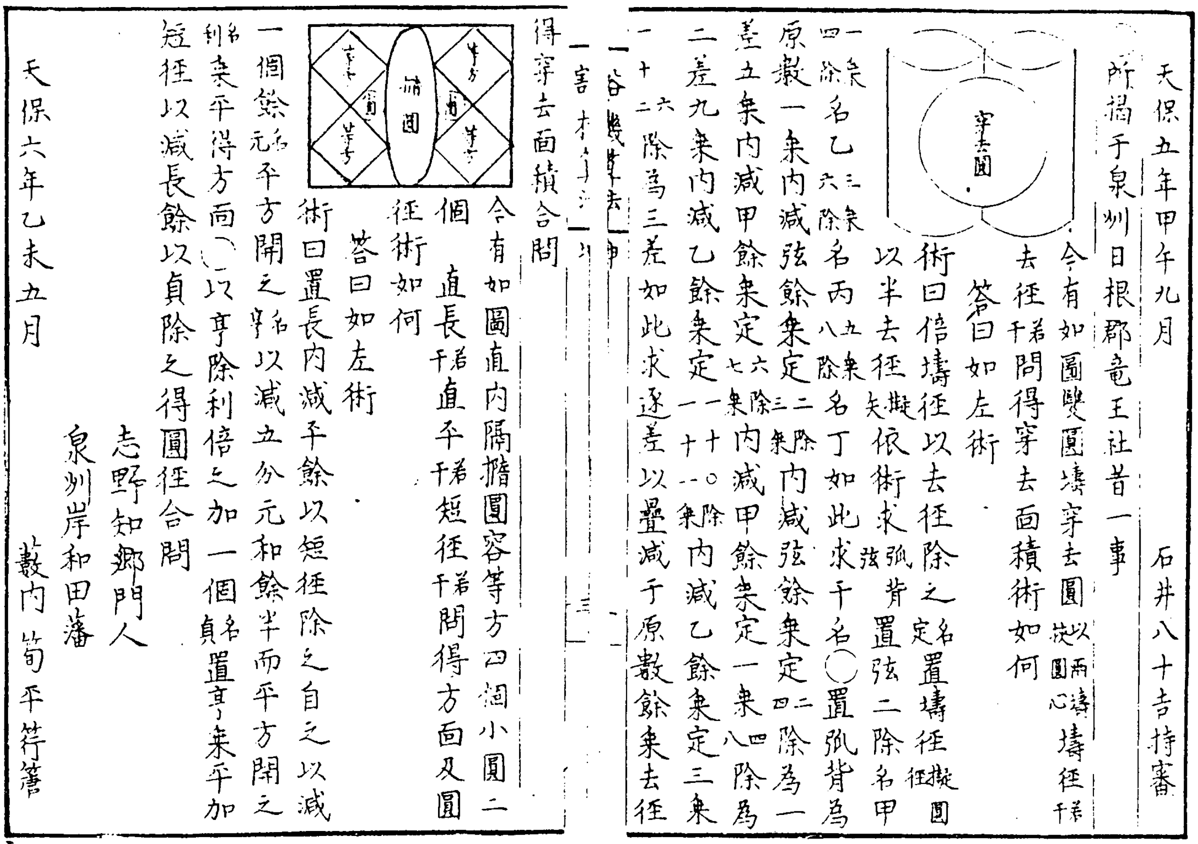
觀齋内田先生鑒定
權山志野先生編輯
豁機算灋
瑪得瑪第加塾藏梓

（図10）『豁機算法』の扉頁

『豁機算法』の中に志野知郷の弟子で，岸和田藩士の**藪内筍平符筥**（やぶうちじゅんぺいけいとう）が天保6年に泉州日根郡竜王社に2つの算額を奉納したことが掲載されています。日根郡竜王社がどこか不明ですが，現在の泉佐野市内の日根神社かもしれません。

(11)

藪内筍平の算額の最初のものを調べてみましょう。それは（図11の右）に出ています。



(図11)『豁機算法』坤の巻（下巻） 3 頁目の算額

泉州日根郡竜王社に掲ぐる所のもの一事

今，図の如く，双つの円壔（円柱）あり。円を穿去（せんきょ，くりぬくこと）す。両壔を以て円心を挟む。壔径若干，去径若干，穿去の面積を得る術はいかん。

答に曰く，左の術の如し。

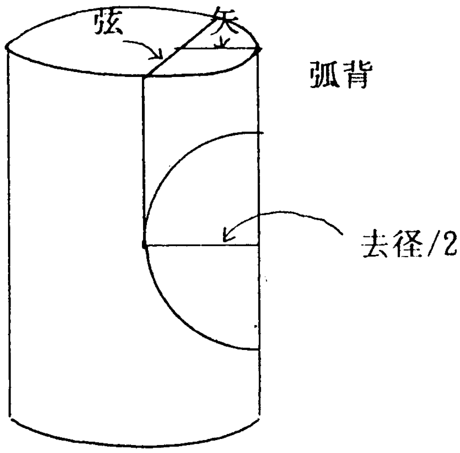
術に曰く。壔径を倍し（2倍し），去径を以て之を除し，定と名づく。壔径を置き，円径に擬す。半去径を以て矢（し；弓形の弧の中点から下ろした垂線）に擬す。弧背（こはい；円弧）弦を求める術により，弦を置き，二で除し，甲と名づく。甲に一を乗じ四で除し，乙と名づく。三を乗じ六で除し，丙と名づく。五を乗じ，八で除し，丁と名づく。かくの如くして，干名を求む。弧背を置き，原数となす。一を乗じ，内弦を減じ，余りに定を乗ず。二で除し，三を乗じ，内弦を減じ，余りに定を乗ず。二と四で除し，一差となす。五を乗じ，内甲を減じ，余りに定を乗ず。六で除し，七を乗じ，内甲を減じ，余りに定を乗ず。一を乗じ，四と八で除し，二差となす。九を乗じ，内乙を減じ，余りに定を乗ず。十で除し，十一を乗じ，内乙を減じ，余りに定を乗じ，三を乗じ，六と十二で除し，三差となす。かくのごとく，逐差を求め，以て原数を疊減して，余りに去径を乗じ，穿去面積を得る。問に合う。

ここで問にある若干とは，いくばくかの不定数をさします。径は円柱の底の直径＝D, 去径は穿去する円柱の直径＝d を意味します。矢や弦や弧背は図に示した通りです。

矢＝$d/2$;

弦＝$\sqrt{2d\mathrm{D}-d^2}$,

原数＝弧背,



(図12)

$$定=\frac{d}{2D}$$

とおきます。

$$甲=弦/2,$$

$$乙=\frac{1\cdot甲}{4}=\frac{1}{2\cdot4}弦$$

$$丙=\frac{3\cdot乙}{6}=\frac{1\cdot3}{2\cdot4\cdot6}弦$$

$$丁=\frac{5\cdot丙}{8}=\frac{1\cdot3\cdot5}{2\cdot4\cdot6\cdot8}弦$$

……

となります。

$$\left[(原数\cdot1-弦)定\cdot\frac{3}{2}-弦\right]定\cdot\frac{1}{2\cdot4}=一差,$$

$$\left[(一差\cdot5-甲)定\cdot\frac{7}{6}-甲\right]定\cdot\frac{1}{4\cdot8}=二差,$$

$$\left[(二差\cdot9-乙)定\cdot\frac{11}{10}-乙\right]定\cdot\frac{1}{6\cdot11}=三差,$$

……

を作り,

$$[(原数)-(一差)-(二差)-(三差)-\cdots\cdots]\times(去径)$$

とすれば，穿去した体積が求まると，算額は述べています。甲,乙,丙,丁,……の値を一差，二差，三差,……などに代入して整理します。

$$一差=原数\cdot定^2\cdot\frac{1\cdot1\cdot3}{2\cdot2\cdot4}-弦\cdot定^2\cdot\frac{1\cdot3}{2\cdot2\cdot4}-弦\cdot定\cdot\frac{1}{2\cdot4}$$

$$二差=原数\cdot定^4\cdot\frac{1\cdot1\cdot1\cdot3\cdot5\cdot7}{2\cdot2\cdot4\cdot4\cdot6\cdot8}-弦\cdot定^4\cdot\frac{1\cdot1\cdot3\cdot5\cdot7}{2\cdot2\cdot4\cdot4\cdot6\cdot8}-弦\cdot定^3\cdot\frac{1\cdot1\cdot5\cdot8}{2\cdot4\cdot4\cdot6\cdot8}$$

$$-弦\cdot定^2\cdot\frac{7}{2\cdot4\cdot6\cdot8}-弦\cdot定\cdot\frac{1}{2\cdot4\cdot8}$$

$$三差=原数\cdot定^6\cdot\frac{1\cdot1\cdot1\cdot3\cdot3\cdot5\cdot7\cdot9\cdot11}{2\cdot2\cdot4\cdot4\cdot6\cdot6\cdot8\cdot10\cdot12}-弦\cdot定^6\cdot\frac{1\cdot1\cdot3\cdot3\cdot5\cdot7\cdot9\cdot11}{2\cdot2\cdot4\cdot4\cdot6\cdot6\cdot8\cdot10\cdot12}$$

$$-弦\cdot定^5\cdot\frac{1\cdot1\cdot3\cdot5\cdot7\cdot9\cdot11}{2\cdot4\cdot4\cdot6\cdot6\cdot8\cdot10\cdot12}-弦\cdot定^4\cdot\frac{3\cdot7\cdot9\cdot11}{2\cdot4\cdot6\cdot6\cdot8\cdot10\cdot12}-弦\cdot定^3\cdot\frac{1\cdot3\cdot9\cdot11}{2\cdot4\cdot6\cdot10\cdot12}$$

$$-弦\cdot定^2\cdot\frac{3\cdot11}{2\cdot4\cdot6\cdot12}-弦\cdot定\cdot\frac{3}{2\cdot4\cdot6\cdot12}$$

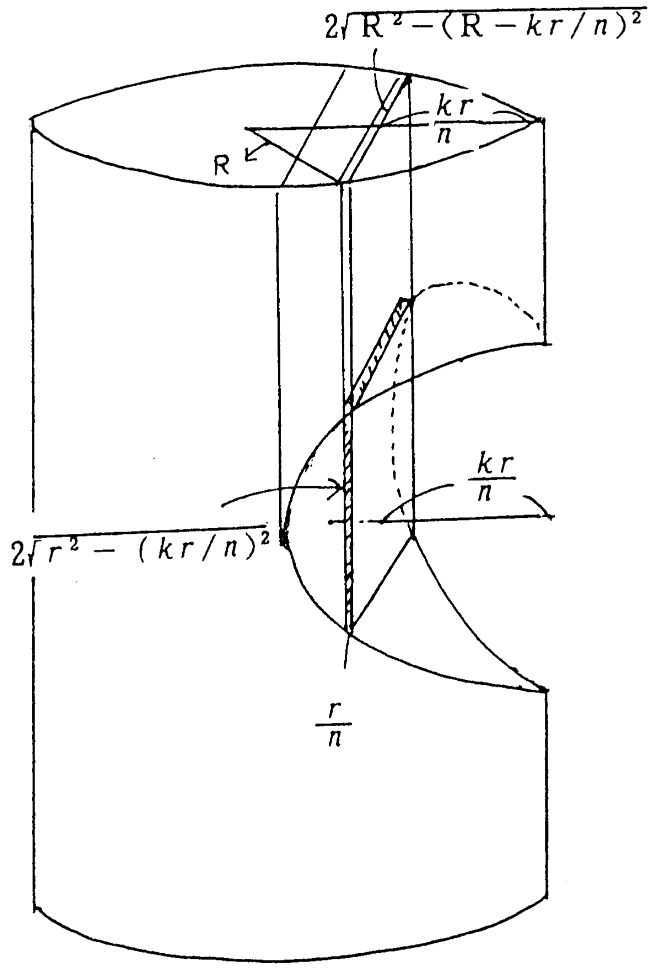
などとなります。

これを現代風に解きますと次のようになります。現代風は当然西洋式ですから，円柱の底の量として直径ではなく，半径で取り扱います。円柱の底の直径 $D=2R$，穿去する円柱の直径 $d=2r$ とおきます。底の半径 R の円柱に，軸が直交する半径 r の円柱が穿去されるとき，穿去円柱の半径を n 等分し，等分点を通る垂直平行平面で穿去部分を輪切りしますと，切り口は長方形になります。輪切りされた一つの部分の体積は

$$4\times\frac{r}{n}\sqrt{r^2-\left(\frac{kr}{n}\right)^2}\sqrt{R^2-\left(R-\frac{kr}{n}\right)^2} \qquad ①$$

と書けます。このような輪切り部分の体積の総和は

$$4\sum_{k=1}^{n}\frac{r}{n}\sqrt{r^2-\left(\frac{kr}{n}\right)^2}\sqrt{R^2-\left(R-\frac{kr}{n}\right)^2}=4r^2R\sum_{k=1}^{n}\frac{1}{n}\sqrt{1-\left(\frac{k}{n}\right)^2}\sqrt{1-\left(1-\frac{rk}{Rn}\right)^2} \qquad ②$$



(図13)

となります。ここで $n\to\infty$ としますと，上の総和の2倍，つまり穿去積は

$$8r^2R\int_0^1\sqrt{1-x^2}\sqrt{1-(1-rx/R)^2}\,dx \qquad ③$$

という積分になります。ところが被積分関数が無理関数であるこの積分が，尋常では解けません。

それでニュートンの二項展開式

$$(1-x)^{1/2}=1-\sum_{k=1}^{\infty}\frac{(2k-2)!x^k}{2^{2k-1}k!(k-1)!}$$

を使います。つまり

$$\sqrt{1-\left(\frac{k}{n}\right)^2}=1-\sum_{t=1}^{\infty}\frac{(2t-2)!}{2^{t-1}t!(t-1)!}\left(\frac{k}{n}\right)^{2t}$$

$$\sqrt{1-\left(1-\frac{rk}{Rn}\right)^2}=1-\sum_{s=1}^{\infty}\frac{(2s-2)!}{2^{s-1}s!(s-1)!}\left(\frac{rk}{Rn}\right)^{2s}$$

を②に代入し，展開します。$n\to\infty$ のとき，和算家たちの常識となっていた公式

$$\frac{1}{n^{m+1}}\sum_{k=1}^{n}k^m\to\frac{1}{m+1}$$

を使って，藪内箭平は積分③を求めたのでした。しかしこのような級数計算は大変繁雑で，悪戦苦闘しなければ求まりません。

(12)

今一つの算額は次のように読めます。

今図のごとく，直内に楕円を隔てて，方四個と小円二個を容れることあり。直長若干，直平若干，短径若干。方面及び円径を得る術如何を問う。

ここで和算独特の術語が出てきます。

直＝長方形；直長＝長方形の辺の大きい方の長さ；直平＝長方形の辺の短い方の長さ；方＝正方形；方面＝正方形の一辺；短径＝楕円の短軸の長さ

答に曰く，左（下）の術の如し。 術に曰く，長を置き，内平を減じ，余りを短径を以て除し，之を自(乗)し，減1個を以て，余りを元と名づく。平方に之を開き，亨と名づく。五分をもって減じ，元と和し，余りを半ばし，平方に開き，利と名づく。平を乗じ，方面を得る。 亨を以て利を除し，之を倍し，1個を加えて，貞と名づく。亨を置き，平を乗じ，短径を加え，以て長を減じ，貞を以て之を除す。円径を得る。 問に合う。 志野　知郷　門人 泉州岸和田藩 天保六年乙未五月　　　藪内筍平符篖

術に曰くを現代式に表現します。

$$1-\left(\frac{\text{長}-\text{平}}{\text{短}}\right)^2=\text{元},$$

$$\sqrt{\text{元}}=\text{亨},$$

$$\sqrt{(0.5-\text{亨}+\text{元})/2}=\text{利},$$

$$\text{方面}=\text{利}\times\text{平}$$

これを書き下ろしますと

$$\text{方面}=\sqrt{\frac{-\sqrt{1-\left(\frac{\text{長}-\text{平}}{\text{短}}\right)^2}+\frac{1}{2}-\left(\frac{\text{長}-\text{平}}{\text{短}}\right)^2+1}{2}}\times\text{平}$$

となります。

では現代式に解くとどうなるでしょうか。

図のように OU, OA を x 軸と y 軸とします。図の中の各点の座標は

$O(0,0)$, $A(0,a)$, $U(b,0)$,
$C(c,0)$, $B(c+r,0)$,
$Q(b-k,0)$, $R(b,h)$

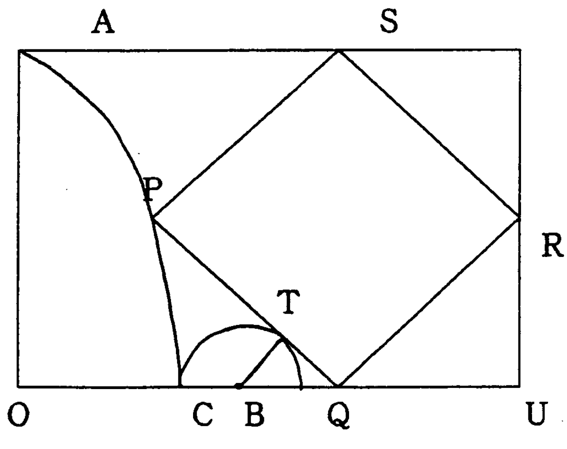
とします。小円 B の半径を r としますと，その方程式は

$$(x-c-r)^2+y^2=r^2 \qquad ①$$

この円上の点 $T(x_1, y_1)$ おける接線の方程式は

$$(x_1-c-r)(X-c-r)+y_1Y=r^2 \qquad ②$$

この接線の傾きは



(図14)

$-(x_1-c-r)/y_1$

です。$TQ\perp QR$ですから

$$-\left(\frac{x_1-c-r}{y_1}\right)\left(\frac{h}{k}\right)=-1$$

$$(x_1-c-r)h=ky_1 \quad ③$$

一方，$(x_1-c-r)^2+y_1^2=r^2$ ですから

$$(hy_1)^2+(ky_1)^2=(hr)^2,$$

それで

$$y_1^2=h^2r^2/(h^2+k^2),\ (x_1-c-r)^2=r^2-y_1^2=k^2r^2/(h^2+k^2), \quad ④$$

直線SRの方程式は

$$y_1(Y-h)=-(x_1-c-r)(X-b)$$

であり，ASの方程式 $Y=a$ と連立させますと，S点のx座標は

$$b-(a-h)y_1/(x_1-c-r) \quad ⑤$$

となります。それで

$$SR^2=(a-h)^2r^2/(x_1-c-r)^2,$$

しかし，$SR^2=QR^2=h^2+k^2$ だから

$$(a-h)^2r^2/(x_1-c-r)^2=h^2+k^2 \quad ⑥$$

④式をこれに代入して，両辺を h^2+k^2 で割りますと

$$(a-h)^2=k^2$$

が得られ，

$$a=h+k \quad ⑦$$

となります。楕円の方程式は

$$x^2/c^2+y^2/a^2=1 \quad ⑧$$

この楕円とTにおける円の接線との交点Pは$P(b-h-k,0)=P(b-a,0)$ となります。よって

$$\left(\frac{b-a}{c}\right)^2+\frac{k^2}{a^2}=1 \quad ⑨$$

$$\therefore k^2=a^2\left[1-\left(\frac{b-a}{c}\right)^2\right] \quad ⑩$$

$$方面=\sqrt{h^2+k^2}=a\sqrt{3-2\left(\frac{b-a}{c}\right)^2-2\sqrt{1-\left(\frac{b-a}{c}\right)^2}} \quad ⑪$$

⑪式において，$2a$=直平，$2b$=直長，$2c$=短径 とおきますと，藪内筍平の出した結果となります。

(13)

②式は点 $Q(b-k,0)$ を通りますから

$$(x_1-c-r)(b-k-c-r)=r^2 \quad ⑫$$

一方④式の下の式から

$$(x_1-c-r)^2=k^2r^2/\sqrt{h^2+k^2} \quad ⑬$$

⑬の平方根を⑫式に代入しますと

$$\frac{kr}{\sqrt{h^2+k^2}}(b-c-k-r)=r^2$$

となり，整理しますと

$$k(b-c-k-r)=r\sqrt{h^2+k^2}$$

となり，rについて解きますと

$$r=\frac{k(b-c-k)}{k+\sqrt{h^2+k^2}} \quad ⑭$$

となり，⑩⑪式を代入しますと小円の半径が求められ，2倍すれば小円径が得られます。

その他の泉州の算額

(14)

以上の算額以外に文献に残っているものを列挙します。今回はそれらについて内容を調べる時間的ゆとりがありませんでした。好学の士がそれらを追跡していただければ，大変嬉しいです。

(1)『**諸社絵馬写**』という本の中に，文化元年（1804年）3月，堺大寺に松岡能一の門人，**吉田正介**が算額を奉納したことが記録されています。

師の松岡能一（元文2年，1737年～1809年？）は明治に入っても何回も改刻された『算学稽古大全』（文化5年，1808年）を出版した人で，大阪城付き京橋同心でした。

(2)同じく『**諸社絵馬写**』の中で，文化元年11月，堺三村宮神前に**石津氏**が算額を奉納した記録があります。

(3)天保13年（1842年）三春藩の**佐久間質**（すなを；正晴）とその子の**佐久間纉**（つづき）の二人が連名で堺住吉神社に奉納していることが，纉の著書『**算法奉額起源**』に記録されています。佐久間纉（文政2年，1819.12.15～明治29年，1896.9.20）は萬延元年（1860年）三春藩算術方に取り立てられています。勤王派として知られ，明治に入りますと地図取調方になります。しかし廃藩置県で浪人になり，以後数学塾を開き，一時は1500人以上の弟子がいたといいます。

(4)文久元年（1861年）福田派が摂南清水寺（今の天王寺区伶人町5－8）に奉納した算額の中に，泉州岸和田藩士**浅井善弘**の名前が見えます。この算額は1945年の空襲で焼失しました。福田派というのは，武田信元の弟子だった福田復（1806～1858）とその弟である福田泉（1815～1889）が天保6年浪速天満宮に奉納する算額の程度を巡って論争になり，武田派を飛び出て，一派をつくったものです。福田派もまた多数の門弟がいました。

紀伊の国の算額

近畿数学史学会の先生方が調査された結果が『近畿の算額』（大阪教育図書，1992年）にまとめられていますが，それによりますと和歌山県における現存の算額は，西牟婁郡周参見町山崎の王子神社のそれだけです。それで，記録として残っています『豁機算法』下巻の中の算額を一つ参考にあげておきます。

(図15) 紀州名草郡日前社の算額

［参考文献］

深川英俊『日本の数学と算額』(森北出版，1998年)
平山諦・松岡元久『會田等左衛門安明（富士短大出版部，1966年)

泉州の和算家（補遺）

（1）

西脇利忠の『**算法天元録**』の序文を書き下して置きます。

「算法天元録叙。

算に古法あり。新法もあり。いわゆる古法は隷首氏の創むる所のものなり。而うして一事一法，後学いまだ之が膠柱（こうちゅう；堅い柱）を苦しむことを免れず。新法やは，元の朱世傑の発明する所のものなり。天元是なり。厥（けつ；あばく）の法，一を立てて，以て基を建て，之を継ぐに加減正負を以てす。即ち，萬象すべからく数えるべく，千古黙して知ること無し。劬（く；骨折り）せず，労せず，実に刃を算林に遊ばしむる者の，夫子のいわゆる一貫老子の取る道一つなり。また竝（あわ）せ接すべし。蓋し算道に益することなり。また猶お霧海の針夜を照らす珠のごときか。之を措きて，奚（な）んぞ之にや。但し短慮翦才（せんさい；浅はかな人）の士，往々にその藩籬（ばんり；まがきの向こう）を闚（うかがひ）難きことを病（う）れうかな。舎弟（実弟）利忠，此の学に螢雪すること，奉（ほう；暮らすこと）あり。思いを覃（およぼ）し，精を研（みがき）て，殆ど将に朱大家の堂に登らんとする頃，壹帙（いちちつ；1冊の本）を出して曰く，本邦算書その品少なからず。今之を推すに，一是一非。頭を改め，面を換う。惟れ恨むらくは未だ天元の入式を詳かにせざること，因て其の格を掲げ，接（つ）ぐに凡例を附し，終わりに率乗演段を挙ぐ。庶幾（こいねがわくば）蒙を発するの一助ならんか。乞う，之が為に叙せよ。余が曰く，生雅より数を学ばず。茲（こ）の書安（いずく）んぞ知らん。遼東の豕（りょうとうのいのこ；一人よがり）に非ざることを。然れども，子斯の撰に志あること，余深く之を知れり。豈に卒かに覆醤（ふくしょう；著者の評判が悪く，反故になって瓶の蓋になること）の看（がん；待遇）をなさんや。其の長短に至りては，即ち識者ありて，之を弁ぜん耳（の）み。

元禄丙子秋九月，江南の逸子観庵石芝山叙す。」

（2）

西脇利忠の『算法天元録』の上巻の**九章名義**という節は，数学術語の定義として一読の価値があるので，以下に収録することにします。

「九章名義

一に曰く，**方田**，以て田疇界域（でんちゅうかいいき）を御（おさ）む。

二に曰く，**粟布**，以て交質変易（こうしつへんえき）を御む。

三に曰く，**衰分**（すいぶん），以て貴賤廩税（きせんりんぜい）を御む。

四に曰く，**少広**，以て積冪方円を御む。

五に曰く，**商功**，以て積功程実（せきこうていじつ）を御む。

六に曰く，**均輸**，以て遠近労費を御む。

七に曰く，**盈朒**（えいじく），以て隠雑互見を御む。

八に曰く，**方程**，以て錯揉正負（さくじゅうせいふ）を御む。

九に曰く，**勾股**，高深広遠を御む。

△九章――事物起原に九章算術は周公旦作りたもう書なりと言う。これ算法の祖にして，学ぶもの先とす。

△方田――方は量るなり。田は田なり。疇は畝なり。界域は田畠などの境目のことなり。すべてこの章は，田地の形状を以て畝歩の積実を求める法なり。広縦を以て方直圭搓梯斜角等の形を求め，周径を以て円田，椀田，環田等を求める。その外，形状甚だ多し。これ俗に検地算と

いうに同じ。

△粟布――粟は是米なり。布は是銭なり。交質は物を以て互いに替え，銭を以ては粟（こめ）を買いなどして，変易する義なり。統て此の章は米の精粗，粮（かて）の多寡，帛（きぬ）の長短，斤両の軽重を求め知る法なり。是俗に俵廻し算，絹布算などと言うに同じ。

△衰分――衰は等しきなり。分はわかつ義なり。差分と同じ。貴は高き價，賎はやすき價なり。廩は米蔵なり。税は年貢なり。統て此の章は物の混じりたるを等しく分かち，人の戸ごとに粮を配り，官員俸禄の多少を理會するの法なり。是俗に曳分算と言うに同じ。

△少廣――少は少なきなり。廣はひろさなり。縦の多きに廣さの少なきを益（ま）す。故に少廣と言う。積冪は歩数のことなり。方円は方田円田なり。是方田章の還原（かんげん）なり。方田は方面あって積を求む。少廣は積数あって方面を求む。かかるが故に方田章の還しなりと言う，是平立方の法なり。

△商功――商は度（はかる）なり。功は業（わざ）なり。程は量（はかる）なり。積実は歩数なり。統て此の章は堅攘の率を以て，穿地（うがつち）の実を求め，廣潤高深を以て城塹溝渠（じょうせんこうきょ）の積を求め，車租（しゃさ）往来を以て，程途負載（ていとふさい）の功の求る法なり。是俗に普請算と言うに等し。

△均輸――均は平（ひとしき）なり。輸送なり。労費はくろうをすることなり。総て此の章は戸数の多寡，道里の遠近を以て，車数粟数を求め，粟数高下を以て，僦直を求め，銭数の多少を以て傭銭を求むる法なり。是俗に知行分け算，運賃算などと言うに同じ。

△盈朒――盈は多なり。朒は少なり。互見は差を顕したる義なり。統て此の章は人毎に絹を分け，或いは物を買い，其の惣数を隠雑して，やうやく價の有余不足なきを以て問う所を求め知る法なり。是俗に盗人布分算と云うに等し。

△方程――方は正なり。程は数なり。錯揉は雑（まじわ）る義なり。正は正数，負は欠る数なり。統て此の章は諸物を総併（つかねあわせ）て問とし，繁きを去り，略せるに就て主とす。乃ち諸物繁冗諸價錯雑したるを，行例に置いて，或いは損益加減して其の等しきを求め，少を以て多を減じ，余る物を法とし，余る價を実とし，法実相除きて1個の價を得る法なり。若し繁雑甚だしきものは次第に之を求む。是俗に組合算と云うに同じ。

△勾股――横の闊（ひろさ）を勾という。直ちに長きを股という。両の隅の斜に去る弦を云う。統て此の章は山の高低，水の浅深，道の遠近を量る法なり。勾股は大工の用ゆる曲尺なり。短き方は勾なり。長き方は股なり。此の勾股弦には種々無量の好み有りて，算法の至極なり。学者是を自得せば，諸術明訣たるべし。乃方田より方程に及び，統て八章，およそ此の一章にこもれり。誠に数学の蘊奥なり。」

（3）

『勾股泝源』の最初の部分を書き下ろしておきます。

「泉濱芳洲田中先生校閲

門人　同郷岩本梧友　述

○勾股弦原委矩率（げんいくりつ）の辨

凡そ古来算術の書に出すところの勾股弦の好問を見るに，その形状に大小の異ありといえども，おおむね皆勾3，股4，弦5の寸を主として，これに増減して立たるものにして，その他異常のものは僅かに七八に過ぎざるのみ。その故は何ぞや。別に新たに勾股弦を制せんとすれども，各数に奇零（はした）あってつきざるを以てなり。これ蓋し勾股弦の原委の矩率というものを考え知ること能（あたわ）ざればなり。其の矩率をだに知り得れば，今新たに勾股弦を制するに，演段天元開方除法などの難しき術を借りずして，ただ乗法のみを用いて勾股弦各々

奇零なきものを，幾千万状なりとも，意のままに制せんこと，甚だ容易のことなり。この術は蓋し算家の一大工夫にして，古来算術の読書にも載せず。千載未発の述，実に玄中の玄，妙中の妙と云うべし。今これを弁じて，学者の欝悶を解き，心眼を開かしむべしと云う。

凡そ新たに勾股弦を制せんと欲せば，先ず己が意に任せて，仮に多少の両数を立て，その小なる者を甲と名付け，多なる者を乙と名付けて，これを率（のり）とす。例えば一と二との両数を率とせんと欲せば，一を甲とし，二を乙とし，これを甲一乙二の矩（かね）と称す。或いは又二と三との両数を率とせんと欲せば，二を甲とし三を乙とし，これを甲二乙三の矩と称するの類なり。その余或いは一と三となりとも，三と四となりとも，五と七となりとも，二と八となりとも，十二と十五となりとも，心任せに多少の両数を立て，甲乙の名を呼びて，矩率を作りて，以て勾股弦を求めるなり。其の術に曰く，

甲羃乙羃相和すれば，すなわち弦なり。

甲羃乙羃相減ずれば，すなわち勾（矩率によりて是すなわち股にもなる）なり。

甲乙相乗じ，之を倍すれば，すなわち股（矩率によりてすなわち勾にもなる）なり。

［甲乙を $a, b(a<b)$ すれば，a^2+b^2, b^2-a^2, $2ab$ が弦勾股である。］例えば，甲一乙二の矩にて，勾股弦を制せんと欲せれば，甲羃一と乙羃四と相和すれば五となる。これすなわち弦寸なり。乙羃四の内にて甲羃一を減ずれば三となる。これすなわち勾寸なり。甲に乙を乗じて二を得，これを倍して四となる。これすなわち股寸なり。その他何れの矩にて求めるも，皆かくのごとくなり。又例えば甲二乙八の矩にて求めるべきは，右の如く甲羃四と乙羃六十四と相和すれば六十八となる。これすなわち弦寸なり。乙羃六十四の内にて甲羃四を減ずれば六十となる。これすなわち股寸なり。(右の術を以て見るときはこれすなわち勾寸なるべきなり。然れどもこの矩は甲と乙との差甚だしき故にこれすなわち股寸となるなり。) 甲に乙を乗じて十六を得，これを倍して三十二となる。これすなわち勾寸なり。(右の術を以て見るときは，これすなわち股寸なるべきなり。然れどもこの矩は甲と乙との差甚だしき故に，これすなわち勾寸となるなり。ただし勾と股とは長短の別あるのみにして，もとより同物なれば矩率の立てようによりて，かくの如き勾股の振りかわることあれども，理においては同じことなり。学者これに惑うことなかれ。) 以上述べる所，これを**勾股弦原委矩率の術**という。まことに算家本来面目を開くとも云うべし。おろそかに看（み）るべからず。

右一条は，芳洲先生矩率の詳義を口授の後，再びこれを筆記して授けられたるを，篋中（けふちゅう）に蔵して，これを珍重せる所の文なり。今左に記す所の諸条は皆予この矩率の傳を敷延して，更に発明する所のものを，自ら筆記して，遺忘に供するものなり。これ独り勾股弦の一事のみにあらず。よくこの理を推し明らむるべきは，およそ諸々の真理この裏（うち）に具せり。幽微の玄理なれば，筆授の及ぶべきにあらず。学者自ら推究して知るべきなり。」

（4）

先の論文で『**勾股泝源**』の著者は**田中芳洲**としました。その理由は，「泉溟芳洲田中先生校閲，……述」とありますと，和算家の場合は校閲者が著者であることが多いからです。しかし遠藤利貞の『大日本数学史』を見ますと，「田中芳洲とは何者？」と書かれています。しかも，『勾股泝源』の出版は安永8年（1779年）ですが，この本の序文を芳洲は天明3年（1783年）に書いたと記述しています。また芳洲は**泉溟**と号しています。私は当初，泉溟を地名と錯覚していました。その理由は，西脇利忠の『算法天元録』には

「泉南　西脇利忠　編輯

淡州　由良貞明　校訂」

と出ていて，どう考えても人名の前の二文字は明らかに地名です。ところが，号が**泉溟**という人物

がいたのです。それが奥村邦具の本の序文を書いた高志利甫です。彼は**茅溟**とか**泉溟**と名乗っていました。彼は若くして京に上り，伊藤東涯に学び，孔子孟子朱子の学説を時世の変遷に併せて説き，堺に蟄居したまま，名聞を求めず，学殖を知る人は少なかったと言います。この人は，当時堺の総年寄だった高志利貞（寛文3年，1663.10月～享保17年，1732.2.11）の弟ですが，没年と享年が不明です。利貞の実弟なのか，そうでないのかも分かりません。もしも実弟なら，1783年には100才前後となって，当時としてはあり得ない年齢です。実弟でなければ，1783年に彼はまだ生きていた可能性はあると思われます。

一方，『**堺市史**』第7巻を見ますと

「岩本梧友は通称鰯屋藤兵衛紺珠堂と称した。享和元年（1801年）8月18日享年64才をもって没した。柳之町東二丁宗泉寺に墓碑がある」

と書かれています。ですから岩本は1737年の生まれとなり，このころでも高志利甫はかなり高齢であったと考えられますから，田中芳洲＝高志利甫の可能性は低いと思われます。出版元と著者が同じなのですから，ひょっとすると

田中芳洲＝岩本梧友＝鰯屋藤兵衛

かも知れません。いずれにしましても，田中芳洲は依然として謎の人物です。

（5）

紀州の藩士**志野知郷**の『**豁機算法**』には著者の自叙がついているものと，ついていないものと2種類あります。自叙のついているのは石版印刷されたもので，小筆で書いた感じのするものです。この自叙は，和算史と日本暦学史を要領よくまとめたものですので，ここで全文を紹介しておきます。

「豁機算法自叙

昔虙犧（ふくぎ）氏の天下に王たるや，仰ぎて天文を観し，俯して地理を察し，始めて八卦を畫してその用を弘め，邦国を寧しす。凡て八卦と云い，河圖洛書（かとらくしょ；黄河から出たという龍馬の背に現れた易の図と，夏の禹が洪水を治めたとき洛水から出たという神亀の背にあった文）と云い，太極（万物の根源）と云い，皆数の始めなり。有熊氏の時，隷首また算数を造る。堯の時，日月星辰を暦象し，朞（き；1年）三百有六旬有六日（366日）を以て四時を定む。舜は璿璣玉衡（せんきぎょくこう；北極星と北斗七星，その後渾天儀に意味が変化）を在にして，以て七政（日月五惑星）を斉（そろ）ふ。禹は亀文を観て九疇（きゅうちゅう；天下を治める9つの大法）を造る。周の時周公保氏の職を立て，国子を教ゆるに六芸（りくげい；礼楽射御書数）を以てす。数学其の一なり。之を以て天地の化育を賛け，万民をして安らかならしむ。数学の世教に関係すること亦既に大なり。漢より以来数術に崛起（くつき；傑出）するもの，西漢の武帝大初元年丁丑劉歆（りゅうきん）三統暦を造り，始めて積年日法を立て，以て推歩の準とす。東漢の獻帝建安十一年丙戊劉洪乾象暦を造り，始めて月行に遅疾あることを悟る。又その後晋の姜岌（きょうきゅう）三紀甲子暦を造り，始めて月食の衡を以て日宿の度の所在を検することを悟る。又宋の文帝元嘉二十年癸未何承天元嘉暦を造り，始めて朔望及び弦を以て，皆大小余りを定むることを悟る。又孝武帝大明六年壬寅祖沖之大明暦を造り，始めて太陽に歳差の数あり，極星不動処をさること，一度余りなることを悟る。またその後北齊の張子信始めて日月の交道に表裏あり，五星に遅疾留逆あることを悟る。また隋の文帝仁壽四年甲子劉卓皇極暦を造り，始めて日行に盈縮あることを悟る。又唐の高祖武徳元年戊寅傅仁均戊寅暦を造り，頗る舊儀を采（とり）て，始めて定朔を用ゆ。また高宗麟徳元年甲子李淳風麟徳暦を造り，古暦の章（しょう；19年）蔀（ほう；76年）紀元首分斉しからざるを以て，始めて総法を為（つく）り用いて朔を進め，晦晨に月の見ゆるを避く。又玄宗開元十五年丁卯僧一

行大衍（だいえん）暦を造り，始めて朔又四大三小（定朔を用いると4回の大月と3回の小月が連続すること）を以てし，九服交食の異なるを定む。又穆定長慶一年壬寅徐昂宣明暦を造り，始めて日食に気刻時の三差あることを悟る。又趙宋の徽宗崇寧五年丙戌姚舜輔（ようしゅんほ）紀元暦を造り，始めて食甚の泛餘（はんよ）の差数を悟る。又寧宗慶元五年巳未楊忠輔統天暦を造り，始めて歳周の余分に消長あることを悟る。又元の郭守敬が暦における断じて演紀上，元の甲子を暦元とすることを用い，素直に表を立て，影を測り，天に順（したがい）て合するの微を発明し，至元十八年辛巳を以て截算元とす。すなわち所謂る授時暦これなり。之を他暦の積年日法推演を附会して，人為に出るものに比すれば自然を得たりと言うべし。是より後，数術漸く密に，世々相襲其人に之しからず。明末萬崇間泰西□□人の徒各英，邁く才を以て万里の波清を凌ぎ，遠く支那に来りて，渾天金地の説を唱え，憤然として之を導く。其の中について羅雅谷（らがこく；J. Rho），湯若望（とうじゃくぼう；Adam Schall）等，多禄某（プトレマイオス）歌白尼（コペルニクス）第谷（ティコ）等が遺法に基づき，崇禎暦書一百二十巻を著す。その立法の精密推験の詳審又那右よりかくの如くはなし。故に天下靡然として之に従い，敢えて其に抗するものなし。数学の行わるること，此のときを盛んなりとす。蓋し泰西の人総て数理に精く，是をもって象緯の学至れり尽くせり。暦数を毫ものいずれか，これを軌範とせざらん。今の清に至りて聖祖仁皇帝生知を好み，学大いに縦（ほしいままに）す。多能萬幾のいとま心を律暦算法に留め，積もること数十年，しげく事蹟を博考し，奥微を捜決し，参伍錯綜一を以てこれを貫く。故に公卿大夫此の道に従事せざることなし。此において算法尽く備わりしとなり。

本朝人皇三十代

欽明天皇十五年甲戊百済国より暦博士王保孫を貢する。

同三十四代

推古天皇十年壬戊百済の僧勸勒来りて暦本及び天文地理の書ならびに遁甲方術の書を献ず。同三十二年甲申始めて僧宮を置き，勸勒を以て僧正とす。其の門に遊ぶもの鮮（すくな）からず。陽胡史祖玉陳は歴法を習い，大伴村主（すぐり）高聡は天文遁甲を学び，皆以て業をなせり。

同三十七代

孝徳天皇大化二年丙午春正月甲子朔，詔して曰く。聡敏にして書算に巧みなるものを取りて，圭政主帳にせよと。

同四十二代

文武天皇大寶元年辛丑令を選定せられて，算博士の職あり。

同五十六代

清和天皇貞観四年壬午四月十五日勘解由次官従五位下兼行算博士家原宿称氏生を美作権介に任ず。最後賀氏（賀茂）保憲天文暦数を掌り，以て世に鳴る。後に暦道を以てその子光栄に伝え，天文道を以て高弟安倍朝臣晴明に伝う。

同七十七代

後白河天皇保元中，日向守通憲計子の算を伝う。

同八十七代

後嵯峨天皇寛元四年丙午春正月辛卯朔日，食の時に当たる。諸道勘甲曰く申酉の間にして蝕すと。正しく見えず。独り算道に善し主税頭雅衡食すべからずと言う。果たして然り。乃ち之を賞して正四位下に叙す。これ即ち雅衡数理に精しく，里差を知るが故なり。中古戦国槍攘の日に遭て，九章の学，地に堕ちて，世教えに関することあるを知らず。士は軍務に労し，民は流

離に苦しみ，除法を煩はしとして用いず。惟乗法のみを行う。数学の死此に極まる。慶長已来四海昇平の徳澤に依りて，算学又興る。毛利重能出て帰徐の法を著し，之を今村智商，吉田光由，高原吉種等に伝う。三子相並んで明の程大位が算法統宗九章の術を詳解し，之を弟子に授く。平賀保秀，安藤有益，隅田紅雲，横川玄悦，磯村吉徳，榎並和証，山田正重，野沢定長，村松茂清，佐藤正奥，池田昌意，村瀬義益，星野実宣等，皆三家の門に従事し，各一著述あり。然れども，算法未だ全からず。延寶の間に当て算聖関夫子卓然傑出の才を以て，百家の秘書を渉猟し，自ら一機軸を出す。其の術の精き前代に超越したまう。是において，天元演段より諸約・翦管・招差・角術・円法・弧術・暦理に至るまで，豁然として世に明なり。其の門に傑出するもの挙げて計ふべからず。荒木建部松永久留島中根山路安島日下の諸先生，此の道の宗たり。しこうして重術も亦大いに牖（ひらき）たり。蓋し池田昌意元の授時暦を獲て，始めて推歩の法を精詳し，之を安井春海に伝う。春海之を研究し，新たに貞享暦を修む。中根元珪は回々暦を修む。麻田剛立は西洋暦を修む。又吾が勸斎内田先生博覧多通，尤も此の道に刻苦したまひ，前人未発の義を発明し，其の隠微を窮め，既に文政の始め未だ弱冠ならずして関氏の宗統を受け，術の精妙其の天禀に出つ。実用を本とし，百家の萃を抜き，泰西瑪得瑪第加（まてまていか）の學を研鑽し，西人第谷（ティコ）刻白爾（コーペルニクス）奈端（ニュートン）噶西尼（カッシニ）等が微明に入りたまいしとかや。余，業を先生の門に受け，淬励発憤して斯に従事し，切磋琢磨して蘊奥を叩推（こうすい：開き推しはかること）すること，ここに年あり。嚮に我が黨新たに解する所の術を題額に彫りて，これを神廟仏宇に掲げ，遍く是正を有識に諏（はか）る。然れども，なお天下に普からず。又風霜の銹磨もおそるべければ，日頃其の題術若干則を輯めて，一書とし，豁機算法と題し，これを剞劂（きけつ；彫り物）氏に授けんことを諸ふ。

先生曰く。不可なりと。夫数学の道至大至微なり。古の聖賢相承て天下を経緯するの法，これに拠らざることなし。慮見の浅著何を世に公にするにたらんと。余が曰く，一个の題術固より急務にあらざるに似たりといえども，後学をして刻意し，算術の蘊奥を推窮せしめんには，算学の楷梯，豈小補なしといはん。先生曰く，可なりと。ここにこれを上梓し，同好に頒つ。有識の士其の差謬を訂し，未発の解を開くに於いては，是先生の志しと言う。

天保八年丁酉孟春紀藩権山志野知郷操夫氏識」

（6）

田原嘉明の『**新刊算法起**』(1652年）の上巻の「第一，九九の起こり」に出てくる天竺の竹の話は，この本以外にも出てきます。

明暦元年（1655年）版の**百川忠兵衛**（治兵衛）の『**諸算記**』の序文に

「夫（それ）算は天竺にては，世自在王の時より同じなり。大唐にては伏羲の時権輿し，我が朝においては行基菩薩作為せり」

とあります。『諸算記』は初版が寛永18年（1641年）に出ていますが，上中巻が紛失していますので，上の文章があったかどうかは，判然としません。もしもあったとしたら，田原は師と仰ぐ百川の文を更に詳しく解説したものと思われますが，本当のところは分かりません。

明暦３年（1657年）**初坂重春**が『**円方四巻記**』を出版しました。その巻一，巻頭に，『**新刊算法起**』の「第一，九九の起こり」と殆ど同じ文章が出ています。

なお，『新刊算法起』の書き下ろし文全体は，近く研成社から『江戸初期和算選書』の第七巻の３分冊の一つとして，校注付きで出版されることが，カタログから読み取れますので，興味のある方は参照してください。校注者は今のところ不明です。

さて，ここで**田原嘉明**と**初坂重春**の関係が問題になります。和算史の最初の書物である**遠藤利貞**

の『**大日本数学史**』には

田原嘉明と初坂重春は同一人物

とされています。一方，**平山諦**の『和算の誕生』(1993年) には

田原嘉明と初坂重春は別人

とされています。その上，『堺市史』が遠藤説を引用し，ご丁寧に初坂重春を

「始め姓名を坂重春，通称を宇右衛門と称した」

と初を始めと誤解したことを，「権威有る地方史にとって恐るべき誤り」と指摘されています。しかし，この2人を同一人物とする典拠も，別人とする典拠もともに示されていません。『明治前日本数学史』にも，また最近の和算に関する書物にも，初坂重春の伝記は何も書かれていません。私は遠藤説が正しそうな気がします。その理由を述べて見ましょう。この2つの書物がキリシタンの影響を受けた書物という平山説に従いますと，たとえ堺が没イデオロギーの都市だとしましても，やはり幕府の目も光っていたことでしょう。同一の筆者が別名で出版することだって有り得ることです。しかも，『圓法四巻記』の書き出しの「九九の起こり」は『新刊算法起』と同じです。また最後の大砲の重量計算など，他の和算書に見られない，兵站基地の堺の特徴がよく出た内容の問題が取り上げられています。しかも，『圓法四巻記』の第三巻には，ところどころ「起こり」と題する記述 (例えば「田の起こり」「寸尺の起こり」「平坪の法の起こり」「一一二五の起こり」「一四一四二の起こり」「三角の起こり」「六角の起こり」「桝の起こり」) と題する記述があります。また『新刊算法起』には大数の名称の由来が書かれていますが，小数の名称の由来が書かれていません。それが『圓法四巻記』には書かれています。このことは先の著作で書き落としたものを補足したとも考えられます。しかし，『圓法四巻記』の出版元が「江戸油町　板木屋市兵衛開板」と書かれていることは，田原＝初坂　説を否定する有力な根拠になるでしょう。

『新刊算法起』の行基の出生についての記事は正しくありません。行基は白鳳8年 (668年) 当時は河内の国に属していました大鳥郡の蜂田郷に生まれ，15才のときに出家し，修行の末36才のとき自分の生家を家原寺 (えばらじ) に作り替え，そこを基点として民間に布教していったのでした。なお，堺市博物館の行基菩薩像の記事によりますと，行基は高志氏蜂田連の生まれとありますから，奥村邦具の『算法演段拾遺』の序文を書いた高志利甫の先祖なのかも知れません。

［参考文献］

『円法四巻記』(大竹茂雄・大山誠校注；研成社，『江戸初期和算選書』の第四巻の1分冊，1994年)
平山　諦『和算の誕生』(恒星社厚生閣，1993年)

(7)

田原嘉明の『**新刊算法起**』がキリシタンの影響を受けている事例として，平山諦は下巻の「第十八　目録算」を挙げています。

「第二のかきぬきに，平坪三百十六坪有るを，長よこのかしら一けたちがへ，二けたよりは同寸尺に割りはまつ。右に三百十六坪と置き，長四十六間七ぶ五り八も十五をもって割れば，よこ六間七ぶ五り八も十五と成る也。

第三の坪に，千超八十二坪半を長百超九間八ぶ五り四もを以て割れば，よこ九間超八ぶ五り四もと成る也。

第六の坪に，七百七十九坪四分有り，是を長七十間超九ぶ八り超四八四を以て割れば，十間九ぶ八り超四八四のよこと成る也。

「かきぬき」とはメモ帳のようなもので，そこに書かれていた計算の第二と第三と第六の例を田原は紹介したものでしょう。上の文章を現代記法で書きますと

(1)　$316 \div \underline{46.75815} = \underline{6.75815.}$

（2） $1082.5\div 109.\underline{854}=9.\underline{854}.$

（3） $779.4\div 70.\underline{980484}=10.\underline{980484}.$

となり，下線の部分が不思議と等しいのです。

「右の外にあまた有りとも，三ケ条かき申し候。此の割りは初心のがてんかましく候間，指南なさん人に御尋ね，尤もに候。何も法のしれざる分，三色可有候。下愚の身に精を失い申し候。右積算，うりかい算は記さず。今までの算記の注ともいふべきものなり。

右三ケ条は目録割という。またしゃうこさん（証拠算）ともいふ也。」

この算法は

$$316=46.75815\times 6.75815=(40+6.75815)\times 6.75815$$

と逆算され，下線部分は

$$316=(40+x)x$$

つまり，2次方程式

$$x^2+40x-316=0$$

の解

$$x=-20+\sqrt{20^2+316}=-20+\sqrt{716}$$
$$=-20+26.7581763=6.7581763$$

となります。他の二つは

$$1082.5=(100+x)x$$
$$779.4=(70+x)(10+x)$$

を解けば得られます。

平山説によりますと，京都でイエズス会の宣教師**カルロ・スピノラ**（Carlo Spinola；1564～1612）が慶長9年（1604年）から慶長16年（1611年）まで8年間京都の天主堂アカデミアで数学を講じたといいます。そして毛利重能や吉田光由や百川治兵衛たちを教えたらしいというのです。そして田原嘉明も多分スピノラの講義を受けたのだろうとしています。スピノラは23才のとき，ローマで当時最高の数学者で，コレーギオ・ロマーノ（Collegio Romano）の教授だった**クラヴィウス**（Christoph Klau Clavius；1537～1612.2.6）について数学を勉強しています。コレーギオ・ロマーノは東洋に派遣する宣教師のために，数学や天文学を特に熱心に指導しました。スピノラは1602年（慶長7年）7月38才で来日，まず長崎に上陸，2年後に京都にやってきました。1606年12月3日付けの故国への書簡の中で

「数学は親密な雰囲気の中で，主だった殿方の中に，うまく取り入るのに非常に役立ちます。彼らはこの類いの科学を大いに好みます。それによって内裏も将軍様も，私の噂を聞き付けて，私を招待しました。布教にとって一番必要なことは，日本人に尊敬されることです。私が数学を学んでから，日本に来たことはよいことでした。当地に来る者は，もしも数学を知っていれば，尊敬されることでしょう

と述べています。ですから，スピノラが京都で数学を教えたことは確かなことです。その時分，吉田光由は7才から14才までスピノラについて勉強したようです。田原嘉明は30才前後，百川治兵衛は25才くらいでした。壮年期，人間として一番油の乗り切ったときに，百川も田原もスピノラから数学の教えを受けたとしますと，数学とキリスト教の教義とは直接結び付くものではありませんから，田原たちが西洋数学の痕跡を書き留めたとしても不思議ではありません。

スピノラは元和4年（1618年）長崎で捕らえられ，元和8年8月他の55人といっしょに焚刑に処せられました。世に云う元和の大殉教です。それにしましても，自国民が殺されて，スペインがよ

く黙っていたと思われます。戦争を仕掛けられても文句の言いようがない事態でした。

［参考文献］

平山　諦『和算の誕生』(恒星社厚生閣；1993年)
宮崎賢太郎「カルロ・スピノラの都・長崎より三書簡」(純心女子短大紀要21，1985年)

(8)

小川正意の授時暦研究の後，関孝和や建部賢弘たちが授時歴の研究をしますが，結局のところ授時歴が公暦として採用されることはありませんでした。貞享2年（1685年）から宣明歴が廃止され，安井春海（渋川春海；1639～1715）の作った貞享甲子暦が使用されるようになりました。安井春海は京都に生まれましたが，後に河内国渋川郡安井村（現在の中河内郡）の安井算哲の養子になりました。算哲は徳川家康の碁の相手を勤めましたので，春海も養父の死後，薙髪して春海と名乗り，碁方に入りました。秋冬は江戸で仕え，春夏は京都に住まい，江戸では和算，京都では暦法を学んだといいます。碁職のゆえ，位の高い人々に近づく機会が多く，徳川光圀，保科正之（会津藩主)，柳澤吉保の覚えがめでたかったといいます。1673年頃から人脈を使って改暦を進言し，自分の研究した暦を採用して貰うため，自分の作った『日本長暦』(1650年）を伊勢神宮，賀茂神社，住吉神社藤森神社に奉納して，広く宣伝しようと試みました。このことは，当時の和算家たちの授時暦研究の結果を幕府の非公認にするため，また土御門家の権威を失墜させるのに，大いに有効でした。要するに春海は随分事前運動（根回し）と宣伝活動をしたようです。彼は極めて政治的に動きました。春海が死ぬとすぐに将軍吉宗は建部賢弘を召し出し，暦の研究をさせようとしました。しかし慎重な建部は門弟の中根元圭（なかねもとかど，なかねもときよ）を推薦します。建部は純粋の科学研究が幕政に翻弄されるのを避けたかったのだと思います。しかし吉宗は茶坊主が嫌いだったのでしょう。西洋の暦術にも関心をもち，長崎から西川如見を召して，西洋暦術の研究を命じました。そのような動きから，建部も1718年には吉宗の要請にこたえて，吹上御苑に測午儀を建設しています。そして享保17年（1732年）吉宗は中根元圭に伊豆の下田と江戸の深川で日の出の時刻と南中の時刻の測定を命じ，貞享暦との差異を検じさせました。この事実からみても，吉宗は春海をあまり評価していなかったと思われます。ただ春海に連なる幕閣への配慮からか，春海生存中吉宗は改暦の動きを自制していたと思われます。このような事情で，来るべき改暦（宝暦甲戌暦，1745年）は西洋暦＋関流暦術によって主導され，小川正意が苦労して発掘した授時暦へ戻ることはありませんでした。

(9)

「灯台もと暗し」という譬えがありますが，この研究においてもまさしくそうでした。友人の岸吉堯君が，昨年（1998年12月26日）私に大阪府立岸和田高校に和算書のコレクションがあるという情報を教えてくれました。岸和田藩士に和算を勉強する人がかなりいたことが分かっていますから，岸和田地域で散逸の恐れのあった和算書を当時の最高学府でした岸和田高校（旧制中学）に寄贈した方がおられたのでしょう。このコレクションは貴重です。それにしましても，この共同研究が始まって既に4年の年月が経過していますが，この情報すら地元から得られず，大阪府に縁もゆかりもない人から寄せられたという点で，現在の泉州の人々の関心が文化以外のことにだけあるのではないかと，いささか気になるところです。今後はわざわざ東北大学まで出掛けなくても，岸和田高校の和算文庫を活用すれば，さらに「泉州の和算家」について，いろいろなことが分かると思います。好学の士がこの後の研究を引き継いで下さることを願うこと切なるものがあります。