

情報教育の視点から見た和算に関する考察

菊地 章*, 井出健治**

学校教育においては、情報教育と数学教育が併行して行われている。これを情報教育の視点、特に背景としての計算機器変遷の視点から見た際には、情報と数学を融合した系統的な考察が可能となる。本論文では、情報機器変遷の視点から情報教育を検討し、それらの中での和算の位置付けを明確にする。このとき、算木と算盤ならびに珠算の計算への利用を関連させ、和算の中での数値の計算から図形の扱いへと視点を広げ、江戸時代に図形の問題を扱った算額について例示を含めて考察する。さらには学校教育における数学教育と情報教育の関連性についても考察する。

[キーワード: 情報教育, 計算機器, 和算, 算木, 算盤, 珠算, 藁算, 算額]

1. はじめに

日本における情報教育は、まず高等教育において1970年から開始された[1]。ただ、後期中等教育での情報専門教育の普及は高等教育での情報教育の開始から3年後から開始され比較的順調に進んだものの、義務教育段階や後期中等教育の普通教育へ情報教育が浸透するにはさらに20年から30年近くの歳月がかかった。現在では中学校技術分野における「技術とものづくり」と「情報とコンピュータ」、ならびに高等学校専門学科での「情報」ならびに普通教科情報での「情報A」、「情報B」、「情報C」教育が行われている。現在検討が進められている学習指導要領の改訂は平成19年度末には完了する予定であり、中学校では技術分野に「情報」内容が、高等学校では普通教科情報の中に「情報と社会」と「情報の科学」の科目が構成され、情報教育内容がこれまで以上に深化する見通しとなっている[2]。

これまでの学校教育では、情報教育と数学教育は別の内容として議論される傾向があった。学習指導要領の一部分には数学の学習内容に計算やコンピュータの考え方が含まれており、本来は互いに関連させて学習した方がよい部分もあると思われるが、数学の学習内容ではコンピュータそのものを前面に出さないのが現状である。

数学教育とその歴史に注目すると、我が国で江戸時代の鎖国制度の中で外国との文化交流なしに独自に発展した和算(わさん)[3]-[10]が重要となる。元々の考え方は中国から伝わってきており、算木(さんぎ)や算盤(さんばん)[11],[12]ならびに珠算(そろばん)[13]は日本国内に広く普及した。これに加え、日本では算額(さんがく)[14],[15]が普及し、関孝和に代表される和算家の各流派が競って新しい問題を算額として神社仏閣に奉納している。

和算の普及活動については、日本数学史学会[16]や日本数学会[17]が積極的に行っており、全国にある和算研

究会[18]も広く分布して活動している。また、算額[19],[20]についてはWeb上での普及活動も精力的に行われている。ただ残念なことに、日本の優れた成果にも関わらず、明治政府による西洋数学の全面採用のために、和算の成果が現在の学校教育にほとんど活かされていないのが現状である。一部ではあるが、近年になって徐々に和算を学校教育に取り入れる試みもなされるようになってきており[21]、今後の継続的な普及・啓発活動が必要と思われる。

これらの和算の歴史は、数学の歴史[22]-[24]、コンピュータにおける数学[25]ならびに情報機器の変遷[26]-[28]の立場から考察することができる。

現在の高度情報通信社会においては、インターネットを含む情報環境の発達と生活の中での利用が主体となり、それに関連した情報機器の操作も利用にあたって必要となる。その基本科学として情報科学があり、情報理論を始めとする数学的な背景の基で現在の社会が築かれている。一方、情報技術の観点から現在の社会を眺めると、先人たちが工夫し創造して築き上げたコンピュータを利用することで成り立っている。我々が生活の中で利用しているコンピュータは、インターネット利用を中心としたメールやWeb検索が主であるが、半世紀前では計算そのものを目的とする自動機械として考案されてきた。19世紀後半では電子的な機械として変化を遂げてきたが、それ以前の19世紀中期では電気的なスイッチによる機械、さらには17世紀から19世紀にかけては手作業で回転させる機械式計算器の時代があった。

情報科学技術全体から見ても、現在のコンピュータ利用では、その背景にチャールズバベッジが1834年頃考案した解析機関の概念があり、またジョンネイピアが1617年に発表した補数を利用した棒計算術の概念がある。棒計算術ではプラヌデスが紹介した格子掛算が利用されており、時代を遡ればこれらはギリシアやインドさらにはローマ時代での数学や道具の発達に起因する。また、ロー

* 鳴門教育大学 生活・健康系(技術)教育講座

** 鳴門教育大学 大学院(修士課程)教科・領域教育専攻 生活・健康系コース(技術・工業・情報)

マ時代では紀元前に溝そろばんが利用されており、これが中国でさらに発展し、シルクロードを介して日本に導入されている。また、インド等で発達した数学は、中国での進化し、さらには日本に伝わり、これに図形を含めて日本独自の算額奉納の慣習が広まった。

数学の歴史において、図形を伴う理論的な発達では、砲弾の火薬の量の計算や大洋での航海のために、角度を扱う計算が発達した。そのため、三角関数を計算するための定規形式の道具の発達や三角関数表の高精度化が促進され、引いては航海術の発達に至った。このように、数学において計算と道具の発達は一体化しており、情報教育の中で体系化して取り扱うことが可能である。

本論文では、情報教育の中に和算の考えを入れることを提案し、特に図形を扱う算額に焦点を当てて、学校教育の中での教材や学習材としての可能性を探る。

2. 学校教育における数学史と技術史

初等・中等教育における教育・学習内容は文部科学省学習指導要領から大幅に逸脱することはできない。そのため学習指導要領に照らしながら情報ならびに数学の歴史をどのように扱えば良いかについて考察する必要がある。

まず、高等学校の数学においては、「数学基礎」科目の目標に人間との関わりを見ることができる。

数学と人間とのかかわりや、社会生活において数学が果たしている役割について理解させ、数学に対する興味・関心を高めるとともに、数学的な見方や考え方のよさを認識し数学を活用する態度を育てる。

中学校においては、技術・家庭の技術分野の「技術とものづくり」内容に次の項目が記されている。

(1) 生活や産業の中で技術の果たしている役割について、次の事項を指導する。

ア 技術が生活の向上や産業の発展に果たしている役割について考えること。

さらには、「内容の取扱い」の中で、次の規定がある。

(2) 内容の「B 情報とコンピュータ」については、次のとおり取り扱うものとする。

ア (1)のアについては、身近な事例を通して情報手段の発展についても簡単に扱うこと。

一方、高等学校普通教科情報では、「情報B」科目に技術と社会との関連が規定されている。

(4) 情報社会を支える情報技術

ウ 情報技術の進展が社会に及ぼす影響

情報技術の進展が社会に及ぼす影響を認識させ、情報技術を社会の発展に役立てようとする心構えについて考えさせる。

これらのように、数学、技術、情報については情報科

学ならびに情報技術と関連した内容が含まれているが、高等学校専門学科情報においても「情報産業と社会」科目に情報産業との関わりについて記載している。

1 目標

情報産業と社会とのかかわりについての基本的な知識を習得させ、情報への興味や関心を高めるとともに、情報に関する広い視野を養い、創造する力を伸ばし、社会の発展を図る能力と態度を育てる。

これらに加えて歴史的な事項を扱う社会科では、小学校の第3学年及び第4学年で「産業などの発展に尽くした先人」が扱われ、第5学年では「我が国の産業の発展」が、第6学年では「科学の発展」についての項目がある。同様に中学校の社会では、歴史的分野で「経済や科学技術の急速な発展」を意識させ、公民的分野で「科学技術の発展や経済成長」と「情報化の進展などが社会生活に与えた影響」に気付かせることになっている。

一方、数学教育の中では「図形」が次のように扱われている。小学校においては、第1学年では「身近な立体」、第2学年と第3学年では「ものの形」、第4学年では「基本的な図形」、第5学年では「基本的な平面図形」、第6学年では「基本的な立体図形」が扱われている。また、中学校においては、第1学年では「平面図形についての理解」、第2学年では「基本的な平面図形の性質」、第3学年では「図形の論理的な考察」が扱われている。さらに、高等学校においては、「数学I」での「図形の計量の基本」、 「数学II」での「基本的な平面図形の性質や関係」、 「数学A」での「図形の見方を豊かにする」、 「数学B」では「基本的な図形の性質や関係をベクトルを用いて表現する」が扱われており、数学全般で扱われている。

このように、学習指導要領の中で図形については数学全般で扱われているが、情報ならびに数学史の扱いについては複数の教科・科目で部分的に取り扱われているのみである。情報ならびに数学に関わる歴史は学習の主目的とはならず、学習を進めるための背景的な理解の位置付けとなる。現在の高度情報通信社会における情報環境理解のために、数学史における道具や図形の扱いを教材化するための準備として、次節以降では数学史について考察する。

3. 数学史における道具と図形の扱い

数学史における幾何学として有名なのは、紀元前3世紀頃のギリシア数学を代表する「ユークリッド原論」であろう。この中には平面図形、面積、円、立体等について記載されている。また、古代バビロニアでは紀元前500年頃のピタゴラスの定理を1000前から利用していたといわれている[22]。さらには円形図形としても扱われる暦の歴史も古代マヤで紀元前1世紀頃から利用されていた

とされ、初期のバビロニアや古代ギリシアでは太陽中心の惑星運動も考えられていた。

中国においては、紀元前後の漢代に編纂された「周脾算経」と「九章算術」にピタゴラスの定理が記載されており、長期にわたって影響を与えた。中国よりも早く数学が発展したのはインドである。特に図形においては、宗教上祭壇の配置が厳格なために紐を使って図形を形作るための「シュルバーストラ」が紀元前 800~600 年に記されている。

幾何の問題を代数で解こうとの試みはアラビア数学には始まる。代数の歴史で影響力が大きいものは、アレクサンドリアのディオファントスが3世紀頃書いた「算術」が有名であり、数論の基となった。また、16世紀頃からは天体観測用の機器であるアストロラーベ、測量機器の四分儀、三角定規、コンパス、目標物の高度と方位を測るための経緯儀等の道具が広く用いられるようになった。このように発達してきた数学に関連する道具は数学教育の中で徐々に教材化が進められている[29]。

4. 日本における計算の発達

日本においては和算が高度に発達した。その中で、元々は欧州で発達した格子掛算が中国で発達し、日本でも利用された。また、中国の数学書を介して日本に伝来して江戸時代に広く使われた算木・算盤もある。我々が今日も使用している珠算もある。算額は図形問題等の作問を神社仏閣に奉納して公表し、数学流派は互いに競っていた。さらには、沖縄・八重山地方には記録文化としての独特の風習があり、藁算（わらざん、わらさん、ばらさん、さんみんさん）が近年まで利用されていた。

これらの中で、算木・算盤を用いて江戸時代にすでに行列計算が行われていることは特筆に値する。

算木の配置は偶数桁と奇数桁に応じて表現を変える方法が採られ、仏教用語に由来した4桁表現の単位が用いられている。これは、サラミスのアバカスに代表されるギリシア時代の線そろばんで利用された視覚的な桁決めにより便利に3桁区切りと異なっている。このため、明治政府による西洋数学の導入が社会の中で流通している4桁区切りと数値表記での3桁区切りを混在させ、数値発音と表記のアンバランスが現在も続いている。

算木と算盤の利用は、1854年（嘉永7年）に刊行された算法通書[30]が参考となる。これを教材化して、234+12を計算したのが図2から図5である。末桁から加算を行い、計算が終わった算木は取り去り、最終的に中央行に結果の値 246 が残る。

なお、欧米人は九九の暗算が不得意であると言われており、それが故に減算を不要とする補数の発明が起こったが、中国・日本においては加減算を暗算で行い、九九

表を利用するため、算木・算盤を用いて四則演算すべてが可能となる。さらには前述のように行列計算も行われており、現在クラーメルの解法として知られている連立方程式の解も算木・算盤によって計算されていた。

圖之盤算

千	百	十	億	千	百	十	万	千	百	十	一	分	釐	毫	商	實	法	廉	乘	乘	乘	乘	乘

図1 算法通書記載の算盤[26]

千	百	十	一	分
	二	三	三	
			一	二

図2 算盤教材での事例 (234+12)

千	百	十	一	分
	二	三		
			丁	
			一	

図3 算盤教材での事例 (一の桁の計算: 4+2)

千	百	十	一	分
	二			
		三	丁	

図4 算盤教材での事例 (十の桁の計算: 30+10)



図5 算盤教材での事例（百の桁の計算：200+0）

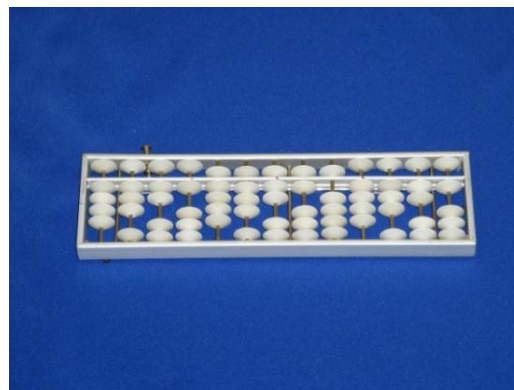


図8 現在中国で使われている珠算

今日我々が利用している珠算は16世紀頃に中国から伝わってきたと言われている。

珠算は、当初中国から伝わってきた際には、図6に示すように、度量換算のための16進計算が可能な上2珠、下5珠の構造となっていた。導入当初は日本でも上2珠、下5珠の構造で利用していたが、図7に示すように、昭和の時代に上1珠、下4珠に改良され、図8に示すように、現在では中国に珠算の構造が逆輸入され、中国でも上1珠、下4珠の珠算が使用されている。なお、日本の学校教育では小学校の第3学年と第6学年で珠算が使用され、社会の中で珠算は広く認識されている。

算木・算盤や珠算は計算を目的とした道具であるが、沖縄・八重山地方では記録を目的とする道具である藁算[31]も近年まで利用されてきた。文字文化を持たない時代があったこの地方では、稲藁や植物を用いて穀物収穫や納税等の数を詳細に記録している。現物は、沖縄県竹富島の喜宝院・蒐集館、琉球大学図書館[32]、沖縄県立博物館、宮城教育大学図書館[33]などに残っている。

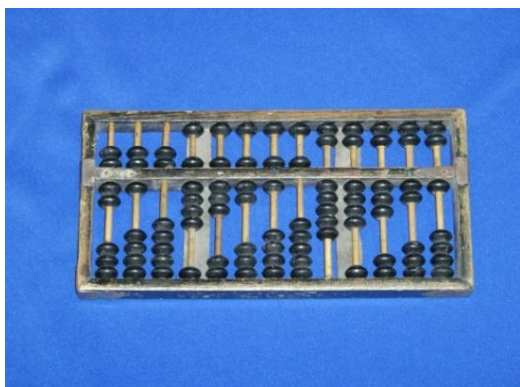


図6 以前中国で使われていた珠算



図9 沖縄県立博物館(栗田氏作品)の藁算



図7 現在日本で使われている珠算

5. 和算における算額

これまで計算ならびに記録に関わる内容を議論してきたが、日本の和算については図形の扱いも重要になっていった。各数学流派は新しい問題を導き、それを算額として神社仏閣に奉納した。これらの算額は文献[14]ならびにWeb[19]に詳しいが、その定期的な更新[20]として全国算額一覧が公表されている。これは、現存・復元物と文献調査結果に分けて公開されており、次のようになっている。

現存および復元の全国算額一覧としては、現在990面が調べられている。具体的には、青森県(4面)、岩手県(103面)、宮城県(48面)、秋田県(5面)、山形県(43面)、福島県(130面)、茨城県(21面)、栃木県(22面)、群馬県(80面)、埼玉県(93面)、千葉県(34面)、東京

都 (17 面), 神奈川県 (9 面), 山梨県 (6 面), 長野県 (60 面), 新潟県 (27 面), 富山県 (13 面), 石川県 (13 面), 福井県 (44 面), 岐阜県 (8 面), 静岡県 (7 面), 愛知県 (24 面), 三重県 (13 面), 滋賀県 (11 面), 京都府 (19 面), 大阪府 (14 面), 兵庫県 (34 面), 奈良県 (5 面), 和歌山県 (1 面), 岡山県 (26 面), 広島県 (4 面), 香川県 (7 面), 愛媛県 (34 面), 福岡県 (8 面), 長崎県 (2 面), 大分県 (1 面) となっている。

また, 文献および紛失した全国算額一覧としては, 現在 1749 面が調べられている。具体的には, 北海道 (6 面), 青森県 (6 面), 岩手県 (87 面), 宮城県 (81 面), 秋田県 (22 面), 山形県 (35 面), 福島県 (153 面), 茨城県 (36 面), 栃木県 (16 面), 群馬県 (89 面), 埼玉県 (62 面), 千葉県 (83 面), 東京都 (369 面), 神奈川県 (17 面), 山梨県 (3 面), 長野県 (58 面), 新潟県 (78 面), 富山県 (56 面), 石川県 (63 面), 福井県 (2 面), 岐阜県 (25 面), 静岡県 (33 面), 愛知県 (63 面), 三重県 (30 面), 滋賀県 (19 面), 京都府 (31 面), 大阪府 (47 面), 兵庫県 (50 面), 奈良県 (1 面), 和歌山県 (3 面), 鳥取県 (1 面), 島根県 (3 面), 岡山県 (34 面), 広島県 (8 面), 山口県 (7 面), 香川県 (12 面), 愛媛県 (4 面), 福岡県 (18 面), 長崎県 (16 面), 熊本県 (1 面), 大分県 (2 面), 宮崎県 (1 面), 不明 (18 面) がある。

これらの中で, 東京都渋谷区にある金王八幡宮を調査した。その詳細を次節で示す。

6. 算額の事例

6.1 金王八幡宮について

金王八幡宮は川崎基家が寛治6年(1092年)に創設し, 図10に示す現在の社殿は徳川家光の守役の青山忠俊が乳母の春日局とともに慶長17年(1613年)に造営を開始したもので, 江戸初期の建築様式を留めている。図11に示す門は江戸中期に建立され, 何度かの修理を経て今日に至っている。



図10 金王八幡宮(渋谷)の社殿



図11 金王八幡宮(渋谷)の鳥居と門



図12 金王八幡宮大祭(2007年9月16日)

この神社には算額が3枚奉納され, 風輦神輿庫に保管されており, 金王八幡宮大祭の際に一般に公開される。大祭は毎年敬老の日の近くの土日に開催され, 2007年は9月15~16日に公開された。その様子を図12に示す。以下では, 奉納されている3面の算額を分析する。

6.2 算額問題事例(その1)

嘉永3年(1850年)に海老澤惣右衛門正泰によって奉納されたもので, 和算流派関流の水埜興七郎正衛門人である。これは数列の問題の算額で, 中国の天文学や占星術で利用されていた二十八宿(にじゅうはっしゅう)の名称を用いて問題が作られている。その算額を図13に示す。



図13 嘉永3年の算額

算額問題原文

今有如圓宿名一十五球
只云角亢二球周寸相併
一十六寸又云心尾箕三
球周寸相併三十寸重云
虛危室壁奎五球周寸相
併六十三寸問角球周寸
幾何

答曰七寸七分六厘三毛三糸
二忽一微有奇
(途中略)

關流 水塾興七郎正衛門人
中渋谷村

嘉永三年 戊 五月吉日 海老澤惣右衛門正泰

算額問題文の意味

図に示しているように、二十八宿の名前から取った15宿の名を付けた球(円)がある。角と亢の周の和が16寸、心と尾と箕の3球(円)の周の和が30寸である。さらに、虚と危と室と壁と奎の周の和が63寸である。角の球(円)の周を求めよ。

答は7寸7分6厘3毛3糸2忽1微と残りは微少数(7.763321...)である。

算額問題の解法

この問題は次のようにして解くことができる。まず、現代風に図面を描くと図14のようになる。

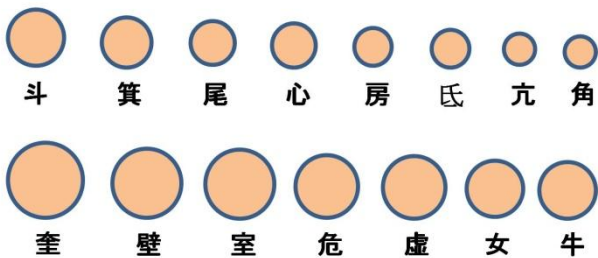


図14 嘉永3年の算額問題

問題文の数列を a_n とすると、条件より次の連立方程式が成立する。

$$a_1 + a_2 = 16$$

$$a_5 + a_6 + a_7 = 30$$

$$a_{11} + a_{12} + a_{13} + a_{14} + a_{15} = 63$$

これを満たす数列の構造として次の一般項を想定する。

$$a_n = p n^2 + q n + r$$

条件より、

$$p = -\frac{69}{10960}, \quad q = \frac{1079}{2192}, \quad r = \frac{997}{137}$$

が導かれる。

これを行列方程式で解くと、

$$\begin{bmatrix} p \\ q \\ r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5 & 3 & 3 \\ 110 & 18 & 3 \\ 855 & 65 & 5 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 16 \\ 30 \\ 63 \end{bmatrix}$$

となる。求めたい角の球(円)の周 a_1 は、

$$a_1 = -\frac{69}{10960} + \frac{1079}{2192} + \frac{997}{137}$$

または

$$a_1 = [1 \quad 1 \quad 1] \begin{bmatrix} p \\ q \\ r \end{bmatrix}$$

として求められ、最終的に次の結果が得られる。

$$a_1 = 7.763321 \dots$$

6.3 算額問題事例(その2)

図15は元治元年(1864年)に貞則の名で奉納された算額である。形状は扇方で、一般の長方形とは異なり、特徴的である。問題は、大中小の3円のうちの中円の直径が与えられた際の大円の直径を求める問題である。



図15 元治元年の算額

算額問題原文

如图 中円径九寸

小円径四寸

大円径幾何問

答 三十六寸

術曰置中圓径除小円径

開平方内減一箇自之以

除中圓径得大圓径合問

關流

水野興七郎門人

野口富太郎

源

貞則

元治元 甲 子年十一月吉日

算額問題文の意味

図に示しているように、中円の直径が9寸、小円の直径が4寸であるとき、大円の直径を求めよ。
答えは36寸である。

算額問題の解法

現代表現で問題の図を表わすと図16のようになる。

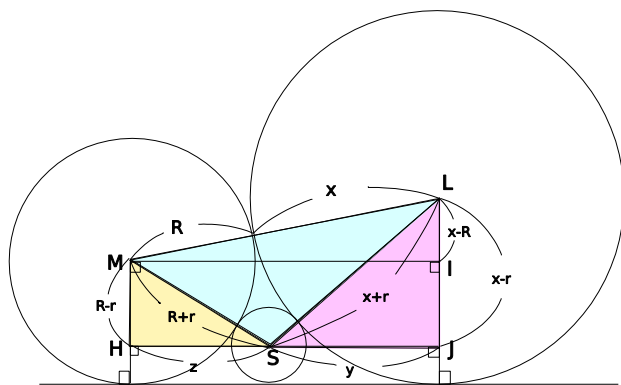


図16 元治元年の算額問題

大円の半径を x 、中円の半径を R 、小円の半径を r とする。 $\triangle MHS$ において、ピタゴラスの定理より次式が成立する。

$$(R+r)^2 = (R-r)^2 + z^2$$

$\triangle LSJ$ において、同様に次式が成立する。

$$(x+r)^2 = (x-r)^2 + y^2$$

$\triangle LMI$ において、同様に次式が成立する。

$$(x+R)^2 = (x-R)^2 + (y+z)^2$$

ここで、中円と小円の半径を問題文が指定する直径を利用して、 $R = 9/2$ 、 $r = 4/2$ とすると、最初の式を利用して次の関係が求まる。

$$\left(\frac{13}{2}\right)^2 = \left(\frac{5}{2}\right)^2 + z^2$$

$z > 0$ の条件より、 $z = 6$ が求まる。これを順次代入して、次の連立方程式が求まる。

$$(x+2)^2 = (x-2)^2 + y^2$$

$$\left(x + \frac{9}{2}\right)^2 = \left(x - \frac{9}{2}\right)^2 + (y+6)^2$$

これより、 $y = 12$ 、 $x = 18$ となり、求める大円の直径は、 $2x$ の値である36として求まる。

6.4 算額問題事例 (その3)

図17は安政6年(1859年)に四国の伊予西条藩の山本庸三郎貴隆によって選ばれた問題である。西条藩の屋敷が金王八幡宮の近くにあったため奉納されたと考えられている。なお、この事例は図16に示すように3題含ま

れているが、文字が判別し難いため、解読できた一番最初(右側)の問題のみ考察する。



図17 安政6年の算額

算額問題原文

今有如図交畫大員一个中
員二个而其罅容小員六个大
員径五百九十三寸問中
員径幾何
答曰中員径四百六十三寸有奇
術曰置一十七个平方開
之内減一个餘乘大径四除之得中径合問
(3問中後半2問は略)

關流宗統六博
御粥安本門人
西條藩 山本庸三郎貴隆撰
安政六年己未四月

算額問題文の意味

図に示しているように、交差した大円1個と中円2個があり、その隙間に納まるように小円6個を内接させる。大円の直径が593寸であるとき、中円の直径を求めよ。答である中円の直径は、463寸と残りは微少数である。

算額問題の解法

現代表現で問題の図を表わすと図18のようになる。

大円の半径を R 、中円の半径を x 、小円の半径を r とする。また、作業用の値 y を図のように設定する。

$\triangle MLS$ において、次の関係が成立する。

$$(x+r)^2 = (R-r)^2 + x^2$$

また、 $\triangle HMS'$ において、同様に次の関係が成立する。

$$(x-r)^2 = r^2 + y^2$$

さらに、 $\triangle HLS'$ において、同様な関係が成立する。

$$(R+r)^2 = r^2 + (x+y)^2$$

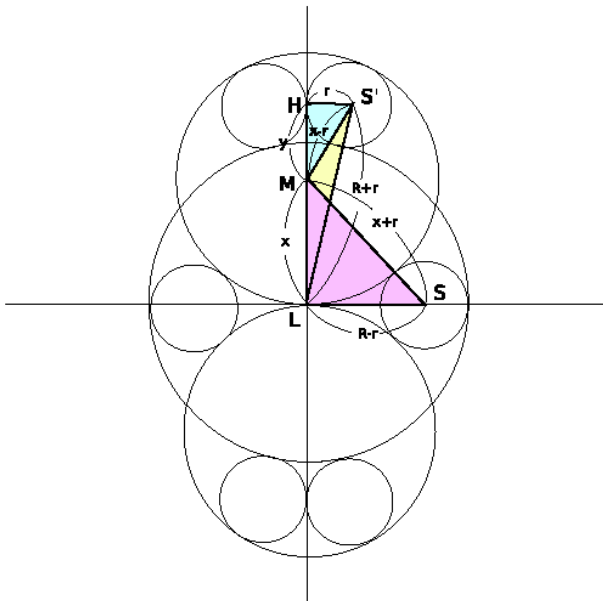


図 18 安政 6 年の算額問題

この R , x , r の連立方程式から、問題文にある $R = 593/2$ の条件と半径が正である条件より、目的の中円の直径 $2x$ を求めることができる。

第 2 式から長さが正の条件として得られる

$$y = \sqrt{x^2 - 2rx}$$

を、第 1 式と第 3 式に代入し、変形すると、次の x に関する 3 次方程式が得られる。

$$x^3 + 2Rx^2 - R^2x - R^3 = 0$$

これを解くことにより $x = 237.7745$ となり、直径としての $2x = 475.5491$ により目的の解である中円の直径が得られる。

なお、和算での 3 次方程式の解法については、11 世紀に中国の賈憲が「皇帝九章算法細草」の中で著した「増乗開方法」[24] が利用された。この方法は、算盤の下の段から方程式の係数を順に配置し、解の上位桁の近似解 α_1 を利用して順次 $x_{i+1} = (x_i - \alpha_1)$ の因子として方程式を書き変えながら計算する方法となっている。さらに、現在ホーナー法として知られている次式の掛算回数削減方法も使用された。

$$x^3 + 2Rx^2 - R^2x - R^3 = x(x(x + 2R) - R^2) - R^3$$

今日のコンピュータ利用が可能な環境では、手間のかかる増乗開方法や 3 次方程式の解法として有名なカルダノの方法はほとんど利用されず、一般には二分法、勾配法、ニュートンラフソン法等の各種反復法によって解が求められる。ただ、コンピュータを利用できない江戸時代の和算での手計算解法は大変なものであったと想像できる。

実際、この算額に記載されている解は $463 +$ 小数点以下の端数となっており、手計算による当時の計

算精度の限界となっていることが分かる。このように、算額の問題では代数的に簡単に解けない問題が数多くあり、当時の苦労を偲ぶことができる。

7. 情報教育における和算の位置付け

これまで考察したように、情報教育を目的としながら情報機器変遷の視点から我が国の和算、特に算木・算盤と算額を調べると、まずコンピュータ利用の元々の目的である計算のための道具の位置付けを考察することができ、アジア圏でも種々の計算のための道具が開発・発展してきたことが分かる。さらには、数値の計算を目的とするのみでなく、現在のコンピュータグラフィックスに関連する図形的な処理も和算においては神社仏閣への算額の奉納として広まっており、この日本独特の数学文化を形成したことは世界に誇るべきである。現在のコンピュータは、文字・数値の処理によって当初の計算を目的とした利用から電子メール等の利用へと発展している。さらには、画像等を併用することで、各種マルチメディア利用へも拡張されている。今後はエキスパートシステムを始めとする知的処理機能がさらに高度化することが予想され、4 色問題のようにコンピュータを利用した図形的問題の解決は数多く試みられると想像される。また、その基礎として、江戸時代に発展した和算の中での算額を中心とした図形問題へもコンピュータ利用が進むことが期待される。今後の学校教育の中ではコンピュータ教育ならびに情報環境教育の基盤として文字、数値、画像、さらには図形を含めた処理の基礎的部分の発展経緯を把握させる必要がある。加えて、これらの和算に関わる歴史とコンピュータならびにそれ以前の情報機器に関わる歴史を融合させることにより、大局的な視点から今日の情報環境利用の根源に至る教育・学習内容を学校教育の中で形作ることが可能となる。

8. まとめ

本論文においては情報機器変遷に関わる内容のうち、数学と関連する内容に絞って議論し、特に日本の和算ならびに算額との関連性について検討した。これまで算木・算盤ならびに珠算についての考察は行われていたが、これを算額との関連まで広げ、情報教育における情報機器等の変遷に関わる視点から情報教養としての内容充実を図ることが可能となった。具体的な学校教育の中での教具や教材の開発は今後の問題として残されたが、数学教育の中の一部として教材化されている和算の内容を情報教育全体の中で体系的に網羅できる素地が完成した。全国的に和算を取り入れた情報教育実践の広がりを期待したい。

参考文献

- [1] シリプグリキラム, 菊地章: 情報教育の国際比較, 鳴門教育大学情報教育ジャーナル, 2 巻, pp. 31-39, 2005
- [2] 文部科学省: 教育課程部会におけるこれまでの審議のまとめ, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/siryu/001/07110606/001.pdf
- [3] 佐藤健一他: 和算史年表, 増補版, 東洋書店, 2006
- [4] 平山諦: 和算史上の人々, 富士短期大学出版部, 1965
- [5] 下平和夫: 和算の歴史 (上)・(下), 富士短期大学出版部, 1970
- [6] 大矢真一: 和算入門, 日本評論社, 1987
- [7] 佐藤健一: 『塵劫記』初版本—影印、現代文字、そして現代語訳—, 研成社, 2005
- [8] 西田知己: 『塵劫記』にまなぶ, 研成社, 2005
- [9] 和算研究所: 和國智恵較, NPO 法人和算を普及する会, 2006
- [10] 佐藤健一他: 和算用語集, 研成社, 2005
- [11] 内山昭: 計算機歴史物語, 岩波新書, 1983
- [12] 戸谷清一: 計算と計算機器の歴史, 富士短期大学出版部, 1972
- [13] 竹内乙彦: 図説 そろばん, 共立出版, 1989
- [14] 佐藤健一他: 算額道場, 研成社, 2002
- [15] 深川英俊: 例題で知る日本の数学と算額, 森北出版, 1998
- [16] 日本数学史学: http://www.wasan.jp/math_indexj.html
- [17] 日本数学会: <http://wwwsoc.nii.ac.jp/msj6/>
- [18] 全国和算研究会一覧: <http://www.wasan.jp/kenkyukai.html>
- [19] 和算の館: <http://www.wasan.jp/index.html>
- [20] 深川英俊: 現存および復元の算額一覧, 森北出版, 1998
<http://www.morikita.co.jp/soft/0164/genzon.pdf>
<http://www.morikita.co.jp/soft/0164/bunken.pdf>
<http://www.morikita.co.jp/soft/0164/errata.pdf>
- [21] 牧下英世: 数学史を取り入れた授業実践—算額の教材化と総合的な学習—, 筑波大学附属駒場論集, 第 40 集, pp.147-171, 2000
- [22] Richard Mankiewicz (植松訳): 世界の数学の歴史, 東洋書林, 2002
- [23] 彌永昌吉, 佐藤俊太郎, 佐藤徹: 数学の歴史 I, ギリシャの数学, 共立出版, 1979
- [24] 銭宝琮 (川原秀城訳): 中国数学史, みすず書房, 1990
- [25] Graham Knuth Patashnik (有澤, 安村, 萩野, 石畑訳): コンピュータの数学, 共立出版, 1993
- [26] Michael R. William: History of Computing Technology, IEEE Computer Society Press, 1997
- [27] D. Price: A History of Calculating Machines, IEEE, IEEE Micro, pp. 22-52, 1984
- [28] 菊地章, 井上淳一: 情報技術教育の観点から見た情報機器の変遷, 日本産業技術教育学会, 43 巻, 1 号, pp. 53-60, 2001
- [29] 道具にみる数学文化展示室: http://math-info.criced.tsukuba.ac.jp/museum/Mathematics_tools
- [30] 東北大学図書館: 算法通書, <http://www2.library.tohoku.ac.jp/wasan/wsn-smnl.php?id=005505&cls=1&km=1&v=1>
- [31] 栗田 文子: 算一琉球王朝時代の数の記録法, 慶友社, 2005
- [32] 琉球大学資料館 (風樹館): 「算一」検索結果
<http://fujukan.lib.u-ryukyuu.ac.jp/ja/spec/fdetails.php?id=RUMF-HF-00017&lang=ja>
<http://fujukan.lib.u-ryukyuu.ac.jp/ja/spec/fdetails.php?id=RUMF-HF-00018&lang=ja>
<http://fujukan.lib.u-ryukyuu.ac.jp/ja/spec/fdetails.php?id=RUMF-HF-00019&lang=ja>
<http://fujukan.lib.u-ryukyuu.ac.jp/ja/spec/fdetails.php?id=RUMF-HF-00020&lang=ja>
<http://fujukan.lib.u-ryukyuu.ac.jp/ja/spec/fdetails.php?id=RUMF-HF-00021&lang=ja>
- [33] 宮城教育大学図書館: 平成 18 年度図書館展示企画「歴史の中の教科書～算術・3 数と数学」
<http://www.lib.miyakyo-u.ac.jp/Outline/Activity/Project/H18Kikakuten/shokai.html>

正誤表

訂正箇所
p.40, 右段上から 2 行目 (鳴門教育大学情報教育ジャーナル, No.5, pp.35-43, 2008)
原文
$\begin{bmatrix} p \\ q \\ r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5 & 3 & 3 \\ 110 & 18 & 3 \\ 855 & 65 & 5 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 16 \\ 30 \\ 63 \end{bmatrix}$
訂正文
$\begin{bmatrix} p \\ q \\ r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5 & 3 & 2 \\ 110 & 18 & 3 \\ 855 & 65 & 5 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 16 \\ 30 \\ 63 \end{bmatrix}$