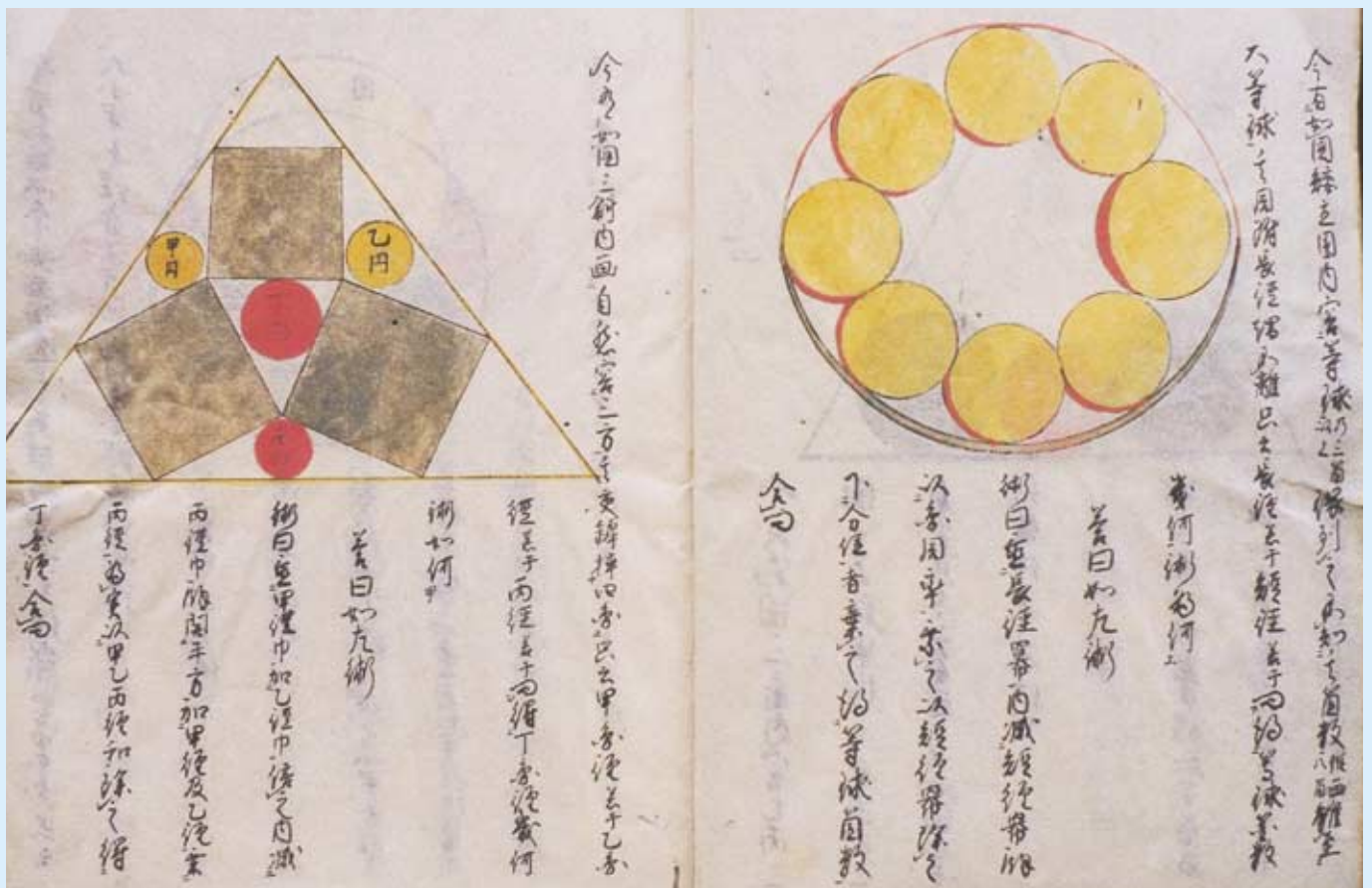


和算の時代



日本人の数学力を
たどる



平成15年度 京都大学附属図書館 公開企画展

主催：京都大学附属図書館・思文閣美術館

後援：朝日新聞社

表紙:(上) 継子立算 33.「早見塵劫記」より
(下) 94.「算図一策」

目次

ごあいさつ	2
まえがき	3
1. 「数」のある風景	4
1-1 数のかぞえかた	4
1-2 九九から始まる九九	5
1-3 算師たちの肖像	6
1-4 算木と計算	8
1-5 おそろしき算の道	10
1-6 「算」を知らねば「損」をする時代へ	11
2. 数学力の原点 32の塵劫記	13
2-1 塵劫記の原型	13
2-2 塵劫記大集合	15
3. 和算の誕生と発展	23
3-1 和算の誕生に大きな影響を与えた中国の数学書	24
3-2 「塵劫記」以降	25
3-3 和算の誕生	29
3-4 和算の発展	34
4. ひろがる和算の世界	40
4-1 和算を楽しむ	40
4-2 数学遊戯・児童書	42
4-3 測量術	43
4-4 航海術	47
4-5 岡島伊八	48
コラム：岡島伊八と三上義夫	49
5. 和算から洋算へ 佐藤文庫	51
5-1 関流の和算書	52
5-2 その他の和算書	55
5-3 球面三角法	57
5-4 洋算と関係する書物	59
5-5 測量術	61
5-6 砲術	63
5-7 佐藤文庫以外の洋算関係書	64
和算関連文献	67
数学 4000年の歩み（上野健爾）	68
和算関連年表	82
出品リスト	84
あとがき	86

ごあいさつ

京都大学附属図書館では、日常では接する事が出来ない貴重な所蔵資料の紹介を兼ね、毎年公開企画展を開催いたしております。

本年度は西洋の数学がまだ伝わっていなかった江戸時代に、日本で独自の発達を遂げた和算（数学）に焦点を当てた企画展「和算の時代 日本人の数学力をたどる」を思文閣美術館と共催で開催いたします。

鎖国をしていた江戸時代、西洋の影響をほとんど受けずに、日本固有の数学が発達しました。当時の日本の数学である和算は、田作りや水を引く土木工事、天体を観測して暦を決める暦法や、商売に欠かせないものであると同時に、実用と趣味を兼ね、庶民から殿様まであらゆる階層の人々が数学に親しみ、問題や答えを絵馬にして奉納する「算額」の習慣があり、数学を趣味としても楽しんでいました。

和算は、明治時代にヨーロッパの数学が輸入されると姿を消してしまいましたが、和算があったおかげで、ヨーロッパの科学技術を短期間の内に消化吸収することが出来たといわれています。そして今なお、和算の影響は日本の数学教育の種々の場面で色濃く残っており、私達はその恩恵を受けています。

今回の企画展では、「数」のある風景」「数学力の原点」「和算の誕生と発展」「ひろがる和算の世界」「和算から洋算へ」の5つの構成で分かりやすく解説を加えながら、江戸時代の日本人が数や図形とどのように関わってきたのかを、約150点の資料で明らかにしていきます。

なお今回の企画展を開催するにあたり、ご尽力、ご監修いただきました京都大学大学院理学研究科の上野健爾教授をはじめとする諸先生方、貴重な資料を快くご出品くださいました諸機関、ご協力いただいた関係各位に厚く御礼申し上げます。

2003年11月

京都大学附属図書館
館長 佐々木 丞平

思文閣美術館
館長 田中 周二

まえがき

和算といえば関孝和を思い浮かべられる方が多いと思います。関孝和によって中国数学を超えて真の和算の発展が始まりました。和算は同時代のヨーロッパの数学よりも進んだ成果もあげていますが、ヨーロッパの数学とは異なる方向へと歩みました。それは和算を愛好する人を大量に生み出したことです。学校数学でいやな思いをした人が大半の今日の日本では想像しにくいことかもしれませんが、江戸時代後期には全国津々浦々に和算を楽しむ人たちがいました。素晴らしい問題が解けたときには、問題とその答えを記した絵馬(算額)を神社仏閣に奉納しました。面白い問題が記された算額のうちわさは拡がり、それをヒントに新しい算額がつくられました。算額は今日の学術雑誌の役割を果たしました。このように、和算は専門家のまわりにたくさんの愛好家を抱えて発展していきました。

こうした和算の愛好者がたくさん生まれた背景には、数学の優れた入門書「塵劫記」の存在があります。「塵劫記」は寛永4年(1627)に角倉一族の吉田光由によって出版され、江戸時代を通してベストセラーでした。当時の日本は異文化のるつぼの中にあり、文化的にも活気がみなぎっていました。そうした時代背景をうけて誕生した「塵劫記」は、商人や職人が必要とする数学を網羅し、それを読めば必要な知識が身に付くように工夫されていました。それだけでなく、「塵劫記」は数学遊戯と呼ばれる面白い問題をたくさん含んでいました。「塵劫記」の読者の多くはこうした問題を解くことに夢中になり、さらに高度な和算の勉強をしました。たくさんの算額が奉納され、また、たくさんの和算書が書かれました。江戸時代の文化は和算を抜きにしては語ることはできません。

実は、日本人は万葉の時代から数遊びが得意でした。本展示では、日本人が数に興味を持ち始めた万葉の時代から千年以上にわたる日本の数学の歩みを、京都大学が所蔵する書籍を通して語ってもらうことを試みました。京都大学附属図書館には昭和2年(1927)に岡島伊八が寄贈した480冊近くの和算書と、佐藤文庫という特色ある和算書のコレクションがあります。岡島伊八寄贈書は塵劫記から明治期の和算書まで広い範囲にわたっています。佐藤文庫は福山藩の和算家であった佐藤則義の蔵書の多くを、曾孫の佐藤則之氏が昭和27年(1952)に附属図書館に寄贈されたもので、江戸後期から明治初期にかけて和算家がどのように洋算を学んだかを示す貴重な資料となっています。そのほか本学所蔵の貴重書を多数展示し、文化としての和算を楽しんでいただけるように努めました。

今回の展示には多くの方々の協力を得ました。佐藤文庫の重要性を指摘し、また佐藤則義に関する研究成果を本図録に自由に使うことを許可して下さった、山陽和算史研究会の藤井貞雄先生、算額のコピーや展示準備のための資料のコピーをくださった近畿数学史学会の吉田柳二先生、藤井康生先生、展示資料の選定や解説にアドバイスをくださった小川東先生(四日市大学)、小林龍彦先生(前橋工科大学)、深川英俊先生(春日井高等学校)に心からお礼申し上げます。また、貴重な資料を展示のために貸与された、日本学士院、和算研究所、御香宮神社、樟蔭高等学校のご好意に感謝します。

2003年11月

京都大学大学院理学研究科教授

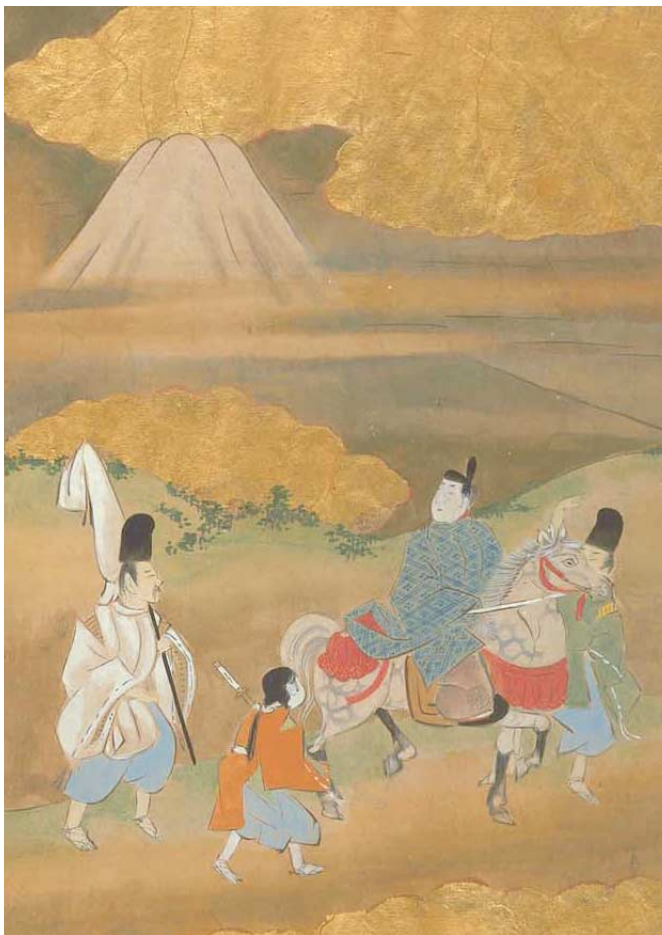
上野 健爾

1. 「数」のある風景

1-1 数のかぞえかた

現代の日本語には2通りの数のかぞえかた・数詞があります。漢字の伝来とともに普及した「イチ・ニ・サン・・・」という読み方と、日本古来の「ひとつ・ふたつ・みつつ・・・」というかぞえかたです。

「とお」から先のかぞえかたというのは、現代ではほとんどなじみがありませんが、「二十歳 = はたち」「晦日 = みそか」などのことばに、その姿をうかがうことができます。



1. 伊勢物語

2冊 写 28.2×23.2cm

京大附図 4-30/イ/1貴 955330

「東下り」として知られる第9段。東国へ向かう途中の男(在原業平)一行が、旅の途中で富士山を眺めている場面です。その富士山を「京都の比叡山を20個 (= はたち)ほど積み重ねたくらいの高さだ」と表現しています。実際には富士山は高さ3776mで、比叡山848mの約4.5倍ということになります。



2. 源氏物語

うつせみ 刊 紫式部著、山本春正編 慶安3年(1650) 26.9×18.8cm

京大附図 4-30/ケ/4貴 30153

光源氏が、空蝉・軒端萩の暮をのぞき見している場面。暮の勝ち負けが決まって、軒端萩が「とを、はた、みそ、よそ」と暮盤の目を数えているところです。伊予(愛媛)道後温泉の湯ぶねは数が非常に多いことで知られており、その数でもすらすらと数えられそうなくらいにきぱきとしている、と描かれています。軒端萩の父親の「伊予介」にもかけており、時折見せる紫式部のジョークの中でも抜群。

1-2 九九から始まる九九

現在、私たちが小学校で暗記する掛け算九九は、奈良時代には中国から日本に伝わって来ていました。随分昔からあることに、驚かれるのではないのでしょうか。

当時は現在と違い、「九九八十一」から逆順に読み始めていたようです。また、一般庶民誰もが暗記していたわけではなく、一部の知識階級の人々だけが知っていたようです。

3. 万葉集

巻6, 11, 13 写 [室町末期写] 30.0×21.0cm
京大附図：近衛 4 - 23/マ/2貴 1944853 - 1944872

「万葉集」は、日本最古の歌集です。成立年代ははっきりしませんが、奈良時代(700年代後半)と考えられています。

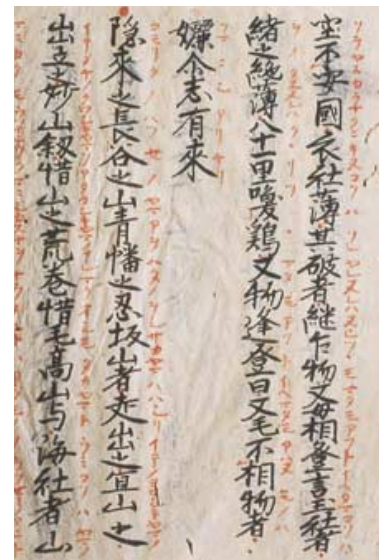
当時、漢字は輸入されていましたが、ひらがな・カタカナはまだ発明されていなかったため、万葉集の歌は、すべて漢字を用いて書き写されました。その主な方法としては、(1)漢字の訓読みと意味をそのまま使うもの(例:あきかぜ「秋風」)(2)漢字の音読みまたは訓読みの音を機械的に借りる、いわゆる「万葉がな」(例:こころ「己許呂」)などがありますが、中には、(3)「戯書」と呼ばれる、言葉遊び的なもの(例:「蜂音」と書いて、蜂の羽音から「ぶ」、「山上復有山」と書いて、字の形から「出(いで)」)もあります。この「戯書」による表現の中に、九九の数にちなんだ例があり、当時の日本ですでに九九が普及していたことが推測されます。

【上】朝狩に「十六(しし)踏み起し 夕狩りに

鳥踏み立てて 馬並めて み狩そ立たす 春の茂野に...
(「十六」「シシ十六」で「シシ」と読む)

【下】玉こそば 緒の絶えぬれば「八十一里喚鶏(くくりつつ)

またも合ふといへ またも逢はぬものは 妻にしありけり
(「八十一」「クク八十一」で「クク」と読む。「喚鶏」も戯書で、鶏を呼ぶ声で「ツツ」)

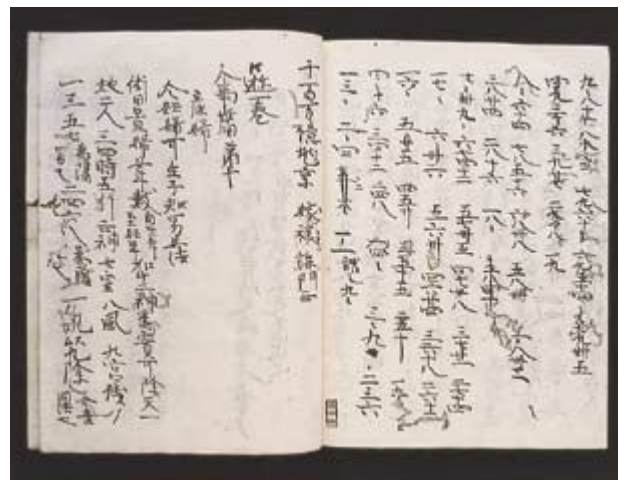


4. 口遊

1冊 刊 源為憲撰 文化4年(1807) 27.8×21.4cm
京大附図：近衛 10 - 03/ク/1貴 1115171

「口遊(くちずさみ)」は、平安時代・天禄元年(970)に源為憲が作った事典です。各方面の知識を暗誦しやすい短い句にして収め、簡単な説明を付けたもので、公家の子弟の教科書として使用されました。「雑事」という部門の最後に、日本で最も古いと言われる「九九」の表が掲載されています。

「九九八十一」から始まっているのが、現在と違うところです。この順番は江戸時代まで使われており、それで「九九」という呼び名が定着しているのです。



5. (参考) 拾芥抄

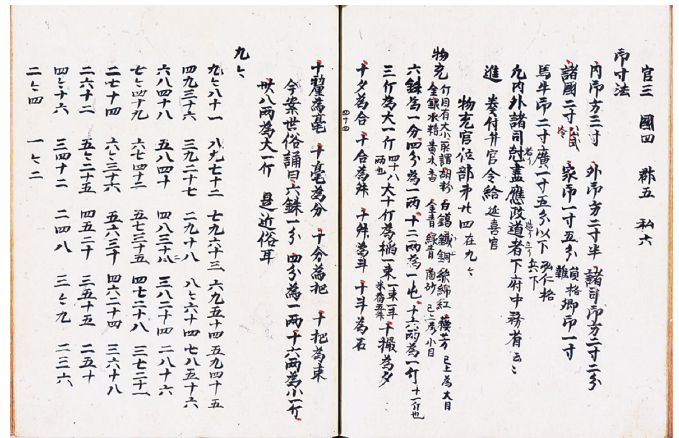
卷下 写 永正7年(1510)写

重要文化財、パネル展示のみ

京大附図：清家 5 - 17/シ/9貴 964403

「拾芥抄」は、前掲の「口遊」などに似た性格を持つ、中世の百科全書です。この中にも、「九九」の表が載せられています。京都大学所蔵の本書は、重要文化財に指定されています。上巻は清原枝賢、清原国賢筆、一部清原宣賢の筆跡も認められ、中巻は清原業賢筆、下巻は清原國賢筆の取り合わせ本です。

「四八三十八」と誤記されており、「八」が「二」に修正されているところがわかります。



6. 徳和歌後萬載集

巻3 写 文化3年(1806)写 23.4×17.0cm

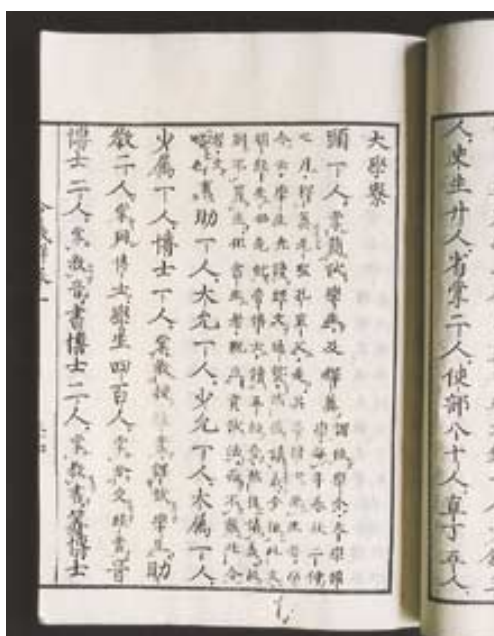
京大附図 4 - 25/ト/1 46940

「徳和歌後萬載集」は、四方赤良(よものあから)が、江戸時代の天明5年(1785)に編纂した狂歌集です。四方赤良は、大田南畝、あるいは蜀山人という号でも知られる狂歌師で、平安時代末期の和歌集「千載和歌集」をもじった「萬載狂歌集」を編纂したところ好評で、その続編として作ったのがこの「徳和歌後萬載集」です。

「九九」の語呂合わせは、江戸時代の狂歌の中で好んで使用されました。展示の歌の例では、十五夜の月を「三五十五」という語呂で表現しています。



1-3 算師たちの肖像



奈良時代から平安時代の頃は、数学は一つの特殊技能でした。数学に秀でた人は「博士」として位を与えられ、古代の大学で数学の教育も行いました。

7. 令義解

巻1 刊 寛政12年(1800) 26.4×19.1cm

京大附図 2 - 03/リ/2 23751

奈良時代・養老2年(718) 古代国家の法律である「養老律令」が編纂されましたが、そのオフィシャルな注釈書として、平安時代の天長10年(833)に完成したのが「令義解」です。この資料によると、「養老律令」で「大学」の制度が設けられ、「算博士(教官)2名を置き、「算生(学生)30名に算術を教えることが決められた、ということ。

日本における数学教育の始まり、と言えるでしょう。

8. 続日本紀

卷8 刊 明暦3年(1657) 26.4×18.5cm
京大附図 5-03/リ/1 8942

「続日本紀」は、「日本書紀」の後を受けて編纂された歴史書で、延暦16年(797)に完成しました。文武天皇の文武元年(697)から桓武天皇の延暦10年(791)の記事が編年体で記述されています。

この中で、奈良時代の養老5年(721)1月の記事として、『役人の中から、学業や技芸に優れ、人の模範とすべき者を挙げて、褒美を与え、後進を励ますこととしたい。』という詔が、元正天皇から出された。」ということが書かれています。ここで挙げられている人々の中に、「算術」の正六位上山口忌寸田主(たぬし)、正八位上悉斐(しひ)連三田次(みたすき)、正八位下私部(きさきべ)首石杖(いわむら) という3人の名前が見られます。3人とも、当時の算術や暦算の名家であったという記録が残っています。なお、この3人は、律令制で規定された官職としての「算博士」「算師」というわけではなく、「算術に優れているもの」ということのようにです。



9. 万葉集

卷5 写 [室町末期写] 30.0×21.0cm
京大附図:近衛 4-23/マ/2費 1944853 - 1944872

天平2年(730)、大宰帥(九州大宰府の長官)であった大伴旅人の邸で、梅の花見の宴会が催され、ここで大宰府の官人など32人が詠んだという歌が、「万葉集」の巻5に載っています。32首の歌の下には、それぞれ歌の作者の官職と氏名が記されており、身分の順番に歌が配列されているので、当時の官職制度を知るための貴重な史料となっています。

この中に、「春の野に鳴くやうぐいす馴付けむと我が家の園に梅が花咲く」という歌があり、作者「算師志氏大道(さんししじのおおみち)」という人物の名が見えます。大宰府の「算師」は、令制で正八位上に相当し、物数の計算をつかさどっていました。志氏大道は、「志紀連大道(しきのむらじおおみち)」という暦算家と推定されています。



10. 新猿楽記

1冊 写 宝暦4年(1754)写 22.4×15.4cm
京大附図 8-65/シ/5 84411

「新猿楽記」は、平安時代後期(1050年頃)に、藤原明衡によって書かれました。当時の芸能である「猿楽」を見物する一家に託して、庶民の風俗などを漢文体で描いています。

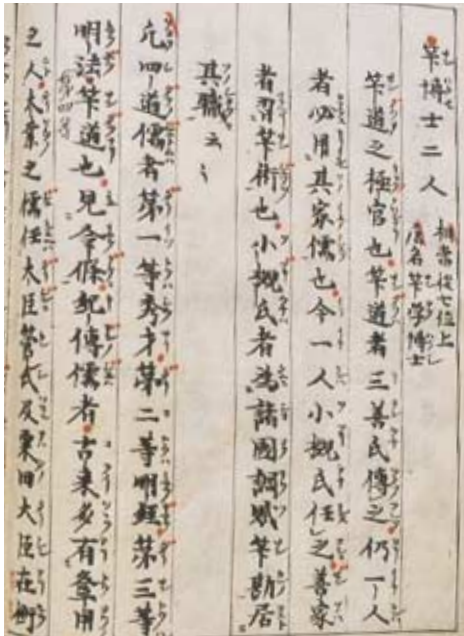
この中に登場する、「五ノ君ノ夫(右衛門尉の五番目の娘の夫)」という人物が、学問の秀才で、「紀伝・明法・明経・算道等ノ学生(がくしょう)ナリ」と書かれています。

「算道」は、当時の大学四科のうちの一つで算術を専門とするものです。「学生」は、大学寮の学生のことです。この人物、どんな算術にも通じているというこ



とで、当時行われていた数学的事項の名称が、以下のように本文に列挙されており、数学史的に興味深いものがあります。

- 「大算剰除」：大きな数のかけ算やわり算のことか。
- 「九々之数行」：九九。「数行」の意味は不明。
- 「竹束」：束ねた竹の本数を計算する算法。
- 「八面蔵」：「ぬす人かくし」といわれるパズルのことか。
- 「開平方除」：平方根の計算。
- 「開立方除」：立方根の計算。
- 「町段歩数積募」：土地の面積の計算。



11. 職原抄

1冊 写 永禄9年(1566)写 26.3×20.6cm
京大附図：清家 5-17/シ/1貴 913238

「職原抄」は、南北朝時代の興国元年(1340)に、北畠親房によって書かれた有職書で、日本の官職の沿革が漢文で記述されています。

この中に、「『大学寮』に『算博士』二人を置く。」という記述があり、官位は「従七位上」とされています。また、算道を伝えるものとして「三善氏」と「小槻氏」という家が挙げられています。これは、もともと律令制で定められ、算術に優れたものが任命された『算博士』という官職が、平安時代には世襲制になり、能力よりも家柄が重視されるようになって来たことを示しています。

1-4 算木と計算

そろばんが中国より伝えられるまでは、計算は主に算木(「算」ともいいます)を使って行われていました。算木は奈良時代には中国から伝わっていて、様々な計算の場面で用いられました。

12. 今昔物語集

巻28 写 源恭安写 安政6年(1859)写 26.3×18.9cm
京大附図 4-47/コ/11 47916

「今昔物語集」は、平安末期に成立したとされる説話集です。中でも、巻21~31の本朝(日本)世俗説話と呼ばれる部分は、平安時代の世相や全国各地のさまざまな階層・立場の人々の人間像が、リアルかつあざやかに描写されており、近代になって高い評価を受けています。

巻28の第27は、謹厳実直で周囲の人々から信頼されていた伊豆国の目代(国司が私的に任じる代官。国務を代行する)が、実は昔、傀儡子(旅をして歩く芸能者集団)の一員だった、という話です。



場面は、紹介された男が目代にふさわしいかどうか、伊豆守がテストしているところ。税の計算をさせてみると、算木を使って即座に答えを出せたので、守は喜んでこの男を採用することにしました。

13. たなばた

巻下 写 24.0×18.3cm

京大文・美学 美学/別置/619貴 159465

「たなばた」は、七夕の起源を語った、お伽草子(室町時代から江戸初期にかけて作られた物語草子の総称)の一つです。

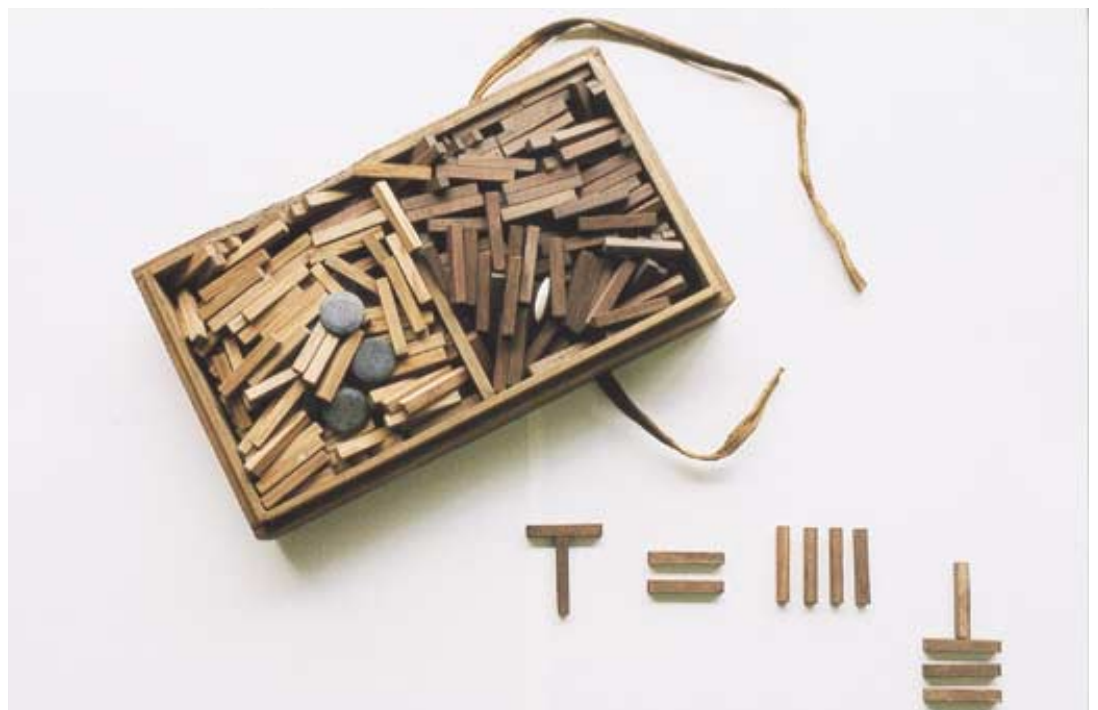
大蛇(実は天上の貴人、天稚御子(あめわかみこ))と結婚した長者の末姫が、天に帰った天稚御子を追って、天に昇ります。首尾よく再会しますが、姫君は鬼にさらわれ、様々な難題を与えられます。しかし、どうか全て切り抜け、二人は牽牛・織女となって一年に一度逢うことになりました。

図の場面は、鬼が姫君に与えた難題の一つ。千石の米を別の蔵に運べといわれた姫君ですが、天稚御子にもらった袖を振ると大きなア리가たくさん出てきて運んでくれました。鬼が算木を使って点検したところ、米が一粒足りません。姫君が悲しみながらあたりを探すと、手足の不自由な一匹のアリが、よろめきながら最後の一粒を必死に運んでいたのです。



14. 算木

京大理・数学



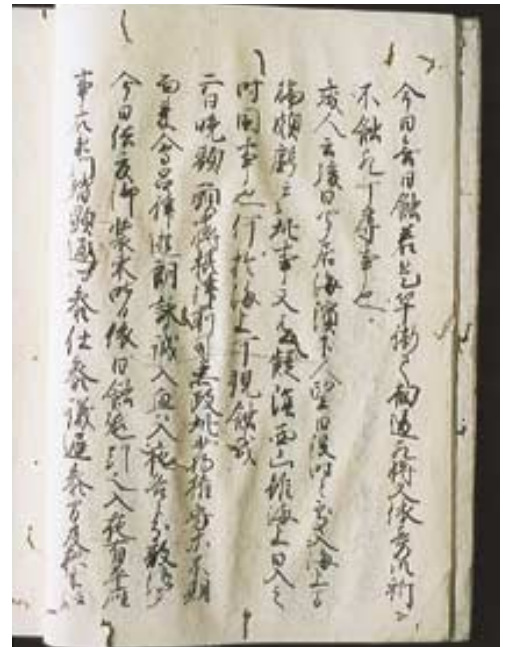
15. 中右記

藤原宗忠著 27.1×19.7cm
京大附図：平松 3/チ/6貴 1465112

数学は、暦とも深いかわりをもっています。天文上の事象を明らかにし、暦を決定するには、正確な計算が欠かせませんでした。律令制では陰陽寮の下に暦を掌る「暦博士」という官職があり、日食の予報なども行っていました。

右大臣藤原宗忠の日記「中右記」元永2年(1119)4月1日の条に、日食が起こると暦道より奏上されていたが結局起こらなかった、という記事が見えます。

古代日本では、暦は中国の暦法をそのまま取り入れていました。一つの暦を使いつづけると誤差が生じてくるので、しばしば改暦が必要になります。しかし日本では、暦博士が世襲化するに伴って、中国から新たな暦法を取り入れることもなくなりました。貞観4年(862)に宣明暦という暦法を導入して以降は、800年あまりに渡ってこの宣明暦を固守し続けたため、このような日食の誤報もしばしば見られました。



1-5 おそろしき算の道

「算道」「算術」は、計算や数学だけでなく、算木を用いて吉凶などを占う、占術の一種を指す言葉でもありました。さらに、単に占うのみならず、人を呪ったり殺したりすることもできる魔術的なイメージさえ伴うこともありました。

16. 今昔物語集

巻24 写 源恭安写 安政6年(1859)写 26.3×18.9cm
京大附図 4-47/コ/11 47916

「今昔物語集」巻24第22は、唐人に算術を習った男の話です。俊平入道という人の弟が、算道の名人である唐人に、算の術を習いました。算道には人を殺す術もある、と唐人は言いましたが、祖国へ連れて行こうとする唐人の言葉に従わなかったため、結局その術までは教えてもらえませんでした。

あるとき、兄の俊平入道の家で、女房(侍女)たちが夜明かしをしていました。眠気覚ましに面白い話

でもして笑わせてほしい、とせがまれた俊平入道の弟は、面白い話ができないが、ただ笑わせることならできる、といい、算木を取り出してさらさらと置き始めました。女房たちはひやかしながら見ていたのですが、彼が最後の算木を置くやいなや、みな大笑いを始めました。止めたくても止まらず、はらわたがちぎれそうな、それはそれは苦しい思いをして、涙を流す者までいました。どうしようもなく笑いながら俊平入道の弟に手を合わせて頼み、彼がようやく算木を崩したとたん、みなびたりと笑いやみしました。

もう少しこの状態が続いたら死ぬところだった、と女房たちは言い合い、この話を聞いた人々も「算木で人を殺す術をもしこの男が習得していたら、たいしたものだったろう」と語り合いました。

このように、算道は大変恐ろしいものである、と人々は語り伝えたのでした。



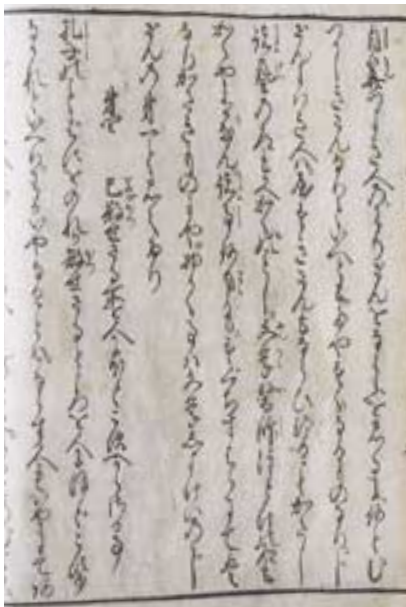
17. 新刊吾妻鏡

卷16 刊 慶長10年(1605) 28.4×21.0cm 古活字版
京大附図 5-07/ア/1貴 146960

「吾妻鏡」は、鎌倉時代初期から中期の鎌倉幕府の歴史を、編年体で記述した歴史書です。著者は未詳ですが、鎌倉幕府内部で編纂されたと推定されます。

正治2年(1200)12月3日の条に、奥州へのお出張から帰ってきた大輔房源性という人物の報告として、算術比べの話が載っています。源性は無双の算術者でした。源性は奥州からの帰路、ある庵に泊めてもらいました。庵の主人の僧は、自分こそ天下第一の算師と自慢し、源性と口論となります。とうとう術比べをすることになりました。主人の僧が源性の周りに算木を置き並べると、たちまちあたり一面は霞や霧が立ち込めたように真っ暗になり、庵の中は海となって松風や波の音まで聞こえてきました。源性はすっかり降参するしかなかったのです。

「吾妻鏡」は幕府の公的な歴史書です。それにこのような話が記録されているということは、当時の人々が算術の不思議な力を信じていた証と言えるでしょう。



1-6 「算」を知らねば「損」をする時代へ

算術は、古代社会では一般庶民にほとんど縁のないものでした。が、技術が向上し、貨幣経済が浸透しはじめた江戸時代、数学力の必要性は士農工商を問わず切実なものとなってきたのです。

18. 為愚痴物語

巻5 刊 曾我休自著 寛文2年(1662) 26.8×17.9cm
京大附図 1-84/イ/1 30693

江戸前期の仮名草子・「為愚痴物語」の「自算をたしなむべき事」の章。足算・引算(自算)がきちんとできている人は、どんな難しい割算でもたやすく習得できる。逆に自算ができない人は、簡単な割算でも難しい。何事も基礎が大事、と説いています。



19. 人倫訓蒙図彙

巻2 刊 時絵師源三郎画 元禄3年(1690) 22.6×16.0cm
附:人倫訓蒙図彙補遺(写)
京大附図 3-47/シ/1貴 33281

元禄当時の社会において存在し知られていたさまざまな種類の職業について、その由来や実態をわかりやすく解説・図解した、職業百科事典のようなものです。ここで「算者」は学問・芸能の部門にとりあげられており、数学は「あらゆることにおいてなくてはならないもの」であると述べられています。“そるばん師”と呼ばれる職業も当時あったようです。

20．日本永代蔵

6巻 5冊 刊 井原西鶴著 貞享5年(1688) 25.7×18.2cm

外題：日本永代蔵 大福新長者教

京大附図 4-42/二/1貴 31367

井原西鶴による浮世草子。江戸前期の元禄時代、世情が安定し、日本人にとって初の本格的な貨幣経済・流通・商業主義が発展してきた世相を、商人たちの視点から描いています。実在した商人たちの成功・失敗のエピソード、いかにして商売がいとなまれ、富がきずかれていったかなどが、コミカルに、時に教訓まじりで語られた作品です。

図は、「昔は掛算今は当座銀」の章で描かれている、三井の商法。すべての売買を利息なしの現金払いとする(「よらず現銀売りに掛値なし」)、商品種ごとに専任の手代をつける、反物を必要な分だけ切り売りする、急ぎの羽織などをその場で仕立てて渡すなど、当時としてはかつてない斬新な商売方法で大成功をおさめました。



21．世間胸算用

5巻 5冊 刊 井原西鶴著 元禄5年(1692) 26.3×17.4cm

外題：絵入世間胸算用 大晦日ハ一日千金

京大附図 4-42/セ/1貴 31365

井原西鶴による浮世草子。当時、貨幣経済は社会のあらゆる層の生活に浸透しており、中流・下流階級としての庶民の経済実態がよくわかる作品です。大晦日は一年間の「ツケ」を払わなければならない日とされており、その決算日を舞台に、借金をめぐっての悲喜交々の物語・攻防戦が描かれています。

図は、「長刀はむかしの鞘」の章。貧乏浪人の妻が大晦日のやりくりでさしせまり、粗末な長刀の鞘を持って質屋に行きます。ところが質屋ば「こんなもの」と投げ返したため、この妻は悔しさのあまり泣きながらつかみかかります。この騒動で、結局この妻は銭300文と玄米3升を獲得。



2 . 数学力の原点 32の塵劫記

吉田光由(1598 - 1672)の「塵劫記」は、日本人の数学力を飛躍的に高めるきっかけとなった、数学の初等教科書です。

寛永4年(1627)の初版から、たいへんな人気を博し、すぐに海賊版が多数出版されました。それに対抗するためもあって、著者の光由自身が何度か改訂版を出しています。

「塵劫記」には、九九・そろばん等の基本事項や、米の売買・利息計算・土地の面積計算など生活に即した様々な実用的問題に加えて、「継子立て」「ねずみ算」などの数学パズル的な問題も多く収録され、人気を呼びました。

光由が手を加えなくなった後も、「塵劫記」「塵劫記」といった類似書が江戸時代から明治時代にかけて300種以上も出版され、「ぢんこぶき(塵劫記)」が数学そのものを意味するようになるほど、人々に親しまれました。今回は、そのうちの32種を展示しています。

また、光由が最後に出版した寛永18年版(1641)には、あえて解答を載せない挑戦問題(これを遺題と呼びます)が12問掲載されました。この挑戦に応じた人が、解答と新たに自分が考えた遺題を本にして出版しました。これ以降、遺題に解答し、新たな遺題を提示するという形式が流行し、本格的な数学(和算)の発展に大きく寄与することになります。

「塵劫記」こそ、庶民の数学と高度な数学(和算)という二つの流れの源流であり、日本人の数学力を形作った書物なのです。

2-1 塵劫記の原型

「塵劫記」が、初版以来何度か改訂され、また海賊版・類似書がたくさん出版されたことは、先の説明の通りです。今回の展示にも、多種多様な「塵劫記」が並んでいますが、その中で、比較的出版年が古いと思われるもの、つまり原型に近い「塵劫記」を、ここに集めてみました。

22. ぢんかうき

巻1, 2 2冊 刊 19.3×13.7cm(2冊とも)
京大附図: 岡島 6-41/チ/10 367182

出版年が記されていませんが、寛永11年(1634)に出版されたものと内容が一緒なので、同年、あるいはそれ以降の出版と考えられます。

この「寛永11年版」は、吉田光由自身による3回目の改訂版で、小型で、紙質があまり良くありません。いわゆる「普及版」として出版されたもののようです。この版は全4巻から成りますが、この本は、その中の巻1・巻2と考えられます。

この本が、今回の展示の中では最も古い「塵劫記」と思われます。



23. 塵劫記

巻上 1冊 刊 18.0×13.2cm
京大附図：岡島 6-41/チ/9 367181

この本も出版年が記されていません。内容・形態は[24]に似ているところもありますが、冊の途中で他の版との「貼り合わせ」の痕跡が認められるので、あまり良い本ではないかも知れません。



24. 増補新編塵劫記

3巻 1冊 刊 元禄2年(1689) 25.1×18.3cm
京大附図：岡島 6-41/シ/27 367137

出版年が元禄2年(1689)と記されています。版としては、少し前の貞享3年(1686)に出版されたものと同一です。内容は、寛永20年(1643)の「西村版」と呼ばれる版を底本にしてあります。冒頭に「新板塵劫記 本書序 吉田光由編」とあり、吉田光由の序文が載せてありますが、光由自身が改訂に関わった版は、寛永18年版(1641)が最後であり、これは他の人が作った版です。光由の「塵劫記」に沿った本文の上の段に、注釈(頭書)が丁寧に書き加えられています。新しい時代に応じた塵劫記と言えます。



25. 新編塵劫記

3巻 1冊 刊 享保2年(1717) 26.1×18.1cm
京大附図：岡島 6-41/シ/26 367136

出版年が享保2年(1717)と記されています。基本的には光由の「塵劫記」を踏まえているものの、章の順番などの改変が多くなり、時の流れが感じられます。



26. 新編塵劫記

3巻 1冊 刊 26.1×18.1cm 序：新板塵劫記
京大附図：岡島 6-41/シ/25 367135

出版年が記されていません。内容として[24]と同様に、寛永20年(1643)の「西村版」を底本にしています。



2-2 塵劫記大集合

《継子立て》

遺産相続がテーマの問題です。ある男に子供が30人いるのですが、そのうち15人は先妻の子供（継子）で、残る15人が現在の妻の子供です。この子供達を円陣に並べて、ある1人の子供を起点として数えはじめ、10番目に当たる子供を除き、次にまた10番目に当たる子供を除いていくということを繰り返して、最後に残った1人を遺産相続人とするという時に、どのように子供を並べれば思いのとおりの子供に遺産がいくのでしょうか。この継子立ては、徒然草137段にも出てきますが、有名になったのは塵劫記に絵とともに載せられたからだといわれています。

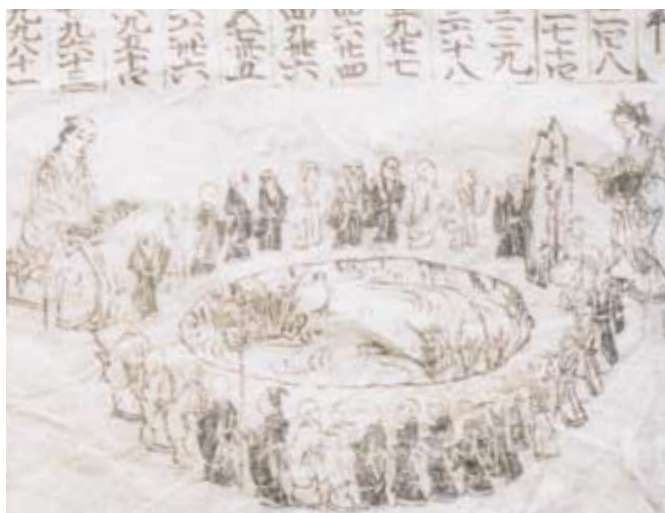
27. 諸家日用大福塵劫記

1冊 刊 22.1×15.4cm
京大附図 6-41/タ/10 960200



28. 改算増補栄海塵劫記大成

1冊 刊 22.0×15.6cm
京大附図 6-41/工/32 960205



29. 改算塵劫記

1冊 刊 安永2年(1773) 22.8×16.0cm
外題：再刻改算塵劫記
京大附図 6-41/力/35 960207



30. 大宝塵劫記

1冊 刊 安永8年(1779) 21.9×15.6cm
京大附図 6-41/夕/9 960203



31. 新版ぢんこうき

1冊 刊 19.9×14.8cm
京大附図 6-41/チ/16 960210



32. 新板ちんかうき

1冊 刊 文化6年(1809) 21.3×15.6cm 柱題:塵劫記
京大附図 6-41/チ/17 960209



33. 早見塵劫記

1冊 刊 文政13年(1830) 18.7×12.8cm
京大附図 6-41/ハ/6 960066



34. 絵本新撰ちんかうき

1冊 刊 18.5×12.2cm
京大附図 6-41/シ/45 960065



35. 新編ぢんかうき

1冊 刊 18.8×12.9cm
京大附図 6-41/チ/20 960063



36. 徒然草絵抄

巻下 刊 吉田兼好著、草田斎寸木子三径図譜 元禄4年(1691)
 26.0×18.5cm 外題：改正頭書つれつれ草絵抄
 京大附図 10-05/ツ/2 11495

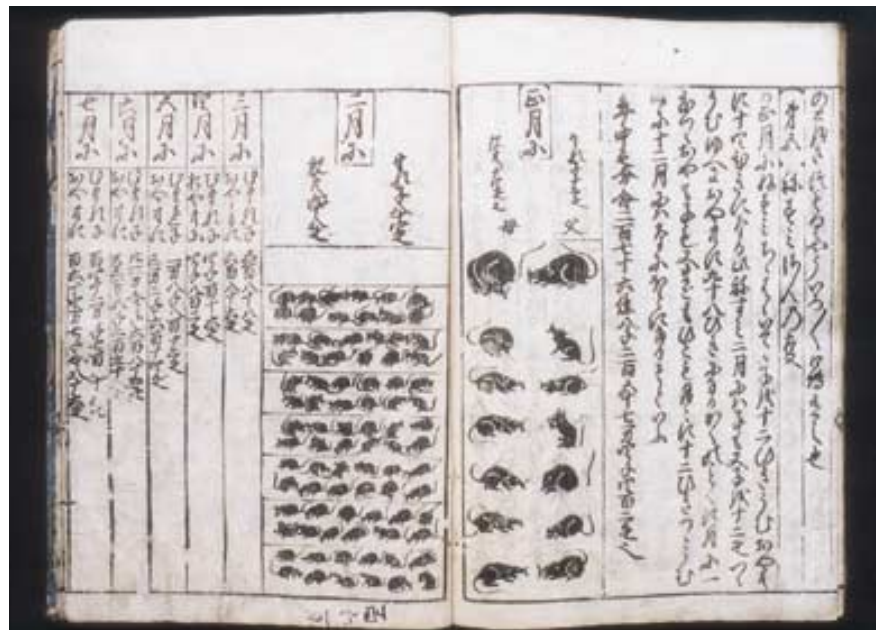
継子立の問題は「塵劫記」以前にもよく知られていました。鎌倉時代の百科事典「二中歴」でも紹介されています。ヨーロッパでは、キリスト教徒とトルコ人を題材にして同じような問題が知られていたようです。

鎌倉時代末期の随筆「徒然草」(吉田兼好著)第137段にも、継子立が登場します。ただし、数学の問題としてではなく、人の命のはかなさや限りのあることを、継子立に使う石が順番にとりのぞかれていく様子になぞらえ、比喩として使われています。



《ねずみ算》

今日でも「ねずみ算式」が増えていく...という表現がよく使われますが、ねずみの親子が一定期間にどんどん繁殖していくことを例にとった計算問題です。



37. 新編塵劫記

1冊 刊 正徳5年(1715) 25.7×18.2cm
 書名は中巻末による
 京大附図 6-41/サ/174 960090

38. 増補万徳塵劫記大成

1冊 刊 [享保年間] 22.1×15.7cm
 京大附図：岡島 6-41/マ/1 367219



39. 塵劫記

1冊 刊 21.9×15.9cm
 京大附図 6-41/チ/14 960212



40. 新板ぢんかうき

1冊 刊 22.1×15.8cm
京大附図 6 - 41/チ/15 960208



41. 新板ぢんかうき

1冊 刊 21.7×15.5cm
京大附図 6 - 41/チ/18 960211



42. 萬福塵劫記大成

1冊 刊 寛政4年(1792)再版 22.0×15.4cm
柱題：塵劫記大全, 智恵車大全
京大附図 6 - 41/マ/3 960201



43. 塵功記

1冊 刊 慶応2年(1866)新刻 22.1×15.4cm
外題：初心早学近道改算記
京大附図 6 - 41/チ/13 960196



44. 毛吹草

5巻 1冊 刊 13.3×19.3cm
京大文図 国文学/Hd/1a 472733

連歌や俳諧では、五七五 七七 五七五...と句を連続してつなげていきます。このとき、前の句と後の句とに関係深い語同士をそれぞれ詠みこみます(梅うぐいす、橋わたる など)。これを「付け合い」といいます。

江戸時代の「毛吹草」には、当時の俳諧で使用されていた「付け合い」がいろは順に整理・掲載されています。この「単(ねずみ)」の項目に、「天井」「花火」などとならんで「算用」という語が記されています。「ねずみ」といえば「算用」という連想が定着した背景には、「塵劫記」の「ねずみ算」があるのかもしれない。



《立木の間積もる事》

紙と小石を使って、木の高さを測ろうとする問題です。



45. 童宝近道塵劫記九九水

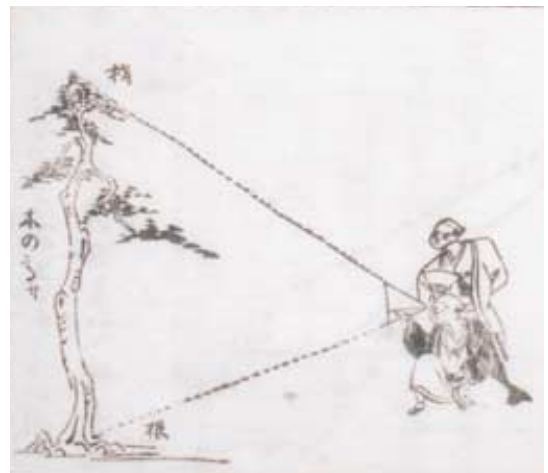
1冊 刊 延享2年(1745) 21.5×15.4cm
京大附図：岡島 6-41/チ/11 367183

46. 新增懐宝塵劫記大全

1冊 刊 天明2年(1782) 12.7×19.0cm
京大附図：岡島 6-41/シ/22 367132

47. 当世ぢんこうき

1冊 刊 鈴木安明子貫著 天明5年(1785) 21.7×15.5cm
京大附図：岡島 6-41/ト/5 367194



48. 当世塵劫記

1冊 写 鈴木安明子貫著 23.1×15.8cm
京大附図：岡島 6-41/ト/6 367195

49. 当世塵劫記評判解義

2巻 2冊 写 上：文久元年(1861) 下：元治元年(1864)
23.6×17.8cm(上下とも)
京大附図 6-41/ト/17 960168



《そろばん》

そろばんの割算には、商除法と帰除法があります。現在、広く使用されているのは商除法で、掛算の九九を使って商(答)をみつけます。帰除法は昔使われていた方法で、割算九九(割声)を覚えて使用します。1から9まで9つの割声であるべきところ、1で割る割声を除いた8種の割声としたため「八算(はつさん)」といいました。

50. 早引塵劫記

初編・2編 1冊 刊 文化11年(1814) 22.3×15.9cm
外題：早引塵劫記大成
京大附図 6-41/八/8 960199



51. 早引塵劫記

初編 1冊 刊 文化10年(1813) 21.9×15.0cm
京大附図 6-41/八/7 960204



52. 新撰早割増益塵劫記

1冊 刊 17.8×11.9cm
見返：童子独稽古
京大附図 6-41/サ/171 960067



53. 諸家通用宝玉塵劫記大成

1冊 刊 21.7×14.7cm
柱題：増補改正再板改算記大全, 改算日用車
京大附図 6-41/ホ/11 960206



54. 新撰仕方塵劫記

1冊 刊 明治5年(1872) 22.5×15.6cm 見返「中村先生著」
京大附図 6-41/シ/48 960202



55. 改正新板近道塵劫記

1冊 刊 [明治期] 22.0×14.6cm
京大附図：岡島 6-41/チ/2 367174



《象の重さを知る事》

船を利用して象の重さを量るといふものです。一度に象の重さをはかる秤はなくとも、同量の代替品を分割して量り、総量を求めればよいという考えです。

象を挿絵として使ったものには、象が1年間に食べる餌の量を計算するものもあります。

35. 新編ぢんかうき



47. 当世ぢんかうき



56. (参考)改算記

4巻 1冊 刊 18.2×13.0cm

[62]改算記」より、パネル展示のみ

京大附図：岡島 6 - 41/カ/1 366897



57. 蒙求

巻下 和刊 李瀚撰、徐子光補注 27.4×19.5cm

巻頭：標題徐状元補注蒙求

京大附図：近衛 5 - 41/モ/1貴 1115123

「蒙求」は8世紀に唐(中国)で編纂された偉人のエピソード集で、日本でも平安時代以降ひろく読まれつづけた必読書でした。

「塵劫記」の「象の重さを量る」という智恵のエピソードは、この「蒙求」の「倉舒秤象」という章に掲載されています。すなわち、象の重さを量るにはどうしたらよいかという知恵を、倉舒という偉人は幼い時分に、大人たちの前で披露した、というお話です。これと似たようなエピソードはインドにもあり、また日本でも民話に取り入れられたりしているようです。



3 . 和算の誕生と発展

「塵劫記」によって多くの人が数学に興味を持つようになりました。特に、そろばんや数学を得意とする人たちが、「塵劫記」をモデルに数学書を著すようになりしました。吉田光由は寛永18年(1641)に「新篇塵劫記」を出版し、その中に解答を載せない問題を提出して、問題に挑戦するように促しました。解答を載せない問題を和算では遺題と呼びますが、遺題を解いて新たに遺題を提出する遺題継承の風習が始まりました。遺題継承によって、数学に興味を持つ人たちの数学のレベルは着実に上がってきました。そろばんによる計算だけでなく、宋・元時代に中国で発達した方程式論、天元術を理解する数学者が出てきました。そして延宝2年(1674)に、沢口一之の「古今算法記」の遺題15問を解いた関孝和の「発微算法」が発表され、中国数学を越えた和算が誕生しました。関孝和は傍書法という和算における文字式を発案しただけでなく、その後の和算発展の基礎となる多くの仕事をしました。世界初の行列式の導入もその一つです。寛永4年(1627)に「塵劫記」が刊行されてからわずか50年足らずで、江戸時代の数学は大きな高みへのぼりました。関孝和以降の和算の進展は関孝和の仕事に精密にし、拡張していったと言っても過言ではありません。

和算を発展させた大きな要因に改暦の問題がありました。宣明暦が貞観4年(862)から使われ、江戸時代初期には天文現象との差は2日ほどになっていました。中国の数学は正確な暦を作るために発展してきた面が大きく、江戸初期の数学者の一部は改暦の問題を自分の問題として真剣に考えていました。関孝和もその一人だったようで、授時暦に関する詳細な研究を行っていました。しかし、改暦は権限を持っていた土御門家を巻き込んだ政治的な問題であり、和算家は暦学を真剣に学び研究しましたが、改

暦の表舞台に登場することはほとんどできませんでした。一方、測量に関しては和算家が多く貢献しています。和算は芸であり、実用とはかけ離れた問題ばかりを考えていたとは江戸時代からある批判ですが、実際には多くの和算家が応用にも関心を持っていました。

関孝和の仕事を受け継いで和算は独自の発展をしていきました。特に、円周率や円弧の長さを求める問題から発展した円理は、今日の用語を使えば、積分や無限級数に関する問題を取り扱い、その内容を深めていきました。幕末になって航海術や軍事のために西洋数学が必要になったときも、和算家にとって計算結果を理解することはそれほど難しいことではなかったと思われます。

ところで、和算史上未だ解決していない問題があります。それは関孝和と相前後して京阪の数学者達、特に田中由真や井関知辰が関孝和と類似の業績をあげていることです。両者の間にどのような関係があったのか、たとえば傍書法や行列式の創始者は本当に関孝和だったのか、それとも京阪の数学との共同作業であったのかなど未解決の問題が残されています。残された文献の詳細な研究が待たれます。

江戸時代に和算は驚くほど多くの人々に支持され、たくさんの和算書が著されました。その多彩さには驚かされます。この展示では、京都大学が所蔵する和算書から和算史上重要と思われるものや、有名なもの、面白いものを取りあげてみました。明治時代まで和算書が出版されていたことに驚かされるかもしれません。その一方で和算は西洋の数学と、中国の数学書やオランダの書物を通して出会いました。その一端は、この章にも登場しますが、第5章「和算から洋算へ」で本格的に取り扱います。

3-1 和算の誕生に大きな影響を与えた中国の数学書

58. 新編直指算法統宗

17巻 7冊 刊 程大位編集, 湯浅得之考訂 延宝3年(1675) 跋 26.3×18.1cm 原序: 算学統宗 原序: 萬曆21年(1593), 訓点あり
京大附図: 岡島 6-41/シ/24 367134

中国では明の時代にそろばんが広く普及し、そろばんを使った計算が盛んになりました。そろばんを基礎においてそれまでの中国の伝統数学を再編成したのが程大位の「算法統宗」です。明・万曆20年(1592)に出版されました。吉田光由は寛永8年(1631)に出版した「塵劫記」のあとがきで「ある師につきて汝思の書を受けて、是を服飾とし、領袖として、其一二を得たり」と記しています。汝思とは程大位の号で、このことから吉田光由は「算法統宗」を学んだことが分かります。ある師とは角倉素庵のことだと考えられています。

中国のそろばんは5珠が二つあるのが普通であり、「算法統宗」にも5珠が二つあるそろばんの絵がでています。「算法統宗」では詩を使って数学を述べ、記憶に便利であるようにしています。このことは塵劫記に短歌を使う形で一部取り入れられ、「因帰算歌」([61]参照)は短歌で数学の公式を記しています。「算法統宗」は中国の伝統数学の大半を取り入れています。そろばんを使うために、それまで中国で使われてきた算木による計算がなくなり、宋・元時代の方程式論、いわゆる天元術は姿を消しています。和算家は天元術を「算学啓蒙」から学びました。

本書は、湯浅得之(ゆあさ とくし、生没年未詳)が訓点をつけて延宝4年(1676)に刊行したものです。



59. 新編算学啓蒙註解

3巻 4冊 刊 朱世傑編撰, 星野助衛門尉実宣註 寛文12年(1672) 19.7×27.7cm 外題: 算学啓蒙註解 京大理・数学 103985

「算学啓蒙」は元の数学者、朱世傑が大徳3年(1299)年に著した書物ですが、中国では失われ、朝鮮でのみ伝わっていました。豊臣秀吉の朝鮮侵攻の際に我が国に略奪品として持ち帰られた本が現存しています。「算学啓蒙」は宋・元時代の方程式論を使って問題を解いた本として有名です。「算学啓蒙」は久田玄哲(ひさだ げんてつ、生没年未詳)と土師道雲(はじ どううん、生没年未詳)が訓点をつけて万治元年(1658)に



出版されましたが、この本を読むだけでは天元術を理解することは容易ではありませんでした。その後、星野実宣(ほしの さねのぶ、1638 - 1699)により「新編算学啓蒙注解」が寛文12年(1672)に出版され、天元術への関心が広まりました。第4巻の天元術を述べた「開方釋鎖門」では算木の図をつけて丁寧な解説が星野によってつけられています。さらに、建部賢弘が元禄3年(1690)に「算学啓蒙諺解大成」を出版して「算学啓蒙」を詳しく解説して、天元術がひろく理解されるようになりました。

本書の序文の目次では上・中・下巻に別れていて、下巻はさらに2巻に分けて出版されました。天元術を解説した部分が4巻目になります。この下巻の後半部は同時に出版されなかったのか、全4巻が揃っていることは少ないようです。本書の題簽は新編算学啓蒙註解巻一、・・・、新編算学啓蒙註解巻四と記されています。本書は初版かそれ以降の版であるか、検討する必要があります。

3-2 「塵劫記」以降



60. 参両録

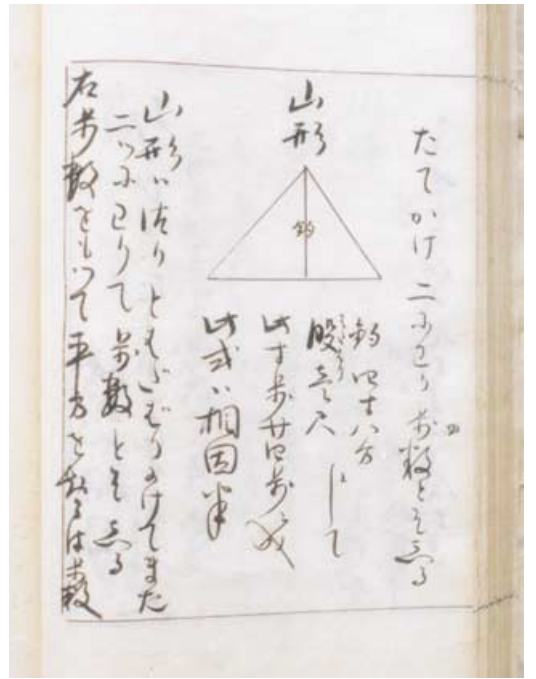
3巻 1冊 刊 榎並和澄 寛文4年(1664) 18.9×13.6cm 序:承応2年(1653)
京大附図:岡島 6-41/サ/160貴 367107

寛永18年(1641)に吉田光由は小型3巻本の「新篇塵劫記」を出版しました。それまでに出版された「塵劫記」と違って巻末に解答を載せない12問の問題を出して、読者の挑戦問題としました。このように解答を載せない問題を遺題と呼びました。榎並和澄(えなみ とすみ、生没年不明)は承応2年(1653)に「塵劫記」の遺題に解答をつけた「参両録」を出版しました。さらに「塵劫記」の遺題はつまらないとして、自らもあらたに8問の遺題を提出しました。前の本の遺題に解答をつけて、さらに新しい遺題を提出する遺題継承がこの本から始まりました。「参両録」の遺題の第3番目の問題は方円卵と榎並が呼んだ問題で、後に十字環の問題と呼ばれるようになり、その後、二百数十年間和算家が真剣になって取り組んだ問題です。十字環とはドーナツの中空部分に直径の等しい二つの円柱からできた十字の立体を入れて、総体積を求める問題で、積分の考えが必要になります。「参両録」は上、中、下の3巻に分かれ、その大半は「塵劫記」を手本にして著されています。なお、本学所蔵「参両録」は寛文4年(1664)の再刊本ですが、現在のところ初版本は知られておらず、また再刊本もこの本以外には存在が知られていません。本書には子供の手によると思われる落書きが多数残されています。

61. 因帰算歌

2巻 1冊 写 今村知商撰 大正7年(1918)写 23.0×15.5cm
原跋：寛永17年(1640)
京大附図：岡島 6-41/イ/2 366868

今村知商(いまむら ともあき、? - 1668)は漢文で記した「豎亥録」を寛永16年(1639)に出版しました。「豎亥録」は今村知商の弟子のために100部印刷されたただけでしたが、翌年の寛永17年に「豎亥録」の中の重要な公式を短歌にして覚えやすくした「因帰算歌」を今村は出版しました。ただ、最後の測量に関する部分は「豎亥録」にない新しいものを含んでいます。序文によれば、「子ども達はつまらない歌を歌い、いたずらをして時間をむだにしているの、三十一文字に数学の公式をまとめたので、こうした歌を歌って覚えておけば将来勉強するときの役に立ち、時間がむだにならない」と述べています。たとえば、三角形の面積は「山形(三角形)はつり(高さ)とはたばり(底辺)かけてまた二つにわりて歩数とぞしる」と歌にしています。数学の公式を歌にすることはすでに「塵劫記」にその芽生えがあり、「塵劫記」がお手本にした「算法統宗」には詩をつかって公式を述べた部分があります。



本書は刊行された「因帰算歌」を写したもので、最後に「此書世に希なり仍て書写す 利貞」と記されていて、明治時代の数学史家・遠藤利貞が書写したことが分かります。表紙裏に附箋がはられ「大正七年四月(一枚五銭) 本書八学士院ノ蔵書ヲ写セルモノ也」と記されていて、学士院にある遠藤俊貞の書写本から写したことが分かります。

62. 改算記

4巻 1冊 刊 18.2×13.0cm
京大附図：岡島 6-41/カ/1 366897

山田正重(やまだ まさしげ、? - ?)は万治2年(1659)「塵劫記」や「参両録」「因帰算歌」などの数学書の誤りを正した「改算記」を出版しました。「改算記」は「塵劫記」につぐベストセラーとなり、江戸時代に何度も版を重ねましたが、「塵劫記」と違って初版のままの形で出版されました。「改算記」の下巻では「塵劫記」や「参両録」の遺題に解答し、自らも11題の遺題を提出しています。「改算記」には鉄砲の弾道を考察した問題があり、



放物線にかなり近い図が記されています。グラフの考えに肉薄していましたが、和算ではこの考えを発展させる数学者は出ませんでした。「改算記」もたくさんの絵が入れられています。特に、象の絵は奇妙な形をしています。([56]参照)後にさまざま形で出版された入門書「塵劫記」は「塵劫記」と「改算記」から絵を多数取り入れています。

63. 改算記綱目

4巻 3冊 刊 持永豊次,大橋宅清改撰 貞享4年(1687)
22.2×15.6cm 外題:頭書改正改算記綱目諸術評判
京大附図:岡島 6-41/カ/3 366899

柴田清行(しばた きよゆき、後に宮城清行と名乗る、生没年未詳)の門人である持永豊次(もちながとよつぐ、生没年未詳)と大橋宅清(おおはし たくせい、生没年未詳)が「改算記」に頭註をつけて貞享4年(1687)に「改算記綱目」という名前で刊行しました。この本も江戸時代を通して何度も版を重ねました。「改算記」の本文はもとのままです。頭註では、本文よりは高度な数学である天元術が解説してあるのが目を引きます。1680年代には天元術が普及していたことが分かります。



64. 算法闕疑抄

巻1・2 1冊 刊 礒村吉徳著 19.8×14.3cm
京大附図:岡島 6-41/サ/73 367018

奥州二本松藩士の礒村吉徳(いそむら よしのり、? - 1710)は万治2年(1659)に「算法闕疑抄」を出版しました。この本はそれまでの数学の集大成で、高度なそろばん算法を詳しく解説し、多くの読者を獲得しました。この本の第4巻で「塵劫記」の遺題に解答をつけ、自らも100題の遺題を提出しました。この本も「塵劫記」、「改算記」について多くの読者を獲得しました。本書は最初の2巻しかありませんが、古い形を残していて、万治2年の再刊本かそれに近いものではないかと思われます。



65. 増補算法闕疑抄

5巻 5冊 刊 礒村喜兵衛尉吉徳誌 文化元年(1804)再刻 22.6×15.7cm 外題:首書算法闕疑抄
京大附図:岡島 6-41/サ/72 367017

礒村吉徳は貞享元年(1684)には頭註をつけた「増補算法闕疑抄」を刊行しました。初版の「算法闕疑抄」では円周率を3.162としていますが増補版の頭註で、円に内接する正13万10072角形の周の長さの計算によって、円周率は3.14159...となることを記し、円周率を3.1416として計算することを提案しています。これは「算俎」([66]参照)に学んだものと思われます。増補版は天元術が盛んになった時代に出版されたものですが、天元術は方程式をたてれば機械的に解答が得られるが、それでは工夫をすることができないとの批判を礒村は記しています。



66. 算俎

5巻 5冊 刊 村松茂清撰 天和4年(1684) 22.3×15.8cm
 外題：算法算俎 自序：寛文3年(1663)
 京大理・数学 153561

村松茂清(むらまつ しげきよ、1608 - 1695)は寛文3年(1663)に算俎を出版しました。村松は浅野家に仕えていましたが、江戸に数学塾を持っていたようです。村松には娘しかなく、婿養子秀直を迎えましたが、秀直と秀直の子高直は赤穂四十七士の討ち入りに参加しました。村松は「算俎」のなかで、遺題の問題を内容別にレベル分けして配列し、学習しやすいように配慮しました。「算俎」では円に内接する正32768角形の周の長さを計算して円周率を3.1415926まで正しく計算しました。円周率を数学的に計算した我が国初の書物です。「算俎」は天和4年(1684、同年貞享に改元)に「算法算俎」と題して再版されました。本書はこの再版本ですが、天和4年に出版されたものかどうかは不明です。裏表紙の裏に「安政四丁巳九月八日浅草蔵前求之」と記されています。



67. 算法至源記

5巻 5冊 刊 前田憲舒著 寛文13年(1673) 跋 22.7×16.0cm
 京大附図：岡島 6-41/サ/88 367033

本書はそれまでの遺題を解き新たに遺題150問を提出したものです。「算法根源記」の遺題150問を巻之一、二、三で示し、巻之四で「塵劫記」、「参両録」、「改算記」などの遺題に解答し、最後の巻之五で新たに遺題150問を提出しています。この遺題はほとんどが平面と空間の図形の問題です。「古今算法記」も「算法根源記」の遺題を解いていますが、さらによい解法を著者の前田憲舒(まえだ けんじょ、生没年未詳)は与えていると本書の序文で村田通信は記しています。しかし、天元術の理解に関しては不完全であることが本書の記述を見ると分かります。なお、「参両録」の難問「十字環」の正しい答えは「口伝」として、正確ではない「改算記」の解法を記しています。



68. 古今算法記

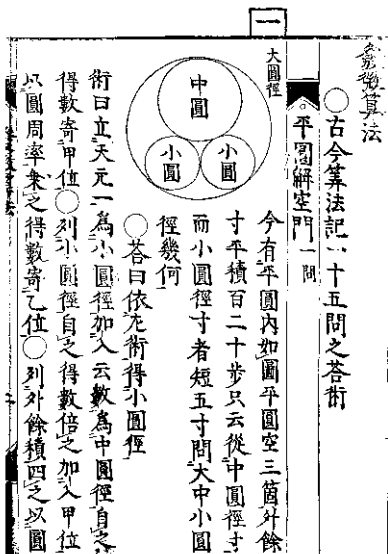
6巻 6冊 刊 沢口一之跋 寛文10年(1670)跋
18.8×13.2cm
京大附図：岡島 6-41/コ/3 366943

沢口一之 さわぐち かずゆき、生没年未詳)は寛文11年(1671)に「古今算法記」を著し、「改算記」「算法根源記」の遺題の解答を与えました。さらに遺題15問を提出しました。

「古今算法記」は我が国で初めて天元術(宋・元時代の方程式論。今日の用語を使えば、方程式をたてるときに円の直径を未知数 x とすることを「天元の一を立て円径と為す」と記したことから天元術と呼ばれる)を正しく理解した書物です。「古今算法記」は沢口一之と沢口の数学の先生であった橋本正数(はしもと まさかず、?-1683年以前)との共著とも言われています。橋本正数のグループが我が国で初めて天元術を正しく理解しました。我が国へ将来された天元術の教科書は「算学啓蒙」です。しかし「算学啓蒙」を読んだだけで天元術を理解するのは容易ではありません。橋本正数のグループが独力で天元術を解読したのか、朝鮮人から学んだのかは今のところ分かりません。なお最近、沢口一之らによる古今算法記の遺題の解答を含めた数学書が発見されました。この数学書の研究から橋本正数のグループの数学が解明されることが期待されます。橋本正数に始まる和算家のグループ 沢口一之、田中由真(たなか よしざね、1651-1719)等)は大阪、京都で活躍しました。関孝和のグループと競争もしくは協力関係にあったことは残された数学書から予想されますが、その具体像の解明は今後の研究を待たなければなりません。



3-3 和算の誕生



69. 発微算法

和算研究所

延宝2年(1674)関孝和は「古今算法記」の遺題15問の解答を記した「発微算法」を出版しました。「古今算法記」の遺題は天元術だけを使って解くことは難しく、高次の連立多元方程式を解く必要がありました。高次の連立多元方程式を記すために関孝和は傍書法と呼ばれる和算における文字式を考案し、また連立方程式から文字を消去するために、行列式の理論を世界で初めて考案しました。「発微算法」によって、中国数学の伝統を受け継ぎながらそれを乗り越え、初めて真の意味で和算が成立しました。和算史上記念すべき出版物ですが、出版元が火災にあったこともあって出版数が少なかったようで、現在3冊しか残っていません。本書は和算研究所のご好意により展示することができました。

70. 発微算法演段諺解

4巻 4冊 刊 建部賢弘序 貞享2年(1685)序 26.5×18.1cm
 巻元巻頭：発微算法 原序：関孝和・延宝2年(1674)「巻元末尾」右元巻八本書ナリ後亨利貞三巻八此術ノ演段ヲ述ル也」
 京大附図：岡島 6-41/八/4 367205

「発微算法」では解答のみが記され、傍書法も行列式の理論も秘密として発表されていません。そのため「発微算法」を当時の数学者のほとんどは理解できず、佐治一平(さじ かずひら、生没年未詳)のように「発微算法」は間違っていると主張する和算家も出てきました。そのため、関孝和の弟子であった建部賢弘(たけべ かたひろ、1664 - 1739)は貞享2年(1685)に「発微算法演段諺解(はつびさんぼうえんだんげんかい)」を著し、関孝和の「発微算法」の解法の解説を、傍書法を使って行いました。傍書法の説明は有りませんが、解説を読んでいくことによって理解することはさほど難しくなかったと思われます。「諺解」とは和文による解説という意味です。この本によって、関孝和の業績が広く知られるようになり、和算が一大発展をすることになりました。各巻の第1丁に思齋堂という署名と朱印が押され、署名の上にある朱印は黒く塗りつぶされています。

なお、佐治一平は田中由真(たなか よしざね、1651 - 1719)の門人とされています。田中由真も「発微算法」に少し遅れて、延宝6年(1678)「算法明解」を著し、関孝和と似た方法で「古今算法記」の遺題の解答を与えています。また、由真の著書「算学紛解」では高次連立方程式の変数の消去を行列式の考えを使って行って、関孝和の業績ときわめて似ています。佐治一平の「発微算法」への非難は関孝和と田中由真との関係を暗示しているようにも思われますが、傍書法の誕生も含めて、橋本、沢口、田中のグループと関孝和との関係を残された著作の精密な分析を通して解明することは今後の重要な課題です。



71. 和漢算法

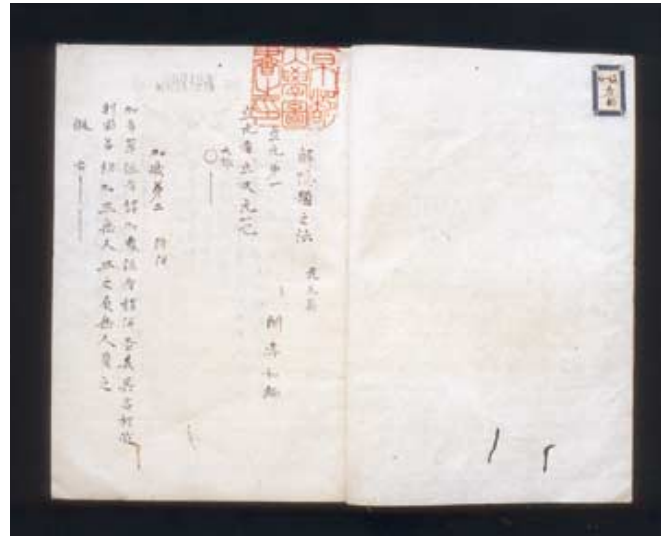
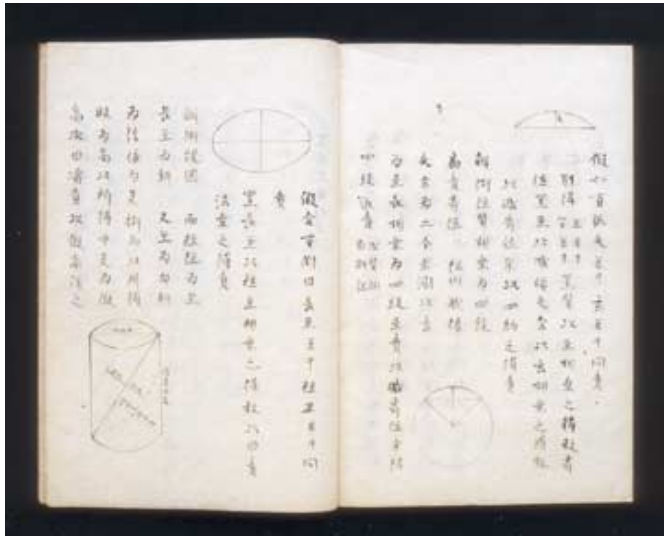
9巻 7冊 刊 宮城清行集成 明和元年(1764) 22.5×16.3cm
 自叙：元禄8年(1695)
 京大附図 6-41/シ/54 960225

宮城清行(みやぎ きよゆき、生没年未詳)が元禄8年(1695年)に出版した「和漢算法」は全9巻よりなり、後半の7巻から9巻では「古今算法記」の遺題を解いています。8巻以降では傍書法を用いて解法を詳しく解説しています。

建部賢弘の「発微算法演段諺解」([70]参照)を勉強して本書を著したと想像されていますが、正確なところは分かりません。上述したように、これより前、橋本正数の流れをくみ京都で活躍した田中由真は延



宝6年(1678)に「算法明解」を著し、「古今算法記」の遺題の解答を与えています。田中由真と宮城清行との関係も分かっていません。宮城清行は京都で宮城流を興しました。「和漢算法」とは日本と中国の数学を意味します。



72. 解見題之法

73. 解隠題之法

1冊 写 関孝和編 23.8×16.8cm
京大附図 6-41/力/38 960170

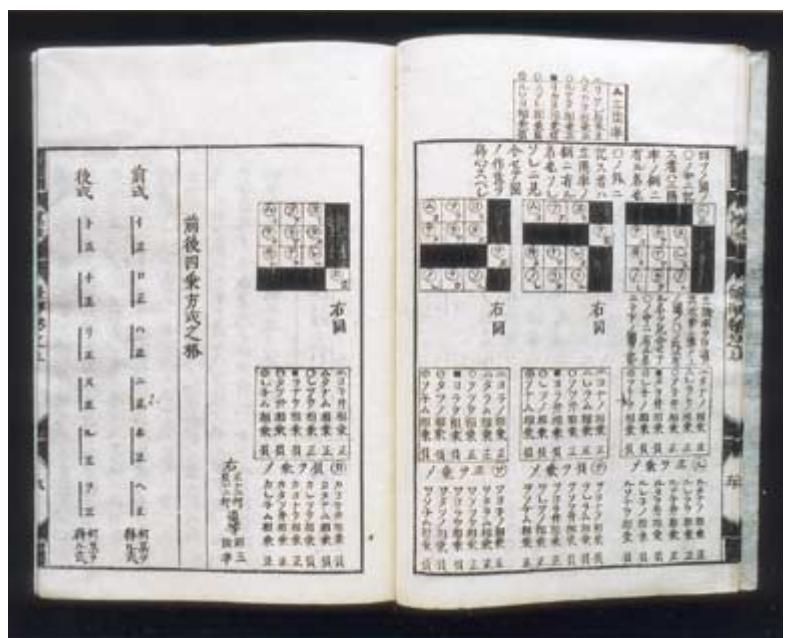
1冊 写 関孝和編 寛保3年(1743)写 23.8×16.8cm
京大附図 6-41/力/40 960183

「解見題之法」、「解隠題之法」、「解伏題之法」は関孝和の三部抄と呼ばれるものです。これらは、もともと関孝和のノートであったと思われます。「解見題之法」では関孝和の数学の基本である傍書法を使った計算が記され、「解隠題之法」では傍書法を使って方程式をたてそれを解く方法が述べられています。方程式の解法は今日ホーナー法と呼ばれているものと実質的に同じです。展示する「解隠題之法」の写本の末尾には、「貞享乙丑八月戊申日襲書 寛保癸亥四月丙午日再写連貝軒」と記されています。連貝軒は山路主住の号ですので、本書は山路主住の自筆本の可能性があります。「解見題之法」の末尾には何も記されておらず、「解隠題之法」とは書き手が違うようです。変数の消去法と行列式の理論を記した「解伏題之法」は、残念ながら、この写本群にはありません。

74. 算法發揮

3巻 2冊 刊 井関十兵衛尉知辰撰 元禄3年(1690) 27.3×19.1cm
京大理・数学 103930

井関知辰 いぜき ともとき、生没年未詳)は元禄3年(1690)に世界初の行列式の刊本「算法發揮」を出版しました。巻之上で行列式の理論が展開されています。「解伏題之法」で使われた行列式展開とは違い、今日の言葉を使えば最終列に関するファンデルモンドの展開式を示しています。関孝和の行列式の理論を記した著作「解伏題之法」、田中由真の行列式の著作「算学紛解」との関係は現在のところ不明です。「算学紛解」は井関の方法に似ています。また、「大成算経」で



は第一行に関する行列式展開を使っています。今日の行列式の理論では行で展開するか列で展開するかは大きな違いではないのですが、関孝和の理論では行と列とは意味が違いますので、両者の関係が問題となります。巻之中では図形の問題が取りあげられ、巻之下では消去法を使って問題が解かれています。関孝和、田中由真、井関知辰は2変数の高次連立方程式の一つの変数を消去するために行列式を導入しました。本書の上・中巻は完本ですが、下巻は一部しか残っていません。

75. 大成算経

20巻 20冊 写 27.4×19.2cm
京大理・数学 219316

関孝和、建部賢明 たけべ かたあきら、1661 - 1716、建部賢弘の兄、賢弘の兄賢之(かたゆき、1654 - 1723)とともに関孝和に数学を学ぶ、建部賢弘によって書かれた、関孝和を中心にして発展した和算の集大成です。関孝和の没後、宝永7年(1710)に主として賢明によって完成されました。完成までに28年を要したといえます。「大成算経」は写本としてのみ伝わっています。関流の和算家も「大成算経」を充分には消化しきれなかったようで、その全貌は今後の研究を待っています。



76. 括要算法

4巻 4冊 刊 関孝和遺稿,荒木村英検閲,大高由昌校訂 正徳2年(1712) 26.2×18.7cm
京大附図:岡島 6-41/力/25 366922

関孝和の遺稿を弟子の荒木村英(あらき むらひで、1640 - 1718)が入手して荒木の弟子を使って出版したものです。全4巻からなり、第1巻である元巻ではベルヌーイ数が定義され、整数のべき和 $1^n + 2^n + 3^n + \dots + n^n$ の公式が与えられています。第3巻にあたる利巻では角法演段と言う名前で、円に内接する正多角形の一辺に円の中心からおろした垂線の長さとの関係を求める方法(角術と後に呼ばれる)が議論されています。第4巻にあたる貞巻はのちに円理とよばれて発展していった部分で、円周率や円弧に関する議論が行われています。円周率の計算では、20世紀に本格的に研究されるようになった数列の加速法「エイトケン加速」を使って、円周率計算の精度をあげています。また、弧背率解では円弧の長さを求める手順が述べられていますが不十分な議論で、のちに建部賢弘によって完全な答えが得られ、和算で三角関数や逆三角関数の無限級数展開が登場する契機となりました。本書は何度も版を重ね、和算の進展に大きな影響を与えました。本書の巻末には出版者・水玉堂の広告があり、その中に「精要算法(天明元年1781刊)」「神壁算法」「続神壁算法(享和元年(1801)刊)などが記されていますので、本書は19世紀前半の後刻であることがわかります。



77. 小学本注九数名義諺解

2冊 写 沼田敬忠著,奥埜就熙写 文化11年(1814)写 23.5×16.3cm
外題:小学九数名義諺解 原序:享保5年(1720)
京大理・数学 179210

朱子による「小学本注」の「数」の部分にある九数、これは古代中国を代表する「九章算術」の各章の名前になっていますが、それらの意味を詳しく記したものです。今日私たちが使う方程式は「九章算術」の「方程」という章の名前に由来します。本書では開平(平方根を求める計算)や開立(立方根を求める計算)でソロバンを使った計算と算木を使った計算の両方を記していて、初学者に分かる工夫がされています。また、方程の説明で算木を使って方程式を解く宋・元時代の方程式論を「天元一術」という名前で丁寧に説明しています。また、この章では関孝和(ただし考和と記しています)が数学者として偉大であることが述べられ、また著者の先生である荒木村英が関孝和から関の高度な数学を学んでいたことが記されている珍しい著作です。この事実は京都大学大学院理学研究科数学教室所蔵の和算書を調査された吉田柳二氏によってまとめられた「和算史料一覧」の中に簡潔に記されていますが、最近、佐藤賢一、小林龍彦両氏によって再発見されました。

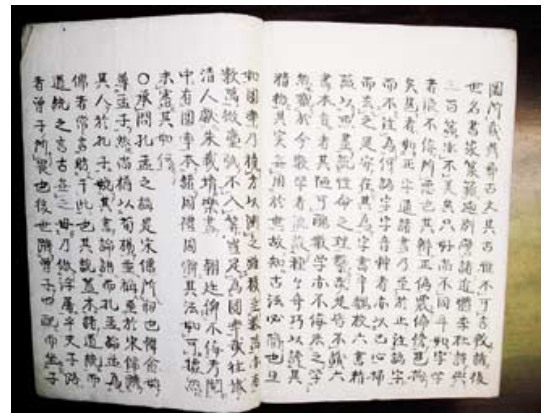
本書の序文には享保5年(1720)の年紀が記され、著者は豫州新谷小史の沼田敬忠と記されています。また本書第2巻の末尾に文化11年(1814)9月に書写した旨の後書きがついています。



78. 徂徠先生学則

1冊 写 23.8×16.6cm 附:先生書五道
京大附図 1-69/ソ/2 20061

荻生徂徠は江戸時代を代表する儒学者です。徳川幕府公認の朱子学にあきたらず、古文辞学を提唱し、たくさんの弟子を育てました。また、徳川吉宗の相談役としても活躍しました。また、「学則」の付録として収録された「西肥の水秀才が問いに答ふ」では、和算家が技巧におぼれていること、また円周率の計算で内接多角形の周の長さを計算しても真の円周率にならないことを批判しています。徂徠は吉宗に仕えていた中根元圭(なかね げんけい、1662 - 1733)と親しく、円周率の計算法に関してはさらに詳しい批判を中根元圭に行っていたことが湯浅常山「常山楼筆与餘」巻3に記されています。



79. 方円算経

3巻 5冊 写 松永良弼著,長沼安定写 嘉永6年(1853)写
24.9×17.9cm
巻信巻頭:方円算経捷術立表 巻仁:索引
京大附図:岡島 6-41/ホ/4 367214

本書は元文4年(1739)に著された松永良弼(まつなが よしすけ、1692頃 - 1744)の代表作です。本書では円周率や三角関数、逆三角関数の無限級数展開の結果だけが記されています。ただ、無限級数展開が記されているというのは、現代の解釈であって、実際は円周率や弧の長さを計算する手続きを記したものと考



た方が、良弼の考えに近いのではと思われます。本書の著者松永良弼は関孝和の数学を荒木村英に学びました。建部賢弘にも学んだと考えられています。また、天才数学者久留島義太(くるしま よしひろ、? - 1757)とも親交があり、久留島から多くを学んだようです。荻生徂徠の「学則」に載せられた和算批判を認め、久留島に本質的な数学の研究を行うように勧めた、良弼最晩年の書簡(古人書簡と呼ばれています)の写しが残っています。

3-4 和算の発展

80. 拾機算法

5巻 5冊 刊 豊田文景著 明和6年(1769) 26.9 x 18.2 cm
京大附図：岡島 6 - 41/シ/8 367114

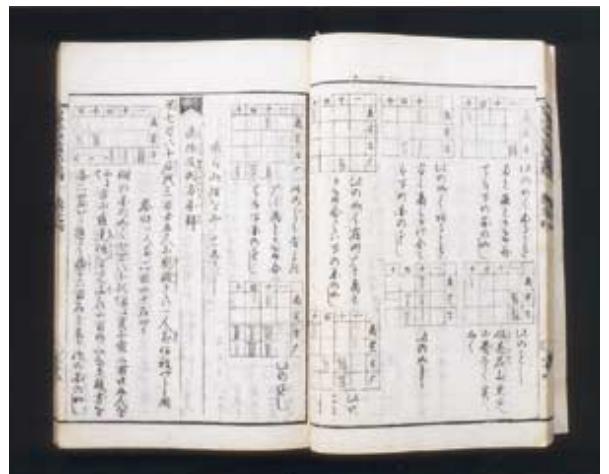
久留米藩主有馬頼僮(ありま よりゆき、1714 - 1783)は山路主任(やまじ むしずみ、1704 - 1772)に関流の和算を学びました。有馬は、豊田文景の名前で150問の問題に解答をつけた「拾機算法」を明和6年(1769)に刊行しました。本書は関流数学の主要な内容を書き、傍書法の解説から始まる関流の数学が流派を越えてはじめて公にされました。その結果、その後の和算の進歩、普及に大きく寄与しました。山路主任は数学を松永良弼に学びました。主任によって流派としての関流が完成されました。五段階の免状制度が作られ、関流初伝 荒木村英、二伝 松永良弼、三伝 山路主任という関流の系図は山路主任によると考えられます。有馬頼僮は和算に興味を持っただけでなく、自らも和算の研究を行い40冊近くの数学書を著しています。多くの和算家と交わり、本書の刊行される一年前には藤田貞資を数学師範として招いています。本書の各巻の冒頭には井信蔵書、下の方には井村氏の朱印が押されています。



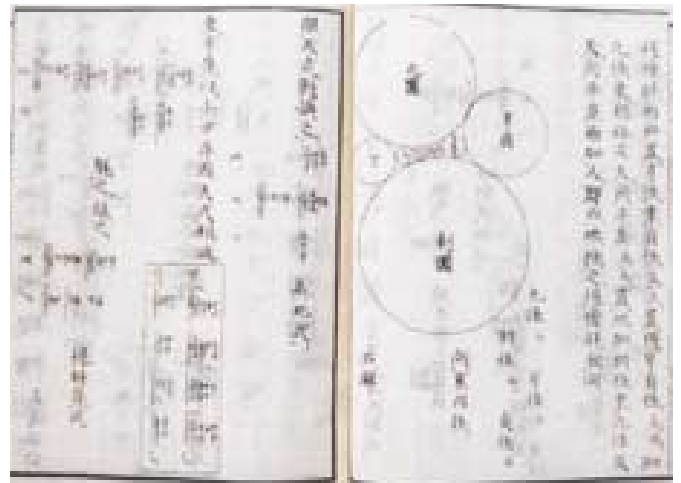
81. 算法点竄指南録

15巻 5冊 刊 坂部勇左衛門広胖著 明治8年(1875) 22.8 x 15.5 cm
巻頭：点竄指南録
京大附図：岡島 6 - 41/サ/140 367087

坂部広胖(さかべ こうはん、1759 - 1824)が文化12年(1815)に刊行した「算法点竄指南録」は和算の主要な数学を網羅し、独学で学べるように初心者に分かりやすく解説されています。巻12には対数や球面三角法が記されています。坂部は初め本多利明に学び高弟として本多の塾を任されたこともありました。後に安島直円に弟子入りして関流の免許を受けました。本田利明は数学者であるよりは経世家であり、開国・貿易や北方防備の緊急性を訴えたことで知られています。その関係から、航海術の必要性を唱えて自ら



オランダの書物を研究しました。本多は坂部広胖の助けを得て、「大測表」5巻を著しました。その中に、対数表、三角関数表をのせ、使い方を説明しています。坂部広胖は対数を本多に学んだものと思われる。対数はオランダ名でロガリチムということが、対数を扱った第12巻で述べられています。和算家は対数を中国から輸入した「数理精蘊」から学びましたが、その他にオランダ語の書物から直接学んだことも分かります。坂部には「海路安心録」という航海術の著作もあります。和算家の関心は一般的にきわめて広がったことがうかがわせる事実です。ところで、



「算法点竄指南録」の問題32は鶴亀算です。それまでは、雉と兔または鶏と兔をつかって問題が作られていました。([64 図参照] 鶴亀算の最初ではないかといわれています。

本書は明治8年(1875)の再刊です。明治になっても和算を学ぶ人が多かったことが分かります。なお、本書に三上義夫から岡島伊八にあてた書状([109 参照])が挟まれていました。本書の問題99に関する岡島の質問に答えたものです。

82. 不朽算法

2巻 2冊 写 日下貞八郎誠嗣編 26.3×18.3cm
 序：寛政11年(1799)、「羽州新庄藩安島萬蔵直圓伯規甫遺稿」
 京大附図：岡島 6-41/フ/2 367206

安島直円(あじま なおのぶ、1732 - 1798)の遺稿を弟子の日下誠(くさか まこと、1764 - 1839)が整理し寛政11年(1799)にまとめたものです。日下の序文に「それ算は西洋より来たりし故に、敷算するに左行に陳するなり(数式は左から書く)。その来たること遠しといえども、なお藍の藍より青きが如し。我が朝、日々に算達の土出て、あに愉快ならんや。」というふしぎな文章があります。本書第2巻前半では対数が扱われています。真島は対数の性質 $\log xy = \log x + \log y$ 、 $\log 10 = 1$ をもとにして、逆対数表を作成して、それを使って対数表を作ることができることを示しています。この考えは、後にヨーロッパで対数表を作成する際に使われたもので、安島の独創性を示しています。なお本書では、安島は対数を配数と呼んでいます。和算家は対数を「数理精蘊」から学んだといわれていますが、「数理精蘊」がいつ日本に伝来されたかは不明のようです。安島は対数の考えを坂部に聞いた可能性も考えられます。関流四伝の安島直円は、二重級数の考え方を使って面積の計算を行うなど、多くの独創的な考えを和算に導入し、和算中興の祖ともいわれています。また、本書下巻の後半は久留島義太の平方零約術の解説にあてられています。さらに詳しい解説をした「平方零約解」は佐藤文庫に入っています。([120 参照] 本書は出版することを目的として編集されたようですが、写本としてのみ伝わっています。本書は版心に福田家蔵書と印刷された用紙が使われています。



83. 精要算法

3巻 3冊 刊 藤田貞資著,安島直円訂 天明元年(1781)
22.5×36.1cm
京大附図 6-41/セ/1 32418

藤田貞資(ふじた さだすけ、1734 - 1807)が天明元年(1781)に刊行しました。序文に「算数に用の用あり、無用の用あり、無用の無用あり」と記し、「無用の用」としての数学を提唱したことで有名です。和算の分かりやすい解説書として一世を風靡しました。本書が出版されたとき、藤田は久留米藩主有馬頼僮の数学顧問であり、本書の題名は有馬頼僮がつけたといわれます。関流に対抗して最上流(さんじょうりゅう)をつくった会田安明(あいだ やすあき、1747 - 1817)は「精要算法」の間違いを正した「非精算法」を天明5年(1785)に出版し、藤田と会田の論争が始まりました。この論争は揚げ足取りに近い泥仕合の様相を帯びていましたが、会田はこの論争を通して、最上流を旗揚げし、また弟子の教育のために和算の概念を整理し、たくさんの教科書を書きました。本書には数値の間違いを朱で訂正してあり、本書を丁寧に学んだ読者がいたことが分かります。



84. 神壁算法卷之上解

1冊 写 28.3×19.4cm
京大附図 6-41/シ/29 367139

江戸時代を通して、数学上の問題とその解答を絵馬にして神社や寺に奉納する習慣がありました。この絵馬を算額とよびます。神社や寺は多くの人が集まる場所であり、和算に興味を持つ人たちが絵馬を見て新しい問題や新しい解法を考えるきっかけとなりました。出版することが容易でなかった時代に、算額は一種の学術雑誌の役割をしました。和算が盛んになるにつれて、算額に記された問題を集めて書写することが行われました。こうした背景のもとで、藤田貞資が日本各地の算額の問題を集めて寛政元年(1789)に刊行しました。この出版は好評を博し、続編「続神壁算法」は文化4年(1807)に出版されました。本書は「神壁算法」巻上の問題に解答をつけた写本です。



85. 算法天生法指南

5巻 5冊 刊 会田算左衛門安明編集 文化7年(1810) 26.8×18.9cm
京大附図：岡島 6-41/サ/136 367083

関孝和の傍書法では未知数を分母に含んだ、分数式は扱いませんでした。本書の著者会田安明はこうした分数式を用いた方程式論を展開し、それを天生法と呼びました。実質的には傍書法による方程式論とそれほど異なるものではありませんが、和算に新しい視点を導入したことも事実です。会田安明は最初、藤田貞資に入門することを願いましたが果たさず、やがて藤田と敵対するようになり、関流に対抗して最上流を起しました。会田は教育者として優れていたようで、その著作で和算をわかりやすく述べることに苦心しています。多くの著作を残し、門弟のための教科書として著された伝書約200点が残されています。門弟は伝書を書写することによって数学を学びました。伝書をすべて写すことが最上流の免許皆伝のために必要でした。本書は文化7年(1810)に出版されました。会田の関心は広く、西洋数学にも、また当時の

国際情勢にも多大の関心をはらい、これらに関連する著作が残されています。北方探検で有名な最上徳内は会田の友人でした。



86. 算学鉤致

3巻 3冊 刊 石黒藤右衛門信由著 文政2年(1819) 26.0×18.3cm
京大附図：岡島 6-41/サ/23 366968

「塵劫記」に始まる遺題は関孝和の「発微算法」、田中由真の「算法明解」で終わりましたが、その後も遺題を出す風習は続きました。元禄15年(1702)に中村政江(なかむらせいえい、?-1721)は「算法天元樵談聚」を著し、遺題9問を提出しました。この本に始まる遺題継承は100年以上続き、文政2年(1819)に石黒信由(いしくろ のぶよし、1760-1836)が「算学鉤致」を刊行し、「算法天元樵談聚」に始まる遺題の解答を与えて、遺題継承が完全に終了しました。石黒信由は富山の和算家で、加越能の地図を作製したことで有名です。伊能忠敬は主として海岸線の測量しか行いませんでしたが、石黒は内陸部まで測量をして精密な地図を作りました。(〔106〕参照)



87. 算法新書

5巻 5冊 刊 長谷川善左衛門寛閑, 千葉雄七胤秀編 明治13年(1880) 18.1×12.6cm 文政13年(1830)初版の三刻新鑄本
京大附図：岡島 6-41/サ/95 367040

校閲者の長谷川寛(ひろし)は日下誠に和算を学びましたが、なぜか除名され、自ら江戸に長谷川道場を開き和算を教授しました。長谷川道場には多数の生徒が集まり江戸の数学の中心となりました。千葉胤秀(ちば たねひで、1775-1849)編として「算法新書」は文政13年(1830)に出版されました。「算法新書」は初等数学から関流の高等数学、円理までを分かり易く説明した本として多くの読者を獲得しましたが、一方では関流の秘伝を公開したとして非難を受けました。本書は文政13年版をもとに三刻したもので明治13年(1880)に出版されたものです。明治13年になっても和算を勉強する人が多かったことを物語っています。



88. 円理算経

卷上・中 1冊 写 小出兼政編,北野光孝校,福田泉訂 23.1 × 16.7cm 原序:天保13年(1842)
京大附図:岡島 6-41/工/9 366876



89. 円理算経

卷下 1冊 写 小出兼政編,北野光孝訂 25.5 × 18.6cm
京大附図:岡島 6-41/工/10 366877



和算では様々な複雑な図形の面積や体積の計算を好みました。こうした問題をとくためには、いつも類似の計算をする必要がありますが、そうした計算の表を組織的につくることを和田寧(わだ やすし、1787 - 1840)が行い、図形の体積や面積を求めることが大変明快にできるようになりました。和田がおこなったことは今日の言葉を使えば、 $x^m(1-x)$ 、 $x^m(1-x^2)$ の形の関数を0から1まで積分した表を作成したことです。和田は無級数を積極的に取り扱いました。和田寧の円理(定積分)の計算理論を弟子の小出脩喜が編纂したものです。本書は出版されず、写本としてのみ伝わっています。

90. 乾坤表

1冊 写 28.7 × 20.0cm
京大附図 6-41/ケ/4 960185

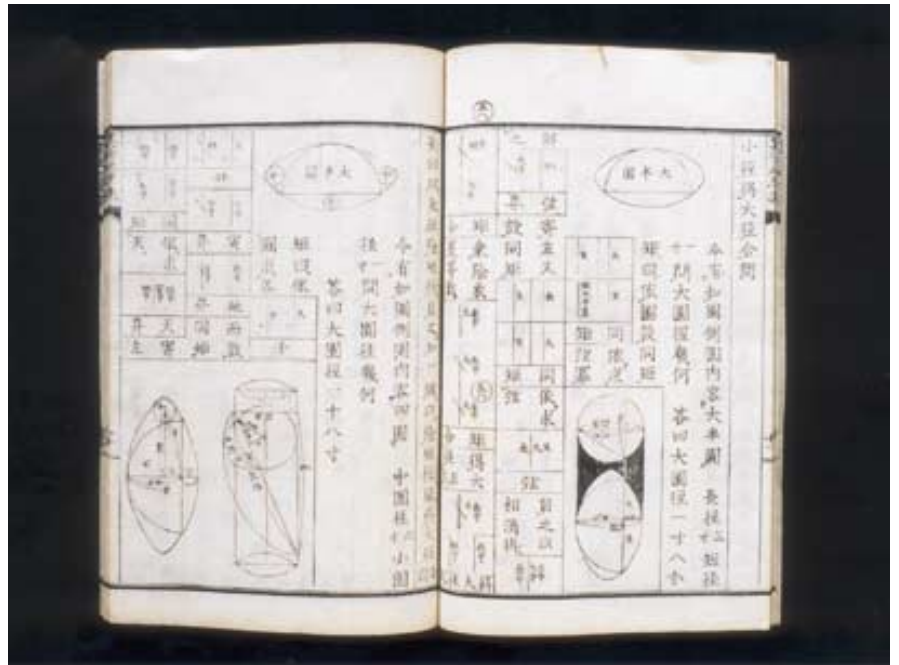
本書は和田の円理に基づく定積分の表の一部です。定積分の表を作るための用紙を特注して、表が作られています。用紙の版心には宇宙堂版と印刷されています。東叢軒宇宙堂は内田五観(うちだ いつみ、1805 - 1882)の号ですので、本書は内田五観の弟子が作ったことが分かります。内田は11才から日下誠に学び、18才で関流第六伝という関流の最高位を受けた逸材です。かれは西洋の学問を積極的に受け入れようとしたが、一方では、日下誠の弟子であった和田寧に円理を学ぶために入門しています。内田はオランダ語を高野長英に学び、広い関心を持って天文、地理、測量、航海術などの西洋の新知識を積極的に取り入れました。佐藤文庫(第5章参照)にも内田関係の翻訳書があります。



91. 算法起源集

卷上,中,下,続 4冊 刊 佐久間纘著 明治10年(1877) 22.5×25.1cm
続編:佐久間綱司撰
京大附図:岡島 6-41/サ/59 367004

佐久間纘(さくま つづき、1819 - 1896)は最上流に属し、江戸時代から明治に入って最晩年にいたるまで、和算関係の著書を出版しました。明治22年(1889)には「算法同矩術」を出版しています。本書では和算の伝統的な問題が採り上げられています。また、本書の続巻の後半は佐久間の門人達の問題が記されています。明治初期には和算に関心を持つ人たちが多数いたことがわかります。



92. 円理算要

1冊 刊 萩原禎助著述,川北朝鄰校訂 明治11年(1878) 22.0×14.9cm
京大附図:岡島 6-41/工/11 366878

著者の萩原信芳(はぎわら のぶよし、1828 - 1909) 通称禎助は和算家として最後の世代に属します。上毛勢多郡関根村の農民で、昼は農作業を、夜は数学を研鑽したことが伝わっています。本書は、和算史の最後を飾る出版物の一つです。実に多種多様な立体図形の体積を問題にしている、和算家が複雑な図形に多大の興味を持ち続けたことがわかります。



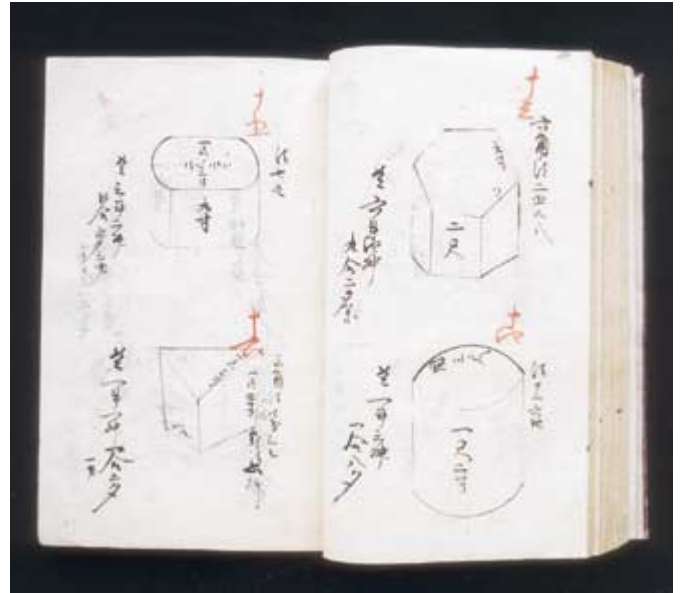
4 . ひろがる和算の世界

4 - 1 和算を楽しむ

93 . 算題

1冊 写 22.9×16.0cm 書名は題簽より推定
京大附図 6 - 41/サ/167 960100

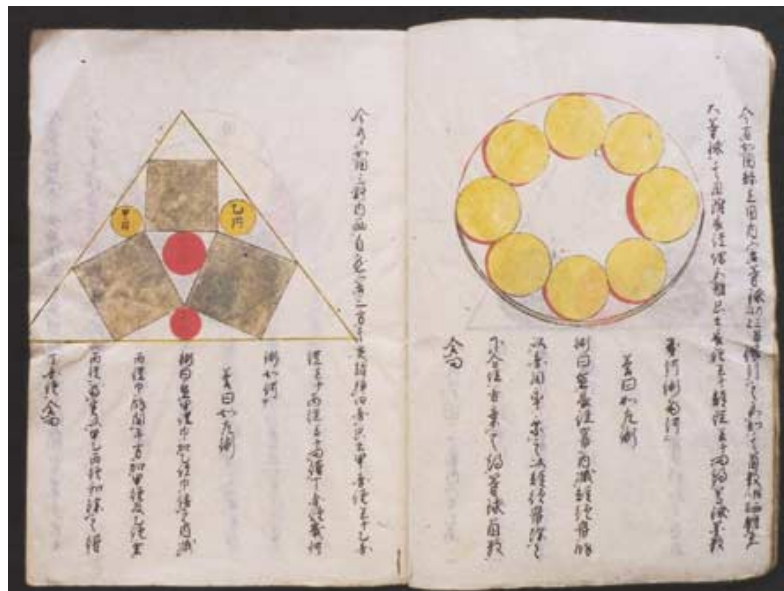
図形の問題を多数集めた書ですが、題簽が破損し書名が判読できません。内題、目次もなく、書名や著者が分からないのは残念です。複雑な図形を扱った問題は多くの人たちに歓迎され、算額にも図形の問題が多数取り上げられました。

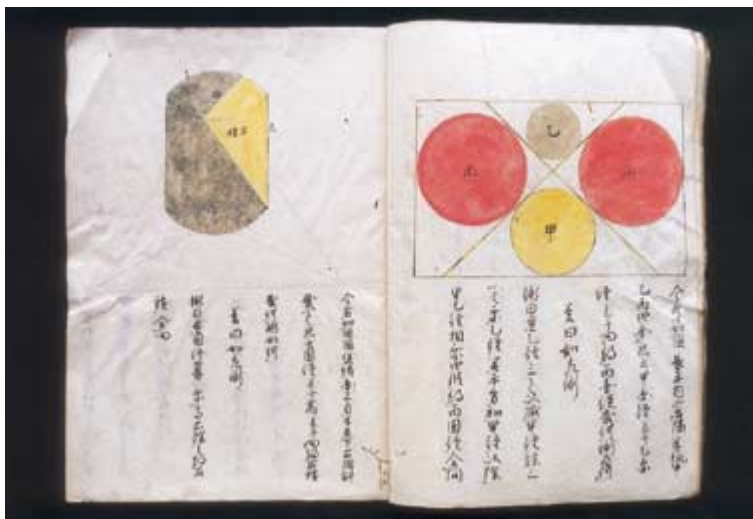
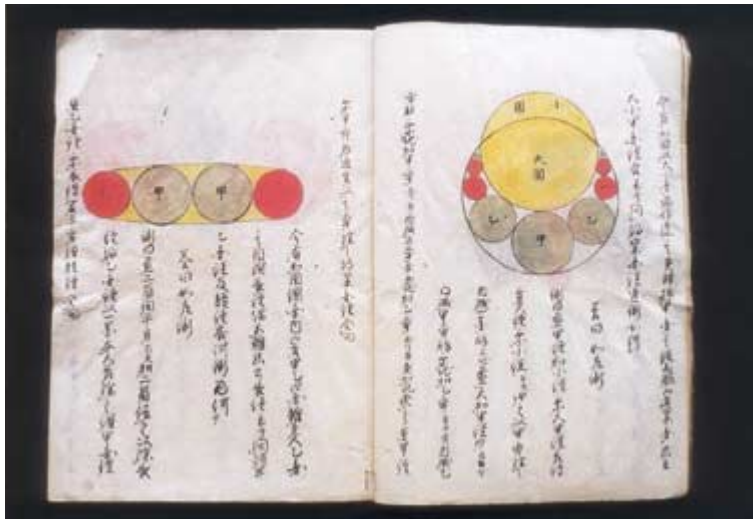


94 . 算図一策

1冊 写 26.4×19.9cm
京大附図：岡島 6 - 41/サ/37 366982

図形の問題のみを扱った本書は、図に美しく彩色が施されています。和算家が好んだ図形の問題ですが、楕円も登場し、問題として必ずしも簡単なわけではありません。序文の日付は文政7年（1824）になっています。大変遺憾なことに著者名が記された部分だけがみそりで切り取られています。





95 . 算法

1冊 写 林百輔撰 22.4×25.7cm 外題：算法 団扇題一百个條
京大附図：岡島 6 - 41/サ/39 366984

本書は円形のうちわの中に種々の図形を描いて円の直径や多角形の辺の長さを求める問題が答・解法と共に記されています。版心の上部には司天宮御師範代、下部には福田社中蔵書と印刷されていますので、福田理軒の関係者が書写したものと推定されます。本書の裏表紙うらには大阪府算学校貫通書斎蔵版豫記として数学書の広告が印刷されたものが貼られています。おそらく明治初期に書写されたものと思われる。

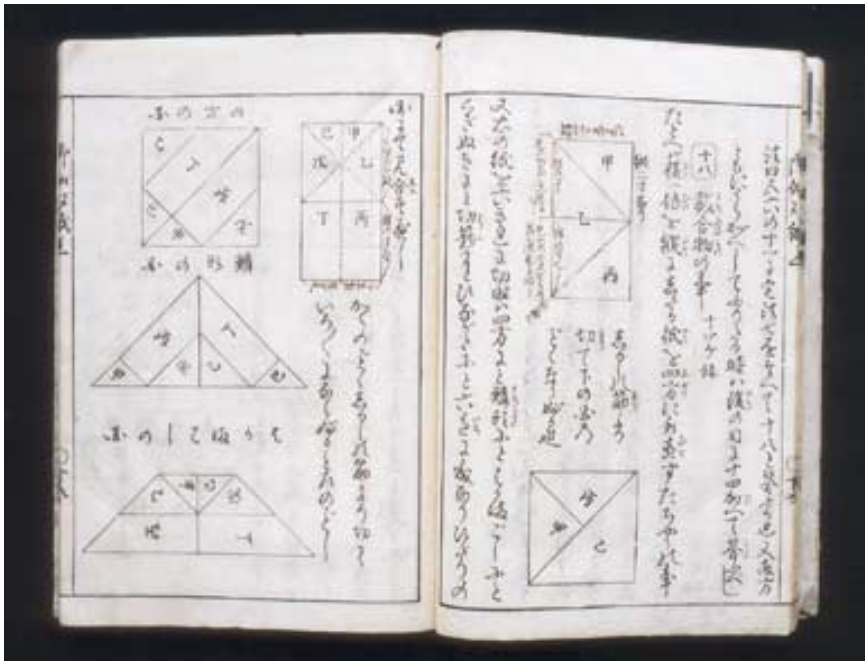


4-2 数学遊戯・児童書

和算の進展の中で、初等数学の面白い問題も多数考えられました。これも「塵劫記」にすでに見ることができますが、和算の発展期にはさらに本格的な書物が出版されました。

96. 勘者御伽双紙

3巻 3冊 刊 中根保之丞法触編集 寛保3年(1743) 22.5×16.0cm 外題横に「岡嶋寄贈」の印あり
京大附図 6-41/カ/29 916998 ,917001 ,917002



著者の中根法触(1701 - 1761)は本名を中根彦循(げんじゅん)といい、中根元圭の息子です。この本は日本に古くから伝わる数学遊技や中国数学、和算の面白い問題を集めたもので、今日読んでも大変興味深い問題が多数含まれています。問題の表現は初等的ですが、高度な考え方を必要とする問題が含まれています。足し算を使って平方根を求める女の子(めのこ)平方のように、20世紀になってタイガー計算機やカシオのリレー式計算機で平方根を求める際に使われたものもあります。また、本書にはこの原理を正しく理解していることを示す問題もあります。中根彦循の父・中根元圭(なかね げんけい、1662 - 1733)は田中由真に数学を学びました。田中由真には「雑集求笑算法」という数学遊戯の著作があります。「勘者御伽双紙」は田中由真の流れをくむ本であると考えられます。

97. 算法童子問

6巻 6冊 刊 天明4年(1784) 22.5×15.8cm
京大附図 6-41/サ/3 32421

本書は「勘者御伽双紙」の続編として記されたもので天明4年(1784)に出版されました。著者の村井中漸(むらい ちゅうぜん、1708 - 1797)は中根彦循の弟子でしたが、晩年は儒医として京都に住んでいました。



98．絵本工夫の錦

前編上・前編下 1冊 刊 船山輔之 寛政7年(1795)
23.0×17.0cm
別：絵本質問入工夫の錦
京大附図 6-41/工/1 33398

99．絵本工夫の錦

前編下,後編 2冊 刊 船山輔之 後編：寛政10年
(1798) 22.7×15.8cm 後編の別書名：絵本答術工夫の
錦、附録答術
京大附図 6-41/工/2 129777

船山輔之(ふなやま すけゆき、1738 - 1804)は山路主住の弟子で、寛政7年(1795)に子供向けの本として本書を出版しました。見開きに絵を載せ、上の方に問題を載せています。解答は別に出版するとしてのせられていません。今日でいえば算数の問題で、和算家の間では大変不評でした。本書の批判を藤田貞資、会田安明、坂部広胖らが書いています。寛政10年(1798)に後編と解答集が出版されました。きわめて初等的な本ですが、巻末に付録として和算の問題が1問載せられています。江戸時代の数学の入門書の大半が、難しい問題を付録として載せています。これは数学の拡がりを知らせ、勉強の励みにする江戸時代の智恵の現れと考えられます。

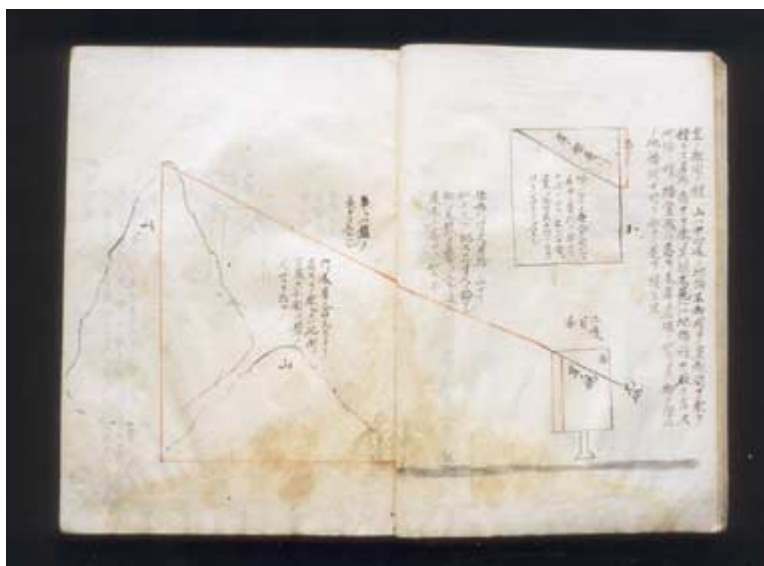


4-3 測量術

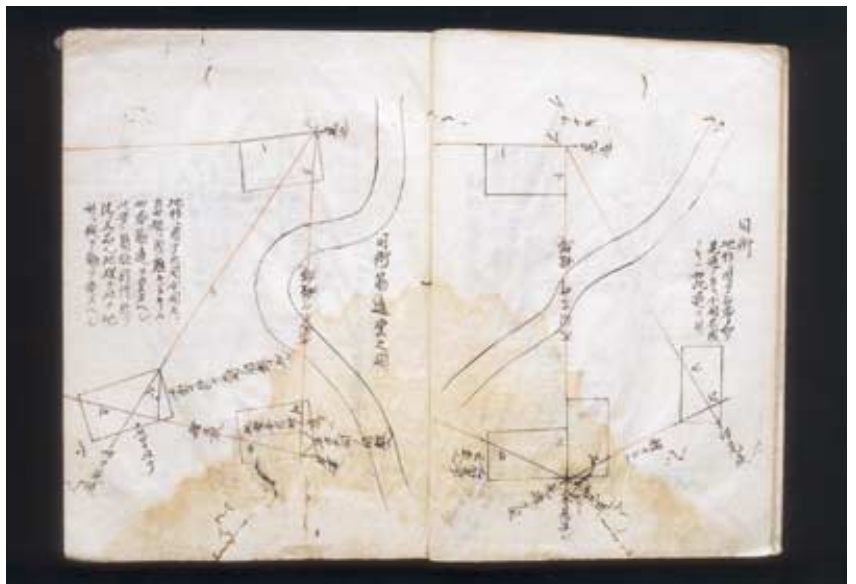
100．規矩元法町間図法

5冊 写 22.8×16.5cm
2：表伝口義,3～5：別伝口義一～三
京大附図 6-41/キ/1 32414

本書は測量法を詳しく述べたものです。全5冊からなっていますが、最初の1冊は「規矩元法町見図法」、2冊目は「表伝口義」、残りの3冊は「別伝口義、一、二、三」となっています。「別伝口義三」に記されている測量のための道具は見盤、根発(コンパスのこと)、分度之矩、規矩元器、小丸のみで、オランダ渡来の器機は記されていないので、享保時



代以前の測量術の教科書ではないかと推定されます。本書には序文やあとがきはついていません。



101. 規矩元法町見図解

1冊 写 享保9年(1724)写 27.0×20.4cm
京大附図 6-41/キ/3 191736

本書も「規矩元法町間図法」同様に、初期の測量術を述べたものです。詳しい説明はなく、口伝があると記しています。本書は末尾に享保9年(1724)に書写された旨の記述があります。

江戸時代の測量術の本は写本でも彩色されていることが多いのが特徴です。



102. 規矩元抄

2巻 2冊 写 27.4×20.2cm
京大附図 6 - 41/キ/26 1816068

本書も古い測量術の教科書です。下巻では円に内接する正多角形についての詳しい説明がありますが、円周率として3.162が使われています。また、別のところでは円周率の古法として3.142、3.16、3.162があげられさらに口伝が有ることが記されています。この点からも本書の内容は古いことが推測されます。



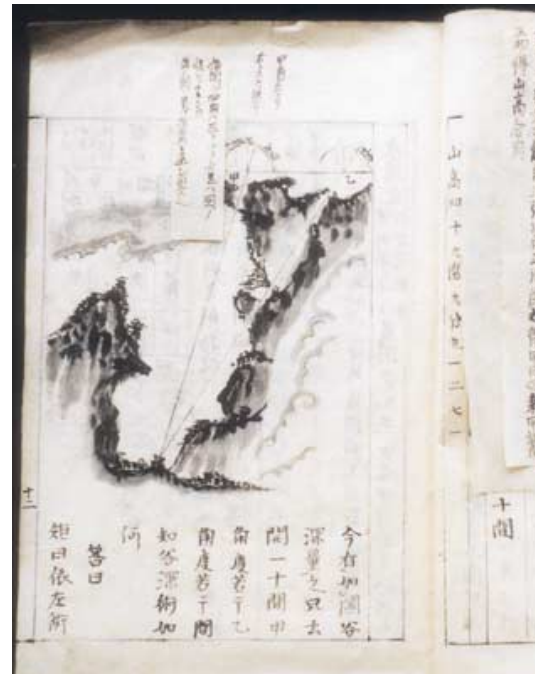
103. 八線表用法

3巻 3冊 写 会田算左衛門安明述 ,高田九米次久富写 文政6年(1823)写
26.1×18.9cm 外題:八線用法
京大附図:岡島 6 - 41/八/3 367204

本書は3巻からなり春・夏・秋と呼ばれています。本来は冬の巻があつて全4巻であったと思われます。春の巻は三角関数表の作成方法が述べられ、その後三角関数の天文曆術への初等的な応用が述べられています。夏の巻では三角関数を使って三角形の辺の長さや角度を求める問題がたくさん論じられ、秋の巻では三角関数を使う測量について述べられています。新しい測量術の入門書となっています。八線表は割円八線表とも呼ばれ、今日の三角関数表にあたります。和算家は三角関数表のことを「曆算全書」で知り、具体的な表は享保12年(1727)に輸入された「崇禎曆書」にあるもので学んだとされています。割円八線表は主として測量のために使われ、伊能忠敬も測量結果を再確認するために割円八線表を使っています。伊能忠



敬の使った「割円八線表」は数値の誤りが訂正されています。これは和算家が、三角関数表の作成原理を知っていたことを物語っています。なお、日本最初の三角関数表はその構成法も含めて「算暦雑考」に記されています。「算暦雑考」は建部賢弘の著とされています。本書の著者は会田安明で、末尾に「二本松家士東嶽先生門人高田久留米久富写之 文政六己巳正月」と記されていて、文政6年(1823)に書写されたことが分かります。東嶽は会田の弟子渡辺一(わたなべ かず、1767 - 1893)の号で二本松藩士でした。江戸で会田の門人となり、二本松藩へ帰国してからは会田に算書を送ってもらってそれを書写して数学を学びました。



104. 伊能図：四国淡州

1枚 写 伊能忠敬 135×177cm
 別：四国淡州六分下図 ,沿海地図
 京大附図 5 - 84/イ/1別貴 109119

伊能忠敬は文化5年(1808)に淡路島や四国の測量を行ないました。測定結果をもとに幕府に提出する地図(正本)とその控として副本が作られました。本伊能図は副本と同じ方法で作られましたが、何らかの理由で完成されなかったもので、稿本と呼ばれています。



105. 伊能図：肥前国平戸島

1枚 写 伊能忠敬 122×172cm
 別：肥前国松浦郡平戸領附平戸嶋生属嶋其外小嶋并黒嶋大嶋度嶋 ,沿海之図
 京大附図 5 - 84/イ/1別貴 109119

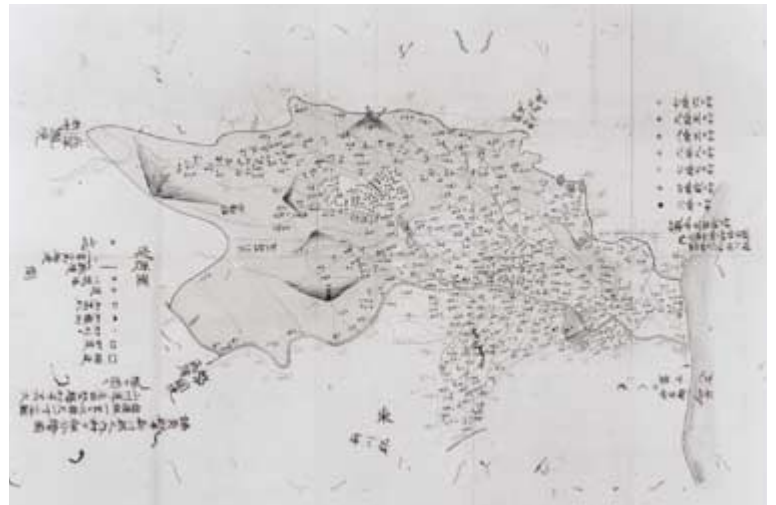
伊能忠敬は文化6年(1809)に九州の一部を測量し、文化9年から10年にかけて再度九州の測量を行ないました。平戸は文化10年に測量しています。この測量は文化11年まで続き、伊能忠敬が自ら測量を指揮した最後のものとなりました。本伊能図は稿本です。



106．加越能三州郡分図：富山御領

1枚 写 石黒信由 文政8年(1825) 51×38cm
京大総博

石黒信由は加賀藩の命を受けて、文政2年(1819)から約3年半にわたって加越能の測量を行ない、文政7年に地図を完成させました。石黒信由は享和3年(1803)に測量に来た伊能忠敬に会って測量器具を見てから、その改良に取り組みました。伊能忠敬は海岸線の測量が主でしたが、信由は内陸部まで精密な測量をしました。



4-4 航海術

107．元和航海記

1冊 写 池田与右衛門入道好運編輯 元和4年(1618)序 19.6×27.2cm 扉題：元和航海書
京大附図 6-07/ケ/1貴 42586

「元和航海書」とも呼ばれる本書は池田好運によって著されました。序文の日付は元和4年(1618)になっています。池田好運はマノエル・ゴンサロに航海術を教えてもらいましたが、高度な質問をしたところ、その質問は難しく、どのパイロットも答えることができないだろうと言われました。そこで工夫して翌年には測定具を作ったので、この書を著し後



人に伝えることにしたと序文に記しています。西洋の航海術を学ぶだけでなく、さらに自らの工夫をこらした点で、西洋の技術の単なる輸入に終わっていないことが分かります。池田好運は独創性に富んだ人だったので、寛永13年(1636)には京都の水学という人と協力して、カラクリを使って長崎港口の沈没船から銀600貫を引き上げたという記録が残っています。和算が生まれる前夜に、日本の社会の知的旺盛さを示す資料と考えられます。寛永12年に海外渡航の禁止が発せられ、鎖国体制へと移行するに従って航海術に関する関心は薄くなり、本書も忘れ去られてしまいました。「元和航海記」は京都大学所蔵のこの写本しか伝本はありませんが、この本に基づくと思われる類書として「蛮暦」、「船乗びらうと」、「異方船乗天文図」などが知られています。再び航海術に人々の関心が呼び起こされるのは18世紀末から19世紀初頭にかけてでした。そのときは、和算家も対数表や三角関数表を使う航海術に関心を示しました。

108 . 蘭曆経

1冊 写 26.7 × 17.2 cm

巻末：万国州県経緯度表

京大附図 6 - 05/ヲ/1 貴 109120

本書はオランダ語の本からの翻訳です。2部に分かれていて、前半は四大陸や主な島々の面積などを記した表です。後半は世界の主要な都市の経緯度とアムステルダムからの距離と時差が都市名をアルファベット順に並べて表にしてあります。ごく最初の部分だけ都市名の読み方とどの国にあるかがカタカナで記されています。また、オランダ語の術語とその訳が記された頁もあります。



4-5 岡島伊八

109 . 三上義夫氏から岡島伊八氏宛ての書状

[81] 算法点竄指南録」にはさみこまれていたもの

京大附図：岡島

「算法点竄指南録」の問題99に関する岡島の質問に答えたものです。東京の震災のことが記されていますので大正12年(1923)に書かれたものと推定されます。



110 . 日本算学年表

1冊 写 岡島[伊八]誌 大正6年(1917)初編,昭和3年(1928)修

正 23.7 × 26.2cm

京大附図 6 - 41/ニ/4 917011

岡島伊八の和算書に関するノートです。主要な和算関係の年紀と自己の蒐集書が記してあります。岡島は和算家の墓や碑をたくさん写真に撮っていましたが、そのことも詳細に記されています。岡島伊八が体系的に和算書をあつめていたことが分かります。



コラム：岡島伊八と三上義夫

岡島伊八(明治2 - 昭和7年(1869 - 1932))は薬種商でしたが、和算を学び、また社会事業家、慈善家としても知られていました。岡島は和算書の収集を行っており、昭和2年(1927)2月10日が会田安明の生誕180年であることを記念して、所蔵本の多くを京都大学附属図書館に寄贈しました。岡島は和算史の研究者であった三上義夫と親しく、三上の活動を支援しました。そのことは昭和8年(1933)4月10日に発行された「故岡島伊八翁記念誌」に「岡島君と和算」帝国学士院嘱託三上義夫と書いた追悼文に述べられています。「和算」第10号に引用された追悼文の一部を再引用します。

「岡島伊八君は大阪の人で薬種商を業とするけれども、大阪の和算家福田金塘の跡を嗣いだ福田直之進に就き和算を修めた人であった。

私が君と相識るに至ったのは和算史調査の為であり、君の援助を受けた事は尠くない。

(中略)

福田金塘、理軒の兄弟の先師、武田無量齋は、一時大阪の算学界に覇を称した事もあったが、其後は弘前から来た武田謙蔵が数学上の後嗣になって居り、明治前期の数学教育上には随分努力したものであった。謙蔵は明治39年(1906)に77才で没したが、未亡人ツネ子は健在であり、遺蔵の算書も多数に存在して居るといふ事で、岡島君から其事を知らされ、私はツネ子並びに同家の世話をされて居た医師で旧門人であった児玉熊太郎君にあって、之を調査し、其多数の蔵書を悉く帝国学士院に寄贈されて武田派のみならず、大阪の算学調査上に多大の便宜を得たものであった。而も君は武田君から学んだ事もなく、又何等の関係もないということであった。

(中略)

岡島君は和算家の墓碑の写真を多く撮影し碑文を写し取ったりしたものがたくさんあるが、私は之を贈られて今に珍藏している。和算家の伝記研究に如何ばかり役に立つかも知れない。まことに感謝の至りである。東京本所既現寺の会田安明の墓の如きは、君の撮影に其名残を留めて居るが、大正12年(1923)の大震災の後に同寺を訪うた時は墓石は無惨に焼け

て剥落し見る影もないものになっていた。

関孝和の高弟建部賢明、同賢弘の墓は小石川服部坂の菩提所に在ったが、寺は既に移転して、墓は失われて居るけれども、君は其寺に就て調査せられ、賢明の末孫建部賢徳氏が丹後宮津(京都府)に在住の事を確かめ、同家に「建部氏伝記」が存在する事を聞いて、私に報道されたのであった。私が建部君を訪い、其書類を披閲して、之を学士院で写させて置いたのも全く君の仲介に拠ったのである。

(中略)

私は大阪に遊んだ時、安治川、国津橋きわの岡島邸をしばしば訪問した。君の家に泊められた事も幾たびかあった。君に案内されて大阪の諸算家の墓に詣でた。君が上京の際にはよく訪問されたものであった。君の親切懇篤にして飾り気のない性格は、私の遂に忘れ得ない所である。

(中略)

君は晩年に至り蒐集の和算書の一部を、京都帝国大学に寄贈されたが、君亡き後にも尚、家に残された蔵書は其処置を遺族から私に託せられたので、東京科学博物館に全部之を寄贈することに取運んだ。其数400冊ばかりにして、同館の図書室に和算書の備えられたのは之を初めとする。岡島君の和算に関する最後の記念としては適当であろう。

近くシカゴ開催の万国博覧会へ出陳の和算書関係事項に関して、同館からの命に依り起稿に多忙を極めつつ、茲に岡島君の思い出を記する。」

三上義夫(明治8 - 昭和25年(1875 - 1950))は和算史の研究者として忘れることのできない存在です。三上の英文による和算史・中国数学史、

・ Yoshio Mikami : *The Development of Mathematics in China and Japan*, Teubner, Leipzig, 1913, 復刻版 Chelsea, New York, 1974

・ David Eugene Smith and Yoshio Mikami : *A History of Japanese Mathematics*, Open Court, Chicago, 1914
はいまなお、欧文による唯一の和算史の通史です。三上は菊池大麓の知遇を得て帝国学士院嘱託として、上記の岡島伊八の追悼文にもあるように、和算の資料を求めて東奔西走し、和算史研究に大きな功

績を残しました。菊池没後の学士院で次第に疎遠にされ、大正12年(1923)に帝国学士院嘱託を解かれ、学士院の和算史資料調査事業も実質的に終焉しました。三上は晩年に「支那数学史」を完成させましたが、原稿が膨大なため出版を引き受ける出版社がなく、未だに出版されていません。ニーダムの「中国の科学と文明」(日本語訳第4巻、原著第3巻第一部)で「Yajimaの報告によれば三上の1,000頁以上にのぼる中国数学史に関する未完の原稿が現存しているそうである。この学問的業績を遅滞なく世界に発表する

ことは、日本学士院に課せられた大きな使命である」(「中国の科学と文明」(4)数学、思索社、p.10脚注)と記されています。三上の原稿、特に第一章の原稿の存在が現在不明のままです。原稿を見つけ出し出版することは日本の数学界、数学史界の緊急の責務です。原稿を発見するために、皆様の協力をお願いします。

上野 健爾
(京都大学理学研究科数学教室)

5 . 和算から洋算へ 佐藤文庫

幕末になると航海術や軍事との関係で西洋の数学を学ぶ必要性が感じられるようになってきました。また、内田五観に代表されるように積極的に西洋の新知識を吸収しようとして努める和算家も出てきました。その一方で和算は多くの愛好者に支えられて熱心に学ばれていました。和算から洋算への移行は、明治5年(1872)の学制で初等教育の数学は西洋数学に決められたことで決定的になりました。和算から洋算への移行は比較的スムーズに行われました。それには和算の知識が役に立ったことにもよります。そのことを示す恰好の資料が京都大学附属図書館の佐藤文庫にあります。この章では佐藤文庫の和算書を中心に和算から洋算への移行を示す資料を展示します。

佐藤文庫は幕末から明治にかけて活躍した和算家佐藤則義(さとう のりよし、(文政3 - 明治29年(1820 - 1896))の曾孫佐藤則之氏によって昭和27年(1952)京都大学附属図書館に寄贈された佐藤則義の蔵書約117冊からなっています。佐藤則義の蔵書は寄贈の時点で180点ほどが残されていて、その内の117点が附属図書館に寄贈されました。すべて写本



111 . (参考)佐藤則義肖像

パネル展示のみ
日本学士院

からなり、和算家のまとまった蔵書として和算家の興味、関心が数学のみならず、測量学、暦学、砲術など多彩であったことを知る上でも貴重な資料となっています。

佐藤則義は備後福山藩士で、幼少は辰太郎、後に和介といい、晩年は保左衛門(やすざえもん)と称しました。初め数学を福山藩の伊達広助(寛政11年 - 嘉永2年(1799 - 1849))に学び、さらに江戸に出て伊達の師匠であった内藤豊由に学びました。内藤の先生は神谷定令であり、神谷は藤田貞資の門下ですので、佐藤則義は関流の数学を学んだことが分かります。佐藤則義が弟子に与えた免許状には関 - 荒木 - 松永 - 山路 - 藤田 - 神谷 - 内藤 - 伊達 - 佐藤と名前が書き連ねてあり、自らも関流の数学者であることを自負していたことが伺われます。

佐藤則義は11才から25才まで数学の研鑽を深め、弘化3年(1846)に算術肝煎、文久3年(1863)には算術世話取となり、明治5年(1872)に廃校になるまで福山藩の藩校誠之館(現在の誠之館高校の前身)で数学を教授しました。嘉永2年(1849)には幕命に基づいて領海の深淺測量の用をつとめました。また、明治維新後は私塾をひらき多くの人材を育てました。則義の長男武太郎も和算を学びました。福山藩は老中阿部正弘の藩であり、幕末には外国語教育に熱心であったことも知られています。明治維新後、福山藩は明治政府から疎まれ、佐藤則義は歴史の表舞台で活躍することはなかったようですが、明治6年から10年にかけて小学校教員のために「筆算指南速成」の出版に尽力しています。

この展示では佐藤則義の蔵書の一部を主として分野別に年代順に並べました。関流の和算家がどのような数学関係書を持っていたか、その多彩さに驚かれるかもしれません。関孝和の著作の写しから始まり、松永良弼、山路住らの著作だけでなく、建部賢弘の兄・賢之の著作である「算法格式」の抜き書きがあるのは大変珍しいことです。また、安島直円の著作が多く残されているのも目を引きまます。こうした関流に属する人たちの著作以外に最上流をたてて関流に対抗した会田安明の著作が含まれているのも目を引きまます。和算家はギルドをなして、閉じた世

界を作っていたと言われてきましたが、佐藤文庫を見るだけでそれが正しくないことが分かります。和算家は優れた数学書や興味を持った数学書を流派に関係なく学んだことがわかります。それは数学という学問の性格上当然のことです。数学上の真実は流派に関係なく常に真実だからです。

さて、佐藤則義の蔵書で西洋数学と直接関係するものは球面三角法に関する書物群です。佐藤文庫には安島直円、会田安明の著作の他に内田五観の門弟

によるオランダからの翻訳も含まれています。また、古い清水流の測量術の教科書に混じって、三角法を使う新しい測量術の著作も含まれています。さらに、洋算を佐藤則義が学んだことを示すノート類があります。和算の式を洋算の式に直すのはさほど難しくなかったことがこれらのノートを見ると分かります。時代の移り変わりのなかで、和算家がどのようにして洋算を学んでいったのかを示す貴重な資料です。

5-1 関流の和算書

112. 題術弁議之法

1冊 写 関孝和編 23.3×16.5cm
京大附図：佐藤 6-41/夕/14 1816046

本書は関流算法七部書の一つで、関孝和が著したもので、関流で写本として伝わってきたものです。本書は問題の誤りや解法の誤りを分析したものです。佐藤と則義の朱印が冒頭に押されています。



113. 算法増約術

3巻(天・地・人) 3冊 写 23.7×16.6cm
京大附図：佐藤 6-41/サ/212 1816093

天の巻は「括要算法」巻2・諸約之法のなかの増約術の部分の詳しい解説書です。地と人の巻は「算法古今通覧」「拾璣算法」「精要算法」から増約術に関する問題をまとめて解説したものです。増約術は初稿が a 、公比が r の無限級数 $a + ar + ar^2 + ar^3 + \dots$ の和を求める問題です。



114. 算法格式

1冊 写 24.0×17.0cm

京大附図：佐藤 6 - 41/サ/210 1816086

建部賢弘の兄・建部賢之(たけべ かたゆき、1654 - 1723)の著書からの抜き書きだと最初に記してあります。「明治前日本数学史」第2巻p.41にある戸坂保佑の「関算前伝46」と同じか類似の写本ではないかと思われます。主要な数学書の問題とその解法を与えたものと思われます。



115. 解伏題交式斜乗之諺解

1冊 写 27.4×19.7cm

京大附図：佐藤 6 - 41/カ/44 1816100

関孝和の著した「解伏題之法」は高次の連立方程式をたて、変数を消去して1変数の方程式に直す方法を論じたもので、今日の言葉を使えば終結式や行列式の理論が登場します。関孝和の「解伏題之法」は説明が簡明すぎて理解しがたいこともあり、高次の行列式の定義に誤りがあるとされてきました。本書はその誤りの一部を訂正したものです。



116. 補遺解伏題生剋篇

1冊 写 22.9×16.8cm

京大附図：佐藤 6 - 41/ホ/13 1816051

関孝和の「解伏題之法」の誤りを正したとされる「解伏題交式斜乗生剋補義」が寛政10年(1798)に石黒信由によって著されています。また同年菅野元健は「補遺解伏題生剋篇」を著し同様に誤りを正しました。本書には30葉以降がありませんが「明治前日本数学史」第4巻p.439 - 440の記述から見て、菅野の著書の前半部と思われます。

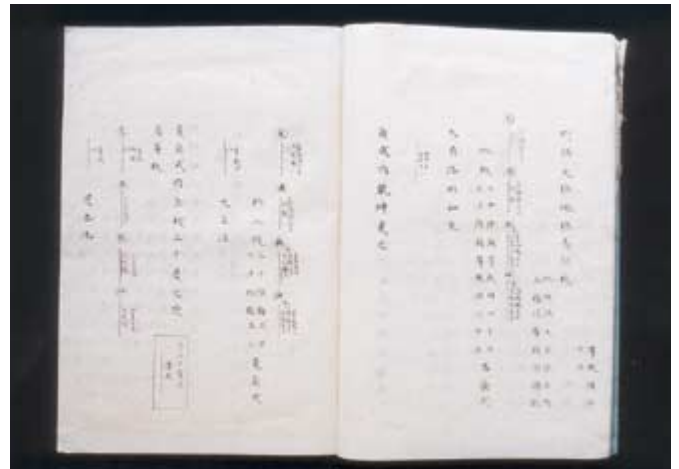


117. 剰一括法

1冊 写 山路平主住編撰 27.2×19.0cm

京大附図：佐藤 6 - 41/シ/63 1816108

「塵劫記」で百五減と呼ばれた問題を一般にした問題、たとえば5で割れば3余り、7で割れば1余る数を求める問題を集めて解説したものです。これの問題は最初古代中国の数学書「孫子算経」に登場し、その後も、中国の数学書にたくさん登場しているので今日では中国の剰余定理あるいは孫子の剰余定理と呼ばれています。



118. 新撰綴術

卷上 1冊 写 五瀬田誠敬祖撰,岡義矩子方訂 23.7×16.6cm

京大附図:佐藤 6-41/シ/64 1816102

「明治前日本数学史」第4巻p.30では「新撰綴術」は坂部広胖の著書としています。綴術は和算で無限級数と関連する数学を意味するものとして使われています。



119. 変商

2巻 1冊 写 21.8×16.6cm

卷上「南山安島先生原稿 理軒福田先生定正」,卷下「関流神谷定治知由述之 折衷学福田泉士銭定正」

京大附図:佐藤 6-41/へ/11 1816105

版心の上部に福田派算叢、版心の下部に順天堂塾記と記された原稿用紙に筆写されています。この書はしばしば「安氏変商稿」と呼ばれます。図形の問題を解くために方程式をたてると、求める答えの他に負の数が出てくることがあります。藤田貞資は負の数の意味を考えましたが分からずに、安島に質問しました。その回答が本書です。外接円を求める問題であれば、負の数値は内接円を求める類似の問題の解であるというのが安島の答えです。数式と幾何とを結びつけた安島の答えは数学的な考え方が洋の東西を問わず普遍的なものであること示しています。また、安島の天才を見事に示しているともいえます。



120. 平方零約解

1冊 写 安島直円編 23.7×16.7cm

跋「天明二年壬寅初冬安島直円書」

京大附図:佐藤 6-41/へ/9 1816107

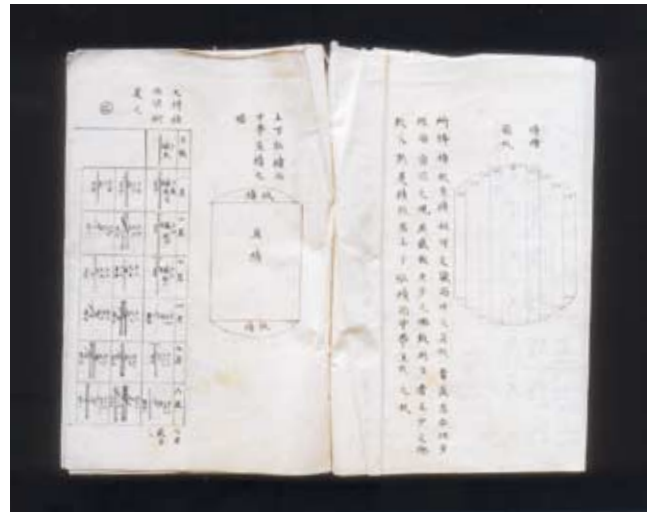
天才和算家であった久留島義太(くるしま よしひろ、?-1757)は数学上の発見をすることに夢中で、発見したことを書き残さず、弟子が結果を書いていたと伝えられています。久留島の業績の一つである「平方零約術」は平方根の近似値を分数として求める方法です。久留島の書き残したものは簡潔すぎるので、安島が詳しい解説をつけたものが本書です。久留島は独学の数学者で、あるとき「塵劫記」を手に入れ、たちまち理解し、江戸で数学塾を開いていたところ、中根元圭が塾の前を通りかかって久留島に面会を求め、話してみると、中根は久留島の数学の才能に驚き、久留島は自分の数学の貧弱さに恥じ入ったという話が伝わっています。久留島は松永良弼と親しく、松永の数学上の良い相談相手だったようです。



121. 弧背術解

1冊 写 24.0×17.0cm
京大附図：佐藤 6 - 41/コ/26 1816057

本書に著された結果は安島の最大の業績の一つとされるものです。弧背とは円弧のことで、円弧の長さを弦や円の直径を使って表す方法を弧背術と呼びます。今日の言葉を使えば逆三角関数の無限級数展開を求める問題に相当します。安島は定積分の考えを使ってこの問題をとき、それまでの建部、松永の手法とは別の新しいアイデアを和算に導入しました。



122. 錯綜窮变法

1冊 写 23.9×16.9cm
京大附図：佐藤 6 - 41/サ/204 1816098

「佐藤則義蔵書目録」では藤田貞資著となっていますが、本書には著者名は記されていません。「明治前日本数学史」第3巻p.235では有馬頼僮の著書として記されています。藤田は有馬の数学顧問でしたので藤田の手が加わっていても不思議ではありません。組み合わせの問題や数論の問題が扱われています。



5-2 その他の和算書



123. 鈎股玄理談

1冊 写 23.0×17.8cm
京大附図：佐藤 6 - 41/コ/29 1816110

和算特有の三平方の定理の応用問題がたくさん記されています。編者名や筆写名は記されていません。[134]と同じ人が筆写したように見えます。本書の裏表紙に筆算による割り算の計算が記されています。

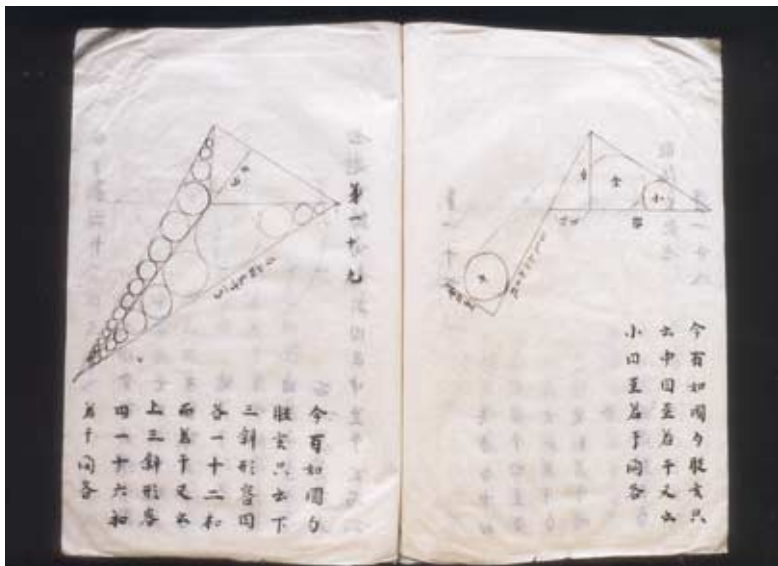
124. 勾股容円秘曲好凡二十五條

1冊 写 28.0×19.5cm

外題：鈎股容円秘曲好

京大附図：佐藤 6 - 41/コ/32 1816115

三角形や多角形に内接する円に関する和算でよく取り扱われる問題を三平方の定理を使って解いたものです。「明和九年壬辰八月甲子 多田尚伯述之」と巻末に記されています。明和9年は1772年で、その年に改元して年号は安永になりました。



125. 算額題集

1冊 写 24.3×17.0cm

京大附図：佐藤 6 - 41/サ/218 1816148

本書には題名がありません。関流の人たちによる算額の問題を集め、最後に最上流会田安明の門人の算額の問題が記されています。和算家の流派を越えた交流があったことを物語る資料です。編者名も筆写された年代も記されていません。



126. 数理神篇

2巻 1冊 写 齋藤宜義算象関, 安原喜八郎千方編 23.3×16.0cm 表紙：額問雑題 序：万延元年(1860)

京大附図：佐藤 6 - 41/ス/11 1816060

表紙にペンで「額問雑題」と記しクエスチョンマークがその上に記してあります。本書には題名がなく、序から始まっています。序、凡例のあとは「数理神篇」首額、「数理神篇」巻上、「数理神篇」巻下と続いていますので、題名は「数理神篇」とすべきだと思います。齋藤宜義(さいとう ぎぎ、1816 - 1899)の著書「数理神篇」に首額の部分を付け加えたもののようで、序の年紀は万延元年(1860) 齋藤宜義の門人 船津正武識となっています。つけ加えられた「数理神篇」首額では齋藤の門人達が問題を出し自ら答えています。また、「数理神篇」は齋藤や中曽根宗那(なかそね むねよし、1824 - 1906)の弟子達が掲げた算額の問題を解説したものです。荻原禎助の問題も含まれています。



127. 円類五十問答術

1冊 写 [戸]田広胖子顛撰,佐藤則義写 天保6年(1835)写 24.4×17.2cm
京大附図:佐藤 6-41/工/40 1816137

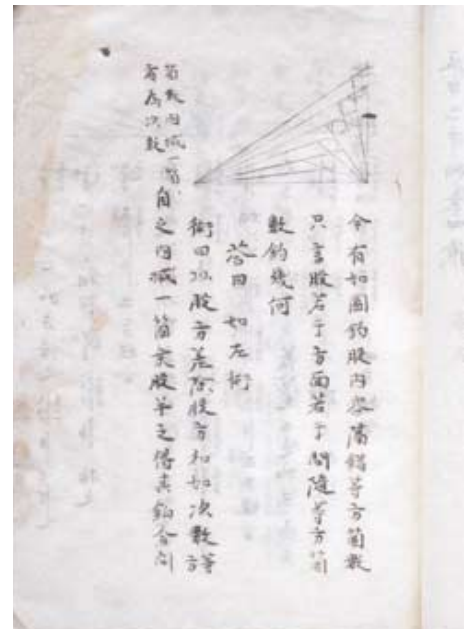
本書は戸田広胖(坂部広胖は寛政頃には戸田姓を名乗っていました)の著作「円類五十問答術」を佐藤則義自身が書写したもので、末尾に「天保六乙未年九月中旬写之 佐藤則義」と記されています。天保6年は1835年で則義15歳のときにあたります。則義の自筆と断定できる貴重な資料です。「円類五十問答術」には広胖の先生であった本多利明が問題を持ってきて広胖に解くように命じ、辞退することがかなわなかったため解いた旨のあと書きがついています。本書には年紀は記してありませんが、「円類五十問答術」は寛政8年(1796)2月に完成したことが分かっています。



128. 階梯算法

1冊 写 24.0×17.2cm
京大附図:佐藤 6-41/力/41 1816080A

武田真元の著書「階梯算法」(文政元年(1818)刊)の一部を筆写したものである。表紙に「階梯算法」と書かれ、最後に鈴木直虎の書名があります。福田理軒は最初武田真元に和算を学びましたので、福田との関係で本書が佐藤則義の蔵書になったのではと思われます。



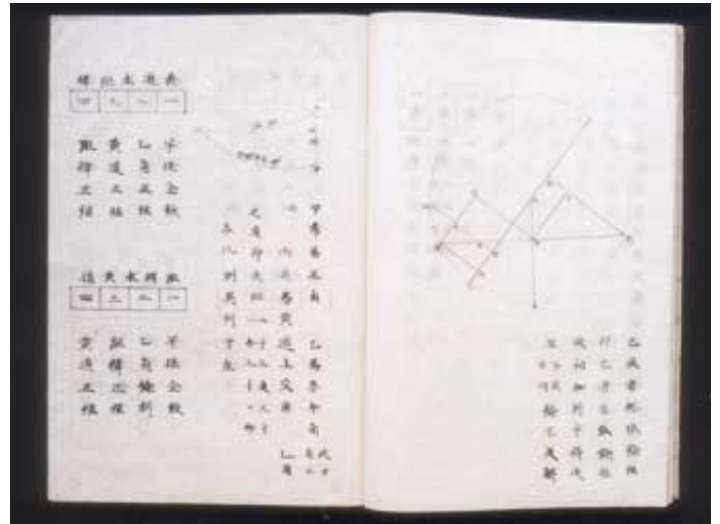
5-3 球面三角法

129. 曆算全書環中忝尺加減捷方解

1冊 写 安島直円述 23.7×16.6cm
京大附図:佐藤 6-41/力/53 1816139

徳川吉宗は、建部賢弘や中根元圭を登用して改暦を企てました。800年以上使われた暦は中国元の授時暦を手本にして作られた貞享暦に席を譲ったばかりでしたが、必ずしも満足できるものではありませんでした。中国ではイエズス会の宣教師達によって西洋の天体論に基づく暦法が使われるようになりました。宣教師が関係しているのでこうした暦法関係の書物の輸入を幕府は許可していませんでしたが、中根元圭が

吉宗に禁書をゆるめるように進言し、キリスト教と直接関係しない書物の輸入ができるようになりました。享保11年(1726)に清の梅文鼎が著した「曆算全書」(雍正元年(1723)刊)が輸入されました。「曆算全書」は中根元圭が訓点をつけ、建部賢弘が序文を書いて享保15年に吉宗に奉呈しました。和算家は「曆算全書」から三角法を学びました。また享保12年には割円八線表 三角関数表のことが輸入されました。「曆算全書」の環中黍尺の章では平面及び球面三角法の公式が論じられていますが、安島は球面三角法の余弦定理について解説を加えています。



130. 弧三角法

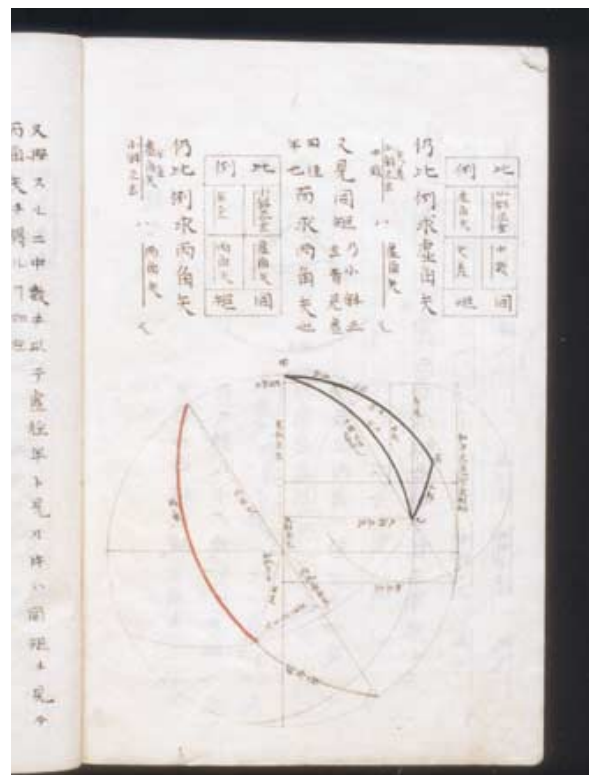
1冊 写 23.8×16.5cm

京大附図：佐藤 6-41/コ/31 1816094

球面三角法の教科書です。本書には著者が記されていませんが、内容から会田安明の著作を筆写したものと思われる。丁寧に写されており、また三つ異なる蔵書印が押されています。この本を勉強したと思われるノートが「弧三角之術」と題して佐藤文庫に残されています。そこでは「弧三角之術

最上流 会田算左衛門安明述」

と記して、本書の抜き書きも収められています。



131. 新訳弧三角術

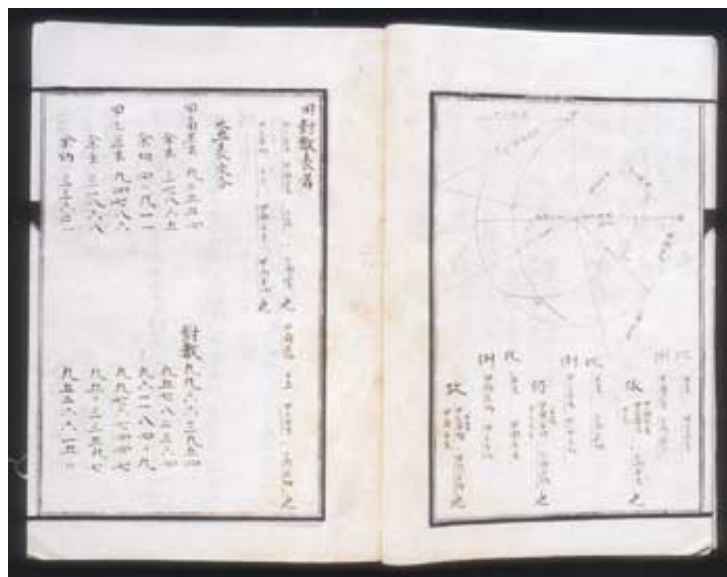
1冊 写 ヤコブ・フロリーン撰 高橋義泰訳 23.4×16.5cm

序：安政2年(1855)

京大附図：佐藤 6-41/シ/57 1816052

内田五観の序文によると本書はピーポロ・ステエンストラ著ヤコブ・フロリーン補訂のオランダ語の航海術書第6版からの訳に門人高橋義泰が解説をつけたものです。「明治前日本数学史」第5巻p.466によれば、原書はPybo Strenstra, Grondbeginsels der stuurmanskunst, 6ed, 1820とのことです。序文の最後に「安政乙卯夏日 東海内田五観僊人識」と記されていますので安政2年(1855)夏までには完成したものと思われる。また序文では弧三角法は西洋のテリゴノメテリアスパリカ(Trigonometrica spherica)のことであると記しています。内田五観は西洋の数学を学ぶことに熱心だったことが本書からも分かります。幕末になる

と航海、測量のために三角法が必要とされ、たくさんの著作があったことが『明治前日本数学史 第5巻p.461 - 463』に記されています。本書は、幕末に和算家が西洋数学を学んだことを示す資料です。



5 - 4 洋算と関係する書物

132 . 算法演段品彙

1冊 写 22.8×15.9cm

はさみこみ紙片あり

京大附図：佐藤 6 - 41/サ/208 1816112

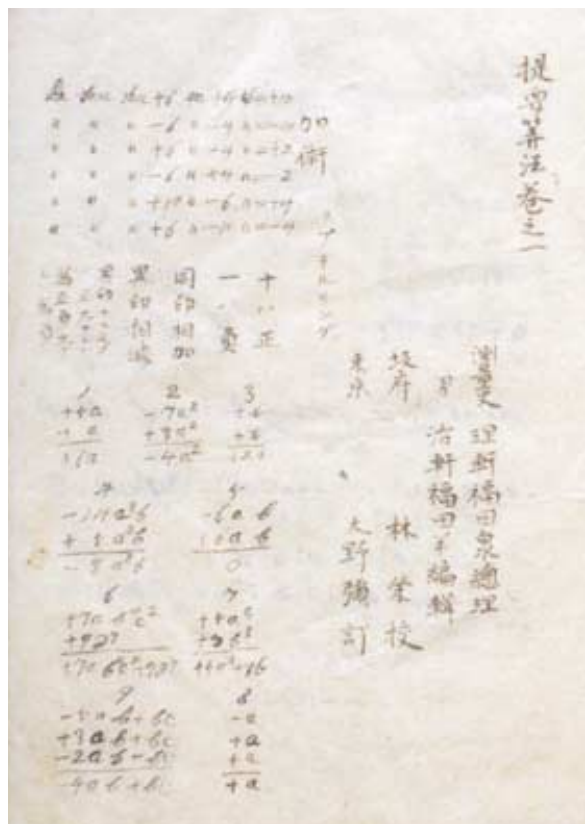
本書は円や三角形に内接する円に関する和算の典型的な問題の解法を記したものです。題簽はなくなっていますが丁寧に仕立ててあります。本書の編者名は記してありません。佐藤と則義の印が最初のページに押してあります。佐藤則義自身の著作かもしれませんが、佐藤則義の署名が入った「円類五十問答術」〔127〕参照〕とは筆跡が微妙に違うようです。この本には、「算学水平別題」と題する一枚の紙が挟まれて、洋算の方法で解かれています。さらに角度はラジアンが使われ、円周率として文字 π が使われています。このノートが記された年代が分からないのが残念です。



133. 提要算法

卷1, 卷5・6 2冊 写 25.0×16.3cm
 卷1「測量史理軒福田泉総理 男治軒福田半編輯 坂府林榮校 東京大野彌訂」, 卷5「坂府治軒福田守中撰」, 卷6「坂府治軒福田守中著」
 京大附図: 佐藤 6-41/テ/13 1816082

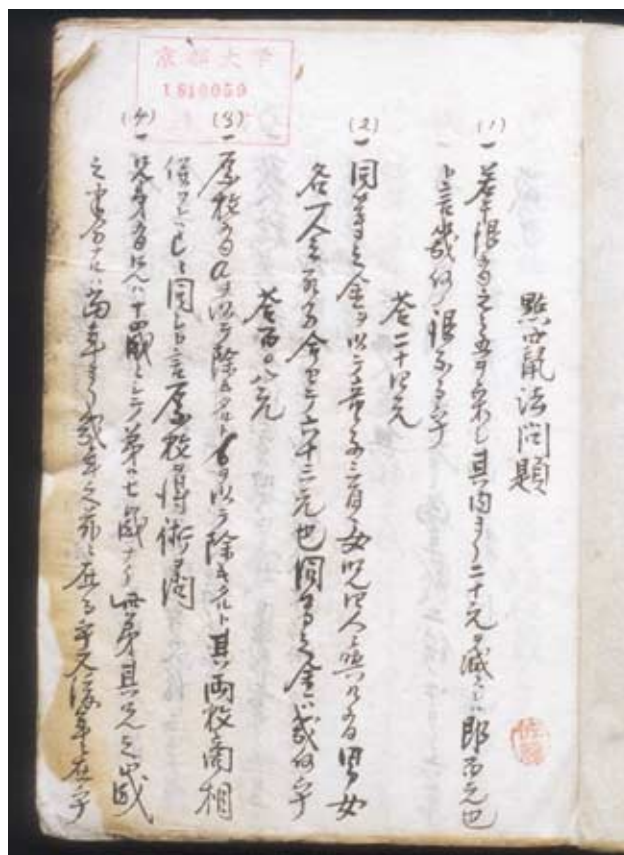
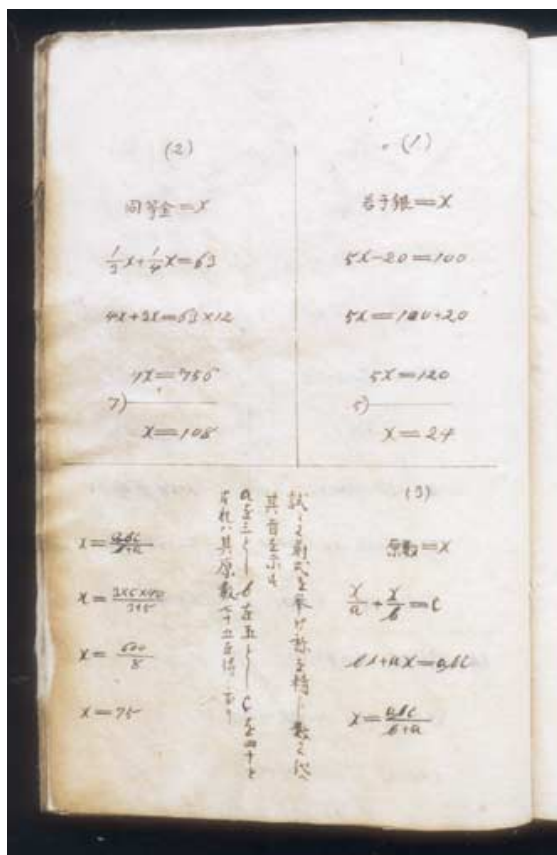
福田理軒と息子の福田治軒が編纂した洋算の教科書です。巻之一と五・六が佐藤文庫に収められています。巻之一では問題や説明のほとんどは縦書きで、文字式は横書きになっています。巻之五では問題を文字式を使って解いています。問題文中には牛乳や味噌が登場します。身近なものに題材をとる伝統が江戸時代から受け継がれていることが分かります。



134. 点竄法問題

1冊 写 23.5×16.6cm
 京大附図: 佐藤 6-41/テ/12 1816059

問題と答えが本書前半部に記され、後半部で洋算の方程式を使って解法が記されています。単位もフート、ストイフルなどの単位が使われています。記された年代が分からないのが残念です。

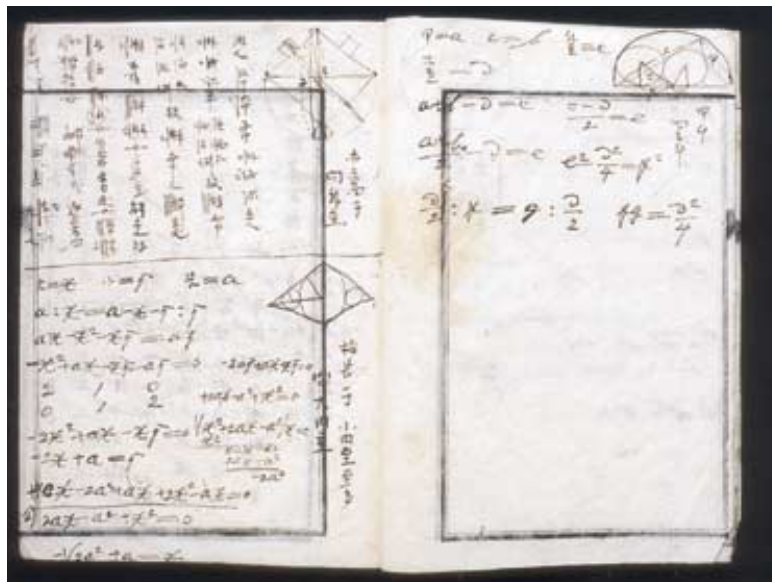
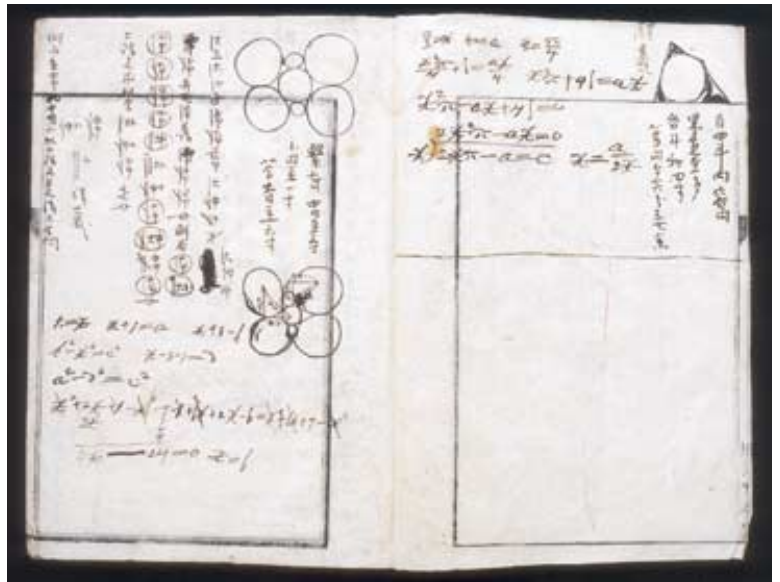


135. 算法浅問抄解

1冊 写 23.6×17.5cm

京大附図：佐藤 6 - 41/サ/222 1816134

本書は佐藤則義のノートと思われます。数学の問題を和算と洋算の両方で解いた部分がある、きわめて珍しいものです。傍書法による和算の方程式と洋算の方程式とは記法は全く違いますが、実はほとんど変わらないことが分かります。方程式をたてて解くという点では和算と洋算とではそれほど違いは有りませんでした。順天堂の用紙が使われています。表紙には「算法浅問抄解」と墨で書かれていますが、「算法浅問抄」の問題の他に「提要算法」の問題も一問記してあります。和算家が洋算を学ぶ過程を記した貴重な資料です。



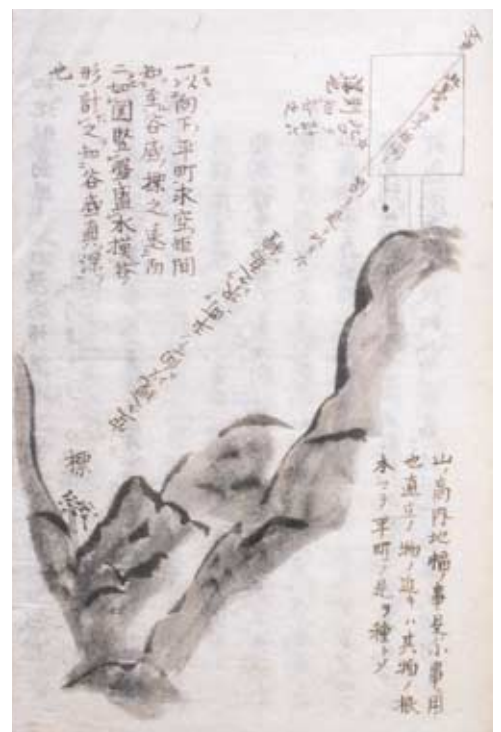
5 - 5 測量術

136. 規矩元法

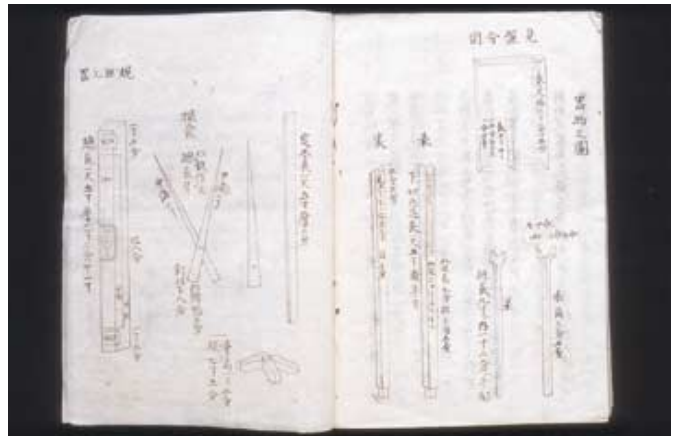
1冊 写 23.9×16.8cm

京大附図：佐藤 6 - 41/キ/28 1816073

本書は題名が記されておらず、規矩元法序から始まっています。「規矩元法」が本来の題名であったと思われます。この序文の中で、規矩元法は樋口権右衛門がオランダの測量術を学んだことから始まったこと、測量術を外国では規矩元法というが耳慣れないので通常は町間というようになったと記されています。また、目次は記されていませんが、本文の章立てをみますと、清水貞徳(しみず さだのり、1645 - 1717)の著作「規矩元法町見一術(寛永3年(1626))」と各章の名前がわずかに違うだけですので、本書は清水流規矩術を記したものであることが分かります。内容的には三角法を使わない古い測量法ですが、幕末まで使われたことは本書を佐藤則義が所持し



ていたことから分かります。佐藤および則義の蔵書印が押されています。なお、本書は免許皆伝のときに渡されたものと思われる書き付けが最後のページに記されていますが、名前は記されていません。次の「規矩元法別伝」([137 参照])と一体のものとして免許が渡されたのではと思われます。



137 . 規矩元法別伝

1冊 写 23.8×16.8cm

京大附図：佐藤 6 - 41/キ/29 1816074

本書は前書と同じ人による筆写のようです。本書の最後に免許が記されていて、樋口権右衛門、金澤刑部左衛門から始まる系譜が記され俗名清水太右衛門 来應元販で終わっています。日付は宝永6年霜月(1709年11月)になっています。本文の最後のところで、別伝二十二状と記され、さらに「以上五十条規矩源一術終」と記されています。前の本と、この本は一体として考えることができるように思われます。本文の最後は来應元販清水豊吉と記されています。「明治前日本数学史」第5巻p.471によれば「規矩元法別伝」は来應元販清水豊吉によって宝永6年(1709)11月に記されたとなっていますが、この本の免許の日付と同じであり、いささか気になるところです。免許には免許を受けた

人の名前は記されておらず、また免許のあとに、規矩元法誓約前書が記されていますので、本書は免許状を出すときの見本のようなものを筆写したものではないかと思われます。



138 . 図法三部集

1冊 写 24.0×16.7cm 奥書：貞享3年(1686)

京大附図：佐藤 6 - 41/ス/14 1816076

表紙がなくなっていますが、「図法三部集」と名付けると最初のページに記されています。測量術を述べたものです。貞享3年(1686)の奥付が記されています。「明治前日本数学史」第5巻p.471によれば清水貞徳の著作です。測量に関する初歩的なことが図入りで丁寧に述べられています。

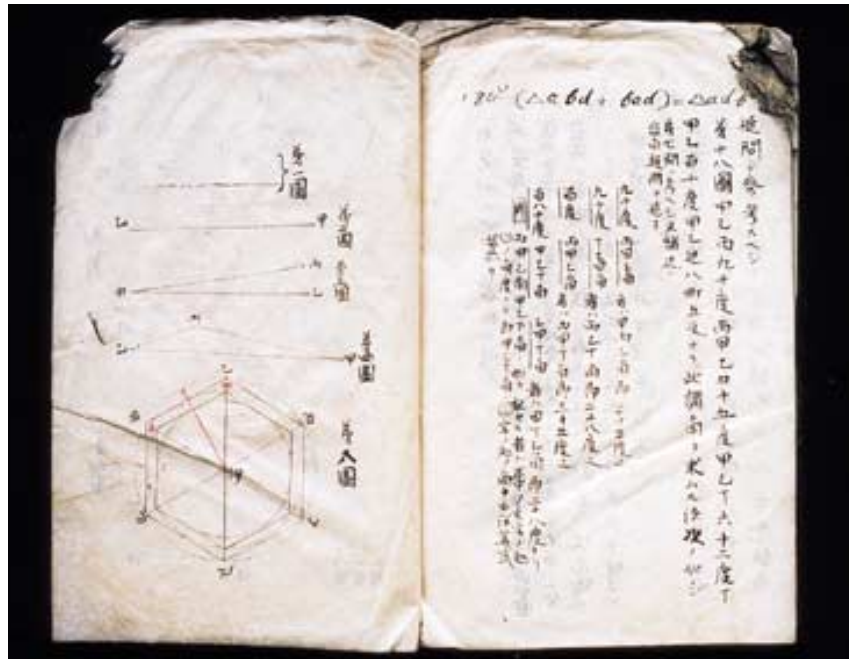
139. 測量三角惑問

卷上 1冊 写 轟政 25.0×16.0cm

巻頭：三角惑問

京大附図：佐藤 6 - 41/サ/203 1816070

本書の冒頭で、和算の記号と洋算の記号の対照表が与えられ、それぞれ和算符と洋算符という用語が使われています。序文の最後は「丙辰中秋望 於高田幽窓下 籙谿轟政識」と記されており、内容から考えて安政3年(1856年)に記されたものと思われます。本書の冒頭の洋算符のところに $ab:cd = ef:gh$ と文字を使って比例を記した部分があります。また、本文最後のページ(次ページより図が始まります)の本文の上に $180^\circ - (abd + bad) = adb$ と文字式が記されています。



と文字式が記されています。この部分は一部墨の色が濃い部分があり、あとから書き加えられたようにも見えますが、冒頭の洋算符の記号を見ると、最初から書かれていたとしてもおかしくはありません。いずれにしても、洋算の文字式を使う数学者が既に安政3年(1856)にはいたことになり、和算から洋算への移行を調べる上で、本書は貴重な資料です。なお、目次には書名は「測量三角惑問」とあり上・下2巻よりなっていますが、本書は上巻だけです。上巻では三角法の基本と三角法を使う測量に関して簡単な記述があります。この本に関しては今後、詳しく調べる必要があります。

5 - 6 砲術

140. 煩学要本

1冊 写 池部春常著 22.9×14.8cm

京大附図：佐藤 6 - 41/コ/28 1816072

弾道を考察した著書です。著者池部常春は熊本の人で「曆象新書」を著した志筑忠雄の孫弟子です。本書では位置を表すのにa、bが使われている箇所があります。本書は砲術書で、弾道に関して論じてあります。著作年代や筆写された年代は記されていません。



141. 砲術新篇答古知幾

1冊 写 21.8×15.4cm

京大附図：佐藤 6-41/夕/16 1816075

本書はオランダ語の砲術書からの翻訳と
思われますが、原著は本書からは不明です。
題名、目次がなく、

「砲術新編 荅古知幾

第一篇 射法及ヒ擲放二就テ
以 弾道一般ノ考察」

と始まります。最初の部分では、タルタ
ーリア(本書ではタルタグリアと記されて
います)からはじまるヨーロッパの弾道学
の歴史が記され、ガリレイ(本書ではガリ
テイ)とトリチェリ(本書ではツルリセツリ)
によって真の弾道学が確立されたことが述

べられています。その後、弾道の運動学が式を使って展開されています。本書では式の部分ではアルファベットは使われずに、漢字とカタカナを使って記されています。和算の式と洋算の式の折衷形式と見ることができます。訳者の注解が「訳者云」としてたくさん記されています。ヨーロッパの力学と数学の受容という点から注目すべき本ですが、本書が作られた年代を知る手がかりがほとんどないのが残念です。書物に仕立てるための専用の用紙を使っていますが、版心に名前等は記されていません。



5 - 7 佐藤文庫以外の洋算関係書

142. 西算速知

2巻 2冊 刊 [福田理軒]口授,順天堂塾蔵 安政
4年(1857) 25.2×17.4cm
京大理・数学 103953

本書はそろばんを使わない筆算を解説し
たものですが、アラビア数字ではなく と
一から九までの漢数字を使って筆算を行っ
ています。今日の私たちから見ればきわめ
て奇妙に見えます。この本は、西洋の初等
数学書を参考にして書かれたのではなく、
清の梅文鼎の著作「曆算全書」中の「筆算」の
章に基づいて記されたものと思われる。
本書の著者福田理軒(1815 - 1889)は大阪で
生まれ、はじめ武田真元に学び、後に小出
兼政に入門しました。測量術に優れ、安政
3年(1856)に著した「測量集成」は幕末まで
の測量術の集成書として有名です。この本では古来からの測量術に加えて三角関数表、対数表を使う新しい測量術が記されています。大阪南本町に私塾順天堂を開き和算を教えました。明治維新後は東京に移り、私塾順天求合社を開いて数学を教えました。



143．洋算用法

初編 1冊 刊 柳河春三著 安政4年(1857) 18.1×12.2cm
京大附図 6-41/ヨ/3 960059

本書はアラビア数字を使って筆算を説明した教科書です。また小数点(・ではなく、, を使っています、これは今日でもドイツ、フランス、オランダなどで使われています)を使って小数を表していることも新しい所です。この本ではわり算の記号として÷を使っていますが、今日私たちが $6 \div 2 = 3$ と記すところを $2 \div 6 = 3$ と記しているのが大変奇妙に見えます。数学用語にはオランダ語がカタカナで記してあります。九九も、たとえば「ター マール テー、イス、ヒール」とカタカナで書いて横に「二倍ノ二八是四」と訳がつけられています。そろばんの計算しか知らなかった当時の人たちには奇妙な本に映ったかもしれません。柳河春三(1832 - 1870)は名古屋に生まれ尾張藩の砲術家上田帯刀、同藩医伊藤圭介に蘭学を学びました。後に幕府の開成所教授となり、また多くの著訳書で西洋の諸学問を紹介しました。magazineを初めて「雑誌」と訳し、慶応3年(1867)日本最初の月刊誌「西洋雑誌」を創刊し、翌明治元年(1868)「中外新聞」も創刊しました。また同年明治政府の開成所職員となり、翌年には学校制度取調事務にあたり、明治5年の学制の基礎を作りましたが、明治3年になくなりました。本書は本格的な和算家によらない最初の洋算の書ですが、内容的にはきわめて初等的なものです。



144．筆算提要

1冊 刊 天真堂蔵、伊藤慎蔵訳述 慶応3年(1867) 22.7×15.7cm
京大附図 6-41/ヒ/3 960197

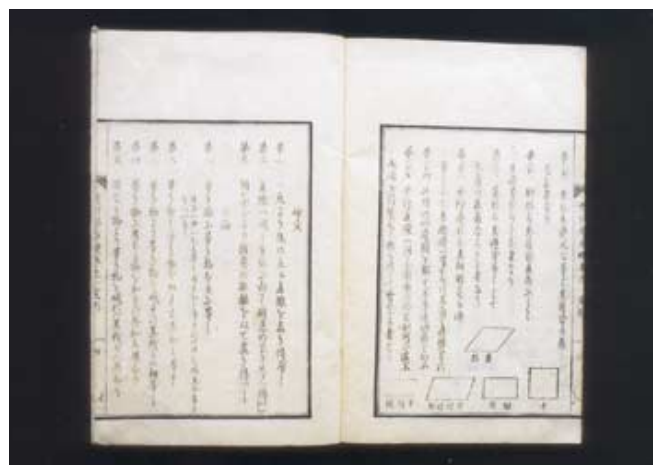
漢数字を使って縦書きで筆算を行っています。そのため、分かり難い記法になっています。なお、割り算は÷ではなく、: を使っています。加減乗除の次に比例、さらに対数(本書では応率と呼んでいます)の説明が入っているところが新しいと言えます。



145．幾何学原礎

6,首巻 7冊 刊 山本正至,川北朝隣訳 明治8年(1875) 22.3×14.7cm 巻6:明治11年(1878)
京大附図 6-41/キ/22 960221

静岡学校におけるクラークの講義ノートを山本正至と川北朝隣が訳して出版したものです。定義と公理から始まるユークリッド幾何学を、ユークリッドにならって体系的に述べたものです。難解で知られるユークリッドの比例論も収められています。訳語が決まっていなかった時代だけに翻訳には大変な苦労があったものと思われます。当時の和算家は、定義と公理から始



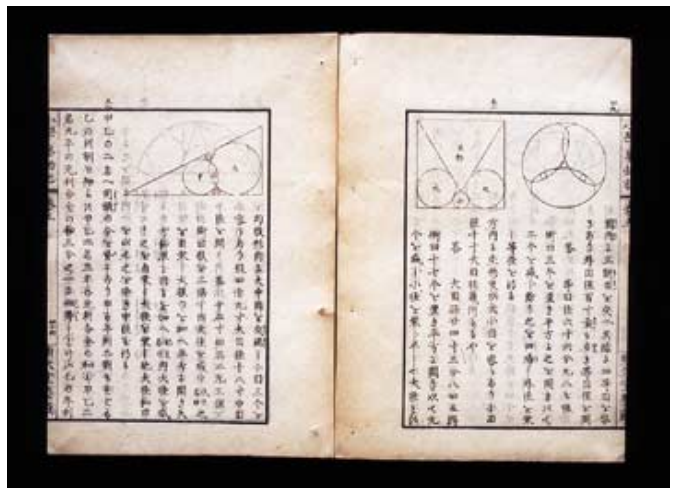
まるユークリッド幾何学の意義を理解することができず、簡単な図形の考察に説明が過剰であると考えていたようです。しかしながら、初学者には本書の幾何学的内容は分かりやすかったと思われます。この本の学習者がユークリッド幾何学のもつ論証の意味をどれほど理解したかは興味のあるところです。大半の学習者にとっては幾何学的事実のみが重要と思われたかもしれません。



146 . 明治小学塵劫記

卷5,6 2冊 刊 福田理軒著 明治12年(1879) 23.2×15.7cm
京大附図：岡島 6-41/メ/2 367222

字義通り「塵劫記」の明治版をめざしたものです。数学の入門書として、新しい時代に合うように編纂されています。そろばんでは足し算、引き算の説明が入っています。また、数学の用語も一部新しいものになっています。傍書法を使った方程式による数学、点竄術が西洋数学の代数にあたることの説明もあります。指数の説明で、和算では甲の3乗は甲4を意味していたが、西洋式に甲の3乗は甲3と表すことにしている点は特に注目されます。徐々に西洋数学を受容していく過程が見られます。和算家福田理軒の西洋数学の学習の成果ということができるとは思いますが、基本的には和算の伝統に沿った初等数学の教科書と見ることが妥当と思われる。



和算関連文献

1. 全集

『関孝和全集』(大阪教育図書 1974)

2. 和算書の覆刻, 影印およびCD-ROM

『江戸初期和算選書』1 - 6巻(研成社 1990 - 刊行継続中)

『近世歴史資料集成第IV期 日本科学技術古典籍資料 数学篇』1 - 6(科学書院 2002 - 刊行継続中)

『CD-ROM和算書集成 中曽根宗那コレクション』(岩波書店 2001)

3. 解説書

日本学士院編『明治前日本数学史』1 - 5(岩波書店 1983)

遠藤利貞著, 三上義夫編, 平山諦補訂『増修日本数学史』(恒星社厚生閣 1981)

林鶴一『和算研究集録』上・下(1937年 復刻版: 鳳文館, 1985年)

小倉金之助『日本の数学』(岩波新書 1940・1964改版)

下平和夫『日本人の数学 和算』(河出書房新社 1972)

平山諦『関孝和』(恒星社厚生閣 増補版 1974)

佐藤健一『数学の文明開化』(時事通信社 1989)

小松醇郎『幕末・明治初期 数学者群像』(上)幕末編, (下)明治初期編(吉岡書店 1990 - 1991)

平山諦『和算の誕生』(恒星社厚生閣 1993)

佐藤健一『江戸の寺子屋入門』(研成社 1996)

三上義夫『文化史上より見たる日本の数学』(岩波文庫 1999)

王青翔『「算木」を超えた男 もう一つの近代数学の誕生と関孝和』(東洋書店 1999)

近畿数学史学会編著『近畿の算額 数学の絵馬を訪ねて』(大阪教育図書 1992)

川本亨二『江戸の数学文化』(岩波科学ライブラリー70 1999)

西田知己『江戸の算術指南 ゆっくりたのしんで考える』(研成社 1999)

佐藤健一, 大竹茂雄, 小寺裕, 牧野正博『和算史年表』(東洋書店 2002)

伊達宗行『「数」の日本史 われわれは数とどう付き合ってきたか』(日本経済新聞社 2002)

4. 和算書の解説

佐藤健一『算組 現代語訳と解説』(研成社 1987)

佐藤健一『豎亥録仮名抄』(研成社 1988)

吉田光由著, 大矢真一校注『塵劫記』(岩波文庫 1977)

小川束『関孝和「発微算法」 現代語訳と解説』(大空社 1994)

藤井康生『最上流算法天生法指南(全五巻)問題の解説』(大阪教育図書 1997)

和算研究所塵劫記委員会編『現代語塵劫記』(和算研究所 2000)

和算研究所塵劫記委員会編『JINKOKI』(和算研究所 2000 塵劫記の英訳)

石黒信由著, 吉田柳二訳注『算學鉤致解術復刻版+翻訳版』(桂書房 2000)

5. 和算を主題にした数学

深川英俊, Dan Sokolowsky著『日本の数学』(上)「何題解けますか? ねずみ算・油分け問題から微積分まで」(下)「何題解けますか? 三角形・円・楕円などの幾何問題」(森北出版 1994)

深川英俊著『例題で知る日本の数学と算額付: 全国算額一覧』(森北出版 1998)

6. 和算を主題にした小説

伊藤信夫『算学者伊藤佐一親子とドクトル・ヘボンの交遊譚話』(新読書社 2002)

金重明『算学武芸帳』(朝日新聞 1997)

金重明『戊辰算学戦記』(朝日新聞 1999)

永井義男『算学奇人伝』(TBSブリタニカ 1997)

鳴海風『円周率を計算した男』(新人物往来社 1998)

鳴海風『算聖伝 関孝和の生涯』(新人物往来社 2000)

鳴海風『和算忠臣蔵』(小学館 2001)

鳴海風『怒濤逆巻くも 幕末の数学者小野友五郎』上・下(新人物往来社 2003)

新田次郎『算士秘伝』(新潮文庫『梅雨將軍信長』1979 収録)

新田次郎『二十一万石の数学者』(新潮文庫『梅雨將軍信長』1979 収録)

山村美紗『京都絵馬堂殺人事件』(講談社文庫 2000)

本稿は「数学 大きな流れ」と題して放送大学特別講義としてラジオ放送した原稿を加筆修正し、図版を付け加えたものです。

はじめに

数学と聞くと、いやな思いをされる方が多いようです。これは、数学がテストを通して選別の道具として使われてきた結果、数学の内容の面白さよりもテストの成績だけに関心が向かう結果だと思われる。これは数学にとって不幸なことだけでなく、実は数学的な考え方が必要とされる現代の科学・技術文明の中で生活して行く上で、思いもかけない不利益を被ることになってしまいます。

この講義では数学的な考え方がどのように生まれ、進展して言ったのかを、具体的な例を中心にお話をしたいと思います。

数学の始まり

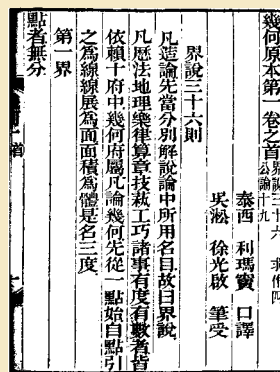
数学は社会生活をおくる上で必要となることから、古代の各文明で誕生しました。チグリス・ユーフラテス河畔で発達した古代バビロニアでは、紀元前2000年頃、今から4000年前に既に高度な数学が発達していたことが、遺跡から発掘された粘土板に記された楔型文字を解読することによって分かっています。古代バビロニアでは、土地の測量、経済活動、そして正確な暦の作成のために数学が必要とされました。またそのお隣の古代エジプトでは、毎年起こるナイル河の氾濫のあとの土地の測量、ピラミッドを建設するために必要とされる労働者のための食料の準備のためなどに、紀元前千数百年前から数学が使われていました。

ユークリッド「原論」

古代ギリシアの人々が数学をバビロニアとエジプトから学び、今日の数学の基礎を作ったと言われています。これはある面で正しいのですが、古代中国でも、古代インドでも、優れた数学が発達していたこと、また古い時代から世界的な規模での数学の交流があった形跡があることを考えると、古代ギリシアだけに数学の起源を求めるのは行き過ぎだと考えられます。しかしその一方で、古代ギリシアは数学の発展にとって極めて大切な貢献をしたことも事実です。数学の世界に論理を持ち込み、論理をもとに数学を展開していったのは古代ギリシアの偉大な貢献です。なかでもユークリッドによると伝えられる「原論」は有名です。「原論」では

点とは部分を持たないものである。

図1 ユークリッド原論の中国語訳。イエズス会の宣教師マテオ・リッチ(りまとう)の口述訳を徐光啓が筆記したもの。



線とは幅のない長さである。
 などという定義から始まり、次に公理と公準と呼ばれる少数の事実を当たり前の前提として、幾何や数の理論を展開しました。「原論」では公理と公準とを区別して使っていますが、今日の数学では同じものとして区別をしません。

「原論」の幾何学に関する公準は5つあります。最初の4つの公準は

1. 任意の点から任意の点へ直線を引くことができる。
2. 任意の線分を伸ばして一直線に延長することができる。
3. 任意の点を中心として任意の半径の円を描くことができる。
4. すべての直角は互いに等しい。

というしごく当たり前の事実です。これに反して五番目の公準、第5公準は、

5. 直線が他の2本の直線と交わり、同じ側の内角の和が2直角より小さいならば、この2直線を限りなく伸ばすと2直角より小さい角のある側において交わる。

という、大変複雑な形をしています。

「原論」とは少し違った言い方をしますと、この第5公準は平行線の公理『直線1とその直線の外にある1点Pを通過して直線1に平行な直線を唯1本引くことができる』と本質的に同じことになります。最初の4つの公理はほとんど当たり前と思われる事実ですが、平行線の公理はそれに較べると複雑すぎます。古代ギリシアの数学者は平行線の公理を他の4つの公理を使って証明しようと努力したのではと思

われるふしがあります。しかし、それには成功せず、幾何学の理論を展開するために第5公準を公理としてやむなく置いたと推測されています。

図2 三角形の内角の和は180度である。「幾何原本」でそのことを証明してある部分。



「原論」ではこれらの公理をもとに三角形や円の幾何学的な性質を次々と「証明」していきました。二等辺三角形の底角は等しいこと、三角形の内角の和は180度になること、同じ弧の上にある円周角は等しいこと、直角三角形に関する三平方の定理、ピタゴラスの定理とよく言われますが、など、三角形と円に関する様々な性質が、すべてこれら5つの公理を使って「原論」の中で証明されています。

ここで「証明」という言葉を使いました。「数学には証明が必要である」こと、そして「証明されたことこそが数学の正しい事実である」ことをはっきりさせたのは古代ギリシア人の数学に対する一番大きい、本質的な貢献です。

証明はなぜ必要か

数学は実験科学と違う側面をもっています。数学にも紙の上やコンピュータを使ったさまざまな実験があります。コンピュータのめざましい発展は、かつてはできなかった数学上の実験を可能にしてくれました。実験の結果分かるのは「ある事実が正しいかもしれない」という「予想」であって、その予想が「証明」されない限り数学では正しい事実になりません。しかし一旦、ある事実が「証明」されると、それは未来永劫正しい事実となります。精密な観測や実験ができるようになって、かつて正しいと思われていた法則が修正されることが実験科学の世界では起こります。しかし数学ではそのようなことは起こりません。

またこのことは、コンピュータがどのように発達しても、コンピュータが人間にかわって「証明」することができない限り、数学的に正しい事実を見出すことはできないことを意味します。たとえば2、自分自身を2回掛けて2となる正の数2をコンピュー

タで計算すれば、コンピュータが動いている限り計算を続けます。正確に言えば、小数点以下何桁までも正確に計算することのできるプログラムを使う必要があります。コンピュータがいつまでたっても計算をやめないから、

$$2 =$$

1.414213562373095048801688724209698078569671875
3769480731766797379907324784621070388503875343
2764157273501384623091229702492483605585073721
2644121497099935831413222665927505592755799950
5011527820605714701095599716059702745345968620
1472851741864088919860955232923048430871432145
0839762603627995251407989687253396546331808829
6406206152583523950547457502877599617298355752
2033753185701135437460340849884716038689997069
9004815030544027790316454247823068492936918621
580578463111596668713013015618568987237 . . .

は無限に続く小数であろうと予想することはできません。でも、もしかするとコンピュータは百年後に最後の数字を計算して計算が終わるかもしれないのです。

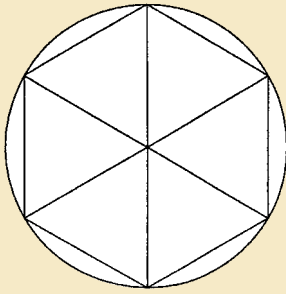
2は無限に続く小数であり、しかも同じパターンの数字の列が繰り返す循環小数にもならないことは、既に古代ギリシアで「証明」された正しい事実です。論理に基づいて私たち人間が行う「証明」はこのように極めて強力なのです。計算の速さでは、私たち人間はコンピュータにはかないませんが、論理を使って「証明」することによって、コンピュータをはるかに凌ぐことができるのです。

同様のことは円周率 に関してもいうことができます。最近、東京大学の金田(かなだ)先生が円周率を小数点以下1兆桁まで計算して話題になりました。しかし、円周率は小数点以下100兆桁でも1000兆桁でも、さらに先の先まで永遠に続く数であることを人間は証明することができるのです。

= 3.1415926535897932384626433832795028841971693
9937510582097494459230781640628620899862803482
5342117067982148086513282306647093844609550582
2317253594081284811174502841027019385211055596
4462294895493038196442881097566593344612847564
8233786783165271201909145648566923460348610454
3266482133936072602491412737245870066063155881
7488152092096282925409171536436789259036001133
0530548820466521384146519415116094330572703657
5959195309218611738193261179310511854807446237
9962749567351885752724891227938183011949129833
67336244065664308602139494639522474

...

図3 円に内接する正六角形は6個の正三角形からなる。



円周率は円周の長さとの比として定義されます。直径1の円の円周が円周率 になります。円周率 が3に近く、3より少し大きいことは、直径1の円に内接する正六角形を描いてみるとよく分かります。円に内接する正六角形の向かい合う頂点を結ぶと、円の中心を通る3本の線分によって、六角形は6つの正三角形に分割されます。この正三角形の1辺は半径と同じ長さになりますので、長さは1/2、したがって正六角形の周の長さは1/2の6倍、丁度3となります。円に内接する正六角形の頂点は円周上にありますので、円周は3より大きいこととなります。

2002年度から使われ始めた新しい学習指導要領で、円周率が3になるといって大騒ぎになったことをご記憶の方も多いと思います。「円周率は3.14とするが、場合に応じて3を使ってもよい」というのが真意である、学習指導要領にもそう書いてあると文部科学省は説明してきました。ところが円周率3.14を用いた筆算は小学校の教科書には登場せず、電卓を使ってしか計算できないことになっています。中学校に入っても小数点2桁の数の掛け算を学ぶことありません。これでは円周率は3.14と暗記させるだけで、実質的にはなんの意味もありません。2002年1月と2月に実施され、12月に結果が発表された文部科学省による学力調査の結果では、小学校5年生で実に2/3の生徒が円周率の意味を理解していないという、恐ろしい結果が出ています。同じ学力調査で、半径10cmの円の面積を求める問題も52%の生徒しかできていない。100×3.14の計算が、今よりも内容のあった学習指導要領で学んだ生徒の52%しか出来なかったという、これまた恐るべき事実があります。小学校で円周率をめぐる面白い歴史が取り上げられることもなく、ただただテストのためだけに円周率を学んできた結果だと思われる。このような情けない学校教育を改善する必要があると考えます。

アルキメデス

話がいささか脱線してしまいましたが、円周率の本当の値を求めようという試みは歴史に残っている限りは古代ギリシアに始まります。紀元前3世紀に、ギリシアの植民都市から発展した、今日のシシリー島にあるシュラクサで活躍したアルキメデスは、円周率の計算でも有名です。アルキメデスは数学のみならず、浮力に関するアルキメデスの原理や、様々な機械の考案など、今日の言葉を使えば、数学者、物理学者、工学者として、科学・工学上に偉大な足跡を残しました。当時、シュラクサはカルタゴに味方してローマと戦っていました。アルキメデスは様々は兵器を開発してローマ軍を苦しめたという伝説が伝わっています。その伝説の中には、アルキメデスは巨大な放物面をもった鏡を作り、太陽の光線を集めてローマの軍船を炎上させたというものまであります。放物線の性質を応用したという伝説ですが、さすがに船を燃やすことはできなかったと思われます。

さて、円周率に関しては、アルキメデスは円に内接する正多角形の周の長さは円周より短く、円に外接する正多角形の周の長さは円周より長いことをまず示して、この事実を使って円周率を下からと上から押さえることを考えました。彼は円に内接する正96角形、外接する正96角形の周の長さを計算して、円周率 はほぼ3.14である、より正確には $3 + 10/71 = 223/71$ より大きく、 $22/7$ より小さいことを示しました。アルキメデスの論法は今日からみても実に素晴らしいものでした。古代ギリシアでは、数字の書き方ひとつとっても、今日のアラビア数字による10進位取り記数法はなく、アルキメデスが最も苦労したところは、数値計算であったと思われます。円周率の計算では、平行根を何度も計算する必要があります。今日でも筆算で平方根を計算するのは大変です。しかし、電卓を使ってアルキメデスの計算を確かめることは簡単に出来ます。また、あとで、同じ正96角形を使ってもっとよい円周率の値を見出す方法を江戸時代の数学者建部賢弘が発見したことをお話ししたいと思います。

ところでアルキメデスは物理的な考案を使って、いわば実験によって図形の面積を求めたことでも有名です。このようにして求めた面積の数値が正しいことを、アルキメデスはきちんと証明しています。そのような意味でもアルキメデスは数学が何であるかを理解していたことが分かります。

アルキメデスのこうした数学上の「方法」を記した文書が1906年、偶然のことから発見されました。ハイベルクというギリシア数学史の研究家がコンスタンチノーブルの修道院で羊皮紙の祈祷書の文字下に

アルキメデスの文書が記されていることを発見し、それを解読することに成功しました。その中に「方法」正確には「エラステネスにあてた機械学的な定理についてのアルキメデスの方法」と題される文書が発見されました。紙がなかった時代には羊皮紙は貴重でしたので、文書が必要なくなると羊皮紙を削って書かれた文字を消して再利用するのが習慣でした。アルキメデスの文書は、幸いにも完全には削り取られずに、わずかにもとの文字が残っていました。アルキメデスの「方法」の序文はエラステネスにあてた書簡の形をとっています。アルキメデスの「証明」に関する考えが記された部分を読んでみましょう。

さて、もとより、あなたは熱心な研究者であり、哲学に携わる有名な学者であられ、しかも、機会あるごとに数学における探求を賛美しておられますのを拝見しておりますので、この書物の中に、あなたには、ある種の独特の方法を書き記して説明するのが適切かと存じます。その方法といえますのは、このやり方によって、数学におけるある種の問題を機械学によって探求するためのきっかけをあなたに得ていただくためのものです。そして、この方法は、定理の証明そのものにとっても、同様に有用であると信じています。といえますのは、この方法による探求は証明を与えるわけではありませんので、機械学的に最初から明らかにされたいくつかのことは、あとで幾何学的に証明されなければなりません。しかし、この方法によって、追求されている問題について、いくつかの知識をあらかじめ得ておきますと、何の知識なしに追求するよりも、その証明を求めるとは、はるかに容易になるからです。(佐藤徹訳・解説「アルキメデス方法」、東海大学出版局 p.5)

機械学は今日の言葉で言えば物理学、さらに正確には力学にあたります。アルキメデスは物体の重心がどこにあるかという力学の問題を使って正しい答えを予想し、幾何学的に正しい証明をつけたわけです。

劉徽

さて、アルキメデスの後で円周率の計算に大きく貢献したのは、3世紀の中国、三国時代の魏の劉徽でした。日本では卑弥呼の時代より少し後になります。劉徽は円に内接する正多角形を使うだけで、外接する正多角形の周の長さを計算しなくても円周率を上と下から押さえることができることを示し、円周率は $3.14 + 64/62500$ より大きく、 $3.14 + 169/62500$ より小さいこと、小数で表せば円周率は 3.141024 より大きく 3.142740 より小さいことを見出しました。

劉徽はこうして発見した結果を他の発見と共に「九章算術」の注釈の中に記しました。「九章算術」は中国で一番古い数学の教科書です。漢の時代、遅くとも紀元1世紀には今日残された形になったといわれていますが、その内容はさらに古い中国の数学を含んでいます。「九章算術」は数学の問題集ともいえます。問題があり、答があり、さらに難しい問題にはどのようにして答を導くのか、解き方を解説したものがついています。「九章算術」はその名前の通り、9つの章からなっています。最初の章は「方田」と呼ばれ田畑の面積の計算として円や弓形の畑の面積の計算に関する問題が記されています。最初の問題は次のようになっています。

いま横15歩、縦16歩の田がある。田の面積はいくらか。

答え 1畝

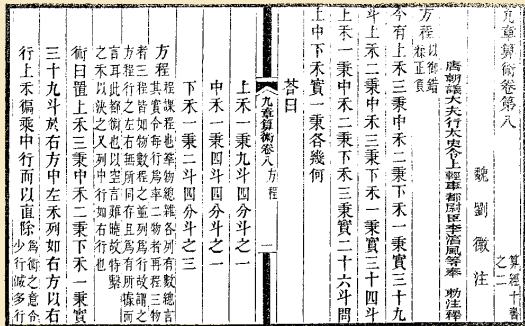
中国というより漢字文化圏では伝統を尊重します。そのこともあり、中国のみならず我が国の和算においてさえ、この「九章算術」の書き方はお手本として引き継がれてきました。そして、これらの教科書の基本的な性格は、数学の理論を説明するのではなく、問題を解くことによって内容、理論を納得する点に重点がおかれています。これが、すべてを少数の公理から論理的に導こうとするユークリッドの「原論」と大きく異なる点です。

しかしながら数学である以上、解き方の解説が記されていても、なぜそうなるのか疑問をもち、納得できる説明を必要だと多くの人が思いました。劉徽はそのような人の一人でした。彼は「九章算術」に記された解法に対して、なぜそのような解き方が出てくるのか、さらには「九章算術」の誤りを正して詳しい解説を記した注釈書を作りました。紀元262年注釈書は完成された中国の歴史書は伝えています。先にお話ししました円周率の計算は、二つの同心円に囲まれた畑の面積の計算の解説の中に記されています。「九章算術」では円周率を3として計算するように解法が記されていましたが、3では不十分であることを記すだけでなく、円周率のより詳しい値を求めることができることを劉徽は記したわけです。劉徽は数学に「証明」が必要であることに気づいていたということができるとおもわれます。

「九章算術」は紀元前後の中国の数学が記されていますが、古代ギリシアより進んだ側面をもっていました。特に、数字は最初から十進法が使われたこと、また負の数が使われ、その足し算、引き算が自由にできたことなどがあげられます。また今日でいえば、連立一次方程式を使って解くことのできる問題が扱

われていました。こうした問題が扱われた章の名前は「方程」とつけられていました。今日、私たちが使う「方程式」という言葉の起源は、この「方程」という章の名前にあります。

図4 九章算術「方程」。



このように「九章算術」の解法に次々と解説をつけた劉徽でしたが、球の体積を求める問題の部分で、どうしても解決できない難問にぶつかってしまいました。「九章算術」の問題は

体積が1兆6448億6643万15百立方尺の球がある。直径はいくらか。

というものであり、答えとして1万4千3百尺が記されています。さらに計算法として「九章算術」では

体積の立方数を置き、16を掛け、9で割る。その値の立方根をとると球の直径である。

と記されていました。

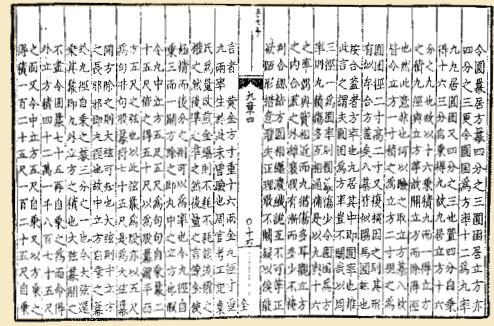
半径rの球の体積は $\frac{4}{3}r^3$ となりますので、直径をDとしますと、直径Dの球の体積は $\frac{D^3}{6}$ になります。「九章算術」によれば直径Dの球の体積は $\frac{9D^3}{16}$ になりますが、「九章算術」は円周率を3としていたので、この公式は $\frac{3D^3}{16}$ と解釈することができます。3/16は1/6よりかなり大きな数になります。劉徽は「九章算術」の公式は間違っていることを説明し、正しい公式を得ようと試みましたが、うまくいきませんでした。

ちなみに球の体積の公式は、アルキメデスが正しい証明を与えています。劉徽は注釈書を完成させるまでに球の体積を求める公式を求めることはできませんでした。というより、どうしても公式を求めることはできないと自らの力の限界を見出したようでした。そのときに、劉徽はそれまでの中国の学者とまったく違った行動をとりました。彼は「九章算術」の解説書に次のように記しました。

敢えて疑わしきを闕かず、よく言うものを待つ。

(あえて疑わしいところを省略せずに記して、私の疑問を説明してくれる人がでてくるのを期待する。)

図5 劉徽が自らの失敗を記した部分。



この文章は中国の文化では異例のことでした。博覧強記であることが知識者であるために必要とされた中国文化の中で、自分が分からないことを、しかも自分が失敗した道筋を書いて、後世の学者が解決することを望むことなどはあってはならないことでした。卑弥呼とそれほど違わない時代に活躍した魏の劉徽が、このような、現代の科学者に似た行動をとったことは、彼がいかに優れた数学者であったか、しかしその一方で、いかに時代を超えた変わり者であったかを示しています。実際、劉徽は変わり者として人々から遠ざけられていたようで、歴史書などに多くの人々の伝記を残している中国であるにもかかわらず、彼の伝記はまったく分かっていません。彼が残した「九章算術」の注釈と、「海島算経」という彼の著書を通してしか劉徽を知る手がかりは残されていません。

祖冲之

劉徽が残した問題は、彼の死後、230年ほど後に5世紀、中国南北朝時代の宋・斉の数学者、天文学者、機械技術者であった祖冲之の息子である祖暅之によって解決されました。祖冲之は円周率の計算で劉徽よりもさらに精密な結果を出しました。祖冲之の親子はこうした結果を「綴術」という本に著して発表したと伝えられています。「綴術」は中国における最高峰の数学書として数学を必要とする役人を養成する学校で教科書として使われていました。しかしその内容が余りに高度であったために、「綴術」を理解することができる数学者は中国でも時代を経るに従って少なくなっていき、いつの間にか忘れさられ、失われてしまいました。

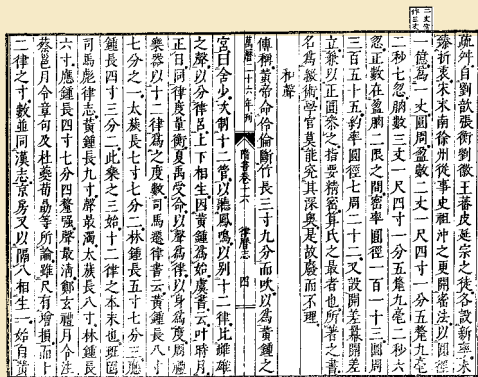
我が国へも「綴術」は輸入され、教科書として利用されたことが記録に残っていますが、残念ながら今日まで残っていないようです。もっとも日本の古文

書の中で、ほとんど調査されたことのない、古い関係の古文書の中にひっそりと息をひそめていて、発見されるのを待っている可能性はあります。

「数学」という言葉は、古代中国では占いの意味に使われていました。また、英語のmathematicsにあたるラテン語mathematicaにも占星術の意味があります。洋の東西を問わず、数の持つ様々な性質は学問としての数学の発達だけでなく「占い」への道も用意していたことが分かります。

このように「綴術」は失われてしまいましたが、祖冲之、祖暅之父子が得た結果の一部は、中国・隋の歴史を記した「隋書」の中で、暦と天文学について記した「律曆志部」に残されています。それによりますと、祖冲之は円周率の精密な近似として355/113を、粗い近似として22/7を使ったことが分かります。355/113は小数点以下6桁まで正確な円周率を与えます。

図6 「隋書」律曆志「円周率が「二丈一尺四寸...」と誤刻され、欄外に訂正してある。四国高松藩学講道館が覆刻し、1844年に刊行したもの。



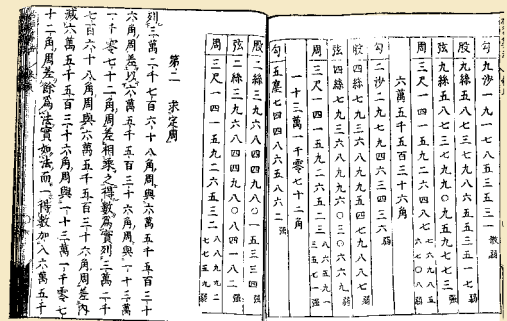
祖冲之は当時使われていた暦が実際と合わなくなっているのが新しい暦を作ったことや、様々な機械を考案したことで有名です。それだけでなく、彼は「述異記」という不思議な話を集めた短編集を著しています。こちらの方は現存していて、魯迅が編纂して有名になりました。

関孝和と建部賢弘

さて、アルキメデス、劉徽、祖冲之によって使われた円周率の計算は17世紀になって和算の中で再び取り上げられます。和算を実質的に作り上げた関孝和は、円に内接する正13万1072角の周の長さを計算して、円周率として3.141592653と小数点以下9桁まで正確な数値を求めました。しかし関はそれだけではなく、求めた数値をもとにして、さらに正確な円周率を計算する方法、今日の言葉を使うとエイトケン加速法と呼ばれる方法を使って、円周率を小数点以下11桁まで正確な値を出すことに成功しました。

エイトケン加速法は20世紀になって数値計算をするために見出された方法ですが、そのはるか以前に関孝和が使っていたことは驚くべきことです。

図7 関孝和の遺稿の一部は「括要算法」として弟子の手によって出版された。円周率の計算を記した部分の一部。



円周率の計算法は関孝和の弟子、建部賢弘によってさらに深められました。彼は先生であった関孝和の計算を分析して、その計算法をさらに精密に繰り返すことによって、精密な値、小数点以下41桁まで正確な円周率を、円に内接する正1024角形までの多角形の周の長さを計算することによって導きました。そこで使われた手法は、今日の言葉で言えばリチャードソン加速法といわれる方法で、これも20世紀になって数値計算の分野で導入された方法です。

関孝和も建部賢弘も加速法を見出すために、実に膨大な計算をしています。そろばんを使ったにしても大変なことだったと思います。建部賢弘の方法を使いますと、アルキメデスが計算したように正96角形までの周の長さを求めることによって、3.1415926という、小数点以下7桁まで正確な円周率の値が電卓を使えばすぐに出てきます。大変面白い計算です。建部賢弘は自分の発見について「綴術算経」の中で次のように述べています。

関先生が大数学者であることは世に知られている。先生は円周率に関係する数学はとても難しい、その本質はわからないと常々おっしゃっておられた。関先生もそれ以上は苦勞して円周率の計算を改良されようとはされなかった。しかし、私は力説したい。円周率であっても力の限りを尽くして立ち向かえばかならず得るものがあるのだと。先生が難しいとおっしゃったのは直観的にすべてを一気に把握しようとしたからだ。あれこれと試行錯誤をせずに直観によって把握しようとしたからだ。なぜ、先生はもう少し先まで進もうとされなかったんだろうか。

私は生まれつき直観力が弱かったので、一気に物の本質を掴もうとすることは最初からできなかつ

た。だから試行錯誤して苦労することをいとわなかった。その結果、円周率に関してこのような結果を得ることができた。

しかし、こうして自分がやってきたことを反省してみると、私の能力は関先生の10分の9しかないことが分かる。

図8 建部賢弘の名著「綴術算経」のなかで円周率の計算結果を述べた部分。綴術算経は八代将軍吉宗に献呈された著書で、和算家には珍しく、自己の数学観を克明に述べている。建部賢弘は将軍吉宗の命を受けて、京都から中根元圭を幕府に招聘するために尽力し、改暦のために努力したが果たさなかった。

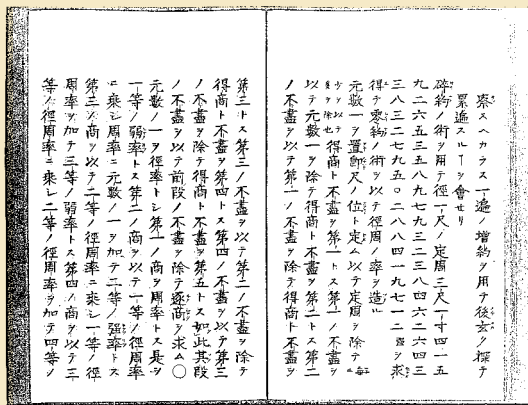
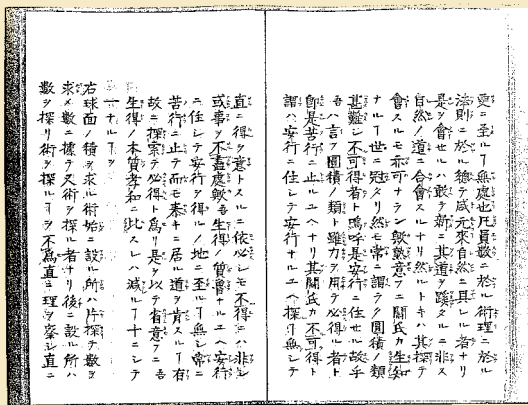


図9 綴術算経、関孝和について述べた部分。



関孝和が直観に優れ、数学の本質を一目でつかむことのできた数学者であったことは、残された業績から誰でも推測することができます。関孝和によって江戸初期の数学が極めて高い数学へと一気に登りつめました。それには関孝和の考案によると伝えられる和算独自の文字式(関は傍書法とよんでいます)があります。文字式によって数学の内容を自由に方程式として記述することができ、和算が一大進歩をとげました。和算は理論面においては、関孝和と建部賢弘によって高みへと引き上げられ、その後はその内容を精密にする方向へ進んでいったと述べても、それほど本質からはずれていないと思います。

関孝和と較べると建部賢弘は、直観よりは計算結果から帰納的に数学の法則を見出すのに優れていたようです。一見複雑な数値の列から、その規則性を見出すのに抜群の力をもっていたようにみえます。「綴術算経」における建部の文章に関しては、自分の先生を非難してけしからん、建部はひねくれものであるという批評が時折されますが、私にはこの文章は、関先生という大天才が、なぜもう一歩先まで計算されなかったのだろうか、そうすれば私が見出した方法は、関先生なら簡単に発見されたに違いないのと言っているように思われます。建部の「綴術算経」は祖冲之、祖暅之親子の「綴術」からその題名をとっています。建部には関先生とともに和算がなしとげた数学は「綴術」に匹敵する、あるいはそれを凌駕するものであるという自負があったのだらうと思われま。

ところで、関も建部も自分たちが用いた加速法がなぜ、円周率の精密な値を出してくれるのか、その理論的背景は一切、語っていません。今日、私たちは微積分学を使って三角関数がテイラー展開できることを知っていますので、その理由をはっきり述べることはできますが、関や建部はどのようにして自分たちの結果に確信が持てたのか、それは私にとってはまだ謎として残っています。数学史の研究者が説明してくれる日がくることを期待しています。おまけに、アルキメデスや劉徽と違って内接多角形しか使っていませんのでどれだけ精密な円周率の値がでてくるのかは「証明する」必要が本当はあるのです。

関や建部の素晴らしい結果は、その一方ではこうした結果をもたらす理論的考察に関しては不十分であることを示しています。これが和算に理論が欠けていたという指摘の一つの証拠でもあります。これに関しては儒学者の荻生徂徠が興味深い指摘をしています。円を正多角形でどれだけ近似しても円周と正多角形の周とは差がでてくるから、正確な円周率は得られないというものでした。大変鋭い指摘であり、徂徠が質問した相手は、改暦のために建部賢弘が将軍吉宗に推薦して京都から招聘された、中根元圭でした。しかし、中根は徂徠が満足する解答を与えることができませんでした。その当時、大阪で鎌田俊清がアルキメデスにならって円に内接する多角形だけでなく、円に外接する正多角形を使って円周率を小数点以下22桁まで正しく計算しています。鎌田は、円に内接する正多角形だけでなく、円に外接する正多角形を使って円周率を下からと上から評価するかたちで計算していますので、アルキメデスと同様に得られた数値が正確な円周率の値であることを「証明」したことになります。この点が他の和算家と全く違います。大変残念なことに、この鎌田俊清

の研究に対して、和算家の誰一人としてその重要性を理解することができませんでした。鎌田は宅間流という和算の流派の長でしたが、大変奇妙なことに彼のお弟子さん達も誰一人として鎌田俊清の方法を受け継いでいません。こうした理論的な面では円周率に限ってもアルキメデスや劉徽の域に和算はついに到達することができませんでした。徂徠が鎌田俊清に質問したらどうなっていたか、逆に徂徠は鎌田俊清の議論を正しく理解することができたか、大変興味深い問題を提供します。おそらく、徂徠は極限の概念を正しく理解することはできなかったのではと私は考えます。

文字式

ところで、関孝和が和算の文字式を考案したと述べました。今日の日本では、中学校で文字を使って方程式を書き、それを解くことを学びます。最初は文字を使うのにとまどいますが、そのうち、自由に使えるようになってきます。このような文字式ですが、数学に文字式が登場したのはそれ程古いことではありません。

文献として残されている一番古いものは、3世紀、アレキサンドリアで活躍したと伝えられているディオファントスによる「数論」という書物です。この書物では、方程式が文字を使って表されています。「数論」はギリシア語で書かれていますが、16世紀にラテン語に訳され、それを讀んだフェルマは整数論上の重要な発見をこの本の欄外に記していました。その中のひとつが有名なフェルマ予想です。「自分はこの驚くべき証明を見出したが、それを記すにはこの欄外は余りにも狭すぎる」という書き込みがあります。フェルマのこの書き込みのあと300年以上たって、現代数学の枠を使ったワイルズにより、フェルマ予想が証明されたことは皆さんもご記憶のことと思います。

しかしながらディオファントスの文字式は、それ以降、使われることはありませんでした。次に歴史に現れるのは、5世紀インドのブラフマ・グプタです。彼は色の名前を使って未知数を表わし、連立方程式を考えました。彼の文字式は12世紀のバースカラに引き継がれて使われましたが、インドではその後、大きな発展はなかったようです。そして次に文字式が現れるのは13世紀中頃から14世紀にかけての中国です。もしかするとインドの文字式が中国へ伝わったのかもしれませんが、いまのところそれを示す手がかりはないようです。

中国の文字式は、現存する数学の本では1247年に出版された南宋の数学者、秦九韶の「数書九章」と1248年に出版された金の数学者、李治(あるいは李

治)による「測円海鏡」の中に書かれています。これらの本に書いてあることから、これらの本が出版される以前に中国では文字式が使われていたと考えられています。

文字式といっても、方程式の係数を縦に並べただけのもので、1変数の文字式しか扱えませんでした。それでも高次の方程式を書き、その解を必要なだけの詳しさを求めることができるようになりました。13世紀の中国の方程式論は世界で一番、進んでいました。当時、中国は金に圧迫された南宋の時代であり、やがて元王朝が誕生する、歴史的には金やモンゴルとの異文化の衝突がおきていた時代でした。異文化と出会ったとき、学問が刺激を受けて新しい発展をとげることがよくありますが、まさにそのような中で、中国の方程式論、これを当時の数学者は天元術とよんでいましたが、この天元術が生まれ、数学が高みへと登ったのでした。天元術と呼ばれるのは未知数を導入する際に、たとえば「天元の一を立て円径とする」と記して、円径(円の直径)を未知数とすることを表したからです。今日、円の直径を x と置くというのと類似の用法です。

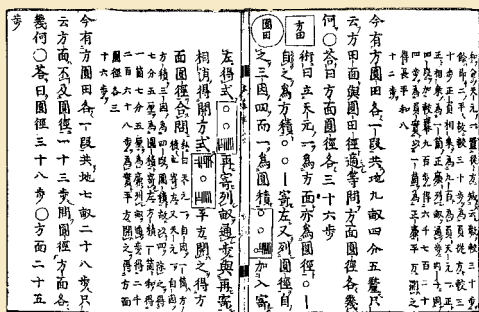
しかしながら奇妙なことに、この天元術は明の時代には中国では忘れ去られてしまいました。中国の数学の歴史をみると、面白いというより示唆に富む事実が見出されます。中国の数学は常に実用数学として発達してきました。方程式の解を詳しく計算することは、暦の作成のためには必要でしたが、方程式がどのような解をもつかなどは、中国の数学ではほとんど関心を引きませんでした。劉徽や祖冲之、あるいは秦九韶、李治、それを継いだ元の朱世傑のように、中国の伝統数学を一步も二歩も先へ進めても、それが直接、応用に関係がないとすぐに忘れ去られる、その結果、数学の進歩が止まってしまうという結果になりました。すぐ応用されることばかりに注目していると、本質的な進歩が止まってしまう、結果としてかえって遅れてしまう。中国数学の歴史は私たちに大切なことを語りかけています。科学史研究で有名なサートンも古代ギリシア文化と古代ローマ文化を比較して次のように述べています。

ローマ文化は、ギリシア的な面に対する本能的な反作用であった。かれらは安定性に対する物質的な条件を非常に強く固執したので、没利的な研究というギリシアの伝統は断ち切られてしまった。こうしてローマは一番繁栄していたときでさえ、科学を奨励することはなかった。ルクレチウスはこの荒野の中で熱心に説教していた。どんな研究も、それが直接有益なものでない限り、奨励されることはなかった。振り子は他の端へ振られたのである。ここで人

類は第二の基本的な教訓を学んだのである。すなわち、国民が直接明白に有用なもの以外はなんら顧慮しないと決めた場合、その国民自体の有用な時代は既に余命いくばくもないのである。(G.サートン著平田寛訳「古代中世 科学文化史」岩波書店、p.15 - 16.)

社会にすぐ役にたつことを研究するのが大学の役目であるとして、大学の法人化が進行している現在の日本の風潮は、このサートンの指摘通り日本滅亡の一步であることを肝に銘じておく必要があると思います。明日役にたつものは、今日役にたつとは限りません。そして今日役にたつものは明日は役にたたなくなることが多いことも事実です。しかし、それ以上に、学問をたのしむ風潮が失われれば、学問は死んでしまいます。明治時代に西洋の科学技術を受け入れたとき、和算の伝統がどのようにその真価を發揮したかはこの講義の最後に触れたいと思います。

図10 「算学啓蒙」は訓点をつけて江戸時代に翻刻された。



ところで、宋から元にかけて発達した中国の天元術は、明の時代にはすっかり忘れ去られてしまいました。しかし幸いなことに、天元術はお隣の朝鮮に伝わり、そこで保持されました。4変数の式を書く工夫をした「四元玉鑑」を著した朱世傑は「算学啓蒙」という数学の教科書を著していました。この本は朝鮮に伝わり、朝鮮でテキストとして使われ、新たに印刷されました。その「算学啓蒙」が秀吉の朝鮮侵略によって我が国にもたらされました。

「算学啓蒙」には天元術が記されていましたが、先生なしで独力で理解するのはきわめて困難な形でした。「算学啓蒙」を手にした日本人は途方にくれたでしょうが、やがてそれを理解する日本人が現れました。独力で「算学啓蒙」を理解したのか、あるいはそれを理解していた朝鮮の数学者に学んだのか、今となってははっきりしません。1671年、沢口一之の名前で出版された「古今算法記」で天元術は日本で始めて、正しく使われました。沢口一之とその先生であった橋本正数は天元術を正し

く理解していたことは間違いありません。

図11 「古今算法記」天元術を解答を述べた部分。

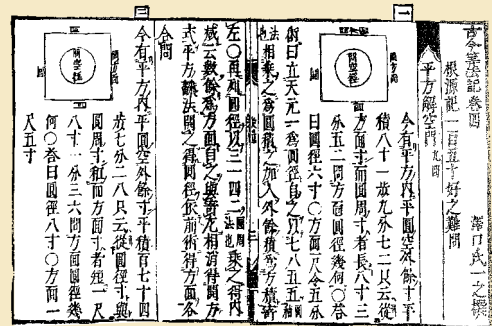
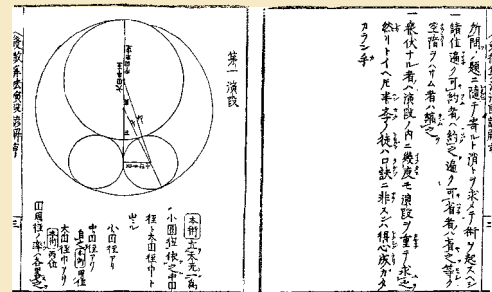


図12 「発微算法」は関孝和が生前出版した唯一の著作。後に建部賢弘が詳しい解説をつけた「発微算法演段諺解」を著した。その結果、関孝和の業績が広くられるようになり、和算が発展する原動力となった。「発微算法演段諺解」より。



関孝和は「古今算法記」に記された、解法がいない問題の解を記した「発微算法」を1674年に出版しました。この本には記されていませんが、この頃、関孝和は天元術で使われる方程式の書き方に工夫を加えて、未知数がどれだけあっても方程式を書く方法、それは傍書法とよばれていますが、その方法を見出して、この問題を解くために活用しました。また2変数の連立方程式からひとつの変数を消去するために、行列式の考えを世界で始めて発見したことで有名です。

文字を使って自由に方程式を書くことができるようになって、和算は大きく進展するようになりました。関孝和が活躍したのは17世紀後半ですが、それより100年ほど前のヨーロッパでも数学が大きく進展し始めていました。ヨーロッパの数学は、イスラーム文化圏でアラビア語訳された古代ギリシアの数学の本をラテン語訳することによって普及が始まりました。さらには9世紀中頃、アラビアの数学者、アル=フワリズミが著した本「インド数字による計算法」と「アルジェブル・ワル・ムカバラ」も翻訳され、ヨーロッパに大きな影響を与えました。代数学を意味するalgebraはこの「アルジェブル」から来ています。「アルジェブル」は今日言葉で言えば、方程式を考えたとき項を移すことを意味します。またア

ル=フワリズムのラテン語式の読み方「アルゴリズム」からアルゴリズムという言葉ができました。アル=フワリズムは「アルジェブル」によって負の係数を持つ項を移項して正の係数を持つ項にし、さらに項を整理します。この項を整理することが「ムカバラ」と呼ばれました。アル=フワリズムはこのように整理した2次方程式を図を使って解きましたが、負の根は考えませんでした。

アル=フワリズムはインドから伝えられた数学とギリシア数学、さらにバビロニア以来のアラビアに伝わる数学を整理してアラビア数学発展の基礎を作りました。アル=フワリズムに始まるアラビアの数学は次第にヨーロッパに影響を与えるようになりました。その過程でヨーロッパにアラビア数字が輸入され、10進位取り記数法が次第に浸透していきました。ヨーロッパの国々はもともと数字に関しては10進法と12進法、時には20進法が入り交じった数字の読み方を使っています。英語で11はeleven、12はtwelveですが13からはthirteen、fourteenと10進法になります。12まで違う呼び方をするのは12進法の名残と思われる。またフランス語では90をquatrevingt-dix 4掛ける20+10と表現するのは20進法の名残だと思われる。

私たちが今日アラビア数字とよぶ0から9までの数字は実はインドが起源であり、それがアラビアに伝わり、そこからヨーロッパに伝わって今日の書き方になりました。今日、中東で使われている数字の書き方はアラビア数字の古い形を残しており、私たちの使っているアラビア数字とは違っています。ヨーロッパ人はイスラーム文化圏の数学を学ぶことによってその後の数学の本格的な進展への準備をしました。

大砲と数学

ヨーロッパで数学が本格的に進歩を始めるのは16世紀になってからです。ヨーロッパで商業活動が盛んになってきたこともその一因ですが、意外なことに戦争とも関係しています。大砲をどの角度で撃てば一番遠くまで砲弾をとばすことができるかが重要な問題となってきました。それは物体の落下運動とも関係し、物理学が誕生するきっかけにもなりました。3次方程式の解法で有名なタルターリアは、当時は大砲の弾道理論で有名な数学者でした。ガリレオ・ガリレイが振り子の等時性を見つけたり、ピサの斜塔から落下の実験を行って、当時信じられていたアリストテレスの運動論を否定したことは当時のこうした社会的な動きがあったことも関係しています。ガリレオは力学の研究を通して砲弾は放物線を描いて飛ぶことを発見しました。この発見をガリ

レオの弟子のカヴァリエリがガリレオに無断で先に発表したことを憤慨するガリレオの書簡が残されています。

まったく信頼していてあの神父に伝えたも私の40年にわたる研究の成果が私から取り上げられ、私が夢中になって望み、長い間苦勞によって期待してきた名誉が傷つけられるさまを見ることになったからです。というのも、私に運動について考えさせるようにしたそもそもの動機は、そのような線(弾道)を発見することになったからです。(板倉聖宣・中村邦光・板倉玲子「日本における科学研究の萌芽と挫折」、仮説社、p.13)

ガリレオ・ガリレイは「自然は数学の言葉を使って書かれている」といったと伝えられていますが、ガリレイが活躍した時代にはヨーロッパの数学は発展を加速させていました。それはヨーロッパでも文字を使って方程式を書き表すことが次第に行われるようになってきたからです。16世紀にフランスで活躍したヴィエトは、アンリ4世のもとで暗号解読に名声を博していましたが、優れた数学者でもありません。今日使われている文字式とは違うかたちではありますが、ヴィエトは文字を使ってかなり自由に方程式を書き表すことができました。今日、私たちが学校で学ぶ文字式とほとんど同じ書き方に仕上げたのはデカルトでした。彼は1637年に出版した「方法序説」の付録の一つである「幾何学」の中で、文字式を使って幾何の問題を方程式を使って記述できることを発表しました。

この中で、デカルトは座標の考え方を発表し、数学の進展に大きく貢献しました。デカルトの「幾何学」の最初の部分は文字式の説明にあてられています。古代ギリシアでは数は線分を使って表されていました。たとえば、最初にお話ししました2は一辺の長さが1の正方形の対角線として表すことができます。数を線分で表すと、数の2乗は面積を、数の3乗は体積を表すと考えることができます。したがって、 x と x^2 や x^3 は単位が違うので足すことはできないと考えてしまいます。事実、古代ギリシアの人たちはそう考え、この考えはデカルトの時代にまで残っていました。 x や x^2 に1単位いくつ掛けることによって単位をそろえれば足すことができると、デカルトは「幾何学」の中でわざわざ記す必要がありました。今日、私たちは x と x^2 や x^3 の単位は考えずに、単に数として足しています。デカルトも考えつかなかったことを中学生が行っているのです。私たちの思いこみの強さを象徴する出来事です。また、数学でも思いこみから自由になることは決して簡単なこ

とではないことを意味します。

私たちはそれぞれの時代特有の思いこみをたくさん抱えて生活しています。思いこみから自由になることは難しいものです。数学の歴史はこうした思いこみから自由になる歴史とってよいと思います。たとえば、既にお話ししましたが、方程式の根として負の数を認めるのに2000年以上の長い年月が必要でしたし、複素数、いわゆる虚数を真の数と多くの数学者が認めるようになってからまだ200年しかたっていない。虚数は虚の数なので必要ないと思われる方も多いかもしれませんが、量子力学という原子の世界を記述する物理学は複素数なしでは大変難しいものになってしまいます。また、電気工学の世界では多くの数学者が複素数を数と認める以前から複素数を使っていたという話があります。私たちは、電気なしには生活できませんがそれを支えているのは実は複素数、虚数なのです。

ここで自然な疑問が湧いてきます。関孝和が傍書法を発見したのは17世紀後半、デカルトの「幾何学」の出版からは30年以上後のことでした。関孝和はデカルトの「幾何学」はともかくとして、ヨーロッパ数学で文字を使って方程式を記すことを知っていたのではという疑問です。長崎にいたオランダ人がキリシタン取り締まりの総元締めであった筑後守に幾何学や天文学の講義をしたことが1647年12月20日のオランダ商館日誌に「天文学並びに幾何学に通じている補助員ヤン・ファン・バイレン(Jan van Bylen)は招きに応じて筑後殿の邸に行き、書記官に上の学問に付き少々教授したが、大概は無益であった。」と記されています。それ以前に、イエズス会の宣教師が日本に来たときに西洋の数学に触れる機会があったはず。我が国に来た宣教師のうちでもっとも数学に秀でていたとされるカルロ・スピノラは1587年、短期間ですが当時最もすぐれた数学者の一人であったクラヴィウスに学んだことが知られています。ちなみにデカルトもクラヴィウスの教科書で数学を学んでいます。スピノラの手紙が残っています。

数学は親密な雰囲気の中で、主立った殿たちのなかに、うまく入り込むのに非常に役立ちます。彼らはその種の科学を大変に喜びます。それによって内裏も將軍様も私の噂を聞きつけて私を招かれました。布教のために最も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のはよいことでした。当地に来るものはもし数学を知っていれば尊敬されることでしょう。一つ残念なことは本を持っていないことです。ミラノで三年間学んだノート類と共にイタリアから持ってきた本を失ってしまったので、さまざまな好奇心をそそるよう

な事実についても覚えていません。それらはこの日本人達を驚嘆させることは必定です。(平山諦「和算の誕生」、恒星社厚生閣、p.107)

スピノラに本格的に数学を学んだ日本人がいたのかどうかは今となっては分かりません。スピノラは1622年長崎で殉教しました。その後の厳しいキリシタン追放によって宣教師と関係のある資料は我が国ではなくなってしまっているからです。もちろん、宣教師の手紙類がポルトガルやイタリアに残っている可能性はあります。

こうしたいくつかの事実をつなぎ合わせると、ヨーロッパでは文字を使って方程式を書いているという噂を関孝和は耳にしていたことがあっても不思議ではありません。これは大きなヒントになったに違いありません。数学の研究で大切なことはアイデアの交換だとよく言われますが、他人の思わぬ一言が自分の考えをまとめ上げるのに大きな役割をすることがときおり起こります。問題を長い間考えていればいるほどそうしたきっかけが思わぬ所からやってくることもあるのです。さらに、関孝和と同時代に京都で活躍した田中由美も傍書法を使っているようです。関孝和に学んだのか、それとも両者に傍書法を教えた数学者がいたのか、和算における文字式誕生がどのように行われたのかは数学史でまだ未解決の大問題だと私は考えています。

和算と西洋数学

ところで、文字を使った方程式はヨーロッパと和算では全く違った道をたどることになりました。和算の方程式は方程式のままにとどまりました。ヨーロッパの数学では文字は未知数から変数へと変わりました。古代から数学を支えてきた数と図形に加えて、ヨーロッパでは関数が登場したのです。刻一刻と動きをかえる大砲の弾道を記述するためには、また惑星の運動を正確に記述するためには関数の考えが必要になったわけです。17世紀以降数学がヨーロッパで急速に発展していったのは、もちろん科学技術の進展がありましたが、その裏には数学があって、この進展を支えていたのです。

動くものを捉えるのに数が役に立つことは既に古代バビロニアの人たちが天体を観測して星の位置の動きを数表に作っていることから想像できますが、こうした動きをグラフとして図示できることがデカルトの座標の導入によって次第に明らかになってきました。そしてニュートンによるニュートン力学の導入とニュートンとライプニッツによる微積分学の建設が挙げられます。微分によって動くものの瞬間を捉え、その動きを刻々と記述するものとして

微分方程式が有効であることがニュートン力学の誕生によって明らかになってきました。そして数学が自然を記述する言語としてガリレオがいったように適していることがますます明らかになってきました。それとともに、科学技術と数学とはますます切り離せないものになってきました。また、円周率の計算も無限級数を使った計算へと変わっていきました。実は円周率を無限の和を使って表したのは、15世紀インドのケーララ地方の数学者が最初でした。グレゴリーとライプニッツが独立に発見したと言われる無限級数

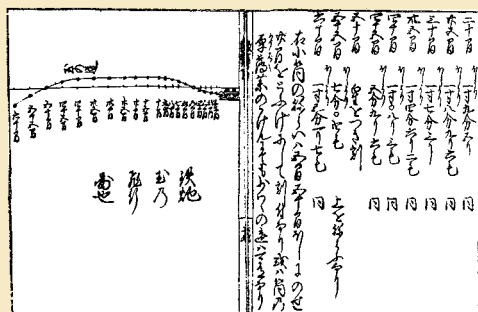
$$1/4 = 1 - 1/3 + 1/5 - 1/7 + 1/9 - 1/11 + 1/13 - 1/15 + \dots$$

は1400年頃ケーララ地方で活躍したマードヴァによって発見されたと伝えられています。

ケーララ地方はインドの南端部に位置し、昔から交通の要所としてイブン・バツータやバスコ・ダ・ガマが寄港したことで有名です。ケーララ地方の数学は17世紀まで栄えましたが、この間多くのヨーロッパ人や中国人が交易のためにやってきました。日本人も行ったであろうと思われませんが、こうした交易を通して数学が伝わったことは十分に考えられます。数学のアイデアというのは紙の上に書かれていなくても耳から伝わってくるだけで大きな力になります。円周率を無限の和で表すことができるらしいという一言が、それまでの考えを一気に結晶化させることが可能なことがあるのです。こうした点で、私達が想像している以上に数学上のアイデアが世界中を駆けめぐっていたのではと思います。

ところで、和算の世界も関数が誕生する間際まで近づいたことがありました。1651年に山田正重が出版した「改算記」には小銃の弾の飛び方を扱った問題があり、弾の飛び方を記す数表と弾道を描いた図が載っています。さらに1677年に出版された野沢定長による砲術書「算九回」ではさらに詳しく弾の軌道の問題が取り扱われ、弾道が2次式を満足することがある程度分かっていたことが、板倉聖宣の研究で明

図13 「改算記」の小銃の軌跡を描いた図。座標概念に肉薄していたが、跡を継いでこの考えを発展させる和算家はいなかった。



らかにされています。

しかしながら、こうした試みは当時の数学者の注目を引くことなく忘れ去られていきました。1638年の島原の乱を最後に日本は戦のない時代にはいったことも、小銃に対する関心を失わせる結果になったと思われます。閉鎖的ではあるが循環型の社会を作った江戸時代は基本的に変化を捉えるための関数を必要としなかったのです。中国訳を通してヨーロッパの三角関数表や対数表が江戸時代の和算家に伝わりそれを上手に使うことはできましたが、そこから関数概念を読みとることは和算家にはついにできませんでした。

数学はそれを育む社会を必要とします。さらに付け加えれば、古代から多くの人たちが星や月を眺めてきましたが、誰一人として星や月の運行の法則を探りたいと思う日本人は登場しませんでした。中国で精緻な理論ができていたからだといえはそれまでですが、その理論を使って正確な暦を作ることもできなかったのも事実です。それが、江戸時代までの日本の社会の有りようだったわけです。

そのかわり、和算は理論を発展させるよりは、新しい問題を工夫し、その解法を競うことで、数学をたのしむ世界を作っていました。

江戸時代後期には、我が国の津津浦々に和算の愛好者がいて、問題を作り、解くことに熱中しました。江戸末期の篤農家であった田村芳茂が、芳茂遺訓のなかで農民として心得ておかなければいけないこととして「中途半端な算学者になってはいけない」と記すほどに和算は農村部にまで広がっていました。田村吉茂は寛政2年(1790)下野国河内郡下蒲生村に生まれ明治10年(1877)に没しています。吉茂遺訓は明治6年に書かれたものですが江戸末期の豊かな農村部の教育の状況が分かる貴重な資料にもなっています。冒頭の部分の現代語訳を記してみましょう。

私は寛政二年十月十日の生まれである。成長するにおよんで、貧しいながらも親は私の将来を考え、手習いをさせるために寺子屋へいくようにいい聞かせた。しかし、生まれつき手習いはきらいであったから、返事もしないでただ黙っていた。そこで、親もしかたなく家で習わせようといったが、それさえもしなかったのである。あるとき母から「お前のような手習いのきらいな者は、こじきになるほかはない」と叱られたことがある。それを聞いて祖母は「この子は小細工が好きだから、大工にでもさせたらよかろう」と、とりなしてくれた。すると父が、「大工になっても、手習いができなければ材木に番号をかきこむこともできまい」とにがりきっていうのであった。こういわれると自分でも困ったことだと思う

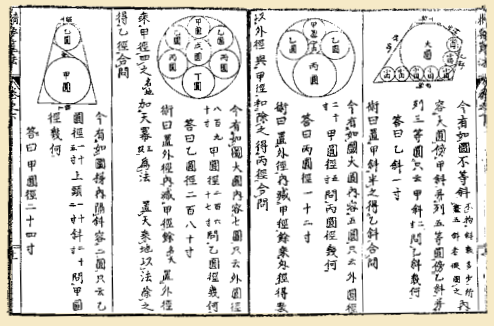
のだが、そのまま月日を送っていたのである。その間、必要にせまられれば、非常に不自由ではあったが、金釘流で種子札、農事日記などを書きつけるという程度であった。けれども農業だけは、寝ても覚めても怠けることなく勤めていたのである。ところで、ちょうど十八才になった年の暮に、村内に住む祖父と叔父から「今度算術の先生が村へ来て若者に算術を教えるらしいが、お前も習ったらどうか。費用はこちらで出してやろう」と説得された。そのとき私はこうやって断った。「たいへんありがたいお話しですが、私はこの年まで手習いもなしなのでござしてきましたので、今四十日くらい算術の稽古をしても、とてもそれを理解することはできないと思います。師について学びながら理解することができないのではかえって恥をかくことになりますから、ご親切に背くのは非常に心苦しいのですが、どうかお許し下さい」。これには祖父も叔父も「もっともなことだ」と納得された。以後は全く無筆無算の免状をもらったも同然で、農業にのみ精励してきた。（「吉茂遺訓」日本農業全集21巻 p. 211 - 212、泉雅博訳、農文協）

このように記しながら、田村吉茂は「農業自得」、「農業根源記」などの優れた著作を残しており、また残された晩年の書は見事なものです。「芳茂遺訓」には、江戸後期には裕福な農民の家庭自体に教育力があり、また和算家がときおり村を訪ねて必要な数学教育を行っていた様子が示されています。芳茂は「芳茂遺訓」の中で農民として気をつけるべきこととして次のような文を記している。

身を持ちくずす原因となるものは大酒を飲むこと、色狂い、賭事の三つだと一般に考えられているが、これは世間のだれもが知る大道楽の類であって、ほかに小道楽の類が数えきれないほどあり、それによって貧乏する者も多い。そこで、小道楽を好む者について少し記しておく。すなわち、生半可な学を鼻にかける者、同じく生半可の数学者、訴訟を好む者。理屈屋、芸事を好む者、庭いじりと植木好き、釣りや狩猟を好む者、家の改築が好きな者、道具にこる者、朝寝坊、夜ふかしの好きな者、見えっぱりなどである。小道楽はこのほかにも数えきれないほどあるのだが、よく気をつけて自分の好きなことを慎むようにすれば、小道楽によって貧乏になることはない。（同上 p. 225 - 226、泉雅博訳）

裕福な農民の中に和算に興味を持つ者が少なからずいたことを語って大変興味深いものがあります。和算に多くの人々が興味を持ち、自ら和算を学んだことは、世界の文化史上例を見ない現象でした。

図14 和算家は複雑な図形を考えることに熱中した。藤田定資「精要算法」より。



和算の残したもの

では和算は役に立たなかったのでしょうか？ 明治時代になってヨーロッパの科学技術が輸入されたときに、初等数学の知識は多いに役に立ちました。それだけでなく、和算の方程式をヨーロッパ流の文字式に書き換えることはさして難しいことではありませんでした。そのことは科学技術を学ぶ際に大変役に立ちました。

そして数学をたのしむ風潮は一部の人の残され、今日の数学の興隆を招きました。しかしながら、大きな負の遺産もあります。すでにお話ししましたように、ヨーロッパの数学は応用と密接に結びつく形で発展してきました。しかし、明治時代に我が国ではいわゆる純粋数学と応用数学とが別のものとして輸入され、それが本来同じものであるということに気がつかなかったことです。この弊害は未だに根強く残っています。「算数や数学を勉強して何の役に立つか、入学試験にしか数学は役に立たない」と思っている子ども達がたくさんいるのもその一つです。算数や数学を教える先生自身が、数学がどのように使われているか知らない場合が多いのですから仕方がないことですが、応用数学と純粋数学と区別してきたつけがこんな所にも現れているのです。

しかし、問題はそれだけではありません。仏教学者であり、禅を西洋に広めることでも大きな働きをした鈴木大拙は、私たち日本人の思考様式そのものにある問題点を鋭く指摘しています。

西田が数学に堪能であったことは、若い頃から著しかった。それからかれは北条時敬先生の宅に寄居して居たので、数学的頭脳は益々発達したのであろう。北条先生は、明治何年かの頃、石川県専門学校が刷新せられたとき、校長の武部直松さんが、東京から招き寄せた新進の先生の一人であった。北条先生は理学士で数学専攻であった。立派な教育家で、学習院院長を最後に教育界から退かれた。先生が専門学校へ来られてから、学校の数学教育は面目を改

めた。自分らは大いに勉強した、そうしてまた勉強するように教えられた。数学の予習に夢中になるようになった。そのとき、こんな話があった。何でも西田は夕方薄昏くなっても、ランプなしに、紙上に書きつけた数字を能く見て、問題を解決するまで勉強した、と。一所懸命にやると、暗がりでも見えるそうだ、一心の力もえらいものだななどという評判があった。物に凝ると云うよりも、問題をその窮極のところまで追求しなければ止まぬと云う知的努力の持ち主であった、彼は実に。

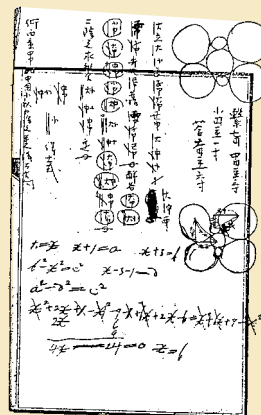
このどこどこまでもその底に徹しなければ已まぬというのが西田の性格であった。吾等の多数は何かの疑問があっても、しかしてそれを解決しようと努力はするが、どうも好加減のところ腰を折る。意志が強くないというよりも、寧ろ知力の徹底性が欠けているというべきではなからうか。東洋的教養では意力に偏して、知力を軽視する傾きがある。それでやたらに道徳的綱目を並べて、これを記憶し、またこれを履修する方面に教育の力点をおいている。そうして数学や科学のようなものは、実用になればそれでよいとしている。東洋人が一般に特に日本人が感傷性に富んで、知力・理知力に乏しいところへ、理論の研究を実用面にのみ見ようとするから、教育は一方向きになっていく。批判が許されぬ、研討が苟且(こうしょ、おざなり 上野注)にされる、知力の徹底性が疎んじられる。従って物事に対しても主観的見方が重んじられて、客観的に事実を直視し、その真相を看破しようという努力が弛んでくる。今度の敗戦の如きも、その根本原因は日本人の理知性に欠けたところに存するのである。今更科学科学と言って大騒ぎするが、科学なるものは、そんなに浅はかに考えてはならぬのである。手取り早く間に合うようにと、いくら科学を団子のように捏ね上げようとしても、捏ね上げられるものではない。まず、物を客観的に見ることを学ばねばならぬ、そこからこれに対して徹底した分析が加えられなければならない。これが日本人の性格の中に這入ってこない、偉大な科学の殿堂は築き上げられぬ。科学や数学の学修を、単なる実用面にのみ見んとする浅薄な考え方をやめて、学問の根底に徹する、甚深で強大な知性の涵養を心懸くべきである。これが出来ると自から人格の上にも反映してくるにきまっている。こうすべきだ、ああすべきだ、「謹しむ」べきだ、「畏まる」べきだとのみ、朝から晩まで、晩から朝まで、吾等の頭に叩き込まんとする官僚は、余程結構に出来て居る頭脳の持ち主だ。これでは世界性を持った考え方は日本人の中からはどうしても出て来ない。又戦いくさして、又負ける位が関の山であろう。

(鈴木大拙全集 第33巻 p. 27 - 28、1945年 8月26日記、岩波書店)

この大拙の指摘をみれば、和算の影響以上に、私たちの思考法そのものが私たちの数学に対する考え方を左右していることが分かると思います。数学に限らず、また学問だけでなく、文化のあり方そのものは私たちがどのように生きようとしているかに密接に関係しているのです。先に引用しました、サートンの言葉とあわせて考えるとき、役に立つことばかりを優先してきた私たち日本人の生き方そのものが今日問われていることを肝に銘じたいと思います。

以上、ほんのわずかな例でしたが、その例を通して数学が世界中の人たちの手によって考えられ深められてきたことをお伝えしました。私達が何げなく使っている数学の多くが、何千年もかかってゆっくり発展してきた結果なのです。学校で学ぶ数学の背後には、4000年以上にも渉る人類の知的営みがあること、数学を学ぶことはこうした営みに参加することであることを再度強調して講義を終わりたいと思います。

図15 佐藤則義は江戸末期から明治初期に福山藩の藩校「誠之館」で和算を教授した。西洋数学を学んだ際の佐藤則義のノート「算法浅問抄解」(京都大学附属図書館蔵)では問題を和算の方程式で解いた後に、西洋数学の記法に直して解いている。和算家にとって西洋数学の初歩的な部分の学習は容易であった。



和算関連年表

<p>養老2年(718) 天平18年(746) 8世紀半ば 天禄元年(970) 大徳3年(1299) 14世紀初め</p>	<p>(元)朱世傑『算学啓蒙』</p>	<p>『養老令(大学寮に算博士) (唐)李瀚『蒙求』 『万葉集』 源為憲『口遊』 『拾芥抄』 吉田兼好『徒然草』</p>
<p>万暦20年(1592) 慶長5年(1600)頃</p>	<p>(明)程大位『算法統宗』 『算用記(現存する最古の数学書)』 吉田宗恂校閲・吉田如見著『三尺求函数求路程求山高遠法』</p>	<p>徳川家康,江戸に幕府を開く</p>
<p>慶長8年(1603) 元和8年(1622)</p>	<p>毛利重能^{しげよし}『割算書』 百川治兵衛^{しげよし}『諸勘分物』</p>	
<p>寛永4年(1627) 寛永8年(1631) 寛永11年(1634) 寛永13年(1636)</p>	<p>吉田光由『塵劫記』 吉田光由『塵劫記』3巻本 吉田光由『新篇塵劫記』4巻本</p>	<p>寛永通宝 ポルトガル船来航禁止(鎖国)</p>
<p>寛永16年(1639) 寛永17年(1640) 寛永18年(1641)</p>	<p>今村知商^{しげよし}『豎亥録』 今村知商^{しげよし}『因帰算歌』 吉田光由『新編塵劫記』遺題本 百川忠兵衛^{しげよし}『諸算記』</p>	
<p>慶安元年(1648) 承応2年(1653) 明暦3年(1657) 万治元年(1658) 万治2年(1659)</p>	<p>吉田光由『古暦便覧』 榎並和澄^{えなみともしみ}『参両録』 初坂重春^{しげよし}『円方四巻記』 久田玄哲,土師道雲^{しげよし}『算学啓蒙』 山田正重^{しげよし}『改算記』 礪村吉徳^{しげよし}『算法闕疑抄』</p>	
<p>寛文2年(1662) 寛文3年(1663) 寛文4年(1664) 寛文11年(1671) 寛文12年(1672) 延宝元年(1673) 延宝2年(1674) 延宝4年(1676) 延宝6年(1678) 天和元年(1681) 天和2年(1682)</p>	<p>安藤有益^{あひます}『豎亥録仮名抄』 村松茂清^{しげよし}『算俎』 榎並和澄^{えなみともしみ}『参両録』 沢口一之^{しげよし}『古今算法記』 星野実宣^{しげよし}『新編算学啓蒙註解』 前田憲舒^{しげよし}『算法至源記』 関孝和^{しげよし}『堯微算法』 湯浅得之^{しげよし}『算法統宗(訓点)』 田中由真^{よしまね}『算法明解』 関孝和^{しげよし}『授時歷經立成之法』 関孝和^{しげよし}『解伏題之法』 建部賢弘^{しげよし}『研幾算法』</p>	
<p>貞享元年(1684) 貞享2年(1685) 貞享4年(1687) 元禄元年(1688)</p>	<p>礪村吉徳^{しげよし}『頭書算法闕疑抄』 貞享歴 建部賢弘^{しげよし}『堯微算法演段諺解』 関孝和^{しげよし}『解隠題之法』,『開法翻变之法』 持永豊次,大橋宅清^{しげよし}『頭書改正改算記』</p>	<p>井原西鶴^{しげよし}『日本永代蔵』</p>

元禄3年(1690)	井関知辰『算法発揮』 建部賢弘『算学啓蒙諺解大成』	
元禄5年(1692)		井原西鶴『世間胸算用』
元禄8年(1695)	宮城清行『和漢算法』	
宝永7年(1710)	関孝和，建部賢弘，賢明編『大成算経』	
正徳2年(1712)	関孝和『括要算法』	
享保5年(1720)		漢訳洋書輸入の禁を緩和
享保7年(1722)	建部賢弘『綴術算経』，『不休綴術』 鎌田俊清『宅間流円理』	
享保8年(1723)	建部賢弘『日本輿地図』	
享保11年(1726)	久留島義太『平方零約術』	
享保14年(1729)	松永良弼『立円率』	
享保18年(1733)	中根元圭『歴算全書』に訓点を施す	
元文4年(1739)	松永良弼『方円算経』	
寛保3年(1743)	中根法舳『勘者御伽雙紙』	
明和6年(1769)	有馬頼僮『拾璣算法』	
安永5年(1776)		平賀源内，エレキテルを完成
天明元年(1781)	藤田貞資『精要算法』	
天明4年(1784)	村井中漸『算法童子問』	
天明5年(1785)	会田安明『改精算法』	
寛政元年(1789)	藤田貞資『神壁算法』	
寛政10年(1798)	志筑忠雄『暦象新書』上巻 船山輔之『絵本工夫之錦』 安島直円『不朽算法』	
寛政11年(1799)		
寛政12年(1800)	伊能忠敬，蝦夷地を測量	
享和2年(1802)	高橋至時『ラランデ暦書管見』	
文化2年(1805)	和田寧『円理極数術』	
文化7年(1810)	会田安明『算法天生法指南』	
文化12年(1815)	坂部広胖『算法点鼠指南録』	
文政2年(1819)	石黒信由『算学鈎致』	
文政4年(1821)	伊能忠敬『大日本沿海輿地全図』	
文政11年(1828)		シーボルト事件
天保元年(1830)	千葉胤秀『算法新書』	
天保14年(1843)	小出脩喜『円理算経』	
嘉永6年(1853)		ペリー，浦賀に来航
安政4年(1857)	福田理軒『西洋速知』 柳川春三『洋算用法』	
安政6年(1859)		吉田松陰没
明治元年(1868)		明治維新
明治5年(1872)	学制が制定され小学校では洋算を用いることに決定	
明治6年(1873)	文部省師範学校編『小学算術書』	
明治10年(1877)	東京数学会社(日本数学会および日本物理学会の前身)設立 佐久間纘『算法起源集』	
明治11年(1878)	萩原禎助『円理算要』	

出品リスト

1. 「数」のある風景

1 - 1 数のかぞえかた

- 1. 伊勢物語 京大附図
- 2. 源氏物語 京大附図

1 - 2 九九から始まる九九

- 3. 万葉集 京大附図：近衛
- 4. 口遊 京大附図：近衛
- 5. (参考) 拾芥抄 京大附図：清家
- 6. 徳和歌後萬載集 京大附図

1 - 3 算師たちの肖像

- 7. 令義解 京大附図
- 8. 続日本紀 京大附図
- 9. 万葉集 京大附図：近衛
- 10. 新猿楽記 京大附図
- 11. 職原抄 京大附図：清家

1 - 4 算木と計算

- 12. 今昔物語集 京大附図
- 13. たなばた 京大文・美学
- 14. 算木 京大理・数学
- 15. 中右記 京大附図：平松

1 - 5 おそろしき算の道

- 16. 今昔物語集 京大附図
- 17. 新刊吾妻鏡 京大附図

1 - 6 「算」を知らねば「損」をする時代へ

- 18. 為愚痴物語 京大附図
- 19. 人倫訓蒙図彙 京大附図
- 20. 日本永代蔵 京大附図
- 21. 世間胸算用 京大附図

2. 数学力の原点 32の塵劫記

2 - 1 塵劫記の原型

- 22. ぢんかうき 京大附図：岡島
- 23. 塵劫記 京大附図：岡島
- 24. 増補新編塵劫記 京大附図：岡島
- 25. 新編塵劫記 京大附図：岡島
- 26. 新編塵劫記 京大附図：岡島

2 - 2 塵劫記大集合

- 27. 諸家日用大福塵劫記 京大附図
- 28. 改算増補栄海塵劫記大成 京大附図
- 29. 改算塵劫記 京大附図
- 30. 大宝塵劫記 京大附図
- 31. 新版ぢんかうき 京大附図
- 32. 新板ぢんかうき 京大附図
- 33. 早見塵劫記 京大附図
- 34. 絵本新撰ぢんかうき 京大附図
- 35. 新編ぢんかうき 京大附図
- 36. 徒然草絵抄 京大附図
- 37. 新編塵劫記 京大附図
- 38. 増補万徳塵劫記大成 京大附図：岡島
- 39. 塵劫記 京大附図
- 40. 新板ぢんかうき 京大附図
- 41. 新板ぢんかうき 京大附図
- 42. 萬福塵劫記大成 京大附図

- 43. 塵功記 京大附図
- 44. 毛吹草 京大文図
- 45. 童宝近道塵劫記九九水 京大附図：岡島
- 46. 新增懐宝塵劫記大全 京大附図：岡島
- 47. 当世ぢんかうき 京大附図：岡島
- 48. 当世塵劫記 京大附図：岡島
- 49. 当世塵劫記評判解義 京大附図
- 50. 早引塵劫記 京大附図
- 51. 早引塵劫記 京大附図
- 52. 新撰早割増益塵劫記 京大附図
- 53. 諸家通用宝玉塵劫記大成 京大附図
- 54. 新撰仕方塵劫記 京大附図
- 55. 改正新板近道塵劫記 京大附図：岡島
- 56. (参考) 改算記 京大附図：岡島
- 57. 蒙求 京大附図：近衛

3. 和算の誕生と発展

3 - 1 和算の誕生に大きな影響を与えた中国の数学書

- 58. 新編直指算法統宗 京大附図：岡島
- 59. 新編算学啓蒙註解 京大理・数学

3 - 2 「塵劫記」以降

- 60. 参両録 京大附図：岡島
- 61. 因帰算歌 京大附図：岡島
- 62. 改算記 京大附図：岡島
- 63. 改算記綱目 京大附図：岡島
- 64. 算法闕疑抄 京大附図：岡島
- 65. 増補算法闕疑抄 京大附図：岡島
- 66. 算俎 京大理・数学
- 67. 算法至源記 京大附図：岡島
- 68. 古今算法記 京大附図：岡島

3 - 3 和算の誕生

- 69. 発微算法 和算研究所
- 70. 発微算法演段諺解 京大附図：岡島
- 71. 和漢算法 京大附図
- 72. 解見題之法 京大附図
- 73. 解隠題之法 京大附図
- 74. 算法発揮 京大理・数学
- 75. 大成算経 京大理・数学
- 76. 括要算法 京大附図：岡島
- 77. 小学本注九数名義諺解 京大理・数学
- 78. 徂徠先生学則 京大附図
- 79. 方円算経 京大附図：岡島

3 - 4 和算の発展

- 80. 拾璣算法 京大附図：岡島
- 81. 算法点竄指南録 京大附図：岡島
- 82. 不朽算法 京大附図：岡島
- 83. 精要算法 京大附図
- 84. 神壁算法卷之上解 京大附図
- 85. 算法天生法指南 京大附図：岡島
- 86. 算学鉤致 京大附図：岡島
- 87. 算法新書 京大附図：岡島
- 88. 円理算経 京大附図：岡島
- 89. 円理算経 京大附図：岡島

90. 乾坤表 京大附図
 91. 算法起源集 京大附図：岡島
 92. 円理算要 京大附図：岡島

4. ひろがる和算の世界

4 - 1 和算を楽しむ

93. 算題 京大附図
 94. 算図一策 京大附図：岡島
 95. 算法 京大附図：岡島

4 - 2 数学遊戯・児童書

96. 勘者御伽双紙 京大附図
 97. 算法童子問 京大附図
 98. 絵本工夫の錦 京大附図
 99. 絵本工夫の錦 京大附図

4 - 3 測量術

100. 規矩元法町間図法 京大附図
 101. 規矩元法町見図解 京大附図
 102. 規矩元抄 京大附図
 103. 八線表用法 京大附図：岡島
 104. 伊能図：四国淡州 京大附図
 105. 伊能図：肥前国平戸島 京大附図
 106. 加越能三州郡分図：富山御領 京大総博

4 - 4 航海術

107. 元和航海記 京大附図
 108. 蘭曆経 京大附図

4 - 5 岡島伊八

109. 三上義夫氏から岡島伊八氏宛ての書状
 京大附図：岡島
 110. 日本算学年表 京大附図

5. 和算から洋算へ 佐藤文庫

111. (参考) 佐藤則義肖像 日本学士院

5 - 1 関流の和算書

112. 題術弁議之法 京大附図：佐藤
 113. 算法増約術 京大附図：佐藤
 114. 算法格式 京大附図：佐藤
 115. 解伏題交式斜乗之諺解 京大附図：佐藤
 116. 補遺解伏題生尅篇 京大附図：佐藤
 117. 剩一括法 京大附図：佐藤
 118. 新撰綴術 京大附図：佐藤
 119. 変商 京大附図：佐藤
 120. 平方零約解 京大附図：佐藤
 121. 弧背術解 京大附図：佐藤
 122. 錯綜窮变法 京大附図：佐藤

5 - 2 その他の和算書

123. 鈎股玄理談 京大附図：佐藤
 124. 勾股容円秘曲好凡二十五條 京大附図：佐藤
 125. 算額題集 京大附図：佐藤
 126. 数理神篇 京大附図：佐藤
 127. 円類五十問答術 京大附図：佐藤
 128. 階梯算法 京大附図：佐藤

5 - 3 球面三角法

129. 曆算全書環中忝尺加減捷方解 京大附図：佐藤
 130. 弧三角法 京大附図：佐藤
 131. 新訳弧三角術 京大附図：佐藤

5 - 4 洋算と関係する書物

132. 算法演段品彙 京大附図：佐藤
 133. 提要算法 京大附図：佐藤

134. 点竄法問題 京大附図：佐藤
 135. 算法浅問抄解 京大附図：佐藤

5 - 5 測量術

136. 規矩元法 京大附図：佐藤
 137. 規矩元法別伝 京大附図：佐藤
 138. 図法三部集 京大附図：佐藤
 139. 測量三角惑問 京大附図：佐藤

5 - 6 砲術

140. 煩学要本 京大附図：佐藤
 141. 砲術新篇答古知幾 京大附図：佐藤

5 - 7 佐藤文庫以外の洋算関係書

142. 西算速知 京大理・数学
 143. 洋算用法 京大附図
 144. 筆算提要 京大附図
 145. 幾何学原礎 京大附図
 146. 明治小学塵劫記 京大附図：岡島

【図録凡例】

本目録は平成15年度公開企画展の展示目録です。本文中の書誌事項は、概ね以下の順序によります。書名 巻 冊 写刊の別 責任表示 刊年・書写年 大きさ(縦×横cm) 別書名 備考 所蔵者等 請求記号 登録番号

当日の展示品は予告なく追加・変更されることがあります。

書誌・本文・引用等において適宜、旧漢字・異体字をあらためる、語句・ヨミ・句読点を加えるなどしています。

所蔵者等の略称は以下のとおりです。

- ・附図 = 附属図書館
- ・総博 = 総合博物館
- ・文 = 文学部・文学研究科
- ・理 = 理学部・理学研究科
- ・岡島 = 岡島伊八氏寄贈書
- ・佐藤 = 佐藤文庫
- ・清家 = 清家文庫
- ・近衛 = 近衛文庫
- ・平松 = 平松文庫

あとがき

本図録は、「和算の時代 - 日本人の数学力をたどる -」(平成15年度京都大学附属図書館公開企画展)の出陳図録として編集したものです。

本図録の作成にあたり、ご協力をいただいた関係各位に深く感謝いたします。

監修

京都大学大学院理学研究科教授・附属図書館商議員 上野 健爾

企画展担当

京都大学附属図書館情報サービス課長	淵上 光明
同総務課専門員	小川 晋平
同情報管理課雑誌情報掛 (H15. 9. 30まで)	福島 利夫
同 電子情報掛	江上 敏哲
同情報サービス課専門員	慈道佐代子
同特殊資料掛長	綾部 房子
同参考調査掛	藤原 由華
同資料運用掛	西川 郁代
思文閣美術館副館長	長田 岳士
同学芸員	柴 八千穂

ポスター・チラシ

デザイン 福島 利夫

算木複製

制作 西川 郁代
植村 公一
(附属図書館総務課経理掛)

図録編集

本文執筆 上野 健爾

綾部房子 江上敏哲 慈道佐代子
西川郁代 福島利夫 藤原由華

表紙デザイン 福島 利夫

写真撮影 堤 豪範
(元京都大学附属図書館職員)

図版協力 日本学士院 和算研究所

京都大学文学部図書室 同文学研究科美学美術史学研究室

同理学研究科数学教室 同総合博物館

責任編集 江上 敏哲

平成15年度京都大学附属図書館公開企画展

会期：平成15年11月8日(土)～12月7日(日)

会場：思文閣美術館

主催：京都大学附属図書館・思文閣美術館

後援：朝日新聞社

記念講演会

第1回

日時：平成15年11月8日(土) 午後2時～4時

会場：思文閣美術館

『面積って何だろう』(中高生・一般向)

講師：上野健爾氏(京都大学大学院理学研究科教授)

『幕末の数学者 小野友五郎』

講師：鳴海風氏(小説家)

第2回

日時：平成15年11月13日(木) 午後1時30分～3時30分

会場：京都大学附属図書館3階 AVホール

『和算から洋算へ』(大学生・一般向)

講師：上野健爾氏(京都大学大学院理学研究科教授)

2003.11

編集・発行 京都大学附属図書館

〒606-8501 京都市左京区吉田本町

<http://www.kulib.kyoto-u.ac.jp/>

(C) 京都大学附属図書館2003

印刷 株式会社 双林印刷社

〒601-8106 京都市南区新千本十条下ル



問題：

10リットルの桶に油が満たんに入っています。7リットルの桶と3リットルの桶を使って、5リットルずつに分けるには？