

関流算法集記

東京女子大学 杉山真澄 (Masumi Sugiyama)

「関流算法集記」は福島県いわき市の士族中野家にあったものである。

田畑の測量等に数学が必要であったため自学習していたらしく、他にも国文、物理等が多数あったがいまでは大部分散逸してしまっている。

「関流算法集記」は大和綴じ92枚(18.4cm×13.2cm)からなっている。

この関流算法集記(文化10年1813)とその当時でも古典であった塵劫記(寛永8年1631寛永11年再版)の目録があるので、それについてまず比較してみる。

「関流算法集記」の目録は

大数小数、本相場本銭勘定(1)、本相場永勘定(2)、常相場尋(4)、座附相場を見る(2)、金壹分銭切味噌を仕出す(1)、鉤股弦(10)、開平法(2)、開立法(6)、相応開立法(2)、帯縦開立法(1)、径矢弦(3)、弧矢弦(4)、双股弦(1)、材木積りし(2)、袋勘定(1)、差分法(1)、三角ヨリ十角(2)、三方ヨリ十方ノ定法根源切合わせ、遠横町見(1)、飯桶形(1)、雑問(2)、利息勘定(2) 以上51問

大型3巻本からなる塵劫記は日常生活に必要な計算を主として扱っている。読み易く親しみ易くという配慮がなされている。

大数の名の事(表)、一より内の小数の名の事(表)、一石より内小数の名の事(表)、田の名数の事(表)、諸物軽重の事(表)、九九の事(表)、八算わりの図 付かけ算あり(図解 8・表)、見一のわりの図 付かけ算あり(図解 18)、かけてわれる算の事、米売買の事(11)、俵廻しの事(3)、杉算の事(2)、蔵に俵の入れ積りの事(1)、銭売買の事(6)、銀両替の事(3)、金両替の事(6)、小判両替の事(2)、利息の事(10)、絹・木綿売買の事(3)、入子算の事(2)、長崎の買物三人相合買い分けて取る事(1)、船の運賃の事(4)、検地の事(32)、知行物成の事(19)、升の法 付昔升の法あり、よろずます目積る事(10)、材木売買の事(11)、檜皮まわしの事 付竹まわしもあり(6)、屋根のふき板積る事 付勾配延びあり(2・表)、屏風に箔置く積りの事(3)、川普請請わりの事(7)、堀普請請わりの事(7)、橋の入目を町中へわりかける事(1)、立木の長さを積る事(1)、町積りの事(1・表)、ねずみ算の事(3)、日に日に一倍の事(7)、日本国中男女数の事(4)、からず算の事(2)、金銀千枚を開立法に積る事(2)、絹一段布一段糸の長さの事(2)、油分ける事(1)、百五問の事(1)、薬師算と云う事(1)、六里を四人して馬三匹に乗る事(3)、開平法の事(1)、開平円法の事(3)、開立法の事(1) 以上211問

目録中の後ろの括弧は次のような意味である。

(表) とは表が書かれている

(図解8) とは図解が8ある

(11) とは例題が11ある

純粹に数学的な問いと応用問題という観点から上の2つの目録を比較してみると関流算法集記には錢勘定20問と長さ面積体積の計算11問、鉤股弦10問、計算11問と数学的な問いが31問で応用問題20問であるのに対し、塵劫記では数学的な問いが31問、応用問題180問で比率が異なっている。

「関流算法集記」は、関流の算法というより関の流れをくむ人がその当時必要とされた数学を簡単に編集しまとめたものというものである。

基本的な数や量について単位について述べ、すぐに応用問題にすすんでいる。しかも九九については知っているものとして、日常的に使用する可能性のあるのは単なる九九だけではなく平方、立方の計算とその逆である開平法、開立法であるという実例をあげて問題としている。直角三角形で辺の長さや面積が解っているときの1辺の長さを出すには平方根を使用するし、体積のときは立方根で、2年貸しは開平法、3年貸しは開立法、4年貸しは開平法を2度、6年貸しは開平法開立法、8年貸しは開平法2度、9年貸しは開平法2度、5年7年十年は4條法6條法9條法と利息の計算にも重要な計算であることがわかる。

次に書かれている内容についてみる。

1. 大数小数量数では名称と前後の単位の関係

(1) 大数

壺十百千万、億 (大乘：万万の位、小乗：十万の位)、兆、京、^{垓 秭 穰}がい、じょ or し、壤、溝、澗、正、載、極、恒河沙、阿僧祇、那由他、不可思議、無量大数

(2) 小数

^{毫 絲}分、厘、もう、し、忽、纖、沙、塵、埃 (斤両の起)

(3) 量数

石、斗、升、合、勺、抄、撮、圭、粟

(4) 衡数

斤、両、分、^銖しゆ、黍

2. 開平法・開立法

一般に

a^2	自乗
a^3	再自乗
a^4	三自乗
a^5	四自乗

というように指数の数とは1つずれている。

a^2 自乗号 の例題として次のような数の開平を求めている。

1056.25 の場合はその解法を数字の記述に従って書くと、まず

$$30 \times 30 = 900$$

$$2 \times 2 \times 30 = 120$$

$$2 \times 2 = 4$$

$$2 \times 32 \times 0.5 = 32$$

$$0.5 \times 0.5 = 0.25$$

$$\text{合計 } 1056.25 \quad \text{従って } 32.5$$

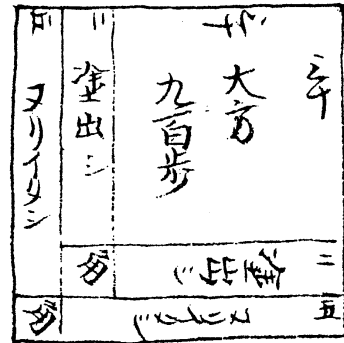
同様に次の数についての平方根を求めている。

$$1056.25 \quad 32.5$$

$$151.29 \quad 12.3$$

$$1332.25 \quad 36.5$$

$$806.56 \quad 28.4$$



立方について

a^3 再自乗号

$$1 \times 1 \times 1 = 1$$

$$2 \times 2 \times 2 = 8$$

$$3 \times 3 \times 3 = 27$$

$$4 \times 4 \times 4 = 64$$

$$5 \times 5 \times 5 = 125$$

$$6 \times 6 \times 6 = 216$$

$$7 \times 7 \times 7 = 343$$

$$8 \times 8 \times 8 = 512$$

$$9 \times 9 \times 9 = 729$$

であることをふまえて、次のような数の開立方を求める問題がある。まずおおまかにとり、その後体積を取り崩すごとく立方の辺の長さを求めている。

立方根

$$1953.125 \quad 12.5$$

$$48627.125 \quad 36.5$$

$$22906.304 \quad 28.4$$

$$3825.69414 \quad 15.64$$

$$1929.781125 \quad 12.45$$

$$21139.047125 \quad 27.65$$

3. 鉤股弦

- (1) 直角三角形の3辺のうち2辺が解っている場合の残りの辺を求める問題
三平方の定理により平方根を求める。

(2) 直角三角形の中に正方形が入っている問題を解法を数字の記述に従って書くと

4. $5 \times 9 = 40.5$

4. $5 + 9 = 13.5$

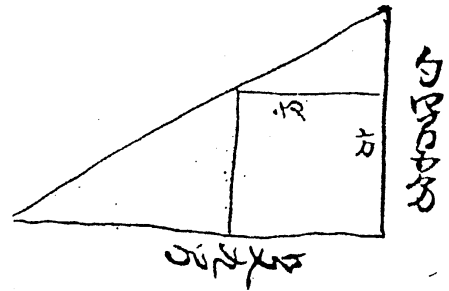
40.5 \div 13.5 = 3

解説

正方形の1辺 x 、直角を挟む辺を a, b とすると

$$a:b = (a-x):x = x:(b-x)$$

$$x = \frac{ab}{a+b}$$



(3) 直角三角形の中に円が入っている問題を解法を数字の記述に従って書くと

4. $5 \times 6 = 27$

27 \times 2 = 54

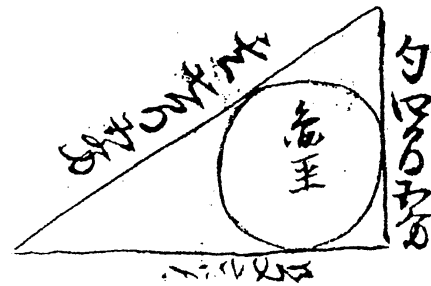
4. $5 + 6 + 7.5 = 18$

54 \div 18 = 3

別解

4. $5 + 6 = 10.5$

10.5 $-$ 7.5 = 3



(4) ひし形に円が入っている問題を解法を数字の記述に従って書くと

12 \times 9 = 108

108 \div 7.5 = 14.4

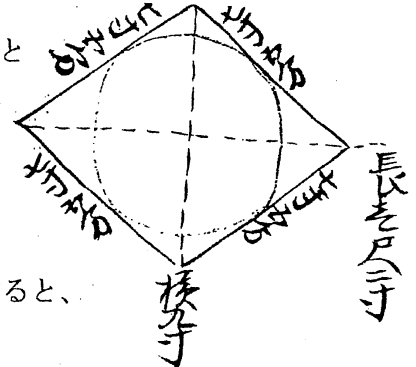
14.4 \div 2 = 7.2

解説

1辺 c のひし形に内接する円の直径 d 、長軸と短軸を a, b とすると、

ひし形の面積の関係から

$$d = \frac{ab}{2c}$$



4. 径矢弦

円内の直径 (65)、弦 (60)、矢 (20) のうちの2つが解っている時に残りを求める問題の解法を数字の記述に従って書くと

弦: $65 - 20 = 45$

$20 \times 4 = 80$

$45 \times 80 = 3600$

$\sqrt{3600} = 60$

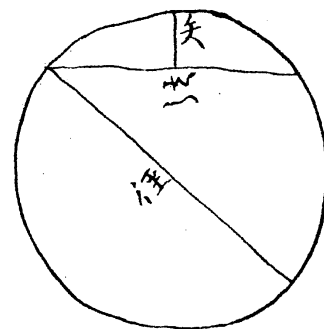
矢: $65^2 = 4225$

$60^2 = 3600$

$4225 - 3600 = 625$

$\sqrt{625} = 25$

$65 - 25 = 40$ $40 \div 2 = 20$



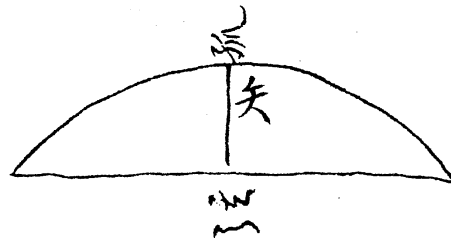
$$\begin{aligned} \text{径: } & 60^2 = 3600 \\ & 20 \times 4 = 80 \\ 3600 \div 80 & = 45 \\ 45 + 20 & = 65 \end{aligned}$$

解説

$$\begin{aligned} d &= \frac{a^2}{4h} + h \\ a &= \sqrt{4h(d-h)} \\ h &= \frac{d - \sqrt{d^2 - a^2}}{2} \end{aligned}$$

5. 弧矢弦:

$$\begin{aligned} 40^2 &= 1600 \\ 8^2 &= 64 \\ 64 \times 6 &= 384 \\ 1600 + 384 &= 1984 \\ \sqrt{1984} &= 44.542 \end{aligned}$$



解説

$$\begin{aligned} l &= \sqrt{4h(d + \frac{h}{2})} \\ d &= \frac{l^2}{4h} - \frac{h}{2} \quad \text{より} \quad l = \sqrt{a^2 + 6h} \\ a &= \sqrt{4h(d-h)} \end{aligned}$$

弧の計算

直径 d の円の中に、矢の長さが h である弧を作り、その長さを求める。
 豎亥録 (じゅがいろく 1639) に弧矢弦の法が始めてのせられている。

$$l = \sqrt{a^2 + 6h}$$

この公式は

$$l^2 = a^2 + (\pi^2 - 4)h^2 \quad \text{において}$$

$$\pi^2 - 4 = 3.1416^2 - 4 = 9.86965056 - 4 = 5.86965056$$

を 6 で近似したものである。

最後に関流算法集記の目次と所有者のサインが書いてある最後のページのコピーを付す。

参考文献

田崎 中 江戸時代の数学 (総合科学出版 1983)

早苗藤作他編 算学鉤致 付算学訓蒙 (高樹会 1960)

國流算法集記

目錄

一 大數 小數

一 本初場本茂算

一 本初場文算

一 常法初場算

一 座階初場算

一 全算方一後切概

一 釣股法

一 周手法

一 周立法

一 相應周立法

一 常法周立法

一 樞矢法

一 孤矢法

一 雙股法

一 本初場算

一 樞矢算

一 差方法

一 本初場本茂算

一 本初場文算

一 常法初場算

一 座階初場算

一 全算方一後切概

一 釣股法

一 周手法

一 周立法

算