RIMS Kôkyûroku Bessatsu
B89 (2022), 33–47

近世日本数学史における方程式論—宅間流の『遷式術』
Theories on equations in the history of pre-modern Japanese mathematics—methods of transformation of equation inTakuma school

小川束
Ogawa, Tsukane*

Abstract

The Takuma School is a school in Osaka that produced Kamata Toshikiyo (the 3rd), whose achievements should be comparable to those of Seki Takakazu, Tatebe Takahiro, and his brother Kataakira, and Matsuoka Yoshikazu (the 5th), who wrote one of the most important textbooks of the 19th century, the *Complete book for arithmetic practice*.

In this paper, we discuss the *Methods of transformation of equations* written by Oka Shichibei Yukitada, who was a student of Matsuoka. After a brief overview of the Takuma School in Section 2, Sections 3 to 6 discuss the characteristics of Takuma School mathematics through an analysis of Oka's book. It has long been known that the style of expression in the Takuma school differs from that in the Seki school, but in Section 4 we discuss in more detail some of the important terms in the Takuma school (or, more precisely, in Oka's mathematics). In particular, section 5 describes Oka's transition methods of equations in detail. Section 7 briefly mentions Oka's student Asaoka Uhei, whose existence became known in 2021.

§1. はじめに

宅間流は関孝和や建部賢弘，賢明兄弟の業績に匹敵する業績を挙げた鎌田俊清（第 3 代）や 19 世紀を代表する教科書の一つ『算学稽古大全』を著した松岡能一（第 5 代）を排出した大坂の流派である．本稿では松岡の門人であった岡七兵衛之只の『遷式術』について考察する．第 2 節で簡単に宅間流の概要を述べたあと，第 3 節〜第 6 節で岡の『遷式術』

Received November 1, 2021, revised December 27, 2021.
2020 *Mathematics Subject Classification*. Primary 01A27; Secondary 01A50, 01A55.
Key Words: history of pre-modern Japanese mathematics, theories on equations.
This work was supported by the Research Institute for Mathematical Sciences, an International Joint Usage/Research Center located in Kyoto University.
*四日市大学関孝和数学研究所
email: ogawa@yokkaichi-u.ac.jp

の分析を通して，宅間流数学の特質について考察する．宅間流の表現様式が関流とは異なることは夙に知られているが，第 4 節では更に詳しく宅間流（正確言うと岡の数学）における重要な用語について考察する．特に第 5 節では遷式について詳しく述べる．第 7 節では 2021 年にその存在が知られた岡の門人浅岡卯兵衛に簡単に触れる．

§ 2. 宅間流

宅間流に関しては古くから研究がある．たとえば『明治前日本数学史』（[3]）によれば，宅間流は宅間能清を元祖として，第 2 代阿座見俊次，第 3 代鎌田俊清（1677 頃〜1747），第 4 代内田秀冨，第 5 代松岡能一（1737〜），第 6 代松岡清信と続く．この中で最も良く知られているのは第 3 代の鎌田俊清『宅間流円理』（1722 序）であろう．同書には直径 d の高さ c の円弧の長さ s を

$$s = 2\sqrt{cd}\left\{1 + \frac{1}{3!}\left(\frac{c}{d}\right) + \frac{3^2}{5!}\left(\frac{c}{d}\right)^2 + \frac{3^2\cdot 5^2}{7!}\left(\frac{c}{d}\right)^3 + \cdots\right\}$$

と級数に展開することが記されており，その序の年記 1722 年が，やはり円弧の級数展開を記した建部賢弘の『綴術算経』と同年であることから研究者の耳目を引いてきた．第 4 代内田秀冨には『算用手引草』（1737，1764）があり，第 5 代松岡能一には『算学稽古大全』（1808，1821，1825，1849，1861，1882）がある．松岡は大坂御城附京橋組同心で，『算学稽古大全』は巷間に流布した 19 世紀を代表する教科書である．また幕府天文方の高橋至時（1764–1804）が師事したことでも知られている．最後の第 6 代松岡清信は松岡能一の子息である．

これら宅間流の伝統を継ぐ者としてはその名が上がらないが宅間流の重要な人物として松岡能一の門人，岡七兵衛之只（1791〜）がいる．山口和『道中日記』（[2]）によれば岡之只は大坂玉造在住の木綿商人であった．宅間流におけるその重要性は岡がその師松岡と並び多くの資料を遺した点にある．今『明治前日本数学』から岡の名のあるものを列挙すれば以下のようである．

1. 『新考立円術起源』
2. 『新考立円変化』（1816）
3. 『起術解路法定則』　（東北大蔵本は『起術解路法定例』（林文庫 2105）[1]）
4. 『解路法』（起術解路法，妙矩集，遷式術，省約術，約式術）
5. 『資棄起術』
6. 『探商法並趕珍術』（1819 自序）
7. 『方程招差法，極差法雑問，極積差招差法』
8. 『双鉤招差法解』
9. 『整数法並鉤股変換術』

[1]ただし，内題は「起術解路法」となっている．

10. 『諸約起一術』（最上流由来）
11. 『極数法』
12. 『平立逐策術』
13. 『角法二斜術起源』
14. 『算題雑解』

これらのうちどれが岡自身の著作であるかは必ずしも明確ではない．しかしこれらの資料群によって 19 世紀前半の宅間流の数学の実態をある程度明らかにすることができるであろう．

§3. 岡七兵衛之只編『遷式術』

『遷式術』は『起術解路法』全 5 冊の第 3 巻である（図 1）[2]．

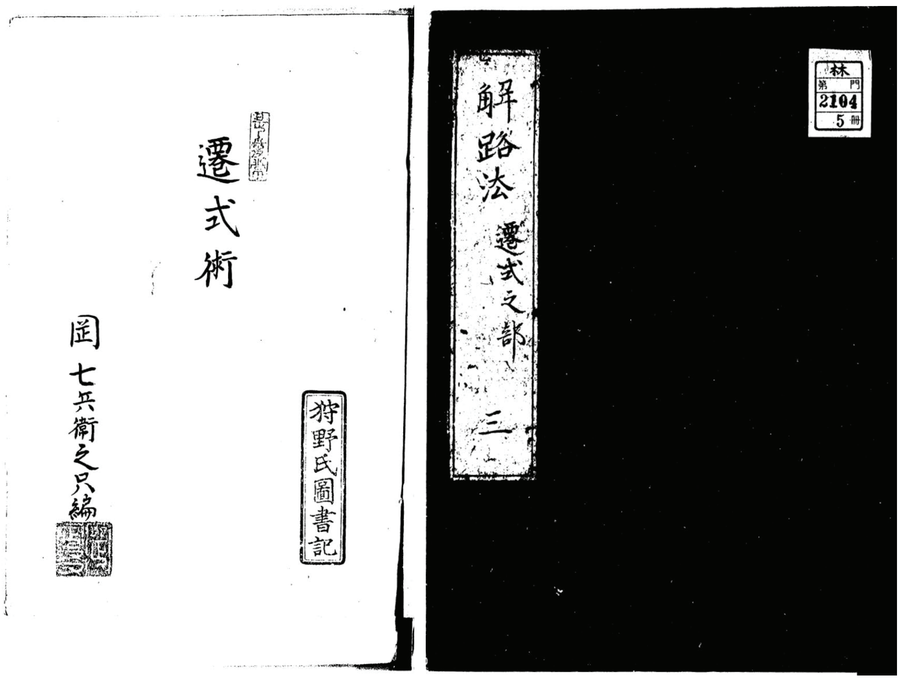

図 1. 岡七兵衛之只『遷式術』外題および 1 丁オモテ（東北大林文庫 2014）．

その全巻の構成は

- 外題「起術解路法一」， 内題「起術解路法」，岡七兵衛之只［印］
- 外題「解路法（妙矩之部）二」，内題「妙矩集　全」，岡七兵衛之只［印］
- 外題「解路法（遷式之部）三」，内題「遷式術」， 岡七兵衛之只編［印］
- 外題「解路法（省約之部）四」，内題「省約術　全」，岡七兵衛之只誌［印］

[2] 東北大学林文庫 2104．以下，特に断らないものはいずれも同書からのものである．

- 外題「解路法（約式之部）五」，内題「約式術　全」，岡七兵衛之只誌［印］

となっている．これらはいずれも主として平面幾何の問題を扱ったものである．第 1 巻には明確な構想を見て取ることはできないが，第 2 巻以降には若干の意図が見られる．まず，第 2 巻の「妙矩」というのは「玄妙な矩合」というくらいの意味で，二つの量を「右」，「左」として，これらが等しいということを強調する．第 3 巻の「遷式」は方程式における変数変換，第 4 巻の「省約」は方程式における共通量の消去，第 5 巻の「約式」は式の簡約のことである．ただし，これらの技法がそれぞれの巻に一貫して述べられるわけではなく，各巻を代表する技法として外題や内題に記されているだけである．

『起術解路法』は学士院にもある（『解路法』5 冊）．また学士院には他に『解路法定則』（1 冊），『起術解路法』（1 冊）がある．一方，『明治前日本数学史』ではこれら 5 巻に『資棄起術』[3]を加えて，『起術解路法』を全 6 巻としている[4]．『資棄起術』の 1 丁オモテの体裁は

資棄起術

　　　岡七兵衛之只誌［印］

となっていて，『起術解路法』の他の諸巻と類似していることから一括したものと思われる（図 2）．しかし『資棄起術』は外題，内題とも巻数が振られていないのに対して，『起術解路法』の外題には巻数が振られていることから，外題に巻数を付すものの発見がなければ，『起術解路法』を全 6 巻と断定するには若干躊躇するであろう．

§4.　岡七兵衛之只編『遷式術』に見る宅間流数学

宅間流には式の表現，術語などにおいていわゆる関流とは異なった流儀がある．ここではそのいくつかを列挙する．『遷式術』第 4 問（図 3）を例にそれを考えてみる．

§4.1.　数式の表現

宅間流では整式を関流とは異なった方式で記す．例えば図 4 左は（鈞を a，只を S，面を x として）

$$-1a^4 + (2a^2S^2 - 2a^2S^2) + (2S^4 - 1S^4) + (-4)xS^3$$

を表したものである．

図 4 おいて縦線はいわゆる算木を模したものではなく，単なる式のまとまりを示す記号にすぎない．この縦線の左側には場合に応じて（1）分数を表すときの分母，（2）右側の式が数値として計算できるときにその数値が書かれる．

注目すべきことは，移項の処理によって同類項をまとめる途中の段階を示すことも行われていることである．同左図の右から 2 行目（勺巾只巾二二フ）は $2a^2S^2$ があったところに $2a^2S^2$ が移項してきたことを「二二フ」によって表現している．カギ印は同類項をまとめた結果 0

[3]東北大狩野文庫 20329

[4]316 ページ

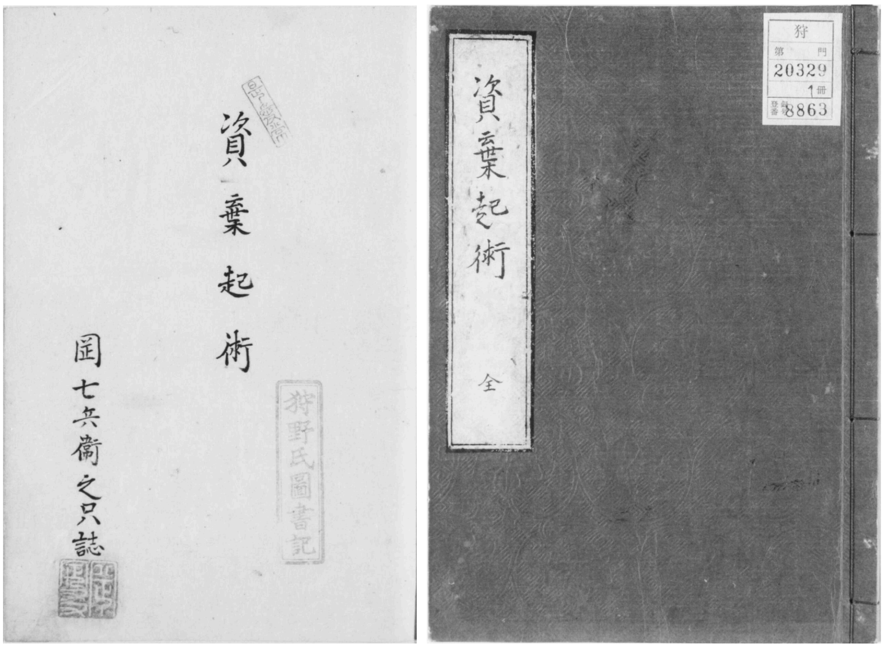

図 2. 岡七兵衛之只『資棄起術』外題および 1 丁オモテ（東北大狩野文庫 20329）

となったことを示す．右から 3 行目では同類項をまとめた結果が 0 ではないので，カギ印はついていない．関流ではこのような途中経過を書くことはない．途中経過が記されることは解読を助けるものとして有用である．

『明治前日本数学史』はこの記法は島田流に由来すると指摘する（図 4 右）．実際，井関知辰『算法発揮』(1690 跋）には同様の表現が見られるが，現在のところ，それ以上の知見は得られていない．

§4.2. 今・答・術・路

『遷式術』における記述の体裁は「今・答・術・路」となっている（図 3 右（9 丁オモテ)).「今」は関流の有馬頼徸（1714-1783）『拾璣算法』（1769）などにおいて普通に用いられるが，「仮如」とする例も多く見られる．「答」は関流と同様，答として得られる数値である．場合によっては「左術の如し」というように省略される場合があることも同様である．一方，「路」というのは関流の「解」に相当するもので，答に至るまでの計算過程，経路を述べたものである．初出は『起術解路法定則』である（[3]).『起術解路法定則』自序には次のようにある．

> 夫起術解路法ナルモノハ算術ヲ考巧スルノ良法ナリ所謂宅間流ノ式解関流ノ點竄最上流ノ天生法等ニ類ス則チ諸術ノ原路ヲ解ノ法ナルカ故ニ解路ト名ク

これによれば「路」という用語が岡による術語であることがわかる．「路」は問題の解法において最重要の部分であり，それを詳らかにするという意味で全体の書名が『解路法』と命名されているのである．

§4.3. 同規，斜乗

図 3，9 丁ウラ 1 行目にある「同規」というのは比例式のことであり，「斜乗」は文字通り対角線に位置するものを乗ずる計算である．関流でいえば，「斜乗」は建部賢弘・賢明らによる『発微算法演段諺解』に「維乗ノ法」と見え，また『解伏題之法』生尅第五に「交式斜乗」として見える．た

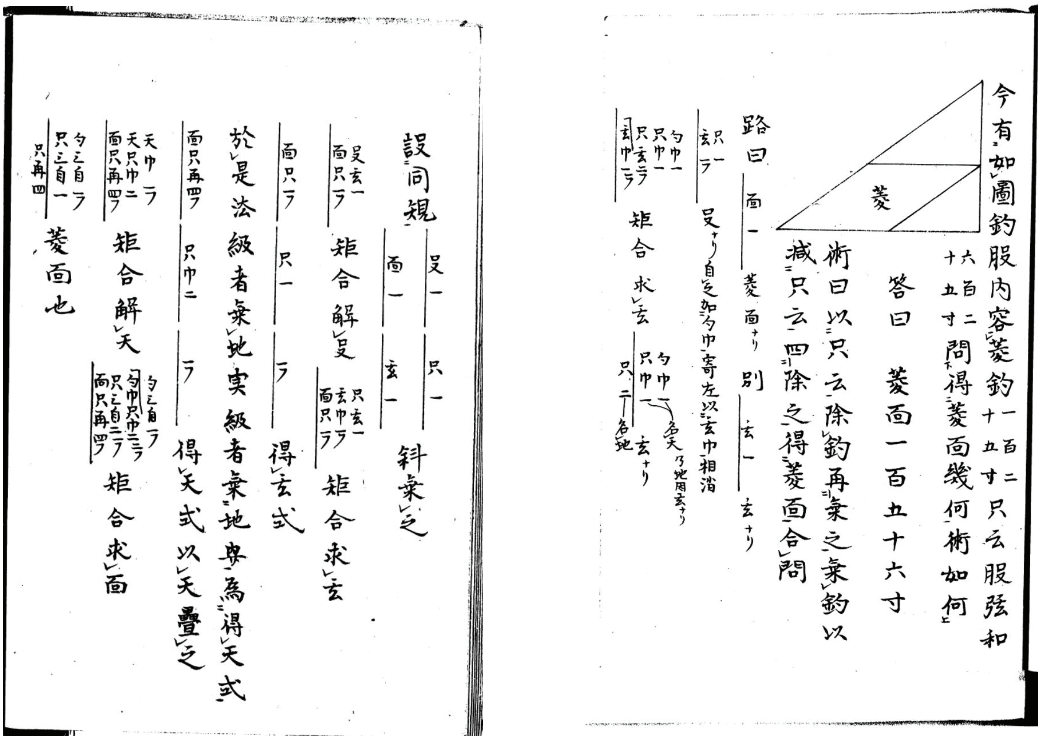

図 3. 『遷式術』第 4 問（9 丁オモテ（右）〜同ウラ（左））

だし『起術解路法定則』14 丁オモテに「維乗法」として比例式の説明をしていることから,「斜乗」と「維乗」とを同義語として認識していたことがわかる.

§ 4.4. 解

図 3, 9 丁ウラ 2 行目に見える「解股」（股を解く）とは式中の股を展開するという意味である. 今の場合,（股を b, 弦を c, 面を x, 只を S として）$1bc+(-1)xS=0$ に $b=S-c$ を代入して, $1Sc+(-1)c^2+(-1)xS$ とすることを「股（b）を解く」と称したのである.

§ 4.5. 求

図 3, 9 丁ウラ 2 行目最後に見える「求弦」（弦を求む）は直前に得られた（宅間流の）式を指定した文字について整理して，その係数を昇冪の順に並べたベクトルにすることを意味する．その結果が第 3 行に記され,「得弦式」と弦に関する式であることが明示されている．今の場合は $1Sc+(-1)c^2+(-1)xS=0$ を弦 c に関する昇冪の順に係数を並べて

$$[-1xS,\ 1S,\ -1]_c\ (=-1xS+1Sc+(-1c^2))$$

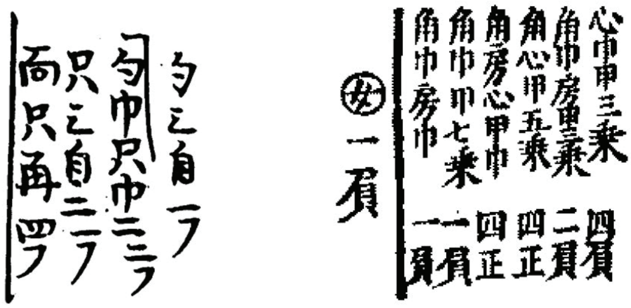

図 4. 整式の表現．左：宅間流（『遷式術』9 丁ウラ）．右：島田流（『算法発揮』巻下 18 丁オモテ（東北大学狩野文庫 7-20306））

とする[5]．この結果は第 3 行に記され，その下にこれが弦に関する式である旨が改めて「得弦式」と明示されている．このような変形は記述上の変更にすぎず，何ら本質的ものではない．その意味では「求」を特殊な術語として捉えるべきかどうか問題はある．しかしこの操作は次節で述べる「遷式」を記述するための準備としての変形であることから，その意義に鑑みて便宜上特殊な術語としておきたい．

§4.6. 畳

図 3，9 丁ウラ，後ろから 3 行目最後に見える「畳之」（之を畳む）とは昇冪に並べられた係数からなるベクトルに表示されていない文字を補い，宅間流の表現に再び戻す操作である．宅間流の表現では複数段に及ぶ長い式を一段で表現できることから，これを「畳む」としたのであろう．関孝和の『解伏題之法』では高次連立方程式から注目した変数の次数を下げる方法を「畳」という．これも式表現の上からいえば段数を減らすことに他ならない．しかしその意味は全く異なっている．

§5. 遷式

書名にもなっている遷式とは一言で言えば未知量の変換に他ならない．その典型は $f(x) = 0$ に対して $x = a$ を商として組立除法を繰り返して $g(x - a) = 0$ を得るものである．しかしその他の方法も用いられる．本節では第 1 問と第 4 問（図 3）における遷式を採り上げる．

§5.1. 第 1 問の概要

第 1 問は次のような問題である（図 5）．

今，三辺の長さを a，b，c とする直角三角形があって，面積を $S(=ab/2)$ とするとき

$$b^2 + c^2 + S = 47, \quad a = 3$$

[5]当時の式の書き方を模して，方程式

$$a_0 + a_1x + a_2x^2 + \cdots + a_nx^n = 0$$

を必要に応じて，

$$[\ a_1,\ a_2,\ a_3,\ \cdots,\ a_n\ ]_x = 0$$

と表す．なお，当時は等号，右辺の 0 のほか，変数 x も書かない．

とする．このとき，b を求める式を得て，これを遷（うつ）して，S，$s=a+b$，$d=b-a$，c を求めたい．そのための式を得る方法を問う．

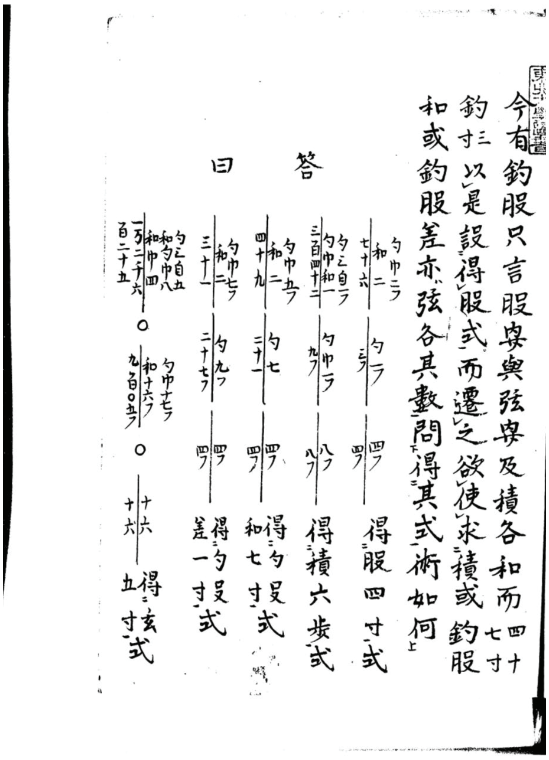

図 5. 『遷式術』第 1 問（2 丁オモテ）

答えは次のように記されている[6]．以下，$A=47$ とする．

$b=4$ を得る式：

(原式) $$\left[\frac{-2a^2+2A}{76},\ \frac{-1a}{-3},\ \frac{-4}{-4}\right]_b=0,\quad \underbrace{(-2)a^2+2A}_{76}+\underbrace{(-1)a}_{-3}b+\underbrace{(-4)}_{-4}b^2=0$$

$S=6$ を得る式：

$$\left[\frac{-1a^4+1a^2A}{342},\ \frac{-1a^2}{-9},\ \frac{-8}{-8}\right]_S=0 \tag{5.1}$$

$s=7$ を得る式：

$$\left[\frac{-5a^2+2A}{49},\ \frac{7a}{21},\ \frac{-4}{-4}\right]_s=0 \tag{5.2}$$

$d=1$ を得る式：

$$\left[\frac{-7a^2+2A}{31},\ \frac{-9a}{-27},\ \frac{-4}{-4}\right]_d=0 \tag{5.3}$$

[6] 以下，線分の下の数値は分数の分母ではなく，線分の上の式の計算結果である．

$c=5$ を得る式：

$$\left[\frac{5a^4+8Aa^2+4A^2}{12625},\ 0,\ \frac{-17a^2-16A}{-905},\ 0,\ \frac{16}{16}\right]_c = 0 \tag{5.4}$$

5.1.1. b を得る式． 条件より

$$2b^2+2c^2+ab=2A$$

すなわち

$$2c^2=2A-ab-2b^2$$

であるから，これを $2a^2+2b^2=2c^2$（三平方の定理）に代入，整理すれば (原式)

$$[\ -2a^2+2A,\ -1a,\ -4\ ]_b=0$$

となる（$a=3$ に注意）．

5.1.2. S を得る式． S の方程式 (5.1) は次のようにして求める．(原式) に a^2 を乗じて

$$[\ a^2(-2a^2+2A),\ -1a^3,\ -4a^2\ ]_b=0$$

ここで $ab=2S$ に注意すれば $2S$ の式

$$[\ a^2(-2a^2+2A),\ -1a^2,\ -4\ ]_{2S}=0$$

となる．(原式) からこの式を得る過程は

置原式法級者遍乗釣実級者遍乗釣冪則得釣股相乗（乃積二段）[7]式也
(原式を置き，法級は遍く釣を乗じ，実級は遍く釣冪を乗ず．すなわち釣股相乗（すなわち積二段）を得る．)

と書かれている．

さて，上の $2S$ の式は 2 を係数に入れれば

$$[\ a^2(-2a^2+2A),\ -2a^2,\ -16\ ]_S=0$$

である．原文では

置積二段之式法級者遍乗二個廉級者遍乗二個冪則得積式也
（積二段の式を置き，法級は遍く二個を乗じ，廉級は遍く二個冪を乗じて，すなわち積を得る式なり.）

である．そこで全体を 2 で割れば

$$[\ a^2(-1a^2+1A),\ -1a^2,\ -8\ ]_S=0$$

となる．

5.1.3. s を得る式． s を求める式 (5.2) に関しては原文は簡単に

置原式立釣負商一片開之則如左
（原式を置き，釣負商を立て，一片これを開き，すなわち左の如し)

$$[\ (-2a^2-3a^2)+2A,\ (-1a+4a+4a),\ -4\ ]_s$$

[7]割り注.

と述べるだけである．

これは釣負（$-a$）を商として組立除法

$$\begin{array}{lrr|l}
-2a^2+2A & -a & -4 & -a \\
-3a^2 & 4a & & \\
\hline
-5a^2+2A & 3a & -4 & \\
 & 4a & & \\
\hline
 & 7a & -4 &
\end{array}$$

を行ったものである．$(-2a^2-3a^2)+2A\,(=-5a^2+2A)$，$-1a+4a+4a\,(=7a)$ は原文ではそれぞれ図 6 のように，計算の途中経過として書かれている．

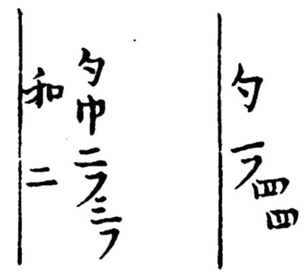

図 6. 組立除法の途中経過（『遷式術』第 3 丁オモテ）．和は A，勾（釣）は a. のこと．

5.1.4. d を得る式． これは商を a とするだけで s を得る場合と同じである．

5.1.5. c を得る式． 原文は以下のように計算を進める．まず，原式を置いて，1 項おきに左右に分けて，それぞれを自乗して，等しいと置くと，

$$[\ -2a^2+2A,\ 0,\ -4\ ]_b = [\ 0,\ a,\ 0\ ]_b$$

両辺をそれぞれ 2 乗して整理すれば

$$[\ 4a^4-8a^2A+4A^2,\ 0,\ 16a^2-a^2-16A,\ 0,\ 16\ ]_b = 0$$

0 の項を削除すると

$$[\ 4a^4-8a^2A+4A^2,\ 15a^2-16A,\ 16\ ]_{b^2} = 0$$

ここで $-a^2$ を商として組立除法を行うと

$$[\ (4a^4+1a^4)+(-8Aa^2+16Aa^2)+4A^2,\ (15a^2-16a^2-16a^2)-16A,\ 16\ ]_{c^2} = 0$$

実際,

$$\begin{array}{lrr|l}
4a^4+(-8)Aa^2+4A^2 & 15a^2-16A & 16 & -a^2 \\
a^4+\quad 16Aa^2 & -16a^2 & & \\
\hline
5a^4+\quad 8Aa^2+4A^2 & -a^2-16A & 16 & \\
 & -16a^2 & & \\
\hline
 & -17a^2-16A & 16 &
\end{array}$$

である．定数項，c^2 の係数はそれぞれ図 7 のように途中経過として書かれる．そこで 1 項ごとに 0

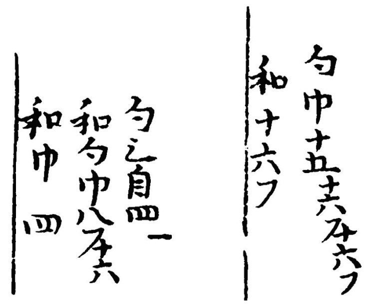

図 7. 組立除法の途中経過（『遷式術』第 3 丁ウラ）

を入れれば c を得る式

$$[\ 5a^4+8Aa^2+4A^2,\ 0,\ -17a^2-16A,\ 0,\ 16\ ]_c=0$$

が得られる．

§ 5.2.　第 4 問の概要

問 4 の場合，「遷」という言葉は見えないが，

$$[-1xs,1s,-1]_c=-1xs+1sc+(-1)c^2=0 \tag{5.5}$$

$$E=2s,\quad H=Ec \tag{5.6}$$

という状況から，(5.5) に $E^2=4s^2$ を乗じて

$$-1xsE^2+1sE(Ec)+(-1)(Ec)^2=[\ -4xs^3,\ 2s^2,\ -1\ ]_H=0$$

として，未知量 c を H に変換している（図 3，9 丁ウラ，3〜5 行目）．この部分が遷式であることは，宅間流の表現を「求」めてベクトル様の表示にして，変形後改めて「畳」み宅間流の表現に戻していることからもわかる．

§ 5.3.　遷式と求，畳

遷式を実行するには変換した未知量を隠れた量として「求」める．原理的にはそのような表現の変更は不要なのであるが，遷式を実行する場合にこのような変形をするのは，具体的に操作を記述するためにである．第 4 問の例でいえば，$[-1xs,1s,-1]_c=0$ を $[-4xs^3,2s^2,-1]_H=0$ に遷式することは

於是法級者乗地実級者乗地冪為得天式
（是において，法級は地を乗じ，実級は地冪を乗じ，天を得る式となす.）

と述べられる．これは

法級（1 次の係数 $1s$）には地（$E=2s$）を乗じ，実級（定数項 $-1xs$）には地冪（$E^2=4s^2$）を乗じて天（H）を得る式とする

という意味である．このように操作を明確に記述するために，一旦式を係数のベクトル様の表示に変更するのである．そうして遷式が終了した後，再びそれを宅間流の表現になおす．それが「畳」むである．このように遷式は求・遷・畳と一組になって記述される．

§6. 『遷式術』における遷式

『遷式術』は全部で 16 問からなるが，遷式が用いられるのは実は最初の 4 問

1. 直角三角形に関する問題
2. 正五角形に関する問題
3. 2 次方程式の解に関する問題
4. 直角三角形に関する問題（図 3）

に過ぎない．遷式は個々の条件に応じて変換を工夫する必要があり，これを体系的に論ずることはされていない．その代わり 4 問を例示することによって帰納的，経験的にその方法を示唆している．

『遷式術』の残りの 12 問は平面幾何の問題であり，遷式の技法は用いられていない．「遷式術」という書名は最初の 4 問に対する解法を以て全体を代表させたと考えるべきであろう．

§7. 岡七兵衛之只とその門人浅岡卯兵衛

『解路法』のうち『妙矩集』,『遷式術』,『省約術』,『約式術』には岡の門人浅岡卯兵衛による写本が存在する．これらは 2021 年までその存在が知られていなかったものである（図 8）.

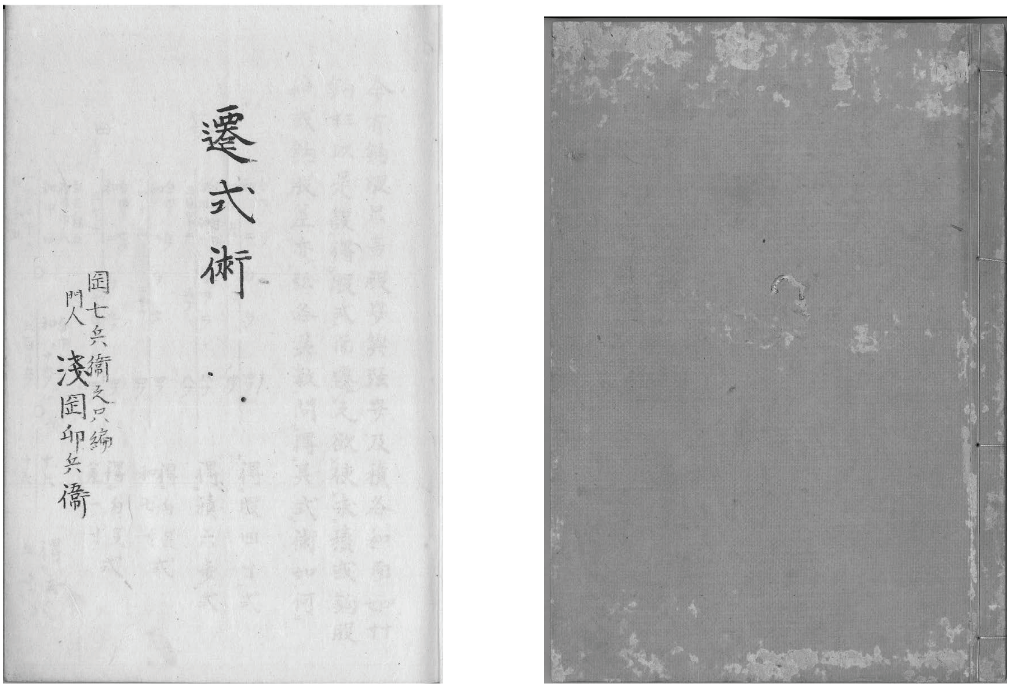

図 8. 浅岡卯兵衛写『遷式術』（表紙および第 1 丁オモテ）（小野二郎氏蔵）

これら 4 冊はいずれも 1 丁オモテの内題部分が同形式であることから，一括して写本されたように見える．またいずれの巻も丁寧に写本されている．『起術解路法』5 巻の内，第 2 巻から第 5 巻までの 4 巻のみが写本されている理由ははっきりしない．それはあるいは第 3 節で述べたように第 2 巻以降が解法における代表的な技法を外題および内題にもっているのに対し，第 1 巻にはそのような明確な意図がみられないことに起因しているのかも知れない．また，第 2 巻第 19 問が第 4 巻

第 13 問および第 14 問において用いられていることから，これら 4 巻は一連のものとして意識されていたのかも知れない[8]．

小野二郎氏は京都府西京区（桂駅近く）在住である．浅岡卯兵衛と小野家の関係は不明であるが，これら 4 冊は昔から当家に存在していたようである．岡は大坂玉造在であったから，浅岡卯兵衛が桂在とすると，浅岡はおよそ 40 キロメートルを隔てた師匠のもとに通ったことになる（図 9）．京都の師匠につかず，玉造の師匠についたのは，あるいは岡と同業者であったのかもしれない．しかし現在のところ詳細は不明である．

図 9. 関係地図（桂〜玉造，Google マップ）

§ 8.　おわりに

これまで近世日本の数学史研究は関流を中心に展開されてきた．関流の主導的繁栄や膨大な残存資料に鑑みればそれはある意味当然である．しかし，関流以外の数学を考察することは関流を外から見直すという点でこれもまた重要な視点である．その場合，まず思い浮かぶのは会田安明（1747–1817）の最上流と宅間能清の宅間流とであろう．会田が書き残した評林類は関流を客観的批判の対象として読むことができ，19 世紀前半における一つの関流像を提示している．一方，宅間流は関孝和（?–1708），建部賢弘（1664–1739）といった近世日本数学の礎を確立した数学者と同時代に創始され，しかも関流数学に比すべき成果を挙げたことから，研究者の耳目を引いてきた．しか

[8]第 4 巻第 13 問においては「妙矩ニアリ」（19 丁オモテ）と明記されているが，第 14 問においてはそのような記述ない．

しながら，これらの二つの流派の研究は単発的で，未だ総合的な研究は十分とはいえない．さらなる研究の進展が望まれる．

第 7 節で触れた『妙矩集』,『遷式術』,『省約術』,『約式術』のことを私が知ったのは，拙著『和算』（[1]）を見た小野二郎氏より，2021 年 1 月 13 日にこれら 4 冊が家に遺されているとの問い合わせによってである．小野家には文書類が多数遺されているとのことであるから，調査をすれば浅岡卯兵衛や岡之只について知ることがあるかもしれない．しかし残念なことにコロナ禍のため未だ調査は延期となっている．いずれ調査可能な日がくることを期待している．

謝辞

本稿執筆に際して資料を教示，提供していただいた小野二郎氏に感謝いたします．また小野氏所蔵の資料の撮影の労をとっていただいた中井保行先生にも感謝いたします．『遷式術』は現在，数学史京都セミナーにおいて田中紀子先生，上野健爾先生とともに解読を進めている．両先生および貴重な意見をくださるセミナーのメンバーに深く感謝し，ここにお礼を申し上げる．

§ 9.　付録．第 4 問の現代語訳

参考までに図 4 に示した第 4 問の現代語訳を付しておく．以下，直角三角形の縦，横，斜辺をそれぞれ $a(=125)$，b，c，弦との和を $s=625$，求める菱形の一辺を x とする．

今，図のように直角三角形内に菱形を入れる．縦は 125 寸である．但し横と弦との和は 625 寸である．菱形の一辺いくらかを得る方法はどのようなものか問う．

答．菱形の一辺は 156 寸．

計算法．

$$x=\frac{1}{4}\left\{s-\left(\frac{a}{s}\right)^3\times a\right\}$$

経路．$1x$ を菱形の一辺，$1c$ を弦とする．$-1c+1s$ は横である．これを 2 乗して，縦の 2 乗を加え左とする．弦の 2 乗で相消して，$1a^2+1s^2-2sc+(c^2-c^2)=0$．弦を求めると

$$c=\frac{\overbrace{1a^2+1s^2}^{H}}{\underbrace{2s}_{E}},\quad H=Ec$$

である[9]．

比例式 $1b:1s=1x:1c$ より $bc-1xs=0$ である[10]．

横を解くと $1sc-1c^2-1xs=0$ である[11]．

弦を求める式は

$$[-1xs,1s,-1]_c$$

ここで 1 次の係数に E を乗じ，定数項に E^2 を乗じれば H を得る式

$$[-4xs^3,2x^2,-1]_H$$

[9] $a^2+b^2=a^2+(-c+s)^2=c^2$ より $a^2+s^2-2sc=0$．原文は H を「天」，E を「地」と呼ぶ．

[10] $(c-x):x=c:b$ より $(c-x):x:c=c:b:c+b$ であるから，$x:c=b:s$．

[11] $b=s-c$ であるから，$bc-xs=sc-c^2-xs=0$．

を得る[12]．H でこの式を畳むと

$$-H^2 + 2Hs^2 - 4xs^3 = 0$$

H を解くと

$$-1a^4 + (2a^2s^2 - 2a^2s^2) + (2s^4 - 1s^4) - 4xs^3 = 0$$

となる[13]．x を求めて

$$x = \frac{-1a^4 + 1s^4}{4s^3}$$

が菱形の一辺である[14].

引用文献

[1] 小川束『和算』中公選書 114（中央公論新社，2021 年）.

[2] 近畿数学史学会『和算』第 83 号（1997 年），11 ページ.

[3] 日本学士院日本科学史刊行会編『明治前日本数学史 新訂版』第 5 巻（岩波書店，1979 年）.

[12] $-1xs + 1sc + (-1)c^2 = 0$ に $E^2 = 4s^2$ をかけると，

$$-1xsE^2 + 1sE(Ec) + (-1)(Ec)^2 = -4xs^3 + 2s^2H + (-1)H^2 = [-4xs^3, 2s^2, -1]_H$$

である.

[13] $H = a^2 + s^2$ であるから，

$$\begin{aligned} -H^2 + 2Hs^2 - 4xs^3 &= -(a^2+s^2)^2 + 2(a^2+s^2)s^2 - 4xs^3 \\ &= -a^4 + (-2a^2s^2 + 2a^2s^2) + 1s^4 - 4xs^3 = 0 \end{aligned}$$

すなわち $-a^4 + 1s^4 - 4xs^3 = 0$

[14] 本文の計算法は $\dfrac{-1a^4 + 1s^4}{4s^3} = \dfrac{1}{4}\left\{s - \left(\dfrac{a}{s}\right)^3 \times a\right\}$ の右辺である．この変形は乗算の階数を減らすためか.