

朝鮮木版本『楊輝算法』の考察
高麗大学校木版本の発見をふまえて
**A Study of the Korean Edition of *Yang Hui Suanfa*
-The Woodblock Version Discovered
in Kogryo University-**

城地茂

Shigeru Jochi*

Abstract

The *Yang Hui Suanfa* (*YHS*) had a new direction of the mathematics in Eastern Asia, that is to say, speedy calculations for commercial trade, therefore it became the textbook in the Yi dynasty (1392-1910) in Korea. It was said that there were few sets of *YHS* in Korea, however the author found a Korean woodblock printing book at the Kogryo University in 2015. It has the same contents and mistakes as other Korean editions. We found the 8th set of *YHS* in the world, in the other words, the *YHS* was not so rear book in Korea, was quite popular for the mathematicians in Korea and Japan.

Yang Hui studied higher degree equations quite deeply, he discovered that a quadratic equation has two solutions, that is to say, the new solving method of the “Fanji-fa” in 1275. Although Jia Xian already discovered Jia Xian, Yang Hui and Pascal’s triangle at the 11th century, but Yang Hui said it was “old” method for solving higher degree equations. Therefore I conclude that the “pre-modern age” would start from the 13th century, not the 16th century in Eastern Asia.

Received November 23, 2015, Revised January 10, 2016.

2010 Mathematics Subject Classifications: 01A13, 01A25, 01A27

Key Words: the *Yang Hui Suanfa*, the Yi dynasty, Yonsei University, solving higher degree equations method of “Fanji-fa”

This work was supported by JSPS KAKENHI Grant Number (C)2535038027.

* Global Center, Osaka Kyoiku Univ. 4-698-1, Asahigaoka, Kashiwara, Osaka, JAPAN 582-8582
e-mail: jochi@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

§ 1. 緒論：『楊輝算法』研究の重要性

『楊輝算法』とは、北方はすでにモンゴル帝国に占領されて、僅かに残っていた南宋（1127年-1279年）の首都・杭州¹で、1274年から1275年に編集された3種の数学書、『乗除通變算寶』（『乗除通變本末』『乗除通變算寶』『法算取用本末』（楊輝、1274年）、『田畝比類乗除捷法』（楊輝、1275年）2巻、『続古摘奇算法』（楊輝、1275年）2巻の計7巻²の総称で、『楊輝算法』として、明代（1368-1644）初・1378年に杭州で出版された。現存する最古の版本は、1443年に李氏朝鮮の慶州で出版されたものである。この表紙には『楊輝算法』と表紙にあるが、『永樂大典』（1409年）によれば楊輝が正しい³。

13世紀末には、『数書九章⁴』（秦九韶、1247年）、『測円海鏡⁵』（李冶、1248年）、『算学啓蒙⁶』（朱世傑、1299年）といった数学書群が著され、高次方程式を立て、それを解く方法が一応の完成を見た時代とされている。

清代（1644-1912）の研究者・梅文鼎（1633-1721）が時代区分したように、中国数学史は、算木の時代（漢から元まで）、珠算の時代（明）、西洋の筆算の時代（清）とするのが一般的である⁷。そうすると、『楊輝算法』を含めたこれらの数学書は算木時代の集大成ということになる。たしかに、高次方程式を解く上で各次数の係数が分かるパスカルの三角形（中国では、賈憲（11世紀前半）が発明したと楊輝が引用しているため、賈憲-楊輝-パスカルの三角形⁸と呼んでいる。）は、11世紀ごろに発明されたものである。もちろん、算木の時代である。また、その基礎となった垛積術⁹は、北宋（960年-1127年）の時代に研究されている。

しかし、和算の基礎となった『算学啓蒙』には、天元術という新機軸はだけではなく、鶴亀算という1次連立方程式の捷法が現れてくる¹⁰。また、『楊輝算法』

¹ 元が北京を占領していたのは1271年から1368年。

² 一番流布している宜稼堂叢書本（1842年）は、『続古摘奇算法』の上巻が欠落しており、6巻になっている。

³ 『永樂大典』巻16344（英国・ケンブリッジ大学図書館蔵）によれば、『詳解九章算術』（12巻、1261年）の著者は「楊輝」で「楊輝」ではない。慶州で再版されたものは、民間の版本（杭州・勤徳堂）を復刻したものであり、『永樂大典』は勅撰であるので、人名は楊輝と見るべきである。
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c0/Jiaxian.jpg/800px-Jiaxian.jpg>

⁴ 正負開方術、いわゆるホーナーの方法（組立除法）で、高次方程式を解く方法が有名である。それ以外に、暦法で上元積年を計算する上で重要な剰余方程式、「大衍総数術（大衍求一術を含む総論）」も重要である。

⁵ 高次方程式を立てる天元術の専門書である。

⁶ 日本への影響では、『算学啓蒙』が重要であるが、あくまでも啓蒙書であり、中国では『四元玉鑑』（朱世傑、1303年）を重視している。『四元玉鑑』は4元までの高次方程式を解く方法が述べられている。しかし、算木で平面（2次元）布算するため、場所が非常に複雑になり実用的ではない。

⁷ 『梅氏叢書輯要』（梅文鼎、1761年（梅穀成編））、「方程式論」方程論発凡・方程殘欠之故、「筆算」自序、に時代区分の記述がある（城地茂（2014）『和算の再発見』：111）。

⁸ 賈憲・楊輝は、『詳解九章算法』（楊輝、1261年）で、「積鎖求廉本源」と呼んでいる。

⁹ 『夢溪筆談』（沈括、1086-1093年頃）巻18「技芸」に「隙積」として垛積術が記述されている。

¹⁰ 城地茂（1997）「鶴亀算再考」王瑜生・趙慧芝（編）『第七屆國際中國科學史會議論文集』：205-211、城地茂（2014）『和算の再発見』：21-25。『孫子算經』巻下「雉兔同籠」問題では、鶴亀算と同じ問題が出題されているが、その解き方は『九章算術』巻8「方程」を使って加減法で2元1次方程式を解

には方陣（洛書）が10次（ 10×10 ）まで記述されているが、できた方陣を検算するには、早く足し算を行う必要がある。算木より珠算の得意とする分野である。

つまり、13世紀末には新たな数学が生まれたもので、大量の計算を処理するという方向に価値を見出した時代がおとずれたのである。

『楊輝算法』では、高次方程式にもそれが現れている。高次方程式を立てる天元術は記述されていないが、こうして立てた高次方程式を解く方法、和算で言えば、『開方翻變之法』（関孝和、1685年）の分野で貢献している。「翻積術」では、1つの2次方程式から2つの解が得られ、しかもその（正の）大きい方の解を出す過程で、「実」の正負が反転する現象を記述¹¹しているが、実際の計算過程に注目したものである。数多くの方程式を解いて見出された法則と言えよう。

そこで本稿では、この新たな時代の幕開けとも言えるべき『楊輝算法』を関孝和が写本したという事実を含め、『楊輝算法』を再考したい。

§ 2. 先行研究

『楊輝算法』は、和算に大きな影響を与えたと言われながら、近年まで、数学史家も容易にその全文を見ることができないと言う稀覯本だった。数学史上で、時にはその存在が無視され¹²、また反対に過大評価されたのも、その神秘性に原因ある。そのせいか、李儼・錢寶琮といった数学史の先駆者たちも、あまり『楊輝算法』について記述していない。だが、李氏朝鮮で教科書になった数学書であり、日本も含めた東アジア諸国の影響は多大なものがあつたはずである。

『楊輝算法』の近代的な研究は、三上義夫（1875-1950）から始まっている。三上の学位論文を公刊した三上義夫（1932-4）「関孝和の業績と京坂の算家併に支那の算法との関係及び比較」で朝鮮版本や関孝和写本について論じている¹³。三上が入手した高樹文庫本¹⁴の再写本¹⁵を三上自らが1917年に再々写本したものを李儼（1892-1963）に贈っている。これは、現在、中国北京の自然科学史研究所に残されている¹⁶。

李儼自身も調査を進め、静嘉堂文庫に毛晋（1598-1652）の写本があり、宜稼

いている。

¹¹ 城地茂（1991）「日中の方程式再考 - 『楊輝算法』から『古今算法記』まで」、城地茂（2014）『和算の再発見』:110-115.参照。

¹² 「現実に関(孝和,1640 ごろ-1708)が写した本は存在し,それは『楊輝算法』のことであることが判明している」(三上義夫(著)・佐々木力(編)(1947;1999)『文化史上より見たる日本の数学』:248)。

¹³ 学位論文のうち『楊輝算法』の版本についての研究部分の元になったものが、三上義夫（1913a）「楊輝算法ニツキテ」三上義夫（1913b）である。

¹⁴ 中田高寛（1739-1802）が多分、藤田貞資（1734-1807）の元で国内留学中（1773年-1779年）に写本したもので、石黒信由（1760-1836）に譲渡されものが、富山県射水市新湊博物館高樹文庫蔵の写本である（城地茂（2004）「中田高寛写・石黒信由蔵『楊輝算法』について」）。

¹⁵ 石黒信由の子孫である石黒準太郎が1912年に写本したものである。日本学士院請求番号 7143。

¹⁶ 任継愈（他編）（1993）『中国科学技術典籍通彙（数学巻）』に三上写本が収録されている。

堂叢書¹⁷の原本となったものを発見した¹⁸。李儼は、『永楽大典』系列の研究を進めた¹⁹。その研究は嚴敦傑 (1917-1988)²⁰へと引き継がれ、『永楽大典』(1409 年)での『楊輝算法』『諸家算法』の記載巻を研究へと続いている²¹。²²

『楊輝算法』は中国本土では散逸したが、李氏朝鮮の算学教科書²³になり、朝鮮の覆刻本が現存している。児玉明人 (fl.1966) は、著書に筑波大学 A 本²⁴の影印本を収録し、研究成果も併せて発表した。

Lam Lay-Yong (藍麗蓉, fl.1977) は英文に全訳し、研究を進めた。郭書春は『詳解九章算法』(楊輝、1261 年)から楊輝を研究している²⁵。また、1980 年代は中国の大学院でも取り上げられ、修士論文の題材にもなった²⁶。

関孝和との関係では、日本学士院 (編) (1954)『明治前日本数学史』でも『楊輝算法』が関孝和の種本候補の一つとして挙げられている²⁷。また、平山諦 (1959)『関孝和』でも扱っている。近年、RIMS 研究集会でも取り上げられている²⁸。

これらの先行研究により、関孝和が写本したのは 1661 年であり、甲府藩に仕官する前ということが分かった。朝鮮版本には乱丁があり、16 歳ごろの少年である関孝和はその誤りを独自に校正していたということが分かった²⁹。

本稿では、21 世紀に入って、韓国で幾つかの『楊輝算法』の木版本、写本が発見されたことを踏まえ、和算に及ぼした影響を考察したい。

¹⁷ 郁松年 (1821-1888) が上海で刊行した叢書。『楊輝算法』は、宋景昌の校正 (1840 年、中国自然科学史研究所に出版原稿と思われる写本がある) を経て、1842 年に出版された。中国では『楊輝算法』の善本とされるが、『続古摘奇算法』上巻がなく、全部で 6 巻しかない。

¹⁸ 李儼 (1930;1954-5)『中算史論叢』巻 2:97。

¹⁹ 李儼 (1928;1954-5)『中算史論叢』巻 2:83-91。

²⁰ 嚴敦傑 (1964;1985)「宋楊輝算書考」。

²¹ 嚴敦傑 (1987)「跋重新發現之『永楽大典』算書」。

²² 『諸家算法』は、阮元 (1764-1849、『疇人伝』(1799 年)を編集) が 1809 年頃に『永楽大典』から写本し、莫与儔 (1762-1841、1799 年阮元が副総裁の科举で進士合格) が入手したものと考えられる。子の莫友芝 (1811-1871) を経て、孫の莫繩孫 (1844-1919) から李儼へ渡ったようである (城地茂 (1996)「清代抄本『諸家算法』初探」)。しかし、『邵亭知見伝本書目』(莫友芝遺稿、1901 年莫繩孫刊)には『諸家算法』はない。

²³ 習算局 (1431 年設立) など学習された (金容云・金容局 (1978)『韓国数学史』156)。

²⁴ 筑波大学所蔵の『算学啓蒙』は銅活字本であるが、『楊輝算法』A 本は銅活字本ではなく木版本である。なお、筑波大学 B 本は木版覆刻本である。児玉明人 (1966)『十五世紀の朝鮮刊銅活字版数学書』参照。

²⁵ 郭書春 (1988)「賈憲『黄帝九章算経細草』初探;『詳解九章算法』結構試析」

²⁶ たとえば、張加敏 (1988)『南宋楊輝数学成就、影響及其重要意義』杭州大学 (現、浙江大学) 修士論文、がある。

²⁷ 三上義夫 (1917)『和算之方陣問題』:10 に高樹文庫の存在が書籍で初めて紹介され、脚注に『数学世界』に詳細があるとされている。これは、三上義夫 (1913a)「楊輝算法ニツキテ」、三上義夫 (1913b)「楊輝算法ニツキテ」と思われる。また、日本学士院 (編) (1954)『日本数学史』5:143-144 には、三上義夫 (1917)『和算の方陣問題』の紹介がある。

²⁸ 拙稿 (1991)「日中の方程式再考」、(2003)「楊輝算法伝説再考」、(2004)「中田高寛写・石黒信由蔵『楊輝算法』について」、(2014 年 11 月受理)『『楊輝算法』(1275 年)の関孝和写本 (1661 年)と延世大学校写本』がある。

²⁹ 延世大学蔵書写本 (木版本もある) には、異なった校正があり、関孝和が書誌学的能力を発揮し、正しい版本を得て校正したものではなく、数学力を使って校正したものと考えられる。

§3. 『楊輝算法』 関孝和種本説の否定と 1661 年写本説の復権

関孝和の数学上の業績は、『楊輝算法』によるものだとする説は根強い。『童介抄』（野沢定長、1664 年）には、「此法（19 方陣作成方法）不及愚意。楊輝算法などにも此法付は無之。」とあるだけだが、これが、奈良で写本したという伝説と結びついたりしている³⁰。しかし、関東で 1664 年の時点で『楊輝算法』が野沢定長（川越出身）らにも内容を知られていたのだから、少なくとも奈良へ行く必要はないだろう。また、後述するように、内容からも、奥義を会得するようなものでもない。『楊輝算法』の内容は、野沢定長が評価するように方陣の部分が『算法統宗』の水準を越えているほかは、基本的に後者の域を出るものはない。和算家は、『楊輝算法』によらなくても、中国数学を吸収できるのである。

§4. 方程式の解法としての「翻積術」³¹

ここで、『楊輝算法』の方程式の内容を見てみよう。これには、2 次方程式の解が 2 つ求められることが示されている³²。

$$\text{方程式} \quad (x - \alpha)(x - \beta) = S \quad \alpha > \beta > 0$$

を解く場合、従来のように面積を削ってゆく方法では、小さい方の解 β だけしか求めることは出来ない。大きい方の解 α を「商」に立てると、「実」が一時的に正負の符号が変わってしまうのである。唐までの数学では、「実」を面積（2 次方程式）や体積（3 次方程式）と考えている。このような負の面積というものは存在しないし、「翻（積）法」のように負数になるという事は、考えられない。

しかし、代数的に考えれば「実」の符号を一時的に負にしても、あるいは最初から負数にしても何ら不都合はないのである。この方法を楊輝は「翻積法」と言っている。面積を翻すという意味である。楊輝以前にも「実」の符号が変わる例が知られていたが、解が複数求まることを明示したのは楊輝が最初である。先に大きい方の解でも小さい方の解でも求めることができるようになったのである。

「実」は面積の意味であり、『九章算術』（A.D.25 年ごろ）などでは、正数から計算を始めているが、宋代になると、「実」が面積であるという考え方は希薄になっている。他の項と同様の扱いで、0 次の項と捉えている。したがって、楊輝も「実」を負で始めて、途中で正に翻している。ここにも、幾何的発想ではなく、代数的発想を見ることができる。

このように、『楊輝算法』の方法は、和算の中心課題とも言える方程式の解法

³⁰ 「この書（『童介抄』）で、孝和は奈良のお寺に楊輝算法が所蔵されているのを知った。急いで奈良に行って写しとって帰ったこれによって孝和の学力は急に向上したと言う（平山諦（1993）『和算の誕生』:167-168）。齊東野人、『武林隱見記』（1738 年）「関新介算術に妙有事」による（日本学士院（1954;1979）『明治前日本数学史』2:142）には種本を焼いたとの記述がある。静嘉堂文庫蔵の『楊輝算法』木版本は、焼損しているのは事実であるが、それが種本とは考えられない。

³¹ 城地茂（1991）「日中の方程式再考」、城地茂（1996）「東亜高次方程式的發展」を参照されたい。

³² 『田畝比類乗除捷法』巻下第 13 題が「翻之」、第 12 題が「開之」である。

であるから、和算に多大な影響を与えたはずである³³。「翻積法」は、『古今算法記』（沢口一之、1671年）の「翻狂」、『開方翻變之法』（関孝和、1685年）へと受け継がれ、和算の高次方程式解法の基本となったのである。

§ 5. 『楊輝算法』韓国・高麗大学校本の発見

『楊輝算法』は、明代に入りソロバンの時代になっても淘汰されなかった。先に述べたように、計算に重点を置いた数学書と見られていたのだろう。1378年（明・洪武11年）に杭州の勤徳書堂で再版された。ある意味で、『楊輝算法』は時代を先取りしていたと見るべきだろう。勤徳書堂本そのものは現存していないが、『楊輝算法』は李氏朝鮮の教科書に採用された³⁴ので、現在まで伝わったのである。ソロバンを使わない朝鮮で算木による計算技能を述べた『楊輝算法』が重宝されたのは、当然である。

『楊輝算法』が教科書に指定されたため、王命により慶州府で印刷³⁵されたという刊記（1433年）があるものが現存している。しかし、これは、銅活字本ではなく、木版本である。『詳明算法』『算学啓蒙』はいずれも銅活字本が現存³⁶しているが、『楊輝算法』の銅活字本は発見されていない。『楊輝算法』は図が多く、銅活字版では難しく、木版本だけだったのかも知れない。

現存する『楊輝算法』木版本は、これまで7部が知られていたが、韓国・高麗大学校附属図書館でも発見された。これは、『楊輝算法』合冊の標題1丁、目録2丁、「算法通變本末」巻上1丁表、および冊末の「続古摘奇算法」巻下13丁裏、14丁、跋1丁が欠損していたため、標題と跋文にしか『楊輝算法』の名称は無く、「算法通變本末」で図書館データベース登録されていたため、数学史家には知られていなかった。

この発見により、8部の朝鮮木版本が現存していることになった。

³³ 三上義夫は、「支那の天元術においては、方程式の一根のみを採り、二根以上に注意することはなかった（三上義夫（1947;1999）『文化史上より見たる日本の数学』：65）。

³⁴ 『世宗実録』12（1430）年3月18日条には雑科「十学」の教科書として「算学：『詳明算（法）』（安止斎、1373年）、『啓蒙算（算学啓蒙）』、『楊輝算（法）』、『五曹算（経）』（甄鸞、6c.）、『地算』」を指定している（金容雲・金容局（1978）『韓国数学史』：158）。このうち、試験には、『経国大典』算科取才によれば、『詳明算』、『啓蒙算』、『楊輝算』だけしか使われなかった（金容雲・金容局（1978）『韓国数学史』：158）ため、この3書だけが伝わったようである。

³⁵ 『世宗実録』15（1433）年8月乙巳（25日）条には「慶尚道監司、進新刊『楊輝算法』一百件、分賜集賢殿、戸曹、書雲觀、習算局」とあり（金容雲・金容局（1978）『韓国数学史』：190）、出版を裏付ける史料となっている。

³⁶ 『算学啓蒙』の朝鮮銅活字本は、筑波大学附属図書館にある（コ200-11、10076713850、「敬斎」「惠水李芑」「文仲」（李芑（1476-1552））蔵書印、「養安院」曲直瀬正琳（1565-1611）蔵書印）。『詳明算法』の朝鮮銅活字本は、国立公文書館（子056-004、佐伯藩主毛利高標（1755-1801）献上本）、国会図書館（請求記号：寄別6-2-3-4、「養安院」曲直瀬正琳（1565-1611）蔵書印、「讀杜艸堂」寺田望南（1849-1929）蔵書印）にある。

1、日本・宮内庁書陵部³⁷。2、3、筑波大学附属図書館³⁸（二部、一部は覆刻本³⁹）。4、尊経閣文庫⁴⁰。5、台湾・国立故宮博物院図書文献館。6、韓国・延世大学校附属図書館⁴¹。7、韓国・大韓民国宝物 1755 号本（民間所有、筆者未調査）。8、韓国・高麗大学校附属図書館⁴²、である⁴³。各本の印刷は微妙に異なるものもあり、少なくとも、延世大学校本と筑波大学 A 本とは異なる版本である。高麗大学校の版本は、字体まで筑波大学 A 本に酷似している。しかし、これらの内容は全く同じであり、筆者が調査した 7 部ではいずれも『続古摘奇算法』に乱丁があるものである。

『楊輝算法』の主な写本には下記のものがある。

1、富山県・射水市新湊博物館高樹文庫（関孝和 1661 年写本、中田高寛 1773 年頃再写、石黒信由蔵本）。2、日本学士院（石黒準太郎 1913 年写本⁴⁴）。3、中国・自然科学史研究所（三上義夫 1917 年写本⁴⁵）。4、中国・浙江省立図書館（裘冲蔓（1926 年頃）写本⁴⁶、『続古摘奇算法』上巻、下巻校正部分のみ）。5、広島県・安芸高田市歴史民俗博物館（三上義夫写本⁴⁷、『続古摘奇算法』上巻など）。6、早稲田大学小倉文庫（小倉金之助（1885-1962 年）写本⁴⁸、『続古摘奇算法』上巻など）。7、藪内清蔵書本（京都大学？、高樹文庫本の模写本（摹本））。8、静嘉堂文庫（毛晋（1598-1652）写本⁴⁹（6 巻（『続古摘奇算法』上巻欠⁵⁰））。9、台湾・国立故宮博物院図書文献館（『宛委別蔵』⁵¹本、（6 巻（『続古摘奇算法』上

³⁷ 請求記号：404・17。佐伯藩主・毛利高標（1755-1801）献上本。「楊輝算法」と登録されている。「咸山苗裔」「南宮氏厚」の印があるが、韓国の咸悦（全羅北道益山市咸悦邑）・南宮氏と関係があるかもしれない。

³⁸ 請求記号：コ 200-2 100767138487。

³⁹ 請求記号：コ 200-3 100767138494。

⁴⁰ 請求記号：4-29。

⁴¹ Call No.古書(刊) 155 0、Barcode 000040302703。『算法通變本末』で登録。マイクロフィルムもある。城地茂（2017 年出版予定）『楊輝算法』（1275 年）の関孝和写本（1661 年）と延世大学校写本」参照のこと。

⁴² 請求記号：大学院貴 437、登録番号：461524905。

⁴³ これらの他に、平山諦（1988）『朝鮮算書目録』：57 には、李王家図書館に朝鮮復刻本らしい記録が残されているが、詳細は不明である。

⁴⁴ 日本学士院図書館、請求番号 7143。

⁴⁵ 任継愈（他編）（1993）『中国科学技術典籍通彙（数学巻）』に収録されている。

⁴⁶ 三上義夫が李儼に贈った写本の再写本。

⁴⁷ ペン書きでの写本 20 頁。自然科学史研究所本と同じ間違いがあることから、李儼に贈るために手元に残したものと考えられる。藤井貞雄（2004）『三上義夫遺稿目録』：138、番号 65306。

⁴⁸ 請求記号イ 1601067。小倉金之助が 1937 年 9 月に写本したもの。改頁の位置が学士院本と同じなので、学士院本を写本したものと思われる。

⁴⁹ 甌宋楼旧蔵本、4 函 29 架。陸心源（1834-1894）の蔵書を 1906 年に陸樹藩（1868-1926）より購入したもの。上海・郁松年（1821-1888）の宜稼堂の蔵書も多いので、『宜稼堂叢書』の原本と考えられる。宜稼堂には、蘇州・黄丕烈（1763-1825）の士礼居の蔵書も多く、『宜稼堂叢書』を校正したのは黄丕烈であるので、この可能性は極めて高い。

⁵⁰ 『続古摘奇算法』下巻の「下」を白塗りで消しており、故意に上巻を削除した可能性もある。

⁵¹ 阮元（1764-1849）が『四庫全書』に未収録の書籍を献上したもので『楊氏算法』3 巻となっている。「宛委別蔵」の名称は、中国・故宮（紫禁城）毓慶宮（皇帝の読書室）宛委別蔵室からきている。6 巻本で乱丁部分も同じ事から、毛晋の写本を写したのと考えられる。

卷欠))。10、韓国・延世大学校図書館⁵² (『続古摘奇算法』のみ)。11、韓国・緑雨堂⁵³ (韓国活字本⁵⁴で紹介)、である。

このうち、2-7 は全て 1 を写本したものである。特に 7 の藪内清蔵書本は、1 の模写本 (摹本⁵⁵) であり、中田高寛の癖字を真似て模写している。ところが、1 では中田高寛が、関孝和の写本年紀を一度は「寛文癸丑 (1673 年)」と誤記したのを自らの筆で「寛文辛丑 (1661 年)」と改めているのに、7 では「寛文癸丑 (1673 年)」とだけ写しているのである。「寛文癸丑 (1673 年)」が改元の年であるため、改元の実事を知っている後世の研究者が「寛文辛丑 (1661 年)」と改めたとする説がある⁵⁶。しかし、原書の筆の運びを見ると、明らかに先に「寛文癸丑 (1673 年)」と記したものを「寛文辛丑 (1661 年)」に改めているのが分かる。これは、1 を手元に置いて写したと思われる 2 では、「寛文辛丑 (1661 年)」とだけ記していることから分かる。

中田高寛が誤記した理由は、(高樹文庫本の) 丁度 1 丁前に朝鮮の重版の年紀が「宣徳八年癸丑 (1433 年)」とあるため、関孝和の写本年紀も「辛丑」とすべきところを「癸丑」としてしまっ、その場で「辛丑」と改めた可能性もある。

したがって、関孝和の写本は 1661 年で間違いのないのだが、6 の藪内清蔵書写本の電子コピーが中国の数学史研究者らに流布したため、中国では 1673 年に写本したと信じられてきた。事実は、関孝和が甲府藩で小十人番士⁵⁷ (1665 年) に仕官する以前に写本したことになる。また、少なくともその 4 年前には、内山孝和は、関家に入っていたことになる。

§ 6. 『楊輝算法』から見た日本数学史の時代区分

このように、『楊輝算法』は、ソロバンの時代の明代にも復刻された数学書である。また、李氏朝鮮で教科書に採用され、従来、考えられていたように、滅亡した数学書ではなく、朝鮮半島にも相当数残っていたことが分かった。

日本でも、『算法統宗』(程大位、1592 年)、『算学啓蒙』などとともに、和算の成立に大きく関わった数学書である。少なくとも、少年期の関孝和が真摯に研究した数学書であった。そうすると、13 世紀末の数学書群は、算木数学の完成形ではなく、和算へと続く、新しい数学の始まりと考えるべきではないだろうか。

そこで、本稿で、以下のような日本数学史の時代区分を提起したい。後漢の『九章算術』(著者不詳、50 年ごろ) に生まれ中国数学パラダイムが唐代ごろに完成を見て、そしてそれが日本へ伝わった時代が「古代」である。『九章算術』では、

⁵² Call No.고서(I) 510 양휘 산, Barcode 000040302072。マイクロフィルムも閲覧可能である。

⁵³ 韓国・海南尹氏の旧居が緑雨堂である。筆者は、この写本は未調査である。

⁵⁴ 楊輝 (著) 車鍾千 (編) (1275; 2006) 『楊輝算法』。朝鮮 (韓国) 語訳したものである。

⁵⁵ 行数や字数はもちろん、字体まで真似た写本のこと。

⁵⁶ 平山諦 (1993) 『和算の誕生』: 202-203。

⁵⁷ 小十人番士 (100 俵) は、勘定など役方の武士で功績があった者が名誉職的に任命されることが多い番方の役職である。関孝和の養父関五郎左衛門 (弥右衛門?) もこの役についており、関孝和はそれを世襲したのである。

開平方（巻4）、開立方（巻4）、そして帯従開平方（2次方程式、巻9）までが完成し、『緝古算経』（王孝通、620年）で3次方程式が解けるようになった。ここまでは、図形を利用した方法である。したがって、図形を描くことができない4次方程式以上は解けなかったのである。

それが、13世紀になり、垛積術と結びつき、4次以上の方程式も解けるようになったのである。『数書九章』（秦九韶、1247年）では、下（隅）から機械的に数値を計算して、理論上、無限大の高次方程式が解けるようになっている。楊輝も係数を使わず組み立てて「翻積法」を計算している。

また、日本でも、『九章算術』時代の8桁進法⁵⁸が4桁進法になったのも、この時代である。こうしたことを考えると『塵劫記』（吉田光由、1629年）へと続く「近世」は13世紀後半から始まっているのではないだろうか。時間的に、『数書九章』の方が古いので、「近世」の萌芽はその出版年1247年としたいが、日本への影響という点を考えれば、『楊輝算法』によるものである。

これによると、中世が無くなってしまいが、数学の歴史では、この方が実情に合っている。

参考文献

- [1] 三上義夫（1913a）「楊輝算法ニツキテ」『数学世界』7-5:-1-9.
- [2] 三上義夫（1913b）「楊輝算法ニツキテ（承前）」『数学世界』7-6:-1-8.
- [3] 三上義夫（1917; 1972）『和算之方陣問題』帝国学士院.
- [4] 三上義夫（1932-4）「関孝和の業績と京坂の算家併に支那の算法との関係及び比較」『東洋学報』20: 217-249, 20: 543-566, 21: 45-65, 21: 352-372, 21: 557-575, 22: 54-99. 『数学史研究』（1944）, 22: 1-51, 23: 53-109.
- [5] 三上義夫（著）・佐々木力（編）（1947;1999）『文化史上より見たる日本の数学』岩波書店.
- [6] 李儼（1930;1954）「宋楊輝算書考」『図書館学季刊』1930-1:1-21. 李儼（1933;1954）所収.
- [7] 李儼（1933; 1954-5）『中算史論叢』台北: 台湾商務印書館.
- [8] 日本学士院（1954;1979）『明治前日本数学史』岩波書店.
- [9] 熊極生（1955）「楊輝五五図浅釈」『数学通説』1955-9: 22-26.
- [10] 燕星（1955）「楊輝弧矢公式質疑」『数学通報』1955-3: 38-39.
- [11] 嚴敦傑（1964）「宋楊輝算書考」 錢宝琮（1964b;1985）149-165.
- [12] 児玉明人（1966）『十五世紀の朝鮮刊銅活字版数学書』自家版.
- [13] 平山諦（1959）『関孝和』恒星社厚生閣.
- [14] 平山諦（1988）「朝鮮算書目録」『数学史研究』116: 53-57.
- [15] 平山諦（1993）『和算の誕生』恒星社厚生閣.
- [16] 金容雲・金容局（1978）『韓国数学史』槇書店.
- [17] 郭書春（1988）「賈憲『黄帝九章算經細草』初探; 『詳解九章算法』結構試析」『自然科学

⁵⁸ 例えば、億の場合、一億、十億、百億、千億、一万億、十万億、百万億、千万億、一兆と8桁ごとに新しい単位になるシステムである。『孫子算経』より日本へ伝わった。

史研究』7 卷 4 号: 328-34.

- [18]張加敏 (1988) 『南宋楊輝数学成就、影響及其重要意義』杭州大学碩士論文.
- [19]胡明傑 (1991) 「四元術的数学基礎」『北京師範大学学報(自然科学版)』1991-4:492-498.
- [20]城地茂 (1991) 「日中の方程式再考 - 『楊輝算法』から『古今算法記』まで」『数学史研究』128: 26-34.1991.1.
- [21]城地茂 (1996) 「東亜高次方程的發展」『科学史通訊』14: 34-43.
- [22]城地茂 (1996) 「清代抄本『諸家算法』初探」龍村倪・葉鴻灝 (編)『第 4 屆科学史研討会彙刊』台北: 中央研究院: 33-46.
- [23]城地茂 (1999) 「江戸時代日本数学家之思想与幻方研究」張嘉鳳・劉君燦 (編)『第五屆科学史研討会論文集』台北: 中央研究院: 95-138.
- [24]城地茂 (2003) 「楊輝算法傳說再考」『数理解析研究所講究録』1317:71-79.
- [25]城地茂 (2004) 「中田高寛写・石黒信由藏『楊輝算法』について」『数理解析研究所講究録』1392:46-59.
- [26]城地茂 (2005; 2009) 『日本数理文化交流史-関孝和と「楊輝算法」』台北:致良出版社.
- [27]城地茂 (2006) 「関孝和と山路主住の接点-「甲府城内御金粉失役人御仕置一件」にみる関家断絶」『数理解析研究所講究録』1513:78-90.
- [28]城地茂 (2014) 『和算の再発見』化学同人.
- [29]城地茂 (2018 出版予定) 「『楊輝算法』(1275 年)の関孝和写本(1661 年)と延世大学校写本」『数理解析研究所講究録』.
- [30]任繼愈 (他編) (1993) 『中国科学技术典籍通彙(数学卷)』.
- [31]藤井貞雄 (2004) 『三上義夫遺稿目録』自家版.
- [32]楊輝 (著) 車鍾千 (編) (1275; 2006) 『楊輝算法』ソウル: 教友社. 韓国語訳.
- [33]上野健爾・小川東・小林竜彦・佐藤賢 (2008) 『関孝和論序説』岩波書店.
- [34]真島秀行 (2009) 「関新助孝和のある甲府分限帳の記載について」日本数学史学会 50 周年記念講演会.