

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 8 日現在

機関番号：34103

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2014

課題番号：22540155

研究課題名(和文)近世日本数学の方法と論理

研究課題名(英文)Methods and Logic of Mathematics in Pre-modern Japan

研究代表者

小川 東(Ogawa, Tsukane)

四日市大学・環境情報学部・教授

研究者番号：90204081

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：至誠贅化流の門人の作成した問題を長年にわたり集録した『淇澳集』の分析を通して、本流派が難問を集めることで威信を向上させようとしたことがわかった。しかし数学上の格段の発展は見られず、長期的にわたり類型的な趣味としての数学であることを確認した。

近世日本の数学界を代表する数学者、関孝和、建部賢弘、および建部賢明は『大成算経』20巻において独自の数学観を披瀝すると同時に現代にも通じる数学上の技法を駆使したが、有効な記述手段を持っていなかったため、その記述は難解である。そこで本課題では本書の詳細な解説作業を行った。

また岩波書店から刊行予定の関孝和全集に向けてテキストの訓読、現代語訳なども行なった。

研究成果の概要(英文)：Analyzing the annual reports of the Shisei Sanka school, the "Kiou Shu," which include a lot of problems proposed by the pupils, I confirmed that they had tried to maintain their prestige by collecting difficult problems but there had been no remarkable development in their mathematical skill. It means that they enjoyed mathematics as a stereotypical hobby only.

The representative mathematicians in pre-modern Japan, Seki Takakazu, Takebe Katahiro, and Takebe Katakira, revealed their view of mathematics and a lot of mathematical arts in their 20 volumes of the "Taisei Sankei". But it is very difficult to understand their work because they lacked the mathematical language or means to describe their mathematics. I analyzed several volumes of this work in detail to determine this clearly.

As for the "Collected Works of Seki Takakazu", which will be published by Iwanami Shoten, I read some of his Chinese writings in Japanese and translated them into modern Japanese.

研究分野：数学史

キーワード：関孝和 建部賢弘 建部賢明 大成算経 至誠贅化流

## 1. 研究開始当初の背景

本研究は近世日本の数学の方法、論理、数学観を二つの側面から理解しようとするものである。

一つは算額に代表される趣味としての数学研究におけるそれである。算額の研究は古くから進められてきたが、一つの流派の数学を全体として眺める研究は少なかった。そこで本研究では至誠贅化流の数学を取り上げた。至誠贅化流はほとんど研究の対象となつてこなかったが、この至誠贅化流では長年に渡って門人らによる問題が年報として記録されていることから恰好の研究対象であった。

もうひとつの側面は、関孝和、建部賢弘、建部賢明らの数学の方法、論理、数学観の研究である。その際、特に注意すべき著作は『大成算経』である。『大成算経』は18世紀前半の近世日本の数学思想を体現した希有な著作であり、その近世日本数学史における意義につとに認識されていた。また本書の研究は関孝和(?-1709)の研究にも欠くことのできないものである。しかし小松彦三郎氏による研究を除けば、これまで詳細に研究されてきたとは言い難かった。『大成算経』の数学の研究により、近世日本の数学の方法とその底流をなす論理、数学観の一つが明らかになることは疑いのないことである。

このような観点から研究を進めようとするとき、近年はまことに機が熟しているというべきである。近世日本の数学史研究は戦後どちらかという衰退していたが、ここ20年間は数学史家に加えて数学者による資料解読が試みられて、戦後の一つの新たなピークを迎えようとしていたからである。『大成算経』など当時の著作の内容は高度な数学的理解が求められる資料であり、また算額の問題も初等的とはいえず、複雑で膨大な計算が求められることから、数学者との協働は必須であった。このように研究開始当初の研究環境は絶好の機会であった。

## 2. 研究の目的

近世日本の数学は概ね世界から孤立して独自の発展を遂げたが、そのような閉鎖的環境の中においても近世の人々は多様な数学的方法を着想し、その結果現代から見ても批評、批判に値する優れた業績を挙げた。これらの業績は近世日本の数学の時空を超えた普遍性を示すものであるが、その一方でこれらの業績は現代数学へ至る方向へは発展しなかった。その歴史的経緯、本質を明らかにすることが本研究の大きな目的の一つである。

ところで近世日本には専門家とは別に趣味として数学を学ぶ多数の人々が存在した。近世日本における第一等の業績はこれらの人々の幅広い支持の上に達成されたものであり、近世の数学文化を考察する上でこれらの人々の活動は無視できない。本研究はこれら数学文化としてのすそ野まで視野を広げ

て、近世日本の数学をその特質を明らかにしようとするものである。

また不足している資料整備の観点から本研究に関連する資料の編纂、現代語訳、英訳などを進めることも目的として設定している。

## 3. 研究の方法

(1) 研究対象とする資料は『綴術算経』、『大成算経』20巻など関孝和、建部賢弘、建部賢明を中心とする著作及び至誠贅化流の記録『淇澳集』を中心とし、これに中国における数学書も視野に入れた。

『大成算経』は18世紀前半の近世日本の数学思想を体現した希有な著作であり、その近世日本数学史における意義につとに認識されている。本書自身の研究はもとより、関孝和(?-1709)の研究にも欠くことのできない資料である。分担者の森本光生とともに「数学史名古屋セミナー」を主催し、本書の講読、検討を行った。

至誠贅化流の数学は『淇澳集』、『続淇澳集』、『増続淇澳集』(順に東北大学岡本写0864, 0865, 0866)として史料が通時的にまとまっており、流派の数学の全体像を把握するのに格好の研究材料である。これまで近世日本における趣味としての数学は算額などの解明を通じて点の集まりとして漠然と理解されてきたが、通時的に検討することによって、近世日本の数学像をこれまでよりもさらに具体的に明らかにすべく、解読を進めた。

中国の『同文算指』はクラヴィウスの *Epitome Arithmeticae Practicae* を中国訳したものであるが、両者を詳細に対照してみると、中国と日本における数学観の相違が際立つ。この観点からラテン語テキスト・中国テキストの基礎的な比較研究を行なった。

(2) 資料の編纂、現代語訳、英訳としては、関孝和の著作の編纂、『綴術算経』、『大成算経』など、18世紀前半までの著作を対象とした。

関孝和の著作についてはすでに平山諦・下平和夫・広瀬秀雄による『関孝和全集』(大阪教育図書, 1997年)がある。今回改めて編纂作業を進める新全集はこれを越えようとする試みである。新資料の発見はもとより、著作の現代語訳、訓読などを含み、将来の研究に対する基礎研究とした(上野健爾、小林龍彦、佐藤賢一と共同研究)。

近世日本の数学書の現代語訳、英訳として、『大成算経』を中心に据えて行なった(分担者の森本光生と共働)。

(3) 具体的な活動としては研究集会、セミナーへ参加、開催を進めた。日本数学会年会、京都大学数理解析研究所研究集会、数学史京都セミナー、数学史名古屋セミナー等の機会を通じて、他研究者との交流を深めた。また、中国等に登場し始めた日本数学史研究者の日本への招聘を通じて日本数学史研

究の国際化を進めた。海外の研究による日本数学史への視点には日本人にはない視点が含まれることがある。そのような新たな視点の発見はこれからの近世日本数学史の研究にとっても重要である。

#### 4. 研究成果

##### (1) 至誠贅化流について。

至誠贅化流では文化5年から文政11年までおよそ21年間に学板に問題を提示した者が延べ158名あり、それらの問題は『淇澳集』として毎年まとめられている。本研究ではまずこの『淇澳集』の解説を始めた。ここに集められた問題は流派の威信を表現するのにふさわしいもので、当初想定したよりも難易度が高く、おそらくはその年の最も優れたものを集めたものと思われる。解答部分には当時の門人が閲覧したと思われる書物に記されていた結果も含まれている。流派におけるこのような問題あるいは解法の系統研究はこれまでなく、その点でひとつの研究分野の可能性を予感させるものである。また、問題における図形の自然さ・率直さと解答に要する計算量を考え合わせると、経験的に当流における一定の美意識を感じることができる。しかしながらそれを学術研究としてどのように表現すべきか、という点については新たな研究課題が提起された形となった。当時の数学文化、数学観を理解するためにもこれは考察する意義を有する問題である。

続いて、『淇澳集』の平面幾何の問題の解の導出構造を推定し、その構造を研究した。その結果、解に用いられている幾何学の知識は必ずしも多くないが、問題によってはその導出の系統、ステップの数が多いものがあることがわかった。それはとりもなおさず当該の問題が難問であることを示している。この観点から見ると、各年度、冒頭の問題はそれ以降の問題に比べて難問であり、自流の威厳を示すための編集上の工夫がなされていることが明らかになった。この方向での研究は各流派に入門した人々が楽しみ研究した数学の実像をある客観的に解明するものとして新たな意義を有する。

##### (2) 『大成算経』について。

まず、『大成算経』における不尽の畸、零への分類について考察し、本書のこの部分の主要な関心事が計算上の数値の処理法にあり、畸、零の別はそのための簡単な用語の定義にすぎないことを明らかにした。このことは近世日本数学が静的な分類よりも、動的な計算技法を重要視していたことを示しており、近世日本数学の方法論の特質の一端を表していると言えよう。この研究はすでに発表された諸論に反駁を加えるものである。

関孝和、建部賢弘、建部賢明による『大成算経』は当時の数学を集大成しようとする試

みであり、その研究の意義は言をまたない。しかし、その劈頭の二巻に述べられている珠算法をめぐる記述は、その内容が初等的、技術的であるとの理由から、これまで看過されてきた。しかしこの部分の精読によって、編者が珠算法の網羅及びその徹底的な分類を試みたことが明らかになった。このような思想は「三要」において特に明確であるが、その思想の一貫性はすでに冒頭から体现されているのである。『大成算経』を全体として俯瞰、把握する試みとして、この研究は一定の意義を有する。

『大成算経』は大著であるから、もちろん短期間にそのすべてを研究し尽くすことは不可能であるが、全二十巻のうち、巻二、巻四～十、十六～二十について一応読了し、巻二については詳細な現代語訳・注釈及び若干の校合作業結果をまとめることができた。(数学史名古屋セミナー「『大成算経』雑技(巻之二) 現代語訳」「『関孝和数学研究所報告 2009-2014』 II, 201-300 ページ)。これは100ページに及ぶものとなったから、全巻が完成すれば2000ページの 大著となろう。また巻十九に関しては未定稿ながら現代語訳をまとめた(数学史名古屋セミナー「『大成算経』における演段について(未定稿)」『関孝和数学研究所報告 2009-2014』 II, 301-380 ページ)。

##### (3) 『綴術算経』について。

森本光生とともに近世日本数学における円理に関する画期的著作である建部賢弘の『綴術算経』の詳細な検討に基づき、研究成果としてその英訳を完成させ、SCIAMVS に掲載された。英訳には海外への研究者へのアピールという意義ももちろんあるが、同時にこれまでともすれば同じ日本語ということで曖昧なままになっていた読解箇所を明確にするという意義もある。

##### (4) 『同文算指』について。

クラヴィウスの *Epitome Arithmeticae Practicae* に基づき翻訳、執筆された『同文算指』に関して、*Regula Societatum* のラテン語とそれに対応する中国の合数差分法との詳細な対照を作成し、双方をそれぞれ日本語に訳した(数学史京都セミナー「同文算指研究 I 同文算指の合数差分法と *Epitome Arithmeticae Practicae, regula societatum* の比較」『関孝和数学研究所報告 2009-2014』 II, 5-200 ページ)。このような研究は精密な研究の基盤として重要であるが、これまで十分になされてこなかった。このような研究は中国においてもあまり見られず、今後その重要性が増すと思われる。中国において西洋の数学がどのように認識され、どのように翻訳されたかを調べることは同じ東アジアの二国でありながら日本の数学観を際立たせることになるものである。

##### (5) 著書

『大成算経』における連立代数方程式の解

法に関して『江戸時代の数学最前線』（技術評論社，森本光生と共著）を刊行する機会に恵まれた。また，東南アジアの数学史に関して *The Oxford Handbook of the History of Mathematics* 中の A. Volkov による “Mathematics education in traditional Vietnam” 他の翻訳をする機会にも恵まれた。

#### (6) 研究集会

2012 年度及び 2013 年度の京都大学数理解析研究所における研究集会「数学の研究」の代表者として，両年にわたり中国特集と韓国とを企画し，中国から徐沢林（東華大学），郭世荣（内蒙古師範大学），馮立昇（清華大学），韓国から Hong Sungsa（洪性士，Sogang University），Kim Young Wook（金英郁，Korea University），Lee Sang-Gu（李相龜，Sung-KyunKwan University）他の研究者を招聘し，中国数学史と韓国数学史とについて交流する機会を作ることができた。両年の報告集を編者として準備中である。

#### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 12 件）

1. 数学史京都セミナー（上野健爾，小川東，楠葉隆徳他）「同文算指研究 I 同文算指の合数差分法と *Eptome Arithmeticae Practicae*, *regula societatum* の比較」『関孝和数学研究所報告 2009-2014』II, 5-200 ページ。
2. 数学史名古屋セミナー（小川東，北河一生，小林博行，藤井康生，森本光生）『大成算経』雑技（巻之二）現代語訳」『関孝和数学研究所報告 2009-2014』II, 201-300 ページ。
3. 数学史名古屋セミナー（藤井康生，北河一生，小林博行，森本光生，小川東）『大成算経』における演段について（未定稿）『関孝和数学研究所報告 2009-2014』II, 301-380 ページ。
4. Morimoto Mitsuio and Ogawa Tsukane, “Mathematical Treatise on the Technique of Linkage. An Annotate English Translation of Takebe Katahiro’s *Tetsujutsu Sankei* Preserved in the National Archives of Japan,” *SCIAMVS* (2012. 10), 157-266.
5. 小川東 「『淇澳集』における解法の構造について」『京都大学数理解析研究所講究録』1787 (2012 年 4 月), 156-168.
6. 小川東 「『大成算経』の「雑技」について」『数理解析研究所講究録』1831 (2013 年) 66-84.
7. 小川東 「『大成算経』の畸零について」『九州数学史シンポジウム講演記録集』(2013 年), 1-8.
8. 小川東 「珠算による江戸時代の無限級数計算の再現にむけて」『数学文化』16, 56-63.
9. 小川東 「ユークリッドの互除法の珠算への応用----最大公約数と一次不定方程式の解

----」『数学文化』16, 22-36.

10. 小川東 「近世日本数学の方法と論理に関する諸課題」『京都大学数理解析研究所講究録』1739 (2011 年), 245-250.
11. 小川東 「そろばんで江戸時代の計算を再現する」『日本珠算』(2010 年 6 月) .
12. 小川東 「江戸時代の方程式の数値解法 2 次方程式から高次連立方程式まで」『数学セミナー』2010 年 8 月号, 19-25.  
〔学会発表〕（計 27 件）
1. Ogawa Tsukane, “Historical Documents for dedicating a Mathematical Plate to Sojiji Temple,” International Symposium on the History of Mathematics in East Asia II-4, 2014, March 6-9, Hotel Kintetsu Aquavilla Ise-Shima.
2. 小川東 「『大成算経』に蒐集された珠算法」数学協会第 12 回年次大会特別記念講演 (2014 年 9 月 14 日) .
3. 小川東 「建部賢弘の数学思想再訪」京都大学数理解析研究所研究集会「数学史の研究」(2014 年 9 月 2 日) .
4. Ogawa Tsukane, “Takebe Katahiro --- a Man of his Times: His Life and Mathematical Thought,” Takebe Conference 2014, 2014, Aug. 25-30, Ochanomizu University.
5. 小川東 「建部賢弘とそろばん」数学協会総会 (2014 年 6 月 1 日, 大東文化会館) .
6. 小川東 「至誠賛化流の数学」東アジア数学史国際研究集会 (2014 年 3 月 9 日, 京都大学人文科学研究所) .
7. 小川東 「『割算書』「金かねかへの分」の新解釈」京都大学数理解析研究所研究集会「数学史の研究」(2013 年 8 月 27 日) .
8. Ogawa Tsukane, “Mathematics in the Shisei Sanka School,” International Symposium for the History of Mathematics of East Asia, II-2, Kyoto University, 2013, March 7-9.
9. 小川東 「早わかり関孝和」関孝和数学研究所 3.14... 数学文化シンポジウム (2013 年 3 月 16-17 日) .
10. 小川東 「算木による計算」関孝和数学研究所文化講演会 (2012 年 10 月 8 日) .
11. 小川東 「至誠賛化流の幾何学」(代読) 京都大学数理解析研究所研究集会 (2012 年 8 月 27-30 日) .
12. 小川東 「江戸時代の魔法陣」三重アカデミックセミナー (2012 年 7 月 13 日, 三重県生涯学習センター) .
13. 小川東 「Clavius の “*Epitome Arithmeticae Practicae*” と『同文算指』について」第 2 回九州数学史シンポジウム (2012 年 2 月 20 日~23 日, 九州大学) .
14. 小川東 「松永良弼の手紙を読む」関孝和数学研究所文化講演会 (2011 年 11 月 20 日, 四日市大学) .
15. 小川東 「『大成算経』の「雑技」について」京都大学数理解析研究所研究集会「数学史の研究」(2011 年 2 月 9 日~10 日) .

16. Ogawa Tsukane, "Clavius's Epitome Arithmeticae Practicae and the Tongwen Suanzhi," The 5th International Symposium on Ancient Chinese Books and Records of Science and Technology, Tsinghua University, 2011, Sep. 23-25.

17. 小川束 『淇澳集』における解法の構造について」京都大学数理解析研究所研究集会「数学史の研究」(2011年8月23日～26日)。

18. 小川束 「川島神明神社の算額にみる江戸時代の人々の生活」川島地区市民講演会(2011年9月11日, 川島地区市民センター)。

19. 小川束 『大成算経』 解読の系譜としての『自然算法』日本数学会(2011年3月20日)。

20. 小川束 「江戸時代の数学文化と現代の数学教育」3.14 数学文化シンポジウム(2011年3月13日)。

21. 小川束 『大成算経』の畸零について」International Program for Study of History of Mathematics in East Asia, 2011年3月8日～10日。

22. 小川束 『大成算経』の数学思想—象形思想の系譜」九州数学史シンポジウム(2011年2月14日～16日)。

23. 小川束 「とことんそろばんを活用した算数授業」大阪珠算連盟指導者講習会(2010年12月19日)。

24. 小川束 「江戸時代の数学を楽しむ」関孝和数学研究所文化講演会(2010年10月)。

25. 小川束 「近世日本数学の方法と論理」京都大学数理解析研究所研究集会「数学史の研究」2010年8月23日～26日。

26. Ogawa Tsukane, "Methods and Logic in Traditional Japanese Mathematics", International Conference on the History of Modern Mathematics 1800-1930, 2010, August 11-18.

27. 小川束 「近世日本数学の方法と論理」日本数学会(2010年9月)。

〔図書〕(計4件)

1. 小川束編 『数理解析研究所講究録別冊』第50号, 259ページ, 京都大学数理解析研究所(印刷中)。

2. 小川束, 森本光生 『江戸時代の数学最前線』技術評論社(2014年8月)(森本光生と共著)。

3. 小川束(翻訳) 『Oxford 数学史』1.1 ジェフリー・ロイド「古代世界における数学とは何だったのか? ギリシアと中国の視点」3-20(斎藤憲と共訳), 2.3 アレクセイ・ヴォルコフ「伝統的ベトナムにおける数学と数学教育」135-156, 共立出版, 2014年5月。

4. 小川束 『発微算法』『江戸初期和算選書』11巻の2, 研成社(2011年3月)。

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

小川束(Ogawa Tsukane)

四日市大学・環境情報学部・教授

研究者番号: 90204081

### (2) 研究分担者

森本光生 (Morimoto Mitsuo)

四日市大学・関孝和数学研究所・副所長

研究者番号: 80053677