

機関番号：12611

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007 ～ 2010

課題番号：19540117

研究課題名（和文） 西田明則の和算書の数学史的研究

研究課題名（英文） Study on books and manuscripts left by Nishida Akinori from the point of view of mathematical history

研究代表者 真島 秀行 (MAJIMA HIDEYUKI)

お茶の水女子大学・大学院人間文化創成科学研究科・教授

研究者番号：50111456

研究成果の概要（和文）：西田明則は江戸時代後期、若い頃に関流の数学の勉強をし、明治時代に国防のために尽くし、その和算蔵書がお茶の水女子大学にある。それらの本、関孝和の伝記と業績の研究を行った。関孝和は江戸初期の日本の数学者で、世界で初めて所謂「終結式と行列式」を研究したことで知られている。関の死後 300 周年の機会に、筆者は関家、特に養父や最初の仕官に関する重要な記録と事実を発見し、関孝和の履歴書を書けるようになった。関の円周率の計算、行列式についても新たな見解を提示した。

研究成果の概要（英文）：Nishida Akinori, studied old mathematics of Seki's school, so-called "Wasan", in his youth, in the last period of the Edo Era, devoted his latter life to the national defense in the Meiji Era and left books of Wasan in the Library of Ochanomizu University. The author studied them and, life and bibliography of Seki Takakazu, a Japanese mathematician in the early period of the Edo era, who is known as the first in the world to study the so-called "resultants and determinants." On the occasion of the 300th posthumous anniversary of Seki, the author has found some significant records and facts concerning his family, especially his adoptive father and his first career. Now it is possible to write a "Curriculum Vitae of Seki Takakazu." The author also gave new viewpoints on Seki's calculation of π and the determinants.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	900,000	270,000	1,170,000
2008年度	800,000	240,000	1,040,000
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：解析学，数学教育，数学史

科研費の分科・細目：数学・数学一般（4103）

キーワード：関孝和、和算、円周率、行列式、西田明則、建部賢弘、上野俊之丞、砲家秘函

1. 研究開始当初の背景

西田明則は、岩国藩の下級武士で砲術を以って仕え、添え家業として、和算を学び、測量術、天文暦学を代々藩において受け継いできた家柄であった。錦帯橋の修復等にその先

祖が関わったとされる。内田五観の門下で関流の和算を学んでおり、40 過ぎに山縣有朋に召しだされ国防のため東京湾海堡建設に後半生をささげた人物である。2006 年が、没後 100 年であった。申請者は、その旧蔵書をお茶の

水女子大学で発見し、2006年3月における日本数学会年会数学基礎論及び数学史分科会において、「西田明則の和算書と東京湾海堡建設」という題目で特別講演する機会に恵まれた。

その講演においては、以下のようなその時点まで分かっていたことを話した。

(1) 旧所蔵者西田明則に到達するまでの人物特定の文献調査

その和算書は寄贈されたものであったが、寄贈者と西田明則の関係、また、「林鶴一博士和算研究集録(上下巻)」(編集代表者藤原松三郎, 東京: 東京開成館, 1937) や「明治前日本数学史第1-5巻」(日本学士院編, 東京: 岩波書店, 1954. 12-1960. 9) に稱平術の項に掲載され、内田五観の弟子の中で特に優秀なもの51名の中に数えられる西田友則という人物とが同一であることなど。

(2) 所蔵和算書の分類

西田明則の蔵書を分類すると、(1)「解伏題之法」(関孝和篇)の写本など関流の和算の免許皆伝にいたるまで勉強した本(関流直系(関、荒木、建部(クハ)、松永、山路、安島(アジマ)、日下、内田、明治になってからは、川北、林と続く人たちの流派)の人たちや同時代の同僚の本)、(2)測量関係の本、(3)暦関係の本、がある。(1)の中では安島直円(アジマ ナヲ、1732~1798)のものがたくさんある。手書きで写しながら勉強しているため、黒で写し、自分の注釈は朱で書いている。内田五観(ウチダ イヰ、1805~1882)のものも多く、サイクロイド、エピサイクロイドを扱った本もある。

測量に関わる本の中で、『礮家秘函測量篇附録』(ホカヒソツクリョウベンブツ)は、他の多くの機関に和算書が残されているが、現在、申請者が知る限り、この蔵書中にしかない。船の図があって、そこまでの距離をどうやって測るかといったことが書かれている。嘉永6年にはペリーが来て、どうやって砲撃するかといったことが重要になっていて、測量方にとって、このような勉強は欠かせなかったのではないかと思われる。この本では、コンパスを使ってどうやって測るかといったことだけで、三角関数を使って距離を測るといったことは出ていない。このなかに西洋の服を着た人が描いてあるところがあり、これは輸入した本が元であると思われた。

(3) 稱平術と東京湾海堡建設

明治13年(1880)1月30日、山県有朋参謀本部長により参謀局内に海岸防禦取調委員会が設けられ、西田は委員に任命される。明治14年(1881)8月1日、第一海堡が起工(水深約5m)される。そして、明治14年(1881)

10月26日、富津海堡(第一海堡)を含む湾口砲台の工事費の積算、山県参謀本部長にあて、西田は『東京湾口砲台建築費御下付ニ付上申』を提出している。引き続き、第二海堡、第三海堡と起工したわけだが、第三海堡の水深が最も深く、難工事だった。海の真ん中の40mのところを石を置くわけだから、置いても置いても流されてしまった。どのような工事だったかということ、周りを固めて真ん中に割栗石をいれて、土砂を入れていくという方法だった。西田明則は、幕末に当時、流行っていた稱平術(ジョウヘイジュツ)を研究していた。稱平術とは物体を釣り下げて所定の二次元なら一線を、三次元なら一平面を水平にするようにする方法およびそれに関連することであり、人工島の想定された形の水平線を予め設定して工事するわけだから、その考え方が活かされたと思われる。

2. 研究の目的

(1) 西田明則旧蔵書の全般的な数学的な内容解明。特に、「礮家秘函測量篇附録」、「直線三角術(平面三角法) 西田明則述」、「点鼠徴証基本 天・地」について数学的な内容と文献学的な調査を行うこと。

(2) 西田明則が学んだ内田の瑪得瑪弟加(マテマティカ)塾では、稱平術が盛んに研究されていて、これが、東京湾海堡建設の学問的裏づけになったという仮説の検証すること。

(3) 西田明則が学んだ関流数学の創始者の関孝和について、死亡したのが宝永5年10月24日(西暦1708年12月5日)は確実だったが、それ以外の履歴をあきらかにすること。

これらの研究により、関孝和の生きた江戸時代初期、西田明則の生きた江戸末期から明治にかけて、数学が社会的にどのような役割をしていたか、その重要な側面をあきらかにし、現在の社会における数学・数学者の役割を考えるための示唆を得ることを目的としている。

2008年が関孝和没後300年に当たるため、日本数学会と日本数学史学会が核になって関孝和三百年祭記念事業実行委員会ができたが、研究代表者は、日本数学会側の代表で、その職責を全うしたいと考えた。

3. 研究の方法

・基本的には文献調査による。文献を見出し、それを丹念に読み考えることを繰り返すという方法で、価値ある文献の情報を得て調査できるようにすることに時間を要した。特に、国会図書館、国立公文書館、日本学士院所蔵の多くの文献の調査を行った。

また、他の研究者等との情報交換、議論によっても文献情報、新たな考えに至る糸口等があるので、日本数学会年会及び秋季総合分科会、日本数学史学会の年会、研究発表会、全国和算研究大会、年会、京都大学数理解析研究所研究集会「数学史の研究」など研究会等には積極的に参加した。

4. 研究成果

(1) 西田金吾明則及びその旧蔵書について

①西田金吾明則について、岩国出身でその博物館、岩国徴古館の資料について調査の結果、「暮沙汰帳」の中に西田金吾明則に関する記述を発見し、和算学習と旧蔵書との対応が分かった。

②「礮家秘函附録 測量篇」は「崎陽 停車園主人」、すなわち、長崎の銀屋町住の上野俊之丞常足によるものと判明し、長崎の博物館等に調査に行ったが、価値あるものはなかった。他の機関として、東北大狩野文庫については以前から知られていたが、新たに佐賀県函館蓮池鍋島文庫の「礮家秘函」を調査でき、それらと比較検討をし、付録の位置付けであることを解明した。また、「礮家秘函」全52巻の全貌と価値について検討し、さらに高知市図書館徳弘文庫所蔵の火事場から残った貴重な「礮家秘函」の巻之一、二を調査でき、砲術家必須のものとして測量術があることが確認された。なお、「礮家秘函」の大部分の巻の所在は不明で残念ながら全貌解明には成功していないが、上野俊之丞常足が爆薬等を商う際の必要で顧客にとっても必要な知識の総体をまとめておりその部分として測量篇があった、と考えられる。「直線三角術(平面三角法) 西田明則述」は三角法を和算で説明したもの、「点鼠徴証基本 天・地」は欧米の代数学の本の勉強ノートか訳出原稿と考えられる。

(2) 称平術が東京湾海堡建設の学問的裏づけであるか、という点については、明示的な論拠は示せないが、西田明則が、称平術を学び、問題も作っていたことは蔵書の中にもあることから確実で、海堡建設の基本的な発想として役立っていたと考えられる。

(3) 関新助孝和及びその業績について

①伝記的な事項については、江戸時代の幕府の記録「年録」、「柳営日記」、甲府藩の記録である「甲府日記」、「甲府御館記」、「甲府分限帳」を調査し、死後、寛政重修諸家譜成立後としても200年以上、謎とされてきた多くのこと(年齢、生誕地、甲府藩における職歴等)を明らかにした。

生年は1640年と1645年の間と特定でき、養父は長年関五郎左衛門と言われていたが実は関十郎右衛門であることを発見した。養父出身地は常陸国で花房家との関係が分かった。甲府藩においては、寛文5年(1665年)に養父の跡目を継いで小十人組御番として仕え始め、延宝八年に小十人組頭、元禄五年に賄頭、元禄十四年に勘定頭差添えられたことが新たにわかった。これは今回の調査の大きな成果である。宝永元年に幕臣となって以降は以前より寛政重修諸家譜等から知られた通りで、病気により免職となったことを新たに加えた程度である。

②関孝和の行った円周率の計算については、計算結果が『括要算法』に残されているが、なぜ、「3.14159265359 微弱を定周と為す」と結論付けたかという疑問が提出されていた。関孝和の行った数値計算を検討し、小数第13位までが正しく計算したと関孝和自身が信じられる結果となっていることを明らかにした。以前は、暦の作成のために必要な精度まで求めたという説等があった。これらについては、2009年8月に行われた「数学史の研究」集会で何人もが意見交換を行って、有意義であった。村松茂清の球の体積と表面積の計算をさらに推し進めた関孝和の扱いから、等比級数的な考えの着想を得たであろうことも指摘した。

③関孝和の行列式については、解伏題之法(天和癸亥重陽日[1683年10月1日]重訂)に多変数多項式の変数消去法に関連して今日の行列式を関孝和は導入していると看做せることが知られており、加藤平左エ門など多くの先行研究もあるが、逐式交乗の表の解釈について新たな知見を得た。以下に記す。

2つの多変数多項式から1変数を消去するのに、1変数の各次数の項を一つ消去する方法をとっていることから、3連立2次方程式の1変数消去に際して、加藤平左衛門氏が(昭和15年、紀元2600年に表し、藤原松三郎氏が序文を寄せている)「行列式及円理」に書かれた(第1式と第2式から2次項を消し1次式を得、第1式と第3式からも2次項を消し1次式を得、それらから1次項を消すという)共通項で割る必要のある計算ではなく、講演者が長年線形代数の講義で用いてきた(第2式と第3式から2次項を消した式と、1次項を消した式を得て、それらの2次項の係数と1次項の係数が同じ2次行列式の形である)より、第1式を使って1次項と2次項を一気に消し、6項がきれいに出てくる方法で、今日の行列式論では、第1式の係数による展開をしたものにもなっていることがわかる)計算方法に気付いて、それにより逐式交

乗の表を作成したと考えられる。その際、(今日の行列式論では、0 次の係数ベクトルを第1列と見て、第1列による展開と看做せる)最終的に残る項だけを書くのではなく、途中で使うすべての式を書いて相消し合う項もすべて書き上げている。すなわち、元の3連立2次方程式の各係数それぞれに2つの単項の積を乗じ、適切な符号(生尅)を付けて(それぞれ3つの式からなる)2つの表にし、すべてを足し合わせたとき、相消し合う項には同じ番号を振って計算を検証できるようにしている。

4連立3次方程式の1変数消去に際しても、同様の方法によったと考えられる。すなわち、元の4連立3次方程式の各係数それぞれに3つの単項の積を乗じ、適切な符号(生尅)を付けて(それぞれ4つの式からなる)6つの表にし、すべてを足し合わせたとき、相消し合う項には同じ番号を振って計算を検証できるようにしている。逐式交乗の表として6つの表をまとめて書く際には、相消し合う番号の若い順に上下上下上下と書いた。

4連立3次方程式の1変数消去のための逐式交乗の表を再度見直すと、隣あるいは上下を見ると、元の係数の表と級(次数)について偶置換をしてえられる2つの表、合わせて3つの表の右斜乗と左斜乗によってできる $4 \times 3 \times 2$ 項から、4次行列式はなっていることを見てとった。

④ 建部賢弘について

関孝和の弟子の建部賢弘が師の円周率の計算について「綴術算経」(序文享保七年一月)では「十三万千七十二角に到る截周を求て十五六位の真数を究め得たり」と書き、「建部先生綴術真本」(東大本)及び「綴術算経(東北大学 狩野本)」では(序文、享保七年二月)では「二十許位の真数を究め」と書いた点に(明治以降の和算史研究では)初めて言及し、これらの書物の成立順に関する議論に一つの決定的な論拠を与えた。今後さらに引き続き研究を深めていく予定である。

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8件)

- ① MAJIMA Hideyuki, Seki Takakazu, his life and bibliography, Proceedings of the International Conference on History of Mathematics in Memory of Seki Takakazu(1642?-1708) published by Springer-Verlag, 査読有(2011)、(査読済、掲載予定)
- ② 真島秀行、高木貞治の書籍についてのいくつかの注意、京都大学数理解析研究所

講究録 査読無、No.1739(2011)、pp21-36(第五節で関孝和の行列式について論じた。)

- ③ 真島秀行、関新助孝和の履歴について—ある甲府分限帳の記載について—、数学史研究、日本数学史学会、査読有、No.204(2010)、pp36-45
- ④ 真島秀行、関孝和三百年祭に明らかになったこと、数学史研究、日本数学史学会、査読有、No.200(2009)、pp5-15
- ⑤ 真島秀行、「甲府日記」と「甲府御館紀」に見える関孝新助和、京都大学数理解析研究所講究録 査読無、No.1677(2010)、pp47-58
- ⑥ 真島秀行、関孝和の円周率の計算についての注意、京都大学数理解析研究所講究録 査読無、No.1625(2009)、pp192-199
- ⑦ 真島秀行、礫家秘函附録測量篇について、京都大学数理解析研究所講究録 査読無、No.1583(2008)、pp89-98

[学会発表](計24件)

- ① 真島秀行、「関孝和三百年祭から建部賢明・賢弘兄弟年間(2011~2014)に向けて」、九州数学史シンポジウム、2011年2月15日、於九州大学伊都キャンパス
- ② 真島秀行、「関孝和の行列式について」、日本数学会秋季総合分科会、2010年9月21日、於名古屋大学
- ③ 真島秀行、「関新助孝和の武士として職歴について」、日本数学会秋季総合分科会、2009年9月25日、於大阪大学(豊中キャンパス)
- ④ 真島秀行、「関孝和の円周率の計算についての注意」、日本数学会秋季総合分科会、2008年9月26日、於東京工業大学(お岡山キャンパス)
- ⑤ 真島秀行、「礫家秘函附録測量篇について」、日本数学会2008年度年会、2008年3月26日、於近畿大学理工学部

[その他]

- ①放送大学特別講義「関孝和」(2011年5月8日23:00~23:45放映)において関新助孝和についての新知見を語った(収録は2011年3月3日)
- ②NHK総合テレビ放送『歴史秘話ヒストリア台55話』(2010年11月3日22:00~22:48放映)の制作に協力しインタビューが放映された。
- ③『関孝和三百年祭記念事業報告書』(日本数学会、2010年3月31日、32p)を作成した。
- ④日本数学会Web Pagesの中に関孝和三百年祭記念事業のページがあり、成果の一部が公開されている。

<http://mathsoc.jp/meeting/seki2008/> |

6. 研究組織

(1) 研究代表者

真島 秀行 (MAJIMA HIDEYUKI)

お茶の水女子大学・大学院人間文化創成科学
研究科・教授

研究者番号 : 50111456