

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 30 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24501246

研究課題名(和文)手稿にもとづくパチョーリの数学の総合的研究

研究課題名(英文)A Study of Pacioli's Mathematics based upon the Manuscripts

研究代表者

三浦 伸夫(MIURA, NOBUO)

神戸大学・その他の研究科・教授

研究者番号：20219588

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：ルカ・パチョーリ(1445頃 - 1517)はルネサンス期イタリアの代表的数学者である。その刊本と手稿の数学著作を相互に比較参照し、パチョーリの数学の全体像を捉える。主著『算術、幾何学、比、比例大全』(1494)とそれに先立って書かれた大学講義録『ペルージャ手稿』を内容、記述法などの点で相互比較し、両者の間でパチョーリがどのように数学を進展させたかを考察した。また『量の力』は西洋における従来の数学や数学遊戯の総合百科と捉えることができると同時に、そこに新たな見解が加えられ、独創的な作品になっていることを示した。

研究成果の概要(英文)：Luca Pacioli (c. 1445-1517) is a representative mathematician of Renaissance Italy. We compared his printed editions and manuscripts in the point of mathematical contents and structure of the works, and we showed the whole picture of the mathematics of Pacioli. Especially his opus magnum The Summary of Arithmetic, Geometry, Proportions and Proportionality and his lecture note The Perugia Manuscript were compared. In addition we showed the manuscript On the Quantity is an encyclopedia of contemporary mathematics and mathematical recreation. Pacioli not only collected traditional works on mathematics, but also added his own results to his works. We showed his mathematical thoughts in his other works and Italian mathematical culture in his time.

研究分野：科学史

キーワード：科学史

1. 研究開始当初の背景

(1) ルカ・パチョーリ(1445 頃 - 1517)は複式簿記を初めて印刷した『算術、幾何学、比、比例大全』(1494 年)(以降は「大全」のイタリア語スンマをとって『スンマ』と略記)で、今日でもとりわけ会計学でよく知られた学者である。彼はその表題からわかるように、実際は数学者であり、1500 年頃のイタリアの大学で最も著名な数学教授であったにもかかわらず、その数学業績の歴史研究はほとんどされてこなかった。『スンマ』は大方の数学史書では、「独創性は見られないが従来の数学をまとめた」という評価がなされているにすぎない。すなわちパチョーリは、独創性はないが複式簿記の『スンマ』で著名、というのが通常の評価である。この評価を数学史上から再考する。

2. 研究の目的

数学史記述ではパチョーリの評価はテイラーの伝記研究によるところが大きい(Taylor, Emmett, R. *No Royal Road. Luca Pacioli and His Times*, Chapell Hill, 1972)。しかしテイラーはその研究で引用原典を明らかにすることは少なく、その記述には再検討が必要である。また印刷史研究では『スンマ』の書誌学的研究がとりわけ日本では盛んであるが、その数学内容にはほとんど触られていない。当時の西洋数学の総決算とも言えるその主著は歴史的に重要であるが、それにもかかわらずパチョーリの数学研究は未開拓といえる状況なのである。手稿を含めその全数学を総合的に研究し、数学史上にパチョーリを位置づけることによって、数学における中世西洋とルネサンス期との連続性の一端が明らかになり、さらに当時の大学内外や宮廷における数学文化の交流状況が明らかになる。

3. 研究の方法

(1) 『スンマ』には4つの印刷の異なるものが知られているが、大きく分けると2つの版がある(1494年版と1528年版)。書誌的研究はかなりなされているので、ここでは数学的内容の相違を調べる。さらに影響関係を具体的に検討する。つまりフィボナッチ『算板の書』などからの影響と、後代への影響である。後者では、『スンマ』から21年後にその算術部分(代数は含まれず)がすでにスペイン語に翻案されていることが指摘できる。『スンマ』は115ソルディで売られた(レオナルド『アトランティコ手稿』288r)という高価で大判の書物にもかかわらずその影響は大きく、ニコロ・シミ『ルカ師の算術への注釈』(1544)という注釈書があり、さらにタルターリヤにも影響を与えた。実際バルディによると、コンマンディーノはパチョーリの文体は屑のようだが、他方その内容は高く評価すべきとして、再編集し図をつけ公刊しようと企てたが、その死によってこの企画は達

成されなかった。

『スンマ』の原型となった『ペルージャ手稿』つまり『ペルージャの生徒たちへの数学的論考』は、パチョーリによるペルージャ大学での講義録(1477年11月 1480年6月)と考えられる作品である。内容は、分数、共同出資、物品交換、貨幣交換、利益と値引き、銀貨と金貨、数列、仮置法、数の分割、数の発見、幾何学、根 - 「もの」 - 財(数 - 1次の未知数 - 2次の未知数)、立方、代数学、商品税金、幾何学、代数学、商品税金など。近年活字にされたので、それを解読し、主著『スンマ』との内容や読者層の影響関係を明らかにした。

(2)パチョーリは、『スンマ』『神聖比例論』『エウクレイデス「原論」』を公刊し、他に『ペルージャ手稿』『量の力』『チェスについて』『遺言』などが手稿として残されている。なかでも『量の力』は従来ほとんど研究されてこなかった。それは3部からなり、その第一部は数論をはじめ数に関する諸問題を扱い、その箇所の一部を分析した。

4. 研究成果

(1) 『ペルージャ手稿』

パチョーリはペルージャの学校で代数学や商業数学などを教え、その講義ノートとも言ふべき198頁からなる歴大な自筆原稿を残している。これはその後の『スンマ』の原型となり、パチョーリそして当時の数学や経済生活を知るうえで第一級の資料である。パチョーリはその他、ヴェネツィア(1465-77)、ザラ(1481)でも算術の手稿を書いたとされるが消失した。

『ペルージャ手稿』1861年に発見されたが、注目されるようになったのはごく最近である。ただし手稿は完全ではなく、そこに簿記の箇所は含まれていないが、貨幣換算、税金計算、共同出資などの商業問題と、数列、代数学、幾何学などが記載されている。この手稿と約20年後に公刊された『スンマ』とを比較すると興味深いことがわかる。ペルージャ手稿では手書きの容易さからか、多くの省略記号が用いられ(たとえば未知数 x の代わりに1など)、幾何学では図形が陰影を付けて写實的に描かれている。計算法や解法がわかるようにパチョーリが講義していたことがよくわかる。手稿のほうの問題の多くは日常的具体的であるが、『スンマ』では同じ問題も抽象化一般化され、今日の数学問題のような形式に変えられている。これは学生を前にした講義録と完成版としての出版物との違いであろう。『スンマ』では基本演算の説明に紙幅が割かれ、参考書として完成された。パチョーリにおいて数学は実践的から抽象的へと変遷していったことがペルージャ手稿と『スンマ』の比較によってわかる。後者にエウクレイデス『原論』のイタリア語版が含まれていることからそれもそれが言える。

(2) 『原論』

『スンマ』第2部に見られるイタリア語による幾何学は、パチョーリ版ラテン語『エウクレイデス「原論」』と関係し、パチョーリ自身『原論』をイタリア語に訳したことが想像される（現存しない）。パチョーリの数学著作は、刊行の『スンマ』『神聖比例論』と未刊の作品とが内容において相互に密接に関係し、それらをつき合わせて総合的に捉えることによって、影響力ある『スンマ』『神聖比例論』の歴史的評価をする必要がある。パチョーリはカンパヌスを最も忠実な翻訳者とみなし、このカンパヌス版『原論』を「カンパヌス版は『原論』ではなくカオス」と批判したザンベツティから守るため解説を加えて公開した。

(3) 『量の力』

『量の力』は3部に分かれ、第1部は数論と数学遊戯、第2部は実用幾何学、測量、水力学、第3部は手品や道徳的訓戒を述べたものである。第1部は「数の力」とも訳せる内容で、数に関わる様々な問題が論じられている。そこには先行者たちの影響のもとでパチョーリが問題を展開していく様子が見いだせるが、作品の構成、まとめ方、表現法等はパチョーリ独自であると考えてよく、その点で独創性のあるものである。これは算法書などの教科書などとは異なり、練習問題や例題が付いているというものではない。テキストは未刊で、しかもただ1点の写本のみが存在するに過ぎず、第1部の全体は図版がしばしば欠け論述が中途半端なので、最終稿とはいえないと考えられるが、それでもその豊富な内容から、パチョーリの従来見過ごされてきた重要な作品と考えてよい。そこには中世のスコストゥスやアヴェロエスなどの哲学者への言及も見られ、学者パチョーリの広範な知識がそこに伺える。その中でも「ヨセフスの問題」の箇所を取り上げ、その暫定訳を付け分析し、他の数学者の議論との相違を明らかにした。

第3部は、数学ゲームを扱い、魔方陣、奇妙な計算法、知恵の輪、サイコロ遊びなどが紹介され、それを解決する中で数学を学ぶことができるよう工夫されている。パチョーリはカルロ・デ・サンソーネなど何人かの名前に言及し、おそらくは彼らから数学ゲームの題材を仕入れていたと考えられる。キリスト教下では不適切とされていた、サイコロ、カード、タロットなどのゲームがフランチェスコ会士のなかでも名士であるパチョーリによって取り上げられていることは興味深い。その後第3部はカルダーノやデッラ・ポルタに利用されるが、その相互対象表の作成が今後の課題である。

この箇所では手品、目の錯覚、暗号法、不思議な器具などの豊富な話題も取り上げられ、さらに図版も豊富である。たとえば、「コロンブスの卵」が記述され、端をうまく割っ

て気づかれないようにすれば良いと言い、これはブルネッレスキが発明した方法とも付け加えている。末尾は220個のなぞなぞで、単語に2重の意味をもたせ解釈は難解である。「最初は4つ、次に2つ、死ぬ前に3つは何か」という今日でもよく知られているなぞなぞをはじめとして、「算法教師よ、1から2を借りることなしにいかにつけるかを言え。すると、鼻を犬の尻に突っ込み、それを引き出せ。そうすれば1個の穴から2個の穴を引き出せる、と答える」というものもある。

(4) 『チェスのゲームについて』

失われていたとされる作品『チェスのゲームについて』(1500年頃執筆)の自筆原稿が2006年に発見された。執筆当時チェスの近代的ルールが定まりつつある時代で、その変化の様子が本書に見られる。これが書かれたのはレオナルド・ダ・ヴィンチとパチョーリとが同時にミラノを離れマントヴァに移った時代で、興味深いことに、レオナルドが『アトランティコ手稿』で描いたのとほぼ同じ図版が本書にも見られることから、2人は共同作業した可能性がある。レオナルドとの出会いはすでにミラノ時代で、レオナルドは『神聖比例論』の図版も描いた。レオナルドはパチョーリにしばしば言及し、パチョーリに1496年出会って以来彼の下で数学を学習した。それはたとえば両者の「比と比例の系統樹」(マドリッド手稿IIと『スンマ』)にみられる類似性からも指摘できる。

(5) 賭け問題

『スンマ』『ペルージャ算術』『量の力』には賭けの問題やサイコロ問題が見える。『スンマ』冒頭で、パチョーリは従来の方法を批判し、「真理は私が述べる事柄にあり、それが正しい方法である」と述べている。パチョーリの方法は、従来の獲得点数の割合で分割するという方法であり、何点とれば勝者になるかということとは関係ない。この方法を後にタルターリヤ(1556)は批判するが、最終的にこの問題が解決されるのはパスカル(1654)によってである。こうしてパチョーリの記述を通じて、15世紀末には賭けが実際に行われ、掛け金の分配が論題になっていたことがわかる。ただし『ペルージャ手稿』のほうでは、大学の講義録だからであろうかサイコロといえども賭けは扱われず、数のいい当ての問題になっており、それはすでにフィボナッチが論じていた。いづれにせよ『ペルージャ手稿』の数学問題を通じて庶民の生活が伺える。

(6) パチョーリと大学

当時イタリアの12都市にある大学のうち6大学で教えたことのあるパチョーリは、その教育業績が認められ、一般教育担当の数学教授としては当時破格の高給取りであった。一時期は年俸200ドゥカト程もあるが、それでも医学教授、法学教授の給料にはとうていか

なわなかった。ただし大学というよりも、ストゥディオや公共学校と分類したほうがいい場合もある。ミラノでは大学ではなくストゥディオで教えたし、ヴェネツィアでは公共学校であった。

『ペルージャ手稿』はイタリア語で書かれていること、また具体的商業問題が散見されることから、当時少なくともペルージャ大学では、パチョーリの講義はラテン語ではなくイタリア語でなされ、しかも『原論』のような論理的演繹の数学ではなく実践的数学が教えられていたことがわかる。これがペルージャ大学だけの現象なのかどうかは不明。

パチョーリの時代、数学は、算術、幾何などの地上の具体的数学と、占星術や天文学などの天上の数学とがあった。パチョーリは前者に関わり後者に触れることはない。ただし前者の応用とも考えられる機械学や築城術には殆ど触れていない。それはおそらくは大学教師、そしてフランチェスコ会士であり、レオナルドのような技術者ではなかったからであろう。

(7)宮廷数学文化

パチョーリは実用にのみに関心があったわけではない。ミラノで執筆された『神聖比例論』では、視覚は音に優先するので伝統的四科には音楽ではなくむしろ遠近法（射影法、視学）を加えるべきであると説く。さらに当時議論されていた「数学の確実性」の問題にも言及し、数学こそ最も確実な学問であり、占星術や天文学、さらに自然学はそれに準じるとしている。このような議論がなされたのはミラノのルドヴィコ・スフォルツァの宮廷文化の影響下であったからであろう。そこではアンブロジーオ・ヴァレージなど占星術師が学術の基礎について様々議論していたからである。アッツォリニの研究などを参考にミラノにおける宮廷科学文化を確認した（M. Azzolini, *The Duke and the Stars Astrology and Politics in Renaissance Milan*）。

(8)まとめ

パチョーリはルネサンス人らしく『スンマ』『量の力』など大部な作品を書いている。そこには先行者から多く引き継ぎ、ときとして引用先を明記してはいないが、パチョーリがいてこそそれら従来の多くの研究は印刷され後代に伝えられたのであり、パチョーリは数学の伝承という意味で重要である。パチョーリはレオナルドに始まる算法学派の総まとめをした。『スンマ』は最初に印刷された算法書であり、かつ算法書の中では最大の部類に属する。またパチョーリは決して伝承者にとどまらず、個別の数学問題には独自の見解を提供し当代最大の数学者の一人であったということができる。中世以来の算法学派はパチョーリの時代に終焉したが、その数学題材はパチョーリを通じてその後のクラヴィウスやカルダーノに見られる実用数学書

に影響を及ぼした。レオナルド・ダ・ヴィンチ、ピエロ・デッラ・フランチェスコ、アルベルティなど多くのルネサンス人とも交流があり、パチョーリの作品から彼らとの数学交流が、さらに当時の宮廷数学文化を読み取ることができる。

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 7 件)

三浦 伸夫, 今月の数学者: パチョーリ, 現代数学, 査読無, 594 号, 2016, 2

三浦 伸夫, パチョーリとヨセフスの問題, 現代数学, 査読無, 593 号, 2015, 71 - 76

三浦 伸夫, 算法学派の影響, 現代数学, 査読無, 575 号, 2014, 66 - 71

三浦 伸夫, パチョーリ『スンマ』, 現代数学, 査読無, 574 号, 2014, 65 - 70

三浦 伸夫, 西洋中世における「アラビア式計算法」の導入, 数学文化, 査読無, 19 号, 2013, 9-20

三浦 伸夫, 数学教師としてパチョーリをみる, 凌霜, 査読無, 398 号, 2013, 48-50

三浦 伸夫, パチョーリの代数学 - 手稿から刊本へ, 数理解析研究所講究録, 査読有, 第 1787 巻, 2012, 201-211

〔学会発表〕(計 3 件)

三浦 伸夫, ピサのレオナルドは算数学者か?, 科学史学会西日本大会, 2015.11.21, 徳島大学(徳島県)

三浦 伸夫, 欄外表記からみるパチョーリの計算法, 日本数学史学会, 2013.6.2, 同志社大学(京都府)

三浦 伸夫, パチョーリの手稿, パチョーリ学会, 2012.7.25, 拓殖大学(東京都)

〔図書〕(計 2 件)

三浦 伸夫, 『フィボナッチ』, 現代数学社, 2016, 377

三浦 伸夫, 『数学の歴史』, 放送大学振興
会, 2013, 286

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三浦 伸夫 (MIURA, NOBUO)

神戸大学・国際文化科学研究科・教授

研究者番号: 20219588