

令和元年5月31日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K01119

研究課題名(和文) 古代エジプト数学歴史記述の再検討

研究課題名(英文) Historiographic Reconsideration of Ancient Egyptian Mathematics

研究代表者

三浦 伸夫 (MIURA, NOBUO)

神戸大学・国際文化学研究科・名誉教授

研究者番号：20219588

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：古代エジプト地域の数学については、従来はリンドパピルスのみでその数学を記述することが多かった。本研究では、とりわけ古代エジプト語の数学を、モスクワパピルスなど数学テキストはもちろんだらに關係する資料をも含めて検討し、ギリシャ数学やその後のアラビア数学などをも視野に入れ、広く当時の地中海地域の数学文化の中に位置づけた。また西洋における古代エジプト数学受容をも検討し、エジプト数学を総合的に再考し、数学史上に位置づけることを試みた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来古代エジプト数学はリンドパピルスの数学問題で代表させることが多かった。たしかにそれは最古のほぼ完全な数学テキストであるが、古代エジプト3000年を1点の作品で記述するのは適切ではない。他にも時代が下るとカイロパピルスが存在し、また数学テキストではないが、数学的記述が見られる少なからずのテキストが存在する。それらを解読し総合的に判断することによって、従来のエジプト数学の記述の変更を目指す。またエジプト科学文化が後の中世・近代西洋にどのような影響を与えたかを探求することで、エジプト文明を世界規模で歴史的に見直すことができる。

研究成果の概要(英文)：As for as the ancient Egyptian mathematics, only the Rhind Papyrus has been treated and described in the history of mathematics. In this study, we examine mathematical texts such as Moscow Papyrus and Cairo Papyrus, as well as related materials to mathematics. And we compare Egyptian mathematics with Greek and subsequent Arabic mathematics, in the points of mathematical methods and social and cultural contexts. We present new divisions of the contents and ages of contemporary mathematics. We also investigate the acceptance of the ancient Egyptian mathematics in the West, reconsider the Egyptian mathematics as a whole, and place it in the history of mathematical culture.

研究分野：科学史

キーワード：数学史 エジプト

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

古代エジプト数学といえばリンドパピルス (BM 10057-8) を指すことが多い。それは現存資料に限られ、数学史資料の大半がこのリンドパピルスに依存しているからである。これは第 12 王朝の前 1800 年頃書かれ、前 1550 年頃に書き写されたものが 1 点現存し、85 問の具体的問題からなる。それについては、『古代エジプトの数学問題集を解いてみる』NHK 出版 2017 で検討した。ところで古代エジプトは前 3000 年頃から古王国が始まり、前 30 年までおよそ 3000 年続き、数学史上最も長い時代を占める。そのためその数学をただ一点のリンドパピルスで代表させるのはあまりに無謀である。リンドパピルス以外のテキストをも視野に収め、さらに エジプト末期からアラビア数学が始まる頃までの数学をも含め、古代エジプト地域の数学を総合的に検討する必要があると認識したのが研究の背景である。

2. 研究の目的

リンドパピルスからアクミームパピルスまでの 3000 年以上にわたるエジプトにおける数学を解読し、従来の研究を踏まえながら、地中海数学というより広いパースペクティブのもとにエジプト数学を位置づける。いくつかのテキストは翻訳解説を行う。

3. 研究の方法

古代エジプトのテキストは少なからず編集出版され、なかには写真版や翻訳が存在する。それらを解読しなおし、さらにエジプトのみならずギリシャ数学なども視野に入れ再検討する。また近年の数学史研究成果をも含めて新しい歴史解釈を見出す。

4. 研究成果

(1) 時代区分を新たに示した：古代エジプトにおいてなされた数学は資料が少ないことから通常リンドパピルスを代表させることが多い。しかし使用された言語に応じてエジプト数学は 4 期に分けて考える必要がある。ヒエログリフによる数学 (中王国から第 2 中間期)。中王国で書かれたリンドパピルスやそれより少し古いモスクワパピルスが代表で、書き写された時期は医学のエーベルスパピルスなどが書き写されたのと同時期で、古代エジプトにおけるルネサンス期とみなすことができる。外来のヒクソスの支配下でそれ以前の古王国の文化を再興させたものであろう。デモティックによる数学 (前 300 頃から後 300 年頃)。プトレマイオス朝 (前 308 - 前 30) とその後で、デモティック字体で書かれている数学。代表はカイロパピルスで、1000 年以上も隔たっているにもかかわらずその内容はリンドパピルスと類似している。ただしリンドパピルスにはない「壁に立てかけた棒問題」8 問などが新たに加わり、この時代の数学には古代バビロニア数学の影響が指摘できる。ギリシャ語による数学。これはさらに相異なる二つに分けることができ、最初は、アレクサンドリアを中心にアポロニオスなどの古代ギリシャ高等数学 (前 300 - 前 250)。次に、のデモティック数学と同系統の数学がギリシャ語で書かれたもので、紀元後のミシガンパピルスなどが見られる。そこでは省略記号が用いられはじめ、ディオファントスの記号法との類似性が指摘できる。さらにアポデイクシスなどで検算が行われ、のデモティック数学との類似性が見られる。以上 2 つのギリシャ数学は、内容 (高等数学、実用数学)、執筆者 (書記などの行政者、数学者や研究者) という違いがあり、接点は現在のところ見当たらない。コプト・ギリシャ数学 (4 世紀 - 7 世紀頃)。プトレマイオス朝以来のギリシャ語の導入により、古代エジプト語を受け継いだコプト語やギリシャ語による数学テキストが書かれた。代表的なものは、コプト語の MS.Or. 5707 (大英博物館所蔵) や、ギリシャ語のアクミームパピルス (7 世紀)。これらはどれも実用的内容で計算を主とし、高等数学とは異なる。なかにはギリシャ数学とアラビア数学をつなぐものとしてのコプト数学のパリンプセスト (10 世紀) も存在する。以上の時代区分を含め概略は「古代エジプト末期の数学」で論じた。

(2) 分類を新たに示した：当時のエジプトにおける数学は内容から 3 種類に分類することができる。高等数学：『原論』やアルキメデスの作品など。これらの現存テキストは 9 世紀以降ビザンツで書き写されたものであり、元のパピルスでは殆ど残されていない。ヘロンの作品は高等数学と次の書記数学の中間に位置づけることができる。書記数学：書記が学校で教えた数学、計算マニュアルに記された学習テキストとしての数学。単位分数分解や乗法表などの表テキストと、具体的計算問題とその解からなる問題テキストがある。リンドパピルスやカイロパピルス、アクミームパピルスなどがその典型例で、古代ギリシャの分類ではロギスティケーに属する。行政数学：これは表やデータだけで、その背後にあると考えられる計算法自体が記述されることのない数学である。しかしそれらによってどのような数的処理を行っていたかがわかる。ライスナーパピルス I など建築文書、行政文書や医学文書に記されたものである。

(3) モスクワパピルス：25 問からなるこのパピルスはリンドパピルス出土と 500m も離れていないところで出土し、同一環境で書かれたと考えられる。しかし用語は異なり、まだ当時数学用語の標準化はなかった。論文「最古の数学テキスト」では、切頭錐体の体積を求める著名な問題 14 を検討した。その傾斜や現存ピラミッドから考えるとこの問題はオベリスクを想定した可能性がある。切頭錐体は錐体よりも現実的形であり、フーリスミーなどアラビア数学や中国数学にも同様の問題が存在する。

(4) デモティック数学：前 3 世紀頃書かれたデモティック数学パピルスであるカイロパ

ピルスは、リンドパピルスに似た内容を持つと同時に、リンドパピルスでは省かれていた計算方式を理解する上でも重要。カイロパピルスについては「デモティック数学の研究：カイロパピルス」で抄訳をつけ論じた。

(5) 非数学テキスト：時代の数学を検討する場合、通常は数学テキストを調べる。しかし古代エジプトには数学テキストは非常に少なく、数学以外のテキストである医学テキスト、建築現場の表、手紙、物語などに見られる計算を検討した。たとえば医学文献のエーベルスパピルスでは薬の調合に分数が見られ、それはエルを用いる単位分数表記ではあるが、ホルスの目をういた分数が用いられることもある。第19王朝時代に書かれたピルスのアナスタシ1には、書記の務めのひとつに計算があることを記述した事例がいくつか描かれている。そのうちのひとつは、書記がオベリスク運搬用の作業員の人数を決定するものである。新しく大きさの具体的な数値が知られたオベリスクが建造され、とりわけ本体が切頭四角錐であり、その体積を知る必要がある。切頭四角錐の体積はすでにモスクワパピルスに述べられている。したがってこの書記は体積を計算し、重量を推定し、過去の記録から作業人数を割り出したと考えられる。アナスタシ1は数学テキストではなく計算法は記述されていないが、このように様々な非数学テキストにより古代エジプト数学の様子が明らかになることを検討した。

(6) 古代エジプト数学の特徴：4期にわたる古代エジプト数学(2期の高等数学を除く)の特徴は次の点である。リンドパピルスやカイロパピルスに見られるように、具体的な実用的行政的計算が主である。実践的問題で小さい数を記述するため下位の単位が存在する。必要な場合、いわゆる単位分数が用いられ、それはギリシャ数学など広く地中海世界で用いられた。第2期以降になると $1/6$ や $5/6$ に結合体の記号が用いられ始めた。さらにデモティック数学では一般分数の表記が始まり、分母と分子を横一列に書き、ときに分子の数に下線をつけるなどの方法が取られた。単位分数分解はエジプト数学の発展を阻害したと言われることがあるが、そこには「今日的に見ると」数論の知識が背景にあり、単位分数分解はむしろエジプト数学の精華と言えるものであることを明らかにした。幾何学は計測が中心の計算問題である。多くは計算マニュアルであり、計算間違いや、表記の省略などが見られ、書記学校の教科書あるいは学習ノートであった可能性もある。するとそこには計算訓練のため実用性を超え仮想問題、非日常的問題、遊戯問題も作られるようになる。実際リンドパピルス問題79(初項7,公比7の5項の和)などには実用性はない。このような問題が含まれているということは、問題が単に実践的のみならず、計算訓練のための教育にも用いられてことを示す。テキストは具体的問題の寄せ集めでタイトルはない。練習を通じ計算法を理解するという手法が見られ、この具体的問題の寄せ集め形式はその後各文化圏の数学、そしてルネサンス期に至るまで見受けられる。円の計測など複雑な問題では、結果が概算で示される。ただしそれが概算という認識があったかは不明で、またその指摘もない。他方行政には正確さが第一で、確認のためしばしば検算が行われる。ただし検算自体の途中経過は省かれる場合が多い。文章にはしばしばセジェム・ケル・エフ形(モスクワパピルスなど)が用いられ、前文に続き必然的に生まれる結果を示し、合理的論述で書かれている。記述は簡潔で、「~せよ。すると~となる」という形に翻訳できる。そして操作順に計算が行われる。後でその計算が振り返られるということはない。これは文章というよりもむしろ口頭で教えられたことを意味する。問題にはしばしば図形が同時に描かれる。しかしその図形のみから問題が理解されるわけではない。3次元の問題では2次元の図が描かれている。それは3次元を描く方法が知られていなかったこともあるが、問題の提示段階のある一場面を取り出して描いていると考えればよいのかもかもしれない。

(7) 書記の役割：リンドパピルス冒頭に次のことが書かれている。「物事を理解するためと、あらゆるものと神秘とすべての秘密を知るための正道、...書記アアフ=メスである」。ここでいう正道はテプ・ヘセブで規則とも訳されるが、他方計算の意味もある。つまりここでは書記の役目のひとつに計算があることを示している。この書記(セシュ)は神官ともとれ、聖職者の役目に計算がある。これは多くの前近代文明にも見える。たとえばマヤ文明のランダ『ユカタン事物記』は、「[勘定法は彼等神官が]最も信を置き、最も尊重している学問であったが、神官なら誰でも皆その数え方を知っているというわけではなかった」と述べている。両文明では神官(書記)が重要な役目を果たすが、その役目のひとつに計算法があり、しかもそれは必ずしも習得が容易なものではなかったのである。マヤでは暦作成に計算が用いられ、また計算自体が暦の技術の一つであった。エジプトでは書記養成学校が存在し、資料は残されていないが、未来の書記は計算法を学んでいた。またマヤ文明と同様、暦さらに天文術に計算が用いられ、書記もそれに関わったことが想像される。

(8) 影響関係：『原論』との関係：第2期に書かれたギリシャ語高等数学のパピルスがいくらか現存するが、知られている限りそれらは『原論』に関係するもので、アルキメデスなどに関連するものは見つからない。ファウラーによれば、『原論』初期のパピルスは今日5点知られている[Fowler, *The Mathematics of Plato's Academy*, 1999, 209-215]。そのうちのひとつ、エレファンティネ島出土(P.Hib. i27)はエウクレイデスが活躍した前3世紀直後に書かれ、また内容が現存『原論』編集版とは少し異なる。こ

のことから、当時『原論』は筆写対象というだけではなく研究対象でもあったことが言える。またファイユーム出土のパピルス(P.Fay.9)は、現存のものとは異なる『原論』テキストが存在した可能性を示している。エウクレイデスは、アレクサンドリアあるいはその近郊ギリシャ人都市ネウクラテス(前625年建設)で活躍した可能性が高いが(後者はアラビアの伝承による)、そこから遠く離れたエレファンティネ島で『原論』が研究あるいは書き写されたことは、エジプトにおける高等学術における情報網の発達を物語る。以上ファウラーの主張をエジプト数学史の文脈の中で再検討した。保守性:古代エジプト数学の形式はリンドパピルス以降アクミームパピルスまで2000年以上も継承され、そこに目立って新規なものはない。それは計算が行政のために書記によって行われ、数学それ自体を研究するという文化はそこにはほとんど育たなかったことによる。また計算法に変化はなく、先行者の方法を受け継いでいくという保守性が多くのテキストを比較して見て取れる。バビロニア数学との影響関係:前6世紀後半から前5世紀前半にかけてのペルシャ人のエジプト侵入により、バビロニア数学(「壁に立てかけた棒の問題」「開平法」など)がエジプトにもたらされたと考えられる。さらにその数学(たとえば開平法など)はエジプトを通じてギリシャ数学に伝わった可能性がある。他方古代エジプトにはバビロニア特有の60進法を含む数理天文学資料は現在のところ見られないので、天文学はバビロニアから直接ギリシャに伝わったのかもしれない。後代におけるエジプト数学の意味:まず、エジプトでは単位分数分解計算の説明はされなかったが、ピサのレオナルド『算板の書』(1202)には多くの分数計算の方法が記述され、後者はエジプト数学における計算法理論の背景を探るうえで参考になることを明らかにした。「地中海文明における分数計算」で論じる予定。次に、西洋ルネサンス期におけるエジプト科学の評価を再検討し、最後に、ナポレオンのエジプト遠征の時代における古代エジプト科学を、デンデラの12宮図の発見と受容を通して「古代エジプトと年代学」で検討した。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計9件)

- 三浦 伸夫 古代エジプトと年代学, 現代数学, 査読無, 2019, 52(7), pp.60-65  
 三浦 伸夫 紀元前後のエジプト数学, 現代数学, 査読無, 2019, 52(6), pp.60-65  
 三浦 伸夫 ビザンツ数学史研究の諸問題, 現代数学, 査読無, 2018, 51(8), pp.62-67  
 三浦 伸夫 アポロニオスの数表記法, 現代数学, 査読無, 2018, 51(6), pp.67-72  
 三浦 伸夫 最古の数学テキスト: モスクワ・パピルス, 現代数学, 査読無, 2017, 50(11), pp.68-74  
 三浦 伸夫 『ギリシャ詞華集』に見るギリシャ数学, 現代数学, 査読無, 2017, 50(7), pp.69-74  
 三浦 伸夫 ゲッティンゲンと数学史研究: ノイゲバウアーの古代数学史記述, 現代数学, 査読無, 2017, 50(8), pp.70-75  
 三浦 伸夫 数学の「起源」, 現代数学, 査読無, 2016, 49(6), pp.70-75  
 三浦 伸夫 忘れられた数字の歴史, 現代数学, 査読無, 2015, 48(9), pp.70-75

〔学会発表〕(計0件)

〔図書〕(計1件)

- 三浦 伸夫 数学の歴史(改訂版), NHK出版, 2019. 全294頁.

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

## 6. 研究組織

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。