様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　５ 年　６ 月 ２０ 日現在

機関番号：３４４０７
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2018～2022
課題番号：１８Ｋ００２６９

研究課題名（和文）岳麓秦簡『数』より算経十書に至る中国古代数学の展開

研究課題名（英文）On Development of Ancient Chinese Mathematics - from the ''Shu" of Yuelu Academy to the Ten Computational Canons of Tang Dyansty

研究代表者
田村　誠（Tamura, Makoto）

大阪産業大学・全学教育機構・教授

研究者番号：４０３０９１７５

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　1,500,000円

研究成果の概要（和文）：算経十書中の『海島算経』、『孫子算経』、『張丘建算経』、『五曹算経』、『緝古算経』に対して、数理的・文化史的検証を加え、訳注を作成した。
『海島算経』の解法は、『九章算術』の句股術同様に図形の面積の相等を駆使したものであることを示した。また『緝古算経』の3次方程式の解法も、『九章算術』の開立方術の拡張であることを示し、両者の間にあった困難を明らかにした。その他、3次方程式の正の解の存在を保証している根拠を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義
以前の研究課題による秦漢期の成果と合わせ、本研究によって秦代から唐代に至る中国数学の研究資料の用に足る訳注がそろったことになる。その多くは完訳としては初めてであろう。
恩恵の一例として、前漢の『算数書』での平方根の近似分数、後漢の『九章算術』の開平方・開立方、三国魏の劉徽注による開帯従平方（2次方程式）、唐の『緝古算経』の開帯従立方（3次方程式）という展開が、一貫して図形の取り尽くしという考え方によるものであったこと、それぞれの段階にある困難とが明らかになった。

研究成果の概要（英文）：Towards the books "Haidao Suanjing", "Sunzi Suanjing", "Zhang Qiujian Suanjing", "Wucao Suanjing", and "Jigu Suanjing", we have added mathematical and cultural-historical considerations, and published as articles their translations into Japanese and their annotations.
We explianed that the methods of "Haidao Suanjing" is the combination of the same techniques as in the problems 17 - 24, Chapter 9 of "Nine Chapters of Mathematical Arts", which is particular version of Proposition 43, Volume 1 of Euclid's "Elements". We also showed that the solution method for cubic equations described in "Jigu Suanjing" is a generalization of the method to extract cubic root described in "Nine Chapters", and on the other hand, clarified the gap between them.
Furthermore, we clarified the reason why the existence of the positive solution of its cubic equation is guaranteed.

研究分野：科学技術史

キーワード：科学史　数学史　中国古代数学　『九章算術』　『海島算経』　『緝古算経』　句股術　3次方程式

※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、研究者個人に帰属します。

様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９（共通）

１．研究開始当初の背景

報告者らは３に述べるように中国古算書研究会を組織し、本研究開始までに

岳麓書院蔵秦簡『数』(秦代、前 212 年)
張家山漢簡『算数書』(前漢、前 186 年)
『九章算術』(後漢、1 世紀頃) 劉徽注(三国魏、263 年)　李淳風注（唐、7 世紀）

について、数理だけでなく中国秦漢期の文物も考察し、これらの書の訳注を作成してきた。言うまでもなく、中国古代数学の中で『九章算術』劉徽注は偉大な業績である。ただ残念ながら現存する最古の版は宋版であり、第五章までしかない。第六章以降は後代に伝わる版により復されているが、『海島算経』のように劉徽が原文を整えた可能性もあり、劉徽注と李淳風注の切り分けに疑問が残されていた。先行研究として、『九章算術』劉徽注では川原秀城氏の訳注が有名であるが、訳文のみで漢文と訓読が無いことと、また李淳風注が無いことで、劉徽注と李淳風注との切り分けの検証ができないという不満があった。

２．研究の目的

劉徽注と李淳風注の切り分けの検証を行うためには、劉徽の魏代と李淳風の唐代の書で比較の対象となる資料を整理し、両代の数学や用語の差異を比較検討できるようにする必要がある。そこで、当初次の 3 点を本研究の目的とした。

（１） 劉徽の著作である『海島算経』に精緻な訳注をつける。
（２） 算経十書中唐代の著作である『緝古算経』に精緻な訳注をつける。
（３） とくに方程式の取り扱いについて『九章算術』、劉徽注、『緝古算経』の比較をし、数理的差異と発展の過程を探る。

さらに研究期間中に、より多くの資料を求めて、次を加えた。

（４） 算経十書中、『九章算術』劉徽注（263 年）から『緝古算経』（626 年の少し前）の間に記された書として『孫子算経』（400 年頃か)、『張丘建算経』（466～485 年か)、『五曹算経』（6 世紀）について訳注をつける。

３．研究の方法

研究体制は、代表者の田村、分担研究者の張替の他、研究協力者として大川俊隆氏、小寺裕氏、角谷常子氏、吉村昌之氏、馬場理惠子氏で中国古算書研究会を組織した。研究会では、訳注執筆の主担当者を決め、その原稿に対して、田村・張替が主に数理から、大川・角谷・吉村・馬場が主に文献史料や古代文物の面から、小寺が主に和算との関連から検証し、研究会で討論した。成果は、主として大阪産業大学論集人文科学編に論文として公表し、また田村と張替が独自の検証を加えて学会発表した。

４．研究成果

（１）　『海島算経』の和訳本は竹之内脩氏の自費出版のものもあるが、やはり川原氏のものと同様に原文と訓読がなく、和訳と解法を述べるだけであった。沈康身らの『九章算術』英訳本(1999)では、劉徽が句股章に続く第十章として著した『海島算経』も扱われており、詳しい解説がされている。我々の訳注でも、『海島算経』で書かれた測量術が『九章算術』句股章の後半の方法と同様の、すなわちユークリッドの『原論』巻一命題 43 の特別な場合である、長方形の面積の相等を駆使したものであることを詳細に解説した。

（２）　『緝古算経』については、本研究申請準備時点では和書に限らず訳注本が無かったのであるが、申請期間前後に Tina Su Lyn Lim と Donald B. Wagner による英訳本が出されたことを本研究期間中に知った。先行された形ではあるが、それだけ世界でも関心を集めるテーマであったともいえる。本研究では英訳本と同様に、3 次方程式の解法がどのような図形の分割によって得られるかを詳細に解説した。

（３） 本研究では、『緝古算経』について(2)に加えてさらに、開立方術が立体の取り尽くし法であること、開立方術から 3 次方程式の解法への困難は考える立体が複数となることにあったこと、最小の辺長を未知数として選ぶことで正の解の存在を保証していることなどを明らかにした。本研究によって、

秦・前漢	『算数書』	平方根の近似分数
後漢	『九章算術』	開平方，開立方
三国魏	劉徽注	開帯従平方（2 次方程式）
唐	『緝古算経』	開帯従立方（3 次方程式）

という数学的展開が一貫して図形の取り尽くしという考え方によるものであったことと、それぞれの段階の差異とが明らかになった。

また句股術の展開について、『九章算術』および劉徽注では面積の相等を駆使して解法を与えているが、劉徽か劉徽以前かの切り分けはまだ不明である。一方『緝古算経』では、立体の体積を考えることでより複雑なケースで解法を与えることができている。本研究では、これがある条件下では算題に取り上げられるケースに最善を尽くしていることを示した。

（４） 本研究では、『孫子算経』、『張丘建算経』、『五曹算経』にも訳注をつけた。

- 『孫子算経』は、算木の置算法を説明するなど初学者向けのものとされるが、中国剰余定理のように重要な算題も含んでいる。同定理の算題だけ解説されたものは見かけるが、和書への完訳はおそらく初めてであろう。
- 『張丘建算経』は、『九章算術』と類題も多く中級の算書とされる。しかし連立１次方程式や開立方も含み、百鶏算で有名な不定方程式の算題も含んでいる。おそらくは『九章算術』の抄本としてとりまとめ、当代の発展的要素も取り込もうとした書であろうことが明らかとなった。これもまた和書への完訳は初めてであろう。
- 『五曹算経』は、多くは概算で、役人の徴税用計算指南書という性格である。この書はとくに制度史の研究者に注目されている。数学的には誤謬を多く含んでいるものの、実用的には概算を用いていたことが明らかとなった。完訳は初めてであろう。

本研究の成果は発表準備中であり、研究機関後の 2023 年に順次発表の予定である。

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計21件（うち査読付論文　19件／うち国際共著　0件／うちオープンアクセス　21件）

１．著者名 馬場理惠子 他 中国古算書研究会（含む 田村誠、張替俊夫）	４．巻 48
２．論文標題 『五曹算経』訳注稿（1）	５．発行年 2023年
３．雑誌名 大阪産業大学論集　人文・社会科学編	６．最初と最後の頁 掲載予定
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

１．著者名 張替俊夫 他 中国古算書研究会（含む 田村誠）	４．巻 48
２．論文標題 『緝古算経』訳注稿（5）	５．発行年 2023年
３．雑誌名 大阪産業大学論集　人文・社会科学編	６．最初と最後の頁 掲載予定
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

１．著者名 張替俊夫 他 中国古算書研究会（含む 田村誠）	４．巻 47
２．論文標題 『緝古算経』訳注稿（4）	５．発行年 2023年
３．雑誌名 大阪産業大学論集　人文・社会科学編	６．最初と最後の頁 1-17
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

１．著者名 田村誠、張替俊夫 他 中国古算書研究会	４．巻 46
２．論文標題 『緝古算経』訳注稿（3）	５．発行年 2022年
３．雑誌名 大阪産業大学論集　人文・社会科学編	６．最初と最後の頁 1-26
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 田村誠 他 中国古算書研究会（含む 張替俊夫）	4．巻 45
2．論文標題 『緝古算経』訳注稿（2）	5．発行年 2022年
3．雑誌名 大阪産業大学論集　人文・社会科学編	6．最初と最後の頁 1-31
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 大川俊隆、田村誠他 中国古算書研究会（含む 張替俊夫）	4．巻 44
2．論文標題 『緝古算経』訳注稿（1）	5．発行年 2022年
3．雑誌名 大阪産業大学論集　人文・社会科学篇	6．最初と最後の頁 47-79
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 田村誠	4．巻 43
2．論文標題 『緝古算経』の3次方程式の解法について	5．発行年 2022年
3．雑誌名 津田塾大学　数学・計算機科学研究所報（第31回数学史シンポジウム報告集）	6．最初と最後の頁 133-147
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 田村誠他 中国古算書研究会（含む 張替俊夫）	4．巻 44
2．論文標題 『張丘建算経』訳注稿（7）	5．発行年 2022年
3．雑誌名 大阪産業大学論集　人文・社会科学篇	6．最初と最後の頁 17-46
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

１．著者名 田村誠他 中国古算書研究会（含む 張替俊夫）	４．巻 43
２．論文標題 『張丘建算経』訳注稿（6）	５．発行年 2021年
３．雑誌名 大阪産業大学論集　人文・社会科学篇	６．最初と最後の頁 21-54
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

１．著者名 田村誠他 中国古算書研究会（含む 張替俊夫）	４．巻 42
２．論文標題 『張丘建算経』訳注稿（5）	５．発行年 2021年
３．雑誌名 大阪産業大学論集　人文・社会科学篇	６．最初と最後の頁 35-54
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

１．著者名 馬場理惠子他 中国古算書研究会（含む 田村誠、張替俊夫）	４．巻 42
２．論文標題 『張丘建算経』訳注稿（4）	５．発行年 2021年
３．雑誌名 大阪産業大学論集　人文・社会科学篇	６．最初と最後の頁 1-34
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

１．著者名 馬場理惠子他 中国古算書研究会（含む 田村誠、張替俊夫）	４．巻 41
２．論文標題 『張丘建算経』訳注稿（3）	５．発行年 2021年
３．雑誌名 大阪産業大学論集　人文・社会科学篇	６．最初と最後の頁 1-26
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 大川俊隆他 中国古算書研究会（含む 田村誠、張替俊夫）	4．巻 40
2．論文標題 『張丘建算経』訳注稿（2）	5．発行年 2020年
3．雑誌名 大阪産業大学論集　人文・社会科学篇	6．最初と最後の頁 19-52
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 大川俊隆他 中国古算書研究会（含む 田村誠、張替俊夫）	4．巻 39
2．論文標題 『張丘建算経』訳注稿（1）	5．発行年 2020年
3．雑誌名 大阪産業大学論集　人文・社会科学篇	6．最初と最後の頁 1-35
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 張替俊夫他 中国古算書研究会（含む 田村誠）	4．巻 38
2．論文標題 『孫子算経』訳注稿（3）	5．発行年 2020年
3．雑誌名 大阪産業大学論集　人文・社会科学篇	6．最初と最後の頁 1-37
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 馬場理惠子他 中国古算書研究会（含む 田村誠、張替俊夫）	4．巻 37
2．論文標題 『孫子算経』訳注稿（2）	5．発行年 2019年
3．雑誌名 大阪産業大学論集　人文・社会科学篇	6．最初と最後の頁 1-42
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 大川俊隆他 中国古算書研究会（含む 田村誠、張替俊夫）	4．巻 36
2．論文標題 『孫子算経』訳注稿（1）	5．発行年 2019年
3．雑誌名 大阪産業大学論集　人文・社会科学篇	6．最初と最後の頁 1-42
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 田村誠	4．巻 41
2．論文標題 劉徽の句股術の解釈について	5．発行年 2019年
3．雑誌名 津田塾大学　数学・計算機科学研究所報（第29回数学史シンポジウム報告集）	6．最初と最後の頁 205-214
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 田村誠 他 中国古算書研究会（含む 張替俊夫）	4．巻 35
2．論文標題 『海島算経』訳注稿（2）	5．発行年 2019年
3．雑誌名 大阪産業大学論集　人文・社会科学篇	6．最初と最後の頁 1-23
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 張替俊夫 他 中国古算書研究会（含む 田村誠）	4．巻 34
2．論文標題 『海島算経』訳注稿（1）	5．発行年 2018年
3．雑誌名 大阪産業大学論集　人文・社会科学篇	6．最初と最後の頁 1-18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 田村誠 他 中国古算書研究会（含む 張替俊夫）	4．巻 33
2．論文標題 『九章算術』訳注稿（31）	5．発行年 2018年
3．雑誌名 大阪産業大学論集　人文・社会科学篇	6．最初と最後の頁 1-19
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

〔学会発表〕　計11件（うち招待講演　0件／うち国際学会　0件）

1．発表者名 田村誠
2．発表標題 『緝古算経』の方程式について
3．学会等名 日本数学会2023年度年会
4．発表年 2023年

1．発表者名 張替俊夫
2．発表標題 『緝古算経』の逸文の復元について
3．学会等名 日本数学会2023年度年会
4．発表年 2023年

1．発表者名 田村誠
2．発表標題 開帯従立方について
3．学会等名 日本数学会2022年度秋季総合分科会
4．発表年 2022年

１．発表者名 田村誠
２．発表標題 『緝古算経』の3次方程式の解法について
３．学会等名 第31回数学史シンポジウム
４．発表年 2022年

１．発表者名 張替俊夫
２．発表標題 『孫子算経』と和算
３．学会等名 日本数学史学会・第26回数学史研究発表会
４．発表年 2019年

１．発表者名 張替俊夫
２．発表標題 盈不足術による開平方の近似計算
３．学会等名 日本数学会2019年度秋季総合分科会
４．発表年 2019年

１．発表者名 田村誠
２．発表標題 劉徽による句股術の解釈について
３．学会等名 第23回科学史西日本研究大会
４．発表年 2019年

１．発表者名 田村誠
２．発表標題 中国古代数学における句股術について
３．学会等名 日本数学会 2019年度年会
４．発表年 2019年

１．発表者名 張替俊夫
２．発表標題 中国古代の円面積の計算について
３．学会等名 日本数学会 2019年度年会
４．発表年 2019年

１．発表者名 田村誠
２．発表標題 劉徽の句股術の解釈について
３．学会等名 第29回数学史シンポジウム
４．発表年 2018年

１．発表者名 張替俊夫
２．発表標題 『海島算経』の比例計算について
３．学会等名 日本数学会 2018年度秋季総合分科会
４．発表年 2018年

〔図書〕　計1件

1．著者名 日本数学史学会（共著、含む 田村誠、張替俊夫）	4．発行年 2020年
2．出版社 丸善出版	5．総ページ数 746
3．書名 数学史事典	

〔産業財産権〕

〔その他〕

中国古算書研究会
http://pal.las.osaka-sandai.ac.jp/~suanshu/
大阪産業大学リポジトリ
https://osu.repo.nii.ac.jp/

論文公開URL
『緝古算経』訳注稿
(4)　http://id.nii.ac.jp/1338/00002492/　(3)　http://id.nii.ac.jp/1338/00002451/　(2)　http://id.nii.ac.jp/1338/00002417/
(1)　http://id.nii.ac.jp/1338/00002393/
『緝古算経』の3次方程式の解法について https://www2.tsuda.ac.jp/suukeiken/math/suugakushi/sympo31/
『張丘建算経』訳注稿
(7)　http://id.nii.ac.jp/1338/00002394/　(6)　http://id.nii.ac.jp/1338/00002353/　(5)　http://id.nii.ac.jp/1338/00002269/
(4)　http://id.nii.ac.jp/1338/00002270/　(3)　http://id.nii.ac.jp/1338/00002256/　(2)　http://id.nii.ac.jp/1338/00002282/
(1)　http://id.nii.ac.jp/1338/00002216/
『孫子算経』
(3)　http://id.nii.ac.jp/1338/00002205/　(2)　http://id.nii.ac.jp/1338/00002164/　(1)　http://id.nii.ac.jp/1338/00002137/
劉徽の句股術の解釈について https://www2.tsuda.ac.jp/suukeiken/math/suugakushi/sympo29/
『海島算経』訳注稿
(2)　http://id.nii.ac.jp/1338/00002101/　(1)　http://id.nii.ac.jp/1338/00002088/
『九章算術』訳注稿（31）　http://id.nii.ac.jp/1338/00002024/

6．研究組織

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
研究分担者	張替　俊夫 (Harikae Toshio) (50309176)	大阪産業大学・全学教育機構・教授 (34407)	

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
研究協力者	大川　俊隆 (Ohkawa Toshitaka)		
研究協力者	小寺　裕 (Kotera Hiroshi)		

６．研究組織（つづき）

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
研究協力者	馬場　理恵子 (Baba Rieko)		
研究協力者	角谷　常子 (Sumiya Tsuneko)		
研究協力者	吉村　昌之 (Yoshimura Masayuki)		

７．科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕　計0件

８．本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関