

京都大学	博士（文学）	氏名	徳武 太郎
論文題目	The <i>Triśatībhāṣya</i> , an Anonymous Commentary on the <i>Triśatī</i> of Śrīdhara: A Study, Critical Edition of the Text, English Translation with Mathematical Notes, and Appendices		

（論文内容の要旨）

『トリシャティー』はインドの数学者シュリーダラ（800年頃）がサンスクリットで著した算術書であり、『トリシャティーバーシュヤ』は同書に対する著者未詳の注釈である。本研究の目的は、『トリシャティーバーシュヤ』の校訂本と英訳を提示し、同書をインド算術の歴史に正しく位置付けることである。

『トリシャティー』はシュリーダラの大著『パーティーガニタ』の要約であり、初心者のための簡便な算術教科書である。バースカラ2世の『リーラーヴァティー』

（1150年）の出現以降は人気の座を譲ることになるが、今でも10を超える写本が南北インドで伝えられることから、12世紀以降も『トリシャティー』には簡便な算術教科書としての需要があったと考えられる。実際に、11世紀の算術書『ガニタティラカ』に対するシンハティラカ（13世紀後半）による注釈（以下、シンハティラカ注）をはじめ、後世のテキストにおいて『トリシャティー』は頻繁に引用される。同書は1899年に一度出版されているが、そこには編者のS. Dvivedīが参照した写本の情報が与えられていないという重大な問題がある。それにもかかわらず、先行研究の大半は出典不明の同刊本のみを使用してきた。つまり、『トリシャティー』の研究は120年以上もの間、信頼に足る基礎資料を欠いた状態が続いている。一方『パーティーガニタ』は、著者未詳の注釈『パーティーガニタティーカー』を伴う、後半が欠落した1本の写本にしか残されていない。Shukla1959はこの不完全な写本に基づき、『パーティーガニタ』を『パーティーガニタティーカー』と共に校訂し、前者のみを英訳した。

『トリシャティーバーシュヤ』は唯一の完全な写本（LD Institute, Ahmedabad, 1559：以下A<sub>1</sub>写本）にのみ伝えられ、Dvivedīの刊本には収録されておらず、先行研究は皆無であった。『トリシャティー』が算術の規則と例題を韻文で簡潔に表現するのに対して、『トリシャティーバーシュヤ』はそれらを散文で説明し、書板上でおこなわれた算術計算の細部を示してくれる。その意味で、『トリシャティーバーシュヤ』はインド算術の歴史的発展の過程を解明するための貴重な資料である。

本研究は第I部Study、第II部Sanskrit Text、第III部English Translation、第IV部Appendicesという全4部より成る。以下に各部の要約を示す。

### 第I部Study

第I部は全9章より成る。第1章では本研究で扱うテキストとその著者についての情報をまとめている。1.1節ではシュリーダラの年代および在所、『トリシャティー』をは

はじめとする彼の著作、インド数学史における『トリシャティー』の位置付けについて、先行研究に基づいて概観する。1.2節では『トリシャティー』というタイトルの意味、同書の構成、先行訳に関する情報を整理している。1.3節では『トリシャティーバーシュヤ』というタイトルの意味、同注釈の特徴についてまとめ、1.4節では現在入手可能な『トリシャティー』の写本15本の情報を提示し、A<sub>1</sub>写本の親写本について得られた情報を整理する。

第2章では、『トリシャティーバーシュヤ』の言語的特徴の分析を通じて、その著者の年代と在所の特定を試みている。言語的特徴としては次のものが挙げられる：i) *bhāga-hāra*-「割り算」ではなく *bhāgāhāra*-の使用；ii) Middle Indo-AryanやNew Indo-Aryanの数詞の使用；iii) 地方語の影響が見られる九九のような掛け算表の一部への言及；iv) アパブランシャで書かれた詩節の引用；v) 非パーニニ文法学に由来する文法説明；vi) 「利率」という意味での *vyāja*-の使用。i) の *bhāgāhāra*-という語形は、著者未詳の算術書『パンチャヴィンシャティカー』に対して古グジャラーティーで書かれた注釈『バーラボーダーンカヴリッティ』（1428/29年）でも使用されている。vi) についてはシンハティラカ注に加えて、中世グジャラートの文書の集成である『レーカパッダティ』においても *vyāja*-が「利率」の意味で用いられている。以上を踏まえて、『トリシャティーバーシュヤ』の著者は12世紀から15世紀の間のどこかの期間にグジャラートで活躍したと暫定的に推定する。次いで、A<sub>1</sub>写本の冒頭のフレーズと『トリシャティーバーシュヤ』の冒頭の2詩節の内容から、その著者の信仰対象の特定を試みたが、それを決定付ける記述を見出すことはできていない。

第3章では、『トリシャティーバーシュヤ』にみられる言語的特徴を第2章よりも詳しく項目別にまとめる。ただし、その全てが同書に帰せられる言語的特徴ではなく、なかにはA<sub>1</sub>写本の写字生に帰せられる特徴もあるかもしれない。

第4章では、『トリシャティーバーシュヤ』の著者が見ていた『トリシャティー』の写本に関する考察をおこなう。まずA<sub>1</sub>写本とDvivedīの刊本における詩節の配列順序と韻律の違いをまとめ、A<sub>1</sub>写本に基づく『トリシャティー』の新たな詩節番号を提示する。A<sub>1</sub>写本とDvivedīの刊本の詩節数はそれぞれ183詩節半と179詩節半であり、『トリシャティー』という書名が示す数（300）と一致していない。次いで、『トリシャティーバーシュヤ』が与える『トリシャティー』の4例題に対する解法をDvivedīの刊本の散文部分が与える解法と比較する。ただし、そのうちの2例題の解法については第6章にて詳述している。比較の結果、『トリシャティーバーシュヤ』の著者が見ていた『トリシャティー』の写本にも散文部分が含まれていたが、内容の重複を避けるために、彼はそれらを引用しなかったという結論に至っている。

第5章では、『トリシャティーバーシュヤ』の記述に基づき、平方と平方根を求めるためのアルゴリズムを復元し、それを他のテキストに与えられるアルゴリズムと比較する。その結果、『トリシャティーバーシュヤ』はシンハティラカ注と以下の2つの手

順を共有することが明らかとなった。i) 平方のアルゴリズムにおいて、途中の計算結果を元の数字の下に書く；ii) 平方根のアルゴリズムにおいて、割り算を実行する前に商を仮に下に書く。シンハティラカは13世紀後半にグジャラートで活躍したジャイナ教徒の学者であり、彼の年代と在所は第2章で推定した『トリシャティーバーシュヤ』の著者のそれらと重なる。このことから、i) とii) の手順はグジャラートにおける算術の伝統に由来する可能性があることを指摘する。

第6章では、複数の単位で表された量を最高位の単位に統一するための規則である「蔓の同色化」(vallī-savarṇana-) について、『トリシャティーバーシュヤ』における同規則の用法を検討する。『トリシャティーバーシュヤ』は「蔓の同色化」により『トリシャティー』が与える次の2例題を解く。i)  $(5 \text{ purāṇa-s} + 3 \text{ paṇa-s} + 1 \text{ kākiṇī} - 1 \text{ varāṭaka} - 1/5 \text{ varāṭaka})$ の単位(値段)をpurāṇaに統一する；ii)  $a:b=c:x$ というタイプの比例式  $(1 + 1/2 \text{ droṇa-s} + 3 \text{ kuḍava-s}) : 8 = (1 \text{ khārī} + 1 \text{ droṇa}) : x$ における $x$ を求める。例題i) では与えられた数値を最高位の単位に統一した後で、今度は逆に、下位の単位で表した元の数値を計算していた。前半は蔓の同色化の通常用法であり、後半はおそらく検算である。これと同じ用法はシンハティラカ注にもみられる。例題ii) では $a$ と $c$ を同一の単位(体積)にするために、それぞれに対して蔓の同色化の規則を適用するが、与えられた数値を最高位ではなく、最下位の単位に統一し、整数値を求めていた。例題ii) への解法は『パーティーガニタティーカー』にも示されるが、そこでは通常「蔓の同色化」により最高位の単位に統一している。そして例題i) の検算の数値と例題ii) の最下位の単位に統一された数値は、Dvivedīの刊本における『トリシャティー』の散文部分にも与えられている。このことから、『トリシャティーバーシュヤ』の著者とシンハティラカは、当該の例題に対する散文部分を含む『トリシャティー』の写本を見ていた可能性が大きいことを指摘している。

第7章ではsavarṇana-「同色化」という語の各テキストにおける用法を調査する。この語は「分数の同色化」(kalā-savarṇana-) というトピックで扱われる計算に関連して使用され、その意味は次の2つに大別される：i) 分数の加減のために分母をそろえること、いわゆる通分；ii) 複合分数(複数の分数で表された分数)を、そのままでは足し算などの演算の対象にならないので(四則演算は2つの数を対象とする)、演算の対象となり得る1つの分数に変換すること。『トリシャティーバーシュヤ』も基本的にはi) とii) の用法に従うが、比例計算の一種である五量法(pañca-rāśika-)の文脈においては、通常とは異なる意味でsavarṇana-を用いる。すなわち、多量翼(bahu-rāśi-pakṣa-)の少量翼(stoka-rāśi-pakṣa-)による割り算の前段階として、複数項から成るそれぞれの翼を1つの項(数)にまとめることを意味する。また、現存資料をみる限り、『トリシャティー』の著者シュリーダラは分数の同色化における6つの名称—「部分類」「重部分類」「部分付加類」「部分除去類」「部分部分類」「部分母類」—を用いて、6番目の「部分母類」を導入した最初の数学者であることが判明した。

第8章では、『トリシャティーバーシュヤ』の記述から不均等堀の測量方法を復元し、*lamba-*と*kaḍi-*という2語の意味について検討する。不均等堀の測量方法は次の3段階から成る：i) 複数の不均等な位置に糸を張る；ii) 糸を一本にする；iii) 一本の糸を測量した位置の数だけ折り返す。これにより不均等堀における長さ、幅、または深さの平均を求めていることを明らかにした。『トリシャティーバーシュヤ』では*lamba-*は「垂線」「長さ」「深さ/高さ」という3つの意味で用いられている。*kaḍi-*については、New Indo-Aryanで「梁」や「壁」などを意味する*kata-*という語から派生したものであり、『トリシャティーバーシュヤ』の著者が建築関連の文献から借用した可能性を指摘する。

第9章では、第1～8章までの内容を踏まえて、インド算術の歴史的発展の過程における『トリシャティーバーシュヤ』の位置付けに関する見解を提示する。同書の著者とシンハティラカは数多くの共通点（年代、在所、アルゴリズムの特徴、見ていた『トリシャティー』の写本の系統、など）を有することから、彼らが同時代人であった可能性もある。しかしながら現時点ではそれを裏付ける決定的証拠は見出せないため、第2章で推定した年代と在所に変更はない。『トリシャティーバーシュヤ』の著者がジャイナ教徒であったかは定かではないが、彼の算術、非パーニニ文法学、建築等に関する知識は、ジャイナ教徒たちの学習環境—シンハティラカも同様の環境で研究に従事したのかもしれない—で得られたものと考えerことは十分に可能である。『トリシャティーバーシュヤ』は、中世グジャラートの文献に共通する特徴を有することから、「グジャラート算術」と呼ばれ得る算術の伝統を伝える史料と位置付けることができる。グジャラートには『トリシャティーバーシュヤ』以外にも『トリシャティー』に対する注釈書が複数現存する。そしてこのことは、同地域において日常生活に必要な計算を学ぶために『トリシャティー』が広く読まれていたことを示す。

## 第II部 Sanskrit Text

凡例を示した上で、*A*<sub>1</sub>写本と*Dvivedi*の刊本に基づく『トリシャティー』および『トリシャティーバーシュヤ』の校訂本を提示する。異読 (*variant readings*) については適宜*apparatus*に示している。

## 第III部 English Translation

第II部のテキストに対応する部分の英訳を提示する。読者が理解しやすいように、原則として段落ごとに数学的内容を解説した*Note*を付している。

## 第IV部 Appendices

第IV部はAppendices A～Fの6部構成である。Appendix Aでは*A*<sub>1</sub>以外の6本の写本の奥書のテキストと英訳を提示した。Appendix Bでは*A*<sub>1</sub>写本に含まれる図の画像を列挙

する。Appendix Cでは第I部第6章で扱った『パーティーガニタティーカー』のテキストと英訳を示す。Appendix Dでは、『トリシャティー』の規則と例題について、他の数学書におけるそれらとの対照表 (concordance) を提示する。Appendix Eは『トリシャティーバーシュヤ』に用いられる算術用語のトピックごとの語彙集 (glossary) である。Appendix Fは『トリシャティー』と『トリシャティーバーシュヤ』のそれぞれの索引である。

### **Bibliography**

本研究において参照した文献を一次資料・辞典 (primary sources and dictionaries) と二次資料 (secondary sources) に分けて提示する。

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、インド中世の数学者シュリーダラ（800年頃）によって著わされたサンスクリット語の算術書『トリシャティー』に対する著者未詳の未出版の注釈書について、校訂研究を行ったものである。『トリシャティー』は同著者による算術書『パーティーガニタ』の綱要書であるが、12世紀にバースカラ2世が著した『リーラーヴァティー』に取って代わられるまでは、簡便な算術教科書として人気があったと思われる、いまでも十数本の写本がインド各地に伝えられている。また、12世紀以降もいくつかの算術書には直接的な影響を与えていたことが知られている。このように『トリシャティー』はインドの数学史上、非常に重要な作品の一つである。しかし、この書には1899年に出版された刊本しか存在せず、現在までの研究はほぼその刊本に基づいているが、その刊本は写本情報を記載しておらず、また欠落と思われる箇所があるなど、学術的に信頼に足るものではない。また『パーティーガニタ』についても、現在までに発見されているのは、前半を保存する写本1本のみであり、その写本に基づく校訂・英訳が出版されているのみである。このような状況で、論者は最終的には『トリシャティー』の校訂研究を目指しつつも、その前段階として、本博士論文では1本の写本のみで伝えられている、未出版の注釈書の校訂研究を実施した。

本論文は第1部研究、第2部校訂テキスト、第3部解説付き英訳、第4部付録の4部構成になっている。そのうち本論文の最大の功績と言えるのは、第2部の校訂テキストと第3部の解説付き英訳である。『トリシャティー』は、加減乗除の四則、平方と平方根、立法と立方根、分数、比例などの基本的な算術の規則を扱っている算術綱要書ではあるが、かなり圧縮した韻文で表されているため、それだけで理解するのは難しい。論者が校訂した注釈書は、その韻文に対して散文で注釈を施し、時には具体的な数字を使って計算例を示してくれる点で非常に有用である。また、『トリシャティー』に述べられる例題については、注釈においてその解法が使用する規則とともに説明される。特に注目に値するのは、計算例や例題の解法において、石板または地面を使ったと思われる筆算のやり方が具体的に述べられている点であり、ここから当時の人々がどのように計算を行っていたかを伺うことができる。また、例題とその解法は、貨幣や度量衡の異なる単位間の換算、池を掘るためにかかる人夫の賃金など、日常生活のどのような場面で算術を必要としていたのかを示唆するものが多く、当時の文化史の解明にも有用である。さらに第3部の英訳では、サンスクリットの原文の語法に忠実な訳を志しており、サンスクリットでの算術の表現方法を訳からも知ることができる。そのためにわかりにくい表現になってしまっているところもあるが、規則・例題ごとに付されている、現代の数学表記を使った詳しい解説がその難を補い、読者の理解を助けてくれる。

第1部では、論者は第2部の校訂テキストと第3部の英訳に基づいて、著者未詳のこの注釈書をインド数学史の中に位置づけようと試みている。まず、中期インド語の混入などの言語的特徴、他の算術書と比較しての専門用語の用法や計算手順の特徴な

どを分析し、おおよその制作年代と地域を12から15世紀の間にグジャラートで制作されたとほぼ確定した。また、他の算術書との影響関係、特に『ガニタティラカ』に対するシンハティラカによる注釈書との親近性をはじめとして、中世グジャラートの数学文献に共通する特徴を持つことから、グジャラート地域のジャイナ教徒たちの算術伝統の中で制作された「グジャラート算術」と呼ばれる伝統を伝える史料の一つと結論づけた。ただし、本注釈書の著者がジャイナ教徒であったどうかは確定できない。ジャイナ教徒は、ムガル期の宝石商や現代のジャイナ系財閥など、伝統的に商業活動に従事していたため、インドの算術伝統においても重要な役割を果たしてきた。本注釈書もそのようなジャイナの算術伝統を裏付けるものとなっている。

全体として本論文は、まず論者自身が企図している『トリシャティー』の校訂研究にとって非常に有益である。さらに『トリシャティー』のように数学史上重要な作品について、その注釈書を学術的に信頼のおける校訂テキストと現代語訳および数学的内容の解説という形で提供することは、インドの数学史研究にとって貴重な貢献である。しかし、現存写本が1本のみの作品の校訂作業には特有の難しさがあり、本論文もその難点を免れてはいない。論者は、作品自体の言語的特徴を写本の伝承過程での誤写などから生じる特徴と区別することの困難さに言及し、写本の読みを訂正することに非常に慎重であるが、調査委員からはやはり両者をできる限り区別し、それを校訂に反映させるべきであるとの指摘がなされた。この点については、論者が今後さまざまな種類の写本を扱う経験を積んでいくことで、よりバランスのとれた判断ができるようになることを期待される。

以上、審査したところにより、本論文は博士（文学）の学位論文として価値あるものと認められる。令和6年1月22日、調査委員3名が論文内容とそれに関連した事柄について口頭試問を行った結果、合格と認めた。

なお、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当分の間、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。