

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 10 日現在

機関番号：24403

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009 ～ 2012

課題番号：21300325

研究課題名（和文） 古代中世数学文献の図版のデータベース化

研究課題名（英文） Database of the diagrams of ancient and medieval mathematical works.

研究代表者

齋藤 憲 (SAITO KEN)

大阪府立大学・人間社会学部・教授

研究者番号：10221988

研究成果の概要（和文）：数学文献の写本に現れる図版を容易かつ正確に再現するソフトウェア DRaFT の開発をおこなった。これによって次の著作の主要写本における図版を再現し、公開した：エウクレイデス『原論』6, 11, 12, 13 巻（12 巻について他の伝承と大きく異なり、未刊行であったボローニャ写本の図版を含む）、メネラオス『球面論』アラビア語訳の Al-Harawī 版。これらの図版とソフトウェアは <http://www.greekmath.org> に掲載されている。また、異なる写本の図版に異同がある場合の校訂の原則について、提案をおこなった。

研究成果の概要（英文）：We have developed a software DRaFT which enables easy and accurate reproduction of mathematical diagrams which appear in manuscripts. The reproduction of the diagrams in major manuscripts of following works has been published: Euclid's *Elements* Books VI, XI, XII, XIII (including those of Book XII in Bologna manuscript, which are considerably DIFFERENT from other traditions, and have been inedited), Arabic version of Menelaus' *Spherics* by Al-Harawī. The reproduction as well as the software is available at <http://www.greekmath.org>. We have also made some suggestions concerning the principle of critical assessment of variants of diagrams in different manuscripts.

交付決定額

（金額単位：円）

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| 2009 年度 | 2,000,000 | 600,000 | 2,600,000 |
| 2010 年度 | 2,100,000 | 630,000 | 2,730,000 |
| 2011 年度 | 2,000,000 | 600,000 | 2,600,000 |
| 2012 年度 | 1,300,000 | 390,000 | 1,690,000 |
| 年度 | | | |
| 総計 | 7,400,000 | 2,220,000 | 9,620,000 |

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学社会学・科学技術史

キーワード：科学史

1. 研究開始当初の背景

ギリシャ数学に代表される古代中世の数学文献には図版が付随するが、現代の校訂版では、それが正確に再現されていないことは、研究代表者の以前の研究（課題番号 17300287, 2005-07 年度）で明らかになった。そこで図版に関する研究

をさらに深めること必要性が認識され、またその研究を補助する適切なツールが必要とされることになった。

2. 研究の目的

古代中世数学文献の図版を、正確かつ見やすく再現するツールを提供すると

もに、個々の図版に現れる図形（三角形，円など）やその幾何学的特徴（円の接線など）を記録し，特定の特征（例：並行六面体を含む，円の接線を含む，など）を持つ図版を検索可能にするデータベースを作成し，古代・中世数学の研究の基礎資料を提供すること．

3. 研究の方法

写本の図版の計量的データ（各点の座標と直線，曲線に関するデータ）を記録し，それに基づく図版を再現するソフトウェアを作成し，さらにこのソフトウェアに，図版の幾何学的特徴を記録する機能を付加する．

3. 研究成果

(1) 図版の再現・そのデータベース化のためのソフトウェア開発と公開：以前の研究課題「ギリシア数学文献における図版の校訂に関する研究」で開発した，図版の再現のためのソフトウェア DRaFT の改良をおこなった．具体的には，次の機能を付加した．

1. 線，点のスタイル：再現された図版においては，線の太さ，色，ラベルの大きさ，フォントなどの外見は，それぞれが指定可能でなければならないが，一つの写本に属するすべての図版（数十枚から数百枚）に対して，これらの外見をまとめて変更する必要も生じる．そのため，個々の点や線やラベルの外見を直接に対して「default（通常）」「erased（消去された）」「invisible（写本の欠損等で見えない）」等のスタイルのみを指定し，具体的な表現（線の太さ，色，実線・破線の別など）は，別にスタイルファイルで定義することとした．スタイルファイルを複数用意して切り替えることにより，カラー・白黒，印刷用・プレゼンテーション用など，外観の異なる図版を簡単に作成できる．
2. ラベルの変換：アルファベットの太文字/小文字を変更する場合，あるいはギリシャ語，アラビア語の写本のラベルを，ローマンアルファベットで表現した場合のために，図版のラベルをあらかじめ用意した変換リストに基づいて一斉に置換する機能を追加した．
3. 斜め・縦書きラベル：三角形の

斜辺などに沿って書かれる文字を再現するために，ラベルを斜め方向に置く機能，中国数学文献に対応するためにラベルを縦書きにする機能を追加した．

4. ・線の長さ，角の大きさの計算・表示：後の研究成果（4）を参照．
5. 図形の特徴を登録・検索する機能：本研究の最終的な目的は，古代・中世数学文献全体から，特定の特征を持つ図形（直角三角形，円とその接線，平行六面体，等々）を検索できるデータベースを作成することである．ところがたとえば円と接線を描いても，写本の図がゆがんでいれば，円を他の曲線で近似することになるので，図中に円があるという情報は再現した図には含まれない．また円の接線が，とても接線に見えない方向に引かれていることもある．したがって，図形の検索のためには，図版の外見だけでなく，そこで意図されている図形が何であり，図形相互がどのような関係を持つかを記録する必要がある．このような図形の特徴の登録機能を DRaFT に付加した．
6. こうして開発したプログラム DRaFT は，ホームページ上で無料で公開している．そこにはプログラムの他に，マニュアル，Gregg De Young（カイロ・アメリカン大学）によるチュートリアル（いずれも英語）も掲載されている．されてお，他の研究者によっても利用されている．他の研究者が DRaFT を利用して図版を描いた著作には，P. Souffrin (éd. M. Blay, F. Furlan, M. Malpan-gotto) *Écrits d'histoire des sciences* がある．

(2) 重要な著作の図版の再現

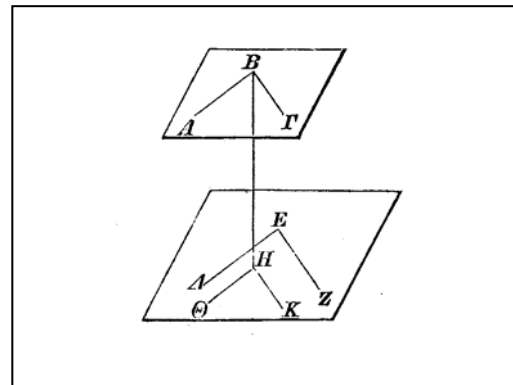
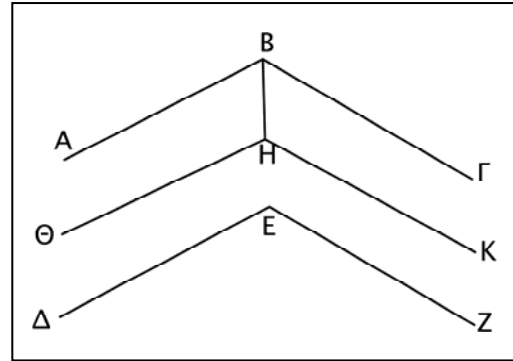
1. エウクレイデス『原論』第6, 11, 12, 13巻の全命題に対し，現存写本で最も重要な5写本の図版を再現し発表した．なお，第11巻の最後の4命題と，第12巻全体のテキスト・図版には，大きく異なる2つの系統があるが，近年の研究でエウクレイデスの本来の形により近いと考えられている，b写本（ボローニャ市立

図書館蔵)の図版も再現し、公開した。b写本は、Heibergの校訂版では、テキストのみが校訂版の付録として収録されていて、図版は未刊行であったものである。

2. メネラオス『球面論』アラビア語訳の Al Harawi によるエディションの図版を3つの写本により再現し、発表した。
3. エウクレイデス『デドメナ』の図版を調査し、メンゲによる従来の校訂版の図版との相違のうち重要なものを『エウクレイデス全集』第2巻(2010)の『デドメナ』翻訳・注釈で指摘した。
4. 『原論』第14巻(ヒュプシクレスの正多面体論)の図版の描画。本来の研究計画には入っていなかったが、しばしば『原論』全13巻の写本に追加として見られるヒュプシクレスの著作(通称『原論』第14巻)の校訂をおこなった B. Vitrac, A. Djebbar の依頼に応じて、この著作の図版を再現した。この校訂版は B. Vitrac, A. Djebbar, “Le Livre XIV des Éléments d’ Euclide : versions grecques et arabes”, SCIAMVS 12 (2011): 29-158, 13(2012): 3-156 で刊行された。
5. アルキメデス『放物線の求積』のギリシャ語写本およびラテン語訳写本の図版を再現した。これらの図版には誤りがあり、それらをどのように解釈して提示すべきか困難があるため、最終的な成果は発表に至っていない。

- (3) 立体図形の図版の特徴:『原論』の立体幾何学の図版を再現したことで、立体幾何学における中世写本の図版の特徴が明らかになった。これらは現行の校訂版である Heiberg 版では無視されてきたものである。それは次の2点にまとめられる(1)平面幾何学の図形にも見られた特徴、すなわち、必要以上に規則性のある(直角や等しい辺を含む)図形を描く「過度の特定」(overspecification)や、計量的正確さに対する無関心等が同様に確認できる。(2)立体図形であっても、あたかもそれが一平面上にあるかのように描かれる。平行六面体(実際には overspecification によって直方体となる)は透視図法的に描かれるが、それはむしろ例外で

あり、透視図法が是非とも必要なものとは考えられていない。下に示したのは『原論』XI.15のP写本の図版(上)とHeibergの校訂版の図版(下)である。上の(1)(2)の特徴がよく現れている。



- (4) 図版の校訂に関する成果。(a)複数の写本の図版が異なる場合には、校訂版には本来の図版に最も近い図版を推定して再現せねばならないことになる。この必要は上記(2)の作業の中で強く感じられた。ところがこのような推定の方法について論じた先行研究は皆無であり、図版の校訂の基本的原則を打ち立てる必要性を提唱することとなった。具体的にはDRaFTの図版再現で得られる各点の座標等の計量的データを、図版の「類似度」の指標として利用すること、各写本の書記が意図していた相違と、手描きであるために生じる意図せざる相違を区別することなどを提案した。また図版の相違を計量的に論じるため、角の大きさや隣接する辺の長さの比を表示する機能をDRaFTに追加した(上の(1)の4.)。図版の校訂の

原則を確立するには至らなかったが、この問題への研究者の関心を引き起こすことはできた。

- (5) 本研究のタイトルであった図版のデータベース化については、図版の特徴を記録する機能は上述のソフトウェア DRaFT に組み込んだが、上記(3)の研究を優先したため、研究期間内にまとめた結果を出すに至らなかった。必要なツールは作成できたので、今後研究を継続したい。

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 2 件)

- ① Ken Saito, Tradition of the diagrams, tradition of the text: A case study. *Synthese*, 査読無, 186 (2012), 7-20. DOI:10.1007/s11229-012-0073-3
- ② Ken Saito, Nathan Sidoli. Comparative analysis in Greek geometry. *Historia mathematica*. 査読有. 39 (2012), 1-33. DOI:10.1016/j.hm.2011.09.002

[学会発表] (計 6 件)

- ① 斎藤憲, 原論第 XII 卷命題 7 の図版. 日本数学会年会. 2013 年 3 月 20 日. 京都大学.
- ② Ken Saito, Le figure nei libri stereometrici degli Elementi di Euclide. *Società italiana di storia delle matematiche: XII congresso*. 2012 年 11 月 9 日. Università cattolica del sacro cuore. ブレシア (イタリア).
- ③ 斎藤憲, 古代中世数学文献の図版の校訂への課題. 日本科学誌学会第 59 回年回. 2012 年 5 月 27 日. 三重大学.
- ④ Ken Saito, Le figure del libro XII degli Elementi di Euclide. Seminario di studi sulla scienza antica e la sua tradizione. 2010 年 10 月 8 日. ミラノ大学 (イタリア)
- ⑤ Ken Saito, Toward a database of diagrams: to register and to be able to search characteristics of figures in classical geometry. *Congrès International: Texte & Images*. 2010 年 5 月 7 日. パリ天文台 (フランス).
- ⑥ Ken Saito, Focusing on Actual Manuscripts to Discuss What the Genuine Text of Euclid Was. XXIII International Congress of History of

Science and Technology. 2009 年 8 月 1 日. ブダペスト (ハンガリー).

[図書] (計 1 件)

斎藤憲, 高橋憲一訳・解説『エウクレイデス全集』第 2 巻. 2010, 515.

[その他]

ホームページ等

<http://www.greekmath.org>

(図版を記録、再現するソフトウェア DRaFT を無償配布。再現された図版を収録)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

斎藤 憲 (SAITO KEN)

大阪府立大学・人間社会学部・教授

研究者番号 : 10221988

(2) 研究分担者

ネイサン・シドリ (SIDOLI, Nathan C.)

早稲田大学・国際教養学部・講師

研究者番号 : 50548922