

『日大生活科研報』業績第845号
日本大学国際関係学部生活科学研究所報告
令和2年3月1日発行 抜刷

力学的な筋運動探究の開始とその影響

— 17世紀デンマークの解剖学者による幾何学的な筋の図の利用 —

安西 なつめ

論文

力学的な筋運動探究の開始とその影響
—17 世紀デンマークの解剖学者による幾何学的な筋の図の利用—

安西 なつめ*¹

The first study of mechanical muscle movements and its influence
-Use of geometric muscle diagrams by Danish anatomists in the 17th century-

Natsume ANZAI

ABSTRACT

The foundation of today's study of mechanical muscle movements is 17th century anatomy in Europe. In the 17th century, Danish anatomist and geologist Nicolaus Steno (1638-1686) introduced geometrical representation into muscle study. He modelled muscles as a parallelepiped integration of fibers.

Steno's geometrical representation affected Caspar Bartholin II (1655-1738). His "Diaphragmatis structura nova" was included in "Acta medica et philosophica Hafniensia" (1673-1680), the first Scandinavian scientific journal. In this article, Caspar Bartholin II explained the structure of the diaphragm using a diagram of the muscles that Steno proposed in which the fibers run in parallel. Caspar Bartholin II reinvestigated Steno's investigation, using the diaphragm as an example.

1. はじめに

バイオメカニクス（生体力学）とは、生体の運動と、骨や筋、腱など運動に関する人体の構造を力学的に探究する学問領域である。この分野では日常生活やスポーツにおける多様な運動を対象に、その仕組みを解明し応用することが目指される。今日のバイオメカニクス分野の基礎となる運動の力学的理解の源流は、17 世紀西洋の解剖学に求めることができる。

医学の基礎を担う解剖学は、解剖学の父とされる 2 世紀のガレノス (Galenus, 129-216) 以降、16 世紀のヴェサリウス (Andreas Vesalius, 1514-1564) の時代に興隆した。ヴェサリウスは著作『ファブリカ De humani corporis fabrica libri septem』(1543) の中で、豊富な図版を用いながら全身に見られる筋の構造を説明した。ヴェサリ

ウスの時代には、全身の筋の形状や配置が整理された。

ヴェサリウス以後、筋運動の仕組みに関する探究は 17 世紀に黎明期を迎え、多くの人物が研究に取り組んだ。中でもデンマークの解剖学者であり地質学者としても知られたニコラウス・ステノ (Nicolaus Steno, 1638-1686) は¹、著作『筋学の原理の例証あるいは筋の幾何学的記述 Elementorum myologiae specimen, seu musculi descriptio geometrica』(1667)²において、解剖学の知識に数学（幾何学）を取り入れ、筋のモデルを作成するという独自の方法で筋運動の解明に取り組んだ。別稿で明らかにしたように、ステノの著作の意義は、デカルト以後の機械論の影響下で、筋の構造および運動が数学的に扱われることを証明した点にある³。ステノはこの『筋

* 1 日本大学短期大学部（三島校舎）食物栄養学科 助教 Assistant Professor, Department of Food and Nutrition, Junior College (Mishima Campus), Nihon University

学の原理の例証あるいは筋の幾何学的記述』によって、バイオメカニクスの古典とされるボレリ (Giovanni Alfonso Borelli, 1608-1679) の著作『動物の運動について De motu animalium』(1680-1681)⁴に、力学的な筋運動探究の方法論的な基盤を提供したのである。

ステノの影響に関しては、すでにこれまで、ボレリを中心とした筋運動探究の系譜の中で繰り返し論じられてきた⁵。ステノの影響は、特に、ウィリアム・クルーン (William Croone, 1633-1684) の『筋運動の原因について (De ratione motus musculorum)』(1664)⁶、リチャード・ローワー (Richard Lower, 1631-1691) の『心臓論 (Tratatus de corde)』(1669)⁷、トマス・ウィリス (Thomas Willis, 1621-1675) の『筋の運動について (De motu musculari)』(1670)⁸、ジョン・メイヨー (John Mayow, 1640-1679) の『医学—自然学の5つの論文 (Tractatus quinque medicophysici)』(1674)⁹といった、イギリスで活躍した医学者たちの著作に見出されてきた。しかし、これまで筋運動探究の系譜において中心的に扱われ、位置づけられてきた著作のほかにも、筋線維によって構成される筋の構造の受容や、幾何学を使用した筋の説明など、ステノの影響は様々な形で現れた。本稿ではこれまであまり論じられてこなかったデンマークにおけるステノの筋研究の受容と影響を明らかにするため、カスパー・バルトリン2世 (Caspar Bartholin the younger, 1655-1738) による横隔膜の研究をとりあげ、ステノの影響について考察する。

これまでカスパー・バルトリン2世の解剖学上の業績としては、大前庭腺や舌下腺および舌下腺管の発見などが知られてきた。しかし、こうした新構造の発見以外の研究に関しては言及される機会が少なく、カスパー・バルトリン2世の解剖学分野における業績の評価および位置づけは、まだ十分に行われていない。そこで本稿では、まず、カスパー・バルトリン2世が取り組んだ横隔膜の研究内容について、資料の分析から明らかにする。その上で、ステノによる筋研究の内容と比較してステノの影響を考察し、カスパー・バルトリン2世による成果を、筋運動研究の系譜に新たに位置づける。

2. 方法

『コペンハーゲンの医学・哲学紀要 Acta medicaet philosophica Hafniensia』(1673-1680) 第4巻に収録された、カスパー・バルトリン2世による論考「横隔膜の新しい構造 Diaphragmatis structura nova」を中心資料に¹⁰、資料の分析と位置づけを行う。資料の分析に際しては著作版『横隔膜の新しい構造 Diaphragmatis structura nova』(1676)¹¹と比較した。資料の位置づけに際しては、ニコラウス・ステノほか、17世紀に刊行された筋運動の研究書群を使用した。

3. ステノによる筋モデルの作成経緯

はじめにステノの力学的な筋モデル作成の経緯を、関係する資料から整理しておく。

ニコラウス・ステノはデンマークのコペンハーゲンに生まれ、ライデン、パリ、フィレンツェなどで、地学、医学などの自然学を研究し、後年は神学の分野でも活躍した。彼はコペンハーゲン大学で医学を学んだ後、ライデン大学で本格的に解剖学の研究を始め、初期には動物の頭部の解剖によって耳下腺管などを発見した。解剖学分野ではその後、各種の動物の解剖を通し、筋の研究に向かった。

ステノによる筋運動研究の到達点は、筋の力学的モデルを提示し、モデルを用いて筋の運動を論証した『筋学の原理の例証あるいは筋の幾何学的記述』にある。この論考は1667年にフィレンツェで出版された。この論考では、はじめに幾何学の論証形式で筋がモデル化される手順が示される。モデル化においては、筋の単位である運動性の線維が定義され、向かい合って置かれた2つの腱部の間を線維が斜めに走行するように平面上に配列されることで平行四辺形がつくられると説明される。また、この平行四辺形の面を層状に集積させることで平行六面体の筋のモデルが完成する。ステノはこの平行六面体の筋のモデルをもとに、運動時の筋の形態変化や、運動の仕組みを説明した(図1)。

しかしこの論考以前に、筋の力学的モデルの前段階と言える図版が、ステノによる以下の書簡および論考に現れる。



図 1

ニコラウス・ステノによる『筋学の原理の例証あるいは筋の幾何学的記述』(1667)の手稿。左上の図が、筋のモデルを用いて運動時の筋の形状の変化を説明したものである。Royal Danish Library, NKS 4019kvart, 24-25.

- ・「筋と心臓の新しい構造 Nova musculorum et cordis fabrica」(1663)¹²
- ・『筋と腺の観察の例証 De musculis et glandulis observationum specimen』(1664)¹³

このうち、「筋と心臓の新しい構造」は、当時ライデンに滞在していたステノから、トマス・バルトリン(Thomas Bartholin, 1616-1680)に宛てられた1663年4月30日付の書簡である。トマス・バルトリンはステノと同じくコペンハーゲン出身の解剖学者であり、リンパ管の研究などで国内外に広く知られた。彼は北欧初の解剖劇場を設置し、また北欧初の科学雑誌である『コペンハーゲンの医学・哲学紀要』を刊行するなど、17世紀デンマークにおける解剖学の興隆を促進した人物である¹⁴。このステノからトマス・バルトリンへの書簡では、ステノにおける筋研究の最初の成果が伝えられた。書簡では、ステノ自身による筋の観察の結果から、筋の肉質部では、線維が縦方向ではなく、斜めに走ることが主張されている。彼はこの観察結果に基づいて、2つの向かい合う腱部と、その間で線維が平行に斜めに走る肉質部の様子を、記号を用いて幾何学的に作図した。この図が、ステノにおける最も単純で基本となる筋の図となった(図2)¹⁵。またこの構造は実際に、2種類の筋、すなわちごく単純な形状の筋と、組み

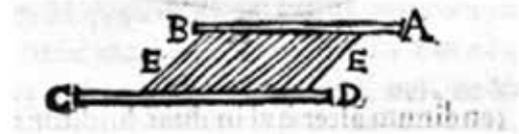


図 2

「筋と心臓の新しい構造」に描かれた筋の図。
Bartholin T. 1667.

合わされた形状の筋のどちらにも見られると説明されている。こうした幾何学的な筋の作図、および、作図された図を実際の筋の構造に照らす説明方法は、どちらも『筋学の原理の例証あるいは筋の幾何学的記述』で用いられているものである。したがってこの書簡において、既に『筋学の原理の例証あるいは筋の幾何学的記述』で示される筋の構造の基本的な理解と、力学的モデルの最初の段階が素描されたと言える。

一方、『筋と腺の観察の例証』はステノが一時帰国したコペンハーゲンで完成させたもので、1664年にコペンハーゲンとアムステルダムで出版された。この著作では、タイトルの通り、前半で筋について、後半で腺および管、リンパ等について報告されている。筋に関しては、実際の観察内容に基づき、心臓、肋間筋、横隔膜、腰部の筋などについて報告している。これらの報告の後に、筋自体の構造に関する観察結果および考察が続く。ステノはウサギの脚の解剖結果から、腱部と肉質部における線維の走行を既述し、その後改めて、筋の構成に関して明らかとなった内容を、9点にまとめて整理した。特筆すべきなのは、筋の構造を説明するため、この著作で既に平行六面体の語が使用されていることである。ステノは筋の線維が同じ面上で平行四辺形をつくることや、線維が互いに重なり合うことで中央に平行六面体を形成することなどに触れている。これらはまさに『筋学の原理の例証あるいは筋の幾何学的記述』へと展開する理解である。ただし、『筋学の原理の例証あるいは筋の幾何学的記述』がそれまでの観察内容から抽出された筋の基本法則に関する原理的な著作であったのに対し、『筋と腺の観察の例証』は、あくまでその前駆的な著作だと言える。またこの著作には筋の構造に関する新たな図版が

ない。著作の表紙の一部に、前述の「筋と心臓の新しい構造」で示されたような、腱に対して筋線維が平行に走る図が描かれているのみである。

以上から、ステノによる筋の力学的モデルは、「筋と心臓の新しい構造」そして『筋と腺の観察の例証』を踏まえ、段階的に完成されたと言える。また一方で、以降の筋研究に影響を与えた力学的な筋運動の仕組みに関する考察は、続く『筋学の原理の例証あるいは筋の幾何学的記述』において筋のモデルの完成形が示されてはじめて詳細に論じられたことが分かる。

4. ステノ以降における筋のモデルの影響

幾何学を用いたステノ独自の研究方法は、身体の構造一般について述べた以降の解剖学書や、筋運動の研究書などに影響を与えた。「はじめに」で述べたように、ステノの筋研究の成果を最も効果的に発展させたのはボレリであるが、ボレリ以前の著作および論考にも、ステノに影響を受けた多数の研究成果がある。ステノによる影響は、先に述べたように、主としてウィリアム・クルーン、リチャード・ローワー、トマス・ウィリス、ジョン・メイヨーらの研究から論じられることが多い。こうした人物の著作は、これまでも17世紀における筋運動探究の成果として位置づけられてきた。だが実際には、ステノによる影響はその他の周辺領域の著作や論考にも様々な形で現れる。

たとえば、ステノが提示した研究成果の内、特に、線維で構成される筋の構造について受容し、自らの考察に取り入れた者もいた。その一例と見なすことができるのが、ステノと同じくデンマーク出身の解剖学者カスパー・バルトリン2世による横隔膜の研究である。彼の論考および著作には、ステノの筋のモデルに影響を受けたと考えられる、幾何学を用いた特徴的な筋の図が含まれる。カスパー・バルトリン2世による筋の研究はこれまでほとんど取り上げられる機会がなかったが¹⁶、彼の研究からは、ステノの著作刊行後、比較的早期のステノの影響を読み取ることができる。

5. カスパー・バルトリン2世

カスパー・バルトリン2世は、トマス・バルトリンの息子である。彼は1671年に医学の勉強を始め、以降はオランダ、フランス、イタリアなどで学んだ。その後はコペンハーゲンに戻り、コペンハーゲン大学で解剖学の教授となった。彼の解剖学上の主要な業績には、大前庭腺（1677）および舌下腺、舌下腺管（1685）の発見などがある。

カスパー・バルトリン2世の解剖学分野の研究において、通常、筋の研究は主要な業績とは見なされないが、彼は1676年に横隔膜に関する研究成果をまとめている。この成果は別の論考と合わせて、『横隔膜の新しい構造』としてパリなどで出版された¹⁷。また同時に、この出版された著作から、横隔膜の構造の説明部分のみを図版とともに抜粋した短報が、トマス・バルトリンによってコペンハーゲンで出版された『コペンハーゲンの医学・哲学紀要』に収録された。紀要収録版の「横隔膜の新しい構造」は、自身の著作の抜粋あるいは紹介と言える。

本稿ではデンマークにおけるステノの筋研究の影響を考察するため、この『コペンハーゲンの医学・哲学紀要』に付された短報を資料に内容を検討する。

6. 『コペンハーゲンの医学・哲学紀要』収録の「横隔膜の新しい構造」

『コペンハーゲンの医学・哲学紀要』は北ヨーロッパ初の医学自然学分野の学術雑誌である。この雑誌はトマス・バルトリンによって編集され、1673年から1680年にかけて、およそ2年ごとに全5巻刊行された。『コペンハーゲンの医学・哲学紀要』に収録された論考の内容は、医学一般、植物の報告、各種実験、気象の報告など多岐にわたるが、このうち医学一般に関する論考が全論考の6割以上を占めている。また執筆者は全巻で延べ84人である¹⁸。このうち、カスパー・バルトリン2世による論考は、全収録論考595題中24題掲載されており、執筆者別に見た掲載数としては、6番目に多い。収録された彼の論考には「潜水夫について」¹⁹、「女性の卵巣について」²⁰などがあり、論考の主題は多様である。このうち、「横

隔膜の新しい構造」は、1677年に出版された第4巻に収録されている。紀要収録版と著作版は、ほぼ同時に発表された。

著作版において、カスパー・バルトリン2世は、第一章で「運動性の線維について」、第二章で「横隔膜の新しい構造、その呼吸における利用」、第三章で「運動性線維による体液の全身での運動について」と論を展開している。紀要収録版の「横隔膜の新しい構造」は、このうち主に、第二章における筋の図版の説明部分からなる。

紀要収録版の「横隔膜の新しい構造」には、横隔膜の筋の構造に関する観察結果がごく短くまとめられている。記述はイヌやウシなどで観察された内容に基づいており、腱や筋の線維の走向などについて、観察された結果を人と動物とで比較している。また食道や胃など、横隔膜周囲の構造に関しても言及がある。本文には図版が付されており、図版1に4点、図版2に2点、あわせて6点の図が1枚に描かれている。(図3)。以下で詳細を確認する。

図版1図1は、一般によく知られる横隔膜の図として紹介されている。これは、彼自身によって新しく提示される横隔膜の構造と比較するために描かれた。図版1図2は、横隔膜上部で実際に見られる運動性の線維 (fibra motrix) の配列を、幾何学的に描いたものである。図版1図3は横隔膜の下部の筋である。図版1図4に関しては本文中に言及がない。図版2図1はイヌの横隔膜の全体図である。図中の記号Cは大静脈が通る孔(現在の大静脈孔)、記号Eは食道が通る孔(現在の食道裂孔)、記号Fは大動脈が通る場所(現在の大動脈裂孔)と説明されている。図版2図2は同じ横隔膜の下部のみを側方から観察した図である。

7. 「横隔膜の新しい構造」に見られるステノの影響

考察にあたって、収録された6点の図のうち、図版1図2を取り上げる。この図には、横隔膜を構成する腱と筋の線維が幾何学的に描かれている。

図のA-Dは線維の配列でできた面であり、AB

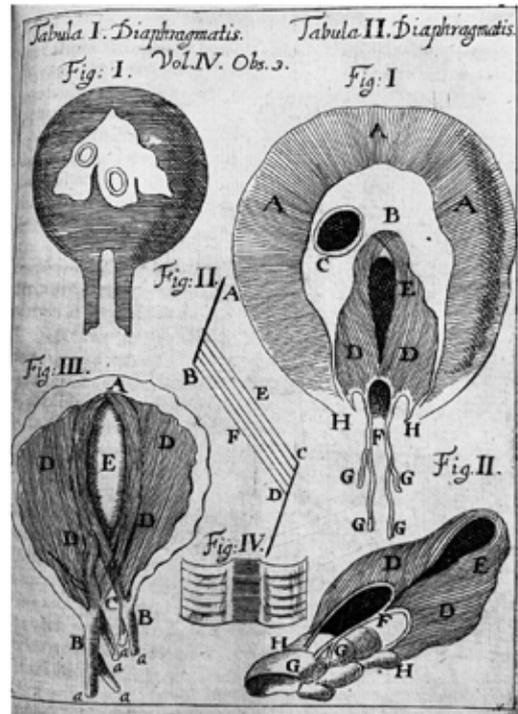


図3

カスパー・バルトリン2世の「新しい横隔膜の構造」に付された図版。図版中央に配置された Tabula I. Fig. II は、横隔膜上部に見られる運動性の線維の配列を表した図である。Bartholin C, Diaphragmatis structura nova, Acta medica et philosophica Hafniensia, 4, 1677, p. 14.

が上部の腱、CDが下部の腱、これら2つの腱に挟まれているEFが肉質の部分で、平行四辺形の面であると説明されている。この図では幾何学的に表現された筋の構造が示されているが、横隔膜の一部や全体を示した他の図、および本文中でも同様に、横隔膜は、腱と腱との間に肉質部があり、それぞれが線維で構成されているという理解に基づいて説明されている。

ここで注目したいのが、本文中に見られる運動性の線維 (fibra motrix) の語である。この語はステノが『筋学の原理の例証あるいは筋の幾何学的記述』において、動物の運動の本質的な部分として、幾何学による論証の最初に定義した語である。カスパー・バルトリン2世も同様に、筋が運動性の線維から構成されると考えていた²¹。

また、同図の説明には平行四辺形の面という表

現が用いられる。線維の配列でできる平行四辺形は、ステノによる筋のモデルの作成過程に現れる。前述のように、ステノによる筋のモデルは段階的に作成され、力学的な筋運動の探究に使用されたと考えられる。では、カスパー・バルトリン2世の「横隔膜の新しい構造」は、ステノによる筋研究の成果である「筋と心臓の新しい構造」、『筋と腺の観察の例証』、『筋学の原理の例証あるいは筋の幾何学的記述』のいずれを踏まえたものと言えるのだろうか。

「横隔膜の新しい構造」からは、以下のことが明らかである。

- ・ステノによる幾何学的な筋の図と類似の図が作成されている
- ・幾何学を用いた筋の図の説明に平行四辺形の語が用いられている
- ・運動性の線維の語が使用されている
- ・平行六面体を用いた運動の仕組みについては考察されていない

このうち、幾何学的な図は「筋と心臓の新しい構造」、『筋と腺の観察の例証』、『筋学の原理の例証あるいは筋の幾何学的記述』のいずれにも用いられているが、平行四辺形の語は『筋と腺の観察の例証』、『筋学の原理の例証あるいは筋の幾何学的記述』で用いられている。また、運動性の線維の語は、『筋学の原理の例証あるいは筋の幾何学的記述』のみに用いられている。したがって、カスパー・バルトリン2世は、少なくともステノによる筋運動探究の到達点である『筋学の原理の例証あるいは筋の幾何学的記述』の内容を踏まえた上で、自らの解剖による観察結果をもとに、横隔膜の筋の構造を考察したと言える。ただし、『筋学の原理の例証あるいは筋の幾何学的記述』において提示された平行六面体のモデルを用いた運動の考察は行われていない。そのため報告内容は横隔膜の構造の報告に留められている。

カスパー・バルトリン2世におけるステノの影響は何よりも、図版1図2にある幾何学を用いた特徴的な筋の図に現れている。彼はステノによる運動性の線維の理解を受容し、線維によって構成される筋の構造に着目して横隔膜の研究を進めた²²。彼の線維への着目は、図版1図1とそれ

以外の図との差異によっても明らかである。カスパー・バルトリン2世以前の横隔膜の理解を示す図版1図1とは対照に、彼自身による観察結果として描かれた図版1図3、図版2図1、2では、横隔膜を構成する線維1つ1つの走行が強調されるように描かれている。

8. おわりに

本稿では力学的な筋運動探究の出発点となったニコラウス・ステノによる幾何学的な筋の表現に焦点をあて、彼が与えた影響の一例として、カスパー・バルトリン2世による「横隔膜の新しい構造」を取り上げた。カスパー・バルトリン2世による研究の意義は、ステノによる幾何学を利用した筋の説明方法を受容し、筋を構成する線維に着目して、横隔膜の構造を捉え直したことにある。彼は紀要収録版の「横隔膜の新しい構造」において、自身の研究内容を抜粋し、当時自国デンマークにおける研究発信の場であった『コペンハーゲンの医学・哲学紀要』で紹介したと考えられる。一方、著作版の『横隔膜の新しい構造』では、横隔膜の構造を確認した後、その理解に基づいて呼吸における横隔膜の働きへと考察を展開した²³。

ステノは幾何学を使用して筋運動を論証し、筋と筋の運動が、自然界の様々な現象と同様、数学的に扱えることを証明した。彼の影響は、以降、17世紀の多様な解剖学書、筋の研究書に現れる。たとえばボレリは、ステノのモデルを応用し、筋を単純機械に見立てて筋運動を力学的に考察することで、現在につながる運動の理解をもたらした。またオランダの解剖学者ビドロウ（Godfred Bidloo, 1649-1713）は、ステノによって提示された、線維で構成される筋の構造を受容し、解剖学書内の解剖図に筋のモデルおよび幾何学的な筋の図を並置した。同様に、線維で構成された筋の構造を受容し、幾何学的な筋の図を使用して横隔膜の構造を捉えなおしたカスパー・バルトリン2世の研究もまた、ステノによる筋運動の探究が及ぼした影響の一例と位置づけることができる²⁴。

ステノの母国デンマークでは、今回取り上げたカスパー・バルトリン2世による「横隔膜の新しい構造」の他に、トマス・バルトリンが自身の著

書『古今の観察に基づく解剖学 Thomae Bartholini Anatome ex omnium veterum recentiorumque observationibus』(1673)の中で、ステノの『筋学の原理の例証あるいは筋の幾何学的記述』を紹介し、筋のモデル化の手順を示すステノの図版とほぼ一致する図版を掲載している²⁵。デンマークではこの2人のバルトリンによって、ステノによる筋の研究成果がすみやかに受容されたと考えられる。彼らは、1670年代にはステノの成果を自身の解剖学書および筋の研究書に部分的に取り入れていた。一方で、コペンハーゲンを中心に、当時の研究成果を広範に収録して刊行された『コペンハーゲンの医学・哲学紀要』には、同様に筋の構造および運動を主題とした報告は見られない²⁶。デンマークにおいては、イギリスやイタリアと異なり、ステノ以降、筋運動の探究を主題的に扱う研究が続かなかった。

謝辞

本研究は科学研究費補助金「初期近代における北ヨーロッパの医学の発展に関する研究」(課題番号 17K12958: 研究代表者安西なつめ)による成果の一部である。また本稿の一部は、2019年度日本大学国際関係学部生活科学研究所シンポジウム「スポーツと人間」にて発表した。

¹ ステノの地学分野における業績に関してはニコラウス・ステノ著, 山田俊弘訳, 2004, 山田俊弘, 2017 が詳しい。

² Steno N, 1667b.

³ 安西なつめ, 澤井直, 坂井建雄, 2014.

⁴ Borelli G. A, 1680, 1681.

⁵ Bastholm E. B. M. M, 1950, Kardel T, 1990, 2008, 2012.

⁶ Croone W, 1664.

⁷ Lower R, 1669.

⁸ Willis T, 1680.

⁹ Mayow J, 1674.

¹⁰ Bartholin C, Diaphragmatis structura nova, Acta medica et philosophica Hafniensia, 4, 1677, pp. 14-17.

¹¹ Bartholin C, 1676.

¹² Steno N, 1667a.

¹³ Steno N, 1664.

¹⁴ トマス・バルトリンの生涯と業績については Andersen J.B, 2017, Bruun N.W, 2015 が詳しい。

¹⁵ Bartholin T. 1667, p. 415.

¹⁶ カスパー・バルトリン2世による横隔膜の研究に言及しているものに Rives J. D, Baker D. D, 1942 がある。

¹⁷ この著作については 1678 年発行のジュルナル・デ・サヴァンで紹介されている。La Roque, J.P, 1678, pp. 160-166.

¹⁸ 『コペンハーゲンの医学・哲学紀要』収録論考の内容と傾向に関しては、一部以下で発表した。第119回日本医史学会総会・学術大会(於: 鹿児島県医師会館、2018年6月2-3日)「トマス・バルトリンの『コペンハーゲンの医学・哲学紀要』」。抄録は日本医史学雑誌64(2), p. 188 に収録。第120回日本医史学会総会・学術大会(於: ウィンクあいち2019年5月18-19日)「『コペンハーゲンの医学・哲学紀要』における収録論考の主題と傾向」。抄録は日本医史学雑誌65(2), p. 202. に収録。

¹⁹ Bartholin C, De Urinatoribus, Acta medica et philosophica Hafniensia, 4, 1677, p. 57.

²⁰ Bartholin C, De Ovaris mulierum, Acta medica et philosophica Hafniensia, 5, 1680, p. 33.

²¹ カスパー・バルトリン2世がステノによる運動性線維の理解を受容して点については Bastholm E. B. M. M も言及している。Bastholm E. B. M. M, 1950, p. 150.

²² 『横隔膜の新しい構造』では、より直接的に、この運動の線維については、高名なステノがすでに明らかにしていると言及している。Bartholin C, 1676, p. 5.

²³ 当時、横隔膜の研究に関しては、同じくステノに影響を受けたジョン・メイヨーも幾何学的な図を取り入れながら研究を行っていた。Mayow J, 1674.

²⁴ カスパー・バルトリン2世は、解剖学以外にも地学分野などでステノの影響を受けていた。Kragh H, Nielsen H, 2008.

²⁵ Bartholin T, 1673, p. 43.

²⁶ 『コペンハーゲンの医学・哲学紀要』に収録された筋に関する報告としては、ステノ自身によるワシの筋の研究がある。Steno N, *Historia musculorum aquillae*, *Acta medica et philosophica Hafniensia*, 2, 1675, pp. 320-345.

参考文献

Andersen J. B. Thomas Bartholin: lægen og anatomen: fra enhjørninger til lymfekar. Kbh: FADL; 2017.

Bartholin C. *Diaphragmatis structura nova. Accessit methodus praeparandi viscera per injectiones liquorum, & descriptio instrumenti, quo mediante peraguntur*. Romæ: In officina L. B. apud Joannem Crozier; 1676.

Bartholin T. *Thomæ Bartholini Epistolarum Medicinalium centuria IV. Variis observationibus curiosis & utilis referta*. Hafniæ: Matthias Godicchenius; 1667.

Bartholin T. *Thomæ Bartholini anatome ex omnium veterum recentiorumque observationibus*. Lugduni Batavorum: Ex officina Hackiana; 1673.

Bastholm E. B. M. M. *The history of muscle physiology, from the natural philosophers to Albrecht Von Haller*. København: Ejnar Munksgaard; 1950.

Borelli G. A. *De motu animalium pars prima*. Romae: typographia Angeli Bernabo; 1680(tr. Maquet P. *On the movement of animals*. Berlin, New York: Springer-Verlag; 1989).

Borelli G. A. *De motu animalium pars altera*. Romae: typographia Angeli Bernabo; 1681(tr. Maquet P. *On the movement of animals*. Berlin, New York: Springer-Verlag; 1989).

Bruun N. W. *The anatomy house in Copenhagen: briefly described*. Copenhagen: Museum Tusulanum Press; 2015.

Croone W. *De ratione motus musculorum*. Londini: F. Hayes; 1664. (tr. Maquet P, Nayler MA. William

Croone. *On the reason of the movement of the muscles*. Philadelphia: American Philosophical Society; 2000).

Kardel T. Niels Stensen's geometrical theory of muscle contraction (1667): a reappraisal. *Journal of biomechanics*. 1990; 23(10): pp. 953-965.

Kardel T. Nicolaus Steno's new myology (1667): rather than muscle, the motorfi bre should be called animal's organ of movement. *Nuncius*. 2008; 23(1): pp. 37-64.

Kardel T, Maquet P. *Nicolaus Steno: Biography and original papers of a 17th century scientist*. Berlin: Springer Berlin; 2012.

Kragh H, Kjærgaard P. C, Nielsen H, Nielsen K. H. *Science in Denmark: A thousand-year history*. Århus: Aarhus University Press; 2008.

La Roque, J. P. *Journal des sçavans*. Amsterdam: chez Pierre Michel; 1678.

Lower R. *Tractatus de corde*. Amstelodami: Danielelem Elzevirium; 1669.

Mayow J. *Tractatus quinque medico-physici*. Theatro Sheldoniano: Oxonii; 1674 (tr. Leonard Dobbin, Alexander Crum Brown. *Medico-physical works; being a translation of tractatus quinque medico-physici*. Edinburgh: The Alembic club; 1907).

Rives J. D, Baker D. D. *Anatomy of the attachments of the diaphragm: their relation to the problems of the surgery of diaphragmatic hernia*. *Ann Surg*. 1942 May; 115(5): pp. 745-755.

Sobiech F. *Ethos, bioethics, and sexual ethics in work and reception of the anatomist Niels Stensen (1638-1686)*. Switzerland; Springer, 2016.

Steno N. *De musculis et glandulis observationum specimen. Cum epistolis duabus anatomicis*. Hafniae: Literis Matthiae Godicchenii; 1664.

Steno N. *Nova musculorum & cordis fabrica*. In Bartholin T. *Epistolarum medicinalium centuria IV*. Hafniae: Petri Haubold; 1667a. pp. 414-421.

Steno N. *Elementorum myologiae specimen, seu musculi descriptione geometrica: Cui accedunt*

canis carchariae dissectum caput, et dissectus
piscis ex canum genere. Florentiae: Typographia
sub signo Stellae; 1667b.

Vesalius A. De humani corporis fabrica. Basel: 1543.

Willis T. De motu musculari. In: Opera omnia,
Genevae: Samuelem de Tournes; 1680.

安西なつめ, 澤井直, 坂井建雄. ニコラウス・
ステノによる筋の幾何学的記述—17世紀
における筋運動の探究—. 日本医史学雑誌
2014 ; 60, pp. 21-35.

金子 公宥, 福永 哲夫. バイオメカニクス—身体運
動の科学的基礎. 東京: 杏林書院; 2004

坂井建雄. 人体観の歴史. 東京: 岩波書店; 2008

ニコラウス・ステノ著, 山田俊弘訳. プロドロム
ス: 固体論. 東海大学出版会; 2004

山田俊弘著; ヒロ・ヒライ編. ジオコスモスの変
容: デカルトからライブニッツまでの地球
論. 東京: 勁草書房; 2017

