

## 18 世紀の力学研究——学者たちの交流、学者たちの論争

有賀暢迪（ありが・のぶみち）\*

### 概要

「ニュートン力学」や「解析力学」として知られる古典力学の基本的内容は、主に 18 世紀のヨーロッパで作られられました。その過程で重要な役割を果たしたのが、ベルヌーイー族、オイラー、ダランベール、ラグランジュといった数学者たちです。ニュートンの『プリンキピア』（1687）からラグランジュの『解析力学』（1788）へと至る力学の展開を、特に彼らの人間関係に着目しつつ、わかりやすくご紹介します。

### 目次

#### 1. はじめに

- a. そもそもなぜ 18 世紀の力学について研究しているのか
- b. 具体的には何をどうやって研究しているのか

#### 2. 18 世紀の力学研究を担った人々

- a. 18 世紀の力学：その輪郭
- b. 科学協会・科学アカデミーと学術誌
- c. 大陸の数学者たち

#### 3. 学者たちの交流、学者たちの論争

- a. 中心力による運動：順問題と逆問題
- b. 活力論争の諸相
- c. 「動力学」の普及と変化
- d. 最小作用の原理の登場

#### 4. まとめ

- a. 18 世紀のあいだに力学はどのように変わったか

---

\*（独）国立科学博物館 理工学研究部 mail@ariga-kagakushi.info  
個人ウェブサイト『科学史への小窓』[http:// www.ariga-kagakushi.info/](http://www.ariga-kagakushi.info/)

## 関連年表

### 《A》

- 1684 ライプニッツ、微積分法についての最初の論文
- 1686 ライプニッツ、「力」は質量と速度の2乗に比例すると主張
- 1687 ニュートン『自然哲学の数学的諸原理』（プリンキピア）初版

### 《B》

- 1700 ヴァリニョン、中心力の順問題（運動→力）をライプニッツ流微積分で解く
- 1710 ヘルマンとヨハン・ベルヌーイ、中心力の逆問題（力→運動）をライプニッツ流微積分で解く

### 《C》

- 1722 ス・グラフェサンデ、「力」は質量と速度の2乗に比例すると主張
- 1724 マクローリン、「力」は質量と速度に比例すると主張、パリ科学アカデミーの懸賞を獲得
- 1727 ヨハン・ベルヌーイ、「力」は質量と速度の2乗に比例すると主張（同懸賞では次点）

### 《D》

- 1735 クレロー、「動力学」に関する最初の論文
- 1736 オイラー『力学』
- 1738 ダニエル・ベルヌーイ『流体動力学』
- 1743 ダランベール『動力学論』

### 《E》

- 1744 モーペルテュイとオイラー（独立）、最小作用の原理に関連する最初の論考
- 1750 オイラー、運動方程式が力学全体の基礎であると主張
- 1751 最小作用の原理の先取権をめぐる、モーペルテュイとケーニヒの論争
- 1760-1 ラグランジュ、最小作用の原理による動力学

### 《F》

- 1788 ラグランジュ『解析力学』初版
- 1799 ラプラス『天体力学論』刊行開始

18 世紀の力学について書かれた最も詳しい本は山本義隆『古典力学の形成』（日本評論社、1997）であり、同じ著者の『重力と力学的世界』（現代数学社、1981）にも関連する記述がある。とはいえ、特に前者は相当難しいので、概要を知るには伊藤和行「科学の近代史」（加藤・松山編『科学技術のゆくえ』ミネルヴァ書房、1999 年所収）をまず薦めたい。また、フェルマン『オイラー』（シュプリングー・フェアーク東京、2002）はオイラーの伝記だが、この時代の力学研究の雰囲気をよく伝えている。

『プリンキピア』の幾何学的方法と運動方程式の登場について一般向けに書かれたものとしては、横山雅彦「『プリンキピア』への歩み」（『数理科学』2004 年 8 月号所収）および中沢聡「ニュートンは運動方程式  $F=ma$  を書いたのだろうか？」（『科学の真理は永遠に不変なのだろうか』ベレ出版、2009 年所収）がある。最近の重要な研究成果としては、伊藤和行「オイラーの運動方程式」（『科学哲学科学史研究』第 1 号、2006 年）や、野澤聡「ダニエル・ベルヌーイによる"ベルヌーイの定理"の導出方法」（『科学史研究』第 48 巻、2009 年）を挙げるができる。

中心力による運動の問題は、山本『古典力学の形成』（前出）の第 1 部で詳しく論じられている。また講演では触れなかったが、18 世紀中頃の天体力学に関する論争を一般向けに紹介したものとして、ポードンマン「18 世紀、月の運行をめぐるバトル」（『パリティ』2011 年 3 月号所収）がある。

活力論争についての詳細は、筆者の「活力論争とは何だったのか」（『科学哲学科学史研究』第 3 号、2009 年所収）および「活力論争を解消する 18 世紀の試み」（『科学史研究』第 51 巻、2012 年）をご覧ください。また、これらを踏まえた一般向けの記事として、「力の定義をめぐるナンセンスな議論」（フリーペーパー『STEM』vol. 1 所収、ウェブ上で閲覧可）もある。

「動力学」の初期の歴史は筆者の独自研究によるもので、日本語で概要を紹介するのは今回が初めてである。これは次の英語論文に基づいている。”The emergence of the *dynamique* in the Paris academy of sciences”（『百科全書』・啓蒙研究論集』第 2 号、2013 年所収、筆者の個人ウェブサイトで閲覧可）。

最小作用の原理に関しては、同じく筆者の「黎明期の変分力学」（『数理解析研究所講究録 1749』2011 年所収、ウェブ上で閲覧可）にある解説を参照のこと。山本『古典力学の形成』（前出）第 2 部にある解説と併せてご覧いただきたい。なお、ここで触れていない 19 世紀の解析力学の展開に関心のある方は、中根美知代「解析力学」（『数理科学』2012 年 2 月号所収）および橋本秀和「W. トムソン&テイト『自然哲学論』（『科学哲学科学史研究』第 5 号、2011 年所収）に当たってみることをお勧めする。

18 世紀の力学の原典のうち、日本語で読めるものは残念ながらほとんど存在しない。例外的に、ラグランジュ『解析力学』のごく一部については拙訳がある（『科学哲学科学史研究』第 5 号、2011 年所収）。また最近、ラプラス『天体力学論』の翻訳が出版された（全 5 巻、大学教育出版、2012-2013）。