

18 世紀前半の力学における二つの研究伝統の合流

東京工業大学 野澤聡

vya05535@nifty.com

The Confluence of Two Research Traditions on Mechanics

during the First Half of the 18th Century

Tokyo Institute of Technology NOZAWA, Satoshi

力学はいつごろ、どのように形成されたのだろうか。従来の理解では、ニュートンが力学の基礎を確立したとされてきた。だが、彼の主著『プリンキピア』はおもに幾何学的な手法が用いられており、解析学的な手法はほとんど用いられていない。その一方で、オイラーが運動方程式を定式化したという理解も受け入れられてきた。系の運動を表す微分方程式を立て、解析学を用いて解くという解法は、1750 年前後にオイラーが確立したのである。

では、ニュートンからオイラーの間の力学はどのように形成されたのだろうか。従来の理解では、18 世紀前半には、大陸の学者たちによって幾何学的なニュートンの力学が「解析化」されたとされる。この時代はまた、力学において活力論争や重力の原因を巡る論争などのように、ニュートン派と大陸派との間で思想的・方法論的な対立が激化し、ニュートン派が勝利を収めていった過程であると考えられてきた。だが、このような理解には大きな難点がある。大陸の学者たちはニュートン派の学者たちと思想的・方法論的に激しく対立しながら、対立しているはずのニュートンの力学を解析化していったことになるからである。

報告者は、これまでのような学派間の思想的・方法論的対立としてではなく、二つの研究伝統が合流していく過程として 18 世紀前半の力学形成過程を理解しようとしている。ガリレオ以来、大陸では、主に地上の広がりをもつ物体の釣り合いや運動が研究されおり、運動量の保存や活力の保存などのような「保存法則」を用いた問題解法が発展させられてきた。他方、『プリンキピア』では向心力を受けた物体の運動が詳しく探求されており、「運動の法則」を用いた問題解法展開されている。

二つの研究伝統の合流は、『プリンキピア』発表後まもなく始まっている。ヴァリニオンがライプニッツ流の微分積分学を用いて『プリンキピア』を書き換えたことはよく知られている。彼は 1707 年に、『プリンキピア』第 2 篇で扱われた抵抗媒質中の物体運動を、微分方程式を用いて解くという解法を発表した。ヨハン・ベルヌーイは、ヴァリニオンの方程式を簡略化するとともに、より一般的な抵抗媒質中の物体運動に対する解法を与えている。彼らは、問題を解く微分方程式が『プリンキピア』の「運動の第二法則」に由来することを理解していたと考えられる。ヨハン・ベルヌーイはまた、大陸の研究伝統で発展されてきた保存法則を用いた問題解法も発展させている。1720 年代後半以降には、活力保存などの保存法則と、「運動の第二法則」に由来する微分方程式を同時に用いた問題解法を発展させている。彼の次の世代であるダニエル・ベルヌーイ、ダランベール、オイラーらもまた、活力保存などの保存法則と「運動の第二法則」に由来する微分方程式を併用して問題を解いている。このように、18 世紀前半の力学形成過程を、学派間の対立とニュートン派の勝利としてではなく、二つの研究伝統の合流として見るならば、従来よりも整合的な描像が得られるのである。