

オイラーとラグランジュ: 最小作用の原理から『解析力学』へ

京都大学文学研究科 科学哲学科学史専修 有賀暢迪*

Euler and Lagrange:

From the Principle of Least Action to the *Mécanique Analitique*

ARIGA, Nobumichi (Kyoto University)

1788年に出版されたラグランジュ (Joseph Louis Lagrange, 1736-1813) の著作『解析力学 (Mécanique Analitique)』は、一般に18世紀における力学の解析化の頂点と見なされている。しかし、その中で述べられている力学の体系それ自体に着目するならば、この著作の持つ大きな特徴は、静力学と動力学とを統一的に論じている点にあると言えよう。ラグランジュは、静力学の仮想仕事の原理を動力学に拡張することで、力学全体を一つの原理に基づかせたのである。

だが、力学全体を統一的に論じるというこうした試みには、オイラー (Leonhard Euler, 1707-1783) が先鞭を付けていた。これは主として1740年代に、最小作用の原理と呼ばれる原理との関連でなされたものである。そしてラグランジュの力学研究は、まさにこのオイラーの仕事を引き継いで始められたものであった。本報告では、最小作用の原理に関する両者の仕事を概観し、ラグランジュの力学におけるオイラーの影響を検討する。

オイラーは運動方程式に基づく力学を発展させたが、これとは別に、自然の意図を探求することに基づく「目的因」による力学も可能だと考えていた。すなわち、自然現象においては一般に何らかの量が最小になっており、その量を見出せば力学の問題は解けると考えていたのである。オイラーはこの考えに基づき、力学の様々な問題を検討した (1743-1748年頃)。その過程で、あらゆる場合に共通して最小になっている量「労力」を発見したオイラーは、静力学と動力学の原理が「調和」しているとの結論に至った。オイラーはそこで、最小作用の原理に基づく力学の統一的な体系を提案した (1752年) が、これは成功とは言い難いものであった。

ラグランジュはオイラーの数学的手法を研究し、変分法と呼ばれる新しい手法を開発した (1755年頃)。彼はこれを最小作用の原理に適用して大きな成果を得たが、ラグランジュは「最小」に特別な意味を与えておらず、問題を純粹に数学的に取り扱っている。だがこの違いにもかかわらず、ラグランジュもオイラーと同様、この原理によって静力学と動力学とを統一的に論じることを構想していた。ただし、その構想を実現するはずの著作は結局出版されず、動力学に関する部分だけが論文として出版された (1762年)。その翌年の論文で、ラグランジュは力学の基礎を最小作用の原理から仮想仕事の原理に移行させたが、静力学と動力学とを統一的に論じるというプログラムは生き続け、『解析力学』の様式を規定することになった。

オイラーの「目的因の力学」は、最小作用の原理によって静力学と動力学とが統一的に扱えるという確信を彼にもたらした。ラグランジュは、オイラーの「目的因の力学」は受け入れなかったが、力学全体を一つの原理によって扱うというプログラムは受け継いでおり、これが後に『解析力学』を特徴付けることになった。この意味で、オイラーはラグランジュの力学研究を方向付けたとすることができるであろう。

* ariga_phs@yahoo.co.jp