

## Z315a 天の力学から原子の力学へ:20世紀前半のハミルトン・ヤコビ理論の展開

中根美知代 (成城大学)

1834-5年に W.R. Hamilton が提唱した力学の理論は、C.G.J. Jacobi により数学的に整備され、1842-43年のケーニヒスベルグ大学での講義録『力学講義』としてまとめられた。これがハミルトン・ヤコビ理論の原形である。以降、天体力学で使われていく過程で、Hamilton と Jacobi の成果には含まれない概念や手法がこの理論に導入されていった。Poincaré の『天体力学の新しい方法』全3巻 (1892-1899) や『天体力学講義』全3巻 (1905-1910)、Charlier が著した『天の力学』全2巻 (1902/1907) に、19世紀の到達点が見られる。

拡張されたハミルトン・ヤコビ理論は、20世紀初頭に誕生した量子論に有用な数学的手法を提供した。Schwarzschild が Charlier が着想した作用・角変数という正準変数を導入して、シュタルク効果を説明したのはその一例である。作用変数は、Sommerfeld の量子条件や断熱不変量との関係から重視された。この時期の量子物理学者たちが参照したのは、Charlier の教科書だった。1919年、Sommerfeld は、『原子構造とスペクトル線』でハミルトン・ヤコビ理論を物理学者に教えなくてはならないと宣言した。

一方で、Born は、1923年頃から、さまざま原子・分子が持つ電子の動きを考察するために、多体問題の手法を適用しようとした。そして、Poincaré の『新しい方法』を参照し、ヘリウム原子の状態を説明することができた。Born はこの成果を教科書にまとめ、『天の力学』に対する『原子力学』(1925年)と題した。ここでは、Poincaré と Charlier の成果を踏まえて、正準変換を定式化しており、今日のハミルトン・ヤコビ理論の原形が示されていた。現在の理論は、天体力学と前期量子論を結びつける過程から生まれたといえよう。