

特集 / 物理学とポテンシャル

ポテンシャルって何だろう

阿部 龍蔵

1. はしがき

これまで本誌上で「エントロピーって何だろう」¹⁾、「力って何だろう」²⁾という解説を掲載した経験がある。今回は三度目の正直というか、ポテンシャルを題材に同様な解説をすることとなった。本号は「物理学とポテンシャル」の特集号であるが、副題は“力学から現代物理までの拡がり”となっている。ポテンシャルの見地から古典物理、量子力学、摂動論・超対称性、くりこみ理論、素粒子論、相転移、対称性など物理学の各分野に関してそれぞれご専門の先生方が執筆される予定である。私に与えられた課題は総論の紹介であるが、いささか荷が重いような気がする。しかし、なんとかわかりやすい記事になるよう試みるとしよう。

2001年9月11日に起きた同時多発テロは全世界を震撼させた。この事件の犠牲となられた被害者の方には深く哀悼の意を表したいが、事件後 potential danger (見えざる危険) といった言葉が散見された。奇しくもこの語法は物理でいうポテンシャルと事実上同じである。念のため、日本語としてのポテンシャルを広辞苑で調べると次のような項目が記載されている。① 潜在する能力。可能性としての力。② 粒子が力の場にあるとき、その位置エネルギーを位置の関数として表したスカラー

量。もちろん本号でいうポテンシャルとは②の意味であるが、その背後には①の意味も潜んでいる。

2. スカラーとベクトル

広辞苑の説明のように、物理では力学の場合にポテンシャルの概念が登場する。力のベクトルがスカラーのポテンシャルから導かれるわけだが、その数学的なからくりを明らかにするのがこの解説の1つの目的である。そこで蛇足かもしれないが、スカラーとベクトルの紹介から話を始めよう。

物理量には大別してスカラーとベクトルの二種類がある。距離、質量、時間のように大きさだけをもつ量がスカラーである。これに対し、向き、方向、大きさをもつ量をベクトルという。変位や力がベクトルであることは高校物理の範囲でも学習する。ベクトルは物理学の諸分野で重要な役割を演じ、例えば力学の基礎ともいべきニュートンの運動方程式は加速度ベクトルと力のベクトルとの間の関係を述べたものである。また、電磁気学では電場、磁場、電束密度、磁束密度などのベクトル量が現れる。

物体には鉛直下向きに重力が働く。重力は典型的なベクトルであるが、物体を手のひらに乗せればこのベクトルが実感できよう。ただし、力とい