

特集／物理イメージと数式表現

## 物理イメージと数式表現

発想と思考の補助線をたどる

和達 三樹

### 1. はじめに

昔、東京電力の広告イラストに次のようなものがあった。黄色の三角帽をかぶった少年が、少し傾きをもって張られたひもの上を、汗をかきながら走っている。これは、少年が電子、ひもが電線、という設定であろう。電流 = 電荷量 × 速度、であるから、数式表現の物理イメージといえる。大人になって思いかえしてみると“汗をかきながら”というのがミソで、会社はがんばって皆様に電力を送っているのですから、電力使用料のお支払は忘れずに、というメッセージのようにも読みとれる。より高尚な例をとると、一般相対性理論において、物体質量の周りの空間が、ゴム膜の上にボールを置いたようにひずんでいるとする図がある。もちろん数式での表現はもっと複雑なのであるが、空間のゆがみを直感的に理解する大きな助けになる。

学生諸氏にとって、授業、演習、実験と忙しく勉強する日々が続く。その中で、物理学における「数式表現」と「物理イメージ」を、どのように作り上げていくかは重要な課題である。本特集「物理イメージと数式表現—発想と思考の補助線をたどる」では、物理記号・数式表現と思考イメージの関連性を見ることで、数式表記の裏側に隠された発展の源と発想の極意に迫りたい。少し難しい

言葉を連ねたが、物理学ではどのようなイメージを数式化したのか、または逆に、数式表現はどのような物理イメージを支えるのか、を紹介していきたい。

### 2. 微分、ベクトル

本特集の準備として、誰でもが習っている力学、電磁気学から始めよう。力学は、ニュートン (Isaac Newton, 1643–1727) によって創始された。運動する物体は絶えずその位置を変えている。ニュートンが導入した微分積分法の目的は、位置  $x(t)$  の連続的な時間変化を数学的に記述することに他ならない。ただし、著書『プリンシピア』においては、幾何学的説明が専ら用いられた。微分積分法のもう1人の発見者は、ライプニッツ (G.W. Leibnitz, 1646–1716) である。ニュートンとライプニッツの確執については、多くの記事があるので省くが、物理や数学における記号・記法について興味深い教訓を与えている。微分記号として、各々

$$\text{ニュートン } \dot{x}, \quad \text{ライプニッツ } \frac{dx}{dt} \quad (1)$$

が用いられた。現在用いられる微分記号はライプニッツによることが多い。ライプニッツの記法は、数学的な一般化の見通しをよくするとともに、物