

書評

複合領域シミュレーションのための電気・機械系の力学[†]

長松 昌男・長松 昭男 著

この本は、「電気と機械は、電磁気学は「場」の学問で、力学は「物」の学問である」から始まっている。近年の工業製品は、この両者が関連し、その機能を高める製品が主流である。たとえば、我が国が発信したハイブリット車では、その複合領域での付加価値を引き出すためには、異質に発展した領域にまたがるシミュレーションは欠かせない。機械力学は、自然界の挙動が人間の感覚で感じ取れる価値を追求する人工物に対応してきた。しかし、実際の挙動は、物としての挙動を起こす裏側をのぞき込む必要がある。たとえば、機械設計に携わる者としては、化学の働きを用いる新材料は大変魅力的である。著者がこの本の中で述べている粘性への量子力学的説明や近年のナノ材料へのアプローチ等は、ものの本質を捉える設計に取ってその重要性がますます増大している。人工物の付加価値を高めるため、人間の感覚ともとの間にある創造的作業には、従来の力学系アプローチだけでは立ちゆかなくなっている。これらの背景の中で、この本で取り上げている機械力学と電磁気学は、力やエネルギーの概念で共通項を持つ物質と電磁波を同じ土俵上で考えることを可能としようとする試みである。違う言語体系を用いる民族では、ものの考え方がその文法や存在する言葉のニュアンスの違いにより異なっている。しかし、日本にしかない「うまみ」と言う味覚が世界中で理解されるようになったように、電気と機械の間の壁を取り払おうとする試みである。これらの考え方は、1.8章の「力学の改革」の項で述べられている。全体として、第1編の「力と運動」では、因果関係と対称性に関する表現の不完全さを補い、第2編の「電気と磁気」と違和感無く複合領域としてシミュレーションを可能とするアプローチへの準備段階として、基礎的な事項から丁寧に述べられている。これら両者のギャップを無意識に避けながら対応してきた技術者にとって、大変魅力的な本の一つとなっている。

力学系がその独自の道を歩むことになった背景に

は、著者は、「力学は、なぜ?に答える学問ではなく暗記の学問であり、ニュートンの法則はこうで、万有引力はこのような形で与えられているからおぼえておけ、である」と述べている。力学と電磁波学の関連づけとして、弾性力学におけるニュートンの法則と対称・双対となる考え方を導入しようとしている。力と運動の世界における法則として、慣性と弾性、運動と力、力と速度（作用反作用）の因果関係と対称性を説明している。ニュートンの法則では、質量が主役で力が原因で運動が結果であるが、弾性が主役で運動が原因で力が結果となる立場から見た支配法則を提唱している。フックの法則を時間微分すると、力の変化が速度を支配することになる。この因果関係は、弾性の線形・非線形を問わず成立する。たとえば、一端を固定した弾性体の別の端部に力を与えると、弾性体の中を流れる力線に従って内力変動が生じて、内部に変形が生じる。拘束力に対する弾性体の内力と変位を保持する挙動を観察することになる。

これらの考え方に基づき、著者は力学的エネルギーの対称性に注目し、力学的エネルギーは、運動エネルギーと力のエネルギーがその対称・双対の関係の基、均衡状態を保つ様に挙動を支配するとしてシミュレーションを行うことで、電磁気でのエネルギーの扱いと複合的領域を形成することを目指している。ここで力のエネルギーは、従来から力学では位置エネルギーと言われていたものであり、より一般化するため、場には色々な因果関係と均衡する力が存在し、場のエネルギーは力エネルギーの形を取るものとしている。

やや聞き慣れない内容ではあるが、第1編や第2編での基礎的なスタディの中で具体的な事例を取り入れた例題も記載されており、これらを読むことで、著者の主張する複合領域のシミュレーションに違和感無く立つことができるものと考えられる。また、電気系や機械系の専門家が、お互いになじみの薄い他の分野への理解としての入門書となるように配慮された編纂となっている。

芝浦工業大学 名誉教授 岡村 宏

[†] コロナ社 (2013年1月発行)
3,570円 (本体3,400円+税)