

群馬大学 電気電子工学実験 閑話

● **熱力学第2法則の発見者ウィリアム・トムソンと絶対温度の単位名のケルビン卿は同一人物**
ジュール＝トムソン効果や熱力学第2法則の発見者としてウィリアム・トムソンは物理学に名を残しています。また絶対温度の単位名として名が残っているケルビン卿は当時の科学界の重鎮であったことがキュリー夫人の伝記の映画に描写されています。実はトムソンとケルビン卿の両者は同一人物です。トムソンが英国王室から爵位を受けてから近くの川の名前をとりケルビン卿(Lord Kelvin)を名乗りました。ケルビン卿は「歪ゲージセンサ」も考案しています。

● **物理学は実験科学である**

ケルビン卿は「計測なくして科学なし(There is no science without measurement)」の言葉を残しています。計測すなわち実験は科学技術を推進するために重要であることを強調しています。「永久機関は実現できない」ということは数学の定理のように理論的に証明されたことではなく、これまでの経験則です。エネルギー保存則、質量保存則、電荷保存則等も同様にこれまで実験の精度内で成立している、実験で反例が見つかっていないということです。核融合などではアインシュタインの公式 $E = mc^2$ まで考え「エネルギーと質量は総合的に保存される」ということになるでしょう。実験で「光速一定」が確認されて相対性理論が生まれ、「黒体放射」の実験結果の解釈が量子力学の誕生を導きました。

● **ガリレオによる近代科学の手法の確立：数学手法・思考実験・実験検証**

万学の祖といわれたギリシャの哲学者アリストテレスは「物体は重いものほど早く落下する」と考え、長年人々はそれを信じていました。が、ガリレオは「物体の落下時間は質量によらない」と考えました。重い物体と軽い物体を糸で結んで落下させた場合の思考実験で「物体は重いものほど早く落下する」では矛盾が生じるからです。伝説では「ピサの斜塔」から物体落下の実験を行ったとのこと。自然現象に対し、数学的手法と思考実験で考察し、実験で検証するという近代科学の手法を確立しました。なお、ガリレオのフルネームはガリレオ・ガリレイですが、当時イタリアでは著名人は姓(ラストネーム)ではなく名(ファーストネーム)でよぶ習慣があったとのこと。

● **コンピュータ・シミュレーションによる工学システムの設計・解析**

工学システムを理論に基づいて設計・解析し実験で検証するのがオーソドックスな手法です。が、近年のコンピュータの発展により、「理論」と「実験」の中間に位置づけられる「シミュレーション技術」も有効な手法として広く使われています。シミュレーションを用いればパラメータ値やモデルを変更した場合にどうなるかを実験に比べ比較的容易に低コストで素早く検証できます。実験ではシステム内部で観測するのが難しい信号をシミュレーションでは容易に観測できる、シミュレーションでは任意の内部ノードに信号を与えて動作を確認することができる等の多くの利点があります。

● キリヒホッフの電流測と電圧則

電気回路・電子回路での「キリヒホッフの電流測と電圧則」はキリヒホッフが 20 歳のときに発見しています。当時の発達した多重通信の複雑な実現回路網を流れる電流の計算を比較的容易に行うためでした。キリヒホッフは数学者ガウスを師としてベルリン大学の物理学教授になっています。キリヒホッフの法則は電磁気学で学ぶ「マクスウェル方程式」から導出できます。

● 「オームの法則」はトランジスタやダイオードでは成り立たない

オームの法則「導体に電圧をかけるとそれに比例した電流が流れる」は半導体デバイスであるトランジスタやダイオードでは成立しません。「比例」(線形な関係)ではなく電圧と電流は強い非線形特性(曲がった特性)を示します。この非線形特性をうまく使うと面白い電子回路が設計できます。「オームの法則」は「法則」というより「導体の電圧電流関係のモデル」という印象を持ちます。

● 数学で最も美しい公式 電気回路分野でも活躍

$\exp(j\pi) = -1$ この数学者オイラーによって導出されました公式は物理学者ファインマンによって「宝石かつ数学で最も特筆すべき公式」と評され、電気回路の設計・解析においても非常に役に立ちます。なお、虚数単位は数学では *imaginary* の “i” を使用しますが、電気分野では “j” は電流を表すのに使用しますので間違いを避けるため “j” が使用されます。

● 「微分と積分は逆演算」は自明ではなかった

微積分学は「微(かすか)に分かって分かった積(つも)り」と揶揄されるほどの難解さが理工系の者を悩ませます。「ある関数を積分して、そのあと微分すると元の関数に戻る」という微積分基本定理「微分と積分は逆演算」は微積分学に貢献が大きい二人 ニュートン(英)とライプニッツ(独)により、ほぼ同時期にそれぞれほとんど独立に示されました。もともと微分と積分は全く関係のないものとしてそれぞれ研究されてきていたようです。現在使用している微分の記号(d/dt, d/dx 等)や積分の記号(∫)はライプニッツにより考案されたものです。また、ニュートンは物体の運動方程式を微分方程式で記述しているのは皆さんご存じの通りです。

● 教育の重要性

古代マケドニアのアレキサンダー大王は短期間でオリエント世界を征服したことを世界史で学びます。なぜそのようなことができたかの理由の一つは大王の家庭教師が前出のギリシャの哲学者アリストテレスだったからのようです。

脚本家で作家の内館牧子さんが次のようなことを書かれています。

相撲審議委員会の控室で北の湖理事長に「どうしたら強くなれますか」と尋ねました。

「よき指導者。これに尽きます。」他の横審委員たちもうなずきました。

「いい指導者に恵まれますと、どんなジャンルでも大きく伸びますよね。」

教育を受ける機会を大切にしたいですね。

(小林春夫)