

エネルギーと動力

Energy and Power

東京大学名誉教授
千葉工業大学
増子 昇
Noboru Masuko



電気動力（電力）では消費と生産とが同時に起こる。「消費＝生産」と言う束縛条件は動力（パワー）というものに対する基本条件である。ここではワット（W）と言う単位ではかる量を動力と呼び、ジュール（J）という単位ではかる量をエネルギーと呼ぶことにする。エネルギーは動力の時間積分であらわされ、1Jは1W×1sである。電気分野でよく使われるエネルギー単位のワット時（Wh）はジュールに換算すると3.6キロジュール（kJ）に等しい。サイエンスの基本文法に従うと、単位の異なる量は足したり、引いたり、大小を比べたりすることはできない。

蒸気機関車（SL）は坂にさしかかかると、火力を強めるために石炭をどんどんくべる。一方蒸気が余ると、折角発生した蒸気を放出してしまわなければならない。蒸気機関で発生する蒸気は動力であり、エネルギーではない。

人類が火を使うようになったのは何万年も前のことだが、火から蒸気動力を発生させる蒸気機関が生まれて、初めて火がエネルギーになった。それまでの火は照明、料理、暖房、土器製造、冶金には利用されてきたが、動力発生には利用されていなかった。

人間が最初に手にした動力は、もちろん人力で、定常出力50W、瞬間出力300Wぐらいの動力装置で

しかない。定住農業の時代に入ると人間は畜力、風力、水力といったより大きな動力を手に入れるようになる。畜力で1kW、風力で20kW、水力で200kWの動力であるが、人間はその運転者の位置を占めることで、自分の能力を拡大していった。

蒸気機関の出現で、人間は桁違いの大きさの動力を手に入れることができるようになった。ワット（1736～1819）の時代100kWに満たない程度の出力であった蒸気機関は、現在の原子力発電では単機出力130万kWに達し、実に4桁にわたる出力向上を果たしている。しかし、「消費＝生産」という動力の基本条件は変わらない。

石炭、石油などの燃料は、エネルギー資源であってもエネルギーではない。要求に見合う規模と性能を持つ動力を発生させる転換装置と組み合わせて、初めてエネルギー資源はエネルギーになる。ジュールを重さで表すことはできない。このことは独立に移動する自動車という機械を見れば明らかで、必要とする時に、必要なだけ動力を発生させて使うために、依然としてエネルギー資源と動力への転換装置の適切な組み合わせを装備しなければならない。

もし電気動力を使う自動車を作るなら、電池という装置が不可欠となる。電池には、ガソリンエンジンと同じ「資源＋転換装置」を意味する燃料電池と、動力を一旦貯蔵する機能を持つ、「動力＋貯蔵装

著者略歴：増子昇 工学博士、東京大学名誉教授、千葉工業大学教授。1957年東京大学工学部冶金学科、65年同助教授、78年同生産技術研究所教授、95年退官、同年千葉工業大学金属工学科教授就任現在に至る。この間、東京大学生産技術研究所所長（86—89）、日本学術会議第五部（工学）会員（91—97）、電気化学会会長（93—94）、日本金属学会副会長（94—96）などを歴任。学協会論文賞、業績表彰など多数。専門は電気化学、非鉄製錬、腐食防食、金属表面処理など広範囲に亘る。

巻頭言

エネルギーと動力

置+転換装置」を意味する二次電池とがある。

太陽から地球にもたらされるエネルギーは、全世界で消費するエネルギーの実に3000倍に及ぶ。しかし太陽光と言う希薄なエネルギーを動力にするには、適切な転換装置が必要となる。

現代の都市文明社会は巨大な発電システムによって支えられており、動力はスイッチを押せば手に入る。このため「消費=生産」という基本条件は使用者には実感されていない。しかし電力はあくまでも動力であり、この条件から逃げることはできない。消費者の利便の陰で、システムの内部では消費に生産を追従させるという基本条件に束縛された複雑な制御が行われている。

日本では石油換算で年間約6億トンのエネルギーを使っているが、そのうちの約20%は化石燃料から電力を発生させる時の損失である。現代社会は電気動力が無ければ成り立たない。この20%のロスはそのための代償として必要なものである。この20%を減らす議論をするには、エネルギーと動力の区別から始めなければならない。

電気動力は発生場所から消費場所に瞬時に輸送されるという特性を持ち、この特性は水力発電、原子力発電を可能にした。このことはあたかも「電力」が「エネルギー」であるかのような印象を与えるが、「電気エネルギー」という言葉は、動力の貯蔵という逆向きの技術があってはじめて成り立つ考え方なのである。

もちろん電力貯蔵も、大は揚水ダムから圧縮空気、海上揚水、フライホイール、鉛二次電池、更に小はリチウム二次電池まで、いろいろな原理の下に技術開発がなされてきている。何れも技術の原理的な意味での限界については十分に理解が行き届いている。ある目的のためには、経済的に、技術的に、何がクリヤーされればよいかという事がよくわかっている、という意味では何れも成熟技術というべきである。しかしその成熟度は、電力の生産者、電池の生産者から見た成熟度であり、使用者から見た要求に応える技術設計にはまだ多くの課題が残されている。

エネルギーではなく動力が先に供給される時代に

とって、基本的な技術課題は、消費場所で動力を如何に上手に利用するかということになる。そのためには消費規模、消費特性に合致する動力の貯蔵装置を作ることが重要な課題である。

かつて人間は、単機出力50Wの人力だけを頼りにピラミッドを作り、万里の長城を作った。これは人間が動力の出力は低くても、高度の情報処理能力をもった機械であり、自立分散系の総合管理システムという情報技術が可能対象であったことによっている。

現在情報技術は申し分の無い発展をしている。動力の有効な消費技術を作り出すことができれば、個別の消費対象に特化された形で動力をエネルギーにする管理システムを作り出すことの技術基盤は出揃っている。製造技術の側から見ると成熟期に達していても、利用技術の側から見るとまだ開発課題は幾らでもあるし、ますます要求は膨らんでくる。

技術の限界を認識するが故に、新しい原理を求めて飛躍を図る事もまた大切なことではあるが、これは20世紀の産業技術時代の発想というべきである。21世紀のIT技術を背景とした発想とは、使用者の観点から提出される特化された課題をクリヤーするために、手馴れた技術の展開を図ることにある。

古河電池がこのような形での技術発展をリードする存在になることを期待するものである。