

# エネルギー学前史

(未定稿)

天野 清

エネルギー学という学説はランキン (John Marcquorn Rankine) の Outline of the Science of Energetics, Proc. Soc. of Glasgow, 3. p. 381(1855) から展開されたと言われる。

彼はこの論文で、方法論的考察から出発する。物理学は、幾何学のような純粋に抽象的な学問とは異り、現実的な対象が有<sup>も</sup>って居る共通な諸性質を取扱わねばならないが、それには、現象の背後に潜<sup>も</sup>む仮説に遡<sup>も</sup>って物理的事実の説明根拠を求める必要はない。感覚的現実が有<sup>も</sup>つ性質をそのまま抽象すればよい。この後者のみが科学的、哲学的批判の要求に厳密に対象する。つまり我々は観測を任意的な説明で補足し解釈することなく、事実の領域に踏み止まるべきで余計なものを付け加えてはならない。熱の現象を分子運動に帰したり、磁気現象を仮説的な流体の作用で説明したりせず、両者を知覚に与えられたままの形で捉える。これがランキンの方法である。

これに対してオストワルドのエネルギー論はエネルギーの一元的実体論ともいうべきものである。

彼は、若年の頃は運動学的原子論を信奉していたが、エッチンゲン (A. von Öttingen) の助手をしていたころ、その影響で熱力学の両主則に対する深い興味を呼び起されたが、その興味は益々表面に現われ、ライプチヒの就任演説は「エネルギーとその変遷」“Die Energie und ihre Wandlungen” と題するものであった。アリストテレスの地、水、空気、火は固体、液体、気体及び熱（更に一般的にはエネルギー）を表現し、錬金術師の元素、水銀、硫黄、塩は金属性、可燃性、不溶性の性質を代表するものと考えられる。——この点は彼があまり高く評価しなかったランキンの前提に類似する。

当時、オストワルドの学生達は一般の傾向に影響されて運動学的な考え方をし、速度を異にするに従ってエネルギーの量を異にするから、エネルギーに実在

性 (Realität) を帰することが困難である。速度は距離と時間との数的な関係にすぎないではないが、単なる数的関係が既に質量という全く異なる実在性をもって居る客体中に突然新しい実在性をもち込むことがどうして出来ようか等と論じて居た。これに対してオストワルドは、質量に速度を与えるには仕事が必要である。ところがこの仕事即ちエネルギーは、無から得ることは出来ない。どこか既に在ったところから取って来る外はない。従って速度には疑うべからざる実在性がある。真の現実性 (Wirklichkeit) が、作用する (wirken) ものを意味すべきものである以上、エネルギーのみが現実的である。物質とエネルギーとの平行論或は二元論は弱点を有する。エネルギーのみが一次的な存在で、一定の原因で種々のエネルギーが結合された複合物で二次的な所産である。エネルギーの性質は、それが到るところに見出され、多種多様に変形されながらも、どんな方法でも創造したり絶滅したりすることが出来ない。その他の点では、すべての事物がエネルギーの働き、即ち変形と定義し得る以上、**凡そ存在するあらゆる性質**を有するものと言える。

我々が感官を通じて世界を知るのも、世界とのエネルギー的な交渉に外ならない。音響や、光や、圧力や、熱は何れも我々の器官の状態を変えるエネルギーに外ならない。思惟するためには大脳は、血液中の化学的エネルギーを受け、それを消費しなければならない。かくて感覚や思惟もエネルギーの変遷中に取り入れられる。後年には、自然科学と無関係とされた道徳のような価値の領域さえ、一般的エネルギー哲学に征服される。カントの断言命令 (Kategorische Imperativ) に代って「エネルギーを有効に使用せよという！」エネルギー命令 (Enegetische Imperativ) が現われるに至る！

こうした考え方をするオストワルドが、同じエネルギー論の同志たるヘルムに満足出来ないのは自然の成り行きであろう。

オストワルドは、熱力学の研究者がエネルギーを数学的抽象的なものとし、例えばポテンシャル函数に比すべき状態変数の数学的函数と考えることを以て、物質と並んでエネルギーにも実在性を与えたロバート・マイエル (Robert Meyer) からの退歩であるとする。従って数学者たるゲオルム・ヘルム (Georg Helm) が、オストワルドの所謂ラヂカルな<sup>いわゆる</sup>一步を敢てせず、エネルギーを物質に比すべき現実

性をもつ実体 (Substantz) とする見解を極力拒けた方法論的態度とは非常な相違がある。

オストワルドは「自然哲学講義」(1900)を行ったり、「価値の哲学」を著わしたりしたが、凡そ<sup>およ</sup>19世紀以後のドイツの認識論的な哲学とは極めてかけ離れた素朴な独断論であることは一目瞭然である。

しかも、この両方の見解がそれぞれ後の量子論の発展に生き返って来ていることは注意しなければならない。

1895年の秋、リューベックで行われた自然科学者研究者会で、オストワルドが講演した「科学的唯物論の克服」は、その学的内容ではなく、一般世間への影響で注目に値するものである。

この講演はオストワルドの回想によると、多数の反対者を面前にして、圧迫、苦慮、不安の感情を以て行われたということであるが、根本思想は、自然現象の力学的見解の Unzurenglich なことと、エネルギーがそれを解決出来るという主張に外ならない。前者は力学の方程式に時間  $t$  がいつも平方  $t^2$  の形で現われる点を一つの根拠としている。つまりこれらの方程式で記述される過程は先へ進むことも、後へ向うことも同じように出来る筈であるが、大人が子供になったり、櫛<sup>かしわ</sup>が櫛<sup>かしわ</sup>の種に戻ったりすることが出来ないように、現実の過程は確に可逆的でないから、力学の方程式は現実世界の最も一般的な関係をさえ現わせないことになるのである。これはボルツマンの H 定理に提出されたロシュミットの逆転の背理によっても表わされている。

次にエネルギーの根拠は、我々が外界から直接経験することは、エネルギー関係であって、それ以上のものは、主観的な添えものに過ぎないところにある。「科学の課題は実在的なものの証明が出来、測定出来る量を互に関係させ、一方が与えられたら他方が推論されるようにするところにある。何か或る一つの仮説的な像をウンターレーブンすることではなく、測定される量の相互間の依存関係を証明することに依てのみ解決される。」

エネルギー論者と原子論者との立場は次の比喻で表わされる。

閉じた箱の異った箇所から、二つの挺子<sup>てこ</sup>が出ている、一方を動かすと他方は異なる速さ、例えばその三倍の速さで動くと思えよう。このときエネルギー

は第二の挺子<sup>てこ</sup>が動く力は、第一の挺子<sup>てこ</sup>に働く力の3分の1であるという。両方の挺子<sup>てこ</sup>を連関させる内部の機械仕掛としては、無限に多数の仕掛を考えることが出来る。しかし結果はエネルギー論の第1主則がある以上、エネルギーが箱の中に全然残らないものと仮定すればいつも同じである。両方の挺子<sup>てこ</sup>だけしか知れないとすれば、千も可能な機構の中でどれが実際に存在するかは少しも分らない。あれこれと冥想しても何の役にも立たない。何故なら、それをして見たところで、挺子<sup>てこ</sup>については今迄にわかって居る以上何ものも経験出来ないからである。

これに対して原子論者は、内部機構の種々の可能性を明かにすることも、いつかは今迄以上に経験することもあり得るから、やはり重要な科学的課題であるという。

しかし、オストワルドの意見では、これは自然、若しくは箱の中から外に出ている他の挺子<sup>てこ</sup>を発見したことに相等する。それについては実験出来るし、またしなければならぬのは当然である。

これに対するボルツマンやプランクの応酬もあったが、オストワルド自身は、この講演を科学界に対してなしたものとしているが、事實は一般知識層への影響が大きかった。新聞は「科学的唯物論克服さる」と題して報道した。一般は何か精神的な革命を想像したのであろう。古典派から「精神科学」の所謂左翼的<sup>いわゆる</sup>な代表者に至るまで、科学的世界観に大きな脅威を感じていたこととて、オストワルドは敵陣を脱して来た戦友のように非常に観仰され、この奇特な「行い」によって神学の名誉博士にさえされそうな形勢まで現れた。

哲学者の間でも自然科学に関心をもつ人々には、このオストワルドのエネルギー論は大きな影響を与えたが、当時キール大学で哲学教授であったアロイス・リール (Alois Riehl) が特にオストワルドが主張している形のエネルギー論に非常に関心を寄せ、これは専門家の不評に傷手を負うた箇所へバルサムのように働いたから、後に至ってリールが可成りその承認を制限はしたが、当時のオストワルドにとっては魂の慰藉を感謝している。

オストワルドのリュベックでの講演はリールの美しい小著「現代哲学入門」の一章「自然科学的及哲学的二元論」でも詳しく論評されて居る。リールはロバルト・マイエルの方法論を重視するが、いわゆるエネルギー論には自然科学的

にはヘルツ，ローレンツなどを捨象してエネルギー一元論に懐疑的態度を示し，哲学的には本来の心理現象が秤量し得るエネルギー的現象でないことを指摘している。(未定稿)

---

## PDF 化にあたって

本 PDF は、

『科学史論』（「天野清選集 2，日本科学社，1948 年 11 月）  
を元に作成したものである。

PDF 化にあたって、旧漢字は新漢字に、仮名遣いは新仮名遣いに変更した。漢字の一部には振り仮名をつけた。

科学の古典文献を電子図書館「科学図書館」

<http://www.cam.hi-ho.ne.jp/munehiro/sciencelib.html>

に収録してあります。

「科学図書館」に新しく収録した文献の案内，その他「科学図書館」に関する意見などは、

「科学図書館掲示板」

<http://6325.teacup.com/munehiroumeda/bbs>

を御覧いただくか，書き込みください。