高効率に関わる心と理論の隙間

Theoretical and Spiritual Void Concerned with High Efficiency

正 山田 豊久 (公益社団法人 日本技術士会中部本部 ET の会)

Toyohisa YAMADA

Society of ET, C/O The Institution of Professional Engineers, Japan, 5-4-14 Meieki, Nakamura-ku, Nagoya 450-0002, Japan

Key Words: High Efficiency, Theoretical Efficiency, Perpetual Motion Machine

1. 諸元

もし、画期的な効率の発電装置の開発に投資しないかと言われたら、にわかには応じないことが常識的な姿勢である。しかし、東日本大震災のもたらしたエネルギーライシスにより、これまでのエネルギーに対する信頼関係が崩壊すると、より安心な、永続するエネルギーへの期待が高まると、すべてが麻痺し、高効率ということばが、机上の空論のように現れる。ここでは、熱エネルギー利用に関する特許の事例を通して、人間の欲望と自然法則の限界について考えたい。

2. 永久機関に潜む心理上のトリック

永久機関に関する特許の出願は絶えることがない。いかなる特許も自由に出願できるが、特許と技術とは別物である。

図1は、2013年に公開された永久機関の特許の一つである。錘が上に来れば錘が収納されて容積が小さくなり、錘が下になると錘が出て容積が大きくなる浮子がベルト上に連なって配置され、この錘の出入りによる容積差で、浮力の差がベルトを永久に回し続けるというものである。

定性的に考えると成立しそうであるが、錘が下になって浮子から出る条件(1)式と浮子が浮き上がる条件(2)式を両立させると、(3)式の通り、上面より負圧で吸い上げる結果になる。

$$P_H S < W_G \quad (1)$$

$$W_G < \rho g S L = (P_H - P_L) S \quad (2)$$

$$P_H S < (P_H - P_L) S \Rightarrow 0 < -P_L \quad (3)$$

これは、通常的设计の場合、検討不十分となる失態だが、大きな期待で冷静さを失うと、定性的な検討段階で見落とす事になる。すなわち、過度な期待は不都合な事実を封印する。

Fig.1 Power generator using buoyancy energy

3. 効率の一人歩き

3.1 効率に対する思い込み

流体を攪拌して発生する熱を測定する実験からは、熱とは運動エネルギーが形を変えたものであることが示される。ここでは、仕事が熱に変化するならば、熱が仕事にならないかという疑問がよぎる。これが形を変えると、熱効率 100%の熱機関ができないかという期待が変わる。

しかし、現代の熱機関に関する一般的な知識からは、100%の熱効率の熱機関が不可能であることが周知されているので、あくまで高効率の熱機関の実現に対して努力が成される。このこと自体は非常に重要なことであるが、ここで生じ得る間違いは、効率が一人歩きして、思い込みで技術的な判断がなされることである。

たとえば、夏場のエアコンの排気が暑苦しいので、その熱を汲上げて発電できないかと考えることがある。この様な必要性に対して、ヒートポンプと熱機関を組合せた特許がある。ここでの考え方の骨子は、ランキンサイクルによるヒートポンプの COP (成績係数) が 100%を超えていることが一般的なため、熱機関の効率 η が COP との積により倍増できないかということである。

図2は、エアコン等のヒートポンプで汲上げた熱で、直接、熱機関を駆動することが可能な系の基本的な回路図である。この系全体での熱効率 η_0 は次のようになる。

$$\eta_0 = (W_G - W_P - W_C) / Q_1 \quad (4)$$

ここで注目すべきことは COP の定義である。COP とは、図2での熱交換器での交換熱量と圧縮機の駆動電力との比で、(5)式の形となり、供給熱量との比ではない。

$$COP = Q_{EX} / W_C \quad (5)$$

$$\eta = (W_G - W_P - W_C) / Q_{EX} \quad (6)$$

これらから、COP と η との積を見ると(7)式のようなので、系全体の熱効率とは全くの別物であることが分かる。

$$COP \times \eta = (W_G - W_P - W_C) / W_C \quad (7)$$

このことは、効率が無次元の比率であるため、本来の意味がすり替えられ、効率ということばに対する勝手な思い込みが生じるということである。

Fig.2 Heat engine to be driven by the heat pump

3.2 心の隙を埋める特許の権威

特許法では、新規性のあるうち高度のもので産業上利用することができれば、特許を受けることが出来る。この特許要件は非常に広義なもので、明細書で発明の構成とその作用効果を説明することで、特許の請求範囲を限定できる。

このため、図2の系については動力増幅装置に関する発明として限定し、(7)式のヒートポンプの動力に対する発電機の出力に関する効率を上げることが目的とすることで、特許上の権利を主張することが可能である。(4)式による系全体での熱効率 η_0 はカルノ効率の制約を受けるが、熱源の温度差を相応に取ることにより、(7)式による動力増幅装置としての効率が100%を超えるという主張も可能になる。

このことは、審査請求の後に登録査定を受けることができれば、特許公報上、すなわち公文書上での独自の基準を設けることが可能で、独自の基準を世間に公表して主張することも、当然の権利として可能になることを意味している。これは、発明そのものが自然法則を利用した技術的思想の創作であることによる。

4. 永久機関が付け入る理論の隙

4.1 熱効率100%の条件

自然法則として動力としての熱効率に限界があるが、すべての人の理解を得るには、ほど遠い道のりが存在する。高効率の限界を示すのが、(8)式のカルノ効率である。低温熱源温度 T_2 が0、すなわち、絶対零度であれば、 η が100%となって、第2種永久機関が成立する。

$$\eta = 1 - T_2/T_1 \quad (8)$$

T_1 ：高温熱源温度 [K]

T_2 ：低温熱源温度 [K]

機械工学では、理祖気体による定義でカルノサイクルを教えられるが、ここでは、可逆サイクルをカルノサイクルとして定義する。これは、高温熱源と低温熱源の温度が同一ならば相異なる可逆サイクルが存在しないことによる。この性質を用いたのが熱力学温度の定義である。

図3は熱力学温度を定義するサイクルの関係を示す。図中のサイクルはすべてカルノサイクルである。これらのサイクルにより低温熱源(θ_3)の温度 T_3 を基準とした低温熱源(θ_2)の温度 T_2 は移動する熱量の関数により次のように表される。

$$\frac{T_3}{T_2} = \frac{f(\theta_1, \theta_3)}{f(\theta_1, \theta_2)} = \frac{Q_3}{Q_2} \quad (9)$$

$$f(\theta_1, \theta_3) = Q_3/Q_1 \quad (10)$$

$$f(\theta_1, \theta_2) = Q_2/Q_1 \quad (11)$$

ここでは、 $Q_1 > 0$ 、 $Q_2 > 0$ 、 $Q_3 > 0$ である。

この定義からは、カルノサイクルを崩壊さない前提では、任意の高温熱源(θ_1)の温度 T_1 に対しても $T_1 > T_2 > T_3 > 0$ の状態であって、絶対零度は極限として存在するものになる。

4.2 条件の限定による理論の切り崩し

熱力学温度は、万人が理解できているとはいいがたく、絶対零度が未発見であるとの主張を遮ることも難しい。たとえば、通常考えたとおり、熱源間の温度が同一の条件ではカルノサイクルの仕事 W_{13} が0であると解釈した場合、図3の熱力学温度の極限の限界を切り崩すことになる。

この場合は、特異点としての絶対零度の存在を認めるとい主張になる。すなわち、 $W_{13}=0$ ならば、 $W_{12}=-W_{23}$ となり、可逆サイクルとして成立するので、低温熱源(θ_2)と低温熱源(θ_3)間についての熱の移動量を Q'_2 、 Q'_3 、仕事を W'_{23} として区別すると、次の関係が保存される。

$$Q'_2 \cdot Q'_3 = W'_{23} \quad (12)$$

ここでは、 $Q_1=Q_3=0$ 、 $Q_1 > 0$ 、 $Q_2 > 0$ 、 $Q_3 > 0$ 、 $Q'_2=-Q_2$ 、 $Q'_3=-Q_3$ 、 $W'_{23}=-W_{23}$ である。

これは、互いに可逆なサイクルを設定することにはほかならず、任意の高温熱源(θ_1)に対応する低温熱源(θ_3)が同一の温度であるならば、低温熱源(θ_2)が特定の温度で存在し得ることを示す。その結果、絶対零度が未発見なのではないかとい

う仮説が生じ、第2種永久機関の存在、さらには、統計力学上の負の絶対温度が存在から、熱効率が100%を超える第1種永久熱機関の可能性にまで言及できる口実を与える。これが永久機関の付け入る隙と考えられる。

しかし、任意の高温熱源(θ_1)に対応する低温熱源(θ_3)が同一の温度であることは、熱力学温度を定義する系に熱の出入がなく、温度を定義することのできる熱の流れが存在していないことになる。このことは、熱の出入りのない系での熱機関は永久機関にほかならず、永久機関では温度が定義できないことも意味している。

Fig.3 Heat cycles that define the thermodynamic temperature

5. 結言

自らが正しいと信じ込ませるのに便利な道具が、皮肉にも、科学技術に関する高等な専門的応用能力である。万人に通用することが普遍性の根本条件であり、偽物についてはこの条件により除外される。しかし、一部の人の信頼を得る事ができれば十分となると話は早い。信じる人を限定すれば良い。

特許についても同じである。権利化に対しては、担当の審査官の拒絶査定を覆すだけの主張をすれば十分で、裁判にでもならなければ学術的な科学的根拠による証明など何ら必要ない。さらには、資金を引き出す等の目的で、信頼を得る標的を別に取り、権威付けを目的とした特許出願のみを行って審査請求しない悪意の選択もある。

しかし、最も恐れなければならないのが、自分が自分自身にごまかされてしまう場合である。いざ実証という段階で、計測値が間違いを指摘しているにもかかわらず、実験機が見かけ上動いてしまい、計測誤差として測定値に補正が必要と判断したら、最後まで間違いに気がつかないであろう。この場合は、実際に失敗して、間違いに気がつく方が良い。

困難な状況下での開発継続には、モチベーション維持のための自画自賛も、信念も必要である。しかし、技術に対する期待は、第三者よりも技術開発の当事者の方が大きい。このため、事故の回避が開発目的ならば、過度な期待が不都合な事実を封印して悲惨な結果を招くことにもなりかねない。過度な期待は、物事をねじ曲げ、すり替えるよう自らを仕向けることを忘れてはならない。

参考文献

- 1) 公開特許公報，浮力エネルギーを利用した発電装置，特開 2013-113293
- 2) 公開特許公報，発電システム，特開 2013-15083
- 3) 特許公報，高効率駆動装置，第 2727071 号
- 4) 原島鮮，熱力学・統計力学，倍風館，(1978)
- 5) 斉藤孟 小泉睦男，工業熱力学，共立出版，(1973)
- 6) 山田豊一，工業熱力学大要，理工図書，(1963)