

## エンゲルスの自然弁証法における力学観の誤りについて

竹之下芳也（北九州市立大学名誉教授）

1968年発行のマルクス・エンゲルス全集第20巻337頁の『自然の弁証法』を中心に考察する。

### ①（序論）

[343下] 自然科学の第一期……

[344下] この時期を特徴づけているもの……自然の絶対的な不変性という見解である。……惑星やその衛星は、いったんあの神秘的な「最初の衝撃」によって……永久に、……万物の終わりの日までは、……楕円上をまわりつづけることになった。

[345下] この時期の自然研究者たちにとって、世界は移りゆくかぬものであり、……ニュートンによって万有引力というあの引力をかりに物質の本質的な性質なのだと考えてみたところで、では惑星軌道を最初に出現させる、接線力はどこから生じるのか。

### ②（序論）

[346下] この化石化した自然観に最初の突破口をひらいたのは、……哲学者だった。……1755年にカントの『天界の一般自然史と理論』が現れた。最初の衝撃についての問題はとりのぞかれた。

[347下] しかしながら、自然はあるのではなく生成し消滅するものだという、見解が……（地質学が成立していやいや承認されていった。）

[350上] ダーウィン（の）勝利の……

新しい自然観は……自然全体は永遠の流れと循環とのなかで、運動していることが証明された。……こうして、全自然は、永遠の生成と消滅、たえまない流れ、やすすみない運動と変化のなかにあるという、あのギリシヤ哲学の見方にふたたびたちもどったわけである。

### ③（運動の基本的形態）

[386下] あらゆる物質的な存在者、これらの物体が一つの連関のなかにあるということのうちには、それらが相互に作用しあっているという事柄もすでにふくまれているのであって、諸物体相互のこのような作用こそがまさに運動なのである。物質は運動なしには考えられないということはすでにここに示されている。

### ④（運動の基本的形態）

[384上] 二つの物体が相互に作用しあって、……両者はたがいに引き合うか、あるいは両者はたがいに斥けあう。……運動の基本形態はすべて近づくことと遠ざかること、——要するに牽引と反発という昔からの両極的な対立となるのである。はっきりと銘記しておくべきことは、牽引と反発とを「力」としてとらえているのではなく、運動のたんなる形態としてとらえているということである。

運動の不生不滅の法則は、次のように表現される。宇宙におけるどのような牽引運動もすべてそれと等価の反発運動によって補われているはずであり、逆にどんな反発運動にもその補足としてそれと等価の牽引運動があるはずである。……全宇宙における牽引全部との和と反発全部の和とは相等しい。

[552上] たとえば彗星の尾がそれで、そこでは反発はそれこそ巨大な力で作用してさえいる。

### ⑤（運動の基本的形態）

[389上] 運動は牽引と反発との交互作用においてどのような現れ方をするであろうか？ 中心天体のまわりの一惑星の運動は、……惑星が描く楕円を二つの力、中心天体の引力と接線力との合成された作用から説明する。だから、（中心力の他にそれと直角の運動の）「力」を仮定している。（それは、ニュートンによれば、）運動はすべて相互に作用し合う二物体の中心間の結合の方向にしか起こりえないという基本法則と矛盾することになる。

（以下、この接線力の起源をカント＝ラプラスの宇宙生成論によって説明可能との推論を示す。そして）

[390上] 接線方向の運動の要素は、ガス球の粒子にもともと存在していた反発の、転化させられた形態での残余として現れているのである。……ここで反発としてとらえた運動形態は、現代物理学では「エネルギー」と名付けられているものと同一である。

[392下] 熱は反発の一形態である。……エネルギーは反発と同一のものであることが判明した。

[402 上] 力という概念が（自然の力学系の）概念の混乱のきっかけとなっているとすれば、この概念が科学的な使用に耐えないことの証明である。……力学では運動の原因はあたえられたものとされており、考慮されるのはそれらの起源ではなくてそれらの作用だけである。

⑥（運動の尺度——仕事）

（ここでは、運動量と運動エネルギーの議論が錯綜して、エネルギーの運動形態の転換も相まって、議論は混乱を極めている。）

⑦（物質の運動諸形態、諸科学の分類）

[551] 重さは物質性の最も一般的な規定であると普通されている。すなわち牽引は物質の必然的性質であるが、……牽引だけにもとづいている物質の理論は誤りであり、不十分である。……重力学説全体は牽引が物質の本質であるという説の基づいている。これは必然的に誤りである。牽引は必ず反発によって補足されているはずである。ヘーゲルは言っている、物質の本質は牽引と反発である、と。

まとめ

エンゲルスの自然弁証法の特徴をまとめると、以下の通り

1. 運動の基本形態は 牽引 と 反発 である。  
彗星の尾は反発の証拠である（参照：補足3）
2. 「力」はある種の運動の形態であるとする。
3. ニュートン力学は認めない。  
なぜなら、ニュートン力学は中心力しかなく反発がないから。

その結果の結論は

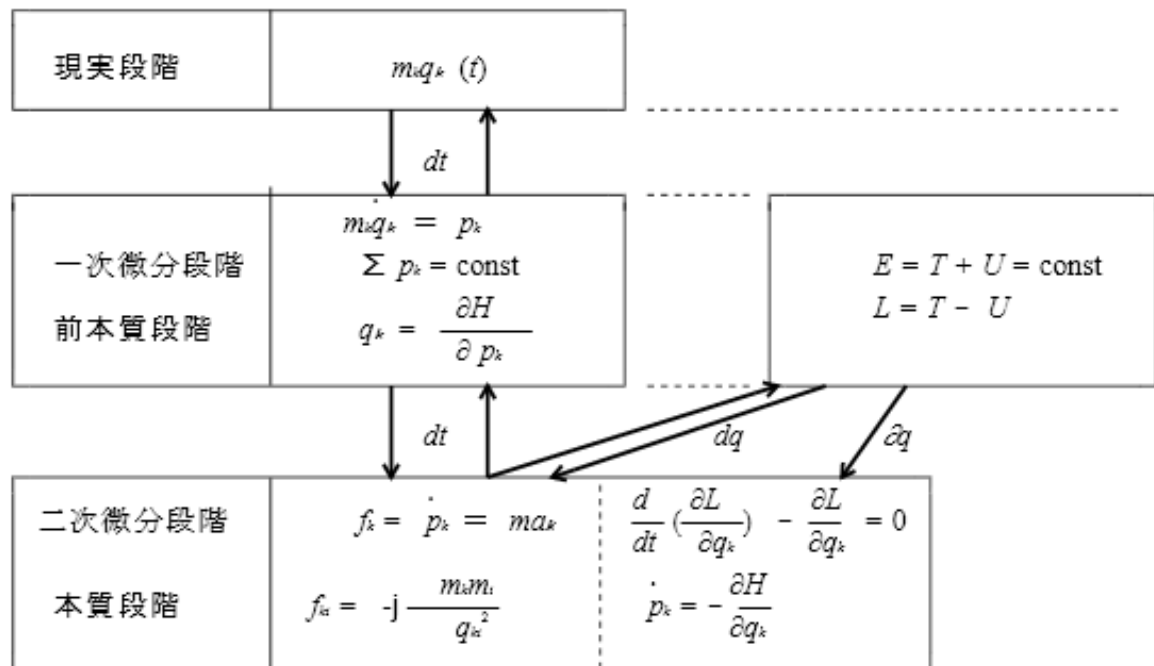
「万物はあらゆるものが生々流転し、永遠の生成と消滅を繰り返し、たえまない運動の中にある。」

という有名な唯物論の大テーゼが成り立っている。ニュートン力学を承認する我々は、これは無条件には承認できないのである。

その他の問題点

1. 運動の理解に問題あり。→接線力は存在しない。（参照：補足2）
2. 熱エネルギーは反発である。→エネルギーに特性を論じることはできない。  
また、熱には反発はない。
3. 運動量とエネルギー、更には仕事量の理解が混同されている。  
→物理量には単位があり、かつ階層がある。異なった階層を比較することは意味がない。（参照：補足1）

補足 1： 古典力学空間での主要な物理量の階層構造



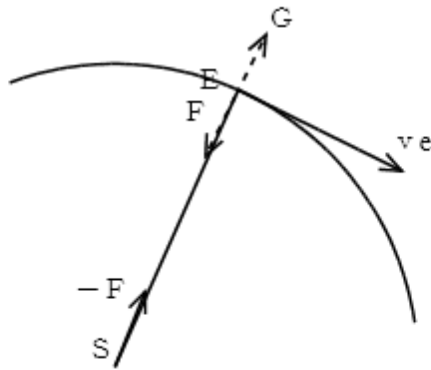
下降矢印は微分、上向矢印は積分を示す

( $m$ 、 $t$ 、はそれぞれ質量、時間、 $q$ 、 $p$ は一般化座標ベクトル、運動量ベクトル、 $\dot{q}$ は $q$ の時間微分、 $f$ は力または相互作用、 $a$ は加速度、 $T$ は運動エネルギー、 $U$ はポテンシャルエネルギー、 $E$ は全エネルギー、 $L$ はラグランジュ関数、 $H$ はラプラスの関数を表す)  
 (竹之下芳也、『唯物論研究年誌』第 10 号、青木書店、2005 年、350 p.)

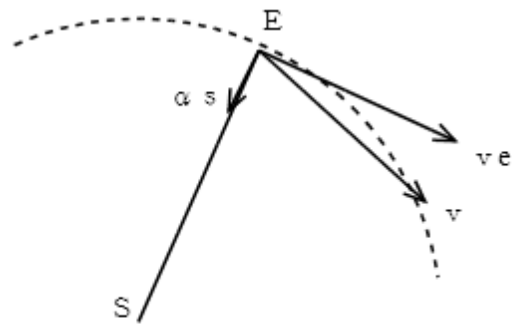
上のように、物理量には次元があるので、運動量とエネルギーは同じレベルでは議論することは全く意味を持たないのである。このことは、円運動において、力と接線速度を対立物にすることはできないことを意味している。また、エネルギーは運動の総量を示すもので、そこから何か運動の性質というものを引き出すことはできない。エンゲルスは、熱は反発と知っているが、これは完全に誤りであるし、更に、熱のエネルギーというなら正確には熱量といわなければならない。この点でも、エンゲルスの理解は不十分である。また、熱そのものの運動の性質として、上に登るといような性質はないのである。無重力の世界では、ローソクの火はすぐ消えてしまうのである。重力がないから、物質の軽重に差が出ないので、空気が熱せられてもその場を離れないので対流が起こらず、新鮮な酸素が供給されないで、火はたちまち消えてしまうのである。そもそも、地上における上下関係は重力に起因しているのである。もっとも、エンゲルスは重力そのものを認めていないので、空念仏かもしれないが。

補足2：惑星の運動（円運動）

A. 力の構造



B. 速度の合成



万有引力F

$$F = -k \frac{Mm}{R^2}$$

第1段階： 万有引力と地球の公転速度は物理量として次元が異なるので、対立物とすることはできない。地球に働く万有引力は地球内で加速度に変換される。加速度を $\alpha s$ とすると

$$\alpha s = k \frac{M}{R^2}$$

となり、中心力Fは $\alpha s$ に転化される。

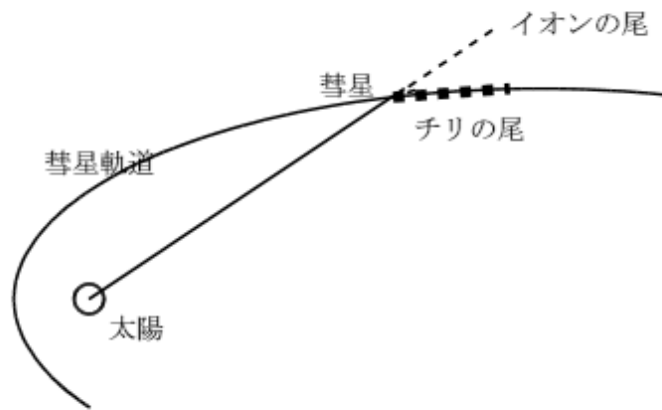
$$F = -m \alpha s$$

そして、第2段階として、 $\alpha s$ は1秒間の速度と等しいので、地球の接線速度 $ve$  対立を指定することになり、

$$v = \alpha s + ve$$

かくして、2つの速度は合成されて、地球は新しい接線速度で運動を続けるのである。

### 補足 3 : 彗星の尾について



彗星の尾は、エンゲルスが考えるような反発によるものではない。主要な尾はチリの尾で、太陽熱によって氷がはげ落ちそれと一緒に幾分かの岩石などがはげ落ち、彗星の軌道上やその周辺に置き去りになったもので、太陽との反対つまり中心力との反対にあるわけではない。彗星本体は太陽の引力によって加速されているので、はげ落ちたチリは置き去りになるのであるが彗星を後から追いかけて太陽の周りを回っていくのである。彗星には、よく見ると青白く淡く光る尾もあるのである。これは、確かに太陽の反対側の線上にあるので、エンゲルスが言うように牽引の反対の反発のようにも取れそうだが、実はそんなことではなく、これはイオンの流れであって、太陽風（主要な物質は電子と水素イオン）によって彗星から蒸発した蒸気がイオン化しその時に淡く光るのである。太陽風は猛烈な速度を持っているのでイオンは吹き飛ばされているのである。