

最小作用の原理と電子波の同期に則った

宇宙スケールのフライホイールを用いたエネルギーの貯蔵

The Flywheel made by Orbital Resonance with Electron Wave in Synchronization, rerating on Principle of Least Action

伴公伸

Masanobu Ban

東京都庁 産業労働局

Bureau of industrial and Labor Affairs Tokyo Metropolitan Government

1. 次世紀のエネルギー貯蔵法

2010年代は充電式電池により電気自動車一般道を走行し、スマートホンには薄く軽い電池が使われ、IT、IoTの至る所に電池の大活躍する時代になった。しかしこの電池も2018年9月6日から2日間に亘る北海道全域の大停電では弱点を見せた。

電源の停電で電気機器の電源は途絶え、携帯する機器も再充電できず、機器は長期に亘り使用できなくなった。

停電は発電の電力が需要よりも一時的に不足したことが原因だった。不足時いち早く、すぐに電力が補えると停電は防がれたかもしれない。

だからより効率的な電池と、エネルギーを蓄え、必要時に電力へ変換供給するシステムが、次世紀の社会の発展と安定には一層求められている。

そこで電気工学と物理学を基礎から再度眺め直し、エネルギーの貯蓄の方法を探り、将来のフライホイールの利用についてこの報告に述べる。

アルキメデスは「私に支点を与えよ。さすれば地球をも動かして見せよう。」と言ったと伝えられている。アルキメデスの支点としてこは小さな力を集めて大きな仕事に代える。それに似てフライホイールも小さな力を集めて大きく蓄える性質がある。

もし宇宙に巡航するリュウグウやイトカワといった惑星や衛星、宇宙のちりをフライホイールとして用いれば、これほど大規模なエネルギー源はまたとなく、次世紀の大目標、夢に相応しい。

2. フライホイールの基礎となる電気現象

フライホイールの弱点は軸の摩擦と空気抵抗が回転運動のエネルギーを散逸させることである。

ところが放電中のプラズマダスト、クーロン結晶、直流ダストプラズマでは、希薄な気体中に運動モーメントを持った微小物体の浮遊が生じ、それら微小物体には弱点の、回転軸の摩擦と空気抵抗がない。

希薄な気体の中の放電にはプラズマダスト、クーロン結晶と呼ばれる特殊な物体の静止浮遊現象を得られる[1, 2, 3]。そして微粒子が空間に配列した姿、または輝点や輝線という特徴が結晶の配列と同じように観察される。これら放電中の現象をこの報告ではまとめて仮に結晶と呼ぶことにする。

量子力学的に述べれば、どの結晶も電極からトンネルする電子波が流れる空間が、放電の空間中にできる。

そして電子波の波数変動から配列の周期的要素の力が定式化できる。それについて半導体工学からアプローチをすると、半導体結晶中の電子の有効質量 m としたとき、波束中心部の速度 V_g は $V_g = \frac{1}{\hbar} \frac{dE(k)}{dk}$ (1) から

$$dE(k) = \hbar V_g dk \quad (2)$$

ここで仕事 E と力 F と移動距離 x の定義 $E = F \cdot x$ より

$$dE(k) = F V_g dt \quad (3)$$

(2)と(3)の右辺どうしから

$$\hbar V_g dk = F V_g dt \quad (4)$$

移項して力 F は

$$F = \hbar \frac{dk}{dt} \quad (5)$$

と電子波の波数変動から求められる。波数は例えばトンネル現象の界面で変動し、力から空間に偏って配列したポテンシャルの増減が生まれる。

再度基本からこの結果を確かめるとエーレンフェストの定理から

$$-i\hbar \frac{d\langle \hat{O} \rangle}{dt} = \langle [\hat{H}, \hat{O}] \rangle \quad (6)$$

結晶の並進ベクトル R だけ波動関数を平行移動させる並進演算子 (\hat{r}_R) として、さらに結晶の周期ポテンシャルを表すハミルトニアンと外場を表すハミルトニアンを加算してポテンシャル $V(r)$ とすると

$$-i\hbar \frac{d\langle \hat{r}_R \rangle}{dt} = \langle [V(r), \hat{r}_R] \rangle \quad (7)$$

並進ベクトル R が小さくブロッホの定理が通用するような重ね合せの波動と仮定して解くと

$$i\hbar \frac{d}{dt} e^{ik \cdot R} \approx \left(\frac{dV}{dr} \right) \cdot \text{Re}^{ik \cdot R} \quad (8)$$

ポテンシャルの微分は力だから8式をみれば

$$F = \hbar \frac{dk}{dt} \quad (9)$$

となつて5式と同じ結果が導かれる。だが、9式は電子波の波動性だけから表れ、電子の質量や量子性とは一切無関係なことが明白である。素電荷の定値と有効質量の差異からも同時に電子の量子性は否定される。

そしてこの5と9式の力 F は12式のローレンツ力 F_R とはまったく起因原理の異なる力とわかる。

$$\text{まずポテンシャル} U \text{を} \quad U = q\phi(r) - \frac{q}{c} \mathbf{v} \cdot \mathbf{A}(r) \quad (10)$$

とにおいて $F_R = -\frac{\partial U}{\partial r} + \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial U}{\partial v} \right)$ (11)

から

$$F_R = q \left(\vec{E} + \frac{1}{c} \vec{v} \times \vec{B} \right) \quad (12)$$

と求まり、1 数理体系において 12 は 5 や 9 式とは恒等の同一値を持たぬ別の式である。

実際の現象で装置中に微粒子がローレンツ力の巡回運動をせず、偏向運動をしない。交流においても直流においても結晶のダスト微粒子が静止して、ローレンツ力の運動とは様子が異なり、ローレンツ力原因説を否定する。

これを分子動力学で解く論文があるが、分子動力学はローレンツ力を原理としているので電子波の現象に対し原理的に適さない[4]。

結晶のダスト微粒子の現象には密度が周期的に偏る構造が見えるので電子波は周期、位相、振幅がランダムではなく、結晶状配列が観察された空間には同位相の電子波が同期して空間に配列していると考えられる。結晶のダスト微粒子の配列静止浮遊の現象には電子波の波動の同期という未知の現象が加わっていると予想できる。むしろこの結晶には同期していなくてはならない。

少なくとも電圧波動に同期した波動の存在は電気回路を並列した 2 台の放電管の輝線に位相の同期が生じたことに証明される[5]。

またこれらの構造には電子波のトンネルが共通する。フランクとヘルツの実験装置や放電回路、量子ポイントコンタクトの回路がその構造である。通曉してコンダクタンスのグラフには階段状の特徴が同期の徴として得られる。

とくに同期を表す蔵本モデルの式において、相転移点(蔵本転移点)は理科年表に記載された放電の仕事関数がその蔵本転移点に一致することになる。

同期にはいくつかの高調波の周期が同時に発生する。そして同期に付随した引込現象から、位相の一致と、其々の高調波の周期間に有理数の比(尽数関係)を作る。

もし同期と引込現象が起きていると周波数特性には表示の帯域に離散的な輝線を数本示すだろう。変調にたとえれば、コヒーレントな搬送波信号の観測と同等の信号が見える。しかし逆に確率的な出現の雑音では位相、振幅、周波数が定まらないためホワイトノイズが見える。

ホワイトノイズは同じ統計傾向のホワイトノイズ同士を加算しても減算しても相殺することはない。加算減算に対して統計傾向の大きな変化は生まれないとされている。だからホワイトノイズはほとんどの周波数に振幅が相殺され 0 になることがない。

この 0 になる引込現象の関わった特殊な場合が、物理学には最小作用 S の原理の発現として、まるで普通のことのように誤解されている。最小作用の原理は「量子力学のファインマンの経路積分」の核心の論理に関わるので、あまねく物理現象に同期引き込み現象が同居している事を現代の物理学が見逃したことになる。

まずファインマンの経路積分の数式は

$$K(b, a) = \int_a^b Dx \exp\left\{i \frac{S[x(t)]}{\hbar}\right\} \quad (13)$$

と表現される。13 式中の指数関数の積分核から、周波数特性測定のためのフーリエ積分による表現と似ている。

そのため確率的に表出する物理現象のグラフ表現には雑音の測定と同じ、ホワイトノイズの出現を期待できる。

ところが確率的なファインマンの経路積分は作用 S の停留値を通る経路は $k(b, a)$ に大きな割合で寄与するが、それ以外の経路は相殺してほとんど値が 0 になるという。

この相殺特性は最小作用の原理(停留値の法則)に起因があると従来の物理学はいう。

解析力学によるとこの最小作用の原理から、運動量の保存則、角運動量の保存則が導出証明できる。

したがって最小作用の原理に従った世界の全ての保存則をともなった線形な物理現象はどれもが、引込現象のおきた同期現象である。

それを周囲の観察に確かめると天文学に尽数関係(Resonance)と呼ばれる宇宙の衛星の特徴に証明される。

ケプラーは天文観測からさらに惑星の楕円軌道の上で最大角速度と最小角速度の間に有理数を見出し、当時の用語を使い和音と呼んでいる。

ダスト微粒子の結晶の同期引込現象は、フライホイールによるエネルギーの貯蔵にさらに有利である。

有理数の比関係の周期のタイミングのリズムとチャンスに運動量やエネルギーを回転体に徐々に小さな量を蓄えたり急激に大きく放出したりできる。たとえば子供を載せたブランコ遊びに、親がたまに押せば、揺れの振幅をごく小さな力でも思いのほかどこまでも大きくできる。

だから、同期引込現象と既存の電気工学を用いて人工装置中のクーロン結晶または、宇宙の星間質量の回転運動に地球上の電力エネルギーをも自由に蓄える応用を予想できる。

3. まとめ

今回の報告により放電中のプラズマダスト、クーロン結晶、直流ダストプラズマ等と別個の名のついた微粒子浮遊現象は全てが電子波の同期引込現象から発現すると数式と論理により明確にした。

その微粒子浮遊整列に作用する力をローレンツ力 12 式とは別の電子波の波数変動を根拠にした 5 式に導いた。電子波の同期引込を回路のコンダクタンスの階段状特性に見分ける方法を提案した。

研究の進展した次世紀には宇宙の遊星や衛星の大きな質量を人工の同期引込式フライホイールに利用する時代が来ると期待する。

引用文献

- [1] Satoshi Adachi, Masahiro Takayanagi and Shin-ichi Yoda, Current Status of Ground-based Experiment in Dusty Plasmas in JAXA, ISAS/JAXA 2007, Space Utiliz Res, 23 (2007), Fig3 [in Japanese].
- [2] HAYASHI Yasuaki, Fine-Particle-Plasma Crystal and Microgravity Experiments, jspf. Annual meeting 2005, SVI-1
- [3] http://www.jspf.or.jp/jspf_annual05/PDF/SVI-1.pdf [in Japanese]
- [4] プラズマ中におけるクーロン結晶形成のダイナミクスに関する分子動力学計算 古屋 謙治 分子科学会第 12 回分子科学討論会 2018 年 9 月
- [5] T. Fukuyama and R. Kozakov and H. Testrich and C. Wilke: プラズマにおける結合振動子の時空カオス同期現象。プラズマ・核融合学会誌(招待講演に基づくレビュー論文) 83 巻 5 号 521 頁~527 頁, 2007 年 05 月