

ファインマン物理学の特徴と太陽系宇宙の共鳴

Feynman's Physics and Solar System Resonance

伴公伸

Masanobu Ban

東京都庁 産業労働局

Bureau of industrial and Labor Affairs Tokyo Metropolitan Government

要旨:ファインマンの経路積分は常に特定の運動軌道付近だけが積分値に寄与するという特徴がある。量子力学の確率に従う多様な経路のはずが、積分計算への寄与に拡がりや分散がない。特定の経路だけの寄与が大きく積分値に表れ偏る。そのことから、量子力学の確率波の確率には特定の目のみが顕われてしまう退化分布となっている。その実証が見つかった。一般的に常に退化しているそのことから、天体の尽数関係の有理数の比が共鳴からうまれる性質について証明を導いた。ブランコの漕ぎ方を手本に軌道運動の効率よいエネルギーの分配から天体の尽数を論じた。

1.月の自転と尽数

天体の公転と自転との周期の比は分数に表せる。その分母と分子それぞれが整数にあたるような、太陽系の天体が多数見つかると、尽数関係と呼ばれてきた。

地球と月もそのひとつである。月が地球の周りを1周公転する期間に月はただ1周の自転をする。そのため月は地球にいつも同じ面を向けている。

尽数関係の天体にはそれぞれの公転の中心に対して整数回の公転数となる期間にやはり整数の、自転を2周、3周と行うものがある。

尽数は現代の数学分野では有理数という。

この書ではこの有理数が共鳴の高調波間の比と関係する性質であることを世にさがけて初めて明らかにする。

そしてファインマンの経路積分の特徴から論理の基礎を始め、現象では常に確率波が確率の中から特定の周波数と位相だけを選ぶことを数式の評価により確認し、それから実証の現象を紹介する。

特定の共鳴した周波数では、周囲の振動子に影響を与え、エネルギーの配分に周波数の偏りを起こし、ある現象でエネルギーの配分と分配に影響を与える。

波動に一般的に起きる作用は、太陽の放射する確率波にも同じく発生する。

したがって太陽系は共鳴し、天体には尽数関係が生まれる。

この道筋で行った究明をこの書に述べる。

2.周波数分析、周波数特性の基礎知識

私は音声や、電気信号に0Hzから20GHzまでの周波数分析をする仕事に長く携わってきた。そのためおもにFFT装置とベクトルネットワークアナライザを操作していた。

装置はフーリエ積分とフーリエ級数を応用し、電子演算装置や物性を利用した器具で演算を実現している。

項数の大部分を減じたフーリエ級数は海上保安庁水路部の略算式「月の位置の略算」で三角関数の級数の姿が天文学にはなじまれた数式だ。

しかしここから退化分布を論じるにはちょっとした基礎知識が必要なのでその要点を以下に示す。

2.1周波数分析の基礎

関数 $f(t)$ という時間軸の波動を原波形とすれば、フーリエ積分の演算結果に $X(\omega)$ と $\theta(\omega)$ という関数の対が得られる。そして周波数分析はフーリエ積分によって導いた $X(\omega)$ を両対数グラフの横軸を ω とし、縦軸を X とし、 $X(\omega)$ をグラフ中にプロットした周波数特性を論じる。

フーリエ積分には位相特性という $\theta(\omega)$ のデータも生まれる。 $X(\omega)$ と対の $\theta(\omega)$ を組み合わせたデータに逆フーリエ変換すると再度、原波形を得られる。

原波形を孤立矩形波とすれば、同一の $X(\omega)$ の一部からほかの $\theta(\omega)$ と組み合わせると、原波形には見た目の性質が似た、伝搬途中の、孤立矩形波、階段波、三角波といったバリエーションが生みだせる。

特に数式に慣れてくると、フーリエ積分の公式を額縁とすればフーリエ積分の被演算対象となった関数 $f(t)$ は額縁の中に納まった絵画のように鑑賞できる。

$$F(\omega) = \int f(t) e^{-i\omega t} dt \quad (1)$$

もし周波数特性の両対数グラフの包絡線に-2の傾きが生じたら、絵画を観察するたとえを用いれば、関数 $f(t)$ の項のなかに振動数 ν を分母にした積項、または周波数 f を分母にした積項、または角速度 ω ラジアンを分母にした積項を予見できる。

この条件の積項をしかもフーリエ積分の数式形状を土台としたシュレディンガー波動方程式が時間を摂動させた形式で自乗項のなかに積項を揃え持っている[1]。

エネルギーの期待値 W を波動方程式から周波数特性に求めてみる[2]。

$$W = \left(\langle \psi_l^{(0)} | H_l | \psi_n^{(0)} \rangle \right)^2 \rho(E_n^{(0)}) \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\sin^2 \frac{\omega}{2}}{\left(\frac{\omega}{2}\right)^2} e^{2i\omega t} d\omega \quad (2)$$

エネルギーの期待値 W の被積分関数から積分核を除いた部分にディラックのデルタ関数のシンク関数があり、位相が-2の冪になる原因を含んでいる。

ところがシュレディンガー波動方程式は確率の働く変動を続ける波動要素を含むので、その包絡線に冪-2の傾きはそのままでは現れない。

波動の確率が退化分布する期間にだけ包絡線が-2の傾きになりうる。退化していない確率波には中心極限定理の作用からホワイトノイズが生まれる。

そしてトンネル現象ではポテンシャル障壁を通過するとき、その界面で物質波には特定の位相と振幅が必要である。放電現象の電子には特定値となった電子波が退化分布する。

したがってトンネル現象の物質波にはいつでも確率の退化分布がある。

引用文献に退化分布の実証として、直流放電により電子波にトンネル現象のある事例を紹介する[3]。

放電現象は一般にトンネル現象の界面の電子波の位相と振幅に退化分布のある実証である。

量子力学はスケールの大小にかかわらず全ての物理に通曉し演算する事ができる。

そして文献[4]ではトンネル現象の2台の放電を電氣的に連結した時、電気信号に強い相関が観察された。

すなわち放電には電気信号の波動においても退化分布する。

ならばトンネル現象の事例ひとつで同じ条件の物理には退化分布の存在を証明したことになる。これから次節に周波数分析、周波数特性の知識から確率波の退化分布の実証の指摘と証明をおこなう。

2.2 周波数分析とホワイトノイズ

音響や電気信号の周波数分析ではホワイトノイズと呼ぶ周波数特性が頻繁にある。原波動の3要素（振動数、位相、振幅）の要素のどれか1種類でも確率的な変動をすると、周波数分析にはホワイトノイズが表れる。

ホワイトノイズの周波数特性は電子工学のショットノイズという雑音で証明され学理となっている。ショットノイズは電子が電極界面からトンネル現象によって空中に飛び出る時、その電気回路に観察される雑音である。

ショットノイズをラジオの振幅変調(AM)受信機の音声回路で聞き取ると、それは Rayleigh distribution とよばれる特性を示すことも通信工学の学理にある。

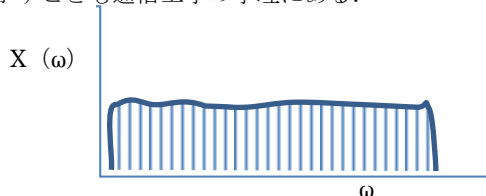


図1 ホワイトノイズの周波数特性グラフ

ホワイトノイズの特徴は周波数特性グラフの包絡線が水平になることである。各輝線スペクトルの振幅 X が等しくなる。

そのことから、縦軸の振幅幅が期間中連続してゼロとなるような周波数 f (振動数 ν 、角(位相)速度 ω) はホワイトノイズのなかには存在しない。

この存在しないはずのゼロ成分が振動数、周期の広い帯域に亘り、ファインマンの経路積分にはたびたび頻繁に表れているとファインマンは著書に主張している。

ファインマンは物質の運動軌道に予想される円錐曲線の軌道付近や、屈折、反射なら特定の直線部分だけを演算するだけでファインマン経路積分の値はほぼ計算できると言う。

その他の経路は相殺し合い、ゼロとなってファインマンの経路積分に寄与しないとすらファインマンは著書に特に主張している。

この相殺効果は最小作用の原理の働きによるものと物理学界には考えられてきたらしい。

でも以下に説明して行くように、この相殺効果はホワイトノイズの学理や性質に全く不当な現象である。

それでも常にファインマンの経路積分が成り立つなら、確率波動の確率が退化した何がしかの現象が常に陰に関わることになる。

ファインマンの経路積分をホワイトノイズと性質を比較しているわけは、周波数特性の数式とファインマンの経路積分の数式は全くフーリエ積分から見て同じものだからだ。

その数式の道具立てと位相、振幅、振動数の要素のひとつでも確率の変動の波動が $f(t)$ の項内に含まれるなら、中心極限定理の論理のさだめから周波数特性にはホワイトノイズしか生まれ出ない。

2.2 周波数特性グラフとファインマンの経路積分の比較

これからファインマンの経路積分と周波数特性グラフを比較する。

ホワイトノイズの図1のグラフから狭帯域の単一の振動数、すなわち輝線スペクトルを図2のごとくたった一つ選んだとする。

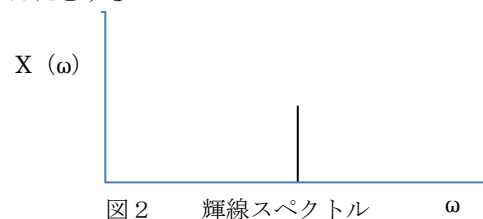


図2 輝線スペクトル

その輝線スペクトルの波動は1波動であり、図3の回転ベクトル \mathbf{X} では $X(\omega)$ と $\theta(\omega)$ をまとめて波動の形状の横軸を ω にしたグラフに表すことができる。

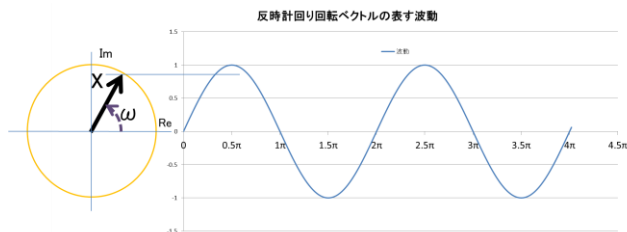


図3 反時計回り回転ベクトルの表す波動

ベクトル \mathbf{X} の先端を複素平面の y 軸に投影し、そのベクトルの $\arg(\omega)$ を x 軸に一組の対からグラフに1点をポイントできる。ポイント作業を続けると1単位の波動が描かれる。

時計回りに回転しても x 軸を対象軸にしてシンメトリーに波動は描け、歪の無い波動形のまま位相の数 ϵ ラジアン分の水平送り、波動の遅れ進みが起きる。

しかし回転の径が変わっていないのでグラフ上の回転ベクトルの全てが同じ回転向きなら、周波数特性のグラフには変化がない。

この知識と数式の比較によりファインマンの経路積分の性質、現象の異常状態がこの中心極限定理のホワイトノイズの結果に反した現象だと簡単に証明できる。

2.3.1 ファインマンの経路積分

ファインマンの経路積分の数式は

$$K(b,a) = \int_a^b Dx \exp\left\{i \frac{S[x(t)]}{\hbar}\right\} \quad (3)$$

である[5]. 積分核のオイラー関数の変数部の変換には回転ベクトルの知識から下記の変換を行う.

複素平面上に任意の回転ベクトル S を描けばベクトルの先端点に対応する複素共役の点は、 x 軸を対象軸にしてシンメトリーの関係になる.

ベクトルの先端点へ負の-1 を乗積演算した複素積の示す点は、原点の点対象に表れる.

2 種の演算を一組連続すると結果は結局 y 軸を対象軸にしたシンメトリーの関係になる.

これらの演算の後、円周の径長は一定だから波動の振幅にはいずれの場合にも変化なく同一に一定である.

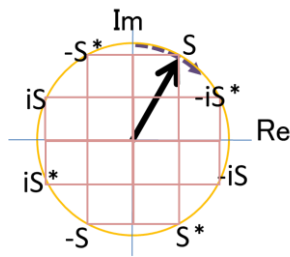


図4 回転ベクトルの変換

ファインマンの経路積分に回転ベクトルの変換を試したとしよう.

そこで図中 1 時方向付近の複素数 S を y 軸、虚数軸に対称に変換すると、 S は $-S^*$ に変換できる.

変換の結果がフーリエ積分と同型ならば、たとえ変数が t と異なっても、そこから同じ演算操作に生まれる確率波動に対する周波数特性様のグラフには中心極限定理の理からホワイトノイズの性質が必ず共通する.

この知識をもとに数式(3)から変換後の数式(4)と周波数分析のフーリエ積分の数式(5)を並べて示し比較してみる.

しかし演算順や変数の比較でなく、フーリエ積分の積分核とオイラー関数に注目して数式形式の分類の基準から比較する.

$$K(b,a) = \int_a^b Dx \exp\left\{-i \frac{S^*[x(t)]}{\hbar}\right\} \quad (4)$$

$$X(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-i\omega t} dt \quad (5)$$

積分核をオイラー関数にした 2 つの式はどちら同形である. その形はフーリエ積分である.

特にファインマンの経路積分の対象の経路を 3 次元の空間に辿る任意の曲線ではなく直線に限るとほぼ完全に同一のフーリエ積分形式である.

作用 S は確率波動、周波数特性の $x(t)$ も確率波動ならそれらの周波数特性は必ずホワイトノイズである.

この結果はファインマンの主張に反する.

2.3 ファインマンの経路積分と最小作用の原理

ファインマンは「その他の経路は相殺し合い、ゼロとなってファインマンの経路積分に寄与しない」といった.

物理学会は「最小作用の原理の働きがファインマンの経路積分の特徴に表れた」と考えてきた.

主張はファインマンも物理学会も前項のホワイトノイズの結果に正しくない.

確率波動の確率が退化分布するとホワイトノイズは現れない.

従って、ファインマンの経路積分が通用する現象は全てが退化分布した確率を持っている.

ファインマンの経路積分が現象の計算をできるならばその現象は退化分布に支配された結果である.

ファインマンの経路積分が通用する現象の全てが、退化分布に支配された現象であることになった.

現象について物理学会は最小作用の原理が経路の偏りに作用していると考えている.

常に陰となって裏に働いた原理とはどんな現象か、現象に何が起きているか考えてみよう.

この最小作用の原理と同時にハミルトンの変分原理では物体の運動軌道が、位置ポテンシャルと運動エネルギーとの差分の、極大、極小、または変曲点を常に通過する性質を持っているという.

3. 最小作用の原理の退化分布と復元力

前項までにファインマンの、最小作用の原理、ハミルトンの変分原理は退化分布した確率の影響を受けて作られ、それが数理と現象に表出していると判明した.

変分原理は物体の運動が運動エネルギーと位置エネルギーの差分について、その差分と位置のグラフ上の曲線の傾きがゼロとなる.

傾きがゼロの極大、極小、または変曲点の性質は退化分布に支配された結果であるのはもちろんだが、この傾きの意味するグラフは安定点へ戻る復元方向の力が作用する状態を示している.

この傾き特性は、水に浮かぶ船の安定と船の沈没までのそれぞれの復元力についてのグラフにも同じ曲線が表れる.

すなわちエネルギーの変化分、すなわち傾きは力である.

空間のポテンシャルの配分において、頂点と谷、鞍と盆に保とうと、退化分布には復元力が伴われている.

復元力には変位に反抗する逆さ向きの力があり、変位と力には比例関係がある.

この力は文献[6]の導いた物質波の波数を起源にした力である.

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

$$V_g = \frac{1}{\hbar} \frac{dE(k)}{dk} \quad (6)$$

から

$$dE(k) = \hbar V_g dk \quad (7)$$

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

$$dE(k) = F V_g dt \quad (8)$$

(7) と (8) の右辺どうしから

$$\hbar V_g dk = F V_g dt \quad (9)$$

移項して力 F は

$$F = \hbar \frac{dk}{dt} \quad (10)$$

と電子波の波数変動から力が求められる。

復元力には船が転覆に向かう時のように限界点もある。

この復元力と限界点の働きは文献[3, 7, 8, 9]の写真へ実際に微粒子の浮遊整列現象となって顕われる。

したがって微粒子の質量などのパラメータから整列状況の有無を観察すれば比例係数と限界点の実測は可能だ。

復元力を超える限界点は、微粒子が整列に揃わないときの微粒子の比重、放電電流、電圧のパラメータに表れる。

復元力の限界点を超えると重力に負けて微粒子は落下するので限界点を測定できる。

両者のパラメータは退化分布の性質の一つと予想される。

多数の粒子が整列するときには電子波の高調波が働いている。

整列には波動確率が特定の振動数とその高調波の波動の節腹にあらわれる。

従って自身の周波数(振動数)と、振幅がゼロの周波数の物質波の両方の特徴それぞれがその振動数に退化分布を発生し微粒子の整列に関わっている。

そして文献にクリスタルと名付けられた微粒子の整列とはすべからく物性にみる結晶相関の相変移の安定点に伴う確率の退化分布が表出した現象である。

3.1. ケプラーの法則と周波数特性と尽数

高調波の無い音叉から同一音叉を2台求め、互いを離隔距離に置いて一方を鳴らすと、叩いていない音叉までが鳴り出す。

音叉の事例は共鳴現象と呼ぶが、共鳴のとき同じ振動数の波がエネルギーを互いの振動子に交換し等しく配分する事例だ。

エネルギーの交換と配分は同一の振動数(周波数)どうしだけに限らない。

振動子の振動数のお互いの公倍数の高い振動数の高調波をとおし、振動体どうしのエネルギーを互いの振動に分配できる。

振動子が互いの公倍数の高調波を媒介してエネルギーの相互交換をおこなう。

その公倍数の高調波にはもともと数十から数ヘルツの帯域幅がある。

この帯域幅には音律の種類で若干異なる程度の周波数誤差がエネルギーの交換に支障とならない効果をうむ。

公倍数とは振動子の振動数を因数分解した時、それぞれの振動数の因数要素を残らず集め、それぞれの因数には現れた冪があれば、最大の冪を選んで、互いに乗積して得る。

たとえば振動数が f_1, f_2 の振動子が

$$f_1 = klm^3n \quad (11)$$

$$f_2 = k^2mop \quad (12)$$

のとき、それぞれ2台の最小公倍数は、振動数の因数要素の整数 k, l, m, n, o, p とそれぞれの因数ごとに冪の最大より下記の f_c のように求められる。

$$f_c = k^2lm^3nop \quad (13)$$

その f_c は f_1, f_2 からみれば互いの高調波の振動数である。

常にこの f_1, f_2 の比は整数の分子と分母の有理数である。

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{lm^2n}{kop} \quad (14)$$

有理数の関係現象は、我が幼き頃のブランコ遊びにも顕

われる。

3.2. 惑星のブランコ遊びと尽数

ブランコでは毎回の揺れに毎度漕がず、休みを入れて周期 m 回に m より少ない n 回を、ブランコの位相空間の円軌道の同一位相にしっかりと合わせた瞬間にちょうど漕ぐ。

$m : n$ で漕ぐとブランコの揺れは大きく増幅される。

m 回の周期より大きい回数で $m + \alpha$ 回も漕いでもブランコは上手く漕げはしない。

$m : m$ または $m : n$ で漕ぐとブランコには効率よく力の伝達ができる。

$m : n$ 、それが天体の尽数関係の原因である。

天体の楕円軌道の惑星運動、衛星運動は位相空間にブランコと同じ円軌道を描く運動である。

ケプラーの面積速度一定の法則の惑星の楕円軌道は変分原理や最小作用の原理を満たした退化分布のひとつである。

天体の相互作用は大きな真空の自由空間を隔てているので、作用のほとんどは万有引力による。

そのため天体の尽数関係は外乱に消されず残った有理数がみつけれれる。

有理数の運動を増幅する効果は公倍数が小さいほど効果は強く大きい。

公倍数が大きくなるほど効果は小さくなり外乱に共鳴はかき消される。

有理数の要素に含まれた素数が大きくなるほど効果は小さくなり外乱に共鳴はかき消される。

尽数の天体関係は万有引力を介してエネルギーの大きいものから小さなものへエネルギーが分け与えられ、差分が小さくなるまで交換される。

このようにしてケプラーの話題に論が進んだ。

同じ高調波に公倍数をもつ振動2つを、音程とみなせば和音を構成できる関係にある。

それにケプラーは気が付き当時の用語と学理で「天空の和声」と惑星運動を表現した。

面積速度一定と和声を合わせその2つの存在をケプラーは「宇宙の調和」とよんでいる。

天文学の観察からケプラーはケプラーの面積速度一定の法則と天空の和声との2種について、その時代の用語で退化分布の性質を精いっぱい書き著わしたのだ。

このように天体の尽数現象は物質波の確率において退化分布している。我々はケプラーの言葉に耳を澄まし、言葉のひとつたりともおろそかにしてはならない。

3.2. 太陽とスリット

退化分布した光波、電子波は単色性、可干渉性から干渉縞を生じる。

逆も言えて、干渉縞を生む物質波は、位相の自由を失い退化分布している。

干渉縞の源のひとつレーザー発振器には半透過鏡で光波の波動に位相の退化分布を行っている。

物質波の一つ電子波または光波はスリットや単孔を用いて干渉縞の発生実験ができる。

単孔ですら干渉縞をスクリーンに映す。

いつも単孔やスリットは物質波の干渉性を高めている。

したがって単孔やスリットには退化分布の作用がある。

このことから太陽の放射を天空に開いた単孔からの放射と見れば光波も電子波もその他の物質波においても、退化分布を生み出す。

4. 結論

つまり天体の尽数関係は太陽のエネルギー放射を源泉にした物質波の退化分布から成り立っている。

退化分布では複数の現象の周期間、振動数間の公倍数の高調波を経由してエネルギーの分配が行われる。

天体の尽数関係は複数の楕円軌道運動をした惑星間で分配されたエネルギーから公転と自転の運動に表れた現象と結論できる。

それをこの書では中心極限定理とフーリエ積分を道具にファインマンの経路積分をホワイトノイズと比較する事で論じた。

物質波の退化分布には復元力が測定可能である。

復元力には限界点があり、2つの測定の方法を予告した。

参考文献

- [1] 伴 公伸, 1/f 雑音の性質とエネルギー流量一定の等配分, 2003, 電子情報通信学会環境電磁工学研究会 技術報告 (略称信学技報), V o 1. 1 0 3, N o. 4 8 8, EMC J 2 0 0 3 - 1 1 2, 1, 4,(7)式 [in Japanese]
- [2] M. Ban, COMPOSITION OF 1/f AMPLITUDES ELECTRON WAVE AND A WORK OF ONE DIMENSION OF LATTICE, 2002, Proceedings of the 4th Meeting of Japan CF Research Society · Oct. , 90, 94
- [3] Fumiyuki Fujita et al., <http://annex.jsap.or.jp/hokkaido/yokousyuu39th/B-29.pdf> [in Japanese]
- [4] T. Fukuyama et al. ,2007,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 卷 5 号, 521, 527, 5 月 [in Japanese]
- [5] 須藤靖,解析力学・量子論,東京大学出版 2008 年,138,10.2.2 式 [in Japanese]
- [6] Masanobu Ban, The Flywheel made by Orbital Resonance with Electron Wave in Synchronization, rerating on Principle of Least Action, 2019, 電子情報通信学会総合大会 BS-6-3, 通信講演論文集 2, S-134,S-135, (5)式 [in Japanese]
- [7] Satoshi Adachi et al. , 2007, Current Status of Ground-based Experiment in Dusty Plasmas in JAXA, ISAS/JAXA 2007, Space Utiliz Res, 23 , Fig3 [in Japanese].
- [8] Kenji Furuya, Development of an equipment for observing liquid and crystalline plasmas, 2017, The 11th Annual Meeting of Japan Society for Molecular Science, 1P054 [in Japanese]
- [9] HAYASHI Yasuaki, Fine-Particle-Plasma Crystal and Microgravity Experiments, 2005, jspf. Annual meeting 2005, SVI-1 [in Japanese]http://www.jspf.or.jp/jspf_annual05/PDF/SVI-1.pdf [in Japanese]