

研究ノート

球面定在波モデルによる自然科学の再構築

Reconstruction of Natural Science Using a Spherical Standing Wave Model

戸上 良弘

Yoshihiro Togami

要約

陽性と陰性、波動性と粒子性は、存在における基本的性質である。これらの性質をもつ複素点電荷の存在を仮定すると、球面定在波モデルが導かれる。球面定在波とは、中心が存在する波動であり、中心と周辺との間で共振する球対称の定在波である。電圧と電流に相当する複素振幅を有するため、同じく複素振幅を有する量子論との相性が良い。球面定在波を電子のモデルとして適用すると、電子の性質を表す各種パラメータと計算値が一致する。このモデルは量子論と相対論を共に満たすので、従来相容れなかった理論の橋渡しができる。自然科学を再構築する道具と成り得る。

キーワード：量子力学、テスラコイル、超弦理論

Abstract

Positive and negative, wave nature and particle nature are fundamental properties in existence. Assuming the existence of complex point charges with these properties, a spherical standing wave model is derived. A spherical standing wave is a wave having a center, and is a spherically symmetric standing wave that resonates between the inner diameter and the outer diameter. Since it has a complex amplitude corresponding to voltage and current, it is compatible with quantum theory that also has complex amplitude. When a spherical standing wave is applied as an electron model, various parameters representing the properties of the electrons agree with the calculated values. Since this model satisfies both quantum theory and relativity, it can bridge theories that were not compatible with each other. It can be a tool to reconstruct natural science.

Keywords: Quantum mechanics, Tesla coil, Superstring theory

1. はじめに

この研究ノートは、筆者がこれまで球面定在波というテーマで従来の自然科学を再構築してきた内容を簡単にまとめたものである。数式による表現は最小限にとどめ、結果のみを示したところも多い。数式の導出や詳細説明については参考文献を参照してほしい。

まず、「科学とは何か－科学を科学することによって－」（1996年）において科学的アプローチには順方向（分析型）と逆方向（総合型）の二通りの手法があることを述べた [1]。次に「点電荷の複素ポテンシャル表現とその意味について」（1997年）では、点電荷を複素化する意味と妥当性について述べた [2]。その後、球対称の共振回路 [3]、球対称の電気振動場 [4] を検討した。

複素点電荷の存在を仮定すると、電荷とともに電流荷の存在が導かれる。さらに、それらを波源とする球面定在波のモデルが導かれる [6-8]。球面定在波を電子のモデルとして対応させると、主量子数やリュードベリ定数を導くことができ、光の吸収や放出のモデルを自然と導くことができた [8, 17]。量子力学との対応関係もよく [9, 18]、微細構造定数についても意味づけることができた [11, 19]。原子核についてのモデル案も提起した [10, 20]。

2. 前提を再検討

2.1 アプローチの違いによる相打ち型議論

科学は仮説などの前提を基にし、科学的なプロセスを経て結果（結論）を得る。つまり仮説と結果はセットで評価する必要がある。そして、一連の仮説や前提は枠組という科学体系を作っている。例えば「電磁気学」や「量子力学」はそれぞれ一つの枠組である。一つの科学分野が成熟してくると、従来得られてきた結論と異なる現象が現れてくることがある。それを無視するか、枠組自体を見直すか、どう扱うかは研究者によって異なるだろう。



図1 同一対象を互いに逆方向のアプローチで研究

図1のようにAという枠組からBという結論が得られているとする。結論Bの例外的な現象が見つかった場合、Bの反例を仮定して、枠組Aの前提を検証することになる。論理的に「AならばBである」という命題と、その対偶である「BでないならばAでない」という命題の真偽は一致することが知られている。片方が正しいアプローチならば、もう一方も正しいアプ

ローチといえる。

しかしながら、同一対象を互いに逆方向のアプローチで研究する研究者同士は、互いに相手を受け入れ難く感じるであろう。なぜなら、互いに相手によって自分の前提や結論が否定されるからである。枠組から結論を導く狭義の科学的プロセスを分析プロセスと呼べば、そのプロセスを逆に辿って枠組を検証するプロセスは統合プロセスと呼べる。これらはそれぞれ微分と積分の関係に似ている。積分は微分して対象の関数になる元の関数を探す作業になる。

積分関数は見つからない場合もあるし、見つかっても積分定数の不定性も残る。最終的な目標は、「結論 B」と「結論 B の反例」の両方ともを満たす新しい枠組を組み立てることである。つまり、枠組 A を内含する形で拡張することができれば、科学の扱う対象を広げることが可能になる [1]。

2.2 縦波の電磁波

「電磁波は横波である」とは、従来の電磁気学の枠組から得られる結論である。電磁気学では、プラスとマイナスの電荷の存在を前提としている。電荷の存在は数学でいうところの公理のようなものであり、電荷の意味や構造を問うことはなされない。

従来の電磁気学において電磁波の発生は、双極子を基本に考えてきた。双極子とは電荷を往復運動させたり、回転運動させたりして電磁波を発生させる微小アンテナのようなものである。つまり電荷を空間的に移動させて電磁波を生じさせるのである。双極子の場合、中心は一つではなく二つになるので、発生する電磁波は完全な球対称の球面波にはならない。

一方、電荷が空間的には動かないが時間的に動く（時間変化する）場合を考える。この場合中心が一つの単極子振動となり、完全な球対称球面波が生じる。完全な球対称の球面波では、電界やベクトルポテンシャルの波動は縦波となる [12-13]。縦波の存在を仮定すると、従来の電磁気学の枠組みを見直す必要が生じてくる。筆者のこれまでの研究により、電荷は球面定在波の波源に対応していることが分かってきた。電荷の意味を問い直し、電荷の定義そのものも見直す必要が生じるだろう。

3. 球面定在波

3.1 等価回路と共振周波数

球面定在波は外向きの球面波と内向きの球面波の合成によって定在波を形成する。このことを電気回路で考える。電流が中心から放射状に外向きに流れた場合、同時に同量逆向きの変位電流が内向きに流れることになる [12-13]。よって内径と外径を往復する閉回路が形成される。球形コンデンサと直線コイルによる等価回路を考えることができる [3, 14]。

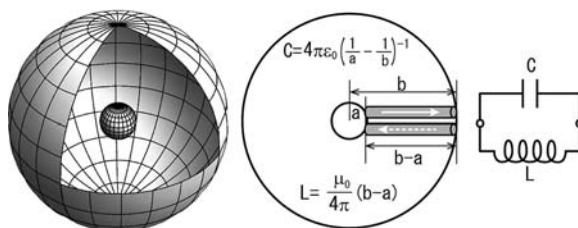


図2 同心球状空洞共振器と等価回路

図2に示すような等価な LC 共振回路から共振周波数を求めることができる。内径を a 、外径を b 、光速度を c とすると、その共振周波数 f は次の式で表される。

$$f = \frac{c}{2\pi\sqrt{ab}} \quad (1)$$

共振周波数 f は内径 a と外径 b の相乗平均に反比例することが分かる。

3.2 閉鎖系と開放系

内径と外径が同じであれば、同じ共振周波数を持つ。同じ共振周波数をもっているエネルギーがわずかに異なる二つの状態が考えられる [17]。

図3は内径 a と外径 b の間に波動が完全に収まっている閉鎖系の状態である。等価回路のスイッチは切れていて、外部とのエネルギーのやり取りのない閉鎖系は、OFF 状態といえる。図4は、等価回路のスイッチが入った ON 状態である。外部とのエネルギーのやり取りがあるので開放系である。電圧に相当する圧力の波動は、内径 a から外径 b を超えて無限遠まで伸びている。一方、電流に対応する流れの波動は内径 a よりさらに内側の原点まで伸びて存在している。結果的に原点から外径 b まで流れの波動は存在する。

OFF 状態から ON 状態への変化で増加した、外径 b より外側の電圧のエネルギーと、内径より内側の電流のエネルギーは同じ大きさである。よって OFF 状態と ON 状態で共振周波数は変わらない。ON 状態では、あたかも原点に電流源が存在するような等価回路となり、外径 b より外側には電圧の振動（粗密波）のみ存在する状態となる。

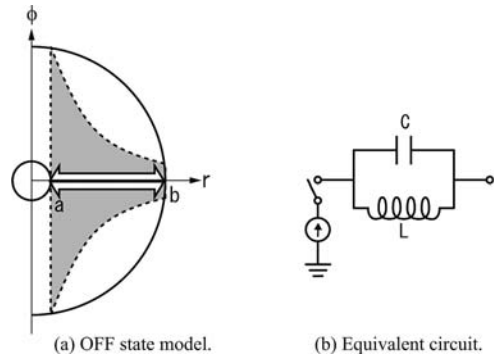


図3 OFF 状態の波動の存在範囲と等価回路

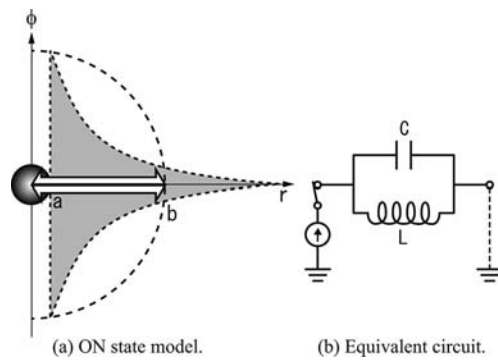
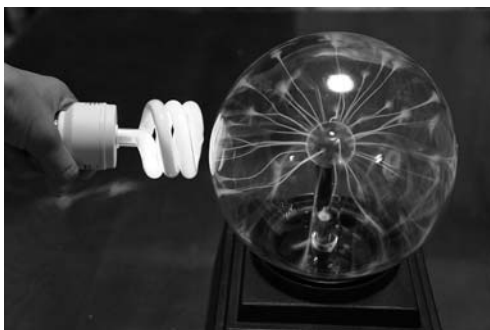


図4 ON 状態の波動の存在範囲と等価回路

3.3 プラズマボールとテスラコイル

図4のようなON状態の実際例を示す。球対称の電気振動のモデルとしてプラズマボールと呼ばれるインテリアがある。内側と外側の二層の球状ガラスの間に放電が生じている。図5のように蛍光灯を近づけると明るく光る様子が観察される。外側のガラス球に手を触れても何も感じないが、外部の空間にも何らかのエネルギーが存在していることが分かる。ガラス球の外側に生じているのは高周波で振動する電圧の粗密波であると考えられる。



(1)



(2)

図5 プラズマボールで光る蛍光灯

同様な現象が見られる模型にテスラコイルがある。テスラコイルも中心から放射状の放電が見られる。放電の周辺も電圧の粗密波として電氣的に振動していると考えられ、図6のようにプラズマボールと同様に蛍光灯を光らせることができる。

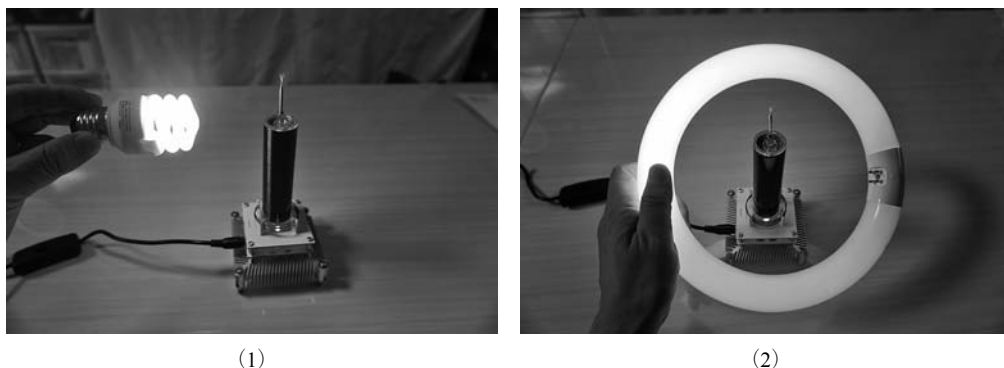


図6 テスラコイルで光る蛍光灯

4. 球面定在波としての電子モデル

4.1 共振条件と量子条件

波数 k と周波数 f との関係式 $kc = 2\pi f$ を用いると、式 (1) は、

$$k^2 ab = 1 \quad (2)$$

という大変シンプルな関係式となる。これを球面定在波の共振条件と呼ぶ [14, 17]。

波数 k が $1/n$ 倍となる場合を考える。このとき図7のように波長 λ は n 倍になる。

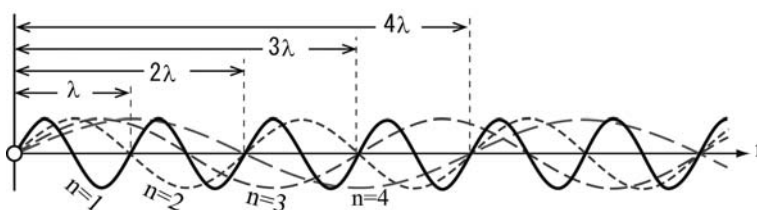


図7 n 状態の波長

内径 a は何らかの制約を受けて変化しないが、外径 b は自由に变化できる場合、共振条件は次のように表される。

$$\left(\frac{k}{n}\right)^2 a \cdot n^2 b = 1 \quad (3)$$

外径は、 n^2 倍に広がることになる。その様子を図 8 に示す。

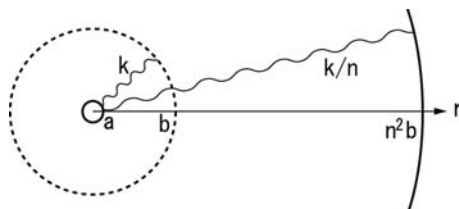


図 8 n 状態に移したときの波数と外径

ボーアの原子モデルでは、電子が原子核の周りを円運動すると考えた。波長の整数倍になるときだけが許される軌道であると考え、それを量子条件と名付けた。円運動する電子がなぜ電磁波を放出しないのか、その理由を説明する代わりに量子条件という特別な仮定を導入したのである。球面定在波のモデルでは、共振条件によって主量子数 n に相当するものが自然と導かれる。波動が局在するので電磁波が放出されない理由も説明でき、量子条件という特別な仮定は必要ない [17]。

4.2 従来の電子と球面定在波としての電子

表 1 に従来の電子像と球面定在波としての電子の対応関係を示す。電荷の大きさは波源の大きさに対応する。ボーア半径を球面定在波の外径に、電子古典半径を内径に対応させると、電子のコンプトン波長と球面定在波の波長が一致する。

表 1 従来の電子と球面定在波としての電子の対応関係

従来の電子	球面定在波としての電子
電荷の大きさ	波源の大きさ
ボーア半径	外径
電子古典半径	内径
コンプトン波長	球面定在波の波長
質量	全エネルギー/ c^2
量子条件	共振条件
基底状態	OFF 状態かつ非遷移 ($n = 1$) 状態
イオン状態	ON 状態
イオン化エネルギー	OFF 状態と ON 状態の電気エネルギーの差
光のエネルギー	遷移状態と他の遷移状態の電気エネルギーの差
スピン (上、下)	外向きの球面波、内向きの球面波

球面定在波では波動が局在するため、全エネルギーの計算が可能であり、質量を計算によって求めることが可能である。質量の計算により、ON 状態の球面定在波の質量が従来の電子の質量

と有効数字 9 桁で一致することが分かった [11, 17]。

電子の基底状態とは図 3 の OFF 状態であり、イオン状態は図 4 の ON 状態と考えられる。イオン化エネルギーは、OFF 状態と ON 状態の電気（電圧）エネルギーの差であることが分かった [17]。

4.3 シュレディンガー方程式との対比

シュレディンガー方程式に代表される従来の量子力学と球面定在波モデルとの対比を表 2 に示す [9, 18]。

表 2 既存の量子力学（シュレディンガー方程式）との対比

	シュレディンガー方程式	球面定在波モデル
基本思想	質点の理論 ニュートン力学の拡張	場の理論 電磁気学の拡張
動径関数	ラゲールの多項式 ※中心に静的なクーロンポテンシャルを仮定	球ハンケル関数（第 3 種球ベッセル関数） ※自由空間における球面波
偏角関数	球面調和関数	球面調和関数
振幅	複素振幅（確率振幅） 振幅の自乗が存在確率を表す	複素振幅（複素ポテンシャル） 実数振幅→電圧を意味 虚数振幅→電流を意味
電子	粒子でもあり波動でもある。	波動である。 ただし中心が存在する。
スピン	（※未対応）	外向きと内向き（複素共役）
不確定性	位置と運動量	電圧の状態と電流の状態

シュレディンガー方程式の基本思想は質点の理論であり、ニュートン力学の拡張である。一方、球面定在波のモデルは、場（波動）の理論であり、電磁気学の拡張である。本来、波動であるものを位置や運動量という質点の概念で捉えようとする和不確定性という概念が顔を出す。球面定在波モデルにおける不確定性は、しいていえば「電圧の状態と電流の状態」である。両者は時間的位相が 90° ずれているので、その意味では確かに同時に現れることはない。

振幅については、どちらも複素振幅になるが、従来の量子力学の振幅は「振幅の自乗が存在確率」を表すのに対して、球面定在波モデルでは、電圧（圧力）と電流（流れ）の振幅を表している。

「電子は粒子でもあり波動でもある」というのが、従来の量子力学の捉え方である。球面定在波モデルでは、「電子は波動である。ただし中心が存在する」と捉え直すことになる。

4.4 超弦理論との対応

古典電磁気学のモデルでは、プラスの電荷が電気力線の出発点になり、マイナスの電荷が電気

力線の終着点になる。一般に電荷によって電気力線が生じると考えるが、逆に電気力線の不連続点に電荷が観測されると考えることもできる。同様に波動が生じたり、消滅したりする境界に波源に相当する表面電荷を想定すれば、その波源である表面電荷と波動は一対一に対応することになる [18]。

これは平面とそれに垂直な法線が一対一に対応することと似ている (図 9 参照)。

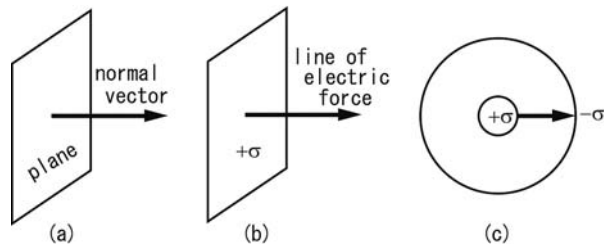


図 9 (a) 平面と法線ベクトル (b) 表面電荷と電気力線 (c) 同心球面対の電気力線

ところで、先端物理学の一つである超弦理論 (超ひも理論) では、振動する弦を基本体と考えている。その後の研究では、その弦がつながれているブレーンと呼ばれる面の方にむしろ視点が移っているようである。そして、この一次元の弦と二次元の面は互いに双対性があり、どちらを主体と考えてもよいということが分かってきた。

このことから波動の始点と終点に、その波動と双対な境界面を想定することは、それほど不自然なことではない。

5. おわりに

電磁気学は元々相対性理論と矛盾しないので、電磁気学を基にした球面定在波モデルも相対性理論と矛盾しない。球面定在波モデルは、量子力学との相性もよく、両者の橋渡しが可能である。また、シュレディンガー方程式に代表される従来の量子力学が犠牲にしてきた、意味やイメージを取り戻すことができる。

おもに共振周波数が性質や質量を決定するが、超弦理論と同じく、周波数の違いが粒子の違いを表すので、粒子の種類を増やす必要がない。電子のモデルとして検討したが、原子核から天体までのスケールに対応可能である。エネルギーの存在範囲を定めることができるので、質量を計算によって求めることができる。

球面定在波モデルは、従来の相容れなかった理論の橋渡しができ、自然科学を再構築する道具として有用である。

参考文献

[1] 戸上良弘, 「科学とは何か - 科学を科学することによって -」, 帝塚山学院短期大学 研究年報 44,

- pp.157-184, 1996.
- [2] 戸上良弘,「点電荷の複素ポテンシャル表現とその意味について」, 帝塚山学院短期大学 研究年報 45, pp.95-110, 1997.
 - [3] 戸上良弘,「同心球面対における共振回路」, 帝塚山学院短期大学 研究年報 46, pp.62-74, 1998.
 - [4] 戸上良弘,「球対称の電気振動場と複素点電荷」, 帝塚山学院大学・人間文化学部 研究年報 創刊号, pp.71-79, 1999.
 - [5] 戸上良弘,「複素点電荷による新しい原子モデルの提案」, 帝塚山学院大学・人間文化学部 研究年報 第5号, pp.40-52, 2003.
 - [6] 戸上良弘,「球面定在波の生成と自己共振に関する考察」, 帝塚山学院大学・人間文化学部 研究年報 第6号, pp.39-51, 2004.
 - [7] 戸上良弘,「球面定在波の内部エネルギー構造に関する考察」, 帝塚山学院大学・人間文化学部 研究年報 第7号, pp.143-152, 2005.
 - [8] 戸上良弘,「球面定在波のエネルギー遷移に関する考察」, 帝塚山学院大学・人間文化学部 研究年報 第8号, pp.121-129, 2006.
 - [9] 戸上良弘,「球面定在波の波動関数と量子数に関する考察」, 帝塚山学院大学・人間文化学部 研究年報 第9号, pp.123-133, 2007.
 - [10] 戸上良弘,「球面鏡像の球面定在波による質量獲得のしくみ」, 帝塚山学院大学・人間科学部 研究年報 第11号, pp.69-78, 2009.
 - [11] 戸上良弘,「球面定在波としての電子構造：微細構造定数を中心として」, 帝塚山学院大学・人間科学部 研究年報 第13号, pp.14-29, 2011.
 - [12] 戸上良弘,「複素振幅をもつ球面波の Maxwell 方程式」, 帝塚山学院大学・人間科学部 研究年報 第14号, pp.1-8, 2012.
 - [13] 戸上良弘,「球面波における Maxwell 方程式の厳密解」, 電子情報通信学会 論文誌 (C), Vol.J 97-C No.2, pp.79-82, 2014-2.
 - [14] 戸上良弘,「同心球状空洞共振器における縦波モードの共振周波数」, 電子情報通信学会 論文誌 (C), Vol.J 97-C No.2, pp.79-82, 2014-4.
 - [15] 戸上良弘,「球対称の電磁界における定在波」, 電気学会 論文誌 (A), 135 巻 7 号, pp.398-402, 2015-7.
 - [16] 戸上良弘,「球面定在波の微細エネルギー構造」, 電磁界理論研究会 資料, EMT-14-126, pp.13-18, 2014-11.
 - [17] 戸上良弘,「球面定在波としての電子モデル」, 信学技報, vol.115 no. 83, EMT 2015-7, pp.43-47, 2015-6.
 - [18] 戸上良弘,「球面定在波の量子数と波動関数」, 信学技報, vol.115 no.279, EMT 2015-50, pp.13-18, 2015-10.
 - [19] 戸上良弘,「球面定在波モデルにおける電子の構造」, 信学技報, vol.116 no.309, EMT 2016-46, pp.37-42, 2016-11.
 - [20] 戸上良弘,「球面鏡像の球面定在波における波動モード」, 信学技報, vol.117 no.289, EMT 2017-45, pp.19-23, 2017-11.
 - [21]「複素点電荷（球面定在波）のエネルギーとその構造」, <http://www.togami.net/deep/>