

第3章

ニコラ・テスラのテクノロジー

3.1 イーロン・マスクのテスラ・モーターズ

なぜタイトルにニコラ・テスラと書くのだろうか？

昔は、とは言っても、かなり最近までのことだが、昔は、ニコラ・テスラのことを単にテスラと言えよよかった。だから、タイトルもテスラのテクノロジーと書けばよかった。多分、10数年前までのことだ。ネットが一般に普及する前まで。なぜなら、第1章にも書いたように、その頃まで全世界では、テスラと言えば、マッドサイエンティストの代名詞だったからだ。SFファンなら誰もがニコラ・テスラを悪や狂気の天才のイメージで知っていた。だから、ハリウッドのSF映画、スパイダーマンの敵役にも、必ずテスラ風のマッドサイエンティストが現れた。こいつらの武器は決まってニコラ・テスラが研究した放電や雷電だ。ネットがこの世に誕生した

頃、掲示板にニコラ・テスラのことを書けば、書いた本人まで「キ印」を与えられた。

私自身、ニコラ・テスラのことやフリーエネルギーのことを書いたため、アカデミズムの世界から煙たがられた。アメリカのスケプティシズム団体や、その支部気取りする「と学会」のメンバーや日本の大学職員たちから執拗な攻撃を受けたのだ。

ところが、2008年に突如アメリカにイーロン・マスクという新しい自動車ベンチャー会社の若い創立者が現れた。彼は、自分の会社名にテスラの名前をとり、テスラ・モーターズと名付けてしまったのだ^{*1}。なぜなら、彼の育った時代が、アメリカにおけるニコラ・テスラの再評価の時期に面していたからだ。彼はエジソンよりテスラの方が遥かに革新的だったことを理解し、自分もそのような経営者になりたいと思ったのだ。

この会社の自動車は、我が国の吉野彰博士が1980年代に発明したりチウムイオン電池を直流電源にする。そして、エジソンが普及させた直流モーターを動力にする。そして最新のデジタルテクノロジーやAI技術で全てをコントロールして走る。今や完全自動運転だ。最高級のデジタルスーパーカーだ。今年令和3年(2021年)、ついに彼はアマゾンのジェフ・ベゾフの次の世界第2位の長者番付にランクされたのだ。

ニコラ・テスラを知らない人がいたとしても、彼らはイーロン・マスクとテスラ・モーターズは知っている。自分もあんな電気自動車EVを買いたいと思っているからだ。したがって、今やテスラと書くと、テスラ・モーターズになってしまう時代が変わってしまった

^{*1} [https://ja.wikipedia.org/wiki/テスラ_\(会社\)](https://ja.wikipedia.org/wiki/テスラ_(会社)).

たのだ。だから、わざわざニコラ・テスラと書くわけなのだ。

実は、このイーロン・マスクの登場は作られた神話だった*2。本当は、この会社は、すでに2003年に設立されていたのだ。これは、エンジニアのマーティン・エバーハードとマーク・ターペニングがアメリカ合衆国デラウェア州に作り出した。その頃、イーロン・マスクは南ア生まれの1介の実業家で投資家にすぎない。しかし、彼はすでに電子マネー取引のPayPalを設立していたのだ。

そのイーロン・マスクがこのテスラ・モーターズに目をつけた。そして、2004年に彼は豊富な投資を集めた実績で、代表取締役になった。実質上、この会社を乗っ取ったわけだ。さらに投資家のコネで、他にも有力な投資家たちを集めた。21世紀の著名な企業家からの出資を獲得したのだ。Google 共同設立者であるサーゲイ・ブリンとラリー・ページ、元 eBay 社長ジェフリー・スコール、ハイアット相続人ニコラス・プリツカーなどだ。ベンチャーキャピタル会社からも出資を獲得できた。Draper Fisher Jurvetson、Capricorn Management などだ。さらに、JP モルガン・チェース管理の The Bay Area Equity Fund から投資を得た。彼はこれに自分の個人資金もつぎ込んだ。こうして、彼はもはやこの会社の中の実権を完全に握りしめたのだ。そして、彼は会長職として院政を敷く。

その後の展開はこうだ。2007年8月、初代創業者社長マーティン・エバーハードの後任に暫定 CEO のマイケル・マークスが就任。2007年12月、ジーフ・ドロリがテスラ・モーターズの

*2 「イーロン・マスク氏がテスラの創業者ではないことが判明 自動運転 AI チップの開発や生産順調なモデル 3 で一層貢献」；https://jidounten-lab.com/w_5533.

常任 CEO と社長に就任した。2008年1月、テスラ・モーターズは新 CEO による勤務評価の後、創業時からの数名の幹部を解雇。イーロン・マスクは、2007年に制御しきれなかった資金の回転率を下げるためという名目で、約10%の従業員を解雇。2008年10月、会長のイーロン・マスクがジーフ・ドロリの後任の CEO になる。こうして、イーロン・マスクのテスラ・モーターズが誕生する。そして、いつしかマスク神話が広がったというわけだ。

ところで、私はイーロン・マスクはテスラではなく、エジソンをつけるべきだったと思う。彼のスーパーモビルにはエジソン・モーターの方が適切だ。なぜなら、彼はエジソンと同じアメリカ人だ。一方、ニコラ・テスラはクロアチア人だ。そして、何よりも、トーマス・エジソンが直流発電と直流モーターを目指したのであって、ニコラ・テスラは交流電源と交流モーターを普及させたのだ。この二人はこの直流と交流とで電気工学における世界戦争を起こしたのだ。彼らは出会いの最初から最後まで仲違いしたのだ^{*3}。

このように、世界は10数年前になって突如変わった。それは、ネット世界にニコラ・テスラの様々な生前の発明情報、技術情報、謎めいた言葉が散乱するようになったからだ。そして、大学に職を持つ一流の科学者たちが、真面目にニコラ・テスラの業績をしらみ潰しに調べ上げる。大企業のエンジニアたちが、ニコラ・テスラの言葉に耳を傾ける。そんな時代になったのだ。

これにはこんな事情も関与したと思う。ニコラ・テスラは1943年1月7日に亡くなった。アメリカの著作権は著者の死後70年

^{*3} 新戸雅章著「超人ニコラ・テスラ」(筑摩書房, 1993年). 新戸雅章著「知られざる天才ニコラ・テスラ」(平凡社, 2015年).

間生きる。だから、彼の著作権は、2013年1月7日まで生きていたのだ。その頃、私はそれを気にしていたわけではなかった。しかしながら、私が最初の本^{*4}を書いたちょうどその頃、彼の著作権が切れたのだった。これも何かの縁だったのかもしれない。

欧米では、そういうことを遥かに前から知っていたとみえ、2013年を堺に堰を切ったようにニコラ・テスラ関連の出版物が現れ始めたのだ。何よりも超一流のプリンストン大学の大学教授までもが、ニコラ・テスラの業績を詳細に研究した本を出すまでに至ったのだ^{*5}。

3.2 特許ってなに？

テスラ・モーターズのようなそうした企業の活動で一番重要なものは何か、ご存知だろうか？

言うまでもなく、それは企業秘密。企業特許であろう。

では、特許とは何か、ご存知だろうか？

聞いたことはあるだろうか？

もちろん、そんなことは百も承知かもしれない。英語では、Patentと呼ぶ。

特許とは、「発明」を保護する制度のことだ。特許制度は、

1. 発明をした者に対して、国が特許権という独占権を与えることで発明を保護・奨励すること。

^{*4} 井口和基著「ニコラ・テスラが本当に伝えたかったこの宇宙のしくみ」(上)、(下)(ヒカルランド、2013年)。

^{*5} W. Bernard Carlson, *Nikola Tesla: Inventor of the Electric Age*, (Princeton University Press, NY, 2013)。

2. 出願された発明の技術内容を公開して利用を図ること。
 3. それにより、国の産業の発達に寄与すること。
- これらを目的としている。

だから、世界各国に一応この特許制度がある。工業生産国や先進国などの発達した国々には必ずこの特許制度が完備している。それにより、各国は自国の発明を防衛するのだ。この取扱が甘いと、せつかくの自国民の発明が他国の餌食になる。そうすると、自国民が行った大発明であっても、その甘い汁は他国民が吸うことになるわけだ。

例えば、一番最近の例なら、ぶどうのシャインマスカットや、いちごの栃乙女だ。あるいは、柑橘類の柚子やデコポンだ。

我が国の農家が長年の叡智と試行錯誤を繰り返して生み出す。お隣の韓国人が旅行者のふりをして我が国に訪れる。彼らが、日本の新品種を何の苦労もなく苗や種を持ち去って現地で栽培する。それを陸続きを利用して、中国や東南アジアへ売りさばく。そこから年数百億円の荒稼ぎを行っているありさまだ。知らぬは海のこっちの日本人だけ。

西洋人も同様だ。白人は、日本大好きと言え、日本人からなんでもしてくれると思い、どんどん色々の要求をする。これが大好き。ゆずが大好き、デコポン大好き。そういえば、農家が大盤振る舞いしてくれる。終いには、あんたの娘までくれと言い出す。そうやって最終的には根こそぎされる。

独仏や英米の土地は広い。そこで農家に与えて栽培させれば、自分は欧州や北米で自分のブランドを立ち上げて大富豪になれる。和牛もそうやってオーストラリアに盗まれた。アメリカにも。

そして後から、今度は起源主張が始まり、歴史が書き換えられて

いくのだ。その品種は韓国が原産だ。もともと韓国に自生していたものだと言うように。何度も何度もこのようなことを繰り返してきたわけだ。

よくフィリピンの政治家の人が言う。

フィリピンがどうして発展が遅かったかという理由をご存知か？

それはフィリピンが日本から遠いからだ。もしフィリピンが日本のすぐ近くだったら、韓国以上に発展したはずだと。

工業製品や医療製品でも同様だ。我が国で生まれた多くの大発明を、必ずしも我が国民が最初に使うわけではない。大半が海外が先で、我が国は海外で先に大量生産されたものを買わねばいけない状況へ追いやられる。

どうしてこういうことになってしまうのだろうか？

なぜなら、我が国の特許認定時間と外国の特許認定時間に差があったからだ。一般に日本で特許が認定されるのは5～10年ほどかかる。最近でこそ短くなったが、昔はすごく時間がかかったのだ。一方、アメリカで特許が認定されるのは2～4年だ。とにかくアメリカは速い。

こうなると、外国人は日本の特許が公開されるまで待っている。彼らは、公開された途端に同じものを自国内で一番最初に出せばよい。つまり、後出しジャンケン。仮にそうしたとしても、自分の方が先に特許取得したら、その特許は自分のものになる。こうして、我が国はせつかくの発明もみすみす外国に持っていかれる。こうした痛い発明が多すぎるのだ。

このような例には、20数年前なら、中村修二博士の日亜化学と赤崎勇教授と天野浩教授の豊田合成の青色発光ダイオードの発明がある。これはノーベル物理学賞に輝いた。ところが、我が国で青色

LED が普及し始めるより前に台湾や中国からの安い大量製品が世界に広がったのだ。これには、三菱商事も絡んでいた。この商事会社は我が国の青色 LED の作成装置をたったの 1 億円で海外企業へ売りさばいて儲けたのだ。

もっと昔なら、数多くの我が国初の医療薬の例がある。山梨県出身の大村智博士がノーベル賞に輝いた虫下しのイベルメクチンもある。これも海外企業の方が先だった。

最近なら、ご存知の新型コロナの治療薬のアビガンがある。これはいまだに認可されていない。しかし、似たようなものはすでに別名レムデシビルで製品化された。我が国でも売られている。

特許制度が甘いと、すべてがこんなありさまになってしまうのだ。

3.3 特許の隠されたもう一つの効用

リチャード・バックミンスター・フラーという人をご存知だろうか？

この人は、20 世紀最大の建築家と言われた人だ^{*6}。アメリカ生まれのアメリカ育ち。1970 年大阪万国博覧会は、このフラーの時代の思想圏で行われたものだ。だから、パビリオン建築。巨大ドーム建築のオンパレードとなった。

この人は、大学教授陣と考え方がまったく合わなかった。それで、やむなくハーバード大学中退せざるをえなくなった。ニコラ・

^{*6} R・バックミンスター・フラー著/梶川 泰司訳「クリティカル・パス—宇宙船地球号のデザインサイエンス革命」(白揚社, 新装版, 2007 年); ジェイ・ボールドウィン 著/梶川泰司訳「バックミンスター・フラーの世界—21 世紀エコロジー・デザインへの先駆」(美術出版社, 2001 年)。

テスラを彷彿させるものがある*7。叔父と始めた自分の会社が、世界同時不況の煽りで倒産する。多額の借金で彼はにっちもさっちもいかなかった。あとは、家族を残して死ぬだけ。彼は湖への入水自殺を試みたのだ。しかし、それは途中で頓挫した。見上げると、そこにはきれいな満月があった。そこで、ふと考え直す。

自分はエゴのために自殺しようとした。しかし、それを思い留まった。つまり、自分は生き返ったんだ。どうせなら、これまでとは正反対の考え方で生きよう。今度は、自分のエゴを殺して他人のためだけに生きよう。

この思考転換により、彼は徐々に成功への足がけを作る。最初の足場から次の成功。そして次の成功へと階段を登り続ける。こうして何十年も過ぎたら、彼は世界の巨人へと成長したのだ。

晩年、このフラァーが、自分がどうして特許をにこだわったかという話を話したのだ。つまり、彼の意見はこうだ。

自分は小柄で学問もなくハンサムでもない。何の取り柄もない。大学中退で何のアカデミックな実績もない。研究や論文公表の実績がない。だから、科学雑誌や専門雑誌に論文を出しても採用される見込みがない。しかし、特許制度は国家の制度だ。だから、国民なら誰でも出すことができる。特許制度には、人種・性別・年齢・個人・実績・名誉・肩書など何

*7 実は、そう言う私自身、大阪大学大学院時代、指導教官とまったく話が合わなかった。だから、結局、博士論文を認めてもらえず、しょうがなく、満期退学という形の中退で企業へ入った。だから、私には日本の大学の修士号しかない。しかし米ユタ大学の Ph.D. がある。

の制限も差別もない。大事なことはそのアイデアが真実の発明かどうかだけだ。学歴も実績もない自分が歴史に名を残すとすれば、それは特許を取得することだけなのだ。

この状況はトーマス・エジソンやニコラ・テスラの場合も同様だ。おそらく、ジョージ・ウェスティングハウスも同じだ。エジソンは小学校しか行っていない。ニコラ・テスラは、いくら優秀で東欧の大学出と言っても中退だ。フラーと同じような状況だった。むしろ、彼らの方がフラーより時代が先だ。ウェスティングハウスはエジソンより1歳年上だ。エジソンはニコラ・テスラより10歳年上だ。テスラはフラーより38歳年上だ。したがって、エジソンはフラーより48歳上になる。だから、むしろフラーの方がエジソンやテスラやウェスティングハウスの発明王の時代から影響を受けた可能性が高い。

したがって、彼らがこの世界に自分の足跡を残したいとすれば、自分の特許を取得することしかない。彼らにはそうするより他はなかったわけだ。さもなくば、自分がこの世に生きた証を残せず死ぬ他はない。だから、彼らは鬼のように発明にこだわったのだ。

発明実績。ある無名の人の特許取得を積み重ねることで、他人がその人を評価する。無名の人、有名になるための唯一の方法。それが特許取得なのだ。これが特許の隠された意味なのだ。

なぜなら、特許には寿命がある。つまり、有効期限がある。日本では、出願から20年で切れる。アメリカもほとんど同じ。出願から20年で切れる。あるいは、認可から17年だ。

ということは、許認可に何年もかかれば、自分の特許で製品から特許使用料を得る年数は減るばかりだ。つまり、せいぜい15年程

度で切れることになる。いくら、発明者本人を保護すると明記されていても、実際には後出しジャンケンのやつらや後から来たハゲタカの方が得をする。これが現実だ。

言い換えれば、特許はそんなに特許取得者に金銭的メリットはないのだ。それでも発明王たちは特許を取る。もう理由が分かるはずだ。彼らは自分の証として特許をとったのだ。

3.4 ニコラ・テスラの特許

では、ニコラ・テスラはどれほど特許を取得したのだろうか？

ここにネットに次の情報がある。

(1) https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Nikola_Tesla_patents

(2) http://www.zis.gov.rs/sr/pdf_patenti/tesla.pdf

(1) によれば、ニコラ・テスラの特許数は300。それに対して、同じように調べると、トーマス・エジソンの特許数は1093。テスラのもので主要な特許158ほどがそこに掲載されている。

そのタイトルと特許取得年だけ、日本語に翻訳して列挙しておこう。番号は特許の出願順である*⁸。また、新戸雅章氏*⁹や W・Bernard Carlson*¹⁰にしたがって、ニコラ・テスラの時期ごとの発明のテーマと出願年を加えておく。

*⁸ 英語ウィキペディアの情報 (1) は特許取得順に番号が割りふられているが、下の (2) のものは出願順になっている。

*⁹ 新戸雅章著「超人ニコラ・テスラ」(筑摩書房, 1993年). 新戸雅章著「知られざる天才ニコラ・テスラ」(平凡社, 2015年).

*¹⁰ W. Bernard Carlson, *Nikola Tesla: Inventor of the Electric Age*, (Princeton University Press, NY, 2013).

【アメリカ】

—— 回転磁界：交流モーター ——

1885

【001.US 特許 335,786】電気アークランプ-1886 年 2 月 9 日【最初の特許】

【002.US 特許 334,823】発電機用整流子-1886 年 1 月 26 日

【003.US 特許 336,961】発電機用レギュレーター-1886 年 3 月 2 日

【004.US 特許 336,962】発電機用レギュレーター-1886 年 3 月 2 日

【005.US 特許 335,787】電気アークランプ-1886 年 2 月 9 日

1886

【006.US 特許 350,954】発電機用レギュレーター-1886 年 10 月 19 日

【007.US 特許 359,748】発電機-1887 年 3 月 22 日

【008.US 特許 396,121】サーモマグネティックモーター-1888 年 1 月 15 日

1887

【009.US 特許 382,845】発電機用整流子-1888 年 5 月 15 日

【010.US 特許 428,057】ピロマグネット発電機-1890 年 5 月 13 日

【011.US 特許 381,968】電磁モーター-1888 年 5 月 1 日【交流モーターの基本特許】

【012.US 特許 382,280】送電-1888 年 5 月 1 日

【013.US 特許 382,279】電磁モーター-1888 年 5 月 1 日

【014.US 特許 381,969】電磁モーター-1888 年 5 月 1 日

【015.US 特許 382,281】送電-1888 年 5 月 1 日

【016.US 特許 381,970】配電システム-1888 年 5 月 1 日

【017.US 特許 382,282】電流の変換と分配の方法-1888 年 5 月 1 日

—— 交流モーターの販売 ——

1888

【018.US 特許 390,413】配電システム-1888 年 10 月 2 日

- 【019.US 特許 390,414】 発電機-1888 年 10 月 2 日
- 【020.US 特許 390,820】 交流モーター用レギュレーター-1888 年 10 月 9 日
- 【021.US 特許 390,721】 発電機-1888 年 10 月 9 日
- 【022.US 特許 487,796】 送電システム-1892 年 12 月 13 日
- 【023.US 特許 555,190】 交流モーター-1896 年 2 月 25 日
- 【024.US 特許 390,415】 発電機またはモーター-1888 年 10 月 2 日
- 【025.US 特許 524,426】 電磁モーター-1894 年 8 月 14 日
- 【026.US 特許 511,915】 送電-1894 年 1 月 2 日
- 【027.US 特許 511,559】 送電-1893 年 12 月 26 日
- 【028.US 特許 511,560】 送電システム-1893 年 12 月 26 日

—— 新しい理想を探して：テスラ・コイル ——

1889

- 【029.US 特許 405,858】 電磁モーター-1889 年 6 月 25 日
- 【030.US 特許 401,520】 電磁モーターの操作方法-1889 年 4 月 16 日
- 【031.US 特許 405,859】 送電方法-1889 年 6 月 25 日
- 【032.US 特許 406,968】 発電機-1889 年 7 月 16 日
- 【033.US 特許 459,772】 電磁モーター-1891 年 9 月 22 日
- 【034.US 特許 416,191】 電磁モーター-1889 年 12 月 3 日
- 【035.US 特許 416,192】 電磁モーターの操作方法-1889 年 12 月 3 日
- 【036.US 特許 416,193】 電磁モーター-1889 年 12 月 3 日
- 【037.US 特許 424,036】 電磁モーター-1890 年 3 月 25 日
- 【038.US 特許 445,207】 電磁モーター-1891 年 1 月 27 日
- 【039.US 特許 416,194】 電気モーター-1889 年 12 月 3 日
- 【040.US 特許 416,195】 電磁モーター-1889 年 12 月 3 日
- 【041.US 特許 418,248】 電磁モーター-1889 年 12 月 31 日
- 【042.US 特許 413,353】 交流から直流を得る方法-1889 年 10 月 22 日

【043.US 特許 417,794】電気機械用電機子-1889 年 12 月 24 日

1890

【044.US 特許 433,700】交流電磁モーター-1890 年 8 月 5 日

【045.US 特許 433,701】交流モーター-1890 年 8 月

【046.US 特許 433,702】電気変圧器または誘導装置-1890 年 8 月 5 日

【047.US 特許 433,703】電磁モーター-1890 年 8 月 5 日

【048.US 特許 447,920】アークランプの操作方法-1891 年 3 月 10 日

【049.US 特許 447,921】交流発電機-1891 年 3 月 10 日【交流発電機の基本特許】

—— 高周波高電圧放電実験ショー：ヨーロッパ講演に行く ——

1891

【050.US 特許 455,067】電磁モーター-1891 年 6 月 30 日

【051.US 特許 462,418】電気変換および配電の方法と装置-1891 年 1 月 3 日

【052.US 特許 455,068】電力量計-1891 年 6 月 30 日

【053.US 特許 454,622】電気照明システム-1891 年 6 月 23 日【テスラ・コイルの基本特許】

【054.US 特許 455,069】白熱灯-1891 年 6 月 30 日

【055.US 特許 464,666】電磁モーター-1891 年 12 月 8 日

【056.US 特許 464,667】電気コンデンサ-1891 年 12 月 8 日

—— アメリカで交流を推進 ——

1892

【057.US 特許 514,170】白熱電灯-1894 年 2 月 6 日

【058.US 特許 514,167】電気導体-1894 年 2 月 6 日

【059.US 特許 514,972】電気鉄道システム-1894 年 2 月 20 日

—— 世界システム：ワイヤレス送電と発振器 ——

1893

【060.US 特許 512,340】電磁石用コイル-1894 年 1 月 9 日

【061.US 特許 514,168】電流を発生させるための手段-1894 年 2 月 6 日

【061.US 特許 511,916】発電機-1894 年 1 月 2 日【テスラ振動子発電の基本特許】

【062.US 特許 514,169】レシプロエンジン-1894 年 2 月 6 日

【063.US 特許 514,973】電力量計-1894 年 2 月 20 日

【064.US 特許 517,900】蒸気機関-1894 年 4 月 10 日

【065.US 特許 568,176】高周波および電位の電流を生成するための装置-1896 年 9 月 22 日

—— プロモーションへの取り組み ——

1896

【066.US 特許 568,177】オゾン生成装置-1896 年 9 月 22 日

【067.US 特許 567,818】電気コンデンサ-1896 年 9 月 15 日

【068.US 特許 568,178】高周波電流を発生させる装置の調整方法-1896 年 9 月 22 日

【069.US 特許 568,179】高周波電流を発生させる方法と装置-1896 年 9 月 22 日

【070.US 特許 568,180】高周波電流発生装置-1896 年 9 月 22 日

【071.US 特許 577,670】高周波電流発生装置-1897 年 2 月 23 日

【072.US 特許 583,953】高周波電流を生成するための装置-1897 年 6 月 8 日

【073.US 特許 577,671】復水器、コイル等の製造-1897 年 2 月 23 日

【074.US 特許 609,250】ガスエンジン用電気点火装置-1898 年 8 月 16 日

—— 平面螺旋テスラ・コイル：無線送電 ——

1897

【075.US 特許 593,138】電気変圧器-1897 年 11 月 2 日【平面螺旋テスラ・コイルの基本特許】

【076.US 特許 609,251】電気回路コントローラ-1898 年 8 月 16 日

【077.US 特許 645,576】電気エネルギー伝達システム-1900 年 3 月 20 日【平面螺旋テスラ・コイル無線送電の基本特許】

【078.US 特許 645,675】電気エネルギー伝達システム-1900 年 3 月 20 日【平面螺旋テスラ・コイル無線送電の基本特許】

【079.US 特許 649,621】電気エネルギー伝達装置-1900 年 5 月 15 日【平面螺旋テスラ・コイル無線送電の基本特許】

【080.US 特許 609,245】電気回路コントローラ-1898 年 8 月 16 日

【081.US 特許 611,719】電気回路コントローラ-1898 年 10 月 4 日

—— 地球システム：定在波 ——

1898

【082.US 特許 609,246】電気回路コントローラ-1898 年 8 月 16 日

【083.US 特許 609,247】電気回路コントローラ-1898 年 8 月 16 日

【084.US 特許 609,248】電気回路コントローラ-1898 年 8 月 16 日

【085.US 特許 609,249】電気回路コントローラ-1898 年 8 月 16 日

【086.US 特許 613,735】電気回路コントローラ-1898 年 11 月 8 日

【087.US 特許 613,809】移動する車両の機構を制御するための方法および装置-1898 年 7 月 1 日【オートマトンとテレ・オートマトン (ラジコン) の基本特許】

1899

【088.US 特許 685,953】自然媒体を介して遠隔から受信装置に伝達される効果を利用するための装置-1901 年 11 月 5 日【無線の基本特許】

【089.US 特許 685,955】自然媒体を介して遠隔から受信装置に伝達される効果を利用するための装置-1901 年 11 月 5 日

【090.US 特許 685,954】天然媒体を介して伝達される効果の利用方法-1901 年 11 月 5 日

【091.US 特許 685,956】天然媒体を介して伝達される効果を利用するための装置-1901 年 11 月 5 日

—— 世界電信システム：無線送電 ——

1900

【092.US 特許 685,012】電氣的振動の強度を高めるための手段-1900 年 3 月 21 日

【093.US 特許 787,412】自然媒体を介して電気エネルギーを伝達する技術-1905 年 4 月 18 日【無線送電の基本特許】

【094.US 特許 655,838】電気導体の絶縁方法-1900 年 10 月 23 日

【095.US 特許 725,605】信号方式系-1903 年 4 月 14 日

【096.US 特許 723,188】信号方式の方法-1903 年 3 月 17 日

【097.US 特許 RE11865】電気導体の絶縁方法-1900 年 10 月 23 日【再特許】

—— 世界システム：ウォーデンクリフ・タワー ——

1901

【098.US 特許 685,957】放射エネルギー利用装置-1901 年 11 月 5 日

【099.US 特許 685,958】放射エネルギーの利用方法-1901 年 11 月 5 日

1902

【100.US 特許 1,119,732】電気エネルギー伝達装置-1914 年 12 月 1 日【ウォーデンクリフ・タワーの基本特許】

—— 代替テクノロジー：未踏科学 ——

1909

【101.US 特許 1,061,142】流体推進-1909 年 10 月 21 日

【102.US 特許 1,061,206】タービン-1909 年 10 月 21 日

1913

【103.US 特許 1,113,716】噴水-1914 年 10 月 13 日

1914

【104.US 特許 1,209,359】速度計-1916 年 12 月 19 日

1916

【105.US 特許 1,329,559】弁膜症-1920 年 2 月 3 日

【106.US 特許 1,266,175】避雷機- 1918 年 5 月 14 日

【107.US 特許 1,365,547】流量計- 1921 年 1 月 11 日

【108.US 特許 1,402,025】周波数計-1922 年 1 月 3 日

【109.US 特許 1,314,718】航海日誌-1919 年 9 月 2 日

【110.US 特許 1,274,816】速度計-1918 年 8 月 6 日

1921

【111.US 特許 1,655,114】空中輸送装置-1928 年 1 月 3 日【垂直離着陸機の基本特許】

【112.US 特許 1,655,113】空中輸送方法-1928 年 1 月 3 日【垂直離着陸機の基本特許】

【イギリス】

【113.GB1877】電球の改良-1886 年 2 月 9 日

【114.GB2801】レシプロエンジンの改良とその期間を調整する手段-1894 年 2 月 8 日

【115.GB2812】一定期間の電流を発生させる方法と装置の改良-1894 年 2 月 8 日

【116.GB2975】発電機の改良-1886 年 3 月 2 日

【117.GB6481】送電およびその装置に関する改良-1888 年 5 月 1 日

【118.GB6502】電流の発生と分配およびそのための装置に関する改善-1888 年 5 月 1 日

【119.GB6527】電気モーター関連の改良-1889 年 4 月 16 日

【120.GB8200】電気エネルギーの伝達に関する改善-1905 年 4 月 17 日

【121.GB8575】照明用の電気エネルギーを発生・利用するための改良された方法と装置-1891 年 5 月 19 日

【122.GB11293】電磁、光、その他の自然媒体を介して装置に伝達される放射線の影響または妨害の利用に関する改善-1901 年 6 月 1 日

【123.GB11473】交流電磁モーターの改良-1891 年 7 月 6 日

【124.GB12866】電気回路コントローラの改良-1898 年 6 月 8 日

- 【125.GB13563】電気エネルギーの伝達の改善と関連-19017 月 3 日
- 【126.GB14550】電気導体の絶縁に関する改良-1900 年 8 月 14 日
- 【127.GB14579】電気エネルギーの伝達に関する改善-1901 年 7 月 17 日
- 【128.GB16709】交流から直流への変換に関する改善-1889 年 10 月 22 日
- 【129.GB19420】交流電磁モーターの改良-1889 年 12 月 3 日
- 【130.GB19426】交流電動機の構造と動作モードの改善-1889 年 12 月 3 日
- 【131.GB20981】高周波電流の生成、調整、利用、およびその装置に関する改良-1896 年 9 月 22 日
- 【132.GB24001】流体にエネルギーを供給したり、流体や装置からエネルギーを引き出したりする方法の改善-1910 年 10 月 17 日
- 【133.GB24421】電気エネルギーの伝達システムとその中で使用する装置の改良-1897 年 10 月 21 日
- 【134.GB26371】浮き船や移動車両の機構を制御する方法と装置の改良-1898 年 12 月 13 日
- 【135.GB174544】弾性流体タービンによる発電方法・装置の改良-1921 年 4 月 1 日
- 【136.GB179043】高真空の製造工程と装置の改良-1921 年 3 月 24 日
- 【137.GB185446】空中輸送の方法と装置-1921 年 4 月 4 日
- 【138.GB186082】蒸気タービンとガスタービンの構造改善-1921 年 3 月 24 日
- 【139.GB186083】タービンによる蒸気エネルギーの経済的変換のための改良された方法と装置-1921 年 3 月 24 日
- 【140.GB186084】蒸気から動力を引き出すためのプロセスと装置の改善-1921 年 3 月 24 日
- 【141.GB186799】回転機械部品のバランス調整のプロセスと装置-1921 年 9 月 2 日

【カナダ】

- 【142.CA24033】 発電機の改良-1886 年 4 月 24 日
- 【143.CA24348】 電気アークランプ-1886 年 6 月 18 日
- 【144.CA29537】 送電方法・装置の改良-1888 年 5 月 1 日
- 【145.CA30172】 電流の変換と分配の方法と装置の改善-1888 年 5 月 1 日
- 【146.CA33317】 交流を直流に変換する方法と装置の改良-1889 年 12 月 19 日
- 【147.CA135174】 流体推進力の向上-1910 年 11 月 24 日
- 【148.CA142352】 自然媒体を介した電気エネルギーの伝達技術の向上-1906 年 4 月 17 日

【フランス】

- 【149.FR354791】 電気エネルギーの伝達の改善-1905 年 10 月 12 日
- 【150.FR421543】 流体による動力の生成と使用のためのプロセスと装置-1911 年 2 月 24 日
- 【151.FR515388】 噴水の強化-1921 年 3 月 31 日
- 【152.FR540616】 バルブとしての運転-1922 年 7 月 13 日
- 【153.FR540617】 避雷針の改良-1922 年 7 月 13 日
- 【154.FR541113】 回転機械部品のバランス調整方法と装置-1922 年 7 月 22 日
- 【155.FR549259】 タービンによる蒸気エネルギーの経済的変換のためのプロセスと装置-1923 年 2 月 6 日
- 【156.FR549260】 蒸気を駆動力とする方法と装置-1923 年 2 月 6 日
- 【157.FR549261】 高真空の製造方法と装置-1923 年 2 月 6 日
- 【158.FR549628】 航空輸送の方法と装置-1923 年 2 月 15 日

これを見ると、公式には、つまり、表向きには、ニコラ・テスラの特許獲得の活動は 1923 年でほぼ終了した。そういうことが分

かる。これ以外のニコラ・テスラの特許については、一個一個を調べていく他ないようだ。

十数年前、まだニコラ・テスラがマッドサイエンティス扱いされていた。その頃には、個人的に米国特許庁から特許情報を取得することは簡単だった。ただ番号をネットで検索すれば、すぐに出てきたものだ。しかし、ごく最近から、米特許の検索サービスが有料化されたようなのだ。だから、ニコラ・テスラの特許情報をこれ以上得ようとする。その度にかなりのお金がかかることになった。結局、大企業でないとそういうことをできなくなったわけだ。これも一種の防衛行動と見ることができるだろう。

3.4.1 ニコラ・テスラの特許の分類

新戸雅章氏^{*11} および W. B. カールソン氏^{*12} によれば、ニコラ・テスラの発明はいくつかの時期で分類できるという。大きく分けると、5つの時代に区分できるのだ。

1. 回転磁界、1886年～1889年。
2. テスラ・コイル、1889年～1892年。
3. 世界電信システム、1893年～1894年。
4. 世界システム、1899年～1901年。
5. 未踏の地、1901年～1905年。

第2章で見たように、ニコラ・テスラは子供の頃から高速回転す

^{*11} 新戸雅章著「超人ニコラ・テスラ」(筑摩書房, 1993年). 新戸雅章著「知られざる天才ニコラ・テスラ」(平凡社, 2015年).

^{*12} W. Bernard Carlson, *Nikola Tesla: Inventor of the Electric Age*, (Princeton University Press, NY, 2013).

る機械に非常に興味を持った。回転式ポンプ、タービン、飛行機、蒸気エンジン、モーター、発電機。そんなわけで、彼の一番最初が、直流回転モーターや直流発電機を交流モーターや交流発電機に変えることに取り組んだ。

どんな発明でもそうだし、どんな発明家でもそうだ。発明というのは、あるブレイクスルーを成し遂げて初めて行われるものだ。だから、1つのブレイクスルーが起これば、それを基にしてまた新しいブレイクスルーに繋がる。そして、そのブレイクスルーがまた次のブレイクスルーを生み出していく。こういう正の連鎖が起これることがある。

前述のバックミンスターの場合もそうだった。むろん、エジソンの場合もそうだ。ニコラ・テスラもいうまでもない。

最初の回転磁界のブレイクスルーが、二相交流モーターや二相交流発電機を生んだ。そして、二相交流モーター・発電機ができると、今度はそれから三相交流発電機・モーターが誕生する。そして、多層交流モーター・発電機が生まれる。

発電機とモーターが生まれると、これを工業的に継続的に24時間フル稼働ということができる。こうなると、休養日とか休暇とかの時期には機械を一旦切って止める状況が生まれる。あるいは、どこかで故障が起これば、無理にでも機械を停止しなければならない。そういう時に、これまでになかったことが生じる。

実は、モーターをフル稼働して定常運転している時、モーターにはその外部空間も含めて強力磁場が生じる。もちろん、磁場は目に見えない。だから、それを知らずに、工場の壁に取り付けられたジャックナイフスイッチを切る。ところが、その時、ジャックナイフスイッチには超高電圧が一瞬発生するのだ。

これまでずっと電源から電流が流れてモーターから磁場が発生した状態あった。電流が突然切れる。すると、その磁場が減る方向に動こうとするが、磁場には慣性がある。失う磁場を失わないように、ずっと磁場が発生していた状態を維持しようとするのだ。その結果、これまでとは逆に同じ量の電流が流れる。これが磁場の面白いところで、一般にレンツの法則と呼ばれるものだ。

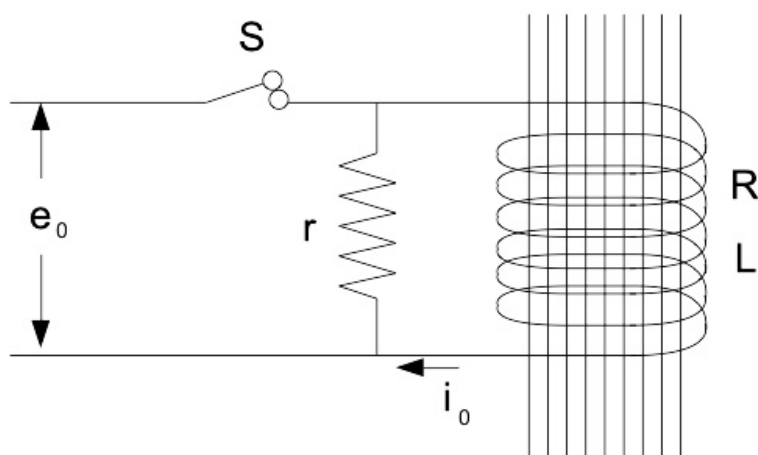


図 3.1 磁氣的單一エネルギー
過渡的現象

言い換えれば、スイッチが切れるという行為は電流を減らし磁場が減る行為だ。だから、自然は磁場が減らないように逆に電流を流して元の状態を維持する。もっと簡単に言えば、今まで電力の電圧によりモーターの外部に溜まっていた磁場が、スイッチが切れて、今度はその磁場の電圧が逆に電流を流す。これがスイッチの入っていた時に流れる方向には行けないから、別の回路に流れる。これを分岐回路という。この時、その分岐回路の抵抗 r が大きければ、大きいほど、その時の瞬時電圧が増幅されるのだ。

モーターの抵抗を R とすると、最初は外部電流 I_0 はモーターに

流れて定常運転している。したがって、オームの法則から、モーターの電圧は

$$V_0 = RI_0 \quad (3.1)$$

になる。ところが、スイッチを切ると、モーターの磁場が生じる電流は前と同じ。しかもモーターと分岐回路の両方に流れる。つまり、前より抵抗が増える。したがって、この場合のモーターの電圧 e'_0 は

$$V'_0 = (R + r)I_0 \quad (3.2)$$

になる。増幅率 M は、

$$M = \frac{V'_0}{V_0} = \frac{R + r}{R} \quad (3.3)$$

となる。

つまり、分岐回路の抵抗 r が大きければ大きいほど、増幅率 M が大きくなる。分岐回路のない場合は、抵抗が無限大 $r = \infty$ になる。だから、増幅率は原理的には ∞ になる。だから、非常に危険になる。

また、スイッチを切るスピードが速くなればなるほど、この現象が強まるのだ。だから、ジャックナイフ・スイッチは非常に危険だったわけだ。これは、変化の時間 Δt と磁束の変化 $\Delta \Phi$ が誘起電圧 V' と次の関係があるからである^{*13}。

$$V' = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = L \frac{\Delta I}{\Delta t}, \quad (3.4)$$

$$\Phi = LI \quad (3.5)$$

^{*13} こういう何か x の変化 Δx が無限に小さくなったものが dx である。 $x = t$ なら dt 。 $x = \Phi$ なら $d\Phi$ となる。

分母がスイッチを切るのにかかった時間である。分子がモーター内外に溜まった磁束である。分子は有限だから、分母が小さくなればなるほど、誘起電圧が大きくなるわけだ。特に、(3.4) の右辺最後の式は、機械がインダクタンス L のコイルに電流 I が流れた場合 (3.5) である。

これと同じような事情は、ニュートンの運動方程式でも生じる。この場合は、

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = m \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (3.6)$$

$$p = mv \quad (3.7)$$

分子は運動量の変化。これはインパクト (衝撃) の強さを表す。分母はその衝撃がかかった時間を表す。(3.6) の右辺最後の式は、質量 m で速度 v の物体の運動量の場合 (3.7) である。

だから、一回の衝撃は同じでも、その時間が短いほうが加わる力が大きくなるのだ。サッカーの場合、ボールは柔らかい。足の甲も人のものだ。柔らかい。しかし、野球の場合、ボールは硬球だ。バットは木やアルミだ。硬い。したがって、野球のボールのインパクトの方がサッカーの場合より、インパクト時間が短くなる。だから、野球の方がバットに加わる力が大きくなる。

このような物理的な事情から、ナイヤガラ瀑布の発電機のようにモーターが巨大になったり、モーターがたくさん連結されていたりすると、作業員がスイッチを切る場合、たまに事故が起きる。作業員が感電死するのだ。

私自身、我が家の家業の宝石研磨でバレル研磨を行っていた。バレル研磨ではバレルという樽に宝石原石と研磨剤と水を入れて、回転柱に乗せて回転させる。その時、回転柱にはベルトでモーターが

繋がれている。そのモーターは24時間フル稼働で何日も運転する。そうやって研磨するわけだ。子供の頃、モーターがフル稼働していた時に、工場を止めるように頼まれることがあった。そんな時、工場の壁の上についている配電盤のスイッチを切る。すると、バチンと雷電が走ったのをよく覚えている。いま思えば、かなり危険なものだった。

この現象が契機になり、ニコラ・テスラは今度高電圧を作ることに興味を持つようになるのだ。そこから、テスラ・コイルの開発に進む。高電圧が作れるようになれば、アーク放電、絶縁破壊放電へと進む。

すると、彼はテスラ・コイルの稼働中に電磁波が発生することに気付く。その電磁波がどんな性質のものかを調べるうちに、さまざまな未知の電磁波を発見する。例えば、X線や高周波電圧である。可視光以外に目に見えない電波があることを発見するわけだ。

こういうことが明確化すると、今度はこういうものを通信の手段にすることが思い浮かぶ。つまり、無線通信を考え出す。こうして、世界システムを着想していく。

これができると確信すると、今度はこれをさらに強力にして、エネルギーを無線で送電できることに気付くわけだ。このように、1つのブレイクスルーがまた次のブレイクスルーを生み、どんどん発展していったのだ。

3.5 回転磁場

さて、回転磁場とはどういうことだろうか？

これを見事に解決したものが、1888年5月1日に取得された、

ニコラ・テスラの8番目のUS特許「US381968A Electro-magnetic motor」だ^{*14}。これは、いま現在もフリーダウンロードできる。その中の代表的な図を示してみよう。図3.2と図3.3である。

この発明の肝は何だろうか？

それは、発電機(ジェネレーター)と発動機(モーター)は裏表の関係にあるということだ。同じ機械で、発電もできれば、動力にもできる。発電機とは、運動から電気に変換する装置のことだ。一方、モーターとは電気から回転運動に変換する装置のことだ。電磁気にはそういう裏腹の関係があるのだ。物理学では、この関係のことを双対性(そうついせい、Duality, デュアリティー)と呼ぶ。電気と磁気にはそういう双対性が備わっている。

図3.2の左側の列が発電機の内部構造を表す。右側の列がモーターの内部構造を表す。左の発電機で交流を発電し、その交流を送って右のモーターを回転させる。モーターを回転させるには、磁場を回転させる必要がある。そこで、磁場自体が回転するように、うまくトリックを使って左右の発電機と発動機をつなぐわけだ。1882年の2月、ニコラ・テスラがこのトリックに最初に気がついた(第2章、2・2・2節)。これに気づくには、少々数学の知識が必要だ。二相交流モーターの場合、三角関数の知識が必要になる。これは高校数学の理系と文系を分ける関門だ。高校生の多くがここでつまずき、理系から離れる場合が多い。

これを理解するには、ブランコや振り子を理解できれば、大筋が理解できる。振り子運動は、両端で一番高い場所へ行く。そこで往復する瞬間に止まる。そして、一番下で、右から左、左から右と

^{*14} <https://patents.google.com/patent/US381968A/en>

(No Model.)

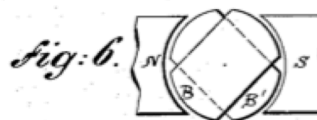
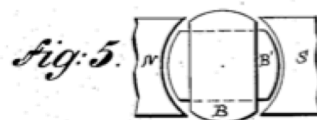
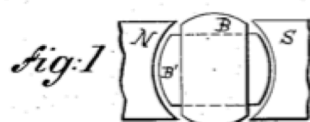
4 Sheets—Sheet 1.

N. TESLA.

ELECTRO MAGNETIC MOTOR.

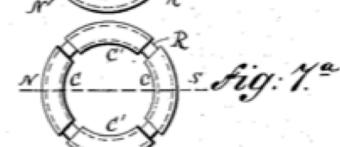
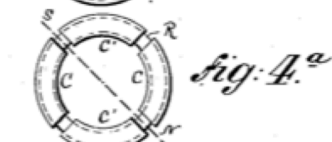
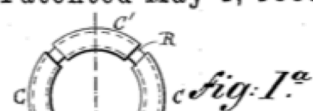
No. 381,968.

Patented May 1, 1888.



WITNESSES:

Frank E. Hartley
Frank B. Murphy



INVENTOR.

Nikola Tesla,
BY
Duncan, Carter & Sage
ATTORNEYS.

図 3.2 ニコラ・テスラの電磁モーター

<https://patents.google.com/patent/US381968A/en>

N. TESLA.

ELECTRO MAGNETIC MOTOR.

No. 381,968.

Patented May 1, 1888.

112

ジ

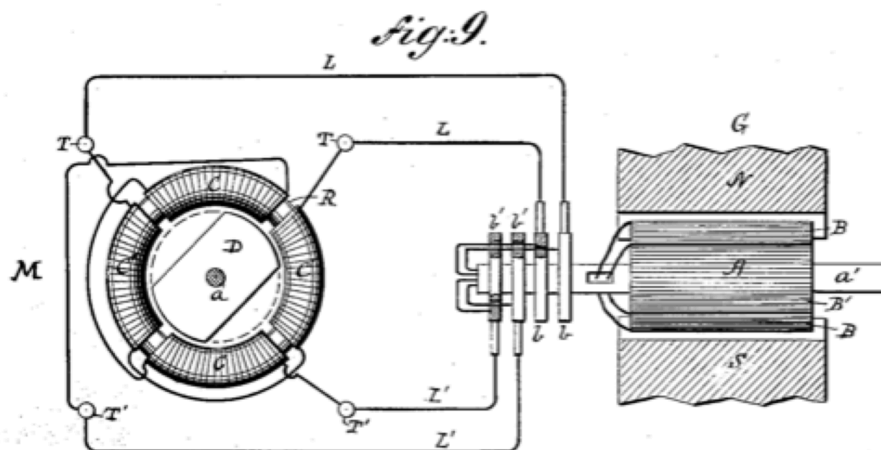


図 3.3 ニコラ・テスラの電磁モーター

<https://patents.google.com/patent/US381968A/en>

行って戻る度に一番早くなる。止まった場所で一番位置エネルギー最大になり、一番下でそれが最小になる。一方、一番上では止まったわけだから、速度ゼロ。つまり、運動エネルギーがゼロになる。逆に、一番下では一番早く動くから速度が最大。つまり、運動エネルギーが最大になる。要するに、運動エネルギーと位置エネルギーの和は一定に保存されているわけだ。これをエネルギー保存則と呼んでいる。そこで、高さを x 、速度を v と書くと、全体のエネルギー $\mathcal{E}$ は

$$\mathcal{E} = \frac{g}{2}x^2 + \frac{m}{2}v^2 \quad (3.8)$$

と書けることになる。ただし g は重力加速度 $9.8m/s^2$ 、 m は振り子の重さである。ここでは、めんどくさいのは嫌いなので、全部1とみなす。これが保存するわけだ。ここで、トリックを使おう。上の式の両辺に2を掛けて、 $2\mathcal{E} = 1$ と決めてしまおう。すると、

$$1 = x^2 + y^2 \quad (3.9)$$

これは半径1の円の方程式だ。だから、時刻 t における高さ $x(t)$ と

速度 $y(t)$ を

$$x(t) = \cos \frac{2\pi t}{T}, \quad y(t) = \sin \frac{2\pi t}{T} \quad (3.10)$$

とすることができる。ここで、 T は往復の周期時間。 π は円周率 3.14159265359... である。三角関数の $\cos$ と $\sin$ は -1 と 1 の間を行ったり来たり振動する。 $\cos$ が最大の 1 の時 $\sin$ はゼロ。 $\cos$ がゼロの時 $\sin$ は最大の 1 。 $\cos$ が最小の -1 の時 $\sin$ はゼロ。再び $\cos$ がゼロの時 $\sin$ は最小の -1 。つまり、右側で最大の高さの場所が上の 2 つの場合で、左側で最大の逆さの場所が下 2 つの状況に対応する。これですべてで辻褃が合った。

そこで、この x と y を組にして、点 (x, y) を $x-y$ 平面に描いてみる。すると、この点 (x, y) は平面上に半径 1 の円を描く。出発点は $t=0$ の時。つまり、 x 軸上の 1 の場所だ。そこから円周上を反時計回りに一定の回転速度で動いていく。つまり、振り子の振動運動を円周上の回転運動へ変換できた。これがニコラ・テスラが洞察したことだった。

発電機の回転軸に二箇所コードをつなぐ。そのつなぐ場所は 90 度ずれている。すると、同じ発電機の回転子が回転するだけで、振り子の位置 x と速度 y の関係のように、電流が 2 つ得られる。一方が $\cos$ 交流なら他方は $\sin$ 交流だ。2 つの電流は位相が 90 度 $= \pi/4$ ずれている。それで、二相交流と呼ばれるわけだ。

今度はこの 2 つの位相をモーターの外型のコイルにつなぐ。それも左右コイル、上下コイルをそれぞれ直列につないだペアにする。そこで、左右コイルと $\cos$ 交流、上下コイルと $\sin$ 交流をつなぐ。こうすると、交流が流れるに従って、左右コイルと上下コイルの磁場の強さがそれぞれに同期して位相がずれたまま変化する。つま

り、内部に反時計周りの回転磁場が生まれる。

こうして、この磁場の力で真ん中の電機子が反時計回りに円運動を行う。つまり、AC モーターの誕生だ。これには直流モーターのようにブラシの整流子が必要ない。だから、パチパチ言わないし、電力損失が少なくなる。

二相交流モーターができれば、三相交流モーターも似たようなものだ。この場合は、

$$\begin{aligned} x(t) &= \cos\left(\frac{2\pi t}{T}\right), \\ y(t) &= \cos\left(\frac{2\pi t}{T} + \frac{2\pi}{3}\right), \\ z(t) &= \cos\left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi}{3}\right) \end{aligned} \quad (3.11)$$

のように、位相を120度ずつずらす。この3個の位相と持つ電流を用意する。これを今度は発電機には、全部で6個の場所を用意し、正三角形に電線をつなぐ。モーターにも6個のコイルを用意し、正三角形の対角線上にペアをとる。そして、二相の場合のように、それぞれの正三角形に対応するようにつなぐだけである。三相交流モーターがうまくいけば、何相モーターでも複雑になるだけで同じことだ。

この仕組の面白いところは、いつも逆転できるということだ。モーターを回せば、発電機が回転する。つまり、モーターが発電機になり、発電機がモーターに早変わりできるのだ。

とにかくこの仕組にニコラ・テスラが世界で初めて気がついたのだ。ところが、その後、イタリアの物理学者のフェラリス教授^{*15}

^{*15} Prof. Galileo Ferraris

が自分が先だと優先権を主張し始めたのだ。本当に、独立だったかどうかかわからないが、後出しジャンケンの方が先に公表されてしまったのだ。しかしながら、研究の完成度や完璧性や発展性などから、いまでは言うまでもなくニコラ・テスラの方が先だと考えられている。

ところで、 $x-y$ 平面上の点 (x, y) を純虚数 $i = \sqrt{-1}$ を使って、複素数 $z = x + iy$ に対応させることができる。後に、チャールズ・プロデュース・スタインメッツは、数学のこの知識をニコラ・テスラの回転磁場に対して応用することに思いついた。こうすると、回転磁場を表す $(x(t), y(t))$ を

$$z(t) = x(t) + iy(t) = \cos \frac{2\pi t}{T} + i \sin \frac{2\pi t}{T} = e^{i \frac{2\pi t}{T}} \quad (3.12)$$

のように表せる^{*16}。ここから、スタインメッツは電気回路の電流と電圧をすべて複素数で表せることに気づく。こうして、回路理論に複数を応用する道が開かれたのだ。これが、後に「スタインメッツの交流理論」と呼ばれるようになる^{*17 *18 *19}。

^{*16} この最後の関係式はオイラーの恒等式と呼ばれる。

^{*17} 「スタインメッツ全集 VII. 過渡現象の理論及び計算」第一～四巻. (コロナ社, 1929年). これは英語圏では再販されている. C. P. Steinmetz, *Theory and Calculation of Transient Electric Phenomena and Oscillations*, (Arkose Press, 2015)

^{*18} 「スタインメッツ全集 IV. 交流現象の理論及び計算」第一～三巻. (コロナ社, 1930年). これは英語圏では再販されている. C. P. Steinmetz, *Theory and Calculation of Alternating Current Phenomena*, (Kessinger Pub Co, 2008)

^{*19} 「ジョン・ウインスロップ・ハモンド著/田中聲識訳「スタインメッツ伝: 小さな巨人/電気工学の父」(コロナ社, 1930年). これは再販されている. John Winthrop Hammond, *Charles Proteus Steinmetz*, (Rough Draft Printing, 2008).

3.6 テスラ・コイル

3.6.1 テスラ・コイルとは何か？

テスラ・コイルとは何か？

これは、コイルを使った非常に簡単な装置で、高周波高電圧を発生する装置のことだ。つまり、振動電流発生機である。あるいは、振動電圧発生機である。

いまでは多くのものに応用されている。一番卑近な例は、子供用玩具のプラズマボールである。

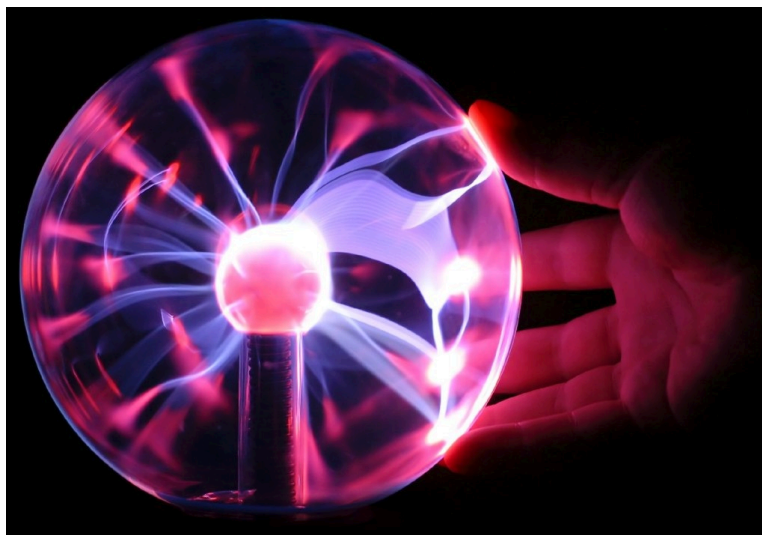


図 3.4 プラズマボール

<https://ja.wikipedia.org/wiki/プラズマボール>

3.6.2 テスラ・コイルの前の静電発電機

ニコラ・テスラは、図 3.1 のような機械で、スイッチの瞬時の切り替えが高電圧を生む現象に興味をもつようになった。結局、スイッチの開閉を人が行うのではなく、何らかの機械で行えば、その都度高電圧が得られるはずだ。そこで、スイッチを隙間の放電で行うことにし、そこへ放電を起こせるほどの高電圧を 1 次コイルから加える。そうすれば、その先にある二次コイルにもっと大きな電圧が誘起できる。そして、さらにその先に巻数の多いコイルを置いておく。そうすれば、ファラデーの電磁誘導の法則から、さらに高電圧が得られるだろう。これが彼の発想だった。

そして、ニコラ・テスラは、それ以前に行われた発電機の研究を行った。その一つが、ホルツ発電機というものであった。我が国では江戸時代末期の蘭学の時代、平賀源内^{*20}がエレキテルを発明した。これは、それより後の明治維新直前の時代の装置である。さらに、彼が尊敬するケルビン卿ことウィリアム・トムソンの水滴誘導発電機があった。これらの発電機は静電発電機である。静電気を集めて放電する発電機である。これで火花放電の実験を行った。彼はこうしたものをじっくりと自分で研究したのだ。そうやって誕生したものが、いまいうところのテスラ・コイルである。

^{*20} 平賀 源内（ひらが げんない）、享保 13 年（1728 年） - 安永 8 年 12 月 18 日（1780 年 1 月 24 日）。

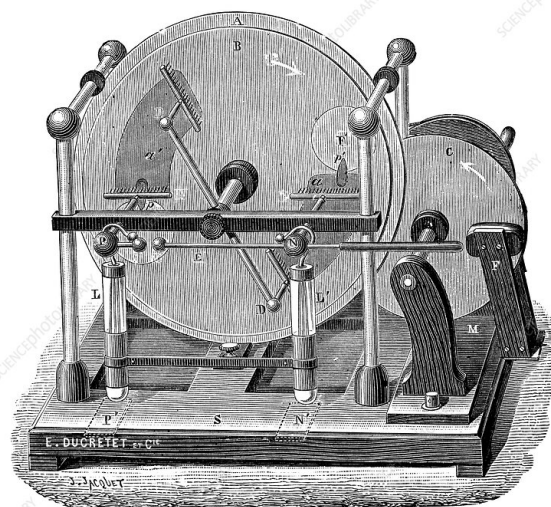


図 3.5 ホ ル ツ 発 電 機

<https://www.sciencephoto.com/media/810899/view/holtz-electrostatic-induction-generator-19th-century>

3.6.3 テスラ・コイルの回路図

普通知られているテスラ・コイルの回路図はたくさんある。普通ちまたでよく知られたものは2タイプある。図3.6のものは、新戸雅章氏の本にあるものである^{*21}。図3.7のものは、カールソン氏の本にあるものである^{*22}。コンデンサーとギャップスイッチは似たようなものである。どちらも放電する可能性がある。だから、入れ替えても基本的には作動原理に大きな違いはない。

^{*21} 新戸雅章著「超人ニコラ・テスラ」(筑摩書房, 1993年). 121ページの図.

^{*22} W. Bernard Carlson, *Nikola Tesla: Inventor of the Electric Age*, (Princeton University Press, NY, 2013). 122ページの図.

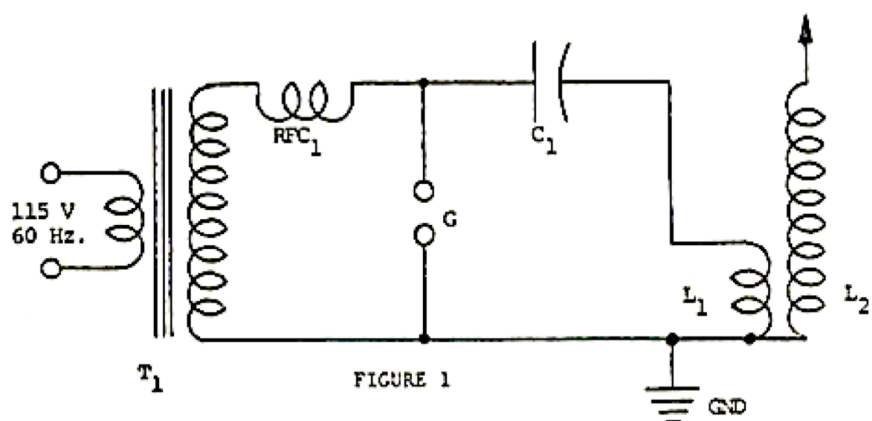


図 3.6 テスラ・コイル タイプ 1
 新戸雅章著「超人ニコラ・テスラ」(筑摩書房, 1993 年). 121 ページの図.

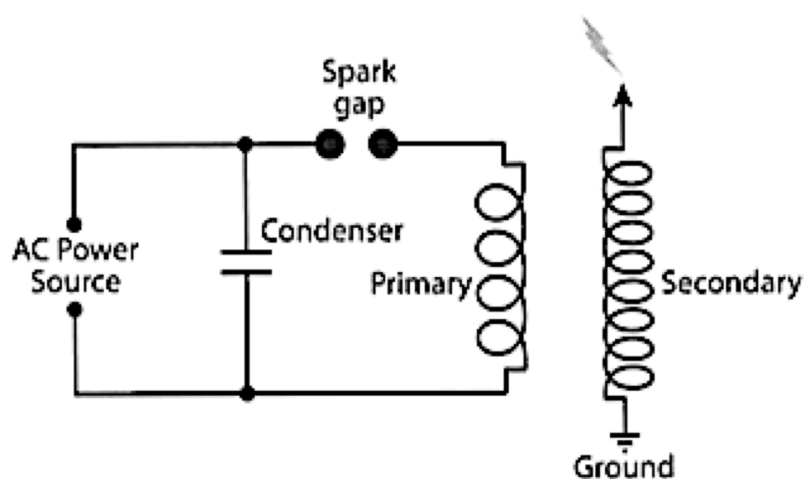
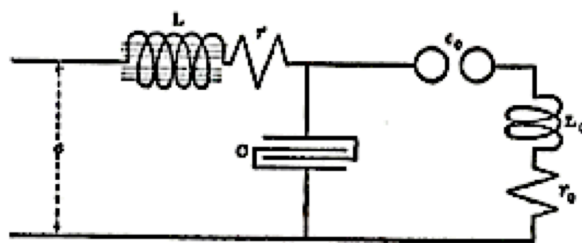


FIGURE b.2. Diagram of a Tesla coil.

図 3.7 テスラ・コイル タイプ 2
 W. Bernard Carlson, *Nikola Tesla: Inventor of the Electric Age*, (Princeton University Press, NY, 2013). 122 ページ.

1908年代、チャールズ・プロチュース・スタインメッツはすでにニコラ・テスラの作った電気回路を交流理論に基づいてすべて計算できた。だから、彼の講義ノートや教科書にはその計算法と結果が書かれている。

その中で交流理論を用いてテスラ・コイルを研究したものは、図3.8のタイプのものである^{*23}。彼は、こういう理論を出来たばかり



第10図 振動電流発生器

図 3.8 テスラ・コイル タイプ 3
 チャールズ・プロチュース・スタインメッツ著「スタインメッツ全集 VII. 過渡現象の理論及び計算」第一巻. (コロナ社, 1929年). 73ページ. C. P. Steinmetz, *Theory and Calculation of Transient Electric Phenomena and Oscillations*, (Arkose Press, 2015)

のエジソンの G.E. で社員に教えたのだ。そうやって、ニコラ・テスラのいたウェスティングハウス社から後塵を拝していた G.E. が急速に交流テクノロジーをキャッチアップしたのである。

^{*23} チャールズ・プロチュース・スタインメッツ著「スタインメッツ全集 VII. 過渡現象の理論及び計算」第一巻. (コロナ社, 1929年). セクション49の73ページ. C. P. Steinmetz, *Theory and Calculation of Transient Electric Phenomena and Oscillations*, (Arkose Press, 2015).

参考のために、スタインメッツの教科書にまとめられた表を、多少記号を現代的になものに変えて、再掲しておこう。表 4.1 および表 4.2 である。

3.6.4 テスラ・コイルの作動原理

テスラ・コイルの電流電圧振動を数式で解析するのは専門家に任せよう。ここでは、大まかな原理の説明で我慢する。さもなくば、これだけで1年分の講義が必要になるからだ。

大事な部分は、ギャップスイッチ (S) とコンデンサ (キャパシタンス C)*²⁴とコイル (インダクタンス L)*²⁵の存在だ。ラジオの受信機は発振器には必ず C と L がある。この場合、電流 I と電圧 V の関係は、振り子の速度と高さの関係と同じものになる。すなわち、回路内のエネルギーは、(3.6) のような関係になっている。

$$\mathcal{E} = \frac{L}{2}I^2 + \frac{C}{2}V^2 \quad (3.13)$$

これが保存するわけだ。コンデンサのキャパシタンス C は振り子のバネのような役割を果たす。一方、コイルのインダクタンス L は振り子の質量のような役割を果たす。だから、電流と電圧は交互に大きくなったり小さくなったり振動する。

ここで式 (3.5) のように、コンデンサの電荷 $Q(= \Psi/4\pi)$ *²⁶と電

*²⁴ 電気容量

*²⁵ 磁気容量

*²⁶ ポアソン方程式 $\nabla^2 V = \nabla \cdot \mathbf{E} = 4\pi\rho/\varepsilon$ から、 $\Psi = \int \nabla \cdot \varepsilon \mathbf{E} dv = \int \nabla \cdot \mathbf{D} dv = 4\pi \int \rho dv = 4\pi Q$. すなわち、 $\Psi = 4\pi Q$ であることがわかる。だから電荷 Q と誘電束 Ψ とは本質的には同じものだといえるのだ。したがって、以後は係数は無視して同じだとみなす。

表 3.1 スタインメッツの磁束と誘電束の関係表

磁束	誘電束
$\Phi = LnI \cdot 10^8$ 磁力線 インダクタンス電圧： $V' = \frac{d\Phi}{dt} \cdot 10^{-8} = nL \frac{dI}{dt}$ 磁界エネルギー： $\mathcal{E} = \frac{LI^2}{2}$ ジュール 起磁力 MMF： $F = nI$ アンペア・巻数 磁化力： $f = \frac{F}{l}$ アンペア・巻数/mm 磁界の強さ： $H = 4\pi f \cdot 10^{-2}$ 磁力線/mm ² 磁気密度： $B = \mu H$ 磁力線/mm ² 透磁率： μ 磁束： $\Phi = AB$ 磁力線	$\Psi = CV$ 誘電力線ないしクーロン コンダクタンス電流： $I' = \frac{d\Psi}{dt} = C \frac{dV}{dt}$ アンペア 誘電界エネルギー： $\mathcal{E} = \frac{CV^2}{2}$ ジュール 起電力 EMF： $V =$ ヴォルト 電化力または電圧傾斜： $G = \frac{V}{l}$ ヴォルト/mm 誘電界の強さ： $E = \frac{G}{4\pi c^2} \cdot 10^9$ 誘電力線/mm ² あるいはクーロン/mm ² 誘電密度： $D = \varepsilon E$ 誘電力線/mm ² あるいはクーロン/mm ² 誘電率： ε 誘電束： $\Psi = AD$ 誘電力線あるいはクーロン
光速度 $c = 3 \cdot 10^{10}$ mm/s.	$\varepsilon\mu = \frac{1}{c^2}; \quad A = \text{面積}$

表 3.2 スタインメツツの磁路と誘電路と電路の関係表

磁路	誘電路	電路
磁束 (磁流) : Φ = 磁力線	誘電束 (誘電流) : Ψ = 誘電力線	電流 : I = 電流
起磁力 : $F = nI$ アンペア・巻数	起電力 : V = ヴォルト	電圧 : V = ヴォルト
パーミアンス :		
$M = \frac{\Phi}{4\pi F}$ ヘンリー		
インダクタンス :	容量 (キャパシタンス) :	コンダクタンス :
$L = \frac{n^2 \Phi}{F} 10^{-8}$ ヘンリー	$C = \frac{\Psi}{V}$ ファラッド	$g = \frac{I}{V}$ ムーオ
$= \frac{n\Phi}{I} 10^{-8}$ ヘンリー		
磁気抵抗 (リラクタンス) : $X = \frac{F}{\Phi}$	エラストンス : $\frac{1}{C} = \frac{V}{\Psi}$	抵抗 (レジスタンス) : $R = \frac{V}{I}$ オーム
磁界エネルギー :	誘電界エネルギー :	電力 :
$\mathcal{E} = \frac{LI^2}{2} = \frac{F\Phi}{2} 10^{-8}$ ジュール	$\mathcal{E} = \frac{CV^2}{2} = \frac{V\Psi}{2}$ ジュール	$P = RI^2 = gV^2 = VI$ ワット
磁気密度 :	誘電密度 :	電流密度 :
$B = \frac{\Phi}{A} = \mu H$ 本/mm ²	$D = \frac{\Psi}{A} = \varepsilon E$ 本/mm ²	$J = \frac{I}{A} = \sigma G$ アンペア/mm
磁化力 :	誘電勾配 :	電圧勾配 :
$f = \frac{F}{l}$ アンペア巻数/mm	$G = \frac{V}{l}$ ヴォルト/mm	$G = \frac{V}{l}$ ヴォルト/mm
磁界の強さ : $H = 4\pi f$	誘電界の強さ : $E = \frac{G}{4\pi c^2} 10^9$	
透磁率 : $\mu = \frac{B}{H}$	誘電率 : $\varepsilon = \frac{D}{E}$	伝導率 : $\sigma = \frac{I}{G}$ ムーオ/mm
抗磁率 : $\rho = \frac{f}{B}$	エラスティヴィティ : $\frac{1}{\varepsilon} = \frac{E}{D}$	固有抵抗 : $\rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{G}{I}$ オーム/mm
固有磁界エネルギー :	固有誘電界エネルギー :	固有電力 :
$\mathcal{E}_0 = \frac{4\pi \mu f^2}{2} = \frac{fB}{2} 10^{-9}$	$\mathcal{E}_0 = \frac{\varepsilon G^2}{4\pi c^2} 10^9$	$p_0 = \rho J^2 = G^2$
$= \frac{HB}{8\pi} 10^{-7}$ ジュール/mm ²	$= 2\pi c^2 ED$ ジュール/mm ²	$= GJ$ ワット/mm ²

圧 V の関係を

$$V = \frac{Q}{C} \left(= \frac{\Psi}{4\pi C} \right) \quad (3.14)$$

とすれば、電流と電圧のエネルギー保存の関係 (3.13) は、磁束 Φ と電荷 $Q (= \Phi)$ の関係に書き直せる。

$$\mathcal{E} = \frac{1}{2L}\Phi^2 + \frac{1}{2C}Q^2 \left[= \frac{1}{2L}\Phi^2 + \frac{1}{2C}\left(\frac{\Psi}{4\pi}\right)^2 \right] \quad (3.15)$$

つまり、コイルの磁束 (磁場) とコンデンサの電荷 (電場) が互い違いに増減の振動を繰り返すことがわかる。コイルの磁場が最大の時はコンデンサの電荷がゼロ。コイルの磁場がゼロの時はコンデンサの電荷が最大になっているのだ。

この意味で、磁束 Φ の変化で誘導される電圧を起電力 V' (electromotive force=EMF) と呼ぶ [式 (3.4)]。一方、電流 I で n 巻コイルに誘導される能力を起磁力 (magnetomotive force=MMF) と呼ぶ。

$$F = nI \quad (3.16)$$

与えられる。これらは、ニコラ・テスラの考えを数学化したスタインメッツによってまとめられた^{*27}。一方、誘電束 (誘電場) Ψ の時間変化で誘導される電流 I' は、通常の電磁気学では変位電流と呼ばれる。

$$I' = \frac{\Delta\Psi}{\Delta t}. \quad (3.17)$$

そこで、まず一番左の交流電源から回路に交流電流が流れると、最初の1次コイルに誘導電流が流れる。ここでファラデーの電磁誘

^{*27} 「スタインメッツ全集 VI. 放電 波動及衝撃」 (コロナ社, 1929年). これは英語圏では再販されている. C. P. Steinmetz, *Elementary lectures on electric discharges, waves and impulses*, (Merchant Books, 2007)

導の法則で、第1回目の電圧が増幅される。この高電圧になった電流はギャップスイッチ S は切れているから、コンデンサ C とコイル L_1 に流れる。ここで、電流と電圧が振り子振動のように振動する。この時、コイル L_1 にペアになっているコイル L_2 に、再びファラデーの電磁誘導の法則で第2回目の電圧が増幅される。同時に、高電圧分の高電荷 Q がコンデンサ C に貯まる。今度は、この電荷 Q がギャップスイッチを放電させる。この放電の時に式 (3.3) で考えたような電圧増幅が起こる。この高電圧の電流がコイル L_2 に流れる。すると、ここでも再びファラデーの電磁誘導の法則で第2回目の電圧が増幅される。こうして、コイル L_2 には非常に高電圧の振動が生まれるのである。

3.6.5 テスラのさらなる改造

実はここまでが普通のニコラ・テスラ研究の本にあるものである。このタイプはニコラ・テスラ自身研究したものである。特に、ギャップスイッチの性能をアップすることを研究した。もしこれができるれば、さらに放電時間を短くできる。そうなれば、より高電圧が得られることになるからだ。

ところが、ニコラ・テスラがニューヨークやロンドンやパリの実講演会で用いたテスラ・コイルはもっとパワーアップされたものだったのだ。それが図 3.10 のものだ*²⁸ これは、回路の対称性から見ると、左右対称である。つまり、上で見てきた図 3.6 ようなテスラ・コイルを2つ左右対称に並べて、真ん中で結合したようなテス

*²⁸ ニコラ・テスラ著/井口和基訳「未来テクノロジーの設計図 ニコラ・テスラの [完全技術] 解説書」(ヒカルランド, 2015年). 41 ページ.

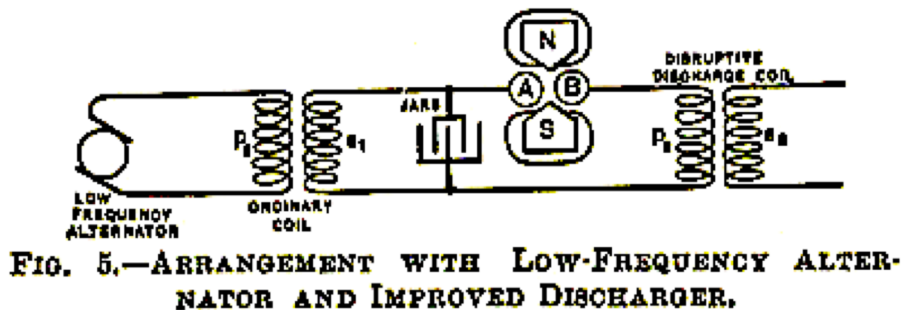


図 3.9 テスラのギャップスイッチ改造型
 ニコラ・テスラ著/井口和基訳「未来テクノロジーの設計
 図 ニコラ・テスラの [完全技術] 解説書」(ヒカルランド, 2015 年). 57 ページ.

ラ・コイルと考えられるのだ。

コンデンサのない方の真ん中の結節点を開いて分離する。つまり、接地点を切って分離する。そうしておいて、交流電源同士をつないで1個の交流電源にする。真ん中のギャップスイッチ2個を結合して1個のギャップスイッチにする。それを雲母板で挟む。左右の二次コイル2個を真ん中にギャップスイッチで結合して1個の二次コイルにする。左右二個の三次コイル同士を2つの放電の電極にする。

こうすれば、テスラ・コイルの作動原理の説明にあったように、電流電圧が放電するから、左右対称性から、放電が左右対称になるだろう。したがって、振動電流や振動電圧も左右対称に振動するだろう。

ニコラ・テスラはさらにこれに次の装置をくっつけた(図 3.11)。

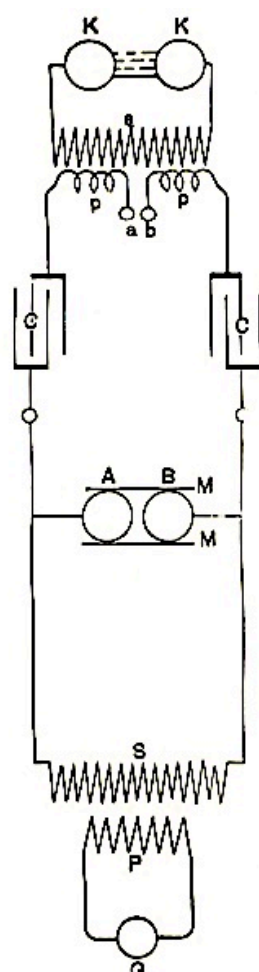


FIG. 2.—IMITATING
THE SPARK OF A
HOLTZ MACHINE.

図2：ホルツ装置のスパークの模倣

図 3.10 テスラのテスラ・コイル左右対称合体型
ニコラ・テスラ著/井口和基訳「未来テクノロジーの設計図
ニコラ・テスラの [完全技術] 解説書」(ヒカルランド, 2015
年). 41 ページ.

この増圧コイルの構造を説明した部分を以下に引用しておこ
う^{*29}。

^{*29} ニコラ・テスラ著/井口和基訳「未来テクノロジーの設計図 ニコラ・テスラ

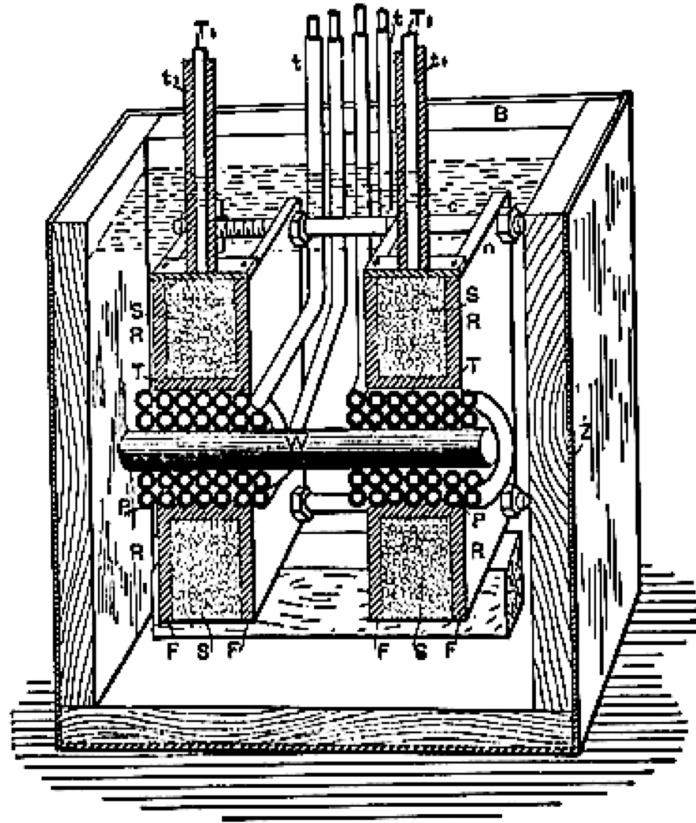


FIG. 8.—DISRUPTIVE DISCHARGE COIL.

図 3.11 テスラの左右対称増圧テスラ・コイル
ニコラ・テスラ著/井口和基訳「未来テクノロジーの設計
図 ニコラ・テスラの [完全技術] 解説書」(ヒカルランド, 2015年). 51ページ.

このコイルは外側が亜鉛薄膜 Z で覆われた硬木材の分厚い材 B (図 3.11) の箱の中に入れてあり、亜鉛薄膜は箱全体をぐるりと囲んで慎重に結合されています。厳密な科学的研

究において正確さが最も重要視される時には金属カバーをしないのが賢明でしょう。金属カバーは、主としてコイルの複雑な作用によって誤作動が多くなる可能性がでてきたり、ごく小さな静電容量のコンデンサとなったり、静電遮蔽と電磁遮蔽となったりするためです。ここで意図された実験では、コイルを使用する時には金属カバーを使うことには実際的な利点はいくつかありますが、考慮するほど重要ではありません。

コイルは金属カバーに対称的に配置し、両者間の空間は小さすぎず、例えば5センチ未満にはせず、できればずっと大きくとるべきです。；特に亜鉛箱のコイルの軸に対して直角な2つの側面は、コイルの軸から十分離しておくことです。そうしないと、この作用が損なわれたり、損失の原因となったりする可能性があります。

コイルは2つの硬質ゴム製のリール RR で構成され、10センチの距離を置いて、やはり硬質ゴム製のボルト c とナット n で支えられています。各リールは、内径約8センチ、厚さ3ミリの管 T で構成され、24センチの正方形の2つのフランジ（輪縁） FF にネジ留めされています。2つのフランジ間の距離は約3センチです。最高品質のグッタペルカ^{*30}皮膜導線の二次コイル SS には26の層があり、各層が10巻きになっており、それぞれの半分には、合計で260巻きあります。これらの2つの半分は、巻き方が反対で直列につながれ、両者は一次コイルを覆うように接続されています。この

*30 訳注：特殊ゴム名

構造は簡単なだけでなく利点もあります。コイルのバランスを十分とった場合—両方の端子 $T_1 T_1$ が同じ静電容量の物体または装置につながっている場合—、一次コイルまで通電する危険があまりなく、一次コイルと二次コイル間の絶縁を厚くする必要がないことです。コイルを使う際、両方の端子をほぼ同じ静電容量の装置に接続してください。両端子の静電容量が等しくないとスパークが一次コイルに発生する傾向があるからです。これを避けるために、二次コイルの中央点を一次コイルに接続することもできますが、必ずしも実際的とは言えません。

一次コイル PP は、木製の糸巻き W 上で2つの部分に別れて逆方向に巻かれ、4つの終端は硬質ゴム管 tt を通って絶縁油から出ています。二次コイルの先端 T_1 と T_1 も分厚い硬質ゴム管 $t_1 t_1$ を通って絶縁油から出ています。一次コイルと二次コイルの層は木綿布で絶縁されていますが、当然ながら、この絶縁の厚さは異なる層の巻き数間の電圧差のある割合に保たれています。一次コイルの各半分は4つの巻層があり、各層ごとに24巻きあるため、合計で96巻きです。両方のパーツを直列につなげた場合、これによって約1:2.7の変換率が得られ、一次コイルを並列にすると、1:5.4です。；しかし、非常に高速で振動する交流で作動した場合、この比率は一次コイルおよび二次コイルの回路における起電力(emf)の比さえ示しません。コイルは絶縁油の中で木製支持体によって設置され、その周囲には約5センチの厚さの絶縁油があります。絶縁油が特別必要でないところは木材を詰めます。この目的のため、主に全体を囲む木製の箱 B が使

われています。

こうして、ニコラ・テスラは超高圧高周波電源の科学技術をものにしていく。そして、その次には、そこから無線の概念に結びつけていくのだ。そうやって、彼の想像の世界は大きく世界へ、そして宇宙へと開かれるのだ。

3.7 エリック・ドラードの登場

ところが、拙著^{*31}でも説明したように、インターネットの時代になり、突如アメリカにエリック・ドラード博士が現れた。この人物は「テスラの実験をすべて再現した男」と呼ばれる。この人の祖父、父ともに RCA の職員だった。そして、このエリックは幼少期から天才のほまれ高く、電気工学の天才だった。小学生の頃から自宅に実験室を持って実験したのだ。そして、ハイティーンの頃には RCA から何万ヴォルトの高圧電源を自宅の研究室に引いてもらい、高圧実験を行った。大人になってから彼自身が RCA 職員になり、そこで研究を行ったのだ。こうして、ニコラ・テスラの装置を1個ずつ再構築し、再現実験を行った。ところが、RCA の予算削減か、役割終焉のために、RCA そのものが存続できなくなってしまった。こうして、彼の実験設備はすべて廃棄処分されたそうだ。しかも彼は RCA から追い出されることになった。というより、RCA が閉鎖されたのである。

1980年代後半になると、ドラードはこれまで秘密にしてき

^{*31} 井口和基著「ニコラ・テスラが本当に伝えたかったこの宇宙のしくみ」上、下 (ヒカルランド、2013年)。

た RCA 内の電磁気学を表の世界へ論文という形で公開し始めたのだ。その後、1990年代すぎるとインターネットで公開したり、一般の前で彼の知識を講演会で公開するようになった。そして、YouTube 時代になると、彼のサポーターが現れ、彼の昔の実験映像や彼の理論を YouTube で公開するものまで現れるようになった。

私がエリック・ドラードの存在に気づいたのはその頃だ。その頃に私は、YouTube で講演を聴いたり、彼の昔の実験動画を見るようになったのだ。それから、より深く理解するために、彼の論文をできる限り集めて読んだのだ。そんな中に、彼のテスラ・コイルの解説を見つけたのだ^{*32*33}。それによれば、本当のテスラ・コイルの構造はこのようなものだったのだ^{*34}(図 4.12、図 3.13)。

新戸雅章氏の本の説明にもある通り^{*35}、定在波の波長が $1/4$ 波長になると、そこは波の最大振幅の場所になる。その電圧は最大になる。一方、結節点では、振幅がゼロだから、電圧はゼロにできる。逆に、電流は電圧最大の場所でゼロになり、電圧ゼロの場所で最大になる。

これがうまく実現できれば、自分の手元で電流ゼロ、電圧最大にできる。こうなれば、そこを手で持っても感電しない。しかし、逆に自分の手元で電流最大、電圧ゼロなら、感電死する。これがニ

^{*32} Eric Dollard, *Symbolic Representaion of the Generalized (in Time) Electric waves*, (Bordered Sciences, Garberville, 1985).

^{*33} Eric Dollard, *Theory of Wireless Power*, (1986).

^{*34} Eric Dollard, *Condensed Intro to Tesla Transformers*, (1986).
<https://pdfcoffee.com/condensed-intro-to-tesla-transformers-by-eric-dollard-pdf-free.html>.

^{*35} 新戸雅章著「超人ニコラ・テスラ」(筑摩書房, 1993年). 新戸雅章著「知られざる天才ニコラ・テスラ」(平凡社, 2015年). 120 ページ.

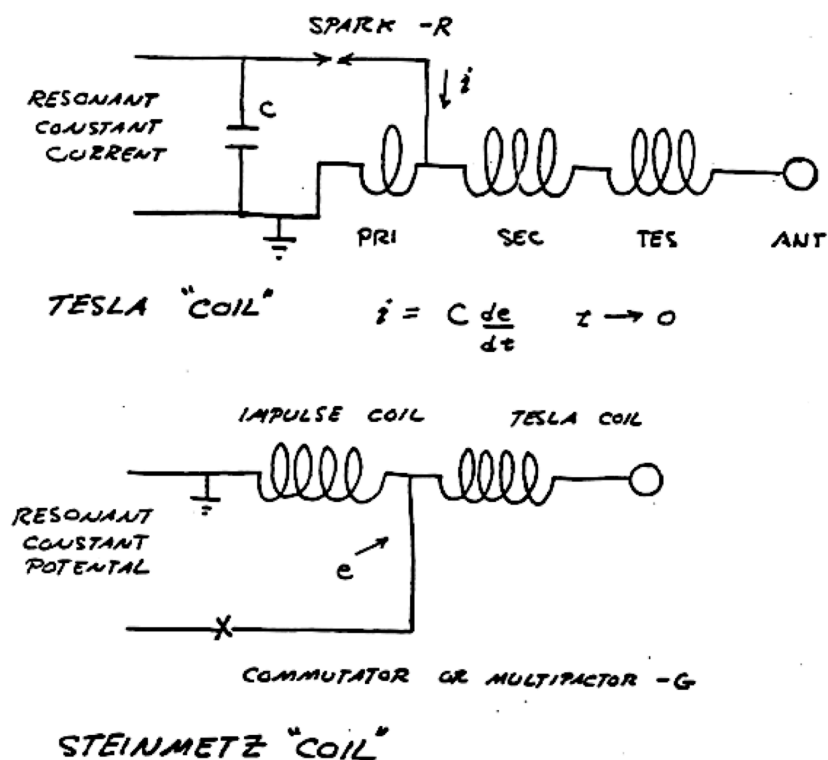


図 3.12 本当のテスラのテスラ・コイル (上)
 その双対のスタインメッツのテスラ・コイル (下)
 ニコラ・テスラ著/井口和基訳「未来テクノロジーの設計
 図 ニコラ・テスラの [完全技術] 解説書」(ヒカルランド, 2015
 年). 308 ページ.

コラ・テスラが超高電圧を手にもって、自分は感電しなかったが、自分の服の金属が焼けとんだ理由である。これが定在波の妙である。

尺八とか笛の端は穴が空いている。これは開放端と呼ばれる。ここは定在波の波長が $1/4$ 波長の奇数倍になる場所である。ここで

FIG 1a TESLA MAGNIFICATION
TRANSFORMER

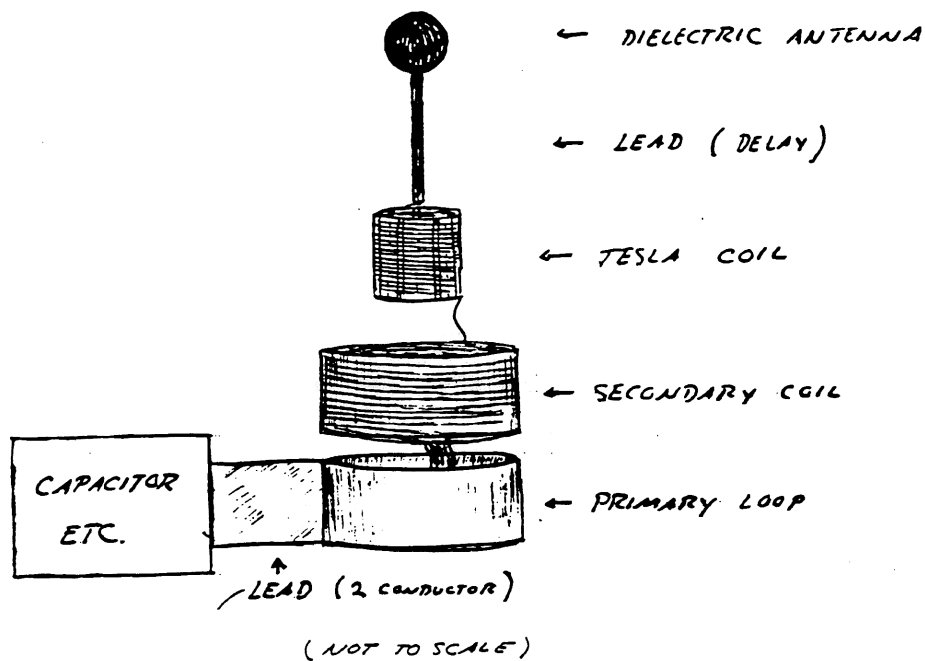


図 3.13 本 当 の テ ス ラ ・ コ イ ル
ニコラ・テスラ著/井口和基訳「未来テクノロジーの設計
図 ニコラ・テスラの [完全技術] 解説書」(ヒカルランド, 2015年). 308ページ.

空気振動が最大になる。一方、笛の口の方は空気振動がゼロの場所になる。高周波電圧をそのようにできれば、手で持っても感電しないのだ。

ニコラ・テスラは、1891年のニューヨークの公開実験、18

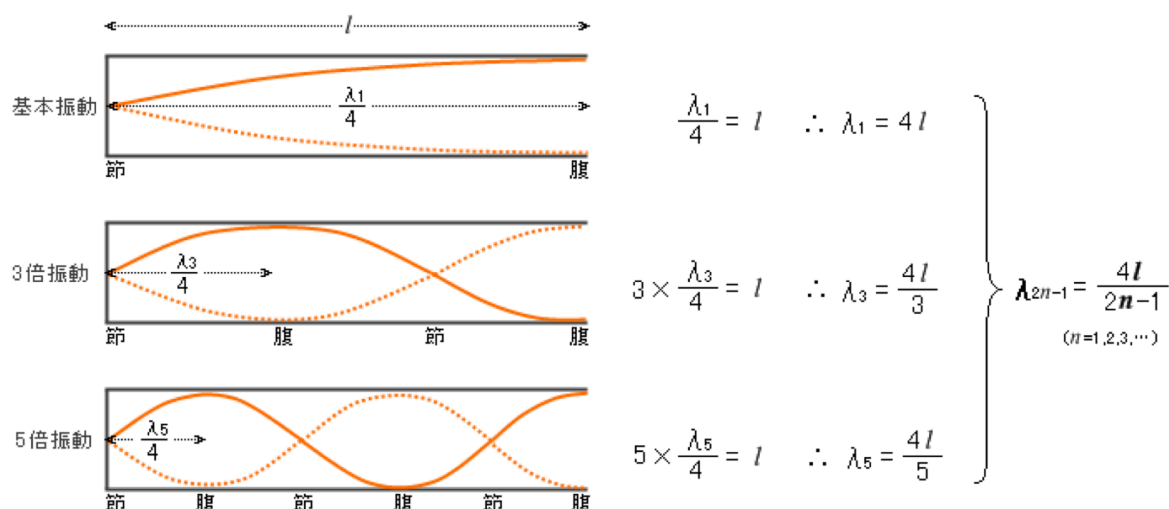


図 3.14 定在波のパターン

<http://www.wakariyasui.sakura.ne.jp/p/wave/koyuu/kityuu.html>

92年のロンドンの公開実験^{*36}やパリの公開実験で、超高周波超高電圧の実験を行った。その時、彼は装置の端を自分の手で持ち、もう一方の手で電球や真空管を持って、それらを明るく光らせた。自分の身体に身に着けた金属が焼き飛んだ。彼はそんな実演を見せたのだ。聴衆はあまりのすごさに言葉を失った。

ドラードは、それがなぜ可能だったかを見事に説明したのだ^{*37}。そして、1986年頃、彼はRCAの研究所内で縦波と横波の違いとして、磁場と電場の違いを説明したのだ。それがYouTubeに動画として残っている。いまでも見ることができる。

^{*36} ニコラ・特斯拉著/井口和基訳「未来テクノロジーの設計図 ニコラ・特斯拉の[完全技術]解説書」(ヒカルランド, 2015年).

^{*37} Eric Dollard, *Condensed Intro to Tesla Transformers*, (1986). <https://pdfcoffee.com/condensed-intro-to-tesla-transformers-by-eric-dollard-pdf-free.html>.

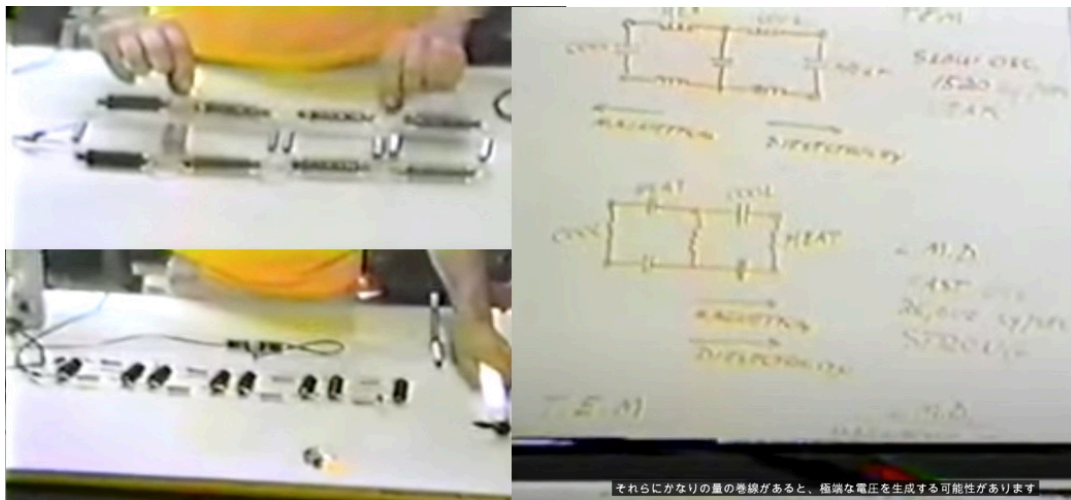


図 3.15 定在波のパターン
Transverse & Longitudinal Electric
Waves - Eric Dollard & Tom Brown
<https://www.youtube.com/watch?v=6BnCUBKgnnc>

エリック・ドラード博士による、こうした実験で示されたようなことをニコラ・テスラは120年ほど前に知っていたのだ。そして、こういう事実を用いることで、地球のどこでも無線通信できたり、エネルギーを送電できたりする可能性を考えたのだ。次にこれらの問題を考えていこう。

3.8 無線テクノロジーへのヒント

ニコラ・テスラの世界電信システムはどんなものだったのだろうか？

これを考えてみよう。しかしながら、ニコラ・テスラと言えども、いきなりそれに近づいたわけではない。どんなことでもそうだ。物

事には何かのきっかけがある。彼の場合にも、次なる大ステップへのヒントがあったのだ。

3.8.1 第1のヒント：ヘルツの実験

無線通信に対する第1のヒントは、ヘルツの実験である。ハインリッヒ・ヘルツ^{*38}はニコラ・テスラとほぼ同年である。ヘルツは、ニコラ・テスラより先に放電実験を行い、その放電から電波が出ることを発見した。そして、地道に電波の特性を研究したのだ。そして、最終的に、彼は電波はマックスウェルの電磁理論の横波の電磁波であることを見つける。そして、その電磁波の速度が可視光の高速度と同一であることを証明する。こうして、世界初めて電波すなわち電磁波と光が同一のものであることを公表したのだ。それにより、横波の電波をヘルツ波と呼ぶようになった。

ニコラ・テスラは、彼が尊敬する数少ない人物の最有力者の一人にこのヘルツを挙げている。他は、ケルビン卿 (ウィリアム・トムソン)、ウィリアム・クルックス、レイリー卿 (ジョン・ウィリアム・ストラット) などだ。

このヘルツの実験をさらに高周波高電圧に変えよう。そう考えて、ニコラ・テスラは高周波高電圧発生機、つまり、テスラ・コイルを発明することになった。

^{*38} 1857年2月22日－1894年1月1日。

3.8.2 第2のヒント：テスラ・コイル

無線通信に対する第2のヒントは、テスラ・コイルそのものである。テスラ・コイルは高周波高電圧が出せる。それを使って、金属球間で放電させることができる。この時、テスラ・コイルから高周波の“なにか”が出ていることに彼は気づいたのだ。

これは何なのか？

これを研究するうちに、彼は“見えないなにか”であることを発見する。こうして、その一つがマックスウェルの言っていたマックスウェルの電磁波であることを見出すのだ。残念ながら、ニコラ・テスラはかなり早くそれに気づいていたのだが、先にハインリッヒ・ヘルツがそれを公表してしまった。

ところが、彼はまだ他にも“なにか”が出ていることに気がつく。その“他のなにか”のうちの 하나가、X線だった。

また、テスラ・コイルでさまざまな真空管^{*39}や電球^{*40}を発明した。その中の典型的なものが、円筒の真空管の内部に蛍光物質のガスを封入したものだ。それをテスラ・コイルにつなぎ、高周波の高電圧で放電させる。すると、放電した瞬間に蛍光物質が明るく発光する。これが蛍光灯の原理である。これがネオンのような希ガスなら、ネオンサインのネオン管である。ガラス管内部に蛍光塗料を塗り、内部に水銀原子のガスを入れたら、白色蛍光灯である。ニコラ・テスラはネオンサインや蛍光灯の創始者なのだ。

^{*39} 新戸雅章著「超人ニコラ・テスラ」(筑摩書房, 1993年). 124ページ.

^{*40} ニコラ・テスラ著/井口和基訳「未来テクノロジーの設計図 ニコラ・テスラの[完全技術]解説書」(ヒカルランド, 2015年). 41ページ.

同様に、球状の電球の内部に蛍光物質のガスを封入したものも考えられる。それをテスラ・コイルにつなぎ、高周波の高電圧で放電させる。すると、放電した瞬間に蛍光物質が明るく発光する。これがプラズマボールの原理である。

3.8.3 第3のヒント：プラズマボール

第3のヒントは、プラズマボールのような器具である。第1章と第2章で見たように、ニコラ・テスラはテスラ・コイルという高周波高電圧発生機を作り上げた。そして、さまざまな実験を行った。そんな1つが現在のプラズマボールのような実験だ。この玩具を実際に扱って見れば分かるが、ガラスの外側に何かが近づくと内部の放電現象が即座に変化する。これは、このプラズマボールが外部の誘電体の変化を検知したことにあたる。ということは、こういうテスラ・コイルを用いれば、外部と通信が行えることを意味する。

したがって、もしテスラ・コイルのタワーのようなものがあると考えてみよう。すると、その周りの高周波高電圧フィールドの変化を見れば、外部にいる物体が検出できることになる。これはある意味で一種のレーダーの原理である。

通常レーダーでは、横波の電波、ヘルツ波を使う。その送信と反射を用いて物体の位置を検出する。一方、テスラのアイデアなら、高電圧高周波の縦波のフィールド、すなわちテスラ波を使うことになる。

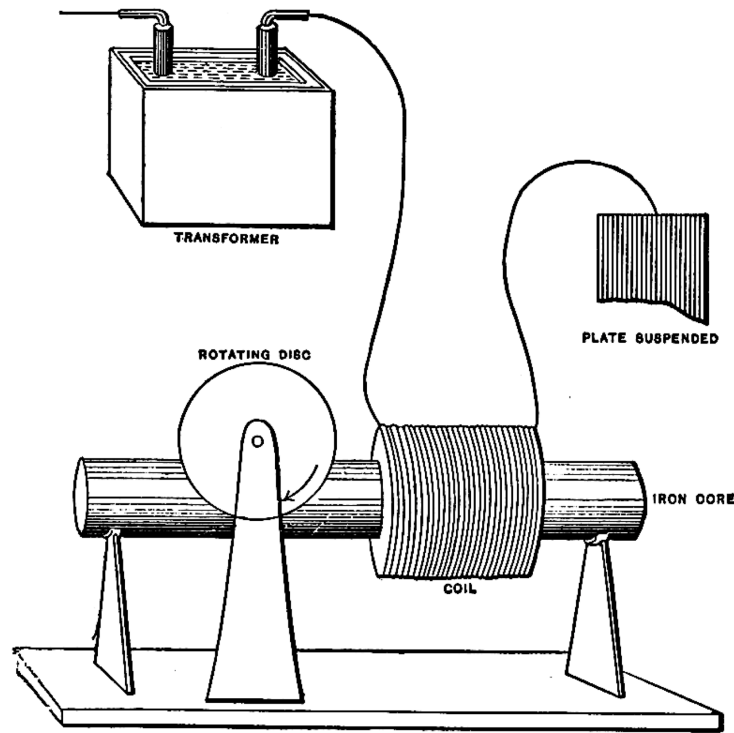


図 3.16 無 電 線 モ ー タ ー
ニコラ・テスラ著/井口和基訳「未来テクノロジーの設計
図 ニコラ・テスラの [完全技術] 解説書」(ヒカルランド, 2015年). 115 ページ. そこでは無配線と呼んでいる.

3.8.4 第4のヒント：ワイヤレス・モーター

さて、ワイヤレスという言葉はどういう意味だろうか？

我が国では、ワイヤレスを無線と呼ぶ場合が多い。しかしそうするかなり語弊がある。なぜなら、我が国では無線は電波のイメージが強すぎて、無配線という本来の意味が失われてしまうからだ。したがって、ワイヤレス・モーターを無線モーターというとは、何やら

電波の無線機を使ってモーターを回すかのようなイメージになるわけだ。まるで、スマホを使ってモーターを作動させるかのような雰囲気になる。

「無線＝電波」ではない。電波はあくまでヘルツ波。つまり、横波の電磁波のことだ。しかしながら、それ以外の“なにか”でモーターを回すことができる場合もあるわけだ。だから、わざわざ無線ではなく無電線と呼ぶことにしたわけだ。無電線でモーターを回転させることができる。これがここでの本来のワイヤレス・モーターの意味である。

さて、図 3.16 の無電線モーターの場合を考えよう。これは、コイルの磁場で円盤が回転する。つまり、高周波高電圧の電源によって生まれたコイルの磁場が、モーターのエネルギー源となって金属円盤を回転させることを意味する。言い換えれば、テスラ・コイルから離れた場所にエネルギーを転送できることを意味する。これが、無電線エネルギー送電のアイデアの^{さきがけ}魁である。

さてもう一度、図 3.16 を見てほしい。この場合、テスラ・コイルの電源は二次コイルの両極に結びついているのではない。片方しか繋がれていない。これを単極回路、すなわち、開回路^{*41}と呼ぶことがある。これに対して、普通の電気回路を閉回路^{*42}と呼ばれる。なぜなら、いつも両端が閉じて元へ戻るからである^{*43}。普通のテスラ・コイル (図 3.6–図 3.9) は閉回路である。これに対して、図 3.12、図 3.13 のテスラ・コイルは開回路である。

^{*41} オープン回路、open circuit

^{*42} 閉回路、closed circuit

^{*43} 戦後の日本語では、あまり良い言い方がない。戦前では、開路と閉路と呼んでいた。

こうして、ニコラ・テスラは、無線技術、つまり、電線を使わない形の通信や送電の研究にのめり込むのだ。しかし、これが結局彼の命取りに繋がる。なぜなら、時代が早すぎたために、J・P・モルガンのような銅電線ビジネスで世界制覇したいと考える資本家たちから毛嫌いされることになるからだ。

ところで、もし無電線あるいは無配線という意味において混乱しなければ、無線と言っても差し支えはない。そこで、単語の字数を減らす意味で、以後は単に無電線を無線と呼び直すことにしよう。

3.9 世界電信システム：無線通信

さて、ニコラ・テスラはどこから無線通信を手につけたのだろうか？

ここに W・バーナード・カールソン博士の本^{*44}がある。図 3.17 は、彼の本の 139 ページのにある Figure 7.3 である。これが、初期のニコラ・テスラの送信機（トランスミッター）と受信機（レシーバ）のアイデアである。

まず、送信機として、ニコラ・テスラは開回路のテスラ・コイルを採用することにした。これは、現在手に入る通常の市販のテスラ・コイルのような閉回路のもの（図 3.6–図 3.8）ではない。これは、前述の無配線モーターの考え方からとられたものだ。つまり、テスラ・コイルの一端は空中へ向かって放電できる。もう一端は地中へ向かって放電できる。これは地中からエネルギーを取り、空中

^{*44} W. Bernard Carlson, *Nikola Tesla: Inventor of the Electric Age*, (Princeton University Press, NY, 2013).

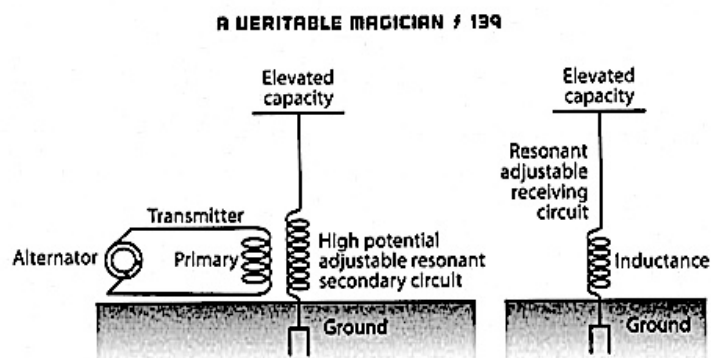


FIGURE 7.3. Diagram showing how Tesla grounded his transmitter and receiver. In his 1916 testimony, Tesla reported that he used arrangements like this as early as 1891. Tesla used a large metal can for the elevated capacity in the transmitter. Redrawn from NT, "The True Wireless," *Electrical Experimenter*, May 1919, 28-30 ff., on p. 29.

図 3.17 ニコラ・テスラ送受信機の概念図
W. Bernard Carlson, *Nikola Tesla: Inventor of the Electric Age*, (Princeton University Press, NY, 2013). 139 ページ.

へエネルギーを放出する。

次に、受信機として、テスラ・コイルの2次コイルのようなものを、これも同様に、一端を空中へつなぎ、もう一端を地中へアースするものだ。これは、空中からエネルギーを取り、地中へエネルギーを放出する。そういうものだ。

これは、ヘルツのものとはだいぶ異なる。ヘルツ以来の送受信機は、いま我々が持っている携帯電話やスマホのようなものだ。昔、私が子供の頃なら、トランシーバーや無線機だった。普通の無線装置それ自体が閉じている。装置は閉回路 (closed circuit) なのだ。だから、いまの無線にはアンテナ以外の線がない。アース線はない。

なぜなら、ニコラ・テスラ以後の電磁学や電気工学由来の戦後の電子回路の理論は、すべてアースはグランド・ゼロ。すなわち

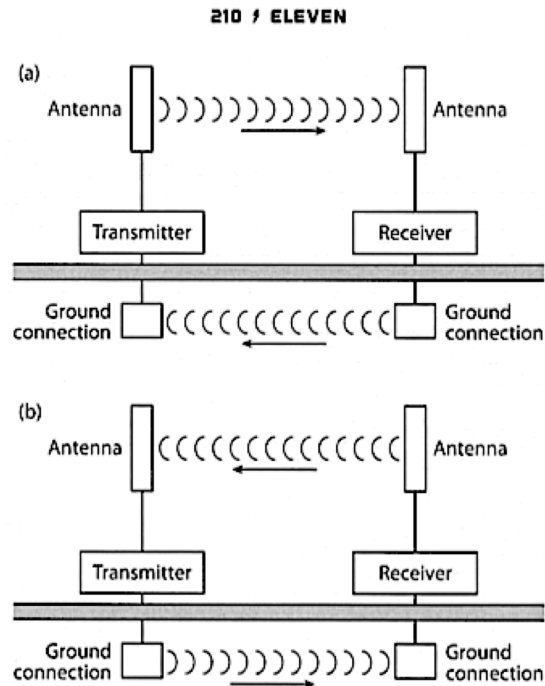


FIGURE 11.6. Tesla's vision of transmitting wireless power contrasted with his contemporaries in the 1890s.

Diagram (a) depicts how most early investigators (such as Marconi) thought that wireless communication would work. They assumed that the transmitter would generate electromagnetic waves that would be sent through the air to the receiver. The circuit would be completed because both the receiver and transmitter were grounded, and a return current would travel from the receiver back to the transmitter. Diagram (b) shows Tesla's vision in which the transmitter sent an oscillating current through the earth's crust to the receiver. The circuit was then completed by having electromagnetic waves flow through the atmosphere from the receiver back to the transmitter. As we will see in Chapter 12, Tesla later decided that the circuit from the receiver to the transmitter was completed by assuming that an electric current could be conducted through the upper atmosphere.

図 3.18 マルコーニ送受信機とテスラ送受信機の違い
 (a) グリエルモ・マルコーニの無線の概念図。送信者が空中に電波(ヘルツ波)を発信し、受信者がそれを受ける。その間、その逆過程として、受信者が地中に電流を発信し、送信者がそれを受ける。
 (b) ニコラ・テスラの無線の概念図。送信者が地中に振動電流(テスラ波)を発信し、受信者がそれを受ける。その間、その逆過程として、受信者が空中に電磁波を発信し、送信者がそれを受ける。
 W. Bernard Carlson, *Nikola Tesla: Inventor of the Electric Age*, (Princeton University Press, NY, 2013). 210 ページ.

アースは電位ゼロの基準点と考えられる。だから、すべてのアースをいっしょに集めてつなぐことができる。そして、それをバッテリーのゼロの電極につなぐ。そうすると、回路は閉回路になってしまう。

ところが、ニコラ・テスラのものは、一つ一つの装置がオープン回路なのだ。これは、装置にアース線があり、それが地下につながれることを意味するのだ。一方、アンテナは空中に伸びる。こうして、空中ではアンテナ同士で信号が送られる。同時に、地中ではアース線同士で信号が送られる (図 3.18)。

この頃のニコラ・テスラの無線送電機は、図 3.19 のようなものである。これは共振周波数をコントロールできるテスラ・コイルである。

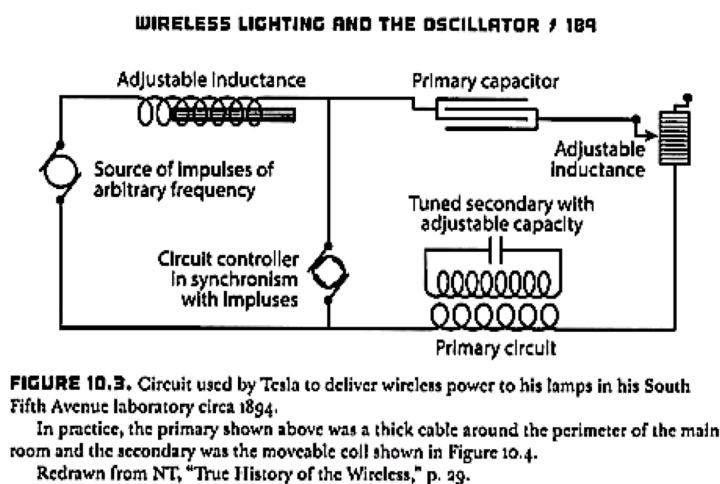


図 3.19 ニコラ・テスラの無線送電機の概念図
W. Bernard Carlson, *Nikola Tesla: Inventor of the Electric Age*, (Princeton University Press, NY, 2013). 189 ページ.

この時期に、ついにニコラ・テスラは平面螺旋テスラ・コイルを

発明する (図 3.20)。彼はこうした装置を次々に発明する (図 3.21)。

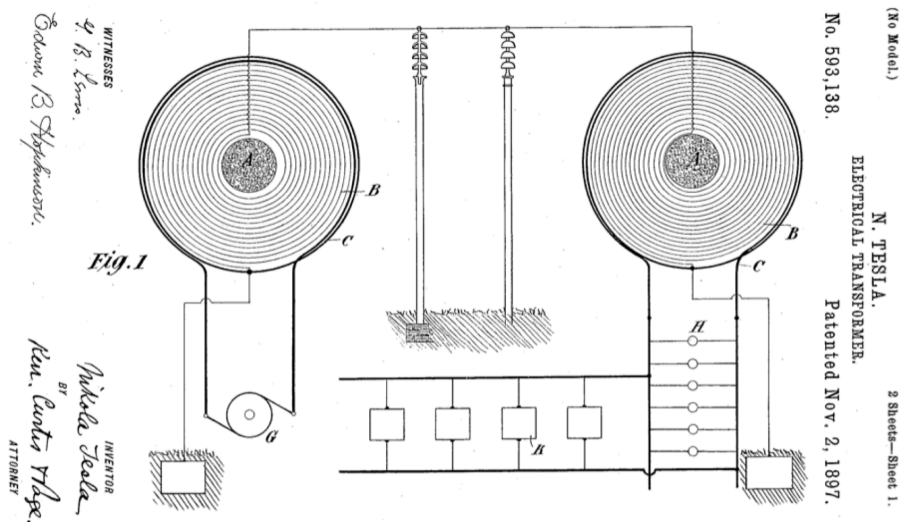


図 3.20 電気エネルギーの送信システム。
 G: 交流発電機; C: 送信機のトランスの 1 次巻; B: 送信機のトランスの 2 次巻; B': 受信機のトランスの 2 次巻; C': 受信機のトランスの 1 次巻; D': 受信機のバルーン・アンテナ; H: 白熱灯; K: 電気モーター。
 W. Bernard Carlson, *Nikola Tesla: Inventor of the Electric Age*, (Princeton University Press, NY, 2013). 250 ページ。
<https://patents.google.com/patent/US593138A/en>

そして、何度も先行研究を行うのだ。

ニコラ・テスラの平面螺旋型テスラ・コイルの特許 (図 3.20、図 3.21) は、1899 年にニューヨークで発案された。しかしながら、これらの特許は認可には時間がかかり、コロラドに移ってから取得されたものである。

これを説明しよう。これは、彼が無線エネルギー送電のために開発したものである。ただし、この段階ではまだエネルギーが小さ

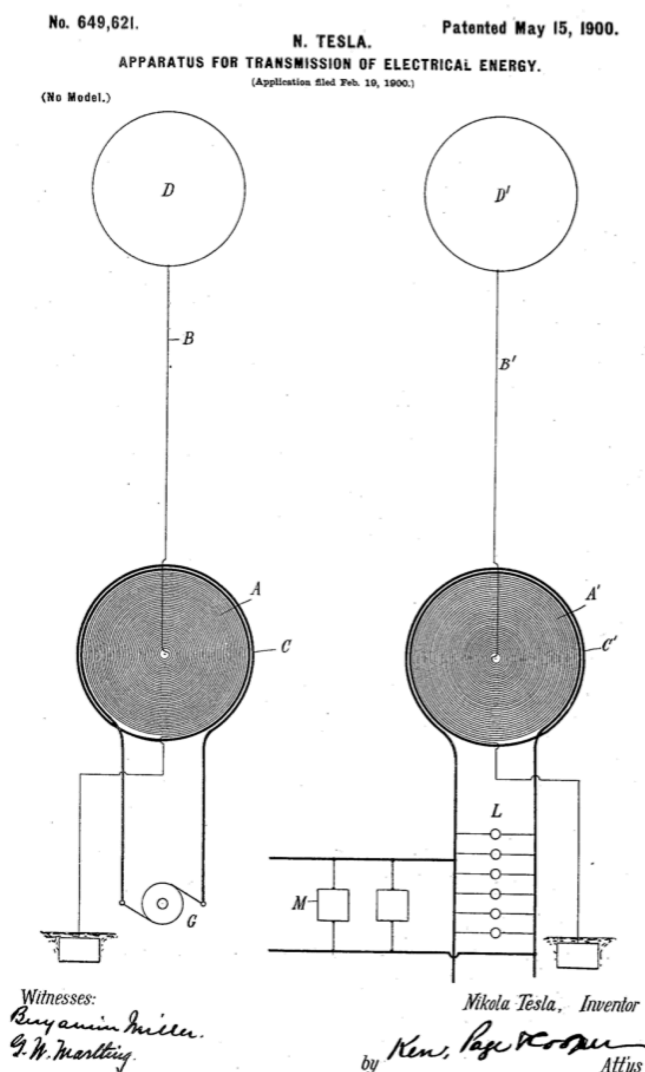


図 3.21 電気エネルギーの送信システム。
 G: 交流発電機; A: 送信機のトランスの 2 次巻; B: 送信機
 のバルーン・アンテナへのリード線; C: 送信機のトランス
 の 1 次巻; D: 送信機のバルーン・アンテナ; A': 受信機
 のトランスの 2 次巻; B': 受信機のバルーン・アンテナ
 へのリード線; C': 受信機のトランスの 1 次巻; D': 受
 信機のバルーン・アンテナ; L: 白熱灯; M: 電気モーター。
 W. Bernard Carlson, *Nikola Tesla: Inventor of the Electric
 Age*, (Princeton University Press, NY, 2013). 253 ページ。
<https://patents.google.com/patent/US645576A/en>
<https://patents.google.com/patent/US649621A/en>

かった。だから、彼はエネルギーを通信の手段として用いるレベルに留まった。これが、世界システムの電信版、つまり、世界電信システムである。こうして、彼は自身の考える無線送電のアイデアに確信を得るのだ。

これが契機となり、彼はついにコロラド州スプリングスに新たな研究所を設立する決心をするのだ。幸い彼の信奉者たちがコロラドにいた。そうして1899年、図3.2の特異な形の研究施設が誕生する。ここで、彼と助手たちは思う存分に実験ができるようになったのだ。その最初が第2章2.9に述べた物語だ。

3.10 スケーリング

ここで、物体を巨大化する場合に避けて通れない問題が生じる。これを説明しておこう。これはスケーリングと呼ばれる概念だ。これは、物体の尺度(スケール)を変えた場合に、物体の体積や面積がどうなるかをみるという考え方のことだ。

例えば、プラズマボールの中央にあるミニチュアのウォーデンクリフ・タワーの高さを簡単に1としよう。一方、実際のウォーデンクリフ・タワーの高さはミニチュアの L 倍になったとしよう。

では、体積は何倍になるのか？

体積は長さの3乗である。つまり、体積は(長さ×長さ×長さ)の単位である。だから、ウォーデンクリフ・タワーの体積は L^3 倍になる。

では、面積は何倍になるのか？

面積は長さの2乗である。つまり、面積は(長さ×長さ)の単位である。だから、ウォーデンクリフ・タワーの断面積や表面積は L^2

倍になる。

仮にミニチュアのウォーデンクリフ・タワーを作るために 1kg の物質が必要だとする。この場合、本物のウォーデンクリフ・タワーを作るためには L^3 kg の物質が必要になる。仮にミニチュアのウォーデンクリフ・タワーを作るために 1 人の作業員で十分だとする。すると、本物のウォーデンクリフ・タワーを作るためには L^3 人の作業員が必要な計算になる。

L が 100 なら、体積のスケールが $100 \times 100 \times 100 = 10$ 万倍に膨れ上がることになる。またウォーデンクリフ・タワーを設置する場所の面積のスケールは、 $100 \times 100 = 1$ 万倍に広がる計算になるわけだ。このように物体の尺度を見積もることで、その物体を作る場合の敷地面積や経費や労力や物資の量の見積もりを大まかに算出できるのだ。

このスケーリングの法則から、巨大建築の経費を下げるためには、物体の密度を減らす必要がある。例えば、タワーをコンクリート工法で作ろうとすれば、コンクリートの体積は非常にかさばり大きくなる。したがって、タワーの重量が重くなる。そこで、タワーを軽量化する必要がある。その最良の方法は、タワー全体を細長い梁のような部品で組むことである。

これが、巨大な橋やタワーがたくさんの梁で組まれる理由である。20 世紀最大の建築家リチャード・バックミンスター・フラーは、これを解決するためにオクテットトラス構造を発明した^{*45}。

^{*45} R・バックミンスター・フラー著/梶川 泰司訳「クリティカル・パス—宇宙船地球号のデザインサイエンス革命」(白揚社, 新装版, 2007年); ジェイ・ボールドウィン 著/梶川泰司訳「バックミンスター・フラーの世界—21 世紀エコロジー・デザインへの先駆」(美術出版社, 2001年)。

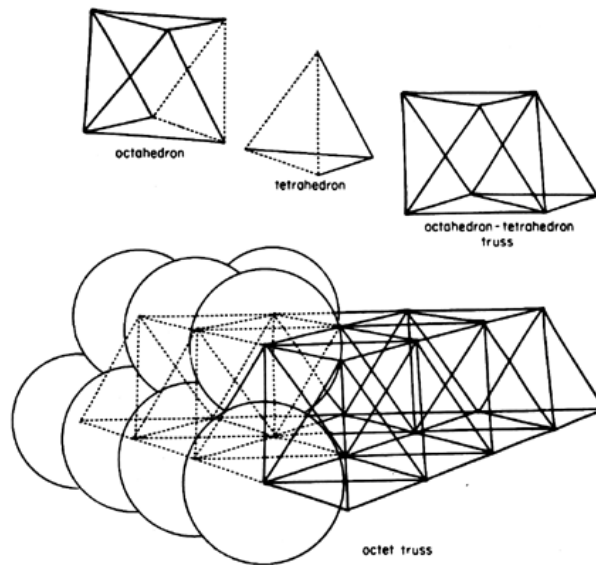


図 3.22 オ ク テ ッ ト ト ラ ス 構 造
<https://www.two-pictures.net/tail/2018/05/04/柔軟なオクテットトラス/>

そしてその最終構造がフラードームだった。これは、1970年代以降の巨大建築によく見られるものだ。むろん、1970年の大阪万博はまさにそれが現れた万博だった。

3.11 世界システム：無線送電

3.11.1 ウォーデンクリフ・タワーの内部構造

コロラド・スプリングスの研究所で、さまざまな送受信実験を繰り返す。ニコラ・テスラは基本的なアイデアに確信を得る。ここで、彼は十二分な準備期間を終えたと判断するのだ。こうして、世紀の変わり目1900年に彼らは再びニューヨークへ帰還する。



図 3.23 フラードーム構造
<https://dom-house.com/>リチャード・バックミンスター・
フラー/

今度は、世界エネルギー送電の装置を作る。それが、第1章の図1.3のウォーデンクリフ・タワーである。

この内部構造はどうなっているのだろうか？

これはニコラ・テスラの取得したウォーデンクリフ・タワーの基本特許：【US 特許 1,119,732 電気エネルギー伝達装置-1914年12月1日】に描かれている。

当時としてはウォーデンクリフ・タワーは非常に巨大なタワーである。この大きさにその地域の人々が度肝を抜かれたという。しかしながら、どんなものでもそうだ。最初は小さな模型から出発する。ウォーデンクリフ・タワーの出発点は、はるかに昔のテスラ・コイルの放電実験を繰り返した1892年頃の技術である。すなわち、プラズマボールである(図3.4)。あのプラズマボールの内部の小さなテスラ・コイルのタワーが、ウォーデンクリフ・タワーのミ



図 3.24 ワーデックリフタワー
W. Bernard Carlson, *Nikola Tesla: Inventor of the Electric Age*, (Princeton University Press, NY, 2013). 325 ページ.
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wardenclyffe
_Tower_full_view.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wardenclyffe_Tower_full_view.jpg)

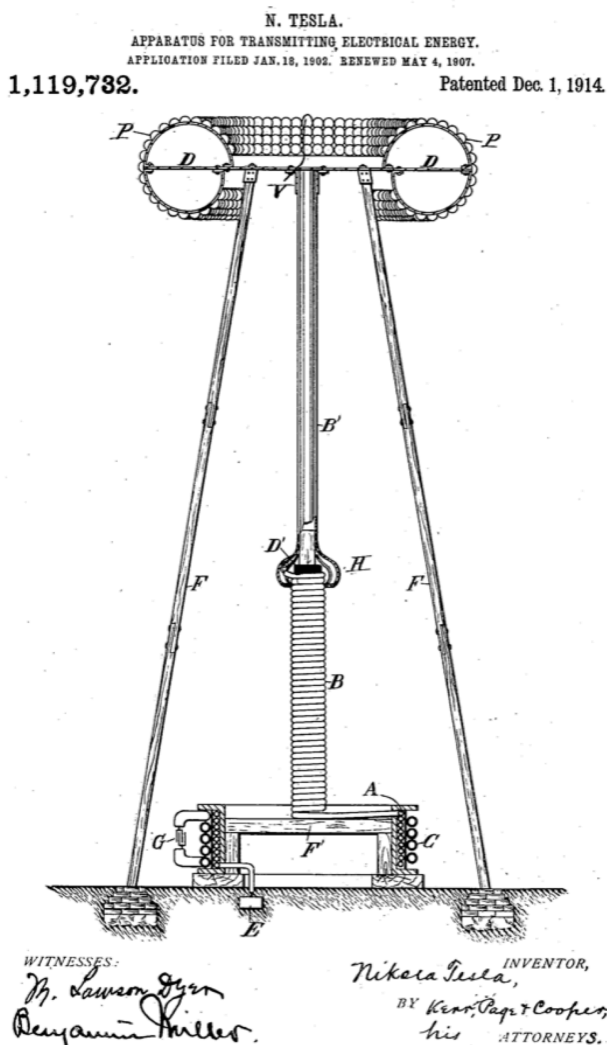


図 3.25 ウォーデンクリフ・タワーの内部構造: 【US 特許 1,119,732 電気エネルギー伝達装置-1914 年 12 月 1 日】
D: 小さな半球 P で覆われたドーナツ型の出力端子; G: 電流源 (たぶんキャパシタ); C: 拡大送信機の 1 次コイル; A: 拡大送信機の 2 次コイル; B: 2 次コイル A に接続したもう一つのコイル (3 次コイル); E: 地中への連結部
しかしながら、ニコラ・テスラは実際には頂上部をドーナツ型には作らなかった (図 3.20).
W. Bernard Carlson, *Nikola Tesla: Inventor of the Electric Age*, (Princeton University Press, NY, 2013). 324 ページ.
<https://patents.google.com/patent/US1119732A/en>
<https://patentimages.storage.googleapis.com/8a/95/f3/1b1780c6941fb9/US1119732.pdf>

ニチュアなのだ。だから、プラズマボールの周りに蛍光灯を近づければ、電源もないのに蛍光灯が光り輝く。

3.11.2 ウォーデンクリフ・タワーの無線送電の原理

では、ニコラ・テスラはどのようにしてウォーデンクリフ・タワーからエネルギーを送電しようと考えたのだろうか？

この問に対する説明が、ちまたに出回っている“あのテスラ・タワーの原理の図”である(第1章図1.4)。これがこれまでテスラ・タワーの原理と考えられてきたものである。多くの本では、テスラによる説明だと考えられている。

これはどこへ発表されたのか？

ニコラ・テスラは、このアイデアを以下の論文で披露した^{*46}。

Nikola Tesla (1919), *Famous Scientific Illusions*, The Electrical Experimenter, February, Page number(s): 692-694, 728, 730 & 732-734. この論文の中に、その図が初めて披露されたのだ。

この論文の一部の翻訳が、横山信夫・加藤整弘監修「フリーエネルギーへの挑戦」(たま出版, 1992)の106ページ～115ページに出ている。これは十分に一読の価値はある。しかしながら、これではまだまだあまりに抽象的すぎ、曖昧だ。

実はエリック・ドラード博士の論文にこれが詳細に説明されてい

^{*46} この論文は現在ネット上で読むことができる。
<https://teslauniverse.com/nikola-tesla/articles/famous-scientific-illusions>

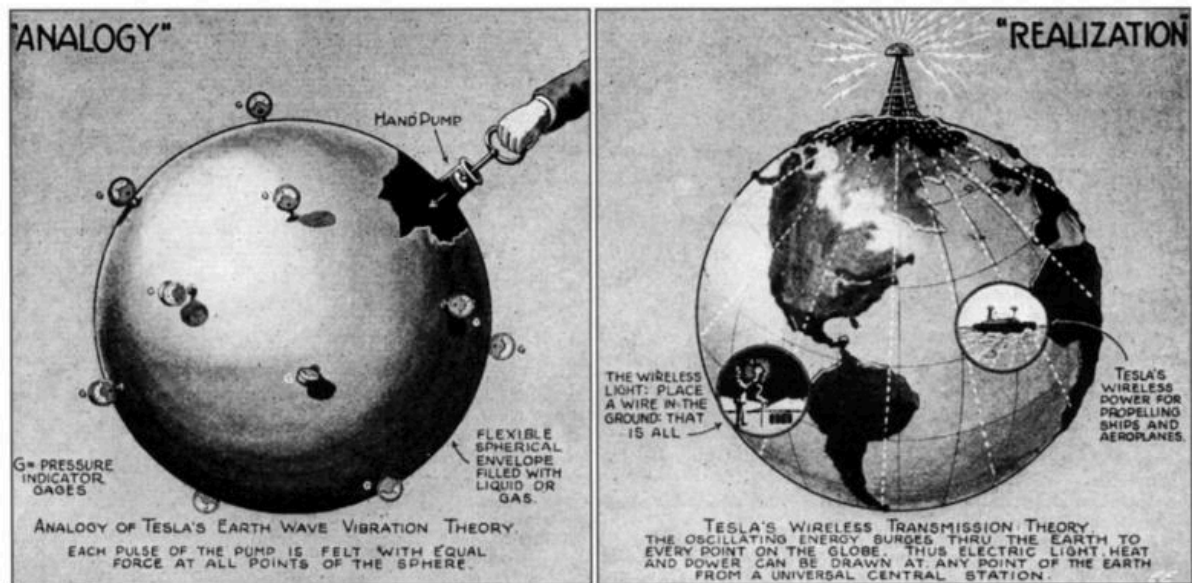


図 3.26 1919年の論文におけるニコラ・テスラの説明
 Nikola Tesla (1919), *Famous Scientific Illusions*, The Electrical Experimenter, February,
 Page number(s): 692-694, 728, 730 & 732-734.
<https://teslauniverse.com/nikola-tesla/images/diagram-teslas-wardenclyffe-world-wide-wireless-system>
<https://teslauniverse.com/nikola-tesla/articles/famous-scientific-illusions>

るのだ^{*47*48}。それが、図 3.12 と図 3.13 の図なのだ。これがウォーデンクリフ・タワーの心臓部、テスラ拡大送信機^{*49}であった。要するに、ウォーデンクリフ・タワーとは巨大なテスラ拡大送信機のこ

^{*47} Eric Dollard, *Symbolic Representaion of the Generalized (in Time) Electric waves*, (Bordered Sciences, Garberville, 1985).

^{*48} Eric Dollard, *Theory of Wireless Power*, (1986).

^{*49} Tesla Magnifying Transmitter, TMT, or Tesla Magnification Transformer

となのだ。

このテスラ拡大送信機をもう少し詳しく説明しておこう。エリック・ドラード博士の説明図はこれである (図 3.25)。図中の番号の

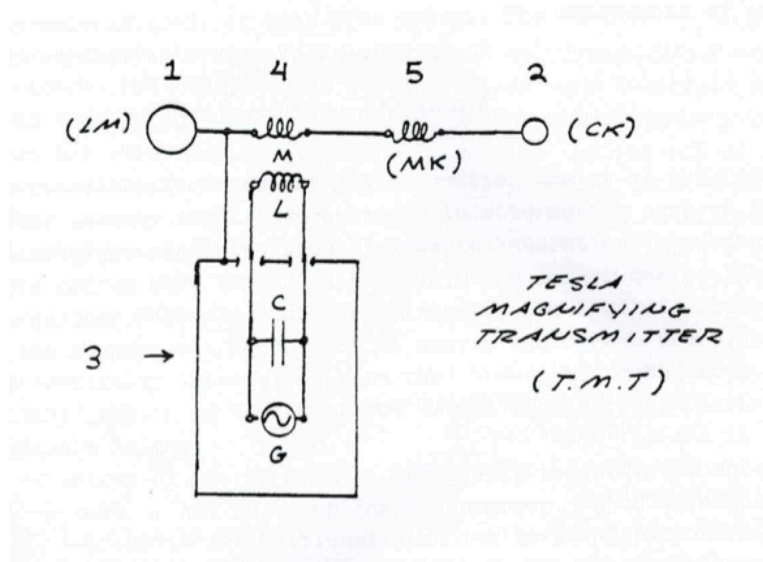


図 3.27 テスラ拡大送信機
 1 . 地球 (Earth); 2 . 反響コンデンサ (Reflecting Capacitance); 3 . エネルギー変圧器 (Energy Transformer); 4 . 結合トランス (Coupling Transformer); 5 . 共振コイル (Resonant Coil).
 Eric Dollard, *Theory of Wireless Power*, (1986)

説明は以下の通りである。

- 1 . 地球 (Earth)
- 2 . 反射容量 (Reflecting Capacitance)
- 3 . エネルギー変圧器 (Energy Transformer)
- 4 . 結合トランス (Coupling Transformer)
- 5 . 共振コイル (Resonant Coil)

この図 3.25 は図 3.13 を水平に描いたものである。これがウォーデンクリフ・タワーという拡大送信機の回路図だ。

これを用いて、エネルギーを地球内部に送電し、地球全体が定常波を生み出す。この定在波と共振できる受信機があれば、地球上のどこにいてもエネルギーを得ることができる。これがニコラ・テスラの説明の内容である。

そして、テスラ無線システムと従来の無線との関係は以下のものになる。この図は W. バーナード・カールソン博士の説明図 (図 3.18) とほぼ同じである^{*50}。しかしながら、カールソン博士は、地中のエネルギーを電流によるものだとしている。一方、エリック・ドラード博士は、誘導によるものだとしている。実はこの違いは物理的には非常に大きい。なぜなら、カールソン博士のものは、大学で教えられる通常のマックスウェル方程式を基本にする古典電磁気学^{*51}の知識に基づいて解釈していることを意味する。一方、ドラード博士の考え方は、大学で教えられることのない全く別の (未知の) 電磁気学の知識に基づいて解釈していることを意味するからだ。

カールソン博士は、まるで空中の横波電波のヘルツ波の放射により通信するように、地中で横波の地電流の放射により通信すると考えているのだ。しかし、ニコラ・テスラが主張したことはそうではない。エリック・ドラード博士は特にそのことを強調する。

テスラ拡大送信機が行うことは、テスラ振動子で地球表面を圧縮伸張の振動を与えるように、テスラ拡大送信機で地球内部の誘電体全体を揺さぶることなのだ。つまり、地球全体をグローバルに共振させることであって、ローカルに誘導電流を放射することではないのだ。ドラード博士は、ニューヨークに大地震を引き起こしたテス

^{*50} W. Bernard Carlson, *Nikola Tesla: Inventor of the Electric Age*, (Princeton University Press, NY, 2013).

^{*51} ヘビサイドの電磁気学

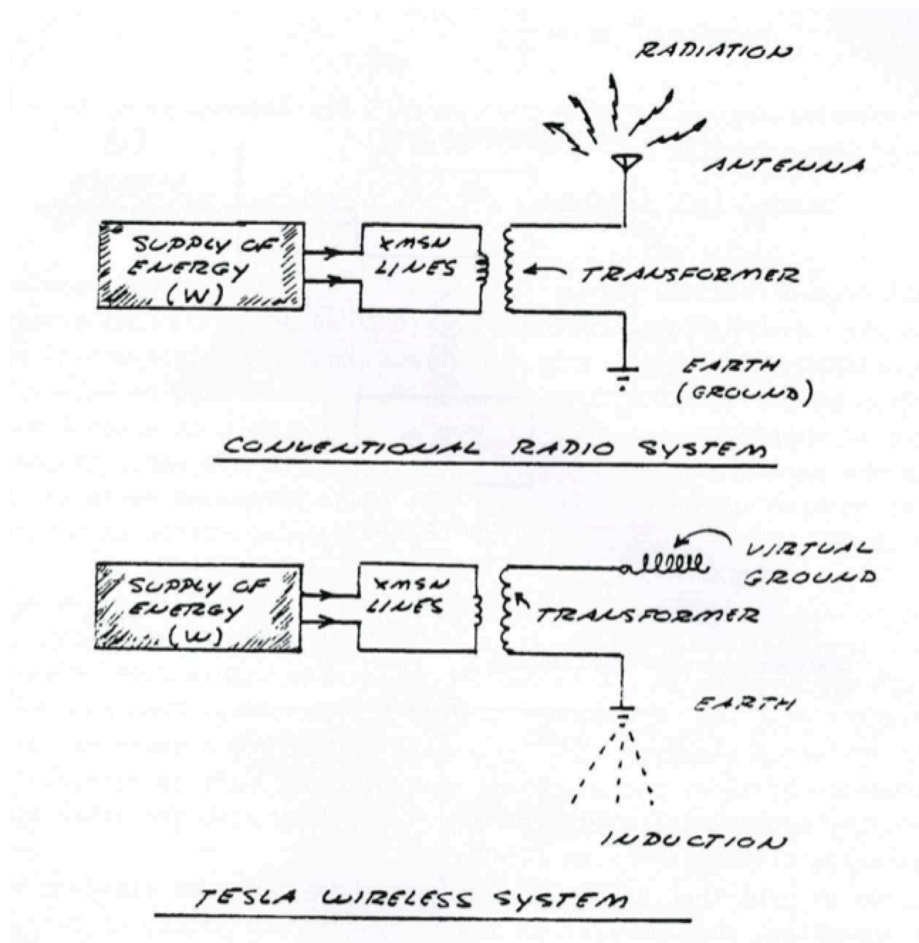


図 3.28 テスラ無線システムと従来の無線との関係
上図が通常のラジオ送受信システム。つまり、ヘルツ波の空中への放射 (Radiation) を用いるマルコーニの無線システム。下図がテスラ波の地中への誘導 (Induction) を用いるニコラ・テスラの無線システム。
Eric Dollard, *Theory of Wireless Power*, (1986)

ラ振動子とウォーデンクリフ・タワーの拡大送信機の類似性を特に強調している。

残念ながら、プリンストン大学の物理学の歴史研究者のカールソン博士にはそのことが理解できていない。一方、RCA のドラード博士は、さすがに「ニコラ・テスラのすべてを再現した男」といわ

れるだけある。まさに“生きたニコラ・テスラ”である。

この拡大送信機の原理、この中にフリーエネルギーへの大きなヒントが隠されていたのだ。つまり、テスラ拡大送信機を作動させる

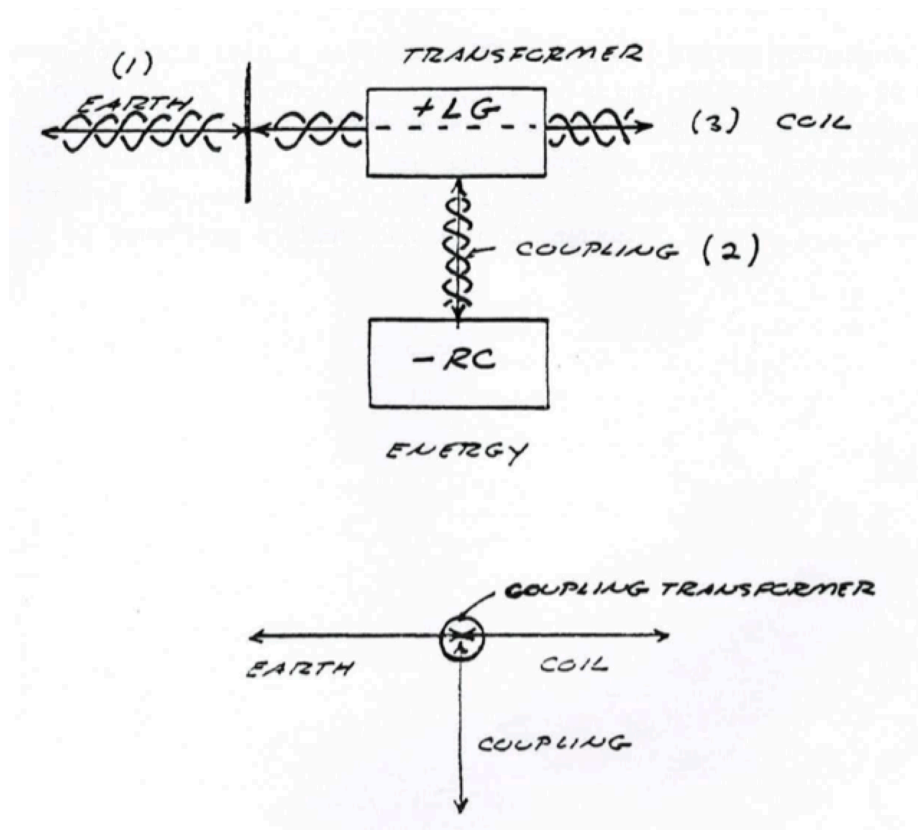


図 3.29 テスラ拡大送信機 (TMT) のテスラ波 (縦波) の概念図.
 1) 地球波; 空間次元的定在波. 2) 内部トランス; 時間次元的定在波. 3) 共振コイル; 余剰次元的定在波.
 Eric Dollard, *Theory of Wireless Power*, (1986)

と、空中にあるアンテナからエネルギーを吸収するのだ。そのエネルギーをテスラ拡大送信機で地中へ送る。重要なことは、テスラ波というのは定在波のことであり、放射ではないということだ。図

3.29 では、テスラ定在波は二重螺旋の形で描かれている。これは送受信機の両方から発せられた波が重なり、定在波を生み出すことを表現している。こうして、ニコラ・テスラは、単にエネルギー送電を行うことだけでなく、空間からエネルギーを得る方法を考えるようになるのだ。

しかしながら、第2章で見たように、第一次世界大戦勃発とともに、電波技術が最先端の軍事研究とみなされるようになる。その御蔭で、RCA が急遽生み出された。そして、この RCA が世界中の電波技術研究所や彼らの発明や装置をすべて没収や破壊していくのである。

この RCA や米政府や米軍のせいで、ニコラ・テスラは1921年以降はホテル住まいに隠居生活になり、ほとんど研究できなくなる。その代わりに、時々訪れる SF 雑誌の関係者たちに、さまざまなアイデアを披露するだけに終わるのだ。こうして、一番大事なところで、ニコラ・テスラの研究が終焉するのだ。

3.12 ニコラ・テスラの後継者

ここで、もう一度問う。

ニコラ・テスラの科学技術を理論化したのはだれだったのか？

それはチャールズ・プロチュース・スタインメッツである。

ニコラ・テスラはもともと数学と物理に長けた理論に強い実験工学者だった。だから、彼はマイケル・ファラデー、ジェームズ・マックスウェル、ケルビン卿 (ウィリアム・トムソン)、オリヴァー・ヘビサイドなどの物理学者の論文を完璧に理解できた。したがって、ニコラ・テスラのアイデアは非常に理論的であった。回転磁場、交流

モーター、交流発電機、テスラ・コイルなどすべて明確なものだった。それゆえ、G.E. のスタインメッツが交流理論を構築すると、この理論を用いて、テスラの技術を完璧に理論化できたのである。

マックスウェルは、はじめハミルトンの4元数(クォータニオン)^{*52}を用いて電磁気学理論を完成させたのだ。しかしながら、ヘビサイド同様に、スタインメッツはそれを簡略化してしまった。当時からアメリカ人は数学が苦手で、欧州の教育システムと比べたらあまりにレベルが低かった。それでしょうがなく、クォータニオン代数を教える代わりに、ベクトル代数で電磁気の交流理論を構築したのである^{*53}。

そして、このスタインメッツの愛弟子が、エルンスト・F・M・アレキサンダーソン^{*54}だった。このアレキサンダーソンはニコラ・テスラの信奉者だった。そして彼はニコラ・テスラの代わりにテスラの無線送信機や無線送電を研究する^{*55}。彼の無線送電がこれだ。残念ながら、アレキサンダーソンの運命もニコラ・テスラと同じだった。結局、すべてはRCAに回収されたのだ。

こうして、RCAには秘密裏に回収した様々の電波技術が保管されたのである。だから、RCAの職員たちが密かにニコラ・テスラ

^{*52} 堀源一郎著「ハミルトンと四元数 人・数の体系・応用」(海鳴社, 2007年)。

^{*53} スタインメッツ全集「工業数学」第一巻、第二巻, (コロナ社, 1929年); C. P. Steinmetz, *Engineering Mathematics: a Series of Lecture, (on demand, ISBN-13 : 978-1377142128)*).

^{*54} Ernst F. M. Alexanderson

^{*55} Alexanderson Antenna Analysis by Eric Dollard.pdf; <https://vdocuments.site/alexanderson-antenna-analysis-by-eric-dollardpdf.html>.

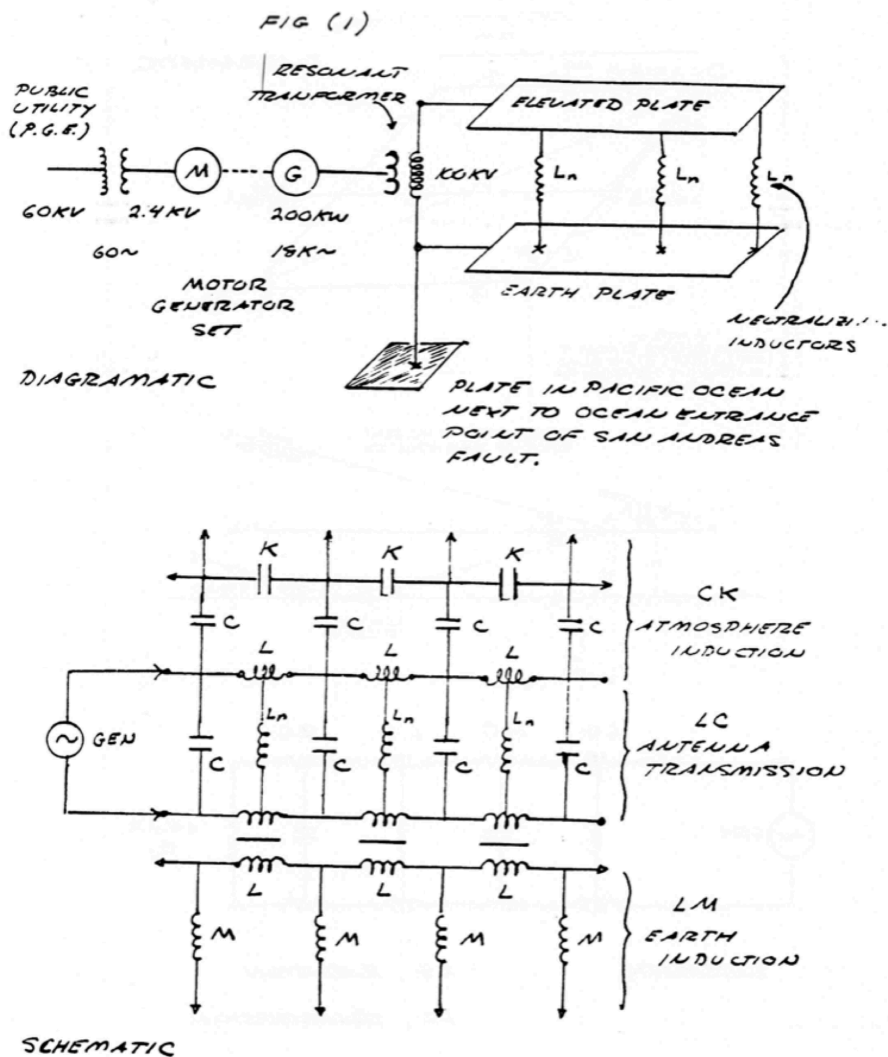


図 3.30 アレキサンダーソンの無線送電機の概念図。
これはニコラ・テスラの拡大送信機 (TMT) の改良型である。
Eric Dollard, *Theory of Wireless Power*, (1986)

の特許や装置や技術を研究したのだ。しかしながら、普通の職員たちにはそれを理解できなかった。RCA はニコラ・テスラの電気工学を理論化する必要があったのだ。天才エリック・ドラード博士の登場を待つ結果になったわけだ。

彼はその RCA で研究を行った。そのために、ニコラ・テスラの

あらゆる発明を追試し、その背後にある電磁気学を研究したのだ。そして、スタインメッツの交流理論を研究し、アレキサンダーソンの拡大送信機を研究した。最後にドラード博士はニコラ・テスラの科学技術を理論化し実験で再現したのだ。

現在唯一のニコラ・テスラの後継者がエリック・ドラード博士である。その意味で、彼の研究論文や講演ビデオなどは必見の価値がある。彼は最近にあり、再び自分の研究所を運営しつつある^{*56}。彼に強力なサポーターが出てきたからだ。

すでに彼は何冊かの本を出版している。

Eric P. Dollard, *A Common Language for Electrical Engineering*, (Amazon Digital Services, 2015/12/4)

Eric P. Dollard, *Versor Algebra: As Applied to Polyphase Power Systems*, Part 1, (Independently published, 2019/6/26)

Eric P. Dollard, *"True" Electromagnetism of Nikola Tesla*, edited by Kazumoto Iguchi, (2017/10/4)^{*57}.

^{*56} <https://ericpdollard.com>.

^{*57} <http://www.stannet.ne.jp/kazumoto/dollardEm-v3.pdf>