

デュフィ「電気の精」を科学技術史教育に用いる

金沢工業大学ライブラリーセンター館長・教授  
筈 覚暁



## ラウル・デュフィ(Raoul Dufy, 1877-1953.)

ラウル・デュフィはフランスの画家で版画家、装飾美術家としても知られている。港町ル・アーブルの生まれで、14歳位の頃から絵画を学び始め、ブーダン、ブーサンの作品に惹かれ、とりわけドラクローの作品に魅了された。デュフィの動きのあるダイナミックなタッチと構図はその影響と言えるかも知れない。1900年彼は奨学金を得てパリに出、国立高等美術学校に学び、ゴッホ他の印象派の画家の作品に親しみ、新古典主義的な画法を捨てるに至った。1904年、パリで開かれたサロン・ド・アンデパンダン展において出現したマティスやヴラマンクのフォーヴィズム：野獣派の絵画運動は彼に決定的な影響を与えた。フォーヴの奔放な筆運びと生き生きとした色彩はまさに彼の求めていたものだったのである。デュフィの軽快でスピード感溢れるタッチ、明るく透明で鮮やかな色彩は多くの人を魅了した。彼の絵画は常に人間とそれが生きる世界を積極かつ躍動的な構成に良く表れている。そのヒューマンリズムとオプティミズムが軽快かつ躍動的に肯定的に捉えている。彼は、絵画のみならず、デザインや挿絵、タペストリーや陶器など、装飾美術の分野でも積極的に作品を制作し、その明るい画風から「歓喜（よろこび）の画家」、また美しい青色が印象的な作品が多いので「青のデュフィ」と呼ばれて親しまれ、現在でも彼のファンは多い。(竺)

## ラウル・デュフィ作「電気」1953年、リトグラフ

1929年が始まった世界恐慌で破綻された経済と不安に陥るフランスは、その状態に活を入れるためと一時的な失業対策として、1937年、パリで「近代生活の諸芸術と技術の博覧会」と題した万国博覧会を開催した。その技術関係展示の中心として出展されたパヴィリオン「電気館」で当時の先端技術—それは電気工学を中心とした—が展示された。この「電気館」の装飾壁画としてデュフィが描いたのが「電気」である。これは、縦10メートル、横60メートルという巨大壁画であったが、デュフィはこの作品に強い愛着があったらしく、1953年、死の直前になって、これを10枚組のリトグラフ（石版画）にして個人複製版でも入手出来るようにしたのである。リトグラフは全部で3組しか制作せず、ここに掲げた本所蔵のものはその1丁目目のものである。

デュフィがこの作品で描こうとしたのは、電気工学を中心とする科学技術の勝利と栄光、その輝かしい将来に対する讃歌であった。画面左側に描かれているのが「電気」なる妖精で、彼女の前方や上部に、パリのエッフェル塔、ローマのサン・ピエトロ中庭、ロンドンのビッグベン、ワシントンの議事堂など、世界の主要都市のランドマークが配され、また、ロシア風、中国ないし日本風の建築が配されていて、世界へ向かって開かれて行く科学技術の将来が象徴されている。そうして、彼女に囲まれる様に、画面右端まで登壇している人物群像は、電気工学を中心とした科学技術をこれまで発展させ、研究し、重要な貢献をなした科学技術史上著名で重要な科学者、技術者たちである。一番左端に描かれているのが自然科学の始祖といわれるミソトリスの像であり、江戸生方へ向けて時代を追って100名余の科学技術者の肖像と名前、時にはその発明品などが描かれている。背景もまた右側は田園風景で、左方に行くに従って蒸気機関車や汽車、汽船などが現れ、工場や発電所、志願館など家屋都市の風景へと変わって行く。画面中央の上部にはギリシア神話の神々が配られている。中央には主神ゼウスが居し、アテナ、ヘラ、アフロディテ（イオニス）などの女神、アレス、ヘルメスなどの男神がいて、その下には巨大な発電機が描かれ、神々は発電機に象徴される科学技術を讃えているのである。

デュフィはこの作品で、未来工学や技術が若々しく、その将来の発展に関して何らの疑念も持たなかった時代の、科学や技術、工学に対する素朴な信頼と確かな期待を歌い上げている。種族が使用された第二次世界大戦を経て、また自分の死を考えたときに、この作品を再考したデュフィの心には、科学や技術、工学がもたらす一度の様な楽天的な信頼を振り戻してほしい、取り戻すべきだ、という願いがあったのではないだろうか。(竺)

## ラウル・デュフィ作「電気」展 —「工学の曙」文庫より—

- 1937年、パリで「近代生活の諸芸術と技術の博覧会」と題した万国博覧会が開かれました。科学技術、工学の豊かな発展を望む展示の中心として出展されたパヴィリオン「電気館」に、画家デュフィは「電気」を題する巨大な壁画を描きました。この壁画には電気工学を中心とする科学技術、工学を発展させて来た科学技術者の群像が描かれています。本学の「工学の曙」文庫が所蔵するこの「電気」のリトグラフと、そこに登場する科学技術者の画期的な業績の初版本とを併せた展示を企画いたしました。科学技術、工学に寄せられた人々の期待と、それに応えてきた科学技術者の業績を、実物を通して生き生きと感じて戴きたいと思っています。
- ※印の科学者・技術者の業績を今回展示しております。この機会に是非ご覧ください。

ライブラリーセンター館長 竺 覚曉

## —「電気」に登場する科学者・技術者たち— (リトグラフ左からの番号順です)

1. フェリエ(Ferrie), フランス, (1868-1932), 軍用無線通信機
- ※2. エジソン(Edison), アメリカ, (1847-1931), 白熱電球、エディソン効果
- ※3. ベル(Bell), アメリカ, (1847-1922), 電話機発明
- ※4. ピエール・キュリー(Pierre Curie), フランス, (1859-1906), 圧電効果
- ※5. マリー・キュリー(Marie Curie), フランス, (1867-1934), ラジウム
- ※6. ヘルツ(Hertz), ドイツ, (1857-1894), 電磁波
- ※7. ローレンツ(Lorentz), オランダ, (1853-1928), ローレンツ変換、相対論
- ※8. モーゼリー(Moseley), イギリス, (1887-1915), X線回折、周期律、モーゼリーの法則
9. メンデレーエフ(Mendeleieff), ロシア, (1834-1907), 周期律表
10. ポアンカレ(Poincare), フランス, (1854-1912), 微分方程式定理性論、三体問題、位相幾何学

11. ヒットルフ(Hittorf), ドイツ, (1824-1914), 電気化学
12. ガイスラー(Geissler), ドイツ, (1814-1879), 冷陰放電管、ガイスラー管の発明
13. ボード(Baudot), フランス, (1845-1903), 電信の変調速度
- ※14. レントゲン(Roentgen), ドイツ, (1845-1923), X線
- ※15. 『新種の放射線について, 1896-1897年』
16. マスカール(Mascart), フランス?, (?), 不詳
17. クルックス(Crookes), イギリス, (1832-1919), タリウム発見、ラジオメーター発見
18. ハルワックス(Hallwachs), ドイツ, (1859-1922), ハルワックス効果
19. モーリス(Morse), アメリカ, (1791-1872), 電信の発明
- ※20. マクスウェル(Maxwell), イギリス, (1831-1879), 電気磁気学、マクスウェル方程式
- ※21. 『電磁場の力学的理論, 1865年』
22. ケルヴィン(Lord Kelvin), イギリス, (1824-1907), 熱力学
- ※23. ヘルムホルツ(Helmholtz), ドイツ, (1817-1894), エネルギー保存
- ※24. 『力の保存について, 1847年』
- ※25. ベックレル(Becquerel), フランス, (1788-1878), 自然放射能、放射線
- ※26. 『物質の新しい性質の研究, 1903年』
27. アレニウス(Arrhenius), スウェーデン, (1859-1927), 電離理論、イオン説
28. ジュベール(Joubert), フランス, (1834-1910), 拮抗作用antagonism
29. プランテ(Plante), フランス, (1834-1889), 鉛蓄電池の発明

30. プランテ(Plante), フランス, (1834-1889), 鉛蓄電池の発明
31. トムソン(Elihu Thomson), アメリカ, (1853-1937), GE創立者、送配電
32. リップマン(Lippmann), フランス, (1845-1921), カラー写真の考案
33. カーライル(Carlisle), イギリス?, (?), 不詳
34. ジーメンス(Siemens), ドイツ, (1816-1892), 電機工学
35. カー(Kerr), イギリス, (1824-1907), 電気磁気学、カー効果、光に対する電磁気的作用
36. シュタインメッツ(Steinmetz), アメリカ, (1865-1923), 交流理論、過渡現象
- ※37. デーヴィ(Davy), イギリス, (1778-1829), 電気分解による元素発見
- ※38. 『化学哲学要論, 第一巻, 1812年』
39. ヴェルデ(Verdet), フランス?, (?), 不詳
40. ドプレズ(Deprez), フランス, (1843-1918), 直流長距離送電、直流用compound winding
41. フェラーリス(Ferraris), イタリア, (1847-1897), 感応発電機
42. プラニク(Leblanc), フランス?, (?), 不詳
43. ペルティエ(Peltier), フランス, (1785-1845), 熱電気、ペルティエ効果
44. パチネッティ(Pacinotti), イタリア, (1842-1912), 環状電機子電動機、発電機
45. ゴラルド(Gaulard), フランス, (1850-1888), 開磁路変圧器、交流送配電システム
46. ルヒムコルフ(Ruhmkorff), フランス, (1803-1877), 電機実験機、誘電コイル

- 41. グラム(Gramme), ベルギー, (1826-1901), 直流発電機の改良、グラム発電機
- 42. フーコー(Foucault), フランス, (1819-1868), フーコーの振り子、ジャイロスコープ
- 43. ラトー(Rateau), フランス, (1863-1930), 圧力複式蒸気タービン駆動(発電機)
- 44. ヘンリー(Henry), アメリカ, (1774-1836), 電磁誘導
- 45. ギブズ(Gibbs), アメリカ, (1839-1903), 化学熱力学
- ※46. ポンスレ(Poncelet), フランス, (1788-1867), 射影幾何学
  - 『図形の射影的性質, 1822年』
- 47. パーソンズ(Parsons), イギリス, (1854-1931), 高速反動蒸気タービン駆動(発電機)
- 48. セガン(Seguín), フランス, (1786-1875), 熱の仕事当量、蒸気機関
- 49. レンツ(Lenz), ドイツ, (1804-1865), 電磁誘導、レンツの法則
- ※50. ファラデー(Faraday), イギリス, (1791-1867), 電磁誘導の発見
  - 『電気の実験的研究, "1839, 1844, 1855年"』
- ※51. アンペール(Ampere), フランス, (1775-1836), 電気磁気学、電流の磁気作用
  - 『二種の電流の相互作用, 1820年』
- 52. ビオ(Biot), フランス, (1774-1862), 生物学、電気磁気学、ピオ-サヴァールの法則
- 53. ゲーテ(Goethe), ドイツ, (1749-1832), 光学、色彩論
- 54. フレネル(Fresnel), フランス, (1788-1827), 波動光学
- 55. スティーブンソン(Stephenson), イギリス, (1871-1848), 蒸気機関車

- 56. サヴァール(Savart), フランス, (1791-1841), 電気磁気学、ピオ-サヴァールの法則
- 57. マイヤー(Mayer), ドイツ, (1814-1878), 周期律
- 58. クラペイロン(Clapeyron), フランス, (1799-1864), 蒸気-熱力学
- 59. プイエ(Pouillet), フランス, (1790-1868), 電気熱学、電気計測
- ※60. クラウジウス(Clausius), ドイツ, (1822-1888), 熱力学
  - 『熱力学, 1864年』
- 61. エールステッド(Oerstedt), デンマーク, (1777-1851), 電気の電磁作用
- 62. アラゴ(Arago), フランス, (1786-1853), 電気磁気学
- ※63. オーム(Ohm), ドイツ, (1789-1854), オームの法則
  - 『数学的に取扱ったガルヴァーニ電池, 1827年』
- ※64. フーリエ(Fourier), フランス, (1768-1830), フーリエ級数
  - 『熱の解析的理論, 1822年』
- ※65. カルノー(Carnot), フランス, (1796-1832), 熱力学
  - 『火の動力およびこの動力を発生させるのに適した機関についての考察, 1824年』
- 66. ゼーベック(Seebeck), ドイツ, (1770-1831), 熱電気発見
- ※67. ジュール(Joule), イギリス, (1818-1889), 熱の仕事当量
  - 『電磁気の熱効果について, 1843年』
- 68. ワット(Watt), イギリス, (1736-1819), 蒸気機関
- ※69. ボルタ(Volta), イタリア, (1745-1827), 電池発見
  - 『異種の導体の異なる接触により起る電気, 1800年』
- 70. ヴァン(Papin), フランス, (1647-1712?), 蒸気機関

- ※71. プリーストリー(Priestley), イギリス, (1733-1804), 酸素発見、電気学
  - 『電気学の歴史と現状一付・独創的な実験, 1767年』
- ※72. キャベンディッシュ(Cavendish), イギリス, (1731-1810), 空気化学、電気学、熱学
  - 『空気に関する実験, "1784, 1785年"』
- ※73. ガルヴァーニ(Galvani), イタリア, (1737-1798), 動物電気、ガルヴァーニ電気
  - 『筋肉運動による電気の力, 1791年』
- ※74. ガウス(Gauss), ドイツ, (1777-1855), 数論、ポテンシャル論-ガウスの法則
  - 『整数論研究, 1801年』
- 75. ポアソン(Poisson), フランス, (1781-1842), ポアソン方程式、ポテンシャル関数
- 76. ルモニエ(Lé Monnier), フランス, (1715-1799), 天文学
- ※77. ラプラス(Laplace), フランス, (1749-1827), ラプラス変換
  - 『天体力学, 1798-1825年』
- ※78. エピヌス(Aepinus), ドイツ, (1724-1802), 電磁気遠隔作用論
  - 『電気及び磁気理論に関する小論, 1759年』
- ※79. クーロン(Coulomb), フランス, (1736-1806), 電気力学、逆二乗法則
  - 『電気と磁気についての研究, 1785-1789年』
- 80. グレイ(Grey), イギリス, (1666-1736), 電気伝導現象、エフルヴィア
- ※81. ダランベール(D'Alembert), フランス, (1717-1783), 百科全書、力学
  - 『力学論, 1743年』
- ※82. フランクリン(Franklin), アメリカ, (1706-1790), 避雷針、電気流体説
  - 『フィラデルフィアにおける電気に関する実験と観察, 1751-1754年』
- 83. ボルダ(Borda), フランス, (1733-1799), 精密計測装置
- 84. デュブア(Dubuat), フランス?, (?), 不祥
- ※85. ベルヌーイ(Bernoulli), スイス, (1700-1812), 流体力学
  - 『流体力学, 1738年』

- 86. ロマ(Romas), フランス?, (?), 不祥
- 87. デュフェ(Du Fay), フランス, (1698-1739), 金属摩擦電気、二種の電気の存在確認
- ※88. ホイヘンス(Huyghens), オランダ, (1629-1695), 波動光学、力学
  - 『振子時計, 1673年』
- 89. ダリバル(Dallibard), フランス?, (?), 不祥
- 90. デロール(Delor), フランス?, (?), 不祥
- ※91. ニュートン(Newton), イギリス, (1642-1727), 万有引力
  - 『自然哲学の数学的原理(プリンキピア), 1687年』
- 92. レムリー(Lemery), フランス, (1645-1715), 化学、古典的原子論
- ※93. ボイル(Boyle), イギリス, (1627-1691), ボイルの法則
  - 『空気の強性とその効果とに関する物理-力学的な新実験, 1660年』
- 94. ノル(Nollet), フランス, (1700-1770), 電気流体説
- ※95. ゲーリック(Guericke), ドイツ, (1602-1686), 摩擦起電機、真空
  - 『真空についての(いわゆる)マゲデブルグの新実験, 1672年』
- 96. ミュッセンブルーク(Musschenbroek), オランダ, (1692-1761), 実験物理学、ライデン瓶
- 97. フォン・クライスト(Von Kleist), ドイツ, (1700-1748), ライデン瓶発見
- 98. マリオット(Mariotte), フランス, (1620-1684), マリオットの法則(ボイルの法則)
- ※99. ライブニッツ(Leibnitz), ドイツ, (1646-1716), 微分学
  - 『極大と極小に関する新しい方法, 1684年』
- ※100. ギルバート(Gilbreit), イギリス, (1540-1603), 磁気学
  - 『磁石及び磁性体ならびに大磁石としての地球の生理学, 1600年』

- ※101. パスカル(Pascal), フランス, (1623-1662), 射影幾何学、確率論、流体力学-パスカルの法則
  - 『液体の平衡及び空気の質量の測定についての論述, 1663年』
- 102. レオナルド・ダ・ビンチ(Leonard Da Vinci), イタリア, (1452-1519), 機械学、解剖学
- ※103. ステヴィン(Stevin), オランダ, (1548-1620), 力学
  - 『つり合いの原理, 1586年』
- ※104. ガリレオ(Galileo), イタリア, (1564-1642), 重力加速度、望遠鏡
  - 『世界二大体系についての対話, 1632年』
- ※105. R. ベーコン(R. Bacon), イギリス, (1214-1294), 数学、光学、経験学
  - 『大著作, 1733年』
- ※106. アリストテレス(Aristotele), ギリシア, (前384-322), 物理学、天文学、生物学、気象学
  - 『ギリシア語による著作集, 1495-1498年』
- 107. タレス(Thales), ギリシア, (前640?-546?), 自然科学の祖、元素
- ※108. アルキメデス(Archimede), ギリシア, (前287?-212), アルキメデスの原理、重心、求積
  - 『四辺形、円の球積法, 1503年』

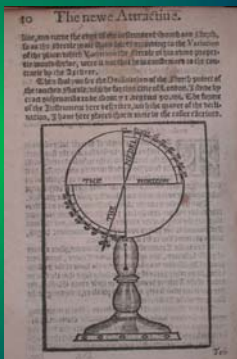
4-1. (13).

非物質の学・電気磁気学の展開: 磁力、静電気、動電気(電流)の発明。電磁気、電磁誘導の発明。

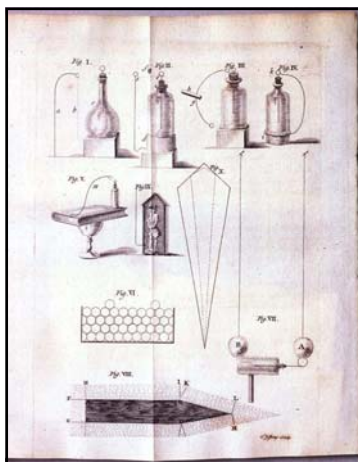
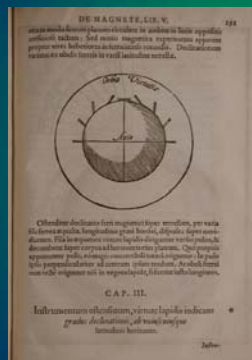
ジャン・テニエ(1509-?)  
「磁石の本性」  
ケルン1562 初版



ノーマン(Late 16th century)  
「新引力」  
ロンドン1581初版



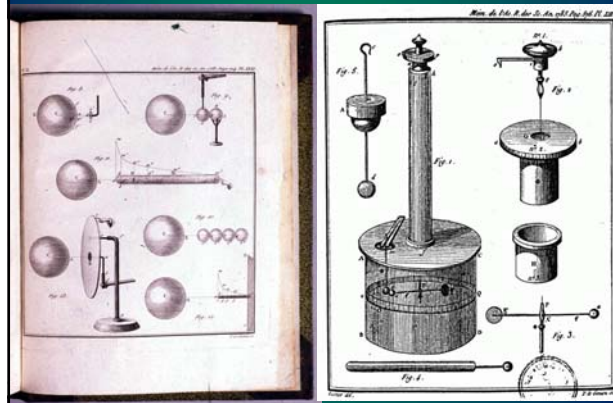
ギルバート (1544-1603)  
「磁石及び磁性体」  
ロンドン 1600 初版



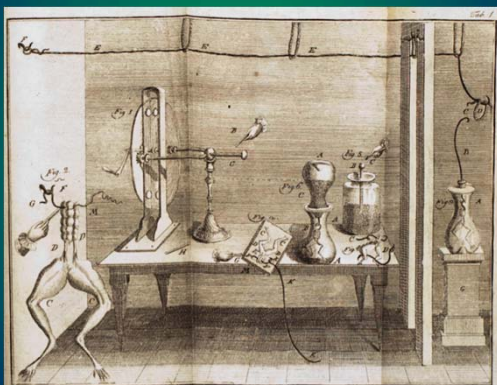
ベンジャミン・フランクリン  
「フィラデルフィアにおける電気」  
に関する実験と観察」  
ロンドン 1751-54



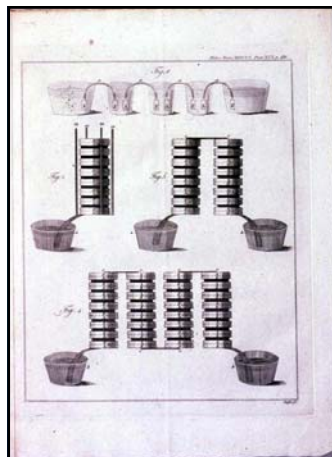
シャルル・クーロン  
「電気と磁気についての研究」 パリ 1785-89



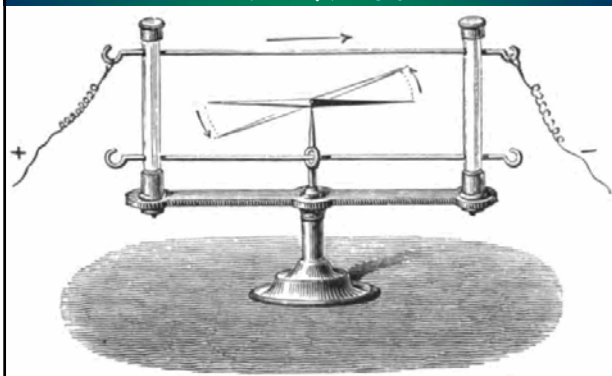
ルイジ・ガルヴァーニ  
「筋肉運動による電気力」 ポローニア1791



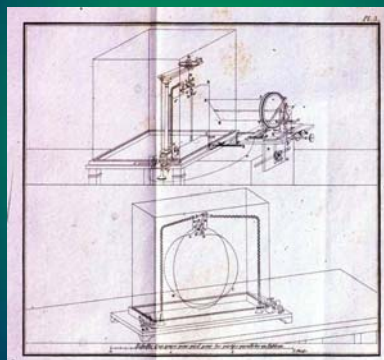
アレッサンドロ・ヴォルタ  
「異種の導体の単なる  
接触により起こる電気」  
ロンドン 1800



ハンス・クリスティアン・エルステッド  
「電気の磁針への接近効果に関する研究」  
コペンハーゲン 1820



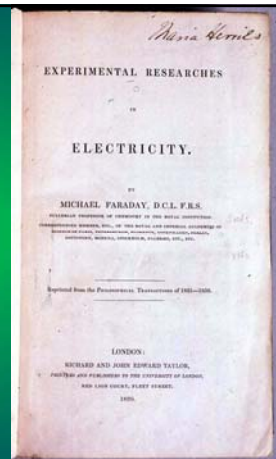
アンドレ・マリー・アンペール  
「二種の電流の相互作用」 パリ 1820



ゲオルグ・ジーモン・オーム  
「数学的に扱われたガルヴァーニ電池」  
ベルリン 1827



マイケル・ファラデー  
「電気の実験的研究」  
ロンドン 1839, 1844, 1855

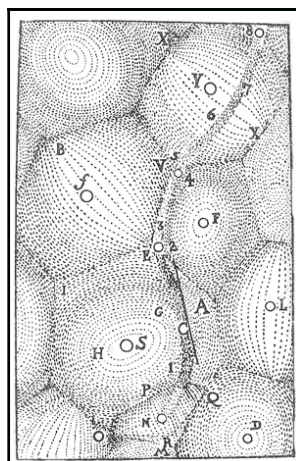
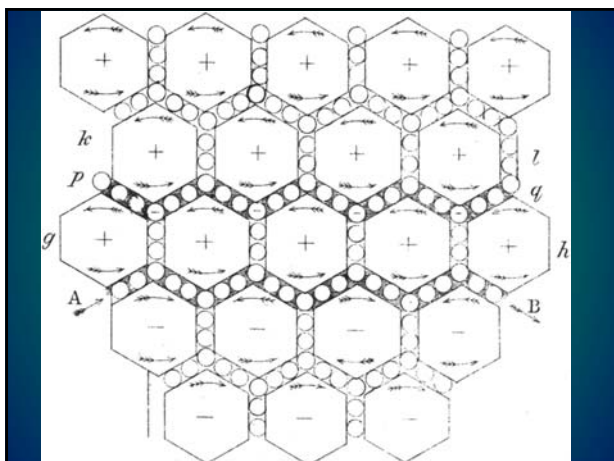


4-2. (14.)  
物質と非物質の統合: 電磁場の概念。電磁波(電波)の発明。量子論の展開。

ジェームス・クラーク・マクスウェル  
「電磁場の力学的理論」  
ロンドン 1865



- 弾性体エーテル中で磁気の線的渦動が電流を生み出しているという「電磁場」モデルを提示、アンペールの法則を完全に説明
- このエーテル中を伝播する電磁気の振動波は横波であり、その速度は光に一致するから、光は電磁波である
- この「場」を記述する4個のマクスウェル方程式を提示、電磁誘導を完全に定式化



ルネ・デカルト  
「哲学原理」アムステルダム  
1644

- ・ 渦動宇宙論
- ・ 宇宙は微小な固い完全弾性体の粒子によって埋め尽くされており、力や光はこの粒子の運動によって伝わる
- ・ この粒子の渦動によって惑星が運動する
- ・ この微粒子が後にロバート・フックによって「エーテル」と命名

ハインリヒ・ルドルフ・ヘルツ  
「非常に速い電氣的振動について」ライプツィヒ 1887

- ・ 電磁波の現実の存在とその空中伝播を実証

マックス・プランク  
「正規スペクトルのエネルギー分散則の理論」ライプツィヒ 1900

- ・ あらゆる輻射(波)を吸収し、加熱すると光を含むあらゆる輻射(波)を放出する理想物体、「黒体」を研究
- ・ このエネルギー放射が連続的に放射されるのではなく、不連続に放出されることを発見
- ・ この不連続量(粒)を「量子」と呼んだ
- ・ 1905年、アインシュタインが光量子(光子)の概念を提示

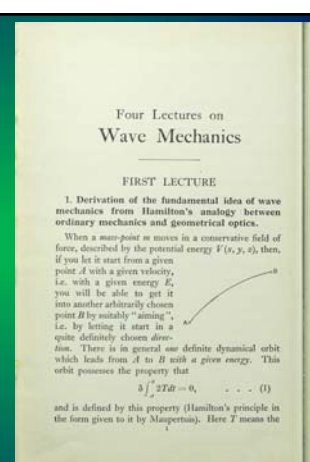


ヴェルナー・カール・ハイゼンベルク  
「運動学および力学的諸関係の量子論的再解釈」ベルリン 1925

- ・ 行列力学→行列を用いて量子の位置や運動量を記述
- ・ ハイゼンベルク運動方程式→量子運動の記述

エルヴィン・シュレディンガー  
「波動力学についての四講」ロンドン 1928

- ・ ド・ブローイの物質波の一つ、電子波が従う波動方程式を発見、波動力学を確立した
- ・ シュレディンガー(波動)方程式
- ・ この波動方程式とハイゼンベルクの行列式は等価であることを証明した



量子とは？

- 「量子」(quantum)とは粒子性(物質の性質)と波動性(状態の性質)を併せ持つ特殊な存在。普通の物質と区別するため「量子」と呼ぶ。電子は「量子」の代表格。
- 原子の内側にあるものは、「部品」ではなく、「量子」。量子とは、単に「小さい」だけではなく、原子より大きい世界に存在する「物質」とは振舞いが異なる。電子は「量子」なので、「電子1個だと水素、2個ならヘリウム...」という、物質の世界では起こらないような現象が生じる。
- 電子は「粒子性」をもつ
- この粒子性を記述するのがハイゼンベルクの「行列」
- 粒子的運動を記述するのが「ハイゼンベルク運動方程式」
- 電子は「波動性」を持つが、「何かの波」ではなく「波だけ」である。
- この「波」を記述するのが「波動関数」
- これを知るための「波動方程式」=シュレーディンガー方程式

ヴェルナー・ハイゼンベルク  
「量子論的な運動学及び力学の直観的内容について」  
ベルリン 1927

- 不確定性原理
- 量子の位置と運動量は一方を確定しようとすれば他方は確定出来ない
- 粒子として確定しようとすれば波動性を示し、波動として確定しようとすれば粒子性を示す

