電磁気学に登場する主要人物のプロフィール

アンペール Ampère, André Marie 1775.1.30-1836.6.10 フランスの物理学者。Ampère は最初、博物学や哲学に興味を持ったが、そのうち数学に関心を持ち、独力で数学を学んだ。1796 年から６年間、リヨンの学校で数学の教師をしたあと 1802 年にブールの国立高等工業学校の物理学と化学の教授となる。その後、パリのエコール・ポリテクニクの教授を経て 1820 年にパリ大学の天文学助教授となる。この年デンマークのエルステッドによって電流の磁気作用が発見された。この発見を聞き Ampère は電流の流れている２本の導線の間にも力が働くことを実験で確かめた。更に環状の導線についても実験を行ない、閉回路は磁石と同じように振舞うことを見い出した。この結果から逆に磁石は内部に円電流を持つ分子の集まりとする分子電流説を 1823 年に提唱した。翌年、コレージュ・ド・フランスの実験物理学の教授となった Ampère は実験事実に基づき数学的定式化を行ない、ニュートン力学にならって遠隔作用の立場から 1827 年に電気力学を提唱した。ところがこの理論は 1831 年にファラデーが発見した電磁誘導を説明できないという重大な欠点があり後にウェーバーによって荷電粒子の仮説に基づき電磁誘導を説明できるように一般化された。電流の単位 A[アンペア] は彼の名前に由来している。

オーム Ohm、Georg Simon 1789.3.16-1854.7.7 ドイツの物理学者。バイエルンに生まれエルランゲン大学に入学するも (1805) 途中父の怒りを買い学資を打ち切られたためスイスで私教師などをして大学に戻って博士号を得たのは 1811 年であった。その後、小さな学校の数学及び物理の教師などを経て 1817 年にケルンのギムナジウムに移る。Ohm が本格的に物理学の研究に取り組んだのはこの地でのことであった。特にエルステッドの電流の磁気効果発見に刺激を受けて 1827 年に「金属の電導法則に関する予報」という論文を著す。論文中では実験方法の工夫によって現在オームの法則として知られる電流は起電力に比例し抵抗に逆比例するという法則を見い出した。しかし彼の結果は特に理論解釈の点でヘーゲル学派の反対に合い、また彼の望んだ大学の地位は得られなかった。その後、次第に若い学者から認められるようになり 1841 年にロンドン王立境界からコプリ・メダルを受けるに至って評価は確立した。1849 年にミュンヘン大学の員外教授、３年後に正教授になるもその 2 年後に没する。抵抗の単位Ω[オーム] は彼の名前に由来している。

ガウス Gauss,Carl Fredrich, 1777.4.30-1855.2.23 近代数学の祖であり同時に物理学者でもあった。３歳のときに父のした給料計算の誤りを正し、８歳で等差数列の和を即座に答えるなど多くの逸話が残っている。親はこの神童を進学させてやることはできなかったが小学校の教師がその地方の領主へ紹介し、奨学金を得てゲッチンゲン大学 (1795-98) で学び、ヘルムシュテッド大学で学位を取得した。その後も研究を続け 1806 年にゲンッチンゲンの天文台長に就任し、傍ら教職も勤め、以後この地に終生留まる。

若年の彼が数理科学に向けた動機は彼自身が定規とコンパスで正十七角形の作図法を発見し得た (1796) からと伝えられる。初期の業績では代数方程式論のほか整数論、

行列式論が重要である。やがて1801年に発見された小惑星ケレスの軌道計算をして、発見後、見失ったこの星の再出現のデータを求め、見事的中させた。このとき彼は既に最小二乗法を確立し後年のハノーバー地方の三角測量に自ら用いた。

数学の領域では代数学の基本定理の他、超幾何級数論、楕円関数論、曲面論、複素関数論などに着手し、主要な貢献をした。いわゆる数理物理学の領域ではポテンシャル理論への貢献（ガウスの定理など）が顕著である。このあたりの活躍振りについては「解析概論」の著者として知られる高木貞治の著した「近世数学史談」（岩波文庫）にいきいきと描かれている。

物理については光学（屈折論ほか）、毛管現象を伴う液体の形の理論のほか電磁気学の研究が重要である。フンボルトの仲介によってウェーバーのゲッチンゲン着任以来、共同で地磁気の研究を行ない、その測定装置の開発から世界をカバーする観測網と磁気学連合の組織化まで渡り地磁気の一般論を1839年に提出している。電磁気測定のための単位に関しても２人は貴重な貢献をしてその名前を磁束密度の単位（G. ガウス,cgs 単位系）、磁束の単位（Wb, ウエーバー,SI 単位系）として残す。因みに物理学辞典だけでもガウスの名前を冠したものは、ガウス（磁束密度の単位）、ガウス型軌道関数、ガウス過程、ガウス近似、ガウス光学、ガウス鎖、ガウス単位系、ガウスの公式、ガウスの定理、ガウスの法則、ガウス分布、ガウス模型と多岐に渡っている。

キャベンディシュ Cavendish, Henry 1731.10.10-1810.2.24 イギリスの物理学者。貴族出身でフランスのニースで生まれた。程なくイギリスに戻り1749年にケンブリッジ大学のトリニティーカレッジに入学した。しかし学士号を受けることなく同校を去る。父の家の一部に実験室を設けて研究を始め1760年には王立協会の会員になる。極度の女性嫌いとして知られ結婚もせず、また極端な社交嫌いで変人と思われていた。イギリスでも屈指の富豪であり対社会的な名誉の希求にも極めて淡白であった。そのせいか発表された論文は１８篇に過ぎない。その中にねじれ秤を利用した地球密度の測定に関する論文があり、その原理を利用して後年、重力定数を測定することが可能になった。その他気体の化学、力学など稀ガス、水素の発見も実質的に含まれる。

彼の死後半世紀を経てMaxwellらが中心になって彼の遺稿が発見、整理された。どの中にはクーロンより先んじて逆２乗則を発見したり、潜熱の発見、ゲイ＝リュサックの法則の発見、オームの法則の発見、誘電分極の発見など時代に先取りして発見していた。彼の実験法は半世紀を過ぎた後の標準的手法から照らし合わせても正確であり、Maxwellのみならず当時の多くの人から驚嘆された。

クーロン Coulmob, Charels Augustin de 1736.6.14-1806.8.23 フランスの工学者・物理学者。南フランスに生まれパリで学ぶ。その後、メジエールの工兵学校、工兵隊に入って当時の工学・数学の成果を吸収する。因みに当時のフランスの工兵学校は組織された技術者集団として世界で初めて誕生し、当時の最も権威ある工学の教育機関であった。彼の８年間のマルティニック島での勤務期間に変分計算を工学に応用するなど新機軸を用いて問題を次々と解決し、アーチの強度などに優れた理論結果を残した。

帰国後に彼の研究活動は活発になり摩擦の研究 (1773), 磁気コンパスの研究 (1777) を相次いで発表しパリ・アカデミーの賞も獲得した。次いでねじれ弾性の研究に進みねじれ応力を定式化するとともにねじれ秤を製作した。この秤を用いて 2 つの同種の荷電粒子間に働くクーロンの法則 (1785) を得た。その後も精密な実験を繰り返し異種の粒子間にも磁気についても同様の法則があることを確認した。これらは 1791 年までに 7 点の論文にまとめられ、電気学の発展の基礎となった。彼の定量的研究と数学解析に基づく分析は厳密で合理的な科学研究法を開いたものでニュートン的な自然観の興隆に力をかした。革命後 (1791) 引退したが、アカデミーで活躍しフランス学士院のメンバー、総長 (1801) となった。電気量の SI 単位（$C = A\dot{s}$、クーロン）にその名前を残している。

ファラーデー Faraday, Michael 1791.9.22-1867.8.25 イギリスの物理学者、化学者。貧しい鍛冶職の子としてロンドン近郊に生まれた。彼はわずかの読み書きと数学を習った程度で正規の教育は全く受けなかったが啓蒙書を読み簡単な実験を試みたりしていた。やがて Davy の講演を聴く機会があり、熱中した彼は Davy に手紙を書いた。このことが縁となり 1813 年に王立科学研究所に空席が出来た際、Davy によって化学の実験室の助手に採用された。同年秋から Davy の大陸旅行に随行して生きた科学に触れることができた。1815 年に帰国して以来終生王立科学研究所に在職した。この間、1824 年には王立協会員に選ばれ翌年には実験室主任となる。1828 年にロンドン大学が出来たさいには教授に招かれたが辞退、晩年には王立協会会長や王立科学研究所所長にも推薦されたがいずれも辞退している。「私はただのマイケル・ファラデーでいたい」という言葉が彼の生涯の研究生活とクリスチャンとしての生活を物語っている。

Faraday の初期の研究は主に化学の領域である。生石灰に研究に始まり (C_2Cl_6, C_2Cl_4) の発見 (1820) や鉄合金の研究を経て気体の液化の研究に進み、塩素などの液化に初めて成功し、低温科学への道を開いた。また王立協会の依嘱に応じて光学ガラスを研究し、高屈折率の重ガラスを製作した。ベンゼンの発見も彼による (1825)。

1830 年頃から彼の研究のメインは電磁気学となった。もっともエルステッドが電流の磁気作用を発見した翌年には電流による磁針の振れを磁石の連続的な回転に変える装置を開発し世間を驚かせている。そしてこの問題の逆問題、すなわち磁場によって電流を作り出せるかという問題提起が 1831 年の電磁誘導の発見へと導いた。彼の最初の実験は 1 本の木製円筒に巻いた 2 組の導線によるものであったが、その後、改良を重ねコイルを用いるようになり、そこに棒状磁石を出し入れした際の電流を調べた。こうして磁気効果の変化により電流が発生することが確認された。この解釈のため彼は磁力線の考え方を提出して磁気力を具体的に図示した。電磁誘導は磁力線が導線をきるときに電流が発生するという直観的描像で理解される。また磁場から電流を取り出すことで発電機の開発に直結したものであった。更にその延長上に地磁気によって地上で運動する導体の誘導電流効果の確認 (1832)、自己誘導の発見 (1835) なども達成された。

その他、光と磁気に関する研究では磁場による光偏光面の回転（ファラデー効果）を

見い出し、反磁性を発見、気体中の放電を観測し放電研究の先鞭をつけるなど多くの電磁気現象の解析を行ない相互の統一的理解につとめた。Faraday は「真理をかぎつける」と評されたがこの直観と洞察力を巧みな実験で目で見える形で実証した。また粉体や流体に対する彼の先駆的振動実験が１５０年を経てリバイバルし、盛んに研究されていることからもその洞察力の一端が窺える。

彼は独学者であったために数学的素養は欠いていたが、そのことはかえってマックスウェルをして「Faraday が数学者でなかったことは科学にとって幸運であった」と言わしめている。また巧みな通俗講演でも知られ「ロウソクの科学」は今日でも親しまれている。また電気容量の単位「ファラド」と電気分解で用いられる「ファラデー」は彼の名前を記念するものである。

マックスウェル Maxwell, James Clerk 1831.6.13-1879.10.5

古典電磁気学をまとめあげたイギリスの物理学者。エジンバラに生まれ、１０歳からエジンバラ・アカデミーの会合に出席、１６歳でエジンバラ大学に入学。1850 年からはケンブリッジ大学に学び 1855 年にトリニティ・カレッジのフェローになる。56 年から 65 年まで正規のポストから退き Treatise on Electricity and Magnetsim を執筆。71 年にケンブリッジに新設された実験物理学講座の教授としてキャベンディシュ研究所の計画と整備にあたる。

彼の最初の論文は卵型曲線の作図法をめぐる幾何学の仕事で１４歳のときに投稿された。それに続く幾何光学の論文では魚眼レンズの原理を発見している。更に弾性体のひずみ関数と誘導複屈折を結び付けた理論もエジンバラ時代の仕事である。また当時のもう一つの研究は色彩の理論に関する先駆的な研究である。っそこでは「マクスウェルのこま」と呼ばれる回転する色板による色混合の実験、光と顔料の 3 原色の違い、色盲の原因なども解明し、最初のカラー写真もつくっている。ケンブリッジに来てからは土星の輪の安定性解析をはじめに研究した。

電磁気学の基礎方程式がほぼ現在の形を与えられたのは彼の 1865 年の「電磁場の動力学的理論」と題された論文によってである。しかし物質と独立した場という考えが直ちに認められた訳ではなかった。まずは Fresnel の波動光学と矛盾しない光学理論としての地位を最初に獲得することになるのである。以後、彼は光が伝わる媒質としてのエーテルと自分の電磁理論の関係については終始慎重であったが、その研究過程を見るとその媒質の力学運動を一つのアナロジーとして極めて具体的に研究をしていたことがわかる。彼はまず Faraday の力線の概念を非圧縮流体の流線とみることで数学的表現を与える。電流の磁気作用については流体の渦に対する解析的定理を援用してベクトルポテンシャルを導入し、Ampère の電気力学の結果を再現してみせる。次に流線モデルを磁場を表す流体の渦の集合とその隙間を歯車のように自転しながら連結している荷電粒子に置き換える。渦の回転速度の変化が粒子の公転を促し、それを誘導起電力とみなした。現在から見ると極めて複雑なこの渦と歯車からなる電磁場モデルは当時の科学観に大きく支配されていたのは容易に想像できる。今日見られるすっきりしたマックスウェルの方程式は周波数にその名前を残す Hertz によるも

のである。

ところで Maxwell がこのような力学的な電磁場モデルを考えるきっかけとなったのはエジンバラの同級生 Rankine の気体分子運動論である。同じ時期に Maxwell は Clausius の気体分子運動論を読みこの新分野にも研究を着手した。Maxwell の最初の仕事は気体分子の平均自由行程を用いて気体の粘性率と拡散係数を表すものであった。彼は振り子の減衰による粘性係数の値と Graham の実験による拡散係数の値から先の関係を用いて平均自由行程を算出して自己の理論の正しさを検証した。また気体の粘性はその圧力と無関係であるという彼の理論の結果は自らの実験で検証した。ここで用いられた方法は気体分子の速度に対する確率分布を予め求めてそれを用いて速度のモーメント (平均、分散など) を計算するという斬新なものであった。次の論文では粒子間力を持った点状粒子を導入して粘性と温度の関係について実験と一致する結果を得た。またそこで平均自由行程のかわりに緩和時間という概念を導入しより体系的に議論を発展させた。

このような統計分布を用いる方法はやがて Boltzmann や Gibbs によって完成される統計力学の先駆けをなすものであり、その斬新さゆえに当時の人にはすぐ受け入れられなかった。Maxwell 自身はこのような統計的法則性というものが存在することを充分に承知しており熱力学の第 2 法則は力学の法則とは独立したものであることを有名な Maxwell's demon を用いて例証している。気体の容器に仕切りを作りそれに小さな穴を開けて気体分子の中で大きな速度を持った粒子だけを一方向のみに通す装置を考える。もしこれが可能だとすると仕切りを挟んで温度差はどんどん上がり熱力学の第 2 法則と相反することになる。逆に考えると第 2 法則はこのような装置が存在しないという事を物語っている。Maxwell の悪魔はその物語り性からか現在でも広く研究者を引き付ける題材を与えている。

ローレンツ Lorentz, Hendrik Anton 1853.7.18-1928.2.4

オランダの物理学者。アルンヘルムに生まれライデン大学で学ぶ。学位取得 (1875) の 3 年後、ライデン大学に新設された理論物理学講座の教授となる。1912 のティレル財団物理学研究部長およびオランダ科学協会幹事就任後も員外教授として留まり月曜教授を終生続けた。

ローレンツの電子論は光の電磁説と物質の分子論の統合という研究構想に始まり、光の分散理論 (1878) を経て運動物体における電磁気的光学的現象の検討を通じて形成された。電磁気現象は物質中に含まれる正負電荷の変位によって生じ電磁場と粒子をローレンツ力で結び付けた。これらをまとめてマクスウェル方程式と荷電粒子のニュートンの運動方程式を基本方程式として定式化し (1895)、ゼーマン効果の説明に応用、電子の絶対電荷と質量を算定して (1897-8) 電子の存在の確立に貢献した。この業績で 1902 年にノーベル物理学賞を授賞した。またローレンツ変換に対するマクスウェル方程式の不変性からエーテルに対する地球の相対運動が電磁気的光学的現象に影響を及ぼさないことを示し (1904) 特殊相対論の直接的先駆になった。

ソルベイ会議の議長を死の前年まで勤めた他、数々の国際会議を主催、国際連盟知的

協力委員会委員長などを勤めた。また母国でもゾイデル海締切調査委員会の委員長になり予想水位の理論計算を行ない (1918-26) その正確さはその後の嵐などで実証された。