

スコットランド・ルネッサンス研究 (4)

——ヴィクトリア時代の大英帝国——

The Maturity of the Scottish Renaissance

北 政 巳
Masami KITA

1. はじめに

本稿に先立ち14世紀ギリシアに始まったルネッサンスがヨーロッパの北西に位置するスコットランドに与えた影響、またスコットランドが固有の歴史・文化・宗教を基盤にそれを受け入れ、スコットランド・ルネッサンスを創造し、逆に近代ヨーロッパ世界に影響を与えてゆく歴史過程を辿った。(1)

スコットランドは、ブリテン島北部に位置しながらも歴史的に優勢な南のイングランドの従属的立場に置かれてきた。それが1707年の合併を通じて、スコットランドは経済機会の増大を得て著しい経済発展を示し、19世紀中葉には石炭・鉄工業の興隆をみてイギリス産業革命の中枢を形成し、逆にイングランドを牽引するに至る。そこにはスコットランドから輩出された多くの科学者・技師・実業家がイギリス国内、さらにイギリス資本主義の世界市場各地での活躍が見られた。(2)

つまりスコットランドは、固有の文化と思想を背景に、近代世界に貢献する科学技術ルネッサンスを開花させた。そこで本稿は、スコットランド科学技術ルネッサンスが最も大きく開花した19世紀中頃から20世紀初頭の時代の、スコットランド科学技術史を追求した

い。

2. エンジニアリングの時代—19世紀中頃—

19世紀中葉のスコットランドの科学では、文字通り産業革命の基幹技術となったエンジニアリング（工学）が世界技術発展を主導した時代であった。このスコットランド工業技術発展の成果が、ロンドン万国博覧会を象徴した水晶宮殿（Crystal Palace）、メナイ海峡（Menai Strait）を跨ぐ鉄橋から、最初の鉄製蒸気船による大西洋横断と定期航路、最初の電気通信、最初の自転車、さらに時刻表にもとづく定期的な蒸気鉄道交通の実現等に結実した。また1840年に、J・ワットを生んだグラスゴウ大学に、ヴィクトリア女王の欽定講座として世界最初の土木工学（civil engineering）講座が設置された。(3)

スコットランド技術発展は、厳密に見ると、やはりワットの蒸気機関の発明とJ・B・ニールスの熱風熔鋳法の発明であり、さらにもうひとつを加えるとエディンバラ肖像画家の息子に生まれたネイスミス（J. Nasmyth, 1808-90）発明の動力ハンマー（鉄槌，power hammer）であり、それが1839年に彼の蒸気力ハンマー発明につながった。ネイ

スミスは、多才な才能に恵まれ、変動可能な回転ドリルや水力利用の鋸打機械を発明した。ネイスミスは1829年に21歳の時にロンドンへ下り、スコットランド出身で成功した機械製造業者のモウズレイ (H. Maudslay) の下で働き経験を積み、1834年にはマンチェスターで自店を開いた。彼は19歳の時に6インチの反射望遠鏡を作ったこともあり天文学に興味があり、48歳でエンジニアリング実務を引退後に天文学を極め、その分野でも幾多の発明をなしたが、蒸気力ハンマー程の社会的影響を与えることはなかった。(4)

造船業の一大変革となった最初の鉄製蒸気船建造については、誰が最初であるかの論争もあるが、1830年のフェアバーン (W. Fairbairn, 1789-1974) 卿である。彼は北端のケルソ (Kelso) の農園の息子に生まれ徒弟奉公を経て技師となり、苦勞しながらもマンチェスターで開業した。フェアバーンは、運河使用目的の平底荷物船 (barge) として最初の鉄蒸気船「ダングラス公」(Lord Dundas) を建造し、フォース (Forth) = クライド (Clyde) 運河間に運行させた。フェアバーンは関心を鉄製船舶から鉄製橋梁に向け、ロバート・スティーブソン (R. Stephenson, 1803-59) と競って、鍛鉄製橋工事に着手する。彼の父ジョージ (G. Stephenson, 1781-1848) は、英国最初のリバプール = マンチェスター鉄道を完成させたエディンバラ在のスティーブソン一族の出身で、文字通りイギリス鉄道業のパイオニアとなった。(5) 特にチェスター (Chester) = ホリヘッド (Holyhead) 間の鉄道の工事において、2か所の橋梁架橋の必要が生じた時、スティーブソンは多管式 (tubular) 若しくは箱桁式

(box girder) での架橋を構想したが、当時は物質強度については知識がなく、どこまで重量に耐えられるかが問題となった。スティーブソンは、フェアバーンに1832年にトムソン (A. Thomson) がグラスゴウで実験した鉄製桁式橋を参考に同方式を進言し、1845-47年にコーンウェイ (Cornwall) とメナイ海峡 (Menai Straits) 間の2鉄製橋の建設に成功した。特に後者は当時存在した最大の橋の2倍の大きさであり、文字通り画期的な建造物と讃えられた。(6)

フェアバーンは、タンク機関車 (tank engine) を着想し、ランカシア・ボイラー (Lancashire boiler) の発明者となった。また1850年にはフェアバーン型クレーンの特許を獲得した。そして彼の死に際して『エンジニア』誌は「フェアバーン卿は大工仕事 (millwright) を廃絶させ、機械技師 (mechanical engineer) を導入した」と敬意を述べた。彼は1850年には王立学士院のメンバーに選出され、1869年には男爵に叙せられた。彼の弟ピーター (P. Fairbairn, 1799-1861) も、紡織機械で多くの発明をなして著名な技師となり爵位を授けられた。(7)

科学的な造船業は、ジョン・ラッセル (J. S. Russell, 1808-82) に始まる。それ以前では船舶の設計と建造は、技師の勘と経験により行われてきた。ラッセルはグラスゴウのパークヘッド (Parkhead) の牧師の息子に生まれ、グラスゴウ大学を卒業した。彼は、当初、運河使用の平底荷物船の設計を通じて船舶運航に対する水の抵抗に関心を持ち、1837年にエディンバラの王立学士院で調査報告をなした。さらに船舶の並進に伴う波形を分析し、船舶建造の波線を考案した。そして1854

年に、当時としては画期的な巨大鉄船『グレート・イースタン号』(Great Eastern)を建造した。同船は、著名なスコットランド人鉄道技師ブランネル (I. Brunel, 1806-59) がフェアバーンの架橋方法で考案した多核様式による建造を採用した。⁽⁸⁾ さらにダンバートン (Dumbarton) のデニー (W. Denny, 1847-87) が研究した企画に基き、初めて模型船を作っての実験・試験を繰り返し、これらの偉大なスコットランド人技師の合作として、『グレート・イースタン号』は世に出された。⁽⁹⁾

さらに同時期のスコットランドのクライド溪谷の造船業地域には、ゴバン (Govan) 出身の、もうひとりの著名な造船技師エルダー (J. Elder, 1824-69) が活躍した。エルダーはスコットランド造船業の揺籃となった海事機関の発明・改良で有名なネイピア造船所で徒弟修業をし、古くはイタリアのダ・ヴィンチが着想し、ワットが提案した鉄製スクリュウ・プロペラ制作を実現した。エルダーは「ワット以来の天才技師」と称えられたが若くして事故死し、彼の功績を讃えてグラスゴウ大学の造船学講座に彼の名前が冠されるに至った。⁽¹⁰⁾

このプロペラ実用化に至る歴史を若干触れておくと、1812-25年の間にダンバー (Dunbar) の漁師の息子に生まれたウィルソン (R. Wilson, 1803-82) が試作を繰り返し、水中スクリュウのほうが外輪よりも効率的なことを証明し、1828年には高地協会 (Highland Society) から表彰された。しかし海軍や権威筋から認知を得られなかった。次いでヘンドン (Hendon) の農夫スミス (F. P. Smith, 1808-74) が噂を聞いて1836年に特許

を得たが、アルキメデス原理 (Archimedean) のスクリュウがパディングトン (Paddington) 運河で壊れたのを機に研究し、1845年にウィルソン同型のプロペラ着想に至った。またスウェーデン人エリックソン (J. Ericsson) がスミスの1月後にスクリュウ・プロペラの特許を取り、アメリカに渡り、そこで採用された。ウィルソンの二重式スクリュウ・プロペラは、1880年になって認知を受けホワイトヘッド魚雷 (Whitehead fish-torpedo) に採用され、彼は500ポンドの賞金を受けた。その後ウィルソンは、マンチェスターのネイスミスとパートナーを組み、ネイスミスによる1843年特許の自動蒸気ハンマーの発明に貢献した。

燈台建設と関連ビジネスについては、造船・海運業発展の基礎・必須分野であった。そこではエディバラ在のロバート・スティーブンソン (R. Stevenson, 1772-1850) と彼の3人の息子、アラン (Allan, 1807-65)、デイビッド (1815-86)、トーマス (1818-87) が挙げられ、末っ子トーマスが文豪スティーブンソン (Robert Louis Stevenson) の父である。⁽¹¹⁾ 彼らは北方燈台委員会 (Board of Northern Lighthouses) の技師として、スコットランド遠隔地の僻地・諸島周辺の燈台建設・維持に活躍した。ロバートはグラスゴウで西インド貿易商人の息子に生まれ、アンダーソン・カレッジ (Anderson College) に学び、燈台委員会での仕事以外にエディンバラで土木工事に従事した。当時は固定灯が一般的であったが、彼は定期的点滅を可能として信号化するのに成功した。エディンバラ郊外にベアリング球で動くクレーンを持つ世界最新式ベル・ロック燈台 (Bell

Rock Light) を建設した。息子アランは、著名な1843年のスケリィボー (Skerryvore) 燈台を含めて10燈台を建設した。またプリズム・リング (prismatic rings) を導入し、1850年には『燈台論』 (*Treatise on Lighthouses*) を出版した。2番目の息子デイビッドも多数の燈台を作ったが、かなりの数が日本へ送られた。⁽¹²⁾ そして地震の多い日本用に対震構造を考案したことでも有名である。さらに1870年に、パラフィン・オイル (parafin oil) の発明者ヤング (J. Young) よりも14年も前に、同オイルを燃焼させて燈台光として導入したことで知られる。

ちなみにガス燈は、1817年にアメリカのビーバー・テイル (Beaver Tail) 燈台で始められ、スコットランドでは1837年にエア州のツールン (Troon) で開始された。アランは、また気象学にも関心があり、有名な温度計のスティーブンソン・スクリーン (Stevenson screen) を発明した。このようにしてスティーブンソン一家を中心にイギリス燈台技術は発展し、彼らの功績に対して、全員がエディンバラ王立学士院メンバーに選ばれ、トーマスは会長に、デイビッドは副会長に選出された程である。⁽¹³⁾

またもうひとつの同時代を代表するスコットランド科学者一族はトムソン家であった。先ずベルファースト (Belfast) 大学とグラスゴウ大学で数学教授をつとめたジェームズ・トムソン (J. Thomson, 1786-1849) に始まり、彼の息子ジェームズ (James, 1822-92) とウィリアム (William, のちのケルビン卿 Lord Kelvin, 1824-1907) である。兄ジェームズは、1857-73年間にベルファースト大学、1873-89年間にグラスゴウ大学で土木

工学教授をつとめた。ジェームズは1850年の有名な渦巻輪 (vortex water wheel) を初め多くの発明を行い、また気圧が水の氷結を下げる原理を発見し、それを後継してケルビン卿が絶対温度を証明したことでも有名である。

ケルビン卿は、1873-1878年の間に海事用の正確なコンパスを発明して、大洋航海を試みる海事技師への大きな指針となった。ケルビン卿は文字通り物理学の帝王 (King of Physics) と賞賛される偉大な発明をなした。彼は12歳でグラスゴウ大学に入学し、卒業後ケンブリッジ大学に学び、23歳で帰国してグラスゴウ大学自然物理学教授となり、53年間同職にあって世界からグラスゴウ大学に集まる英才達に近代科学を教えた。ケルビンは、地球の年齢測定法、ナイアガラの滝を見ての水力発電構想、大西洋ケーブルの敷設、分子動学の理論形成と光波伝達理論と大きな貢献を示した。彼は王立学士院の院長に選出され、また1882年には爵位を授与された。⁽¹⁴⁾

またケルビンと並ぶ科学者として「近代土木工学の父」と讃えられるランキン (W. J. M. Rankine, 1820-1870) がいた。エディンバラの技師の息子に生まれ、鉄道技師としての経験を積み、熱力学でケルビン卿と共同研究をして華氏温度の測定法を発見し、分子物理学、船舶航行の抵抗の分析やランキン循環と言われる蒸気機関のエネルギー変化を論証したことでも有名である。彼は初代ゴウドン教授を後継して、グラスゴウ大学第2代の土木工学教授となった。⁽¹⁵⁾

この頃、1833-59年、エディンバラ大学の自然物理学教授には前職レスリーを後継したフォーブス (J. D. Forbes, 1809-68) がいた。

彼はピツリゴ (Pitsligo) のウィリアム・フォーブス卿 (Sir Willioam Fforbes) の息子に生まれ、エディンバラ大学で熱力学を学び、熱にも分極現象があることを発見した。24歳の時に、英国科学促進連合 (British Association of Advanced Science) の創立に参画し、翌年には王立学士院のメンバーに選ばれ、太陽光線と大気の間を究明して王立メダルを受けた。また彼は最初の地震計の設計でも有名である。彼の後継者は、ダルケイス (Dalkeith) 出身で父がバックルー公 (Duke of Buccleuch) の秘書であり、またケルビン卿の共同研究者であったテイト (P. G. Tait, 1831-1901) 教授で、気体運動論で第一人者であった。さらに彼の後継者は、エディンバラ茶商人の息子に生まれテイト教授の助手であったスチュアート (B. Stewart, 1828-87) で、熱物体からの熱線放射や分光分析で著名となった。彼の研究を元にドイツ人科学者フ라운ホーファー (J. Fraunhofer, 1787-1826) は分光放射の論証を行い、またセント・アンドリューズ大学の自然物理学教授スワン (W. Swan, 1818-94) はスペクトラムの緋色はナトリウムの特徴であることを発見した他、太陽光の分析、また太陽黒点と大気の間を究明した。スワンは1862年には王立学士院メンバーに選ばれた。またスチュアートが気象学 (meteorological studies) に関心を持った頃、2人のスコットランド人が磁気妨害 (magnetic disturbance) の研究を進めた。ドイツのミュンヘン近くの観測所勤務経験のあるブレマー (Braemar) の関税職員の子に生まれたラumont (J. von Lamont, 1805-799) とダンフリュー州出身で教師の息子に生まれマーカースタウン

(Markerstoun) のブリスベイン (T. M. Brisbane) 卿の磁気観測所の所長をつとめたブラウン (J. A. Broun, 1817-79) がいた。前者はヨーロッパ各地の磁気調査を行い、太陽黒点と磁気嵐の間を究明した。彼は1837年に天王星 (Uranus) の衛星を発見した。後者は地球上の地磁気を調査しラumontよりも正確な数値を出した他、太陽黒点が現れると約26日間の磁気嵐が生じる法則性を公表した。⁽¹⁶⁾

またエディンバラの眼科医ニコル (W. Nicol, 1768-1851) が分極光を特別の平板に映し出すニコル・プリズム (Nicol prism) を発明し、その理論的裏づけをカーコルディ (Kircaldy) 出身で「時代を代表する科学者」と称賛されたサング (E. Sang, 1805-90) が1834年に王立学士院で研究報告を行ったが、彼の死後にそれが印刷され、多くの注目を浴びた。また彼は1836年頃から地球の自転に関心を持ち、回転儀 (gyroscope) 構想を発表した他、対数研究でも著名であった。⁽¹⁷⁾ その他、この時代の無視できない科学者にウォーターストン (J. Waterston, 1811-84) がおり、1846年に王立学士院で「気体分子間の運動エネルギー同量の法則」や今日使用される化学記号表記案を発表したが、何年後かにマクスウェル (J. C. Maxwell, 1831-79) が再発見するまで評価されることはなかった。

マクスウェルは、ダンフリュー州の資産家地主で弁護士の息子に生まれエディンバラ大学に学んだが、王立学士院で最初の報告を15歳の時にした程の秀才であった。マクスウェルはアバディーン大学、ロンドン大学で教鞭をとり、1851年からはケンブリッジ大学の自然物理学、

さらに1871年には同大学実験物理学教授となった。彼を最も有名にしたのは1856-73年の間のファラデー研究をさらに進めた電気力線・磁石線研究であり、その成果が「マクスウェルの方程式」である。また気体分子運動の研究も進め、気体の色変化の法則を公表して、1860年に王立学士院のラムフォード (Rumford) メダルを受けた。(18)

時代を象徴する新科学分野に写真が挙げられる。近代写真術は1839年に発明され、フランス人ダゲール (L. J. M. Daguerre, 1787-1851) とスコットランド人のタルボット (F. Talbot, 1800-77) の2人で、彼らは先駆者フランス人ネプス (Niepce, 1765-1833) の銀板印画法を進めて、完成したとされる。タルボットのネガ熱写方法を、エディンバラのカルトン (Calton) 丘の画家ヒル (D. O. Hill, 1802-70) が、1843-48年の間に助手アダムソン (R. Adamson) と一緒に実験・改良したと言われる。

19世紀中頃には、まさに科学の時代の繁栄を象徴して、内外に多くの自然科学者が登場した。ファラデーは、先述のように自らをデイヴィ (Davy) の弟子と任じ、1831年の彼の「ダイナモの原理」つまり電磁気誘導の発見は、ワットの蒸気機関の発明と並び評され、近代市民生活の根幹をなす発見とされた。

1832年に、ファラデーは電気化学の基礎をなす電気化学同価の法則を提起した。電気エネルギーを熱エネルギーに転換する方法と同価の法則は、1840年にダルトン (Dalton) の弟子でマンチェスター出身のジュール (J. P. Joule, 1818-89) によって実証された。ジュールは、生涯を通じてエネルギー転換の課題に取り組み、1849年に機械エネルギーを熱

エネルギーの変換と測量法を提起した。ヨーロッパ大陸では、1857年に気体分子論を構成したクラウジウス (R. J. Clausius, 1822-88) や、マクスウェル以前においてスペクトル分析器械の発達に貢献したスチュアート (B. Stewart, 1828-87) と同時代のドイツ人ヘルムホルツ (H. C. Helmholtz, 1821-94) とキオホフ (G. R. Kirchoff, 1824-87) が挙げられる。(19)

また19世紀中葉のスコットランド社会の近代化・都市化に連動して、グラスゴウやエディンバラの人口は急増したが、同時に新しいエンジニアリングとして、衛生工学 (sanitary engineering) が生まれ、上下水道の敷設や水源の確保と関連して発達した。特にペイズリー (Paisley) 生まれのシャンクス (J. Shanks, 1825-95) が「衛生工学の父」と讃えられた。

水洗トイレの発想は1860年頃にイングランドで始まりヨーロッパ大陸に伝播したが、衛生工学の大半の発明・改良はシャンクス一族で行われ、彼は1863年以降に60以上の特許を獲得し、多くの器具を発明し現代都市の衛生の大半を形成した言っても過言ではなかった。(20)

また世界最初のクランクで推進する自転車 that、ダウフリーズ州のソーンヒル (Thornhill) の親子2代の鍛冶工であるマクミラン (K. MacMillan, 1813-78) によって発明された。1837年頃から試作を試み、1842年6月に彼はグラスゴウまでの70マイルを自転車でほぼ1日で走行した。その自転車走行を見たレスマヘイゴウ (Lesmahagow) の酒屋のダルゼル (G. Dalzell, 1811-63) は、近隣の鍛冶工レスリー (J. Leslie) に依頼して模作

を作ったが、それから数年を経て全イギリス中に自転車が普及した。

なを前輪にクランクがついた自転車は1865年にバリのラルマン (P. Lallement) が、現代に近い安全自転車は1885年頃に発明された。次いで自転車に関連したタイヤ (tyre) について述べると、ストーンヘイブン (Stonehaven) の商人の息子でアメリカでエンジニアリングに興味を持ち、西インド諸島での事業経験を持つトムソン (R. W. Thomson, 1822-73) が1845年に弾力ゴム製タイヤを発明した。また彼はファラデーやロバート・ステューブソンとは知己であり、多くの発明を手がけ1852年にジャバで製糖機械、1860年に港湾用の移動蒸気クレーンを発明した他、1849年に万年筆を発明したことでも有名である。なを1887年に、ダンロップ (R. Dunlop) がゴム製空気タイヤを発明した。⁽²¹⁾ 電信技術はイングランドで、1837年にウィーストン (Wheatstone, 1802-75) とクック (Cooke, 1806-79) の共同成果として登場し、モールス (S. F. B. Morse, 1791-1872) が改良して十分に満足な送信を可能とした。

無線電信術の発展に貢献したスコットランド人技師として、1854年にフォルファ (Forfar) 州カーマイリ (Carmyllie) 出身のリンゼイ (J. B. Lindsay, 1799-1862) がダンディで2マイル幅のタイ (Tay) 河で実験成功して、水中を送電する特許を獲得した。彼は1834年に自分の家を電気装飾して有名となった。もうひとりの電信で有名なスコットランド人はケイスネス (Caithness) 出身のベイン (A. Bain, 1810-77) で、1834年に自動化学電信を発明した。モールスは、1836年にベインの方法やケルビン卿のサイフォン式記録

計をも導入して高度な電信計とした。なをベインは電気火災報知器の発明でも有名である。またミドロシアン (Middlothian) のセント・カスバーツ (St. Cuthbert's) 出身のフリーバーン (J. Freeburn, 1808-76) は砲手出身で1846、47年に木製・金属製ヒューズを発明して、陸軍に採用された。またケイスネスの第14代伯爵のシンクレア (J. Sinclair, 1821-82) が巻尺や重力測定コンパスを発明した。

また19世紀初めには、近代都市生活に不可欠な気象情報研究がウィルソンやメルビルの先駆的業績に基づき展開された。グレイシア (Glaisher, 1809-1903) は気球実験と気象学文献の収集に従事した。また1867年に『寒冷期間』 (*Cold Spells*) を発表したブキャン (A. Buchan, 1827-1907) がいたが、彼はキンロス (Kinross) 州の息子で学校教師をしながら、スコットランド気象協会書記に就いた。またアイラ (Islay) 島の地主の息子に生まれたキャンベル (J. F. Campbell, 1822-85) は、ストークス (Stokes) と協力して、太陽光記録計を発明した。⁽²²⁾

数学ではエディバラ大学の医学教授の息子に生まれ著名なグレゴリー一族の最後となったファーガソン・グレゴリー (D. F. Gregory, 1813-44) が、数学に強いスコットランドの伝統を継承し、特に近代代数学で貢献した。友人に1843年に四元数 (quaternions) を発見したアイルランド人ハミルトン (Hamilton, 1805-65) がいた。⁽²³⁾

応用化学では、グラスゴウ家具業者の息子に生まれグラスゴウ大学で化学を学び、石油精製工業の創始者となったヤング (J. Young, 1811-83) が出た。ヤングは、ロン

ドンのユニバーシティ・カレッジ (University College) のスコットランド人化学教授のグレアム (T. Graham) の助手をつとめ、マンチェスターに移りテナント化学工場の経営者となった。彼は1847年頃にダービー州アルフレトン (Alfreton) の炭坑で見た油貯蔵にヒントを得て、1850年に蜀炭 (cannel coal) 蒸留の特許を獲得した。彼は次いでブロックスバーン (Broxburn) とウェスト・カルダー (Calder) 地域の油分を含む頁岩 (shale) に注目し、潤滑油 (lubricant) とナフタ油 (naphtha) 製造を企画した。1856年に、彼はグラスゴウのミラー (G. Miller) 社を訪問し、ヤング社の石油を再精製して無臭白色の油を作っているのを見て、即座に自社のナフタ油工場を転換してパラフィン油製造工場とした。

3年後にアメリカ・ペンシルバニアでドレイク (E. Drake) 大尉が地中の原油を発見する。ヤングは1873年に王立学士院メンバーに選ばれた。興味深いのは、彼がアンダーソン・カレッジとグラスゴウ大学で同級生であったリビングストーン (D. Livingstone) のアフリカ探険隊派遣に資金援助したことである。⁽²⁴⁾ テナント社に関連してもうひとり、エアの海軍大尉の息子に生まれた優れたスコットランド人化学者であるクラーク (T. Clark, 1801-67) の貢献が挙げられる。彼は1841年に石灰水を加えて水を軟化する方法を発明した他、水の強度に合わせた石鹼を発明した。そして彼は1833-60年の間、アバディーン大学の化学教授をつとめた。また1860年には、グラスゴウ市内バアヘッド (Barrhead) のキャラコ奈染業者の息子に生まれたステンハウス (J. Stenhouse, 1809-80) は、

グラスゴウ大学に学び父親の工場を手伝う間に、木炭がガス・煙の消臭・消毒作用があることを発見し防毒マスク (respirator) を制作した。彼は1848年には王立学士院メンバーに選ばれ、1865年には王立造幣局の検査主任に任命された。ステンハウスは、スミス (R. A. Smith, 1817-84) と一緒にドイツのギーサン (Giessen) で生活化学の第一人者リービヒ (J. von Liebig, 1803-1873) の下で動植物と大気の関係の研究した。スミスは帰国後、イギリスにおける大気汚染化学のパイオニアとなり、1872年には衛生化学の観点から『大気と雨』 (*Air and Rain*) を公表した。

先述の数学のファーガソン・グレゴリーの兄ウィリアム (W. Gregory, 1803-58) は16番目のグレゴリーとしてグラスゴウ大学の化学教授からアバディーン大学、最後に1844年にエディンバラ大学化学教授に就いた。彼は1831年に塩酸モルヒネを作り、純粋モルヒネ製造法を発表した。しかし彼の最も有名な業績は、シンプソン (J. Y. Simpson, 1808-59) が麻酔法としての価値を示した2年後の1849年にマクファラン (J. F. Macfarlan, 1790-1861) と共同して、純粋クロロホルム (chloroform) を創出したことである。シンプソンは、バースゲイトの銀行員の息子に生まれ1832年にエディンバラ大学卒業し、1839年には、同大学産婦人科教授となった。

グレゴリーの後継者は、インド行政府官吏の息子に生まれたライオン・プレフェア (L. Playfair, 1818-98) 卿である。彼は1848年に王立学士員メンバーに選ばれ、1892年には爵位を授与された。プレイフェア卿は、先述のヤングと同じようにグラスゴウとロンドンでグレアムに師事し、さらにドイツのギーサン

ではステンハウスやスミスのようにリービッヒに師事し時代を象徴する科学者となった。

また鉄工業では、スコットランド固有の黒帯鉄鉱石 (blackband ironstone) の利用法を発見したマシュット (D. Mushet) の息子ロバート (R. F. Mushet, 1811-91) が鑄鋼 (cast iron) を、ベッセマー工法でマンガンを含む鏡鉄 (spiegeleisen) へと転換製造できることを発見した。マシュットが特許申請をしなかったため、多くの業者が同発明を利用するに至るが、彼がベッセマー工法の普及に貢献したことからベッセマー (H. Bessemer, 1813-98) 卿から年賦金を得たことで知られる。ロバート・マシュットは1856年のイギリス科学促進会議で、自らの考案したベッセマー工法の利用法を報告したが、それはジーマンス工法が代替する直前のことであった。ジーマンス自身は、スコットランドのロバート・スターリング (R. Stirling) から熱再生法を学んだ。

またフランスのマーティン兄弟が1864年にベッセマー工法の改良平炉を発明したが、世界で2番目とされる平炉はスコットランドのラナーク州のホールサイド (Hallside) で実験された。また他にも注目される冶金業での発展としては、1875年にトーマス (S. G. Thomas, 1850-85) がベッセマー工法での燐除去法を発見したことである。⁽²⁵⁾

化学研究ではヨーロッパ大陸のドイツが最も顕著な発展を見たが、スコットランドでも世界的評価に値する2人の化学者が登場した。先ずグラスゴウ商人の息子に生まれ1830年にアンダーソン・カレッジの化学教授となったグレーム (T. Graham, 1805-69) であり、彼は1837年にはロンドンのユニバーシティ・

カレッジに化学教授に招かれ、続いて1855年に造幣局 (Royal Mint) 長官に任命された。彼の業績は、1833年にエディンバラ王立学士院報告集に掲載された「グレームの法則」と呼ばれる気体拡散研究とコロイド (colloids) 科学の確立にあった。グレームは1834年に王立学院メンバーに選ばれ、1840年には王立化学協会設立に際しては会長に選ばれた。同協会から、多くの世界的な物性化学研究成果が発表されてゆく。物性化学ではフランスのプワザージュ (Poiseuille, 1799-1840) は物体の粘性を研究し1840年に液体流動論を演繹的に証明し、レイノルズ (Reynolds, 1842-1912) は1883年に物性の流動の速度と距離に関しての正確な実験結果を発表した。

さらに有機・無機化学の双方で、著しい発展の時期を迎えた。ダルトンの原子運動論以来、多くの科学者が同研究に参入した。ドイツ人ケイキュレイ (Kekule, 1829-96) が、1858年に炭素は4価 (quadrivalent) で他の炭素原子と連環を形成する理論を提起したが、この公表の2カ月前に、スコットランドのカーキンテラ (Kirkintilloch) 出身のクーパー (A. S. Couper, 1831-92) が同問題に一層詳細な報告をなしながら、結局、ケイキュレイ理論を後押しする結果となりクーパー自身の名前は忘失される不幸な結果となった。この分野では、1869年にロシアにメンデレーエフ (D. I. Mendeleev, 1834-1907) が登場し、原子の周期表を公表した。また物性化学では、1867年にノルウェー人ガルドベルグ (Guldberg) とボウガ (Waage) が分子運動における化学反応の同量の定理を発表した。1877年にギブス (J. W. Gibbs) が『状相理論』

(*Phase Rule*) を発表した他、1850-70年間、現代的な原子・分子論、原子価や化学反応速度について多くの研究をなした。化学研究では、光学分野での水晶体の分極化と回転についてアラゴ (Arago) やフレスネル (Fresnel) がいた。1830年にバジーリアス (Berzelius) は化学異性 (isomerism) の存在を立証した。彼の生徒のドイツ人ミットシャリックス (Mitscherlich, 1794-1863) は1840年に、光学上にも異性関係が存在することを発見した。フランス人科学者パースツール (L. Pasteur, 1822-95) も光学異性体の分析をしたことでも有名である。

応用化学の一大革新は、ロンドンでパーキン (W. H. Perkin, 1838-1907) が最初のアニリン総合染料を発明した。彼はスコットランドのパーズ (Perth) のプラーズ (Pul-lars) 社に試供品を送り、高く評価された。同じ頃、1838年に提起されていた化成ソーダ灰の製造を試みるソルベイ (Salvay) 工法がベルギーで実現され、より廉価で大量のアルカリ供給が可能となった。⁽²⁶⁾

地理学ではハットン理論が受け入れられて広汎に普及し、多くの地層研究を含めての地図制作が進み、また地層の年代鑑定も行われた。スコットランド人でインド行政府の医療ドクターの息子としてロス州 (Ross-shire) に生まれたマーチソン (R. I. Murchison, 1792-1871) が、オールド・レッド・サンドストーン (旧赤砂岩, Old Red Sandstone) の地層を調査し、1838年に『シリアル期地層』 (*The Silurian System*) を公表した。マーチソンは1826年に王立学士院メンバーに選ばれ、1855年には王立地理測量協会会長に選出された。旧赤砂層の研究では、クロマルティ

(Cromarty) 出身のミラー (H. Miller, 1802-56) が権威となり、彼の著作は幅広く読まれた。トラクエア (Traquair) の教区牧師の息子に生まれたニコル (J. Nicol, 1810-79) は、北西ハイランド地方の非常に混み入った岩層を初めて調査し、地層年代を究明した。フォレス (Forres) 出身でインドで外科医経験をもつファルコナー (H. Falconer, 1808-65) は、同地での哺乳類化石 (mammals fossil) 研究を進め、後年にはイングランドに下り、さらに多くの化石を発掘したことで有名である。ファルコナーは、1832年にはサハランプア (Saharanpur) 植物園の監督に、2年後にはアッサムでのインド紅茶製造の監督官に任命された。なをイギリスへのインド紅茶の船輸送が開始されるのは1836年のことである。次いでリース (Leith) 出身のジェイムソン (W. Jameson, 1815-82) が、茶の植樹と加工に精進した。さらにファイフ州のミリティア (Militia) で兵士の息子に生まれたエドワード (T. Edward, 1814-86) は、靴屋を営んでいたが、野生植物への関心を深めて研究調査に乗り出し20種もの新種を発見、のちにバンフ (Banff) 博物館主事になった。

また異なる麻酔方法がパーズの牧師の息子エズデイル (J. Esdaile, 1808-59) によって試みられたが、先述のシムソンの2年前の1845年に、当時勤務していたインドの病院でカルカッタ固有の草木を用いての催眠法 (hypnotism) で患者手術に成功した。しかし同年にエティール・アルコールまた翌年のクロロホルムの安定的な供給確保により、エズデイルの方法は休止した。

エディンバラは特にナポレオン戦争の頃か

ら、ヨーロッパ大陸のライデンから近代医学を導入してイギリスの外科手術の中核センターとなったが、この時代のエディンバラ外科医手術の優秀性を象徴したのがリストン (R. Liston, 1794-1847) である。彼は中部ロシアンのエクレスマチャン (Ecclesmachan) の教区牧師の息子に生まれエディンバラ大学に学び、1834年にロンドンへ下り翌年にユニバーシティ・カレッジの教授に就いた。リストンは、肩甲骨を最初に取り外した手術でも知られ、手足や脚に副木をあてがうリストン副木 (splint) を考案した。彼は1841年には王立学士院メンバーに選ばれた他に、2冊の本を出版した他、麻酔法の普及・宣伝のために1846年に公開手術を行った。

リー (R. Lee, 1798-1877) が、ジョン・ハンターの産婆法の踏襲者であった。彼は海外生活から戻り、1835-66年の間、ロンドンの聖ジョージ病院の産婆学の講師をつとめた。彼は女性の子宮構造について多くの発見をなし、1830年には王立学士院メンバーに選出された。同じ頃にヨーロッパ大陸においても、1827年に偉大な生物学者ボン・ベア (von Baer, 1792-1876) が、卵子の受胎と成育過程を公表した。

この時代に医学の多くの分岐が見られ、特に眼科学 (ophthalmology) が注目されるが、スコットランドにも同分野での科学者が登場した。エディンバラの医者の子に生まれたロバートソン (D. M. C. L. A. Robertson, 1837-1909) が、1857年にセント・アンドリューズ大学を卒業、アフリカ・カラバ原産の毒草の薬用化を研究、1862年には眼病に効果あることを公表した。その後1867-97年間、ロバートソンはエディンバラ王立病院の眼科

医師をつとめた。スコットランドでは、彼に先行する眼科医としてグラスゴウ出身で1830年に『眼病の具体的な治療方法』 (*Practical Treatise on Diseases of the Eye*) を発刊したマッケンジー (W. Mackenzie, 1791-1868) がいた。⁽²⁷⁾

心理学も発達の端緒にあったが、スコットランドでのパイオニアとしてハミルトン (W. Hamilton, 1788-1856) 卿が挙げられる。彼はグラスゴウ外科教授の息子に生まれ、1836年にはエディンバラ大学の論理学・形而上学教授となった。彼の著作については、死後多くの批判を受けたが、人間の思考と無認識の行動、知覚と認識の関係性についての理論究明の創始者であることには違いなかった。また犯罪心理学の分野では、フェンウィック (Fenwick) のトムソン (J. B. Thomson, 1801-73) が1858年にパース刑務所勤務の外科医になったことから犯罪者の研究に取り組み、犯罪と遺伝要因、環境、物理的特徴の関連を調べた。トムソンは医学的観点から、犯罪に関連する主な病気として結核や精神病を挙げた。また社会人類学については、マクレナン (J. F. MacLennan, 1827-81) が挙げられる。彼はインバネス (Inverness) の保険代理店の息子に生まれ、自らは弁護士となったが、人間の習性や行動に関心を持ち研究を進め、世界の結婚形態を調べて1865年に『原始的な結婚』 (*Primitive Marriage*) を発表して、大きな社会的反響を受けた。さらに言語学上の調査 (philological enquiry) の面では、アバディーン生まれのレイ (J. Rae, 1796-1871) が活躍した。彼は1862年にハワイに住み、そこでの新聞に人間の演説の起源における身振り論をシリーズで発表し、

翌年にミューラー (Muller) によって王立学士院で紹介された。

予防接種 (inoculation) や検疫 (quarantine) については、既に経験的に効果ある対応策が見出されたが、病気伝染の過程については、パスツールの出現によって明らかとなった。パスツール以前では、物体の腐敗は空中を極微生物として移動して伝染すると考えられた。しかし「消毒法の創始者」と讃えられ、1860年にグラスゴウ大学教授になったリスター (J. Lister, 1827-1912) がバクテリアを含む炭酸物の伝染を発見したことが、病院の有り様にも公衆衛生でも、大きな変革をもたらすことになった。⁽²⁸⁾

既にリービッヒの弟子の一人でグラスゴウ大学化学教授の甥にあたるスミス (R. A. Smith) が大気汚染研究で活躍した。またトムソン (R. D. Thomson, 1810-64) が公衆衛生のパイオニアとして食料衛生問題で貢献し、1854年には王立学士院メンバーに選ばれた。またエディンバラでも、1848年に保険衛生委員会下の調査官となったサザランド (J. Sutherland, 1808-81) が活躍したが、彼はクリミア戦争に従軍し軍隊衛生の向上に尽力したことで有名であった。当時の公衆衛生問題では、発疹チフス (typhus) 腸チフス (typhoid) が二大社会問題であったが、1840年にイースト・ロシアンの牧師の息子に生まれたスチュアート (A. P. Stewart, 1813-83) が初めて両病気の区別を識別し、双方の適切な治療法を公表した。⁽²⁹⁾

医学の細胞研究でも、多くの生物学研究者が進められたが、その中にラルゴ (Largo) の医者の息子に生まれ、生きている物体の顕微鏡観察法を確立したことで知られるエデ

インバラ大学解剖学教授グッドサー (J. Goodsir, 1814-67) がいた。つまり細胞核はブラウン (R. Brown) が発見したが、細胞の構造と機能はグッドサーが研究し1859年に彼の弟子ドイツ人バーショウ (R. Virchow, 1812-95) が一連の成果を出版し、さらに4年後にシュルツア (Schulze) が一層詳細な完璧な細胞研究書を出版した。1870年にはスターリング (A. B. Stirling, 1811-81) が、顕微鏡を使って微小物を裁断する機械を発明した。またグッドサーの友人で、エディンバラ大学外科教授で英国科学促進連合や王立学士メンバーのジョン・トムソンの息子に生まれたグラスゴウ大学のアレン・トムソン (A. Thomson, 1809-84) が活躍し、19世紀を代表する生物学者と讃えられた。

また海事生物学 (marine biology) では、東インド会社外科医の息子に生まれたリンリスゴウ (Linlithgow) のチャーリー・トムソン (C. W. Thomson, 1830-82) の功績が挙げられる。つまり大地関連の科学研究が19世紀中頃までにほぼ達成された結果、自然科学者の関心は大洋研究、さらに深海研究に向けられた。トムソンは1868年以来、数回の大洋調査隊を派遣し、1872-6年の間に『チャレンジャー』(Challenger) 探険隊に参加して大西洋の深海調査を行った。彼は1869年には王立学士院メンバーに選ばれ、翌年にはエディンバラ大学自然物理学教授に任命された。⁽³⁰⁾

この時代のイギリスでは進化論をめぐる多くの論争が行われたが、スコットランドでは比較的論議は少なかった。1838年にエディンバラ・ケンブリッジ両大学の学んだダーウィン (C. R. Darwin, 1809-82) が、また1850年

代末にラッセル・ウォレス (A. R. Wallace, 1832-1913) が個別に自然淘汰の考え方に到達し、両者の思想がマルサスの『人口論』 (*Population*) に影響を与えた。ダーウィンは、ウォレスの研究を知るまでは自説の公表を控えていたが、1858年に両者が合同して自然進化・淘汰論を公表した。翌年にダーウィンは、20年間の研究蓄積を『種の起源』 (*The Origin of Species*) と題して公表した。これは70年間ほどの地理学における研究進展が、生物学にも影響を与えた結果からの推論であり、遠くはイタリア・ルネッサンスの巨匠ガリレオの推測した理論でもあった。⁽³¹⁾ 同じ頃にオーストリアのモラビア地方に生まれたメンデル (G. J. Mendel, 1822-84) は、遺伝に関する実験資料を集めて自らの進化論を公表した。しかし1900年頃まで無視されたが、彼の学説再発見が生物学理論に大きな進展をもたらすことになる。

また先述の実験生物学のシレフ (Shirreff) やアバディーン大学卒で家畜飼育業者として国際的にも活躍したマッコンビー (W. McCombie, 1805-80) も、同分野で活躍した。特に統計収集を越えて19世紀中頃からは数学的手法を用いての処理が一般的となり、1835年頃にはフランス人ケイトレ (L. J. A. Quetelet, 1796-1874) が人体の数学調査を入れて測定し、新しい科学としての人体測定学 (anthropometry) を確立した。

3. 化学の興隆 —19世紀後半—

この時代のスコットランド科学界を象徴した人物が、ケルビン卿である。ケルビン卿のもとで、グラスゴウ大学は1901年に創立350祭を開催した。と同時にグラスゴウ国際博覧

会が開催され、世界に向けて「機械の都」グラスゴウの繁栄を誇示したのである。⁽³²⁾

この19世紀後半のスコットランドでは、レントゲン線 (X-ray)、放射線、エレクトロン、 α 線・ β 線の発見と続いた。19世紀中葉には、真空チューブに電極を入れて放電すると光線が生じることは分っていた。そして1879年にクルックス (W. Crookes, 1832-1919) が放射線を磁石で偏向させ、光線が陰電気であることを証明した。その数年前にファン・ホフ (J. H. van't Hoff, 1852-1911) がイオンを発見していたが、これらをまとめて1897年にトムソン (J. J. Thomson, 1856-1940) が1897年に正確に規範化した。

そこでは分割できない単位として原子を越える電子 (エレクトロン, electron) が提示された。1877年にレントゲン (Rontgen, 1845-1923) がX線を陰極管で実験し、写真版に写すことに成功したが、この実験器具制作には、ミドロシアン (Midlothian) の農夫の息子に生まれた技師ウィルソン (C. T. R. Wilson, 1869-1959) が貢献した。ウィルソンは、故郷ネビス山 (Ben Nevis) の現象から、1895年にケンブリッジで湿気を含んだ空気が雲を作り雨を降らせることを実験した。彼はトムソンのX線管制作に従事した時にレントゲンの発見を聞いて、X光線でイオンを作り雲をつくる方法を考え、その過程を1911年には写真に取ることに成功した。その後、多くの原子物理学研究がウィルソン研究を土台に進められた。ウィルソンは、マンチェスターとケンブリッジ両大学で学び、1900年には王立学士院メンバーに選ばれ、1925年にはケンブリッジ大学自然物理学教授となり、1927年にはノーベル物理学賞を授与された。⁽³³⁾

1896年に、ベクレル (A. H. Becquerel, 1852-1908) がウラニウム混合物に X 線と同様の写真版に影響を与える効果があることを見出した。3年後にニュージーランド人のラザフォード (E. Rutherford, 1871-1937) 卿が放射線の中には α 線と β 線があり、しかも α 線は β 線よりも陽性で大量に存在し、 β 線は電子に従って存在することを発見し、さらに後に発見された滞電できないが貫通力をもつ放射線に γ 線と命名した。

またもうひとつの微粒子研究がフォルカーク (Falkirk) 出身のエイトキン (J. Aitken, 1839-1919) によって行われたが、彼は大気諸現象を研究して粉塵・霧・雲を調べ、さらに日没時の夕陽の色彩研究を進め、ポーランドのクラカタア (Krakatoa) 山爆発が如何に夕陽の色を変えるかを論証した。

また工業目的に役立つ研究として特に気体液化や不活性気体についての研究が、ディウォール (J. Dewar, 1842-1923) 卿やラムゼイ (W. Ramsay, 1852-1916) 卿によって行われた。ディウォールはキンカーデン・オン・フォース (Kincardine-on-Forth) の葡萄酒商の息子に生まれドラール・アカデミー (Dollar Academy) とエディンバラ大学に学び、いくつかの教職を経験した後、1875年にケンブリッジ大学の実験物理学のジャクソン (Jackson) 講座教授となり液化ガス問題と取り組み、酸素や窒素の液化や1898年には水素液化、翌年には水素固形化にも成功し、今日の大半のガス製造の基本問題を解決した。彼は真空を作る際にも、木炭が気体を吸収することを立証した。そして彼が出来なかったヘリウム液化も、1902年にオーネス (K. Onnes) が成功させた。ディウォールの気体

研究以外での功績は、エイベル (F. Abel) 卿と共同してのコルダイト (cordite) 爆薬の発明が指摘される。またラムゼイは、グラスゴウの土木技師の息子で有名な化学企業者の孫に生まれ、グラスゴウ大学とドイツのチュービンゲン大学に学び、1887年にはロンドンのユニバーシティ・カレッジ化学教授になり、同校の化学研究とイギリス化学工学の興隆に大きな貢献を果たした。1894年にラムゼイとレイリィ (Rayleigh) 卿が、液体空気中の窒素の中に、彼らがアルゴンと命名した不活性気体が未だ1%含まれることを発見した。続いてラムゼイが発見したネオン、クリプトン、キセノン等の微小気体を究明したが、それらは照明や溶接目的に利用されるに至る。さらに1904年に、ラムゼイとソディ (F. Soddy) がラジウムの放射分解の副産物としてヘリウムができることを変性の立証として提起した。ラムゼイは、1888年には王立学士院メンバーに選ばれ、1904年に不活性気体の研究でノーベル化学賞を受賞した。⁽³⁴⁾

同時期のスコットランドで、もうひとり気体研究で有名な人物がいた。それはヘレンスバラ (Helensburgh) 出身のハンネイ (J. B. Hannay, 1855-1935) で、彼はラムゼイを助けて多くの仕事をしただけでなく、彼自身の正確な測定器械を制作出来る特技を生かして高圧下の気体計測を行い、1878年のドイツでの「オズワルド粘土計 (viscometer)」の2年前に、既に彼独自で同様の器械を作り上げていた。

この時代には工業発展を支え、また促進するかたちで有機化学研究が著しく発展した。特にドイツでは学術調査を工業目的に生かし、1884年にドイツ人バイヤー (A. von Baeyer,

1835-1917) がインド藍 (Indigo) の化学合成, フィッシャー (E. Fischer, 1852-1919) が砂糖の原子配列 (configuration) の完成, 1877年に相反同等価値 (tautomerism) 観に基づく化学企業を展開したヴィスリツェイナス (Wislicenus, 1835-1902) が登場した。(35)

この時代のスコットランドの有機化学研究ではブラウン (A. C. Brown, 1838-1922) である。彼は化学方程式の簡略化した図を考案したが, 1864年にエチレンには炭素が2重に結合していることを発見, 1892年には自分の名前を冠した規範集を出版した。彼は生まれ故郷のエディンバラを中心に活躍し, 1869年にはエディンバラ大学化学教授, 1879年には王立学士院メンバーに選ばれた。分解における電離方法は先述したが, スウェーデンのオーレイニアス (S. A. Arrhenius) とファント・ホフの貢献が大きい。従来, 電気分解のよってのみイオン化は出来ると思われたが, 1887年に両人は分離された電解質の微分子 (molecule) は既に一對の滞電した存在であるとの電解質解離 (electrolytic dissociation) 論を発表した。(36)

工業化学分野での鉱石を青酸塩を用いて金を抽出する青化工法は, 金貨鑄造需要に応じて始められたが, スコットランドで発達した技術である。従来の塩化工法での金抽出はドイツ系アメリカ人のカアスル (Cassel) がスコットランドで考案し, 1884年に企業化し, グラスゴウでもテナント社が採用した。次いでグラスゴウの冶金学者マッカーサー (J. S. Macarthur, 1857-1920) が同工法を研究・改良し, 1887年に特許を獲得した。この方法が世界中に採用され, 金生産高は飛躍的に上昇した。またマッカーサーは, ラジウム化合

物の製造にも, パイオニア的役割を果たした。またブランタイア (Blantyre) 出身のオー (J. B. Orr, 1840-1933) は, グラスゴウの塗料会社に勤め1868年に白塗料を開発し, 1872年にはバリウム酸と亜鉛亜硫酸塩と酸化物混合の石版印刷を考案した。(37)

医学分野では, ロゼセイ (Rothesay) 商人の息子に生まれたマセウェン (W. Macewen, 1848-1924) 卿は, 19世紀のイギリス外科医学を代表する人物であり, 特に頭と骨の外科手術で著名であった。彼はグラスゴウ大学医学部に学び, 1892年には同大学外科教授となった。マセウェンは1878年には頭手術を開始し, 翌年には脳腫瘍の除去手術に成功した。彼は骨折手術にも新しい継ぎ方法や骨除去によるクル病治療法を確立し, 従来, 胸部手術を受けると肺に損傷がでると畏怖されたが, 彼が安全な手術法を提示した。またエディンバラにも2人の有名な医者が登場した。それはバーンティスランド (Burntisland) の牧師の息子に生まれたワトソン (P. H. Watson, 1832-1907) 卿とエディンバラのタイト (R. R. Tait, 1845-99) である。バーンティスランドは外科医でエディンバラの王立外科カレッジ (Royal College of Surgeons) 卒で活躍し, のち2度同カレッジの校長をつとめた。彼は卵巣切除術や関節切除手術でリスターに先行した人物である。タイトは婦人科学医 (gynaecologist) でエディンバラ大学に学び, 大半をバーミンガムで過ごし, 婦人病関係の手術を多く執行した。彼は友人のシム (Syme) 教授から学び, リスター法とは異なるかたちで外科手術に麻酔法を導入したパイオニアであった。さらにマセウェンの医事研究は, アバディーン出身でアバディー

ンとエディンバラ両大学に学んだフェリア (D. Ferrier, 1843-1928) 卿の神経学研究の成果にも助けられた。フェリア卿は、その後でロンドン大学キングス・カレッジへ移り、1873年には神経組織に電気ショックを与えて手足がどのように反応するかを実験し、1881年には実地調査を報告した。また彼の友人のマッケンジー (J. Mackenzie, 1833-1923) の背骨の知覚神経研究も平行的に発展したことで知られる。

フィリップ (R. W. Philip, 1857-1939) 卿は結核研究のバイオニアとして活躍し、エディンバラ大学の結核学教授になり、1887年にはエディンバラのヴィクトリア施療所 (Dispensary) に新治療法を導入した。また世界最初の同病のクリニックであった。さらにロックスバラ (Roxburgh) 州出身で、エディンバラ医学校卒のブランドン (T. L. Brunton, 1844-1916) 卿は狭心症治療へのアミル亜硝酸塩の奏効性を発見した。彼はいくつかの医学役職を経て、ロンドンの聖バーソロミュー (Bartholomew) 病院の内科教授となった。

さらに熱帯医学については、2人のスコットランド人医師の業績が挙げられる。マンソン卿 (P. Manson, 1844-1922) とロス (R. Ross, 1857-1932) 卿がいたが、両人ともインドで医療に従事し、マラリア寄生虫のライフ・サイクルを究明した。マンソンは、アバディーン州の地主で銀行家の息子に生まれアバディーン大学に学び、象皮病の原因を蚊との関係を調べたが、結論で失敗した。マラリア寄生虫は1880年にフランス人医師ラブラン (Laveran) によって発見されたが、マンソンは1892年にマラリア病を観察し、象皮病寄

生虫と同じように人間から蚊に伝達されると推論した。ロスはインド陸軍軍人の息子に生まれ、ロンドンで教育を受けた。彼は1894年にマスンに会い、マラリア研究に関心を持ち、4年かけてマラリア蚊を解剖研究し、はまだら蚊 (Anopheles) 胃壁の中に寄生虫が存在することを発見、同病との闘いに明確な目標を与えてマラリア伝染を阻止できることを指摘した。ロスは、マラリア研究が認められ1902年にスコットランド人最初のノーベル賞を受けた。(38)

心理学分野では、アバディーン出身のベイン (A. Bain, 1818-1903) が、同地の大学を卒業し医学生理学的調査と心理学の関係について、当時としては最も多くの明晰な論文を発表した。彼は1860年にアバディーン大学論理学教授、1890年には同学長となった。また薬学では理性的判断による標本薬物 (pharmacopoeia) を用いるかたちでの自然薬治療は18世紀から続けられてきたが、20世紀の初めから総合的な薬 (synthetic drug) 調合方法が始まりつつあった。マラリア特効として、キナの木 (cinchona) からキニーネ (quinine) を抽出する方法がパークヘッド (Parkhead) の本屋の息子でアバディーン大学医学部卒でインドで医療と森林業務に携わった植物学者キング (G. King, 1840-1909) 卿によって確立された。彼はカルカッタ植物園の監督官をつとめた後にベンガルにキナの木園を作り、さらにインド植物研究所も設立した。彼は1887年に王立学士院メンバーに選ばれた。

天文学では、さらに強力な望遠鏡の出現が遙かな宇宙に向けての研究を可能とし、新星の発見が続いた。アバディーン時計職人の息子に生まれドラー・アカデミーとアバディー

ン大学で学んだギル (D. Gill, 1843-1914) 卿は、新しい方法として天文観察に写真を結びつけた。彼は1879年に喜望峰の王立天文台官に任命され、南半球の天空の写真を撮影し、また太陽との距離や木星の大きさについての正確な計測に成功した。もうひとりのアバディーン人ベアード (A. W. Baird, 1842-1908) が大洋の潮流を研究し、1870年にイングラウンドで、1872年にはインド・カッシュ (Cutch) 湾を調査し、王立技師協会の大尉 (colonel) に任じられた。⁽³⁹⁾

詳細な地層研究も続けられた。この時代のジーキ (A. Geikie, 1835-1924) は、エディンバラの音楽家の息子に生まれ、エディンバラ高校・同大学で教育を受け、イギリスを代表する地理学者となった。イギリス地理学史での火山時代の研究を進め出版した他、氷河期や水の剥磨作用の研究を行い、1865年に王立学士院メンバー選ばれイギリス地理調査監督官になった。彼の弟ジェームズ (J. Geikie, 1839-1915) も有名な地理学者であった。

19世紀後半には、スコットランドからヨーロッパやアメリカへ、工学諸発明が伝播され、その技術が彼の地で土着・成長を開始する時代である。この時代には発動機、電気、内燃機関、蒸気タービン等の関連工業が発達した。サザランド (Sutherland) 生まれのスワン (J. W. Swan, 1828-1914) 卿はアメリカに移民したが、エディソンが木炭フィラメントを発見した同年の1878年に、独自に同様の発見をした。また電気研究者間に直流・交流論議がおこり、ケルビンやエディソン等は直流を支持したが、最終的には工業目的から交流が選択された。その背景には発動機の発達のパイオニアとしてジューメンスに次ぐ電気工業社

のウェスティングハウス (G. Westinghouse, 1846-1914) の役割が挙げられる。彼はケルビン卿の着想を実現し、ナイアガラ滝に水力発電の設備を作った。この計画はケルビンが1881年に英国科学促進会議で発表し、1892年にエディンバラ大学のフォーブス (J. D. Forbes) 教授の息子のジョージ (G. Forbes, 1849-1936) が任命され、彼が発電・送電観点から交流方式を採用した。ウェスティングハウス社は1869年に鉄道用の空気ブレーキを発明した。

また同社で発明した電気電車は、1888年にアメリカで、1890年にはイギリスで導入された。またケルビン卿が可能性を探り、船舶への荷積用として、エディンバラ大学の民法教授の息子に生まれたスウィントン (A. A. C. Swinton, 1863-1930) が移動式鉄製クレーンを発明した。彼はイギリスで最初のレントゲン撮影を受けたことでも有名で、1908年には陰極線オシログラフで走査した。

スコットランド最初の電気設備のある建物は、グラスゴウのセント・イノック (St. Enock) 駅で、1879年にイングラウンド会社の施工したアーク灯を設置した。電気発動機は、1884年にパーソンズ (C. Parsons, 1854-1931) 卿の発明した蒸気タービンによって実現された。興味深いのは、このタービンの発想は、ギリシア時代にさかのぼり、またレオナルド・ダ・ヴィンチも認識していたが、その実現は高速エネルギーの高速効率の運動を必要とした。そして蒸気タービンを装備した最初の船は、1901年にクライドで建造された行楽用の蒸気船「エドワード王」(King Edward) であった。そしてダンディの牧師の息子に生まれたユーイング (J. A. Ewing,

1855-1935) はタービンの技術発達に貢献した主導的な科学者である。彼は日本の工部大学校で教えるかたわら、滞日中に地震に興味を持ち研究を進めた他、鉄磁石の研究でも顕著な業績を挙げた。ユーイングは、1883年にはダンディ大学、1890年にはケンブリッジ大学教授となり、第一次世界大戦中にはドイツ軍の暗号解読に成功した。1918年にはエディンバラ大学学長に就任した。⁽⁴⁰⁾

鉄製送水管は1894年頃から大量の水を大量の蒸気に変えるためにヤロウ (Yarrow) 社が開発に成功した。グリーンノック (Greenock) の造船業者の息子のスコット (J. Scott, 1830-1903) は、伝統的な相反 (reciprocating) エンジン研究で低速貨物船に貢献した。彼は水管ボイラーをフォックス (Fox) が波形煙突を海軍軍艦に導入した。船舶は既に鋼鉄製の時代になっており、1879年にはダンバートンのデニー兄弟が1777トンの鋼鉄製船「ロトマハナ号」(Rotomahana) を建造した。全鉄鋼製の最初の船は、1876年にビルマ (Burma) 河での業務用に作られた外輪タグ船であった。

橋梁建設も鉄から鋼へと変化した。19世紀で最も長い鉄橋で有名なフォース橋 (Forth Bridge) が、2人のイングランド人技師のファウラー (J. Fowler) とベイカー (J. Baker) の企画で進められたが、そこにグラスゴウ大学留学中の邦人渡辺嘉一の考案したカンタリベ方式を受け入れた。架橋工事は、レンフルュー (Renfrew) 州ヒューストン (Houston) のアロル (W. Arrol, 1839-1913) 卿が請負い、1890年に完成した。アロルの有名な工事としては、他に1887年のタイ (Tay) 橋、1894年のロンドンのタワー・ブ

リッジ (Tower Bridge) があった。⁽⁴¹⁾

ガス燃焼エンジンは既に1820年頃に発明されていたが、1860年のフランスのラヌオール (J. J. E. Lenior), 1862年のボウ・ド・ロハス (Beau de Rohas), 1876年のオットー (N. A. Otto) 等の発明によって初めて力動機としての意義を認められ蒸気タービンのライバルとなった。複作動 (two-stroke) エンジンは1878年に、アンダーソン・カレッジ卒業生の著名な技師で、最終的には海軍のエンジン研究局の局長をつとめたクラーク (D. Clerk, 1854-1932) 卿が発明し、1881年のパリ博覧会に展示した。1891年には彼の考案をさらに改良したデイ (Day) のエンジンが登場した。また石油エンジンは、1878年に既にベンツ (K. F. Benz, 1844-1929) が3/4馬力のエンジンを制作していたが、1886年にダイムラー (G. Daimler, 1834-1900) が最初の実用的なものを発明した。そして1892年には、ディーゼル (R. Diesel, 1858-1913) が発火式エンジンの特許を取り、3年後には実用的なエンジンを生産し、さらに2年後にはドイツから商業生産された。また同年にグラスゴウでもマクラガン (R. Maclagan) が同様の車を生産した。そして空気タイヤは既にトムソン (R. W. Thomson) が問題提起していたが、1888年にドレゴウン (Dreghor-n) 出身でベルファーストで獣医をしていたダンロップ (J. B. Dunlop, 1840-1921) が実用化に成功した。彼が息子の自転車に空気タイヤを初めて取りつけた話は有名である。現代的な自転車は、1876年にダウソン (H. D. Dawson) が発明し、1885年にスタンリーとサットンが共同して商業化に成功した。⁽⁴²⁾

ベル (A. G. Bell, 1847-1922) は近代音声

学 (phonetics) の設立者のベル (A. M. Bell) の息子であったが、エディンバラからアメリカへ移民した6年後、1876年に電話を発明した。彼は1873年にボストン大学の音声心理学教授となったが、聾の人の教育にも熱心であった。彼は電信にも関心を持ち、器具製作助手ワトソン (G. Watson) の協力を得て同一電線で、いくつかのメッセージを伝達するのに成功した。これらの経験が1875年に電話の可能性を確信させ、翌年には実用化された。音の録音と再生は、1877年にエディソン (T. A. Edison, 1847-1931) が蓄音機を発明した。⁽⁴³⁾ また最初の配電所が、1878年にアメリカのコネティカット州ニュー・ヘイブン (New Haven) に開設され、翌年にはロンドンに設立された。

武器や爆発物では大きな進歩をみせた。1867年にノーベル (A. B. Nobel) がニトログリセリンの安全火薬を発明し、1889年にコルダイト火薬がアーバル (Abel) とディウォール (J. Dewar) 卿によって発明された。スコットランドでも1883年に、コートブリッジ (Coatbridge) のシンムレア (D. Sinclair) がダイアル式盤を発明した。また1883年に、1847年にクルップ (Krupp) が設立した武器庫で、マキシム (Maxim) がベッセマー鉄鋼工法を利用して最も有名となる銃を発明した。グリーンロック出身のノーブル (A. Noble, 1831-1915) 卿は、弾道学と精密科学を学び英国陸軍武器庫につとめ、イギリスの銃砲と爆発物の発展に大きな貢献をなした。⁽⁴⁴⁾

4. 結び

大英帝国の繁栄を象徴したヴィクトリア時

代の前半には、科学研究は多くの多様性をみせ、さらに多くの新部門確立へと向かった。前時代のような化学、物理学、医学のような分類では不十分となり、また科学知識も多様・細分化した。さらに都市での協同生活を可能とする諸科学も進展した。

スコットランドでは高地清掃 (Highland Clearance) も進展し、高地や僻地の社会経済もグラスゴウを中心とした低地 (Lowland) 経済に吸収・包摂された。そして1851年のロンドンでの大英帝国で、その経済的繁栄を発展の象徴として開催された。国内的には1847年のアイルランドの大飢饉、また国際的にはクリミア戦争勃発やインド・セポイの暴動に遭遇しながらも、イギリスは、第1次・第2次選挙法改正や1833年の奴隷禁止、さらにアメリカの独立戦争を経て、世界に向けての自由化 (liberalism) の道を歩んだ。イギリスは19世紀末の30年に繁栄のピークを迎える。イギリスは世界通商の中心となり工業、また教育・文化の中核となった。イギリスは七つの海を制覇し、文字通り「世界の工場」となり、次の世紀にアメリカ、ドイツが凌駕するまでの全員が大英帝国の繁栄を享受した。政治にはグラッドストーン (W. E. Gladstone) 卿、チェンバレン (J. Chamberlain) 卿、社会にはリプトン (T. Lipton) 卿のような新興の富裕な産業主が出現した。また人道主義的な思想も興隆した。そして新教育法がイングランドでは1870年、スコットランドでは1872年に施行され、労働者階級にも能力に応じての教育機会が確立した。

スコットランドは、スコットランド・ルネッサンスを完成させ、旧首都のエディンバラは「北方のアテネ」 (Athens of the North)

と呼ばれる栄光に浴した。⁽⁴⁵⁾ グラスゴウは「造船の都」、「鉄道の都」とも呼ばれた⁽⁴⁶⁾ そこにはエディンバラにはスティーブンスンやヘンレイ (Henley), グラスゴウにはマッキントッシュ (C. R. Macintosh) やグラスゴウ・スクールボーイと呼ばれた人々が活躍した。

注

- 1) 拙稿「イタリア・ルネッサンスとスコットランド」(『創価大学比較文化研究所紀要』第18巻2001年3月所収), 同「スコットランド・ルネッサンス研究(2)―科学技術文化の開花―」(『創価経済学論集』第30周年記念号, 平成14年3月所収) 参照
- 2) 拙論「近代スコットランド移民活動の思想・哲学」(『拙著近代スコットランド移民史研究』第2章 御茶の水書房1998年10月) 33-57頁。
- 3) C. A. Oakley, *History of a Faculty, Engineering at Glasgow University*, 1973. p. 3, A. L. Brown and M. Moss, *The University of Glasgow: 1451-1996*, Edinburgh University Press, 1996. p. 27
- 4) W. O. Henderson, *Britain and Industrial Europe, 1750-1870*, Leicester University Press, 1965. p. 122, 144.; G. W. Roderick & M. D. Stephens, *Scientific & Technical Education 19th Century England*, David & Charles: Newton Abbot, 1972. p. 18
- 5) J. W. F. Gardner, *Railway Enterprises, London, Midland and Scottish Railway, Origin and Subsequent Development of the Railways in Scotland*, Privately Printed, 1926. pp. 3-8.; Strathclyde Regional Council, *Clyde Men of the World*, Vol. III, Blackie & Son, 1872. p. 435.
- 6) R. A. Paxton, 'Menai Bridge (1818-26) and its influence on suspension bridge development', in *Transaction of Newcomen Society*, 1977-78, p. 49. 土木学会監訳『フォース橋の100年』(R. Paxton ed., *100 Years of the Forth Bridge*, 1990), 21, 36, 124頁。
- 7) H. H. Ellis, *A Study of British Genius*, Constable, 1927. pp. 63, 69, 85.
- 8) G. S. Emmerson, *John Scott Russell, A Great Victorian Engineer and Naval Architect*, John Murray, London, 1977. pp. 9, 34, 58-60.
- 9) P. Banbury, *Shipbuilders of the Thames and Medway*, David & Charles, Newton Abbot, 1971. pp. 18, 63, 211.
- 10) J. Shields, *Clyde Built, A history of shipbuilding on the River Clyde*, William Maclellan, 1950. p. 59.
- 11) G. Balfour, *The Life of Robert Louis Stevenson*, Vol. 1, Methuen & Co., London, 1902, pp. 16-28.
- 12) 海上保安庁燈台部『日本燈台史』(燈光会・中央公論事業出版 昭和44年), 34頁。R. W. Munro, *Scottish Lighthouses*, The Thule Press, Lewis, 1979. pp. 80, 109-110.
- 13) R. Chambers et al., *A Biographical Dictionary of Eminent Scotsmen*, with supplemental volume by Thomas Thomson, Vol. 1, Blackie, 1855. p. 6, 15, 78
- 14) S. P. Thompson, *Life of Lord Kelvin, 1824-1907*, Vol II, Macmillan & Co, London, 1910.; D. Wilson, *William Thomson, Lord Kelvin*, J. Smith & Sons, Glasgow, 1910. 参照。またケルビン卿の日本人留学生との交流については、拙著『国際日本を拓いた人々―日本とスコットランドの絆―』(同文館 昭和59年) 157, 177, 178, 194頁。
- 15) R. Ian, *The Five-hundred Year Book of the University of Glasgow, 1451-1951*, Glasgow Univ., Press, 1951. p. 36.; *History of Faculty of Engineering, from Stephenson to Aerial Surveying, 120 years of Pioneering*, University of Glasgow, London, 1946. pp. 65-71.
- 16) A. G. Clement & R. H. S. Robertson, *Scotland's Scientific Heritage*, Oliver & Boyd, Edinburgh, 1961. p. 79.
- 17) R. H. S. Robertson, 'The Output of Scientists in Scotland, 1600-1950', in *The Eugenics Review*, Vol. 52, pp. 71-82.; G. Singer, *A Short History of Medicine*, Oxford Clarendon Press, 1931. p. 132.
- 18) P. Lenard, *Great Men of Science*, G. Bell & Sons, 1950. p. 175.; D. Thompson, 'Fifty Years ago in the Royal Society of Edinburgh'

- gh', in *The Proceeding of Royal Society of Edinburgh*, Vol. 54, pp. 112, 145-57.
- 19) A. G. Clements & R. H. S. Robertson, *op. cit.*, p. 82.; F. Cajori, *A History of Physics*, Macmillan, 1899. p. 143.
- 20) A. Slaven & S. Checkland, *Dictionary of Scottish Business Biography*, 1860-1960, Vol II, Aberdeen Univ., Press, 1990. p. 81.
- 21) W. Woodruff, *The Rise of the British Rubber Industry in the Nineteenth Century*, Liverpool, 1958. p. 76.; E. Thompkins, *The History of the Pneumatic Tyre*, Dunlop Archive Project, 1981. p. 68.
- 22) F. S. Taylor, *A Short History of Science*, Heineman, London, 1939. p. 105.
- 23) F. Cajori, *A History of Mathematics*, Macmillan, 1894. p. 84.
- 24) 拙著『蘇格蘭土と日本・世界—ボウモア・ウィスキーと薊の文化—』(近代文芸社 1999年) 44頁。M. Lindsay, *Victorian and Edwardian Glasgow*, from old photographs, B. T. Batsford Ltd., London, 1897. pp. 6870, 100.,
- 25) W. K. V. Gale, *The British Iron & Steel Industry*, A Technical History, A. M. Kelley, New York, 1968. p. 107; D. Burn, *The Economic History of Steel Making*, 18 67-1939, Cambridge Univ., Press, 1961. pp. 59, 65, 198.
- 26) Sir G. Morgan & D. D. Platt, *British Chemical Industry: its Rise and Development*, Edward Arnold, 1935. p. 164.; J. R. Partington, *A History of Chemistry*, Macmillan, 1937. p. 69.
- 27) D. Guthrie, *A History of Medicine*, Nelson, 1945. pp. 12-4, 34-5.
- 28) J. Patrick, 'Scotland and Advances in Medicine and Surgery', in *Scotland and its Peoples*, No. 6, Oliver & Boyd, Glasgow, 1942.; O. Checkland & M. Lamb, *Health Care as Social History; The Glasgow Case*, Aberdeen University Press, 1982, pp. 110, 179, 180.
- 29) A. G. Clements & R. H. S. Robertson, *op. cit.*, p. 92; A. J. Youngson, *The Scientific Revolution in Victorian Medicine*, Croom Helm, London, 1979. p. 21.
- 30) C. Singer, *A Short History of Biology*, Clarendon Press, Oxford, 1931. p. 86.
- 31) J. H. McCulloch, *The Scot in England*, Hurst & Blackett, 1935. p. 56.; F. Daneman & *A History of Science, Technology and Philosophy in the 16th and 17th Centuries*, Allen & Unwin, 1950. p. 23.
- 32) 拙稿「スコットランド機械工業史—H・ダイア—のグラスゴウ機械工業調査報告(1901年)を中心として—」(『創価経済論集』第11巻第2号 1981年), 45-82頁。拙稿「日本・スコットランド文化交流史—明治のジャポニズムと英国グラスゴウ—」(『日本研究』第21集 平成12年3月), 50-52頁。
- 33) F. Cajori, *A History of Physics*, Macmillan, 1899. p. 94.; F. S. Taylor, *British Inventions*, Longmans, 1952. p. 112.
- 34) S. Miall, *History of the British Chemical Industry*, Benn, 1931. p. 87.; C. A. Oakley, *The Second City*, Blackie, Glasgow, 1967. p. 149.
- 35) 水野五郎訳『近代化学工業の研究—その技術・経済史研究—』(L. F. ハーバー著 北海道大学図書刊行会 1977年), 240-253頁。
- 36) A. & N. Clow, *The Chemical Revolution*, Batchworth Press, 1952. pp. 18, 25.
- 37) A. G. Clement & R. H. S. Robertson, *op. cit.*, p. 100.
- 38) J. D. Comrie, *History of Scottish Medicine*, Vol. 2. Bailliere, London, 1932. p. 94.
- 39) W. W. Bryant, *A History of Astronomy*, Methuen, 1907. p. 88.; H. H. Ellis, *op. cit.*, pp. 74, 87.
- 40) S. J. Jones, *Dundee and District*, Dundee Local Executive Committee of the British Association for the Advancement of Science, 1962. p. 377.; R. L. Mackie ed., *Scientific Survey of Dundee and District*, B. A. A. C. 1939. p. 153.
- 41) 拙著前掲『国際日本を拓いた人々』191頁。H. Douglas, *Crossing the Forth*, Robert Hale Ltd., London, 1964. p. 121.; *History of the Forth Bridge*, Bank & Co., Ltd., Edinburgh, 1911. pp. 25-41.; H. M. Cadell, *The Story of the Forth*, Maclehoose, Glasgow, 1913. pp. 81-103.
- 42) J. Butt, I. L. Donnachie & J. R. Hume, *Indus-*

- trial History in Pictures of Scotland*,
David & Charles, Newton Abbot, 1967. pp. 78
-81.
- 43) 拙著『近代スコットランド移民史研究』(御茶
の水書房 1998年) 147-152頁, G. Donaldson,
The Scots Overseas, Robert Hale, London,
1966. pp. 177, 190.
- 44) J. G. Crowthers, *Discoveries and Inventions
of the Twentieth Century*, Routledge &
Kegan Paul Ltd., rep in 1978, pp. 23-26.
- 45) M. Joyce, *Edinburgh, The Golden Age, 1769-
1832*, Longmans Green & Co., London, 1951,
pp. 124-134.; W. K. Ritchie, *Edinburgh in its
Golden Age*, Longman, London, 1967, pp. 84-
87.
- 46) 拙著『近代スコットランド鉄道・海運業史—大
英帝国の機械の都・グラスゴウ—』(御茶の水
書房 1999年), 5, 13-15頁.