

イギリス工学教育発展史 (2)

—— 拡張期 (1860年代末～90年代) ——

広瀬 信

Development of Engineering Education in the United Kingdom (2)
—— Period of Expansion (late 1860s-90s) ——

Shin HIROSE

E-mail: hirose@edu.toyama-u.ac.jp

キーワード：技術者養成 工学教育 大学教育 高等教育

Keywords：education and training of engineers, engineering education, university education, higher education

はじめに

前稿¹⁾では、1830年代末から1860年代末頃までのイギリスの全日制高等教育機関における工学教育の状況を検討し、工学教育創設期の特徴を明らかにした。本稿では、世界の最先進工業国としてのイギリスの地位が脅かされつつあることを明らかにした1867年パリ万国博覧会から、19世紀末までの時期を対象に、全日制高等教育機関における工学教育の状況を検討する。この時期は、工学教育を行う高等教育機関の数が大幅に増加した時期で、工学教育の拡張期と特徴づけることができる。

1. 工学教育拡張の背景

(1) 市民大学運動

オックスフォードとケンブリッジの2つの旧大学から排除されていた人々、すなわち中流階級や非国教徒への高等教育の提供と、旧大学のカリキュラムにない科目の提供という2つの目的を実現するために、1828年、ロンドン・ユニヴァーシティ・カレッジ (University College, London) (UCL) が設立されたが、人口が急増したイングランド北部と中部の産業都市にはその後も高等教育機関が存在しなかった。これらの産業都市の市民の高等教育要求に応えるとともに、産業と結びついた科学や技術などの教育を提供するために、1850年代から市民カレッジ (civic college) の設立が始まり、1870年代以降急増することになった。

1851年に設立されたマンチェスター・オーエンズ・カレッジ (Owens College, Manchester) (OC) が嚆矢で、1871年にニューカッスル物理科学カレッジ (Newcastle College of Physical Science) (1883年からニューカッスル・ダラム科学カレッジ (Durham College of Science, Newcastle upon Tyne))、1874年にリーズ・ヨークシャー科学カレッジ (Yorkshire College of Science, Leeds) (YC)、1876年にブリストル・ユニヴァーシティ・カレッジ (University College, Bristol)、1880年にシェフィールド・ファース・カレッジ (Firth College, Sheffield) (FC) とバーミンガム・メイスン科学カレ

ジ (Mason Science College, Birmingham) (MSC)、1881年にノッティンガム・ユニヴァーシティ・カレッジ (University College, Nottingham)、1882年にリヴァプール・ユニヴァーシティ・カレッジ (University College, Liverpool) と設立が続いた。

ウェールズでも、1872年、1883年、1884年と3つのユニヴァーシティ・カレッジが設立されたが、ウェールズの場合は、民族文化復興運動といった性格を強く持ち、人文学系の科目に重点が置かれた²⁾。

スコットランドでも、1881年にダンディ・ユニヴァーシティ・カレッジ (University College, Dundee) が設立されている。

これらの市民カレッジが、1860年代末以降の工学教育拡張の受け皿となった。

(2) 1867年パリ万国博覧会ショックと技術教育運動

イギリスは、1851年の第1回ロンドン万国博覧会では、ほとんどの部門で賞を獲得し、最先進工業国としての威信を保ったが、1867年のパリ万国博覧会では、90部門中10部門においてしか賞を取れず、最先進工業国としての地位を脅かされつつある事実がイギリス国民に突きつけられた。このパリ万国博覧会ショックを契機に、イギリスでは技術教育運動が始まった。

すでに、1851年万博の時点から大陸諸国の追い上げは意識されており、万博の剰余金を使った産業教育振興構想が議論されたり、科学技術教育の振興をはかるため、1853年に商務院の下に科学美術局 (Science and Art Department) が設置されるなどの動きが現れていた。1867年パリ万博ショックを受けて、1868年に科学教育に関する議会特別委員会 (Select Committee on Scientific Instruction)、1870年に科学教育と科学の進歩に関する勅命委員会 (Royal Commission on Scientific Instruction and the Advancement of Science)、1881年に技術教育に関する勅命委員会 (Royal Commission on Technical Instruction) と、連続して調査検討委員会が設置され、科学技術教育に対する関心が高まり、19世紀末に向けて技術教育運動が展開された。

技術教育に対する関心が高まる中、その膨大な資産から多くの収益を上げていたロンドンの同業組合に対して、技術教育振興への財政的貢献を求める声が高まり、1878年、11の同業組合とロンドン市が共同で、「技術教育振興のためのロンドン市・同業組合協会（City and Guilds of London Institute for the Advancement of Technical Education）（CGLI）」を設立した。CGLIは、技術教育運動の牽引車となり、全国各地の技術学校、技術カレッジの発展に貢献するとともに、自らロンドンに2つの技術カレッジを設立した。その内、1884年に、大陸諸国の高等技術教育機関をモデルに設立された中央教育機関（Central Institution）は、後にロンドン大学インペリアル・カレッジ（Imperial College）の母体の1つとなる高等教育機関で、本稿が対象とする工学教育の拠点の一つとなった。

技術教育運動と前項の市民カレッジ設立運動が重なり、工学教育を導入する市民カレッジの設立も相次いだ。工学教育への関心の高まりは、旧大学にも影響を与え、1875年にケンブリッジ大学に機械学・応用力学（Mechanism and Applied Mechanics）講座が設置された。

（3）植民地インドへの技術者供給の必要性

イギリスは、植民地インドの灌漑工事や道路建設、鉄道建設、運河・港湾建設などを進めるため、インドに土木技術者や機械、電信技術者を供給することが必要であった。これらの公共事業は当初は軍事部門の下で行われていたが、軍事部門から独立させた方がよいとして、1854年、インド公共事業局（Indian Public Works Department）が設置された。しかし、その後もしばらくは、従来通り、東インド会社のアディスコム軍学校（Addiscombe Military Seminary）で養成された軍事技術者が当てられた。しかし、彼らは土木工事の専門的訓練を受けているわけではなく、また、セポイの反乱（1857-59）以降の技術者需要の増大³⁾に対応できなくなる中で、民間技術者（civil engineer）の投入が課題となった。1858年に東インド会社が廃止され、1859年からロンドンでインド公共事業局の技師補採用試験が始められ、工学コースをもつ大学やカレッジが、その修了生を供給していたことは前稿ですでに指摘したが、十分な数の質の高い合格者を得ることができなかった。そのため、インド省は、インド公共事業局に供給する技術者を教育・訓練するため、1871年9月、ロンドン郊外のクーパーズ・ヒルにインド土木工学カレッジ（Indian Civil Engineering College）（1875年に勅許状を得てロイヤル・インド工学カレッジ（Royal Indian Engineering College）（RIEC）に改称）を開設した⁴⁾。

2. 工学教育を行う高等教育機関の増加

1860年のイギリスには、工学教育を行う高等教育機関が、イングランドに2校（ロンドンのユニヴァーシティ・カレッジ（UCL）とキングス・カレッジ（King's College, London）（KCL））⁵⁾、スコットランドに1校（グラスゴー大学）、アイルランドに4校（ダブリン大学トリニティ・カレッジ（Trinity College, Dublin）（TCD）とクィーンズ大学のクィーンズ・カレッジ（Queen's College）3校）、計7校存在したが、

資料1に示すように、1860年代末から1890年代にかけて、イングランドで12校、ウェールズで1校、スコットランドで2校、アイルランドで1校増加し、計16校増加した。

資料1 1860-90年代に工学教育を導入した高等教育機関

年度	工学教育機関名
1864	ロイヤル造船学・船舶工学学校（E.）（～1872）
1867	ダブリン・ロイヤル科学カレッジ（I.）
1868	マンチェスター・オーエンズ・カレッジ（E.）
1868	エディンバラ大学（S.）
1871	ロイヤル・インド工学カレッジ（E.）
1875	ケンブリッジ大学（E.）
1876	リーズ・ヨークシャー（科学）・カレッジ（E.）
1878	ブリストル・ユニヴァーシティ・カレッジ（E.）
1878	ダンディ・ユニヴァーシティ・カレッジ（S.）
1881	バーミンガム・メイスン科学カレッジ（E.）
1884	シェフィールド・ファース・カレッジ（E.）
1884	ノッティンガム・ユニヴァーシティ・カレッジ（E.）
1884	ロンドン市・同業組合協会中央教育機関（E.）
1886	リヴァプール・ユニヴァーシティ・カレッジ（E.）
1890	カーディフ・ユニヴァーシティ・カレッジ（W.）
1891	ニューカッスル・ダラム科学カレッジ（E.）

（1）科学美術局の設立校（政府立）

科学技術教育の振興に取り組んだ科学美術局の下で、次の2校が1860年代に設立されている。

1) ロイヤル造船学・船舶工学学校

1864年、海軍省の要請に応じて、主に海軍造船将校の養成のために科学美術局が設立したロイヤル造船学・船舶工学学校（Royal School of Naval Architecture and Marine Engineering）は、冬期半年間を座学に、夏期半年間を海軍工廠での実地訓練に充てるサンドイッチ制で、当初3年制であったが、1868年から4年制となった。軍人だけでなく、民間の私費学生も受け入れていたが、1873年に、グリニッチ・ロイヤル海軍カレッジ（Royal Naval College, Greenwich）に移管された⁶⁾。

2) ダブリン・ロイヤル科学カレッジ

1867年、鉱山学、農学、工学、製造業などの産業技術教育と科学教員養成を目的として、科学美術局によってアイルランドに設立されたダブリン・ロイヤル科学カレッジ（Royal College of Science, Dublin）は、3年制の3年次（後に2・3年次に工学コースを設けていた⁷⁾。

（2）イングランド・ウェールズの市民カレッジ

イングランド・ウェールズでは9校の市民カレッジで工学教育が導入されたが、紙数の関係でその内4校を取り上げる。

1) マンチェスター・オーエンズ・カレッジ（OC）

マンチェスターの商人、J.オーエンズ（J. Owens, 1790-1846）の遺産を元に1851年に設立されたOCには、当初は工学は開設されていなかったが、1866年12月11日、マンチェスターとその近郊の機械工業経営者の集会で、同校への土木・

機械工学講座の設置とそのため10,000ポンドの寄付の訴えが決議され、工学教育導入に踏み出した。

翌年、地元機械工業経営者のJ. フィットワース (Joseph Whitworth)、W. フェアベアン (William Fairbairn)、C.F. バイア (Charles F. Beyer)、J. ロビンソン (John Robinson) からなる小委員会は、OCに9,505ポンドを寄贈するとともに、カレッジ管財人に代わって年俸250ポンドで工学教授を公募した。18人の応募者があったが、何れも資格が不十分と判断し、より優秀な人材を得るため、バイアがさらに250ポンドを5年間寄付し、年俸500ポンドで再公募し、1868年3月⁸⁾、ケンブリッジ大学フェローのO. レイノルズ (Osborn Reynolds, 1842-1912) を工学教授に採用した。彼はその後1905年まで、37年間にわたって教授を務め、OCの工学教育を築いた。

工学証書 (Certificate in Engineering) を取得できる3年制コースが整備され、数学、力学、物理学、化学、鉱物学などの基礎理論と機械工学、土木工学、ならびに製図と測量をその教育内容としていた。周辺工場の作業場巡検なども提供されていたが、技術者専門職に必要な科学的基礎理論の教育が中心で、「土木技術者の事務所や機械技術者の作業場でのみ習得できる実地訓練に取って代わることは意図していない⁹⁾」と明記していた。教授の他に製図や測量実習などを担当する助手が1名いた。

1880年代に入ると、材料強度の試験機や蒸気機関の効率測定機器の利用が広がり、技術者教育における工学実験教育(特に測定)の重要性が高まった。OCでもUCLに倣って工学実験室の導入が検討され、レイノルズの提案が1884年春に出されている。しかし、他の懸案が優先され、この提案は18ヶ月後によく具体化に向けて動き出した¹⁰⁾。1887年1月、著名な機械技術者で、カレッジ終身理事でもあったJ. フィットワースが亡くなり、遺産から工学実験室の建設資金6,000ポンドが提供され、メイザー・アンド・プラット社 (Messrs. Mather and Platt) からの設備資金の寄付1,100ポンドを加えて実現し、フィットワース実験室と命名された¹¹⁾。

学生の履修状況を見てみると、初期はまだコース履修よりも科目履修が一般的であったようで、1870-71年度は機械工学初級が19人、上級が4人、土木工学初級が15人、上級が2人、製図が24人であった¹²⁾。1879-80年度～1881-82年度の学年別学生数(表1)をみると、1学年10人前後で、上級学年になると減少することがわかる。また、表2に示すように、1871年から1903年までの33年間の工学証書取得者は126人、年平均3.8人で、世紀末になってもおおむね1桁であった。

1880-81年度の便覧には、地元の主要な機械技術者が工学修了証書取得者には、謝礼金の必要な徒弟訓練を短縮したり、通常の徒弟訓練を謝礼金無しで提供したりする特典が提供されるとある¹³⁾が、そのことが十分なインセンティブにはなっていないようである。

1880年にヴィクトリア大学の構成カレッジとなり、工学で理学士優等学位が取得できるようになった。工学証書取得者とおおむね重なっており、表2に示すように、世紀末になってもおおむね1桁であった。

表1 オーエンス・カレッジ全日制工学
学生数学年別推移 (1879-81)

年度	1年次	2年次	3年次	合計
1879-80	12	14	9	35
1880-81	9	10	7	26
1881-82	13	9	7	29

註 Calendar of Owens College, 1880-81～1882-83による。

表2 ヴィクトリア大学工学学位等
取得者数の推移 (1871-1903)

年度	マンチェスターオーエンス・カレッジ		リヴァプールU.C.	リーズ・ヨークシャー・カレッジ
	工学証書	B.Sc.(Eng.)Hon.	B.Sc.(Eng.)Hon.	B.Sc.(Eng.)Hon.
1871	2			
1872	4			
1873	0			
1874	2			
1875	3			
1876	0			
1877	2			
1878	3			
1879	2			
1880	5			
1881	4			
1882	2	2		
1883	1	2		
1884	2	0		
1885	2	3		
1886	2	2		
1887	2	1		
1888	2	3	1	
1889	4	4	1	
1890	6	3	0	
1891	4	3	0	1
1892	1	1	1	0
1893	2	3	1	1
1894	8	8	4	0
1895	5	10	4	0
1896	7	8	6	1
1897	8	8	4	2
1898	7	7	3	2
1899	8	8	4	3
1900	10	13	2	1
1901	6	8	8	2
1902	3	5	3	4
1903	7	13	7	4

註 1) 便覧(Calendar)に掲載されている取得者名一覧より作成。
2) B.Sc.(Eng.)Hon.以外にB.Sc.(Eng.)(Ordinary)取得者がいるが、人数は不明。

2) リーズ・ヨークシャー (科学)・カレッジ (YC)

1867年のパリ万博をきっかけに、産業の基礎としての科学教育への関心が高まり、諸種の議論等を経て、1872年に科学カレッジ構想ができあがった。①数学・工学、②化学、③鉱山学・地質学・冶金学、④実験哲学の4つの寄付金講座を設置する構想で、市民や地元企業への60,000ポンドの寄付金の訴えが行われたが、2年で20,000ポンドしか集まらず、1874年10月、当初計画を縮小して①実験物理学・数学教授、②地質学・鉱山学教授、③化学教授の3人体制でスタートした。後に学芸(Arts)部門が追加され、1878年、名称から「科学」がとれて、リーズ・ヨークシャー・カレッジ (YC) となった¹⁴⁾。

工学講座は1876年に設置され、初代工学教授に、KCLで

工学を学び、その後ケンブリッジ大学を修了後、鉄道技術者となり、1871年からカナダのマギル大学（McGill University, Montreal）工学教授を務めていたG.F.アームストロング（G.F. Armstrong, 1842-1900）¹⁵⁾が採用された。

彼の下で2年制の工学アソシエイト取得コースが設置され、土木工学と機械工学を選択できた。カリキュラムは、基礎科目としての数学、物理学、地質学（土木）、化学（土木）に加え、①測量の講義と実習、②土木構造物の理論と実例の講義、③機械の理論と実例の講義、④製図実習から構成されていた。夜間クラスも開設されていた。カレッジの入学年齢は14歳以上（1894-95年度からは15歳以上）で、入学試験もなかった¹⁶⁾（1883-84年度からは、16歳未満の者は、算数、代数、幾何学、英語の入学試験が課された¹⁷⁾）。

1877-78年度校長報告書では、数学と物理学の知識が不十分である問題、技術者志望者が、見習い生修行や徒弟訓練との競合から、カレッジの工学教育を利用しようとならない問題などが指摘されている¹⁸⁾。この実地訓練との競合に対処するため、1881-82年度からは、冬期6ヶ月（3学期制の1学期と2学期）をカレッジで、夏期6ヶ月を土木技術者事務所か機械作業場での訓練に当てることができるようにサンドイッチ制のカリキュラムに改訂された¹⁹⁾。

当初は、製図室はあったが、実験室も作業場実習施設もなかった。1883年に実験室のための基金への寄付が呼びかけられ、1885年に工学棟が完成し、翌年にかけて2つの実験室、1講義室、工作機械、試験装置、実験用蒸気機関などが整備され、本格的な教育・研究体制が整った。

1884年にアームストロングがエディンバラ大学に転出し、後任に、グラスゴー大学で工学を学び、その後助手を務めていたA. バー（A. Barr, 1855-1931）²⁰⁾が着任した。彼はカリキュラムを組み替え、3学期制の3年コースに整備した²¹⁾。カリキュラムは、数学、物理学、地質学（土木）、化学（土木）などの基礎科目に加え、①工学の理論と実地の講義（上級クラスでは高度な数学を使用）、②測量の講義と実習、③製図、さらに1885-86年度から④工学実験と⑤工場・工事現場巡検が加わった。内容も、従来の土木工学と機械工学に電気工学が加わり、3年制コース修了資格として新たに工学熟達証書（Certificate of Proficiency）が導入された。また、カレッジの工学教育は、実地訓練の代替を意図するものではないこと、実地訓練の前に履修しても後に履修してもよいが、できれば前の方が望ましいと助言している。また、昼間に実地訓練に従事している者の便宜のために、土木工学と機械工学の講義は隔日の午後4時に開講している²²⁾。

表3の工学履修者数の推移を見ると、バーのカリキュラム再編後、1880年代末にかけて登録学生数が増加していること、また、1年次の学生の比重が高く、特に3年次の上級工学まで在学し続けるのは10～15%程度と極めて少ないことなどがわかる。しかし、1890年代に入ると30～80%に比率が上昇している。また、履修者数では1892-93年度までは夜間コースが昼間コースを上回っていることもわかる。

1894-95年度から、工学実験室や製図室の収容能力が60人で

あるため、昼間コースのすべての入学希望者に数学の入学試験を課し、学力による選抜を始めている²³⁾。その結果登録学生数がやや減少している。

表3 リーズ・ヨークシャー・カレッジ
工学履修者数の推移（1883-98）

年 度	登録学生数	1年次 初等工学	2年次 土木工学	2年次 機械工学	3年次 上級工学	全学年 製図	全学年 工学実験	夜間 工学講義	夜間 工学実験
1883-84	16							37	
1884-85	24	21	*3			20		71	
1885-86	27	13	7	11		18	12	84	
1886-87	26	15	4	7	3	22	18	73	23
1887-88	44	21	1	5	2	27	21	62	13
1888-89	44	29	10	10	2	35	31	62	19
1889-90	46	18	9	12	2	39	29	57	
1890-91	43	27	7	10	3	39	28	58	11
1891-92	52	27	9	13	6	50	38	101	21
1892-93	61	37	15	31	9	73	65	93	11
1893-94	59	21	11	26	20	64	56	53	13
1894-95	45	18	10	21	11	46	41	39	22
1895-96	44	21	14	13	9	47	47	52	19
1896-97	55	25	17	25	10	55	49	41	26
1897-98	45	15	21	17	17	52	46	43	21
1898-99	41	21	16	16	8	52	41	69	33

註 1) *Calendar of the Yorkshire College, Leeds, 1884-85～1891-92.*
2) *印の科目名は「測量」

1888-89年度からヴィクトリア大学の構成カレッジとなり、理学士（工学）取得の道が開かれた。しかし、表2に示したように、優等学位取得者は年に1～3人程度と少なかった。

バーは1889年に母校の教授に戻り、J. グッドマン（J. Goodman）が後を継いだ。カレッジでの工学教育は、実地訓練の代替ではなく、工学の学生には徒弟訓練や見習い生修行が不可欠であることが改めて強調されている。また、可能ならば、入学前に多少の実地訓練を受けておくことが望ましいとしている²⁴⁾。

便覧の授業案内では、工学実験室での教育についても詳しく説明されており、それは実地訓練では学ぶことのできないもので、「高い実際の効用」があると強調されている²⁵⁾。

1897-98年度の便覧では、民間（土木）技術者協会（the Institution of Civil Engineers）が工学学位（または準会員試験）の取得を会員資格要件に導入したことを紹介し、学位取得が奨励されている²⁶⁾。

1899-1900年度からは、電気工学講師のポストが新設され、完全な電気工学コースが導入された。土木や機械技術者志望者と異なり、電気技術者志望者には、カレッジ教育を先行させることを奨励している²⁷⁾。

3) ブリストル・ユニヴァーシティ・カレッジ

1872年頃から高等教育機関設立の動きが始まり、1874年6月に設立促進の市民集會が開催され、1876年8月、商務院により法人化され、みすばらしい施設・設備でスタートした。教授は化学と現代史・文学の2名で、講師が4名だった。

1878年、見習い生を受け入れていた機械系企業の応援を受けて工学教育が開始された。「機械技術者、土木技術者、測量士、建築士などを志望する学生に完全な科学教育を提供する」ことを目的とし、冬期6ヶ月間(3学期制の最初の2学期間)授業を行い、夏期6ヶ月間は地元の機械系企業や土木技術者事務所で見習い生修行を行うサンドイッチ制が採用された。便覧には、見習い生を受け入れる機械系企業や土木技術者事務所11社が紹介されている²⁸⁾。

数学、力学、工学、機械製図を担当する数学教授、実験物理学、測量、幾何学製図を担当する物理学教授S. トンプソン(S. Thompson, 1851-1916)、無機化学、化学実験、冶金学を担当する化学教授の3人でスタートするが、まもなくフィットワース奨学生としてカレッジで学んでいたH.S. ヘリ・ショー(H.S. Hele-Shaw, 1854-1941)²⁹⁾を数学・工学助手に雇い、体制を補強した。ヘリ・ショーは1881年、初代工学教授に任命され、財政状況が厳しい中、教育体制や設備(工学実験室)の整備を要求し、1883年に助手と手伝いの少年の雇用を実現し、1884年に500ポンドの試験機、1885年にガス・エンジンなどを購入させたが、同年、リヴァプールUCの工学教授に転出した。後任には、J. ライアン(J. Ryan)が就任した。トンプソンも同年、新設のフィンズベリー技術カレッジ(Finsbury Technical College)の校長兼応用物理学・電気工学教授に転出した。

1891年には工学の学生数が収容能力限界の40人に達したため、施設の拡張がはかられ、1893年、60人の収容能力を持つ講義室と、どうしても必要であった製図室、作業場、蒸気機関、ボイラー、発電施設、図書室、鋳造と鋳型の作業場を備えた建物が完成した³⁰⁾。

4) リヴァプール・ユニヴァーシティ・カレッジ

1874年からリヴァプールでも大学拡張運動が始まり、1877年12月に、学芸学位と理学位につながる自由教養教育と物理学、工学、航海術、化学などの技術教育を提供するカレッジ設立決議が行われた。1878年5月にはカレッジ設立を議論するタウン集会が開催され、同年11月には構想が固まり、7人の教授の給与3000ポンドの運用益を出すことができる75,000ポンドの基金を目標に寄付金集めが始められ、1882年までに約109,000ポンドが集まった。1880年5月にタウンから市へ昇格したリヴァプール市からは土地を無償で提供され、1881年10月に設立勅許状が認可され、1882年1月に開校された。当初は、理学系が自然史、化学、実験物理学・数学の3教授、人文系が古代史・文学、現代史・文学、論理学・精神哲学・道徳哲学・政治経済学、美術の4教授でスタートした。構想では美術ではなく工学教授を置く予定であったが、しばらくは授業もなかった。1884年11月、ヴィクトリア大学の2番目の構成カレッジになった。

1885年、地元企業から年300ポンドを5年間提供されて、工学教授が設置され、ブリストルUC工学教授のH.S. ヘリ・ショーが採用された。彼はその後20年在職し、カレッジの工学教育の基礎を築いた。最初は5年間の臨時的雇用で、

狭い部屋以外に何の設備もなくスタートしたが、数ヶ月で状況は劇的に好転し、1886年に元市長で醸造業者のA. ウォーカー卿(Sir A. Walker)が新しい工学棟の建設と設備のために15,000ポンドの寄付をし、さらに数週間後、ハリソン汽船のT. ハリソン(T. Harrison)が工学講座基金として10,000ポンドを寄付した。背景には、リヴァプールにおける機械工業の発展があった。1889年11月にウォーカー工学実験室が完成した。100トンの加重ができる試験機を含め、建物総額23,000ポンドはウォーカー卿の寄付による。

ハリ・ショーは学位コースを重視し、当初は、機械工学と土木工学の2コースであったが、1890-91年度から物理学の協力を得て土木、機械、電気の3分野で工学修了証書が授与できるようになった。1890年代には工学の受講者数が一番多くなった³¹⁾。しかし、表2によると、工学の優等学位取得者は1888年から1903年までの16年間で49人、終始一桁、平均年3人で、学位コースが十分機能していたとはいえない。

(3) ロイヤル・インド工学カレッジ (RIEC) (政府立)

1871年9月、インド公共事業局に供給する技術者を教育・訓練するため、インド省がロンドン郊外のクーパーズ・ヒルに設立したインド土木工学カレッジ(1875年に勅許状を得てロイヤル・インド工学カレッジに改称)は、教授6人、教員4人、講師2人を擁する政府立工学専門カレッジであった。定員50人が競争試験(1880年から資格試験に変更)で選抜され、3年コース終了後、最終試験に合格するとインド公共事業局の技師補への採用が保証されていた³²⁾。年俸300ポンドの3等技師補または420ポンドの2等技師補から出発して、最高で年俸3000ポンドの1級主任技師まで昇進でき、年150ポンドという高額な経費(授業料+食費+下宿費)を支払える中流階級上層の若者が難関の試験に挑戦した。同カレッジは、1906年にその使命を終えて廃止されるまで、毎年、多くの技術者をインド公共事業局に送りだした19世紀の最も規模の大きい工学教育機関であった。

カレッジのカリキュラムは、①数学(工学に関連する力学を含む)、②建設理論と実際、③建築デザインの初歩、④測量、⑤機械製図・画法幾何学、⑥化学、物理学、地質学、⑦ヒンドゥー語とインドの歴史・地理、⑧会計学で構成され、当初は3年次の2学期間を土木・機械技術者の下での実地訓練に当てていた。訓練費用はインド政府が負担した³³⁾。しかし、1878年度からは、カレッジのカリキュラムの枠外で、カレッジ修了後または在学中に1年間の実地訓練を受ける方式に変更された³⁴⁾。さらに、1898年度からは、一部の例外を除き、イギリス国内での実地訓練なしでインドに任官するようになった³⁵⁾。

カリキュラムも逐次多少の追加や変更があるが、大きな変更としては、1884年度から作業場実習と工学実験が導入されている³⁶⁾。1902年度の詳細なシラバス³⁷⁾をみると、作業場実習では、木工、金工、工作機械、伝動装置、蒸気機関、内燃機関、ポンプなど、かなり広範囲の内容を含んでおり、実地訓練の一部を取り込んでいる。また、工学理論だけでなく、

土木工事に必要な実際的知識を重視しているのが特徴で、多様な建設材料の知識、建物建築や土木工事に関わる様々な実際的知識が教えられている。

表4によると、当初は50人弱の1年次生を確保しているが、その後は30人台や20人台の年もあり、厳しい入学試験（資格試験）に合格できる学生をコンスタントに50人確保するのは難しかったようである。インドへの土木技師補任官者数が当初は40人台であったのが、1883年から10人台に減少していることが影響している（志願者に3年後の予定数が公表されていた）と思われる。1年次入学生が3年次試験に合格する割合は、当初は80%台であったが、1880年代半ばに50%台に一度下がり、その後60%台に持ち直している。

(4) ケンブリッジ大学

オックスフォード大学とケンブリッジ大学の2つの旧大学

表4 ロイヤル・インド工学カレッジ学生数・任官者数の推移 (1872-1902)

年度	学 生 数						任官者数		
	1年次		2年次		3年次		土木 技師	電信 技師	その 他
	工学	電信	工学	電信	工学	電信			
1872	48						1		
1873	47		47				6		
1874	43		44		40		44		
1875	48		42		38		42		
1876	47		47		40		40		
1877	47		43		39		47		
1878	42		44		(24)		48	7	
1879	34	12	41		(23)		43	6	
1880	37	2	35	5	(28)		38	5	
1881	22		33	1	(16)		35	1	
1882	34		20	2	(22)		29	2	
1883	40		25	2	(10)		16	2	
1884	37		30	3	24		13	2	
1885	42		19	2	25		13	2	
1886	49		28	2	18		15	2	8
1887	43		35	2	21		15	2	
1888	42		36	2	25		14	2	
1889	44		28	2	28		15	2	9
1890	30		35	2	20		15	2	
1891	33		24	2	29		15	2	
1892	45		27	2	20		12	2	
1893	28		33	3	21		12	3	
1894	27		19	3	30		14	3	
1895	36		23	3	18		12	3	
1896	36		26	3	21		11	3	
1897	44		29	3	22		13	3	5
1898	41		40	3	23		12	3	2
1899	43		37	4	33		15	4	4
1900	39		31	3	22		13	3	1
1901	35+2		30+2	5	28		21	3	4
1902	32+5		28+2	5	27+2	2	20	2	4

- 註 1) "Class Lists of Students from the Foundation of the College to the Present Time", *Calendar of Royal Indian Engineering College for 1902-03*, 1903.より作成。
 2) 1877年までの学生数は、在学者数。1878-83年の3年次は優等合格者数。1884年以降は、1～3年次のすべてが合格者数。+nは、定員に余裕がある場合に受け入れた正規外学生数。
 3) 電信は1880年以降は2年コースで、1881年を除き、1年次は工学と共通。1900年から3年コースになった。
 4) 任官者数の「その他」は、軍やインド鉄道の技師等。

も、19世紀半ばから改革が始まり、1877年オックスブリッジ大学法 (Universities of Oxford and Cambridge Act of 1877) を経て近代化が確立されていった。1870年代以降、教育・研究の専門化が進み、その過程で、ケンブリッジ大学では、1875年10月、機械学・応用力学講座が設置され、初代教授ジェームス・スチュアート (James Stuart, 1843-1913) の下で工学教育が開始された。

スチュアートは、スコットランドのリンネル工場主の息子で、父の工場の作業場で一種の非正規の機械工の徒弟訓練を受けた後、セント・アンドリュース大学で学芸学位を取得、その後さらにケンブリッジ大学に進み、数学優等学位1級合格 (wrangler) を取得した。父のリンネル工場の経営に携わりながら、トリニティ・カレッジのチューター補を務め、ケンブリッジ大学の大学拡張クラスの立ち上げで中心的役割を果たした。工業機械への関心も強く、技術的問題に数学や物理学を適用できたため、機械学・応用力学初代教授に選任された。

彼は、模型を使った機械の構造の教育や科学理論教育に加え、将来の徒弟訓練を短期間で済ますことができるようにするため、作業場実習を重視し、各種作業場を整備し、自腹を切って機械設備などを整えていった。作業場には熟練工を雇い、学生の指導に当たらせるとともに、収益を上げるため、製品を受注する商業活動も行った。

1880年12月には、さらに実習担当教員 (demonstrator) ポストを新設し、セント・ジョンズ・カレッジ出身のJ.A. フレミング (J.A. Fleming) を年俸150ポンドで採用した。彼は、測量などの授業も担当した。施設・設備も拡張され、製図室も整備された。1882年に、フレミングの後任に、技術者の経験を経た後に大学で学んだJ.S. リオン (J.S. Lyon) が採用された。スチュアートはスタッフの拡充と施設・設備の充実を要求し、1884年2月、年俸300ポンドの作業場監督 (準教授級) が新設され、リオンが任命された。また、専攻雇いで、製図室、組み立て作業場、鑄造室をそれぞれ担当する実習助手が採用された。新しい建物や鑄造室も整備された。作業場コースで学ぶ学生数 (学外者も含まれていた) も倍増し、70人近くになった。正規の授業以外に、実地技術者による専門トピック別講義も行われた。

しかし、機械学・応用力学専攻が大学教育のカリキュラムに十分位置づけられていなかったため、スチュアートが1884年に国会議員に当選し、政治活動にエネルギーを割くようになると問題が露呈した。スチュアートは、私財を投入して整備してきた作業場設備の大学による買い取りを求め、最終的には決着するが、その過程で、作業場で利益を得ていたとの批判を浴びた。

それとほぼ同時並行で、大学における工学の地位を確立するため、工学の優等学位の設置を求めた。工学教育には、数学と作業場実習と製図実習が必須であるとして、特に作業場での手工技能訓練を重視するのがスチュアートの見解で、種々の議論を経て、大きな反対もなく、1887年2月に工学の優等学位コースの案がまとまり、3月に評決にかけられたが、

否決されてしまった。原因は、コース案の評価ではなく、彼の政治活動や、作業場で利益を得ていたとの批判など、人物評価によるとされる。

作業場の大学への移管後、1887年1月、機械作業場委員会が設置され、1889年12月、大学出身の技術者なども入れて再編された同委員会は、作業場の財政状態とその工学教育上の価値の検討を委ねられ、1890年6月には、さらに工学教育コースの将来計画の検討も任せられた。その結果、作業場の教育価値は否定はされないものの、理論的教育と実験室実習を強化すべきであるという意見が支配的となった。また、収益を上げるための商業活動は廃止されることになった。シュアートとリオンは辞職を表明し、改革は後任教授に委ねられることになった。

1890年11月、1878-83年の5年間、東京大学理学部工学科の最初の機械工学教師を務め、1883年からダンディ UC 初代工学教授を務めていたJ.A. ユーイング (J.A. Ewing, 1855-1935) が第2代教授に任命された。まず、施設・設備の改善に取り組み、1894年5月には、彼が工学教育に不可欠と考えた機械工学と電気工学の実験室が完成した。1891年にこれら2つの分野を担当する実習担当教員2名が採用され、さらに実習担当助手も1894年の2名から1903年には11名に増加した。

また、工学教育を大学のカリキュラムに位置づけるため、1892年11月、機械科学優等学位 (Mechanical Science Tripos) コースを設置し、その後の工学教育の発展の基礎を築いた。取得者数は、第1回の1894年に7人、以後10人台になり、1900年には18人、1901年に21人と増加していった³⁸⁾。学生数は、1894年の74人から、1897年には初めて100人を超え、彼が大学を去る直前の1903年には226人にまで増加した。1897年からは、大学院レベルの研究コースも設置された。

学生数の増加は、施設の拡張を必要にした。1898年、アルプス登山で同行したKCL電気工学教授ジョン・ホプキンソン (John Hopkinson, 1849-98) とその3人の子どもが事故で亡くなり、遺族から施設拡張のために5000ポンドが寄付された。それを元に1900年1月、3つの実験室を含む拡張工事が完成した。1903年9月にユーイングは海軍造船教育部長に転出するが、その前に、2つの実習担当教員ポストの電気工学と機械工学の講師ポストへの格上げを実現していった³⁹⁾。

(5) ロンドン市・同業組合協会中央教育機関

1870年代以降の技術教育運動で重要な役割を果たしたロンドン市・同業組合協会 (CGLI) は、全国各地の技術学校、技術カレッジの発展に貢献するとともに、自らロンドンに2つの技術カレッジを設立した。

1つは、1883年2月開校のフィンズベリー技術カレッジで、14歳以上を対象とする前大学レベルの技術カレッジであった。2年制全日制コースと3年制夜間コースがあり、①産業界の中間的ポストをめざす者の準備教育、②徒弟、熟練工、職長の補完教育、③高度な科学・技術教育を行う中央教育機関への進学準備教育を目的としていた。工学教育では、機械

工学と電気工学の2つのコースが開設されていた。

もう一つは、1884年に、大陸諸国の高等技術教育機関をモデルに設立された中央教育機関 (1893年より中央技術カレッジと改称) で、施設・設備に10万ポンド以上を投入してサウスケンジントンのロンドン万博跡地に建設された。①数学・力学、②工学、③物理学 (電気工学)、④化学の4つの専攻があり、1885年2月から授業を開始した。

①技術教員、②機械技術者、土木技術者、電気技術者、建築家、建設業者、装飾美術家、③化学その他製造業の管理経営者の養成を目的としており、「科学が、その工業的応用という見地からというより、むしろそれ自体のために教えられている」大学等の教育とは異なり、「様々な製造業への異なる科学諸分野の応用」をその主要な教育目的としていると謳っている。この目的を達成するため、講義に加え、実験室、製図室、作業場での教育が重視され、独創的研究も奨励された。その後1886-87年度から測量実習も追加された。

学生には、①技術教員を目指す学生 (多くは初等系統の学校から科学美術局の科学教育学級、技術カレッジに進み、奨学金を得た者)、②16歳以上で、入学試験に合格し、技術者等を目指して正規コースで学ぶ者 (中流階級出身で授業料を払う者と、初等系統の学校出身で、科学教育で頭角を現し、奨学金を得た者)、③すでに工業界で仕事に従事し、その仕事に関連する科学原理を学びに入学する者が想定された。

入学試験は、数学、化学、物理学、製図、近代語 (ドイツ語またはフランス語) からなり、正規コースの授業料は年30ポンドであった。3年制で、修了するとアソシエイトというディプロマが授与された⁴⁰⁾。

工学教授には、RIECからW.C. アンウィンが、物理学 (電気工学) 教授には、日本の工部大学からフィンズベリー技術カレッジに移っていたW.E. エアトン (W.E. Ayrton) が採用された⁴¹⁾。

表5に示すように、1885-86年度の学生数は、工学が14人、物理学が13人であったが、その後増加し、1899-00年度には、工学が115人、電気工学が95人と、学生数では最大規模の工学教育機関となった。1年次の人数がわからないので、3年次までの歩留まりがどの程度かは正確には分からないが、学生総数に占める3年次の割合は、1890年代に入るところからは20%を超え、30%近い年度もある。入学試験を課しているため、歩留まり率が高いと思われる。3年次生のディプロマ取得率も、1886-87~1899-00年度の総数で、工学で74.4%、物理学で69.9%とかなり高い。

(6) スコットランドの大学・カレッジ

1) エディンバラ大学

エディンバラ大学では、1583年の開校以来、科学の教育・研究が行われ、17世紀には数学と植物学の講座が、18世紀には博物学、天文学、化学、農学の講座が設立されている⁴²⁾。工学講座は、1868年、私的寄付金によって設立され、給与の補助として年200ポンドの政府補助金が与えられた⁴³⁾。工学講座設立はグラスゴー大学 (1840年) よりかなり遅れたが、

表5 ロンドン市・同業組合協会中央教育機関の
工学学生数の推移（1885-1899）

年度	工学（土木・機械）			物理学（電気工学）		
	総数	3年次	ディプロマ取得	総数	3年次	ディプロマ取得
1885-86	14			13		
1886-87	19	4	4	16	3	3
1887-88	26	6	6	30	5	4
1888-89	31	7	5	41	7	7
1889-90	32	5	3	64	12	11
1890-91	57	4	3	75	17	14
1891-92	67	10	7	82	17	12
1892-93	70	16	12	93	22	15
1893-94	71	19	13	95	24	14
1894-95	65	17	12	96	26	19
1895-96	67	23	19	88	26	19
1896-97	80	18	12	71	27	14
1897-98	97	23	19	77	20	16
1898-99	112	30	23	83	20	9
1899-00	115	29	19	95	30	19

註 1) 学生総数は*Report of the Council to the Members of the Institute for the Year 1938*, 1939, pp. xii-xiii.

2) 3年次とディプロマ取得は*Annual Report of the Council of the City and Guilds of London Institute*, 1930, p. 17.

学位コースの設置では先を越し、設立時から工学で理学士の取得が可能となった⁴⁴⁾。初代工学教授には、イタリアのジェノヴァ大学で物理科学を学び（15-18歳）、マンチェスターの機械技術者W.フェアベアンの工場で徒弟訓練を受けた（18-21歳）後、鉄道建設や海底電信ケーブルの敷設と研究などに従事し、1865年に王立協会会員に選出されるとともに、UCL工学教授を務めていたH.C.F. ジェンキン（H.C.F. Jenkin, 1833-85）が任命された。彼は、1885年に亡くなるまで、エディンバラ大学の工学教育の基礎を築いた⁴⁵⁾。後任には、リーズYC工学教授のG.F.アームストロングが任命されている。

カリキュラムについては、当初は2年コースで、1年次は、数学、自然哲学、工学、機械製図、2年次は、夏期に測量実習、冬期に数学、化学、工学、機械製図を教えていた。工学は、2種類の内容で1年交代で開講され、順次性はつけられておらず、どちらからでもスタートできた。工学で理学士学位が取得できることになっていたが、1870年時点で、解決途上の法的問題により、まだ取得者はいないとされていた⁴⁶⁾。

ジェンキンは、技術者養成の望ましいあり方として、まず①科学の基礎理論（数学、物理学、化学等）を学習し、次に②実地訓練を受け、最後に③実地への理論の応用（工学）を学ぶのがよいと考えていた。それで、実地訓練の最後の段階にある者が工学を学ぶことができるように、授業を午前9時から始めて、10時から仕事に行けるようにしていると証言している。彼らは、夜9時まで働き、それから宿題をこなし、トップ・クラスの成績を維持しているとされる。また、企業の中には、見習い生修行の契約の中で、5年間の訓練期間中、冬期に大学のこれこれの授業を履修するよう義務づけている例もあるという⁴⁷⁾。これらは、大学の授業が必要に応じて科目履修されていたことを示している。

1891年のカリキュラムでは、3年制となっており、授業内容としては、機械工学実験と地質学が付け加わっている以外は、大きな変更はない⁴⁸⁾。

2) ダンディ・ユニヴァーシティ・カレッジ

ダンディ UCは、地元の織物製造業者の家族の120,000ポンドの寄付を元に1881年の大晦日に設立され、1883年10月、何れも若手の、校長を含め5人の教授（数学・自然哲学、化学、工学・製図、古典・古代史、英語・英文学・近代史）で開校された⁴⁹⁾。

初代工学教授に任命されたのは、1878年から東京大学理学部工学科の最初の機械工学教師を務めていたダンディ生まれのJ.A. ユーイングで、エディンバラ大学のH.C.F.ジェンキン教授の教え子であった。7年後の1890年にケンブリッジ大学機械学・応用力学教授に転出している⁵⁰⁾。

この頃にはカレッジはセントアンドリュース大学の構成カレッジとなり、理学士(工学)が取得できるようになった⁵¹⁾。

3. 既存大学・カレッジにおける工学教育の発展

(1) イングランド

1) ロンドン・ユニヴァーシティ・カレッジ (UCL)

1858年の勅許状に基づいて、1859年にロンドン大学は理学士、理学博士の学位を新設し、科学分野での発展が図られる。ロンドン大学の構成カレッジであるUCLでも1870年に理学部が設立され、科学教育の体制の強化が図られた。

1860年代まではスタッフが安定せず、工学教育の体制が十分に確立されなかったが、1874年、200ポンドを下回るわずかの年俸で弱冠27歳のA.B. ケネディ（A.B. Kennedy, 1847-1928）⁵²⁾ が土木・機械工学教授に就任して以降、顕著な進歩が始まる。

1878年から、カリキュラムを改訂し、①土木工学、②機械工学、③電信工学の3コースを設けるとともに、イングランドでは初めての工学実験室を開設して、実験を、研究にではなく教育に利用する実験実習によって、工学教育の新しい可能性を切り開き、世界中に影響を与えた。実験室には、50トンの加重が加えられる試験機、実験用蒸気機関とボイラー、工作機械と実験用に考案された装置が備え付けられ、学生は、材料の強度や弾性の試験方法、様々な条件下での蒸気機関の運転試験の方法、諸現象の正確な観察と測定方法などを教育された⁵³⁾。ケネディの考案した実験実習による教育は、他の教育機関の倣うところとなり（資料2）、工学教育機関に不可欠の設備となった⁵⁴⁾。実験実習は、イギリスで支配的であった現場での実地訓練では学べないものとして、高等教育機関における工学教育の評価を高めることになった。

学科の拡張も行われ、1878年にはロンドン市・同業組合協会の補助金で機械技術学講座が追加され、ケネディが兼任し、工学・機械技術学教授となった。1882年には土木工学・測量学講座が新設され、土木技術者でコンサルタント事務所を開業していたL.F. ヴァーノン・ハーコート（L.F. Vernon-Harcourt, 1839-1907）⁵⁵⁾ が採用された。1885年に新設された電気技術学講座にカレッジ出身のJ.A.フレミング（J.A. Fleming, 1849-1945）が採用され、電気工学の教育体制も強化された。これで、土木工学、機械工学、電気工学の3分野

資料2 1887年時点のイギリスの工学実験室設置状況

設置年	教育機関名
1878年	ロンドン・ユニヴァーシティ・カレッジ
1882年	バーミンガム・メイスン・科学カレッジ
1883年	ロイヤル・インド工学カレッジ
1883年	ブリストル・ユニヴァーシティ・カレッジ
1884年	ロンドン市・同業組合協会中央教育機関
1885年	シェフィールド・ファース・カレッジ
1886年	リーズ・ヨークシャー・カレッジ
建設中	マンチェスター・オーエンズ・カレッジ
建設中	ダンディ・ユニヴァーシティ・カレッジ
資金調達中	リヴァプール・ユニヴァーシティ・カレッジ

註 A.B.W. Kennedy, "The Use and Equipment of Engineering Laboratories", *Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, Vol. 88, 1887, pp. 70-73.

に教授が配置されることになった。さらに1897年、エドウィン・チャドウィック卿 (Sir Edwin Chadwick) の管財人によって都市工学講座が寄贈され、担当講師が採用された⁵⁶⁾。

1889年、技術者実務に専念するためケネディが辞職し、後任にカレッジ出身で、エディンバラの技術カレッジ、ヘリオット・ワット・カレッジ (Heriot Watt College) の工学教授、T.H.ビアア (T.H. Beare, 1859-1940)⁵⁷⁾が採用された。彼の下で1893年、新しい工学実験室が整備された。

1888年、民間(土木)技術者協会がその学生会員志願者に教育資格を要求するようになったことに伴い、その資格に使える工学入門証書 (Engineering Matriculation Certificate) が導入され、入学時または1年次修了時に試験を受けて取得することが奨励されるようになった。便覧では、カレッジの工学教育は見習い生修行の代替にはならず、技術者になるには見習い生修行が不可欠であることが常に強調されていた⁵⁸⁾。

2) ロンドン・キングス・カレッジ (KCL)

1870年にRIEC設立の動きが浮上すると、KCLは、政府補助金で運営されるこのようなカレッジは、補助金を受けず、主に授業料収入に頼っている工学教育機関に困難をもたらすとして、その設立と、インド公共事業局技師補の任命の独占に反対する覚書を他校とともに提出し、技師補の任命の独占は阻止することができた。全部で10校がそのような覚書を提出したが、その10校で、1861~1870年の技師補試験合格者173人中86人を占めており、KCLはその中で最多の17人を合格させていた⁵⁹⁾。

1874-75年度から、それまでの応用科学科から、工学・応用科学科に名称変更し、工学教育機関であることをより強く打ち出した。その後、1893年に理学部が独立し、理学部工学・応用科学部門に、1896年には、理学部工学・建築学・応用科学部門に名称変更されている。

施設・設備・スタッフ面では、1877年には総額900ポンドを投入して工学作業場の拡張と改善を行っている。1879年には、ロンドン市・同業組合協会からの年間400ポンドの補助金を元に、年俸200ポンドで冶金学講座と実用美術講座が新設され、翌1880年には寄付金500ポンドで冶金学実験室が、寄付金200ポンドで美術専攻に必要な設備が整えられた。この年、測量学教授のキャッスル (H.J. Castle, 1809-91)⁶⁰⁾が

辞任し、翌1881年、後任に、KCL出身のH. ロビンソン (H. Robinson, 1837-1915)⁶¹⁾が採用された。

1886年度、教授の専攻科目名の変更が行われ、建設技術学教授が建物建設学・建築学教授に、製造技術・機械学教授が、製造技術・機械工学教授に、測量学教授が測量学・土木工学教授に、それぞれ変更された。

また、1868年に設置された物理学実験室は多くの学生を集め、特に電気技術者をめざす学生に利用されてきたが、1890年に電気工学講座が新設され、ウィリアム・ジューメンズ卿 (Sir William Siemens, 1823-83) の末亡人の寄付金6000ポンドで電気工学実験室も建設された。電気工学初代教授に、発電機の改良の実験的研究など、電気の実用化に大きな貢献を行っていたコンサルタント技術者で、当時、電気技術者協会会長を務めていたジョン・ホプキンソン (John Hopkinson, 1849-98)⁶²⁾が採用された。彼は名誉教授で、もっぱら研究に従事し、学生教育には携わらなかったが、KCLは電気工学教育の重要な拠点となった。学生教育を担当したのは1891年に実習担当教員に採用された、元フィットワース奨学生でリーズYCで工学を学んだE. ウィルソン (E. Wilson, 1864-1932)⁶³⁾で、1897年に助教、1898年に、事故死したホプキンソンの後を継いで電気工学教授となった。

1890年、前年に退職した機械工学教授のシェリー (C.P.B. Shelly) の後任に、UCLで工学を学んだ26歳の機械技術者D.S. キャパー (D.S. Capper, 1864-1926)⁶⁴⁾が採用された⁶⁵⁾。

カリキュラム面では、1890-91年度からコースが再編され、3年制のコースの最初の2年間は共通で、3年次に①電気工学、②機械工学、③土木工学、④建物建設学・建築学、⑤化学製造業、⑥冶金学に分化するカリキュラムが組まれた⁶⁶⁾。1891-92年度からは、民間(土木)技術者協会学生会員資格として認定される特別入門証書 (Special Matriculation Certificate) が導入され、1年次修了時点で取得するよう奨励された⁶⁷⁾。

工学実験がカリキュラムに登場するのはかなり遅れた。1882年に、ロンドンの同業組合から250ポンド相当の材料強度試験機が寄贈され⁶⁸⁾、その後、同試験機が学生教育に利用されたという記述はある⁶⁹⁾が、工学実験としてはカリキュラムに登場せず、1892年5月の年報では、機械実験室の拡張には資金が不足しているとしている⁷⁰⁾。1898年5月の年報に、前年、機械工学実験室の大幅な改善がなされたとの記述が見られ⁷¹⁾、1898-99年度、前年に民間(土木)技術者協会が準会員試験を導入したことに伴うカリキュラムの改訂が行われたが、その中で工学実験が3年次に登場した⁷²⁾。カリキュラムは、数学、力学、物理学(実験を含む)、化学(実験を含む)、地質学・鉱物学、冶金学などの基礎科学と、土木工学、機械工学、建物建設学(実習を含む)の専門講義、製図(機械・土木)、野外実習(測量)、作業場実習、工学実験、および神学で構成されていた。カレッジの教育は、現場でのみ得られる実地経験への導入であると明記されていた。

1897-98年度から、それまで優等資格であった工学証書 (Certificate in Engineering) の性格が2年次修了資格に変更

され⁷³⁾ (1899-1900年度から3年次修了資格化⁷⁴⁾、1898-99年度から、民間(土木)技術者協会学生会員資格として認定されていた特別入門証書の名称が予備的工学証書(Preliminary Certificate in Engineering)に変更された⁷⁵⁾。

履修状況では、表6に示すように、1870年までは3年次まで在籍する学生の割合が20%程度であったのが、1880年以降50%を超えるようになった。1885年5月の年報には、3年間在籍する学生の増加と関連づけて、カレッジの3年コースを修了した学生が見習い生修行の期間を短縮してもらうなどの特典を与えられていることが報告されている⁷⁶⁾。

1893年5月の年報は、学生数125人を数えた1892-93年度を

表6 KCL(工学・)応用科学科の在学期間の推移(1850-1900)

年度	入学者数	在学期間		
		1年	2年	3年
1850-51	22	8(36%)	10(45%)	4(18%)
1860-61	54	17(31%)	28(52%)	9(17%)
1870-71	34	11(32%)	16(47%)	7(21%)
1880-81	30	2(7%)	12(40%)	16(53%)
1890-91	57	10(18%)	18(32%)	29(51%)
1900-01	54	14(26%)	8(15%)	32(59%)

註 4年分の便覧の在学者名簿を対照することで、ある年度の入学者数とそれらの入学者の在学年数を算出した。

表7 KCL工学・応用科学科学生数の推移(1874-1901)

年度	1-3月期学生数	名簿掲載学生数	特別入門証書取得者	工学証書取得者
1874-75	66	75		
1875-76	70	85		
1876-77	90	104		
1877-78	89	104		
1878-79	78	92		
1879-80	65	76		
1880-81	53	64		
1881-82	69	78		
1882-83	91	101		
1883-84	103	132		
1884-85	119	137		
1885-86	109	123		
1886-87	81	99		
1887-88	72	82		
1888-89	68	86		
1889-90	75	90		
1890-91	105	112	19	
1891-92	107	123	19	
1892-93	107	125	25	
1893-94	93	108	18	
1894-95	81	91	30	
1895-96	69	78	20	
1896-97	66	77	15	
1897-98	61	67	17	3
1898-99	80	91	11*	6
1899-00	85	96	18*	4
1900-01	97	106	22*	15
1901-02	92	101	18*	14

註 1)「1-3月期学生数」は、便覧に掲載された年報による数値。便覧の名簿掲載学生数との不一致は、3学期制で学期毎に入学可能であったことによると思われる。

2) 1898-99年度から、「特別入門証書」(民間(土木)技術者協会学生会員認定資格)は「予備的工学証書」に名称変更された。

振り返って、イギリス最大の工学機関となったこと、その優れた教育を証明する事実として、その年の民間(土木)技術者協会、機械技術者協会、電気技術者協会の3人の会長が全員カレッジ出身者であることをあげている⁷⁷⁾。表7に示すように、学生数は年度によって変動し、1890年代半ばに学生数が減少するが、世紀末には再び回復している。学生数には建築学や冶金学、化学などを専攻する学生も含まれているので、狭い意味の工学専攻学生数は不明であるが、1890-91年度から導入された特別入門証書取得者は20人前後で、この数が1年次生の内、民間(土木)技術者協会会員をめざすおよその学生数を示している。1901年5月の年報は、民間(土木)技術者協会準会員試験を18人受験して、15人合格したと報告している⁷⁸⁾。

(2) スコットランド

1) グラスゴー大学

まず、スタッフ、施設・設備面だが、1872年、グラスゴー大学の工学教育を確立したランキン(W.J.M. Rankin)が亡くなり、1873年、後任に、自然哲学教授ウィリアム・トムソン(William Thomson)(ケルヴィン卿)(Lord Kelvin)の兄で、ペルファスト・クイーンズ・カレッジ(Queen's College, Belfast)土木工学教授ジェームス・トムソン(James Thomson, 1822-92)が採用された。1876年、年額140ポンドの助手ポスト基金が寄付され、助手にA.バーが採用された⁷⁹⁾。

1881-82年度、地元の要望に応じて、スコットランド技術者・造船家協会の協力で造船学・船舶工学講師が実験的に新設され、元協会会長のJ.G. ローリー(J.G. Lawrie)が造船学と船舶工学を担当した。1883年、技術者・造船家ジョン・エルダー(John Elder)の未亡人からの12,500ポンドの寄付を基金として、ジョン・エルダー造船学講座(世界初)が設置され、1884年、F. エルガー(F. Elgar)が採用され、講師は廃止された。教授は、1887年、1891年と頻繁に交代している。

1889年、助手を務めた後、リーズYC工学教授に転出していたバーが、トムソンの後任の土木工学・力学教授に採用された。

1898年、電気工学講師が新設され、卒業生でリーズYC講師のJ.D. コーマック(J.D. Cormack)が採用された。電気工学実験室も開設され、電気工学コースの体制が強化された⁸⁰⁾。

工学実験室の整備は遅れ、1896-97年度の便覧に、「恒久的工学実験室の建設中、既存の建物で工学実験が行われる」とあり⁸¹⁾、ようやくこのころから工学実験が導入されている。1901-02年度、総額40,000ポンドをかけたジェームズ・ワット工学実験室が完成している⁸²⁾。

次に、カリキュラム面では、エディンバラ大学に工学の理学士学位の設置(1868年)で先を越されて奮起した⁸³⁾ランキンが、1872年、工学での理学士学位の設置を実現して亡くなった。ランキンの後任のトムソンは、1873年、ランキンが行っていた土木工学・力学の講義に加え、実地コース(技術者事務所・野外実習)の授業を立ち上げ、製図、測量、工学の実験的活動、巡検などを行った⁸⁴⁾。ランキン時代は大学外に委ねられた、実地訓練に入る前の基礎的訓練である製図や測量

などを大学のカリキュラムに取り込んだことになる。1877年には理学士(工学)(B.Sc.(Eng.))の規定が新設された⁸⁵⁾。また、ランキン時代からサンドイッチ制が奨励されていたが、1878-79年の便覧に、在学中の2~3年、夏期を实地訓練に当てることを奨励する記述が登場した⁸⁶⁾。

1878年、スコットランド諸大学調査検討勅命委員会(Royal Commissioners Appointed to Enquire into the Universities of Scotland)報告書が、学位(とりわけ理学士)コースをイングランド流のより高度で専門化したものにするように勧告⁸⁷⁾したことを受けて、学芸科目2科目を必須とする旧来の要件を削除した1885-86年度からの理学士新規則が1884-85年度の便覧に示されている⁸⁸⁾。理学士(工学)の内容についても、①土木工学・力学、②造船学・船舶工学の2コースが設けられたこと、冬期6ヶ月のみ開講する工学については、学位コースを4年とすること(夏学期も授業を行う物理学、生物学は3年)など、大きな変更が加えられた。ただし、工学熟達証書取得コースは従来通り3年とされた。

また、1884-85年度の便覧には、学位等が必要でない者に、必要に応じた科目履修が勧められている⁸⁹⁾。便覧には学生数のデータがないので、正規履修や科目履修の状況は分からないが、1863-64年度から1899-1900年度までの熟達証書(工学)取得者数が年平均5.0人、1872-73年度から1899-1900年度までの理学士(工学)取得者数が年平均5.9人と少なく、正規コースを修了する学生の割合はかなり低かったと思われる。1897年の民間(土木)技術者協会による準会員試験制度導入を受けて、免除資格である理学士(工学)取得者が、1898-99年度に14人、1899-1900年度に17人と増加に転じていることが注目される。

1889年スコットランド大学法(Universities (Scotland) Act, 1889)に基づく規則改訂によって、理学士(工学)コースは1890-91年度から3年制に戻った。新任のバーの下で工学カリキュラムの内容も改訂され、①工学の原理と実際についての講義、②幾何学・工学製図・計算実習、③工事・工場巡検で構成された。①の講義には、I. 建設材料と初等応用力学、II. 測量と工事計画(通常の野外、事務所での实地で簡単に学べない問題を扱う)、III. 原動機と機械力学、IV. 上級応用力学・水力学の4つがあった。測量の実習部分が再び大学のカリキュラムの外に出されている。また、实地訓練中の者の便宜のために、講義を午前8時から開講しているのが注目される。科目履修生が相当数いたのではないと思われる。

学位コースには、①土木工学、②化学・鉱山工学、③機械・電気工学、④造船学・船舶工学の4つのサブ・コースが設けられた。

大学のコースは、見習い生修行や徒弟訓練の代わりになるものではなく、实地訓練では得られない原理的知識を獲得させるものである、その履修は实地訓練の前でも後でも同時並行でもよいとされていた。また、従来通り、2~3年、夏期に实地訓練を受けるよう奨励している⁹⁰⁾。

1893年に理学部が設置され、工学は学芸学部から理学部に移った。

(3) アイルランド

アイルランドについては、資料の制約からTCDのみを扱う。

1) ダブリン・トリニティ・カレッジ(TCD)

1852年から実用工学教授を務めたS. ダウニング(S. Downing, 1811-82)は、土木工学ライセンス(1860年)、土木工学修士(1860年)、土木工学学士(1872年)などを整備し、1882年に71歳で亡くなるまでの30年間に400人近い学生を教育し、多くの著名技術者を送り出す安定した時代を築いた。

後任には、1851年に土木工学ディプロマを取得した著名技術者R. クローフォード(R. Crawford, 1831-1914)が土木工学教授として採用されたが、体調をくずし、5年の任期終了時に辞任した。

1887年、ランキンの弟子で、H. ダイアー(H. Dyer)の1年先輩のT. アレキサンダー(T. Alexander, 1848-1933)が後任の土木工学教授に採用された。彼は、1879年から1886年まで工部大学校の土文学教師を務めていた⁹¹⁾。着任時のTCDには約1250人の学生が在学しており、その内約15%(190人弱)が工学の学生であった。彼は構造力学の専門家で、1921年までの34年間の在職中、図式静力学の手法を広めた。

ダブリン大学TCDは19世紀中は、土木工学が中心であった。1891年に助手に实地機械技術者のW.E. リリー(W.E. Lilly)を採用しているが、機械工学と電気工学の実験室が設置され、リリーが実験室担当の応用力学講師になるのは1903年であった。19世紀末には電気工学を強化する必要性が認識されていたが、W. タトロウ(W. Tatlow)が実用電気工学講師に採用され、土木工学学士コースの3年次に位置づけられるとともに、電気工学を深める4年目の選択コースが開設されたのは1902年であった⁹²⁾。

ダウニング時代(1852-82年)のTCDの工学教育の特徴は、イングランドやスコットランドと異なり、理論教育のみならず实地も含め、技術者に必要なすべての教育・訓練を行い、「カレッジ修了時点で、見習い生修行なしに、直ちに専門的職務に就くことができる」⁹³⁾と標榜していた点である。

おそらくグラスゴー大学出身のアレキサンダー就任以降であると思うが、1891年時点では、「カレッジ教育は实地訓練を不要にすることはできない」と他の工学教育機関と足並みをそろえていた⁹⁴⁾。

1872-73年度~1899-00年度の28年間の土木工学ライセンス等取得者数は、年度による変動はあるが、期間を通してみるとほぼ安定しており、年平均10.3人であった⁹⁵⁾。

おわりに

最後に、以上から読みとれる拡張期における工学教育の特徴についてまとめておきたい。

1. 優れた教員の増加と工学教育の発展の基礎の確立

創設期のグラスゴー大学のランキンに続いて、この時期には、マンチェスター・オーエンズ・カレッジのO. レイノルズ(1868-1905年在職)、エディンバラ大学のH.C.F. ジェンキ

ン（1868-85年在職）、ロイヤル・インド工学カレッジ（1872-84年在職）とロンドン市・同業組合協会中央教育機関（1884-1904年在職）のW.C. アンウィン、ロンドン・ユニヴァーシティ・カレッジのA.W.B. ケネディ（1874-89年在職）、リヴァプール・ユニヴァーシティ・カレッジのH.S. ヘリ・ショー（1885-1904年在職）、ケンブリッジ大学のJ.A. ユーイング（1890-1903年在職）などの優れた教員が登場し、十数年から、長い者では37年在職し、それらの教育機関における工学教育の発展の基礎を築いた。中でも、1874年のケネディのUCL機械工学教授への就任は「工学教育の歴史の里程碑」⁹⁶⁾といわれ、彼の考案した、「工学実験室」における実験を基礎とする教育方法は、イギリス国内のみならず、他の欧米諸国にも広がった。

2. 施設・設備の改善と工学実験室の普及

設立当初は、かなり貧弱な施設・設備で出発した教育機関も少なくなかったが、19世紀末に近づくにつれて、工学教育の重要性に対する地域や産業界の理解も深まり、様々な寄付を得て、施設・設備が改善されていった。中でも、UCLモデルの工学実験室の普及が進み、工学教育機関は、実地訓練にはない教育・訓練機能を持っていることをアピールすることが可能になった。

また、それまでその財政を、もっぱら学生納付金と寄付金等に依存し、たびたび財政危機に陥っていたイングランドのユニヴァーシティ・カレッジにも、1889年から国庫補助金が支給されるようになり、これがやがて徐々に増額され、大学補助金委員会（University Grants Committee）補助金として、20世紀の大学の発展を支えることになった。また、1889年技術教育法と1890年地方税（関税・物品税）法によって、地方自治体からの技術教育に対する補助金が工学教育機関にも支給されるようになった。マンチェスター OC場合、1899-1900年度には、収入総額に占める政府補助金（9.5%）と地方自治体補助金（2.6%）の合計は12.1%⁹⁷⁾と、10%を超えるようになり、施設・設備に多額の資金が必要な工学教育にとってはプラスに作用した。

3. 補助スタッフの配置・増員と専門分化の始まり

多くの工学教育機関では、工学講座の設置によって工学教育が始まるが、学生数の増加等に伴い、教育体制を強化するための、助手、実習担当教員などの補助スタッフの配置・増員が始まった。また、1880年代からは、電気工学の急速な発展を背景として、電気工学のスタッフの配置が始まり、造船業の盛んなグラスゴー大学では造船・船舶工学の講座が開設された。19世紀末に向けて、工学の、土木、機械、電気等への専門分化が始まり、1900年頃からは都市（衛生）工学のスタッフの配置も始まった。ただし、専門分化に対応して、それぞれの分野に教授が配置されたのは、まだ、ロンドンのユニヴァーシティ・カレッジやキングス・カレッジ、CGLI中央教育機関、グラスゴー大学など、規模の大きい工学教育機関に限られており、その他はまだ教授1人体制で、講師ポストで補っていた。

4. カリキュラムの特徴

創設期には、①理論的教育とともに実践的教育を重視するタイプと、②実践的教育は実地訓練にまかせ、理論的教育に専念するタイプの2つがみられたが、19世紀末には、全体として、工学教育は、①基礎科学（数学、物理学、化学、地質学等）、②製図実習、③工学専門教育（理論と応用の講義、巡検を含む場合も）、④工学実験を共通に含むようになり、多くの場合はさらに⑤測量実習を含み、⑥作業場実習を含むかどうかでは2つに分かれた。また、以前は実地訓練なしで、カレッジだけで技術者を養成できると主張していたダブリン大学トリニティ・カレッジも含め、工学教育は実地訓練に取って代わることはできないという立場で足並みをそろえた。

5. 大学教育の中での地歩の確立

工学による学士の設置は、アイルランドのクィーンズ大学工学士（1868年）、ダブリン大学トリニティ・カレッジ工学士（1872年）、スコットランドのエディンバラ大学理学士（1868年）、グラスゴー大学理学士（1872年）など、アイルランドやスコットランドで先行するが、イングランドでは遅れ、ヴィクトリア大学理学士優等学位設置が1880年、ケンブリッジ大学機械科学優等学位設置が1892年で、ロンドン大学の理学士（工学）の設置は1901年まで待たなければならなかった。

6. 実地訓練優位の下での正規コースの困難

19世紀末まで、3～5年の実地訓練（見習い生修行や徒弟訓練）を経ることが、技術者専門職に入るための基本要件であり続け、他方で、工学教育を受けてディプロマ等を取得することは不可欠とはみなされていなかったため、工学教育は実地訓練と競合し、苦戦していた。1880年代に入ると、正規コース修了者の実地訓練期間を短縮する企業等が現れるなど、若干の状況の好転もみられるようになり、上級学年への進級者も徐々に増加するが、3年間の正規コースを全うし、ディプロマ等を取得する者は依然として少なかった。教授の給与が受講者数の多寡に左右される仕組みであったこともあって、少しでも多くの受講者を集めようと、科目履修を奨励したり、実地訓練中の者に履修させるために、早朝や夕方に開講するなどの努力も払われていた。イングランドでも、ブリストルUCやリーズYCのように、サンドイッチ制を試みるころもあった。また、できるだけ多くの受講者を集めるため、入学試験などを課さない教育機関が大半で、中等教育の不備による学生の低学力も影響して、上級学年に進級できずにやめていく者も少なくなかった。

7. 民間（土木）技術者協会準会員試験導入の影響

1897年、民間（土木）技術者協会が、それまでの、見習い生修行を唯一の教育訓練要件とする会員資格要件を改め、学生会員志願者には一般教育の試験を、準会員志願者には、それに加えて、科学的知識の試験を導入し、両試験とも、協会の認定する大学入学資格や工学の学位等で免除することを決

定した。この決定が、技術者志願者にとって、工学教育の正規コースを修了し、学位を取得することの意味の転換をもたらし、工学学位取得者は増加に転ずることになる。また、工学教育機関は、民間（土木）技術者協会の準会員試験の内容に合わせたカリキュラムを組んで、免除資格としての認定を得ようと努力するようになった。

註

- 1) 拙稿「イギリス工学教育発展史（1）－創設期（1830年代～60年代）－」『富山大学教育学部研究論集』第7号、2004年、1-14頁。
- 2) M. Sanderson (ed.) , *The Universities in the Nineteenth Century*, 1975, p. 145.
- 3) インド公共事業局のスタッフは、1854年には200人に満たなかったが、1869年には896人に増大した。(A. Farrington, *The Records of the East India College Haileybury and Other Institutions*, 1976, p. 135.)
- 4) B. Cuddy & T. Mansell, "Engineers for India: The Royal Indian Engineering College at Cooper' s Hill", *History of Education*, Vol. 23, 1994, pp. 107-123.
- 5) 鉱山技術者を養成したロイヤル鉱山学校を含めると3校。
- 6) *Report of the Department of Science and Art*, 1883, pp. cxi-cxii.
- 7) *Ibid.*, pp. cvi-cvii.
- 8) J. Thompson, *The Owens College: Its Foundation and Growth; and its Connection with the Victoria University, Manchester*, 1886, pp. 295-6. 同じ3月にJ. フィットワースによって機械技術者のためのフィットワース奨学金制度も創設されており、1867年パリ万博後、機械工業経営者の中で工学教育を奨励しようという機運が一定盛り上がっていたことがわかる。
- 9) *Calendar of Owens College, Manchester, 1871-72*, 1871, pp. 35-6.
- 10) J. Thompson, *op. cit.*, pp.563-67.
- 11) P.J. Hartog (ed.) , *The Owens College, Manchester: A Brief History of the College and Description of Its Various Departments*, 1900, pp. 14-15, 59-63.
- 12) *Calendar of Owens College, Manchester, 1871-72*, 1871, pp. 75.
- 13) *Calendar of Owens College, Manchester, 1880-81*, 1880, p. 41.
- 14) A.N. Shimmin, *The University of Leeds: The First Half-Century*, 1954, pp. 11-18.
- 15) Obituary of G.F. Armstrong in *Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineering* (以下、*MPICE*), Vol. 144, 1901, pp. 308-12.
- 16) *Calendar of Yorkshire College, Leeds, 1877-78*, 1877, pp. 11-29.
- 17) *Calendar of Yorkshire College, Leeds, 1883-84*, 1883, p. 27.
- 18) *Calendar of Yorkshire College, Leeds, 1878-79*, 1878, p. 70.
- 19) *Calendar of Yorkshire College, Leeds, 1881-82*, 1881, p. 55.
- 20) Memoir of A. Barr in *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers* (以下、*PIME*), Vol. 121, 1931, pp. 600-1.
- 21) *Calendar of Yorkshire College, Leeds, 1884-85*, 1884, pp. 83-8.
- 22) *Calendar of Yorkshire College, Leeds, 1885-86*, 1885, pp. 44-99.
- 23) *Calendar of Yorkshire College, Leeds, 1894-95*, 1894, pp. 123-4.
- 24) *Ibid.*, p. 124.
- 25) *Calendar of Yorkshire College, Leeds, 1890-91*, 1890, p. 103.
- 26) *Calendar of Yorkshire College, Leeds, 1897-98*, 1897, p. 131.
- 27) *Calendar of Yorkshire College, Leeds, 1899-1900*, 1899, p. 110.
- 28) *Calendar of University College, Bristol, 1878-79*, 1878, pp. 11-4.
- 29) Obituary of H.S. Hele-Shaw in *Journal of the Institution of Civil Engineers* (以下、*JICE*) , Vol. 16, 1941, p. 210-1.
- 30) B. Cottle & J.W. Sherborne, *The Life of a University, Bristol*, 1951, pp. 1-22.
- 31) T. Kelly, *For Advancement of Learning: The University of Liverpool 1881-1981*, 1981, pp. 35-90.
- 32) ただし、入学試験合格後、他の工学教育機関などで学んでも、最終試験に合格すれば技師補に採用された。
- 33) "Prospectus for 1873" in *Calendar of Indian Civil Engineering College, Coopers Hill, 1873-74*, 1873.
- 34) "Prospectus for 1879" in *Calendar of Royal Indian Engineering College* (以下、*Calendar of RIEC*) 1879-80, 1879.
- 35) "Prospectus for 1898" in *Calendar of RIEC 1898-99*, 1898.
- 36) "Prospectus for 1884" in *Calendar of RIEC 1884-85*, 1884.
- 37) "Prospectus for 1902" in *Calendar of RIEC 1902-03*, 1902.
- 38) *Calendars of Cambridge University* (1895-1902) .
- 39) T.J.N. Hilken, *Engineering at Cambridge University 1783-1965*, 1967, pp. 58-129.
- 40) City and Guilds of London Institute for the Advancement of Technical Education, *Scheme for the Organization of the Central Institution*, Adopted by the Council at a meeting held February 4th, 1884.
- 41) *A Short Notice of the City and Guilds of London Institute for the Advancement of Technical Education*, June 25th, 1884.
- 42) 'History of the College of Science and Engineering at the University of Edinburgh' (<http://www.scieng.ed.ac.uk/About/history.asp>)
- 43) D.B. Horn, *A Short History of the University of Edinburgh 1556-1889*, 1967, p. 187.
- 44) R.D. Anderson, *Education and Opportunity in Victorian Scotland*, 1983, p. 74.
- 45) *Dictionary of National Biography*.
- 46) The Institution of Civil Engineers, *Education and Status of Civil Engineers*, 1870, pp. 7-9.

- 47) *Report of the Royal Commission on Scientific Instruction and the Advancement of Science*, Vol. I, 1872, p. 100.
- 48) The Institution of Civil Engineers, *Engineering Education in the British Dominions*, 1891, p. 48-50.
- 49) "Records of University College, Dundee" in Gateway to Archives of Scottish Higher Education (<http://www.gashe.ac.uk/heicolls/browse.html>) .
- 50) Memoirs of Sir James Alfred Ewing in *PIME*, Vol. 129, 1935, pp. 541-2.
- 51) The Institution of Civil Engineers, *Engineering Education in the British Dominions*, 1891, p. 52-3.
- 52) Obituary of A.B.W. Kennedy, *MPICE*, Vol. 221, 1928-29, pp. 269-75.
- 53) *Calendar of University College, London, 1878-79*, 1878, pp. 76-83.
- 54) ケネディの工学実験室教育については、A.B.W.Kennedy, "The Use and Equipment of Engineering Laboratories" , *MPICE*, Vol. 88, 1887, pp. 1-129. 参照。
- 55) Obituary of L.F.Vernon-Harcourt, *MPICE*, Vol. 171, 1907-08, pp. 421-3.
- 56) H.H. Bellot, *University College, London, 1826-1926*, 1929, pp. 308-11, 391-2.
- 57) Obituary of T.H. Beare, *JICE*, Vol. 15, 1940, p. 70.
- 58) *Calendar of University College, London, 1888-89*, 1888, pp. 84-98.
- 59) B. Cuddy and T.Mansell, *op. cit.*, p.114.
- 60) Obituary of H.J. Castle, *MPICE*, Vol. 107, 1892, p. 421.
- 61) Obituary of H. Robinson, *MPICE*, Vol. 200, 1914-15, p. 471.
- 62) Obituary of J. Hopkinson, *MPICE*, Vol. 135, 1889-90, pp. 338-49.
- 63) H.H. Jonson & F.T. Barwell (ed.), *The Whitworth Register*, n.d., p. 219.
- 64) Memoir of D.S. Capper, *PIME*, Vol. 110, 1926, pp. 633-4.
- 65) F.J.C. Hearnshaw, *The Centenary History of King's College, London, 1828-1928*, 1929, pp. 288-92, 389-91. ならびに該当年度の便覧 (*Calendar of King's College, London*)。
- 66) *Calendar of King's College, London, for 1890-91*, 1890, pp. 168-70, 205-8.
- 67) *Calendar of King's College, London, for 1891-92*, 1891, pp. 222-3.
- 68) *Calendar of King's College, London, for 1882-83*, 1882, p. 73.
- 69) *Calendar of King's College, London, for 1889-90*, 1889, p. 170.
- 70) *Calendar of King's College, London, for 1892-93*, 1892, p. xli.
- 71) *Calendar of King's College, London, for 1898-99*, 1898, pp. xlii.
- 72) *Ibid.*, pp. 119-206.
- 73) *Calendar of King's College, London, for 1897-98*, 1897, p. 116.
- 74) *Calendar of King's College, London, for 1899-1900*, 1899, pp. 456-60.
- 75) *Calendar of King's College, London, for 1898-99*, 1898, pp. 445-8.
- 76) *Calendar of King's College, London, for 1885-86*, 1885, pp.75-6.
- 77) *Calendar of King's College, London, for 1893-94*, 1893, p. xli.
- 78) *Calendar of King's College, London, for 1901-02*, 1901, p. xliii.
- 79) *Calendar of Glasgow University, for 1877-78*, 1877, p. 51.
- 80) *Fortuna Domus—A Series of Lectures delivered in the University of Glasgow in Commemoration of the Fifth Centenary of its Foundations*, 1952, p. 348-55.
- 81) *Calendar of Glasgow University, for 1896-97*, 1896, p. 78.
- 82) *Calendar of Glasgow University, for 1901-02*, 1901, p. 88.
- 83) R.D. Anderson, *op. cit.*, 1983, p. 89.
- 84) *Calendar of Glasgow University, for 1873-74*, 1873, pp. 50-6.
- 85) *Calendar of Glasgow University, for 1877-78*, 1877, p. 98.
- 86) *Calendar of Glasgow University, for 1878-79*, 1878, p. 51.
- 87) M. Sanderson (ed.), *op. cit.*, pp.191-2. スコットランドの諸大学は、伝統的に、入学試験を課さず、安い授業料で幅広い人々に学問への門戸を開いていたが、その結果、1、2年在学して学位を取得せずにやめていく学生が多く、特にグラスゴー大学では、学芸学位を取得するのは6、7人に1人程度であった。大学教育が効果を上げられるようにするために入学試験を導入すべきであるという議論はあったが、導入の障害となっていたのは、大学教員の給与の一部が受講生からの授業料の一部でまかなわれていたことであった。エディンバラ大学工学教授のジェンキンは、1870年、入試の必要性を認めつつも、そうすると収入の4分の3を失う教授もいるので、安定した固定給が支払えるように政府が補助すべきであると証言している。
(*Report of the Royal Commission on Scientific Instruction and the Advancement of Science*, Vol. I, 1872, p. 98.)
- 88) *Calendar of Glasgow University, for 1884-85*, 1884, pp. 114-6.
- 89) *Ibid.*, p. 56.
- 90) *Calendar of Glasgow University, for 1890-91*, 1890, pp. 62-4.
- 91) 東京大学百年史編集委員会編『東京大学百年史 部局史 三』1987年、79-80頁。
- 92) R.C. Cox, *Engineering at Trinity*, 1993, pp. 50-81.
- 93) The Institution of Civil Engineers, *Education and Status of Civil Engineers*, 1870, p. 11.
- 94) The Institution of Civil Engineers, *Engineering Education in the British Dominions*, 1891, p. 54.
- 95) R.C. Cox, *op. cit.*, p. 129, Appendix 4.
- 96) T.J.N. Hilken, *op. cit.*, p. 97.
- 97) H.B. Charlton, *Portrait of a University 1851-1951*, 1951, p.149, Appendix III B. Comparative Table of Income from 1852 to 1950.