

広島大学 大学教育研究センター  
大学論集 第11集(1982)：237-252

## 19世紀後半のイギリスにおける電信技術教育の制度化と高等技術教育改革

中 川 保 雄



## 19世紀後半のイギリスにおける電信技術教育の制度化と高等技術教育改革

中 川 保 雄 \*

### はじめに

イギリスの大学制度における近代科学・技術教育改革の諸要因と具体的過程については、科学史、大学史研究の重要なテーマとして、これまで数多くの研究がなされてきた。中世的形態をとどめた大学教育のなかに、近代科学に関する講座が次々と設立され、大学が実験を主体とする科学研究の中心へと変革された過程は、たとえばエリック・アシュビーの *Technology and the Academics* (島田雄二郎訳『科学革命と大学』) に詳しい。アシュビーは、イギリスの大学が近代科学をとり入れたのは主として「イギリスの外部から来たもの」<sup>1)</sup>の影響によるとし、その第1のものはドイツの *Wissenschaft* 理念、研究中心としての大学観であるとした。アシュビーにみられるこの考えは、19世紀イギリスの高等科学教育改革研究の一基調をなしているといえ、日本でも広く受け入れられているといえよう<sup>2)</sup>。

ところで19世紀後半のイギリスにおける技術教育の確立に関しても、アシュビーは科学の場合と同様であったとみなし、「産業競争の恐怖」によりイギリス政府が高等技術教育に対する助成を行い、「技術教育の方法についてもその範を」大陸諸国に求めたと規定している<sup>3)</sup>。科学教育が技術教育としての側面を持つ点で、またイギリスの大学における技術教育が、それに先行した大学への科学教育のとり入れをその成立の一条件としたという点で、アシュビーの規定は一定の妥当性を有していると考えられる。

しかしながら、19世紀の最後の四半世紀に入って進展したイギリス高等技術教育改革の基本的要因とその過程を科学の場合と全く同じ様に考えることにはかなりの無理がある。そもそも技術教育が、科学教育よりもはるかに直接的に産業と結びついたものであることを考えるなら、当時の高等技術教育改革は、何よりも技術の発達とその社会的影響との関連下で把握され、分析される必要がある。技術の急速な発達による労働内容の変化、労働力の科学的、技術的能力への客観的要請の変化に注目しつつ当時の技術教育の確立を考察する必要がある。

また「産業競争の恐怖」に関しても、19世紀中葉に「世界の工場」として諸外国よりもはるかに進んだ技術水準を擁したイギリスで、それがどのように意識され、技術教育の改革と具体的にどう結びついたのかということが明らかにされる必要がある。

産業競争の問題が高等技術教育改革に及ぼした影響を考える際には、1867年のパリ万国博覧会におけるイギリスのメダル獲得数激減問題<sup>4)</sup>よりも、むしろ直接的に、世界市場におけるイギリスの実際の競争力の歴史的变化を基礎に、1870～1880年代に進展したイギリス高等技術教育改革を考察し

\* 広島大学・大学教育研究センター客員研究員／神戸大学教養部助教授

なければならないであろう。

さらに、高等技術教育の確立のための理念それ自体も、科学教育におけるドイツ大学型理念のようなものが当時確固として存在していたかどうか、あるいはイギリスの技術教育の方法の範となったものは何かということについて具体的に検討してみる必要がある。

本稿は、上のような問題意識に基づき、19世紀後半におけるイギリスの高等技術教育改革の問題を、科学に基礎を置く新技術として登場した電信技術の発達とその電信技術教育への影響を軸として考察すること、その際電信技術教育方法のモデルと考えられたものが何であったかをも明らかにすることが目的である。

## 1 電信技術の発達と電信技術者、電信労働者の養成

電信技術の発達が電信技術教育に及ぼした影響を考察するためには、まずそれが電信技術者、電信労働者の労働内容に及ぼした影響をみておく必要がある。

周知のように、1820年のエルステッドによる電流の磁気作用の発見以後、1820～1830年代を通じて電磁現象の重要な諸発見がなされ、新しい科学である電磁気学が誕生する。電磁気学の発達そのものが、電磁現象の実用的利用と不可分であったが、この新しい科学はすぐさま電信機の利用と結びつき、1830年代末には実用的な電信機が発明された。

実用的電信機、すなわち技術的確立をみた最初の電信機がイギリスのクックとホイートストーンによって発明されたのを皮切りに、新型電信機の発明が相次いでなされた。まず最初、1837年にクックとホイートストーンが発明した5針式電信機は、ヒューストン―カムデン間、長さ2 kmの区間で地中ケーブルを用いて実用化試験が行われ、電信技術発達の端緒が開かれた<sup>5)</sup>。この5針式電信機は、5基の電磁石、5つの磁針を用い、そのうちの2組の電磁石と磁針でもって盤上にダイヤ型に並べられた文字と数字を指示するというものであった。これは5本の電信線を必要としたため、この方式の電信機を基礎とした電信網の拡張は、膨大な電信線、したがって多大の費用を必要としたために、早々と限界にぶつかった<sup>6)</sup>。

このためホイートストーンは、1840年にダイヤル式ABC電信機の特許を取ったが、これは5針式電信機に比べ操作がはるかに容易であるうえに、アース線の利用とあいまって、単一の電信線で通信可能という利点を有していた<sup>7)</sup>。このダイヤル式ABC電信機の原理は、機械式時計の機構に、電磁式の脱進機を結合し、時計の文字盤上に並べられたアルファベット文字と数字を針で指示することにあつた。この電信機は、上記のような利点を有してはいたが、電信網の拡張による電信業務の拡大、電信数の増大に送信速度が追いつかないというそれ自身に内在する限界により、その普及には限度があつた。

この両者の欠陥を解決するものとして電信の商業的発達と結びついたものは、ホイートストーンの単針式および2針式電信機であった。これらは、磁針の右または左への振れを信号要素とし、その組合せを文字、数字に対応させるもので、少ない導線と速い送信能力を合せ持った。イギリス初の電信会社、エレクトリック・テレグラフ社が1845年の設立時に採用した<sup>8)</sup>のが、ホイートストーンの2針式

電信機であったように、これらの電信機は当時ならびに1860年代を通じ、イギリスで最も多く使用された電信機のひとつとなった<sup>9)</sup>

ホイートストーンの指針式電信機の後に続いたのは、モールス式電信機とホイートストーンの自動電信機であった。前者は、電流の断続信号の符号化、電氣的信号の機械的運動への転換機である継電器、符号の記録装置が結合されたものであった。記録の機械化を達成したモールス電信機においては、受信能力は毎分75字程度もあったが、送信能力の方は平均的オペレーターの場合で毎分20～25字程度と、受信能力の約3分の1にすぎなかった<sup>10)</sup>。このアンバランスを解決する方法として、ホイートストーンの自動電信機は、あらかじめ電信文をパンチした紙テープを入力として用いた。これが発明されたのは1859年であるが、エレクトリック・テレグラフ社は1866年にこの電信機を採用した。当時この電信機を用いると毎分60語の送信が可能であったが、この能力は1880年には毎分200語に高められた<sup>11)</sup>

上述の電信機は、たとえばダイヤル式ABC電信機が鉄道用電信と素人利用の私的電信門を中心に1870年代に入ってもなおかなりの数で利用<sup>12)</sup>されていた例もあるが、イギリス商業用電信事業の主要機種としては、順次交替的に利用された。すなわち、ホイートストーンの5針式電信機の実用化以後、大まかに分けるならダイヤル式ABC電信機、ホイートストーン単・2針式電信機、モールス電信機・ホイートストーン自動電信機と世代交替がなされたと考えてよい。1840年代から1880年代初頭までをみると、電信機の単位時間当りの送受信能力は、約100倍も増大したが、これに端的に示される電信技術の発達は大いに急激なものであった。

電信機の発達とともに、そのオペレーターに要求される能力も変化した。ダイヤル式は指針の操作も読み取りも簡単で、電信機の機構の理解もさほど困難ではなかった。ところがホイートストーンの単・2針式になると、機器そのものの高い送・受信能力を保証するものは、オペレーターの熟練した能力であった。受信部、送信部の機械化を進めたモールス式とホイートストーンの自動式は、操作に熟練を必要とし、装置を使いこなすためには電磁気学の知識とともに機械の機構についての知識と実際的な修理能力が必要であった。

電信の発達に伴う電信網の拡張、電信数の急増も、電信にたずさわる労働力の状態に変化を与えた。電信線の拡張が最も急激であったのは、続々と設立された電信会社とその通信線を広げた1850年代であった。イギリスの電信線の総延長距離は、1840年代末から1870年代初頭にかけて、約10倍に伸びた。電信数もこの間急増し、1850年代初頭から1880年代初頭の約30年間に大よそ100倍に増加した。これらの変化に伴い、電信機のオペレーターはもちろん、電信網の建設・補修に従事する電信技術者の数も急激に増加した<sup>13)</sup>

以上のようなイギリス電信事業発達の概観によっても、当時の電信技術の発達が、ひとつには新しい技術者、労働者である電信技術者、電信労働者を誕生させ、その急激な量的増大を引き起こしたことを我々は知る。電信技術者、電信労働者の需要の増大は、電信企業においてはもちろん、電信機器製造業、電信ケーブル製造業をも捉え、これらに従事する多数の技術者、労働者を生み出した。

電信技術の急激な発達はまだ、ひとつには電信技術者、電信労働者の労働能力の質的変化を要求した。彼らは、急速に高速化し、機械化される電信機の電磁気学的、電気工学的、機械工学的諸原理、その取り扱いの実際的能力を要求された。電信機誕生以前の通信士に要求されたものが、シャップ式

腕木通信にみられたような手動による機械的運動とそれにより生み出されるパターンの認識であったことを考えると、電信技術の発達により通信士は全く新しい科学的諸原理、工学的諸原理に習熟しなければならなくなったのである。さらに、多重通信方法の原理、電信ケーブルの特性、電気抵抗の気象のちがいによる変化や電気回路の特性、電源の特性等々についての認識が電信技術者には必要であり、程度のちがいはあったが同様のことが電信労働者にも必要であった。電信技術そのものが当時の科学の最新の諸成果の総合的利用という側面を持っていたがゆえに、電信技術者、電信労働者もまた上述の知識の総合的理解に加えて、それらに立脚しての実際の取り扱いが求められたのであった。

上のような新しいタイプの技術者、労働者の客観的な必要性が、19世紀半ば以後のイギリス社会においてどのように認識されたかを我々はみなければならない。

## 2 電信技術教育改革運動

電信の商業的活動が開始された時期には、電信技術者は、自然科学講座の電気学等の大学出身者が電信事業に入り、その中で電信技術者として成長するという経験的な養成形態下にあった。電信機のオペレーターもまた電信会社内部での徒弟教育で養成された<sup>14)</sup>

しかし電信事業の発展と電信技術の急速な発達は、たとえば電信機オペレーターの教育をとりあげてみても、個々の電信機の経験的な取り扱い法を主内容とし、個別企業ごとに異なった形態をとる徒弟制度的なものによっては、労働能力の質的向上はおろか、量的拡大の要求すら満たされぬ状態を生み出した。このため、電信技術者、電信労働者に共通する科学的技術的諸内容を公的機関で教育する必要性が理解され始めることになったが、電信事業の私的経営形態下においてはその必要性は具体化されなかった。なぜなら、そのような公的性格の技術教育の実施は、企業秘密の漏洩をもたらし、産業スパイを育てるに等しいものと理解され、経営者が強く反対したからである<sup>15)</sup>。相次いで発明される新型の電信機、各種装置の利用が、自由競争下にあった電信資本の発展にきわめて大きな影響を及ぼしたために、先端技術に関する情報の私的秘匿を意図して、電信技術に関する公的教育は否定されたのであった。

しかしながら、1860年代に30社近く存在したイギリスの電信企業は、いくつかの統合、集中を経て、1868年に国有化された<sup>16)</sup>。この電信事業の集中と集積は、電信技術の発達を社会化するとともに、電信技術教育制度を社会化するきわめて重要な基盤となった。国家による電信行政展開の一構成部分として、国家的業務の電信事業に従事する電信技術者・電信労働者の公的教育実施の要求が強まったのは、上記の事情に伴って発生した社会的諸変化のひとつであった。

公的な電信技術教育制度化の必要性を説く中心的勢力のひとつは、電信技術者たちであった。大学の電気学者、物理学者や軍隊内の電信技術関係者たちをも含め、110名の会員数で1872年に発足した電信技術者協会<sup>17)</sup>は、当事の電信技術者層を結集する学会組織であった。その中心的メンバーは、国有化された電信事業体内の電信技術者たちで、これらに電信ケーブル製造企業等の急速に成長した電信技術関係企業の技術者たちを結集して、電気技術者協会は発足3年後には会員数が650名となった<sup>18)</sup>。電信技術者協会がこのような急速な組織的発展をみたことは、電信技術の発達によりそれまで私的電

信企業を中心に蓄積されてきた電信技術者が、電信事業国有化によって公的な学会の下に結集するのが容易になったこと、換言すれば国有化により電信技術の情報交換・蓄積活動の社会化が進んだことを意味している。

上のような形で設立、発展をみた電信技術者協会は、その発足時から電信技術教育の制度的確立に大きな関心を払った。上述のような性格を有した電信技術者協会の中心的メンバーによる要求は、当然のことながら広い関心を引き起こし、電信技術教育改革問題は政治的・社会的運動としての側面を持つに至った。この運動はまた、必然的に高等技術教育制度への要求と関連していた。我々は、上のような条件下で展開された電信技術教育改革のための諸論議を具体的に見る必要がある。

電信技術者協会は、設立と同時に発刊された機関誌を中心に、電信労働者のための科学的で組織的な電信教育の必要性を主張した。当時の指導的メンバーの1人で、政府の郵便・電信局にいたW. H. プリースが、電信局の電信機オペレーター教育の改革を主張したのはその1例であった。彼は、オペレーターのだれもが、たんに特定の電信機を操作することにとどまることなく、測定器の構造や使用方法をも含めて、電磁気学の初歩的原理から学習を進める必要があると主張した。彼はまた、より上級の電信労働者は各種の新型電信機、電気回路に通じ、それらの故障を修理する能力を持つべきであると主張し、そのためには科学的原理に基礎を置いた教育が必要であると訴えた。<sup>19)</sup>

その後、電信技術者協会以上に大々的な電信技術教育改革論議に乗り出したのは、1878年に創刊された電気技術雑誌、「電気技師」の編集部であった。ここには、電信技術者協会の有力なメンバーが参加していたと推測されるが、「電気技師」は創刊直後から毎号のように編集部による電信技術教育論を掲載した。<sup>20)</sup> 彼らは、大学の講座中に電信工学が設けられていない現状を批判し、イギリスの高等教育がドイツ、フランスのそれに比して遅れていると批判した。彼らの攻撃は、明らかにそのような現状を維持し続けている大学人と文教行政当局に向けられたものであった。

彼らはまた現状を肯定している教育観を批判した。その教育観とは、ひとつには電信技術教育は経験的性格のものであって、大学でなされるべき一般教育的科学教育として適当でないという見解であった。<sup>21)</sup> <sup>22)</sup> これに対し「電気技師」編集部は、電信技術教育は経験的、徒弟的教育ではなく科学的なものであるが、科学教育とは区別された専門的技術教育であると批判した。彼らが批判したもうひとつの教育観は、科学的な技術教育が大学のなかですでに実施されており、電信技術教育もこのなかでなされているという見解であった。<sup>23)</sup> 彼らはこの見解に対し、イギリスの既存の大学で電信工学の名称の下でなされている教育は、たとえばユニバーシティ・カレッジにみられるように、他の工学分野と合せて教育されており、たった1人の教授の下で何もかもが教えられているのが実情であると批判した。彼らはまた、イギリスの大学の実験設備はヨーロッパ大陸諸国の高等技術教育機関のそれに比べて貧弱で、設備内容が充実しておらず、十分な実験的訓練を受けた工学の専門分野の教授、助手を擁していないことも批判した。<sup>24)</sup>

「電気技師」編集部が主張した主なことは、一般的な物理学実験室とは異なる電信工学実験室において、電信工学の専門的教授による科学的で体系的かつ実際的な電信技術教育が、イギリス高等教育において広範囲になされなければならないということであった。この主張を強めるためには、上のような電信技術教育のより具体的な内容と、その教育を実現しうる具体的条件を明らかにしなければなら

らなかった。これは、電信技術教育改革運動が解答を迫られた最大の課題のひとつであったと言っ  
てよい。我々は次に、上の問題にどのような解答が出されたかをみることにする。

イギリスの電信技術は、世界でも最も早くから発達し、当時すでに約40年の歴史を有していた。こ  
の間の技術的蓄積の大きさは、もちろんヨーロッパ大陸諸国やアメリカ合衆国に比べれば群を抜いて  
いた。この経験のなかには、海外のイギリス植民地やその他でのものも含まれていた。19世紀中葉に  
「世界の工場」として君臨したイギリスは、周知のように19世紀の第4四半世紀には世界市場での独  
占的地位を喪失しつつあった。世界市場での自由競争に敗北し始めたイギリスは海外植民地への資本  
輸出を急増させた。この動きとともに、イギリスの海外植民地では電信事業が拡張され、イギリス電  
信技術者の海外への進出、頭脳の国外流出も引き起こされた。彼らの経験をも含む広範な内容の技術  
的経験は、電信技術者協会の機関誌を中心に報告、蓄積された。これにみられるように、当時のイギ  
リスの経済的、政治的条件下で豊富に集積された技術的、人的蓄積は、イギリスの電信技術教育を具  
体化するための客観的条件のひとつであった。

その技術的、人的蓄積の上に、1870年代末のイギリスは、電信技術教育具体化の試みを国外で有す  
ることになった。W. E. エアトンの日本の工部大学校での試みはその代表である。エアトンが工部  
大学校で展開した電信技術教育は、上記のイギリスの電信技術上の経験を基礎に、イギリス、ヨー  
ロッパ諸国での技術教育を総括して具体化されたものであった。工部大学校での電信技術教育の特徴は、  
電磁気学はもちろん海底電信線の敷設をはじめ電信技術についての豊富な経験を有したW. トムソン  
(ケルビン卿)に学び、インドで電信技術の実際的工作に従事したエアトンという専門的電信技術者  
から、専門的な電信技術教育課程における電信の基礎的理論と電信工学実験室での実験の指導を受け、  
さらに日本の電信事業の現場で電信線敷設等の実習的指導を受けたことにある<sup>25)</sup>。しかもそれは、諸  
外国で例をみない長期間にわたる一貫的指導であった。このエアトンによる電信技術教育は、前  
述したイギリスの電信技術教育改革運動を進める人たちの考えと共通の教育観に立っていた。

以上のような経験を有したエアトンとその同僚、J. ペリーの帰国後、「電気技師」編集部は、電  
信技術教育の具体例として、エアトンの工部大学校での電信技術教育内容を示し、これを「英語で電  
信学が体系的に教育されている唯一の」<sup>26)</sup>例と評価した。この高い評価の裏には、潜在的にはイギ  
リス自身が高い水準の電信技術教育実施の諸条件を有していることの自負と、現実には政府と大学人そ  
して工業経営家たちの保守主義のために東洋の遅れた小国にも劣る電信技術教育制度しか有していな  
いことへの批判が表現されている。同時に彼らは、イギリスでの電信技術教育制度化のための教育者  
・技術者の人材が、すでに電信技術者協会のなかにそろっていると考えた。彼らは、過去8年ほどの  
間に会員数が10倍も増加したこの協会が、イギリス電信技術教育改革の実際的インシアティングを取  
るべきであると考えた。<sup>27)</sup>この条件のうえに、国家による電信技術教育、技術教育振興と財政的援助が  
必要であると考えた。

以上のように、イギリスの電信技術教育改革運動は、電信の国有化、これにより活発化した電信技  
術者層の運動、エアトンの経験を含むイギリスの技術的・人的蓄積の豊富さが主要な条件となって展  
開されたのであった。



### 3 電信技術教育改革と高等技術教育改革

電信技術教育改革運動は、技術教育改革運動の一翼をになうものでもあった。我々はこれらの運動の相互的関係を考察しておく必要がある。技術協会や科学技術局といった、行政当局をも動かした形の技術教育改革運動が発展して、イギリスの高等教育のなかには技術教育が定着するのは、1870～1880年代であった。そのひとつの頂点は、種々の工学課程を設けた一連の新設大学、すなわちニューカッスル(1871年)、リーズ(1874年)、ブリストル(1876年)、シェフィールド(1879年)、バーミンガム(1880年)、ノッティガム(1881年)、リヴァプール(1881年)の各ユニヴァーシティー・カレッジの相次ぐ設立であった。<sup>28)</sup>これらの新設大学に設けられた工学の課程は、大別して応用化学と応用物理学であったが、後者の応用物理学ないしは実用物理学の当時の代表的分野は電信・電気工学であった。1883年当時、電信工学が教授されていたのは、ロンドン、ブリストル、ノッティガムのユニヴァーシティー・カレッジであった。<sup>29)</sup>これらは、大学での技術教育の重要な分野と考えられたのが電信・電気技術であったことを示す例であった。

また、電信技術教育の実施がひとつの核となって技術教育の具体化が進められた典型的な例として、ロンドンのシティー・アンド・ギルド・インスティテュートがあった。これは、ロンドンのシティー・アンド・ギルドの援助により設立された学校で、工場の職長、監督者、管理者に技術教育を行なう機関であった。<sup>30)</sup>これに財政的援助を行ったのは、ギルドや企業であった。これらは最初、ユニヴァーシティー・カレッジ等の大学での技術教育に援助を行っていたが、より直接的な効果を考え、シティーに技術教育機関を設立することを決めたのであった。この学校は、1881年に建設が始められ、1886年にほぼ完成をみた。ギルドと企業からの財政的援助は、毎年2万ポンドにのぼった。<sup>30)</sup>

シティー・アンド・ギルド・インスティテュートでは、体系的な技術教育が志向されたが、ここの応用物理学・電気工学の長に就任したのが前述したエアトンであった。エアトンは、工部大学を辞めて帰国したのち、シティーにおいて、この学校の実質的出発点とも言える応用物理学の講義を行い<sup>31)</sup>、その後フィンズベリーのシティー・カレッジで教えたのちにこの職に就いたのであった。<sup>32)</sup>エアトンの就任に示されるように、この学校の技術教育の方針は、科学の応用に重点を置き、電気・電信技術に関する専門的技術教育を行うというものであった。その具体的教育内容は不明であるが、学校の性格、方針そして人事からして、工部大学における電気工学・電信工学の教育の経験が直接的に活かされていたと考えるよいであろう。

シティー・アンド・ギルドの技術教育を知る上では、T. H. ハックスレーの見解も参考になる。彼はこの学校の設立運動にも関係し、その際学校の目的として、労働者のための理論的、実用的教育、工業地域に十分な技術教育機関を設立するための技術教育教員の十分な供給、教員あるいは応用科学の独創的研究者の供給につながる研究を挙げた。<sup>33)</sup>ハックスレーのこの考えは、エアトンやペリーにも共通した技術教育観に立脚している。事実また、ここでの技術教育はヨーロッパ大陸諸国での技術教育よりも実践的であると評価され、同時にエアトンが電信技術者協会の機関誌の編集長、王立協会会員に選ばれたことにみられるように、研究能力の評価においても高いものがあった。設備の点においても、他のイギリスの技術教育機関にひけをとらず、建設費は1886年までに約10万ポンド、うち装置

類に約 2 万ポンドが投ぜられていた。<sup>34)</sup>

以上のような点からみるなら、シティー・アンド・ギルド・インスティテュートの設立とそのなかでの電気・電信技術教育の実施は、大学以外の技術教育機関においても、電信事業従事者たちを中心に、従来の企業内教育の経験的教育とも、またメカニック・インスティテュートでの生半可な科学的知識のつめ込み教育とも、あるいはまた科学教育一般とも区別された技術教育、すなわち基礎理論の学習と専用実験室での工学的実験と生産現場での実習を結合した技術教育の内容、それらを研究能力も持つ専門家から教授する教育形態を具体的に提示した点において、当時の電信技術教育運動の成果を示していると言える。

電信技術教育を具体例、典型的例とする技術教育の量的拡大、質的充実が進むなかで、H. E. ロスコーによって1886年に技術教育振興国民協会の設立が提案され、翌年にそれが実現する。これを基盤に、1889年に技術教育法が立法化され、国家による技術教育への財政的補助の道も開かれていった。<sup>35)</sup> このようにイギリスの電信技術教育の制度化と高等技術教育改革は、密接に関係しながらも、前者は後者の 2 大分野のひとつ、実用物理学を具現するものとしての位置を占めながら、1870～1880年代に進められたのであった。

#### 4 イギリス高等技術教育改革の国内的、国際的要因

1870～1880年代にイギリスの高等技術教育改革を進めた客観的な要因について我々はさらに検討を加えよう。イギリスの大学、カレッジのカリキュラムのなかに科学がとり入れられた理由としては、ドイツ型の大学理念とともに、科学教育で先を行く大陸諸国の産業がイギリスの産業に追いつくことへの不安が存在したことが挙げられている。技術の場合も「科学のそれと同じで、産業競争の恐怖であり、イギリスが技術教育の方法についてその範を求めたのは大陸諸国であった」<sup>36)</sup>とされている。しかし、イギリスで科学を大学のなかにとり入れ始めた19世紀半ば頃と、技術教育が大学で行われ始めた19世紀第4四半世紀とでは、イギリスと他の諸国での産業の発達の程度が異なっていたことに注意しなければならない。

1870年以前であれば、「世界の工場」として世界市場を自らの工業製品で占有しえたイギリスは、1870年初頭以後、その工業的独占への激しい攻撃にさらされた。プロシアの覇権の下で政治的統合をはたし、普仏戦争に勝利したドイツは、1871年以後、鉄道の激的な拡張、鉄鋼、機械製作工業の確立等、近代工業を急速に発達させた。アメリカでもまた南北戦争後、鉄道の急速な発達、諸工業の集積がなされた。ヨーロッパの多くの国々でも、産業革命の結果、自国の工業製品を生み出すに至った。その結果、近代工業製品はもはやイギリスから諸外国へと一方的に流出するものではなくなった。イギリスの工業的独占のこの衰退傾向は、1880年代にはもはや明瞭となった。

とりわけ電信技術・電気技術の分野においては、イギリスの優位の崩壊は一層明らかであった。1874年エジソンにより4重通信法が、1876年ベルにより実用的電話が発明され、イギリスのスワンと相前後してエジソンが発明した白熱燈は、彼の独創的な中央発電所方式とともに1880年代初頭以後急速にアメリカで広がり、電燈事業、電気機械製造業の急速な発展を導いた。これらはイギリスの工業

的独占の衰退を端的に物語る事例であった。アメリカ、ドイツにおける電気技術の急速な発達とそれら諸国の工業製品のイギリスへの流入という事態を前にし、イギリスの電信・電気技術者たちは大変な危機感にとらえられた。「電気技師」編集部は、アメリカにおける新発明続出にイギリスの危機を感じ、<sup>37)</sup> エアトンもまた、電燈技術が外国で急速に発達し、「イギリス人が外国で発明された機械を受け入れるようになった」<sup>38)</sup>とその不安を技術教育に関する王立委員会で表明した。

イギリス工業の世界的優位の崩壊に対する指導的学者、技術者たちの危機意識の発生は、イギリス自身の工業力の衰退と深く結びついたものであった。産業におけるヨーロッパ諸国のイギリスへの追い上げに関してよく引き合いに出される1867年のパリ万国博覧会でのイギリス製品のメダル獲得数の激減問題も、イギリスの後退を示すひとつの指標であった。しかしこの政治的な敗北よりも、より深い不安へと多くの学者・技術者をかりたてたものは、1870年代後半からより明瞭になったイギリス工業の衰退、具体的には世界市場におけるイギリス工業製品の輸出不振の事態であった。イギリスの機械輸出は、パリ万国博覧会での評価とは別に、1867年以後も順調に伸び続け、1873年には1867年の倍額にも達したが、それ以後は年々急激に減少し、1879年には1873年の73%にまで落ち込んでしまった。<sup>39)</sup>このような長期的で慢性的な工業製品輸出の後退は、イギリス工業史上初めてのことであった。輸出不振で過剰生産が一層顕在化したイギリス工業は、蓄積された資本を国内の工業へと投下することができず、海外への投資を急膨張させた。

このような経済的、社会的条件下で、技術教育への資本投資の条件も成熟していったと言える。ヨーロッパ大陸諸国やアメリカ合衆国での例にならない。高等技術教育へ資本を投資する方法により工業的競争力の回復をはかろうとする気運は、このような時期に頂点に達している。19世紀半ばにみられたような、労働者に一般的な科学的知識を啓蒙するかつてのメカニック・インスティテュートのみみられた技術教育ではなく、職長や管理的労働者、工場主などを重点的対象とした前述の技術教育改革運動がこの期に進展したのは、上のような社会的利害と結びついていたからであると考えねばならない。1860年代末に、L. プレフェアーが「科学的技能を制する国が競争に勝つ」<sup>40)</sup>と訴えたことが、1880年頃には多くの学者・技術者の口を通じて広く主張されるようになり、企業経営者、行政家、大学人等を巻き込んだ運動へと広がったのは、上述のような経済的、国民的基礎があったからであると言えよう。

イギリスよりも遅れて産業革命を進めたヨーロッパ大陸諸国、アメリカ合衆国は、これを完成させイギリス工業に追いつくための有効な手段のひとつとして、科学・技術教育を推進したが、今度はイギリスが後進工業国の進んだ科学・技術教育制度に注目しなければならなくなった。その意味で、イギリス高等技術教育の先例は、ヨーロッパ大陸諸国のそれであったと言えよう。しかしその際、「技術教育の方法についてもその範」を大陸諸国に求めたと言い切ることは、少々一面的であると思われる。なぜなら、技術教育の重要な分野であった電信技術教育改革において、少なくともその模範のひとつにされたのが、エアトンの工部大学校での技術教育の方法であったからである。あるいはまた、大陸諸国における電信技術教育は、1870年代末に開始されたばかりであったからである。たとえばフランスが、国家の電信事業部門に従事する電信技術者の養成機関として高等電信学校を開設したのは1878年であった。<sup>41) 42)</sup>このようにイギリスの電信技術教育をみるなら、イギリスは諸外国に比べてさ

ほど遅れていたとは言えず、そのモデルも必ずしもドイツ、フランスに求められたと言えないのである。技術教育全般においても、遅れて制度化を進めたイギリスが技術教育先進国の例を参考にしながら、イギリスの経験をもまえて改革を進めたと言える。この結果、イギリスの大学に技術教育がとり入れられることになったと言えよう。

## おわりに

以上の考察によって我々は、19世紀第4四半世紀におけるイギリス電信技術教育の制度化、およびこれと密接に関連した高等技術教育改革の進展について、以下のようにまとめることができる。

(1) 19世紀前半に形成された新しい科学である電磁気学と結びついて、19世紀中葉以後、新しい技術である電信技術がイギリスで急速に発達した。その電信技術の水準は、特定の発明者を挙げるのが困難なほど数多くの科学者、技術者による発明・改良に依拠し、電信機をはじめ、電信ケーブル、電源、電気回路、絶縁法、多重通信法等、数多くの技術を総合して発達、維持されていた。いわば世界で最も発達した工業技術に直接依拠して、世界最高水準の電信技術が発達したのであった。1880年頃には、イギリスは約40年間にわたるそのような電信技術の国内的、国際的経験を蓄積していた。

イギリス電信技術の急速な発達という社会的な変化は、これに従事する専門的で科学的な知識を有する新しい型の技術者である電信技術者と多数の電信労働者を生み出した。それはまた、彼らに電磁気学、電気工学を中心とする一定の科学的知識の獲得を要求し、最新の電信機、測定器等をはじめとする広範囲にわたる電信技術関連装置類の取り扱いや故障修理能力を要求した。ここにイギリス電信技術教育制度化要求の社会的源泉があった。

(2) しかし、科学的で体系的な電信技術教育の制度化は、電信技術が私的経営形態の下にあったときには、電信私企業の利益に反するものとして拒否された。大学人の多くも、電信私企業同様、電信技術教育の制度化に反対した。それは、電信技術教育を科学教育一般に解消するか、あるいは技術教育一般に解消するか、あるいは技術教育一般に解消する考え方に依拠してなされた。イギリスの電信技術、ひいてはイギリス工業が世界的優位性を誇っていた1860年代末までは、電信技術教育の改革は大きな社会的問題とはならなかった。

(3) ところが、ドイツ、フランスの大陸諸国、アメリカ合衆国で産業革命が進展しそれぞれの国々で近代工業が発達しはじめ、まず自国市場からイギリス工業製品を追い出し始めた1870年代に入ると、イギリスの科学者、技術者のなかに自国工業の優位性の崩壊と衰退への不安、危機感が胎頭しはじめた。彼らは、後進工業国の力の源泉を、いち早く制度化された科学・技術教育に見い出し、イギリス工業の優位性回復の槓杆として技術教育の改革を要求した。

電信技術教育の制度化も、上の技術教育改革問題と密接に関連しながら、1870～1880年代に進展をみるようになったが、それは以下のようなことを契機としていた。すなわち、1868年の電信事業の国有化により達成された電信技術の社会化を基礎に、電信技術教育制度化の社会的基盤が形成されたのである。電信技術者協会の結成と電信技術者を中心とする電信技術教育改革運動は、上の基礎に立って展開された。電信技術に加え、広範かつ急速に発達しはじめた電気工業を背景に発刊をみた

「電気技師」とその編集部による電信技術教育制度化の要求は、改革運動が科学者、技術者の多くを捉えつつあったことを示した。これらの運動は、1874年以後続いたイギリス工業の長期的、慢性的な工業輸出の後退下で、またとりわけアメリカにおける電気技術の急速な発達とその工業製品のイギリスへの流入という事態の下で、同時にまたイギリスの海外投資の急増の下で進展したのであった。

(4) 電信技術改革運動は、高等技術教育改革の具体例としての電信技術教育を提示しながら、大学その他の高等技術教育機関の中で実施されていった。その際、電信技術教育方法のモデルと考えられたものは、日本の工部大学校でエアトンによって具体化された電信・電気技術教育であった。これは、イギリスの電信技術における国内的、国際的経験の蓄積に基づき、またイギリスと諸外国での教育上の経験をも総括してなされたもの、いわば日本で試されたイギリスの技術教育という性格を持つものであった。

以上のように、19世紀第4四半世紀におけるイギリス電信技術教育改革、高等技術教育改革は、当時のイギリス工業の衰退、資本輸出の増大とアメリカ合衆国等での工業の発達、これらに基礎を置く高等技術教育改革運動の発展、イギリスの国内、国外における技術上および教育上の経験の長年の蓄積の進展という諸要因によっていた考えられるのである。

## 〔注〕

- 1) Eric Ashby, *Technology and the Academics* (Macmillan, London, 1966), pp. 17-18.
- 2) たとえば、成定焘、安原義仁、「英国における科学の制度化—ギーセン留学とロイヤル・カレッジ・オブ・ケミストリーの設立—」、『大学論集』第6集、1978年、p. 76.
- 3) Eric Ashby, *op. cit.*, p. 59.
- 4) *ibid.*, p. 57.
- 5) William Henry Preece, "Telegraphy: Its Rise and Progress in England", *Journal of the Society of Telegraph Engineers*, Vol. 1, 1872, p. 228.
- 6) Robert Sabine, *The History and Progress of the Electric Telegraph*, Lockwood & Co., Ludgate Hill, 1872, pp. 45-46.
- 7) *ibid.*, p. 51.
- 8) Latimer Clark, "Inaugural Address", *Journal of the Society of Telegraph Engineers*, Vol. 4, 1875, p. 11.
- 9) William Henry Preece, *op. cit.*, p. 231.
- 10) Robert Sabine, *op. cit.*, p. 148.
- 11) Edward Graves, "A Decade in the History of English Telegraphy", *Journal of the Society of Telegraph Engineer*, Vol. 9, 1880, p. 260.
- 12) Robert Sabine, *op. cit.*, p. 54.
- 13) Edward Graves, *op. cit.*, pp. 256, 264.
- 14) *Electrician*, Vol. 1, 1878, p. 234.
- 15) D. S. L. Cardwell, *The Organisation of Science in England*, Heinemann, London, 1972, p. 127.
- 16) Edward Graves, *op. cit.*, pp. 254-255.
- 17) C. W. Siemens, "Inaugural Address", *Journal of the Society of Telegraph Engineers*, Vol. 1, 1872, p. 21.
- 18) Latimer Clark, *op. cit.*, p. 17.
- 19) William Henry Preece, "On the Advantages of Scientific Education. A Lecture addressed to the Telegraph Staff", *Journal of the Society of Telegraph Engineers*, Vol. 1, 1872, pp. 266-271.

- 20) *Electrician*, Vol. 1, 1878, pp. 234, 270, 284, 306.
- 21) *ibid.*, p. 270.
- 22) D. S. L. Cardwell, *op. cit.*, p. 127.
- 23) *Electrician*, Vol. 1, 1878, pp. 284, 306.
- 24) *ibid.*, p. 270.
- 25) *ibid.*, pp. 271, 284, 286.
- 26) *ibid.*, p. 271.
- 27) *ibid.*, pp. 234, 306.
- 28) Eric Ashby, *op. cit.*, p. 62.
- 29) *Electrician*, Vol. 10, 1883, p. 301.
- 30) *ibid.*, Vol. 6, 1881, p. 153.
- 31) D. S. L. Cardwell, *op. cit.*, p. 130.
- 32) *Electrician*, Vol. 16, 1886, p. 474.
- 33) D. S. L. Cardwell, *op. cit.*, p. 131.
- 34) *Electrician*, Vol. 16, 1886, p. 474.
- 35) D. S. L. Cardwell, *op. cit.*, 160.
- 36) Eric Ashby, *op. cit.*, p. 59.
- 37) *Electrician*, Vol. 1, pp. 306–307.
- 38) William Edward Ayrton, *British Parliamentary Papers, Education Scientific and Technical*. Vol. 7, 1884, pp. 122–123.
- 39) E. ヴァルガ, 『世界経済恐慌史』慶応書房, 1937, 第1巻, 第2部, pp. 66, 102～103.
- 40) D. S. L. Cardwell, *op. cit.*, p. 88.
- 41) *Electrician*, Vol. 1, 1878, p. 185.
- 42) *ibid.*, Vol. 15, 1885, p. 404.

Institutionalization of Telegraph Engineering Education  
and Reform of Higher Technical Education  
in Late Nineteenth Century England

YASUO NAKAGAWA\*

Preface

1. Development of Telegraph Engineering and the Training of Telegraph Workers
2. Movement for the Reform of Telegraph Engineering Education
3. The Reform of Telegraph Engineering Education as a Part of the Reform of Higher Technical Education
4. National Factors and International Factors in the Reform of Higher Technical Education in England

Conclusions

It has been explained that the reform of higher technical education in England was mainly effected by outside forces, namely by the influence of German universities and from competition with foreign industries, the same as in the case of the reform of science education in general in England.

However, I intend to attempt to analyze the real processes in the institutionalization of the English telegraph engineering education, as a part of the typical technical education in the late 19th century.

The rapid development of the telegraph in the late 19th century in England brought forth the new telegraph engineers and many new telegraph workers, make it necessary for them to get acquainted with the scientific foundations of telegraph engineering along with the operations of new types of telegraph machines or electric instruments. But the institutionalization of the scientific and systematic telegraph engineering education was rejected by the capitalists, officials and universities as long as the telegraph industries were under the private managements.

After the beginning of the 1870's, however, when the industrial revolution developed in Germany, France and the U.S.A. and the English industrial goods came to be rejected in the markets in those countries, many scientists and engineers began to have a growing sense of crisis. They requested the reform of English higher education for the revival of the England's industries which stood isolated in the world. The telegraph engineers, who had been organized

---

\* Associate Professor, College of Liberal Arts, Kobe University / Affiliated Researcher, R.I.H.E.

in the Society of Telegraph Engineers, also requested the institutionalization of telegraph engineering education after the turning point of the nationalization of the telegraph industry. The movement for institutionalization developed after the long-termed and chronic crisis of England's industries in the third quarter of the 19th century. And the movement caught many capitalists, officials and universities under the economical condition of the decrease of exports of English industrial goods and the increase of exports of English capitals.

Telegraph engineering education, as a part of typical higher education, was institutionalized in city colleges and in technical colleges. The telegraph engineering education which was later considered to be the model in England was the technical education led by W.E.Ayrton in the Imperial College of Engineering in Japan.

I conclude that the institutionalization and reform of English higher technical education in the third quarter of the 19th century were mainly influenced by the development of new technology and the English economy. And I also conclude that one of the models of English technical education was the one led by an English scholar in a foreign country, which was brought forth by technical experiences in England's industries.