



工学と工業

瀬藤象二

主として電気工学の発達史を平易に述べながら日本の工業の発展におよぶ。

本篇は 26 年 3 月 31 日をもつて定年退職される瀬藤象二所長兼學部長が、去る 2 月 16 日、東京大學第二工學部で行つた訣別講義の要旨である。東京大學に 39 年の足跡を礎された教授が諄々と説かれる『工学と工業』の本道進路に本學部中央講堂に集まつた學生はもちろん多數の教官・職員に深い感銘を與え講終るとともに湧き起る拍手は、しばし鳴りやまなかつた。

工学に精進するわれわれは日本の現状と照し何をなすべきかを常に考えねばならぬ。それに関して「工学と工業」という題を選んだ次第であるが、日本の工学と工業について現状やあるべき姿を諸君とともに考えてみたい。

われわれのお互の空間的な關係ははつきりしており、スターリン首相の言がたちまちわれわれに大きな影響を與える如く、相互に有機的關聯がある。一方時間的にもわれわれは過去何千年かの文化の流れの中に在つて現在に至つており、未來はわからぬが少くとも今迄先祖先輩が如何にしてここ迄たどりついたかは知るべきはずである。これを考えることが將來の誤らぬ合理的な方向付けに役立つであろう。私は次のように考えている。すなわちわれわれの社會は鎖の一環で、過去からつながつて現在におよびわれわれは今迄の先人たちの仕遂げた仕事の恩恵に浴し、次に一つか二つのよいことを仕上げで次の世代に渡すのである。この觀點から物事を發達史的に見ることが必要で、當生産技術研究所内に生産技術史の分野がおかれているのも意義深いことである。この講義では自分の専門分野にわたるが電気工学が日本および外國で如何に發達してきたかをまず考えてみたい。そしてこれによつて類推すれば將來の發展を豫知することができ又他の産業部門でも類似點が見出されるのではないかというのが私の觀點である。

電気工学の發達は若く、18 世紀の終り迄は大した事はなかつた。天然磁石が他の鐵の含有物を引付け、琥珀を羅紗で擦れば軽い物を引付けるのを見た程度でいずれも今日の靜電気靜磁氣學を出ない。この状態が長い間續き僅かに磁石が南北を指す事が利用されただけであつた。

1732 年の Vo'ta による電池の發明は劃期的なもので

これによつて初めて電流を發見し電氣を連続的に通ずることができるようになった。1801 年に Davy が強烈な光と熱を伴う電弧を見出し、電池につなぐと照明に使うことができるようになった。19 世紀の初め電氣分解が發見され、それを利用した蓄電池の發明が行われた。しかしその頃は電流としての性質が見出されただけで、それだけではすこぶる價値は少なかつた。

やがて 1820 年に Oersted が電流の磁氣作用を發見したが、實にこれは大發見で、電氣と磁氣との間の關係が初めて見出されたのである。これによりスイッチを入れれば遠方の磁針をふらすことができるから、遠方に信號を送れるようになった。又 Henry 等が線輪中に鐵心を入れて強い電磁石を作つたが、これは天然磁石より遙かに強力であり、電流を絶つて磁氣作用も失われるので非常に便利となつた。

さらに 1821 年の Faraday の電動機の基本形式の發明も大きな發明で彼がこれを英國王に見せた時、何の役に立つのかとの質問に答え、「生れた許りの赤ん坊の將來は豫測できぬ」といつたことが傳えられている。彼はさらに 1831 年電磁誘導作用を發見したが、これこそ眞の大發見であつた。彼は前に述べた Oersted の發見と對照して確信を持つていたので、當時の幼稚な實驗技術を克服して終に成功をかち得たのである。

この頃には各國の物理學者が互に連絡して、新事實を追求し一方實際家が應用方面を考えた。1832 年 Pixii は直流磁石發電機を作り、1845 年 Nol'et 等が交流發電機を作つたが、磁石はやはり永久磁石、又は Henry の電磁石なので小電力のものに過ぎなかつた。1867 年 Wheatstone と Siemens とはほとんど同時に自動直流發電機を作り、從來と比較にならぬ強力な直流電源が得られるようになった。

次いで 1878 年 Edison が白熱電球を發明した。それはアーク燈、ガス燈、油燈があるだけだったので、アーク燈より小型でもつと簡単に點滅できるものがほしいと考えて、實驗してみたが、アーク燈程強い光を得ることは困難であつた。眞赤に線を熱すると直ぐに切れてしまつて永續性がない。いろいろ研究の結果眞空中で通電することに想到し、遂にカーボン電球を完成したのであつた。同じ頃に Swan も白熱電球を發明したが Edison はそれを作り上げただけでなく、これに必要な發電機を實用化しさらにスイッチ・ケーブル、メーターまでも次々に作り上げて直流配線を完成したのである。Edison の偉大さはその実行力にあつた。獨創力、エネルギーに富み、人類愛同輩愛に厚く、學者ではなかつたが、「私は學者を雇えるが學者は私を雇えない」といつていた。その協力者中には Elihn Thomson, Upton などの學者がおり、後では Houston 等も加わつて、その事業は現在世界最大のゼネラル・エレクトリック會社へと發展したのである。こうして電燈は急速に全世界に擴まつた。

しかし Edison 一派の方式には一大缺點がある。すなわち送電途中の電壓降下のため遠くへ送電できず、これを救うためには經濟的には引合わぬ太い電線を使わねばならない。これは後年交流配電が完成された迄は避け得られぬ事柄であつた。

1882 年 Gaulard, Gibbs が變壓器を發明した。これは Faraday の電磁誘導作用發見後、實に 51 年を経過しているが、必要のないところには新しいものは發明されぬという好例であろう。當時は交流が盛に研究されて Ewing の履歴現象の發見などもこの年代 (1885) であつた。同じく 1885 年には Westinghouse が交流配電をやり始めたが、この方式によると變壓器を使つて電壓を上げて配電することができるので損失が少く、直流配電より遙かに優れている。しかし Edison 側ではこれに對して電氣死刑などを引合に出し、高壓の危険性を過大に宣傳して大反對した。獨・英兩國でも交直兩者の優劣が盛に論議されたが、1889 年 Dobrowolsky が 3 相誘導電動機を發明し、次いで長距離交流送電を實施したのでこの問題は一學に解決したのであつた。さらに 1904 年には水銀整流器の原型を Cooper Hewitt が發明し、かくして大體 19 世紀の終り迄には今日の電氣學の基礎が勢ぞろいして 20 世紀を迎えたのである。

この間において各種の測定技術、機器も並行的に發達し、初期の galvanometer Daniel 電池等の單位から、今日のオーム、ボルト、アンペア等が定まり、19 世紀の終りにはメーター類も體を成し、定量的な取扱いが可能となつた。

一方電氣通信では 1837 年に Morse がモールス符號を作り上げ、これによる陸上通信では繼電器を途中に挿入して長距離通信に備え、海底ケーブルも研究された。

1850 年に英佛間のドーバー海峡に 50 哩のケーブルが敷設されたが、當時の要求は歐米間の通信であつた。一般に長距離になると線路の分布容量と抵抗の積に比例して信號の傳播時間が長くなり又波形も亂れてしまう。これが大西洋電信では大きな問題となる。絶緣物としてはこの頃ガタパーチャが作られ、グラスゴー大學教授の William Thomson は線路の抵抗と分布容量の積を小にすべきことを論じ、2 回目の敷設には自ら主となつて 1858 年にこれを成功させた。

降つて 1876 年 G. Bell が磁石式電話機を發明し、1877 年には Edison による炭素送話機の發明があつて、音聲が送れるようになった。さらに 1890 年における Strowger の自動電話交換機の發明、1896 年 Marconi による無線電信の發明があり、次いで 1906 年 L. de Forest の 3 極眞空管の發明は、増幅だけでなく、發振・檢波等も可能にしたので、以前の諸發明との組合せによつて、通信界は大發展を遂げたのである。

一方日本ではどうかというと 1854 年にペルリが電信機を持参し幕府に献上した。次いで 1868 年にブレゲー式電信が實施され、1871 年にモールス式電信が東京・横濱間で營業を開始した。このため日本人技師を養成すべく工部省は工學寮を設けたが、これが現在の東京大學工學部の最古の前身である。1877 年には工部大學となり土木・機械・電信・造家・化學・熔鑄・鑛山の 6 學科をおいた。1878 年の明治天皇大學行幸に際しては、初めてアーク燈を天覽に供した。しかしその實用は 1885 年に大阪紡績會社で工場にアーク燈をつけたのが最初で、次いで 1887 年には東京電燈會社が蒸汽機關による火力發電を行い、Edison の發明に遅れること僅か 9 年で白熱電球が點燈された。1890 年に電話事業が始まり 1892 年に京都市疏水による水力發電が開始された。その後、1899 年に郡山絹糸により 11 kW, 150 kV, 22 km の送電が行われ、1909 年桂川電力が東京に送電を始めた。又翌 1910 年に無線電信事業が開始され、1914 年には猪苗代湖から東京への送電が始まつた。これらを外國と比較すれば實際的にもそれ程遅れずに始まり、大學も早くできたが、兩者の關連性は薄かつたと考えられる。

× × ×

以上に述べた通り、外國では初め種々の現象を物理學者が發見し研究していた時代が長く続き、必要に應じてこれを製品に作り上げる技術が起つた。そして實際に利用してみても困つたことが生ずると、そこで再び研究するというように、學者と實際家とは非常に密接な關係の下に發展してきたのである。

しかるに日においては、紡績會社が初めてアーク燈を備えたり送電を開始した例に見られるように、事業家は一日も早く生産を始め、できるだけ早くこれを増大する

ため技師とともに機械を輸入したのである。このようにして工業は工業家同志で外國との間に橋がかかった。一方工學は工部大學におけるように外國教師により日本に持込まれ、教育されたが、最初は研究は行われなかつたのである。このように日本では工學と工業とは別の部門から入り、別々のところで行われ、この状態が相當續いてきた。少くとも電氣工學の分野ではかかる状態であり、他の部門においても、この傾向があつたと思う。やがて事業が發展するとともに大正の中期より研究所が諸會社に設けられたが、事業の不振に際しては、研究所はまず縮小された。これは資本家がとくに研究の必要を身にしてみ感じていないからで、米國においては競争が烈しいため、研究を止めることは自殺行爲とさえ考えられ不景氣の時にはますます研究を盛にすることがある位である。日本では眞の資本主義自由經濟が發達していないため優れた製品が勝利を得るよりも、材料の仕入れ、爲替の扱機・巧みな販賣による利益が大きい比率を占めている。私はこれを重商主義と名付けているが、このため技術研究の尊重は口でこそそういが餘り行われなかつたのである。

これは今迄の日本が遅れていたから何としても追いつ

かねばならず、早く追いつくのが第一であつたからである。しかし戦後 8,000 萬の人間が狭い國土で生活するには、加工貿易によらねばならず、工業は今迄に比し一段と大きい役割を果たさなくてはならない。このためには安くてよい品物を作る技術が劃期的に起らねばならない。

工學は大學で體系としてよく發展し、工業も外國のものをよくここ迄取入れてきたといえる。けれども工學は發達するが、工業技術が遅れているようでは何にもならない。日本ではその發達史上とかくそうなりやすい。近代工業は全部外國で Develop されたものを輸入したため、それに何かを加えるのは非常な努力を要する。そのためには工學と工業とがもつと密接に連絡されねばならぬ。この考えの下に行動せねば日本の工業はこの大使命に堪え得ないのではないかと考える。これが紀要に終るとは必ずしも斷言できないであらう。わが生産技術研究所が發足したのもその相當部門を擔當しようということからなのである。實際部門での諸問題をここで取上げて、これに學問を適用して、工學が工業に如何に貢献し得るか、工學の眞價を世に問わんとするものである。

(文責記者にあり)

附 表

電氣工學發達史年表 (抄)

1784 Volta 電池。	1890 Strowger 自動電話交換機。
1801 Davy 電弧。	1896 Marconi 無線電信。
1820 Oersted 電流の磁氣作用。	1905 Murray 印刷電信機。
1821 Fraaday 電動機の基本形式。	1906 L. de Forest 三極真空管。
1831 Farady 電磁誘導。	1854 (安政元年) ベルリ第回來朝の時電信機持参。
1832 Pixii 直流磁石發電機。	1864 (明治元年) プレグー式指字電信機實施。
1845 Nollet 交流發電機。	1871 (" 4) モールズ式電信機實施。
1867 Wheatstone } 自勵直流發電機。 W. Siemens }	1885 (" 18) 大阪紡績會社工場弧光灯點灯。
1878 Edison 白熱電球、直流配電。	1887 (" 20) 東京電灯會社火力發電開始。
1882 Gaulard and Gibbs 變壓器。	1890 (" 23) 電話事業開始。
1885 Ewing 磁氣ヒステリシス現象。	1892 (" 25) 京都市疎水による水力發電。
" Westinghouse 交流配電。	1899 (" 32) 郡山絹絲紡績 11,000 V, 150 kW, 22 km, 送電開始。
1889 Dobrowolsky 三相誘導電動機。	1909 (" 42) 桂川電力 55,000 V, 15,000 kW, 75 km 送電開始。
1904 Cooper Hewitt 水銀整流器。	1910 (" 43) 無線電信事業開始。
1837 Morse. モールズ記號による電信。	1914 (大正3年) 猪苗代水力電氣 110,000 V, 35,000 kW, 220 km, 送電開始。
1858 Bright, Kelvin 大西洋横斷海底ケーブル。	
1876 G. Bell 磁石式電話機。	
1877 Edison 炭素送話器。	