九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

電気エネルギーと工場電化

井上, 洋一郎
滋賀大学

https://doi.org/10.15017/13653

出版情報：エネルギー史研究 : 石炭を中心として. 8, pp.92-96, 1977-06-01. エネルギー史研究会
バージョン：
権利関係：

電気エネルギーと工場電化

滋賀大学　井上洋一郎

一

電力は、水力、石炭、石油などと異なり、それらを原料として生産される第二次エネルギーである。すなわち、電力は、一方の側（電源）で他のエネルギーからの変換によって発生し、他の側（負荷）で消費され、他のエネルギーに変換されるという特性をもっている。この第二次エネルギーが、第一次エネルギーと並んで、あるいは、それを越えて生産力化されるゆえんを、日本について、歴史的に究明するのが本報告の目的であるが、報告には若干の限定が必要である。

共通論題の対象とする時代は、おおむね明治期である。わが国の電気事業は明治二〇年代に勃興したが、その発展は明治末・大正初期であり、また、工場電化の本格的な展開は、それにつづく大正中期以降のことである。工場の各種原動機のうち、馬力数において電動機が蒸気機関を凌駕したのは大正六年（自家用をふくむ）であり、電化率が五〇％を越えたのは翌七年であった。したがって、ここでは、工場電化の本格的な「展開」ではなく、人力・水力・蒸気力の電力への「転換」がおもなテーマとなる。

電力には「事業用」と「自家用」があり、また、それは、用途によって「電灯」と「電力」に大別される。電力の広い意味での生産力化の発端は、明治一九年にはじまった内閣官報印刷場や大阪紡績会社の電灯（白熱灯）による工場照明であり、狭義の産業用エネルギーとしての電力の使用は、明治二三年の足尾銅山が端緒とされているが、それらはともに自家用（自家発電・自家使用）であった。自家用電力の場合、水力にせよ火力にせよ、発電設備に多額の資金が必要であり、とくに、水力の場合は、工場立地に大きな制約をうける。電力事業がいまだ未成熟な段階で、自家用電力は、おもに大企業・大規模工場において普及したが、本来的な工場電化は事業用電力（電気会社の電力供給）によって進展したのであり、電動機は買電によってメリットを発揮したのである。したがって、この報告では、もっぱら「事業用電力」が対象となる。

二

次の引用文は、広島水力電気が、開業（明治三二年五月）を前にして、電力使用の予約募集をおこなった新聞広告の一節である（明三一・八・一二付『芸備日日新聞』）。

「……抑々電力の働は機械の装置により蒸気力の働と毫も異ることなくして蒸気力に比すれば其場所を要すること少なく、取扱者の手数少なく、動力に不同なく、且つ煤烟の為め近傍人家の迷惑となることなく最も経済的の動力たることは申迄も無之、而して其馬力、小は一馬力より大は数百馬力に至る迄使用自在なれば動力を使用せらるる事業家に於ては利益あること勿論なれば、当会社の動力を使用せられんとする各家は予め御相談相成候はば、器械の装置、使用方法等充分御便利に相成様可致候間可成前以御申込被下度此段広告候也」

みられるとおり、ここには、蒸気機関と比較した電動機の優越性が、かなり具体的に示されている。まず、電動機のもつ特性についてみると、第一は「小は一馬力より大は数百馬力に至る迄使用自在」という点があげられる。電動機は大型でも小型でも製作が自由であり、需要家は目的に応じ

た馬力を選択することができる。また、蒸気機関は小型になるほど効率が大幅に低下するのにたいし、電動機は小型化による能率低下がさほど大きくない。第二は「取扱者の手数少なく、動力に不同なく」という点である。電動機は制御が容易であり、スイッチの切り替えによって始動、停止するから、操作にはなんらの熟練を要しない。また、回転速度が安定的であり、その調整も容易である。なかでも、三相誘導電動機（明治三二年ころより普及がはじまる）は構造が簡単であり、密閉型にできるため、故障がすくなく、保守の面でもすぐれた特性を有している。

このような電動機のもつ特性は、電気エネルギーの生産力化にあたって、より多くのメリットを発揮する。さきの引用文を補足しつつ、そのいくつかを指摘しよう。

(1) 蒸気機関は、汽罐・汽機の据え付けや、燃料の貯蔵などにかなりのスペースを要するが、電動機はその必要がない。のみならず、電動機は作業機に直結されるため、蒸気機関には不可欠のシャフト・ベルトの伝動装置が不要となる。したがって、資本費用が大幅に節約される。

(2) シャフト・ベルトがなくなると、動力の伝達過程で生じていたエネルギーのロスが減少し、また、工場内の機械配置が合理化される。さらに、ベルトからのホコリや油類の飛散がなくなり、労働環境の改善に役立つ。ベルトは、しばしば労働災害の原因でもあった。

(3) 大工場における小型電動機の導入は、集団運転方式から単独運転方式への転換を可能にし、それによってエネルギー効率が高められるとともに、大量生産体制確立への道がひらかれる。

(4) 直接駆動による単独運転方式の場合は、一部の機械の運転を簡単に休止することができるため、操業短縮のさいのロスが減少する。また、逆に、設備の増大、工場規模の拡大は、蒸気機関の場合と比較して、きわめて容易である。

(5) 中小工場は、その規模からして、蒸気機関の導入はきわめて困難である。中小工場の生産は、ながらく人力＝手労働に依存してきた。小型電動機は中小工場にも動力化の機会を与え、それを一気に押し進める。電動機は、この面において、もっとも大きなメリットを発揮する。

(6) 電動機は、さきにも指摘したとおり、回転速度が安定しているため、製品の斉一性が保たれ、また、その品質が向上する。この点も、とくに、中小企業にとっては大きなメリットである。

以上、電動機のもつ特性とメリットを列挙した。これらの他にも指摘すべき点があろうが、ともかく、電力は、それまでの動力と比較して多くのすぐれた点をもつエネルギーであった。しかし、この電力が、具体的に生産力化していくためには、二つの基本的条件が必要であった。電力産業の、ある一定水準への成長――良質・廉価な電力の供給であり、いま一つは、電機工業の発展――電動機、ことに小型汎用モーターの価格低下である。

三

わが国の電力事業は、明治一九年（一八八六）七月の東京電灯会社の設立（二〇年一一月開業）を発端としているが、その東京電灯につづいて、二〇年代前半、神戸、大阪、京都、名古屋、横浜などの主要都市に電力事業がおこり、日清戦争のころには地方都市にも普及しはじめた。明治二八年末における電灯会社の開業状況をみると、事業数は火力二二社、水力九社、火水力・受電三社の合計三四社で、供給戸数は約二万一〇〇〇戸、取付灯数は約九万六〇〇〇灯と記録されている。「電灯会社」の名が示すとおり、当時は電灯の供給が目的で、電力は取るに足らなかった。

電灯は、日清戦争のころより地方都市にも普及しはじめたが、明治三〇年代に、なお、料金の高さが主因で需要が伸びず、電力事業のあゆみは遅々としたものであった。しかし、四〇年代以降、その料金の大幅な引き下げ（電灯の場合は、電球の改良による消費電力量の減少をふくめて）によって、電力事業の成長は急テンポとなった。明治四〇年に、電灯が照明市場でガス灯や石油ランプを押え、ほぼ主導権をにぎったとされているが、明治末・大正初年の段階で、東京をはじめ、大阪、京都、名古屋などの大都市では電灯がほぼ完全に普及し、さらに、それは地方の中小都市へも急速にひ

ろがっていった。この時期、いわば全国津々浦々に電気会社が設立され、大正四年末にはその数五一〇に達した。もっとも、地方中小都市における電力事業は、おおむね発電力五〇KW前後という零細な規模で、供給区域もごく限られた範囲にとどまり、その存在は孤立分散的であった。ともあれ、こうした過程において、電力事業側の「電力供給」体制はしだいに整えられていったのである。

東京電灯の電力生産は直流低圧方式をもって出発した。神戸、京都、名古屋、横浜共同（明治二一年九月～二三年一〇月開業）などの先駆的電灯会社もしかりである。直流低圧は配電距離の短い自家用には適しているが、事業用の一般供給では、電圧降下を防ぐため太い電線が必要となり、供給区域が経済的には一kmていどに限られる。東京電灯が明治二〇年一一月の開業から二三年までに日本橋区南茅場町、麹町一丁目、京橋区新肴町、神田区錦町、千束村（吉原）の五カ所に発電所をもうけたのはそのためであるが、直流方式による配電距離の制約は、そのまま電力事業の発展にとって大きな制約であった。そうしたなかで、ひとり大阪電灯は、技師長岩垂邦彦の英断によって交流一〇〇〇V方式を採用し（二二年五月開業）、交流高圧方式の有利さを実証した。以後、急速度をもって交流が一般化し、電力事業は、直流低圧方式による小供給範囲の壁を破って発展の軌道に乗っていく。東京電灯は、明治二八年、浅草に交流方式による集中火力発電所を建設、ついで、三九年には、より大規模な千住火力発電所を完成した。そして、これを機に、交流による昼間の電力供給を開始したのであるが、そのことが工場における電動機の採用をうながし、工場電化の重要な契機をなしたのであった。

ところで、工場電化の、いっそう本格的な展開のためには、水力発電の大規模な開発が不可欠であった。火力発電方式は、一定の発電所を建設したうえに、送電時間の増加に比例してその石炭消費量も増加し、運転費がかさんでいく。それゆえ、炭価の高低により、運転費―支出全般―収益率がいちじるしく左右される。水力発電方式は、水路式であれ堰堤式であれ、発電所建設には火力発電と比較して多額の設備投資を必要とするが、ひとたび完成すれば、耐用年数も長く、かつ、二四時間連続発電にさいしてもとくに運転費の増額をみることはない。そのため、昼間、電灯用電力需要のないときに、その発生電力を原動力用電力として利用する道がひらけ、それまでの夜間電灯用を中心に発電していた火力電力と異なり、昼間における大量の電力供給を可能にし、同時に、単位電力あたりのコストをいちじるしく低下・安定させ、低廉な産業用エネルギーの供給という産業資本の要請に応じうるようになる。

明治二〇年代におこった水力発電所は、琵琶湖疏水の蹴上発電所をやや別格として、いずれも電源付近の小市邑における電灯供給を目的とする、せいぜい六〇KWどまりの小規模なものであった。火力による市内発電・配電の場合とちがって、水力は、一般に、電源がより遠方にあるため、その開発には、電力輸送上の難点がともなう。この難点を克服して水力は「小規模」の範疇をのりこえ、発展してきたのであるが、これに先鞭をつけたのが広島水力電気と郡山絹糸紡績であった。広島水力電気は、明治三〇年五月の設立で、広島県賀茂郡広村に発電所を建設し、黒瀬川の瀑布を利用して発電をおこない、その電力を呉市ならびに広島市に供給したのであるが、広発電所から広島市にいたる送電線路は当時最長の二六kmにおよび、送電電圧は一一、〇〇〇Vで、これは、わが国における遠距離・高圧送電の端緒であった。一方の郡山絹糸紡績は、福島県の郡山町に電灯・電力を供給するため、安積疏水の沼上瀑布に発電所を建設し、そこから郡山までの二二kmを、広島水力電気と同じく、一一、〇〇〇Vの高圧で送電したもので、明治三二年六月に営業を開始している。広島水力電気の開業は三二年五月で、まず呉市内において電灯の供給をはじめ、同年一二月に広島市への送電を開始しているが、両社がほぼ時を同じくして、いわゆる「市内配電」の枠を越え、水力の電源を遠隔の消費地に結びつけた功績は大であった。もっとも、発電そのものは、いまだ自然の滝を利用するというプリミティブなかたちで、渇水時などに出力が低下するという難点はまぬがれなかった。

広島水力電気と郡山絹糸紡績によって先鞭がつけられた遠距離・高圧送

電は、東京電灯による明治四〇年の桂川水系開発＝駒橋水力発電所の完成で本格化し、電力事業は、ひとつの、新しい発展段階を迎えることとなる。これは、送電距離（七六㎞）、送電電圧（五五、〇〇〇V）も画期的であったが、それにとどまらず発電方式（調整池式）、出力（一五、〇〇〇KW）とも従来その例をみず、さらに、低廉な大量の電力供給体制をつくりあげ、いわゆる動力革命の推進者となった点で重要な意義をもつものであった。この東電駒橋発電所によって、経済的にも技術的にも水力発電方式優位の趨勢はまったく確立し、以後、大容量の水力発電所が続々と建設されていった。全発電力（事業用）における水力の比率は明治四〇年の三四・五％から累年高まり、四四年には五一・九％となって水・火力の地位が逆転、以後、その差はいっそう拡大し、大正二年には水力の発電力が全発電力の六二・二％を占めるにいたった。

以上のような発電方式の変遷、水力発電力の増大、遠距離送電技術の進歩によって、電力事業側における「工場電化」の条件は、明治末・大正初期の段階でほぼととのった。この現象は、東京電灯のみでなく、若干の時間的なズレやスケールの相違はあったが、地方の電気事業にも及んだのである。

四

わが国の電力事業は、他の多くの近代産業と同様、生産手段のほとんどすべてを外国からの輸入品に依存して出発した。そして、電力事業の発展とともに、電気機器・関連部品の輸入も増大していったが、そうしたなかで、三吉工場、明電社、東京石川島造船所、芝浦製作所などの電機メーカー（石川島と芝浦は生産の一部）が出現し、徐々ながら電気機器の国産化が進行した。

電動機利用の早い例として、浅草凌雲閣におけるエレベーター用七馬力（明治二三年一一月）、古河市兵衛の足尾銅山における揚水器用八〇馬力、捲揚器用二五馬力（同年一二月）、蹴上発電所が電力を供給した紡織、印刷、精米などの小工場の原動機（二五年四月以降）等があげられる。その他、官営軍事工場では、かなり早い時期から電動機が採用されていたものとおもわれる。足尾の電動機は古川がシーメンス電気機械製造所へ発注したものであるが、他も、おそらくすべて輸入品であったろう。明治二八年、芝浦製作所が単相誘導電動機の製造に着手、ついで三四年に三相誘導電動機の製作を開始しているが、このあたりが電動機国産化の端緒であった。明電舎の電動機生産は三六年ころとされているが、明電社については次のような記述がある。

「明治三九年三月に至って、東京電灯株式会社は、東京市内に交流昼間電力を一般需要者に送電することを発表したので、〔重宗〕芳水は好機逸すべからずと、三相電気モートルの月賦販売および賃貸の広告を新聞紙上に発表したところ、精米、印刷、製本、製材、その他あらゆる業者から注文があり、これに依って明電舎モートルの需要が中小工業者に盛んになった」（田村栄太郎『日本電気技術者伝』）

のち、「明電舎モートル」は小型電動機の代名詞化するが、上の記述から、明治四〇年前後、電動機の国産化がかなり軌道に乗ったことがうかがえる。

ところで、この引用文にみられるとおり、明電舎は、電動機の「月賦販売および賃貸」の方法で、その普及をはかった。当時の原動機の価格は判然としないが、大正初期には「一巾製品について言えば一台一一〇円の相場であった」（三菱電機『建業回顧』）から、明治三、四〇年代では、おそらく、それよりも高価であったろう。一馬力電動機一台百数十円というのはけっして安くない。中小企業が容易に購入しうる価格ではなかった。そこで、月賦・賃貸の方法がとられたのであるが、実は、電力事業でも、当初は電動機の賃貸が一般的であった。広島水力電気の場合、創業時（明治三二年）の電動機貸付料は一馬力一カ月六円五〇銭、四五年には三円にまで低下しているが、同社はこれによって電力販売量の増伸をはかったのである。電機メーカーや電力事業が工場電化にはたした主体的役割がうかがえよう。電力料金の引下げも、電力事業側からの工場電化推進の大きな要因であった。

工場（職工五人以上の民営工場）における電動機の使用を数字で明らかにできるのは明治三二年以降である。同年の電動機馬力数は一三九馬力で、各種原動機の合計馬力数に占める比率は〇・二四％であったが、以後、それはかなり急テンポで増加し、明治四〇年一三、七七五馬力（七・六七％）、大正二年一三三、六二三馬力（二八・〇九％）、そして、前述のとおり、大正七年に六二六、〇〇六馬力となって過半数の五六・四一％に達した。概括的にいって、工場電化がもっとも早く進んだ産業は金属・機械工業であり、ついで、セメント、製紙、肥料などの化学工業、やや遅れて紡織工業であった。紡織工業は、加熱用蒸気を必要とする関係から、蒸気機関への依存度が高く、電化が遅れたとされている。そのほか、とくに織物工業において、中小、零細企業の圧倒的に多かったことが、その理由の一斑であった。

このような工場電化は、主として大工場における蒸気機関から電動機への転換というかたちで進行した。蒸気機関と比較した電動機のメリットが、まず、電力料金の低下という一つの基本条件に支えられて、生産の場に発揮されていったのである。また、電力料金の低下は、自家発電から買電への転換をもうながし、電動機のメリットをいっそう向上させた。しかし、いま一つの基本条件である電動機の価格低下は容易に実現せず、それが、とくに中小工場の電化を遅らせた。さらに、中小工場の場合は、安い労働力の存在が、人力から電力への転換をはばむ大きな要因となっていた。かりに、電動機を賃借した場合でも、借料が労働力より相対的に高くつくとすれば、中小工場の電化は簡単に進まない。結局、中小工場の電化の進行は、賃金が大幅に上昇し、安い小型汎用モーターが出現した第一次大戦後のことであった。大工場・中小工場をあわせて、工場電化＝動力革命が本格的に展開するのは大正中期以降であり、したがって、本報告は、いわば工場電化の前史である。

（統計図表は報告会場で配布の予定）

編集後記

社会経済史学会の大会は『エネルギーと経済発展』を共通課題として開催され、予想外の盛会であった。もしも若い研究者がこれによってエネルギー史、とくに石炭産業史のもつ問題の大きさに気付き、今後の研究の出発点ともなれば、これにまさる喜びはない。

大会当日は、若い人たちの努力でささやかながら一室に代表的な若干の石炭資料の展示も行うことができた。本格的に展示するとすれば、どれだけでも大きくできるし、石炭に関する史料はなお探せばいくらでも出てきそうである。石炭史料の発掘、整理、保管は今日の急務である。また老人や生活体験の豊かな人々からの聞取調査も急務である。しかも同時に研究もゆるがせにすることができない。考えると、どうにもならないほどの研究者不足であるが、今はこの問題の重要性を訴え続け、若い研究者の参加をまつほかはない。本号に引き続き第九号の編集をしているので力作の御投稿を心からおねがいしたい。また『九州石炭礦業史資料目録』第四集の編集にもとりかかっている。志を同じくする人々の御参加をおまちしたいと思う。

『エネルギー史研究ノート』第八号
一九七六年六月一日発行
編集　九州大学経済学部日本経済史研究室内
エネルギー史研究会
発行　福岡市中央区薬院四丁目一三―五一
財団法人　西日本文化協会
電話〇九二（五三一）四五三八番
振替口座福岡一五九一八番
印刷　福岡市中央区赤坂一丁目二―二一
正光印刷株式会社