

電力技術の発達から見た我国の家庭電化に 関する一考察

前 島 正 裕

国立科学博物館理工学研究部

On the Home Electrification Process Based on the Development of Electric Power Technology in Japan

By

Masahiro MAEJIMA

Department of Science and Engineering, National Science Museum, Tokyo

Abstract

Home electrification process have been started as lighting in the Meiji period. This process was based on the development of power network and depreciation of electric power and lighting rates were related to the progress of electric technology. And the most important motiv of home electrification was the intention of selling the surplus electricity. Stable electric power supply systems must have equipments which can cover the maximum electric demand because electric energy can not be stored in large quantities and the equipments can not follow sudden demand transition. This report shows that the characteristics of electric power supply systems which always have surplus electric power equipments except in time of maximum demand encourages home electrification process.

1. はじめに

我々は電気製品に囲まれて生活しており、今や電気は無くてはならないものになっている。しかしこれら電気製品は必要性から生まれた物ばかりではない、省エネルギーが騒がれてる今、現在のエネルギー消費構造を考える上でこれら家庭電化製品の登場と普及過程を知ることは重要である。本研究では、家庭電化の母体となった電力技術の発達とその後の電灯の普及過程から家庭電化初期の状況を明らかにしようというものである。

2. 電力技術の発達

電気事業として発電所から一般需要家の電燈へ電気が供給されたのは 1887 (明治 20) 年に東京電燈会社が第 2 電燈局より電気を供給したことに始まる。その後需要は順調に伸び、日露戦争後には経済拡大によって電灯電力需要が増大した。しかし送電電圧が低く供給範囲が限られていたことによ

表 1 明治末期から大正時代にかけての発電力（自家発電を含む）推移¹⁾

	発電力 [1,000 kw]		計 1,000 [kw]
	水 力	火 力	
明治 40 年	39	76	115
41	60	90	155
42	74	108	182
43	113	145	258
44	144	178	322
大 正 元 年	233	229	462
2	322	275	597
3	417	299	716
4	449	323	772
5	470	335	805
6	511	365	876
7	597	387	984
8	711	422	1,133
9	825	553	1,378
10	915	612	1,527
11	1,070	709	1,779
12	1,308	755	2,063
13	1,474	763	2,237
14	1,814	954	2,768

って、町の中に発電所があったため、当時すでにばい煙問題などが起きた。送電電圧の高圧化とともに発電所は大規模集中化し、郊外へと移動を始めた。高電圧技術によってより遠くから電気が送れるようになると、炭価の値上がりなどによって水力発電開発の機運が高まった。

郡山と広島において端緒を開いた高圧送電は、東京地区では 1907（明治 40）年東京電燈会社が山梨県桂川の駒橋から東京早稲田までの 5 万 5 千 V 送電に成功し、遠距離送電時代を迎えた。送電距離は 46.8 哩（約 80 km）、総発電力 1 万 5 千 kW で、この成功により水力発電開発の機運を全国的に高め、各都市周辺に水力発電所が建設され、6～7 万 V の送電が行われるようになった¹⁾。1912（大正元）年には表 1 に示すように、水力発電の出力（23.3 万 kW）が火力（22.9 万 kW）を超え、水主火従の時代に入った。1914（大正 3）年には猪苗代水力電気によって出力 3 万 5 千 kW、送電電圧 11 万 5 千 V、送電距離 140.1 哩（約 200 km）の送電線が完成し、大送電網建設時代に突入する。これ以降、昭和初期にかけての 15 年間にわが国の送電幹線の主体となっていた 154 kV 送電網は完成した²⁾。

明治 40 年から大正 14 年までの 18 年間に発電電力は 12 万 kW から 280 万 kW へと約 23 倍に成長した。また 1910（明治 43）年から臨時発電水力調査局により、全国の各水系について発電に有利な地点の割り出しなど調査が行われた事などにより、発電形態は水力の占める割合が明治 40 年の水火比 34% から大正 14 年の 66% へと増大した。

3. 電力網の発達による過当競争と低料金化

明治期の電灯料金は電燈会社によって、また水力と火力とによって一概に述べられないが、東京電燈の例を見れば、当初の電燈料金は終夜燈（街灯などで日暮れから翌朝まで）、半夜燈（家庭などで

表 2 東京電灯明治 41 年の値下げ 定額電燈料会表⁴⁾

	旧 料 金		新 料 金	
	半夜燈	終夜燈	半夜燈	終夜燈
十燭光	1 円 20	2 円	廃 止	1 円 20
十六燭光	1 円 80	3 円	廃 止	1 円 70

表 3 東京電燈における駒橋稼働前後の加入数表⁵⁾

期 間	電 燈 [個]	電力 [馬力]
明治 37 年下期末	103,877	1,475.50
38	122,892	727.75
39	181,687	707.60
40	252,082	2,135.25
41	334,395	4,676.00

表 4 電燈普及状況過程⁶⁾

	電燈取付燈数 [燈]	電燈需要家総数 [戸]	100 世帯当 電燈需要家数 [戸]
1916 (大正 5) 年	9,035,468	3,744,141	39
1917 (大正 6) 年	10,317,303	4,243,430	41
1918 (大正 7) 年	11,900,633	4,860,978	46
1919 (大正 8) 年	14,167,685	5,694,506	53
1920 (大正 9) 年	16,137,870	6,423,857	60
1921 (大正 10) 年	18,114,095	6,985,845	62
1922 (大正 11) 年	20,522,324	7,899,718	71
1923 (大正 12) 年	21,687,810	8,305,218	74
1924 (大正 13) 年	24,447,632	8,796,991	79
1925 (大正 14) 年	27,320,740	9,652,053	80

日暮れから深夜), 二時燈 (吉原など), 不定時燈に分かれていたがきわめて高価であった。その後駒橋発電所ができる頃になると, それまで需要家持ちであった屋内配線料を会社持ちとして無料貸付, 電灯一燈につき一円の工事費のみで工事を行った³⁾。駒橋発電所稼働の翌年には, 火力時代の半夜灯, 終夜灯, 不定時灯から料金体系を改め, 従来の半夜燈料金ですべてを終夜灯とした。表 2 に定額電灯と十燭光と十六燭光の料金改訂を示す。この無料貸付と値下げにより申し込みが殺到した¹⁾。表 3 は明治 40 年前後の電燈加入者数である。日本全国における総数は, 1908 (明治 41) 年には約 100 万個となり, 1912 (大正元) 年には約 450 万個にのぼった⁶⁾。大正元年末の電灯需要状況は電燈需要家数 1,683,305 戸で電燈数は 4,499,627 燈になったが, 電灯はまだほとんどが定額燈で, 従量燈は需要家数の 3%, 電燈数の 15% であった⁷⁾。

また明治末期からの送電距離の延長とともに, 水力電気事業の林立, 電気事業行政の保護助長の政策転換, 供給区域の重複許可等と重なり, 関東地区では猪苗代水力・利根電灯・東京電灯, 鬼怒川水力・東京市, 桂川電力・日本電灯の三者の間で 3 電競争が起こり, これにより低料金競争に拍車がかかった。無料奉仕など行き過ぎたサービス合戦となり, 1917 (大正 6) 年に 3 電協定が結ばれた。これらの競争によってさらに電灯は普及した⁸⁾。表 4 に 1924 (大正 14) 年までの電燈普及過程を示

表 5 各種電球性能比較表¹¹⁾

	炭素電球	ゼム電球	タンタラム電球	タングステン電球
毎燭力の消費電力 [W]	3.1-3.5	2.5-2.8	直 1.7 交 2.1	1.0-1.3
百燭時の電力費	六銭三厘	五銭	四銭二厘	二銭二十五厘
有効寿命 [時間]	700	600	800 500	1,000

す。

大正の末期になると、大戦後の不況と高圧送電網の拡張により、確立してきた各電力経済圏、東京、京阪神、京浜地区の3大需要地を中心に大正13年前後から約10年間、東京電灯、東邦電力、大同電力、宇治川電気、日本電力の5大電力間の市場拡張競争が起こった⁹⁾。その後燈数で従量燈が定額燈を上回るのは1935(昭和10)年頃で、需要家数でも従量制が過半数を超えるのは戦後の1951(昭和26)年になってのことである¹⁰⁾。

4. 電燈用器具の発達

初期の炭素フィラメントを用いた電球は、三吉製作所で国産化されたが、明治末期までは輸入品が主体であった。1905(明治38)年に東京電気会社は米国ゼネラル・エレクトリック会社と提携し、タングステン線条を輸入して、電球の製作販売を開始した。明治42、43年頃に東京電気の工場が稼動し、明治44年からGEが1910(明治43)年に考案し、翌年から発売を開始した引出しタングステン線条を用いて、引出しタングステン電球を発売した。これはきわめて取扱いが楽でこの後普及した。表5に各種電球の性能比較を示す。大正に入ると東京電気のタングステン電球大幅値下げや、より長寿命のガス入電球が販売されたことなどによって¹²⁾、全世界に対する普及率は1927(昭和2)年には87%に急増した。

明治中期はソケット、シーリングブロック(ローゼット)、スイッチなどすべて輸入品(エジソン社、ゼネラルエレクトリック社、アルゲマイネまたはシーメンス社など)であった¹³⁾。しかし徐々に三吉工場、吉村商会、安原商会、石渡電機など国産メーカーが誕生し始めていた。明治43年頃から東京電気が米国GE社より部品を買い、真鍮ソケットの組立販売を始め、明治43年からレセプタクル、シェードホルダー、押し込み栓、プラグ等の各種の電燈器具の製作を開始した。1925(大正14)年には東京電灯が型式承認制度を実施するが、まだまだ国産品は信頼されていなかった。1930(昭和5)年頃になると、神保電器に続き東京電気、松下電器、神戸電器、トキワ電気などもフェノール樹脂製のソケット及びレセップ、プラグなどの製造を開始したが、電気用品取締規則が逓信省により制定されたのは1935(昭和10)年になってからであった。この当時の絶縁材料は練り物または磁器で、国産はほとんど安い練り物で耐熱性は低かった。しかしフェノール樹脂はこれを解決し、国産化を促進した¹⁴⁾。

5. 電気利用の拡大

国内の工場は明治後半から次第に電化され始め、大正3年には工場総数の60%が何らかの原動機を使用するようになった。しかし電灯に比べ普及率はまだまだで、明治41年の電燈・電力収入比は88対12、大正元年には77対23である¹⁵⁾。しかし水力発電の割合が増え、電気料金が低下すると共に、昼間の余剰電力が目立つようになり、電灯の夜間負荷に見合う昼間の電力の利用が課題となった¹⁶⁾。その後大戦中の好景気と工業化により電力設備を拡充した。表6に大正中期の電燈電力推移を

表 6 電燈電力推移表²⁾

	電燈用電力 [kW]	電燈以外の電力 [kW]
1914 (大正 3)	158,946	255,826
1915 (大正 4)	166,259	320,384
1916 (大正 5)	181,376	413,017
1917 (大正 6)	193,001	541,827
1918 (大正 7)	201,986	699,777
1991 (大正 8)	237,234	833,474
1920 (大正 9)	279,308	951,487
1921 (大正10)	327,700	1,065,136

示す。

ところが設備稼働時期と大戦後の不況が重なり、恐慌期においては供給設備が過剰になり、設備利用率の向上を意図した軽負荷時の新規需要開発が課題となった。深夜電力を利用する物として電気化学工業の発展は目ざましく電力需要に大きく貢献した¹⁷⁾。一方、昼間の市場開発として、農事電化と家庭電化に力が注がれた。家庭電化の過程は生活改善と住宅の変化に密接に結び付いているが、都市部では住宅の改良は大正時代にはいって応接間を洋風に変えることから着手された。文化住宅の名でこの際の住宅が注意を引き出したのは大正初期の大正博覧会の頃からであった¹⁸⁾。地方では電力線が引かれた周辺の家々が集团的に電化されて行った。集団電化に適せぬ場所では電化が遅れ、小さい村では電柱を寄付するとか負担金を出すとかして、配電を受けたというものが少なくない。この場合、各家の電灯数を一、二燈にするとか、街灯などを増して配電をうけやすい条件を整えた。地方で燈電した場合は各家が一〜三燈ぐらいつけるのが通例であった。この場合まず台所に電燈がとまり、次に居間や座敷または土間・作業場・店へと広がった¹⁹⁾。

6. 家庭電化製品の登場

わが国の家庭用電気機器として最も古い歴史を有するのは電気扇である。芝浦製作所が明治 27 年頃に頭部に電球を取り付けた直流エジソン型電気扇を製造したのが扇風機の初めである。その後電話交換局や新聞社等で使用されたが、この頃は高価な輸入品で、あまり一般家庭に普及しなかった(写真 1)。1909 (明治 42) 年には三菱電機、大正 2 年には川北電機が製造に着手してから国産品も使用され始め、大正 5 年頃から芝浦、三菱、川北等で小規模ながら量産方式を採用して大量生産を行い、製造原価の低下と共に市販価格も安価となり、わが国の一般家庭に浸透した。扇風機の輸出は電機機械の輸出としては古く、1922 (大正 11) 年頃より東アジア、東南アジア等に毎年輸出せられた²⁰⁾。

扇風機に続いて電化製品として登場して来るのは電熱応用製品である。芝浦製作所は明治末期から電熱器具類を製作、この当時はニクロム線はすべて輸入、電熱器の多くも輸入品であった。大正 2、3 年には京都電灯が家庭電熱用電力の供給と、自社製電熱器の貸付供給を始めた。この制度はその後全国に拡充したが、当時は一般家庭の生活状態に比較し電気機器は余りに高価であり、かつ電力料金も他の燃料に比して割高であったため、家庭電化を行うものは限られていた。しかし徐々に需要は増加し 1915 (大正 4) 年頃には電気アイロン・トースター・電気ごて・湿潤器・電気炭(従来の熱源の代わりに火鉢に入れる)・電気七輪などが作られ、1920 (大正 9) 年には丸型反射ストーブ(写真 2)が生産された。大正の後期に一時需要不振があったが、1923 (大正 12) 年の関東大震災後熱源として電気を利用することの便利さが再認識され、東京の一部の家庭で家庭電化が行われてから次第

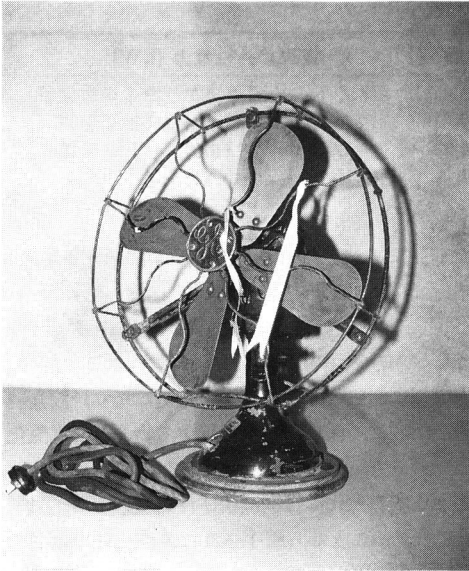


写真 1 明治後期から大正期にかけて輸入されたGEの扇風機（国立科学博物館収蔵品）

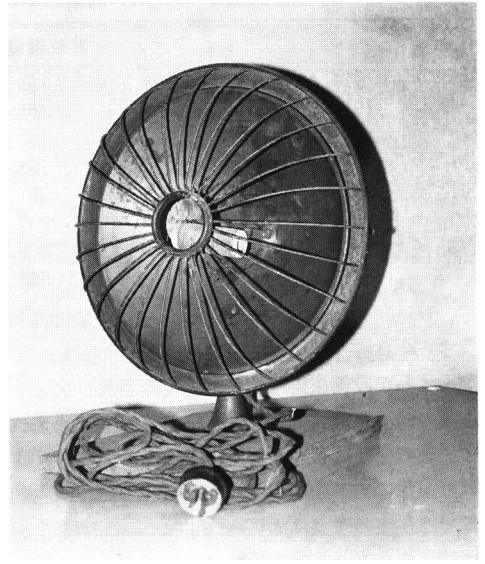


写真 2 大正期から昭和初期にかけて製造された反射ストーブ（国立科学博物館収蔵品）

表 7 全国家庭電熱契約状況⁽²¹⁾

	需要家数 [口]	契約容量 [kW]
大正 12 年	8,897	15,095
大正 13 年	20,094	34,940
大正 14 年	36,377	59,068
昭和 元年	59,833	88,832
昭和 2 年	82,413	128,088

に電気機器はその数を増加させた。表7に家庭電熱器需要家数を示す。再び家庭電化熱が高まったこの頃は炊飯電熱器、投込湯沸電熱器、電気かま、万能七輪が生産されている^{(21), (22)}。

その他の家電製品としては大正末期から電機洗濯機、冷蔵庫（現冷蔵庫）や掃除機が芝浦製作所によって輸入されるようになった。また東京電気も1927（昭和2）年より芝浦製の各種家庭用電気機器や、ホットポイント製の店舗用大型電熱器具各種、電気皿洗い機、電気床磨機、電気真空掃除機、電気美容並びに理容用機器、電気冷凍機、ポンプ、洗濯機、工具や時計を輸入販売した。家庭電化器具の生産は、昭和5年頃最高潮に達し、電気かまど・コンロ・オープン式及び箱形組合せ式の大形炊飯・器でんぶら揚げ電熱器・乾燥用電熱器・各種菓子焼き器・温水器・自家用料理台などと器種も増加した⁽²²⁾。またミシン（昭和5～8年頃国産化）や電動井戸ポンプ（大正14年国産化）に続いて、戦後普及する洗濯機、掃除機や冷蔵庫なども芝浦製作所によってあいついで国産化されている。電機洗濯機は1930（昭和5）年にソール社から技術を導入し、昭和5年からの11年間に5,000台製作された。真空掃除機（吸い込み口に直接ブラシを取り付け、長い柄を持って掃除機自身を動かして掃除をする60W程度のもの）も1931（昭和6）年に初めて国産化され、1937（昭和12）年には全国

表 8 家庭電気機器普及状況 (除, 扇風機)⁽²¹⁾

品名	数 量	
	全 国	東京地区
電気冷蔵庫	12,215	4,700
電気洗濯機	3,197	15,590
真空掃除機	6,610	3,100
井戸ポンプ	202,300	100,000
アイロン	3,131,000	1,200,000
電気時計	418,000	211,000
商業用冷凍機	3,080	1,130
ルームクーラ	290	126

で 6,610 台普及した。国産第一号の全密閉式冷蔵庫が完成したのも昭和 5 年である。この当時の物はモニタトップ (圧縮機・凝縮機・制御装置その他一式がキャビネットの上に露出している) 形であった。1933 (昭和 8) 年に純国産となり、昭和 10 年になると電気冷蔵庫と呼ばれ、形も現在のフラットタイプになった^{21), 23)}。1937 (昭和 12) 年 7 月における家庭用電気機器普及状況表を表 8 に示す。これらの器具の電気容量は 3, 4 kW の物が多く当時の豊富な電力と安い電気料金に支えられた。この他、当時すでにルームクーラー (昭和 10 年: 芝浦製作所)、ホームバイブレータ (昭和 10: 年松下電器) やホームドライヤー (昭和 12 年: 松下電器) なども発売されたが、1941 (昭和 16) 年には家庭電気器具の製造は一斉に禁止となった²⁴⁾。

7. 普及啓蒙活動

電気事業者は昭和の初めから数年間は経営困難で、余剰電力の消化が急務であった。このため、新規需要の発見と開発、特に電気器具販売による電燈・電力・電熱供給の増加勧誘、展覧会の開催・売店設置による電気器具に対する需要家の知識涵養に努力した。各店において電気展覧会を催し電気知識の普及向上と職員の商人気質の訓練を行った。東京電燈では 1930 (昭和 5) 年から解放までに家庭電気展を 25 回主催し、後援出品も 86 回を数えた。その後数年間における東京電燈の主な家庭電化販売器具はラジオ・電球・電気アイロン・電気扇・こたつ・ストーブ・電気七輪・電気時計・明視スタンド・照明器具・パイタライトランプ・燈明燈具・タバコ看板灯・バイブレーター・農事用モーター・街路燈柱・電気冷凍庫・電気冷凍機・電気洗濯機・電気井戸ポンプ・パン菓子焼電気窯・電気溶接機・電気炉・セルロイド加工電熱器・電気洗浄機・蓄音器であった²⁵⁾。

この他、この頃積極的に家庭電化の普及活動を行った団体に電気協会がある。電気協会は各地に電燈普及を目的として成立した電燈普及会などが母胎となっており、特に東京や関西地区では活発に活動した。1892 (明治 25) 年に日本電灯協会として電灯事業の発展を図る目的を持って藤岡市助らが創立した日本電気協会は 1918 (大正 7) 年に東京の上野忍池畔で電気博覧会を開催した²⁶⁾。関西方面では 1916 (大正 5) 年に中央電気協会に家庭電気利用促進法調査会が設けられ、1924 (大正 13) 年には大阪において家庭電気普及会を設立し、家庭における電気の利用を促進し生活の改善を計るため、積極的に電気知識の普及を計った²⁷⁾。例えば 1925 (大正 14) 年には電気関係業者の普及啓蒙のため、京都や東京で数日間の電気講習会を開催している。この時電化の必要性として、単に経済問題からのみでなく燃料問題 (薪や石炭の値上がりと資源保護) と保険衛生問題 (生活改善) を解決するために電気の価値を説いている²⁷⁾。

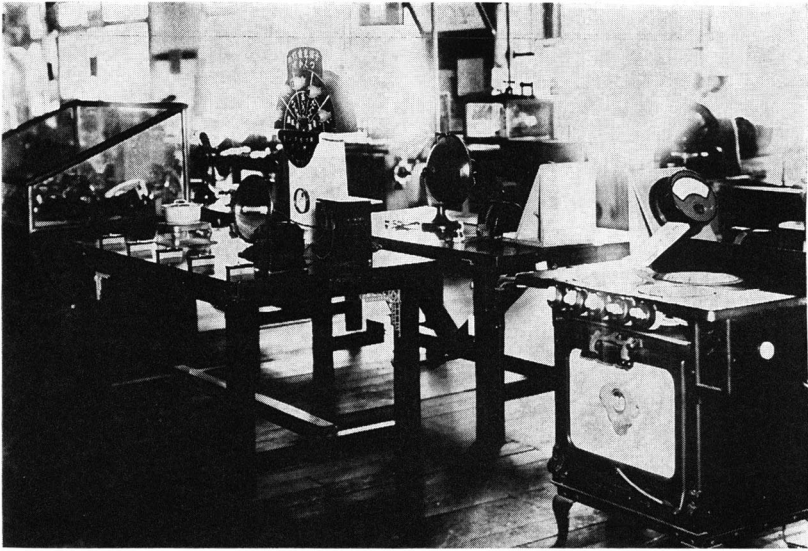


写真 3 昭和3年当時の電気部の常設展示



写真 4 大正中期に行われた生活改善ポスター

一方この間の 1921 (大正 10) 年に、東京・大阪中央・九州の各電気協会が合併して社団法人電気協会が設立され、1926 (大正 15) 年には関西支部が中心となって大阪において電気大博覧会が開催された。3 月 20 日より 73 日間行われ、万国博並の延べ 290 万人が見学した²⁵⁾。電気協会はこの他にも積極的に博物館を利用し、家庭電化や生活改善の催し物を行った。電気大博覧会の同年には家庭

電気普及会が東京博物館（現国立科学博物館）において一般向け電気講座を開いた。この時の講師は渋沢元治や山本忠興であった。この当時の東京博物館の電気部門の展示風景を写真 3 に、生活改善展のポスターを写真 4 に示す。生活改善として、電燈、換気扇、電気レンジなどが見受けられる²⁹⁾。

またこの時代は科学技術博物館が注目された。特に特徴ある電気博物館（東京市：大正 14）、科学工業博物館（長岡市：大正 15）、マツダ照明学校（東京電気：昭和 2；現東芝科学館）、大阪市立電気科学館（大阪市：昭和 12）などが誕生し、社会教育機関として科学・技術博物館の重要性が叫ばれた³⁰⁾。

8. 電気事業法と電気用品取締規則

電気供給業はその始まりと共に保安面から法的な対象になっていたが、全国を統一した「電気事業取締規則」が公布されるのは 1896（明治 29）年になってからである。その後明治末には電気事業の発展は目ざましく、電灯及び電力は国民生活や諸産業活動に欠く事のできない物となりつつあり、公益事業としての性格を持つようになった。そこで従来取締り中心の規程に代わり 1911（明治 44）年 3 月に法律第 55 号として「電気事業法」が公布された。電気事業法は全文 22 条からなり、対象事業を一般供給と電鉄に限り、電気事業の保護助長、公益的監督、保安監督を明記した。その後大送電網時代を経て昭和に入ると経済は停滞し、熾烈な過当競争が生じたため、今までの自由競争を廃し、統制的な新電気事業法が 1931（昭和 6）年に公布された³¹⁾。

一方電気機器製造業は製造工業の振興、奨励と製品の品質向上を計るため、電気用品試験規則（通信省令第 50 号）が 1916（大正 5）年制定された。しかしそれは単なる試験規則で、製造免許や形式承認などが法的に整うのは 1935（昭和 10）年に電気器具の危険防止と不良電気器具の製造を取り締まるため、通信省令第 30 号として電気用品取締規則が制定されたときである³²⁾。

9. おわりに

日露戦争後の積極的経営による急速な経済拡大、その後の長期にわたる不況、さらに第一次世界大戦による爆発的な活況、大正 7 年の大戦終了後の恐慌そして昭和 4 年世界恐慌と、経済情勢により電燈・電力業界は大きく浮き沈みを繰り返した。好況時には設備投資を行い発電所を建設して、電力需要の増大に対処した。しかし不況時には余剰設備を抱え、新たな需要開拓を必死に行った。この試みの一つが家庭電化であった。またこの時期は住宅が徐々に変化を始め、生活改善運動に結び付く時であり、同時に科学技術普及の面でも機運が高まり、その中でも電気技術は大きく飛躍する時であった。そしてこれらの前提条件となったのが、電力技術の発達とそれによる送電網の構築や電燈・電力の低料金化であった。以上の事を振り返るに、大規模に貯蔵が不可能であり、電線のみでどこへでも引ける電気エネルギーの特質が電化生活を作り出したことが推察される。そして一度開拓された需要はその便利さ故に削減することは難しい。

参考文献

- 1) 電気事業講座編集委員会 1986, 「電気事業発達史」, 『電気事業講座 3』 東京 電力新報社, 42-45.
- 2) 電気事業講座編集委員会 前掲書 (1), 64.
- 3) 工学会編 1629, 「電気編」, 『明治工業史』 東京 明治工業史発行所, 497.
- 4) 日本電球工業会編 1963, 『日本電球工業史』 東京 日本電球工業会, 59.
- 5) 東京電燈 1956, 『東京電燈株式会社史』 東京 東京電燈, 12.

- 6) 工学会編 前掲書 (3), 320.
- 7) 工学会編 前掲書 (3), 357.
- 8) 電気事業講座編集委員会 前掲書 (1), 77.
- 9) 電気事業講座編集委員会 前掲書 (1), 46.
- 10) 電気事業講座編集委員会 前掲書 (1), 66-69.
- 11) 東京電気 1940.『東京電気株式会社五十年史』 東京 東京電気株式会社, 119.
- 12) 工学会編 前掲書 (3), 414.
- 13) 電気設備技術史編集委員会 1991.『電気設備技術史』 東京 電気設備学会, 155.
- 14) 電気設備技術史編集委員会 前掲書 (13), 156.
- 15) 工学会編 前掲書 (3), 509.
- 16) 電気事業講座編集委員会 前掲書 (1), 75-76.
- 17) 日本電球工業会編 前掲書 (4), 63.
- 18) 児玉幸多他編 1957.『大正時代』,『図説日本文化史大系第 12 巻』 東京 小学館, 358.
- 19) 渋沢敬三編纂 1955.『生活編』,『明治文化史第十二巻』 東京 開国百年記念文化事業会, 343-344.
- 20) 日比種吉編 1956.『日本電機工業史』 東京 日本電機工業会, 562-563.
- 21) 日比種吉編 前掲書 (8), 561.
- 22) 東京芝浦電気 1963.『東京芝浦電気株式会社八十五年史』 神奈川 東京芝浦電気, 493-495.
- 23) 東京芝浦電気 前掲書 (23), 483-485.
- 24) 松下電工 1978.『松下電工 60 年史』 大阪 松下電工, 17.
- 25) 東京電燈 前掲書 (5), 92-100.
- 26) 家庭電気普及会編 1925.『京都第 1 回家庭電気講習会講演集』 大阪市 家庭電気普及会本部.
- 27) 家庭電気普及会編 1925.『東京第 2 回家庭電気講習会講演集』 大阪市 家庭電気普及会本部.
- 28) 上田令吉編 1927.『電気大博覧会報告』 大阪 電気協会関西支部, 1-10.
- 29) 家庭電気普及会編 1926.『電気講座』 東京 家庭電気普及会, 1-5.
- 30) 前島正裕 1992.『電気関連博物館と科学教育』 電気技術史研究会資料 HEE-92-1, 3-8.
- 31) 東京電燈 前掲書 (5), 43.
- 32) 電気設備技術史編集委員会 前掲書 (13), 194-195.