

【NOTE】

東京大学電気工学科より国立科学博物館に 寄贈された12個の白熱電球について

前 島 正 裕

国立科学博物館理工学研究部
〒305-0005 茨城県つくば市天久保4-1-1

Twelve Incandescent Lamps donated from Electrical Engineering Department of the Faculty of Engineering at the University of Tokyo to the National Museum of Nature and Science

Masahiro MAEJIMA

Department of Science and Engineering, National Museum of Nature and Science, Tokyo
4-1-1 Amakubo, Tsukuba-shi, Ibaraki 305-0005, JAPAN

Abstract The National Museum of Nature and Science preserves some collections of lightings as historical materials which show the development of the technology in Japan. There are twelve incandescent lamps which were entrusted from Electrical Engineering Department of the Faculty of Engineering at the University of Tokyo in 1968. The basic structures of these lamps were investigated for specifying manufacturer and dates of production. As a result, it was recognized that these twelve lamps were early incandescent lamps, and that two of these were made in around 1884, and three of these might be made in Japan.

Key words: Incandescent lamp, Edison, Bamboo Filament

1. はじめに

電気による照明の発達は人々の生活を大きく変えた。その先駆けとなったのは、アーク灯や白熱電球の登場である。わが国では1878(明治11)年前後に初めて電気による照明が試みられ、1887(明治20)年には、東京に火力発電所(当時は電灯局と呼ばれていた)が建設され、架空線を通じて、近所の銀行などに電気を供給しアーク灯や白熱電球が灯った¹⁾。これは、エジソンがニューヨークのパールストリートに発電所を建設し、電灯を灯してから5年後のことである。このような電気による照明の普及のカギとなったのは、電気エネルギー

を小分けして、安全に家屋内で使える照明、つまり白熱電球の開発であった。そのため英国のスワンや米国のエジソンを初めとして多数の発明家が挑戦し、実用的な白熱電球が考案され改良されていった。

わが国でも電灯の普及が始まると、発電機や白熱電球などの主要な機器や部品の国産化に挑戦するものが現れた。わが国における電力技術のパイオニアである藤岡市助は、当時東京電燈会社の技師長であったが、電灯の普及のためには白熱電球の国産化も必要と考え、欧米視察の際に電球製造実験用機械を輸入して、1888年末頃から三宅順祐らと共に研究を開始し、1889(明治22)年に炭素電球を製出した^{2,3)}。そして翌年に藤岡は、三吉正一らと白熱電球を製造する会社、白熱舎(現在の株

式会社東芝のルーツの一つ)を創業した。その年に開催された第3回国産博覧会には、藤岡の東京電燈会社以外にも早川伊三郎や廣瀬新が白熱電球を出品している^{4,5)}。

こうして我が国における電球の国産化の取り組みが開始したのであるが、1890年頃の欧米では、すでに白熱電球は大量に生産されており、安く輸入される品質の安定した電球に対抗して、研究室レベルの電球が商業的に成功を取めることは困難であった。『日本電球工業史』の記述によると「だいたい明治28年頃まで、白熱舎の経営は十分なる製造能力を持たず、まだ試験期ないし、研究時代の機を切り抜けることはできなかった。」⁶⁾とのことであり、国内の電球工業の基礎が確立するのは、東京電気がGEと技術契約を結んだ1905(明治38)年頃からである。

2. 東京大学に旧蔵されていた12個の炭素電球

2.1 電球の来歴

国立科学博物館は、我が国の科学・技術の発達を物語る資料として、電力・照明に関する資料を保存しており、その中に東京大学から移管された12点の白熱電球が含まれている。当館に寄贈(寄贈当時は東京大学も国立科学博物館も国立であったので正式には移管)された白熱電球12点は、工部大学校をルーツに持つ東京大学工学部の電気工学科で保管されていたものである。仲介の労を取った故深津正によると、「1967(昭和42)年頃、東京大学における学生運動の過激化によって、電球の破損を心配した故大山松次郎東京大学名誉教授から同氏に相談があり、国立科学博物館に寄贈することを勧めた」⁷⁾とのことである。そして実際に1968(昭和43)年に当館に移管された。残念ながらこれら白熱電球12点の東京大学における来歴は定かではない。

2.2 12個の炭素電球の特徴

東京大学工学部電気工学科より1968年に移管された12個の白熱電球を表1に示す。これらの中で、エジソンが考案したねじ込み式の口金を使用しているのは、①～⑤、⑨～⑫で、⑩⑪⑫の口金は現在の電球や電球型LED照明と同型である。⑥はスワン式、⑦、⑧はThomson-Houston式である。ガラスの成分について、AMETEK社のORBIS PCにより蛍光X線の簡易分析を行なった。その

結果電球③～⑧⑩⑪は、ほぼ同じ特性を示し、鉛ガラスであることがわかった。一方電球①と⑫は鉛の外にCaが、電球⑨からは、KとCaが検出された。なお電球②は常設展示中のため、今回は分析を行っていない。

初期のエジソン電球と推定される電球①～⑤について、製造年代を絞り込むためステム形状、口金形状、導入線形状を表2に示した。

2.3 バルブ部の形状比較の試み

さらに年代によるバルブの形状を比較するため電球①③④⑤のガラスバルブ部分の3D形状測定を試みた。被測定物は透明なガラスで形状が単純、テクスチャーも平板である。そのため、3D測定には表面コーティングとマーカが必要となるが、歴史的資料であるため、非破壊でなおかつ資料を汚染させない工夫が必要である。そこでコーティング材として陶芸用カオリンを使用し、塗布した上にカラーマーカを添付して測定することとした。カオリンはガラスとの相性が良く、塗布が簡単で資料を汚損せず、計測後に簡単に除去が可能である。カオリンは、陶芸用の金剛カオリンを使用し、水1gに対し1.1gを溶いて使用した。これより薄いと図1(a)のように乾燥過程でまだらとなり、全面に均一に塗布できない。一方これより濃いと塗膜が厚くなってしまい、測定誤差が大きくなる。上記濃度で塗布すると、膜厚は0.3mm程度である。コーティング後の状態を図1(b)に示す。なお、測定後、カオリンとマーカは、簡単に刷毛等で落とすことが可能で、その後ガラス面を水で洗浄し原状に復した。3D測定から得られたバルブ形状の断面を図2(a)に、口金寸法を(b)に示した。

フィラメント構造や太さ、わずかに振動を与えた時の振れ具合から、①②③⑤のフィラメントは竹製、④⑦～⑫は木綿などを化学処理した炭素系のフィラメントであると思われる。

3. 各電球に対する考察

各電球の製造時期を考察するため、まず口金の形状に着目した。すると全体の形状やねじ山の数などから、電球①～⑤の中で最も古いのは、口金が成形材製の電球②、次いで金属になった③である。エジソンの1880年代初期の電球には、口金上部に石膏のリングが付いていたが、電球②及び③

表1 東京大学工学部電気工学科旧蔵の白熱電球12点

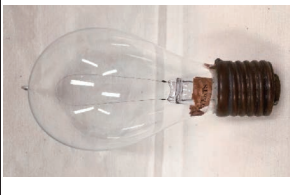
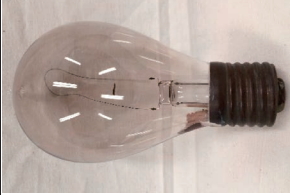
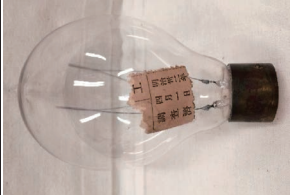
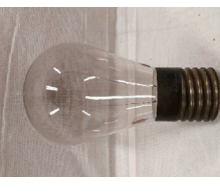
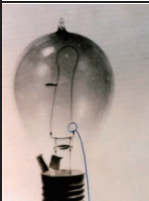
資料名	東大移管電球①	東大移管電球②	東大移管電球③	東大移管電球④	東大移管電球⑤	東大移管電球⑥
電球外形						
備考	外寸：113×φ56 mm 口金：エジソン形 フィラメント：竹 ガラス成分分析：Ca, Pb 検出	外寸：134×φ56 mm 口金：エジソン形 フィラメント：竹 ガラス成分分析：未調査	外寸：138×φ56 mm 口金：エジソン形 フィラメント：竹 シール：16C PATENTS ガラス成分分析：Pb 検出	外寸：127×φ61 mm 口金：エジソン形 フィラメント：炭素(上都断線) シール：PATENTS ガラス成分分析：Pb 検出	外寸：123×φ62 mm 口金：エジソン形 フィラメント：竹(端部断線) シール：十二月十二日取口 ガラス成分分析：Pb 検出	外寸：108×φ62 mm 口金：スワン形 フィラメント：不明 印字：XB50 144 THE EDISON-SWAN 記：工科電気備三〇 明治32年4月1日調査済 ガラス成分分析：Pb 検出
管理番号	E1997.0811.001	E1997.0811.002	E1997.0811.003	E1997.0811.011	E1997.0811.012	E1997.0811.006
資料名	東大移管電球⑦	東大移管電球⑧	東大移管電球⑨	東大移管電球⑩	東大移管電球⑪	東大移管電球⑫
電球外形						
備考	外寸：130×φ60 mm 口金：トムソン・ヒューズ・ストン形 フィラメント：炭素 記：SAWYERMAN PATENTS JAN. 7 '79, MAY12 '85 ガラス成分分析：Pb 検出	外寸：130×φ60 mm 口金：トムソン・ヒューズ・ストン形 フィラメント：炭素 記：SAWYER-MAN PAT'S. JAN. 7 '79, MAY12 '85 N168 48 ガラス成分分析：Pb 検出	外寸：101×φ49 mm 口金：エジソン形 フィラメント：炭素 システムがない ガラス成分分析：K, Ca, Pb 検出	外寸：108×φ55.5 mm 口金：エジソン形 フィラメント：炭素 印字：220-10 トップに排気チャップ無し ガラス成分分析：Pb 検出	外寸：124×φ61 mm 口金：エジソン形 フィラメント：炭素 印字：100-16 GE マーク 東京電線マーク システムに排気管 ガラス成分分析：Pb 検出 ガラスに気泡・ひずみ	外寸：130×φ62 mm 口金：エジソン形 フィラメント：炭素(灰色) 印字：100-32 IM マーク ガラス成分分析：Ca, Pb 検出
管理番号	E1997.0811.004	E1997.0811.005	E1997.0811.007	E1997.0811.008	E1997.0811.009	E1997.0811.010

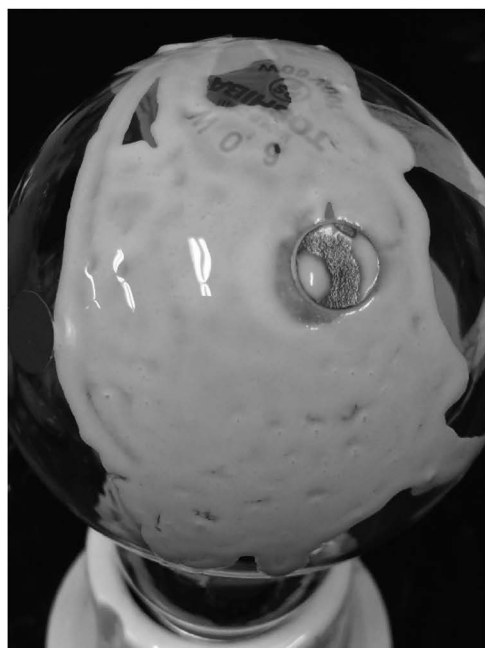
表2 電球①～⑤の形状比較

資料名	電球外形	ステム構造	口金構造	外形寸法(図2参照)	管理番号
東大移 管電球 ①				外形: 図1(a) バルブ寸法[mm]: $a: 86 \times b: \Phi 56 \times c: \Phi 26$ 口金部[mm]: $d: 21.5, e: 24, g: \Phi 27, i: \Phi 22,$ $j: \Phi 26$ 電極部寸法[mm]: $3 \times \Phi 13$ ねじ山(k): 3段 フィラメント: 竹 フィラメント結合部: 炭素ペースト	E1997.081 1.01
東大移 管電球 ②				外形: 図1(a) バルブ寸法[mm]: $a: 112 \times b: \Phi 56 \times c: \Phi 23$ 口金寸法[mm]: $d: 15, e: 19, g: \Phi 27, i: \Phi 22,$ $j: \Phi 26$ 電極部寸法[mm]: $3 \times \Phi 13$ ねじ山(k): 2段 フィラメント: 竹	E1997.081 1.02
東大移 管電球 ③				外形: 図1(a) バルブ寸法[mm]: $a: 115 \times b: \Phi 56 \times c: \Phi 24$ 口金寸法[mm]: $d: 15, e: 20, g: \Phi 27, i: \Phi 22,$ $j: \Phi 26$ 電極部寸法[mm]: $3 \times \Phi 13$ ねじ山(k): 2段 フィラメント: 竹	E1997.081 1.03
東大移 管電球 ④				外形: 図1(b) バルブ寸法[mm]: $a: 100 \times b: \Phi 61 \times c: \Phi 23$ 口金寸法[mm]: $d: 24, j: \Phi 26.5$ 電極部寸法[mm]: $3 \times \Phi 13$ ねじ山(k): 5段前後 フィラメント: 炭素 フィラメント結合部: 炭素ペースト	E1997.08.1 1.011
東大移 管電球 ⑤				外形: 図1(b) バルブ寸法[mm]: $a: 96 \times b: \Phi 62 \times c: \Phi 26$ 口金寸法[mm]: $d: 24, j: \Phi 26.5$ 電極部寸法[mm]: $3 \times \Phi 13$ ねじ山(k): 5段前後 フィラメント: 竹 フィラメント結合部: 炭素ペースト	E1997.08.1 1.012

には、それが無い。その部分が削除され、ガラス部を手で持ち回転させ、ソケットにねじ込むようになったのは、1884年頃である⁸⁾。次にフィラメントと封入線の結合部の構造に着目すると、両電球のフィラメント端部の断面が長方形をしており、プラチナの封入線とつながっている結合部が銅メッキされていることから、その部分が伝導性のペーストによる結合方式に代わる1886年以前のものと判断できる⁹⁾。米国のNational Museum of American Historyにほぼ同等の電球が保存されている(ID: EM318648)ことから、1884～1885年頃に

製造されたと推定される。

次に古い形状をしている電球①は、フィラメントとガラス封入線の結合部が、導電性のペーストに代わっていることから、エジソン社のものであれば1886年以降で、かつ口金がいまだ短いので、1887年頃までに製造されたと推定される。しかしガラス成分は電球③～⑧と異なりCaを多く含んでいることから、国産も含めて他社製の可能性も排除できない。白熱舎とその後継の東京白熱電燈球製造会社では、口金は舶来電球の再製品か、町工場に製造を依頼しており、バルブも電球製造を



(a) 濃度が低い場合



(b) コーティング後

図1 カオリンでコーティングした電球

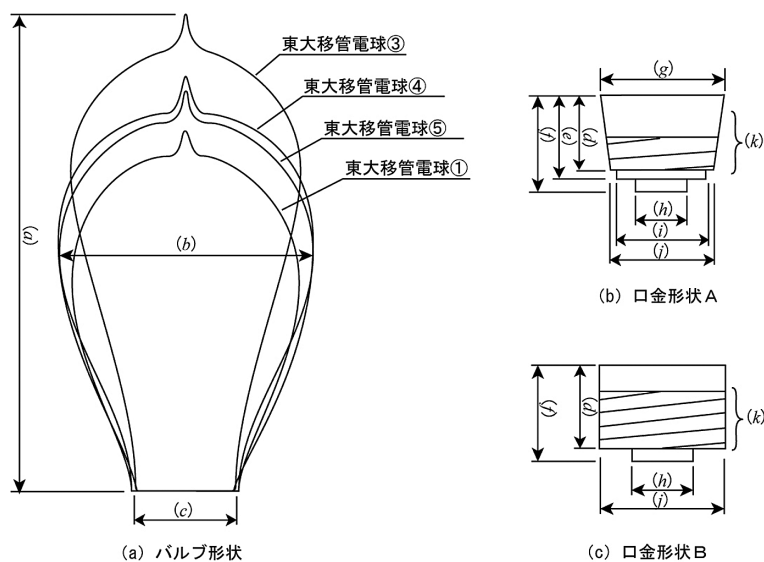


図2 外形及び寸法

開始した当初はヨーロッパから鉛ガラスを輸入していて、その後岩城硝子製のソーダ石灰ガラスバルブを使用していた。これらが自社で製造できるようになるのは1899(明治32)年に東京電気に社名を変更した後の1903年頃から¹⁰⁾である。これ

らのことを考慮すると、現時点では製造者や製造時期を断定できず、国産の可能性を含めて、さらなる調査が必要である。

一方電球⑤は、フィラメントと封入線の結合部が①と同じであるが、口金は、ネジ山の数5段

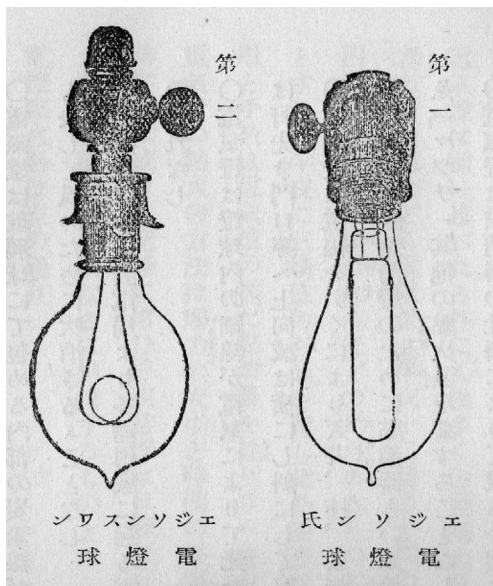


図3 エジソン Swan 電燈球

前後になっており、この構造の口金になるのは、1888年以降¹¹⁾なので、それ以降の製造と推定される。米国の National Museum of American History に同等の特徴を有する電球が1889年製として保存されている (ID: EM181805)。

電球④は、口金が電球⑤と同じ構造ながら、フィラメントがストレートに封入線に繋がっており、かつ、プラチナの封入線が非常に短くなっていることから、1886年頃から登場したモデル¹²⁾である。フィラメントはセルロース製のものである。米国の National Museum of American History にほぼ同等の電球が保存されている (ID: EM181806, 1889年)。

電球⑥は、スワン式の口金を用いた電球で、ガラス製のバルブ部に「THE EDISON-SWAN」の印字と「明治卅二年四月一日調査済み」の貼紙があり、口金部分に赤インクで「工科電気備ヲ三〇」と記載されている。「工科電気」とは、帝国大学工科大学 (1886～1919年) 電気工学科のことであろう。1899 (明治32) 年に調査された内容は不明であるが、ガラス部の印字からガラス部は、Edison & Swan United Electric Light Company 製と考えられる。同社は、Swan United Electric Light Company と Edison Electric Light Company によって1883年に創立された会社である。

1890 (明治23) 年に発行された東京電燈最初の営業案内「電気燈案内」には、図3のように「殷

煥電燈」として二種類の白熱電球が掲載されており¹³⁾、第二として掲載されている「エジソン Swan 電燈球」の形状は電球⑥に類似している。

電球⑥には他にも下記のような特徴がある。

- ・フィラメントが異常に太い。
- ・導入線とフィラメントの結合部分やステムと封入線の構造が特異である
- ・ガラスの精度に比べ、口金底部の電極部の作りが稚拙であることから、口金部分は国内で作られた可能性もある。

電球⑦及び⑧には、それぞれ字体は異なるが、特許に関する同じ内容「Sawyer-Man PATENTS. Jan. 7 '79, May. 12 '85」が記されたシールが添付されている。このことからこの二つの電球は、少なくとも1885年以降の製造と推定される。この特許の権者である William Edward Sawyer (1850–1883) と Albon Man (1826–1905) に関係する会社の中に Sawyer Man Electric Company がある。同社は1886年に Consolidated Company と Thomson-Houston Electric Company が相談して設立した会社であるが、実質は Thomson-Houston Electric Company の子会社で、同社は Sawyer と Man の特許の使用権を入手し白熱灯を製造し始めた。このあたりの白熱電球の特許とそれによる白熱電球の製造は複雑で、後に Westinghouse Electric 社も Sawyer Man の特許に対する権利を取得して、それに基づくランプの製造をしている¹⁴⁾。以上を鑑みると、電球⑦と⑧は、Sawyer Man の特許を用い1886年以降に Thomson-Houston Electric Company などの会社で製造されたと推定される。

電球⑨は、電球④及び⑤と同じエジソン式の1889年頃の口金を使用しているが、ステムが無く、セルロース製と推定されるフィラメントを一回巻いた形となっている。ガラス成分に K や Ca を含むことや、ステムが無く導入線部分の真空度が保てるのか疑問の残る構造から、エジソン社で作られた電球であるか確定できない。

電球⑩は、排気のためのチップがバルブ上部に無く、口金もほぼ現代の白熱電球と同じ構造となっている。米国のイエーゲルがステムガラス管に排気管を取り付ける方法を発明したのは1903年である。そして1919年にそれを改良した方法が GE で開発されて、その後一般的に普及した¹⁵⁾。したがって GE 製であるならば、本資料はそれ以降の製造であろうが、他社の製品である可能も否定できない。わが国でも1905年にはすでに東京の廣

瀬氏がそのような電球を発売していた¹⁶⁾との記録もある。

電球⑪はGEのマークがある。このマークがついているのは1909年から1925年の間であり、GEと提携していた東京電気も使用している¹⁷⁾。バルブの成分は他のエジソン系の電球と同じ成分だが、ガラスにひずみや内包が見受けられることからGE製とは確定できない。東京電燈株式会社の社票もあることから、GEと技術提携を行っていた東京電気が国内で製造し、同社に供給した電灯球の可能性がある。またその表記から100V16燭光用と思われる。

電球⑫もエジソン形の口金であるが、表1の電球⑫の所に示したようなIとMが組み合わされたマークが印されており、現段階では製造者を特定できていない。ガラスの成分は、電球①と同じ傾向を示している。本級も100V32燭光用と推定される。

電球⑩～電球⑫のフィラメントは、⑩は2回転巻、⑪と⑫は1回転巻で、いずれも竹製ではないが、今回の調査ではGEM (General Electric Metalized Filament: 金属炭化フィラメントのこと) であるか判断はできなかった。

4. おわりに

東京大学から国立科学博物館に移管された12個の電球を調査し、その形態的特徴を明確にし、製造年代を考察した。その結果これら12個の白熱電球が、タングステン・フィラメント電球が普及する以前の白熱電球発展途上期のものであることが確認され、その中に1884年頃に製造されたと推定される電球2個が含まれていることがわかった。今回調査した12点の中に『工学博士藤岡市助傳』に記載された「明治18年3月9日に、エジソン氏は電話機一対及び白熱電燈36個を工部大学校へ寄贈した」¹⁸⁾白熱電球が含まれているかは確定できなかったが、電球②と③はその可能性があることがわかった。電球①、④～⑧はおおよその年代の特定ができたが、それ以外の電球⑨～⑫の4点については、製作者や年代を特定するに至っていない。またガラスにKやCaが検出された電球①⑨⑫と硝子の細工が稚拙な電球⑪については、希少な国内製電球の可能性があることがわかった。

本稿は詳細の分からない12個の白熱電球につ

いて、基礎的調査として各電球の特徴を示したが、かえって疑問点も多く生じる結果となった。もしお気づきの点などがあればご指摘やご指導を願うものである。今後、詳細な材料分析や国内外に現存する他の電球資料との比較調査を進めることで、これら12個の電球が明治期の電球工業の発展過程を実証的に示す貴重な資料として位置づけられよう。最後に、本資料の中で電球④～⑫の7点は赤木清士氏の格別のご厚意により科博に戻されたものである。ここに深く謝意を表します。

引用文献

- 1) 新田宗雄編, 1936.『東京電燈株式会社開業五十年史』東京電燈株式会社, 26.
- 2) 河西璞, 1917.『工学博士藤岡市助君傳』藤岡博士壽像建設事務所, 41.
- 3) 深津正, 2003.「わが国最初の白熱電球製作は明治22年8月12日」, 電球工業会報, No. 455, 43-46.
- 4) 電気学会雑誌編, 1890.「雑報 日本製白熱電燈」, 電気学会雑誌, 5巻, 24号, 68.
- 5) 内国勸業博覧会事務局編, 1890.『第三回内国勸業博覧会褒賞授与人名録 第一部 工業』内国勸業博覧会事務局, 52.
- 6) 日本電球工業会編, 1963.『日本電球工業史』日本電球工業会, 30.
- 7) 深津正, 1997.「国立科学博物館収蔵の白熱電球12個の由来と資料的価値について」国立科学博物館理工資料DB, E1997.08.11.01-12.
- 8) Janssen, Barbara S., 1990. Icons of Invention-American Patent Models. Washington, D. C. National Museum of American History, 61.
- 9) Howell, John W. & Schroeder, Henry, 1927. History of the Incandescent Lamp. New York, The Maqua Company, 78.
- 10) 日本電球工業会編, 1963. 前掲書 (6), 43-44.
- 11) <http://www.lamptech.co.uk/Spec%20Sheets/IN%20C%20Edison%201884.htm> (参照2019-08-30)
- 12) https://americanhistory.si.edu/collections/search/object/nmah_704647 (参照2019-08-30)
- 13) 新田宗雄編, 1936. 前掲書 (1), 37-38.
- 14) Furfari, f. a., 2006. Early Development of the Incandescent Lamp, IEEE INDUSTRY APPLICATIONS MAGAZINE, Mar/Apr, 7.
- 15) 石崎有義, 2011.「白熱電球技術の系統化調査」『技術の系統化調査報告 共同研究編 第4集』国立科学博物館, 7-8.
- 16) 電気学会雑誌編, 1905.「演説 白熱電燈球に就て」, 電気学会雑誌, 25巻, 207号, 750-751.
- 17) 石崎有義, 2011. 前掲書 (15), 32.
- 18) 瀬川秀雄, 1933.『工学博士藤岡市助傳』工学博士藤岡市助君傳記編纂会, 95.