

電 気 技 術 史

The History of Electrical Engineering

Newsletter

2020 年 8 月 20 日発行(令和 2 年)

(一社)電気学会 電気技術史技術委員会

http://www.ice.or.jp/fms/tech_a/ahee/index.html

- ・日本に 50Hz と 60Hz とが並存する理由 大島研究所、大島正明 P. 1
- ・『珍しい年縞博物』訪問記 松本榮壽 P. 3
- ・書評：つながる世界-ネットワーク世界の進化とデジタル化 永田宇征 P. 4
- ・書評：アメリカのブラックアウト変遷史 鈴木 浩 P. 5
- ・INFORMATION 日立製作所 白坂行康 P. 6
- ・81 回研究会報告 ・82 回案内
- ・83 回論文募集、研究会資料予約

日本に 50 Hz と 60 Hz とが並存する理由

～東京電灯と大阪電灯～

大島研究所 大島正明

日本には、7000 万 kW 規模の 50 Hz 商用電力系統（東日本）と 9000 万 kW 規模の 60 Hz 商用電力系統（西日本）とが並存している。異周波数の大規模商用系統が並存する国は、日本を措いて他にはない。明治中頃に東京電灯がドイツから、大阪電灯がアメリカから発電機を購入したのが理由であることは、よく知られている。その切っ掛けは、帝都東京と商都大阪との間に存在した対抗意識、競争意識ではないかと考えられる¹⁾²⁾。その経緯を時間の流れに沿って述べよう。

東京電灯

1882 年 12 月 14 日に 9 名の発起人が東京府知事へ提出した東京電灯会社創立願いが許可されたのは、翌年 2 月 15 日である。ニューヨークのウォール街でエジソンが白熱灯用に直流電気供給を始めてから凡そ 5 ヶ月後のことである。社長には東京貯蓄銀行頭取の矢嶋作郎、技術顧問には工部大学校助教授の藤岡市助が就いた。東京電灯は、創立時の社長、取締役、技術顧問の全員が毛利家と関係があり、旧毛利家関係者が興した会社と言っても過言ではないと思われる。

東京電灯は、出資者を募るために白熱灯、アーク灯の別を問わず、電灯の啓蒙・宣伝活動を行った。藤岡の自宅でも白熱灯の公開点灯を実施している。東京電灯の開業日は、資本金 20 万円の調達完了後の 1886 年 7 月 5 日である。株主は、発起人を含めて 58 人である。29 歳の藤岡市助は、この年の 12 月 18 日に帝国大学工科大学から東京電灯に転職し、技師長に就任した。12 月 30 日から矢嶋と藤岡とは英米に出張し、1887 年 6 月に帰国した。



米国では白熱灯用直流発電機をエジソンの会社に、アーク灯設備をブラッシュ商会に発注している。東京電灯は、東京府内にエジソン式直流発電機を備える 5 箇所の電灯局の設置を計画し、日本橋区南茅場町の第 2 電灯局が最初に開業した。1887 年 11 月 29 日のことであり、最初の開業が金融街であったのは、エジソンの場合と同様である。発電機が発生した電圧でそのまま送電したので、電灯局の供給範囲は発電所の近傍に限られていた。5 箇所の電灯局はそれぞれで単独の系統を構成し、連系されていない。

大阪電灯

江戸時代、大阪には堂島米会所が置かれて全国の年貢米が取り引きされていた。明治 2 年に堂島米会所が廃止となり、周辺の諸藩大名屋敷は政府によって没収された。人口が流出したために大阪の人口は減少し、明治 21 年には東京に抜かれることとなった。

東京電灯の開業を受けて、大阪でも電灯会社設立願が大阪府知事に提出された。願書の日付は、東京電灯が南茅場町で送電を開始する前日 1887 年 11 月 28 日となっている。発起人数は 20 名で、願書は翌月、認可された。発起人達は 1888 年 2 月 5 日に設立総会を催して、大阪電灯会社を設立した。資本金は 40 万円で 220 余名の株主が集まった。宇和島藩出身で鴻池家顧問の土居通夫が社長に就任した。同時期に開業

した神戸電灯、京都電灯などが技術面で東京電灯に依存したのに対して、大阪電灯には東京電灯の関与がない。

大阪電灯の発起人達には、東京電灯に対する対抗意識があったためである³⁾。そのため、技師長の選任に難渋したが、藤岡に対抗し得る人物として工部大学校1年後輩で米国スケネクタディにあるエジソンの工場で働いている岩垂邦彦に白羽の矢を立てた。岩垂は豊前の豊津出身で、藤岡とは同年である。大阪電灯は、米国に滞在中の日本銀行大阪支店長外山修蔵らを介して、岩垂に技師長就任および機械類一式の発注を懇請した。

当時、米国では激しい直流交流戦争 (current war) が起こっていた。交流を支持するジョージ・ウェスチングハウスがニコラ・テスラとコンサルタント契約を結んだのは、この年1888年の7月である。岩垂はエジソンに雇われる身であったが、技術を冷静に評価して交流の採用を決心した。最初に交渉したウェスチングハウス社からは断られたが、次のトムソン・ハウストン社から同意を得て交流発電機の発注に成功した。このとき岩垂は、トムソン・ハウストン社全製品の日本での独占販売権を大阪電灯に賣す契約も結んでいる。

1889年5月20日、最初の発電所となる西道頓堀発電所が送電を開始した。東京電灯が日本橋南茅場町で送電を始めてから1年半後のことである。発電機はトムソン・ハウストン社製で、白熱灯用に1150 V, 125 Hz, 30 kWの単相発電機1台、アーク灯用に1200 燭光 30 灯容量の直流発電機1台が設置された。東京電灯、神戸電灯に続く3番目の商用送電であり、交流供給は日本初であった。このときの周波数は、60 Hzではない。60 Hzを採用したのは、3箇所目の幸町発電所の2期増設工事のときである。ゼネラルエレクトリック社 (GE 社) 製2300 V, 60 Hz, 150 kW モノサイクリック式交流発電機を1台増設し、1897年3月に送電を開始した。GE 社は1892年、モルガン財閥の主J.P.モルガンの決定によってトムソン・ハウストン社が交流を忌避するエジソンを役員とするエジソン・ゼネラルエレクトリック社を吸収して生まれた会社である。社名変更と共にエジソンは経営から身を引いている。背景には、直流交流戦争が交流側の勝利に帰したことがある。

幸町発電所の3期工事では、GE 社製の60 Hz, 150 kW 三相発電機が増設されて1901年3月に送電を開始した。大阪電灯が三相60 Hzを発電し始めたのはこのときからである。

東京電灯浅草火力発電所

5箇所の電灯局が開業した後も、東京の電灯需要は増加していた。東京電灯は1893年12月、需要増加に対応するため、送電範囲が広がる交流式の火力発電所を幕府御米跡地に

建設することを計画した。1箇所で集中的に発電し、高い電圧の交流で東京市内の広範囲に届ける中央発電方式への変更である。発電機などの機器類は、計画決定後に順次、発注された。浅草火力発電所からの送電開始は、1895年9月である。

この発注の時期、GE 社と日本における総代理店契約を結んでいたのは、大阪電灯及び岩垂であった。独占販売権を所有していたトムソン・ハウストン社がエジソン・ゼネラルエレクトリック社を吸収した結果、GE 社が生まれたからである。東京電灯にとって初となる交流発電機の発注先選定は、重大な経営問題であったと思われる。東京電灯、東京電力の社史にこの選定プロセスに関する記事を見つけることはできなかったが、当時の東京電灯には次の四つの選択肢があったのではないかと推察される。

- ① 大阪電灯あるいは岩垂を介してGE 社から購入する。
- ② 新たにウェスチングハウス (WH) 社に発注する。
- ③ 新たに欧州の会社に発注する。
- ④ 国産する。

浅草火力発電所には単相交流発電機も設置されたが、こちらは藤岡と工科大学教授中野初子とが共同設計したものであった。しかし、三相発電機については知識と経験とが共に乏しかったので、国産は無理であったと考えられる。三相機についての選択肢は、①～③となる。東京電灯としては、エジソンの発電機を多数使用中なので、GE 社製品を購入したかったのではないかと、筆者は推定する。そのためには、大阪電灯あるいは岩垂の承諾をもらう必要がある。東京電灯が相談をもちかけていないのか、または相談したけれども断られたのかは記録が見つからないので判断できないが、いずれにしても結果として①は実現しなかった。①が実現していれば、日本の周波数は60 Hzに統一されたと考えられる。

②については、当時WH 社はナイアガラ発電所のプロジェクトに集中していたので、日本からの発注に応ずる余裕がなかったと思われること、およびWH 社が取り組んでいたのは交流ではあるが、テスラの二相交流式であり、三相ではなかったことが選ばれなかった理由なのではないかと推察する。残された選択肢が③となったため、東京電灯はドイツに発注するに至ったのではないかと考えられる。1891年のフランクフルト国際電気博覧会でドイツAEG 社は、長距離三相交流送電を実証していた。

このような経過を経て日本には50 Hzと60 Hzとが並存することになった訳であるが、帝都東京と商都大阪との間に存在した対抗意識がその発端ではないかと筆者は考えている。

参考資料

- 1) 大島正明：「日本に 50 Hz と 60 Hz とが並存するのはなぜか ― 東京電灯と大阪電灯― 前編」, 電気計算, pp.41～46, 2020 年 4 月号, Vol.88, No.4
- 2) 大島正明：「日本に 50 Hz と 60 Hz とが並存するのはなぜか ―

東京電灯と大阪電灯― 後編」, 電気計算, pp.53～57, 2020 年 5 月号, Vol.88, No.5

- 3) 関西地方電気事業百年史編纂委員会：「関西地方電気事業百年史」, 財団法人日本経営史研究所, 1987 年 10 月 25 日発表

『珍しい年縞博物館』訪問記

松本榮壽

2019 年 10 月、福井県「年縞博物館」を訪れた。ある会合で特別講演、『福井県年縞博物館と水月湖年縞』（年縞博物館・学芸員）長屋憲慶氏のお話に興味を覚えたからである。

(1)年縞博物館は 2018 年 9 月にオープンしたばかりだが、2019 年 10 月末には 7 万人の入場者を数える。筆者も当日は中学生の団体に会った。生徒たちの興味対象としてまた学習には最適な博物館である。歴史研究者の一人とし、現代からホモサピエンス登場 7 万年にさかのぼる湖底の年縞の実物は胸を打たれる。

福井県の名勝「三方五湖」の一つ「水月湖」、湖底には、世界でも唯一 7 万年分もの縞模様の地層「年縞」が堆積している、博物館には 45m の実物展示がある。

(2)筆者は京都から湖西線経由、敦賀でローカル小浜線にのりかえ小浜駅到着。駅前でタクシーを呼び、年縞博物館についた。まず全景に興味を引く。45 メートルの長い年縞を連想する建築である。(図 1)

二階の水月湖ギャラリーの長い年縞の展示に目を奪われる。全体と 1 万前年の「しましま」を示す(図 2、図 3)。水月湖の調査は日本文化センター・安田喜憲名誉教授をリーダーとした[1991 年試掘]の年縞堆積物の確認、[1993 年には 75 m]の堆積物を採取、その年縞から 5 万年前までの花粉化石を元に縄文時代から気候変動の研究が可能になった。

ついで立命館大学古気象学研究センター長 中川 毅氏の[2006 年第二次調査]が行われ、73mに及ぶ完全な堆積物を採取した。その標本の縞を数え、縞の中の葉化石の放射性炭素年代を測定できた。研究成果は「2012 年米国サイエンス誌に掲載」、2013 年に水月湖の年縞が 5 万年前までの「世界標準のものさし」InCal13 に認定された。

たかが「しましま」を数えるから出発した研究の、20 年をこす努力の成果には感銘を覚える。ぜひ見学をおすすめる。



図 1：年縞博物館全景



図 2：博物館 2 階の水月湖ギャラリーにならぶ 7 万年の年縞

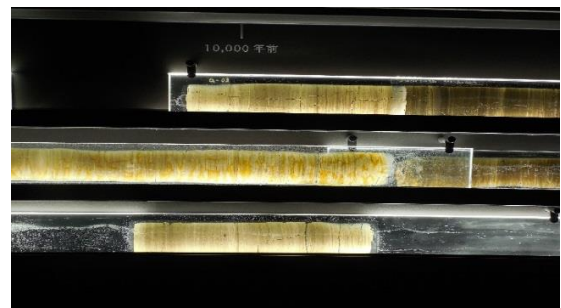


図 3：1 万年の見事なシマシマ

*現地で入手した参考書

中川 毅：『人類と気候の 10 万年』講談社 BLUE BACK (2019)
同：『時を刻む湖』岩波科学ライブラリー、岩波書店、(2018)

『つながる世界～ネット社会への進化とデジタル化～』

末松安晴著
出版:Amazon
Kindle 版 2019



電気技術史技術委員会の第3代委員長であり、東京工業大学元学長で同大学の榮譽教授である末松安晴氏が一書を挙げた。表題の著書である。本書によれば 2018 年にはインターネットの利用者が世界の半数を超えたと言う。また、人ばかりでなくあらゆるものがネットでつながる時代になった。まさに「つながる世界」の到来であり、本書の執筆は時宜を得たものであろう。

著者は、早くから光ファイバー通信の可能性を信じ、その実現を目指して研究を始めた。その可能性を示すべく、光ファイバー通信の実証実験を世界で初めて為し、半導体レーザを中心とする光ファイバー通信の要素技術の重要な部分を数多く世に出してきた。現代のネットワーク社会の根幹をなす光ファイバー通信の実現に第一級の功があったといえる。

本書はそのような著者こそが、是非とも著さなくてはならない書であり、余人の手によってなされるべくもなかった書である。

著者は、「つながる世界」を、電子工学、物理の学究として上記の研究に邁進していた当時から意識していたのであろうか。現在のネットワーク社会の到来について、予感らしきものは持っていたとしても、その姿を明確に描いていたとまでは言えないのではなかろうか。おそらくは研究者、研究管理者、教育者、社会のオピニオンリーダーとして、歩を進める中で著者自身の中に内発的に芽生えた概念なのであろう。

「はしがき」に続く 9 章からなる章立ては、地球創生から人類の誕生と進化を、「つながる」を追う構成になっている。「つながる脳」、「つながる心」、「つながる世界」である。

46 億年前の地球創生から 20 億年余りで、それまで生命にとって猛毒であった酸素に対して「酸素ワクチン」を持ったバクテリアが出現した。生命の始まりである。その後、海中動物、脊椎動物、哺乳類の誕生と、生命は高度化した。やがて 700

万年前に人類の祖先が出現し、人間としての進化の道をたどることになる。彼らは頭脳の発達と引き換えに強靱な筋力を失っていったので、外敵への備えや狩などに、集団で当たるという、連携プレイを習得した。ここから、「つながる脳」が発達する。また、この他者と協力するという心情は人類の遺伝子に埋め込まれたもので、これは「つながる心」を育んだと考えられる。

進化した彼らは、四大文明など、それぞれの集団特有の文明・文化を生むことになる。「つながる脳」のためには共通の知識を持たなければならず、そのための表記法、すなわち表音文字が各地で発達した。時代が下ってから知識を広く伝える手段として印刷技術が発明された。

人のつながりを促進する手段として物流の発達があつたが、それに付随して情報の伝達が必要となってきた。19 世紀後半に到って科学・技術の進歩が著しく、電気通信や電話が発明され、これらが情報の伝達手段として大きな位置を占めるようになった。その大きな発展を齎したのが三極管の発明であり、これを継いだのがトランジスタであった。トランジスタの出現はコンピュータの発展など、20 世紀の科学・技術に計り知れない影響を及ぼした。

以上、第 5 章までは、著者の広範な学びに基づく記述である。しかし、「第 6 章半導体レーザと光ファイバー」は、自ら手がけ、見聞きしてきた内容についての記述である。この領域は、著者が主要なプレイヤーとして自ら切り拓いてきた場であると同時に、研究者として、教育者として、もっとも充実した時間を過ごした場でもある。また、文化勲章をはじめとする数々の榮譽を勝ちとる業績を達成させてくれた母なる大地でもあった。それだけに、ここの記述は奥が深く示唆に富むものが多い。本書の精髓である。著者の事跡のみならず、厳しい研究の中で培われた研究の哲学が垣間見られて興味深い。また、研究者の教育・育成、斯くあるべきか、も窺い知ることができる。

第 7 章は著者の専門領域と密接な関連を有する領域であり、第 6 章を補完するものとして重要である。第 8 章ではインターネットの今後の展望について記してある。

*本書は電子出版なので、Amazon の Kindle で 99 円で読める。一読を薦める。

「アメリカのブラックアウト 変遷史」

When the Lights Went
Out

David E. Nye 著、
松本栄寿、小浜清子共訳
オーム社 (2020 年 2 月刊)



本書のテーマは

本書は、アメリカにおける停電の歴史を、定義、内容、背景、影響の面から時代を追って記述したものである。テーマとしては、停電とはどのようなものか、に焦点を当てており、その原因や、責任を追及するものではない。

ブラックアウトという語は、元々、舞台での暗転を意味していた。それが次第に電力の停電に用いられるようになった。停電は、Outage、Failure、Loss などが本来の定義である。

我が国での 2018、19 年に起きた長時間停電の原因究明、対策が講じられているときに発刊された大変にタイムリーな翻訳本といえよう。

本書の構成は

停電にはいろいろなタイプがありそれらを時代を追って説明している。

第 1 章は「電力網」である。エジソンの秘書であったサミュエル・インスルが制度として電力網を整えてから、電力網は社会基盤、ネットワーク基盤として生活になくてはならないものとなった。それは、1936 年のニューヨークでの停電によって認識されたという。

第 2 章は「戦争」である。電気が必需品となり、電灯が生活を示すものとなったことで、軍事戦略の対象となった。夜間、電灯のついているところが空爆されるようになると、都市では灯火管制がひかれるようになった。ドイツでは灯火管制が徹底された経験から、近年のデマンドレスポンスがスムーズに導入されたのではないかと評者は考える。

第 3 章は「事故」である。1959 年、1961 年にマンハッタンで小規模な停電が生じている。1964 年ニューヨークで万国博覧会が開催された翌年、1965 年 11 月にそのニューヨークを中心に北米で大停電が起きた。しかしこの時の北米の大停電では住民は陽気な反応を示し、社会的連帯感も示されている。

ちなみに、これに先んじて同年 6 月にわが国の電源開発の

御母衣開閉所の事故から発した停電で関西電力を中心とした大停電が起きている。

第 4 章は「危機」である。1967 年 7 月ニューヨークで大停電が起きた。この年は猛暑の上にニューヨークの市の経済が破たん状態にあり、需要増に対応した設備投資などが行われていなかった。落雷に続いて送電線が重負荷となり、カスケード状に事故が広まり、大停電となり、復旧に時間がかかった。そのために各所で暴動が生じている。このニューヨーク大停電は戯曲や新聞でも揶揄されその後の教訓となった。

ちなみに、前年の 12 月に、我が国では東北電力で類似の停電が発生しているが、こちらは復旧が速かった。

第 5 章は「輪番停電」である。1973 年の石油ショックに端を発し、電力の需要が供給量を上回る状態になってきた。1978 年には PURPA 法が制定され、再生可能エネルギーが奨励され、1979 年にはスリーマイルアイランド原子力発電所の事故が起こり、ますます電力不足が激しくなった。電力の規制緩和が実施され、ISO が設置される中でエンロンが電力産業に大きな石を投げかけた。このころから、アメリカでは東海岸と西海岸の方向性の違いが目立つようになってきた。また、世界的に大停電が各所で生じている。そのような背景から、輪番停電が実施されるようになっていく。

第 6 章は「テロ」である。1996 年イギリスのテロ組織が変電所の爆破を計画し、大停電をねらったが事前に逮捕され未遂となる事態が起こった。2001 年には同時多発テロが起きている。2003 年 8 月北米で生じた停電では当初、テロによるものと思われていた。結論としては送電線の樹木接触とコンピュータの不具合が原因であるとされている。電力網の脆弱さが明らかとなった。脆弱性に関してはロッキーマウンテン研究所のエイモリー・ロビンスが提唱した問題提起を見直す必要があるとしている。自家発電やマイクロガスタービンが広く提案された。

1962 年の原子爆弾実験で明らかとなった原子爆弾や水爆によって生じる EMP (Electromagnetic Pulse) がネットワーク上を伝わりブラックアウトを生じさせることを思い出し対策を講じるべきであるとしている。

第 7 章は「グリーンアウト」である。停電を望むのか、自主節電を望むのかがいま問われている。自給体制の確立やエネルギーの効率化である。1989 年にカリフォルニアを襲ったロマプリータ地震による停電がそのきっかけとなっている。ロビンスは、省エネをネガワットと称して価値をもたせ、EPA などの省エネの動きが進んだ。供給側は分散化が計られるようになった。

電力に関わる人には、一読をおすすめする。

[INFORMATION]

第 81 回電気技術史研究会

[委員長]：日高邦彦（東京電機大学）

[幹事]：澤敏之（日立製作所），丸島敬（東芝エネルギーシステムズ），[幹事補佐]：江川邦彦（三菱電機）

座長：白坂行康（日立製作所） プロモータ：七原俊也（東京工業大学）

[テーマ]「電気技術史一般」

[日時]2020 年 2 月 20 日（木） 13:30～17:10

[場所]電気学会会議室 参加：22 名

「電気技術史一般」をテーマとした第 81 回電気技術史研究会が開催され、7 件の講演が行われた（申込 8 件に対して 1 件の辞退があった）。前半のテーマは「新しい電力システム」として、現在「21 世紀に於ける電力系統技術調査専門委員会」にて調査が進められている項目に関連した 5 件の講演が行われた。電力システム全般に関する変遷と課題の調査結果、分散電源やスマートコミュニティなど地域に関する電力システムの変遷と課題に関する調査結果、加えて実際に地域で活動されている再生可能エネルギーの開発やスマートコミュニティの運用に関する事例紹介などの講演があり、活発な意見交換が行われ、技術調査報告への寄与が期待された。これらの講演と討議では、外部から見た電気学会への期待や要望に関する内容も含まれ、研究会の新たな領域への進歩が感じられる内容となった。後半のテーマは「電気技術史一般」とし、電気技術史に大きく関わる人物や計測器の講演が 2 件行われた。特に、アンペールに関する講演では電流の単位「A（アンペア）」の由来となる人物が詳細に紹介された。また、初期のオッシログラフの開発経緯では、見えない電気の「見える化」の重要性が示された。

テーマ 1：新しい電力システム

- ・ 地域への電力供給の変遷ー地産地消・スマートコミュニティ形成に向けてー、中村秀臣（科学史技術史研究所）
- ・ 狛江から取り組む地球環境保全への模索と葛藤、高木聡子（狛江市議会）、荒川文生（地球技術研究所）
- ・ 「土太郎村」に於けるスマートコミュニティの電力システム、中島健一郎（元毎日新聞）、荒川文生（地球技術研究所）
- ・ 発電技術（b）分散電源実用化、小西博雄（産業技術総合研究所）

・ 電力システムと分散形電源、七原俊也（東京工業大学）

テーマ 2：電気技術史一般

- ・ 天才アンペールを訪ねて、松本榮壽（日本計量史学会）、小浜清子（フランス語通訳・翻訳）
- ・ 1928 年電磁型オッシログラフとその応用、松本榮壽（日本計量史学会）、中川脩一（元横河電機）

第 82 回電気技術史研究会

座長：大来雄二（金沢工業大学） プロモータ：白坂行康（日立製作所）

[日時]2020 年 8 月 20 日（木） 13:30～17:10

[場所]オンライン研究会（zoom）／電気学会会議室（東京都千代田区五番町 6-2 Homat Horizon ビル 8 階）（併用）

オンライン研究会聴講申込はこちらに
お願いします。

グーグル：電気学会研究会開催 2020 年
→電気技術史 8/20→参加者登録フォー
ム URL をクリック→氏名などを記入



テーマ 1 「電気学会顕彰『でんきの礎』」

○発表予定者

HEE-20-009 回生ブレーキ付き電機子チョップ制御車両ー
千代田線 6000 系車両の開発ー：田口弘史，○荻野智久，齋藤
拓也（東京地下鉄）

HEE-20-010 3 レベル中性点クランプインバータの誕生と実
用化：○赤木泰文（東京工業大学），秋田佳稔（日立製作所），
青山育也（東芝インフラシステムズ），田中 毅（三菱電機），
大熊康浩（富士電機），玉井伸三（東芝三菱電機産業システム）

HEE-20-011 方向性電磁鋼板 オリエンタコアハイビー：

○茂木 尚，牛神義行，大畑喜史（日本製鉄）

テーマ 2 「電気技術史一般」

HEE-20-012 国の電力技術開発戦略並びにロードマップの変
遷ー地産地消・スマートコミュニティ形成に向けてー：

○中村秀臣（科学史技術史研究所）

HEE-20-013 「電磁型オッシログラフ」ーその意義と応用ー：
松本榮壽（日本計量史学会），○中川脩一（元横河電機）

HEE-20-014 人手から電気へー気象予測における計算行為の
動力源の変容に関する視点ー○前山和喜（総合研究大学院
大学），山本将也（工学院大学）

HEE-20-015 国立科学博物館所蔵の電気標準関係資料：

○前島正裕（国立科学博物館）

HEE-20-016 歴史から学ぶこと（次世代への伝達）：

○荒川文生（地球技術研究所）

研究会資料年間予約のお勧め

電気学会では研究会資料を確実に入手する方法として年
間予約を推奨しています。年間予約すると研究会会場で受け
取れるほか、研究会に行けなかった場合も送料無料で郵送さ
れるなどの特典があります。申し込みは FAX か Web 上で登
録 http://www.iee.jp/?page_id=4319

電気技術史 第 83 号

発行者 （一社）電気学会電気技術史技術委員会
委員長 日高 邦彦
編集者 News Letter 委員会

松本榮壽、鈴木浩、澤敏之

〒102-0076 東京都千代田区五番町 6-2

HOMATHORION ビル 8F

発行日 2020 年 8 月 20 日 禁無断掲載 Copyright 発行者
News Letter 問合せ：HISTORY@mem.iee.or.jp