

電 気 技 術 史

The History of Electrical Engineering

Newsletter

CONTENTS

- 新技術開発の回顧と 21 世紀への展望 中原恒雄 P.1
- ICEE 出張報告 柳父悟 P.2
- 論文紹介
「Edward Weston Made His Mark on the History of Instrumentation」
永田宇征 P.3
- INFORMATION
第 34 回電気技術史研究会
のご案内 P.4

平成 15 年 9 月 10 日発行

(社)電気学会 電気技術史技術委員会 <http://www.iee.or.jp/fms/tech/ahee/index.html>

新技術開発の回顧と 21 世紀への展望

元住友電気工業株式会社副会長 中原恒雄

1 多角化と技術開発

私は、1953 年、住友電工に入社して以来、幸いにも先端的な研究開発に従事することができ、その事業展開に関わってきた。その間、住友電工の本業である通信線路の研究開発を手がけると共に、当時の北川社長の方針である「工業化時代から情報化時代への移行」に伴う「多角化路線」を推進してきた。前者においては、理想を追求すると共に、後者においては、当時（1964 年頃）の先端技術であったコンピュータ技術、システム技術、エレクトロニクス技術を、どのように新規ビジネスに結びつけるかという発想で研究開発を進めて来た。

2 情報化時代と三つの方針

情報化時代への移行に対応した多角化と一言と言っても、これらの基盤技術は、当時、当社には皆無に近かったため、以下の三つの方針を打ち出した。自らの仕事に応用する。会社の事業に応用する。新しい事業に展開する。においては、シミュレーション技術や CAD 手法をいち早く業務に導入し、においては、工場の自動化に応用し、通信ケーブル工場の無人化の可能性を迫り、においては、交通管制システムに代表される社会システムへ適用した。特に、これは、後年、大きな事業に発展した。

3 シミュレーションと交通管制

交通管制の事業は、約 40 年前の、広島市白神社前の交差点における電子式地点感応交通制御装置の受注が

契機となって始まった。当時は、機械式信号制御装置が標準であり、交通の流れの時々刻々の変化には対応できないものだった。そこで、エレクトロニクス技術を応用した電子式制御方式を導入し、交通状況に応じて、赤、青、黄の信号の時間を変え、交通の流れをスムーズにして、車の待ち時間を減らすと言う新しい試みを提案した。この提案の有効性はなかなか理解してもらえず苦労したが、コンピュータ技術を応用して、時々刻々と変化する交通状況を模擬したシミュレーションを行い、交通流を視覚化することにより、この有効性を理解してもらうことができた。これが、この事業の成否を分かつものであり、その後、東京都の 13,000 交差点を、中央に設置した 200 台のコンピュータで制御する世界最大の交通管制システムを構築し、全国の道府県に導入するという実績をあげることができた。

4 理想的通信線路（光ファイバ）の開発

損失が少なく広帯域な通信線路は、魅力的かつ理想的な伝送線路であり、1950 年代後半、ミリ波導波管が精力的に研究された。ミリ波導波管は、銅が少なくても損失が少ないと言う常識とは異なる線路であったが、一歩発想を進めて、銅を使わない誘電体（ガラス）線路であれば、さらに損失が減るのではないかと考えた。理論的な解析を行うと共に、材料としては、多成分系ではなく、最も高品質が期待できる石英を選択し、製造研究も並行して行っていた。又、ガラス線路のケーブル化に関しては、日本電気、日本板硝子、当社の 3 社で、共同開発を行っていた。その後、1970 年に、コーニングから損失 20dB/km の石英系光ファイバが発表されたこともあり、第 1 次石油危機下であったが、本

格的なパイロットプラントを建設し、精力的に開発を進めることとなった。と同時に、早急に国産技術を育てる重要性も感じ、当時の電電公社と電線 3 社との共同研究を提案し、後日その運びとなった。共同研究発足後もいろいろと苦労しつつ、特性面の改良を進めたが、実用化への鍵は、通信線路として、最低限要求される課題の克服であった。ケーブル加工中に、光ファイバが突然破断するという強度の問題に関しては、光ファイバ表面の、空気中の埃による微小な傷が原因であることを突き止め、紡糸直後にコーティングを行うタンデムコート法を発明し解決していた。しかしながら、接続は大きな課題であった。これも、当時の電電公社と共同でアーク放電を用いる技術を開発し、克服した。事業化の段階においては、コスト、量産性、品質の安定性が重要な課題となる。当時は、ベル研の MCVD 法が主流であったが、それら課題については、それまで当社で開発していた VAD 法が有利であり、それに賭けることにした。当時、屈折率制御性に不安定性が残っていたが、先に述べたシミュレーション技術を駆使し、ガスバーナの燃焼のシミュレーションを細かく行うことにより、VAD 技術を確立した。並行して極限まで損失を低減させる開発も継続して行った。従来、光の通るコア部に Ge を添加し屈折率を上げていた。Ge は若干では有るが損失増の原因となる。そこで、コアを純粋石英とすることで損失は低減可能なはずであると考えた。クラッド部分の屈折率を下げるための F 添加技術を開発し、商品化した。F 添加では損失増は起こらず、現在、世界最低損失を実現しており、他社の追随を許していない。

5 . IT 技術の将来と若手技術者への提言

私は、今まで述べたように、技術としては理想を迫及する一方、それらを事業として、どのように成功さ

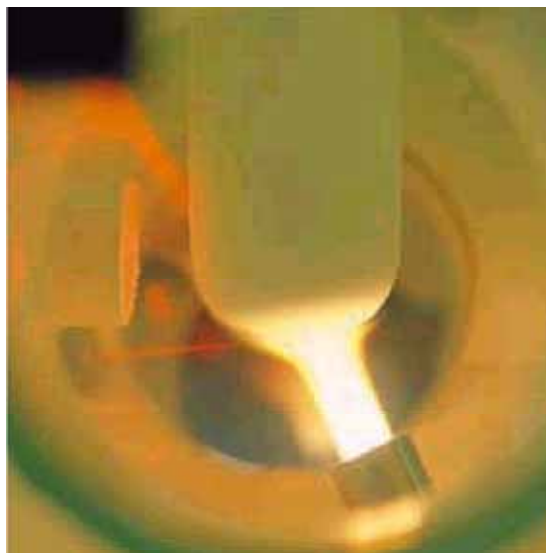


図 1. VAD 法による光ファイバすず付け工程

せるかに腐心してきた。その過程で、「工業化時代から情報化時代への移行」を基本命題として、IT 技術を駆使し、社会的な現象や物理的な現象を視覚化、具現化し、開発や事業化の加速に努めてきた。今後は、知的創造社会に移行していくと考えている。これまでの技術では、できる限り主観性を排除していたが、逆に知的創造社会では、主観性が重要となる。すなわち、単なる物作りでなく、創造された価値を付加することが重要となる。頭の中で考えたことを具現化する必要性がますます高まり、IT 技術もさらに高度化しなければならない。ところが、主観性を大事にしすぎると謝った知識が一人歩きする危険性も生じ、今以上に、常識、良心、倫理性が要求されることになる。

今後、訪れるであろう知的創造社会において、現在の若手技術者には、上記の良識を大事にすると共に、創造する気持ち、提案する気持ちを強く持って頂きたい。そして、世界に通用する技術を実現して欲しいと思っている。

ICEE (International Conference of Electrical Engineering) 出張報告

東京電機大学 柳父 悟

私の研究室の学生が発表するという事で、電気技術史委員会からも貢献しようということになり、石川雅之氏(東芝)、田中秀雄氏(東電)と私でパネル討論会 Innovative Technology に論文を提出した。大会は 7 月 6 日から 10 日にかけて香港 Kowloon Shangri-La Hotel で開催された。約 250 人が登録されたとのことであるが SARS の影響で日本人と韓国人は随分少なかった。日本人の出席者は 10 名以内であり、香港側の盛り上がり比べて対照的であった。大会では 235 件の

論文が登録され香港 139 件、日本 47 件、韓国 23 件、中国 20 件、その他が 6 件であった。出席者数の発表はなかったが多分 250 名くらいであったと思う。SARS の後の最初の国際会議で香港政府から金を気にせずやれと言われたらしく、パーティは大変豪華であった。生牡蠣やお寿司が食べても食べても追加されていた。日本人は 7~8 名の出席であったが、北大の長谷川先生が次期開催地責任者として日本代表を務めておられた。香港に着いてみると SARS の影響は微塵にも感じられない状態で人々は全く平常な生活をしていた。町の中も大変清潔で欧州の町のように見えた。香港は自動車が走ると埃が舞い上がるような町であったが SARS が

流行し町の中は大変清潔になった。咳とともに痰が埃にまみれ舞い上がるため清潔にしたとのことであった。市街地のみならず田舎に行っても清潔で、以前の東南アジアは全く連想させられない。住宅地は40階程度の高層アパートが林立しており、建設中のものも多く、中国のエネルギーを感じさせる。田舎に行っても公衆トイレは水洗で、道路標識もしっかりしている。公衆トイレも大変清潔で、これらはいずれも英国風であった。香港の近くの中国側も同様になりつつあるといった。外の温度は43～44の酷暑であるがホテルやデパートは強烈に冷房されている。じっとしていると寒い状態である。香港の電力は依然として増加中であり、経済発展の真っ只中にあると言った状態である。夜間もホテルは冷房しており、放置しておくとも寒くて仕方がない状態である。香港島は高層ビルが建ち並びまさにNew Yorkを感じさせた。

大会は基調演説から始まったが日本と異なり、いずれも経済発展を意識した話である。中国Sun Jian Ping, Director of CSEEの話では中国の発電電力は1990年137GW、2000年319GW、2002年353GW、そして2020年の予測は950GWとのことである。石炭火力が主体であり、資源のある西から消費する東へ電力を送ることが一番大きい課題である、500kVACとDCで電気を送っているが今後UHVを検討する、発電はIGCC(石炭ガス化)発電が主体であり、原子力は2002年で総発電量の1%程度であることなどが報告された。強烈な室内冷房で実感したが、事情は香港側も同じである。それでも最近の香港では原子力発電によってCO₂やSO_xの放出が減少したとのことである。その他キーノートスピーチでは英国の電力自由化で電力料金を下げる話、あ

るいは将来の電力系統の話などがあった。

私の出席したパネルセッションはInnovative Technologyと言う題名である。その様子を図2に示す。中国の最近の送電線開発項目はICGGの改良、TCSC(直列コンデンサ)、Compact Transmission, UHVまたは750kV送電である。依然として経済発展を目指しており、自分たちでやると言う熱意がある。1,000kV送電機器が出来ると言ったら今後何処まで電圧が上昇するのかという質問がでた。米国の女性技術者で現在、香港電力に勤務している人はFACTS、地球温暖化、電力自由化、燃料電池を主体にした直流送電網などの講演をしていた。帰国後、彼女と何回かメールで連絡したがCO₂削減や環境は重要であるが、中国とか東南アジアではビジネスにはならないとのことである。香港や中国では電気エネルギーを運ぶのに血道を上げており、地球温暖化などは全く意識していない。今後の展開が気になる。韓国は大変おとなしくユビキタス社会の開発などと言っていた。多分日本と同じではないかと思う。

日本は電力需要の増加から過去に電力網の開発を行ってきた。UHV ACやDCの開発も行ってきたと説明したところ、前述のように司会者の大学の先生から将来はどの位の電圧になるのかと聞かれた。大方のフロアの人々も同じ思いのようであった。口ではクリーンなエネルギーと言っているが、中国の電力エネルギー需要の伸びは凄まじく、そんなことは全く意識していないと思った。先進国では過去の電力事情の伸びから今後の地球温暖化ガスCO₂の放出増加を考えるが彼らにはこのような発想が大変低いと考えられる。今回は地球環境を考えるべきとの提案を行うべく参加したが、その思いは見事に外れた。我々の電気技術史は過去だけでなく、そこから予想される未来も海外に発信せねばならないと思った次第である。



図 2. パネルセッション Innovative Technology (マイクを持つのは筆者)

論文紹介 Eiju Matsumoto: "Edward Weston Made His Mark on the History of Instrumentation", IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, June (2003) pp46 - 50

今回は元電気技術史技術委員会委員の松本栄寿氏の多年に亙る研鑽の結晶である表記の論文について紹介

する。論文は大きく3つの部分に分けられる。最初はWestonが生まれた頃の電気技術をめぐる状況と彼が電気計測の道に進むまでのプロセス、次がWeston合金の研究、最後が標準電池の研究に関する記述である。概略を追ってみよう。

当時は電信の実用化やエジソンの電気事業立ち上げなど、電気技術が実用に入った時期であったが、この

ことは電気抵抗や電圧、電流、電力の精密な計測に対する強いニーズを生むことになった。1850年にバーミンガムの郊外に生まれた Weston は米国に渡り、電気鍍金事業を友人と共同で始めるが、やがて電気鍍金に使用する発電機の製造販売をも手がけるようになった。1886年のフィラデルフィア電気博覧会に発電機を出品したときに、信頼性と精度の高い電気計測器の必要性を痛感した Weston は、その開発と製造に乗り出すこととした。いくつかの改良を加えた電気計測器の開発に成功した Weston は 1886年に会社(Weston Electric Instrument Corporation)を設立した。

Weston の次の課題は大電流の測定であった。このためには温度特性のよい合金が必要であった。そこで Weston はその研究に没頭することになる。最適の組成を求めて 160 余に及ぶ実験を行った。このことは松本氏がニュージャージー工科大学で Weston の実験ノートを発見したことにより明らかとなった。ついに Weston は、後にコンスタンタンと命名される合金を手中にした。これをシャント抵抗に使う彼は、大電流計を作ることに成功した。しかし、コンスタンタンは銅との接合部で熱起電力を生ずると言う問題点をもっていた。Weston はさらに研究を続け、温度特性にすぐれ、熱起電力を生じない理想的な合金、マンガニンを開発

した。この合金は標準抵抗にも応用され、量子ホール効果素子に取って代わられる 1990 年までその位置を保持した。

精度の高い電気計測器を開発する過程で Weston は標準電池の必要性に気づく。それは長期間に亘って安定で、温度係数が小さく、電流による分極も小さなものでなければならなかった。彼の大きな挑戦が三度始まった。この戦いにも勝利を収めるが、彼が開発した標準電池は AIEE や IEC によって標準に採用され、これも 1990 年にジョセフソン素子にその座を譲るまで標準としての命脈を保った。

この論文は、電気計測器の収集とその技術史の研究に 10 年余の歳月を捧げてきた松本氏ならではのものである。松本氏からは「ここまでの道は長かった」とのメールを頂いたが、画面からそのまま声が聞こえてきそうなほど実感がこもっていた。おそらく松本氏はこの論文にもっともっと書きたかったであろう。Weston の実験ノートを発見するだけでもたいへんな時間と努力を必要としたはずである。加えて筆者自身、紙幅の関係で詳細を紹介できていない。読者諸氏にぜひ原論文を精読していただきたい。

永田宇征(国立科学博物館)

INFORMATION

第 34 回電気技術史研究会

[委員長] 末松安晴(国立情報学研究所)
[副委員長] 柳父 悟(東京電機大)
[幹事] 真鳥岩男(日立)、石川雅之(東芝)
[幹事補佐] 湯浅万紀子(東京大学)

日時 9月10日(木) 9:00~17:00

場所 工学院大学新宿キャンパス(東京都新宿区西新宿 1-24-2, Tel 03-3342-1211, 交通: JR 新宿西口徒歩 5 分, 詳細は, 次の URL をご参照下さい。
<http://www.kogakuin.ac.jp/map/shinjuku/index.html>)

共催 映像情報メディア学会, 情報処理学会, 照明学会, 電気設備学会, 電子情報通信学会、電気学会東京支部(支部長 尾崎康夫)

協賛 電気学会誘電・絶縁材料研究会, IEEE Japan Chapter Power Engineering Society, IEEE Dielectrics and Electrical Insulation Society Tokyo Chapter, IEEE Tokyo Section Computer Chapter, IEE Japan Center

座長 石川雅之、真鳥岩男

9:00~12:00

HEE-03-13 エレベータの歴史と今後の課題

阿部 茂, 渡辺 英紀

HEE-03-14 誘導加熱応用家電機器の歴史と今後の課題

弘田 泉生

HEE-03-15 テレビの技術史 久野 古夫, 亀本 一廣

HEE-03-16 放電加工機の技術史と今後の課題

小林 和彦, 真柄 卓司

HEE-03-17 パワーエレクトロニクス装置の技術史と発展のための課題 斎藤 涼夫, 小西 博雄, 加賀 敦

HEE-03-18 高圧コンデンサの変遷と今後の展望

富田 久幸

13:00~17:00

HEE-03-19 発電機・電動機の歴史と研究課題

田里 誠, 長野 進, 阿曾 俊幸, 雨森 史郎

HEE-03-20 (欠番)

HEE-03-21 がい管・ブッシングの歴史と今後の課題

青柳 光彦, 伊藤 進, 入江 孝

HEE-03-22 電力用避雷器の展望と避雷器規格の変遷

白川 晋吾, 小島 宗次

HEE-03-23 変圧器の発展と今後の課題・展望

白坂 行康, 矢成 敏行

HEE-03-24 GISの歴史と研究課題

羽馬 洋之, 高本 学

HEE-03-25 遮断器開発の歴史と今後のあり方

吉岡 芳夫, 吉永 淳, 柳父 悟

電気技術史 第 31 号

発行者 (社)電気学会

電気技術史技術委員会

委員長 末松安晴

副委員長 柳父 悟

編集人 News Letter 編集委員会

〒102-0076

東京都千代田区五番町 6-2

HOMAT HORIZONビル 8F

発行日 平成 15 年 9 月 10 日

禁無断掲載