

電気技術史

The History of Electrical Engineering

Newsletter

平成14年9月11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>

CONTENTS

- 高感度受信方式発明を巡る往時の状況について
森田正典 P.1
- 聞き取り調査について
永田宇征 P.2
- 書籍紹介「The story of electrical and magnetic measurements」
松本栄寿 P.4
- INFORMATION P.4
第31回電気技術史研究会
のご案内

高感度受信方式発明を巡る往時の状況について

元NEC専務取締役 森田正典

1 高感度受信方式

私は1951年、マイクロ波通信の黎明期に、NECの無線関係の技術開発の重要課題の一つとして、「弱い電波でも明瞭な通信が可能な方式」を採り上げた。当時、電電公社のような公衆通信回線では専ら通話路数の増大が技術改善の目標だったが、国鉄・各電力会社・警察庁などの専用回線では、通話路数は一定数で十分だが、建設費・保守経費の節減のため、中継局数を減らしたいと言う要望が強かったからである。

当時はFM(周波数変調)全盛の時代であったが、FMの特徴として、送信電波の周波数変移を大きく取ることにより、雑音の少ない明瞭な通信が可能となる一方、受信電波が弱くなり、一定値(限界電力)以下になると急激に雑音が増加して、通信不能となる欠点があった。私は「受信機の局部発振器を到来電波に追従して周波数変調する(周波数負帰還)ことにより中間周波数帯での周波数変移を縮め、狭帯域の中間周波増幅器を使用することにより、限界電力を弱い電界まで延伸する方式」を着想し、「高感度受信方式」と命名した。入社早々の伊東祐弥氏の協力を得てこれを実現(帰還回路発振防止のため、広帯域中間周波増幅器に1ヶ所だけ狭帯域単一同調回路を挿入)し、各方面に実用された。その成果として例えば国鉄では名古屋駅と米原駅とを繋ぐ回線で、途中に中継所を置かず、伊吹山の中腹に反射板を設置し、これにより「反射板中継」を行うことが可能となった。また、北海道電力の江別火力発電所では、高い煙突の頂上に反射板を設置し、直接見通しの効かない本社と発電所を連絡することが実現した。

この場合に、受信機で周波数復調を行うのに、最初は通常の振幅制限器と周波数弁別器との組み合わせを採用していたが、その後の改良型では、位相検波方式に切り換えていた。これは位相検波方式の方が雑音につよいことと、積分効果により、帰還ループが単純になり、特性が向上するからである。

高感度受信方式の効果は、信号の帯域幅にも依るが、送信電力を約10倍にしたのとほぼ同等な効果が得られていた。最初は「話が巧過ぎる、インチキではないか」と業界で噂されたと聞かすが、上述のような使用実績が有力な証明となり、噂は解消した。

2 米軍と見通し外通信

この高感度受信方式にいち早く注目したのは在日米空軍だった。米空軍は日本各地にレーダーサイトを持ち、それと航空基地間の緊急発進用の連絡回線として、AC&W(Aircraft Control & Warning)を持っていたが、日本は山が多く、山岳回折波通信となる区間が多いので、米軍の制式無線機では通信が不安定なことがあり、



図1. 米軍「見通し外」回線中継局

困惑していた。そこでこの高感度受信機で試したところ好結果を得、兵器の現地調査は異例のことながら、特別の措置としてNEC製の高感度受信機を購入・配備した。

一方、NEC自体は自費研究として玉川工場屋上に径10mのアンテナを建設し、400km離れた岩手県東稲山との間で通信実験を行い好成績を得ていた。

当時、米本土では、アラスカ - カナダに配備されたレーダーサイトからの情報を本国の基地に無中継で伝える「見通し外通信」、別名「散乱波通信」施設があったが、これは巨大な空中線を使用する高額の施設だった。

在日米三軍を統括する米陸軍は、日本縦断の防衛幹線(稚内 - 千歳 - 三沢 - 仙台 - 府中 - 箱根 - 六甲 - 己斐 - 背振山 - 知覧 - 八重岳)建設の構想があり、NECの実験結果を見て、高感度受信方式を採用すればコスト的に有利な建設が可能ではないかとの期待をもった。

しかし、このような大規模の施設はハワイの太平洋司令部はもちろん、ワシントンのペンタゴンの承認が必要なので、私は下手な英語でハワイとワシントンで高感度受信方式の講演をさせられた。また、散乱波伝搬の知識に関する資格審査のため米本国から電波伝搬の専門家が来日したので、郵政省の電波研究所の専門家を煩わし対応した。しかも、契約は随意契約ではなく、米国のメーカーを含む国際入札でターンキー契約だった。当時日本列島での散乱波伝搬特性のデータも無く、見積もりは極めてリスクなものだった。幸いにして建設後の受け入れ試験に無事合格し、爾来、この施設は後日、衛星通信方式に置き換えられるまで、長く日本の防衛幹線となっていた。軍の機密上学会で発表できなかったが、電話60通話路相当の帯域幅で、知覧 - 八重岳間600km無中継の2000MHz帯の無線通信は1963年当時世界記録だったと思う。

高感度方式の散乱波通信回線はその後、国内ではNTTの沖縄テレビ中継回線とKDDの浜田 - 韓国間国際回線、海外ではアマゾン流域、サハラ砂漠、マダガスカル島、地中海沿岸、などに設置された。



聞き取り調査について

日本電気 永田宇征

技術史研究のひとつの方法として聞き取り調査が注目されている。筆者は(社)研究産業協会で二つの聞き取り調査プロジェクトに関与してきた。ひとつは同協会が独自に委員会をつくって平成6年度から実施しているもので⁽¹⁾⁽²⁾、いまひとつは電気学会の電気

3 衛星通信地球局

衛星通信の時代を迎えて、高感度受信方式はいよいよその本領を發揮した。KDDが衛星Relay号を利用して初の太平洋横断衛星中継実験に成功したときも、電波研とNHKが同期衛星Syncom号を使って東京オリンピックの画像中継実験を行ったときも、NEC製の高感度受信方式が活用され、効果を挙げた。

その後、商業通信時代に入り、COMSATが衛星地球局の性能を仕様書で規定した時も、NEC製の高感度受信方式の性能が規定され、此の方式が世界中に標準的に採用された。

4 広帯域デジタル無線通信方式

高感度受信方式は、そのもの自身より、遥かに重要な副産物である「広帯域デジタル無線通信方式」を産み出したことが最大の功績と言える。

世界中の地球局で高感度受信方式が安定に動作している事実は、テレビ画像のような広帯域に周波数変調された電波でも、正確に位相が追従可能であることを証明している。それならば、音声をPCMでデジタル化し、これでマイクロ波を位相変調して送信し、受信側では負帰還方式で受信し、位相復調することにより、マイクロ波によるデジタル通信が可能となることに伊東祐弥氏が気づいた。NECでは早速電電公社にデジタルマイクロ波通信の研究を提案(1963年)し、協同研究が実施されたのである。

5 結言

高感度受信方式は米国ではVCO(Voltage Controlled Oscillator)と呼ばれるが、ベル研究所が「無線通信技術で米国が日本に負けた技術の一つがVCOだ」と告白している。米軍がNECに通信回線を発注したこともこれを裏づけている。また、ATT傘下のニューヨーク電話会社がデジタル無線回線の機器をNECに発注(1970年納入)したことも、同様である。私は「高感度受信方式と広帯域デジタルマイクロ波通信方式に関する先駆的貢献」に対し、1995 IEEE Medal for Engineering Excellenceを受賞したが、私は此の受賞を関係者全員を代表してのものと理解している。

技術史技術委員会が同協会に協力する形で平成9年度から取り組んでいるものである⁽³⁾⁽⁴⁾。双方ともに、まとめ役として調査の全体に目を通す機会を与えられ、全部で90人近い先達の聞き取りに立ち会うという幸運に恵まれた。この聞き取り調査の感想というか、裏話とでもいうものを若干記してみる。

まず、もっとも難しいのは聞き取り対象者の選定である。電気技術史技術委員会で行っている聞き取

り調査は、電気学会の名誉員に対して卒業年次の古い順から実施する、ということになっているので問題ないが、研究産業協会が独自に行っている調査の方は、この段階がたいへんである。

この調査では、「実績としては世に隠れもないものを持ちながら、個人としての知名度はそれほど高くない人」という基準をおいているので、成果の方からたどっていくことになる。したがって、まず検討の俎上に上げられた成果について評価することになる。ここでは、技術そのものにオリジナリティがあったか、世界最初の製品であったか、従来製品を性能において著しく上回るものであったか、世に大きなインパクトを与えたか、といった観点から議論し、これらのうちいくつかの条件を満たしていれば候補とした。

次の段階は、当該成果の開発者、あるいは開発に最も功のあった人の同定である。科学の制度化が進んだ後の世界では、技術開発が一人の手でなされることは稀であるといつてよい。誰が技術開発の中心的役割を果たしたかについて、関連の文献や特許を調べ、当該の企業や研究機関にも問い合わせる。特定の研究者が判明したら、趣旨を説明してインタビューの交渉をする。ほとんどの場合は受け入れてもらえるが、企業の場合は時として断られることもある。

対象者が決まればよいよインタビューである。インタビュアーとしての力量の問題もあるであろうが、なかなかこちらが描いた筋書き通りには運ばない。インタビュー項目は予め通じてあるのだが、自分の思い入れの強いところに力点が置かれがちになり、予定の質問を終えないうちに時間が切れてしまうケースもよくある。

聞き取りの対象として選ぶほどの成果を挙げるような人は人格的にもすばらしい人が多い。総じて自らの功を誇るというようなことはなく、慎ましやかで、さわやかな気分にさせられる。ところが、これが嵩じてあまりの謙遜家となると聞き手泣かせである。何を聞いても、たいしたことではない、私がやった部分は少ない、といったような調子で核心に入ら行けず、話の接ぎ穂に困ってしまう。

いままでの聞き取りで、これは失敗であった、と認めざるを得ないケースが一例のみであった。技術の内容についての説明を、言を左右にして語らないのである。なんとか食い下がろうとしたが結局だめで、一日をつぶして遠路出かけた時間と労力を棒に振ってしまった。

インタビューの記録はすべて残して報告書にまとめるようにしているが、話し言葉だけでは、その場

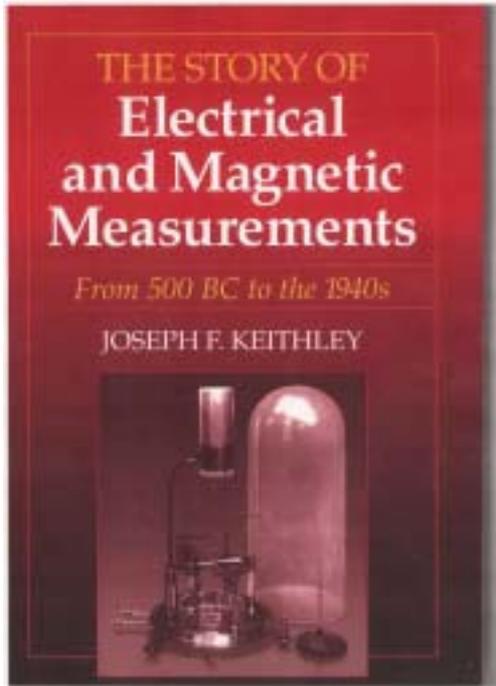
にいた人にしか理解できない部分があり、前後の入れ替えをした方が読みやすい場合もある。中にはオフレコの発言もあつたりするので、インタビューによる最終チェックが必要である。それで、報告書としては読みやすくなるのであるが、インタビューのときに聞いて感銘を受けた話が削られていたりする場合がある。何かの事情によるのであろうが、当方としてはまったく残念である。また、中にはインタビューのやり取り全体を最初の部分から創作する先達もいる。文章としては読みやすく筋も通っているのであるが、臨場感、迫りに欠ける憾みはなしとしない。

聞き取りをいつの時点で実施するか、そのタイミングも重要である。あまりに若い技術であれば、開発を巡る葛藤や生々しい感覚が消え去っておらず、フランクに話せないであろうし、このような場合対象となる研究者の年齢も若い。こちらの方も自分より若い人であれば、先達、という感じになれずインタビューもなんとなく興が乗らないのである。ところが、遅すぎてもよくない。人間誰しも時の浸食から逃れることはできない。若き日に人一倍輝いていた人ですら確実に大切なものを奪われていく。ほんの数例であるが、不幸にしてその度合いの大きい先達がいた。こちらの質問と答えの脈絡が断絶していたり、繰り返しが多かつたりで、なかなかインタビューが進行しないのである。また、中にはインタビューの日時まで決めておきながら体調不良とのことで延期を申し出られ、そのまま再起が適わなかった先達もあり、昨日まで元気で活躍していたが一瞬にして天に召された碩学もあった。いずれも当方としては痛恨の極みであった。

ひとつの仕事で成し遂げた人の生き様に触れることができるのは、聞き取り調査に携わるものの大きな役得である。このような機会を得たことに感謝するとともに、聞き取り調査が技術史研究のひとつの方法としてわが国に定着するよう、関係者のお力添えを願う次第である。

- (1)「産業技術の歴史に関する調査研究報告書
- 先達からの聞き取り調査編 -」
平成 6～平成 13 年度 研究産業協会
- (2)永田「聞き取り調査から得られるもの」
電気技術史研究会資料 HEE-01-28 2001.9
- (3)「産業技術歴史継承調査 - 国内産業の電気・電子技術の独創性と創造性の調査編 -」
平成 9～13 年度 研究産業協会
- (4)永田、荒川「先達に聞く()、()」
電気学会誌 122 巻 3, 4 号 2002. 3, 4

書籍紹介



THE STORY OF ELECTRICAL AND MAGNETIC MEASUREMENTS --From 500BC to the 1940s--
By Joseph F. Keithley, IEEE PRESS (1999)
ISBN 0-7803-1193-0 (240 頁) \$59.95
IEEE Order Number: PP5664

INFORMATION

第 31 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) 町田一郎(東芝)
[幹事補佐] 湯浅万紀子(東京大学)

日時 9月11日(水) 9:00 ~ 16:00

場所 早稲田大学理工学部 52号館 1階 103教室(東京都新宿区大久保 3-4-1、JR 山手線・有楽町線地下鉄東西線、いずれも高田馬場駅下車、徒歩 13分、場所の詳細は、次の URL をご参照ください。

<http://www.sci.waseda.ac.jp/campus-map/index.html>)

共催 電気学会 東京支部(支部長 尾崎康夫)
協賛 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
テーマ 「技術の黎明期 第一号が生まれた頃」
座長 工藤一浩(千葉大)

9:00 ~ 12:00 (講演取り消しに伴い、9:30 開始になります)

HEE-02-16 (講演取り消し)

HEE-02-17 Digital Audio から CD の開発まで 内藤紀明(元)

HEE-02-18 [招待論文]技術革新の流れとメディア - 放送現場の体験から - 高柳雄一(高工研) - 加速器研究機構、元 NHK)

HEE-02-19 商用原子力発電所第 1 号 - 東海発電所 - 武田充司(日本原子力発電)

文明の発祥古代ギリシャから、エレクトロニクスの開花期、第二次大戦初期まで電気計測に関わった人物 40 名が、26 章に分けて描かれている。

その中にはターレス、ギルバート、グレイ、フランクリン、ボルタ、ガルバニ、アンペール、フーリエ、ファラデー、ヘンリー、ケルビン、ヘルツ、ウエストン、トムソンなどの名がある。これらの人々に的をあて、直感や好奇心をどう成果に結びつけたか、生涯にかけた技術追求の姿が物語られている。

評者の関心の深いエドワード・ウエストンに 9 ページをあてている。その生い立ちから、可動コイル型電流計を発明し、安定なマンガンとシャント抵抗の発明、ついで発明した標準電池は世界の電圧の基準に使われ、特許を公開したこと。1886 年に創設した電気計器社が計測の世界でもっとも成功した企業と呼ばれたこと。しかし第二次大戦後デイトロム社に、ついでシュランバーージャ社に買収され 1988 年悲しき終焉を向かえる。ウエストンの奮闘と社会の動きが分かる。

著者は計測器のメーカ、ケイスレー・インストルメント社を 1946 年に創設し、高感度バルボル、波形発生器など計測器を世界に送り出した人物である。

文章は淡々と書かれているが奥深い。電気と計測の基礎に生きた科学技術者の姿を綴った、電気技術史研究家必読の書である。(横河電機 松本栄寿)

HEE-02-20 新幹線車両 - その開発の前後 - 田中真一(研友社)

13:00 ~ 16:00

HEE-02-21 電力用高圧避雷器の開発・実用の変遷 白川晋吾(日立製作所)

HEE-02-22 わが国における電球・蛍光灯の技術開発の歴史と現状、将来 橋本恒一(元東芝ライテック)

HEE-02-23 電気試験所におけるトランジスタコンピュータの開発 - Mark、Mark を中心として - 高橋 茂(片柳学園)

HEE-02-24 日本におけるスイッチング理論の歴史 山田昭彦(国立科学博物館)

HEE-02-25 NE 式写真電送装置について 永田宇征(日本電気)

電気技術史 第 28 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 永田宇征、樋口 登
〒102-0076
東京都千代田区五番町 6-2
HOMAT HORIZONビル 8F
発行日 平成 14 年 9 月 11 日
禁無断掲載