

第 3 5 号

# 電 気 技 術 史

The History of Electrical Engineering

Newsletter

平成 1 7 年 1 月 1 1 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\\_a/ahee/index.html](http://www.iee.or.jp/fms/tech_a/ahee/index.html)

## CONTENTS

- 電気技術史から見た産業用ロボット 楠田喜宏 P.1
- 聞き取り調査専門委員会の活動について 永田宇征 P.2
- みなさん、ありがとう 大来雄二 P.3
- 「セイコー・マイルストーン」 松本栄寿 P.3
- INFORMATION 第 3 8 回電気技術史研究会のご案内 P.4

### 電気技術史から見た産業用ロボット

独立行政法人国立科学博物館 楠田喜宏

産業用ロボットの概念は 1960 年代の初頭にアメリカで誕生した。当時の油圧/空気圧駆動の単なる「プログラム可能な搬送機械」が今日の多能な知的メカトロ機械に変貌したのは日本の電気/パワーエレクトロニクス/モーション制御技術の貢献の結果である。日本の電気技術の貢献なしにはロボット産業は成立しなかったと言って過言でない。初期の産業用ロボットは、ロボット本体は直交・極座標・円筒座標系による単純な機械構造、駆動は油圧/空気圧、制御はシーケンス制御によるという原始的なものでしかなかった。自動車ボディのスポット溶接作業のような過酷な労働の代替として市場に参入して行ったが機能不十分、保守の面倒さ、信頼性不足によって大きな発展がないまま推移していた。このとき出現したのが電気駆動/マイクロプロセッサ制御による電動垂直多関節型ロボットである。

電気駆動は保守が楽、精密な制御が出来るなどの利点が認識されながらも、油圧に比べて力が出ない、重量が重いという欠点があり、ロボットのような可動機械に搭載される駆動機構としては採用できないものとされていた。1974年にスウェーデンASEA社が発表したIRB-6はマイクロプロセッサ制御・平行リンク構造によってDCサーボモータ駆動の採用を可能とした。その基本アイデアは重量が重い電気式サーボモータは極力動きの小さい根元部の近くに配置し、パンタグラフ機構の平行リンクによって腕、手などを動かそうというものであった。平行リンクと関節の組み合わせによる多関節構造の動

きは人間にとって直感的に判りやすいものではない。各関節の回転位置を人間が認識できる円筒座標、極座標、直角座標へ変換し、また逆変換しなければならない。当時まだ産業界への本格的な導入には到ってなかったマイクロプロセッサに着目、マイクロプロセッサでリアルタイムに演算することで解決しようとしたものである。日本では安川電機がアーク溶接ロボットに導入し初期のロボットのベストセラーとなる大成功を収め、ついで不二越が大型ロボットに採用した。従来の油圧/空気圧駆動の保守の面倒さ、取り扱い性の悪さを一掃し、関節構造の腕による対象物への回りこみ性を向上するもので、これによって電動垂直多関節座標系ロボットというそれ以後の産業用ロボットの主流となる形式の実用化が確立した。

1975年山梨大学牧野教授は組み立て作業用のSCARAロボットを發明、ロボットによる自動組み立てを実現した。日本が世界のロボット工学に貢献した最大の偉業である。自動組立では穴の中に部品を挿入する作業が基本である。少くも位置がずれていても縦方向の力で挿入できる横方向の柔軟性(コンプライアンス)が要求される。コンプライアンスを実現するためにそれまで機械的ないろいろな試みが試行錯誤されていたが、SCARAロボットはDCサーボモータと屏風型腕構造というまったく異なったアプローチによって解決した。横方向の位置決めは逆らう外力が働くと腕が屏風のように折れ曲がり、位置をずらすことが出来る構成となっている。位置決めがずれたり、孔の精度が十分でなかった場合でも部品を押し込んで行く事が出来る。上下方向には極めて剛性が高いが水平方向へは柔らかい方向選択性のある剛性をもっていることからSCARA(Selective

Compliance Assembly Robot Arm)型という名前がつけられた。世界の自動組み立てロボットの定番として確立された。

その後、サーボモータの磁性材料の高性能化によって小型化・大容量化が進展した。現在ペイロード700kgの電気式ロボットまで実現されている。またパワーエレクトロニクスが発展により開発されたACサーボモータ(ブラシレスDCモータ)が導入され、DCサーボモータの難点とされていたブラシの保守点検の問題を一掃し産業用ロボットの普及が進展していった。

1990年代に入って、安川電機はACサーボモータの重量を従来の1/3程度に軽量化する画期的な新技術を開発し、三菱電機、松下電器、山洋電気などが続いた。従来のモータ巻き線構造の常識とされていた分

布巻きを原始的な集中巻きに回帰して電気装荷を飛躍的に改善させたことがその原点である。駆動源の力/質量比が飛躍的に改善された結果、多関節構造の平行リンクを廃して関節部にモータを直接埋め込むリンクレス構造(関節埋め込み型)も可能となり、ロボット構造の簡素化、更なる軽量化が実現された。

マイクロプロセサの採用により高機能化、取り扱い性は飛躍的に向上した。ひところ、理論の世界だけの産物と考えられていた現代制御理論が取り入れられロボットの知能化、高機能化、コストダウンに貢献している。

21世紀はロボットの時代などと人間型ロボットへの期待が高まっているが、その基盤技術である今日のロボット工学は電気制御技術によって確立されたことを再認識する必要があると思う。



### 聞き取り調査専門委員会の活動について

独立行政法人国立科学博物館 永田宇征  
(電気技術等の先達からの聞き取り調査専門委員会委員長)

電気技術史技術委員会の調査専門委員会のひとつであった「電気技術等の先達からの聞き取り調査」専門委員会が先ごろ終了した。この活動についての技術報告書は近く発行されることになっているが、これに先立って概要を記すこととする。

この調査専門委員会は平成13年10月に活動を開始し、16年9月を以って終了した。この間10人に対して聞き取りを行った。聞き取りの対象者は電気学会名誉員である。名誉員に選ばれるのは数名の例外を除けば、電気学会の会長、副会長経験者で一定の年齢に達した人々である(会長経験者は70歳、副会長経験者は75歳)。原則として卒業年次の古い方から聞き取りを行っているが、事情により原則どおりに運ばないケースもある。この調査専門委員会で聞き取りを行ったのは、山中千代衛、西澤潤一、三井恒夫、林政義、梅津照裕、成田賢仁、岩崎俊一、飯田孝三、高木俊宜、赤崎正則の各氏である。

聞き取り調査は、技術史研究の有力な手法の一つとして確立されつつある。とくに米国においては、OHA(Oral History Association)を中心にしてIEEE History CenterやSmithsonian Institute, Charles Babbage Instituteなどの研究機関が精力的に進めている。

技術史研究における聞き取り調査の意義は、当事者しか知らない、文書化もされていない情報を新た

に発掘するということにある。技術開発の記録としては、論文や特許といったものが最も一般的なものであり、形式も整っている。しかし、そこには思考の最終結果が、すべての無駄が省かれた無機質然とした形で、秩序正しく記されるのみである。且つ、これらの記録は元来歴史的観点から書かれたものではない。技術史のように、往時の技術開発の状況をできるだけ忠実に現在に映し出し、技術開発の歴史的意義や開発のプロセス、そこに関わった人々の位置づけといったことについて研究しようとする場合の一次史料としては、必ずしも十分なものではない。聞き取り調査は、これらについて貴重な情報を与えるものである。

聞き取り調査を行う動機は二つある。ある特定のテーマについての技術史を研究する場合に、そのテーマに関連する事項に絞って聞き取りを行う場合がひとつと、傑出した仕事を成し遂げた、実績・識見・人格ともに衆に優れた達人に自らの一代記を語ってもらうというのが、そのふたつである。

この調査専門委員会で行った聞き取り調査は二番目の型に属する。上記の10人は、ほぼ同年代である。青春期に敗戦という国家の一大危機に遭遇し、価値観の大転換を迫られた人々である。このような時代背景もあってか、ほとんどの人が、この国を、国民を救うために自分は何をなすべきか、ということをもまず考えて自分の進路を決めている。弱冠20歳前後にしてこのような使命感をもっていたということが筆者には驚きであったが、ある名誉員によると当時の学生は、皆等しく国を背負って立つの気概を持っ

ていた、ということであった。一方では、青春の全エネルギーをぶつけるに足る、切迫した分かりやすい目標が目の前に控えていた時代に生きた人々と、一見何もかも満ち足りているかにみえる現在の若者と比較して、どちらが果たして幸せかとも思う。

さて、概要すら記せないうちに与えられた字数に達してしまった。ひとつのことをなし終えた達人には侵すべからざる風格があり、言には掬すべき味わいがある。自らが携わった技術開発の詳細、当時の

時代背景、当該技術が及ぼした技術的・社会的影響といった技術史的に重要な情報のほかに、個人としての思い、例えば技術に対する真摯な気持ち、教育システムへの危機感、運命の不思議、世界観といったことについても自由に蘊蓄を傾けて飽きさせない。これらの詳細については、近く発行される予定の聞き取り調査の詳細記録、および技術報告書をご参照いただきたい。



みなさん、ありがとう

東芝人材開発(株) 大来雄二  
(電気技術史データベース体系化調査専門委員会  
委員長)

電気学会電気技術史技術委員会傘下の電気技術史データベース体系化調査専門委員会は、2001年6月以来3カ年にわたって調査活動を行い、2004年11月に電気学会技術報告第991号「電気技術史データベースに関する調査検討」を発行して解散した。この間、委員会内はもとより、委員会外部の方にもいろいろとお教えいただいた。ここでそれらの方々をご紹介します、紙上を借りて厚くお礼を申し上げたい。

中田 薫 氏 (NHK放送博物館館長)  
筒井忠雄 氏 (同、チーフエンジニア)

NHK放送博物館(東京都港区)を訪問させていただき、図書室、展示室、倉庫をご案内いただくと同時に、その運営の考え方をお教えいただいた。あらためて、博物館にとっての倉庫内での活動の重要性を認識させていただいた。

松本栄寿 氏 (技術史家)

米国での技術史教育の現状を、メリーランド大学の学部と大学院について具体的にお教えいただいた。米国の大学教育における技術史の、学問としての位置の高さを認識させていただいた。また技術史についての基礎的な考え方をお教えいただいた。

神内俊郎 氏 (日立製作所)

日立製作所DIS(デジタルイメージングシステム)

プロジェクト試作開発センターを見学させていただき、文化遺産をデジタル技術によっていかに保存するかについてお教えいただいた。源氏物語絵巻、京都西芳寺(苔寺)など、ある意味では実物を越えた記録の姿に、デジタル技術自体の文化性を認識させていただいた。

法貴慶一 氏 (東京電力)

世界に前例のない電力技術博物館である、東京電力(株)電気の史料館を企画し実現した中心的な人物として、その考え方をお教えいただいた。また史料館と併設の電気の文書館を見学させていただいた。

内田晴康 氏 (森・濱田松本法律事務所)

ウェブシステムの中にデータベースを構築する際の法律問題を、著作権処理を中心にしてお教えいただいた。

吉田 敦 氏 (国立劇場)

日本芸術文化振興会(国立劇場)の伝統芸能情報館のデジタルアーカイブ構築を、どのようにして進めてきたかをお教えいただいた。館の見学もさせていただいた。

長谷部憲次 氏 (東芝)

前出の伝統芸能デジタルアーカイブ構築を可能にした情報システム技術についてお教えいただいた。

以上の方々に加えて、日本科学技術未来館(東京都江東区)、トヨタグループ産業技術記念館(名古屋市西区)、工学の曙文庫(金沢工業大学)のみなさまにたいへんお世話になった。



「セイコー・マイルストーン」

IEEE 歴史委員会 松本栄寿

2004年11月25日、ホテルオークラにおいて、IEEEのセイコーウオッチ・マイルストーン贈呈式が行われた。セ

イコー株式会社のクォーツ腕時計が、世界で最初に商品化した業績を評価されたのである。式にはIEEE日本の関係者、リージョン10代表、セイコー関係者に加えて、IEEE本部歴史センターからIEEE前会長W. S. リード

氏が出席された。また、スミソニアンの時計史専門の女性キュレーター、ステフェンスさん、デニスさんが招待され国際色と専門性に富む会合であった。

マイルストーン・プログラムとは、IEEEが電気・電子・コンピュータ技術の歴史の中で重要な一里塚を選び顕彰するシステムである。第一号はウイスコンシン州の水力発電所(1977)であり、現在まで61の歴史サイトが選定されている。アメリカから多く選定されているが、日本では八木宇田アンテナ(1995)、新幹線(2000)、富士山レーダー(2000)に続き四つ目となった。

翌11月26日、IEEE東京支部主催の講演会が、工学院大学で開催された。講演の目的は、マイルストーン受賞をもとに技術の歴史への関心を高めるためである。講演者と演題は以下のとおりである。

- 松本栄寿 (1994年スミソニアン客員研究員)  
「スミソニアン協会博物館の最近の動きと展示」
- Carlene Stephens (スミソニアン・アメリカ歴史博物館・技術史部門キュレーター)  
「小さなマシンがもたらした大改革、スミソニアンのウォッチ・時計の展示」
- Maggie Dennis (アメリカ歴史博物館・レメルソンセンター・ヒストリアン)  
「私たち自身を発明する：スミソニアン・レメルソンセンターの人工義肢臓器の開発」

## INFORMATION

### 第38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] 高橋正雄(東芝), 助田正巳(日立)

[幹事補佐] 田井修市(三菱電機), 圓岡才明(東芝)

**日時** 1月14日(金) 13:00~17:00

**場所** 科学技術館 6階第1会議室(東京都千代田区北の丸公園2-1, 営団地下鉄東西線竹橋駅1b出口・徒歩7分 / 営団地下鉄東西線・半蔵門線・都営地下鉄新宿線九段下駅下車・徒歩7分)

場所の詳細は、次の URL をご参照ください。

<http://www.jsf.or.jp/>

**共催** 日本ミュージアム・マネジメント学会

IEEE Society of Instrumentation and Measurement, Japan Chapter

**座長** 高安礼士(千葉県総合教育センター)

**議題** テーマ「研究成果の発表とその情報発信戦略  
—他学会・団体等の活動に学ぶ—」

HEE-05-1 先端科学の成果とその情報発信方策

田代英俊(科学技術館)

HEE-05-2 科学系博物館の情報戦略について

高橋信裕(日本ミュージアム・マネジメント学会)

HEE-05-3 電気技術資料の登録とその活用に関する調査・研究

大来雄二(東芝総合人材開発)

IEEEより贈られたマイルストーン・ブレイクは、墨田区東向島のセイコー時計資料館に常設展示される。より多くの日本の技術がマイルストーンに評価され、技術史への関心が一層高まることを期待したい。

写真：ブレイクの贈呈



左：IEEE歴史センター W. S. リード氏

右：セイコーエプソン名誉相談役・中村恒也氏  
(クオーツ腕時計の開発リーダー)

HEE-05-4 子どものためのワークショップ事業の実践とネットワーク戦略

石戸菜々子(NPO・CANVAS事務局)

HEE-05-5 有形・無形の土木資料の保存と活用方策  
為国孝敏(足利工業大学)

HEE-05-6 地域の天文台と大学の連携による新しい科学コミュニケーション

尾久土正己(和歌山大学)

HEE-05-7 世界ジャーナリスト会議の現状と今後  
荒川文生(地球技術研究所)

HEE-05-8 スミソニアンにおける技術史研究の背景  
- 成果をどう伝えたか -

松本栄寿

HEE-05-9 コンピュータゲームの歴史について

山田昭彦(東京電機大学)

### 電気技術史 第35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17年1月11日

禁無断掲載