

電気技術史

The History of Electrical Engineering

Newsletter

平成 14 年 6 月 3 日発行

(社)電気学会 電気技術史技術委員会

CONTENTS

- ・ 電気試験所でのトランジスタ
計算機の開発 高橋 茂 P.1
- ・ 博物館評価への誘い
湯浅万紀子 P.2
- ・ ラジオ講座「電気計測の歴史」
P.4
- ・ INFORMATION P.4
第 30 回電気技術史研究会のご
案内、お知らせ

電気試験所でのトランジスタ計算機の開発 (学)片柳学園理事 高橋 茂

何処にでもあるパソコンの中核部は半導体チップ 1 個のマイクロプロセッサだが、そこには何百万個ものトランジスタが集積されている。「むかし電気試験所でトランジスタ計算機を開発した」と言うと、若い人たちは「当たり前でしょう、トランジスタでなきゃ何をを使うの」と言いそうだが、それまでは真空管を、その前は継電器を使っていた。トランジスタにしたから、それが集積されて IC から LSI になり、マイクロプロセッサが出来たということ、まず認識して貰いたい。

電気試験所は通信省の外局だった。1948 年 8 月通産省に移り、その後電子技術総合研究所と改名され、いまでは解体されて産総研に吸収された。通信省では弱電から強電まで電気工学の全分野をカバーしていた。通産省に移ったときに電気通信を分離し、以後弱電の研究は途絶えていた。

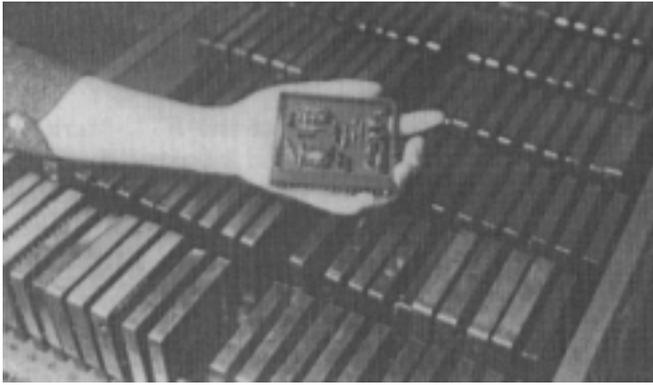
和田 弘さんがエレクトロニクスの重要性を唱え、電子部を創設したのは 1954 年 7 月だった。それまで私は材料部で絶縁材料の誘電特性を調べていた。面白いことが沢山あり、材料のレオロジカルな特性と誘電特性との関係にも興味があったが、和田さんから「面白いだけでは仕方がない。少しは世間の役に立つこともやれ」といわれ新設の電子部に移ることにした。ちょうど学位をもらい、電気学会の論文賞も頂いて、切りの良いところだった。また私の研究室に中島達二君(後に所長)と西野博二君という同年次の秀才が 2 人いて処遇に多少困ってもいた。そこで西野、松崎磯一、近藤 薫の諸君と私の 4 人で電子部に移った。

始めは材料部での技術の延長で、国産が始まったばかりのトランジスタの特性を調べていたが、少し纏まったことをやりたくなり、和田さんと相談してトランジスタで計算機を作ることにした。1954 年 11 月のことで、まったく乱暴な話だった。なにしろ本家の米国でも計算機の開発は常に遅れ、プリンストン高等学術研究所で真空管式計算機を開発していたフォン・ノイマンに完成予定を尋ねると、いつも一年先で、それをフォン・ノイマンの定数と呼んだほどだった。東大は 1952 年から TAC と呼ぶ真空管式計算機を開発していたが、すでに 4 年越しになっていた。電気試験所では物理部の駒宮安男君たちが真空管より一世代前の継電器を使い、ETL Mark II という壮大な計算機を建設中だった。駒宮君が「Mark II は一ヶ月に一回も故障しない。トランジスタなら 30 分に一回故障する」といい、私が「継電器はミリ秒単位だが、トランジスタはマイクロ秒単位で動作する。継電器で一ヶ月かかる計算はトランジスタなら 30 分で出来る」とやり返したこともあった。

表 1. ETL Mark III の開発費見積もり

(1954 年 11 月 13 日)

項目	数量	見積価格(万円)
トランジスタ	141	56
ダイオード	1800	75
電磁遅延線	145 μ s	45
水銀遅延線	1	30
紙テープリーダ	1	13
雑部品		40
その他		25
合計		284



第1図 ETL Mark III のパッケージング

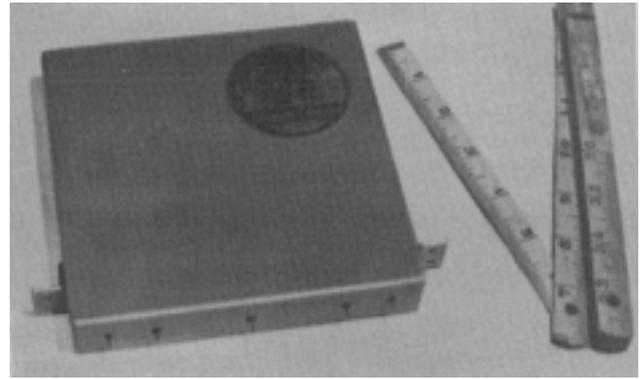
反トランジスタの動きは他にもあった。1954年7月東大の後藤英一さんがパラメトロンを発明した。ユニークな原理の素子で、電気通信研究所の喜安善市さんが強力に推進され、和田さんにもパラメトロンを使えとの要請があった。私がそれを検討することになり、引出しに転がっていたフェライトコアとコンデンサを組合わせ、パラメトロンを作って調べてみた。「なるほど原理は面白いが、速度の向上は望めない。消費電力の低下も難しそうだ」と和田さんに報告、予定通りトランジスタで、ということになった。

この計算機は後藤以紀所長によって、ETL Mark III と命名された。1954年11月に立てた予算は、追加したプリンタの40万円を除いて284万円(表1)、50年前とはいえ随分安かった。理由はトランジスタを使って自動計算機として動かしてみるのが目的で、計算機としての機能を欲張らなかつたし、また電気試験所では「もの作り」は当たり前で、部品以外はすべて自分で作ったからだ。

まず論理基本回路を検討し、米国標準局(NBS) SEAC の回路方式にした。SEAC は真空管式だが、能動素子が少ないのが特長だった。われわれは当時入手できた国産唯一の高速トランジスタ T-1698(ソニーの点接触型)を使った。一本4,000円もしていたし、信頼性の問題もあったから、この方針は正しかった。基本回路には他に Ge ダイオード、電磁遅延線、パルス変成器、コンデンサ、抵抗器などの部品を使った。

Mark III では部品の組合せを300枚のパッケージに分割して、抜き挿し出来るようにした(図1)。これは米国でこの実装方式を見学した和田さんの方針だった。計算機の実装にプラグインを使うのは、いまでは当然だが、当時は誰もやっていない画期的なことで、パッケージ基板の製作(大阪工業試験所から電子部に來られた長沢成之さんが担当)から、組立て、半田付けまで全部自分たちでやった。ソニーの岩間和夫さん(後に社長)が、基板の配線面に部品が載っているのを見て、「これは逆ですよ」と指摘されたこともあった。

当時主記憶には、陰極線管、遅延線と磁気ドラム



第2図 硬質ガラスによる超音波遅延素子

があり(コアメモリーは時期尚早)、その選定は重要な岐路だった。陰極線管は高速だが不安定で、TAC が完成しない一つの原因だった。一方磁気ドラムは遅すぎるので、表1では水銀遅延回路とした。水銀を超音波の媒体に使うもので、ケンブリッジ大学のEDSAC、NBCのSEACなどで実績があった。しかし水銀は如何にも扱い難い。一方米国でArenbergという会社が熔融水晶などの固体媒体による超音波遅延線の販売を始めたので、輸入を考えていたところ、和田さんが第2次大戦中レーダの較正に金石社の固体遅延線を使ったことを思い出された。幸い同社の協力が得られ、硬質ガラスを媒体として、遅延時間512マイクロ秒、1MHzのクロックパルスに同期して512ビットを貯えるという希望通りのものができた(図2)。Mark IIIにはこれを4本使った。

この遅延線の周辺回路を担当したのは松崎磯一君だった。15MHzのキャリアを1MHzのクロックパルスに同期したパルス信号で変調して遅延線に与え、減衰した出力を増幅再生する回路で、彼にはお手のものだと思ったが、2週間苦しんでも完成しない。3週間目になって普段無口な彼が急に大声で叫んだ。「そうか。パルスは何時来るか分からないから、自己バイアスは駄目だ」。まさにデジタル回路の本質を理解したわけで、その後は順調に進んだ。

その頃はアーキテクチャ(この用語はまだなかった)には殆ど興味がなく、あっさりEDSACのサブセットに決めた。Mark IIIの組み立てはすべて研究室で行い、1956年5月に調整を始めた。困ったのは点接触型トランジスタの劣化だった。取り替えた翌日もう駄目になっているということも珍しくなく、西野君が「砂上に楼閣を築くようだ」と嘆いた。しかし7月になると、EDSAC流イニシャルオーダの制御の下に、ある級数の和を次々に計算するプログラムを読み込み、結果をプリンタに打出せるようになり、Mark IIIは富士フィルムのFujicに次いで、わが国で2番目に完成した自動計算機となった。もちろんトランジスタ式では最初で、電気学会から進歩賞を頂いた。

トランジスタの劣化にも拘らず、完成が早かったのは、プラグイン実装方式と能動素子の少ない基本

回路方式を採用したから、また記憶装置に問題がなかったからだった。Mark III を短期間に完成したことで、われわれが得た経験と自信は貴重なもので、それを背景に直ちに次のプロジェクト Mark IV に着手、これも速やかに完成することが出来た。Mark III のトランジスタは毎日のように取り替えた。慶応から実習に来ていた相磯秀夫君は、横浜の自宅から永田町の電気試験所に通う途中、毎朝品川のソニーに立ち寄り、2本、3本とトランジスタを運んでくれた。ソニーの岩間さんはわれわれが必要とする間は責任を

博物館評価への誘い

湯浅万紀子

(東京大学大学院人文社会系研究科
文化資源学研究専攻 博士課程)

電気学会の会員諸氏には理工系博物館を訪れる機会が多いだろうか。幼い頃に博物館の展示に心躍らせたり、友の会の教室に参加して実験や工作に夢中になったことがあるかもしれない。しかし、中学・高校へと進学するにつれて好奇心を満たしてくれるのは博物館とは別の場所となり、次第に博物館と疎遠になり、そして自身に子どもが生まれると、幼い頃の博物館体験を思い出し、子どもを連れて博物館に戻った人もいるに違いない。そしてまた、子どもの成長につれ、博物館から足は遠のいているのではないか。筆者は、博物館体験が人に与えた影響を長期的な視点から検証したいと研究を続けている。その研究の一環として 2001 年夏に科学技術館(東京都千代田区)の全面的な協力の下に実施した同館のサイエンス友の会会員の追跡調査では、約 30 年前の会員が父親・母親となって友の会に自身の子どもと共に戻ってきているケースが数件判明した。この元・会員達にインタビューしたところ、彼らが当時の活動から思考方法や進路選択に影響を受け、科学技術館にノスタルジアを持ち、活動に多大の関心を抱いていることが分かり、科学技術館の果たしてきた役割を検証する方法や今後の活動を進展させる方法について具体的な提案を導くことができた¹⁾。

社会の各方面で「評価」が話題になり、それぞれの局面で課題を提起している。博物館界では国立博物館の独立行政法人化に伴った評価(自己評価・外部評価)以外にも、行政評価、欧米の先行事例に倣った展示評価、大学との共同研究による経済的・文化的・社会的効果の評価など様々な取り組みがなされ、その妥当性が議論されている。筆者は博物館評価に関する内外の実践報告を調査していく中で興味深い事例に出会った。Institute of Electric and Electronic Engineers が発行する *IEEE Spectrum* が試みた EE 関連の職に就く親とその子どもによる博物館評価である。

もって供給すると言ってくれたが、Mark IV が完成してその必要はなくなった。

その後 Mark III の本体も部品も行方不明になり、1980 年に電総研がつくばに移転したときに廃棄されたものと諦めていた。幸いなことに、最近西野博二君がパッケージや固体遅延線などがつくばの産総研の倉庫に眠っているのを見付けてくれた。紙数が限られているので、これで終わるが、最後にこのことを報告できたことは、この Newsletter の目的にも沿うものとして、喜ばしい限りである。

同誌は読者と IEEE 会員に対して「お子さんが地域の理工系博物館を訪れた後で、科学や技術に興味を持ち、エンジニアになりたいと言い出したら、博物館に連れて行った甲斐があったと大喜びしますか。それとも博物館の EE 分野の展示は彼らにそのような希望を喚起するものとはほど遠く、不正確であったり、退屈で我慢ならなかったりするものでしょうか」といった趣旨の呼びかけをした。その結果、米国内のみでなく海外からも回答が寄せられ、原文のままの回答が同誌 1995 年 9 月号、10 月号、1996 年 4 月号、6 月号、7 月号²⁻⁶⁾ に掲載された。回答者は自分で入館料を支払って一般来館者として見学することが求められた。記事では、訪問した博物館の名称と所在地、回答者の属性(氏名、性別、年令、職業)が示された後に、展示内容、博物館がターゲットとする来館者層、以前に訪問した経験の有無、ハイライト、欠点、展示環境、展示の正確さ、展示の現代性、展示の効果、性差表現の有無、大人の感想、子どもの感想、入館料、その他、当該館がお勧めの場所となったか、について回答者の意見や感想がそのまま掲載された。お馴染みの Exploratorium や Deutsches Museum、La Cité de Sciences et de l'Industrie がいかに評価されているか、ぜひ記事をお読みいただきたい。事実を淡々と述べたものもあるが、お勧めの場所となったかの問いについて“*Yes, yes, yes.*”、“*That was great, Dad. When can we go back?*”、“*Tomorrow!*”といった子どもの表情まで見えるような回答や、絵入りの感想文が掲載されている。全体にハンズオンの展示手法を好む意見が大人にも子どもにも多かったが、そうでない意見もある。効果については、理解できたか、関心を引いたかという観点から意見が述べられた。展示物や展示手法、博物館へのアクセス、入館料について具体的に意見が述べられた。博物館では一回でほんの少しを学び、時間をかけて蓄積していったものの意味が突然分かる時がくるものだ、と感想を述べる企業の技術部門の副社長がいたり、訪問後に納得できることの意義を指摘した設計エンジニアもいた。同誌自身が認めているように、これは正式な調査ではないものの、博

博物館関係者に参考になる意見はいくつも見つかる。

理工系の専門知識と経験のある電気学会の会員諸氏が、もの言わぬ見学者ではなく、博物館を評価する視点で訪れたら、思いがけない魅力や欠点がいくつも見つかるのではないかと。その意見を博物館スタッフに伝えれば、何らかの反応が返ってくる筈である。博物館はものが展示されているだけでなく、専門知識を持ったスタッフが常駐し、社会に向けて幅広い活動を実施し、人々とコミュニケーションする場所である。次の休日に博物館に出かけて、博物館を展示に限らず様々な角度から評価し、博物館の可能性を広げる方法をスタッフと共に考える機会を作ってはいかがであらう。

1) 調査の詳細は、湯浅万紀子「日本における理工系

ラジオ講座「電気計測の歴史」

本年5月1～3日の3日間、3回にわたる電験3種受験者向けのラジオ講座(ラジオたんぱ他)「電気計測の歴史」の放送があった。ボルタ電池に始まって電信の歴史、エジソンの電力量計などいろいろな計測器の歴史を語りながら現在の電子計測器までを追ったもので、筆者にとっては数十年ぶりのラジオ講座ということもあって興味深く聞いた。講師は当委員会元委員の松本栄寿氏(横河電機株)で、氏独特の柔らかな語り口によるさまざまなエピソードを交えた講義は、技術の歴史を受講者に判りやすく伝えていた。(産総研 樋口 登)

INFORMATION

第30回電気技術史研究会

日時: 6月3日(月) 13:00 - 17:00

場所: 学術総合センター2F中会議場3,4(東京都千代田区一ツ橋 2-1-2, 地下鉄営団東西線「竹橋駅」(1B出口), 営団半蔵門線, 都営三田線, 都営新宿線「神保町駅」(A8出口)下車徒歩3分, Tel.03-4212-6000) 地図は次のURLをご参照下さい。

<http://www.nii.ac.jp/map/hitotsubashi-j.html>

協賛: 誘電・絶縁材料研究会

テーマ: 「私達の産業技術遺産 - わが館のお宝, わが社のお宝 - , 電気技術史一般」

座長: 阿部正英(NHK)

プログラム

HEE-02-9 エレキテルと地震 榎本祐嗣(産総研)

HEE-02-10 AD. 850 ~ 874 に見る雷記録
杉沼義隆(成蹊大名誉教授)

HEE-02-11 AD. 874 ~ 887 に見る雷記録
杉沼義隆(成蹊大名誉教授)

HEE-02-12 中部地方の選奨電気技術の遺産
田中浩太郎(中部産業遺産研), 石田正治(豊橋工業高)

博物館の使命と課題 科学技術館を事例として、活動評価に長期的視点を入れる提案」(科学技術館運営部、2002年3月)の4章を参考されたい。

2) Bell, T.E., "U.S. Science and Technology Museums - I", *IEEE Spectrum*, September 1995, Institute of Electrical and Electronics Engineers, pp.50-71

3) Bell, T.E., "U.S. Science and Technology Museums - II", *Ibid*, October 1995, pp.48-71

4) Bell, T.E., "International Science and Technology Museums-I", *Ibid*, April 1996, pp.39-62

5) Bell, T.E., "International Science and Technology Museums-II", *Ibid*, June 1996, pp.74-83

6) Bell, T.E., "International Science and Technology Museums-III", *Ibid*, July 1996, pp.83-92

日本から2件エントリーされたが、残念ながら回答は寄せられなかったとのことである。

HEE-02-13 放送関係機器の動体保存 - 現状と課題
中田 薫(NHK 放送博物館)

HEE-02-14 私達の産業技術遺産 - わが館のお宝
野田健一, 鶴淵亜也子(東芝科学館)

HEE-02-15 印刷博物館 - お宝紹介
宗村 泉(凸版印刷)

お知らせ

すでにお知らせいたしました。本ニューズレターは電気学会のホームページで紹介致しております。パソコン等をお持ちの方は、是非ご利用いただくようお願いいたします。

なお、郵送による配布も行いますので、希望される方は下記連絡先までお願いいたします。

(電気技術史技術委員会ホームページ)

<http://www.iee.or.jp/fms/tech/ahee/index.html>

(連絡先) 〒305-8568 茨城県つくば市梅園 1-1-1

産業技術総合研究所中央第2

電力1棟 研究部門 超電導応用グループ

樋口 登

電話:0298-61-5815, FAX:0298-61-5822

E-mail : n-higuchi@aist.go.jp

電気技術史 第27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6月3日

禁無断掲載