

今回はコンピュータの黎明期から、パラメトロン計算機、トランジスタ計算機、IC/LSI 計算機とすべての世代の計算機の研究開発を経験された山田博氏にお話を聞くことにした。

## オーラルヒストリー 山田博氏インタビュー<sup>†</sup>

インタビューア (五十音順)

浦城恒雄<sup>1</sup> 山田昭彦<sup>2</sup>

<sup>†</sup> 日時：2007年2月15日

場所：学会館



### 山田博氏

1929年3月9日東京生まれ  
 1952年 東京大学理学部物理学科卒業  
 1956年 東京大学大学院理学系研究科修了  
 1956年 日本電子測器入社  
 1957年 富士通信機製造入社  
 1974年 同社 電子事業本部開発事業部長  
 1979年 富士通研究所 取締役  
 1985年 同社 常務取締役 (兼) 川崎研究所長  
 1985年 情報処理学会名誉会員  
 1989年 慶應義塾大学より博士号取得 (工学博士)  
 1990年 中京大学情報科学部教授  
 1994～1997年 同大学情報科学部長  
 2013年4月23日 逝去 (84歳)

### 荣誉・受賞

1970年 恩賜発明賞 (共同受賞)  
 1978年 梶井米寿記念賞  
 1997年 情報処理学会功績賞

### 幼少時から大学入学まで

山田博氏は1929年に東京で医者のお父さんのもとに生まれた。生家は世田谷環八と東横線の交差する近くで、自由が丘寄りにあった八幡小学校に通った。中学は東京開成中学に進んだが、当時は今の様な受験校ではなかったとのことだ。ちょうど中学に入って1年目に太平洋戦争が始まった。戦時中は勤労働員で、日立の亀有工場で戦車の部品を作っていたという。中学4年で卒業という制度ができて、1年繰り上げて4年で卒業した。東大の医学部にできた附属医学専門学校へしばらく通ったが、4月から始まって8月に終戦になった。翌年4月に7年制旧制東京高等学校を受けて理系に入学した。

「3年になって、大学に行くときにどこへ行こうかと思ったのですが、まだ世の中が混乱しているし、自分は何になろうかという気持ちはあまり固まっていませんでした。物理関係の本を読むのは好きだったんですよ。量子力学とか相対性理論という名前だけは、かじっていました。どちらかというと、そういうものにあこがれていたんです。湯川秀樹さんがノーベル賞を受賞したのもこの頃ですね。何とはなしに東大の物理を受けたら通っちゃった。物理の倍率はたしか10倍を超していたでしょう。もし落っこちて翌年だったら工学部に行ったかもしれないですね。」

<sup>1</sup> 東京工科大学 <sup>2</sup> 国立科学博物館

## パラメトロン計算機と TAC

「大学のときも、3年になってさて研究室はどこにしますかなんて言われても、そんなに確たる考えはないし、何になろうかなと思案していました。ともかく、何かおもしろそうなことがありそうだなぐらいの軽い気持ちで、高橋秀俊先生の研究室に入りました。高橋先生はそのころは強誘電体の研究をやっておられました。ちょうどシャノンの情報理論が出てきたときで、先生自身、強誘電体からそちらのほうに興味を向けていかれる時期でした。初めはエレクトレットの実験を少しやっていたが、途中から徐々に、研究室と高橋先生自体が情報関係のほうに転進されていった時期なんですね。こちらもそれにくっついていったのです。もっともコンピュータがこんなになるとは夢にも思いませんよ。」

大学院に入り、1年あとに後藤英一氏が入ってきた。後藤氏が大学院に入って2年目ぐらいに新しい論理素子「パラメトロン」を発明した。

「あの頃の旧制の大学院というのは、要するに今で言うフリーターなんですね(笑)。別に試験なしでも旧制大学院は入れますしね。何年でもいようと思えばいられるし、それから論文を出そうと出すまいと、それはその研究室の先生の性格によるだろうと思うけど、何も言われることじゃない。要するに非常に自由です。授業料さえ納めていけば、何をやっても文句は言われない。そういうところなんです。今の大学院の学生さんはそうはのんびりしてられないでしょう。」

後藤英一さんは本当に天才ですね。あの時代、1953～54年というとテレビが始まるころなんだけど、自分でテレビを作られたんですよ。僕もラジオぐらいは作りましたけれど、テレビはちょっとね。後藤さんは理論も実際に物を作るのもうまかったですね。恐らく数学でもずば抜けてすぐれていたと思います。だから、後藤先生と高橋先生が討論していると、ちょっと周りからは返せない(笑)。パラメトロンはご存じのとおりいろいろありましたが、惜しかったのはパラメトロンの後にやられた、磁気モノポール。マグネティックモノポールでした。かなり一生懸命やっておられた

んだけど、あれがうまく見つかったら完全にノーベル賞ものなんですよ。残念ながら見つからなかった。

パラメトロンの発明は後藤さんのほうから出たわけで、3相で励振して、パラメトリックな発振を起こし増幅するという、あの辺はみんな後藤先生の発明ですね。当時、高橋研は何とか計算機を作りたいという願望があったのです。そのころ日本に輸入し売られていた真空管式のものは UNIVAC あたりが最新だったかな。」

そのころ工学部のほうは真空管計算機の TAC (Tokyo Automatic Computer) のプロジェクトがスタートしていた。TAC のほうは村田健郎氏などが関係していたが、雨宮綾夫氏が主体になって進めていた。村田氏、元岡達氏、後藤氏などが集まって、EDSAC のプログラムを調べていた。EDSAC の入力プログラムは手品みたいに巧妙なプログラムで、皆それに酔いしれたという。EDSAC をモデルにしていこうということになり TAC の開発が始まった。ただ、TAC と EDSAC はメモリが違っており、メモリに TAC はブラウン管を使い、EDSAC は水銀遅延線を使っていた。

「あの時分で強烈に覚えているのは、光の速度の影響です。大体1秒間に  $3 \times 10^8 \text{m}$  の速度で光が到達する。普通じゃ全然そんなもの意識したことはない。ところが TAC の場合、大きいので意識しないとうまく動かない。長さは10メートル以上ある(笑)。要するに1マイクロ秒だと  $3 \times 10^2 \text{m}$ 。それに  $\epsilon$  [誘電率] がかかるから、大体10メートルぐらいの距離があると遅れる。ですから、マイクロ秒の関係の仕事をやろうとすると、10メートルも離すとそれがはっきり分かるようになるわけです。おまけに僕は電気屋じゃないから後から知っただけで、パルスを送ると向こうの端で反射するというのがあるでしょう。終端抵抗を入れるか入れないかで波形も変わってくる。TAC ではこの辺の問題に気がつくのが遅かったのではないかな。あとはブラウン管と真空管の安定性の問題ですね。」

パラメトロンの場合、よかったのは真空管よりは安定だった。ところが、それを最後まで追求する前にパラメトロンが消えちゃったのだけれど、パラメトロンそのものも不安定性現象みたいな訳の分からないこと

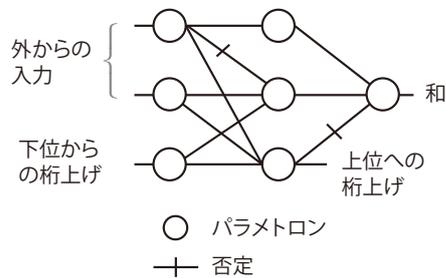


図-1 パラメトロンによる全加算器

が少し残っていた。それは、強磁性体に高周波をかけるから発生するのではと一般には言われていたんだけど、どうもある日とある日で少し違うことが起こる。なぜそんなことが起こるかよく分からず、それを最後まで突き詰める前に終わってしまった。それを適当に回避しながら作っていたということだと思います。

それでも真空管よりはるかに安定性はあった。それと値段が安かったんですね。もっともコア(磁心)に線を巻いていたので、それは大量生産に向いていなかったけど、少数作るんだと工賃は安いですから、かなりよかった。それと、コアをどういう特性にすればいいか、そういう問題はかなり面倒くさいんです。たくさん作ろうとするときには、そういうのが問題になる。その辺の技術的な問題の話のほうは、何とか回避していたということでしょうね。」

パラメトロンの演算は多数決演算により行われる。これをうまく活かして作られた図-1の全加算器は、山田氏が考案したものである。どの教科書にもこの回路が載っており、広く知られている。いろいろな構成をシラミつぶしに検討した結果、この回路が生まれたとのことであった。

高橋秀俊氏と同期の村上幸雄氏は、月島で日本電子測器を経営していた。この会社は騒音計等の計測器を扱っていたが、少し新しいことをやりたいということで、後藤氏の発明したパラメトロンで計算機を作ることになった。3相の電源装置は後藤氏が設計し、日本電子測器で製作した。高周波電源の真空管には最初か



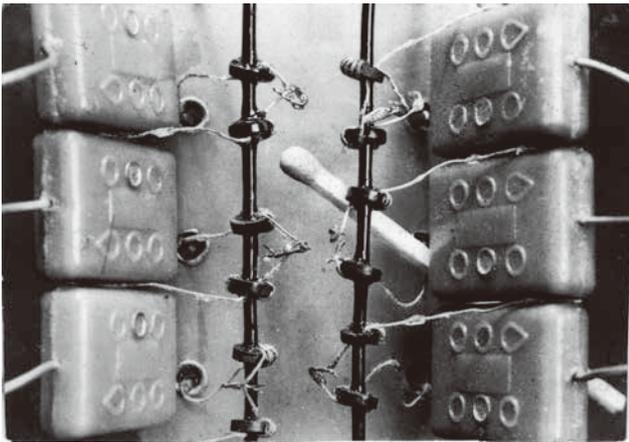
日本電子測器で開発されたPD 1516パラメトロン計算機  
(右側は高橋秀俊氏)

ら 807 (出力用真空管の名称) が使われた。後藤氏の一部の真空管が切れても大丈夫なように冗長設計をした。

1955年にはパラメトロンを使って「ニムマスター (NIMMASTER)」(三山くずし (NIM) のゲームをする機械) を作った。そのほかにもいろいろな実験をしていて、電気通信学会でパラメトロンを学会発表した。これはおもしろそうだということで、それをバックアップするパラメトロン研究所という組織を、高橋氏、後藤氏、電気通信研究所(通研)の喜安善市氏、国際電電(KDD)の大島信太郎氏などが中心となって作った。この研究所は特許料の受け皿的な役割も果たした。実験用の費用などは、通研とKDDがある程度出していた。

山田氏は日本電子測器に籍を置いたこともある。日本電子測器では東京大学の高橋研究室と協同して15桁の10進レジスタを16個持つパラメトロン計算機PD 1516を1956年10月に開発した。

高橋研究室で試作したプログラム内蔵式の2進パラメトロン計算機PC-1は1958年に完成した。当時東京大学理学部で利用できる唯一の電子計算機であったため、種々の科学計算やプログラム手法の研究に使用された。高橋研究室では続いて大型高速のパラメトロン計算機PC-2を開発した。PC-2はパラメトロン計算機として最大、最高速のもので、富士通信機製造(現富士通)で製作され、FACOM 202の名称でも販売された。



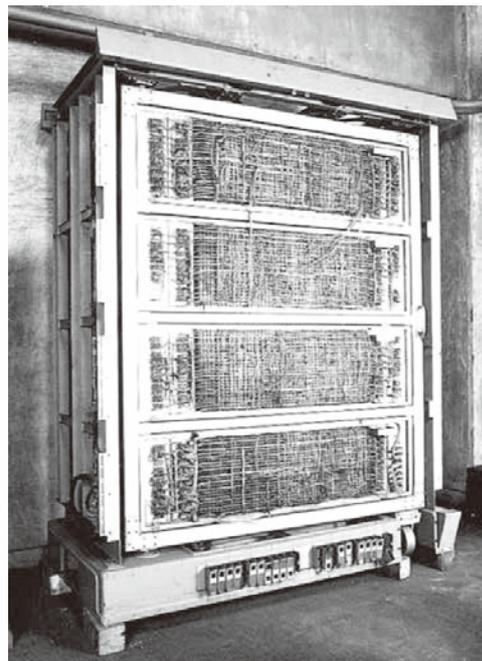
PC-1 に使われたパラメトロン

## 富士通でのコンピュータ開発

山田氏は1957年9月に富士通に入社した。日本電子測器の経営状況が厳しくなり、結局、日本電子測器のパラメトロン計算機開発グループは富士通に移籍した。山田氏は、富士通に移ってPD 1516をもとにしたパラメトロンコンピュータ FACOM 212を開発した。富士通にはパラメトロン計算機の製品として、FACOM 212と201と202の3種類がある。FACOM 201の励振周波数は2MHzだったのに対して、FACOM 202は6MHzと、3倍スピードを上げた。3相切り換え周波数(クロック周波数に相当)は励振周波数2MHzの場合15kHzで、6MHzの場合は100kHzをねらったが、運転してみると60kHzが限度であった。

パラメトロンの多数決演算の入力数は、加算器は最大5入力だが、高速桁上げ回路で誤入力が起こるので、パラメトロンを選別して使っていた。多数決といっても3入力はできるが5入力になると厳しかった。しかし真空管の場合は素子数が増えると安定度が落ちるが、パラメトロンは数をふやしても安定度があまり落ちない点は優れていた。

「FACOM 202で一番印象に残っているのは、一部を油づけにしたことですね。メモリは後藤さんの考案された二周波メモリでしたが、その2次元のアドレス選択回路のところに大きなコアを使っているんですよ。それと何せ高周波でしょう。だから非常に熱くな



大型パラメトロン計算機 PC-2 (FACOM 202).  
現在、国立科学博物館 筑波資料庫に保存されている。

るんですよ。それで油で冷やしたんです。PC-2というのは結構巨大で、東大では搬入するのに相当苦労したんですよ。クレーンか何かを持ってきて、ビルの窓枠を壊して入れていた。202は結局3台作り、東大理学部とあと東大物性研とトヨタに入りました。」

その後、富士通はパラメトロンをやめてトランジスタ計算機の方に転向していった。

## 電子交換機

トランジスタ計算機をやる前に、山田氏は電子交換機の仕事を手伝った。

「NTT通研のDEX (Dendenkosha Electric eXchange)を手伝ったのです。今でいえば交換機用計算機というところですが、交換機屋の意識はコンピュータ屋と全然違うんですね。交換機屋の方もいい面がある。たとえば、コンピュータもある程度そういう意識がないとだめだなと思うのは、信頼度に関する考え方です。ともかく素子そのものから、何年もつというのを1つ1つの部品に関して実際保証して、それが何年以上もたなきゃ使っちゃいけないという話になる。それを、どういう方法で試験するか、その方面もかなり綿密に

やっている。海底電信なんかを使う半導体だとかはものすごく高い信頼性が要る。数はそんなにたくさん出るわけじゃないが、途中で故障すると困るから、とにかくものすごい数の試験をやる。それでも足りないから今度は温度サイクルを上げたりするとか、加速試験をする。そういった面で確かに交換機屋は大したもんですよ。

それともう一つ、交換機屋のやり方でまねをしたほうがいいと思うのは、昔のリレー式の交換機でいうと、クロスバーぐらいまで、どこか1カ所故障すると次にクロスになっているから、こういう点のここがだめならほかのクロスポイントを使う方法をとる。そういうやり方をすると一部故障しても通話を救うことができる。1回ぐらい間違えても実際はどうということはない、お客さんがかけ直してくれる。もう1回かけ直しをやってくれれば通る可能性は多分にあり、その確率はかなり高い。それでもだめになってくると、最後に故障ですと謝ってくる。いずれにしろ、かなり段階を踏んで、たとえ故障してもそうすぐにギブアップしないようになっています。

電子交換になるとそれがきかない。だからどこか1カ所やられると回線が何百本だか何千本だかが一緒に落ちる。従来のようなエラー処理ではうまくいかない。ともかく影響するところがデジタルになると、今までは故障の影響は1クロスポイントずつの勘定でよかったのが、列の交換系統が全部だめになるような事態になる。初め、電電公社ではそういうことが起こるのをあまり予知しなかった。DEXは各社が分担したんですよ。富士通はたしかCCを分担していた。CCというのはセントラルコントロール コンピュータ部分です。

信頼度というのは、本質的にかなり重大な話だと思っています。たとえば最近ではスーパーコンピュータを並列方式にすることがあるけれど、マイクロプロセッサを1万個も並べれば、それはスピードが1万倍になるかもしれないが、コンピュータ1個の寿命が1万年あったとしても本体は1年しかもたない。ところでその1万年というのはどうやって保証するのかといたら、多分そうだろうというぐらいにしかなら



富士通、沖電気、NECで共同開発したFONTAC

ないでしょうね。その辺をどうするかは、これからです。政府がお金を出してやってくれると一番いいのかもしれない。CPUが1万個あると、外のつなげるところの回線が1CPUで100個あったとすると、100万個ぐらいの端子が要る。100万個の端子でつなげなければいけないが、簡単に言えば、その端子のハンダづけが何年も使われることになる。そういうところがきちんとならないといけない。さらに、どこか壊れて直せと言われると大騒ぎになるはずですよ。」

## FONTAC, FACOM 230 シリーズ, M シリーズ

1963年に通産省の指導の下で、富士通、沖電気、NECが参加して大型コンピュータ国産化のプロジェクトが始まった。CPUは富士通、入出力制御用衛星計算機はNEC、入出力装置は沖電気が担当した。FONTACのFONは富士通、沖、とNECの頭文字、TACはTriple Allied Computerの略で、1964年に完成した。

「FONTACは36ビットでやったかな。根本的にはワードマシンですね。だけどバイトにして使うこともできなくはなかったと思う。当時、IBMの7090がまだ36ビットだった。FONTACそのものは、アーキテクチャをある程度決めてしまうと、あとは特に問題はなかった。割合素直にできているコンピュータで、あまりむちゃをしていない。ハードウェアの素子はトラ



(左から時計回り) 山田 博氏, 山田昭彦, 浦城恒雄

ンジスタで、メモリはコアでした。割合素直な格好で、逆に言うと FONTAC に関していえば、特徴がそんなになかったかなという感じです。

富士通では FONTAC をもとにして FACOM 230-50 を製品化し、その改良機として 230-30 を開発しました。その辺の機種では、IBM は 1401 を作っています。230-60 はそのまま 50 の設計を引っ張ってきていますが、結構売れました。230 はあと 60 の上の 75 も作りました。その先どうしようかという話があった。このままじゃ IBM コンパチブルにしないともう売り上げが伸びないということが半分見え出してきていたんです。それで IBM コンパチブルに直すかということ、池田さんが考えかけているときに、Amdahl の話が出て、それに飛びついたというほうが正しいかもしれないですね。」

富士通は米国の Amdahl 社との共同開発により、IBM 互換の M190 など M シリーズを開発した。

## その後の研究など

山田氏は 1979 年に富士通研究所の取締役役に就任した。研究所に移ってからは先進的コンピュータの研究指導を行い、人工知能分野の研究開発を推進し

た。そして、推論エキスパートシステム、機械翻訳システム ATLAS、LISP 言語高速処理用コンピュータ FACOM  $\alpha$ 、人工知能、第五世代コンピュータ、ニューロコンピュータなど多くの成果が得られた。

1990 年からは中京大学情報科学部教授として後輩の教育にあたるとともに、人工知能ロボットの研究に取り組んだ。

「今後重要なことは？」との質問に対しては、「コンピュータの低電力化と高信頼度化」とのことであった。

(編集担当：山田昭彦)

### ◆インタビュー紹介 (五十音順)

浦城恒雄 (正会員) u\_tsuneo@yahoo.co.jp

1959 年東京大学理学部物理学科卒業。1991 年日立製作所研究開発推進本部長。1995 年同所技師長。1999 年東京工科大学教授。2007 年同大名誉教授。

山田昭彦 (正会員) a.yamada@computer.org

1959 年大阪大学工学部通信工学科卒業。日本電気、都立大工学部、国立科学博物館、電機大工学部を経て、現在、国立科学博物館 産業技術史料情報センター 主任調査員。歴史特別委員会委員・オーラルヒストリー小委員会主査。本会フェロー。IEEE Life Fellow。