



## 野口正一氏

1930年3月 東京都八王子に生まれる  
 1954年3月 東北大学工学部卒業  
 1962年4月 東北大学電気通信研究所助教授  
 1971年4月 同教授  
 1984年4月 東北大学大型計算機センターセンター長  
 1990年4月 東北大学応用情報学研究センターセンター長  
 1993年4月 日本大学工学部教授  
 1995年4月 情報処理学会会長  
 1997年4月 会津大学学長  
 2001年4月 (公財) 仙台応用情報学研究振興財団理事長

## 受賞・栄誉：

1960年 電気通信学会稲田賞  
 1985年 情報処理学会創立25周年記念論文賞  
 1992年 郵政大臣賞情報化推進に対する功績賞  
 1999年 情報処理学会名誉会員  
 2006年 瑞宝中綬章

黎明期のコンピュータ開発に携わりながら、一方でコンピュータシステムの理論化を推し進めた野口氏。バランスの優れた実践感覚を体感できるインタビューです。

## オーラルヒストリー 野口正一氏インタビュー<sup>†</sup>

インタビューア (五十音順)

鵜飼直哉<sup>1</sup> 宇田 理<sup>2</sup> 山田昭彦<sup>3</sup>

<sup>†</sup> 日時：2007年2月13日

場所：仙台応用情報学研究振興財団

野口氏は1930年3月5日、東京は八王子に生まれ育った。開戦翌年、都立第二商業高等学校に入学したが、授業があったのは3年生の前期まで。その後は疎開をしたり、空襲で校舎も焼け、あちこち間借りして授業を受けていたという。戦後、横浜工専の電気に入り、将来は工学部の電気系に行きたいと考えるようになった。そして、東北大学に進学したことで、コンピュータと巡り合うことになる。

### 大学、そして大学院時代

「1948年に横浜工専の電気に入り、その後大学の工学部の電気系に行きたいという強い希望がありました。当時、編入で電気系の枠があったのが東北大学と京都大学で、たまたま東北大学に行きました」

まさに旧制高等学校が新制大学に切り替わる狭間にあって、編入といっても卒業まで通常の2年ではなく、1年余計に在籍することになり、1954年、晴れて東北大学を卒業し、大学院に残ることになる。しかし、そこで出会ったのが新進気鋭の本多波雄先生であった。

「修士課程に入ったときに、本多さんという新進の助教授がいました。渡辺寧教授の研究室で半導体の理論研究をやっていた方ですが、昭和20年代後半から情報理論の研究に興味を持ち、シャノンの情報理論、特に符号理論を、無限時間上での取り扱いではなく、有限時間の中で再

<sup>1</sup>元富士通 <sup>2</sup>日本大学 <sup>3</sup>コンピュータシステム&メディア研究所

### 構築する仕事をされていました」

野口氏は、帰還増幅器の研究でドクターを取られた大泉充郎教授に付いたのだが、本多先生の影響を強く受けたという。そのため、マスター論文も符号理論の研究に着手。2進を $p$ 進(素数)に拡張することに取り組んだ。

「ところが、博士課程に入った途端、大泉先生に計算機の仕事をしろと言われた」

マスター論文をきっかけに情報理論の道へ入っていくはずであった野口氏にとっては青天の霹靂であったろう。しかし、そこでのコンピュータとの出会いが、その後の野口氏の産学連携の考え方の基礎となった。

## コンピュータとの出会い

「大泉先生は先見性において卓越しておられた。日本の将来に関して今後大学でやるべきことは何か、それはコンピュータだとおっしゃっていた。当時、東大の高橋研の後藤英一さんが作ったPC-1や富士写真フイルムの岡崎文次さんが作ったFUJICなどがあつたけれども、実用にはほど遠く、大泉先生はコマーシャルベースになる大規模な計算機を作りたいと発案したわけです」

1955年の話である。大泉先生はすぐさま文部省に掛け合い、57年に研究資金を獲得した。大学だけではできないので、NECと組み、後にSENAC (Sendai Automatic Computer) と命名される大型コンピュータ開発に向けて、産学連携プロジェクトが始まったのだ。

「現場を取り仕切ったのがNECの渡部和さんと、石井善昭さんが全体をマネジメントしていました。SENAC-1が動いたのは1958年11月のことだったと思います」

SENAC-1のアーキテクチャは色々な点でユニークだった。

「当時、電気通信研究所の喜安善市先生の下におられた室賀三郎さんがイリノイ大学から持ち帰ったノウハウ (ILLIAC I) を使わせていただいた。当時、安定して動く素子はパラメトロンしかなく、それを採用したので、SENAC-1のアーキテクチャはまったく新し

い発想で構築したわけですよ」

議論になった1つが、まだ日本になかった浮動小数点演算機能を導入したコンピュータの開発だった。

「指数部、仮数部の大きさをどのぐらいにするかということで、たいぶ論争しました。結局1語48ビットで設計しました。ゼロの表示をどうするか議論も始まりました。浮動小数点の世界で決めなければいけないわけで、当時、ゼロをどうするかというのは当たり前前の話ではなかったのです。それから、アーキテクチャの新しい発想としてコモンバスの機能を入れまし、バーチャルメモリの機能、先取り制御もやりました」

野口氏は、ただ一生懸命やっているだけで、それぞれが画期的かどうかは全然分からなかったと謙遜して語っておられたが、後から振り返ると、コンピュータ・アーキテクチャとして、かなり面白い仕掛けであったことは間違いない。

## 計算機を使う側からアイデアが出てくる

SENAC-1は、非常によくできているマシンで、負数に2の補数を使うなど、今から考えても先端を行っていた。こうしたアイデアはどこから生まれたのだろうか。

「基本設計のときに、本多先生、桂重俊先生など色々な方と理論的なフリーディスカッションをずいぶんやりました。日常的な感覚ですと符号+絶対値が一番自然ですが、計算機の上に乗せたらそうではないと。その辺は桂先生が元々応用物理出身で、数値計算をするのにタイガー計算機を回しながら計算して苦労されていた方なので、そうした発想が入っているのです。つまり、常に使う側からアイデアが出てきたのです」

こうした先鋭的なSENAC-1のプロジェクトではあったが、回顧的に見ると、コンピュータ開発の1つの分岐点だった。

「その後のコンピュータのプロジェクトは、すべてトランジスタベースになりました。我々のプロジェクトのスタートがもう少し遅ければ、素子はトランジスタになったはずで、我々のコンピュータももっとコマ

「シャルベースで売れたのかもしれませんが」

## SENAC-1 開発の苦勞と果実

文部省の責任者がコンピュータ視察に来た日に SENAC-1 は公開稼働された。稼働に際しては、色々と苦勞もあったようだ。

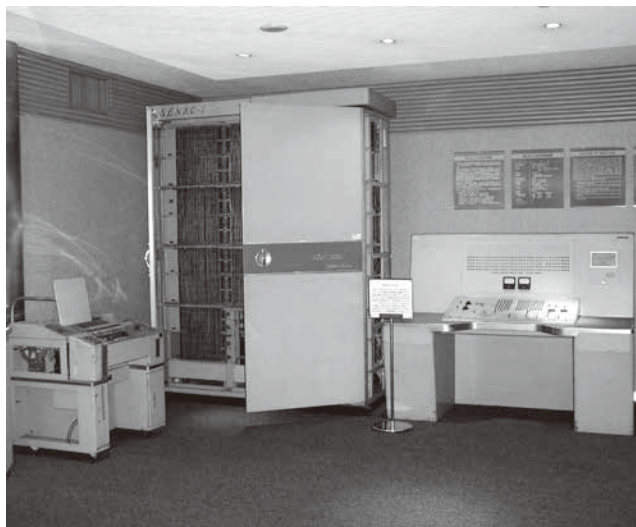
「早朝6時に、東大の後藤英一さんは、本当に動くかどうか夜行列車に乗って見に来ました。我々は公開前日に故障した SENAC を朝方までに徹夜して何とか動かしました。パラメトロン of 励振電源装置、各機器とつなぐインタフェースの問題でした。特に電源のアースの取り方などは NEC の方でないと分からない。それぞれのコンポーネントはしっかり動くのですが、記憶装置、入出力装置などとのインタフェースの整合を取るのが厄介でした。実際、北辰電機製作所の磁気ドラムや花巻の新興製作所のプリンタなどをつなぐのが大変でした。これらは NEC の方がずいぶん苦勞されたと思います」

野口氏は、こうした現場での努力に加え、プロジェクト自体の意義を高く評価する。そこには理想の産学連携の姿があった。

「このプロジェクトが大事だったのは、そこに本当の意味での産学連携があったということです。大学と企業がイーブンの環境でお互いがコラボレーションできた。結論として本格的に産と学が協力した産学連携は、ことコンピュータに関しては東北大学が最初ではないかと思えます。実際に設計に携わったのは大学側では私と小野寺大さん、NEC の渡部和さんと山本淳三さんが中心でした。本当に数名のグループが産学連携をやったわけです」

もちろん、ハードウェアのみならず、ソフトウェアでも色々なチャレンジがあったという。

「当時最大の問題は、ソフトウェアだったのです。コンパイラ的な発想は桂先生が持っておられ、自動プログラミングという名前で開発をされました。しかし、実際にやってみたら実用レベルでは使い物にならず、結局できませんでした。そのころ、IBM が FORTRAN をリリースし、東北大にも営業に来ていました。IBM



東北大学に納入された SENAC-1 (情報処理技術遺産, 日本電気 (株) 所蔵)

の方ともずいぶんディスカッションしましたが、結局自動プログラミングの研究は理論的な開発レベルで終わってしまいました」

## 人工知能の戸口に手をかける

野口氏は、コンピュータの研究を続けるチャンスもあったが、SENAC-1 の開発に一区切りついたことで、理論研究に戻るようになった。

「日本で本格的なコンピュータ開発をやるには、それなりの人員と資金が必要でした。当時、その意味を分かっている人が省庁にも大学にもほとんどいなかった。東北大学の電気・情報系はデバイスが中心でコンピュータにはなかなか資金が回ってこなかった。それで、本多先生など何人かサポーターはおられましたが、コンピュータに関するプロジェクトは、東北大学では1960年ぐらいで一段落したわけです」

ちょうどその頃、ノーバート・ウィーナー (Norbert Wiener) の影響を受けていた大泉先生が、コンピュータ関係の人以外に生理学者や心理学者も入れて、「人間と機械系の融合」という学際的プロジェクトを立ち上げ、科研費を申請したという。

「全体で20人ぐらいのグループになったと思います。研究プロジェクトがスタートした当初は、異なる分野の研究者間で共通言語がなかったため大変でした。

フリーディスカッションの末、ニューロンの研究、ニューリスタの研究などが生まれました。当時、東大の南雲仁一さんのグループでやっておられた研究にも色々影響を受けました。我々の研究目的は人間のニューロンをアーティフィシヤルにモデル化し、人工頭脳を作るのが目的です。そのためニューロン回路でどういう論理演算ができるかという研究をすることになったのです。実物を作ったわけではなくて、計算機上のシミュレーションだけです。SENAC-1 でやったわけですが、シミュレーションには大変に時間がかかりました」

そして、人間と機械系の融合という文脈の中で、人工知能まで行かなかったが人工神経の解析までは到達したという。

「当時、今のコンピュータではダメだけれども、いずれは人間の頭脳ができると信じていた楽観的なグループと、それは不可能だという2つの派がありまして、ずいぶん論争しました。我々は、ニューロン回路を積み上げて複雑にしていけば、いずれは人間の脳に近いものができるのではないかという立場にいたのです。ただ、当時のコンピュータでは話にならなかった」

同じ頃、アメリカのコネル大学でパーセプトロンの研究が行われていた。けれども、人間と機械系との融合をきちんと考えなければいけないという発想が、日本でも1960年頃すでにあったことは特筆すべきことであろう。

さて、研究会はフリーディスカッションをする会議が中心だった。3年ほど続いて、あとは各研究者がその中から自分たちの仕事を適当に見つけて自分の研究を進めたというのが実情だったようだ。

「総合的に明確なものが生まれたというわけではありませんでした。それでも、そうした会があったことは境界領域の研究として非常に意味があったと思います。お互いが影響し合いましたからね」

## コンピュータシステムのモデル化

こうした理論研究の裏で産学の交流も継続していた。東北大学の大学(大型計算機)センターの使用機が

NEC製だったため、SENAC以降もNECと技術交流があり、そこから新たな研究テーマの種が生まれてきた。

「当時のNECのキーパーソンは、水野幸男さん、そして川村敏郎さんで、今後の研究開発としてTSS (Time Sharing System) を実際にインプリメントする研究会を一緒にやろうと話していました。我々の方では博士課程の坂田真人くんが、頑張っていました」

TSSの世界では、 $n$ 人のユーザがいたときに、その人たちにどのようにプロセッサ等の資源を割り当てるかというスケジューリングの問題がある。標準的なTSSの使い方としては、クオンタム(タイムスライス)を決めて、サイクリックに回すラウンドロビン方式がある。きちんと理論計算がなされていなかった当時、最初に解析したのが野口氏らのグループであった。

「クオンタムを、たとえば、何マイクロセカンドずつ割り当てるスケジューリングをすると、トータルでスループットがどれくらい出るかと計算していくんです。もちろん、パラメータとして重要な処理時間分布を一応決めた上で、トータルスループット、タイムディレイの計算を理論的にやったわけです。これは *Operations Research* に「An Analysis of the M/G/1 Queue Under Round-Robin Scheduling」として出ています。この論文が待ち行列理論で有名なUCLAのレオナード・クラインロック (Leonard Kleinrock) 教授と知り合うきっかけになりました」

野口氏らは、こうしたTSSの理論をさらに発展させ、スペースシェアリングの概念に到達する。

「クオンタムの長さをゼロに近づけたらどうなるかと考えていくと、コンピュータそのものが持っているリソースをどのように配分するかという問題に転換できるのです。TSSは基本的に時間上のリソースをどういうふうに割り当てるかという話になるけれども、クオンタムの長さをゼロに近づけるとスペース的なシェアリングのテーマになってくるのです。これをまとめていくと、分散環境におけるクラスタの理論の話にまで展開できるわけです。つまり、スペースシェアリングの概念を使うことによって、どういう空間的リソースアロケーションをすれば、どれだけのトータルパフ



(左から) 宇田 理, 山田昭彦, 野口正一氏, 鶴飼直哉

オーマンスが出るかということです」

野口氏らの研究は、スペースシェアリングという概念提示にとどまったが、こうした研究の流れが出てきたのも、NECがTSSを現実のテーマとして持ってきたからのようだ。野口氏は、そうした産学連携の意義を再び語られた。

「これらの研究も産学連携の1つの成果であったと思います。もちろん、理論研究の成果が実際にどれだけ役に立つかという点では色々問題があると思います。我々は定常状態でしか解いていませんが、実際は非定常の世界で色々なことが起こるわけです。それでも、1つの重要な考え方のベースとしては色々なことが分かってきたと思うわけです」

## 代数的オートマトン研究における東北大学派

こうした研究・開発の流れからオートマトンの研究が野口氏らのグループから誕生する。1960年後半、パークレーのロトフィ・ザデー (Lotfi Asker Zadeh) 教授のところに留学していた本多先生が帰国され、オートマトン理論の研究を発展させたいと考えていた。

かかる影響を過分に受けつつ、本格的なオートマトン研究が、野口氏らのグループと本多研究室でスタートしたのである。

「当時、オートマトンといえば有限オートマトンで、その上にプッシュダウン・オートマトンがあり、文脈自由言語と対応していました。さらにその上に、文脈依存言語に対応するチューリングマシンがあるというコンピュータの階層構造になっていました。我々のメンバは、オートマトンの構造を別の概念で捉えられないだろうかと考え、代数理論をベースとしてオートマトンの代数理論を展開したのです。考え方の基本は、オートマトンの写像の関係の特性化です。こうして、オートマトンの代数的な立場での特性化理論をつくったのが我々のグループでした」

その一方、IC (集積回路) の世界も長足の進歩を遂げていた。野口氏らは、ICの世界も理論的にモデル化しようとした。

「同一の構造を持つ素子が1次元または2次元に並べてある。このシステムで一体何ができるかということが問題になり、セル構造オートマトン理論の研究になりました。オートマトンの1個1個のセルにどう

いう構造を持たせると、何ができるのかという話が、セル構造オートマトン理論の出発点だったわけです」

こうした研究はアメリカにもあったが、問題を構造的に全部統合して、何人かの若手の研究者が集まって解いたというのは東北大学のグループが初めてだったようだ。

「このようなオートマトン理論の研究をベースとして我々のグループは東北大学派とも呼ばれました。こういう研究ができた理由は、本多先生、我々が中心となり、優秀な若手が理論的な立場で頑張ってきたことが大きかった」

## ネットワーク理論の研究へ

オートマトンの次に取り組んだのがネットワーク研究で、ここでも大泉先生が旗を振られた。当時の日本にはネットワーク研究はほとんどなかったが、東北大学は一味違っていた。

「1970年前後だったと思いますが、我々は毎年ハワイの国際会議に行っていました。当時のアメリカの力はすごくて、論文が通ると1人当たり数百ドルの渡航費と滞在費を出してくれる。そこに、ハワイ大学でALOHAプロジェクトを動かしていたノーマン・エイブラムソン (Norman Manuel Abramson) 教授がいたわけです。彼は衛星を使って太平洋の離島にあるキャンパスにネットワークで教育サービスを提供しようという発想を持っていました。そのプロジェクトに出会ったことが、我々が本格的にネットワーク研究に着手したきっかけになったのです。ドクターの院生をALOHAプロジェクトに参加させたりもしました」

1972年以降は、東北大学としてハワイ大学を中心としたPacNET (太平洋地域教育用コンピュータ・ネットワーク) に参加し、静止衛星ATS-1を使ってハワイ大学の計算機とネットワークで結ぶ実験を行っている。こうしたプロジェクトに参加しながらも、野口氏は理論研究のアドバンテージを存分に活かしていった。

「ALOHA ネットの仕組みを最初に作ったのはハワイ大学のエイブラムソン教授です。衛星のチャンネルは

1つしかありませんから、混み合ってくれば、通信パケットは衝突を起こし、システムのスループットが急速に落ちます。当時のネットワーク理論からその説明ができていなかった。我々はALOHA ネット上で生じるこの問題を、カタストロフィ理論で解きました。アクセスが急に増えると、なぜドラスティックにスループットがどんと落ちてしまうのか、それはカタストロフィの現象だと理論的に説明したわけです。これも我々のネットワーク研究の1つです」

## ネットワークの実践：JAIN と TAINS

1984年、野口氏が東北大学の大型 (大型計算機) センター長になり、ネットワークの実践に大きな一歩を踏み出す。それが大学間総合ネットワークのJAINであり、学内総合ネットワークのTAINSであった。

「日本におけるネットワーク環境は欧米に比べて遅れており、高度な学術研究のためのネットワーク構築の研究が喫緊の課題でしたから、日本の各大学の大型センターを中心として、アカデミアを中心とする日本で最初のネットワークの総合研究を始めました。それが1986年に科研費を獲得して始まったJAIN (Japan Academic Inter-University Network) という組織でした。同じ頃、文部省の情報課に、理解のある方がおられて、高度のネットワークを大学に作ろうという話になりました。それで我々は本格的にプロモーションをして、学内の総合ネットワーク、TAINS (Tohoku University Academic/All-round/Advanced Information Network System) を作るための予算を、1987年4月にとりました」

東北大学のキャンパスは、片平キャンパスに大型センターがあり、青葉山キャンパスがあって、医学部のある星陵キャンパスや農学部のある雨宮キャンパスなど各地に散らばっている。それを全部光ファイバーおよびマイクロ回線で相互につなぐ仕掛けを作ったのである。特に大型センターと青葉山とをつなぐ高速無線回線の構築技術はNECのその後のビジネスにもなったようだ。いずれにしても、数千台の異なる端末をつ

なぐ本格的な大規模学内ネットワークを構築したのは、国立大学の中では東北大学が最初だった。

しかし、こうしたネットワークの推進にも色々苦勞があった。特に、通信プロトコルの選定では、国が進める OSI (Open Systems Interconnection) と事実上の世界標準になりつつあった TCP/IP の間でギリギリの調整が図られていったようだ。

「当時の日本は OSI のネットワークを進める方針を掲げていました。OSI は国際規格を銘打っていて、欧州を中心にかなりの支持を集めていましたが、具体的なインプリメンテーションまで行っていなかった。大事なのは、やはりユーザです。学術研究を考えると、全世界の研究者と研究開発の交流ができないと意味がない。だから、世界の流れが TCP/IP に行きつつある中で、JAIN は各大学のネットワークを TCP/IP のプロトコルで相互接続することを大事な役割の 1 つと考えていました。一方、TAINS では、国際規格といっても、試行錯誤の段階にあった OSI のネットワークの開発も重要と考え、世界で最初の OSI ネットワークを作ろうという意気込みで研究・開発を進めました」

## 産学連携に思うこと

野口氏は、ソフト開発の広域連携を企図した受注プラットフォーム、東北 IT クラスタ・イニシアティブを立ち上げるなど、近年は地域に深く関係し、産学連携を推進しておられる。しかし、思ったように進んでいないのが現状のようだ。その問題点について最後に語られた。

「最大の問題はやはり大学の教育です。大学における教育システムは、理論の分野においてアカデミアの世界としての学問体系をきちんと構築していくことは重要です。しかし、たとえば大規模システムの開発の問題となると、大学の教育は無力に近いのです。教える先生がいないのです。大規模システムをつくるときに、たとえば、Web をベースにした新しい大規模シ

ステムの技術開発をどうするかというテーマに関して、きちんと教え込む先生がいない。たとえば、LAMP。LAMP というのはリナックス、アパッチ、MySQL、PHP などのソフトウェア技術の集積の話ですが、リナックスやアパッチにしても、MySQL や PHP にしても、大局的な立場からそれらを教えられる先生が大学の中にほとんどいないのです。産業界のトップレベルの人はなかなか大学の先生にはならないし、むしろこれは学会が考える重要な仕事かもしれません」

こうした状況に対して、野口氏は我々にエールを贈ってくださいました。

「我々が SENAC-1 を作った当初の時代はアカデミアも産業界もお互いが意欲に燃えていて、互いに問題を提起して解決していく流れにありました。両方がまったくイブンの立場で考えていけたということが良かったのだと思います。今はアカデミアと産業界のギャップが広がり、その調整が非常に難しいわけです。当時はアカデミアも産業界もありませんでしたから。でも、同じように自由な環境は、今でも色々作れると思います。それが日本の将来の産業モデルを作っていく 1 つの大事な話になっていくと思います」

(編集担当：宇田 理)

### ◆インタビュー紹介 (五十音順)

鵜飼直哉 (正会員) ukai-nmh@mb3.suisui.ne.jp

1962 年東京工業大学修士課程卒業、富士通 (株) 入社。大型メインフレーム FACOM230-50 などの設計担当。1971 年より米国 Amdahl 社との共同開発プロジェクト現地責任者。以降、主に米国関連事業に参加。1995 年より富士通 SSL 代表取締役社長。2004 年退社。元歴史特別委員会委員。

宇田 理 (正会員) uda.osamu@nihon-u.ac.jp

1992 年早稲田大学商学部卒業。同大助手を経て、現在、日本大学商学部准教授。専門：経営史 (コンピュータ史・情報通信産業史)。神戸大学経済経営研究所リサーチフェロー。歴史特別委員会委員。訳書にポール・セルージ『モダン・コンピューティングの歴史』(未来社、2008)。

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 (株)、東京都立大工学部教授、国立科学博物館主任調査員、東京電機大理工学部教授を経て、現在、コンピュータシステム & メディア研究所。元歴史特別委員会委員。神戸大学経済経営研究所リサーチフェロー。本会フェロー。