

連載企画—音響学の温故知新—

## “音声情報処理”の研究，創世記から半世紀\*

鈴木 誠史 (サイエンス・インストラクター)\*\*

“なぜ、電波研究所で音声の研究をするのか？”は、何十回も受けた質問である。組織名と、研究のギャップは、わが研究生活に大きな影響を及ぼした。

電波研では、(1) 徹底的に調査する、(2) 実験装置は手作りする、(3) 専門外の幹部に説明・承認の上で研究は進められる。上司に音声の分かる人はいない。それが、身に付いた。

音声情報処理の研究が発展した時期に、身を置けたのは幸いである。ただ、定まった方向はなく、いろいろなテーマに手を出した。

1955年、郵政省電波研究所に、入所した。文部省の電波物理研究所、通信省電気試験所の電波部門、通信省の標準周波数・電波部門などを統合した組織である。電波物理、電波伝搬が、研究の中心である。この年、通信方式研究室が発足し、ここに配属された。

「音声」担当は、中田和男氏（日立中央研究所、東京農工大、千葉工大）と2人である。零交差波の分析から始めた。

中田氏は、1957年に、MITのK. N. Stevens教授のもとに留学した。帰国して、スペクトルアナログ型合成器を作り、言語音知覚の研究を始めた(図-1)。同程度の能力の合成器は、世界に数台しかない時代である。1959年3月に発表したのが、聴衆は10人程度であった。

合成母音による、第1、第2ホルマント周波数と知覚の関係は、日本で初めての成果である。合成音は、スミソニアン博物館に納められている。

母音・数字語の認識実験を、1960年に始めた。周波数スペクトルと、有声・無声音の情報を使った。ハードウェアによる、我が国初の音声認識で

ある(図-2)。

この時期、東大の田宮潤先生を中心に、NTTの通研、KDD研究所、電波研、NECなどの音声研究者が、定期的に勉強会を開いた。音響学会の非公式な会合で、「音声分析合成委員会」と呼んだが、後に「音声研究会」に発展した。音声学、耳鼻科の研究室を訪ねるなど、学習の期間でもあった。

1960年から、パラメトロン計算機NEAC1103を、NECで使用した。翌年には、Tr計算機NEAC2203が、研究所に導入された。

ホルマント周波数分析法を開発し、会話音声認識を実験した。VCV(母音-子音-母音)の連鎖による分析・認識である。

1966年9月から、Stevens教授のもとに留学した。啓発されることが多かった。試作ディスプレイ付きの計算機を使った。FFTの論文を知り、帰国後、FFTを使った研究を始めた。FFTのソフトは、日本中に流通した。

1960年代、海洋開発ブームが起り、研究所でも海洋開発への寄与が検討された。高圧で長時間潜水するとき、生理的障害を避けるため、ヘリウムを主成分とするヘリウム空気を用いる。ヘリウム空気の音速は、大気の2~2.7倍にもなる。発声した声は聞きにくく、ヘリウム音声とよばれる。その性質の解明、了解性の改善が不十分であった。

日本の海中居住プロジェクト「シートピア計画」に参加し、ヘリウム音声の研究を始めた。性質、ひずみの分析と、了解性復元法を開発し、多くの成果をあげた。

シートピア計画の実験では、有線回線も雑音が多く、室内騒音も大きい。移動通信等の経験もあり、音声に重畳した雑音の低減-音声強調-の必要性を認識した。

ヘリウム音声の了解性を改善するとき、周波数スペクトルを圧縮する。更に雑音に強く、「音声スペクトルの圧縮率と基本周波数の変換率が独立に

\* Study of speech communication, half century from genesis.

\*\* Jouji Suzuki (Science Instructor, Fuchu, 183-0051) e-mail: js17340@yahoo.co.jp

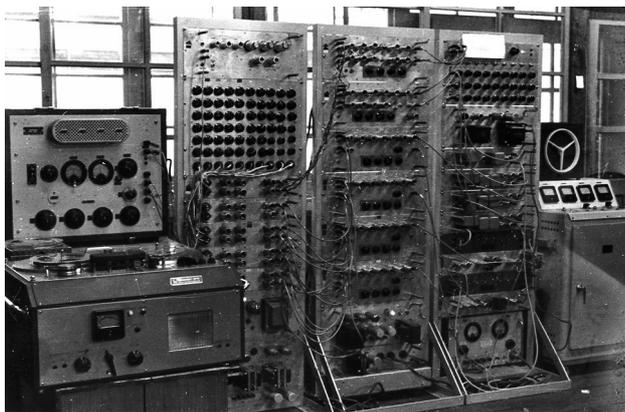


図-1 音声合成器の外観 (1959)

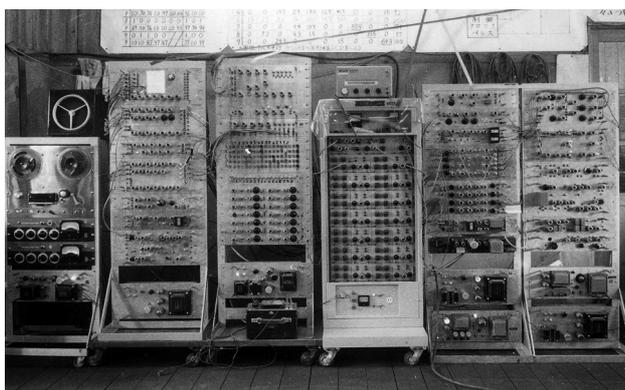


図-2 母音・数字語認識装置 (1962)

設定できる」という，難しい要求もあった。

打開策として「自己相関関数を，出力波形として使う」，ことを着想した。短時間自己相関関数には，原波形の周波数成分が残る。ランダム雑音成分は，原点付近に集中する。原点付近を除いた，1周期の波形の一部を切り出して出力とする。周波数スペクトルの圧縮と，基本周波数の変換を独立に行える。圧縮・変換しないと，雑音成分を減らす「強調方式」になる。SPACと名付けた。

1975年の日本音響学会の研究発表会で，SPACの原理・応用を発表した。翌年，第1回のICASSPで発表した。終了後に，質問の嵐と共に，デモンストレーションの再演が求められた。文系の国際学会で，ロー管から再生した音の「音声強調」を発表したときも，同様な反応があった。

SPACは，特許が切れるのを待って，1994年に受信機に組み込まれた。ヘリウム音声の復元装置は，2015年に実用化された。提案から30年以上

経つが，他方式と比較して採用されたから，研究が早すぎたと言えよう。

約10年間，研究管理につき，1989年，埼玉大へ移った。通信の八嶋弘幸先生（現東京理科大），信号処理の島村徹也先生と研究グループを作った。“通信・音声の品質の向上”をフィロソフィとする展開である。学生の力も生かし，多くの成果をあげた。

懸案の「言い易い/言いにくい言葉」，「早口言葉」の分析も行った。大学では，テーマの設定が自由なことの賜である。放送教育開発紀要で発表した。

一方，能力不足や，誤った考えで，失敗した研究も多い。話者に適応する単語認識装置，聴覚モデルによる音声分析，基本周波数を自動生成する合成などがある。しかし，失敗は大きな資産である。

自分の置かれた場を，常に生かしたと思う。管理職のとき，「声の個人性と身体的特徴の関係」を調査した。下記は，60年におよぶ研究生活からの感想である。

- 1) 専門外の依頼される仕事・研究がある。それを，「やむを得ずする」のか，「自分の知識を広め，幅を広くする機会」と考えるかで大きな差になる。衛星通信，移动通信に参画したことが，研究の展開に役立った。
- 2) 研究グループには，隣接分野の研究者も含むと，視野も広がる。これは，Stevensの研究室で学び，埼玉大で実行した。
- 3) ネットで情報集めはできる。しかし，研究発表会・展示会や，一般の人との交流も，問題の発見に重要である。

電波研究所は，現在，国立研究開発法人・情報通信研究機構である。時代を先取りした，先達の先見の明と，研究を支えた6人の音声研究室員に謝意を表す。

#### 文 献

- [1] 鈴木誠史，“私の研究遍歴 その1，”信号処理，11，139-149 (2007).
- [2] “私の研究遍歴 その2，”信号処理，11，201-211 (2007).
- [3] “私の研究遍歴 その3，”信号処理，11，359-370 (2007).