

## 音の心理学実験の自動化\*

難波精一郎 (日本学士院会員・大阪大学名誉教授)\*\*

43.66.Yw

意識を研究対象とする心理学の中で音響心理学の占める割合は微々たるものである。1980年に日本学術会議の委員会活動の一環として出版された「現代心理学の動向」(川島書店, 354頁)中、「聴覚研究」の紹介は1頁足らずである。そこでは「戦後の聴覚研究は数少ない専門家にあたかも委任されたかのような形で進行」し、「聴覚専門家は生来、音が好きな人が多く、電子装置が操作できるか、電子技術のある人であること」とある。しかも電子装置の進歩は日進月歩だから老化が激しいとのこと。「そんな状況の中で目下、青年期的活動を行っているのが難波を中心とする大阪大学のグループである。1972年頃からすぐれた音響制御装置を開発して、逐年、純音、断続音、複合音、雑音、楽音などを用いて音のきこえの大きさを中心に音楽家の演奏分析まで幅広く研究を行っている」と紹介していただいている。青年期というにはいささか臺が立ちすぎていて面はゆいが、当時の心理学における聴覚研究が辺境的存在であったことを物語っている。

私の学部時代から大学院にかけて、広瀬(結城)錦一、和田陽平、黒木総一郎先生らの音響心理学に関する優れた著作があり体系的に学べる基盤があった。また、阪大文学部心理学研究室の雰囲気は自由で、学生は好きなテーマを自主的に見つけて実験できた。私はピアノを習ったりラジオ組み立てが趣味だったり、音が好きだったので音を研究テーマとすることにした。音が好き、電子装置があやつれる、という条件は満たしていたことになる。

1956年、大学院に進学すると同時に日本心理学会と日本音響学会に入会した。心理学会では心理学的測定法の理論や手法について最新の情報に接

することができ、音響学会では種々の分野の方々が聴覚研究に従事されていて音刺激の測定や制御について学ぶことができた。大学に音の専門コースがなかった時代、日本音響学会の音に関する教育的功績は実に大きかった。

その頃 S.S. Stevens が ME 法を開発して、ラウドネスを直接測定する方法を提案した。ME 法を用いると音の強さとラウドネスの間には「べき法則」が成立する。彼はその後、このべき法則を明るさや重さなど種々の感覚属性に拡大して「新精神物理学」と称した。これまでの Fechner 流の精神物理学では感覚の強さと物理量との間には「対数法則」が成立する。対立する法則を巡って両陣営の間で激しい論争があった。その論争を現在進行形で体験できるのは大変刺激的であった。また、感覚と物理量の間には 1 対 1 対応があるのではなく枠組みの影響によって系統的に変化するとする H. Helson の順応水準理論、意味の測定法である SD 法の Osgood らの提案など新しい手法が次々と現れた。

「べき法則」と「対数法則」の対立、SD 法における「意味の意味」を巡る論争など、理論を巡る論争にみえながら、実態は異なる方法論で測定した結果の相違を巡る議論に帰結しているように感じた。方法論が先でなく、あくまで求めたい研究対象に即した方法を選ぶ、なければ新しい手法や装置を開発する必要を感じ、後に「尺度判別法」「カテゴリ連続判断法」など幾つかの方法を提案する契機となった。

このような環境下で「聴覚研究」に従事したわけだが、音は音声や音楽など意味を伝達するので当初「音の主観的意味」の測定に関心を抱いた。音楽や音声など有意味音は総て変動音なので実験の際に刺激の物理的測定と制御に苦勞した。

モデル化した刺激を作成するにもパソコンなどもちろんない時代である。そこで電報など電信用

\* Tools for psychophysical experiments on time-varying sounds.

\*\* Seiichiro Namba

の穿孔テープを利用して10チャンネルのリレー回路をon-offする装置を試作した。リレー回路の先にはアッテネータがプリセットされていて、レベル調整が正確にできた。また、入力側には発振器や白色雑音の発生器を接続することで種々の周波数の純音や雑音を切り替えて提示できた。時間条件については、大まかな音の流れはテープリーダーの速度を調節することで、精度を要する音刺激のon-timeと刺激間のoff-timeの制御は電子スイッチ(タイマ)のトリガ信号をテープリーダーの制御パネルから送ることで同期させた。もちろん、テープの速度と電子スイッチの同期を多数の刺激対について正確に行うことは困難だが、音の対内の時間の精度と比べて、対間の精度は余裕があるので、同期のずれはこの対間で吸収した。いったん穿孔テープの上に刺激の順序をパンチしておくとは後は自動的に刺激が提示されるので、この装置を「自動刺激提示装置」と名付けた。この装置の詳細は「心理学評論」に報告した。この装置で面倒な刺激提示を必要とする音のラウドネスの文脈効果や係留効果の実験を能率的に実施できた。また、この装置のテープを速い速度で流し、異なるレベルに調節した複数のチャンネルを迅速に切り替えるとレベル変動音を発生させることができた。テープの上でのプログラミングでレベル分布の形、アッテネータの調整で種々のレベル範囲の音を心理学実験では十分な精度で発生できた。変動現象の心理学的代表値の決定といえは種々の仮説が考えられるが、変動音のラウドネスの場合、結局、心理学のモデルから予想される値でなく、物理量であるエネルギー平均値で近似できることが分かった。ここまでのレベル変動音のラウドネスの実験、及び文脈効果に関する実験は「心理学研究」に、係留効果の実験はアメリカの「Perception & Psychophysics」誌に報告した。この係留効果の論文はドイツ Oldenburg 大学の A. Schick 教授の眼にとまり、長年に及ぶ共同研究を開始する端緒となった。

さて変動音のラウドネスの代表値はエネルギー平均値でよいとして、後はこのモデルを有意味音に適用すべく、70年代後半にアナログ式のエネルギー自乗積分器を試作し、種々の現実音のエネルギー平均値を測定し、心理学的測定法を用いて測

定したラウドネスとの関係について検討した。積分器の取り扱いが楽でなかったが、後に積分型の騒音計が販売され等価騒音レベルとしてのエネルギー平均値の測定は飛躍的に容易になった。これら現実の音のラウドネスに関する一連の研究は主として「日本音響学会誌」に、変動音のラウドネスの「エネルギー平均モデル」の総括は2010年12月 Springer 社から刊行された単行本「Loudness」の1章にまとめた。

一連の変動音の研究は「自動刺激制御装置」の開発に始まる訳だが、その後、70年代にタイマやアッテネータを組み込み、時間条件の制御が容易な2号機を作成し、更に周波数はじめ音の多くの変数が制御可能な3号機を80年代の初頭に試作した。この文系発想の装置は国内の幾つかの理系の研究施設にも導入された。

装置改良によって制御できる変数の数も制御の精度も向上したが、実は変わらないものがある。それは刺激作成時に音を流しながら特定の変数をパネル上の手動操作で変えて直ちにその変化を耳で確認できる点である。いわばこの「タッチパネル操作」により心理学実験に不可欠な事前の試聴を手軽に多様に実現できた。この点は例えばミュンヘン工科大の Fastl 教授のように工科系の共同研究者にも大変好評で、来日した翌日からでも実験が開始できると大いに喜ばれた。

これら一連の研究には共同研究者である大阪大学名誉教授桑野園子氏の貢献及び追手門学院大学教授の加藤徹氏並びに多くの共同研究者のご支援ご協力が大きい。謝意を表したい。

#### 難波精一郎

昭和7年生まれ。昭和36年大阪大学大学院文学研究科博士課程単位取得退学、昭和46年文学博士(大阪大学)、平成8年名誉哲学博士(Oldenburg大学)。職歴：昭和38年大阪大学助手(文学部)、昭和41年同講師(教養部)、昭和42年同助教授、昭和48年同教授、平成5年工学研究科兼任、平成6年人間科学部移籍、平成8年大阪大学定年退官、同年4月大阪大学名誉教授 宝塚造形芸術大学教授、平成16年同退職、平成19年日本学士院会員。