

小特集：聴覚心理とオーディオ

聴覚とオーディオ

早稲田大学理工学研究所 山崎 芳男

すでに本誌でも紹介されているようにMDやDCCには聴覚特性を巧みに利用した高能率符号化法が採用されている。

コンサートホールやオペラハウスで生の音楽を楽しむにせよ、あるいはオーディオ機器を通して音楽を聞くにせよ、われわれがそれを意識するしないは別として音波は聴覚器官を通して脳に達しているわけである。

しかるにオーディオに親しんでいる我々ではあるが、聴覚や聴覚心理についてあまり多くの知識をもちあわせていないのが現状ではないか。そこで本号では聴覚や聴覚心理の専門家に分かりやすい解説記事をお願いした。

音の3要素

音の性格を特徴づける要因は音の大きさ、音の高さおよび音色であり、これらは音の3要素と呼ばれており、すべて感覚的、主観的な要素である。これらに対応する物理的な要素として音圧の振幅、すなわち音の強さ、周波数およびスペクトル構造を挙げることもできる。

人は対数で感じる

感覚的な量と物理的な量との関連

を与える重要な法則にWeber-Fechnerの法則がある。これは、ある大きさの物理量 I に対応して生ずる感覚量が L であるとき、さらに物理量を ΔI だけ増加したときの感覚量の増加分 ΔL は

$$\Delta L = K \frac{\Delta I}{I} \dots\dots\dots (1)$$

と表せるというもので、 K は定数である。これより

$$L = K \ln I \dots\dots\dots (2)$$

と表され、感覚量は物理量の対数に比例するという表現を得る。

これは音の分野でデシベルやオクターブが広く一般に他用されていることに理論的根拠を与える法則である。比例定数 K は物理量 I の広い変化範囲に対して必ずしも一定に保たれているものではなく、 I に関して緩慢に変化する関数である場合が多い⁽¹⁾。

驚くほど優れた人間の聴覚

ところで幼い子供でさえも母親の声は確実に識別できるし、多少音楽の教育を受ければ合奏の中から特定の楽器の音を聞き分けることも可能である。

また、大勢の人の集まったパーティ会場などで遠くの気になる会話が耳にとまることがある。その声に注

目すると、その会話が明瞭に聞こえるようになってくるといった経験がだれしも一度や二度はあるだろう。これは洋の東西変わらぬ現象で、文字どおりカクテルパーティ効果と呼ばれている。

また、コンサートホールやオペラハウスの音場の響きを表わす指標として残響時間が広く使われている。しかし残響時間がほぼ等しい音場で、驚くほどの響きの違いを感じることがしばしばある。これは建物の形状や材料による反射音、特に直接音に続く初期反射音の時間構造や到来方向、すなわち空間情報の違いに起因しているものと考えられる。興味のある人はたちどころに、この音の違いを捉えてしまうのである。

人間はたった2つの耳で巧みに音源の方向や距離を捉えている。マイクロホンも2つ使っても前後や上下の方向判定はできない。人間はあたまを動かすことにより距離や方向を判断しているといわれている。しかし、頭を動かさなくともたとえ片耳を塞いでも方向判別はある程度可能である。これは人間の聴覚能力のすばらしいところであり、到来方向や距離による微妙な音質の違いを学習記録しているからである。コンピュータが驚異的に発展した現代といえ

ども、機械に人間のような高度な処理をそれも実時間でさせることはいまのところ不可能であるが、一歩でもこれに近づけるべく様々な努力がはらわれている。

因果律に反する？

これほど優れた聴覚ではあるが、音の係留効果や無限音階などの面白い錯覚や後から出た音に前の音が消されてしまう、とんでもないことを喋ってしまってもすぐに大声を出せば取り返しがつくかもしれない(もちろん現実には不可能な短時間のはなしだが)といった、そそっかしい人にはそれこそ耳寄りな、因果律に反するような特性すらもっている⁽²⁾。

聴覚特性を利用した符号化

最近、移動対を対象としたデジタル放送、CDやDAT等のパッケージメディアあるいはISDNを念頭においた視覚や聴覚特性を利用した画像や音響信号の高効率符号化の動きが盛んである。

その代表的なものがミッテラン大統領の提案によるユーレカ(欧州先端技術開発)計画の一プロジェクト、1986年デジタル音声地上放送システム開発プロジェクト(ユーレカ147DABプロジェクトの開発したMUSICAM(Masking-pattern Universal Sub-band Integrated Coding and Multiplexing)、ISO-IEC/SC2/WG11 略称MPEG(Moving

Picture Experts Group)に提案されたMUSICAM、ASPEC(Audio Spectral Perceptual Entropy Coding)、SB-ADPCM(Sub-Band Adaptive Difference PCM)、CCIRに提案されているNHKの低域予測型サブバンド符号化、Silence、さらに最近のフィリップス社のDCC(Digital Compact Cassette)やソニーのMD(Mini Disc)等である。

本誌の概要

本号では聴覚心理の分野の第一人者、大阪大学教養部心理学第一研究室の桑野園子先生に人間の聴覚の基礎的な現象とオーディオとの関係について、ご紹介いただくことにした。

内容は、

- 第1章 まえがき
 - 第2章 可聴範囲とラウドネス
 - 第3章 音色
 - 第4章 マスキング
 - 第5章 臨界帯域
 - 第6章 変動感とラフネス
 - 第7章 両耳による音の知覚
- の7章にわたり先駆者の研究、ISOやJISとの関連さらにオーディオ分野への応用等わかりやすく解説していただいた。また、文末には豊富な文献リストがあり本誌の読者におおいに役立つものと思われる。
- なお本号では、さらに聴覚に関連して、NTTヒューマンインタフェース研究所音声部の青木茂明氏によ

る先行音の優位性とその応用、NHK制作技術局番組技術センターの辻本廉氏のパイノーラル収録と放送、さらに3月17日から19日にわたり、東京工業大学大岡山キャンパスで開催された日本音響学会平成5年度春季研究発表会の味覚関連の講演についてのご紹介をNHK放送技術研究所音響聴覚研究部の黒住幸一氏にお願いした。

音の良し悪し・好き嫌い

ところでオーディオの世界では、好き嫌いといひ悪いが混同されることがしばしばである。また、これだけ機器が進歩した現在でも、CDやDATの素材や色で音が異なるといった眉唾ものはべつとして、とくにスピーカやマイクロホンあるいは収音・再生音場には微妙な音の違いは存在し、この違いを大問題にするのがオーディオの楽しみでもある。これらの心理評価は大変難しく一筋縄では行かないので、近いうちに改めて特集が組めればと願っている。

聴覚・聴覚心理の特集を組むに当たりお力添えいただいた多くの方々に深謝する。

【参考文献】

- (1) 伊藤毅, “音響工学電気書院(1977)。
- (2) 難波精一郎, 後藤敏幸, 橋秀樹, 藤崎博也, 竹下信雄, 古井貞熙, 井口征土, 桑野園子, 大串健吾, 中村昭, “音の科学”, 朝倉書店(1989)。