

Title	振幅変調音に対する聴覚情報処理 : 変調周波数ならびに変動パターンの影響
Author(s)	倉片, 憲治
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3094109">https://doi.org/10.11501/3094109</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	倉片憲治
博士の専攻分野の名称	博士(人間科学)
学位記番号	第 11196 号
学位授与年月日	平成6年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 人間科学研究科行動学専攻
学位論文名	振幅変調音に対する聴覚情報処理 —変調周波数ならびに変動パターンの影響—
論文審査委員	(主査) 教授 難波精一郎  (副査) 教授 宮本 健作 教授 中島 義明

### 論文内容の要旨

われわれは日常、道路交通騒音、音楽、音声など、さまざまな音に囲まれて生活をしている。それらの音のほとんどは「非定常音」すなわち高さ、大きさ、音色などが時間的に変化する音である。

さらに、それら現実の環境音は、単独で存在することはほとんどない。多くの場合、それらは互いに混じり合って聞こえている。

そこで、われわれの聴覚系が、そのような音の混合の中から必要とする音をどのようにして抽出し、そして変動する音の処理をおこなっているのかを明らかにすることは、聴覚の情報処理機能を明らかにする上で、また環境音の評価やコンピュータによる音楽・音声の合成・認識などの応用面においても重要な意味をもつと考えられる。

本研究では、特に振幅変調音(レベル変動音)の知覚に的を絞り、その情報処理機能について、以下の3つの観点から検討を行った。

#### 1. 規則的なレベル変動音の知覚 —変調周波数の影響—

レベル変動音には、さまざまな周波数の変動成分が含まれている。そこで、聴覚情報処理における変調周波数の影響を明らかにするために、広帯域雑音中の振幅変調音(AM音)の知覚を検討した。その結果、以下の点が明らかとなった。

(1) 広帯域雑音中におけるAM音の検知閾は、変調周波数が1~4 Hzのとき、相対的に低くなる傾向が見られた。一方、変調周波数が8~16 HzのAM音では、同じ中心周波数をもつ純音と、検知閾にはほとんど差が認められなかった。

この結果は、従来のマスキングのモデルでは説明できない現象である。このことから、聴覚系は、変動音に対して、定常音とは異なる反応を示すと考えられる。

(2) AM音に広帯域雑音を重畳させた音の大きさは、変調周波数4 Hzのときにより大きく評価される傾向が見られた。変調周波数16 HzのAM音では、純音の場合とほとんど違いが見られなかった。

定常音については、物理量からその大きさ予測する方法がいくつか開発され、現在使用されている。上記の結果のように、4 Hz付近の変動成分を含む音は、物理量からの推定値よりも主観的には大きく評価される傾向があるため、この方法を変動音に適用する場合には注意が必要であろう。

以上の結果は、いずれも聴覚系が1～4 Hz 付近の振幅変調に特に敏感であることを示唆している。

通常の会話における音声のレベル変動は、2～5 Hz 付近の成分が最も大きい。したがって、そのような周波数範囲の変動に敏感であることは、背景雑音中において、目的とする音声のみを抽出する上で有利に働くと考えられる。

また、他の心理物理学的研究や生理学的データでも、聴覚系が1～4 Hz 付近の振幅変調に特に敏感であることを示す例が多く見られる。そこで、聴覚系には、1～4 Hz 付近の変調周波数にチューニングされた一種の“変調検出器”が存在する可能性が考えられる。今後、この点をさらに追求することによって、われわれの聴覚系にとって特に重要な音声の処理機構や、他の動物とは異なる、その機能の特殊性が明らかになるかも知れない。

## 2. 不規則的なレベル変動音の知覚 —変動パターンの影響—

上記の第1節で用いたAM音は、正弦波で変調した、いわば「規則的な」レベル変動をもつ音であった。ところが、われわれが日常接する音には、規則的ではなく、むしろ「不規則的な」レベル変動をともなうものが多い。特に、音楽や音声においては、変動パターンそのものが情報となって伝達されており、聴覚系にとってそのパターンを知覚することは重要な機能の一つと考えられる。

そこで、聴覚情報処理における変動パターンの影響を明らかにするために、不規則な（ランダムな）レベル変動をもつ音刺激系列の知覚を検討した。その結果、以下の点が明らかとなった。

(1) 規則的な変動をともなう系列と不規則的な変動をともなう系列において、変動の検知閾には違いが見られなかった。

この結果から、閾値付近では、おそらく変動の処理における不規則性の効果はあまり大きくないと考えられる。

(2) 規則的なレベル変動をともなう系列は、不規則的なレベル変動をもつ系列に比べて、変動感（音の強さが変化している印象の程度）は小さくなった。この傾向は、等レベルの音の系列中に特異的な強い音が混じった場合でも、系列が全体的なレベル変動をともなう場合でも同様に見られた。

(3) 規則的なレベル変動をもつ系列であっても、その変動パターンによって変動感の大きさに違いが見られた。

この(2)と(3)の傾向は、感覚入力を処理する聴覚系の機能が反映されたものと考えられる。すなわち、聴覚系は、入力された刺激を個々に処理するのではなく、それらのいくつかをまとめて、ある「パターン」として処理しているのである。

このようなパターン知覚の機能は、特に音声の知覚において重要な役割を担っていると考えられる。例えば、早口で話される会話では、音素の生起速度は、聴覚系における音の順序の識別能力を越えている。そこで、個々の音素をばらばらに知覚するのではなく、いくつかのまとまりごとにその「パターン」ととらえることが、音声の知覚の上で重要となってくるのである。

また、このようなパターン知覚の機能が存在するため、物理的なエネルギー量が等しい音であっても、その変動パターンによって、知覚的には全く異なる印象を与える場合がある。例えば、不規則的な変動をともなう音は、規則的な変動をともなう音よりも、“落ち着かない” “耳ざわりな” などの悪い評価がなされる可能性がある。この点は、環境騒音や音楽・音声の評価の上で問題となるであろう。

## 3. 音楽場面における変動の知覚

上記の結果が、聴覚系における情報処理の一般的な特性を反映したものであるならば、それらは音楽場面においても同様に適用可能なはずである。

そこで、これまでに得られた結果の妥当性を検証するために、ピアノ演奏を例にとって、現実の音楽場面におけるレベル変動の知覚を検討した。その結果、以下の点が明らかとなった。

(1) ピアノ演奏家が、全ての音を同じ強さになるように意図して弾いた場合でも、一つ一つの音の強さは必ずしも揃ってはいなかった。

しかし、その演奏には、次の2つの特徴が見られた：(i) 強さの変動が、演奏全体を通してある一定のパターンで繰り返されている：(ii) ピークとなる音の強さが、一つ一つの音のばらつきに比べると、非常によく揃っている。

これらの特徴は、プロのピアニストの演奏においても同様に見られた。

(2) 上記の演奏をもとに行った聴取実験の結果、変動パターンの規則性や、一定であったピークの音のレベルが乱されると、音の強さの揃い方の印象は悪くなることが明らかとなった。

同様の傾向は、演奏の上手さや好ましさの印象など、音楽的判断においても見られた。

これらの点は、上記の第2節の実験結果を支持するものである。すなわち、聴覚系には音をパターン化して処理する機能があるため、強さの変動パターンが規則的であることによって、変動感はより小さくなる。その結果、たとえ一つ一つの音の強さにばらつきがあっても、全体としては強さの揃った印象が高められるのであろう。また、不規則的な変動パターンをもつ音はより変動感が強いいため、上手さや好ましさの評価を悪化させたものと考えられる。

全ての音を同じ強さで弾くことは、指のコントロールの限界もあり、非常に困難なことであろう。しかし、そのような困難にもかかわらず、熟練したピアノ演奏家は、われわれ聴覚系の情報処理の特性をうまく利用することによって、演奏の評価を高めているようである。

以上の研究結果により、われわれの聴覚系における音の変動の知覚の重要性と、レベル変動音に対する情報処理機能の一端が明らかになった。

本研究では、特にレベル変動に的を絞って検討してきた。今後、周波数変動など、他の変動の要因を検討することによって、複雑な変動をとらえ、現実の環境音に対する聴覚情報処理機能がより一層明らかになるであろう。

### 論文審査の結果の要旨

聴覚における情報の伝達は時間軸に沿った音の変化を通じて行われる。聴覚における情報処理の過程を知るためには、聴覚系が音の変化にいかにつ追従し、変化の特徴をパターンとして把握しているか明らかにする必要性が従来より指摘されている。しかし現実の音の変化のパターンは無数に近いほど多様かつ複雑であるので、この問題解明への道は決して容易でない。本研究は第1部において、変化が規則的な振幅変調音をターゲット刺激として用い、ランダム雑音中での検知閾を求め、変調周波数が1～4 Hzの時に検知閾が下がること、さらにこの周波数帯域において振幅変調音を含む音のラウドネスが増加することを示し、聴覚系が1～4 Hzの変動に敏感であることを明らかにした。この変化はほぼ音声のレベル変動のパターンと対応する。第2部では振幅が規則的に変化する音と不規則的に変化する音系列を刺激として用い、その変動感を指標として聴覚系が入力される刺激を個々に処理するのではなく、それらを束ねて、あるまとまりのよいパターンとして処理することを明らかにした。このように変動感を手掛かりとして聴覚系のパターン処理を示唆した研究は従来にない新しい方向である。第3部では上記の知見が人工音に基づいて得られたものであるため、ピアノ演奏者を対象に現実の音系列にこの知見が当てはまるか否かの検討を行ったものである。熟練した2人のピアニストにレベルを揃えて弾くよう要求し、得られた音のレベルを分析した。その結果、弁別閾をはるかに越えるレベル変動がみられたが、同時にその変動パターンに規則性がみられた。その演奏音をコンピュータで処理して物理的にレベルが揃った条件の他、種々の変動パターンを作って被験者に聴取させた。その結果、たとえ変動があってもその変動パターンに規則性があるほど、音が揃って聞こえるとの知見が得られ、人工音で得られた傾向を裏付けることができた。これらの結果は、聴覚における時系列処理におけるパターンの役割を解明する上で貴重な成果といえる。

以上述べたように、本審査委員会は本論文が博士（人間科学）の学位を授与するに十分であると判定した。