

聴覚系の時間窓形成における注意の効果 -注意フィルタの時間的アナロジー-

野田 嘉代 宮園 博光† 宇佐川 毅 江端 正直

(熊本大学 †熊本県立大学)

1. はじめに

聴覚の周波数領域における特性と時間領域における特性とは双対関係にあり、物理領域における程厳密ではないにしても、周波数領域の特性から時間領域の特性が少なくとも定性的には推測可能である。この双対関係を考えることで、周波数領域の特性に対応するいくつかの時間領域の特性が明らかとなっている。

周波数領域と時間領域での結果のアナロジーは、高次の処理とされる注意の領域にも適応が可能であると考えられる。また、これまでに周波数領域においての多数の研究が行われており、時間領域においてよりも先行している。江端らもこれまで特定の音に注意を向けた状態で、その音の近傍の音に対する閾値を求め、周波数軸上に形成される注意フィルタの推定、検討を行ってきた。そこで、本研究は注意によって周波数領域上に形成される注意フィルタ、これに対応する時間領域上の注意フィルタ、すなわち時間窓形成における注意の効果を検討するものである。

本研究では、信号の生起時間を制御し、特定の時間に注意を集中して信号聴取を行う場合の時間窓について検討している。これまでの研究では、とくに時間窓の形状や長さよりも時間窓が形成される位置が注意によって制御されることに注目して実験を行った。その結果、特定の時間に注意を向けるこ

とにより、その他の時間に提示された信号の検出力が下がるような時間窓が聴覚系に形成され、その影響は注意を向けた生起時間の前後 400~600ms 程度の範囲に及ぶと考えられそうである。そこで、本実験では、注意を向ける時間の前後 500ms の測定を行っている。

本実験では、被験者が注意を集中する際に、何を時間的 Cue として捉えているのかということを考えるために、まず観測区間の長さを変えた時、そして同一の観測区間の中で注意を集中する時間を変えた時、以上 2 つの場合の時間窓の形状について検討を行った。

2. 実験方法

実験は二区間強制選択法を用いて行う。実験に用いた刺激のタイムパターンを図 1 に示す。本実験では、観測区間 2000ms と 3000ms の 2 つの場合について測定を行った。

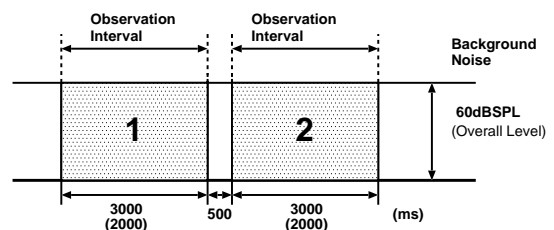


図 1. 刺激のタイムパターン

検出信号は時間的な注意を向けさせたい時間に発生させる Target 音、それ以外の時間に発生させる Probe 音の 2 つがある。まず、観測区間の長さを変化させ、Target 音

* Effect of an attention on auditory time window -Temporal analog of the attention filter-
By Kayo NODA, Hiromitsu MIYAZONO†, Tsuyoshi USAGAWA and Masanao EBATA (Kumamoto University, †Prefectural University of Kumamoto)

をその中心に設定して実験を行った。すなわち、観測区間 2000ms の際にはマスキングの立上りから 1000ms, 3000ms の際には 1500ms の点を Target 音とする。このときの信号の生起時間を図 2 に示す。

次に、観測区間 2000ms においてのみ、Target 音を前方、マスキングの立上りから 750ms の点に設定して実験を行った。このときの信号の生起時間を図 3 に示す。いずれの場合も、Probe 音は、Target 音を中心として前後に 2 点ずつ 250ms 間隔で設定し、以上計 5 点の生起時間における閾値の測定を行う。

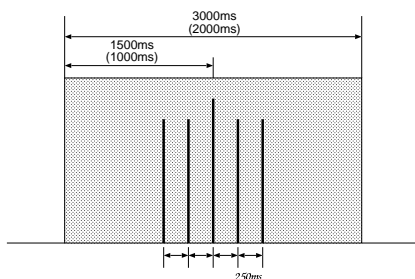


図 2. 信号の生起時間 1

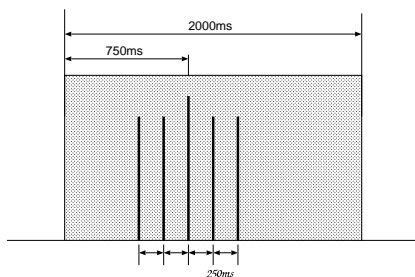


図 3. 信号の生起時間 2

検出信号には継続時間 10ms, 周波数 1000Hz の純音を用いた。Target 音と Probe 音はランダムに提示するが、その出現頻度を 4:1 とすることで、Target 音へ被験者の注意を向けた。検出信号のレベルは、それぞれの被験者の閾値付近に 2dB 間隔で 5 段階に設定した。妨害音には広帯域ノイズ (500 ~ 2000Hz), 音圧レベル 60dB を用いた。その継続時間は、先に記した通り 2000ms と 3000ms の 2 つの場合について実験を行った。

実験は、簡易無響室内で 1 人ずつ行い、被験者は提示音をヘッドホン (STAX-Pro) により両耳で聴取した。応答は、手元の応答ボックスを用い、区間 1 又は 2 のどちらに信号音が聞こえたかを応答させた。本実験では、正常な聴力を有する大学生 3 名に対して測定を行った。

3. 実験結果

まず、Target 音を観測区間の中心に設定した際について記す。

実験により各被験者ごとの精神測定関数が得られる。その関数に対して最尤推定法を用い、それぞれの生起時間に提示される信号音に対する 75% 検出閾値を求めた。これを Probe 条件下での閾値とする。さらに、それぞれの生起時間ごとに、その生起時間においてのみ信号を提示した状態での閾値を同様にして求めた。これを Control 条件下での閾値とする。Control 条件下と Probe 条件下での閾値の差をとり、検出閾値の移動量とした。

各被験者ごとの検出閾値の移動量を、図 4 ~ 図 6 に示す。グラフの横軸は信号の生起時間、縦軸は検出閾値の移動量を示しており、グラフは観測区間 2000ms と 3000ms の場合を示している。このときの横軸の値は Target 音の生起時間、すなわち継続時間の中心を 0ms, それより前の生起時間を負の値、後の生起時間を正の値として示す。

このグラフにおいての下方への移動は Control 条件下での閾値に対する検出力の低下を示しており、ちょうど 0 である際に、Probe 条件下と Control 条件下での検出閾値が一致していることを示す。すなわち、検出閾値の差が 0 に近いほど、特定の生起時間に向けた注意の影響は小さく、差が大きいほど、注意を向けた際の影響が大きいと言える。

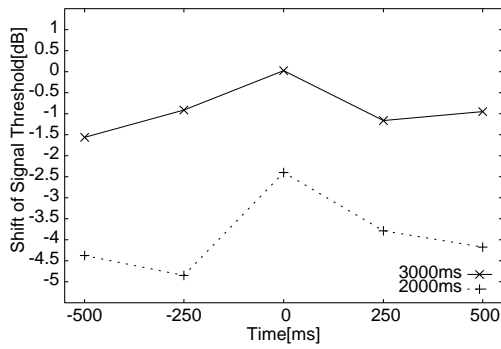


図 4. 検出閾値の移動量 (被験者 A)

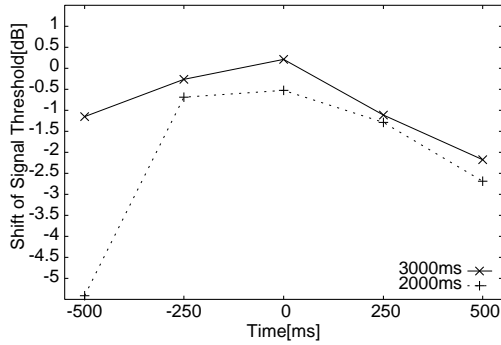


図 5. 検出閾値の移動量 (被験者 B)

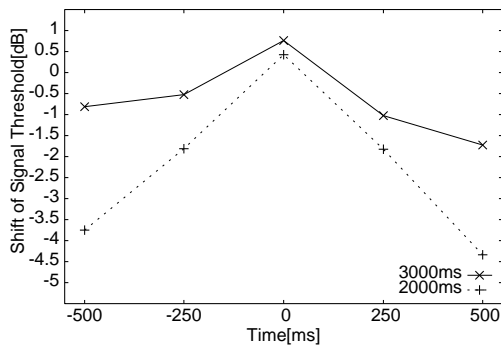


図 6. 検出閾値の移動量 (被験者 C)

次に、観測区間 2000ms において、Target 音を前方 750ms の点に設定した際について記す。

先程と同様にして、検出閾値の移動量を求める。

各被験者ごとの検出閾値の移動量を、図 7~図 9 に示す。グラフの横軸は信号の生起時間、縦軸は検出閾値の移動量を示している。このときの横軸の値は、観測区間の立上りからの時間であり、グラフは観測区間 2000ms において Target 音をそれぞれ 750ms と 1000ms に設定した場合を示す。先程と同じく、このグラフにおいての下方への移動

は Control 条件下での閾値に対する検出力の低下を示しており、ちょうど 0 である際に、Probe 条件下と Control 条件下での検出閾値が一致していることを示す。

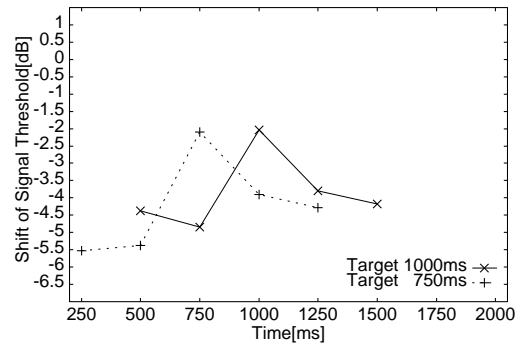


図 7. 検出閾値の移動量 (被験者 A)

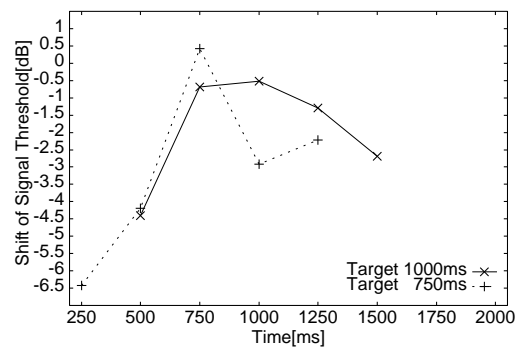


図 8. 検出閾値の移動量 (被験者 B)

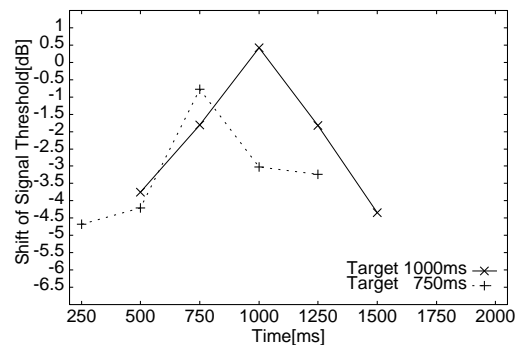


図 9. 検出閾値の移動量 (被験者 C)

4. 検討

本実験の結果は、同一の観測区間、生起時間に対して、特定の時間に注意を向けた場合と信号の提示される時間を完全認識した場合との検出力の差を示している。このことから図 4~図 9 は、Target 音に注意を向けた際にそれぞれの生起時間における検出力がどう影響を受けるかを示していると言

える。つまり、このグラフの形状を注意フィルタの形状だと考えることができる。

全てのグラフで、注意を向けた Target 音の生起時間で最も検出力への影響が少なく、そこから離れるにしたがって差が大きくなるような上に凸の形状を示している。すなわち、全ての場合において、グラフと同様の形状をした注意フィルタが形成されていると言える。

図 4～図 6 を見ると、全ての被験者で観測区間 2000ms の場合に比べて、3000ms の場合の時間窓の方がブロードとなっている。これは、注意を向けるべき時間が大きくなったために、注意を向けるべき中央 (Target 音の生起時間) に対する時間知覚があいまいになったためと考えられる。しかし、この時間知覚が、観測区間全体の中央を捉えているのか、観測区間オンセットからの継続時間を捉えているのかは、この結果のみからでは明らかにはできない。

そこで、観測区間 2000ms において、Target 音を前方の 750ms の点に設定し、中央 1000ms の場合との時間窓の形状の比較を行った。その結果を図 7～図 9 に示す。どの被験者においても、750ms に注意を向けた場合に比べて、1000ms に注意を向けた場合の方が時間窓の形状はブロードだと言えそうである。

このことから、注意を向ける時間の知覚には、観測区間のオンセットからの継続時間が影響していると言えそうである。

5. まとめ

本研究では、不確定な時間に提示される信号を聴取する際に、注意がどのような影響をおよぼすか、ということに着目し、聴取実験を行い、その結果について考察、検討を行った。

その結果として、以下のことが明らかとなった。

- 特定の生起時間に注意を向けると、そこから離れるにしたがって低下するような時間窓が聴覚系に形成される。
- 注意を向ける時間の知覚は、観測区間の立上りからの継続時間が短いほど精度が高くなる。

しかし、注意を向ける時間の知覚が、観測区間のオンセットからの継続時間により行われているとするには、まだ十分ではない。そこで、今後は観測区間の後方に注意を向けた状態での時間窓の形状を求め、比較、検討を行う予定である。

参考文献

- [1] Penner M.J. ,Cudahy Edward. :“Critical masking interval:a temporal analog of the critical band”
J.Acoust.Soc.Am. 54 (3),1530-1534 (1973)
- [2] Ebata M. ,Miyazono H. ,Suzuki S. ,Usagawa T. ,Scharf B. :“Auditory detection of multiple targets”
J.Acoust.Soc.Jpn(E). 18 (4),(1997)
- [3] 江端, 鈴木, 園田, 田尻, 宇佐川:
“信号検出における選択聴取の効果”
日本音響学科誌 pp.224-228(1992)
- [4] Plack, C. j. ,Moore, B. C. J. : “Temporal window shape as a function of frequency and level”
J.Acoust.Soc.Am. 87 ,2178-2187(1990)
- [5] Marie-Claire Botte : “Auditory attentional bandwidth: Effect of level and frequency range”
J.Acoust.Soc.Am. 98 ,2475-2485(1995)
- [6] Marie-Claire Botte : “Auditory attentional bandwidth: Effect of level and frequency range”
J.Acoust.Soc.Am. 98 ,2475-2485(1995)