

逸脱音の提示は視覚刺激検出に促進効果を及ぼすか

立教大学文学研究科 小林まおり 立教大学 長田佳久

Dose a salient tone affect the detection of a visual target ?

Maori KOBAYASHI and Yoshihisa OSADA (Rikkyo University)

In an experiment in which visual targets were presented in synchronization with an auditory stimulus, Kobayashi & Osada (2002) found that when the auditory stimulus had a salient tone, detection time was faster. Both the salient and distractor tone occurred with targets. However, as the salient tone only ever occurred with target items, there was a possibility that it acted as a cue. The current experiment checked for this effect by randomly synchronizing the salient tone with both targets and distractor. Salient tone had no effect on detection time. This indicates that presentation a salient tone had no influence on detection of a visual target.

Key words : cross-modality, visual detection task, salient tone

はじめに

感覚および知覚などのメカニズムの研究では、個々のモダリティごとに扱う伝統的な立場がある一方、複数の感覚間に渡る特性を扱う立場も存在する。感覚受容器や神経系の構造から人間の感覚・知覚を捉えるならば、前者の立場は理論的により簡潔なモデルを想定できるし、モデルをもとにした単独のモダリティに焦点を当てた研究は、今日まで視覚を中心に目覚ましい発展を遂げてきた。しかし、人間の複雑な知覚メカニズムを解明するためには、後者の見地による研究もまた重要である。このようなマルチモーダルな現象を扱う研究は multi-modal perception, inter-sensory perception, bi-modal perception などと呼ばれる。マルチモーダルな現象は様々な感覚間で示されているが、特に視覚-聴覚間で多く報告されている。代表的な現象としては腹話術効果 (ventriloquism effect) やマガーク効果 (McGurk effect) があげられる。前者は腹話術の場面でみられるよ

うな音源とは別の場所にある視覚対象が音源であるかのように知覚される現象をいう。後者のマガーク効果は、たとえば /na/ と発生している話者の映像に /pa/ という音声を同期した場合、映像を見ながら音声を聞くと /ta/ という第3の音声を知覚する現象である。これらは視覚刺激によって聴覚の音源定位、あるいは音韻知覚が影響される現象であり視覚情報と聴覚情報が統合されて1つの知覚が生じることを示している。また信号検出課題において聴覚刺激の提示によって視覚刺激検出が促進あるいは抑制されることが報告されている。この課題では、両刺激に対する反応を求めると視覚刺激の検出が低下する抑制効果が生じ、どちらか一方の刺激に対してのみ反応を求めると刺激検出が向上する促進効果が生じる。この効果は反応時間実験にも典型的に現れる。注意の情報処理説明モデルからこの効果を説明する立場では、促進効果は他方の刺激の注意喚起機能によるものであり、抑制効果は処理の限界量特性に帰せられる (丸山, 1994)。またこのような2つの感覚刺

激に対して見られる促進効果を神経生理学的な見地から検討する立場では、Costin, Neville, Meredith, & Stein. (1991) らは反応時間実験の誘発電位を測定したところ、単独で提示した場合よりも異種モダリティの刺激を組み合わせた場合に振幅の大きい電位を得た。彼らは異なる感覚モダリティの刺激を組み合わせて提示すると刺激の強度が増進されると主張している。またStein らは視聴覚刺激が時空間的に一致して提示されると、脳幹の背側部に位置する上丘深層の多数の感覚に応答する多感覚応答細胞 (multimodal neuron) の興奮性細胞の発火が増加し、他方、時空間の一致が失われると抑制性の反応が生じることを報告した。この結果から彼らは視聴覚刺激が時空間的に一致して提示されると刺激が増幅され、反応時間が短縮されるとしている。

小林・長田 (2001) は時間的に連続する4種類の視覚パターンから成る視覚刺激系列と4つの純音から成る聴覚刺激系列を同期させて提示する実験を行い、聴覚刺激が視覚刺激検出に与える効果を検討し、聴覚刺激がすべて同一の周波数である条件 (統制条件) と視覚ターゲットと同期する音のみが異なる周波数 (逸脱音) である条件 (逸脱音条件) を比較した。その結果、統制条件に比べ逸脱音条件では視覚ターゲット検出にかかる反応時間の短縮が見られ、逸脱音の提示によって視覚ターゲットの検出が促進されることが示唆された。しかし、この実験では逸脱音が提示される場合、常に逸脱音は視覚ターゲットと同期して提示されていたため、逸脱音の提示がターゲット出現の手がかりになっていた可能性があった。また逸脱音の提示自体が反応時間を短縮させる効果を持つのであれば、逸脱音の提示をランダムにし、必ずしも逸脱音がターゲット検出の手がかりとはならない条件下で、逸脱音がターゲットと同期していれば、反応時間の短縮が認められると考えられる。本研究では逸脱音の出現をランダムにし逸脱音の提示がターゲット検出の手がかりとならない条件下で、逸脱音の提示が視覚ターゲット検出に及ぼす効果を検討した。

方 法

被験者 視覚・聴覚ともに正常な大学生、および大学院生5名 (男性3名、女性2名) であった。

装置 実験は防音室で行われ、実験制御用コンピューター (Apple社 PowerBook G3) に刺激提示用17インチカラーモニター (SONY Trinitron Multiscan E200) を接続し、Shellライブラリーを用いてC言語で作成したプログラムによって刺激提示と反応計測を行った。聴覚刺激提示にはスピーカー (SONY SP1) を2台使用し、モニターの左右5°の位置に配置した。被験者は暗室内でチンレストにより頭部を固定され、モニターから57cm離れた位置から観察した。反応はテンキーボードによった。

刺激 視覚刺激は4×4 (4°×4°) の仮想マトリックス上にランダムに提示した小さな4つの白いドット (輝度1.924cd/m²) で、各ドットサイズは0.2°×0.2°であった。ターゲットはドットをダイヤモンド型に配置したもので、マトリックスの左上、左下、右上、右下のいずれかに提示し、ランダムに提示した4つのドットをディストラクターとした。視覚刺激は1試行4回提示し、常に3回目にターゲットを提示した。各視覚刺激を98ms提示後、98msのマスク後にブランクとして背景と同輝度の画面を60ms提示した。背景の輝度は1.433cd/m²であった (Figure 1 参照)。聴覚刺激は1000Hz (以下L)、1259Hz (以下H) の純音を使用し、各刺激は98ms提示した。クリック音が聞こえないようにするため、刺激の開始時と終了時の5msをフェードイン・アウトのため操作した。提示した聴覚刺激系列は2番目の聴覚刺激のみが、1、3、4番目と異なり、1259HzであるLHLL (以下2 frame条件)、3番目の聴覚刺激のみが1、2、4番目と異なる1259HzのLLHL (以3 frame条件)、4番目の聴覚刺激のみが1、2、3番目とは異なる1259HzのLLLH (以下4 frame条件)、4音全てが同一の1000HzのLLLL (以下no-H条件) の4条件を設定した。全ての視覚刺激を聴覚刺激と同期して提示した。

手続き 被験者のキー押しによって試行を開始し、キー押し後300, 500, 700msのうちランダムな間隔で試行を開始した。被験者の課題は仮想マトリクス上の視覚ターゲットの位置をできる限り速く正確に報告することであり、視覚刺激がマトリクス上の左上に提示されたならば“4”を、左下ならば“1”を、右上ならば“6”を、右下ならば“3”のキーを押すよう教示した。あらかじめ被験者にはターゲットが3番目に提示されることを教示した。

(視覚ターゲットが提示される位置4条件) × (聴覚刺激系列4条件) × 4 = 64試行を1セッションとし、5セッション計320試行を行ったが、全ての試行においてターゲットの各位置、各聴覚刺激系列の提示はランダムであった。実験に先立って、各被験者は本実験の前にあらかじめ1セッションの練習試行を行った。

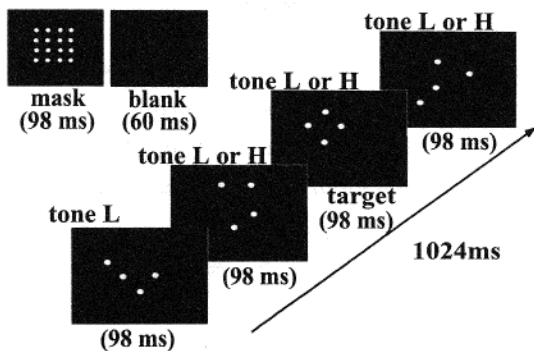


Figure 1 1試行の流れ

聴覚刺激と視覚刺激は常に同期し、逸脱音(H)は2, 3, 4番目のいずれかに提示した。視覚ターゲットは常に3番目に提示され、被験者の課題はその位置(図では左上)を報告することだった。1試行は(視覚刺激97ms+マスク97ms+blank60ms) × 4回=1024msであった。

結果

聴覚刺激条件別にターゲット検出時の正答率と反応時間をFigure 2, およびFigure 3に示した。データは被験者全員の測定値を平均化したものである。

正答率 Figure 2に各聴覚刺激条件での正答率を示す。各条件における平均正答率は2 frame条

件において54.4%, 3 frame条件では56.2%, 4 frame条件では51.9%, そして以下no-H条件では53.4%であった。他の3条件に比べ3 frame条件において正答率が高くなるが、各平均値を角変化し1要因の分散分析を行った結果、聴覚刺激の効果は認められなかった($F(3, 16) = .737, ns$)。

正反応時間 Figure 3に聴覚刺激条件による反応時間を示す。ここでは正答のみの反応時間を測定として用いた。また平均値より±2SDのものを外れ値として統計から除外した。平均正反応時間は2 frame条件において967.7ms, 3 frame条件では926.8ms, 4 frame条件では952.6ms, そして以下no-H条件では947.1msであった。他の3条件に比べ3 frame条件の反応時間が最も短縮

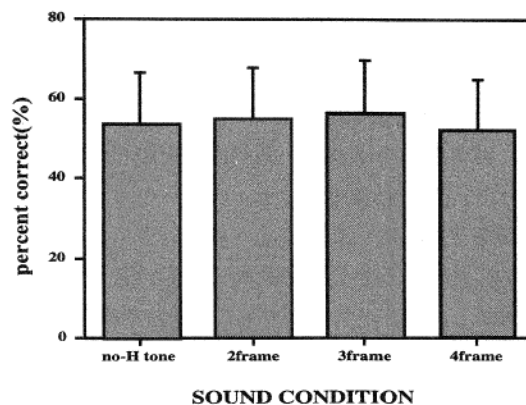


Figure 2 聴覚刺激条件における正答率の差異

エラーバーは標準誤差を示す

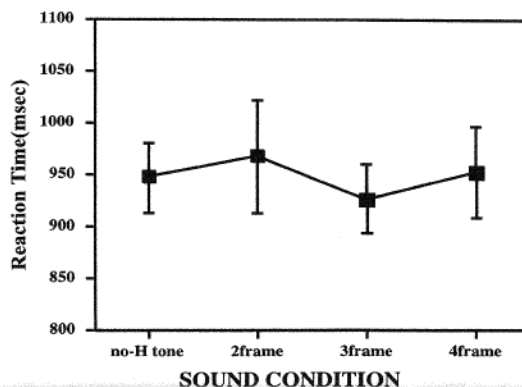


Figure 3 聴覚刺激条件における反応時間の差異

エラーバーは標準誤差を示す

された。各値を対数変換し、聴覚刺激条件の1要因の分散分析を行った結果、聴覚刺激の有意な効果は認められなかった ($F(3, 16) = .952, ns$)。

討 論

逸脱音の出現をランダムにして、逸脱音・ターゲットの同期条件で、反応時間が短縮するならば、逸脱音の提示自体が視覚ターゲットの検出を促進させていることになる。一方、本研究で逸脱音による反応時間の短縮が見られないならば、先行研究の結果は逸脱音と視覚ターゲットが常に同期して提示されたことによると考えることができる。本研究の結果ではいかなる条件においても視覚ターゲットの検出率、および反応時間に差異が認められず、このことから視覚ターゲット検出は周波数が異なる聴覚刺激によって影響を受けないことが示唆された。本研究と類似した結果が近年、Martens & Ward (1997) によって報告されており、ある感覚モダリティ系列内で逸脱した刺激の提示が他方の感覚モダリティのターゲット検出に影響を及ぼさないことが示されている。彼らは時間的に連続する視覚刺激系列と聴覚刺激系列を同時提示し、モダリティ間で生じる干渉を検討した。実験では視覚刺激系列に2種の文字パターン、聴覚刺激系列に2種の音声が用いられ、同一モダリティ、あるいは異種モダリティの2系列からターゲットを検出することが被験者に求められた。その結果、同一モダリティ内では著しく成績が落ちたのに対し、異種モダリティ間では成績の違いは認められなかったため、彼らはcross-modalな干渉が生じないと論じた。このように聴覚刺激系列内で逸脱した刺激を提示しても、その提示は視覚刺激検出に影響を与えないことが考えられる。

本研究の小林・長田 (2002) の結果は逸脱音と視覚ターゲットの提示が常に同期していたことによると推測できる。これは視覚ターゲットと逸脱音が必ず同期して提示されたことによって被験者にある種の“構え”が生じ、期待が刺激検出に影響を与え、その結果逸脱音を提示した条件では反応時間が短縮された可能性があると考えられる。

Posner & Cohen (1984) は手がかり刺激とターゲットが一致する確率を操作して実験を行ったところ、その確率が高いほど反応時間が短縮されることを報告した。小林・長田 (2002) では逸脱音の提示は必ずターゲットの提示を示しており逸脱音の手がかりとなる確率が100%であったのに対し、本研究では逸脱音がターゲット出現を示す確率は全ての条件において同等であったため、反応時間は変化が見られなかったと考えられる。このことから聴覚刺激が視覚刺激検出に及ぼした促進効果 (小林・長田, 2002) は、あらかじめ被験者が視覚刺激と聴覚刺激の関連性を認知し、聴覚情報を積極的に利用したことによると推察できる。つまり2つの感覚モダリティにおける刺激特性は低次ではそれぞれのモダリティで並列に処理されて、互いに影響しあうにはより高次のトップダウンの情報が必要であるという可能性が考えられる。

引用文献

- Costin, D., Neville, H. J., Meredith, M. A., & Stein, B. E. 1991 Rules of multisensory integration and attention: ERP and behavioral evidence in human. *Soc. Neurosci. Abstr.*, **17**, 656.
- Duncan, J., Martens, S., & Ward, R. 1997 Restricted attentional capacity within but not between sensory modalities. *Nature*, **387**, 808-810.
- 小林まおり・長田佳久 2002 視覚刺激検出に与える聴覚刺激の効果 立教大学心理学研究, **43**, 63-67.
- 丸山欣哉 1994 感覚間の相互関連と情報処理 大山正・今井省吾・和気典二 (編) 感覚知覚ハンドブック 誠信書房 Pp.80-98.
- Posner, M. I., & Cohen, Y. 1984 Components of visual orienting. In H. Bouma, D. Bouwhuis (eds.), *Attention and Performance X*. Lawrence Erlbaum Associates. 531-556.
- Stein, B., & Meredith, M. A. 1993 *The merging of the senses*. MIT press