

視聴覚統合による呈示時間の長さ知覚への影響

山口 泰優*・岡嶋 克典**

* 横浜国立大学大学院 環境情報学府

** 横浜国立大学大学院 環境情報研究院

〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-7

1. はじめに

視聴覚統合において、聴覚からの時間情報が視覚からのそれよりも優勢であると考えられてきた。しかし近年の研究によって、視覚と聴覚は互いに時間的な情報を捕獲しあうことが示唆されている¹⁾。そこで本研究では、視聴覚統合時の捕獲の時間的基準対応点、オンセットとオフセットのどちらなのか、あるいは両方なのかを明らかにするために、視聴覚統合による呈示時間の長さ知覚への影響について実験的に検討した。

2. 実験

これまでもよく行われている音と光の順序判断実験では、視聴覚統合時のオンセットとオフセットの効果を分けて検討することが不可能である。そこで今回、呈示時間 (duration) 知覚に着目した。音と光を同時に被験者に呈示し、音と光のオフセットを時間的に一致させ、オンセットだけをずらした条件で、被験者の主観的な呈示時間の長さを測定すれば、オンセットで視聴覚間の捕獲が生じているかどうか分かる。また逆に、オンセットを合わせてオフセットだけをずらした条件で測定すれば、オフセットで捕獲が生じているかが分かる。以上が実験原理の概要である。

実験は暗室中で行い、音刺激はヘッドホン (SENNHEISER HD280pro)、視覚刺激は液晶

ディスプレイ (SONY SDM-S75F) に呈示し、顎固定台で視距離を 35 cm に固定した。刺激には音刺激と視覚刺激があり、基準刺激の後に対象刺激を続けて呈示した。

被験者には「基準刺激と対象刺激のどちらが長いと知覚されたか」を応答するよう教示し、被験者は刺激呈示直後にマウスの右クリック (対象刺激が長い) か左クリック (基準刺激が長い) を押して応答した。ただし、聴覚が視覚から受ける影響を測定する際は、被験者に視覚刺激を無視して音刺激だけに注目するように、また視覚が聴覚から受ける影響を測定するときは音刺激を無視して視覚刺激だけに注目するよう求めた。

2.1 実験 1

2.1.1 目的と条件

視聴覚統合における時間的捕獲が刺激のオンセット・オフセットのどちらで起こっているかを明らかにするために、実験 1 では視覚が聴覚から受ける影響を調べた。

刺激は基準刺激と対象刺激から成る。基準刺激は呈示時間がともに 800 ms の音刺激と視覚刺激を同期させ、音刺激と視覚刺激のオンセットとオフセットの両方が同期している。

対象刺激には大きく 3 種類の条件 (完全同期条件、オンセット一致条件、オフセット一致条件) を用意した。完全同期条件は、基準刺激と同様に同じ長さの呈示時間の音刺激と視覚刺激を同期させた条件で、呈示時間は 530, 670, 730, 800, 870, 930, 1070 ms の 7 条件を設定した。オンセット一致条件は、音刺激と視覚刺激のオン

セットだけを合わせ、オフセットをずらした条件で、呈示時間は音刺激が 800 ms で視覚刺激が 530, 670, 730, 870, 930, 1070 ms とした。オフセット一致条件は、オンセット一致条件とは逆にオフセットだけを合わせ、オンセットをずらし、呈示時間はオンセット一致条件と同一とした。

対象刺激は以上の 19 条件で、一条件につき 20 試行ずつ合計 380 試行をランダムに行なった。

視覚刺激には一辺 5.2° の白 (140 cd/m^2) の正方形で背景輝度は 1.8 cd/m^2 、聴覚刺激には 800 Hz, 56 dB の純音を用いた。また、被験者は視力にも聴力にも異常の無い学生 3 名である。

2.1.2 結果と考察

完全同期条件は、音刺激と視覚刺激の呈示時間が同じ長さのため、音刺激の呈示時間が長いほど対象刺激の視覚刺激が基準刺激のそれよりも長いと応答する確率が高くなると予想された。

一方、オンセット同期条件とオフセット同期条件は、視覚刺激の呈示時間が 800 ms で固定されている。これは基準刺激と同じ長さであるため、もし音刺激による捕獲がなければ、音刺激の呈示時間に関わらず、対象刺激の視覚刺激が基準刺激のそれよりも長いと応答する確率は 0.5 付近になるが、逆にもし音刺激の呈示時間によって応答確率が異なっていれば、聴覚による捕獲があると言える。

図 1 は、3 人の被験者について、横軸に対象刺激の音刺激の呈示時間、縦軸に対象刺激の視覚刺激が基準刺激のそれよりも長いと応答した確率をとったグラフである。ただし、対象刺激の音刺激の呈示時間が 530, 1070 ms の条件については、被験者が明らかに音刺激と視覚刺激の呈示時間の違いに気付いていたため、解析からは除外した。

完全同期条件での結果（ダイヤのシンボル）は、予想通り音刺激の呈示時間が長くなるほど対象刺激の呈示時間が長いと答える確率が増えることを示している。

また、オンセット同期条件（三角のシンボル）

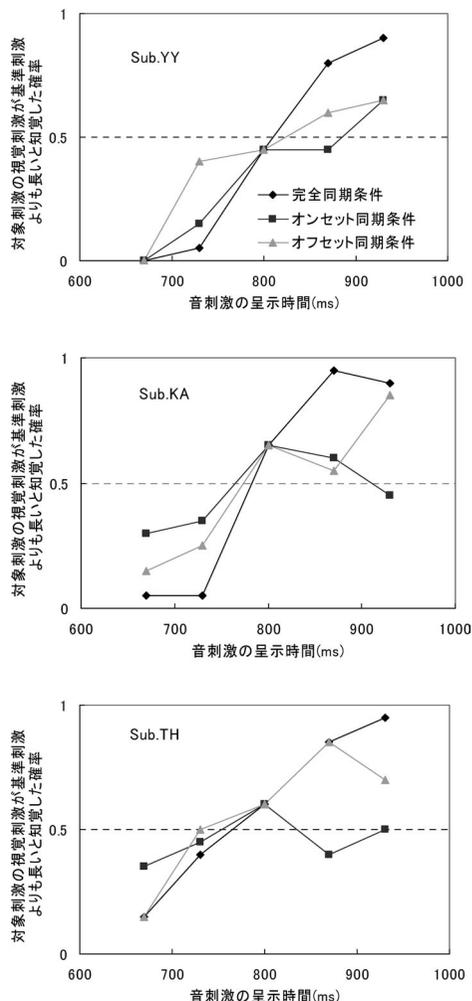


図 1 音刺激の呈示時間の長さとは応答確率の関係。

とオフセット同期条件（四角のシンボル）の結果においても、音刺激の呈示時間が増えるほど対象刺激が長いと応答した確率が高くなっている。これは、オフセットとオンセットの両方で聴覚情報は視覚情報を捕獲していることを示唆している。ただし、被験者 KA と HT については、オフセット同期条件（四角のシンボル）の対象刺激の音刺激の呈示時間が 800 ms を超えると対象刺激の視覚刺激が長いと応答した確率が下がっている。このことは、音刺激のオンセットが視覚刺激のオンセットよりも先に呈示される場合には捕獲が生じにくいことを示唆し

ている。

2.2 実験 2

2.2.1 目的と条件

実験 1 では、聴覚から視覚への影響を検討したが、実験 2 では視覚から聴覚への影響について検討する。

装置と方法は実験 1 とほぼ同一であるが、刺激条件を実験 1 の音刺激の呈示時間と視覚刺激の呈示時間の条件を入れ替えた状態で行なった。

2.2.2 結果と考察

図 2 は、3 人の被験者について、横軸に対象

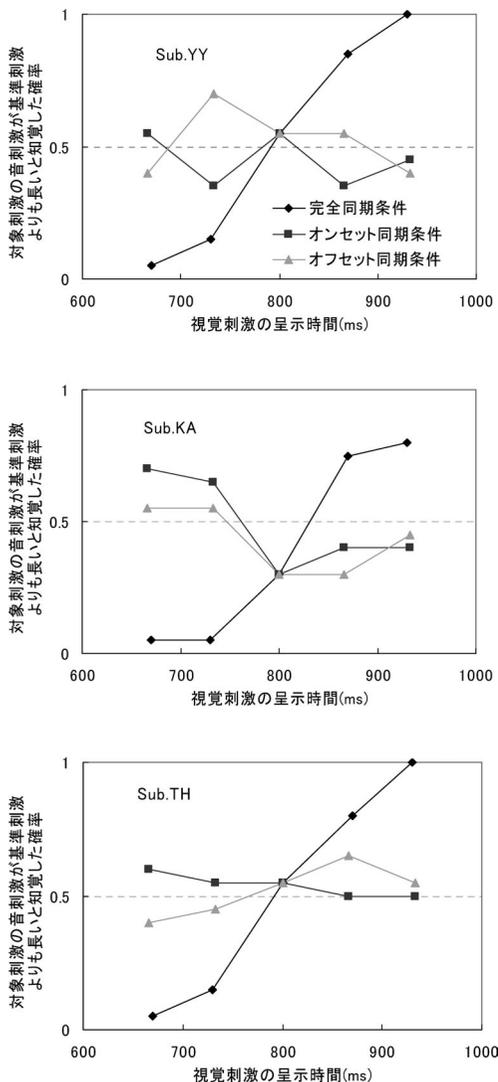


図 2 視覚刺激の呈示時間の長さと応答確率の関係。

刺激の視覚刺激の呈示時間、縦軸に対象刺激の音刺激が基準刺激のそれよりも長いと応答した確率をとったグラフである。

完全同期条件は実験 1 と同一の条件であり、実験 1 とほぼ同じ結果が得られている。一方、オンセット同期条件とオフセット同期条件は視覚刺激の呈示時間の長さに関わらず確率 0.5 の付近に集中している。以上のことから、呈示時間の長さ知覚においては、視覚から聴覚への捕獲は生じないと言える。

2.3 実験 3

2.3.1 目的

実験 1 の結果から、刺激のオンセットとオフセットの両方で聴覚による視覚の捕獲が生じていることを示した。次に実験 3 では、このような捕獲時におけるオンセットとオフセットの対応関係について検討した。

我々は 2 つの仮説を立てた。一つは、オンオフ対応説である。すなわち、聴覚情報のオンセットは視覚情報のオンセットを、聴覚情報のオフセットは視覚情報のオフセットだけを捕獲するという仮説である。もう一つは時間的最近接対応説で、オンセット・オフセットには関係なく、時間的に最も近いイベントが捕獲し合うという仮説である。これら二つの仮説のうち、どちらが正しいかを明らかにすることが実験 3 の目的である。

2.3.2 条件

実験 3 では、全ての視覚刺激に二段階オンセット刺激を用いた。二段階オンセット刺激では、最初に輝度レベルが 29 cd/m^2 の四角形が呈示され（一段階目のオンセット）、ある時間経た後にその四角形の輝度が 140 cd/m^2 に変化し（二段階目のオンセット）、その状態が 130 ms 続いた後、消失する。一段階目のオンセットから二段階目のオンセットまでの時間は、刺激全体の呈示時間によって決まる。音刺激については実験 1 と同一の刺激を用いた。

実験 3 も、実験 1 と同様に基準刺激の後に対象刺激を続けて呈示し、被験者に前後の視覚刺激の呈示時間の長さを比較させた。

基準刺激は 800ms の視覚刺激（二段階オンセット刺激）と音刺激を同期させた刺激対である。対象刺激には、完全同期条件とオンセット同期条件を設定した。完全同期条件は、呈示時間は 670, 730, 800, 870, 930ms の 5 条件を用意した。オンセット同期条件の呈示時間は、音刺激が 670, 730, 870, 930ms, 視覚刺激が 800ms とした。被験者は、視力にも聴力にも異常の無い 2 名の学生であった。

2.3.3 結果と考察

今回、オンセット同期条件の音刺激の呈示時間が 670ms の条件に注目する。この条件は、音刺激のオフセットと視覚刺激の二段階目のオンセットが同期している。オンオフ対応説に従えば、音刺激のオフセットと視覚刺激のオフセットとの間で捕獲が起こり、対象刺激の二段階オンセット刺激の呈示時間の長さ知覚は実際よりも短く知覚されるであろうと予想される。一方、最近接対応説に従えば、捕獲は音刺激のオフセットと視覚刺激の二段階目のオンセットとの間で生じるため、呈示時間の長さ知覚は実際の

長さと同じ（応答確率が 0.5 付近）になると予想される。

図 3 は、横軸に対象刺激の音刺激の呈示時間、縦軸に対象刺激の音刺激が基準刺激のそれよりも長いと応答した確率をプロットしたグラフである。

完全同期条件で音の呈示時間が 670ms の条件（図中に丸で囲った四角のシンボル）では、明らかに応答確率が低くなっている。すなわち、音のオフセットに視覚刺激のオフセットが捕獲されたことを示唆しており、オンオフ対応説を支持する結果といえる。

3. ま と め

実験 1 では、聴覚の呈示時間の長さが視覚の呈示時間の長さに影響を与えることを示した。またこの現象が、オンセットが同期した条件とオフセットが同期した条件の両方で生じていることから、視聴覚間の時間的捕獲はオフセットとオンセットの両方で生じていることが示唆された。実験 2 では、視覚刺激が聴覚刺激の呈示時間に与える結果は得られなかった。実験 3 では、二段階オンセット刺激を用いた実験によって、聴覚情報のオフセットは視覚情報のオフセットを捕獲することを示した。これは、聴覚情報が視覚情報を捕獲の際に、オンセット同士あるいはオフセット同士を選択して捕獲しており、時間的に近接していてもオンセットとオフセット間では捕獲は生じないことを示唆している。

以上の結果から、捕獲する際には刺激の強さの時間微分値を対応させているのではないかという仮説を立てた。すなわち、オンセットを微分すれば正の値となり、オフセットでは負の値が得られる。視聴覚間でこの正負が同一の組み合わせどうして捕獲を行なっていると考えれば、実験 3 の結果を説明することが出来る（図 4）。この仮説に従えば、単純に視覚刺激のネガポジを反転させれば視覚刺激の微分値の正負も反転するため、事件 3 のようなオフセット同士での捕獲は起こらないことが予想される。そのため、

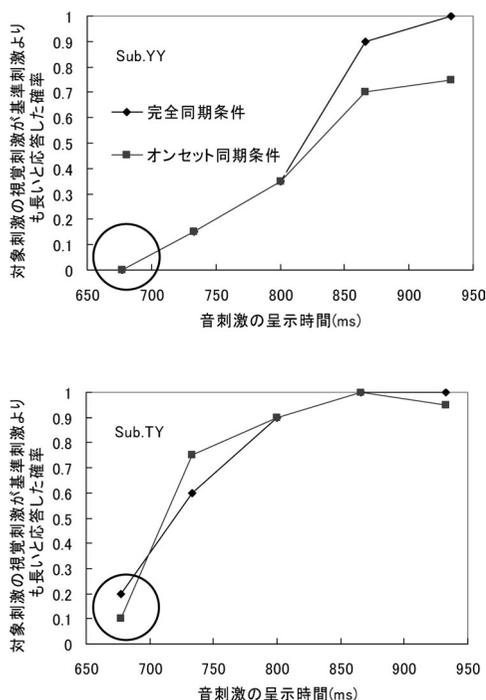
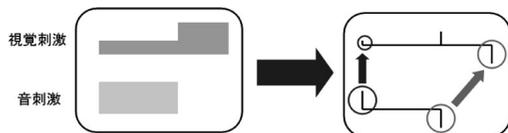


図 3 音刺激の呈示時間と応答確率の関係。



微分値の符号が一致したイベントのみ、捕獲が起きる？

図4 微分モデル.

視覚刺激のネガポジを反転させた条件でも今後実験を行う予定である.

文 献

- 1) Y. Wada, N. Kitagawa and K. Noguchi: Audio-visual integration in temporal perception. *International Journal of Psychophysiology*, **50** (1-2), 117-124, 2003.
- 2) M. Schutz and S. Lipscomb: Hearing gestures, seeing music: Vision influences perceived tone duration. *Perception*, **36** (6), 888-897, 2007.