

Title	視覚-触覚間のクロスモーダルな注意の瞬き現象
Author	中山, 満子 / 林, 美恵子 / 橋本, 文彦 / 太城, 敬良
Citation	大阪市立大学学術情報総合センター紀要. Vol. 5, p.33-38.
Issue Date	2004-03
ISSN	1345-4145
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	Publisher
Publisher	大阪市立大学学術情報総合センター
Description	

Placed on: 大阪市立大学学術機関リポジトリ

Placed on: Osaka City University Repository

視覚—触覚間のクロスモーダルな注意の瞬き現象

中山満子* 林美恵子** 橋本文彦*** 太城敬良****

視覚刺激と触覚刺激間のクロスモーダルな注意の瞬き現象について検討した。連続提示される刺激に対して2つの課題を行う実験条件と、2つ目の課題のみを行う統制条件を比較した。実験1では、第1課題が文字検出、第2課題がギャップ（刺激の省略）検出であるときに、視覚のAB現象が確認された。実験2では第1課題を視覚、第2課題を触覚としたとき、第1課題後約360msecの間は第2課題が阻害されることが明らかになった。

Study on Visio-tactile Cross-modal Attentional Blink

Michiko NAKAYAMA, Mieko HAYASHI, Fumihiko HASHIMOTO and Takara TASHIRO

We investigated the cross-modal attentional blink (AB) between visual and tactile stimuli. There were two tasks in the rapid serial presentations. In the experimental condition, participants were required to respond to both two targets, whereas in the control condition they responded to just the second targets. Experiment 1, visual AB was replicated when the first task was detecting letters and the second task was detecting gap (stimulus omitting). In Experiment 2, processing deficit for the second task was found for about 360 msec after the first task when the first task was visual and the second task was tactile.

キーワード：視覚、触覚、クロスモーダル、注意の瞬き現象

1. はじめに

高速に連続提示される刺激系列の中から、予め定義された2つのターゲットに対する処理（探索、検出、同定、記憶など）を求められる事態において、2つのターゲットが時間的に近接している場合に、後続するターゲットの処理成績が低下する。この現象は、「注意の瞬き現象（Attentional Blink、以下AB現象）」と呼ばれる。AB現象は、人間の情報処理の時間特性を反映していると考えられ、多くの研究が行われている。

AB研究の多くは、視覚に限定したものであるが、聴覚や触覚におけるAB現象に関する研究もいくつか行われている。しかし、2つのターゲットが別々のモダリティで提示される場合に、AB現象が生じるかどうかについては

研究が少なく、一致した結果も得られていない。また、それらの研究はほとんどが視覚—聴覚間のクロスモーダルABを検討したものである。

一方、マンマシンインターフェイスなどへの応用的観点からは、視覚、聴覚のみならず、触覚の注意特性の解明、あるいは触覚と他のモダリティとの間のクロスモーダル特性の解明への要請がある。しかし触覚と他のモダリティとの協応あるいは競合関係についての研究は少ない。そこで我々は、視覚と触覚のクロスモーダルな知覚特性を検討することとし、その一環として今回視覚—触覚のクロスモーダルAB現象について検討した。

2. 先行実験

ここでは我々の行ってきた2つの先行実験について概観する。まず触覚課題が視覚課題に先行する場合（触覚—視覚実験、林ら, 2003a）について述べ、次に視覚課題が触覚課題に先行する場合（視覚—触覚実験、林

*大阪市立大学大学院創造都市研究科

**早稲田大学人間科学部

***大阪市立大学大学院経済学研究科

****大阪市立大学大学院文学研究科

ら, 2003b) の実験結果について述べる。

2.1 触覚-視覚実験

視覚刺激はアルファベット文字(黒色)で、コンピュータ制御されたディスプレイの同一位置に高速系列提示(Rapid Serial Visual Presentation)された。SOAは80msec、提示時間は40msecであった。触覚刺激は、左右の指で保持した携帯電話用バイブレータ2個の振動であった。第1課題(T1)は触覚課題で、刺激系列の中ほどで、右または左のバイブレータが振動した。被験者は左右どちらのバイブレータが振動したかを答えることを求められた。第2課題(T2)は視覚課題で、T1後の文字系列中に60%の確率で含まれる「X」の有無を答えることであった。

大学生26名を被験者とし実験を行った。T1、T2ともに行う実験条件と、振動刺激は無視してT2のみを行う統制条件を被験者間で設けた。実験の結果、T2の正答率は実験条件においても統制条件に比べて有意な低下は見られず、SOAの効果もなかった。つまり触覚課題が時間的に先行する場合、視覚-触覚間のAB現象は見られなかった(図1)。

2.2 視覚-触覚実験

次に視覚課題が時間的に先行する場合について検討した。視覚刺激と触覚刺激を同期させて、高速系列提示した(Rapid Serial Visio-tactile Presentation)。SOAは80msec、提示時間は40msecであった。視覚刺激は黒色のアルファベット文字系列であり、系列中に白色の文字が挿入されている。触覚刺激は、

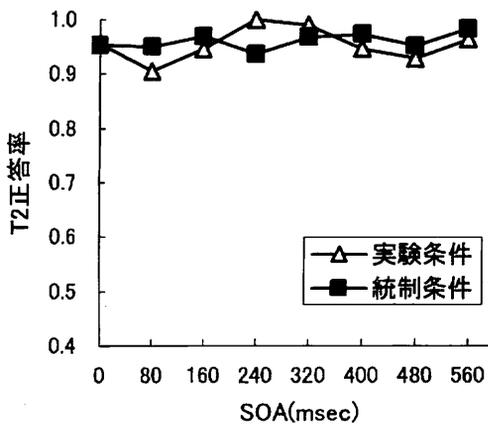


図1 林ら(2003a)の結果

左右いずれかの手指に保持された携帯電話用バイブレータの振動であり、系列中にひとつ他よりも長く振動する刺激が60%の確率で挿入された。T1は、視覚刺激中の白色文字の検出、T2は触覚刺激中の長い振動の有無を答えることであった。

大学生13名を被験者とし、T1、T2ともに行う実験条件とT1を無視する統制条件を被験者内で設けた。実験の結果(図2)、T2の正答率について実験条件と統制条件の差は有意ではなかったが、T2の位置、および条件(実験/統制)とT2の位置の交互作用が有意であった。すなわち、T2がT1後3つ目まで(約240msec)は、実験条件でT2の正答率が低下しており、視覚課題と触覚課題が時間的に近接し、しかも触覚課題が先行する場合に、処理が阻害されていることが示された。

このように先行実験から、視覚と触覚の間でもAB現象が生じる可能性が示唆されている。そこで、本研究では課題を改善して、視覚-触覚間のAB現象について検討した。

3. 実験

3.1 全体的方法

本研究では、視覚刺激を連続して同一位置に高速提示する方法(Rapid Serial Visual Presentation、実験1)と、視覚刺激と触覚刺激を同期させて高速提示する方法(Rapid Serial Visio-tactile Presentation、実験2)を用いた。いずれも、高速連続提示される刺激系列に対して2つの課題を行う。第1課題(T1)は、特定色で定義された文字の検出であり、第2課題(T2)は、1刺激分の提示を

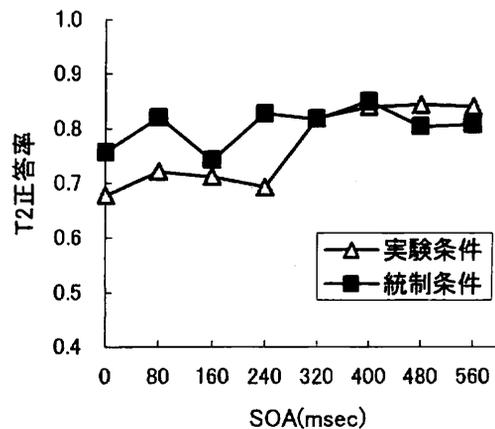


図2 林ら(2003b)の結果

省略するギャップ(刺激が提示されない時間帯)の有無の判断である。

T2をギャップの検出としたのは、T2のモダリティが視覚の場合でも触覚の場合でも(あるいは聴覚の場合でも)行うことができるからであり、視覚のユニモーダルな場合、視覚課題が触覚課題に先行する場合、触覚課題が視覚刺激に先行する場合、そして触覚のユニモーダルな場合を、同一課題で比較するためである。

また、視覚刺激をアルファベット4文字とした。触覚刺激としては、あまり多種類の刺激を用いることが出来ない。振動刺激の場合には、刺激を定義する特徴としては振動周波数、強度、持続時間、刺激の提示される位置(例えば指)などが考えられるが、いずれにしても弁別可能な刺激はせいぜい数種類である。多くの研究で行われているように20数文字のアルファベットを刺激とすると、どうしても視覚刺激と触覚刺激で刺激種類のアンバランスが生じてしまう。そこで、本研究では4文字のアルファベットでもAB現象が生じるかどうかを確認した。

本論では、視覚のユニモーダルな実験(実験1)、視覚課題が触覚課題に先行するクロスモーダルな実験(実験2)について報告する。

3.2 実験1(視覚-視覚実験)

まず第1課題・第2課題ともに視覚刺激を用いたユニモーダル実験を行い、今回用いる課題でAB現象が生じるかどうかを確認した。

被験者：大阪市立大学大学生16名。

刺激：アルファベット4文字(A, B, C, D)を用いた。グレーの背景に、ディストラクタは黒色、ターゲットは白色で提示された。視距離は約35cmで、1文字あたり視角約0.8°であった。

課題とデザイン：1試行中に、2つの課題を設けた。第1課題(T1)は黒い文字系列の中に1文字だけ白色で提示される文字を検出し、同定することであった。第2課題(T2)は、T1後の系列中に50%の確率で出現するギャップ(1刺激の提示省略)の有無を答えることであった。ギャップ時間の出現位置は、T1後1刺激目(+1)から4刺激目(+4)のいずれかで、等確率にランダムに出現した。すなわち176試行のうち半分の88試行はT2の正反応が「ギャップあり」、半分が「ギャップなし」で、さらにギャップあり試行では4分の1(22試行)ずつが+1から+4に割り当てられた。T1の位置は、系列中の1刺激目から7刺激目のいずれかであった。

また実験は実験条件と統制条件の被験者内2条件からなり、別々の日に行われた。2つの条件の違いは、実験条件ではT1、T2ともに行うことを求められるのに対して、統制条件ではT1を無視するよう教示されることであった。条件の順序は、被験者の半数は実験条件が先、半数では統制条件が先であった。

手続き：練習試行に続き、176試行の本実験を行った。図3に1試行の刺激構成を示す。

1試行は、12刺激からなる。凝視点(*)に続いて、ディスプレイの同一位置に4種類のアルファベット(A, B, C, D)が1文字ずつランダム順に提示される。提示時間は1文字あたり25msec、提示間隔(ISI)は65msecであった。被験者は、黒い文字系列の中に1文字だけ白色で提示される文字を検出、同定すること

(T1)と、その後の系列中に50%の確率で出現するギャップ(1文字分の提示の省略)の有無を答えること(T2)を求められた。いずれの反応も、1試行終了後に口頭で行った。

結果：図4に結果を示す。T2の正答率について、条件(実験条件/統制条件)×T2の位置

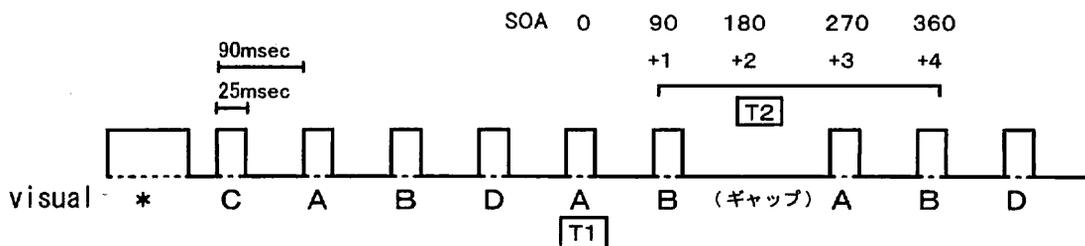


図3 実験1の手続き

ギャップあり試行で、T2が+2の位置の場合を示している

(+1~+4) の 2 要因分散分析の結果、条件の主効果が有意であり [F(1, 15)=7.03, $p < .05$]、統制条件に比べて実験条件において T2 の正答率が有意に低下することが示された。T2 の位置の主効果は有意ではなかった。また条件 × T2 の位置の交互作用が有意であった [F(3, 45)=8.70, $p < .01$]。単純主効果の検定の結果、+2、+3、+4 で実験条件の正答率が統制条件に比べて有意に低いことが示された。

考察：T2 が T1 直後 (+1) の場合には統制条件と実験条件の差がなく、その後+2 から+4 まで、すなわち T1 後 90msec から 360msec では実験条件で T2 の正答率が低下しており、T2 が T1 の影響を受けて処理が阻害されていると考えられる。

今回の課題の特徴は、T2 として刺激が提示されないギャップの検出を用いたことである。従来、AB 現象が生起する要件として、T1、T2 ともに刺激がマスクされていることがあげられていた (Enns, Visser, Kawahara & Di Lollo, 2001)。今回の実験では、T2 刺激はギャップでありオブジェクトではないが、直後刺激によってマスキング効果はあると思われる。問題は、T2 が+1 の場合に、T1 がマスクされないことである。今回の結果では、+1 では正答率が落ちておらず、AB 現象の特徴のひとつとされる Lag-1 sparing が見られている。Lag-1 sparing は、例えば T1 刺激と+1 刺激は一緒に処理されることによると解釈されるが (e.g., Chun & Potter, 2001)、今回得られ

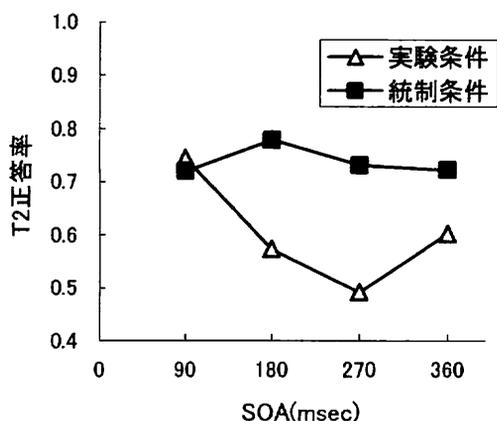


図4 実験1の結果
T1 と T2 の SOA を関数とした T2 の正答率

た結果がこのような Lag-1 sparing なのか、+1 がギャップであるために T1 刺激がマスクされず、T1 が容易であるためなのか、さらに詳細に分析、検討する必要がある。

このような問題は残るが、+2 から+4 までの正答率の低下から、視覚のユニモーダル実験では今回の課題で T1 から T2 への処理の妨害効果が生じると考えられる。実験 2 では、この課題を用いて、視覚から触覚への影響について検討する。

3.3 実験2 視覚-触覚実験

実験 2 では、実験 1 と同様の課題を用いて、時間的に先行する視覚課題が触覚課題に与える影響について検討した。

被験者：大阪市立大学大学生 14 名。

刺激：視覚刺激は、実験 1 と同様であった。触覚刺激は、携帯電話用バイブレータ 4 個を、被験者の利き手の人さし指、中指、薬指、小指に装着し、振動刺激を提示した。振動は、4 指にランダム順に提示された。

課題とデザイン：視覚刺激と触覚刺激が同期して提示された。第 1 課題 (T1) は、実験 1 と同様の視覚刺激に対する課題であり、黒い文字系列の中に 1 文字だけ白色で提示される文字を検出、同定することであった。第 2 課題 (T2) は、触覚刺激に対する課題であり、T1 後の系列中に 50% の確率で出現する振動刺激が 1 つ分提示されないギャップの有無を答えることであった。ギャップの出現位置は、T1 後 1 刺激目 (+1) から 4 刺激目 (+4) のいずれかで、等確率にランダムに出現した。すなわち 176 試行のうち半分の 88 試行は T2 の正反応が「ギャップあり」、半分の 88 試行は「ギャップなし」で、ギャップあり試行では 4 分の 1 (22 試行) ずつ+1 から+4 に割り当てられた。T1 の位置は、1 刺激目から 7 刺激目のいずれかであった。

また実験は実験条件と統制条件の 2 条件からなり、被験者内で別々の日に行われた。2 つの条件の違いは、実験条件では T1、T2 ともに行うことを求められるのに対して、統制条件では T1 を無視するよう教示されることであった。条件の順序は、被験者の半数は実験条件が先、半数では統制条件が先であった。

手続き：練習試行に続き、176 試行の本実験を行った。図 5 に 1 試行の刺激構成を示す。1 試行は、視覚、触覚それぞれ 12 刺激からなり、視覚刺激と触覚刺激は同期して提示された。

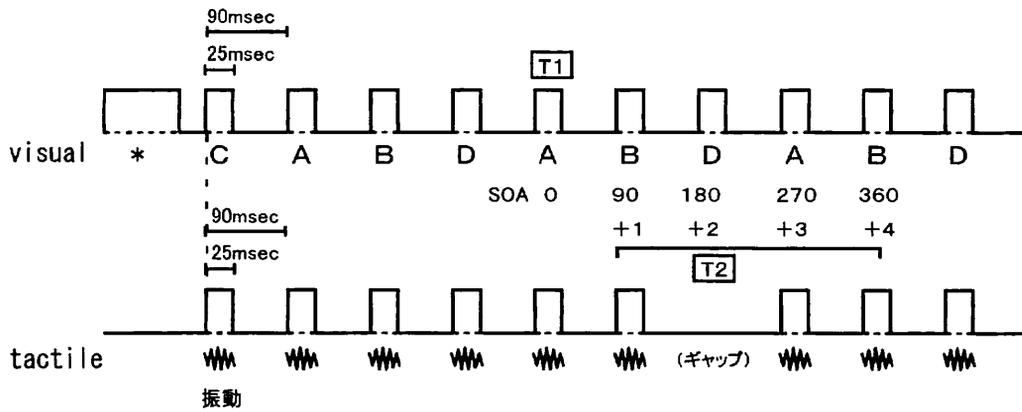


図5 実験2の手続き

ギャップあり試行で、T2が+2の位置にある場合を示している

視覚刺激系列は実験1と同様である。触覚刺激系列は、視覚の第1刺激提示と同時に提示開始され、利き手の4指のいずれかにランダム順に提示される。提示時間は、視覚、触覚ともに1刺激あたり25msec、ISIは65msecであった。ただし、被験者のうち2名は、練習試行後も触覚課題の遂行が困難であったため、触覚刺激の提示時間を30msec、ISIを60msecとした。

被験者は、黒色で提示される視覚刺激系列の中に1文字だけ白色で提示される文字を検出、同定すること(T1)と、その後の触覚刺激系列中に50%の確率で出現する刺激が提示されないギャップの有無を答えること(T2)を求められた。いずれの反応も、1試行終了後に口頭で行った。

結果：T2の正答率を指標とし、図6に結果を示す。条件(実験条件/統制条件)×T2の位置(+1~+4)の2要因分散分析の結果、条件の主効果が有意であり[F(1, 13)=54.60, p<.001]、統制条件に比べて実験条件でT2の正答率が低いことが示された。またT2位置の主効果も有意であった[F(3, 39)=22.46, p<.001]。下位検定(HSD検定)の結果、+1と+2、+3と+4の差は有意ではなかったが、その他の差は有意であり(p<.05)、全体としてT1とT2の時間間隔が長くなると、T2の正答率が低下する傾向が見られた。交互作用は有意ではなかった。

考察：実験2では、時間的に先行する視覚課題から触覚課題への影響を調べた。その結果、統制条件よりも実験条件においてT2の正答

率が低いという結果が得られ、T1とT2がクロスモーダルな事態においても、T1(視覚)がT2(触覚)に影響を及ぼすことが明らかになった。

また実験条件・統制条件ともに、T2の位置が後になるほど、T2の正答率が低下するという結果となった。今回の実験では、SOAが90msecから360msecと比較的短いスパンしか検討していないが、先行研究(Soto-Faraco, Spence, Fairbank, Kingstone, Hillstrom & Shapiro, 2002)の結果から考えると、T1とT2の時間間隔がより長い場合には、T2の正答率が上昇すると推測される。今後、より長い

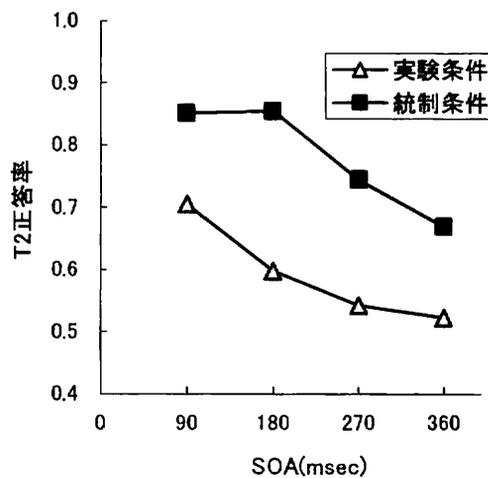


図6 実験2の結果

T1とT2のSOAを関数としたT2の正答率

SOA を設定して検討する必要がある。

また実験 2 では統制条件でも、SOA が長くなると T2 の正答率が低下するという結果となった。触覚刺激が連続して提示されることによって触覚の感度が低下し、後に提示される刺激の検出率が低下している可能性も考えられる。しかし T1 を無視するよう教示する統制条件においても、T2 が T1 の何らかの影響を受けているという可能性は先行研究 (Soto-Faraco et al., 2002) でも指摘されている。視覚情報を提示しない条件や、視覚の T1 刺激 (白文字) を提示しない条件などを設けて、統制条件における T2 正答率の低下が触覚に特有の現象なのか、T1 への無意識的・自動的な注意配分による効果なのかを検討する必要がある。

4. まとめ

実験 1 では、視覚のユニモーダルな AB 現象について検討し、T1 が特定色で定義された文字の検出、T2 がギャップ検出という事態において、AB 現象が生じることを確認した。

実験 2 では、同様の課題を用いて、T1 が実験 1 と同様の視覚課題、T2 が触覚のギャップ検出として、視覚課題から触覚課題への影響について検討した。その結果、時間的に先行する視覚課題は触覚課題へ影響を及ぼすことが明らかになった。すなわち、T1 と T2 の時間間隔が 90msec から 360msec の間では、T2 の位置が後ろであるほど、T2 の正答率が低下した。またこの結果は、T1 を無視する統制条件でも同様であった。

今後は、触覚から視覚への影響の検討、およびより長い SOA を設定して検討する必要がある。

謝辞

本研究は、文部省科学研究費補助金基盤研究(c)課題番号 14510104「視覚情報と体性感覚情報のクロスモーダル知覚における脳内過程の検討 (代表:太城敬良)」の補助を受けて行った。

実験 1 の一部は、太城敬良の指導のもと大阪市立大学文学部 3 回生遠藤保紀君が行った。また実験補助、データ整理などを行ってくれた中塚麻記子さん、吉野順子さんに感謝します。

参考文献

- Chun, M.M., & Potter, M.C. (2001). The attentional blink and task switching within and across modalities. In K. Shapiro (Ed). *The limits of attention*. pp.20-35, Oxford University Press. New York(USA).
- Enns, J.T., Visser, T.A.W., Kawahara, J., & Di Lollo, V.(2001). Visual masking and task switching in the attentional blink. In K. Shapiro(Ed). *The limits of attention*. pp.65-81, Oxford University Press. New York(USA).
- 林美恵子、山本優介、中山満子、橋本文彦 (2003a) 視覚と触覚のクロスモーダルな注意の瞬き現象. 日本認知科学会第 20 回大会.
- 林美恵子、中山満子、橋本文彦、山本優介 (2003b) 視覚—触覚間の注意の瞬き現象: 視覚から触覚への影響. 日本心理学会第 67 回大会.
- Soto-Faraco, S., Spence, C., Fairbank, K., Kingstone, A., Hillstrom, A, P., & Shapiro, K. (2002). A crossmodal attentional blink between vision and touch. *Psychonomic bulletin & Review*, 9, 731-738.