

## 複数モーダルの情報が与えられた場合の心理的瞬目について

山本 優介<sup>1</sup> 橋本 文彦<sup>2</sup>

1 大阪市立大学経済学部学生 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138

2 大阪市立大学大学院経済学研究科 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138

E-mail: 1 yyusuke@air.linkclub.or.jp 2 hashimo@econ.osaka-cu.ac.jp

あらまし 視覚に RSVP 刺激を与えた場合に見られる心理的瞬目は良く知られているが、異なる二つの感覚（触覚と視覚）に対して、同時に刺激が提示されこれら処理する課題が与えられた場合に、心理的瞬目が生じるのか否かを「注意の資源」の観点から実験的に検討を行った。先行研究で見られる形とは異なり、第一課題の処理後二つの時点で正答率の低下が観察された。

キーワード クロスモーダル・アテンショナルブリンク・RSVP

### Attentional Blink on Cross Modal information

Yusuke YAMAMOTO<sup>1</sup> Fumihiko HASHIMOTO<sup>2</sup>

1 Faculty of Economics, Osaka City University 3-3-138 Sugimoto, Sumiyoshi-ku, Osaka-shi, Osaka, 558-8585 Japan

2 Faculty of Economics, Osaka City University 3-3-138 Sugimoto, Sumiyoshi-ku, Osaka-shi, Osaka, 558-8585 Japan

E-mail: 1 yyusuke@air.linkclub.or.jp, 2 hashimo@econ.osaka-cu.ac.jp

**Abstract** It is well known that Attentional Blink on Visual Perception with RSVP task, we examined Cross modal attentional blink on visual perception and tactile perception with simultaneously displayed stimulus. Our result is differ from other works, two diminution points appeared.

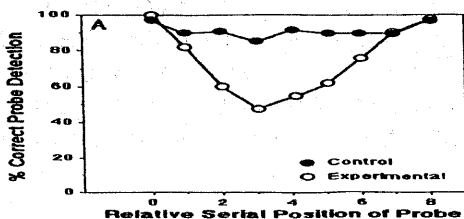
**Keyword** Cross modal, Attentional blink, RSVP

#### 1.1. 注意の瞬き現象

注意の瞬き現象 (Attentional Blink Phenomenon、以下 A B 現象) とは、RSVP (Rapid Serial Visual Presentation 「高速連続視覚提示」) タスク内に 2 種類の課題を埋め込んだ場合に、第一課題の処理が原因となって第二課題の処理に干渉する (第二課題の正答率が低下する) 現象である。

#### 1.2. 視覚と聴覚

A B 現象を示す代表的な実験として、Raymond (1992) の第二実験が挙げられる。この実験においては、第一課題と第二課題はそれぞれ視覚に対して提示されている。第二課題の正答率を測定したグラフを以下に挙げる。



グラフにおける Control の系列は、第一課題を行わず、第二課題を行ったときの正答率である。その場合、第二課題の正答率は高い確率で安定している。一方、Experimental の系列は、第一課題と第二課題を与えた場合である。しかしその場合、第二課題の正答率に変化が見られた。つまり、第一課題を処理した場合、その後およそ 180~450msec の区間において第二課題の正答率が著しく低下しているのである。このことは、第一課題と第二課題に注意を配分した結果、第二課題を処理するために必要な注意が割り当てられなかったためだと考えられる。

#### 1.3. 視覚と聴覚

過去における注意の研究と同じくして、視覚以外との注意の競合についても研究されるようになった。たとえば Soto-Faraco and Spence (2002) はこれまでにこなされてきた研究と関連させながら、視覚と聴覚を組み合わせた場合、タスクスイッチを行わなければ複数モーダルにおける A B 現象は見られない (単一モーダルにおける A B 現象は生じる) ということを見出している。

#### 1.4. 視覚と触覚

では、視覚と触覚におけるAB現象も、視覚と聴覚におけるそれと同じようにタスクスイッチが鍵となるのであろうか。視覚と触覚におけるAB現象に関する研究はいくつか行われてきているが、その仕組みはいまだに明らかになっていない。そこで本研究では、視覚と触覚におけるAB現象を扱うこととする。

### 2. 実験 1

#### 2.1. 目的

序論で述べたように、視覚と触覚を組み合わせた場合にAB現象が見られるかどうかを検証する

##### 2.1.1. 装置

コンピュータ (IBM 社製 Intellistation Z-pro) 1台、安定電源装置 1台、モーター (携帯電話用バイブレータ) 2個を使用する。コンピュータを使用し、視覚刺激と触覚刺激を提示する。刺激の制御を行なうために、Windows2000上でVisual Basicを動作させる。コンピュータにDAボードを接続し、コンピュータから送出するデジタル信号をアナログ信号に変換する。生成されたアナログ信号と、安定電源装置からの電源を組み合わせ、モーターを振動させる。携帯電話のバッテリーは3.5v前後であり、本実験においてモーターにかける電圧は3vとする。

試行を開始すると、ディスプレイの同じ位置に英語のアルファベットが1文字ずつランダムに表示される (視覚刺激)。6文字目から10文字目までのいずれか1文字を表示すると同時に、2個あるモーターのうちどちらか片方を振動させる (触覚刺激)。何文字目に振動させるかはランダムに決定する。モーターを振動させてからは、8文字を表示する。つまり、1試行は14文字から18文字の範囲で終了する。モーターの振動以降に表示させる文字の中に、ある試行では「X」を含め、ある試行では含めない。「X」を含める確率は、理論値で60%とする。刺激は80msecごとに提示する (ISIは40msec)。

##### 2.1.2. 手続き

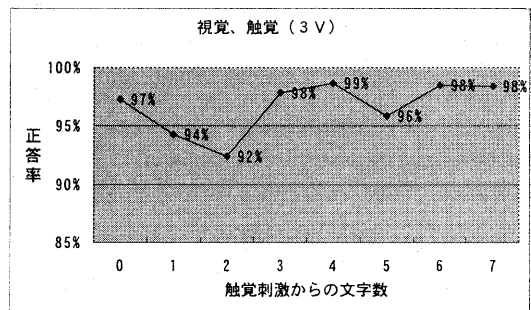
被験者には椅子に座り、ディスプレイを見る。その際、右手の親指と人差し指でモーターを1個、左手の親指と人差し指でモーターを1個持つ。試行を開始すると画面にアルファベットが1文字ずつ表示されること、途中で右手か左手のモーターが振動することを教示する。さらに、振動したモーターはどちらのモーターか (第一課題)、モーターが振動してからディスプレイに「X」が表示されたか (第二課題) を覚えてお

いてもらう。試行が終了すると、第一課題と第二課題を口頭で回答してもらう。

### 2.2 結果

被験者は大学生20人。1人あたり50試行。第二課題の正答率を求め、グラフを作成する。グラフの横軸は、振動から何文字目に「X」が表示されたかを示す (0は振動と同時、1は振動の次に「X」が表示)。グラフの縦軸は第二課題の正答率を示す。結果は次の通り。

触覚刺激からの文字数	回答数	誤答数	正答率
0	74	2	97%
1	70	4	94%
2	79	6	92%
3	93	2	98%
4	79	1	99%
5	72	3	96%
6	66	1	98%
7	63	1	98%



### 2.3 分析

各正答率を逆正弦変換した上で、一要因の分散分析を行なった。

#### 2.3.1 分析結果

### 2.4 考察

Raymond (1992) の第二実験に見られたような、50~60%付近までの正答率の落ち込みは見られなかった。しかし、触覚刺激の提示後160msec付近で正答率が落ち込んでいる。これは、これまでと言われてきたような「AB現象が生起する時間帯」とほぼ一致している。このことから、著しい正答率の低下は見られないものの、何らかの干渉効果を考えることができるのではないだろうか。また、160msecで正答率が低下し

いものの、何らかの干渉効果を考えることができるのではないだろうか。また、160msec で正答率が低下した後にグラフは上昇を見せるが、400msec 付近で再び正答率が落ち込みを見せる。このように、正答率が二度にわたって低下するということは、先行研究では見られなかった現象である。

### 3. 実験

#### 3.1. 目的

実験1では、先行研究で見られたようなAB現象は見られなかった。具体的には、正答率があまり低下しなかったことと、二度にわたって正答率が低下を見せたという二点であるが、この実験では、前者についてさらに調べていくことにする。そこで、モーターにかける電圧を低下させ、触覚刺激を閾値（ある刺激を検知できるかできないかの境界）付近まで弱める。電圧を変動させた結果、0.5v に設定した場合に振動そのものを感じられないことがまれに生じた。また、電圧を0.5v よりも小さくした場合は振動をほとんど感じることができなかった。そこで、閾値をおよそ0.5v と判断し、モーターにかける電圧として設定した。触覚刺激を閾値付近まで弱めることで、第一課題（触覚刺激の左右判定）に対してかなりの注意を向ける必要があると予想される。ここでは、第一課題の難易度を上げることで、第二課題の正答率にどのような変化が現れるか（あるいは現れないか）を検証する。

#### 3.1.1. 装置

実験1と同じ。ただし、モーターにかける電圧を0.5v とする。

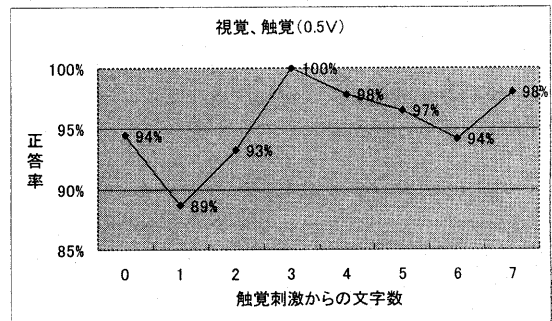
#### 3.1.2. 手続き

実験1と同じ

#### 3.2 結果

被験者は大学生14人。電圧が弱いため、振動そのものを感じられなかった場合は「わからない」と回答してもらい、無効回答とした。第一課題と第二課題の有効回答が、1人あたり50集まるまで試行を続けた。無効回答は、全773試行中73試行（約9%）であった。第二課題の正答率を求め、グラフを作成する。グラフの横軸は、振動から何文字目に「X」が表示されたかを示す（0は振動と同時に「X」が表示された）、グラフの縦軸は第二課題の正答率を示す。結果は次の通り。

触覚刺激からの文字数	回答数	誤答数	正答率
0	72	4	94%
1	44	5	89%
2	74	5	93%
3	33	0	100%
4	47	1	98%
5	58	2	97%
6	52	3	94%
7	51	1	98%



#### 3.3 分析

各正答率を逆正弦変換した上で、一要因の分散分析を行った。

#### 3.3.1 分析結果

#### 3.4 考察

実験2では、触覚刺激を弱めることで、第一課題への向ける注意の量を増加させることが狙いであった。しかし、実験1と同じように、正答率が著しく低下することはなかった。ただし、正答率が落ち込みを見せる場所としては、80msec 付近、そして480msec 付近であり、やはり二度の低下が見られた。

### 4 総合考察

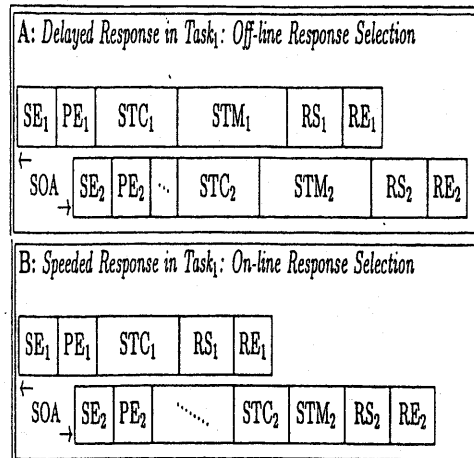
実験1と実験2を通して、2つの点に注目したい。それは、正答率の落ち込みの程度が先行研究に比べて小さいということと、正答率が二度の低下を見せたことである。ここからは、この2つの点の原因について考えていきたい。

まず1つ目は、正答率の落ち込みが比較的小さかったことである。第二課題の正答率は、第一課題に向けた注意の量に左右される。その量を制御するために、実験1と実験2では振動の強弱を変更した。しかし、

振動の強弱を変えただけでは、両者にそれほど大きな違いは見られなかった。このことから、第一課題に向けられる注意の量を変化させるためには、振動の強弱ではなく、「一度だけの振動が左右のどちらに与えられたかを判断する」という課題設定そのものについて考える必要がありそうである。だとすれば、第一課題を難易度の高い、複雑な内容に変更することで、第二課題の正答率が落ち込む程度に変化が見られるのではないだろうか。具体的な刺激の提示方法として Dell'Auqua et al. (2001) の実験を参考にすれば、「左右それぞれの手でモーターを持ってもらう。まず、左右のどちらかに刺激を与える。次に、もう片方に刺激を与える。最後に、左右の両方に刺激を与える。そして、最初に刺激が与えられたのは左右のどちらであったかを判断する。」などが考えられるが、この点は今後の実験に譲ることとしたい。

次に2つ目の、正答率が二度にわたって落ち込みを見せたことについて考えてみたい。先行研究においては、第二課題の正答率の落ち込みは一度だけである。それでは、そもそも第二課題の正答率はなぜ落ち込むのであろうか。この疑問は、AB現象が生起する原因そのものである。AB現象を説明するために、「注意のゲートモデル (Raymond, 1992)」や「2段階モデル (Chun and Potter, 1995)」など、これまでいくつかのモデルが提唱されている。Jolicoeur (1998) は、それらのモデルと、数々の実験結果を照らし合わせるにより、どのモデルが最も有力であるかを調べている。また、Jolicoeur (1998) は、自身が行った実験 (RSVP 課題) において、第一課題を回答させるタイミングを2種類用意した。一方では、1試行が終わった後に第一課題を回答させ (delayed 条件)、もう一方では、第一刺激が終了した時点で (その試行が終了していなくとも) 第一課題を回答させた (speeded 条件)。すると、第二課題の正答率は delayed 条件よりも speeded 条件の方が低かった。つまり、speeded 条件の方がより顕著な AB 現象が観察された。このことから、AB 現象は第一課題に対していつ反応するかということにも大きく関係していると考えられる。

しかしこの関係は、AB 現象を説明するために提唱されてきたどのモデルを用いてもうまく説明することはできなかった。そこで Jolicoeur 自身により、新たなモデルが提唱された。「中枢干渉理論」である。中枢干渉理論が示す処理の流れは、以下の図の通りである。

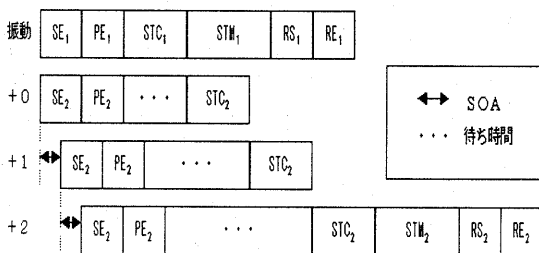


SE (Sensory Encoding) では、感覚器から何らかの情報が入力されたということが符号化される。PE (Perceptual Encoding) では、SE を通過した情報がどのようなものであるかが符号化される。その際、SE から渡された情報を長期記憶に格納されている情報と照合することで、どのような情報であるかを特定する。つまり、この段階ではじめてマッチングが行なわれる。STC (Short-Term Consolidation) は、PE を通過した情報を短期記憶へと符号化する。STM (Short-Term Memory) は、STC によって書き込まれた情報を格納しておく貯蔵庫である。RS (Response Selection) は、入力された情報に対して反応を行なうために、必要な情報を短期記憶から選択する。RE (Response Execution) は、RS によって取り出された反応を実行する。また、SE<sub>1</sub> は第一課題の SE を示し、SE<sub>2</sub> は第二課題の SE を示す。PE、STC、STM、RS、RE についても同様である。

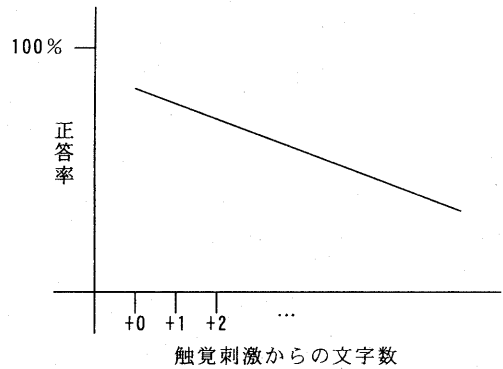
この理論において特徴的な点は、STC と RS の処理だけは中枢で行い、その中枢の処理容量には限界があるとしている点である。容量が限られているために、容量におさまらきらなかつた処理は、中枢の容量に空きができるまで待たされることになる。待たされている間に、SE と PE で符号化された情報が減衰してしまう。Jolicoeur は、この減衰が AB 現象だと考えている。このように考えれば、第一課題への反応をいつ行うかが、第二課題の正答率と関係していることを説明することができる。つまり、delayed 条件においては、STC<sub>2</sub> が STC<sub>1</sub> の終了まで待たされることになる。ところが speeded 条件においては、第一課題が提示された直後に反応するようにしたため、PE<sub>1</sub> で符号化された情報は STM<sub>1</sub> に格納されることなく、すぐに反応に利用される。つまり、試行が終了するまで情報を記憶しておく

必要がないために、STM<sub>1</sub>の処理を省き、STC<sub>1</sub>の直後に第一課題のRS<sub>1</sub>が開始される。その結果、STC<sub>2</sub>はSTC<sub>1</sub>とRS<sub>1</sub>の両方が終了するまで待たされることになる。speeded条件の方がdelayed条件に比べてSTC<sub>2</sub>の待ち時間が増加するため、第二課題の正答率の落ち込みが大きくなったのである。つまりこの理論では、第二課題の処理過程における待ち時間が長くなればなるほど、正答率が低下することになる。

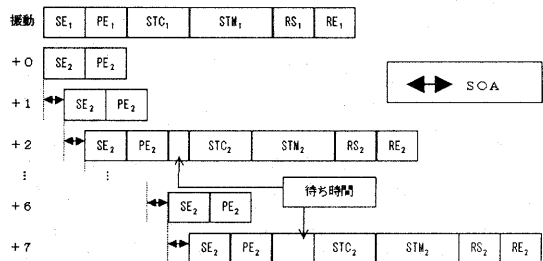
このように、中枢干渉理論は、これまでのモデルでは説明できなかった現象までもを整合的に説明している。それでは、もし本当に中枢干渉理論がAB現象のメカニズムを完全に説明しているとするれば、本実験の結果をも説明することができるはずである。そこで、中枢干渉理論を用いることで、第二課題の正答率の二度にわたる落ち込みを説明できるどうかを検証していくことにする。中枢干渉理論を本実験に当てはめた図を以下に示す。



第一課題としてモーターが振動すると、その振動に対してSE<sub>1</sub>からRE<sub>1</sub>までの処理が行われる。「X」が振動と同時に表示された場合は「+0」、振動の次に表示された場合は「+1」、さらにその次に表示された場合は「+2」、と続くものとする。ここで仮に、「+2」のタイミングで「X」が表示されたと考えてみる。つまり、「+2」以外は「X」以外の文字が表示されることになる。すると「+2」のSTCは、「振動」・「+0」・「+1」のSTCによって待たされる。このような考え方を「+2」以外にも当てはめて考えると、「X」の表示が振動から離れれば離れるほど、待ち時間(STC<sub>2</sub>がSTC<sub>1</sub>に待たされる時間)は増加する。待ち時間が増加すれば符号化された情報の減衰が大きくなり、第二課題の正答率が低下する。ということは、このモデルでは二度の落ち込みはもちろん、正答率が上昇することも説明できなくなる。ここで考えられるグラフを次に示す。



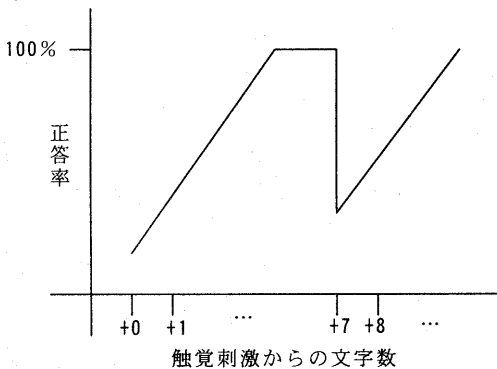
ここで1つ、疑問が生じる。被験者は、試行が終了するたびに第一課題と第二課題を回答するが、「X」以外にどのようなアルファベットが表示されたかは記憶していないことが観察されている。これは、STM<sub>2</sub>に情報が格納されていないためと考えられそうである。STM<sub>2</sub>に情報が格納されていないということは、STC<sub>2</sub>の処理が行われなかったことになる。果たして、「X」以外の文字が提示された場合においても、STC<sub>2</sub>は機能しているのだろうか。STC<sub>2</sub>が機能しなかった場合、モデルがどのように変化するかを次に示す。



この場合、「+2」の位置で「X」が表示されたすると、STC<sub>2</sub>は、「+0」と「+1」の処理には全く影響を受けない。なぜなら、「+0」と「+1」においてはSTC<sub>2</sub>の処理が行われないためである。つまり、「+2」のSTC<sub>2</sub>は、STC<sub>1</sub>のみ待たされることになる。これが第二課題の正答率の落ち込みとなり、AB現象が発生する。この考え方を「+2」付近までに当てはめると、「X」の表示が「振動」から離れれば離れるほど、待ち時間が短くなり、第二課題の正答率は上昇するはずである。そして、PE<sub>2</sub>の終了がSTC<sub>1</sub>の終了よりもあとになるような位置で「X」が表示されると、待ち時間がゼロになり、第二課題の正答率は100%になることになる。

しかしそのまま「X」の位置を進めていき、PE<sub>2</sub>

の終了が  $RS_1$  の開始に差し掛かると、再び  $STC_2$  の待ち時間が発生する。この場合、 $STC_2$  は  $RS_1$  に待たされることになるが、こうして第二課題の正答率が二度目の落ち込みを示す。その後「X」の位置をさらに進めると、 $STC_2$  が  $RS_1$  に待たされる時間は、小さくなることになる。つまり、第二課題の正答率は、上昇を示す。以上のことから、「X」以外の文字が表示された場合に  $STC_2$  が機能しないと考えた場合、第二課題の正答率が二度の落ち込みを示すこと、そして正答率が上昇することを説明することはできる。このように、待ち時間が突然発生し、徐々に減少することはありえるが、「X」の位置が進むにつれて待ち時間が「徐々に増加する」ことは考えられない。つまり、第二課題の正答率が徐々に低下するという現象を説明することができない。ここでの説明をグラフ化したものを以下に挙げる。



「X」以外の文字が表示されたときは  $STC_2$  の処理が行われないのではないかという仮説を立てたが、では「X」が表示された場合は  $STC_2$  以降へと処理を進め、「X」以外の文字が表示された場合はその情報を破棄するという処理は、どこで行われているのだろうか。この処理は、表示された文字が「X」であるかないかを判断してから行わなければならないため、 $PE_2$  の処理が済まされている必要がある。つまり、 $PE_2$  と  $STC_2$  との間に、別の機構が存在するのではないかと考えることができる。

この機構の存在を裏付ける根拠がもう 1 つある。中枢干渉理論では、第一刺激と第二刺激との間にある SOA の存在が大きく関わっている。つまり、SOA という時間差によって、入力される情報に順序が付けられ、先に取り込まれた情報から中枢へと処理を進められることになる。中枢に送られず、取り残された情報は、待たされることになった。では、SOA が存在しない場合はどのようになるのであろうか。つまり、振動と同時に「X」が表示された場合である。これは、上記の

図では「+0」に該当する。そもそも、触覚刺激と視覚刺激では、SE や PE に要する時間が異なることも十分に考える必要がある。では、同一の感覚器から、同一の刺激が、同一のタイミングで与えられた場合、つまり、SE と PE に要する時間に差がない場合に、SE と PE はどのように機能するのであろうか。中枢干渉理論では、SE と PE は並列処理を許されている。では、2 つの刺激が全く同時に PE を通過した場合、どちらの処理が先に  $STC$  へと転送されるのであろうか。 $STC$  を処理する中枢に容量限界が仮定されている以上、2 つの情報が同時に  $STC$  へと送られることはありえない。つまりここで、PE を通過した 2 つの情報に時間的な「ずれ」が見られない場合、 $STC$  へと進められる処理に順序を付ける必要がある。

以上の二点から、PE と  $STC$  の間に、さらに別の機構の存在を仮定することができる。この仮説を裏付けるだけでなく、この機構に第二課題の正答率を下降させるメカニズムを見出すことができれば、中枢干渉理論を拡張し、本実験の結果をうまく説明することができる。しかしそのためには、SE から RE までの各処理に要する時間と、視覚と触覚における SE と PE の時間差などを考慮した上で、さらなる実験と考察が必要とされる。

#### 参考文献

- [1]. Raymond, J. E., Shapiro, K. L., and Arnell, K. M. "Temporary Suppression of Visual Processing in an RSVP Task: An Attentional Blink?", *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Vol. 18, No. 3 (1992), 849-860.
- [2]. Soto-Faraco, S., and Spence, C. "Modality-specific auditory and visual temporal processing deficits", *THE QUARTERLY JOURNAL OF EXPERIMENTAL PSYCHOLOGY*, Vol. 55A, No. 1 (2002), 23-40.
- [3]. DELL'ACQUA, R., TURATTO, M., and JOLICOEUR, P. "Cross-modal attentional deficits in processing tactile stimulation", *Perception & Psychophysics*, Vol. 63, No. 5 (2001), 777-789.
- [4]. JOLICOEUR, P. "Modulation of the attentional blink by on-line response selection: Evidence from speeded and unspeeded Task, decisions", *Memory & Cognition*, Vol. 26, No. 5 (1998), 1014-1032.
- [5]. 中島義明「“注意の瞬き”現象は記憶理論や資源理論の“連結子”になる得るか?」『基礎心理学研究』第 20 巻, 第 2 号, 2002 年, 130-146