

## 視覚的注意による増分閾値の時間的変化

豊岡 隆史・内川 恵二

東京工業大学大学院 総合理工学研究科 物理情報システム創造専攻

〒226-8503 横浜市緑区長津田町 4259

(受付: 2002年3月7日; 改訂稿受付: 2003年3月16日; 受理: 2003年5月18日)

### Temporal Change of Increment Threshold by Visual Attention

Takashi TOYOOKA and Keiji UCHIKAWA

Department of Information Processing, Tokyo Institute of Technology

4259 Nagatsuta, Midori-ku, Yokohama, Kanagawa 226-8503, Japan

(Received 7 March 2002; Received in revised form 16 March 2003; Accepted 18 May 2003)

When two targets are presented in a rapid succession, correct identification of the first target results in detection deficit for the second target because of effects of visual attention. In the present study we measured temporal effects of visual attention with increment luminance thresholds of a second target. We also obtained that temporal effects of visual attention were influenced by difficulty of a first attention task. The results showed that detection sensitivity of the second target in the double-task condition decreased up to about 500 ms when the first target was accurately detected. It was also shown that when the first task was easier detection sensitivity of the second target was recovered more rapidly.

#### 1. はじめに

視覚的注意とは、時間的空間的に分布している視覚情報の中から、必要な視覚情報を選択的に収集し、処理するシステムであると考えられている。たとえば、日常生活でも私たちは視野全体を漠然と見るのではなく、特定の対象に注意を集中し、必要な視覚情報を詳細に取り入れている。このような注意による視覚情報の選択は、視覚情報の一部分を照らすスポットライトのようにたとえられる<sup>1)</sup>。さらにズームレンズのように注意を向ける領域の大きさが変化すると考えられている<sup>2)</sup>。注意を向ける領域が小さいほど注意による処理が促進される。

注意のスポットライトは空間的な視覚情報の選択を示しているが、一方で、同一の空間領域を注視し続けた場合にも、私たちの検出能力が時間

変化することも知られている<sup>3-7)</sup>。Raymondら<sup>3)</sup>は、継続的に呈示される2つのターゲット検出課題を被験者に課した際に、第1ターゲットの検出を優先すると、第2ターゲットの検出が一定時間内で妨害される現象を報告した。この現象は、第2ターゲットの検出のみに専念した場合には、その時間的な呈示位置に依らず常に高い正答率を示すことから、第1ターゲットに注意を払った結果生じたものといえる。この現象は視覚的注意の時間効果として attentional blink<sup>3, 4)</sup>（以後 AB効果と略す）と呼ばれている。

このAB効果を説明するためにいくつかのモデルが提案されている。それらの多くは、細部に違いはあるものの、注意の処理容量の限界に基づく現象としてAB効果を説明した<sup>5-7)</sup>。第1ターゲットの検出のために限りある注意資源の大半が費されてしまうので、後続ターゲットの検出

随着心肌耗氧量的增加，心输出量也相应增加，以满足机体对氧气的需求。当心输出量增加时，心率会加快，同时心室舒张期延长，心室充盈时间变长，从而增加心室充盈量，提高每搏输出量。因此，心输出量增加的主要原因是心率加快和心室充盈量增加。

实验结果表明，心输出量与心率呈正相关，与收缩压呈负相关，与舒张压呈正相关。在一定范围内，心输出量与心率成正比，即心率增加，心输出量也增加；反之，心率减慢，心输出量也减少。因此，在治疗休克、心力衰竭等疾病时，应根据患者的具体情况，适当调整心率，以达到最佳的治疗效果。

实验结果还显示，心输出量与心率、收缩压、舒张压、脉搏频率等因素有关。心率增加时，心输出量也增加；心率减慢时，心输出量也减少。收缩压增加时，心输出量也增加；收缩压减小时，心输出量也减少。舒张压增加时，心输出量也增加；舒张压减小时，心输出量也减少。脉搏频率增加时，心输出量也增加；脉搏频率减小时，心输出量也减少。

实验结果还显示，心输出量与心率、收缩压、舒张压、脉搏频率等因素有关。心率增加时，心输出量也增加；心率减慢时，心输出量也减少。收缩压增加时，心输出量也增加；收缩压减小时，心输出量也减少。舒张压增加时，心输出量也增加；舒张压减小时，心输出量也减少。脉搏频率增加时，心输出量也增加；脉搏频率减小时，心输出量也减少。

实验结果还显示，心输出量与心率、收缩压、舒张压、脉搏频率等因素有关。心率增加时，心输出量也增加；心率减慢时，心输出量也减少。收缩压增加时，心输出量也增加；收缩压减小时，心输出量也减少。舒张压增加时，心输出量也增加；舒张压减小时，心输出量也减少。脉搏频率增加时，心输出量也增加；脉搏频率减小时，心输出量也减少。

实验结果表明，心输出量与心率呈正相关，与收缩压呈负相关，与舒张压呈正相关。在一定范围内，心输出量与心率成正比，即心率增加，心输出量也增加；反之，心率减慢，心输出量也减少。因此，在治疗休克、心力衰竭等疾病时，应根据患者的具体情况，适当调整心率，以达到最佳的治疗效果。

实验结果还显示，心输出量与收缩压呈负相关，与舒张压呈正相关。收缩压增加时，心输出量也增加；收缩压减小时，心输出量也减少。舒张压增加时，心输出量也增加；舒张压减小时，心输出量也减少。

## 2.1 实验原理

### 2. 实验方法

本实验利用AB刺激法测定心输出量。AB刺激法的基本原理是：当给予一个大剂量的刺激（如电刺激或药物）后，心输出量立即增加；当给予一个较小剂量的刺激（如电刺激或药物）后，心输出量立即增加；当给予一个极小剂量的刺激（如电刺激或药物）后，心输出量立即增加。这样，通过比较不同剂量的刺激引起的最大心输出量，就可以计算出心输出量。

本实验利用AB刺激法测定心输出量。AB刺激法的基本原理是：当给予一个大剂量的刺激（如电刺激或药物）后，心输出量立即增加；当给予一个较小剂量的刺激（如电刺激或药物）后，心输出量立即增加；当给予一个极小剂量的刺激（如电刺激或药物）后，心输出量立即增加。这样，通过比较不同剂量的刺激引起的最大心输出量，就可以计算出心输出量。

の合図とともに切れ目のない2重リングが呈示されることで開始される。被験者はリング中心部分を固視し、2重リングの範囲内に注意を集中する。リングの呈示から1.2~2.0 sの間のランダムなタイミングで、各リングにつき1つもしくは2つの切れ目(注意課題刺激)が40 msにわたりて呈示される。注意課題は、このリングの切れ目の数を内リング、外リングの順に数えること

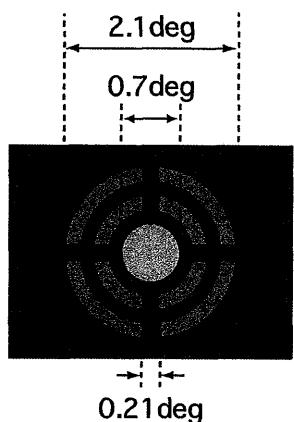


図1 実験刺激。注意課題刺激として各リングにつき1つもしくは2つの切れ目が呈示される。2重リングの中心部分にテスト光(輝度増分検出刺激)が呈示される。被験者はこの2重リングの範囲を注視し続ける。

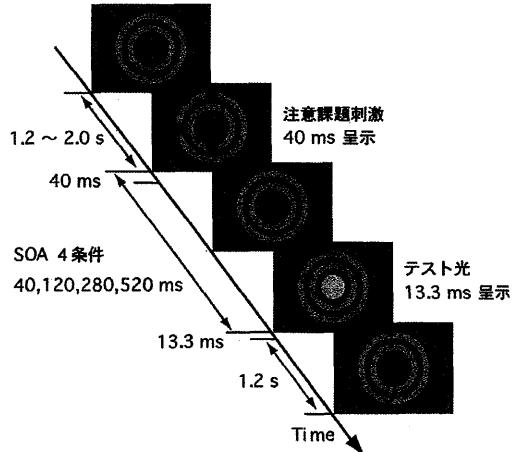


図2 実験手続き。被験者は、二重課題条件ではまず注意課題刺激に注意し、その後輝度の増分に注意する。一方で単一課題条件では、同じ刺激を観察するものの、輝度増分のみに注意しその有無を応答する。

とした。リングは再び切れ目のない状態となり、注意課題刺激の呈示開始時刻から、40, 120, 280, 520 ms の4条件のいずれかの時間遅れ(SOA)で、リング中心部分にテスト光が50%の確率で13.3 msだけ呈示される。その後さらに1.2 s間に2重リング刺激が呈示されることで、一連の刺激呈示は終了する。すべての刺激が呈示された後で、被験者は手元の応答用テンキーによって注意課題の応答とテスト光の応答を行う。

注意課題条件は二重課題条件と単一課題条件があり、2条件は交互に繰り返される。二重課題条件では、被験者はまず注意課題を行い、その後増分検出を行う。一方単一課題条件では、被験者にはまったく同じ刺激が呈示されるが、被験者は注意課題は行わず増分検出のみを行う。

一連の刺激呈示の後で、被験者はそれぞれの課題条件に応じて応答する。注意課題ではリングの切れ目の個数を内リング、外リングの順に応答する。増分検出課題では輝度増分の有無をYES, NOで応答する。二重課題条件で注意課題の応答に不正答であった試行は棄却され、その後の解析からは除外される。被験者は注意課題に正答するまで、再度二重課題条件を行う。

リング刺激の輝度は、予備実験によって決定された。予備実験では、階段法によりリングの輝度値がセッション内で変化する。これにより、注意課題の正答率が70%および85%となるリング刺激の輝度を決定する。70%と85%の正答率を持つリング刺激の輝度条件を、それぞれ高難易度条件と低難易度条件と呼ぶ。注意課題の2つの難易度条件は別セッションで行われた。

閾値測定には恒常法を用い、1セッションは128試行からなる。テスト光の輝度値として、知覚確率曲線の0~100%までを均等に分布するように、予備実験の結果から輝度8点を選んだ。セッション内では、SOA 4条件、テスト光の輝度8条件、およびテスト光の有無を試行毎にランダムに選択した。

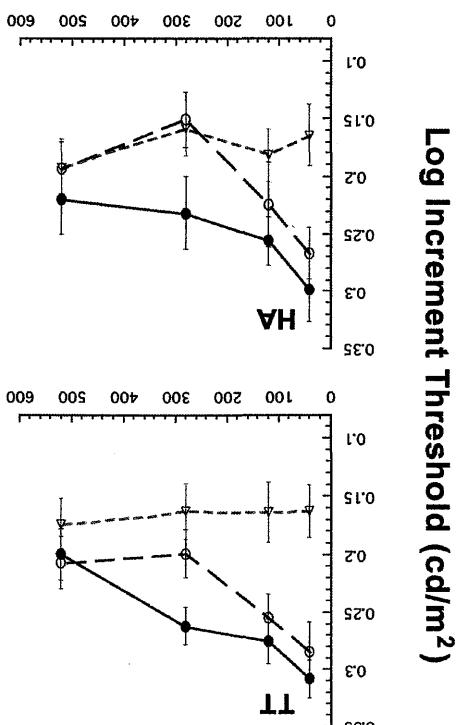
被験者は各テスト光に対して14~16セッションを繰り返した。最後にテスト光が呈示されたときの応答を合計して知覚確率を求め、プロ

（2）分析判斷的標準：子樣本與母體樣本之統計結果是否一致，注意觀察題目的正確率為 $70\% \sim 85\%$ 左右為宜。

機器類別	正答率	難易度	題數	TT
計算機題	0.84	低	23.6	TT
物理題	0.67	高	23.2	TT
化學題	0.88	低	23.0	HA
生物題	0.70	高	22.5	HA

表 1-1 三种刺激的强度与注意唤醒的正答率

(ms) SOA



- single-task
- double-task (easy)
- double-task (diff.)

本実験結果の各SOAにおける問題要素の割合を表す。

图3-18，在章课题一课易度为效率为二重课题时，随时间的类化效果显著者则以双线。对于70%的课题分阶段分模块出题时，SOA (ms) 为由4，随时间增加分阶段分模块出题时，图中的各点表示法，●○○表示为双重课题条件下的结果(丙)，△○△表示为单重课题条件下的结果(乙)，○○○表示为单重课题条件下的结果(甲)。图中○○○表示为单重课题条件下的结果(甲)。

本实验中使用的方法为刺激的强度值，美加利等易感的注意唤醒比对乙于确实能增加正答率表示乙之努力之努力。

三

2.4.4 被驗者計2名, TT(男性, 23才), HA(男性,  
24才)。乙2名乙之體力正常乙即為。

如图 1-2 所示，小明在手机上玩《王者荣耀》游戏时，发现自己的战绩显示为“胜率 50%”，而他明明打了 10 场游戏，赢了 6 场，输 4 场，所以他的胜率应该是 60%，而不是 50%。这是为什么呢？

値の差について  $t$  検定 ( $\alpha < 0.05$ ) を行った。被験者 TT の高難易度条件では SOA 40 ~ 280 ms で有意な閾値の上昇が得られたのに対して、低難易度課題条件では SOA 40 ~ 120 ms までの閾値でその差が有意であった。また被験者 HA の高難易度課題条件では SOA 40 ~ 120 ms の間で統計的な有意差が得られたのに対して、低難易度課題条件で有意な閾値の上昇が得られた SOA は、SOA 40 ms のみとなった。

#### 4. 考察

本実験に参加した 2 名の被験者とともに、注意課題直後の輝度増分閾値が単一課題条件に比べて増加した（図 3）。これは注意課題直後の検出感度が低下したことを示している。被験者は、二重課題条件および単一課題条件ともに物理的には同じ刺激を観察していることから、視覚マスキングなどの刺激に依存した要因では本実験の結果を説明できない。視覚的注意によって検出感度が時間変化するといえよう。これは注意課題の難易度に応じて感度変化の時間特性が変化したことによっても裏付けられる。

注意課題による検出感度への影響は、SOA 40 ms という比較的早い時間帯から現れた。一方で、Raymond ら<sup>3)</sup> が示した AB 効果処理欠損の曲線は、SOA 200 ~ 300 ms をピークにした U 字型の曲線であった。このような注意の影響が後続刺激に対して及ぶまでの時間の相違は、注意スイッチによるものとして説明できる<sup>9,10)</sup>。Visser らは、注意課題と後続課題で刺激の空間的位置やカテゴリーおよび課題の応答条件が異なるときに注意の切り替えが生じると考えた。そしてこのことが注意課題直後の時間帯における検出能力の低下を引き起こすと提案した。例えば Raymond らの実験では、第 1 と第 2 課題はともに文字を検出させたのに対して、本実験ではリングの切れ目の数と輝度増分刺激の有無といったように、第 1 と第 2 課題は大きく異なっている。このような課題の変化に対する注意の切り替えが、後続刺激に対して注意を向けられない状態を瞬時に作り出したものと考えられる。

注意課題後の検出感度は、SOA が約 500 ms までに単一課題条件と同等のレベルにまで回復した。検出感度に注意による影響が現れる時間は、注意課題の難易度に応じて変化した（図 3）。本実験では、注意課題の難易度が低くなることで、その後の検出感度の低下はより短時間にとどまった。Chun & Potter<sup>7)</sup> は、文字刺激を用いた RSVP 実験において、本実験と同様の第 1 タスクの難易度による効果を報告している。彼らは、一連の高速連続呈示される数字の中から 2 つのアルファベットを被験者に検出させた。このとき、ターゲットのすぐ次のアイテムは、数字もしくはキーボードシンボル (<, >, =, #, %, ?, /, および\*) が呈示された。その結果、第 1 ターゲットが数字によってマスクされた条件よりも、シンボルによってマスクされた条件で、AB 効果がより短時間になった。また第 1 タスクの正答率は、マスク刺激が数字のときよりもシンボルのときでより高いものとなった。彼らは、ターゲットに対するマスク効果の違いによって、第 1 タスクの難易度の効果を測定した。これに対して本研究では、リング刺激の輝度に依存した注意課題の正答率という指標を用いて、直接的に注意課題の難易度による効果を示したことになる。

課題の正答率は、その課題に対する被験者の戦略や熟練度、およびその日の集中度といった複雑な要因が絡むため、必ずしも安定したパラメータとはなり得ないと考えられている。本実験では刺激の輝度によって注意課題の正答率および難易度を操作した。難易度の低い注意課題刺激は、背景からの増分輝度がより大きな刺激であった。また一方、本実験の二重課題条件で注意課題によってテスト光への注意の集中が妨害された状況においても、テスト光の増分輝度が大きくなればその検出確率は向上した。これは刺激の増分輝度が大きくなれば、それほど注意がかかっていなくても刺激の検出ができるることを意味している。このことから、刺激そのものの特性として本実験の難易度の低い注意課題刺激は、難易度の高いものよりも、注意をそれほど集中しなくとも検出可能な刺激であったものと考えられる。

- 1) M. I. Posner: Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-25,

2) C. W. Brinken and J. D. St. James: Visual attention within and around the field of focal attention: A zoom lens model. *Precognition and Psychophysics*, 40, 225-240, 1986.

3) J. E. Raymond, K. L. Shaprio and K. M. Arnell: Temporally suppressed visual processing in an RSVP task: an attentional blink? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 849-860, 1992.

4) K. L. Shaprio and S. J. Luck: The attentional blink: A front-end mechanism for fleeting memories. *Cognition (Eds.)*: *Fleeting Memories (Chapter 5)*. The MIT Press, 1999.

5) J. Duncan, R. Ward and K. L. Shaprio: Direct evidence for the AB effect in visual search. *Memory and Cognition*, 21, 213-223, 1993.

6) J. Duncan, R. Ward and K. L. Shaprio: The AB effect is not due to a perceptual load effect. *Memory and Cognition*, 22, 101-112, 1994.

7) J. Duncan, R. Ward and K. L. Shaprio: The AB effect is not due to a perceptual load effect. *Memory and Cognition*, 22, 101-112, 1994.

8) J. Duncan, R. Ward and K. L. Shaprio: The AB effect is not due to a perceptual load effect. *Memory and Cognition*, 22, 101-112, 1994.

9) J. Duncan, R. Ward and K. L. Shaprio: The AB effect is not due to a perceptual load effect. *Memory and Cognition*, 22, 101-112, 1994.

10) J. Duncan, R. Ward and K. L. Shaprio: The AB effect is not due to a perceptual load effect. *Memory and Cognition*, 22, 101-112, 1994.

文獻

本研究获得了九增分模式识别技术与AB分类模型的结合应用，证实了该模型在识别不同品种的玉米花粉方面具有较高的准确率。该模型的建立为玉米花粉的快速识别提供了新的方法，具有重要的理论意义和实用价值。

卷之三

本研究共计，空腹的( $n=10$ )健康无注意 $\Delta$ AB 动物的血清量的限界( $12.7 \pm 6.0$  μmol/L)与摄入 $\Delta$ AB 动物的血清量的限界( $12.7 \pm 6.0$  μmol/L)相比，注意 $\Delta$ AB 动物的血清量的限界( $12.7 \pm 6.0$  μmol/L)显著增加( $p < 0.05$ )。摄入 $\Delta$ AB 动物的血清量的限界( $12.7 \pm 6.0$  μmol/L)与摄入 $\Delta$ AB 动物的血清量的限界( $12.7 \pm 6.0$  μmol/L)相比，摄入 $\Delta$ AB 动物的血清量的限界( $12.7 \pm 6.0$  μmol/L)显著增加( $p < 0.05$ )。

- measurement of attentional dwell time in human vision. *Nature*, **369**, 313-315, 1994.
- 6) K. L. Shapiro, J. E. Raymond and K. M. Arnell: Attention to visual pattern information produces the attentional blink in RSVP. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **20**, 357-371, 1994.
  - 7) M. M. Chun and M. C. Potter: A two-stage model for multiple target detection in rapid serial visual presentation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **21**, 109-127, 1995.
  - 8) N. E. Ross and P. Jolicœur: Attentional blink for color. *Journal of Experimental Psychology: Human*
  - 9) J. S. Joseph, M. M. Chun and K. Nakayama: Attentional requirements in a preattentive feature search task. *Nature*, **387**, 805-808, 1997.
  - 10) T. A. W. Visser, W. F. Bischof and V. Di Lollo: Attentional switching in spatial and non-spatial domains: Evidence from the attentional blink. *Psychological Bulletin*, **125**, 458-469, 1999.
  - 11) S. Shih: Recall of two visual targets embedded in RSVP streams of distractors depends on their temporal and spatial relationship. *Perception and Psychophysics*, **62**, 1348-1355, 2000.