

定位反応と処理資源配分との関係 (2)

——複数モダリティにおける提示事態での検討——

今 井 章

問 題

生体が新しい環境へ適応する過程において、初めて出会う目新しい刺激（新奇刺激；novel stimulus）に対して、適切な行動を選択することができるかどうかということは重要な意味を持っているであろう。このような新奇刺激に対して生体が最初に示す反応は、定位反応（orienting response；OR）と呼ばれている。このORは、新奇刺激の反復提示に伴い反応が消失する、すなわち馴化（habituation）することがその特質の一つであり、また、新奇刺激に加えて、生体にとって意味づけされた刺激（有意刺激；significant stimulus）に対しても増大して出現する（Sokolov, 1963）。環境内の新奇な刺激や有意な刺激に対して適切な行動がとれるかどうかは、生体の生存にとって重大な意味を持ち、従って、以上のような特徴を持つORは、生体の適応過程を探るための重要な手がかりを与えてくれる反応と考えられる。

筆者はこれまで、皮膚電気反応（electrodermal response；EDR）をORの指標として、このORがどのような刺激条件下で誘発され、どのような特徴を見せるのかということを一連の研究において検討してきた（今井, 1988；Imai, 1990；1991；今井, 1992；1995；1996；1997；1999）。その主要な検討点は、ORが刺激提示モダリティとの関連でどのような誘発過程を示すのか、ということであった。すなわち、刺激が単一モダリティで提示される事態と、複数のモダリティで提示される事態では、ORの出現傾向が異なるのではないかという問題である。

例えば、筆者（今井, 1988）は、視覚ないしは聴覚の単一モダリティで刺激が提示された事態では、有意刺激となった刺激に対してのみ増大したORが示され、これまでの知見（Maltzman & Raskin, 1979）と同様な選択的OR（selective OR）が出現することを確認した。一方、刺激が視覚と聴覚の複数モダリティで提示された事態では、選択的ORのみでなく、実験操作的には非新奇かつ非有意な刺激に対しても増大したORが出現することを示した。この非新奇かつ非有意な刺激に対して出現したORは、筆者の研究において初めて見いだされた傾向である。このORは、あるモダリティにおける刺激選択性の上昇に伴い、他のモダリティ刺激への警戒性が上昇したために出現したと考えられ、生体の環境に対する警戒性の現れの一つであると思われる。従って、これまで報告されてきた選択的ORと区別し、警戒的OR（alertive OR）としてさらに検討を要することが示唆された。さらに、この警戒的ORを検討するために行われた筆者のその後の研究（Imai, 1990；1991）では、課題の種類によっては警戒的ORが出現しない場合もあることが認められ、どのような事態で警戒的

OR が出現するのか、そしてその誘発メカニズムはどのようなものか、などのことを検討することが今後の課題として残された。

一方、最近では、OR は処理資源の配分 (processing resource allocation) と関連して誘発されるという (例えば、Dawson, Filion, & Schell, 1989; Filion, Dawson, Schell, & Hazlett, 1991; Siddle, 1991; Siddle, Jordan, & Lipp, 1993)。この仮説に従えば、OR の馴化は、刺激が反復提示される度にその刺激の処理が進行し、そのため必要とされる処理資源が徐々に減少し、やがて反応が次第に消失するようになると説明される。例えば、刺激が有意な場合は、生体が反応すべき行動パターンへの要求が相対的に大きく、非有意刺激よりも処理に資源がより必要とされ、従ってより大きな反応が示されるという。OR と処理資源の配分の関係を調べた筆者の先行研究 (今井, 1995; 1996; 1997; 1999) でも、両者の関連性は示唆されたが、詳細な関係を探るにはさらなる研究が必要であろう。

上記のように、OR が処理資源の配分と関連して誘発されるとすれば、次のような傾向が示唆される。すなわち、筆者の研究 (今井, 1988; Imai, 1990; 1991) では、実験操作的に新奇性も有意性も与えられていなかった刺激に対して警戒的 OR が出現していたが、この警戒的 OR が誘発される刺激に対しては、より多くの処理資源が配分されているはずである。同様に、有意刺激に対する選択的 OR は、より多くの処理資源の配分と関連しているものと思われる。通常、処理資源配分量は、2 次課題としてのプローブ刺激に対する反応時間の遅延によって推定される (Kerr, 1973; Posner & Boies, 1971)。従って、警戒的 OR が誘発される刺激に対する処理資源の配分量をこの方法によって求めるならば、OR と処理資源との関係をより明確にとらえることができるであろう。もし、警戒的 OR が誘発される刺激に対して予測のように資源が配分されていないとすれば、OR は処理資源の配分とのみ関わっているわけではなく、その他のメカニズムを背景に持っていると考えられる。

以上のことから、刺激提示モダリティとの関連で、選択的 OR と警戒的 OR が誘発される事態を設定し、同時に処理資源配分の指標を取得して検討する必要があるであろう。このような問題意識から、前報告 (今井, 1999) では、まず刺激を視覚ないしは聴覚の単一モダリティで提示し、課題指示により刺激の有意性を操作する事態について調べた。そこで本研究では、刺激を視覚および聴覚の複数モダリティで提示し、警戒的 OR が出現すると考えられる事態を設定し、同時に処理資源配分量を推定し OR との関連を調べることを目的とした。

実 験

方 法

被験者 男女大学生及び大学院生16名 (年齢20—30歳; うち男子学生8名) を、後述の2群に男女比が同じになるよう8名ずつ配置した。

装置 前報 (今井; 1999) と同じであり、概略は以下のようであった。OR の指標とした EDR は、被験者の非利き手第一指と第二指末節骨部に、電極ペースト (日本光電 Gelaid) を満たした直径 5 mm の銀—塩化銀電極をサージカルテープで固定し、ブリッジボックス (日本光電 GSR-2100) を介して DC 導出後、ペンオシログラフ (日本電気三栄 8K20) により紙送り速度 1 mm/s で記録した。プローブ刺激に対する RT は、マイクロコンピュータ (NEC

PC9801vm) に接続されたマウスキーと、入／出力ポートを介してコンピュータに接続されたユニバーサルカウンタ (岩通 UC-6152) を用いて ms 単位で計測した。

刺激 視覚刺激としては前報と同じ幾何学的図形刺激を用いた。図形は CRT 中央部に視角 $7.5^{\circ} \times 5.5^{\circ}$ (観察距離 1.14 m) で、黒色背景に白色で提示した。聴覚刺激も前報と同様、コンピュータに実装された FM 音源ボードにより作成された純音 2 種類 (1,000 Hz; 2,000 Hz, 64 dB (SPL)) を用い、ヘッドホンを通じて両耳提示した。プローブには、視覚プローブと聴覚プローブの 2 種類を用いた。視覚プローブは、CRT 中央部に直径が視角 0.5° の大きさで提示される白円 “●” であった。聴覚プローブは、やはり上記音源ボードにより作成された白色雑音 (51 dB (SPL)) であった。以上の刺激提示の制御には既述のコンピュータを用いた。

手続 実験は練習、馴化、そしてテストセッションの順に行われた。全ての被験者は、まず視覚プローブないしは聴覚プローブに対する RT の練習課題を行った。被験者は、CRT に提示される白円ないしはヘッドホンより提示される白色雑音に対して、できるだけ速やかに利き手に持ったマウスキーの左ボタンを押すよう教示された。プローブは、持続時間 500 ms、刺激間隔 (ISI) 8—12 s で 20 回提示された。練習後、全ての被験者は、CRT 上に提示される図形を見たり、ヘッドホンより聞こえてくる音を聞いているよう教示された。教示後、視覚刺激および聴覚刺激が、ISI 12—18 (平均 15) s、提示時間 8—12 (平均 10) s で各 8 回ずつ、計 16 回提示された (馴化セッション)。馴化セッション後、半数の被験者には、馴化セッションで提示されたどちらか一方のモダリティ刺激 (課題関連刺激) の持続時間を主観的に評定し後に報告するという課題と、さらにプローブに対する RT 課題が教示された (実験群)。残りの半数にはプローブに対する RT 課題のみが教示された (統制群)。その後、刺激が馴化セッションと同様に提示されたが、プローブが各 2 種類の刺激提示中にそれぞれ 4 回ずつ、ISI 中に 4 回、計 12 回提示された。刺激提示中の場合は、刺激オンセット後 300 ms 後に、ISI 中の場合は刺激オフセット後 6—9 s の間に提示された。また、プローブは刺激系列の前半に 6 回 (2 種類の刺激中に 2 回ずつ、ISI 中に 2 回ずつ)、後半に 6 回提示されるような制限を加えた以外は、ランダムな系列位置に提示された。

データの数量化 前報と同様であり、EDR は、刺激提示後、1—4 s の間に出現した初発反応を皮膚伝導度の変化値 (ΔC) に換算した。プローブに対して同様な基準で出現した EDR についても分析した。RT は、プローブオンセットからマウスキーを被験者がクリックするまでの時間とし、ms 単位で測定した。これらのデータは、2 試行平均を 1 ブロックとし、統計的検定の際には対数変換された。なお、繰り返し要因を含む分散分析の際には、自由度の控えめな検定 (Greenhouse & Geisser, 1959) を行った。

結 果

1. 馴化セッションにおける EDR

Fig. 1 には馴化セッションにおける実験群 (EG) と統制群 (CG) の EDR が、2 試行ブロック毎に示されている。図に示されているように、馴化セッションでは両群間の EDR には明らかに差が見られず、試行に伴う反応量の減少のみが認められるようである。しかし、

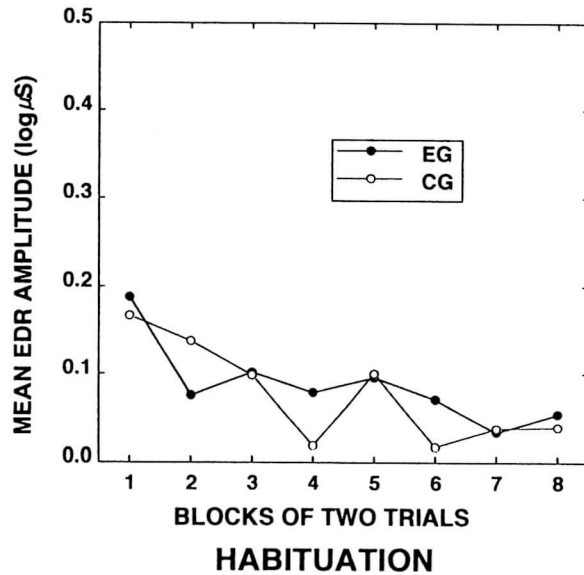


Fig. 1. Mean amplitudes of EDR for the experimental group (EG) and the control group (CG) during habituation session plotted for blocks of two trials.

群×ブロックの分散分析においては、群およびブロックの主効果、さらにそれらの交互作用とも有意な結果が得られなかった。

2. テストセッションにおける EDR

(1) 課題非関連刺激による反応

Fig. 2 の“TASK-IRR”には、テストセッションにおける課題非関連刺激に対する EDR が 2 試行ブロック毎に示されている。図中の EDR には、プローブが含まれなかった刺激 (PF) に対する反応と、プローブが含まれていた刺激 (PI) に対する反応とでそれぞれ異なる傾向が見られるようである。すなわち、PF については EG において増大した EDR が示されているが、PI については逆に CG が EG を上回っている。そこで、群×ブロックの分散分析を行ってみたが、PF、PI ともに群間には EDR に有意差は見られず、PI についてのブロックの主効果に有意傾向 ($F_{(1,14)}=4.34$, $p<.10$) が認められたのみであった。

(2) 課題関連刺激に対する反応

Fig. 2 の“TASK-REL”には、テストセッションにおける課題関連刺激に対する EDR が TASK-IRR と同様に示されている。この図では、PF と PI に対する EDR の傾向が明らかに異なっている。すなわち、PF に対する EDR は EG において大きいことが、PI に対する EDR には両群間の差が明確ではない。また、試行に伴う傾向も両群間では異なっているようである。しかしながら、同様の分散分析の結果では、いずれの主効果も交互作用も有意とはならなかった。

(3) ISI 中のプローブによる反応

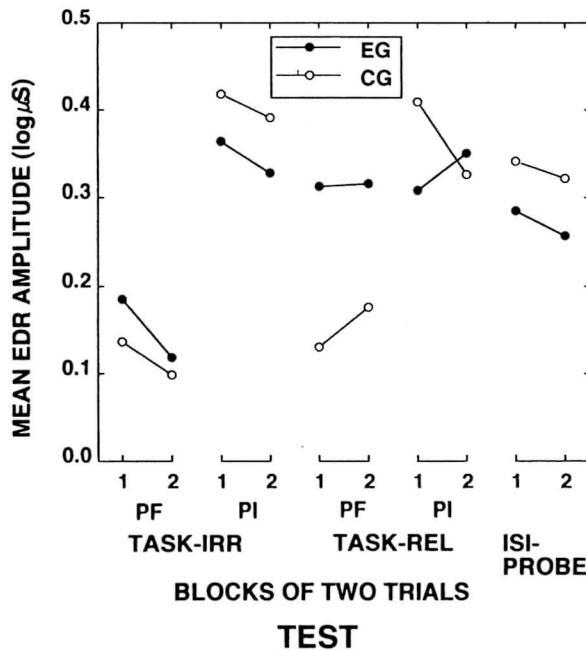


Fig. 2. Mean amplitudes of EDR for the EG and the CG during test session plotted as the same way as in Fig. 1. TASK-IRR, the EDR amplitude for the task-irrelevant stimulus. TASK-REL, the EDR amplitude for the task-relevant stimulus. PF, the EDR amplitude for probe free stimulus. PI, the EDR amplitude for the stimulus which was “probe-in.” ISI-PROBE, the EDR amplitude for probe presented during interstimulus interval.

Fig. 2の“ISI-PROBE”には、ISI中に提示されたプローブに対するEDRが、TASK-IRRと同様に示されている。図より、プローブに対するEDRは、CGにおいてEGよりも増大しているようである。しかし、同様の分散分析では、いずれの主効果および交互作用とも有意とはならなかった。

3. 練習セッションにおけるRT

Fig. 3の“P”には、練習セッションにおける20試行の平均RTが両群について示されている。図に見られるように、両群間でRTには差異がなく、このことは分散分析の結果によって支持された。

4. テストセッションにおけるプローブに対するRT

(1) 課題非関連刺激中のプローブRT

Fig. 3の“TASK-IRR”には、課題非関連刺激中に提示されたプローブに対するRTがFig. 2と同様に示されている。ここでは、明らかにEGとCGではRTに違いが認められ、EGにおいてCGより遅延しており、また試行に伴う傾向にも両群間では差異が見られるようである。そこで、群×ブロックの分散分析を行ったところ、群の主効果 ($F_{(1,14)}=8.21$, $p<.05$) に有意差が示された。しかし、ブロックの主効果および群とブロックの交互作用

は有意とはならなかった。

(2) 課題関連刺激中のプローブ RT

Fig. 3 の“TASK-REL”には、課題関連刺激中に提示されたプローブに対する RT が Fig. 2 と同様に示されている。ここでも、TASK-IRR における RT と同様、EG の RT は CG に比較して大きく遅延しているが、両群とも試行に伴い RT が速化している傾向が示されている。同様の分散分析の結果、群の主効果 ($F_{(1,14)}=26.42, p<.01$) およびブロックの主効果 ($F_{(1,14)}=5.40, p<.05$) が有意であったことから、この傾向が確認された。

(3) ISI 中のプローブ RT

Fig. 3 の“ISI”には、ISI 中に提示されたプローブに対する RT が Fig. 2 と同様に示されている。RT が ISI 中に提示された場合は、TASK-REL における RT とはやや異なる傾向が認められるようである。すなわち、TASK-REL では、試行に伴う RT の短縮が示されていたが、ISI 中ではむしろ増大しているか試行に伴う変動は明確ではないようである。同様な分散分析を施してみたところ、群の主効果 ($F_{(1,14)}=9.10, p<.01$) のみが有意となった。

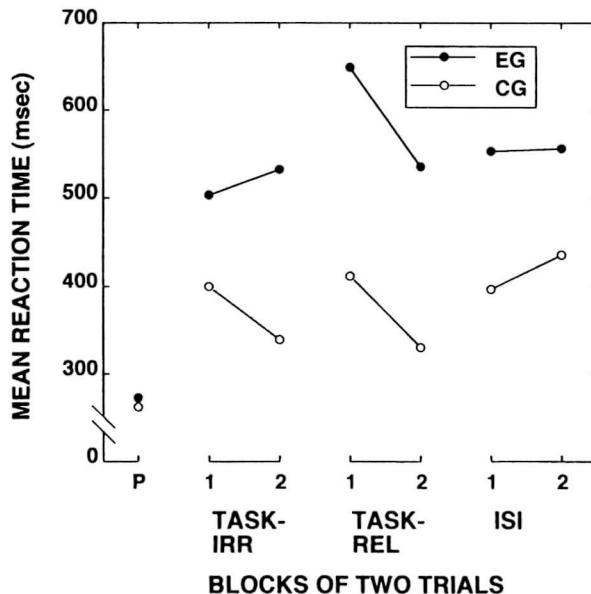


Fig. 3. Mean RT plotted as the similar manner as in Fig. 2. TASK-IRR, the RT for the probe presented in task-irrelevant stimulus. TASK-REL, the RT for the probe appeared in task-relevant stimulus. ISI, the RT for probe presented during interstimulus interval.

考 察

本研究では、OR と処理資源配分との関係を検討するため、刺激を視覚および聴覚の複数モダリティにおいて提示し、警戒的 OR の出現が期待される事態で、同時に取得した処理資源配分量の指標であるプローブ RT がどのような傾向を示すか検討した。条件としては、刺

激の持続時間を主観的に評価し、記憶して報告するという課題を遂行する実験群 (EG) と、この課題を行わない統制群 (CG) とを設けた。その結果、テストセッションにおける EDR には、プローブの影響を受けていない課題非関連刺激 (TASK-IRR/PF)、課題関連刺激 (TASK-REL/PF) の何れに対しても EG と CG との間には実質的な差異が認められなかった。このことは、課題が両群間の EDR に差をもたらすほどの負荷を持っていなかったことを示唆している。一方、テストセッションにおける刺激中に提示されたプローブに対する RT (TASK-IRR; TASK-REL) には、両群間で何れも差が認められ、一貫して EG の RT は CG よりも遅延していた。この結果は、課題非関連刺激および課題関連刺激の処理に対して、EG では CG よりもより多くの処理資源が配分されていたことを示しているといえる。EG では EDR には、課題の効果が明確には示されなかったことから、EDR と RT との結果は一貫していないが、以下でこのことを考察してみたい。

本研究で用いられた課題は、前報 (今井, 1999) と同様、刺激の持続時間を主観的に評価しそれらを記憶して後に報告するというものであった。この課題は、先行研究 (Imai, 1991; Meyers & Joseph, 1968; Ray, Piroch, & Kimmel, 1977; Siddle, O'Gorman, & Wood, 1979) において、教示によって課題関連となった刺激に対する EDR を増大させる効果が、比較的安定して示されている。Fig. 2 のように、プローブに影響を受けていない課題関連刺激 (TASK-REL/PF) に対する EDR は、EG において CG よりも増大してはいるが、この差は統計的な確証を得るには至らなかった。本研究のような条件下では、個人差の大きい EDR の変動がさらに大きくなっていたのかもしれない。あるいは、プローブ課題の導入自体が、筆者の先行研究 (今井, 1988; Imai, 1990; 1991) とは全く異なる事態を作り出していた可能性 (今井, 1999) も指摘される。

これに対して、テストセッションでのプローブに対する RT は、一貫して EG において CG よりも遅延していた。Fig. 3 に認められるように、プローブが課題非関連刺激中 (TASK-IRR) に提示された場合も、課題関連刺激中 (TASK-REL) に提示された場合でも、また、刺激間間隔中 (ISI) に提示された場合でも、EG の RT は CG よりも遅延しており、平均でそれぞれ約 150 ms, 220 ms, 140 ms 遅延していた。さらに、RT はプローブが課題非関連刺激中、課題関連刺激中、および ISI 中に提示された場合のそれぞれにおいて、ブロックに伴う傾向が異なっていた。すなわち、課題非関連刺激中に提示されたプローブに対する RT には、試行に伴う速化も遅延も見られなかったが、プローブが課題関連刺激中に提示された場合は、ブロックに伴う RT の速化が両群において認められた。加えて、ISI 中に提示されたプローブに対する RT は、両群ともほぼ試行に伴う変動は明確には示されなかった。課題関連刺激中にプローブが提示された場合の RT の速化傾向は、刺激の処理が反復提示に伴い進行することに応じて、処理資源の配分量が減少することに対応する (Dawson *et al.*, 1989; Filion *et al.*, 1991; 今井, 1997; Siddle *et al.*, 1993)。また、刺激間隔中にプローブが提示された場合は、実験セッションを通じて資源は一定に配分されるはずである。従って、ISI 中のプローブに対する RT において試行の効果が認められなかったという結果も、従来の知見 (Dawson *et al.*, 1989; Filion *et al.*, 1991; 今井, 1997; Siddle *et al.*, 1993) と一致する傾向といえる。一方、課題非関連刺激中に提示されたプローブに対する RT に、試行に伴う速化傾向が認められなかったという結果は、前報 (今井, 1999) とは異なる傾向で

あった。この課題非関連刺激中に提示されたプローブに対する RT の傾向が、従来の結果とは異なる点は注目に値する。なぜなら、本研究では、この課題非関連刺激に対して警戒的 OR が誘発されるものと期待されていたが、先に述べたように EDR の結果はこのことを確認できなかった。しかし、刺激を複数のモダリティで提示した場合、課題非関連の刺激に対する資源の配分方針が異なってくるのであれば、この刺激に対する OR の出現様相も同様に変動することが期待されるからである。課題非関連刺激に対する EDR の結果は、この推測を明確に支持するものとはいえないが、さらに検討する必要もあろう。

前報（今井, 1999）では、刺激を視覚ないしは聴覚の単一モダリティにおいて提示し、課題教示の効果が EDR と RT に及ぼす効果を検討した。しかし、本研究では、前報と同様、刺激持続時間の主観的評定課題は、課題関連刺激に対する EDR を有意に増大させなかった。一方、プローブに対する RT は EG において CG よりも遅延しており、EG における一次課題としての刺激持続時間の主観的評定課題に対して、処理資源がより多く配分されていたことが示唆された点は、前報告と一致した結果であった。また、本研究では、課題非関連刺激中に提示されたプローブに対する RT が、従来とは異なる傾向を示したが、このことが警戒的 OR との何らかの関係を示すものかどうかは今後の課題とされよう。

以上のように、本研究では警戒的 OR は確認されなかったが、処理資源配分量の指標とされたプローブ RT には、ほぼ予測された傾向が示された。例えば、選択的 OR や警戒的 OR が報告された筆者の研究（今井, 1988 ; Imai, 1990 ; Imai, 1991）では、プローブが提示されていなかったことから、テストセッションにおいてプローブを提示するという手続自体が大きな実験条件の変化をもたらしていた可能性もある。すなわち、統制条件として設定された CG にも、プローブという“有意”な刺激が提示されていたのであり、このことが結果に影響したとも考えられる。また、個人差の大きい EDR については、さらに被験者を追加する必要があるかもしれない。いずれにしても、これらの点も含めてさらに検討が必要であらう。

付 記

本研究の一部は、1999年日本心理学会第63回大会（中京大学）で発表された。

文 献

- Dawson, M. E., Filion, D. L., & Schell, A. M. 1989 Is elicitation of the autonomic orienting response associated with allocation of processing resources? *Psychophysiology*, **26**, 560-572.
- Filion, D. L., Dawson, M. E., & Schell, A. M., & Hazlett, E. A. 1991 The relationship between skin conductance orienting and the allocation of processing resources. *Psychophysiology*, **28**, 410-424.
- Greenhouse, S. W., & Geisser, S. 1959 On methods in the analysis of profile data. *Psychometrika*, **24**, 95-112.
- 今井 章 1988 定位反応における刺激提示のモダリティと課題教示の効果 心理学研究, **59**, 30-

36.

- Imai, A. 1990 Effects of overt and covert task instructions and stimulus modality on orienting response recorded by electrodermal indices. *Japanese Psychological Research*, **32**, 192-199.
- Imai, A. 1991 Effects of overt and covert tasks on orienting response under unimodal and bimodal stimulations. *Perceptual and Motor Skills*, **73**, 1203-1215.
- 今井 章 1992 定位反応に関する実験的研究 名古屋大学大学院文学研究科博士学位論文。(未公開)
- 今井 章 1995 刺激情報価が皮膚電気性及び視覚性の定位反応と処理資源配分に及ぼす効果 信州大学人文学部人文科学論集, **29**, 29-39.
- 今井 章 1996 刺激情報価が皮膚電気性及び視覚性の定位反応と処理資源配分に及ぼす効果(2) 信州大学人文学部人文科学論集<人間情報学科編>, **30**, 13-25.
- 今井 章 1997 刺激情報価が皮膚電気性及び視覚性の定位反応と処理資源配分に及ぼす効果(3) 信州大学人文学部人文科学論集<人間情報学科編>, **31**, 89-99.
- 今井 章 1999 定位反応と処理資源配分との関係—刺激提示モダリティの違いを手がかりとして— 信州大学人文学部人文科学論集<人間情報学科編>, **33**, 61-70.
- Kerr, B. 1973 Processing demands during mental operations. *Memory and Cognition*, **1**, 401-412.
- Maltzman, I., & Raskin, D. C. 1979 Selective orienting and habituation of the GSR as a consequence of overt and covert activity. *Physiological Psychology*, **7**, 204-207.
- Meyers, W. J., & Joseph, L. J. 1968 Response speed as related CS prefamiliarization and GSR responsivity. *Journal of Experimental Psychology*, **78**, 375-381.
- Posner, M. I., & Boies, S. J. 1971 Components of attention. *Psychological Review*, **78**, 391-408.
- Ray, R. L., Piroch, J. F., & Kimmel, H. D. 1977 The effect of task and stimulus variability on habituation of electrodermal and vasomotor reactions. *Physiological Psychology*, **5**, 189-196.
- Siddle, D. A. T. 1991 Orienting, habituation, and resource allocation: An associative analysis. *Psychophysiology*, **28**, 245-259.
- Siddle, D. A. T., Jordan, J., & Lipp, O. V. 1993 Effects of task-relevance and intermodality change on electrodermal orienting and on processing resource allocation. *Journal of Psychophysiology*, **7**, 58-64.
- Siddle, D. A. T., O'Gorman, J. G., & Wood, L. 1979 Effects of electrodermal lability and stimulus significance on electrodermal response amplitude to stimulus change. *Psychophysiology*, **16**, 520-527.
- Sokolov, E. N. 1963 *Perception and the conditioned reflex*. Oxford: Pergamon Press.

RELATIONSHIP BETWEEN ELECTRODERMAL ORIENTING RESPONSE AND PROCESSING RESOURCE ALLOCATION : II. THE EFFECTS OF BIMODAL PRESENTATION

AKIRA IMAI

Department of Psychology, Faculty of Arts
Shinshu University

ABSTRACT

This study examined the relationship between “alertive” orienting response (OR) and processing resource allocation under bimodal stimulation. Two groups of 8 subjects received two stimuli (geometric figure and pure tone) bimodally during both habituation and test sessions. The subjects were assigned to one of two groups of experimental (EG) and control (CG). The EG estimated a duration of either one of two stimuli during test session. The CG did not perform this task. In addition, both groups were instructed reaction time (RT) task to a probe presented in, some of task-irrelevant stimuli, some of task-relevant stimuli, and some of interstimulus intervals. Results are as follows; the estimation-task did not differentiate any EDR of both groups for task-irrelevant, task-relevant, and probe stimuli. On the other hand, the probe RTs were delayed for the EG suggesting that the EG required more processing resources to perform the task than the CG. However, it is difficult to conclude that the OR and the allocation of processing resources are closely related under the probe RT task, because the results of the EDR did not coincide with the expected tendencies under the bimodal presentation. Further research should be required to clarify this complicated relationship between the OR and the allocation of processing resources.

Keywords: orienting response (OR), allocation of processing resources, habituation, electrodermal response (EDR), alertive OR, probe reaction time