The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	空間におけるcrossmodal attention : 音のデザインと鉄道無線の観点から
Author(s)	上田, 真由子
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/207
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

空間における crossmodal attention

―音のデザインと鉄道無線の観点から―

2008年

上田 真由子

平成 20 年度博士学位論文

空間における crossmodal attention

―音のデザインと鉄道無線の観点から―

上　田　真由子

要　約

第1章　序論

本論文では、crossmodal attention（異なる感覚間での注意の相互作用を指す用語（宮内, 1997））の機能の中でも、特に3次元空間内での視聴覚間のcrossmodal linkに注目して研究を行った。3次元空間内での視聴覚間のcrossmodal linkとは、ここでは「視覚的注意（あるいは聴覚的注意）が前方へ向いたとき、聴覚的注意（あるいは視覚的注意）も前方へ向く」ことを指す。本論文では、この空間における視聴覚間のcrossmodal linkの働きが、基礎的実験と応用的実験の双方においてどのように機能するのかについて検討した。このcrossmodal linkの働きを明らかにすることにより、様々な視聴覚信号を提示する機器類に囲まれて暮らす私たちの注意特性を包括的に捉えることができ、また、機器のデザインに対する提言を行うことができると考えた。

第2章　研究1　実験1　視覚的注意は音源定位に影響を及ぼすのか？

実験1において、実験協力者は、RSVP（Rapid Serial Visual Presentation）課題を模擬した視覚課題（連続して提示される英字のうち、Xが提示されたとき、できるだけ速く正確に反応する課題）と聴覚課題（前方、あるいは後方から提示される音源に対する前後判断（音源定位）課題）を同時に遂行する必要があった。その結果、以下の点が示された。

① 二重課題（遅）条件（視覚課題難易度が低い条件での二重課題）では、前方から聴覚ターゲットを提示された場合、後方から提示された場合よりも反応時間が短くなった。

② 二重課題（速）条件（視覚課題難易度が高い条件での二重課題）では、後方からの聴覚ターゲットを前方から提示されたと誤知覚するエラーがその逆のエラーよりも高くなった。また、視覚ターゲットに対する反応時間も、先行した聴覚ターゲットが前方から提示された場合、後方から提示された場合よりも有意に反応が速くなった。

以上の結果から空間におけるcrossmodal linkの働きに関し、以下の考察ができた。

a) 視聴覚刺激間の物理的空間距離の近接性が、視覚課題、あるいは聴覚課題のパフォーマンスを改善させる

b) 前方に対する視覚的注意が、前後の音源定位に影響を与える

第3章 研究1 実験2 音のデザインの変更はパフォーマンスを変化させるか？

第2章（実験1）で見られた結果を受け、第3章では、音のデザイン（課題変更：音源定位課題から単純反応課題・音源刺激変更：純音から白色雑音）を変更し、同様の傾向が見られるのかについて検討した。その結果、以下の点が示された。

① 視覚課題難易度に関わらず、先行した聴覚ターゲットが前方から提示されたとき、後方から提示されたときよりも視覚ミス率が有意に低くなった。

② 二重課題（速）では、前方から聴覚ターゲットを提示されたとき、後方から提示されたときよりも反応時間が短くなった。

以上の結果から、以下の考察が可能となった。

a) 聴覚課題を変更すると、crossmodal link の働きは異なった影響を示す

b) 音のデザインは、視覚作業との相互作用を考慮して、設計すべきである

第4章 研究2 実験3 自己関連情報は無視できるのか？

第4章では、現実場面を想定した実験を行った。具体的には、「鉄道運転士（以下運転士）が、自分に無関係な無線連絡を本当に無視できるのか」ということを調べるため、次のような実験を課した。背景に流れる各種の無線連絡（運転士と指令員間の会話）を無視するように教示された状況下で、視覚課題（実験1、実験2と同様）と聴覚課題（高・低音に対する高低判断課題とその提示回数を記憶する記憶課題）の二重課題を遂行する実験であった。また、その無線連絡の提示位置は前後一方のスピーカから提示された。その結果、以下の点が示された。

① 鉄道運転に関して重要な無線連絡が流れると、視覚課題に対する反応が遅延した

② 実験後に行った無線連絡の内容に関する再認課題では、前方から無線連絡を提示した場合、後方から提示した場合よりも再認率が高くなった

以上の結果から、以下の考察が可能となった。

a) 運転士は自分に無関係な無線連絡を無視できない

b) 応用場面では、視聴覚間のcrossmodal linkの働きの影響は、視聴覚課題の一時的なパフォーマンスよりも記憶作業に現れる

第5章　研究2　実験4　自己関連性の高低が注意に影響を及ぼすのか？

第 4 章（実験 3）での結果を受け、「無線連絡に対して自己関連性の低い実験協力者は、自分に無関係な無線連絡を無視できるのか」ということを調べるため、第 4 章（実験 3）と全く同様の課題を大学生に課した。その結果、以下の点が示された。

① 無線連絡の重要性に関わらず、視覚課題パフォーマンスの変化は見られなかった

② 再認課題では、前後の無線連絡提示位置に関わらず再認率に変化は見られなかった

以上の結果から、以下の考察が可能となった。

a) 無視すべき音声に対しては、自己関連性が低い場合に限って無視することが可能である

b) crossmodal link の働きによる記憶作業への影響は、無視すべき音声にどの程度注意を向けていたかによって異なる

第 6 章　総合論議　空間における crossmodal attention とは？

総合論議では、各実験で見られた、空間における crossmodal link の働きの影響を比較検討し、モデル図を考案した。その結果、以上の通り結論付けた。

a) 空間における crossmodal link の働きは、聴覚課題の種類（音源定位・単純反応・高低音判断）や質（白色雑音・純音）に関わらず、どのような場面でも生じる可能性が高い

b) ただし、crossmodal link の働きが、どのような測度（反応の速さや正確さや記憶課題等）に影響を及ぼすのかは、聴覚課題の種類や質によって異なる

目　次

要約 …… i

第1章　序論

1-1　はじめに …… 1
1-2　モダリティ（modality）とは …… 3
1-3　時間分解能の高い聴覚モダリティ …… 3
1-4　空間分解能の高い視覚モダリティ …… 4
1-5　モダリティ間相互作用による諸現象 …… 5
1-5-1　視覚が聴覚に及ぼす影響 …… 5
1-5-2　聴覚が視覚に及ぼす影響 …… 6
1-6　視覚優位（visual dominance） …… 8
1-7　注意資源とは、モダリティ固有であるのか、モダリティを超えたものか？ …… 8
1-8　注意の瞬き現象（attentional blink） …… 10
1-8-1　モダリティ間の注意の瞬き現象 …… 10
1-8-2　瞬きでは何が見落とされるのか？ …… 11
1-9　携帯電話使用中の事故件数 …… 12
1-10　聴覚課題作業中の運転パフォーマンス …… 12
1-11　両耳分離聴課題中の視覚課題に対する影響 …… 13
1-12　列車無線の使用について …… 15
1-13　本論文の目的 …… 16

第2章　研究1　実験1　視覚的注意は音源定位に影響を及ぼすのか？

2-1　目的 …… 19
2-2　方法 …… 20
2-2-1　実験協力者 …… 20
2-2-2　装置と刺激 …… 20

2-2-3　課題 …… 22
2-3　結果と考察 …… 29
2-3-1　聴覚課題のみ条件（聴覚 RT / 聴覚エラー） …… 29
2-3-2-1　二重課題（遅）（聴覚課題＜聴覚 RT / 聴覚エラー＞） …… 32
2-3-2-2　二重課題（遅）（視覚課題＜視覚 RT / 視覚ミス＞） …… 38
2-3-3-1　二重課題（速）（聴覚課題＜聴覚 RT / 聴覚エラー＞） …… 45
2-3-3-2　二重課題（速）（視覚課題＜視覚 RT / 視覚ミス＞） …… 51
2-3-4　まとめ …… 58

第3章　研究 1　実験 2　音のデザインの変更はパフォーマンスを変化させるか？

3-1　目的 …… 65
3-2　方法 …… 66
3-2-1　実験協力者 …… 66
3-2-2　装置と刺激 …… 66
3-2-3　課題 …… 67
3-3　結果と考察 …… 72
3-3-1　聴覚課題のみ（遅）条件（聴覚 RT / 聴覚ミス） …… 72
3-3-2　聴覚課題のみ（速）条件（聴覚 RT / 聴覚ミス） …… 76
3-3-3-1　二重課題（遅）（聴覚課題＜聴覚 RT / 聴覚ミス＞） …… 80
3-3-3-2　二重課題（遅）（視覚課題＜視覚 RT / 視覚ミス＞） …… 88
3-3-4-1　二重課題（速）（聴覚課題＜聴覚 RT / 聴覚ミス＞） …… 95
3-3-4-2　二重課題（速）（視覚課題＜視覚 RT / 視覚ミス＞） …… 102
3-3-5　まとめ …… 109

第4章　研究 2　実験 3　自己関連情報は無視できるのか？

4-1　目的 …… 117
4-2　方法 …… 121
4-2-1　実験協力者 …… 121

4-2-2　装置と刺激 ……121
4-2-3　課題 ……125
4-3　結果と考察 ……136
4-3-1　視覚単純反応課題（視覚 RT/視覚ミス率） ……136
4-3-2　聴覚高低判断課題（聴覚 RT/聴覚エラー率/聴覚ミス率） ……147
4-3-3　聴覚記憶課題（誤差数） ……157
4-3-4　再認課題（再認数・再認率） ……159
4-3-5　日常的注意経験質問紙と実験室実験パフォーマンスとの相関 ……163
4-3-6　紙筆テスト（視覚・聴覚テスト）と実験室実験
パフォーマンスとの相関 ……164
4-3-7　まとめ ……166

第5章　研究 2　実験 4 自己関連性の高低が注意に影響を及ぼすのか？

5-1　目的 ……175
5-2　方法 ……175
5-2-1　実験協力者 ……175
5-2-2　装置と刺激 ……175
5-2-3　課題 ……176
5-3　結果と考察 ……176
5-3-1　視覚単純反応課題（視覚 RT/視覚ミス率） ……176
5-3-2　聴覚高低判断課題（聴覚 RT/聴覚エラー率/聴覚ミス率） ……183
5-3-3　聴覚記憶課題（誤差数） ……191
5-3-4　再認課題（再認比率・再認率） ……192
5-3-5　まとめ ……198

第6章　総合論議　空間における crossmodal attention とは？

6-1　各実験のまとめ ……205
6-2　基礎面からの考察 ……208

6-3　応用面からの考察 ……218

引用文献 ……223

付録 ……235

謝辞

第1章　序論

第1章 序論

1-1 はじめに

私たちの日常生活は、常に五感と注意から成り立っている。例えば、人は目で様々なモノを見、耳で色々な音を聞き取る。その後、各感覚から入力された刺激の中で気になったモノや音に注意を向け、次の行動に移る。日常生活はこの繰り返しによって成り立っていると言えるだろう。本論文の題名となっている"crossmodal attention"とは、異なる感覚間での注意の相互作用を指す用語であり（宮内, 1997)、このように日常生活に密接に関わる機能である。

本論文では、特に空間内での crossmodal attention の働きについて検討していきたい。それは、3 次元空間での crossmodal attention の機能の研究は、様々な最先端機器に囲まれて生きる私たちの暮らしをより向上させるからである。

私たちが過ごす 3 次元空間には 360 度上下左右関わらず、様々な感覚情報が満ち溢れているが、人はこの雑多な空間内で特定の事象に対して正しく注意を向け、行動を起こしている。また、大昔から、基本的には、注意を向けた空間位置の事象には複数の感覚情報が同時に生じていることが常である。例えば、「後ろから「ガチャン」という音が聞こえたので振り返ると、ガラスが割れていた」という日常的な事例を 1 つ取っても、ガチャンという「音」とガラスという「モノ」は同じ空間位置の事象から生じているものである。

しかしながら、様々な機器の発展により、人が注意を向けている空間位置の事象とは異なる空間位置から感覚情報が提示され、更にその情報に適切に反応する必要性が生まれてきた。例えば、自動車運転では、車外前方の車道に注意を向けているにも関わらず、カーナビゲーションによる音声案内は、車内側方のスピーカから流れる。この場合、視覚的注意は前方を向いているにも関わらず、聴覚的注意は側方に向ける必要がある。こういった行動は、産業革命以前には特に必要とされていなかった、比較的新しい行動様式と言えるだろう。

だが、このような今までに必要とされなかった新奇な行動は、気づかないうちに人間に負荷をかけているかもしれない。そのため、本論文では、特に注意を向ける空間位置が各々で異なった場合の crossmodal attention の機能について検討を行う。この検討を行うことによって、様々な機器類に囲まれて暮らす私たちの注意特性を包括的に見ることができ、また、機器のデザインに対する提言を行えるだろう。

また、本論文のもう一つの特徴として、crossmodal attention の検討を基礎面と応用面の双方から行うことを目指す。今まで、crossmodal attention の研究は主に基礎的な実験によって検討されてきた。その理由は、そもそも注意研究が、今まで1つの感覚刺激に限定して研究されており（Spence & Driver, 2004）、複数の感覚刺激を用いた注意研究自体が新しいと言えるからであろう。

確かに、人間の精緻で繊細な注意特性を観るためには、日常場面からかけ離れた、他の妨害要因（アーティファクト）が生じにくい状況下で行う必要がある。そのため、今までごく基礎的な研究ばかりにスポットライトが当てられてきたのだろう。しかしながら、真に日常生活に役立つ研究を行うためには、そのようなアーティファクトの存在を踏まえながら、できるだけ実際場面に近い条件下で研究をする必要がある。

そこで、本論文では、今までの基礎的研究で得られてきた、複数の感覚刺激における注意特性の知見を活かした上で、日常場面に還元し得る研究を行うことを目的としたい。当然ながら、今までの応用研究には、複数の感覚刺激が存在する環境下での様々な行動特性を検討しようとしたものは数多く存在する。だが、このような応用研究では、基礎研究では徹底的に精緻に整えられるはずの要因や条件の統制が上手く設定できていない、あるいはアーティファクトが多すぎて、結局のところ、その結果が示された原因が特定しにくい等の不備があるものもある。つまり、応用研究には、ごく自然な環境下で人間の行動特性を検討できる長所がある一方で、「なぜそのような結果が示されたのか？」という理由づけがやりにくいという短所がある。

そのため、本論文では、今までの基礎的な研究から得られた堅固な知見を土台として、応用展開し得る実験室実験を段階的に行う。このようにすれば、応用実験で多々見られる要因・条件等の統制の不備やアーティファクトの干渉を最小限に防げると考えている。また、各実験において、基礎と応用の各視点に立った考察を行うことで、基礎と応用をまたぐ研究論文となることを目指す。

●基礎的知見●

基礎と応用の各視点に立った研究を行うためには、基礎的知見と応用的知見の双方に関する先行研究をよく知る必要がある。そのため、序論では、視覚・聴覚モダリティに関する相互作用を中心とした基礎的知見を概観し、その後、実際の視聴覚空間における応用実験では、どのような知見が得られているかを述べることとする。

1-2　モダリティ(modality)とは

光がもたらす視覚的体験の性質は、明から暗、白から黒、様々な色などであり、一方、音がもたらす聴覚的体験の性質は、高さや大きさの異なる音や騒音である。それぞれの感覚器官はそれぞれに適した刺激（適刺激）を感受して、それぞれ固有の感覚的体験を生む。このような、視覚や聴覚、味覚、嗅覚など、相互に移行することのない性質の感覚の種類のことをモダリティ（modality）という。つまり、モダリティごとに、その適刺激と感覚的体験の性質は定まっているのである（松田, 1995）。また、モダリティには 5 感（視覚・聴覚・触覚・嗅覚・味覚）のみだけではなく、深部感覚や内臓感覚、平衡感覚も個別のモダリティとして当てはまる（Table 1-1 参照）。

Table 1-1　感覚系の分類（松田, 1995）

モダリティ	感覚器官部位	通常の適刺激	感覚の性質
視覚	眼	光(可視光)	明暗(白黒)や，赤，黄，緑，青，などの色
聴覚	耳	空気の疎密波	調音(純音，周期的複合音)や雑音などの音
皮膚感覚(表面感覚)	皮膚	機械的刺激，温度刺激，侵害性刺激など	触･圧，擦，温･熱，冷，痛，痒など
嗅覚	鼻腔の嗅粘膜	揮発性の物質	薬味，花，果実，樹脂，腐敗などの匂い
味覚	舌，一部の口腔内部位	溶解性の物質	甘，鹹(塩味)，酸，苦などの味
深部感覚(固有感覚)	骨格筋，腱，関節	筋･腱･関節に加わる機械的な刺激など	四肢の位置や運動の方向･速度，力(抵抗･重さ)，圧，痛など
内臓感覚(有機感覚)	胃，腸，心臓などの内臓	圧，血糖，水分不足，血中酸素など	空腹，渇き，排便･排尿感，心拍動，息詰まり感，痛など
前庭機能(平衡感覚)	内耳迷路の前庭器官	重力，身体や頭部の直進および回転加速	ない(結果としては，身体の傾きや移動，めまいや乗り物酔いなど)

1-3 時間分解能の高い聴覚モダリティ

聴覚は「何がいつ起きたか」を知らせる感覚といわれている（Stafford & Webb、 2005）。つまり、聴覚は、刺激の提示タイミングに関して非常に敏感なのである。例えば、広帯域雑音（例えば白色雑音）のような音源であれば、2 回提示した白色雑音の提示時間間隔（ISI）がわずか 2、3ms であってもそのギャップに気づくほど検知閾が高い（Plomp, 1964; Penner, 1977）。一方、視覚では、光が目に映ってから意識に上るまでに 30ms は経過する必要があるため、その速度差を考慮すれば、聴覚モダリティの時間分解能の高さは歴然としていると言えるだろう。

1-4 空間分解能の高い視覚モダリティ

前述のような時間分解能の高さの一方で、聴覚は、「どこで発生したか」を知らせることは非常に不得手である（Stafford & Webb, 2005）。例えば、白色雑音のような広帯域の周波数を持つ音源は比較的空間定位が容易だとされている。しかしながら、その白色雑音を用いた場合でも、正面方向にある場合には、上下に約 3-4°、音源が真上にある場合には前後に約 12-15°、音源が真後ろにある場合には上下に約 4-5°ずれなければ、音源の方向が変化したことに気づかない（黒澤・都木・山口, 1982）。一方、視覚では、中心窩であれば、その空間分解視力が約 1° であることと比較した場合、空間分解能の低さがよく理解できるだろう。

Figure 1-1 は、聴覚内においては、各々の音が幾分広くぼやけた範囲から生じているように感じるという現象を図に示したものである。これは「混同の円錐（cone of confusion）」と呼ばれている。また、音は視覚刺激よりも速く検出することができるが（Posner, 1978）、聴覚刺激の定位がやや劣るのは、聴覚定位反応が視覚定位反応より遅く、エラーをしがちであることが原因の 1 つである（Ward, 1994）。更に、Figure 1-1 から示されるように、視覚とは異なり、聴覚機能には「焦点機能」がなく、視覚的注意による空間定位と、聴覚的注意による空間定位とは、全く異なるものであることがわかるだろう。

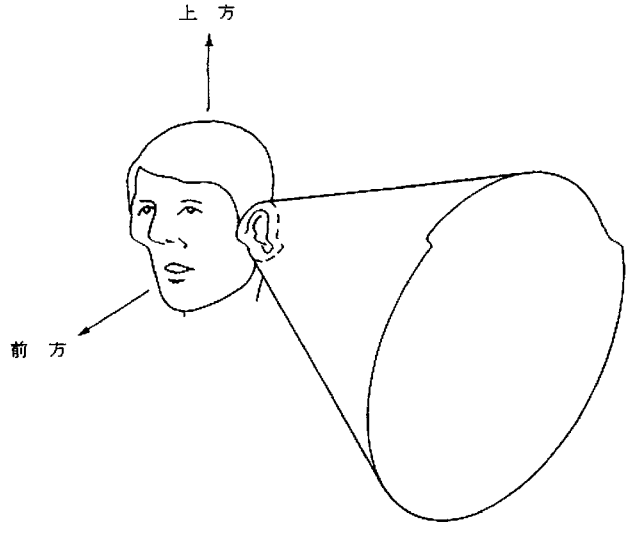

Figure 1-1 混同の円錐（Moore (1989)から抜粋）

1-5 モダリティ間相互作用による諸現象

1-5-1 視覚が聴覚に及ぼす影響

視覚事象と聴覚事象が生じると、聴覚事象は視覚事象の位置から生じたように知覚される。この現象は、空間知覚における視覚の優位性を示す代表的な現象であり、腹話術師の声が人形の口から聞こえることに例えて腹話術効果と呼ばれている（北川, 2007)。腹話術効果において、視覚情報がより優先されるのは、前述したように聴覚よりも視覚の空間分解能が高いためであろう。このことを端的に表したのが Alais & Burr (2004)の研究である。彼らは、エッジを曖昧にした円盤とクリック音の組み合わせを連続的に 2 回提示し、どちらの組み合わせがより左にあったのかを実験協力者に回答させた。その結果、円盤が小さい場合（視角 4 度）には、実験協力者の反応は視覚刺激の位置に強く依存したが、円盤が大きい場合（視角 64 度）には、クリック音の位置により強く依存した。この現象は、円盤が大きくなることによって視覚による精緻な空間定位が困難になり、相対的により精度の高い聴覚手がかりを優先したために生じたと考えられる。この結果は、空間知覚においても常に視覚情報が優先されるわけではなく、状況に応じてより信頼できる情報を提示する感覚を優先的に処理することを示唆している。

視覚情報を付加することによって、聴覚情報のみを提示した場合とは、音韻知覚が異なったものになることもある。例えば、/ba/と発音した音を聴覚刺激として与え、/ga/と発音した顔の動きを視覚刺激として与えると、多くの場合、音声としては/ba/と/ga/の間に位置づけられる/da/が聞こえる。この場合、聴者は手がかりの一部を目で見たとは感じず、耳に/da/が聞こえたと感じるのである。この効果はマガーク効果と呼ばれている（McGurk & MacDonald, 1976; 中島, 1999)。

このマガーク効果の発生メカニズムに関しては現在も研究が続けられている。視聴覚情報の統合される過程でマガーク効果が生じていることはわかっているが、音声処理のどのレベルで統合が行われるかについて大きく 3 つの考え方に分かれている。それは、視聴覚情報が統合されてから音声判断が下されるという考え方（初期統合モデル)、視聴覚情報がそれぞれ評価された後に統合されて音声判断が下されるとする考え方（後期統合モデル)、聴覚情報についての音声判断が行われた後に視覚情報との統合が行われるとする考え方（音声処理後アクセスモデル）の 3 つである（重野, 2006)。

また、空間における視覚的注意の方向が聴覚的注意に影響を与えることもわかっている。Spence & Read (2003)は、ドライビングシミュレータで運転をさせながら、同時にスピーカ

から提示される人の声に対して追唱（シャドーイング）を行わせた。スピーカは前方のダッシュボードの上、あるいは側方に設置した。その結果、側方から人の声を聞かせた条件の方が、シャドーイングのミスが多くなった。これは、運転を行うことによって「視覚的注意が前方へ向くと、聴覚的注意も前方へ向く」という視聴覚間の crossmodal link が存在することを示唆している。

1-5-2 聴覚が視覚に及ぼす影響

人間は、視覚優位の生物であると広く信じられている（Rock, 1966）。そのため、優位である視覚が聴覚に影響を与える現象は数多く紹介されているが、聴覚が視覚に影響を与える現象はあまり知られていない。しかし、その現象は以下の通り、確かに存在するのである。

まず、二重フラッシュ錯覚という現象について紹介する。二重フラッシュ錯覚とは、単一の視覚的フラッシュに複数のビープ音が伴うと、それがあたかも複数のフラッシュであるかのように、誤って知覚される現象である。この現象は、Shams, Kamitani, & Shimojo (2000)の実験によって明らかとなった。その実験内容は次の通りである。

黒い背景に白い円盤が様々な回数、フラッシュされた（時間：13ms, ISI：50ms）。また、そのフラッシュには様々な回数のビープ音が伴っていた（ISI：57ms）。実験協力者は試行終了毎に何回視覚的フラッシュが見えたかを判断するように教示された。その結果、実験協力者は一貫して、単一のフラッシュに複数のビープ音が伴うときは、複数のフラッシュが見えると誤って報告した。一方、単一のビープ音に複数のフラッシュが伴った場合でも、音によってフラッシュが融合することはなく、正確なフラッシュの回数を報告した。この結果の比較により、二重フラッシュ錯覚が生じる原因は、視覚よりも聴覚の時間分解能がより優れているためだと考えられる。

次に、多義的運動知覚について説明する。多義的運動知覚とは、相互に近づくように動く2つの物体からなる多義的な運動映像は、それと同期しない音が伴うときも伴わないときも2つの物体が交差するように知覚されるが、同期する音が伴えば反発しているように知覚されるというものである（下條・シャイア・ニジャワン・シャムズ・神谷・渡辺, 2001）。

多義的運動知覚の実験は、Figure 1-2 のような視覚刺激の配置を用いて行われた。このような刺激配置の場合、2 つの全く同じ視覚ターゲットが互いに交差して動くと、衝突して反発したように見えるか、あるいはそのままま っすぐ動くように見えるかという両方の可

能性（多義性）がある。それにも関わらず、そのまま観察すると大多数の実験協力者は反発ではなく、交差を報告する（Metzger, 1934）。しかし、2 つのターゲットが出くわす瞬間に短い音を提示すると、反発として知覚される傾向が強まる（Sekuler, Sekuler, & Lau, 1997）。これは、視知覚に多義性が見られる場合には、聴覚刺激の付加によって、2 つの視知覚内容のうち、どちらが優位になるかにバイアスをかけられるためだとされている。

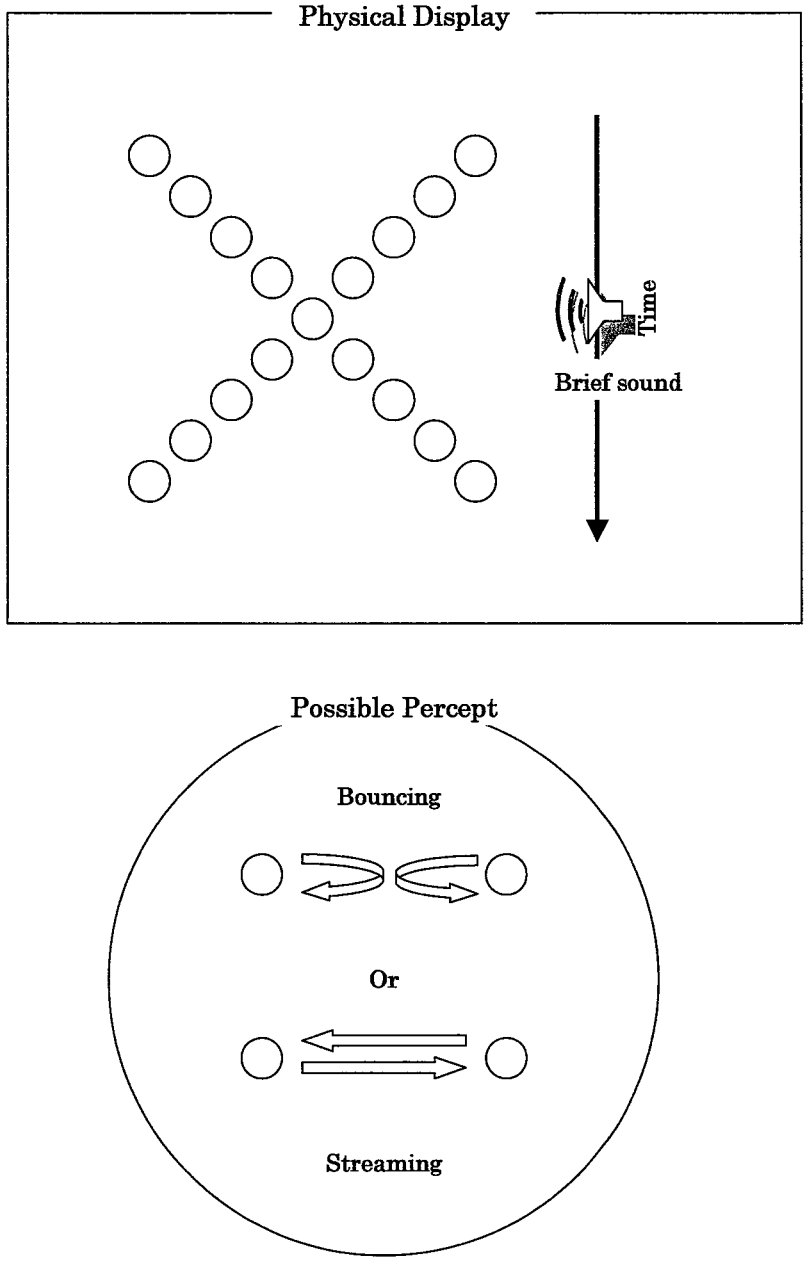

Figure 1-2 多義的運動知覚の視覚刺激配置

（下條・シャイア・ニジャワン・シャムズ・神谷・渡辺（2001）から抜粋）

1-6 視覚優位(visual dominance)

視覚優位とは、視覚と他の感覚モダリティの情報との間に矛盾があるとき、最終的な知覚は視覚情報に基づいて決まることを指す（佐藤, 1999)。この視覚優位が生じる原因の説明として、「人間が視覚から得る情報は感覚全体の 8 割以上」であるためとよく言われている。ただし、この割合の根拠が示されることはまずないと言っていいだろう。それにも関わらずこの「視覚優位」の方程式が頑なに信じられているのは、空間知覚において視覚の優位性を示す現象が数多く報告されてきたためだと考えられる（北川, 2007)。

しかしながら、今まで述べてきたように、どのような課題であっても常に視覚優位の現象が生じるわけではない。この視覚優位性は、主に空間知覚課題に限り見られるものであり、時間知覚においては主に聴覚が優先されることも前述したとおりである。つまり、課題によって優先されるモダリティは異なるため、どんなときでも視覚優位が成り立つわけではないのである。

ただし、この視覚優位性が信じられてきた背景には、科学的な根拠もあるかもしれない。例えば、ヒトと同じ霊長類であるアカゲザルで視覚関連領野の面積を調べると大脳新皮質の 55%から 57%にも達し、運動関連の 7.9%、体性感覚関連の 11.5%、聴覚関連の 3.4%等をはるかに上回っている（Felleman & Van Essen, 1991)。領野の面積がそのまま各感覚の情報量には繋がらないだろうが、脳内で他の感覚野よりも視覚野が占める割合が大きいのもまた事実である。

1-7 注意資源とは、モダリティ固有であるのか、モダリティを超えたものか？

長年、研究者らはモダリティ間において注意がどのように調整されるのかということについて、さまざまな理論を提案してきた（Spence & Driver, 1996)。初期の説明として Wickens(1980, 1984)が提案した理論がある。その理論では、人は完全なモダリティ特有の注意システムを持つ（例えば、聴覚・視覚・触覚それぞれで異なった注意を持つ)。それは、1 つのモダリティにおける注意の分割は他のモダリティにおける注意システムに対して、全く影響を及ぼさないというものであった（Figure 1-3 において、初期の理論から最近の理論のモデル図を示した。Figure 1-3A 参照)。しかしながら、この理論は、今まで紹介した結果と全く一致しないものであり、最近では支持されていない。

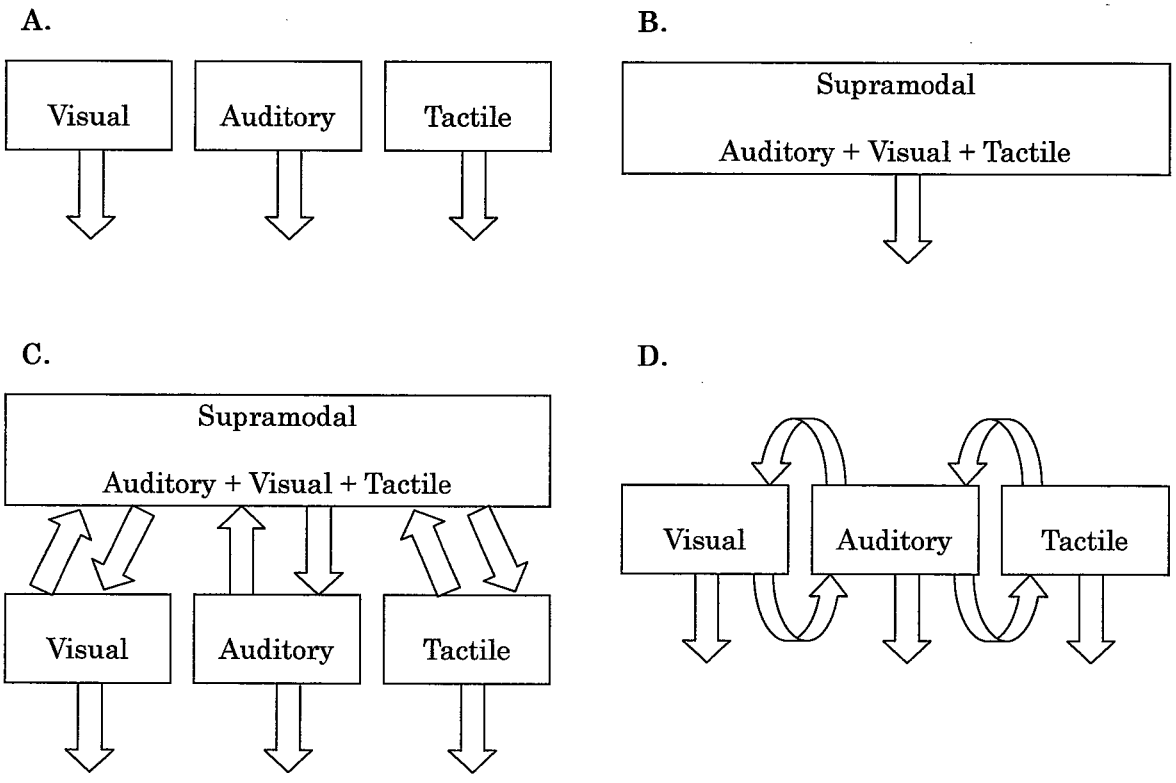

Figure 1-3 提案された注意モデルの変遷（Ward, 1994）

また、他の研究者らによって、単一のモダリティを越えた注意システムが提案された（Farah ,Wong, Monheit, & Morrow, 1989）。この理論に従えば、提示された刺激の種類に関わらず（視覚刺激・聴覚刺激など）、空間に対して注意が向けられるのである（Figure 1-3B 参照）。しかしながら、この理論も、人が異なった方向に対して同時に聴覚、視覚、触覚的注意を向けることができることを示した研究者らによって否定された（Driver & Spence, 1994; Spence & Driver, 1996; Spence & Driver, 2000）。

次に、研究者らは、更に複雑な注意システムを提案した。この理論では、モダリティ固有の注意システムが存在すると同時に、モダリティを越えた注意システムも存在するのである。（Bushara ,Weeks, Ishii, Catalin, Tian, Rauschecker, & Hallett, 1999）（Figure 1-3C 参照）。この理論によると、モダリティ固有の注意システムは、モダリティを越えた注意システムの下位組織にあたり、また、モダリティ固有の注意システムは、モダリティを超えた注意システムに対して影響を与えるとされている。

また、Spence and Driver(1996)によって、次のような理論も提案されている。Spence らによると、モダリティ固有の注意システムは、空間表象において視覚・聴覚・触覚ごとに機

能している。しかし、それぞれの注意システムは全てつながり（link）を持っているのである。この注意システムによると、異なるモダリティ間において、同じ空間に対する注意が生じた場合、空間定位をより確実にすることができるとされている（Figure 1-3D 参照）。

また、上田・三浦 (2007)は、空間的注意システムとモダリティへの注意システムは別個ではあるが、1 つの注意資源をモダリティへの注意システムと空間的注意システムのそれぞれに配分していることを実験から明らかにした。

以上、最近のモダリティを含めた注意研究においては様々な議論がなされているが、「各注意システムにはつながりがある（link）」ということには異論がないようである。特にモダリティ間のつながりを指して"crossmodal link"と呼び、この crossmodal link の影響によって、単一の感覚モダリティだけではありえない諸現象（腹話術効果・二重フラッシュ知覚等）が生じていると考えられる。

1-8 注意の瞬き現象（attentional blink）

注意の瞬きは、認知の一時的な不全で、特に 2 つのターゲット刺激が短い時間内に提示されるとき、1 つ目のターゲット（以下 T1）に対しては正しく報告できるにも関わらず、2 つ目のターゲット（以下、T2）を正しく報告できなくなる現象を言う（河原, 2003; Raymond, Shapiro & Arnell, 1992）。本論文中の一連の実験では、注意の瞬き現象を注意操作の手段として用いているため、この現象に関する概要を以下に紹介することとする。

1-8-1 モダリティ間の注意の瞬き現象

注意の瞬き現象とは、視覚だけに生じるものではない。聴覚でも同様の現象が生じることが多数の先行研究からわかっている（例えば、Arnell & Larson, 2002; Soto-Faraco & Spence, 2002）。また、視-聴覚間（あるいは聴-視覚間）でも生じるとする研究も数多くなされている（例えば、Arnell & Duncan, 2002; Dell' Acqua, Jolicoeur, Pesciarelli, Job, & Palomba, 2003）。しかしながら、その一方、モダリティ間で注意の瞬きは見られないとする研究も多く存在する（例えば、Potter, Chun, Banks, & Muckenhoupt, 1998; Soto-Faraco & Spence, 2002）。

この不一致性は、河原（2003）によると、様々な先行研究から以下の 2 点の法則に従ったか否かで決定するようである。つまり、以下の法則に従えば、モダリティ間の注意の瞬きは生じないとし、従わなかった場合には注意の瞬きが生じるとしている。

① 聴覚が第 2 ターゲット（T2）の場合は注意の瞬きが起きにくい。

② 空間的な位置の一致・不一致が注意の瞬きの有無に大きな役割を果たす。厳密な課題切り替え（視聴覚間で異なる課題を行うこと）や空間位置の切り替えを統制すると、モダリティ間の注意の瞬きは起こらない。

特に、②に関しては聴覚ターゲットがヘッドホンで提示されるか、スピーカで提示されるかで、空間的注意の切り替えの有無が変化する。結果、注意の瞬きの生起に影響を与えると言われている。視聴覚実験では、この聴覚ターゲットの提示方法に特に留意する必要があるだろう。

1-8-2 瞬きでは何が見落とされるのか？

一般的な注意の瞬き研究では、その測度として T2 に対する正答率のみを用いている（ただし、反応時間を測度とした場合でも注意の瞬きは生じることが知られている（Zuvic, Visser, & DiLollo, 2000））。この測度を用いた場合、T2 が報告できなかった事実のみを示したに過ぎない。その見落としが起こるとき、刺激のどんな側面が見落とされているのか、つまり、T2 はそもそも情報処理されていなかったのか、あるいは報告できる程度にまで意識に上らなかったのかと言う議論に関しては、まだ結論が出ていない。

初期段階で見落としが起こるとした Broadbent & Broadbent (1987)の実験では、T1 と T2 に対する意味的プライミングの課題を実験協力者に課した。T2 の正答率が低下した場合でも、高次の意味レベルまで処理されていたならば、T1 による T2 への意味的プライミング現象が見られると考えたからである。しかし、結果として T2 には意味的プライミングは生じなかったため、彼らは T2 の見落としは初期段階で生じたと結論付けた。

一方、後期段階で見落としが起こるとした知見もある。Shapiro, Driver, Ward & Sorensen (1997)は T2 を見落としてもその後に提示される第 3 ターゲット（T3）に対しては意味的プライミング現象が生じることを発見した。この結果は、T2 が意味レベルまで処理されているため生じたと考えられる。

このように、初期段階での見落としなのか、後期段階での見落としなのかは決着が付いていないが、実験協力者自身の名前（Shapiro, Caldwell, & Sorensen, 1997）や情動喚起単語（Anderson & Phelps, 2001）は見落とされにくいという知見もある。このような先行研究から、後期段階で見落としがされていると仮定した上で、最近では、T2 の「何が」見落とさ

れるかという研究から、「どのように」見落とされるかという、見落としの過程に対しても研究が行われているようである。

●応用的知見●

実際場面において視覚と聴覚の双方が積極的に必要とされる場面は数多くある。むしろ、日常を生活する上で、この 2 つの感覚を必要としない行動はほとんど無いといえるだろう。以下からは、現実場面を土台とした応用的研究において、視聴覚モダリティを取り扱った研究で、どのような知見が得られているのかを概観していくこととする。

1-9 携帯電話使用中の事故件数

自動車運転は特に積極的に視覚と聴覚を必要とする行動である。運転手は車外の車道に視線を向け、事故が起こらないように適切な運転を行っている。また、外からクラクションを鳴らされれば、なぜ鳴らされたのかと耳を傾ける。

しかし、視聴覚刺激は車外だけではなく、車内にも多数存在する。例えば、カーナビゲーション（以下、カーナビ）や、持ち込んだ携帯電話など、すべて視聴覚刺激を出す機器類である。現在、車内でこれらの機器類に注意をとらわれたために、諸運転の対応が遅れ、交通事故を起こすケースが増えている。特に、車内での携帯電話の使用は主な交通事故原因となっており、早急な対応が必要とされている。

具体的な数値では、平成 19 年版の『交通安全白書』によると、平成 18 年中の自動車等運転中の携帯電話使用による交通事故発生件数は 900 件となっている。また、自動車等運転中のカーナビ装置等の画像の注視による交通事故発生件数は、921 件で、前年より 109 件増加したことがわかっている。

このような機器類の発展に伴う交通事故の問題から、現在、自動車運転中に様々な聴覚課題を課し、どのようなときに運転作業への影響が生じるのか検討する研究が数多くなされている。

1-10 聴覚課題作業中の運転パフォーマンス

シミュレータによる自動車運転を遂行中、聴覚課題を付加すると、運転課題にはどのような影響が生じるのだろうか。この点については、数多くの実験がなされている。例えば、Strayer, Drews, & Johnston (2003)の実験では、実験協力者が興味を持っている話題について、

携帯電話で話しながら、先行車に追従する課題を行った。その結果、運転課題のみ条件下と比較して二重課題条件下では、先行車に衝突する、ブレーキ操作が遅れる、また（衝突回避のために）車間距離が長くなる等の運転パフォーマンスの悪化が見られた。更に、道路脇の広告看板への再認成績が悪化したという結果も得られた。

これらの結果は、単純に一連の運転パフォーマンスが総じて悪化するだけではなく、記憶にも干渉を及ぼしていることから、知覚的レベルから認知的レベルまで押し並べて影響があると言えるだろう。

また、聴覚課題の難易度や質によっても、視覚課題への影響は異なってくる。例えば、飯田・伊藤（1998）は聴覚課題として暗算課題を実験協力者に課した。また、その難易度を変化させるため、提示される1桁の数に1を加えた数字を回答する難易度低条件と2桁の和算を行う難易度高条件を設定した。その結果、難易度が高くなると、眼球運動の精度が低下し、ある一定の方向に視線が固定される傾向が示され、視覚ターゲットの検出時間も遅延した。

更に、聴覚課題の質を変化させた先行研究としては、例えば、内田・浅野・植田・飯星（2005）がある。この実験では、会話課題として、実験協力者に身近な通行経路について携帯電話を通じて説明させる課題を課した。一方、同じく発声は行うが、作業負荷は低いと考えられる発声課題として、「1から100」まで、もしくは50音の「あ」行を繰り返す作業を課した。その結果、会話課題条件下では、発声課題条件下よりも遅い反応時間や注視点のずれが見られた。

他にも、ハンズフリー方式の携帯電話を用いても、視覚課題への悪影響は免れないとした研究（Strayer & Johnston, 2001）や、状況認識（situation awareness）にまで影響を及ぼすとした知見（Parks & Hooijmeier, 2000）等、国内外問わず多数の研究が行われている（詳細に関しては、篠原・三浦（2004）参照）。

1-11 両耳分離聴課題中の視覚課題に対する影響

本論文の研究2では、両耳分離聴の考え方を基とした実験を行っている。そのため、ここでは、両耳分離聴課題について概論し、更に、両耳分離聴課題と視覚課題の双方を用いた先行研究について紹介する。

両耳分離聴課題とは、注意の働きを研究するために用いられてきた選択的注意パラダイムの1つであり、両耳分離提示された2種類のメッセージに関して、一方のチャンネルの

メッセージを聞きながら、同時にそれを復唱する（追唱）というものである。追唱をうまく行うためには、追唱しているチャンネルに注意を集中することが必要であり、その結果、他方のチャンネルは無視しなければならない（Cherry, 1953; 高山, 1999）。

また、この課題において重要なことは、追唱成績ではなく、もう一方の耳から聞こえてきた文章（無視チャンネル）の内容をどの程度再認できるかである。この再認成績の高低によって、注意を向けられなかった情報がどこまで情報処理されているのかを垣間見ることができるからである。以下、古典的な両耳分離聴課題を行った際の無視チャンネルの結果と特徴を以下に挙げる。

① 音声が存在したかどうかを覚えている。
② 音声が男声から女声へ変わったことがわかる
③ 口笛のような信号に気づく
④ メッセージの内容を覚えていない
⑤ メッセージの言語を特定できない（外国語の種類がわからない）
⑥ 実験途中で言語が変わったことに気付かない
⑦ 有意味単語と無意味単語の違いに気付かない

注意研究上、重要な発見とは、①・②・③の結果から、無視チャンネルの文章が全く情報処理されていないわけではなく、ある程度の情報処理はなされているということである（Lindsay & Norman, 1977）。

また、この無視チャンネルに対する情報処理や気づきの程度は提示する刺激によって、異なってくることもわかっている。例えば、両耳分離聴課題の無視チャンネルに自分の名前が提示されると、その名前にだけは気づくことは有名である（Treisman, 1964）。その他、実験協力者自身の関心に関する単語を提示すると、追唱率が低下するという知見もある（Nielsen & Sarason, 1981）。

更に、両耳分離聴課題と視覚課題を同時に遂行させる二重課題に関連した先行研究も存在する。このような実験は、視覚課題を付加し、その反応時間を測定することで無視チャンネルにどのような単語や文章が提示されると注意が逸れるのかがより理解しやすくなるという利点がある。

例えば、Bargh (1982)の実験では、実験協力者自身の自己概念（自己関連性）に関わる単

語を提示すると、視覚反応時間が長くなるという結果を得た。他に、Mathews & MacLeod (1986)の実験では、脅迫的単語を提示すると、全般性不安障害患者では、視覚反応が遅延した一方で、健常者ではそのような遅延は見られなかった。

以上のような結果は、視聴覚間で注意資源がある程度共有されている証拠でもある。この両耳分離聴課題と視覚課題を組み合わせることで、どちらの感覚モダリティにどの程度注意資源が使われているかを検討可能になるだろう。

1-12 列車無線の使用について

本研究では、日常場面に還元しうる研究を行うため、第4章と第5章では、具体的な鉄道場面を想定した実験を行っている。そのため、ここでは、本研究に関わる鉄道の現状と基礎知識について簡潔に述べる。

まず、列車無線とは列車の運転室と指令所を結び、運転士が事故発生を伝えたり、指令がダイヤ変更を指示したりするのに用いている。携帯電話と異なり、一斉連絡できる利点があり、運転士と車掌は走行中、常に傍受している。しかしながら、JR宝塚線脱線事故の教訓として、国土交通省航空・鉄道事故調査委員会が列車走行中の運転士の無線規制やメモ禁止を提言した（朝日新聞 2007年7月13日付 夕刊）。

この提言を受け、JR西日本では、2008年5月1日から当該列車に対する無線連絡を受信した場合、走行中は応答せず、次駅（通過駅含む）に停車後、運転士から指令に連絡し、通話することを徹底的に義務付けた。この指導の実施により、走行中の無線交信が原因である事故の防止に繋がっている。

ただし、当該列車に直接関係の無い無線連絡に関しては、現在、JR西日本に限らず特別な対策は行われていない（運転通告の文字送信システムの開発は検討を開始されている）。JR西日本で定められている動力者乗務員作業標準においても「無線連絡に気を取られず、運転に対する集中力を保つように心がけること」とのみ記載されている。

自動車運転中の携帯電話使用（聴覚課題）に関する悪影響は、1-10で前述したとおり多くの先行研究によって裏づけされているが、無視すべき聴覚課題に対して、視覚課題はどの程度影響を受けるのかはほとんどわかっていない。1-11では両耳分離聴課題と視覚課題の双方を課すと、無視チャンネルに含まれた単語の要因によって視覚課題が影響を受けるという先行研究もあるが、その多くは、神経症患者が実験協力者であった場合に限られている。つまり、現段階においては、健常者は、無視すべき聴覚課題の影響をほとんど受け

ないと考えられている。

しかし、この問題に関しては無視チャンネルで用いた刺激に原因があるかもしれない。両耳分離聴課題と視覚課題の二重課題を行った先行研究の多くでは、無視チャンネルに単語を用いることが多い。しかしながら、騒音等で一番気になるのは人の会話である（Nemecek & Grandjean, 1971）。そのため、日常場面に還元しうる研究であるためには、その刺激の統制は困難になるものの、単語ではなく文章や会話を用いるべきだと考えられる。第 4 章、第 5 章ではこれらの問題を踏まえた応用的実験を行っている。

1-13 本論文の目的

これまで、視聴覚間の相互作用に関する基礎面と応用面の知見に関して概覧してきた。本論文の目的は、最初に述べたとおり、モダリティ間の注意モデルの構築ではなく、crossmodal attention に関する先行研究の知見を踏まえた上で応用場面に活かせる研究を行うことである。特に「空間における crossmodal link : 3 次元空間における視聴覚間の注意のつながり」が応用場面ではどのように働くのかを検討したい。

そのために、本論文の構成は、基礎的研究と応用的研究の 2 つの研究によって構成し、各々の研究では 2 種類の実験を行っている。Figure 1-4 に本論文の構成とその内容について説示した。

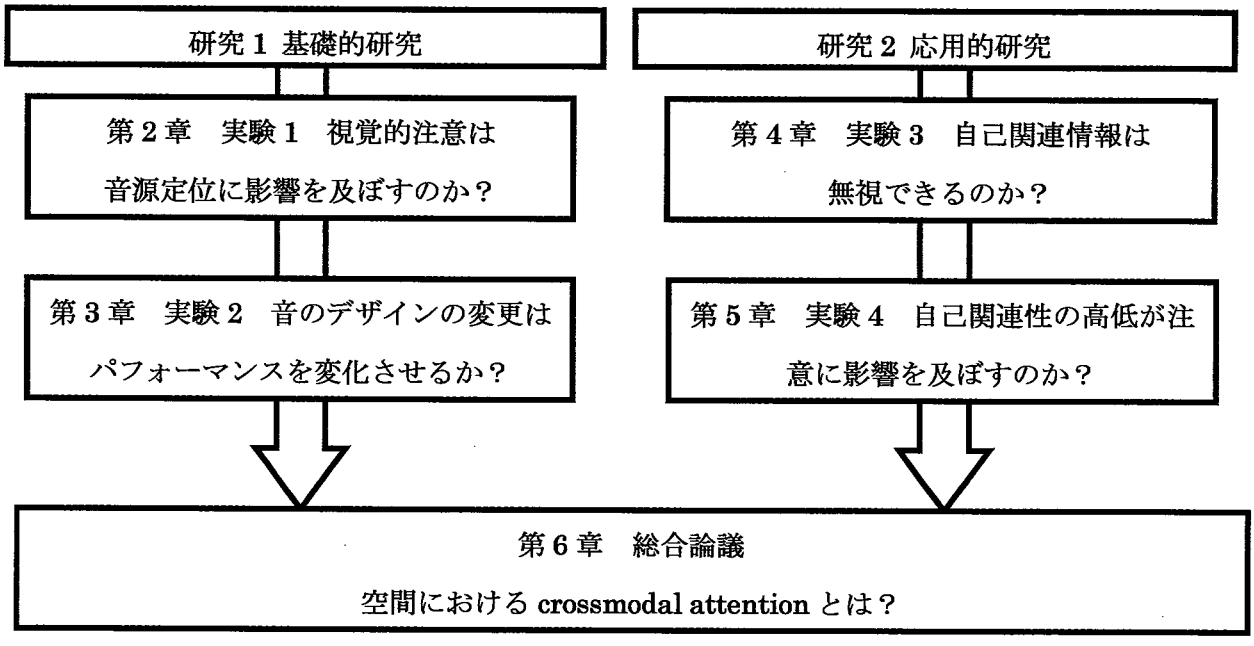

Figure 1-4 本論文の構成

まず　第 2 章（実験 1）では、視覚単純反応課題と前後の音源に対する音源定位課題の二重課題を行った。この二重課題の遂行によって、視覚的注意は常に前方へ向き、聴覚的注意はその音源方向によって前方、あるいは後方へ向くと仮定した。

Spence ら(2003)の研究では、「視覚的注意が前方へ向くと、聴覚的注意も前方へ向く」という空間における crossmodal link が存在するが、この注意の働きが「音源定位」という日常生活で必要とされる能力にどのような影響を及ぼすのかを基礎的実験によって検討した。

より実際場面に還元し得る研究を行うために、第 3 章（実験 2）では、音のデザインの変更（音源・課題の変更）を行った。この音のデザインの変更によって空間における crossmodal link の働きの変化の有無について、同じく基礎的実験により検討した。

第 4 章（実験 3）では、具体的な鉄道場面を想定した応用実験を行った。鉄道場面では、時として運転士には鉄道無線（無線連絡）を意図的に無視することが必要となる。そのため、ここでの課題は、視覚課題と聴覚課題を同時に遂行する二重課題に加え、鉄道指令員と鉄道運転士間の無線を介した会話を無視する課題を現役の鉄道運転士を対象として行った。

また、実験 1、実験 2 で見られた空間における crossmodal link の働きは、無視すべき無線連絡の音源位置にも影響を与えるのかを検討するため、前後のスピーカ位置の一方から

無線連絡を提示し、その影響を観察した。

実験 3 で得られた結果は、無線連絡の内容が運転士に対して持つ、その自己関連性の高さが影響している可能性があった。そのため、第 5 章（実験 4）では、無線連絡に関して自己関連性が低いと考えられる大学生を対象として同様の実験を行い、どのような違いがあるのかを検討した。

最後に、第 6 章では、各実験で得られた結果を比較し、空間における crossmodal link の働きは、基礎場面と応用場面にどのような違いがあるのかを考察した。その結果から、crossmodal attention の特性について述べ、機器類のデザインに対する提言を行った。

※ 本論文中で言う基礎（実験）とは、要因が統制されており、かつその要因が少ない。また実験で用いる刺激も単純なものであることを指す。また、その目的は主に人間の行動を制御する一般的なメカニズムを解明することである。

※ 本論文中で言う応用（実験）とは、ある程度現実場面を土台とするため、基礎（実験）に比べて要因の統制が困難であり、またその要因も多い。実験で用いられる刺激が比較的複雑なものであることを指す。その目的は、基礎心理学の研究から得られたメカニズムを日常場面や問題解決に役立てようとすることである。

第2章　研究 1

実験 1
視覚的注意は音源定位に影響を及ぼすのか？

本実験の一部は、日本心理学会第 70 回大会、日本認知心理学会第 5 回大会、日本基礎心理学会第 26 回大会にて発表された。

第 2 章 研究 1 実験 1 視覚的注意は音源定位に影響を及ぼすのか？

2-1 目的

Spence ら (2003)は、空間における視聴覚間の crossmodal link の存在を示唆し得る、応用的な実験を行った。その実験とは、実験協力者にシミュレータ上で運転課題を行わせつつ、同時に追唱課題を行わせる、というものであった。

追唱すべき単語と無視すべき単語が提示されるスピーカは、ハンドル前方のフロントガラスと実験協力者の左側にあるダッシュボードに取り付けられていた。各スピーカから追唱すべき単語と無視すべき単語が別個に提示され、実験協力者はスピーカ位置に関わらず、追唱すべき単語に注意を向けるように教示されていた。

この結果、前方スピーカから追唱すべき単語が提示されている場合、追唱課題においてより高いパフォーマンス結果が見られた。またこの傾向は、運転課題と追唱課題の二重課題遂行時に、更に顕著となった。

Spence ら(2003)は、以上の結果から、聴覚刺激と視覚刺激が異なった位置から提示される場合よりも、同じ空間位置から提示される場合に効率的な情報処理が行える人間の特性を示唆し、空間的注意における crossmodal link の存在を明らかにした。

しかしながら、彼らの実験は、シミュレータを用いて実験を行ったという点で応用的な実験ではあるが、一方で、追唱課題に関しては実際場面で必要と言える作業ではない。実際的場面における聴覚作業に関係した聴覚課題を用いた上で、視聴覚間の crossmodal link を検討しなれば、真に活用できる研究とは言えない。そのため、今回は追唱課題の代わりとして音源定位課題を用い、特に聴覚課題における視聴覚間の crossmodal link を検討したい。

音源定位は、日常生活に密接に関わっている作業である。例えば、自動車の警告音が鳴らされれば、どこから鳴らされたのかを即時に判断している。また、様々な生活機器に囲まれている中で、機器の 1 つから報知音（インタラクティブシステムにおいて、その動作状態をユーザに知らせるためにシステム本体などから発せられる音（倉片, 2005））が鳴らされれば、どの機器から聞こえたのかを定位しているだろう。このように、日常場面に関係がある音源定位が、視聴覚間の crossmodal link とどのように関わっているかを検討することを本実験の第一の目的とする。

また、第二の目的として、視聴覚間の crossmodal link は、視覚課題の難易度の高低によ

り、どのように変化するのかを検討したい。この解明により、日常場面に更に還元しうる実験が出来るためである。

日常場面では、視聴覚の双方の器官を必要としつつも、視覚作業の負荷が著しく高い場面もあれば、特に集中せずとも難なくこなせる負荷の低い場面もある。例えば、自転車の運転は、車道を走行する自動車や自転車の警告音に耳を傾けながら、前方に視線を向け続ける必要があると言う点で視聴覚の双方の器官を必要とする作業である。視界が広く、左右の車道にも自動車や自転車がほぼ走行していないような場面では、事故を引き起こす要因はほとんどないため、前方への視覚的注意の負荷は低く、万一の自動車や自転車からの警告音にも素早く対応し得るだろう。一方、混雑した細い車道を走行する際には、様々な危険が潜んでいるため、前方への視覚的注意の負荷は高く、他車からの警告音への気づきが遅れるかもしれない。

以上のとおり、本実験では、前方への視覚作業の負荷の違いによって、聴覚課題に違いが生じるのかを検討したい。この検証のため、視覚課題には、高速視覚逐次提示法（RSVP : Rapid Serial Visual Presentation）を模擬した課題を用いることとする（RSVP 課題では同じ位置にディストラクタとターゲット刺激を短時間内にいくつも呈示する。実験協力者の課題は、ディストラクタの中から 2 つのターゲットに対して反応することである）。視覚刺激の提示時間と刺激間の時間間隔（SOA）の長短によって、RSVP 課題の難易度を変化させられることがわかっている（Spence, Ranson, & Driver, 2000）。本実験では、この先行研究を基に視覚課題の難易度を変化させ、視聴覚間の crossmodal link を調べることとする。

2-2 方法

2-2-1 実験協力者

大阪大学に所属する大学生、大学院生 20 人（男性 10 名・女性 10 名 / 年齢範囲　20-31 歳 / 平均年齢　24.4 歳）がボランティアとして参加した。

2-2-2 装置と刺激

(a) 機材配置

実験協力者を反応ボタン（左右に 1 つずつ設置）が置かれた机の前に座らせ、目の高さが床から約 120cm の位置になるように頭部を顎乗せ台によって固定した。床から机までの高さは 85cm であった。また、実験協力者の頭部を中心として前後 150cm の位置にスピー

カを設置し、このスピーカから聴覚刺激を提示した。視覚刺激を提示するカラーディスプレイも前方スピーカと同じ 150cm の位置に設置した。機材配置に関して、Figure 2-1 に示した。

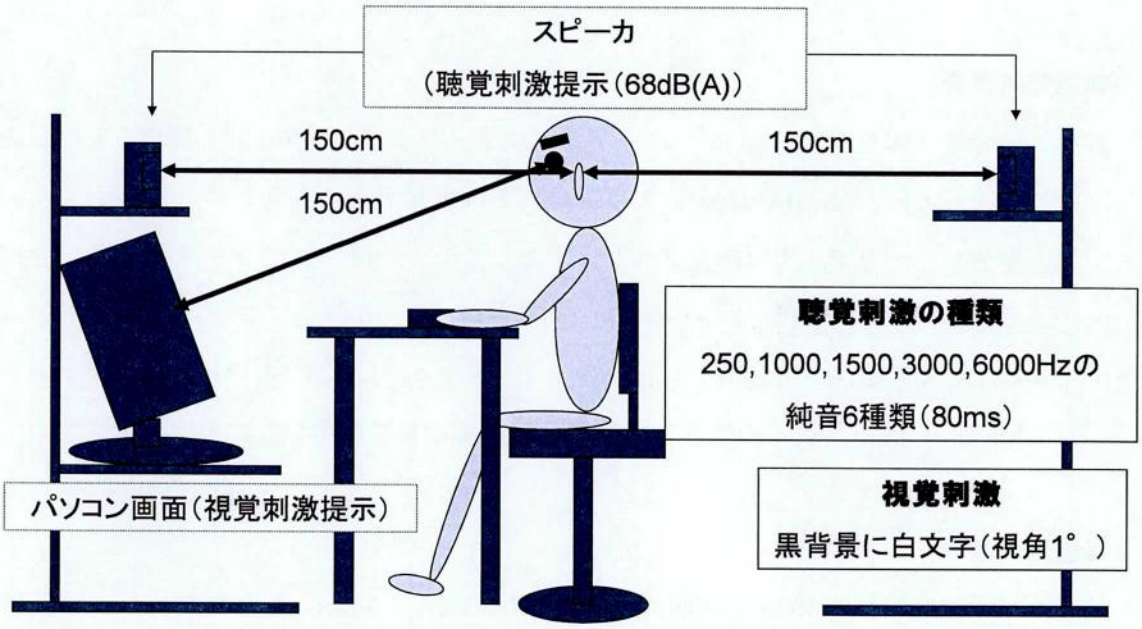

Figure 2-1　機材配置

(b) 機材

本実験で用いた機材は以下の通りであった。

カラーディスプレイ：視覚刺激を提示するためのモニタ（MITSUBISHI RDF22IH）

スピーカ：聴覚刺激を提示するためのスピーカ（ONKYO GX-R3）

反応キー：実験協力者の聴覚課題に対する反応を入力するため反応キー×2（岩通アイセック AV タキストスコープ反応キーユニット IS-7211、個別キーユニット IS-7212）

ヘッドホン：実験協力者の視覚課題に対する反応を入力するためのボイスキー（FOSTER P401328）

また、視覚・聴覚刺激の制御と結果を記録するために、岩通アイセック AV タキストスコープ基本ユニット（IS-7301）と視覚ユニット（IS-7321）、聴覚ユニット（IS-7341）を用いた。

(c) 刺激

本実験では視覚課題と聴覚課題を同時に行う二重課題であったため、視覚刺激と聴覚刺激の 2 種類の刺激を提示した。

●視覚刺激●

英字：黒背景（輝度：0.078cd/m^2）に白字のアルファベット（視角：1°/ 輝度：4.194cd/m^2 / フォント：MS UI Gothic)。X 以外の英字は視覚ディストラクタとしてランダムに提示し、一方で、X は視覚ターゲットとして一定の確率に従って提示した（提示確率の詳細に関しては「2-2-3 課題」を参照)。

十字：黒背景（輝度：0.078cd/m^2）に白字の十字（視角：1°/ 輝度：4.194cd/m^2 / フォント：MS UI Gothic)。視線の動きを固定する固視点として提示した。

●聴覚刺激●

純音：250, 1000, 1500, 3000, 6000Hz の各純音（68dB(A)：80ms）を全てターゲット音として提示した。この純音の高さは、最小弁別角度（音がある音源から別の音源へ移動したとき、その方向の変化を知覚できる最小の角度）を解明した Mills (1958) が用いた、13 段階の音の高さから、5 種類を抜粋したものであった。

2-2-3 課題

(a) 実験課題説明

本実験での課題は視覚課題と聴覚課題を同時に行う二重課題、あるいは聴覚課題のみを行う単一課題であった。以下に各課題について説明した。

●視覚課題●

様々な英字をモニタ上から連続的に提示した。実験協力者は、その英字の内、ターゲット刺激である"X"が提示されたとき、できるだけ速く正確に"ハイ"と口頭反応する必要があった。

●聴覚課題●

250Hz から 6000Hz までの各純音が前後一方のスピーカから提示された。実験協力者は、その音の高さに関わらず、前後のどちらから提示されたかをできるだけ速く正確に判断し、左右一方のボタンを押す必要があった（音源定位課題）（左右のボタン配置は実験協力者間でランダマイズした）。

(b) 実験条件

本実験では、課題条件が 3 条件存在した。以下にその 3 条件に関して説明した。

●二重課題（遅）●

視覚課題と聴覚課題を同時に行う二重課題であった。また、各視覚刺激の提示時間は 250ms であり、聴覚刺激の提示時間は 80ms であった（SOA は 350ms（ISI は 100ms））。

◆提示確率設定◆

1 試行あたり、11 個のアルファベットを提示した。ただし、各試行開始直後から 8 個目までのアルファベットいずれか 1 箇所に視覚ターゲット（X）と聴覚ターゲット（純音）をランダムに提示した。9 個目から 11 個目までのアルファベットは必ずディストラクタであり、聴覚ターゲットも提示しなかった。また、試行間にブランクは全く存在しないため、実験協力者には 1 試行の終わりはわからなかった。本試行では、96 試行を 1 ブロックとして 2 ブロック行った（Figure 2-2 参照）。

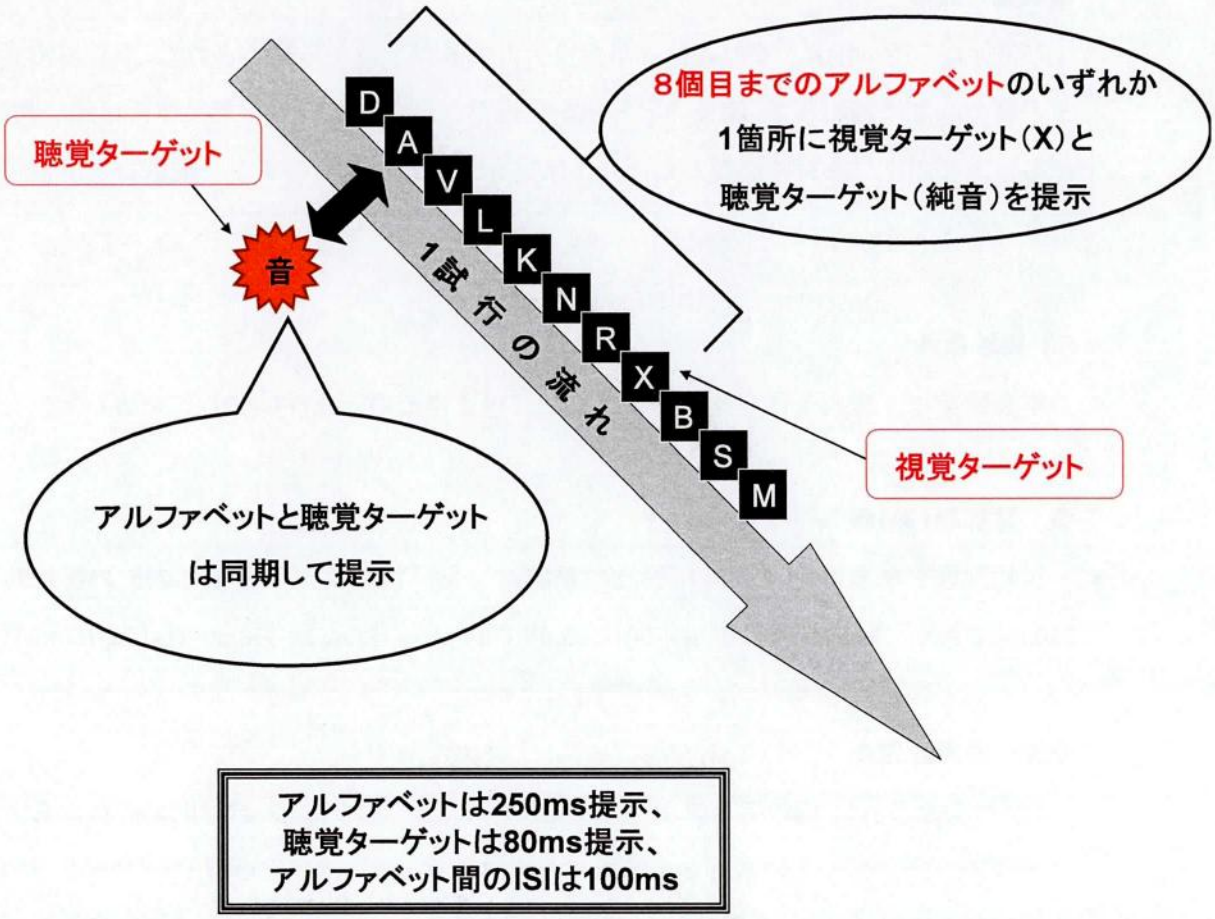

Figure 2-2 二重課題（遅）条件における視聴覚ターゲットの提示確率設定

●二重課題(速)●

視覚課題と聴覚課題を同時に行う二重課題であった。各視覚・聴覚刺激の提示時間は 80ms であった（SOA は 180ms（ISI は 100ms））。

◆提示確率設定◆

1 試行あたり、22 個のアルファベットが提示した。ただし、各試行開始直後から 16 個目までのアルファベットいずれか 1 箇所に視覚ターゲット（X）と聴覚ターゲット（白色雑音）をランダムに提示した。17 個目から 22 個目までのアルファベットは必ずディストラクタであり、聴覚ターゲットも提示しなかった。ただし、試行間にブランクは全く存在しないため、実験協力者には 1 試行の終わりはわからなかった。本試行では、96 試行を 1 ブロックとして 2 ブロック行った（Figure 2-3 参照）。

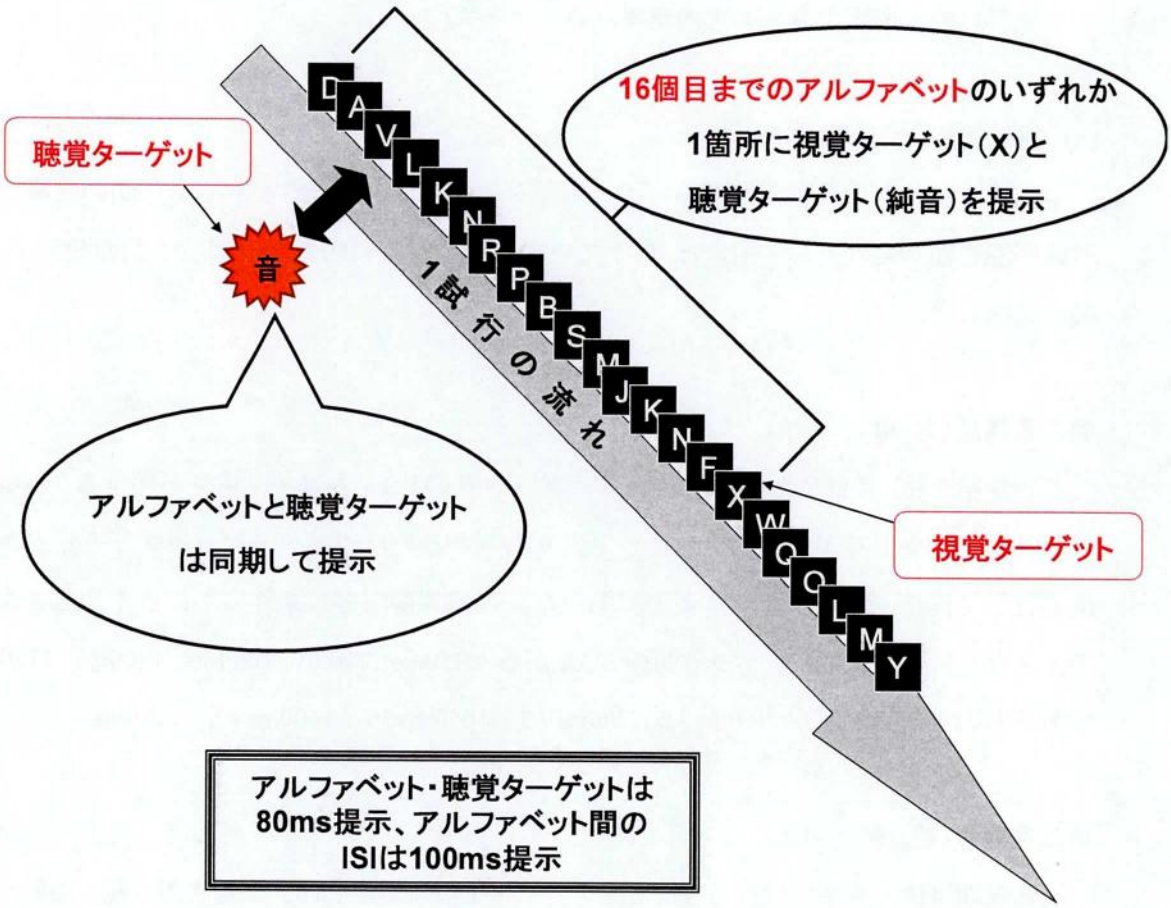

Figure 2-3 二重課題（速）条件における視聴覚ターゲットの提示確率

●聴覚課題のみ●

視覚刺激は固視点のみを提示した。実験協力者には、実験中、常にこの固視点を注視するよう教示した。また、聴覚刺激の提示時間は 80ms であった。96 試行を 1 ブロックとして 2 ブロック行った。

(c) 実験計画

本実験では、二重課題条件に関しては 2 種類、聴覚課題のみ条件では 1 種類の独立変数を設定した。二重課題条件においては、視聴覚ターゲット間の SOA（ 1 から 5 までの 5 水準）（視聴覚ターゲット間の SOA の説明に関しては以下の「(d)　視聴覚ターゲット間の SOA」にて説明した）、 聴覚ターゲットの提示位置（前 / 後の 2 水準）の 2 要因実験協力者内実験計画であった。一方、聴覚課題のみ条件では、聴覚ターゲットの提示位置（前 / 後

の2水準）の1要因実験協力者内実験計画であった。

(d) 視聴覚ターゲット間のSOA

本実験では、二重課題条件において、視覚ターゲットと聴覚ターゲットの間の刺激提示時間間隔を独立変数として用いた。以下に各条件における視聴覚ターゲット間のSOAの定義を説明した。

●二重課題（遅）●

二重課題（遅）条件における視聴覚ターゲット間のSOAとは、視覚ターゲット（あるいは聴覚ターゲット）が、聴覚ターゲットよりも（あるいは視覚ターゲットよりも）どの程度先行して提示されたかを示す要因であった。二重課題（遅）条件における1から5までの5水準とは、視聴覚ターゲット間のSOAが各々350ms、700ms、1050ms、1400ms、1750msであるものを指した（1：350ms / 2：700ms / 3：1050ms / 4：1400ms / 5：1750ms）。

●二重課題（速）●

二重課題（速）条件における視聴覚ターゲット間のSOAとは、二重課題（遅）条件と同様、視覚ターゲット（あるいは聴覚ターゲット）が、聴覚ターゲットよりも（あるいは視覚ターゲットよりも）どの程度先行して提示されたかを示す要因であった。二重課題（速）条件における1から5までの5水準とは、視聴覚ターゲット間のSOAが180msと360ms、540msと720ms、 900msと1080ms、1260msと1440ms、1620msと1800msを指した（1：180msと360ms / 2：540msと720ms / 3：900msと1080ms / 4：1260msと1440ms / 5：1620msと1800ms）。

※二重課題（速）において、各々の水準に2種類のSOAが含まれている理由は、二重課題（遅）における1から5までの各水準のデータ数とほぼ同数にし、データ数の大小によって標準偏差や反応時間等に影響が生じないように考慮したためであった。

(e) 実験の流れ

初めに、実験協力者は顎乗せ台の高さに合うようにイスの高さを調節され、頭部を固定された。次に、一連の実験に関する教示を受け、実験に関する注意事項を確認した（教示内容に関しては付録を参照）。全ての教示を受けた後、実験室が暗室にされた。その後、

実験者の進行に従い、実験を開始した。実験は練習試行を行った後、本試行に移行した。以下に、練習試行と本試行の相違を示した。

●練習試行●

練習試行では、まず、聴覚刺激の確認、視覚課題のみの練習試行、聴覚課題のみの練習試行を行った。その後、二重課題（遅）条件、二重課題（速）条件、聴覚課題のみ条件の各課題条件練習試行に移行した。以下に各練習試行の説明を行った。

◆聴覚刺激の確認◆

聞きなれない音よりも、良く聞き慣れた音に対する空間知覚は成績が良くなると言われている（Moore, 1989; 重野, 2003）。そのため、今回用いた純音に対して、ある程度聞き慣れるために、実験協力者は顎乗せ台に顎を置かない状態でスピーカの前後一方から提示される各々の純音を聞かせた。実験協力者は、その音の高低に関わらず純音が聞こえた直後、できるだけ速く音源に対する前後判断を行い、口頭反応する必要があった。実験者はその回答に対して、毎回正誤に関するフィードバックを返した。各純音の音の高さや前後スピーカの提示位置、純音間のSOAはランダムであり、1ブロックで20回の刺激を提示した。

この練習試行は最低1回行い、その後は、実験協力者の希望により回数を増やした。

◆聴覚刺激のみ練習試行◆

ここでの課題は、前方、あるいは後方から断続的に提示される純音に対して出来るだけ速く正確に前後判断を行い、正しい反応キーを押すことであった。また、反応が正答であれば画面中央に「○」、誤答であれば「×」が提示された。視覚刺激に関して、英字は一切提示せず、画面中央には十字のみを示した。実験協力者にはこの十字から視線を動かさないように教示を行った。各純音の音の高さや前後スピーカの提示位置、純音間のSOAは全てランダムであり、1ブロックで20回の刺激を提示した。

この練習試行は、実験協力者の正答率がおよそ60%以上を超えた時点で終了した。

◆視覚刺激のみ練習試行◆

画面中央から様々な英字を連続的に提示した。ここでの課題は、連続する英字の内、"X"が提示された場合、出来るだけ速く正確に「ハイ」と口頭反応することであった。また、

聴覚刺激は一切提示しなかった。ターゲット間のSOAは全てランダムであり、1ブロックで20回の刺激を提示した。

この練習試行は最低1回以上行い、その後は実験協力者の希望により回数を増やした。

以上、「聴覚刺激の確認」「聴覚刺激のみ練習試行」「視覚刺激のみ練習試行」の順序は、①視覚刺激のみの練習試行→②聴覚刺激の確認→③聴覚刺激のみ練習試行の順序か、①聴覚刺激の確認→②聴覚刺激のみ練習試行→③視覚刺激のみの練習試行の順序で遂行した。この順序は実験協力者間でランダムに割り当てた。

上述の3種類の練習試行を終了した後、以下の各課題条件の練習試行へ移行した。

◆二重課題(遅)条件◆

実験協力者は「(a)実験課題説明」で説示した視覚課題と聴覚課題を同時に遂行した。また、各視覚刺激の提示時間は250msであり、聴覚刺激の提示時間は80msであった。その他の提示確率設定も「(b)実験条件」の二重課題（遅）に従った。40試行を行った。

◆二重課題(速)条件◆

実験協力者は「(a)実験課題説明」で説示した視覚課題と聴覚課題を同時に遂行した。また、各視覚刺激の提示時間は80msであり、聴覚刺激の提示時間は80msであった。その他の提示確率設定も「(b)実験条件」の二重課題（速）に従った。40試行を行った。

◆聴覚課題のみ条件◆

実験協力者は「(a)実験課題説明」で説示した聴覚課題だけを遂行した。ただし、前述した「聴覚刺激のみ練習試行」と異なり、反応したキーに対するフィードバックはなかった。40試行を行った。

●本試行●

本試行では、「聴覚課題のみ条件」「二重課題（遅）条件」「二重課題（速）条件」の3種類の課題を遂行した。

◆二重課題(遅)条件◆

練習試行の「二重課題（遅)」で説明した条件と同様の課題を、96 試行を 1 ブロックとして 2 回行った。

◆二重課題(速)条件◆

練習試行の「二重課題（速)」で説明した条件と同様の課題を、96 試行を 1 ブロックとして 2 回行った。

◆聴覚課題のみ条件◆

練習試行の「聴覚課題のみ条件」で説明した条件と同様の課題を、96 試行を 1 ブロックとして 2 回行った。

以上、「聴覚課題のみ条件」「二重課題（遅）条件」「二重課題（速）条件」の 3 種類の課題遂行順序は、各ブロック間で同じ条件課題が重ならないように実験協力者間でランダマイズした。

2-3 結果と考察

2-3-1 聴覚課題のみ条件(聴覚 RT / 聴覚エラー)（←以下、カッコ内には分析した測度が入る）

本実験における聴覚課題の従属変数は、各純音に対する前後弁別反応時間とエラー率であった。反応時間においては、300ms 以下の反応（焦燥反応）と 1000ms 以上の反応時間（遅延反応）を除外した。また、ここでの「エラー」とは、音の高さに関わらず、前方から提示された音を後方から提示されたと間違って知覚した、あるいは後方から提示された音を前方から提示されたと間違って知覚した場合を指した。

まず、反応時間を従属変数に取り、聴覚ターゲットの音源位置（前 / 後の 2 水準）を独立変数として実験協力者内 1 要因分散分析を行った結果、主効果は非有意であった。

次に、聴覚エラー率を従属変数に取り、上述の同様の実験協力者内 1 要因分散分析を行った結果、反応時間と同じく主効果は非有意であった。

以下に、各結果に関して図示、説明を行った。

●聴覚ターゲットの音源位置(聴覚反応時間)●

反応時間を従属変数に取り、聴覚ターゲットの音源位置を独立変数として実験協力者内 1 要因分散分析を行った結果、主効果は非有意であった。音源位置別の反応時間に関して Figure 2-4 に図示した。また、以下のグラフ以降、本論文内のすべてのエラーバーは標準誤差を表すものとした。

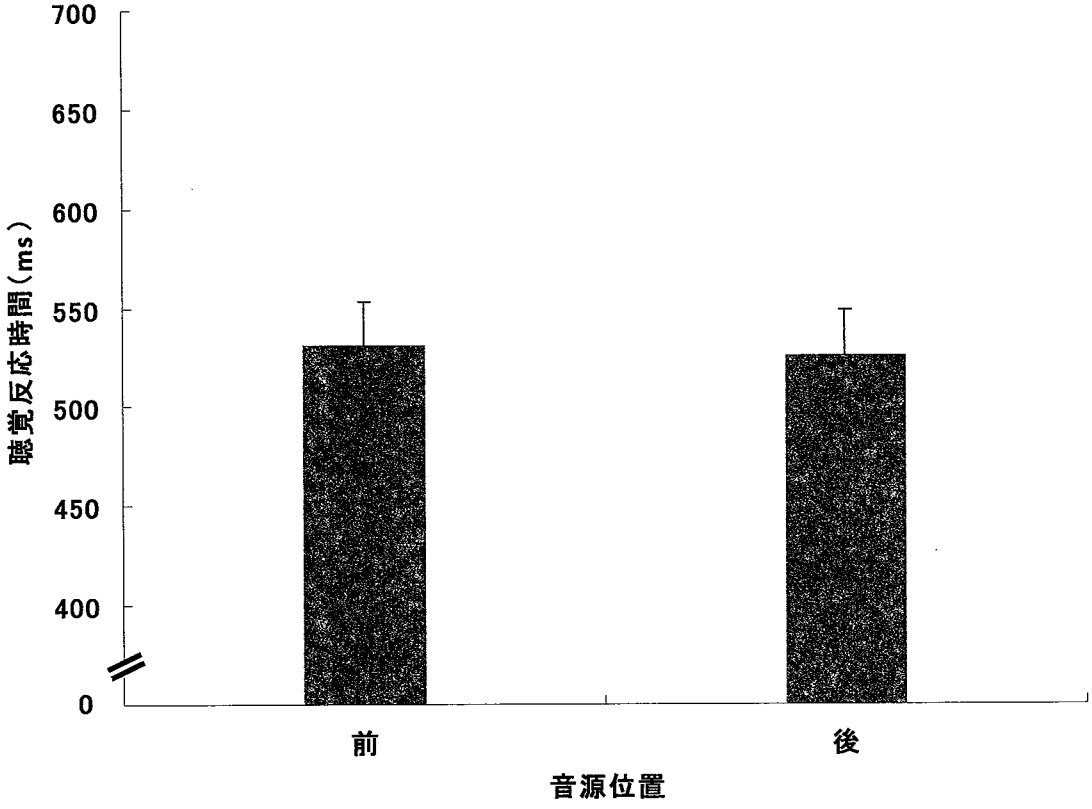

Figure 2-4 聴覚課題のみ条件における前後音源位置別の聴覚反応時間 (ms)

横軸は聴覚ターゲット (純音) が前後のどちらから提示されたのかを示す。縦軸は聴覚反応時間を示している。

分析の結果、前後の音源位置に関わらず反応時間に違いは見られなかった。聴覚課題のみ条件下では、視線は前方の十字に向けられているため、先行研究通り空間における視聴覚間の crossmodal link が存在するならば、本条件下でも前方からの聴覚反応時間が短くなる可能性もあった。

しかし、そのような傾向が見られないのは、視線は前方へ向けられてはいるが、視覚的注意は前方へ向けられていないからかもしれない。この考察に関しては、後述する二重課題（遅）条件と二重課題（速）条件の結果に対し、今回の結果をベースラインとして今後比較検討していくこととする。

●聴覚ターゲットの音源位置（聴覚エラー率）●

エラー率を従属変数に取り、聴覚ターゲットの音源位置を独立変数として実験協力者内 1 要因分散分析を行った結果、主効果は非有意であった。音源位置別のエラー率に関して Figure 2-5 に図示した。

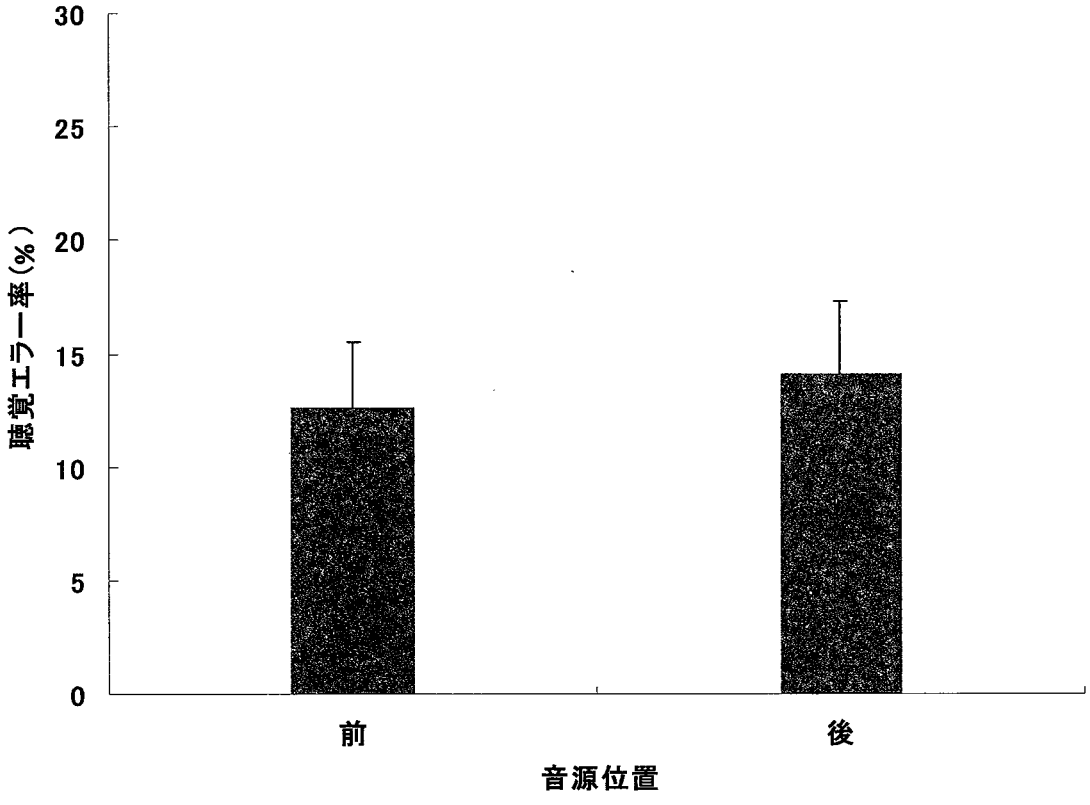

Figure 2-5 聴覚課題のみ条件における前後音源位置別の聴覚エラー率（%）

横軸は左側のバーが前から提示された音を後ろから提示されたと知覚したエラーを指し、右側のバーが後ろから提示された音を前から提示されたと知覚したエラーを指す。縦軸は聴覚エラー率を示す。

分析の結果、前後の音源位置に関わらず聴覚エラー率に違いは見られなかった。聴覚課題のみ条件下では、視線は前方の十字に向けられているため、先行研究通り空間における

視聴覚間の crossmodal link が存在するならば、本条件下では後方から音源を前方から提示されたと知覚するエラー率が有意に上昇する可能性もあった。

しかし、そのような傾向が見られないのは、前述の聴覚反応時間で述べたとおり、視線は前方へ向けても、視覚的注意は前方へ向けられていないのかもしれない。今後は、前述した反応時間と同様、後述する二重課題（遅）条件と二重課題（速）条件の結果に対し、今回の結果をベースラインとして今後比較検討していくこととする。

2-3-2-1 二重課題(遅)(聴覚課題＜聴覚 RT / 聴覚エラー＞)

本実験における聴覚課題の従属変数は、聴覚課題のみ条件と同様に、各純音に対する前後弁別反応時間とエラー率であった。300ms 以下の反応（焦燥反応）と 1000ms 以上の反応時間（遅延反応）に関しても、聴覚課題のみ条件と同様に除外した。また、「エラー」の定義も聴覚課題のみ条件と同様であった。

まず、反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析（視聴覚ターゲット間の SOA（視覚 1: 350ms / 視覚 2: 700ms / 視覚 3: 1050ms / 視覚 4: 1400ms / 視覚 5: 1750ms の 5 水準)、聴覚ターゲットの音源位置（前 / 後の 2 水準)）を行った結果、視聴覚ターゲット間の SOA の主効果が有意であり ($F(4,76)=9.99, p<.01$)、また視聴覚ターゲット間の SOA と聴覚ターゲットの音源位置の交互作用も有意であった（$F(4,76)=3.22, p<.05$)。

次に、聴覚エラー率を従属変数に取り、上述の同様の実験協力者内 2 要因分散分析を行った結果、視聴覚ターゲット間の SOA の主効果が有意傾向となった ($F(4,76)=2.192, p=.078$)。

以下、各結果に関して図示、説明を行った。

●聴覚ターゲットの音源位置(聴覚反応時間)●

聴覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析を行ったところ、聴覚ターゲットの音源位置の主効果は非有意であった。ただし、聴覚課題のみ条件との比較のため、Figure 2-6 に音源位置別の反応時間に関して図示した。

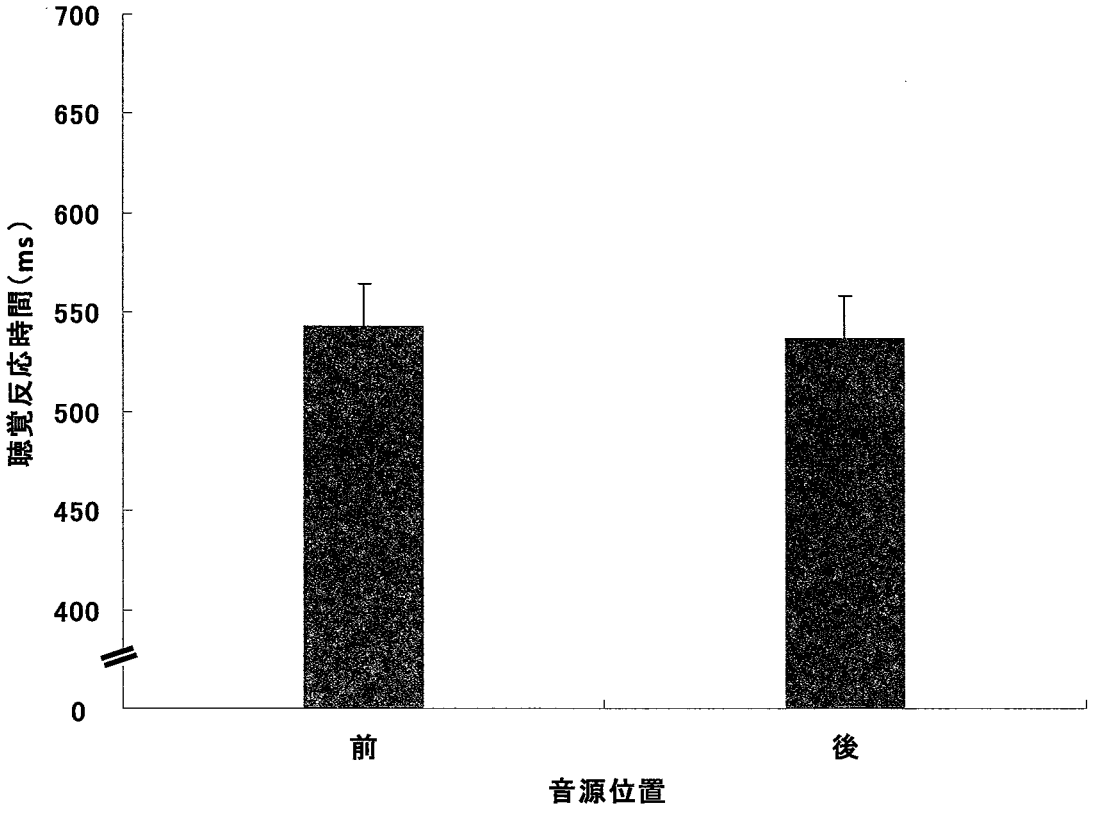

Figure 2-6 二重課題（遅）条件における前後音源位置別の聴覚反応時間（ms）

横軸は聴覚ターゲット（純音）が前後のどちらから提示されたのかを示す。縦軸は聴覚反応時間を示している。

分析の結果、Figure 2-4 の結果と同様、前後の音源位置に関わらず反応時間に違いは見られなかった。ただし、交互作用が有意であったため、反応時間に関する視聴覚間の crossmodal link に関する考察に関しては、「視聴覚ターゲット間の SOA と聴覚ターゲットの音源位置の交互作用」にて行うこととする。

●視聴覚ターゲット間の SOA と聴覚ターゲットの音源位置の交互作用（聴覚反応時間）●

聴覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間の SOA と聴覚ターゲットの音源位置の交互作用が有意であった。多重比較を行ったところ、視覚 2（700ms)において、後ろから聴覚ターゲットが提示された場合よりも、前から提示された場合に反応時間が有意に短いことが示された（Bonferroni 法による多重比較 $p<.05$)。Figure 2-7 に視聴覚ターゲット間の SOA 別・聴覚ターゲットの音源位

置別の反応時間を図示した。

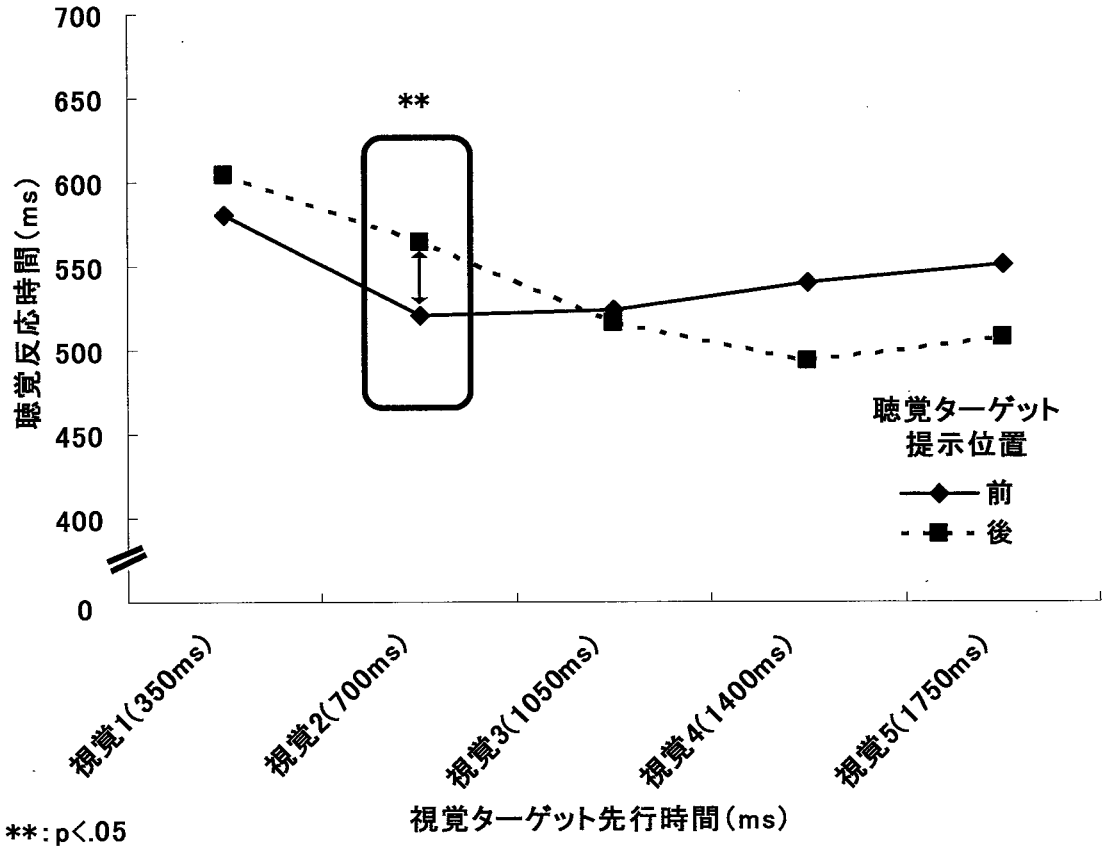

Figure 2-7 二重課題（遅）条件における視聴覚ターゲット間の SOA 別・音源位置別の聴覚反応時間（ms）

横軸は、視覚ターゲット"X"が聴覚ターゲットよりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は聴覚反応時間を示す。また、実線は聴覚ターゲットが前方スピーカから提示された条件を指し、点線は聴覚ターゲットが後方のスピーカから提示された条件を指す。

まず、図から、RSVP 課題を用いた様々な先行研究と同様に、本実験でも典型的な注意の瞬き現象が生じたことがわかった。それは、視聴覚ターゲット間の SOA が長くなるにつれ、反応時間が短くなり、認識能力が回復しているところからわかるだろう。

モダリティ間の注意の瞬き現象は、聴覚刺激が第 2 標的(T2)である場合や視聴覚刺激間の空間位置が遠い場合には、起こらないとする先行研究がある（Potter, Chun, Banks & Muckenhoupt, 1998; Soto-Faraco & Spence, 2002）。しかし、今回は、T2 が聴覚刺激であり、

かつ視聴覚刺激の空間位置は、前方スピーカからの聴覚刺激とカラーディスプレイからの視覚刺激間の空間位置は近い一方、後方スピーカからの聴覚刺激と視覚刺激間の空間位置は180度異なる。そのため、注意の瞬き現象とは、モダリティ内でのみ生じる現象ではなく、モダリティ間でも十分に観察しうる頑健な現象であると言える。

また、分析結果からは、視覚ターゲットが提示されてから700ms後に聴覚ターゲットが提示された場合、前方からの聴覚ターゲットに対する反応が後方からの聴覚ターゲットに対する反応よりも有意に速いことが示された。これは、全体反応時間平均を示したFigure 2-4には表れないものの、注意の瞬き現象が生じている際、(一時的に) 空間における視聴覚間のcrossmodal linkが関係する可能性を示唆している。

つまり、二重課題 (遅) 条件では、聴覚課題と同時に視覚課題も遂行する必要があった。そのため、聴覚課題のみ条件とは異なり、視線のみならず視覚的注意も前方に向けていたと考えられる。Spenceら(2003)によると、視覚的注意が前方に向くと、聴覚的注意も前方に向く傾向があるため、聴覚ターゲットが前方から提示された場合、後方から提示された場合よりも素早く情報処理を行うことが可能になり、今回の結果が示されたと言える。

以上の考察により、聴覚課題のみ条件で前方からの聴覚ターゲットに対するパフォーマンスの高さが見られなかった原因は、視線を前方へ向けるだけでは視覚的注意はほとんど機能せず、聴覚的注意も積極的に前方に向けられなかったためだと考えられる。

●聴覚ターゲットの音源位置(聴覚エラー率)●

聴覚エラー率を従属変数に取り、実験協力者内2要因分散分析を行ったところ、聴覚ターゲットの音源位置の主効果は非有意であった。ただし、聴覚課題のみ条件との比較のため、Figure 2-8に、音源位置別の聴覚エラー率を図示した。

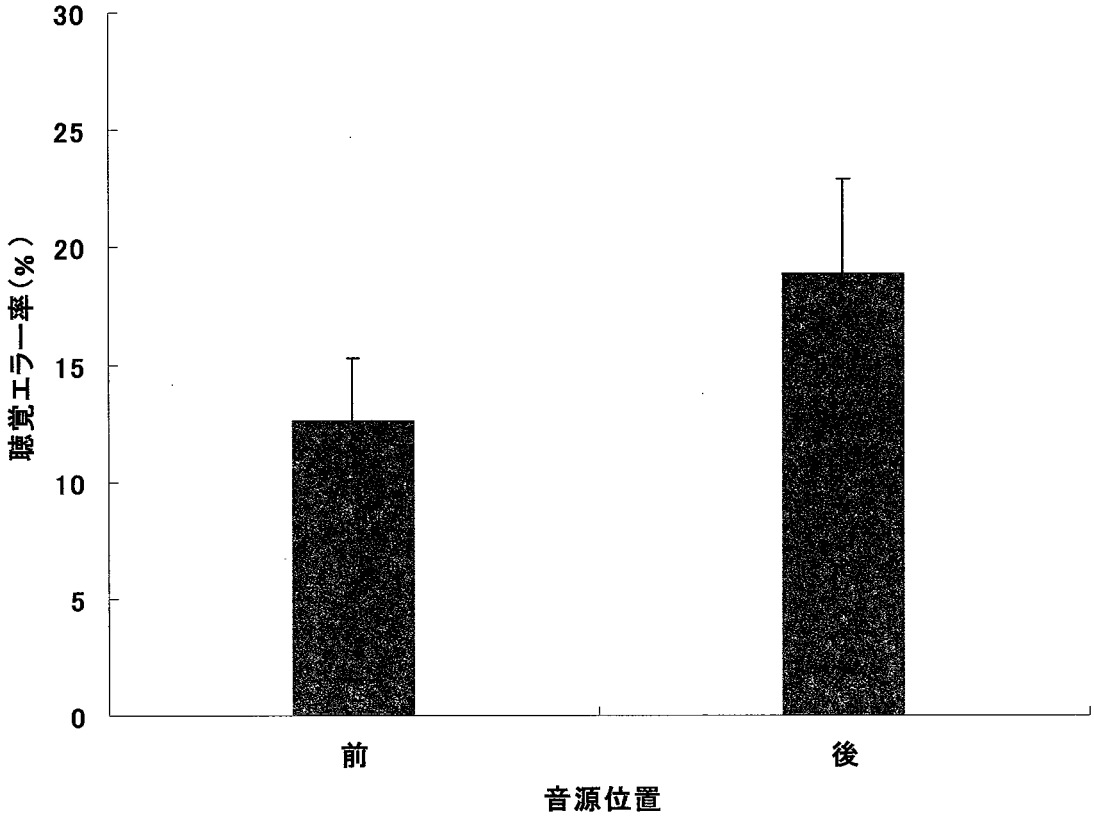

Figure 2-8 二重課題（遅）条件における音源位置別の聴覚エラー率（%）

横軸は左側のバーが前から提示された音を後ろから提示されたと知覚したエラーを指し、右側のバーが後ろから提示された音を前から提示されたと知覚したエラーを指す。縦軸は聴覚エラー率を示す。

分析の結果、前後の音源位置の違いにより、エラー率の高さに有意な違いはないことが示された。ただし、図上では、後方からの音源を前から提示されたと知覚するエラーが高くなっている傾向がある。

聴覚課題のみ条件と二重課題（遅）条件の違いは、視覚課題が付加されたことのみである。そのため、視覚課題が付加されることにより、視覚的注意が前方へ向くと同時に、聴覚的注意も前方へ向き、図のような結果が示されたのであろう。

つまり、本実験における視聴覚間の crossmodal link は、前方からの聴覚ターゲットに対する反応処理速度を促進する一方で、後方からの聴覚ターゲットに対する反応処理速度を遅延させ、その音源定位判断を狂わせる（前方から提示されたと誤知覚させる）可能性があるのかもしれない。

●視聴覚ターゲット間の SOA（聴覚エラー率）●

聴覚エラー率を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間の SOA の主効果が有意傾向であった。多重比較の結果、視聴覚ターゲット間の SOA の視覚 1（350ms）と視覚 4（1400ms）に傾向差が示された（Bonferroni 法による多重比較 p<.10）。Figure 2-9 に視聴覚ターゲット間の SOA 別・聴覚ターゲットの音源位置別のエラー率を図示した。

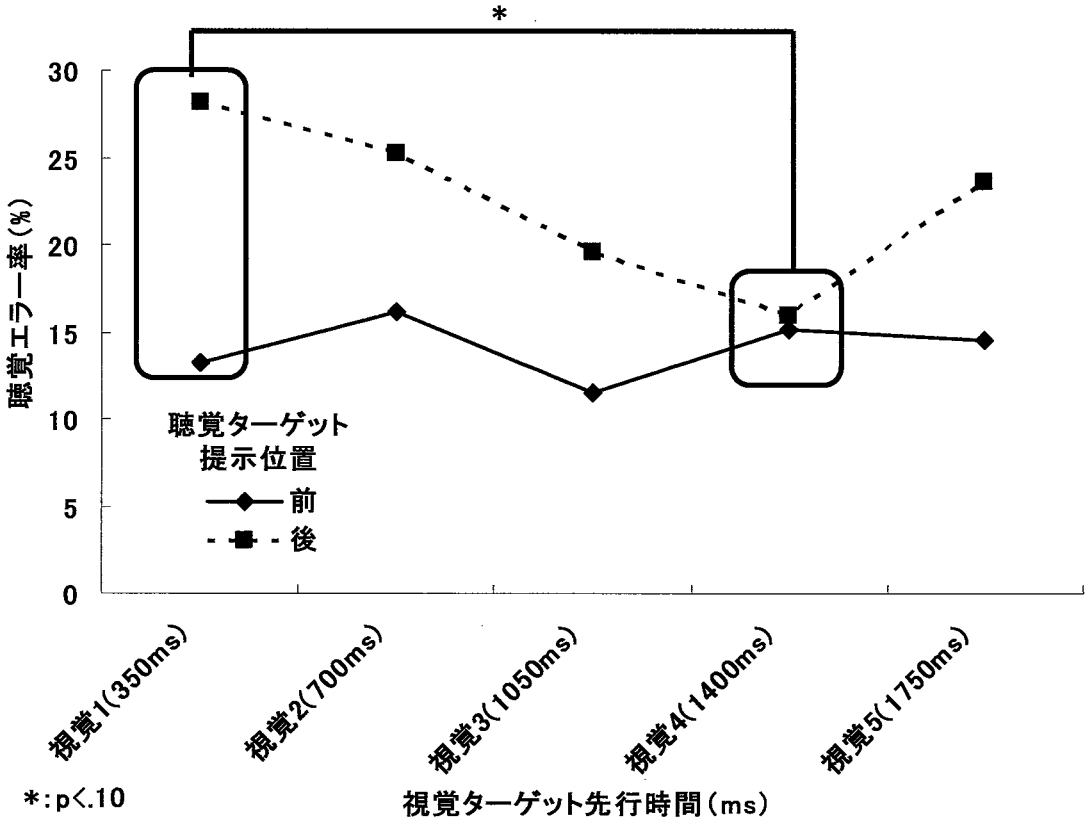

Figure 2-9 二重課題（遅）における視聴覚ターゲット間の SOA 別・音源位置別の聴覚エラー率（%）

横軸は、視覚ターゲット"X"が聴覚ターゲットよりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は聴覚エラー率を示す。また、実線は前方からの聴覚ターゲットを後方から提示されたと誤知覚したエラーを指し、点線は後方からの聴覚ターゲットを前方から提示されたと誤知覚したエラーを指す。

分析結果から、視覚1（350ms）と視覚4（1400ms）のSOAにおいて有意な違いが示されたことがわかった。また、図から、聴覚反応時間と同様に、注意の瞬き現象が生じていることがわかる。ただし、本実験の目的は、注意の瞬き現象の生起そのものを詳細に検討することではなく、空間における視聴覚間のcrossmodal linkは、音源定位課題を含む二重課題にどのように影響を与えるのかを検討することである。そのため、以降の文章に関しては、視聴覚ターゲット間のSOAの主効果よりも聴覚ターゲットの音源位置の主効果に着目した考察を行うこととする。

以上の着眼点により、今回、むしろ重要な結果とは、統計的な差異は生じなかったものの、図から後方からの音源を前方から提示されたと知覚するエラー率（点線）が、その逆のエラー率（実線）よりも高い傾向にあることだろう。この傾向は、Figure 2-8においても見られたが、今回は、視覚ターゲット提示直後の視覚1（350ms）のSOAにおいて、特にエラー率の違いが大きいことがわかる。

これは、前方へ視覚的注意を向け、かつ視覚ターゲットに対して反応した直後は、特に前後判断の音源定位が狂いやすい可能性を示唆している。

2-3-2-2 二重課題（遅）（視覚課題＜視覚RT / 視覚ミス＞）

本実験における視覚課題の従属変数は、”X”に対する単純反応時間とミス率であった。100ms以下の反応（焦燥反応）と1000ms以上の反応時間（遅延反応）は除外した。また、視覚課題における「ミス」とは、”X”に対して1000msを超えても反応が見られなったものを対象とした。

まず、反応時間を従属変数に取り、実験協力者内2要因分散分析（視聴覚ターゲット間のSOA（聴覚1: 350ms / 聴覚2: 700ms / 聴覚3: 1050ms / 聴覚4: 1400ms / 聴覚5: 1750msの5水準）、先行した聴覚ターゲットの音源位置（視覚ターゲットよりも以前に提示された聴覚ターゲットの音源位置）（前 / 後の 2 水準））を行った結果、視聴覚ターゲット間のSOAの主効果が有意であった（$F(4,76)=29.906$, $p<.01$）。

次に、視覚ミス率を従属変数に取り、上述の同様の実験協力者内2要因分散分析を行った結果、すべて非有意であった。

以下に、各結果に関して図示、説明を行った。

●先行した聴覚ターゲットの音源位置(視覚反応時間)●

視覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析を行ったところ、先行した聴覚ターゲットの音源位置の主効果は非有意であった。ただし、二重課題（速）との比較のため、Figure 2-10 に音源位置別の反応時間に関して図示した。

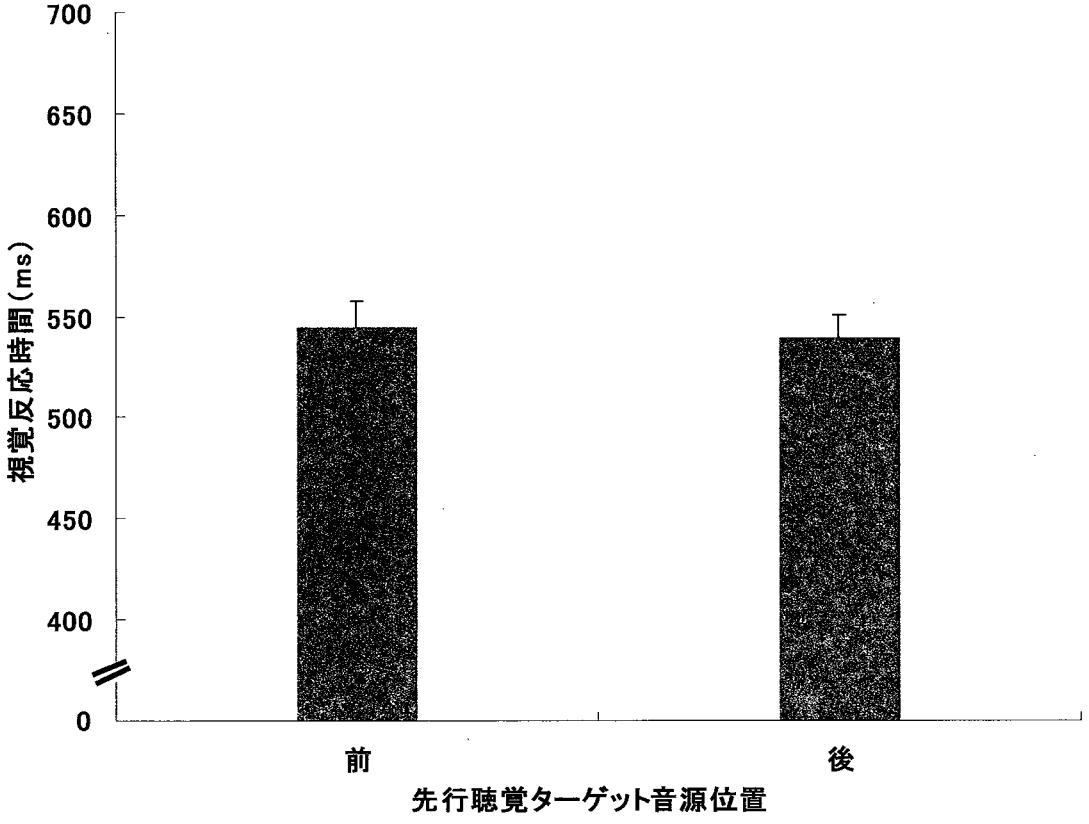

Figure 2-10 二重課題（遅）条件における先行聴覚ターゲット音源位置別視覚反応時間（ms）
横軸は、視覚ターゲット「X」よりも先行提示された聴覚ターゲットの音源位置が前から提示されたか後から提示されたかを示している。縦軸は視覚反応時間を示している。

分析の結果、先行した聴覚ターゲットの前後位置は、視覚課題に対する単純反応時間には影響しないことがわかった。ただし、Spence ら（2003）が述べた、「視覚的注意が前方へ向くと、聴覚的注意も前方へ向く」という空間における視聴覚間の crossmodal link が存在するならば、その逆が生じる可能性も高い。つまり、「聴覚的注意が前方を向くと、視覚的注意も前方へ向く」可能性もあるかもしれない。視覚データにおける先行聴覚ターゲットの音源位置を含めた分析は、この可能性を考慮したものであった。

残念ながら、今回の分析では、その可能性は見出せなかった。この原因は、今回用いた視覚課題と聴覚課題に対する注意の違いによるものかもしれない。要するに、視覚課題は、常に注意を向け、様々な英字の中からターゲットである"X"を検出する必要があった。一方、聴覚課題は、常に注意を向けなくとも、逐次的に音が提示された瞬間にのみ注意を向け、前後判断を行えば良いものであった。この視覚課題に対する「持続的」注意と聴覚課題に対する「逐次的」注意が今回の視聴覚課題間における結果の違いを生み出した可能性があるだろう。

●視聴覚ターゲット間のSOA(視覚反応時間)●

視覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内2要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間のSOAの主効果が有意であった。多重比較の結果、聴覚1(350ms)と聴覚2(700ms)以降の全てのSOA、聴覚2(700ms)と聴覚3(1050ms)、聴覚5(1750ms)のSOAの間に有意差が見られた(Bonferroni法による多重比較 $p<.05$)。Figure 2-11に視聴覚ターゲット間のSOA別・先行した聴覚ターゲットの音源位置別の視覚反応時間を図示した。

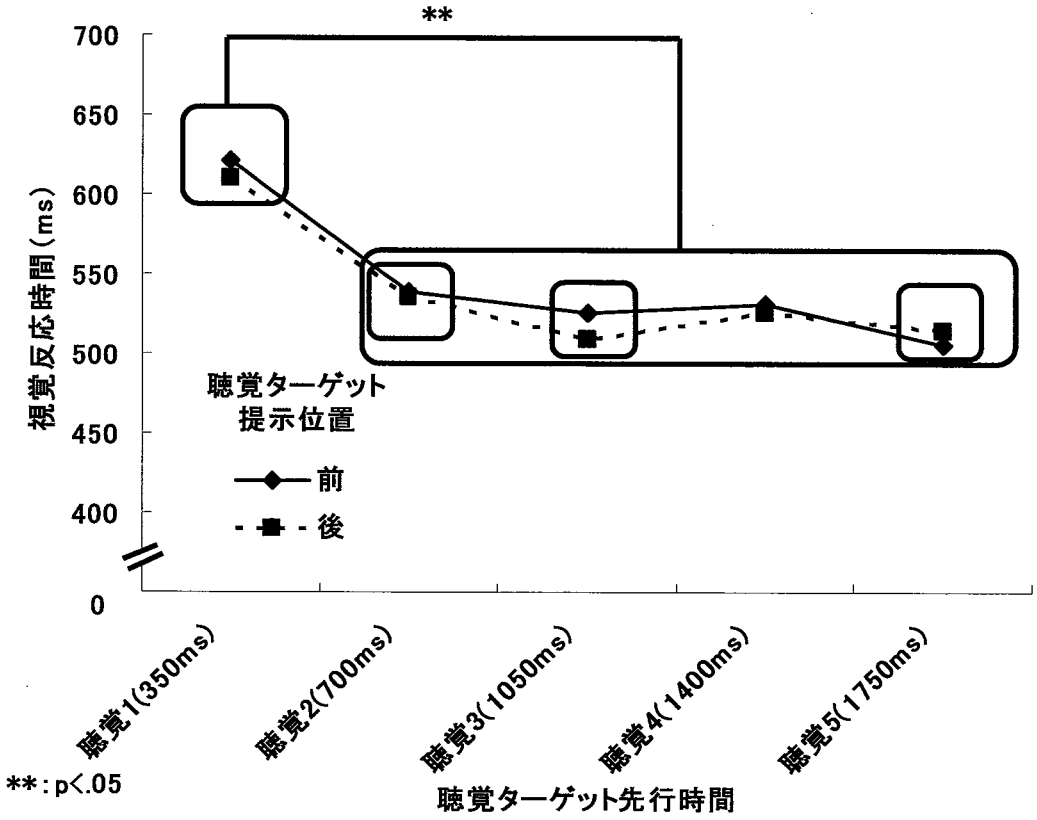

Figure 2-11　二重課題（遅）における視聴覚ターゲット間の SOA 別・先行聴覚ターゲットの音源位置別の視覚反応時間（ms）

横軸は、聴覚ターゲット（純音）が視覚ターゲットよりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は視覚反応時間を示す。また、実線は先行した聴覚ターゲットが前方から提示された場合を指し、点線は後方から提示された場合を指す。

分析の結果から、視覚課題においてもモダリティ間の注意の瞬き現象が生じたことがわかった。それは、聴覚ターゲットの先行時間が延びるにつれ、視覚反応時間が短くなっていることから見てとれる。

ただし、前述したように、本実験の着眼点は聴覚ターゲットの音源位置である。その着眼点に従って図を見た場合、聴覚課題における反応時間とは異なり、先行聴覚ターゲットの音源位置の違いはほとんど見られない。つまり、「前方への視覚的注意は音源定位課題に影響を与えるが、前方、あるいは後方への聴覚的注意は視覚単純検出反応課題には影響を

与えない」という可能性がある。ただし、この可能性については、視覚ミス率や二重課題（速）条件における視覚課題パフォーマンスも検討した後に議論する必要があるだろう。そのため、この議論に関しては、「2-3-4 まとめ」にて行うこととする。

●先行した聴覚ターゲットの音源位置（視覚ミス率）●

視覚ミス率を従属変数に取り、実験協力者内2要因分散分析を行ったところ、先行した聴覚ターゲットの音源位置の主効果は非有意であった。ただし、二重課題（速）との比較のため、Figure 2-12に先行した聴覚ターゲットの音源位置別の視覚ミス率に関して図示した。

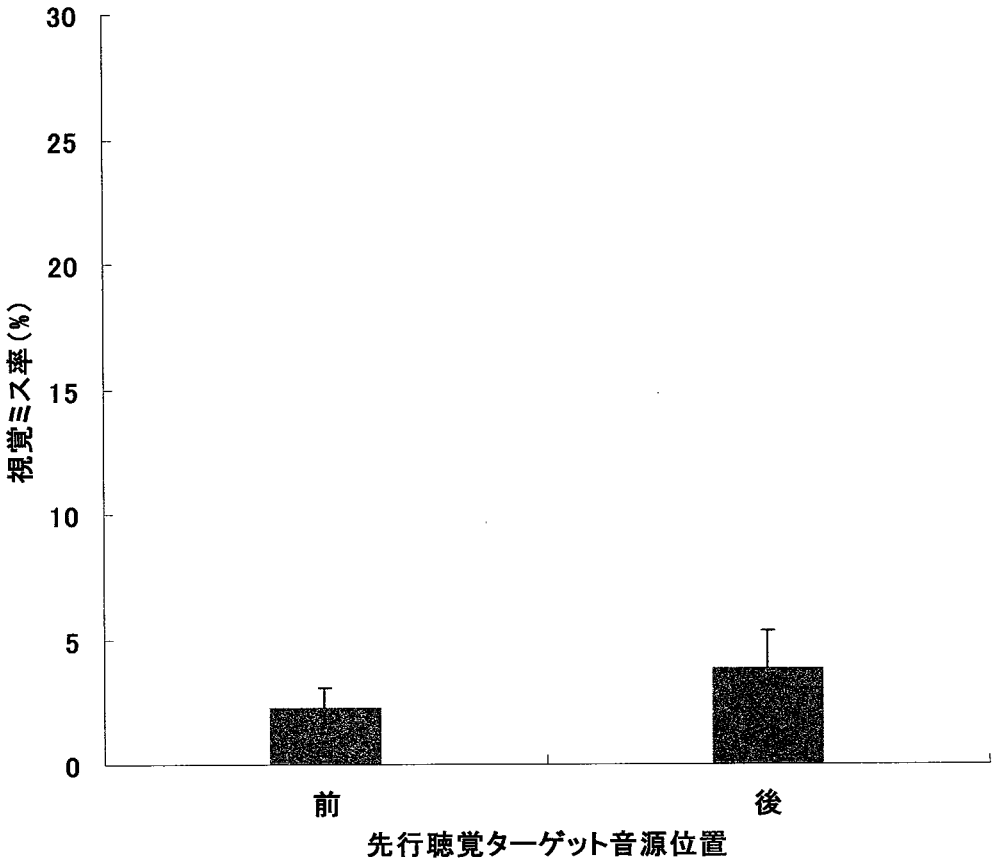

Figure 2-12 二重課題（遅）条件における先行聴覚ターゲット音源位置別視覚ミス率（%）

横軸は、視覚ターゲット「X」よりも先行提示された聴覚ターゲットの音源位置が前から提示されたか後から提示されたかを示している。縦軸は視覚ミス率を示している。

分析の結果、先行した聴覚ターゲットの音源位置の違いによって、視覚ミス率は影響を受けないことがわかった。同様の結果が、視覚反応時間でも得られているため、二重課題（遅）条件において、視覚課題は先行聴覚ターゲットの音源位置の影響を（統計的な差異が生じるほどには）与えていなかったと言えるだろう。

●視聴覚ターゲット間の SOA（視覚ミス率）●

視覚ミス率を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間の SOA の主効果は非有意であった。ただし、二重課題（速）との比較のため、Figure 2-13 に視聴覚ターゲット間の SOA 別・先行した聴覚ターゲットの音源位置別の視覚応時間を図示した。

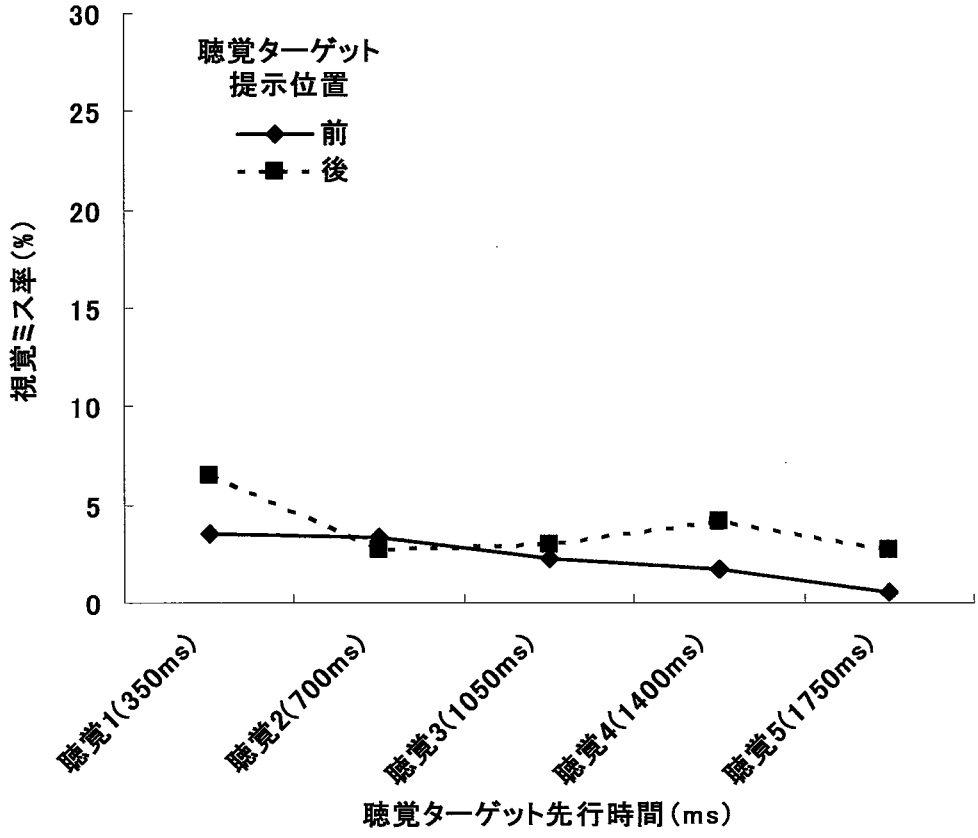

Figure 2-13 二重課題（遅）における視聴覚ターゲット間のSOA別・先行聴覚ターゲットの音源位置別の視覚ミス率（%）

横軸は、聴覚ターゲット（純音）が視覚ターゲットよりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は視覚ミス率を示す。また、実線は先行した聴覚ターゲットが前方から提示された場合を指し、点線は後方から提示された場合を指す。

分析の結果、視聴覚ターゲット間のSOAによって、視覚ミス率は影響を受けないことがわかった。一方、視覚反応時間では、視聴覚ターゲット間のSOAの影響を受けていた。そのため、二重課題（遅）条件下において、視覚課題は注意の瞬き現象が生じていないわけではない。視覚反応時間にのみ統計的な違いが生じたことから、聴覚ターゲット提示直後は、視覚ターゲットに対する情報処理速度が遅延するが、見落とすほどではないと言える。

ただし、統計的な違いはないが、先行した聴覚ターゲットの音源位置が後ろから提示された場合、その逆よりも視覚ミス率がやや高くなっているように見える。この傾向は、「聴覚的注意が前方を向くと、視覚的注意も前方へ向く」という視聴覚間のcrossmodal linkの

存在の可能性を示唆しているかもしれない。この点に関しては、二重課題（速）との比較をした上で、議論をする必要があるだろう。

2-3-3-1 二重課題(速)(聴覚課題＜聴覚 RT / 聴覚エラー＞)

二重課題（速）における聴覚課題の従属変数は、聴覚課題のみ条件・二重課題（遅）条件と同様に、各純音に対する前後弁別反応時間とエラー率であった。300ms 以下の反応（焦燥反応）と 1000ms 以上の反応時間（遅延反応）に関しても、聴覚課題のみ条件・二重課題（遅）条件と同様に除外した。また、「エラー」の定義も聴覚課題のみ条件・二重課題（遅）条件と同様であった。

まず、反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析（視聴覚ターゲット間の SOA（視覚 1：180ms と 360ms / 視覚 2：540ms と 720ms / 視覚 3：900ms と 1080ms / 視覚 4：1260ms と 1440ms / 視覚 5：1620ms と 1800ms の 5 水準)、聴覚ターゲットの音源位置（前 / 後の 2 水準)）を行った結果、視聴覚ターゲット間の SOA の主効果が有意であった（$F(4,76)=10.883, p<.01$）。

次に、聴覚エラー率を従属変数に取り、上述の同様の実験協力者内 2 要因分散分析を行った結果、聴覚ターゲットの音源位置の主効果において有意傾向が示され、また視聴覚ターゲット間の SOA の主効果が有意となった（聴覚ターゲットの音源位置：$F(1.19)=2.879, p<.10$; 視聴覚ターゲット間の SOA: $F(4,76)=1.053, p<.01$）。

以下、各結果に関して図示、説明を行った。

●聴覚ターゲットの音源位置(聴覚反応時間)●

聴覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析を行ったところ、聴覚ターゲットの音源位置の主効果は非有意であった。ただし、聴覚課題のみ条件・二重課題（遅）条件との比較のため、Figure 2-14 に音源位置別の反応時間に関して図示した。

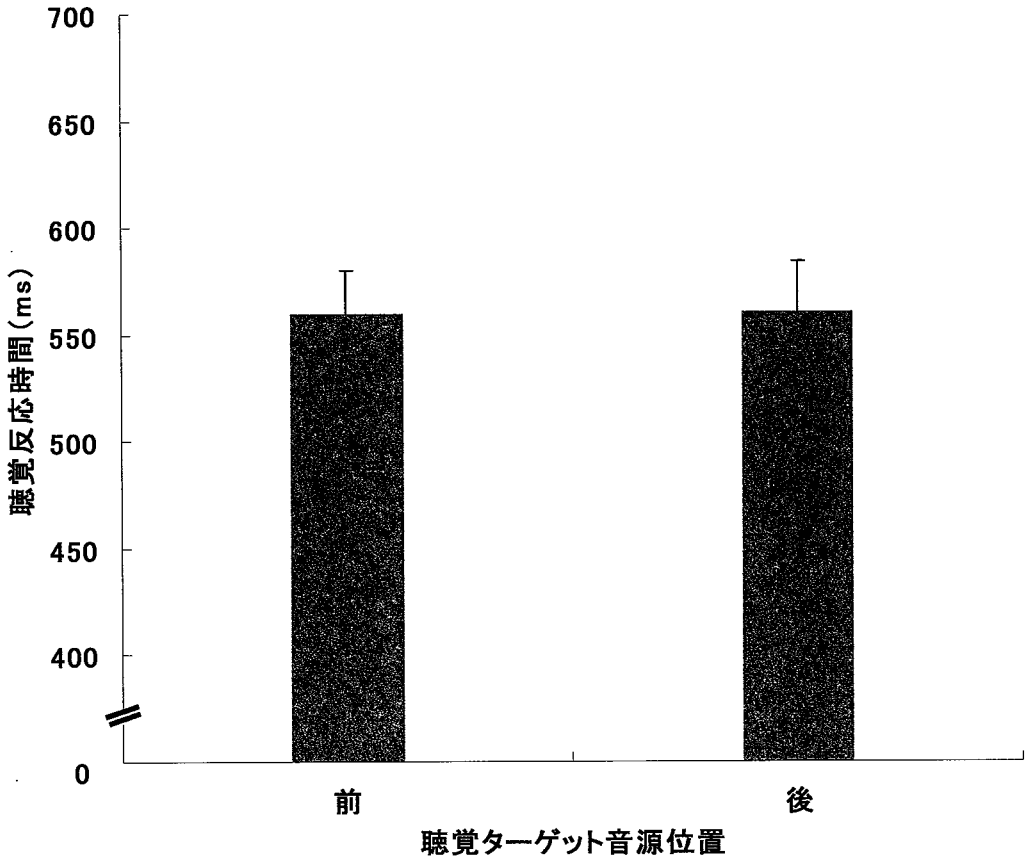

Figure 2-14 二重課題（速）条件における前後音源位置別の聴覚反応時間（ms）

横軸は聴覚ターゲット（純音）が前後のどちらから提示されたのかを示す。縦軸は聴覚反応時間を示している。

本実験の結果、音源位置の違いによって、反応時間に違いがないことが示された。また、今回の反応時間を二重課題（遅）における聴覚反応時間と比較しても、ほとんど長くなっていないことがわかる。二重課題（速）は視覚課題の難易度が二重課題（遅）よりも上がっているにも関わらず、この反応時間の変化のなさは不可解である。この疑問点に関しては、単純に「視覚課題の難易度が二重課題（遅）と二重課題（速）の間では、違いが大きいものではなかった」という可能性もある。ただし、実際には、聴覚エラー率や視覚パフォーマンス等を二重課題（遅）と比較検討する必要があるため、「2-3-4 まとめ」にて議論することにする。

●視聴覚ターゲット間の SOA（聴覚反応時間）●

聴覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間の SOA の主効果が有意であった。多重比較を行ったところ、視覚 1（180 / 360ms）と視覚 3（900 / 1080ms）以降の全ての SOA の間において、有意差が見られた（Bonferroni 法による多重比較 p<.05）。Figure 2-15 に視聴覚ターゲット間の SOA 別・聴覚ターゲットの音源位置別の反応時間を図示した。

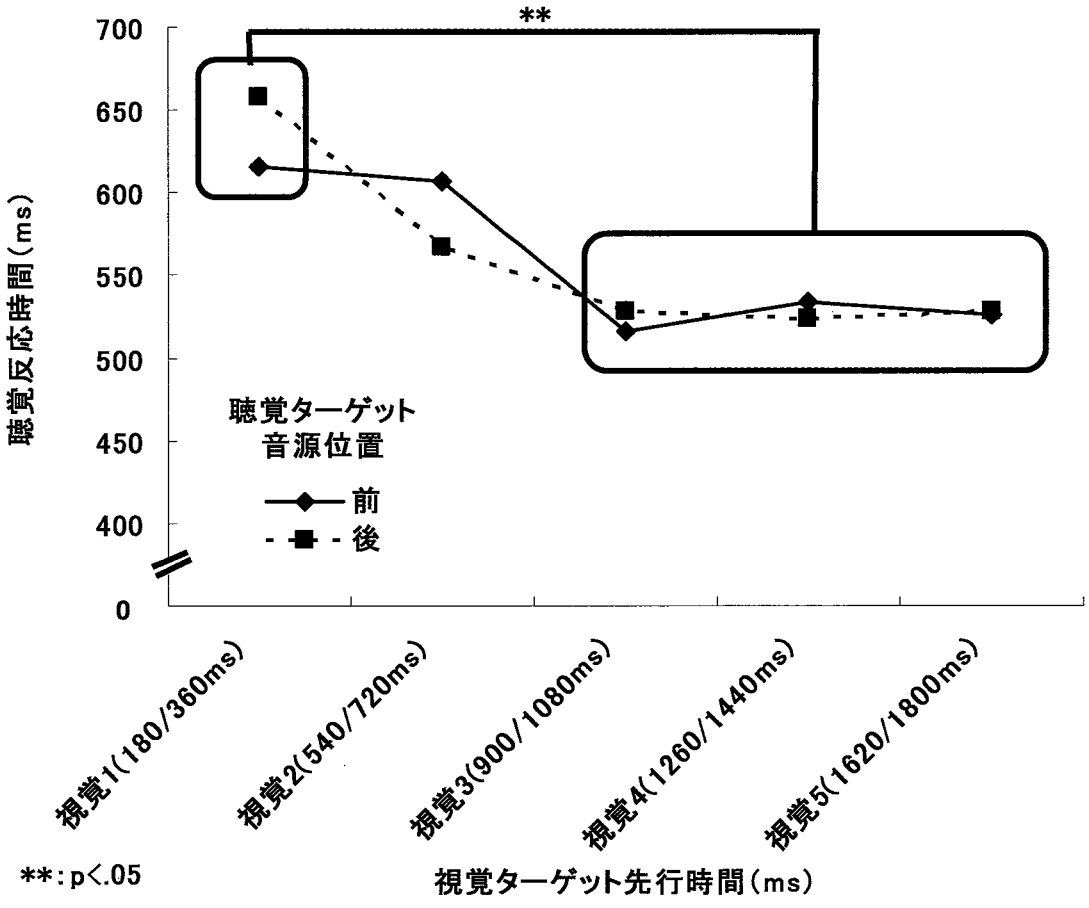

Figure 2-15 二重課題（速）条件における視聴覚ターゲット間の SOA 別・音源位置別の聴覚反応時間（ms）

横軸は、視覚ターゲット"X"が聴覚ターゲットよりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は聴覚反応時間を示す。また、実線は聴覚ターゲットが前方スピーカから提示された条件を指し、点線は聴覚ターゲットが後方のスピーカから提示された条件を指す。

分析の結果、二重課題（速）条件下でも注意の瞬き現象が生じていることがわかった。それは、視聴覚ターゲット間の SOA が短い場合、反応は遅くなるが、視聴覚ターゲット間の SOA が長くなるにつれ、反応は速くなっていくという、注意の瞬き現象における典型的な傾向を示しているためである。

また、本結果と二重課題（遅）の結果（Figure 2-7）を比較すると、二重課題（速）条件下の視覚 1（180 / 360ms）では、610ms から 660ms 程度の反応時間を示す一方で、二重課題（遅）条件下の視覚 1（350ms）では、580ms から 600ms 程度の反応時間を示している。この二重課題（速）条件下における反応時間の長さから、二重課題（遅）よりも難易度が上昇している傾向がうかがえる。

しかしながら、一方で、各々の視覚 3 以降における反応時間を比較すると、その反応時間の違いはほとんど見られない。つまり、二重課題（速）条件では、時間経過による認識能力の回復率がより高いと言えるかもしれない。これは、難易度が高い条件下においても、出来るだけ高いパフォーマンスを保とうとする人間の至適化の特性を示しているのかもしれない（至適化に関しては、三浦（1996）を参照）。

更に、二重課題（遅）では、聴覚ターゲットの音源位置と視聴覚ターゲット間の SOA の交互作用が示され、音源位置によって反応時間に違いが生じていた。しかしながら、一方で、二重課題（速）においてその音源位置は影響を及ぼさなかった。視覚課題における難易度が上昇したと仮定するならば、空間における視覚的注意はより前方に向くことによってむしろ音源位置の影響は二重課題（速）にてより強くなるはずである。この議論に関しても、聴覚エラー率や視覚パフォーマンス等を二重課題（遅）と比較検討する必要があるため、「2-3-4 まとめ」にて議論することにする。

●聴覚ターゲットの音源位置（聴覚エラー率）●

聴覚エラー率を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析を行ったところ、聴覚ターゲットの音源位置の主効果に有意傾向が示され、後方から提示された音を前から提示されたと誤知覚したエラーがその逆よりも高いことがわかった。Figure 2-16 に、音源位置別の聴覚エラー率を図示した。

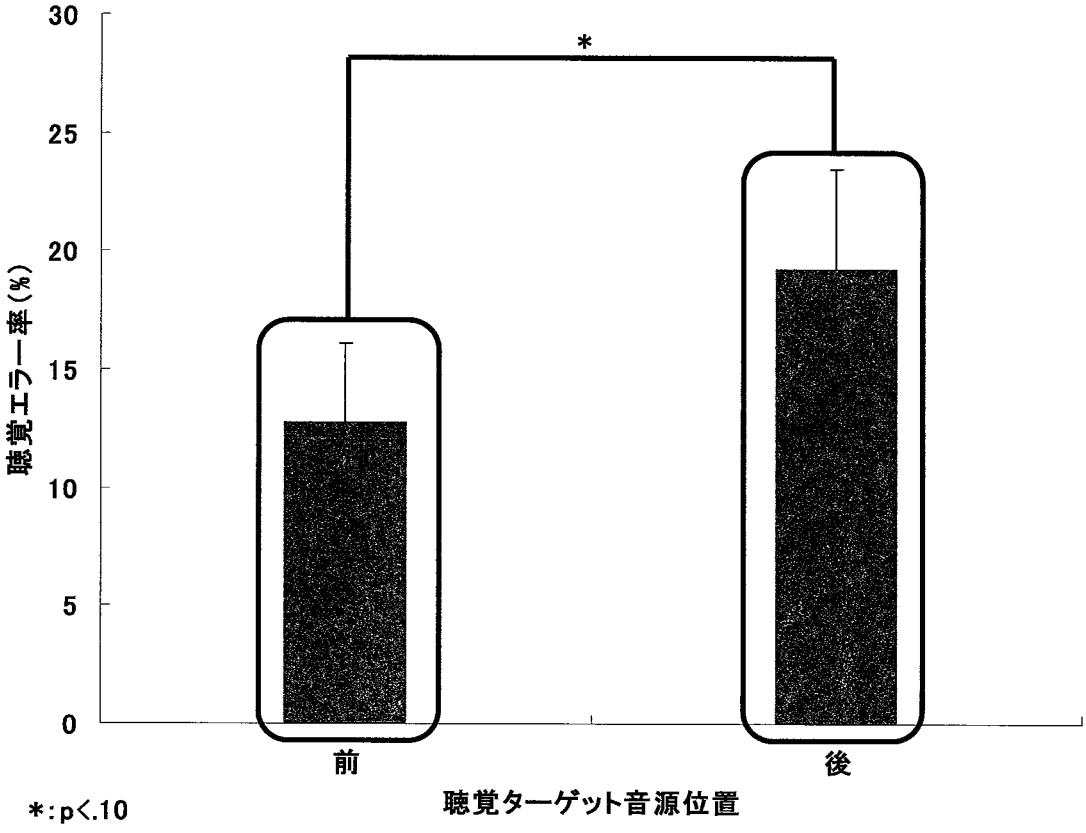

Figure 2-16 二重課題（速）条件における音源位置別の聴覚エラー率（%）

横軸は左側のバーが前から提示された音を後ろから提示されたと知覚したエラーを指し、右側のバーが後ろから提示された音を前から提示されたと知覚したエラーを指す。縦軸は聴覚エラー率を示す。

分析の結果、後方からの音を前方から提示されたと誤知覚するエラーが、前方からの音を後方から提示されたと誤知覚するエラーよりも高いことが示された。この傾向は二重課題（遅）においても見られたが、今回は統計的な差異が生じた。これは、後方からの音を前方から提示されたと誤知覚するエラー傾向の高まりを示唆していると考えられる。

この点に関しては、視覚課題の難易度の上昇に伴い、視覚的注意がより前方に向くことによって、聴覚的注意も前方に向いた。その結果、後方からの音源を前方から提示されたと誤知覚するエラー率も上昇したと考えるのが妥当であろう。

●視聴覚ターゲット間の SOA（聴覚エラー率）●

聴覚エラー率を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間の SOA の主効果が有意であった。多重比較の結果、視覚 1（180 / 360ms）と視覚 4（1260 / 1440ms）の間と、視覚 2（540 / 720ms）と視覚 4（1260 / 1440ms）、視覚 5（1620 / 1800ms）の視聴覚ターゲット間の SOA の間に有意差が示された（Bonferroni 法による多重比較 p<.05）。Figure 2-17 に視聴覚ターゲット間の SOA 別・聴覚ターゲットの音源位置別のエラー率を図示した。

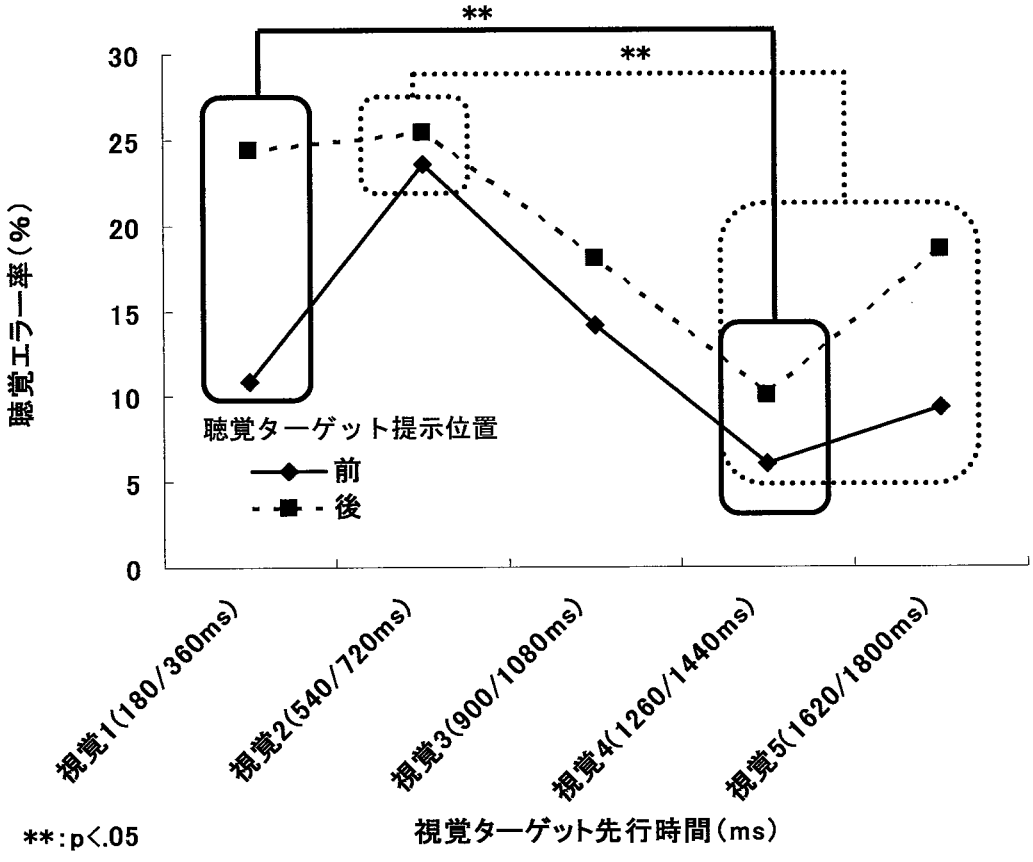

Figure 2-17 二重課題（速）における視聴覚ターゲット間の SOA 別・音源位置別の聴覚エラー率（%）

横軸は、視覚ターゲット"X"が聴覚ターゲットよりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は聴覚エラー率を示す。また、実線は前方からの聴覚ターゲットを後方から提示されたと誤知覚したエラーを指し、点線は後方からの聴覚ターゲットを前方から提示されたと誤知覚したエラーを指す。

分析の結果、聴覚エラー率においても注意の瞬き現象が生じたことがわかる。ただし、より着目すべき点は、統計的な差異はないものの、視覚1（180 / 360ms）において、特に後方からの音を前方の音だと誤知覚するエラー率がその逆のエラー率よりも高くなっている点である。これは、前方の視覚ターゲットを検出し、反応した直後においては、特に音源定位が狂いやすい傾向を示している可能性がある。

「音源定位が狂いやすい」とは、後方の音源を前方からの音源だと誤知覚するエラーだけを指しているのではなく、「音源に対する前後判断が曖昧になる」傾向を指している。つまり、視覚1（180 / 360ms）における、前方からの音源を後方からの音源だと誤知覚するエラーの低さは、実際に「この音は前から聞こえた」と確実に判断した結果ではなく、「音が聞こえたのはわかったが、前後どちらから聞こえたのかはわからないので、とりあえず前と判断した」かもしれないと言うことである。

この考察は、視覚2（540 / 720ms）における、前方からの音源を後方からの音源だと誤知覚したエラーの急激な上昇に起因する。基本的に、注意の瞬き現象は基本的に、第1ターゲット（T1）の提示直後に最もパフォーマンスが低下する（提示直後から200ms - 300ms後に最も低下する場合もあるが、聴覚反応時間との対応を見る限り、本結果においてその現象が生じている可能性は低いだろう）。このような注意の瞬き現象の性質を踏まえると、視覚1（180 / 360ms）における、前方からの音源を後方からの音源だと誤知覚したエラー率の低さに疑問が生じてくる。

そのため、視覚ターゲット提示直後は、情報処理の低下に伴い、音源定位能力そのものが低下する。ただし、視覚的注意は前方へ向けられているため、聴覚的注意も同様に前方へ向く傾向にある。そのため、どちらから提示されたかわからない音源に対しては、前方から提示されたととりあえず判断したと考えられる。空間における視聴覚間のcrossmodal linkは、音源定位能力だけではなく、その音源定位能力が低下した際の判断に影響する可能性があると言える。

2-3-3-2 二重課題（速）（視覚課題＜視覚RT / 視覚ミス＞）

本実験における視覚課題の従属変数は、二重課題（遅）条件と同様、「X」に対する単純反応時間とミス率であった。100ms以下の反応（焦燥反応）と1000ms以上の反応時間（遅延反応）は除外した。また、視覚課題における「ミス」とは、二重課題（遅）条件と同様、”X”に対して1000msを超えても反応が見られなかったものを対象とした。

まず、反応時間を従属変数に取り、実験協力者内2要因分散分析（視聴覚ターゲット間のSOA（聴覚1：180msと360ms / 聴覚2：540msと720ms / 聴覚3：900msと1080ms / 聴覚4：1260msと1440ms / 聴覚5：1620msと1800msの5水準）、先行した聴覚ターゲットの音源位置（視覚ターゲットよりも以前に提示された聴覚ターゲットの音源位置）（前 / 後の2水準））を行った結果、視聴覚ターゲット間のSOAの主効果が有意となり、また先行した聴覚ターゲットの音源位置が有意傾向となった（視聴覚ターゲット間のSOA：$F(4,76)=42.06, p<.01$；先行した聴覚ターゲットの音源位置：$F(1,19)=3.60, p<.10$）。また、視聴覚ターゲット間のSOAと先行した聴覚ターゲットの音源位置の交互作用も有意となった（$F(4.76)=3.19, p<.05$）。

次に、視覚ミス率を従属変数に取り、上述の同様の実験協力者内2要因分散分析を行った結果、視聴覚ターゲット間のSOAの主効果が有意となった（$F(4,76)=9.27, p<.01$）。

以下に、各結果に関して図示、説明を行った。

●先行した聴覚ターゲットの音源位置（視覚反応時間）●

視覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内2要因分散分析を行ったところ、先行した聴覚ターゲットの音源位置の主効果は有意傾向となり、先行した聴覚ターゲットが前から提示された場合、後ろから提示された場合よりも反応時間が短くなることが示された。Figure 2-18に音源位置別の反応時間に関して図示した。

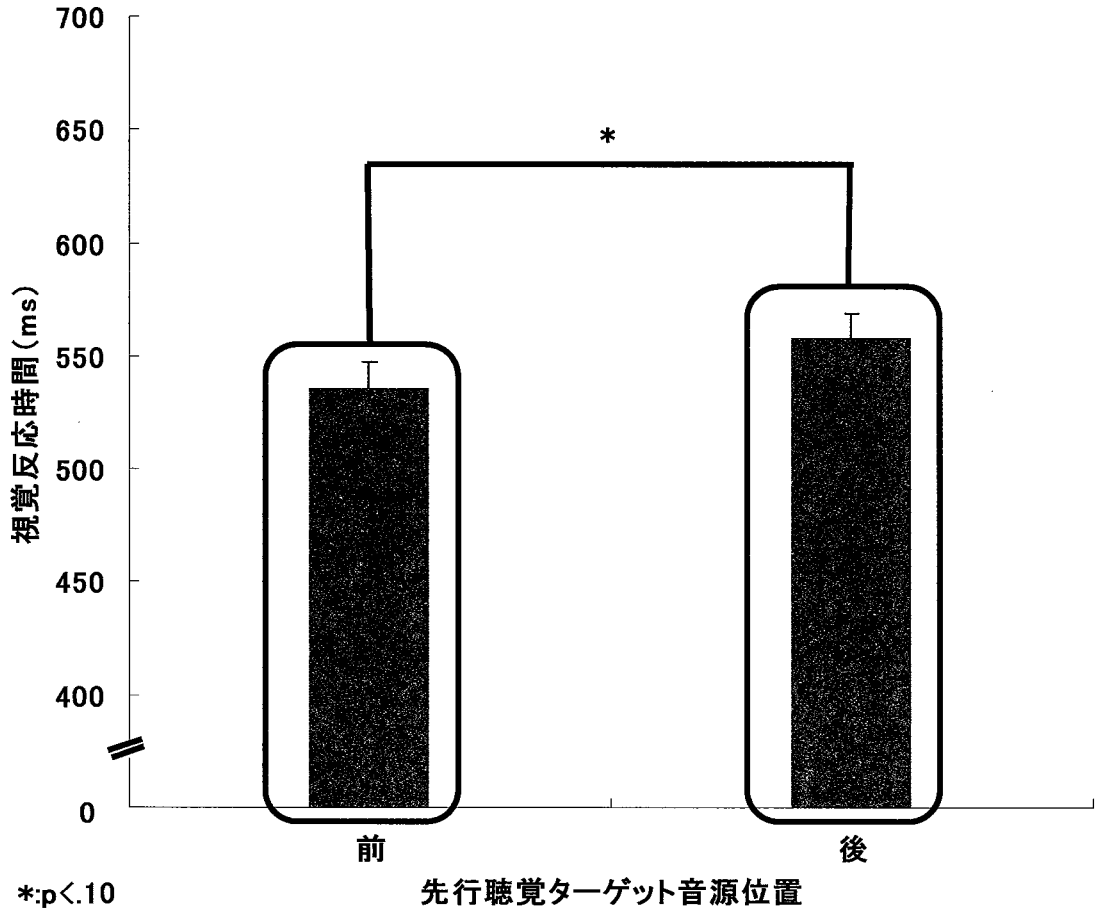

Figure 2-18 二重課題（速）条件における先行聴覚ターゲット音源位置別視覚反応時間（ms）

横軸は、視覚ターゲット「X」よりも先行提示された聴覚ターゲットの音源位置が前から提示されたか後から提示されたかを示している。縦軸は視覚反応時間を示している。

分析の結果、先行提示された聴覚ターゲットが前から提示されると、後ろから提示されるよりも反応時間が短くなることが示された。この結果は、「聴覚的注意が前方に向くと、視覚的注意も前方へ向く」という空間における視聴覚間の crossmodal link の存在を裏付ける結果と言える。ただし、今回は、先行した聴覚ターゲットの音源位置と視聴覚ターゲット間の SOA の交互作用が有意であるため、ここで、先行した聴覚ターゲットの音源位置のみの要因で考察を行うよりも、後述する交互作用の結果から、多角的な議論を行うこととする。

●視聴覚ターゲット間の SOA と先行した聴覚ターゲットの音源位置（視覚反応時間）●

視覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間の SOA と先行した聴覚ターゲットの音源位置の交互作用が有意であった。多重比較の結果、聴覚 1（180 / 360ms）の SOA において、先行した聴覚ターゲットの音源位置が前から提示された場合、後から提示された場合よりも有意に反応時間が短いことが示された（Bonferroni 法による多重比較 $p<.05$）。Figure 2-19 に視聴覚ターゲット間の SOA 別・先行した聴覚ターゲットの音源位置別の視覚反応時間を図示した。

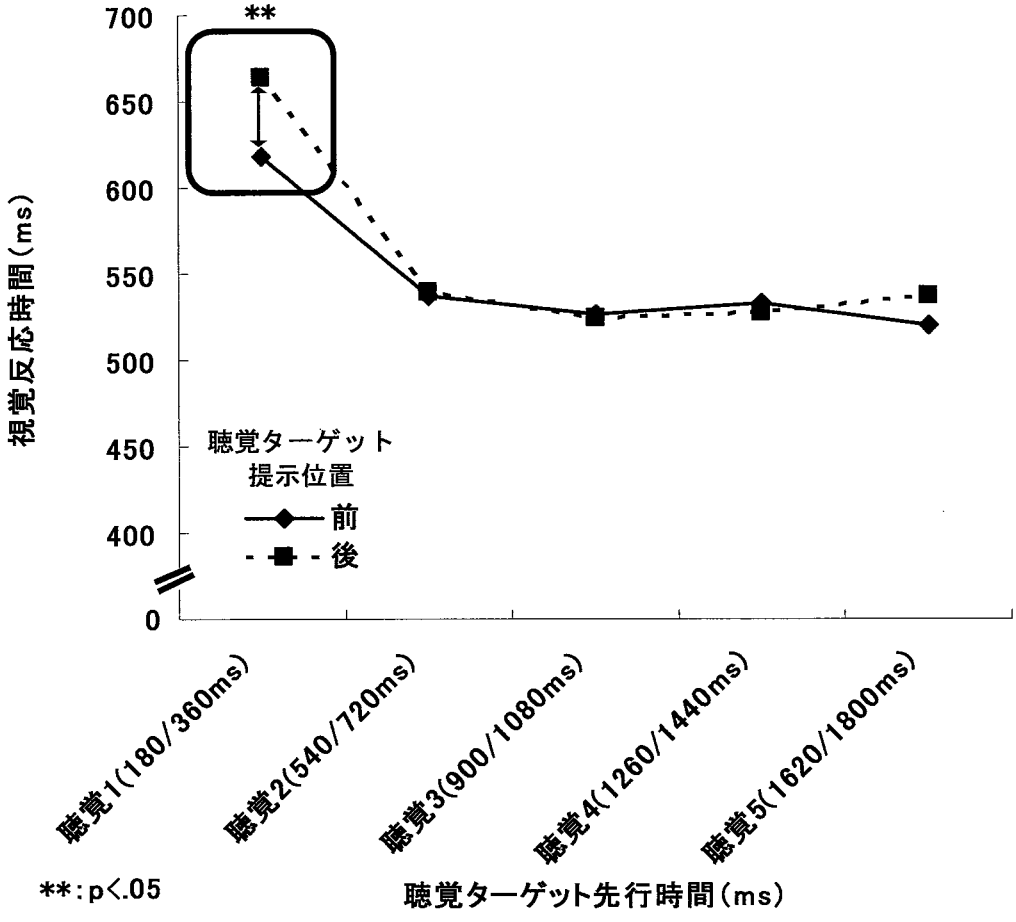

Figure 2-19 二重課題（速）における視聴覚ターゲット間の SOA 別・先行聴覚ターゲットの音源位置別の視覚反応時間（ms）

横軸は、聴覚ターゲット（純音）が視覚よりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は視覚反応時間を示す。また、実線は先行した聴覚ターゲットが前方から提示された場合を指し、点線は後方から提示された場合を指す。

分析の結果、聴覚 1（180 / 360ms）の SOA において、先行した聴覚ターゲットの音源位置が前から提示された場合、後から提示された場合よりも有意に反応時間が短いことが示された。つまり、今回の結果からは、「聴覚的注意が前方を向くと視覚的注意も前方を向く」とする空間における視聴覚間の crossmodal link の存在が裏付けられたと言える。前方からの聴覚ターゲットに反応した直後、視覚ターゲットが提示された場合には、聴覚的注意と同様に視覚的注意も前方へ向いている。そのため、後方からの聴覚ターゲットに反応した直後よりも、反応が速かったと考えられる。

また、二重課題（速）条件と二重課題（遅）条件の結果を比較すると、二重課題（速）条件のみにおいて、先行聴覚ターゲットの音源位置が視覚反応時間に影響を与えた結果を示した。この結果は、視覚課題難易度が高くなった場合に限り、「聴覚的注意が前方へ向くと、視覚的注意も前方へ向く」という視聴覚間の crossmodal link の存在が明らかになることを示唆している。

●先行した聴覚ターゲットの音源位置（視覚ミス率）●

視覚ミス率を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析を行ったところ、先行した聴覚ターゲットの音源位置の主効果は非有意であった。ただし、二重課題（遅）との比較のため、Figure 2-20 に先行した聴覚ターゲットの音源位置別の視覚ミス率に関して図示した。

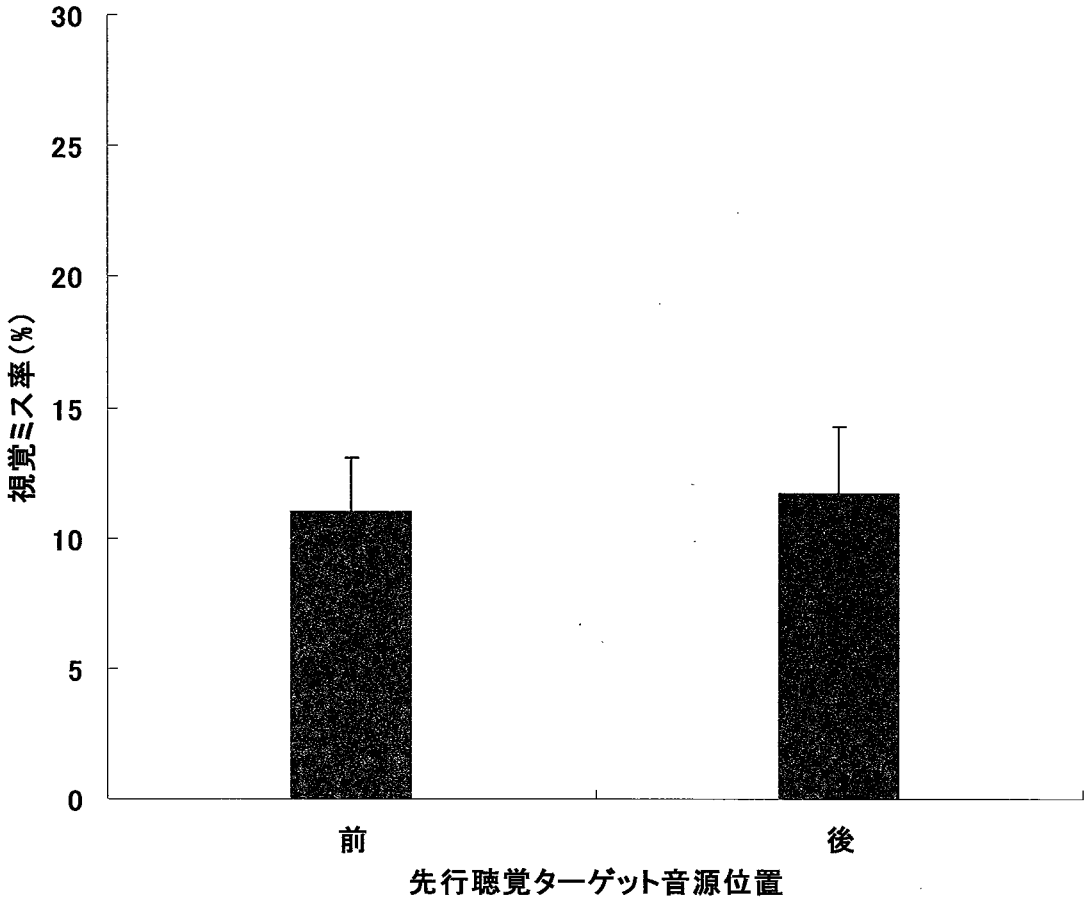

Figure 2-20 二重課題（速）条件における先行聴覚ターゲット音源位置別視覚ミス率（%）

横軸は、視覚ターゲット「X」よりも先行提示された聴覚ターゲットの音源位置が前から提示されたか後から提示されたかを示している。縦軸は視覚ミス率を示している。

分析の結果、先行聴覚ターゲットの音源位置は、視覚ミス率に影響を与えないことが示された。ただし、二重課題（遅）条件の視覚ミス率と比較した場合、前後の先行聴覚ターゲットの音源位置に関わらず、全体的な視覚ミス率が上昇していることがわかる。これは、視覚課題の難易度が高くなっているため、視覚ターゲットを見逃す確率が高くなったことを示唆している。

視覚反応時間では、先行聴覚ターゲットの音源位置の影響が生じていたが、視覚ミス率では、その影響は生じなった。そのため、視覚課題の難易度が高くなっていることは確かであるが、視聴覚間の crossmodal link の影響は、反応時間にのみ表れたと言える。

●視聴覚ターゲット間の SOA（視覚ミス率）●

視覚ミス率を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間の SOA の主効果が有意となった。多重比較の結果、聴覚 1（180 / 360ms）と聴覚 2（540 / 720ms）以降の全ての SOA の間に有意差が示された（Bonferroni 法による多重比較 $p<.05$）。Figure 2-21 に視聴覚ターゲット間の SOA 別・先行した聴覚ターゲットの音源位置別の視覚応時間を図示した。

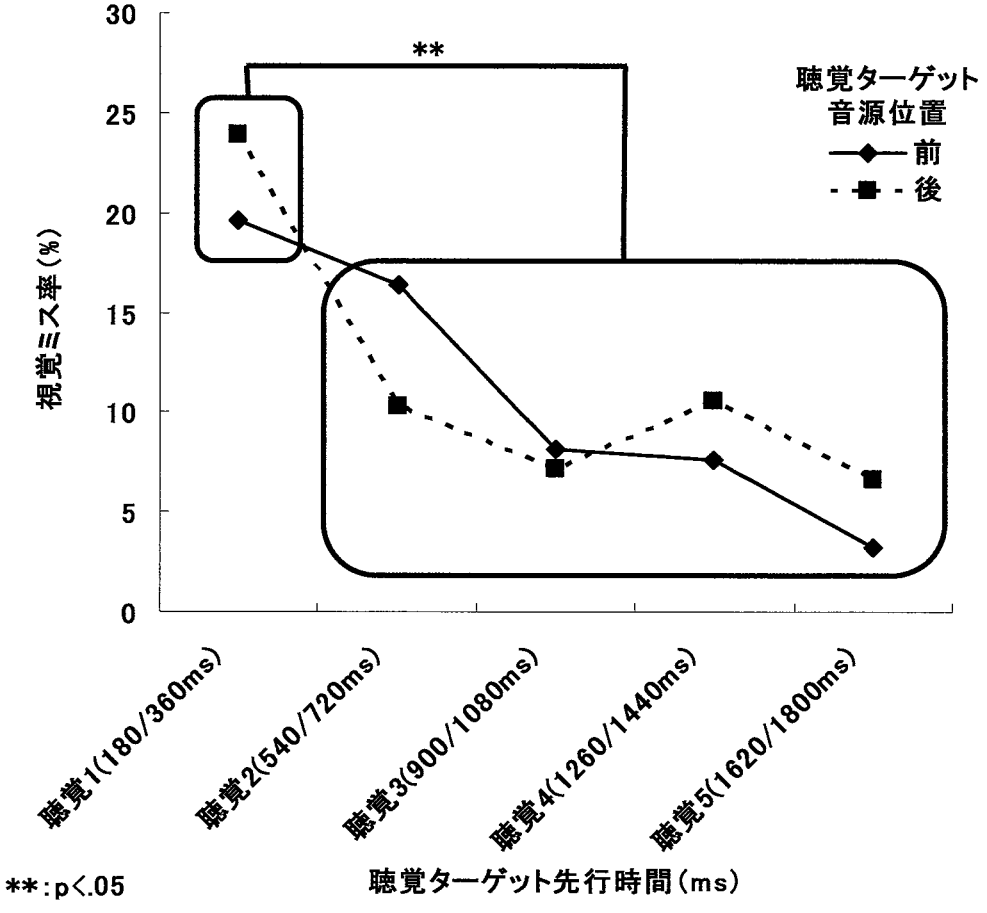

Figure 2-21 二重課題（速）における視聴覚ターゲット間の SOA 別・先行聴覚ターゲットの音源位置別の視覚ミス率（%）

横軸は、聴覚ターゲット（純音）が視覚ターゲットよりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は視覚ミス率を示す。また、実線は先行した聴覚ターゲットが前方から提示された場合を指し、点線は後方から提示された場合を指す。

分析の結果、視覚ミス率においても注意の瞬き現象が生じたことが示された。ただし、より注目すべき点は、統計的な違いは見られないものの、聴覚1（180 / 360ms）の視聴覚ターゲット間の SOA において、先行聴覚ターゲットの音源位置が後方であったとき、よりミス率が高くなっていることである。これは、後方からの聴覚ターゲットに対して反応した直後は、前方からの聴覚ターゲットに対して反応した直後よりも、視覚的注意が前方へ向いておらず、そのために視覚ターゲットを見逃す確率が高くなったのかもしれない。

しかしながら、聴覚2（540 / 720ms）では、逆に先行聴覚ターゲットの音源位置が前方であったとき、よりミス率が高くなっている。これは、一時的に前方に対する視覚的注意が逸れてしまったため、より深く前方へ注意を向けようと至適化した結果かもしれない。

また、ここで、二重課題（遅）条件下の視覚ミス率と比較するため、Figure 2-13 と照らし合わせると、二重課題（速）条件下では視覚ミス率が上昇していることがわかる。ここでも、再度視覚課題難易度の上昇が確認できたと言えるだろう。

2-3-4 まとめ

ここでは、各条件における視覚・聴覚課題パフォーマンスの比較をまとめ、その比較からの総合論議を基礎面と応用面の双方から行うこととする。

まず、各条件における聴覚課題のパフォーマンスの比較をまとめると以下の通りとなる。

●聴覚課題●

各条件における平均反応時間・エラー率を聴覚ターゲット音源位置別に Table 2-1 に示した。

Table 2-1 各条件別・聴覚ターゲット音源位置別の平均聴覚反応時間（ms）と平均聴覚エラー率（%）

条件	反応時間(ms)			エラー率(%)		
	前	後	有意差	前	後	有意差
聴覚課題のみ	531.1	526.3		12.6	14.1	
二重課題(遅)	543.4	537.2	**	12.6	18.9	
二重課題(速)	559.8	561.0		12.8	19.3	*

(**: p<.05, *: p<.10)

「前」「後」とは、聴覚ターゲットの音源位置を表し、「有意差」は、聴覚ターゲットの音源位置の主効果、あるいは交互作用が有意か非有意かを表したものである。

聴覚①：課題難易度が上昇するにつれ、聴覚ターゲットの音源位置に関わらず、反応時間の上昇が見られる。

聴覚②：エラー率において、聴覚課題のみ条件と二重課題（遅）（速）条件を比較すると、前方からの聴覚ターゲットのエラー率は上昇していないが、後方からの聴覚ターゲットのエラー率は4%程度上昇している。

聴覚③：聴覚課題のみ条件では、反応時間・エラー率共に聴覚ターゲットの音源位置の主効果は見られなかった。一方で、二重課題（遅）条件では反応時間において有意差が見られ（交互作用）、また二重課題（速）条件ではエラー率において有意傾向が見られた。

●視覚課題●

各条件における平均反応時間・ミス率を先行した聴覚ターゲット音源位置別にTable 2-2に示した。

Table 2-2 各条件別・先行した聴覚ターゲット音源位置別の平均視覚反応時間（ms）と平均視覚ミス率（%）

条件	反応時間(ms)			ミス率(%)		
	前	後	有意差	前	後	有意差
二重課題(遅)	544.6	538.8		2.3	3.8	
二重課題(速)	535.5	558.4	*	11.0	11.7	

(**: p<.05, *: p<.10)

「前」「後」とは、聴覚ターゲットの音源位置を表し、「有意差」は、先行した聴覚ターゲットの音源位置の主効果、あるいは交互作用が有意か非有意かを表したものである。

視覚①：二重課題（遅）条件と比較して二重課題（速）条件では、ミス率の急激な上昇が見られる。

視覚②：二重課題（遅）条件では先行した聴覚ターゲットの音源位置の主効果が全く見られなかったものの、二重課題（速）条件では、反応時間において有意差が見られた。

視覚課題・聴覚課題を比較した結果、以上のような違いが示された。これらの違いに関して再度簡潔に考察し、基礎面と応用面からの総合論議を行う。

まず、聴覚①と視覚①に関して考察する。聴覚課題のみ条件、二重課題（遅）条件、二重課題（速）条件の課題難易度の上昇と共に、聴覚反応時間が長くなり、視覚ミス率が高くなっている。これは、条件間での難易度が正しく設定されていた裏づけである。条件間での難易度に実際的な変化がなければ、今回のような結果は示されなかったはずであるためである。

次に、聴覚②に関して考察する。聴覚課題のみ条件において、聴覚ターゲットの音源位置の違いが示されなかったのは、視覚課題を行わず、視線のみが前方に向いていたためであろう。一方、二重課題（遅）と二重課題（速）において、後方からの聴覚ターゲットに対するエラー率が上昇したのは、視覚課題を同時に行うことによって視覚的注意が前方へ向いたことが原因だと考えられる。視覚的注意が前方へ向いたことによって、聴覚的注意も前方へ向き、その結果、後方からの音を前方から提示されたと誤知覚するエラーが高くなったと考えられる。

最後に、聴覚③と視覚①に関する考察であるが、この比較結果に関しては、空間における視聴覚間の crossmodal link と各モダリティの特性が関係していると思われる。この点に関しては、本実験の目的に大いに関わってくるため、以下に述べる基礎面と応用面の双方からの考察にて行うこととする。

●基礎面からの考察●

ここでは、聴覚③と視覚②のような結果が示された原因について考察する。

まず、視覚②のような結果となったのは、課題難易度の上昇の観点から見れば、ある程度妥当な結果と言える。つまり、二重課題（遅）条件では視覚課題の難易度が低いため、（視覚ターゲット検出に要する）前方に対する視覚的注意の配分は大きいものではなく、空間的な聴覚的注意の影響を受けるほどではなかった。一方、二重課題（速）条件では視覚課題の難易度が高くなり、（視覚ターゲット検出に要する）前方への視覚的注意の配分は大きいものとなった。注意資源には限界があり、またモダリティ間で注意資源は共有されている。そのため、課題難易度の上昇に伴い、空間的な聴覚的注意の影響を受けるようになった。先行した聴覚ターゲットが前方から提示された場合、聴覚的注意は前方へ向いて

いる。聴覚的注意が前方へ向いていると、視聴覚間の crossmodal link の存在により、視覚的注意も前方へ向く。そのため、先行した聴覚ターゲットが前方から提示された場合、視覚反応時間は二重課題（遅）と二重課題（速）では違いが見られなかった。

ただし、先行した聴覚ターゲットが後方から提示された場合、聴覚的注意は後方へ向いている。視覚的注意が後方を向くことは、その感覚器官としての限界からありえないと思われるが、それでも空間における crossmodal link が存在しないため、前述した状況（先行した聴覚ターゲットが前方から提示された状況）よりも前方に対する視覚的注意の配分は小さいものになっただろう。そのため、視覚ターゲットに対する反応は遅延し、視覚②のような結果が示されたと考えられる。

一方、聴覚③のような結果が示されたのは、一見、不可解である。聴覚課題のみ条件で、聴覚ターゲットの音源位置の影響が見られなかったのは、そもそも視覚課題を同時に行っていないため、視聴覚間の crossmodal link が存在しないためであろう。しかし、二重課題条件間では、難易度がより低い二重課題（遅）にて、反応時間における聴覚ターゲットの音源位置の明らかな影響が見られた一方、難易度がより高い二重課題（速）では、（反応時間に聴覚ターゲットの音源位置の影響は見られず）エラー率においてのみその影響が見られた。もし、簡潔に課題難易度の上昇の観点のみで考察するならば、二重課題（遅）にて、反応時間に聴覚ターゲットの音源位置の影響が生じたのであれば、二重課題（速）では、反応時間とエラー率の双方にその影響が生じるはずである。

ただし、この不可解な現象は、聴覚モダリティの特性を顧みれば、ある程度考察しうる。聴覚モダリティが時間分解能に優れていることは序論で述べた通りである。視覚刺激と聴覚刺激に対する単純反応を比較した場合、聴覚刺激に対する単純反応がより速いとする古典的な先行研究も数多くある（Goldstone, 1968; 大山, 1985; Robinson, 1934）。聴覚モダリティにおけるこの特性が、今回の二重課題実験に表れたのかもしれない。つまり、視覚課題による難易度上昇に伴い、聴覚は音源定位の正確さよりも、音に対する反応速度を優先するようになった可能性がある。そのため、反応時間は聴覚ターゲットの音源位置の影響を受けず、その代償として、ミス率において音源位置の影響を受けやすくなり、また視覚課題でのミス率も上昇したと考えられる。

例えば、何らかの大きな爆発音がどこからか起こったとき、我々はまず「音が聞こえた」という「音の存在（音がある）」に気づき、その後、やや遅れて視線で「どこで」起こったのかという「事象の位置（音の位置）」を特定する。このように、緊急を要するイベントが

生じた場合、聴覚は「とりあえず出来るだけ速くその存在を伝えること」を優先させるのかもしれない。

このような生態学的妥当性と関わるべき仮説は、より現実場面に近い動的な実験において生じやすい可能性があるだろう。

●応用面からの考察●

ここでは、基礎面からの考察を踏まえ、実際場面ではどのように応用すべきかについて考察する。

本実験結果から、「空間における視聴覚間の crossmodal link は、音源定位課題においても存在する」ことがわかった。そのため、音のデザインを行う際、以下の点に留意する必要がある。

◆音に対して出来るだけ速い反応を要する場合◆

① 作業負荷が高い場合に鳴る音であれば、主に人間が視覚作業を行う位置（視野中央付近）にスピーカを設置する

② 作業負荷が低い場合に鳴る音であれば、そのスピーカ位置は特定する必要はない（ただし、音源定位の精度は落ち、視覚作業にもある程度の支障が生じる可能性がある）

①は、二重課題（速）における聴覚課題の結果を反映し、②は、二重課題（遅）における聴覚課題の結果を反映している。

◆音に対して正確な空間定位を要する場合◆

① 視覚作業への負荷が低い状態の場合に音を鳴らす工夫が必要となる

② 音源はできるだけ周波数帯幅が大きいものを選択する

①は二重課題（速）条件下の聴覚エラー率にて、聴覚ターゲットの音源位置の主効果が示された結果を反映している。また、②に関しては、音源定位を行う際、ごく一般的に言われていることである。

本実験では、音源に純音を用いたが、音源定位を必要とする音のデザインとしては、できるだけ周波数帯幅が大きい（例えば白色雑音）を用いるべきである。その理由は、音源

定位は純音のような単純な構造の音よりも、雑音や音声のような音の方が容易であり、弁別閾も小さいためである。このことは、複合音の場合、その中に含まれる成分周波数のそれぞれの時間差と強度差が左右耳で異なるので、純音よりも手がかりが豊富なためであると考えられている（重野, 2003）。

ただし、現実場面を振り返ると、精緻な音源定位が必要な機器類とはそれほど存在しない。元々、聴覚の優れている点とは、360 度どの方向から到来した音であっても聞き取ることができる点である点であり（倉片, 2005）、空間定位はその副産物程度に過ぎない。そのため、更に現実場面に還元しうる実験を行うためには、音源定位課題を単純反応課題に替え、視聴覚間の crossmodal link がどの程度影響を及ぼすかを検討する必要があるだろう。

第3章　研究 1

実験 2

音のデザインの変更はパフォーマンスを変化させるか？

第3章 研究1 実験2 音のデザインの変更はパフォーマンスを変化させるか？

3-1 目的

実験1にて視覚単純検出課題と純音に対する音源定位課題を同時に遂行した結果、視覚課題の難易度が低い場合には、聴覚課題の反応時間にて視聴覚間のcrossmodal linkの影響が生じ、後方からの音に対する反応が前方からの音に対する反応よりも遅くなった。一方、視覚課題の難易度が高い場合には、視覚課題の反応時間にて視聴覚間のcrossmodal linkの影響が生じ、後方からの音に反応した直後は、視覚ターゲットに対する反応が遅延することが示された。

このような結果は、特に報知音を用いる機器類のデザインに還元できる。ただし、報知音において、精緻な空間定位を必要とされる場合はほとんどないだろう。なぜならば、序論で述べたとおり、空間定位に関しては視覚がより優れている。そのため、健常者であれば、音が鳴ったことを耳で確認した次の瞬間には、耳ではなく視線で正確な空間位置を把握しようとするからである。

人間の耳の利点は、どの方向から到来した音であっても聞き取ることができることである。このとき、聞き手は移動していても構わない。また、睡眠中でさえ音には比較的容易に気づく点は視覚にはない大きな長所である（倉片, 2005）。つまり、聴覚モダリティは、その刺激が「ある」と気づくことに優れたモダリティと言える。多くの機器類はこのモダリティの利点に基づき、報知光（光によって情報提示すると共に、その内容を人間に知らせるためのものであり、一般には家電製品や設備機器などの表示灯として用いられる（高橋, 2005））ではなく、報知音を備え付けているのだろう。

以上の観点から、視聴覚間のcrossmodal linkの影響をより現実場面に近い状態で検討するためには、音源定位課題を単純反応課題に変更する必要がある。これは、現実場面において、人間はあらゆる報知音等に関して精緻な空間定位を行った後、次の作業に移行しているのではなく、むしろ、「音が鳴った」と気付いた瞬間に次の作業に移っていると考えられるためである。

また、もう一つの変更として、実験1では純音を聴覚ターゲットとして用いていたが、本実験では、白色雑音を聴覚ターゲットとして用いることとする。前章で述べたように、白色雑音は純音よりも音源定位がかなり容易となる。しかしながら、現在の家電製品の報知音には、4000Hz付近の高周波音が多く用いられている（倉片, 1998）。ただし、このよう

な高周波音は高齢者には聞き取り辛いため、これからの報知音の活用には、家庭内の各種の音との相互作用を考えた上で、より周波数帯の幅広い報知音を用いていく必要があるだろう。その「周波数帯の幅広い報知音」の端的な代表として今回は白色雑音を用い、現実場面に還元しうる実験を行う。

音源定位が容易である白色雑音を用い、かつ実験1よりも容易な課題（単純反応課題）を行った結果、それでもなお視聴覚間のcrossmodal linkの影響が見られた場合、その影響は実験室内のみならず、現実場面でも生じる可能性が高いと言える。

以上により、本実験での目的は、「単純反応課題と白色雑音への変更を行うことによって、視聴覚間のcrossmodal linkは視覚・聴覚課題パフォーマンスにどのような影響を与えるのか」を検討することである。

3-2 方法

3-2-1 実験協力者

大阪大学に所属する大学生、大学院生11人（男性5名・女性6名 / 年齢範囲　21-30歳 / 平均年齢　25.0歳）がボランティアとして参加した。

3-2-2 装置と刺激

(a) 機材配置

本実験で用いた機材配置は、すべて第2章にて用いたものと同様であった。

(b) 機材

本実験で用いた配置は、すべて第2章にて用いたものと同様であった。

(c) 刺激

本実験で用いた刺激は、以下に示すもの以外はすべて第2章にて用いたものと同様であった。

●聴覚刺激●

白色雑音：白色雑音（68dB(A)：80ms）を聴覚ターゲットとして用いた。

上述した刺激以外は、すべて第 2 章にて用いたものと同様であった。

3-2-3 課題

(a) 実験課題説明

本実験での課題は実験 1 と同様、視覚課題と聴覚課題を同時に行う二重課題、あるいは聴覚課題のみを行う単一課題であった。以下に各課題について説明した。

●視覚課題●

実験 1 と同様、様々な英字をモニタ上から連続的に提示した。実験協力者は、その英字の内、ターゲット刺激である"X"が提示されたとき、できるだけ速く正確に"ハイ"と口頭反応する必要があった。

●聴覚課題●

白色雑音を前後一方のスピーカから提示した。実験協力者は、その音の提示方向に関わらず、できるだけ速く正確に反応し、反応ボタンを押す必要があった。

(b) 実験条件

本実験では、課題条件が 4 件存在した。以下にその条件に関して説明した。

●二重課題(遅)●

視覚ターゲットに対する単純検出課題と聴覚ターゲットに対する単純反応課題を同時に行う二重課題であった。各視聴覚刺激の提示時間や提示確率設定、試行数、ブロック数は実験 1 の二重課題（遅）条件と同様であった。

●二重課題(速)●

二重課題（遅）と同様、視覚ターゲットに対する単純検出課題と聴覚ターゲットに対す

る単純反応課題を同時に行う二重課題であった。各視聴覚刺激の提示時間や提示確率設定、試行数、ブロック数は実験1の二重課題（速）条件と同様であった。

●聴覚課題のみ（遅）●

視覚刺激は二重課題（遅）と同様の英字を提示した。英字の提示時間や提示確率設定も二重課題（遅）と同様であった。ただし、実験協力者の課題は聴覚ターゲットに対する単純反応のみであり、例え視覚ターゲットである"X"が提示された場合でも、その刺激に反応する必要はなかった。実験協力者には、この英字を見つめ続けるように教示した。96試行を1ブロックとして1回行った。

●聴覚課題のみ（速）●

視覚刺激は二重課題（速）と同様の英字を提示した。英字の提示時間や提示確率設定も二重課題（速）と同様であった。ただし、実験協力者の課題は聴覚ターゲットに対する単純反応のみであり、例え視覚ターゲットである"X"が提示された場合でも、その刺激に反応する必要はなかった。実験協力者には、この英字を見つめ続けるように教示した。96試行を1ブロックとして1回行った。

※実験1の聴覚課題のみ条件では、視覚刺激として十字のみを提示していたが、本実験の聴覚課題のみ（遅）（速）条件では、二重課題条件で用いたものと同様の視覚刺激を用いた。この変更点は、前方に反応する必要のない視覚ターゲットが提示された場合、注意の瞬き現象の傾向や聴覚ターゲットの前後位置別の反応時間に違いが見られるのかを検討するために実施した。

(c) 実験計画

本実験では、二重課題条件・聴覚課題のみ条件のすべての条件下において2種類の独立変数を設定した。独立変数は、視聴覚ターゲット間のSOA（1から5までの5水準）（詳細は、以下の「(d) 視聴覚ターゲット間のSOA」にて説明した）と聴覚ターゲットの提示位置（前 / 後の2水準）であり、2要因実験協力者内実験計画であった。

(d) 視聴覚ターゲット間の SOA

本実験では、二重課題条件と聴覚課題のみ条件の双方において、視覚ターゲットと聴覚ターゲットの間の刺激提示時間間隔を独立変数として用いた。ただし、聴覚課題のみ条件における視覚ターゲットは、二重課題と同様に"X"の英字を指したが、その刺激に対して実際には反応しなかった。以下に各条件における視聴覚ターゲット間の SOA の定義を説明した。

●二重課題(遅)●

二重課題（遅）条件における視聴覚ターゲット間の SOA とは、実験 1 の二重課題（遅）と同様に視覚ターゲット（あるいは聴覚ターゲット）が、聴覚ターゲットよりも（あるいは視覚ターゲットよりも）どの程度先行して提示されたかを示す要因であった。二重課題（遅）条件における 1 から 5 までの 5 水準も、実験 1 の二重課題（遅）と同様に、視聴覚ターゲット間の SOA が各々350ms、700ms、1050ms、1400ms、1750ms であるものを指した（1：350ms / 2：700ms / 3：1050ms / 4：1400ms / 5：1750ms)。

●二重課題(速)●

二重課題（速）条件における視聴覚ターゲット間の SOA とは、実験 1 の二重課題（速）条件と同様、視覚ターゲット（あるいは聴覚ターゲット）が、聴覚ターゲットよりも（あるいは視覚ターゲットよりも）どの程度先行して提示されたかを示す要因であった。二重課題（速）条件における 1 から 5 までの 5 水準も、実験 1 の二重課題（速）と同様に、視聴覚ターゲット間の SOA が 180ms と 360ms、540ms と 720ms、 900ms と 1080ms、1260ms と 1440ms、1620ms と 1800ms を指した（1 : 180ms と 360ms / 2 : 540ms と 720ms / 3 : 900ms と 1080ms / 4 : 1260ms と 1440ms / 5 : 1620ms と 1800ms)。

●聴覚課題のみ(遅)●

聴覚課題のみ（遅）条件における視聴覚ターゲット間の SOA とは、二重課題（遅）と同様に視覚ターゲット（あるいは聴覚ターゲット）が、聴覚ターゲットよりも（あるいは視覚ターゲットよりも）どの程度先行して提示されたかを示す要因であった。1 から 5 までの 5 水準も、二重課題（遅）と同様に、視聴覚ターゲット間の SOA が各々350ms、700ms、1050ms、1400ms、1750ms であるものを指した（1 : 350ms / 2 : 700ms / 3 : 1050ms / 4 : 1400ms

/5：1750ms)。ただし、視覚ターゲットである"X"に対しては、この条件下では反応する必要はなかった。

●聴覚課題のみ(速)●

聴覚課題のみ（速）条件における視聴覚ターゲット間のSOAとは、二重課題（速）条件と同様、視覚ターゲット（あるいは聴覚ターゲット）が、聴覚ターゲットよりも（あるいは視覚ターゲットよりも）どの程度先行して提示されたかを示す要因であった。1から5までの5水準も、二重課題(速)と同様に、視聴覚ターゲット間のSOAが180msと360ms、540msと720ms、 900msと1080ms、1260msと1440ms、1620msと1800msを指した（1：180msと360ms/2：540msと720ms/3：900msと1080ms/4：1260msと1440ms/5：1620msと 1800ms)。ただし、視覚ターゲットである"X"に対しては、この条件下では反応する必要はなかった。

(e) 実験の流れ

以下に記載するもの以外に関しては、実験1と同様の実験の流れで行った（教示内容に関しては付録を参照)。

●練習試行●

練習試行では、まず、視覚課題のみの練習試行、聴覚課題のみの練習試行を行った。その後、二重課題（遅）条件、二重課題（速）条件、聴覚課題のみ（遅）条件、聴覚課題のみ条件（速）の各課題条件練習試行に移行した。以下に各練習試行の説明を行った。

◆聴覚刺激のみ練習試行◆

ここでの課題は、前方、あるいは後方から断続的に提示される白色雑音に対して出来るだけ速く正確に単純反応を行い、反応キーを押すことであった。視覚刺激に関して、英字は一切提示せず、画面中央には十字のみを示した。実験協力者にはこの十字から視線を動かさないように教示を行った。前後スピーカの提示位置、白色雑音間のSOAは全てランダムであり、1ブロックで20回の刺激を提示した。

この練習試行は最低1回以上行い、その後は実験協力者の希望により回数を増やした。

◆視覚刺激のみ練習試行◆

実験1と全く同様であった。

以上、「聴覚刺激のみ練習試行」「視覚刺激のみ練習試行」の順序は、実験協力者間でランダムに割り当てた。上述の2種類の練習試行を終了した後、以下の各課題条件の練習試行へ移行した。

◆二重課題(遅)条件◆

実験協力者は「(a)実験課題説明」で説示した視覚課題と聴覚課題を同時に遂行した。また、各視覚刺激の提示時間は250msであり、聴覚刺激の提示時間は80msであった。その他の提示確率設定も「(b)実験条件」の二重課題（遅）に従った。40試行を行った。

◆二重課題(速)条件◆

実験協力者は「(a)実験課題説明」で説示した視覚課題と聴覚課題を同時に遂行した。また、各視覚刺激の提示時間は80msであり、聴覚刺激の提示時間は80msであった。その他の提示確率設定も「(b)実験条件」の二重課題（速）に従った。40試行を行った。

◆聴覚課題のみ(遅)条件◆

実験協力者は「(a)実験課題説明」で説示した聴覚課題だけを遂行した。ただし、前述した「聴覚刺激のみ練習試行」と異なり、前方のモニタには英字が連続的に提示されており、実験協力者はこの英字から視線を動かさないように教示を受けた。英字の提示時間や提示確率設定は「(b)実験条件」の聴覚課題のみ（遅）条件と同様であった。20試行を行った。

◆聴覚課題のみ(速)条件◆

実験協力者は「(a)実験課題説明」で説示した聴覚課題だけを遂行した。ただし、前述した「聴覚刺激のみ練習試行」と異なり、前方のモニタには英字が連続的に提示されており、実験協力者はこの英字から視線を動かさないように教示を受けた。英字の提示時間や提示確率設定は「(b)実験条件」の聴覚課題のみ（速）条件と同様であった。20試行を行った。

●本試行●

本試行では、「聴覚課題のみ（遅）条件」「聴覚課題のみ（速）条件」「二重課題（遅）条件」「二重課題（速）条件」の4種類の課題を遂行した。

◆二重課題(遅)条件◆

練習試行の「二重課題（遅)」で説明した条件と同様の課題を、96試行を1ブロックとして2回行った。

◆二重課題(速)条件◆

練習試行の「二重課題（速)」で説明した条件と同様の課題を、96試行を1ブロックとして2回行った。

◆聴覚課題のみ(遅)条件◆

練習試行の「聴覚課題のみ（遅）条件」で説明した条件と同様の課題を、96試行を1ブロックとして1回行った。

◆聴覚課題のみ(速)条件◆

練習試行の「聴覚課題のみ（速）条件」で説明した条件と同様の課題を、96試行を1ブロックとして1回行った。

以上、「聴覚課題のみ（遅）条件」「聴覚課題のみ（速）条件」「二重課題（遅）条件」「二重課題（速）条件」の4種類の課題遂行順序は、各ブロック間で同じ条件課題が重ならないように実験協力者間でランダマイズした。

3-3 結果と考察

3-3-1 聴覚課題のみ(遅)条件(聴覚RT / 聴覚ミス)

聴覚課題のみ（遅）条件における聴覚課題の従属変数は、前後一方のスピーカから提示された聴覚ターゲット（白色雑音）に対する単純反応時間とミス率であった。反応時間においては、100ms以下の反応（焦燥反応）と1000ms以上の反応時間（遅延反応）を除外した。また、ここでの「ミス」とは、提示されたスピーカ位置に関わらず、聴覚ターゲッ

ト提示後 1000ms を経過しても反応が見られなかった場合を指した。

まず、反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析（視聴覚ターゲット間の SOA（視覚 1: 350ms / 視覚 2: 700ms / 視覚 3: 1050ms / 視覚 4: 1400ms / 視覚 5: 1750ms の 5 水準)、聴覚ターゲットの音源位置（前 / 後の 2 水準)）を行った結果、視聴覚ターゲット間の SOA の主効果が有意となった（$F(4,40)=3.188, p<.05$)。

また、聴覚ミス率に関しては、すべての実験協力者がミスをしなかったため、分析を行わなかった。

以下、各結果に関して図示、説明を行った。

●聴覚ターゲットの音源位置（聴覚反応時間）●

聴覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析を行ったところ、聴覚ターゲットの音源位置の主効果は非有意であった。ただし、各条件との比較のため、Figure 3-1 に音源位置別の反応時間に関して図示した。

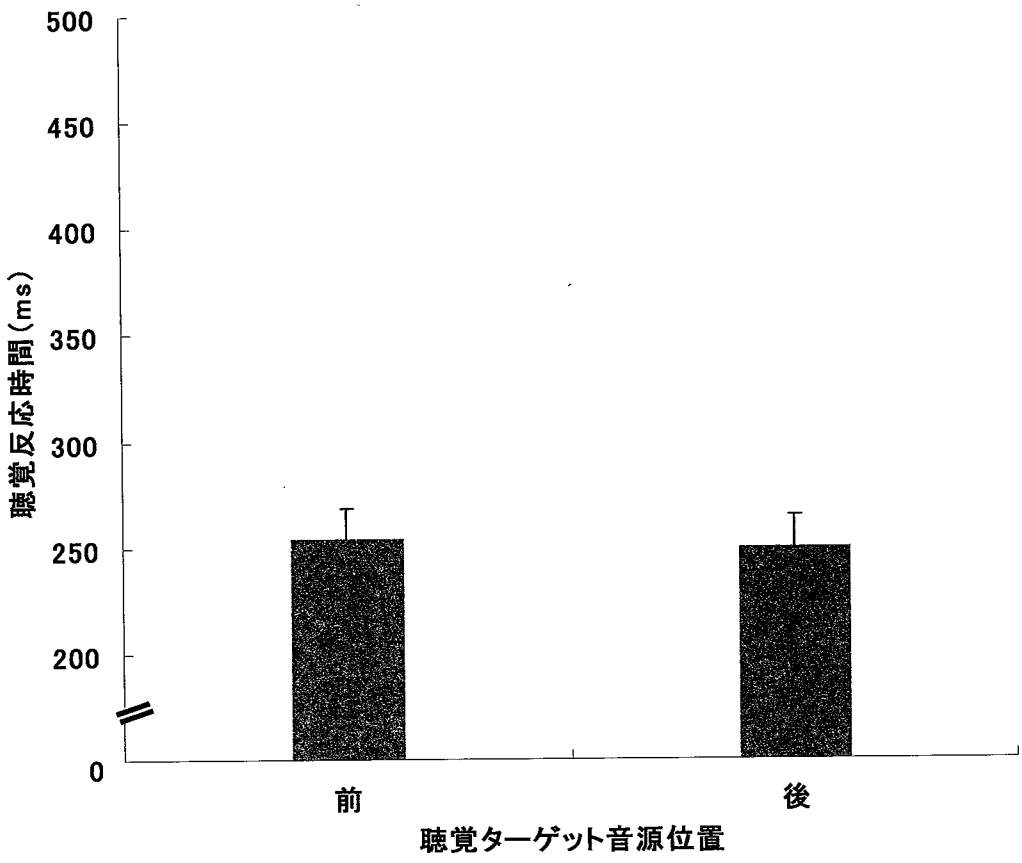

Figure 3-1 聴覚課題のみ（遅）条件における前後音源位置別の聴覚反応時間（ms）

横軸は聴覚ターゲット（白色雑音）が前後のどちらから提示されたのかを示す。縦軸は聴覚反応時間を示している。

分析の結果、聴覚ターゲットの音源位置は、反応時間に影響を与えないことが示された。これは、実験1の聴覚課題のみ条件の反応時間の結果と同様である。ただし、実験1では、固視点として十字が提示されていた一方、本実験では、英字が提示されていた。この変更点にも関わらず、同様の結果が示されたのは、視線は前方へ向けていても、（スピーカの前後位置に影響が示される程度には）注意は前方へ向けていなかったためだと考えられる。更に、実験1の聴覚課題のみ条件と比較したとき、300ms近くも短くなっていることがわかる。これは、前後判断課題から単純反応課題に変更した結果、難易度が低くなったために反応が速くなり、今回の結果が示されたのであろう。

●視聴覚ターゲット間の SOA(聴覚反応時間)●

聴覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間の SOA の主効果が有意であった。多重比較を行ったところ、視覚 1 (350ms) と視覚 4 (1400ms) の SOA の間に有意差が示された (Bonferroni 法による多重比較 $p<.05$)。Figure 3-2 に視聴覚ターゲット間の SOA 別・聴覚ターゲットの音源位置別の反応時間を図示した。

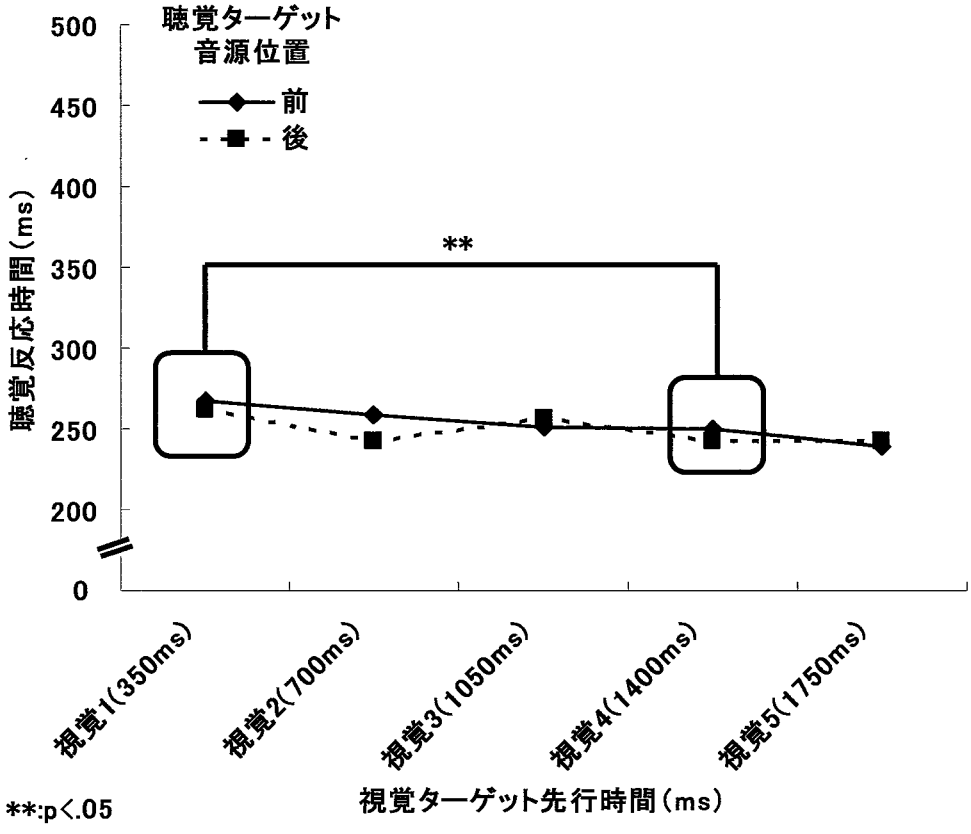

Figure 3-2 聴覚課題のみ (遅) 条件における視聴覚ターゲット間の SOA 別・音源位置別の聴覚反応時間 (ms)

横軸は、視覚ターゲット"X"が聴覚ターゲットよりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は聴覚反応時間を示す。また、実線は聴覚ターゲットが前方スピーカから提示された条件を指し、点線は聴覚ターゲットが後方のスピーカから提示された条件を指す。

分析の結果、注意の瞬き現象が生じていることが示された。これは、ごくゆるやかではあるが、視聴覚ターゲット間の SOA が長くなるにつれ、反応時間が短くなっていることか

らわかる。

しかしながら、聴覚課題のみ条件では、視覚ターゲットの"X"が提示された場合でも、反応する必要がなかった。それにもかかわらず、注意の瞬き現象が見られたのは、一見すると、不可解な結果である。ただし、今回のような結果は、反応時間を注意の瞬き現象の測度としたZuvic, Visser, & Di Lollo (2000)においても見られた。

彼女らによると、ベースライン条件におけるこのような傾向は、実験協力者がT1（今回は視覚ターゲット）を完全に無視することができず、T1に対する処理がある程度行われた。結果、T2（今回は聴覚ターゲット）に対する処理が遅れ、反応時間が長くなったためであるとしている。また、この傾向は測度を反応時間にしたときのみに見られ、正答率を測度としたときには見られないことから、反応時間は注意の瞬き現象を測る際の「direct estimate」であるとしている。

以上の考察から、視覚ターゲットにある程度注意を向けているにも関わらず、聴覚ターゲットの前後位置の影響が（実験1と同様に）見られなかったのは、実際には視覚ターゲットに反応する必要がなく、T1に対する注意の必要性が低かったためであろう。

●聴覚ターゲットの音源位置（聴覚ミス率）●

●視聴覚ターゲット間のSOA（聴覚ミス率）●

聴覚課題のみ（遅）条件における聴覚ミス率は、全実験協力者内で全く見られなかった。そのため、分析は行わなかった。一方、実験1の聴覚エラー率では、前後各々の聴覚ターゲットに対して、10%から20%までのエラー率を示していた。この違いは、今回の課題における難易度の低さを表している。また、全実験協力者が一度のミスも犯さなかったという事実そのものが、「聴覚モダリティは刺激が「ある」と気づくことに優れたモダリティである」ことを表していると言えるだろう。

3-3-2 聴覚課題のみ（速）条件（聴覚RT / 聴覚ミス）

聴覚課題のみ（速）条件における聴覚課題の従属変数は、聴覚課題のみ（遅）条件と同様に、前後一方のスピーカから提示された聴覚ターゲット（白色雑音）に対する単純反応時間とミス率であった。除外した反応時間の設定や、「ミス」の定義も聴覚課題のみ（遅）条件と同様であった。

まず、反応時間を従属変数に取り、実験協力者内2要因分散分析（視聴覚ターゲット間

の SOA（視覚 1：180ms と 360ms / 視覚 2：540ms と 720ms / 視覚 3：900ms と 1080ms / 視覚 4：1260ms と 1440ms / 視覚 5：1620ms と 1800ms の 5 水準）、聴覚ターゲットの音源位置（前 / 後の 2 水準））を行った結果、視聴覚ターゲット間の SOA の主効果が有意であった（$F(4,40)=4.380, p<.05$）。

また、聴覚ミス率に関しては、聴覚課題のみ（遅）条件と同様、すべての実験協力者がミスをしなかったため、分析を行わなかった。

以下、各結果に関して図示、説明を行った。

●聴覚ターゲットの音源位置（聴覚反応時間）●

聴覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析を行ったところ、聴覚ターゲットの音源位置の主効果は非有意であった。ただし、各条件との比較のため、Figure 3-3 に音源位置別の反応時間に関して図示した。

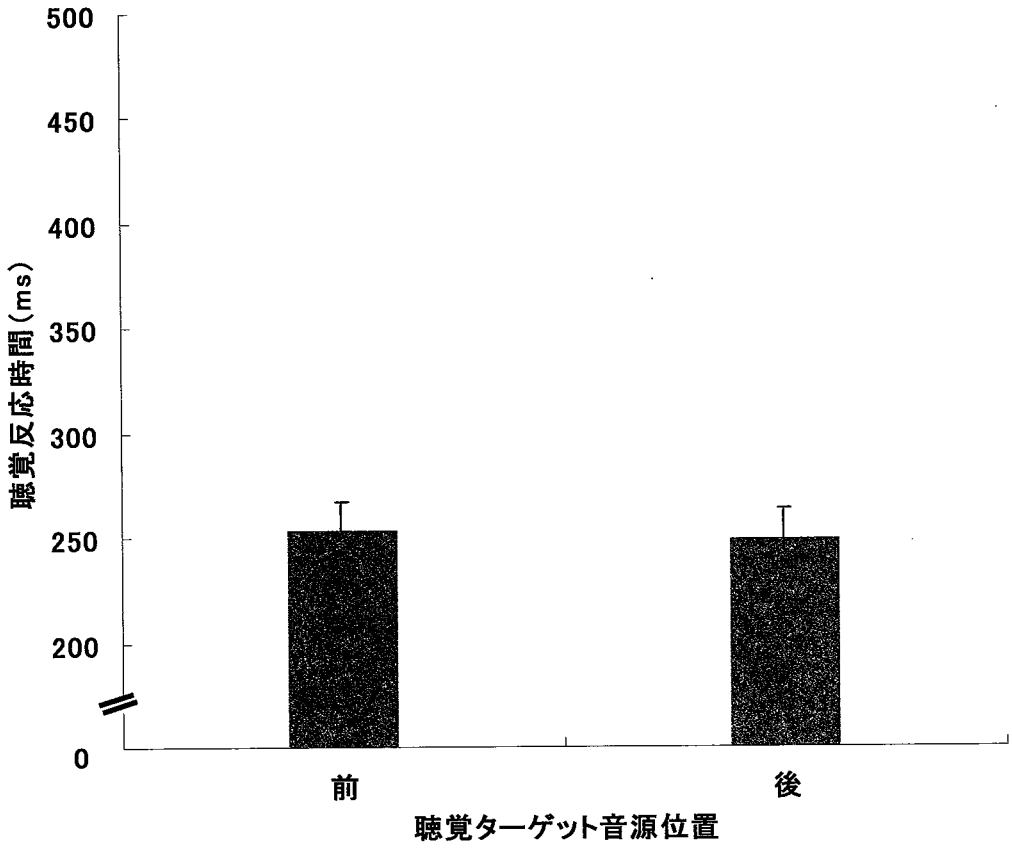

Figure 3-3 聴覚課題のみ（速）条件における前後音源位置別の聴覚反応時間（ms）

横軸は聴覚ターゲット（白色雑音）が前後のどちらから提示されたのかを示す。縦軸は聴覚反応時間を示している。

分析の結果、聴覚ターゲットの音源位置は、反応時間に影響を与えないことが示された。この結果は、本実験の聴覚課題のみ（遅）条件や実験 1 における聴覚課題のみ条件と同様である。ただし、今回の聴覚課題のみ（速）条件では、視覚刺激として二重課題（速）と同様の刺激を用いていた。それにも関わらず、このような結果が示されたのは、課題を行う必要のない視覚刺激の SOA が短くなっただけでは、(反応時間に影響を及ぼすほどには) 視覚的注意は前方へ向かないためであろう。

●視聴覚ターゲット間の SOA（聴覚反応時間）●

聴覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間の SOA の主効果が有意であった。多重比較を行ったところ、視覚 1（180ms / 360ms）と視覚 3（900 / 1080ms）の SOA の間に有意差が示された（Bonferroni 法による多重比較 $p<.05$）。Figure 3-4 に視聴覚ターゲット間の SOA 別・聴覚ターゲットの音源位置別の反応時間を図示した。

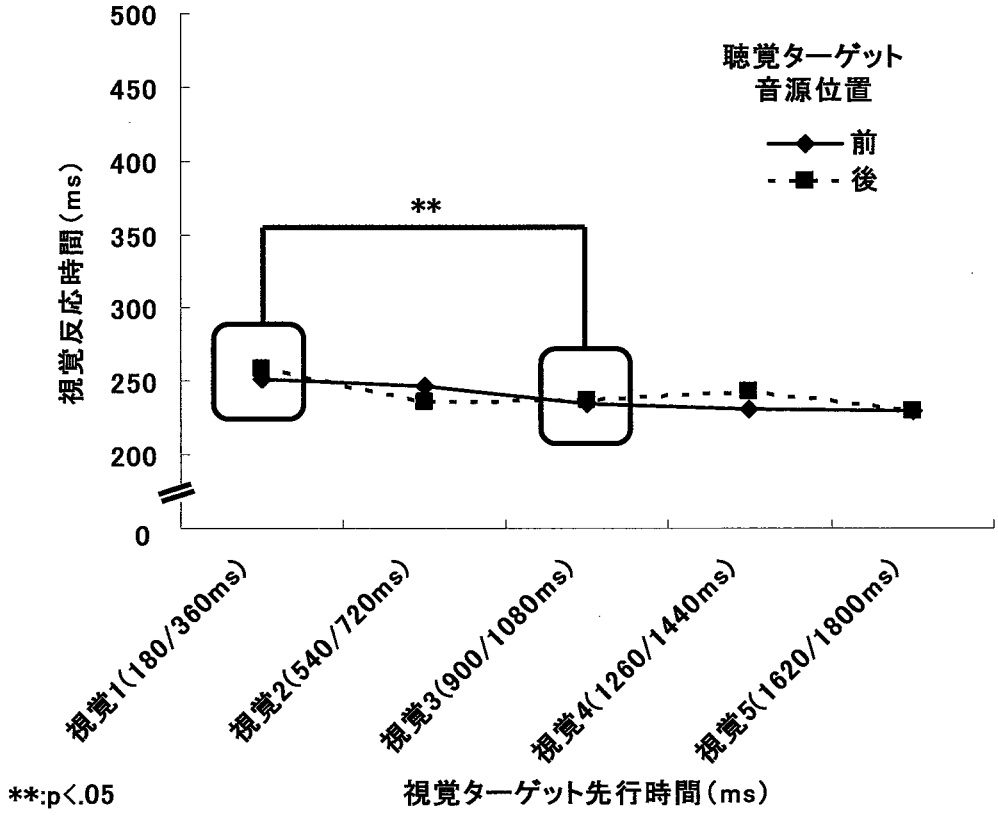

Figure 3-4 聴覚課題のみ（速）条件における視聴覚ターゲット間の SOA 別・音源位置別の聴覚反応時間（ms）

横軸は、視覚ターゲット"X"が聴覚ターゲットよりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は聴覚反応時間を示す。また、実線は聴覚ターゲットが前方スピーカから提示された条件を指し、点線は聴覚ターゲットが後方のスピーカから提示された条件を指す。

分析の結果、聴覚課題のみ（遅）条件と同じく、本条件下でも注意の瞬き現象が生じたことが示された。本条件では、視覚刺激として提示した英字の SOA が聴覚課題のみ（遅）

条件よりも短いものであった。しかしながら、ほぼ同様な結果が示されたことから、上述したように、反応をする必要のない視覚刺激の提示頻度が高くなった、あるいはその SOA が短くなったとしても、前方への視覚的注意の必要性は低い状態を維持すると考えられる。そのため、聴覚課題のみ（速）条件下で聴覚ターゲットの音源位置の影響が見られなかったのであろう。

●聴覚ターゲットの音源位置（聴覚ミス率）●

●視聴覚ターゲット間の SOA（聴覚ミス率）●

聴覚課題のみ（速）条件でも、聴覚課題（遅）条件と同様、実験協力者全員がミスを 1 回も犯さなかった。この結果から、本実験の単純反応課題の難易度は、実験 1 の音源定位課題よりも非常に難易度が低いということがわかるだろう。

また、ここで、課題を行う必要のない視覚刺激の提示頻度が高くなり、SOA が短くなったとしても、それが聴覚刺激を聞き逃すことにはつながらないことが示された。

3-3-3-1 二重課題（遅）（聴覚課題＜聴覚 RT / 聴覚ミス＞）

二重課題（遅）条件における聴覚課題の従属変数は、聴覚課題のみ（遅）（速）条件と同様、前後一方のスピーカから提示された聴覚ターゲット（白色雑音）に対する単純反応時間とミス率であった。反応時間においては、100ms 以下の反応（焦燥反応）と 1000ms 以上の反応時間（遅延反応）を除外した。また、ここでの「ミス」とは、提示されたスピーカ位置に関わらず、聴覚ターゲット提示後 1000ms を経過しても反応が見られなかった場合を指した。

まず、反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析（視聴覚ターゲット間の SOA（視覚 1: 350ms / 視覚 2: 700ms / 視覚 3: 1050ms / 視覚 4: 1400ms / 視覚 5: 1750ms の 5 水準）、聴覚ターゲットの音源位置（前 / 後の 2 水準））を行った結果、視聴覚ターゲット間の SOA の主効果が有意となった（$F(4,40)=17.988, p<.01$）。

また、聴覚ミス率を従属変数に取り、上述の同様の実験協力者内 2 要因分散分析を行った結果、すべて非有意であった。

以下、各結果に関して図示、説明を行った。

●聴覚ターゲットの音源位置(聴覚反応時間)●

聴覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内2要因分散分析を行ったところ、聴覚ターゲットの音源位置の主効果は非有意であった。ただし、各条件との比較のため、Figure 3-5に音源位置別の反応時間に関して図示した。

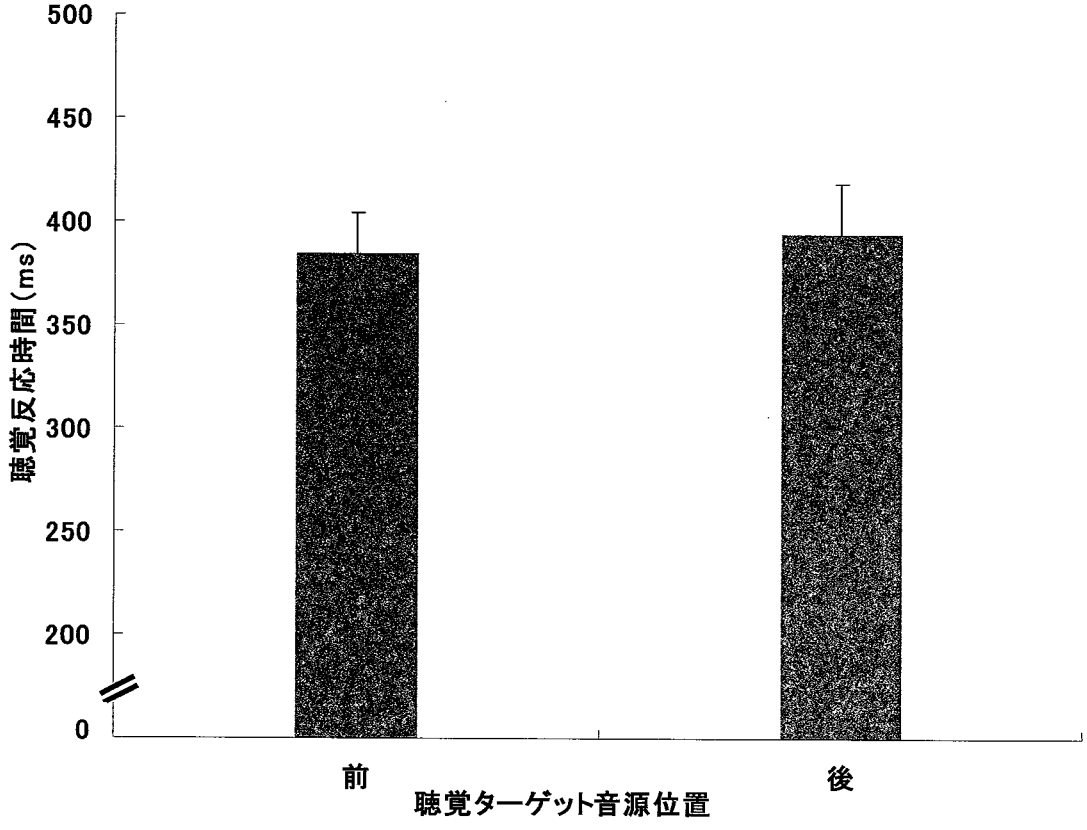

Figure 3-5 二重課題(遅)条件における前後音源位置別の聴覚反応時間(ms)

横軸は聴覚ターゲット(白色雑音)が前後のどちらから提示されたのかを示す。縦軸は聴覚反応時間を示している。

分析の結果、聴覚ターゲットの音源位置が反応時間に影響を与えないことが示された。また、この結果を実験1の二重課題(遅)条件における聴覚反応時間(Figure 2-6)と比較した場合、その反応時間の短さ以外は、一見すると同様である。しかしながら、実験1の二重課題(遅)条件下では、聴覚ターゲットの音源位置と視聴覚ターゲット間のSOAの交互作用が示されていた。実験1と本実験の比較のためには、聴覚ターゲットの音源位置

別・聴覚ターゲット間のSOA別の反応時間を示した図を見比べ、議論する必要がある。そのため、以下に示す図において、この検討を行うこととする。

●視聴覚ターゲット間のSOA(聴覚反応時間)●

聴覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内2要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間のSOAの主効果が有意であった。多重比較を行ったところ、視覚1(350ms)は視覚2(700ms)以降の全てのSOAの間に有意差が示された(Bonferroni法による多重比較 $p<.05$)。

Figure 3-6に視聴覚ターゲット間のSOA別・聴覚ターゲットの音源位置別の反応時間を図示した。

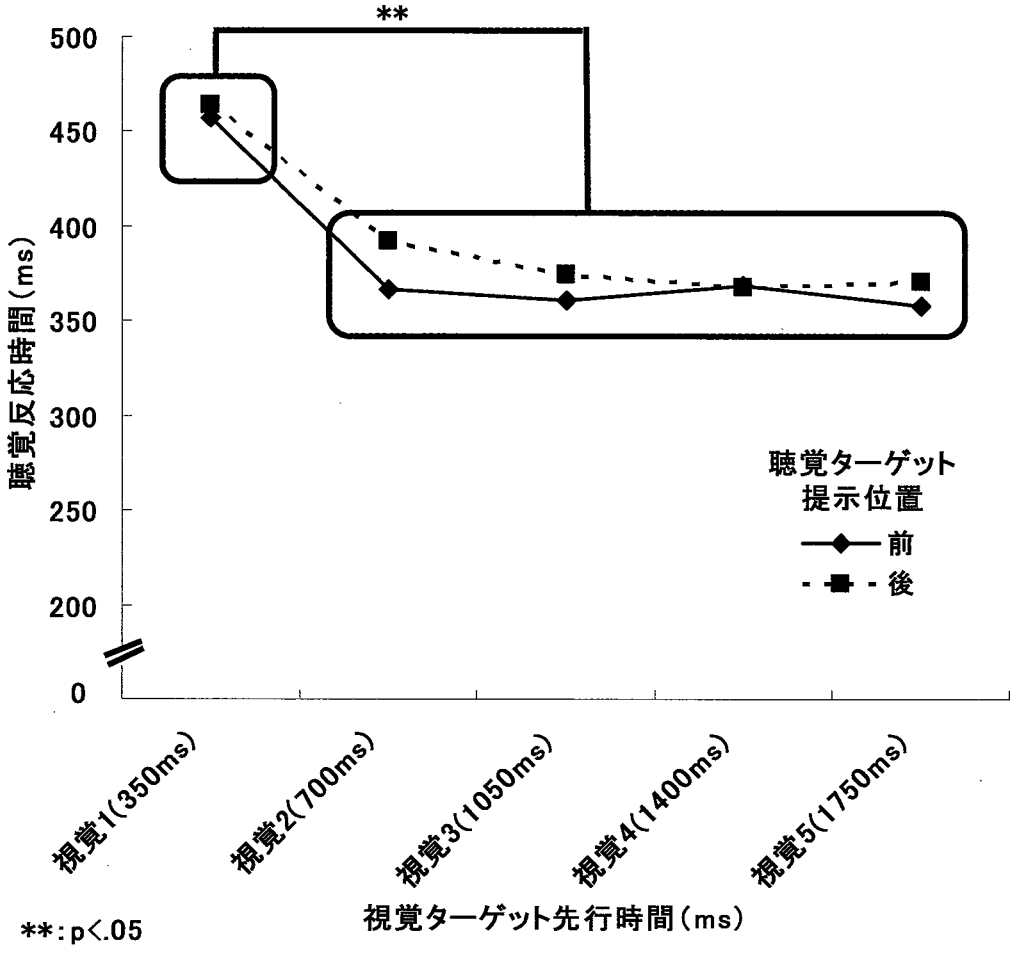

Figure 3-6 二重課題（遅）条件における視聴覚ターゲット間の SOA 別・音源位置別の聴覚反応時間（ms）

横軸は、視覚ターゲット"X"が聴覚ターゲットよりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は聴覚反応時間を示す。また、実線は聴覚ターゲットが前方スピーカから提示された条件を指し、点線は聴覚ターゲットが後方のスピーカから提示された条件を指す。

分析の結果、二重課題（遅）条件下でも、注意の瞬き現象が生じたことが示された。また、この結果を実験 1 の二重課題（遅）の聴覚反応時間（Figure 2-7）と比較すると、視聴覚ターゲット間の SOA が長くなるにつれ、反応時間が速くなっている点は同様である。

ただし、実験 1 では交互作用が示され、視聴覚ターゲット間の SOA の一部において、聴覚ターゲットが後方よりも前方から提示されたとき、反応が速くなる結果が示されていた。一方、今回の結果では、聴覚ターゲットの音源位置による反応時間の差異は統計的には示

されなかった。しかし、Figure 3-6 を見ると、前方からの聴覚ターゲットに対する反応時間の短さに関しては、(視聴覚ターゲット間の SOA の水準すべてにおいてある程度見られるという意味で) むしろ、実験 1 よりもよく示されている。そのため、聴覚ターゲットの音源位置の影響は全くないとは言えないだろう。

更に、今回の結果と聴覚課題のみ (遅) (速) 条件 (Figure 3-2、 Figure 3-4) とを比較すると、視覚 1 における反応の遅延の程度が大きく異なっていることがわかる。これは、本条件下では、視覚課題を行う必要があったため、視覚ターゲットに対して注意を向ける必要性が高くなり、実験協力者は視線だけではなく、前方へ視覚的注意を向けていたことを示唆している。

●聴覚ターゲットの音源位置(聴覚ミス率)●

聴覚ミス率を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析を行ったところ、聴覚ターゲットの音源位置の主効果は非有意であった。ただし、各条件との比較のため、Figure 3-7 に、音源位置別の聴覚ミス率を図示した (エラーバーはその誤差の小ささゆえに、記載してはいるが、ほとんどわからない程度となっている)。

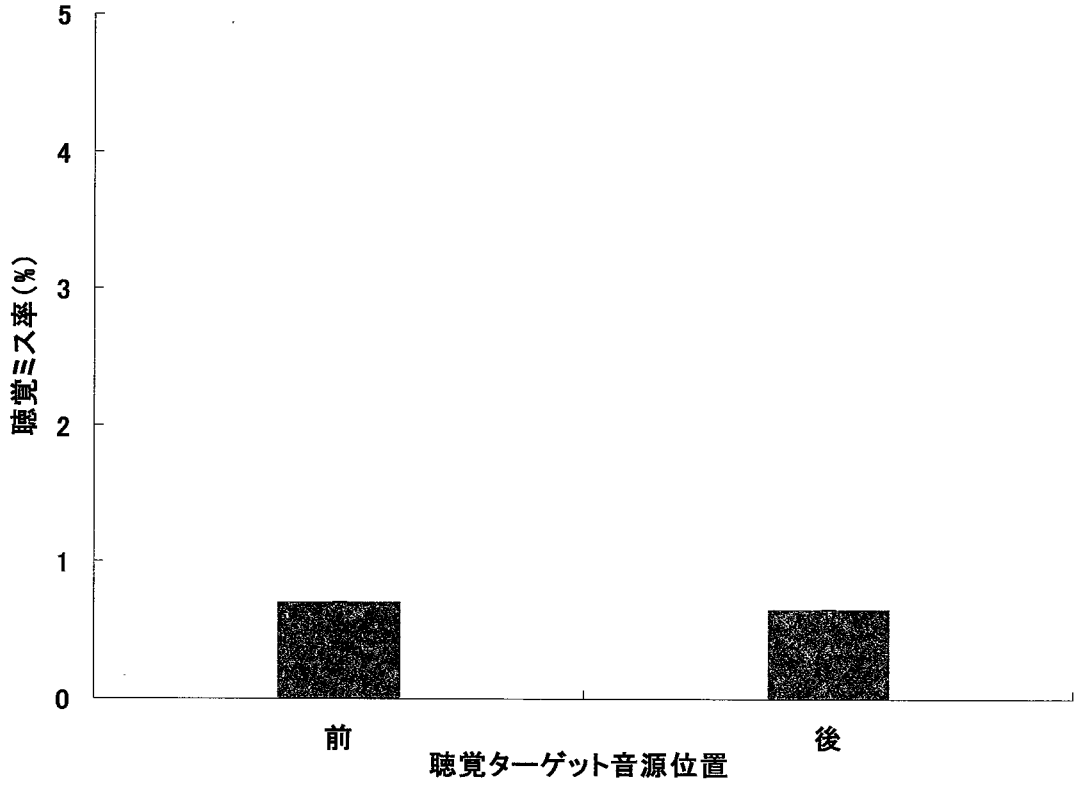

Figure 3-7 二重課題（遅）条件における音源位置別の聴覚ミス率（%）

横軸は左側のバーが前からの音に対して反応しなかったミスを指し、右側のバーが後ろからの音に対して反応しなかったミスを指す。縦軸は聴覚ミス率を示す。

分析の結果、聴覚ターゲットの音源位置はミス率に影響を与えないことが示された。また、この結果を実験1における二重課題（遅）条件の聴覚エラー率（Figure 2-8）と比較すると、その確率の違いがよく理解できる（縦軸の最大値の違いにも注意）。ここでも、再度、本実験における聴覚課題の容易さが確認できたと言える。

更に、実験1では、統計的な差は示されなかったとはいえ、数値としては、後方からの音に対するエラー率が前方からのエラー率よりも6.4%高くなっていた。これは、視覚的注意が前方へ向いていた結果だと考えられる。一方、本実験では、前後の聴覚ターゲット位置の違いによるミス率の差はたった0.05%であった。そのため、今回の二重課題（遅）条件では、視覚的注意が前方へ向いていなかったと仮定できるかもしれない。

しかしながら、前述した、視聴覚ターゲット間のSOA別・音源位置別の聴覚反応時間（Figure 3-6）では、視覚1における明らかな反応遅延を示していた。この反応時間の長さ

は、聴覚課題のみ（遅）（速）条件における視覚1の反応遅延よりも大きいものであることは先に述べたとおりである（Figure 3-2、Figure 3-4よりもFigure 3-6の視覚1から視覚2以降への折れ線グラフの傾きが大きい）。この違いは、視覚課題を行うことによって、視覚的注意が前方へ向いた裏づけといえる。そのため、今回の結果は、視覚的注意が前方へ向いていたにも関わらず、前後の聴覚ターゲット位置の影響が見られなかったことを表している。

これは、聴覚モダリティが、その到来方向に関わらず、刺激が「ある」と気づくことに長けていることに起因するのだろう。

●聴覚ターゲット間のSOA（聴覚ミス率）●

聴覚ミス率を従属変数に取り、実験協力者内2要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間のSOAの主効果は非有意であった。ただし、ただし、各条件との比較のため、Figure 3-8に視聴覚ターゲット間のSOA別・聴覚ターゲットの音源位置別のミス率を図示した。

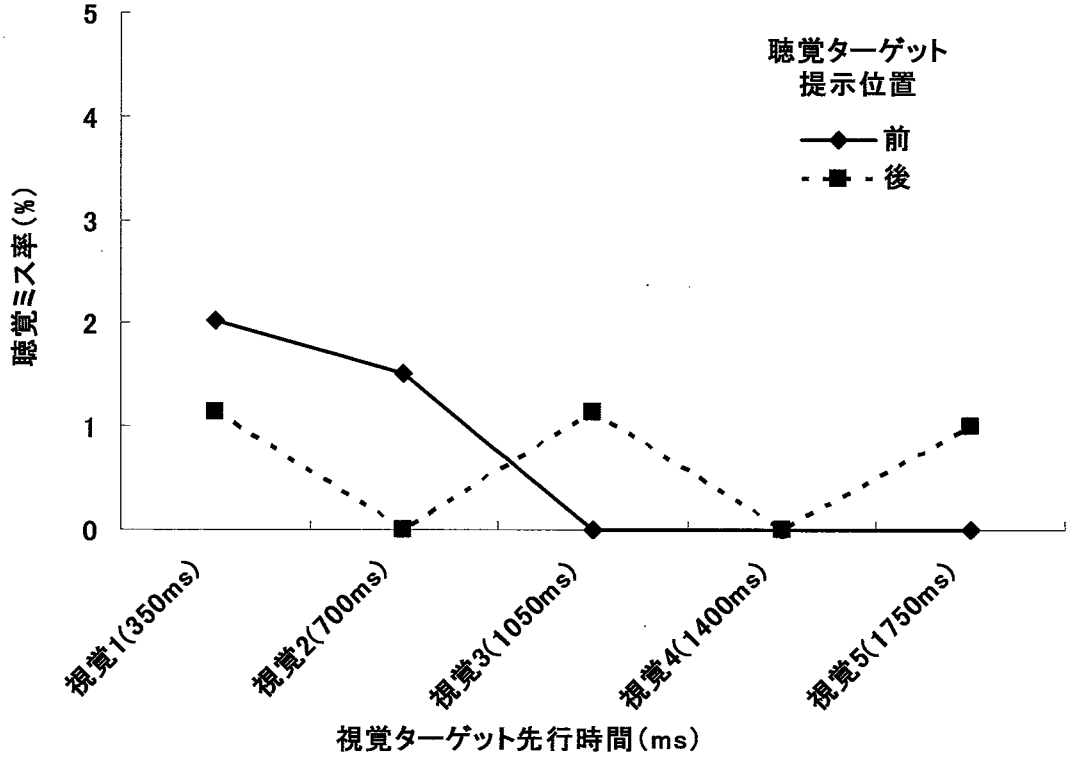

Figure 3-8 二重課題（遅）における視聴覚ターゲット間の SOA 別・音源位置別の聴覚ミス率（%）

横軸は、視覚ターゲット"X"が聴覚ターゲットよりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は聴覚ミス率を示す。また、実線は前方からの聴覚ターゲットに対して反応しなかったミスを指し、点線は後方からの聴覚ターゲットに対して反応しなかったミスを指す。

分析の結果、ミス率の測度において、注意の瞬き現象は見られないことが示された。一方、反応時間では視聴覚ターゲット間の SOA の主効果が示されたことから、注意の瞬き現象が生じていたことがわかる。そのため、二重課題（遅）条件では、注意の瞬き現象が生じていなかったのではなく、ミス率には反映されなかったと言える。Zubic ら(2000)が、反応時間は注意の瞬き現象を測る際の「direct estimate」であると述べた通り、ミス率よりも反応時間は注意の瞬き現象に対する感度が高いのだろう。

また、図を見ると視聴覚ターゲット間の SOA の長短に関わらず、不規則的なミス率が示されている。しかし、本条件下では、最大のミス率でさえ 2%程度であるため、その不規

則さは全体のパフォーマンスから考えると、些細な変動と言えるだろう。

3-3-3-2 二重課題(遅)(視覚課題<視覚 RT / 視覚ミス>)

本実験における視覚課題の従属変数は、実験 1 と同様に"X"に対する単純反応時間とミス率であった。100ms 以下の反応(焦燥反応)と 1000ms 以上の反応時間(遅延反応)は除外した。また、視覚課題における「ミス」とは、"X"に対して 1000ms を超えても反応が見られなったものを対象とした。

まず、反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析(視聴覚ターゲット間の SOA(聴覚 1: 350ms / 聴覚 2: 700ms / 聴覚 3: 1050ms / 聴覚 4: 1400ms / 聴覚 5: 1750ms の 5 水準)、先行した聴覚ターゲットの音源位置(視覚ターゲットよりも前に提示された聴覚ターゲットの音源位置)(前 / 後の 2 水準))を行った結果、視聴覚ターゲット間の SOA の主効果が有意であった($F(4,76)=29.906$, $p<.01$)。

次に、視覚ミス率を従属変数に取り、上述の同様の実験協力者内 2 要因分散分析を行った結果、先行した聴覚ターゲットの音源位置の主効果が有意となった($F(1,10)=9.670$, $p<.05$)。

以下に、各結果に関して図示、説明を行った。

●先行した聴覚ターゲットの音源位置(視覚反応時間)●

視覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析を行ったところ、先行した聴覚ターゲットの音源位置の主効果は非有意であった。ただし、各条件との比較のため、Figure 3-9 に音源位置別の反応時間に関して図示した。

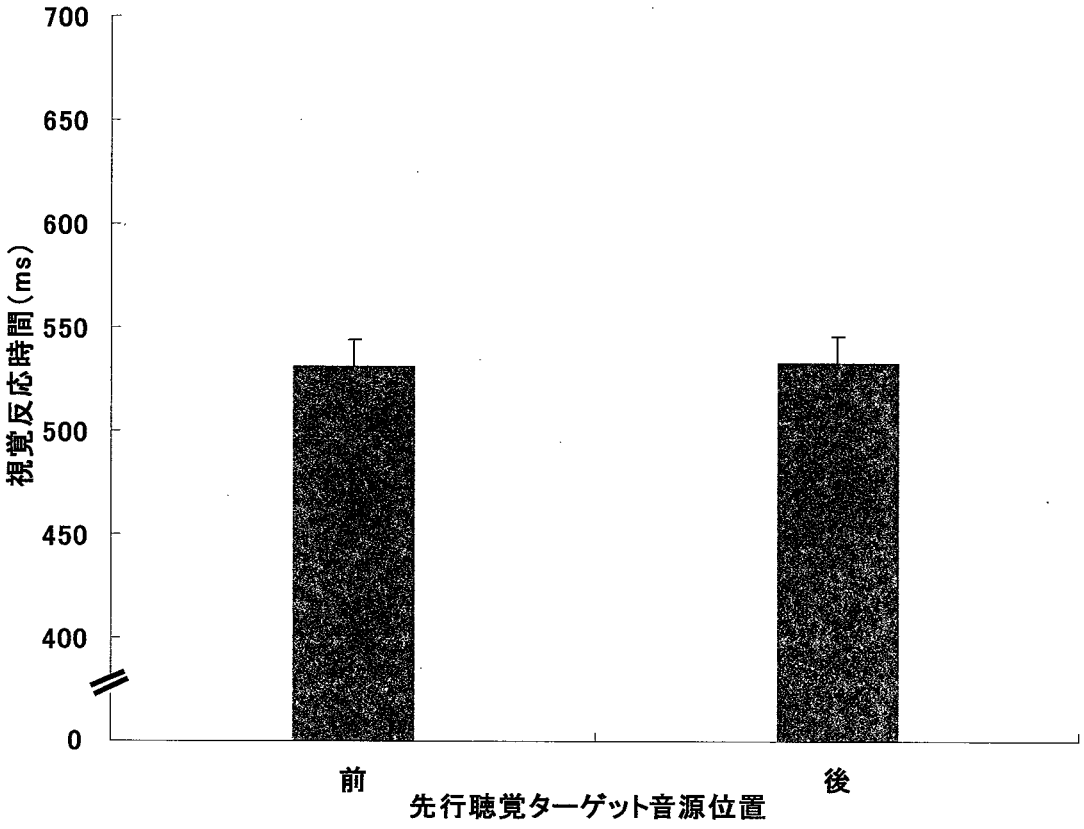

Figure 3-9 二重課題（遅）条件における先行聴覚ターゲット音源位置別視覚反応時間（ms）

横軸は、視覚ターゲット"X"よりも先行提示された聴覚ターゲットの音源位置が前から提示されたか後から提示されたかを示している。縦軸は視覚反応時間を示している。

分析の結果、先行した聴覚ターゲットの音源位置は視覚反応時間に影響しないことが示された。また、この結果を、実験1における二重課題（遅）条件下の視覚反応時間（Figure 2-10）と比較した場合、その反応時間や前後の影響の無さ等、ほぼ同じ結果を示していることがわかるだろう。このことから、聴覚課題を音源定位課題から単純反応課題に変更したことや、聴覚ターゲットの純音を白色雑音に変えたことは、視覚反応時間に影響を与えない可能性が示唆される。しかし詳細に関しては、先行した聴覚ターゲットの音源位置別・視聴覚ターゲット間のSOA別の反応時間との比較を行う必要があるだろう。

●視聴覚ターゲット間のSOA(視覚反応時間)●

視覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内2要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間のSOAの主効果が有意であった。多重比較の結果、視聴覚ターゲット間のSOAの聴覚1(350ms)と聴覚2(700ms)の間に有意差が見られた。(Bonferroni法による多重比較 p<.05)。Figure 3-10に視聴覚ターゲット間のSOA別・先行した聴覚ターゲットの音源位置別の視覚反応時間を図示した。

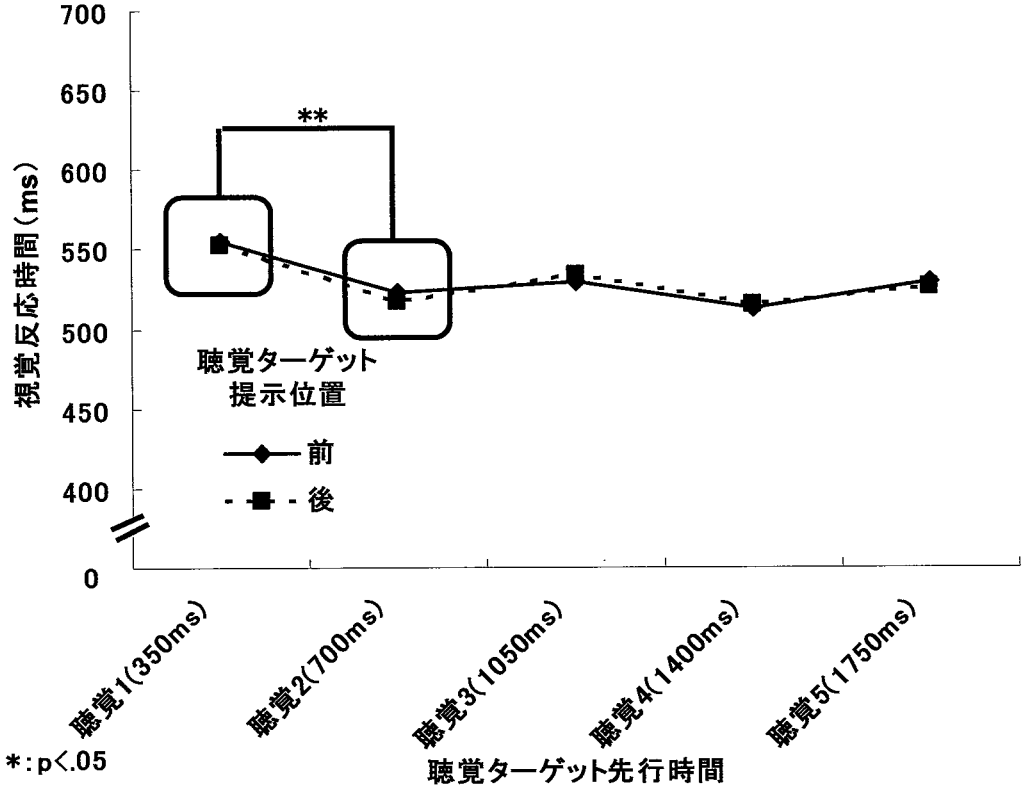

Figure 3-10 二重課題(遅)における視聴覚ターゲット間のSOA別・先行聴覚ターゲットの音源位置別の視覚反応時間(ms)

横軸は、聴覚ターゲット(白色雑音)が視覚ターゲットよりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は視覚反応時間を示す。また、実線は先行した聴覚ターゲットが前方から提示された場合を指し、点線は後方から提示された場合を指す。

分析の結果、二重課題(遅)条件下の視覚反応時間においても、注意の瞬き現象が生じ

ていたことが示された。また、今回の結果と実験1における二重課題（遅）条件下の視覚反応時間（Figure 2-11）を比較すると、聴覚1（350ms）における反応の遅延の程度が異なっていることがわかる。実験1では、610msから620ms程度の反応時間を示している一方、本実験では、550msから560ms程度の反応時間を示しているのである。この違いは、先行した聴覚ターゲットに対して必要とされた注意の程度が異なっていたためであろう。

実験1では、聴覚課題として音源定位課題を用いたため、聴覚刺激を検出した後、更に前後スピーカのどちらから提示されたのかを弁別する必要があった。一方、本実験では、単純反応課題を用いたため、聴覚刺激を検出した後、弁別の必要性は全くなかった。この聴覚課題の難易度の差が聴覚的注意の必要性の違いにつながり、難易度の高い実験1では、聴覚1での遅延反応が大きいものになった一方、難易度の低い本実験では、遅延反応が小さいものになったと考えられる。

●先行した聴覚ターゲットの音源位置（視覚ミス率）●

視覚ミス率を従属変数に取り、実験協力者内2要因分散分析を行ったところ、先行した聴覚ターゲットの音源位置の主効果が有意となり、先行聴覚ターゲットが後方から提示された場合に、前方から提示された場合よりも高いミス率を示した。Figure 3-11に、先行した聴覚ターゲットの音源位置別の視覚ミス率に関して図示した（エラーバーはその誤差の小ささゆえに、記載してはいるが、ほとんどわからない程度となっている）。

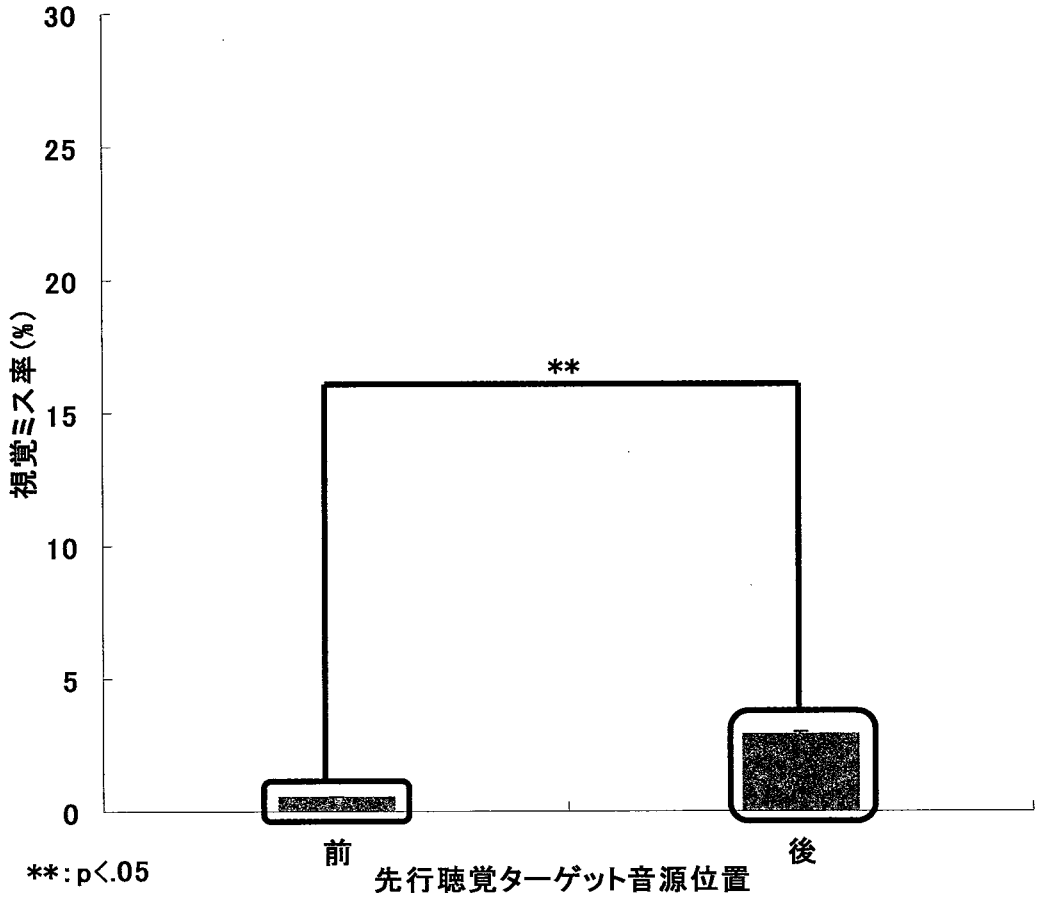

Figure 3-11 二重課題（遅）条件における先行聴覚ターゲット音源位置別視覚ミス率（%）

横軸は、視覚ターゲット「X」よりも先行提示された聴覚ターゲットの音源位置が前から提示されたか後から提示されたかを示している。縦軸は視覚ミス率を示している。

分析の結果、先行した聴覚ターゲットが後方から提示された場合、前方から提示された場合よりも、ミス率が高くなることが示された。このような分析結果は、実験1の二重課題（遅）条件下の視覚ミス率には見られなかった結果である。そこで、実験1の視覚ミス率（Figure 2-12）と今回の結果を比較すると、先行聴覚ターゲットの音源位置が前から提示された場合のミス率の高さが異なることがわかるだろう。

実験1では、先行聴覚ターゲットが前方から提示された際の視覚ミス率は、2.3%程度である一方、本実験では、0.6%程度となっている。また、後方から提示された際の視覚ミス率は、実験1では3.8%程度、本実験では3%程度であり、先行聴覚ターゲットが後方から提示された場合のミス率は、前方から提示された場合よりも実験間で大きな違いはない。

そのため、本実験下で、先行した聴覚ターゲットの音源位置の主効果が示されたのは、先行聴覚ターゲットの音源位置が前方であったときのミス率の低さが影響したと考えられる。

以上の結果は、聴覚課題を音源定位課題から単純反応課題にしたことが主な原因ではなく、むしろ聴覚ターゲットを純音から白色雑音にしたことが主に影響したと推測される。この理由は、本実験の（実験1からの）変更点を単純反応課題のみに絞り、聴覚ターゲットは純音のまま用いた場合の結果を仮定すると、理解しやすい。

まず、単純反応課題にすることにより、聴覚課題の難易度が実験1よりも低くなることは、前述してきた聴覚課題のパフォーマンス結果から間違いないと言える。ただし、聴覚課題の難易度が低くなっただけでは、視覚ミス率に今回のような結果が見られる可能性は低い。なぜなら、難易度の低さは、実験1で見られた視覚ミス率の傾向（Figure 2-12）を全体的に引き下げるだけであるためである。

それにも関わらず、今回、先行聴覚ターゲットの音源位置の違いによって、視覚ミス率に違いが生じたのは、聴覚ターゲットに反応したのち、視覚ターゲットに反応する際の情報処理の速さ（あるいは必要とされた注意の程度）が、前後の聴覚ターゲット間で異なったためであろう。それは、聴覚ターゲットを純音から白色雑音に変更することによって、音源定位が易しくなった結果、空間的注意を向けるべき方向がより明らかになったことが原因と考えられる。

空間的注意の方向づけが易しくなったため、先行した聴覚ターゲットが前方から提示された場合、聴覚的注意は前方へ向き、視聴覚間の crossmodal link の存在から、視覚的注意も前方へ向いた。一方、先行した聴覚ターゲットが後方から提示された場合、聴覚的注意は後方へ向いていたため、前方への視覚的注意の配分は前文よりも小さいものだった。この違いが今回の視覚ミス率の傾向に繋がったのであろう。

●視聴覚ターゲット間の SOA（視覚ミス率）●

視覚ミス率を従属変数に取り、実験協力者内2要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間の SOA の主効果は非有意であった。ただし、各条件との比較のため、Figure 3-12 に視聴覚ターゲット間の SOA 別・先行した聴覚ターゲットの音源位置別の視覚応時間を図示した。

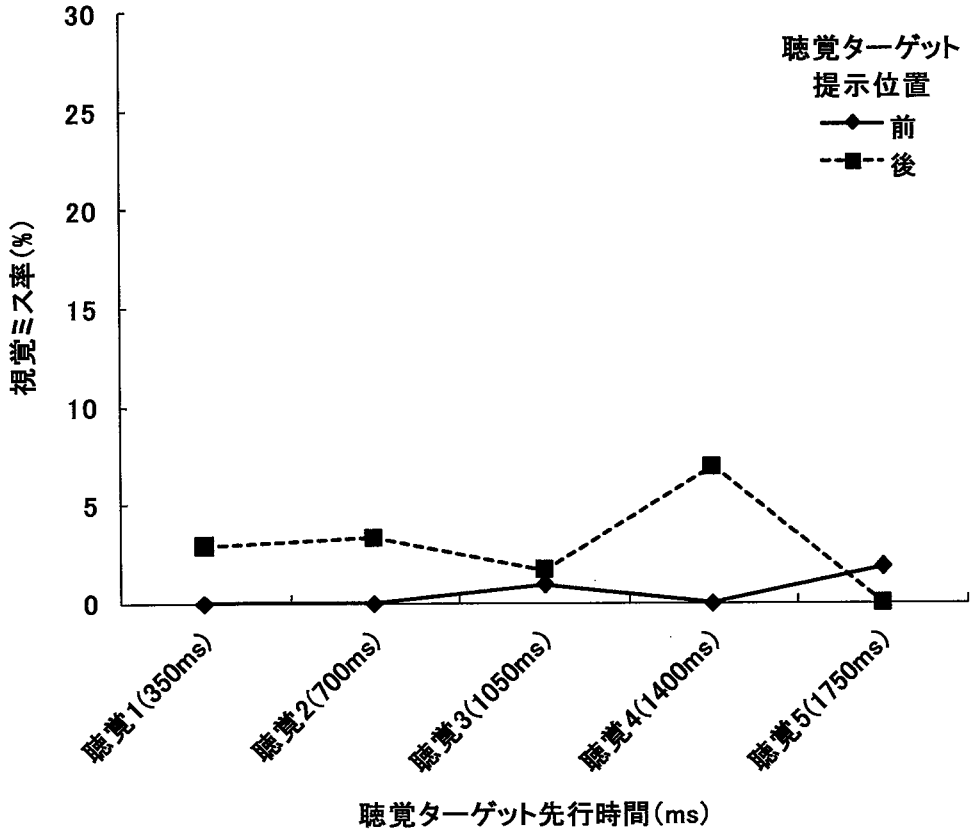

Figure 3-12 二重課題（遅）における視聴覚ターゲット間のSOA別・先行聴覚ターゲットの音源位置別の視覚ミス率（%）

横軸は、聴覚ターゲット（白色雑音）が視覚ターゲットよりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は視覚ミス率を示す。また、実線は先行した聴覚ターゲットが前方から提示された場合を指し、点線は後方から提示された場合を指す。

分析の結果、注意の瞬き現象はミス率では見られなかったことが示された。ただし、聴覚反応時間でも視覚反応時間でも、注意の瞬き現象は生じているため、視聴覚ターゲット間のSOAの長短は、反応時間にのみ影響を与え、ミス率には影響しなかったと言える。

この分析結果を実験1における二重課題（遅）条件下の視覚ミス率と比較すると、両実験間で同様の結果を示している。そのため、聴覚課題が音源定位課題から単純反応課題に変化しても、二重課題（遅）条件下における注意の瞬き現象は、視覚ミス率には表れにくい傾向にあると言えるだろう。

3-3-4-1 二重課題（速）（聴覚課題＜聴覚 RT / 聴覚ミス＞）

二重課題（速）における聴覚課題の従属変数は、聴覚課題のみ（遅）（速）条件・二重課題（遅）条件と同様に、聴覚ターゲットに対する単純反応時間とミス率であった。100ms 以下の反応（焦燥反応）と 1000ms 以上の反応時間（遅延反応）に関しても、聴覚課題のみ（遅）（速）条件・二重課題（遅）条件と同様に除外した。また、「ミス」の定義も聴覚課題のみ（遅）（速）条件・二重課題（遅）条件と同様であった。

まず、反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析（視聴覚ターゲット間の SOA（視覚 1：180ms と 360ms / 視覚 2：540ms と 720ms / 視覚 3：900ms と 1080ms / 視覚 4：1260ms と 1440ms / 視覚 5：1620ms と 1800ms の 5 水準）、聴覚ターゲットの音源位置（前 / 後の 2 水準））を行った結果、聴覚ターゲットの音源位置の主効果が有意傾向となり、視聴覚ターゲット間の SOA の主効果が有意となった（音源位置：$F(1,10)=4.128, p<.10$; 視聴覚ターゲット間の SOA：$F(4,40)=8.427, p<.01$）。

次に、聴覚ミス率を従属変数に取り、上述の同様の実験協力者内 2 要因分散分析を行った結果、すべて非有意であった。

以下、各結果に関して図示、説明を行った。

●聴覚ターゲットの音源位置（聴覚反応時間）●

聴覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析を行ったところ、聴覚ターゲットの音源位置の主効果が有意傾向となり、前方から聴覚ターゲットが提示された場合の反応時間が、後方から提示された場合の反応時間よりも短いことが示された。Figure 3-13 に、音源位置別の反応時間に関して図示した。

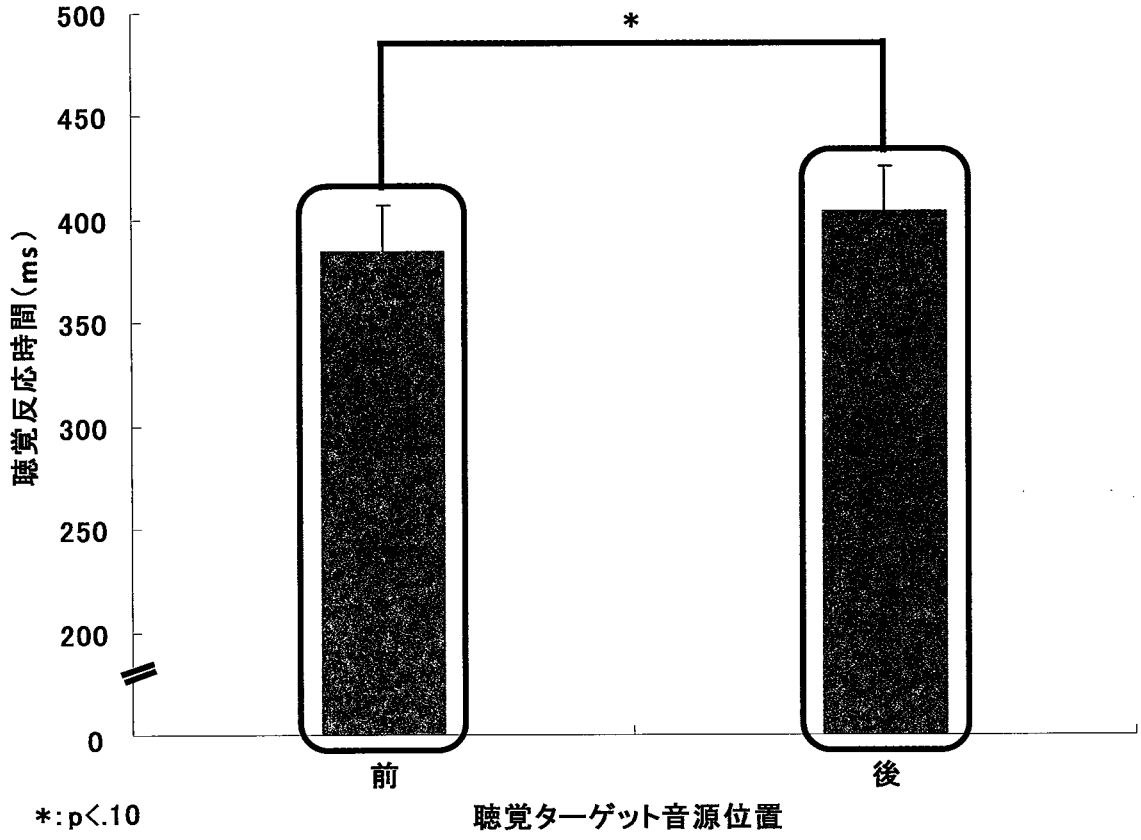

Figure 3-13 二重課題（速）条件における前後音源位置別の聴覚反応時間（ms）

横軸は聴覚ターゲット（白色雑音）が前後のどちらから提示されたのかを示す。縦軸は聴覚反応時間を示している。

分析の結果、聴覚ターゲットの音源位置が、反応時間に影響を与えることが示された。前方から聴覚ターゲットが提示されたとき、後方から提示されたときよりも反応が速いという今回の結果は、視聴覚間の crossmodal link が存在することを再度裏付けたと言えるだろう。

今回の結果と実験1における二重課題（速）条件下の聴覚反応時間（Figure 2-14）を比較すると、実験1では、聴覚ターゲットの提示位置によって反応時間がほぼ同等であることがわかる。ただし、実験1ではむしろ、二重課題（遅）条件下の聴覚反応時間にて聴覚ターゲット位置で反応時間が異なる結果を示していた。この違いは、実験1では視覚課題の難易度上昇に伴い、聴覚モダリティは音源定位の正確さよりも、音に対する反応速度を優先するようになったためだと説明した。

しかしながら、今回は、二重課題（遅）条件にて聴覚ターゲットの音源位置の影響が生じず、二重課題（速）条件では、その影響が示された。これは、今回用いた聴覚ターゲットが白色雑音であり、音源定位が容易であったことに起因するかもしれない。

つまり、実験1では、聴覚ターゲットに純音を用いたため、音源定位が困難であった。聴覚モダリティは、本来、提示された空間位置に関わらず、刺激が「ある」と気づくことを優先的に保証するモダリティである。そのため、視覚課題の難易度が高くなったときには、できるだけ全体的なパフォーマンスを低下させないように努めた結果、前後の聴覚ターゲットの音源位置によって、反応の速さに違いが無くなった。ただし、その代償として、後方から提示された音源を前方から提示されたと誤知覚するエラーが、その逆のエラー率よりも有意に高いという結果が示された。

一方、本実験では、白色雑音を聴覚ターゲットとして用いたため、実験1よりもはるかに音源定位が容易であった。聴覚ターゲットの音源位置が把握し易くなったため、聴覚における空間的注意は前方、あるいは後方に対して明らかに向け易くなった。つまり、実験1よりも前方、あるいは後方に対する聴覚的注意の配分が多くなったため、二重課題（速）条件下では視聴覚間の crossmodal link のつながりが前方へ聴覚的注意を向けた際、強くなったと考えられる。そのため、今回の結果の傾向が示されたのだろう。

●視聴覚ターゲット間の SOA（聴覚反応時間）●

聴覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内2要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間の SOA の主効果が有意であった。多重比較を行ったところ、視覚1（180 / 360ms）と視覚2（540 / 720ms）、視覚5（1620 / 1800ms）の SOA の間において、有意差が見られた（Bonferroni 法による多重比較 $p<.05$）。Figure 3-14 に視聴覚ターゲット間の SOA 別・聴覚ターゲットの音源位置別の反応時間を図示した。

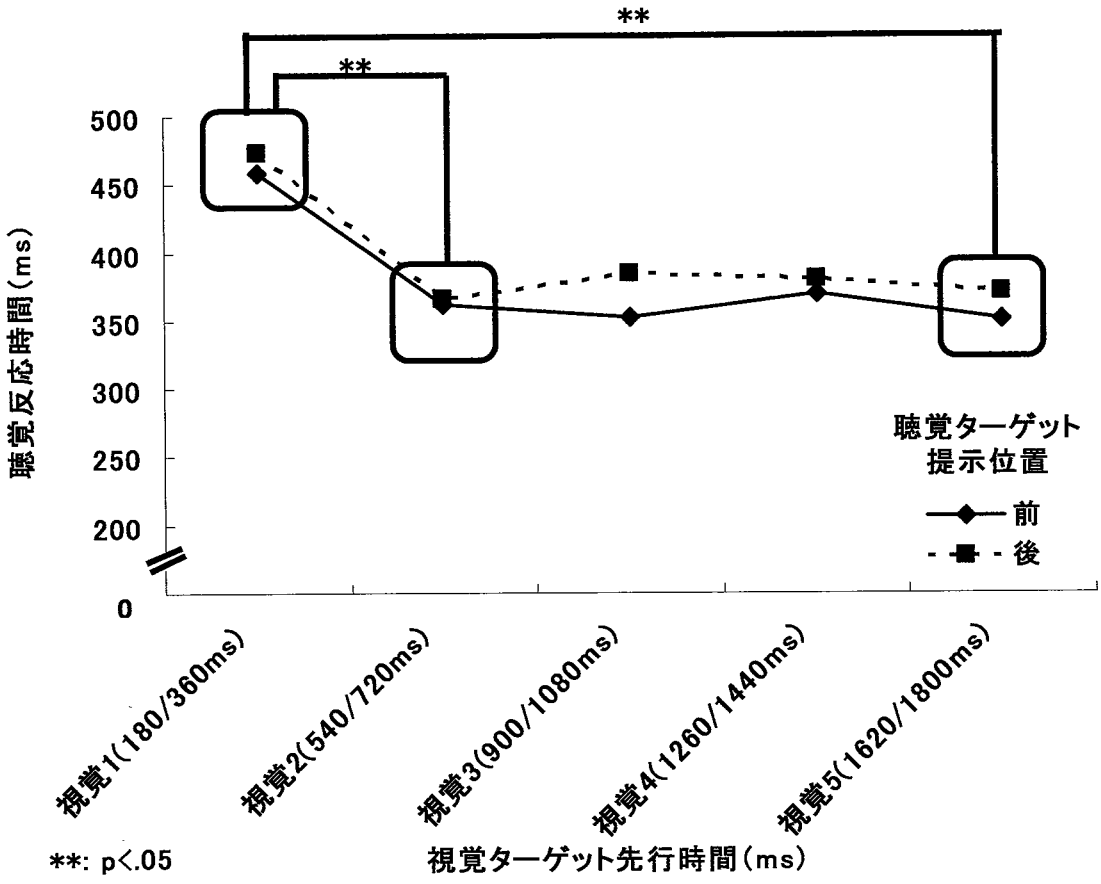

Figure 3-14 二重課題（速）条件における視聴覚ターゲット間の SOA 別・音源位置別の聴覚反応時間（ms）

横軸は、視覚ターゲット"X"が聴覚ターゲットよりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は聴覚反応時間を示す。また、実線は聴覚ターゲットが前方スピーカから提示された条件を指し、点線は聴覚ターゲットが後方のスピーカから提示された条件を指す。

分析の結果、二重課題（速）条件下でも、注意の瞬き現象が生じていることがわかった。また、この結果を実験 1 における二重課題（速）条件下の聴覚反応時間（Figure 2-15）と比較すると、全体的な反応時間の違いを除けば、ほぼ同様の結果であることがわかる。そのため、聴覚課題を音源定位課題から単純反応課題に変え、更に聴覚ターゲットを純音から白色雑音に変更しても、注意の瞬き現象の生起の有無には影響を及ぼさないことが示唆された。

●聴覚ターゲットの音源位置(聴覚ミス率)●

聴覚ミス率を従属変数に取り、実験協力者内2要因分散分析を行ったところ、聴覚ターゲットの音源位置の主効果は非有意であった。ただし、各条件との比較のため、Figure 3-15に、音源位置別の聴覚ミス率を図示した。

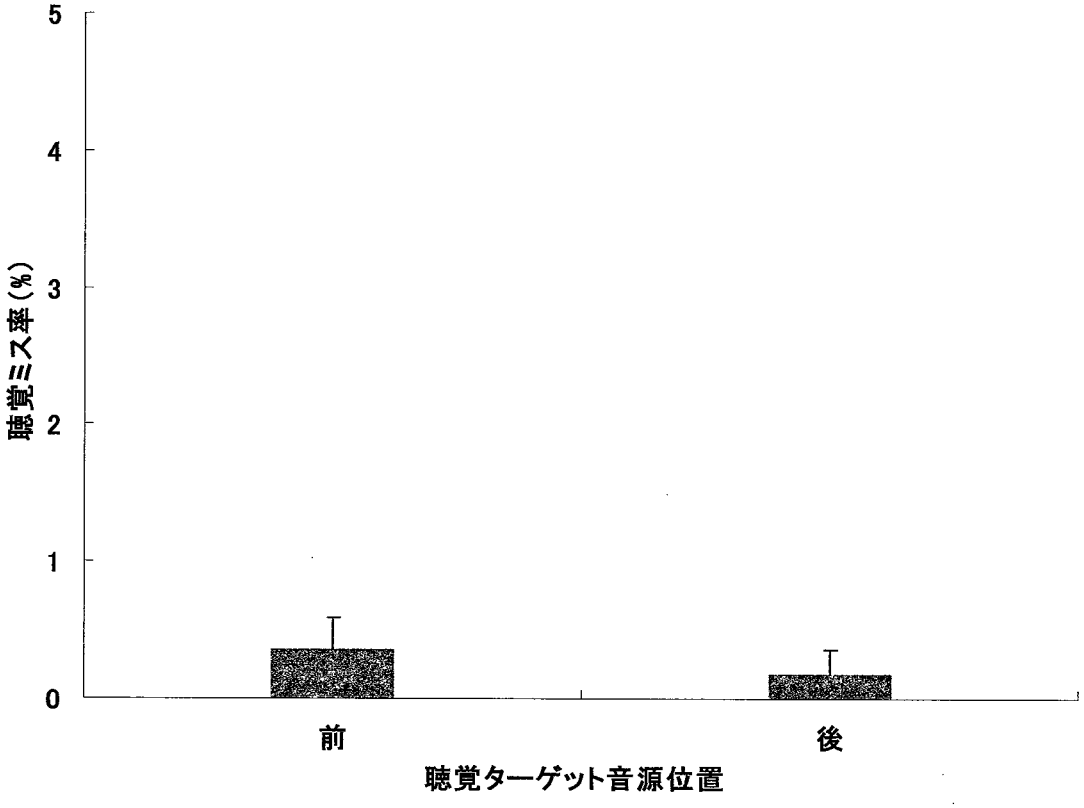

Figure 3-15 二重課題(速)条件における音源位置別の聴覚ミス率(%)

横軸は左側のバーが前からの音に対して反応しなかったミスを指し、右側のバーが後ろからの音に対して反応しなかったミスを指す。縦軸は聴覚ミス率を示す。

分析の結果、聴覚ターゲットの音源位置はミス率に影響を示さないことがわかった。ただし、聴覚反応時間ではその音源位置の影響を受けていることから、反応時間には聴覚ターゲットの音源位置の影響が生じるが、その影響により、ミス率に違いが生じるほどではないと言えるだろう。また、二重課題(遅)条件と同様に、本条件下でもミス率は1%以下であることから、本実験の聴覚課題における難易度の低さが再確認できる。

また、今回の結果を、実験1における二重課題(速)条件下の聴覚エラー率(Figure 2-16)

を比較した場合、実験1でのエラー率の高さと共に、聴覚ターゲットの音源位置間でその確率が異なることがわかる。これは、前述したように、実験1の二重課題（速）条件下では、聴覚ターゲットに対する単純反応の速さを優先した。その代償として、後方からの聴覚ターゲットを前方から提示されたと誤知覚するエラーがその逆のエラーよりも有意に高くなったため、Figure 2-14のような傾向が示されたのである。

●視聴覚ターゲット間のSOA（聴覚ミス率）●

聴覚ミス率を従属変数に取り、実験協力者内2要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間のSOAの主効果は非有意であった。ただし、各条件との比較のため、Figure 3-16に視聴覚ターゲット間のSOA別・聴覚ターゲットの音源位置別のミス率を図示した。

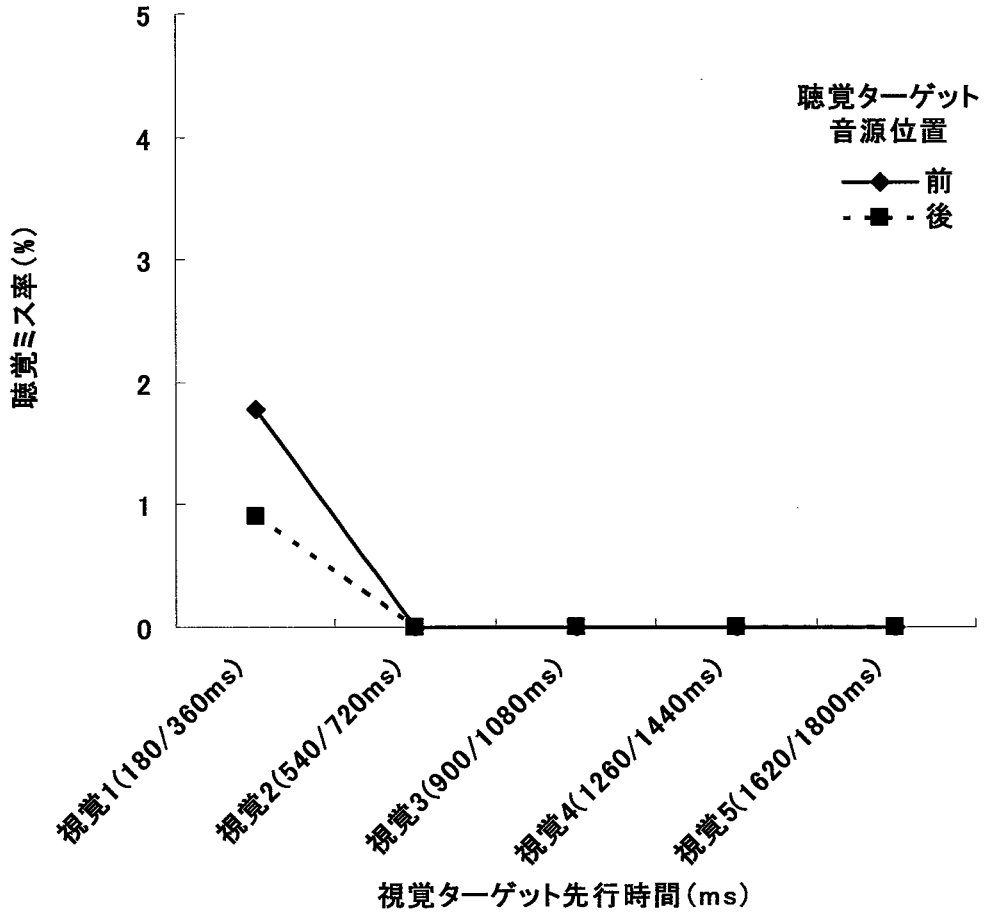

Figure 3-16 二重課題（速）における視聴覚ターゲット間のSOA別・音源位置別の聴覚ミス率（%）

横軸は、視覚ターゲット"X"が聴覚ターゲットよりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は聴覚ミス率を示す。また、実線は前方からの聴覚ターゲットに対して反応しなかったミスを指し、点線は後方からの聴覚ターゲットに対して反応しなかったミスを指す。

分析の結果、聴覚ミス率の測度において、注意の瞬き現象は生じなかったことが示された。ただし、統計的な差は見られないものの、最も短い視聴覚ターゲット間のSOAである視覚1（180 / 360ms）では、それ以降のSOAよりも高いミス率が見られているため、全く注意の瞬きによる影響がなかったとは言えない。

また、今回の結果と実験1における二重課題（速）条件下の聴覚エラー率を比較すると、実験1での飛躍的に高いエラー率との違いがわかる。ここでも、再度、今回の単純反応課題の容易さが確認できたと言える。

3-3-4-2 二重課題(速)(視覚課題＜視覚 RT / 視覚ミス＞)

本実験における視覚課題の従属変数は、二重課題（遅）条件と同様、”X”に対する単純反応時間とミス率であった。100ms 以下の反応（焦燥反応）と 1000ms 以上の反応時間（遅延反応）は除外した。また、視覚課題における「ミス」とは、二重課題（遅）条件と同様、「X」に対して 1000ms を超えても反応が見られなったものを対象とした。

まず、反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析（視聴覚ターゲット間の SOA（聴覚 1：180ms と 360ms / 聴覚 2：540ms と 720ms / 聴覚 3：900ms と 1080ms / 聴覚 4：1260ms と 1440ms / 聴覚 5：1620ms と 1800ms の 5 水準)、先行した聴覚ターゲットの音源位置（視覚ターゲットよりも前に提示された聴覚ターゲットの音源位置）（前 / 後の 2 水準)）を行った結果、視聴覚ターゲット間の SOA の主効果が有意となった（$F(4,40)=3.553$, $p<.05$)。

次に、視覚ミス率を従属変数に取り、上述の同様の実験協力者内 2 要因分散分析を行った結果、先行した聴覚ターゲットの音源位置の主効果が有意となった（$F(1,10)=7.287$, $p<.05$)。また、視聴覚ターゲット間の SOA の主効果が有意傾向となった（$F(4,40)=3.410$, $p<.10$)

以下に、各結果に関して図示、説明を行った。

●先行した聴覚ターゲットの音源位置(視覚反応時間)●

視覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析を行ったところ、先行した聴覚ターゲットの音源位置の主効果は非有意であった。ただし、各条件との比較のため、Figure 3-17 に音源位置別の反応時間に関して図示した。

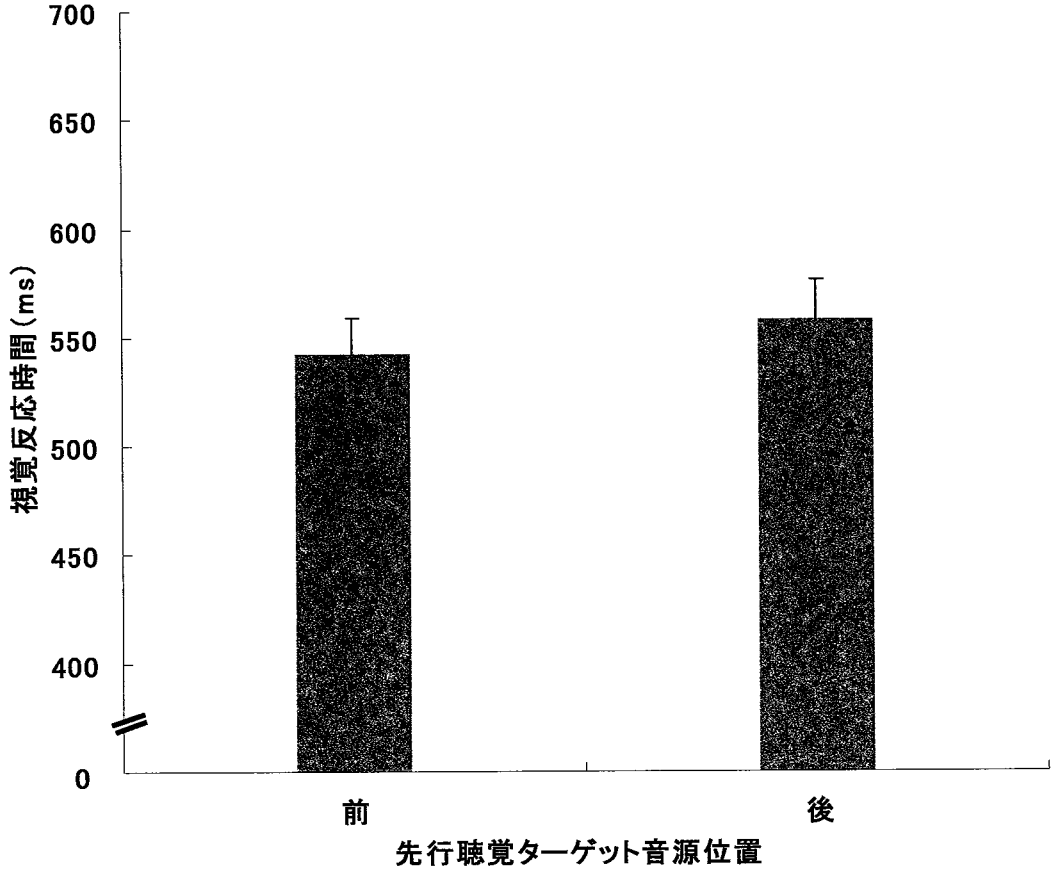

Figure 3-17 二重課題(速)条件における先行聴覚ターゲット音源位置別視覚反応時間(ms)
横軸は、視覚ターゲット「X」よりも先行提示された聴覚ターゲットの音源位置が前から提示されたか後から提示されたかを示している。縦軸は視覚反応時間を示している。

分析の結果、先行提示された聴覚ターゲットの音源位置は、視覚反応時間に影響しないことが示された。

また、今回の結果を実験1における二重課題(速)条件下の視覚反応時間(Figure 2-18)と比較した場合、実験1では、前方から聴覚ターゲットが提示されていた場合、後方から提示されていた場合よりも有意に視覚反応時間が短いことがわかる。ただし、本実験と実験1における反応時間の違いはほとんどない(最大でも約10ms程度)。それは、後述するTable 3-2と前章のTable 2-2における実験間の視覚反応時間の数値を正確に比較するとよくわかるだろう。

今回、先行した聴覚ターゲットの音源位置の影響が示されなかったのは、本実験におけ

る実験協力者数が実験1よりも少ないために、統計的な検出力が小さかったことが原因であるのかもしれない。事実、Figure 2-18 と Figure 3-17 を比較すると、その傾向はほぼ同様であることがわかるだろう。

●視聴覚ターゲット間の SOA(視覚反応時間)●

視覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内2要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間の SOA の主効果が有意であった。多重比較の結果、聴覚1（180 / 360ms）と聴覚3(900 / 1080ms)の間に有意差が示された(Bonferroni 法による多重比較 $p<.05$)。Figure 3-18 に視聴覚ターゲット間の SOA 別・先行した聴覚ターゲットの音源位置別の視覚反応時間を図示した。

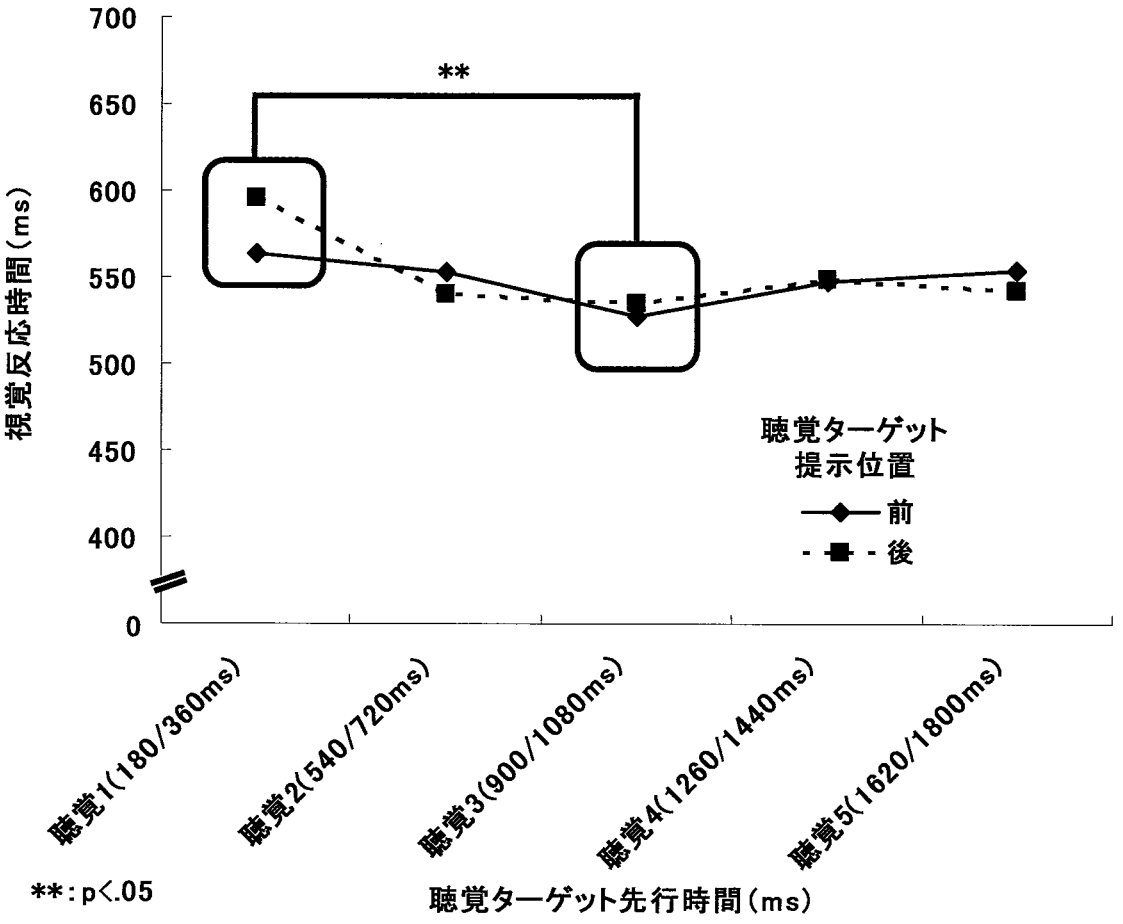

Figure 3-18 二重課題（速）における視聴覚ターゲット間の SOA 別・先行聴覚ターゲットの音源位置別の視覚反応時間（ms）

横軸は、聴覚ターゲット（白色雑音）が視覚ターゲットよりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は視覚反応時間を示す。また、実線は先行した聴覚ターゲットが前方から提示された場合を指し、点線は後方から提示された場合を指す。

分析の結果、視覚反応時間においても注意の瞬き現象が生じていたことが示された。この傾向は、二重課題（遅）条件においても同様に見られていることから、視覚課題の難易度に関わらず、注意の瞬き現象が生じることがわかる。

また、今回の結果を実験 1 における二重課題（速）条件下の視覚反応時間（Figure 2-19）と比較すると、実験 1 では、聴覚 1（180 / 360ms）のにおいて、先行した聴覚ターゲットが後方から提示された場合、前方から提示された場合よりも有意に長い反応時間を示していることがわかる。

本実験では、統計的な差異は示されなかったものの、実験 1 と同様の傾向を示していることから、視覚課題難易度が高くなった場合に限り、「聴覚的注意が前方へ向くと、視覚的注意も前方へ向く」という視聴覚間の crossmodal link の存在がここでも示唆されたと言える。

●先行した聴覚ターゲットの音源位置（視覚ミス率）●

視覚ミス率を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析を行ったところ、先行した聴覚ターゲットの音源位置の主効果が有意となり、聴覚ターゲットが後方から提示されていた場合、前方から提示されていた場合よりもミス率が高いことが示された。Figure 3-19 に先行した聴覚ターゲットの音源位置別の視覚ミス率に関して図示した。

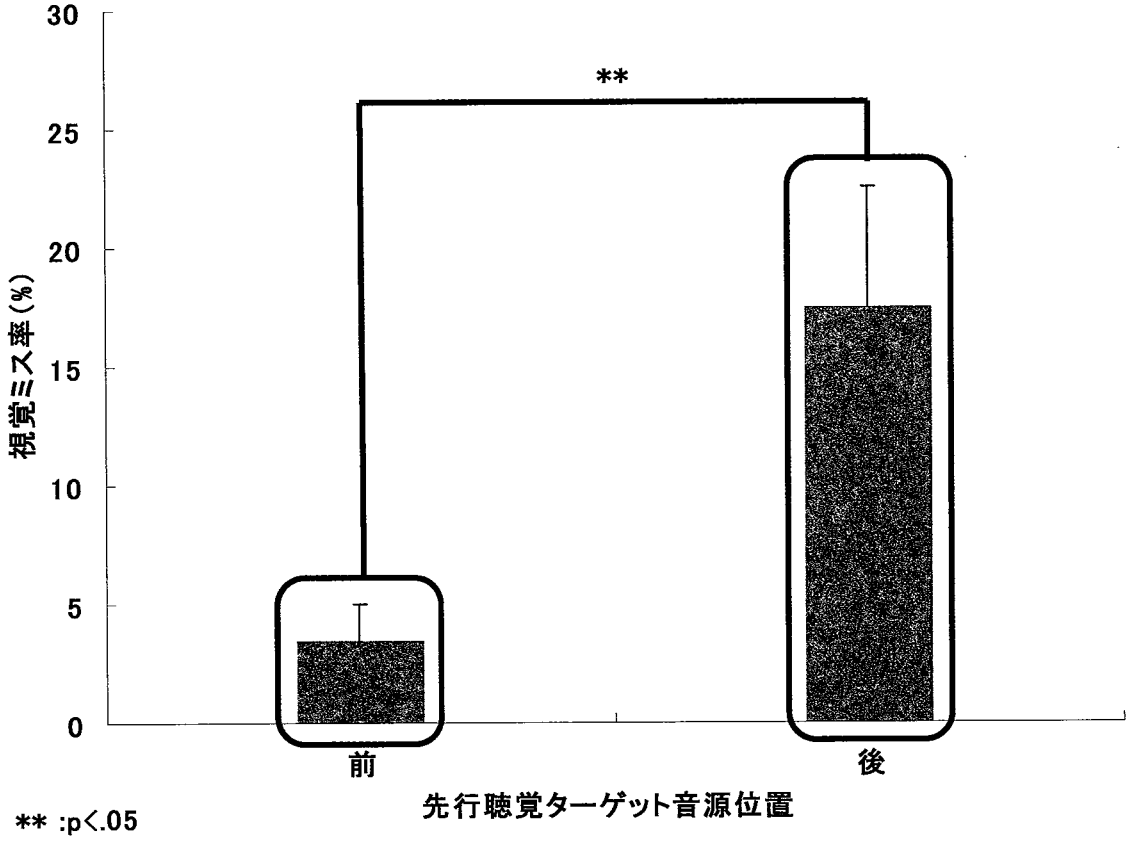

Figure 3-19 二重課題（速）条件における先行聴覚ターゲット音源位置別視覚ミス率（%）

横軸は、視覚ターゲット"X"よりも先行提示された聴覚ターゲットの音源位置が前から提示されたか後から提示されたかを示している。縦軸は視覚ミス率を示している。

分析の結果、先行した聴覚ターゲットが後方から提示された場合、前方から提示された場合よりもミス率が高くなることが示された。また、この傾向は二重課題（遅）条件でも見られているが、全体的なミス率が高くなっている。これは、視覚課題の難易度が高くなったことを端的に表していると言えるだろう。

また、今回の結果を実験1における二重課題（速）の視覚ミス率（Figure 2-20）と比較すると、実験1では、聴覚ターゲットの音源位置によって視覚ミス率は変化しないことがわかる。本実験と実験1のこれらの違いは、聴覚ターゲットとして用いた刺激の違いに起因すると考えられる。

本実験では、白色雑音を聴覚ターゲットとして用いたため、音源定位が容易であることは何度も述べた。これは、白色雑音には音源定位に必要な手がかりが純音よりも豊富であるためであるが、「音源定位が容易である=注意喚起性が高い」という方程式が成り立つと仮定した場合、今回示された視覚ミス率の傾向も説明可能となる。

元来、聴覚刺激よりも視覚刺激は注意喚起性が低いと言われている（Posner, Nissen, & Klein, 1976）。ただし、視聴覚間での注意喚起性の差異の大きさは、各々の感覚刺激の種類によって異なってくるだろう。具体的に述べると、実験1では、音源定位が困難である純音を用いたため、視覚ターゲット"X"と比べた場合の注意喚起性の差異は、小さいものであったかもしれない。一方、本実験では、音源定位が容易な白色雑音を用いたため、視覚ターゲットと比較した場合、注意喚起性の差異は大きいものであった可能性がある。この視聴覚ターゲットにおける注意喚起性の差異の大小が、実験1と本実験の視覚ミス率の違いを生み出したと考えられる。

実験1では、注意喚起性の低い純音を用いたため、視覚ターゲットとの注意喚起性の差異は小さかった。また、前後判断課題を行ったため、情報処理に時間を要し、空間的注意の切り替え（この場合、先行聴覚ターゲットが後ろから出た後、前方から視覚ターゲットが提示される場合（後ろから前の空間的注意の切り替え））が起こることによって視覚ターゲットに対する反応遅延が生じたが、視覚ターゲットを見逃すことはあまりなかった。

一方、本実験では、注意喚起性の高い白色雑音を用いたため、視覚ターゲットとの注意喚起性の差異は大きかった。また、単純反応課題を行ったため、情報処理に時間を要しなかった。しかしながら、その視聴覚間の注意喚起性の差異の大きさから、空間的注意の切り替えによって反応遅延はほとんど生じないものの、視覚ターゲットを度々見逃すことになったと言える。

●視聴覚ターゲット間の SOA（視覚ミス率）●

視覚ミス率を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間の SOA の主効果は有意傾向であった。多重比較を行ったところ、聴覚 4（1260 / 1440ms）と聴覚 5（1620 / 1800ms）において傾向差が見られた（Bonferroni 法による多重比較 $p<.05$）。Figure 3-20 に視聴覚ターゲット間の SOA 別・先行した聴覚ターゲットの音源位置別の視覚応時間を図示した。

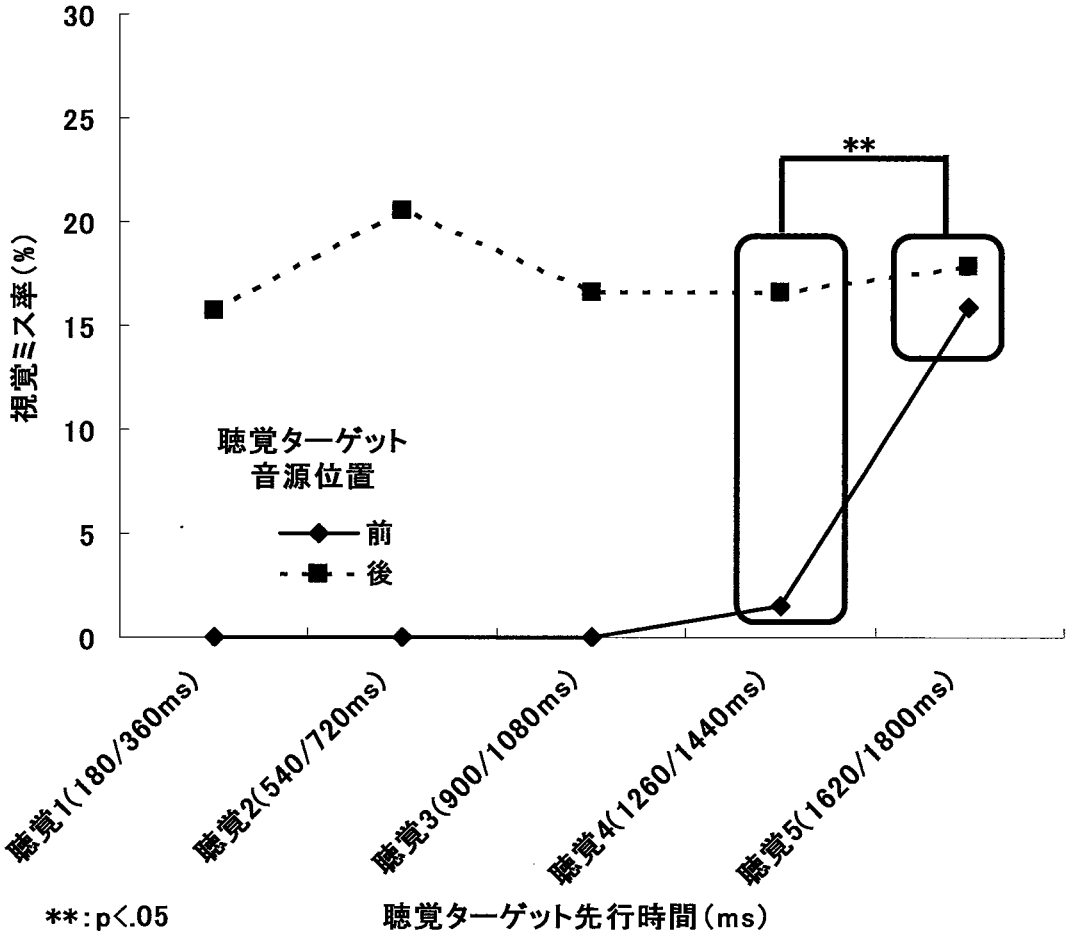

Figure 3-20 二重課題（速）における視聴覚ターゲット間の SOA 別・先行聴覚ターゲットの音源位置別の視覚ミス率（%）

横軸は、聴覚ターゲット（白色雑音）が視覚ターゲットよりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は視覚ミス率を示す。また、実線は先行した聴覚ターゲットが前方から提示された場合を指し、点線は後方から提示された場合を指す。

分析の結果、聴覚4（1260 / 1440ms）よりも聴覚5（1620 / 1800ms）における視覚ミス率が高いことが示された。この傾向は、本実験の二重課題（遅）条件の視覚ミス率や、実験1における二重課題（遅）条件の視覚ミス率にも見られていない新奇な傾向である。また、注意の瞬き現象とも異なったグラフの傾きを示している。このような特異な結果は、一連の実験において用いた視覚課題の連続性が影響しているかもしれない。

本実験の視覚課題は、Spence ら (2000) の実験を適応したものであるが、この視覚課題の基本構造自体はRSVP課題を土台にしたものであった。ただし、一般的なRSVP課題では、T1 と T2 が1回ずつ提示された後、1試行が終了する手法を取るが、本実験では一定の試行数が終了するまで、試行間の切れ目は一切無かった。そのため、実験協力者にとっては、ある程度幅を持たせた短い一定時間が経過する度に、感覚刺激に対して注意を向ける必要があった。

刺激提示前に構え（set）るだけで、反応時間は短くなる。実験協力者は、「もうすぐ刺激が提示される」と構えた時点から、注意資源は配分されているため、構えた刺激以外の感覚刺激が提示された場合には、そのミス率が高くなるかもしれない。具体的には、「次はそろそろ聴覚刺激が提示されるはずだ」と構えた場合、実際に聴覚刺激が提示されれば、反応時間は短くなるが、逆に視覚刺激が提示されれば、反応遅延やミスが生じ易くなる（上田・三浦, 2007; Spence, Nicholls, & Driver, 2001）。このような構えの影響が、視聴覚ターゲット間のSOAが長い聴覚5（1620 / 1800ms）に表れたのかもしれない。

ただし、これら一連のミス率は、常に先行した聴覚ターゲットが後方から提示された場合、前方から提示された場合よりも高くなっていることに留意しておきたい。

3-3-5 まとめ

ここでは、各条件における視覚・聴覚課題パフォーマンスの比較をまとめ、その比較からの総合論議を基礎面と応用面の双方から行うこととする。

まず、各条件における聴覚課題のパフォーマンスの比較をまとめると以下の通りとなる。

各条件における平均反応時間・ミス率を聴覚ターゲット音源位置別に Table 3-1 に示した。

Table 3-1 各条件別・聴覚ターゲット音源位置別の平均聴覚反応時間（ms）と平均聴覚ミス率（%）

条件	反応時間(ms)			ミス率(%)		
	前	後	有意差	前	後	有意差
聴覚課題のみ(遅)	253.6	249.5		0.0	0.0	
聴覚課題のみ(速)	239.4	241.5		0.0	0.0	
二重課題(遅)	385.0	394.5		0.7	0.7	
二重課題(速)	384.9	404.2	*	0.4	0.2	

(**: p<.05, *: p<.10)

「前」「後」とは、聴覚ターゲットの音源位置を表し、「有意差」は、聴覚ターゲットの音源位置の主効果、あるいは交互作用が有意か非有意かを表したものである。

また、本実験の結果と実験 1 の結果（Table 2-1）の違いを以下に簡潔にまとめた。

聴覚①：本実験では、全体的な反応時間が短くなり、またミス率に至っては二重課題条件下であっても 1%以下となっている（実験 1 では、エラー率が 12%から 19%程度見られていた）。

聴覚②：本実験では、ミス率における聴覚ターゲットの音源位置の主効果は全て非有意であった（実験 1 では二重課題（速）条件下で有意差が見られた）。

聴覚③：本実験では、反応時間における聴覚ターゲットの音源位置の主効果は二重課題（速）条件下のみで見られた（実験 1 では、二重課題（遅）条件下のみで見られた）。

●視覚課題●

各条件における平均反応時間・ミス率を先行した聴覚ターゲット音源位置別に Table 3-2 に示した。

Table 3-2 各条件別・先行した聴覚ターゲット音源位置別の平均視覚反応時間（ms）と平均視覚ミス率（%）

条件	反応時間(ms)			ミス率(%)		
	前	後	有意差	前	後	有意差
二重課題(遅)	531.7	532.9		0.5	3.0	**
二重課題(速)	542.2	558.3		3.5	17.5	**

(**: p<.05, *: p<.10)

「前」「後」とは、聴覚ターゲットの音源位置を表し、「有意差」は、先行した聴覚ターゲットの音源位置の主効果、あるいは交互作用が有意か非有意かを表したものである。

また、本実験の結果と実験1の結果の違いを以下に簡潔にまとめた。

視覚①：実験1と比較したとき、本実験の全体的な反応時間はおよそ同等である。

視覚②：本実験では、反応時間において先行した聴覚ターゲットの音源位置の主効果はすべて非有意であった（実験1では二重課題（速）条件下で有意差が見られた）。

視覚③：本実験では、ミス率において先行した聴覚ターゲットの音源位置の主効果は、二重課題（遅）条件と二重課題（速）条件の双方の条件下で見られた（実験1ではすべて非有意であった）。

視覚課題・聴覚課題を比較した結果、以上のような違いが示された。これらの違いに関して再度簡潔に考察し、基礎面と応用面からの総合論議を行う。

まず、聴覚①と視覚①の結果について考察する。聴覚①の結果となったのは、やはり、聴覚課題を音源定位課題から単純反応課題に変更したことが主な原因であろう。聴覚モダリティとしては、不得手である音源定位判断から、得意とする単純反応に変更したことによって、聴覚反応時間を約150msから300ms程度短縮させたのである。また、エラー率とミス率では、比較する測度そのものが異なるものの、その誤答率の低下は、聴覚モダリティとは、刺激が「ある」と気づくことに優れたモダリティであることを再確認するのに十分な結果と言えるだろう。

一方、視覚①の反応時間には、聴覚課題難易度の低下による影響が、ほとんど見られていない。数値としては最大でも約10ms短縮させた程度に留まっている。これは、聴覚課題の難易度を低くしたとはいえ、視聴覚ターゲット間のSOAの設定等は全く変更していな

かったため、視覚ターゲットの情報処理速度に対する影響が小さいものであったからであろう。

次に、聴覚②について考察する。今回、ミス率において、聴覚ターゲットの音源位置による影響が見られなかったのは、そのミス率自体が極めて低かったことが原因であろう。音源位置に関わらず、ターゲット刺激を聞き逃すことがほとんどないという今回の結果は、積極的に何らかの情報を伝えたい場合には、報知光よりも報知音を用いるべきであることを示唆している。

最後に、聴覚③、視覚①、視覚②に対する考察であるが、これらは視聴覚間の crossmodal link が関係している。この点に関しては、本実験の目的と関わってくるため、以下に述べる基礎面と応用面の双方から考察を行うこととする。

●基礎面からの考察●

ここでは、まず聴覚③の結果が示された原因について考察する。この実験間での結果の違いは、「3-3-4-1 二重課題（速）（聴覚 RT / 聴覚ミス）」の聴覚反応時間にて説明したように、聴覚ターゲットを純音から白色雑音に変更することによって、音源定位が正確になったことがひとつの要因であろう。つまり、聴覚ターゲットに対して正確な前後判断を行うことができたため、聴覚ターゲットが前方から提示されたときには、実験1よりも前方に対する聴覚的注意の配分はより大きいものとなった。この影響が、二重課題（速）条件には表れたと考えられる。

ただし、もう1つの要因としては、課題を音源定位課題から単純反応課題へ変更したことも挙げられる。実験1では、音源定位課題を用いていたため、そのエラー率は比較的高かった。また、二重課題（速）条件下では、出来るだけ聴覚ターゲットに対する反応速度を維持し続けようとした代償として、（全体的な誤答率自体は変化しないものの）後方からの音を前方から提示されたと誤知覚するエラーがその逆のエラーよりも高い傾向を示した。つまり、エラー率を犠牲にしてでも、その音源位置に関わらず聴覚ターゲットに対してできるだけ速く「ある」ことに反応することを優先させたのである。

しかしながら、本実験では単純反応課題を用いたため、そもそものミス率がかなり低かった。そのため、実験1の二重課題（速）条件下と同様に、反応速度を維持するための代償となり得るものがなかった。つまり、ミス率を犠牲にすることは出来なかったため、後方からの聴覚ターゲットに対する反応に遅れが生じたと考えられる。

また、その後方からの聴覚ターゲットに対する遅延反応は、Table 3-1 の二重課題（遅）条件と二重課題（速）条件間を比較すると理解できるだろう。前方からの聴覚ターゲットに対する反応は二重課題（遅）条件と二重課題（速）条件間ではほとんど変化がない一方で、後方からの聴覚ターゲットに対する反応は、二重課題（速）条件に移行することで 10ms 程度の遅延を見せていることがわかる。

次に、視覚②のような結果となった原因について考察する。実験 1 と本実験では、ほとんど視覚反応時間に違いがなかったことは前述したとおりである（最大でも約 10ms 程度の短縮時間）。また、その反応時間の違いの無さは、二重課題（速）条件において特に顕著である。そのため、今回、二重課題（速）条件において、実験 1 と同様の結果が得られなかったのは、実験間でその実験協力者数に違いがあったためだと考えられる。

最後に、視覚③について考察する。本実験では実験 1 と異なり、視覚ミス率において視覚課題の難易度に関わらず、先行した聴覚ターゲットの音源位置の影響が示された。これは、「3-3-3-2 二重課題（遅）（視覚 RT / 視覚ミス）」や「3-3-4-2 二重課題（速）（視覚 RT / 視覚ミス）」の視覚ミス率で考察したように、聴覚ターゲットを純音から白色雑音に変更したことが主な要因であろう。

つまり、本実験の二重課題（遅）条件下では、白色雑音を用いることにより、空間的注意を前方に向け易くなった。結果、「聴覚的注意が前方へ向くと視覚的注意も前方へ向く」という視聴覚間の crossmodal link の存在により、先行した聴覚ターゲットが前方から提示された場合、同じく前方から提示される視覚ターゲットに対するミス率が実験 1 よりも低下した。

一方、二重課題（速）条件下では、白色雑音を用いたことにより、実験 1 よりも先行した聴覚ターゲットが後方から提示された場合のミス率が高くなった。この原因は、純音と白色雑音の注意喚起性の違いにある。白色雑音は純音よりも注意喚起性が高いため、白色雑音が後方から提示されたとき、空間的注意は後方へより大きく配分された。結果、視覚ターゲットがその後に提示されたとき、視覚刺激の注意喚起性の低さから、視覚ターゲットを見逃す確率が実験 1 よりも高くなったと考えられる。

ここで、純音と白色雑音の違いを以下にまとめた。

Table 3-3 純音と白色雑音の違い

	情報処理速度	注意喚起性
純音	遅い	低い
白色雑音	速い	高い

ただし、情報処理速度については、実験 1 と今回の実験では用いた課題が異なるため、一概にどのような場合でも処理速度が速いとは言えない。

●応用面からの考察●

ここでは、基礎面からの考察を踏まえ、実際場面ではどのように応用すべきかについて考察する。

本実験結果から、「空間における視聴覚間の crossmodal link は、単純反応課題に変更してもなお存在する」ことがわかった。そのため、単純反応を必要とする音のデザインを行う際、以下の点に留意する必要がある。

◆音に対して出来るだけ速い反応を要する場合◆

①できるだけ周波数帯の幅広い音を用いる

②作業負荷が高い場合に鳴る音であれば、主に人間が視覚作業を行う位置（視野中央付近）にスピーカを設置する

③作業負荷が低い場合に鳴る音であれば、そのスピーカ位置は特定する必要は無い

①は、聴覚課題における全体的な反応時間の速さから導き出した回答であり、②は二重課題条件（速）の結果を反映したものである。また、③は二重課題（遅）条件の結果を反映したものである。

◆視覚作業を重視する場合◆

①作業負荷の高低に関わらず、主に人間が視覚作業を行う位置（視野中央付近）にスピーカを設置する

②周波数帯の幅広い音を視野から外れた位置に設置すると、視覚作業にミスが生じ易くなる

①は二重課題（遅）条件、二重課題（速）条件の結果を反映し、②は特に二重課題（速）条件の結果を反映したものである。

以上、今回の単純反応課題の結果でも、視聴覚間の crossmodal link が見られることがわかった。ただし、この影響は、純音ではなく、白色雑音を用いたことに起因するものも多い。

基本的には、上述したように、実際場面においては出来るだけ周波数帯幅の大きい音を用いることで聴覚作業への負担は軽減されるだろう。しかしながら、周波数帯幅が大きいと、その注意喚起性も高くなることに留意する必要がある。聴覚刺激に対する注意喚起が高くなるということは、視覚刺激に対する注意喚起が低下する可能性があるということである。特に視覚作業を重視する場合における②の結果は、単純に音のデザインとは、音環境だけで捉えず、視聴覚空間内での相互作用を留意して設計する必要性を示唆している。その結果、あえて周波数帯幅の狭い音を視野外に設置するデザインを取る可能性も十分にあり得るだろう。これからの音のデザインは視覚作業との相互作用を考えながら多角的に行っていくべきである。

第4章　研究 2

実験 3
自己関連情報は無視できるのか？

本章は、大阪大学大学院人間科学研究科との共同研究テーマ「ヒューマンエラーと違反行動の発生メカニズムに関する基礎的研究」の一環として行われたものである。

第 4 章 研究 2 実験 3 自己関連情報は無視できるのか？

4-1 目的

実験 1、実験 2 では、空間における crossmodal link の働きが基礎的実験下で生じることを示し、またその働きは音のデザインの変更により変化することを明らかにした。第 4 章からは空間における crossmodal link の影響が、実際の鉄道場面を想定した条件下でも生じるのかを検討していく。

序論でも述べたように、JR 宝塚線脱線事故の教訓として、国土交通省航空・鉄道事故調査委員会が、列車走行中の運転士の無線規制やメモ禁止を提言した。しかし、これまで無線を聞く運転士への心理的影響はあまり考慮されていなかった（朝日新聞 2007 年 7 月 13 日付 夕刊）。

そこで、西日本旅客鉄道株式会社（以下 JR 西日本）福知山線列車事故対策審議室が中心となって全支社から「無線に気をとられた事例」を収集した（収集対象期間：平成 12 年 10 月から平成 19 年 4 月）。その結果、15 件の事例が収集され、そのうち 13 件が結果としてオーバーラン（停車駅での停車位置不良）の事故を起こしていた（ただし、JR 西日本では「停車位置不良」等の人的・物的被害のない事故に関しては、平成 20 年度から「事故」ではなく「安全報告」として定めている）。これらの事例に関して分析を行ったところ、大きく以下の 3 種類に分類することができた。

① 無線使用中にオーバーラン（5 件）
② 無線内容の考え事をしてオーバーラン（2 件）
③ 指令と他者（車掌・他列車）の無線内容に気を取られ、オーバーラン（6 件）

このうち、①の事象原因に関しては、無線連絡という作業と運転作業を輻輳して同時に行ったことによって、注意を向けて作業が出来る範囲を超えてしまった、いわば「注意力の限界」による事故（安全報告）であると考えられる。この事象に関しては、2007 年 5 月 1 日からの「列車停止時通話の義務付け」が事故防止に繋がると考えられる。

一方、②と③に関しては運転作業のみに従事しながらも、オーバーランが生じた。この事象は単純な「注意力の限界」とは言えない。注意すべき作業に集中できず、無視すべき無線連絡に対して気を取られた「注意制御の失敗」事例であると言えるだろう。

今回は、応用場面下における crossmodal link の影響を検討することに加え、この②と③に関して、「なぜ無視すべき無線連絡に気を取られたのか」という疑問点を解明し得る実験を行う。また、上記の目的を達するために、まず序論の 1-11 で述べた「両耳分離聴課題を用いて、無視すべき情報に注意が向くことを示した知見」について再度述べることとする。この課題の知見を土台とした実験を本章と第5章にて行うためである。

両耳分離聴課題とは、注意の働きを研究するために用いられてきた選択的注意パラダイムの1つであり、両耳分離提示された2種類のメッセージに関して、一方のチャンネルのメッセージを聞きながら、同時にそれを復唱する（追唱）というものである。また、分離聴課題と視覚課題を同時に遂行する二重課題を行った先行研究として Bargh (1982)の実験がある。

彼の実験では、実験協力者自身の自己関連性に関わる単語（自己関連情報）を無視チャンネルに提示し、両耳分離聴課題と視覚課題を遂行した。両耳分離聴課題のみならず、視覚課題を付加したのは、その反応時間を測ることで、無視チャンネルにどのような単語が提示されたとき、注意が逸れたのかを理解しやすくなるためであった。結果、自己関連情報が無視チャンネルに提示された場合に限り、視覚課題への反応が遅延した。しかしながら、その後の再認課題において、提示した単語の再認率はチャンスレベルであった。つまり、彼らの先行研究では、単語が提示されたという記憶はないものの、自己関連情報が提示されたときには、自動的に注意が惹きつけられるという人間の特性を明らかにした。

今回、この先行研究を基にして、無視チャンネルに無線連絡（鉄道運転士と鉄道指令員間の無線を介した会話）を提示した聴覚課題と視覚課題を同時に遂行する二重課題を現役鉄道運転士（以下運転士）に課す。無線連絡は運転士にとって、自分の職業と深く関わるものであり、日常的に耳に入っている情報である。そのため、Wegner & Bargh (1998)が定義する通り、「自己に関わるあらゆる情報」を自己関連情報とするならば、運転士にとって無線連絡は自己関連情報と言えるだろう。つまり、「なぜ無視すべき無線連絡に気を取られたのか」と言う疑問点に対して、「運転士にとって無線連絡は自己関連情報であったため、無線連絡に気を取られた」という仮説を検証する実験を行う。

ただし、典型的な両耳分離聴課題で用いられる、注意チャンネルに対する追唱課題はここでは課さない。追唱課題の代わりとして、純音（1000Hz / 6000Hz）に対する高低判断（高い音か低い音かを判断する）課題と1ブロックあたり、高音・低音に関わらず純音が何回提示されたのかを記憶する記憶課題を実験協力者に課すこととする。この追唱課題から高

低判断課題＋記憶課題への変更の理由については2つ理由がある。

まず、1つ目は第2章、第3章において視聴覚間のcrossmodal linkの働きを注意の瞬き現象の観点から考察してきた。そのため、前章と同様に注意の瞬き現象の観点からcrossmodal linkの働きを見るためには、追唱課題を用いることが不可能である。結果として、追唱課題の代わりに断続的に聴覚ターゲットが提示される高低判断課題を課した（視覚課題は前章と同様である）。

次に2つ目として、追唱課題の測度は、その追唱率のみである。視聴覚間のcrossmodal linkの働きに関して、より多角的な面から考察するためには、より多くの測度を指標としたい。結果、高低判断課題と記憶課題を課すことによって、複数の測度を収集可能とした。

また、両耳分離聴課題では、注意チャンネルに対する追唱が継続的に注意を必要とする課題であるという仮定で様々な実験が行われている。つまり、聴覚刺激に対して継続的に注意を必要とする課題であると仮定できれば、実験協力者に対して必ずしも追唱を課す必要はない。このような仮説から、今回の実験に用いた聴覚課題の条件とは、以下の2点を満たしたものであると仮定し、設定したものである。

① 聴覚刺激を用いること
② 継続的に注意を必要とする課題であると仮定できること

実際に両耳分離聴課題の設定を土台とし、追唱課題の代わりに他の聴覚課題を用いた研究は存在する。小谷津（1979）は、一方の耳には男声、他方の耳には女声により録音された、2桁数字または単語をメッセージとして1項目1秒の速さで同時提示し、その後信号音をはさんで更に1秒後に検査項目を提示して、それが提示メッセージの中にあったかどうかを答えさせる、いわば再認課題を行った。あらかじめ、実験協力者にはどちらか一方の耳（例えば女声）に注意を向けておくよう教示した。その結果、注意を向けていた情報に対しては数字でも単語でも同程度の高い成績を示した。一方、注意が向けられていなかった情報の場合には、成績が低く、単語より数字においてこの傾向が著しい結果が示された。この結果から、彼は、注意は情報処理の深さや質の制御因子になりうること、また注意の向けられていなかった情報でも情報の意味的な特性によって保持に影響があると述べた。この知見から、追唱以外の聴覚課題（記憶課題等）を用いて一方のチャンネルに注意を集中させることが十分に可能であることがわかる。

以上のような先行研究もあることから、①と②の仮定が成り立つ聴覚課題として高低判断課題と記憶課題を実験協力者に課した。まず、高低判断課題は、断続的に聴覚ターゲットが提示されることから、ある程度は常に注意チャンネルに注意を向けておく必要がある。更に、記憶課題を課すことで、常に聴覚ターゲットの提示回数をリハーサルする必要があることから、無視チャンネルへの注意転導の影響は小さいと考えた。

以上の仮定と考察から、本章では、(両耳分離聴課題を土台とした) 聴覚課題と視覚課題を同時に遂行する二重課題を運転士に課すこととする。実験配置等は、ほぼ前章と同様である。しかしながら、今回は1ブロック内で、常に一方の同じスピーカから聴覚ターゲットが提示され、他方のスピーカからは常に無視すべき無線連絡が提示される（例えば、前方からは常に聴覚ターゲットが提示され、後方からは常に無線連絡が提示される)。このような設定で課題を遂行することによって、注意すべき聴覚刺激（聴覚ターゲット）と視覚刺激（視覚課題）間の空間における crossmodal link の影響を検討できるだけではなく、無視すべき聴覚刺激（無線連絡）と視覚刺激（視覚課題）間の crossmodal link の影響をも観察しうる可能性があるだろう。

最後に、本実験では、実験終了後に再認課題と紙筆テストを行っている。まず、再認課題については、無視チャンネルに対してどの程度記憶していたのかを確認する課題である。この課題を行うことによってどのような情報に注意が向けられていたのかということを検討しうる。また、紙筆テストとは、日常的な注意経験傾向を調べる「日常的注意経験質問紙」と視覚・聴覚における選択的注意を調べる「視覚性抹消課題」と「聴覚性検出課題」の3点で構成されたものである。この3点の実施目的は、個人の持つ注意特性が本実験のパフォーマンスとどの程度関係があるかを検討するために行っている。

以上をまとめると本実験の目的は以下の4点である。

① 視聴覚間の空間における crossmodal link の働きが応用的実験下ではどのように見られるのかを検討する

② 「無視すべき無線連絡に気を取られた」のは鉄道運転士にとって、無線連絡が「自己関連情報」であるためであるという仮説の検証をする

③ 視聴覚間の空間における crossmodal link の働きは無視チャンネルの情報に対する処理の深さにも影響を与えるのかを検討する

④ 個人の持つ注意特性が実験パフォーマンスとどの程度関係があるのかを検討する

4-2 方法

4-2-1 実験協力者

西日本旅客鉄道株式会社に所属する現役運転士 26 名（全員男性 / 年齢範囲 22-32 歳 / 平均年齢 26.6 歳 / 運転士経験年数範囲 2 か月-10 年 8 カ月 / 平均経験年数 5 年 1 カ月）が勤務の一環として参加した。

4-2-2 装置と刺激

(a) 機材

本実験で用いられた実験機材や配置は、以下に示すもの以外は、第 2 章、第 3 章にて用いたものとほぼ同様のものであった。

モニタ：視覚刺激を提示するためのモニタ（Princeton PTFSAF-22W 22 型ワイド 473.76×296.1(mm)）。

ジョイスティック：実験協力者の反応を入力するための機材（シャルラクプラス TOPGUN FOX2 USB JOY STICK）。

プログラム：実験装置の制御と、実験協力者の反応を記録するプログラムとして、Visual Basic 2005 Express Edition を用いた。

上述したもの以外は、全て前章で用いたものと同様の実験器材で対応した。

(b) 刺激

本実験では視覚課題と聴覚課題を同時に行う二重課題であったため、視覚刺激と聴覚刺激の 2 種類の刺激を提示した。また、課題に関係なく常に無視すべき刺激として、鉄道場面における無線連絡のやり取りも提示した。以下に本実験で用いた各刺激の種類とその役割を示した。

●視覚刺激●

英字：黒背景（輝度：0.078cd/m^2）に白字のアルファベット（視角：1° / 輝度：4.194cd/m^2 / フォント：MS UI Gothic)。X 以外の英字は視覚ディストラクタとしてランダムに提示し、一方で、X は視覚ターゲットとして一定の確率に従って提示した（提示確率の詳細に関しては「4-2-3 課題」を参照)。各英字の提示時間は 250ms であった。

数字：黒背景に白字の数字「1」「2」「3」（視角：1° / 輝度：4.194cd/m^2 / フォント：MS UI Gothic)。各数字の提示時間は 1000ms であった。数字は課題開始前のカウントダウンとしてのみ用いた。

●聴覚刺激●

高音：1000Hz の純音（68dB(A))。提示時間は英字の提示時間と同様に、250ms であった。

低音：6000Hz の純音（68dB(A))。提示時間は英字の提示時間と同様に、250ms であった。

また、これらの聴覚刺激には一定の提示確率を設定した（提示確率の詳細に関しては「4-2-3 課題」を参照)。

●無線連絡●

「指示」「通告」「報告依頼」「情報連絡」に分類した鉄道運転士と指令員間の無線連絡によるやり取りを模擬したもの（約 68dB(A))。各種につき、3 本の無線連絡のやり取りが存在した。本実験の目的から、この鉄道無線の刺激の厳選は非常に重要であったため、以下の順序で刺激を作成した。

① 2006 年某月某日にて実際に鉄道無線を介して行われた、指令員と鉄道運転士（もしくは車掌）間の通話を全て録音したものから、約 1 分程度でやり取りが終了するものだけを抽出

② 女声や複数人対象の一斉連絡や無言部分が多すぎるもの、指令員（あるいは鉄道運転士・車掌）からのみの一方的な連絡、指令員側から呼びかけたもの、特定の電車区や列車区を名指ししたもの、指令員と車掌間の通話に関しては全て除外

③ 鉄道運転士・指令員経験者（以下鉄道経験者）に聞いてもらい、聞き取りづらい、内容が理解しにくい通話を除外

④ ①から③までを行った結果から抽出した通話に関して、文字起こしを行い、シナリオ作成

⑤ 鉄道経験者に④のシナリオを見てもらい、各文について連絡頻度としてかなり低いと思われるものを除外

⑥ 鉄道経験者が、⑤で抽出されたシナリオを、情報重要度と情報内容を加味して分類。「指示」「通告」「報告依頼」「情報連絡」の 4 種類の分類結果（分類の詳細は Table 4-1 参照）

⑦ 各種の無線連絡シナリオから、比較的連絡頻度が高いものを 3 種類ずつ抜粋

⑧ ⑦で抜粋したシナリオにおいて、駅名や人名に関しては、実験協力者の所属する区所による個人差を防ぐため、一部変更（詳細は、「4-2-3　課題」の(d)再認課題を参照）

⑨ 鉄道経験者が、⑦で抽出されたシナリオを用いて、実際に声を吹き込んだものを録音

⑩ ⑧で録音したものを 5 回繰り返すように再設定（練習用シナリオに関しては 2 回）。

以上の精緻な作業により、無線連絡の刺激を作成した（シナリオの詳細は付録を参照）。ただし、上述した無線連絡の種類以外にも「無線なし」という、無線連絡のやり取りを提示しない条件を設定した。

運転士に対する情報の重要度

Table 4-1 指令員・乗務員間の無線内容について

重要度	
大	**通告** … 運転に関わる変更を指図すること。指令番号が必要。 ① 列車の運転時刻を変更するとき ② 列車の運転する線路を変更するとき（⇒着発線変更（本試行で使用）（重要度大）） ③ 列車を臨時に徐行させる旨を予告するとき ④ 信号機の故障を予告するとき ⑤ 特に重要な事項を通告するとき（⇒速度規制（本試行で使用）（重要度大））
中	**指示** … 運転に関わる変更を指図すること。指令番号は不要。 ① 閉そく指示運転 ② 出発指示待ち、指示待ち解除（⇒出発指示待ち（本試行で使用）（重要度中）） ③ 所属箇所当直への連絡（⇒自区当直連絡（本試行で使用）（重要度中）） ④ 時間調整（△分整理等） ⑤ 作業変更の指示（乗務員の行路変更や引継ぎ等）　など
小	**情報連絡** … 列車を取り巻く状況を伝達すること。 ① 運行情報（当該・乗継線区等での事故情報、遅れ・先着情報・振替代行輸送等） （⇒新快速接続・機外停車（本試行で使用）（重要度小）） ② 乗継・接続列車の情報（退避情報含む） ③ 近隣観光施設の情報（ＵＳＪ入場制限、保津川下り運休等） ④ お客様から問い合わせのあった乗換え、観光地の情報　など
大～小	**報告・依頼** … 列車を取り巻く状況を伝達し、他の係員に協力を求めること。 (1) 旅客に関すること（主に車掌） ① 忘れ物・迷い人等の捜索依頼 ② 車椅子のお客様降車手配・蛍光灯球切れ交換等の依頼 ③ 当該列車遅れのための列車接続の依頼　など (2) 運転に関すること（主に運転士） ① 車両故障の修繕依頼 ② エラーや事故からの復帰の依頼 （人身事故・急病人発生（本試行で使用）（重要度大）） ③ 運転に支障を及ぼす事象の除去の依頼 （ホームでの急病人、車両に接触する物、遮断棹の折損等）　など

※ 1 無線内容の分類については，指令番号が必要となる「通告」以外，実際には特に上記のように定められた分類はない。ただし，「具体的にどのような場合にどのようなタイミングで無線交信をする必要があるのか」に関しては詳しいマニュアルが存在している。

4-2-3 課題

本研究では、上述した機材や刺激を用いた実験室実験に加え、再認課題、日常的注意経験質問紙、紙筆テスト（2 種類）の計 4 課題を行った。本研究の流れについて、Figure 4-1 に示し、更に各課題の手続きに関して以下に説示した。

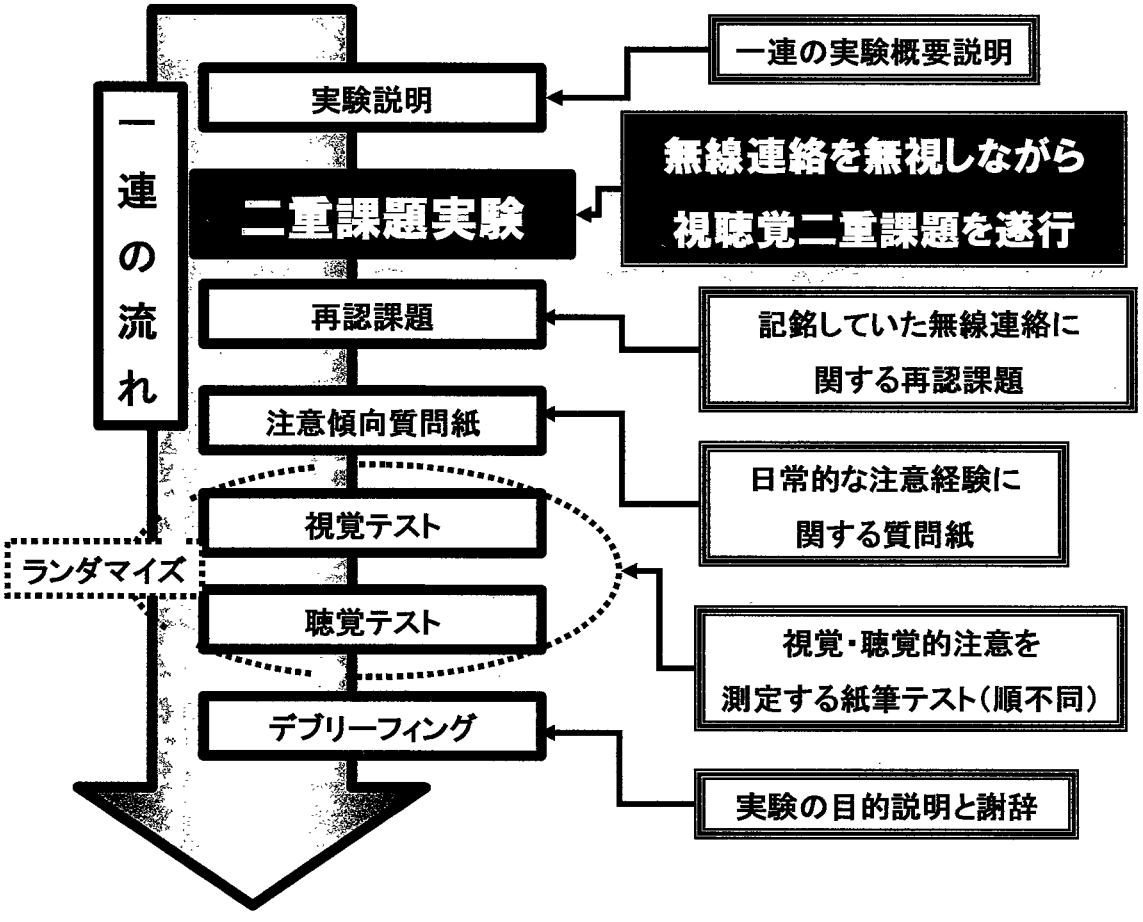

Figure 4-1 本研究の一連の流れ

(a) 実験室実験課題説明

実験室実験での課題は視覚課題と聴覚課題を同時に行う二重課題に加え、無線連絡を無視し続ける課題を遂行することであった。各感覚課題について以下に説明した。

●無視課題●

実験中、「無線なし条件」を除いたすべての条件下で、無線連絡をスピーカの前後一方か

ら提示した。実験協力者に対して、この無線連絡については全て無視するように教示した。

●視覚課題●

様々な英字がモニタ上から連続的に提示された。その英字の内、"X"が提示されたとき、できるだけ速く正確にジョイスティックのトリガーを引くように教示した。

●聴覚課題●

聴覚課題については 2 種類同時に行う必要があった。以下に各種の聴覚課題を説示した。

① 短い純音（1000Hz or 6000Hz）が前後一方のスピーカから一定の確率で提示した。純音が提示される度、できるだけ速く正確に高低判断（提示された音が高い音か低い音か）を行い、左右一方にジョイスティックを倒すように教示した。左右に倒す方向は実験協力者間でランダマイズした（高音-右/低音-左：13 名　高音-左/低音-右：13 名）（以下、高低判断課題）。

② 提示された純音の高音・低音に関わらず、1 ブロックの課題開始から終了まで純音が何回提示されたのかを数え続けるように教示し、各ブロック終了後にその回答を求めた（以下、聴覚記憶課題）。

また、各課題のターゲット（視覚：X / 聴覚：「高音」「低音」）の提示確率は一定に定められていた。以下に各感覚刺激の提示確率を説明した（Figure 4-2 参照）。

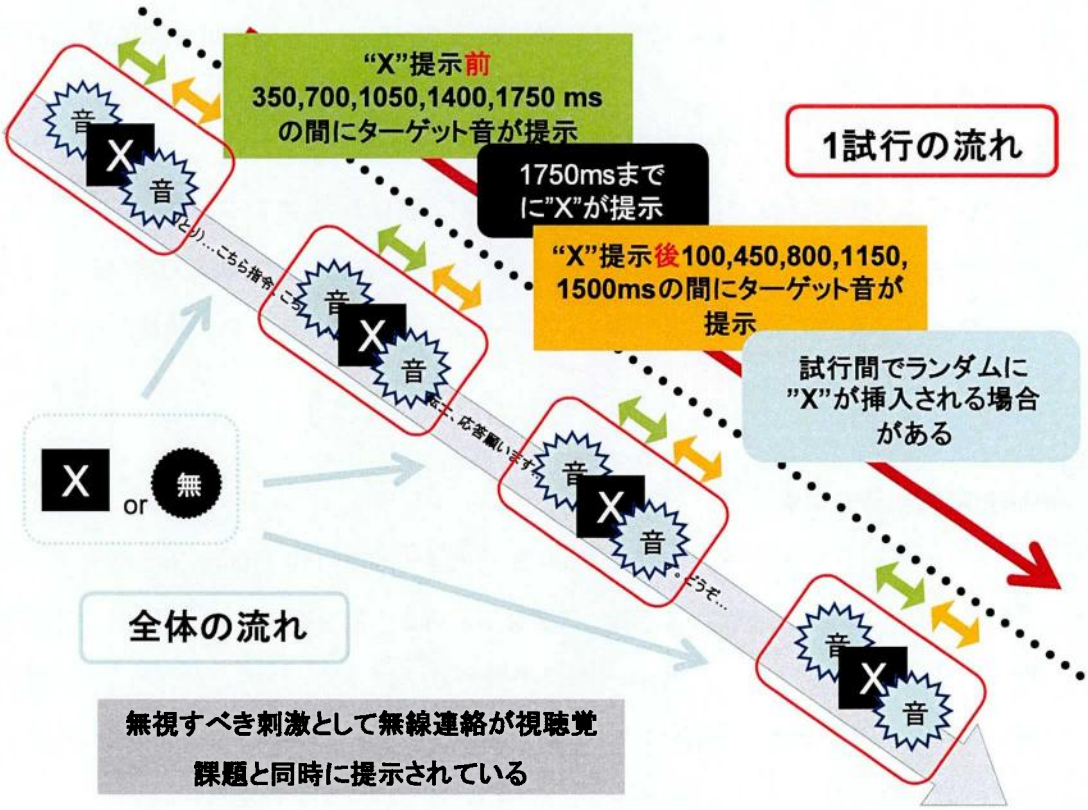

Figure 4-2 視聴覚ターゲットの提示確率設定

◆視覚刺激提示確率◆

① 各英字の提示時間は 250ms、ISI は 100ms であった。"X"と同時に聴覚ターゲット（高音 or 低音）が提示されないように設定した。"X"を除く A から Z までの英字はランダムで提示し、1 試行あたり 16 個の英字を提示するように設定した（ただし、試行間に空白等の中断刺激は一切提示しなかったため、実験協力者に試行間の区切りを知覚することは不可能だった）。また、ターゲットである"X"は、ディストラクタである英字が 6 個提示されるまでに必ず 1 回提示した（"X"は 1 試行あたり 1 回のみ提示）。更に、実験開始前に 3 秒前から秒読みを行う数字を提示した（各数字の提示時間は 1000ms）。数字提示中、無線連絡は提示されず、英字提示開始と同時に再生した。一方、英字提示の終了は、無線連絡の再生が終了した後、約 3 秒経過後に設定した。また、無線連絡の再生が終了する 1000ms 前には、"X"は提示しなかった。このような無線連絡の再生タイミングは、課題開始と同時に無線連絡を再生した場合、課題に完全には注意を向けていないために、無線連絡の刺激に注意が逸脱する可能性を排除するために設定

したものである。これらの設定は選択的聴取実験を行った Bargh(1982)の先行研究に従った。

② Figure 4-2 のとおり、基本は 1 試行において、各ターゲットは聴覚→視覚→聴覚の順序で提示するように設定した。ただし、"X"が 12 個目から 16 個目までの間で、ランダムに挿入される場合を設定した（提示確率は 50%）。これは、実験協力者に対して、聴覚→視覚→聴覚の順序で、規則的に感覚刺激が提示されることを予測されないためである。

◆聴覚刺激提示確率◆

①視覚ターゲットである"X"を提示してから、100,450,800,1150,1500ms 後、聴覚ターゲットである低音（1000Hz:250ms）か高音（6000Hz:250ms）を視覚ディストラクタ（"X"以外の英字）と共に必ず提示した（低音・高音の提示確率は 50%ずつ）（つまり、"X"提示後の英字ディストタクタを 5 個提示するまでに、聴覚ターゲットを必ず 1 回提示した）。また、聴覚刺激の提示終了は、無線連絡の再生が終了してから 3 秒経過後に設定した。

②視覚ターゲットである"X"の提示から、350,700,1050,1400,1750ms 前に、聴覚ターゲットである低音（1000Hz:250ms）か高音（6000Hz:250ms）を視覚ディストラクタ（"X"以外の英字）と共に必ず提示した（つまり、"X"提示前の英字ディストラクタを 5 個提示するまでに、聴覚ターゲットを必ず 1 回提示した）（この ISI の数値の設定は、前述の聴覚提示確率における①で示した ISI と比較したとき、一見非対称のようである。ただし、ここで示した ISI には、聴覚ターゲット自身の提示時間である 250ms が含まれている。X の提示から時間を遡り、聴覚ターゲットを提示する設定にしているため、このような表面的に非対称な ISI となった）。なお、第 1 試行目のみ、"X"より前に聴覚ターゲットは提示しなかった。

また、前後スピーカにおける無線連絡と聴覚課題の提示設定は、例えば前方スピーカから無線連絡を提示する場合には、後方スピーカから聴覚課題を提示した。一方、前方スピーカから聴覚課題を提示する場合には、後方スピーカから無線連絡を提示した（つまり、聴覚課題と無線連絡を同じスピーカから提示する条件は一切設定していなかった）。また、無線連絡のシナリオの種類とその提示スピーカ位置は実験協力者間でランダマイズした。

(b) 実験計画

本実験では、3種類の独立変数を設定した。視聴覚ターゲット間のISI（100 / 450 / 800 / 1150 / 1500msの5水準）、 無線連絡の提示位置（前 / 後の2水準）、無線連絡の種類（指示 / 通告 / 報告依頼 / 情報連絡 / 無線なしの5水準）の3要因実験協力者内実験計画であった。

(c) 実験室実験課題の流れ

初めに、実験協力者は顎乗せ台の高さに合うようにイスの高さを調節され、頭部を固定された。次に、一連の実験に関する教示を受け、注意事項を確認した（教示内容に関しては付録を参照)。全ての教示を受けた後、実験室が暗室にされた。その後、実験者の進行に従い、実験を開始した。実験は練習試行を行った後、本試行に移行した。以下に、練習試行と本試行の相違を示した。

●練習試行●

練習試行では、4種類の課題を最低1回ずつ遂行させた。以下に各課題を説示した。

◆視覚課題のみ◆

聴覚課題や無線連絡に関する全ての聴覚刺激は一切提示しなかった。"X"に対して出来るだけ速く正確に反応する視覚課題のみを練習させた。本ブロックは2分で終了した。

◆聴覚課題のみ◆

視覚課題に関する刺激（英字）と無線連絡に関する聴覚刺激は一切提示しなかった。視覚課題の代わりに、モニタ画面中央には十字マークのみを提示し、実験協力者に対して、十字から視線を動かさないように教示した。聴覚課題は ①高低判断課題 と ②聴覚記憶課題の2種類を同時に練習させた。聴覚課題刺激を提示する方向（前方スピーカ / 後方スピーカ）は被験者間でランダマイズした。本ブロックは2分で終了した。

◆無線なし二重課題◆

視覚課題と聴覚課題に関する刺激を提示した。ただし、無線連絡に関する聴覚刺激は提示しなかった。実験協力者は視覚課題と聴覚課題を同時に遂行する練習を行った。また、

聴覚課題刺激を提示する方向は実験協力者間でランダマイズした（例えば、前述の「聴覚課題のみ」ブロックで聴覚課題刺激を前方スピーカから提示した場合、本ブロックでは、聴覚課題刺激を後方スピーカから提示した）。本ブロックは2分で終了した。

◆無線あり二重課題◆

視覚課題と聴覚課題、無線連絡に関する刺激を提示した。実験協力者は視覚課題と聴覚課題を同時に遂行しつつ、無線連絡を無視する練習を行った。また、無線連絡と聴覚課題刺激を提示する方向は実験協力者間でランダマイズした（例えば、前述の「無線なし二重課題」ブロックで聴覚課題刺激を後方スピーカから提示した場合、本ブロックでは、聴覚課題刺激を後方スピーカから、無線連絡は前方スピーカから提示した）。また、提示した練習用無線シナリオも実験協力者間でランダマイズした（「指示」「通告」「情報連絡」「報告依頼」の練習用無線シナリオ内、1種類を提示した）。本ブロックは、約2分で終了した（ただし、無線連絡の再生時間は種類によって多少異なったため、正確に2分で終わっていない場合も含んでいた）。

また、以上の練習ブロックの順序は、A【①視覚課題のみ ②聴覚課題のみ ③無線なし二重課題 ④無線あり二重課題】 の順序か、または、B【①聴覚課題のみ ②視覚課題のみ ③無線なし二重課題 ④無線あり二重課題】のいずれかの順序で遂行した。この順序は実験協力者間でランダマイズした。

●本試行●

本試行は、「無線あり」ブロック8回と「無線なし」ブロック2回の計10回で構成した。これらのブロックは実験協力者間でランダマイズした。

◆無線あり本試行 8回◆

視覚課題と聴覚課題、無線連絡に関する刺激を提示した（無線あり本試行で提示した無線シナリオの内容に関してはTable 4-2を参照）。実験協力者は視覚課題と聴覚課題を同時に遂行しつつ、無線連絡を無視する必要があった。また、無線連絡と聴覚課題刺激を提示する方向は実験協力者間でランダマイズした（例えば、2種類ある「通告」に関する無線連絡のうち、「着発線変更」を前方スピーカから提示した場合、「速度規制」は必ず後方ス

ピーカから提示する設定にした。および、「聴覚刺激提示確率」の段落で触れたように、聴覚課題は、無線連絡を提示するスピーカとは常に反対側のスピーカから提示した)。また、無線連絡シナリオの提示順序も実験協力者間でランダマイズした (全 8 種類)。本ブロックは、5 分前後で終了した (ただし、無線連絡の再生時間は種類によって多少異なったため、正確に 5 分でブロックは終了しなかった)。

Table 4-2 無線あり本試行で用いた無線シナリオの内容説明

無線分類	内容	説明	重要度
通告	着発線変更	列車が到着して発車する番線を所定から変更すること	大
	速度規制	運転速度を制限すること	大
報告依頼	人身事故	人が負傷または死亡したこと	大
	急病人発生	急病の乗客が発生したこと	大
指示	出発指示待ち	指示があるまで列車の出発を行わないこと	中
	自区当直連絡	所属の当直に連絡すること	中
情報連絡	(新快速) 接続	乗換ができるように、駅で列車同士が時間を取ること	小
	機外停車	駅に進入する列車に対する信号機の手前側で停車すること	小

◆無線なし本試行 2 回◆

視覚課題と聴覚課題に関する刺激を提示した。ただし、無線連絡に関する聴覚刺激は提示しなかった。実験協力者は無線あり本試行と同様に、視覚課題と聴覚課題を同時に遂行する必要があった。また、聴覚課題刺激を提示する方向は実験協力者間でランダマイズした (例えば、1 回目の「無線なし」ブロックにて聴覚課題刺激を前方スピーカから提示した場合、2 回目の「無線なし」ブロックでは、聴覚課題刺激を後方スピーカから提示した)。本ブロックは 5 分で終了した。

(d) 再認課題

本研究では、上述した実験室実験がすべて終了した後、無視し続けた無線連絡についてどの程度再認できるのかを測定するため、無線連絡に関する再認課題を行った (作成した再認シートに関しては付録を参照)。実験協力者は、実験室実験終了後、再認シートを渡され、提示された無線連絡に関してわずかでも記憶している (と思われる) 項目に関してチェックをつける必要があった (この再認課題に関しては、実験開始前に具体的な内容を全く教示しておらず、実験協力者にとって新奇な課題となった)。この再認課題の実施に関しては、Bargh & Pratto (1986)に従った。

また、再認課題で回答すべき項目は、大きく分類して 3 種類存在した。以下に、その 3 種類について説示した。

●駅名●

ここでは、実験協力者は、無線連絡で提示された駅名を正しく再認する必要があった。駅名は計 16 項目存在した。駅名に関する再認項目は、実際に本試行で用いた無線シナリオ 8 種類にて提示したターゲット駅名 8 駅と、本試行・練習試行の双方で用いていなかったディストラクタ駅名 8 駅で構成した。これら 16 駅はすべてランダマイズした後、再認シートに掲載した。

また、再認課題で用いた各駅名は以下の規則に従って選抜した。

☆4 音韻の駅名

☆アーバンエリア内の駅（アーバンエリアとはここでは大阪近郊の駅名群を指す）

☆特急・新快速・快速・普通で停車駅の分類を行った際、ターゲット駅群とディストラクタ駅群の各分類に含まれる駅数が同数

☆練習シナリオで提示した駅名はすべて排除

●人名●

ここでは、実験協力者は、無線連絡で提示された指令員名（名字のみ）を正しく再認する必要があった。提示した無線シナリオでは、指令員名の他に運転士名を含む場合もあったが、それらはこの項目に含まなかった。人名は計 16 項目存在した。人名に関する再認項目は、実際に本試行で用いた無線シナリオ 8 種類にて提示したターゲット人名 8 氏と、本試行・練習試行の双方で用いていなかったディストラクタ人名 8 氏で構成した。これら 16 氏はすべてランダマイズした後、再認シートに掲載した。

また、再認課題で用いた各人名は以下の規則に従って選抜した。

☆4 音韻の苗字

☆2007 年 09 月時点で新大阪総合指令所運輸に所属している指令員名

☆上述の条件を満たす指令員名の内、静岡大学人文学部言語文化学科比較言語文化コース言語学分野城岡研究室にて調査・研究された『日本の姓の全国順位データベース』を用い、300 位以内のものを抽出（URL: http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~jjksiro/kensaku.html）

☆ターゲット群とディストラクタ群で平均順位がほぼ同等となるように分類

●内容●

ここでは、実験協力者は、無線連絡で提示された無線内容を正しく再認する必要があった。内容に関する再認項目は、実際に本試行で用いた無線シナリオ8種類にて提示した内容8種類と、本試行・練習試行の双方で用いていなかったディストラクタ内容8種類で構成した。これら16種類はすべてランダマイズした後、再認シートに掲載した。

また、再認課題で用いた各内容名は以下の規則に従って選抜した。

☆各群ともに通告・指示・情報連絡・報告依頼の4種類の分類の中でも、よく無線上で連絡が行われる内容（選出は鉄道経験者による）

☆ 無線シナリオの内容をできるだけ簡潔に言い表せる単語

(e) 日常的注意経験質問紙（篠原・山田・神田・臼井, 2007）

実験協力者は実験室実験と再認課題を終了した後、実験者の指示に従い、「日常的注意経験質問紙」を行った（時間制限なし）。この質問紙は、注意の働きが関係していると思われる日常生活の中で経験する出来事についての質問項目で構成される質問紙であった。32項目で構成されており、注意集中能力、認知制御能力、ながら作業志向性、注意転導傾向について測定することが可能となっていた。以下に、これら4つの注意因子に関して説示した。

注意集中能力：必要に応じて課題遂行に対して注意を集中させることができる能力・他の課題や刺激があってもそれらに注意を取られにくい能力

認知制御能力：二重課題を効率的に遂行できる能力・新しい課題状況に対して適応する能力

ながら作業志向性：「音楽を聴きながらするほうが勉強・仕事がはかどる」などといった、いわゆる「ながら作業」をする傾向

注意転導傾向：自分の意図に反して注意が他の課題や刺激に向かってしまう傾向

以上の日常的注意経験質問紙を用いた目的は、各実験協力者の注意経験傾向と実験室実験におけるパフォーマンスの関係を検討するためであった。

(f) 紙筆テスト

実験協力者が上述の「日常的注意質問紙」に回答した後、紙筆テスト（2 種類）に移行した。ここでは、各種の紙筆テストについて以下に説明を行った。また、双方のテストは、日本高次脳機能障害学会によって作成・編集された標準注意検査法（Clinical Assessment for Attention:CAT）に含まれる注意テストを抜粋したものであった（日本高次脳機能障害学会, 2006）。

●視覚テスト（視覚性抹消課題：Visual Cancellation Task）●

◆概要◆

この紙筆テストは、視覚における選択的注意を測定するテストであった。実験協力者は、視覚ディストラクタの中に含まれた視覚ターゲットに関して、できるだけ速くかつ見落としのないように赤鉛筆で斜線を引いていく必要があった。このテストは計 4 回実施され、各課題の視覚ターゲットとディストラクタは図形 2 種類、数字、平仮名で構成されていた。

1 回目と 2 回目のテストでは、A3 の用紙に刺激図形が 6 行 26 列で配置され、1 行に 9 個ないし 10 個の視覚ターゲットが含まれていた。ターゲットの総数は各課題とも 57 個であった。

また、3 回目と 4 回目のテストでは、同じく A3 の用紙に刺激図形が数字または平仮名が 6 行 52 列で配置され、1 行に 19 個のターゲットを含んでいた。ターゲットの総数は各課題共に 114 個であった。

◆手続き◆

実験者は、cancellation task 用紙を課題ごとに 1 枚ずつ実験協力者に提示し、赤鉛筆を用いてできるだけ速くかつ見落としのないように、指示したターゲットを消すよう求めた。1 行目の左上端から開始して右方向へ進み、引き続き 2 行目、3 行目…と同様に左端から右へ進むように教示した。また、実験者は課題開始から終了までの所要時間をストップウォッチで測定した。また、視覚テストにおける実験協力者のパフォーマンスは、所要時間・正答率・的中率（正答数÷全反応数×100）・false negative（ターゲットを消さなかった誤り・ミス）・false positive（ディストラクタを消した誤り・エラー）の 4 点に関して測定した。

その他の視覚テストの詳細、注意事項に関しては全て『標準注意検査法・標準意欲評価法』に従った。

●聴覚テスト(聴覚性検出課題:Auditory Detection Task)●

◆概要◆

このテストは聴覚における選択的注意を測定するテストであった。実験協力者はスピーカから提示される5種類の語音刺激中、ターゲット語音「ト」の音声に対して、タッピング(ここでは、机を叩く動作を指した)で反応する必要があった。ターゲット以外の語音刺激は、ターゲット語音と音韻論的距離の遠い「ゴ」および近い語音「ド」「ポ」「コ」であった。

「ト」および「ゴ」「ド」「ポ」「コ」の5種類の語音は、1000ms間隔でランダムに配列していた。1分間を1セットとし、ターゲット語音「ト」は1セット中に10回出現した。実験協力者はこれを5セット続けて実施した。つまりターゲット総数は50個となっていた。

◆手続き◆

実験者は、スピーカから提示する5種類の語音刺激の中で、ターゲットである「ト」の音声に対してタッピングするように教示した。本試行(5セット)開始前に、本試行の3分の1程度の長さの練習試行があった。練習試行の際に実験協力者が最も聞き取りやすい音の大きさを確認した後、本試行に移行した。

実験者は評価用紙を用い、実験協力者が反応した音声を正しく記録した。また、聴覚テストにおける実験協力者のパフォーマンスは、正答率・的中率・false negative・false positiveの4点に関して測定した。

その他の聴覚テストの詳細、注意事項に関しては全て『標準注意検査法・標準意欲評価法』に従った。また、視覚テストと聴覚テストの遂行順序は、被験者間でランダマイズした。

以上の視覚テストと聴覚テストを実験協力者に遂行させたのは、各個人の視聴覚の選択的注意機能の傾向と実験室実験のパフォーマンスの関係を検討するためであった。

4-3 結果と考察

4-3-1 実験室実験視覚課題(視覚 RT/視覚ミス率)

本実験における視覚課題の従属変数は、ターゲット"X"に対する単純反応時間と、ミス率であった。反応時間に関しては、200ms 以下の反応に関しては焦燥反応とみなし除外した。また、ここでの「ミス」とは、ターゲットを見逃したことを指した。

まず、反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 3 要因分散分析(視聴覚ターゲット間の ISI(100 / 450 / 800 / 1150 / 1500ms の 5 水準)、無線連絡の提示位置(前 / 後の 2 水準)、無線連絡の種類(指示 / 通告 / 報告依頼 / 情報連絡 / 無線なしの 5 水準))を行った結果、視聴覚ターゲット間の ISI の主効果と無線連絡の種類の主効果が有意となった(無線連絡:$F(4,96)=5.298$, $p<.01$, ISI:$F(4,96)=27.463$, $p<.01$)。また、視聴覚ターゲット間の ISI と無線連絡の種類の 1 次の交互作用が有意となった($F(16,384)=1.772$, $p<.05$)。

次に、視覚ミス率を従属変数に取り、上述の同様の実験協力者内 3 要因分散分析を行った結果、視聴覚ターゲット間の ISI の主効果が有意となった($F(4,96)=5.268$, $p<.05$)。

以下に、有意差が示された結果に関して図示、説明を行った。

●無線連絡の種類(反応時間)●

視覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 3 要因分散分析を行ったところ、無線連絡の種類の主効果が生じた。多重比較の結果、無線なしと通告、無線なしと報告依頼の間に有意差が生じた(Bonferroni 法による多重比較 $p<.05$)。無線連絡の種類別による平均反応時間を Figure 4-3 に示した。

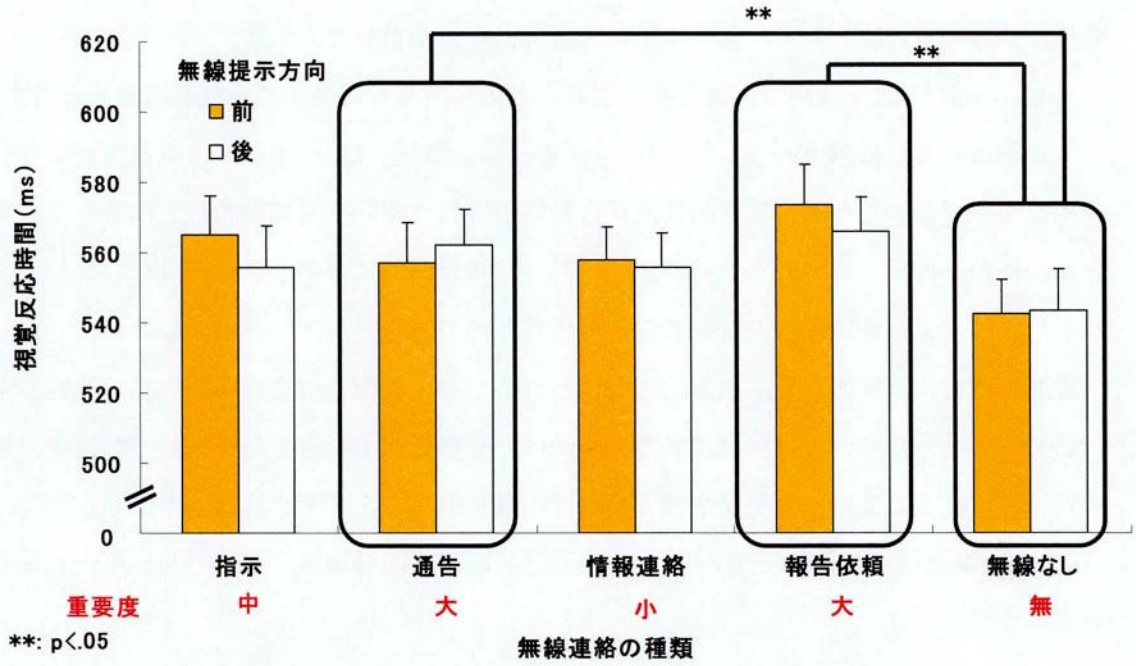

Figure 4-3 無線連絡の違いによる視覚反応時間（ms）

横軸が無線連絡の種類、縦軸は視覚反応時間を示す。また、各々の左側のバーは無線連絡が前方のスピーカから提示された場合、右側のバーは後方のスピーカから提示された場合を示す。一方、無線なし条件における左側のバーは、聴覚課題のみが後ろから提示された場合、右側のバーは聴覚課題のみが前方スピーカから提示された場合を指す。

◆基礎面からの考察◆

実験協力者には、「背景音（無線連絡）に関しては無視して下さい」と教示しているにもかかわらず、Figure 4-3 に示すように無線なしと比較した場合、通告と報告依頼に関する無線連絡が提示された際、視覚ターゲットに対する反応の遅れが生じた。一方、無線なしとその他の無線（指示・情報連絡）の間では有意差は生じていなかった。

本実験計画は、自己関連情報に関して調べた Bargh(1982)、Bargh et al.(1986)の先行研究を一部土台にしていた。これらの先行研究結果に従うならば、今回の実験協力者において、通告と報告依頼は自己関連性が高いものである一方、指示と情報連絡は自己関連性が低いものであったと考えられるかもしれない。ただし、自己関連情報を Wegner & Bargh (1998) が定義する通り、「自己に関わるあらゆる情報」と捉えるならば、「通告・報告依頼」と「指

示・情報連絡」の間に自己関連性の高低差はさほどないように思われる。むしろ、この結果は、情報の重要度としての高低差のためと考える方が自然であろう。

元来、注意とは、「不用な情報を捨て去り、有用な情報を獲得する情報選択機能を指す」とも定義される（横澤, 1995）。つまり、「通告と報告依頼」は、「指示と情報連絡」よりも有用な情報であったため、聴覚的注意が自動的に（ここでいう「自動的」とは自分の意図とは関係なく作用するという狭義の意味であり、無意識的にという意味ではない）惹きつけられた結果、視覚課題への反応の遅延が生じたのであろう。

重要な情報に視覚的注意が優先的に向けられる、という報告は交通場面における他の先行研究でも見られている（和氣, 2007）。今回は、その情報が音声であり、かつ無視すべき情報であったとしても、重要な情報であれば注意を惹くことが示された。つまり、今回、鉄道経験者らが情報重要度を加味して設定した無線連絡の分類は、正確であったとも言えるだろう。

ただし、今回の「重要な」情報とは、音の大きさや周波数の高さ等の特徴によって突発的に注意を惹きつけられる類ではない。無線連絡の情報重要度は、鉄道関係者でなければ、その高低は判断が出来ないはずだからである。つまり、本実験で得られた結果は、トップダウン的な聴覚的注意によるものだと考えられる。

◆応用面からの考察◆

Figure 4-3 の結果、自分には関係がないとしても、通告と報告依頼に関する無線連絡が聞こえてきた場合、運転士は前方の運転場面に対する諸対応（信号確認・ブレーキ操作等）が遅延する可能性があることが示された。

特に報告依頼において有意な反応遅延が生じた原因は、正確なダイヤ運行に乱れを来たす可能性が高い情報であったためであろう。特に「人身事故」の無線連絡では、運転士に対する最大の警告音とされている防護無線の信号音を発信しており（鉄道用語では「発報」という）、また大幅なダイヤの乱れが予想され得る無線内容であった。運転士は 5 秒単位の精緻な運行ダイヤに従って列車を運転する義務を課せられているため、大幅なダイヤの乱れが生じた際には、日常と異なる業務を行う必要性が高くなる。そのため、今回のような無線内容を提示されたとき、運転士経験を有する実験協力者らは自然にどの程度ダイヤが乱れる可能性があるのか、どの駅付近で事故が生じたのか等の情報を自動的に積極的に入

手しようとした結果、視覚課題への反応が遅延したと考えられる。

更に「人身事故」や「急病人発生」とは不安・恐怖等の情動を喚起し得る無線連絡であった可能性が高い。情動を喚起する単語等には、健常者であっても注意バイアスが存在するとしている先行研究は数多く存在しており、今回もその注意バイアスが付加されたのかもしれない（Mathews & MacLeod, 1985; Mogg & Marden, 1990）。

一方、通告と無線なしの間に有意差が生じた要因は、上述した理由とは異なるものである。通告とは、様々な無線連絡の中でも重要度が高く、運転業務上必須となる事項を伝達するものである。また、他の無線連絡と大きく異なる点として、運転士が指令員からこの通告を受けた場合、通告受領券と呼ばれる書類にその内容を書き留めなければならない（例外もある）。つまり、他の無線内容よりも運転士への負担の重い情報と言える。基本的には、自分が担当する列車番号以外への通告は無視して運転しても支障はない。しかしながら、自分と同じ路線を走る先行列車への通告は、全く同じ内容で自分自身にも伝達されることが多い。そのため、自分自身に伝達された事態を想定し、無線対応による負荷を少しでも減らすため、自分に対する通告ではなくとも、経験上、通告に関する無線には積極的な情報処理を行う傾向にあるのかもしれない。そのため、結果的に反応すべき視覚的注視対象への反応が遅延したと考えられる。

●視聴覚ターゲット間のISI（反応時間）●

視覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内3要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間のISIの主効果が生じた。多重比較の結果、100msと450ms以降のすべてのISIの間に有意差、450msと800ms、1500ms間に有意差が生じた。（Bonferroni法による多重比較 $p<.05$）。視聴覚間ターゲット間のISIの違いによる平均反応時間をFigure 4-4に示した。

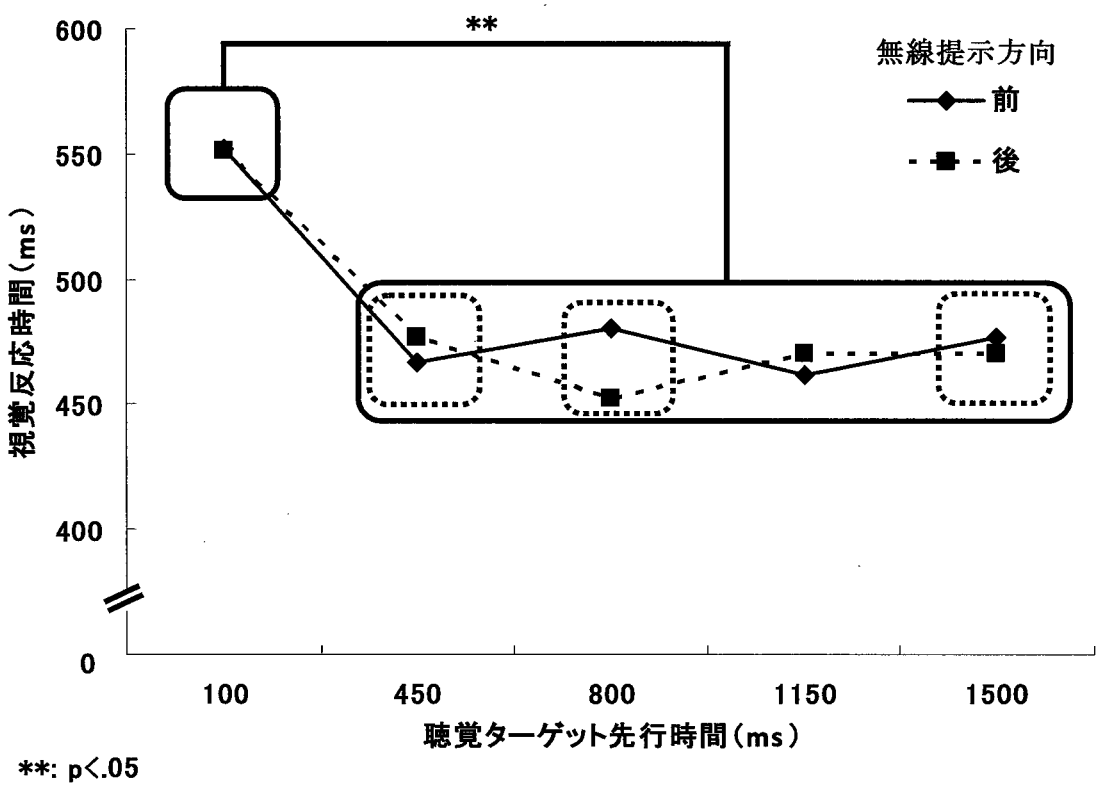

Figure 4-4 視聴覚ターゲット間の ISI の違いによる視覚反応時間 (ms)

横軸が、視覚ターゲット"X"よりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は視覚反応時間を示す。また、実線は無線連絡が前方スピーカから提示されていた条件を指し、点線は無線連絡が後方のスピーカから提示された場合を指す。

Figure 4-4 が示すとおり、聴覚ターゲットが提示された 100ms 後、視覚ターゲットが提示されると、450ms 以降に提示されるよりも有意に反応が遅延した。この結果は、序論で説明した注意の瞬き現象が今回の実験でも生じたと考えられる。つまり、モダリティ間でも注意の瞬き現象は生じ得る、ということを再認識できた。

ただし、今回の結果が示された要因は、Potter, Chun, Banks & Muckenhoupt (1998) が示唆する通り、視聴覚間で課題切り替えがあったため生じた可能性があり、視聴覚間で同様の課題を行っていたならば、Figure 4-4 のような傾向は示されなかったかもしれない。

●無線連絡の種類と視聴覚ターゲット間の ISI の交互作用（反応時間）●

視覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 3 要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間の ISI と無線連絡の種類の 1 次の交互作用が有意となった。多重比較の結果、100ms の ISI において無線なしと報告依頼間、無線なしと情報連絡間で有意差が見られた一方、1150ms の ISI において無線なしと通告、無線なしと報告依頼の間にも有意差が示された（Bonferroni 法による多重比較 $p<.05$）。Figure 4-5 に、視聴覚ターゲット間の ISI と無線連絡の種類の関係性を示した図を示した。

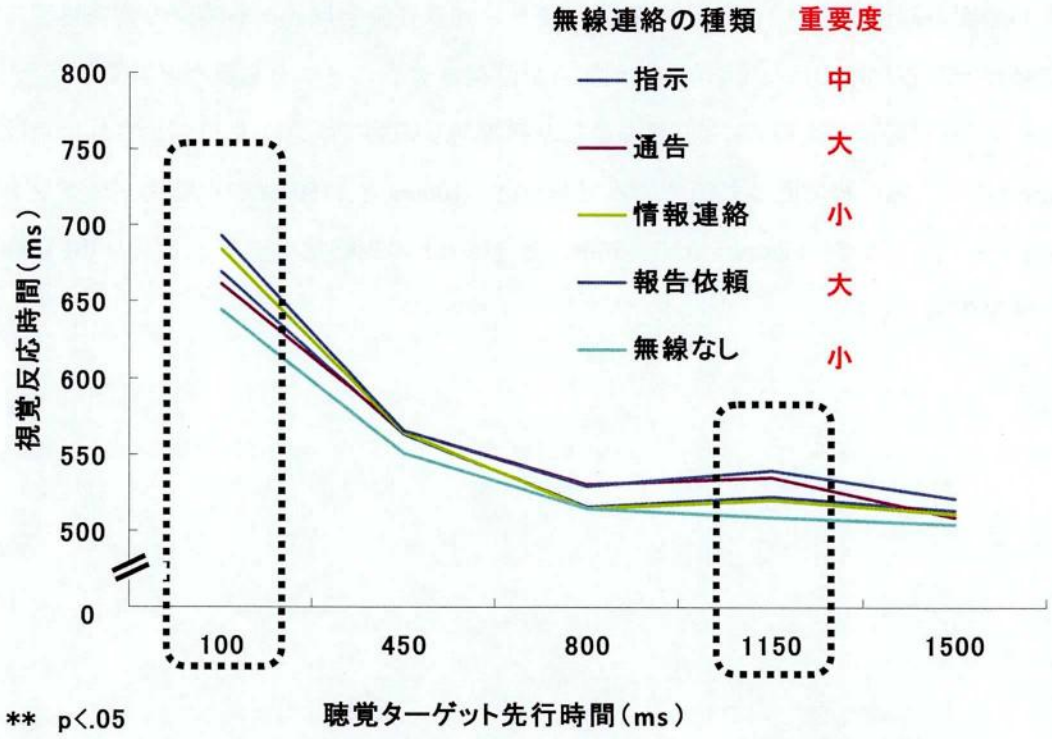

Figure 4-5 視聴覚ターゲット間の ISI と無線連絡の種類の違いによる視覚反応時間（ms）

横軸が視覚ターゲット"X"よりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は視覚反応時間を示す。また、各種の実線は無線連絡の種類別に色分けしたものである。

◆基礎面からの考察◆

Figure 4-5 は、前述した Figure 4-4 を無線連絡の種類別に折れ線グラフを区分したものである。この図から、全体の特徴として、無線なしの折れ線よりも無線あり（指示・通告・情報連絡・報告依頼）の折れ線がより反応が遅延していることがわかる。

前述したとおり、注意の瞬きとは、第一ターゲット（T1）に注意を向け反応した直後は、一時的に第二ターゲット（T2）を認識する能力が低下し、徐々に回復していく現象のことを指す（Stafford & Webb, 2004）。確かに、視聴覚ターゲット間の ISI が延びるに従い、視覚反応時間は飛躍的に短くなっている。ただし、Figure 4-5 は、無線あり（指示・通告・情報連絡・報告依頼）と無線なしでは、その注意の瞬き現象からの回復率に差異があることを示しているのである。

この結果は、実験協力者にとって、無線連絡が常に聴覚的注意を惹かれる刺激であったことを指す。無線連絡に注意資源を削がれた状態に置かれた場合、注意の瞬き現象から回復する速度が遅延するのかもしれない。つまり、注意資源とは、ある事象の情報処理のために必要となるだけではなく、情報処理能力を回復させることにも必要だと言えるだろう。

しかしながら、多重比較の結果、無線なしと無線ありの間で明らかな差が示された点は、Figure 4-5 の点線の枠で囲った箇所のみであった（100ms と 1150ms の視聴覚ターゲット間の ISI のみ）。ここで、Figure 4-6 に、100ms と 1150ms の視聴覚ターゲット間の ISI を抽出した結果を図示した。

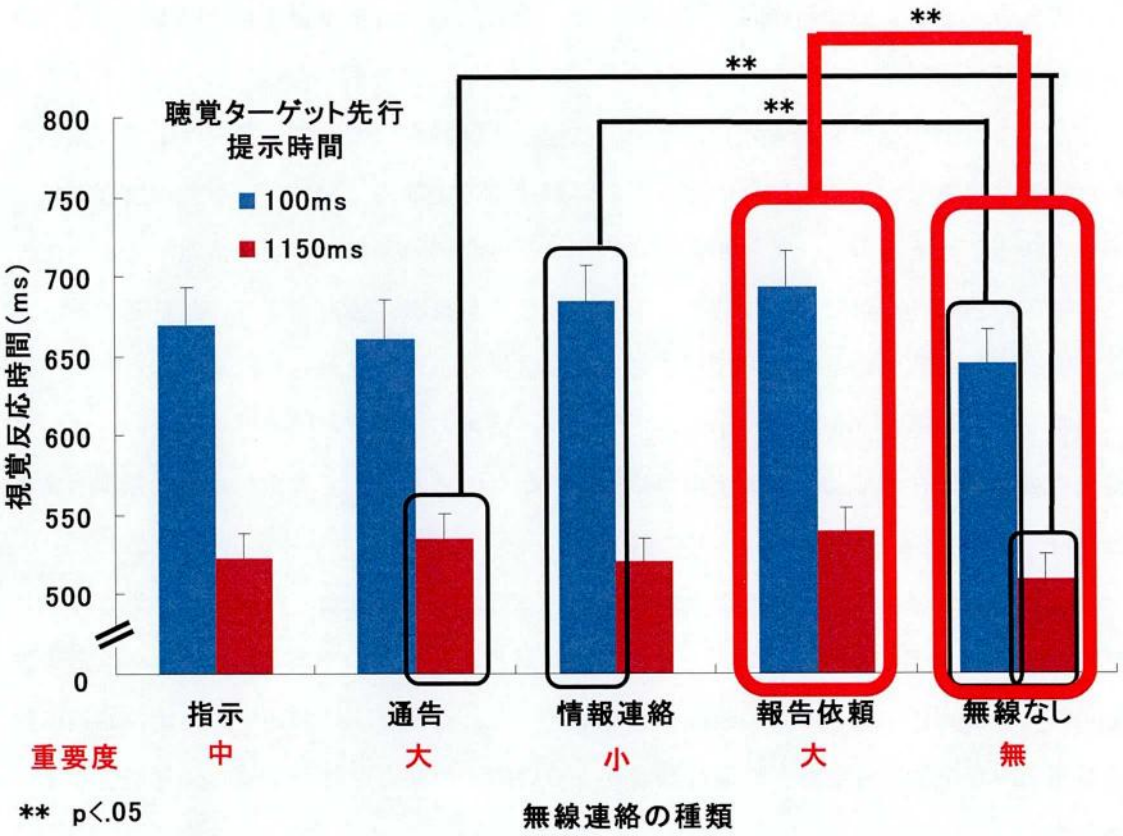

Figure 4-6 100ms と 1150ms の視聴覚ターゲット間の ISI を抜粋した視覚反応時間（ms）

横軸が無線連絡の種類を示し、縦軸は視覚反応時間を示す。また、各種のバーは視聴覚ターゲット間の ISI 別に色分けしたものである。

◆応用面からの考察◆

Figure 4-6 が示すように、100ms の視聴覚ターゲット間の ISI においては、無線なしと報告依頼、無線なしと情報連絡の間に有意差が見られた一方、1150ms の視聴覚ターゲット間の ISI においては、無線なしと通告、無線なしと報告依頼の間に有意差が生じた。ただし、通告と報告依頼において、反応がより遅延した理由に関しては、「無線連絡の種類（反応時間）」にて考察を行ったため、ここでは省略する。そのため、次に、100ms の視聴覚ターゲット間の ISI において、無線なしと情報連絡の間に有意差が生じた理由について述べる。

無線連絡の分類時、情報連絡の無線情報は、運転士経験者にとって情報重要度が低いものとして設定していた。その趣旨としては、各種の現場面接等の結果から、「運転士が重要だと解釈する無線連絡は、安全かつ正確な列車運行に必要な情報である」と考えたことが原因である。この考えに従えば、情報連絡の内容とは「列車を取り巻く状況を伝達するこ

と」であり、運行に関わる内容ではなかった。そのため、情報重要度が低いものとして設定したのである。

ただし、今回の結果を踏まえ、情報連絡は運転士経験者にとって、結局は重要な情報だったと安易に考察すべきではないだろう。無線連絡の主効果において、有意な反応遅延を示した報告依頼と通告は、明らかに「安全かつ正確な列車運行に必要な情報」であった。この結果は、無線連絡の分類において、情報の重要度を精緻に設定できていた証拠である。重要度を測り損ねていたのならば、このような結果は示されなかったはずである。

つまり、情報連絡で有意差が示された原因は、情報の重要度とは考えられない。より可能性の高い原因としては、情報連絡が持つその新奇性にあったと考えられる。無線連絡の分類時、鉄道経験者らが各種において比較的連絡頻度の高いシナリオを抽出した。ただし、その頻度には無線連絡の種類によって相違があったのかもしれない。例えば、通告に関していえば、「連絡頻度の高い内容」とは、かなり限定されたものであり、複数人の鉄道経験者間でもその頻度の高さには共通性があった。一方、情報連絡においては、比較的連絡頻度が高い内容を抽出したが、鉄道経験者間でその頻度の高さにはややばらつきが生じていた。

結果、情報連絡に関しては、実験協力者によってあまり聞いたことのない新奇な情報であった可能性がある。新奇性の高いものに注意が惹かれることは多くの先行研究から示されており、今回もその現象が生じたのかもしれない（ノヴェル・ポップアウト：Hawley, Johnston, & Hawley, 1994; Strayer & Johnston, 2000、探索非対称性：Treisman & Souther, 1985）。以上の考察から、情報連絡において、有意な反応遅延が生じたと考えられる。

ただし、Figure 4-6 で最も重要な点は各視聴覚ターゲット間の ISI において、各々有意差が生じた無線連絡が示されたことだけではない。報告依頼の無線連絡に限り、100ms と 1150ms の視聴覚ターゲット間の ISI の双方に渡り、有意な反応の遅延が生じている点も重要であろう。つまり、無線なしにおける認識能力の回復率と比較して、通告と情報連絡の回復率は一時的に遅延するのみであるが、報告依頼に関しては断続的に遅延することを意味している。これは、有意差が見られた無線連絡（通告・報告依頼・情報連絡）の中でも、特に報告依頼において聴覚的注意が惹きつけられることを示唆していると言える。そこで、以下に報告依頼でこのような結果が示された原因について考察する。

無線連絡の分類時、報告依頼の情報重要度は、その内容によって一様ではないと区分していた。これは、報告依頼においては、列車運行を行う上で非常に影響を及ぼす情報があ

る一方、ほぼ影響はないと考えられる情報も多く含んでいたためであった。この区分を踏まえた上で、今回報告依頼にて用いた無線内容は、ある程度重要度が高いと考えられる「人身事故」と「急病人発生」とした。

この2種類の内容は、双方共にある程度正確なダイヤ運行に乱れを来たす可能性が高い情報であった。特に、「人身事故」が発生した場合には、その後、列車の運休や着発線変更等の様々な通告に関する無線連絡が行われることが多い。そのため、通告（・情報連絡）よりも今回用いた報告依頼の内容は、運転士経験者にとって、重要度が高かったと考えられる。

また、「人身事故」や「急病人発生」は、今回用いた通告内容よりも、日常的にやり取りされる頻度は低かった。そのため、新奇性も、少なくとも通告より高いものであったと考えられる。

以上の観点から、報告依頼における回復率の遅延の結果は、情報重要度と新奇性、そして情動喚起性の要因が加算的に影響を及ぼした結果であるとの見解を持っている。

ところで、新奇性が高いと考えられる情報連絡では100msのISIで、一方、重要性が高いと考えられる通告では1150msのISIでそれぞれ有意な遅延反応が示されたことには、何か重要な意味があるのではないだろうか。つまり、その音声情報が持つ質（ここで言うところの重要性、新奇性、情動喚起性等）によって、聴覚的注意が「いつ」、自動的にその情報に惹きつけられるのは異なってくるかもしれない。

今回の結果で言えば、新奇性の高い情報（情報連絡）には、聴覚ターゲットに対して注意を向け、判断し、反応した直後（100ms）に、特に注意を惹きつけられやすい。一方、重要性の高い情報（通告）には、聴覚ターゲットに対して注意を向け、判断し、反応してからしばらく経過した後（1150ms）に、特に注意を惹きつけられやすいと考えられる。結果、新奇性が高く、かつ重要性の高い情報（報告依頼）では、その加算的な影響から、100msと1150msの双方のISIにおいて反応遅延が見られたのである。

当然ながら、以上の考察は単なる仮説であり、この仮説の検証には更なる実験が不可欠ではあるが、基礎面から考慮しても、応用面から考慮しても今回の結果は非常に興味深いと言える。

●視聴覚ターゲット間の ISI(視覚ミス率)●

視覚ミス率を従属変数に取り、実験協力者内 3 要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間の ISI の主効果が有意となった。多重比較の結果、450ms と 1150ms、1500ms の間において有意差が見られた (Bonferroni 法による多重比較 $p<.05$)。Figure 4-7 に視聴覚ターゲット間の ISI によるミス率の推移を図示した。

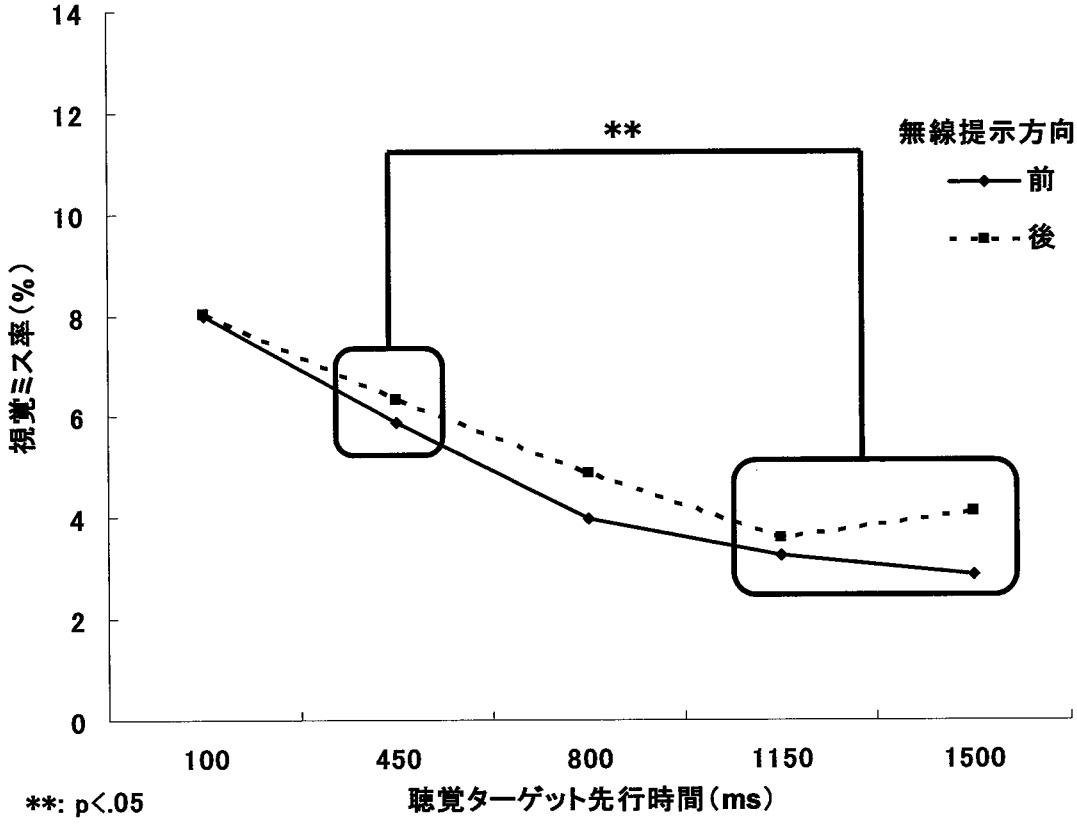

Figure 4-7 視聴覚ターゲット間の ISI の違いによる視覚ミス率 (%)

横軸が、視覚ターゲット"X"よりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は視覚ターゲットを見逃した確率を示す。また、実線は無線連絡が前方スピーカから提示されていた条件を指し、点線は無線連絡が後方のスピーカから提示された場合を指す。

Figure 4-7 が示すとおり、視聴覚ターゲット間の ISI が長くなるにつれ、視覚ミス率が減少していく結果が示された。この結果も、反応時間の結果と同様、典型的な注意の瞬き現象の傾向を呈したと言える。ただし、多重比較の結果としては、100ms と 450ms 以降の視聴覚ターゲット間の ISI の間には有意差が全く示されず、450ms と 1150ms、1500ms 間での

み示された。

これは、個人差によって 100ms のエラー率の標準偏差が 450ms 以降のそれよりも大きかったことが原因であろう（100ms : 11.73、450ms : 7.16、800ms : 5.94、1150ms : 4.77、1500ms : 5.39）。注意の瞬き現象は健常成人を実験協力者とした場合でも個人間で相違があることは先行研究でも報告されている（河原, 2003）。そのため、今回の結果において特筆すべき現象とは言えないだろう。

4-3-2 聴覚高低判断課題（聴覚 RT/聴覚エラー率/聴覚ミス率）

本実験における聴覚高低判断課題の従属変数は、高音・低音に対する弁別反応時間と、エラー率、ミス率であった。反応時間に関しては、300ms 以下の反応に関しては焦燥反応とみなし除外した。また、ここでの「エラー」とは、高音を低音と間違えて反応した、あるいはその逆を指し、「ミス」とは、高音・低音に関わらず音源に対して反応しなかったことを指した。

まず、反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 3 要因分散分析（視聴覚ターゲット間の ISI（100 / 450 / 800 / 1150 / 1500ms の 5 水準），無線連絡の提示位置（前 / 後の 2 水準），無線連絡の種類（指示 / 通告 / 報告依頼 / 情報連絡 / 無線なしの 5 水準））を行った結果、視聴覚ターゲット間の ISI の主効果と無線連絡の種類の主効果が有意となった（無線連絡:$F(4,96)=11.765$, $p<.01$, ISI:$F(4,96)=6.933$, $p<.01$）。

次に、聴覚ミス率を従属変数に取り、上述の同様の実験協力者内 3 要因分散分析を行った結果、視聴覚ターゲット間の ISI の主効果が有意となった（$F(4,96)=10.348$, $p<.01$）。

最後に、聴覚エラー率を従属変数に取り、上述の同様の実験協力者内 3 要因分散分析を行った結果、視聴覚ターゲット間の ISI の主効果と無線連絡の種類の主効果が有意となった（無線連絡:$F(4,96)=2.640$, $p<.05$, ISI:$F(4,96)=72.788$, $p<.01$）。

今回、聴覚高低判断課題は、Bargh (1982)における追唱課題の代わりとして行ったものであった。つまり、聴覚的注意を強制的に聴覚課題に向けさせ、出来る限り無線連絡へ向けないようにする、いわば基礎的実験の「注意の操作」として設定していたものである。そのため、これから考察する説明は、基礎面からの視点が主となっている。以下、視覚課題と同様に有意差が示された結果に関して図示、説明を行った。

●無線連絡の種類(反応時間)●

聴覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 3 要因分散分析を行ったところ、無線連絡の種類の主効果が生じた。多重比較の結果、各々無線なしと通告、無線なしと情報連絡、無線なしと報告依頼間で有意差が生じた（Bonferroni 法による多重比較 $p<.05$）。無線連絡の種類別による平均反応時間を Figure 4-8 に示した。

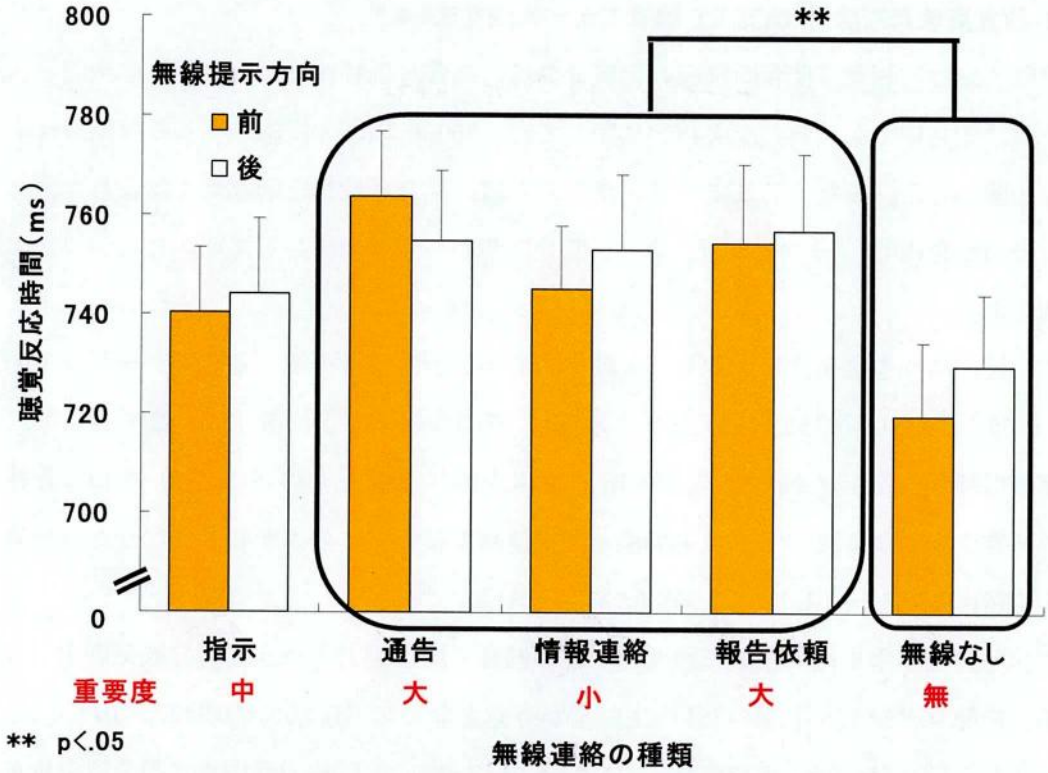

Figure 4-8 無線連絡の違いによる聴覚反応時間（ms）

横軸が無線連絡の種類、縦軸は聴覚反応時間を示す。また、各々の左側のバーは無線連絡が前方のスピーカから提示された場合、右側のバーは後方のスピーカから提示された場合を示す。一方、無線なし条件における左側のバーは、聴覚課題のみが後ろから提示された場合、右側のバーは聴覚課題のみが前方スピーカから提示された場合を指す。

聴覚反応時間の結果も、視覚反応時間と同様に無線連絡に影響を受ける結果となった。その証拠として、無線なしと比較したとき、通告・情報連絡・報告依頼において有意に反応が遅延する結果が示された一方、指示では有意差が示されなかった。

つまり、今までの考察通り、実験協力者は無視すべき無線連絡であっても自動的に聴覚的注意が惹きつけられた結果、視覚課題や聴覚高低判断課題に対する注意配分が小さくなり、反応が遅延したと考えられる。

また、今回、有意差が生じた各種無線連絡（通告・情報連絡・報告依頼）は、前述の視覚反応時間でも、類似した結果を示していた。これは、無線連絡が、視覚課題のみならず聴覚高低判断課題にも影響を及ぼすことを示唆している。

●視聴覚ターゲット間のISI（聴覚反応時間）●

聴覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内3要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間のISIの主効果が生じた。多重比較の結果、100msと450ms、450msと1150ms、1500msの間において有意差が見られた（Bonferroni法による多重比較 $p<.05$）。Figure 4-9に、視聴覚ターゲット間のISIによる反応時間の推移を図示した。

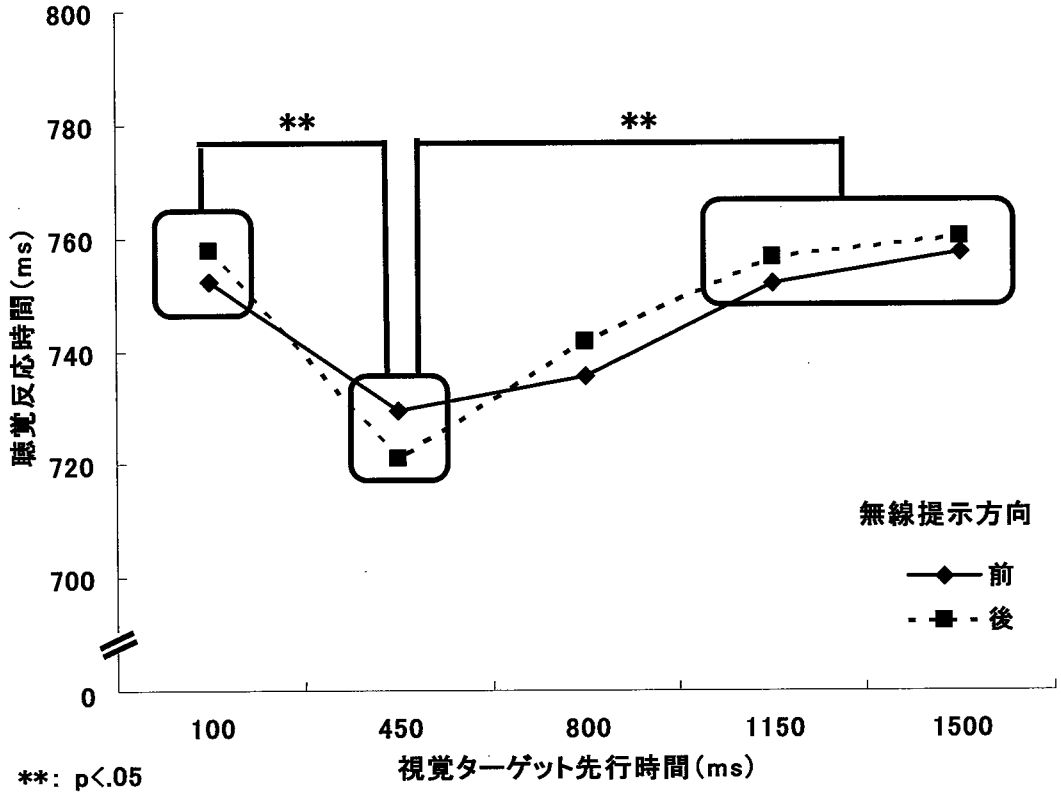

Figure 4-9 視聴覚ターゲット間の ISI の違いによる聴覚反応時間（ms）

横軸が、視覚ターゲット"X"が聴覚ターゲットよりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は聴覚反応時間を示す。また、実線は無線連絡が前方スピーカから提示されていた条件を指し、点線は無線連絡が後方のスピーカから提示された場合を指す。

Figure 4-9 の結果は、本実験において視聴覚間の注意の瞬き現象が生じていると仮定すると、珍しい結果のように思われる。一般的な注意の瞬き現象の結果では、測度が反応時間の場合、第一ターゲット（T1）提示直後に第二ターゲット（T2）が提示されたとき、時間が長くなるはずである（Zubic, Visser, & DiLollo, 2000）。

しかしながら、今回の結果は、むしろ T1 を提示して 450ms 後、反応時間がより短くなった。そのため、1 つの仮説としては、今回の一連の結果は、注意の瞬き現象で生じているのではない、とも考察できる。ただし、聴覚反応時間のみでこのような仮説を安易に支持すべきではないだろう。そのため、この疑問点に関しては、後に示す視聴覚間ターゲット間の ISI の主効果に関して論じた聴覚エラー率、聴覚ミス率の箇所において再度考察を行うこととする。

●無線連絡の種類(聴覚エラー率)●

聴覚エラー率を従属変数に取り、実験協力者内 3 要因分散分析を行ったところ、無線連絡の種類の主効果が有意となった。多重比較の結果、無線なしと報告依頼の間に有意差が見られた（Bonferroni 法による多重比較 $p<.05$）。Figure 4-10 に無線連絡の種類の違いによる聴覚エラー率の高低を図示した。

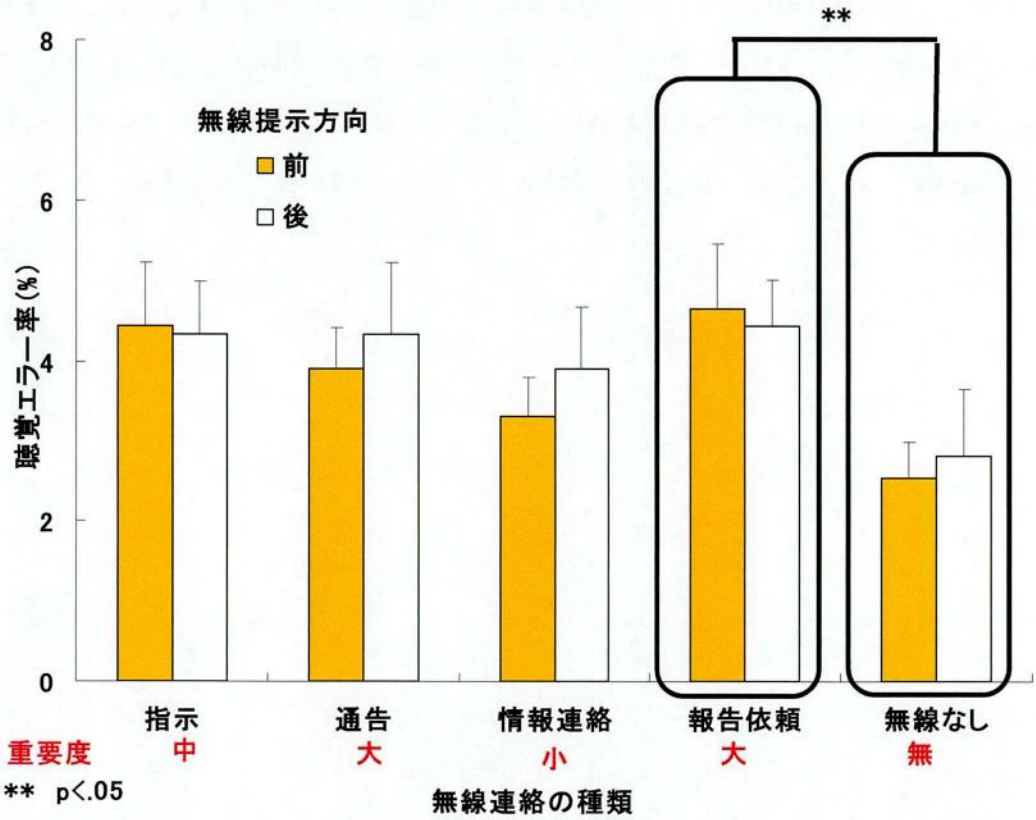

Figure 4-10 無線連絡の違いによる聴覚エラー率(%)

横軸が無線連絡の種類、縦軸は聴覚エラー率を示す。また、各々の左側のバーは無線連絡が前方のスピーカから提示された場合、右側のバーは後方のスピーカから提示された場合を示す。一方、無線なし条件における左側のバーは、聴覚課題のみが後ろから提示された場合、右側のバーは聴覚課題のみが前方スピーカから提示された場合を指す。

無線なしと比較して、報告依頼においてより高いエラー率が示された。この傾向は、視覚や聴覚の反応時間でも見られたが、今回は聴覚エラー率でも見られた。この結果により、

報告依頼に関する無線連絡が提示された場合、視覚作業や聴覚作業に対する反応の遅れのみならず、単純な聴覚作業に対する間違いが発生する可能性がより高くなることを示唆している（ただし、反応時間の遅れのみでも、応用場面においては作業の間違いが生じる可能性はある）。

●視聴覚ターゲット間の ISI（聴覚エラー率）●

聴覚エラー率を従属変数に取り、実験協力者内 3 要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間の ISI の主効果が有意となった。多重比較の結果、100ms と 450ms 以降の全ての ISI、450ms と 800ms 以降の全ての ISI の間において有意差が見られた（Bonferroni 法による多重比較 $p<.05$）。Figure 4-11 に、視聴覚ターゲット間の ISI による聴覚エラー率の推移を図示した。

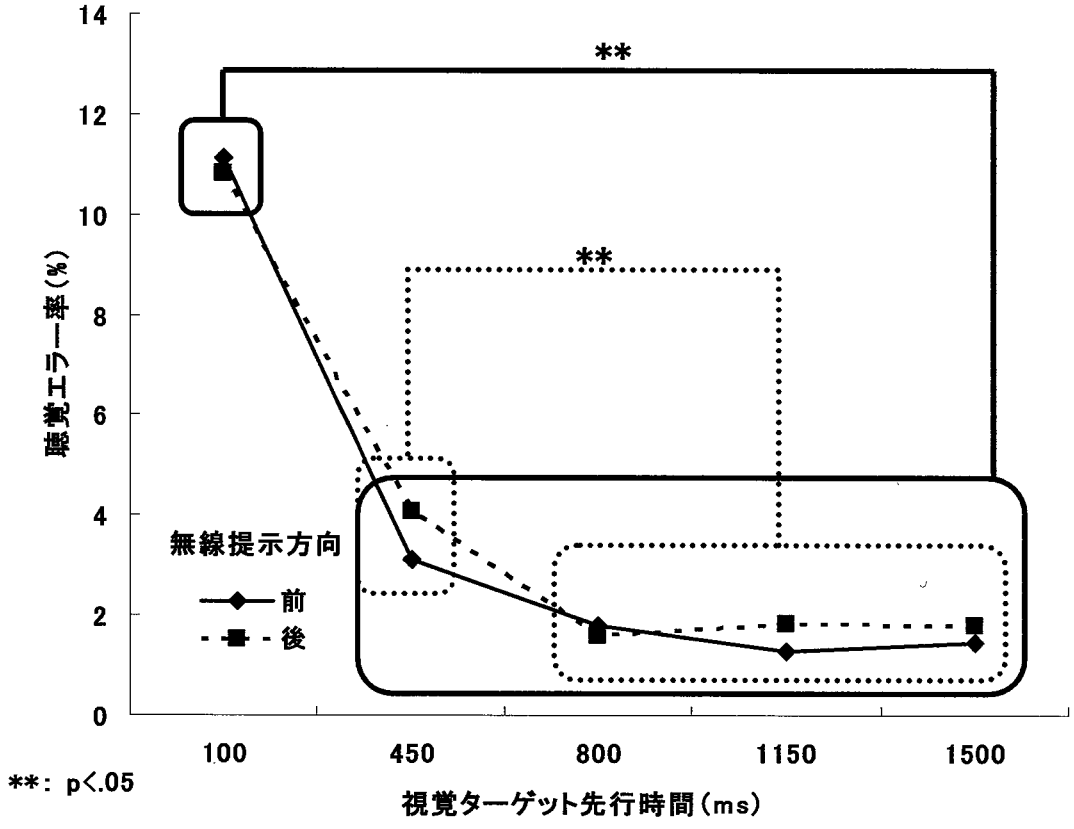

Figure 4-11 視聴覚ターゲット間の ISI の違いによる聴覚エラー率（%）

横軸が、視覚ターゲット"X"よりも聴覚ターゲットがどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は高音を低音と知覚した、あるいは低音を高音と知覚した聴覚エラー率を示す。また、実線は無線連絡が前方スピーカから提示されていた条件を指し、点線は無線連絡が後方スピーカから提示された場合を指す。

Figure 4-11 が示すとおり、100ms、450ms におえる視聴覚ターゲット間の ISI にて、800ms 以降の ISI よりも有意に高いエラー率が示された。このようなグラフの傾向は典型的な注意の瞬き現象である。視覚課題においても、注意の瞬き現象に類似した結果が得られているため、前述した仮説（今回の結果は、注意の瞬き現象を反映した結果ではない）の可能性は低いと思われる。

しかしながら、反応時間を測度とした先行研究は意外に少なく、また、反応時間に加え、エラー率、ミス率の 3 種類を同時に測定しているモダリティ間の注意の瞬き研究は存在しない。反応時間とミス率の双方を比較検討した Zubic ら（2000）の研究でさえ、T1 と T2 間の ISI が長くなると共に反応は速くなり、ミス率は低くなるという、全体的なパフォーマンスの回復が見られた。

このような複雑な結果が見られたのは、視覚・聴覚課題共に基礎的な課題を遂行させながら、応用的な刺激である無線連絡を用いたことが原因であろう。つまり、基礎的実験で見られる典型的な注意の瞬き現象は、ごく統制された要因に限り、実験室実験を行っている。一方で今回の実験では、基礎的な課題を行いながらも、不安定な刺激を用いたため、予期しなかった要因以外のアーティファクトが生じた可能性がある。そのアーティファクトとなる要因は、以下に述べるだけでも3点が挙げられる。

① （未だ研究が浅い）モダリティ間の注意の瞬き現象によるアーティファクト
② 無線連絡を用いたことによるアーティファクト
③ 各試行間のブランクが一切ないことによるアーティファクト

これらの要因が相互作用し、今回のような結果が生じたのかもしれない。

ただし、今回の結果から、少なくとも注意の瞬き現象に関しては、1種類だけの測度から検討すべきものではなく、複数の測度をデータとして取る必要があることがわかった。このように複数のデータを比較することで、多角的な視点からの考察が可能になり、基礎的な注意研究において更なる発展が見込める可能性があるだろう。

●視聴覚ターゲット間のISI（聴覚ミス率）●

聴覚ミス率を従属変数に取り、実験協力者内3要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間のISIの主効果が有意となった。多重比較の結果、1500msと100msから1150msまでのISIの間に有意差が見られた（Bonferroni法による多重比較 $p<.05$）。Figure 4-12に、視聴覚ターゲット間のISIによる聴覚ミス率の推移を図示した。

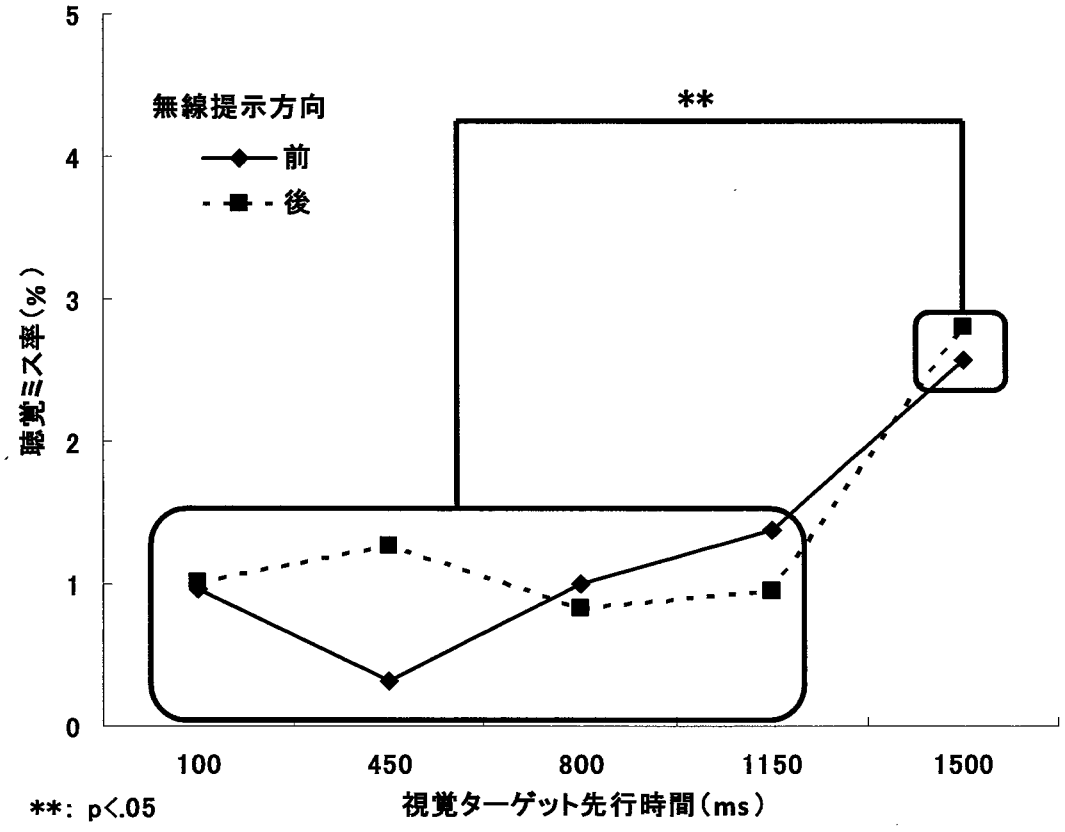

Figure 4-12 視聴覚ターゲット間の ISI の違いによる聴覚ミス率（%）

横軸が、視覚ターゲット"X"が聴覚ターゲットよりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は高音・低音に関わらず音源に対して反応しなかった聴覚ミス率を示す。また、実線は無線連絡が前方スピーカから提示されていた条件を指し、点線は無線連絡が後方のスピーカから提示された場合を指す。

今回の聴覚ミス率の結果は、聴覚反応時間の結果と同様に、注意の瞬き現象が本実験で生じたと仮定すると特異な傾向だと言えるかもしれない。一般的に、注意の瞬き現象によるパフォーマンス低下は、500-600ms 後には回復すると言われており（河原, 2003）、今回のような 1500ms 以上で正答率が低下するような例は今までにない。ただし、聴覚エラー率では、前述したように典型的な注意の瞬き現象が生じていることから、今回の結果はこの現象と全く無関係である、との結論を出すのは間違いであろう。

そのため、今回の聴覚課題に関する一連の結果から、次に示す 3 点の可能性が考えられる。

① 注意の瞬き現象は 500ms-600ms で終了する現象ではない

② 注意が自動的に無線連絡に惹きつけられた結果である

③ その他の複数の要因が複雑に絡み合った多面的現象である

この 3 点に関して、各々簡潔に説明を行うこととする。

まず、①に関しては、最も容易に想像し得る考察と言える。典型的な注意の瞬き現象は確かに、500-600ms 程度であると言われている。ただし、その現象が生じる時間の長短は、様々な要因により変化すると言われている（例えば、T1 と T2 間の課題切り替えや、逆行マスキング、妨害刺激の影響等（Di Lollo, Kawahara, Zuvic, & Visser, 2001; Giesbrecht & Di Lollo, 1998; Shapiro, Raymond, & Arnell, 1994））。今回の実験計画でも、注意の瞬き現象が生じる時間を延長する要因が複数含まれていた可能性がある。そのため、今回のように、1000ms を超えても視覚刺激に対して注意資源を奪取された状態となってしまったのかもしれない。

次に、②に関しては、基礎的実験では積極的に用いるべきではない、不安定な聴覚刺激（無線連絡は細やかな音量の調節が出来ず、また時間ごとに周波数帯のばらつきもある。更には実験結果にも表れているように、内容の質（重要性や情動喚起性）も統制しにくい）を用いていたことが要因だと考える。本来、注意の瞬き現象自体について研究を行う際、この現象に関する刺激以外は用いるべきではない。しかしながら、今回の研究の主目的は注意の瞬き現象を見ることではなく、無視すべき無線連絡にどの程度注意が惹かれる可能性があるのかを測ることであった。その結果として、一般的な注意の瞬き現象では生じることのない、「無関係な刺激に対する注意の逸脱」が生じ、今回の結果が得られた可能性があるだろう。

最後に③に関しては、聴覚エラー率でも述べたように多数の要因が考えられるだろう。そのため、予期しないアーティファクトが生じ、今回の結果を導いたのかもしれない。

また、結果の着眼点にも問題があるかもしれない。今回示された聴覚ミス率の結果のみを見た場合、注意の瞬き現象が生じたようには全く見えない。ただし、最もミス率が高い 1500ms の ISI の際でさえ、そのミス率は 3%前後である。更に、聴覚エラー率と聴覚ミス率とを併せて検討すると、むしろ典型的な注意の瞬きが生じている可能性がある。

つまり、聴覚ミス率の結果において、そのミス率が比較的小さい、100-1150ms の ISI においては、エラー率がかなり高いために、ミスを起こしようがない。そのため、一見した

とき、短いISIでむしろ上手く注意が向けられているような結果となったのかもしれない。このような、「刺激に気付いたが、反応が間違っていた」と「刺激に気付かず、反応できなかった」との違いに関しては基礎的研究においてより詳細に分析する必要があるだろう。

以上に示した要因は、どれも可能性としてはあり得るものである。ただし、本実験のパラダイムとしては、基礎的実験に応用的な刺激を適用したものであるため、やむを得ない要因が挿入され、決定的な説明をすることは困難である。

4-3-3 聴覚記憶課題(誤差数)

本実験における聴覚記憶課題の従属変数とは、実験協力者の回答数から正答数を引いた結果を絶対値として算出したものを誤差数として表したものであった(「回答数」－「正答数」＝「誤差数(絶対値)」)。

上述の計算から算出した誤差数を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析(無線連絡の提示位置(前 / 後の 2 水準)、無線連絡の種類(指示 / 通告 / 報告依頼 / 情報連絡 / 無線なしの 5 水準))を行った結果、すべての主効果、交互作用に有意差は示されなかった。Figure 4-13 にて図示、説明を行った。

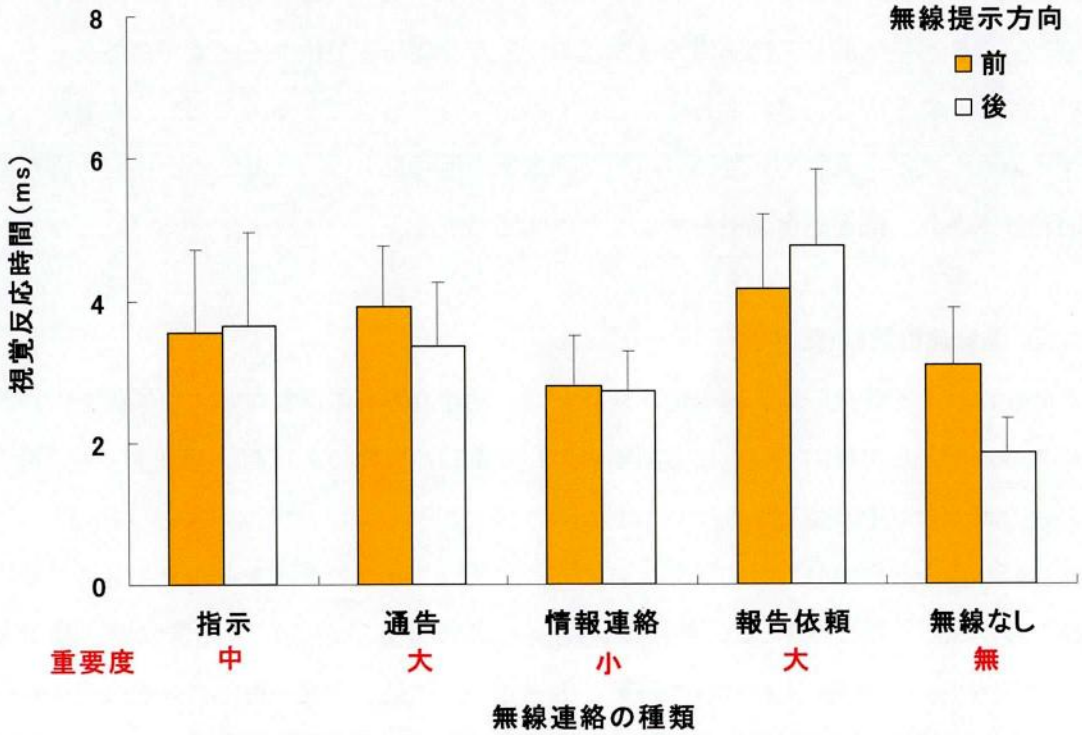

Figure 4-13 無線連絡の種類別による聴覚記憶誤差数

横軸が無線連絡の種類、縦軸は聴覚記憶課題誤差数を示す。また、各々の左側のバーは無線連絡が前方のスピーカから提示された場合、右側のバーは後方のスピーカから提示された場合を示す。一方、無線なし条件における左側のバーは、聴覚課題のみが後ろから提示された場合、右側のバーは聴覚課題のみが前方スピーカから提示された場合を指す。

分析の結果、無線連絡の種類の主効果、交互作用がないことが示された。しかしながら、Figure 4-13 が示すとおり、無線なしと比較して、報告依頼の誤差数は大きい傾向がある。この結果は、統計的な有意差は示されなかったとは言え、今までの報告依頼提示条件下における様々なパフォーマンス低下と同様の結果を示したと言える（無線連絡：$F(4,100)=1.679$, $p=.161$）。つまり、本実験では、無視すべき無線連絡がすべての課題（視覚課題・聴覚高低判断課題・聴覚記憶課題）に影響を及ぼしていたとある程度は言うことができるだろう。

4-3-4 再認課題(再認数・再認率)

本実験における再認課題の是非を無線連絡のシナリオ内容別(着発線変更(通告) / 速度規制(通告) / 出発指示待ち(指示) / 自区当直連絡(指示) / 人身事故(報告依頼) / 急病人発生(報告依頼) / 新快速接続(情報連絡) / 機外停車(情報連絡)の 8 水準)に分け、コクランの Q 検定を行った。その結果、駅名と内容において有意差が認められた(駅名:$Q(7)=15.636, p<.05$、内容:$Q(7)=32.762, p<.01$)。

また、提示した無線連絡が前方から提示された場合と、後方から提示された場合で再認率が異なるかを検討するため、実験協力者内 1 要因分散分析を行った(無線連絡の提示位置:前 / 後の 2 水準)。その結果、駅名に関する再認率において、有意差が示された一方、人名と内容においては非有意であった(駅名:$F(1,25)=4.879, p<.05$)。以下に、有意差が示された結果について説明を行った。

●再認比率(駅名)●

本実験における再認課題の是非を無線連絡のシナリオ内容別に分け、コクランの Q 検定を行った。その結果、駅名において有意差が認められた。多重比較を行ったところ、人身事故が着発線変更・速度規制・出発指示待ち・新快速接続・機外停車よりも有意に再認比率が高く($p<.05$)、また人身事故と自区当直連絡の間にも傾向差が見られた($p<.10$)。無線内容別の再認比率を Figure 4-14 に図示した。

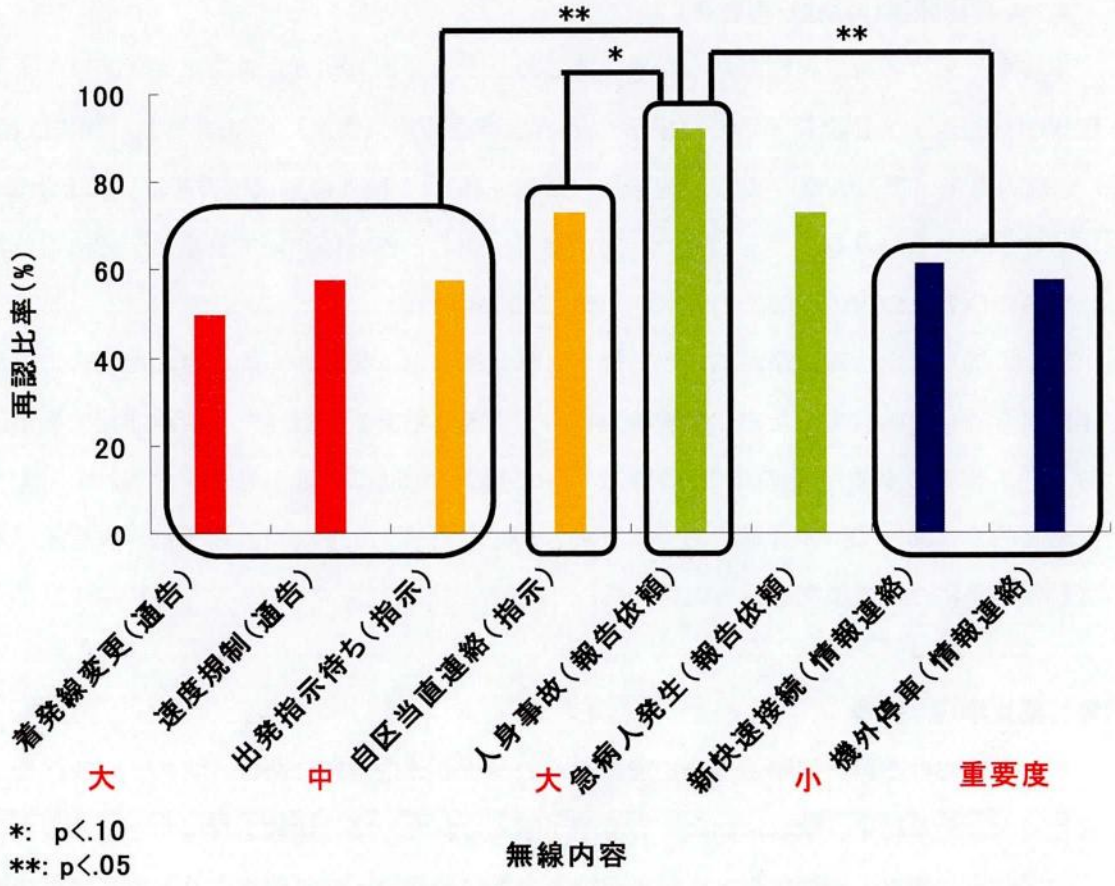

Figure 4-14 無線内容別の再認比率（駅名）

横軸が無線連絡の種類、縦軸は駅名に関して再認できた比率を示している。また、無線種類別に、通告は赤、指示は黄、報告依頼は緑、情報連絡は紫で表している。

分析結果から、人身事故が提示された場合、その再認成績が高いことが示された。「報告依頼」に属する人身事故の再認成績が高いという今回の結果は、視覚課題や聴覚課題に対するパフォーマンスへの影響を考慮すれば、妥当だと言えるだろう。それは、前述の文章において、報告依頼には反応を遅延させる影響があると、何度も説明してきたからである。ここでは、聴覚的注意が無線連絡に惹きつけられた結果、再認成績が高くなったことを表していると言えるだろう。

●再認比率(内容)●

本実験における再認課題の是非を無線連絡のシナリオ内容別に分け、コクランの Q 検定を行った。その結果、内容において有意差が認められた。多重比較を行ったところ、人身

事故が着発線変更・速度規制・出発指示待ち・急病人発生・新快速接続・機外停車よりも有意に再認比率が高くなった（p<.05）。また、自区当直連絡が着発線変更・速度規制・急病人発生・新快速接続・機外停車よりも有意に再認比率が高くなった（p<.05）。更に、自区当直連絡と出発指示待ちの間にも傾向差が見られた(p<.10)。無線内容別の再認比率を Figure 4-15 に図示した。

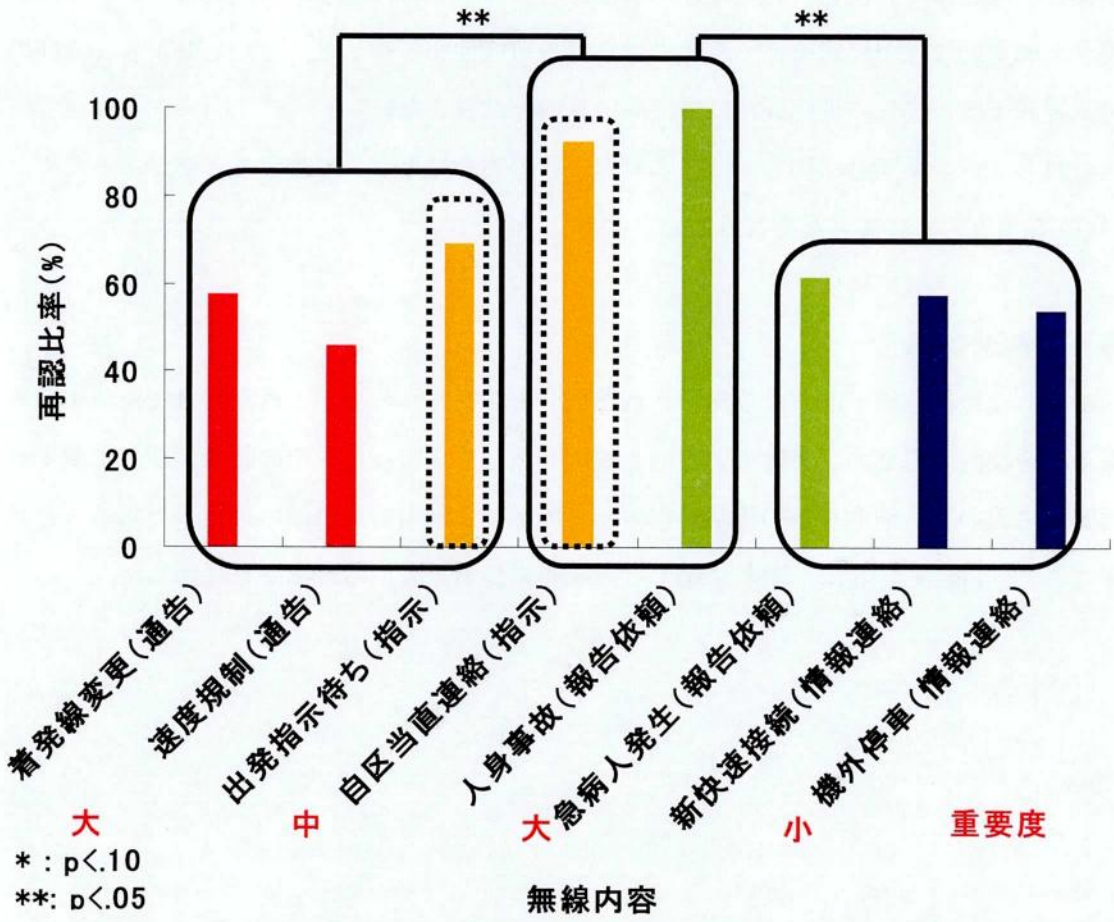

Figure 4-15 無線内容別の再認比率（内容）

横軸が無線連絡の種類、縦軸は内容に関して再認できた比率を示している。また、無線種類別に、通告は赤、指示は黄、報告依頼は緑、情報連絡は紫で表している。点線で囲んだバーは傾向差が示された箇所を示している。

分析の結果、駅名の再認比率とほぼ同様の結果となった。つまり、人身事故が提示された場合、再認成績が高くなった。この結果も、前述と同様、無線連絡に対して聴覚的注意

が惹きつけられた結果、再認成績の向上に繋がったと考えられる。

ただし、自区当直連絡に関しても人身事故とほぼ同様の再認成績となっている点は疑問である。自区当直連絡が属する「指示」の無線連絡が提示された際、視覚課題や聴覚課題への影響は示されなかった。それにも関わらず、今回、再認成績が良いのは不可思議であると言えるだろう。

このように考えると、「通告（着発線変更・速度規制）」の再認成績についても不明な点がある。前述にて、視覚・聴覚課題におけるパフォーマンス結果から、通告が提示された場合、聴覚的注意が無線連絡へ惹きつけられる可能性を指摘した。しかしながら、今回の再認課題では、通告の再認成績は特に高いものとは言えない。

これら2点の疑問点に関しては、本研究全体の実験結果から議論する必要があるため、「4-3-7 まとめ」にて考察を行うこととする。

●再認率（前後）●

提示した無線連絡が前方から提示された場合と、後方から提示された場合で再認率が異なるかを検討するため、実験協力者内1要因分散分析を行った。その結果、駅名に関する再認率において、前方からの提示が後方からの提示よりも有意に高い再認率であることが示された。Figure 4-16 に、駅名に関する無線連絡提示位置別の再認率を図示した。

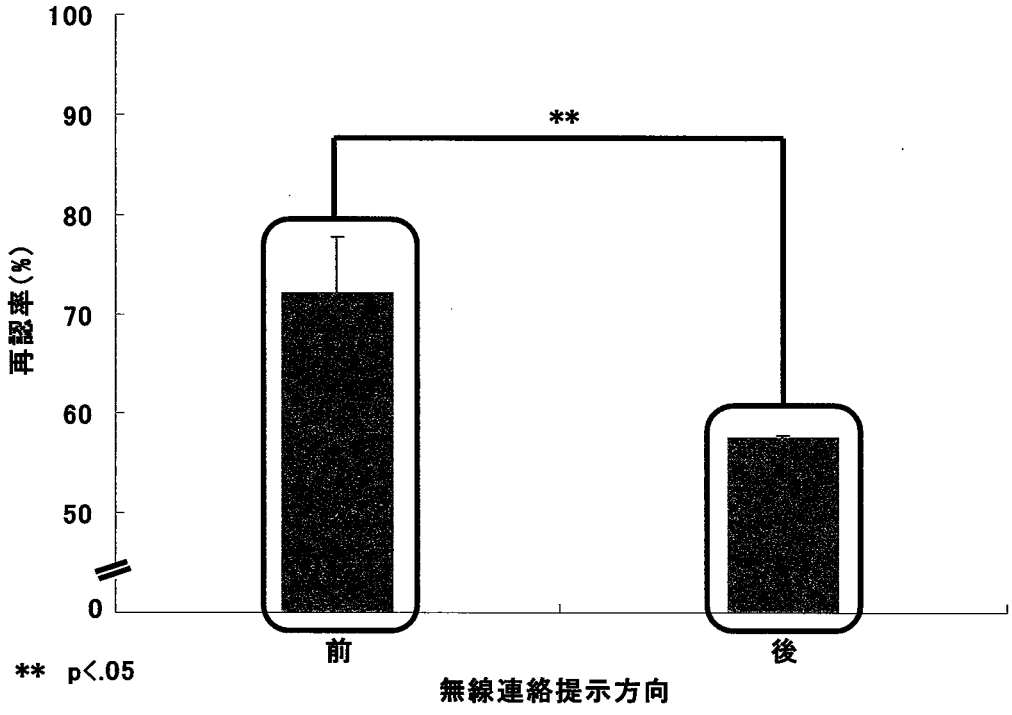

Figure 4-16 無線連絡提示方向別の再認率（駅名）

横軸が無線連絡の提示方向、縦軸は再認率を示している。

分析の結果、駅名の再認率に関して、後方から無線連絡を提示した場合よりも、前から提示した場合に有意に高い再認率が示された。この結果は、Spence ら (2003) が示唆した、空間的注意における crossmodal link の存在を裏付けたと言えるだろう。つまり、視覚的注意が前方の視覚課題を行うことによって前方へ向くと同時に、聴覚的注意も前方に向いた結果、前方で無線連絡を提示されたときの再認率がより高くなったのである。

しかしながら、本実験において、統計的な差が示されたのは、今回の再認率のみである。これは、聴覚課題に空間定位課題を用いなかった要因が大きいと考えられる。

4-3-5 日常的注意経験質問紙と実験室実験パフォーマンスとの相関

実験協力者に回答させた日常的注意経験質問紙において、「注意集中能力」「認知制御能力」「ながら作業志向性」「注意転導傾向」の 4 つの注意因子に負荷する項目の合計点を各尺度に含まれる項目数で割り、尺度得点とした。各尺度の平均と標準偏差について Table 4-3

に示した。

Table 4-3 各尺度得点の平均値と標準偏差

尺度	平均	標準偏差
注意集中	3.23	0.50
認知制御	2.69	0.58
ながら作業	2.28	0.65
注意転導	3.1	0.65

各注意因子における尺度得点と実験室実験の各パフォーマンス（平均視覚反応時間・平均視覚ミス率・平均聴覚反応時間・平均聴覚エラー率・平均聴覚ミス率・平均再認率・平均記憶誤差数）間の相関を検討した。その結果、注意集中能力と平均聴覚反応時間の間に有意な負の相関が見られた（r=-.406）。この結果から、いわゆる「集中力が高い（あるいは低い）」と自己評価している実験協力者は、実際に聴覚高低判断課題に対する反応時間が短い（あるいは長い）ことが示された。ただし、今回は、実験協力者の人数の関係で、相関分析における検出力が弱く、その他の実験室実験のパフォーマンスに対しても、各注意因子が影響を及ぼしている可能性はあるだろう。

4-3-6 紙筆テスト（視覚・聴覚テスト）と実験室実験パフォーマンスとの相関

紙筆テストの各パフォーマンス（視覚：平均所要時間・平均正答率・平均的中率・総 false positive 数・総 false negative 数；聴覚：平均正答率・平均的中率・総 false positive 数・総 false negative 数）と実験室実験の各パフォーマンス（平均視覚反応時間・平均視覚ミス率・平均聴覚反応時間・平均聴覚エラー率・平均聴覚ミス率・平均再認率・平均記憶誤差数）間の相関を検討した。その結果、視覚テストにおいては、平均所要時間と視覚反応時間に正の相関（r=.408）、平均所要時間と平均再認率の間に負の相関が見られた（r=-.462）。一方、聴覚テストにおいては、平均正答率と平均記憶誤差数の間に負の相関（r=-.557）、総 false negative 数と平均視覚ミス率の間に正の相関（r=.440）、総 false negative 数と平均聴覚エラー率の間に正の相関が見られた（r=.452）。Figure 4-17 に、実験室実験パフォーマンスと紙筆テスト、日常的注意経験質問紙との相関を図示した。

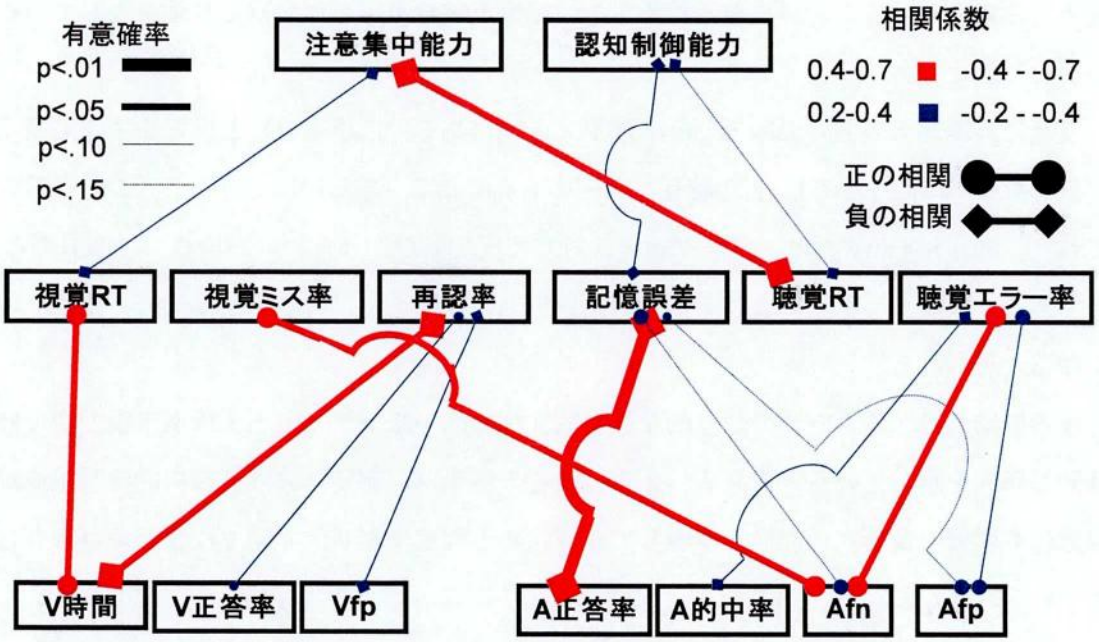

Figure 4-17 実験室実験パフォーマンスと質問紙・紙筆テストとの相関

相関が正の場合、線同士の始点が●で結ばれ、負の場合、◆で結ばれている。また中程度の相関の場合には赤色、弱い相関がある場合には青色で表している。更に、有意確率が高いほど、太線で示してある。上段に、日常的注意経験質問紙において有意差が生じた因子を、中段に実験室実験パフォーマンスにおいて有意差が生じた従属変数を、下段に紙筆テストにおいて有意差が生じた結果を示している。

（V=視覚テスト、A=聴覚テスト、fp=false positive、fn=false negative）(false positive とは、ターゲット以外の刺激に反応したエラー数、false negative とはターゲットに反応しなかったミス数を表している)

分析の結果から、まず、視覚テストの所要時間が長い（あるいは短い）と実験室における視覚課題への反応も遅延する（あるいは速くなる）が、再認課題の再認率は高くなる（低くなる）ことが示唆された。前者に関しては、個人内での視覚刺激に対する反応の速さが、視覚テストと実験室実験の間でほぼ同じ傾向を示していると言える。後者に関しては、視覚に対する注意資源の配分が小さい傾向にあると、その一方で無線連絡に対する注意資源の配分が大きくなり、その結果が再認率に影響を及ぼした可能性を示している。

次に、聴覚テストの正答率が高い（あるいは低い）と、聴覚記憶誤差数が小さい（あるいは大きい）ことが示唆された。これは、聴覚における選択的注意が優れていると、常に提示され続けている（聴覚刺激としての）無線連絡から、（聴覚課題で用いた）純音を選び

抜き、注意を向けることができるため、その記憶誤差数が小さくなった結果を表しているのかもしれない。

最後に、聴覚テストの false negative 数が大きい（あるいは小さい）と視覚ミス率も高くなり（あるいは低くなる）、また聴覚エラー率も高くなる（あるいは低くなる）ことが示唆された。false negative とは、ターゲットに対して反応しなかった、いわゆる「ミス」のことである。つまり、聴覚における選択的注意が上手く働くと、この false negative 数は小さくなると思われる。

後者の結果は、個人内での聴覚的な選択的注意機能が紙筆テストと実験室実験の間でほぼ同じ傾向を示していると言える。また、前者の結果は、聴覚における選択的注意機能が視覚にも影響を及ぼす可能性を示唆しており、ある程度モダリティ間で注意資源が共有されていることがわかる。

4-3-7 まとめ

本実験の結果は、すべて「無線連絡は無視できない」ことを示唆していた。ここでは、結果を振り返りながら、基礎面と応用面の双方の観点から再度簡潔に考察を行うこととする。

●基礎面からの考察●

本実験を基礎的側面から見た場合の興味深い議論としては、以下のものが挙げられる。

① 無線連絡に対する注意の惹きつけは、無意識に生じたのか？

② 再認率（数）は注意の惹きつけの程度を表しているか？

③ crossmodal link の働きが再認課題でのみ見られたのはなぜか？

まず、①について考察を行う。本実験では、再認課題の再認率が、自己関連情報に関する研究を行った Bargh(1982)や Mathews & MacLeod(1986)よりもかなり高いものであった（先行研究ではほぼチャンスレベルであった）。再認できたということは、意識に上っていた（意識にアクセスしていた）ということである。そのため、「無線連絡に注意が向いていた」状態を意識することが可能であったか否か（あるいは気づいたか否か）という質問であれば、「意識可能であった」ということになるだろう。

ただし、無線連絡に対する注意を制御可能であったか否かという質問であれば、回答は

別になる。意識可能であるからといって、制御可能であるとは限らないためである。以下はその制御の可否について考察する。

本実験では視覚課題と聴覚課題を同時に遂行させる二重課題であった。そのうち、聴覚課題は追唱課題の代替として用いられた課題であったため、聴覚的注意はほぼ持続的に聴覚課題へ向いていたと仮定し得る。また、視覚課題と聴覚課題間のターゲット提示頻度は平均で1.87秒、ターゲットが多いときには1.4秒程度である上、時には視聴覚ターゲット間のISIが100msとなる条件もあり、比較的難易度の高い二重課題だったと考えられる。このような二重課題では、余剰の注意資源はほとんど残っていない可能性が高く、更に「無視してほしい」と教示した刺激（無線連絡）に対して、何らかの課題を行う必要はなかった（再認課題は課題終了後、実験協力者の予期していなかった条件で行った）。

以上の条件を考慮した場合、無線連絡に対して自分から積極的に注意を向けていたと考えるのは非合理的である。結果、無線連絡に対する注意の惹きつけは制御不能であったと考えるのが妥当だと思われる。

以上の考察から、①の疑問に対する回答を仮に述べるならば、「注意が惹きつけられた、という意識はあるが、ただしその注意が制御可能であったとは言い難い（あるいは更なる検討が必要である）」となるだろう。

次に②に関して考察を行う。本実験の再認課題では、「人身事故」「自区当直連絡」に関して有意に再認できた人数が多かった。しかし、この再認課題の結果は、視覚課題の反応時間の結果と合致しないものである。つまり、「無線連絡の内容に注意が惹きつけられたために、視覚課題への注意配分が小さくなった」と仮定するならば、視覚課題の反応時間の結果は、報告依頼と指示において遅延すべきである。それにもかかわらず、視覚課題のパフォーマンスは、報告依頼と「通告」において遅延したのである。

この結果は、今まで説明してきた注意を惹きつける要因と、再認記憶に残る要因（ここでは、再認課題を行うまで記銘しており、想起可能であった記憶を「再認記憶」とする）とは異なるものである可能性を示唆している。

今まで、注意を惹きつける要因として「自己関連性」「重要性」「新奇性」「情動喚起性」の4点を考察してきた（「4-3-1 実験室実験視覚課題」「4-3-2 聴覚選択反応課題」の考察を参照）。これら4点の要因は全て先行研究にて、既に注意を惹きつけられる可能性を指摘されてきたものである。ただし、注意を惹きつけられることと、惹きつけられた事象を記銘し想起することとは別問題として考慮すべきであろう。

しかしながら、一方で、注意と記憶は密接に絡み合っている。注意と記憶は単純に切り離せないものである。再認課題を用いた先行研究でも、注意の研究と同様に、「自己関連性」「重要性」「情動喚起性」に関する刺激は再認されやすい結果を示している(Fisk & Schneider, 1984; Postman, Bruner, & McGinnes, 1946; Postman & Schneider, 1951)。また、このような記憶に関する研究では、注意の働きに関しても考察されるのが常である。

そこで、今回の視覚課題と再認課題の結果を注意と再認記憶の観点から整理してみる。結果、「有意差が示される程度に注意は惹きつけられたが、再認記憶には残らなかったもの(通告)」「有意差が示される程度には注意は惹きつけられなかったが、再認記憶には残ったもの(指示)」「有意差が示される程度に注意が惹きつけられ、かつ再認記憶としても残ったもの(報告依頼)」の 3 点があることがわかる。この 3 点の無線連絡に関して、仮に「自己関連性」「重要性」「新奇性」「情動喚起性」を区分すれば、どの要因が「注意は惹かれやすいが、再認されにくい」「注意は惹かれにくいが、再認されやすい」「注意は惹かれやすく、また再認もされやすい」かという分類ができるかもしれない。

まず、通告に関しては「4-3-1 実験室実験視覚課題」で考察したように、「重要性」の要因が大きいと考えられるだろう。次に、指示に関しては、特に「自区当直連絡」の内容で再認成績が良かったことを考慮すると、「自分自身が連絡する必要性の是非」が気になり、再認記憶として想起されたかもしれない。この仮定で考えれば、「自己関連性」の要因が大きかったと示唆される。最後に、「報告依頼」に関しては同じく「4-3-1 実験室実験視覚課題」「4-3-2 聴覚選択反応課題」で考察したように、「情動喚起性」と「新奇性」の双方の要因が大きかったと考えられる。

以上の考察に関して、Table 4-4 にまとめた。

Table 4-4 注意の惹きつけと再認記憶に対する要因とその起こりやすさ

要因	注意の惹きつけ	再認記憶の記銘	無線連絡の種類
重要性	易	難	通告
自己関連性	難	易	指示
新奇性	易	易	報告依頼
情動喚起性	易	易	報告依頼

ただし、今回用いた無線連絡では、この 4 つの要因がすべて複数含まれているため、今回の結果が普遍的であるとは限らない。特に、「報告依頼」においては、「新奇性」「情動喚起性」(また「重要性」も高い)の双方の要因が大きい可能性があるため、加算的な影響が

生じたと考えられる。更に、今回用いた課題の傾向から、選択的記憶と積極的忘却の働きも含まれている可能性があることを考慮しておくべきである。

以上の考察から、②に関する結論を述べるならば、「注意の惹きつけと再認課題には密接な関係があるが、再認課題の成績が端的に注意の惹きつけの程度を表しているとは言えない」となるだろう。

最後に、③に関して考察を行う。本実験では、crossmodal link の働きによる影響が、統計的な差異としてほとんど表れなかった。これは、研究1と異なり、聴覚刺激を2種類（無線連絡と純音）用いた上で、前後双方から聴覚刺激を提示したことが原因であろう。詳細に関しては、第6章の総合論議にて議論するが、前後から聴覚刺激を提示することで、一方方向のみ（前方のみ、あるいは後方のみ）に対して聴覚的注意を向けることが困難になったと考えられる。

ただし、再認課題において、前方から無線連絡を提示した場合、後方から提示した場合よりも再認率が高くなった事実は興味深い。この結果は、crossmodal link の働きが、視覚作業や聴覚作業に必要な注意のみならず、記憶に対しても影響を与えている証拠であるためである。

では、今回の crossmodal link の働きは、Atkinson & Shiffrin (1968)による記憶の二重貯蔵モデルにおける感覚記憶（sensory memory）、短期記憶（short term memory）、長期記憶（long term memory）の情報処理過程のうち、どこに影響しているのだろうか。それは、実際に彼らのモデルを図示するとわかりやすい。Figure 4-18 に記憶の二重貯蔵モデルを示した。

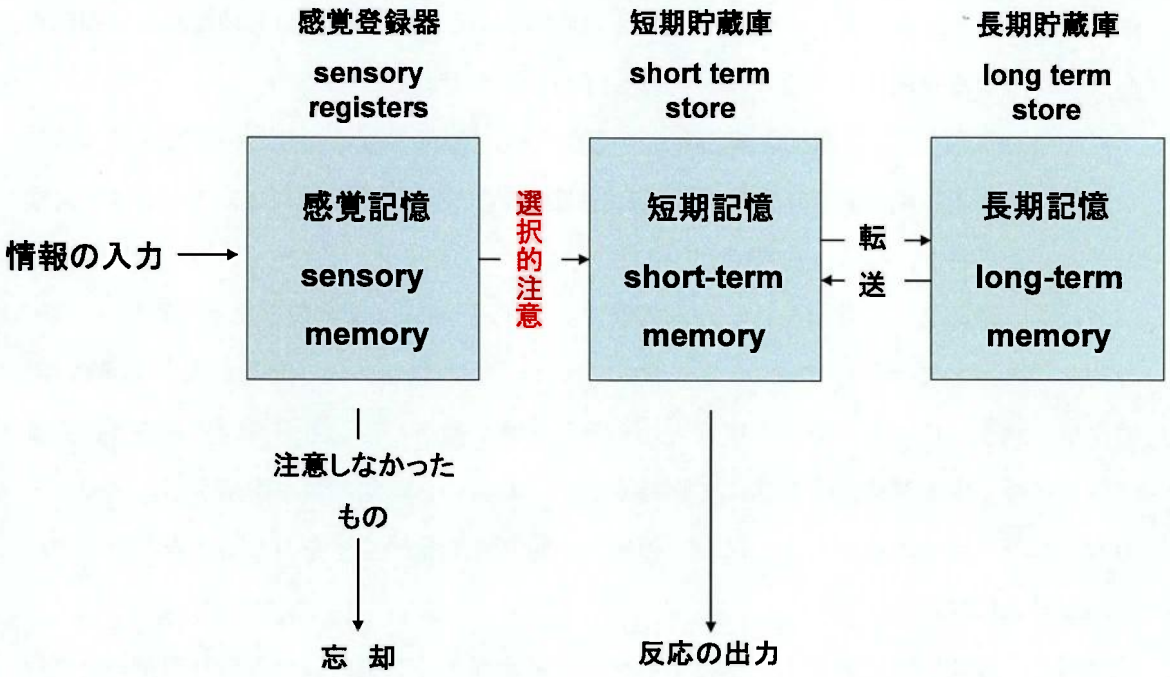

Figure 4-18 二重貯蔵モデル（Atkinson & Shiffrin, 1971）

二重貯蔵モデルによれば、入力された情報は最初に感覚登録器（sensory registers）に入る。つまり、感覚登録器は入力された情報を感覚記憶としてごく短時間保持する働きをするものである。その後、感覚登録器に入力された情報のうち、注意を向けられた情報だけが短期貯蔵庫（short-term store : STS）に入るとされている。ただし、この STS には容量に限界があり、しかもその保持時間は短い。STS 内の情報はリハーサルやコーディング等の記銘処理が行われなければ、15~30 秒程度で消失してしまう。ただし、リハーサル等の記銘処理を行えば、情報を STS に保持し続けることができ、その情報は長期貯蔵庫（long-term memory : LTS）に転送される確率が高くなる。LTS に転送された情報は、長期記憶としてほぼ永久的に保持される。つまり、LTS は容量に限界がなく、一度 LTS に入った情報は忘却されることがないと考えられている（森, 1995）。

crossmodal link とは、ここでは、「視覚的注意が前方へ向くと、聴覚的注意も前方へ向く」ことを指す。この定義の上で crossmodal link の働きが関わっていると考えられる箇所は、感覚登録器から短期貯蔵庫へ移行する段階である。感覚登録器に入力された情報のうち、「注意」を向けた情報のみが短期貯蔵庫に入るため、crossmodal link の働きは、ここに影響したと考えられる。当然ながら短期記憶や長期記憶でも注意は必要となるが、本課題開

始前の教示では、無線連絡に対する記銘や課題を実験協力者に要請しなかったため、実験協力者が積極的にリハーサルやコーディングを行っていたとは考えにくい。

つまり、視覚的注意が前方を向いていたとき、聴覚的注意も自動的に前方を向いていた。その際、無線連絡が前方から提示されていた場合には、聴覚的注意が（前方へ）向いていたことから、感覚記憶から短期記憶へ移行されやすかったと考えられる。

更に、聴覚の感覚記憶であるエコイックメモリー（echoic memory）は、約4秒から5秒程度まで保持可能であるとされている（Darwin, Turvey & Crowder, 1972; Glucksberg & Cowan, 1970）。これは、アイコニックメモリー(iconic memory)の保持時間が約500ms程度であることと比較すると、かなり長時間であることがわかる（Sperling, 1960）。本課題では無線連絡を聴覚刺激として提示したが、この感覚刺激の違いも再認課題に影響を及ぼした可能性がある。

しかし、ここで更に疑問が生じる。再認課題において、聴覚的注意が確かに前方へ向いていた証拠があるのならば、なぜ、視覚課題や聴覚課題のパフォーマンスに影響が生じなかったのだろうか。それは、②で述べたとおり、注意と記憶には密接な関係があるが、異なるものであることが1つの原因と考えられる。

また、短期記憶と長期記憶の間の転送には意識的な（アウェアネスな）注意が働いていることが多いと思われるが、今回の実験において、感覚記憶から短期記憶へ移行する際には、必ずしも意識的な注意が働いていなかったのかもしれない（また、感覚記憶の段階では、刺激が意識されるほど高次の段階まで処理が進んでいないと考えられている（岩崎, 2002））。このような意識的な注意と無意識的な注意の違いによって、今回の結果が生じたと思われる。

●応用面からの考察●

本実験を応用的側面から見た場合の興味深い議論としては、以下のものが挙げられる。

①無線連絡に対する注意の惹きつけはどのような作業に影響を与えるのか？

②無線連絡は不要なのか？

③日常的注意経験質問紙と紙筆テストはどこまで応用場面に適用できるか？

まず、①について考察する。本実験では、「無線連絡については無視するように」との教示を行ったにも関わらず、視覚課題、聴覚高低判断課題・聴覚記憶課題の全てにおいて様々

な影響が生じた。つまり、率直に結論から述べるならば、「無線連絡に対する注意の惹きつけは、視覚・聴覚作業に影響を及ぼし、また、記憶作業にも影響を及ぼす可能性がある」と言える。

ただし、その影響の程度は各課題で異なっている。例えば、視覚課題においては、「通告」と「報告依頼」が提示された場合にのみ、反応が遅延したが、聴覚高低判断課題では前述の2種類に加え、「情報連絡」が提示された場合も反応時間が長くなった。この違いは、無視すべき刺激が、聴覚刺激であったことが原因であるかもしれない。先行研究において、モダリティ内で二重課題を行うよりも、モダリティ間で二重課題を行った場合に、パフォーマンスが高いとする知見があるため、モダリティ内・間の要因による影響が生じたのかもしれない（Allport, Antonis, & Reynolds, 1972）

また、聴覚記憶課題においては、統計的に明らかな差は生じなかったものの、予め設定した無線連絡の重要度に即した傾向が示された。そのため、実際場面でもその作業内容の負担の大小によっては、記憶作業にも差し障りがある可能性は高いだろう。

以上から、応用場面においてもその作業の負荷の違いにより、あらゆる視覚・聴覚課題に影響を及ぼす可能性があることが示唆される。

次に②に関して考察する。今までの結果から、「無線連絡は無視できない」ことが明らかになった。この要因を単純に排除したいと仮定した場合、まず「無線を一切禁止する」手段が思いつく。

しかしながら、この手段は現在の鉄道運行状況を考えるとほぼ不可能である。今回の結果は、いわば無線連絡の短所に焦点を当てたものであるが、反対にその長所も数多くある。例えば、現在の指令所では、運転士や車掌との無線のやりとりによって、その現場の状況把握を行う（指令所では、「どの列車がどの路線のどの辺りを走行中か」ということはCTC表示盤によって知ることができるが、具体的にそこで「どのような事象が発生しているか」はおおよそにしか知ることはできない）。また、無線連絡であるからこそ、万一の事故の際であっても、刻一刻と変わる状況変化に対してリアルタイムに対応できる利点はかなり大きいと思われる。

以上のような考察により、②に対して回答するならば「無線連絡に対して注意を惹きつけられるのは実験で証明されたが、無線の利点は数多く多くあるため、単純に撤廃することは現在不可能に近い」と言える。

最後に③に関して考察する。本実験では、実験協力者に対し、実験室実験終了後、日常

的注意経験質問紙に回答させ、更に紙筆テストを遂行させた。結果、全体の傾向として、日常的注意経験質問紙と実験室実験のパフォーマンスでは、有意な相関が聴覚高低判断の反応時間以外には見られなかった。

一方、各紙筆テストと実験室実験のパフォーマンスに関しては、数点の有意な相関関係が見出された。そのため、運転士に対する「運転適性検査」等に利用できる可能性を仮定するならば、とりあえずは紙筆テストにおいてその利用可能性が高いと言えるだろう（ただし、実験協力者の人数が少なく、日常的注意傾向質問紙と実験室実験パフォーマンスの相関が統計的な差として生じなかった可能性は考慮しておくべきである）。

しかしながら、今回の実験結果だけでは、「何が運転に適しているのか」との疑問に対して回答し難い。例えば、再認率が高いことは運転に適しているのか否か、視覚作業に対して反応が速いことが運転に不可欠であるのか等、多数の解決すべき疑問がある。この疑問は、最初に「無線連絡に対して注意を惹きつけられる」傾向にあることが、運転において是であるのか非であるのかに対して答えを出さねば、回答できない。また、この答えに対しても、前述した無線連絡の必要性と絡み、即答できないものである。

以上の考察から、③に対する回答を述べるならば、「日常的注意経験質問紙も紙筆テストも応用可能性はあるかもしれないが、本実験結果のみでは具体的な利用法について指摘できない」ということになるだろう。

第5章　研究 2

実験 4

自己関連性の高低が注意に影響を及ぼすのか？

本章は、大阪大学大学院人間科学研究科との共同研究テーマ「ヒューマンエラーと違反行動の発生メカニズムに関する基礎的研究」の一環として行われたものである。

第5章 研究 2 実験 4 自己関連性の高低が注意に影響を及ぼすのか？

5-1 目的

第 4 章では、鉄道運転士を対象とした実験を行い、「鉄道無線連絡は無視できない」との結論を示した。しかしながら、この結論は、実験協力者を自己関連性が低いと考えられる鉄道運転士以外にした場合でも適応され得るのだろうか？

この章では、上述の疑問点に関して検討を行うことを目的とする。つまり、前章での結果は、実験協力者となった鉄道運転士に関して、「自己関連性」が高い「鉄道無線連絡」を用いたことが主な要因であるかもしれない。そのため、本研究では、「鉄道無線連絡」に対して「自己関連性」が低いと考えられる大学生を対象とした実験を行う。

大学生にとって鉄道無線とは、自分の職業や性格に無関係な刺激である。そのため、本章での結果によって、「自己関連性」が注意にどの程度影響を及ぼすのかを検討できるだろう。

5-2 方法

5-2-1 実験協力者

大阪大学に所属する大学生・大学院生 13 名（男性 6 名・女性 7 名 / 年齢範囲 20-24 歳 / 平均年齢 21.5 歳）が 1000 円の図書カードを謝礼として参加した。

5-2-2 装置と刺激

(a) 機材

第 4 章の実験 3 で用いた実験器材、実験配置と同様のものを使用した。すなわち、視覚刺激を提示するモニタ、実験協力者の反応を入力するジョイスティックを使用し、これらの機材と刺激の制御には Visual Basic 2005 Express Edition を用いた。

(b) 刺激

第 4 章の実験 3 で用いた刺激と同様のものを使用した。すなわち、視覚刺激として、英字と数字、聴覚刺激として高音と低音の純音、そして無線連絡の刺激を用いた。

5-2-3 課題

本研究では、実験3で行った各課題のうち、実験室実験と再認課題のみを実験協力者に遂行させた。日常的注意経験質問紙と紙筆テストを除去した以外の研究の流れや手続きは、すべて同様であった。ただし、実験室実験の課題がすべて終了した後、実験協力者の属性や居住地域等に関する質問紙に対して回答させた（質問紙に関しては付録を参照）。

(a) 実験室実験課題説明

実験室実験の課題は実験3と同様であった。すなわち、視覚課題と聴覚課題を同時に行う二重課題に加え、無線連絡を無視する課題を遂行することであった。

(b) 実験計画

本実験でも、実験3と同様の独立変数を設定した。つまり、視聴覚ターゲット間のISI（100 / 450 / 800 / 1150 / 1500msの5水準）、無線連絡の提示位置（前 / 後の2水準）、無線連絡の種類（指示 / 通告 / 報告依頼 / 情報連絡 / 無線なしの5水準）の3要因実験協力者内実験計画であった。

(c) 実験室実験課題の流れ

実験室実験課題の流れも、実験3と同様であった。すなわち、実験協力者は、一連の実験に関する教示を受けた後、練習試行を行い、本試行に移行した。

(d) 再認課題

再認課題に関しても、実験3と同様であった。ただし、再認シートのうち、「内容」に関する再認に関しては、鉄道の専門的知識がなければ、再認できたとしても、チェックをつけることが困難であった可能性があるため、補足説明を行った（大学生対象の再認シートに関しては付録を参照）。

5-3 結果と考察

5-3-1 視覚単純反応課題（視覚RT/視覚ミス率）

本実験における視覚課題の従属変数は、実験3と同様に、ターゲット"X"に対する単純反応時間と、ミス率であった。除外データやミスの設定も実験3と同様であった。

まず、反応時間を従属変数に取り、実験協力者内3要因分散分析（視聴覚ターゲット間のISI（100 / 450 / 800 / 1150 / 1500msの5水準）、無線連絡の提示位置（前 / 後の2水準）、無線連絡の種類（指示 / 通告 / 報告依頼 / 情報連絡 / 無線なしの 5 水準））を行った結果、視聴覚ターゲット間のISIの主効果が有意となった（$F(4,48)=43.960, p<.01$）。

次に、視覚ミス率を従属変数に取り、上述の同様の実験協力者内3要因分散分析を行った結果、視聴覚ターゲット間のISIの主効果が傾向差を示した（$F(4,48)=6.622, p<.10$）。

以下に、有意差が示された結果と実験3と対比すべき結果に関して図示、説明を行った。

●無線連絡の種類（反応時間）●

視覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内3要因分散分析を行ったところ、無線連絡の種類（指示 / 通告 / 報告依頼 / 情報連絡 / 無線なし）の主効果に有意差は示されなかった。一方、運転士を対象とした実験3では、主効果が示されていたため、比較のために、無線連絡の種類別による平均反応時間をFigure 5-1 に示した。

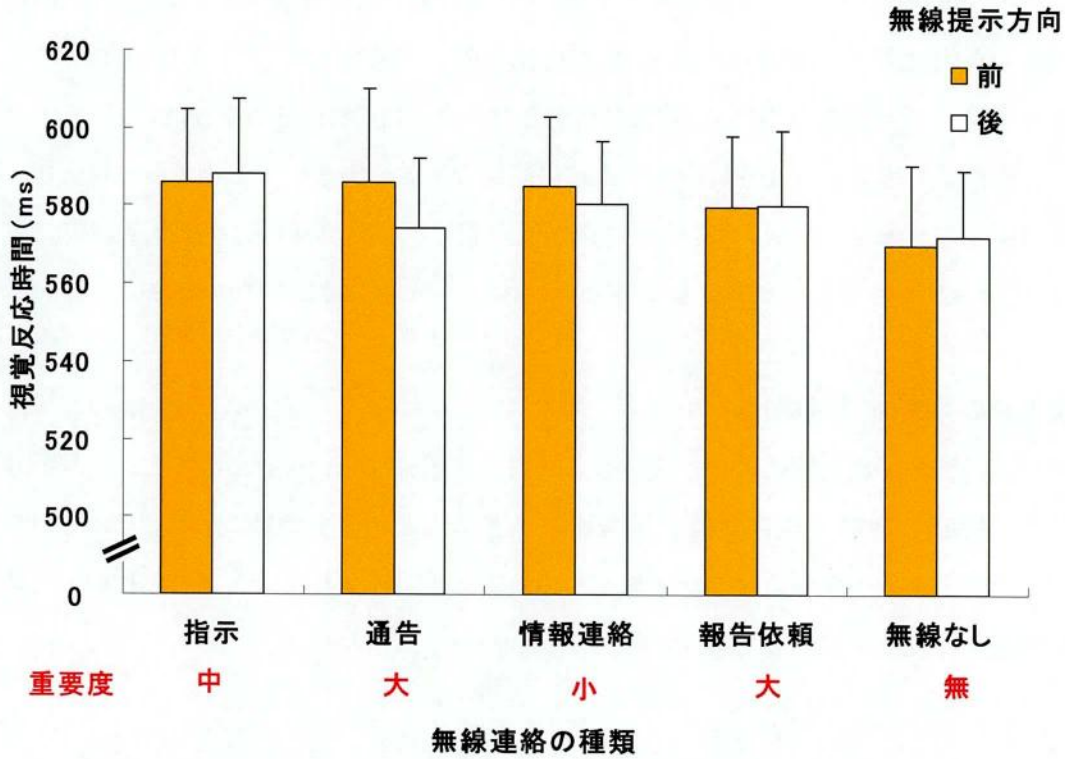

Figure 5-1 無線連絡の違いによる視覚反応時間（ms）

横軸が無線連絡の種類、縦軸は視覚反応時間を示す。また、各々の左側のバーは無線連絡が前方のスピーカから提示された場合、右側のバーは後方のスピーカから提示された場合を示す。一方、無線なし条件における左側のバーは、聴覚課題のみが後ろから提示された場合、右側のバーは聴覚課題のみが前方スピーカから提示された場合を指す。

分析結果から、無線連絡の有無により、視覚課題に対する反応時間の差異はないことが明らかとなった。一方で、運転士を対象とした実験 3 では、「通告」と「報告依頼」において反応が遅延していた。本実験と実験 3 との大きな違いは実験協力者の属性のみであるため、この属性の違いが視覚課題の反応時間に影響を及ぼしたと言える。

前章で説明したとおり、本実験計画は、自己関連情報について調べた Bargh(1982)、Bargh et al.(1986)を一部参照したものであった。今回、Figure 5-1 のような結果となったのは、本実験の実験協力者にとっては、無線連絡は「自己関連性」が低いものであったと考えられる。つまり、視覚課題の結果のみに関して考察するならば、「大学生にとって無線連絡は無視できる」ことになるだろう。

また、以上の示唆を踏まえると、運転士にとってはすべて「自己関連性」が高いと推測される無線連絡において、その種類による視覚課題反応時間の差異が生じたのは、「自己関連性」の高さに加え、「重要性」や「新奇性」、「情動喚起性」の高低の影響が付加されたと考えられる。この点に関しては、第 6 章の総合論議で更に議論を行うこととする。

●視聴覚ターゲット間の ISI(反応時間)●

視覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 3 要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間の ISI の主効果が生じた。多重比較の結果、100ms と 450ms 以上の視聴覚ターゲット間の ISI、450ms と 800ms 以上の視聴覚ターゲット間の ISI に有意差が生じた(Bonferroni 法による多重比較 $p<.05$)。視聴覚間ターゲット間の ISI の違いによる平均反応時間を Figure 5-2 に示した。

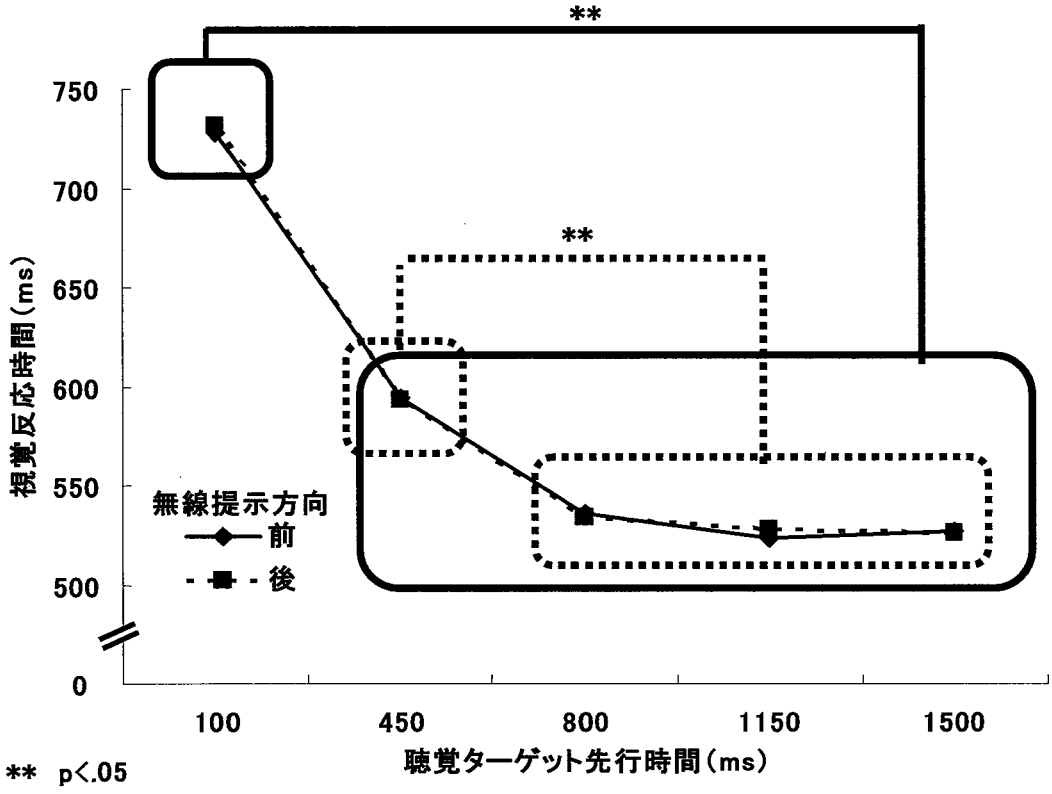

Figure 5-2 視聴覚ターゲット間のISIの違いによる視覚反応時間 (ms)

横軸が、視覚ターゲット"X"よりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は視覚反応時間を示す。また、実線は無線連絡が前方スピーカから提示されていた条件を指し、点線は無線連絡が後方のスピーカから提示された場合を指す。

聴覚ー視覚モダリティ間の注意の瞬きが、本実験においても生じた。つまり、今回の条件下で生じた注意の瞬き現象の生起は、無視すべき刺激の自己関連性の高低に左右されない、頑健な事象であると言えるだろう。ただし、Figure 4-4 と Figure 5-2 を比較すると、その反応の速さの違いに気づく。この実験協力者間の反応の差異は、聴覚課題においても生じているため、この疑問点に関しては、「5-3-5 まとめ」で議論することとする。

●無線連絡の種類と視聴覚ターゲット間のISIの交互作用(反応時間)●

視覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内3要因分散分析を行ったところ、1次、2次の交互作用はすべて非有意であった。一方、運転士を対象とした実験3では、視聴覚ターゲット間のISIと無線連絡の種類の1次の交互作用が有意となっていた。

本実験と実験 3 との比較のため、視聴覚ターゲット間の ISI と無線連絡の種類の関係性を示した図を Figure 5-3 に示した。

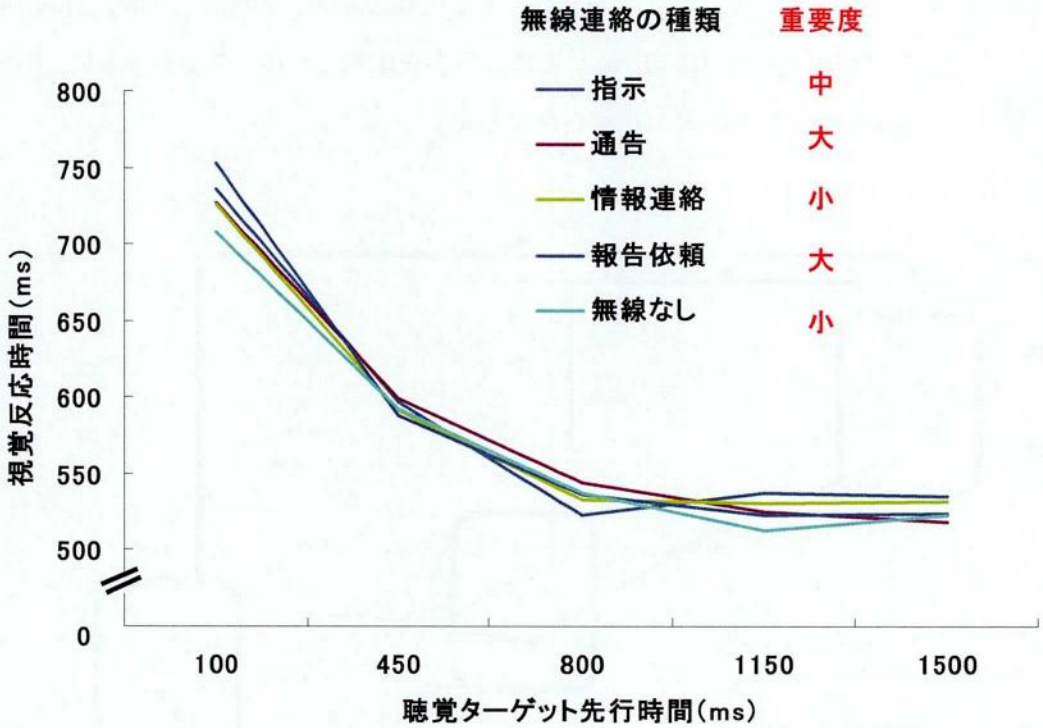

Figure 5-3 視聴覚ターゲット間の ISI と無線連絡の種類の違いによる視覚反応時間 (ms)

横軸が視覚ターゲット"X"よりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は視覚反応時間を示す。また、各種の実線は無線連絡の種類別に色分けしたものである。

Figure 5-3 から、注意の瞬き現象の傾向は、無線連絡の有無や種類によって変化しないことが示された。この傾向は、Figure 4-5 と Figure 5-3 を比較するとより明確である。

運転士を対象とした実験 3 では、無線なし条件下の時間経過による回復率よりも、無線あり条件下の回復率が小さい(各視聴覚ターゲット間の ISI における反応時間がより長い)。そのため、Figure 4-5 では、無線連絡の種類による折れ線グラフのばらつきが生じている。一方、本実験ではそのばらつきはほとんどなく、グラフ同士が重なり合っていることがわかるだろう。この結果からも、本実験の実験協力者は、視覚課題に影響を及ぼす程に無線連絡に注意を惹かれなかったと言える。

●視聴覚ターゲット間の ISI(視覚ミス率)●

視覚ミス率を従属変数に取り、実験協力者内 3 要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間の ISI の主効果に傾向差が示された。多重比較の結果、100ms と 800、 1500ms の間において傾向差が見られた (Bonferroni 法による多重比較 p<.10)。Figure 5-4 に、視聴覚ターゲット間の ISI によるミス率の推移を図示した。

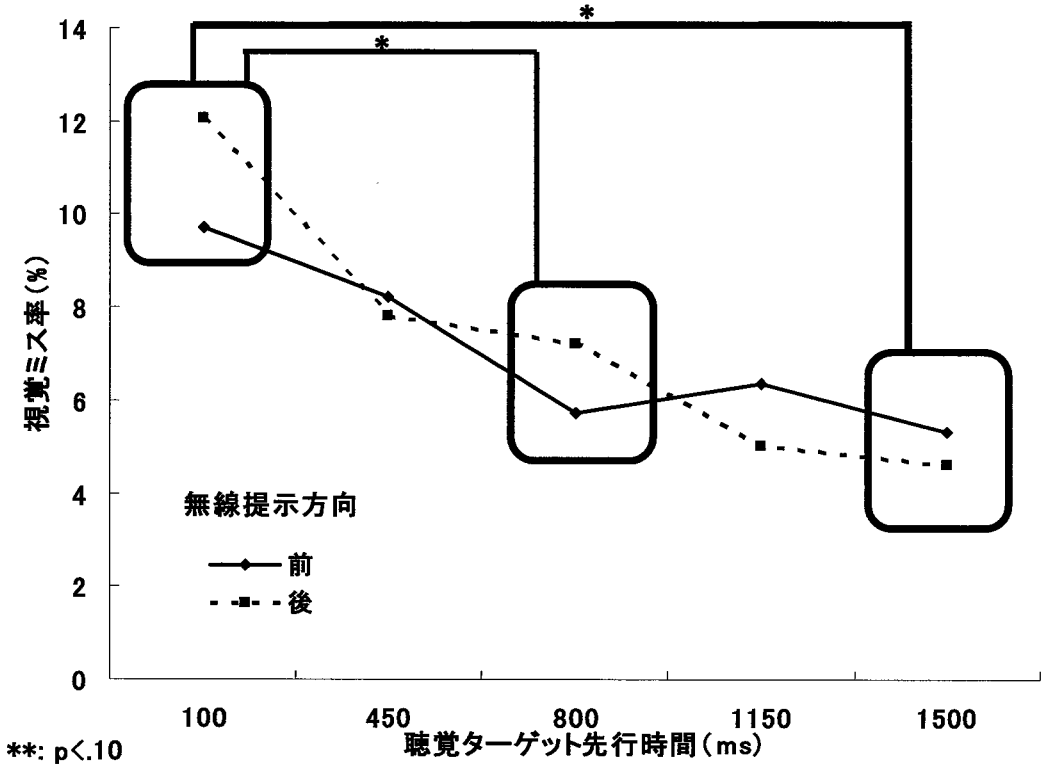

Figure 5-4 視聴覚ターゲット間の ISI の違いによる視覚ミス率 (%)

横軸が、視覚ターゲット"X"よりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は視覚ターゲットを見逃した確率を示す。また、実線は無線連絡が前方スピーカから提示されていた条件を指し、点線は無線連絡が後方のスピーカから提示された場合を指す。

視覚ミス率に関しても、視覚反応時間と同様に、注意の瞬き現象が生じた。視覚反応時間と視覚ミス率の双方で類似の傾向を示した今回の結果により、注意の瞬き現象は無視すべき刺激の自己関連性の高低に左右されない、頑健な事象であることを再度裏付けたと言える。

ただし、視覚反応時間の結果の傾向と同じく、視覚ミス率に関しても、Figure 4-7 と Figure 5-4 を比較した場合、そのミス率の高さが異なっている。ここで更に、前述の視覚反応時間と比較すると、本実験の実験協力者が視覚に対する正確な反応を重視したために、反応が遅延したのではないことがわかる。これらの原因に関しては、「5-3-5 まとめ」で議論する。

5-3-2 聴覚高低判断課題(聴覚 RT/聴覚エラー率/聴覚ミス率)

本実験における聴覚高低判断課題の従属変数は、実験3と同様に、高音・低音に対する弁別反応時間と、エラー率、ミス率であった。除外データやミス、エラーの設定も実験 3 と同様であった。

まず、反応時間を従属変数に取り、実験協力者内3要因分散分析(視聴覚ターゲット間の ISI(100 / 450 / 800 / 1150 / 1500ms の5水準)、無線連絡の提示位置(前 / 後の2水準)、無線連絡の種類(指示 / 通告 / 報告依頼 / 情報連絡 / 無線なしの 5 水準))を行った結果、視聴覚ターゲット間の ISI の主効果において傾向差が示された($F(4,48)=2.863$, $p<.10$)。

次に、聴覚ミス率を従属変数に取り、上述の同様の実験協力者内3要因分散分析を行った結果、視聴覚ターゲット間の ISI の主効果が有意となった($F(4,48)=4.968$, $p<.01$)。

最後に、聴覚エラー率を従属変数に取り、上述の同様の実験協力者内3要因分散分析を行った結果、視聴覚ターゲット間の ISI の主効果が有意となった($F(4,48)=25.535$, $p<.01$)。以下に、有意差が示された結果と実験3と対比すべき結果に関して図示、説明を行った。

●無線連絡の種類(反応時間)●

聴覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内3要因分散分析を行ったところ、無線連絡の種類の主効果に有意差は示されなかった。一方、運転士を対象とした実験3では、主効果が示されていた。比較のために、無線連絡の種類別による平均反応時間を Figure 5-5 に示した。

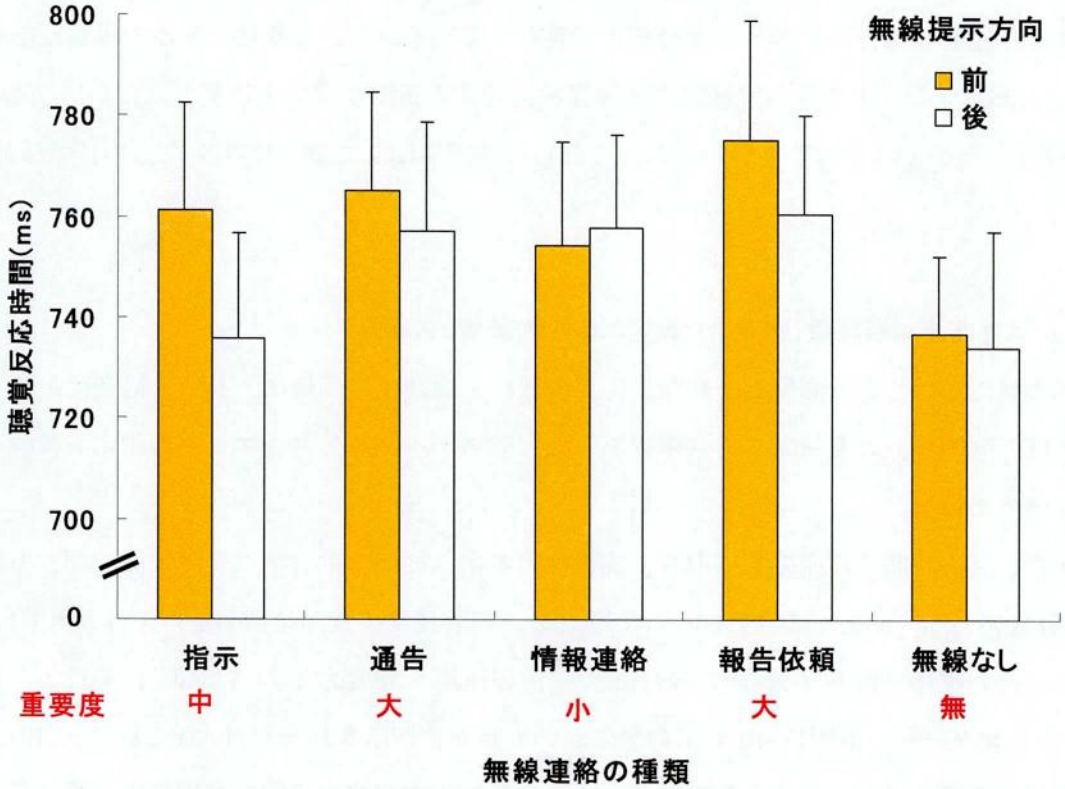

Figure 5-5 無線連絡の違いによる聴覚反応時間（ms）

横軸が無線連絡の種類、縦軸は聴覚反応時間を示す。また、各々の左側のバーは無線連絡が前方のスピーカから提示された場合、右側のバーは後方のスピーカから提示された場合を示す。一方、無線なし条件における左側のバーは、聴覚課題のみが後ろから提示された場合、右側のバーは聴覚課題のみが前方スピーカから提示された場合を指す。

分析結果から、無線連絡の有無によって聴覚課題に対する反応時間の差異はないことが明らかとなった。一方で、運転士を対象とした実験 3 では、指示を除く無線連絡あり条件（通告・情報連絡・報告依頼）と無線なし条件の間に有意差が示されていた。前述したように、本実験と実験 3 との大きな違いは実験協力者の属性のみであるため、聴覚反応時間においても、この属性の違いが起因し、今回の結果を招いたと言える。

本結果から、無線連絡は少なくとも反応時間に統計的な差が生じるほどには、各視聴覚課題に影響を及ぼさないことが示された。つまり、視覚反応時間での考察と同様に、本実験の実験協力者にとっては、無線連絡は「自己関連性」が低いものであり、そのために注意が惹かれなかったと考えられる。

ただし、有意差は示されなかったものの、Figure 5-5 から、報告依頼における聴覚反応時間がやや長くなっていることがわかる。この結果は、報告依頼の刺激が持つ、「情動喚起性」によるものかもしれない。

大学生にとって、無線連絡のシナリオは「着発線変更」や「機外停車」などの鉄道専門用語は理解できない可能性が高い。しかしながら、報告依頼のシナリオにおける「人身事故」や「気分の悪いお客様」等の単語は鉄道専門用語ではなく、普遍的によく知られている単語である。特に「人身事故」の単語に関しては、「人が負傷、あるいは死亡した」という内容は大学生であっても理解可能であっただろう。「死」の連想から、不安や恐怖を喚起させる傾向は、鉄道運転士と大学生という職業によって違いはないはずであるため、この結果が生じたのかもしれない。

●視聴覚ターゲット間の ISI(聴覚反応時間)●

聴覚反応時間を従属変数に取り、実験協力者内 3 要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間の ISI の主効果において傾向差が生じた。多重比較の結果、100ms と 450ms、の間において傾向差が見られた (Bonferroni 法による多重比較 $p<.10$)。Figure 5-6 に、視聴覚ターゲット間の ISI による反応時間の推移を図示した。

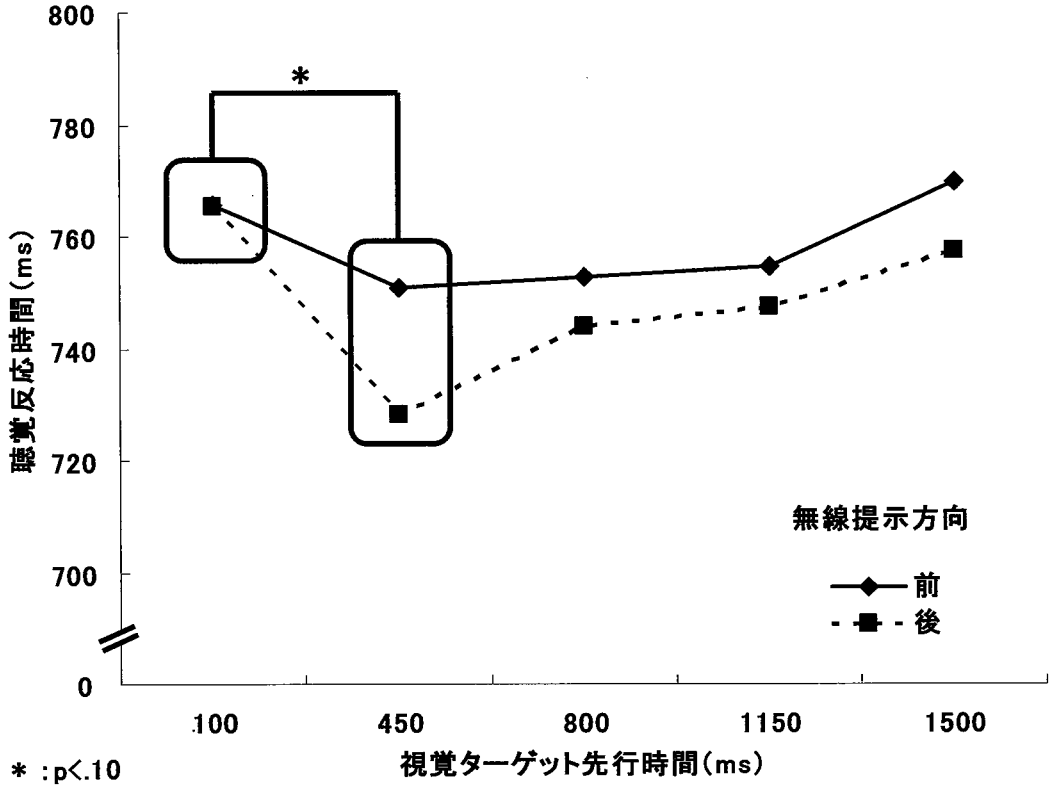

Figure 5-6 視聴覚ターゲット間の ISI の違いによる聴覚反応時間（ms）

横軸が、視覚ターゲット"X"が聴覚ターゲットよりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は聴覚反応時間を示す。また、実線は無線連絡が前方スピーカから提示されていた条件を指し、点線は無線連絡が後方のスピーカから提示された場合を指す。

Figure 5-6 の結果も、運転士を対象とした実験 3 と同様に、本実験において視聴覚間の注意の瞬き現象が生じていると仮定すると、珍しい結果が示された。第 4 章にて指摘したように、一般的な注意の瞬き現象の結果では、測度が反応時間の場合、第一ターゲット（T1）提示直後に第二ターゲット（T2）が提示されたとき、時間が長くなるはずである（Zubic, Visser, & DiLollo, 2000）。

この結果は、実験 3 でも生じていたため、Figure 5-6 で示された傾向は実験協力者の属性に関わらず生じる、一般的な人間の特性として普遍的な現象である可能性が高い。ただし、この結果に対する議論は、第 3 章で述べたように、聴覚エラー率、聴覚ミス率との対比を行いながら、推敲する必要があるだろう。そのため、この疑問点に関しては、後に示す視聴覚間ターゲット間の ISI の主効果に関して論じた聴覚エラー率、聴覚ミス率の箇所にお

いて再度考察を行うこととする。

●無線連絡の種類(聴覚エラー率)●

聴覚エラー率を従属変数に取り、実験協力者内 3 要因分散分析を行ったところ、無線連絡の種類の主効果は非有意であった。一方で、実験 3 では有意差が生じていた。実験 3 との比較のため、Figure 5-7 に無線連絡の種類の違いによる聴覚エラー率の高低を図示した。

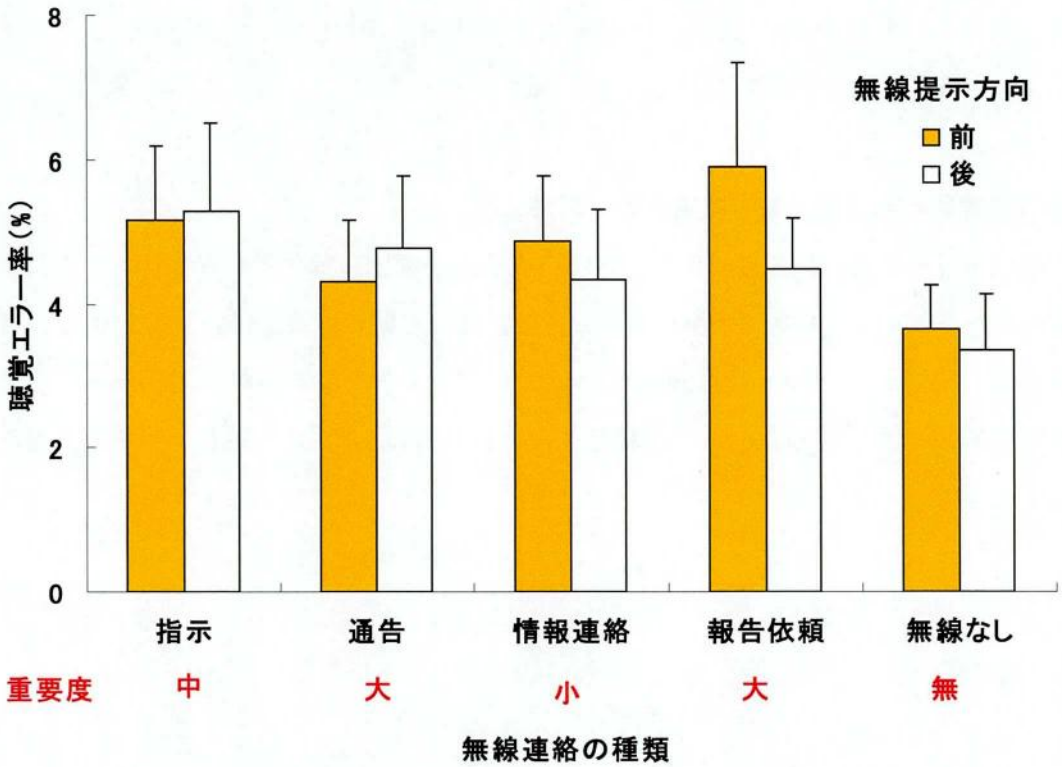

Figure 5-7 無線連絡の違いによる聴覚エラー率 (%)

横軸が無線連絡の種類、縦軸は高音を低音と知覚した、あるいは低音を高音と知覚した聴覚エラー率を示す。また、各々の左側のバーは無線連絡が前方のスピーカから提示された場合、右側のバーは後方のスピーカから提示された場合を示す。一方、無線なし条件における左側のバーは、聴覚課題のみが後ろから提示された場合、右側のバーは聴覚課題のみが前方スピーカから提示された場合を指す。

分析の結果、無線の有無で聴覚エラー率に差異がないことが明らかとなった。一方で、運転士を対象とした実験 3 では、無線なしと比較して報告依頼で有意に高いエラー率が示されていた。この結果の違いは、視覚反応時間や聴覚反応時間における「無線連絡の種類」

の考察と同様に、実験協力者の属性の違いから生じたものであろう。

ただし、聴覚反応時間の結果と同様に、Figure 5-7 を見ると、統計的な差は示されなかったが報告依頼におけるエラー率が高い傾向にあることが見て取れる。前述したように、聴覚反応時間でも同様の傾向であることから、速さと正確さのトレードオフが原因で、このようなエラー率が示されたわけではない。

以上のことから、今回の結果は、聴覚反応時間の「●無線連絡の種類（反応時間）●」で考察したとおり、報告依頼が持つ情動喚起性の高さによって、聴覚的注意が無線連絡に惹きつけられた可能性がある。その結果、聴覚課題に対する反応が遅延し、またエラー率も上昇したのかもしれない。

●視聴覚ターゲット間の ISI（聴覚エラー率）●

聴覚エラー率を従属変数に取り、実験協力者内 3 要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間の ISI の主効果が有意となった。多重比較の結果、100ms と 450ms 以降の全ての ISI、450ms と 800ms、1150ms の間において有意差が見られた。（Bonferroni 法による多重比較 $p<.05$）。Figure 5-8 に、視聴覚ターゲット間の ISI による聴覚エラー率の推移を図示した。

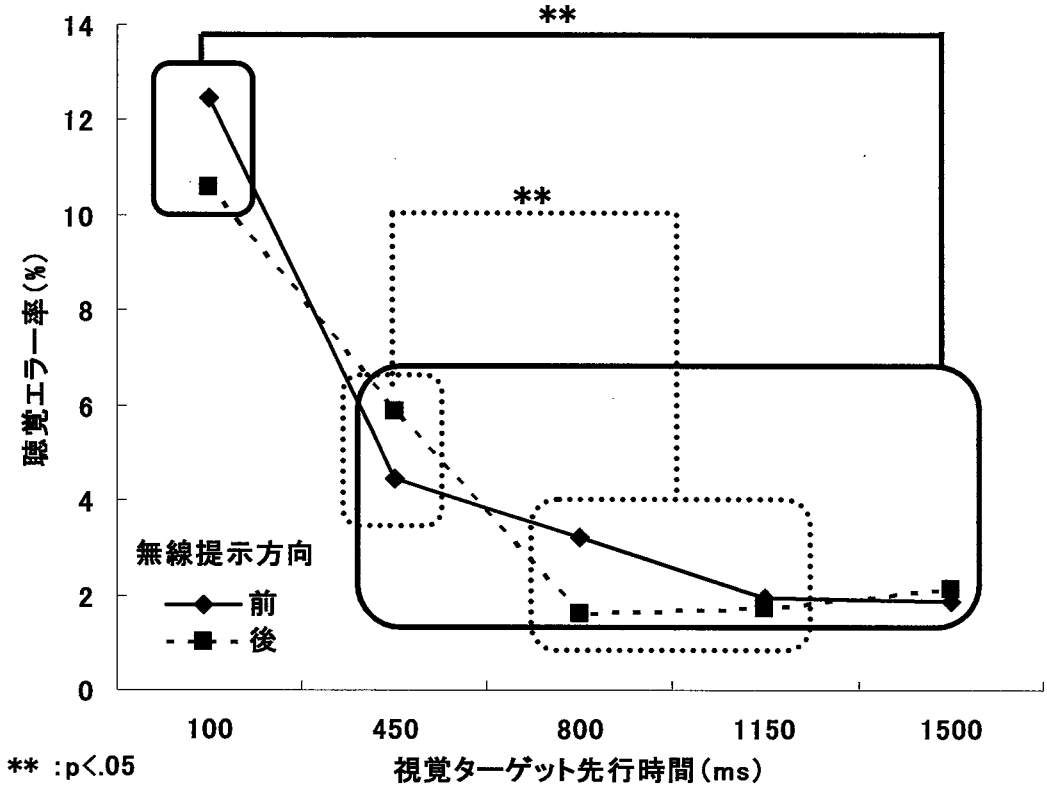

Figure 5-8 視聴覚ターゲット間のISIの違いによる聴覚エラー率 (%)

横軸が、視覚ターゲット"X"よりも聴覚ターゲットがどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は高音を低音と知覚した、あるいは低音を高音と知覚した聴覚エラー率を示す。また、実線は無線連絡が前方スピーカから提示されていた条件を指し、点線は無線連絡が後方スピーカから提示された場合を指す。

今回示された聴覚エラー率の結果は、実験3で示されたものとほぼ同様の結果であるといえる。また、実験3の聴覚エラー率でも述べた通り、このようなグラフの傾向は典型的な注意の瞬き現象である。更に、本実験の視覚課題においても、やはり実験3と同様に注意の瞬き現象に類似した結果が得られている。そのため、本実験における聴覚反応時間で示された傾向も、実験3で述べた複数の予期しない要因が複雑に絡み合った結果かもしれない。

●視聴覚ターゲット間のISI(聴覚ミス率)●

聴覚ミス率を従属変数に取り、実験協力者内3要因分散分析を行ったところ、視聴覚ターゲット間のISIの主効果が有意となった。多重比較の結果、1500msと100msから1150ms

までのISIの間に有意差が見られた。(Bonferroni法による多重比較 p<.05)。Figure 5-9に、視聴覚ターゲット間のISIによる聴覚ミス率の推移を図示した。

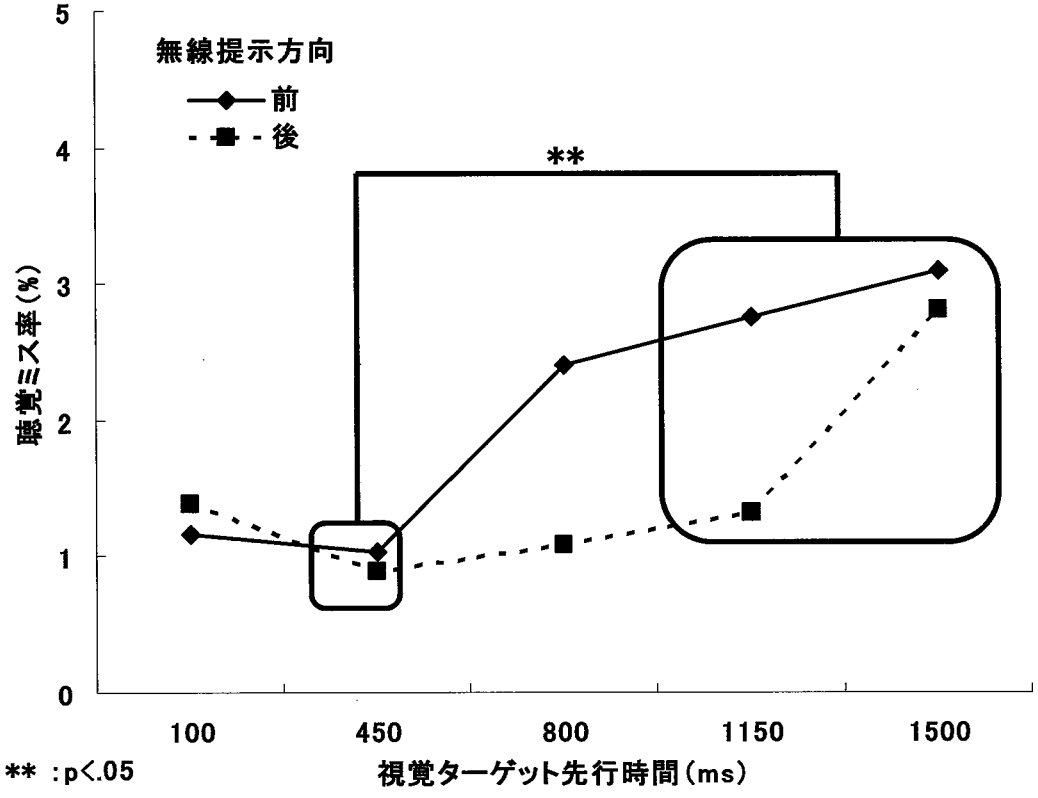

Figure 5-9 視聴覚ターゲット間のISIの違いによる聴覚ミス率 (%)

横軸が、視覚ターゲット"X"が聴覚ターゲットよりもどの程度先行して提示されたかを示し、縦軸は高音・低音に関わらず音源に対して反応しなかった聴覚ミス率を示す。また、実線は無線連絡が前方スピーカから提示されていた条件を指し、点線は無線連絡が後方のスピーカから提示された場合を指す。

今回の聴覚ミス率も運転士を対象とした実験3と同様の傾向を示した。そのため、この現象は、やはり実験協力者の属性に関わらず、人間の特性として一般的に起こりうる頑健な現象だと考えられる。

前章で述べたように、この結果は複数の予期しない要因が相互作用した可能性が高く、一概にどの要因が強く影響したとは言えない。ただし、今後、こういった応用実験においても注意の瞬き現象を検討すれば、実際的な行動状況下でどのように注意が働いているのかを詳細に調べることが出来る。今後は実験条件を統制しつつ、このような注意の瞬き現

象の発生要因を突き止める必要があるだろう。

5-3-3 聴覚記憶課題(誤差数)

本実験における聴覚記憶課題の従属変数は、実験 3 と同様に、実験協力者の回答数から正答数を引いた結果を絶対値として算出したものを誤差数として表したものであった(「回答数」－「正答数」＝「誤差数（絶対値)」)。

上述の計算から算出した誤差数を従属変数に取り、実験協力者内 2 要因分散分析（無線連絡の提示位置（前 / 後の 2 水準)、無線連絡の種類（指示 / 通告 / 報告依頼 / 情報連絡 / 無線なしの 5 水準)）を行った結果、すべての主効果、交互作用が非有意であった。以下に、結果について図示、説明を行った。

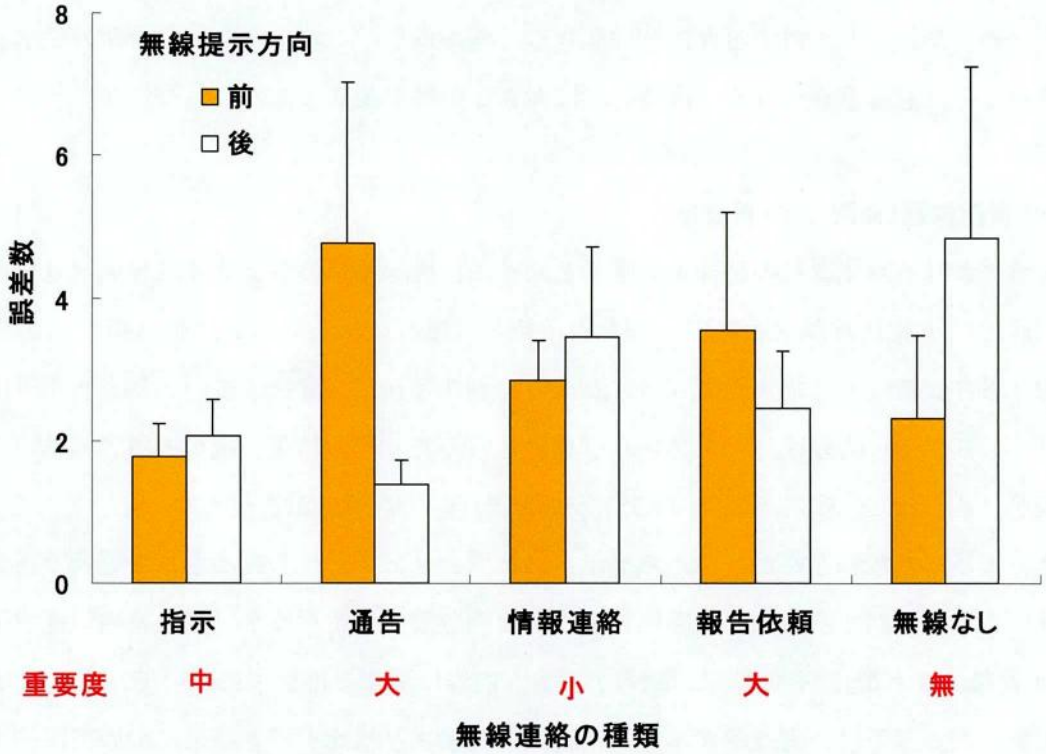

Figure 5-10 無線連絡の種類別による聴覚記憶誤差数

横軸が無線連絡の種類、縦軸は聴覚記憶課題誤差数を示す。また、各々の左側のバーは無線連絡が前方のスピーカから提示された場合、右側のバーは後方のスピーカから提示された場合を示す。一方、無線なし条件における左側のバーは、聴覚課題のみが後ろから提示された場合、右側のバーは聴覚課題のみが前方スピーカから提示された場合を指す。

本実験の結果は、実験3と同様に、統計的な差異は示されなかった。ただし、Figure 4-13とFigure 5-10を比較した場合、そのグラフのばらつきの傾向はかなり異なっていることがわかる。

運転士を対象とした実験3では、有意差こそ示されなかったが、無線なしにおける誤差数が小さく、無線あり（特に報告依頼）における誤差数が大きい傾向にあった。一方、大学生を対象とした本実験では、無線連絡の有無に関わらず、誤差数にばらつきがある。また、そのばらつきは、無線連絡の提示位置による要因が大きいようである。

この結果は、やはり実験協力者の属性の違いが原因であろう。運転士にとって無線連絡は自己関連性の高い情報であったため、注意が惹きつけられ易かった。そのため、そもそも注意を惹きつけやすいその聴覚情報が、前方、あるいは後方から提示されることによる影響は小さかったと思われる。一方、大学生にとって無線連絡は自己関連性の低い情報であったため、運転士と比較すると注意は惹きつけ難かった。このような聴覚情報の提示位置の違いは、注意を惹きつける「度合い」に大きな影響を及ぼしたのかもしれない。

5-3-4 再認課題（再認比率・再認率）

本実験における再認課題の是非を実験3と同様に、無線連絡のシナリオ内容別（着発線変更（通告）/ 速度規制（通告）/ 出発指示待ち（指示）/ 自区当直連絡（指示）/ 人身事故（報告依頼）/ 急病人発生（報告依頼）/ 新快速接続（情報連絡）/ 機外停車（情報連絡）の8水準）に分け、コクランのQ検定を行った。その結果、駅名と内容において有意差が認められた（駅名：$Q(7)=15.351, p<.05$, 内容：$Q(7)=20.227, p<.01$）。

また、提示した無線連絡が前方から提示された場合と、後方から提示された場合で再認率が異なるかを検討するため、実験協力者内1要因分散分析を行った（無線連絡の提示位置：前 / 後の2水準）。その結果、駅名・人名・内容に関する再認率において、すべて非有意であった。以下に、有意差が示された結果と実験3と対比すべき結果について説明を行った。

●再認比率（駅名）●

本実験における再認課題の是非を無線連絡のシナリオ内容別に分け、コクランのQ検定を行った。その結果、駅名において有意差が認められた。多重比較を行ったところ、着発線変更が出発指示待ち・急病人発生・新快速接続よりも有意に再認比率が低く（$p<.05$）、

また着発線変更と自区当直連絡の間にも傾向差が見られた(p<.10)。無線内容別の再認比率について Figure 5-11 に図示した。

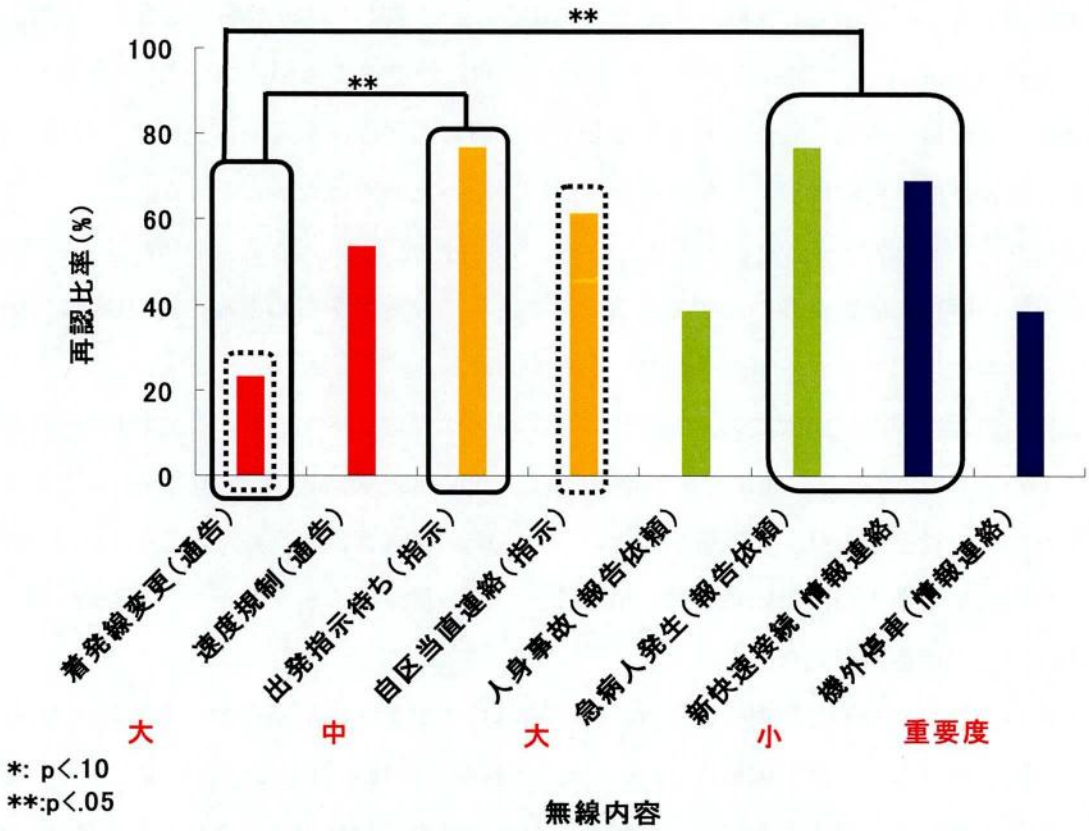

Figure 5-11 無線内容別の再認比率（%）（駅名）

横軸が無線連絡の種類、縦軸は駅名に関して再認できた人数を示している。また、無線種類別に、通告は赤、指示は黄、報告依頼は緑、情報連絡は紫で表している。

分析の結果、実験 3 の再認比率とは全く異なった結果が得られた。運転士を対象とした実験 3 では、特に報告依頼における駅名の再認比率が高かったが、その原因は無線内容の重要性に関する知識を有するためだと考えられる。しかしながら、今回の傾向が、実験 3 と同様に、無線内容に関する重要度の高低を十分に理解した結果である可能性は低いだろう。なぜならば、重要度が高いと設定した人身事故や着発線変更で、むしろ低い再認比率を示している一方、重要度低の新快速接続では、高い再認比率を示しているためである。本当に重要度を理解していれば、少なくとも今回のような（重要度の観点からは無意味にも見える）不規則な結果にはならない。そのため、重要度の知識以外の要因によって、Figure

5-11のような傾向となったと考えるのが妥当である。

今回の結果は、「駅名」に関する再認比率である。そのため、駅名そのものに関する親近性の高低が今回の結果に反映された可能性があるかもしれない（ここでの「親近性」とは、「実験協力者がより多くの知識を持っている場合、より多くの経験がある場合ほど、"親近性が高い（familiar）"とする」と述べた永井（2003）の定義に基づいている）。すなわち、本実験の実験協力者は大阪大学の学生であるが、彼らの居住、あるいは生活する地域と各駅名との物理的な近接性が、今回の結果の原因となったのではないだろうか。

例えば、大阪大学に所属する学生にとってよく利用する駅は、（各個人の居住する最寄りの駅を除けば）大阪駅が多いはずである。そのため、大阪駅を中心とした周辺駅名に関しては、その他の駅名よりも親近性が高いと考えられる。

近年、親近性が高い刺激に対しては、注意が惹きつけられやすいという先行研究が報告されている（Li, VanRullen, Koch, & Perona, 2002; VanRullen, Reddy, & Koch, 2003）。これらの先行研究に従うならば、大阪駅から近いほど、駅名の再認比率は高くなるのかもしれない。今回の結果をこの仮説に当てはめてみると、高い再認比率を示した一部の無線内容の駅名に関しては適用可能なようである。

仮説が適用可能なその無線内容とは、出発指示待ちである。出発指示待ちにおけるターゲット駅名は「ツカグチ（塚口）」であった。大阪駅から塚口駅までの駅数は3駅である。この駅間の駅数は、無線内容に用いた駅名において最少の駅数であるため、最も親近性が高かったと考えられる。この親近性の高さにより、注意が惹きつけられ、再認記憶に記銘された結果、有意に再認率が高くなったと考えられる。

また、同様の仮説を用いて、新快速接続における再認比率の高さも説明できる。新快速接続におけるターゲット駅名とは「ヤマシナ（山科）」であった。大阪駅から山科駅までの駅数は13駅である。この駅間の駅数は、ターゲット駅名として用いた中では3番目に少ない駅数であるため、親近性が比較的高かったと考えられる。また、山科駅は、新快速列車が停車する駅であるため、知名度が高い（つまり知識を持っている）という意味でも親近性が高くなった可能性がある。

ただし、この大阪駅からの物理的な近接性のみでは、急病人発生におけるターゲット駅名の再認比率の高さが説明できない。急病人発生におけるターゲット駅名とは、「クマトリ（熊取）」であった。大阪駅と熊取駅間の駅数は32駅であり、ターゲット駅名のうち、3番目に多い駅数である。この駅間の駅数の多さは、今までの仮説からすると、親近性が高

い駅とは言えない。

しかしながら、今回の結果が示された要因は、やはり実験協力者の居住地域との近接性である可能性がある。実験協力者の所属は全員大阪大学であるが、居住地域（実家・下宿）は多岐に渡っていた。その半数は大阪府以外からの地方出身者であり、かつ大学近辺で一人暮らしをしていたが、一部の実験協力者は、関西空港方面に近い大阪府南部地域を居住地域としていた（阪南市2名・岸和田市1名）。

熊取駅は大阪駅までの駅数が32駅であるが、その一方、関西空港駅までの駅数は3駅であり、関西空港にはかなり近い。そのため、大阪府南部地域を居住地域としていた一部の実験協力者にとって、熊取駅は親近性が高かったと考えられる。事実、熊取駅（急病人発生）に対する再認に関して、大阪府南部地域出身の実験協力者らは全員再認していた。

本実験での実験協力者数は13名であり、実験3の半数の人数であったため、この一部の実験協力者の影響が、統計的な差異につながるまでに至ったのだろう。

最後に、大阪駅と各ターゲット駅までの駅数と列車種別に関して、Table 5-1にまとめた。

Table 5-1 各ターゲット駅名と大阪駅からの駅数・列車種別

駅名(無線内容名)	大阪駅からの駅数	距離(km)	列車種別
能登川(着発線変更)	26	90.7	新快速
堺市(速度規制)	17	19.8	快速
塚口(出発指示待ち)	3	10.3	普通
長浜(自区当直連絡)	34	118.2	新快速
山崎(人身事故)	9	28.7	普通
熊取(急病人発生)	32	44	快速
山科(新快速接続)	13	48.3	新快速
和歌山(機外停車)	42	72.3	特急

●再認比率(内容)●

本実験における再認課題の是非を無線連絡のシナリオ内容別に分け、コクランのQ検定を行った。その結果、内容において有意差が認められた。多重比較を行ったところ、人身事故が自区当直連絡・機外停車よりも有意に再認比率が高くなった（$p<.05$）。また、急病人発生が自区当直連絡・機外停車よりも有意に再認比率が高くなった（$p<.05$）。更に、人身事故と新快速接続の間、急病人発生と新快速接続の間に傾向差が見られた（$p<.10$）。無線内容別の再認比率をFigure 5-12に図示した。

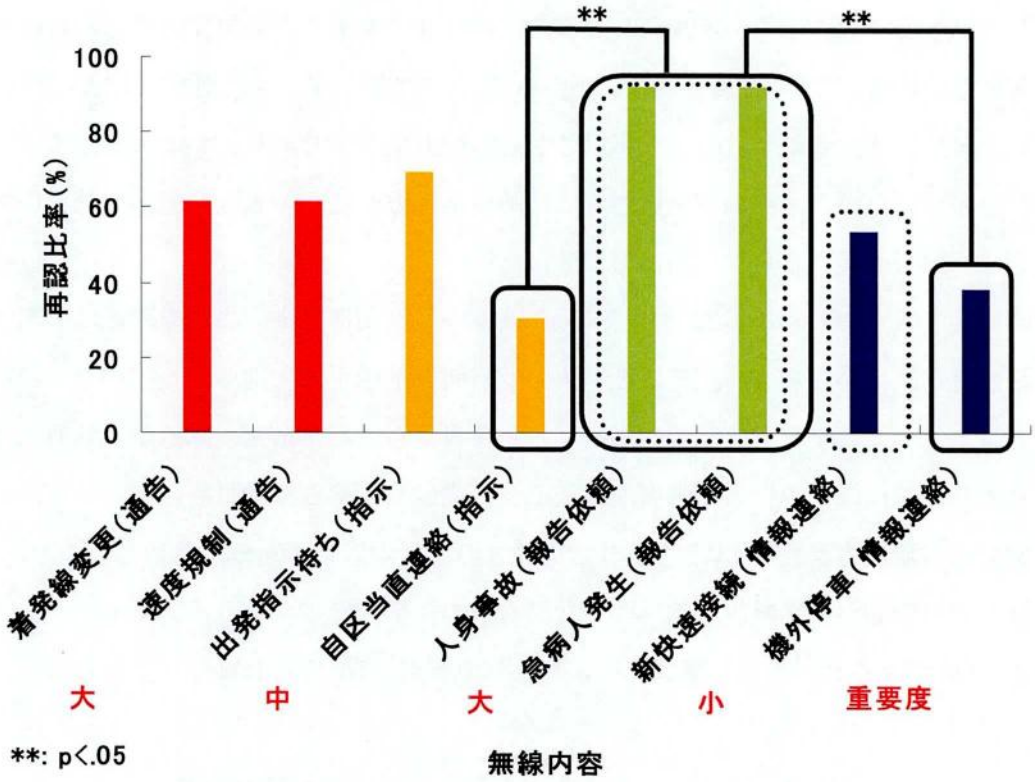

Figure 5-12 無線内容別の再認比率（%）（内容）

横軸が無線連絡の種類、縦軸は内容に関して再認できた人数を示している。また、無線種類別に、通告は赤、指示は黄、報告依頼は緑、情報連絡は紫で表している。点線で囲んだバーは傾向差が示された箇所を示している。

分析の結果、実験 3 とはやや異なった傾向が示された。実験 3 では、自区当直連絡と人身事故に関して有意に高い再認比率が示された。一方、本実験では、報告依頼と急病人発生に関して有意に高い再認比率が示された。今回は、人身事故において再認比率が高い結果は実験 3 と本実験で同様であるため、無線連絡内容における重要度に関する知識を大学生が有していたと結論付けるのは早急である。

もし、無線連絡の重要性を理解しているのならば、視覚課題や聴覚課題のパフォーマンス、また駅名の再認比率に関しても、運転士と類似した結果を示すはずである。しかしながら、前述までに示唆したように、大学生は運転士とは対照的な結果を示した。そのため、今回の結果は、重要性とは異なる他の要因によるものが大きいだろう。

報告依頼（人身事故・急病人発生）の聴覚刺激は、「5-3-2 聴覚選択反応課題」において

説明したように、「情動喚起性」の要因を含んでいる可能性が高い。それゆえ、聴覚高低判断課題の反応時間では、統計的な差異こそ示されなかったものの、その他の無線連絡と比較して遅延傾向が示され、エラー率も高くなったと考えられる。つまり、Figure 5-12 は、情動喚起性が高い聴覚情報が提示されたために、注意が惹きつけられ、再認記憶に記銘された結果であり、重要性の高低を理解した結果ではないということである。

●再認率(前後)●

提示した無線連絡が前方から提示された場合と、後方から提示された場合で再認率が異なるかを検討するため、実験協力者内 1 要因分散分析を行った。その結果、駅名・人名・内容に関する再認率において、すべて非有意であった。ただし、実験 3 では駅名に関して有意差が示されていたため、対比のために、駅名に関する無線連絡提示位置別の再認率を Figure 5-13 に図示した。

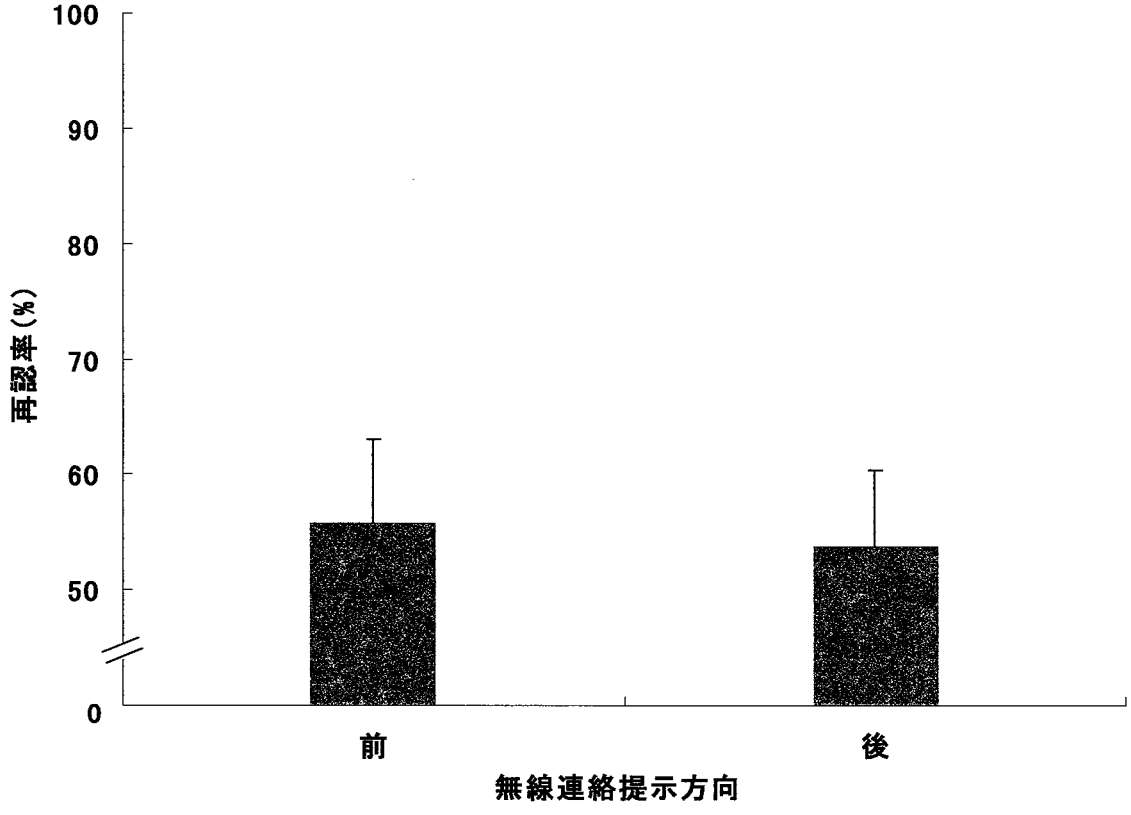

Figure 5-13 無線連絡提示方向別の再認率（駅名）

横軸が無線連絡の提示方向、縦軸は再認率を示している。

分析の結果、実験3と異なり、前後の再認率の違いは示されなかった。本実験と実験3との大きな違いは、実験協力者の属性のみであるため、この違いが今回の結果の対比に影響したと考えられる。

実験3では、全体的に無線連絡に対して聴覚的注意が惹きつけられる傾向を示していた。一方で、本実験では、一部を除き、全体的に無線連絡に対して聴覚的注意は惹きつけられないという結果を示した。Spenceら（2003）の実験では、視覚的注意と聴覚的注意が同じ空間位置に向いている場合、パフォーマンスが高くなるという結果を示していたが、この先行研究は、研究2にも当てはめることが出来るということだろう。

つまり、運転士は、無線連絡に対して自動的に（制御不能という意味で）聴覚的注意が惹きつけられるため、視覚的注意と同じ前方に聴覚的注意が向いていると、再認率が高くなった。他方、大学生は、運転士ほど無線連絡に対して聴覚的注意を惹きつけられない。元々、聴覚的注意は強く無線連絡に向けられていないため、前後どちらから提示されたとしても、再認率には影響しなかったということである。

5-3-5 まとめ

本実験において、少なくとも視覚課題や聴覚課題に関しては「（統計的には）無線連絡は無視できる」という結果が示された。それは、無線なしと比較して、無線あり（指示・通告・報告依頼・情報連絡）のいずれに関しても統計的な差異が示されなかったことから裏付けられた。ここでは、結果を振り返りながら、基礎面と応用面の双方の観点から再度簡潔に考察を行うこととする。

●基礎面からの考察●

本実験を基礎的側面から見た場合の興味深い議論としては、以下のものが挙げられる。

① 無線連絡の提示位置は、どの程度影響を及ぼしたのか？

② 大学生はなぜ反応が遅いのか？

③ 無線連絡に注意は全く惹きつけられなかったのか？

まず、①に関して議論を行う。本実験において、無線連絡の提示位置に関する要因は全て非有意であった。そのため、本議論の前提としては、「統計的な差異は認められなかった上で」無線連絡の提示位置の要因はどのような影響を及ぼしたのか、ということとする。

今回、有意差は示されなかったものの、実験3の結果と比較した場合、無線連絡の提示位置の違いによってパフォーマンスに影響が生じている箇所がある。それは、聴覚反応時間の結果を示したFigure 5-5 と聴覚エラー率の結果を示したFigure 5-7に関して特に表れている。双方のグラフによって、報告依頼の無線連絡が提示された場合、その刺激が前から提示されると、反応が遅延し、またエラー率も高くなる傾向があることがわかるだろう。

報告依頼は、内容に関する再認において有意に高い再認比率を示していた。情動喚起性の高い報告依頼が提示された場合、前章で述べたとおり、注意が惹きつけられ易く、また再認記憶への記銘も起こりやすいようである。要するに、無線連絡に関する聴覚情報は、大学生にとって自己関連性の低い情報ではあるが、情動喚起性が高く、かつ鉄道専門用語がほとんど含まれない無線連絡には、注意が惹かれる可能性が高いといえる。

また、このような情動喚起性の高い無線連絡が前方から提示されたとき、本来、聴覚的注意を向けるべき聴覚課題の刺激は後方から提示された。制御不能な状態で聴覚的注意が前方への無線連絡に配分され、後方への聴覚課題に対する注意配分が小さくなり、その結果として、聴覚課題への反応が遅延し、またエラー率も高くなったと考えられる。

ただし、本実験において、報告依頼を除くその他の無線連絡が前後のどちらから提示されても、各パフォーマンスに大きな違いが示されなかった。この結果は、今回の聴覚課題が、高低判断とその記銘であり、かつ無線連絡に関する知識を大学生が有していなかったためであろう。つまり、本課題の性質として、聴覚における空間的注意の必要性は小さかった。また、聴覚的注意が制御不能な状態で無線連絡に惹きつけられることもほとんどなかった。この2点の要因から、有意差が生じる程度にまで、パフォーマンスに対する影響が生じなかったと考えられる。

以上の考察から、①に対する回答を簡潔に述べるならば、「統計的な差異が生じるほど、影響が大きいものではないが、一部の無線連絡が前方から提示された場合に限り、同じモダリティである聴覚課題への反応遅延とエラー率の上昇を招く」ということになるだろう。

次に②に関して考察する。今回、大学生を対象とした実験では、確かに無線連絡の有無によって視覚課題・聴覚課題のパフォーマンスに影響は生じなかった。そのため、「大学生は無線連絡に注意を惹きつけられない＝無線連絡を無視できる」との結論を出した。

しかし、実は、今回の各パフォーマンスの結果を実験3の結果と比較すると、全体的に本実験の反応時間が長く、また、エラー率やミス率もやや高い傾向にある。例えば、Figure 5-1 と Figure 4-3 における無線なしの視覚反応時間を比較すると、運転士は540-550ms程度

で反応しているにもかかわらず、大学生は570-580ms程度で反応している。ベースラインとなる無線なし条件で、既に30msの反応時間の違いがある。ここで、可能性としては、視覚課題に対する注意の配分を小さくした一方で、聴覚課題への配分を大きくしたという仮説も立てられるだろう。そこで、例えば、Figure 5-5とFigure 4-8における無線なしの反応時間も比較すると、運転士は720-730ms程度で反応している一方で、大学生は730-740ms程度で反応している。聴覚課題においても大学生の反応時間が長いため、大学生が聴覚課題への注意配分を大きくしたという方略を取った可能性は低い。結果としては、視覚課題と聴覚課題の双方で押し並べて、無線なし条件下の大学生のパフォーマンスが低いのである。

ベースラインとなる無線なし条件で、このような反応の遅れやエラー率、ミス率の上昇が見られると、無線あり条件でのパフォーマンス低下が見られにくい、すなわち統計的な差異が生じ難くなるかもしれない。本当であれば、無線連絡の種類の違いが各測度に影響を与えた可能性があるにもかかわらず、ベースラインのパフォーマンスが高くなかったため、その可能性を小さく見積っている危険性がある。

そこで、まず、なぜ大学生のパフォーマンスが全体的により低い傾向にあるのかを考察する。最初、端的に考えられるのは、実験協力者間の年齢の違いである。今回、実験に参加した実験協力者の平均年齢は、運転士で26.6歳、大学生で21.5歳であった。人間の特性として、加齢に伴い、ターゲットに対する反応は遅くなる（中里, 1997）。加齢効果が20代半ばから生じるとは考えにくいが、仮にこの効果を今回の結果に当てはめると、むしろ大学生で反応が速くなるはずである。そのため、加齢によって今回の結果が生じたとは考えにくい。

ただし、年齢に関する他の要因として、20代前半までは反応時間のばらつきが大きい人が多いという先行研究がある（大場, 1994）。基本的な反応は速くとも、そのばらつきの大きさのために、結果として各課題への相対的なパフォーマンス低下につながったかもしれない。

あるいは、実験3と本実験での実験協力者募集の違いにも原因があるかもしれない。実験3では、実験協力者である運転士に対して勤務時間の一部を割かせ、実験を遂行した。一方、本実験では、実験協力者である大学生に対して、都合の良い時間を指定させた上、ほぼボランティアの条件下で実験を遂行した。

実験協力募集に関するこの違いが、実験に対する動機づけの違いにつながったかもしれ

ない。つまり、運転士においては、勤務時間の一環として実験に参加したため、実験への取り組みぶりは、自分が普段、仕事（主に列車の運転）に対する取り組みぶりと同等に、「集中」したものであっただろう。一方、大学生においては、自分の都合の良い時間を指定できた上、更にほぼボランティアの条件下で実験に参加したため、実験の取り組みに対する誘因は小さく、運転士ほどには「集中」したものではなかったのかもしれない。

結果として、視覚・聴覚課題の双方に高い集中力を保ちつつ実験を遂行した運転士と、同様の課題にそれほど高い集中力を持たずに実験を遂行した大学生との差が、パフォーマンスの相違につながったと考えられる。

以上の考察によって、実験協力者間の「集中力の違い」が生じたと推測されるが、この「集中力の違い」は、課題に対する「注意容量」の違いと言い換えることが出来るかもしれない。

つまり、元々、注意容量（あるいは注意）とは、努力（effort）と同義の概念である（Karneman, 1973）。「努力（effort）」を「集中力」と言い換えられるとするならば、今回の実験に対して、運転士は注意容量が大きく、大学生は注意容量が小さかったと言えるのではないだろうか。この注意容量の違いにより、今回のような実験3と本実験のパフォーマンスの違いが生じた可能性がある。

ただし、ここでは「大学生の注意容量が小さい」としているが、大学生の資質として注意容量が小さく、あらゆる作業や課題に対して大学生のパフォーマンスが低いというわけではない。今回の課題は、その作業の性質から、運転士の動機づけが高まりやすい課題であったため、結果として一時的に「運転士の注意容量が大きく」なっただけである。

注意とは、外界の環境に合わせて変化するが、今回は、実験協力者自身の所属によっても、変化する可能性があることを見出したことになる。

以上の考察から、②に対する簡潔な回答としては「大学生は、反応時間にばらつきがあり、かつ注意容量が小さい可能性が高いため、反応時間等のパフォーマンス成績が悪かった」と述べられるだろう。

最後に③に関して考察する。今回の視覚・聴覚課題の結果から、無線連絡の有無によるパフォーマンスの違いが見られなかった。そのため、「大学生は無線連絡に注意は惹きつけられない」との結論を出した。ただし、再認課題における再認数を見ればわかるように、内容によっては実験協力者の半数を超える再認数を示している。特に、「人身事故」や「急病人発生」に関しては、前章で述べたとおり、「注意を惹きつけやすく、再認記憶の記銘も

生じやすい」とされる「情動喚起性」と「新奇性」を併せ持っている。そのため、少なくとも、「報告依頼」に関しては、本当に注意を惹きつけなかったと言えるのかは疑問が残る。

今回は、②に関して議論したように、無線なし条件における反応時間が長かった。パフォーマンスの悪さのために、今回は無線なしと報告依頼の間に有意差が生じ難く、正確な「報告依頼」に対する注意の特性を検討出来ていない可能性がないとは言えない。

しかしながら、それでも、大学生が無線連絡の種類による重要性の違いを理解し、注意を惹きつけられたとは考えられない。仮に、理解していたとするならば、有意差が見られなくとも、無線連絡の種類の違いによる視覚・聴覚反応時間の差異の傾向は、運転士と同様になるはずであるためである。

また、元来、無線連絡に対する自己関連性の低さにより、万一パフォーマンスに影響が生じたとしても、それは一時的に注意を惹きつけられる程度ではないかと推測する。

以上の考察から、③に対する回答を述べるならば、「「報告依頼」に注意を惹きつけられた可能性はややあるが、その他の無線連絡に関しては、パフォーマンスに影響が生じるほど注意が惹きつけられる可能性は低い」となるだろう。

●応用面からの考察●

本実験を応用的側面から見た場合の興味深い議論としては、以下のものが挙げられる。

① 運転士としての経験は不要か？

② これから無線連絡はどのように変わるべきか？

まず、①に関して議論する。本実験では、無線連絡の有無でパフォーマンスに違いが生じなかったため、「大学生は無線連絡に惹きつけられない」との結論を出した。そのため、この結果だけを見れば、端的に「運転士としての経験はむしろ不要ではないのか？」との疑問が生じるかもしれない。

しかしながら、この疑問に対する回答を先に述べると、「運転士としての経験は必要である」となるだろう。その理由は、実験3で示された運転士の各課題に対するパフォーマンスを見直せば理解できる。確かに、実験3では、特に「報告依頼」と「通告」で視覚反応時間が長くなった。そのため、「運転士は無線連絡を無視できない」との結論を出した。しかしながら、その結果を逆に受け取るならば、「指示」と「情報連絡」が持つ情報の重要性は低いと正しく判断できたと言える。

運転経験により培ったこのような知識が、実際の鉄道運行には非常に有用である。例えば、無線連絡の重要性の高低を理解できれば、近い未来に自分が起こすべき行動を予測できるだろう。重要性の高い無線連絡が提示されたときには、耳を澄まし（聴覚的注意を向け)、何が起こったのかを把握することで、次に自分が起こす行動の予定を落ち着いて考えられる。一方、重要性の低い無線連絡が提示されたときには、そのまま自分の運転に集中することができる。このような臨機応変な対応が出来るのは、運転経験があるがゆえである。

そのため、経験豊富な運転士に対しては、「自分に無関係な無線連絡には無視し、運転に集中するよう心がける」ように指示するのではなく、もっと積極的なハード対策が必要となるであろう。

次に②に関して考察する。まず、①で述べたように、運転士の経験は貴重なものであり、無線連絡に注意を惹きつけられるのは当然の事態であるため、ソフト対策よりもハード対策を行うべきである。この対策の1つとしては、「報告依頼」等における情動喚起性と重要性の高い無線連絡への対策が必要となってくると考えられる。

特に人身事故等が生じた緊急時には、まず防護無線の発報が行われる。前章で述べたように、防護無線の発報を受け取った場合、周囲の列車は速やかに停車する必要がある。そのため、運転士にとってこの音は最重要の警告音となっており、経験豊富な運転士ほど、この防護無線に対する注意の惹きつけの程度は大きいと考えられる。

この防護無線は半径1キロを走行中の列車全てに届く仕組みになっている。しかし、実際には、電波を遮るような山や建物等がなければその半径を大きく上回って、全く関係がない路線にまで防護無線信号が届くこともある。スムーズでより安全な運行を行うためには、防護無線信号は、発生した路線近辺以外には届かないように設定する必要があるかもしれない。

また、通告に関しては、現在、列車停車時通話を徹底しているため、走行中に通告受領券に無線内容を書き留める必要はなくなった。しかしながら、停車時に書き留める必要があること自体が、運転士の負担となっているだろう。自分の列車が停車したときには出来るだけ効率良く通告を受領しようとするため、自分に無関係な通告でも自動的に（制御不能という意味で）耳を傾けているのかもしれない。

このような事態を避けるためには、現在計画進行中の「通告システム」の導入が不可欠であろう。「通告システム」とは、端的に言えば、通告内容に関して、無線連絡を介さずに

FAX形式の紙ベースで自動的にその内容を受信するシステムのことである。このシステムが導入されれば、運転士の負担が減り、通告に対する無線連絡に対して注意が惹きつけられることもなくなるはずである。

以上の考察から、②に対する回答を簡潔に述べるならば、「防護無線信号に対する制御機能と「通告システム」への移行を行うべきである」となるであろう。

第6章　総合論議

空間における crossmodal attention とは？

第6章 総合論議 空間における crossmodal attention とは？

本論文では、はじめに、基礎的実験下で空間における crossmodal link の働きがどのように生じるのかを検討した（研究 1)。その後、具体的な応用場面を想定した実験下では、この働きが更にどのように変化するのかを観察した（研究 2)。特に研究 2 では、注意すべき音だけではなく、無視すべき音（無線連絡）がどのように crossmodal link に関わっているかを解明した。

本論文では、程度の差はあるが、すべて空間における crossmodal link の影響が見られた。ここでは、各実験結果をまとめ、振り返りながら、基礎面と応用面の双方の観点から再度簡潔に考察を行うこととする。

6-1 各実験のまとめ

まず、実験 1 では、視聴覚間の crossmodal link の影響を検討するために、視覚課題と聴覚課題を同時に行う二重課題実験を実験協力者に課した。視覚課題とは、連続的に提示されるアルファベットのうち、X が提示されたときにできるだけ早く反応する必要がある課題であった。また、アルファベットの提示時間と頻度を変化させ、難易度の高低差を設定した。一方、聴覚課題とは、実験協力者の頭部を中心として前後に 1 つずつ設置したスピーカの一方から提示される聴覚ターゲット（純音）に対し、できるだけ早く正確に前後判断を行う前後判断課題であった。

結果、視覚課題の難易度が低い場合には、後方の聴覚ターゲットよりも前方の聴覚ターゲットに対する聴覚課題の反応がより速いことが示された。一方、視覚課題の難易度が高い場合には、後方からの聴覚ターゲットを前方からの聴覚ターゲットだと誤知覚するエラーが、その逆のエラー（前方からの聴覚ターゲットを後方からの聴覚ターゲットだと誤知覚する）よりも高くなった。更に、視覚課題の反応時間において、先行した聴覚ターゲットが前方から提示されていた場合、後方から提示されていた場合よりも、有意に反応時間が短いことが示された。

以上の結果は、視覚課題を課さない、聴覚課題のみの単一課題条件下では全く生じなかったことから、「視線」ではなく「注意」を向けて初めて視聴覚間の crossmodal link の影響が表れることがわかった。すなわち、「視覚的注意が前方へ向くと、聴覚的注意も前方へ向く」あるいは、「聴覚的注意が前方へ向くと、視覚的注意も前方へ向く」という crossmodal

link の存在を実験結果により明らかにした。また、視覚課題の難易度の違いにより異なる実験結果が得られたことから、crossmodal link の影響は、視覚課題への注意配分の大きさによって変化することが示唆された。

実験2では、実験1の結果を踏まえ、音のデザインの変更を行った。具体的には、聴覚ターゲットとして用いる音源を純音から白色雑音に変更し、また、聴覚課題の課題を前後判断課題から、単純反応課題に変更し、どのような結果が見られるのかを検討した。

実験の結果、まず、視覚課題に関しては、難易度に関わらず、先行した聴覚ターゲットが前方から提示されていた場合よりも、後方から提示された場合において、視覚ターゲットを見逃す確率が高くなることが示された。次に、聴覚課題に関しては、視覚課題の難易度が高い場合、後方の聴覚ターゲットよりも前方の聴覚ターゲットに対する聴覚課題の反応がより速いことが示された。

以上の結果も、実験1と同様、視覚課題を課さない聴覚課題のみの単一課題条件下では全く生じなかった。そのため、やはり今回の一連の実験結果には、crossmodal attention が影響していることがわかった。

また、音のデザインの変更を行ったところ、実験1とは異なる結果が示されたことから、音や作業（課題）の持つ性質によって、視聴覚間の注意配分の大きさが異なってくる可能性を示唆した。

実験3では、より具体的で現実的な問題点を土台とした、応用的実験を鉄道運転士（以下、運転士）に対して行った。視覚課題や実験配置は実験1、実験2と同様であったが、聴覚課題は高音（6000Hz の純音）と低音（1000Hz の純音）に対して高低判断を行う課題と、その音源が1ブロック終了までに何度提示されたかを回答する記憶課題の2種類があった。更に、別の聴覚刺激として、運転士と鉄道指令員間の無線を介した会話を模擬した聴覚刺激（以下、無線連絡）が存在し、この無線連絡を無視する課題（以下、無視課題）があった。また、聴覚課題と無視課題は各々異なるスピーカから提示された（例）前スピーカ：無線連絡・後スピーカ：聴覚課題)。

実験の結果、無線連絡の種類（通告・指示・情報連絡・報告依頼）のうち、特に通告と報告依頼に関する無線連絡が提示されると、(無視すべき聴覚刺激であるにも関わらず) 視覚反応時間が長くなる結果が示された。つまり、「鉄道運転士は、自分に無関係であっても無線連絡は無視できない」ことが明らかとなった。

一方、実験1、実験2の視覚課題、聴覚課題で見られた crossmodal link の影響は統計的

に明らかな差としては示されず、無線連絡に対する再認課題の結果においてのみ表れた。すなわち、前方から無線連絡を提示した際、後方から無線連絡を提示した際よりも、（その駅名の）再認率が高いことが示された。

最後に、実験 4 では、大学生を対象として実験 3 と同様の実験を行った。その結果、無線連絡の種類に関わらず、視覚課題への反応時間に違いは見られなかった。つまり、「大学生は無線連絡を無視できる」ことが明らかとなった。

また、実験 1、実験 2 で見られた crossmodal link の影響は実験 3 と同様、統計的に明らかな差としては表れず、再認課題の結果にもその影響は示されなかった。つまり、再認課題において、crossmodal link の影響が表れるのは、用いた聴覚刺激に対して自己関連性が高い場合に限られる可能性を示唆した。

一連の結果に関し、crossmodal link の影響を中心として Table 6-1 にまとめた。

Table 6-1　一連の実験において crossmodal link の影響が見られた点

	研究1（基礎的研究）		研究2（応用的研究）	
	実験1（大学生）	実験2（大学生）	実験3（運転士）	実験4（大学生）
視覚課題の内容	RSVP（単純検出）	RSVP（単純検出）	RSVP（単純検出）	RSVP（単純検出）
聴覚課題の内容	前後判断（純音）	単純反応（白色雑音）	高低判断（純音）	高低判断（純音）
視覚課題	課題難易度が高いとき、先行する聴覚ターゲットが前方から提示された場合、後方から提示された場合よりも反応時間が短い	難易度に関わらず、先行する聴覚ターゲットが後方から提示された場合、前方から提示された場合よりもミス率が高い	統計的な差異なし	統計的な差異なし
聴覚課題	課題難易度が低いとき、前方聴覚ターゲットに対しての反応がその逆よりも速くなり、課題難易度が高いとき、前方聴覚ターゲットに対するエラー率がその逆よりも低い	課題難易度が高くなると、前方よりも後方に対する反応が遅延する	統計的な差異なし	統計的な差異なし
再認課題			無線連絡を前方から提示されたとき、後方よりも再認率が高い	統計的な差異なし

以上のまとめを基にして、総合論議を行っていくこととする。

6-2 基礎面からの考察

各実験を基礎的側面から見たときの疑問点としては、以下のものが挙げられる。

① 自己関連情報とは何だったのか？

② 研究 2 における crossmodal link による影響がほとんど生じなかった理由は何か？

③ 空間における視聴覚間の crossmodal link の働きは、どのような外的要因によってパフォーマンスに影響するのか？

まず、①について考察する。研究 2 では、無線連絡に対する自己関連性の高低の調節として、鉄道運転士（自己関連性－高）と大学生（自己関連性－低）という 2 群の異なる属性の実験協力者を用いた。しかしながら、運転士を対象とした実験 3 と大学生を対象とした実験 4 のそれぞれにおいて、自己関連性のみならず、重要性・新奇性・情動喚起性の要因がパフォーマンスに影響していることが示された。

ここで、疑問点として挙げられるのは、自己関連性とその他 3 種類（重要性・新奇性・情動喚起性）とは全く無関係であるのか、あるいは関係があるのならばどのように関わっているのかに疑問符が残る。そのため、ここでは、今回用いた無線連絡における自己関連性と重要性・新奇性・情動喚起性の関係についてモデル化し、Figure 6-1 に図示した。

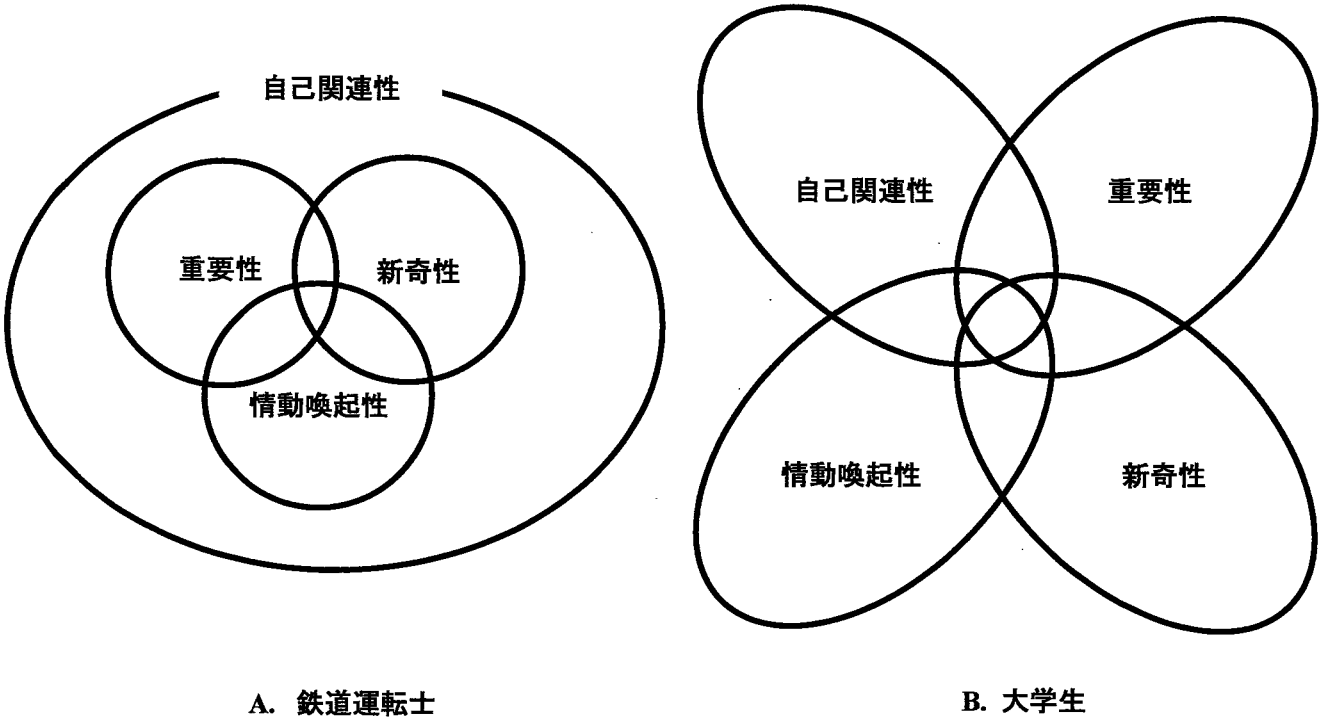

Figure 6-1 無線連絡が持つ自己関連性と重要性・新奇性・情動喚起性の関係

まず、Figure 6-1A に関して説明する。鉄道運転士にとっては、無線連絡全般が自己関連性の高い情報だと言えるだろう。そのため、今回用いた情報とは、自己関連性の高い情報の中に、重要性・新奇性・情動喚起性の要因が含まれていると言える。

また、実験 3 の結果から、自己関連性が高いだけでは、パフォーマンスに影響が生じないことが明らかとなった。つまり、自己関連性に加え、重要性や新奇性、情動喚起性の要因が付加されることによって、パフォーマンスに影響が生じると言える。また、3 点の要因（重要性・新奇性・情動喚起性）は、各要因が単独で付加されてパフォーマンスが変化することもあるが、複合的に付加された結果、影響を与えることもある。そのために、Figure 6-1A のモデル図は、3 点の要因がお互いに重なり合う円で結ばれている。

次に、Figure 6-1B に関して説明する。大学生にとって、無線連絡の内容は、そのほとんどが自己関連性の低い情報だったと言えるだろう。そのため、Figure 6-1A とは異なり、自己関連性の枠が他の 3 点の要因を取り囲むようなモデル図とはならず、他の 3 点の要因（重要性・新奇性・情動喚起性）と同列となっている。

ただし、全般的に自己関連性が低いものではあるが、自分が居住する地域に属する駅名に関しては自己関連性が高いと考えられ、また人身事故等に関する内容は自己関連性の有無に関わらず、情動喚起性が高い情報だと言えるだろう。これらの要因によって、(結果の多くは統計的な差異にはつながらなかったものの) 大学生のパフォーマンスが変化したと言える。

以上の考察から、無線連絡に対する自己関連性の捉え方が、運転士と大学生では異なっていたことがわかる。つまり、運転士は、無線連絡に対する高い知識や運転士としての仕事に関わる関係の深さから、自己関連性が高いと定義し、一方で、大学生は、無線連絡に対する知識の無さや仕事に関わる関係の浅さから、自己関連性が低いと定義した。しかし、大学生にとって、無線連絡の内容自体には関連性が低くとも、その内容の中で用いられた一部の駅名に関しては高い「自己関連性」があった。この「自己関連性」とは、無線連絡に対する知識の高さや仕事に関わる関係の深さを指すのではなく、自分の生活範囲地域としての知識の高さを指していたのである。

次に②について考察する。研究2では、研究1とは異なり、crossmodal link の働きによる影響がほとんど見られなかった。この原因については様々な要因が考えられるが、大きく分けて以下の3点の要因による影響が大きいと思われる。

1) 研究1と異なり、研究2では、聴覚刺激が前後スピーカの双方から提示されていた
2) 大学生と運転士では、実験に対する覚醒水準が異なった
3) 研究2で用いた聴覚課題は、音源定位は不要であったが、音源定位が困難な刺激（純音）だった

まず、1)に関して説明する。研究1では、課した聴覚課題の種類が実験1と実験2では異なっていたものの、聴覚刺激は常に1種類であり、前後一方のスピーカのみから提示されていた。一方、研究2で用いられた聴覚刺激は、聴覚課題に関する刺激（純音）と無視課題に関する刺激（無線連絡）の2種類あった。また、各聴覚刺激は前後の異なるスピーカから別個に提示されていた。このような聴覚刺激の設定を行った結果、研究2では、どちらか前後一方の聴覚刺激のみに対して空間的注意を向けることが困難となり、前後双方の聴覚刺激に空間的注意の配分が分散してしまった可能性がある。

空間的注意が分散した裏づけとして、研究2で行った再認課題の再認率は、実験3、実

験4共に人名以外は50%以上の再認率を示している（Table 6-2参照）。この結果は、自己関連情報に関する同様の研究を行ったBargh(1982)やMathews and MacLeod(1986)よりも高い再認率である（先行研究ではほぼチャンスレベルであった）。また、Table 6-2の再認率は各無線内容の平均であるが、その内容によっては再認率が80%を超えるものも存在する。このように、無視していた無線連絡の再認が可能であった事実は、注意が向いていたというある程度の証拠と言えるだろう。

Table 6-2 研究2の各実験における再認課題の平均再認率（%）

	駅名	人名	内容
実験3(運転士)	65.9	28.8	65.4
実験4(大学生)	54.8	31.7	62.5

以上の考察により、研究1では存在しなかった「無視すべき聴覚刺激」が原因で、研究2ではcrossmodal linkの影響が小さくなったと考えられる。

次に2）に関して考察する。ここでは、実験3と実験4における実験協力者の属性の違が原因でcrossmodal linkの影響が小さくなった可能性について考察したい。

研究2で行った課題では、無線なし条件（ベースライン条件）において、運転士と大学生間で反応時間に違いがあった。この理由として、運転士にとっては動機づけが高く、大学生にとっては動機づけが低い実験条件であったことが原因である可能性を第5章のまとめで述べた。この章では更にこの動機づけの高低を仮に覚醒水準の違いと言い換えて考察してみたい。

ヤーキーズ・ドッドソンの法則によると、ある最適水準までは覚醒水準の増加と共に、パフォーマンスは良くなるが、最適水準を越えると逆に低下していくと言われている。つまり、覚醒レベルとパフォーマンスとの間には逆U字型の関係があるのである（箱田,1999）。このヤーキーズ・ドッドソンの法則を、研究2における各実験協力者の動機づけの状態に当てはめたとすると、運転士の実験に対する取り組みぶりはほぼ最適水準に近く覚醒した状態であり、一方で大学生はやや目覚めの程度が低い状態で課題を遂行していた可能性がある。

また、動機づけの高低によって、各実験協力者の注意容量も異なってくることも前章で説明した。注意容量の大小に関しても同じくヤーキーズ・ドッドソンの法則に仮に当てはめると、Figure 6-2のような図が作成できる。

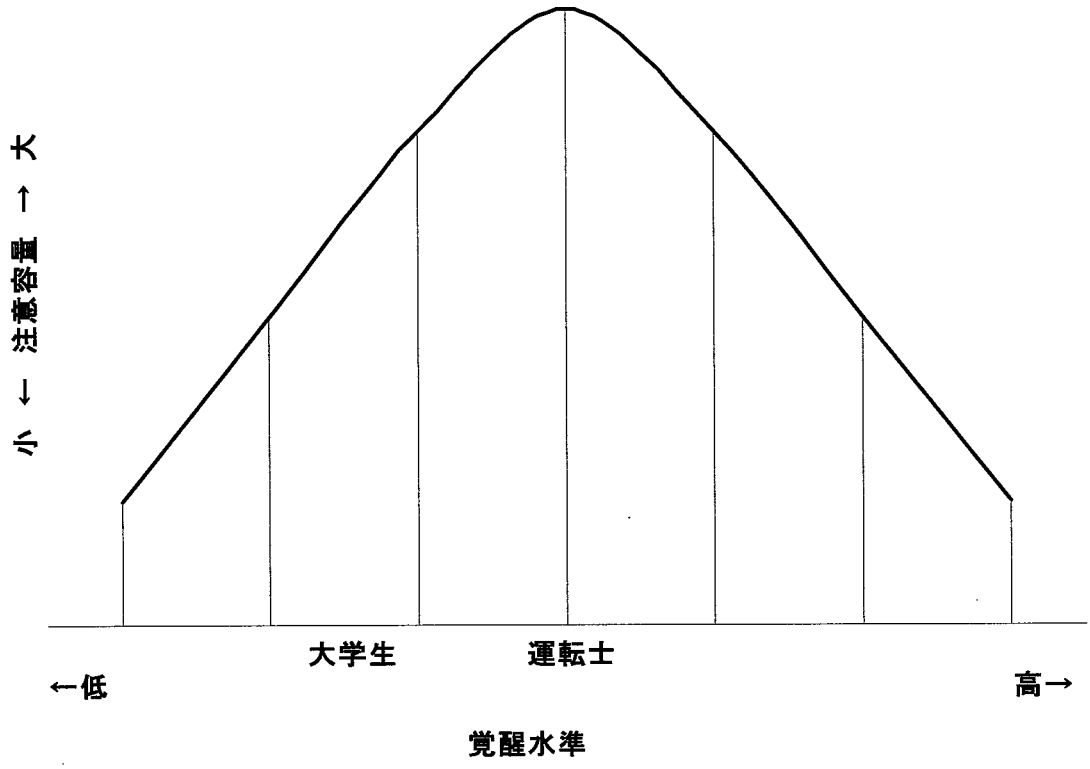

Figure 6-2 覚醒水準と注意容量の関係

Figure 6-2 を見ると、運転士の実験の取り組みぶりは、ほぼ最適な覚醒水準であったため、最大の注意容量となった。その一方、大学生の実験の取り組みぶりは、やや覚醒水準が低く、注意容量は運転士よりも小さいものであったことがわかる。この図を見れば、各実験協力者の覚醒水準の違いが結果的に注意容量の大小の違いに繋がったことが理解できるだろう。

ここでは、実験協力者間における注意容量の大小が crossmodal link の影響を小さくした可能性について議論したい。まず、大学生はやや覚醒水準の低い状態で実験を遂行していた。そのため、注意容量が普段の日常生活より小さいものだったと言える。この場合、実験協力者（大学生）は課題に対する高いパフォーマンスを目標としておらず、反応時間を長くする、あるいはエラー発生頻度をするような状況で課題を遂行していたと推測される。結果、高いパフォーマンスに必要な積極的な前方（あるいは後方）に対する空間的注意は向けられていなかったと思われる。そのため、空間における crossmodal link の働きが、大

学生において小さいものになったと考えられる。

一方、運転士は、最適な覚醒水準で実験を遂行していた。そのため、注意容量は普段の運転ぶりと同等、あるいは（日常生活とは全く異なる仕事に従事したために）より大きいものだった可能性がある。この場合、実験協力者（運転士）は課題に対してかなり高いパフォーマンスを維持し続けることを目標とし、反応時間は短く、エラー率は低くなるように努めた。結果、大学生と比較すると空間的注意は前方・後方に関わらず積極的に向けられていた。ただし、視覚的注意を前方へ向け、一方で聴覚的注意が後方へ向くような条件下（視覚課題が前方、聴覚課題が後方から提示される条件）であっても、その注意容量の大きさから、空間における crossmodal link の働きを受けにくい頑健さがあったのかもしれない。

つまり、空間における crossmodal link の働きがパフォーマンス結果に反映されやすいと推測できるのは、大学生と運転士の間の注意容量であるのかもしれない。このとき、限られた注意容量を有効活用するために、空間における crossmodal link の働きが積極的に用いられる可能性があるだろう。

以上の考察から、実験 3 では、実験協力者（運転士）の注意容量の大きさのために crossmodal link の影響が小さかった。一方で、実験 4 では、実験協力者の注意容量の小ささのために、crossmodal link の影響が小さかったと考えられる。

最後に 3）に関しては、「③ 空間における視聴覚間の crossmodal link の働きは、どのような外的要因によってパフォーマンスに影響するのか」の議論とも関わってくるため、まとめて考察することとする。

まず、先述した Table 6-1 で、一連の実験間で crossmodal link の影響が見られた点についてまとめた。ここでは、Table 6-1 の結果を基に、crossmodal link の働きが、どのような場合に見られるのかをモデル図にして、Figure 6-3、Figure 6-4 に示した。

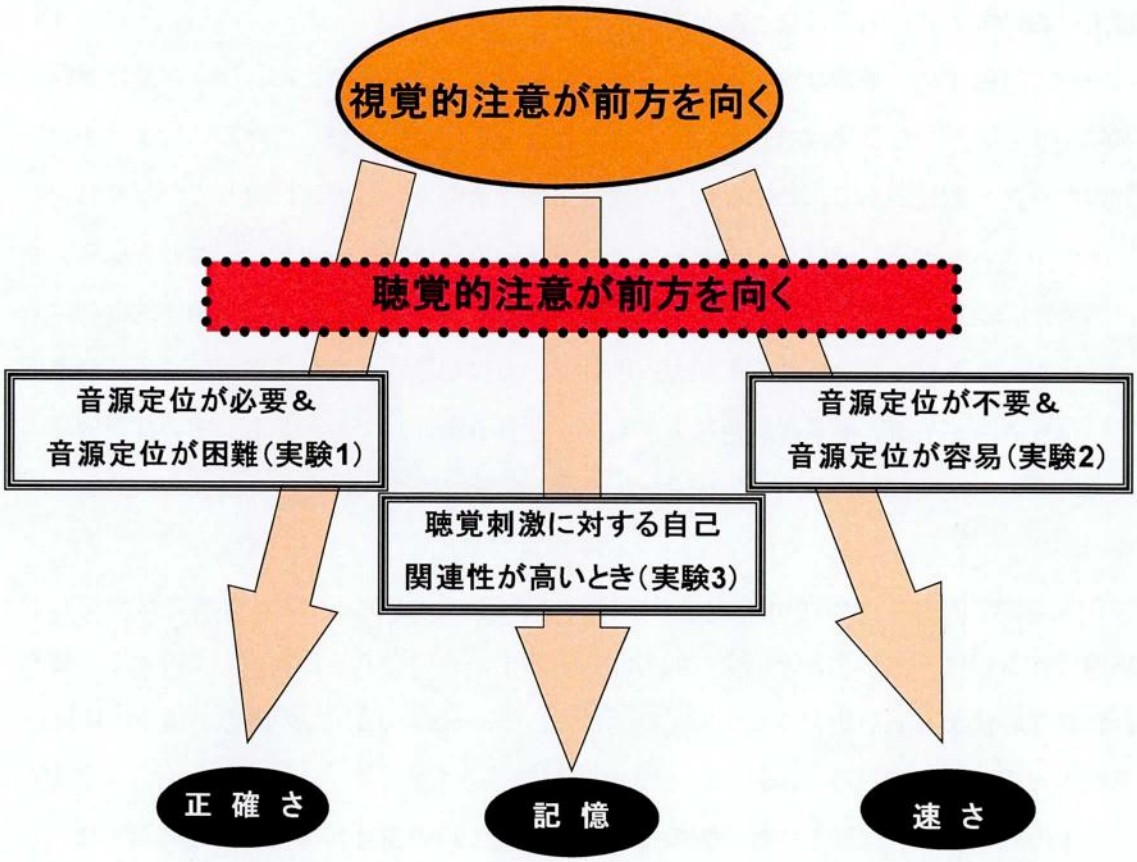

Figure 6-3 一連の実験において視覚から聴覚への crossmodal link の影響が見られた点

Figure 6-3 は、視覚的注意が前方を向いた（視覚課題を行った）結果、聴覚課題にどのような結果が表れたのかを端的に表した図である。つまり、視覚的注意が前方を向けば、crossmodal link の影響により、聴覚的注意も前方へ向く。ただし、その結果がどのようにパフォーマンスに表れるのかは、外的要因（聴覚課題の内容や聴覚刺激の質等）によって異なることを Figure 6-3 は図示している。

例えば、音源定位が必要な聴覚課題（前後判断課題）であり、かつ音源定位が困難である聴覚刺激（純音）を用いた実験 1 では、crossmodal link は音源定位の正確さに影響を与えた（後方からの音源を前方からの音源であると誤知覚したエラーがその逆のエラー（前方からの音源を後方からの音源であると誤知覚するエラー）よりも高くなった）。

また、音源定位が不要な聴覚課題（単純反応課題）であり、かつ音源定位が容易である刺激（白色雑音）を用いた実験 2 では、crossmodal link は、音源に対する反応の速さに影響を与えた（反応時間が、後方の音源よりも前方の音源に対してより短かった）。

更に、聴覚刺激に音声を用い、かつその音声の内容が自己関連性の高いものであった場合、crossmodal link は記憶に影響を与えた（再認課題において、後方から提示された駅名よりも前方から提示された駅名に対する再認率が高かった）。

以上の結果は、すべて crossmodal link の働きによるものであるが、聴覚課題の内容や刺激によって様々な表れ方をすることがわかるだろう。また、Figure 6-3 のモデルは、特に（実験 1 や実験 2 に関しては）視覚課題の難易度が高い場合のみに限定しているが、視覚課題の難易度によっても、crossmodal link の影響は異なってくることが実験 1、実験 2 の結果によって明らかとなっている。視覚課題の難易度を視覚的注意に対する配分の大きさと捉えるならば、視覚的注意の大きさによっても、crossmodal link の働きが聴覚パフォーマンスに与える影響は異なると言えるだろう。

次に、Figure 6-4 は、聴覚的注意が前方へ向いた（前方からの音源に対して反応した）結果、視覚課題にどのような結果が表れたのかを表した図である。つまり、Figure 6-3 と同様に、聴覚的注意が前方を向けば、crossmodal link の影響により、視覚的注意も前方へ向く。ただし、その結果がどのようにパフォーマンスに表れるのかは、外的要因（聴覚課題の内容や聴覚刺激の質等）によって異なることを Figure 6-4 は図示している。

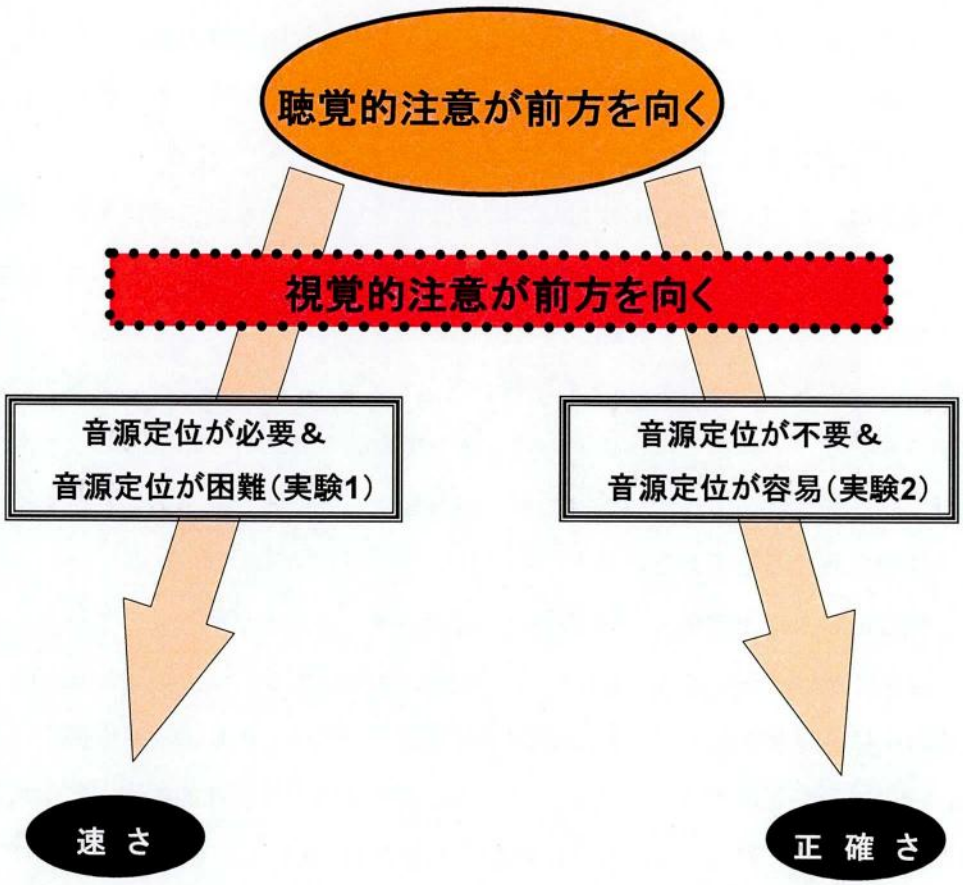

Figure 6-4 一連の実験において聴覚から視覚への crossmodal link の影響が見られた点

具体的には、音源定位が必要な聴覚課題（前後判断課題）であり、かつ音源定位が困難である聴覚刺激（純音）を用いた実験 1 では、crossmodal link は視覚ターゲットに対する反応の速さに影響を与えた（先行した聴覚ターゲットが前方から提示された場合、その逆の場合（先行した聴覚ターゲットが後方から提示されたとき）よりも視覚反応時間は短くなった）。

一方、音源定位が不要な聴覚課題（単純反応課題）であり、かつ音源定位が容易である刺激（白色雑音）を用いた実験 2 では、crossmodal link は、視覚ターゲットに対する反応の正確さに影響を与えた（先行した聴覚ターゲットが前方から提示された場合、その逆の場合（先行した聴覚ターゲットが後方から提示されたとき）よりも、視覚ターゲットを見逃す確率（視覚ミス率）が低かった）。

以上の結果も、すべて crossmodal link の働きによるものであるが、Figure 6-3 と同様に聴覚課題の内容や刺激によって様々な表れ方をすることがわかるだろう。また、視聴覚間で

crossmodal link の働きがどのように表れたのかを比較すると、より興味深い。例えば、実験 1 の条件（音源定位が必要な課題であり、かつ音源定位が困難な刺激）において、聴覚に対しては（crossmodal link の影響は）正確さに表れる一方で、視覚に対しては速さに表れる。更に、実験 2 の条件（音源定位が不要な課題であり、かつ音源定位が容易な刺激）において、聴覚に対しては速さに表れる一方、視覚に対しては正確さに表れる。これは、あたかも視聴覚間で速さと正確さのトレードオフを行っているようにも思える。視覚と聴覚には深いつながりがある証拠とも言えるだろう。Figure 6-3、Figure 6-4 からもわかるように、注意は視覚から聴覚、聴覚から視覚の相互的に作用するのである。

さて、ここまで crossmodal link の働きについてまとめと考察を行ってきたが、未だ「研究 2 では、研究 1 とは異なり、crossmodal link の働きによる影響がほとんど見られなかった理由」について、最後まで議論していない。「3) 研究 2 で用いた聴覚課題は、音源定位は不要であったが、音源定位が困難な刺激（純音）だった」ために crossmodal link の影響が小さかった可能性について述べていないためである。

この可能性については、Figure 6-3 や Figure 6-4 を見直してみると理解しやすい。実験 1 では、音源定位が必要な課題（前後判断課題）であり、かつ聴覚ターゲットには音源定位が困難な刺激（純音）を用いた。その結果、crossmodal link の影響が見られたことは既に述べた。また、実験 2 では、音源定位が不要な課題（単純反応課題）であり、かつ聴覚ターゲットには音源定位が容易な刺激（白色雑音）を用いた。その結果、実験 1 とは異なったが、確かに crossmodal link の影響がパフォーマンス結果に表れたことも述べた。

ただし、研究 2（実験 3 と実験 4）では、「音源定位が不要な課題（高低判断課題）であり、かつ音源定位が困難な刺激（純音）」を聴覚課題とした。この実験 1 とも実験 2 とも異なる聴覚課題の設定によって、crossmodal link の影響が小さくなった可能性がある。

つまり、（ここでは仮説でしかないが）crossmodal link の働きは、「音源定位が必要な課題であり、かつ音源定位が困難な刺激」である場合か、「音源定位が不要な課題であり、かつ音源定位が容易な刺激」である場合にのみ、影響が表れやすい傾向にあるのかもしれない。

また、一連の研究では、聴覚課題の内容や聴覚刺激の種類を中心に様々な変更を行い、crossmodal link の変化を検討してきた。しかしながら、視覚課題の内容や視覚刺激の種類の変更によっても crossmodal link は異なる表れ方をすると考えられる。そのため、今後の crossmodal link における課題は、どのような規則性によって各パフォーマンスへ影響を与

えるのかをより具体的に追求することだろう。

以上、crossmodal link についてまとめると、以下のことが言える。

① 空間における crossmodal link の働きは、聴覚課題の種類（音源定位・単純反応・高低音判断）や質（白色雑音・純音）に関わらず、どのような場面でも生じる可能性が高い

② ただし、crossmodal link の働きが、どのような測度（反応の速さや正確さや記憶課題等）に影響を及ぼすのかは、聴覚課題の種類や質によって異なる

6-3 応用面からの考察

各実験を基礎的側面から見たときの疑問点としては、以下のものが挙げられる。

① 数十 ms から数百 ms の差は実際場面でどのような影響があるのか？

② 空間における視聴覚間の crossmodal link の働きはどのように活用していくべきか？

まず、①に関して考察を行う。本実験では、基礎的研究、応用的研究に関わらず全ての課題が比較的単純であったため、ベースライン条件とその他の実験条件間の統計的な差は数十 ms から数百 ms 程度であった。しかし、実際場面において、このような 1 秒以下の差異がどの程度影響を及ぼすのかについて議論する。

ここでは、具体例として、自動車運転における、危険を認知してからブレーキを踏むまでの時間（ブレーキ反応時間）を挙げる（例えば、急に側道から子どもが飛び出してきて、それに気づき、ブレーキを踏むまでの時間）。この場合、危険の認知に 400ms、アクセルとブレーキの踏み変えに 200ms、ブレーキを踏み込むのに 100ms かかると言われている（塙, 1963）。つまり、合計 700ms ではあるが、その間、自動車は空走することになる。例え時速 20 キロであっても 3.9 メートルはそのまま進行し、その後でブレーキが効き始めるということになる。更に、路面の摩擦係数を 0.7 とすれば、停止するまでに更に 1.9 メートル、合計では 5.8 メートル進み、やっと停止する（石田, 2000）。時速 5 キロでも歩行者が相手の場合、死亡することがあることを踏まえると、この 1 秒以下のほんの少しの反応時間の遅れがどれほど致命的になるかがわかるだろう。

また、実験室実験での数十から数百 ms の遅れは、実際場面では何倍もの遅延反応に繋がる可能性がある。実験室実験では、様々な要因をできるだけ排除した上に、課題は比較

的容易に遂行できるものであることが多い。しかし、実際場面では、時に複雑な状況下（例えば、かなり混雑した交通場面下）で、難易度の高い作業を同時に行う必要があるだろう。この場合、数百 ms 程度の遅れではなく、数秒単位で作業が遅れることも容易に予想される。この予想を先ほどのブレーキ反応時間に当てはめれば、かなり大惨事となる交通事故が起こると考えられるだろう。

以上の考察から、①への回答は、「例え数百 ms 単位の反応遅延であっても、事故が起こるには十分すぎる単位である。それに加え、実際場面下の複雑な要因が絡み合えば、実験室実験下の数十から数百 ms の遅れは、実際場面下の数秒単位の反応遅延に繋がる可能性も大きい。また、現実場面では自動車運転場面に限らず、あらゆる運転操作場面でわずかな反応の遅れがトラブルや事故を招きうる」となるだろう。

今回の①のような疑問点は、心理学の実験室実験に対する批判としてよく聞かれる。しかしながら、18 世紀ごろには既に、市電運転者の運転適性検査として、基礎心理学的な要素が多数取り入れられたという歴史がある（Echterhoff, 1991）。つまり、基礎と応用は決して別個のものではなく、今回研究してきた crossmodal link と同様、必ずつながりを持っているのである。

最後に、②について議論する。基礎面から考察により、基礎的研究（研究 1）であっても応用的研究（研究 2）であってもある程度は空間における crossmodal link の影響が存在することが明らかとなった。そのため、実際場面下においてもこの crossmodal link の存在を意識した上で様々な機器のデザインを行っていく必要があるだろう。今までは、様々な機器のデザインは視覚機能のみの観点から、あるいは聴覚機能のみの観点から考案されることが多かった。しかしながら、今後は、各感覚機能に関する先行研究を土台とした上で、視聴覚双方を用いた場合における人間の空間的注意特性を検討しつつ、機器のデザインを設計するべきである。

例えば、参考となる先行研究の一例として、音声情報の種類をスピーカ提示位置で区分することによって、パフォーマンスが向上するという知見がある（木村・高尾・山口・石井、2005）。このような知見は、たとえ空間分解能が劣る聴覚であっても空間的注意が働いているという証拠でもある。しかし、様々な視覚作業を行ったときでも、パフォーマンスは常に向上するのだろうか。このように音声情報を伴った場合の視覚作業への影響も積極的に考慮に含めなければ、複雑な日常場面には適応できない機器デザインとなってしまう。以上の考察から、今後、視聴覚双方における空間的注意の特性を積極的に利用することが

必須となるであろう。

本研究からの知見を具体的に述べると、視聴覚刺激の双方を活用する場合、最も必要とされる聴覚情報は前方から提示すべきであり、その他の聴覚情報は側方から提示すべきである。この理由は、視覚的注意と聴覚的注意を別個の空間に向けることが難しいためである。更に、注意喚起したい聴覚情報は、できるだけ広帯域であることが望ましい。しかしながら、広帯域の音を用いた場合、視覚刺激に対する注意喚起が低下する可能性も考慮しておくべきであろう。

また、単純な警告音等よりも人の声（会話）は気になりやすいため（Nemecek & Grandjean, 1971）、例え側方から聴覚情報を提示したとしても聴覚的注意が惹きつけられ、視覚作業に対する注意配分が小さくなるかもしれない。その聴覚情報が作業者にとって自己関連性が高い情報であれば、より一層その可能性は高くなるだろう。このように、視覚と聴覚間の注意のバランスを考慮しながら、人間の注意特性に寄り添った機器デザインを開発していくことが望まれる。

以上、空間における crossmodal link の働きについて、基礎面と応用面からの実験を行い、考察を行った。今までの実験結果から、空間における crossmodal link の働きは実験条件によって様々であり、統一した知見を得ることは困難であった。しかし、この結果こそが、場面に応じて適切な行動を取る人間の特性そのものであり、crossmodal attention の面白さでもあるだろう。

ある特定の機器のデザインに crossmodal attention の知見を活かすためには、本研究の結果のみでは当然ながら不足な点が多数あると思われる。それは、本研究のような基礎面と応用面の双方からの考察が可能な実験計画ならではの欠点でもある。例えば、具体的な活用性を考慮した場合、更にもう一段階実際場面に近い条件下での実験を検討する必要があるためであろう。また、一方で、人間の情報処理の特性について、より基礎面からの検討を行いたい場合、本実験計画では、要因が多すぎるかもしれない。

しかしながら、このような基礎と応用の中間を流れるような今回の実験では、この双方に対する疑問点や問題点を分かりやすく見出すことが出来る。この基礎面と応用面を検討し得る実験で生じた数々の問題点に関しては、例えば基礎面から更なる検討を行うには、要因を絞り込み、より統制の取れた実験を行うことで発展的な基礎的研究となり得るだろう。一方、応用面から更なる具体的な検討を行いたいのであれば、より実用的な状況下での実験を行うことにより、その効果を知ることが出来る。

以上の利点を踏まえると、今回のような基礎と応用をつなぐ研究は今後、より発展する可能性が大きいだろう。また、crossmodal atteniton の研究とは、この基礎面と応用面からのアプローチを必要とする、複雑かつ興味深い研究である。

引　用　文　献

【引 用 文 献】

Alais, D., & Burr, D. (2004) The ventriloquist effect results from near-optimal bimodal integration. *Current Biology*, 14, 257-262.

Allport, D. A., Antonis, B. & Reynolds, P. (1972) On the division of attention: a disproof of the single channel hypothesis. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 24(2), 225-235.

Anderson, A. K. & Phelps, E. A. (2001) Lesions of the human amygdala impair enhanced perception of emotionally salient events. *Nature*, 411, 305-309

Arnell, K. M. & Duncan, J. (2002) Separate and shared sources of dual-task cost in stimulus identification and response selection. *Cognitive Psychology*, 44, 105-147.

Arnell, K. M. & Larson, J. M. (2002) Cross-modality attentional blinks without preparatory task-set switching. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 497-506.

『朝日新聞』 2007 年 7 月 13 日 夕刊 「無線規制、戸惑う鉄道」

Atkinson, R.C. & Shiffrin, R. M. (1968) Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence & J. T. Spence (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory,* Vol.2. (pp.89-195) . Academic Press.

Atkinson, R. C. & Shiffrin, R. M. (1971) The control of short-term memory. *Scientific American,* 225, 82-90

Bargh, J. A. (1982) Attention and automaticity in the processing of self-relevant information. *Journal of Personality and Social Psychology*, 43, 425-436.

Bargh, J. A., & Pratto, F. (1986) Individual construct accessibility and perceptual selection. *Journal of Experimental Social Psychology*, 22, 293-311.

Broadbent, D. E. & Broadbent, M. H. P. (1987) From detection to identification : Response to multiple targets in rapid serial visual presentation. *Perception & Psychophysics*, 42, 105-113.

Bushara, K. O., Weeks, R. A., Ishii, K., Catalan, M. J., Tian, B., Rauschecker, J. P., & Hallet, M. (1999) Modality-specific frontal and parietal areas for auditory and visual spatial localization in humans. *Nature Neuroscience*, 2, 759-765.

Cherry, E.C. (1953) The recognition of speech, with one and two ears. *Journal of the Acoustical Society of America*, 25, 975-979.

Darwin, C. J., Turvey, M. T. & Crowder, R. G. (1972) An auditory analogue of the Sperling partial report procedure: Evidence of brief auditory storage. *Cognitive Psychology*, 3, 255-267.

Dell'Acqua, R., Jolicoeur, P., Pesciarelli, F., Job, R. & Palomba, D. (2003) Electrophysiological evidence of visual encoding deficits in a crossmodal attentional blink paradigm, *Psychophysiology*, 40, 629-639.

Di Lollo, V., Kawahara, J., Zuvic, S., & Visser, T. (2001) The preattentive emperor has no clothes: A dynamic redressing. *Journal of Experimental Psychology;: General*, 130, 479-492.

Driver, J. & Spence, C. (1994) Spatial synergies between auditory and visual attention. In C. Umilta & M. Moscovitch (Ed.), *Attention and Performance: Conscious and nonconscious information processing*, Vol. 15, (pp.311-331). MIT Press: Canbridge, MA.

Echterhoff, W. (1991) Verkehrspsychologie Entwicklung, Themen, Resultate, Verlag TUV Rheinland Gmbh. （長塚康弘訳 2000 『交通心理学－歴史と成果－』 企業開発センター交通問題研究室）

Farah, M. J., Wong, A. B., Monheit, M. A. & Morrow, L. A. (1989) Parietal lobe mechanisms of spatial attention: Modality-specific or supramodal? *Neuropsychologia*, 27, 461-470.

Felleman, D. J. & Van Essen, D. C. (1991) Distributed hierarchical processing in the primate cerebrtal cortex. *Cerebral Cortex*, 1, 1-47.

Fisk, A. D. & Schneider, W. (1984) Memory as a function of attention, level of processing, and automatization. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 10, 181-197.

Giesbrecht, B., & Di Lollo, V. (1998) Beyond the attentional blink: Visual masking by object substitution. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29, 238-258.

Glucksberg, S. & Cowan, G. N., Jr. (1970) Memory for nonattended auditory material. *Cognitive Psychology*, 1, 149-156.

Goldstone, S. (1968) Reaction times to onset and termination of lights and sounds. *Perceptual and Motor skills*, 27, 1023-1029.

箱田裕司 (1999) ヤーキーズ＝ドッドソンの法則 中島義明ら（編）心理学辞典 (p.850) 有斐閣

塙克郎 (1963) 交通工学入門 山海堂

Hawley, K. J., Johnston, W.A. & Farnham, J. M. (1994) Novel popout with nonsense strings: Effects of predictability of string length and spatial location. *Perception & Psychophysics*, 55, 261-268.

飯田健夫・伊藤孝幸 (1998) 自動車運転時における視覚特性への思考負荷の影響 －眼球運動と反応時間による検証－ 交通科学 28 60-65.

石田敏郎 (2000) 運転時の一瞬の判断を最適化するコツ 海保博之 (編) 瞬間情報処理の心理学－人が 2 秒間でできること－ (pp.208-226) 福村出版

岩崎祥一 (2002) しか区における注意と意識の関係 基礎心理学研究 21(1) 74-79

Karneman, D. (1973) *Attention and Effort*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

河原純一郎 (2003) 注意の瞬き 心理学評論 46 501-526.

木村つかさ・高尾秀伸・山口俊光・石井博章 (2005) 複数音源からの音源呈示による系列位置効果－1 音源と 3 音源の比較－ シンポジウム「ケータイ・カーナビの利用性と人間工学」研究論文集 pp.49-52.

北川智則 (2007) 6.2 人間は視覚からほとんどの情報を得ているのか？ 野口薫（編）美と感性の心理学 －ゲシュタルト心理学の新しい地平－ (pp.127-136) 日本大学文理学部

小谷津孝明 (1979) 記憶へのアプローチ 数理科学 7 30-36.

倉片憲治 (2005) 2.3 報知音 社団法人 人間生活工学研究センター (編) ワークショップ 人間生活工学 第 3 巻 インタラクティブシステムのユーザビリティ (pp.74-79) 丸善

黒澤明・ 都木徹・山口善司 (1982) 頭部伝達関数と方向弁別関数について 日本音響学会誌 38 145-151.

LaBerge,D. (1995) *Attentional Processing*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

Li, F. F., VanRullen, R., Koch, C., & Perona, P. (2002) Rapid natural scene categorization in the near absence of attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 99, 9596-9601

Lindsay, P. H. & Norman, D. A. (1977) *Human Information Processing An Introduction to Psychology 2th ed*, New York: Academic Press （中溝幸夫・箱田裕司・近藤倫明訳, 1984 『十法処理心理学入門 II 注意と記憶』 サイエンス社）

Mathews, A. & MacLeod, C. (1985) Selective processing of threat cues in anxiety states. *Behaviour Research and Therapy*, 23, 563-569.

Mathews, A. & MacLeod, C. (1986) Discrimination of threat cues without awareness in anxiety states. *Journal of Abnormal Psychology*, 95, 131-138.

松田隆夫 (1995) 視知覚 培風館

McGurk, H. & MacDonald, J. (1976) Hearing Lips and seeing voices. *Nature*, 264, 746-748.

Metzger, W. (1934) Beobachtungen uber phanomenale identitat. *Psychologische Forschung,* 19, 1-49.

Mills, A.W. (1958) On the minimum audible angle. *Journal of the Acoustical Society of America*, 30, 237-246.

三浦利章 (1996) 行動と視覚的注意 風間書房

宮内哲 (1997) 視覚的注意とクロスモーダルアテンション 苧阪直行 （編） 脳と意識 （pp.146-164） 朝倉書店

Mogg, K. & Marden, B. (1990) Processing of emotional information in anxious subjects. *British Journal of Clinical Psychology*, 29, 227-229.

Moore, B. C. J. (1989) *An Introduction to the Psychology of hearing,* 3rd ed, Academic Press. （大串健吾監訳 1994 『聴覚心理学概論』 誠信書房）

森敏昭 (1995) 記憶のしくみ 高野陽太郎 （編） 認知心理学 2 記憶 (pp.9-26)

永井淳一 (2003) 刺激の親近性・新奇性と視覚的注意 心理学評論 46 412-425.

内閣府編 (2007) 平成 19 年版 交通安全白書 佐伯印刷株式会社

中島祥好 (1999) マガーク効果 中島義明ら（編）心理学辞典 (pp.806-807) 有斐閣

中里克治 (1997) 知能と加齢 下仲順子 （編） 現代心理学シリーズ 14 老年心理学（pp.51-61）培風館

Nemecek, J. & Grandjean, E. (1971) Das Grossraumburo in arbeitsphysiologischer sicht. Industrielle Organisation, 40, 233-243.

Nielsen, S. L., & Sarason, I. G. (1981) Emotion, Personality and selective attention. *Journal of Personality and Social Psychology*, 41, 945-960.

日本高次脳機能障害学会編 (2006) 標準注意検査法・標準意欲評価法 新興医学出版社

大場亜紀子 (1994) 交通環境における事故要因と事故防止に関する心理学的研究 平成 4 年度九州大学文学部哲学科心理学専攻課程卒業論文要旨 3-4.

大山正 (1985) 反応時間研究の歴史と現状 人間工学 21 57-64.

Parks, A., & Hooijmeier, V. (2000) The influence of the use of mobile phones on driver situation awareness. NHTSA Driver distraction internet forum.

Penner, J. (1977) Detection of temporal gaps in noise as a measure of the decay of auditory sensation. *The Journal of the Acousutical Society of America*. 61, 552-557.

Plomp, R. (1964) Rate of decay of auditory sensation. *The Journal of the Acoustical Society of America,* 36, 277-282.

Posner, M. I. (1976) Visual dominance: an introduction processing account of its origins and significance. *Psychological Review*, 83, 157-171.

Posner, M. I. (1978) *Chronometric explorations of mind.* Oxford University Press.

Postman, L., Bruner, J. S. & McGinnes, E. (1946) Personal values as selective factors in perception. *Journal of Abnormal Psychology,* 43, 142-154.

Postman, L. & Schneider, B. H. (1951) Personal values, visual recognition, and recall. *Psychological Review*, 58, 271-284.

Potter, M. C., Chun, M. M., Banks, B. S., & Muckenhoupt, M. (1998) Two attentional deficits in serial target search: The visual attentional blink and an amodal task-switch deficit. *Journal of Experimental Psychology: The Learning, Memory, and Cognition*, 24, 979-992.

Raymond, J. E., Shapiro, K. L., & Arnell, K. M. (1992) Temporary suppression of visual processing in an RSVP task: An attentional blink? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 879-860.

Robinson, E. S. (1934) Work of the integrated organism. In C. Murchison (Ed.), *Handbook of general experimental psychology*. New York: Rusell & Rusell. Pp.571-650.

Rock, I. (1966) *The Nature of Perceptual Adaptation*. New York: Basic Books

佐藤隆夫 視覚優位 中島義明ら（編）心理学辞典 (p.314) 有斐閣

Sekuler, R., Sekuler, A. B. & Lau, R. (1997) Sound alters visual motion perception, *Nature*, 385, 308.

Shams, L., Kamitani, Y. & Shimojo, S. (2000) What you see is what you hear, *Nature*, 408, 788.

Shapiro, K. L., Cardwell, J. & Sorensen, R. E. (1997) Personal names and the attentional blink: A visual "cocktail party" effect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23, 504-514.

Shapiro, K. L., Driver, J., Ward, R., & Sorensen, R. E. (1997) Priming from the attentional blink: A failure to extract visual tokens but not visual types. *Psychological Science*, 8, 95-100.

Shapiro, K. L., Raymond, J. E. & Arnell, K. M. (1994) Attention to visual pattern information produces the attentional blink in rapid serial visual presentation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 357-371.

重野純 (2003) 音の世界の心理学 ナカニシヤ出版

重野純 (2006) キーワード心理学シリーズ 2 聴覚・ことば 新曜社

下條信輔・クリスチャン シャイア・ロミ ニジャワン・ラダン シャムズ・神谷之康・渡邊克巳 (2001) 知覚モダリティを超えて：視知覚に及ぼす聴覚の効果 日本音響学会誌 57(3) 219-225.

篠原一光・三浦利章 (2004) 情報機器利用による自動車運転者の注意への肯定的影響と否定的影響 大阪大学大学院人間科学研究科紀要 30 15-34.

篠原一光・山田尚子・神田幸治・臼井伸之介 (2007) 日常生活における注意経験と主観的メンタルワークロードの個人差 人間工学 43 201-211.

城岡啓二「日本の姓の全国順位データベース」
＜http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~jjksiro/kensaku.html＞（最終アクセス：2008 年 3 月 17 日）

Shulman, H. G. & Hsieh, V. (1995) The attentional blink in mixed modality streams. Paper presen

Soto-Faraco, S., & Spence, C. (2002) Modality-specific auditory and visual temporal processing deficits. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55A, 23-40.

Spence, C., & Driver, J. (1996) Audiovisual links in endogenous covert spatial attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22, 1005-1030.

Spence, C., & Driver, J. (2000) Attracting attention to the illusory location of a sound: reflexive crossmodal orienting and ventriloquism. *Neuroreport*, 11, 2057-2061.

Spence, C. & Driver, J. (2004) *Crossmodal Space and Crossmodal Attention*. Oxford University Press.

Spence,C., Nicholls,M.E.R., & Driver,J. (2001). The cost of expecting events in the wrong sensory modality. *Perception & Psychophysics,* 63, 330-336.

Spence, C., Ranson, J. & Driver, J. (2000) Cross-modal selective attention: On the difficulty of ignoring sounds at the locus of visual attention. *Perception & Psychophysics*. 62(2), 410-424.

Spence, C. & Read, L. (2003) Speech shadowing while driving: on the difficulty of splitting attention between eye and ear. *Psychological Science*, 14(5), 251-256.

Sperling, G. (1960) The information available in brief presentations. Psychological Monographs, 74 1-29.

Stafford, T. & Webb, M. (2004) *MIND HACKS –Tips & Tools for Using Your Brain-*. Oreilly & Associates Inc. (夏目大訳，2005 『MIND HACKS 実験で知る脳と心のシステム』オライリー・ジャパン)

Strayer, D. L., Drews, F. A., & Johnston, W. A. (2003) Cell phone-induced failures of visual attention during simulated driving. *Journal of experimental psychology: Applied*, 9, 23-32.

Strayer, D. L. & Johnston, W. A. (2000) Novel popout is an attention-based phenomenon; An ERP analysis. *Perception & Psychophysics*, 62, 459-470.

Strayer, D. L. & Johnston, W. A. (2001) Driven to distraction: dual-task studies of simulated driving & conversing on a cellular telephone. *Psychological science*, 12, 462-466.

高橋政士編 (2006) 詳解 鉄道用語辞典 山海堂

高橋康朗 (2005) 2.2 報知光社団法人 人間生活工学研究センター（編）ワークショップ 人間生活工学 第3巻 インタラクティブシステムのユーザビリティ (pp.68-72) 丸善

高山智行 (1999) 両耳分離聴　中島義明ら（編）心理学辞典 (p. 599) 有斐閣

鉄道総合技術研究所編 (2006) 鉄道技術用語辞典 第2版 丸善

Treisman, A. (1964) Monitoring and storage of irrelevant messages in selective attention. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 3, 449-459.

Treisman, A., & Souther, J. (1986) Search asymmetry: A diagnostic for preattentive processing of separable features. *Journal of Experimental Psychology: General*, 114, 285-310.

内田信行・浅野陽一・植田俊彦・飯星明 (2005) 携帯電話会話時における運転者の注意状態評価について IATSS Review 30 57-65.

上田真由子・三浦利章 (2007) モダリティと空間に対する注意の加算性 基礎心理学研究 25(2) 169-180

上田真由子・太刀掛俊之・臼井伸之介（2006）前方への視覚的注意が音源定位に及ぼす影響　日本心理学会第 70 回大会発表論文集 p.538

上田真由子・太刀掛俊之・臼井伸之介（2007a）聴覚における空間課題が視覚的注意に及ぼす影響　日本認知心理学会第 5 回大会発表論文集 p.151

上田真由子・太刀掛俊之・臼井伸之介（2007b）視覚課題の難易度が聴覚課題のパフォーマンスに及ぼす影響　　日本基礎心理学会第 26 回大会発表論文集 p.54

VanRullen, R., Reddy, L., & Koch, C. (2003) Visual search and dual-tasks reveal two distinct attention resources. *Journal of Cognitive Neuroscience,* 16, 4-14.

和氣典二 (2007) 高齢者の視認性と視覚的注意 日本人間工学会感性情報処理・官能評価部会 2007 年度第 1 回講演会発表資料

Ward,L.M. (1994) Supramodal and modality-specific mechanisms for stimulus-driven shifts of auditory and visual attention. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 48, 242-259.

Wegner,D. M. & Bargh, J.A. (1998) Control and Automaticity in Social Life. In D. T. Gilbert, S. T. Fiske, F. Lindzey (Eds) *Handbook of Social Psychology Vol. 1* (pp.446-496). McGraw-Hill.

横澤一彦 (1995) 視覚的注意 乾敏郎（編） 認知心理学 1 知覚と運動 (pp.169-192) 東京大学出版会

Zuvic, S. M., Visser, T. A. W., & Di Lollo, V. (2000) Direct estimates of processing delays in the attentional blink. *Psychological Research*, 63, 192-198.

付　録

付録 1 実験 1 教示 前方ー右条件
　　実験 1 教示 前方ー左条件
付録 2 実験 2 教示
付録 3 実験 3 無線シナリオ
付録 4 実験 3 教示 高音ー右条件
　　実験 3 教示 高音ー左条件
付録 5 実験 3 再認シート
付録 6 実験 4 大学生用属性確認シート
付録 7 実験 4 大学生用再認シート
付録 8 鉄道用語集

付録１　実験１教示　前方－右条件

（前=⑤）

実験手続き

本日は実験に参加頂き誠にありがとうございます。これから実験の説明をさせて頂きます。

● 課題

本実験では 3 種類の条件の課題を行って頂きます。以下に各条件の説明をします。

聴覚課題のみ条件

前方，あるいは後方から断続的に様々な音が提示されます。課題は音が提示された場合，出来るだけ速く正確に前後判断をし，**前方であれば右のボタン，後方であれば左のボタン**を押すことです。また同時に，前方の画面中央には十字が呈示されています。実験中は十字を見つめるようにし，他の場所に視線を動かさないようにして下さい。

二重課題(遅)条件

本条件では 2 種類の単純課題を同時に行って頂きます。

視覚課題：実験開始と同時に前方の画面中央から様々なアルファベットが連続的に提示されます。課題はこの連続するアルファベットの内，「X」が提示された場合，出来るだけ速く正確に大きな声で「ハイ」と反応するようにして下さい※。

聴覚課題：前方，あるいは後方から断続的に様々な音が提示されます。課題は音が提示された場合，出来るだけ速く正確に前後判断をし，**前方であれば右のボタン，後方であれば左のボタン**を押すことです。

以上の視覚課題と聴覚課題を同時に行って頂きます。

※ *注）ボイスキーは，声が小さい場合やマイクが遠い場合にはデータが記録されません。マイクを出来る限り口に近づけ，大きな声で反応するようにご協力お願い致します。*

二重課題(速)条件

本条件で行う課題は基本的に上述した二重課題（遅）と変わりません。視覚課題と聴覚課題を同時に行って頂きます。ただし，連続的に提示されるアルファベットの提示時間間隔が短くなります。二重課題（遅）と同様に，2 種類の課題に対して出来るだけ速く正確に反応して下さい。

また，二重課題では，視覚課題と聴覚課題のどちらかに偏ることなく，どちらも最高のパフォーマンスを行うようにお願いします。

付録１　実験１教示　前方－右条件

（前=⑤）

● 実験順序

最初に練習試行を行い，その後，本試行に移ります。以下に詳細を説明します。

① 単一課題練習試行（20 試行×3 回）

視覚刺激のみ，あるいは聴覚刺激のみが提示される練習課題を行って頂きます。実験開始前にどの課題の練習試行を行うかを教示します。

視覚刺激のみ練習試行：音は提示されません。画面中央から様々なアルファベットが連続的に提示されます。課題は，この連続するアルファベットの内，**「X」が提示された場合，出来るだけ速く正確に大きな声で「ハイ」と反応する**ことのみです※。

※ *注）この時点でボイスキーのデータが正しく記録出来ているかを点検します。声が小さい，あるいはマイクが口元から遠いために記録が出来なかった場合にはもう一度練習試行を行って頂きますのでご了承下さい。*

聴覚刺激の確認：音に慣れて頂くために，顎乗せ台に顎をつけないリラックスした状態で様々な音を聞いて頂き，口頭反応してもらいます。**前方から音が聞こえた場合，「前」，後方から音が聞こえた場合，「後ろ」と応答して下さい。**実験者はその回答に対して，「はい」，「違います」とフィードバックを返します。

聴覚刺激のみ練習試行：アルファベットは提示されません。画面中央には十字が示されているので，この十字から視線を動かさないようにして下さい。前方，あるいは後方から断続的に様々な音が提示されます。課題は**音が提示された場合，出来るだけ速く正確に前後判断をし，前方であれば右のボタン，後方であれば左のボタンを押す**ことです。また，この練習試行でのみフィードバックがあります。押したボタンが正答であれば画面中央に「○」，誤答であれば「×」が示されます。

↓

② 各条件練習試行（40 試行×3 回）

先ほど説明した各条件（3 種類）の練習試行を順次行って頂きます。実験開始前にどの条件の練習試行を行うかを教示します。

↓

③ 各条件本試行（96 試行×6 回）

各条件（3 種類）の本試行を 1 条件につき 96 試行×2 回ずつ行って頂きます。実験開始前にどの条件の本試行を行うかを教示します。

● 注意点

・机の足元の土台はくれぐれも動かさないように注意して下さい。

・実験途中で休憩が取りたくなった，気分が悪くなった等があればいつでも実験者に報告して下さい。

付録１　実験１教示　前方ー左条件

実験手続き

本日は実験に参加頂き誠にありがとうございます。これから実験の説明をさせて頂きます。

● 課題

本実験では３種類の条件の課題を行って頂きます。以下に各条件の説明をします。

聴覚課題のみ条件

前方，あるいは後方から断続的に様々な音が提示されます。課題は音が提示された場合，出来るだけ速く正確に前後判断をし，**前方であれば左のボタン，後方であれば右のボタン**を押すことです。また同時に，前方の画面中央には十字が呈示されています。実験中は十字を見つめるようにし，他の場所に視線を動かさないようにして下さい。

二重課題(遅)条件

本条件では２種類の単純課題を同時に行って頂きます。

視覚課題：実験開始と同時に前方の画面中央から様々なアルファベットが連続的に提示されます。課題はこの連続するアルファベットの内，「X」が提示された場合，出来るだけ速く正確に大きな声で「ハイ」と反応するようにして下さい※。

聴覚課題：前方，あるいは後方から断続的に様々な音が提示されます。課題は音が提示された場合，出来るだけ速く正確に前後判断をし，**前方であれば左のボタン，後方であれば右のボタン**を押すことです。

以上の視覚課題と聴覚課題を同時に行って頂きます。

※ *注）ボイスキーは，声が小さい場合やマイクが遠い場合にはデータが記録されません。マイクを出来る限り口に近づけ，大きな声で反応するようにご協力お願い致します。*

二重課題(速)条件

本条件で行う課題は基本的に上述した二重課題（遅）と変わりません。視覚課題と聴覚課題を同時に行って頂きます。ただし，連続的に提示されるアルファベットの提示時間間隔が短くなります。二重課題（遅）と同様に，２種類の課題に対して出来るだけ速く正確に反応して下さい。

また，二重課題では，視覚課題と聴覚課題のどちらかに偏ることなく，どちらも最高のパフォーマンスを行うようにお願いします。

付録１　実験１教示　前方－左条件

● 実験順序

最初に練習試行を行い，その後，本試行に移ります。以下に詳細を説明します。

④ 単一課題練習試行(20 試行×3 回)

視覚刺激のみ，あるいは聴覚刺激のみが提示される練習課題を行って頂きます。実験開始前にどの課題の練習試行を行うかを教示します。

視覚刺激のみ練習試行：音は提示されません。画面中央から様々なアルファベットが連続的に提示されます。課題は，この連続するアルファベットの内，「X」が提示された場合，出来るだけ速く正確に大きな声で「ハイ」と反応することのみです※。

※ *注）この時点でボイスキーのデータが正しく記録出来ているかを点検します。声が小さい，あるいはマイクが口元から遠いために記録が出来なかった場合にはもう一度練習試行を行って頂きますのでご了承下さい。*

聴覚刺激の確認：音に慣れて頂くために，顎乗せ台に顎をつけないリラックスした状態で様々な音を聞いて頂き，口頭反応してもらいます。前方から音が聞こえた場合，「前」，後方から音が聞こえた場合，「後ろ」と応答して下さい。実験者はその回答に対して，「はい」，「違います」とフィードバックを返します。

聴覚刺激のみ練習試行：アルファベットは提示されません。画面中央には十字が示されているので，この十字から視線を動かさないようにして下さい。前方，あるいは後方から断続的に様々な音が提示されます。課題は音が提示された場合，出来るだけ速く正確に前後判断をし，**前方であれば左のボタン，後方であれば右のボタン**ことです。また，この練習試行でのみフィードバックがあります。押したボタンが正答であれば画面中央に「○」，誤答であれば「×」が示されます。

↓

⑤ 各条件練習試行(40 試行×3 回)

先ほど説明した各条件（3 種類）の練習試行を順次行って頂きます。実験開始前にどの条件の練習試行を行うかを教示します。

↓

⑥ 各条件本試行(96 試行×6 回)

各条件（3 種類）の本試行を 1 条件につき 96 試行×2 回ずつ行って頂きます。実験開始前にどの条件の本試行を行うかを教示します。

● 注意点

・机の足元の土台はくれぐれも動かさないように注意して下さい。
・実験途中で休憩が取りたくなった，気分が悪くなった等があればいつでも実験者に報告して下さい。

付録 2　実験 2 教示

実験手続き

本日は実験に参加頂き誠にありがとうございます。これから実験の説明をさせて頂きます。

● 課題

本実験では 3 種類の条件の課題を行って頂きます。以下に各条件の説明をします。

聴覚課題のみ条件

前方，あるいは後方から断続的に雑音が提示されます。課題はこの雑音が提示された場合，前方・後方に関わらず出来るだけ速く正確に反応ボタンを押すことです。また同時に，前方の画面中央から様々なアルファベットが連続的に提示されます。実験中はアルファベット中央を見つめるようにし，他の場所に視線を動かさないようにして下さい。

また，この条件ではアルファベットの提示時間間隔が 1 回目と 2 回目で異なりますが，課題は同様です。

二重課題(遅)条件

本条件では 2 種類の単純課題を同時に行って頂きます。

視覚課題：実験開始と同時に前方の画面中央から様々なアルファベットが連続的に提示されます。課題はこの連続するアルファベットの内，「X」が提示された場合，出来るだけ速く正確に大きな声で「ハイ」と反応するようにして下さい※。

聴覚課題：前方，あるいは後方から断続的に雑音が提示されます。課題はこの雑音が提示された場合，前方・後方に関わらず出来るだけ速く正確に反応ボタンを押すことです。

以上の視覚課題と聴覚課題を同時に行って頂きます。

※ *注）ボイスキーは，声が小さい場合やマイクが遠い場合にはデータが記録されません。*
マイクを出来る限り口に近づけ，大きな声で反応するようにご協力お願い致します。

二重課題(速)条件

本条件で行う課題は基本的に上述した二重課題（遅）と変わりません。視覚課題と聴覚課題を同時に行って頂きます。ただし，連続的に提示されるアルファベットの提示時間間隔が短くなります。二重課題（遅）と同様に，2 種類の課題に対して出来るだけ速く正確に反応して下さい。

また，二重課題では，視覚課題と聴覚課題のどちらかに偏ることなく，どちらも最高のパフォーマンスを行うようにお願いします。

● 実験順序

最初に練習試行を行い，その後，本試行に移ります。以下に詳細を説明します。

⑦ 単一課題練習試行(20 試行×2 回)

視覚刺激のみ，あるいは聴覚課題のみが提示される練習課題を行って頂きます。実験開始前にどの課題の練習試行を行うかを教示します。

視覚刺激のみ練習試行：雑音は提示されません。画面中央から様々なアルファベットが連続的に提示されます。課題は，この連続するアルファベットの内，「X」が提示された場合，出来るだけ速く正確に大きな声で「ハイ」と反応することのみです※。

※注）この時点でボイスキーのデータが正しく記録出来ているかを点検します。声が小さい，あるいはマイクが口元から遠いために記録が出来なかった場合にはもう一度練習試行を行って頂きますのでご了承下さい。

聴覚刺激のみ練習試行：アルファベットは提示されません。画面中央には「＋」のマークだけが示されているので，このマークから視線を動かさないようにして下さい。前方，あるいは後方から断続的に雑音が提示されます。課題は，この雑音が提示された場合，前方・後方に関わらず出来るだけ速く正確に反応ボタンを押すことのみです。

↓

⑧ 各条件練習試行(40 試行×2 回/20 試行×2 回(聴覚課題のみ条件))

先ほど説明した各条件（3 種類）の練習試行を順次行って頂きます。実験開始前にどの条件の練習試行を行うかを教示します。

↓

⑨ 各条件本試行(96 試行×6 回)

各条件（3 種類）の本試行を 1 条件につき 96 試行×2 回ずつ行って頂きます。実験開始前にどの条件の本試行を行うかを教示します。

● 注意点

・実験中には背景音が提示され続けていますが気にしないようにお願いします。
・机の足元の土台はくれぐれも動かさないように注意して下さい。
・イスの裏側にスピーカを設置しています。イスを回転させてコードを絡ませないようにして下さい。
・実験途中で休憩が取りたくなった，気分が悪くなった等があればいつでも実験者に報告して下さい。

実験用無線【通告版】

通告（着発線変更）

指令員「こちら大阪輸送指令です。７８２Ｔ運転士、応答願います。どうぞ。」

運転士「はい、こちら７８２Ｔ運転士です。どうぞ。」

指令員「７８２Ｔ運転士、着発線変更の通告をいたします。受領券準備願います。どうぞ。」

運転士「はい、どうぞ。」

指令員「それでは通告いたします。指令番号は大阪５１７　指令者、ヤマナカ　通告内容　着発線変更　７８２Ｔは能登川４番線。内容以上です。よろしければ復唱の上、所属氏名どうぞ。」

運転士「復唱します。指令番号、大阪５１７、指令者ヤマナカさん、通告内容　着発線変更、７８２Ｔは能登川４番線。米原列車区　タナカです。」

指令員「内容そのとおり。それではよろしく願います。指令ヤマナカ　無線終了します。」

通告（速度規制）

指令員「こちら大阪輸送指令です。１２１５Ｈ運転士、応答願います。どうぞ。」

運転士「はい、こちら１２１５Ｈ運転士です。どうぞ。」

指令員「１２１５Ｈ運転士、速度規制の通告をいたします。受領券準備願います。どうぞ。」

運転士「はい、どうぞ。」

指令員「それでは通告いたします。指令番号は大阪２１５、指令者、サイトウ。通告内容　速度規制　堺市駅ホーム始端から所定停止位置まで速度１５キロ以下。内容以上です。よろしければ復唱の上、所属氏名どうぞ。」

運転士「復唱します。指令番号　大阪２１５　指令者サイトウさん。通告内容　速度規制　堺市駅ホーム始端から所定停止位置まで速度１５キロ以下。日根野電車区　スズキです。」

指令員「内容そのとおり。それでは日根野電車区　スズキ運転士、よろしく願います。指令サイトウ　無線終了します。」

実験用無線【情報連絡版】

情報連絡（新快速接続）

指令員「こちら大阪輸送指令です。２８４２M運転士、応答願います。どうぞ。」

運転士「はい、こちら２８４２M運転士です。どうぞ。」

指令員「２８４２M運転士、情報連絡です。山科で遅れております新快速電車の接続を取ります。そのため発車が約５分程度遅れる見込みです。内容以上です。よろしいでしょうか。どうぞ。」

運転士「山科で遅れている新快速の接続を取るため、発車が約５分程度遅れる見込み。了解しました。どうぞ。」

指令員「内容そのとおり。新快速の接続、よろしく願います。輸送指令はヤマシタでした。無線終了します。」

情報連絡（機外停車）

指令員「こちら大阪輸送指令です。４５３５H運転士、応答願います。どうぞ。」

運転士「はい、こちら４５３５H運転士です。どうぞ。」

指令員「４５３５H運転士、情報連絡です。和歌山駅満線のため、和歌山駅で３分程度の機外停車が発生するものと思われます。開通を待っての入駅となります。信号現示に従って運転してください。内容以上です。よろしいでしょうか　どうぞ。」

運転士「和歌山満線のため、３分程度の機外停車発生。開通を待っての入駅のため、信号現示に従うこと。了解しました。」

指令員「内容そのとおり。車掌にも機外停車が発生する旨、伝えてください。それではよろしく願います。輸送指令はヒラヤマでした。無線終了します。」

付録３　実験３ 無線連絡シナリオ３

実験用無線【報告・依頼版】

報告　依頼（人身事故）

指令員「こちら大阪輸送指令です。３４３７M運転士、応答願います。どうぞ。」

運転士「はい、こちら３４３７M、運転士です。人身事故が発生しました。どうぞ」

指令員「人身事故が発生。えー、発生した場所と現在の停止位置を教えてください。どうぞ。」

運転士「山崎駅、一つ手前の踏切です。停止位置は踏切を約２００メートル行き過ぎて停車しています。ただ今、車掌が確認しております。これからは、異常時用の携帯電話で連絡いたします。どうぞ。」

指令員「山崎駅、一つ手前の踏切で人身事故。了解しました。えー、それでは関係列車の抑止を行いますので、以降は異常時用携帯電話で指令に連絡してください。よろしいですか。どうぞ。」

運転士「了解しました。」

指令員「それではよろしく願います。輸送指令はオカザキでした。一旦、無線終了します。」

報告・依頼（気分の悪いお客様）

指令員「こちら大阪輸送指令です。４３１H運転士、応答願います。どうぞ。」

運転士「はい、こちら４３１H、運転士です。どうぞ。」

指令員「発車が遅れているようですが、何かありましたか。どうぞ。」

運転士「ただ今、熊取駅停車中ですが、６号車にて気分の悪いお客様がおられます。車掌がただ今、現地に向かっております。駅係員、手配をお願いいたします。」

指令員「えー、熊取駅にて６号車に気分の悪いお客様がおられる。現在、車掌が現地走行中。駅員の手配という内容でよろしいですか。どうぞ。」

運転士「内容そのとおりです。」

指令員「了解。それでは至急、駅係員の手配を行います。気分の悪いお客様の詳しい情報が分かりましたら、再度、指令まで連絡願います。輸送指令はマツモト、一旦、無線終了します。」

実験用無線【指示版】

指示（出発指示待ち）

指令員「こちら大阪輸送指令です。１１７４Ｃ運転士、応答願います。どうぞ。」

運転士「はい、こちら１１７４Ｃ運転士です。どうぞ。」

指令員「現在、塚口駅停車中でよろしいですか。どうぞ。」

運転士「現在、塚口駅、停車中です。どうぞ。」

指令員「それではその場にて出発指示待ち、その場で出発指示待ち願います。どうぞ。」

運転士「出発指示待ち。了解しました。どうぞ。」

指令員「内容そのとおり。それでは、出発信号機を一旦停止現示にいたします。よろしいですか。どうぞ。」

運転士「了解しました。」

指令員「輸送指令はフジワラでした。一旦、無線終了します。」

指示（自区当直連絡）

指令員「こちら大阪輸送指令です。３６７８Ｍ運転士、応答願います。どうぞ。」

運転士「はい、こちら３６７８Ｍ運転士です。どうぞ。」

指令員「３６７８Ｍ運転士、長浜到着場面ですが、携帯電話を使って自区当直まで連絡してください。運用について連絡があるとのことですので、自区当直まで連絡してください。内容以上です。よろしいでしょうか　どうぞ。」

運転士「長浜到着後、携帯電話を使って、自区当直まで連絡すること。了解しました。どうぞ。」

指令員「内容そのとおり。それではよろしく願います。輸送指令はヤマグチでした。無線終了します。」

付録４　実験３ 教示 高音ー右条件

右：高音

●本課題の説明●

この度はお忙しいところ，大阪大学までご足労頂き，本当にありがとうございます。

●課題について

視覚課題

ブロック開始から 3 秒後、前方の画面中央から様々なアルファベットが連続的に出てきます。課題はこの連続するアルファベットの内，「X」が出た場合，出来るだけ速く正確にトリガーを引くようにして下さい。

聴覚課題

聴覚課題については、2 種類の課題を行って頂きます。

① 「ピッ」という高音あるいは低音が、前方あるいは後方スピーカから出てきます。課題は音が提示された場合，出来るだけ速く正確に高低判断をし，**高い音であれば右**にレバーを倒し，**低い音であれば左**にレバーを倒すことです※。

② もうひとつの課題は高音・低音に関わらず、「ピッ」という音が、課題が終わるまでに何回出てきたかを数えておくことです。途中で何回出てきたかがわからなくなってしまっても、そのまま数え続けて下さい。間違っていたとしても正解数から近いほど、成績は良いと解釈します。

以上の視覚課題・聴覚課題を同時に行って頂きます。

※注：レバーの倒し方が非常に浅い場合、データが記録されない可能性があります。ある程度深くレバーを倒して頂くよう、ご協力お願いいたします。

課題の説明については以上ですが、背景音として無線連絡のやりとりが前方あるいは後方スピーカから聞こえてくる条件があります。この背景音については無視し、どのような条件下でも二重課題に集中するようにお願いします。

●注意点その 1

・机の足元の土台はくれぐれも動かさないように注意して下さい。
・休憩は適宜挟むようにしていますが、課題途中で休憩が取りたくなった，気分が悪くなった等があればいつでも進行者に報告して下さい。
・レバーを倒したままにしたり、トリガーを引いたままましたりしないようにして下さい。間違ったデータが取れてしまいます。

付録４　実験３ 教示 高音－右条件

右：高音

●課題順序

最初に練習試行を行い，その後，本試行に移ります。以下に詳細を説明します。

1.　単一課題練習試行（2 分間×2 回）

視覚課題のみ、あるいは聴覚課題のみを行う練習課題を行って頂きます。課題開始前にどの課題の練習試行を行うかをお伝えします。

視覚課題のみ練習試行：スピーカから何らかの音が出ることはありません。前方の画面中央から様々なアルファベットが連続的に出てきます。課題はこの連続するアルファベットの内，「X」が出た場合，出来るだけ速く正確にトリガーを引くだけです。

聴覚課題のみ練習試行：アルファベットは提示されません。画面中央には十字マークだけが示されているので，この十字から視線を動かさないようにして下さい。課題は以下の 2 種類のみを行って下さい。

① 「ピッ」という高音あるいは低音が、前方あるいは後方スピーカから出てきます。課題は音が提示された場合，出来るだけ速く正確に高低判断をし，**高い音であれば右**にレバーを倒し，**低い音であれば左**にレバーを倒すことです※。

② もうひとつの課題は高音・低音に関わらず、「ピッ」という音が、課題が終わるまでに何回出てきたかを数えておくことです。途中で何回出てきたかがわからなくなってしまっても、そのまま数え続けて下さい。間違っていたとしても正解数から近いほど、成績は良いと解釈します。

※注：この練習試行で、きちんとデータが記録できているかを点検します。レバーの倒し方が浅く、データが記録できなかった場合、もう一度同じ練習課題を行って頂きますのでご了承ください。

2.　二重課題練習試行（2 分間×2 回）

視覚課題と聴覚課題を同時に行う練習課題を行って頂きます。背景音が出る条件と出ない条件で 1 回ずつ練習します。

3.　二重課題本試行（5 分間×10 回）

視覚課題と聴覚課題を同時に行う本課題を行って頂きます。合計 10 回行います。

⇒すべての課題が終了後、質問紙に回答していただきます。

●注意点その 2

・練習試行の回数は最低限の回数を示しています。課題に慣れるまで何回でも繰り返して頂いて結構です。

・今回の視覚課題は、人によっては目が乾きやすい課題です。目が乾きましたら、机の上に置いてあります目薬をご自由にお使い下さい。

付録４　実験３ 教示 高音－左条件

左：高音

●本課題の説明●

この度はお忙しいところ，大阪大学までご足労頂き，本当にありがとうございます。

●課題について

視覚課題

ブロック開始から 3 秒後、前方の画面中央から様々なアルファベットが連続的に出てきます。課題はこの連続するアルファベットの内，「X」が出た場合，出来るだけ速く正確にトリガーを引くようにして下さい。

聴覚課題

聴覚課題については、2 種類の課題を行って頂きます。

③ 「ピッ」という高音あるいは低音が、前方あるいは後方スピーカから出てきます。課題は音が提示された場合，出来るだけ速く正確に高低判断をし，**高い音であれば左**にレバーを倒し，**低い音であれば右**にレバーを倒すことです※。

④ もうひとつの課題は高音・低音に関わらず、「ピッ」という音が、課題が終わるまでに何回出てきたかを数えておくことです。途中で何回出てきたかがわからなくなってしまっても、そのまま数え続けて下さい。間違っていたとしても正解数から近いほど、成績は良いと解釈します。

以上の視覚課題・聴覚課題を同時に行って頂きます。

※注：レバーの倒し方が非常に浅い場合、データが記録されない可能性があります。ある程度深くレバーを倒して頂くよう、ご協力お願いいたします。

課題の説明については以上ですが、背景音として無線連絡のやりとりが前方あるいは後方スピーカから聞こえてくる条件があります。この背景音については無視し、どのような条件下でも二重課題に集中するようにお願いします。

●注意点その 1

・机の足元の土台はくれぐれも動かさないように注意して下さい。
・休憩は適宜挟むようにしていますが、課題途中で休憩が取りたくなった，気分が悪くなった等があればいつでも進行者に報告して下さい。
・レバーを倒したままにしたり、トリガーを引いたままましたりしないようにして下さい。間違ったデータが取れてしまいます。

付録 4　実験 3 教示 高音－左条件

左：高音

●課題順序

最初に練習試行を行い，その後，本試行に移ります。以下に詳細を説明します。

2.　単一課題練習試行（2 分間×2 回）

視覚課題のみ、あるいは聴覚課題のみを行う練習課題を行って頂きます。課題開始前にどの課題の練習試行を行うかをお伝えします。

視覚課題のみ練習試行：スピーカから何らかの音が出ることはありません。前方の画面中央から様々なアルファベットが連続的に出てきます。課題はこの連続するアルファベットの内，「X」が出た場合，出来るだけ速く正確にトリガーを引くだけです。

聴覚課題のみ練習試行：アルファベットは提示されません。画面中央には十字マークだけが示されているので，この十字から視線を動かさないようにして下さい。課題は以下の 2 種類のみを行って下さい。

③ 「ピッ」という高音あるいは低音が、前方あるいは後方スピーカから出てきます。課題は音が提示された場合，出来るだけ速く正確に高低判断をし，**高い音であれば左**にレバーを倒し，**低い音であれば右**にレバーを倒すことです※。

④ もうひとつの課題は高音・低音に関わらず、「ピッ」という音が、課題が終わるまでに何回出てきたかを数えておくことです。途中で何回出てきたかがわからなくなってしまっても、そのまま数え続けて下さい。間違っていたとしても正解数から近いほど、成績は良いと解釈します。

※注：この練習試行で、きちんとデータが記録できているかを点検します。レバーの倒し方が浅く、データが記録できなかった場合、もう一度同じ練習課題を行って頂きますのでご了承ください。

2.　二重課題練習試行（2 分間×2 回）

視覚課題と聴覚課題を同時に行う練習課題を行って頂きます。背景音が出る条件と出ない条件で 1 回ずつ練習します。

3.　二重課題本試行（5 分間×10 回）

視覚課題と聴覚課題を同時に行う本課題を行って頂きます。合計 10 回行います。

⇒すべての課題が終了後、質問紙に回答していただきます。

●注意点その 2

・練習試行の回数は最低限の回数を示しています。課題に慣れるまで何回でも繰り返して頂いて結構です。

・今回の視覚課題は、人によっては目が乾きやすい課題です。目が乾きましたら、机の上に置いてあります目薬をご自由にお使い下さい。

●再認テスト●

Q.1 以下の駅名（地名）に関して、聞こえたと思われる項目にすべてチェック☑を入れてください。

駅名

- □ ノトガワ
- □ タチバナ
- □ スミヨシ
- □ カコガワ
- □ モトマチ
- □ ナガハマ
- □ イシヤマ
- □ イマミヤ
- □ ツカグチ
- □ イバラキ
- □ ヤマシナ
- □ クマトリ
- □ モリヤマ
- □ ワカヤマ
- □ ヤマザキ
- □ サカイシ

Q.2 以下の人名に関して、聞こえたと思われる項目にすべてチェック☑を入れてください。

人名

- ☐ オオモリ
- ☐ オカザキ
- ☐ カワグチ
- ☐ コンドウ
- ☐ サイトウ
- ☐ タニグチ
- ☐ ナカガワ
- ☐ ニシムラ
- ☐ ヒラヤマ
- ☐ フジワラ
- ☐ マツシタ
- ☐ マツモト
- ☐ ヤマグチ
- ☐ ヤマシタ
- ☐ ヤマナカ
- ☐ ヤマモト

Q.3 以下の無線連絡の内容に関して、聞こえたと思われる項目にすべてチェック☑を入れてください。

内容

- □ 運転線路変更
- □ 機外停車
- □ 急病人発生
- □ 緊急停止
- □ 自区当直連絡
- □ 車両故障
- □ 終着駅乗換案内
- □ 出発指示待ち
- □ 乗務員疾病
- □ 新快速接続
- □ 人身事故
- □ 先行列車遅延
- □ 速度規制
- □ 着発線変更
- □ 踏切警報機故障
- □ 閉そく指示運転

Q.4 今まで質問した項目以外で覚えている単語・内容がありましたら、できるだけ多く以下に書き出して下さい。曖昧なものでも構いません。

（例：列車番号〇〇〇〇の運転士が〇〇駅に関するなんらかの通告を受けていた）

（　　）

Q.5 ご回答ありがとうございました。最後に、各項目についてどの程度自信を持って回答できたかについて、以下の項目から当てはまるものにチェック☑を一つだけつけて下さい。

駅名の回答について

- □ 全く自信がない
- □ あまり自信がない
- □ どちらとも言えない
- □ やや自信がある
- □ かなり自信がある

人名の回答について

- □ 全く自信がない
- □ あまり自信がない
- □ どちらとも言えない
- □ やや自信がある
- □ かなり自信がある

内容の回答について

- □ 全く自信がない
- □ あまり自信がない
- □ どちらとも言えない
- □ やや自信がある
- □ かなり自信がある

Q6.背景音（無線連絡）ありの条件と背景音なしの条件では、課題を行う上で何か違いがありましたか？ある場合、どのように違いましたか？

（　　）

Q7. 再認テストについて、なにか感想がありましたら以下にお書き下さい。

（　　）

お疲れ様でした。

氏名（　　）　所属区所（　　）

実験協力者属性確認シート

Q1. フルネームと性別を教えてください

ふりがな

（ 男 ・ 女 ）

Q2. 年齢はおいくつですか？

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿歳

Q3. 利き手はどちらですか？以下のうちから当てはまるものに丸をつけてください。

右利き ・ 左利き ・ 両利き

Q4. 裸眼ですか？コンタクトレンズですか？メガネですか？以下のうちから当てはまるものに丸をつけてください。

裸眼 ・ コンタクトレンズ（ ソフト ・ ハード ） ・ メガネ

Q5. 視力検査や聴力検査について、今まで医者に注意を受けたことがありますか？以下のうちから当てはまるものに丸をつけてください。注意を受けたことのある人はその内容を差し支えのない範囲で書いてください。

視力：なし・あり（その内容：　　）
聴力：なし・あり（その内容：　　）

Q6. 喫煙はされていますか？以下のうちから当てはまるものに丸をつけてください。

ノンスモーカー ・ 喫煙者 ・ 元喫煙者

Q7. 現在のお住まいはどちらですか？**市町名まで**で結構ですので，教えてください。
住所

Q8. 実家はどちらですか？**市町名まで**で結構ですので、教えてください。**ただし、現在のお住まいが実家の方は記入不要です。**

住所

（　　）

Q9. **実家が大阪府下以外の方にお聞きします。**実家へ帰省される際、以下の項目のうち、どのような交通手段を用いていますか？以下から当てはまるもの**すべてに**チェック☑をつけてください。

☐ 在来線（JR/私鉄等すべて含む）
☐ 新幹線（ 東北 ・ 東海道 ・ 山陽 ・ 上越 ・ 九州 ）
☐ 高速バス
☐ 飛行機
☐ その他

（　　）

Q10. 自宅から大阪大学（吹田キャンパス）に来るまでにどのような交通手段を用いていますか？以下から当てはまるものに**ひとつだけ**チェック☑をつけてください。

大阪大学までは,

☐ 徒歩のみ（自転車含む）
☐ バイクのみ（原付含む）
☐ 車のみ
☐ バスのみ
☐ 電車（あるいはバス）の乗り継ぎ

で来る。

※ ***上記のチェック欄で「電車（あるいはバス）の乗り継ぎ」にチェックをつけた方は以下の項目Q.11に回答して下さい。その他にチェックをつけた方は以下の項目Q.11は飛ばして、Q.12に進んでください。***

Q11. 自宅から大阪大学までの道のりを教えてください。

■自宅

↓

◆最寄駅名（バス停名）（　　）

交通機関名（　　）

◆駅名（バス停名）（　　）

交通機関名（　　）

◆駅名（バス停名）（　　）

交通機関名（　　）

◆駅名（バス停名）（　　）

交通機関名（　　）

◆駅名（バス停名）（　　）

交通機関名（　　）

◆駅名（バス停名）（　　）

交通機関名（　　）

■大阪大学

Q12. 通学を含め，鉄道はどの程度利用しますか？以下の項目から近いものに丸をつけてください

ほぼ毎日　・　週に 3,4 回　・　週に 1,2 回　・　月に 1,2 回　・　年に 1,2 回

Q13. 新大阪-博多間を山陽新幹線「こだま」で移動すると仮定したとき、その停車駅名は何駅程度まで挙げることができますか？以下の項目から近いものに丸をつけてください。

３駅以下　・　６駅以下　・　９駅以下　・　12 駅以下　・　15 駅以下　・　18 駅以下　・　19 駅すべて

Q14. 鉄道はどの程度好きですか？あるいはどの程度嫌いですか？以下の項目から近いものに**ひとつだけ**チェック☑をつけてください

☐非常に好き
☐かなり好き
☐やや好き
☐どちらともいえない
☐やや嫌い
☐かなり嫌い
☐非常に嫌い

Q15. 背景音が前後から交互に聞こえてきたと思いますが，なんらかの違いはありましたか？

（　　）

Q16. 今回の一連の研究に関して，何か感想がありましたら以下の欄にお書きください

（　　）

お疲れさまでした

●再認テスト●

Q.1 以下の駅名（地名）に関して、聞こえたと思われる項目にすべてチェック☑を入れてください。

駅名

- □ ノトガワ
- □ タチバナ
- □ スミヨシ
- □ カコガワ
- □ モトマチ
- □ ナガハマ
- □ イシヤマ
- □ イマミヤ
- □ ツカグチ
- □ イバラキ
- □ ヤマシナ
- □ クマトリ
- □ モリヤマ
- □ ワカヤマ
- □ ヤマザキ
- □ サカイシ

Q.2 以下の人名に関して、聞こえたと思われる項目にすべてチェック☑を入れてください。

人名

- ☐ オオモリ
- ☐ オカザキ
- ☐ カワグチ
- ☐ コンドウ
- ☐ サイトウ
- ☐ タニグチ
- ☐ ナカガワ
- ☐ ニシムラ
- ☐ ヒラヤマ
- ☐ フジワラ
- ☐ マツシタ
- ☐ マツモト
- ☐ ヤマグチ
- ☐ ヤマシタ
- ☐ ヤマナカ
- ☐ ヤマモト

Q.3 以下の無線連絡の内容に関して、聞こえたと思われる項目にすべてチェック☑を入れてください。

※単語の意味がわからない場合でも，聞こえたと思った場合には，チェックを入れるようにしてください。

内容

- □ 運転線路変更
- □ 機外停車
- □ 急病人発生
- □ 緊急停止
- □ 自区当直連絡
- □ 車両故障
- □ 終着駅乗換案内
- □ 出発指示待ち
- □ 乗務員疾病
- □ 新快速接続
- □ 人身事故
- □ 先行列車遅延
- □ 速度規制
- □ 着発線変更
- □ 踏切警報機故障
- □ 閉そく指示運転

Q.4 今まで質問した項目以外で覚えている単語・内容がありましたら、できるだけ多く以下に書き出して下さい。曖昧なものでも構いません。

（例：列車番号〇〇〇〇の運転士が〇〇駅に関するなんらかの連絡を受けていた）

Q.5 ご回答ありがとうございました。最後に、各項目についてどの程度自信を持って回答できたかについて、以下の項目から当てはまるものにチェック☑を一つだけつけて下さい。

駅名の回答について

- □ 全く自信がない
- □ あまり自信がない
- □ どちらとも言えない
- □ やや自信がある
- □ かなり自信がある

人名の回答について

- □ 全く自信がない
- □ あまり自信がない
- □ どちらとも言えない
- □ やや自信がある
- □ かなり自信がある

内容の回答について

- □ 全く自信がない
- □ あまり自信がない
- □ どちらとも言えない
- □ やや自信がある
- □ かなり自信がある

Q6.背景音（鉄道無線連絡）ありの条件と背景音なしの条件では、課題を行う上で何か違いがありましたか？ある場合、どのように違いましたか？

（　　）

Q7. 再認テストについて、なにか感想がありましたら以下にお書き下さい。

（　　）

お疲れ様でした。

平成 19 年　　月　　日　　氏名（　　）

<付録 8>　鉄道用語集

○ 運用

輸送計画を実施するために、計画された個々の列車に対して車両および乗務員を充当すること、またはその充当計画。車両の運用を車両運用、乗務員の運用を乗務員運用という。ダイヤ改正において平日・休日等の別の基本となる運用が作成され、これに臨時・季節列車の運転に伴う変更や、駅・線路工事等に伴う変更が加えられ、日々の運用が決定される。なお、運用計画の詳細が記載された計画書を運用表といい、車両・乗務員の充当経路を表す行路表と、各行路の実施順序を表す車両使用順序表（乗務割交番順序表）によって構成される。

○ 運用変更

ダイヤが乱れた際に所定の車両の運用を変更すること。

○ 行路

運用の計画単位であり、乗務員運用における出勤から退勤までに乗務する列車、乗務開始前または終了後の乗継ぎ、車両入換等の作業内容、乗務終了駅から次の乗務開始駅に移動する手段（便乗列車）などを時刻順に並べた勤務行程のこと。または、車両運用において、車両が１日の最初に基地等の滞泊地を出発してから最後に次の滞泊地に帰着するまでの間に充当される列車や運用間合いにおける検査・清掃作業を時刻順に並べた車両使用行程のこと。仕業ともいう。

○ 指令

事故や災害による線路・車両などの設備破損、または一時的な旅客・貨物の集中などが発生すると、列車が遅延したり運転不能となる場合がある。このような場合に、鉄道資源（線路・従業員・車両など）と利用者サービスとを効率的に統制・運用し、正常な状態に戻すことを目的とした機関や業務を指令という。指令は輸送指令と設備指令とに大きく分けられる。輸送指令は、列車ダイヤ（時刻）を変更する列車指令、車両と乗務員の運用を変更する運用指令、さらに旅客・貨物の輸送上の諸手配を行う旅客指令と貨物指令からなる。運用指令は、電車指令と機関車指令に分かれる場合もある。列車指令と運用指令とを、特に運転指令と呼ぶ。設備指令は、鉄道施設（線路・電力供給・電車線路・信号・通信）の諸設備の保守・運用や事故復旧を目的とするもので、それぞれ施設指令・電力指令・信号指令・通信指令がある。

○ 遮断棹

踏切遮断器の竿のこと。今は遮断棒という。

○CTC 表示盤

1 地点（中央の制御所）から広範囲な区間の多数の信号設備を遠隔制御することを可能とした列車の制御方式、またはそのための装置。センターに設備され、CTC 区間の各駅を線路配線略図で描き、列車在線位置、列車番号や線ごとの信号機状態を表示する表示盤。近年は CRT 方式によるものも多い。

○ 接続

ある列車から別の列車へ利用者が乗り換えることができるように時間を確保すること。*

○ 退避

①特急・急行列車などの優等列車を先に通すため、普通列車などが副本線に入ってやり過ごすこと。②保線作業中などに走行している列車の通過を安全な距離で待つこと。

○ 着発線

列車が到着して発車する番線のこと。貨物ヤードなどでも、本線の列車が到着し発車する線路をこう呼ぶ。

○ 着発線変更

事故等のため、所定の番線への到着、または所定の番線からの発車ができないときに、到着番線または発車番線を変更すること。

○ 通告

閉そく方式変更や時刻変更等、列車の運転に必要な命令。正確を期するために、通告者は通知相手に内容を完全に了解させ、了解しているか確認する必要がある。この行為を通常の会話のように行うと時間を要するので、あらかじめ定められた用語などを用いて簡単・明瞭に伝達する仕組みとしている。また、内容を了解しているかどうか確認するために、相手に復唱させている。列車に対してのみでなく、入換時の移動内容の伝達にも使用されている。

○ 通告受領券

運転命令を通告する際に使用する券片。着発線変更等が発生した場合、当該列車の乗務員に対し、手前の駅等で事前に手渡される。線区および運転命令によっては、通告券を使用せず、無線を用いて乗務員に通告する場合もある。運転通告券。

○ 当該列車

自分の乗務する列車のこと。

○ 乗継

列車の始発・終着駅やその他の乗務交代が可能な駅で乗務員が交代すること。乗継ぎのときに連絡事項の確認、運転状況の報告などを行われる。乗務員の勤務（行路）を構成する上で、乗務エリアの制限や休憩等の理由から同一車両に継続して乗務することができない場合に乗継ぎが発生するが、運用効率の面では極力乗継ぎが発生しないように運用することが望ましい。

○ 振替（代行）輸送

事故等で不通となった場合、他の会社線などに旅客を誘導すること。

○ 閉そく

列車の衝突を防ぐために、一定の区間に 1 列車のみを占有させ、ほかの列車がその区間に進入することを禁止すること。1 列車のみが占有を許される区間を閉そく区間という。このような閉そく方式は、通常時か装置が故障した異常時か、対象とするのが単線区間が複線区間かによって分類され、さらに閉そく装置の構成などによって種類が細分化される。代用閉そく方式および閉そく準用法は、通常使用される常用閉そく方式が故障などで使用できなくなったときに運転取扱者の手続きに基づいて適用されるもので、鉄道運転規則でその適用方法が規定されている。複線区間では駅間に同一方向の複数の列車を運転することが可能であるが、単線区間では一般に駅間を 1 閉そく区間として、列車の正面衝突を防止している。ただし、単線区間でも輸送量が多い場合には、同一方向に走行する列車に対しては複数区間と同様に駅間に 2 列車以上の運転を可能とする単線自動閉そく式が導入される。

○ 防護無線

列車防護無線の俗称。列車防護無線のため緊急停止の手配に使用される無線。電波は 1～1.5Km 以内の列車に対して発信され、受信した列車は直ちに停止手配をとる。

【参照】

鉄道総合技術研究所編 (2006) 鉄道技術用語辞典 第 2 版 丸善

高橋政士編 (2006) 詳解 鉄道用語辞典 山海堂

謝　辞

まずは本論文執筆だけではなく、公私ともども全てにおいてお世話になった臼井伸之介先生（大阪大学大学院人間科学研究科教授）には、心からの感謝を申し上げます。臼井先生のいつも変わらぬ温かい励ましと適切なご指導のおかげで、研究者として人として、より広い視野と大きな度量を身につけることができました。また、中途からにも関わらず、快くリスク人間科学分野の一員として迎えてくださり、深く御礼申し上げます。

三浦利章先生（大阪大学大学院人間科学研究科教授）にも、大変お世話になりました。三浦先生の鋭いご指摘によって、私自身の研究者としての土台を形成できたと感謝しております。篠原一光先生（大阪大学大学院人間科学研究科准教授）には、実験プログラムや先行研究に関する豊富な知識で、実験計画での具体的なアドバイスを頂きました。本当にありがとうございます。また、木村貴彦先生（大阪大学大学院人間科学科助教）にも、お会いする度に私自身の研究を気にかけていただき、ありがとうございます。

そして、私自身が認知心理学を志すきっかけを下さった渡邊洋先生（独立行政法人産業技術総合研究所主任研究員）にも深く感謝致します。当初は英米文学を専攻し、心理学に関して全く無知である筆者に対して、様々な知識をわかり易くご教授いただき、また、様々な転機において励まして頂きました。

また、リスク人間科学分野に所属する、太刀掛俊之先生（大阪大学安全衛生管理部助教・大阪大学大学院人間科学研究科助教）、松本友一郎先生（大阪大学大学院人間科学科助教）、中井宏さん（大阪大学大学院院生）、渕真輝さん（大阪大学大学院院生）、安達悠子さん（大阪大学大学院院生）には、研究内容に関する議論や実験実施まで、非常に多くの援助を頂きました。深く感謝申し上げます。また同じく学部生である、武市尚大さん、今田沙織さん、坂本百合子さん、松下藍さん、三宅祥之さん、森泉慎吾さん、そして國津はるかさんには、実験協力者として快く参加していただきました。本当にありがとうございます。更に、リスク人間科学分野を卒業した OB、OG の方々にも今まで数々の心温まる励ましとご協力を頂きました。重ねて感謝いたします。

また、現在の筆者の所属である、白取健治所長（JR 西日本安全研究所所長）をはじめとする JR 西日本安全研究所の方々にも様々な点でご協力と援助を頂きました。浅学な筆者に様々な鉄道の専門知識をわかりやすく、かつ丁寧にご教授頂いたおかげで、現実場面に寄り添った研究を行うことが出来ました。ここに深謝致します。

2008 年 5 月　上田　真由子

モダリティと空間に対する注意の加算性

上田真由子・三浦利章

西日本旅客鉄道株式会社・安全研究所，大阪大学

Summation of attention to modality and space

Mayuko UEDA* and Toshiaki MIURA**

Safety Research Institute, West Japan Railway Company and Osaka University***

基礎心理学研究　第25巻　第2号　別刷

平成19年3月

The Japanese Journal of Psychonomic Science
2007, Vol. 25, No. 2, 169-180

原著論文

モダリティと空間に対する注意の加算性

上田真由子・三浦利章
西日本旅客鉄道株式会社・安全研究所，大阪大学

Summation of attention to modality and space

Mayuko UEDA* and Toshiaki MIURA**
Safety Research Institute, West Japan Railway Company and Osaka University***

The present study examined the effects of modality and location expectancy on reaction times. Participants judged the azimuth (left or right) for a sequence of auditory and visual targets. In experiment A, the majority (75%) of the targets were presented in an expected modality and location. In experiment B, the majority of the targets were presented in an expected modality and at an unpredictable location. In experiment C, the majority of the targets were presented in an expected location and the modality of the target was unpredictable. The reaction times for the targets under these conditions were faster than when the targets were unexpected or without any expectancy. The results demonstrate that the costs and benefits in experiment A (two-target information) were larger than those in either experiment B or C. Moreover, the costs and benefits in experiment A were almost equal to the total of the costs and benefits in experiments B and C. The results also suggest that spatial attention and modality attention are separable and additive.

Key words: attention, modality, expectancy, summation

今まで注意研究は多くの場合，1つのモダリティのみに関して検討されてきた．1950年代から1960年代にかけて選択的聴取に関する古典的な聴覚的注意研究が行われた後 (e.g. Broadbend, 1958; Cherry, 1953; Styles, 1997)，視覚のみの注意研究が盛んとなった (e.g. Eriksen & Eriksen, 1974; LaBerge, 1995; Treisman, 1985; Yantis, 1996, 2000)．しかしながら，最近では視覚刺激のみならず，聴覚刺激や触覚刺激を使用した注意研究が行われるようになってきた (e.g. Butchel & Butter, 1988; Ward, 1994)．これは，実際環境がさまざまな感覚刺激にあふれていることを考慮すれば当然の傾向といえる．

注意研究の主要な研究方法の一つとして，一般的に空間手がかりパラダイム (spatial cueing paradigm) と呼ばれる実験手法がある．空間手がかりパラダイムとは，Posner, Nissen & Ogden (1978)，Posner, Snyder, & Davidson (1980) によって生み出された実験手法である．一般的な課題は単純検出であるが，ターゲット提示前に出現位置を示す手がかりが与えられる．その際，手がかりがターゲット位置を正確に示した場合をValid条件，示さなかった場合をInvalid条件，手がかりが提示されなかった場合をNeutral条件と呼ぶ．Valid条件とNeutral条件の反応時間の差はベネフィット（利得），Invalid条件とNeutral条件の反応時間の差はコスト（損失）と呼ばれ，注意による処理の促進，抑制効果の指標とされている．また，空間手がかりパラダイムを使用した空間における注意研究の大部分は視覚刺激を用いて行われてきたが，聴覚的注意研究においても同様の知見が得られている (e.g. Spence & Driver, 1994; Ward, 1994)．

さらに，空間手がかりパラダイムによる注意の効果は，ターゲットのモダリティに関する手がかり情報を与えることによっても生じることが先行研究によって示されている (Posner et al., 1978; Spence & Driver, 1997).

* Safety Research Institute, West Japan Railway Co., 1-2-12 Matsuzakicho, Abeno-ku, Osaka 545-0053
** Graduate School of Human Sciences, Osaka University, 1-2 Yamadaoka, Suita, Osaka 565-0871

Copyright 2007. The Japanese Psychonomic Society. All rights reserved.

例えば，Spence, Nicholls, & Driver (2001) の実験では，実験参加者は空間定位（左右判断）課題を行っている．用いられたターゲットは視覚刺激・聴覚刺激・触覚刺激であり，いずれかの刺激が左右一方から提示される．また，各ブロックの実験開始前に実験参加者に対し提示確率の高いモダリティの手がかりが口頭で与えられ，提示確率の高いモダリティに注意を向けるように教示されている．このパラダイムでは注意を向けたモダリティでターゲットが提示される場合をValid条件，その他のモダリティが提示される場合をInvalid条件，手がかりが与えられない場合をNeutral条件としている．この実験でも，一般的な手がかりパラダイムと同様の結果が得られている．つまり，モダリティに関する手がかりを与えた場合にも，Valid条件において最も反応時間が短縮し，Invalid条件において最も反応時間が遅延する実験結果となった．

このように，手がかりによって空間やモダリティに注意を向けられることが先行研究から示されており，特に注意を向けたモダリティは優先的に処理されることが示されてきた(Klein, 1977; Posner, Nissen, & Klein, 1976)．しかし，実際場面において人間があるモダリティのみに注意を向けているとは考えにくく，ある特定のモダリティと空間の双方へ注意を向けている可能性が高い（例えば，交通場面で自動車が右から向かってくる場面を想定した場合，視覚モダリティと右側の両方に注意を向けていると考えられる）．

より実際場面に近い実験室実験として，Spence & Driver (1996) の実験ではモダリティと空間という2種類の手がかりを同時に与え，ターゲットに対する空間定位課題を行っている．結果，手がかりどおりのモダリティ刺激と空間位置のターゲットが提示されたときに最も反応時間が短くなっている．さらに興味深いことに，空間手がかりのみが正確であり，モダリティ手がかりは異なっていた場合でさえ，2種類の手がかり（モダリティと空間）双方が異なっていた場合よりも反応時間は短くなっている．

以上のような実験結果はモダリティへの注意システムが存在せず，空間的注意システムのみが存在すると仮定した場合にはありえない．そのような仮定をした場合，上述の実験の結果は，空間手がかりのみが正確であった場合と2種類の手がかり双方が異なっていた場合とで反応時間に変化は見られないはずであるからである．このような実験結果から最近のDriverらの考察では，モダリティへの注意システムと空間的注意システムは分離できる可能性があることを示唆している(Driver & Spence, 2004)．

しかし，Driver et al. (1996) は各システムが分離できる可能性を考察しただけにとどまっている．分離できるのならば，さらに，一つの注意資源をモダリティと空間のそれぞれに配分しているのか，あるいはモダリティへの注意システムと空間的注意システムがそれぞれ異なる資源を用いているのかを考える必要があると思うが，この問題は，いまだ明らかにされていない．

そこで，本研究では上述の疑問を解明するため，Spence et al. (1996) の先行研究と同様のモダリティと空間という2種類の手がかりを同時に与える実験を行うだけではなく，1種類ずつの手がかり（モダリティ手がかりのみと空間手がかりのみ）を与える実験を同一の実験参加者に対して行う．まず，同一実験参加者内で1種類の手がかり（モダリティ手がかりのみ，あるいは空間手がかりのみ）を与えた際のコストとベネフィットの大きさを，2種類（モダリティと空間）の手がかりを与えた際のコストとベネフィットの大きさと比較する．実験順序は実験参加者間でカウンターバランスを取る．そして，2種類の手がかりを与えた場合のコストとベネフィットの大きさが，1種類の手がかりを与えた場合のコストとベネフィットの大きさよりも大きいものであることを確認する．さらに，1種類の手がかりを与えた際のコストとベネフィットの大きさを加算した結果と，2種類の手がかりを与えた際のコストとベネフィットの大きさを比較する．その結果，加算したコストとベネフィットの結果と，2種類の手がかりを与えた場合のコストとベネフィットの大きさに違いがなければ，モダリティへの注意システムと空間的注意システムとは加算的なものであり，分離可能であるが一つの注意資源をモダリティと空間のそれぞれに配分していることになる．また，本研究では今まで多くのモダリティへの注意に関する先行研究で行われてきた，手がかりを何らかのモダリティ刺激（多くは視覚モダリティ）によって与える手法ではなく(e.g. Boulter, 1977; Spence & Driver, 1997), Spence et al. (2001) によって用いられた（Spence et al. は本文でKlein (1977) の手法を適用したと述べている）手法を用いた．本研究では手がかりをモダリティ刺激で提示する代わりに，実験における各ブロック開始前に，提示確率の高いモダリティと空間位置を教示することにより注意の操作を行っている．この理由は，モダリティ手がかりを与えた先行研究において視覚優位の影響が確認されているが，この影響は視覚手がかりを用いたために，手がかりの感覚刺激そのものが視覚モダリティに対して優位性を持っていた可能性がある．本研究ではその

視覚モダリティに対する注意のバイアスの可能性を除去するため，教示によって手がかりを与える．この手法は，手がかり刺激のモダリティに対する注意のバイアスを除去できるという大きなメリットがある．

しかし，上述の実験を行う場合，先行試行と現試行が同じモダリティ，あるいは同じ空間位置から連続してターゲットが提示されたとき，刺激が単純に繰り返されることによって，予期の効果とは関係なく反応時間が短くなる可能性がある（Spence et al. (2001) は，この効果を stimulus-driven effect と呼んでいる）．この刺激系列効果とも呼べるような影響を除去するため，総合論議では先行試行においてモダリティ，あるいは空間位置が連続した試行を全て除去し，モダリティ，あるいは空間位置へ注意を向けた場合の純粋な注意の効果の確認を行った．

本研究において，実験 A ではモダリティ手がかりと空間手がかり，実験 B ではモダリティ手がかりのみ，実験 C では空間手がかりのみを与える実験を行い，実験参加者は 3 条件全ての実験に参加する．各条件を遂行した順序は実験参加者ごとにカウンターバランスを行う．

実験 A

位置手がかりとモダリティ手がかりのある課題

方法

実験参加者　大阪大学の学部生，大学院生 12 名（男性 7 名・女性 5 名，平均年齢 25.1 歳）が参加した．全実験参加者は全て右利きであり，実験 A から実験 C の全ての実験に参加した．また，各実験参加者に対する実験順序はカウンターバランスされた．

装置　実験装置の概略図を Figure 1 に示す．この装置は実験 A から実験 C を通して使用された．

顎のせ台は目と同じ高さで刺激が提示されるように設置した．聴覚刺激を提示するため，実験参加者の前方左右に一つずつスピーカ (CREATIVE SBS52) を設置した．また，視覚刺激を提示するため，左右スピーカの前面中央に赤色発光ダイオード (LED) を取り付けた．

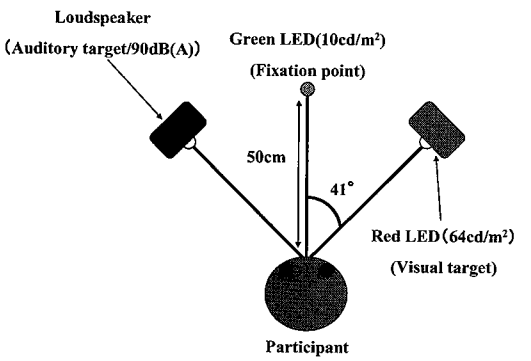

Figure 1.　Experimental facility

固視点として左右スピーカ間の中央にも緑色 LED を設置した．スピーカと LED は全て実験参加者の頭部から 50cm の距離に配置し，左右の離心率は 41° であった．

また，刺激の制御と反応を記録するために，デジタル入出力ボード (Interface IBX-2430C) を装着したコンピュータ (TEAC T5100DT/P) を用い，端子台を介して LED と接続された．実験参加者の反応は，キーボードにある特定の 2 つのキー（テンキーの 1 と 3）の一方を押させることによって記録した．実験用プログラムの作成には Microsoft Visual Basic 4.0 Professional Edition を用いた．

刺激　視覚刺激と聴覚刺激の 2 種類のターゲット，および，固視点と背景音を用いた．

視覚ターゲット：左右スピーカの前面中央に取り付けた赤色 LED（直径 1 cm（視角 1.1°），輝度 64 cd/m²）で，提示時間は 50 ms であった．

聴覚ターゲット：左右スピーカから提示される白色雑音 (90 dB (A)) で，提示時間は 50 ms であった．

各ターゲットのオンセットは，ターゲット間の時間間隔が 1500 ms から 1900 ms の間でランダムに提示された．

固視点：実験参加者の正中面に配置された緑色 LED（直径 1 cm（視角 1.1°），輝度約 10 cd/m²）．実験中，常に点灯していた．

背景音：パソコンの作動音等によるわずかな騒音をマスクするため，背景音として実験参加者の椅子の下にスピーカ (SONY SRS-57) が置かれ，実験中，70 dB(A) の大きさの白色雑音を提示した．

また，視覚ターゲットの刺激強度と聴覚ターゲットの音の大きさは予備実験において確認を行っている．予備実験で用いた装置や実験状況等は今回の一連の実験と同様である．予備実験参加者は常に特定の位置に提示される視覚刺激，あるいは聴覚刺激に対する単純反応課題を行った．

課題　本実験の課題は左右のどちらか一方から提示される視覚ターゲット，または聴覚ターゲットに対し，できるだけ速く正確に左右判断をし，右手で左右弁別ボタンの一方を押すことであった（テンキーの 3：右ターゲット，テンキーの 1：左ターゲット）．また，実験参加者は後述の教示によって特定のモダリティと提示位置に注意を向けるように指示を受ける．

Table 1
Target presentation probability in each experiment

	Experimental Condition	Target Presentation Probability			
		Vision-Right	Vision-Left	Auditory-Right	Auditory-Left
Experiment A	Vision-Right Priority	56.25%	18.75%	18.75%	6.25%
	Vision-Left Priority	18.75%	56.25%	6.25%	18.75%
	Auditory-Right Priority	18.75%	6.25%	56.25%	18.75%
	Auditory-Left Priority	6.25%	18.75%	18.75%	56.25%
	Neutral	25%	25%	25%	25%
Experimet B	Vision Priority	37.5%	37.5%	12.5%	12.5%
	Auditory Priority	12.5%	12.5%	37.5%	37.5%
	Neutral	25%	25%	25%	25%
Experiment C	Right Priority	37.5%	12.5%	37.5%	12.5%
	Left Priority	12.5%	37.5%	12.5%	37.5%
	Neutral	25%	25%	25%	25%

手続き 実験は暗室内で行われた．はじめに，実験者は刺激が実験参加者の目の高さになるように椅子の高さを調節し，顎のせ台で実験参加者の頭部を固定した．実験参加者は実験の刺激提示に関する教示を受けた後，実験を開始した．教示は，各条件ブロックの前にターゲットモダリティとターゲット位置それぞれの提示確率に関する情報を含み，提示確率の高いモダリティと空間位置に対して注意を向けるよう，実験参加者に説明した．一方，Neutral条件ブロックでは，すべてのモダリティ，空間位置に対して平等に注意を払うように教示した．また，実験者は実験参加者に対する注意事項として，教示を行うたびに視線は常に中央の緑色の光点に向けるように指示した．

1ブロック当たりの試行数は48試行であり，ブロックの種類は5種類（視覚-右，視覚-左，聴覚-右，聴覚-左，Neutral）であった．Table 1に各実験のブロックの種類と提示確率を示す．5ブロックを1セッションとし，合計4セッションが行われた（実験参加者1名当たり，全960試行）．ブロックの種類は，例えば，視覚-右優先条件ブロックならば視覚刺激が右側に提示される確率が最も高く，逆に聴覚刺激が左側に提示される確率が最も低かった．また，Neutral条件ブロックでは，視覚・聴覚刺激の提示確率および左右位置提示確率がすべて50%であった．練習試行は，本試行の前にそれぞれの条件ごとに20回ずつ行われた（20×5＝100試行[1]）．これらは分析から外された．

誤反応と反応時間が800 ms以上の遅延反応の場合，警告音が提示された．その警告音として，左右の視覚ターゲット（赤色LED）と聴覚ターゲット（白色雑音(90 dB (A))の四つすべてを同時に10 msの間，30 msの間隔で，6回提示した．5種類のブロックは1セッション内でランダマイズされ，同じブロックが連続して行われることはなかった．

手がかりの妥当性 本実験におけるValid条件とはモダリティと提示位置の両手がかりが正しくターゲットを示した場合であり，Invalid条件とは両手がかりが正しくターゲットを示さなかった場合である．

結 果

本実験における従属変数は，提示されたターゲットに対する左右判断反応時間であった．誤答の反応時間や，100 ms以下の反応時間（焦燥反応），800 ms以上の反応時間（遅延反応）は分析から除外した（除外した試行率は8.3%）．Table 2に手がかりの妥当性による各実験の反応時間とエラー率を示した．

反応時間について実験参加者内2要因分散分析（ターゲット刺激（視覚・聴覚）×手がかりの妥当性(Valid・Valid-Invalid・Invalid-Valid・Invalid・Neutral[2])）を行ったところ，ターゲット刺激の主効果($F(1, 11)=12.25$, $p<.01$)，手がかりの妥当性の主効果($F(4, 44)=23.92$, $p<.01$)，ターゲット刺激と手がかりの妥当性の交互作用($F(4, 44)=11.74$, $p<.01$)がすべて有意となっ

1) 練習試行が20試行の場合，各条件の正確な確率でターゲットが提示できない．しかし，Visual Basicによるプログラム操作により，各被験者でランダムにおおよその確率によるターゲット提示を行っている．Spence et al. (2001)による先行研究においても同様の練習試行数を用いているため，今回もその試行数に従った．

Table 2
The reaction time and error rate classified by target stimulus in each experiment

Target Modality			Cue Validity		
			valid	invalid	neutral
Experiment A	Vision	RT (ms)	235	326	265
		Cost and Benefit (ms)	30	−61	
		Error Rate (%)	0.3	1.2	0.9
	Auditory	RT (ms)	252	339	286
		Cost and Benefit (ms)	34	−53	
		Error Rate (%)	0.4	5.6	2.3
Experiment B	Vision	RT (ms)	248	282	256
		Cost and Benefit (ms)	8	−26	
		Error Rate (%)	0.8	0	0.6
	Auditory	RT (ms)	267	294	274
		Cost and Benefit (ms)	7	−20	
		Error Rate (%)	2.2	2.1	2.4
Experiment C	Vision	RT (ms)	241	279	256
		Cost and Benefit (ms)	15	−23	
		Error Rate (%)	0.1	1.1	0.3
	Auditory	RT (ms)	245	312	274
		Cost and Benefit (ms)	29	−38	
		Error Rate (%)	0.4	9.2	2.9

た．HSD 検定を行ったところ，視覚刺激における Neutral 条件と比較して Valid 条件の反応時間は有意に短く，Invalid 条件の反応時間は有意に長くなった (Ps<.05)．聴覚刺激においても同様であり，Neutral 条件と比較して Valid 条件の反応時間は有意に短く，Invalid 条件の反応時間は有意に長くなった (Ps<.05)．

考　察

視覚，聴覚のモダリティにかかわらず，Valid 条件では反応時間が短くなり，Invalid 条件では反応時間が長くなった．この結果は，今回与えたモダリティと提示位置に対する手がかりが空間定位課題において有効であったことを示す[2]．つまり，Valid 条件では注意をモダリティと提示位置の双方に向けていたために反応の促進が生じ，Invalid 条件では，モダリティと提示位置の双方に向けていた注意を切り替えなければならないため，反応の遅延が生じたと考えられる．

また，ターゲット刺激と手がかりの妥当性の交互作用が有意になった理由は，主に Valid–Invalid 条件，Invalid–Valid 条件のコストの大きさがモダリティ間で異なったためであると考えられる．つまり，Valid–Invalid 条件では聴覚モダリティのコストがより大きくなり，Invalid–Valid 条件では視覚モダリティのコストがより大きくなった結果が得られているからである．

実　験　B

モダリティ手がかりのみの課題

方　法

実験装置，刺激，実験参加者等はすべて実験 A と同様であった．しかし，以下の点で実験 A と異なっていた．

手続き　課題は実験 A と同様の空間定位課題であったが，各ブロックの提示確率と実験参加者に与えた教示のみが実験 A と異なっていた．1 ブロック当たりの試行数は実験 A と同様に 48 試行だったが，ブロックの種類は Table1 に示す 3 種類（視覚・聴覚・Neutral）であった．この 3 ブロックを 1 セッションとし，合計 4 セッションが行われた（実験参加者 1 名当たり，全 576 試行）．

2) 実験 A では Valid 条件，Invalid 条件，Neutral 条件のほかに，モダリティ手がかりのみが正確であった試行の Valid–Invalid 条件，空間手がかりのみが正確であった試行の Invalid–Valid 条件が存在する．本論文では実験 B，実験 C との比較を明確にするため，上述の 2 種類の試行を除去している．各試行の結果は，Valid 条件よりも反応時間が長い一方，Invalid 条件よりも反応時間が短いものであった．Valid–Invalid 条件，Invalid–Valid 条件の結果からも，モダリティへの注意と空間的注意がそれぞれ分離して機能していたことを明確に示唆している．

ブロックの種類は，例えば，視覚優先条件ブロックならば聴覚刺激よりも視覚刺激が提示される確率が高かった．しかし，実験Aとは異なり左右の提示確率は同等であった．さらに，実験Aと同様にNeutral条件ブロックも設定されており，その提示確率もすべて実験Aと同様であった．練習試行も実験Aと同様に行い，本試行の前にそれぞれの条件ごとに20回ずつ行われ（20×3＝60試行），この結果は分析から外された．

また，実験Aでは，実験者は提示確率の高いモダリティと位置に対して注意を向けるように教示したが，本実験では提示確率の高いモダリティのみに注意を向けるように教示した．

手がかりの妥当性　本実験におけるValid条件とはモダリティ手がかりが正しくターゲットモダリティを示した場合であり，Invalid条件とは，モダリティの手がかりが誤っていた場合である．

結　果

実験Aと同様，誤答の際の反応時間や，100 ms以下の反応時間（焦燥反応），800 ms以上の反応時間（遅延反応）は分析から除外した（除外した試行率は6%）．また，Table 2に手がかりの妥当性による反応時間とエラー率を示した．

反応時間に関して実験参加者内2要因分散分析（ターゲット刺激（視覚・聴覚）×手がかりの妥当性(Valid・Invalid・Neutral)）を行ったところ，ターゲット刺激の主効果($F(1, 11)=11.63$, $p<.05$)と手がかりの妥当性の主効果($F(2, 22)=20.06$, $p<.05$)は有意であったが，交互作用は有意ではなかった．手がかりの妥当性についてHSD検定による下位検定を行ったところ，視覚刺激におけるNeutral条件と比較してValid条件の反応時間は有意に短く，Invalid条件は有意に長いことが示された(Ps<.05)．聴覚刺激においても同様であり，視覚刺激におけるNeutral条件と比較してValid条件の反応時間は有意に短く，Invalid条件は有意に長いことが示された(Ps<.05)．

考　察

視覚，聴覚モダリティにかかわらず，Valid条件では反応時間が短くなり，Invalid条件では反応時間が長くなった．この結果は，実験Aと同様，本実験で与えたモダリティ手がかりが空間定位課題において有効であったことを示す．また，この結果はモダリティの手がかりを与えた先行研究(Spence & Driver, 1997)と一致する．つまり，Valid条件では注意をモダリティへ向けていたために注意されたモダリティ刺激に対する反応の促進が生じ，Invalid条件ではモダリティへ向けていた注意を切り替えたため，注意されなかったモダリティ刺激に対する反応の遅延が生じたと考えられる．

ここで，実験Aにおいてはモダリティへの注意だけではなく，空間的注意も機能していたことを確認するために，実験Aと実験Bのコストとベネフィットの大きさを比較する．本研究の一連のコストとベネフィットについて，Neutral条件からValid条件の反応時間を減算した結果がベネフィットであり，Neutral条件からInvalid条件の反応時間を減算した結果をコストとする．Table 2, Table 3に各コストとベネフィットの大きさを示した．

各実験参加者のコストとベネフィットの大きさそれぞれを従属変数とした実験参加者内2要因分散分析を行った（ターゲット刺激（視覚・聴覚）×実験の種類（実験A（モダリティ手がかりと提示位置手がかり）・実験B（モダリティ手がかりのみ））．結果，コストとベネフィットについて実験の種類の主効果が見られ（ベネフィット：$F(1, 11)=5.52$, $p<.01$・コスト：$F(1, 11)=11.25$, $p<.01$），実験Aにおけるコストとベネフィットの大きさが有意に大きいことが示された．実験Aと実験Bの相違点は与えられた手がかりについてのみである．ゆえに実験Aにおいてより大きなコストとベネフィットが生じた理由は，モダリティだけではなく空間に対しても注意を向けたため，モダリティへの注意の効果に空間的注意の効果が付加されたためであることが示唆される．

実　験　C

空間手がかりのみの課題

方　法

実験装置，刺激，実験参加者等は全て実験Aと同様であった．しかし，以下の点で実験A，実験Bと異なっていた．

手続き　課題は実験A，実験Bと同様，空間定位課題であったが，各ブロックの提示確率と実験参加者に与えた教示のみが実験A，実験Bと異なっていた．1ブロック当りの試行数も実験A，実験Bと同様に48試行であり，ブロックの種類はTable 1に示す3種類（右・左・Neutral）であった．この3ブロックを1セッションとし，合計4セッションが行われた（実験参加者1名当たり全576試行）．

ブロックの種類は，例えば，右優先条件ブロックならば，左側よりも右側に刺激が提示される確率が高かった．しかし，実験Aとは異なりモダリティの提示確率は同等であった．さらに，実験A，実験Bと同様にNeu-

tral 条件ブロックも設定されており，その提示確率もすべて実験 A，実験 B と同様であった．練習試行も実験 A，実験 B と同様に行い，本試行の前にそれぞれの条件ごとに 20 回ずつ行われ（20×3＝60 試行），この結果は分析から外された．

また，実験 A では，実験者は提示確率の高いモダリティと空間位置に対して注意を向けるように教示し，実験 B では提示確率の高いモダリティのみに注意を向けるように教示したが，本実験では提示確率の高い空間位置のみに注意を向けるように教示した．

手がかりの妥当性　本実験における Valid 条件とは空間手がかりが正しくターゲット提示位置を示した場合であり，Invalid 条件とは，空間手がかりが誤っていた場合である．

結　果

実験 A，実験 B と同様，誤答の際の反応時間や，100 ms 以下の反応時間（焦燥反応），800 ms 以上の反応時間（遅延反応）は分析から除外した（除外した試行率は 6.1%）．また，Table 2 に手がかりの妥当性による反応時間とエラー率を示した．

実験参加者内 2 要因分散分析（ターゲット刺激（視覚・聴覚）×手がかりの妥当性 (Valid・Invalid・Neutral)）を行ったところ，ターゲット刺激の主効果($F(1, 11)=11.54, p<.01$)，手がかりの妥当性の主効果($F(2, 22)=37.36, p<.01$)，ターゲット刺激と手がかりの妥当性との交互作用のすべてが有意となった ($F(2, 22)=18.09, p<.01$)．HSD 検定を行ったところ，視覚刺激における Neutral 条件と比較して Valid 条件の反応時間は有意に短く，Invalid 条件の反応時間は有意に長くなった (Ps<.05)．聴覚刺激においても同様であり，Neutral 条件と比較して Valid 条件の反応時間は有意に短く，Invalid 条件の反応時間は有意に長くなった (Ps<.05)．

考　察

視覚，聴覚モダリティにかかわらず，Valid 条件では反応時間が短くなり，Invalid 条件では反応時間が長くなった．この結果は実験 A，実験 B と同様，与えられた手がかりが空間定位課題において有効であったことを示す．また，この結果は空間手がかりを与えた先行研究と一致する (Posner et al., 1978; Posner et al., 1980)．つまり，Valid 条件では注意を提示位置へ向けていたために，反応の促進が生じ，Invalid 条件では，提示位置へ向けていた注意を切り替えたため，反応の遅延が生じたと考えられる．

ここで，実験 A においては空間的注意だけではなく，モダリティへの注意も機能していたことを確認するために，実験 B の考察で行った分析と同様に，実験 A と実験 C のコストとベネフィットの大きさを比較する．各実験参加者のコストとベネフィットの大きさそれぞれを従属変数とした実験参加者内 2 要因分散分析を行った（ターゲット刺激（視覚・聴覚）×実験の種類（実験 A（モダリティと空間手がかり）・実験 C（空間手がかりのみ））．その結果，コスト・ベネフィットともにターゲット刺激と実験の種類の交互作用が有意になったため（ベネフィット：$F(1, 11)=5.26, p<.05$・コスト：$F(1, 11)=6.87, p<.05$)，視覚ターゲットと聴覚ターゲットそれぞれにおいて，実験の種類に関して HSD 検定を行った．結果，視覚ターゲットにおいて，ベネフィットに関して傾向差 (Ps<.10)，コストに関しては有意差が認められた (Ps<.05)．一方，聴覚ターゲットにおいては，コストとベネフィットの双方について有意差が認められなかった．そのため，視覚ターゲットに関しては実験 B で前述したとおり，2 種類の手がかりを与えることにより，モダリティと空間の双方に注意を向けることができると考えられるだろう．一方，聴覚ターゲットに関しては，実験 A と実験 C のベネフィットの間に有意差が認められなかった．この結果から，モダリティと空間の双方に注意を向けることができるとは言いがたい．この点に関しては総合論議で考察することとする．

総　合　論　議

一連の実験の結果は全体的に，1 種類の手がかり（モダリティ手がかりのみ，あるいは空間手がかりのみ）を与えた場合よりも，2 種類の手がかり（モダリティ手がかりと空間手がかり）を与えた場合に，より大きなコストとベネフィットが生じるという傾向が示された．この結果は，今までの先行研究の考察と同様に，人間は特定の空間に選択的な注意を払うことができるだけでなく，特定のモダリティにも選択的注意を払うことができるという可能性を強く示唆した．

ここで，モダリティへの注意システムと空間的注意システムは分離可能であるが，一つの注意資源をモダリティと空間のそれぞれに配分しているのか，あるいはモダリティへの注意システムと空間的注意システムがそれぞれ異なる注意資源を用いているのか，という本研究の目的を達成するため，以下のような分析を行った．実験 B（モダリティ手がかり）と実験 C（空間手がかり）の各実験参加者のコストとベネフィットの大きさそれぞれを加算した結果と実験 A（モダリティ手がかりと空間手がかり）のコストとベネフィットの大きさを従属変数とし

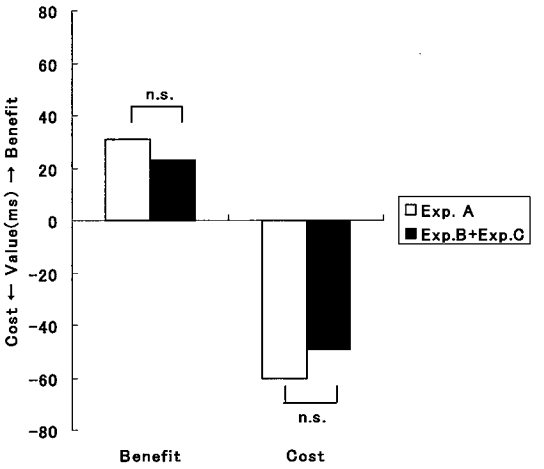

Figure 2. Comparison of cost with benefit in visual target: Examination of additivity (before removing priming effect)

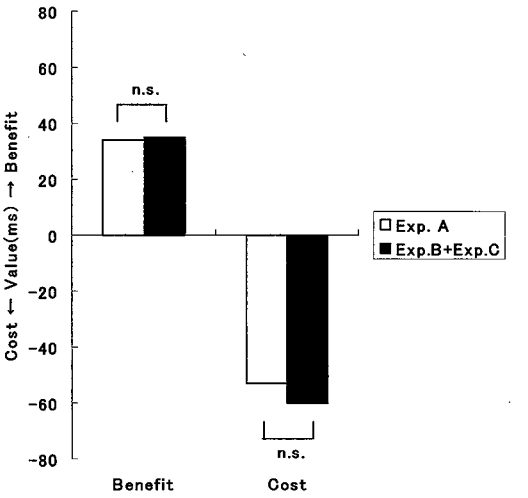

Figure 3. Comparison of cost with benefit in auditory target: Examination of additivity (before removing priming effect)

た実験参加者内2要因分散分析を行った（ターゲット刺激（視覚・聴覚）×実験の種類（実験A（モダリティ手がかりと空間手がかり）・実験B（モダリティ手がかりのみ）＋実験C（空間手がかりのみ））．結果，コストとベネフィットともに，ターゲット刺激の主効果，実験の種類の主効果，ターゲット刺激と実験の種類の交互作用すべてが非有意であった．つまり，モダリティ手がかりと空間手がかりの2種類を与えた場合のコストとベネフィットの大きさは，どちらか1種類のみの手がかりを与えたコストとベネフィットの大きさを加算した結果と同等であることが示唆された．各モダリティのコストとベネフィットの大きさを比較した図をFigure 2, Figure 3に示す．以上の分析から，モダリティへの注意システムと空間的注意システムは加算的なものであり，分離可能であるが，一つの注意資源をモダリティと空間のそれぞれに配分している可能性が高いといえる．

以上が本研究の全体的解釈であるが，今回用いた実験には序論で述べたようなstimulus-driven effect，つまり，刺激系列効果が存在するかもしれない．つまり，各ブロック開始前に教示で手がかりを与えて計測した反応時間には，モダリティと空間に対する純粋な注意の効果だけでなく，刺激系列効果も影響している可能性がある．同じモダリティ刺激が繰り返し提示されることによる反応の促進，または抑制効果，同じ空間位置から刺激が繰り返し提示されることによる促進，または抑制効果が生じているかもしれない．実際，モダリティ手がかりを本研究のような実験手法で与えたSpence et al.の先行研究には，同じモダリティ刺激が繰り返し提示されることによる効果が生じている(Spence et al., 2001).

そこで本研究では，モダリティと空間に対する純粋な注意の効果を検討するためにさらに分析を行った．つまり，先行試行が現試行と同じモダリティ，あるいは同じ空間位置から提示された試行を全て除去して，すべての実験のさらなる分析を行った．この手法はSpence et al. (2001)によって用いられた手法である．除去後の反応時間とエラー率をTable 3に示す．

実験A（モダリティ手がかりと空間手がかり） 除去後（除去後の試行数は全試行の15.1%），実験参加者内2要因分析（ターゲット刺激（視覚・聴覚）×手がかりの妥当性(Valid・Valid-Invalid・Invalid-Valid・Invalid・Neutral)）を行った結果，ターゲット刺激の主効果($F(1, 11)=6.17, p<.05$)，手がかりの妥当性の主効果($F(4, 44)=13.85, p<.01$)，ターゲット刺激と手がかりの妥当性の交互作用($F(4, 44)=3.15, p<.05$)がすべて有意となった．HSD検定を行ったところ，視覚刺激と聴覚刺激の双方において，Neutral条件と比較してInvalid条件の反応時間は有意に長く，Valid条件は有意に短いことが示された(Ps<.05).

実験B（モダリティ手がかりのみ） 除去後（除去後の試行数は全試行の20.4%），実験参加者内2要因分析（ターゲット刺激（視覚・聴覚）×手がかりの妥当性(Valid・Invalid・Neutral)）を行った結果，ターゲット刺激の主効果($F(1, 11)=6.43, p<.05$)，手がかりの妥当性の主効果($F(1, 11)=14.56, p<.01$)が有意となった．

Table 3
The reaction time and error rate after removing the priming effect

Target Modality			Cue Validity		
			valid	invalid	neutral
Experiment A	Vision	RT (ms)	242	321	264
		Cost and Benefit (ms)	22	−57	
		Error Rate (%)	2.5	2.2	3.6
	Auditory	RT (ms)	270	335	281
		Cost and Benefit (ms)	11	−54	
		Error Rate (%)	0.5	9.9	8.8
Experiment B	Vision	RT (ms)	247	276	256
		Cost and Benefit (ms)	9	−20	
		Error Rate (%)	0	0	0.4
	Auditory	RT (ms)	255	276	269
		Cost and Benefit (ms)	14	−7	
		Error Rate (%)	0.9	1.5	0.7
Experiment C	Vision	RT (ms)	248	280	252
		Cost and Benefit (ms)	4	−28	
		Error Rate (%)	0	0	0
	Auditory	RT (ms)	246	305	260
		Cost and Benefit (ms)	14	−45	
		Error Rate (%)	0.5	0.7	0

HSD 検定を行ったところ，視覚刺激と聴覚刺激の双方において，Neutral 条件と比較して Invalid 条件は有意に長いことが示されたが (Ps<.05)，Valid 条件と Neutral 条件の間に有意差は見られなかった．

実験 C（空間手がかりのみ） 除去後（除去後の試行数は全試行の 19.7%），実験参加者内 2 要因分析（ターゲット刺激（視覚・聴覚）×手がかりの妥当性 (Valid・Invalid・Neutral)）を行った結果，ターゲット刺激の主効果 ($F(1, 11)=9.02, p<.01$)，手がかりの妥当性の主効果 ($F(2, 22)=31.73, p<.01$)，ターゲット刺激と手がかりの妥当性の交互作用 ($F(2, 22)=10.23, p<.01$) がすべて有意となった．HSD 検定を行ったところ，視覚刺激と聴覚刺激の双方において，Neutral 条件と比較して Invalid 条件の反応時間は有意に長く，Valid 条件は有意に短いことが示された (Ps<.05)．

再分析の結果，実験 B（モダリティ手がかりのみ）の Neutral 条件と Valid 条件の間に有意差が生じなかったことを除き，除去前と除去後の分析は同様の結果を示した．つまり，この再分析により，実験参加者は各実験で与えた手がかりによって，トップダウン的な注意を特定のモダリティ，あるいは特定の空間へ向けていたことが明らかとなった．

実験 B（モダリティ手がかりのみ）において，ベネフィットが生じなかったという点のみが再分析前と異なっているが，この結果は Spence らの先行研究と同様の結果である (Spence et al., 2001)．今回用いたようなパラダイムによってモダリティ手がかりを与えた場合，ベネフィットは主に先行刺激の単純な繰り返しによる刺激系列効果によって生じる．一方，刺激系列効果除去後もコストが生じていたことから，コストはモダリティに対する予期の影響により強く表れると言える．

次に，実験 A においてモダリティへの注意と空間的注意の双方が機能していた可能性をさらに明確にするため，実験 A と実験 B, 実験 C のコストとベネフィットの大きさを比較する．

実験 A と実験 B 除去後，各実験参加者のコストとベネフィットの大きさそれぞれを従属変数とした実験参加者内 2 要因分散分析を行った（ターゲット刺激（視覚・聴覚）×実験の種類（実験 A（モダリティ手がかりと空間手がかり）・実験 B（モダリティ手がかりのみ））．その結果，コストに関してのみ実験の種類の主効果が見られ ($F(1,11)=21.69, p<.01$)，実験 A におけるコストの大きさが有意に大きいことが示された．

実験 A と実験 C 上記と同様の分散分析を行った結果，コストに関してのみ実験の種類の主効果 ($F(1, 11)=13.69, p<.01$)，ターゲット刺激と実験の種類の交互作用 ($F(1, 11)=8.49, p<.01$) が有意となった．視覚ターゲットと聴覚ターゲットそれぞれにおいて，実験の種類に関

してHSD検定を行った．結果，視覚ターゲットにおいては有意差(Ps<.05)，聴覚ターゲットにおいては傾向差(Ps<.10)が生じた．以上の検定結果から，実験Aにおけるコストの大きさが大きい傾向にあることが示された．

以上の分析により，実験Aと実験B,実験Aと実験Cのベネフィットの大きさには有意差が見られなかったが，コストの大きさに関してはおおむね有意差が示された．ベネフィットの大きさに有意差が生じなかった主な原因は，今回用いた実験手法では，ベネフィットにおいて，刺激系列効果がモダリティと空間に対する純粋な注意の効果よりも大きいものであり，刺激系列効果の影響を除去した結果，実験Aにおけるベネフィットの大きさが小さくなったためであると考えられる．

ここで，プライミング効果除去前の聴覚ターゲットに関してのみ，実験Aと実験Cのベネフィットの間に有意差が認められなかった原因も，刺激系列効果の要因が大きく影響していたと考えることができる．視覚と聴覚を比較したとき，聴覚は視覚よりも空間定位能力は劣る一方，検出能力はより優れている(Mills, 1960; Posner, 1978)．実験Cにおいて前試行と同じ空間位置から聴覚刺激が提示された場合には，空間定位は前試行において向けていた空間的注意を切り替える必要がないため，聴覚そのものの検出能力の高さからベネフィットが大きくなったのだろう．他方，今回のコストの結果を踏まえると，実験Aではモダリティへの注意と空間的注意の双方が機能していたために，実験Aのコストがより大きくなった可能性が再び強く示唆された．モダリティへの注意，あるいは空間的注意の影響がベネフィットよりもコストに表れたという結果は，Pashler (1998)の注意の構えの説明と一致するものである．Pashlerは注意の構えとは情報の利益（ベネフィット）よりも情報の除去（コスト）に関して影響が表れやすいと述べている．

ここで，モダリティへの注意システムと空間的注意システムは加算的であり，分離可能であるが一つの注意資源をモダリティと空間のそれぞれに配分しているのか，あるいは分離可能であり，かつ各システムで異なる注意資源を持つのかという疑問を検討するため再度，次の分析を行った．実験Bと実験Cの各実験参加者のコストとベネフィットの大きさそれぞれを加算した結果と，実験Aのコストとベネフィットの大きさを従属変数とした実験参加者内2要因分散分析を行った（ターゲット刺激（視覚・聴覚）×実験の種類（実験A（モダリティ手がかりと空間手がかり）・実験B（モダリティ手がかりのみ）＋実験C（空間手がかりのみ））．結果，コストとベネフィットともに，ターゲット刺激の主効果，実験の種類の主効果，ターゲット刺激と実験の種類の交互作用すべてが有意でなかった．つまり，コストに関してはモダリティ手がかりと空間手がかりの2種類を与えた場合，どちらか1種類のみの手がかりを与えたコストの大きさを加算した結果と同等であることが示された．各モダリティのコストとベネフィットの大きさを比較した図をFigure 4, Figure 5に示す．ボトムアップ的な注意の影

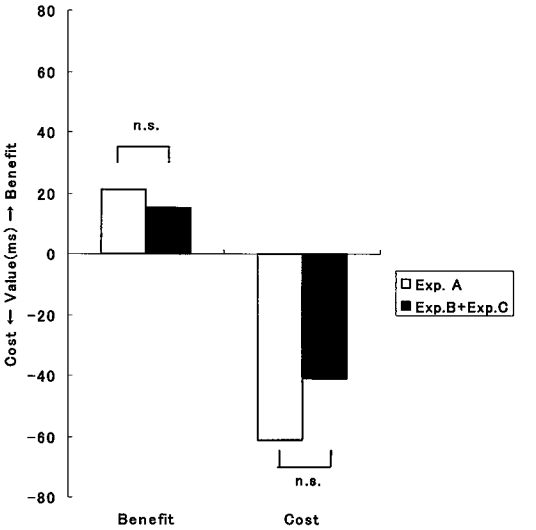

Figure 4. Comparison of cost with benefit in visual target: Examination of additivity (after removing priming effect)

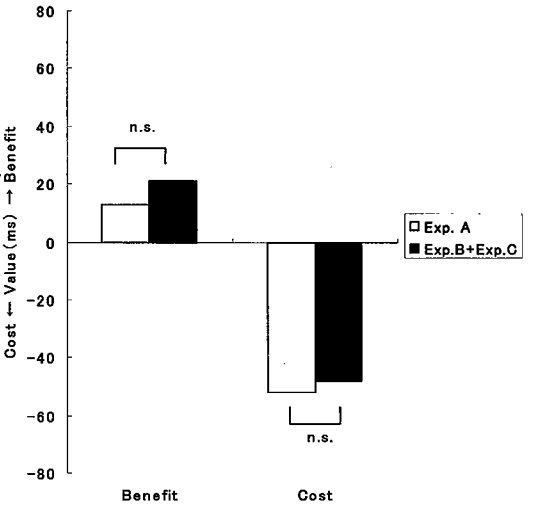

Figure 5. Comparison of cost with benefit in auditory target: Examination of additivity (after removing priming effect)

響を除去し，再度検討を行った結果，モダリティへの注意システムと空間的注意システムは加算的であり，分離可能であるが，一つの注意資源をモダリティと空間のそれぞれに配分している可能性を再度確認できた．

まとめ

今回の実験結果は，やはりDriverらによって考察されていた空間的注意とモダリティへの注意は理論的に分離できるという仮説を強く裏づけた実験結果である．今まではモダリティへの手がかりと空間手がかりを与えた実験だけを行うことにより述べられていた上述の仮説を，モダリティ手がかりのみ，空間手がかりのみを与えた実験を加えることから，コストとベネフィットの大きさを比較することでより明確にした．

また，より重要な結果として，1種類の手がかりのみ（モダリティ手がかりのみと空間手がかりのみ）を与えた各コストとベネフィットの大きさを加算した結果と，2種類の手がかり（モダリティ手がかりと空間手がかり）を与えた実験のコストとベネフィットの大きさに差がなかった．この結果は今まで明確に示されていなかった事実である．今回の結果から，モダリティへの注意システムと空間的注意システムは加算性があり，分離可能であるが一つの注意資源をモダリティと空間のそれぞれに配分していることが示された．

ただし，本研究結果の加算性が普遍性の高いものであることを確認しなければ，今回提案した注意モデルの一般性・特殊性は議論できない．本研究の加算性は当実験に限って見いだされたものである可能性は捨てきれないためである．そのため，今後の課題としては非空間的課題など，他の視聴覚課題を用いた場合でも，同様の加算性が示され，今回の注意モデルで説明できる結果を得られるのかを検討することが必要となる．

また，今回は反応時間を測度として注意モデルを提案したが，反応時間によって注意効果の線形加算を議論することには限界があると考えられる．注意量と反応時間の間に線形性が成り立たないためである．そのため，今後は反応時間を測度としない一方，注意を用いていることが明確であるパラダイムを提案していく必要がある．

さらに，今回は前試行の影響を除去した結果を議論したが，ある条件によっては，刺激が変化した場合に反応時間が短くなるという知見もある(Kirby, 1976)．このalternation effectの検討は今後の課題として残されている．

引用文献

Boulter, R. 1977 Attention and reaction times to signals of uncertain modality. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, **3**, 379–388.

Broadbent, E. 1958 *Perception and Communication*. Elmsford: Pergamon Press.

Buchtel, H. A., & Butter, C. M. 1988 Spatial attention shifts: Inplications for the role polysensory mechanisms. *Neuropsychologia*, **16**, 499–509.

Cherry, C. 1953 Some Experiments on the recognition of speech with one and two ears. *Journal of the Acoustic Society of America*, **25**, 975–979.

Driver, J., & Spence, C. 2004 Crossmodal Spatial attention: Evidence from human performance. In C. Spence, and J. Driver (Eds.), *Crossmodal Space and Crossmodal Attention*, New York: Oxford University Press. 179–220.

Eriksen, A., & Eriksen, W. 1974 Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, **16**, 143–149.

Kirby, N. H. 1976 Sequential effects in two-choice reaction time: Automatic facilitation or subjective expectancy? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, **2**, 567–577.

Klein, R. M. 1977 Attention and visual dominance: A chronometric analysis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, **3**, 365–378.

LaBerge, D. 1995 *Attentional Processing*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

Mills, W. 1960 Lateralization of high-frequency tones. *Journal of the Acoustical Society of America*, **32**, 132–134.

Pashler, H. E. 1998 *The Psychology of Attention*. Cambridge: The MIT Press.

Posner, M. I., Nissen, M. J., & Klein, R. M. 1976 Visual dominance: An information processing account of its origins and significance. *Psychological Review*, **83**, 157–171.

Posner, M. I. 1978 *Chronometric explorations of mind*. New York: Oxford University Press.

Posner, M. I., Nissen, M. J., & Ogden, W. C. 1978 Attended and unattended processing modes: The role of set for spatial location. In H. L. Pick and E. J. Saitzman (Eds.), *Modes of perceiving and processing information*. Hillsdale: Erlbaum. 137–157.

Posner, M. I., Snyder, C. R. R., & Davidson, B. J., 1980 Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology: General*, **109**, 160–174.

Spence, C. J., & Driver, J. 1994 Covert spatial orienting in audition: Exogenous and endogenous mechanisms. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, **20**, 555–574.

Spence, C., & Driver, J. 1996 Audiovisual links in endogenous covert spatial attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **22**, 1005–1030.

Spence, C., & Driver, J. 1997 On measuring selective attention to a specific sensory modality. *Perception and Psychophysics*, **59**, 389–403.

Spence, C., Nicholls, M. E. R., & Driver, J. 2001 The cost of expecting events in the wrong sensory modality. *Perception & Psychophysics*, **63**, 330–336.

Styles, A. 1997 *The Psychology of Attention*. Hove: Psychology Press.

Treisman, A. 1985 Preattentive processing in vision. *Computer Vision, Graphics & Image Processing*, **31**, 156–177.

Yantis, S. 1996 Attetional Capture in Vision. In A. Kramer, M. Coles, and G. Logan (Eds.), *Coverging operations in the study of visual selective attention*. Washington: American Psychological Association. 45–76.

Yantis, S. 2000 Goal-directed and stimulus-driven determinants of attentional control. In S. Monsell and J. Driver (Eds.), *Control of Cognitive Processes: Attention and Performance 18*. Cambridge: MIT Press. 71–208.

Ward, M. 1994 Supramodal and modality-specific mechanisms for stimulus-driven shifts of auditory and visual attention. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, **48**, 242–259.

—2006. 2. 15 受稿，2006. 10. 4 受理—