

聴覚ヴィジランス・タスクの視覚トラッ キング・タスクへの影響について

杉 山 貞 夫^{*}
栗 原 和 子^{**}
水 野 高 一 郎^{***}

はじめに

近来、自動化の促進により、人間の行うタスクは監視を中心としたものに変化しつつあるという。従来の諸タスクよりも、より高い精神的集中を要する反面、肉体的には殆んど負荷のないようなタスクが一般化しつつあるといえよう。監視作業には、その監視対象の変量に則したコントロールが附随する。多くの場合、監視対象は複数であり、また、コントロールも複数であることが多い。すなわち、情報処理の観点からみると多くの異なる種類のタスクを、一定時間中、継続的に行うこととなる。また、ある場合には、同時に並行的に情報処理を行っている場合もある。

このように多数のタスクを同時に並行して処理することを、マルチタスク (multi task) 処理と呼んでいる。これらと単一作業 (single task) との関係を示したのが Table 1 である。

さて、ここでは、人間の情報処理過程を入力チャネル (input channel) と出力チャネル (output channel) に分けて考えてみるとマルチタスクは次のようになる。

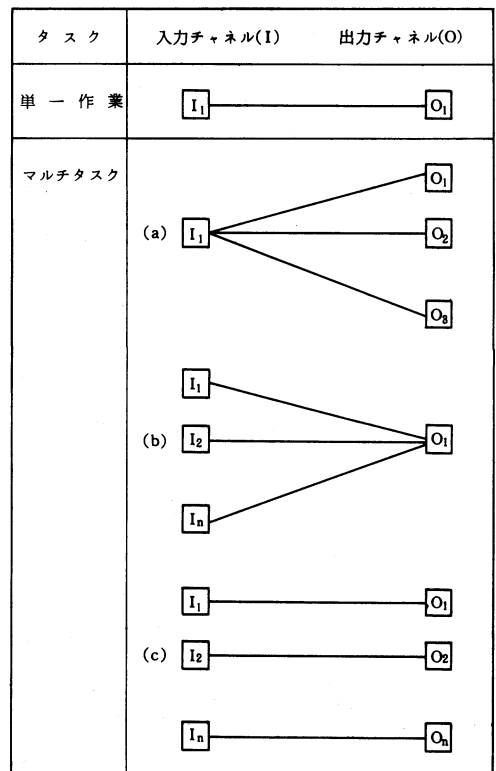
すなわち、

(a) 入力チャネルが単一であるのに対し、出力チャネルが多数である場合、

(b) 入力チャネルが多数であるのに対し、出力チャネルが単一である場合、

TABLE 1

入力チャネル・出力チャネルからみた
単一作業とマルチ・タスクの関係



(c) 入力チャネルと出力チャネルが1対1で対応しており、しかもそのペア数が多数である場合、

* 杉 山 貞 夫, 関西学院大学社会学部教授
** 栗 原 和 子, " 大学院社会学研究科博士前期課程
*** 水 野 高 一 郎, " " 文学研究科心理学専攻博士後期課程

などである。

人間は多次元の情報を限られた時間内にどのように処理しているのであろうか。ノーマン(1969)によれば、人間の情報処理は、第一には、一度にひとつのタスクしか扱えない直列処理過程と考えることである。そして、第二には、一度に処理できるタスクの総数には限りがあるが、同時に複数のタスクを扱うことはできる、即ち、並列処理過程であるとする考え方である。また、これらのことから、人間の情報処理は、並列処理と直列処理の二つの能力の使いわけによって達成されていると考えることもできる。(Table 2)これらの処理の心理的スイッチング・メカニズムについて研究しているのがいわゆる“注意(attention)”の研究であるといえよう。

TABLE 2
処理形式と入力チャネル・出力チャネルの組み合わせ

処 理	入力チャネル(I)と出力チャネル(O)の組み合わせ(例)
直 列 処 理	$I_1 \rightarrow O_1 \rightarrow I_2 \rightarrow O_2 \rightarrow I_3 \rightarrow O_3$ → t
並 列 処 理	$I_1 \rightarrow O_1$ $I_2 \rightarrow O_2$ $I_3 \rightarrow O_3$ or $I_1 \rightarrow O_1$ $I_2 \rightarrow O_2$ $I_3 \rightarrow O_3$ or $I_1 \rightarrow O_1$ $I_2 \rightarrow O_2$ $I_3 \rightarrow O_3$ → t
直列・並列組み合わせ処理	$I_1 \rightarrow O_1$ $I_2 \rightarrow O_2$ $I_3 \rightarrow O_3$ or $I_1 \rightarrow O_1$ $I_2 \rightarrow O_2$ $I_3 \rightarrow O_3$ or $I_1 \rightarrow O_1$ $I_2 \rightarrow O_2$ $I_3 \rightarrow O_3$ → t

ところで、人間のマルチタスク処理が直列処理であれ並列処理であれ、実際に作業を行う場合には、注意が集中して配分されている直列情報処理の場合に比較して、注意が集中していない場合には、当然その処理効率は低下する。また、マルチタスクの並列処理の場合には、タスク数が複数のため注意配分が困難となることによってそれぞれのタスクの情報処理量が低下することは容易に予測できることであるが、その変化(この場合、低下と考える)が、すべてのタスクの出力に均等にあらわれるのか、あるいは、一つのタスクにのみ変化があらわれ、他のタスクにはあらわれないのかは、タスクへの注意、タ

スクの営まれるチャネルの特性、タスク自体のもつ特性、タスクを営む人間の心理的耐性、あるいは、タスクへの馴れなどを考えるうえに重要であると思われる。

一般に、マルチタスクでの出力に影響を与えると考えられるものには、次のような要因があげられる。

1. タスク内容…大別して、連続タスク(continuous task)、即ち、常時、操作を必要とするタスクと、非連続タスク(discrete task)、即ち、時々必要に応じて操作すればよい作業とに分けられよう。

2. 入力チャネル…1チャネルのみ使用するか、あるいは、マルチ・チャネルを使用するかが問題である。

3. 出力チャネル…高いスキルを要するモーターコーディネーション(motor coordination)が要求されるか、あるいは、単純な反応行動のみで処理が可能なのか、

更には、

4. これらの作業の困難度、即ち、スキルの程度が問題とされるのか、などである。

マルチタスク処理の中では最も単純な形である複数のタスク(dual task)についての諸研究を、OGDEN et al.(1979)がまとめている。

これらを、前記のマルチタスク処理に影響を与える要因から、連続タスク(continuous task)と非連続タスク(discrete task)に分けて分類してみた。即ち、

1. 非連続タスクー非連続タスクが対応する(以下D-Dタスクと示す)
2. 非連続タスクー連続タスク対応(以下D-Cタスクと示す)
3. 連続タスクー連続タスクが対応する(以下C-Cタスクと示す)

等であって、この分類から従来の研究をまとめたのが、Table 3である。

D-Dタスク及びC-Cタスクのように同じ性質

の作業の組み合わせの中には、どちらか一方の作業が、一方的に他方の作業に干渉を与えているような場合もみられる。これは、作業が連続(Continuous)か、非連続(Discrete)かという性質上の問題の他に、入力チャネル、出力チャネル、作業の困難性、さらには、教示の効果などが混在していることによるのであろう。

TABLE 3
デュアル・タスク研究のタスク
内容による分類

結果	D-D タスク	結果	D-C タスク	結果	C-C タスク
	Becker (1976)	--	Benson et al. (1965)	--	Allen et al (1970)
--	Johnson (1970)	--	Bergeron (1968)	--	Anderson & Toivanen (1970)
--	Kalsbeek (1967)	--	Brown (1968)	--	Damos (1977)
--	Kantwitz & Knight (1974)	--	Chu & Rouse (1977)	--	Gabay & Merhav (1977)
--	Kantwitz & Knight (1976)	--	Ellingstad & Heimstra (1970)	--	Huddleston (1974)
--	Long (1976)	--	Ephrath (1975)	--	Shulman & Briggs (1971)
--	McGrath (1965)	--	Fournier & Stager (1976)		
--	Michon (1966)	--	Gopher & Wickens (1975)		
--	Smith (1968)	--	Higendolf (1967)		
		--	Hosman (1975)		
		--	Kennedy (1975)		
		--	Looper (1976)		
		--	North & Gopher (1976)		
		--	Price (1975)		
		--	Schori (1973)		
		--	Sharp (1967)		
		--	Solday & Schohan (1965)		
		--	Spyker (1971)		
		--	Wempe & Baty (1968)		
		--	Westbrook (1966)		
		--	Wickens (1976)		
		--	Wickens & Gopher (1977)		
		--	Wiener (1975)		
		--	Wierwille & Gutmann (1978)		

- 干渉なし
- ↔ 相互干渉
- ← 一方的干渉
 - (D-Cタスクにおいては、非連続タスクが一方的に干渉を受けた場合)
- • D-Cタスクにおいて、連続タスクが一方的に干渉を受けた場合

本研究では、マルチタスク処理の中では最も単純な複数タスク(dual task)をとりあげ、視覚連続タスクと聴覚非連続タスクを組み合わせ、異なった入力チャネルを使用した場合に、これら二種のタスク間にいかなる干渉がみられるかを検討し、更に、聴覚非連続タスクの情報呈示間隔を変化させたとき、この時間的要因が、視覚連続タスクにみられるような作業ペースにどのような干渉効果を及ぼすかを検討した。

方 法

・被 験 者

関西学院大学社会学部の学生18名(男性9名、女性9名、平均年齢22.2才)。この実験では、非連続タスクとして聴覚ヴィジランス・タスク、連続タスクとして視覚トラッキング・タスクが用いられた。聴覚ヴィジランス・タスクのみを行う場合、視覚トラッキング・タスクのみを行う場合、両タスクを同時に行うデュアル・タスクの場合の3条件に実験はわけられ、それぞれ被験者は6名ずつ振り分けられた。被験者1名当たり1条件のみ実験に参加することとした。

○ 作業条件

1. 聴覚ヴィジランス・タスク…1秒間隔で1200 Hzの純音をヘッドホンを通して呈示した。その純音の長さ(duration)によってのみ標準音と信号音とに分けられるように計画された。すなわち、標準音の長さは50 msec、信号音の長さは90 msecで、信号音の方が40 msec長くなっている。更に、その信号音の呈示間隔(interval)によって、作業の難易の程度が設定され、ここでは次の2条件が使用された。即ち、呈示間隔が一定である場合(以下、F条件とする)とバラツキのある場合(以下、R条件とする)である。F条件では、信号音が5秒間隔で規則的に呈示されるのに反し、R条件では、呈示間隔が2秒、4秒、6秒、8秒の4種類に設定され、それらがランダムに呈示されている。1分間の信号音数は両条件ともに12個とされ、信号音を含めた全刺激音数は同じく1分間60個であった。被験者には、信号音が呈示されたらできるだけ速く、左手に持っているボタンを押すよう教示された。尚、このタスクは常に50 dBのホワイトノイズの中で行われている。

2. 視覚トラッキング・タスク…被験者の前方約30 cmの所に、オシロスコープを置き、その画面上に長さ20 mmのターゲットが角速度0.4 πで単振動をしている。即ち、水平に20 mmの距離を往復運動してい

る。このターゲットの上方約5mmの所に被験者の制御によって動く光点があり、被験者は常にターゲットの中心に光点を置くように、右手で丸型ボリュームを操作した。

3. デュアル・タスク…上記1と2のタスクを同時に並行して行う。この場合、被験者は両タスクともに均等に注意をはらうように教示がなされた。

○手続き

いずれのタスクも数回の練習試行の後、1試行3分間、計4試行続けられ、各試行間には、1分間の休みが設けられた。聴覚タスクのF条件、R条件での試行順序は、F-R-R-F、または、R-F-F-Rとされ、それぞれ3人ずつの被験者がふりわけられ、各条件の間にもみられるかもしれない順序効果を相殺するようにした。また、視覚タスクは全試行同一条件、即ち、同速度条件で行われた。

○結果の処理

1. 聴覚ヴィジランス・タスク…信号音が呈示されてから被験者がボタンを押すまでの反応時間と信号音の検出率が計測された。

計測された反応時間と検出率は以下の様に分析された。まず、聴覚ヴィジランス・タスクのみ行った場合と、聴覚ヴィジランス・タスクに視覚トラッキング・タスクを加えた場合とでは、反応時間と信号検出率には差が生ずるか否か、即ち、視覚トラッキング・タスクを加えたことが聴覚ヴィジランス・タスクに干渉を与えるか否かを検討する。次に、また同じく、聴覚ヴィジランス・タスクのみ行った場合と、視覚トラッキング・タスクを加えた場合とでは、聴覚ヴィジランス・タスクの前記2条件、即ち、F条件、R条件とでは、反応時間と信出検出率に差がみられるか、即ち、換言すると、聴覚ヴィジランス・タスクの難易度によって、視覚トラッキング・タスクの干渉が異なるかを検討する。この分析を表にしたのがTable 4である。

2. 視覚トラッキング・タスク…ターゲットの中心と被験者の操作する光点との距離を電氣的に記録し、中心からのズレを一往復ごとに加算し更に平均

を算出した。

この分析は、まず、視覚トラッキング・タスクのみ行った場合と、視覚トラッキング・タスクに聴覚ヴィジランス・タスクを加えた場合とを比較し、聴覚ヴィジランス・タスクが視覚トラッキング・タスクに干渉を与えるか否かをみようとした。次に、聴

TABLE 4
聴覚ヴィジランス・タスクでの比較条件

シングル・タスク	デュアル・タスク
F 条件	F 条件
R 条件	R 条件

TABLE 5
視覚トラッキング・タスクでの比較条件

シングル・タスク	デュアル・タスク
	F 条件
	R 条件

覚ヴィジランス・タスクの難易度が、視覚トラッキング・タスクに干渉を与えるかをみるために、聴覚ヴィジランス・タスクのF条件の時の視覚トラッキング・タスクと、R条件を加えた際の視覚トラッキング・タスクでの中心からのズレを比較した。この分析はTable 5に示す。

結果と考察

前述の様な手順に従って、結果は分析された。

I 聴覚ヴィジランス・タスクの比較

ここでは、信号音が呈示されてから被験者が反応するまでの反応時間が、F条件とR条件によっていかなる差をもたらしたか、更に、信号音の検出率にも差がみられたか否かを夫々述べてみたい。

1. 反応時間にみられる差

前述のように聴覚ヴィジランス・タスクでは、タスクの難易度をかえるため、F条件とR条件の二条件で信号音を与えられた。この異なるタスクの難易度が、聴覚ヴィジランス・タスクのみを行った場合に、反応時間にどのように反映するかをみたところ、

信号音が一定間隔で呈示される F 条件の方が、不定間隔で呈示される R 条件下におけるよりも、反応時間はより短いことがわかった。Fig. 1-A に示される通りである。(サインランク検定, $T = 0$, $P < .05$)。

次に、同時に両作業を行った場合、聴覚ヴィジランス・タスクの上記 2 条件間にどのような反応時間差をもたらすものかをみたのが Fig. 1-B である。聴覚ヴィジランス・タスクのみの場合にくらべて、視覚トラッキング・タスクと聴覚ヴィジランス・タスクの両タスクを行った場合には、両条件ともに、反応時間の短縮がみられるようであるが、反応時間には個人差があり、個々の被験者の反応時間をみるかぎりでは必ずしもそのようには言えず、F 条件、R 条件それぞれの反応時間の比較では有意差はなかった。(U 検定, F 条件... $U = 9$, $P > .05$, R 条件... $U = 10$, $P > .05$) また、両タスクを行った場合と聴覚ヴィジランス・タスクのみ行った場合の反応時間の差について、それぞれ F 条件と R 条件の変化比を算出したところ、両タスクの場合に 1.06、聴覚ヴィジランス・タスクのみの場合に 1.03 で、これら 2 条件の変化比の差は有意でなかった。(U 検定, $U = 10.5$, $P > .05$)

更に、聴覚ヴィジランス・タスクのみを行った場合と、両タスクを同時に行った場合とを比較したところでは、反応時間は聴覚ヴィジランス・タスクのみを行った場合と同様に、F 条件の方が R 条件におけるよりも短いという結果が得られた。(サインランク検定, $T = 0$, $P < .05$)

2. 検出率にみられる差

聴覚ヴィジランス・タスクのみを行った場合の信号音の検出率は Table 6-A, 両タスクを同時に行った場合のそれは同じく Table 6-B に示される通りである。

聴覚ヴィジランス・タスクのみの場合の 2 条件下の検出率は F 条件で 77%, R 条件で 72% で差があるかにみえたが、統計的には有意差ではなかった。(サインランク検定, $T = 2$, $P > .05$) また、

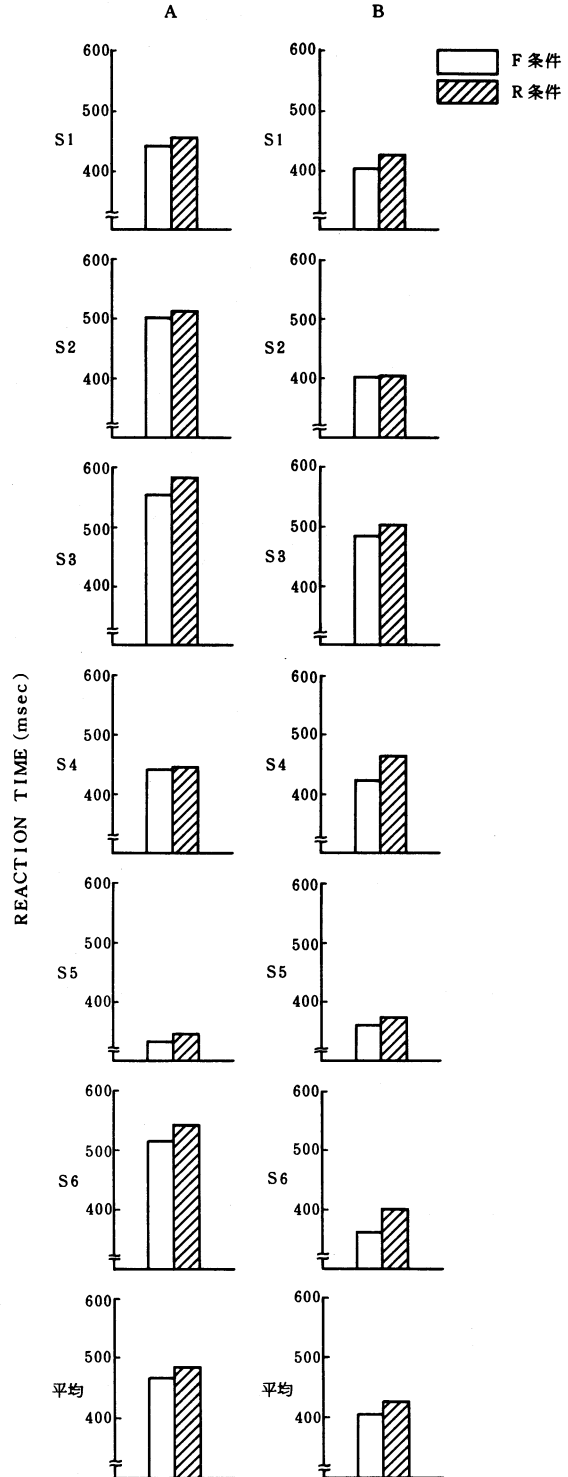


Fig.1 F 条件と R 条件における各被験者と平均の反応時間
A: 聴覚ヴィジランス・タスクのみを行った場合
B: 両作業同時に行った場合

TABLE 6

F条件とR条件における各被験者と平均の検出率⁺

A

	F 条件	R 条件
S 1	0.71	0.58
S 2	0.61	0.57
S 3	0.94	0.91
S 4	0.76	0.64
S 5	0.78	0.79
S 6	0.82	0.82
平均	0.77	0.72
σ	0.10	0.13

(サインランク検定 N.S.)

B

	F 条件	R 条件
S 1	0.91	0.94
S 2	0.93	0.99
S 3	0.64	0.77
S 4	0.88	0.77
S 5	0.83	0.76
S 6	1.00	1.00
平均	0.87	0.87
σ	0.11	0.11

(サインランク検定 N.S.)

⁺A: 聴覚ヴィジランス・タスクのみの場合

B: 同時に両作業行った場合

ング・タスクのみの場合の方が、ズレは少ない。即ち、視覚トラッキング・タスクのみの方がパフォーマンスの精度が高いことがわかった。(U検定, $U = 34, P < .05$)

更に、視覚トラッキング・タスクにともなって与えられた聴覚ヴィジランス・タスクの難易度を示す2条件によって、視覚トラッキング・タスクのパフ

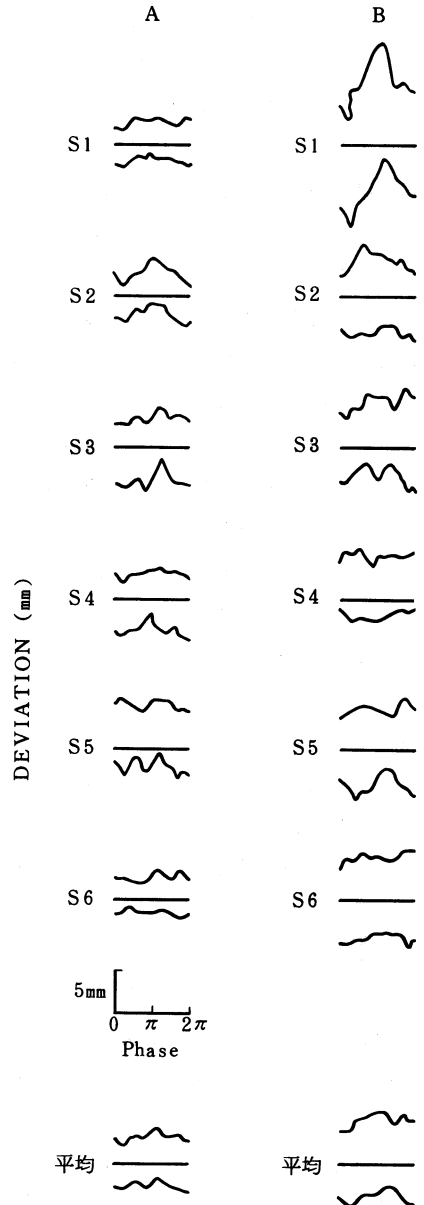


Fig.2 ターゲットの中心からのズレの比較
A: 視覚トラッキング・タスクのみの場合
B: 両作業同時に行った場合

同様に両タスクを同時に行った場合の信号検出率では、F条件で87%, R条件で同じく87%を示しており両者に有意な差はみられなかった。(サインランク検定, $T = 10, P > .05$) 両タスクを同時に行った場合と聴覚ヴィジランス・タスクのみを行った場合の検出率の比較では、両条件とも有意な差はなかった。(U検定, F条件及びR条件とも $U = 9, P > .05$)

II 視覚トラッキング・タスクでの比較

ターゲットは20mmであり、被験者の動かす光点はその範囲内であれば正しい反応であるのだが、分析の便宜上、ターゲットの中心からの各時点での光点の位置、即ち、光点の中心からのズレの幅に変化がみられるか否かを検討した。ターゲットの一往復毎にそのズレの加算平均が求められた。Fig.2にみられるように、視覚トラッキング・タスクのみの場合と、聴覚ヴィジランス・タスクを伴った場合とでは、その平均のズレは異なっており、視覚トラッキ

パフォーマンスの精度が異なるか否かをみたのがFig. 3である。聴覚ヴィジランス・タスクで与えられたF条件の方がR条件よりも、パフォーマンスの精度は高いことがわかった。(サインランク検定, $T = 0$, $P < .05$) 即ち、信号音呈示間隔が一定である場合には、不定間隔の場合に比べて、視覚トラッキング・タスクの精度が高いことがわかった。

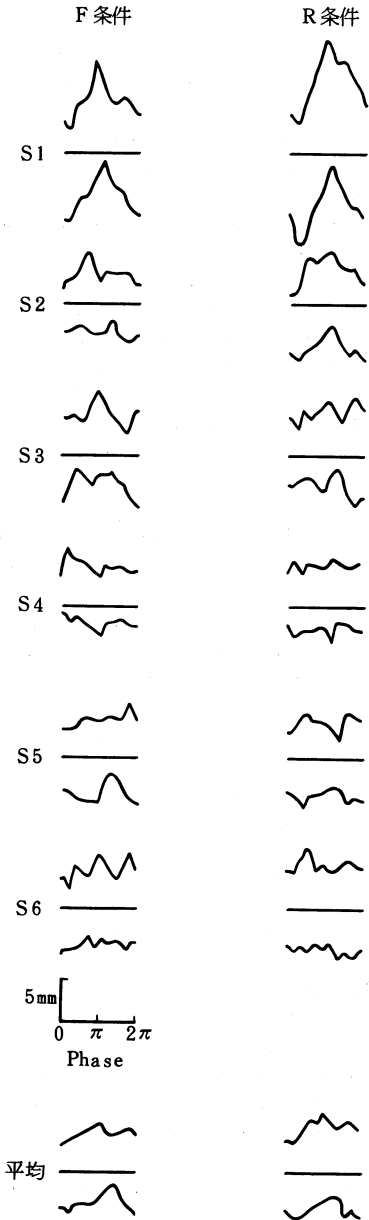


Fig. 3 F条件, R条件別にみた視覚トラッキング・タスクの中心からのズレ

人間-機械系におけるヒューマン・タスクの分類法には様々のものがあるが、シングル・タスクとマルチ・タスクというわけ方がある。情報処理過程としての人間への入力、出力、処理の時間分割等によってその分類も更に複雑な組み合わせでそれぞれ特長づけられるのであるが、ここでは、一定期間特定の入力チャンネルから入る変化情報を連続的に処理し、出力チャンネルに流す作業(例:トラッキング・タスク)や、同じく一定時間、特定入力チャンネルを通して規則的に、あるいは不規則的に信号が与えられた場合に、断続的にその情報を処理し、そのつど特定出力チャンネルに流すような作業(例:ヴィジランス・タスク)に着目した。更に、これらのタスクを単独で実行する場合をシングル・タスクとし、この作業を同時に実行する場合を複数タスク(デュアル・タスク)として、マルチ・タスクの例として考察の対象としている。そして、それらの種々のパフォーマンス測度にみられる干渉のメカニズムを明らかにしようとした。

また、情報処理の時間的な関係は、聴覚ヴィジランス・タスクに関しては、二種類の断続的(ディスクリット)な流入がタスクの異なる難易度をつくるため使用された。第一には、一定間隔でリズムカルなシグナルの流入に対する出力を発生させるタスクであり、第二には、ランダムに発生するシグナルに対する反応を求めたタスクである。これに対し、視覚チャンネルに関しては、ここでは一定比率で変動する連続的なシグナル流入に対して、連続的に変化させる反応をもってタスクとした。本来ならば、聴覚チャンネルでのディスクリットシグナルに対して、視覚チャンネルでも同様にディスクリットなシグナルに対する反応をとり、その干渉をみるべきかもしれないが、以後の研究課題としたい。

この実験結果の示すものは、大きく分けて二つあげられよう。第一には、聴覚チャンネルのみを利用した場合と視聴覚チャンネルを利用した場合を比較すると、両者のパフォーマンスには差はなく、視覚チャンネルのみを利用した場合と両チャンネルを利用した場

合を比較すると、視覚単独チャネルを利用したタスクのパフォーマンスの方が両チャネルの場合に比べて良いという結果から、視覚タスクにとっては、聴覚タスクは障害をもたらしやすいことが推察された。即ち、視覚トラッキング・タスクは聴覚ヴィジランス・タスクによって干渉され、そのパフォーマンスが乱れると云えよう。第二には、聴覚ディスプレイ・タスクが時間的に一定間隔で与えられたか、あるいは、ランダムに不定間隔で与えられたかによって、視覚コンティニューアス・タスクのパフォーマンスはどうなるかという点である。勿論、視覚チャネルのみに集中できる場合の方が、視聴覚チャネルが併用された場合にくらべて、パフォーマンスは良い。また、更に、聴覚チャネル信号が一定間隔で与えられた場合の視聴覚タスクの方が、不定間隔で与えられた場合の視聴覚タスクに比べて、タスクのパフォーマンスは良いことがわかった。

聴覚タスクのパフォーマンスが視覚タスクによって干渉されないのに比較して、視覚タスクは聴覚タスクによって干渉を受け、更に、聴覚タスクの時間的斉一性-不斉一性によって、視覚タスクのパフォーマンスが影響を受けることがわかった。

多くの人間-機械系のヒューマン・タスクは、時間的にみても、情報流入チャネルからみても、不斉一なものが多く、また、人間に対し、適度の集中を長時間強いるものや、あまりに多くの情報源に対し、注意の配分を強いるものが多い。本研究の如き、2チャネル間の干渉効果をみた実験のみからでは、十分な推察はできないが、複数チャネルを同時に利用するタスクでタスクのコーディネーションを得るためには、情報処理のタイミング、タスク・パフォーマンスの処理ペースが重要であると思われる。この点、情報処理のタイミング計画とチャネル選定を誤ると望ましくない干渉効果によってパフォーマンスの乱れが生じることが考えられる。

参考文献

1. Allen, R.W. et al. 1970 Research on display scanning, sampling, and reconstruction using separate main and secondary tracking tasks. Systems Technology, Inc. Report No. NASA CR-1569
2. Anderson, P.A. and Toivanen, M.L. 1970 Effects of varying levels of autopilot assistance and workload on pilot performance in the helicopter formation flight mode. Honeywell, Inc. Report No. JANAIR 690610
3. Becker, C.A. 1976 Allocation of attention during visual word recognition. *Journal of Experimental Psychology* 2 556-566
4. Benson, A.J. et al. A 1965 psychophysiological study of compensatory tracking on a digital display *Human Factors* 7 457-472
5. Bergeron, H.P. 1968 Pilot response in combined control tasks. *Human Factors* 10 277-282
6. Brown, I.D. 1968 Some Alternative methods of predicting driver performance among professional drivers in training. *Ergonomics* 11 13-21
7. Chu, Y. and Rouse, W.B. 1977 Optimal adaptive allocation of decision making responsibility between human and computer in multi-task situations *Proceedings of the International Conference on Cybernetics and Society* 168-175
8. Damos, D.L. 1977 The development and transfer of timesharing skills. *Proceedings of the Human Factors Society Twenty-First Annual Meeting*, 53-57
9. Ellingstad, V.S. and Heimstra, N.W. 1970 Performance changes during the sustained operation of a complex psychomotor task. *Ergonomics* 13 693-705
10. Ephrath, A.R. 1975 Pilot performance in zero-visibility precision approach. Massachusetts Institute of Technology, Report No. NASA CR-137759
11. Fournier, B.A. and Stager, P. 1976 Concurrent validation of a dual-task selection test. *Journal of Applied Psychology* 61 589-595
12. Gabay, E. and Merhav, S.J. 1977 Identification of a parametric model of the human operator in closed-loop control tasks. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics* 7 284-292
13. Gopher, D. and Wickens, C.D. 1975 Tracking Performance under time-sharing conditions with a digit processing task: A feedback control theory analysis. *Proceedings of the Eleventh Annual Conference on Manual Control* 464 33-36
14. Hilgendorf, E.L. 1967 Information processing, practice and spare capacity. *Australian Journal of Psychology* 19 241-251
15. Hosman, R.J.A. 1975 Pilot's tracking behavior under additional workload. Delft University of Technology Report No. VTH-199

16. Huddleston, H.F. 1974 Personality and apparent operation capacity. *Perceptual and Motor skills* 38 1189—1190
17. Johnson, E.M. 1970 Effects of extended practice on dual-task performance. *Proceedings of the Convention of the American Psychological Association* 5 13—14
18. Kalsbeek, J.W.H and Sykes, R.N. 1967 Objective measurement of mental load. *Attention and Performance North-Holland*
19. Kantowitz, B.H. and Knight, J.L., Jr. 1974 Testing tapping time-sharing. *Journal of Experimental Psychology* 103 331—336
20. Kantowitz, B.H. and Knight, J.L., Jr. 1976 Testing tapping time-sharing: II Auditory secondary task. *Acta Psychologica*, 40 343—362
21. Kennedy, J.P. 1975 Time-sharing effects on pilot tracking performance. *Naval Post-graduate school*
22. Long, J. 1976 Effect of task difficulty on the division of attention between non-verbal signals : Independence or interaction? *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 28 179—192
23. Looper, M. 1976 The effect of attention loading on the inhibition of choice reaction time to visual motion by concurrent rotary motion. *Perception of Psychophysics*. 20 80—84
24. McGrath, J.J. 1965 Performance sharing in an audio-visual vigilance task. *Human Factors* 3 141—153
25. Michon, J.A. 1966 Tapping regularity as a measure of perceptual motor load. *Ergonomics* 9 401—412
26. ノーマン, D. 1976 記憶の科学 紀国屋書店 (Norman, D. 1969 Memory and Attention. John Wiley and Sons, Inc.)
27. North, R.A. and Gopher, D. 1976 Measures of attention as predictors of flight performance. *Human Factors* 18 1—14
28. Ogden, G.D. 1979 Measurement of workload by secondary Tasks. *Human Factors* 21 529—548
29. Price, D.L. 1975 The effects of certain gimbal orders on target acquisition and workload. *Human Factors* 17 571—576
30. Schori, T.R. 1973 A comparison of visual, auditory and cutaneous tracking displays when divided attention is required to a cross-adaptive loading task. *Ergonomics* 16 153—158
31. Sharp, E.D. 1967 Effects of primary task performance on response time to toggle switches in a workshop configuration. *Wright-Patterson Air Force Base Report No. AMRL-TR-66-190*
32. Shulman, H.G. and Briggs, G.E. 1971 Studies of Performance in complex aircrew tasks. *Ohio state University Research Foundation No. AFOSR-TR-72-01*
33. Smith, M.C. 1969 Effects of varying channel capacity on stimulus detection and discrimination. *Journal of Experimental Psychology* 80 520—526
34. Solidag, S.M. and Schohan, B. 1965 Task loading of pilots in simulated low-altitude high-speed flight. *Human Factors* 7 45—53
35. Spyker, D.A. et al. 1971 Development of technics for measuring pilot workload. *Honeywell Inc. Report No. NASA CR-1888*
36. Wempe, T.E. and Baty, D.L. 1968 Human information processing rates during certain multi-axis tracking tasks on a concurrent auditory task. *IEEE Transactions on Man-Machine Systems* MMS—9 129—138
37. Westbrook, C.B. et al. 1966 Handling qualities and Pilot workload. *Wright-Patterson Air Force Base Report No. AFFDL-FDCC-TM-66-5*
38. Wickens, C.D. 1976 The effects of divided attention on Information processing in manual tracking. *Journal of experimental Psychology* 2 1—13
39. Wickens, C.D. and Gopher, D. 1977 Control theory measures of tracking as indices of attention allocation strategies. *Human Factors* 19 349—365
40. Wiener, E.L. 1975 On simultaneous monitoring and tracking *Journal of Applied Psychology* 60 100—105
41. Wierwille, W.W. and Gutmann, J.C. 1978 Comparison of primary and secondary task measures as a function of simulated vehicle dynamics and driving conditions. *Human Factors*. 20 233—244