

氏 名 (本 籍) ^{きく}菊 ^ち地 ^{ただし}正 (千葉県)

学 位 の 種 類 学 術 博 士

学 位 記 番 号 博 乙 第 147 号

学 位 授 与 年 月 日 昭和58年 3 月 25 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 5 条第 2 項該当

審 査 研 究 科 心理学研究科

学 位 論 文 題 目 視覚情報処理における初期過程とその時間特性

主 査 筑波大学教授 文学博士 金 子 隆 芳

副 査 筑波大学教授 工学博士 樋 渡 涓 二

副 査 筑波大学教授 工学博士 西 野 博 二

副 査 筑波大学助教授 海 保 博 之

副 査 筑波大学助教授 牧 野 順 四 郎

論 文 の 要 旨

本論文は視覚パターンを継時的に提示した時に生ずる交互作用を情報の流れの種々の時点で様々な手法を用いて測定することにより、視覚情報処理過程を解明しようとした実験研究を 8 章 10 実験報告にまとめたものである。

第 I 章「序論」では、本研究の意図と立場について述べ、情報処理論的アプローチの歴史を概括し、非言語的材料を使用した研究の必要性を論じ、最後に本論文の構成を述べた。

第 II 章「視覚における時間特性」では、視覚情報処理とその時間特性に関係する時間分解能、視覚的持続、視覚マスキング等の諸研究を概観し、次章以降で報告する実験研究の背景について論じた。

第 III 章「視覚情報保存」では、視覚情報処理の第 I 処理段階である視覚情報保存に関係する五つの実験研究を述べた。1 番目の実験報告は予備実験で、文字パターンを分割提示する方法で視覚的同時性の成立時間と文字パターン認知時間を測定し、視覚的持続時間の推定を試み、また視覚的な短期記憶の存在を示唆する結果を得た。実験研究 1 と 2 では、より厳密な実験計画のもとで視覚的同時性成立時間と持続時間を測定した。実験研究 3 では、提示されたドットの数を報告させる方法で、実験研究 4 では、文字パターンを分割提示する方法で、時間的統合と視覚マスキングの問題を扱った。

これらの実験研究から次の事柄が明らかになった。人間の視覚系の時間分解能は無限に時間的に分離して視覚パターンを知覚できるものではなく、比較的貧弱であり、約 50～60 ms 以内の時間差を分離できない。そして、視覚刺激が物理的に消失した後でも、視覚像は急速に減衰しながらも約 1/4 秒ほど見え続け、視覚情報保存に感覚的に保持される。視覚系は視覚情報を約 100 ms の範囲で感覚的に有効に統合しうる。しかし、時間的に分離されて提示される視覚情報の統合には時間を必要とし、時間的統合が十分に発達する以前に第 3 の刺激が提示されると第 1 と第 2 の刺激の時間的統合は破壊され、第 2 と第 3 の刺激の時間的統合に置き換えられる。視覚刺激間の時間的統合には視覚刺激間に時間的不連続性が存在するか否かが重要である。時間的統合に妨害的に作用する discontinuity detection mechanism の存在を示唆する結果が示された。視覚情報保存の処理段階では 2 種類の視覚マスキングが生ずることが判明した。ひとつは時間的な分離が不可能のため複合知覚像が生じ、テスト刺激の質の劣化が原因となる場合 (summation masking) である。もうひとつは時間的に分離して知覚しうるものの、テスト刺激の情報取得に利用しうる時間が時間的統合によって制限される場合 (integration masking) である。

第 IV 章「ランダムドットノイズによるパターン知覚の妨害について」では、二つの実験研究を報告した。

実験研究 5 は視覚マスキングの手法を利用して今後の研究を推進してゆく上で、どのような刺激がマスクパターンとして最も効果的であるかを知る必要があったために計画された実験を述べた。マスクパターンのドット密度と提示時間が変えられた。critical ISI でマスキング量が測定された。その結果、50% のドット密度のマスクパターンが最も有効であることが判明した。

実験研究 6 では、一見して視覚ノイズに完全に埋もれてしまっている視覚信号の検出の方法を探った。その結果、10 フレーム以上の繰り返し提示を行うことにより、仮現運動を利用して視覚信号の検出が可能となることを示した。最適の SOA は 70 ms であり、視覚的ノイズの運動感が視覚信号抽出の最大の手がかりであったが、それと同時に妨害要因ともなっていることが判明した。提示されるパターンは数字パターンを埋没させたランダムパターンであり、フレームごとのドット間には対応関係がないにもかかわらず、SOA 条件に依存して仮現運動が生じ、しかもその運動の距離も変化した。視覚情報保存は感覚的レベルではあるが、単に外界の出来事を受動的に短時間凍結するだけの役割を担っているものではなく、刺激事態に柔軟に対応することができ、時間的空間的なコードも保存しうるように思われる。

第 V 章「知覚の範囲と視覚マスキング」では、実験研究 7 として知覚の範囲という古くからある問題を視覚マスキングや反応時間を利用して、人間の情報処理の研究観点から検討し、対象の数を把握するという基本的な認知活動の背景にどのような情報処理過程が潜在しているかを探ろうとしたものである。この実験研究 7 は実験研究 3 の延長上に位置している。

知覚の範囲はターゲットパターンとマスクパターンの間の SOA が増加するにしたがい増加するが、最初の 100 ms の SOA までは増加率が大きく、7～8 個になる。その後の知覚の範囲の増加はゆるやかで SOA が 200 ms で 9～10 個となる。一般に提示ドット数が多くなると報告ドット数は過小評

価されるが、小さいSOA条件で視覚マスキングの影響を受け過小評価の傾向が著しい。マスクパターンの提示されない時には反応時間は1～4個の提示ドットに対して1ドット当たり約40 msの割合で直線的に増加する。5～15個の提示ドットに対しては1ドット当たり約370 msの割合で反応時間は増加する。この二つの計数速度はsubitizing（即座の把握）とcounting（数え上げ）の過程を反映している。反応時間を提示ドット数の関数としてプロットすると小さいSOA条件では反応時間の頭打ち現象が生じるが、報告ドット数の関数としてプロットすると反応時間の頭打ち現象は消える。反応時間は報告ドット数に規定されていることがわかる。

視覚情報保存から次の処理段階への情報の転送処理速度は5～10 ms/dotと推定された。この第2の処理段階は短期視覚記憶と名づけられた。subitizingとcountingの計数化のプログラムは短期視覚記憶に送られた情報に対して作動し、その結果が第3の処理段階の作業記憶へと送られ、反応として出力されと考えられた。

第VI章「短期視覚記憶」では、実験研究7でその存在を指摘された短期視覚記憶の性質を調べた。実験研究7のドット数を数える方法で、短期視覚記憶はマスク刺激の妨害を受けずに、比較的長い間視覚情報を保持しうることが判明しているが、実験研究8ではランダムドットパターン間の同異判断法を用いて、短期視覚記憶の性質をさらに詳細に検討した一連の実験結果を報告した。

短期視覚記憶はドット数（複雑さ）に依存し、最初の数秒間でかなり減衰するが、実験で用いた最大のISIである12秒でも相当高い成績を示した。マスクパターンが挿入されるとISIが500 msまではその妨害効果が認められるが、それ以上のISIではマスクパターンの有無とは無関係にパターンの複雑さにのみ依存して減衰してゆく。短期視覚記憶の容量は限られており、注意を移行すると短期視覚記憶の内容は置き換えられてしまう。従って、短期視覚記憶の容量は1パターンである。また短期視覚記憶は被験者の随意的なコントロール下にあるようである。短期視覚記憶からの忘却は時間経過による減衰と注意の移行によって生ずる記憶内容の置き換えの2種類の原因がある。視覚情報保存で生ずる二つのマスキング（summation maskingとintegration masking）は視覚系に構造的にbuilt-inされたperipheral sensory maskingである。一方、短期視覚記憶で生ずるマスキングは被験者のコントロール下にあるcentral cognitive maskingである。短期視覚記憶の情報は獲得されるだけでなく、固定化される必要がある。二つの標準パターン間のISIを増加すると第1パターンの成績は増加してゆき、固定化の効果が多少認められた。一方、第2パターンの成績は、標準パターン1個の場合と全く同じ時間経過を示した。このことは短期視覚記憶の容量が1パターンであるため、他の記憶機構の存在を考慮する必要があることを示唆する。

第VII章「情報処理の限界」では、文字の場合の知覚の範囲が約4個に限られている原因を調べた実験研究9を述べた。実験研究9では、文字パターンを継時的に提示した。文字間のISIを全文字正答90%の基準を満たすように定め、提示文字数を次々と増加してゆき、何文字まで効率的に処理するかを調べた。被験者全員が4文字の継時提示の時に全文字正答90%の基準に達することが出来なかった。この処理の限界の原因は作業記憶の容量が3個に限られているためではなく、パターン、認識過程に原因がある。パターン認識過程が一時に作動する時間（あるいは作業量か）に制約があ

り、再び作動する前に一たん休止する必要があったためと推測された。

本研究結果は、視覚情報保存—短期視覚記憶—作業記憶の三つの処理段階で説明される。視覚情報保存から短期視覚記憶への情報の転送は非常に高速で成される。これが視覚的符号化の過程である。短期視覚記憶から作業記憶への情報の転送は比較的ゆっくりとした処理速度で遂行される。これが意味付与の過程で、実験研究 7 の場合は数を付与する計数化の過程に相当し、実験研究 9 の場合には文字の命名化の過程に相当する。

第Ⅷ章「終論」では、この処理過程の流れの中に本研究で報告された実験成果を総括し、今後の問題点を論じた。

審 査 の 要 旨

本研究は実験心理学的手法によって人間の視覚の基本的過程を解析し、これに工学的な情報処理モデルを適用したもので、その学際性において学術博士論文に適わしい。多くの実験研究は視覚情報処理の初期過程にとどまるとはいえ、新たな実験的知見を加えるとともに、その解釈において情報処理モデル適用の方法論的妥当性を立証するものであった。また短期視覚記憶を情報処理図式の中に明確に位置づけるなどに創意と貢献がある。工学的有用性からみれば数量的具体性に欠けるところもあるが、対象が「人間」であるところから現段階ではやむを得ぬ限界であり、本論文の価値を損うものではない。学術博士論文として適当である。

よって、著者は学術博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。