

論文要旨

学位論文題目 「操作-応答系の分散知覚に関わる認知情報処理過程」

氏名： 上田祥代

「操作-応答系」とは、操作、処理、応答出力によって構成されるシステムを指す。即ち「操作-応答系の分散知覚」とは、操作およびシステムの応答に混入されるノイズに起因するシステムの応答出力のバラツキ（分散）を知覚することである。本論文は、操作-応答系の分散知覚に関わる認知情報処理過程について、心理物理学の実験、および、モデリング・シミュレーションによって検討したものであり、6章からなる。

本研究の主要な目的は2つある。1つ目は、これまで分散知覚研究の領域では検討されてこなかった操作-応答系の分散知覚の基礎的な情報処理過程について検討し、受動的な分散知覚との共通点、相違点を明らかにすることである。これにより、分散知覚に関する理論を拡張することを目指す。2つ目は、操作-応答系の分散増大に基づくシステムの制御不能事態を想定し、操作-応答ノイズ知覚能力の高さが操作対象の異常時の操作中止判断（リスク知覚）に及ぼす影響について検討することである。これら2つの目的はそれぞれ、1)「操作-応答系の分散を知覚するまでの情報処理過程」と、2)「知覚された分散の大きさが意思決定のような高次の認知過程と結びつく段階」を検討することに相当する。両段階を扱うことで、操作-応答系の分散知覚に関わる認知情報処理過程について包括的な検討を行う。

1章は序論であり、本研究の必要性和先行研究との関わりについて述べた。外界環境に存在するオブジェクトや生物の集団は、複雑で多様な刺激で構成されると同時に、特徴的な分布パターンに従って存在するという傾向を併せ持っている。人間はこのような環境の中で、刺激特性の要約統計量を脳内で算出し、環境の情報を効率よく知覚できることが示されている。これまで、「平均」の知覚に関しては、様々な刺激属性や感覚モダリティについて多くの研究が行われてきたが、「平均」と同じく分布の代表値として有用と考えられる「分散」の知覚研究は、平均知覚研究に比べて数が少なく、その感覚情報処理過程について未だ明らかになっていない部分が多い。さらに、これまで要約統計量知覚の研究で扱われてきたのは、受動的に知覚される刺激に関するものであった。しかし、受動的に知覚される環境情報だけでなく、能動的な操作とそれに対する応答との間の関係の知覚においても、要約統計量が有用な情報になることが考えられる。そのため、これまで検討されていない操作-応答系の分散知覚の基礎的な情報処理過程について検討する必要がある。また、操作-応答系の分散が大きくなることはシステムの異常を知らせる可能性が高く、リスク判断を行う際の情報となる。知覚された操作-応答系の分散がどのように利用され、意思決定のような高次の認知過程と結びつくのか、両者の関係性に

ついて検討することも非常に重要である。

2章では、本論文で使用する実験測定法（QUEST）の選定理由、および、使用する実験測定法の概要、基本的な考え方について紹介した。

3章（研究1）では、単純な操作-応答系の実験刺激を用い、操作-応答系の分散識別に関して、標準刺激と丁度可知差異（JND）との間の関係性について検討した。方位刺激を用いた受動的な分散識別では、両者の関係性は、標準刺激の値が小さい範囲ではその刺激値の増大は JND の減少（ネガティブ・マスキングをもたらす）、大きい範囲では刺激値の増大が JND の増加をもたらす（ウェーバーの法則）、即ち「柄杓（dipper）型」の関数関係が得られることが示されている（Morgan et al., 2008）。ただし、単位を標準偏差（ σ ）ではなく分散（ σ^2 ）で表した場合、ネガティブ・マスキングは消失する。これに対し、本研究の操作-応答系の分散識別では、どちらの単位においてもこの柄杓型関数が得られることが示された。さらに、分散の「刺激強度-知覚強度」について非線形の感覚スケールのモデルを作成し、モデリング・シミュレーションによってデータとの照合を行い、操作-応答系の分散知覚の背後にある刺激強度-知覚強度の関係性について検討した。

4章（研究2）では、「能動的な操作が分散知覚に及ぼす影響」について検討した。能動的な操作の影響を調べるため、明確な操作の目標のある操作-応答系の分散刺激を使用することで、研究1よりもさらに能動性が高まると考えられる実験状況を設定した。結果、能動的な操作によって引き起こされる視覚運動刺激の分散識別精度は、同様の刺激を受動的に観察する場合と比較して向上する（JND が低下する）ことが示された。

5章（研究3）では、システムの制御不能状態、特にシステムが暴走する状態に注目し、操作-応答ノイズが徐々に増加する状況における操作中止判断について検討した。リスク判断課題は、研究2で使用した操作-応答系刺激と類似したものであるが、中央線の上下に2本の線を追加し、視覚運動刺激が中央線に当たれば利益を得られるが、上下線を超えてしまうと損失を被る状況を設定した。この課題の特徴としては、利益や損失を招く確率を、自分の操作する刺激の応答の変化を知覚することによって推定できることが挙げられる。実験の結果、分散識別能力が高いほど、操作中止判断のタイミングが早く、安定しているという相関関係（実験1）、および、学習の効果（実験2）が示された。しかし、分散識別能力の違いは、操作中止判断課題の得点などには影響を及ぼさなかった。このことから、操作-応答ノイズの分散を敏感に検出することによって、制御不能事態というリスクに対する早めの対処を行うようになるが、最適なポイントで操作中止判断をできるようになるには分散識別能力の向上のみでは十分ではない、ということが示唆された。

6章では、本論文で報告された研究についてまとめ、本研究の意義、限界、および、今後の課題や、分散知覚研究の展望について述べた。