

## 審査の結果の要旨

氏名 野田 貴大

ヒトや動物の聴覚系は、カクテルパーティ効果として知られるように、複雑な音響環境から特定の音の知覚的なまとまりを抽出できる。本論文では、このような知覚的なまとまりの形成、すなわち、音脈分凝現象に注目し、そのメカニズムを聴覚野の時空間的な神経活動パターンから解明することを目指した。

第一章「序論」では、研究の背景として、聴覚情景分析の分野と音脈分凝の概要を紹介する。これまで得られた心理物理学的知見と生理学的知見を体系的に説明し、現状における音脈の神経表現の問題点を提起する。近年、神経科学分野で指摘されている神経活動の時間パターンや、神経集団間の協調・非協調的活動による感覚情報表現が、音脈の神経表現としても検討するのに妥当であることを、関連文献をもとに主張している。それらに基づき、本研究の目的として、聴覚野の機能構造上で表現される知覚境界の神経相関を見出すことを導出している。

第二章「動物モデルを用いた音脈分凝の神経基盤解明のための実験系の設計と構築」では、動物モデルを用いた音脈分凝の神経基盤を解明するために、まず、行動学的評価と神経活動計測から成る実験系全体を設計し、構築している。行動学的評価では、動物実験により、分凝音脈の検出ができる可能性を示している。また、神経活動計測では、聴覚野の周波数局在構造の面積と空間分解能をみたく微小電極アレイとして、100点程度の計測点からなる剣山型刺入電極を用いた、麻酔下の多点同時計測手法を設計・開発した。その結果、聴覚野全体から、音誘発性の表面電位、刺入時の皮質深層の局所電場電位・マルチユニット活動を、安定して取得することができ、再現性の高い周波数局在地図を推定できた。さらに、同計測手法を覚醒下でも実現可能にするため、チャンバーの設計・製作と、安静状態で計測するための、実験プロトコルを構築した。麻酔下と同様に、電極刺入時の皮質深層から、音誘発性の神経活動の取得と、周波数局在地図の推定を可能とした。これらの実験系を用いれば、音脈知覚に直接かかわる、聴覚野の神経活動を網羅的に評価できることを示した。

第三章「神経集団の協調活動による音脈の情報表現」では、音脈分凝の神経相関とし

て聴覚野の神経集団間の協調活動が寄与しているという仮説を立て、検証している。前章で構築した多点同時計測手法を用い、系列的音脈分凝を誘発するABA-音系列を提示した際の、ラット聴覚野の神経活動パターンを記録した。麻酔下計測の活動データから、局所電場電位の振動活動による神経集団間の同期性を評価したところ、音脈分凝に相当する条件で、分凝音系列に選択的な神経集団同士の同期が増大する傾向にあった。この傾向は、振動の振幅では陽に観察されず、また、神経細胞間の発火活動の時間相関にも見られなかった。局所的な神経集団の、閾値下の振動現象にもとづく同期活動が、分凝音脈の表現に関わるセル・アセンブリとして構成されていることを示唆する。

第四章「考察」では、これまでの実験結果を総括し、総合的に議論している。構築した実験系に関して、行動学的評価と多点同時計測手法の妥当性・信頼性・有用性を議論し、今後の課題について述べている。次に、実験結果の考察に関して、まず、単一点の神経活動の結果の背後にある神経機序について詳述する。さらに、神経集団の協調活動、特に機能的ネットワークやコミュニティにおける、生理学的な意義を考察し、既存の脳のネットワーク表現との関連性を述べる。また、覚醒下の脱同期活動の神経機序とその役割について議論し、麻酔による、視床-皮質、皮質-皮質回路への影響について詳述する。最後に、音脈分凝がセル・アセンブリとして構成されているとした仮説の妥当性について議論する。

第五章「結論」では、(i) 動物モデルを用いた音脈知覚の評価手法の確立、(ii) 麻酔下・覚醒下における聴覚野の多点同時計測手法の開発、(iii) 機能構造上における神経集団間の相互作用による、音脈分凝の知覚境界に対する表現可能性の評価に関する一連の研究成果で得られた知見をまとめ、結論として知識化している。これらにより、麻酔下・覚醒下を通して、過渡的な活動の応答強度ではなく、持続的な協調活動、または、持続的な誘引性の、振動活動や、神経集団と個々の細胞の相互作用、これらの活動により構成されるセル・アセンブリが、心理物理的知覚境界と類似し、音脈表現に寄与している可能性が高いことを示した。

本研究で注目した神経表現方法は、音脈分凝現象にとどまらず、視覚や体性感覚など感覚野における普遍的な知覚情報処理の一端を解明する手がかりになる。その点で、本研究には、神経科学や認知科学分野において、学際的な学術的な貢献が認められ、今後の発展も期待できる。

よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。