論文審査の結果の要旨

氏名　　寺島　裕貴

本論文は 9 章からなり，大脳皮質聴覚野の計算論的モデルを視覚野との類比を用いて提案している．

第 1 章では，聴覚野の計算論的モデル化の動機付けを行っている．最初に，大脳皮質研究の問題を機能的な多様性と構造的な普遍性の対比として提示している．この対比を理解するためには領野間比較が必要だが，遺伝学や解剖学とは対照的に，機能や計算という側面では比較可能性が自明でなく，さらに領野横断的なデータ可用性が低い．そこで本論文では，計算論的な理解が唯一突出している視覚野を足掛かりとして，帰納ではなく類比を用いて他領野の理解を進めるというアプローチを提案し，これを計算論的領野比較と呼んでいる．視覚野と構造的に最も類似の領野は聴覚野であり，また聴覚野のモデルは未発達であるため，まずモデル化を行うべき対象は聴覚野である．

第 2 章では，視覚野と聴覚野それぞれについて，本論の前提となる神経生理学的知見を簡潔に紹介している．視覚野において，単純細胞と複雑細胞の区別があること，さらにそれらの空間配置として地図構造が述べられている．また，聴覚野での既存対応概念が紹介されている．

第 3 章では，本論文全体を通じての主仮説を提案し，論文の構成を示している．視覚野とは対照的に，聴覚野の特性は幅広く解釈しづらいと捉えられてきた．本論文では，この対照は自然刺激の統計性の差異に由来するものであり，両領野の学習戦略は共通であるという主仮説を提案している．この仮説に沿う形で，具体的にまず 2 つの対照をモデル化できることを示した上で，最後に，類比を用いることでこれまで議論されてこなかった第 3 の対照も議論する．

第 4 章では，主仮説を支える指摘としてまず，自然画像と自然音の統計的性質の差異を示している．画像の統計的依存性は視野上で局所的である．対照的に，音は離れた周波数同士，特にハーモニックな関係にある周波数同士が高い依存性を示し，非局所的な統計性を持.

第 5 章では，第 1 の対照である単純細胞の受容野構造を説明するモデルを提案している．局所的な視覚野細胞の受容野に対し，聴覚野の受容野は必ずしも局所的でない．この非局在受容野を，主仮説に従い，視覚野向けに提案された学習モデルをそのまま用い，自然画像の代わりに自然音を入力すれば再現できることが示されている．

第 6 章では，第 2 の対照である地図構造を説明するモデルを提案している．視覚野の滑らかな地図構造に対し，聴覚野の地図構造は乱雑である．この乱雑な地図構造を，

主仮説に従って視覚野で提案された地図学習モデルを転用し，自然画像の代わりに自然音を入力として用いることで再現できることが示されている．

第 7 章では，未だ議論されていない第 3 の対照として，視覚野の複雑細胞に相当する概念を聴覚野において議論している．複雑細胞は視覚野のみで確立された概念で他領野での相当概念は不明だが，類比を用いると概念の転移が可能である．本章では，視覚野の複雑細胞学習モデルをそのまま用い，自然画像の代わりに自然音を学習させることで，得られたモデル細胞の一部が聴覚野ピッチ細胞と類似することを示した．

第 8 章では，以上の結果を受けて主に 2 つの議論を展開している．第一に，提案された聴覚野モデルそのものについての議論として，適用範囲や結果の解釈について述べられている．第二に，より一般的な戦略である計算論的領野比較についての議論として，聴覚野以外への適用の可能性を示したり，言語学との類比を用いて将来的方向性に触れたりしている．

第 9 章では，本論文の結論を二つ示している．第一に，視覚野との類比を用いることで，従来困難と思われてきた聴覚野を計算論的にモデル化することが可能である．本論文の結果はいずれも，聴覚野が視覚野と学習戦略を共有しており，神経生理学的特徴の差異は自然刺激統計性の差異に由来するものであるという主仮説を支持している．また第二に，計算論的領野比較は，大脳皮質全体の理解を進める上で今後有用な研究戦略である．本論文で示した聴覚野のモデル化はその第一歩としての成功例であり，このアプローチの将来性を示唆している．

以上のように，本論文は，これまで解釈困難だと思われていた大脳皮質聴覚野が，視覚野との類比を通じてモデル化可能であることを示した．さらにこれを一般化し，大脳皮質の計算原理解明に向けたアプローチとして計算論的領野比較を提案した．単に聴覚野のモデル化に成功したのみならず，この二領野に留まらぬより大きな学術的視点に繋がる一篇である．

なお，本論文第 4 章は，細谷晴夫，谷利樹，一戸紀孝，岡田真人，第 5 章と第 6 章は，岡田真人との共同研究であるが，論文提出者が主体となって解析及び検証を行ったもので，論文提出者の寄与が十分であると判断する．

したがって，博士（科学）の学位を授与できると認める．

以上 1987 字