

課題名： 大脳皮質の情報処理機能と神経回路の経験依存的な再編メカニズム

氏名： 吉村由美子

機関名： 大学共同利用機関法人自然科学研究機構

1. 研究の背景

外界の光や音の情報は目や耳で受容され、大脳皮質へと伝えられます。それらの情報が大脳皮質の神経回路で処理されて初めて、見聞きしたものが知覚されます。感覚情報処理を担う神経回路は、生存環境に変化が起きると、新たな状況においてより良く行動ができるように再編されます。例えば、病気や事故による網膜損傷により視覚入力を失った大脳皮質視覚野は、触覚や聴覚等の情報処理に参加するように変化し、触覚や聴覚の機能を向上させることが報告されています。しかし、健全な感覚機能を向上させることにより、失われた感覚を補償する神経機構はほとんど明らかにされていません。

2. 研究の目標

ヒトと動物の研究により、生まれた時から視覚を失って育つと、音源定位の能力が正常より高いことが示されていますので、この現象をモデルとして解析します。音源定位テストにより視覚遮断飼育ラットの音源定位の空間分解能の上昇を測定し、正常ラットより聴覚能力が向上していることを確認します。聴覚能力向上を確認したラットを用いて、視覚野ニューロンの音刺激に対する反応特性、その反応特性をもたらす視覚野内神経回路の変化、聴覚信号がどの脳領域のどの種類の細胞からどの経路で視覚野に送られてくるかを明らかにします。この解析を発達脳と成熟脳で行い、それぞれの時期の適応機構の特徴を明らかにします。以上の解析により、1つの種類の感覚の喪失に伴う他の感覚能力の向上が、神経回路のどのような再編成により実現されるかを明らかにすることを目標とします。

3. 研究の特色

本課題では最先端の遺伝子工学や光生理学の手法を組み合わせ、従来は別個に行われてきた脳機能と神経回路の解析を同一個体で行い、両者を直接対応付ける、全く新しい試みです。この解析により、新たな脳機能の獲得は、神経回路がどのように変化することにより実現されるのかを明らかにすることを目指す点に特色があります。

4. 将来的に期待される効果や応用分野

本研究はラットを用いて行いますが、機能調整の原理はヒトの大脳皮質にも通じると考えられます。ヒトにおいて特定の感覚入力 が失われてしまった場合、その感覚中枢の大脳皮質領野を利用して健全な感覚機能を向上させ、総合的に機能補完する新しい神経リハビリテーション法の開発につながることを期待されます。また、脳卒中等で局所的に障害を受けた患者の機能回復に有効な治療法の開発にも資すると考えられます。発達脳と成熟脳を対象とした研究の成果は、年齢に応じた機能回復法の開発に役立つことが予想され、医療・福祉の分野への貢献が期待されます。

研究目標

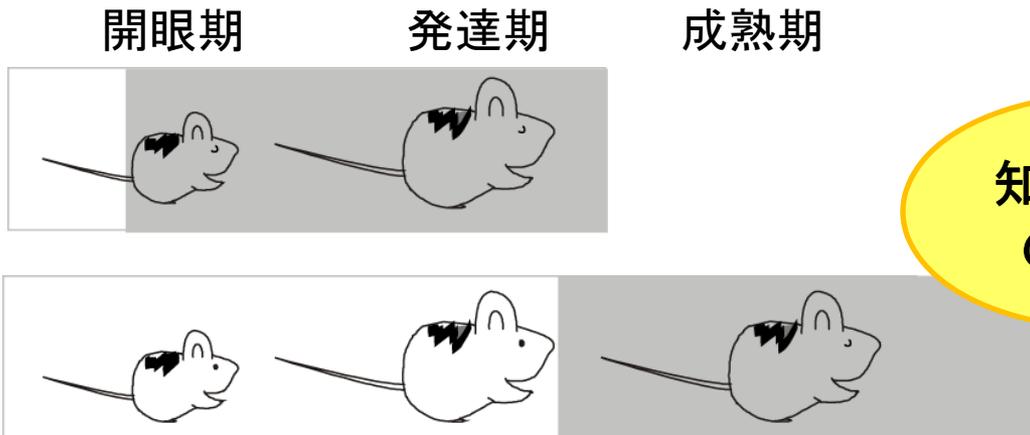
視覚入力を遮断したラットにおいて

1. 聴覚能力を向上させるためにより効果的な神経活動パターンを同定する
2. 大脳皮質視覚野ニューロンの音刺激に対する反応特性を明らかにする
3. 聴覚信号が視覚野に送られてくる経路や局所神経回路の変化を同定する
4. 発達脳と成熟脳で解析を行い、それぞれの時期の適応機構を明らかにする

以上により、視覚入力の喪失に伴う聴覚能力の向上が、神経回路のどのような再編成により実現されるかを明らかにする

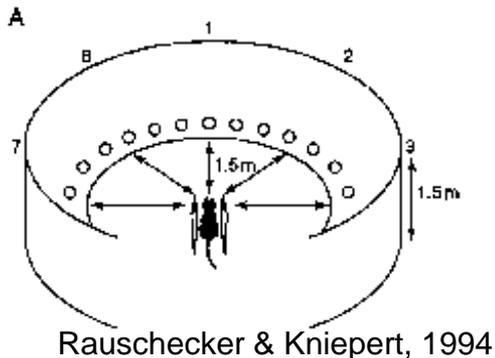
研究の特徴

2ヶ月間両眼遮蔽により聴覚能力が向上した発達期と成熟期のラットを使用



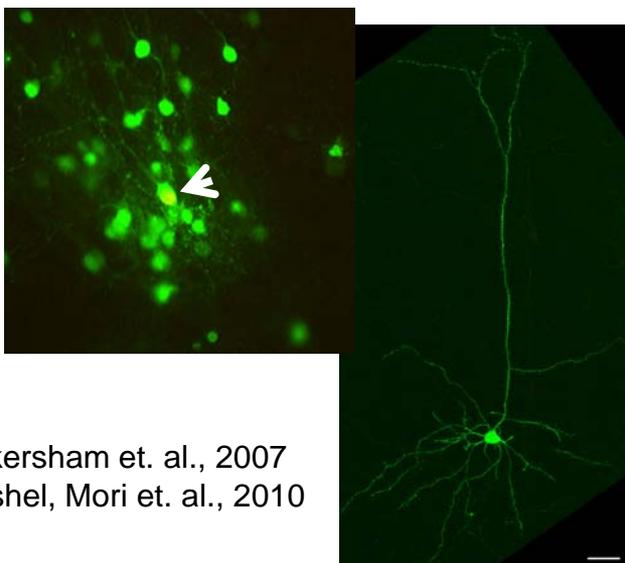
研究計画

行動解析



両眼遮蔽ラットの音源定位能力の向上を確認する

越シナプストレーサーを用いた形態解析



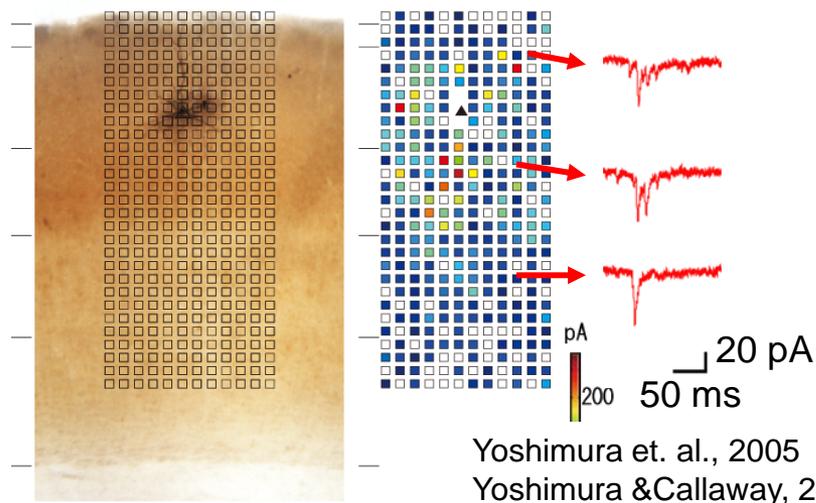
聴覚信号が視覚野に送られる経路を同定

*in vivo*機能解析

- スパイク活動の細胞外記録
- 2光子励起顕微鏡による高解像度Ca²⁺イメージング

聴覚能力向上に伴い獲得された、視覚野細胞の聴覚反応特性を同定

光生理学による神経回路解析



再編成された視覚野内神経回路を同定