

触覚刺激の学習における、脳の可塑的变化に関わる神経基盤に迫る

著者	齋藤 大輔, 岡沢 秀彦, 藤井 隆, 小坂 浩隆, 谷中 久和
雑誌名	福井大学 助成研究成果集 2012 -明日への挑戦-
ページ	42-43
発行年	2012-07-03
URL	http://hdl.handle.net/10098/7047

平成 23 年度福井大学研究育成経費「競争的資金獲得を目指す研究」
**触覚刺激の学習における、
 脳の可塑的变化に関わる神経基盤に迫る**

研究代表者： 齋藤 大輔（生命科学複合研究教育センター・特命講師）
 共同研究者： 岡沢 秀彦（高エネルギー医学研究センター・教授）
 藤井 猛（医学系研究科附属子どもの発達研究センター・特命講師）
 小坂 浩隆（医学系研究科附属子どもの発達研究センター・特命准教授）
 谷中 久和（生命科学複合研究教育センター・特命助教）

概 要	触覚刺激の学習における、脳の可塑的变化に関わる神経基盤に迫る。ヒトの脳が持つ可塑性は、成人後には見られなくなると考えられているが、近年の脳機能研究により新たな知見が得られている。これまでに、成人後においても学習により脳機能が可塑的に変化する事を明らかにした (Saito et al., 2006) が、この可塑的变化は、1) 解剖学的に視覚野であるが、機能的に視覚野の活動なのか、2) 可塑的变化が脳のネットワークにどのような影響を与えるのか、3) 可塑的变化には、どの位の期間の訓練や学習が必要になるのか、などの点が不明である。統制群と可塑的な変化を起こしている実験群を比較した結果、成人においてトレーニングにより視覚野及び頭頂葉後部にて、脳機能・脳構造・脳容積・神経ネットワークが変化する事が明らかになった。
関連キーワード	脳機能イメージング、可塑性、fMRI、触覚弁別、ネットワーク

研究の背景および目的

これまでの研究により、ヒトの脳は考えられていた以上に可塑性を持つことが明らかになってきた。このヒトの脳における可塑的变化は、成人後には見られなくなると言うことが古くから考えられて来たが、近年の非侵襲的な手法を用いたヒトの脳機能の研究により新たな知見が得られてきている。申請者はこれまで、触覚や視覚の感覚情報の脳内の処理について研究を行ってきており、その過程で学習により成人後においても脳の基本構造である機能局在性が可塑的に変化する事を明らか

にした (Saito et al., 2006)。しかし、この可塑的变化はどの位の期間の学習で起こるか、どういった場所で起こるか、どのような脳のネットワークに影響を与えて起こるのか、といったメカニズムについてはまだ明らかにされていない。そこで、これらの変化を起こすメカニズムを調べることにより、学習が脳機能に与える影響についての知見を得ることや、失われた機能を取り戻すためのリハビリテーション療法への脳科学的な寄与が出来るものとする。

研究の内容および成果

脳機能の可塑的变化は、1) 解剖学的に視覚野と考えられる領域で可塑的变化が見られたが、個人にとっての視覚野の活動であるのか、また、どの段階の視覚処理を行う領域なのか、2) 脳の可塑的变化が起こった際に、すでに構築されている脳の神経ネットワークにどのような影響を与え、どのような経路に回路の再配線が行われるのか、3) 脳が可塑的变化を起こすにあたり、どの位の期間の訓練や学習が必要になるのか、などの不明な点があり、それらを明らかにする為に、健康成人男性 22 名 (実験群 10 名、統制群 12 名) に対して MRI 実験を行った。実験群の被験者は、長期にわたる触覚トレーニングを積み、実験課題 (麻雀の盲牌) の正答率が 85% 以上の者を用い、統制群被験者は、実験課題に馴染みのない者 (麻雀を知らない) を用い

た。
 MRI 実験においては、1) 課題遂行中の脳血流画像 (点字・麻雀牌を用いた触覚刺激)、活動の領域を機能的に同定する Retinotopy mapping、脳領域の大きさを計測するための T1 強調画像、脳神経の走行を調べるための拡散強調画像を撮影した。実験群と対照群の脳活動・脳容積・神経走行を条件間・群間で比較し、統計評価を行った。

【結果】
 触覚課題遂行中の脳血流：課題遂行中の脳血流の比較を行ったところ、実験刺激 (麻雀牌) において、実験群と統制群の間に有意な差が見られた。その領域は、鳥距溝に近い両側の一次視覚野周辺であった (図 1)。

視覚野の機能的マッピング：Retinotopic

Mapping を用い、脳内で表象される網膜部位の再現を観測し、可塑的变化を起こした領域が視覚野の何処に相当するか機能的に特定した。使用した視覚刺激は、チェッカーボード模様のリング形状の物で、一次・二次・三次視覚野に相当する脳領域や、中心視野から周辺視野までを機能的に描出した。触覚課題での脳活動と視覚野マッピングの脳活動を重ね合わせた所、一次視覚野かつ周辺視野の領域に可塑的变化を示す脳活動が観察された(図2)。

神経ネットワークの変化: ある領域の神経活動が、その他の領域にどのような影響を与えるかを Dynamic Causal Modeling (Friston et al., 2003) を用いて、解析を行った。この手法により、異なる脳部位の活動間の情報伝達についてどのような関係があるのかを知ることができ、可塑的变化が起こった際に、ネットワークの伝達経路がどう変化したかを明らかにすることができる。触覚処理に関与すると考えられている脳領域及び、可塑的变化が見られた領域に関心領域を設定し、それぞれの領域の関係を調べた結果、実験群において頭頂間溝と一次視覚野の間に、統制群との間に差が見られた(図3)。

脳領域の容積の違い: 群間の脳容積の違いを見るため、T1 強調画像を灰白質、白質、脳脊髄液に分割し、解剖学的標準化、平滑化を行い、様々な脳領域の群間差について解析を行った。実験群と統制群で容積の異なる領域が、楔部、舌状回、中側頭回等に見られた。これらの領域は、実験群において統制群よりも容積が増加していた(図4)。また、容積が増加した白質の領域についても、神経線維束画像(Tractography)を用いて、走行の変化の調査を行っている(図5)。

学習の期間: 可塑的な変化を起こした部位の神経活動の量に対して、被験者の学習の期間・開始時期・課題の正答率との相関関係を調べた。その結果、一次視覚野の活動とトレーニングの開始年齢に相関が見られた。

これらの結果により、健常な成人においても、トレーニングにより脳機能・脳構造が変化する事が明らかになり、特に触覚のトレーニングにより、視覚野及び頭頂葉後部に可塑的な変化が起こるこ

とが明らかになった。

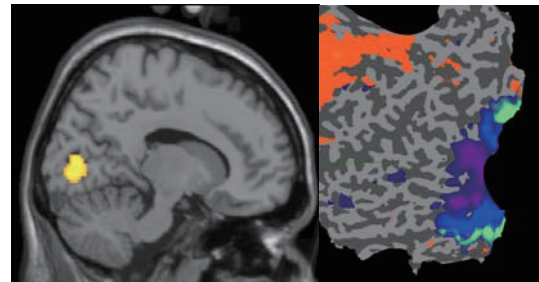


図1(左). 触覚課題遂行中の脳血流

図2(右). 周辺視野の領域に観察された脳活動

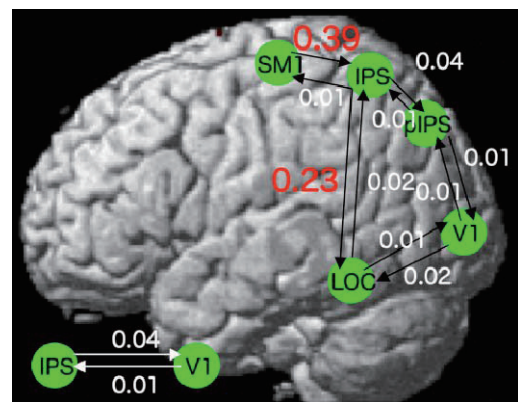


図3. 神経ネットワークの変化



図4(左). 脳領域の容積の違い

図5(右). 神経線維束画像

本助成による主な発表論文等、特記事項および競争的資金・研究助成への申請・獲得状況

「主な発表論文等」

現在、学会発表のための準備及び、学術雑誌(英語)へ投稿のため、論文原稿作成中である。

学術振興会 学術研究助成基金助成金(基盤研究C)へ、同様の研究テーマで研究代表として申請予定である。

「競争的資金・研究助成への申請・獲得状況」

本助成により明らかになった可塑的变化のメカニズムをより詳細に調べるために、来年度の日本