



## Facilitation of saccadic adaptation by the memory of previous learning

著者	小島 奉子
内容記述	Thesis (Ph. D. in Neuroscience)--University of Tsukuba, (A), no. 4052, 2006.3.24 Includes bibliographical references
発行年	2006
その他のタイトル	先行学習によるサッケード適応の促通
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2241/18608">http://hdl.handle.net/2241/18608</a>

氏名(本籍)	こ じま よし こ 小 島 奉 子 (茨 城 県)		
学位の種類	博 士 (神 經 学 科)		
学位記番号	博 甲 第 4052 号		
学位授与年月日	平 成 18 年 3 月 24 日		
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当		
審査研究科	人 間 総 合 学 科 研 究 科		
学位論文題目	<b>Facilitation of saccadic adaptation by the memory of previous learning.</b> (先行学習によるサッケード適応の促進)		
主 査	筑波大学教授	医学博士	設 楽 宗 孝
副 査	筑波大学教授	博士 (医学)	一 谷 幸 男
副 査	筑波大学教授	理学博士	照 井 直 人
副 査	筑波大学教授	博士 (医学)	大 鹿 哲 郎

## 論 文 の 内 容 の 要 旨

### (目的)

サッケードは、注視対象を網膜中心窩で捉えるための急速眼球運動である。サッケードの正確さは適応学習の機構により維持されている。サッケード終了時にエラーが存在すると、このエラーをなくすようにサッケード振幅が変化する。経験が次の学習にどのような影響を与えるかは極めて興味ある問題であるが、サッケード適応の繰り返しの効果については調べられていない。そこで本研究では、短時間で適応を繰り返して学習速度の変化を解析した。その結果、明瞭な学習速度の上昇が見られたので、さらに学習記憶の消去・移行について解析した。

### (対象と方法)

実験には雄のアカゲサル2頭を用い、眼球運動は磁気サーチコイル法によって記録した。サッケードのゲイン(サッケードの大きさ/目標までの距離)を変化させるためにintrasaccadic step (ISS)法を用いた。短時間で適応を繰り返すために、一実験内で視覚誤差の方向を2回逆転させた。最初の適応をコントロール適応、引き続き逆方向への適応を回復適応、そして最初と同方向への適応をテスト適応と呼ぶことにする。コントロール適応がテスト適応に及ぼす効果を調べるために、それぞれのゲイン変化率(適応速度)を比較した。実験1のテスト適応ではコントロール適応と同一振幅、同一方向のサッケードを適応させ、実験2では、同一振幅、45度斜め方向のサッケードを適応させた。

### (結果)

実験1 適応速度を調べる実験を、ゲインを、1) 増加→減少→増加、2) 減少→増加→減少 の2条件で行った。コントロール適応とテスト適応それぞれの初期部分のゲイン変化率は、両者の条件ともテスト適応の方が有意に大きかった。従って、繰り返しのサッケード適応速度が上昇すること(適応促進)が明らかになった。テスト適応の経過では、途中で適応速度の緩徐化が認められた。その時点のゲイン値と、コントロール

適応で到達したゲイン値には有意な相関があった。この結果により、コントロール適応で到達したゲイン値がテスト適応時まで学習痕跡として保存されることが示唆された。

サッケード適応に促通効果があるにも関わらず、なぜその効果は翌日まで続かないのかを調べるために、適応促通が起らない条件を調べた。回復適応とテスト適応の間に、誤差のないサッケードを30分間行う期間を挿入した。すると適応促通は起らなくなった。一方、動物を30分間暗闇に置き、視覚入力を遮断した場合は依然として適応促通は起こった。以上から、学習痕跡は単に時間の経過とともに消去されるのではなく、誤差を伴わないサッケードの繰り返しにより消去されることが明らかになった。翌日に繰り返しの効果がないのは、一日の間に多数の誤差のないサッケードが行われ、痕跡が消去されるためと解釈された。実験2 サッケード適応促通のメカニズムを探る手がかりを得るために、サッケード適応と適応促通の空間的特性を比較した。コントロール適応で水平又は垂直のサッケードを先行して適応させた後にテスト適応で斜めのサッケードを適応させ、そのゲイン変化率を解析した。テスト適応の水平成分のゲイン変化率は水平先行適応群の方が垂直先行適応群よりも大きく、垂直成分のゲイン変化率は垂直先行適応群の方が大きかった。一方、水平又は垂直のサッケードを適応させた直後に斜めのサッケードを調べると、水平適応先行群では水平成分が、垂直適応先行群では垂直成分のゲインに変化が認められた。以上のサッケード適応促通と適応の空間的特性の類似により、サッケード適応促通と適応を引き起こす脳の可塑的変化の少なくとも一部は共通の部位で起こっていることが示唆された。

#### (考察)

本研究では、運動学習の一種であるサッケード適応の新たな側面である適応促通の存在を示し、適応促通は以前に経験した学習の痕跡により引き起こされることが示唆された。また、この学習痕跡は誤差ゼロの運動の繰り返しにより消去されることを示した。さらに、適応促通と適応を引き起こす脳の可塑的変化の一部は共通の部位で起こっていることが示唆された。

### 審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は、運動学習のモデルとしてサッケード適応に注目し、学習の重要な側面である繰り返しの効果、すなわち経験が次の学習に及ぼす影響について調べたものである。サルに対して intrasaccadic step (ISS) 法を用いて短時間で適応を繰り返し、適応速度の変化を解析することにより適応の促通が認められることを見いだした。更に、この適応促通は経験した適応の記憶により引き起こされていること、誤差の無い運動の繰り返しによりその記憶が消去されることを明らかにした。次に、サッケード適応と適応促通の空間的特性を比較する実験を行い、適応とその促通を引き起こす可塑的変化の一部は共通の部位で起こっていることを示唆する結果を得て、そのモデルを提唱した。これらはサッケード適応と適応促通のメカニズム解明に重要な知見を与えるものであり、価値ある研究と考えられる。

よって、著者は博士（神経科学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。