

系列的手続き記憶の蓄積・再生における左右半側間比較

石原 奈実

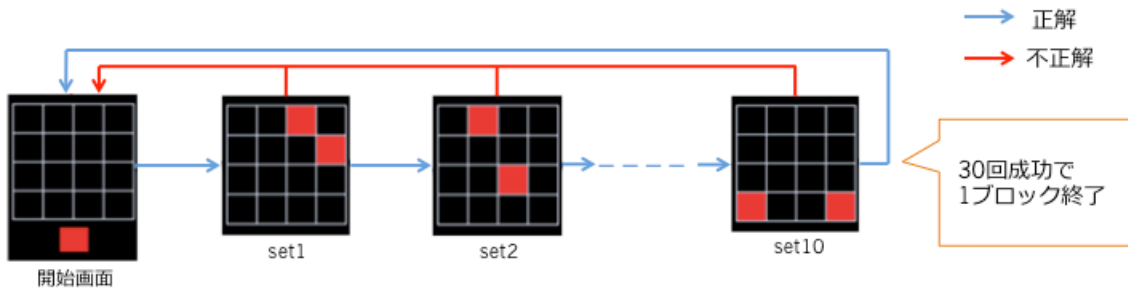
私たちは日常生活において電子機器等を繰り返し操作することによって一連の操作を系列的手続き記憶として得ている。本研究では、この系列的手続き記憶の蓄積・再生に用いる手と脳の働きの関係について調べた。系列的手続き記憶を再生する際にはタイミングが現れるが、学習、または再生する手によってタイミングが利き手側、非利き手側のどちらの半球に蓄積し、またどちらの半球から再生しているかを検討する。

本研究の目的は、Sakai ら(2003)の提唱した 2 つの仮説「利き手で学習したチャンクパターンは利き手側の半球にのみ蓄積するが、非利き手で学習したチャンクパターンは両半球に蓄積する」(蓄積における仮説)、「利き手は両半球どちらのチャンクパターンでも再生することが可能である」(再生における仮説)のそれぞれの真偽を検証することである。

実験では、連続的運動学習のひとつである[2×10]ボタン押し課題を用いた。始めに、スタートボタンを押すと課題が開始され、4行4列、計16個のボタンが配置され、そのうちの2つのボタンが赤く点灯している画面が表示される。この画面をセットと呼ぶ。点灯した2つのボタンにはあらかじめボタン押し順序が決められているが、実験参加者には教示されていない。そのため、実験参加者は試行錯誤してボタン押し順序を学習していく必要がある。2つのボタンを正しい順序で押すことができると、100msec後に新しいセットが表示され、異なる2つのボタンが赤く点灯した画面が表示される。間違った順序で押すなどのエラーを起こすと、再びHome Keyを押して第一セットからやり直さなければならない。これを計10セット行う。本実験では、セット10までを30回成功できると1ブロック達成とした。また、課題を原学習、再学習、タイミング妨害学習の3つに分けて行った。原学習・再学習では通常の[2×10]ボタン押し課題を用いたが、タイミング妨害学習では、原学習や再学習と同じボタン系列を用いて、音が鳴るごとに一つずつボタンを押す課題を行ってもらった。音はセットが表示されてから、100ms、400ms、700ms、1000msのうちのいずれかの

時間おいてから鳴る。また、時間はランダムに決められる(図 1)。

原学習・再学習



タイミング妨害学習

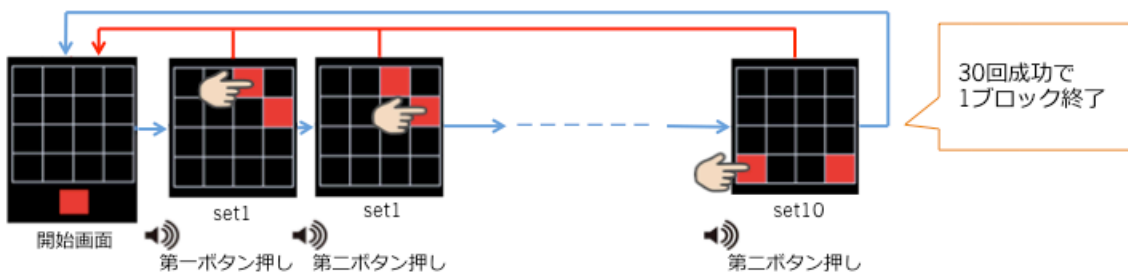


図 1 原学習・再学習とタイミング妨害学習の手続き

実験は3つのグループにわけて行った。グループの使用条件とその目的については表 1 に示す。条件名はそれぞれ原学習で使用する手/タイミング妨害学習で使用する手/再学習で使用する手を表しており、D は利き手、ND は非利き手である。D/d/D 条件はすべての学習を利き手で行う条件で、タイミングの妨害効果があることを確認するための条件である。この条件に対して、コントロールとしてタイミング妨害学習を行わない D//D 条件を設ける。D/nd/D 条件は、原学習を利き手、タイミング妨害学習を非利き手、再学習を利き手で行う条件で、蓄積における仮説を検証するための条件である。この条件に対しても、コントロールとしてタイミング妨害学習を行わない D//D 条件を設ける。ND/d/D 条件は、原学習を非利き手、タイミング妨害学習と再学習を利き手で行う条件で、再生における仮説を検証するための条件である。この条件のコントロールとして、タイミング妨害課題を行わない ND//D 条件を設ける。

表 1 グループごとの使用条件とその位置付け

グループ 1		グループ 2		グループ 3	
D//D条件	D/d/D条件	D//D条件	D/nd/D条件	ND//D条件	ND/d/D条件
タイミング妨害効果の確認		蓄積における仮説の検証		再生における仮説の検証	

本実験では、タイミング妨害課題の妨害効果の有無によって、チャンクパターンがどちらの半球に蓄積し、どちらの半球から再生するのかを調べる。分析には原学習の最終ブロックと再学習ブロックのタイミングの差を用いる。タイミングは 10 個の Choice Time(選択時間、以下 ChT と呼ぶ)の長短で表す。ChT とは、各セットの 2 個のボタンが点灯してから 1 つ目のボタンが押されるまでの時間のことである。Sakai らの方法にならい、原学習最終ブロックと再学習ブロックのそれぞれ 10 個の ChT を 2 個の 10 次元ベクトルと考え、それらのなす角度によってタイミングの差を表した。

まずタイミング妨害課題にタイミング妨害効果があるかを確認するため、グループ 1 で行った D/d/D 条件と D//D 条件の原学習と再学習のタイミングの差を比較する。図 2 はグループ 1 の 2 本の 10 次元ベクトルの内積から求めたタイミングの角度差を平均したものである。条件間に対応のある両側 t 検定を行ったところ、有意差が見られたことから、タイミング妨害学習を行うことによって、再学習の際、原学習のタイミングで課題を遂行することが難しくなったと言える。よって、タイミング妨害学習には妨害効果があるとわかった。

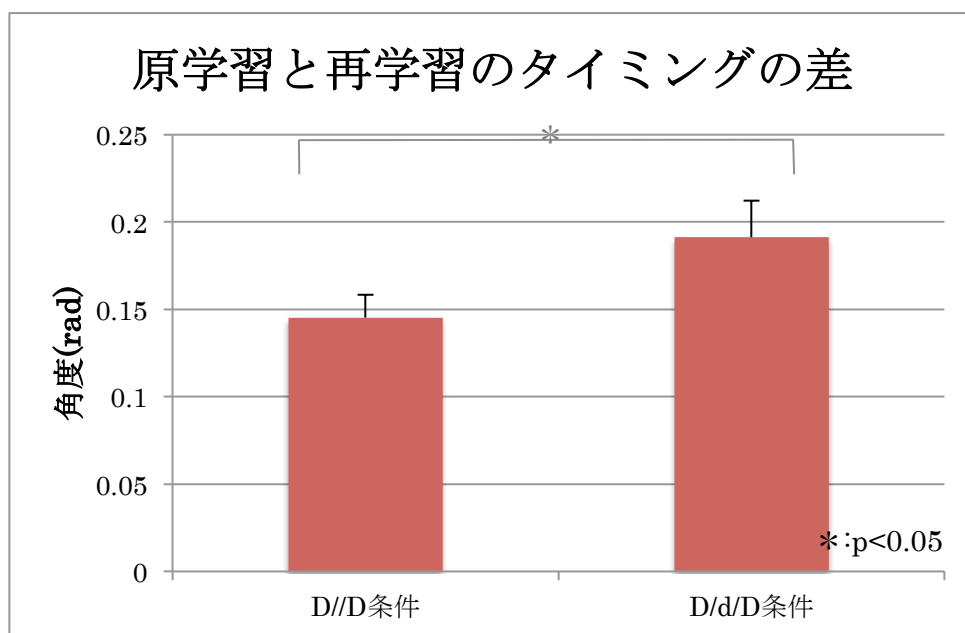


図2 D//D条件とD/d/D条件における原学習と再学習のタイミング差

次に、グループ2で行ったD/nd/D条件とD//D条件の原学習と再学習のタイミングの差を比較する。比較の方法は前述の方法と同様で、それぞれの条件の原学習最終ブロックと再学習ブロックの10個のChTを用いる。図3はグループ2の2本の10次元ベクトルの内積から求めたタイミングの角度差を平均したものである。条件間で対応のある両側t検定を行ったところ、有意差は見られなかった。このことから、D/nd/D条件ではタイミング妨害課題の効果をほとんど受けていないと言える(図4)。

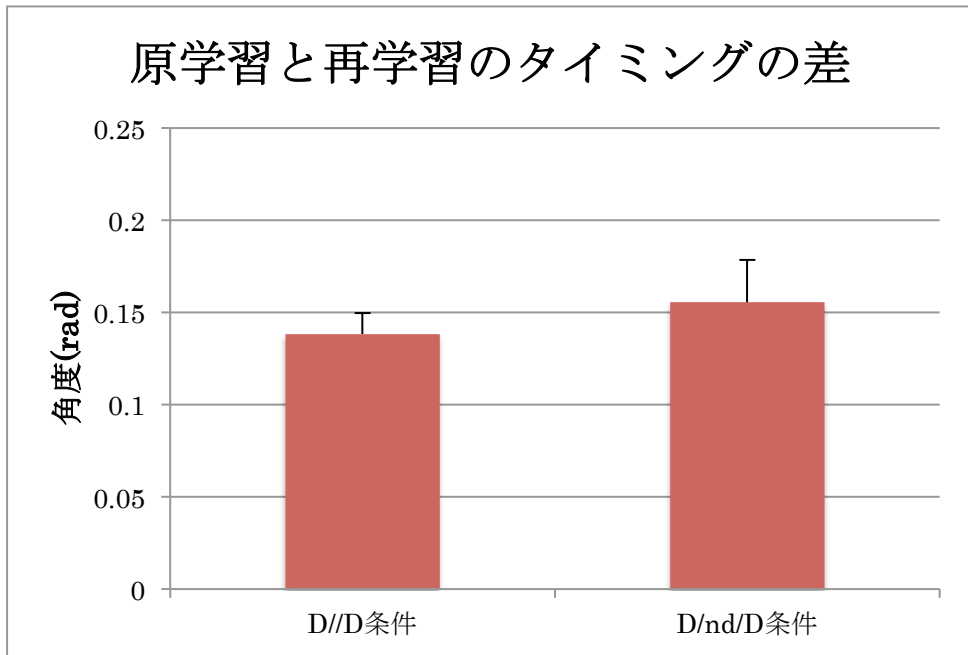


図3 D/D条件とD/nd/D条件における原学習と再学習のタイミング差

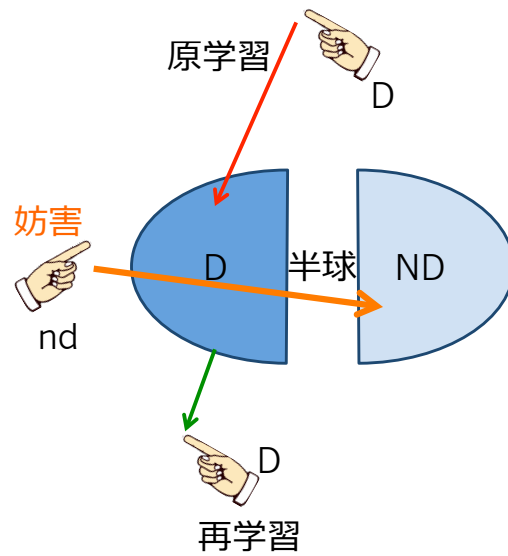


図4 D/nd/D条件においてタイミングが蓄積・妨害・再生している様子

次に、グループ 3 で行った ND/d/D 条件と ND//D 条件の原学習と再学習のタイミングの差を比較する。比較の方法は前述の方法と同様で、それぞれの条件の原学習最終ブロックと再学習ブロックの 10 個の ChT を用いる。図 5 はグループ 3 の 2 本の 10 次元ベクトルの内積から求めたタイミングの角度差を平均したものである。条件間で対応のある両側 t 検定を行ったところ、有意差は見られなかった。このことから、D/nd/D 条件ではタイミング妨害課題の効果をほとんど受けていないと言える(図 6)。

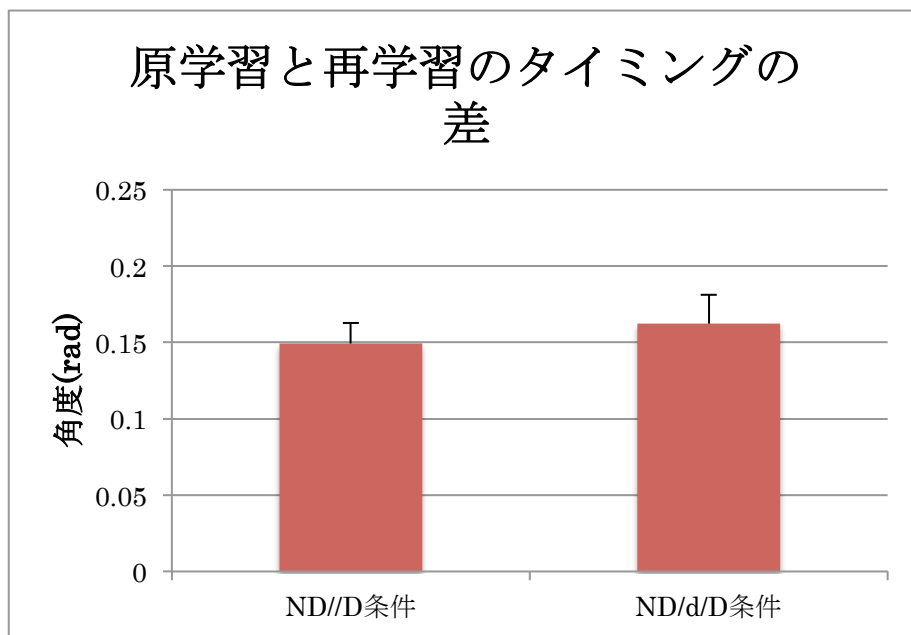


図 5 ND//D 条件と ND/d/D 条件における原学習と再学習のタイミング差

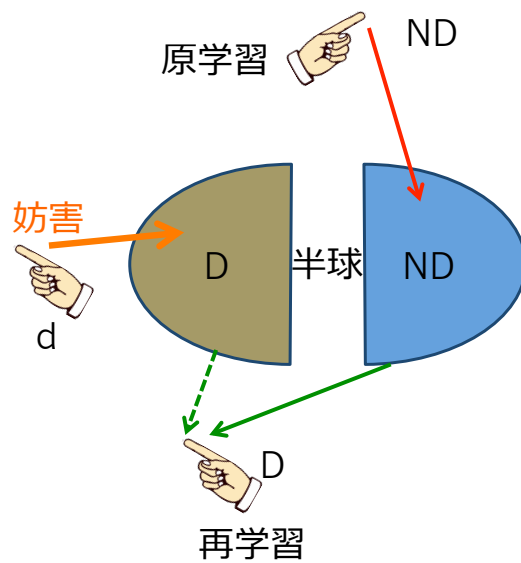


図6 ND/d/D条件においてタイミングが蓄積・妨害・再生している様子

これらの結果から、Sakaiら(2003)らの提唱した仮説のうち蓄積の仮説は棄却され、再生の仮説は支持されることがわかった。これより、連続的運動学習における手続き記憶に関するチャンクパターンがどのように蓄積・再生しているかを表すモデルを図7に示す。

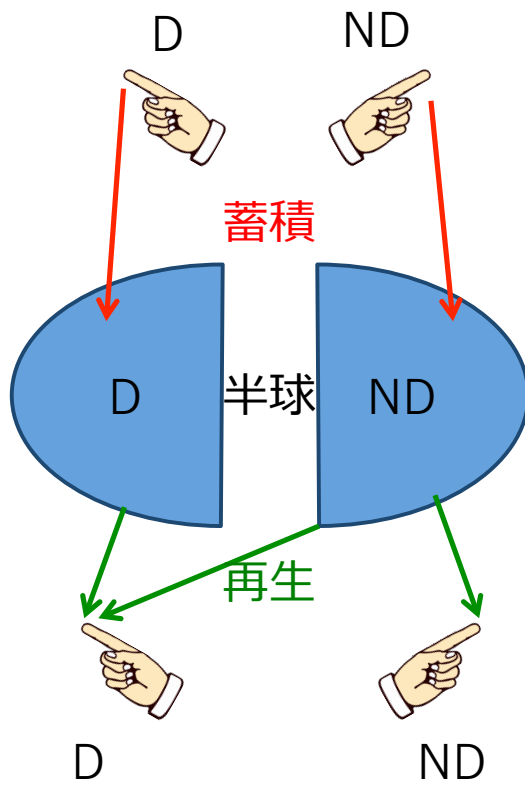


図7 チャンクパターンの蓄積・再生におけるモデル