

原著論文

三人称イメージを用いた「一定でないリズム」と「一定なりズム」の脳活動の相違について

ーリズムに関する右BA40:縁上回の活動についてー

牧野 均・生駒 一憲*

(2020年2月3日受稿)

抄録： 運動イメージには、一人称イメージと三人称イメージがある。今回我々は、歩行に関するリズム生成を検討するために、対座する治療者を第三者の三人称イメージと想定し、「一定でないリズム」と「一定なりズム」での第三者の三人称映像の足趾模倣運動を行い、fMRIにて脳画像を比較した。結果、第三者の三人称映像を用いた「一定でないリズム」課題は、固視課題と比較して、左上前頭回のBA6・前運動野：補足運動野及びその近傍部、左中前頭回のBA6近傍部の活動が増加した。「一定なりズム」課題は、固視課題と比較して、左内側前頭回のBA6・前運動野：補足運動野及びその近傍部の活動が増加した。第三者の三人称映像による「一定でないリズム」課題と「一定なりズム」課題の比較において、「一定でないリズム」課題を見ながら運動課題を行った場合、「一定なりズム」課題を行った場合と比較して、右下頭頂小葉のBA40・縁上回の活動が増加した。この研究の結果、リズム形成にはBA40が関与し、リズム形成を補足する課題として「一定でないリズム」課題と「一定なりズム」課題を組みあわせることで縁上回を賦活することにより効果的な歩行のリハビリテーションの準備を行うことが可能と考える。

キーワード：リズム、運動イメージ、模倣、縁上回

I. はじめに

運動イメージを利用しパフォーマンスを向上させる報告が多数なされている¹⁾。一人称イメージは自分から突き出たあたかも自分が行っているかのような運動イメージであり筋感覚的イメージとも呼ばれる。三人称イメージは他者が行っているのを見ているかのような運動イメージであり視覚的運動イメージとも呼ばれる (図1)。

一方、リズム認知と運動は密接な関係にある。Lewisは、リズム知覚および生成に大脳皮質や小脳、大脳基底核等様々な脳機能の関与を示した²⁾。

パーキンソン病の患者では、時間再生課題において、時間を過少に評価する³⁾。大脳基底核はリズムのような繰り返される時間に関与し、小脳は

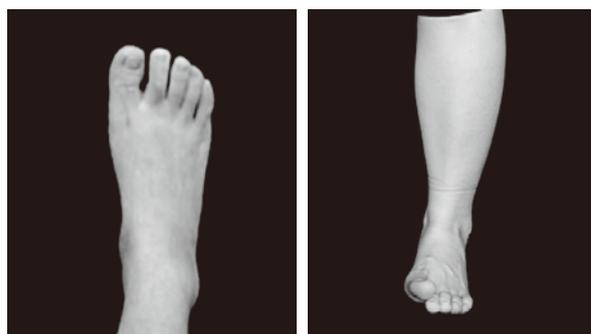


図1 一人称イメージと三人称イメージ

左図：一人称イメージ—自分から突き出たあたかも自分が行っているかのような運動イメージであり筋感覚的イメージとも呼ばれる

右図：三人称イメージ—他者が行っているのを見ているかのような運動イメージであり視覚的運動イメージとも呼ばれる

単一時間の処理に関与する^{4) 5)}。また、提示リズムの時間間隔や明瞭な拍の有無はヒトのリズム生成に関与する⁶⁾。

歩行におけるリズム生成は、脊髄にある中枢性パターン発生器 central pattern generator により生ずる⁷⁾。除脳ネコでは、中脳以下の電気刺激で歩行誘発が生じ⁸⁾、体重免荷でのトレッドミル歩行が可能となる。しかし、ヒトの脊髄損傷完全麻痺では、自立歩行は不可能である。したがって、他の四足歩行動物と比べヒトでは上位中枢の関与が歩行に強く関わっている^{9) 10)} 可能性がある。そのため、我々は下肢の動きに伴う上位中枢でのリズム生成の関わり方に関して検討する必要があると考える。そして、リズム生成を解明することでより効率的な歩行の獲得が得られると考える。

一人称イメージを用いた我々の「一定でないリズム」と「一定なりズム」の脳活動の相違に関する報告では、被験者自身の「一定でないリズム」課題、「一定なりズム」課題ともに、第三者の「一定でないリズム」課題と比較し、広く認知と運動に関する脳の領野が賦活した。特に、「一定でないリズム」課題では左 BA46: ワーキングメモリ、「一定なりズム」課題では右 BA46: ワーキングメモリが賦活した¹¹⁾。三人称イメージを用いた我々の「一定でないリズム」と「一定なりズム」の脳活動の相違に関する報告では、イメージする場合、「一定なりズム」で両側運動前野、頭頂後頭溝領域と左側背外側運動前野に賦活傾向があった。実際に動かす場合、「一定でないリズム」で左側前頭眼野に賦活傾向があった¹²⁾。

しかし、リハビリテーションにおける実際の治療場面では、第三者の歩行を模倣する場合や自己の歩行の映像をフィードバックとして用いることも多く、三人称イメージを用いた更なる厳密な研究が必要と考える。

一方、右縁上回に特定の時間長に選択的に応答するニューロン群が存在する可能性を強く示唆する報告がされている¹³⁾。

今回、対座するセラピストの動作を模倣するこ

とを想定し、第三者の三人称映像を用いて縁上回に関心領域として「一定でないリズム」課題と「一定なりズム」課題の比較を行い、脳活動の相違に関して知見を得たので報告する。

II. 対象と方法

1. 対象

神経学的既往のない健常な成人男女16名（男性8名、女性8名、平均年齢21.6±0.6歳）が参加した。視力の悪い被験者に関してはMRI検査用メガネを着用し、視力を0.7以上に矯正した後に撮像を行った。全例、事前にチャップマンの利き手利き足テストを行い、右手右足共に右利き者のみ右下肢を用いて測定に参加した。

すべての被験者は、北海道大学医学研究科・医学部「医の倫理委員会」の審査に基づくアンケート調査と十分な説明の後、同意書に署名の上、ボランティアとして今回の測定に参加した。

2. 方法

課題はブロックデザインとし、MRI装置の中から背臥位にてプリズムメガネにてスクリーン上に投影された足趾動作の映像の指示に基づき、運動実行課題を行うこととした（図2）。

「一定でないリズム」課題、「一定なりズム」課題ともに、あらかじめ撮影した第三者の三人称映像を組み合わせた（表1、図3）。

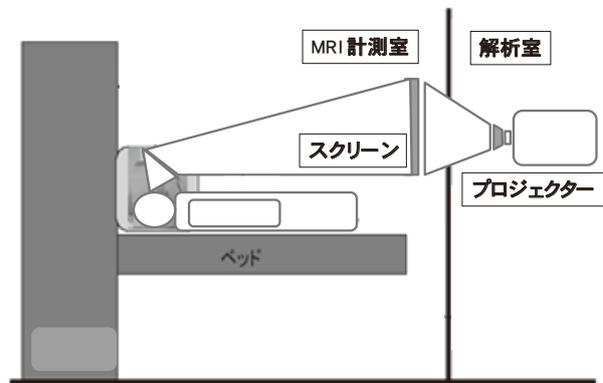


図2 fMRI測定模式図

MRI装置の中からプリズムメガネにてスクリーン上に投影された映像と指示に従い課題を遂行する。

測定後、「一定でないリズム」課題と「一定なりズム」課題を各々固視課題との脳活動の比較を行った。その後、「一定でないリズム」課題と「一定なりズム」課題において脳活動の比較を行った。

スクリーンに投影される映像は、「一定でないリズム」課題、「一定なりズム」課題ともに第三者の三人称イメージ（他者が行っているのを見ているかのような運動イメージ）の映像である（図1, 3）。

提示する映像の足趾動作の基本動作パターンは、どの課題でも足趾を開いた状態から一趾握り、そして残りの四趾を握る動作とした（図4）。

課題は、映し出された映像の足趾を握る動作に合わせて被験者の足趾を、実際に握る課題とした。課題開始指示には、課題映像中に1秒間「動」の字を用いて指示を行った（図3, 図4）。

また、固視課題は、中心に黒地で白抜き小さい「・」（点印）を入れ、課題時間中は中央の点を固視するものとした。

投影される映像の、第1足趾握る、残り4足趾

握る、の一連の動作は、課題開始指示1秒間を含む21秒間に9回行った。また、「一定でないリズム」課題は、把握動作を被験者に予測させないように、リズムが異なる2パターンの21秒間映像を準備し組み合わせた（図4）。

すべての課題を21秒間としたブロックデザインとし、それぞれのパターンを図3のように組み合わせさせて4分21秒の課題映像として行った。第三者の「一定でないリズム」課題と「一定なりズム」課題の下肢映像は、4分21秒間に3回ずつ交互に提示した。

また、スクリーン上で足趾の動作と動作指示の映像は、視野角2度以内に収まるよう投影画像を調節し眼球運動を抑制するよう工夫して全測定を行った。

この設定の上で、「一定でないリズム」課題と「一定なりズム」課題を固視課題との比較を行った。その後、「一定でないリズム」課題と「一定なりズム」課題において脳活動について比較を行った。比較は各課題の脳賦活の差分を用いた。

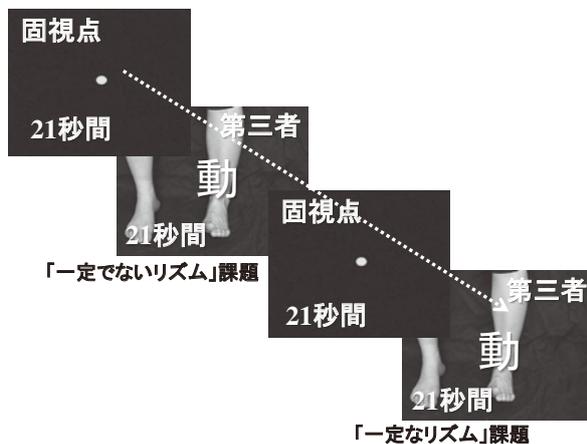
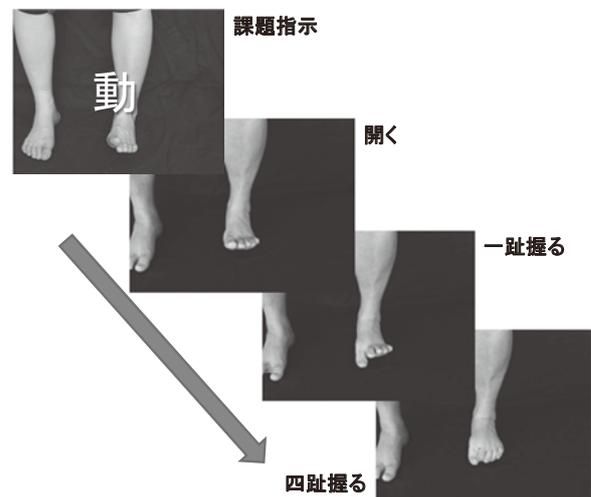


図3 課題提示

あらかじめ撮影した第三者の三人称イメージ映像の「一定でないリズム」課題と「一定なりリズム」課題を交互に組み合わせた。映像と映像の間に中心の点を見つめる固視課題を行った。機械調整による9秒間の後、表1による固視課題と「一定でないリズム」課題と「一定なりリズム」課題を順に各21秒間、各々3回繰り返し測定を行った。



課題指示 開く 一趾握る 四趾握る

図4 課題の足趾動作の基本パターン

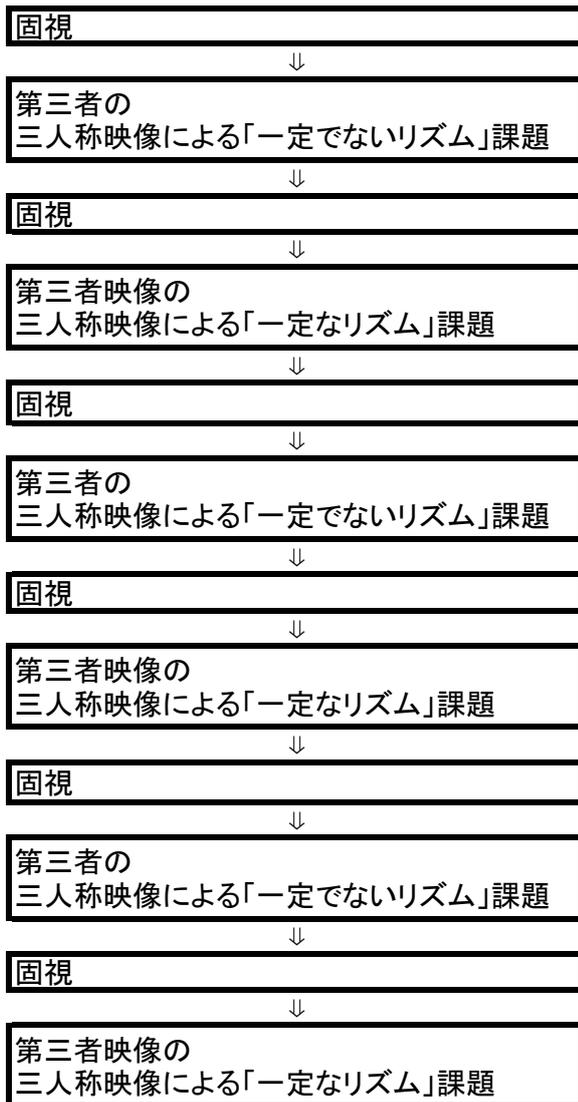
動作基本パターンは、1秒間の課題指示後、足趾を開いた状態から一趾握りそして残り四趾を握る動作とした。一連の動作は21秒間に9回行い、「一定でないリズム」課題と「一定なりリズム」課題を交互に組み合わせた。「一定でないリズム」課題は、被験者に予測させないように映像を2パターン準備し組み合わせた。

3. fMRIデータの測定と解析

fMRIの撮影は、北海道大学医歯学総合研究棟MRI室GE製MRIスキャナSigna Lightning (1.5T)を用いた。撮像パラメータは、TE 40ms, TR 3000ms, Flip Angle 90°, Slice Thickness 4.0mm, gap 1.0mm, voxel size 2mm, スライス枚数22である。

解析は、MathWorks社製数値計算ソフトMatlabとSPM12を組み合わせて行った。得られたfMRIデータは、SPM12上にて頭部の動きを補正するためのrealignmentを行った後、Slice timing correction及びCoregistrationを行い、Montreal Neurological Institute (以下MNI) 標準脳に変形するためのNormalisation,

表1 一人称イメージ課題の足趾動作の基本パターン



空間的平滑化を行うSmoothingを8mmとして前処理を順次行った。前処理したfMRIデータを個人解析した後、集団解析を行った。

個人解析は、各々「「一定でないリズム」課題 vs. 固視課題」, 「「一定なりズム」課題 vs. 固視課題」, 「「一定でないリズム」課題 vs. 「一定なりズム」課題」, 「「一定なりズム」課題 vs. 「一定でないリズム」課題」を行った。

集団解析は、各課題にて行った。各課題での集団解析の統計処理は、one-sample t-testを用いた。その後、SPM12上の多重比較補正であるFEWを用い、 $p < 0.05$ で統計的推論を行った。

脳賦活部位の同定は、SPM12で出力される標準脳のMNI座標系をMATLAB上でmni2talにて変換し、その後Talairach Daemon ClientにてTalairach座標に変換して脳活動部位の決定を行なった (<http://www.talairach.org/index.html>)¹⁴⁾。

Ⅲ. 結果

1. 「一定でないリズム」課題の脳賦活部位

「「一定でないリズム」課題 vs. 固視課題」において

結果を図5に示す。この結果は表2に記載した「「一定でないリズム」課題の賦活部位」を用いた。

第三者の三人称映像による「一定でないリズム」課題を見ながら運動課題を行った場合、固視課題を行った場合と比較して、左上前頭回のBA6・前運動野:補足運動野及びその近傍部(運動野と補足運動野及びその近傍部)、左中前頭回のBA6近傍部(運動前野近傍部)の活動が増加した。

対座する治療者を想定した「一定でないリズム」の映像をみて下肢動作を模倣した場合、左中前頭回のBA6近傍部の活動が増加した。

2. 「一定なりズム」課題の脳賦活部位

「「一定なりズム」課題 vs. 固視課題」において

結果を表2と図6に示す。この結果は表3に記載した「「一定なりズム」課題の賦活部位」を用いた。

第三者の三人称映像による「一定なりズム」課題を見ながら運動課題を行った場合、固視課題を行った場合と比較して、左内側前頭回のBA6・前

運動野:補足運動野及びその近傍部（運動野と補足運動野及びその近傍部）の活動が増加した。

対座する治療者を想定した「一定なりズム」の

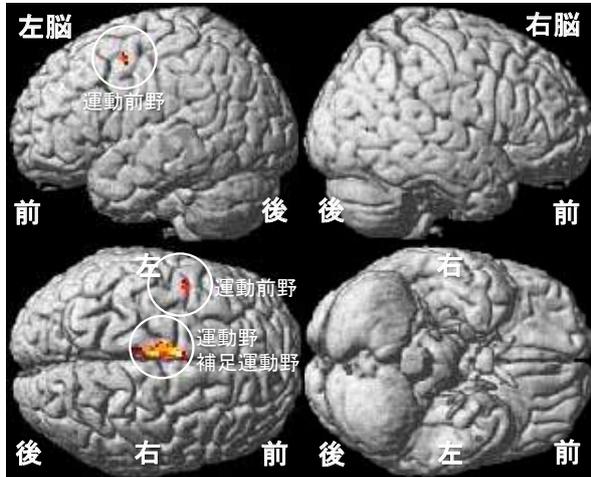


図5 「一定でないリズム」課題の脳賦活部位
「一定でないリズム」課題 vs. 固視課題

第三者の三人称映像による「一定でないリズム」課題を見ながら運動課題を行った場合、固視課題を行った場合と比較して、左上前頭回のBA6・前運動野:補足運動野及びその近傍部（運動野と補足運動野及びその近傍部）、左中前頭回のBA6近傍部（運動前野近傍部）の活動が増加した。

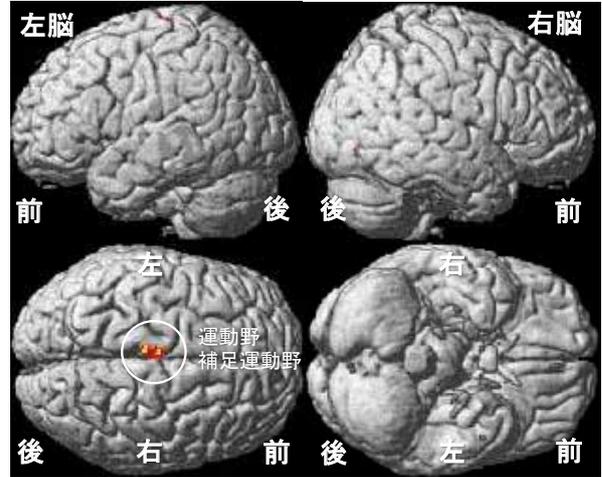


図6 「一定なりズム」課題の脳賦活部位
「一定なりズム」課題 vs. 固視課題

第三者の三人称映像による「一定なりズム」課題を見ながら運動課題を行った場合、固視課題を行った場合と比較して、左内側前頭回のBA6・前運動野:補足運動野及びその近傍部（運動野と補足運動野及びその近傍部）の活動が増加した。

表2 「一定でないリズム」課題の賦活部位
「一定でないリズム」課題 VS. 固視課題

Cluster size (mm3)	MNI coordinates			Talairach coordinates			Z value	P value P uncorr	Hem	Anatomical Region
	x	y	z	x	y	z				
936	-6	-4	68	-6	-1	63	6.3	P<0.001	L	上前頭回 BA6
	-6	-18	66	-6	-14	62	5.9	P<0.001	L	上前頭回 BA6近傍
	-8	-30	70	-6	-26	66	5.1	P<0.05	L	上前頭回 BA6近傍
88	-46	2	52	-46	4	48	5.7	P<0.001	L	中前頭回 BA6近傍

第三者の三人称映像による「一定でないリズム」課題を見ながら運動課題を行った場合、固視課題を行った場合と比較して、左上前頭回のBA6・前運動野:補足運動野及びその近傍部（運動野と補足運動野及びその近傍部）、左中前頭回のBA6近傍部（運動前野近傍部）の活動が増加した。脳活動部位の同定は、SPM12で得られたMNI座標系をMATLAB上でmmi2talを用いて変換し、その後Talairach Daemon Clientで変換し決定（図5）。

表3 「一定なりズム」課題の賦活部位
「一定なりズム」課題 VS. 固視課題

Cluster size (mm3)	MNI coordinates			Talairach coordinates			Z value	P value P uncorr	Hem	Anatomical Region
	x	y	z	x	y	z				
184	-4	-16	72	-4	-12	67	5.5	P<0.005	L	内側前頭回 BA6
	-6	-26	72	-6	-22	67	5.2	P<0.05	L	内側前頭回 BA6近傍
8	48	-76	-6	48	-74	-1	5	P<0.05	R	下側頭回 BA19

第三者の三人称映像による「一定なりズム」課題を見ながら運動課題を行った場合、固視課題を行った場合と比較して、左内側前頭回のBA6・前運動野:補足運動野及びその近傍部（運動野と補足運動野及びその近傍部）の活動が増加した。脳活動部位の同定は、SPM12で得られたMNI座標系をMATLAB上でmmi2talを用いて変換し、その後Talairach Daemon Clientで変換し決定（図6）。

映像をみて下肢動作を摸倣した場合、左内側前頭回のBA6・前運動野:補足運動野の活動が増加した。

3. 「一定でないリズム」課題と「一定なりズム」課題の比較

「一定でないリズム」課題 vs. 「一定なりズム」課題において

結果を図7, 8に示す。この結果は表4に記載した「一定でないリズム」課題と「一定なりズム」課題の比較による賦活部位」を用いた。

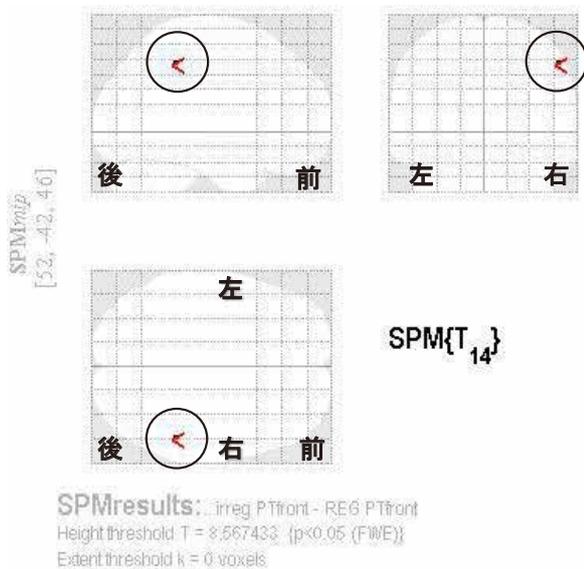


図7 「一定でないリズム」課題と「一定なりズム」課題の比較 (glass brain) 「一定でないリズム」課題 vs. 「一定なりズム」課題 第三者の三人称映像による「一定でないリズム」課題と「一定なりズム」課題の比較において、「一定でないリズム」課題を見ながら運動課題を行った場合、「一定なりズム」課題を行った場合と比較して、右下頭頂小葉のBA40・縁上回の活動が増加した。

第三者の三人称映像による「一定でないリズム」課題と「一定なりズム」課題の比較において、「一定でないリズム」課題を見ながら運動課題を行った場合、「一定なりズム」課題を行った場合と比較して、右下頭頂小葉のBA40・縁上回の活動が増加した。

対座する治療者を想定した「一定でないリズム」の映像をみて下肢動作を摸倣した場合、「一定なりズム」課題を行った場合と比較して、右下頭頂小葉のBA40・縁上回の活動が増加した。

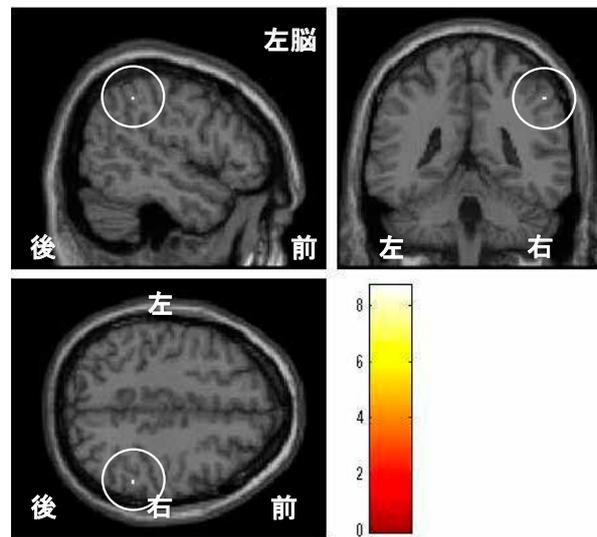


図8 「一定でないリズム」課題と「一定なりズム」課題の比較 (section) 「一定でないリズム」課題 vs. 「一定なりズム」課題 第三者の三人称映像による「一定でないリズム」課題と「一定なりリズム」課題の比較において、「一定でないリズム」課題を見ながら運動課題を行った場合、「一定なりリズム」課題を行った場合と比較して、右下頭頂小葉のBA40・縁上回の活動が増加した。

表4 「一定でないリズム」課題と「一定なりリズム」課題の比較による賦活部位 「一定でないリズム」課題 VS. 「一定なりリズム」課題

Cluster size (mm3)	MNI coordinates			Talairach coordinates			Z value	P value P uncorr	Hem	Anatomical Region
	x	y	z	x	y	z				
8	52	-42	46	51	-39	44	5	P<0.05	R	下頭頂小葉 BA40

第三者の三人称映像による「一定でないリズム」課題と「一定なりリズム」課題の比較において、「一定でないリズム」課題を見ながら運動課題を行った場合、「一定なりリズム」課題を行った場合と比較して、右下頭頂小葉のBA40・縁上回の活動が増加した。脳活動部位の同定は、SPM12で得られたMNI座標系をMATLAB上でmni2talを用いて変換し、その後Talairach Daemon Client で変換し決定 (図7,8)。

4. 「一定なりズム」課題と「一定でないリズム」課題の比較

「一定なりズム」課題 vs. 「一定でないリズム」課題において

統計学的有意を示す賦活部位はなかった。

IV. 考察

第三者の三人称映像を用いた今回の研究では、固視課題との比較において、「一定でないリズム」課題は、左上前頭回のBA6・前運動野:補足運動野及びその近傍部と左中前頭回のBA6近傍部の活動が増加し、「一定なりズム」課題は、左内側前頭回のBA6・前運動野:補足運動野及びその近傍部の活動が増加した。また、「一定でないリズム」課題を見ながら運動課題を行った場合、「一定なりズム」課題を行った場合と比較して、右下頭頂小葉のBA40・縁上回の活動が増加した。

1. 「一定でないリズム」課題について

「一定でないリズム」課題において、左上前頭回のBA6・前運動野:補足運動野及びその近傍部と左中前頭回のBA6近傍部の活動が増加した。この賦活部位は、左運動野と左上前頭回は左補足運動野、左中前頭回は左運動前野と考える。

我々の一人称を用いた研究でも「一定でないリズム」課題群において左中前頭回に隣接する左BA6が賦活した¹¹⁾。運動前野背側部は、動作のプランニング情報を統合する¹⁵⁾。今回の研究においても、「一定でないリズム」課題遂行のため、賦活したと考える。

2. 「一定なりズム」課題について

「一定なりズム」課題において、左内側前頭回のBA6・前運動野:補足運動野及びその近傍部の活動が増加した。この賦活部位は、左運動野と左内側前頭回は左補足運動野と考える。

Rolandは、補足運動野は運動のイメージの生成に働くと報告している¹⁶⁾。また、補足運動野は、順序動作に関与し、ムシモールで神経活動を抑制

した場合に順序動作の実行が抑制されることが報告されている¹⁷⁾。今回の研究においても、「一定なりズム」課題遂行のため、賦活したと考える。

3. 「一定でないリズム」課題と「一定なりズム」課題の比較について

両側の運動前野と右下頭頂葉は、時間情報の符号化に関連する。Raolは、時間間隔の長短を判断する課題において、基準となる時間間隔での課題で両側運動前野と右下頭頂葉が賦活することを示した¹⁸⁾。今回の我々の研究でも、「一定でないリズム」課題は運動前野が賦活し、「一定でないリズム」課題は、「一定なりズム」課題と比較し、右下頭頂小葉が賦活した。

Desmurgetが行った頭頂葉の角回、縁上回と運動前野に対する電気刺激の研究では、実際の筋活動はないものの、右半球の頭頂葉刺激では対側の手、腕、足を動かす意思や欲求の誘発、左半球の頭頂葉刺激では唇の動きや話したい意思や欲求が誘発された¹⁹⁾。

Farrerは、右下頭頂小葉は、自己運動と視覚的フィードバックの不一致により賦活するとしている²⁰⁾。下頭頂小葉とは、縁上回と角回を含む両回のことである。今回の研究においても、第三者の「一定でないリズム」課題において、模倣による視覚的フィードバックと固有受容感覚フィードバックの不一致が影響した可能性がある。

一方、繰り返し同一時間長の刺激が与えられた場合、異なる時間長の刺激が与えられた場合と比較して、右縁上回の賦活強度減弱が報告されている¹³⁾。今回の研究では、「一定でないリズム」課題により右縁上回が賦活したため、この研究を支持すると考える。

また、経頭蓋磁気刺激による報告においても、縁上回の障害は、時間推定の障害となる可能性が示唆されている²¹⁾。

今回の研究においても、右縁上回は、運動に関するリズム形成に関与したと考える。

4. 今回の研究のリハビリテーションへの応用について

第三者の三人称イメージ課題を用いた場合、第三者の「一定でないリズム」課題は、第三者の「一定なりズム」課題と比較して、右縁上回が賦活した。

第三者の三人称イメージ課題とは、対座したセラピストを模倣することを想定したものである。

リズム形成に関して、大脳基底核や小脳が関与する報告は散見するが^{2) 3) 4) 5)}、右縁上回が関与するとの報告は少ない。しかし、リズム生成は歩行に関して重要な役割を果たす。したがって、大脳基底核や小脳の障害に対しリズム形成を補足する課題として「一定でないリズム」課題と「一定なりズム」課題を組みあわせて運動課題を行うことで、縁上回を賦活することにより効果的な歩行のリハビリテーションの準備を行うことが可能と考える。また、右縁上回に対する障害に関しても「一定でないリズム」課題と「一定なりズム」課題を組みあわせて運動課題を行うことによって有効なりハビリテーションを行うことが可能と考える。

今後さらに検討を加え多様な側面から研究することが必要である。

結語

第三者の三人称イメージ課題を用いた場合、第三者の「一定でないリズム」課題は、第三者の「一定なりズム」課題と比較して、右縁上回が賦活した。対座する治療者を模倣する場合、「一定でないリズム」課題と「一定なりズム」課題を組み合わせることでリズムの形成に有効なりハビリテーションを行い効率的な歩行の獲得を得る可能性が示唆された。

文献

1) Yue G, Cole KJ.: Strength increase from the motor program : comparison of training with maximal voluntary and imagined muscle

contractions. *J Neurophysiol* 67: 1114-1123; 1992.

- 2) Lewis PA, Wing AM, Pope PA, Praamstra P, Miall RC.: Brain activity correlates differentially with increasing temporal complexity of rhythms during initialisation, synchronisation, and continuation phases of paced finger tapping. *Neuropsychologia* 42:1301-1312; 2004.
- 3) Lange KW, Tucha O, Steup A, Gsell W, Naumann M.: Subjective time estimation in Parkinson's disease. *J Neural Transm Suppl.* 46,433-8,1995.
- 4) Manon Grube, Freya E Cooper, Patrick F Chinnery, Timothy D Griffiths.: Dissociation of duration-based and beat-based auditory timing in cerebellar degeneration. *Proc Natl Acad Sci USA* 107: 11597-11601, 2010.
- 5) Sundeeep Teki, Manon Grube, Sukhbinder Kumar and Timothy D. Griffiths.: Distinct neural substrates of duration-based and beat-based auditory timing. *J Neurosci* 312 3805-3812, 2011.
- 6) Patelet AD, Iversen JR, Chen Y, Repp BH. : The influence of metricality and modality on synchronization with a beat. *Exp Brain Res* 163: 226-238; 2005.
- 7) Grillner S.: Control of locomotion in bipeds, tetrapods, and fish. In *Handbook of Physiology. vol. II, The Nervous System, Motor Control* Bethesda, Am. Physiol. Soc.:1179-1236; 1981.
- 8) Armstrong DM, et al: The supraspinal control of mammalian locomotion. *J. Physiol.* 405: 1-37; 1988.
- 9) Nielsen JB. : How we walk: central control of muscle activity during human walking. *Neuroscientist.* 9 (3) : 195-204; 2003.
- 10) Yang JF, Gorassini M.: Spinal and brain control of human walking: implications for retraining of walking. *Neuroscientist.* 12 (5) :379-389; 2006.

- 11) 牧野 均, 生駒一憲: 一人称イメージを用いた「一定でないリズム」と「一定リズム」の脳活動の相違についてーリズムに関するBA46: ワーキングメモリの左右差に関するfMRI研究ー. 北海道文教大学研究紀要, 42: 13-27, 2018.
- 12) 牧野 均, 生駒一憲: 3人称イメージを用いた「一定リズム」と「一定でないリズム」の足趾の模倣運動を行った場合の脳活動部位の相違に関してー fMRI を用いた研究ー. 北海道文教大学研究紀要, 38: 22-61, 2014.
- 13) Hayashi MJ, Ditye T, Harada T, Hashiguchi M: Time Adaptation Shows Duration Selectivity in the Human Parietal Cortex. PLOS Biology PLoS Biol. 2015 November 4; 13 (11) : 2015
- 14) Talairach Daemon, Research Imaging Institute of the University of Texas Health Science Center San Antonio, <http://www.talairach.org/index.html> (参照 2019-07-31)
- 15) Hoshi E, Tanji J: Integration of target and body-part information in the premotor cortex when planning action. Nature 408:466-470; 2000.
- 16) Roland PE, Larsen B, Lassen NA, Skinhøj E. : Supplementary motor area and other cortical areas in organization of voluntary movements in man. J. Neurophysiol, 43:118-136. 1980.
- 17) Tanji, j.: Sequential organization of multiple movements: involvement of cortical motor areas. Annual review of neuroscience, 24, 631-51. 2001.
- 18) Rao SM, Mayer AR, Harrington DL.: The evolution of brain activation during temporal processing. Nature Neurosci 4:317-323; 2001.
- 19) Desmurget M, Reilly KT, Richard N, Szathmari A, Mottolese C, Sirigu A.: Movement intention after parietal cortex stimulation in humans. Science, 324: 811-813, 2009.
- 20) Farrer, C., Franck, N., Georgieff, N., Frith, C.D., Decety, J. and Jeannerod, M.: Modulating the experience of agency: a positron emission tomography study. Neuroimage 18: 324-333. 2003.
- 21) Wiener M, Hamilton R, Turkeltaub P, Matell MS, Coslett HB. Fast forward: supramarginal gyrus stimulation alters time measurement. J Cogn Neurosci.; 22 (1) :23-31.2010.

Comparison Between “Irregular Rhythmic Movements” and “Regular Rhythmic Movements” Cortical Activation during Motor Imagery Using Third-Person Perspective Imagery:

An fMRI Study on the Difference Between Right Supramarginal Gyrus Relating to Rhythms

MAKINO Hitoshi and IKOMA Katsunori

Abstract: We are performing rehabilitation for patients using motor imagery. There are two main modes of motor imagery: first-person perspective imagery (1PPI: Kinesthetic motor imagery) and third-person perspective imagery (3PPI: Visual motor imagery). The purpose of this study is to determine the cortical representations in "irregular rhythmic" and "regular rhythmic" leg movements during motor imagery with toe movements in healthy persons using 3PPI. Sixteen healthy subjects with right-dominant legs, participated in the study after signing consent forms. fMRI of 1.5T was used to map cortical representations associated with motor tasks of the right toes. In these tasks, subjects watched video clips depicting simple 3PPI actions of toes and were required to imitate the same movements. This process was done three times, once after subjects watched someone else's leg "irregular rhythmic movements" and one more time after they watched someone else's leg "regular rhythmic movements" and they did fixation. The "irregular rhythmic movements" task, compared with the fixation task, showed an increased activation in near the left BA6 in the superior frontal gyrus (premotor area: supplementary motor area) and its vicinity, near the left BA6 in the middle frontal gyrus. The "regular rhythmic movements" task, compared with the fixation task, showed an increased activation in near the left BA6 in the medial frontal gyrus (premotor area: supplementary motor area) and its vicinity. The "irregular rhythmic movements" task, while imitating toe movements for themselves, compared with the "regular rhythmic movements" task, showed an increased activation in the right BA40. This study suggests that right BA40 is involved in rhythm formation. It is thought that it is possible to prepare for effective rehabilitation of walking by activating BA40 by combining the "irregular rhythmic movements" task and the "regular rhythmic movements" task as tasks that complement rhythm formation.