

ディスクの回転による触覚の錯覚現象について(3)

—回転手と支持手の効果の分離—

今井 章・Y. ロセッティ・P. レヴォル

キーワード：錯触，ディスク回転，回転手の効果，支持手の効果

AN EXAMINATION OF HAPTIC ILLUSION BY DISK-ROTATION III: SEPARATION OF EFFECTS OF ROTATING HAND AND HOLDING HAND

Akira IMAI¹, Yves ROSSETTI^{2,3}, Patrice REVOL³

¹Department of Psychology, Faculty of Arts, Shinshu University

²Medical School, Université Claude Bernard Lyon

³Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon (CRNL)

Key words: haptic illusion, disk-rotation, effect of rotating hand, effect of holding hand

問 題

これまで我々は、Cormack (1973) によって報告された、コインを両手で回転させることによって、コインの大きさが増大して感じられるという触覚における錯覚（以下、錯触と記す）が、身近な刺激を単純に回転させるだけで知覚することのできる興味深い現象であることに注目し、この錯触についての検討を試みてきた（今井・ロセッティ・レヴォル，2017，2018）。なぜなら、幾何学的錯視図形などを立体的に構成した触覚刺激が、その錯視的現象と同様な錯触を引き起こすことが知られており（Ballesteros, Mayas, Manuel-Reales, Heller, 2012; Casla, Blanco, & Travieso, 1999; Chan, 1995; Frisby & Davies, 1971; Gallace, Auvray, & Spence, 2007; Gentaz, Camos, Hatwell, & Annie-Yvonne, 2004; Gentaz & Hatwell, 2004; Heller, McCarthy, Schultz, Greene, Shanley, Clark, Skoczylas, & Prociuk, 2005; Landwehr, 2014; Landwehr, 2015; Mancini, Bricolo, & Vallar, 2010; Millar & Al-Attar, 2002; Watson & French, 1966; Wong, 1977），このことが錯視と錯触との成立に関わるメカニズムに共通した基盤があることを示唆（Day, 1990; Wong, 1975）している点で注目されるからである。

ところが、Cormack (1973) が報告した錯触（以下、Cormack 錯触と記す）についての検

討は、Cormack の報告を追試した渡辺の 3 つの検討（渡辺, 1980, 1995 ; Watanabe, 1998）以外には認められておらず、組織的な検討が十分になされているわけではなく、未だにこの触錯の成立背景については明らかになっていない。

上記のようなことから我々は、まず、この Cormack 錯触が再現の容易な頑健な現象として認められるかどうかを改めて検討した（今井他, 2017）。その結果、Cormack（1973）や渡辺（渡辺, 1980, 1995 ; Watanabe, 1998）の報告と同様に、ディスクの回転によってディスクの大きさが増大するという錯触が認められ、さらに、直径の増加に伴う錯触量の増大などの結果が得られ、Cormack 錯触の現象としての頑健さを確認した。

次に、ディスクを回転させる手に生ずる錯覚的效果について検討を行った（今井他, 2018）。Cormack 錯触を知覚するためには通常、ディスクを一方の手（以下、支持手と記す）の人差し指と親指で直径を軸にして支え、もう一方の手（以下、回転手と記す）の人差し指と親指で、支持手の軸に垂直な方向にディスクを回転させる。この手続きによってディスクを回転させ続けると、数秒後から回転手の方向にディスクが伸びて感じられる錯覚が知覚される、というのが Cormack 錯触である。したがって、Cormack 錯触には支持手と回転手に関わる錯覚的效果が統合されて生じていると考えられるが、この効果の完全な分離については、Cormack（1973）や渡辺（渡辺, 1980, 1995 ; Watanabe, 1998）も成功していない。

そこで、我々（今井他, 2018）は、両手でディスクを回転させるのではなく、片手のみの回転で Cormack の錯触が生起するのかを特殊な器具を製作して検討した。その際、まず、支持手を使わず、回転手のみのディスク回転で錯触が起こるかどうかが調べた。その結果、通常の Cormack 錯触は生起せず、回転手の効果は少ないことが示唆された。しかしながら、支持手のみで回転するディスクを保持した場合、通常の Cormack 錯触が生起するのかどうかは確認できておらず、この触錯に寄与している回転手の効果がどの程度なのかについての確信的な結論を得るには至らなかった。

本研究では、これまでと同様、ディスク回転による錯触について引き続き調べることを目的としたが、今井他（2018）で検討した回転手の効果の検討に加えて、支持手が受けるディスクの回転を、回転手ではなく他の装置から他律的に実現することで、支持手の効果も検討することを目的とした。

方 法

実験参加者 矯正を含め視力が健常な大学生 4 名（男性 1 名、平均 20.5 歳）が実験に参加した。本人の申告により、全員が右利きであった。なお、いずれの参加者もこの錯触についての知識は有しておらず、このような実験に参加することは初めてであった。

刺激と実験器具 これまでの報告（今井他, 2017, 2018）との比較のため、両手でディスクを回転させて錯覚量を測定する 2 手条件（通常および分離）と、支持手、回転手の片方ずつ測定する 1 手条件を設定した。2 手条件（通常）で使用するディスクは、直径 30 mm, 39 mm で厚さが 3 mm の灰色プラスチック製のものであった。また、練習用刺激として 2 ユーロ硬貨（直径 25.75 mm, 厚さ 2.2 mm）を使用した。さらに、この錯触を最初にデモンストレーションとして体験してもらうための刺激として、1 ユーロ硬貨（直径 23.25 mm, 厚さ 2.33 mm）を使用した。

さらに、今回、ディスクを回転手、支持手とで別々に回転させるための装置を用意した。回転手のみでディスクを回転させる器具は、今井他（2018）で用いた器具と同一のものであり、厚さ 3 mm のディスクの直径軸を上下の針で支え、回転手で容易に回せるように作成されていた。この器具による刺激は、2 手条件（分離）と 1 手条件における回転手のみでの測定で用いられた。

一方、支持手については、取り付けたディスク刺激が自動で回転するように、ステッピングモータ（Plexmotion 製 SSA-PR-4202）の先端部に取り付けたギアから、同一方向に支持軸が回転する装置を自作した（Figure 1）。この装置は、ファンクションジェネレーター（GW Instek 製 AFG-2005）から送出される信号により、任意に周波数を変えて回転数を変化させられるよう設定されていた。取り付けられるディスクの直径軸の大きさには限界があるため今回、直径 39 mm 相当のディスクと同様な刺激を取り付けた。この装置による刺激は、2 手条件（分離）と 1 手条件における支持手のみでの測定で用いられた。



Figure 1 A photo of experimental devices for rotating (behind) and holding (front) hands. The disk on the device for holding hand is rotated by stepping motor, and the stepping motor is controlled by a function generator (which is not shown in this figure). The device for rotating hand is the same as used in Imai et al. (2018).

錯触量を評定させるために、2 種類のマッチング用刺激を用意した。1 枚目は、今井他（2017）で用いたマッチング用刺激と同様であり、A 4 サイズの用紙に 30 mm の真円、および真円の直径軸が 3 mm ずつ水平方向に増えていく横長の図形を 11 種類、描いたものに順に 0 番から 11 番まで割り付けた評定用紙であった（評定用紙 A）。2 枚目は、今井他（2018）で回転手のみの評定を求めるために用いたマッチング用刺激と同様であり、やはり、A 4 サイズの用紙に様々なサイズの真円を 1 番から 15 番まで描いた評定用紙とした（評定用紙 B）。この評定用紙 B の 1 番の真円の直径は 18 mm とし、7 番（直径 30 mm）までは直径を 2 mm

ステップずつ大きく描いた。8番（直径33 mm）からは3 mm ステップずつ大きく12番（直径45 mm）まで、13番（直径50 mm）からは5 mm ステップずつ大きく15番（直径60 mm）まで真円を描いて配置した。これらの評定用紙は、当該の評定用紙を使用する時に、参加者の目の前の机上に配置した。

手続 参加者には、まず、両手を使ってディスクを回転させることによって知覚される錯触について説明し、実際に1ユーロ硬貨を用いてその錯触を30秒ほどの回転時間で確認させた。次に、2ユーロ硬貨を用いて、通常の手続きにより練習として1試行を行った。その後、直径30 mm と39 mm のディスクを用いて2手条件を1試行ずつ行った。この練習と2手条件では今井他（2017）と同様に、Cormack（1973）が最初に行った実験のような手続きで錯触量を測定した。すなわち、参加者には実験者の開始合図と同時に硬貨／ディスクを非利き手で保持し、利き手で硬貨を回転させた。その際、参加者は机の下に手を置き、手元が見えないようにして回転を行った。参加者は自分のペースで硬貨／ディスクを回転させながら、5秒ごとに鳴らされる電子メトロノーム音に合わせて、右手と左手との両手で感じられる硬貨／ディスクの直径の大きさ比に最も近い図形を、目のマッキング用評定用紙Aの図中から選んでその番号を口頭で返答した。回転は1分間続けられ、したがって1試行で12回、感じられた大きさの変化を声にして回答した。

この後、参加者には、支持手と回転手とが別々に刺激として提示された場合に、この錯触が知覚できるかどうかを検討するという実験目的を告げ、支持手用のディスクと回転手用のディスクが取り付けられた器具を見せながら、以下のような教示を行った。すなわち、支持手は、装置が自動で回転させるディスクの直径軸に相当する部分を軽く保持すること、もう一方の回転手では、もう一つの器具に取り付けられたディスクを回転させること、回転手で回すテンポは、自動で回転するディスクの回転になるべく合わせるようにすること、であった。この条件で用いるディスクは39 mm のみとし、錯触の評定は2手条件と同様とした（2手分離条件）。

次に1手条件で錯覚の測定を行った。この条件では、支持手、回転手別に錯触の測定を行うため、2手条件とは異なるマッキング用評定用紙Bを用いた。ここでは、一方の手のみを使用するため、2手条件で求めた「右手と左手との両手で感じられる硬貨／ディスクの直径の大きさ比」を求めることができないため、試行の前に、器具に取り付けられたディスクをそれぞれの手で触って確認し、感じられるディスクの大きさを眼前の評定用紙の番号から最初選ばせ、その大きさを基準にしながら、その後の回転による変化を回答するよう教示した。回転器具は机下の物入れ部に固定し、ディスクを回転させる場合には参加者に手元が見えないようにした。

結 果

2手条件では、マッキング用評定用紙につけられた0から11までの番号を10倍したものが、実際の真円直径に対する拡大率に相当するため、それをそのまま錯触量とした。1手条件では、試行前に参加者に評定させた回転前のディスク番号の実測値を基準値D1（mm）とし、試行中に回答された図番号のディスク直径値（D2）との差分を分子とし、基準値を

分母とした百分率を計算して、錯触量 (39H, 39R) (%) = $((D2 - D1) / D1 \times 100)$ を求めた。この1手条件の場合、回転によってディスクの大きさの感じられ方が、必ずしも大きい方向への変化のみというわけではないため、負の測定値も出現していた。すなわち、負の数値の場合は、ディスクが過小に感じられていたことを示している。

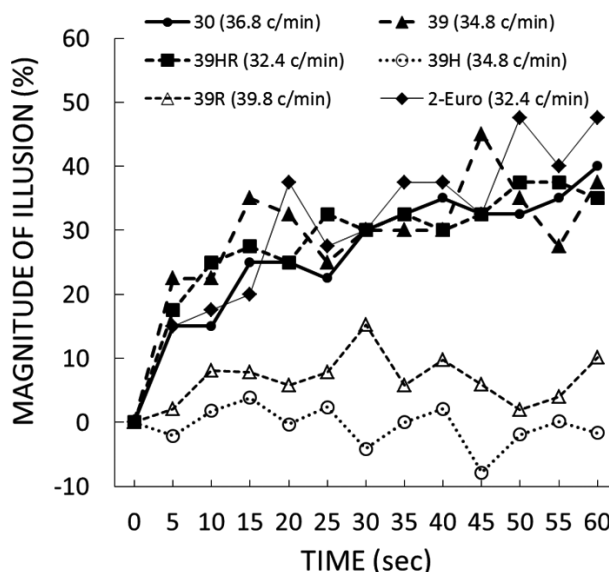


Figure 2 Growth of the illusion shown by the percentage of the increased size of disk diameter. (n=4). 30, disk of diameter 30 mm; 39, 39 mm; 39HR, obtained in the condition that the participants grasp two disks separately with his/her holding hand and rotating hand; 39H, obtained in the condition that the participants hold one disk with holding hand; 39R, one disk with rotating hand. The figure also shows the illusion obtained in a practice trial using 2-Euro. Note number in parentheses in the figure is a mean rotation rate.

Figure 2 には、2手条件および1種条件で得られた平均錯触量の変動が示してある。図にみられるように、2手条件で行った2ユーロ硬貨や30 mm 他のディスクに対する錯触量の変動と、回転手及び支持手のみで行った1手条件における錯触量の変動とは、明らかに異なっている。すなわち、2種条件で行った1硬貨と3ディスクに対する錯触量はほぼ同等な程度に、また、時間の経過とともに順調に増大しており、Cormack (1973) や今井他 (2017, 2018) と同様な傾向を示していることがわかる。それに対して、1手条件で行った39 mm のディスク (39H, 39R) においては、時間経過に伴う錯触量の発達が明確ではない。特に、1手条件における支持手の錯触量 (39H) は、全く発達しておらず、むしろ減少傾向にあるように見える。2要因の分散分析を行ったところ、ディスクの主効果 ($F(5, 15) = 11.68, p < .0001$) と時間の主効果 ($F(11, 33) = 2.01, p < .05$) が有意であったが、交互作用は有意とはならなかった ($F(55, 165) = 1.25, p = .15$)。多重比較の結果、2

手条件で行った4種の刺激に対する錯触量は、1手条件における錯触量より有意に大きかった。1手条件内での錯触量には有意差は認められなかった。時間の主効果は、5秒後の錯触量が60秒後の錯触量より有意に増大していたこととして示された。

以上のことから、2手条件と1手条件では、錯触量が異なることが明らかになった。しかし、錯触量の評価はその手続きにおいて、2手での“感じられるディスク直径の比”として回答させるため元来、2手それぞれにおける錯触量を合成したものと考えられる。そこで、1手条件における支持手(39H)における評価されたディスクの実測値($D2 = 39H$)と、回転手(39R)における評価されたディスクの実測値($D2 = 39R$)とを用いて、以下のような変換式を適用して、2手条件に相当すると考えられる錯触量を百分率として推定した。すなわち、 $39E(\%) = (D2 = 39R - D2 = 39H) / (D2 = 39H) \times 100$ である。この39Eを、2手条件における39 mmのディスクに対する反応とともに示したものがFigure 3である。この図においては、合成された錯触量が、通常の2手条件ほどではないにしても、増大していく傾向がみられる。他の6条件も含めた2要因の分散分析を行ったところ、ディスクの主効果($F(6, 18) = 11.43, p < .0001$)と時間の主効果($F(11, 33) = 2.26, p < .05$)が有意となり、交互作用($F(66, 198) = 1.29, p = .094$)が有意傾向となった。多重比較の結果、2手条件で行った4種の刺激に対する錯触量は、合成された錯触量も含めて1手条件における錯触量より有意に大きかった。1手条件内での錯触量には有意差は認められなかった。時間の主効果は、5秒後の錯触量が60秒後の錯触量よりも有意に増大していたことに現れた。交互作用については、すべての時間帯でディスクの単純主効果が有意傾向であり、30 mmのディスクと2ユーロ硬貨に対する錯触量のみ時間に単純主効果が有意傾向と

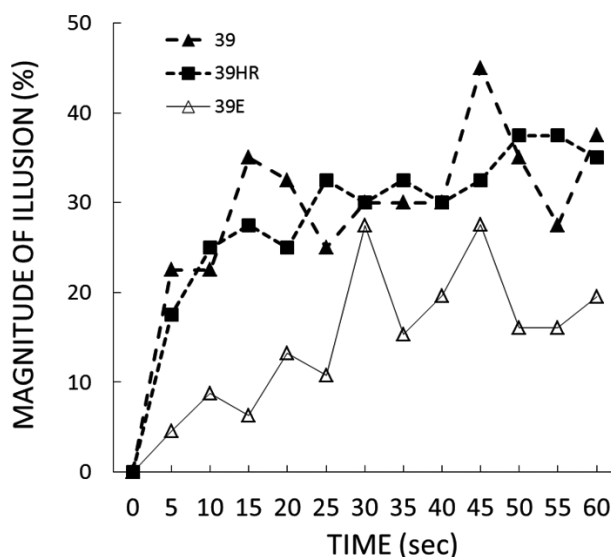


Figure 3 Growth of the illusion shown by the percentage of the increased size of disk diameter. 39E, estimated magnitude of illusion obtained by the following formula; $39E(\%) = (39R - 39H) / 39H \times 100$. The other conventions are the same as in Figure 2.

なっていた。

考 察

本研究では、今井他（2017, 2018）に引き続き、Cormack（1973）が報告した、ディスクを両手で回転させることによる錯触現象について検討した。今井他（2017）では、Cormack 錯触が頑健な現象として認められるかを検討した。その結果、Cormack が用いた実際にアメリカで使用されているペニーやポーカーチップなど以外のディスクを用いても、ほぼ同様な錯触が得られることが明らかとなり、Cormack 錯触は頑健な現象として出現することを確認した。さらに、今井他（2018）では、両手を用いるこの錯触が、片手のみでも認められるかを検討するため、まず、回転手のみでディスクを回転させる条件において検討を行った。その結果、Cormack や今井他（2017）とは異なり、回転時間の経過とともにディスク直径が増大する傾向が認められず、さらに、ディスク直径が増大することによって錯触量が増加するという傾向についても明確な結果が得られなかった。したがって、この条件では回転手の効果が明確には認められないように考えられたが、支持手のみの条件を検討しておらず、一義的な結論を導くことができなかった。

そこで、本研究では、新たに支持手のみの条件を検討するため、ディスクがあたかも自立的かつ自動的に回転する装置を作成し、支持手の効果と回転手の効果を分離して検討することにした。その結果、回転手の効果による錯触量の変化は、今井他（2018）と同様、あまり明確に認められなかったが、支持手のみの条件では、錯触量がむしろ減少する傾向が示唆された。さらに、支持手による錯触量と、回転手による錯触量とを合成した推定値としての錯触量は、通常条件ほどとはならなかったものの、回転手のみの条件よりも錯触量の増加傾向が認められるかのように変化した。以下において、本研究結果を、これまでの検討との比較から考察してみたい。

本研究では、まず、Cormack（1973）が行った実験と同様な手続きにおいて、それぞれの参加者にこの錯触が生起するかどうか、また、そこで得られた錯触量が、これまでの検討と比較できうるかを30 mm, 39 mm, および2ユーロ硬貨を用いて調べた。その後に支持手と回転手とで別々にディスクを回転させるための機器を使用し、39 mm ディスク相当の刺激を用いて“通常”の手続きにおいて錯触量を求めた。その結果、39 mm のディスクを支持手と回転手とで別々のディスクを触りながら評定をさせた条件における錯触量は、通常の手続きにおける錯触量とほぼ同じであった（Figure 2 参照）。したがって、この器具を用いてCormack 錯触検討することは妥当と考えられる。そこで、さらに、支持手と回転手について、それぞれの器具を単独で用いた1手条件において錯触量を求めたところ、支持手については錯触量の減少が、回転手については錯触量の増加傾向が認められた。さらに、1手条件における評定値から、それらを合成した推定錯触量を求めたところ、より時間経過に伴う錯触量の増加傾向が示された（Figure 3 参照）。ただし、以上の傾向は、統計的には確証が得られておらず、今後さらにデータを集積していくことで、より明確な結論を得ることができると考えられる。

また、錯触量の測定方法は、2手条件と1手条件とで異なっていたが、2つの評定方法の

違いが錯触量に及ぼす変化については今回、明らかにできなかった。Cormack 錯触は元来、両手を使用して得られる錯触として報告されており、Cormack (1973) においても、また渡辺 (1980, 1995, Watanabe, 1998) においても、支持手のみ、あるいは回転手のみ、という条件は検討されていない。本研究では、2 手条件では Cormack が使用した偏長 (oblong) 型の横に伸びたマッチング用図形を用いており、1 手条件では真円を描いたマッチング用図形を用いた。もし、2 手条件における錯触量が、1 手条件における支持手、および回転手から得られた錯触量から同等な程度に推測できるのであれば、両評定の差異は結果に大きな影響を与えているとは考えられない。この観点で Figure 3 をみると、1 手条件でおこなった 39 mm ディスクに対する支持手と回転手とで別に求めた評定値から推定した錯触量の変動は、2 手条件における錯触量と同等にはなっていないものの、錯触が増大していく様子がより明確にはなっている。もし、1 手条件における推定値が量的にも 2 手条件と同等になるとすれば、両手に感じられるディスクの比としての錯触量と、片手ずつの錯触量とは手続きとしても分離できることになる。この点についても今後、さらに検討を進める必要がある。

今井他 (2018) では、回転手のみの効果を検討したが、そこで得られた 39 mm ディスクに対する錯触量 (平均 0.63%) は、本研究における回転手のみの 1 手条件における錯触量 (平均 7.04%) と比較すると、量的にはかなり小さかった。また今回、支持手のみの錯触量を求めたところ、その錯触量 (平均 -0.64%) は時間経過とともに増大しておらず、むしろ減少傾向になっていることを伺わせた。1 手条件における錯触量から求めた推定値は、より時間変動に伴う錯触量の増大に近づいたことから、支持手は緩やかにディスクが縮むように知覚され、回転手はむしろ急速にディスクの伸張が認められる可能性がある。もし、支持手と回転手における錯覚の増大傾向に違いが認められるのであれば、皮膚感覚における知覚の順応についての新たな示唆が得られる可能性も示唆される。したがって、今後さらに支持手と回転手との効果を別々に検討する必要がある。

付 記

本研究は、2015 年 10 月から半年間のサバティカル研修中に、第 1 著者がフランスのリヨン神経科学研究センターで、ロセッティ教授とその研究チームとの共同研究として行われた研究を帰国後、さらに同チームとの議論を経て発展させたものである。本研究で用いた刺激と回転手のための実験器具の作成について、V. Frédéric 技術師に謝意を表する。

引用文献

- Ballesteros, S., Mayas, J., Reales, J. M., & Heller, M. (2012). The effect of age on the haptic horizontal-vertical curvature illusion with raised-line shapes. *Developmental Neuropsychology*, 37, 653–667.
- Casla, M., Blanco, F., & Travieso, D. (1999). Haptic perception of geometric illusions by persons who are totally congenitally blind. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 93, 583–588.
- Chan, T. C. (1995). The effect of density and diameter on haptic perception of rod length. *Perception and*

- Psychophysics*, 57, 778–786.
- Cormack, R. H. (1973). Haptic illusion: apparent elongation of a disk rotated between the fingers. *Science*, 179, 590–592.
- Day, R. H. (1990). The Bourdon illusion in haptic space. *Perception and Psychophysics*, 47, 400–404.
- Frisby, J. P., & Davies, I. R. (1971). Is the haptic Müller-Lyer a visual phenomenon? *Nature*, 231, 463–465.
- Gallace, A., M. Auvray, M., & Spence, C. (2007). The modulation of haptic line bisection by a visual illusion and optokinetic stimulation. *Perception*, 36, 1003–1018.
- Gentaz, E., Camos, V., Hatwell, Y., & Annie-Yvonne, J. (2004). The visual and the haptic Müller-Lyer illusions: Correlation study. *Current Psychology Letters*, 13, 2–7.
- Gentaz, E., & Hatwell, Y. (2004). Geometrical haptic illusions: The role of exploration in the Müller-Lyer, vertical-horizontal, and Delboeuf illusions. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11, 31–40.
- Hammer, E. R. (1949). Temporal factors in figural after-effects. *The American Journal of Psychology*, 62, 337–354.
- Heller, M. A., McCarthy, M., Schultz, J., Greene, J., Shanley, M., Clark, A., Skoczylas, S., & Prociuk, J. (2005). The influence of exploration mode, orientation, and configuration on the haptic Müller-Lyer illusion. *Perception*, 34, 1475–1500.
- 今井章・Y. ロセッティ・P. レヴォル (2017). ディスクの回転による触覚の錯覚現象について—Cormack のコイン回転錯触の再考—信州大学人文科学論集, 4 (51), 85–91.
(Imai, A., Rossetti, Y., & Revol, P. (2017). An examination of illusion by disk-rotation: Cormack's coin-rotating haptic illusion revisited. *Shinshu Studies in Humanities*, 4(51), 85–91.)
- 今井章・Y. ロセッティ・P. レヴォル (2018). ディスクの回転による触覚の錯覚現象について(2)—回転手の効果の検討—信州大学人文科学論集, 5 (52), 41–49.
(Imai, A., Rossetti, Y., & Revol, P. (2018). An examination of illusion by disk-rotation II: Investigation of rotating hand. *Shinshu Studies in Humanities*, 5(52), 41–49.)
- Landwehr, K. (2014). Visual and visually mediated haptic illusions with Titchener's \perp . *Attention, Perception and Psychophysics*, 76, 1151–1159.
- Landwehr, K. (2015). Titchener's \perp dissected. *Attention, Perception and Psychophysics*, 77, 2145–2152.
- Mancini, F., Bricolo, E., & Vallar, G. (2010). Multisensory integration in the Müller-Lyer illusion: From vision to haptics. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63, 818–830.
- Millar, S., & Al-Attar, Z. (2002). The Müller-Lyer illusion in touch and vision: Implications for multisensory processes. *Perception and Psychophysics*, 64, 353–365.
- Singer, G., U., & Day, R. H. (1965). Temporal determinants of a kinesthetic aftereffect. *Journal of Experimental Psychology*, 69, 343–348.
- 渡辺功 (1980). 回転円盤の触的錯覚に及ぼす要因の分析 心理学研究, 51, 45–48.
(Watanabe, I. (1980). An analysis of the factors affecting haptic illusion of a rotated disk. *Japanese Journal of Psychology*, 51, 45–48.)
- 渡辺功 (1995). 回転円盤の触的錯覚に及ぼす時間要因の分析 心理学研究, 66, 199–204.
(Watanabe, I. (1995). Analysis of temporal factor affecting haptic illusion of a rotated disk. *Japanese Journal of Psychology*, 66, 199–204.)
- Watanabe, I. (1998). What determines tactile illusion of a rotated disk. *Psychologia: An International Journal of Psychological Sciences*, 41, 183–188.
- Watson, A., & French, C. (1966). Müller-Lyer haptic illusion and a confusion theory explanation. *Nature*, 209, 942–942.

- Wong, T. S. (1975). The respective role of limb and eye movements in the haptic and visual Müller-Lyer illusion. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 27, 659–666.
- Wong, T. S. (1977). Dynamic properties of radial and tangential movements as determinants of the haptic horizontal-vertical illusion with an "L" figure. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, 151-164.

AN EXAMINATION OF HAPTIC ILLUSION BY DISK-ROTATION III: SEPARATION OF EFFECTS OF ROTATING HAND AND HOLDING HAND

Akira IMAI¹, Yves ROSSETTI^{2,3}, Patrice REVOL³

¹Department of Psychology, Faculty of Arts, Shinshu University

²Medical School, Université Claude Bernard Lyon

³Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon (CRNL)

ABSTRACT

Cormack (1973) reported the haptic illusion that a disk or coin turned end over end between thumb and forefinger feels longer to the turning hand with using both hands. Thus this illusion may be occurred by interactive effects between rotating hand and holding hand. We examined this "disk-rotating" illusion by being separated effects of both hands with preparing special devices which allows participant to turn and hold two disks dividedly. Four naive participants examined a disk, and rotated it for one minute by the way of a) using both hands ordinarily, b) using both hands but turned and held two different disks separately, and c) using one hand for only turning, or only holding. The magnitude of illusion grew comparatively to the Cormack and ours (Imai et al., 2017, 2018) for the a) and b) condition, but for the c) the growth of illusion was not shown clearly. However, if we reproduced the estimated illusion using the magnitude of illusion obtained for "one-hand" condition, this estimation might show moderate illusion growing gradually. It suggests that the rotation by turning hand might activate rapid adaptation process involved in the illusion, while holding hand could be concerned into the slow adaptation process, thus both processes may contribute to this illusion.

Key words: haptic illusion, disk-rotation, effect of rotating hand, effect of holding hand

(2018年10月31, 12月4日掲載承認)