

## 心的回転における学習効果の回転方向依存性に関する心理学的研究

寺田 春菜

私たちは目の前にないものでも頭の中に想像することができ、さらにその思い浮かべたものに対して動かしたり変形したりするなどの操作を加えることができる。頭の中でイメージ操作を行うことは、視覚情報処理と似ている部分もあるが、異なる点も多くある。イメージ操作はワーキングメモリが関与していると考えられており、ワーキングメモリでは物体の特徴は統合された形で保持されると示されている (Luck ら,1997)。ところで、頭の中で物体に行う操作の中でもとくに回転することを心的回転またはメンタルローテーションと呼ぶ。メンタルローテーションに関しては様々な研究が行われてきており、徐々にその性質が明らかになってきている。まず、回転する角度が大きくなるほど回転操作にかかる時間が増加する性質があること (Shepard ら,1971) がわかっており、さらに物理過程のような中間状態が存在することも示され (Cooper ら,1973)、メンタルローテーションは連続的な操作であると考えられている。また、メンタルローテーションを繰り返し行うことで操作が上達することも示されている (Bethell-Fox ら,1988)。なお、この学習効果には図形依存性があり、繰り返しメンタルローテーションを行った図形に強くみられる。

メンタルローテーションの学習効果について、川谷 (2010) は回転方向依存性、色による影響について検討した。そこでは、メンタルローテーションの学習効果には回転方向依存性はなく、また学習図形を着色することで学習効果が影響を受けると結論づけられた。しかし、川谷の回転方向依存性に関する実験結果では学習効果がみられるはずの条件において学習効果が弱まっていた。さらに学習方向と非学習方向、学習図形と新規図形をブロックで混合していたため、これらを混合することによる影響があった可能性も考えられる。この結果から回転方向依存性の有無を判断することは難しく、再検討が必要である。また色による学習効果への影響については、なぜ色が影響するのかはわからなかったため、これについて詳しく調べる必要がある。

そこで、本研究では学習効果の回転方向依存性について認知心理実験を実施し検証した。また川谷とは異なる図形の着色方法を用いて、メンタルローテーションの学習効果における色の影響についても検討した。そして、これらを通してメンタルローテーションのメカニズム解明の手がかりを得たいと考えた。

実験中の1試行の流れを図1に示す。まず実験参加者に図形を覚えてもらい、それを指示した回転角度どおりに回転し、その図形と回転後に表示される図形との異同判断を行ってもらった。このとき回転操作を行う時間を回転時間、判断を行う時間を判定時間として計測した。なお判定に要した時間が1秒を超えた場合は警告画面を表示し、実験参加者には判定は素早く行うよう指示した。これにより判定時間中に回転操作を行うことを難しくし、測定した回転時間の信頼性を高めた。刺激には灰色の図形を用いた。学習では一定方向へ一定の図形の回転操作を繰り返し行ってもらった。その後、学習効果の様々な性質を調べるため、回転方向依存性を調べる非学習方向回転ブロック、図形依存性を調べる非学習図形ブロック、学習図形と非学習図形を混合することによる影響を調べる図形混合ブロック、学習方向と非学習方向を混合することによる影響を調べる両方向回転ブロック、多色で着色することによる影響を調べる多色着色ブロック、着色の仕方に

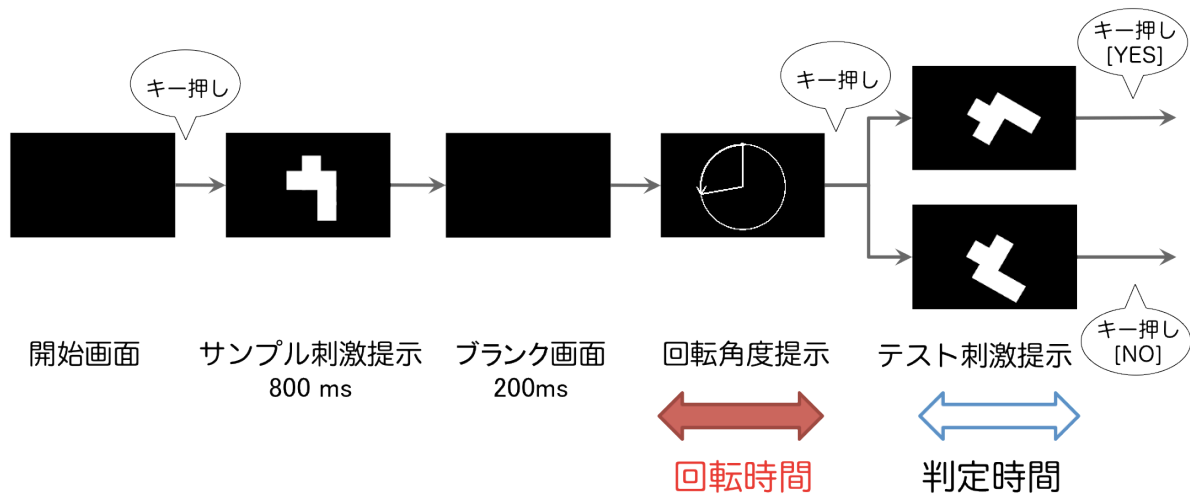


図 1 実験の手続き

よる影響を調べる 2 色着色ブロックを実施した。

まず学習を十分に行ったと考えられる時点で、非学習図形に対する回転操作を行い、メンタルローテーションの学習効果に図形依存性があることを確認した (図 2 (a))。また、学習図形と非学習図形を混合することによる学習効果への影響を調べるために実施した図形混合ブロックでは、学習図形に対する回転操作では学習効果がみられ、非学習図形に対する回転操作では回転時間が増加し回転方向が低下した (図 2 (b))。このことから、学習図形と非学習図形を混合しても学習効果に影響しないことが示唆される。

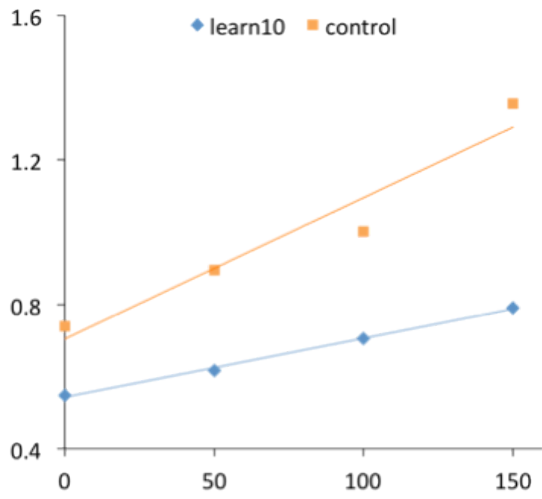
次に、回転方向依存性を調べるため、非学習方向への回転操作を行った。この非学習方向への回転操作では学習時より回転時間が増加し、回転率が低下した (図 2 (c))。したがって、学習効果には回転方向依存性があることが示唆される。また、学習方向への回転操作と非学習方向への回転操作を混合することによる影響を調べるため、両方向回転ブロックを実施した。この結果、学習方向への回転操作が非学習方向への回転操作と同程度まで回転時間が増加し、回転率が低下した (図 2 (d))。このことから、学習効果は学習方向と非学習方向を混合することにより学習方向への回転操作の学習効果に影響することが示唆された。学習図形と非学習図形を混合した場合には学習図形に対する学習効果は影響を受けなかった。そのため、同一ブロック内で両方向を混合したことに起因する現象である可能性が考えられる。

さらに、学習効果への色による影響を調べるため、2 種類の方法で着色した図形 (多色・2 色) を用いて回転操作を行った。この結果、着色方法に関わらず、着色した図形を用いた場合の回転率に有意な差はみられなかった (図 2 (e))。エラーレート増加率においても有意な差はみられなかった。したがって、学習効果は色による影響を受けないことが示唆された。

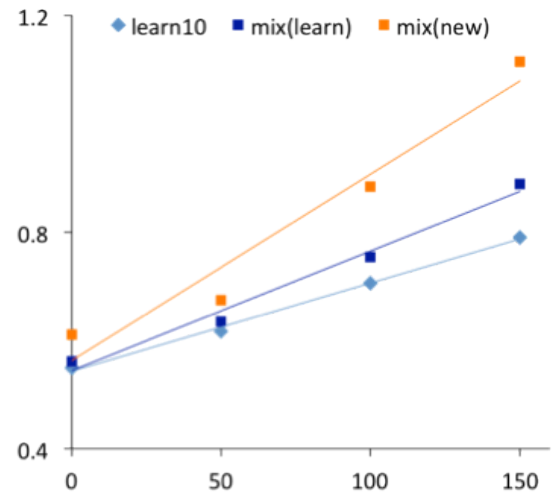
以上の結果から、川谷による先行研究の結果において、学習最終ブロックよりも学習後テストブロックにおいて同じ回転方向への回転操作が遅くなったのは、学習効果に回転方向依存性があること、同じブロック内で学習方向と非学習方向を混合したことが要因となったと考えられる。また、本研究では着色した場合には学習効果への影響はみられなかった。これは川谷とは異なる結果である。

ところで、メンタルローテーションの性質に関する先行研究として、『イメージ操作における色と形の統合に関する心理学的研究』(尾池, 2009)がある。これによると、メンタルローテーションにおいて色と形は統合して操作することも、別々に操作することもできることが示されている。本研究では実験手順を実験参加者に説明する際、色を考慮せず回転操作を行うよう指示した。その結果、着色した図形を用いた場合でも学習効果がみられ、色による影響はなかった。これは尾池の結果を支持するものである。しかし、川谷の結果は尾池の結果とは一致しない。このことから、川谷の実験では色以外のものが影響を及ぼしていた可能性が考えられる。

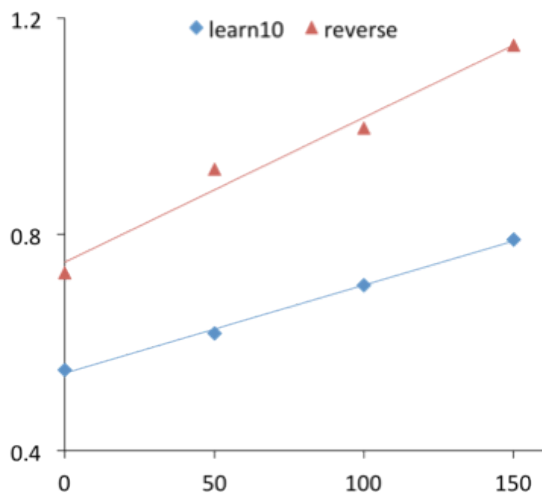
【 回転時間 (sec) 】



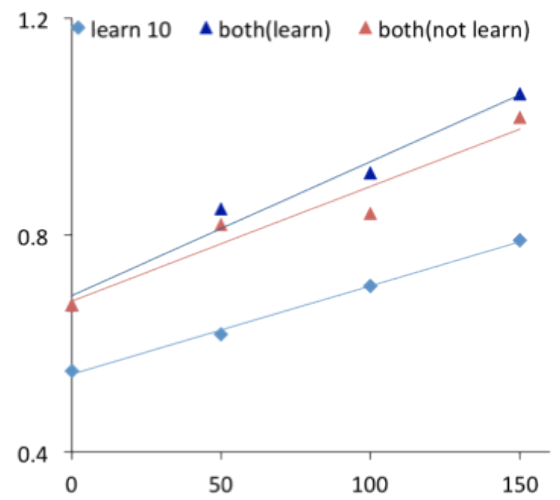
(a) 非学習図形ブロックの結果



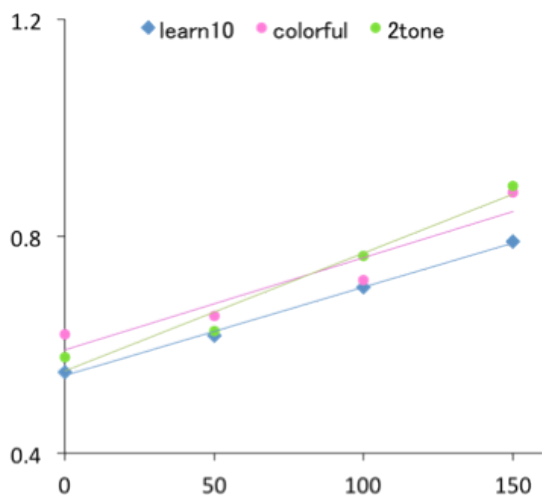
(b) 図形混合ブロックの結果



(c) 非学習方向ブロックの結果



(d) 回転方向混合ブロックの結果



(e) 図形着色ブロック(2色, 複数色)の結果

【 回転角度(deg) 】

図 2 各テストブロックの実験結果