

「アナロジー教示を用いた潜在的運動学習に関する研究」

慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科 修士課程二年 久野貴弘
(81524411)

<実験 1 : アナロジー教示によるパフォーマンスの熟達化効果についての検証>

研究概要と目的

潜在的な運動学習効果を測るために、アナロジー教示を用いることによるパフォーマンスの熟達化の検証実験を実施した。

問題の所在と理論背景

アナロジーとは、既知の構造概念から類推して発想し、同じ構造概念を持つ新たな知を作り出したり、同じ構造概念を用いることで新たな知の説明を容易にする思考の仕方である。例えば、小学校教育における理科の授業において、初めて電気について生徒に教える際、「電流を水流れに、電圧を水圧に」例えて指導する場面がしばしば見受けられる。これはアナロジー学習例の一つだと考えられる。スポーツ分野において Poolton, Masters & Maxwell (2007a) は、テニスでオーバースピンをかける際に、「山の輪郭をなぞるようにラケットを振る」というアナロジーを与えることが効果的であると紹介し、また、Lam, Maxwell & Masters (2009) では、バスケットボールのシュートの際に「棚の上のビスケットのビンに手を突っ込むようなイメージ」というアナロジーを与えることでシュートの成功率が向上することが示された。しかし、スポーツ分野におけるアナロジー学習の研究は未だに少なく、十分に研究が進んでいるとは言い難い。当研究室では、2014 年度には、ダーツ競技におけるアナロジー学習効果の検証を行い、その結果、「紙飛行機のようなイメージで投げる」というアナロジーが投擲フォームの修正に効果的であることが解明された。本研究では引き続きスポーツにおけるアナロジー学習効果の検証を行うこととし、ボート競技に関して、熟達者が有するアナロジーについての調査を行い、調査の結果得られたアナロジーの有効性を検証した。

研究成果

Stand up paddle surfing (SUP) における熟達者と非熟達者の漕ぎの動作の差異、及び、非熟達者に対して「棒高跳びのようなイメージで漕ぐ」というアナロジー教示を行った際の漕ぎの動作の変化をモーションキャプチャーシステムを用いて計測した。被験者は熟達者 2 名（全国大会上位選手）、非熟達者 2 名（競技歴 3 年未満）とした。モーションキャプチャーシステム VENUS3D-Duo(サンプリングレート 120Hz)を用い、実験室にて SUP の空漕ぎ動作を計測した。その際、水上での漕ぎの動作に近い環境に

するため、被験者にハーネスを装着し前傾姿勢で漕ぎの動作が行えるようにした。身体関節及びパドルに赤外線反射マーカを装着し、漕ぎ動作時の「下腕の伸ばし角」「パドルの持ち角」「上体の前傾角」「膝の屈曲伸展角」を計測した。その結果、熟達者は各計測項目において角度変位が同期傾向にあるのに対して、非熟達者はパドルを持つ角度の偏差が大きく、つまり、パドル制御の乱れが大きいことが分かった。また非熟達者は、上体前傾角度変位量が小さく姿勢が十分に前傾できておらず、その結果、漕ぎにおける水のキャッチ動作が熟達者と比較して不十分であることが示された。屈曲伸展角度変位量の結果からは、熟達者と比較して、非熟達者は膝の屈曲伸展運動量が小さいこともわかった。一方で、アナロジー教示後は膝の屈曲伸展運動パターンが熟達者と近似し、アナロジー教示の効果が表れていることが示された。このアナロジー教示による膝の屈曲伸展運動パターンの近似については、アナロジー教示によって腕に意識が集中したことで下半身に対する意識の集中が外れ、無意識下で制御される自然な漕ぎ動作のサイクル（リミットサイクル）が形成されたのではないかと考察された。

<実験2：顕在的運動学習時における視覚刺激による潜在的な行動誘導効果の検証>

研究概要と目的

実験1ではアナロジー教示を用いた潜在的な運動学習を実施した。対して、実験2では顕在的な運動学習において教示ではなく、視覚刺激の提示状況によってパフォーマンスが潜在的（無意識的）に変化するかを検証した。

問題の所在と理論背景

Gibson (1966) は知覚というものを、単独で動く感覚受容器によって受容された刺激に対して感覚から構成されたものではなく、能動的な検出・探索のシステムとして動いた結果、環境から直接得られるものであると考えた。そして、環境 (environment) については動物が「知覚するための世界」であるとした (Gibson, 1986)。特に視知覚については視覚世界 (visual world) と視覚野 (visual field) という表現を用いて、「自己をとりまく現実の世界という認識が visual world であり、網膜像を知覚するための情報源と考える従来の研究で行われてきたような固定された visual field とは全く異なる」ということを主張した (Gibson, 1950)。そして自己を知覚するための情報として、身体に対して頭を傾ける運動、身体に対する四肢の運動、環境に対しての身体の移動といった3種類の運動を分類し、これら3種類の運動は「それぞれを特定するユニークな光学的情報を持っている」とした。頭を回転させたときは、包囲光配列上を視野が sweeping し、四肢を動かしたときは特殊な形態 (手足の投影) が視野に突出し、身体が移動するときは包囲光配列の光学的流動 (オブティカルフロー: optical flow) が起こる。これら全ての自己の運動を特定する情報を拾い上げることを視野性運動感覚 (visual kinesthesia) と呼んだ。本研究では自動車運転学習時におけるオブティカルフローの違いによる運転パフォーマンスの差異を検証することで、視覚刺激が潜在的に人の行動を制御・誘導するかを検証した。

研究成果

本実験の主題は自動車運転におけるドライバーの視覚と運動制御の連携関係について、主に眼球運動計測と頭部を含めた身体運動計測の連携を基に検証を行うことにある。自動車運転は視覚情報に大きく依存する行動であり、運転にとって必要な情報を必要なタイミングで取得することが重要とされている。

本研究では、ドライビングシミュレータを用いて、初心者ドライバーを対象にしたカーブ走行の学習実験を実施し、学習条件ごとのドライバーの注視傾向の変化や、遠方情報と近傍情報の利用方策の違いによる運転パフォーマンスの差異を分析した。また、その結果を基にカーブ走行におけるドライバーの視覚探索活動の獲得プロセスの検証を行った。はじめに、遠方情報と近傍情報の利用方策の違いを検証するために、学習時にカーブの遠方に提示した視標を注視させながらカーブ走行練習を実施する教示群 8 名と、学習時に特別な教示は施さずにカーブ走行練習を実施する対照群 8 名の 2 群に被験者を分けて、学習前後の視覚と操作の連携関係の変化を観察した。その結果、教示群は学習効果によって遠方情報を利用した視覚探索活動を行うようになり、かつ、操舵成績が有意に向上していることが示された。このことから、遠方情報利用が操舵の安定化に効果的であることが示された。また、対照群の操舵成績が向上しなかった結果を受けて、その原因が近傍情報によるオプティカルフローが外乱となり学習効果を阻害したと考察し、近傍情報のオプティカルフローを制限した条件で同様の学習実験を実施した。その結果、対照群においても有意な操舵成績の向上が認められ、近傍情報のオプティカルフローが外乱となり操舵の安定化を妨げることが示された。また、眼球運動と頭部運動の連携を評価した結果、近傍情報のオプティカルフローが頭部運動も阻害する可能性が示唆された。その検証実験を行った結果、近傍情報のオプティカルフローを極限まで制限することで頭部運動の自由度が増し、近傍情報のオプティカルフローが操舵における外乱となるだけでなく、頭部運動を阻害する“錨”のような効果をもたらすことが示唆された。つまり、オプティカルフローの有無によりドライバーのステアリング操作、及び、運転時の頭部運動が制御されたことから、視覚刺激により潜在的に人の行動が誘導（アフォード）されることが実験的に示された。

<実験 1・2 のまとめ>

- アナロジー教示によって潜在的なパフォーマンスの向上が示された。
- 視覚刺激（オプティカルフロー）によって人の行動が潜在的に誘導（アフォード）されることが示された。