

消滅を伴うトラッキング課題の学習と瞳孔反応

T050107 池原 大介

指導教員 小堀 聡 教授

1. はじめに

本研究では、トラッキング動作の学習について考察するため、ターゲットやカーソルが一時的に消滅する課題を用いて被験者実験を行い、制御誤差を測定すると同時に認知的負荷の指標として瞳孔径を測定し、学習に伴う瞳孔反応の変化を分析した。

2. 実験の方法

2.1 実験課題

トラッキング課題として、ディスプレイ上を動くターゲットをカーソルで追従する動作を行わせる。ターゲットは円周上で規則的な運動（周期は5sec）を繰り返す。一方、カーソルはジョイスティックで制御される。

実験の課題には、ターゲット消滅、カーソル消滅、両方消滅の3種類があり、それぞれ、ターゲットかカーソルのどちらか一方、もしくはその両方が、ある時間だけ表示されない。いずれも1回の試行時間は20secで、ターゲットやカーソルは、試行開始後5secから7secまでの時刻において消滅し、11secから13secまでの時刻に再び出現するように設定した。実験においては、制御値とともに瞳孔径についても測定した。

2.2 実験条件

19歳から23歳までの健康な大学生48名（男性30名、女性18名）を被験者とし、T-D群、C-D群、D-D群の16名ずつ（男性10名、女性6名）の実験群に分けた。ここでは5回の試行を1ブロックとし、実験は、テスト前ブロック（通常課題）、学習ブロック（ターゲット消滅、カーソル消滅もしくは両方消滅）、テスト後ブロック（通常課題）、転移ブロック（両方消滅）から構成され、以下のような順序で実施した（いずれも合計10ブロック）。

T-D群：通常課題×1、ターゲット消滅×6、通常課題×1、両方消滅×2

C-D群：通常課題×1、カーソル消滅×6、通常課題×1、両方消滅×2

D-D群：通常課題×1、両方消滅×6、通常課題×1、両方消滅×2

3. 解析の方法

瞳孔径データに対しては、基準の時刻の-1.0secから0secまでの瞳孔径の平均を基線（0mm）とする処理を施して、瞳孔径増加幅データを算出する。試行における消滅と再出現の時刻をそれぞれの基準（0sec）とし、-4.0secから4.0secまでの範囲において、（5試行×被験者16名）の瞳孔径増加幅データを同期加算し、平均した波形を同期加算平均波形と定義する。これらの波形を実験群ごとに算出し、消滅部分と再出現部分をそれぞれグラフ化する。

次に、同期加算平均波形から瞳孔径データの増加の特徴を示す範囲を定め、評価値を算出する。すなわち、瞳孔反応の潜時を考慮し、消滅と再出現の時刻をそれぞれの基準（0sec）として、0.5secから2.0secまでの瞳孔径増加幅データの平均を試行ご

とに算出し、それぞれを消滅時と再出現時の平均瞳孔径増加値（単位はmm、以下では散瞳量）と定義する。これらの評価値のブロックによる変化を表すために、各被験者の評価値の各ブロックでの平均を求め、実験群別に全被験者の平均と標準偏差を算出し、学習曲線のグラフに示す。

また、誤差データについても、同様の方法により、同期加算平均波形を算出するとともに、消滅時と再出現時の平均誤差増加値を算出し、グラフ化する。

4. 結果と考察

4.1 瞳孔反応

いずれの消滅課題においても、ターゲットやカーソルまたはその両方が消滅した後と、それらが再出現した後のどちらにも瞳孔反応が見られる。しかし、どの場合も再出現後の散瞳量のピークが大きく明確である。また、課題間の違いとしては、ターゲット消滅の散瞳量が他と比べて大きい傾向にある。

4.2 課題間の差異

学習ブロックにおいてターゲット消滅はカーソル消滅よりも消滅時には有意に散瞳量が大きく、逆に再出現時には小さい傾向がある。また、両方消滅はターゲット消滅よりも消滅時には散瞳量が小さい傾向にあり、再出現時には有意に小さい。さらに、両方消滅はカーソル消滅よりも消滅時には大きい傾向があるが、再出現時には有意に小さい。

以上のように、学習ブロックにおける各課題での散瞳量の大小関係は、消滅時と再出現時では異なっており、一定の傾向を見出すことができない。また、誤差データの大小関係とも一致しておらず、誤差と散瞳量の関係にも一定の傾向は見られない。

4.3 試行に伴う変化

いずれの課題の消滅時と再出現時でも、学習ブロックが進むにつれて散瞳量が小さくなる傾向はおおよそ認められるが、その傾向が明確なものとはそうではないものがある。ターゲット消滅では消滅時と再出現時はともに有意な減少が認められる。また、カーソル消滅では消滅時には有意な減少が見られるが、再出現時にはまったく減少の傾向はない。さらに、両方消滅では消滅時と再出現時はともに減少の傾向が見られるものの、統計的には有意ではない。

以上のように、学習ブロックでの学習効果は課題によって明確な場合とそうでない場合があるが、ターゲット消滅に関しては、散瞳量の有意な学習効果は誤差データの顕著な学習効果と対応していることが分かる。

5. まとめ

本研究では、いずれの課題においても消滅時と再出現時に瞳孔反応が観察され、それらの散瞳量が学習に伴って減少することが明らかになった。このうち、消滅時の瞳孔反応は消滅という事象への対応が認知的負荷となり生じたもので、試行に伴いその散瞳量が減少したことは、学習過程において認知的負荷が軽減されたことを意味すると考えられる。