

「動体視力」とは何か

— 静視力・瞬間視力・注意の範囲・眼球運動制御との関連性 —
042G021 河角絵美・042G075 村上麻衣子

問題と研究目的

私達は様々な感覚器官を通じて外界の情報を得ることで日常生活を行っている。視覚は、多くの情報を得ることができ、その情報を判断することで素早く行動することが出来る点で有用である。実際、人においては視覚は特に重要な役割を担っており、外界からの情報の80%を視覚によって得ているといわれる。

視覚の能力である視力には、静視力(SVA)と動体視力(DVA)がある。静視力は、ランドルト環を用いた視力検査で測定されるもので、静止対象に対する目の解像力を反映するものである。それに対し、動体視力は、動いているものを捉え、追視する能力であり、静視力とは異なった側面をもつ。動体視力は、スポーツや交通の分野で重要視されているが、心理学的には、まだ十分にその特性が分かっておらず、数値化された測定方法がない。

本研究では、まず実験1において、動体視力を反映すると考えられる回転視力検査盤を開発し、運動刺激に対する視力を測定する。また、動体視力との関連が想定される静視力、瞬間視力、注意の範囲といった能力指標についても測定し、それらの相互関連性を検討する。また、実験2では、高い動体視力のために重要と一般に言われている眼球運動や注意制御能力の測定を行う。これらの結果をもとに、動体視力がどのような視覚的能力によって構成されるのかを考察する。

実験 1

目的

本実験では、動体視力を検査するための回転視力検査盤を作成し、それを用いて、動体に対する視力(VDA)を測定する。また、動体視力との関連が予想される静視力や瞬間視力、注意の範囲に関する課題も行い、これらの結果の相関分析をもとに、動体視力がどのような視覚能力を測定しているのかを探る。

方法

実験参加者 比治山大学に在籍する19～22歳の学部学生24名と46歳の教員1名の計25名が本実験に参加した。なお、日頃からコンタクトレンズや眼鏡を使用している参加者には、普段通りに着用してもらい、実験を行った。

装置 パーソナルコンピュータ、17インチデジタル液晶ディスプレイ、17インチアナログCRTディスプレイ、およびD/Aコンバータを使用した。

手続き 瞬間視力と注意の範囲に関する実験では、観察距離を57cmとし、また、ディスプレイが見えやすく、実験に集中出来るように室内を暗くし最低限の明かりを点けて行った。回転視力検査盤による動体視力の測定と静視力の測定においては、通常の蛍光灯による照明下の実験室内で実験を行った。回答を入力してもらった実験では、それぞれキーボードやマウスを使用するように教示した。また、必要に応じて、実験内容や実験時間に関する説明を加えた。

《動体視力検査》 動体視力のトレーニングに用いられる“シャーマン・スポーツビジョン・ディスク”(Seiderman & Schneider, 1993)に類似した動体視力検査装置を開発した。装置は、4種類の運動半径×4種類の大きさのひらがな文字が書かれた視力盤を100rpmの速度で回転させるものであった。

制限時間を3分間に設定し、参加者には確実に読み取れた文字を口頭で報告してもらい、それを実験者が記録した。

《静視力検査》 視力の個人差をより精密に測定する目的で、パーソナルコンピュータとデジタル液晶ディスプレイを用いた視力検査プログラムを開発して実験を行った。観察距離を5mにし、ランドルト環の隙間の方向を、キーボードのテンキー2・4・6・8を使って回答、分からない場合にはテンキーの5を入力するように教示した。呈示されるランドルト環は、500×500ピクセル(隙間の大きさは100ピクセル)にあらかじめオーバーサンプリングしたものを平均化することで縮小表示し、エイリアシングが生じないようにした。階段法で10回の反応転換で終了するように設定した。最初の2回を除く、8回の反応転換点を平均して閾値を求めた。

《瞬間視力検査》 CRT画面上に6桁の数字を瞬間呈示し、それを読み取ることでできる最短の時間(認知閾)を測定した。刺激の呈示時間は最短で16.7msに設定した。刺激の残像が残らないように、前後にマスク刺激としてランダムドットを呈示した。階段法で10回の反応転換で終了するように設定し、最初の2回を除く8回の反応転換点を平均して閾値とした。

《注意の範囲検査》 大山(1982)が用いた知覚の範囲課題を用いて、参加者がどれだけ対象に同時に注意を向けることができるかを測定した。刺激個数は4～13個とし、各10試行を恒常法によってランダムに呈示、計100試行を行った。実験の結果、参加者が何個までをひと目で数えることができたかを、最小二乗法による直線回帰法を用いて測定した。

結果と考察

25名の参加者から得られた動体視力(DVA)、静視力(SVA)、瞬間視力(VRT)、注意の範囲(ASPAN)の測定値について、ピアソンの相関係数による分析を行なった(表1)。

その結果、動体視力と瞬間視力、動体視力と注意の範囲、瞬間視力と注意の範囲の間にそれぞれ有意な相関が認められた。それに対して、静視力は、動体視力、瞬間視力、注意の範囲のいずれとも有意な相関を示さなかった。

表1 各実験課題で測定された視覚能力間の相関係数

	DVA	SVA	VRT	ASPAN
DVA	1.000	-.031	-.498*	.510**
SVA	-.031	1.000	-.193	-.041
VRT	-.498*	-.193	1.000	-.506**
ASPAN	.510**	-.041	-.506**	1.000

次に、動体視力、瞬間視力、注意の範囲の間に有意な相関が見られたことから、本実験で測定した4つの視覚能力について、主成分分析を適用した(表2)。

表2 主成分分析の結果(主成分の負荷量)

	成分	
	1	2
DVA	.812	-.167
SVA	.099	.973
VRT	-.824	-.227
ASPAN	.816	-.182

主成分分析の結果、2つの主成分が認められた。第1主成分は、動体視力、瞬間視力、注意の範囲に対し.812以上の高い負荷量をもっていた。それに対し、第2主成分は、静視力に.973という高い負荷量をもつ一方、他の3者に対する負荷量は極めて小さかった。このようなことから、第1主成分は動的な視覚能力を代表するものであり、第2主成分は静的な視覚能力を代表するものと考えられた。

実験 2

目的

実験1で行った4つの視覚検査の結果、動的な視覚能力と静的な視覚能力の2つの成分が検出された。認められた動的な視覚能力は、参加者の眼球運動制御や注意制御の個人差を反映したものだろうか。実際、回転視力盤の文字を読み取ろうとしているときの眼は、盤の回転運動方向に追視やサッカーボール(急速眼球運動)を試みているように見られた。そこで、実験2では、眼球や注意の移動制御に関する能力を反映すると思われる2つの課題を行った。

方法

実験参加者 実験1の第1主成分得点の高かった5名の参加者と、低かった5名の参加者に実験2への協力を依頼した。その結果、低かった参加者1名を除くすべての参加者から実験への協力が得られた。

装置 パーソナルコンピュータおよび15インチ液晶ディスプレイ、17インチCRTディスプレイ、および、眼球運動記録装置としてアイマークレコーダ(ナック)を使用した。

手続き 視野周辺へのサッカーボール運動を調べる眼球運動検査と、視覚探索課題を用いて視線および注意による視覚走査の速度を調べる視覚探索検査の2課題を行った。

《眼球運動検査》液晶ディスプレイ上に出現する光点刺激を追視してもらった。刺激は中心から上下左右ランダムに仮現運動によって運動するものであり、計40試行を行った。参加者の視線が画面中央の刺激位置から周辺にサッカーボール運動の様子を、刺激の移動後の時間に伴う視線移動を加算平均することで調べた。

《視覚探索検査》吉田(1993)の視覚探索課題を用いた。実験は、刺激項目数3水準(4, 8, 16)と、ターゲットの有無2水準のそれぞれの組み合わせについて10試行ずつ、全部で60試行を行った。刺激を走査するのに1項目あたり何msかかっているかを求め、それを視覚探索における眼球および注意の移動による視覚走査の速さを表す指標として用いた。

結果と考察

第1主成分得点が高い参加者(P1~P5)と低い参加者(N3, N5)の視野周辺へのサッカーボール運動の様子は図1に示すような結果となった。

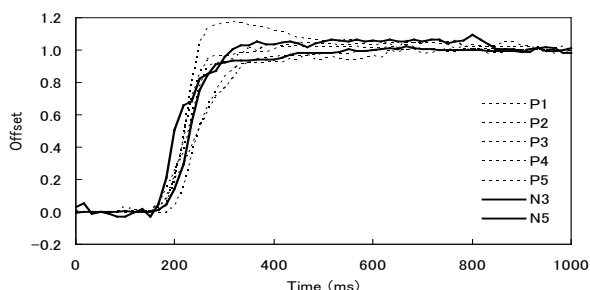


図1. 眼球運動検査

実験の結果、動的な視覚能力の高い参加者5名と低い参加者2名には明確な差がなかった。どの参加者においても、刺激に対する単純な眼球の移動に刺激呈示後200ms程度の時間を要していた。

次に、視覚探索課題の結果から、得られた反応時間をもとに、1項目の刺激を調べるのにどの程度時間がかかっているか(探索勾配)を求め、図2に参加者ごとに示した。

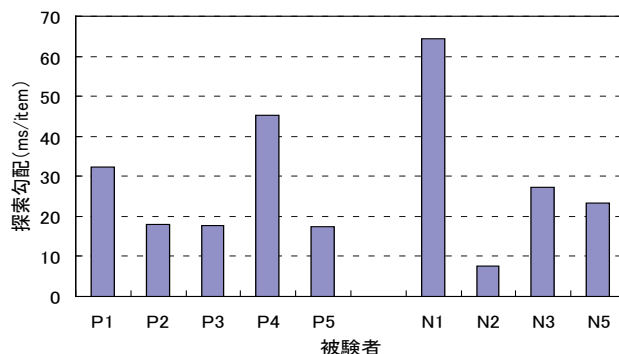


図2. 視覚探索課題における探索勾配

この指標でも、動体視力検査が得意な参加者5名と不得意な参加者4名の間には差はなかった。つまり、動的な視力検査の得意・不得意は、眼球運動の制御や注意の移動制御の能力とは関係がなく、別の要因が関連していることが考えられた。

総合考察

本研究は、動体視力に必要であるとされている静視力・瞬間視力・注意の範囲・眼球運動制御等の測定を行い、動体視力がどのような視覚的能力によって構成されるのかを検討することを目的とした。

実験1において、動体視力と静視力に相関がみられなかったのは、回転視力盤という、平面上を動く対象に対する動体視力(DVA)を測定したからであると考えられる。遠くから近くへと移動する物体を見る能力(KVA)と静視力は高い相関があると言われているが、本研究の結果からは、DVAと静視力の間には相関が無いということが分かった。KVAとDVAは同じ動体視力だが、異なった要因を必要とする別の視機能であると考えられる。

実験2では、眼球運動制御の能力を調べるために行った眼球運動検査と視覚探索検査において、主成分得点が高い参加者と低い参加者の間に明確な差が見られなかったことから、実験1の動的な視力検査で測定された能力は、眼球運動や注意走査の能力を反映するものではないと考えられた。

本研究で得られた動的視覚能力は、眼球運動制御の能力とは独立したものであったと考えられる。この成分が、短期視覚貯蔵の影響を受けやすい注意の範囲課題にも共通していたことを踏まえれば、本研究で測定した動的能力には、おそらく、視空間的ワーキングメモリのスパンやそれに対する中央制御部の能力が関係しているのではないかと考えられる。

以上、本研究を要約すると、回転視力盤で測定された動体視力は、瞬間視力と、注意の範囲と相互に関連した視覚能力であることが検証された。一方、スポーツビジョンなどの領域では、眼球運動制御の能力が動体視力と大きく相関すると言われてきたが、本研究の結果からは、眼球運動能力検査や視覚探索において個人差が出なかったことから、眼球運動制御は動体視力とはさほど関係していないものだと考えられた。