

氏名(本籍)	Yan Pengfei (中国)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	甲第270号
学位授与年月日	平成27年3月20日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
研究科・専攻名	工学研究科・基盤工学専攻
学位論文題目	Evidence for adaptation at multi-levels for stereo-curvature aftereffects 両眼視差による曲面形状の奥行き残効における多層的な順応効果

論文審査	(主査) 高知工科大学 教授 繁樹 博昭 高知工科大学 教授 篠森 敬三 高知工科大学 准教授 門田 宏 高知工科大学 教授 中原 潔 高知工科大学 准教授 吉田 真一
------	--

審査結果の要旨

1. 論文の評価

凸面の形状を一定時間観察した後で平面を見ると、事前に見ていた凸面と奥行きが逆方向の凹面に見えることがある。こうした現象を両眼視差による曲面形状の奥行き残効 (Stereo Curvature Aftereffect、以下 sCAE) と呼ぶ。多くの異なるタイプの奥行き残効の現象が両眼視差から奥行き知覚への段階的処理のどのレベルの順応の効果によって生じるかについて先行研究によって検討されているが、sCAE がどの処理レベルの順応によって生じるかは明らかではない。本学位論文では、それぞれの処理レベルの順応効果が比較可能な3次元形状刺激を巧妙に設定し、心理物理実験および fMRI による脳機能イメージングにより検討を行なうことを目的とした。

両眼視差による奥行き知覚においては、絶対視差、相対視差、視差勾配、視差曲率、曲面形状 (shape curvature)、3次元形状 (shape index) と、多くの段階的な処理を経て3次元空間が知覚されると考えられる。実験1ではsCAEがこれらのどの段階の順応により生じているかを明らかにするため、sCAEが順応刺激の提示位置に依存するか(網膜位置依存性)、および順応刺激のサイズに依存するか(サイズ依存性)を検討した。実験の結果、網膜位置依存性が見られ、局所的な視差情報による順応効果がsCAEに影響を及ぼすことを示した。一方でサイズに依存せず、視差よりも高次の3次元形状の知覚処理に関連する刺激特性 (Primitive Shape Index、以下 PSI) への順応もsCAEに影響を及ぼすことが示唆された。実験2では、実験1で得られた結果を詳細に検討し、sCAEの網膜位置依存性が網膜偏心度による形状処理の感度の違い、および視差情報の時間的な加算平均 (Average Disparity Information、以下 ADI) の効果によって生じることを示した。また、PSIは一定でサイズの変化の程度が異なる順応刺激間では残効が同程度の強度で見られたことから、サイズ非依存的な順応の効果がPSIによるものであるという仮説を支持する結果が得られた。実験1、2の結果から、sCAEにおいては網膜位置に依存する視差の処理レベルと、サイズの変化に依存しない形状知覚の処理レベルの順応が同時に影響を及ぼしていることを明らかにした。実験3では視差と形状知覚レベルの順応効果が皮質内でどのように処理されるかについて

fMRI により検討した。実験 1、2 の結果を踏まえ、視差の処理に関連した順応効果は視差自体と ADI の情報によるもの、形状知覚の処理に関連した順応効果は曲面形状と PSI の情報によるものとし、それぞれの順応刺激における BOLD 反応を皮質領野ごとに比較した。視差レベルの順応効果を除去するための順応刺激では、注視点を 3 次元空間の軌道上に移動させ、局所的な視差順応の効果が生じないようにした。知覚レベルの処理の順応効果の操作には実験 1、2 と同様にサイズあるいは PSI を変化させた。実験の結果、背側路の領野においてサイズ依存性が見られ、腹側路の領野においては逆にサイズの変化に依存しない順応効果が見られた。この結果は背側路が Metric な奥行き自体の処理、腹側路がカテゴリカルな形の処理という先行研究の知見と一致する結果となった。また視差自体に依存した順応効果は V1、V2 の初期視覚野および背側路において見られ、ADI による順応効果は背側路の高次の領野（V7 および IPS）において見られたことから、視差情報の時間的な加算平均の処理は初期視覚野の視差の処理を元に背側路の高次領野において処理されることが示唆された。この結果は、心理物理実験において示された sCAE における多層的な順応効果を機能的に異なる視覚経路の処理の違いとして示すことにつながると考えられる。ただし、この fMRI 研究の問題点として、本研究の結果が眼球運動や注意の変調に伴う効果によって生じている可能性について検討する必要があること、fMRI 研究で使用した刺激を用いて心理物理実験においても順応効果が生じるかを検討する必要があることが審査委員より指摘され、これらの点を検討し、学位論文に反映させることを条件に学位論文審査及び最終試験を合格とすることとなった。

2. 審査の経過と結果

- (1) 平成 27 年 1 月 14 日 博士後期課程委員会で学位論文の受理を決定し、5 名がその審査委員として指名された。
- (2) 平成 27 年 2 月 12 日 公開論文審査発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 平成 27 年 2 月 18 日 博士後期課程委員会で学位授与を可とし、教育研究審議会で承認された。