

2023年 2月 17日

豊橋技術科学大学長 殿

情報・知能工学 専攻

学位審査委員会  
委員長

岡田 美智男



### 論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、博士学位論文審査を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	Novera Istiqomah		学籍番号	第 199303 号
申請学位	博士 (工学)	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 情報・知能工学 専攻	
博士学位論文名	Anisotropy of subjective brightness revealed by pupillary response (瞳孔反応からみた主観的な明るさの異方性)			
論文審査の期間	2022年 10月 6日 ~ 2023年 2月 17日			
公開審査会の日	2023年 2月 17日	最終試験の実施日	2023年 2月 17日	
論文審査の結果*	合格		最終試験の結果*	合格
審査委員会(学位規程第6条)				
学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。				
委員長	南 哲人			
委員	北崎 充晃		中内 茂樹	
		印		印
		印		印

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

## 論文内容の要旨

本論文は、瞳孔反応を指標として、ヒトの明るさ知覚の異方性について論じたものである。まず第1章ではヒトの明るさ知覚に関する従来知見を整理し、本研究で取り扱う問題について定義している。第2章において、瞳孔反応が明るさ知覚における認知的な要因を反映することを実験により確認している。続く第3章および第4章が本研究の中心的な成果であり、第3章では、刺激呈示位置と明るさ知覚を反映した瞳孔反応の関係を調べている。刺激には明るさ錯視を誘発するグレア刺激および錯視効果を有さないハロ刺激を周辺視野の上下左右に提示し、その際の瞳孔反応を計測・解析している。その結果、瞳孔反応の初期成分は刺激の種類による違いが見られたが、上下左右の間には違いは見られなかった。一方、後期成分には刺激呈示位置による違いと刺激種類と呈示位置の交互作用が確認されたことを示している。第4章は刺激位置を網膜位置ではなく、ヘッドマウントディスプレイを用いて外界中心座標系における上下左右として変化させた際の瞳孔反応を解析している。その結果、視野位置と同様、瞳孔反応の後期成分において刺激位置による違いが存在することを明らかにしている。第5章で網膜座標系、外界中心座標系における瞳孔反応の違いと明るさ知覚の異方性に関連すると考えられるメカニズムについて言及し、第6章で本論文を総括している。

## 審査結果の要旨

明るさは視知覚のなかでも重要かつ基本的な性質であり、古くから多くの研究者が取り組んできた。にも関わらず、解明が待たれる問題も依然として存在し、その一つが明るさ知覚の位置依存性、すなわち異方性である。本論文は、物理的な明るさ（すなわち輝度）に加えて知覚的な明るさを反映して変化する瞳孔反応に着目し、明るさ知覚の異方性について実証的に明らかにしようとするものである。

まず、明るさ知覚の網膜位置依存性を調べるために、周辺視野の上下左右に刺激を提示し、その際の瞳孔反応を調べたところ、瞳孔反応のうち刺激提示による対光反射以降の後期成分において、刺激を提示した網膜位置に依存した違いが見られることを明らかとしている（第3章）。具体的には上部視野のみにおいて、明るさ増強錯視が見られるグレア刺激に対して対光反射による縮瞳の後の散瞳が小さく抑えられることを示した。これは太陽など視覚系に危害を加える可能性がある光刺激がしばしば視野上部に現れることと符合しており、こうした外部刺激に対する一種の防衛反応である可能性について指摘している。

次に、網膜位置ではなく、外界中心座標系における明るさ知覚の異方性を調べるため、ヘッドマウントディスプレイを用いて、首を動かすことで、実験者の上下左右に刺激が提示されている刺激を観察する状況を作り出し、その際の瞳孔反応を計測している（第4章）。この場合も瞳孔反応の後期成分に刺激位置依存性が見られることを明らかにしているが、ここで注目すべき点は、刺激は常に視野の中心部に投影されているにも関わらず、外界中心座標系における刺激位置の違いが瞳孔反応に影響を与えることを初めて明らかにしたことである。すなわち本論文は、瞳孔反応が網膜に照射された視覚情報に加えて、眼球位置や身体姿勢などから求めた外界位置情報を用いて、刺激の性質を推定した結果に応じて、適応的に生成されていることを実証した成果として高く評価できる。

以上のように、本論文は明るさ知覚の異方性に関して、網膜座標系における位置の影響とともに外界中心座標系における位置の影響を実験的に明らかにしており、視覚科学における明るさ知覚の認知科学的理解、特に身体と知覚の関係に関する理解を深めることに大いに貢献している。このことは、例えばヴァーチャルリアリティなどの新世代視覚インターフェース設計における人間情報学的な基盤的知見を与えるものとして高く評価できることから、本論文は博士（工学）の学位論文に相当するものと判定した。

（各要旨は1ページ以上可）