論文審査の要旨及び担当者

No.1

報告番号	甲　乙　第　　号	氏　名	森将輝

論文審査担当者	主　査	政策・メディア研究科委員　兼環境情報学部教授　渡辺利夫
	副　査	政策・メディア研究科委員　兼環境情報学部長・教授　濱田庸子
		政策・メディア研究科委員　兼総合政策学部教授　森さち子
		環境情報学部准教授　　仲谷正史
学力確認担当者：		

森将輝君の学位論文は、「視線知覚空間の異方性とその幾何学モデル」と題し、向かい合った他者の視線が向く方向を等寸大の大きさの顔写真をテレビ画面の中で刺激図形として観察者が判断することを課題として、観察者が知覚した視線空間と実際に視線が向いていた物理空間との関係を空間の異方性という視点から分析した研究である。研究は視線知覚空間の異方性に関わる実験と、斜交軸の場合における異方性を分析する幾何学モデルの研究からなる。異方性に関わる実験として、視線知覚空間と物理空間との間の写像関係をアフィン変換によって分析し、視線知覚空間は、物理空間と比較して、奥行き方向が縮小し、側方向が拡大する空間であることを見いだしている。異方性を分析する幾何学モデルとして、直交軸における異方性のモデルを拡張して、斜交軸における異方性のモデルを提案している。斜交軸における異方性の幾何学モデルが今まで作成されなかった理由の一つとして、斜交軸における座標値は、共変成分に基づく座標値と反変成分に基づく座標値があり、これらのいずれもデータとして得る手段がないということが上げられる。本研究では、これらの共変成分と反変成分に基づく座標値を使用せずに斜交軸の異方性を検出するモデルを作成しており、この視点が新規性とオリジナリティに対応すると考えられる。

本論文は、全 5 章および付録から構成され、第 1 章では、視線知覚についての定義、視線知覚に関わる生理学的基盤としての視覚経路の考察を行い、そして、従来までの視線知覚研究の成果、空間知覚の歴史、空間の幾何学の問題を扱っている。視線知覚を向かい合う他者が観察者の眼を注視しているかどうかを推測する直視知覚と他者が観察者の眼以外のどこを注視しているかを推測する視線方向知覚に分類し、それぞれの先行研究を考察し、次に、空間知覚および空間認知における異方性に関わる研究を考察している。例えば、空間知覚における異方性の例として、月の錯視が挙げられる。天空の月と地平の月は物理的には同じ大きさであるにも関わらず、地平の月の方が大きく知覚される。月の錯視に関しては様々な説明があり、その一つとして、天空扁平説、空間の異方性から説明する説がある。他にも水平・垂直錯視も空間の異方性という視点から説明されている。認知空間の異方性としては、山手線の路線の形が物理的には北方向に長い楕円形であるにも関わらず、円形に認知されるという現象が空間の異方性に対応する。視線知覚空間に関しては、幾何学的性質について文中で言及は行っていないが、内容的に異方性に関わる結果が見いだされている。視空間および認知空間における空間の異方性は、直角に交わる 2 方向における異方性がともに縮小あるいは拡大されるのに対し、視線知覚空間では、奥行き方向が縮小され、側方向が拡大されるという特徴がある。

そして、さらに、視空間に関わる Luneburg の双曲型幾何学モデルを考察し、本研究で提案するアフィン変換モデルと比較している。Luneburg の双曲型幾何学モデルは、視空間を定曲率の等質空間であるという前提条件とするのに対し、アフィン変換モデルは、

論文審査の要旨及び担当者

等質空間を前提条件とせずに非等質の空間をも分析可能として、その長所を述べている。

第 2 章では、本研究で行われた視線知覚に関わる 2 つの実験が記述されている。実験 1 では、視線知覚空間の異方性を観察距離 100cm の条件で行った。物理的注視点は 11 種類の角度と 4 種類の距離に基づく 44 地点で、観察者は、知覚的注視点を床に貼られた 460 個の地点の中から選んだ。実験は 44 試行からなり、一人あたりの所要時間は 30 分である。結果として、直交軸に基づく視線知覚空間は奥行き方向に 0. 516 倍縮小され、水平方向に 1.227 倍拡大されているという空間の異方性を見いだした。このときのデータと予測値の間の決定係数は、奥行き方向 0.832,側方向 0.978 であった。そして、斜交軸に基づく異方性は、奥行き方向に 0.507 倍縮小され、水平方向に 1.230 倍拡大されていることを見いだした。斜交軸の角度は、91.5°であった。このときのデータと予測値との間の決定係数は、奥行き方向 0.877,側方向 0.979 であった。結果として、斜交軸の角度が 91.5°であり、90°と大きな違いはないので、直交軸との大きな違いもない。実験 2 では、注視地点を指定する際に一度言語情報に変換しているのかどうかを調べた。結果として、注視地点の指定の際に言語情報に変換せずに直接注視地点を指定していることを見いだした。

第 3 章では、斜交軸における空間の異方性を扱う幾何学モデルの記述を行っている。従来までの異方性の研究は、直交軸における空間の異方性を扱っていたが、それを本研究では、斜交軸へと拡張し、より一般的な視点から空間の異方性を扱うモデルを提示したことに意義がある。斜交軸の場合、斜交座標値は、共変成分と反変成分の 2 種類が存在するが、本研究では、共変成分をもとにして、知覚的共変成分と知覚的直交座標値との関係から知覚的直交座標値を求める式を知覚的共変成分で表し、さらに、知覚的共変成分を物理的直交座標値で表すことによって、知覚的直交座標値と物理的直交座標値の関係式を表し、これをもとに斜交軸の角度および斜交軸における異方性の程度を算出している。データとして得られるのは、知覚的直交座標値であり、知覚的共変成分は得られないので、このような変換が必要となるのである。

第 4 章では、視線知覚空間の異方性に関連する要因として、観察距離との関係、写真の人物の性差の問題等を扱っている。結果として、注視地点が観察者の前方にある場合よりも後方にある場合の方が異方性は大きいことを見いだした。また、写真刺激の性別によっても空間の異方性が影響を受けることを見いだした。男性顔の方が女性顔よりも視線知覚空間が奥行き方向も側方向も広いことを見いだした。

第 5 章では、総合的考察として、視線知覚空間における異方性と関連要因との関係、斜交軸をもとにした場合の異方性に関する幾何学モデルの有効性、今後の展望を扱っている。視線知覚の先行研究と比較して、本研究の異方性の方が異方性の大きさが大きいことを見いだした。先行研究では、観察距離が本研究より短いので、異方性の大きさが小さかったと考えられる。今後の展望として、Watanabe illusion のような錯視の現象を視線知覚の視点から説明する可能性を示唆している。そして、付録では、本研究に関わる実験（発達障害児の視線方向知覚に関する探索的研究）の説明を行っている。特に、他人との視線を避ける傾向にある自閉スペクトラム症児における視線方向知覚の特性を研究することで、社会性やコミュニケーション能力を直接評価する計量的な指標としての有効性を指摘している。

本研究の成果を要約すると、以下の 3 点に集約される。

① 視線知覚空間は、奥行き方向が縮小され、側方向が拡大される異方性が存在するこ

論文審査の要旨及び担当者

と。

② 異方性の大きさは、写真刺激が提示されるテレビ画面から観察地点までの距離に寄って異なり、注視地点が観察者の後方にあるような観察距離の方が、観察者の前方にあるような観察距離よりも異方性の程度が大きい。すなわち、奥行き方向がより縮小される。そして、写真の人物が男性顔の方が女性顔よりも視線知覚空間が広い。

③ 斜交軸における空間の異方性の程度を測定する幾何学モデルを提案した。これによって、対象とする空間は直交性がなくても異方性の程度および斜交軸の角度も測定可能となる。

本研究において提案された斜交軸をもとにした異方性の幾何学モデルは、今後の異方性の研究において重要な役割を果たすものと考えられる。従来までの異方性の研究は対象とする空間は直交軸によって構成されているという前提があり、これが満たされない空間であると、異方性の程度を測定することが難しかった。異方性におけるこの課題が一つ解決されたことになる。また、他人と視線を合わせるのを避ける傾向にある自閉スペクトラム症児のような場合では、視線空間知覚はどのような特性があるのか、これが一般的な視線知覚空間と異なるようであれば、自閉スペクトラム症児の視線の問題を分析するにあたり、一つの視点を与えるであろうし、場合によっては、視線空間を測定することによって自閉スペクトラム症児の検出にも貢献する可能性を秘めている。視線方向のずれの程度が自閉症の症状の程度と関連があるようであれば、自閉症の治療にも関わってくるであろう。

残された問題として、まず、アフィン変換では、直線は直線に変換され、知覚空間における直線が曲線に知覚されるような現象は説明できない。非線形性をも扱い、異方性の程度も測定できるような幾何学モデルが提唱できるかどうかが残されている。そして、Luneburgが提唱する双曲型幾何学モデルとアフィン変換との間の関連性も示されていない。双曲型幾何学モデルで表される平行線と等距離線の不一致や、中点連結定理が成りたたないという現象等は、アフィン幾何学モデルで説明できるのかといった問題も明らかにされていない。ともに今後の課題であろう。

以上、本論文が、著者のオリジナルな視点からの研究に基づき、大きな成果を生み出していることにより、本学位委員会は、森将輝君が博士（政策・メディア）の学位を与えられる資格あるものと認める。