

論文審査の要旨および担当者

報告番号	甲 第 号	氏 名	米田 巖根
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学大学院 教授	博士（システムデザイン・マネジメント学） 当麻 哲哉
	副査	慶應義塾大学大学院 教授	博士（工学） 前野 隆司
		慶應義塾大学大学院 教授	博士（工学） 小木 哲朗
		慶應義塾大学大学院 元教授	工学博士、および博士（文学） 日比谷 孟俊
		慶應義塾大学 准教授	医学博士 今西 宣晶
(論文審査の要旨)			
<p>米田巖根君提出の学位請求論文は、「遠隔位置決め動作時の映像遅延に対する運動方略の不随意適応」と題し、本文 8 章からなる。</p> <p>近年、ロボット技術および ICT (Information and Communication Technology) の発達に伴って、動作の自由度が高いロボットによるマンマシン型の遠隔操作が可能となっている。このため、人が立ち入ることができない被災地や、容易に行くことができないへき地などの環境では、遠隔操作に期待が寄せられている。また、現地では得られにくい専門的スキルが必要な作業を、遠隔操作によって提供することが可能となるため、人材不足解消や技能伝承の観点から、ロボットを用いた遠隔操作の社会的応用範囲は広い。</p> <p>しかし、遠隔地間の通信回線経路や映像の圧縮解凍処理が原因で、遠隔操作側モニタに映像遅延が発生し、オペレーターの協調動作が乱れて作業性が大きく低下するという問題を抱えている。この現象はオペレーターのストレスに繋がるため、疲労の増加に伴う作業ミスなどのリスクが懸念される。</p> <p>医療分野を例にとると、被災地や限界集落、離島などに対して医療サービスを提供できる点で遠隔医療が進められている一方で、遠隔操作を伴う遠隔手術の実用化については、上記の理由からリスクの想定が難しく、長年、実験的な試みのままに留まっているのが実態である。</p> <p>そこで、本研究では、視覚的な映像遅延が作業性の低下に与える影響を明らかにするために、神経心理学の手法を適応し、被験者が位置決め動作を行う際の映像遅延と作業時間の関係を調べていった結果、従来の研究では示せなかった、映像遅延量の増加に伴う運動方略の多段階な変化点を、明確に示すことができる方法を見つけ出した。</p> <p>このことは、映像遅延による違和感に適応しようと、オペレーターが不随意に行っている運動方略変化のメカニズムの解明に貢献できる可能性を示し、将来的には遠隔操作のリスク想定を容易にさせることを示唆しており、この分野の今後の研究に大きな一歩を踏み出したと考えている。</p> <p>以下、本論文の構成を説明する。第 1 章では、序論として全体の要約を行うことにより、論文の全体像を読者に対して提示した。続く第 2 章では、映像遅延の発生原理、映像遅延によって低下する作業性、そして運動に関する脳神経科学の領域について先行研究を交えながら概念の整理を行い、第 3 章では、予備実験として、映像遅延量とターゲットサイズの水準の組み合わせにおける作業時間から、作業性の低下は位置決め難しさおよび映像遅延が密接に関係していることを明らかにした。第 4 章では、映像遅延によって発生する作業性低下を抑制するための訓練方法の提案として、遠隔手術において重要な要素である作業性に着目し、映像遅延を伴った動作学習では、ランダムな刺激は間違っただけの誤差学習をすることを示唆した。第 5 章では、映像遅延が微細な位置決めおよびその後の押し下しに与える影響を明らかにするため、Fitts の法則を応用して作業課題を定量的に設定し、被験者が不随意に行っている運動方略の変化が、映像遅延による位置決め難しさに適応するための不連続な反応であることを示した。第 6 章では、耳鼻咽喉科手術の専門医を対象として、鼻部狭小空間をケーススタディとした位置決め課題を用いた実験を行い、手術器具のような特殊な形状のデバイスや手首のスナップによる特異な位置決め動作などの実践環境においても、第 5 章の基礎的運動の実験から得られた関係が同様に示せることを確認した。第 7 章では、これらの研究結果に対して、映像遅延によって変化する運動方略の変化について学習理論の視点から考察を行い、第 8 章にて結論を述べた。</p> <p>以上、本研究は、従来の映像遅延を考慮した位置決め操作の研究では、起こっている現象しか捉えられていなかった運動メカニズムのブラックボックスに対して挑戦し、不随意領域においても不連続な運動方略変化が生じていることを発見し、その変化点を実験データから見出せる方法の可能性を提示したオリジナリティの高い研究である。また、当該学術に関して広く深い知識を有するとともに、英語による説明能力も十分であることは、審査委員会を通して委員全員で確認している。したがって、本論文の著者は、博士（システムデザイン・マネジメント学）の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			