

| | | | |
|---------|-------------------------------------|--------|-------|
| 氏名(本籍) | 佐野 宙人 (新潟県) | | |
| 学位の種類 | 博士(工学) | | |
| 学位記番号 | 博甲第6876号 | | |
| 学位授与年月日 | 平成26年 3月25日 | | |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第1項該当 | | |
| 審査研究科 | システム情報工学研究科 | | |
| 学位論文題目 | 健常及び片麻痺ラットのタスク訓練における応答類似動作誘発の学習促進効果 | | |
| 主査 | 筑波大学 准教授 | 博士(工学) | 長谷川泰久 |
| 副査 | 筑波大学 教授 | 工学博士 | 山海 嘉之 |
| 副査 | 筑波大学 教授 | 博士(医学) | 星野 聖 |
| | | 博士(工学) | |
| 副査 | 筑波大学 准教授 | 博士(工学) | 鈴木 健嗣 |
| 副査 | 産業技術総合研究所 主任研究員 | 博士(学術) | 金子 秀和 |

論文の要旨

身体を自発的あるいは他動的に動作させたときに、皮膚感覚や深部感覚といった運動感覚フィードバックが存在し、これは運動を伴う学習やあるいは運動リハビリテーションにおいても重要な役割を果たしていると考えられている。擬似的な運動感覚の提示によって、学習・リハビリが促進され得ることが先行研究により示されているが、どのような運動感覚提示が学習・リハビリ促進により効果的であるかはまだ十分に解明されていない。

そこで本論文では、運動感覚の学習・リハビリ促進効果を解明するための一端として、より一般的な感覚運動連合学習において、応答類似動作を機械的に誘発し運動感覚を提示した場合に、学習・リハビリが促進されるか、ラットを用いた動物実験において比較・検討している。また学習促進条件を明確にするために、運動感覚提示方法やタイミングを変化させた場合の学習速度を比較・検討し、学習・リハビリ促進に影響する運動感覚を見いだそうとしている。実験のため応答類似動作を強制的に誘発可能な学習実験システムを構築し、感覚運動連合学習が運動感覚によって変化されること、また運動感覚の提示方法及びタイミングによって学習の促進・遅延の程度が変化することを示している。

本論文は全5章から構成され、上記の研究結果が纏められている。以下にその概要を延べる。

論文の第1章は、本研究の背景や位置づけ、及び研究目的について述べている。

第2章では、本研究で用いる実験システム及び実験方法とその特徴について述べている。研究目的を達成するための基礎実験では、ラットを用いた動物実験が有効であること、本研究で用いる学習実験タスクとしてはChoice reaction time taskが適していることを示している。また、応答類似動作を誘発する装置の構造的な説明や、実験タスク中における応答類似動作の提示方法、タイミングについても延べられている。

第3章では、健常ラットを用いた応答類似動作を誘発する実験において、その実験データの分析結果及び考察を延べている。実験結果から、応答類似動作の誘発によって学習に介入可能であり、学習の促進・遅延効果を与えられたこと、この効果は自発応答時のタイミングに近いと大きくなることを示した。自発応答と類似した運動感覚の提示が、学習促進を引き起こす可能性のあることと、運動感覚の種類による学習促進効果には優劣が存在し、関節角度変化よりも皮膚感覚や筋活動感覚の方が優位である可能性を示している。

第4章では、脳損傷ラットを用いて、3章と同様の実験により脳損傷の有無による運動感覚提示の影響の差について比較・検討している。実験結果より応答類似動作の誘発による運動感覚提示の効果に、脳損傷ラットと健常ラットの間には有意な差はなく促進が可能なことを示した。一方で、脳損傷ラットの麻痺側における運動感覚提示では健常ラットで得られた学習促進・遅延効果とは異なった結果が表れていることを報告している。

第5章では、全体の総括を行うとともに、今後の研究の方向性及び人におけるロボット技術を用いたリハビリテーションへの応用について展望を述べている。

審 査 の 要 旨

【批評】

本論文では、運動感覚が感覚運動連合学習に影響を及ぼすと想定される運動感覚提示方法やタイミングについてラットを用いて比較実験を行い、脳損傷の有無による学習への運動感覚提示効果の違いや時間条件について明らかにしている。特に、学習促進には運動感覚提示のタイミングが重要な項目の1つであることに加え、学習を促進する運動感覚には感覚の種類により影響力の優劣が存在することが判明し、これらの知見は人のリハビリテーション装置を研究開発する際には、有意義な基礎データであると言える。

また、運動感覚の提示によって感覚運動連合学習へ有意な促進効果を示したことは、より効果的な学習促進を目指した運動感覚提示装置の可能性を示しただけでなく、今後の感覚運動連合学習のメカニズムの解明に有用な知見となる。

これらの成果は、生理学的のみならず、学習やリハビリテーションの促進装置開発への応用など工学分野の発展にも資するところが大きいと考えられる。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として相応しいものであると認める。

【最終試験の結果】

平成26年2月5日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。