

| | |
|-------------|--|
| 氏 名 | 平 野 哲 |
| 学 位 の 種 類 | 博士(医学) |
| 学 位 記 番 号 | 甲 第 1054 号 |
| 学位授与の日付 | 平成26年 3 月13日 |
| 学 位 論 文 題 名 | リハビリテーションロボットの開発 |
| 論 文 審 査 委 員 | 主査 教授 才 藤 栄 一 副査 教授 山 田 治 基 教授 宮 地 栄 一 |

論文内容の要旨

日本は超高齢社会になった。2010年時点の高齢化率は23％だったが、2040年に33.8％、2050年には35.6％に達すると推計されている。若年者と比較して、高齢者では障害を有する確率が高い。超高齢社会とはすなわち、多くの障害者が存在する社会でもある。しかし、生産年齢人口も減少しつつある中で、これまでのようにマンパワーに頼ったりハビリテーション(リハ)、介護を継続するには限界がある。この問題を解決し、超高齢社会を豊かな長寿社会にするために、日本が得意とするロボット技術の活用が必須となる。ロボットによる活動の支援は、障害者の自立促進、介護者の負担軽減のどちらにも有効となる。

第1章ーリハロボットの現状：リハロボットを自立支援型、練習支援型、介護支援型の3分野に分類し、それぞれの分野における日本・海外の代表的なりハロボットについて概観した。リハロボットに関して、国内外で多くの研究が行われてきているが、実用化という点においては海外が先行している状況にあると思われた。

第2章ー対麻痺補助ロボット体幹サポートの開発：当講座で開発中の対麻痺者の歩行再建を目的とした歩行補助ロボットWPALの付加機能として、座位時には体幹を拘束することなく立位・歩行中のみ前屈を防止する体幹サポート装置を考案・開発し、その効果に検討を加えた。WPALは、両下肢間に支柱や継手を持つ特有の内側型構造を採用し、車いすとの併用が可能な唯一のロボットであり、その実用性が評価されている。また、実証試験において、装具では歩行や起立・着座に監視や介助を要した対麻痺者であっても、WPALを用いれば起立・着座が自立するという結果が得られている。一方、上位胸髄損傷者のWPAL歩行は下位胸髄・腰髄損傷者と比較して、歩行速度が遅く、連続歩行距離も短かった。その原因は上位胸髄損傷者では、残存レベル以下が支配する体幹筋の随意収縮が困難で、上半身の姿勢コントロールを両上肢に頼らざるを得ないためと考えられた。上位胸髄損傷者2名と下位胸髄損傷者2名における効果の検討で、体幹サポートは前者の体幹動揺と歩行時エネルギー消費(心拍数およびPCIによる推定)を有意に減らし、実際の使用に耐えることが明らかとなり、WPAL実用対象群の拡大に貢献すると思われた。

第3章ーバランス練習アシストの開発：従来のバランス練習が抱えていた問題点を解決した、当講座で開発中の新しいロボット「バランス練習アシスト」の効果について検討した。

18例の慢性期中枢神経疾患患者に対してバランス練習アシストを用いたバランス練習を行った結果、下肢筋力(計 測した6筋全て)、継ぎ足歩行速度(または歩数)、Cross Test、FRT、TUG、BBSにおいて有意な改善を認めた(P<0.05)。運動学習の成功には、多数の重要な変数に配慮した練習方法が必要となる。従来のバランス練習では変数コントロールが比較的困難であったが、バランス練習アシストではそれらの変数を柔軟に扱うことができたために、高い効果を示したと考えられた。高齢者においては加齢とともに転倒頻度が増加する傾向にあり、転倒によって骨折が生じる確率も加齢とともに増加する。超高齢社会においては、転倒予防の意義は極めて大きく、バランス練習アシストのようなバランス能力の改善をもたらす機器の普及が期待される。

超高齢社会を豊かな長寿社会にするためにロボットによる活動の支援が必要不可欠である。これからも豊かな長寿社会の実現に貢献するために自立支援型、練習支援型、介護支援型の3分野全てにおいて、リハロボットの研究を進めていく予定である。

論文審査結果の要旨

少子化の中で超高齢社会が進む日本において、ロボットを用いたりハビリテーション(リハ)技術の開発が不可欠である。申請者は、当講座のリハロボット開発において中心的役割を果たしてきた。

第1章では、リハロボットを自立支援型、練習支援型、介護支援型の3分野に分類し、国内外の代表例について概観し、現状を考察した。

第2章では、当講座で開発中の対麻痺者歩行補助ロボット「WPAL」において、上位胸髄損傷者の歩行負担を軽減するための付加機能として申請者が考案・試作した体幹サポート装置の効果を検討した。上位胸髄損傷者と下位胸髄損傷者の各2名における検討で、体幹サポートは、前者の体幹動揺と歩行時エネルギー消費(心拍数およびPCIによる推定)を有意に減らし、WPAL実用対象群を拡大する役割を有すると考えられた。

第3章では、当講座で開発中の新バランス練習ロボット「バランス練習アシスト」の効果を、歩行に軽度の問題を有する慢性期中枢神経疾患患者18例において検討した。週2回、4～6週のロボット練習によって下肢筋力のみならず、継ぎ足歩行、Cross Testなど多数の動的バランス機能指標に有意な改善を認めた(P<0.05)。同ロボット練習は、課題転移性、動機づけ、フィードバックに優れ、難易度変数を柔軟に扱えるため、高い練習効果を示したと考えられた。超高齢社会における転倒予防の意義は大きく、同ロボット実用化が期待される。

申請者のリハロボット研究は、今後の豊かな長寿社会実現に大きく貢献するものと思われ、学位論文にふさわしいと評価された。