

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24年 6月 1日現在

機関番号：32619

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2011

課題番号：22760117

研究課題名（和文） モビルスーツ型全身生活動作支援ロボットの製作と移動式ニューロリハビリ法の効果検証

研究課題名（英文） Development of a Whole Body Motion Support Type Mobile Suit and Verification of the Method of Mobile Neuro-Rehabilitation

研究代表者

田中 英一郎（TANAKA EIICHIROU）

芝浦工業大学・システム理工学部・准教授

研究者番号：10369952

研究成果の概要（和文）：上肢および下肢を補助可能な全身動作補助機開発した。本装置は歩行や ADL を補助可能とする。本装置を用いた歩行時の脳活動を計測し、ニューロリハビリテーションの効果を検討した。その結果、トレッドミル上では装置に慣れてくると脳活動が低下するため、腕振りが重要であり、トレッドミル上よりも移動しながら訓練をすると脳活動が活性化することを確認した。

研究成果の概要（英文）：We developed a new whole body motion support type mobile suit. This suit can be used separately for supporting the upper and/or lower limbs, for assisting ADL (Activities of Daily Living). The brain activity during walking on a treadmill and in a corridor is compared. From the results of this experiment, we found it is most effective for gait training to actually walk and not stay fixed in one location. We also found it is important for patients to swing their arms during gait training in rehabilitation.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2011年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：機械工学、設計工学・機械機能要素・トライボロジー

キーワード：歩行補助機、作業補助機、全身動作補助機、筋活動、脳活動、ニューラルネットワーク

## 1. 研究開始当初の背景

近年の日本の脳卒中患者は年間 130 万、脊髄損傷患者は年間 10 万といわれ、その数は年々上昇しているが、入院日数制限等により十分なリハビリができない、PT,OT 等の数が不足していることから、効率の高い訓練装置の開発が求められている。

本研究では、全身動作を補助する装置を開発し、歩行訓練、歩行促進や ADL (Activities of Daily Living) やその訓練補助に使用することを目的とする。またこれらの装置を使用し、使用者の筋活動・脳活動への影響を調べ、ニューロリハビリテーションへの有効性を検討する。

## 2. 研究の目的

## 3. 研究の方法

装置を上肢作業補助用, 下肢歩行補助用として別個にも使用可能な構造として設計製作する。また, 上下肢補助を可能とするようこれらを組み合わせて使用することも可能とする。さらに, 対麻痺患者が安全に移動しながら訓練できるよう, 被験者と装置の両方を免荷可能な移動自走式リフターを製作する。また, 体幹を前掲した起立動作補助を行う装置を開発する。

上記装置を用い, 歩行時の筋活動および脳活動変化を計測し, 本装置の効果及びその影響, さらにニューロリハビリテーションとして使用した際の有効な使用方法を検討した。

#### 4. 研究成果

下肢歩行補助機として使用した場合, 1 時間脚部の筋電を計測して周波数分析をしたところ, 通常歩行では約 30 分程度から平均周波数の低減が見られ, 疲労していると評価できたが, 本装置を使用したときは, 1 時間中に周波数低減が確認できず, 疲労軽減の可能性を示唆した。

また, 全身動作補助機として使用し, トレッドミル上を歩行したとき, 廊下を歩行したとき, さらに腕振りの有無の違いについて, 通常歩行時と脳活動を比較したところ, 装置に初めて使用した時は脳が活性化しているが, トレッドミル上での歩行に慣れてくると前頭前野以外は活動が低減し, リハビリには全く効果が得られない可能性があることがわかった。しかし廊下で移動しながら歩行すると脳の全範囲で活性化するため, 可能な限り目的意識を持って移動しながら訓練することが有効であることを示した。また, トレッドミル上で慣れてきても, 腕を振りながら訓練すると脳活動低下を防ぐことができることを確認した。

起立動作補助機を設計製作し, 膝および股関節の負荷トルクを軽減することが可能な装置を開発した。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 13 件)

- ① 田中英一郎・瀬戸口隼・森崇・三枝省三・弓削類, “モビルスーツ型全身動作補助機の開発と装置装着歩行時の脳活動評価”, 論文集バイオメカニズム, (2012). (掲載決定)
- ② 小島翔・田中英一郎・池原忠明・梶原陽介・桜井智広・弓削類, “歩行動作の変化に対応可能な密着型歩行補助機の開発”, 第 17 回ロボティクスシンポジウム, 4B4, (2012), pp. 351-356. (査読付フルページ)

- ③ 船山和也・田中英一郎・池原忠明・初雁卓郎・三宅徳久, “上体を支持する体幹前傾起立補助機的设计と補助効果の検討”, 第 17 回ロボティクスシンポジウム, 5B2, (2012), pp. 439-446. (査読付フルページ)
- ④ 瀬戸口隼・田中英一郎・池原忠明・森崇・三枝省三・弓削類, “モビルスーツ型全身動作補助機の開発と大脳皮質運動関連領域分布に対応した脳血流評価”, 第 17 回ロボティクスシンポジウム, 3A2, (2012), pp. 211-216. (査読付フルページ)
- ⑤ 田中英一郎・池原忠明・角田大輔・瀬戸口隼・森川泰輔・松竹大樹・三枝省三・弓削類, “モビルスーツ型全身動作補助機を用いた歩行時の脳循環の検討”, 第 22 回バイオメカニズムシンポジウム, (2011), pp. 179-190. (査読付フルページ)
- ⑥ Eiichirou Tanaka, Tadaaki Ikehara, Hirokazu Yusa, Yusuke Sato, Tomohiro Sakurai, Shozo Saegusa, Kazuhisa Ito, Louis Yuge, “Walking-Assistance Apparatus as a Next-Generation Vehicle and Movable Neuro-Rehabilitation Training Appliance”, *Journal of Robotics and Mechatronics*, (2013), Vol.25, No. 1 (査読付き, 掲載決定)
- ⑦ Eiichirou Tanaka, Tadaaki Ikehara, Jun Setoguchi, Takashi Mori, Shozo Saegusa, Louis Yuge, “Development of a whole body motion support type mobile suit and application study of gait rehabilitation evaluated by cerebral activity”, *Proceedings of 2012 ASME-ISPS /JSME-IIP Joint International Conference on Micromechatronics for Information and Precision Equipment MIPE2012*, June 18-20, 2012, Santa Clara, California, USA, (2012). (査読付き, 採択決定)
- ⑧ Tadaaki Ikehara, Eiichirou Tanaka, Kazuteru Nagamura, Sho Kojima, Yousuke Kajihara, Nobuhiko Imade, Louis Yuge, “Development of a Closed-Fitting-Type Walking Assistance Device for Rehabilitation”, *Proceedings of the XI International Conference on Mechanisms and Mechanical Transmissions (MTM) and the International Conference on Robotics (Robotics'12) (MTM & Robotics 2012)*, Clermont-Ferrand, France, June 6-8, (2012). (査読付き, 採択決定)
- ⑨ Eiichirou Tanaka, Tadaaki Ikehara, Tomohiro Sakurai, Takahiro Suzuki, Shota Roppongi, Shozo Saegusa, Louis

- Yuge, "Development of a Walking-Assistance Apparatus for Neuro-Rehabilitation", Proceedings of the Joint International Conference of the XI International Conference on Mechanisms and Mechanical Transmissions (MTM) and the International Conference on Robotics (Robotics'12) (MTM & Robotics 2012), Clermont-Ferrand, France, June 6-8, (2012). (査読付き, 採択決定)
- ⑩ Eiichirou TANAKA, Tadaaki IKEHARA, Hirokazu YUSA, Yusuke SATO, Tomohiro SAKURAI, Shozo SAEGUSA, Kazuhisa ITO, Louis YUGE, "Development of a Control Method of a Walking Assistance Apparatus for the Elderly and Rehabilitants", Proceedings of the ASME 2011 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference (IDETC/CIE 2011), August 28-31, (2011), Washington, DC, USA, DETC2011-48389, (2011), CD-ROM. (査読付き)
- ⑪ T. Ikehara, E. Tanaka, K. Nagamura, S. Saegusa, T. Ushida, S. Kojima and L. Yuge, "Development of Closed-Fitting-Type Walking Assistance Device for Legs and Evaluation of Muscle Activity", Proceedings of the IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics, June 29-July 1, Zurich, Switzerland, USB-Memory, (2011). (査読付き)
- ⑫ Eiichirou TANAKA, Tadaaki IKEHARA, Yusuke SATO, Hirokazu YUSA, Tomohiro SAKURAI, Shozo SAEGUSA, Kazuhisa ITO, Louis YUGE, "Walking Assistance Apparatus Using a Spatial Parallel Link Mechanism and a Weight Bearing Lift", Proceedings of the IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics, June 29-July 1, Zurich, Switzerland, USB-Memory, (2011). (査読付き)
- ⑬ Hirokazu Yusa, Eiichirou Tanaka, Tadaaki Ikehara, Kazuhisa Ito, Shozo Saegusa, Kenichi Hashimoto, Yusuke Sato and Louis Yuge, "Development of a Walking Assistance Apparatus using a Spatial Parallel Link Mechanism and Evaluation of Muscle Activity", 19th IEEE International Symposium in Robot and Human Interactive Communication (IEEE Ro-Man 2010), Sep. 12 - 15th, 2010, Viareggio, Italy, CD-ROM. (査読付き) [学会発表] (計 16 件)
- ① 浅野瑞・田宮高信・田中英一郎・池原忠明, "フレキシブルシャフトの両回転ねじり特性の測定", 日本機械学会 2011 年度年次大会講演論文集, DVD-ROM, (2011/9/11-14) 東京.
- ② 梶原陽介・池原忠明・田中英一郎・牛田卓朗・小島翔・弓削類, "密着型歩行補助機の実用性向上と支援効果の検証", 日本機械学会 2011 年度年次大会講演論文集, DVD-ROM, (2011/9/11-14) 東京.
- ③ 桜井智広・田中英一郎・池原忠明・佐藤友亮・遊佐広和・弓削類, "脚部非拘束式歩行補助機の開発 (歩行比を用いた速度追従性向上と移動式ニューロリハビリ用リフターの設計)", 日本機械学会 2011 年度年次大会講演論文集, DVD-ROM, (2011/9/11-14). 東京
- ④ 田宮高信・浅野瑞・田中英一郎・池原忠明, "フレキシブルシャフトの静的非線形ねじり特性の測定", 数理科学会第 30 回記念数理科学講演会, (2011/8/27). 東京
- ⑤ 池原忠明・田中英一郎・梶原陽介・牛田卓朗・小島翔・弓削類, "実用化に向けた密着型歩行補助機の開発と支援効果の検証", 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2011, (2011/5/26-28). 岡山, DVD-ROM.
- ⑥ 田中英一郎・池原忠明・桜井智広・佐藤友亮・遊佐広和・三枝省三・伊藤和寿・弓削類, "次世代ビークルおよび移動式ニューロリハビリ用歩行補助機の開発", 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2011, (2011/5/26-28). 岡山, DVD-ROM.
- ⑦ 角田大輔・田中英一郎・池原忠明・伊藤和寿・瀬戸口隼・市川洋雄・三枝省三・弓削類, "ニューロリハビリテーション用全身動作教示システムの開発", 第 31 回バイオメカニズム学術講演会, バイオメカニズム学会, (2010/11/6). 静岡, 2A4-1, pp. 287-289.
- ⑧ 佐藤友亮・田中英一郎・池原忠明・伊藤和寿・遊佐広和・三枝省三・弓削類, "下肢非固定式歩行補助機の開発, 一装着者エネルギー消費の低減と装置機能拡張一", 第 31 回バイオメカニズム学術講演会, バイオメカニズム学会, (2010/11/6). 静岡, 2A1-4, pp. 161-162.
- ⑨ 田中英一郎・池原忠明・遊佐広和・佐藤友亮・瀬賀直子・弓削類, "高齢者・リハビリ用移動型脚部非固定式歩行補助機の開発", 日本設計工学会秋季研究発表講演会平成 22 年度秋季大会研究発表講演会講演論文集, (2010/10/22). 高知, pp.

25-28.

- ⑩ 牛田卓朗・池原忠明・田中英一郎・小島翔・田宮高信・永村和照・弓削類, “密着式歩行補助機の支援効果の検討”, 第28回日本ロボット学会学術講演会, DVD-ROM, (2010/9/22-24). 名古屋.
- ⑪ 田中英一郎・池原忠明・市川洋雄・角田大輔, “ADLおよび介助動作補助用パワーアシストスーツの開発”, 日本機械学会2010年度年次大会講演論文集(7), No. 10-1, J1102-4-5, (2010/9/5). 名古屋, pp. 385-386.
- ⑫ 瀬原直子・田中英一郎, “立脚期重力補償付き歩行補助機の機構設計”, 日本機械学会2010年度年次大会講演論文集(4), No. 10-1, S1108-3-2, (2010/9/5). 名古屋, pp. 43-44.
- ⑬ 船山和也・田中英一郎, “寝姿勢への変形可能な起立補助機の機構設計”, 日本機械学会2010年度年次大会講演論文集(4), No. 10-1, S1108-2-2, (2010/9/5). 名古屋, pp. 31-32.
- ⑭ 池原忠明・田中英一郎・牛田卓朗・小島翔・伊藤和寿・弓削類・永村和照, “起立補助可能な密着型歩行補助機の開発”, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2010, No. 10-4, 1P1-F23, CD-ROM. (2010/6/13-16). 旭川
- ⑮ 田中英一郎・池原忠明・船山和也・紺谷真紀人・初雁卓郎・三宅徳久, “寝姿勢への変形可能な起立補助機の機構設計”, 日本機械学会機素潤滑設計部門講演会講演論文集, No. 10-10, (2010/4/19-20), 月岡, pp. 169-170.
- ⑯ 池原忠明・田中英一郎・永村和照・牛田卓朗・小島翔・田宮高信・池条清隆・弓削類, “フレキシブルシャフトのねじりばね効果を用いた脚部密着型歩行補助機の開発”, 日本機械学会機素潤滑設計部門講演会講演論文集, No. 10-10, (2010/4/19-20), 月岡, pp. 165-166.

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計1件)

名称: 立ち上がり補助装置  
発明者: 田中英一郎・船山和也・紺谷真紀人・初雁卓郎・三宅徳久  
権利者: 芝浦工大, パラマウントベッド  
種類: 特許  
番号: 特願2010-184349  
出願年月日: 2010年8月19日  
国内外の別: 国内

○取得状況 (計1件)

名称: 歩行装置  
発明者: 田中英一郎・小俣透  
権利者: 芝浦工大  
種類: 特許  
番号: 4635135  
取得年月日: 2010年12月3日  
国内外の別: 国内

[その他]  
ホームページ等  
<http://www.web.se.shibaura-it.ac.jp/tanaka/index.html>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

田中英一郎 (TANAKA EIICHIROU)  
芝浦工業大学・システム理工学部・准教授  
研究者番号: 10369952

### (2) 研究分担者 若手 (B) のためなし

### (3) 連携研究者

弓削類 (YUGE LOUIS)  
広島大学・大学院保健学研究科・教授  
研究者番号: 20263676

池原忠明 (IKEHARA TADAAKI)  
東京都立産業技術高等専門学校・准教授  
研究者番号: 60369949