

平成12年度
総括研究報告書

高齢者の自立・QOL向上のための機能
的支援システムに関する研究

東京電機大学工学部

福井康裕

高齢者の自立・QOL向上のための機能的支援 システムに関する研究

福井康裕（東京電機大学理工学部
電子情報工学科教授）

高齢者の自立・QOL向上のため日常生活動作の支援の中でも特に重要とされる移動を目的とした装置の研究・開発を行った。研究対象機器は、重度障害による寝たきりを防ぐ座位保持椅子、離床のための体位変換補助機能付き介護椅子、パワーアシスト機構付きリフト、機能的姿勢変換・移動支援と寝たきりから屋外への活動まで一連の動作を支援する機器とした。

【研究組織】

- 福井康裕（東京電機大学理工学部電子情報工学科教授）
- 廣瀬秀行（国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所高齢者障害福祉機器研究室長）
- 高橋 誠（北海道大学大学院工学研究科助教授）
- 関口行雄（職業能力開発大学校福祉工学科教授）

るが、取り組んでいる4研究テーマは、従来のような完全な移動機能の補助・代行に主眼を置いた機器開発ではなく、高齢者の積極的な行動範囲の拡大、自立意欲の引き出しを狙ったものである。そのため、各研究とも装置の機構、制御法等に力を入れ機能性を重視した移動支援機器開発を目指してきた。最終年度は、各テーマとも実用化を視野に入れた試作器の完成を目指した。

B. 研究方式

A. 研究目的

高齢者の自立や日常生活の質（QOL）の向上を目的とした機器の開発は、高齢者の積極的な社会参加、豊かな日常生活にとって必要かつ重要な課題であると言える。高齢者の自立・QOL向上を支援する機器の中でも特に行動範囲の拡大、日常生活動作の自立の実現を可能にするための支援機器は、高齢化が予想される介助者の負担軽減の点からも最重要課題である。本研究班ではこの移動機器の開発に主眼を置いてい

本研究班では、移動支援を行うための機器開発として、①重度障害を持つ寝たきり高齢者のQOL向上を目的とした離床のための座位保持保持の研究（廣瀬）、②座位から立位への体位変換を自然な動作により行う、高齢者の機能を考慮した電動介護椅子の研究（高橋）、③座位、または寝た状態から被介護者の車椅子等への移動を介助者と機器が協力して移動を可能にする柔軟性のある制御を実現した介助用パワーアシスト制御システムの研究（福井）、④高齢

者の自立・QOLの向上を目指した移動と姿勢変換機能を同時に備えた機能的姿勢変換機能付き車椅子の開発（関口）と言うように、寝たきりから→座位→立位→屋内移動→屋外移動・姿勢変換といった移動と、それに伴う自立・QOL向上に関連する一連の機器の研究・開発を主任研究者の研究総括の下、実用化を目指し進めてきた。

最終年度は、各研究とも最終的な評価やマニュアルの作成を中心に研究を行った。

①高齢者の離床を目指した座位保持装置に関する研究：身体拘束を必要としないクッションの開発を行い、このクッションによる身体の動きを画像解析により行った。計測データやフィールド評価により今回開発を行った方式の有効性の確認を行うこととした。また、肢体不自由な高齢者の座位の変化がなぜ生じるかに関して力学的な側面から検討を進めた。

②高齢者の機能を考慮したの電動介護椅子の開発：自然な姿勢変換で最終的に起立姿勢をとることのできるシステムの開発を行い、姿勢変換時の筋電図の変化および画像解析によりシステムの有効性を評価することとした。特に、肩、尻、頭などの姿勢変換時の奇跡から自然な姿勢変換が行われているかの判断を行うこととした。

③生活機器、移動機器用パワーアシスト化システムの開発：離着床時の制御方法に関しさらに改良を行い、種々の状態から誤動作無くパワーアシストへ移行することを可能にする制御法について検討を行った。また、安全性の高い動作を全体に渡り実現することを目指した。最終的な実験においても、システムの完全なスイッチレス化を目標として設計を行うこととした。

④機能的姿勢変換機能を備えた移動支援装置の開発：車椅子の走行機能に対し、パワーアシストを付加し、また電動の姿勢変換機能を持たせることにより、コンパクトな姿勢変換機能付き車椅子を完成させることを目標とした。特に本年度は、評価とマニュアル作成を中心にを行い、実用性に優れたシステムの完成を目指した。

C. 研究結果

本年度は、各テーマとも最終年度であるため試作機の問題点の改良を進めると同時に、実用化を目指した実際の評価、マニュアル作成を中心に研究開発を行い以下のような結果を得た。

①高齢者の離床を目指した座位保持装置に関する研究：高齢障害者の座位保持に関しては、筋力低下や平衡機能の低下が大きい要因として考えられてきたが、椅子の側にも問題があり、適切な設計によりこれらの問題の多くが解決できることが確認された。特に、力学的な作用によるものや、痛みから逃れるための微少な運動が、ずり落ちなどの姿勢変化の大きな要因であることが確認できた。完成した座位保持椅子を使用した画像処理計測実験から、今回開発を行ったものは、その変化が少なく、その有効性を確認することができた。

②高齢者の機能を考慮した電動介護椅子の開発：システムは従来の電動介護椅子と比較して装置の小型軽量化を実現している。実際の評価時における姿勢変換時の画像データ、筋電図による結果は、健常人に近い自然なものが得られ、また姿勢変換時の筋電図の変化からも、必要のない筋力を用いていないことが確認できた。

③生活機器、移動機器用パワーアシスト化システムの開発：最終年度は、離着床時まで含めた動作全体のパワーアシスト制御を、途中で動作を中断しても安全に再開できるように改良を行った。実際の評価でも、従来のように物理的なスイッチを一切気にせず離床から座位まで安全に動作を行うことが可能であった。

④機能的な姿勢変換機能を備えた移動支援装置の開発：昨年度までに開発を行ったシステムに関し、評価を中心にシステムの実用化を目指した。特に使用方法に関しては、高齢者に対しても理解し易いよう考慮し作成した。実際の評価においても、マニュアルの評価は高く、初心者でも容易に本システムを利用できるものと考えられた。

D. 考察

高齢者の日常生活の機器による支援は、高齢化が予想される介助者側の労働力の軽減、被介助者の自立、社会参加を促すものであり、またQOLの向上にも果たす役割は大きい。これらの支援機器の開発は、実際の評価結果に基づいた設計がなされなければならない。これらの評価結果をシステムどのように反映させるかも福祉機器開発の重要な課題となる。本年度は本研究に対する最終年度に当たり、上記の点を踏まえ、評価時のアンケートや、評価時の物理的データ（力学的データ、画像データなど）に基いた最終的な改良評価を行った。以下、本年度行った実験結果に基づき各々の研究課題について考察を行う。

①高齢者の離床を目指した座位保持装置に関する研究：新たに、高齢障害者の座位保持には力学的要素を考慮する必要がある

ことが明らかにされ、これに基づいた設計を採用することにより、従来の座位保持椅子に比較して大幅なずり落ちなどの座位変動を軽減させることが可能であった。これらの結果から、本座位保持椅子の有効性が確認され、姿勢変動による拘束を無くするためには、椅子の設計に身体と椅子との間の力学的な作用に関しても考慮する必要があることが示唆された。このためには椅子への体圧分布を効果的に分散させる必要があることも確認され、これらの効果は、褥瘡の予防にも結びつくものと考えられた。

②高齢者の機能を考慮した電動介護椅子の開発：従来の座面のみを上昇させる方式のものと異なり、新規な方式は背もたれの動作も姿勢に合わせて動作させるものである。

システムは昨年と同様のものであり、従来の電動介護椅子に比較して装置の小型軽量化を実現している。実際の評価では、特に姿勢変換時の様子、筋電図による評価を中心に行った。姿勢変換は、健康人に近い自然なものが得られ、また姿勢変換時の筋電図の変化からも、必要のない筋力を用いていないことが確認できた。以上の結果より、本システムを使用することにより自然に近い無理のない姿勢変換が可能であるものと判断された。

③生活機器、移動機器用パワーアシスト化システムの開発：本年度は、離床途中での動作停止時から再度パワーアシスト動作に入る際に問題があったが、本年度改良を行った制御方法では、どのような状況下で途中で動作を停止しても、その際の基準荷重を保持させることによりパワーアシスト制御を再開可能にすることができた。荷重変化の予測を高速で行い、逐次基準となる

荷重を更新させ外部からの信号変化の微小値を制御開始の信号として監視するという新規な制御方法は、本システムあるいは他のパワーアシスト制御にとって有用な方法であると考えられた。実際の評価でも離床時、全体重がセンサに負荷されていない状態においても動作の一旦停止、再開が問題なく行うことが可能であった。

④機能的な姿勢変換機能を備えた移動支援装置の開発：新規な姿勢変換機能付き車椅子の試作を行い、最終年度はフィールド評価を中心に行った。特に作成を行ったマニュアルを参照して、安全にシステムの動作を行うことができるかに関しても、検討を行った。評価結果では、システムの動作に関しては問題は指摘されず、マニュアルに関しても、特に特殊な知識を必要とせず初心者でも安心してシステムを使いこなせることが確認できた。以上より開発を行った各システムは、非常に高い実用性を有しており、今後実際のフィールドでの長期使用などが期待できるものと判断された。また、開発を行ったシステムの一部は、実際に国際福祉機器展や、自治体主催の福祉機器展への展示、試乗会への供与など各方面から高い評価を得ることができた。

E. 結論

本研究班では、今後の高齢者化社会における重要課題である高齢者の自立、QOL向上を機能的に支援するシステムについて、研究し、実際に機器の開発を行った。本研究班の機器開発に関しまとめると、寝たきり→座位保持→座位から起立→移動支援→移動時の活動範囲の拡大という、寝たきりを無くし、積極的に社会参加を可能にする

までの各レベルにおける高齢者の自立意欲、QOL向上を支援する一連の機器に関するテーマを掲げている。これらの各機器は、実用化を目標としその開発を進めてきた。本年度は最終年度であり、各研究テーマとも、昨年度までの評価結果に基づいた改良、設計および試作を行い、実際のフィールドによる評価、使用に関するマニュアル作成などを行った。評価結果は、おおむね良好であり、長期間の使用にも耐えうるものであった。今後の詳細なデザイン検討・改良や周辺装置の充実、安全性の確認などにより実用化も十分に期待される。

平成12年度
分担研究報告

東京電機大学理工学部
福井 康裕

職業能力開発総合大学校
関口 行雄

北海道大学大学院工学研究科
高橋 誠

国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所
廣瀬 秀行

生活機器、移動機器用パワーアシスト化システム

福井康裕（東京電機大学理工学部教授）

高齢者の社会参加への希望は高く、今後の福祉機器には高齢者の自立を促進し積極的な社会参加を可能にするものが望まれる。一方、介助、介護の際の介助者、被介護者の肉体的・精神的負担を少なくし質の高い介助・介護を可能にすることも要求される。本研究では、移動支援機器のパワーアシスト化を試み実際の評価にて、良好な得られたので報告を行う。

キーワード：高齢者、パワーアシスト、介助リフト、QOL

A. 研究目的

移動介助機器は、福祉機器の中でも介助者の負担の軽減や高齢者の自立，社会参加を積極的に図ることを可能とし，今後大きな需要が考えられる。また，機械と人間が共同作業により介助を行うので，使用者の精神的負担の軽減にも有効であるとされている。

被介助者の精神的負担の軽減は，高齢者・障害者の日常生活におけるQOL（Quality of life）の向上につながる。パワーアシストシステムは，今までに多く見受けられた機械が全ての支援を行おうとするものとは異なり，機械と人間との協調の上に一つの動作が成り立つものであり，今後の福祉機器の一つの大きな流れになるものと予想される。

本研究で対象としてたパワーアシストリフトは高齢者，障害者をベッドから車イスあるいはトイレ，浴槽などに移動させる際に使用

する福祉機器である。昨年度までは，主にシステムの開発、パワーアシストの基本動作に関する制御アルゴリズムに関して検討を進めてきた。本年度は、従来困難であったベッドや車イスなどからのパワーアシスト動作時のように、加重変化を伴う場合における制御方法についてその完成度を高め、より質の高い制御の実現を目指した。また、開発を行ったシステムは、その評価により良好な動作を示したので報告を行う。

B. 研究方法

①パワーアシストリフトの構成

開発を進めているパワーアシストリフトは，介助者が被介助者を持ち上げ，あるいは引き下げようとした力を加重センサにより検出し，必要な力を動力により補助するというものである。

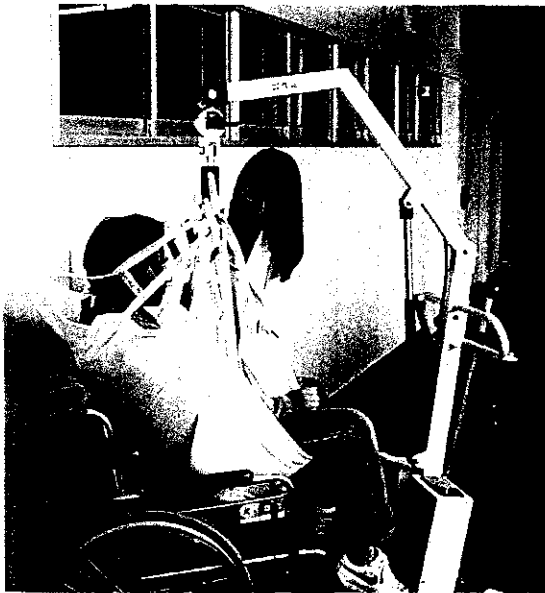


図1. パワーアシストリフト外観

リフト本体には市販の床走行式のものを使用している（図1）。リフトアーム部先端とハンガー部の間にはロードセルが取り付けられており、ロードセルから得られた被介助者の体重は、リフト下部に取り付けられたアンプを介してマイクロコンピュータに送られる。マイクロコンピュータは、介助者が加えた操作力を検出し、その力に応じたアシスト力を駆動部へ出力する。駆動部のスピードは介助力によって可変である。速度変化はPWM方式により2.5～5 cm/sの範囲で制御される。

②パワーアシストの動作

昨年度までに開発を行ったパワーアシストリフトの基本動作の制御に加え本年度は、パワーアシストを採用したリフトで重要となるのがベッドや車イスからの上昇、下降時の制御法に関して開発を行った。車イスやベッドからの上昇、下降時には、ロードセルに掛かる介助者の体重はリフトとベッドや車イスに分散されるので、徐々に変化し、いつ介助を加えたか、または介助を中断したかを正確に認識する必要がある。実際に、つり上げ動作

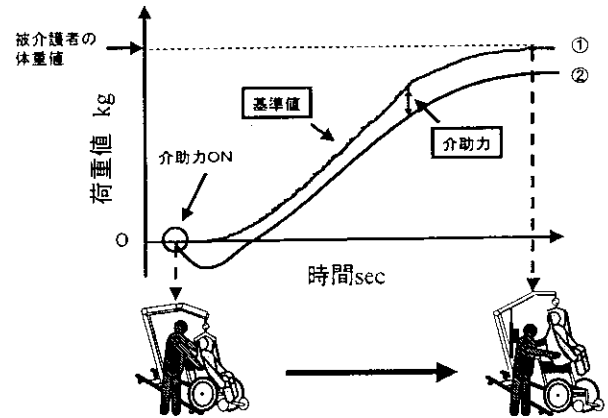


図2. ベッド・車イスからのパワーアシスト開始時点の認識

の途中で、スリングシートを直すなどの動作が入り、動作は複雑なものになる。そこで、図2に示したように持ち上げ開始時には介助力変化の微分値が0となる時点（極小点）から制御開始とするようにした。また、そのときの基準荷重の値は、荷重0の時点から荷重値の変化に応じて徐々に上昇させることにより設定した。

また、持ち上げ速度に関しても介助力に比例して2～5 cm/sの範囲で可変できるように設定を行った。

③評価方法

開発した装置を用い、被介助者による動作実験を行った。動作実験では、イスからの持ち上げ動作、および完全に被介助者を吊り下げた後の操作力に応じた動作について確認を行った。具体的な操作手順を以下に示す。

- ①被介助者を、車イスに座らせ、スリングシートを装着する。
- ②リフトの電源を入れリフトにシートを装着しプログラムを起動させる。
- ③介助力を加え被介助者を車イスからつり上げる動作を行う。

- ④完全につり下がった状態での上下動を行う。
- ⑤被介助者を車イスに降ろす。
- ⑥完全に着座した時点でプログラムを終了する。

実験中は、ロードセルに負荷された加重、および駆動部スイッチのON, OFFによりその動作状況を確認し、ロードセルの荷重値、閾値となる基準値、リフトのハンガー部分の上下動した際の床からの高さ、介助力に関し記録を行った。

C. 研究結果

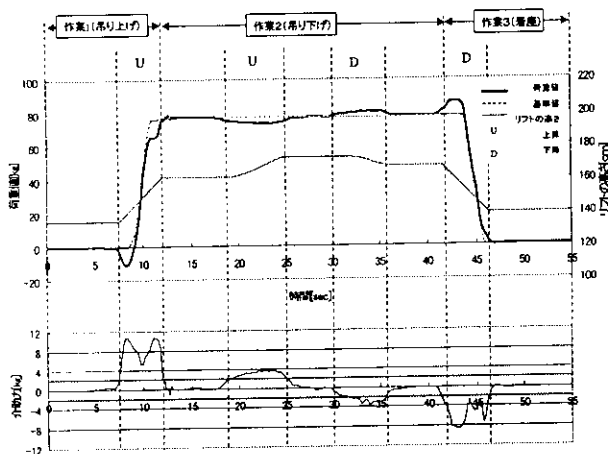


図3. 実験中の各パラメータの変化の様子

図3に実験を行った際のロードセルの荷重値、閾値となる基準値、リフトのハンガー部分の上下動した際の床からの高さ、介助力の変化の様子の一例を示した。以下に、図中に示した各作業における結果を示した。

(作業1)

着座時の状態から、介助者が被介助者を上方に引き上げようとして上方に力を入れると、荷重値は低下する。その時の介助力は、極値の時点の荷重値として求めることができる。荷重値が極値をとった時点から、荷重値変化量と基準値変化量が一定となるように制

御がなされ、上昇動作が行われていることが判る。この荷重値が上昇し始めた時点は基準値(0 kg)として、荷重変化量に応じて基準値の更新が行われており、この基準値からの荷重の変化量をもとに介助力の方向を判断し動作が行われている。

(作業2)

完全につり上げがなされた時点で若干の高さの調節などにより上下動を行わせている(U (UP), D (DOWN)の部分)。このときの動作は介助力が閾値を超えると始まり、介助力は最大でも4 kg以下を示していた。

(作業3)

下降動作に入る際にはまず、荷重値が上昇していることが確認できる。荷重値が最大になった時点でモータの動作が始まり、下降動作に入る。評価では、下降途中で動作を一旦停止させることはなかったが、一旦停止させた場合に関しても、再度その時点で基準値の再設定を自動的に行うので、着座までスイッチの操作は必要無く、介助者は被介助者の介助に集中することが可能であった。

D. 考察

介護・介助における好ましい形態として、直接人の手により行われる方法が考えられる。人の手による介助は、被介助者に安心感など精神面で与える影響は大きい。ところが、今後の高齢化社会における介護者側の高齢化などを考えると、すべてを介助者の手に頼ることにも限界があると言える。そこで、人間と機械とがうまく協調し合い、一つの動作を行う形態による介護・介助が今後重要視されるようになるものと考えられる。日常生活の中で、少しのアシストがあれば高齢者や障害者が自立して行うことのできる作業も数多く

行う形態による介護・介助が今後重要視されるようになるものと考えられる。日常生活の中で、少しのアシストがあれば高齢者や障害者が自立して行うことのできる作業も数多く存在しており、今後機械による日常生活支援は、さらに必要性が増してくるものと思われる。しかし、日常生活の中では常に同じ支援方法が望まれるのではなく、各場面や状況に応じた支援方法および制御法が要求される。

本年度はこの介助者、被介助者の積極的な自立、社会参加を目指し開発を進めているパワーアシストリフトに関して、介助開始から終了時までの全ての行程に関してアシスト制御を可能にした。さらに、開発を行ったシステムを用いて、健常者による評価およびリハビリテーションセンターによる評価を行った。動作結果は、当施設内で行ったものを示したが、両施設による評価での差は見られず、動作全体に渡って良好なパワーアシスト動作を行わせることが可能であった。本システムでは、被介助者の体重に関係なく2kg程度の力で介助を行うことが可能になり、介助の最中であってもスイッチ操作に気をとられることもなく、介助者は余裕を持って作業を行うことができ、また、被介助者の精神的負担も少なくなる。

E. まとめ

高齢者の自立・QOL向上のための機器開発としてパワーアシストリフトの開発を行った。その結果、単純な制御法にて、着座から再び着座するまでの間をすべてパワーアシストにて行うことが可能であった。

開発を行ったパワーアシストシステムの考え方は、リフトなどの移動支援機器ばかりでなく、ドアの開閉、ベッドの上下動などその

応用範囲は広く、今後様々な分野で応用されることが期待される。

F. 研究発表

1. 中村和彦, 舟久保昭夫, 福井康裕: 高齢者のための生活支援機器制御法の検討, 日本機会学会第10回ハイエンジニアリング講演会講演論文集 97(72), 58-59(1998)
2. 舟久保昭夫, 中村和彦, 福井康裕: 高齢者のための生活支援機器制御法の検討, 医用電子と生体工学, 第36巻特別号, 558(1998)
3. 竹内虎之介, 中嶋千鶴, 舟久保昭夫, 本間章彦, 三輪 誠治, 伊藤正彦, 福井康裕: 高齢化社会における生活支援機器制御法の検討, 第14回ライフサポート学会大会論文集 14, 136(1998)
4. 竹内虎之介, 舟久保昭夫, 三輪誠治, 伊藤正彦, 福井康裕: パワーアシスト制御を用いた移動用介護リフトの開発, 第15回ライフサポート学会大会論文集 15, 124(1999)
5. 竹内虎之介, 舟久保昭夫, 三輪誠治, 伊藤正彦, 福井康裕: 高齢化社会における生活支援機器制御法の検討, 第38回日本BME学会大会論文集, 37Supple, 132(1999)
6. 福井康裕, 舟久保昭夫: 移動・移乗支援システムの開発の現状と今後, BME, Vol.14, No.2, 46-52, 2000
7. 福井康裕, 舟久保昭夫: 高齢者の自立・QOL支援システム, Advances in Aging and Health Research, 95-104, 1999
8. 舟久保昭夫, 福井康裕: アシスティブテックノロジーと今後の福祉機器開発, 医器学(日本医科機械学会誌), Vol.70, No.7, 28-32, 2000

機能的姿勢変換・移動支援装置の開発

～ 最終試作及び利用マニュアル作成 ～

関口行雄（職業能力開発総合大学校福祉工学科教授）

本装置は加齢による機能低下が著しく自力歩行が難しい高齢者の移動支援装置で移乗、姿勢変換及び駆動動作を支援する機能を備えた高齢者用車いすである。最終年度は第2次試作機の評価で指摘された問題点を改良し最終試作を行うとともに、円背や側彎等の脊柱変形や褥創に配慮した試作を実施した。また、本装置を安全かつ有効に利用したり、操作方法を効率的に習得するための利用マニュアル作成を行った。

キーワード：高齢者用車いす、姿勢変換支援、電動化、パワーアシスト化、座位保持、利用マニュアル。

A. 研究目的

機能的姿勢変換・移動支援装置は、加齢による機能低下が著しく自力歩行が難しい高齢者の移動支援装置で移乗、姿勢変換及び駆動動作を支援する機能を備えた高齢者用車いすである。

開発期間は3年であり、初年度は脊髄損傷者の就労支援装置として開発した立位移動装置/1/の知見を参考として、高齢者の日常生活動作の特徴/2/に配慮した高齢者用車いすの第1次試作を行った/3/。平成11年度は第1次試作機の高齢者による試乗評価結果をもとに改良を加えた第2次試作を行った/4/。最終の平成12年度は第2次試作機に若干の改良を加えた最終実用試作、及び高齢者に多く見受けられる身体的症状である円背や側彎等の脊柱変形と褥創予防に配慮した試作を行うととも

に、本装置を安全かつ有効に利用したり、操作方法を効率的に習得するための利用マニュアル作成を目的とする。

B. 研究方法

1. 第2次試作機の概要

機能的姿勢変換・移動支援装置は、市販の車いす電動化ユニット（ヤマハJW1）及びパワーアシストユニット（ヤマハJW2）が装着可能なフレームに、移乗動作（立位姿勢）及び着座・起立動作を支援する電動の平行機構を組込んだ高齢者用車いすである。

・車いすサイズ：

670(W)×1050(L)×860(H) mm

・重量：34.7 kg

・座面昇降高さ：147 mm

・座面/背角度：3°/95°

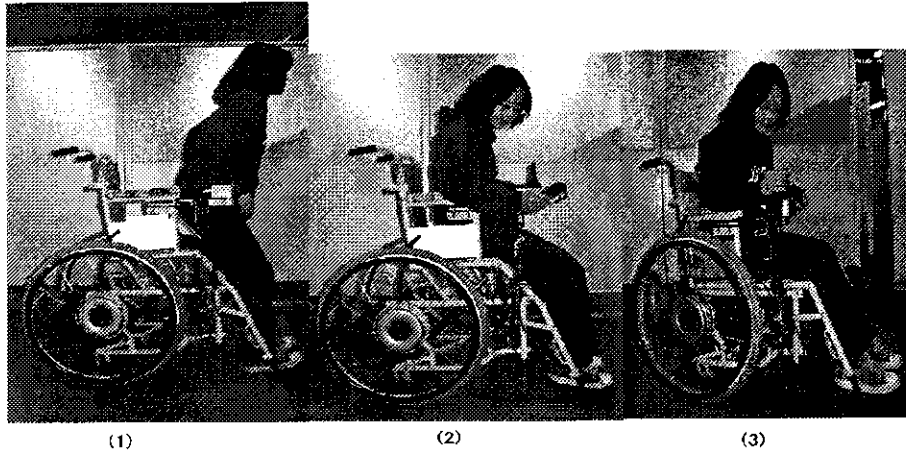


写真1 機能的姿勢変換・移動支援装置

(1) 移乗、(2) 姿勢変換、(3) 車いす駆動

使用方法を次に示す。

〔写真1 (JW1 装着タイプ)参照〕

- ①座面が最も上昇した状態ではフットプレートが着床し車いすは固定される。高齢者はアームレストを手すりとして後ろ向きでフットプレートの上に立つ。
- ②立位姿勢から僅かに腰を沈め、平行機構の上に座る（座位姿勢）。
- ③座った状態で、横に掛かっている姿勢変換スイッチを手元にとり、座面を降下させる。降下と同時にフットプレートは離床し、折れ曲がっていた座面一部が水平になり奥行きが長くなり、普通型車椅子と同等の形状となる。
- ④車いすはリハビリの観点から、平らな床面では手動駆動で、また、段差や坂道は電動またはパワーアシスト駆動で走行する。
- ⑤視線を高くしたり、作業空間を確保したい時は、座面を上昇させる。この時、座面は床に平行であるため高齢者は座位姿勢のままである。
- ⑥車椅子から降りる時は、座面を最も上昇させる。アームレストを手すりとして少し腰を浮かせば、座面の3分の1が折れている

ので容易に起立できる。

*移乗を介助する場合も、介助者は僅かに前屈み姿勢をとるだけで移乗させられる。

2. 第2次試作機の評価結果

第2次試作機を試乗評価した高齢者からの主な指摘事項を次に示す。

- ①移乗時の転倒防止にアームレストを手摺りとして使用するが、ジョイスティックコントロールの位置が邪魔になる。
- ②移乗は床面に接地したフットプレート上の立位姿勢が基準となるが、フットプレート位置が前すぎて、若干姿勢変換がしづらい。最終試作では指摘された2点について改良し最終試作とする。

3. 高齢者の身体的症状に対する配慮

高齢者に多く見受けられる身体的症状である円背や側彎等の脊柱変形と褥創予防に配慮した試作を行う。

3-1. 円背や側彎等の脊柱変形

Wiles の姿勢分類を活用し、脊柱変形の種類と姿勢頻度を調査した結果、姿勢頻度に関して、ラウンドバックタイプ1とラウンドバックタイプ2で約70%の割合を占めることから、この2タイプの脊柱変形高齢者を対象

とした背面シート形状を設計する。

・ラウンドバックタイプ1：

- ①姿勢頻度：約46%、②膝屈曲角：20°
- ③第1腰椎傾斜角度（角D）：18.9°
- ④後彎頂椎部：第1腰椎33%

・ラウンドバックタイプ2：

- ①姿勢頻度：約24%、②膝屈曲角：10°
- ③第1腰椎傾斜角度（角D）：20°
- ④後彎頂椎部：第10・12胸椎50%

なお、角度はX線学的計測方法によるもの。

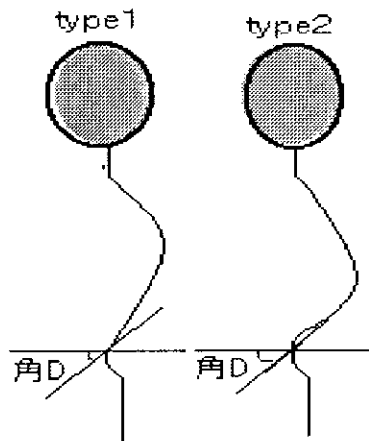


図1 姿勢分類：ラウンドバックタイプ

3. 2 褥創予防

褥創の要因は複雑に絡みあっているが、最も直接的な要因は圧力である。皮膚が圧力を受け血液の流れが悪い状態が一定時間（通常2時間程度）を超えると壊死して発生する。したがって、褥創予防は主たる要因である圧力を分散させるクッション素材に対応する。

4. 利用マニュアル

福祉機器の開発によって高齢者の自立が促進されることが期待されるが、普及や適切な使用がなされるためには、高齢の利用者が福祉機器の機能を充分理解でき、動作を伴うものは効率的に習得できるようなマニュアルが不可欠である。

C. 試作機の設計

1. 普通タイプ設計、試作

第2次試作機の評価で指摘された項目を改良した最終試作機を普通タイプとする。

(1) ジョイスティックコントローラの位置

第2次試作機のジョイスティックコントローラは、アームレスト前方に配置されている。移乗時にアームレストを手摺りとして利用するのでジョイスティックの位置を外側に変更する。注意事項は①アームレストとジョイスティックの間隔の寸法、と②ジョイスティックを外側に設置した時、レバー操作性に問題が生じないかの2点である。

成人男性の場合、手の甲の厚みは約40mmであるから、20mmの余裕をもたせた隙間寸法は60mmとし、アームレスト前端からの位置は変更しなかった。

ジョイスティックの位置が60mm外側へずれたことによるジョイスティック操作性については、前腕が外側に約25°変化するが、手首可動範囲でカバーでき操作性には支障がないことを確認した。

(2) フットプレートの位置

第2次試作機のレッグパイプの角度は、キャスター（6インチ）と干渉しないように配置されている。改良のポイントは、座面上限時の床面に接地したフットプレートをどれだけ手前に近づけられるかである。方策として、キャスター径を小さくすることも考えられるが、段差乗り越え能力の観点から6インチのままとした。よって、改良は可能な限りレッグパイプをキャスターに接近するように変更することとした。

図にレッグサポート部の改良の概略を示す。現状は60mm隙間があるので、隙間を10m

mと変更する。これに伴いフットプレートが接地するレッグパイプの寸法が 435mmから 415mmに変化する。この改良の結果、フットプレート位置は手前側に 55mm近づき、座面上限位置から起立する動作が容易になった。

2. 座位姿勢保持タイプ

2-1. 円背や側彎等の脊柱変形への対応

脊椎変形への対応は、背面シート形状を脊椎変形の彎曲程度に合わせる調節スリングシートを適用することとした。個別の調整によって、快適性（背面接触圧の分散）と安定性を確保しつつ長時間の座位姿勢保持が可能になる。写真 2 はマジックテープを利用した調節スリングシートである。

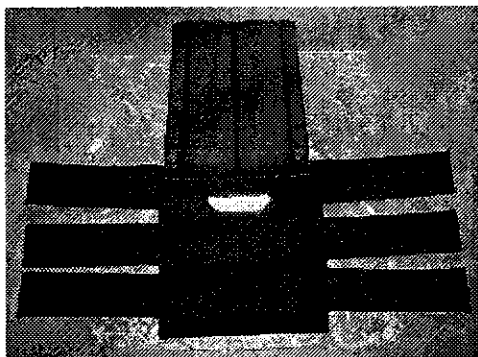


写真 2 調節スリングシート

2-2. 褥創予防への対応

褥創予防のための用具の具備すべき条件は、

- ①必要以上に沈み込まない。
- ②底付きしない。
- ③押し返してこない。
- ④表面がザラザラしていない。

といわれる。このような条件を備えた素材としては種々あるが、本装置は座面が上昇につれて前方1/3が前倒れする構造になっているのでシート形状のものを選択することとし、ビスコエラスティックポリマーシート（商品名：アクションパッド）を採用した。

D. 利用マニュアル作成

1. マニュアルに必要な条件

高齢の利用者が福祉機器の機能を充分理解でき、動作を伴うものは効率的に習得できるようなマニュアルが不可欠である。このようなマニュアル作成に必要な要件を挙げると、次のようになる。

- ①「分かり易い」： 内容を容易に理解できることであるから、表現や表記の工夫、難解な用語の解説等が必要となる。
- ②「正確である」： 内容が正しく、表現や表記に一貫性があり、利用者に誤解を与えないということである。
- ③「役に立つ」： 機器を使用する上で必要な情報が過不足なく盛り込まれているということである。
- ④「安全への配慮がある」： 利用者を危険から守り、不利益、不快感を与えないということである。制限事項や注意事項は内容や理由が明確で分かり易いこと不可欠である。

2. 記載項目の決定

利用マニュアルの記載項目を決定するために市販の福祉機器のカタログやマニュアルを収集して共通の記載事項を検討、抽出すると、次のようになる。

- ①安全のための制限事項と注意事項
- ②各部の名称と説明
- ③機器の特徴と用途
- ④使用条件と操作方法
- ⑤保守・整備、トラブルへの対応
- ⑥保証とアフターサービス

これら記載項目について、前述のマニュアル作成に必要な要件を考慮してまとめることとした。

3. 操作方法習得プログラム

第2次試作機の試乗評価における説明事項

の理解状況、ジョイスティック操作の習得状況の観察から、高齢者の理解、習得上の特徴は個人差が大きく平均値で論じるのは的確ではないが、あえて若年者との比較で心理的特徴を挙げると、

①初期段階では過度の緊張・不安からか、失敗すると心理的バランスを崩し、適切な判断できなくなる。

②「間違えたら壊れるのではないか」との不安からか、思い切った操作ができない。

③過去の経験や知識から判断できないことは敬遠しがちである。

などがある。

したがって、機器開発の目的や性能発揮のための要件・使用方法、使用環境条件等の限界、制限事項と注意事項について、

①利用者の理解促進、マニュアル離れを避けるためにも、必要情報以外は極力除外する。

②操作方法は、マニュアルの内容と体験が一致するように実体験に基づき呈示する。

③ポイントを明確にするために、画像・イラストによる説明を多用する。

① 文章は要点をまとめ、極力短くする。また、利用者の立場で記述する。

なお、マニュアルの形式は情報が固定される紙ベースで行うこととする。

E. 結 論

高齢者用車いすが具備すべき機能を探りつつ、加齢による機能低下が著しく自力歩行が難しい高齢者の移動支援装置を機能的姿勢変換・移動支援装置として試作・開発してきた。

最終の平成 12 年度は第 2 次試作機に若干の改良を加えた最終実用試作、及び高齢者に多く見受けられる身体的症状である円背や側彎等の脊柱変形と褥創予防に配慮した試作を

行うとともに、本装置を安全かつ有効に利用したり、操作方法を効率的に習得するための利用マニュアル作成を作成した。

今後は、本装置を必要とする虚弱な高齢者に少しでも普及するよう努めたい。

F. 参考文献

/1/. 鈴木, 関口他, 機能的立位移動装置の実用化, 第 11 回リハビリ工学カンファレンス予稿集, 1996 年 7 月.

/2/. 鈴木, 関口他, 機能的姿勢変換・移動支援装置の開発～高齢者の日常生活におけるスペーススタディ～, 第 13 回ライフサポート学会予稿集, 1998 年 10 月.

/3/. 鈴木, 麻生, 関口他, 高齢者用姿勢変換・移動支援装置の開発, 人と福祉を支えるフォーラム 1999, 1999 年 2 月.

/4/. 加藤, 鈴木他, 高齢者用姿勢変換・移動支援装置の開発～第 2 次試作～, 人と福祉を支えるフォーラム 2000, 2000 年 2 月.

G. 研究発表

1. 学会発表

① 加藤, 鈴木, 関口, 垣本, 高齢者用姿勢変換・移動支援装置の開発～第 2 次試作～, 人と福祉を支えるフォーラム 2000, 2000 年 2 月.

② 加藤, 鈴木, 垣本, 関口, 高齢者用車椅子の開発, 第 37 回日本リハビリテーション医学会, 2000 年 6 月.

③ 鈴木, 加藤, 関口, 垣本, 高齢者用姿勢変換・移動支援装置の開発～第 2 次試作の評価結果～, 第 16 回ライフサポート学会, 2000 年 8 月.

高齢者の機能を考慮した電動介護椅子

高橋 誠（北海道大学大学院工学研究科 生体システム工学講座 助教授）

従来の電動介護椅子では、立ち上がり介助時に腰が「くの字」に折れ曲がった状態で終了する。そのため、完全な直立姿勢となるまでは自力で立ち上がらなければならない。そこで1本のアクチュエータの動作で座面と背もたれが立ち上がり時にほぼ直線的となる電動介護椅子を開発してきた。評価システムとして供するため昨年度に開発した6チャンネルの筋電計測装置を用いて、椅子使用時の筋活動電位計測を行った。また、ドイツにおける福祉機器企業、老人介護施設、地域中核病院及び介護保険における自立支援機器の動向を調査した。

キーワード：電動介護椅子、動作解析、起立動作、筋電図、介護保険

A. 研究目的

21世紀を迎え、我が国では少子高齢社会に対し真摯な対応が早急に必要となっている。人的及び社会リソースを有効に利用するためには、廃用性筋萎縮（disuse muscular atrophy）を生じることを極力おさえることが重要であり、また、QOLの観点からもこのような状態を避けるためには日常生活に置いて極力立位の状態を保つことが重要である。

これらの問題点を解決するため、本補助金により、“くの字”の状態で停止することをさけ、座面とともに背もたれがほぼ垂直になり介助する電動いすを開発してきた²⁾。昨年度に開発した6チャンネル筋電計及びパーソナルコンピュータを用いたモニタシステムで電動介助椅子使用時の評価を行った。

また、日本に先駆け介護保険を1994年に導入したドイツ連邦共和国における福祉機器企業、老人介護施設、地域中核病院及び介護保険にお

ける自立支援機器の動向を調査した。

B. 研究方法

図1に試作電動介助椅子の外観を示す。昨年度開発した6チャンネル筋電計を用いて自力での起立時、電動介助時の筋活動電位を計測した。下肢：大腿直筋、前脛骨筋、体幹：脊柱起立筋、外腹斜筋、上肢：上腕三頭筋の5つの筋からEMGを計測した。

EMGは全波整流後、平滑化しPCベース計測器を介してパーソナルコンピュータ(PC)で計測データを記録・処理した。

図2に下肢の電極装着部位のようすを示す。また、図3に計測のようすを示す。

筋活動電位を次の3条件で計測した。

条件A：座位から肘掛を用いずに自力で立ち上がる場合、

条件B：座位から肘掛を用いて自力で立ち上がる場合、

条件C：座位から立位まで電動で介助する場合。

なお、被験者は23歳の健常男性において各5回計測を行った。

C. 結果

図4、図5及び図6に、それぞれ条件A、条件B及び条件Cの結果を示す。

肘掛なしでの自力起立動作である条件Aでは下肢の起立動作及び姿勢制御に関する大腿直筋、前脛骨筋、及び体幹の筋である外腹斜筋、脊柱起立筋に活動が見られる。とくに、下肢の筋の活動が大きい。また、上肢の上腕三頭筋も起立時に上肢を支えるために働くことがわかる。

自力起立動作で肘掛を用いる条件Bの場合は、上腕三頭筋が3条件の中でもっとも活動することがわかった。下肢筋は肘掛なしの場合に比較し活動は低下している。

電動介助で起立する条件Cでは、条件A、Bに比較しすべての筋の活動が低下しているが、立位の状態に近くなると下肢の筋が動作し始めるのがわかる。とくに姿勢の維持に関与する前脛骨筋の活動が大きい。体幹の筋はほとんど検出されていない。

D. ドイツ連邦共和国における福祉機器の位置付け

ドイツの福祉機器の状況を調べるため、デュッセルドルフ近郊でオランダ国境から程近いボホルト市の福祉機器工場(Luck社)、老人介護施設(Haus vom Guten Hirten)、地域中核病院(St.-Agnes-Hospital)及び介護保険事務所(BKK2000)を訪問した。

ここではドイツが1994年に導入した介護保険における介護機器の動向について述べたい。

ドイツでは8200万人の人口のうち、約7150万人が公的介護保険に加入しており、810万人が私企業の介護保険に加入している。保険給付を受けている人数は190万人である(表1)。

このなかで急性のものが135万人で138億DM支給され、慢性のものが57万人で144億DM支給されている。

介護機器に関する支出は1995年に3.8億DMであったものが1999年には8.3億DMに増加した。この増加率は、ほぼ介護保険全支払額の増加率と同じである。

我が国でも今後介護機器に対する支出が増えるものと考えられる。

介護機器の保険からの支出の認定については専門家が行っているが、ボホルト市はオランダ国境に近く、オランダ国内に住居を有し、国境を越えて毎日通勤するドイツ人がいる。したがって、ドイツとオランダの介護保険の差について貴重な意見を聞いた。それはドイツでは高齢者や障害者のレベルに応じて介護度を決めており、それに合わせて保険が適用される。オランダでは介護を要求する人の希望に応じて保険を適用するとのことである。この事実を確認してはいないが、我が国の介護認定制度はドイツ型であり今後、改善の余地が生じるかもしれない。

E. 結論

試作した直立型電動介助椅子で仕事量が減じることを筋活動電位で確認した。本試作機は実用性を考慮し、ヘッドレスト、頭部保持板、可動式肘掛を装備した。また、失禁に対応するため防水性を有しながら肌触りに優れるファブリック素材を使用した。

今後は商品化の可能性を探りたい。

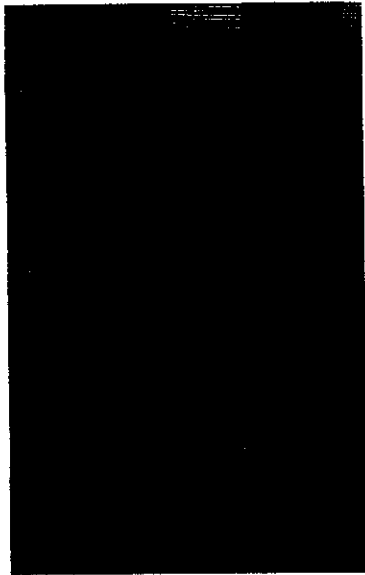
F. 引用文献

- 1) 平成9年版厚生白書
- 2) 高橋誠, 高島慎一, 山本克之, 村田和香, 西部宏, 電動介助椅子の動作解析, 第10回寒地環境工学合同シンポジウム講演論文集, 149-152, 1997.

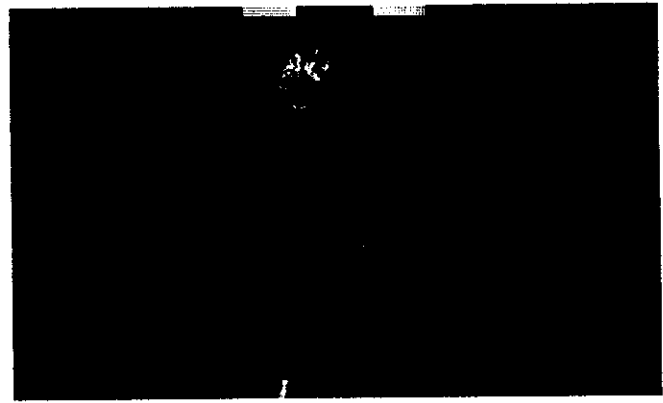
G. 研究発表（平成 12 年度）

1. 学会発表

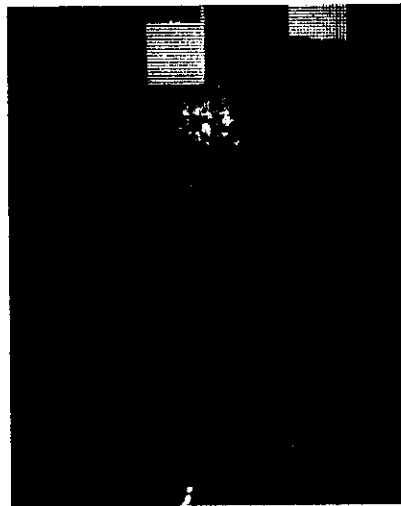
- ① 出羽弘明, 高橋誠, 高齢者・身障者自動車座席における移乗動作解析, 医用電子と生体工学, 38 (Suppl.), 372, 2000.
- ② 出羽弘明, 高橋誠, 自動車座席-車椅子間の移乗動作の評価, 電子情報通信学会技術報告, 2001 (in press) .



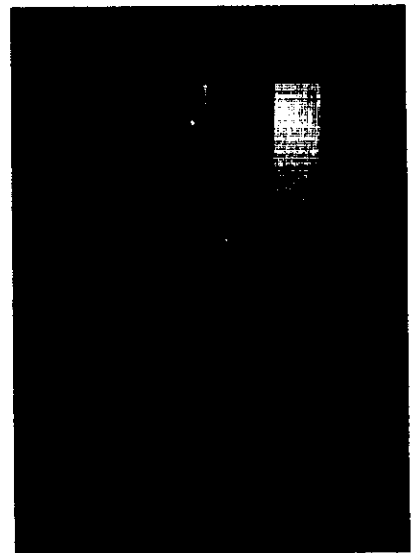
(a) 正面外観



(b) 臥位



(c) 肘掛挙上時



(d) 立位

図1. 試作電動介護椅子
の外観



図2. 下肢の電極装着



図3. 計測風景

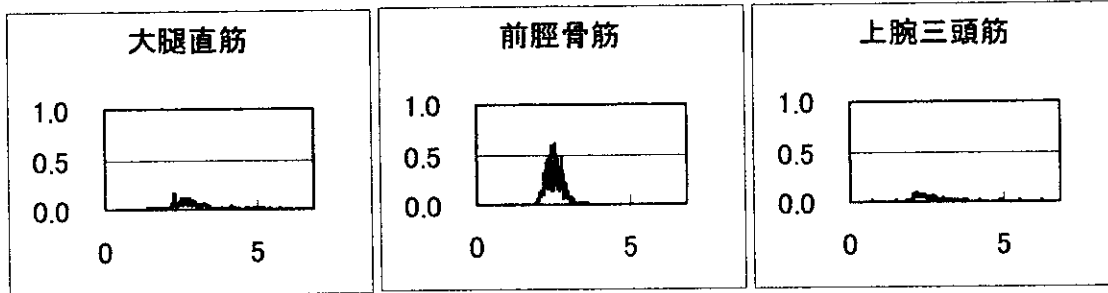


図4. 自力起立動作
(肘掛なし)

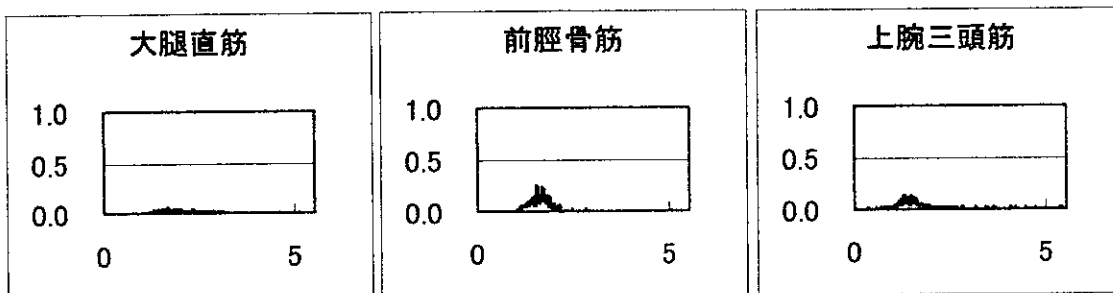
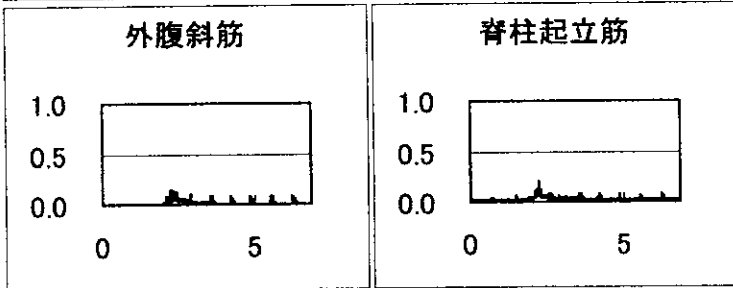


図5. 自力起立動作
(肘掛あり)

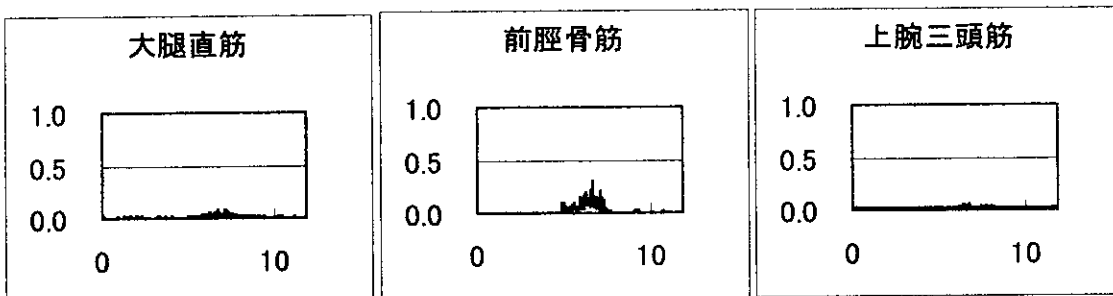
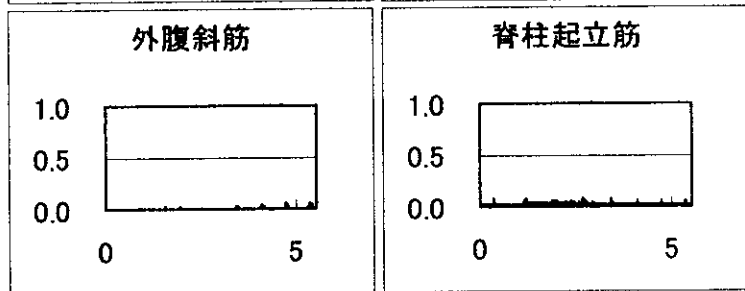


図6. 電動介助起立動作

