

障害者自立支援機器等開発促進事業

**安全で使い勝手の良い簡易形電動車いすに関する開発
(3年計画の1年目)**

平成22年度 総括・分担報告書

開発代表機関 アイシン精機株式会社

平成 23 (2011) 年 4 月

目 次

I. 報告

安全で使い勝手の良い簡易形電動車いすに関する開発

代表機関名 アイシン精機株式会社

A. 開発目的	-----	1
B. 開発する支援機器の想定ユーザ	-----	2
C. 開発体制	-----	2
D. 試作した機器またはシステム	-----	2
E. 開発方法	-----	3
F. 実証試験	-----	4
G. 開発で得られた成果	-----	5
H. 予定してできなかったこと	-----	11
I. 考察	-----	12
J. 結論	-----	12
K. 健康危険情報	-----	12
L. 成果に関する公表	-----	12
M. 知的財産権の出願・登録状況	-----	12

「安全で使い勝手の良い簡易形電動車いす」に関する開発

開発代表機関 アイシン精機株式会社

開発要旨

本開発は、社会的な問題となっている電動車いすの安全をテーマとし、技術開発の立場から解決策を提案しようとするものである。

本開発では、簡易形電動車いすユーザーが傾斜路を横切る際に、片流れ現象によって車体が意図しない方向に走行していくことを低減し操作者に起因する危険性を軽減する片流れ検知・軽減走行技術を簡易形電動車いすに搭載し、安全で使い勝手のよい電動車いすを試作した。実証試験として、屋内の8度の一定傾斜の模擬路を走行し、ジョイスティック操作角度を比較したところ、制御ありの方がなしに比べて約1/2まで軽減され、インタビュー結果から走行容易性、安心感、走行中の座位姿勢保持の安定性などの有用性が認められた。又、屋外の斜面や凹凸地を含む屋外走行試験では、車いすの方位振れ角とジョイスティック操作角度で制御ありの方がなしに比べて平均で1/2～1/3に納まり、インタビュー結果から走行時の疲労感が少ないという結果を得、横傾斜路以外の路面での試験走行の必要性が明らかになった。

今後の課題として、ジョイスティックの操作量と操作負担及び疲労との関係、制御した場合の座位姿勢に対する有効性の調査が必要ながわかった。さらに量産化するための評価基準を構築する必要性が明確になった。

開発責任者

飯田教和 アイシン精機（株）
ライフ&アメニティ技術部
グループマネージャ

開発分担者

松本 治 （独）産業技術総合研究所
知能システム研究部門
グループリーダー

井上剛伸 国立障害者リハビリテーション
センター研究所
福祉機器開発部 部長

加茂光広 アイシン精機（株）
ライフ&アメニティ技術部
チームリーダー

開発協力者

硯川 潤 国立障害者リハビリテーション
センター研究所
福祉機器開発部 研究員

A. 開発目的

電動車いすは、障害者・及び高齢者の自立移動を促進する有効な福祉機器である。

日本では高齢化に伴って、電動車いすの出荷台数は年々増加しており、2009年度までの累計出荷台数は約550千台である。（図A-1）

その中で、簡易形電動車いすは、軽量で気軽に自家用車などに積載し遠くへ移動し、移動先でも障害者の自由な移動を助ける大変便利な福祉機器であり、年間4千台、累計4万8千台の出荷実績がある。

一方、製品評価技術基盤機構に1985年5月から2008年1月末までに寄せられた事故情報は96件である（製品事故のみ、交通事故は含まない）。事故の内訳は、転落、転倒、踏切での事故が64%を占め（図A-2）、事故の原因は、操作ミスが25%を占めて

いる。(図 A-3) 発生場所別の事故件数は、坂道が 17 件で 18%, 平坦路が 29 件で 30% (そのうち、舗装道が件で 24%, 凹凸道が 6 件で 6%), 踏切が 14 件で 15%, 段差が 9 件で 9% を占めている。(図 A-4) さらに事故の詳細として、道路の路肩から用水路に約 1.7m 下の用水路に転落し、電動車いすの下敷きとなり死亡、ビルの正面入口に設置してある段差板を直角に進行したところ、前輪が浮き上がり、気がついたら床に倒れる、その際、頭と上腕にケガを負った、などが報告されている。

簡易形電動車いすは、前輪が回動自在のキャスターで構成され、車軸が乗員の重心近くにあるため、小回りが効く反面、傾斜面などの複雑な路面では容易に向きが変わってしまい、操作者の意図しない方向に車両が進んでいってしまうことが少なくない。

本開発では、簡易形電動車いすが歩道の横断歩道のアプローチなどの坂道を横切る際に谷側、すなわち車道側に流れていく片流れを検知・軽減することで、既存の簡易形電動車いすユーザーである障害者及び高齢者の自立移動の可能性を拡げることが目的とする。

B. 開発する支援機器の想定ユーザー

想定ユーザーは、既存の簡易形電動車いすの利用者を想定している。

簡易形電動車いすユーザーは、手動式の車いすが使えないか、あるいはその操作が著しく困難な重度障害者や高齢者である。

わが国の身体障害者数は 厚生労働省 平成 18 年身体障害児・者実態調査結果によれば、3,483 千人であり、うち脳血管障害下肢障害、骨間接疾患、リュウマチ疾患、脊椎損傷、脳神経疾患、小児麻痺、

筋ジストロフィ、脳性麻痺など、また、内部疾患である心臓機能障害、呼吸器機能障害などの全体の 80%, 2,786 千人が車いすのユーザーであると考えられる。身体状態により電動車いすが給付されているユーザー数は不明であるが、先の累計出荷台数 550 千台から類推すると、10% 程度の車いすユーザーが電動車いすのユーザーであると考えられ、さらに簡易形はその 10% 程度であり、30 千人程度が簡易形電動車いすのユーザーと考えられる。決して大きな市場とはいえないが、安全な簡易形電動車いすを望んでいるユーザーは少なくない。

C. 開発体制

本開発では、電動車いすの販売実績を持ち、新技術の実用化に関する知見を有するアイシン、電動車いすの安全確保のために必要となる環境認識および運動制御技術に関する高度で先端的な技術力を有する産総研、および、想定される支援機器ユーザーや厚生労働行政に関する深い知識を有する国リハ研の密接な協力関係のもと開発を推進することで、安全で信頼性高く動作する簡易形電動車いすを開発する。(図 B-1)

機器の開発にあたり、有識者である作業療法士・早川弘子氏(学校法人弘前城東学園 弘前医療福祉大学 准教授)、理学療法士・白井宏明氏(社会福祉法人名古屋市総合リハビリテーション事業団)の助言を得ながら実証試験及び機器の改良を行った。

D. 試作した機器またはシステム

今年度は、まず昨年度の障害者自立支援プロジェクト「安全に配慮された電動車いす」で試作した図 D-1 に示す 0 次試作機を用い、片流れ検知・軽減制御のパラメータ

の最適化を行った。その後、アイシンで量産している簡易型電動車いすタオライトⅡmの車軸位置、転倒防止バー構造等を流用し、フレーム形状の見直しをおこなって図D-2に示す1次試作機を試作した。その仕様を表D-1に示す。加速度センサ、ジャイロセンサ、モーター制御部などは右手すり部下に配置された制御ボックス内のマイコン内蔵の制御基板上に実装し、3軸角度、角速度及び加速度を検知可能とした。制御基板上のマイコンでセンサの情報処理を行い、左右車輪駆動用モータトルクを適切に制御することで、片流れ検知・軽減制御が実現できるシステムを開発した。

E. 開発方法

今年度は、産総研の実験室内の模擬傾斜路上において研究従事者による走行試験を繰り返し、片流れ検知・軽減制御法におけるパラメータの適正化と制御項の追加を行い、より自然なフィーリングの片流れ検知・軽減制御法を開発した。

さらに、国リハ研において簡易型電動車いすユーザによる屋内模擬傾斜路面での走行試験と敷地内屋外走行試験を行い、開発した制御手法の有効性検証を行った。屋内走行試験では、実際の簡易型電動車いすユーザに屋内に設置した傾斜路を走行していただき、片流れ検知・軽減制御を有効にした場合と無効にした場合について、車載データを取得した。敷地内屋外走行試験では、約1.5kmの走行コースを決め、同じく片流れ検知・軽減制御をありにした場合となしにした場合について、実際の簡易型電動車いすユーザに走行していただき、車載データを取得した。具体的には、両実験において走行中のジョイスティックの左右方

向の操作量や左右駆動車輪の角速度、車体のヨー角速度などのデータを取得し分析を行った。

なお、上記の試験のうち、産総研の実験室内の模擬傾斜路上における研究従事者による走行試験については、昨年度試作した車いす（0次試作機）および今年度新たに試作した車いす（1次試作機）を使って実施した。国リハ研における簡易型電動車いすユーザによる試験については、東日本大震災による影響で、0次試作機のみにより実施した。

E-1. 片流れ検知・軽減制御手法の改良

昨年度開発した制御手法による片流れ軽減効果の向上を図るため、制御パラメータの適正化を行った。そのため、産総研の実験室内における模擬傾斜路を活用し、研究開発従事者による走行試験を繰り返した。模擬傾斜路は長さ約4mの路面が5度から15度の間で傾斜角度を自由に変更できるものである。模擬傾斜路には電動車いすの直進走行性能を評価するために、実験のスタート位置とゴール位置を決め、それぞれ電動車いすの停止時における左右の駆動車輪位置に印を付けた。ゴール位置は電動車いすがスタートしてから約3m直進して停止する位置に設定した。この模擬傾斜路において、ジョイスティックの横方向の操作を無効にした電動車いすで横断走行を行い、定数を変更しながら繰り返し実験を行った。ジョイスティックの横方向の操作を無効にして実験を行ったのは、ユーザの操作による介入を無くすことにより、客観的なデータを取得できると考えたからである。

片流れ検知・軽減制御に関するパラメータの変更方法は、まずヨー角速度、ヨー角

度（車いすを上面から見たときの回転角度）、ロール角度（車いすを背面から見たときの回転角度）の制御パラメータがそれぞれ電動車いすの片流れ検知・軽減制御の動作にどのように影響してくるのかを知るために、ヨー角速度、ヨー角度、ロール角度の制御パラメータをそれぞれ基準値に定め、これを基本設定値とした。そして3つの基準値を1つずつ増減しながら、傾斜5度に設定した傾斜路をジョイスティックの横方向の操作を無効にした状態にして繰り返し走行した。そして、実験結果から制御パラメータの値の変化による片流れ検知・軽減制御への影響を調べて、影響の大きい順に設定する順番を決定した。

制御パラメータが適正な値かどうかを判断する目安は、模擬傾斜路のゴールの位置と電動車いすが走行してゴールで停止した時の駆動車輪の位置の誤差とし、具体的には、傾斜路走行を10回繰り返し、この誤差の平均が10cm以内の値を適正值とした。

E-2. 新規開発した簡易型電動車いすに搭載するため制御パラメータの適正化

昨年度開発した簡易形電動車いす（0次試作機）は駆動車輪の車軸が操縦者の座席のほぼ真下にあるが、今年度新規開発した電動車いすは車軸が座席の後方にシフトし、通常の簡易型電動車いすに近い位置にある。そのため、昨年度開発した0次試作機よりも片流れしやすい構造になっている。そのため、このモデルにあった定数の適正化を行う必要がある。

適正化の方法は、0次試作機同様、初めにロール角だけで制御を行い、次にヨー角速度、ヨー角度の順に制御パラメータを決

定する。

F. 実証試験

F-1. 倫理的配慮

実証試験にあたっては、まず試作機に想定される危険源を特定し、その対策を講じるとともに、事前に開発者による走行試験を行うことで安全性を確認した。また、実証試験のエンドポイント、想定される不利益や危険性について事前にチェックを行い、その対策について十分検討した。個人データの管理は、実証試験責任者が一括して行い、保管場所の施錠等、漏洩の無いよう十分な配慮を行った。収集したデータについても匿名化した上で管理を行った。

アイシンでは開発者による実験、産総研内では健常者の方を対象とした実験のみを行い、国リハ研では歩行に障害がある方を対象とした実証試験を行った。このため、国リハ研、産総研それぞれの倫理審査委員会による審査を行い、さらに日本生活支援工学会による倫理審査を受審し、2重の体制を取った。日本生活支援工学会[資料F-1]の説明書および同意書を作成した（実際の説明書には実験責任者の詳細な連絡先および実験に従事する者全ての情報が記載されているが、資料F-1では省略している）。実証試験に関する事項は、これらの説明書による書面説明を行い、同意書による同意を得たうえで実施した。歩行に障害を持つ被験者の募集は、当事者団体から日常的に簡易型電動車いすを使用されている方で、褥瘡等により座位の保持が困難ではなく、健康状態に問題のない方、また日常生活を送る上での判断能力に支障がなく代諾者を必要としない方の紹介を受け、作業療法士による適正確認を実施して選出した。

以上のことから、倫理面の問題は発生しなかったと判断している。

F-2. 試験方法

F-2-1. 屋内走行実験

国リハ研における屋内走行実験は、図F-1のように、実際に簡易型電動車いすを使用している方に屋内に設置された傾斜角度8度の模擬傾斜路を横断する評価を行った。被験者の身体評価と車いすの操作などの特性については事前に調査し、随時フィッティングを行い、被験者の負担を最小限にする配慮をした。

主観評価として、福祉用具満足度評価(QUEST2.0)・福祉機器心理評価スケール(PIADS)、資料F-1に示すアンケート用紙を用いてアンケート・インタビューを行った。

客観評価として、ジョイスティックの左右方向の操作量や左右駆動車輪の角速度、ヨー角速度などのデータを取得した。

模擬傾斜路にはスタート位置とゴール位置を明記し、被験者の方にはスタート位置からまっすぐにゴールに向かって走行していただくよう指示した。試験は片流れ検知・軽減制御のあり、なし、それぞれ15回ずつ傾斜路を繰り返し走行していただいた。この時、被験者の体力に十分注意しながら、途中休憩をはさみながら試験を行った。

取得したデータから片流れ検知・軽減制御が被験者の電動車いすの操作にどのような変化が出ているかを、車載センサデータから分析した。

F-2-2. 屋外走行試験

国リハ研の敷地内で、簡易型電動車いす

ユーザが、あらかじめ設定したコースを走行する、屋外走行試験を行った。

被験者の身体評価と車いすの操作などの特性については事前に調査し、随時フィッティングを行い、被験者の負担を最小限にする配慮をした。屋外走行実験では特に予期せぬ危険が伴うことが予測されたため、事前に開発者による試走を繰り返えし、危険予知に勤め、試験路の確認はもとより、当日の天候による被験者の負担の確認、介助、周囲、前方の安全確保など安全に十分配慮をして試験を行った。

取得データに関しては、主観評価、客観評価共にF-2-1. 屋内走行実験と同様のデータを取得した。

コースは一周約1.5kmで、コース内には歩道の切り下げ部や歩道から横断歩道への進入、傾斜のあるカーブ、凹凸の激しい歩道といった走行が不安定になる場所(課題箇所)が39ヶ所設けられた。

被験者には片流れ検知・軽減制御をありにした場合となしにした場合で、1周ずつ走行していただき、この時のジョイスティックの左右方向の操作量や左右駆動車輪の角速度、ヨー角速度などのデータを取得した。取得したデータは課題の箇所ごとに分析し、片流れ検知・軽減制御のあり、なしで被験者の操作にどのような変化が出ているかを調べた。

G. 開発で得られた成果

G-1. 開発従事者による走行試験

ヨー角速度の定数が片流れ検知・軽減制御にもたらす影響を知るために、ヨー角速度、ヨー角度、ロール角度のそれぞれの制御パラメータについて、ヨー角速度に関してのみ増やした。走行試験を繰り返し実施

した結果、基準設定値で走行した時と比べて、左右に振動しながら電動車いすの向きを山側へ戻そうとする働きが増すことが分かった。

次に、ヨー角度の定数が片流れ検知・軽減制御にもたらす影響を知るために、ヨー角速度、ヨー角度、ロール角度のそれぞれの制御パラメータに関して、ヨー角度に関してのみ増やした。繰り返し走行試験を実施した結果、基準設定値で走行した時と比べて、電動車いすが徐々に片流れした分を補正しようとする働きが増すことが分かった。

最後にロール角度の定数が片流れ検知・軽減制御にもたらす影響を調べるために、ヨー角速度、ヨー角度、ロール角度のそれぞれの制御パラメータに関して、ロール角度に関してのみ増やした。繰り返し走行試験を実施した結果、基準設定値で走行した時と比べて、電動車いすが傾斜路の山方向へ大きく外れることが分かった。

これらの結果から、ロール角度の定数が片流れ検知・軽減制御に大きく影響していることが分かった。よって定数を決める際には、まずロール角の制御パラメータを決め、次にヨー角速度、ヨー角度の制御パラメータを決めれば、定数の適正化ができると考えられる。

この方針の下に、実際に制御パラメータの適正化を行った。まずロール角の定数を設定するために、ヨー角速度とヨー角度の定数を0にして、ロール角だけで片流れ検知・軽減制御を行うように変更した。その条件で模擬傾斜路をジョイスティックの横方向の操作が無効の状態で行った時、ゴール位置で停止した時の駆動車輪の位置とゴールの印との誤差が最小となるロール角

の制御パラメータを探索した。制御パラメータを変更して走行実験を行った結果、ロール角の制御パラメータをその値より大きくすると山側へそれて停止し、小さくすると谷側へそれて停止する値を見つ、その値をロール角の制御パラメータの適正值とした。

次にヨー角速度の制御パラメータを調整した。ヨー角速度の制御パラメータは値を大きくすると片流れ軽減効果が増すが、大きくし過ぎると車体が左右に振動する。よって、乗車実験を繰り返して左右の振動が気にならない範囲における最大値をヨー角速度制御パラメータの適正值とした。

最後にヨー角度の制御パラメータを調整した。ヨー角度の制御パラメータは大きいと片流れ軽減効果が増すが、大きくし過ぎると平地走行時の電動車いすの旋回性能が落ちる。よって旋回性能に影響がない範囲内の最大値をヨー角度の制御パラメータの適正值とした。

これらの結果から、電動車いすの片流れ検知・軽減制御のヨー角速度、ヨー角度、ロール角度の適正值を設定し、この定数で傾斜路をジョイスティックの横方向の操作を無効にした状態で走行する実験を実施した。約3m走行して、誤差が平均で谷側に6cmという結果になり、片流れ検知・軽減性能が良好であることが示された。

図 G-1 は研究開発従事者が片流れ検知・軽減制御をありにした場合となしにした場合で、角度8度の傾斜路を走行した時のジョイスティックの横方向への倒し角を比較したグラフである。また図 G-2 は片流れ検知・軽減制御をありにした場合となしにした場合で、ジョイスティックの横方向への倒し角を積分して比較したグラフである。

ここでいう積分とは時間積分ではなく、ジョイスティックの横の動きの変化量の絶対値を足しこむことにより求められるものであり、ユーザが横方向に動かした量のトータルの値を指している。この値を比較することにより、同じ場所を走行する時のジョイスティックの操作量が比較でき、ユーザの操作負担を評価することが可能となる。

図 G-1 を見ると、片流れ検知・軽減制御がなしの場合は、13度を中心に10度から23度の間で値が変化している。この結果により、ユーザが片流れしないよう山側へ平均で13度倒しながら操作していることが分かる。一方、制御がある場合は、ほぼ0度を中心に操作が行われている。よって8度の傾斜路を横断する場合でも、平地で走るときと同じような操作で走行可能であることが分かる。

図 G-2 を見ると、片流れ検知・軽減制御がある場合、なしの場合と比べてジョイスティックの横方向操作量の積分値がおおよそ3分の1になっている。この結果から、ユーザの操作量が大幅軽減されていると言える。

G-2 屋内走行試験(傾斜路横断)

国リハ研内の屋内走行試験において、被験者は、6名。神経変性疾患1名、脳血管疾患2名、頸髄損傷1名、小児麻痺（ポリオ）2名にて実施した。

主観評価としてインタビュー、QUEST2.0とPIADSを行った結果が資料 G-1 である。

今回の試験では QUEST2.0 の質問 1、質問 2 共に、項目 1～8 の福祉用具についてのみ調査を行った。PIADS、QUEST2.0 の結果に明確な差異は認められなかったが、インタビュー結果からは片流れ検知・軽減制御

機能ありの場合の走行の容易性、安心感、走行中の座位姿勢保持の安定性などの有用性が認められた。

図 G-3 と図 G-4 は、国リハ研内で実施した簡易形車いすユーザを対象とする被験者試験の結果である。それぞれ国リハ研屋内試験で片流れ検知・軽減制御がなしの場合とありの場合に関して、ジョイスティックの横方向への倒し角と電動車いすの左右方向への変位を表わしたグラフである。図 G-3、4 において、マイナス側の値は斜面の山側を示し、プラス側が斜面の谷側を示す。電動車いすの左右方向の変位を見ると、図 G-3、4 共に、スタートしてから停止するまでの間の4m進む間に、約10cm程度谷側へ落ちていることが分かるが、進行距離と比較してごく僅かなずり落ちであり、ほぼ直進しているということが分かった。

片流れ検知・軽減制御がなしの場合、ジョイスティックの左右方向倒し角の値が-4度を中心に-2度から-6度の間で変化した。この結果から、ユーザが常に斜面の山側に平均で4度ジョイスティックを傾けながら操縦を行っていることが分かった。一方片流れ検知・軽減制御がある場合、ジョイスティックの倒し角の値がほぼ0度を中心に-3度から3度の間で変化していることが分かった。この結果から、ユーザの操作負担が軽減されていることが分かった。

図 G-5 は、片流れ検知・軽減制御がなしの場合とありの場合でのジョイスティックの横方向への倒し角の積分値を比較したグラフである。前述のように、ユーザがジョイスティックを横方向に動かした量のトータルの値である。片流れ検知・軽減制御がある場合、ジョイスティックの操作量が

4／5に減少することがわかった。図 G-2 に示した研究開発実施者による試験結果では1／3まで操作量が軽減したが、これは慣れによるものであると考えられ、長時間使って慣れることにより、本制御の有効性がさらに増すのではないかと考える。

G-3 屋外走行試験

実環境での走行における本制御手法の評価を行うために、図 6 のような国リハ研敷地内で約 1.5 km の走行コースを設定し、簡易型電動車いすユーザによる被験者試験を実施した。具体的には、設定コースを片流れ検知・軽減制御をありにした場合となしにした場合について 2 回走行した。

被験者は、脊髄小脳変性症、59 歳の女性に依頼した。

主観評価としてのインタビュー、QUEST2.0 と PIADS を行った結果が資料 G-2 である。

QUEST2.0 の結果で差があったのは項目 8（有効性）に於いてのみで制御ありの方が得点が高くなった。PIADS の結果においては、制御なし－3 点に対し制御ありで 2 点と差が認められた。インタビューより、片流れ検知・制御機能がありの状態のほうが走行時の疲労感が少ないという結果を得た。

客観評価のポイントとして、事前に設定した 39 か所の課題箇所から特に片流れ検知・軽減制御がありの場合となしの場合とで違いが大きく出たポイントの計 5 か所を選んだ。図 G-6 の写真の箇所が選択した 5 つの課題箇所である。5 か所それぞれでデータを取得したデータを解析し、片流れ検知・軽減制御がありの場合となしの場合の電動車いすの向きとジョイスティックの倒し角を比較したグラフを作成し、評価した。

電動車いすの向きはマイナスが左方向、プラスが右方向を示している。またジョイスティックも、電動車いすの向き同様マイナスが左方向、プラスが右方向を示している。

G-3-1 課題番号 05

図 G-7 と図 G-8 は課題番号 5 の歩道切り下げ部（右傾斜 2.6 度）を片流れ検知・軽減制御がありの場合となしの場合で走行した時の、電動車いすの向きとジョイスティックの左右方向への倒し角をそれぞれ比較したグラフである。

制御がなしの場合の電動車いすの向きを表わすグラフを見ると 1 m 地点と 5.5 m 地点で電動車いすが谷側へ流れようとしていることが分かる。一方、制御がありの場合、電動車いすは片流れせず、直進していることが分かる。また、制御がなしの場合のジョイスティックの倒し角を見ると、1 m 地点と 5.5 m 付近で大きくジョイスティックを倒していることが分かる。これは電動車いすが谷側へ流れないようにジョイスティックを逆側へ操作して片流れを防いでいるからであると考えられる。一方、制御がありの場合、ジョイスティックの左右方向倒し角の値はほぼ 0 近傍の値を示している。これは、制御が効いていることにより、電動車いすが片流れしなくなったため、操縦者自身で片流れを防ぐ操作をする必要が無くなったからであると考えられる。

G-3-2 課題番号 12

図 G-9 と図 G-10 は課題番号 12 の駐車スペースの脇（右傾斜 5.2 度）を制御がありの場合となしの場合で走行した時の電動車いすの向きとジョイスティックの倒し角をそれぞれ比較したグラフである。

図 G-9 の電動車いすの向きを表わすグラフを見ると制御がなしの場合、電動車いすが左右に大きく振れていることが分かる。これは電動車いすが片流れで谷方向へ向いたのを、ジョイスティック操作により戻そうとしたためであると考えられる。一方、制御がある場合は左右の振れは小さい。これにより、電動車いすが左右に振れることなく直進していることが分かる。

図 G-10 の制御がなしの場合のジョイスティックの倒し角のグラフを見ると-3度を中心に-8度から2度の間で操作している。これにより操縦者は電動車いすが片流れしないよう山側に3度のカウンターを当てながら走行したことが分かる。一方、制御がある場合、ほぼ0度を中心にジョイスティックの操作が行われている。これにより平地走行とあまり変わらないジョイスティック操作が行われていることが分かる。

G-3-3 課題番号20

図 G-11 と図 G-12 は課題番号20の屋根付きの歩道を、同じく制御をありにした場合となしにした場合で走行した時の電動車いすの向きとジョイスティックの横方向への倒し角を比較したグラフである。この歩道はタイルが所々剥がれており、凹凸の激しい歩道となっている。

制御がなしの場合の電動車いすの向きは大きく左右に変化している。またジョイスティックの倒し角も左右に操作されている。これは歩道の凹凸により前輪キャスターがとられ、左右に振れてしまった車体を補正しようとジョイスティックで操作したものの、車体の揺れが激しかったため、ジョイスティック操作が思うようにいかなかったことによるものと考えられる。ジョイステ

ィックの細かな動きは、この車体の振動による影響だと考えられる。

制御をありにした場合、電動車いすの向きとジョイスティックの倒し角の値は制御がなしの場合と比べて大きく変化していないことが分かる。これにより制御をかけることにより車体の振れを軽減可能であることが分かる。片流れ検知・軽減制御はヨ一方向の変化を読み取るため、今回のような凹凸の激しい道でも安定性確保する効果が発揮できると考えられる。

G-3-4 課題番号24

図 G-13 と図 G-14 は課題番号24の複雑な凹凸のある歩道を、制御をありにした場合となしにした場合で走行した時の電動車いすの向きとジョイスティックの横方向への倒し角を表わしたグラフである。この歩道は歩道中央を縦に伸びる点字ブロック付近がくぼんだ状態になっている(左傾斜1.0度、右傾斜6.0度)。

制御をなしにした場合、電動車いすの向きが-7度から6度の間で大きく変化していることが分かる。また、ジョイスティックの横方向への倒し角は-7度から8度の間で変化している。これは課題番号20と同様、歩道の凹凸が激しいため、前輪キャスターがとられ、左右に振れた車体を補正しようとジョイスティックで操作したものの、車体の振動が激しく操作が思うようにいかなかったことに起因するものと考えられる。また、ジョイスティックの横方向への倒し角のデータに車体の振動による手ぶれが発生していることが分かる。

制御をありにした場合、電動車いすの向きは-4度から3度の間で値が変化している。また、ジョイスティックの横方向への

倒し角の値は－３度から３度の間で変化している。どちらの値も制御をなしにした場合と比べて振幅が小さくなっている。これも課題番号２０と同じ理由で、片流れ検知・軽減制御がヨー方向の値を読み取り、電動車いすの振れを小さくしていると考えられる。

G-3-5 課題番号３１

図 G-15 と図 G-16 は課題番号３１の凹凸の激しい路面を、制御をありにした場合となしにした場合で走行した時の電動車いすの向きとジョイスティックの横方向への倒し角を表わしたグラフである。この道は、ひび割れや、穴があいており不安定な道であった。

制御をなしにした場合、電動車いすの向きは－１３度から９度の間で変化している。またジョイスティックの値は－１９度から１０度の間で値が変化していることが分かる。この走行実験データでも所々ジョイスティックで大きな入力を入れて電動車いすを安定させようとしていることが分かる。しかし、車体の振動による手ぶれの影響なのか、車体の向きが安定していない。

制御をありにした場合、電動車いすの向きは振れが小さく、制御をなしにした場合と比べて安定していることが分かる。またジョイスティックの倒し角も０度を中心に－５度から８度の間で変化しており、制御をなしにした場合と比べて操作が安定していることが分かる。

図 G-17 と図 G-18 は、各課題において前述のように電動車いすの向きとジョイスティックの横方向への倒し角を積分して、制御ありの場合となしの場合で比較したグラフである。

図 G-17 から、制御をありにした場合の方がなしにした場合に比べて、電動車いすの向きの積分値が小さくなっていることが分かる。この結果から、制御をありにすることにより、車体の振れが少ない安定した走行が実現できたと言える。また、図 G-18 から制御ありの場合の方がなしの場合に比べてジョイスティックの横方向への倒し角の値が小さくなっていることが分かる。また、課題５と１２は一方向に流れている路面、課題２０、２４、３１は左右両方に傾斜する凹凸のある路面であるが、後者の方がジョイスティックの左右方向角度の積分値が小さくなっている。これは前者のように一方向に傾斜している路面を横断する場合は、制御がなしの場合においても、ジョイスティックを左右どちらかに傾けた状態を保持することで走行可能であり、特に斜度が緩やかな路面だと変化量としてはあまり変わらない。しかし、後者のように左右両方に頻繁に傾きが変化する路面上では、ジョイスティックを左右に変化させるため、積分値で比較すると、ジョイスティック操作の負担効果がより一層発揮されることが考えられる。これらの結果から、片流れ検知・軽減制御の効果は、左右の凹凸が激しい不安定な路面上でもジョイスティック操作の負担軽減効果が大きいということが確認できた。

G-4 新規開発した簡易型電動車いす（１次試作機）の制御パラメータの適正化

今年度の本事業において新規開発した簡易型電動車いす（１次試作機）について、０次試作機と同様の方法で制御パラメータの適正化を行った。まず、ヨー角速度とヨー角度の制御パラメータ値を０にして、ロール角だけで片流れ検知・軽減制御を行っ

た。繰り返し走行実験を行い、ロール角度の適正值を決定した。次に、ヨー角速度の適正化を行った。ヨー角速度の定数は値が大きくなるほど制御時の横揺れが大きくなる。よって、この横揺れが大き過ぎず、片流れを軽減する定数を探索した。繰り返し走行実験を行い、横揺れが大き過ぎず、片流れを軽減する値にヨー角速度の制御パラメータを決定した。最後に、ヨー角度の制御パラメータの適正化を行った。ヨー角度は値を大きくし過ぎると平面走行時の旋回性能が落ちる。よって旋回性能を落とさず、片流れを軽減する定数を探索し、決定した。

この実験により新型の簡易型電動車いすのヨー角速度、ヨー角度、ロール角度の各適正值を決定した。実際に片流れ検知・軽減制御をありにした場合となしにした場合で斜面横断走行実験（斜度8度）を行い、ジョイスティックの横方向の操作を比較したグラフを図 G-19 に示す。また、ジョイスティックの操作量を積分して比較したグラフを図 G-20 に示す（グラフではマイナス側の値は斜面の山側を示しており、プラス側が斜面の谷側を示している。）。

図 G-19 から片流れ検知・軽減制御をありにした場合、1 m地点を通過してからジョイスティックの倒し角の値が0度を中心に-5度から5度の間で変化している。これに対し、片流れ検知・軽減制御をなしにした場合では、1 m地点を通過してからジョイスティックの倒し角の値が-5度を中心に-20度から7度の間で変化している。この結果から、制御をありにした場合の方が、安定した走行ができていることが分かる。

この実験はスタート地点が斜面上にあるため、スタート後のジョイスティックの左

右方向への倒し角の値を見ると、制御をありにした場合、制御をなしにした場合の、どちらとも山側へ大きくジョイスティックを倒している。これは、新規開発した電動車いすの重心位置が、0次試作機よりも前方にあるため、谷側にずり落ちを発生するトルクが大きく、それを抑制するモータトルクが目標のトルクに達するまでの間に谷側へ流れることから生じるものである。

図 G-20 から制御をありにした場合の方が制御をなしにした場合と比べて、ジョイスティックの左右方向倒し角の積分値の値が1/2に減っていることが分かる。

H. 予定してできなかったこと

（ご指摘事項と対応方法）

3月に予定していた1次試作機を用いての実証評価は同月に発生した東日本大震災、その余震、交通、ライフラインの混乱の影響で中止を余儀なくされた。23年度早々に実施する予定である。

0次試作機の実証試験において屋外実験の被験者数が未達となった。理由は対象者が就労している場合が多く月～金曜日に複数日拘束しての実施が困難であったこと、又、冬季の実験となったため被験者の身体的負担を考え最小限の人数とした。ただし、人数は少なかったもののジョイスティックの操作ログなどから、有用なデータは取得できており、この後の被験者数増加は1次試作機でおこなうべき、と判断した。

その他、評価会、発表会の会場などで識者の先生方から下記の①～③のようなご指摘があった。今後の開発に生かしていきたい。

指摘①本機能の装着拡大を検討すること。

回答①簡易形電動車いすでの販売のみを考

えていたが、今後は他社との協業も視野に入れ装着機種拡大を検討する。

指摘②量産化モデル(1次試作)が片流れし易く取り回しの悪い構造となっている。

回答②21年度より制御技術を重点に開発しており車体構造に関しては未着手の状況。今後は、車軸の位置など車体構造の最適化を検討していく。

指摘③制御する事による背反事項(心理面も含め)を検討すること。指摘③制御する事による背反事項(心理面も含め)を検討すること。

回答③片流れ検知・軽減制御の効果がユーザの操作性や使用時の注意力等に与える影響について、アンケート調査等により解析し、制御方法の改良につなげる。また、片流れ検知・軽減制御を含むソフトウェアのリスクアセスメントや信頼性評価を実施し、システムとしての完成度を上げる。

I. 考察および J. 結論(今後の進め方)

今年度の活動として、0次試作機にて実証試験を実施し、客観的データの収集、1次試作機を製作し、量産に近い製品での評価に着手ができた。結果として、片流れ検知・軽減制御手法を見直し、制御性能の向上を図り、ジョイスティックの操作量低減、走行軌跡の安定、実環境での安定した挙動の確認ができた。

屋外コース試験から、本制御技術が、凹凸面・二次曲面など単純な横傾斜路以外を走行する際の操作負担や疲労の軽減という新たな効果を示唆する結果が得られた。

今後の課題として

1. ジョイスティックの操作量と操作負担及び疲労との関係、制御した場合の座位姿勢に対する有効性を調査し検証する。

2. 本機能の装着拡大を検討する。(電動ユニット化による他社、普通電動車椅子への展開)

3. 量産化するにあたって片流れ検知・軽減機能の評価基準を構築する。(車軸と重心位置による片流れ量と制御時の効果に対する判定基準など)

4. 車いす全体の評価としてJIS評価およびアイシンオリジナルの強度評価(片流れ検知・軽減制御を含むソフトウェアの信頼性評価を実施し、システムとして完成度を上げる。)

の4項目に取り組み、平成25年度には量産化をめざす。

K. 健康危険情報

開発者側、当事者側ともに特になし

L. 成果に関する公表

第37回 国際福祉機器展 H.C.R. 2010

平成22年9月29日～10月1日

東京ビッグサイト

・アイシン精機ブース

・福祉機器開発最前線

(出展予定)

第14回国際福祉健康産業展

～ウェルフェア2011～

平成23年5月20日～5月22日

ポートメッセなごや

・アイシン精機ブース

M. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

特許1件出願予定

単年出荷台数

- ハンドル形
- ジョイスティック(簡易)形
- ジョイスティック(標準)形

累計出荷台数

- ハンドル形
- ジョイスティック(簡易)形
- ジョイスティック(標準)形

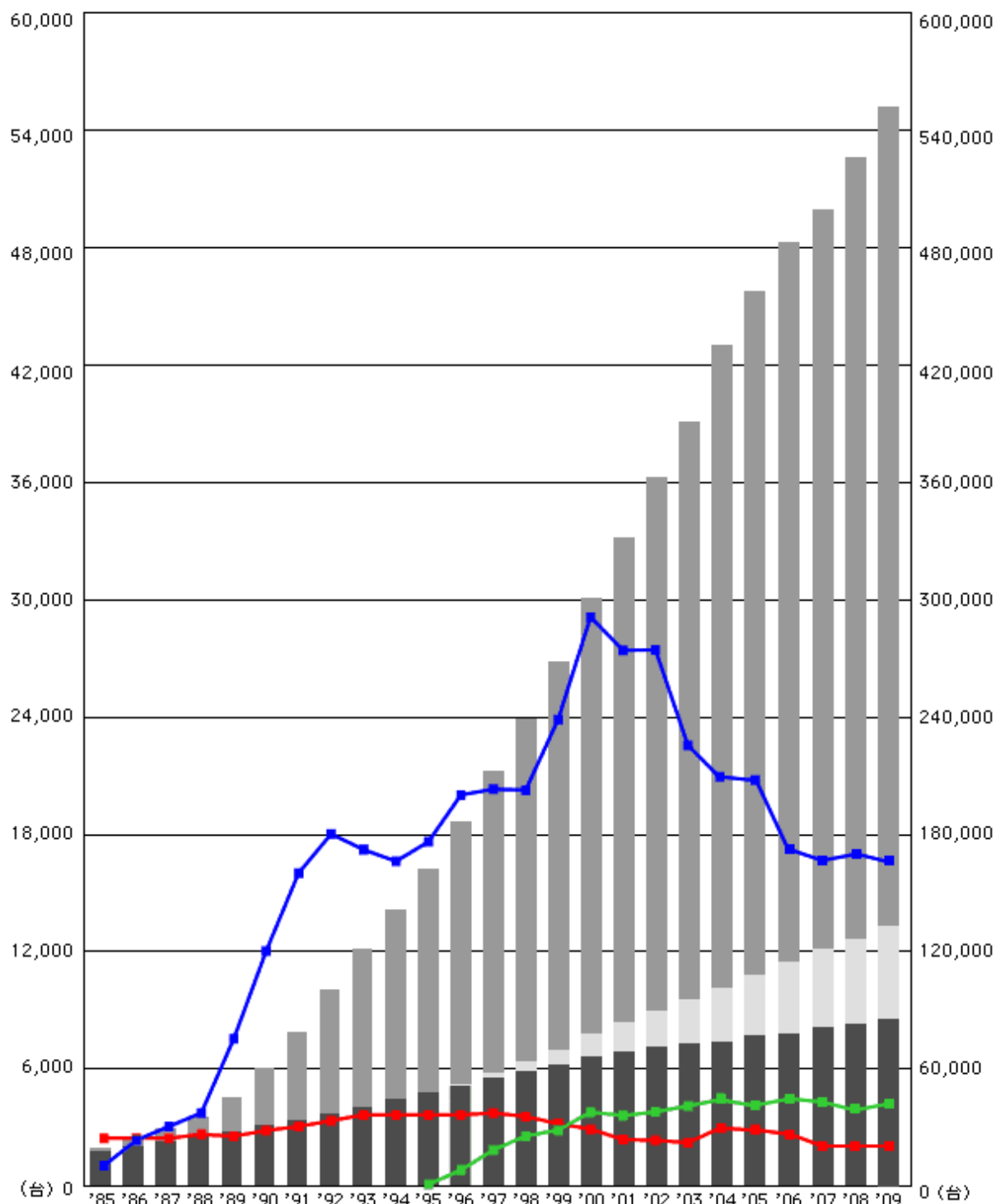


図 A - 1 電動車いすの出荷台数の推移

[出典：電動車いす出荷台数の推移，電動車いす安全普及協会HP
<http://www.den-ankyo.org/transition.html>，2011 年 3 月 31 日確認]

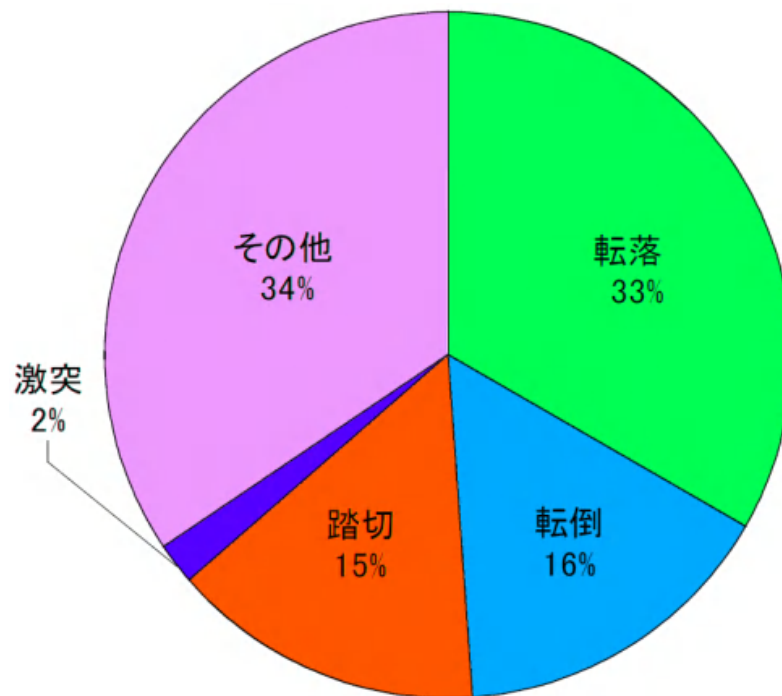


図 A－2 事故事象別事故分類

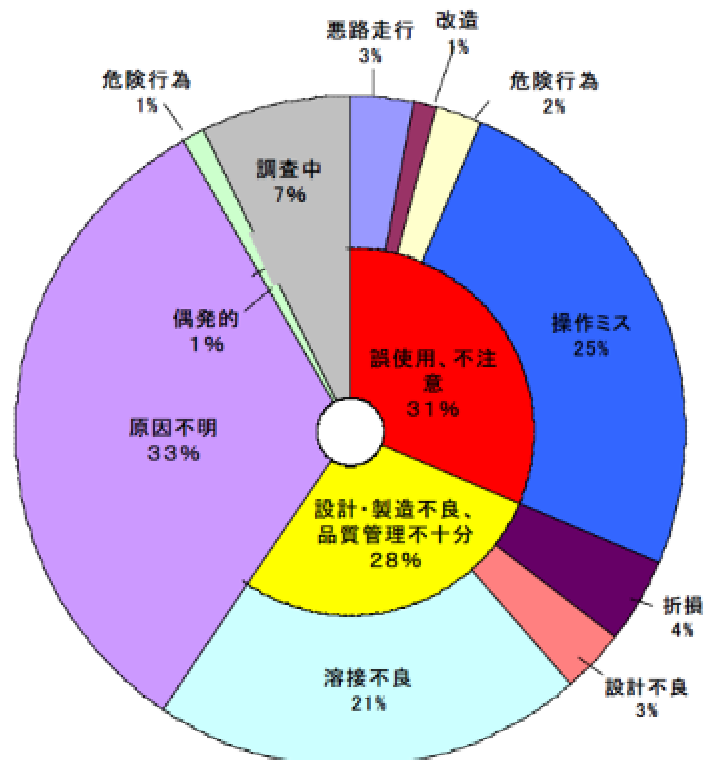


図 A－3 事故原因別分類

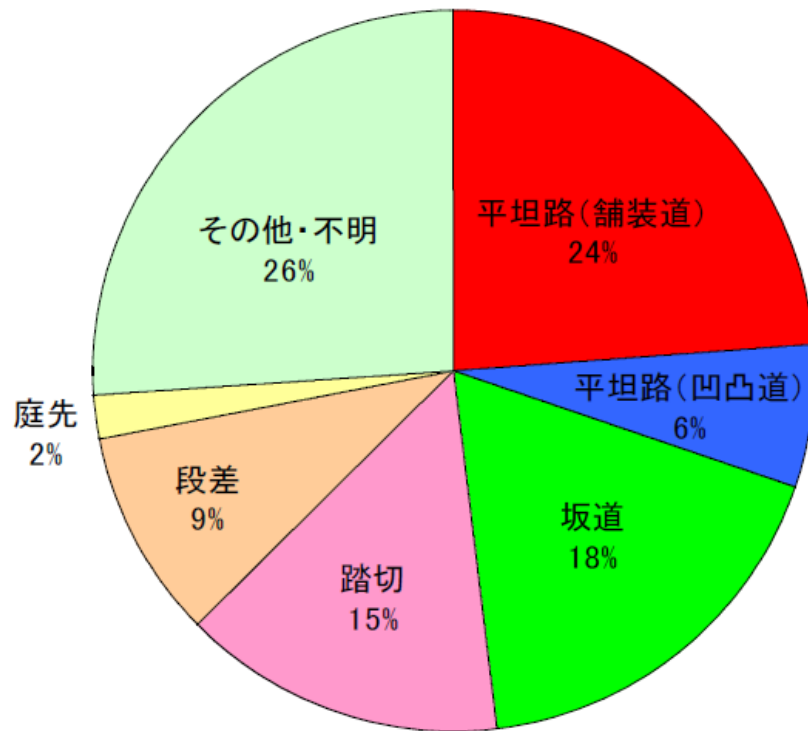


図 A－4－4 発生場所別分類

[図 A－2～4 出典：独立行政法人製品評価技術基盤機構
平成 19 年度ハンドル形電動車いすの安全性調査報告書]

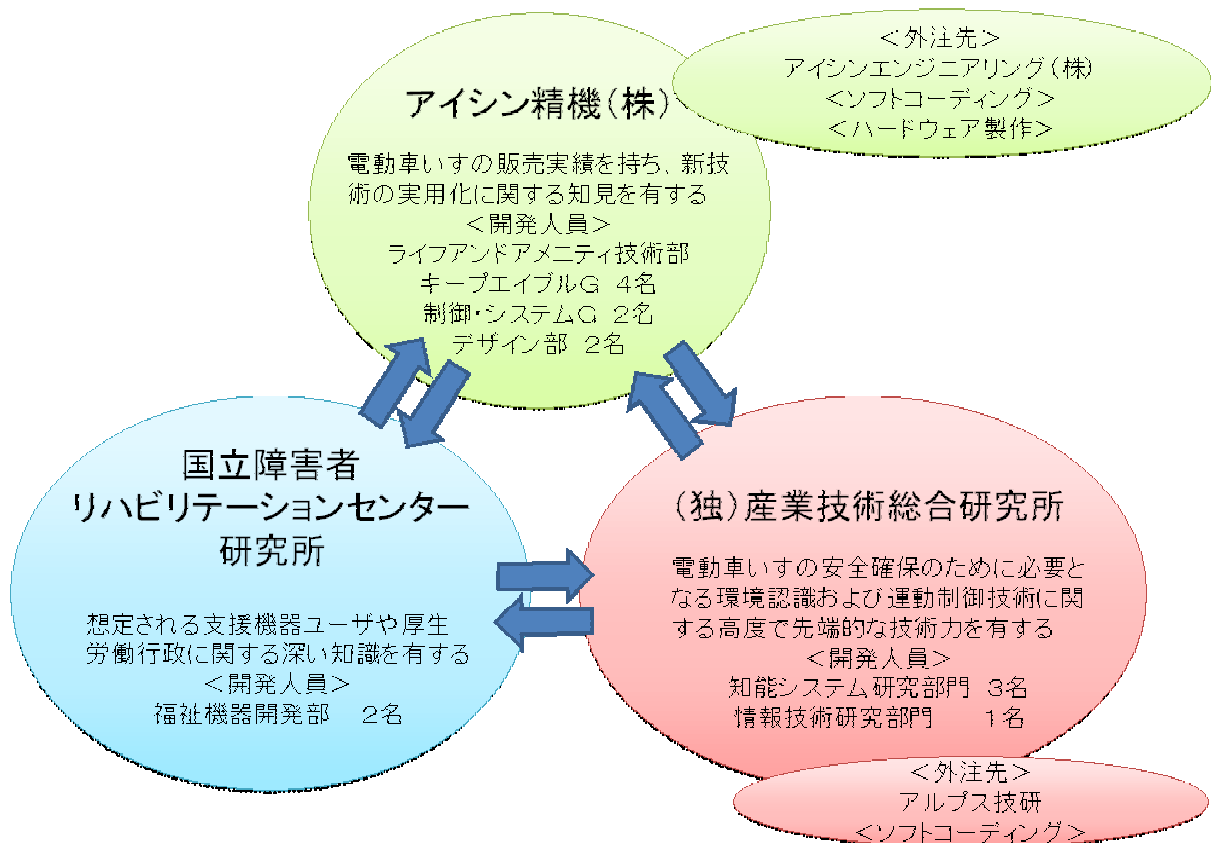


図 B－1 開発体制



図 D－1 0 次試作機



図 D－2 1 次試作機

表 D－1 開発した電動車いすの仕様

重量	30kg（0 次試作機，バッテリーを除く） 22kg（1 次試作機，バッテリーを除く）
外形寸法（W×D×H）	730mm×1190mm×850mm（0 次試作機） 730mm×1190mm×850mm（1 次試作機）
駆動系	住友重機械工業(株) 製 RNFM006-K151 (LorR)-DV-B-33（0 次試作機） 住友重機械工業(株) 製 RNFM006-K151 (LorR)-DV-B-33（1 次試作機）
ロータリエンコーダ	100pulse/rev.
バッテリー	リチウムイオンバッテリー 24V 9.5Ah
制御用マイコン	（株）ルネサステクノロジ製，SH7047F
レートジャイロ	エプソントヨコム(株) 製，XV-3500CB
3 軸加速度センサ	トレックスセミコンダクター（株）製，H34C

様式1

(ヒトを対象とする支援機器の実証試験)
倫理審査申請書(新規申請)

受付 番号	
----------	--

2011年1月25日 提出

下記実証試験につき、倫理審査を申請いたします。

開発課題	安全で使い勝手の良い簡易型電動車いす		
開発期間	平成23年2月21日(または「実証試験の実施が承認された日」)から 平成23年8月31日まで		
試験の種類	☐ パイロット試験(予備的パイロット試験の場合のみチェック)		
開発組織			
開発代表者	氏名 (所属・職)	飯田 教和 印 (アイシン精機株式会社 ライフアンドアメニティ技術部 ・グループマネージャー)	
	連絡先	〒448-8650 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 Tel: 0566-20-6456 Fax: 0566-20-6454 E-Mail: n-iida@body-t.aisin.co.jp	
連絡担当者	氏名 (所属・職)	加茂光広 (アイシン精機株式会社 ライフアンドアメニティ技術部 ・チームリーダー)	
	連絡先	〒448-8650 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 Tel: 0566-20-6456 Fax: 0566-20-6454 E-Mail: mikamo@elec.aisin.co.jp	
実証試験開発実施機関・施設			
施設名 (1) 国立障害者リハビリテーションセンター研究所 (施設内倫理審査 ☒ あり ☐ なし)	実験責任者		
	氏名 所属・職 連絡先	井上 剛伸 国立障害者リハビリテーションセンター研 究所 福祉機器開発部・部長 〒359-8555 埼玉県所沢市並木4丁目1番地 TEL: 04-2995-3100(代表) FAX: 04-2995-3132 E-mail: inoue-takenobu@rehab.go.jp	
(2) 独立行政法人産業技術総合研究所 (施設内倫理審査 ☒ あり ☐ なし) <健常者の試験のみ実施>	氏名 所属・職 連絡先		
	松本 治 独立行政法人産業技術総合研究所 知能シ ステム研究部門・グループリーダー 〒305-8568 つくば市梅園1-1-1 つくば中央第2 TEL: 029-861-7281 FAX: 029-861-3388 E-mail: matsumoto.o@aist.go.jp		
対象者に関する事項			
全施設合計	対象者総数 12名 <被験者12名の障害例> 1. 頸髄損傷者(上肢機能 C5レベル以上) 2名 2. 脳性マヒ者 4名 3. 神経変性疾患 2名 4. 脳血管障害 2名 5. 筋ジストロフィー患者(上肢機能 8以上) 2名		

様式1

	対象者の実験参加期間 3日 実験の期間 H23年 2月 - H23 年 8月
実験実施施設ごとの内訳	
(1) 国立障害者リハビリテーションセンター研究所	対象者総数 12名 <被験者12名の障害例> 1. 頸髄損傷者(上肢機能 C5 レベル以上) 2名 2. 脳性マヒ者 4名 3. 神経変性疾患 2名 4. 脳血管障害 2名 5. 筋ジストロフィー患者(上肢機能 8以上) 2名 対象者の実験参加期間 3日
(2) 独立行政法人産業技術総合研究所	産総研では障害当事者を対象とした実証試験は行わないただし、基本動作確認のため、研究開発従事者3名を対象に、国リハ研での実証試験の前に模擬的な試験を行う。この産総研で行う事前試験については、今回の倫理審査の対象外とし、様式2以下では記載しない。
添付書類	
	■ カバーシート（本様式） ■ 研究実施計画書（様式2） ■ 対象者への説明文書（様式3） ■ 対象者または代諾者の同意書（様式4） ☐ 対象者あての依頼状（必要に応じて） ☐ 質問紙調査を含む場合の質問紙（質問紙調査を含む場合必須） ☐ 対象者を機縁募集する場合の主治医等への依頼状、添付すべき資料 （宛先： ） ☐ 対象者を公募する場合に用いる広告・文書等 （内訳： ） ☐ 開発者が主治医等である場合に、インフォームドコンセントの取得のための説明者に対する依頼状、添付すべき資料 （内訳： ） ■ 共同開発者から所属機関等に提出（予定）の倫理審査申請書のコピー、倫理委員会による承認を証明する文書等 （内訳： 国立障害者リハビリテーションセンター研究所） ☐ 開発に関する参考資料 ☐ 国外で実施予定実験に関する資料 （内訳： ） ☐ その他（ ）

(ヒトを対象とする支援機器の実証試験)
実証試験研究計画書

作成日 2011年1月25日

作成責任者 氏名 飯田 教和

所属・職名 アイシン精機株式会社

ライフアンドアメニティ技術部
・グループマネージャー

1. 実証試験研究課題

研究課題	安全で使い勝手の良い簡易型電動車いす
研究期間	平成23年2月21日(または「実証試験の実施が承認された日」)から 平成23年8月31日まで

(A) 研究組織

	氏名	所属・役職・ 職種	分担項目	連絡先
開発代表者	飯田 教和	アイシン精機株式会社 ライフアンドアメニティ技術部・グループマネージャー	開発統括	〒448-8650 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 Tel: 0566-20-6456 Fax: 0566-20-6454 E-Mail: n-iida@body-t.aisin.co.jp
実験担当責任者	井上 剛伸	国立障害者リハビリテーションセンター 研究所福祉機器開発部・部長	ユーザによる機器評価および安全技術普及に関する総合的な検討	〒359-8555 埼玉県所沢市並木4丁目1番地 TEL: 04-2995-3100(代表) FAX: 04-2995-3132 E-mail: inoue-takenobu@rehab.go.jp
分担開発者	松本 治	独立行政法人産業技術総合研究所 知能システム研究部門・グループリーダー	片流れ検知・抑制走行技術の開発	〒305-8568 つくば市梅園1-1-1 つくば中央第2 TEL: 029-861-7281 FAX: 029-861-3388 E-mail: matsumoto.o@aist.go.jp
分担開発者	加茂 光広	アイシン精機株式会社 ライフアンドアメニティ技術部・チームリーダー	片流れ検知・抑制走行技術の開発、ユーザによる機器評価および安全技術普及に関する総合的な検討	〒448-8650 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 Tel: 0566-20-6456 Fax: 0566-20-6454 E-Mail: mikamo@elec.aisin.co.jp

様式2

開発指導教員 総括責任者				
助言を担当する医師（理学療法士）	岩崎洋	国立障害者リハビリテーションセンター病院	実証試験	〒359-8555 埼玉県所沢市並木 4 丁目 1 番地 TEL:04-2995-3100(代表) FAX:04-2995-3132

(B) 共同研究実施機関・組織・施設・研究実施場所

機関・組織名	実施組織・場所	実施内容	倫理審査状況
国立障害者リハビリテーションセンター研究所	国立障害者リハビリテーションセンター研究所・所沢市	ユーザによる機器評価および安全技術普及に関する総合的な検討	申請中

(C) 研究協力機関

機関・組織名	実施組織・場所	実施内容	倫理審査状況
(D) 研究資金	平成 22 年度障害者自立支援機器等開発促進事業国庫補助及びアイシン精機(株)試験研究費		

2. 研究の概要（1 ページ以内にまとめること）

（A）支援機器の目的・目標

社会的な問題となっている電動車いすの安全性向上のために、ジャイロセンサ、加速度センサなどの姿勢をセンシングする内界センサ技術や制御技術を利用した、片流れ検知・抑制機能を搭載した簡易型電動車いすを開発する。

（B）開発する支援機器の概要

ジャイロセンサ、加速度センサ等の内界センサ情報により、コンピュータが路面の3次元的な傾斜を検知し、それをベースに進行方向を自動的に補正することにより、ジョイスティックを直進方向に倒すだけで斜面横断時において容易に直進が可能となる簡易型電動車いす。

（C）実証試験の目的

本開発においては、技術の開発とともに、そのユーザビリティを十分に評価・検討し、福祉機器高度化の方向性を実証することを目的としている。

今回の実証実験では、本年度のより量産に近い形の試作機を用い、問題点の洗い出しをすることを目的としている。具体的には量産に近い車体構成における問題点の把握、制御モード切り替え時に生じるジョイスティック操作の違和感などの問題点の抽出、斜面の角度や体重などに依存する片流れ軽減効果の検証、日常生活での遭遇を想定した斜面横断時の操作性の検証、実環境における制御機能による危険挙動発生の有無の検証などを行う。実環境評価に関しては、模擬環境のように理想的な斜面だけではなく、二次曲面・カーブを伴う斜面・段差から斜面への進入など、模擬的に構築しづらい様々な環境での安全性評価が目的である。また、今回の実環境評価は、危険環境のスクリーニングとして位置付け、抽出された危険性の高いコース形状は模擬環境試験にフィードバックして詳細な検討を実施する。

（D）研究の概要（この研究によって実証すべき機器の性能、研究デザイン、研究方法の概要）

開発機器：

電動車いすは、障害者の自立移動を促進する有効な福祉機器であると同時に、事故などによる危険を伴う機器でもある。電動車いすの事故原因は、車いす自体の破損や故障に起因するもの、誤操作や判断ミスなど操作者に起因するものが挙げられる。また一方で、電動車いすの安全は、操作者のスキルにより確保されている部分も多く、適合や訓練の要因も重要なポイントとなる。本開発は、JIS T 9203 附属書 JA JA. 2.1 自操用 e) に規定されている「自操用簡易形：手動車いすに電動駆動装置又は制御装置を取り付けた簡便な電動車いすで、使用者が操作して使用するもの」（以下簡易型電動車いすと呼ぶ）に加速度センサ・ジャイロセンサを用いた片流れ検知、及び抑制機能を実装する。今回の実証実験で使用するのは今年度の試作品である。

実験方法：

片流れ検知・抑制機能を持つ試作品を使い、室内の模擬斜面、国リハ敷地内の緩やかなスロープ、および日常で実際にユーザーが走行していて片流れを感じる実際の路面を走行する実験を行う。走行実験では、片流れ検知・抑制機能制御あり、なしの状態で走行する。

実施にあたっては、説明、走行訓練等を含めて3時間程度を一回の実験として行うことを予定している。

評価方法：

走行状況の観察、カメラによる静止画記録、ビデオカメラによる動画記録を行い、性能の確認および問題点の抽出を行う。また、電動車いすシステムには動作データを記録するログ機能を搭載し、加速度等のデータから各機能の動作状況を確認する。さらに、ユーザビリティに関する主観申告（アンケート、インタビュー）および心理評価（QUEST（満足度）、PIADS（心理的な効果））により被験者のシステムに対する評価結果を取得する。

（D）インフォームド・コンセントの取得方法、個人情報保護の方法の概要

被験者に対して試験内容を書面および口頭で説明し、文書による同意を得る。なお、インフォームド・コンセントを与えることが困難な被験者は対象としない。データについては、連結可能な匿名化をする。実験データについては、国リハ研で責任者が施錠されたロッカーで保管する。

3. 機器の詳細

簡易型電動車いすは手動車いすと同様、後方への転倒を防止するため、重心位置が駆動車輪よりも前方に配置されており、その効果で例えば右下がりの斜面横断時には時計回りの旋回モーメントが、左下がりの斜面横断時には反時計回りの旋回モーメントが発生するため、この現象が片流れと呼ばれている。

本機器は厚生労働省「平成23年度障害者自立支援機器等開発プロジェクト」にて開発された簡易型電動車いすであり、ジャイロセンサ、加速度センサ、車輪エンコーダの内界センサ情報を活用して斜面横断時の直進走行性能の向上（図1参照）を図った試作機（図2参照）である。それらの内界センサにより車いす本体のロール、ヨー角度・角速度、および左右車輪回転角速度を検知し、マイコン上でそれらの信号処理を行い左右車輪駆動モータの制御を行うことにより、直進走行性能の向上、つまり片流れの抑制を図っている。具体的には、ジョイスティック入力から得られる目標走行速度ベクトルとそれらのセンサにより得られる実際の車いす走行速度ベクトルの差を0にするようなフィードバックをかけることにより、直進走行性能が向上する。

車いすの直進走行性に関する関連研究としては、斜面横断時の片流れ現象に関する物理的な解析がされている例（文献[1], [2]参照）があり、海外製の電動車いす（例えば、マイラ・オルトペディア社製電動車いす「ニモ アルファ」など）において片流れ防止機能が搭載されているものがあるが、簡易型電動車いすのように物理的に片流れ現象が発生しやすい車いすを対象に、片流れ検知・抑制機能を搭載している例はない。

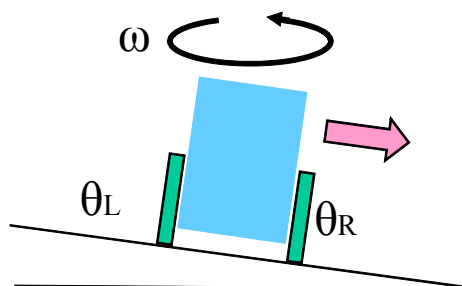


図1 傾斜地での直進走行を可能にする機能



図2 安全で使い勝手のよい簡易型電動車いす外観

片流れ検知・抑制制御が有効であるかを確認するために、傾斜角度が 6° と 8° の模擬傾斜路上で走行実験を行った。片流れ検知・抑制制御の有効性を検証するために、車いすのジョイスティック走行を直進方向に固定し斜面を横断した。図3に示すように、片流れ検知・抑制機能を切った場合は、片流れが発生し、約3秒後には 90° 以上ヨー方向に旋回し、斜面を横断できなかった。方、片流れ検知・抑制機能を生かした場合には、ほぼ真っ直ぐ横断できた。

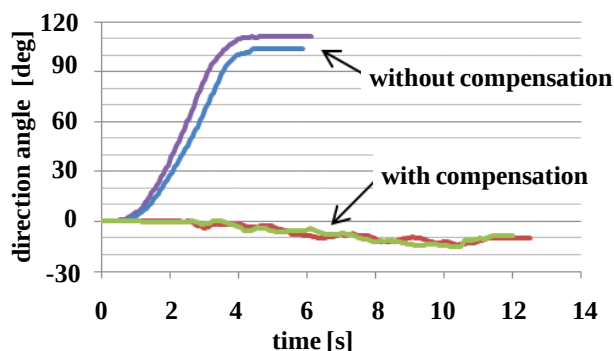


図3 直進走行性能比較データ

昨年度と今年度12月の実証試験において、昨年度の試作機を用いて実際の障害者9人を対象に、安全の確保された模擬環境（国リハ研内、図4参照）にて、主観評価と走行評価を実施した。昨年度の取り組みの主観評価では、福祉用具満足度評価（QUEST2.0）と福祉用具心理評価スケール（PIADS）、アンケート、インタビューを行い、開発機の評価が普通機の評価を上回った。一方で、各種制御パラメータの最適化が必要であることなど、今後の課題が明確になった。走行評価では、スロープ横断時の細かな切り返し操作が不要になることが分かり、研究開発の有用性が定量的に実証された。この成果については、文献[3]～[5]において、成果発表を行っている。今年度の試験結果については解析中であるが良好な結果が得られている。



図4 傾斜地での直進走行試験の様子

今年度開発する車いすには、上記の実験を安全に実施するため、下記のような安全方策が施されている。

1) 緊急停止スイッチ（本体）

緊急停止スイッチの押下により、モータドライバー電源が遮断されると共に、電氣的に電磁ブレーキが作動し、車いすは即座に停止。

2) 本質安全設計（アイシン精機）

アイシン精機による市販電動車いすと同等の小型・軽量設計、さらに挟まれ、切り傷、擦り傷等が起りにくい本質安全設計を実施。

3) 高信頼設計（アイシン精機）

駆動ユニット、バッテリーは市販品をベースに改良を加え、量産設計のノウハウに基づいた高信頼性設計を実施。

4) 転倒防止バー

転倒防止バーにより、後方転倒を防止。10度以下の上り・下り斜面において、加減速による前方、後方への転倒防止は起こり得ない構造。

5) クッション材等による被験者保護

特に歩行に障害のある方が被験者の場合、障害の度合いに合わせてシートにクッション材等を付加し、緊急時の衝撃を緩和。

6) 電磁ブレーキ（乗降時）

停止時は電磁ブレーキが作動するため、乗車時、降車時におけるずり落ちを防止。

7) クラッチバーの誤操作防止

被験者が誤ってクラッチバーを操作し、車輪に駆動力が伝わらなくなることを防止するため、被験者がクラッチバーを操作しにくい構造となるように配慮。

8) 電気系の高信頼化（アイシン精機）

下位コンピュータ及び周辺電気・電子回路の設計・製作はアイシン精機が担当し、社内基準を満たすような高信頼設計を実施。

9) 過電流異常検知（ソフトウェア）

過電流異常を電氣的に監視し、ソフトウェアで検知することで、電氣的な異常時の緊急停止を実施。

10) 加減速及び急旋回の抑制

マイコンソフトウェア上で、各種センサ（エンコーダ、ジャイロセンサ、加速度センサ）による加減速及び急旋回を抑制。

11) 過度な直進走行補償による横転の防止

ジャイロセンサ、加速度センサの内界センサ情報による直進走行補償項に上限値を設け、急旋回等による横転を防止。

[1]C.E. Brubaker, et.al. “Effect of side slope on wheelchair performance”, Journal of Rehabilitation Research and Development, Vol.13, No.2, pp.55-57, 1986

[2]米田郁夫、“片流れ路面が車いす走行に及ぼす影響”、日本機械学会第11回 バイオエンジニアリング講演会講演集, pp.344-345, 1999

[3]鈴木雄介・他：簡易型電動車いすの斜面走行・段差踏破支援技術に関する研究、日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会（ROBOMECH2010）講演論文集、2010年6月

[4]佐藤雄隆・他：多種センサ技術を活用した安全で安心なインテリジェント電動車いすの開発、第25回リハ工学カンファレンス講演論文集、2010年8月

[5]硯川潤・他：操作介入を伴う安全装置を搭載した電動車いすの臨床評価、第25回リハ工学カンファレンス講演論文集、2010年8月

4. 研究方法

(A) 研究デザイン

対象者が片流れ検知・抑制制御なしの電動車いすと開発した片流れ検知・抑制ありの簡易型電動車いすの直進走行特性に関する前後比較試験を行い、ユーザビリティ及び走行安全性の観点から問題点をより明確にする。

(B) 仮説

片流れ防止制御により、

- ・車いすの挙動（走行中の停止回数・蛇行走行の頻度）
- ・ジョイスティック操作（切り返し操作の頻度）

が安定する。またその際、操作者は

- ・操作／挙動への違和感を感じない

(C) エンドポイント

主たるエンドポイント

- ・走行中の停止回数
- ・ジョイスティック切り返し操作の頻度
- ・蛇行走行の頻度

副次的なエンドポイント

- ・ジョイスティック操作角度と車いす角度の相関（相関係数）
- ・「違和感」・「安全性」についての主観的評価
- ・SSQ への 10 段階 Likert scale を用いた回答を記録し、ノンパラメトリック検定評価

(D) 仮説の立証のために記録する事実

- ① 記録事項。記録する予測因子とアウトカム。記録のために用いる機器・医薬品。それらを用いた実験・計測・検診の手段と手順、方法の詳細。心理的、身体的介入。

車いすのピッチ、ロール、ヨー角度・角速度およびジョイスティック操作角度のログデータ、走行状況の観察、カメラによる静止画記録、ビデオカメラによる動画記録、ユーザビリティ・安全性に関する主観申告（アンケート、インタビュー）および心理評価（QUEST（満足度）、PIADS（心理的な効果））

【屋内及び国リハセンター敷地内での実験（所要最大2日）】

実験手順

1. 現行機での走行練習
2. 現行機での走行試験
3. 現行機に関する主観・心理評価
4. 開発機への移乗・シーティングの調整
5. 開発機での走行練習
6. 開発機での走行試験
7. 開発機に関する主観・心理評価

*練習は10分間の自由走行とし、その後テストコース走行の記録を開始する。

*練習の完了は、「走行中の停止回数」が3試行連続で0回になった時点とする

*2日間ともに上記実施手順に基づいて実施する。

走行課題

横傾斜路の屋内模擬コース（所要1日）、国リハ敷地内の緩やかなスロープ（所要1日）の2種類のコースを走行する。被験者には「蛇行を避け直進走行を心がけること」、「一定速度で走行し、停止しないこと」の2点を指示する。なお、屋内走行路は、幅約3m、最大8°以内の模擬斜面。

【被験者居宅周辺での実環境走行評価（所要最大1日）】

ユーザーが日常の生活環境において、片流れを感じている横傾斜路を含む屋外歩道を走行する。走行路は事前にユーザーにヒアリング調査を行い、専門職の実験補助員が事前に訪問し、安全性および傾斜路を含む適切な走行コースの選定を行う。走行路の距離は最大300m程度とする。被験者には「蛇行を避け直進走行を心がけること」、「一定速度で走行し、停止しないこと」の2点を指示する。

実験手順

1. 現行機での走行
2. 現行機に関する主観・心理評価
3. 開発機への移乗・シーティングの調整
4. 開発機での走行練習
5. 開発機での走行試験
6. 開発機に関する主観・心理評価

- ② 上記の記録のために対象者に課す負荷の見積もり（対象者の受ける負担、全期間における一人あたりの回数と1回あたりの所要時間。開発開始時・終了時の計測も含めること。）

1日あたりの走行時間は2時間以内とする。1日あたりの拘束時間は、最大3時間程度／人とする。合計日数は3日間とする。各実験は同一日に行わないものとする。

- ③ 音声、映像等を記録する場合の頻度と所要時間

走行実験中は常時映像を取得する。

- (E) 記録した事実からエンドポイントを導出する手続き（複数の場合はそのすべてについて記載してください。エンドポイントから仮説の成立を立証するための判定基準とその理論的根拠もふくめること）

- ・ジョイスティック切り返し操作の頻度：操作ログからの機械的抽出
- ・蛇行走行の頻度：記録映像から人為的に抽出。測量機器により計測。
- ・ジョイスティック操作角度と車いす角度の相関：測定データと操作ログから算出
- ・「違和感」についての主観的評価：アンケートによる評価

- (F) 国外の施設における実証試験の実施予定の有無（有りとした場合の相手国における開発倫理に関する対策）

なし

5. 対象者

- (A) 対象者の選定基準（選択基準、除外基準、禁忌）

- ① 選択基準：日常的に電動車いすを使用している者。（使用年数5年以上、8h/day程度）
- ② 除外基準：褥瘡等により座位の保持が困難な者、健康状態に問題のある者、日常生活を送る上での判断能力に支障のない者。
- ③ 禁忌：特になし。

(B) 予定人数（年齢層、性別、疾患・障害別等）

1 2人（成人）。

<被験者12名の障害例>

1. 頸髄損傷者（上肢機能 C5 レベル以上） 2名
2. 脳性マヒ者 4名
3. 神経変性疾患 2名
4. 脳血管障害 2名
5. 筋ジストロフィー患者（上肢機能 8以上）2名

(C) 対象者への特別の配慮（未成年者、高齢者・障害者他の「特別の配慮を要する対象者」を含む場合、その理由とこれら特定の対象者に対する配慮）
特になし。**(D) 対象者の募集・選定手続き（☒機縁募集 ☐公募）**

（機縁募集、公募のいずれか[または両方]をチェックし、以下の項目にしたがって記入）

【機縁募集による場合】

- ① 機縁募集先、機縁先との関係（機縁先への依頼状等を添付すること）
開発実施者（井上）の知人の当事者団体幹部を通じた機縁募集
- ② 対象者候補との接触方法。主治医、担当セラピスト、担当ソーシャルワーカー等と開発者の関係、役割分担。
対象者候補とは直接接触する。
- ③ 施設の入所者、病院等の入院患者を対象者とする場合、威圧、強制などを伴わないための特別の配慮
対象としない。

【公募による場合】

- ④ 公募先
- ⑤ 公募手続き（公募媒体、公募方法、公募の文書・電話原稿など、具体的な選定の手順。）

(E) 対象者の被る危害と便益（リスクとベネフィットの可能性）

- ① この開発に必然的に伴う侵襲
なし。
- ② 予見される身体的・心理的・社会的不利益、危害とそれへの対象者保護対策
移乗時の転倒、走行時の転倒、衝突。移乗の際は、障害の程度に応じてリフトの使用や介助経験者の介助により危険の回避のための万全な措置を講じることとする。また、走行中は実験者用の非常停止スイッチを用意し衝突や転倒の危険を回避するとともに、常に実験従事者が被験者のすぐ側にいて、転倒しそうになった場合は速やかに近寄り転倒を防ぐようにする。動作時に身体に電動車いすが接触する部位がないよう、十分注意し、場合によってはクッション材などで保護する。屋内外で実験を行う場合は、事前に現地の調査を行い、安全が確保されていることを確認したのち、電動車いすの動作範囲に第三者が近づかないなど、複数の実験従事者によって安全配慮を行う。

- ③ 危害・有害事象のために対象者を除外あるいは中断するための判断基準
移乗・走行中の転倒などにより、対象者が受傷した場合は、実験を中断する。
- ④ この開発のために健康被害が発生した時の措置
速やかにしかるべき医療機関に連絡をとり、救急措置をとる。
- ⑤ この開発によって対象者が直接受ける便益
なし。
- ⑥ この開発の結果社会が受ける便益
簡易型電動車いすを屋外で使用する際の安全性、利便性に関する問題である片流れが防
止できることにより、転倒・衝突等の事故の減少、障害者等の自立支援促進等に貢献する。

(F) 対象者に提供する謝金、謝礼

5,400 円/1 日。交通費は交通費実費を支給

(G) インフォームド・コンセントの手続き

- ① 説明の方法
 - 個別に文書を添えて口頭にて説明する
 - ☐ 集団で文書を添えて口頭にて説明する
 - ☐ 文書の配布・掲示のみで口頭による説明はしない
(パイロット試験の時には可の場合がある)
- ② 説明の実施者（氏名、所属）
井上剛伸、硯川潤、木下崇史（国立障害者リハビリテーションセンター研究所）
- ③ インフォームド・コンセントの具体的手順
リクルート時に概要を口頭・メール添付の説明書で提示し、詳細は実験当日に文書を提
示しながら口頭で説明する。

(H) 代諾者による同意の場合（代諾者が必要な方は対象にしない。）

- ① 代諾者の選定方針：☐親族（ ）☐法定代理人 ☐その他：（ ）
- ② 制限能力者を対象者とするのが不可欠な理由
- ③ 制限能力者のための特別の配慮

(I) 対象者の個人情報保護・収集したデータのための安全管理

- ① 匿名化の措置
 - ☐匿名化しない。 ☒連結可能匿名化する。 ☐連結不能匿名化する。
 - 連結可能匿名化のときの連結表の管理者：井上剛伸（国リハ研）
 - ある時点で連結不可能匿名化する場合：
 - 連結不可能匿名化の時期：平成30年3月
 - 連結不可能匿名化担当者名：井上剛伸（国リハ研）

- ② 匿名化しない場合および連結可能匿名化する場合、その理由
解析の結果、障害特性等の事後評価等が必要になる可能性があるため。
- ③ 匿名化する場合の匿名化担当者（氏名・所属）
井上剛伸（国リハ研）
- ④ 開発期間中の個人情報、データ・試料等の保管
保管責任者：井上剛伸（国リハ研）
保管場所：国リハ研福祉機器開発部
保管方法：CD-R、MO等記憶媒体に保存し、施錠可能なロッカーに保管する。
- ⑤ 開発終了後の個人情報、データ・試料等の保管法、
保管期間：平成30年3月まで
保管責任者：井上剛伸（国リハ研）
保管場所：国リハ研福祉機器開発部
保管方法：CD-R、MO等記憶媒体に保存し、施錠可能なロッカーに保管する。
データ等の処分・破棄の方法：記憶媒体の破砕
- ⑥ 同意書の保管
保管責任者：井上剛伸（国リハ研）
保管場所：国リハ研福祉機器開発部
保管方法：施錠可能なロッカーに保管する。
破棄の時期：平成30年3月
破棄の方法：シュレッダー処理

6. 起こりうる利益相反とその管理

(A) 経済的な利益相反

なし。

(B) その他の利益相反（開発者が対象者となる利益相反、学生や従業員を対象者としたときの利益相反、患者と担当医療職との利益相反等の利益相反があれば、それを指摘し、その管理策について記載すること）

なし。

7. 特記事項

8. 開発者の素養

氏名	現職	最終学歴・専攻	この分野の研究歴、臨床経験等
飯田 教和	アイシン精機株式会社 ライフアンドアメニティ技術部・グループマネージャー	同志社大学・1983年・ 学士・機械工学	介護支援機器（介護ベッド、電動車いす等）開発歴1年。
加茂 光広	アイシン精機株式会社 ライフアンドアメニティ技術部 ・チームリーダー	横浜国立大学・1988 年・学士・安全工学	介護支援機器（歩行分析計、ポータブルトイレ、電動車いす等）開発歴10年。介護施設、リハビリテーションセンターにおける支援機器実証試験経験2年。
松本 治	独立行政法人産業技術総合研究所 知能システム研究部門・ グループリーダー	早稲田大学大学院・ 1989年・博士（工学）・ 機械工学	移動支援機器（電動車いす等）研究開発歴8年。介護施設、リハビリテーションセンターにおける支援機器実証試験経験3年。
井上剛伸	国立障害者リハビリテーションセンター 研究所福祉機器開発部・部長	慶應義塾大学大学院・ 1989年・工学修士・機 械工学	1989年より、一貫して福祉機器の開発に従事。国立障害者リハビリテーションセンター病院におけるシーティングクリニックのスタッフとして臨床経験も有する。

9. 文献リスト

- 1)障害者自立支援機器等研究開発プロジェクト 安全に配慮された電動車いす 平成21年度 総括研究報告書 研究代表者 佐藤雄隆 平成22（2010）年3月
- 2)鈴木雄介・他：簡易型電動車いすの斜面走行・段差踏破支援技術に関する研究、日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会（ROBOMECH2010）講演論文集，2010年6月
- 3)佐藤雄隆・他：多種センサ技術を活用した安全で安心なインテリジェント電動車いすの開発、第25回リハ工学カンファレンス講演論文集、2010年8月
- 4)硯川潤・他：操作介入を伴う安全装置を搭載した電動車いすの臨床評価，第25回リハ工学カンファレンス講演論文集，2010年8月

対象者として支援機器実証試験に参加するための説明文書

この実証試験について

1. 試験課題： 安全で使い勝手の良い簡易型電動車いす

2. 実証試験実施者

実証試験開発代表者：

飯田 教和（アイシン精機株式会社 ライフアンドアメニティ技術部・グループマネージャー）

実験担当責任者：

井上 剛伸（国立障害者リハビリテーションセンター研究所 福祉機器開発部 部長）

分担開発者：

松本 治（産業技術総合研究所 知能システム研究部門）

加茂 光広（アイシン精機株式会社 ライフアンドアメニティ技術部）

井上 剛伸（国立障害者リハビリテーションセンター研究所 福祉機器開発部）

硯川 潤（国立障害者リハビリテーションセンター研究所 福祉機器開発部）

木下 崇史（国立障害者リハビリテーションセンター研究所 福祉機器開発部 作業療法士）

岩崎 洋（国立障害者リハビリテーションセンター病院 理学療法士）

総括責任者：なし

3. 実証試験の場所と期間

この実証試験は、国立障害者リハビリテーションセンター研究所 において全期間が 2011年 2月 21日（または「実証試験の実施が承認された日」）から 2011年 8月 31日までにまたがる予定です。ただし、対象者の方に参加していただく期間は1日当たり3時間、最大3日間です。

4. 実証試験の背景と目的

社会的な問題となっている電動車いすの安全性向上のために、ジャイロセンサ、加速度センサなどの姿勢をセンシングする内界センサ技術や制御技術を利用した、片流れ検知・抑制機能を搭載した簡易型電動車いすを開発します。

今回の実証実験では、今年度製作した試作機の問題点の洗い出しをすることを目的としています。

5. 実証試験の方法

今回の実証実験は【実験 1】～【実験 3】で構成され、最大で 3 日間にわたる実験です。但し、各実験は同一日内には行わないものとします。

【実験 1】

片流れ検知・抑制機能を持つ開発機（簡易型電動車いす）を使い、屋内にて模擬斜面（傾斜 8° 走行長さ 6 m）のスロープ上を走行する実験を行っていただきます。

実施にあたっては、説明、走行訓練等を含めて 3 時間程度を一回の実験として行うことを予定しており、ご本人の同意が得られた場合には実験の様子を写真やビデオに撮影させていただきます。

その後、アンケート形式の主観・心理評価にご協力いただきます。また、実験中の電動車いすの動作データを記録いたします。心理評価に用いる評価用紙は、試用実験でお乗りいただいた電動車いすの満足度を測定するもの（QUEST：12 項目）と、心理的な効果を測定するもの（PIADS：26 項目）の 2 種類にお答えいただきます。どちらも、簡単な質問項目に対して点数でお答えいただくものです。

タイムスケジュール

1. 実証試験の内容説明（約 20 分）
2. 現行機での傾斜路走行確認（約 15 分）
4. 現行機での主観・心理評価（約 30 分）
5. 開発機への移乗・シーティングの調整（約 20 分）
6. 開発機の説明および走行練習（約 30 分）
7. 開発機での傾斜路走行試験（約 20 分）
8. 開発機での主観・心理評価（アンケート形式）（約 30 分）

*開発機での走行練習は 10 分間の自由走行とします。

*開発機での練習の完了は、「走行中の停止回数」が 3 試行連続で 0 回になった時点とします。

トータル時間 約 3 時間

【実験 2】

片流れ検知・抑制機能を持つ開発機（簡易型電動車いす）を使い、国立障害者リハビリテーションセンター敷地内の屋外にある緩やかなスロープを走行していただきます。また、各走行後に実験 1 と同様のアンケート形式の主観・心理評価にご協力いただきます。併せて、実験中の電動車いすの動作データを記録いたします。

実施にあたっては、説明、走行訓練、走行後の主観・心理評価などを含めて 3 時間程度を一回の実験として行うことを予定しています。ご本人の同意が得られた場合には実験の様子を写真やビデオに撮影させていただきます。

タイムスケジュール

1. 実証試験の内容説明（約 20 分）
2. 現行機での走行（約 15 分）
4. 現行機での主観・心理評価（約 30 分）
5. 開発機への移乗・シーティングの調整（約 20 分）
6. 開発機の説明、及び走行練習（約 30 分）
7. 開発機での走行（約 20 分）
8. 開発機での主観・心理評価（アンケート形式）（約 30 分）

*開発機での走行練習は 10 分間の自由走行とします。

*開発機での練習の完了は、「走行中の停止回数」が 3 試行連続で 0 回になった時点とします。

トータル時間 約 3 時間

【実験 3】

片流れ検知・抑制機能を持つ開発機（簡易型電動車いす）を使い、居宅周辺の屋外環境で、日常走行しており、片流れを感じたことのある歩道を走行する実験を行っていただきます。走行していただく屋外コースは、事前に担当者が聞き取りおよび調査を行い、安全性の確認および傾斜路を含む適切なコースの選定を行わせていただきます。また、各走行後に実験 1 と同様のアンケート形式の主観・心理評価にご協力いただきます。併せて、実験中の電動車いすの動作データを記録いたします。

実施にあたっては、説明、走行訓練、走行後の主観・心理評価などを含めて 3 時間程度を一回の実験として行うことを予定しています。ご本人の同意が得られた場合には実験の様子を写真やビデオに撮影させていただきます。

タイムスケジュール

1. 実証試験の内容説明（約 20 分）
2. 現行機での屋外走行確認（約 15 分）
4. 現行機での主観・心理評価（約 30 分）
5. 開発機への移乗・シーティングの調整（約 20 分）
6. 開発機の説明および走行練習（約 30 分）
7. 開発機での屋外走行試験（約 20 分）
8. 開発機での主観・心理評価（アンケート形式）（約 30 分）

* 開発機での走行練習は 10 分間の自由走行とします。

安全で使い勝手のよい簡易型電動車いすは、自操用簡易型電動車いす（手動車いすに電動駆動装置又は制御装置を取り付けた簡便な電動車いすで、使用者が操作して使用するもの：以下簡易型電動車いす）をベース車両としユーザの操作情報とセンサ情報を総合的に判断し、傾斜地であっても直進走行を可能にする機能を付加します。通常の電動車いすの機能に、技術による安全性を「加える」取り組みです。図 2 をご参照ください。

実験にかかる時間は評価を含めて 3 時間程度を予定しています。疲労を感じた場合はいつでも休憩、または実験を中止できます。実験従事者にお申し出下さい。実験従事者は常に側にいて、転倒や衝突しそうな場合はすぐに近寄り転倒・衝突を防ぎます。また、乗り移りの際は、リフトの使用や介助経験者の介助により危険の回避のための万全な措置を講じます。

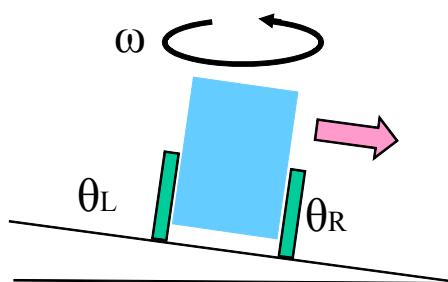


図 1 傾斜地での直進走行を可能にする機能



図 2 安全で使い勝手のよい簡易型電動車いす外観



図 3 傾斜地での直進走行試験の様子

6. 実証試験に関する資料の開示について

ご希望があれば、他の被験者の個人情報保護や実験の独創性の確保に支障がない範囲で、この開発の開発計画および開発方法についての資料を開示いたします。また、この開発に関するご質問がありましたらいつでも担当者にお尋ね下さい。

この実証試験への参加について

7. 実証試験への参加の任意性

この試験への参加は任意です。あなたの自由な意思が尊重されます。試験に参加しないことによって、不利益な対応を受けることはありません。また、いったん参加に同意した場合でも、いつでも不利益を受けることなく同意を撤回することができます。実験担当者が担当セラピスト等担当専門職の場合にも、その後の治療・処遇に影響することはありません。

同意を撤回された場合、提供していただいたデータは廃棄され、それ以降はそれらの情報が開発のために用いられることはありません。ただし、すでに実験成果が論文などで公表されていた場合等、公表済みの成果は取り消せないこともあります。

8. この試験への参加をお願いする理由、代諾手続きの場合の参加が不可欠である理由

この試験は、下肢および上肢に障害があり電動車いすで生活されている方に、新たに開発したインテリジェント電動車いすの有用性を評価していただくことを目的としています。これに該当する方に、試験への参加をお願いしています。ただし、健康状態に問題のある方や褥瘡のある方は含みません。また、本試験では、代諾者を必要とする方は対象にしていません。

9. この試験への参加を中断する場合

試験の途中で、疲労感があつたり、気分が悪くなつたりした場合には、即座に試験を取りやめますので、遠慮なく早めにお申し出ください。その他、ご都合が悪くなった場合にも、即座に試験を取りやめますので、遠慮なく早めにお申し出ください。いつでも実験協力の意思撤回は可能です。また、それにより何ら不利益が生じることはありません。実験への参加を中断する際は実験従事者にお申し出ください。

10. この実証試験への参加に伴う危害の可能性、有害事象発生の際の補償について

電動車いす上で実験を行うため、乗移りの際の転倒や、電動車いす走行中の障害物との接触や転倒などによる怪我をする可能性があります。乗移りの際は、リフトの使用や介助経験者の介助により危険の回避のための万全な措置を講じることとします。また、走行中は実験者用の非常停止スイッチを用意し、衝突や転倒の危険を回避するとともに、常に実験従事者が被験者のすぐ側にいて、転倒しそうな場合はすぐに近寄り転倒を防ぐようにいたします。また、動作時に身体に電動車いすが接触する部位がないよう、十分注意し、場合によってはクッション材などで保護します。

また、実験中に万が一、体調不良や、事故が起こり怪我などが発生した場合には、国立障害者リハビリテーションセンター病院等の適切な医療機関に即座に対応を依頼する体制を整えます。

なお、その際には、国立障害者リハビリテーションセンター研究所が加入する総合賠償責任保険を適用します。

11. 実証試験により期待される便益

本試験に参加いただくことで、あなたに直接的な便益はありませんが、実験結果は、装置の実用

化や発展に寄与し、電動車いす使用者の安全性向上を促進する成果を導き出す予定です。

12. 個人情報の取り扱い

あなたのデータや個人情報は、この実証試験を遂行し、その後検証するために必要な範囲においてのみ利用いたします。この試験のために開発グループの外部にデータを提供する場合がある場合は改めて承諾をお願いします。あなたの個人情報やデータが記された資料は、鍵をかけて厳重に保管します。また、あなたのデータをコンピュータに入力する場合は、情報漏れのない対策を十分に施したコンピュータを使用して、紛失、盗難などのないよう管理します。個人情報、データ等の保管期間は平成30年3月までとし、保管場所は国立リハビリテーションセンター研究所福祉機器開発部において CD-R、MO 等記憶媒体に保存し、施錠可能なロッカーに保管し、保管期間終了時にシュレッダー破棄します。個人情報、データ等の管理責任者は実験担当責任者とします。

以上のように、あなたの個人情報の取り扱いには十分配慮し、外部に漏れないよう厳重に管理を行います。

13. 試験終了後の対応・実験成果の公表

この実験の終了後、あなたのデータは、個人情報を厳重に管理した上で保存します。また、この実験で得られた成果を専門の学会や学術雑誌、メディアなどに発表する可能性があります。発表する場合は被験者の方のプライバシーに慎重に配慮しますので、個人を特定できる情報が公表されることはありません。ただし、ご本人の同意が得られたときは、記録した写真・ビデオをやメディアに公表することがあります。（同意書添付）

開発した電動車いすの公開デモンストレーションにご協力いただく可能性がございます。ご協力いただく方については、後日別途ご連絡させていただきますが、ご同意いただける方のみお願いさせていただきますので、お断りいただいても何ら支障はございません。

また、後日、車いすに関する試験への参加をお願いすることがあります。その場合は改めて、その試験に関する同意をお願いいたします。

14. 実証試験のための費用

この試験に伴う被験者謝金は、厚生労働省 平成22年度障害者自立支援機器等開発促進事業国庫補助「安全で使い勝手の良い簡易型電動車いす」の一部から支払われます。

15. 実証試験に伴う対象者謝金等

1日あたり5400円支給いたします。また、交通費は実費を支給いたします。

16. 知的財産権の帰属

この試験の成果により特許権等の知的財産権が生じる可能性があります。その権利は、国立障害者リハビリテーションセンターおよび産業技術総合研究所、アイシン精機（株）に属し、被験者の方には属しません。

問い合わせ先・苦情等の連絡先

この実証試験に関する問い合わせ先

開発代表者

〒448-8650 愛知県刈谷市朝日町 2 丁目 1 番地

アイシン精機株式会社 ライフアンドアメニティ技術部

飯田 教和

TEL: 0566-20-6456 FAX: 0566-20-6454, E-Mail : n-iida@body-t.aisin.co.jp

この実証試験に関する苦情等の連絡先

実験担当責任者

〒359-8555 埼玉県所沢市並木 4 - 1

国立障害者リハビリテーションセンター研究所 福祉機器開発部

井上 剛伸

TEL : 04-2995-3100, FAX: 04-2995-3100, E-Mail : inoue@rehab.go.jp

以上の内容をよくお読みになってご理解いただき、この開発に参加することに同意される場合は、別紙の「実証試験への参加についての同意書」に署名し、日付を記入して担当者にお渡し下さい。

同意撤回書

開発代表者:

アイシン精機株式会社 ライフアンドアメニティ技術部
グループマネージャー 飯田 教和殿

私は、「安全で使い勝手の良い簡易型電動車いす」の実証試験に対象者として参加することに同意し、同意書に署名しましたが、その同意を撤回することを実験担当者

..... 氏

に伝え、同意書は返却され、受領いたしました。ここに同意撤回書を提出します。

平成 年 月 日

(対象者本人による同意書を提出された場合は以下に署名、捺印をお願いします。)

対象者氏名 (自署)
生年月日
住所・連絡先

(代諾者による同意書を提出された場合は以下に署名、捺印をお願いします。)

代諾者 (家族等) 氏名 (自署)
(注) 家族等とは、後見人、保佐人、親権者、父母、配偶者、成人の子又は兄弟姉妹等をいう。
対象者 (患者) との続柄
生年月日
住所・連絡先

本試験に関する同意撤回書を受領したことを証します。

担当開発者 印
所 属
職

同意書

実証試験代表者:

アイシン精機株式会社 ライフアンドアメニティ技術部
グループマネージャー 飯田 教和殿

試験課題: 安全で使い勝手の良い簡易型電動車いす

私は、開発計画名「安全で使い勝手の良い簡易型電動車いす」に関する以下の事項について説明を受けました。理解した項目については自分で□の中にレ印を入れて示しました。

- ☐ 開発を実施する開発者（説明文書 項目2）
- ☐ 開発の場所と期間（説明文書 項目3）
- ☐ 開発の背景と目的（説明文書 項目4）
- ☐ 開発の方法（説明文書 項目5）
- ☐ 開発に関する資料の開示について（説明文書 項目6）
- ☐ 開発への参加が任意であること（開発への参加は任意であり、参加しないことで不利益な対応を受けないこと。また、いつでも同意を撤回でき、撤回しても何ら不利益を受けないこと。）（説明文書 項目7）
- ☐ 私がこの開発への参加を依頼された理由（説明文書 項目8）
- ☐ この調査への参加を中断する場合（説明文書 項目9）
- ☐ この試験への参加に伴う危害の可能性について（説明文書 項目10）
- ☐ 開発により期待される便益について（説明文書 項目11）
- ☐ 個人情報の取り扱い（被験者のプライバシーの保護に最大限配慮すること）（説明文書 項目12）
- ☐ 開発終了後の対応・開発成果の公表について（説明文書 項目13）
- ☐ 開発のための費用（説明文書 項目14）
- ☐ 開発の参加に伴う被験者謝金等（説明文書 項目15）
- ☐ 知的財産権の帰属（説明文書 項目16）
- ☐ 問い合わせ先・苦情等の連絡先

なお、この実証試験における撮影の可否および撮影・記録された私の映像（静止画、動画）・音声の公開につきましては以下の□の中にレ印を入れて示しました。（説明文書 項目5）

- ☐ 実証試験における撮影に同意する
- ☐ 実証試験における撮影に同意しない
- ☐ 公開に同意しない
- ☐ 開発者を対象とする学術目的に限り、下記条件の下に公開に同意する。
 - ☐ 顔部分など個人の同定可能な画像も含んで良い
 - ☐ 顔部分や眼部などを消去・ぼかすなど個人の同定不可能な状態に限る
 - ☐ その他（特別な希望があれば、以下にご記入ください）

これらの事項について確認したうえで、被験者として開発に参加することに同意します。

平成.....年.....月.....日

被験者署名.....

本開発に関する説明を行い、自由意思による同意が得られたことを確認します。

説明担当者（所属・職名・氏名）

実験協力者紹介の依頼

拝啓、寒さも少し和らぎ次第に春めいてまいりましたが、お元気でお過ごしでしょうか。

この度、国立障害者リハビリテーションセンター研究所 福祉機器開発部では、アイシン精機株式会社、産業技術総合研究所との共同研究として、社会的な問題となっている電動車いすの安全性向上のために、ジャイロセンサ、加速度センサなどの各種センサ技術や制御技術を応用して、片流れ検知・抑制機能を搭載した簡易型電動車いすを研究課題名「安全で使い勝手の良い簡易型電動車いす」として開発しております。

そこで現在、「安全で使い勝手の良い簡易型電動車いす」における実証実験に被験者としてご協力いただける方を募集しております。

日常的に簡易型電動車いすを使用されている方で、褥瘡等により座位の保持が困難ではなく、健康状態に問題のない方、また日常生活を送る上での判断能力に支障がなく代諾者を必要としない方を募集しております。

つきましては、貴団体関係者やご友人などに、上記条件に当たる方がいらっしゃいましたらご紹介いただけませんかでしょうか。

時節柄、一層のご自愛お祈り申し上げます。

敬具

平成 年 月 日

国立障害者リハビリテーションセンター研究所
福祉機器開発部
井上 剛伸

様

//**

安全で使い勝手の良い簡易形電動車いす(被検者)

名前:

被検者 ID:

《基本事項》

実 施 日	年 月 日 曜日
開 始 時 間	
終 了 時 間	
記 録 者	
共 同 実 験 者	
そ の 他	

《一般事項》

I	D	
性 別	女 ・ 男	
年 齢	歳	
身 長 / 体 重	おおよそ cm / kg ぐらい	
疾 患		
実 施 中 の 状 態		
既往歴	年	
座位保持能力		
利 き 手	右 ・ 左	
そ の 他		
E_W/E 使用歴		
E_W/E 利用頻度		
E_W/E 種 類		
入 力 装 置		
そ の 他		

//**

安全で使い勝手の良い簡易形電動車いす(被検者)

名前:

被験者 ID:

主観評価シート:

1. 直進走行路補助実験: 試行 1

実験走行路 6 m の直線で右傾斜路面 (片流れ 8 度) の走行をおこないます。I_W/C の直進走行補助機能をオンまたはオフの状態で行っていただきます。直進走行補助機能とはコンピュータが路面の傾斜を自動的に補正することにより、ジョイスティックを直進方向に倒すだけで容易に直進が可能となる機能です。

現在お使いの車いすと比較して以下の設問にお答えください。

1. 走行は容易でしたか。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

とても難しかった

とても容易であった

2. 安心して走行できましたか。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

全然安心できなかった

とても安心であった

3. ジョイスティックの操作は難しくありませんでしたか。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

とても難しかった

とても容易であった

4. 予測と同じ動きでしたか。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

とても動かなかった

とても良く動いた

5. 操作に違和感はありませんでしたか。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

とても違和感を感じた

全然違和感は無かった

違和感を感じた場合どのような違和感でしたか (自由記述)。

//**

安全で使い勝手の良い簡易形電動車いす(被検者)

名前:

被験者 ID:

現在お使いの車いすと比較して以下の設問にお答えください。 (つづき)

6. 座位姿勢を保つことに違和感はありませんでしたか。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

とても違和感を感じた

全然違和感はなかった

違和感を感じた場合どのような違和感でしたか(自由記述)。

7. 走行中に切り返し(ジョイスティック操作の修正)が必要でしたか。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

とても必要だった

全く必要なかった

8. 実験の最初と最後で操作に慣れを感じましたか。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

とても慣れを感じた

全く慣れを感じなかった

9. 直進走行補助機能はオンとオフのどちらであったと思いますか。

オン

オフ

全般的な感想をお願いします。

//**

安全で使い勝手の良い簡易形電動車いす(被検者)

名前:

被験者 ID:

2. 直進走行路補助実験：試行 2

実験走行路 6 m の直線で右傾斜路面（片流れ 8 度）の走行をおこないます。I_W/C の直進走行補助機能をオンまたはオフの状態（試行 1 とは逆の状態）で走行していただきます。直進走行補助機能とはコンピュータが路面の傾斜を自動的に補正することにより、ジョイスティックを直進方向に倒すだけで容易に直進が可能となる機能です。

現在お使いの車いすと比較して以下の設問にお答えください。

1. 走行は容易でしたか。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

とても難しかった

とても容易であった

2. 安心して走行できましたか。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

全然安心できなかった

とても安心であった

3. ジョイスティックの操作は難しくありませんでしたか。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

とても難しかった

とても容易であった

4. 予測と同じ動きでしたか。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

とても動かなかった

とても良く動いた

5. 操作に違和感はありませんでしたか。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

とても違和感を感じた

全然違和感はなかった

違和感を感じた場合どのような違和感でしたか（自由記述）。

//**

安全で使い勝手の良い簡易形電動車いす(被検者)

名前:

被験者 ID:

現在お使いの車いすと比較して以下の設問にお答えください。 (つづき)

6. 座位姿勢を保つことに違和感はありませんでしたか。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

とても違和感を感じた

全然違和感はなかった

違和感を感じた場合どのような違和感でしたか (自由記述)。

7. 走行中に切り返し (ジョイスティック操作の修正) が必要でしたか。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

とても必要だった

全く必要なかった

8. 実験の最初と最後で操作に慣れを感じましたか。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

とても慣れを感じた

全く慣れを感じなかった

9. 直進走行補助機能はオンとオフのどちらであったと思いますか。

オン

オフ

(試行 1 設問 9 の回答を変更したい場合には以下に記入)

全般的な感想をお願いします。

//**

安全で使い勝手の良い簡易形電動車いす(被検者)

名前: _____ 被験者 ID: _____

実験データの記録状況（センサデータとのつき合わせ用）

※センサデータの取り直し、取り込み不良などの回の適否欄に×を記入

直進走行補助機能の on/off 状態については実験終了後に○を記入

それぞれの走行中に途中で停止した場合は停止回数を記入

試行 1 （直進走行補助機能 ON OFF ）

試行回数	適否	停止回数	試行回数	適否	停止回数	試行回数	適否	停止回数
001			011			021		
002			012			022		
003			013			023		
004			014			024		
005			015			025		
006			016			026		
007			017			027		
008			018			028		
009			019			029		
010			020			030		

<特記事項>

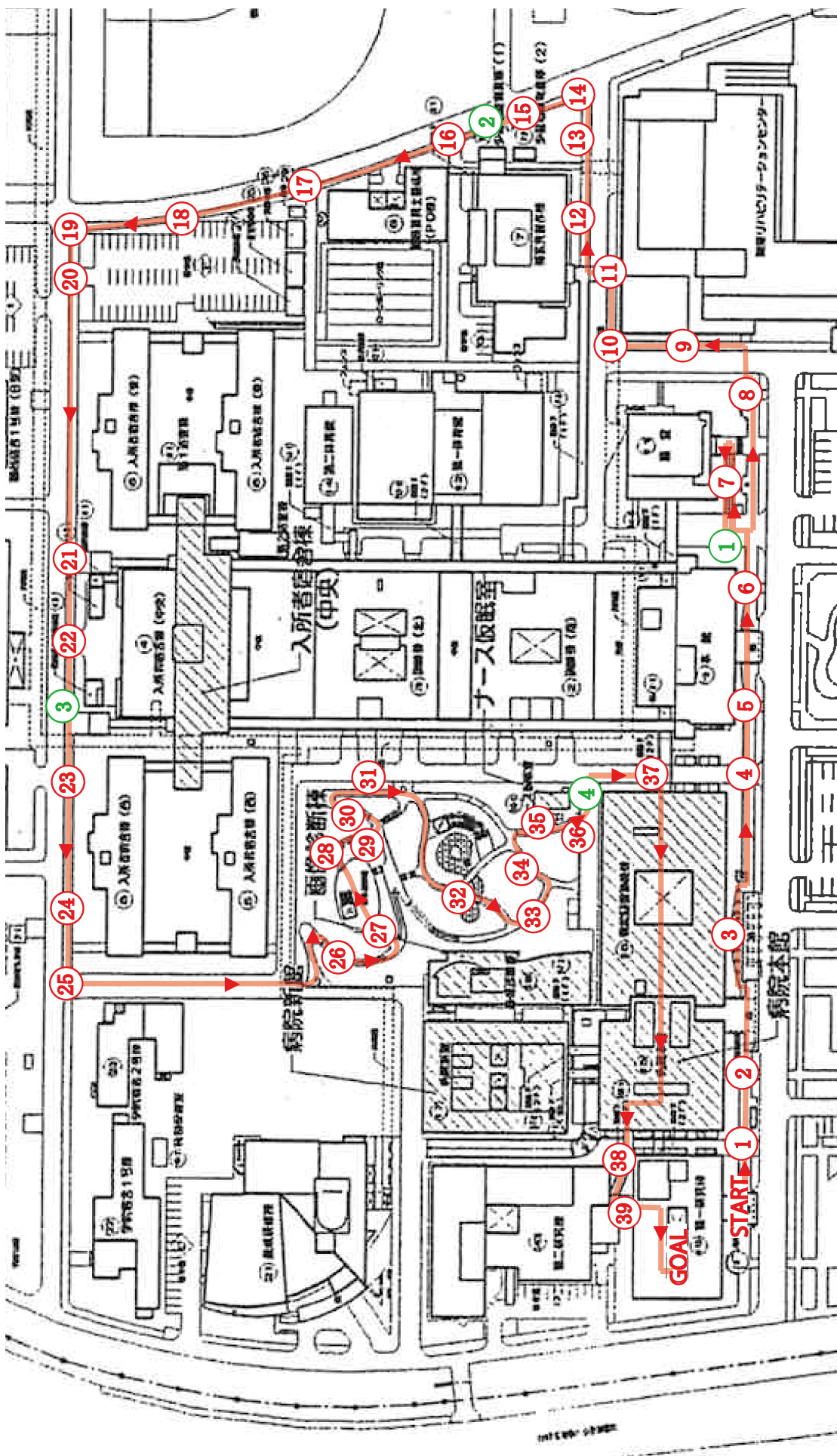
試行 2 （直進走行補助機能 ON OFF ）

試行回数	適否	停止回数	試行回数	適否	停止回数	試行回数	適否	停止回数
001			011			021		
002			012			022		
003			013			023		
004			014			024		
005			015			025		
006			016			026		
007			017			027		
008			018			028		
009			019			029		
010			020			030		

<特記事項>



図 F - 1



START スタート 地点(研究所正面玄関前)**①** 歩道切り下げ部 右傾斜 2.4°

② 歩道切り下げ部 右傾斜 3.0°



③ 走行路 路面右側に穴2つ



④ 歩道切り下げ部 右傾斜 2.8°



⑤ 歩道切り下げ部 右傾斜 2.6°



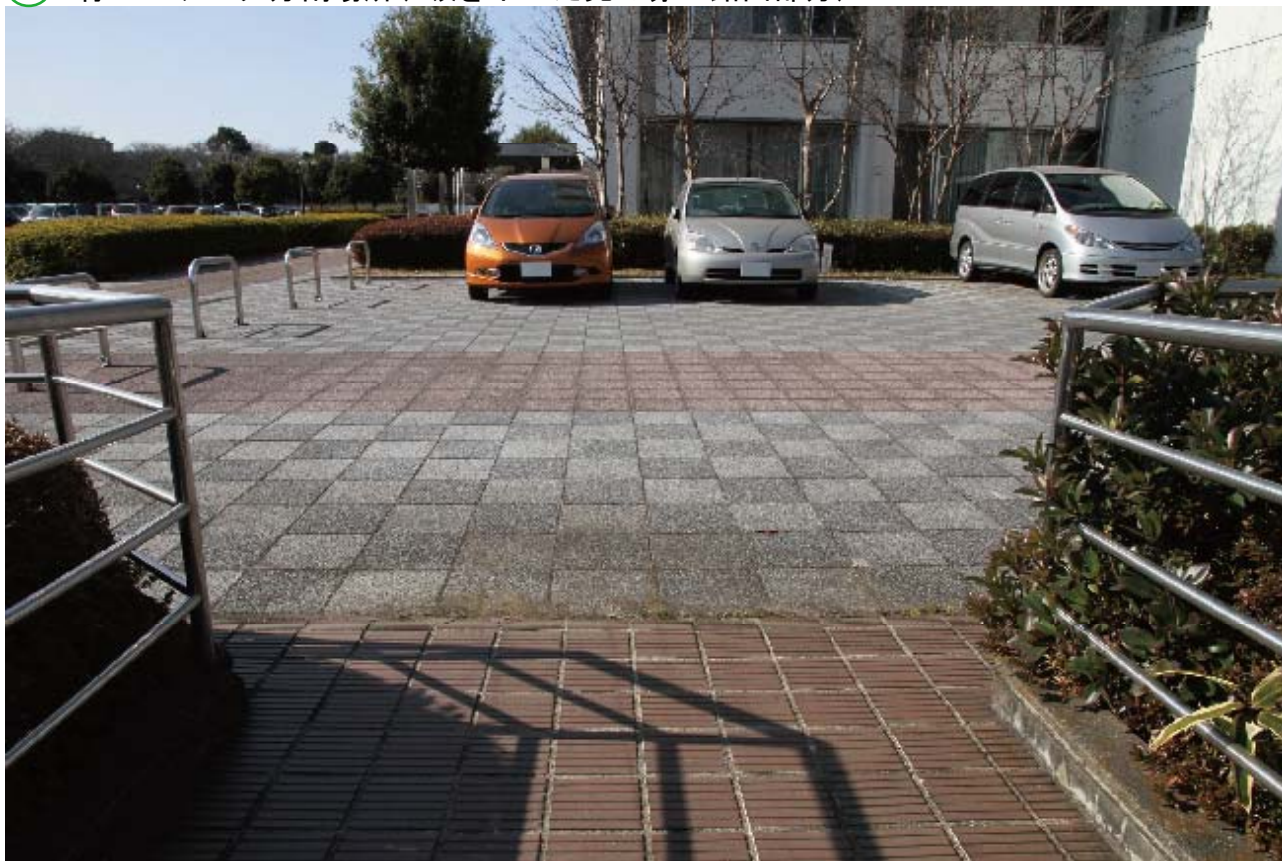
⑥ 歩道切り下げ部 右傾斜 2.6°



⑦ 講堂入口スロープ 上り坂 3.7° 横傾斜最大 0.5°



① 停止・データ分割場所(坂を下った先の赤い路面部分)



⑧ 右傾斜 最大 4.0°、左カーブ、横断歩道への進入の複合



⑨ マンホールの乗り越え 路面からの盛り上がり部の傾斜 6.8°



⑩ 左傾斜 2.3° 、右カーブ、マンホール通過部 左傾斜 6.0° の複合



⑪ 左傾斜 4.0° 、左折、横断歩道への進入の複合 対面 上り 段差 1.5cm



⑫ 右傾斜 最大 7.2° 平均 5.4°



⑬ ガス点検口部凹凸 傾斜最大 4.7°



⑭ 右傾斜 1.6°、左折、点字ブロックの複合



⑮ 木の根による路面の凹凸 上り 3.2° 下り 2.4° 横方向 3.0°



② 停止・データ分割場所(電話ボックス横)



- ①⑥ 歩道の切れ目 下り - 傾斜 1.5° 右 2.0° 段 1.0cm
上り - 傾斜 $2.0^{\circ} \sim 2.8^{\circ}$ 右 $2.5^{\circ} \sim 4.0^{\circ}$ 段 $1.0 \sim 1.5\text{cm}$



- ①⑦ 歩道の切れ目 下り - 傾斜 $3.3^{\circ} \sim 5.8^{\circ}$ 右 $3.8^{\circ} \sim 4.6^{\circ}$ 段 1.0cm
上り - 傾斜 $1.5^{\circ} \sim 4.2^{\circ}$ 右 $1.1^{\circ} \sim 5.2^{\circ}$ 段 $1.0 \sim 1.5\text{cm}$



⑱ 右傾斜°、緩く長い右カーブ、途中に歩道の切れ目あり

歩道の切れ目 下り - 傾斜 $1.0^{\circ} \sim 3.0^{\circ}$ 右 $2.0^{\circ} \sim 4.5^{\circ}$ 段 1.0cm

上り - 傾斜 $1.5^{\circ} \sim 3.5^{\circ}$ 右 $3.6^{\circ} \sim 6.1^{\circ}$ 段 1.0~1.5cm



⑲ 右傾斜 2.6° 、左折、点字ブロックの複合



- ②① 歩道の切れ目 下り - 傾斜 $1.5^{\circ} \sim 2.0^{\circ}$ 右 $1.8^{\circ} \sim 3.5^{\circ}$ 段 1.5cm
 上り - 傾斜 $1.5^{\circ} \sim 5.5^{\circ}$ 右 $3.5^{\circ} \sim 4.6^{\circ}$ 段 ほぼ無し



- ②① 歩道の切り下げ 右傾斜 4.2° 下り傾斜 2.2° 上り傾斜 3.2°



- ② 歩道の切れ目 下り - 傾斜 2.3° 右 $1.0^{\circ} \sim 3.0^{\circ}$ 段 $1.0 \sim 1.5\text{cm}$
上り - 傾斜 2.2° 右 $2.4^{\circ} \sim 3.4^{\circ}$ 段 1.5cm



- ③ 停止・データ分割場所(看板横)



23 複雑な凹凸のある歩道（左傾斜 3.6° ）、切り下げ（右傾斜 7.9° ） 下り 3.0° 上り 3.7°



24 複雑な凹凸のある歩道（左傾斜 1.0° ）、切り下げ（右傾斜 6.0° ） 下り 3.5° 上り 2.2°



②⑤ 右傾斜 2.7° 、下り坂 4.7° 、段差 $1 \sim 1.5\text{cm}$ 、左折



②⑥ 上り坂 最大傾斜 10.0°



②⑦ 上り坂 最大傾斜 10.0° 、歩道の穴 深さ 2.0~2.5cm、平地への移行部の段差 2.5 ~ 3.5cm



②⑧ 下り坂 最大傾斜 6.6° 、凹凸の激しい路面、手前の路面からの段差 1.5 ~ 2.0cm



②⑨ 下り坂 最大傾斜 6.0°



③⑩ 下り坂 最大傾斜 5.2° 、右側に大きな陥没(陥没部は避けて通る)



③① 凹凸の激しい路面



③② 池に架かる橋 上り 3.0° 下り 3.0°



③③ 上坂 傾斜 3.2° 、下り坂 傾斜 2.1° 、左カーブ



③④ 踏切 上り 傾斜° 下り 傾斜°



35 未舗装路(路面は土と芝生)



36 下り 傾斜 4.0°



④ 停止・データ分割場所(36の段差通過後)



③⑦ 上り 傾斜 4.0° (段差解消部)



③⑧ 曲がっている上り坂 手前部の最大傾斜 6.8° 奥の坂の最大傾斜 4.0°



③⑨ 屋内の下りスロープ 手前の最大傾斜 3.5° 奥側の最大傾斜 5.0°



GOAL ゴール地点（第一研究等エレベータ前）



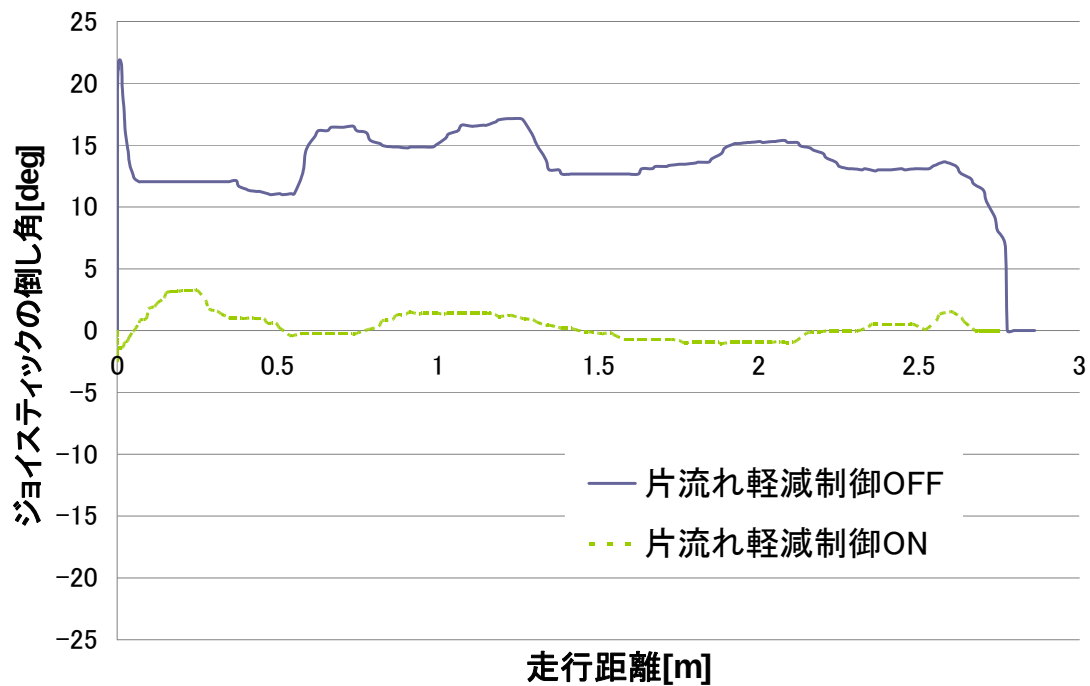
2月3日 国リハ所内走行実験 課題リスト

START. 研究所正面玄関

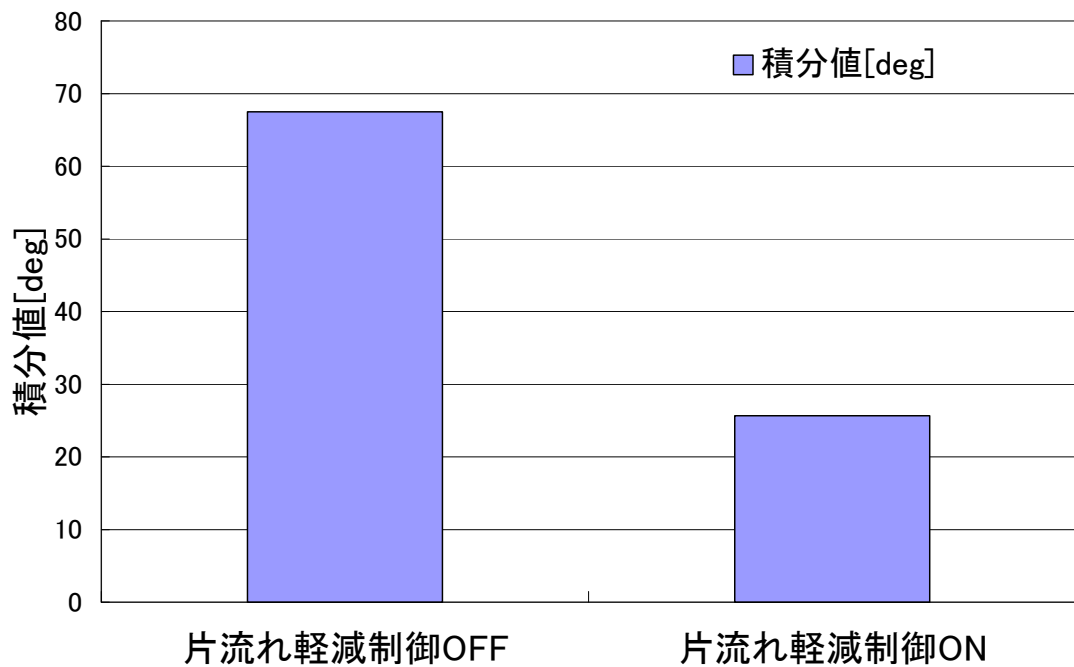
1. 道路への切り下げ 右傾斜
2. 道路への切り下げ 右傾斜
3. 路面の穴2つ
4. 切り下げ 右傾斜
5. 切り下げ 右傾斜
6. 切り下げ 右傾斜
7. 講堂入口スロープ 上り下り
- ① 停止場所1 データー分割部 課題7の坂を下った歩道の赤い部分
8. 右傾斜、左カーブ、横断歩道の複合
9. マンホール乗り越え
10. 左傾斜、右カーブ、マンホールの複合
11. 左傾斜、左折、横断歩道の複合
12. 右傾斜
13. ガス点検口
14. 右傾斜、左カーブ、点字ブロックの複合
15. 木の根による歩道の盛り上がり
- ② 停止場所2 データ分割部 電話ボックスが目印
16. 歩道の切れ目、段差あり
17. 歩道の切れ目、段差あり
18. 右傾斜、緩い長い右カーブ、凹凸のある歩道、歩道の切れ目
19. 右傾斜、左カーブ、点字ブロックの複合
20. 歩道の切れ目、段差
21. 切り下げ 右傾斜
22. 歩道の切れ目、段差
- ③ 停止場所3 データ分割部 看板の前
23. 複雑な凹凸のある歩道
24. 複雑な凹凸のある歩道
25. 段差、左折
26. 急な上り坂
27. 緩い上り坂、歩道の穴、段差
28. 下り坂、凹凸路、右カーブ
29. 下り坂、歩道の穴
30. 下り坂、歩道の穴
31. 平地、凹凸のある歩道
32. 池にかかる橋（上りと下り）
33. 上り坂と下り坂の連続、緩い左カーブ
34. 踏切（上り坂と下り坂）

- 35. 未舗装路（土）
- 36. 下り傾斜
- ④ 停止場所4 データ分割部 課題36の傾斜部通過後
- 37. 段差解消部（上り坂）
- 38. カーブのある上り坂
- 39. 室内の下りスロープ
- GOAL. 研究所内エレベータ前

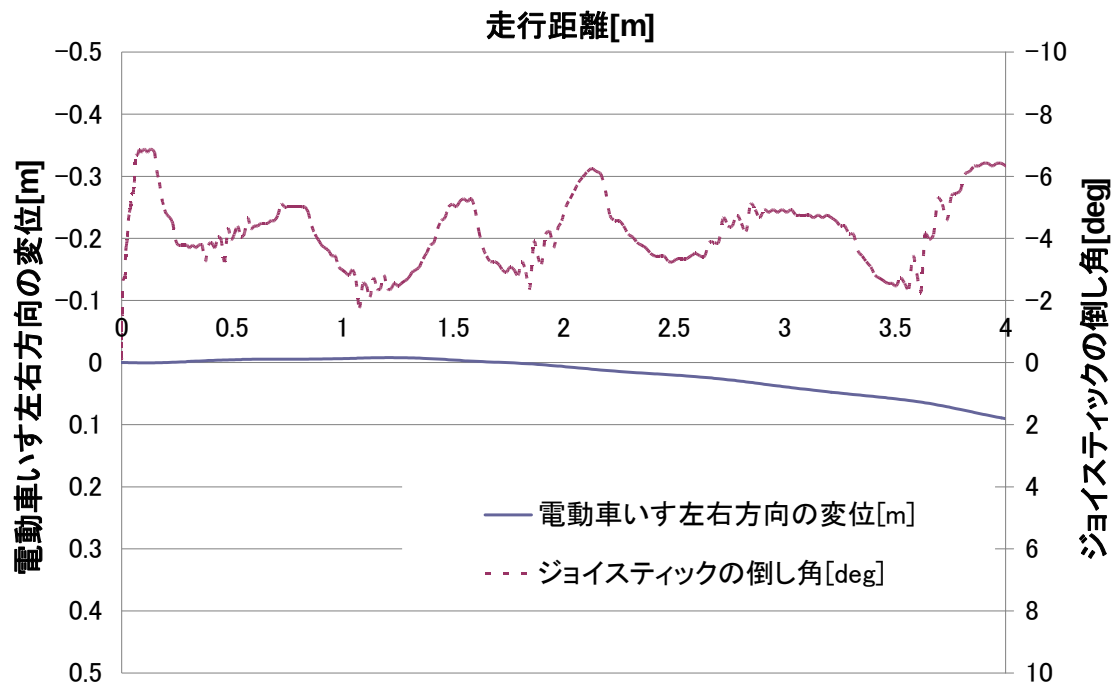
<http://cid-271f5ca566f78bbe.office.live.com/browse.aspx/aishin>



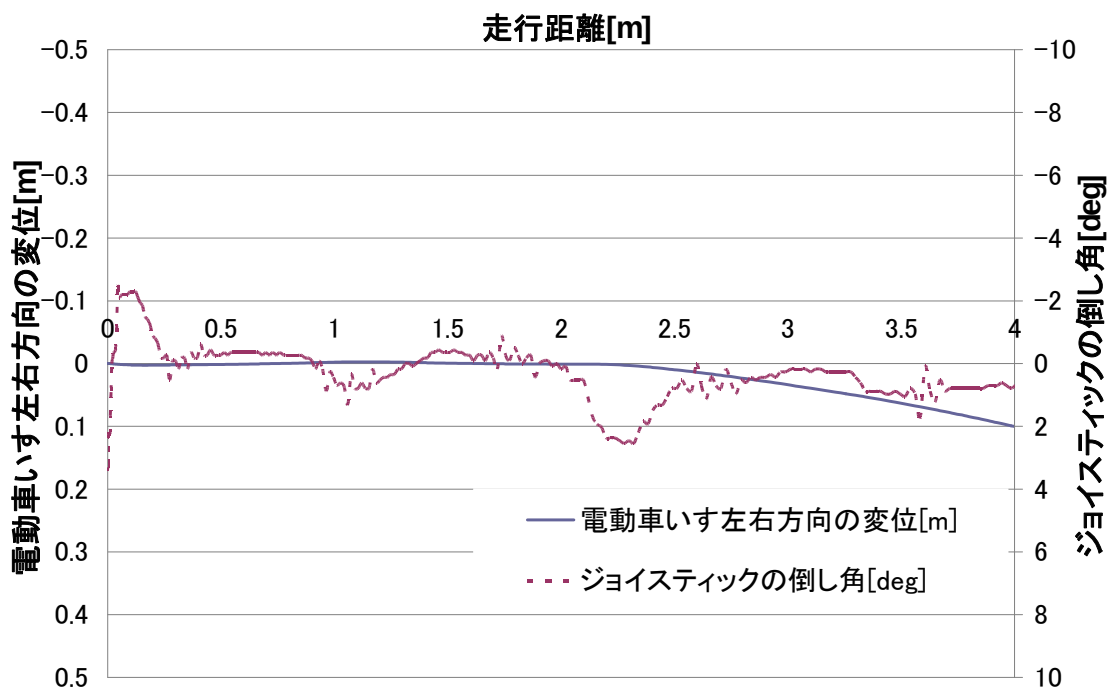
図G－1 研究開発実施者による傾斜路（８度）走行実験結果
（ジョイスティック操作量比較）



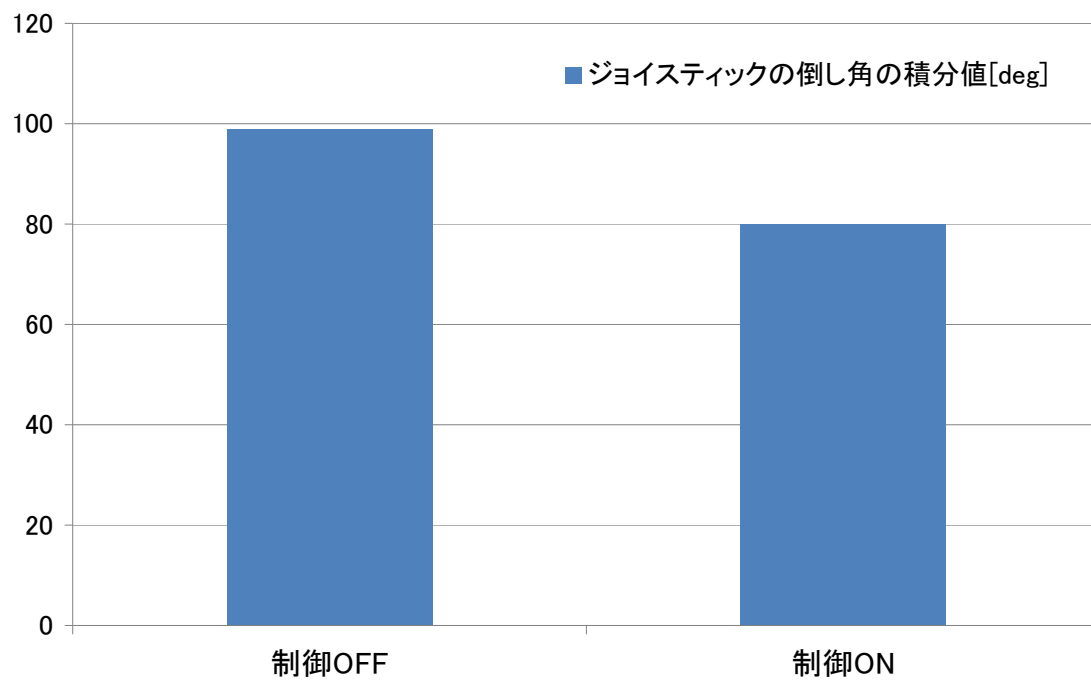
図G－2 研究開発実施者による傾斜路（８度）走行実験結果
（ジョイスティック操作量積分値比較）



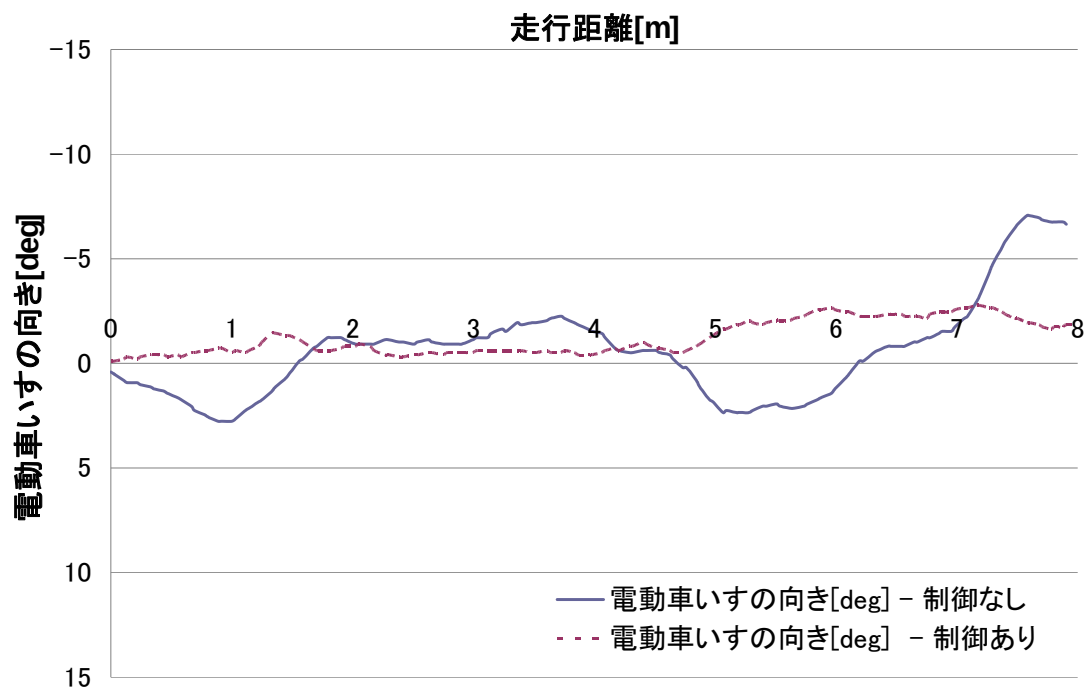
図G－3 電動車いすユーザーによる傾斜路（8度）走行実験結果
（片流れ軽減制御が無効の場合）



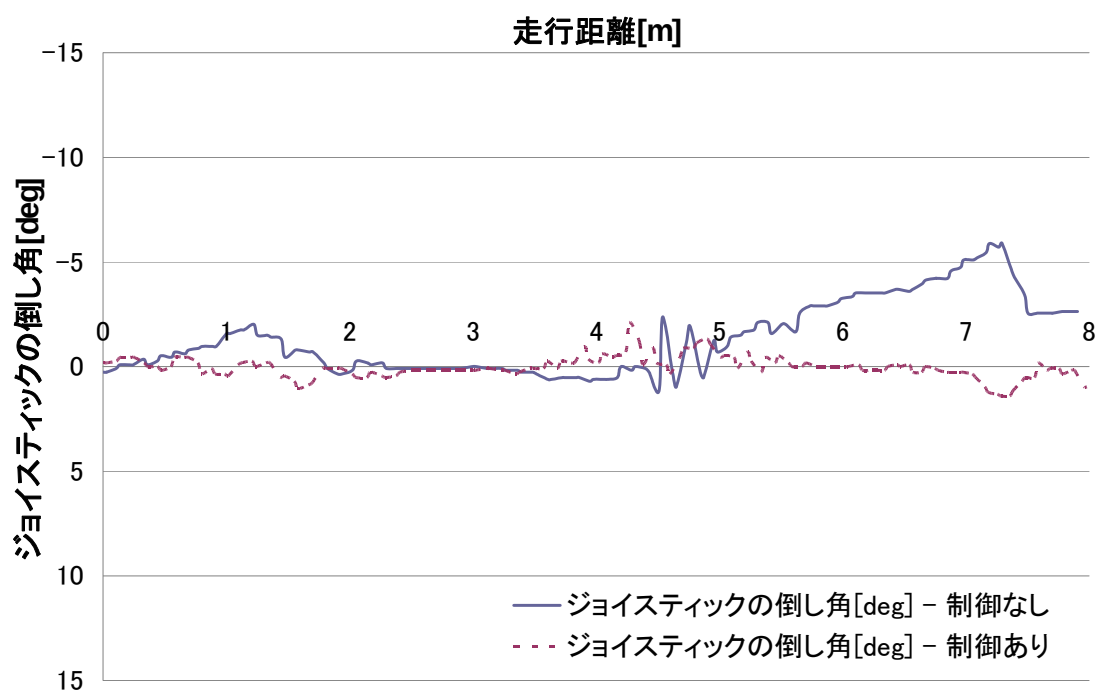
図G－4 電動車いすユーザーによる傾斜路（8度）走行実験結果
（片流れ軽減制御が有効の場合）



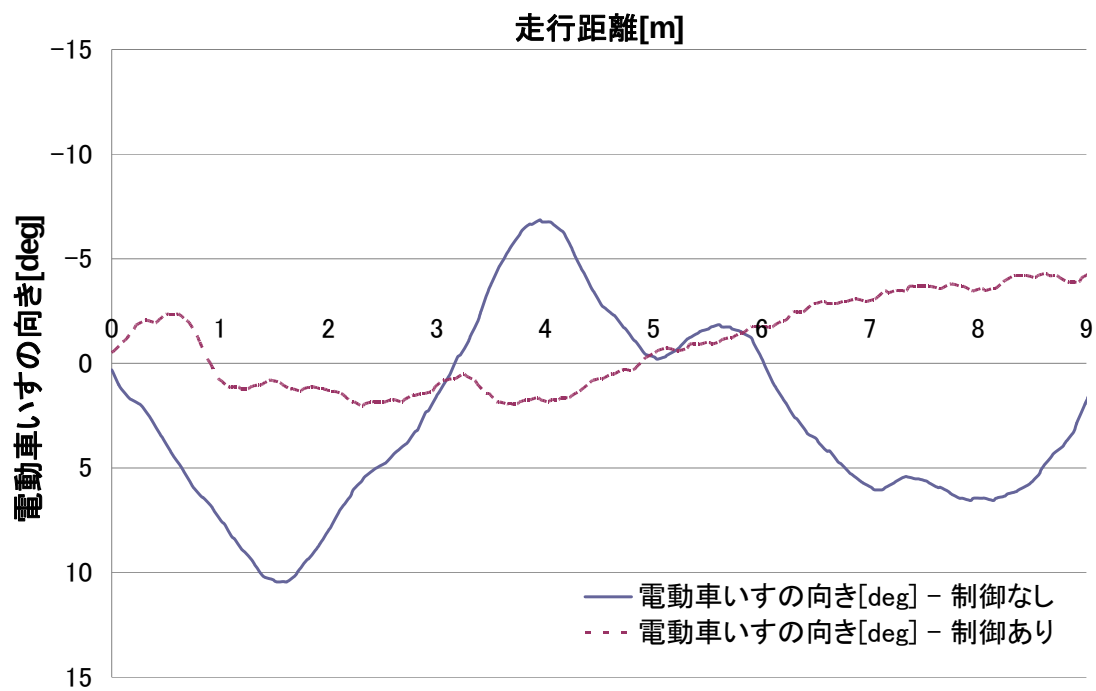
図G-5 電動車いすユーザによる傾斜路（8度）走行実験結果
（ joystick 左右方向倒し角積分値の比較）



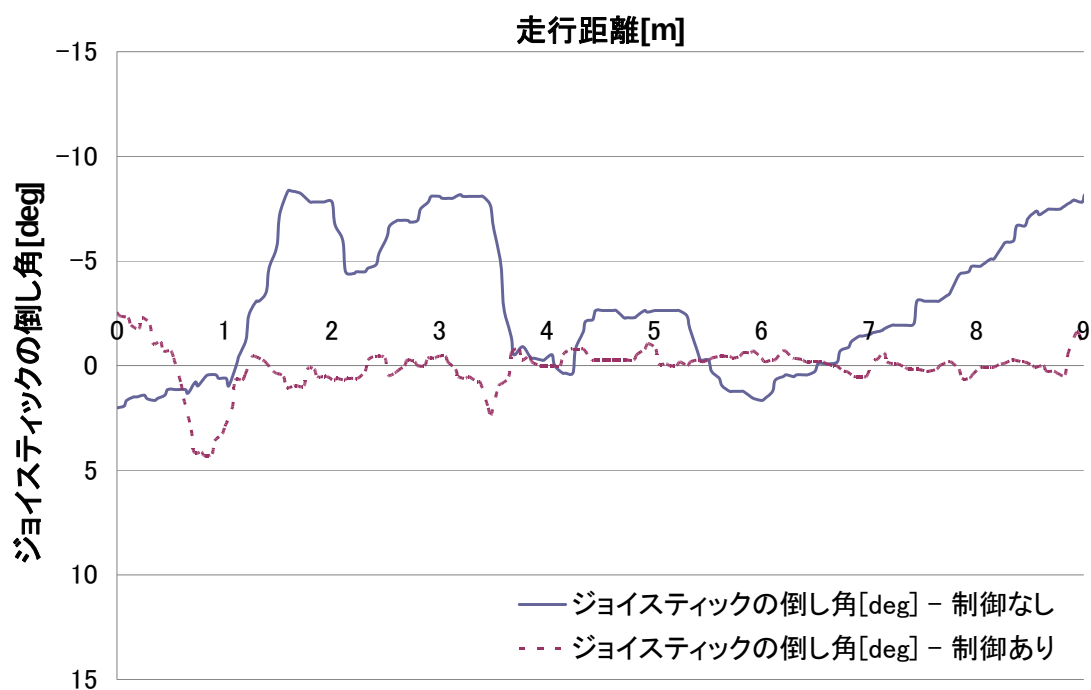
図G-7 国リハ研内屋外走行における電動車いすの向きの比較
(課題番号5)



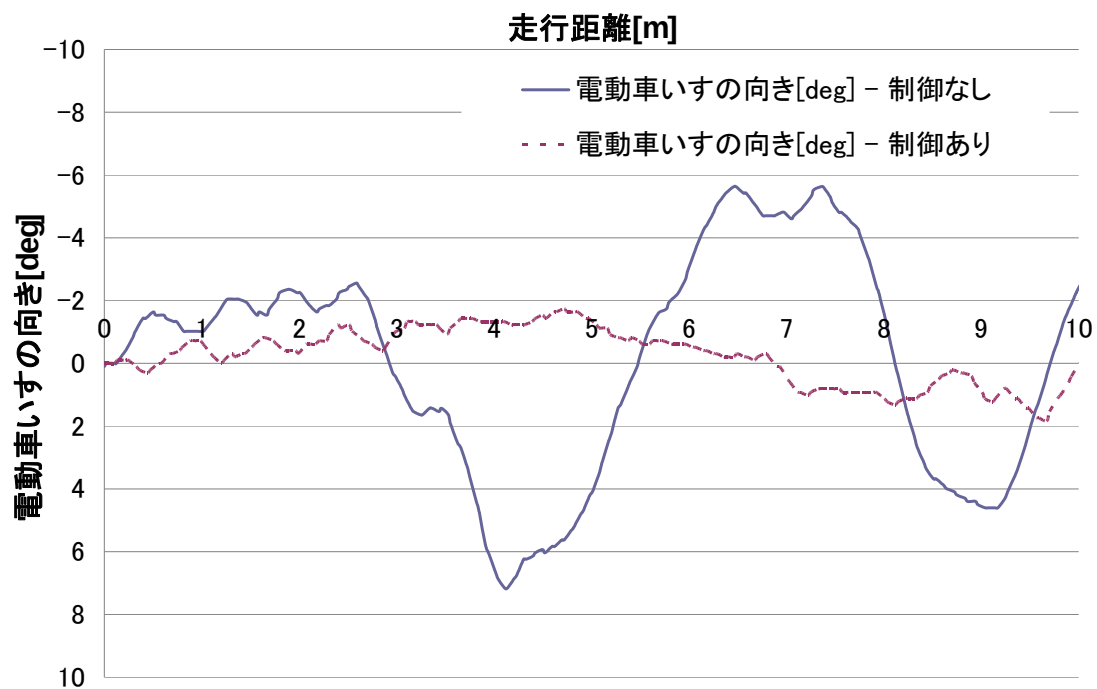
図G-8 国リハ研内屋外走行におけるジョイスティック左右方向倒し角の比較
(課題番号5)



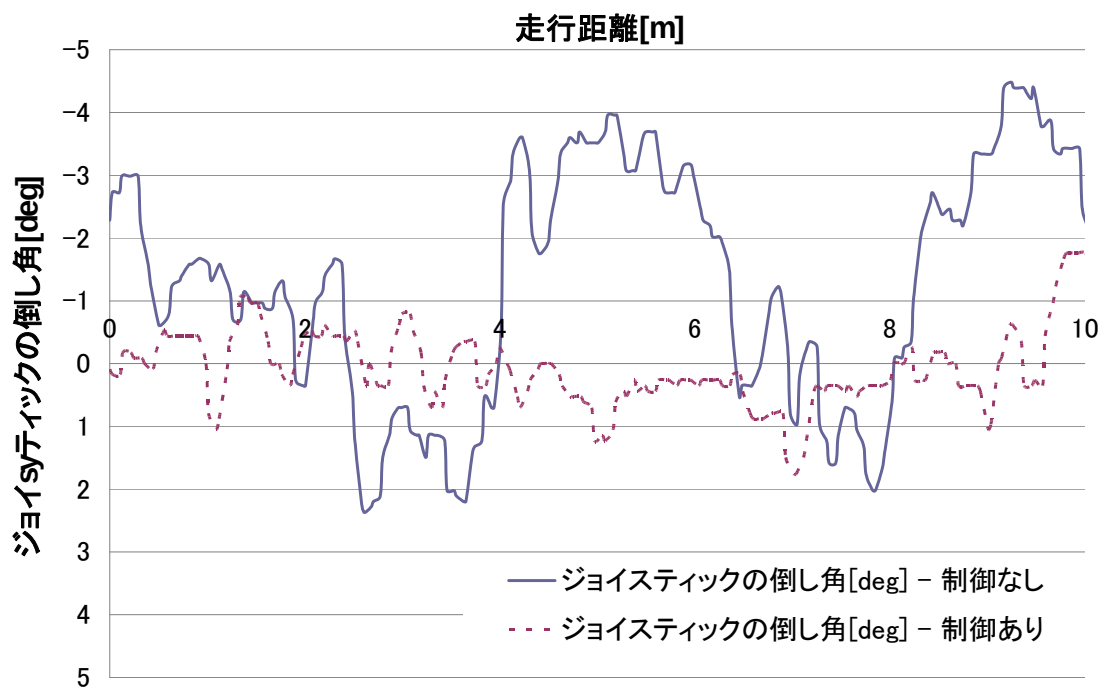
図G－9 国リハ研内屋外走行における電動車いすの向きの比較（課題番号12）



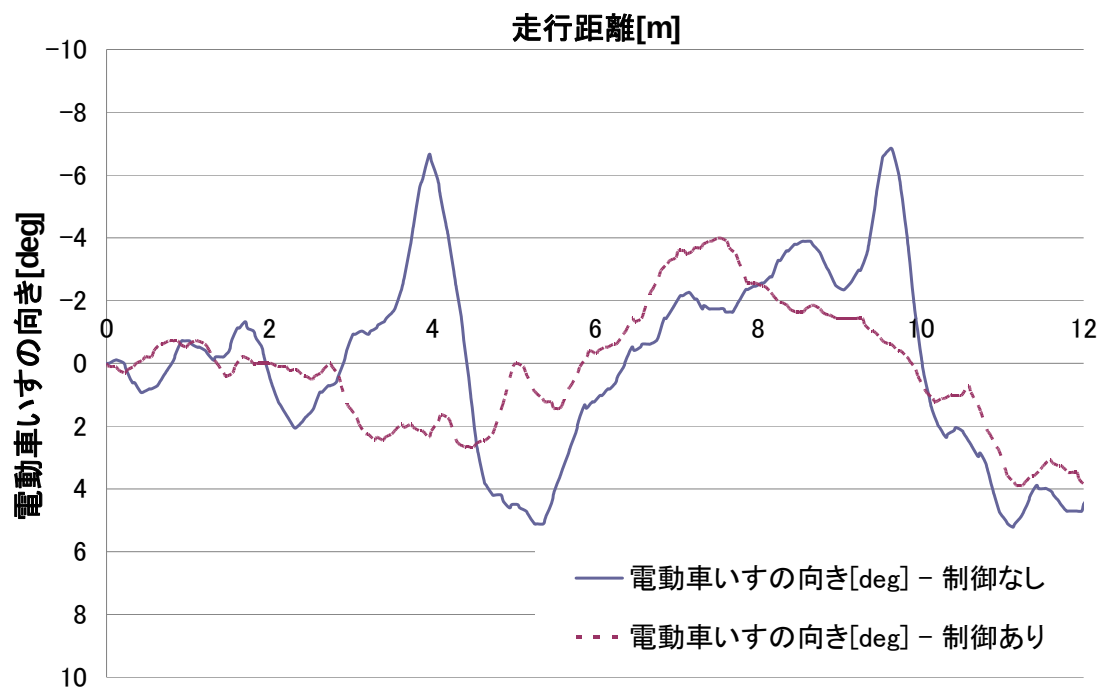
図G－10 国リハ研内屋外走行におけるジョイスティック左右方向倒し角の比較（課題番号12）



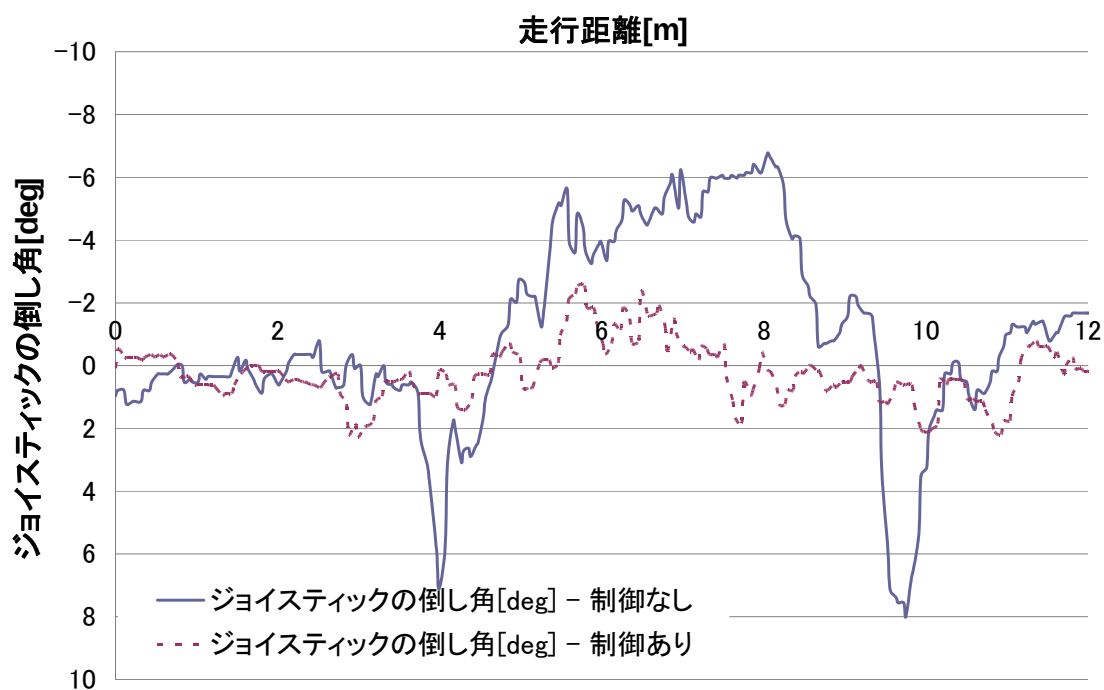
図G-11 国リハ研内屋外走行における電動車いすの向きの比較（課題番号20）



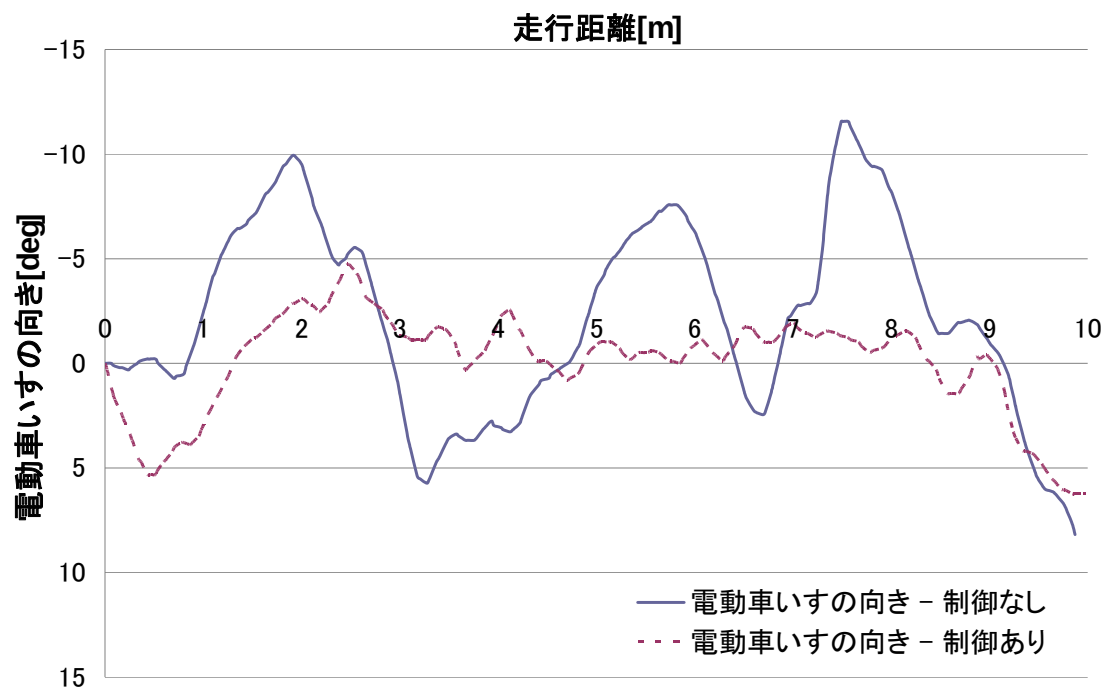
図G-12 国リハ研内屋外走行におけるジョイスティック左右方向倒し角の比較（課題番号20）



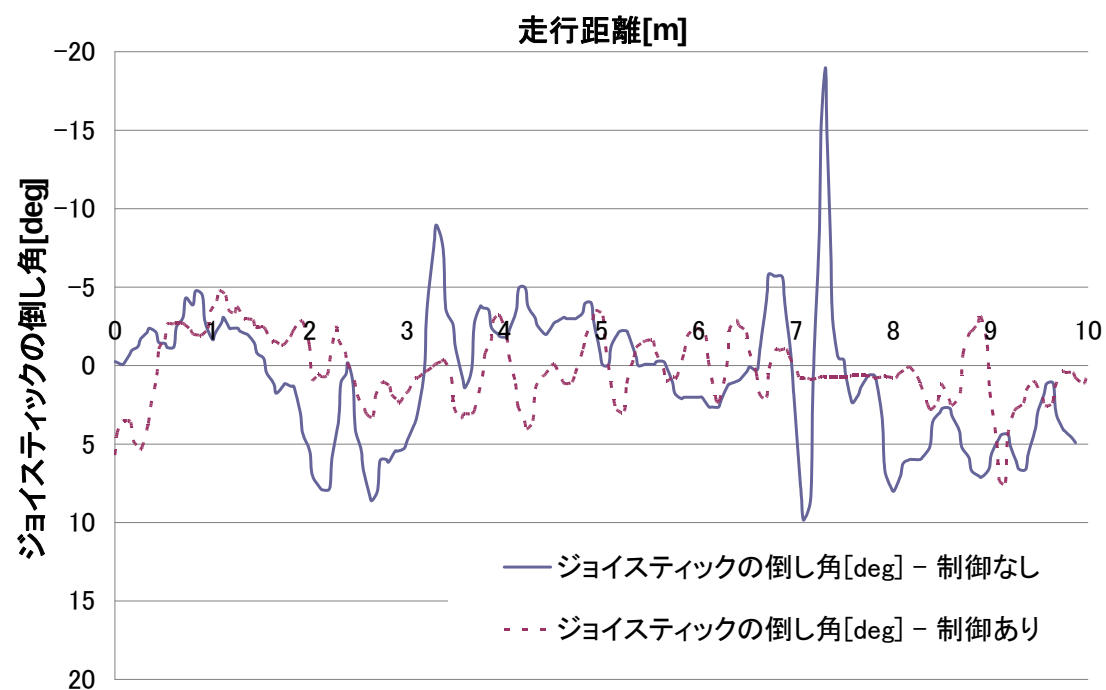
図G-13 国リハ研内屋外走行における電動車いすの向きの比較（課題番号24）



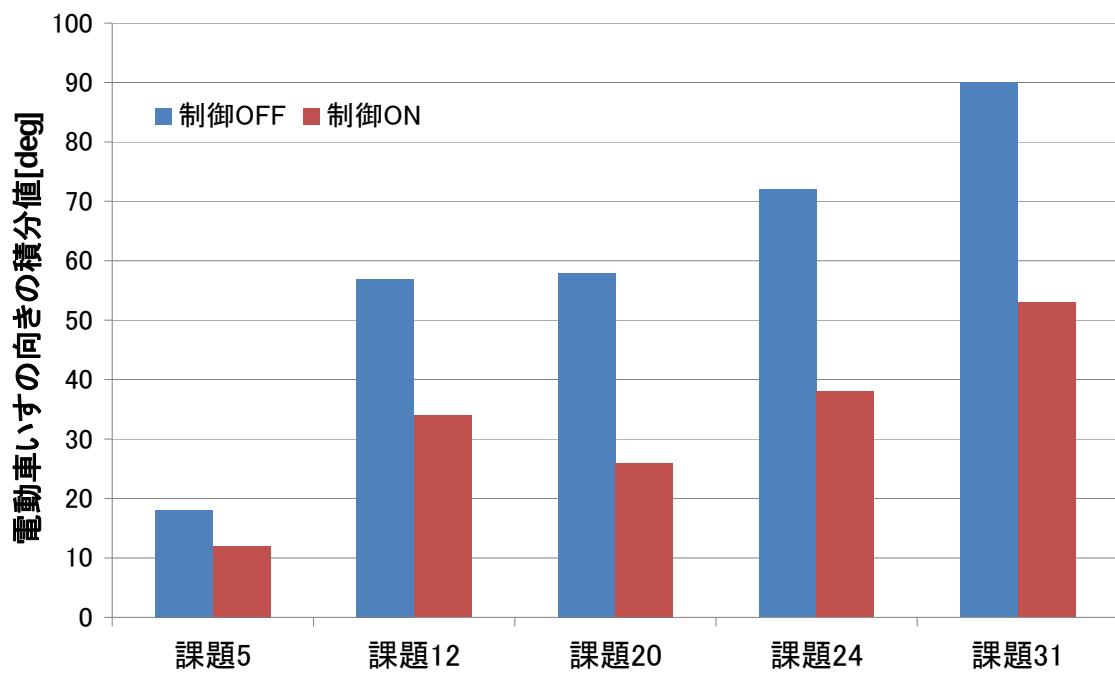
図G-14 国リハ研内屋外走行におけるジョイスティック左右方向倒し角の比較（課題番号24）



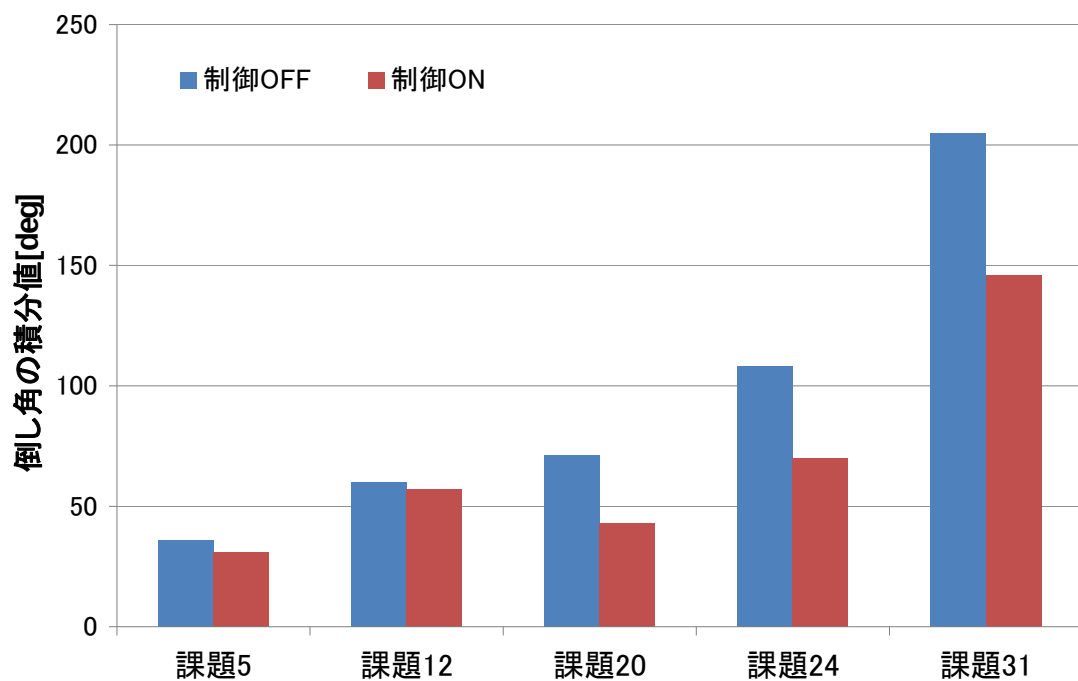
図G-15 国リハ研内屋外走行における電動車いすの向きの比較（課題番号31）



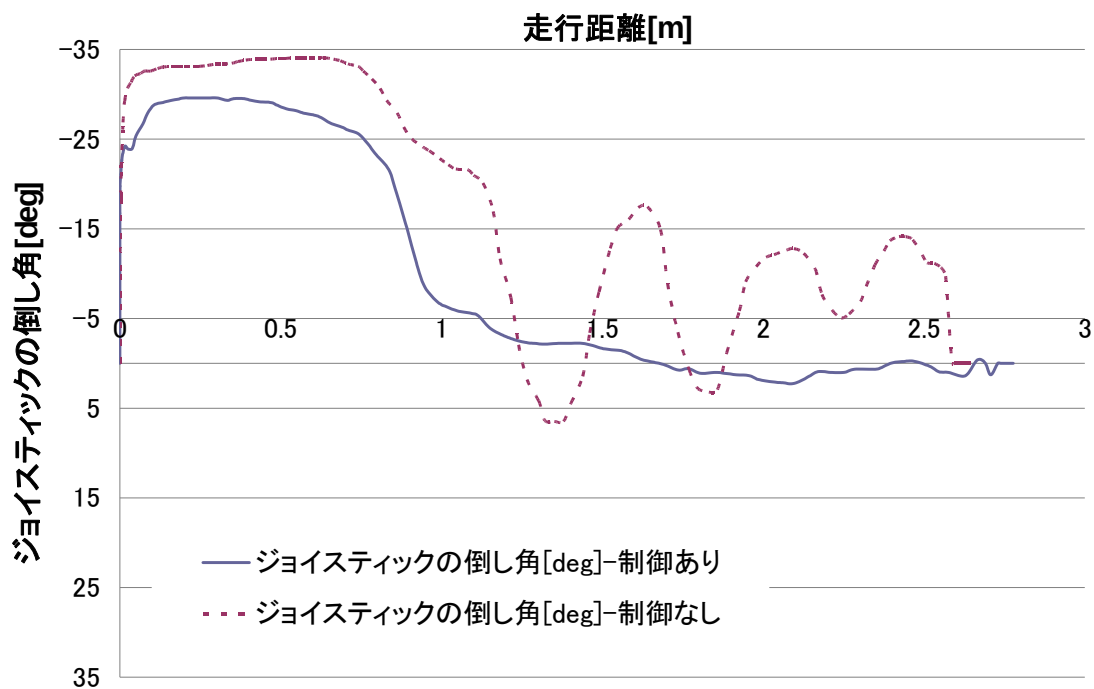
図G-16 国リハ研内屋外走行におけるジョイスティック左右方向倒し角の比較（課題番号31）



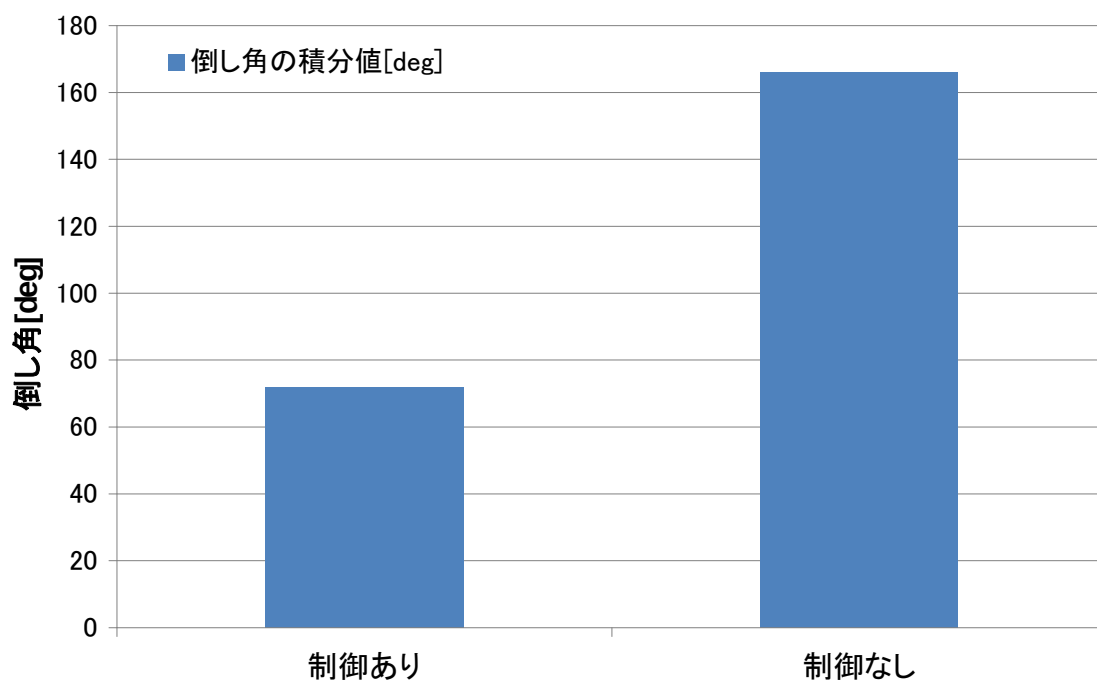
図G－17 国リハ研内屋外走行における電動車いすの向き積分値の比較



図G－18 国リハ研内屋外走行におけるジョイスティック左右方向倒し角の比較



図G-19 研究開発実施者による傾斜路（8度）走行実験結果
（新規開発した車いすによるジョイスティック操作量比較）



図G-20 研究開発実施者による傾斜路（8度）走行実験結果
（新規開発した車いすによるジョイスティック操作量積分値比較）

1. 被験者（研究対象者）情報

被験者 1

基本情報：62 歳、男性、身長：163cm、体重：62kg

主疾患：ポリオ（1 歳 9 ヶ月で発症）、リウマチ（50 歳～）

座位保持能力：

両上肢（上腕）による支持にて車椅子座位保持可能。

端座位での体幹立ち直り反応（－）・頸部立ち直り反応（±）。

脊柱に前額面で右側弯、矢状面で腰部弯曲の増大を認める。

利き手：右（但し、車椅子の Joystick は左手で操作。右手をフリーにする為。）

電動車椅子使用歴：

12 年（リウマチにより車椅子を簡易電動型に変更。初期は電動アシストタイプを使用。）

電動車いす利用頻度：

毎日、18 時間／日

現在使用中の簡易電動車椅子および入力装置：

YAMAHA JWX-1（外出用）、Joystick

転倒歴：

Joystick を使用するようになってから、雨天時に、坂道（車道から歩道に対して右傾斜）で車道一歩道間の段差を上ろうとした際に、右側方に転倒。歩道に対して正面から直角にキャスターを付けたつもりであったが、左主輪のみ段を上り、右主輪は空転した様子。

被験者 2

基本情報：59 歳、女性、身長：159cm、体重：59kg

主疾患：脊髄小脳変性症（20 年前に発症）

座位保持能力：

端座位での体幹立ち直り反応（－）・頸部立ち直り反応（±）。体幹機能低下。

利き手：右

電動車椅子使用歴：4 年

電動車椅子利用頻度：2～3 回／週、1～2 時間／回

（自宅内は伝い歩きで、外出時のみ簡易電動車いすを使用している。）

現在使用中の簡易電動車椅子および入力装置：アイシン精機 タオライトⅡ、Joystick

転倒歴：

なし。少しでも危険そうな場所は常に避けている。以前坂道を上っている際に、途中で止まり、再度動こうとした際に後方へ傾き、転倒防止バーで止まり、非常に驚いた経験あり。

被験者 3

基本情報：49 歳、男性、身長：約 170cm、体重：約 65kg

主疾患：頸髄損傷 C₅～₆（17 年前に受傷）

座位保持能力：

端座位での体幹立ち直り反応（－）。

クッション・バックレストの調整および両上肢による支持にて座位を保持。

クッションはロホ・ハイタイプを使用。座位保持ベルトは使用せず。

利き手：右

電動車椅子使用歴：14 年。

受傷後 1 年間 YAMAHA の Joystick タイプの電動車いすを使用。

その後 2 年は普通型車いす（上肢操作での自走）を使用。

更に電動アシスト型（YAMAHA JW2）に変更し現在に至る。

電動車椅子使用頻度：毎日 7 時間/日

現在使用中の電動車椅子および入力装置：

YAMAHA JW2 ハンドリムを使用した電動アシストタイプ。

転倒歴：

屋外で 2～3 回。段差乗り越え時や、歩道の切り下げ部などにて転倒。

被験者 4

基本情報：66 歳、男性、身長 164cm（病前）、体重 57kg

主疾患：脳梗塞・左片麻痺（H7 年 3 月発症）、頸椎症、腰椎狭窄症、気管支喘息

利き手：左

ただし左片麻痺の為右手への利き手交換実施。ジョイスティックは右手で操作。右手での精緻な書字は困難。

座位保持能力：シーティングにて車椅子座位保持可能。

ただし左片麻痺による左方への体幹側屈を認める。

頸部の右側屈により頭部の正中位を補償。

頸部の立ち直り反応（±）、体幹は左側での立ち直り反応（－）。

電動車椅子使用歴：5～6 年

（呼吸器系の手術入院以降。それ以前は短下肢装具＋杖歩行）

電動車椅子使用頻度：5 日/週 2 時間/日 程度

現在使用中の電動車椅子および入力装置：日進医療器 iR-Li + アイシン PU-20、Joystick

転倒歴：

屋外にて 3 回程度転倒歴あり。車道から歩道に上がる際に側方に転倒した。歩道の切れ目の段差を上る際に転倒した。

被験者5

基本情報：35歳、女性、身長158cm、体重約50kg

主疾患：膠原病による脳梗塞による右片麻痺（19年前に発症）

利き手：右。

麻痺により左手に利き手交換。Joystick操作、食事共に左手で行っている。

座位保持能力：

右側への体幹および頸部の立ち直り反応(一)。

車椅子乗車時は特殊なクッション等は使用していない。

電動車椅子使用歴：約7年

電動車椅子使用頻度：毎日、12~13時間/日（朝8時~夜8時頃まで）

現在使用中の電動車椅子および入力装置：YAMAHA JWX-1、Joystick

転倒歴：

複数回の転倒経験あり。1~2段の下り階段に気付かずにそのまま突っ込んでしまい前方に転倒。段差を上る際に後方に転倒（転倒防止バーを収納していた）など。

被験者6

基本情報：67歳、男性、身長153cm、体重47kg

主疾患：ポリオ（2歳で発症）

場合により首、背部に疼痛あり。通常的車椅子走行時には疼痛なし。

利き手：左。

Joystickは右で操作。食事、書字などは左。腕の力は右のほうが強い。

座位保持能力：

端座位での体幹立ち直り反応（一）・頸部立ち直り反応（±）。

脊柱は左側弯。頸部の側屈にて頭部の正中位を代償している。

車椅子乗車時はバックレストに寄りかかって体幹を保持。

常に姿勢を保つようにすると疲労が強いとのこと。

電動車椅子使用歴：約9年 以前は歩行していた。

電動車椅子使用頻度：5回以上/週、平均4~5時間/回

現在使用中の電動車椅子および入力装置：YAMAHA JWX-1、Joystick

転倒歴：

住宅地にある車椅子が擦れ違えない程度の幅の劣化した歩道で、歩道の窪みに右キャストがはまり、右側方に転倒し車道に投げ出された。

歩道よりも車道が高くなっている交差点にて、横断歩道の押しボタンを押そうとして短い傾斜（スロープ）を上ろうとした際に後方に転倒、など。

2. QUEST2.0の結果

各試行実施後に実施した QUEST2.0 の結果を以下に示す。

今回の実施では QUEST2.0 の質問 1、質問 2 共に、項目 1～8 の福祉用具についてのみの調査を行った。

Tab. 2.1 は各試行毎の得点および重要項目を、Tab. 2.2 は片流れ制御機能のオン／オフでの得点、得点の解釈および重要項目を示す。

Fig. 2.1 は片流れ制御機能のオン／オフでの得点変化を示す。

また、被験者ごとの各項目についてのコメントを Tab. 2.3 から Tab. 2. 8 に示す。

Tab. 2.1 QUEST2.0 の得点・重要項目（試行毎）

	試行1		試行2	
	得点	重要項目	得点	重要項目
被験者1	3.50	1. 大きさ 4. 安全性 7. 使い心地	3.38	4. 安全性 6. 使いやすさ 7. 使い心地
被験者2	3.13	2. 重さ 4. 安全性 6. 使いやすさ	3.00	2. 重さ 4. 安全性 6. 使いやすさ
被験者3	3.00	1. 大きさ 4. 安全性 7. 使い心地	3.00	1. 大きさ 4. 安全性 7. 使い心地
被験者4	2.88	1. 大きさ 6. 使いやすさ 7. 使い心地	2.38	1. 大きさ 2. 重さ 4. 安全性
被験者5	3.13	1. 大きさ 4. 安全性 6. 使いやすさ	3.00	1. 大きさ 4. 安全性 6. 使いやすさ
被験者6	4.13	1. 大きさ 4. 安全性 5. 耐久性	3.63	1. 大きさ 4. 安全性 5. 耐久性
Mean±Std.	3.3±0.46		3.07±0.42	

Tab. 2.2 QUEST2.0 の得点（制御機能オン／オフ別）

	制御機能オフ			制御機能オン		
	得点	得点解釈	重要項目	得点	得点解釈	重要項目
被験者1	3.50	「やや満足している」～「満足している」	1. 大きさ 4. 安全性 7. 使い心地	3.38	「やや満足している」	4. 安全性 6. 使いやすさ 7. 使い心地
被験者2	3.13	「やや満足している」	2. 重さ 4. 安全性 6. 使いやすさ	3.00	「やや満足している」	2. 重さ 4. 安全性 6. 使いやすさ
被験者3	3.00	「やや満足している」	1. 大きさ 4. 安全性 7. 使い心地	3.00	「やや満足している」	1. 大きさ 4. 安全性 7. 使い心地
被験者4	2.38	「あまり満足していない」	1. 大きさ 2. 重さ 4. 安全性	2.88	「やや満足している」	1. 大きさ 6. 使いやすさ 7. 使い心地
被験者5	3.13	「やや満足している」	1. 大きさ 4. 安全性 6. 使いやすさ	3.00	「やや満足している」	1. 大きさ 4. 安全性 6. 使いやすさ
被験者6	3.63	「やや満足している」～「満足している」	1. 大きさ 4. 安全性 5. 耐久性	4.13	「満足している」	1. 大きさ 4. 安全性 5. 耐久性
Mean±Std.	3.13±0.44			3.23±0.47		

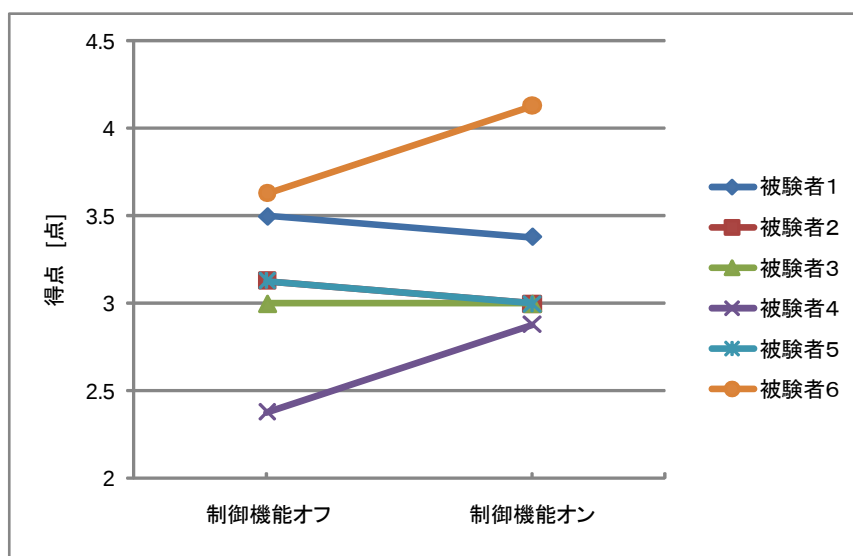


Fig. 2.1 片流れ制御機能オン／オフにおける QUEST2.0 得点の変化

制御機能のオン・オフのみで結果を比較すると、制御機能オフに比して制御機能オンで得点が上昇している者 2 名、得点に変化しない者 1 名、得点が減少している者 3 名となっている。得点が上昇している被験者 4 および被験者 6 は試行 1 において制御機能オンの実験を行っている。得点が減少している被験者 1、被験者 2、被験者 5 は試行 1 おいて制御機能オフの実験を行っている。得点に変化のない被験者 3 は試行 1 で制御機能オン、試行 2 で制御機能オフの実験を行っている。

Tab. 2.3 から Tab. 2.8 に各項目についての被験者ごとのコメントを示す。

Tab. 2.3 QUEST2.0 コメント被験者 1

	試行1(制御オフ)	試行2(制御オン)
設問1	・少々大きすぎる	・体に合わせていないので…
設問2	・重量が分からないが、他者に取り扱ってもらい際に重いな気がする	・試行1と同じ
設問3	・調整をしていないので良く分からない	・試行1と同じ
設問4	・十分安全と思う	・安全かなと思った
設問5	・短時間しか乗っていないので分からない	・試行1と同じ
設問6	(5点回答の為コメントなし)	・まあまあ使い良い
設問7	(5点回答の為コメントなし)	・使い心地もよい
設問8	・満足している	・満足している

Tab. 2.4 QUEST2.0 コメント被験者 2

	試行1(制御オフ)	試行2(制御オン)
設問1	・ちょっと大きい ・体に合っていない	・少し大きい
設問2	・わからない ・特になし	・試行1と同じ
設問3	・ジョイスティックが慣れない うまいかない	・調節しようと思わなかった
設問4	・転倒防止バーが止まるときにガタンといわずにびっくりしない。	・かなり今のところは安全と思う ・慣れかもしれないが、私には今までの(車椅子の)方がよい
設問5	・いいと思う ・しっかりしている感じ	・まあまあ良い
設問6	・慣れていないので何とも言えない。	・違和感無し
設問7	・慣れていないので何とも言えない。	・Joystickの小回りもききそうなので使いやすいそう。 ・旋回もスムーズ
設問8	・坂を上がるときは有効かも ・あとは今の車椅子と同じ が…	・満足している

Tab. 2.5 QUEST2.0 コメント被験者 3

	試行1(制御オン)	試行2(制御オフ)
設問1	・後ろ(転倒防止バー)が長い ・坂は通常直角に上がるが、この車椅子では斜めに上がる ・バッテリー込み24kgだと重い(現在乗っているものでバッテリーなしで24kg弱)	・試行1と同じ
設問2	・自分では調節しないのでわからない。	・試行1と同じ
設問3	・危険な場面に遭遇していない。	・試行1と同じ
設問4	・1回のみ乗車なのでわからない。	・試行1と同じ
設問5	・乗車は使いやすい。 ・バッテリーの充電時間・耐用年数が分かると答えやすい。 ・1回きりなのでわからない。 ・Joystickではなく、パワーアシストの方が良かった。	・試行1と同じ
設問6	・Joystickでの操作に慣れたのか、車椅子の機能の効果なのかわからない。	・試行1と同じ

Tab. 2.6 QUEST2.0 コメント被験者 4

	試行1(制御オン)	試行2(制御オフ)
設問1	・狭いところでも動けそう。 ・サイズの的には満足している。	・試行1と同じ
設問2	・重さについては良く分からない。介助者に車に乗せ降ろしてもらおう際に重すぎないか心配	・試行1と同じ
設問3	・調節をしたことがないのでわからない。	・試行1と同じ
設問4	・良く分からない。	・100%ではないが、さっき(試行1)よりは少し安心。特に傾斜のところなど。
設問5	・今回乗っただけなのでわからない。	・試行1と同じ
設問6	(5点回答の為コメントなし)	(5点回答の為コメントなし)
設問7	(5点回答の為コメントなし)	・さっき(試行1)より少し走りにくかった。
設問8	(5点回答の為コメントなし)	・満足はしたが、事前に特に期待などしていなかったもので、わからない。

Tab. 2.7 QUEST2.0 コメント被験者 5

	試行1(制御オフ)	試行2(制御オン)
設問1	・調整していない割に体に合っている。 ・見た目がゴツくないので良い。	・試行1と同じ
設問2	・軽いので良い	・試行1と同じ
設問3	・自分では調節しないのでわからない。	・試行1と同じ
設問4	・説明を聞いて安全性は良いなと思った。	・試行1と同じ
設問5	・良く分からないが、乗っている感じは良い。	・試行1と同じ
設問6	・ブレーキが手元がないのが不安。	・Joystickが敏感に動きすぎる。 ・少しの操作ですぐに動いてし
設問7	・速度が速いし、Joystickが軽く良い。	・ブレーキが手元がないので不安。
設問8	・現在使用中の車椅子では(介助で)高い段差でも登れる。5cmだと行動範囲が狭まる	・試行1と同じ

Tab. 2.8 QUEST2.0 コメント被験者 6

	試行1(制御オン)	試行2(制御オフ)
設問1	・良く分からないが、全体としてはコンパクト。	・試行1と同じ
設問2	・重さもサイズも介助者の力で車に乗せられる、タクシーのトランクに入れられる事が重要。	・試行1と同じ
設問3	・ひじ掛けの高さやジョイスティックの角度など調整しやすい。	・試行1と同じ
設問4	・後方への転倒が防止され、片流れ防止機能もあるので安心。	・試行2と同じ
設問5	・1回の使用なので分からない。	・試行3と同じ
設問6	(5点回答の為コメントなし)	・慣れもあるので、使い心地は少し良くなったかも。
設問7	(5点回答の為コメントなし)	・試行1のものよりも少し悪い。
設問8	(5点回答の為コメントなし)	・普通。他の車椅子とあまり変化のない感じ。

3. PIADS の結果

PIADS の得点集計結果を Tab. 3.1 に試行毎に、Tab. 3.2 に片流れ制御機能のオン／オフの状態別に分けて示す。

Fig. 3.1 から Fig. 3.4 に合計得点、効力感サブスケール得点、積極的適応性サブスケール得点、自尊心サブスケール得点の、片流れ制御機能のオン／オフにおける変化を示す。

Tab. 3.2 PIADS 得点（試行毎）

	試行1						試行2					
	被験者1	被験者2	被験者3	被験者4	被験者5	被験者6	被験者1	被験者2	被験者3	被験者4	被験者5	被験者6
合計得点	15	22	8	12	16	48	17	24	8	11	9	35
効力感サブスケール得点	6	9	4	10	8	20	6	11	5	4	5	18
積極的適応性サブスケール得点	8	6	3	0	0	13	6	6	2	4	0	10
自尊心サブスケール得点	1	7	1	2	8	15	5	7	1	3	4	7

Tab. 3.2 PIADS 得点（制御機能のオン／オフ別）

	片流れ制御 オフ						片流れ制御 オン					
	被験者1	被験者2	被験者3	被験者4	被験者5	被験者6	被験者1	被験者2	被験者3	被験者4	被験者5	被験者6
合計得点	15	22	8	11	16	35	17	24	8	12	9	48
効力感サブスケール得点	6	9	5	4	8	18	6	11	4	10	5	20
積極的適応性サブスケール得点	8	6	2	4	0	10	6	6	3	0	0	13
自尊心サブスケール得点	1	7	1	3	8	7	5	7	1	2	4	15

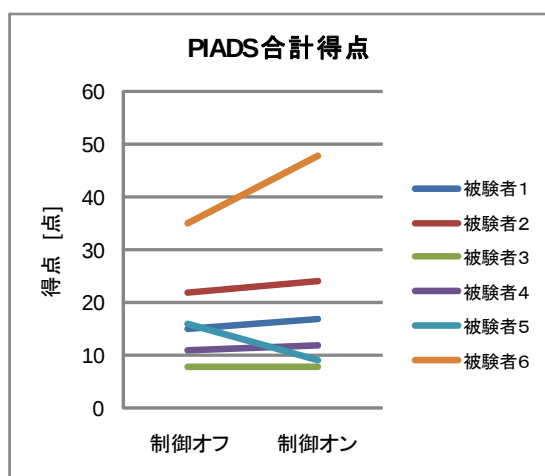


Fig. 3.1 合計得点

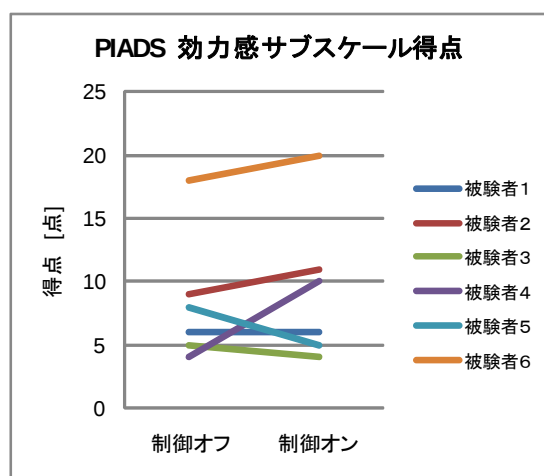


Fig. 3.2 効力感サブスケール得点

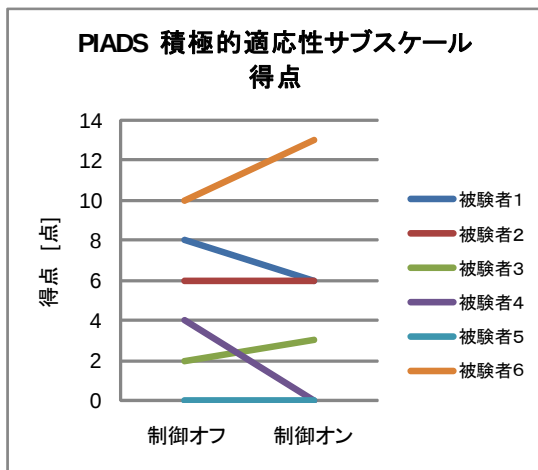


Fig. 3.3 積極的適応性サブスケール得点

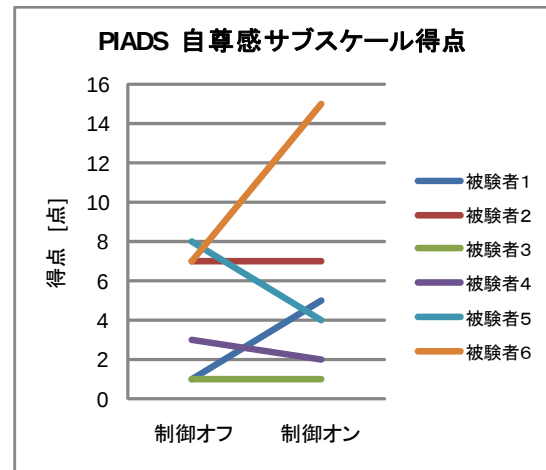


Fig. 3.4 効力感サブスケール得点

被験者1では合計得点に2点の増加を認め、効力感において変化をせず、積極的適応性は2点減少し、自尊心において4点の増加を認める。

被験者2では合計得点に2点の増加を認め、効力感において2点増加し、積極的適応性は変化なく、自尊心においても変化を認めない。

被験者3では合計得点に変化を認めないが、効力感において1点減少し、積極的適応性は1点増加し、自尊心には変化を認めない。

被験者4では合計得点に1点の減少を認め、効力感において6点増加し、積極的適応性は4点減少し、自尊心に1点の減少を認める。

被験者5では合計得点に7点の減少を認め、効力感において3点減少し、積極的適応性は変化なく、自尊心に4点の減少を認める。

被験者6では合計得点に13点の増加を認め、効力感において2点増加し、積極的適応性は3点増加し、自尊心に8点の増加を認める。

効力感が増加している者2名（被験者4・6）、減少している者3名（被験者2・3・5）、変化しない者1名（被験者1）。

積極的適応性が増加している者2名（被験者3・6）、減少している者2名（被験者1・4）、変化しない者2名（被験者2・5）。

自尊心が増加している者2名（被験者1・6）、減少している者2名（被験者4・5）、変化しない者2名（被験者2・3）

全ての項目が増加している者1名（被験者6）

全ての項目が減少している者0名

何らかの項目に増加を認める者5名（被験者2以外）

4. アンケートによる主観評価結果

独自に作成した調査票による主観評価結果を示す。

Tab. 4.1 に試行毎の結果を、Tab. 4.2 に制御機能のオン／オフ別にまとめた結果を示す。

Tab. 4.1 調査票による主観評価結果（試行毎）

設問	試行1						Mean±Std.	試行2						Mean±Std.
	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6	
1. 走行は容易でしたか	9	5	8	10	6	8	7.67±1.86	7	7	7	10	4	4	6.5±2.26
2. 安心して走行できましたか	7	5	8	10	8	8	7.67±1.63	7	7	7	10	5	4	6.67±2.07
3. ジョイスティックの操作は難しくありませんでしたか	9	5	6	10	8	8	7.67±1.86	7	7	7	10	4	5	6.67±2.07
4. 予測と同じ動きでしたか	7	5	7	10	6	10	7.5±2.07	9	7	7	10	4	4	6.83±2.48
5. 操作に違和感はありませんでしたか	8	6	8	10	10	5	7.83±2.04	9	7	8	10	4	5	7.17±2.32
6. 座位姿勢を保つことに違和感はありませんでしたか	3	6	8	10	10	10	7.83±2.86	5	7	5	10	10	10	7.83±2.48
7. 走行中に切り返し（ジョイスティック操作の修正）が必要でしたか	10	5	3	10	8	9	7.5±2.88	10	7	7	10	3	2	6.5±3.39
8. 実験の最初と最後で操作に慣れを感じましたか	2	5	3	1	3	2	2.67±1.37	2	4	3	1	7	6	3.83±2.32

※設問 8 は数値が低い方が慣れを感じている。

Tab. 4.2 調査票による主観評価結果（制御機能のオン／オフ別）

設問	制御機能オフ						Mean±Std.	制御機能オン						Mean±Std.
	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6	
1. 走行は容易でしたか	9	5	7	10	6	4	6.83±2.32	7	7	8	10	4	8	7.33±1.97
2. 安心して走行できましたか	7	5	7	10	8	4	6.83±2.14	7	7	8	10	5	8	7.5±1.64
3. ジョイスティックの操作は難しくありませんでしたか	9	5	7	10	8	5	7.33±2.07	7	7	6	10	4	8	7±2
4. 予測と同じ動きでしたか	7	5	7	10	6	4	6.5±2.07	9	7	7	10	4	10	7.83±2.32
5. 操作に違和感はありませんでしたか	8	6	8	10	10	5	7.83±2.04	9	7	8	10	4	5	7.17±2.32
6. 座位姿勢を保つことに違和感はありませんでしたか	3	6	5	10	10	10	7.33±3.08	5	7	8	10	10	10	8.33±2.07
7. 走行中に切り返し（ジョイスティック操作の修正）が必要でしたか	10	5	7	10	8	2	7±3.1	10	7	3	10	3	9	7±3.29
8. 実験の最初と最後で操作に慣れを感じましたか	2	5	3	1	3	6	3.33±1.86	2	4	3	1	7	2	3.17±2.14

※設問 8 は数値が低い方が慣れを感じている。

Tab. 4.3 調査票の質問項目9の結果（被験者による制御オン・オフの予測）

被験者	回答		実際		正誤
	試行1	試行2	試行1	試行2	
1	－	＋	－	＋	正
2	－	＋	－	＋	正
3	＋	－	＋	－	正
4	＋	＋	＋	－	誤
5	＋	－	－	＋	誤
6	＋	－	＋	－	正
（※片流れ制御機能の オンを＋ オフを－ で示す）					

主観評価における自由記述および聞き取りの結果を以下にまとめる。

被験者 1

試行 1（制御機能オフ）

- ・ジョイスティックは柔らかくて操作しやすかった
- ・走行中に車椅子が前後に揺れるのが経験がないので違和感があった。
- ・車椅子のサイズが体に合っていないので、走行中に姿勢を保つのが難しかった。
- ・想像以上に傾斜路を安定して走行で来た

試行 2（制御機能オン）

- ・試行 1 も安定していたので制御機能オンと感じたが、試行 2 の方がより制御機能が効いていると感じた。
- ・傾斜路も安心して走行で来た。
- ・試行 1 よりもキャスターが安定していなかったのが不安定な感じがした。
- ・後ろキャスターのみが設置している 4 輪状態の方が坂道を下るときに安心だった。
- ・試行 2 の 1 走行目開始時に左方に大きく進路を取られるが、本人より「左に当て舵を当てていたのかも。1 回目の方がスイッチオフだったね」との談あり。

被験者 2

試行 1（制御機能オフ）

- ・走り始める際に「カチャッ」という音がするのが違和感を感じ、緊張する。
- ・自分の車椅子に慣れているので細かな動きができなかった。幅寄せや、旋回時の位置決めなど。細かなところに行けない。
- ・緊張すると無意識に（体が）こわばってしまう。

試行 2（制御機能オン）

- ・ 試行 1 よりも操作に違和感がなかった。
- ・ 姿勢が斜めになることはあまりないので違和感はなかった。
- ・ 試行 1 よりも斜めになる感じはなかった。
- ・ 試行 1 よりも操作しやすい。
- ・ スムーズに走ることができた。

被験者 3

試行 1（制御機能オン）

- ・ ジョイスティックの操作に違和感はなく、安心して走行で来た。
- ・ 慣れてくるとだんだんと恐怖感が無くなってくる。
- ・ 複雑な斜面でタイヤが浮いてしまうことがなければ良い。

試行 2（制御機能オフ）

- ・ 斜面を走行しているので姿勢を保つことに違和感があった。
- ・ 試行 1 の方がノッキングしなかった。

全般

- ・ 現在使用中の車椅子と比較数と、安定感・パワーともに感じた。
- ・ ハンドリム（パワーアシスト）の方が自分の操作と動きが一致するように感じる。
- ・ 斜面の走行では特にパワーを感じた。
- ・ 疲労している時はパワーアシストタイプだと人に押してもらっている。今回の車椅子だと介助なしで動ける。長時間の走行には便利かもしれない。
- ・ ジョイスティックでの操作だと腕も体も使わなくなるので太ってしまうかも。

被験者 4

試行 1（制御機能オン）

- ・ 小回りが利くので非常に便利。今すぐにでも購入したい。
- ・ ジョイスティックの操作が楽だった。現在使用中のものは感度が悪い。
- ・ パワー的にはもう少しスピードが出た方が良い。

試行 2（制御機能オフ）

- ・ 試行 1 と試行 2 であまり差を感じなかった。

被験者 5

試行 1（制御機能オフ）

- ・ 普段の坂道よりも怖くなった気がする。
- ・ 座った感じはすごく良い。

- ・見た目もコンパクトで良い。

試行 2（制御機能オン）

- ・途中で左右にフラフラ動いてしまった。
- ・試行 1 との違いが良く分からなかった。
- ・試行 2 の方がジョイスティックにふらつきを感じた。
- ・現在使用中の車椅子と比べると、乗り心地は良く安定していた。

被験者 6

試行 1（制御機能オン）

- ・現在使用中の車椅子のジョイスティックと比べて、ばねの強さ（ジョイスティックを傾けるのに必要な力）の違いなどで違和感がある。
- ・意外と、スローで走っている時にカクカクッといった衝撃を感じるのが気になる。カチカチという音も気になる。乗り心地の面ではあまり良くない。
- ・ジョイスティも軽すぎて不安定。
- ・フットレストが小さくて安定しているので良い。

試行 2（制御機能オフ）

- ・思ったように進まない感じを受けた。
- ・全体的に試行 2 の方が、特に走り始めにおいて流される感じがあった。
- ・試行 1 よりも（ジョイスティックの）調整が必要だった。
- ・走行する時に特にうまくいかないなという感じを受けた。

1. 被験者（研究対象者）情報

被験者 1（D0203a）

基本情報：59 歳、女性、身長：159cm、体重：59kg

主疾患：脊髄小脳変性症（20 年前に発症）

座位保持能力：

端座位での体幹立ち直り反応（－）・頸部立ち直り反応（±）。体幹機能低下。

利き手：右

電動車椅子使用歴：4 年

電動車椅子利用頻度：2～3 回／週、1～2 時間／回

（自宅内は伝い歩きで、外出時のみ簡易電動車いすを使用している。）

現在使用中の簡易電動車椅子および入力装置：アイシン精機 タオライトⅡ、Joystick

転倒歴：

なし。少しでも危険そうな場所は常に避けている。以前坂道を上っている際に、途中で止まり、再度動こうとした際に後方へ傾き、転倒防止バーで止まり、非常に驚いた経験あり。

2. QUEST2.0 の結果

各試行実施後に実施した QUEST2.0 の結果を以下に示す。

今回の実施では QUEST2.0 の質問 1、質問 2 共に、項目 1～8 の福祉用具についてののみ調査を行った。

Tab. 2.1 に各試行毎の得点・結果および重要項目を示す。

また、各設問についてのコメントを Tab. 2.2 に示す。

Tab. 2.1 QUEST2.0 の得点・結果・重要項目

	問1	問2	問3	問4	問5	問6	問7	問8	有効回答数	満足度得点	結果	重要項目
試行1(制御あり)	5	4	4	3	3	3	3	4	8	3.63	「やや満足している」～「満足している」	3. 調節しやすさ 4. 安全性 6. 使いやすさ
試行2(制御なし)	5	4	4	3	3	3	3	3	8	3.50	「やや満足している」	3. 調節しやすさ 4. 安全性 6. 使いやすさ

設問 8（有効性）に於いてのみ制御ありの方が得点が高くなっている。

Tab. 2.2 QUEST2.0 コメント被験者1 (D0203a)

	試行1(制御オン)	試行2(制御オフ)
設問1	・今乗っているものよりも小さい気がする。満足	・試行1と同じ
設問2	・重量が分からないが、乗っている感じは良い。	・試行1と同じ
設問3	・わからない	・試行1と同じ
設問4	・走り始めに急に動いてしまい、安定して走れない感じがする。走り始めに左右にふれやすい。	・体が坂の方に持っていかれる感じがした。
設問5	・わからない	・試行1と同じ
設問6	・スピードメータ(走行スピードの設定)がわからない。普段は坂道を下る際に自分でスピードメータを見ながら(設定しながら)走行しているので、それが分からなかった。	・まあまあ使い良い
設問7	・設問6と同じ理由	・今回の方がガタつきが強い ・2回目の方が疲労感が強い
設問8	・満足している	・今まで(現行)の車いすと同じ程度

3. PIADS の結果

PIADS の得点集計結果を Tab. 3.1 および Fig. 3.1 に示す。

Tab. 3.1 PIADS 得点

被験者	試行1(制御あり)				試行2(制御なし)			
	合計得点	効力感 サブスケール得点	積極的適応性 サブスケール得点	自尊心 サブスケール得点	合計得点	効力感 サブスケール得点	積極的適応性 サブスケール得点	自尊心 サブスケール得点
1	2	1	0	1	-3	-1	0	-2

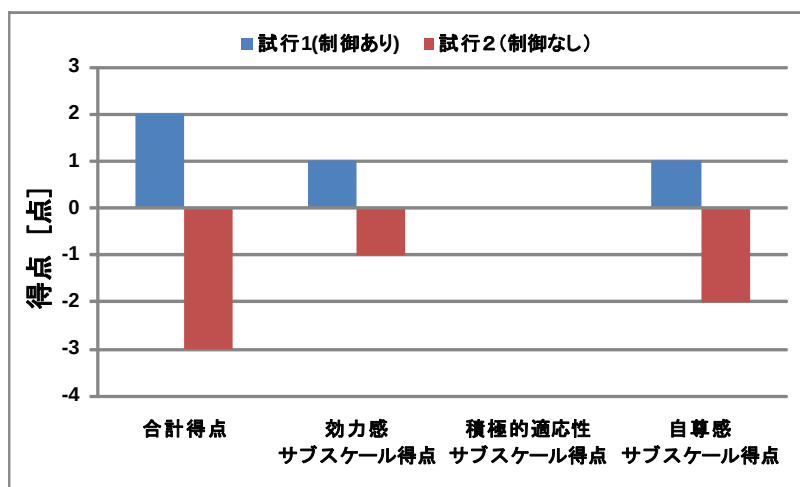


Fig. 3.1 PIADS 得点

PIADS では制御ありと制御なしでの合計得点差が 5 点となっている。

なお、今回の PIADS 実施では点数記入時の基準点（0 点）を普段使用している簡易電動車いすとした。普段使用している車いすと開発機の制御機能オンと制御機能オフのそれぞれを比較しての結果となっている。

4. インタビューによる主観調査

今回の実証実験では PIADS、QUEST2.0 の他に、各試行実施毎にコース中の設定課題箇所の写真を見ながら、聞き取りによる自由発言形式で開発機で走行した後の所感の調査を行った。以下に課題の特徴毎にまとめて、発言内容とともに示す。

<試行 1>

課題(1)(2)(4)(5)(6)(11)緩やかな横傾斜路に

- ・現在使用中の車いすでは、走り始め（ジョイスティックを傾け始める時）に（左右に）フラフラすることがあるが、この車椅子（開発機・制御あり）ではそれがあまりなかったのが良かった。楽に走ることができた。
- ・屋内の平坦なところを走るのとは違う感じだが、特に問題なくまっすぐ進むことができた。

課題(7)(11)スロープ

- ・フラフラもしないし、怖くなく上り下りできた。

課題(8)(14)(19)傾斜しながらの曲がり角

- ・問題なく曲がることができた。
- ・横断歩道(8)も問題なく渡れた。

課題(9)(10)マンホール部

- ・問題なく進めた。

課題(12) 角度の大きな横傾斜路

- ・問題なくまっすぐ進めた。この車椅子では本当にスムーズに走れた。そんなに（片流れを）感じなかった。

課題(3)(13)など段差（課題(3)は通過しなかった）

- ・特に問題なし。

課題(15)木の根による歩道の盛り上がり

- ・特に怖くなく通ることができた。

課題(16)(17)(18)(20)(22)(25)歩道の切れ目の段差

- ・問題なく安心して走れた。

課題(23)(24) (31)複雑な凹凸のある路面

- ・問題ない。安心して走行で来た。

課題(26)(38)(39)急な坂道

- ・走った中で一番怖い場所ではあった(26)が、怖くて行けないという感じは無く安心して走れた（普段の車いすでは怖くて絶対に行かない）。下りも問題なく走れた。

課題(27)(28)段差、凹みの大きな坂道

- ・別にどうってことはなかった。

課題(29)(30)凹凸のある下り坂

- ・こういうところは怖くなく走れる。
- ・公園の中も普通だったら来ないようなところを、ガタガタしても大丈夫という感じで走ることができた。

課題(32)(33)緩い坂の上り下り

- ・問題ない。

課題(34)踏切

- ・問題なく走れた。

課題(35)未舗装路（土路面）

- ・割と真っすぐ走れた。

課題(36)(37)スロープ

- ・怖くなく上り下りできた。

制御機能のオン/オフについて

- ・オンだったと思う。

その他

- ・安定感があり、思っていたほど怖くなかった。

<試行2>

課題(1)(2)(4)(5)(6)(11)緩やかな横傾斜路

- ・ちゃんと真っすぐ行かないで、ずるずると、坂になっている方に体が行ってしまう感じがした。

課題(7)(11)スロープ

- ・車椅子が安定しなかった、下りもフラフラしてしまう感じがして心配だった。

課題(8)(14)(19)傾斜しながらの曲がり角、横断歩道(8)

- ・曲がる、方向転換する時も行き過ぎて曲がりすぎてしまい、また戻そうとすると行き過ぎてしまい、というのを繰り返して、歩道から落ちそうな感じがした。
- ・横断歩道(8)は問題なく渡れた。

課題(9)(10)マンホール部

- ・マンホールも、乗り越えるときにガタガタ揺れが大きかった。

課題(12)角度の大きな横傾斜路

- ・坂や斜めになっているところは体が斜めになりそうな感じで、方向も斜めにいきそう
で、元（コースに）戻そうとすると、戻り過ぎてしまって、まっすぐ進めず、不安
定だった。

課題(3)(13)など段差

- ・揺れが大きかった。

課題(15)木の根による歩道の盛り上がり

- ・特に問題なかった。

課題(16)(17)(18)(20)(22)(25)歩道の切れ目の段差

- ・2回目の方が揺れが大きかった。

課題(23)(24) (31)複雑な凹凸のある路面

- ・ガタガタと揺れが大きかった。
- ・疲れた。

課題(26)(38)(39)急な坂道

- ・上り坂も安定しなかった。1回目の方が安心して上れた。車椅子が安定しなかった。
- ・車椅子が安定しないので、坂道を上がっていくところも誰かについていてもらわない
と心配だった。

課題(27)(28)段差、凹みの大きな坂道

- ・1回目より揺れが大きい。

課題(29)(30)凹凸のある下り坂

- ・左右方向に少しふらつく感じがした。

課題(32)(33)緩い坂の上り下り

- ・特に問題なく通れた。

課題(34)踏切

- ・特に問題なく通れた。

課題(35)未舗装路（土路面）

- ・舗装されてない道がまっすぐ走れなかった。1回目は割とスムーズに走ることができ
た気がする。

課題(36)(37)スロープ

- ・特に問題なく通れた。

制御機能のオン/オフについて

- ・オフだったと思う。

その他

- ・2回目に走ったほうが走りづらかった。
- ・2回目の方がガタガタしていた。
- ・2回目の方が疲れた。

- ・ 2回目に走った感じは今まで乗っている車椅子と同じくらい。
- ・ 2回目は全体的になんか疲れてしまった。
- ・ フラフラするのを直そうとすると余計に疲れるかも。
- ・ 2回目の方が横のブレを自分で直そうとしてると感じた。それで、行き過ぎてしまったりうまく治らないので、余計に繰り返しの操作が必要になった。

＜全般的な感想＞

- ・ 普段は絶対走らないような所を今回走れたのが良かった。周りに人（実験実施者）がいたので安心だったのかもしれないが、一人じゃ行かないような所に行けた。
- ・ 普段走らないような路面では、最初は来なければよかったなと思った。しかし、思ったよりも安定して走る子ができた。
- ・ 誰かが側にいても自分自身でやりたいという気持ちがある。今日（のコース）は（普通なら）こんなところに来なければよかったなと思うような所でも割と安心して走れた。
- ・ 最初（1回目）のぐらい乗りやすくなれば、外に出ようという気持ちになるかも。外ではなかなか乗りにくく、（一人で出歩くのが）難しいところが多いので一人で出かけようという気持ちにもなりにくい。
- ・ ホームなどで斜めになっている所は介助の人以外には自分でやってみたこともない。行く前に見ただけで傾きが分かり、落っこちそうな気がして怖い。しかも、ホームの階段のところは走れるところが階段脇が狭い所が多いので、余計に怖い。
- ・ 普段の車いすでは疲れるほど車椅子に乗ることがない。