

電動車いすの適合判定に関する研究 —歩道走行時のジョイスティックレバー操作の分析—

坊岡 正之

1. はじめに

補装具は、身体障害者福祉法、障害者自立支援法に規定される障害のある人の生活を支援する用具の一つである。その中で、自力歩行が不可能でかつ自走式車いすの使用が困難な重度身体障害のある人に必要な補装具が電動車いすである。

本研究は、電動車いすとその使用者および使用する環境を、人間—機械—環境システム (Man- Machine- Environment- system) ととらえ、相互に関連する要素から、電動車いす使用者である重度身体障害のある人を対象に、電動車いす操作能力の評価方法、および訓練方法の確立を目標としている。

今回の報告では、重度身体障害のある人が操作する電動車いすの歩道走行の状態を記録しその操作について考察を行った。

2. 電動車いす

図-1に市販されている電動車いすの一例を示す。市販されている電動車いすの多くは、車いすに搭載した2つのバッテリーを動力源とし、後輪に直結した2つのモータを駆動させる。ブレーキに対応する機構はなく、車輪に直結したギア機構により、モータに電流が流れない場合は後輪がロック状態となる。また、車のハンドル(操舵輪)に対応する機構もなく、方向を変えるためには、2つのモータの回転数を変化させる。同様に後進も、2つのモータの回転方向を切り替えることにより行う。駆動輪の回転方向と電動車いすの進行方向の関係を、表-1に示す。



図-1 市販電動車いす

表-1 モータの回転と進行方向

	左	右
直進	正転	正転
右折	定速	減速
左折	減速	定速
後進	逆転	逆転
停止	停止	停止



図-2 ジョイスティックレバー

現在市販されている電動車いすのほとんどは、「ジョイスティックレバー」を操作インターフェースとして用いている。ジョイスティックレバーは、1点で支持した棒を、前後左右に傾けることで、方向信号と速度信号を得る。ジョイスティックレバーの中立状態が電動車いすの停止となる。ジョイスティックレバーの写真を図-2に示す。

ジョイスティックレバーの信号関係を、図-3に示す。

標準型ジョイスティックレバーの信号

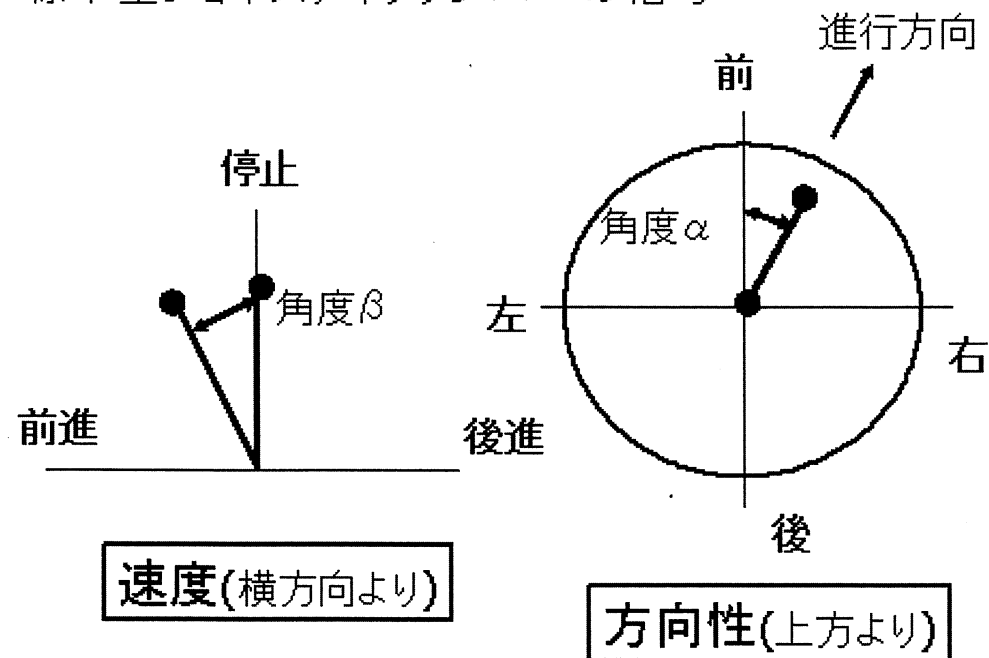


図-3 標準型ジョイスティックレバーの信号

3. 計測システム

計測に使用した電動車いすは、(株)今仙技術研究所のEWC220で、ジョイスティックレバーが取り付けられた操作部から、モータコントローラ部の間にインターフェースを設け信号を取り出した。インターフェースからは、ジョイスティックレバーの動きを前後・左右方向の2つの電圧信号として取り出した。データの記録は、キーエンス社製データ記録計(NR-2000)を電動車いすに搭載し、1/100秒の周期で記録した。計測システムの概略を図-4にしめす。車いすに搭載した計測システムを図-5に示す。

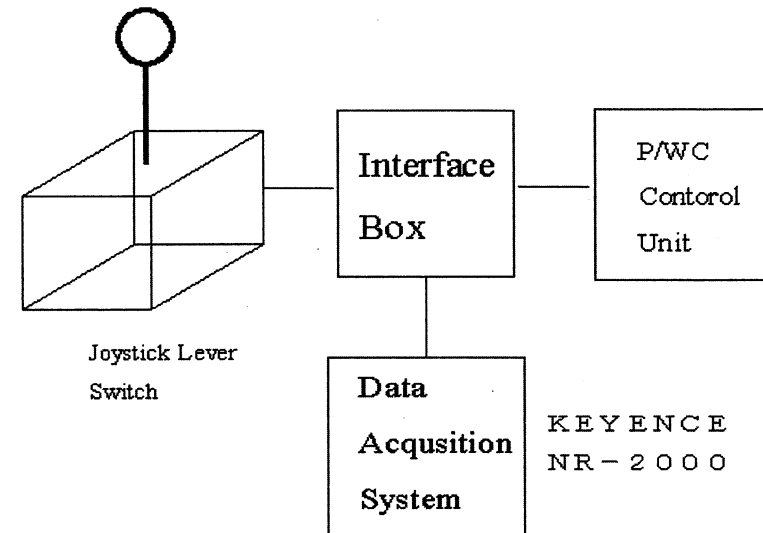


図-4 計測システムの概要

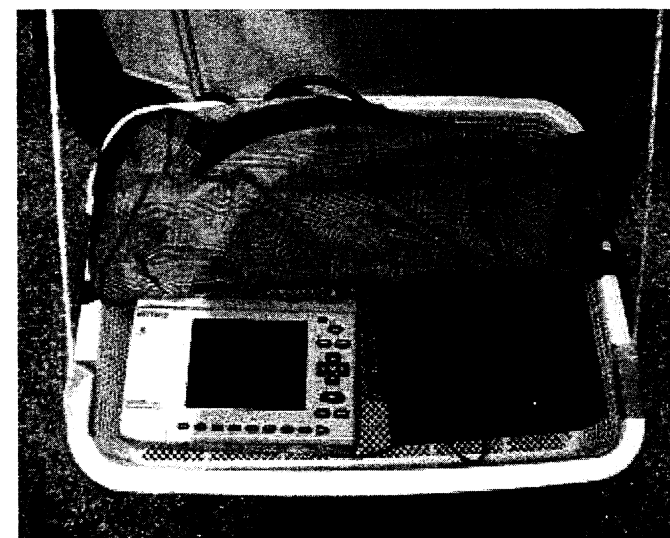


図-5 計測システム

4. 測定

測定は、計測システムを搭載した電動車いす(最高速4.5km/hに設定)で、広島県三原市の被験者自宅から職場までの約683mの市道(一部歩道なし)を2往復走行した。この経路は、被験者の毎日の通勤経路であり、道路状況等はよく理解されていた。1回の所要時間は片道約10分程度であった。測定区間の地図を図-6に示す。

被験者には、自宅から職場までのすべての区間で、データを収集することを伝え、同時に電動車いすに取りつけたビデオカメラによる撮影を行うことを伝えた。測定時までの被験者の電動車いす使用経験は、4ヶ月であった。被験者のプロフィールを表-2に示す。図-7に被験者と測定に用いた電動車いすを示す。

表-2 被験者のプロフィール

年齢	23歳
性別	女性
障害名	脳性麻痺
手帳等級	1種2級
利き手	左

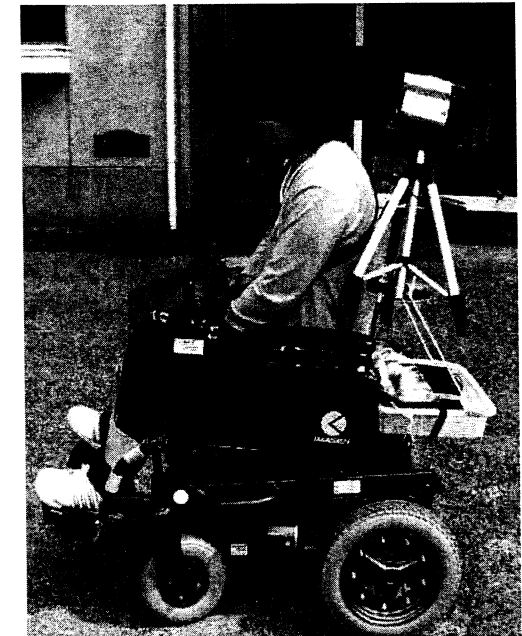


図-7 被験者および測定に用いた電動車いす



図-6 測定区間周辺図

5. 測定結果

5.1 不感値帯の測定

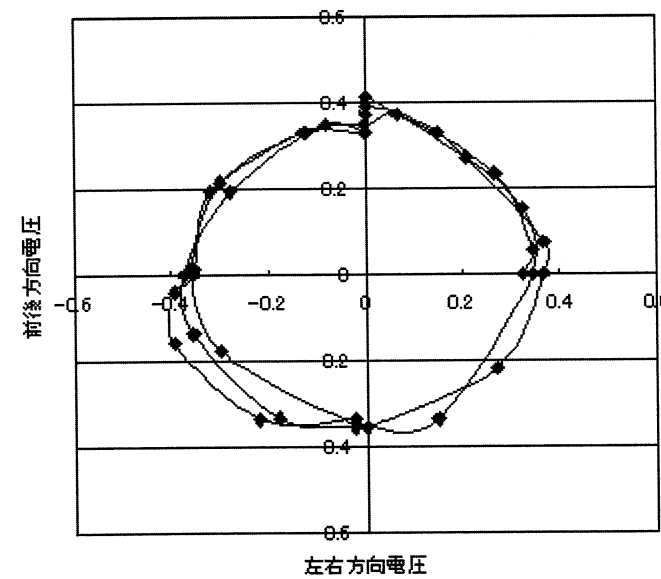


図-8 不感地帯の測定結果

電動車いすのジョイスティックレバーは、路面状況等による走行時の振動で本体や乗車者が揺れるため、中心電圧から一定範囲の電圧を不感値帯として設定している。不感値帯の測定は、実車によって行った。市販されている電動車いすのジョイスティックレバーを操作し、左右のモーターが動き出す直前の電圧を計測した。測定は前後左右の任意の方向につ

いて39回行い、その結果から不感値帯となる電圧を求めた。不感地帯の測定結果を図-8に示す。

これらの測定値は、左右方向の電圧値(X軸)と前後方向の電圧値(Y軸)で示される。これらの座標点について、中心点(原点)からの距離を計算した。その結果、中心より距離が(0.361)以内にジョイスティックレバーの操作位置があるときは、電動車いすは静止状態であることが明らかになった。

今回は、測定した全区間のなかから約100mの歩道部分の直進走行を対象として分析を行った。その結果、ジョイスティックレバーの前後方向信号変位量は、直進走行なのではほぼ一定であり、この不感値帯にジョイスティックレバーの操作信号が入ることはなかった。

5.2 左右の操作電圧

左右信号は直進走行であっても、歩道の傾斜や路面状況等により変化する。表-3、図-9は各走行時における左右方向の電圧を中心値からの最大値で示した。

表-3 左右方向の電圧

	E1	E2	W1	W2
右	0.572	0.532	0.415	0.493
左	0.348	0.370	0.367	0.444
合計	0.920	0.902	0.782	0.937

(単位:V)
E:往路
W:復路

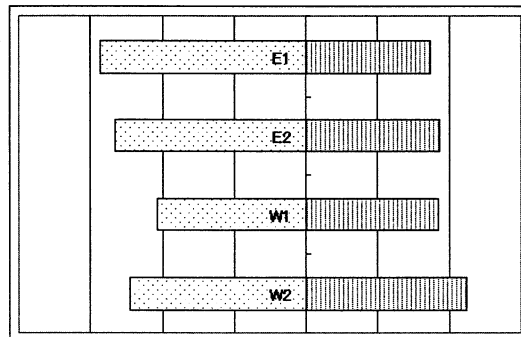


図-9 左右方向の電圧

5.3 操作回数

電動車いすは、両輪のモーター回転数の差で進路変更を行うが、走行時に発生する揺れ等の影響を考慮し、直進時ではジョイスティックレバーの左右方向へ不感値帯を設定してある。そのため、ジョイスティックレバーの左右方向への操作回数を得るには、両輪モーターの速度が変化する不感値帯操作の電圧値を知る必要がある。実車による電動車いすの測定結果を表-4に示す。ジョイスティックレバーの左右方向電圧がこの範囲に入っている

表-4 進路変更電圧

	右	左
平均値	2.405	2.529
中心との差	0.087	0.037

ときに、両輪モーターは等速回転を行い、直進状態であることを示す。

表-5 操作回数

	E1	E2	W1	W2
右操作	1195	1738	932	1429
	14.4	20.69	11.1	17
左操作	1784	1586	1762	2423
	21.49	18.88	21	28.8
直線	5321	5076	5706	4549
	64.11	60.43	67.9	54.1
合計	8300	8400	8400	8401
	100	100	100	100

E:往路 W:復路 (斜字体は%を示す)

この進路変更電圧値と今回の測定結果から左右方向の操作回数を求めた。左右方向への操作は、表-4に示す左右の操作電圧範囲外以上の、ジョイスティックレバー操作の回数である。各試行時の左右方向への操作回数を表-5に示す。測定結果の分析より、直進走行時における操作回数の割合は、平均値で38.4%となった。往路は右方向と左方向の差が見られないが、復路は左方向の操作回数が多い。

往路・復路におけるジョイスティックレバーの操作位置を図-10~13に示す。

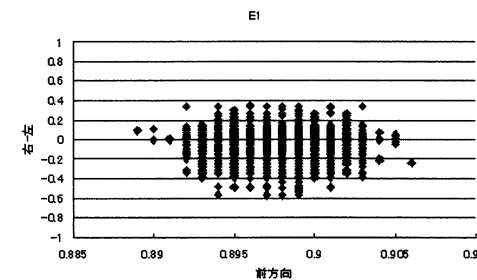


図-10 往路(1回目)

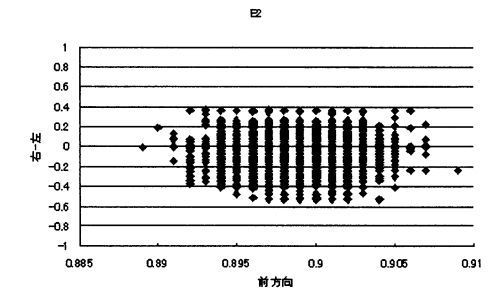


図-11 往路(2回目)

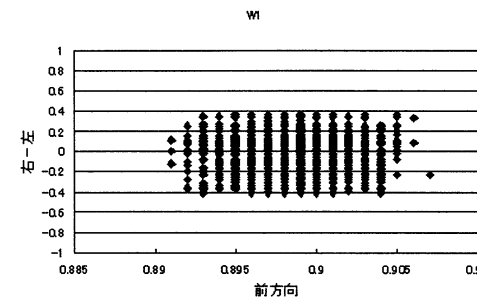


図-12 復路(1回目)

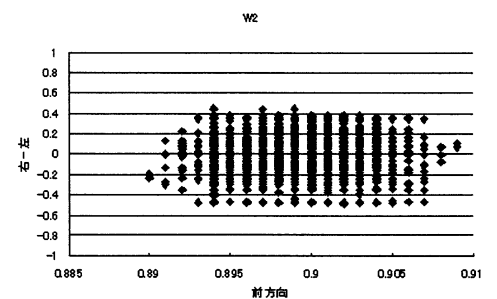


図-13 復路(2回目)

5. 4 操作量

実際の走行では、左右の進路調整はそのときの操作回数と操作時間の積分値である操作量として示される。表-6に操作回数と操作電圧の積による操作量を示す。平均値は、各方向への操作量と操作回数から求めた。

表-6 操作量

	E1	E2	W1	W2	E:往路
右操作	215.99	315.80	179.85	220.18	W:復路
平均	0.181	0.182	0.193	0.154	
左操作	149.76	191.69	217.43	306.23	
平均	0.084	0.121	0.123	0.126	

この結果は、道路環境の影響が考えられる。電動車いすは、前輪がフリーキャスターなので直進性が悪く、進路維持のために、修正操作が必要である。

6. 考察

本実験を行うために作成した計測システムは、確実な動作により信頼性の高い測定結果が得られた。

電動車いすで直進歩道を走行する場合、その4割近くは左右方向の進路修正を行っていることが明らかになった。往路と復路の違いは、歩道と道路の位置関係であり、往路は進行方向左側に車道があり、復路は右側となる。その影響か、往路では右方向の操作量が多く、復路は左側が多くなる。このように道路環境の影響があることも明らかとなった。

7. おわりに

今回は、一人の被験者による計測・分析であるため、あくまで傾向を明らかにしたにすぎない。しかし、実車に搭載した測定器で、ジョイスティックレバーの動きを計測することで、被験者の操作能力を記録する試みについては、一応の成果を得られた。

今後は、種々の条件下でデータ収集・分析を行い、電動車いす操作能力の評価方法、および訓練方法の確立を目指したい。

(参考文献)

坊岡正之, 電動車いすの操作習熟度の評価に関する研究, 日本エム・イー学会誌第42巻特別号Ⅱ, Vo 1.42, Suppl. 2, 2004

坊岡正之, 末田統, 藤澤正一郎, 歩道における電動車いすの操作について, 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会(SI2005), 2005

坊岡正之, 末田統, 藤澤正一郎, 電動車いす用スライド型ジョイスティックレバーの操作特性について(その2), 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会(SI2006), 2006