

平成 17 年度独立行政法人製品評価技術基盤機構委託事業

平成 17 年度工業標準化法 J N L A 制度における測定の不確かさの推定及び技能試験用試料開発に係る調査成果報告書

【J I S T 9 2 0 1 手動車いす「直進走行性試験」】

平成 1 8 年 2 月

有限責任中間法人日本福祉用具評価センター

目次

1. 調査の概要.....	2
1.1. 調査の目的.....	2
1.2. 調査の対象試験方法.....	2
1.3. 不確かさの評価方法.....	2
1.4. 技能試験試料の提案.....	3
2. 調査の実施体制.....	3
3. 試験結果.....	4
3.1. 試験方法.....	4
3.2. 予備調査.....	5
3.2.1. メーカー調査.....	5
3.3. 不確かさの要因.....	8
3.4. 要因検討.....	8
3.5. 不確かさ推定の実験.....	9
3.5.1. 実験対象とする要因.....	9
3.6. 試験対象製品.....	9
3.7. 試験の実施.....	9
3.7.1. 試験の準備.....	9
3.7.2. 予備試験.....	10
1) 車いすの選定.....	10
2) 試験条件の決定.....	11
(1) ダミー設定位置.....	11
(2) 斜面走行前のキャスト左右振れ角度.....	11
3) 実験計画のためのまとめ.....	11
3.8. 実験結果.....	12
3.9. 実験のまとめ.....	15
3.9.1. 不確かさの見積もり手順.....	15
3.9.2. バジェットシート.....	18
3.10. 技能試験用試料開発及び提案.....	19
4. 調査のまとめ.....	20
4.1. 検証実験による不確かさの推定.....	20
4.2. 技能試験用試料の開発.....	21
4.3. 目的に照らした達成状況.....	21
参考資料1 測定データ.....	22
参考資料2 測定値データ「5 試料偏位量」.....	23
参考資料3 測定値データ「ダミー位置誤差」.....	24
参考資料4 アンケート様式.....	25

1. 調査の概要

1.1. 調査の目的

工業標準化法に基づく試験事業者認定制度（以下「JNLA 制度」）における各分野の代表的な試験について試験結果に影響を及ぼす要因等を調査し、検証実験データを用いた統計的手法により測定の不確かさを推定する。また、技能試験に用いることが可能な均質な試験試料を調査し、提案することを目的とする。

平成 16 年 6 月 9 日に工業標準化法が改正されたことに伴い、平成 16 年 10 月から新 J N L A 制度の運用が開始された。新 J N L A 制度では「指定商品以外の鉋工業品に係る J I S に規定された試験方法」を対象としていた旧 J N L A 制度と異なり、「すべての鉋工業品に係る J I S に規定された試験方法」に対象が大幅に拡大された。新 JNAL 制度に基づき試験事業者として登録を受けるためには、JISQ17025 (ISO/IEC17025) 「試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項」を満足する品質システムの構築、運用が必要である。同規格の要求事項の一つに「試験所は、測定の不確かさを推定する手順をもち、適用する」とあり、試験所は測定の不確かさの推定に関する手順書の整備が不可欠である。

しかし、校正と異なり試験は数千の規格が存在する中で特に福祉用具に関する測定の不確かさの推定が進んでいない状況にある。

本調査では、代表的な福祉用具である手動車いすの試験について測定の不確かさの推定例を示し、当該分野に広く「不確かさの推定手順」が普及することで、本調査のアウトプットとなり得る。

1.2. 調査の対象試験方法

本調査では、工業標準化法に基づく試験事業者認定制度（JNLA 制度）における「車いす機能試験」に区分される J I S T 9 2 0 1 手動車いす「直進走行性試験」に係る不確かさ要因を検討し、検証実験から得られたデータをもとに測定の不確かさを推定する。また、技能試験の試験試料として用いることができる安定した均一な試験結果が得られる製品を検証実験により確認し、提案する。

1.3. 不確かさの評価方法

上記試験における測定の不確かさの評価は、独立行政法人製品評価技術基盤機構が公開する

「J N L A の試験における測定の不確かさの適用に関する方針」に定められているカテゴリー分類の「Ⅲ 定量試験 B」の①「十分な数のコントロールサンプル (laboratory control samples) を用いる方法。」により行なう。

不確かさの推定は、A タイプ評価として十分な数のコントロールサンプルから得られた検証実験データを用いて分散分析により、繰り返し測定のばらつきや各因子のばらつきを求め、標準不確かさを算出する。

また、B タイプ評価として試験結果に影響を及ぼす各測定機器の校正の不確かさ及び測定時に生じる各測定機器の量子化誤差による不確かさを考慮する。

これらより求めた各標準不確かさを合成し、包含係数 $k=2$ として測定の不確かさ (拡張不確

かさ)を算出する。

1.4. 技能試験試料の提案

技能試験の実施に際し、安定した均一な試験結果が得られる試験試料を配付することは最も重要な要素である。

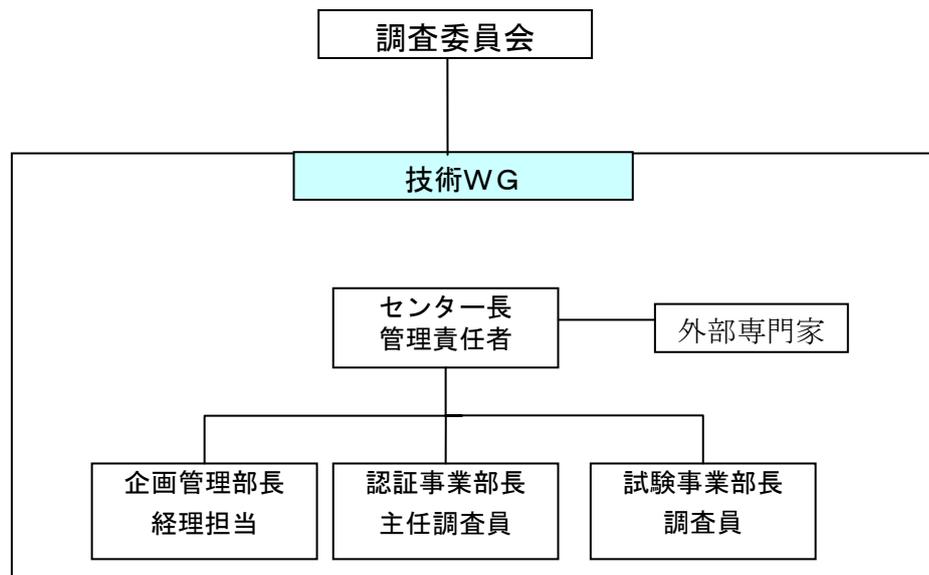
そこで、今回の調査結果を踏まえ J I S T 9 2 0 1 手動車いす「直進走行性試験」の試験に精通した試験実施者の経験をもとに検証するための試料の製品を選定し、繰り返し測定等の結果をもとにばらつきを評価してより安定した均一な試験結果が得られる製品を技能試験試料として提案する。

2. 調査の実施体制

本調査を進めるための体制として、製品評価技術基盤機構が設置する「測定の不確かさ推定及び技能試験品目開発の調査委員会」のもと、当試験所内に検証実験を実施しデータ分析、討議、助言等を行なう技術 WG を設置した。

【製品評価技術基盤機構調査委員会】

委員長：独立行政法人産業技術総合研究所小池昌義



(1) 調査者氏名及び役職名

管理責任者 : 高橋義信 (センター長)
主任調査員 : 友成安伸 (認証事業部長)
調査員 : 佐藤正之 (試験事業部長)
実験補助 : 村田満彦 (嘱託)
外部専門家 : (財) 日本建築総合試験所品質保証部主査山本英樹

(2) 経理担当者氏名及び役職名

経理担当者 : 鈴木寿郎 (企画管理部長)

(3) 実験実施場所

有限責任中間法人日本福祉用具評価センター 2階走行性能試験場
(兵庫県神戸市中央区港島南町7-1-5)

(4) 調査実施日程

調査実施の全体スケジュールは図 2-1のとおり。

調査実施期間は、平成 17 年 8 月 23 日から平成 18 年 2 月 15 日まで。

7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月
調査委員会			技術WG				調査委員会
		実験計画作成				中間報告書	報告書作成
			予備実験	測定・解析・検証			
							試料作成検証

図 2-1 調査実施計画表

3. 試験結果

3.1. 試験方法

調査対象の試験方法は次のとおりである。

なお、偏位量の計測点は平成 18 年 3 月に改正発行予定の新 J I S 規格（アンダーライン箇所）に従った。

車いす左右の車輪の空気圧（指定圧）が均一であることを確認する。

図 5 のような走行路面上に真っ直ぐな線を 1 本引き、指定の質量ダミー（以下「ダミー」）を載せた車いすの一方の駆動輪又は主輪と両方のキャスト（自在輪）をその直線に平行に置く。停止させた車いすを自然に前進させる。

車いすが斜面を 1800mm 走ったところで、測定基準線と駆動輪又は主輪の路面接地中心点（現行「進行方向に対する左右の後輪接地中心点」）を測定基準点とし、カーボン紙上のタイヤ痕と基線間の長さを 1m 鋼尺 J I S 1 級により偏位量として測定する。

この測定を 10 回行ない、平均値*を求める。

【性能基準：進行方向に対して偏位量は、130mm 以下であること】

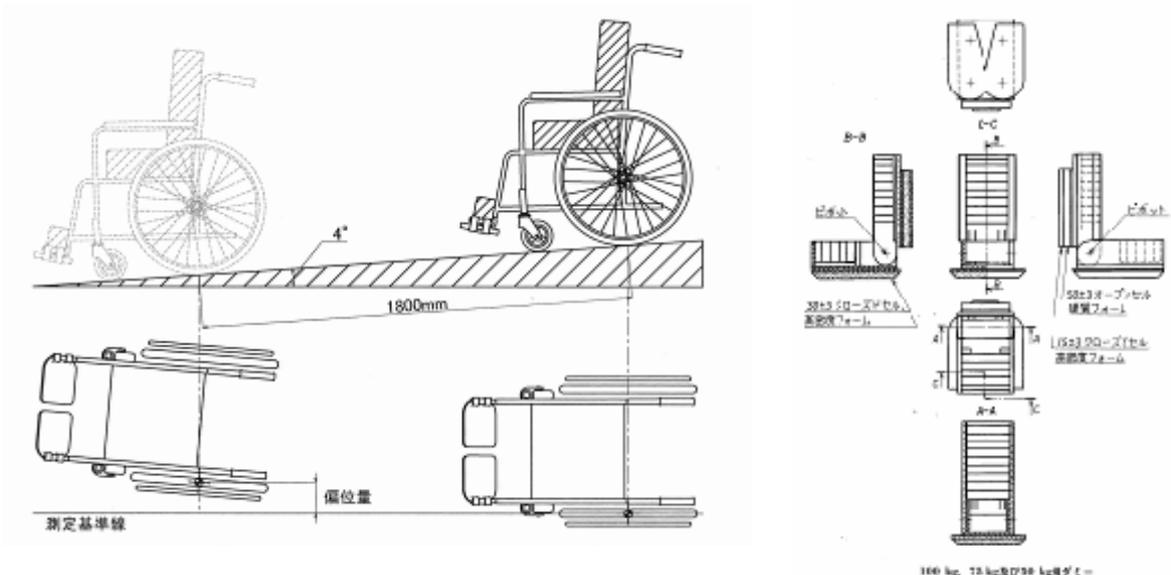


図 5

(1) 実験装置

① 傾斜台 (図 2-2 傾斜台)

設定傾斜角度 4 度及び走行面の平坦を確認する。



図 2-2 傾斜台

3.2. 予備調査

3.2.1. メーカー調査

直進走行性試験に関する「不確かさの重要性」の認識を調査するため、参考資料 4 により車いすメーカーにアンケート調査を行った。

Q 1 J N L A 制度における「不確かさの推定」という言葉を聞いたことがありますか？

A 1 1. ある 2. ない

Q 2 測定における「不確かさの推定」の必要性を認識されていますか？

A 2 1. 認識している 2. 認識していなかった 3. 分からない

Q 3 手動車いすの直進走行性試験について、何によって確認されていますか？

A 3 1. 自社試験装置で確認 2. 第三者機関試験装置で確認 3. 特に確認していない

Q 4 全問で 1・2 とお答えの方にお聞きします。どのような基準で確認しているか？

A 4 : 1 J I S 規格による試験を行っている (下記参照)

2 自社基準によって行っている

(基準概要:)

3 他の公的基準によって行っている (基準名:)

その結果は、下表のとおりであり、自社試験装置又は外部試験機関により「直進走行性」を確認しているものの、「不確かさ」の周知度・認識度は半分以下であった。

このことから、福祉用具業界が初めて新 J I S マーク制度を活用始めるためにも、本調査結果の活用に期待される。

表 2-1 アンケート結果

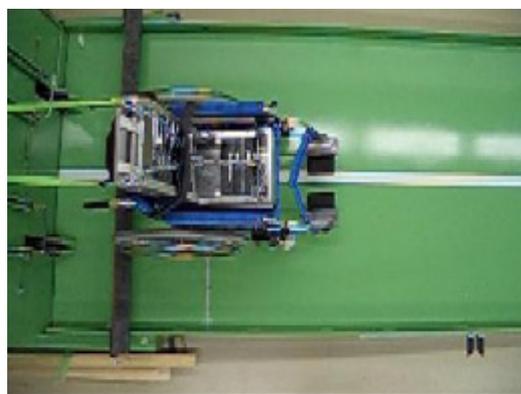
サンプル数: 7 サンプル属性: 車いすメーカー

「不確かさの推定」 言葉自体	知っていた		知らなかった			
	2	29%	5	71%		
「不確かさの推定」 必要性	認識している		認識していなかった		分からない	
	1	14%	5	71%	1	14%
直進走行性確認手段 (重複回答)	自社試験装置		第三者試験機関		確認してない	
	6	86%	4	57%	-	0%
直進走行性試験基準 (重複回答)	自社試験 + J I S		自社試験 + 自社基準		自社試験 + 他の基準	
	4	57%	1	14%	-	0%
	第三者機関 + J I S		第三者機関 + 自社基準		第三者機関 + 他の基準	
	4	57%	-	0%	-	0%

(2) 試験品の挙動解析

斜面走行中の挙動を解析するため、斜面に平行で高さ 3 m に設置したカメラで録画し、動画解析ソフト (MotionViewer-Pro: 有限会社フィジカルソフト) により進行角度と車いす中心の変化と行程 (測定距離 1.8 m で正規化) と関係解析した。

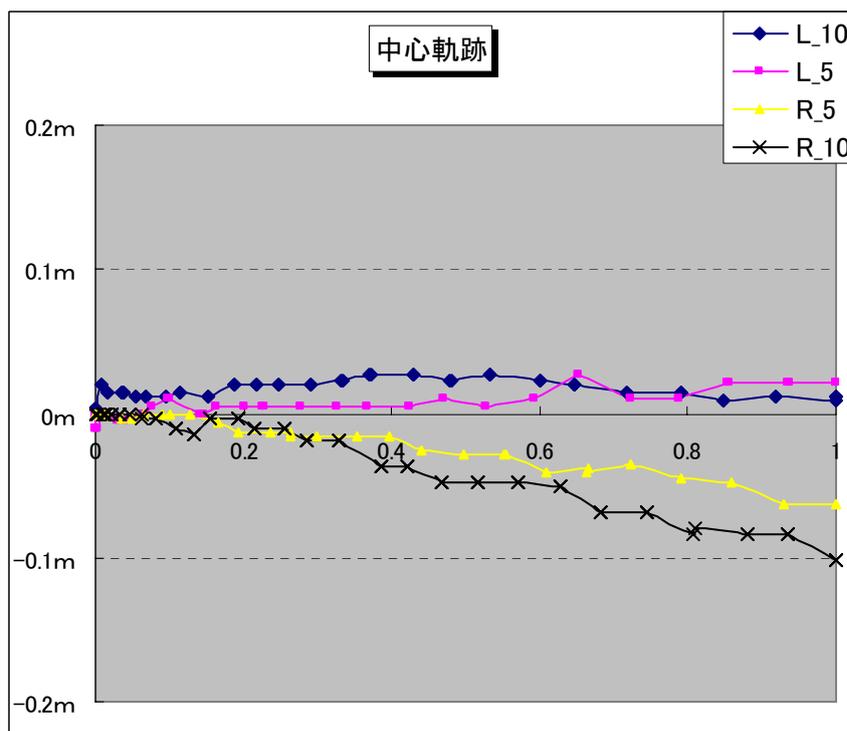
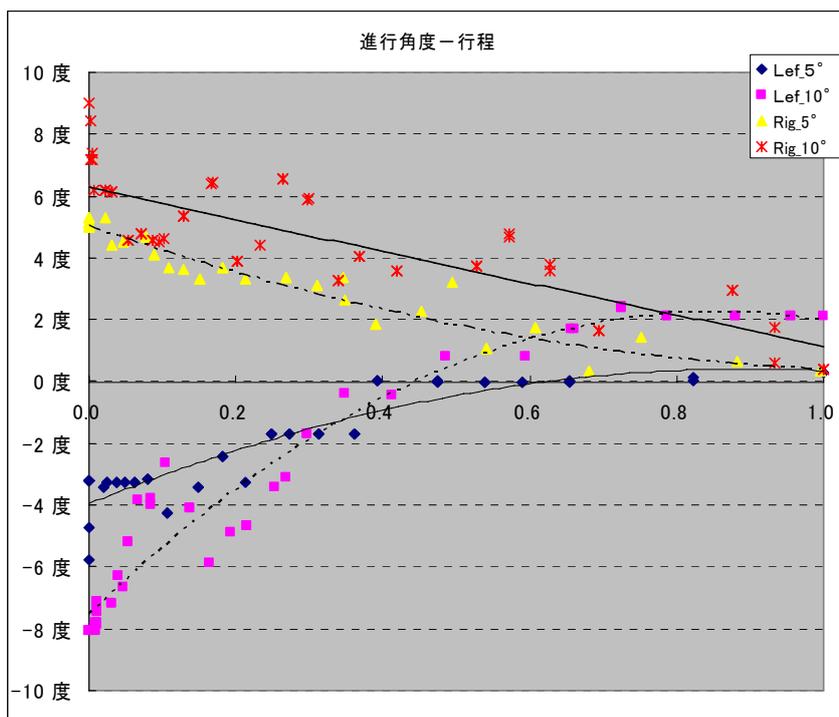
走行条件は、センターラインに対して車いすを左右方向に初期角度 (左 Lef 5 度・10 度, 右 Rig 5 度・10 度) とした。



その結果、進行角度については、行程 0.6 (1.08m) で進行角度が変化しなくなり、その方向で直進することが分かった。

このことは、試験直前の設置状況（試料の角度又は試験作業）が要因の一つと推定された。

車いすは右に偏位する傾向であったため、R_5 及びR_10 データについては中心軌跡が全体に右へ偏位した。L_5 及びL_10 については、強制的に左方向に設定し走行させたが、車いすが右に偏位する特性のため、全体として中心軌跡が中心直線に沿って走行した。



3.3. 不確かさの要因

本試験における測定の不確かさの要因は、図 2-3に示す特性要因図が考えられる。

特に、経験的に設置作業及び試験作業の人的要素から派生する要因の解析が必要と考えられる。

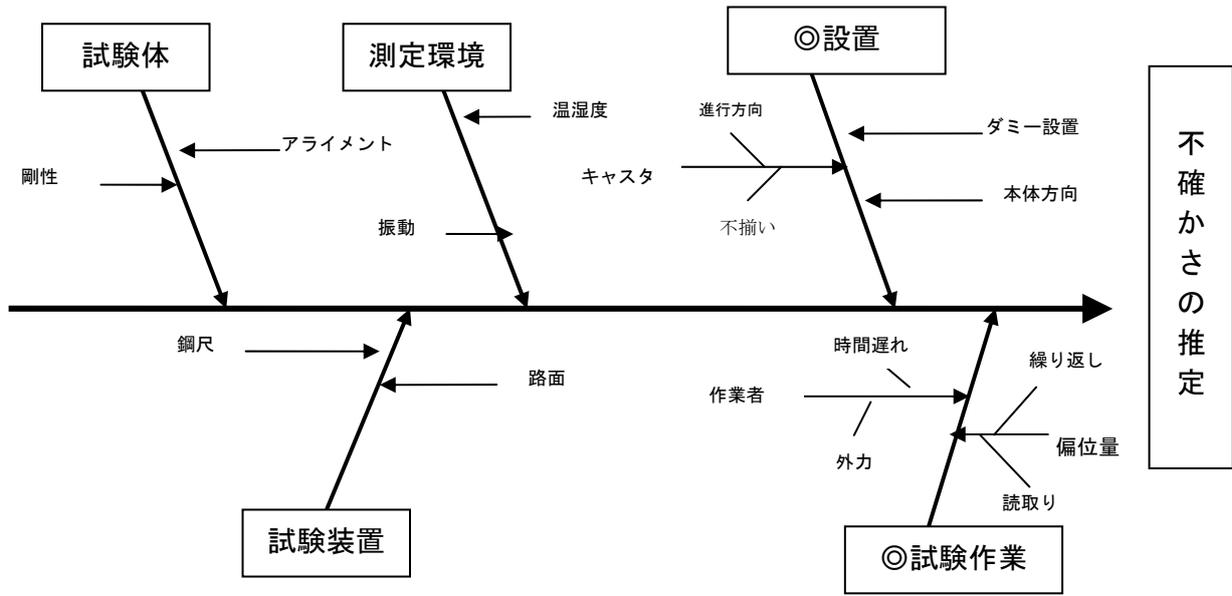


図 2-3 特性要因図

3.4. 要因検討

図 2-3 特性要因図から求められる要因について、作業を標準化しても影響を無視できない要因については、実験を行い統計的手法により解析結果から得られる「A タイプの不確かさ」と測定器の成績書や過去の実験データから得られる不確かさを「B タイプの不確かさ」として分類した。

表 2-2 要因分類

対象	要因	分類	根拠
長さ測定器	鋼尺	—	1m・60cmJIS1 級の精度から測定対象として無視できる。
傾斜台	水平度, へこみ	—	±0.1 度, 鋼製で円滑な路面で標準化
測定環境	温度・湿度	—	20±10 度, 65±30%で標準化
試験者	経験	A	試験者 2 名の 2 因子で実験。
	知識	—	研修・教育訓練で標準化
設置条件	ダミー位置誤差	A	水平誤差 (0mm, 10mm) , 2 水準で実験。
	キャスト角度誤差	A	進行方向に対し(0 度, 5 度)の 2 水準で実験。

3.5. 不確かさ推定の実験

3.5.1. 実験対象とする要因

特性要因図で得られた要因の検討結果から、作業の標準化をしても影響を無視できない要因について、実験を行ない、統計的手法により解析する「Aタイプの不確かさ」及び測定器の成績書（本試験では無視できる）や過去の実験データから得られる「Bタイプの不確かさ」を合成して、不確かさを算出する。

本実験で対象とする要因は、

- ① 特性要因図から得られた要因
 - ・ 試験者の経験及び作業のばらつき
- ② 実際の実験では標準化により無視できるが、本調査のため考慮した要因
 - ・ ダミー位置誤差
 - ・ キャスタ角度誤差

3.6. 試験対象製品

市販の車いす5台を購入し、不確かさの検定を行なう2台の試料を予備試験により選定した。

①車いすの選定

車いすは、標準型手動車いす5台で、設計荷重100Kg、キャスタ径、駆動輪の径、座幅は同一のものとした。

3.7. 試験の実施

3.7.1. 試験の準備

試験は次の準備を行った後に実施する。

①供試車（試験試料）

国産の標準型手動車いすでキャスタ径、駆動輪径、座幅が同じ5台の車いすを準備する。

②直進走行性試験機（図2-4）

JISに基づく試験を実施するため、傾斜路面の角度を4度に設定する。

③ダミー

供試車に載せるダミーは、JIST9201に定めるダミー（本調査では100kg）を準備する。

④駆動車輪空気圧

車輪タイヤに表示された最大空気圧の空気を挿入する。

⑤キャスタ振れ角度測定器

キャスタ設定時における角度確認用分度器を車いすに装着する。

⑥計測工具

通過点に図2-5測定用カーボン紙及び走行後の偏位量計測用鋼尺を準備する。



図 2-4 直進走行性試験機



図 2-5測定用カーボン紙

3.7.2. 予備試験

供試車5台についてJ I S T 9 2 0 1による試験方法で直進走行性試験を行ない、偏位量のばらつきが大きい車いすと小さい車いす2台を、本試験用車いすとして選定する。

また、特性要因図より得られる直進走行性試験での不確かさに影響をもたらすダミー、キャスト、それぞれの要因に関して、試験直前の車いす設定時における位置ずれ、角度ずれを測定し、本試験における試験条件の1つとする。

1) 車いすの選定

4度の傾斜路面において100kgのダミーを載せた車いすを自然に走行させ、1800mm 走行後における左右方向への偏位量を10回測定する試験を、試験者2名が5台の車いすについて繰り返し行った。表 2-3に示す試験者2名のうち、変動係数が最も大きい供試車Bと最も小さい供試車Eを選定した。

表 2-3 直進走行性試験結果 (単位 : mm)

試験者	繰り返し	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	標準偏差	変動係数
	車いす													
M	A	49	24	16	6	51	17	19	12	36	30	26	15.3	0.59
	B	20	6	35	34	34	32	34	45	33	57	33	13.4	0.41
	C	26	57	59	22	28	30	25	37	26	30	34	13.3	0.39
	D	34	21	27	13	17	32	40	49	38	9	28	12.9	0.46
	E	66	42	32	47	23	36	35	18	33	30	36	13.4	0.37
S	A	53	8	32	30	51	17	51	31	41	53	37	15.9	0.43
	B	2	12	21	45	44	3	26	57	62	9	28	<u>22.4</u>	<u>0.80</u>
	C	32	29	19	30	38	19	26	37	60	51	34	13.1	0.39
	D	22	34	33	21	54	15	34	29	53	37	33	12.8	0.39
	E	27	41	35	36	29	55	16	39	28	48	35	<u>11.2</u>	<u>0.32</u>

2) 試験条件の決定

(1) ダミー設定位置

試験者2名が、それぞれ100kgダミー（胴部及び大腿部）をクレーンで吊り上げ車いすのシート上で位置決めし、供試車のシートに載せた時、胴部及び大腿部からなるダミーのそれぞれの部位における中央位置ずれを計測した。その結果は表2-4に示すとおりで、大腿部において最大9mmの位置ずれがあった。

この結果から、ダミー位置の設定条件は(0mm, 右10mm)の2水準とした。

表 2-4 設定時におけるダミー位置ずれ (単位:mm)

試験者	回数 測定部位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
		M	ダミー中央(胴)	2.7	3.0	2.0	3.0	2.0	3.0	3.0	2.5	6.0
ダミー中央(大腿)	2.5		2.0	4.0	5.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.6
S	ダミー中央(胴)	3.0	4.0	3.0	5.0	4.5	6.5	3.0	4.5	2.5	1.5	3.8
	ダミー中央(大腿)	3.0	1.0	3.5	2.5	2.5	1.0	2.0	9.0	3.5	2.5	2.5

(2) 斜面走行前のキャスト左右振れ角度

試験者2名が、傾斜路面上で100kgダミーを車載させた車いすのキャストを駆動輪を視点に引き上げ、その後傾斜路面上にキャストを接地させた時の、キャストの左右振れ角度を計測した。その結果は表2-5に示すとおりで、車いすの中心線に対して最大3度の振れが見られた。

この結果から、キャスト左右振れ角度の設定は(0度, 5度)の2水準とした。

表 2-5 キャスタの設定時における振れ角度 (単位:°)

試験者	回数 キャスト	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
		M	右キャスト	1.0	1.0	3.0	2.0	1.0	2.0	2.0	2.0	3.0
左キャスト	1.0		2.0	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	0.8
S	右キャスト	2.0	2.0	2.0	1.0	2.0	3.0	3.0	1.0	1.0	2.0	1.9
	左キャスト	2.0	3.0	1.0	2.0	2.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.3

3) 実験計画のためのまとめ

予備試験の結果から、以下の実験計画により実験を行った。

表 2-6 実験に用いる要因

要因	
A	試料 (I , II)
B	試験者 (M , S)
D	キャスト角度 (0度 , 5度 ,)
E	ダミー位置 (0mm , 10mm)

3.8. 実験結果

繰り返しのある場合の直交表実験による解析

複数個のデータがあり繰り返しがある場合には、直交表実験では①完全無作為法②乱塊法の 2 つがある。本試験では、完全無作為法により分散分析を行った。

表 2-7 実験結果

	試料 A	試験者 B	A × B	キャ スタ D	A × D	e'	ダ ミ E	偏位量の測定値(単位: mm)									
								56	57	43	36	25	24	33	18	34	11
1	I	M	1	0	1	1	0	56	57	43	36	25	24	33	18	34	11
2	I	M	1	5	2	2	10	37	32	30	20	23	29	49	51	48	44
3	I	S	2	0	1	2	10	43	46	27	54	39	48	80	52	57	50
4	I	S	2	5	2	1	0	82	90	56	35	72	54	59	63	63	76
5	II	M	2	0	2	1	10	46	30	29	8	9	53	50	12	33	47
6	II	M	2	5	1	2	0	32	60	42	49	15	40	31	38	33	45
7	II	S	1	0	2	2	0	25	76	36	63	54	18	26	23	46	45
8	II	S	1	5	1	1	10	31	29	30	33	28	46	22	16	32	46

表 2-8 $L_8(2^7) \cdot 2$ 水準

		1	2	3	4	5	6	7
実験 組 み 合 わ せ 番 号	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	2	2	2	2
	3	1	2	2	1	1	2	2
	4	1	2	2	2	2	1	1
	5	2	1	2	1	2	1	2
	6	2	1	2	2	1	2	1
	7	2	2	1	1	2	2	1
	8	2	2	1	2	1	1	2

表 2-9 実験データ処理

列番	1		2		3		4		5		6		7	
割付	A		B		AB		D		AD		e'		E	
水準	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
データ	56	46	56	43	56	43	56	37	56	37	56	37	56	37
	37	32	37	82	37	82	43	82	43	82	82	43	82	43
	43	25	46	25	25	46	46	32	32	46	46	32	32	46
	82	31	32	31	31	32	25	31	31	25	31	25	25	31
	57	30	57	46	57	46	57	32	57	32	57	32	57	32
	32	60	32	90	32	90	46	90	46	90	90	46	90	46
	46	76	30	76	76	30	30	60	60	30	30	60	60	30
	90	29	60	29	29	60	76	29	29	76	29	76	76	29
	43	29	43	27	43	27	43	30	43	30	43	30	43	30
	30	42	30	56	30	56	27	56	27	56	56	27	56	27
	27	36	29	36	36	29	29	42	42	29	29	42	42	29
	56	30	42	30	30	42	36	30	30	36	30	36	36	30
	36	8	36	54	36	54	36	20	36	20	36	20	36	20
	20	49	20	35	20	35	54	35	54	35	35	54	35	54
	54	63	8	63	63	8	8	49	49	8	8	49	49	8
	35	33	49	33	33	49	63	33	33	63	33	63	63	33
	25	9	25	39	25	39	25	23	25	23	25	23	25	23
	23	15	23	72	23	72	39	72	39	72	72	39	72	39
	39	54	9	54	54	9	9	15	15	9	9	15	15	9
	72	28	15	28	28	15	54	28	28	54	28	54	54	28
	24	53	24	48	24	48	24	29	24	29	24	29	24	29
	29	40	29	54	29	54	48	54	48	54	54	48	54	48
	48	18	53	18	18	53	53	40	40	53	53	40	40	53
	54	46	40	46	46	40	18	46	46	18	46	18	18	46
	33	50	33	80	33	80	33	49	33	49	33	49	33	49
	49	31	49	59	49	59	80	59	80	59	59	80	59	80
	80	26	50	26	26	50	50	31	31	50	50	31	31	50
	59	22	31	22	22	31	26	22	22	26	22	26	26	22
18	12	18	52	18	52	18	51	18	51	18	51	18	51	
51	38	51	63	51	63	52	63	52	63	63	52	63	52	
52	23	12	23	23	12	12	38	38	12	12	38	38	12	
63	16	38	16	16	38	23	16	16	23	16	23	23	16	
34	33	34	57	34	57	34	48	34	48	34	48	34	48	
48	33	48	63	48	63	57	63	57	63	63	57	63	57	

	57	46	33	46	46	33	33	33	33	33	33	33	33	33
	63	32	33	32	32	33	46	32	32	46	32	46	46	32
	11	47	11	50	11	50	11	44	11	44	11	44	11	44
	44	45	44	76	44	76	50	76	50	76	76	50	76	50
	50	45	47	45	45	47	47	45	45	47	47	45	45	47
	76	46	45	46	46	45	45	46	46	45	46	45	45	46
①	1846	1427	1402	1871	1425	1848	1562	1711	1531	1742	1617	1656	1784	1489
②	3273		3273		3273		3273		3273		3273		3273	
③	419		-469		-423		-149		-211		-39		295	
④	175561		219961		178929		22201		44521		1521		87025	
⑤	2194. 5125		2749. 5125		2236. 6125		277. 5125		556. 5125		19. 0125		1087. 8125	

注) ①:合計

②:水準和

③:水準差

④:③²

⑤:④/80(変動)

表 2-10 分散分析結果

要因	平方和	自由度	不偏分散		分散比	F分布 (0.05)	F分布 (0.01)	判定
			V_A					
$A(S_A)$	2194. 513	1	V_A	2194. 513	9. 2	3. 989	7. 003	**
$B(S_B)$	2749. 513	1	V_B	2749. 513	11. 5	3. 989	7. 003	**
$D(S_D)$	277. 513	1	V_C	277. 513	1. 2	3. 989	7. 003	
$E(S_E)$	1087. 813	1	V_D	1087. 813	4. 5	3. 989	7. 003	*
誤差(e')	17987. 041	75	V_E	239. 827				
計	24296. 39		S_T	24296. 39				

3.9. 実験のまとめ

3.9.1. 不確かさの見積もり手順

【JIS T 9201 手動車いす「直進走行性試験」における不確かさの見積もり手順】

表 2-11 不確かさの見積もり手順

不確かさ評価ステップ						直進走行性試験における不確かさ評価				
1. 測定のモデル化 測定量Yを他のN個の量 X_1, X_2, \dots, X_n から次の関係関数 f により決定する。 $Y=f(X_1, X_2, \dots, X_n) \dots (1)$						鋼尺 (JIS1 級) により 1.8 m 走行後における偏位量を測定することにより, 測定量 Y は測定する。 $Y=X \dots (1)$				
2. 不確かさ要因のリスト及び補正の有無						1) 不確かさの要因 別添の特性要因図を参照 2) 補正なし				
3. 標準不確かさの B タイプの評価						B タイプの評価は行なわない。				
4. 標準不確かさの A タイプの評価 (繰り返しのある直交表実験の場合) 1) 4つの因子 (A, B, D, E) の水準 (a, b, d, e) の各組み合わせ r 回ずつ繰り返して実験する場合, 各平方和を求め次のような分散分析表にまとめる。 (分散分析表)						1) 2 人の試験担当者による直進走行性試験結果は別添。 2) 直交表実験の分散分析表				
要因	平方和	自由度	平均平方	分散比	平均平方の期待値	要因	平方和	自由度	平均平方	分散比
主効果 A	S_A	$\phi_A = a-1$	V_A	V_A / Ve	$\sigma e^2 + ar \sigma_A^2$	試料 A	2194.513	1	2194.513	9.2
主効果 B	S_B	$\phi_B = b-1$	V_B	V_B / Ve	$\sigma e^2 + br \sigma_B^2$	試験者 B	2749.513	1	2749.513	11.5
主効果 D	S_D	$\phi_D = d-1$	V_C	V_C / Ve	$\sigma e^2 + dr \sigma_C^2$	キャスタ D	277.513	1	277.513	1.2
主効果 E	S_E	$\phi_E = e-1$	V_D	V_D / Ve	$\sigma e^2 + er \sigma_D^2$	タミ-E	1087.813	1	1087.813	4.5
交互作用 A*B	S_{A*B}	$\phi_{A*B} = (a-1) * (b-1)$	V_{A*B}	V_{A*B} / Ve	$\sigma e^2 + abr \sigma_{A*B}^2$	残差	15193.915	75		
交互作用 A*D	S_{A*D}	$\phi_{A*D} = (a-1) * (d-1)$	V_{A*D}	V_{A*D} / Ve	$\sigma e^2 + acr \sigma_{A*D}^2$	計 T	24296.39			
残差	e'	$\phi_e = abcd * (r-1)$	V_e	--	σe^2					
計 T	S_T	$\phi_T = abcd * r - 1$	--	--						
2) 主効果 A, B, D, E 及び交互作用 A*B, A*D の有意検定を行なう。 3) 実験標準偏差 $s(X_i) = \sqrt{(\sigma_A^2 + \sigma_B^2 + \sigma_D^2 + \sigma_E^2 + \sigma_{A*B}^2 + \sigma_{A*D}^2)} \dots (2)$										

<p>4) 独立な n 個の繰り返し観測値の「相加平均 X_i」を入力推定値 x_i とする場合, その A タイプの標準不確かさ $u(x_i)$ を「平均の実験標準偏差 $s(X_i)$」から求める。</p> $s(X_i) = \frac{s(X_i)}{\sqrt{n}}$ $u(x_i) = \overline{s(X_i)} \cdot \dots (3)$	<p>3) $F_{73}^1(0.01) = 7.003$, $F_{73}^1(0.05) = 4.11$ から 試験者 B, ダミー-D に有意であった。車いす A に関連する項目については製品ばらつきのため無視する。 平均平方の期待値から</p> $u_e = \sqrt{(15193.915 + 2236.613 + 556.513)/(73+1+1)} / \sqrt{10}$ $= 4.897 \text{ mm}$ $\sigma_B = \sqrt{(2749.513 - 239.827)} / (2 \times 10)$ $= 11.202 \text{ mm}$ $\sigma_D = \sqrt{(277.513 - 239.827)} / (2 \times 10)$ $= 1.373 \text{ mm}$ $\sigma_E = \sqrt{(1087.813 - 239.827)} / (2 \times 10)$ $= 6.511 \text{ mm}$ <p>4) 実験標準偏差 u_c は (2) から</p> $u_c = \sqrt{u_e^2 + \sigma_B^2 + \sigma_D^2 + \sigma_E^2}$ $= 13.92 \text{ mm}$
<p>5) $u(x_i)$ の自由度 V_i は ϕ_T に等しい。</p>	<p>5) $u(x_i)$ の自由度は $\phi_T = 79$</p>
<p>5. 合成標準不確かさの決定 入力量間に相関がないと仮定できる場合, 次式より合成標準不確かさを求める。</p> $u_c(y) = \sqrt{\sum C_i^2 u^2(x_i)} \cdot \dots (4)$ <p>C_i: 変動関数又は既知の感度係数</p>	<p>合成標準不確かさは (4) から</p> $u_c(y) = u(x_i) = 13.92 \text{ mm}$

<p>6. 拡張不確かさの決定</p> <p>1) 次式より拡張不確かさを求める。</p> $U = k \times u_c(y) \quad \dots (5)$ <p>包含係数 95%で $k=2$ を使う。</p>	<p>6. 拡張不確かさの決定</p> <p>1) 拡張不確かさは, (5)から</p> $U = 2 \times 13.92 = 28mm$
<p>7. 測定量の値及びその拡張不確かさの報告書に次のように記載する。「測定量の値 (y) ± 拡張不確かさ (U)」</p> <p>1) 正規分布の場合には, 次のコメントを添える。「報告された拡張不確かさは, 標準不確かさに約 95%信頼水準を与える包含係数 $k=2$ を乗じて求められた。</p>	<p>直進走行性試験値 (例) $50.0 \pm 28mm$</p> <p>今回調査した拡張不確かさは, 標準不確かさに約 95%の信頼水準を与える包含係数 $k_{95}=2$ を乗じて求めた</p> <p>試験体の特性を加味し, データの標準偏差を $\sqrt{10}$ で割り, 不確かさに試験結果の標準偏差を足す。</p> <p>即ち, 10 回繰り返しによる偏位量の拡張不確かさは</p> $\bar{x} \pm \left(28 + \frac{s(x_i)}{\sqrt{10}} \right)$ <p>で表すことになる。</p>

3.9.2. バジェットシート

本調査で得られたバジェットシートを表 2-12 に示す。

表 2-12 本調査のバジェットシート

記号	不確かさ要因	値±	確率分布	除数	感度係数	標準不確かさ (mm)
U_B	試験者による不確かさ	11.202	正規分布	1	1	11.202
U_D	キャスト角度による不確かさ	1.373	正規分布	1	1	1.373
U_E	ダミー位置による不確かさ	6.511	正規分布	1	1	6.511
U_r	測定の繰り返しによる不確かさ	4.897	正規分布	1	1	4.897
U_c	合成標準不確かさ		正規分布			13.92
U	拡張不確かさ		正規分布 $k=2$			28

3.10. 技能試験用試料開発及び提案

技能試験用試料の要素は次のとおりである。

- ①推定不確かさが既知であること。
- ②測定者の技能で大きく変動しないこと。
- ③移動による影響を受けないこと。

技能試験用試料は、前記の要素を考慮し開発を進める。そこで、不確かさの解析結果から、試験者による違いが不確かさに最も影響を与えており、直進走行試験において試料を発進させるための手押しハンドルは、高さ、手押しハンドル握り径、ハンドルグリップを標準型車いすと同様の仕様とした。

キャスト及び駆動輪は標準型車いすと同様な取り付け位置関係にし、車いすでの走行が模擬できるようにした。

その他、不確かさの要因で標準化が可能なもの、影響が少ないと考えられるものについては対策を施した。特にキャスト及び駆動車輪を取り付けるフレームは固定式とし、剛性を高め不確かさに影響しないようにした。また駆動車輪については、タイヤ空気圧を標準化させ不確かさに影響しないようにソリッドタイプとした。前輪キャストについても、回転性能及び旋回性能が良好なソリッドタイプとした

なおダミーは使用せず、重りを技能試験用試料の後輪側へ40kg、左右キャスト上部に5kgずつ載せ試験を実施することとした。

その他、試験所間における運搬が容易にできるように、車輪は脱着式でフレームがコンパクトな形状になるようにした。今回試作した技能試験用試料の仕様を表 2-13及び図 2-7、外観を図 2-6に示す。

表 2-13 技能試験用試料の仕様

項目	内容	項目	内容
全長	800mm	ホイールベース	390mm
全高	849mm	手押しハンドル高さ	830mm
全幅	630mm	前輪トレッド	510mm
車輪径	22インチ	後輪トレッド	550mm
キャスト径	6インチ	重量	74.4kg

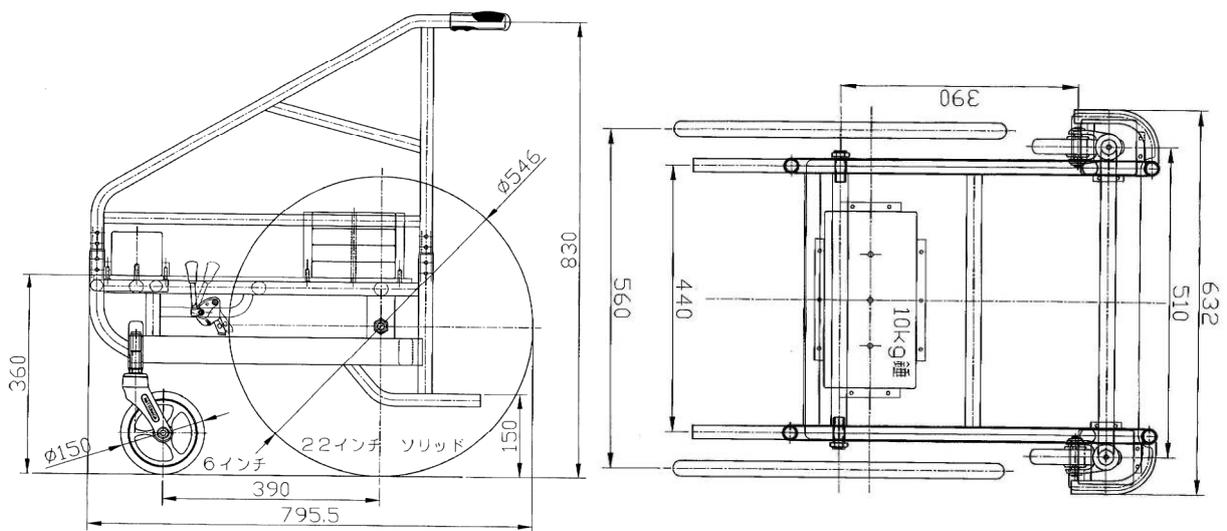


図 2-7 仕様図面



図 2-6 技能試験用試料の外観

4. 調査のまとめ

4.1. 検証実験による不確かさの推定

不確かさの要因を分類し、予備調査により、試験結果の小さい試料と大きな試料を計測対象とした。

不確かさ要因のうち「ダミー位置のばらつき」「キャスタ角度のばらつき」に絞り込み、3因子2水準の繰り返し10回の走行直進性データを測定した。測定結果は、3因子2水準の分散分析により不確かさの見積もりを行ない、その手順をまとめた。

今回の調査結果では直進性測定値「偏位量」(10回平均値)の拡張不確かさは次式により表現される。

$$\bar{x} \pm \left(28 + \frac{s(x_i)}{\sqrt{10}}\right)$$

なお, J I S規格値「偏位量は130mm以下」に対し, 不確かさの値(28mm)は経験的に想定範囲内であったが, 適合性判定の精度向上のため試験方法の改善(案内レール等)が望ましい。

4.2. 技能試験用試料の開発

技能試験の実施に際し, 安定した均一な試験結果が得られる試験試料を配付することは最も重要な要素である。そこで, J I S T 9 2 0 1 手動車いす「直進走行性試験」の試験に精通した試験実施者の経験及び次の要素により試料仕様を決定し, 試作した。

- ・ 「ダミー位置」の影響を受けない
- ・ 繰り返し計測で変化しない
 - 運搬可能

4.3. 目的に照らした達成状況

初期の目的を概ね達成した。

参考資料 1 測定データ

直進走行性試験データ(単位:mm)

A:試料 B:試験者 D:キャスト E:ダミー

A	B	D	E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
I	M	0	0	56	57	43	36	25	24	33	18	34	11	33.7
II	M	0	0	27	44	43	4	11	14	2	44	21	5	21.5
I	S	0	0	9	37	12	32	31	54	63	54	60	58	41.0
II	S	0	0	25	76	36	63	54	18	26	23	46	45	41.2

A	B	D	E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
I	M	0	10	21	40	48	55	44	30	29	32	33	32	36.4
II	M	0	10	46	30	29	8	9	53	50	12	33	47	31.7
I	S	0	10	43	46	27	54	39	48	80	52	57	50	49.6
II	S	0	10	31	55	53	57	47	8	34	68	38	56	44.7

A	B	D	E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
I	M	5	0	74	68	88	85	73	54	68	42	60	67	67.9
II	M	5	0	32	60	42	49	15	40	31	38	33	45	38.5
I	S	5	0	82	90	56	35	72	54	59	63	63	76	65.0
II	S	5	0	62	50	37	43	47	42	64	45	36	40	46.6

A	B	D	E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
I	M	5	10	37	32	30	20	23	29	49	51	48	44	36.3
II	M	5	10	31	30	29	41	39	31	37	46	60	26	37.0
I	S	5	10	45	60	32	53	32	42	26	38	28	31	38.7
II	S	5	10	31	29	30	33	28	46	22	16	32	46	31.3

参考資料2 測定値データ「5 試料偏位量」

AM	発進点	408	399	399	381	361	409	366	412	409	355
	通過点	457	423	415	387	412	426	385	424	445	385
	偏位量	49	24	16	6	51	17	19	12	36	30
AS	発進点	352	412	369	340	414	393	388	387	325	393
	通過点	405	420	401	370	465	410	439	418	366	446
	偏位量	53	8	32	30	51	17	51	31	41	53

BM	発進点	376	352	382	359	354	399	380	355	339	403
	通過点	356	346	347	325	320	367	346	310	306	346
	偏位量	20	6	35	34	34	32	34	45	33	57
BS	発進点	346	387	366	459	385	353	349	380	389	321
	通過点	344	375	345	414	341	350	323	323	327	312
	偏位量	2	12	21	45	44	3	26	57	62	9

CM	発進点	330	398	385	300	345	353	370	348	325	339
	通過点	304	341	326	278	317	323	345	311	299	309
	偏位量	26	57	59	22	28	30	25	37	26	30
CS	発進点	351	316	295	383	375	327	369	331	360	319
	通過点	319	287	276	353	337	308	343	294	300	268
	偏位量	32	29	19	30	38	19	26	37	60	51

DM	発進点	321	368	332	337	335	340	325	320	380	368
	通過点	355	389	359	350	352	372	365	369	418	377
	偏位量	34	21	27	13	17	32	40	49	38	9
DS	発進点	355	321	337	360	308	379	370	361	335	323
	通過点	377	355	370	381	362	394	404	390	388	360
	偏位量	22	34	33	21	54	15	34	29	53	37

EM	発進点	406	378	381	376	371	351	392	363	388	358
	通過点	340	336	349	329	348	315	357	345	355	328
	偏位量	66	42	32	47	23	36	35	18	33	30
ES	発進点	339	373	366	344	378	391	355	391	384	388
	通過点	312	332	331	308	349	336	339	352	356	340
	偏位量	27	41	35	36	29	55	16	39	28	48

参考資料3 測定値データ「ダミー位置誤差」

試験者	繰り返し			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	最大	最小	中央値	平方和	分散	標準偏差	変動係数	信頼水準値
	測定部位																					
S	左右	胴体	左側	69	69	69	69.5	68	67.5	70	68.5	69.5	70	69	70	67.5	69	6	0.6666	0.816497	0.011833	1.6329932
			右側	72	73	72	74.5	72.5	74	73	73	72	71.5	72.75	74.5	71.5	72.75	8.125	0.9027	0.950146	0.01306	1.9002924
	左右差			-3	-4	-3	-5	-4.5	-6.5	-3	-4.5	-2.5	-1.5	-3.75	-1.5	-6.5	-3.5	18.625	2.0694	1.438556	-0.38362	2.8771128
	大腿	左側	201	198.5	197	197.5	198	198.5	197.5	194	197	198	197.7	201	194	197.75	27.1	3.0111	1.735255	0.008777	3.4705107	
		右側	198	199.5	200.5	200	200.5	199.5	199.5	203	200.5	200.5	200.15	203	198	200.25	14.525	1.6138	1.270389	0.006347	2.5407785	
	左右差			3	-1	-3.5	-2.5	-2.5	-1	-2	-9	-3.5	-2.5	-2.45	3	-9	-2.5	79.225	8.8027	2.966948	-1.211	5.9338951
	アームパイプ幅			379.5	381	379	382.5	379	379.5	376	380	380	380	379.65	382.5	376	379.75	24.525	2.725	1.650757	0.004348	3.3015148
	フットパイプ幅			397.5	397.5	397	397	397	397	397	397	397	397	397.1	397.5	397	397	0.4	0.0444	0.210819	0.000531	0.421637
	前後			54.5	50	50.5	47	53.5	50	49	50	53.5	50	50.8	54.5	47	50	48.6	5.4	2.32379	0.045744	4.64758

試験者	繰り返し			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	最大	最小	中央値	平方和	分散	標準偏差	変動係数	信頼水準値
	測定部位																					
M	左右	胴体	左側	69	68	69	68	69	68.5	69	68.5	67	68	68.4	69	67	68.5	3.9	0.4333	0.658281	0.009624	1.3165612
			右側	71.7	71	71	71	71	71.5	72	71	73	72	71.52	73	71	71.25	4.036	0.4484	0.66966	0.009363	1.3393199
	左右差			-2.7	-3	-2	-3	-2	-3	-3	-2.5	-6	-4	-3.12	-2	-6	-3	12.196	1.3551	1.164092	-0.37311	2.3281848
	大腿	左側	197	198	201	202	197	197	198	198	198	198	198.4	202	197	198	26.4	2.9333	1.712698	0.008633	3.4253954	
		右側	199.5	200	197	197	199	199	200	200	200	200.5	199.2	200.5	197	199.75	14.1	1.5666	1.251666	0.006283	2.5033311	
	左右差			-2.5	-2	4	5	-2	-2	-2	-2	-2	-2.5	-0.8	5	-2.5	-2	71.1	7.9	2.810694	-3.51337	5.6213877
	アームパイプ幅			379	378.5	378.5	378.5	378.5	378.5	379	378.5	378	379	378.6	379	378	378.5	0.9	0.1	0.316228	0.000835	0.6324555
	フットパイプ幅			397	397	397	397	396	397	397	397	397	397	396.9	397	396	397	0.9	0.1	0.316228	0.000797	0.6324555
	前後			54	53	50.5	51	51	53	53	50	50	50	51.55	54	50	51	21.225	2.3583	1.535687	0.02979	3.0713732

参考資料4 アンケート様式

工業標準化法 J N L A 制度における測定の不確かさの推定及び技能試験用試料に係る調査 アンケート

有限責任中間法人日本福祉用具評価センターでは、国から表記の調査事業を受託し「不確かさの推定」の認識度調査・手動車いすの直進走行性試験に供する試験用試料開発を行っています。その調査の一環として、次ページのアンケートにご協力賜りますようお願い申し上げます。

【不確かさの推定とは】

「不確かさ」とは、1990年代に入ってから利用されるようになった、計測データの信頼性を表すための新しい尺度です。従来から、「誤差」や「精度」といった概念が計測の信頼性を表すために用いられてきました。しかし、技術分野や国によってこれらの使われ方がばらばらだったため、国際度量衡委員会のイニシアティブにより、計測データの信頼性を評価・表現する方法の統一に向けた取り組みが行われました。

その成果として、1993年に、計測に関わる主要な7国際機関からの共同出版の形で“GuidetotheExpressionofUncertaintyinMeasurement(計測における不確かさの表現ガイド)”が世に出ました。

GUMでは、不確かさを、計測によって得られる私たちの知識の曖昧さの程度をあらわすものとし、その定量的評価のための手順を詳しく説明しています。その基本的な考え方は、様々な不確かさ成分を、A) 標準偏差の計算という通常の統計解析によるAタイプ評価、B) データ以外の様々な情報から、標準偏差に相当する大きさを推定するBタイプ評価、のどちらかの方法で求め、これらを合成することにより、全体としての不確かさを求めようというものです。

不確かさは、計測データの信頼性が重要な意味をもつ様々な技術的、学術的文書の中で利用されるようになっており、ISO9000(品質システム)、ISO17025(校正・試験機関の能力に対する一般的要求事項)などの規格の中ではその評価が必須のものとして要求されています。

不確かさの推定とは、簡単に言うと「真の値が存在する範囲を示す推定量」といえます。すなわち、「真の値」からの差を示す「誤差」という表現ではなく、元々測定できない「真の値」が測定値からどの程度のばらつきの範囲内にあるかを示す測定値と言えます。

ここからアンケートです(該当番号を○で囲んで下さい)

貴社名		お名前	
-----	--	-----	--

Q1 JNLA制度における「不確かさの推定」という言葉を聞いたことがありますか？

A1：1. ある 2. ない

Q2 測定における「不確かさの推定」の必要性を認識されていますか

A2：1. 認識している 2. 認識していなかった 3. 分からない

Q3 手動車いすの直進走行性試験について、何によって確認されていますか？

A3：

1. 自社試験装置で確認 2. 第三者機関試験装置で確認 3. 特に確認していない

Q4 全問で1・2とお答えの方にお聞きします。どのような基準で確認されていますか？

A4：

1 JIS規格による試験を行っている(下記参照)

2 自社基準によって行っている

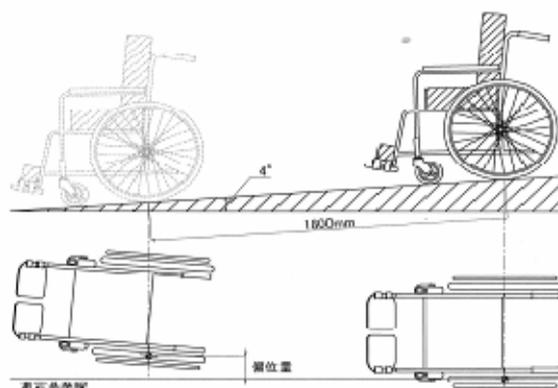
(基準概要：)

3 他の公的基準によって行っている(基準名：)

※ JIS規格

走行路面上に真っ直ぐな線(測定基準線)を1本引き、ダミーを載せた車いすの一方の駆動輪又は主輪を測定基準線上に置き、反対側の駆動輪又は主輪と両方のキャストをその直線に平行に置く。

この際、左右の車輪の空気圧が均一であることを確認する。停止させた車いすを自然に前進させる。車いすの塗面を1800mm走ったところで、測定基準線と駆動輪又は主輪の路面接地中心点を偏位置として測定する。この測定を10回行ない、平均値を求める。



ご協力ありがとうございました。