

# 障害のある人の玄関ドア、サッシの開閉力実験（要約版）

## 1. はじめに

高齢化社会の到来に伴い、高齢者や障害のある人（以下、総称して「障害者」という。）を配慮したドアや窓の製品設計が求められている。障害者の使用に関する規格または基準を作成する上で、障害者の実際のドアや窓の使用状況を調査し、基礎データを収集する必要がある。その第一ステップとして障害者がどの程度の操作力でドアや窓を開閉できるかについて実験により調べてみた。

## 2. 目的

JIS A 4702「ドアセット」及び JIS A 4706「サッシ」では、ドアやサッシの開閉力基準値は 50N と規定されている。これは、日本人の成人男性が押す力もしくは引く力は、持続力として平均 500N 程度であり、戸を円滑に開閉できる力をその 10 分の 1 である 50N と規定したものである。

今回行った実験では、障害者が実際に開閉する際の力がどの程度であるかを、その操作位置の高さ別に計測し、その他被験者の身体的諸条件からデータ分析することにより検討を行うことを目的とした。

## 3. 実験方法

### 3.1 被験者

横浜市総合リハビリテーションセンター（以下、「YRC」という。）を利用している障害者のうち、上下肢等の身体に障害があるが、日常生活において実際にドアや窓の開閉操作を行う者 19 名（立位者 15 名及び車いす使用者 4 名）を被験者として計測を行った。また、比較対象として日常生活に支障がない健常者 11 名についても計測した。実験期間は、2007 年 11 月 6 日から 11 月 21 日までで、YRC にて実施した。

### 3.2 計測項目

#### 3.2.1 身体計測

被験者の身体状況を把握するために、身体寸法、体重、握力を測定した（表 1）。

表 1 計測項目とその対象

計測項目等	対象
身長	健常者群及び立位群
肘頭下縁高 elbow height	健常者群及び立位群
座位肩峰高 shoulder height sitting	車いす群
座骨～肩峰の長さ	車いす群
体重	すべての被験者
握力	すべての被験者

#### 3.2.2 開閉力

実物の玄関ドア及び引違いサッシを木製枠に取り付けた架台と、被験者による押し力、引き力及び横引き力を測定する機器から構成されている実験装置（図 1）により開閉力を計測した。

玄関ドアは、「押し力」と「引き力」を計測した。引違いサッシは、「横引き力」を計測した。引違いサッシの横引き力は、身体に対して内側方向に引いた場合を「内側」、外側方向に引いた場合を「外側」と定義し、内側と外側に分けて計測した（図 2）。また、引違いサッシの操作部の手の掛けやすさの違いによる横引き力の差を検証するために、ガラスに吸盤付の手すりを装着し、手すりを使用したときの横引き力も計測した。

操作を行う手は、原則として右手としたが、右上肢に運動麻痺があり開閉操作が困難な場合は左手とした。

図1 実験装置

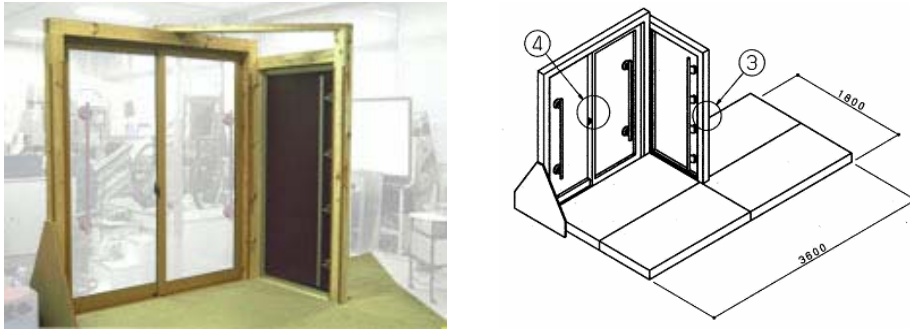
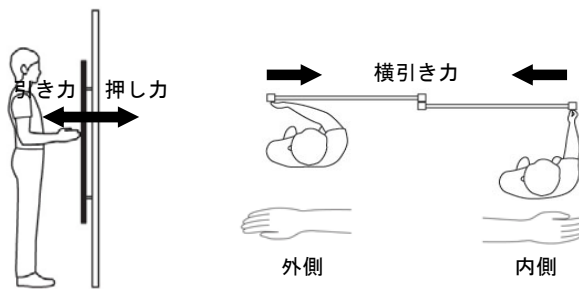


図2 開閉力の計測



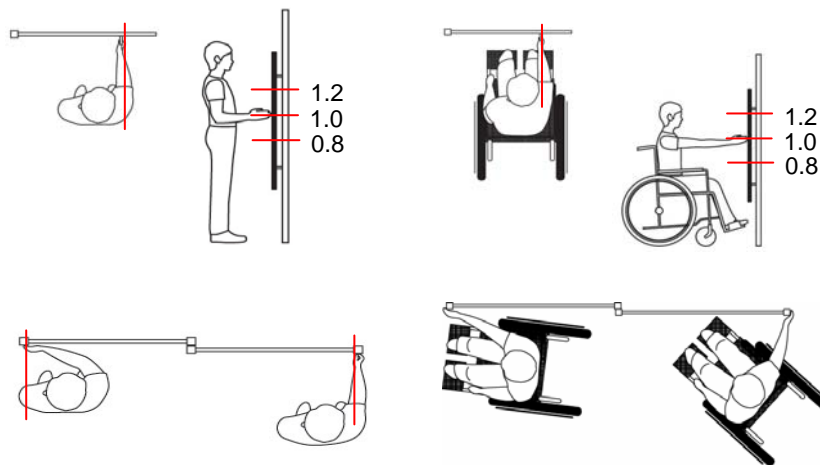
### 3.3 実験条件

#### 3.3.1 操作高さ

操作する高さにより、被験者の発揮力が異なることも考えられることから、個々の被験者の身体寸法を基準に操作位置を3水準（身体寸法値の0.8、1.0、1.2倍）のそれぞれの高さについて計測した。身体寸法値とは、健常者群及び立位群では肘頭下縁高、車いす群では座位肩峰高を基準値1.0とした（図3）。

また、参考として、被験者にとって操作しやすい任意の高さを定め、その高さでも計測を行った。

図3 操作高さと操作姿勢



#### 3.3.2 操作姿勢

操作姿勢は、健常者群及び立位群については、操作部に正対した立位姿勢で上腕を自然に下げ、肘を直角に曲げ、手のひらを内側に向けて前腕を水平前方に伸ばした状態とし、足の位置は自由とした。

車いす群については、日常使用している車いすを用い、車いすを斜めに進入させた状態を基本とした。尚、車いすの駐車ブレーキをロックするか否かは、日常生活での状況に合わせて任意とした。

### 3.3.3 操作条件

開閉力計測は、ドア及びサッシが開かないように固定して行うが、被験者には実際に開閉するつもりで動作を行ってもらい、荷重値の最大値を測定した。尚、被験者にはあらかじめ、開閉動作時に体重を掛けたり瞬間的に強い力を掛けたりしないよう指示した。

## 4 開閉力の計測結果

4箇所(高さ)の操作高さにおいてそれぞれ5回の計測(合計20回)を行ったが、被験者が疲労することによる影響を考慮し、事前にマーキングしたそれぞれの高さをランダムに指示して実施した。計測結果について分散分析を行ったところ、測定回数による影響はなく安定的なデータであることを確認した。

開閉力の計測結果は表2の通りである。

表2 開閉力の計測結果

単位:N

データ項目		玄関ドアの押し力															
		健常者群				立位群				車いす上肢麻痺なし群				車いす上肢麻痺あり群			
高さ(倍)		平均	標準偏差	最大	最小	平均	標準偏差	最大	最小	平均	標準偏差	最大	最小	平均	標準偏差	最大	最小
0.8		72.6	26.5	155.0	38.0	74.6	31.5	137.0	19.0	81.0	9.4	102.0	71.0	66.3	62.9	146.0	4.0
1		71.7	27.0	135.0	29.0	76.4	32.9	137.0	18.0	76.4	9.5	96.0	63.0	70.5	67.9	158.0	2.0
1.2		71.5	26.2	136.0	27.0	75.9	31.6	145.0	19.0	76.2	9.2	90.0	62.0	40.2	41.5	111.0	3.0
自由		74.5	30.7	160.0	32.0	75.9	33.2	165.0	17.0	78.5	7.7	97.0	73.0	59.2	58.8	138.0	0.0
データ項目		玄関ドアの引き力															
		健常者群				立位群				車いす上肢麻痺なし群				車いす上肢麻痺あり群			
高さ(倍)		平均	標準偏差	最大	最小	平均	標準偏差	最大	最小	平均	標準偏差	最大	最小	平均	標準偏差	最大	最小
0.8		78.1	22.7	134.0	45.0	74.8	38.7	186.0	11.0	81.0	27.8	122.0	47.0	76.9	12.5	106.0	66.0
1		76.9	18.2	130.0	46.0	74.6	38.9	179.0	14.0	79.2	27.5	116.0	46.0	73.5	7.1	88.0	63.0
1.2		76.3	18.9	150.0	55.0	72.5	34.8	201.0	16.0	78.8	31.7	128.0	43.0	60.4	4.6	69.0	52.0
自由		77.2	22.8	160.0	52.0	74.1	37.7	167.0	13.0	77.0	28.9	115.0	47.0	65.7	5.5	74.0	56.0
データ項目		引違いサッシの横引き力(内側)															
		健常者群				立位群				車いす上肢麻痺なし群				車いす上肢麻痺あり群			
高さ(倍)		平均	標準偏差	最大	最小	平均	標準偏差	最大	最小	平均	標準偏差	最大	最小	平均	標準偏差	最大	最小
0.8		25.9	13.1	49.0	7.0	35.0	18.1	78.0	6.0	60.2	10.8	74.0	38.0	36.8	10.9	50.0	25.0
1		27.6	12.7	55.0	10.0	35.3	18.4	76.0	7.0	61.3	9.5	77.0	47.0	24.2	2.9	28.0	21.0
1.2		26.7	11.4	50.0	9.0	34.0	17.9	68.0	6.0	55.6	7.4	68.0	40.0	20.8	4.2	27.0	16.0
自由		27.1	12.9	58.0	10.0	33.1	17.4	76.0	4.0	63.2	6.6	75.0	55.0	24.0	3.7	29.0	20.0
データ項目		引違いサッシの横引き力(外側)															
		健常者群				立位群				車いす上肢麻痺なし群				車いす上肢麻痺あり群			
高さ(倍)		平均	標準偏差	最大	最小	平均	標準偏差	最大	最小	平均	標準偏差	最大	最小	平均	標準偏差	最大	最小
0.8		49.0	17.3	87.0	25.0	36.9	22.3	88.0	6.0	39.1	26.5	66.0	13.0	27.2	4.4	31.0	20.0
1		51.8	15.8	85.0	29.0	37.1	21.0	83.0	4.0	36.3	25.6	65.0	11.0	27.2	7.9	41.0	21.0
1.2		53.0	15.6	88.0	29.0	36.4	21.9	98.0	5.0	33.3	23.1	59.0	10.0	21.2	4.9	26.0	13.0
自由		52.4	15.4	82.0	27.0	36.7	21.4	85.0	5.0	38.4	25.2	66.0	12.0	23.8	2.4	26.0	20.0
データ項目		引違いサッシに吸盤付き手すりを装着したときの横引き力(内側)															
		健常者群				立位群				車いす上肢麻痺なし群				車いす上肢麻痺あり群			
高さ(倍)		平均	標準偏差	最大	最小	平均	標準偏差	最大	最小	平均	標準偏差	最大	最小	平均	標準偏差	最大	最小
0.8		54.5	29.8	135.0	10.0	50.2	32.8	112.0	4.0	55.9	13.4	78.0	37.0	36.8	6.9	44.0	26.0
1		59.5	33.4	145.0	13.0	50.2	29.1	106.0	6.0	53.8	16.2	79.0	23.0	45.4	9.9	58.0	31.0
1.2		53.9	29.8	139.0	11.0	48.5	27.5	105.0	5.0	52.8	15.7	73.0	33.0	30.4	9.7	47.0	23.0
自由		52.0	28.6	146.0	6.0	47.8	27.3	98.0	6.0	57.9	15.0	80.0	38.0	37.4	10.0	54.0	29.0
データ項目		引違いサッシに吸盤付き手すりを装着したときの横引き力(外側)															
		健常者群				立位群				車いす上肢麻痺なし群				車いす上肢麻痺あり群			
高さ(倍)		平均	標準偏差	最大	最小	平均	標準偏差	最大	最小	平均	標準偏差	最大	最小	平均	標準偏差	最大	最小
0.8		70.8	21.4	134.0	37.0	53.9	31.1	125.0	12.0	94.5	8.0	106.0	84.0	58.6	3.0	62.0	55.0
1		73.1	23.9	128.0	36.0	49.1	26.0	95.0	10.0	100.8	9.1	117.0	91.0	60.0	6.6	70.0	53.0
1.2		69.6	20.9	118.0	32.0	47.4	23.3	96.0	12.0	99.8	11.8	115.0	72.0	52.6	3.9	56.0	47.0
自由		69.8	23.7	135.0	32.0	50.0	27.9	107.0	9.0	100.5	8.2	108.0	85.0	59.4	7.2	68.0	49.0

備考) 健常者群及び立位群の高さは、肘頭下縁高の倍率、車いす群は、座位肩峰高の倍率。

## 5 考察

### 5.1 玄関ドア

#### 5.1.1 操作高さとしり力、引き力

健常者群及び立位群では、操作高さによる押し力及び引き力の影響はなかった。

車いす上肢麻痺あり群では、操作高さが高くなると押し力及び引き力が減少する傾向があった。本実験では、車いす群の操作高さは座位肩峰高を基準としており、健常者や立位群で肘頭下縁高を基準とする場合よりも各操作高さは高くなり、操作時の肩の屈曲角度は大きくなる。従って、より身体から上に離れた所での上肢操作となり、上肢操作に座位姿勢を保持する力や上肢中枢部の固定力が必要となる。この被験者の疾患は脳性麻痺であり、その中でも身体に力が入ると上肢にも力が入るという特徴をもっている。さらに、上肢に運動麻痺を伴うため、操作部が高くなるほど上肢の力が発揮しにくいと考える。

#### 5.1.2 握力と押し力、引き力

健常者群と立位群では、握力と押し力、引き力に相関が見られた。このことから、手の力が弱いほど玄関ドアの開閉力は小さいということであり、操作の際に上肢の筋力や運動麻痺の有無が押し力や引き力に影響していると考える。

なお、車いす群では、被験者が少数であり、かつ障害の種類や程度も異なるため考察は難しい。

### 5.2 引違いサッシ

#### 5.2.1 操作高さとしり力（内側、外側）

健常者群では、操作高さにより有意差が見られ、操作高さが高くなると横引き力が増加する傾向があった。また健常者群では、内側よりも外側の方が増加する傾向があった。

立位群では、操作高さによる横引き力（内側及び外側）の影響はなかった。

車いす上肢麻痺群では、操作高さが高くなると横引き力が減少する傾向があった。本被験者の疾患は脊髄損傷であり、体幹及び下肢の筋力が低下していることが特徴で、上肢を上げると座位姿勢が不安定になる。そのため、玄関ドア同様に操作部が高くなるほど上肢の力が発揮しにくいと考える。

#### 5.2.2 吸盤付手すりの装着有無による横引き力

吸盤付手すりを装着することにより、引違いサッシの横引き力は最大で3倍増加した。このことから、操作部に「指をかけて開閉する方式」ではなく、手すりのようなハンドグリップにより「手で掴んで開閉する方式」の方が力をかけやすく、より望ましいと考えられる。

#### 5.2.3 握力と横引き力（内側、外側）

操作部に指をかけて開閉操作を行う引違いサッシだが、健常者群と立位群では握力と横引き力（内側及び外側）に高い相関が見られた。玄関ドアと同様に、上肢の筋力や運動麻痺の有無が横引き力に影響していると考え。車いす群においては、被験者が少数であり、かつ障害の種類や程度も異なるため考察は難しい。

### 5.4 被験者にとって握りやすい高さ及び開閉力

すべての被験者において、玄関ドアの自由な高さでの押し力及び引き力が、実験条件の範囲の操作高さ（0.8、1.0、1.2倍）でのそれを上回ることにはなかった。引違いサッシの横引き力では、操作高さ（0.8、1.0、1.2倍）と自由高さで有意な差が見られたものの、操作高さの平均値で確認する限り、自由な高さでの力は実験条件の範囲より上回っても2N程度であった。このことから、自分にとって操作しやすい高さであっても必ずしも力が大きく出るといふものではないと言える。

本実験では、被験者が玄関ドアの前に立った時に、「自分で持ちやすい位置を握ってください。」という指示により自由高さを決めており、全被験者が示した自由高さの平均値は 1081.5mm であった。自由高さは、住宅や公共施設などのドアの操作部の高さとして建築基準法ならびに各種規格や基準に定められている高さ範囲に近く、いわば被験者にとって習慣的になじみのある高さであり、必ずしも力を発揮しやすい位置ではないと言える。

## 5.5 玄関ドア及び引違いサッシの開閉力基準値との比較

玄関ドア及び引違いサッシの開閉力基準値を考察するにあたり、JIS A 4702「ドアセット」及び JIS A 4706「サッシ」で規定されている開閉力基準値である 50N と、今回計測したデータとの比較を行った。

全被験者のうち、50N 未満のデータの割合は、玄関ドアの押し力、引き力では 19%となり、引違いサッシの横引き力（内側及び外側）では 71%、吸盤付手すりを装着した引違いサッシの横引き力（内側及び外側）では 41%となった。玄関ドアの場合では 50N であっても 8 割の被験者が開閉できるが、引違いサッシの場合は開閉困難となる場合が多いことがわかった。

ただし、引違いサッシで吸盤付手すりを装着しない場合においては、操作部の形状を改善することにより今回の数値よりも上回る可能性がある。

なお、開閉力が特に弱かった被験者の日常生活を考慮すると、自力で玄関ドアや引違いサッシを開閉し利用する場合は少なく、多くの日常生活動作が介助で行われている。玄関ドアや引違いサッシの開閉力基準値を設定するにあたり、このようなケースも視野に入れて検討する必要があると考える。

## 6 まとめ

本実験では、現実に市場に出回っている一般製品を障害者が使用する場合を想定し、操作高さの違いによる開閉力を検証し、障害者が通常発揮する最大開閉力を得た。結果として、今回の実験では操作高さによる開閉力の違いは、立位群ではそれほど無く、車いす群の一部において高さによる開閉力の違いがみられた。ただし、今回の実験では被験者数が少なく障害像も限られているため、障害者全般を捉えた普遍的な結果とはいえないだろう。さらに被験者数を増やし対象となる障害像を広げた検討を行う必要性を実感した。

今後の製品設計として操作のしやすさを考えた時、ドアの場合で錠前の関係でハンドルの位置が変更できない場合であれば握り玉よりもレバーハンドルタイプが好ましいし、理想的には縦長（操作可能範囲が長い）のプッシュプルタイプのハンドルが最も好ましいと言える。引違いサッシにおいては、室内側の障子を開閉するのであれば召合せ框を持って操作することでも開閉が可能であるが、室外側の障子の開閉や室外からの内外障子の開閉の際には戸先縦框で操作されるため、指を掛けやすい深さがある型材の使用が効果的と思われる。また、玄関ドアと同様、縦長のハンドルも開閉操作の助けとなるが、障子の引き残しには注意が必要である。

開閉力については、一般製品において健常者と障害者との共用域をどこまで広げられるか、あるいは簡単な部品（例、戸車、戸先縦框など）の交換による障害者への対応が可能になるか等が今後の研究課題である。また、高齢者と幼児が同居している場合等においては、開閉力を小さくすることにより指を挟みやすい等の危険が生じることについても、十分な検討が必要となる。