

201122033A

厚生労働科学研究費補助金  
障害者対策総合研究事業

座位保持装置の安全で適切な流通の促進に関する研究  
平成23年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 廣瀬 秀行  
国立障害者リハビリテーションセンター  
平成24(2012)年3月

厚生労働科学研究費補助金  
障害者対策総合研究事業

座位保持装置の安全で適切な流通の促進に関する研究  
平成23年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 廣瀬 秀行  
国立障害者リハビリテーションセンター  
平成24(2012)年3月

## 目 次

I. 総括研究報告 .....	1
第1章 概要 .....	1
A 研究概要 .....	1
B 研究組織 .....	1
C 研究方法 .....	1
第2章 頭部支持 .....	3
第3章 背支持破損調査 .....	4
I) 背支持部損傷調査 .....	4
II) 背支持部長時間計測 .....	5
III) 背支持部の強度 .....	9
第4章 車いす強度を含む講習会 .....	15
第5章 ガイドライン .....	23
第6章 研究発表 .....	28
II. 分担研究報告 .....	29
第1章 座位保持装置の安全性評価のための構造解析 .....	29
第2章 構造解析と認定基準 .....	37
資 料 .....	46
III. 研究成果の刊行に関する一覧表 .....	77
IV. 研究成果の刊行物・別刷 .....	77

## 第I章 概要

### A 研究概要

長時間車いす座位となる障害者は座位保持を必要とする場合がある。それに対応するため、自立支援法に補装具の種目、受託報酬の額等に関する基準があり、運用されている。基本的に、障害者の使用する座位保持装置は完成用部品を使用したモジュール作成と障害者個人に合わせて製作する個別製作手法がある。

平成18－20年度まで、完成用部品の規格強度の基礎研究を行なってきた。本研究は障害者が座位保持装置をどのように使用し、座位保持装置にどのような負荷がかかり、そして破損していくのかを中心に座位保持装置に必要な機械的条件を決定していった。その結果、座位保持装置部品の認定基準及び基準確認方法やISO16840-3 姿勢保持装置の機械強度に反映することができた。

付随して、強度を確保するにはこのような製作手法という、提案の可能性ができ、これは車いすや座位保持装置の流通の特徴である個別作成手法に応用することが可能であることがわかった。座位保持装置の作成はリハ現場、製作現場、そして適合現場からなり、製作手法への提案はリハ専門職が機器をチェックするためのツールとなる可能性もでてきた。これによって今まで経験と勘で製作され、流通されてきた車いすや座位保持装置などの流通に対して、臨床から製作現場まで一貫した機械工学に基づいた、そして現場で使用できる設計基準やチェック表などへの応用の可能性を持っていることがわかった。本研究の目的は個別製作される座位保持装置の製作事業者に対して、設計・製作基準や臨床家への機械的安全性に関する基本ガイドラインを開発することである。これにより、安全で合理的な流通システムの構築に貢献できる。

### B 研究組織

研究代表者 廣瀬秀行 国立障害者リハビリテーションセンター研究所

総括、機械強度および現状調査

研究分担者 相川孝訓 国立障害者リハビリテーションセンター研究所

試験および非破壊検査、構造調査と設計指針

研究分担者 長谷川典彦 岐阜大学施設環境部（機械工学）

非破壊検査、信頼性評価

### C 研究方法

本研究の特色は破損や機能不全を起こした座位保持装置を収集し、個別にその原因を探ることで座位保持装置に係わる強度の問題点を明らかにする。

よって、

破損機能不全の収集には

日本シーティング・コンサルタント協会シンポジウム  
日本車いすシーティング協会  
国立障害者リハビリテーションセンター補装具講習会  
日本リハビリテーション工学協会主催カンファレンス  
等を通じて公知した。

その結果、少ないがそれらを収集し、一つ一つ調査・解析を行った。それらの経験を元に、平成 23 年 9 月に開催された国際福祉機器展において、また最終講習会として平成 24 年 1 月に開催された講習会で強度に関する基礎講習会を開催した。

この講習会は最終目標であるガイドライン作成の準備となる。



## 第2章 頭部支持

### 1. 目的

前年度破損しやすいと取り上げた頭部支持装置にはカタログに Tone Defrector と呼ばれる負荷吸収装置があることが分かった。それについて紹介する。

### 2. 概略

構造として、「2つの金属部品の間が硬質ゴムで接続されているため、金属に力がかかってもゴムで緩衝されるように作られている」。

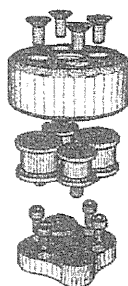
## TONE DEFLECTOR ASSEMBLY INSTRUCTIONS

- 1) Disassemble the Tone Deflector before installing to the Headrest.
- 2) Fasten the Tone Deflector Adaptor to the rear of the headrest using the Socket Head Screws provided. (Four 10-24 x 3/8" or Three 10-32 x 3/8)
- 3) Fasten the Tone Deflector Shock Absorbers to the threaded holes in the Tone Deflector Adaptor Plate.
- 4) Place the Tone Deflector Cover over the Tone Deflector Shock Absorbers(The countersunk holes in the TD Cover will line up with each threaded hole in the Tone Deflectors)
- 5) Insert the M8 x 1 x 10mm Flat Head Screws into each of the countersunk holes in the Tone Deflector Cover. Tighten with 5/32 Hex Key.

Note: \*TD100 - Must use the 10-24 x 9/16 Socket Head Screws provided for mounting the headrest to the TD100, using shorter screws will cause stripping of the threaded screw holes.

TD101 - Uses the standard 10-32 x 7/8" Socket Head Screws for mounting the headrest to the TD101

TD100



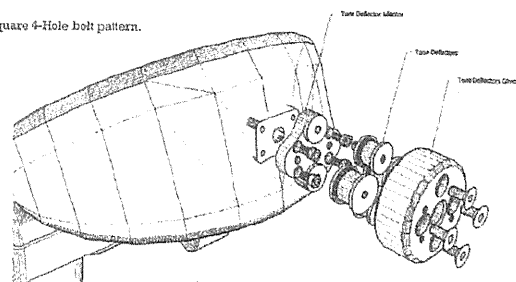
Tone Deflector for square 4-hole bolt pattern.  
(Ultra, Lt, Af, Combo Series)

TD101

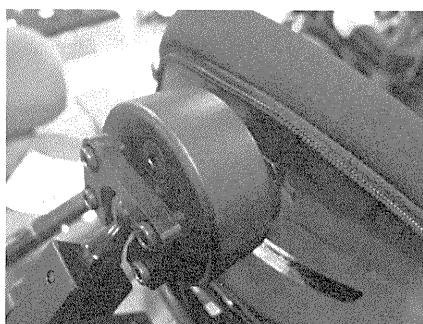
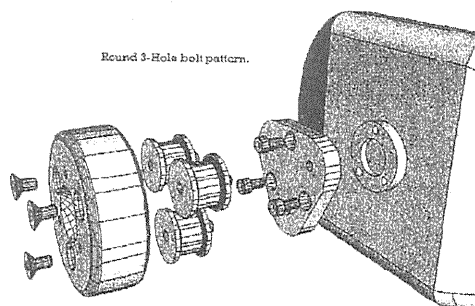


Tone Deflector for round 3-hole bolt pattern.  
(Comfort Plus Series)

Square 4-Hole bolt pattern.



Round 3-Hole bolt pattern.



### 3. 臨床評価

今後の予定であると同時に輸入事業者は今後対応予定である。

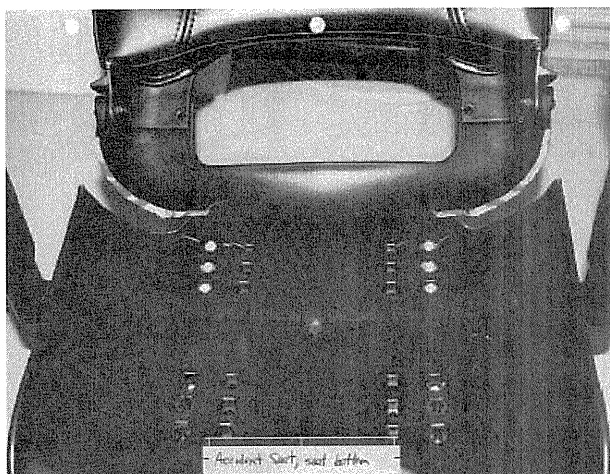
### 第3章 車いす背支持破損の調査

#### I) 背支持部損傷の調査

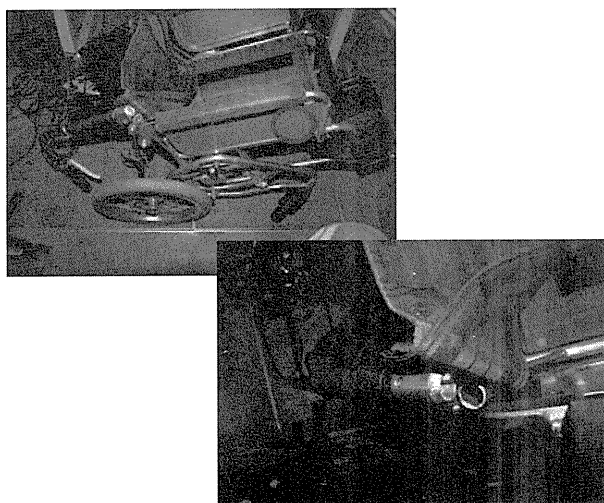
国立障害者リハビリテーションセンター病院シーティング・クリニックで背フレーム損傷を起きている情報を得た。

##### 1) 米国で発生した背支持破損による死亡事故

米国でハンドル型電動車いすの背支持部が破損し、後方に搭乗者が倒れ、窒息して亡くなった情報が届いた。原因はプラスチックで出来ていた背支持の原材料に再生材料が混入し、強度が低下したためと結論した。



##### 2) ティルト型車いす折りたたみ部での背支持破損



6年を経過しているが背支持部、アームサポート上部、背支持折りたたみ機構部での破損が起こった。金属疲労と同時に介助での使用は外出時プッシュハンドル部分の負荷の頻度の増加およびティルト機構による重心位置の前方移動などによりモーメント増加が起こり、最終的に背支持での破損が起きている。

##### 3) 介助車いすでの背支持破損



脳性まひ者で上記写真より、大輪主軸の前方に重心位置があり、外出時のキャスターアップの頻度が高く、その結果背部の破損が起こったと考えられた。

#### 4) まとめ

このように1)を除いてキャスターアップによる破損が考えられたので、さらなる計測を行った。

## Ⅱ) 背支持部長時間計測

### 1) 目的

背部破損を起こした車いすを対象に、日常生活時にどのような負荷がかかるかを長時間測定を行い、負荷の大きさと頻度を測定し、破損原因を探ることが目的である。

### 2) 方法

36歳男性(体重 58.5 kg、身長 165 cm)の脳性まひ者が介助者による車いすを使用していたとき背支持の破損を経験した。その原因として、外出時の段差乗り越えのためのキャスターアップが考えられた。そこで背支持部に歪ゲージを装着し、そして生活の中でどのような動作が最大の負荷となるのか長時間の歪計測と同時にビデオで撮影することで確認する方法をとった。

#### (1) 対象者

対象者は全介助であり、自宅から日常的にデイケアの参加およびそこから介助者と外出するなどが主たる生活であり、朝 9 時に車いす乗車、バスでデイケアへ行きそこでの生活、そして帰宅という生活とデイケア 15 時終了後、介助者とともに 21 時まで外出する生活が主であった。座位姿勢は腕の不随意のためテーブルに横棒を設置し、そこに前傾位でいることが多かった。しかし、座位保持装置製作後、若干の後方に倒れた姿勢をとることが主であった。

#### (2) 車いす

車いすは介助用車いすでアルミ製であり、破損場所はアームサポートとシートパイプのほ



ぼ中間であった。最後に確認したところ、入れ子構造になっていた。確認はとれていないが、初めは一重の構造であり、破損後入れ子構造になったと思われた。

### (3) 計測システム

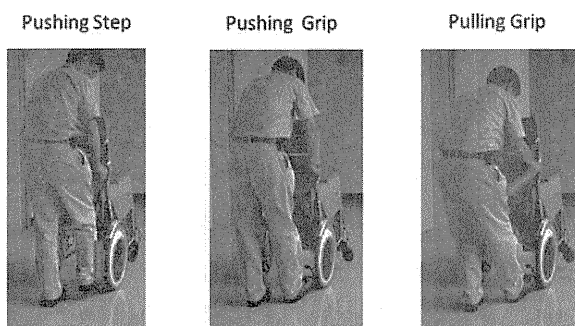
計測は生活全体を把握するため 6 時間の連続計測を目標とした。その結果、測定システムの軽量化が求められ、共和電業のデータ処理・記憶が可能な機器（コンパクトレコーダ EDS-400A）を選択した。これはひずみ・電圧の動的現象を高速デジタル記録する小型の 4 チャンネル集録装置で、シグナルコンデイショナと分解能 16 ビットの高速 A-D 変換器を内蔵している。しかし、このレコーダは最大 4 チャンネルであり、これを維持するのに合計 8 本の単三電池が必要で、このバッテリーで 2 時間が限度であった。そこで 2 時間おきにバッテリー交換を行った。

レコーダの大きさは 10 cm×5 cm×11 cm、重さ 500g で、バッテリーも同様な大きさでバッテリーとしてニッケル水素電池 28g を 10 本使うので、合計 880g であった。しかし、このバッテリーで約 2 時間しか持たないので、替えを用意し、2 時間ごとにいったん停止し、バッテリー交換を行った。それは 30 秒程度で終了したので、計測への影響は少ないと考えられた。その結果、介護には影響せず車いすのポケットに入れられた。

### (4) 歪ゲージの位置決定

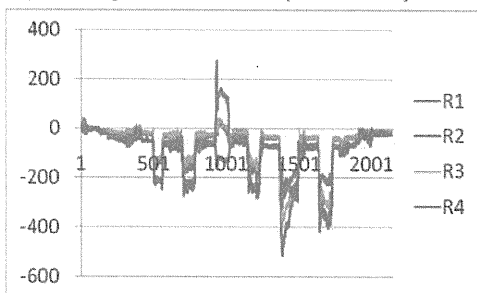
共和電業製歪ゲージを使用した。破損した部位はわかるが、負荷がどのようにかかっているのか、それを 4 つのゲージで長時間計測するため、まず実験的に 24 の歪ゲージを取り付け、キャスターアップを含み動作を行い、その中で最大の負荷となる部位を選択する手法をとった。1 か所 3 方向で片側 4 か所（アームレスト上 R1、アームレスト下 R2、中央 R3、シートパイプ近傍 R4 の背フレームとした（図 3）。負荷はシート中央に 40 kg のおもりを載せた。

## Method-2 Caster up methods



### Pre-Test-1

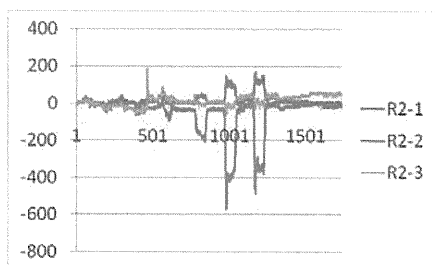
(Deciding measurement positions by caster-up methods)



Down Grip>Down Step> Pull Grip  
R2 and R4 data show bigger. → R2, R4,L2,L4

### Pre-Test-2

(Comparing with strain gage directions by caster-up methods)



R2-1 shows bigger than R2-2,3.

その結果、R2 と R4 が、また他より Rn-1 が大きいことが判明した。最終的に R2, R4, L2, L4 をとることになった。

. 計測環境はデイケア中心の場合と外出の2条件とした。外出は6時間（14:50-20:40）と



Fig 1



Fig 2

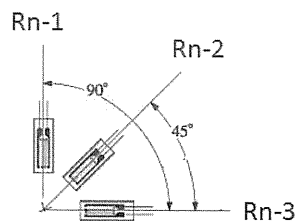


Fig 3

した。

### 3) 結果

デイケアでの生活では最初の車いすに搭乗するときに最大負荷 - 800 から 400 の力が最初に車いすのリフターから乗るとき、そして降りるときも 1000 の歪負荷が大きかった。しかし、その頻度は大きくなかった。当然施設内ではキャスターアップする必要はなく、観察されなかった。相対で過重負荷は少なかった。

一方、外出は 300  $\mu\epsilon$  を越えるものマイナスデータで 400  $\mu\epsilon$  を越えるものはキャスターアップで出現しており、これはビデオで観察された。プラスの大きなデータは介助者が足で転倒防止バーを踏んだ時、背支持に伸張の歪がかかることがわかった。一方、マイナスデータはハンドグリップを下げたキャスターアップをして、その時は圧縮がかかっていた。5時間45分の計測で、600  $\mu\epsilon$  が8回起こった (Fig. 6)。その時の応力はフレーム材質のヤング率を掛けることで計算できる。70 のジュラルミンのヤング率は 70GPa、であるから最大引張応力は 42 MPa で、この降伏点は 350 MPa であり、最大に対して約 10% であり、金属疲労は検討する必要がない。

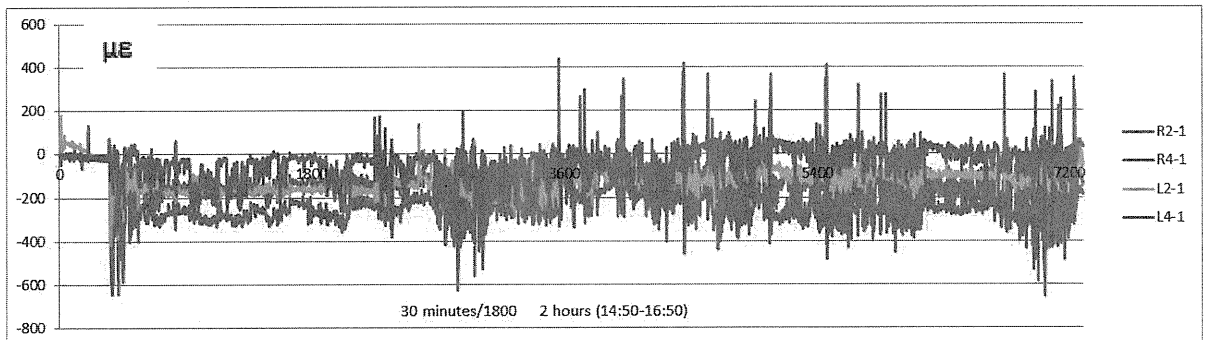


Fig. 4 Strain data from 14:50-16:50



Fig.5 Caster up by hands at leaving the train

Fig.6 Caster up by foot at street ramp

### 4) おわりに

これらより、キャスターアップによる破損の可能性が高いことが分かった。

### Ⅲ) 背支持部の強度

#### 1. 目的

介助者によるキャスターアップ動作が背フレームへの負荷と今までの衝撃試験の負荷を歪計測により比較する。

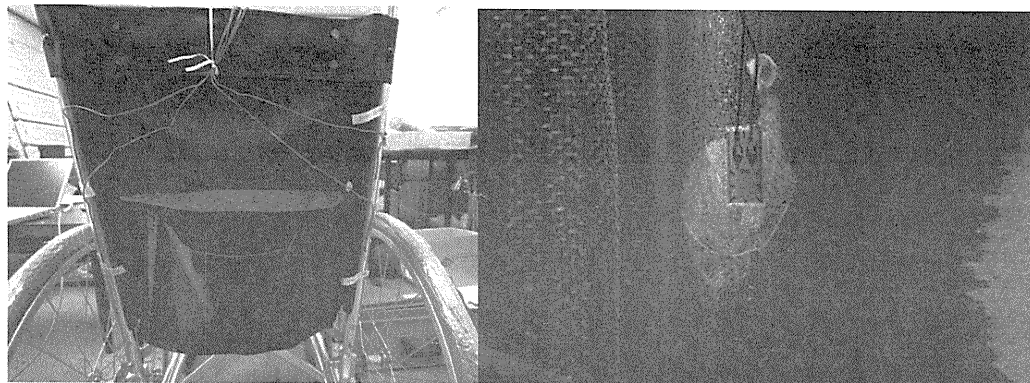
#### 2. 方法

##### (1) 車いす

標準型車いすの形状で、背フレームに対して一つにシングルパイプ、もう一つに入れ子構造によるダブルパイプの構造の車いす2台を作成した。

##### (2) 歪ゲージ

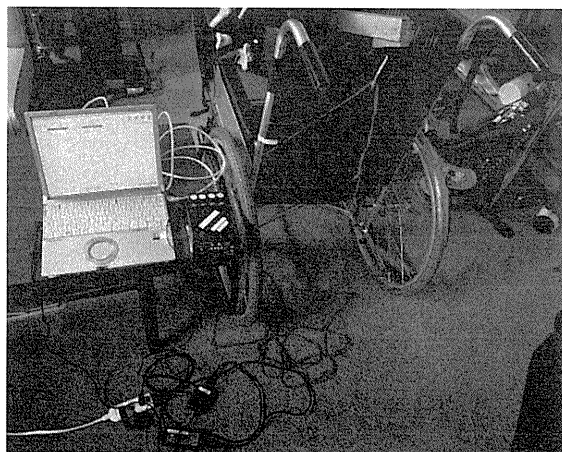
歪ゲージを背パイプ状後面のアームサポート上とシートパイプとアームサポートの間に共和電業性歪ゲージを左右パイプとも塗布した。



車いす背パイプに歪ゲージを取り付けた様子

##### (3) 計測システム

歪ゲージは EDS400A を通して増幅・収録、パソコンへの記録を使用し、最終的にデータは PC に収録された。



左から PC、EDS400A、車いす

##### (4) サンプリング周波数

衝撃試験は 1000Hz、キャスターアップ負荷計測は 10Hz で実施した。

### 3. 背フレームへの衝撃試験による背パイプの歪計測

#### 1) 目的および方法

背支持に JIS に合わせた衝撃試験を実施し、その時の背支持への負担を計測する。

手動車いす JIS T9201 2006 を基に実施した。この試験は重量 10 kg の球おもりを 30 度の角度から背もたれに落とす試験である。その時に背パイプに歪ゲージを装着し、背フレームにかかる歪を測定する。車いすは標準型車いすで、ただし背パイプに入れ子をしてある場合としていない場合で行った。

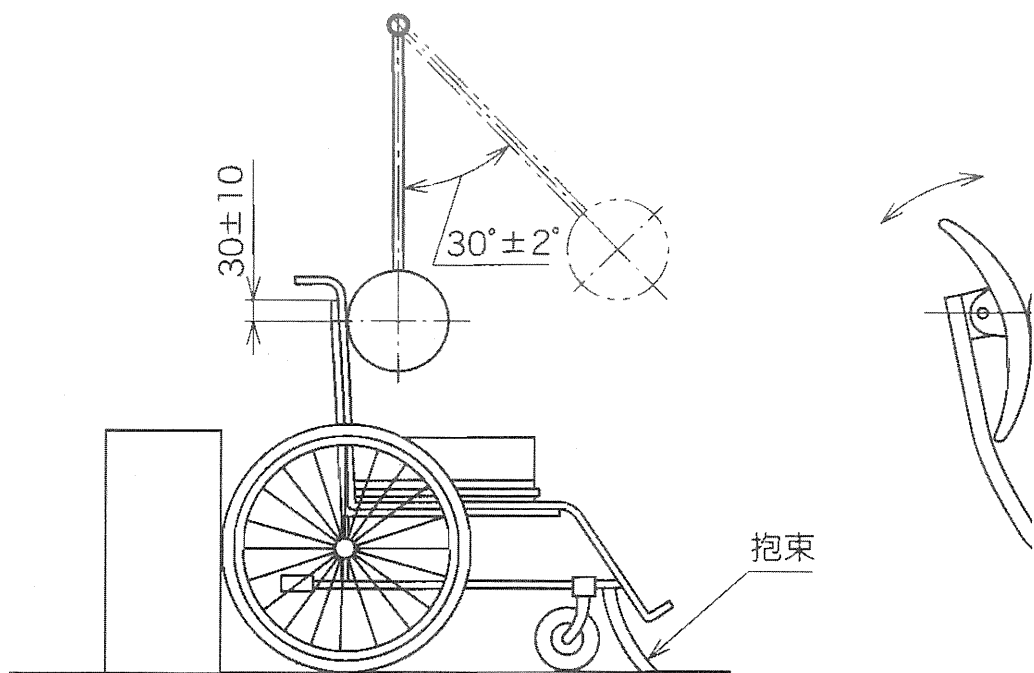
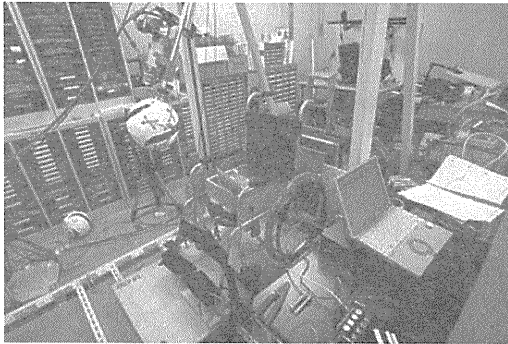
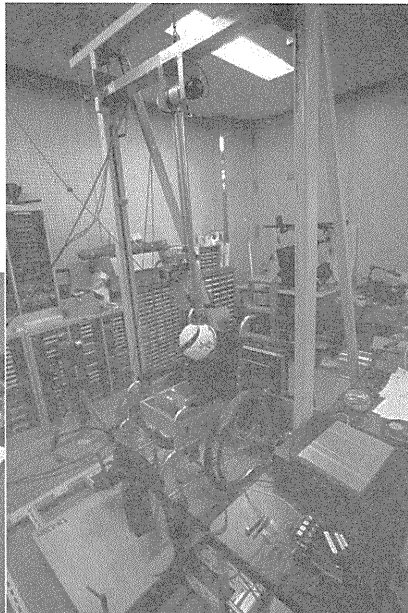


図 15 バックサポート斜め耐衝撃性試験



全景1



全景2

## 2) 結果

入れ子構造（ダブルパイプ）とそうではない（シングルパイプ）で、2回ずつ試験を実施したが、車いす本体には全く影響なかった。

	R1	R2	L1	L2
シングルパイプ 1回	-756.218	-270.704	-810.03	-113.095
シングルパイプ 2回	-720.601	-216.153	-768.101	-194.535
ダブルパイプ 2回目	-536.506	-192.151	-520.661	-223.774
ダブルパイプ 2回目	-530.799	-239.35	-550.773	-278.76

となり、シングルに比べ1.43倍強度が高くなっている。

## 4. キャスターアップによる負荷計測

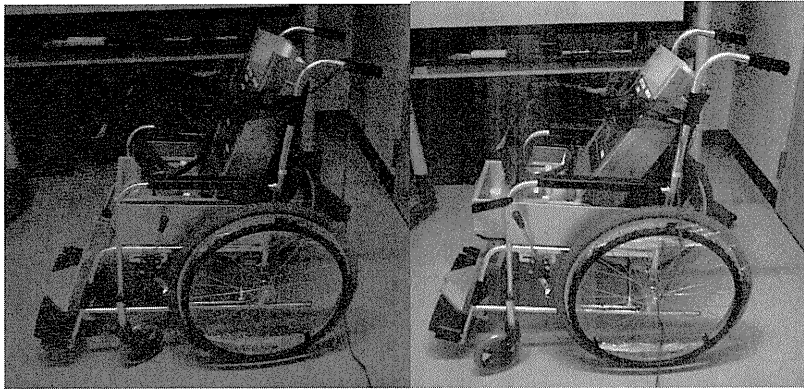
### 1) 座り方に関する基礎データ

直角座りと、仙骨座りとも呼ばれている滑り座りの2種として、その姿勢の確認として、座シート前方から座ダミー先端までと背部シート上端から背ダミー先端までの距離を測定する。同時に、荷重計にてキャスター部および主輪部の重量を測定し、配分を求める。

直角座りは極力、背部ダミーを後方へ持って行く。滑り座りはダミー前端をベルトで抑え、これ以上に滑らないようにした。

	長さ		重量	
	座前縁から	背上縁から	キャスター	主輪
直角座り	2cm	6.5cm	38kg	67kg
滑り座り	10.5cm	1cm	43kg	57kg





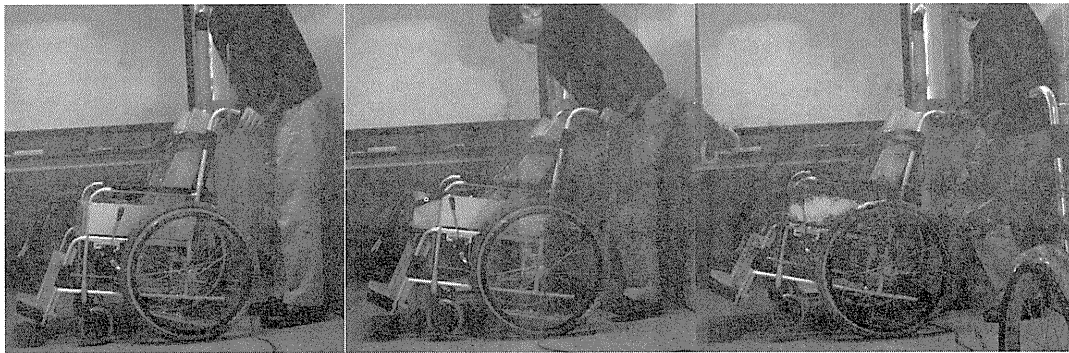
直角座り

滑り座り

### 2) キャスターアップの手法

キャスターアップの手法は、左右グリップを両手で下に押す方法、左右グリップは軽く抑え、ティピングレバーを右足で踏む方法、最後にティピングレバーを右足で軽く抑え、左右グリップを引く方法とした。

実際の実験では、それぞれ 2 回ずつ、手で押し、足で踏む、手で引くの順に実施した。



手押し

足で踏む

手で引く

### 3) ひずみゲージによる測定結果

#### 最大圧縮歪

		R1	R2	L1	L2
シングルパイプ 1 回目	直角座り	-1426.9	-523.5	-1451.5	-507.6
シングルパイプ 2 回目	直角座り	-1372.0	-509.4	-1428.7	-474.6
シングルパイプ 1 回目	滑り座り	-2009.3	-751.6	-2100.7	-683.4
シングルパイプ 2 回目	滑り座り	-1909.8	-723.3	-2062.8	-722.8
ダブルパイプ	直角座り	-1039.1	-453.3	-1091.7	-525.4

#### 最大引張歪

		R1	R2	L1	L2
シングルパイプ 1 回目	直角座り	-203.0	-22.6	-121.9	84.6
シングルパイプ 2 回目	直角座り	-190.3	-25.1	-113.2	86.7

シングルパイプ 1 回目	滑り座り	-287.2	-44.2	-236.3	99.3
シングルパイプ 2 回目	滑り座り	-235.3	-39.4	-217.6	61.3
ダブルパイプ	直角座り	-86.5	-19.5	-72.4	-34.3

シングルパイプ直角座りで 1 回目、2 回目、左右の R1 と L1 合計 4 つの平均は-1419.8  
 シングルパイプ滑り座りで 1 回目、2 回目、左右の R1 と L1 合計 4 つの平均は-2020.7  
 ダブルパイプ直角座りで、左右の R1 と L1 合計 4 つの平均は-1065.4

これらより、直角座りが滑り座りになると、1.42 倍の歪が増加。  
 シングルパイプがダブルパイプになると、0.75 倍に歪が減少。

#### 5. 衝撃試験とキャスターアップによる負荷の比較

シングルパイプ直角座りで 1 回目、2 回目、左右の R1 と L1 合計 4 つの平均は-1419.8  
 シングルパイプ滑り座りで 1 回目、2 回目、左右の R1 と L1 合計 4 つの平均は-2020.7  
 背フレームへの衝撃試験による背パイプの最大歪計測 平均 763.7 $\mu$

これらより、直角座りで 1.85 倍、滑り座りで 2.65 倍となる。

使用している材質は、超々ジュラルミンであり、

(A7075P) : Al-5.6 Zn-2.5 Mg-1.6 Cu 焼入れ、焼戻し(T6) の場合では

ヤング率 72GPa=72 $\times$ 10<sup>(9)</sup>Pa

降伏強さ 505MPa=505 $\times$ 10<sup>(6)</sup>Pa

引張強さ 573MPa=573 $\times$ 10<sup>(6)</sup>Pa

直角座りでの応力 : 72 $\times$ 10<sup>(9)</sup>  $\times$  1420 $\times$ 10<sup>(-6)</sup> = 102240 $\times$ 10<sup>(3)</sup> = 102.2MPa.

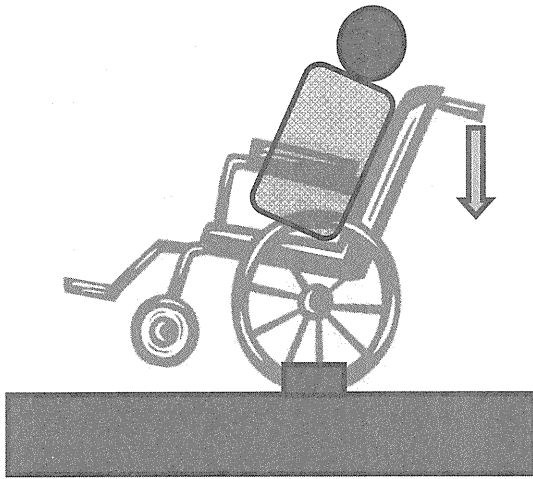
これは降伏強さの 20.2%、引張強さの 17.8%となる。

また、滑り座りでの応力は 72 $\times$ 10<sup>(9)</sup>  $\times$  2021 $\times$ 10<sup>(-6)</sup> = 145512 $\times$ 10<sup>(3)</sup> = 145.5MPa

これは降伏強さの 28.8%、引張強さの 25.3%となる。

これらより、衝撃試験による車いす負荷はキャスターアップ操作による車いす負荷と比べて低く、また滑り座りでのキャスターアップ操作では荷重が大きくなる。外出などの機会が増加する場合、金属疲労による破損が考えられるので、キャスターアップを模擬した試験を実施すべきである。

#### 6. キャスターアップ試験の提案



主車輪を固定し、ハンドグリップに対して下方に荷重をかけ、キャストが床から離れたら、負荷を止め戻す。但し、ダミーは最悪シナリオでは少し前に持ってくる状態がよいかもしれない。頻度については現時点で言及できない。

## 第4章 車いす強度を含む講習会

### 1. はじめに

本研究の目的は個別対応を行なっている座位保持装置を供給する事業者に対して、安全で安心な機器を供給するために設計・製作時に必要なガイドラインを開発する。

まず、日本で行われている車いす関連の講習会の状況を探る。

### 2. 車いす安全整備士養成講座 講習会テキスト

福祉用具は、その製品特性からすれば一般製品にも増して「安全な製品」でなければならず、そうした要求は市場拡大とともに、より強くなってきています。事実、2009年に発足した消費者庁から公表される「消費生活用製品の重大事故情報に係る公表について」にも、福祉用具の事故が公表されています。

こうした背景から、福祉用具にも工学的な安全基準である JIS マーク表示化や、機能性・使い勝手を評価する臨床評価が始まりました。

一方で、福祉用具が流通した後、つまり消費者・利用者視点で言えば購入・レンタル後のアフターフォロー、供給事業者サイドからするとアフターサービスも安全な消費生活を維持していくためには必要なことです。例えば、介護保険おける6ヶ月に一度のモニタリング。本来のモニタリングは、身体状況や生活環境の変化に機器が適合しているのか、利用機器の日常的なメンテナンスは行われているのか、誤用していないか等をしっかりと把握し、対応することが重要です。

今般、日本福祉用具・生活支援用具協会、日本車いすシーティング協会はじめ、多くの関係諸団体からご協力をいただき、「車いす安全整備士」を養成する講習会を開催するに至りました。

多くの皆様が、車いすの工学的側面にご関心をもたれ、体系的な学習を通して、整備に必要な知識・技術を身につけ、以てご利用者か安全な製品を安心して使用できる環境をつくることができれば幸いです。

車いす安全整備士とは

車いす安全整備構想

「車いす安全整備構想」とは、JISCBA 認証指針一手動車いすに明記されている「組立・整備についての知識及び技能を有する者」を車いす安全整備士と認定し、安全整備士が所属する車いす販売店、貸与事業所を車いす安全整備店として認める構想です。車いす安全整備士は車いすの点検・整備を行い、その車いすが工業標準化法等に定める安全な車いすであることを確認します。また、車いす利用者・介助者に正しい乗り方・介助のし方等を指導することによって、率いすの安全利用と事故防止を図ることを目的とするものです。

車いす安全整備士

一般社団法人日本福祉用具評価センターが実施する「車いす安全整備士講習会」を受講し、その後「率いす安全整備士検定試験」に合格し、車いすの点検整備と安全利用の指導について専門的な技能をもち、車いす安全整備制度推進の中心的な役割を果たす者です。

なお、この車いす安全整備士の資格が授与された者には、車いす安全整備士合格者名簿の登録番号が記載された「車いす安全整備士之証」が交付されます。

試験では、学科・実技の2科目があり、「学科試験」では、率いすの構造及び性能に関する知識、車いすの点検整備に関する知識、車いすの安全利用の指導に関する知識が関わられます。「実技試験」では、車いすの点検及び整備の技術が関わられます。

## 2. 車いす・シーティング技能者 講習会テキスト

### 1) 概要

本講習会は、「車いす・シーティング」に関する専門技術者を育成することにより、車いすや座位保持装置を利用する方々の、より快適な生活を支援することを目的としています。この講習会では、第一線で活躍する経験豊富な医療、工学の講師陣により、実務に役立つ知識を習得することができます。過去9回の開催で約800名の修了者を輩出しており、車いすや座位保持装置の供給に関わる専門職の皆様から高い評価を頂いております。本講習会は若干の実技内容を含みますが、基本的には座学での講習内容です。実技講習については、本基礎講習会を修了した方を対象として、「SE（シーティングエンジニア）認定講習会」を別途開催しております。

○参加対象者：車いすや座位保持装置の供給に関わる実務経験がある方。車いす、座位保持装置の製作技術者および適合技術者。義肢装具士、理学療法士、作業療法士、言語療法士、介護福祉士、ホームヘルパー1級所得者、その他。

○講習会修了者には当協会の講習修了証を発行します。

### 2) シーティング用具の製作に必要な材料・構造・力学の基礎知識

項目として、(1) 機能材料 (2) 構造 (3) 材料・構造・力学 (4) 車いす駆動に関する力学・生体力学からなる。特に(3)は材料力学の基礎とリンク機構からなり、さらに材料力学の基礎は材料の物理的特性、引張試験、疲労試験、衝撃試験、許容応力などの説明になる。

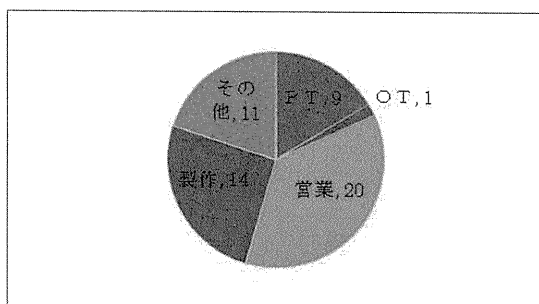
## 3. まとめ

一般論として必要事項を講習している。

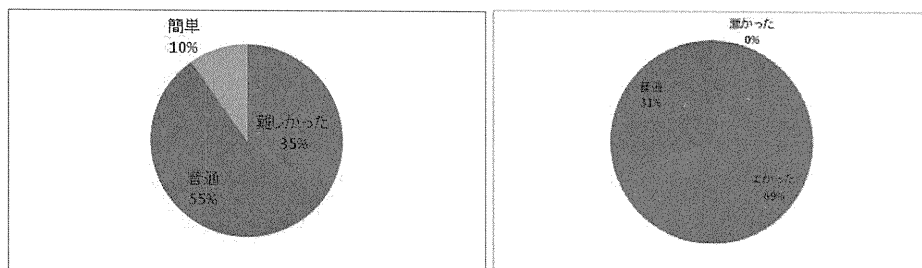
## 4. 1月に開催した講習会およびアンケート結果

内容は資料に示す。

### 1) 職種



## 2) 長谷川講師の内容について



- 自分の勉強不足をすごく感じました。もっと勉強してからもう一度受けたいと思います。
- お話が早かったのについて行くのが大変だった。
- 実例を多く知りたかったです。わかりやすかったです。
- 疲労しにくい材料があれば知りたかったです。
- 応力集中の回避の必要性和許容応力の重要性が理解できました。
- このような機会でないといけない話だった。
- セラピストには少々難しい内容かと思いました。もっとフックの法則の説明を加えていただくと良かったと思います。
- 非常に判りやすく説明いただけたので、理解しやすかった。
- もっと車いすフレーム、部品での実例が見たいと思った。
- 内容的に難しかったが、意識として持つべきだと思います。
- 短い時間の中でまとまっていたと思います。
- すみません。遅くなったので聞いていません。
- 金属疲労のメカニズムや応力集中しやすい形状などわかり良かった。
- 途中とばした所も聞きたかったです。
- 普段は感覚で行なっていることを再確認できたので良かったです。
- 材料と車いすの、もう少し踏み込んだ内容を期待していた。
- 数値の単位等の知識がなかったので…
- 改めて確認の意味でよかった。