

## 車椅子操作時の振動と乗り心地に関する走車実験について

On a Run-Test of Vibration and Riding-Comfort concerning Operation of a Wheelchair

苫小牧高専環境都市工学科	○正員	澤田 知之(Tomoyuki Sawada)
苫小牧高専機械工学科		小島洋一郎(Yohichirou Kojima)
苫小牧高専環境都市工学科	正員	近藤 崇(Takashi Kondo)
苫小牧高専物質工学科		古崎 毅(Tsuyoshi Furusaki)
北海道大学名誉教授	特別会員	能町 純雄(Sumio. G. Nomachi)

### 1. まえがき

平成12年5月17日の法制定により、住環境および公共施設のバリアフリー化が促進され充実されてきている。しかし、住環境や既存の施設においては物理的および構造的な制約は多く、緩傾斜スロープの新設、段差の解消や片流れ路面の解消等による十分なバリアフリー化が実現されていない事例が散見される現況である。

現在、一般に使用されている車椅子は、主に乗車者を介助者が移送する目的で開発されたものであり、乗車者にとって必ずしも快適なものになっていないとは限らない状態である。例えば、「平地に比べた坂道に対する恐怖」「乗車者の機能障害に対応していない」「乗り心地の悪さ」等の問題点がある。

特に、現状の車椅子では坂道において座面が路面の傾斜に合わせて傾くため、乗車者が車椅子からずれ落ちそうになり、乗車者が感じる不安定感・不快感および恐怖感は大きい。

車椅子利用者にとって、段差・傾斜(スロープ)は乗り心地の良さを左右する大きな問題であり、また介助者にとっても押し易さの点(操作面)で大きな問題と考えられる。

そのため本研究では、車椅子で平坦での移送、スロープを前向きで下りる、後ろ向きで下りる場合に、乗車者と介助者がどのような感覚を得ているのか、実車走行試験後SD法による官能評価を行った。

また、その結果について多変量解析手法のうち主成分分析を用いて、実車走行試験で得られた官能評価値に対する計測物理量の評価因子を抽出し、車椅子の乗り心地・押しやすさに対する検討および考察を行い、感性工学上の基礎的実験研究を行ったものである。

### 2. 実験方法

実験実施の病院ではスロープのある場所が数カ所あり、学生が移送するときには前向きで下りることが多い。車椅子操作について氏家<sup>1)</sup>は「急な下り坂の場合は、患者が車から落ちないように蛇行して引っ張るようにするか、あるいは後ろ向きに支えながらゆっくりと下りる」と述べている。しかし、スロープを前向き、後ろ向きで下りることが、乗車者、介助者にどのような感覚をもたらすかという観点から、車椅子で平坦(継ぎ目1ヶ所有り)での移送、スロープを前向きで下りる、後ろ向きで下りる場合に、乗車者と介助者がどのような感覚を得ているのか、実車走行を行った。

乗車実験状況を写真-1に、加速度センサーを付けた車椅子を写真-2に示す。

#### 1) 被験者

車椅子使用経験のある苫小牧市立総合病院附属高等看護学院2年生20名(乗車者10名、介助者10名)

#### 2) 実験場所

苫小牧市立総合病院1階 平坦廊下20m  
平坦廊下10mと傾斜6.2度のスロープ10m

#### 3) 実験条件

- ①移送速度：平坦20mに関してはメトロノームにより走行テンポ90歩/分(約1m/秒)を指示し、それ以外は介助者の任意速度とした。
- ②手順：平坦、スロープ前向き、スロープ後ろ向きの順で走行し、各走行後に乗車者・介助者両者を対象として官能評価によるアンケートを実施した。



写真-1 実験状況

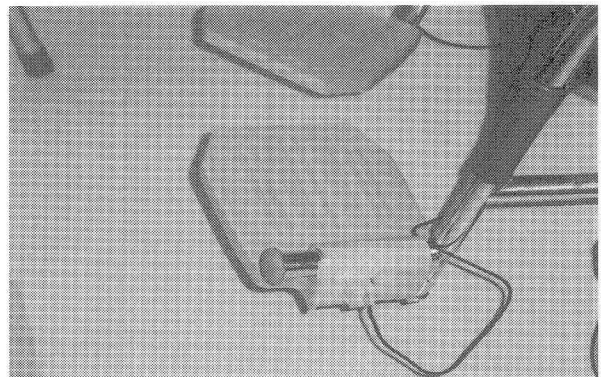


写真-2 加速度センサー

### 3. 実験結果

実車走行実験は、平坦前向き、スロープ前向き、スロープ後ろ向きの3種類を実施した。図-1及び図-2に平坦前向きの加速度測定結果例を示す。

また、これらを高速フーリエ変換 (FFT) したものを図-3に示す。図-1,2はいずれも直線路の継ぎ目上走行前後の測定値であり、継ぎ目走行時以外は平坦走行で小さな加速度となっている。図-3より、本実車走行実験においては、ほぼ20Hzの周波数が卓越しており、支配的であることがわかる。

今後は、色々なパターンにおいて実験・解析を継続する予定である。

### 4. 分析方法

#### 4-1 官能評価

本実験では、乗り心地および押しやすさの官能評価としてアンケート収集の際にSD法 (semantic differential method) を用いた。

SD法とは、もともと心理学における手法であり、刺激の質的变化に対応する「快-不快」などの心理的評価の構造を探るために用いられる。

ある刺激に対する印象を評価する際、反対語になった形容詞を対に位置づけた評価尺度を用いて、尺度上の該当する箇所に評定させ、得られたデータは因子分析や主成分分析などの多変量解析を行い、変数をできるだけ少数の因子にまとめて、刺激の特徴を代表させる方法である。

本実験における官能評価は、図-4に示すような形容詞対の7段階評価法であり、平坦・坂前向き・坂後ろ向きそれぞれの走行試験を終了した直後に乗車者・介助者両者を対象として行った。

#### 4-2 主成分分析

主成分分析とは、互いに相関のある多種類の変数の情報を、互いに無相関な少数個の総合特性値に要約する方法である。

主成分分析の利用に際しては、その始点として分散共分散行列と相関行列を用いる場合があるが、本研究では相関行列を始点とする方法を用いた。

主成分分析では、求められた相関行列から各変数の相関関係の強さを見ることができ、固有値ベクトルから、各主成分中で最も重要な変数を知ることができる。

さらに、主成分得点から各個人がどこに位置しているのを見ることができる。

### 5. 分析結果

#### 5-1 乗車者に対する分析結果

SD法による官能評価の結果を得点化して、各評価語間の相関関係をまとめた相関行列を表-1に示す。

表-1より、「安定-快」「安全-安心」「安定-安心」で高い相関が見られ、「遅い」だけが他の項目との相関が低いことがわかる。

次に固有値ベクトルを表-2に示す。

表-2より、主成分1において、「安定」「安心」「快」「安全」の4項目の主成分1に対する寄与が大きいことから主成分1は主にこの4項目から成り立っており、『乗り心地』を表していることがわかる。

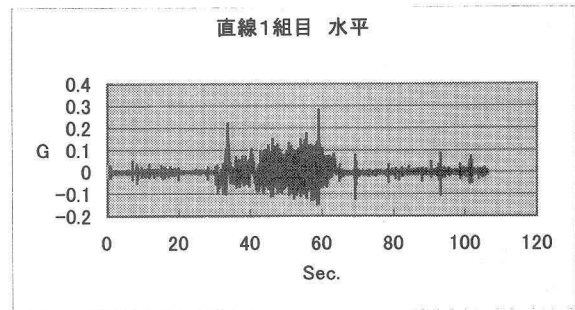


図-1 継ぎ目走行時測定加速度 (直線、水平方向)

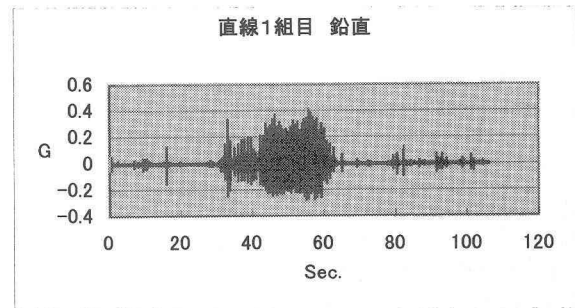


図-2 継ぎ目走行時測定加速度 (直線、鉛直方向)

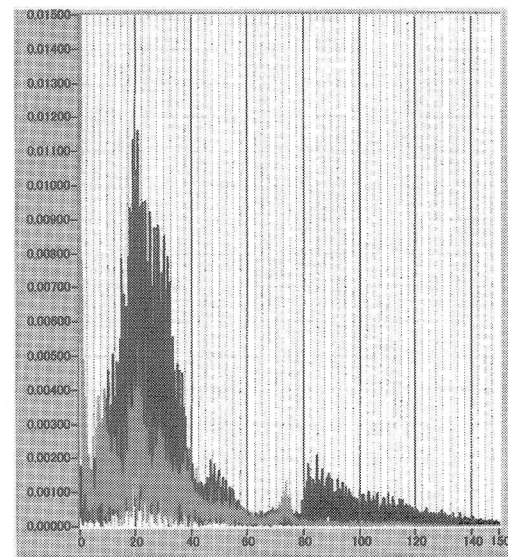


図-3 FFT結果 (赤：水平方向、緑：鉛直方向)

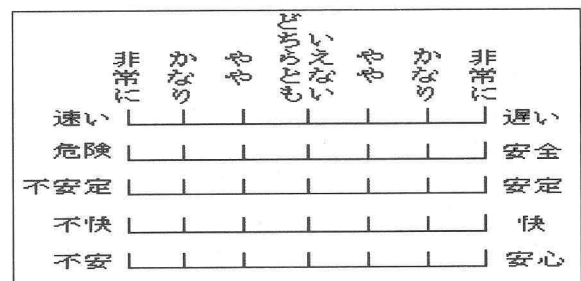


図-4 官能評価

また、主成分2は「遅い」の寄与が大きく、『速さ』を表していることがわかる。

次に主成分得点を図-5に示す。

図-5より、平坦の場合では、スピードはやや速く感じていたが、安全・安心・快・安定と感じていたことがわかる。

また、スロープ前向きでは、スピードは遅く感じていたが、若干、危険・不安・不快・不安定と感じていたことがわかる。

スロープ後ろ向きでは、スピードも速く感じ、危険・不安・不快・不安定と感じていたことがわかる。

これらのことから、乗車者は『乗り心地』の良さを平坦・スロープ前向き・スロープ後ろ向きの順で感じていたことがわかる。

## 5-2 介助者に対する分析結果

SD法による官能評価の結果を得点化して、各評価語間の相関関係をまとめた相関行列を表-3に示す。

表-3より、「安定・安心」「安全・安定」「遅い・容易」で高い相関が見られた。

次に固有値ベクトルを表-4に示す。

表-4より、主成分1において、「安全」「安定」「容易」「安心」の4項目の主成分1に対する寄与が大きいことから主成分1は主にこの4項目から成り立っており、『安全性』を表していることがわかる。

また、主成分2は、「遅い」の寄与が大きいことから、『速さ』を表していることがわかる。

次に主成分得点を図-6に示す。

図-6より、平坦の場合では、スピードはやや速いと感じていたが、安全・安心・容易・安定と感じていたことがわかる。

また、スロープ前向きでは、スピードは遅く感じていたが、危険・不安・困難・不安定と感じていたことがわかる。

スロープ後ろ向きでは、スピードはやや速く感じていたが、若干、安全・安心・容易・安定と感じていたことがわかる。

これらのことから、介助者は『安全性』を平坦・スロープ後ろ向き・スロープ前向きの順で感じていたことがわかる。

## 6. 考察

乗車者は『乗り心地』の良さを平坦・スロープ前向き・スロープ後ろ向きの順で感じていた。このことでは、平坦では『速さ』を感じているが『乗り心地』は良いと感じており、この程度のスピード（90歩/秒程度）は乗車者には不安を与えていず、『乗り心地』に影響を与えていないことがわかった。スロープを前向きで下りる場合と後ろ向きで下りる場合を比べると、後ろ向きの方が実際の走行速度は遅かったが、感覚としては『速さ』を感じている。このことから、『速さ』はただ単純にスピードだけではなく、危険や不安、不快などが加味され、実測より速く感じているものと考えられる。

介助者は『安全性』を平坦・スロープ後ろ向き・スロープ前向きの順で感じており、乗車者の感じ方と違いが見られた。

平坦では乗車者は『速さ』を感じているが介助者は『速さ』を感じていず、介助者が遅く感じる程度の『速さ』は『安全性』が高く、車椅子の操作が容易と感じている。スロープを前向きで下りる場合、スピードは遅く感じているが後ろ向きで下りる場合より『安全性』が低く、操作が困難であると感じている。このことはスピードを調整するためには、大きな

表-1 相関行列（乗車者）

	遅い	安全	安定	快	安心
遅い	1	0.4193	-0.0284	-0.2168	0.2402
安全	0.4193	1	0.8956	0.7954	0.9820
安定	-0.0284	0.8956	1	0.9820	0.9635
快	-0.2168	0.7954	0.9820	1	0.8956
安心	0.2402	0.9820	0.9635	0.8956	1

表-2 固有ベクトル（乗車者）

	主成分 1	主成分 2
遅い	0.0763	-0.8934
安全	0.4941	-0.2530
安定	0.5066	0.1593
快	0.4804	0.3244
安心	0.5124	-0.0846

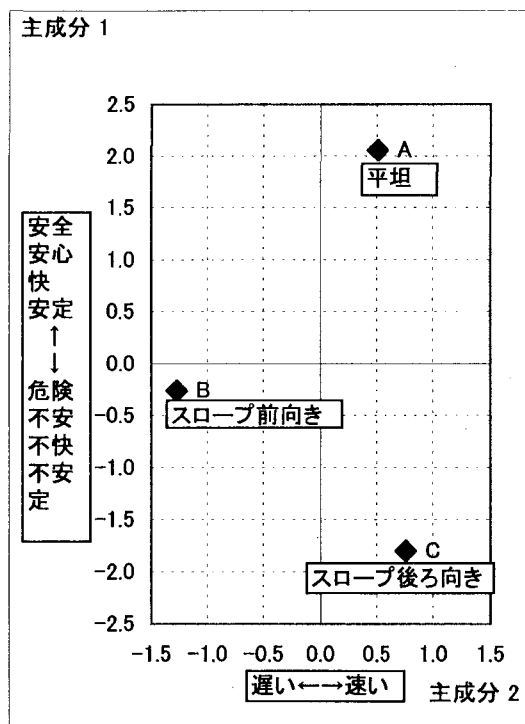


図-5 主成分得点グラフ（乗車者）

力で後方に引くような操作が必要なため、困難さを感じていると考えられる。スロープを後ろ向きで下りる場合は、後ろが見えないため不安が加味され『速さ』を感じている。しかし、後ろ向きは前向きに比べ乗車者を支えやすく、スピードを調整しやすいため、前向きより『安全性』が高く操作しやすいと感じているものと考えられる。

以上のことから、平坦の場合『速さ』の感じ方は、乗車者と介助者では大きく異なるため、介助者が遅いと感じる程度のスピードで移送することが必要である。

また、スロープを前向きで下りる場合では、介助者が困難さを感じており、後ろ向きで下りる場合では、乗車者は後ろが見えずに不安感を抱いている。

このことから、スロープを移送する際に乗車者、介助者両者が『乗り心地』の良さおよび『押しやすさ』を感じられる車椅子の開発が必要であると考えられる。

## 7. 結論

- 1) 平坦の場合、『速さ』の感じ方は、乗車者と介助者では大きく異なっている。
- 2) 乗車者は、スロープを後ろ向きで下りるより前向きで下りの方が、『乗り心地』が良いと感じている。
- 3) 介助者は、スロープを前向きで下りる場合困難さを感じている。

## 謝辞

本研究を行うにあたり、苫小牧市立総合病院附属高等看護学院、教務主任・佐々木郁子氏、米津真紀氏、立花枝美子氏、高橋美樹子氏、高橋美穂子氏、高橋かおる氏、田中道子氏、佐々木幸子氏には、実験・検討に協力して頂いた。また、苫小牧高専専攻科・岩口純子氏、本科・中村充美氏には、実験データ整理・作図に協力頂いている。ここに記して深謝の意を表する次第である。

## 参考文献

- 1) 氏家幸子他：基礎看護技術 I（第5版）、医学書院 pp.250,2000.
- 2) 松岡敏生、新木隆史、西松豊典、寺田典弘、鳥羽栄治：高齢者のための快適なシーティングシステムの開発—背もたれ角度が車椅子の座り心地に及ぼす影響—、三重県工業技術総合研究所研究報告、NO.24,pp10-18,2000.
- 3) 武井一剛、石黒陸雄：乗員の官能評価にもとづく乗り心地評価、豊田中央研究所 R & D レビュー、Vol.30, No.3, pp.47-55, 1995.9.
- 4) 山中敏正、近藤真生：感性評価による製品が発する音の特徴分析
- 5) 中西義孝、日垣秀彦、和田健吾、花田正人、宮川浩臣：車椅子の改良による段差・スロープ・片流れ路面での操作性の変化、ライフサポート学会、ライフサポート Vol.14, No.1, pp.8-13, 2002.
- 6) 菅 民郎 著：Excelで学ぶ多変量解析入門、オーム社, 174-202, 2002.
- 7) 筑柴恒男：食品の官能評価・鑑別演習、日本フードスペシヤリスト協会、建ぱく社、pp.1-34

表-3 相関行列 (介助者)

	遅い	安全	安定	容易	安心
遅い	1	0.7313	0.6186	0.9820	0.5000
安全	0.7313	1	0.9883	0.8470	0.9563
安定	0.6186	0.9883	1	0.7559	0.9897
容易	0.9820	0.8470	0.7559	1	0.6547
安心	0.5000	0.9563	0.9897	0.6547	1

表-4 固有ベクトル (介助者)

	主成分 1	主成分 2
遅い	0.4022	-0.6386
安全	0.4809	0.1727
安定	0.4640	0.3420
容易	0.4467	-0.4498
安心	0.4383	0.4930

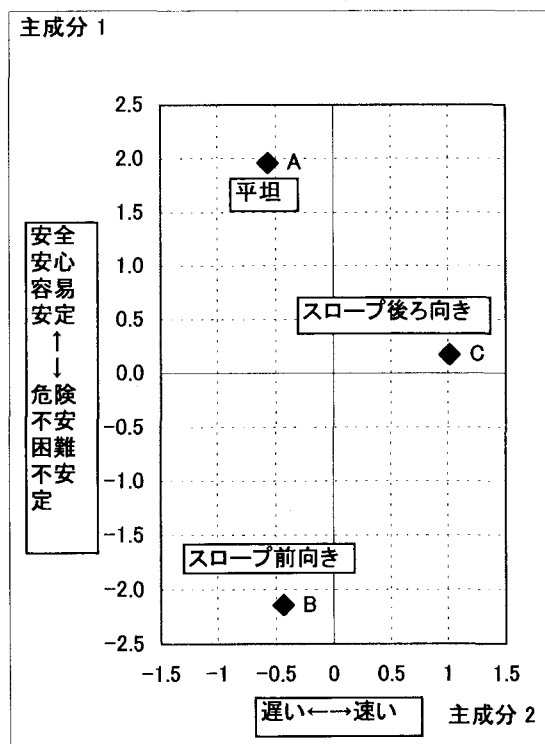


図-6 主成分得点グラフ (介助者)