

# 1209 スロープを下る場面における車いす使用時に感じる不安の推定

Estimation of a declivity angle for human to feel the anxiety in the case of going down slopes using wheelchair

○学 加納 勇太 (群馬大学) , 正 山田 功 (群馬大学大学院)

Yuta Kano Gunma University, 1-5-1 Tenjincho, Kiryu, Gunma

Kou Yamada Graduate school of Engineering, Gunma University, 1-5-1 Tenjincho, Kiryu, Gunma

*Key words:* human engineering biomechanics, bio-motion, wheelchair, anxiety, Quality Of Life(QOL)

## 1 まえがき

近年, 老化に伴う歩行障害を補ったり, 移動能力が獲得できれば様々な分野で活躍できる人のための車いすの高性能化に関して高い関心を集めている [1]. これらの研究は, 車いす使用可能環境を拡大することを目的としているが, この問題を検討する際に忘れがちなのが, 人は物ではなく, 感情を有する生き物であるということである. そのため, たとえば物理的にはなら問題なく車いすを使用して乗り越えられる段差であったとしても, 車いす使用者が不安を感じ, 実際には乗り越えられない場合もある. 車いす使用者の不安感を無視して, 車いすを設計したり, 街づくりをすると, 本来の目的である車いすの使用可能環境を拡大することはできない.

Yamadaら [2]は, 視覚情報を排除し, 車いす使用者がスロープを下る場面を想定し, 前庭器官からの情報が車いす使用者のどの特質と結びつき不安の閾値を変化させるのかを検討し, 車いす使用者の不安の閾値を推定する方法を検討している.

本稿の目的は, 視覚情報を含めた状態で, 車いす使用者がスロープを下る場面を想定し, このこと以外は Yamadaら [2]と同じ問題設定のもと, スロープの傾斜角度(勾配)が原因となる不安に関して, 視覚情報と前庭器官からの情報が車いす使用者(現在車いすをしようしていない健康者)のどの特質と結びつき, 不安の閾値が変化するかをアンケート法を用いて明らかにし, 不安の閾値を推定する方法を明らかにすることである.

## 2 測定方法

ここでは, 前庭器官からの情報が車いす使用者のどの特質と結びつき不安の閾値を変化させるのかを明らかにするために行った測定方法をまとめる.

測定には, 車いすがスロープを下る場面を想定し, 傾斜角度を徐々に変えることのできる実験装置を用いる [2]. 測定に使用した実験装置の概略を Fig. 1 に示す. 傾斜角度測定用のデジタルレベルとしては, 精度  $0.05^\circ$  のものを使用した.

ジャッキを一定速度で回転させることにより鋼板を傾けた. すなわち, 鋼板を傾ける速度は, 角度換算で  $0.45^\circ/s \sim 0.0125^\circ/s$  とし, 傾斜角度が大きくなるにつれ鋼板を傾ける速度が小さくなるようにした. 被験者には, 実験装置上に設置してある車いす(手動車いす・自走用標準型 [3])に Fig. 1 の向きで腰を深くかけてすってもらい, アームレストに自然に手を乗せ, 正面を向いた状態で目は開けたままにもらった. 被験者には, 不安を感じたところで合図をもらい, その傾斜角度(不安の閾値)をデジタルレベルで計測した. 別に, 車いす使用者の特質をアンケート法を用いて調査する. 被験者が不安を感じた傾斜角度(目的変数  $y$ )と 16 項目のアンケート結果(説明変数  $x_1, \dots, x_{16}$ )をもとに重回帰分析を行うことで, 前庭器官からの情報が車いす使用者のどの特質と結びつき不安の閾値を変化させるのかを検討する. 使用したアンケートの質問事項を以下にまとめる.

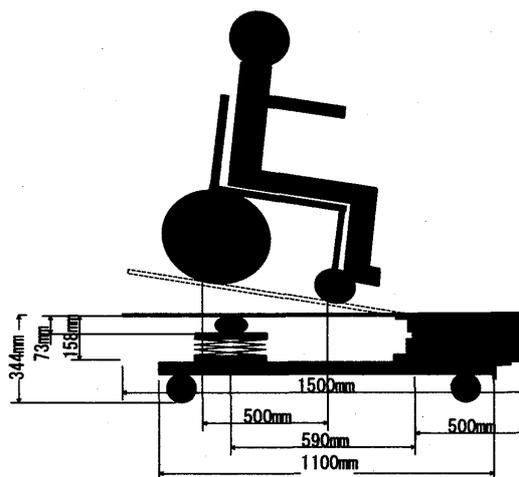


Fig. 1: Experimental device

- $x_1$ : 性別 (1. 男, 2. 女)
- $x_2$ : 年齢 ( \_\_\_\_\_ 才)
- $x_3$ : 身長 ( \_\_\_\_\_ cm)
- $x_4$ : 体重 ( \_\_\_\_\_ kg)
- $x_5$ : 靴のサイズ ( \_\_\_\_\_ cm)
- $x_6$ : 利き手 (1. 右利き, 2. 左利き, 3. 両利き)
- $x_7$ : 今日の体調 (1. 非常に悪い, 2. 悪い, 3. ふつう, 4. 良い, 5. とても良い)
- $x_8$ : 昨夜の睡眠時間 (1. 不眠, 2. 3時間くらい, 3. 6時間くらい, 4. 9時間くらい, 5. 12時間以上)
- $x_9$ : 我慢強いほうか否か (1. 我慢強くない, 2. やや我慢強くない, 3. どちらでもない, 4. やや我慢強い, 5. 我慢強い)
- $x_{10}$ : 絶叫マシン(ジェットコースターなど)の類に相当する乗り物の好き嫌い (1. 大好き, 2. 好き, 3. ふつう, 4. 嫌い, 5. 大嫌い)
- $x_{11}$ : 運動の好き嫌い (1. 大好き, 2. 好き, 3. どちらでもない, 4. 嫌い, 5. 大嫌い)
- $x_{12}$ : いつ頃から自転車に乗れるようになったか (1. 小学校入学以前, 2. 小学校低学年(1, 2年生), 3. 小学校中学年(3, 4年生), 4. 小学校高学年(5, 6年生), 5. 中学校入学以後)
- $x_{13}$ : 毎日もしくは時々, 運動をしているか (1. 全くしていない, 2. まれにしている, 3. 時々している, 4. 頻繁にしている, 5. 毎日している)
- $x_{14}$ : 一週間に何日くらい運動をしているか (1. 1日くらい, 2. 2日くらい, 3. 3日くらい, 4. 4日くらい, 5. 6日くらい)

$x_{15}$ :測定中、緊張したか (1. 緊張した, 2. やや緊張した, 3. どちらでもない, 4. それほど緊張しなかった, 5. 緊張しなかった)

$x_{16}$ :この実験装置をみて、不安を感じたか (1. はい, 2. 少し不安になった, 3. いいえ)

ただし、 $x_i (i = 1, \dots, 16)$  は、上記の ( ) 内の数値をとるものとする。

### 3 実験結果

被験者は、10代～70代まで男性101人、女性62人、合計163人である。被験者が各年代に集中することのないようにしている。なお、今回測定した被験者は、全員障害がなく、測定時においては車いすを使用していないことに注意する。

実験結果から以下のことが確認される。

1. 被験者が不安を感じる傾斜角度は、 $3.00[^\circ]$ 以上である。
2. 被験者が不安を感じる傾斜角度は、 $13.40[^\circ]$ 以下である。
3. 被験者が不安を感じる傾斜角度のヒストグラムは、単調ではない。すなわち、複数のピークからなる山から構成される。
4. 不安を感じる傾斜角度は、平均的には男性よりも女性の方が若干大きい。

### 4 解析および考察

被験者が感じる不安に対し、低い傾斜角度で感じる要因、高い傾斜角度で感じる要因が異なっている場合には、全範囲を一括して重回帰分析を行っても有用な情報は得られない。

試行錯誤的に解析を行うことにより、被験者が不安を感じる傾斜角度を8段階に分割するとよいことが判明した。すなわち、傾斜角度を(A) $3.00[^\circ]$ ～ $4.40[^\circ]$ (以下では傾斜角度(A)と記述する)、(B) $4.40[^\circ]$ ～ $5.85[^\circ]$ (以下では傾斜角度(B)と記述する)、(C) $5.85[^\circ]$ ～ $6.55[^\circ]$ (以下では傾斜角度(C)と記述する)、(D) $6.55[^\circ]$ ～ $7.85[^\circ]$ (以下では傾斜角度(D)と記述する)、(E) $7.85[^\circ]$ ～ $8.90[^\circ]$ (以下では傾斜角度(E)と記述する)、(F) $8.90[^\circ]$ ～ $10.10[^\circ]$ (以下では傾斜角度(F)と記述する)、(G) $10.10[^\circ]$ ～ $12.10[^\circ]$ (以下では傾斜角度(G)と記述する)、(H) $12.10[^\circ]$ ～ $13.40[^\circ]$ (以下では傾斜角度(H)と記述する)に分割すると、2で述べたアンケートの質問事項から、車いす使用者が不安を感じる傾斜角度を精度よく推定できる。

つぎに、傾斜角度を傾斜角度(A)～(H)に分割すると、2で述べたアンケートの質問事項から、車いす使用時に人が不安を感じる傾斜角度が精度よく推定できるという解析結果を示す。傾斜角度(A)～(H)に分割し重回帰式を求めると、

$$\hat{y}_i = \sum_{j=1}^{16} b_{i,j} x_j + b_{i,0} \quad (i = 1, \dots, 8) \quad (1)$$

となる。ただし、 $\hat{y}_1, \hat{y}_2, \hat{y}_3, \hat{y}_4, \hat{y}_5, \hat{y}_6, \hat{y}_7, \hat{y}_8$ は、それぞれ傾斜角度(A)～(H)の区間における傾斜角度 $y$ の推定値である。

傾斜角度を傾斜角度(A)～(H)に分割したときの重相関係数 $R$ 、決定係数 $R^2$ 、自由度調整済み決定係数 $\hat{R}^2$ はそれぞれ1に近い値であり、重回帰式はあてはまりが良いことが示されている。また、有意水準5%以下という基準で、求めた重回帰式(1)式は推定に役立つことが明らかにされた。

車いす使用時に不安を感じる傾斜角度に関して、重回帰式(1)式を用いると、視覚情報を含めた状態でスロープを下る場面の不安の閾値は、全体的な傾向として、性別、靴のサイズ、我慢強さ、自転車に乗れるようになった時期、測定時の緊張の度合いにおいて大きな影響を受け決定される。特に性別や靴のサイズなど身体的な特徴がそれぞれの範囲において大きな影響を

与えているということがわかる。靴のサイズが大きくなるほど不安の閾値が小さくなるということに関しては、靴のサイズが大きくなれば、相対的に足の重心が前方に移動することから、不安の閾値が小さくなるものと推察される。また、不安の閾値へ影響を与える特質が角度ごとに異なることが明らかにされた。

次に、目を開けた場合と、参考文献[2]で検討された目を閉じた場合に、不安の閾値に主に影響を与えている特質を比較する。特に大きな影響を及ぼしていた特質の相違点を以下にまとめる。

#### 1) 目を閉じた場合

睡眠時間や運動の頻度などの前庭器官を敏感にする特質、また、体調、睡眠時間、運動の頻度などの下肢の耐力を増加させるような特質が不安の閾値に大きな影響をおぼしている。

#### 2) 目を開けた場合

性別や靴のサイズなどの身体的な特徴が不安の閾値に大きな影響を及ぼしている。

これらのことは、目を閉じている場合には主に前庭器官の感度を敏感にする要因、また下肢(特に大腿部下部)で感じる力に対する耐力に影響を与える要因が不安の閾値と関係深いのにたいし、目を開けている場合には、主に生まれながらに持っている特質である性別や靴のサイズなど身体的な要因が不安の閾値と関係深いことを明らかにしている。この相違の理由の一つに、目を開けることで目を閉じていた際に主に影響を及ぼしていた、前庭器官の感度や下肢(特に大腿部下部)で感じる力に対する耐力による影響を覆ってしまうためではないかと考えた。つまり、視覚からの情報が得られることで、目を閉じていたときには不安の閾値に影響を及ぼしていた多くの情報があまり重要性をもたなくなったということである。そのため、目を開けた場合には、生まれながらに持っている特質である性別や靴のサイズなど身体的な要因に特に影響を受けていると推察する。

以上のことより、視覚情報を含めた状態でスロープを下る場面の不安の閾値は、全体的な傾向として、性別、靴のサイズ、我慢強さ、自転車に乗れるようになった時期、測定時の緊張の度合いに主に影響を受け決定される。また、これらのことより不安の閾値へ影響を与える特質が角度ごとに異なることが明らかになった。

### 5 あとがき

本稿では視覚情報を含めた状態での車いすでスロープを下る場合に車いす使用者(現在車椅子を使用していない健常者)の不安の閾値を決定している特質(要因)の抽出と、その特質から車椅子使用者の不安の閾値を推定する方法を明らかにした。

### 参考文献

- [1] T. Yoneda and H. Funakubo, Wheel chair and walking machine, *Journal of Robotics Society of Japan*, 11-5, (1993), pp.644-648(in Japanese).
- [2] K. Yamada, Y. Kodera, N. Nakazawa, S. Hosoi, K. Shirakura and N. Hisata, Estimation of a declivity angle for human to feel the anxiety in the case of going down slopes using wheelchair, *Transactions of the Japan Society of Mechanical Engineers*, C71-707, (2006), pp.2337-2345(in Japanese).
- [3] Japanese Industrial Standard Committee, *JIS-T9201 Manually propelled wheelchairs*, Japanese Standards Association(2006)