

# 歩行時のスリッパの脱げ防止に関する研究

*Research on prevention of slipper detachment when walking*

中川結果・上西園武良

## 要旨：

日常生活の中で歩行中にスリッパが脱げることは、煩わしく何らかの改良が必要である。この問題に対して、転倒リスクの軽減を図るなど脱離の発生そのものを研究したものはあったが、脱離の阻止に着目した研究は見当たらなかった。そこで本研究では、全てのユーザーが行うと考えられる脱離阻止の行動を強化する方法を用いてスリッパを改良することにより、脱離しにくくすることを目的としている。

まず、脱離の種類と発生しやすい状況を明らかにする実験を行った。この結果、脱離の種類には初期残留、空中落下、飛び出しの3つがあること、および発生しやすい状況は滑りやすい靴下（ストッキング）着用時であったことを見出した。次に、阻止行動の特徴を抽出するために、2つの工夫（スリッパ上部を切り取り透明素材を装着した透明スリッパ、および上記の滑りやすい靴下）によって、スリッパ着用時における足指の動きを観察可能にした。この実験的な工夫により、スリッパ着用時の歩行の特徴は、スリッパへの足指の関節押付による摩擦増加と、地面とスリッパ底面角度を小さくするずれ落ち阻止の2タイプに分類できることを実験的に明らかにした。

キーワード：製品設計、スリッパ、人間工学

## 1. はじめに

日常生活の中で歩行中にスリッパが脱げること（以下「スリッパの脱離」）は、煩わしく何らかの改良が必要である。スリッパ使用上の問題点として、柴垣<sup>1)</sup>、堤嶋等<sup>2)</sup>、田中等<sup>3)</sup>、倉本<sup>4)</sup>は、転倒リスクの軽減を取り上げている。堤嶋等は、その中で靴とスリッパで歩行時の比較を行い転倒の指標となる変動係数（1歩行周期時間の変動率）で有意差は示しているが、脱離の原因を特定するには至っていない。田中等は、脱離することによって転倒リスクが高くなると推察している。倉本は、足が浮いている状態（以下「遊脚」、図1）の初期にズレ（脱離）が起きやすいと論じている。しかし、いずれの研究も脱離や発生する様子を示したものは調査した範囲では見当たらなかった。

このように前提とされている脱離について、脱離そのものを明らかにすることは、今後のスリッパに関する研究において重要である。

スリッパの改良によって、脱離しにくくすることが本研究の目的である。そのために、全てのユーザーが行うと考えられる脱離阻止の行動を強化する方法を用いる。この目的を達成するために、脱離阻止の特徴（歩行の特徴）を分類し、この特徴に基づいた改良案を提案する。

## 2. 脱離の種類を特定するための実験

### 2.1 用語説明

歩行時に足が浮いている状態の脚を、「遊脚」と言う。遊脚初期と記述した場合には足が浮き始めた直後のことを、遊脚中期は足を前方へ移動させていることを、遊脚後期は足が地面に着く直前のことをそれぞれ示す。



図1 遊脚の説明

## 2.2 方法

### 2.2.1 実験目的

歩行の一連の流れの中で、脱離の種類と発生しやすい状況を明確にする。

### 2.2.2 被験者

実験者本人1名（女性、年齢21歳）である。

### 2.2.3 実験環境及び使用器具

実験場所は、通常スリッパが使用される自宅の廊下（フローリング）である。使用したスリッパは広く市販されている合成皮革製スリッパである。また、同時に着用される靴下とストッキングを用意した。脱離状況の撮影のためビデオカメラを用いた。

### 2.2.4 実験手順

通常スリッパを履いているときには、素足、靴下、ストッキングのいずれかであることがほとんどである。このため上記3種類で実験を行った。歩行する様子を固定したビデオカメラで撮影した。より自然な脱離を発生させるため、1週間かけて実施した。

## 2.3 実験結果

脱離の種類を以下の3つに分類した。

- ① 初期残留：足が浮いている状態（遊脚）になり始めるとき、スリッパが空中へ持ち上げられず床に置いて行かれるように脱離する。
- ② 空中落下：遊脚状態の初期から中期に発生する脱離である。一旦スリッパは空中に持ちあがるが、途中で落下するように脱離する。
- ③ 飛び出し：遊脚状態の後期に起きる脱離である。スリッパが前方へ飛び出すように脱離する。

なお、最も脱離が発生するのはストッキングを着用したときであった。

## 2.4 脱離発生の推定原因

脱離発生の推定原因は以下の通りである。

- ① 初期残留：脱離を防ぐための無意識の行動（以下「脱離阻止行動」）を行っていない（または不十分）ため、スリッパが残留すると推測される。
- ② 空中落下：脱離阻止行動は行ったが、遊脚中にこの行動が中断されたと推測される。
- ③ 飛び出し：床に付く直前の時点では、遊脚となっている足の速度が急激に下がるため、スリ

ッパは慣性の法則で前方へ飛び出すと推測される。

## 2.5 着目すべき脱離阻止行動のタイミング

脱離の種類3つに対して、それぞれ阻止行動を行うタイミングを考察した（表1）。下記の考察から、本研究では着目するタイミングを足が遊脚になり始めるとき（遊脚初期）とする。

- ① 初期残留：遊脚初期に行う。
- ② 空中落下：空中において突然に脱離阻止行動を行うとは考えにくいため、空中落下の脱離阻止行動は遊脚初期に行っていると考えられる。
- ③ 飛び出し：飛び出しは、足がつく直前に突然行うとは考えにくいため、同様に遊脚初期に行っていると考えられる。

上記の考察から、阻止行動は全て遊脚初期に行っていると考えられる。本研究では着目すべきタイミングを遊脚初期とすることで、阻止行動の特徴を抽出する。

表1 阻止行動の実施タイミング

脱離の種類	脱離のタイミング	阻止行動の実施タイミング	実施タイミングの推定根拠
初期残留	遊脚初期	←	(自明)
空中落下	遊脚初期～中期	遊脚初期	空中で阻止行動を行うとは考えにくいため
飛び出し	遊脚後期	遊脚初期	足が付く直前に阻止行動を行うとは考えにくいため

## 3. 脱離阻止行動の特徴を抽出する実験

上記の考察で示した通り遊脚初期に着目して、阻止行動の特徴を抽出する。

### 3.1 方法

#### 3.1.1 実験目的

遊脚初期においてスリッパの脱離阻止行動の特徴を抽出、分類する。

#### 3.1.2 被験者

新潟国際情報大学の学生7名（男性4名、女性3名、年齢21～22歳）である。

#### 3.1.3 実験環境及び使用器具

実験は、新潟国際情報大学の実験室で行った。ビデオカメラを固定して、歩行時に足首より下を撮影した。

実験上の工夫として実験道具を改良した（図2）。1つ目は、ナイロン製靴下である。脱離の種類を特定するための実験で、脱離しやすいとの結果になったストッキングと同じ素材の靴下をこの実験では使用した。短い実験時間の中で阻止行動の発生確率を向上させるためである。2つ目は、透明スリッパである。スリッパ上部を切り取り、透明素材を装着したものを使用した。スリッパ内部の動きを撮影可能とするためである。

#### 3.1.4 実験手順

被験者にスリッパとナイロン製靴下を着用してもらった状態で、実験室内の水平な歩行路を歩いてもらう。この歩行中にビデオカメラで撮影する。

その後、ビデオカメラで撮影した動画データを1コマずつ送り解析を行う。



図2 実験上の工夫

### 3.2 実験結果

ビデオカメラで解析をした結果、脱離阻止の特徴は下記の関節押付とずれ落ち防止の3種類であった。

- ・MP関節押付：MP関節（足指の付け根の関節，図3）でのスリッパ上部への押付
- ・IP・PIP関節押付：IP・PIP関節（足指の関節）でのスリッパ上部への押付
- ・ずれ落ち防止：地面とスリッパ底面の角度を極力小さくして前方へのずれ落ちを阻止

これらの特徴を被験者ごとにまとめた（表2）。被験者1～3はMP関節押付またはIP・PIP関節押付を行っている。被験者4～7は、これらの特徴が見られない代わりにスリッパ底面角度が被験者1～4と比較して小さいことが分かる。

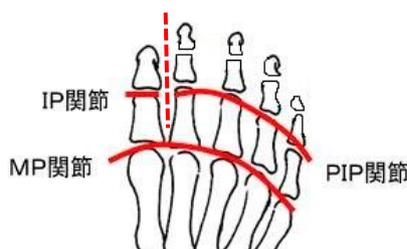


図3 関節の名称（参考文献<sup>5)</sup>の図を改変）

## 4. 考察

### 4.1 脱離阻止行動のタイプ

実験結果から、スリッパの脱離阻止行動には2つのタイプがあると言える。被験者1,2,3をタイプA、被験者4,5,6,7をタイプBと名付ける（図4）。

タイプAとは、いずれかの関節押付を行っている、相対的にスリッパ底面角度を大きく保持している阻止行動のタイプである。スリッパを内部から押しつけることで摩擦を増やし、通常の靴のように歩いても脱離させないようにしていると考えられる。

タイプBとは、いずれの関節押付も行わず、相対的にスリッパ底面角度を小さく保持している阻止行動のタイプである。関節押付によってスリッパを靴のように持ち上げない代わりに、底面角度を小さく保持することで足の甲からスリッパが前方へずれ落ちないようにしていると考えられる。



タイプA

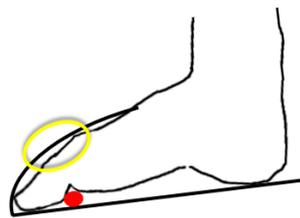


タイプB

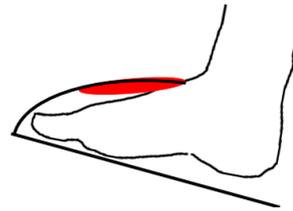
図4 脱離阻止行動のタイプ

## 4.2 対策案

両タイプの脱離阻止行動に対する改良案を提案する（図5）。



タイプA



タイプB

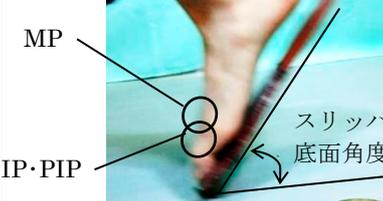
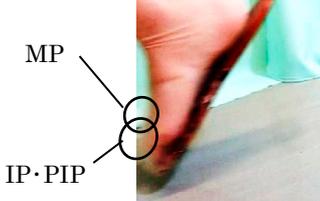
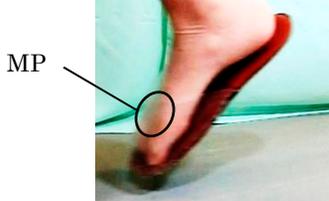
図5 改良案

タイプA：関節押付を容易にするため、足指の裏にライン状の突起物をスリッパに取り付ける。

タイプB：スリッパ上部と足の甲の摩擦を増加させるため、摩擦を増やす素材（シリコンシートなど）を取り付ける。

上記の対策案は、対策部位が異なるため同一のスリッパに適用することができる。

表 2 脱離阻止行動の特徴

被験者 NO	MP 関節押付	IP・PIP 関節押付	判別に使用した画像	スリッパ底面 角度(見かけ)
1	○	○	 <p>MP IP・PIP スリッパ 底面角度</p>	47°
2	○	○	 <p>MP IP・PIP</p>	36°
3	○	×	 <p>MP</p>	37°
4	×	×		21°
5	×	×		20°
6	×	×		14°
7	×	×		10°

○：該当あり    ×：該当なし

## 5. まとめ

本研究では、脱離の種類（初期残留、空中落下、飛び出し）を明確にした。更に、脱離阻止の特徴を抽出し、押付とずれ落ち防止の2タイプに分類した。今後の課題は、対策案を検証することである。

## 参考文献

- 1) 柴垣信介：スリッパと靴での歩行の比較：歩行分析計と表面筋電図による解析、理学療法学 Supplement Vol.38 Suppl. No.2、2011
- 2) 提嶋浩等：履物の違いが歩行に与える影響—転倒との関連性の検討—、理学療法学 Supplement Vol.41 Suppl. No.2、265、2014
- 3) 田中翔子, 齋藤誠二：スリッパの屈曲性が歩容に与える影響、日本人間工学会第53回大会、2012
- 4) 倉本尚幸等：スリッパのズレを抑制するための重心位置の検討、日本人間工学51巻特別号、298～299、2015
- 5) Retrieved December 1, 2017, available from <http://www.geocities.jp/miyadai0403/index.htm>