

# インソールに配置した MEMS3 軸力センサによる 足裏応力分布計測

中井 亮仁 (東京大学) 永野 顕法 (タッチエンス)  
高橋 英俊 (東京大学) 松本 潔 (東京大学)  
下山 勲 (東京大学)

中市新太  
富山県立大学 情報システム工学科  
[u020025@st.pu-toyama.ac.jp](mailto:u020025@st.pu-toyama.ac.jp)

# 1 研究の背景と目的

2/5

## 背景

高齢化が進む我が国において、高齢者の健康寿命を延ばすことは重要な課題である。高齢者の歩き方の改善や転倒予防に有効なシステムを開発するにあたり、工学的に人の歩き方を解析する手法が研究されており、特に歩行者の足裏に働く力を計測する研究は国内外で数多く行われている。

## 目的

先行研究での課題を克服し、歩行や運動に影響を与えることなく、計測環境を選ばない、足裏部の3軸応力分布計測システムの実証が本研究の目的である。

## 先行研究

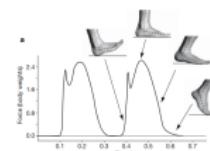


図 1: フォースプレート



図 2: 三軸／六軸力センサ

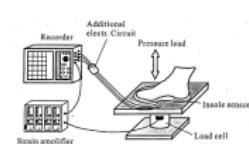


図 3: 圧電フィルム

## 2 研究の概要

3/5

### 概要

センサ部直径 8mm, 厚さ 1.6mm の 3 軸力センサを運動靴のインソールの踵部, 拇趾球部, 小趾球部の 3箇所に埋め込み, 計測データを無線で送信するシステムを制作する. 3 軸力センサに加重される圧力  $\sigma_z$  と 2 軸のせん断応力  $\tau_x, \tau_y$  と, 上記電圧変化  $V_x, V_y, V_z$  の間には, センサの特性行列を介して式 (1) の関係が成り立つ.

$$\begin{pmatrix} V_x \\ V_y \\ V_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_{11} & k_{12} & k_{13} \\ k_{21} & k_{22} & k_{23} \\ k_{31} & k_{32} & k_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \tau_x \\ \tau_y \\ \sigma_z \end{pmatrix} \quad (1)$$

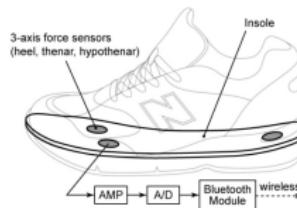


図 4: システム



図 5: システム写真

### 3 実験結果

背景と目的  
研究の概要  
実験結果  
考察と結論

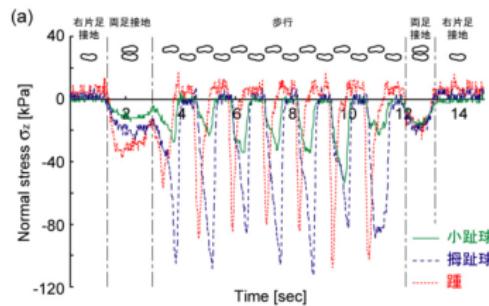


図 6: 垂直応力

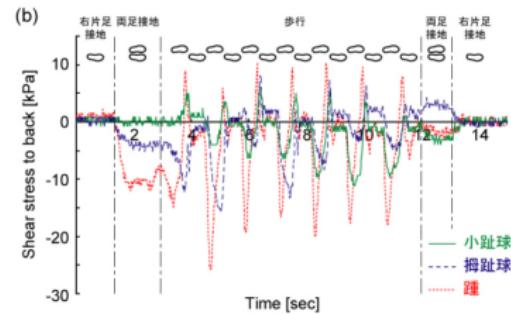


図 7: 前後方向のせん断応力

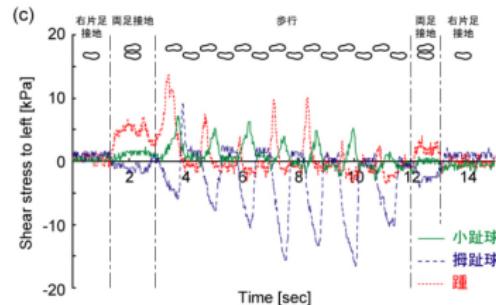


図 8: 左右方向のせん断応力

アンプの増幅率は 100 倍  
50Hz のシリアル通信  
左足に設置

## 4 考察と結論

### 考察

実験結果から、加重時圧力 400kPa、せん断応力 80kPa までの範囲で、線形な出力が得られることが確認できた。

垂直応力のピーク値は踵と拇趾球で共に 100kPa 程度、前後方向のせん断応力のピーク値は踵で前向きは 20kPa 程度、左右方向は拇趾球で 15kPa 程度となっているが、本実験でも同様の結果が見られた。

### 結論

本研究では、小型・薄型の 3 軸力センサを運動靴のインソールに埋め込み、計測データを無線で送信するシステムを提案・試作した。

歩行時に影響を与えることなく、かつ計測環境を選ばない足裏部の 3 軸応力分布計測システムの有効性が確認された。