

# 圧電フィルムを用いた靴中敷き型センサ

星野希 藤本由紀夫 天野孝三 渡部和彦  
広島大学

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)

November 22, 2022

まえがき  
背景と目的  
研究の概要  
実験結果  
考察と結論  
前回との比較

# 1 前回の研究テーマ

2/10

## 前回の結論

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が実証された。

## 先行研究

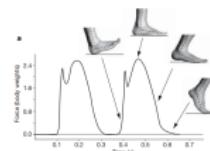


図 1: フォースプレート



図 2: 三軸／六軸力センサ

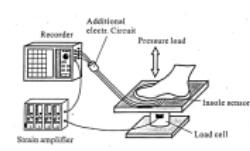


図 3: 圧電フィルム

Table 1: 計測可能な条件について

条件	図 1	図 2	図 3
高精度	○	×	○
場所自由	×	○	○
歩行影響無	○	×	○
せん断力	?	?	×

## 2 研究の背景と目的

3/10

### 背景

福祉工学やスポーツ工学の分野では、Force Plate や足裏荷重測定シートを用いた歩行解析が多く行われている。しかしながらこれらは、実験室内に設置して使用するので、使用条件が制限される。また、屋外でも使用可能な靴中敷き型の足裏荷重分布センサを用いた歩行解析も行われているが、ジャンプなどの激しい動作ではセンサが壊れやすいという問題や、ランニングのような高速な変動荷重の測定が困難であった。

### 目的

本研究では、スポーツ時の足裏荷重の測定や、階段からの飛び降りやつまづき動作のような、激しい足裏荷重の変動を比較的高い精度で測定できる強靭な靴中敷き型センサを制作する。

# 3 制作方法

## 制作方法

圧電フィルム (PVDF) の両面に薄い同線ゴム電極を前面に接着、導電ゴム電極に金属箔テープを介して電気配線を接続して荷重検出素子とした。同一面積の素子を母指球部、つま先部、踵部の 3 つに設置した。踵部と母指球部は円形形状にした。次に、2 枚のシリコンゴムを中敷き型に合わせて切り出して重ね、荷重検出素子をその間の所定位置に配置した後、両面を貼りあわせた。スポンジシートに帆布を接着したカバー部材を重ねて構成した。全体厚さは約 5.5mm であるが、体重を加えると圧縮されて一般的な中敷きと同様な 4mm となる。

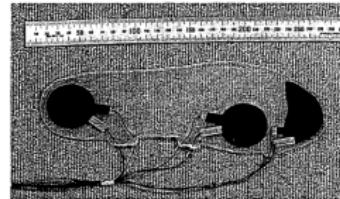


Fig.1 Main body of shoes insole sensor with three load sensing elements

図 4: センサ本体

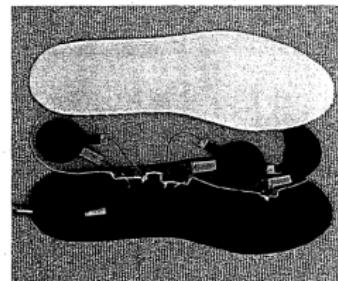


Fig.2 Shoes insole sensor with cover member

図 5: シューズ全体

## 4 原理

5/10

### 原理

センサ本体の両面に圧縮力が作用すると、シリコンゴムは厚さが薄くなるとともに、ボアソン効果によって水平方向に伸びる変形をする、このときのゴムの水平方向の伸びによって圧電フィルムは引き延ばされ、表面の電極に電荷を生じる、このときの電荷変動を電気配線を介して取り出して荷重を測定するのが検出原理である。

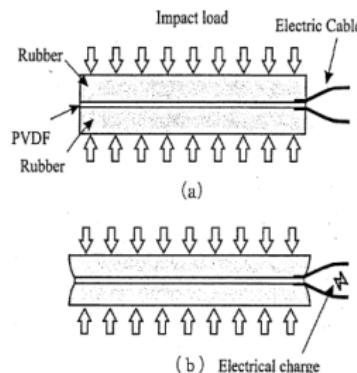


Fig.3 Load measurement principle of main body

図 6: 原理

まえがき  
背景と目的  
研究の概要  
実験結果  
考察と結論  
前回との比較

# 5 実験結果 1

まえがき  
背景と目的  
研究の概要  
実験結果  
考察と結論  
前回との比較

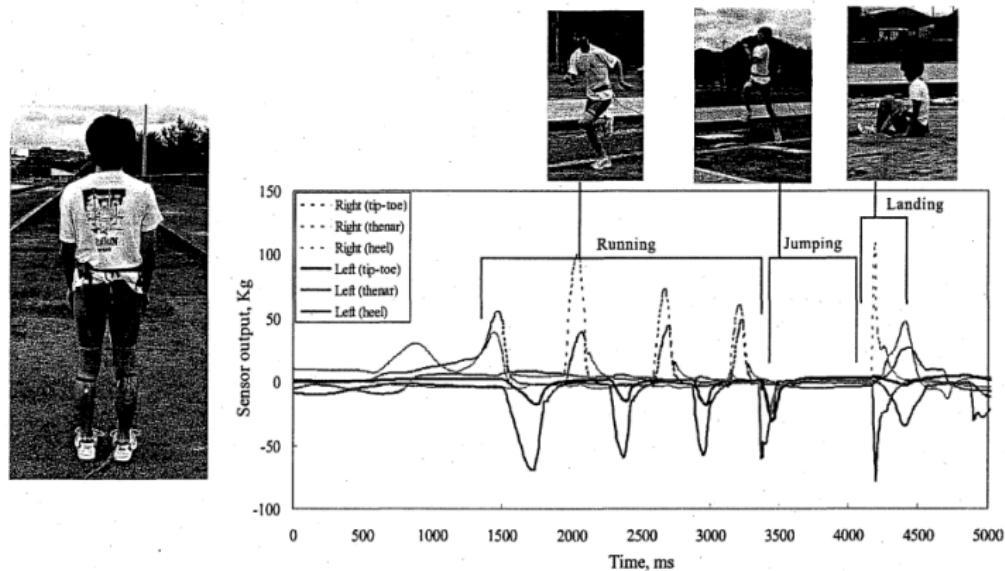


Fig. 7 Experimental setup and output signal of shoes insole sensor during long jump experiment

図 7: 走り幅跳び

# 6 実験結果 2

まえがき  
背景と目的  
研究の概要  
実験結果  
考察と結論  
前回との比較

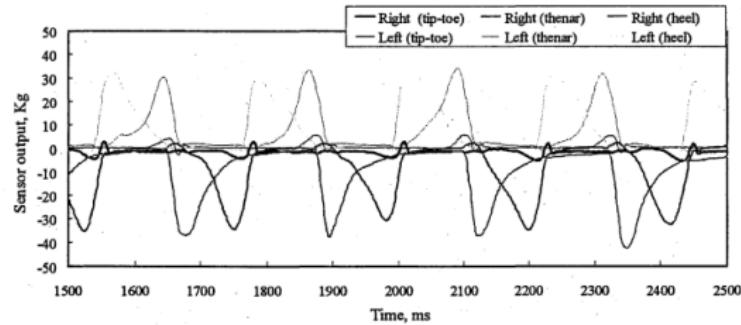


図 8: 4km 徒歩

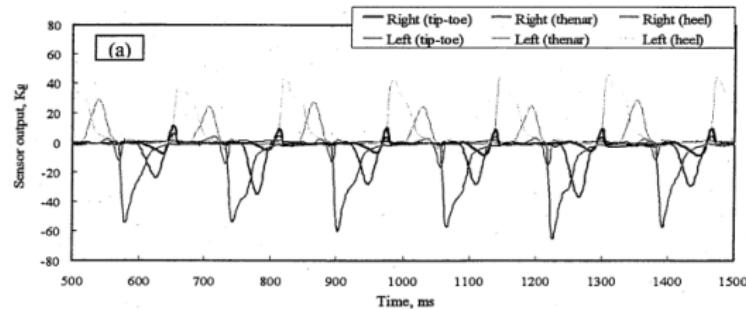


図 9: 8km 競歩

## 7 実験結果 3

まえがき  
背景と目的  
研究の概要  
実験結果  
考察と結論  
前回との比較

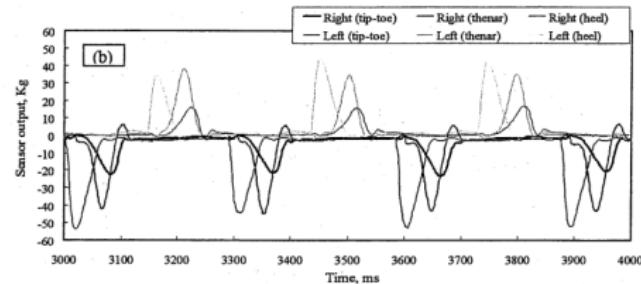


図 10: 14km 競歩

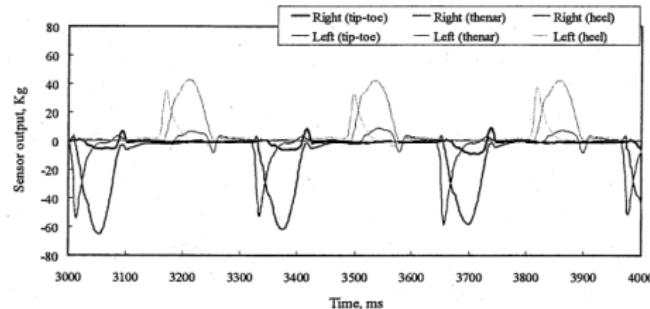


図 11: 14km ランニング

## 8 考察と結論

9/10

### 考察

わかりやすいように、右足に圧力が加わると正、左足に圧力が加わると負となっている。実験結果から、速くなるほど母指球に力が加わったり、ランニングをすることによって両足とも浮いている時間が増えたりといったことが分かった。また、つま先には多くの力が加わっていないことが分かった。

### 結論

本研究で開発した靴中敷き型センサは、圧電フィルムの電極に導電ゴムを用いたことで、長期間の激しい運動にも使用できることがわかった。また、走り幅跳びの着地時の衝撃や、ランニング中の踏み込みから離脱に至る高速な荷重波形と体重移動の様子を精度良く測定できることが明らかになった。

まえがき

背景と目的

研究の概要

実験結果

考察と結論

前回との比較

## 考察

前回の論文では3軸センサを使い、水平方向の力も計測していたが、今回は圧力によるシリコンゴムの変形で生じる電位のみを計測していた。このことから、三軸の計測をするフォースプレート(図1)や三軸／六軸力センサシューズ(図2)はせん断力が測定できると予想される。

まえがき

背景と目的

研究の概要

実験結果

考察と結論

前回との比較