

# 歩行中の前方転倒に対するバランス評価の検証

鈴木 龍, 香川高弘

愛知工業大学工学部機械学科  
E-mail: [t\\_kagawa@aitech.ac.jp](mailto:t_kagawa@aitech.ac.jp)



科研費  
KAKENHI

## 1. はじめに

高齢者の転倒事故: 死亡または骨折などの重傷を負うリスク

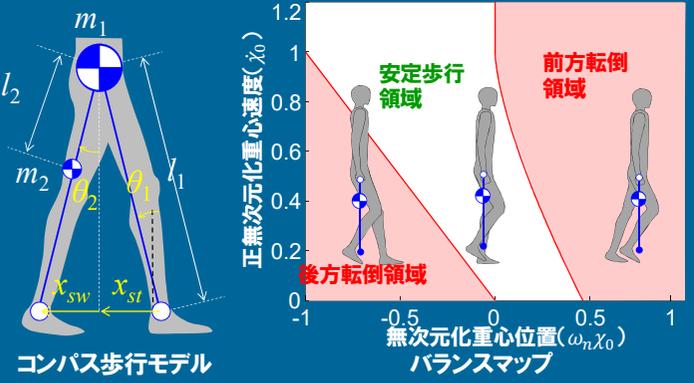
### 転倒リスクの評価法

- 静止立位: 重心動揺計, 圧力中心の軌跡
- 歩行: 健康者と高齢者の歩行との比較
- 転倒のしやすさを直接評価していない



歩行の力学に基く転倒リスクの定量化ができないか?

## 2. バランスマップ解析<sup>[1]</sup>



コンパス歩行モデル

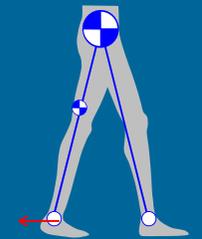
コンパス歩行モデルに基づいて、支持脚・上半身の重心と遊脚の重心から転倒リスクを定量化

安定着地( $x_{sw} = x_{st}$ )の到達可能性を評価

重心の位置と速度を無次元化して、 $x_{sw} = 0$ における重心の状態空間で転倒領域を図示(バランスマップ)

[1] T. Kagawa "Balance map analysis as a measure of walking balance based on pendulum like leg movements", ICRA2019, pp5260-5265, 2019

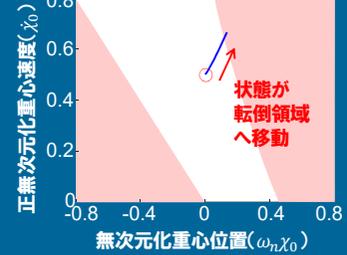
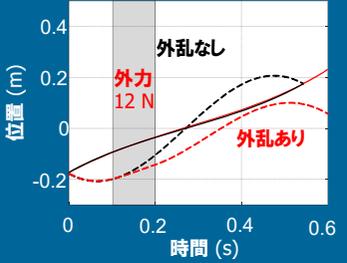
## 3. シミュレーション



足首を後方に引っ張る外力を加えて前方転倒を誘発する

安定着地ができない  
→状態が転倒領域へ移動

人の歩行の前方転倒リスクを評価できるか?



## 4. 実験方法

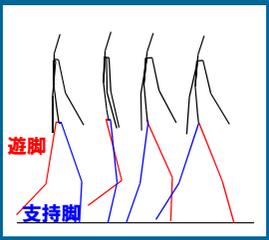
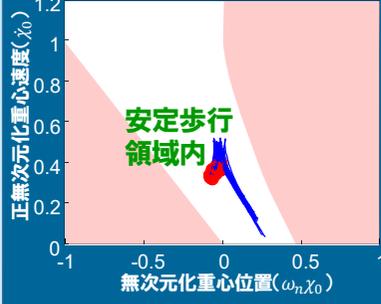


予想

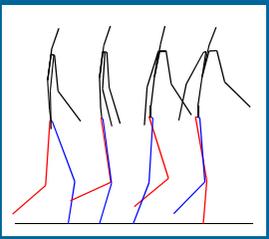
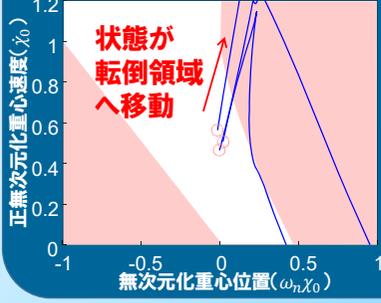
外乱がなければ重心は安定歩行領域に留まる  
外乱が加わると状態は前方転倒領域に接近・進入する

## 5. 実験結果

### 外乱なし



### 外乱あり



## 6. まとめ

外乱なし: バランスマップ上の軌道は安定領域内  
外乱あり: 軌道は即座に転倒領域内に移動

バランスマップによる重心軌道の解析は  
前方転倒のリスク評価に有効である