

# 階段昇降可能な無動力循環システム を有する大腿義足

## 足部新機構の開発と検証

2016年 5月 14日

第13回広域連携医療ネットワークシステム研究会

東海大学工学部機械工学科

小金澤 鋼一

1

## 緒言

### 研究背景

- 近年,世界では700万人以上,日本では約6万人の下肢切断者がいると言われている.
- 日本国内においても糖尿病等による下肢切断者が年々増加しており,義足の需要が年々増加している.



2

## 緒言

・膝継手...股義足・大腿義足で膝の機能の代替をする継手

### リンク機構式

- ・動作に電気を必要としない
- ・階段の昇降が出来ない
- ・比較的安価



マーキュリー  
(幸和義肢研究所)



3R36  
(ottobock.)



ドルフィン  
(今仙技術研究所)



KX06  
(幸和義肢研究所)

### マイクロプロセッサ制御 (モータ駆動)

- ・動作に電気を必要とする
- ・階段の昇降が可能
- ・非常に高価



リオ・ニー  
(Ossur社)

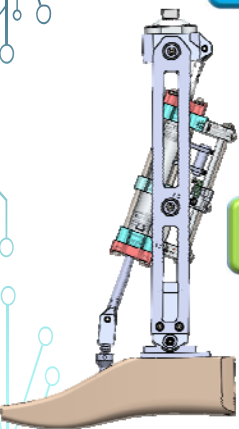


C-Leg  
(ottobock.)

足関節を有していない

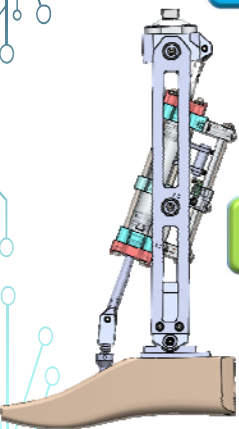
3

## 緒言



### 本研究の目的

歩行動作に電気等のエネルギーを用いず比較的安価に,階段昇降が可能な足関節を有する大腿義足の開発.



### 本年度の目的

- ・ 油漏れと動作不良の改善.
- ・ 人間の歩行動作を再現し検証を行う.

4

## 類似研究

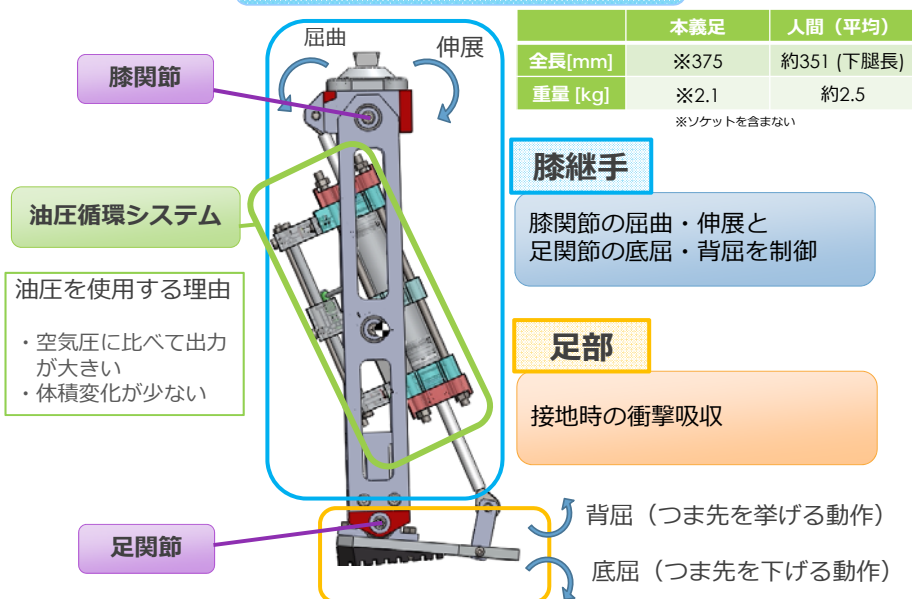
### Hydracadence(PROTEOR社)

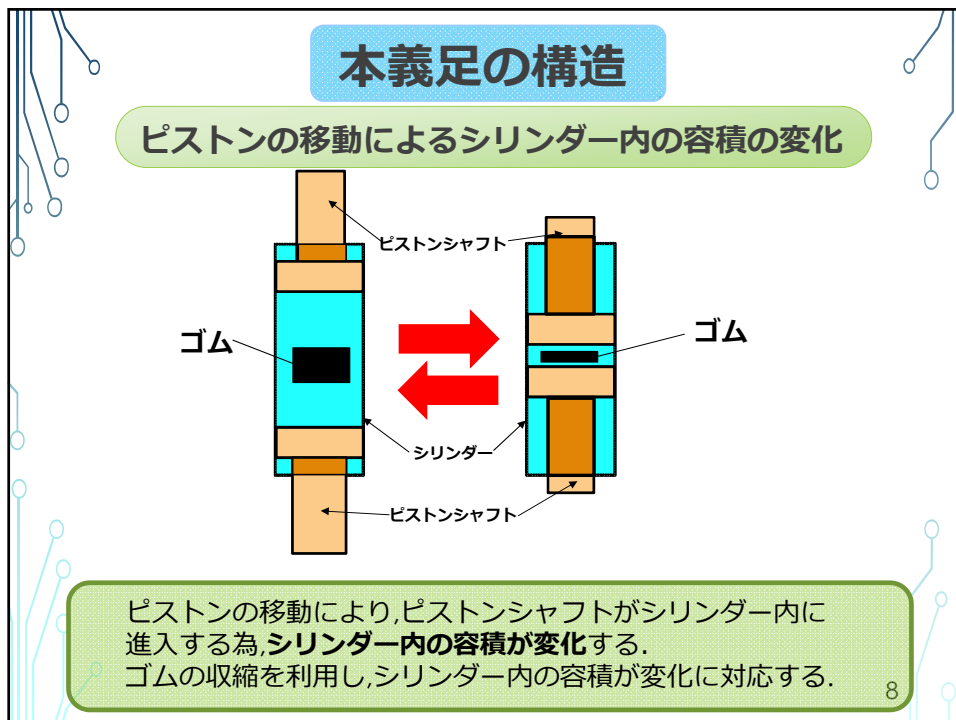
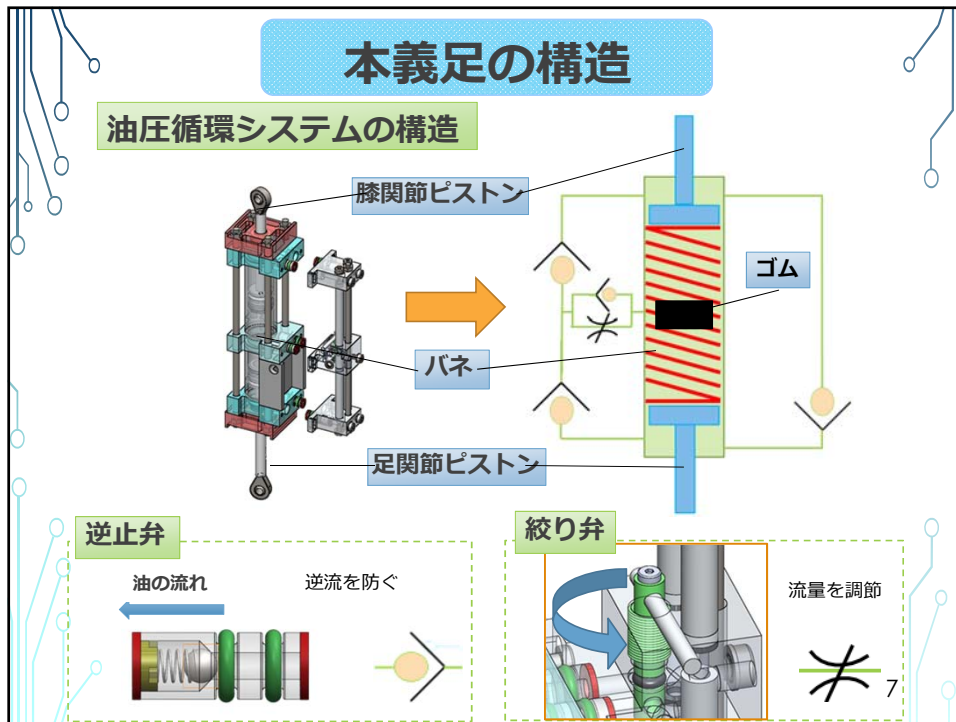
- 油圧シリンダを使用
- 電気等のエネルギーを使用しない
- 交互歩行での階段昇降は不可能
- 足関節機構を有している
- 平地歩行時に足関節を背屈させる



5

## 本義足の構造





## 可能な動作（昨年度）



平地歩行



階段昇り



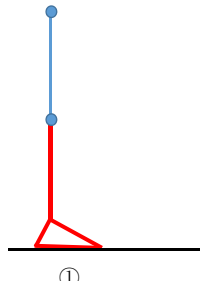
階段降り

9

## 歩行シーケンス

### 平地歩行（1/5）

\* 赤い線が義足

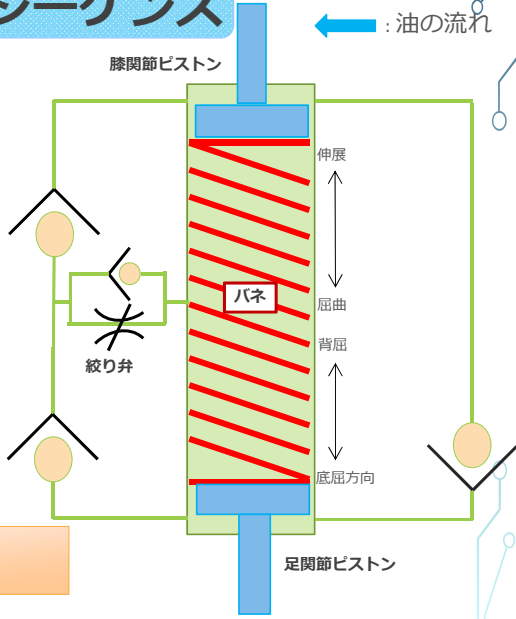


①

**直立状態**

膝関節が伸展  
足関節が背屈・底屈0°

**絞り弁：完全に開いた状態**



油の流れ

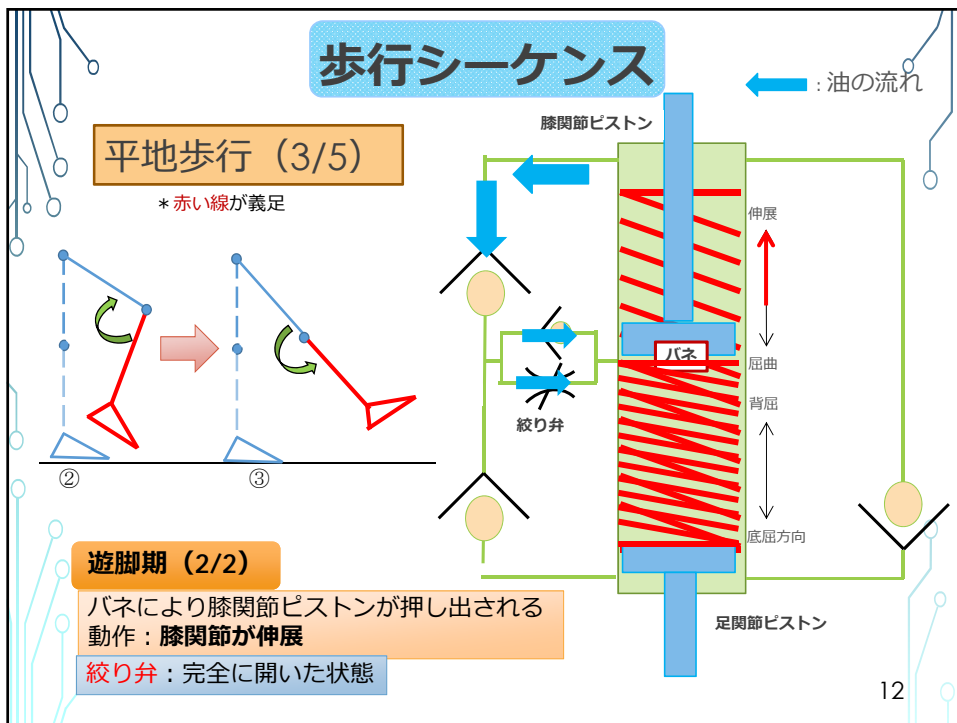
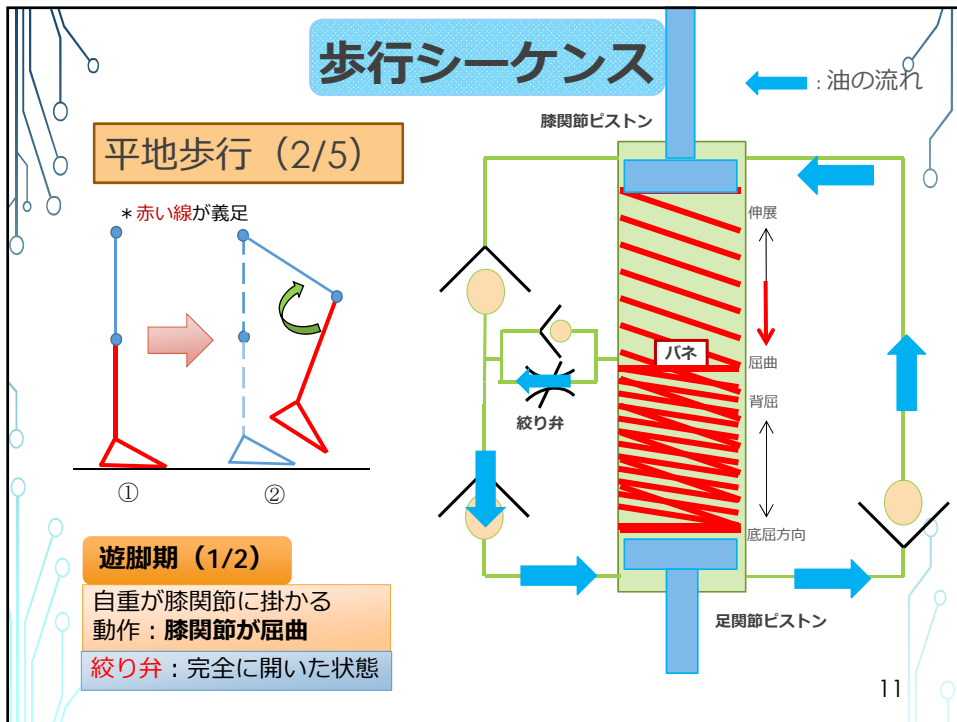
膝関節ピストン

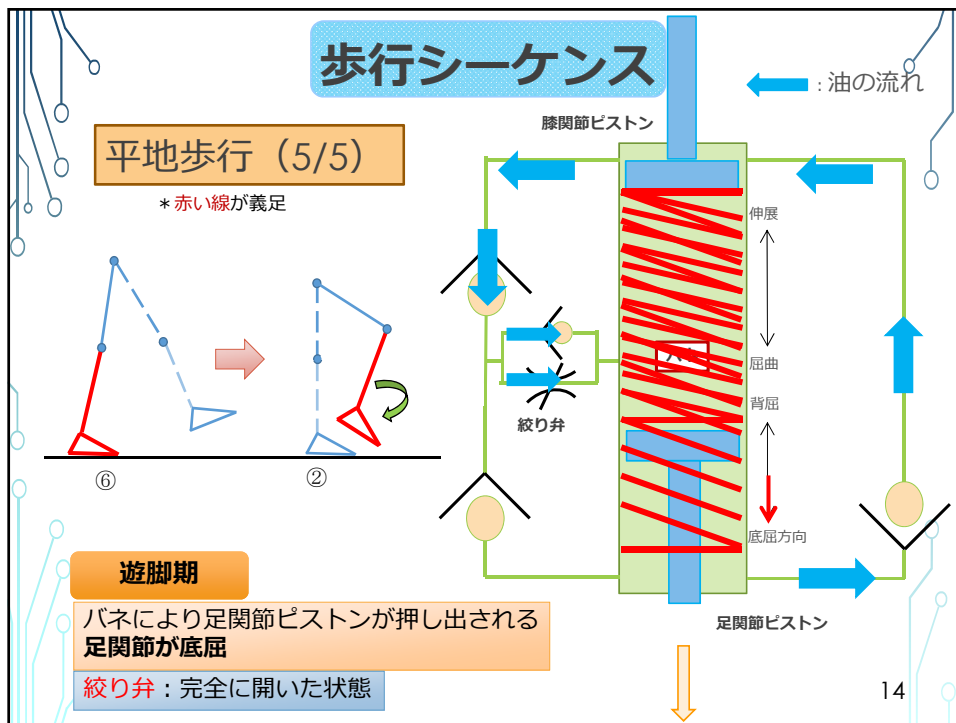
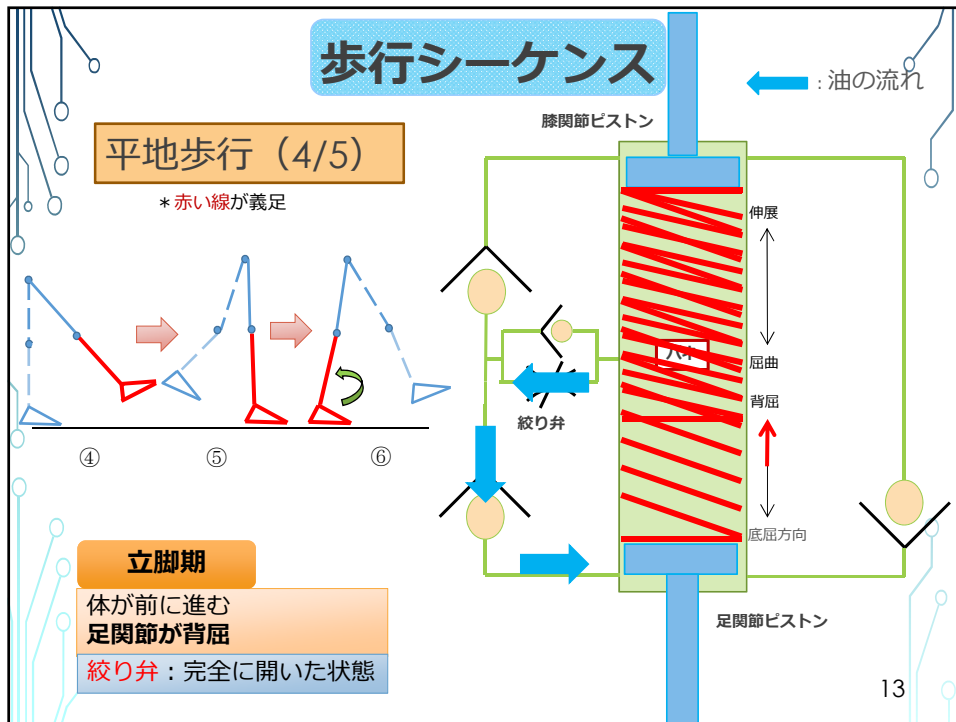
絞り弁

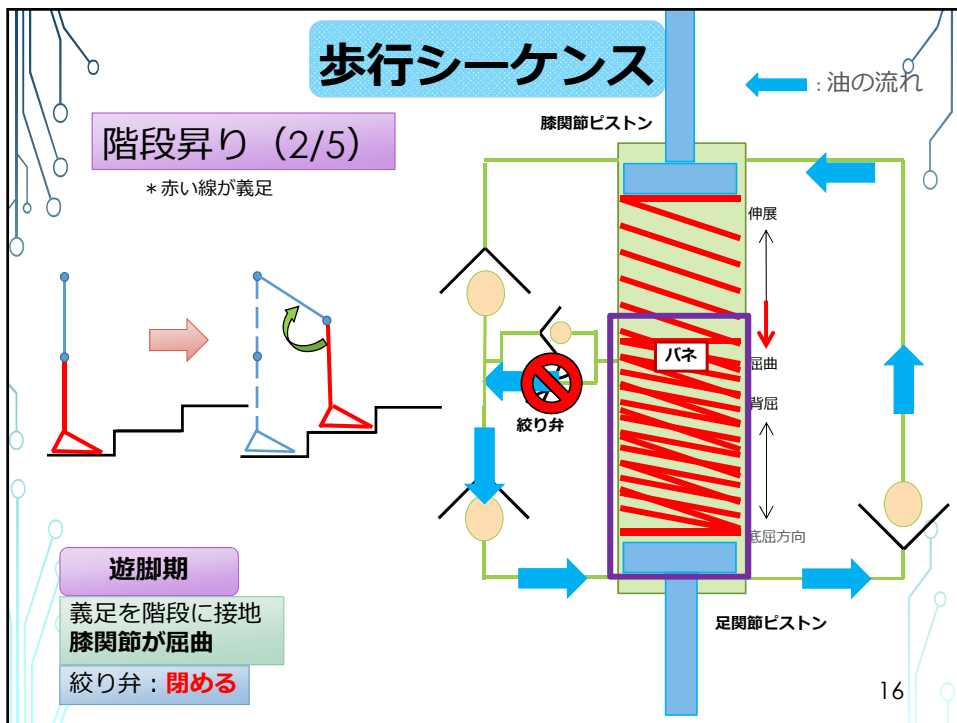
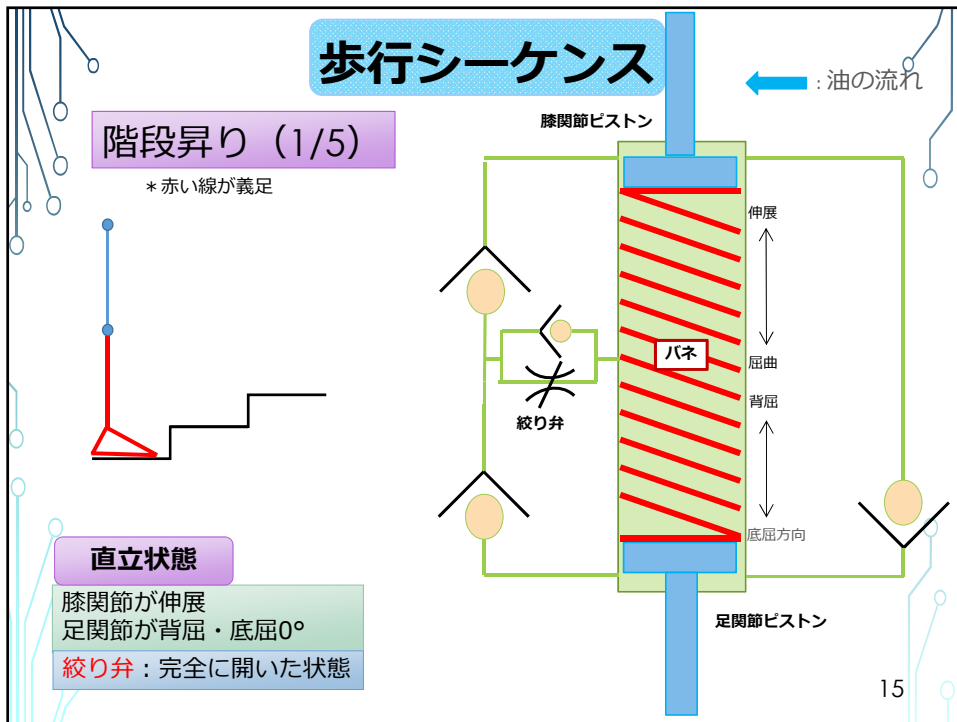
バネ

足関節ピストン

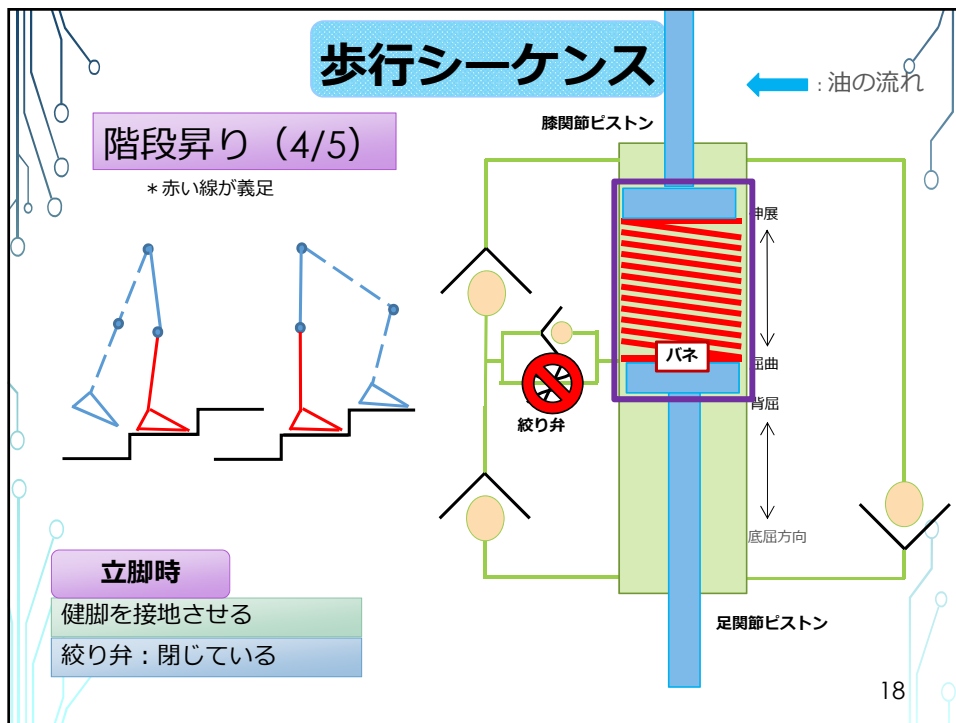
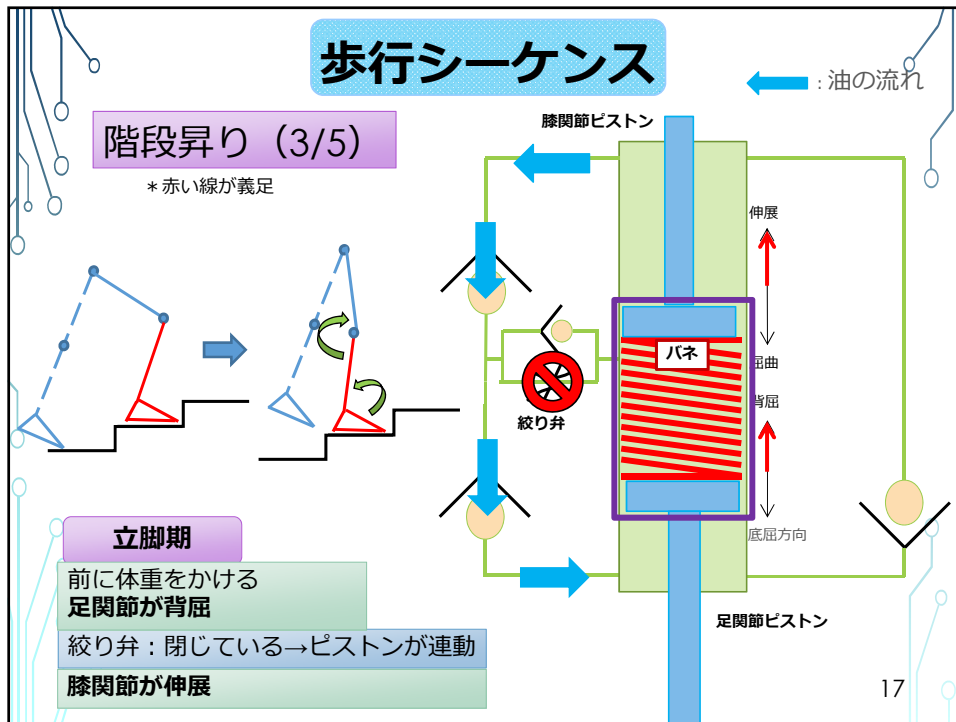
10

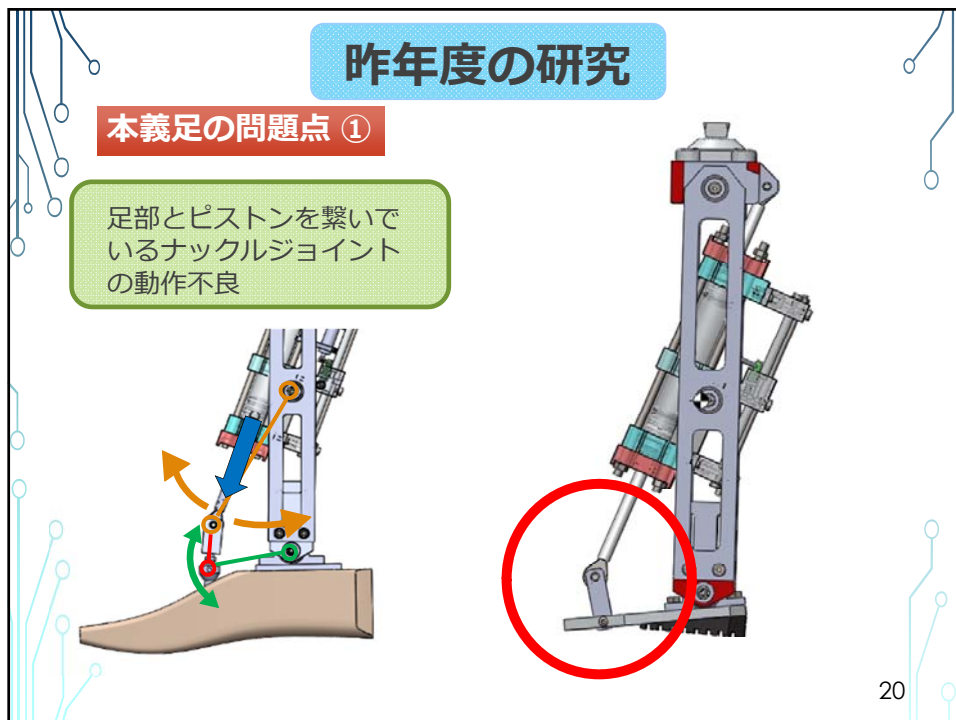
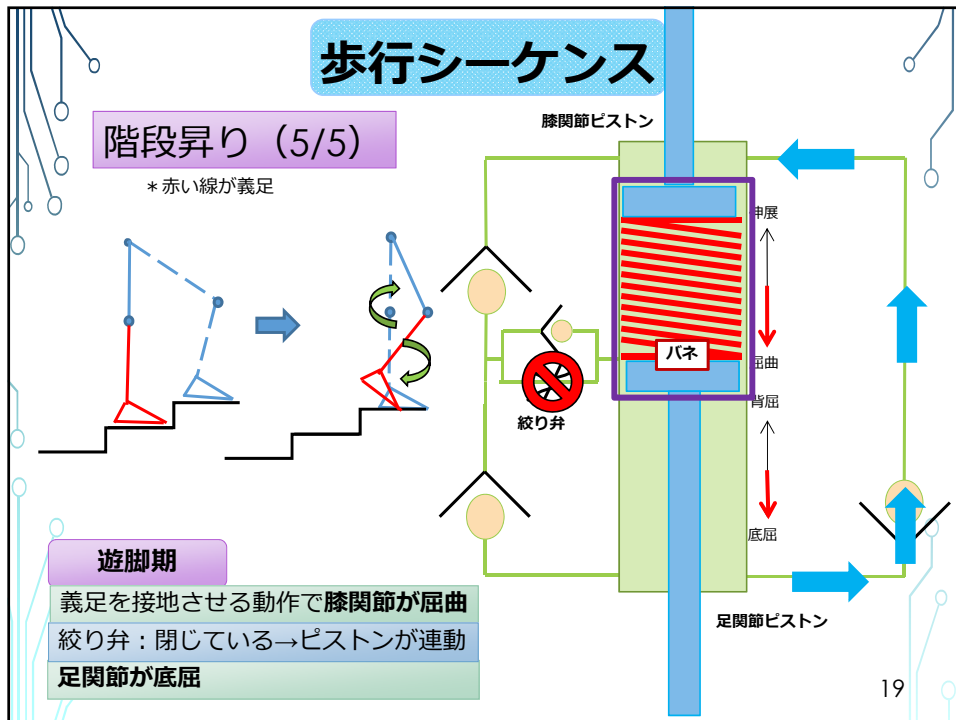


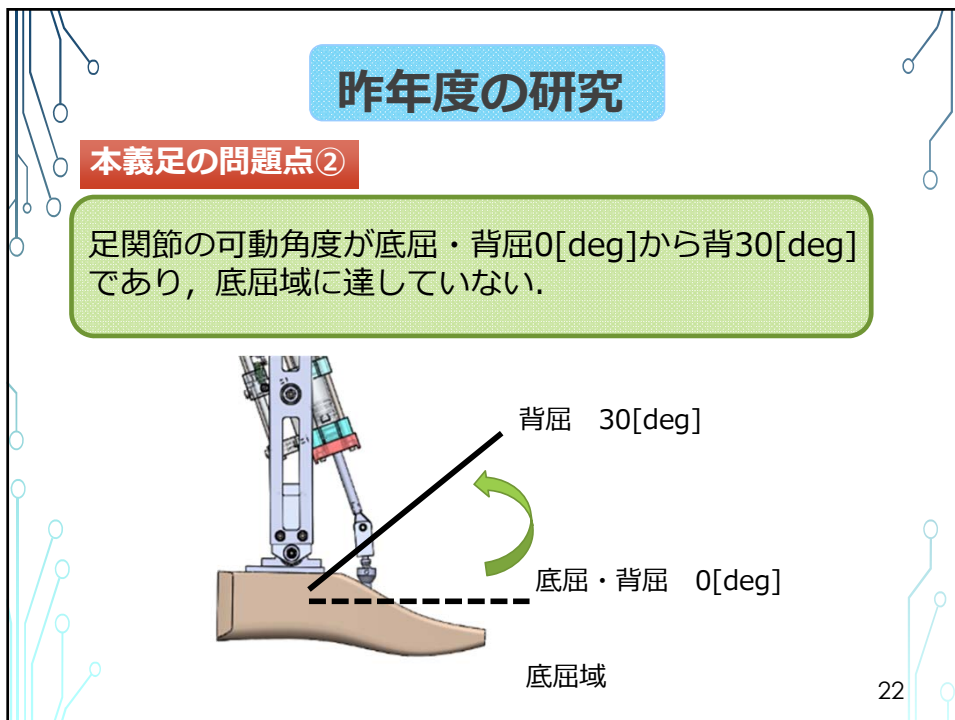
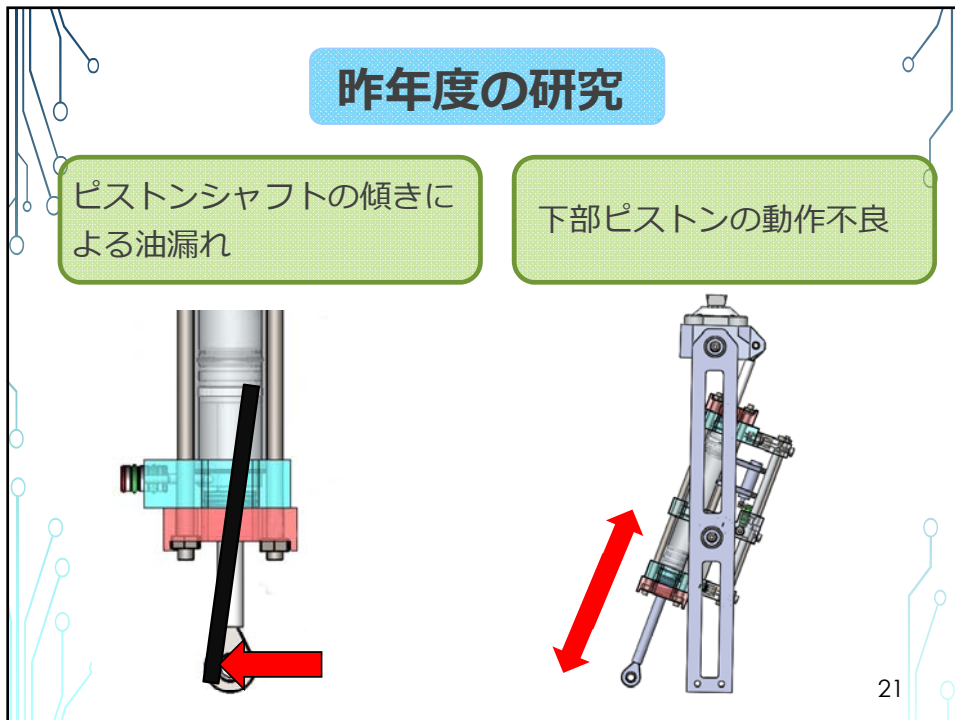












## 昨年度の研究

### 本義足の問題点③

シリンダー内の容積変化に対応するゴムの収縮が足りず  
十分に機能していない。  
その結果、油漏れを起こしていた。




23

## 今年度の研究

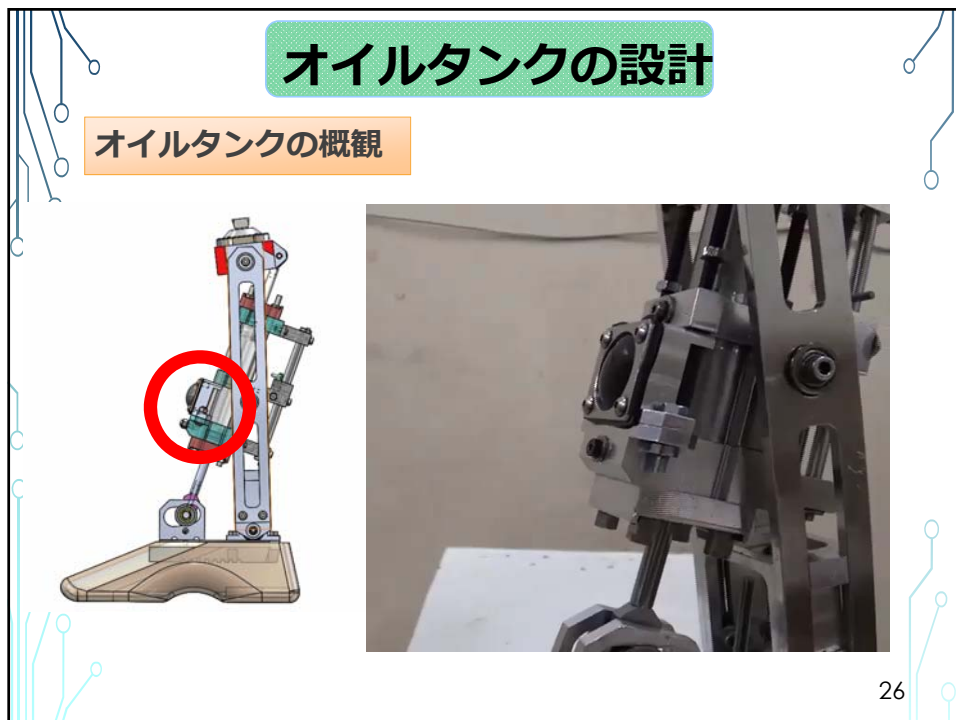
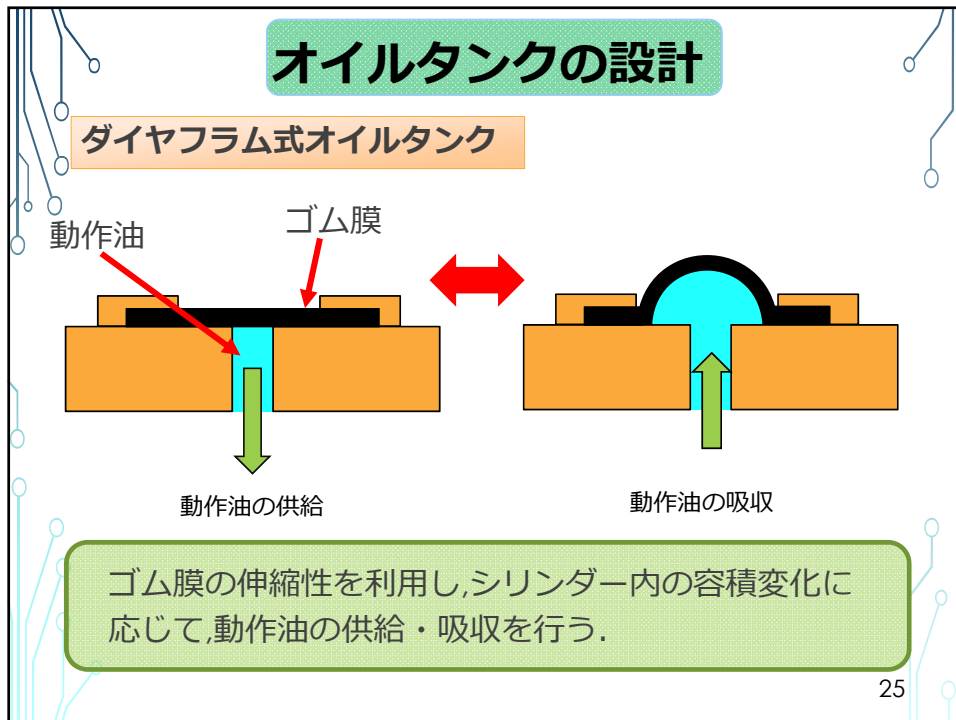
### 5. 今年度の研究

- 5.1 ダイヤフラム式オイルタンク
- 5.2 足部スライド機構
- 5.3 ヒールロッカー機構
- 5.4 歩行実験・測定実験

#### 今年度の目的

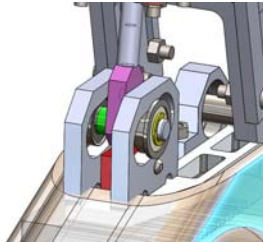
油漏れや動作不良を改善し、より人間の歩行に近い動作を目指す。

24



## 足部スライド機構

ナックルジョイント→足部スライド機構

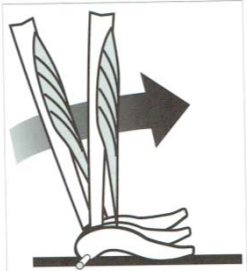


### 足部スライド機構について

- ・長穴とベアリングの二つのパーツで構成される
- ・足・膝関節の動きに合わせて、ベアリングが長穴をスライドする

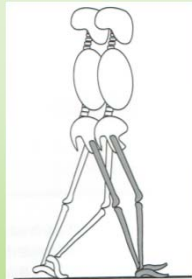
27

## ヒールロッカー機構



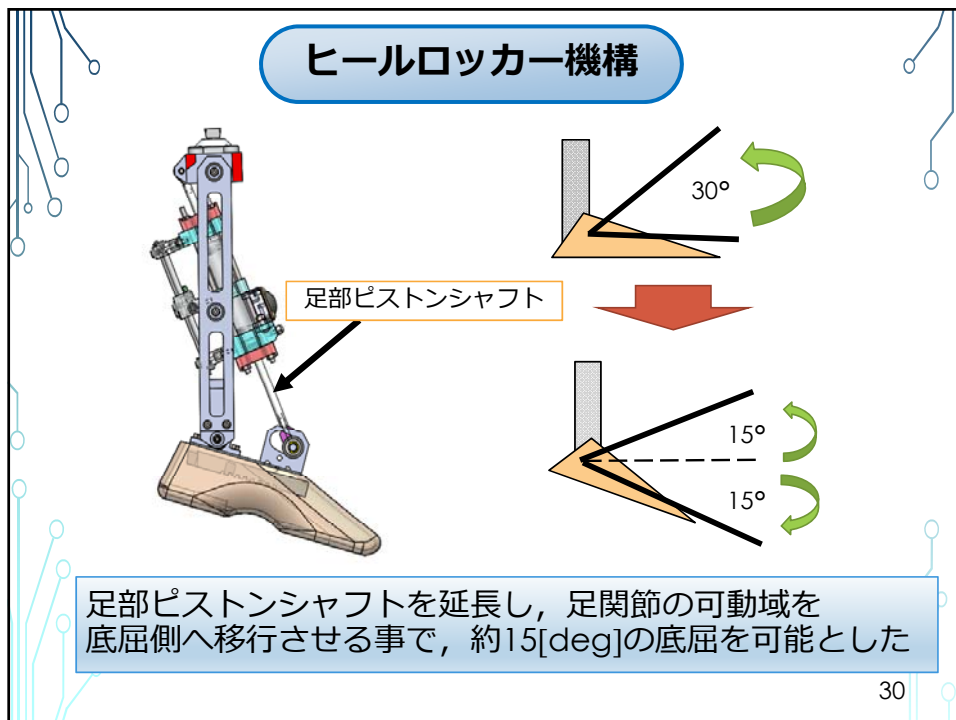
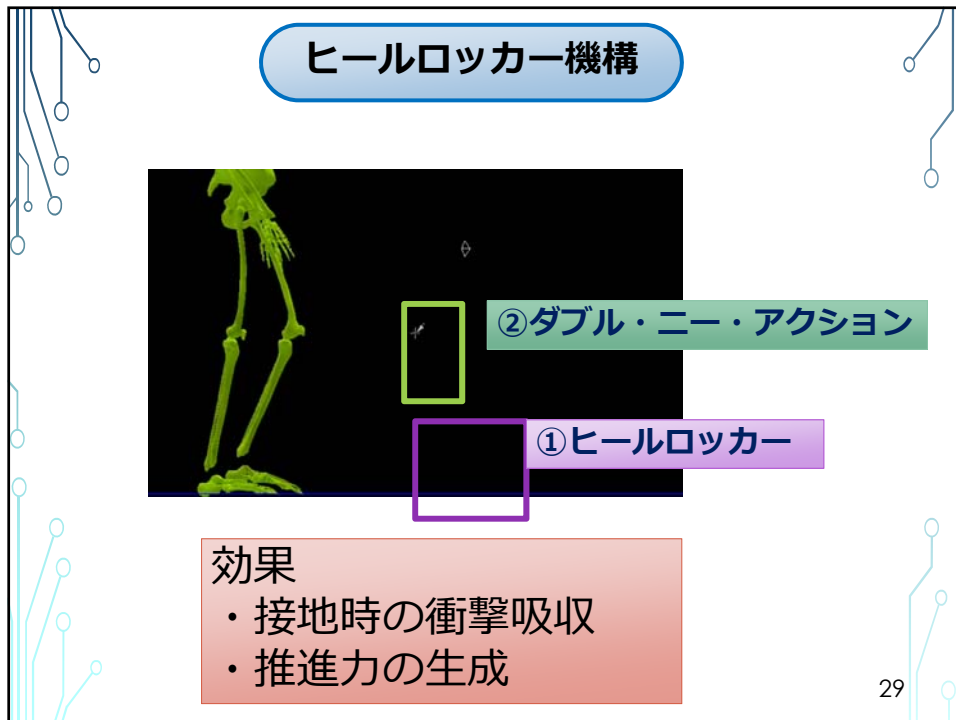
### ①ヒールロッカー

初期接地での足部の底屈と前頸骨筋の働きによって  
下腿を前方に傾かせる動作



### ②ダブル・ニー・アクション

ヒールロッカーによって、  
下腿が前方へ傾くと事で発生する、荷重応答期の膝関節の軽度屈曲



## ヒールロッカー機構

### 底屈制御バネ



足関節の底屈時、バネの収縮によって、「ヒールロッカー」と「ダブル・ニー・アクション」を再現

- 直立安定性の確保
- 遊脚時の爪先と地面の接触を防止

31

## 歩行実験



平地歩行

新機構により  
漏れは確認されなかった



階段昇り



階段降り

32



## 坂道昇降実験



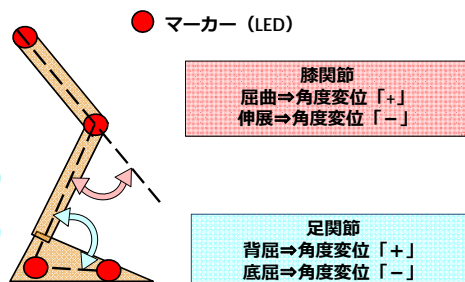
足関節の底屈が可能になった事により、坂の昇降が可能となった。  
10[deg]の傾斜で検証を行った。

33

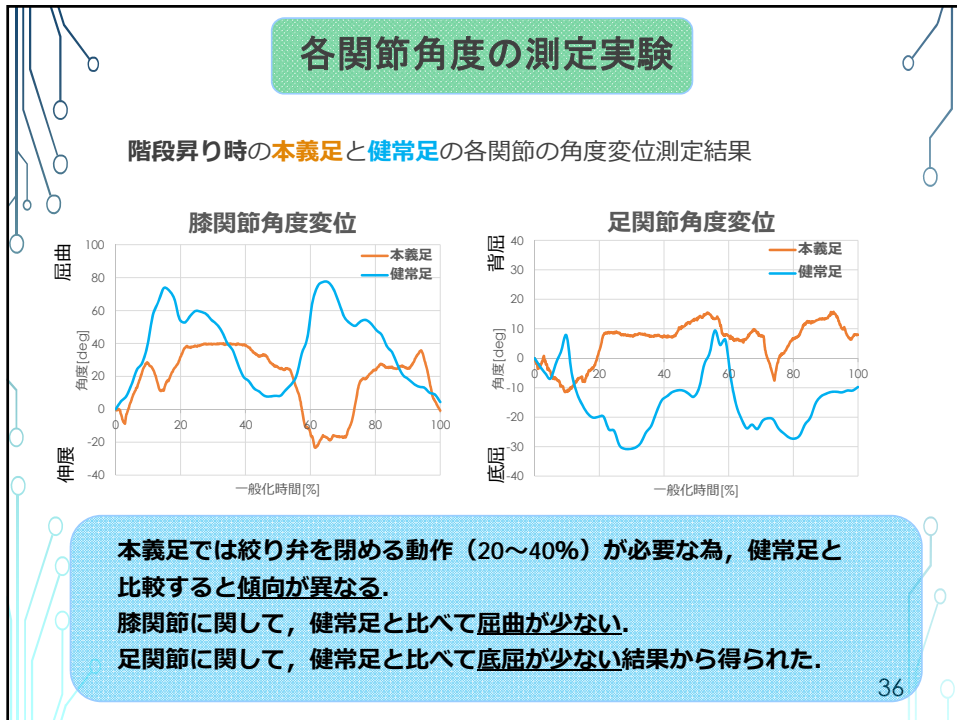
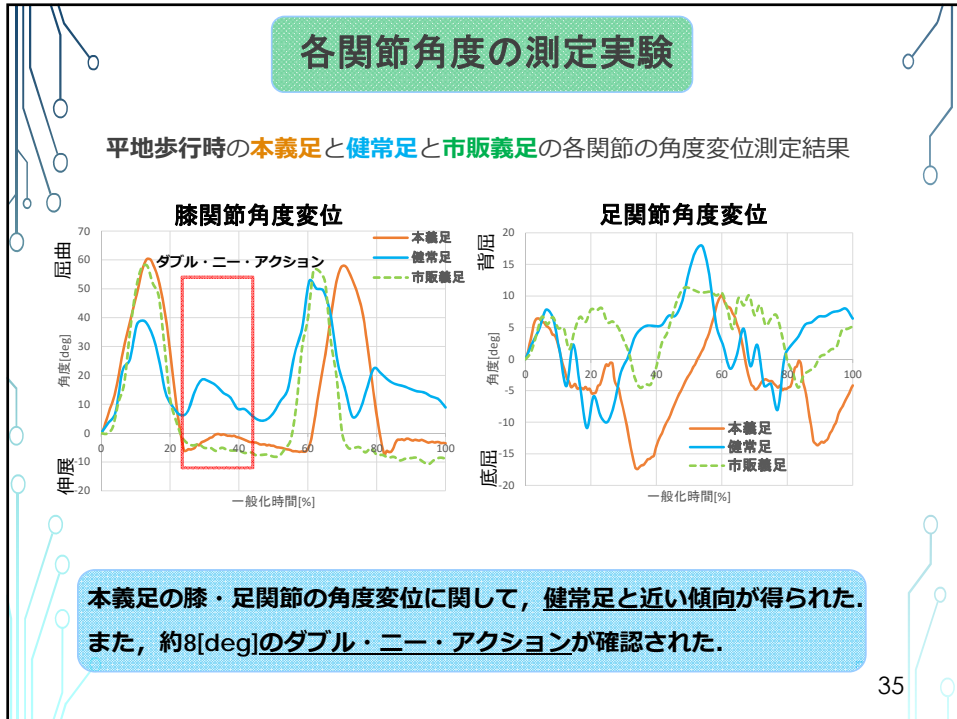
## 各関節角度の測定実験

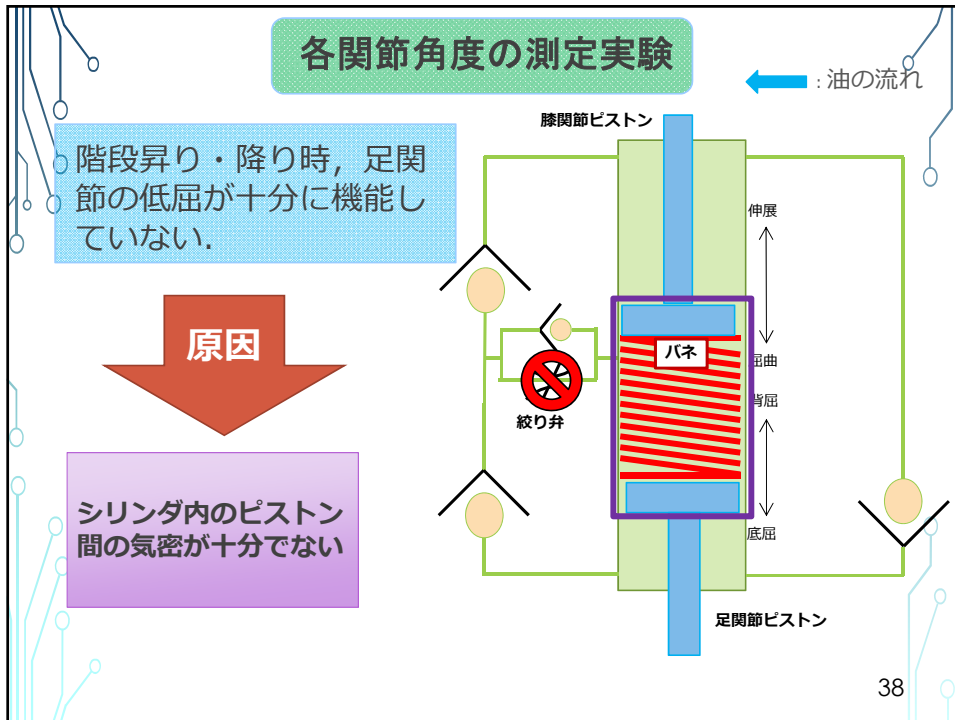
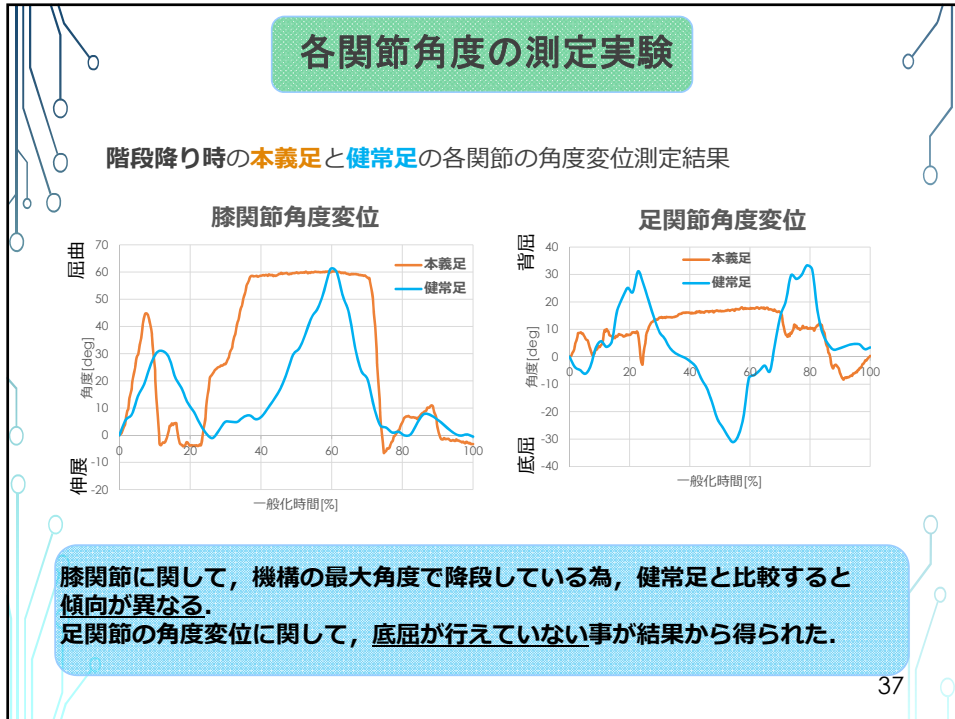
### 各関節角度の測定実験

- 平地歩行・階段昇り・階段降り時の**本義足**・**健常足**・**市販の義足の**膝・足関節の角度変位を測定
- 動画解析ソフトを用いて4点のマーカ（LED）を検出し測定した
- 歩行周期は2周期（義足側から6歩）



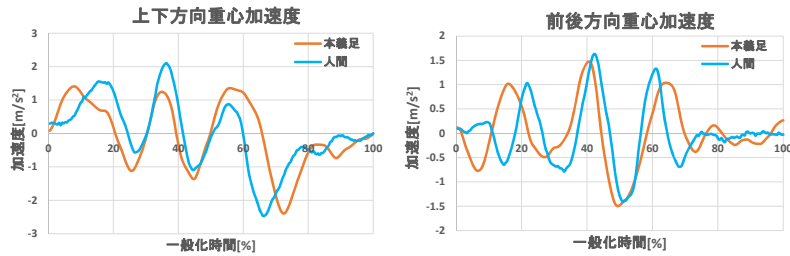
34





## 重心加速度の測定実験

平地歩行時の本義足と人間と重心の上下・前後方向加速度測定結果



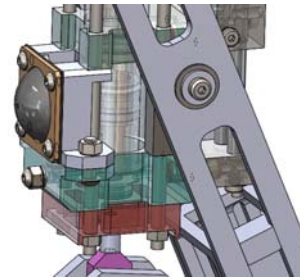
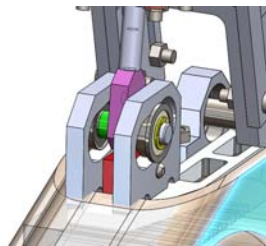
上下・前後方向の重心加速度を計測した結果、本義足と人間とで近い傾向が確認された。

平地歩行では人間の歩行と同等のスムーズな動作

39

## 結言

- 足部スライド機構とオイルタンクの設置により、動作不良及び油漏れの問題は解消された。
- 本義足の足部の可動域の変更により、平地歩行では非常に人間の歩行に近い動作が可能になった。
- 階段昇降の動作については、改良の余地がある



40