



Tokyo Tech

新技術説明会

New Technology Presentation Meetings!

# 衝撃を伝えない着地機構

東京工業大学 工学院 機械系

教授 岡田 昌史

2022年11月15日

# はじめに(背景)

## ■ ねらい：衝突時の「撃力」を緩和する

### ● 「撃力」とは (剛体の衝突の場合)

- (理論上は) 衝突時に発生する無限大の力

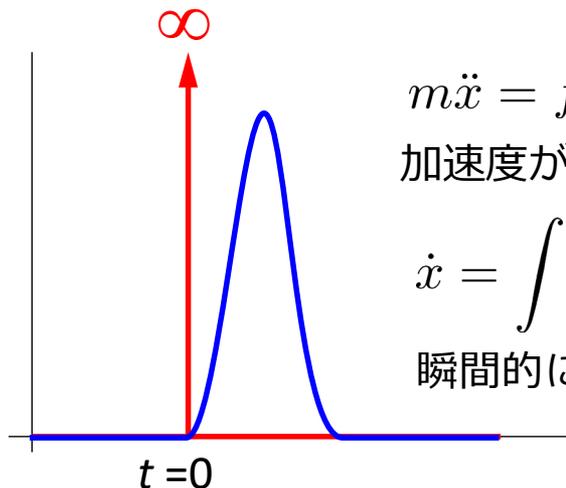
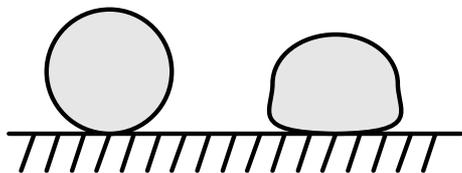
$$f(t) = \begin{cases} \infty & (t = 0) \\ 0 & (t > 0) \end{cases} \quad \text{力積 } P = f\Delta t < \infty$$

$\Delta t \rightarrow 0$  で  $f \rightarrow \infty$

- インパルス状のちから

### ● 実際(弾性体)の場合

- 物体が変形

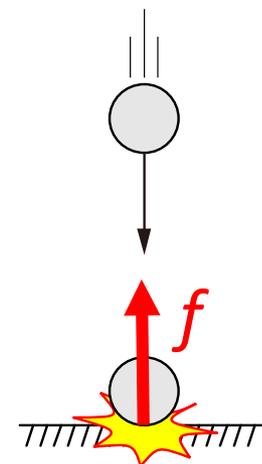


$$m\ddot{x} = f \rightarrow \infty$$

加速度が無限大

$$\dot{x} = \int \ddot{x} dt = \frac{1}{m} P$$

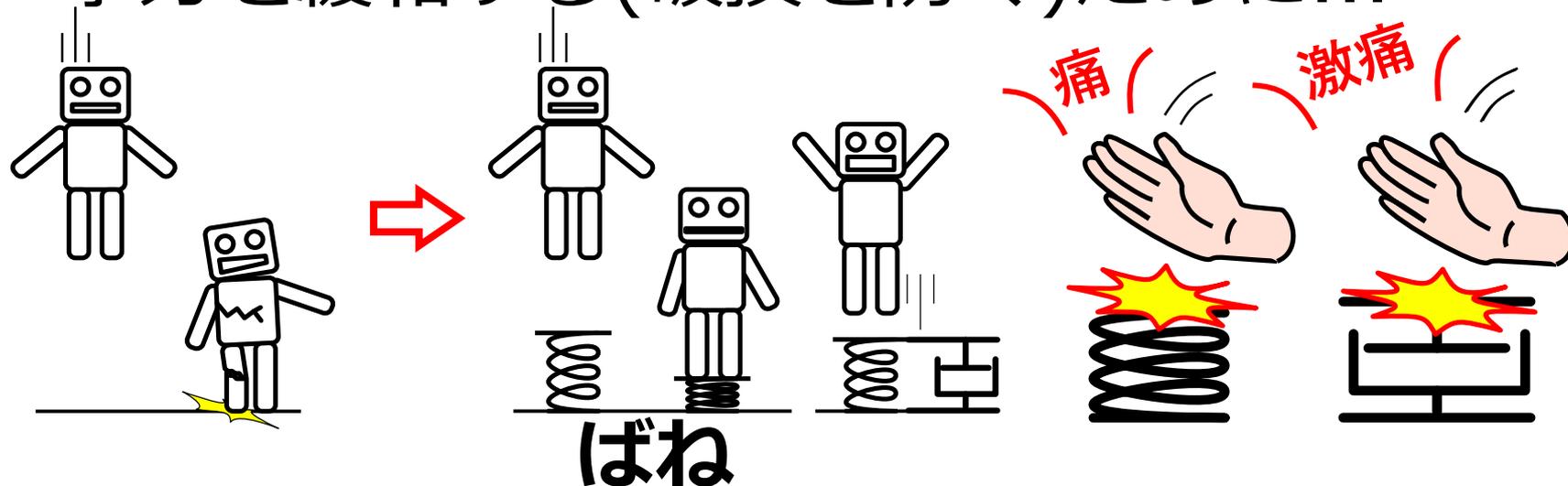
瞬間的に速度を持つ(速度変化)



いずれにしても大きな力

# はじめに(問題点)

- 撃力を緩和する(破損を防ぐ)ために...



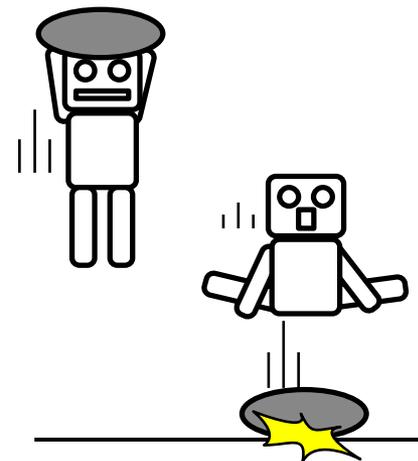
- ばねを入れる = 力をなまらせる
  - ばねの質量が問題：撃力が発生する(ばねの速度変化)
- ダンパを入れる (エネルギーの消費)
  - 撃力が発生する

「ばね(柔らかさ)」はあまり解決にならない

- 運動量交換型(輸送型)衝撃吸収ダンパ  
(**M**omentum **E**xchange **I**mpact **D**amper: **MEID**)

- コンセプト

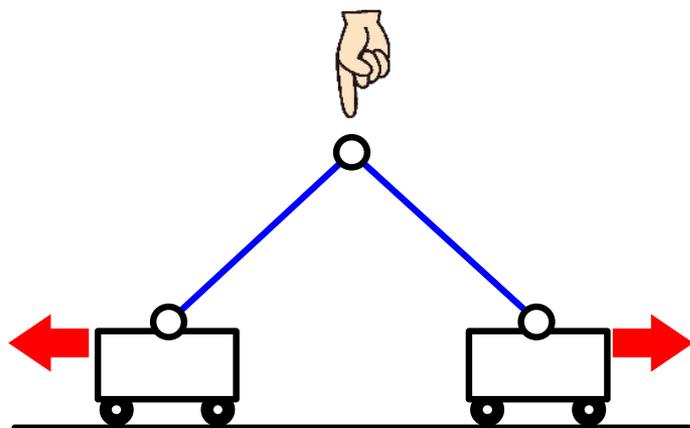
- 着地の直前でおもりを発射
  - 本体は減速
  - おもりは加速・激突
- } 運動量  
本体 → おもり
- ↓ エネルギーの消費



- 従来研究

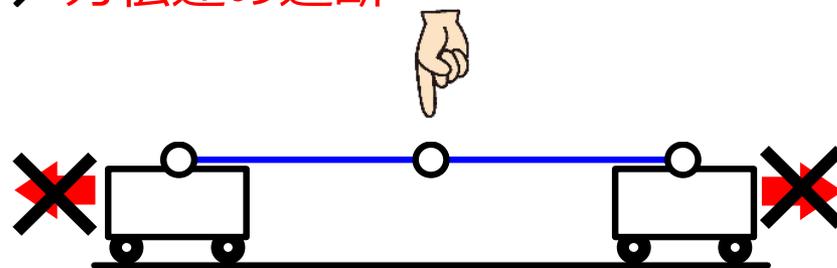
- 衝突のセンシング
  - おもりの発射機構
- } ● 質量増加  
● センサ・機構の故障・破損  
● 1回こっきり, ...

- 受動的な運動量交換型衝撃吸収ダンパ
- おもりの発射を機構で実現
  - キーワード：機構の「特異性」(Singularity)
- 特異性



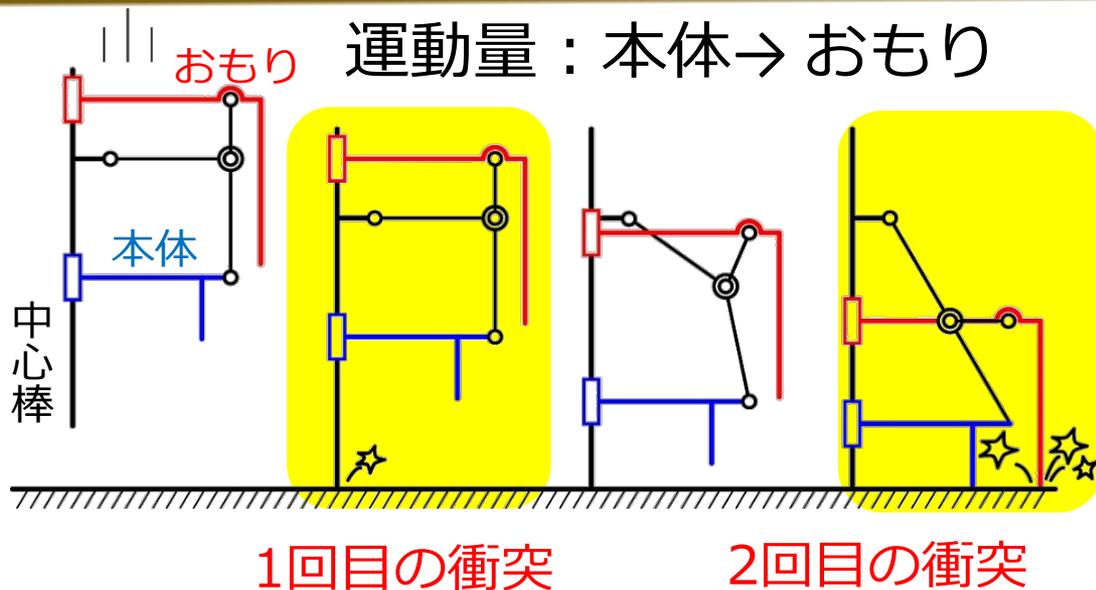
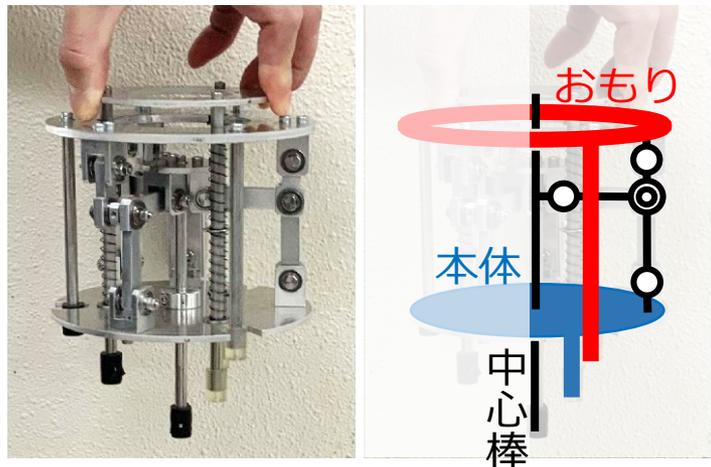
力は伝達しない

入力点の動きに対して出力点が動くか。  
→ 力伝達の遮断



- 特異性を利用して本体部への撃力伝達を遮断

# 提案する機構



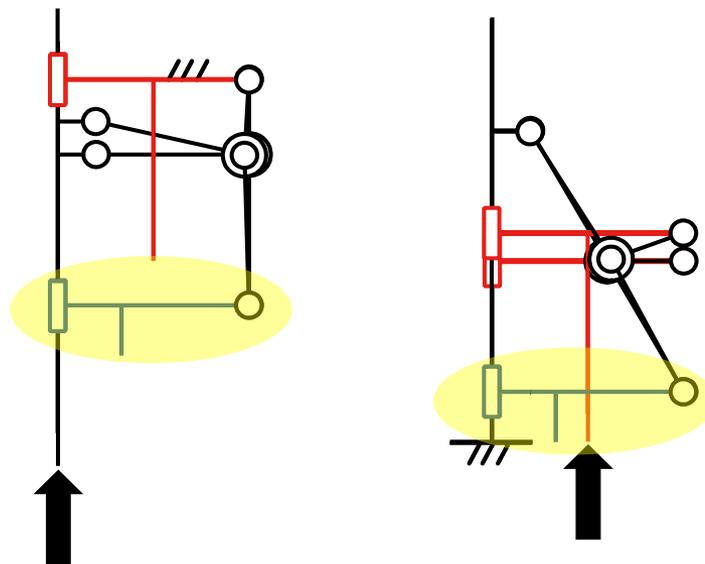
## ■ 2回の衝突あり

### ● 1回目の衝突

- 中心棒と地面
- 機構が動き出すトリガ

### ● 2回目の衝突

- おもりと地面の衝突
- エネルギーの散逸

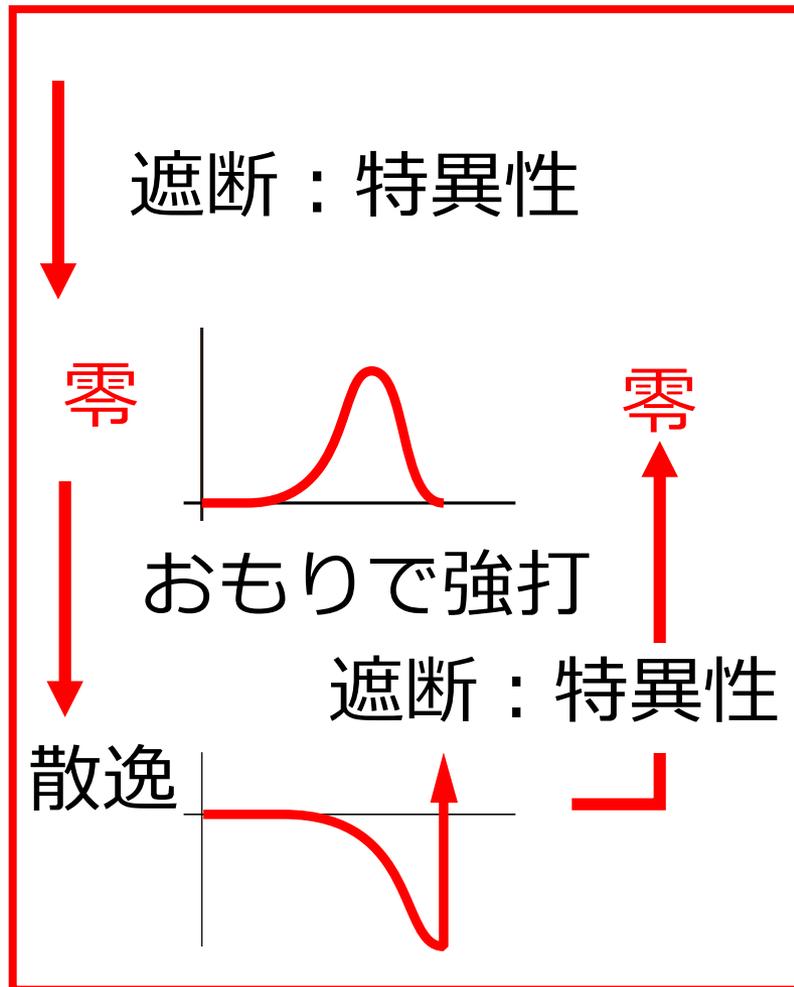
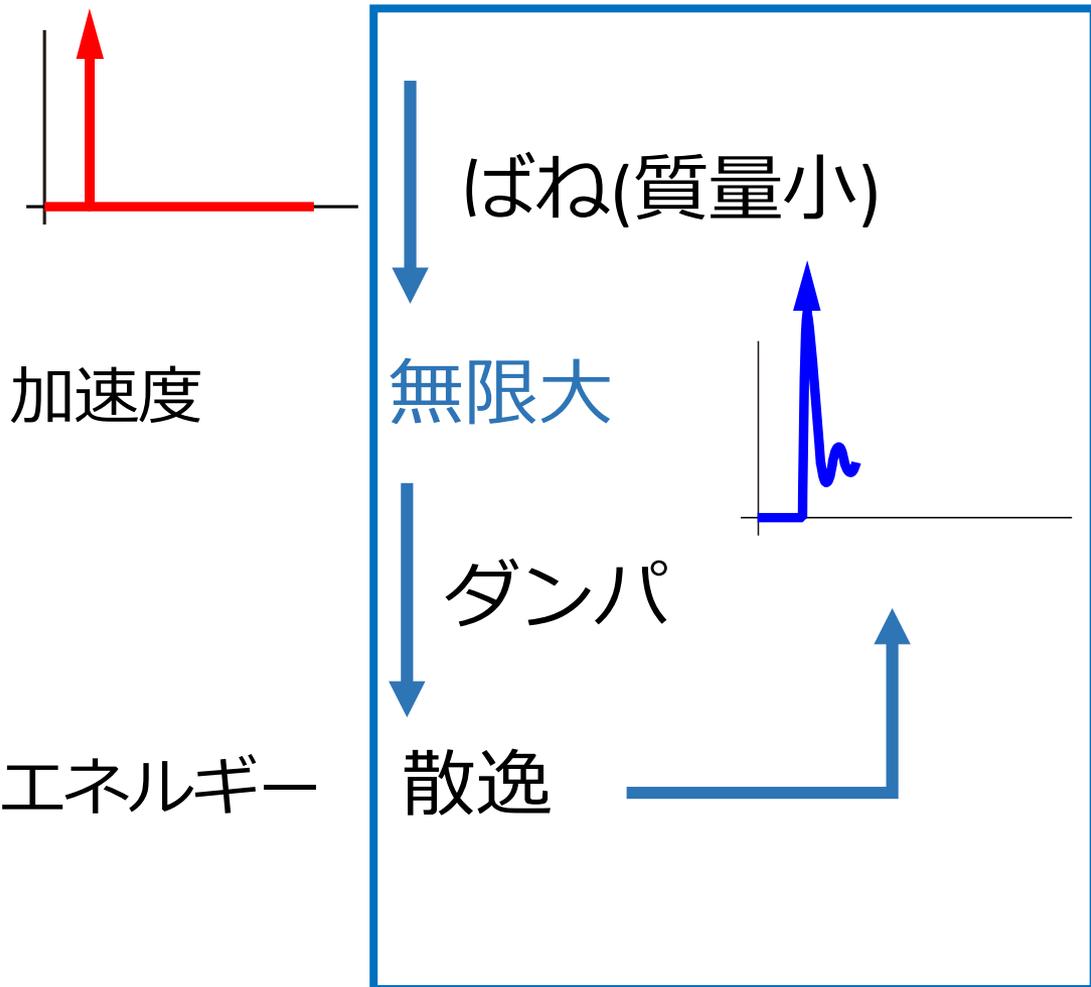


# 力の遮断(難)

撃力 = 無限大

ばね+ダンパ

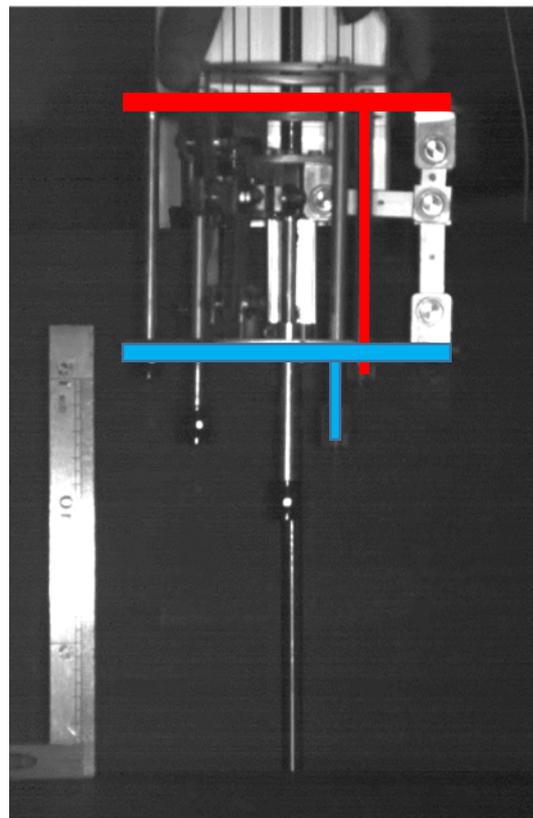
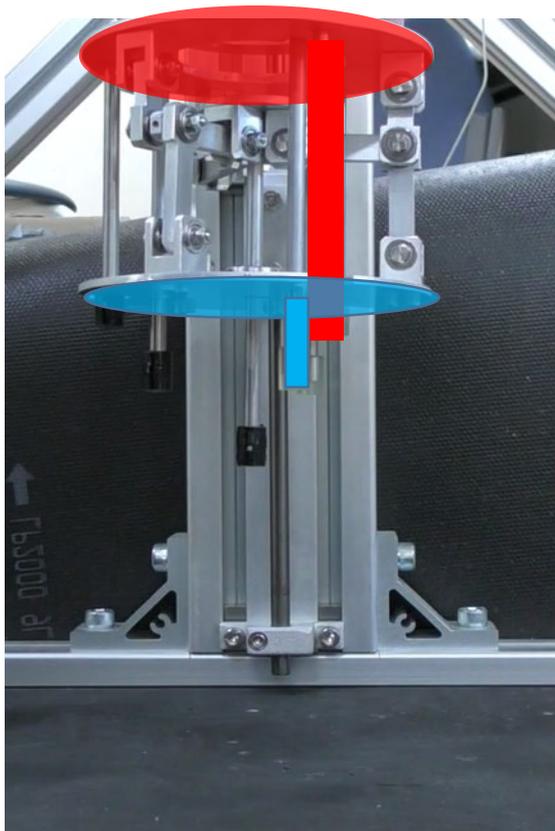
MEID



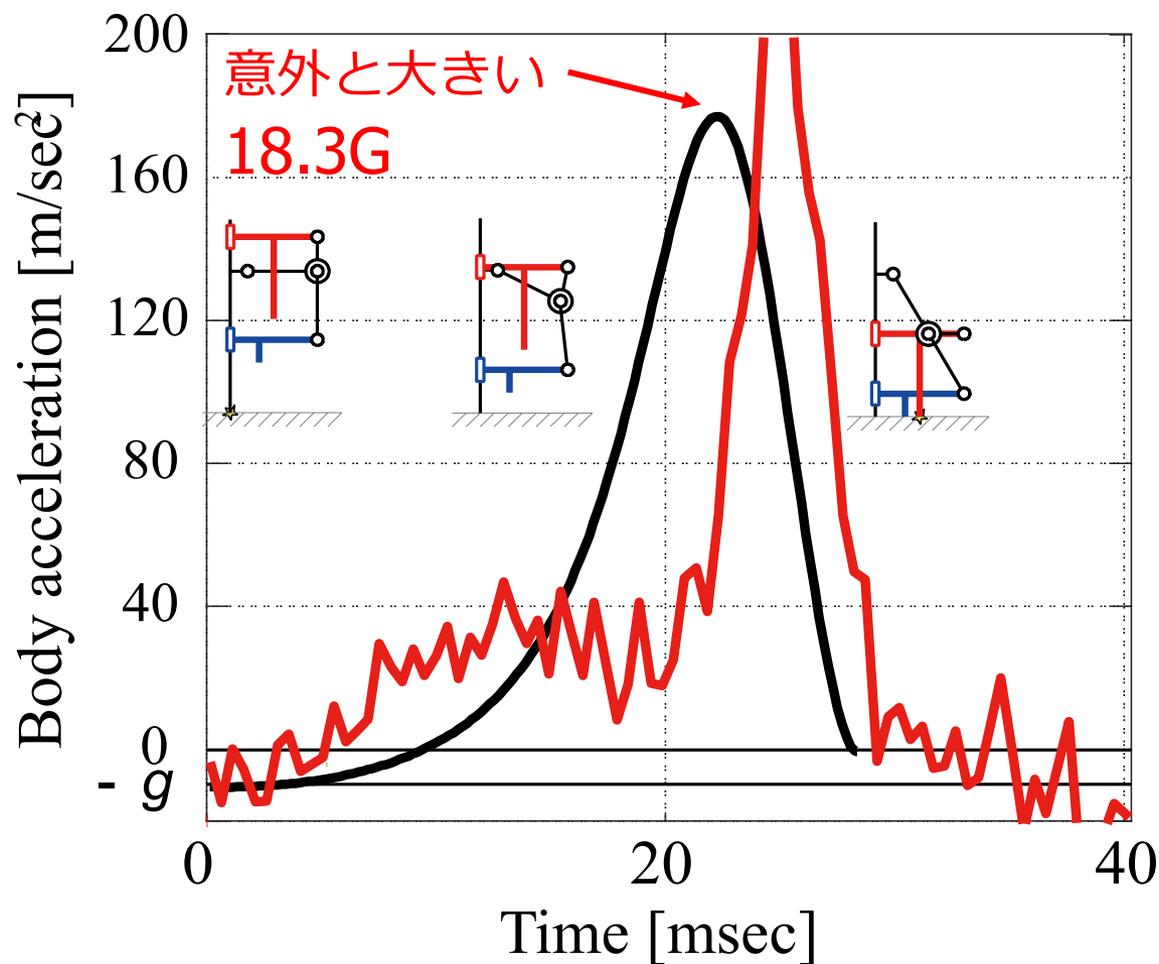
# 落下の様子

## ■ 落下実験

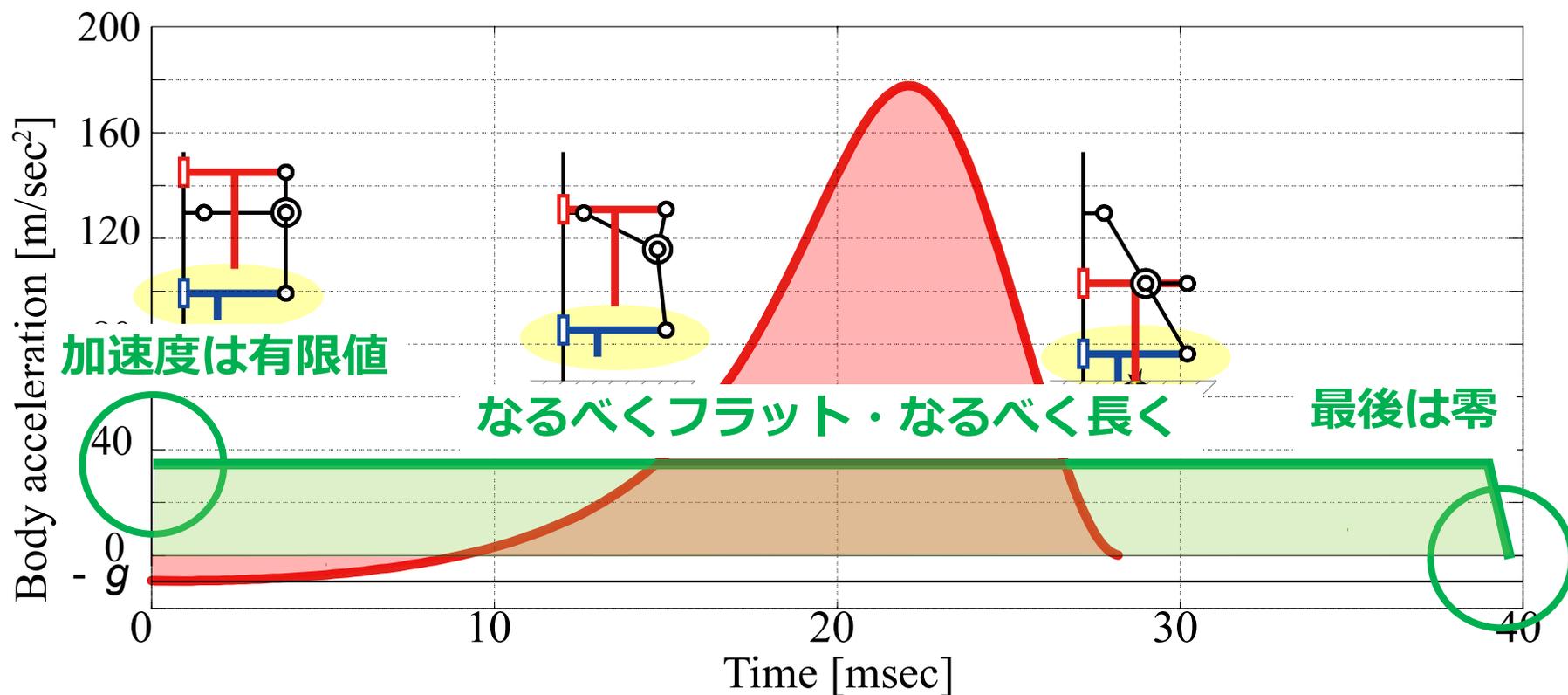
- 高さ10cmから落下
- 鉛直に落下するようスライドで固定



## ■ 本体部に発生する加速度

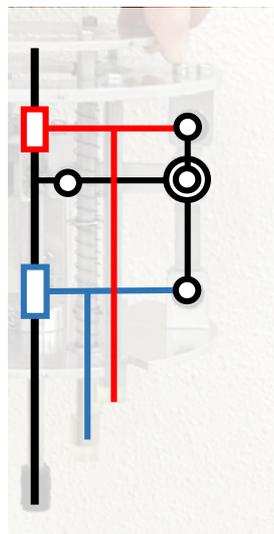


- 本体部に発生する**最大加速度**を下げる
  - 加速度はどうあるべきか？

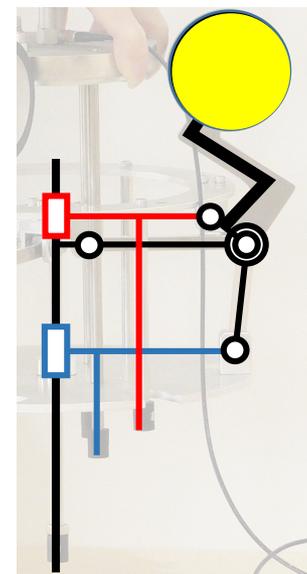
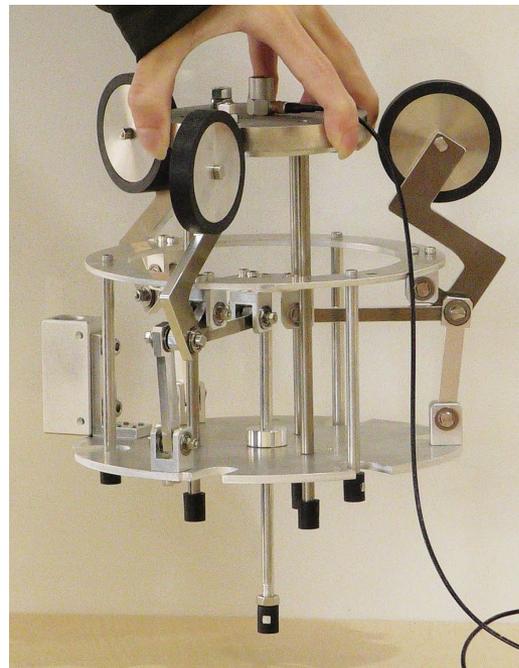


# 新たな機構へ

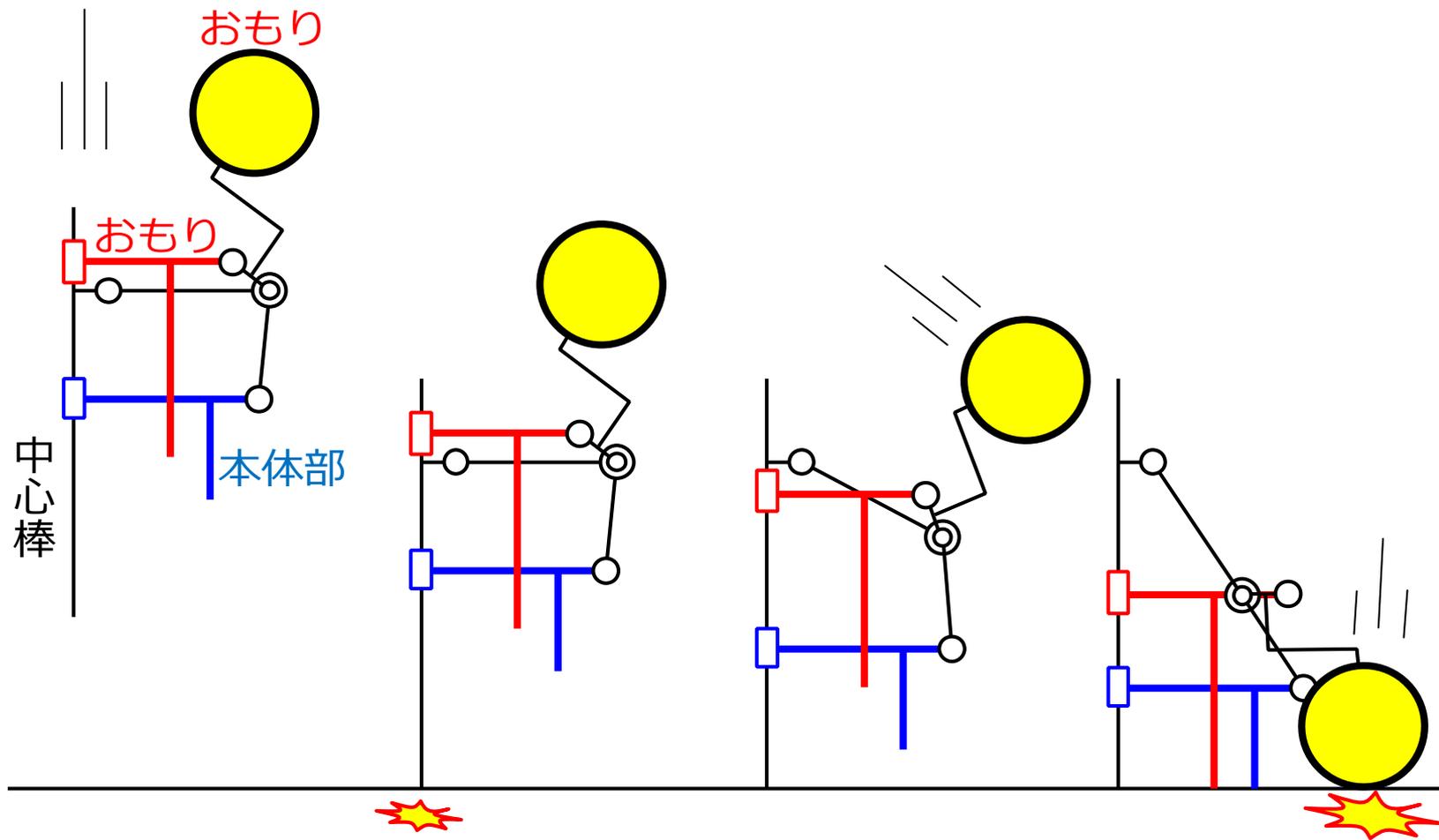
【従来の機構】



【新たな機構】



# 機構の動き

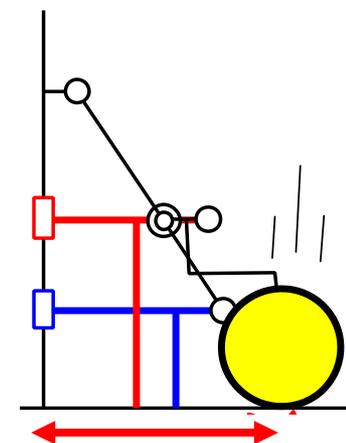
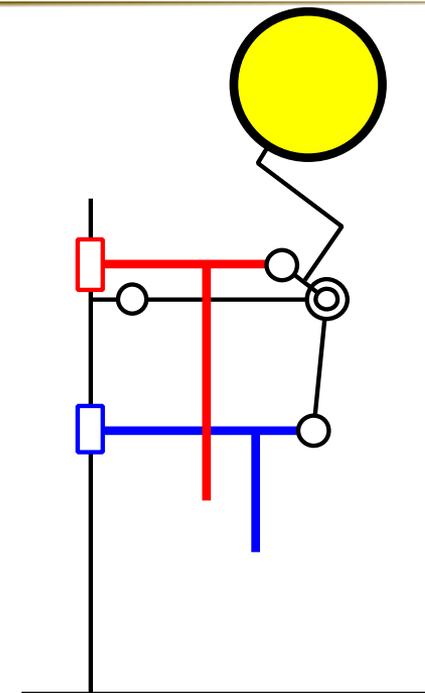


## ■ 設計変数

- リンクの長さ・重さ：12個
- 条件を付けて：4個

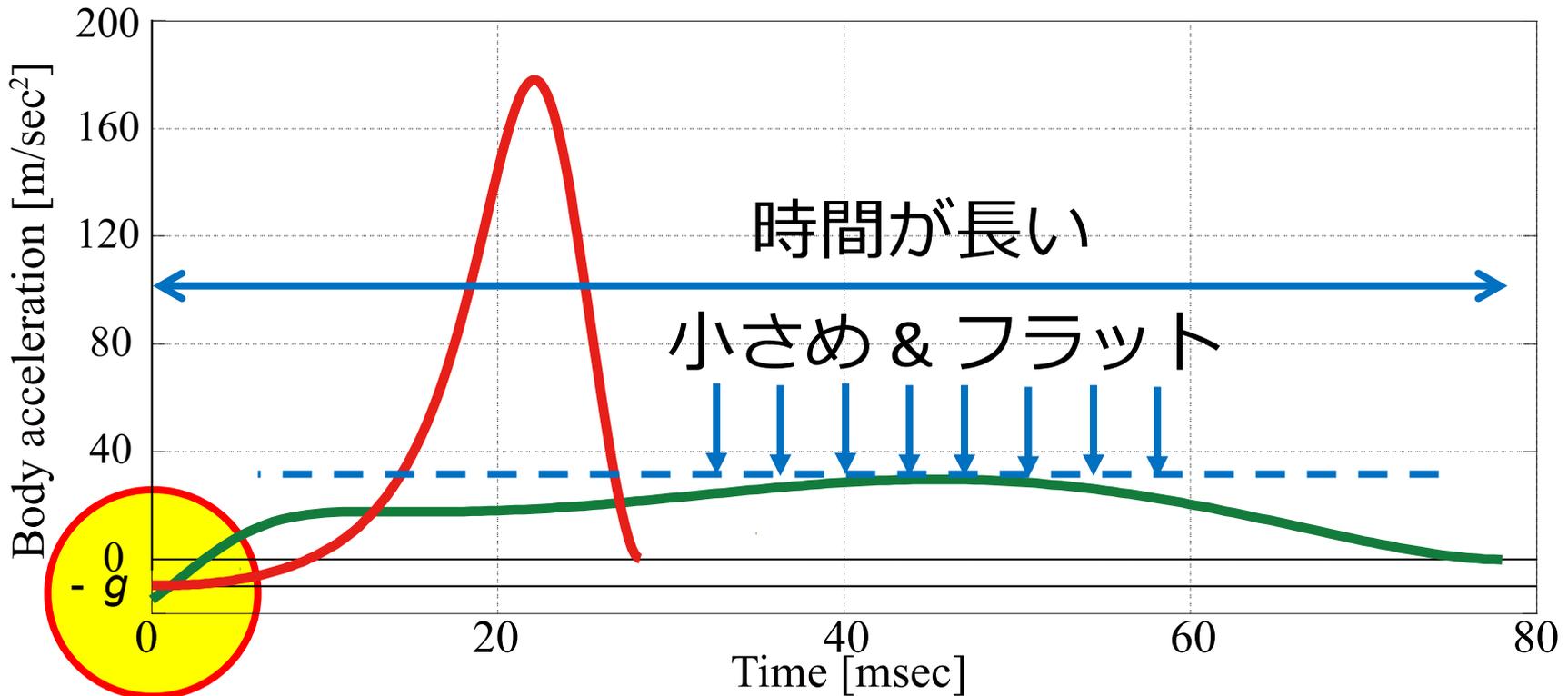
## ■ 評価指標

- 本体加速度がなるべくフラット
- その値の大きさ
- おもりの着地位置



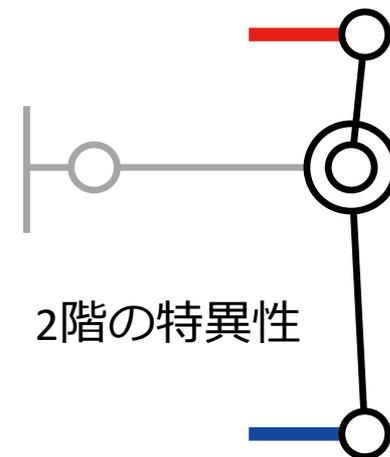
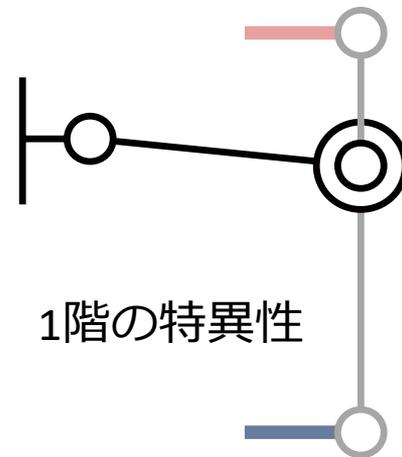
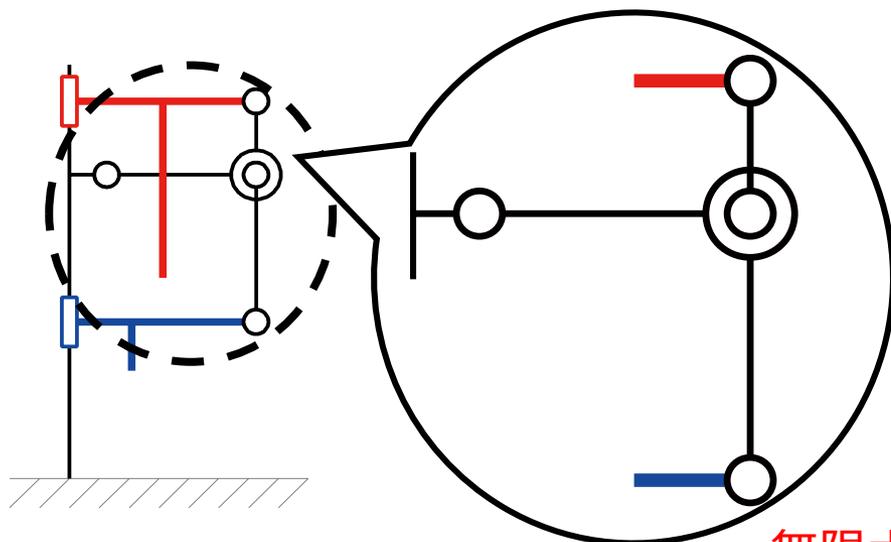
# 最適化結果

## ■ 得られた本体加速度

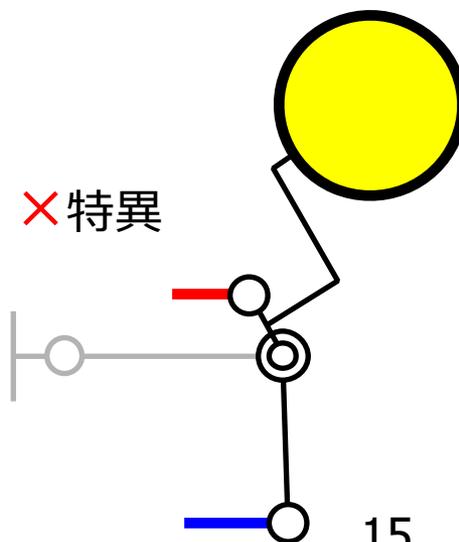
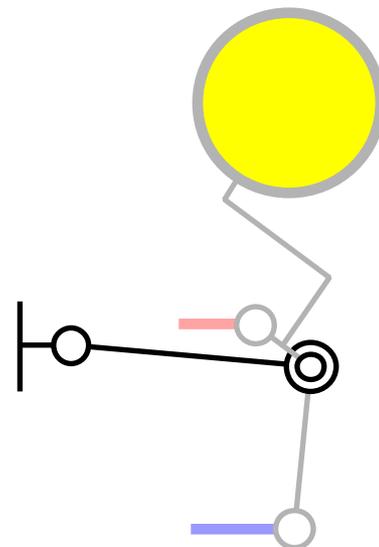
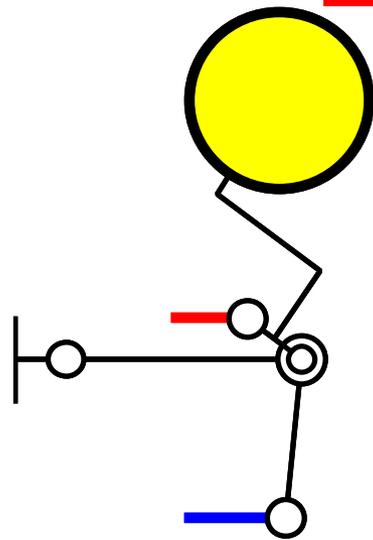
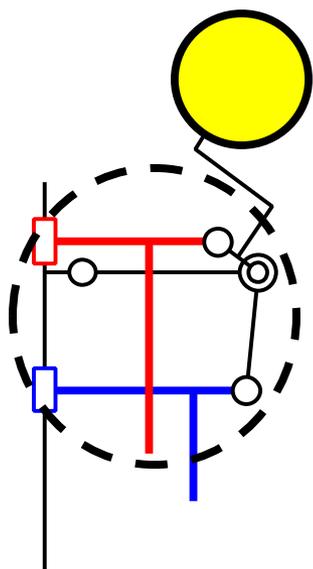


-gじゃない

# 機構の特異性 (難)

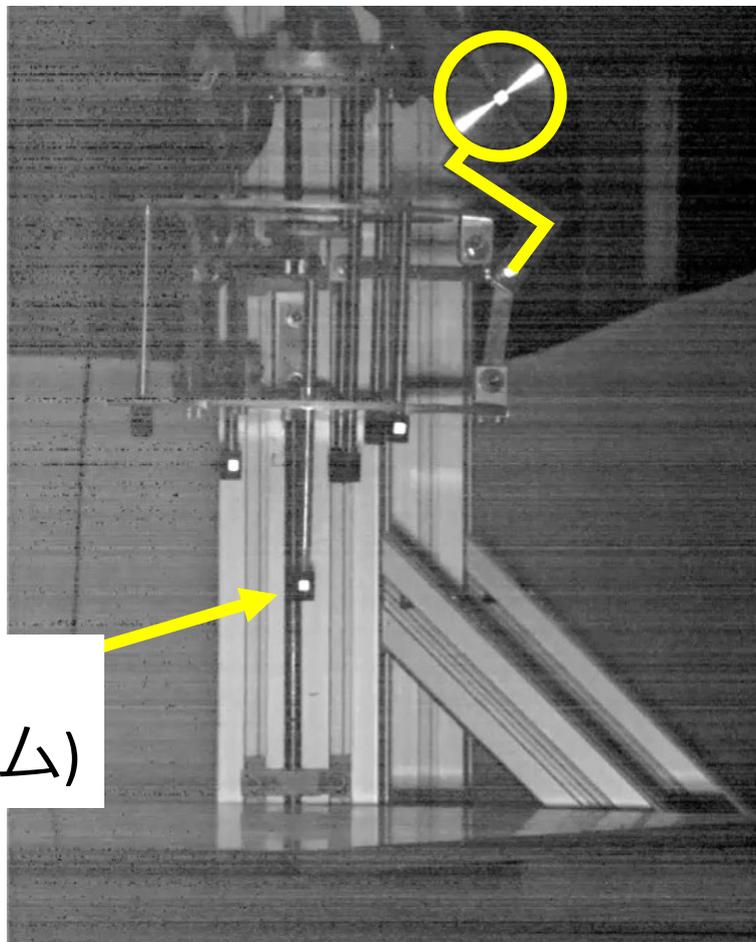


無限大の加速度 → 有限の加速度 → 零の加速度

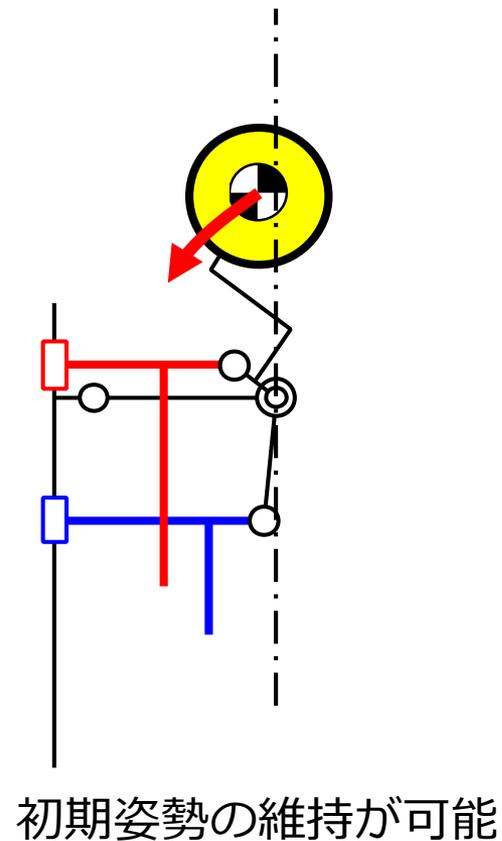


# 落下実験

## ■ 高さ10cmから落下

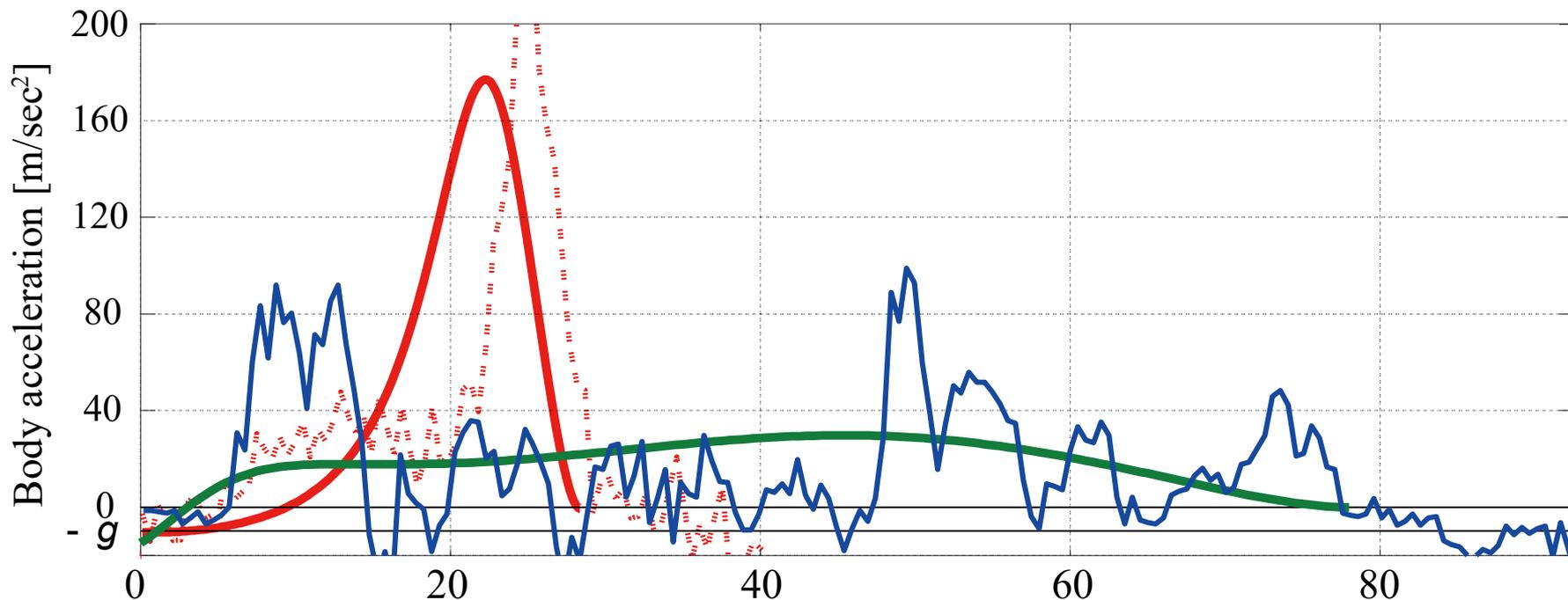


ハネナイト  
(ニトリル系ゴム)



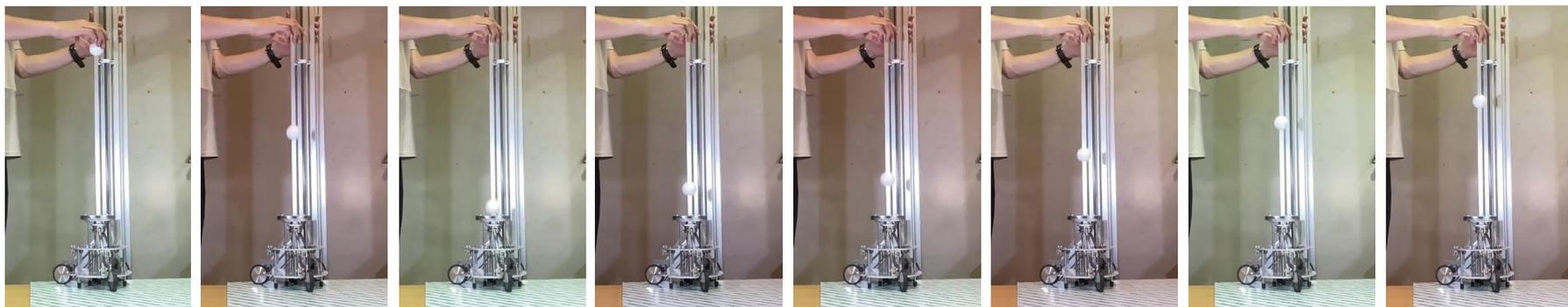
初期姿勢の維持が可能

## ■ 加速度計測

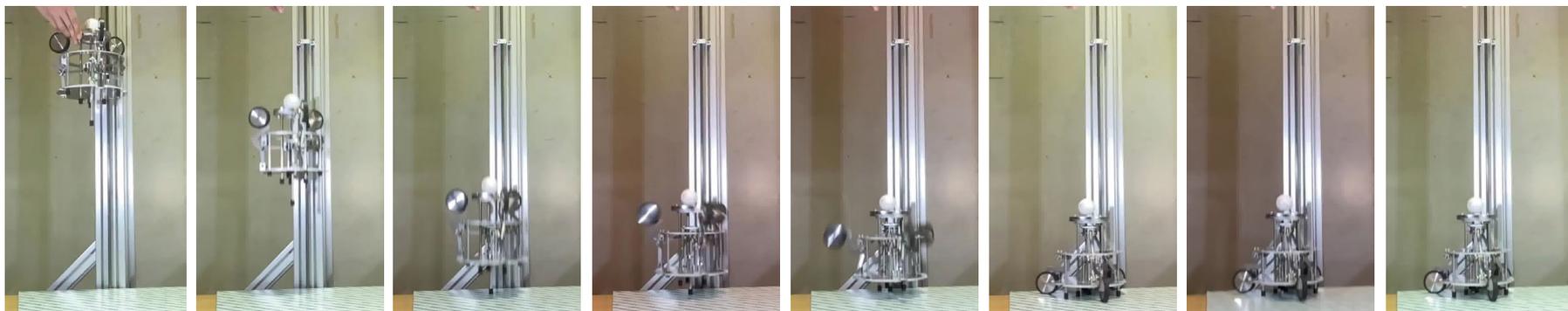


# 落下実験

## 機構「なし」



## 機構「あり」



## ■ 用途

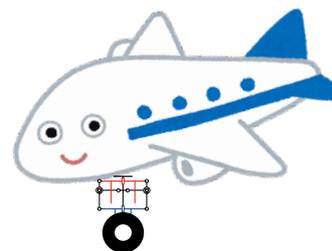
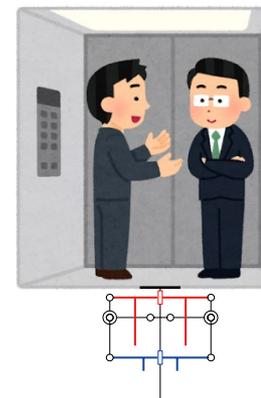
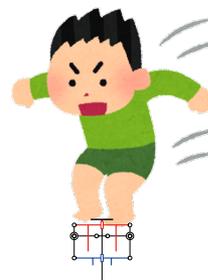
- 落下してきたものを守る

## ■ 実用化に向けた課題

- 垂直に衝突
- 本体に相当するおもり

## ■ 応用先

- 「コンセプト」を利用
- 安全床？
  - そのままでの応用は難



## ■ 知的財産権

発明の名称：衝撃緩和機構

出願番号：特願2020-033991

出願人：東京工業大学

発明者：岡田昌史，黒須寛明

## ■ お問い合わせ

東京工業大学 研究・産学連携本部

TEL：03-5734-2445，FAX：03-5734-2482

E-mail [sangaku@sangaku.titech.ac.jp](mailto:sangaku@sangaku.titech.ac.jp)

※ 本研究は「JSPS 科研費 21H01283」による