

# 1. はじめに



インドアクライミングに用いる壁面が形状変化



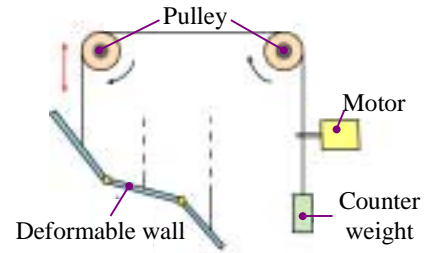
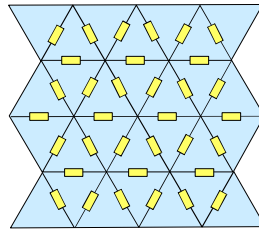
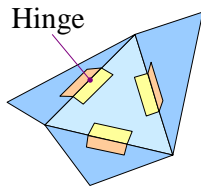
広範なトレーニング、柔軟な競技ルートの設定が実施可能



# 2. 形状可変なクライミング壁

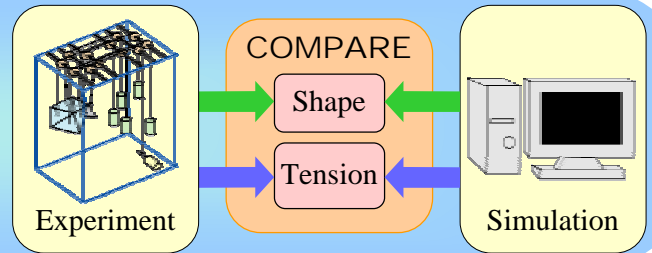


各壁面要素の重量を考慮し、  
パネル-ワイヤ-カウンタウエイトからなる機構を開発



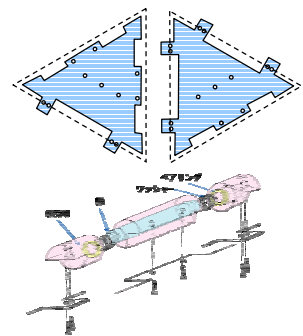
壁面構造物の変形状態の予測、効率的な牽引方法が不明

模型実験と計算機シミュレーションにより  
変形挙動について考察を行う



# 3. 壁面模型の製作

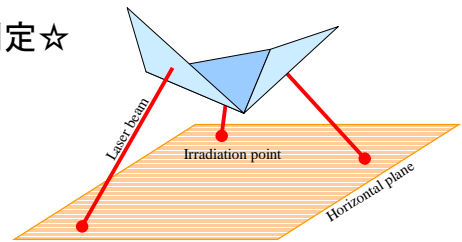
装置の製作



- 1辺120mmの正三角形パネルにより構成
- ベアリングを用いた低摩擦蝶番を実装
- 各パネルが同質量のカウンタウエイトとバランス

測定手法

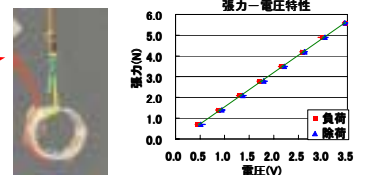
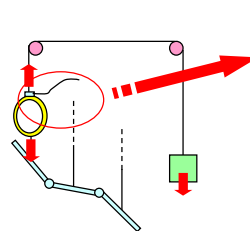
☆形状測定☆



各パネルから発射されたレーザー光の照射位置から  
3次元座標を測定する方法を考案

☆張力測定☆

アクリル円管にひずみゲージを貼付



$T = k \cdot V + a$   
T: 張力, V: 電圧

円管に貼付したひずみゲージにより  
張力を測定する機構を実装

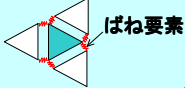
## 4. 変形シミュレータの開発

### シミュレーション手法

マルチボディダイナミクスを応用

各パネルごとに作用力を設定

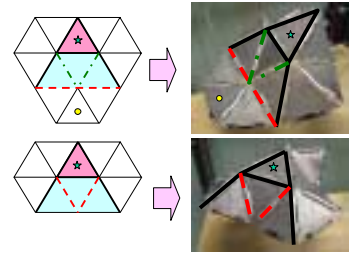
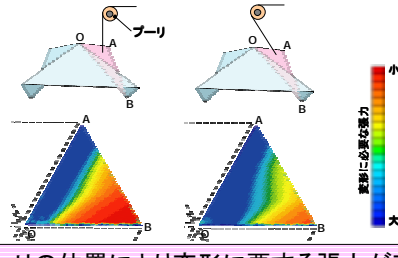
- ✓ パネル間力
- ✓ ワイヤ張力
- ✓ 重力



各パネルの運動方程式を導出

パネル位置・ワイヤ張力の算出

### シミュレーション結果



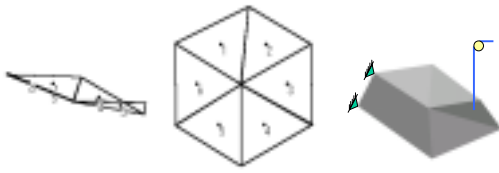
- : 山折り(境界が凸)
- - - : 谷折り(境界が凹)
- : 平直
- ☆ : ワイヤが固定されたパネル

4枚のパネルによって構成される三角形に注目し、隣接するパネルの有無によって変形状態が変化

## 5. 模型実験と変形シミュレータの比較

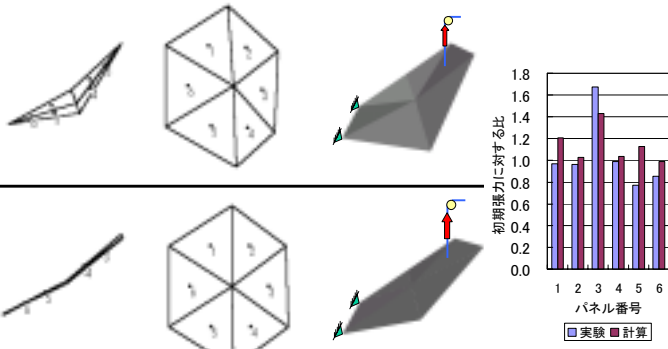
### パネル③を操作した場合

側面図 上面図 3次元図



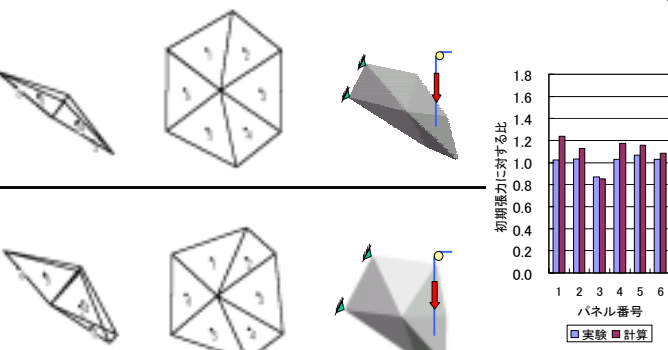
初期状態

実験



③を97mm牽引

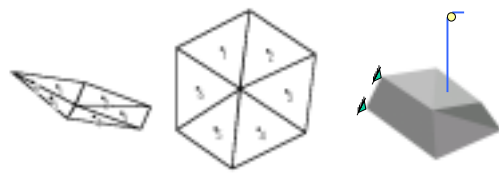
実験



③を183mm落下

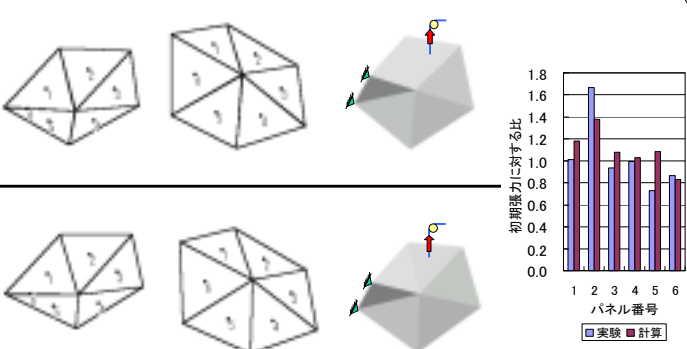
### パネル②を操作した場合

側面図 上面図 3次元図



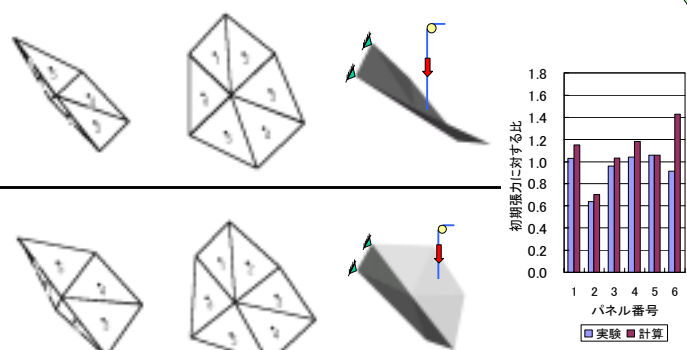
初期状態

実験



②を140mm牽引

実験



②を206.5mm落下

実験装置および変形シミュレータの有効性を確認

## 6. まとめ

正三角形パネルを多数結合して構成される壁面構造物を対象として考察し、以下の結果を得た。

- 壁面の縮小モデルによる変形実験装置を製作し、形状測定装置・張力測定装置を実装した。
- マルチボディダイナミクスを応用したシミュレータを開発し、実験結果との比較を行った。
- 結果には若干の差異があるが同様の傾向を示し、それぞれの有効性が確認された。

謝辞: 実験装置を製作するにあたり多くの助言を下された株式会社ダイナウォールの吉田稔氏に感謝いたします。

# 形状可変なクライミング壁の機構と制御

伊能教夫・小関道彦・前田浩和・小林広和（東工大）