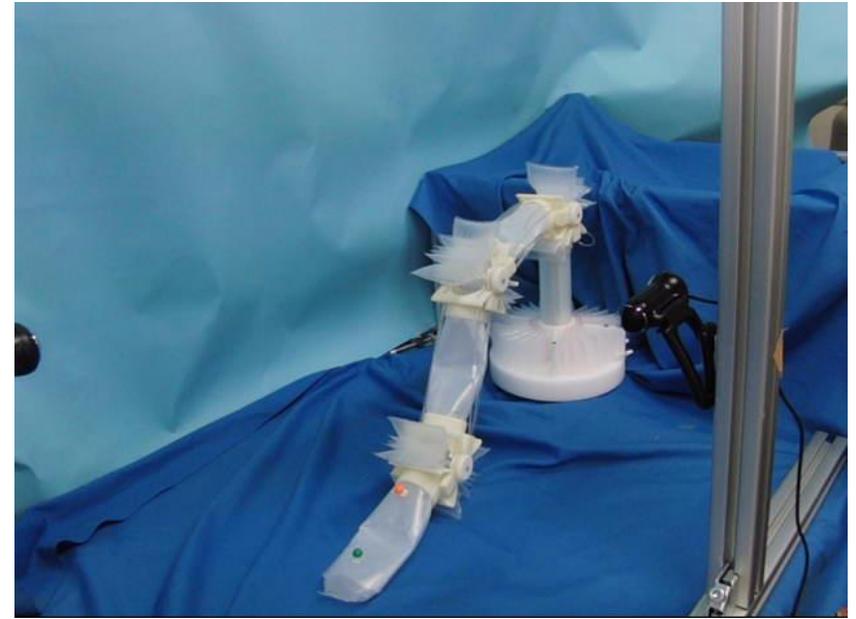


# 極めて軽量な空気圧駆動 インフレーターブルソフトアクチュエータ



# インフレータブルソフトアクチュエータ

- **目的: 本質安全の実現**
  - 多くの場合は速度の低下
  - 質量の削減に着目
- **空気圧アクチュエータの優位性**
- **弾性材料ではなく塑性材料を使用**
  - **高分子フィルム** ⇒ 薄膜化による軽量化
  - 弾性エネルギーほぼ不使用 ⇒ 低圧駆動
- **インフレータブル構造** ⇒ 極軽量化に有効

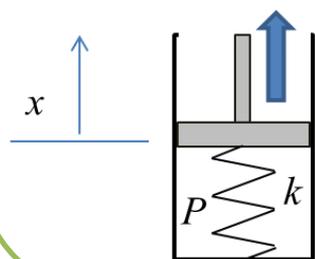


[こちらをクリックするとYoutube動画をご覧いただけます](#)

# ラバーソフトアクチュエータとの違い

## ラバー系材料製

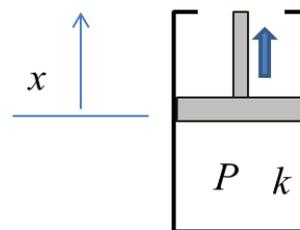
- 変位は圧力に依存
- 連続的な位置決め
- コンプライアンス 高
- ひずみ 大
- 材料自身の剛性 小



- $k$ は材料に依存
- $x$ は $P$ に対して従属

## プラスチック系材料製

- 剛性のみ圧力に依存
- (ほぼ) On/Off 駆動
- 無印加時 剛性 極小
- ひずみ 小 (薄膜化可)
- 低圧力帯域で駆動



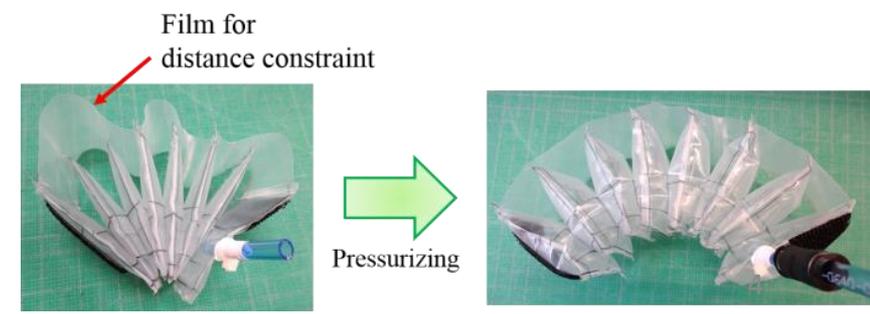
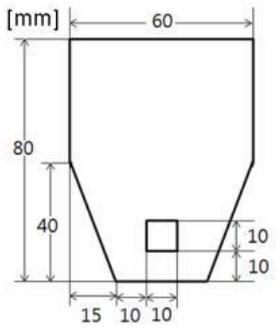
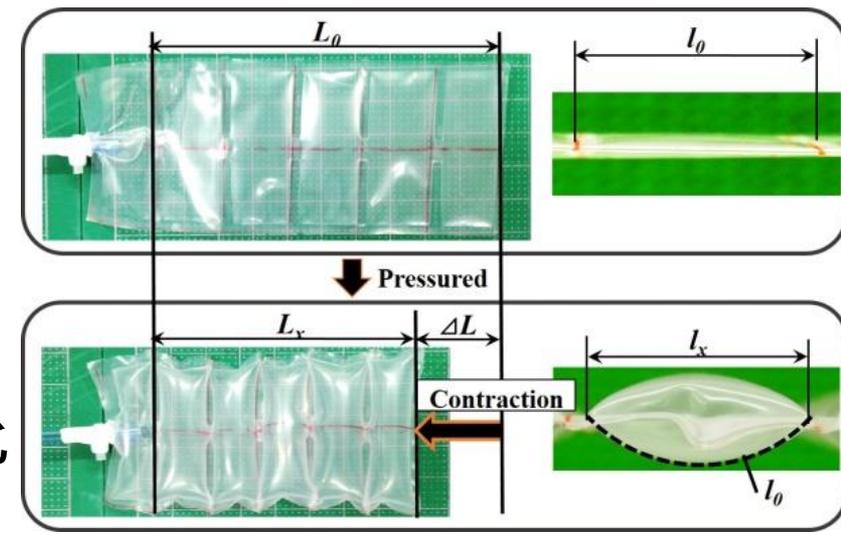
- $x$ に上限値あり
- 初期位置は不定
- $k$ は $P$ に対して従属

極軽量化に適している可能性有

課題: 膨脹した時の運動(変位)をどのようにして得る(設計する)か<sub>3</sub>

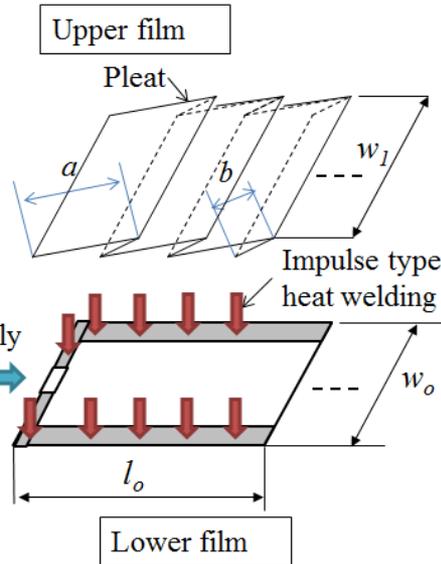
# 膨脹型と収縮型

- 2枚のフィルムで構成
- フィルムの形状  
⇒最終形状の決定
- 単純袋構造(同一の長方形)
  - 一面に垂直な方向: 膨脹
  - 一面と水平な方向: 収縮
  - **縦横比**による**収縮・膨脹率**の変化
- 供給口の連結による蛇腹構造



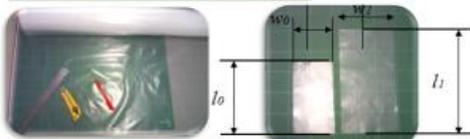
# バッグ構造とプリーツ構造

- 2枚のフィルムで構成
- 片側のフィルムに**折り込み構造**
- 折り込み部の展開
  - 大きな屈曲変位
- 対面配置による**拮抗駆動**
- **折り込み角度**の変化
  - 収縮, 巻き付き



※こちらをクリックするとYoutube動画をご覧いただけます

1. Cutting from a large plastic film



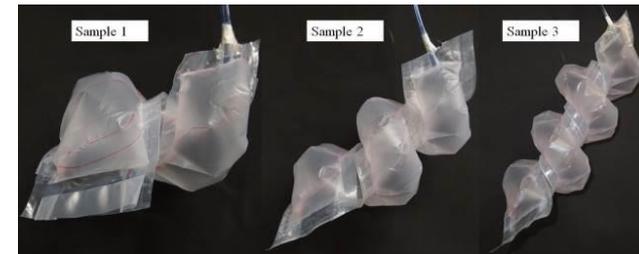
2. Fold (Pleating operation)



3. Seal (Heat welding operation)

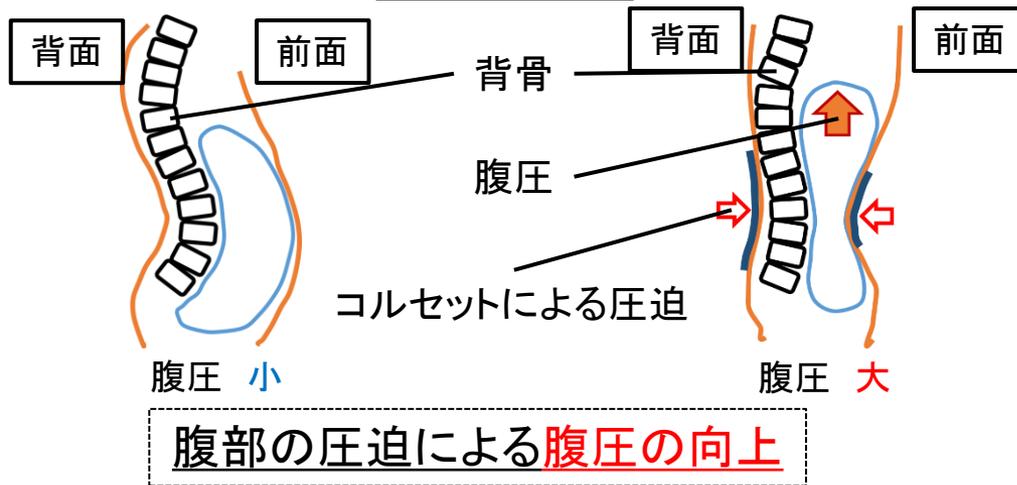


Pressurizing

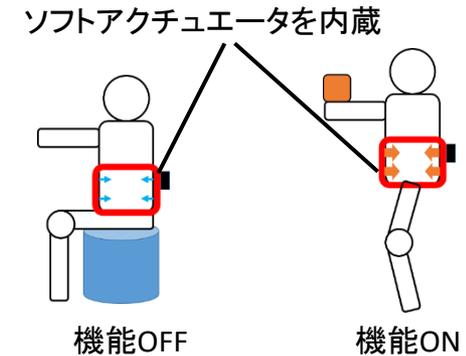


# 応用例：空気圧式アクティブコルセット

## 従来の腰椎コルセットの負担軽減手法



## 提案する空気圧式コルセット

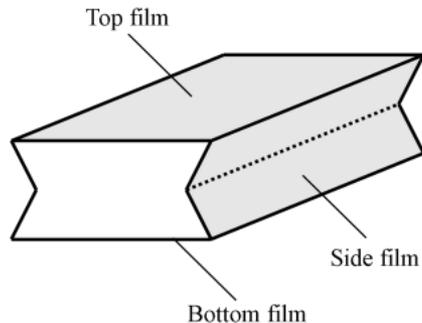
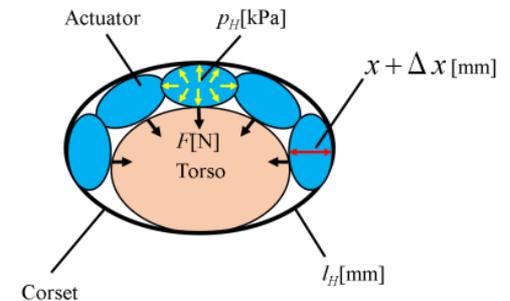


腰部負担が小さい作業時は機能OFF  
腰部負担が大きい作業時は機能ON

必要時のみ機能するアクティブコルセット

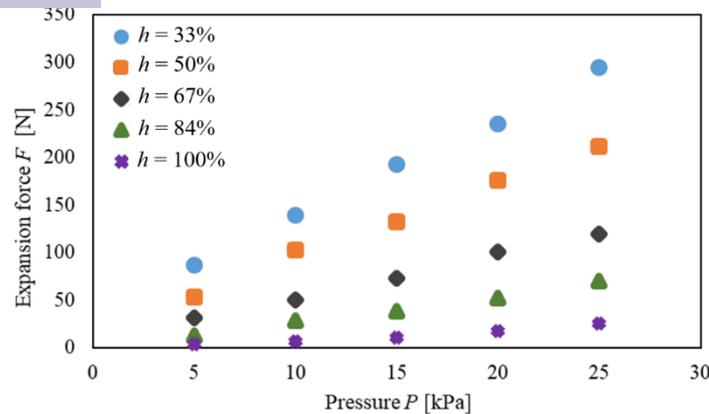
# アクティブコルセット構造

- コルセット内にアクチュエータを配置
- コルセットの材質はほぼ非伸縮
- 加圧時: 腹圧 増大
- 非加圧時: 衣服と同等の柔らかさ
- アクチュエータは直方体形状に設計
  - ✓ 接触面積の増大
  - ✓ 直列配置による動作性の確保



# 発生できる力は？

## 膨張力測定試験



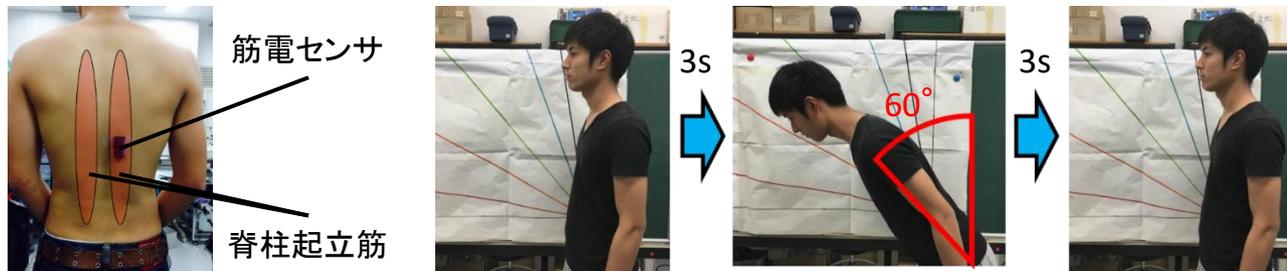
		Expansion force [N]				
P [kPa]	h [%]	33	50	67	84	100
	5		86.7	53.3	31.1	12.5
10		139.7	102.3	50.3	28.4	6.5
15		192.7	132.9	73.3	38.7	10.6
20		235.2	175.6	100.3	52.6	17.2
25		295.0	211.3	119.2	69.9	25.7

- ・最大膨張力は人体圧迫に対して十分な大きさ
- ・内圧値, 拘束量に応じて膨張力を調節可能
- ・一定内圧領域内では内圧値に関わらず膨張量はほぼ一定
- ・耐圧値は十分な大きさ (使用時は5~25kPaを想定)

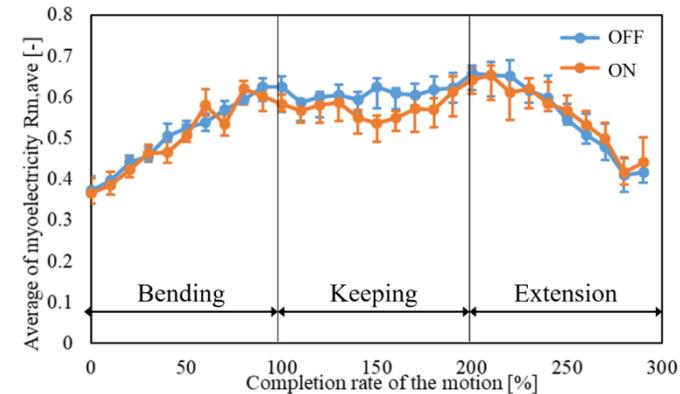
設計した直方体型ソフトアクチュエータの本コルセットでの使用方法において十分な発生力を確認

# 筋電位による評価実験

## 筋電試験によるアクティブコルセットの性能評価



- ・対象: 年齢21~24歳の成人男性8名
- ・ワイヤレス筋電センサ(LP-ESD1222)で**脊柱起立筋の筋電位を測定**
- ・ワイヤレス筋電センサに内蔵されている3軸加速度センサで**屈曲姿勢を測定**
- ・被験者は直立状態から**60°の屈曲動作, 屈曲維持, 直立状態までの伸展動作**を3秒間ごとに実施
- ・アクティブコルセットのON状態(15kPa)とOFF状態(非加圧)それぞれで実施



OFF時に比べてON時には筋電位の減少傾向を確認

# 看護学生による主観評価

- 対象: 20代 看護学生 (女性) 24名
- 二種類の状態で**看護動作**の実施
  - 通常のコルセット装着時
  - アクティブコルセット(加圧)装着時
- 三種類の**看護動作**
  - ベッドメイキング
  - 起き上がり介助(仰臥位から長座位)
  - 端座位から車いすへの移乗介助



# 看護学生による主観評価

- 駆動システムの大きさ
  - 看護動作中にあまり気にならない：  
6割
  - システムの小型化は必要
- 圧迫の強さ
  - 従来の**コルセットと同等**
- 動作が楽と感じたか
  - 負担の大きい看護動作で有意差あり
- 動きやすさ
  - 従来のコルセットより平均値は高め

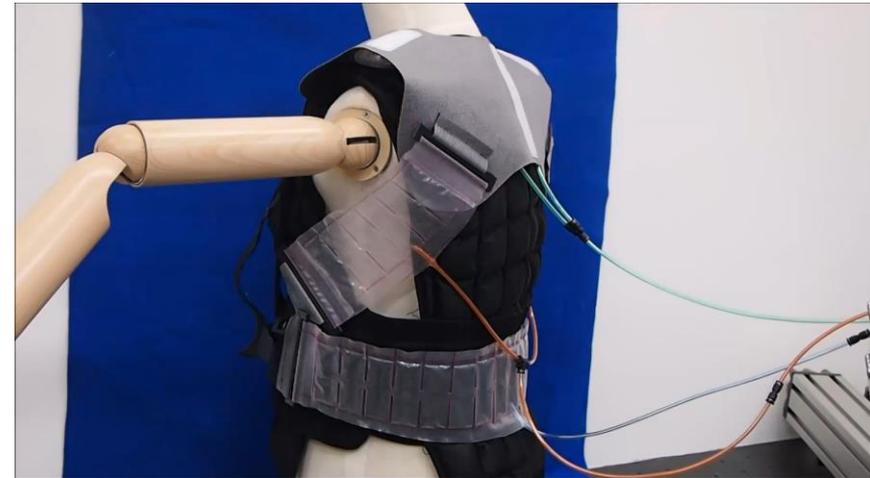


力学特性は満たし生体信号・主観評価ともに有用である可能性あり

# まとめ

## 本アクチュエータの特性

- 人への直接作用 (**低圧駆動**, **柔軟**, **高い発生力**)
  - 設置型 (準設置型), 介助支援
- 携帯性 (**低圧駆動**, **軽量**)
  - 着用型, ヘルスケア



[※こちらをクリックするとYoutube動画をご覧いただけます](#)

人への直接作用・測定をする福祉・ヘルスケア機器に向けた  
極軽量ソフトアクチュエータの有用性について期待