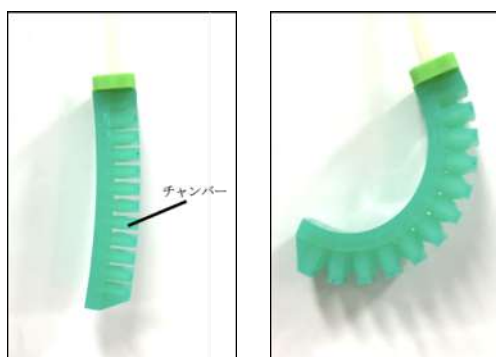


ベローズ伸縮を用いた負圧駆動グリップ

○盛影 大樹 (立命館大学), 王 忠奎 (立命館大学), 平井 慎一 (立命館大学)

1. 緒言

今日、冷凍食品や時短食品、弁当などの食品の需要が増加傾向にある。それらを扱う食品工場では、生産量の増加による人手不足や人件費の増加が懸念されている。そのため、ロボットによる効率化と自動化が求められる。しかし、食品には、柔らかく、脆く、形が不揃いで、種類が多いという特徴がある。これらの特徴により、硬いグリップによる把持や自動化は困難である。そこで、空気圧駆動式柔軟指の研究が行われてきた。従来一般的な柔軟指を図1に示す[1]。



(a)通常の状態 (b)屈曲した状態

図1 空気圧駆動式柔軟指

しかし、従来の柔軟指はチャンバーが複数存在し、形状が複雑である。そのため、製作が難しい。形状が複雑であることから、シリコンに気泡が発生してしまい、空気漏れが起こる可能性がある。また、メンテナンス性に課題がある。食品を対象物にするため衛生面に気を使わなくてはならない。そのため、洗浄が必要となる。しかし、形状が複雑であるため洗浄時間がかかってしまう。これらの問題を解消するため、ベローズ伸縮を用いた負圧駆動グリップを提案する。本グリップは、3Dプリンタで作成したベローズと柔軟な把持部から構成される。ベローズの伸縮により把持部が変形し、対象物の把持と解放を実現できる。本稿は五節により構成される。第二節は、グリップ動作原理を述べる。第三節は、本グリップの構造について、把持部とベローズ部に分けて紹介する。第四節は、製作したグリップの汎用性を評価する把持実験について説明する。第五節は、結言を述べる。

2. グリップの動作原理

本節では、グリップの動作原理を述べる。図2に、グリップの動作概要図を示す。図2(a)はグリ

ップの解放形状である。ベローズ内部に負圧を印加させることで、図2(b)を経て図2(c)の把持形状に変形する。このように把持部の形状を単純化することで、製作の容易性とメンテナンス性の向上を図る。

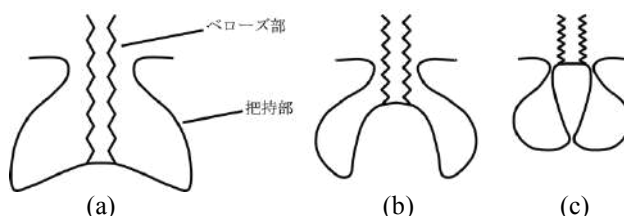


図2 グリップ動作概要図

3. グリップの構造

本節では、グリップを構成する、把持部とベローズ部について述べる。図3にグリップのCAD図と断面図、図4に作成した実機全体図を示す。

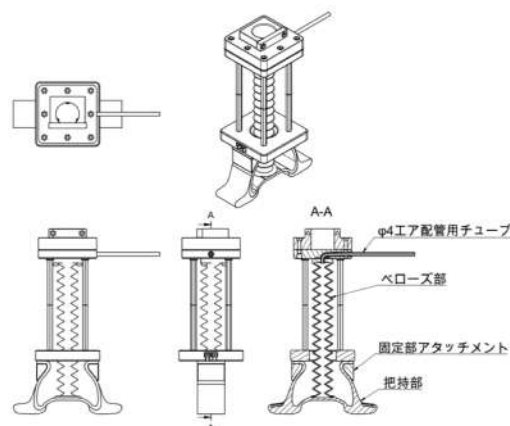
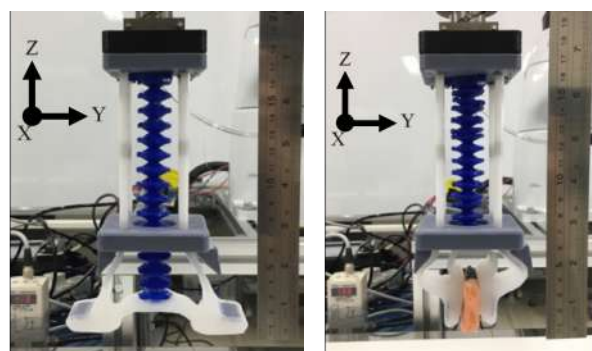


図3 グリップCAD図と断面図



(a) 解放状態 (b) 把持状態

図4 実機全体図 (対象物: 鮭の食品サンプル)

3.1 把持部

把持部の大まかな形状は、紙を用いて模索した。把持部と対象物が密接に接する形状を目標とした。その結果、図2に示す形状に決定した。また、把持部先端に人の指先のような形状を設けた。これは、対象物を把持する際に接触面積を広くするためである。これにより、摩擦を増加させ把持しやすくすることを狙う。把持部は硬度がショアA30のシリコンの内部にPLAで出力した薄板を設けた。また図3に示すように、固定部にアタッチメントを設けた。把持時に根元が広がり把持力を低下することを防ぐためである。

3.2 ベローズ部

ベローズ部は、Ninjabflexというフィラメントを3DプリンタPrusa i3 MK3Sで出力した。印刷パラメータと設計は文献[2]を参考にした。図5に作成したベローズ部のパターンを示す。文献 [2]のベローズと作成したベローズ部の設計は内角が異なる。内角110°の場合[2]、座屈が強く収縮しにくい。対し、本研究のベローズ部の内角を60°にすると座屈が弱まり収縮しやすいものとなった。しかし、印刷が荒くなり空気漏れが発生してしまう。これ以上内角を浅くすると、印刷が失敗するか空気漏れが激しく収縮しないことが多い。よって、この内角を採用した。

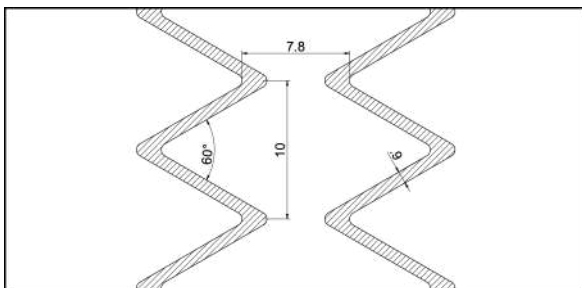


図5 作成したベローズ部のパターン

4. 把持実験

4.1 実験目的と方法

実験目的は、製作したグリッパの汎用性を評価することである。唐揚げ、ウニ軍艦、卵焼き、ハンバーグ、鮭の切り身の5種類の食品サンプルを把持対象とした。ウニ軍艦以外のすべては、本物の柔らかさと表面状態を再現した食品サンプルである。対象物の外観を図6に、概要を表1に示す。

ベローズは負圧で駆動する。真空発生器VUH07-44Aに定格供給圧力0.5MPaを印加し、負圧を発生させる。VUH07-44Aへ印加する圧縮空気のONとOFFの切り替えは圧縮空気用直動式2ポート電磁弁FAB11-M5-Z-12Cを使用する。発生した負圧を電空レギュレータITV2090-212BS5で整圧し、ベローズ部に供給する。ロボットアームは、株式会社デンソーウェーブ製4自由度ロボットアームHSR-065を使用する。把持実験では、2回のPick&Place動作を連続で行う。対象物の把持方向は図7に示す。成功回数

が合計7回になるまで試行を行う。把持が失敗したとき、把持対象物を設置し直して再開する。この方法をとった理由は、決まった把持方向とそれ以外の方向から把持することができるかを評価するためである。



(a) 把持対象物の上面



(b) 把持対象物の側面

図6 把持対象物の外観

表1 把持対象物

把持対象物	サイズ W×D×H[mm]	重量[g]
唐揚げ	40×60×27	29.5
ウニ軍艦	31×51×50	42.6
卵焼き	24×49×10	10.9
ハンバーグ	38×59×14	20.4
鮭の切り身	39×75×10	19.6

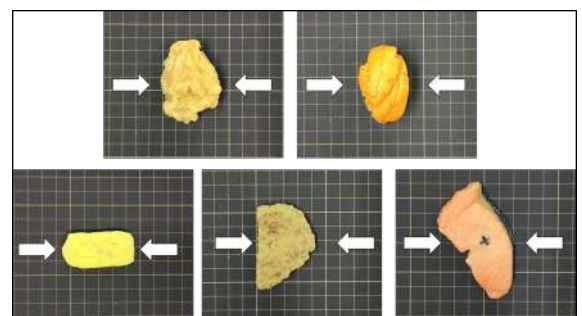


図7 対象物の把持方向

4.2 実験結果

図8に把持実験の様子、表2に実験結果を示す。表2の「○」は把持に成功、「×」は把持に失敗し対象物を設置し直したことを表す。また、把持に成功した際のベローズ部内の気圧の平均を表の右に表した。

4.3 考察と課題

実験結果からサイズと重量、把持方向、把持成功の関係がわかる。表2より、唐揚げとウニ軍艦は連続で把持に成功している。しかし、卵焼きとハンバ

