

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題(和文)	食品用ロボットハンドにおける粘着性食品解放のための加振
Title(English)	Vibration for Releasing Sticky Food in Food Robot Hand
著者(和文)	植田 大輝, 遠藤 玄
Authors(English)	Daiki Ueda, Gen Endo
出典(和文)	第25回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 予稿集, , ,
Citation(English)	Proceedings of the 25th SICE System Integration Division Annual Conference, , ,
発行日 / Pub. date	2024, 12
権利情報 / Copyright	本著作物の著作権は公益社団法人計測自動制御学会に帰属します。 (c) 2024 The Society of Instrument and Control Engineers

# 食品用ロボットハンドにおける粘着性食品解放のための加振

○植田 大輝 (東京科学大学), 遠藤 玄 (東京科学大学)

## Vibration for Releasing Sticky Food in Food Robot Hand

Daiki UEDA (Science Tokyo), and Gen ENDO (Science Tokyo)

Abstract: In this study, we examined the effects of the direction of vibration on food robot hands. The robot hand developed in the past mainly aimed at grasping food, but many foods are highly sticky, and it isn't easy to release the grasped food. Therefore, it is necessary to implement a function in the robot's hand to release the food it has grabbed. In this study, we fabricated simulated meat to stabilize the experimental results and examined the effects of changing the excitation direction to the gripping part. In experiments in which the direction of excitation was varied from  $0^\circ$  to  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ , and  $90^\circ$  relative to the axial direction of the metal bar, the results showed that the metal bar fell most easily when the vibration angle was  $0^\circ$  and that the closer the angle was to  $90^\circ$ , the weaker the falling effect became.

### 1. 緒言

食品加工・生産現場において、食品の把持を伴う多くの作業工程については現在でも従業員の手作業によって行われている<sup>1)</sup>。しかし、食品の鮮度維持のため室温が低く設定されているなど従業員の作業環境が良くないことや、慢性的に人手不足に陥っていることが問題となっている。そのため、従業員による手作業をロボットハンドによって代替する方法が提案されている。しかし、食品は他の物体に比べ柔軟で傷つきやすく、傷がつくと商品価値が著しく低下してしまう点や、食品の形状や大きさのばらつきが大きいことによって把持の素早さや正確性が低下してしまう点が問題となり、ロボットハンドによる作業の代替を妨げている。

食品把持に用いられるグリップの先行研究としては、把持する動作を代替するシステムやエンドエフェクタが研究されている<sup>2)3)</sup>。しかし、食品には低温環境における生肉など粘着性の高い把持対象が多く、食品を掴んだ後グリップを解放したとしても粘着物がグリップに付着したままとなり、把持したものを放すことが困難になっている。そのため、食品加工の現場において、把持した際に食品の質量を計量したとしても、実際の盛り付け量が異なり、修正を行うための人件費などコストの増大につながるものが課題となっている。そのため、食品グリップが把持可能な対象物を広げ、汎用性を高めるためには、食品グリップに付着物を確実に解放する機能を実装することが必要であると考えられる。解放に着目した研究は少ないため、効率的に食品を解放する手法を検討することが重要である。

解放に着目した先行研究として空気圧を活用したものや液体による摩擦変化を活用したものなどがある<sup>4)5)</sup>。一方で、これらの解放手法では食品の衛生面などの観点から課題がある。

ロボットハンドに付着した食品を落下させる手法として、コーティングや表面形状の変化などにより付着しづらくする受動的な手法、またはモータやコンプレッサなどの動力源を用いた能動的な手法が考えられる(図1)。これらの手法の中から付着物を効果的に落下させる手法として振動を用いた方法が考えられる<sup>6)</sup>。本研究では、生肉の個体差による影響を排除するために、模擬肉の製作を行った。その後、食品用グリップの把持部としてツンモリハンド<sup>2)</sup>の指部を想定しφ4mmの金属棒に生肉を付着させ、金属棒に加振する方向を変

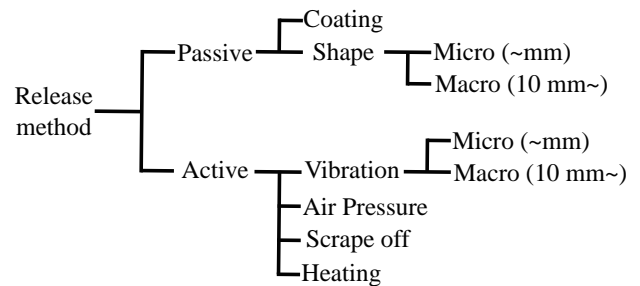


Fig. 1 Various methods to realize the gripper sticky food release function.

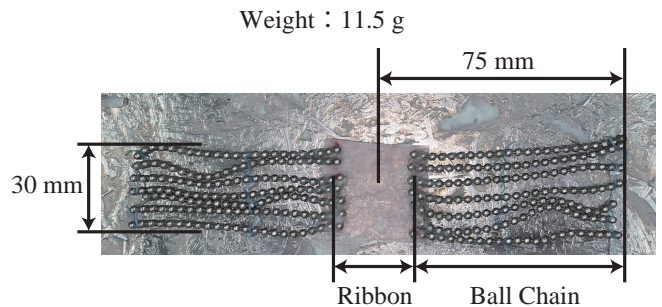


Fig. 2 Mock Meat Structure. Mock meat that resembles actual raw meat in size, weight, and swinging was fabricated using ribbon and ball chain.

化させることによる落下効果への影響を検討した。

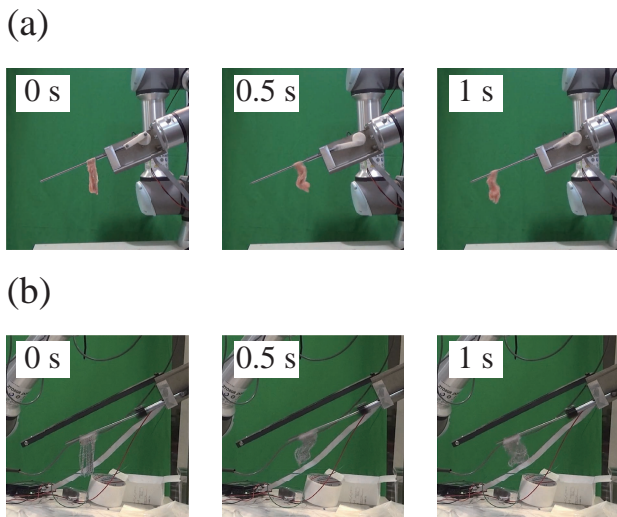
### 2. 模擬肉の検討

#### 2.1 生肉を用いた際の課題

実際の生肉では形状が不定であることや脂肪分量が異なることで、金属棒への付着の仕方にばらつきが現れることが考えられる。しかし、より効果的な落下効果を実現する振動パラメータを検討するにあたっては生肉の個体差による影響を排除することが必要になる。そこで、生肉の金属棒への付着と揺れ方を模擬した模擬肉を製作し、生肉の代わりに実験に用いた。

#### 2.2 模擬肉の製作

今回、模擬肉を製作するにあたって金属棒に付着する部分と振動によって揺れる部分の二つに分けて考えた。金属棒に付着する部分についてはリボンを用いており、揺れる部分についてはボールチェーンをリボンに括りつけることで図2のように製作を行った。実際



**Fig. 3** Comparison of raw and mock meat when a metal bar is tilted at 30° and vibrated with an amplitude of 20 mm at 15 Hz. (a) : Raw meat. (b) : Mock meat.

**Table 1** Experimental results confirming the effect of changing the vibration direction. (○ : Fall off, × : Not moving, △ : Slipped, but didn't fall)

	First trial	Second trial	Third trial
0 deg	○	○	○
45 deg	△	○	△
60 deg	×	×	×
90 deg	×	×	×

の生肉と重さ、寸法を揃えるためリボンの幅は 30 mm、かけた際の長さを 75 mm、質量を 11.5 g とした。また、リボン部をラードに浸し、付着させる直前に 0 °C に設定した冷蔵庫で模擬肉と金属棒を冷却することで、生肉と同様に金属棒に付着させる (図 3)。

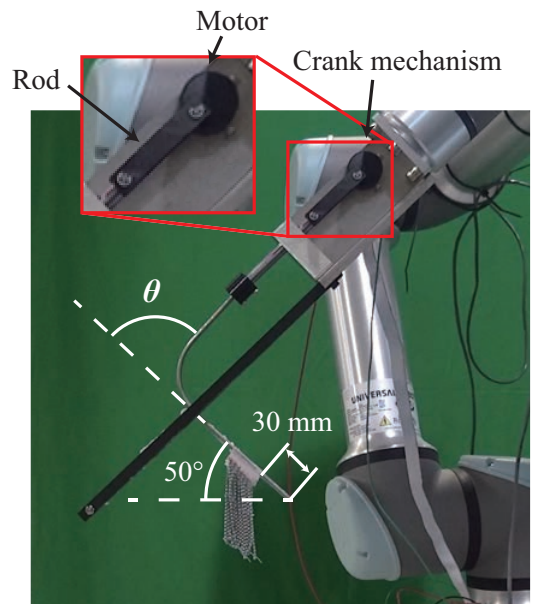
### 3. 把持部への加振方向の評価

#### 3.1 振動方向の検討

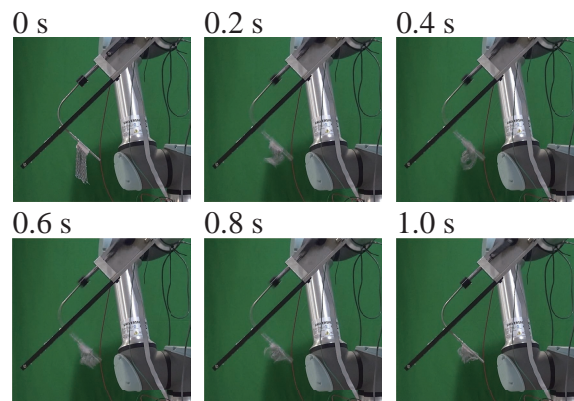
本研究では食品用グリッパの把持部として φ4 mm の金属棒<sup>2)</sup> に模擬肉を付着させ、金属棒に加振する方向を変化させることによる落下効果への影響を検討した。図 4 のように直線または 45°、60°、90° に折れ曲がった金属棒をクランク機構に取り付け、金属棒の先端が地面に対して 50° になるように取り付けた。クランク機構はロボットアーム UR5e に取り付けられており、金属棒ごとに角度を調整され固定されている。クランク機構により加振することで金属棒の軸に対して角度  $\theta$  を 0°、45°、60°、90° で変化させて振動させ、金属棒に付着させた模擬肉が動かない、滑る、落下するの三段階で評価を行った。金属棒に与えた振動は振幅 20 mm、周波数は 15 Hz とし、1 秒間振動させた。また、各角度について三回ずつ実験を行い、実験ごとに模擬肉と金属棒の冷却を行った。

#### 3.2 実験結果

実験結果は表 1 となった。また、実験の様子は図 5 である。金属棒の軸方向と加振方向が 0° の場合は落下が確認できたものの、45° の場合では 0° に比べ落下の頻度が下がり、60°、90° の場合では落下が確認



**Fig. 4** Experimental equipment to evaluate the effects of direction of vibration on the rod part.



**Fig. 5** Experiment with vibration direction of 90° .

できなかった。このことから、加振方向が金属棒の軸方向と一致する場合が最も落下効果が強く現れ、加振方向が 90° に近づくほど落下効果が弱くなると考えられる。

### 4. 結言

本研究では、従来の食品用グリッパにおける課題であった、粘着物がグリッパに付着したままとなる問題について、効果的な落下効果を実現する加振方向の検討を行った。

本研究では生肉の個体差による影響を無くすために生肉と同様に付着する模擬肉を製作し、実験を行った。金属棒の軸方向に対する加振方向を変化させた実験では、軸方向と加振方向が一致した場合に最も落下効果が現れ、軸方向と落下方向が 90° となった場合に落下効果が最も弱くなることが明らかとなった。

今後は、軸方向と加振方向が一致する場合について落下効果が最も有効に働く振幅・振動数などのパラメータの特定を行う。

### 謝辞

本研究を進めるにあたり、協力を頂いた株式会社イシダに深謝する。

## 参考文献

- [1] 遠藤 玄. 食品把持機構. 日本ロボット学会誌 37.6, pp. 495–498, (2019). doi: 10.7210/jrsj.37.495.
- [2] G. Endo and N. Otomo. Development of a food handling gripper considering an appetizing presentation. *2016 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*. (2016), pp. 4901–4906. doi: 10.1109/ICRA.2016.7487695.
- [3] 櫻木 嵩斗 et al. 線状食品質量を少量高精度に調節可能な計量システムの研究. ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2022, 2A1–K06, (2022). doi: 10.1299/jsmermd.2022.2A1-K06.
- [4] S. Nojiri et al. Flexible and Slim Device Switching Air Blowing and Suction by a Single Airflow Control. *IEEE Robotics and Automation Letters* 8.5, pp. 2637–2644, (2023). doi: 10.1109/LRA.2023.3254465.
- [5] 清水 健介ら. 液体滲出により摩擦制御可能な表面を備えた柔軟多関節ロボットハンドの開発. ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2021, 2P1–K05, (2021).
- [6] 植田 大輝, 遠藤 玄. 食品用ロボットハンドにおける粘着物解放の検討. ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2024, 1P1–H01, (2024).