

双腕スカラロボットのガラスプレスハンドリング による流体攪拌

SATテクノロジー・ショーケース2025

■ はじめに

本研究では、対象を把持せずにその運動をプレート操り動作による物体力で制御するガラスプレスハンドリング技術に取り組んでいる。

先行研究では、双腕スカラロボットによる水平運動において慣性力のみを用いた球体の運動制御をおこなっていた¹⁾が、本研究ではその多体問題として流体を対象とし、攪拌度合いの制御など、従来の振とう器(図1)では難しい高度な攪拌の実現を目的としている。さらに、人に有害な物質を取り扱うケースであっても、協働ロボットが代わりに作業をおこなうことにより、作業者の安全を担保することを想定している。

■ 活動内容

1. 双腕スカラロボットを用いた実験

双腕スカラロボットにプレート(500×500×8 mm)を把持させ、プレート上に水槽(直径240 mm、高さ115 mm)を置き攪拌をおこなう。スロッシング高さを計測したい位置に設置した計測器をカメラで撮影し、画像解析ソフト(PASCO Capstone)によるトラッキングでデータを取得している。以上の実験方法で流体の挙動解析、流体の偏荷重とロボットの制御性などを検討している。

2. スロッシング理論

スロッシング高さ η [mm]は式(1)～(3)式で求めることができる^{2), 3)}。図2より水槽が円軌道すると、 x , y 方向それぞれの入力変位 u_{gx} , u_{gy} に対するスロッシング高さが発生する。それらを足し合わせた(3)式がスロッシング高さ η である。

$$\eta_x = \frac{1}{g} \left\{ R J_1 \left(\varepsilon_1 \frac{r}{R} \right) \frac{2 \dot{t}_1(t)}{(\varepsilon_1^2 - 1) J_1(\varepsilon_1)} - r \ddot{u}_{gx} \right\} \cos \theta \quad (1)$$

$$\eta_y = \frac{1}{g} \left\{ R J_1 \left(\varepsilon_1 \frac{r}{R} \right) \frac{2 \dot{t}_1(t)}{(\varepsilon_1^2 - 1) J_1(\varepsilon_1)} - r \ddot{u}_{gy} \right\} \sin \theta \quad (2)$$

$$\eta = \eta_x + \eta_y \quad (3)$$

3. 攪拌の評価

現段階では、容器内から水がこぼれない最大角速度から攪拌の評価をおこなっている。また、もう一つの評価方法として、鉄球を水槽に入れて円軌道させた時の鉄球の速度についても今後検討していく。

■ 関連情報等(特許関係、施設)

本研究で用いている双腕スカラロボット(duAro1, 川崎重工業製)を図3に示す。duAro1は協働ロボットであり、人と共存しながら安全に作業を行うことができる。また、ダイレクトティーチ、タブレット端末からの動作指令機能の両方を備えており、ロボットの制御が容易である。なお、双腕の同期制御はマスタースレイブ方式である。

また、3Dプリンタで自製作したスロッシング高さ計測器を図4に示す。中心に貫通穴が開いたボールを棒付きの土台に差し込み、ボールが水面の動きにしたがって浮動する。本研究では、ボールの動きをトラッキングしてスロッシング高さを求めている。

参考文献

- 1) 廣垣俊樹他, 産業用双腕ロボットのプレート操り動作に基づくガラスプレス・ハンドリングによるボールのリサーチ転がりの運動精度に関する研究, 設計工学, Vol.57, No.2 (2022), pp.79-94.
- 2) 吉田聖一, 円筒タンクのスロッシング応答の速度ポテンシャル理論, 圧力技術, Vol.52, No.3 (2014), pp. 123-135.
- 3) 曾我部潔, 柴田碧, “円筒液体貯槽の液面動揺の応答, 第3報, 正弦波過渡応答解の簡易計算法”, 生産研究, Vol. 26, No.8 (1974), pp. 309-312.
- 4) タイテック株式会社, “製品情報 NR-150N”, TAITEC-OnLine, <https://taitec.net/product/nr-150n/>, 参照:2024年10月4日

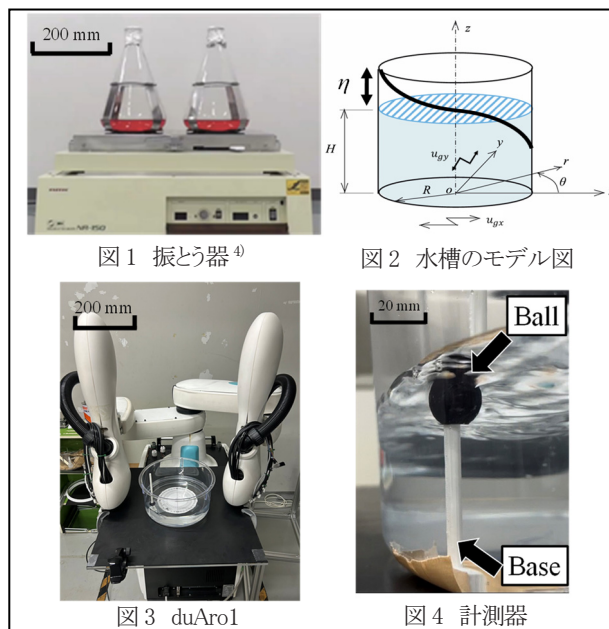
図1 振とう器⁴⁾

図2 水槽のモデル図

図3 duAro1

図4 計測器

代表発表者 山下 慎太郎(やました しんたろう)
所 属 同志社大学 理工学部
生産システムデザイン研究室
問合せ先 〒610-0394 京都府京田辺市多々羅都谷 1-3
TEL:0774-65-6479 FAX:0774-65-6801
manakaga@mail.doshisha.ac.jp

■キーワード: (1) スロッシング現象
(2) 制御工学
(3) メカトロニクス
■共同研究者: 廣垣 俊樹 教授
中川 正夫 准教授
(同志社大学 理工学部)