

## 展 望

## 平成 29 年度の水圧分野研究活動の動向\*

塚越 秀行\*\*

\* 平成 30 年 8 月 5 日原稿受付

\*\*東京工業大学 工学院システム制御系, 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1

## 1. はじめに

水圧駆動技術は、電気・空気圧・油圧を導入しづらい食品加工・原子炉作業・水中でのリハビリなどの領域への適用が検討されている。水圧分野の動向を調査した先般の本特集号における記事では、当該領域への導入を目指した水圧駆動用の弁やアクチュエータに関する要素技術や、これらを融合したシステムの制御技術に関する研究事例が主に紹介されてきた<sup>1-5)</sup>。これらの性能向上を図った研究事例が現在も引き続き報告されている。一方、従来の構成とは異なる新規の水圧の応用領域など、新しい視点から水圧技術をとらえる研究も報告され始めている。そこで本報では、水圧の可能性を広げる要素技術、および水圧の新たな適用分野の開拓という 2 つの観点から平成 29 年度に注目を浴びた水圧関連技術の研究動向を調査し、当該分野の今後の方向性を探ることとする。

## 2. 水圧の可能性を広げる要素技術の整備

水圧の可能性を広げる要素技術の視点から、平成 29 年度に報告された研究事例を紹介する。

中尾ら<sup>6)</sup>は、静圧軸受けによって支えられた水圧駆動ステージの圧力制御手法について報告した。また、伊藤ら<sup>7)</sup>は、水圧サーボモータの速度制御方法について検討を行った。さらに同氏ら<sup>8)</sup>は、水圧シリンダの押し出し動作におけるエネルギーの節約方法の検討も行った。Deng ら<sup>9)</sup>は、直動式水圧リリーフバルブの動特性を改善させるための設計方法を提案した。本研究では、バルブ内に内在するダブルオリフィスの減衰現象に着目し、減衰特性の最適化を図る方法を検討した。

ADS(アクアドライブシステム)の国際標準化に向けた取り組みも報告されている。眞田ら<sup>10)</sup>は、水圧ポンプの動作試験における定量評価手法を検討した。また、柳田ら<sup>11)</sup>は、両ロッドの水圧シリンダが、スティックスリップを生じることなく 0.1 mm/s 以下の低速動作で安定に駆動できる手法を示した。

油圧システムで培った技術を水圧に適用する動向もみられる。吉田ら<sup>12)</sup>は、圧力調整弁を用いずに圧力を調整できるアクティブチャージアキュムレータ(ACA)を水圧駆動系に適用するシステムを検討し、その動作特性を表した数学モデルの提案を行った。ACA は北川ら<sup>13)</sup>によって提案された圧力調整方式である。本研究で提案されたモデルの妥当性は、ACA を用いた水圧シリンダを駆動するシステムの実験により検証された。

## 3. 水圧の新たな適用分野の開拓

重松ら<sup>14)</sup>は、100 MPa 以上の高静水圧を食品素材に施すことで、細胞構造や生体成分に変化が生じる現象に着目し、機能性成分の富化を伴う新しい食品加工技術を開発した。導入した高静水圧処理により、サトイモの根のでんぷんの酵素糖化が、大気圧での熱処理よりも低い温度で可能となったことが報告された。

Zhang<sup>15)</sup>らは、重荷重条件下における中性子ビームラインシャッターの低速位置決め動作を水圧駆動システムにより実現した。始動・停止時に引き起こされる負荷の影響を考慮して、2 つの異なる速度制御ループが有効であることを示すと同時に、クッション性能を定量化するためにシミュレーションモデルを確立し、終端速度 3mm / s 未満の動作による位置決め制御の可能性を検討した。当該水圧駆動システムは、現在建設中の中国中性子ビームラインシャッターシステムに使用されている。

#### 4. おわりに

以上、本稿では平成 29 年度に話題となった水圧関連分野の研究動向について報告した。上述のように、水圧駆動システムの要素技術が着々と整備されつつある。また、水圧の新たな適用分野が提案されており、我々にとって身近な水圧が新たな可能性を發揮しつつあることを紹介した。これらの水圧関連技術の研究成果が、近い将来社会に還元されることを期待したい。

#### 参考文献

- 1) 塚越秀行：平成 24 年度の水圧分野研究活動の動向，日本フルードパワーシステム電子出版緑陰特集号，Vol.44, No.E1, E13(2013)
- 2) 木村仁：平成 25 年度の水圧分野研究活動の動向，日本フルードパワーシステム電子出版緑陰特集号，Vol.45, No.E1, E14(2014)
- 3) 鈴木健児：平成 26 年度の水圧分野研究活動の動向，日本フルードパワーシステム電子出版緑陰特集号，Vol.45, No.E1, E15(2015)
- 4) 塚越秀行：平成 27 年度の水圧分野研究活動の動向，日本フルードパワーシステム電子出版緑陰特集号，Vol.47, No.E1, E18(2016)
- 5) 伊藤和寿：平成 28 年度の水圧分野の研究活動の動向，日本フルードパワーシステム電子出版緑陰特集号，Vol.48, No.E1, E11(2017)
- 6) Yohichi NAKAO, Satoshi SHIBATA, and Akio HAYASHI: CONTROLS OF PITCHING AND STRAIGHTNESS ERROR MOTION OF WATER DRIVEN STAGE DURING FEED MOTION, The 10th International Symposium on Fluid Power, 1C03 (2017)
- 7) C.Khajorntraidet, K.Ito: Water Hydraulic Servo Motor Velocity Control Using PID Funnel Control with Future Distance Estimation, JFPS International Journal of Fluid Power System, Vol.10, No.1, pp.1-8(2017)
- 8) Pha N. PHAM, Kazuhisa ITO, Shigeru IKEO: Energy Saving for Water Hydraulic Pushing Cylinder in Meat Slicer , JFPS International Journal of Fluid Power, Vol.10, no.2, 24-29(2017)
- 9) Yipan DENG, Yinshui LIU, Defa WU, Hui LI: THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF A DIRECT-ACTING WATER HYDRAULIC RELIEF VALVE WITH DOUBLE DAMPING: NUMERICAL AND EXPERIMENTAL INVESTIGATION, The 10th International Symposium on Fluid Power, 2D43(2017)
- 10) Tatsuya UCHIDA, Yuhi YOSHIDA, Kazushi SANADA: TEST METHODS OF WATER HYDRAULIC PUMPS” The 10th International Symposium on Fluid Power, 2D55(2017)
- 11) Hideki Yanada, Yuhi Ito, Yutaka Fujimoto: CHARACTERISTICS OF WATER HYDRAULIC CYLINDER, The 10th International Symposium on Fluid Power, 2D53(2017)
- 12) Futoshi YOSHIDA, Kazuhisa MAEDA, Satoru TAKAHASHI, Shouichiro IIO, Ato KITAGAWA: DEVELOPMENT AND APPLICATION OF ACTIVE CHARGE ACCUMULATOR FOR WATER HYDRAULICS, The 10th International Symposium on Fluid Power, 2D44(2017)
- 13) Y. Yoshizawa, J. Lu, C. Liu, A. Kitagawa: Improvement of hydraulic servo system efficiency using active charge accumulator for pressure convertor (in Japanese), in Proc. 13th SICE Symposium, pp. 87-90(2012)
- 14) Toru Shigematsu, Naho Furukawa, Ryo Takaoka, Mayumi Hayashi, Shoji Sasao, Shigeaki Ueno, Kanako Nakajima, Miyuki Kido, Kazuki Nomura and Akinori Iguchi: Effect of high pressure on the saccharification of starch in the tuberous root of sweet potato (Ipomoea batatas), Biophysical Chemistry, Dec;231:105-110. doi: 10.1016/j.bpc.2017.04.012. Epub 2017 May 1.
- 15) Lixin Song, Bing Xu, Junhui Zhang: Design and experimental results of the water hydraulic drive system for neutron beam shutter prototype at CSNS, The 10th International Symposium on Fluid Power, 2C09(2017)

## 著者紹介



つかごし ひでゆき

塚越 秀行 君

1998 年東京工業大学大学院理工学研究科博士課程修了。

同年日本学術振興会特別研究員,1999 年東京工業大学助手,2004 年同大学院助教授,准教授 現在に至る。 2001 年～2004 年科学技術振興事業団さきがけ 21 研究員兼任。生物に学ぶ流体駆動原理・レスキューロボット・医療福祉用アクチュエータなどの研究に従事。 2007 年度文部科学省若手科学者賞,2012 年 IEEE Robotics and Automation Best Service Robotics Paper Award, 2015 年 Journal of Robotics and Mechatronics Best Paper Award, などを受賞。博士 (工学)。

E-mail: htsuka@cm.ctrl.titech.ac.jp