

展 望

2025 年度の油圧分野の研究活動の動向*

桜井 康雄**

* 2026 年 6 月 4 日原稿受付

**足利大学工学部，〒326-8558 栃木県足利市大前町 268-1

1. はじめに

本稿では，2025 年度（2025 年 4 月～2026 年 3 月）に国内で発表された油圧分野の研究動向を概説する．対象とした学術誌は，日本フルードパワーシステム学会論文集，JFPS International Journal of Fluid Power System，春季および秋季フルードパワーシステム講演会の講演論文集である．なお，2025 年度の日本機械学会論文集には油圧関連の論文は掲載されなかった．

2. 研究内容概要

2.1 日本フルードパワーシステム学会論文集

2025 年度と同論文集には 3 編の論文が掲載され，そのうち油圧関連は 2 編であった．

名倉ら¹⁾は，建設機械のメイン回路の高圧化に対応するために開発した回転弁の構造と特性を検討し，さらに同弁をパイロット元圧回路に適用した際の制御性と減圧効率をシミュレーションにより評価した．風間ら²⁾は，市販油圧ポンプを継続運転し，一定時間ごとに性能計測を行うことで，なじみ運転がポンプ特性に及ぼす影響を明らかにした．

2.2 JFPS International Journal of Fluid Power System

2024 年 10 月広島で本学会主催の国際シンポジウム（The 12th JFPS International Symposium on Fluid Power, Hiroshima 2024）が開催されたため，2025 年度の標記論文集には多数の論文が掲載された．

KÄRNELL ら³⁾は，リップルチャンバの有効性をシミュレーションにより検討した．MARANI ら⁴⁾は，農業用トラクタ向け新型油圧式変速機を提案し，その性能をシミュレーションで評価した．SHIMIZI ら⁵⁾は，油圧エレベータにおけるポンプ圧力脈動の減衰効果を設計パラメータに基づき低速域まで推定可能な数学モデルを提案した．KOMAYA ら⁶⁾は，油中気泡の挙動を可視化し，体積弾性率を実験的に評価し，溶解空気を考慮した修正モデルが実験と良好に一致することを示した．DISCEPOLI ら⁷⁾は，高圧洗浄用複合油圧バルブのシールすきまが作動特性・効率・内部漏れに与える影響を明らかにした．KAZAMA ら⁸⁾は，ペルチェ素子による温度制御と流体の粘度・相変化を利用して流量を停止・再開させるバルブを開発し，水および油を用いた実験でその特性を示した．YAMAKAWA ら⁹⁾は，給水圧力供給チューブを信号線として利用する新たな通信・制御方式を提案し，実機ロボットを模擬した油圧駆動回路でその有効性を確認した．SCHLEGEL ら¹⁰⁾は，斜板式アキシャルピストンポンプ／モータにおけるトライボロジー接触部の運動・摩擦特性を，低速・高圧条件および異なる温度環境下で検討した．さらに，鉛含有黄銅の代替として用いられる樹脂の変形特性も検討している．HUANG ら¹¹⁾は，永久磁石ばねを用いた三位置四方向電気油圧弁において，補助スロット形状が磁気ばね剛性に与える影響を評価した．MASIA ら¹²⁾は，斜板式アキシャルピストンポンプ／モータのトライボロジー接触部の性能を，極低速・高圧条件下で実験的に評価した．SHIMADA ら¹³⁾は，偏心したフローティングシールの接触状態を実験・解析し，高面圧領域と低面圧領域の境界が油漏れ発生位置と一致することを示した．ABE ら¹⁴⁾は，電動駆動ポンプの制御に強化学習から得られた効率マップを適用し，その有効性を示した．MITAMURA ら¹⁵⁾は，気泡を含む作動油を用いた場合のリニアソレノイドバルブの挙動計測手法と，圧力制御性能を予測する 1D シミュレーションモデルを報告した．KRUS¹⁶⁾は，大規模言語モデル（LLM）による反復的改良プロセスが，工学設計初期段階の自動化・高速化に寄与する可能性を示した．SINGH ら¹⁷⁾は，ホイールローダのステアリングシステムにおいて，従来方式と提案した電動油圧ステアリング方式のエネルギー効率を比較した．

2.3 春季フルードパワーシステム講演会講演論文集

2025 年 6 月 19 日(木)、20 日(金)に開催され、46 件の講演のうち 8 件が油圧関連であった。

中村¹⁸⁾は、三相誘導電動機と中圧ポンプ、サーボモータと小型高压油圧モータを組み合わせた油圧ユニットのエネルギー効率を検討した。稲田¹⁹⁾は、シリンダブロックのピストン穴部におけるはく離現象の発生メカニズムを検証した結果および摩擦熱・潤滑条件に対処する慣らし運転最適化の有効性を示した。眞田ら²⁰⁾は、デジタル油圧バルブのオンオフ弁の組み合わせ数を低減する手法を提案し、シミュレーションでその有効性を確認した。新井ら²¹⁾は、力サーボを応用した非線形油圧アームにおいて、油圧関節のバックドライバビリティ向上のための制御器やキャビテーション検証方法を提案し、実験的に有効性を示した。長谷川ら²²⁾は、対称シリンダ駆動油圧アームの過渡特性解析を容易にする近似法を提案し、解析解との誤差が低減されることを実験的に確認した。今井ら²³⁾は、双腕非線形油圧アームに対し、配管体積を考慮した新たな力サーボを用いたマスターフォロワー把持法を提案し、実験で有効性を示した。早川ら²⁴⁾は、構造保存無次元化に基づく油圧アームの非線形モデル予測制御の高速化手法を提案し、数値実験で有用性を示した。坂間ら²⁵⁾は、ギアポンプのロータ挙動を考慮した 1D-CAE 解析手法を提案し、短時間で動的挙動を解析可能であることを示した。

2.4 秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集

2025 年 12 月 4 日(木)、5 日(金)に徳島大学常三島キャンパスで開催され、52 件中 12 件が油圧関連であった。

服部ら²⁶⁾は、可変容量ポンプと電動サーボモータを組み合わせた電動油圧駆動システムにおいて、圧力を一定とした条件下で次の定常状態へ移行する際の所要動力を概算した。阿部ら²⁷⁾は、可変容量ポンプと電動サーボモータを組み合わせた電動油圧駆動システムの高効率制御に強化学習を適用し、システムの全効率を最大にする押しのけ容積と回転数の組み合わせで運転する手法を提案し、その有効性を示した。さらに、強化学習制御器を事前に取得した全効率マップを用いたシミュレーション環境で学習させると運転点の安定性が向上する可能性があることを明らかにした。隈部ら²⁸⁾は、非線形油圧アームに対し、インピーダンス制御と位置姿勢軌道追従制御を同時に満たす規範モデルを提案し、実験で有効性を確認した。長谷川ら²⁹⁾は、対称非線形油圧アームの解析モデルにおいて従来の仮定を緩和した新しい解析モデルを用いた内部エネルギー挙動解析法を提案した。早瀬ら³⁰⁾は、ベーンポンプにおいて各ベーンの運動パターンを定めることで理論流量を直接算出できることを示し、その知見に基づいて考案した新しいカムリング設計理論を提案した。若生ら³¹⁾は、油の気泡含有率を簡易計測する装置を用いた実験結果とその妥当性を評価する手法を示した。竹本ら³²⁾は、ラジアルピストンポンプの設計パラメータが軸受剛性および漏れ流量に与える影響を FEM 解析により明らかにした。一柳³³⁾は、アキシヤルピストンポンプの内部インピーダンスを測定し、CFD 解析結果と比較することで、設計段階で内部インピーダンス特性を予測できることを示した。増田ら³⁴⁾は、ポンプ形式に依存しない故障予兆診断技術を提案し、ベンチ試験で有効性を確認した。清水³⁵⁾は、小型高出力・高応答の電動油圧ハイブリッドアクチュエータを提案し、その性能を検討した。前島ら³⁶⁾は、2 つのデジタル油圧回路を同時に適用したシリンダ駆動回路のシミュレーションにより、流量ブースタのフィードバック制御と駆動条件による補正を加えた圧力ブースタのフィードフォワード制御により、駆動を妨げずに作動油回収が可能であることを示した。織田³⁷⁾らは、液圧共有が可能な電動油圧ハイブリッド駆動システムの要素実験を行い、その有効性を示した。

3. おわりに

本稿では、2025 年度に国内で発表された油圧関連研究の動向を概観した。電動油圧ハイブリッド化、強化学習など AI 技術の応用、トライボロジーや気泡挙動など基礎研究の深化、さらにデジタル油圧や非線形油圧アームの研究の活発化など、多くの種類の研究が進展していることが確認できた。本稿が今後の研究活動の一助となれば幸いである。

参考文献

以下、日本フルードパワーシステム学会論文集 Vol.56

1)名倉忍, 柳田悠太, 眞田一志: デジタル油圧の建設機械向けパイロット元圧回路への応用に関する研究 (第 2 報 高压用回転弁の実験による検証), No.1, p.1-11 (2025)

2)風間俊治, 山田侑弥, 小山内裕太: 斜板式アキシアルピストンポンプのなじみ運転について (ポンプ効率の変化), No.2, p. 13-17 (2025)

以下, JFPS International Journal of Fluid Power System Vol.18, Issue 1

3)Samuel KÄRNELL, Liselott ERICSON: Ripple Chambers in Multi-Quadrant Pump/Motors, p.17-21 (2025)

4)Pietro MARANI, Damiano CHIARABELLI, Silvia GESSI, Massimo MARTELLI: Design of Power-Split Hydrostatic CVT Agricultural Transmission for Enhanced Control and Efficiency, p.29-36 (2025)

5)Juri SHIMIZU, Takashi MATSUDO, Tatsuya MATSUMOTO, Toshiki IWASAKI: Development of a Predictive Model for Muffler-Induced Pump Pulsation Reductions (An Experimental Verification Using a Hydraulic Elevator), p.37-44 (2025)

6)Kodai KOMAYA, Eiki WAKO, Yutaka TANAKA, Sayako SAKAMA: Dynamic Behavior of Hydraulic Oil with Entrained Air Bubble during Compression and Decompression Processes, p.45-51 (2025)

7)Gabriele DISCEPOLI, Massimo MILANI, Luca MONTORSI, Fabrizio PALTRINIER: Simulation and Experimental Investigation of an Innovative Combined Hydraulic Valve for High-Pressure Washing, p.52-59 (2025)

8)Toshiharu KAZAMA, Yuma SASAKI: Development of a Valving Element-Free Valve (Proof-of-Concept Study Using Hydraulic Oil and Municipal Water), p.60-65 (2025)

9)Hiroaki YAMAKAWA, Hideyuki ICHIWARA, Kenta SUZUKI, Ryosuke KOBAYASHI: Communication and Control Method via Pressure Supply Tube for Teleoperation Hydraulic Robot, p.75-82 (2025)

10)Felix SCHLEGEL, Katharina SCHMITZ: Design Study on Oil-Hydraulic Axial Piston Machine Slippers Made of Conventional Non-Ferrous Metal and Tribologically Optimized Plastics, p.98-107 (2025)

以下, JFPS International Journal of Fluid Power System Vol.19, Issue 1

(Released on J-STAGE: January 28, 2026)

11)Jiahui HUANG, Zhankai SONG, Shulin XIE, Jian RUAN, Sheng LI, Bin Meng: Two-Dimensional Three-Position Four-Way Electro-Hydraulic Directional Valve Based on Permanent Magnet Spring, p.1-7 (2026)

12)Antonio MASIA, Lizhi SHANG, Shanmukh SARODE: Torque Loss and Leakage in Piston/cylinder and Slipper/swashplate Interface at Low Speed—an Experimental Study with a Novel Tribology Test Chamber, p.8-17 (2026)

13)Masaru SHIMADA, Yuji HORINO, Kanji SAMUKAWA, Futo SUZUKI, Akira SUMITA: Effect of Contact Conditions on Oil Leakage in Floating Seals, p.18-26 (2026)

14)Yuto ABE, Yasukazu SATO: Highly Efficient Electrohydraulic Drive System Control Based on Efficiency Map and Reinforcement Learning, p.34-41 (2026)

15)Takehiko MITAMURA, Yasukazu SATO: 1D Simulation of Automotive Transmission Valve System Behavior for Air-bubble-contained Transmission Oil, p.42-49 (2026)

以下, JFPS International Journal of Fluid Power System Vol.19, Issue 2

(Released on J-STAGE: February 19, 2026)

16)Petter KRUS: Using Large Language Models for Fluid Power System Design, p.74-79 (2026)

17)Vinay P. SINGH, Emil N. OLESEN, Henrik C. PEDERSEN, Tatiana MINAV: Comparative Analysis of Articulated Steering Efficiency: Conventional Orbital Steering vs. Electro-Hydrostatic in a Wheel Loader, p.90-97 (2026)

以下, 2025 年春季フルードパワーシステム講演会講演論文集

18)中村則雄: 電動サーボモータによる再加圧技術の活用, p.43-45 (2025)

19)稲田哲也: アキシアルピストンモータにおけるピストン焼き付きメカニズムの検証と慣らし運転最適化に関する考察, p.46-48 (2025)

20)眞田一志, 八坂成悟, 名倉忍: デジタル油圧バルブによるモデルベース力制御に関する考察, p.49-51 (2025)

- 21)新井遼, 酒井悟, Yanbin ZHANG, 今井悠喜, 中川潤一：非線形油圧協働アームの人-ロボット相互作用におけるキャビテーション検証, p.53-55 (2025)
- 22)長谷川勇矢, 酒井悟, 梅本諒, 今井悠喜, 早川友志朗：対称非線形油圧アームの動力学的特徴に基づく解析モデル検証, p.56-58 (2025)
- 23)今井悠喜, 酒井悟, 隈部皓太, 早川友志朗, 長谷川勇矢：双腕非線形油圧アームの力サーボを用いたマスターフォロワー把持実験, p.59-61 (2025)
- 24) 早川友志朗, 酒井悟, 江口剛紀, 池田裕一, 今井悠喜, 長谷川勇矢：構造保存無次元化による油圧アームの非線形モデル予測制御の実装, p.62-64 (2025)
- 25)坂間清子, 山本宇紘, 蓬田嘉之, 東岡宏明, 神村明哉：1D-CAE によるギアポンプの物理モデル化と動的挙動解析手法の提案, p.65-67 (2025)
- 以下, 2025 年秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集
- 26)服部拓斗, 佐藤恭一：油圧ポンプと電動モータの応答性を考慮した電動油圧駆動システムの高効率制御, p.77-79 (2025)
- 27)阿部悠人, 佐藤恭一：強化学習を用いた電動油圧駆動システムの高効率制御における事前学習の効果, p.80-82 (2025)
- 28)隈部皓太, 酒井 悟, 長谷川勇矢, 今井悠喜, 新井 遼：非線形油圧アームの力制御を応用したインピーダンス制御と位置姿勢軌道追従制御の同時設計, p.83-85 (2025)
- 29)長谷川勇矢, 酒井 悟, 今井悠喜, 隈部皓太：対称非線形油圧アームの動力学的特徴に基づく解析モデルの検討と評価, p.86-88 (2025)
- 30)早瀬功, 鹿園直毅：理論流量が変動しないベーンポンプカムリングの設計理論, p.139-141 (2025)
- 31)若生瑛貴, 岩崎斗真, 坂間清子, 田中 豊：油の気泡含有率の簡易計測法（計測装置による同定結果の妥当性評価）, p.142-144 (2025)
- 32)竹本翔一, 北本雄祐, 風間俊治ラジアルピストンポンプ軸受性能の FEM 解析, p.145-147 (2025)
- 33)一柳隆義：油圧ポンプの内部インピーダンス特性（CFD 解析と実験結果の比較検討）, p.148-150 (2025)
- 34)増田貴行, 黒田忠彦, 佐藤寿恭, 玉島英樹：油圧ポンプの故障の予兆を捉える状態診断技術, p.151-153 (2025)
- 35)清水自由理：電動油圧ハイブリッドアクチュエータの検討, p.154-156 (2025)
- 36)前島恭佑, 眞田一志, 名倉 忍, 柳田悠太：デジタル油圧回路を用いたシリンダ駆動回路に関する考察, p.157-159 (2025)
- 37)織田健吾, 青山敦一, 玄 相昊：液圧共有が可能な電動油圧式モジュラー脚車輪ロボットのための要素実験, p.157-159 (2025)

著者紹介



さくらい やすお 君
桜井 康雄 君

1986 年上智大学大学院博士前期課程修了。富士重工業 (株), 上智大学助手等を経て 2000 年足利工業大学講師, 2001 年同大学助教授, 2007 年同大准教授, 2009 年同大教授, 2018 年足利大学教授, 現在に至る。油空圧システムの動特性解析, ECF を用いたシステムの開発に従事。日本フルードパワーシステム学会・日本機械学会の会員。博士(工学)。

E-Mail:sakurai.yasuo@g.ashikaga.ac.jp

URL: <http://www2.ashitech.ac.jp/mech/sakurai/>