

日本フルードパワーシステム学会誌

フルードパワー

JOURNAL OF THE JAPAN FLUID POWER SYSTEM SOCIETY

システム

Jan. 2025 Vol. 56 No. 1

特集「IFPEX2024」



日本フルードパワーシステム学会誌

フルードパワーシステム

目次

【挨拶】

新年のご挨拶	田中 豊	4
新年のご挨拶	嶋村 英彦	6

特集 「IFPEX2024」

【巻頭言】

「IFPEX2024特集号」の発行にあたって	吉満 俊拓	7
------------------------	-------	---

【解説】

IFPEX2024における油圧分野の技術動向	佐藤 恭一	8
IFPEX2024における水圧分野の技術動向	伊藤 和寿	11
IFPEX2024における空気圧分野の技術動向	高岩 昌弘	14
IFPEX2024カレッジ研究発表	宮崎 哲郎	17
IFPEX2024 フルードパワーを活用したロボット	佐々木大輔	21
IFPEX2024併催 特別技術セミナー	桜井 康雄	24
IFPEX2024油圧空気圧合同特別企画「フルードパワー若手技術者たちによるX24プロジェクト」	吉満 俊拓	27

【トピックス】

インド駐在員日誌	宮本 幸也	29
----------	-------	----

【会告】

会員移動	16
理事会・委員会報告	32
JFPS特別セミナー「ドイツとヨーロッパにおける産業と学術の協力に関する情報」	33
2024年度ウィンターセミナー「フルードパワーシステムへのIoT活用およびDX推進の基礎技術」	33
共催・協賛行事のお知らせ	34
一般社団法人 日本フルードパワーシステム学会 賛助会員一覧表	35

日本フルードパワーシステム学会論文集55巻（2024）抄録	36
日本フルードパワーシステム学会・日本機械学会 共催 2025年春季フルードパワーシステム講演会	37
2025年春季フルードパワーシステム講演会併設企画「製品・技術紹介セッション」	37
次回予告	38

■表紙デザイン：浅賀 美希 勝美印刷株

一般社団法人 日本フルードパワーシステム学会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-22 機械振興会館別館102

TEL：03-3433-8441 FAX：03-3433-8442

E-Mail：info@jfps.jp

JOURNAL OF THE JAPAN FLUID POWER SYSTEM SOCIETY

FLUID POWER SYSTEM

Contents

[Greeting Message]

New Year Greeting from the President	Yutaka TANAKA	4
New Year Greetings	Hidehiko SHIMAMURA	6

Special Issue "International Fluid Power Exhibition 2024"**[Preface]**

On the Special Issue "International Fluid Power Exhibition 2024"	Toshihiro YOSHIMITSU	7
--	----------------------	---

[Review]

Trends in the Oil Hydraulics Field at IFPEX 2024	Yasukazu SATO	8
Trends in the Aqua Drive Hydraulic Field at IFPEX 2024	Kazuhisa ITO	11
Trends in the Pneumatic Field at IFPEX2024	Masahiro TAKAIWA	14
IFPEX2024 College Research Presentation	Tetsuro MIYAZAKI	17
Introduction of Fluid Power Robots in IFPEX2024	Daisuke SASAKI	21
Report on Special Technical Seminar in Conjunction with IFPEX 2024	Yasuo SAKURAI	24
Hydraulic and Pneumatic Joint Special Project "X24 Project by Young Fluid Power Engineers"	Toshihiro YOSHIMITSU	27

[Topics]

Diary of an Expatriate in India	Yukiya MIYAMOTO	29
---------------------------------	-----------------	----

[JFPS News]

16, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38

挨拶

新年のご挨拶

著者紹介



た なか ゆたか
田 中 豊
法政大学デザイン工学部システムデザイン学科
〒162-0843 東京都新宿区市谷田町2-33
E-mail: y_tanaka@hosei.ac.jp

1985年東京工業大学大学院総合理工学研究科修了。その後、東工大精密工学研究所助手を経て、1991年法政大学講師、1992年同助教授、2002年同教授。2024年6月より、日本フルードパワーシステム学会会長、工学博士（1991年東京工業大学）

新年、あけましておめでとうございます。本年もなにとぞよろしくお願ひ申し上げます。2025年の年頭にあたり、2024年を振り返りつつ、新年のご挨拶を申し上げます。

一昨年同様、2024年の夏も猛暑でした。8月の各地の平均気温は軒並み30℃を越え、観測史上、最も暑い夏となりました。また自然災害も多く発生しました。正月の能登半島地震では大きな被害が出ました。さらに9月には同じ地域が豪雨災害に見舞われました。被災された皆様には心からお見舞い申し上げます。災害復興にフルードパワーによる大型重機は欠かせません。被災地の一日も早い復興をお祈りいたします。

昨年は円安が進み、7月には1986年以来の実に37年半ぶりに1ドルが160円台後半まで値下がりしました。円安は海外からのインバウンド効果にはメリットがあります。一方、日本の研究者が海外の国際会議等に参加する際、現地での滞在費などの負担が増大するデメリットがあります。ようやくコロナが収束し海外で開催される会議も対面開催に戻りましたがこの円安は頭の痛いところです。

明るい話題もありました。7月にパリで開かれたオリンピックでは日本勢の活躍が目立ちました。陸上女子やり投げの北口榛花選手の金メダルは陸上女子史上初の快挙でした。その他、体操や柔道、レスリング、フェンシングなど金20個、銀12個、銅13個の合計45個のメダルを獲得し、日本中を沸かせてくれました。また10月の日本原水爆被害者団体

協議会（日本被団協）のノーベル平和賞受賞も世界的な話題となりました。広島と長崎の被爆者による草の根運動は継続して地道に活動することの意義をあらためて認識させてくれました。

そうした話題の広島の地で、ノーベル平和賞受賞のニュースも冷めない10日後にJFPS国際シンポジウムが開催され、成功裡に終了したことはたいへん意義深いものがありました。2017年の第10回以来、対面での開催は7年ぶりでした。開催にあたりご支援・ご協力いただいた皆様に深く感謝いたします。この国際会議での発表論文のうち内容のすぐれた研究論文が多数、今年発行される当学会の英文論文集（JFPS International Journal of Fluid Power System）に掲載されます。この論文誌はオープンアクセスでどなたも自由に見ることができます。ぜひ、フルードパワーに関する最新の研究成果をご覧ください。

今年2025年の当学会主催の国際交流事業として6月18日（水）に日中韓フルードパワーに関するジョイントワークショップが東京で開催されます。3か国からの最新の研究成果が発表されます。また今後の発展が大いに期待されるインドのフルードパワー関連団体との交流も始まりました。コロナで4年ほど途絶えていた海外との交流がこれらの国際交流企画を通して再び動き出す年になります。

また今年は大阪万博の開催が予定されております。1970年の万博（当学会の前身である日本油空圧協会が設立された年に当たる！）から再び55年ぶりの開催です。多くの最新技術や未来を予見させる技術が披露されることでしょう。こちらも大いに楽しみです。

当学会の持続的な発展のためには若手会員の増強は大きな課題の一つです。新たな試みとして2022年度より大学・大学院・高等専門学校などの学生を対象にキャリア支援セミナーを開催し、多くのフルードパワー関連企業の技術者と学生との交流を進めております。また昨年の11月号会誌特集号では「機械工学を学ぶ皆さんへ」と題してフレッシュマン向けにフルードパワーに関連した最新技術紹介を行いました。フルードパワー関連の教育機関の研究

室に所属する学生会員の皆様、就職後に継続して若手正会員となり、フルードパワー業界で活躍されることを大いに期待します。

安定的な学会運営のためには、教育研究機関と企業との連携による産学連携は欠かせません。今年も春と秋の定期講演会や魅力ある各種セミナーが企画される予定です。多くの会員の皆様の参加を期待しております。キャリア支援セミナーも引き続き実施します。またフルードパワー工業会様と協力した実習付きの空気圧基礎講座を大学の学生への出前授業として行い、若手のフルードパワーのファンを増やすことも計画しております。より一層の魅力ある学会誌の企画作りも進めてまいります。会員の皆様にもこれらの企画を積極的にご活用いただければ幸い

です。

学会のミッションの一つは産学に広く開かれた技術と理論を議論しあうフルードパワー技術研究の広場を提供していくことでもあります。そのような観点から、本年も継続して会員の皆様や事務局の皆様のご支援を頂きながら、当学会の運営に最大限努力していく所存です。本年も会員の皆様のご理解とより一層のご支援ご協力を賜りますことをお願い申し上げます。

最後に、皆様のご健康とますますのご発展を祈念して、新年のご挨拶にかえさせていただきます。

(原稿受付：2024年11月1日)

挨拶

新年のご挨拶

著者紹介

しまむら ひで ひこ
嶋村 英彦川崎重工業株式会社
精密機械・ロボットカンパニー
〒651-2239 神戸市西区榎谷町松本234
E-mail : shimamura_h@kglobal.kawasaki.com川崎重工業株式会社 常務執行役員、精密機
械・ロボットカンパニー長

1. はじめに

新年あけましておめでとうございます。芝浦工業大学 川上先生、横浜国立大学 佐藤先生と私の副会長3名で田中会長を補佐し学会の運営に尽力して参りますので、本年もよろしくお願ひ申し上げます。

2. 産学連携活動について

私は油空圧に関係する企業（賛助会員）という立場で本学会の運営に参画し、2018年から副会長を務めております。一方、日本フルードパワー工業会においても同年から副会長を務めております。そういったことから、産学連携を広げていくことが私の役割であると考えています。

昨年9月に油空圧の展示会（IFPEX）が東京ビッグサイトにて開催されました。前回は2021年に開催されたのですが、新型コロナがまだ収束しておらず入場者も過去の半分程度で、一兆円規模の産業の展示会としては寂しいものでした。今回は「圧い！」（熱い！とかけています。）をキャッチフレーズに本業界のパワーを示そうと工業会・会員企業が工夫をこらして展示を行いました。本学会は、本見本市を後援し、前回に引き続き、研究成果の展示を行いました。先生・学生の方々も多くの来場者に熱心にご対応いただき、産学連携で「圧い！」パワーをアピールできたと考えます。

とはいうものの、同じ1兆円規模の産業であるロボット分野で開催される国際ロボット展示会（IREX）と比較してみると、展示面積も入場者数も

大きく水をあけられています。当学会の会員数についても、徐々に減少している状況が継続しております。こういった状況を改善していくためにも、「フルードパワー」の面白さ・可能性・重要性を分かりやすい形で示していくことが必要と考えています。

3. 社会課題を解決するフルードパワー

私は、自社において、フルードパワー事業とロボット事業両方の責任者なのですが、新入社員への講話の際に油空圧とロボットの認知度を確認しますと、例年、油空圧はほぼ全員がよく知らないと回答します。そこで、「君たちは、自宅から会社に来るまでの間で、油空圧製品の近くを通過してきたはずだよ。」と油空圧製品が、身近な場所で活躍している事を説明し興味を持ってもらうようにしています。

フルードパワーは、長い歴史を持ち、既に社会で幅広く使われていますが、新たな技術開発・適用開発を進めていくことで、今後の社会課題の解決に大きく貢献できると確信しております。介護業務の領域での空気圧を活用した負荷低減や、医療領域において空気圧駆動による手術支援ロボットが実用化されるなど、空気圧特有のやわらかさ、人体への優しさが注目されています。油圧においても、その力強さ・強靱さに加え、高度な制御技術と組み合わせることによりシステム効率を改善し、大幅な省エネルギー・CO₂排出量削減を実現していますし、建設機械の自動化・自律化（油圧ロボット化）も進んでいくと考えます。

4. おわりに

巳年といえば蛇ですが、蛇は、脱皮を繰り返し一生成長し続けていくそうです。学会も新しいチャレンジに取り組み成長し続けたいと考えますので、会員の皆様のご理解とご協力を賜りたくお願ひを申し上げます。

2025年が会員の皆様にとって良い年となりますことを祈念し新年のご挨拶といたします。

（原稿受付：2024年10月30日）

「IFPEX2024特集号」の発行にあたって

著者紹介

よし みつ とし ひろ
吉 満 俊 拓神奈川工科大学神奈川工科大学情報学部
〒243-0292 神奈川県厚木市下荻野1030
E-mail : yosimitu@rm.kanagawa-it.ac.jp

2000年明治大学大学院博士後期課程修了，同年神奈川工科大学工学部助手。現在は教授。空気圧制御システムの研究に従事，日本フルードパワーシステム学会，日本機械学会，計測自動制御学会などの会員，博士（工学）

2024年9月18日～20日に第27回フルードパワー国際見本市／IFPEX2024（〔社〕日本フルードパワー工業会，フジサンケイ ビジネスアイ共同主催）が東京ビックサイトにて開催された。今回の開催テーマは、「未来へつなげる圧いチカラ！」であった。省エネ・省資源等環境対策技術フルードパワーとして，新技術や新製品が各社から多数展示出展された。また，「第12回総合検査機器展」・「第31回計量計測展」・「センサエキスポジャパン2024」・「第4回次世代森林産業展」・「地盤技術フォーラム2024」が同時開催された。IFPEXは1963年に第1回が開催されて以来国内唯一のフルードパワー技術・関連機器の専門見本市である。前回のIFPEX2021は，コロナ禍でもあり厳しい状況で開催されたが，今回は景気状況も上向きつつある中で行われ，多くの来場者が訪れられた。

本特集号では，IFPEX2024における最新の機器のフルードパワー技術，関連・応用機器の動向を取り上げ，併せて行われた企画・セミナー・カレッジ研究発表コーナーについて紹介する。

油圧分野では横浜国立大学の佐藤先生に，油圧動力源の高機能化やセンシング技術，IoTカーボンニュートラルへの取り組みなどを紹介いただいた。空気圧分野では徳島大学の高岩先生に，省エネ化への取り組みや省配線化・省力化への取り組みなどを

紹介いただいた。水圧分野では芝浦工業大学の伊藤先生に，水圧コンポーネントやソフトアクチュエータ・水圧ロボットの応用などを紹介いただいた。

油空圧ロボットに関する多くの展示が行われた特設企画「フルードパワーを活用したロボット展示コーナー」に関して香川大学の佐々木先生に解説いただいた。油圧や水圧を用いたロボット・ソフトアクチュエータを用いたVRデバイス・空気圧ロボットやアシスト機器などの研究テーマが紹介された。また，併催行事として，月刊「油空圧技術」主催の「特別技術セミナー」が開催され，本企画を取りまとめられた足利大学の桜井先生に解説いただいた。セミナーでは，開催期間中に日毎に異なるテーマが設定され，若手技術者等に向けた油圧メカニズム入門・油圧システムにおける省エネ技術・油圧システムにおけるICT技術など，油圧の魅力と新たな可能性を提示するセミナーが行われた。

「フルードパワーシステム学会 カレッジ研究発表コーナー」について東京大学の宮寄先生に解説いただいた。フルードパワーシステム学会では第17回IFPEX'95より学会会員研究室の研究内容を展示させていただいている。今回も関係各位のご好意により，カレッジ研究発表コーナーが設けられた。また，工業会の油空圧合同企画特別コーナーとして，出展されていた「フルードパワー若手技術者たちによるX24プロジェクト」について吉満が紹介させていただいた。

稿末ながら，ご多忙にもかかわらず本特集号の各記事をご執筆いただいた著者の皆様にご心よりお礼を申し上げます。本特集は村岡裕之氏（コガネイ）とともに企画させていただいた。

(原稿受付：2024年11月6日)

IFPEX2024における油圧分野の技術動向

著者紹介



さとう やすかず
佐藤 恭一

横浜国立大学大学院
〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5
E-mail : sato-yasukazu-zm@ynu.ac.jp

1992年横浜国立大学大学院工学研究科博士課程後期修了。同大学講師、准教授を経て、2012年同大学院工学研究院教授。現在に至る。油圧動力の伝達、制御、メカトロニクスに関する研究に従事。日本フルードパワーシステム学会、日本機械学会などの会員。博士（工学）。

1. はじめに

第27回油圧・空気圧・水圧国際見本市IFPEX2024が、9月18日（水）から9月20日（金）の3日間に渡り、東京ビッグサイトで開催された。全体テーマとして『未来につなげる圧いチカラ!』を掲げており、出展数は59ブース（台湾パビリオンは全体で1ブースとしてカウント。カレッジ研究発表コーナーの出展を除く）、3日間での来場者数は35,629人とのことである。各社の掲げるキャッチフレーズも『先を見据えた“チカラ”の使い方』、『油圧のDNAで、新たなうれしさを未来へ』、『つぎの社会へ、信頼のこたえを』、『油圧と共に生きる～持続可能な社会に向けて』など、未来を志向した出展であることが伺えた。

本報では、油圧技術分野に焦点を当てて、IFPEX 2024を通じて見た技術動向を紹介し見聞記をまとめる。なお、数多くの出展社がそれぞれ特徴ある展示を行っており、紙面で紹介しきれない内容が多々あることをご容赦いただきたい。

2. 油圧動力源の高機能化・省動力化動向

油圧ポンプとその駆動源である電動モータとの組み合わせを工夫することにより、油圧ポンプの高性能化と省動力化が図られてきている。この動向は、1990年代からみられるもので、過去のIFPEXでも具体的な製品として紹介されてきたが、各社の特徴に応じて、そのバリエーションはますます拡張してきている。電動油圧源の基本形を、誘導モータで固

定容量ポンプまたは可変容量ポンプを一定回転数で連続駆動し、油圧回路の余剰流量をリリーフ弁により捨てて供給圧力を保つ方式とすれば、省動力化の面で進歩したものが、(1)インバータ制御の誘導モータと可変容量ポンプを負荷状況に応じて最適な回転数、適切な容量で可変速運転し、余剰流量を低減する方式、(2)永久磁石式同期モータにより、さらに可変速性能、全効率を向上する方式、(3)サーボモータとポンプを油圧源として、制御弁での動力損失を排除し、油圧シリンダ等のアクチュエータを直接駆動する1ポンプー1アクチュエータ方式などであり、省エネ油圧源製品として紹介していた。

図1は、インバータ制御誘導モータ駆動のポンプと、永久磁石式同期モータ駆動のポンプを同一負荷に対して適用し、永久磁石式同期モータ駆動のポンプが消費動力で優位であることを示すデモンストレーションを行っていたものである。

図2はミニショベル用電動機一体型ポンプの参考出展であるが、隣には油圧駆動を介さないミニショベル旋回用電動モータ駆動の参考出展も示された。必要出力や使用部位に応じて、電動油圧駆動と電動の住み分けが適用されていくと考えられる。

今回のIFPEXの電動油圧駆動の分野では、駆動モータの高速化のコンセプトも提起されていた。電動モータの出力は、回転速度×トルクで表される。



図1 インバータ制御誘導モータ駆動のポンプと永久磁石式同期モータ駆動のポンプの消費動力比較デモンストレーション



図2 ミニショベル用電動機一体型ポンプ（右）とミニショベル旋回用電動モータ（左）

トルクは概ね電流に比例し、また、モータの外径はトルクに比例する。同出力でモータの回転を高速化すると、出力トルクを下げられ、駆動電流も下げられ、高効率運転領域内で、モータ外径の小型化にもつながる。また、高速モータで駆動するポンプは、吐出流量同一とすれば、押しのか容積を小さくでき、ポンプの小型化につながり、結果として出力を維持したまま電動油圧駆動ユニットが小型になる。実用上は、ポンプ高速化による吸込み性能の確保、ポンプ効率低下の抑制、しゅう動部・接触部の強度確保、振動・騒音の解決などの技術的課題がある。現在は、これらの課題が解決されつつある、または解決されてきたという段階であろう。図3は高速電動油圧ポンプユニット製品の出展写真で、従来品に対して体積比50%を達成している。



図3 高速電動油圧ポンプユニット

油圧制御弁による油圧制御は、高応答で複数の油圧アクチュエータを制御できるが、バルブで作動油の流動を絞り、遮断するため、油圧アクチュエータへの油圧動力伝達の過程で動力損失を伴う。一方、必要流量、必要圧力を、ポンプを駆動するモータで制御し、油圧制御弁を用いずに直接油圧アクチュエータを制御する1ポンプー1アクチュエータ方式

は、電動モータ、油圧ポンプ、リザーバ、油圧アクチュエータをパッケージ化でき、コンパクトで高効率なアクチュエータシステムを構成できる。サーボ弁制御のように高応答が求められる場合や、複数アクチュエータの制御が求められる場合など、アプリケーションによって弁制御式と1ポンプー1アクチュエータ方式の長所・短所が明確となり、両者の技術発展は今後も進むと考えられる。

図4は、双腕油圧ロボットの参考出展であり、油圧シリンダのみならず、関節の回転部分（油圧モータ）や走行系のすべての油圧アクチュエータに1ポンプー1アクチュエータ方式が適用されている。



図4 双腕油圧ロボット（すべての直動部、回転部、走行系に1ポンプー1アクチュエータ方式が用いられている）

図5も1ポンプー1アクチュエータの例であるが、その多くが直動系のシリンダをアクチュエータとしているのに対して、ここでは、低速高トルク油圧モータをアクチュエータとしている点が特徴的である。駆動ポンプ、配管、油圧モータをきょう体内にまとめたコンパクトな構成であり、トルクアームが油圧モータの反トルクを受ける構造で、省スペースで回転負荷に接続することができる。



図5 低速高トルク油圧モータドライブシステム（パネル展示。きょう体内に油圧ポンプ、配管、油圧モータ、きょう体外に電動モータ。油圧モータ出力軸は紙面裏側。トルクアーム（左）が反トルクを受ける。）

3. センシング技術とIoT

油圧機器や油圧システムの状態検出、メンテナンス時期判断、作動油状態検出など、各種センシング技術とIoTに向けた統合管理技術も着実に進んでいる。一例として、建設機械用油圧シリンダ向け油漏れ検知センサが挙げられる。油圧シリンダに取り付けた油漏れ検知センサからの情報のデータ通信により、シールの状態のモニタリングや故障予知を可能とし、従来の部品の定期交換での対応に対して、適切な部品交換時期を導き出すことができる。

また、機器外との情報通信目的ではなく、機器内の閉じた制御系のフィードバック機能としてのセンサ技術も発展している。本報では、IFPEX2024における数多いセンサ、IoT技術の中から、非接触回転角度センサとバルブの位置センシング技術について取り上げる。

図6は回転する磁石の磁場変化をホールICで検出する原理であり、ショベル回転部の回転・旋回角度検出向けのコンパクトで耐環境性の高い非接触式磁気角度センサである。ショベルのロータリーセンサージョイントと組み合わせて使用するとのことである。



図6 非接触式回転角度センサ (写真右と中央)

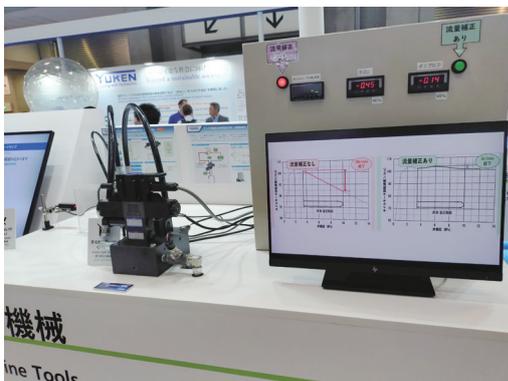


図7 AMP搭載型比例電磁式方向・流量制御弁におけるセンサレスバルブ位置検出と流量補正

図7は、AMP搭載型比例電磁式方向・流量制御弁で油圧モータの回転速度を制御する例で、バルブに変位センサを搭載せず、比例ソレノイドの可動鉄心位置をコイル電流から位置センサレスで推定するものである。差圧変化による流体力外乱に対してソレノイド電流を補正し、差圧変化に対して指定流量からのずれが生じない流量制御が可能となる。

4. SDGs, カーボンニュートラル

油圧分野においても、SDGsやカーボンニュートラルのさまざまな取り組みが進んでおり、本報で報告した電動化、省動力駆動、IoTの動向も代表的な取り組みといえる。IFPEX2024では、作動油における取り組みがあったので紹介する。

図8はラリー車用の減衰力可変ショックアブソーバの写真だが、これに使われる作動油に天然由来のベースオイルを採用し、ベースオイル原料の植物栽培過程で大気中のCO₂を吸収、原料加工や輸送時のCO₂排出を考慮した材料選択でカーボンニュートラルに貢献している。また、生分解性を有している。



図8 生分解性を有する天然由来ベースオイル

5. おわりに

本報では、筆者がIFPEX2024を通じて感じた油圧分野の技術動向をまとめた。一方、企業名や製品名を前面に出した技術情報の紹介は控えたため、各企業の出展ブースで紹介されている独自の技術や特徴的な製品をイメージする資料としては、本報はいささか物足りないかもしれない。『未来につなげる圧いチカラ!』の油圧分野の取り組みをイメージする一助となれば幸いである。

最後に、IFPEX2024における油圧分野の技術動向の取材にご協力いただいた出展各社に深く感謝する。

(原稿受付：2024年10月27日)

解説

IFPEX2024における水圧分野の技術動向

著者紹介



いとうかずひさ
伊藤和寿

芝浦工業大学
〒337-8570 埼玉県さいたま市見沼区深作307
E-mail: kazu-ito@shibaura-it.ac.jp

1995年上智大学大学院博士前期課程修了、株式会社小松製作所、上智大学助手、鳥取大学准教授を経て、2011年芝浦工業大学教授。日本フルードパワーシステム学会、日本生物環境工学会、計測自動制御学会、電気学会等の会員、博士(工学)。

1. はじめに

日本フルードパワーシステム学会の定期講演会では、アクアドライブシステムに関連する講演数は2020年以前と比べると減少傾向にある。しかし今回のIFPEXでも写真1にあるような水圧テーマコーナーが特設され、確かなニーズに応じていることがうかがえるほか、このところそれまでにはなかった流れが見えつつある。



写真1 水圧テーマコーナー

学術の立場からは、アクアドライブシステムの研究を行っている研究グループは限られてきている。これは、ハードウェアの研究開発に必要とされる独特のノウハウが研究者の世代交代とともに失われや

すいこと、市場の大きさから見てソフトウェア(制御アルゴリズム)研究面からも実用化に結び付けられる機会がそれほど多くないこと、が挙げられる。この状況にあって成果を積み上げてゆくのは容易ではないが、本稿ではこれが産学で継続されている例を紹介する。

2. コンポーネント開発について

2.1 水圧モータ

神奈川大学では鈴木助教の下で長期にわたり、モータ、ポンプ、バルブの水圧コンポーネント開発が精力的に継続されており、特にここ数年はカム機構を採用した水圧モータの研究が進められている。写真2は、90°ずつに配置されたピストン4本で角速度が一定となるカム形状を設計し、定格圧力3.5MPa、理論トルク21.8Nm、目標回転数30rpmという非常に低速度で安定に回転するモータである。このモータでは、各シリンダに水を供給、排出する分配弁の設計がポイントであり、漏れ流量と摩擦のバランスに課題が残っている¹⁾。



写真2 神奈川大学にて開発された水圧モータ

このほかにも弁構造を持たず、小型化に適したロータリカム型の水圧モータの開発も進められている。特筆すべきはロータがルーローの三角形を基本形状とし、ハウジング内面はペリトロコイド曲線を

採用しながらシール先端の円弧と干渉しないようハウジング形状を設計した点である²⁾。

さらに圧力脈動が極めて小さな水圧ユニットや、圧力フィードバックにより省エネルギー化を実現した水圧ポンプなども、アクアドライブのニーズに何とか応えようとする企業によって製品化されている。また、ボール弁、電磁ストップ弁の圧力範囲が21MPaあるいは50MPaクラスに広がっており、高水圧を対象に10年前よりもラインナップの充実化が進んでいることが分かる。

2.2 水圧シリンダ

シリンダについては、センサを内蔵したタイプの開発により、1 μ mの分解能で最大ストローク400mm、1.56 μ mの分解能の場合には最大ストローク2,000mmまで対応可能なものが製品化されている。これまでシリンダ制御の場合にはロッド先端などにワイヤ変位計やレーザ変位計の反射部を取り付ける構造が必要で、システムとして設計する場合には防水防滴対策も含めて大きな制約になっていたが、これが解決された点は応用上の期待度が高い。これを開発した企業では、水圧モータは3.5cc/revから100cc/rev、水圧ポンプでは0.5cc/revから24cc/revという幅の広い押し/け容積の製品も開発しており、両回転ということも合わせるとサーボモータと直接組み合わせることで制御弁が不要となるメリットもある。

3. システム開発および制御系設計について

これまでは食品製造ライン、製薬ライン等に應用されてきたアクアドライブシステムは、海中作業システム、防災（防水）システムとして新たにその應用範囲を広げつつある。画期的と言えるのは、物体把持に應用可能なアクチュエータの登場である。

3.1 ラバーアクチュエータ

ゴムチューブの外側を、細い樹脂により編み込んだスリーブで包んだ非常に簡易な構造を持つラバーアクチュエータは広く研究されているが、板バネを内蔵することにより湾曲動作が実現でき、ロボットハンドに應用可能となった^{3),4)}。これまでこの種類のアクチュエータは主に空気圧駆動として研究開発されていたが、水圧での駆動の場合には最大駆動圧が5MPaまで対応しているため、駆動力は約10倍に向上している。さらに、ほぼ非圧縮性流体の水の利点により応答性は非常に高いことがメリットとなる。会場ではロボットハンドのデモ機として展示されており、写真3にあるような特徴的な物体をやわらかく把持することができているのは非常にインパクトがあった。

ただし、1つのアクチュエータに対して2つの制御弁が必要である制約はそのままとなるため、アクチュエータの数が増えるとシステムは大きくなりやすい。ニードルバルブやロータリバルブを組み合わせたシステムで小型化を図っている研究例も報告されている。一方、水の粘度が比較的小さいことにより圧力損失が抑えられるため、遠隔操作等に適したシステムが構築できる可能性がある。

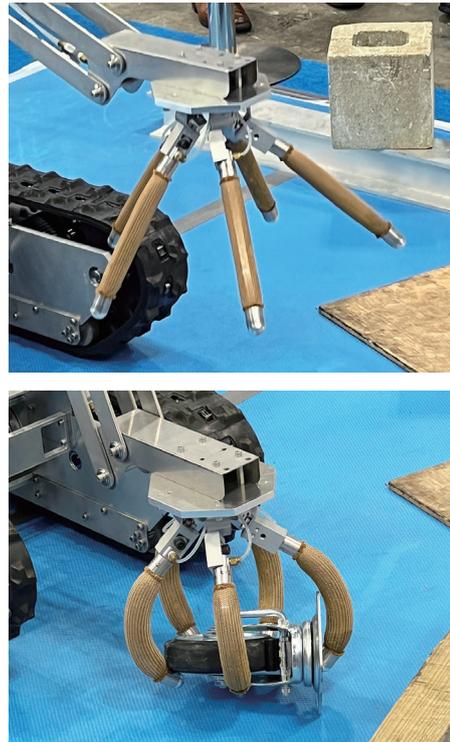


写真3 水圧ラバーアクチュエータの湾曲による物体把持の様子

3.2 水圧ロボットとしての應用

上記以外にも、水圧ロボットとしての研究開発は継続されており、写真4は木材やスポンジを把持する様子を示している。海中作業以外にもガスや高温場などの火災の危険性がある環境下での利用はアクアドライブシステムに適したものと考えられる。また、完全自動化されたシステムでなくても、上記のような人間が立ち入りにくい3K環境下での情報取得やモニタリングにもこれが應用できる可能性がある。

4. おわりに

アクアドライブシステムのれい明期とされる1980年代後半から既に35年以上が経過しようとしている。その間、独自の市場を持つとされながらも油圧との直接のコスト比較、さらには起こりにくい「万一」の漏れに備えているとする同システムは苦戦を強いられ続け、結果的に多くの大学や企業が研

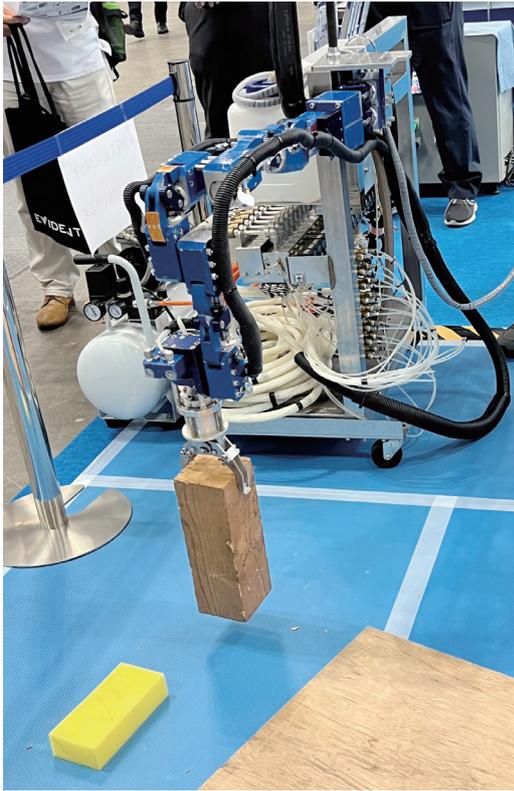


写真4 水圧ロボットの物体把持の様子

究・開発から離れて行った。しかしこれらの評価には誤解も含まれており、それらが見直されることで正しい評価がくだされつつある一方、当初想定されなかった応用先も増え、またSDGsなどの後押しもあり、アクアドライブシステムは静かに注目されているという印象がある。このような状況がIFPEXで可視化されたのはアクアドライブシステムの研究を継続してきた人々にとって朗報であり、今後の研究開発の自信につながることを願う。

参考文献

- 1) 鈴木健児：カム機構を用いた低脈動型水圧モータの性能測定, 2023年秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集, pp. 113-115 (2023)
- 2) 鈴木健児：ロータリーピストン型水圧モータの設計及び試作, 2024年春季フルードパワーシステム講演会講演論文集, pp. 121-123 (2024)
- 3) 大野信吾：ラバーアクチュエータを活用したソフトロボットハンド, フルードパワーシステム, Vol. 54, No. 1, pp. 12-15 (2023)
- 4) 大野信吾ら：双方向湾曲型ラバーアクチュエータを脚として用いた移動体の提案, 2024年春季フルードパワーシステム講演会講演論文集, pp. 134-136 (2024)

(原稿受付：2024年10月11日)

解説

IFPEX2024における空気圧分野の技術動向

著者紹介

たか いわ まさ ひろ
高岩昌弘徳島大学大学院社会産業理工学研究部
〒770-8506 徳島市南常三島町2丁目1番地
E-mail : takaiwa@tokushima-u.ac.jp

1992年岡山大学大学院工学研究科生産機械工学専攻修了。同年同大学助手、准教授を経て、2015年徳島大学教授。空気圧駆動システムの高機能化に関する研究に従事。日本フルードパワーシステム学会、日本機械学会、日本ロボット学会などの会員。博士（工学）。



図1 エアマネジメントシステム

1. はじめに

第27回油圧・空気圧・水圧国際見本市IFPEX2024が、2024年9月18日～20日まで、東京ビッグサイトで開催された。前はコロナ禍での開催であったため、何かと制約があったが、今回は従来通りの開催となり、事務局の発表によると参加者数は前回の2倍弱に相当する35,629名に達し、大変盛況であった。本稿では空気圧分野の技術動向についてまとめる。

2. 各企業ブースにおける取組の紹介

開催期間中、数社の空気圧関連企業ブースにお邪魔し、種々の製品をご説明いただいた。その中では、共通したキーワードとして、「省エネ化」「省力化」「省配線化」「無線化」「CO₂削減」が挙げられ、これらに向けた取り組みが各社進められている。

2.1 省エネ化への取り組み

省エネ化の実現においてキーポイントは無駄な空気消費の削減、低圧駆動、ならびに漏れ検出であると思われる。

図1は生産設備の状態を監視し、無駄な空気消費を自動的に削減する装置である。設備待機時の流量低下を感知すると、必要最低限の圧力まで低下させる。流量、圧力、温度や各種センサ情報を産業用イーサネットを介して上位システムと通信することで、各製造工場での生産状況をトータルに監視することも可能となる。

一方、省エネ化の一方策としてコンプレッサのモ

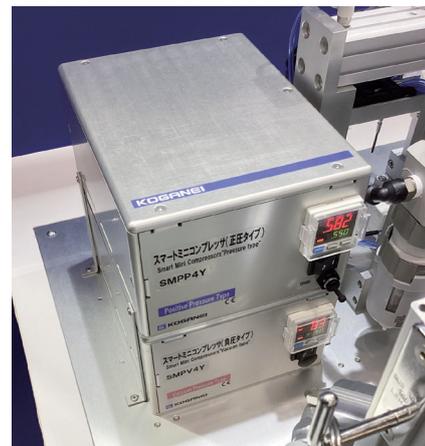


図2 ミニコンプレッサ

ジュール化も挙げることができる。図2はコンパクトタイプのミニコンプレッサであり、正圧タイプは最高圧力0.6MPa、4 L/min (0.5MPa時)、負圧タイプは-85kPa、10L/minの特性を有する。

省エネ化により低圧化が実現されると、アクチュエータの出力は当然低下する。図3は従来の外形形状や寸法を維持したままでシリンダ室受圧面積を増大させたエアシリンダである。出力低下の改善だけでなく、ロッドが不回転となることから、位置制御のためにロッド長を測定する際、シリンダ側面に設置するポテンシオメータやワイヤ式エンコーダのロッド側取り付け部に余分な工夫をする必要がなく



図3 受圧面積拡大型エアシリンダ

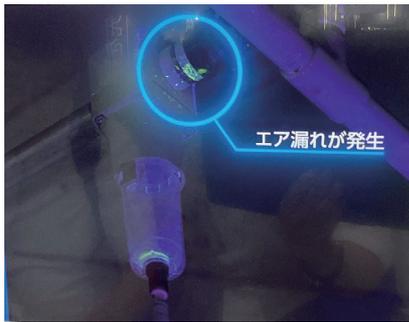


図4 エア漏れの可視化

なる可能性がある。

図4はエア漏れを可視化する手法である。蛍光水溶液のエアミストを配管内に充満させておくことで、エア漏れが発生した箇所がブラックライト環境下で容易に視認できるようになっている。

2.2 省配線化・無線化への取り組み

空気圧駆動回路における各種の信号を有線から無線にすることで配線工数と保全コストの削減が可能となる。図5の左は従来の有線接続によるもの、右側は無線化されたものである。無線化はシリンダスイッチの信号とバルブへの入力信号を対象としており、装置の簡略化は一目瞭然である。IO-Link Wireless方式が採用され、伝達速度は5ms、エラー発生率は10億分の1とのことであった。

2.3 省力化への取り組み

図6は工場内等の限定された稼働領域における重量物搬送助力装置である。動力を全く使用しないオールエアタイプのももあり、防爆性が要求される塗料製造現場などでの利用が想定されている。図6の構造をコンパクトにしたネジ締め工具を体感した。工具の自重が補償されているのはもちろんであるが、工具の姿勢が最初から固定されておりネジに対して垂直に保つ必要がないため楽で、また締結時の振動もほとんど感じることはなかった。



図5 無線化による省配線化



図6 助力装置

2.4 各種コンポーネント・エアサーボ開発

吸着グリッパは食品の搬送装置に多用されているが、素材がゴム等の弾性材料のため、経年劣化により破片が食品に混入する恐れがある。そこで、図7に示すように、金属成分をシリコンゴム材料に配合した新素材による真空パッドが提案されている。万一、グリッパ破片が混入したとしても搬送ラインに設置した金属検出器により除去が可能となる。このような金属成分をゴム材料に練りこむ技術は導電経路をグリッパに生成できる可能性を有するため、センサ等を組み込んだ高付加価値化への発展も期待できるかもしれない。

図8は空気圧シリンダを用いたパラレルリンクロボットであり、リーダ・フォロワ制御が体験できる。本シリンダは4ポート弁およびアブソリュート型の位置センサが内蔵されている。位置制御はPDD²制御により実施され、ピストンロッドの位置決め精度は0.5mmとのことである。筆者もリーダ装置を操作してみたが、滑らかな追従特性が確認された。



図7 金属検出機対応パッド

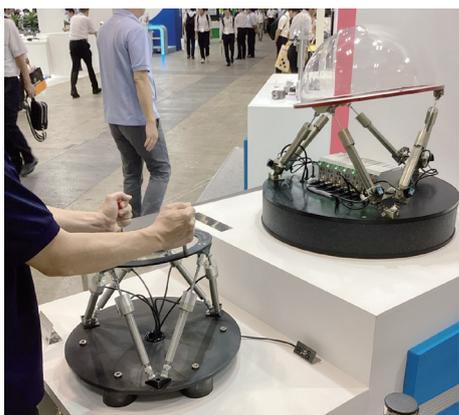


図8 パラレルリンクロボット

3. おわりに

本稿ではIFPEX2024における空気圧関連メーカーの技術動向について筆者の独断的解釈によりまとめたものである。内容に間違いがある場合はご容赦いただきたい。

近年、製造分野における空気圧機器を電動化しようとする動きが見られる。理由の一つはエネルギー効率であると思われるが、今回各社メーカーより省エネ化に向けた種々の取り組みが進められており、その効果に期待したい。また、低発熱特性に着目した高精度運動制御による精密作業分野への適用や、圧縮性に起因する低剛性特性に着目した人間支援システムへの応用展開等、空気ならではの特徴の積極活用による空気圧産業分野のさらなる発展を願うばかりである。

(原稿受付：2024年10月27日)

会 告

会 員 移 動

会員の種類	正会員	海外会員	学生会員	賛助会員
会員数 (12月10日現在)	769	8	105	122
差引き増減	-2	±0	+1	±0

正会員の内訳 名誉員18名・シニア員66名・ジュニア員85名・その他正会員600名

〈新入会員〉

学生会員

辻 泰暉 (香川大学)

解説

IFPEX2024カレッジ研究発表

著者紹介

みやざき てつろう
宮崎 哲郎東京大学大学院
〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1
E-mail: Tetsuro_Miyazaki@ipc.iu-tokyo.ac.jp

2014年東京工業大学大学院博士課程修了。横浜国立大学助教、東京医科歯科大学助教を経て、2022年より東京大学大学院情報理工学系研究科講師。空気圧を用いた人間機械協調型ロボットシステムの研究開発に従事。本学会、IEEEなどの会員。博士（工学）。

1. はじめに

2024年9月18から20日の3日間にわたり、東京ビッグサイトにてIFPEX2024（フルードパワー国際見本市）が開催された。IFPEXには毎度本学会も参加し、会場の一角をお借りしてカレッジ研究発表コーナーという展示を行っている。今年度は、本学会で活動されている大学および高専の先生方から、合計15研究室21テーマの発表があった。著者も本コーナーの開催と運営業務の一部に携わり、3日間にわたり参加して展示の様子を取材した。本解説記事では、今年度のカレッジ研究発表コーナーにて講演された発表について、一部を抜粋しご報告させていただく。

2. 会場の様子

今年度のカレッジ研究発表コーナーに参加いただいた研究室の一覧を表1に示す。本コーナーではポスター発表または展示（静物展示・動的展示）の形式で発表いただいた。

会場の様子を図1に示す。IFPEXの入場者は本コーナーを無料で見ることができ、会期中多数の来場者が自由に行き来し、ポスターや展示物の前で講演者と来場者の間で盛んにディスカッションが交わされた。普段の学会主催の講演会とはまた異なる客層で、産業界からの来場者も多くお越しいただいた。著者もポスター展示に参加したが、来場の方々から実用化やビジネスの観点で多くのご意見・ご指導を

表1 参加研究室一覧

法政大学理工学部機械工学科	加藤研究室
徳島大学	高岩研究室
香川大学	佐々木研究室
法政大学デザイン工学部	田中研究室
東京電機大学	藤田研究室
横浜国立大学	佐藤研究室
神奈川工科大学	吉満研究室
東京電機大学工学部先端機械工学科	三井研究室
室蘭工業大学 機械システム設計学研究室	風間研究室
東京工業大学科学技術創成研究院 未来産業技術研究所	吉田研究室
足利大学	桜井研究室
芝浦工業大学	伊藤研究室
東京工業大学工学院システム制御系	塚越研究室
沼津工業高等専門学校機械工学科	村松研究室
東京大学	川嶋・宮崎研究室

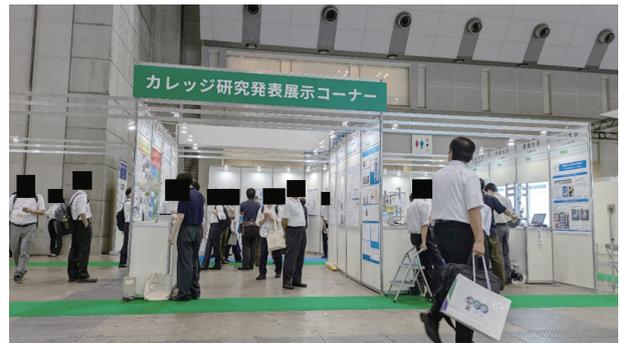


図1 開催中の様子

いただき、貴重な勉強をさせていただいた。

3. カレッジ研究発表コーナーでの発表抜粋

開催期間中、実験装置の展示をしていただいた5テーマの発表はとくに人気を博していた。本節では、展示をしていただいた3研究室の発表についてご紹介する。

法政大学・田中研究室からは2件の動的展示があった。このうち、油中気泡の分離・除去・調整技術の実験装置¹⁾を図2上に示す。油圧システムの動力伝達媒体である作動油中に気泡が混入すると、油圧剛性やシステムの動特性の低下、要素部材の壊食損傷、作動油自体の劣化の促進、振動騒音の要因などさまざまな悪影響の発生要因となりえる。田中研究室では、作動油中の気泡を油と分離、除去、調整する技術の確立に取り組んでいる。展示会では、旋回流を用いて作動油中に分散している気泡を集合体させ、油と気泡を分離除去する装置の原理と、この装置を用いて油中の気泡含有率を調整する技術についてご紹介いただいた。図2下に示すように、装置は流入ポート、テーパチューブ、流出ポート、放気ポートから構成され、気泡を含む油が流入ポートより接続方向で流入し旋回流を形成する。旋回流の遠心力により油より軽い気泡は中心軸付近に集合し気泡柱を形成する。下流の流出ポート側からわず

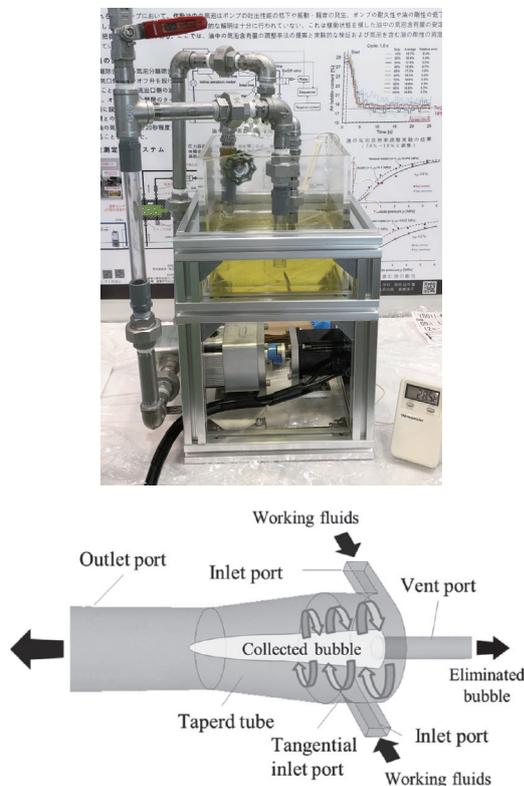


図2 油中気泡除去分離装置（上：実験装置，下：気泡除去の様子¹⁾）

かに背圧をかけることにより、集合した気泡は流出ポートと反対側の放気ポートから押し出され、油と気泡が分離される。放気ポート側の絞り開度を調整することで、流出ポート側へ流れる気泡量を調整することができる。流路の形状を工夫し遠心力を利用することで、エネルギー源を追加することなく気泡除去を実現している点が素晴らしいと感じた。

つぎに、徳島大学・高岩研究室の展示、汎用型空気圧アクチュエータの超精密位置決め制御²⁾をご紹介する。図3に展示いただいた実験装置を示す。空気圧シリンダは電動モータのように繰り返し稼働しても発熱の心配がなく、小型化・軽量化・低コスト化が期待できる。一方、位置制御時に摩擦力の影響を受けやすく、高精度な位置決めには不向きとされてきた。そのため、超高精度位置決め技術が確立されれば空気圧シリンダの付加価値は格段に向上し、その応用分野の拡大に伴い、産業界にブレークスルーをもたらす可能性がある。この研究では、実用性を考慮して通常のゴムパッキンでシールされた汎用型空気圧シリンダを使用し、産業応用を念頭に置いたナノメートルオーダーの超精密位置決め技術を提案している。目標発生力と制御入力²⁾の2か所に提案補償器を適用し、精度の改善を図る。提案補償器はメインコントローラではなく、補償器として実装しているため、従来の制御手法を変更する必要がなく導入の敷居は低い。補償信号をOFFにした場合は従来の空圧サーボ固有の柔軟性が利用でき、ONにした瞬間にサーボ剛性が飛躍的に高まり超高精度位置決めが実現される。現在、本提案制御手法は特



図3 空気圧シリンダの超精密位置決め制御実験装置

許出願中とのことで、近い将来にこの技術が産業界で広く利用されるのが楽しみな研究であった。

東京電機大学・三井研究室からは、EHD（電気流体力学）ポンプ及び機能性材料の医療・福祉機器・ロボットへの応用³⁾と題して、実験装置の動的展示があった。三井研究室では、機能性流体の応用としてEHD (Electro Hydro Dynamics) 現象を応用したEHDポンプを、機能性材料としてEAM (Electro Attractive Material) と名付けた材料を開発し、産業・医療・福祉などの幅広い分野に向けた研究開発を行っている。EHD現象は絶縁性液体中に挿入した電極間に高電圧を印加すると液体に流れが発生する現象である。図4左のEHD人工筋を用いたロボットハンドでは、EHDポンプにより人口筋内部に液体を圧送することで多方向の人口筋に同時に収縮力を発生させ、指を開閉させる機構である。図4右のEAMブレーキを用いた上肢リハビリテーション機器では、EAMブレーキが発生するせん断抵抗力を制御し、リーチ動作時の上肢の負荷を調整する。タブレット端末により視覚的にターゲット動作を指示し、ターゲットから外れた動作をすると負荷を増やす、などの運動教示も可能である。著者も実際にこのリハビリテーション機器を体験したが、手に持ったハンドルユニットが机上のシートに吸い付き、抵抗力が変化するのを感じた。簡易的な準備で上肢リハビリテーションが可能となる有用な研究と感じた。

展示があった発表は以上の3研究室だが、これら以外にも多くの大学・高専からポスター発表をしていただいた。その一部を紹介する。

横浜国立大学・佐藤研究室からは、電動モータ駆動式油圧ポンプの高効率制御⁴⁾と、駆動モータ一体型油圧ポンプ⁵⁾、磁気粘性流体 (Magnetorheological fluid, MR 流体) を用いたディスク型トラクションドライブ動力伝達機構⁶⁾ (図5) について、ポスター発表があった。

また、芝浦工業大学・伊藤研究室からは水圧駆動人工筋のデータ駆動型制御系設計⁷⁾ およびモデル予測変位制御⁸⁾と、空気圧人工筋のモデルフリー制御 (MFC) のパラメータを最適化するためにVirtual Reference Feedback Tuning (VRFT) を導入したIntelligent PI角度制御⁹⁾ (図6) について発表があった。

東京工業大学 (現・東京科学大学)・塚越研究室からは、心臓への吸着把持を目指したソフトフィンガー¹⁰⁾と、オジギソウの膨圧運動を再現した刺激・応答式流体回路¹¹⁾ (図7) について発表いただいた。



図4 EHD人工筋を用いたロボットハンド (左) とEAMブレーキを用いた上肢リハビリテーション機器

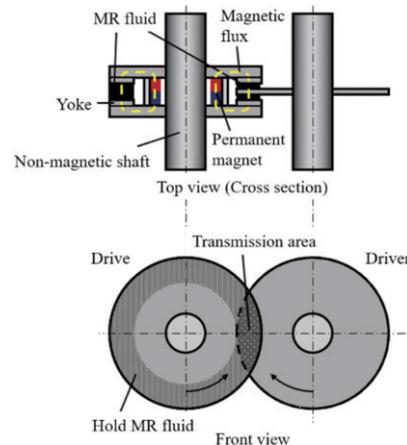


図5 MR流体を用いたトラクションドライブ⁶⁾

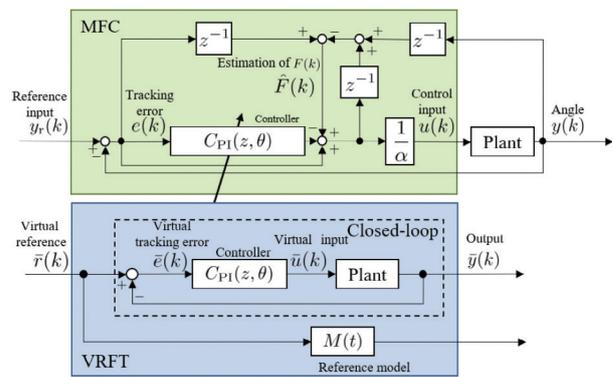


図6 MFC-VRFT法のブロック線図⁹⁾

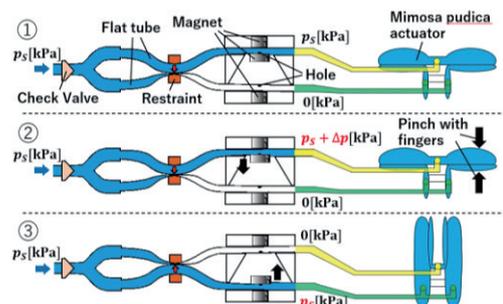


図7 自動振動型バルブを用いた刺激信号を伝達する流体回路¹¹⁾

4. おわりに

本稿では、IFPEX2024のカレッジ研究発表コーナーにて展示・発表いただいた研究の一部を抜粋し、ご紹介させていただいた。最後に、本コーナー開催にあたり、ご多忙な中ご参加いただいた先生方・学生さんたちに、本紙面をお借りしてあらためてお礼を申し上げたい。この展示会は3年ごとに開催されるため、次回開催時にもぜひフルードパワーシステム関係の研究者の皆様には奮ってご参加いただければ幸いである。

参考文献

- 1) 岩崎斗真, 若生瑛貴, 坂間清子, 田中豊: 油中気泡の分離・除去・調整技術, 第27回フルードパワー国際見本市 (IFPEX2024) 日本フルードパワーシステム学会カレッジ研究発表コーナー講演論文集, p. 7-8 (2024)
- 2) 高岩昌弘, LIM WEN CHIANG: 汎用型空気圧アクチュエータの超精密位置決め制御, 第27回フルードパワー国際見本市 (IFPEX2024) 日本フルードパワーシステム学会カレッジ研究発表コーナー講演論文集, p. 3-4 (2024)
- 3) 村田隼人, 三井和幸: EHD (電気流体力学) ポンプ及び機能性材料の医療・福祉機器・ロボットへの応用, 第27回フルードパワー国際見本市 (IFPEX2024) 日本フルードパワーシステム学会カレッジ研究発表コーナー講演論文集, p. 21-22 (2024)
- 4) 阿部悠人, 佐藤恭一: 電動油圧駆動システムの高効率制御, 第27回フルードパワー国際見本市 (IFPEX2024) 日本フルードパワーシステム学会カレッジ研究発表コーナー講演論文集, p. 13-14 (2024)
- 5) 増田浩太郎, 佐藤恭一: リラクタンストルクを利用した駆動モーター体型ポンプ, 第27回フルードパワー国際見本市 (IFPEX2024) 日本フルードパワーシステム学会カレッジ研究発表コーナー講演論文集, p. 15-16 (2024)
- 6) 佐々木新, 小星光, 佐藤恭一: 磁気粘性流体を用いた回転体間のトラクションドライブ動力伝達, 第27回フルードパワー国際見本市 (IFPEX2024) 日本フルードパワーシステム学会カレッジ研究発表コーナー講演論文集, p. 17-18 (2024)
- 7) 山本祥太, 鶴原理司, 伊藤和寿: 1回の実験データを用いたデータ駆動型制御による水道水圧駆動人工筋の制御系設計, 第27回フルードパワー国際見本市 (IFPEX2024) 日本フルードパワーシステム学会カレッジ研究発表コーナー講演論文集, p. 29-30 (2024)
- 8) 鶴原理司, 伊藤和寿: 直接データ駆動型適応モデルマッチングに基づく水圧人工筋のモデル予測変位制御, 第27回フルードパワー国際見本市 (IFPEX2024) 日本フルードパワーシステム学会カレッジ研究発表コーナー講演論文集, p. 31-32 (2024)
- 9) 小杉彩加, 鶴原理司, 伊藤和寿: 空気圧人工筋のVRFTに基づくIntelligent PI角度制御, 第27回フルードパワー国際見本市 (IFPEX2024) 日本フルードパワーシステム学会カレッジ研究発表コーナー講演論文集, p. 33-34 (2024)
- 10) 川井晨傑, 忍田真奈美, 塚越秀行, 長岡英気: 心臓への吸着把持を目指したソフトフィンガー, 第27回フルードパワー国際見本市 (IFPEX2024) 日本フルードパワーシステム学会カレッジ研究発表コーナー講演論文集, p. 37-38 (2024)
- 11) 藤井勇太, 塚越秀行: オジギソウの膨圧運動の再現を目指した刺激・応答式流体回路, 第27回フルードパワー国際見本市 (IFPEX2024) 日本フルードパワーシステム学会カレッジ研究発表コーナー講演論文集, p. 35-36 (2024)

(原稿受付: 2024年10月27日)

解説

IFPEX2024 フルードパワーを活用したロボット

著者紹介



さ さ き だい す け
佐々木 大 輔

香川大学創造工学部
〒761-0396 香川県高松市林町2217-20
E-mail : sasaki.daisuke@kagawa-u.ac.jp

2003年岡山大学大学院博士後期課程中退後同大学 助手、助教を経て、2015年香川大学講師、2016年同准教授、2021年同教授、現在に至る。空気圧ソフトアクチュエータを使ったウェアラブルロボットの研究に従事。日本フルードパワーシステム学会、IEEE、日本機械学会、日本ロボット学会などの会員。博士（工学）。

1. はじめに

第27回油圧・空気圧・水圧国際見本市が「未来へつなげる圧いチカラ！」というテーマで9月18日から20日まで東京ビッグサイトで開催された。会期中の来場者数は、事務局発表で35,629名であった。新型コロナウイルスの影響下にあった前回の19,367名と比べ大幅に来場者が増え、会場の活気を肌で感じる事ができた。

概要については、他の解説記事でも紹介されているため割愛するが、3年ごとのIFPEXは筆者にとっても貴重な情報収集の場であり大変興味深く各ブースを見学させていただいた。

本解説では、「フルードパワーを活用したロボット展示コーナー」について紹介する。

2. 展示コーナー

本展示コーナーでは、立命館大学玄研究室、中央大学中村研究室・奥井研究室、岡山理科大学赤木・趙・小林・横田研究室が図1のように展示を行っていた。各ブースとも、多くの実機が展示・稼働しており、大変盛況であった。本章では、各研究室的展示内容の一部を紹介させていただく。

2.1 立命館大学 玄研究室

立命館大学玄研究室（図2）では、油圧ヒューマノイドロボット、2脚車輪ロボット、水圧ロボットなど多数のロボットの展示実演が行われていた。

図3の油圧ヒューマノイドロボットH1T TeaMu



図1 展示ブースの様子



図2 立命館大学玄研究室ブース

は、危険な環境下において人間の代替としての活用を想定して開発されたヒューマノイドである。図4の2脚車輪ロボットG1Wは災害現場などの不整地環境での物品搬送を目的としたロボットである。電動の車輪と油圧シリンダで動作する脚機構で構成されており、油圧源を内蔵しているため単独での運用

が可能である。図5の水圧マニピュレータは、水中での活用を想定し開発されており、エンドエフェクタを交換することでさまざまな作業に対応可能である。展示ブースでは、実際に複数のエンドエフェクタも展示されていた。

2.2 中央大学 中村研究室・奥井研究室

中央大学中村研究室・奥井研究室(図6)では、多数のロボットが展示されていたが、今回は図7～9のロボットを紹介する。



図3 油圧ヒューマノイドロボット
H1T TeaMu



図4 2脚車輪ロボット G1W

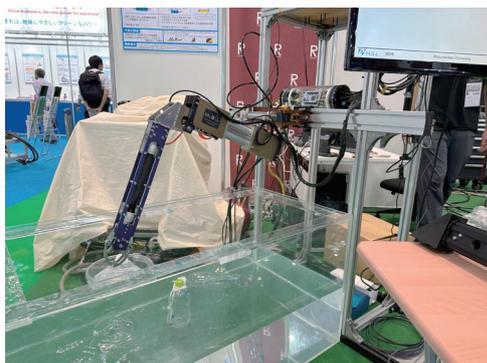


図5 水圧マニピュレータ

図7の靴型落下感覚提示装置は、VRゴーグル上に映された下降するエレベータのCGに合わせて、足下のエアシリンダを下降させることで落下感覚を使用者に提示する装置である。

図8の腸管型ミキシングポンプは、腸のぜん動運動を模擬しさまざまな流動体の搬送・混合が可能である。将来的には、機械学習により混合具合を調節することを目指しているとのことである。

図9は空気圧人工筋を使用し打楽器を演奏するロ



図6 中央大学中村研究室・奥井研究室ブース



図7 靴型落下感覚提示装置



図8 腸管型ミキシングポンプ



図9 筋骨格打楽器演奏ロボット

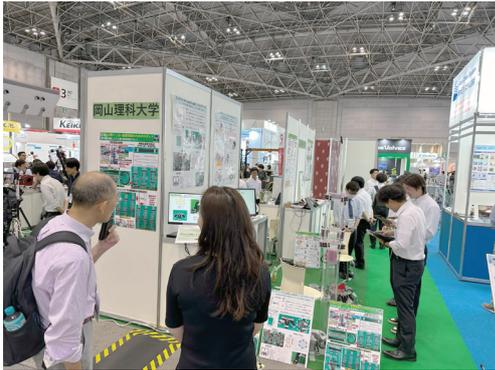


図10 岡山理科大学ブース



図11 空気圧6脚移動ロボット

ットである。人工筋によりスティックの振り上げ、スティックの握り具合の調節が可能となっている。

2.3 岡山理科大学 赤木・趙・小林・横田研究室

岡山理科大学赤木・趙・小林・横田研究室ブース(図10)前では、図11の6脚移動ロボットの実演が行われており、来場者が足を止めて見入っていた。このロボットは、リハビリ支援も行えるという点が非常に興味深いものであった。

フランジの凹凸や表面の断熱材の劣化によりタイヤを使った移動が困難な配管の検査のために開発されたロボットが図12の配管検査ロボットである。このロボットは並進や回転も可能で、従来は足場を組み行われていた検査をこのロボットだけで可能になるとのことである。

酪農牛の助産時のアシストを目的として開発され



図12 配管検査ロボット



図13 免荷型アシストスーツ

たエアシリンダ駆動のアシストスーツが図13である。酪農牛の助産とアシスト技術の関連性が最初は理解できなかったが、子牛とは言え40キロ近くあり、中腰で長時間行われていると説明を受けその必要性を痛感した。

3. おわりに

今回は、IFPEX2024で展示されていたフルードパワーを活用したロボットについて紹介した。各ブースで実演されたさまざまなロボットはとても迫力があつたが、それに加えて本解説の取材に対応していただいた学生の皆さんが大変生き生きとすることが印象に残った。

最後に、本解説執筆にあたり会期中毎日取材に向かい、その都度丁寧な対応をいただいた各ブースの関係者の皆様に心からのお礼を申し上げたい。

(原稿受付：2024年9月22日)

IFPEX2024併催 特別技術セミナー

著者紹介



さくら い やす お
桜井 康雄

足利大学工学部
〒326-8558 足利市大前町268-1
E-mail : sakurai.yasuo@g.ashikaga.ac.jp

1986年上智大学大学院理工学研究科博士前期課程機械工学専攻修了。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、現在に至る。博士(工学)。

1. はじめに

9月18日(水)～20日(金)に東京ビックサイトで開催されたIFPEX2024は3日間の合計来場者数が35,629名で盛会裏に終了した。

本稿では、IFPEX2024併催特別技術セミナーの概要を報告する。

2. IFPEX2024併催特別技術セミナー概要

2.1 特別技術セミナーについて

本セミナーは日本工業出版(株)の月刊「油空圧技術」主催であり、筆者と田中和博先生(九州工業大学名誉教授)が1日目の講義および2日目と3日目の企業の技術者による講演のアレンジを担当した。会場は東京国際展示場会議棟101室であった。

2.2 1日目(18日(水))

1日目は、油圧素子、油圧機械および油圧システムに関係する若手技術者や初学者を対象として、「油圧のメカニズム入門」と題した講義を12時30分～15時30分の間で行った。ここでは、油圧のキャラクター、代表的な油圧機器・油圧システムの基本的な構造と動作原理、油圧システムの動特性のシミュレーションの概要と使用するソフトウェアと弁内の流れに三次元流体解析CFDを適用した事例について解説した。講義内容の詳細な項目は表1に示した通

表1 講義内容詳細

1. 油圧のキャラクター	4. 油圧システムの動特性のシミュレーションの概要
(1)油圧技術の使用例と特徴	(1)位置決め回路のモデル化
(2)単位系	・モデル化のコツ ・状態方程式 ・体積弾性係数
(3)油圧によく出てくる物理量とその単位	(2)油圧回路設計・動特性解析用シミュレーションパッケージOHC-Sim
(4)単位変換	・OHC-Sim公開版 ・OHC-Sim使用方法概要と特徴
・圧力の単位変換 ・流量の単位変換	・OHC-SimVer.2.8
(5)油圧によく出てくる作動油の物性値とその単位	(3)Simcenter Amesim™
・密度と比重 ・粘度と動粘度	・Amesim™とは
(6)圧力の性質とパスカルの原理	・Amesimを用いた圧力脈動低減素子のシミュレーション
(7)油圧のキャラクター	5. 三次元流体解析CFD、弁内流れへの適用事例等
・取り出すことができる力 ・ピストンの速度 ・動力について	(1)何故、流れ解析CFDが必要か？
2. 油圧機器の基本的な構造と動作原理	(2)油圧工学
(1)油圧システムの基本構成	・基本変数 ・場の力学 ・様々な流れ(層流, 乱流, 定常流, 非定常流)
(2)油圧機器の基本的な構造と動作原理	・基礎方程式 ・CFD計算格子 ・流体力(定常, 非定常)
・容積式ポンプとターボ形ポンプ ・代表的な容積式油圧ポンプの比較	(3)CFD弁内の流れへの適用事例: ボベットの弁のP-Q特性
・代表的な用途 ・ピストンポンプ, ベーンポンプ ・ギアポンプ	・実験, 定常流のCFD計算
・容積式ポンプの理論吐出量の計算	・Simerics-MP+による定常流と非定常流の計算
・油圧シリンダ(片ロッドシリンダ), 油圧シリンダの摩擦特性, スプール弁とボベットの弁	・フローパターンとヒステリシスの関係
・方向切換弁, 流量制御弁, サーボ弁, リリーフ弁, 弁を通過する流量の計算	・フローパターンと流体力との関係
・チョークを通過する流量, 弁体に作用する定常流体力	・ボベットの型圧力制御弁の流体力とヒステリシス特性
3. 油圧基本回路	・フローパターンの特徴比較(CFD vs. 過去の研究報告)
(1)メータイン (2)メータアウト (3)ブリードオフ	(4)作動油(液体)の物性・キャビテーション(特異現象)
(4)位置決め回路 ・構成 ・PID制御	・オイルポンプのキャビテーションについて
	・オイルポンプのキャビテーション解析結果

りであり、基礎的な内容からコンピュータシミュレーションまで含まれている。なお、1から4までは筆者が、5は田中先生が講義を担当した。

講義の様子を写真1および写真2に示す。講義参加者は49名であった。

2.3 2日目(19日(木))・3日目(20日(金))

この2日間は、13時30分～16時30分の間、1日あたり4件、企業の技術者の方が講演を行った。そのプログラムを表2に示す。2日目および3日目

の講演の様子を写真3および写真4に示す。なお、2日目の参加者は72名、3日目は53名であり、活発な質疑応答が行われた。

2日目の最初の講演では、賀集氏(東京計器㈱)より油圧ポンプの回転数制御システムとそれを用いた省エネ技術、そのシステムの応用事例およびカーボンニュートラルを実現するための取り組みとして水素ステーション用油圧式水素圧縮装置等の説明が行われた。次の講演では、丸山氏(㈱不二越)より油圧システム内各所におけるエネルギー損失の割合および油圧ポンプの可変速制御と容量可変制御を組み合わせた省エネ油圧ユニットとその効果についての説明が行われた。3件目の講演では、清瀬氏(川崎重工業㈱)より、油圧機器部門が注力しているフィールド、技術戦略および建設機械分野の技術開発事例の説明が行われた。最後の講演では、奥田氏(油研工業㈱)より、電磁切換弁の基本構造と動作原理、開発した電磁切換弁スプール位置センサレス検出技術とそれを利用した比例電磁式方向・流量制御弁についての解説が行われた。

3日目の最初の講演では、五嶋氏(工苑㈱)より、パラレルメカニズムの特徴、油圧式パラレルメカニズムを利用した船舶の動揺低減システムの説明および



写真1 講義1日目



写真2 講義1日目

表2 2日目, 3日目プログラム

2日目
13:30～14:10 「回転数制御システムの省エネ技術と今後の展望」 賀集頭太郎氏 東京計器㈱ 油圧制御システムカンパニー 技術部 技術1課
14:15～14:55 「カーボンニュートラルに向けた省エネ油圧機器の取り組み」 丸山 章氏 ㈱不二越 油圧事業部 産機技術部
15:05～15:45 「KHIの油圧製品開発と技術戦略」 清瀬弘晃氏 川崎重工業㈱精密機械・ロボットカンパニー 精密機械ディビジョン技術総括部
15:50～16:30 「電磁弁スプール位置センサレス検出とその応用技術」 奥田雄成氏 油研工業㈱研究開発部 開発四課
3日目
13:30～14:10 「電動・油圧モーションベースの開発事例」 五嶋裕之氏 ㈱工苑 モーション事業部
14:15～14:55 「建設機械用油圧シリンダ」 高井靖仁氏 カヤバ㈱ HC技術統轄部 岐阜南油機技術部 設計室
15:05～15:45 「施工現場の生産性向上へ向けた油圧ショベルの半自動化・自動化の取り組み」 熊谷賢人氏 日立建機㈱ 研究・開発本部 先行開発センタ
15:50～16:30 「コマツ建設機械向け遠隔操作システム」 中川智裕氏 コマツ 商品企画本部 商品企画室



写真3 2日目の講演の様子



写真4 3日目の講演の様子

び洋上風力発電メンテナンスシステム等の油圧モーションベース開発事例の紹介が行われた。次いで、高井氏（カヤバ㈱）より、建設機械用油圧シリンダの歴史、変遷と製品の展開および通常の油圧シリンダをブラッシュアップした倒立シリンダについての解説が行われた。3件目の講演では、熊谷氏（日立建機㈱）より、ICT油圧ショベルの種類と基本構成、油圧ショベルの作業支援機能および遠隔操作・自動運転対応油圧ショベルについての解説が行われた。最後の講演では、中川氏（コマツ㈱）より、建設機械向け遠隔操作システムの構成と特徴、ICT建機の活用事例とその効果およびICT化により環境

のよくない現場での作業が不必要になる事例の解説が行われた。

3. おわりに

本稿ではIFPEX2024併催特別技術セミナーの概要を紹介した。

2, 3日目に実施した企業の技術者の方々からの講演のアレンジにあたり多大なるご協力をいただいた本学会企業側理事各位および日本フルードパワー工業会事務局長饗庭健一氏に深く感謝申し上げます。

（原稿受付：2024年10月17日）

解説

IFPEX2024油圧空気圧合同特別企画 「フルードパワー若手技術者たちによるX24プロジェクト」

著者紹介



よし みつ とし ひろ
吉 満 俊 拓

神奈川工科大学
神奈川工科大学情報学部
〒243-0292 神奈川県厚木市下荻野1030
E-mail : yosimitu@rm.kanagawa-it.ac.jp

2000年明治大学大学院博士後期課程修了，同年神奈川工科大学工学部助手。現在は教授。空気圧制御システムの研究に従事，日本フルードパワーシステム学会，日本機械学会，計測自動制御学会などの会員，博士（工学）



図2 IFPEX2024出展風景

フルードパワー若手技術者たちによるX24プロジェクト（以下X24プロジェクトと略）は，フルードパワー工業会の新しい取り組みとして会員企業12社から21名が選出され（図1），2023年9月から油圧と空気圧が融合した未来を考えるプロジェクトとして活動されている。その成果を油圧空気圧合同特別企画コーナーとしてIFPEX2024にて出展された（図2）。出展内容およびプロジェクトの概要について簡単に紹介させていただく。



図1 X24プロジェクトメンバー

X24プロジェクトでは，現在の油空圧業界が抱える課題に対して，油圧技術と空気圧技術の融合した未来を若手エンジニアたちが自由な発想を基に考えてみるのが企画の始まりであった。

プロジェクトメンバーから再生可能エネルギーとの融合や，AIやIoTといった新たな技術との連携など，さまざまな企画が提案された（図4）。

プロジェクトで提案されたアイデアを基に図3に示すようにIFPEXに出展するための基礎チーム・既存チーム・未来チームと3つのグループに分かれパネルの作成を進めることとなった。

基礎チームのパネルは，油空圧システムの概要や油空圧機器の説明使用例などが初学者向けにわかりやすく展示されていた。プロジェクトメンバーからも大学では流体工学は学んでいたが，入社するまでは油空圧技術に関してほとんど知識がなく，油空圧システムを広く知ってもらうために油空圧システムの強みを認識してもらえ一助になれば幸いであるとのことであった。

既存チームのパネルは，電動・油圧・空気圧それぞれの長短所をわかりやすく展示されていた。油空圧システムと電動システムの比較に関して，消費電力の観点からみるとコストパフォーマンスが悪いように見えるが，すべてを電動システムに置き換えることは現実的に難しくかえってコストが上昇する要因につながるとのことであった。

未来チームのパネルでは，油空圧機器の課題と日本の社会的課題を解決できるようなアイデアとして，風車を用いた動力源に電気を介さないエネルギー貯蔵可能な油空圧混合システムを提案されていた。風力で得られたエネルギーを蓄え，油空圧システムでさまざまな機器を駆動するというこのアイデアは，エネルギー問題と環境問題の両方を解決しようとする

る意欲的な提案である。

インタビューにおいて、油空圧業界は古くから歴史があり広く産業界で油空圧機器は使われているが、新規性のある革新的な技術が生まれにくくなっている業界なのではないか、ということがプロジェクト内で課題として挙がったそうである。

図3 プロジェクト概要

プロジェクトのメンバーは、油圧機器や空気圧機器という同じ流体機器を扱う業界ではあるが、メーカーは油圧と空気圧でははっきりと分かれており製品群もユーザも異なるため、油圧機器エンジニアは油圧に関する課題点などはわかるが、空気圧機器に関する問題点やメリットわからない点が多いとのことであった。

油圧と空気圧は、仕組は似てるが使用圧力域や出力が違うため基礎的なエンジニアリングの面から大変勉強になった。また、率直に流体機器を扱う競合他社のエンジニアが集まって共同作業を行うという特殊な体験ができて大変興味深く良い経験ができたとの意見も挙げられた。

X24プロジェクトメンバーのインタビューは、油空圧技術の未来を展望する上で大変有意義な機会と



図4 プロジェクト活動風景

なった。油空圧技術と電気電子IT技術などを融合させることでより高度なシステムの構築が可能となり、社会的な課題解決に貢献できるような技術の開発が可能になると感じた。

稿末ながら、ご多忙にもかかわらず本特集号の各記事にご協力いただいた工業会の皆様に心よりお礼を申し上げます。

(原稿受付：2024年11月6日)

トピックス

インド駐在員日誌

著者紹介

みやもと ゆき や
宮本 幸也TSUZUKI INDIA PRECISION LLP
Plot No16, Sector-7A, Street-2, Yakubpur, MET, Jhajjar
E-mail : info.tip@tsuzuki.co.in

2005年に長野県長野工業高校卒業。同年に株式会社 都筑製作所へ入社。入社以降製造部門に勤務。2024年よりTsuzuki India Precision LLPへ出向。現在に至る



写真1 駅の構内の様子

1. はじめに

海外経験の無い私が、インドへ2024年6月に渡航し、本日までの滞在、駐在経験を通して感じたインドという国を、ガイドブックには記載されていない側面から表現することで、インドの素晴らしい文化やそこに暮らす人々の想いや優しさというような部分を感じとっていただき、インドで暮らすこと、海外で働くことへの何かしらの不安が取り除かれ、ワクワクするような気持ちに変わることを期待する。

2. 私が感じるインドという国について

読者の方が“インド”という国をどう感じるだろうか？ 多くの方は「人口が多く暑い国」と頭に浮かんだことだろう。だが、インドは国土面積が大きく一つの国でも北と南とでは気候はまったく違うのである。私が赴任しているハリヤナ州はインドの北部にあり“北インド”と呼ばれている地域である。

赴任以来、初めて迎える11月～12月ごろにかけては最低気温が5℃位になる日もあるらしく常夏でもないらしい……。

出張で他の州などに行くときには、飛行機移動でも3時間以上要することを考えると、日本だったら韓国やグアム島への移動と同等となることから、インドといっても州によってさまざまな観点から大きな違いがあると考えられる。

一方、「人口の多さ」についてはどの空港に到着しても、どこに移動しても“人を見ない場所がない”ことから考えると、やはり人口は多いのは間違いない（写真1）。

3. 交通事情（写真2, 3）

冒頭にも記載した通り海外経験のない私が一番衝撃を受けたのが車の運転が荒い。

車線の概念はなく、追い抜き、割り込み、逆走、高速道路でのバック……などが日常的に発生している。

また2秒に1回はクラクションが鳴り響き、何が起きているか分からない……。

4ヶ月滞在した経験から私が理解したことは、「クラクションはコミュニケーションツール」ということだ。自己位置を他のドライバーへ知らせる「ここにいるよ」追い越すことを知らせる「先に行かせて」と、上手なコミュニケーションであって、脅しや警告ではないという事と捉えて、ビクビクすることなく、同じようにコミュニケーションの流れにのることが重要。

その証拠に、信号がほぼない所でも事故が少ないということ。クラクションが事故防止と円滑な走行を担保している。

さらにはオートリキシャやミニバンタイプにあふれんばかりの人が乗っている。

ちなみにオートリキシャはエンジンの付いた3輪車であり運転席の左右、後方に人が乗れる乗り物であり、基本的には運転手含め4人くらいが妥当だと感じるが最大で10人位乗っているオートリキシャを見かける……。

ミニバンについてはなかにぎゅうぎゅうに乗って



写真2 オートリキシャ



写真3 アパートからみた渋滞

いて10人は超えていると思われる……。人口が多いゆえに必要なのかもしれない。

4. インド人の人柄

インドは多様な文化と歴史を持つ国であり、そこに暮らす人の性格も多種多様であると思うが、私が赴任して同じ会社の仲間や赴任してから知り合ったインドの人に限定して伝えることとする。

まず、インドの人は、彫の深い顔で目鼻立ちがハッキリしている。そのせいか少し威圧感を感じることもあるがそれゆえに優しくされた際のギャップに驚かされる。初対面の私にも気軽に話しかけてくれ、友達になるまで非常に早いと感じる。日本人独特の警戒心というものは、持ち合わせてないのかもしれない。

ただ、「時間厳守」という感覚は持ち合わせてなく、子どもの頃から「時間を守る」事は最低限のマナーとして教え込まれて生きてきた日本人にとっては、かなりなストレスとなる。駐在の先輩から、「インディアン・スタンダード・タイム」という言葉があるという程で、このことについては、約束の時間は少し早めに設定するという対応をとることをおすすめする。

さらに追加が許されるのなら、「順番を守らない」順番を守るといった概念がないと思われる。これについても、こちらの修正対応が望まれる。

5. インド人とのコミュニケーションについて

仕事も然りプライベートでも感じる事が多いのは、“聞いた質問に対し違う返答が来る”ことだ。

(たとえ自分の英会話スキルを考慮したとしても)これは自分だけではなくインドに来ている日本人の多数が感じていることだと思われる。

個人的に感じるのはこの回答をすれば相手が喜んでくれると先読みされているのではないかと思う。

それゆえに仕事での会話で多いのは同じ質問をしてもバラバラの回答が来る事があり、さらには別の日に同じ質問をしても別の回答が来ることさえある……。しばし苛立ちを感じつつも辛い部分でもある。

ガイドブックで読んだ「インド人は商人としての気質が強く、交渉事を得意とする」という事から来ているのかと、頭を抱える。

6. 食べ物について

自分が居住しているグルガオンという地域は日本人の駐在者が多い事もありかなり日本食が食べられる所がある(写真4)

これは本当に助かる！！しかも美味しい！！！！



写真4 アパートにある日本食(唐揚げ定食)

駐在に当たり日本食が恋しくなると思いお茶漬けを大量に購入してきたが、上記の理由からまだ開封すらしていない状態だ。

じゃあ、インドのご飯が美味しくないかと言うとこれもまた違う。ビリヤニと言われるご飯をチキンなどの出汁で炊いた、言わば「炊き込みご飯」のような食べ物がある。料理店で提供されるものもあるが、道端で販売している屋台などでも購入でき、安くともうまい！！！！！！

北インドでは、日本でもメジャーとなったタンドリーチキンや、無印良品のレトルトカレーで大人気のバターチキンカレーが有名で、本場で本場のおいしさを実食できるのは、赴任者の最大の特権でもある。

まだまだ食べていない食べ物もあるので仕事の仲間から情報を聞いて帰国するまでに制覇を目指す。

7. 電子決済システムの普及

インドでは、スマートフォンの普及率が上昇し、多くの人が電子決済を利用する環境が整い、電子決済においては日本より遥かに進んでいる。

道端で販売している食べ物や雑貨ですら電子決済が可能な状態だ。逆に現金だと最大通貨が500インドルピーとなり支払いがとても大変となる。

8. 通信環境

インドの電話環境は、ここ数年で劇的に進化していると言われて赴任したが、今も電話していても声が途切れてしまうことはしばしば発生する。会社があるジャージャールという地域がさらに悪く仲間も事務所から外に出て電話している位だ。“Network issue”というワードが一番使用頻度が高いと思われる。

5Gも徐々に出ていくらしくこれからのネットワークの改善に期待したい。

9. コミュニティ

インドには、ビジネスをはじめ、留学、ボランティアなどさまざまな目的で多くの日本人が暮らしている。日本人向けの情報誌でも記載されているがかなり多いと思う。

ゴルフはもちろんのこと、ランニングや、ソフトボール、ラグビーなど運動系から、合唱団やギター、などの音楽からプラモデル作りや麻雀など多岐に渡ってコミュニティがある。

取引先の人からの情報だとインドは特に日本人コミュニティ内の繋がりが強いらしい。

確かに自分自身も感じるが、これだけインド人が多い中で同じ日本人というだけで仲間意識が生まれる。

さらには、コミュニティに参加することで日本に居れば関わることはなかった異業種の方々ともコミュニケーションが取れることからとても素晴らしい活動だと感じている。

出来る限り参加してコミュニケーションの輪を広げていきたいと思う。

10. 支援体制

コミュニティの中でもさまざまな活動や交流が活発であることに振れたが、この活動をサポートする体制が整っていることも有難い一面である。

日本大使館や領事館、日本商工会議所などが、日本人向けの情報を提供していたり、トラブル発生時のサポートを行っている。

11. むすびに

インドの駐在が始まり約4か月が過ぎ、さほど大きく体調を崩さずに仕事ができている。

これは、前任者からの引継ぎがあったからこそである。

食事の事、生活の事、休日の過ごし方、衛生面、やっていいこと、やってはいけないこと、本当に感謝したい!! ありがとう!!

日本にいれば経験することのできなかったことがこのインドでは山ほど経験することができると思う。

日々を大切に過ごしながら、関わる人との出会いも大切にしていきたい（写真5）。

当然ながらポジティブな要素だけではなく、ネガティブな要素もこれからもっと沢山経験することになると思うがしっかりと向き合っていきたいと思う。

会社の仲間、取引先の方の支え、一緒に駐在をしている上司の支え、沢山の支えを実感する日々を過ごしている。

前を向いて、これらを大切にしながらもっと頑張りたい。



写真5 インド門

一番最初に書きたかったのだが、最後に感謝の気持ちを込めて「家族の理解にありがとう!!」を伝える。「家族の理解あつての今」であること。

インドで働くという大きな挑戦と経験ができているのは、家族の理解と応援で成り立っていると考えている。子供たちの成長の時々をその場で見守ることはできないが、インドから成長した姿を見つめているし応援していることを感じてくれている。

帰国した時には、インドで成長した自分を家族に見てもらおう事を誓う。

(原稿受付：2024年10月22日)

会 告

〈理事会・委員会日程〉

11月29日	理事会
12月4日	企画委員会
12月12日	編集委員会

〈理事会報告〉

2024年度第3回理事会

11月29日 15:00～17:00

機械振興会館6F 6-63, オンライン (参加者20名)

- (1) 国際シンポジウム広島2024開催報告
- (2) 2025年春季講演会開催準備状況
- (3) 2024年度学会賞・フェロー推薦受付状況
- (4) 会員の推移
- (5) 各委員会からの報告
- (6) その他

〈委員会報告〉

2024年度第3回企画委員会

12月4日 15:00～17:00

オンライン開催 (参加者26名)

- (1) 最優秀講演賞内規の変更
- (2) 春季講演会最優秀講演賞
- (3) 講演現行のチェックについて
- (4) 2024年度オータムセミナー終了報告
- (5) 2024年度ウィンターセミナーについて
- (6) 2025年春季フルードパワーシステム講演会
- (7) 春季フルードパワーシステム講演会併設セミナー
- (8) その他

2024年度第4回編集委員会

12月12日 15:00～17:00

機械振興会館6F 6-63, オンライン (参加者20名)

- (1) 会誌特集号の現状と企画
 - 1) Vol.56 No.1 [IFPE2024]
 - 2) Vol.56 No.2 [JFPS国際シンポジウム広島2024 (仮)]
 - 3) Vol.56 No.3 [磁気混合流体 (MCF) の基礎と応用] 企画・編集合同企画
 - 4) Vol.56 No.4 [フルードパワー新商品の紹介 (仮)]
- (2) その他
 - 1) 会議報告
 - 2) トピックス/連載について
 - 3) 今後の特集について

会 告

詳細は学会ホームページ (<http://www.jfps.jp>) をご覧ください。

JFPS特別セミナー

「ドイツとヨーロッパにおける産業と学術の協力に関する情報」

開催日時：2025年1月22日(水) 15:50~16:50

講 師：Dr. Steffen Haack

(VDMA・フルードパワー工業会会長 兼 ボッシュ
レックスロス社長)

会 場：機械振興会館内 6階 6D-4会議室

参加費：無料

概 要：本セミナーでは、ドイツおよびヨーロッパにおける産業と学術の協力に関して説明します。具体的には、下記に関する取り組みや、プロジェクトについて紹介します。

・2023年までのテクノロジーロードマップ、EUと北米間の連携

・VDMAの進めるフルードパワーデジタル化ロードマップ、Fluid4.0

・ヨーロッパのフルードパワー産業と学術のイニシアティブの設立

これらの情報は、産業界と学術界の連携を強化し、フルードパワー分野の発展に寄与することを目的とします。

2024年度ウィンターセミナー

「フルードパワーシステムへのIoT活用およびDX推進の基礎技術」

開催日時：2025年3月14日(金) 10:00~17:00

近年、さまざまな業界で、IoT (Internet of Things: モノのインターネット) への関心が高まっており、国をあげてIoTを活用したAI技術やDX (デジタルトランスフォーメーション) を推進する動きが活発化しています。また、IoTを活用してデータ収集や実験の効率化・自動化を図るLA (ラボラトリーオートメーション) が注目されています。しかしながら、「AI技術を導入したいが、データが収集できていない」「LAに興味あるが、始め方がわからない」という声をよく聞きます。そこで、本セミナーでは、AI技術やDX推進で最も重要な

「データ収集・蓄積」「可視化」に焦点を当て、IoT機器開発に用いられるマイクロコンピュータ「ESP32」を活用して実習を通じて学習していきます。フルードパワーシステムへのAI技術の導入を検討している方、あるいはこれから学びたいと考えている方を対象に解説していきます。なお、本セミナーはオンラインでの開催を予定しております(※会場での開催はございません)。

詳細は学会ホームページに随時掲載いたします。皆様の積極的なご参加を心よりお待ちしております。

会 告

共催・協賛行事のお知らせ

日本機械学会 関西支部 第396回講習会「実務者のための振動基礎と制振・制御技術」

主 催：一般社団法人 日本機械学会 関西支部
 開 催 日：2025年1月20日(月)～1月21日(火)
 会 場：オンライン開催 (Webex)
 U R L：https://jsmekansai.org/Seminar/kou396.html

IIP2025 情報・知能・精密機器部門 (IIP部門) 講演会

主 催：一般社団法人 日本機械学会 情報・知能・精密機器部門
 開 催 日：2025年3月3日(月)～3月4日(火)
 会 場：山口大学工学部 常盤キャンパス (山口県宇部市常盤台2-16-1)
 U R L：https://www.iip-conference.org/iip2025

Grinding Technology Japan 2025 / SiC, GaN加工技術展

企 画：日本工業出版株式会社, 株式会社産経新聞社
 開 催 日：2025年3月5日(水)～3月7日(金)
 会 場：幕張メッセ (千葉県千葉市美浜区中瀬2-1)
 U R L：https://gtj-expo.jp/2025/jp/

第10回機素潤滑設計生産国際会議 (ICMDT2025)

主 催：一般社団法人 日本機械学会 機素潤滑設計部門
 開 催 日：2025年4月23日(水)～4月25日(金)
 会 場：アクリエ姫路 (兵庫県姫路市神屋町143-2)
 U R L：https://www.jsme.or.jp/conference/icmdt2025/

ロボティクス・メカトロニクス講演会2025 (ROBOMECH 2025 in Yamagata)

主 催：一般社団法人 日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス部門
 開 催 日：2025年6月4日(水)～6月7日(土)
 会 場：山形ビッグウィング (山形国際交流プラザ) (山形県山形市平久保100)
 U R L：https://robomech.org/2025/

第4回安心・安全・環境に関する計算理工学国際会議 (COMPSAFE2025)

主 催：日本計算工学会, 日本計算力学連合
 開 催 日：2025年7月1日(火)～7月4日(金)
 会 場：神戸国際会議場 (神戸市中央区港島中町6-9-1)
 U R L：https://www.compsafe2025.org

各行事の最新情報は、主催者のホームページまたは各行事のURLからご確認ください。

会 告

一般社団法人 日本フルードパワーシステム学会 賛助会員一覧表

(株)IH
 (株)アイシン
 (株)明石合銅
 アズビル(株)藤沢テクノセンター
 アズビルTACO(株)
 (株)アドヴィックス
 アネスト岩田(株)
 出光興産(株)
 イナバゴム(株)
 イハラサイエンス(株)
 (株)インターナショナル・サーボ・データ
 (株)打江精機
 (株)エムテック
 エコ技術研究所(公)
 SMC(株)
 SMC中国有限公司
 (株)NF1
 ENEOS(株) 潤滑油カンパニー
 (株)荏原製作所
 (株)大阪ジャッキ製作所
 大瀧ジャッキ(株)
 オカダインダストリ(株)
 鹿島通商(株)
 (株)桂精機製作所
 神威産業(株)
 カヤバ(株)
 川崎重工業(株)精密機械・ロボットカンパニー
 川崎油工(株)
 川重商事(株)
 (株)神崎高級工機製作所
 キャタピラー・ジャパン(公)
 協和シール工業(株)
 旭東ダイカスト(株)
 (株)クボタ
 (株)工苑
 甲南電機(株)
 (株)古河製作所
 (株)コガネイ
 コスモ石油ルブリカンツ(株)
 (株)小松製作所開発本部
 (株)小松製作所試験センタ

(株)小松製作所油機開発センタ
 (株)阪上製作所
 (株)鷺宮製作所
 佐藤金属(株)
 産経新聞社
 三輪精機(株)
 三和テッキ(株)
 (株)ジェイテクト
 (株)ジェイテクトフルードパワーシステム
 CKD(株)
 (株)島津製作所
 シヤトコ(株)
 勝美印刷(株)
 新電元メカトロニクス(株)
 住友建機(株)
 住友重機械建機クレーン(株)
 住友重機械工業(株)
 制御機材(株)
 第一電気(株)
 ダイキン工業(株)
 ダイキン・ザウアーダンフォォス(株)
 大生工業(株)
 (株)TAIYO
 タイヨーインタナショナル(株)
 ダイワ(株)
 (株)タカコ
 (株)タダノ
 ダンフォォス(株)
 (株)都筑製作所
 東京計器(株)
 東京計器パワーシステム(株)
 東京メータ(株)
 東北特殊鋼(株)
 東明工業(株)
 東レエンジニアリング(株)
 特許機器(株)
 特許庁
 TOHTO(株)
 (株)豊田自動織機
 長津工業(株)
 中西商事(株)

長野計器(株)
 中村工機(株)(株)
 NACOL(株)
 ナブテスコ(株)
 (株)南武
 日新濾器工業(株)
 日本機材(株)
 日本クエーカー・ケミカル(株)
 日本工業出版(株)
 日本精器(株)
 日本製鉄(株)交通産機品カンパニー
 (一社)日本フルードパワー工業会
 日本ムーグ(株)
 (株)野村商店
 (株)ハイダック
 ピー・エス・シー(株)
 日立建機(株)
 (株)日立建機ティエラ
 廣瀬バルブ工業(株)
 フェスト(株)
 (株)フクダ
 (株)不二越
 二見屋工業(株)
 (株)プリチストーン
 ボッシュ・レックスロス(株)
 昌富工業(株)
 (株)増田製作所
 マックス(株)
 松巴鉄工(株)
 三國機械工業(株)
 三菱電線工業(株)
 ヤマシンプイルタ(株)
 ヤマハモーターハイドロリックシステム(株)
 (株)山本金属製作所
 油研工業(株)
 (株)ユーテック
 横河計測(株)
 理研精機(株)
 リバーフィールド(株)
 (株)レンタルのニッケン

日本フルードパワーシステム学会論文集55巻 (2024) 抄録

中空円筒形状容積可変タンクの変形モデルの構築
Deformation model for hollow cylindrical-shaped variable volume tank原田 魁星, 佐々木 大輔, 門脇 惇, 八瀬 快人
Kaisei HARADA, Daisuke SASAKI, Jun KADOWAKI, Hayato YASE
2024年55巻1号 p. 1-8 [DOI](https://doi.org/10.5739/jfps.55.1) https://doi.org/10.5739/jfps.55.1

Recently wearable power assist robots have been developed in order to solve labor shortage and reduce work load. It is desirable that the wearable power assist robots should be lightweight and flexible from the viewpoint of reducing burden on wearers and maintaining safety. Pneumatic actuators are used in various wearable power assist devices because of high power-weight ratio and flexibility. The authors had developed the portable air supply system for retrieving and re-compressing exhausted air using the variable volume tank constructed with elastic material. In addition, the authors had developed the hollow cylindrical-shaped variable volume tank with the reduced internal volume to downsize and improve energy characteristics. The purpose of this study is to construct deformation model to design the hollow cylindrical-shaped variable volume tank with desired characteristics. The effectiveness of the proposed model is verified by comparing the results of the calculated and the measured values. Finally, the proposed model is applied to the multi-layered hollow cylindrical-shaped variable volume tank.

低ノイズ流体サーボ弁を用いた
空気圧ベローズで駆動する静圧軸受微動ステージのナノ位置決め
Nanoscale Positioning of Air Bearing Guided Fine Motion Stage Driven
by Pneumatic Bellows藤田 壽憲, 榎 和敏, 香川 利春
Toshinori FUJITA, Kazutoshi SAKAKI, Toshiharu KAGAWA
2024年55巻1号 p. 9-15 [DOI](https://doi.org/10.5739/jfps.55.9) https://doi.org/10.5739/jfps.55.9

Demand for ultra-precise positioning with nano-order is increasing, especially in the semiconductor industry, and fine movement stages driving piezoelectric elements are widely used. The authors proposed using pneumatic bellows instead of piezoelectric elements as actuators for this positioning and fabricated the elastic hinge-guided fine movement stage. The stage stroke was $200\mu\text{m}$, several times longer than a general piezoelectric stage. The position resolution of less than 10nm was achieved by improving a control method, which is as precise as that of the stage driving piezoelectric elements. However, the stage oscillated continuously due to measurement noise of the stage position contained in the laser interferometer and fluid noise generated by the servo valve, resulting in significant variations in positioning. Also, the maximum stroke of the stage was determined by the elastic limit of the elastic hinge. In this study, an air bearing guided fine motion stage driven by pneumatic bellows was newly constructed and operated by a low flow noise servo valve that reduces flow noise using a slit type restrictor. Combined with the laser encoder being able to measure stage position with low noise, the positioning accuracy near the center of the stage was $e \pm 3\sigma = 0.01 \pm 0.9\text{nm}$, and positioning resolution was less than 1nm . The positioning accuracy of error, variation, and resolution was approximately ten times better than the positioning accuracy of the elastic hinge guide stage shown in the previous study. And the maximum stroke of the stage was $\pm 1.250\text{mm}$, close to the elastic limit of the bellows.

介護用アクティブエアパッドの開発 Development of Active Air Pad for Nursing Care

則次 俊

Toshiro NORITSUGU

2024年55巻1号 p. 16-23  <https://doi.org/10.5739/jfps.55.16>

In 2025, about 380,000 caregivers are to be in short supply. One of the factors behind this shortage is early turnover due to physical diseases such as back pain. In the transfer assistance, supporting the weight of the person to be cared when standing up from a bed or wheelchair or sitting is an important issue. It is necessary to reduce the labor burden on caregivers by introducing care support devices such as nursing robots. In this study, as one method to solve these problems, "Active air pad for nursing care" is developed and verified the performance and the effectiveness, which is applying the principle of an air jack in order to assist the lifting operation of a to be cared person for the transfer work and so on. Further, to evaluate the usefulness of the developed active air pad, a survey at some nursing care facilities is conducted. The caregivers perceived its effectiveness and pointed out some issues for the practical applications in the care facilities, for example, simplifying operation, reducing size and so on. This paper describes the fundamental performance and the control method of the prototype devices, and summarizes the questionnaire for demonstration tests conducted in the nursing care facilities for the introduction of care support device into the care nursing.

会 告

詳細は学会ホームページ (<http://www.jfps.jp>) をご覧ください。

日本フルードパワーシステム学会・日本機械学会 共催 2025年春季フルードパワーシステム講演会 開催日：2025年6月19日(木)・20日(金)

2025年春季フルードパワーシステム講演会は2025年6月19日(木)・6月20日(金)に機械振興会館(東京都港区)で開催されます。本講演会では、一般講演に加えて、製品技術紹介セッションや技術懇談会を企画する予定です。

詳細は学会ホームページに随時掲載いたしますので、ご確認いただきますようお願いいたします。皆様の積極的なご参加をお待ちしております。

会 告

2025年春季フルードパワーシステム講演会併設企画 「製品・技術紹介セッション」 開催日：2025年6月20日(金)

春季フルードパワーシステム講演会の中で、企業関係の方々に製品・技術の紹介をしていただく「製品・技術紹介セッション」を企画しました。本企画は、製品に係る技術や課題等を学会主要行事の1つである講演会で発表していただき、会員間で問題意識を共有し会員相互の研究・技術の促進を図ろうとする

ものです。また、本セッションの講演は「最優秀講演賞」社会人部門の審査対象です。なお、最大6件の講演枠を準備しています。この枠が埋まってしまった場合、ご容赦いただけますようお願い申し上げます。企業関係の会員皆様の積極的なご参加を心よりお待ちしております。

編集室

次号予告

—特集特集「JFPSフルードパワー国際シンポジウム広島2024」—

【巻頭言】 第12回JFPSフルードパワー国際シンポジウムの実施報告	川上 幸男
【解説】	
JFPS2024広島会場について	桜井 康雄
JFPS2024広島会議の運営について	藤田 壽憲
JFPS2024広島会議のプログラムについて	佐藤 恭一
JFPS2024広島での招待講演	竹村研治郎
JFPS2024広島における講演論文の管理について	風間 俊治
JFPS2024広島における油圧分野の研究動向	田中 豊
JFPS2024広島における空気圧分野の研究動向	赤木 徹也
JFPS2024広島における機能性流体分野の研究動向	吉田 和弘
JFPS2024広島における水圧分野の研究動向	小林 亘
JFPS2024広島 展示分科会活動報告	加藤 友規
JFPS2024広島における表彰について	高岩 昌弘
JFPS2024広島における受賞者からの声	阿部 悠人
【ニュース】 2024年度日中若手研究者交流事業（中国からの招聘）	加藤 友規
【会議報告】 日本機械学会2024年度年次大会におけるフルードパワー関連技術の研究動向	谷口 浩成
【トピックス】 youは日本をどう思う？—日本での留学生生活—	イザツル インシラー ビンティ イスハク
【企画行事】 2024年度オータムセミナー開催報告	大橋 聡
2025年度企画行事紹介	小林 亘

2024年度「フルードパワーシステム」編集委員

委員長 村松久巳 (沼津工業高等専門学校)	委員 中山晃 (日立建機株式会社)
副委員長 藤田壽憲 (東京電機大学)	丸田和弘 (株式会社都築製作所)
委員 飯尾昭一郎 (信州大学)	水上和哉 (CKD株式会社)
遠藤勝久 (SMC株式会社)	溝口周秀 (コマツ株式会社)
加藤友規 (法政大学)	村岡裕之 (株式会社コガネイ)
北村剛 (油研工業株式会社)	山田宏尚 (岐阜大学)
窪田友夫 (カヤバ株式会社)	山本久嗣 (富山高等専門学校)
五嶋裕之 (株式会社工苑)	吉見浩司 (川崎重工業株式会社)
齋藤直樹 (秋田県立大学)	吉満俊拓 (神奈川工科大学)
佐々木大輔 (香川大学)	担当理事 伊藤隆 (カヤバ株式会社)
佐藤恭一 (横浜国立大学)	学会事務局 成田晋
谷口浩成 (大阪工業大学)	編集事務局 竹内留美 (勝美印刷株式会社)
中野政身 (株式会社SmartTECH Lab.)	(あいうえお 順)

会告

複写される方へ

本会は下記協会に複写に関する権利委託をしていますので、本誌に掲載された著作物を複写したい方は、同協会より許諾を受けて複写してください。ただし（公社）日本複写権センター（同協会より権利を再委託）と包括複写許諾契約を締結されている企業の社員による社内利用目的の複写はその必要はありません。したがって、社外頒布用の複写は許諾が必要です。

権利委託先：（一社）学術著作権協会

〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル

TEL：03-3475-5618 FAX：03-3475-5619 E-mail:info@jaacc.jp

なお、著作物の転載・翻訳のような、複写以外の許諾は、学術著作権協会では扱っていませんので、直接本会へご連絡ください。

お振り込み先金融機関一覧

1. 郵便振替貯金 00110-3-133690

* 下の振替用紙をご利用いただけます。

(なお、この振替用紙は会費納入・資料購入・セミナー等受講料など総てにご利用いただけます。)

2. 三井住友銀行 日比谷支店 (普) 7611417

(注) * 口座名はいずれも「シャ) ニホンフルードパワーシステムガッカイ」です。

* 誠に恐れ入りますが、振り込み手数料はご負担くださいますようお願い申し上げます。

* 上記2をご利用の方で、会社名・大学名にてご送金の方は、個人名・内容・振込金融機関名を、FAXまたはE-mailで学会宛にご連絡くださいますよう、お願い申し上げます。

FAX : 03-3433-8442

E-mail : info@jfps.jp

この受領証は、郵便局で機械処理をした場合は郵便振替の払込みの証拠となるものですから大切に保存してください。

ご注意

この払込書は、機械で処理しますので、口座番号及び金額を記入する際は、枠内に丁寧に記入してください。

また、下部の欄(表面及び裏面)を汚したり、本票を折り曲げたりしないでください。

(日本郵政公社)

〒105
|
0011 東京都港区芝公園三丁目五十一番二機械振興会館別館一〇二一 電話(〇三三)三四三三一八四四一 FAX(〇三三)三四三三一八四四二
編集兼発行人 一般社団法人日本フルードパワーシステム学会 振替口座 東京〇〇一〇一〇一三一三三三六九〇

東京都文京区白山一―二三一七 アクア白山ビル五階
印刷所 勝美印刷株式会社