

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. 2022 Vol. 53 No. 1

特集「IFPEX2021」



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	眞田 一志	4
新年にあたって	嶋村 英彦	5

特集「IFPEX2021」

【巻頭言】

「IFPEX2021」発刊にあたって	寺澤 達士	6
--------------------	-------	---

【解説】

IFPEX 58年のあゆみを振り返る	荒井 一則	7
IFPEX2021における油圧分野の技術動向	一柳 隆義	12
IFPEX2021における水圧分野の技術動向	鈴木 健児	15
IFPEX2021における空気圧分野の技術動向	佐々木大輔	18
IFPEX2021カレッジ研究発表	五嶋 裕之	21
IFPEX2021ロボット・空気圧バイク紹介コーナー	香川 利春	25
IFPEX2021 出展社ワークショップ「CO ₂ 削減と省エネ／BCPへの取り組み」	妹尾 満	27
IFPEX2021 出展社ワークショップ「カーボンニュートラル実現に向け空圧機器が貢献できること」	北川 泰章	30

【トピックス】

グローバルドリームの実現をめざした海外（北米・欧州）駐在員生活	安藤 淳二	33
Youは日本をどう思う？第19回：留学生の日本での生活	チャン ティ レー	37

【研究室紹介】

東京工業大学工学院 高山研究室	高山 俊男	39
-----------------	-------	----

【会告】

共催・協賛行事のお知らせ	42
日本フルードパワーシステム学会・日本機械学会 共催	
2022年春季フルードパワーシステム講演会	42
理事会・委員会報告	43
2022年春季フルードパワーシステム講演会 併設セミナー「進化を続ける空気圧機器」	43
日本フルードパワーシステム学会2021年度受賞候補者募集のお知らせ	44
日本フルードパワーシステム学会2021年度フェロー認定者推薦のお願い	44
会員移動	44
日本フルードパワーシステム学会論文集52巻（2021）抄録	45
英文論文誌のデザイン一新のお知らせ	46
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	47
次回予告	48

■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 Greetings from the President	Kazushi SANADA	4
Greetings of New Year from the Vice President	Hidehiko SHIMAMURA	5

Special Issue "International Fluid Power Exhibition2021"**[Preface]**

On the Special Issue "International Fluid Power Exhibition2021"	Tatsushi TERASAWA	6
---	-------------------	---

[Review]

The footsteps in 58 Years of IFPEX	Kazunori ARAI	7
Technical Trend of Oil Hydraulic System at IFPEX 2021	Takayoshi ICHIYANAGI	12
Trend of Water Hydraulics Technology in IFPEX2021	Kenji SUZUKI	15
Technical Trend of Pneumatics in IFPEX2021	Daisuke SASAKI	18
Presentation of College Research in IFPEX2021	Hiroyuki GOTO	21
IFPEX2021 Introduction of Robotics and Pneumatic Bikes	Toshiharu KAGAWA	25
IFPEX2021 Exhibitor Workshop "Sustainable Management of CO2 and Business Continuity Plan"	Mitsuru SENOO	27
IFPEX2021 Exhibitor Workshop "Pneumatic Equipment can contribute to the Realization of Carbon Neutrality"	Yasuaki KITAGAWA	30

[Topics]

Expatriate Diary: Overseas (North America / Europe) expatriate life aiming at realization of Global-Dream	Junji ANDO	33
What do you think of Japan? 19th : Life of international student in Japan	Tran Thi Le	37

[Laboratory Tour]

Introduction of Takayama Lab. Tokyo Institute Technology	Toshio TAKAYAMA	39
--	-----------------	----

[JFPS News]

42,43,44,45,46,47,48

挨拶

新年のご挨拶

著者紹介



さなだ かずし
眞田 一志

横浜国立大学大学院工学研究院
〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5
E-mail : sanada-kazushi-sn@ynu.ac.jp

1986年3月東京工業大学大学院理工学研究科修士課程制御工学専攻修了。1986年4月東京工業大学助手、1998年横浜国立大学工学部生産工学科助教授、2001年横浜国立大学大学院助教授、2004年横浜国立大学大学院教授、現在に至る。2018年度から、日本フルードパワーシステム学会長。

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い申し上げます。2022年の年頭にあたり、新年のご挨拶を申し上げます。

新型コロナウイルスの感染拡大が始まってから、まもなく2年が過ぎようとしています。当学会では、感染拡大防止対策として総会、春季および秋季講演会や国際シンポジウムをはじめとする諸行事をリモート方式で開催してきました。この2年間、行事をリモート方式で開催する経験を積み、ノウハウを獲得してきたといえます。

昨年の6月25日には、創立50周年記念式典をリモート方式にて開催しました。記念事業の一環として、50周年記念誌と機能性流体テキストの発行、学会誌特集号の発行、学会誌表紙デザインの刷新、学会誌創刊号から最新号までの電子版公開、創立50周年記念特別セミナー「50年間の製品から観るフルードパワー技術史」、会員に身近な事務局の整備などを実施してまいりました。この間、創立50周年記念事業に、多くの会員、賛助会員の皆様から多大なるご支援を頂戴しました。これらの記念事業がつつがなく実施できたことは、ひとえに皆様のご理解とご協力の賜物であり、ここに誌上をお借りして心より御礼申し上げます。

また、第11回国際シンポジウム（函館）を昨年10月12日、13日に開催しました。開会式・閉会式では、現地函館からのリモート中継も実施されまし

た。講演発表と質疑応答は、最新のwebサービスを活用して実施しました。

広く社会を見てみれば、徐々にではありますが、感染防止対策をとりつつ、対面でのイベントが再開され始めました。当学会としては、現時点の状況が維持・改善されることを前提として、2022年の春季講演会をはじめとする諸行事を対面で実施する方向で企画を進めつつあります。国内外におけるイベントの開催状況を注視し、これらを参考にしつつも、慎重に諸行事の実施にあたってまいります。

思い返せば、2011年の東日本大震災の際も、本学会の諸行事は多大な影響を受けました。10年という時間スパンを考えれば、地震や台風などの自然災害や感染症などの何らかの緊急事態が発生してもおかしくないことをあらためて認識しました。当学会としても、事業の継続のために、平常時に備えておくことが肝要であると考えます。今回の新型コロナウイルス感染拡大対策として、リモート方式を活用することで理事会や総会、各種委員会、事務局機能が維持できるようになりました。この経験は、貴重な資産といえるのではないのでしょうか。2022年には、コロナ以前の状態に少しでも戻ることを期待していますが、ある程度、リモート方式のノウハウを継承し、活用することが学会活動の効率化の一助になるかもしれません。今後の議論に待ちたいと思います。

2022年は、これまで2年間にわたってリモートで行われてきた行事や会議を、徐々にではありますが少しでも以前の状態に戻すための1年になると期待し、その復活のための道程を歩むべく、当学会として努力してまいります。会員の皆様のご理解とご協力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繁栄を祈念して、新年のご挨拶にかえさせていただきます。

（原稿受付：2021年11月18日）

挨拶

新年にあたって

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@khi.co.jp
川崎重工業株式会社 専務執行役員, 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。本学会の副会長は、法政大学 田中豊先生、奈良高専 早川恭弘先生と私の3名で務めておりますが、本年は代表して私からご挨拶させていただきます。

2. 学会の活動について

2020年2月にコロナ感染症が日本に上陸をして以来、学会での活動も大きく影響を受けました。折しも2020年は本学会創立50年の記念すべき年にあたり、さまざまな記念事業・行事が計画されていたのですが、これらは全て翌年に延期することとなりました。学会での各種会議はオンラインで行われるようになり、お互いに顔をあわせる機会もすっかり減ってしまいました。明けて2021年になってもコロナ禍は収まる気配がありませんでしたが、6月には50周年記念式典を執り行い、10月には函館にて国際シンポジウムを開催することができました。いずれも当初予定していた、多くの方が一同に会するという形での開催はできなかったものの、会員の皆様への最低限の責任を果たせたのではないかと考えております。

3. 産学連携活動について

コロナ禍は社会に大きな変化をもたらしました。その一例として各種行事のオンライン化が急速に進

んだ事があげられると思います。(会社ではオンラインでの懇親会も何度か行っていますが、やってみると以外と楽しいものです。) 3年前の新年のご挨拶で、「当学会の会員数は2000年以降徐々に下降傾向が続いており、その要因として、フルードパワーの魅力が十分に理解されていないのではないか」と書きましたが、オンライン化により、移動時間・費用や場所の制約なく、多くの方々に行事にご参加いただけたと思いますので、今後の基盤強化活動に多に活用していくべきと考えております。一方で、賛助会員企業と会員の方々との交流を図るという目的においては、実際にお会いいただく機会も必要との思いもあります。私は賛助会員を代表する立場でもありますので、本年は、産学の交流の機会を増やせるように活動していきたいと考えております。

現在、「脱炭素社会の実現」が大きな社会課題となっており、政府・企業も本格的な取組を始めております。私の勤務先企業においては「水素利用」を中心に開発を進めておりますが、その過程で、大きな社会課題解決を一企業単独で実現することはむずかしいということを実感しています。トヨタ自動車さえ、豊田社長が記者会見でたびたび「選択肢を増やす、仲間を増やす」と発言をされておられます。フルードパワー分野での「産学連携」での研究・開発がより活発になるよう、微力ではありますが、尽力していく所存です。

4. おわりに

本年は寅年ですが、「寅」という字は、植物が芽生えて土を持ち上げている状態を表しているそうです。コロナ禍の闇を抜けて、明るい成長の年になることを期待したいと思います。2022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：2021年12月6日)

「IFPEX2021」発刊にあたって

著者紹介



てら さわ たつ し
寺 澤 達 士

油研工業株式会社

〒252-1113 神奈川県綾瀬市上土棚中4-4-34

1998年油研工業株式会社、入社以来、油圧ポンプ・モータの設計開発に従事。日本フルードパワーシステム学会会員。

2021年10月6日～8日に第26回フルードパワー国際見本市（International fluid power exhibition 2021：IFPEX2021）が㈱日本フルードパワー工業会、㈱産業経済新聞社共催により東京ビックサイトにて開催された。新型コロナウイルス感染拡大の影響が長期化し、その開催さえも危ぶまれたなか、国内外から95社・団体・研究室、323小間に及ぶ出展、3日間で延べ約2万人に及ぶ来場者数を得るなど成功裡に閉幕された。関係各位の多大なるご尽力に先ず敬意を表する。

本見本市は「世界油圧化機械見本市」として1963年に第1回が開催され、「油圧・空気圧国際見本市（第4回～第20回）」、「フルードパワー国際見本市IFPEX（第21回以降）」と名称を変えながら現在にいたっている。フルードパワーに関する専門展示会として半世紀以上にわたって継続的に開催されている国内でも有数の歴史ある展示会であり、その時々々の社会ニーズに応える業界の新製品・新技術発信の場として発展してきた。今回の開催テーマは「新たな時代に向けた挑戦～地球環境とものづくりに貢献するフルードパワー～」であった。「100年に一度」といわれる大変革の時代に直面し、各産業分野において「変革」をキーワードに旧来の既存概念にとらわれず新たな発想・着眼での技術開発への挑戦が積極的に行われている今、まさに時代を的確に表現したテーマであった。

本特集号では、IFPEX2021において“新たな時代に向けた挑戦”のもと各社から発信された新技術や新製品に関する情報を提供するとともに、フルー

ドパワー技術動向についての展望を示すことを目的として企画した。

はじめに、「IFPEX58年のあゆみを振り返る」と題し、荒井一則氏（㈱産業経済新聞社）に本見本市の歴史を振り返ることで、フルードパワーの重要性や役割、展示会の果たしてきた使命などについて解説いただいた。技術動向に関しては、主要な展示分野ごとにそれぞれの分野の第一線でご活躍されている方々に見学記として技術解説をお願いし、油圧分野に関しては、一柳隆義先生（防衛大学校）、水圧分野に関しては、鈴木健児先生（神奈川大学）、空気圧分野に関しては、佐々木大輔先生（香川大学）に解説いただいた。本学会主催企画として、第17回IFPEX'95から継続的に参画し、産学交流の場として好評いただいているカレッジ研究発表コーナーに関しては、五嶋裕之氏（㈱工苑）に解説いただいた。今後、フルードパワーの応用展開が期待されているロボット分野では、前回に引き続き今回もロボット・モビリティ紹介コーナーが設置された。当コーナーに関して、香川利春氏（東京工業大学名誉教授）に解説いただいた。最後に、出展社ワークショップセミナーで講演されたテーマに関して、妹尾満氏（SMC㈱）に「CO₂削減と省エネ/BCPへの取り組み」、北川泰章氏（CKD㈱）に「カーボンニュートラル実現に向け空圧機器が貢献できること」を解説いただいた。

稿末ながら、コロナ禍の影響が継続する中、実際に会場までご足労たまわり、貴重な解説・見聞記事をご寄稿いただきました執筆者の皆様および本特集の発刊にあたってご尽力いただきました編集委員各位に心よりお礼申し上げる。本特集号が、IFPEX2021の最新情報を提供するとともに、フルードパワーの新たな可能性創出に向けた一助となれば幸いである。本特集は、五嶋裕之氏（㈱工苑）とともに企画させていただいた。

（原稿受付：2021年11月19日）

解説

IFPEX 58年のあゆみを振り返る

著者紹介

あら い かず のり
荒井一則株式会社産業経済新聞社
〒100-8079 東京都千代田区大手町1-7-2
E-mail: k.arai@sankei.co.jp

1986年株式会社日本工業新聞社入社、産業イベントを主に担当、現在、産経新聞東京本社事業本部コンベンション事業部統括日本フルードパワーシステム学会会員。

1. はじめに

全ての都道府県で緊急事態措置およびまん延防止等重点措置が終了した9月30日の直後、10月6日(水)にIFPEX2021「第26回フルードパワー国際見本市」は開幕した。それでもまだまだコロナの終息には程遠く、多くの企業は県をまたぐ出張禁止などの制限を解くことがない中での開催であり、どれだけのお客様が来て下さるのか不安はつきなかった。10月8日に大きな事故などもなく、無事閉幕したが3日間を通じて19,367名の来場者数は、前回(2018年)に比べると、5割を超える減少となった。それでも久しぶりに実際に機械やシステムを目にし、出展企業の担当者と情報交換をすることができた来場者の表情に、充実感と満足感を見て取ったのは筆者だけではなかったと思う。

ここ1,2年コロナ禍でリアルの展示会がほとんど行われることがなく、ラインナップもバラエティに富み充実の一途をたどっているオンライン展示会にその役割が取って代わるのか、結論はまだ先になるだろうが、少なくとも現段階では、リアルの展示会にはリアルの展示会としての大きな役割があることを改めて実感した次第である。

我が国における、ひとつの分野に特化した産業系の国際見本市のさきがけは、1962年に大阪で開催された「第1回日本工作機械見本市」とされているが、初回開催が1963年であるこのフルードパワー見本市の前身の「世界油圧化機械見本市」もまた、その先駆けのひとつと称することに誰も異存はなかりう。

本稿では、タイトルにあるようにその歩みを簡単なトピックスを交えて振り返る。

2. IFPEX 58年のあゆみ

2.1 IFPEXのれい明期

(1) 第1回「世界油圧化機械見本市」(1963年)

日本油圧工業会と日本工業新聞社、産経新聞社は、日本工作機械見本市の一出展者としての立場から、見本市主催、事務局を担うことを決心し、1963年に第1回を開催した(図1)。

新聞によれば、日本の油圧機器工業が活性化したのが1955年頃とされる。1956年の生産額が8億7千4百万円、見本市の開催のこの年には200億円を超えると予想されていた。まさに成長著しい産業で“暁の産業”とも呼ばれていた。日本の産業界の大きな期待の表れとして、当時の皇太子様がご来場されたのをはじめ、福田一通商産業大臣、東竜太郎東京都知事らが来賓として名を連ねた。また、油圧専門の見本市は世界で初めてということで、正常国交のなかった中国を含め、アメリカ、イギリス、ソ連からも視察団が訪れた。

当時はまだ、「油圧」という言葉の認知度は著しく低かったようだが、一般の来場者もお迎えし、母機の実演などを通して市民権を得ることに成功、見本市開催の当初の目的が達成された。



図1 1963年9月 日本工業新聞より



図2 1965年8月 日本工業新聞より

(2) 第2回「世界油圧化機械見本市」(1965年)

この年には常陸宮様がテープカットにご参加された。一方で昭和40年大不況のあおりを受け、出展規模も激減したが、空きスペースを活用した特設コーナーを企画、内容はさらに充実した(図2)。企画の内容としては、さらなる普及啓蒙を目的に、工業会や出展企業の制作した「技術・PR映画」上映会、全国工業高等学校長協力の講習会が行われたが、興味深いのが抽選会であろう。当時の世相からか、プレハブ住宅、ルームクーラーなどが目玉賞品としてラインアップされている。

(3) 第3回「世界油圧化機械見本市」(1967年)

アメリカ商務省とイギリスの油圧工業会がそれぞれ大規模展示を行い、規模として150小間を占有した。特にアメリカ商務省は、単独で関係者を招いたレセプションを開催するなど、日本市場への参入への強い意欲を表し、展示会を舞台とした激しい商戦が繰り広げられた。

(4) 第4回「油圧・空気圧国際見本市」(1969年)

空気圧メーカーが本格的に参加し、流体圧見本市としての性格付けが明確になされることになった。また、皇太子様が第1回に続きご来場、予定時間を延長されるほど熱心に会場をご覧になられた。展示会のサブテーマが初めて設定された。「ゆとりの創造」は第10回まで使用された。

(5) 第5回「油圧・空気圧国際見本市」(1971年)

主催に日本空気圧工業会が加わり、4者の共同開催となった。「工業用ロボット展」「東京NC機械展」を初めて同意開催することにより、産業界の合理化、



図3 1971年9月 日本工業新聞より

省力化をさらに進めるための世界でも類のないシステム化機械展として新たなスタートを切った(図3)。

(6) 第6回「油圧・空気圧国際見本市」(1973年)

開会式には、中曽根康弘通商産業大臣が参列、スイス、西ドイツ、ソ連、スペインなどの使節団も数多く来日、より国際色が豊かになった。

このころから見本市の普及啓蒙的な役割が、省力、安全、合理化などの産業界の切実なニーズに出展製品や装置で解決しようというねらいが強くなり、業界とともに展示会も新たなフェーズを迎えた。

2.2 IFPEXの発展・成長期

第1回から第6回が展示会のれい明期とするならば、7回以降、すなわち昭和後半から平成にかけての発展期、成長期を経て、平成中後期に安定期を迎える、といえるかもしれない。本稿もこれ以降は、各回の特徴的な出来事だけをピックアップすることにする。

(1) 第7回「油圧・空気圧国際見本市」(1975年)

パリ、ロンドンとともに油圧・空気圧分野の世界三大見本市との位置づけが定着し始めた。

(2) 第8回「油圧・空気圧国際見本市」(1977年)

展示の主力が“能率アップ”“無公害”に絞られて、自動化、省力化のエースとして発展した油圧・空気圧産業が低成長経済の中で、需要構造の変化とともに新しい方向に進もうとしていることを表していた。

(3) 第13回「油圧・空気圧国際見本市」(1987年)

油圧・空気圧両工業会合併後初の開催

アメリカ、ヨーロッパ、日本の業界首脳が一堂に会し「油空圧サミット会議」が開催された。

出品内容は、エレクトロニクスとの複合化の傾向が定着し、ポンプ、モータの高密度化、バルブの小型化にともない、油空圧機器はますます省エネルギー化、集積化が進んだ。



写真1 カレッジ研究発表コーナー (2017年)

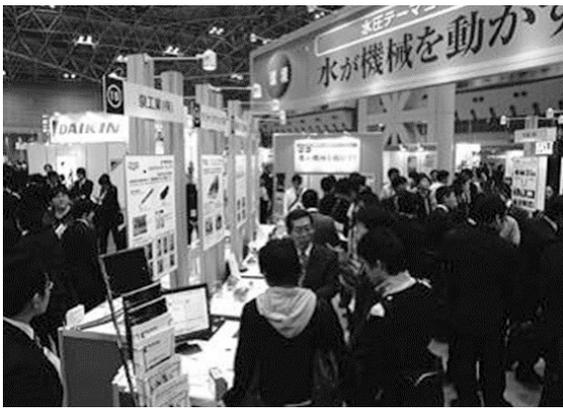


写真2 初めての水圧テーマコーナー (2008年)



写真3 立命館大学によるフルードパワーを活用したロボット (2017年)



写真4 立命館大学によるフルードパワーを活用したロボット (2021年)



写真5 福岡市立博多工業高等学校による圧縮空気駆動自転車 (2021年)

(4) 第17回「油圧・空気圧国際見本市」(1995年) 産学連携を促進すべく、日本油空圧学会・カレッジ研究発表コーナーを会場内に設置した。25大学の30研究室が参加、日ごろの研究成果をパネルと実演で紹介し、見学者から高い関心が寄せられた。本コーナーは、工業高等学校や高等専門学校にも広げられ今日まで継続されている(写真1)。

(5) 第20回「油圧・空気圧国際見本市」(2002年) 開催を3年周期に変更することが決まった。

(6) 第21回「フルードパワー国際見本市」(2005年) フルードパワー国際見本市と名称を変更。

(7) 第22回「フルードパワー国際見本市」(2008年) 水圧テーマコーナーを初開設。究極の環境技術として注目を集める「アクアドライブシステム(ADS: 新水圧システム技術)をテーマアップした特設コーナーを設置、工業会会員企業を中心に、19社が参加し、アクアドライブシステムの優位性、有効性、実用性を強くアピールした(写真2)。

また、この年には、フルードパワーのさらなる普及促進を目的として、カレッジ研究発表コーナー参加校をはじめ、関東近郊の大学・高等専門学校生を対象に「学生ツアー」を開催した。座学では、十万幹壽氏・工業会普及促進部会長／展示会実行委員長によるフルードパワーおよび展示会概要説明、米国フルードパワー工業会制作による啓蒙DVD鑑賞が行われ、最後に展示会場の見学というプログラムであった。

3. おわりに

展示会の役割は、年代や、社会情勢、産業構造などさまざまな要素で変化している。IFPEXはその歴史の深さからまさにそれを体現している展示会といっても過言ではない。初期は一般を含めた普及啓蒙、そして産業が隆盛を迎えるころに展示会も規模を拡大しながら成長期となり、そして需要が落ち着

くと、安定期を迎える（図4, 5, 6, 表1）。

昨今のIFPEXは正に安定期を迎え、出展規模、内容はほぼ落ち着いているといえよう。しかしながら技術革新へのニーズは待ってはくれない。時代の要請に対応する新しい技術や、製品を、業界をあげて世にアピールできる。これは展示会の醍醐味のひとつともいえる。フルードパワーの優位性を示すにしても、企業の個性の集合体である展示会が一斉に情報を発信することで、説得力は増すはずだ。

IFPEXでは展示会のこうした効果に少しずつスパイスを加え、より開催意義を高めるよう努めてきた。水圧のテーマコーナーもそのひとつ。また、フルードパワーの新たな可能性を見出す一助にすべく、さまざまなアプリケーションを紹介してきた。2021年であればフルードパワーを活用したロボットや、圧縮空気駆動自転車を開発者の協力を得てテーマ展示し、大きな関心と呼んだ（写真3, 4, 5）。

また、新しい力を求めているフルードパワー業界の要望を受け2008年から学生ツアーを継続して催行してきた。学生たちが多くの企業のブースを参観することでフルードパワーの魅力を発見し、フルードパワーの業界を志向してほしい。あるいは、将来開発や設計を行う際に、フルードパワーの利用を真っ先に検討するようなユーザーになってほしい。徐々にかもしれないが確実に叶う願いだと確信している。

これからのIFPEXも展示会としてさらに進化させなくてはならないだろう。費用対効果という企業経営側からの厳しい見方も承知をしている。業界の発展とともに、フルードパワーのポテンシャルを見出す新たな来場層への訴求の仕方も求められていくことだろう。

58年の長きにわたりご一緒させていただいている日本フルードパワー工業会様とともに、車の両輪のひとつとして、業界の発展という目的のためにつくしていくことを、本稿を書き終え改めて誓った次第である。皆様方の引き続きの、ご支援、ご鞭撻のほどをお願い申し上げます、結びとしたい。



図4 見本市出展社数の変遷

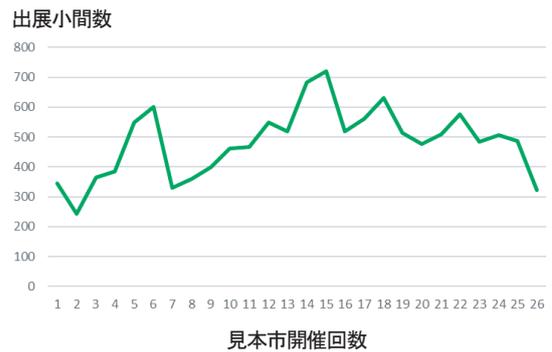


図5 見本市出展小間数の変遷

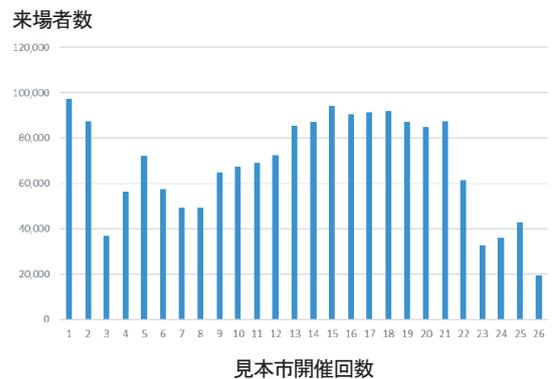


図6 見本市来場者数の変遷

*第23回より入場者数のカウント方法を変更しました

(原稿受付：2021年11月16日)

表1 見本市の名称とテーマの変遷

回	開催年月日	期間	会場	名称	テーマ
1	1963年（昭和38年）9月1日～10日	10日	晴海／東館・屋外	世界油圧化機械見本市	—
2	1965年（昭和40年）8月20日～29日	10日	晴海／東館・屋外	世界油圧化機械見本市	—
3	1967年（昭和42年）10月6日～12日	7日	晴海／東館	世界油圧化機械見本市	—
4	1969年（昭和44年）9月26日～10月2日	7日	晴海／西館	油圧・空気圧国際見本市	ゆとりの創造
5	1971年（昭和46年）9月23日～29日	7日	晴海／東館	油圧・空気圧国際見本市	ゆとりの創造
6	1973年（昭和48年）9月17日～22日	6日	晴海／東・西館	油圧・空気圧国際見本市	ゆとりの創造
7	1975年（昭和50年）9月16日～21日	6日	晴海／東館	油圧・空気圧国際見本市	ゆとりの創造
8	1977年（昭和52年）9月2日～6日	5日	晴海／東館	油圧・空気圧国際見本市	ゆとりの創造
9	1979年（昭和54年）9月10日～14日	5日	晴海／東館	油圧・空気圧国際見本市	ゆとりの創造
10	1981年（昭和56年）9月8日～12日	5日	晴海／東・南館	油圧・空気圧国際見本市	ゆとりの創造—エネルギーを活かす油空圧
11	1983年（昭和58年）9月26日～30日	5日	晴海／東・南館	油圧・空気圧国際見本市	メカトロを活かす油空圧
12	1985年（昭和60年）9月3日～7日	5日	晴海／東・南館	油圧・空気圧国際見本市	ハイテクで未来の創造／力と制御の出会い
13	1987年（昭和62年）9月16日～19日	4日	晴海／東・南館	油圧・空気圧国際見本市	ハイテクで未来の創造／力と制御の出会い
14	1989年（平成元年）9月11日～14日	4日	晴海／東・西館	油圧・空気圧国際見本市	いま、油空圧は新世代—「力の制御」出会いから旅立ちへ—
15	1991年（平成3年）9月11日～14日	4日	晴海／東・西館	油圧・空気圧国際見本市	さらなる「ゆとりの創造」—一人にやさしく「質に厳しく」—
16	1993年（平成5年）10月13日～16日	4日	晴海／東・A館	油圧・空気圧国際見本市	美しい地球、つなげ未来へ—自然との調和、油空圧—
17	1995年（平成7年）10月4日～7日	4日	晴海／東・西館	油圧・空気圧国際見本市	やさしさと、力強さと、確かさと
18	1997年（平成9年）10月21日～24日	4日	ビッグサイト／東5・6ホール	油圧・空気圧国際見本市	夢へ、未来へ、力いっぱい
19	1999年（平成11年）10月19日～22日	4日	ビッグサイト／東5・6ホール	油圧・空気圧国際見本市	油空圧 生かせ未来へその力
20	2002年（平成14年）6月11日～14日	4日	ビッグサイト／西1・2ホール	油圧・空気圧国際見本市	—
21	2005年（平成17年）8月30日～9月2日	4日	ビッグサイト／東1・2ホール	フルードパワー国際見本市	地球環境とモノづくりに貢献するフルードパワー
22	2008年（平成20年）4月22日～25日	4日	ビッグサイト／東5・6ホール	フルードパワー国際見本市	フルードパワーが追及する「環境」と「安全」
23	2011年（平成23年）7月20日～22日	3日	ビッグサイト／東4・5ホール	フルードパワー国際見本市	グリーン、クリーンへの絶え間なき挑戦—人と環境にやさしい「フルードパワー」
24	2014年（平成26年）9月17日～19日	3日	ビッグサイト／東4・5ホール	フルードパワー国際見本市	超える技術、価値ある未来のものづくり
25	2010年（平成29年）9月13日～15日	3日	ビッグサイト／東4・5ホール	フルードパワー国際見本市	つながる未来へ フルードパワーのものづくり
26	2021年（令和3年）10月6日～8日	3日	ビッグサイト／南1・2ホール	フルードパワー国際見本市	新たな時代に向けた挑戦—地球環境ともものづくりに貢献するフルードパワー—

IFPEX2021における油圧分野の技術動向

著者紹介



いち やなぎ たか よし
一 柳 隆 義

防衛大学校機械システム工学科
〒239-8686 神奈川県横須賀市走水1-10-20
E-mail: ichiyana@nda.ac.jp

2001年神奈川大学大学院博士後期課程修了。防衛大学校機械システム工学科助手、講師、准教授を経て2019年同大学校教授。流体伝播振動、流体計測の研究に従事。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）。

1. はじめに

IFPEX2021第26回フルードパワー国際見本市が、2021年10月6日（水）から8日（金）の間に東京ビックサイト（国際展示場南ホール）で開催された。資料によると1回目は1963年に晴海の国際見本市会場で開催された「世界油圧化機械見本市」が始まりとのことで、著者にとっては1997年の第18回油圧・空気圧国際見本市（IFPEX1997）のカレッジ研究発表コーナーに参加したのがIFPEXの最初の思い出である。

26回を数えるIFPEXの歴史の中でも今回は異例の開催となった。IFPEXは3年に1回の頻度で開催されるため本来は2020年に開催されるはずであったが、東京オリンピック・パラリンピック開催予定の都合で、2021年の開催で計画されていた。一方で、2020年は、新型コロナウイルスの影響により東京オリンピック・パラリンピックを含むほぼ全てのイベントが中止または延期となった年であった。2021年も新型コロナウイルスの脅威が終息したわけではなかったが、さまざまな対策や工夫を施しながらIFPEX2021は無事開催にたどり着いた。

そんなIFPEX2021のテーマは「新たな時代に向けた挑戦～地球環境とものづくりに貢献するフルードパワー～」であった。SDGs達成のためにフルードパワー技術がどのように貢献できるかを意識しながら今回の見学を行った。本報告では、IFPEX2021において、特に油圧技術に関連したブースを回って見聞きした技

術動向について紹介する。

2. 企業関連の展示

2.1 油圧ユニット ー省エネ・IoTー

現在、地球環境を守る観点から、温室効果ガスの排出を減少し脱炭素社会の実現をめざした取り組みが各所で行われている。これを実現するためにはさまざまな手段があり、フルードパワー技術においてもたとえばシステムの省エネ化などで貢献することができる。油圧システムの省エネ化への取り組みは特に新しいトピックではなく、IFPEXでも従来から省エネをアピールした展示が行われてきた。特に、ポンプの流量制御によって必要流量のみを供給できる油圧ユニットは、過去のIFPEXの技術動向の記事によるとIFPEX2005のころより製品展示が行われているようである¹⁾。その後、今日まで開発は進み、省エネ油圧ユニットはバルブレスでアクチュエータ制御できるユニットも含め今では各社が製品ラインナップにのせるような標準的な製品になった。今回の展示でも、各社ともそれぞれ独自の付加価値を設けた製品を展示しており、興味深く見学させていた



写真1 多機能を備えた省エネ油圧ユニット



写真2 状態監視機能を備えた省エネ油圧ユニット

だいた。たとえば、写真1は電動サーボモータによる固定容量式ポンプの回転数制御により必要動力を出力できるユニットで、きょう体で囲われている(写真左側のボックス形のきょう体)のが特徴である。タンクの形状に工夫を施すことにより小型・軽量化が可能になったそうで、実際に床の設置面積もコンパクトだと感じた。また、きょう体でユニットを囲っていることによる低騒音化効果も大きく、さらに、所望のセンサを付加することによりIoT技術を用いて運転状態をWeb上で監視できるのが特徴と説明を受けた。

IoTを油圧システムで利用する動きは前回のIFPEX2017から展示され始めたが²⁾、油圧分野においては、センシングが可能な状態量をデジタルデータとして収集し、さまざまな用途で活用できることにIoTの利点を見出しているようだ。写真2はどちらもインバータ駆動に固定容量式ポンプを組み合わせた油圧ユニットであり、それぞれ独自の技術により従来のモデルに比べて大幅に省エネ化を実現している。さらに、両者とも運転状態の監視を目的とした状態量のモニタリング機能を有している。写真2右のユニットは、作動油の経年劣化をセンサでASTM指標に従って数値化し、通信機能を用いることによって劣化状態を通知することができる。

IoTに関しては、各社とも無線通信技術に関する展示を行っており、IoT対応の無線通信機能を有した圧力センサを利用してアキュムレータのガス圧を監視できる機器(写真3)など油圧機器単体を利用しているものもあった。

2.2 油圧ポンプ・バルブ・シリンダ

油圧機器は成熟された技術なので3年スパンのIFPEX開催ごとに革新的な進歩は見られない。しかしながら、見学(開催)のたびに少しずつではあるが必ず何かしらの性能が向上したコンポーネントが展示されており、各企業の開発能力(努力)に驚かされてきた。ここでは、ポンプ・バルブ・シリンダなどの油圧機器についてほんの一部ではあるが著者の目に付いた展示品を紹介する。

まず、回転数制御用のベーンポンプを写真4に示す。比較的に高圧化がむずかしいベーンポンプであるが、このポンプは定格が25MPaの高圧仕様で正逆回転が可能なベーンポンプである。射出成形機などに利用されるとのことであった。また、小型のアキシャルピストンポンプの展示では、同サイズ(押しのけ容積)の従来のモデルよりもさらに全長を短くしたモデルが参考出品されていた(写真5左奥)。

写真6は電磁切換弁のスプールが移動する様子を確認できる実演展示である。これは、センサを用い



写真3 IoT対応圧力センサ



写真4 回転数制御用高圧ベーンポンプ



写真5 小型アキシャルピストンポンプ

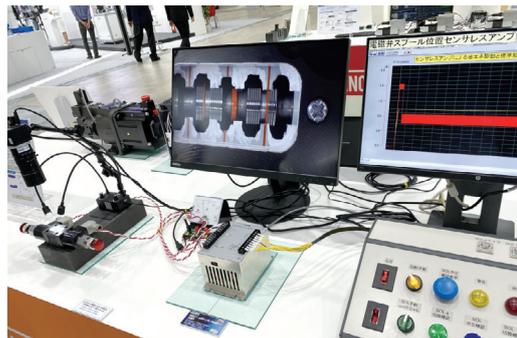


写真6 電磁切換弁のスプール位置検知の実演展示



写真7 電磁切換弁の省エネ効果の実演展示

なくともスプールの変位を検出可能にする電磁弁駆動用アンプを紹介する展示である。ソレノイドに印加した一定電流に対して得られる電圧変動を利用してスプールの位置（可動鉄心の位置）を検出する原理で、スプールの切換に異常（ロックなど）が発生した場合などを検知できるとのこと。さらに、省電力で駆動できる工夫もされている。電磁切換弁の省エネ化では、高圧（35MPa）・大流量（100L/min）の新型ウェット形ソレノイドバルブと従来型を用いて消費電力の削減効果をアピールしている実演展示も非常に興味深かった（写真7）。

シリンダの展示では「パイプレス」シリンダに目を引かれた。シリンダへの配管は外部配管を用いずに、ロッドの中に油路を設けて、ロッド側およびキャップ側へ油を導く構造になっている。これにより、外部配管の破損やロッドの傷付きを予防できるとのことであった。写真8の左側写真では通常の外部配管のシリンダと比較して展示されているが、すっきりした外観が印象的であった。最後に、シリンダの油漏れなどの状態を、無線技術を用いて監視できるシステムも紹介もされていた。今回のIFPEX2021では、油圧の分野においてもIoTのコンセプトがだんだんと浸透していく過程が垣間見れた。

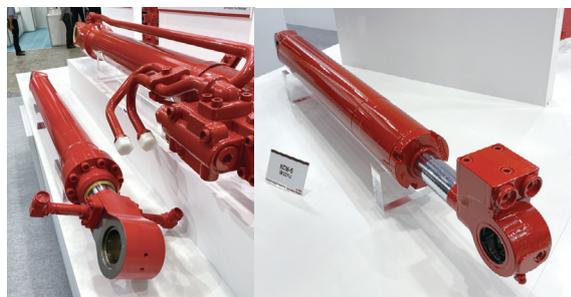


写真8 ロッド内に配管を設けたシリンダ

3. おわりに

冒頭で述べた通り、今回のIFPEX2021はコロナ禍での開催という異例の経験であった。政府や自治体が設けた社会活動のガイドラインをもとに、企業や団体にとっても人が大勢集まるイベントへの参加がむずかしいなか、IFPEX2021に関わった関係者の尽力により3日間の開催（出展社・団体95）が無事終わった。写真9・10は新型コロナウイルス感染症対策で実施していた施策のいくつかを写真に収めたものである。

会期中の来場者数は一日平均6千人程度で3日間



写真9 IFPEX2021の受付（検温やセルフ受付）

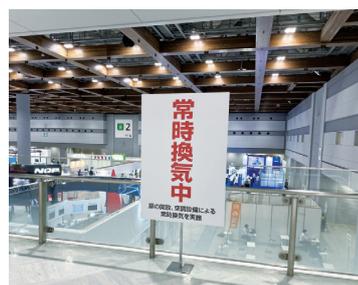


写真10 IFPEX2021の会場にて

の合計は19,367人と発表された³⁾。過去2回の開催では来場者数は増加傾向（2014年の36,050人、2017年の42,799人）にあったことを考えると、今回のコロナ禍の社会情勢の影響は残念であったが、IFPEXが1年遅れでも継続して開催できたことに大きな意義を感じた。

本報ではIFPEX2021で展示されていた油圧分野の技術を、著者の独断と偏見による一部の展示のみを紹介した。ここで紹介しきれない製品や各技術の詳細については、IFPEXのウェブサイトを通じて各社のHP等で確認いただけたら幸いです。

参考文献

- 1) 桜井康雄：IFPEX2017における油圧分野の技術動向，フルードパワーシステム，Vol.49，No.1，p.11-13（2018）
- 2) 佐藤恭一：IFPEX2014における油圧分野の技術動向，フルードパワーシステム，Vol.46，No.1，p.11-13（2015）
- 3) <http://www.ifpex.jp/>

（原稿受付：2021年12月6日）

解説

IFPEX2021における水圧分野の技術動向

著者紹介



すずき けんじ
鈴木 健児

神奈川県横浜市神奈川区六角橋3-27-1
E-mail: suzuki@kanagawa-u.ac.jp

1995年神奈川県立神奈川大学大学院工学研究科博士前期課程修了。光洋精工株式会社、神奈川大学助手を経て、2013年同大学工学部助教。水圧駆動システムおよびその構成要素の研究に従事。日本フルードパワーシステム学会、日本機械学会などの会員。博士（工学）



写真1 水圧テーマコーナー

1. はじめに

2021年10月6日（木）～8日（金）の3日間、IFPEX2021が東京ビッグサイト南ホールにおいて開催された。コロナ禍が沈静化しつつある状況ではあったが、事前参加登録と入口での検温を経て、マスクの着用と手指消毒、そして密を避けるよう十分な配慮がなされていたようである。

前回¹⁾のIFPEXと同様に、日本フルードパワー工業会（JFPA）の水圧部会を中心とし、水圧関係の製品および実用機器を一堂に会した「水圧テーマコーナー」が設けられた（写真1）。本稿では、このコーナーでの展示内容を中心として、水圧分野の技術動向について報告する。

2. 水圧テーマコーナー

水圧は動力密度および環境融和性が高くかつ衛生的という特長を有している。今回の展示では、実用に耐えうる水圧機器の拡充とともに、水圧の特長を生かした実用例が徐々に増加してきたことを実感した。

2.1 水圧ロボットアーム

福島原発の廃炉作業では、高い放射線環境下における安全性および高い動力密度を有する水圧ロボットが適していると考えられる。そこで、関節を水圧で駆動する燃料デブリ取り出しロボットのデモ機が展示されていた（写真2）。これは来場者が操作することが可能で、多くの方がその操作を体験していた。関節を駆動する水圧シリンダの制御には電磁弁が多

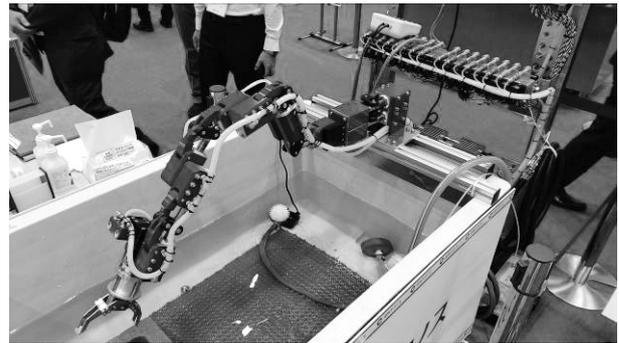


写真2 水圧ロボットアーム

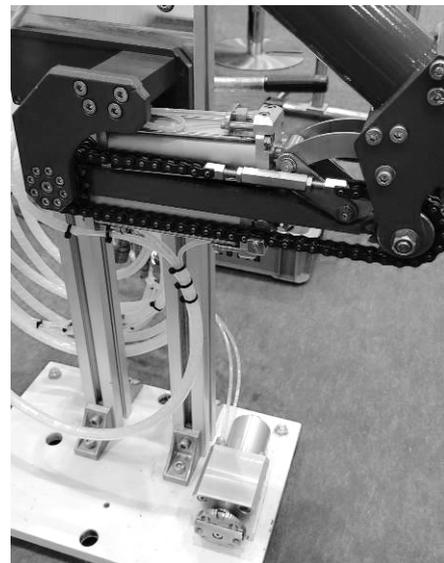


写真3 水圧シリンダによる2自由度アームと水圧揺動モータ

数使用されており、その動作は間欠的で、アームの始動・停止時に振動が発生しやすいようであった。

実際の原子炉の格納容器内における燃料デブリ取り出し作業では、より滑らかな操作と位置決め制度が要求されると考えられる。したがって、低流量を連続的に制御可能なサーボ弁と、ロボットアームの関節角度を精度良く検出してフィードバックするような制御システムが望まれる。通常的环境下では電気的なエンコーダなどが使用できるが、高い放射線環境下ではむずかしい課題であろう。

なお、水圧シリンダの直線運動をロボットアーム関節の揺動運動に変換するリンク機構モデルと、水圧揺動モータの試作機も展示されていた(写真3)。リンク機構モデルの1つの関節では、チェーンとスプロケットの組合せにより変位と角度が線形変換されている。水圧揺動モータでは、内部の水圧シリンダの直線運動がねじ機構によって揺動運動に変換されている。これらのような要素技術開発の積み重ねにより、水圧ロボットの多自由度化や小型化が進むものと期待される。

2.2 食肉加工機

数年前から、食肉加工機への水圧技術の適用が実用化されている。今回は、肉を成型するためのプレス機が展示されていた(写真4)。従来、肉の成形とスライスは複数の機械で行われており、油圧・空圧・電動が組み合わされていた。成型プレスには大出力が必要なため油圧が使用され、押し出しには空圧、スライスには電動で、消毒洗浄のためにそれぞれ防水が必要であった。しかし、すべてに水圧を使用することで、これら複数の工程を1台で行うことが可能となった。

食の安全・安心が重要視される昨今、さらにコロナ渦においては消毒洗浄できる水圧機器の優位性が高まると思われる。引き続き、この分野での発展と用途の拡大を期待したい。

2.3 水門の駆動

防潮堤の水門を遠隔で制御監視するシステムにおいて、水門を開閉するアクチュエータとして水圧モータの使用例が展示されていた(写真5)。この水門は横方向に開閉するため、水圧モータの回転運動をラック&ピニオン方式で直線運動に変換している。

水門が水没するような突発的な災害の状況では、電動モータでは漏電して動作が停止してしまう。しかし、水圧モータでは水没しても支障なく動作可能であり、より安全性を高めることができる。昨今では、ゲリラ豪雨による災害が増加しており、都市部においても地下空間や低地などでは浸水被害の危険性が高まっている。前々回のIFPEX2014において

も水道水圧シリンダ式の防水板が展示されており²⁾、インフラの安全性を高めるための駆動源として水圧の用途はさらに拡大の余地があると考えられる。

2.4 制御システム

水圧双方向ラジアルピストンポンプを水圧シリンダに直結し、ポンプをACサーボモータで駆動することにより、バルブレスでシリンダを制御するシステムが展示されていた(写真6)。この水圧シリンダには位置センサが組み込まれており、高精度な位置・速度の制御が可能となる。

このラジアルピストンポンプは回転部分の軸受を除くすべての構造部品がバランスを保つ静圧軸受を構成しており、低速回転が可能で広い回転域で安定した出力が得られるよう工夫されている。



写真4 食肉用オートプレス機



写真5 水圧駆動式横引きゲート

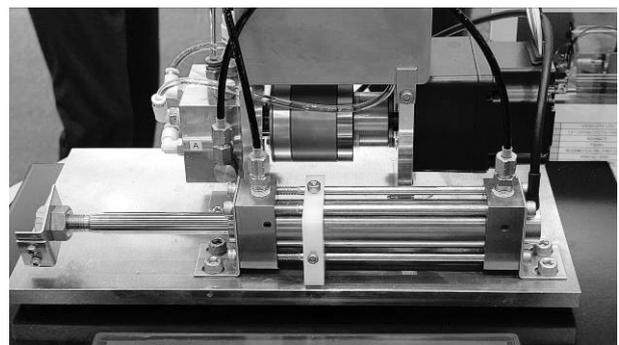


写真6 水圧サーボポンプによる位置・速度制御システム

2.5 汎用水圧パワーユニット

水圧駆動システムを新たに構成する上では、汎用的な水圧パワーユニットは必要不可欠である（写真7）。従来は要求に応じて個別に設計製作される場合が多く、コストアップの要因となっていた。標準的なパワーユニットの登場により、安全・衛生という水の特性を活かしたシステムの普及が期待される。

2.6 水圧用プランジャーポンプ

高水圧システムに使用されている三連プランジャーポンプでは、プランジャーの往復運動のためのクランク機構に油潤滑を使用しており、完全なオイルフリーではなかった。しかし今回、クランク機構も水潤滑にしたポンプが展示されていた（写真8）。これにより、オイルレスが求められる現場や、水中でも使用することが可能となった。

2.7 水中での作業機械

水際や水中において切断やせん孔工事を行う際は、電動工具が使用できないため油圧機器と空圧工具による作業が一般的であった。そのため油圧機器からの油漏れ対策が必須であったが、水圧ポンプユニットと水圧モータの組合せによる水圧駆動式せん孔装置によって、油流出対策が不要となった。

また、水中排砂ロボットや水圧駆動消火ロボットの実用例として大変興味深い内容であった。

3. その他

水圧テーマコーナーではないが、7 MPaクラスの水圧双方向アキシャルピストンポンプのデモ機が展示されていた。このポンプを水圧シリンダに直結し、サーボモータでポンプを角度制御することによって、バルブレスで水圧シリンダの位置決め制御が可能であった。ポンプ内部は完全な水潤滑となっている。しゅう動部品の材料の組合せや加工方法には相当な研究開発の苦労があったものと思われる。

今後、食品関連設備、水門関連設備、各種試験装置への展開が注目される。

4. おわりに

水圧駆動技術の実用例の広がりを感じるとともに、より汎用的に使用できるサーボ弁や比例弁、より低圧から使用できる水圧モータの需要を感じた。

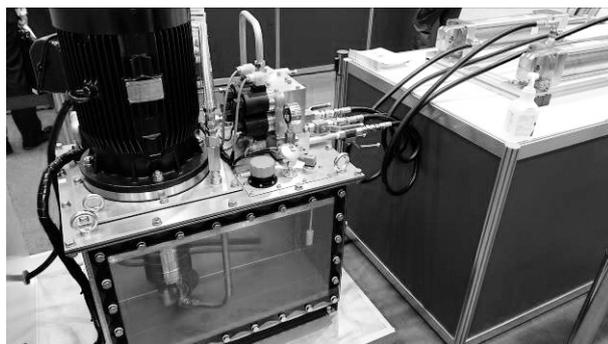


写真7 汎用水圧パワーユニット



写真8 アクアドライブ式プランジャーポンプ

なお、今回の展示内容も含め、水圧技術の紹介や水圧機器のサプライヤーリストなど、水圧分野の技術についての最新情報は、JFPAの水圧部会が運営するブログ³⁾に詳しく掲載されているので参照されたい。

参考文献

- 1) 伊藤和寿：IFPEX2017における水圧技術動向，フルードパワーシステム，Vol.49，No.1，p.14-16（2018）
- 2) 鈴木健児：IFPEX2014における水圧技術動向，フルードパワーシステム，Vol.46，No.1，p.14-16（2015）
- 3) アクアドライブシステム（ADS）－水が機械を動かす，<http://aquadrive1999.blog129.fc2.com/>

（原稿受付：2021年12月3日）

解説

IFPEX2021における空気圧分野の技術動向

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、同大学 助手、助教を経て、2015年香川大学工学部講師、2016年同准教授、2021年同創造工学部教授。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）。



図1 インパクト型エアガン



図2 真空吸着パッド

1. はじめに

第26回フルードパワー国際見本市が「新たな時代に向けた挑戦～地球環境とものづくりに貢献するフルードパワー～」というテーマで10月6日から8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19,367名であった。新型コロナウイルス感染対策に細心の注意を払いIFPEXを盛会に導かれた事務局関係者に、冒頭ではあるが参加者として感謝申し上げたい。

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、久しぶりの直接的なコミュニケーションの場であったため筆者も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、空気圧分野に関連する技術動向を紹介する。

2. 企業展示

企業展示では、カーボンニュートラルや持続可能社会など「新たな時代に向けた挑戦」というテーマにふさわしい展示内容であった。

2.1 エアブロー関連

省エネルギー型のエアブロー機器は前回も展示されていた。今回も図1のように空気消費量と作業時間削減を両立するため、高いピーク圧力で衝撃力を増加させることで従来と比較して短時間でのゴミの除去が可能な機器が展示されていた。

2.2 真空パッド関連

布地、フィルムや基板などの搬送に使用するため、

従来品と比較して5倍以上の吸着力を発生する図2の真空吸着パッドが展示されていた。これは従来品と比較して、空気消費量を最大72%削減可能であり生産ラインの効率に寄与する製品であった。

2.3 ロボット関連

人間と協働するロボットのエンドエフェクタとして、各社さまざまなグリッパを展示していた。図3はさまざまな産業用ロボットに対応したグリッパであり、会場では画像処理ソフトと組み合わせることで、さまざまな形状の物体の把持と搬送に関するデモンストレーションが行われていた。

また、他ブースでは図4のように空気圧ソフトロボット技術を応用したグリッパを産業用ロボットに取り付けた実演や図5のようなMcKibben型空気圧ゴム人工筋を人間の筋を模した配置で取り付けられたロボットハンドなどのデモンストレーションも実施されていた。また、上記人間協働ロボットのグリッパ

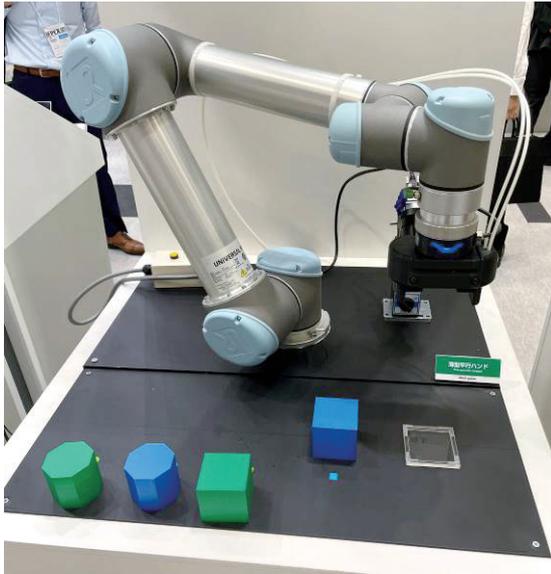


図3 協働ロボット用グリッパ



図4 ソフトロボット技術を応用したグリッパ

の駆動などを想定した図6のような小型の電磁弁が多数展示されていた。

工場での重量物の移送などのアシスト装置は昨今注目を集めている。図7の装置は、広い可動域を持ち折り畳み後が非常にコンパクトな装置であった。この装置はIFPEX2017でも展示されていたが、作業内容に応じたアタッチメントや設置方式など前回と比較して大きく機能性を向上させていた。ブース前面で、図のように女性が米袋を用いた実演を行っていた。食品工場などで就労する作業者などへの利用が行われているとのことである。

労働者人口減少の社会において持続的な経済活動を維持するため、今後も発展および普及が期待される分野である。

また、高精度な空気圧サーボ機器のデモンストレーションとして図8の平行ルマニピュレータが展示されていた。



図5 人工筋駆動ロボットハンド

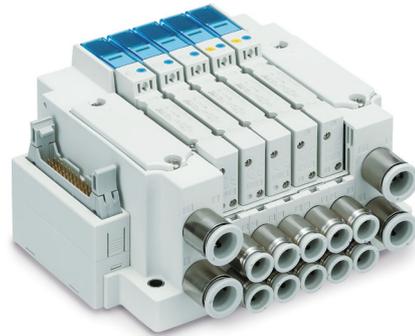


図6 小型電磁弁

3. ロボット・モビリティゾーン

福岡市立博多工業高等学校自動車工学科の生徒が「空気エンジンの研究・開発」という課題に3年間取り組んだ成果について図9の実機が展示されていた。市販の4サイクルエンジンをベースに同校生徒が製作した空気自転車である。開始当初は、歩いて追いつける程度であったが、同図(b)に示す公道走行が可能でバイクを製作しエンジンの評価を行うなど世界記録更新をめざし活動を続けたとのことである。なお、同図(b)に示すバイクは、最高61.4km/hで走行可能である。2020年11月に同図(a)の自転車は世界最高速記録(63.966km/h)を達成し同年12月にギネス認定を受けている。

世界記録更新を実現したことはもちろんであるが、具体的な目標を設定しそれを実現するために日々研究を続けてきた関係者に心からの賛辞を贈りたい。



図7 アシスト装置



図8 パラレルマニピュレータ

4. おわりに

前回の開催から4年が経過し空気圧機器の発展を実感した展示会であった。次回のIFPEXではどのよ



(a) 圧縮空気駆動自転車



(b) エンジン評価用圧縮空気駆動バイク

図9 圧縮空気駆動自転車

うに空気圧機器およびシステムが発展しているかが空気圧に携わるひとりとして非常に楽しみである。

末筆ながら、IFPEXを盛会に導かれた事務局関係者に参加者として感謝申し上げるとともに、本解説を執筆するにあたり、取材ならびに資料提供へのご理解・ご協力をいただいた関係各位に厚く御礼申し上げます。

(原稿受付：2021年11月10日)

解説

IFPEX2021カレッジ研究発表

著者紹介



ごとうひろゆき
五嶋裕之

株式会社工苑

〒213-0032 神奈川県川崎市高津区久地4-26-41

E-mail: goto@koenn.co.jp

1987年 神奈川大学大学院修士課程、2010年法政大学大学院博士後期課程修了。日立製作所、機械振興協会技術研究所、菊池製作所を経て、現在、株式会社工苑 機器システム部 部長、生産システム、電気・油圧制御の研究・開発、産学連携支援業務に従事。日本フルードパワーシステム学会フェロー、博士(工学)。

1. はじめに

2021年10月6日～8日に東京ビッグサイトにて開催された第26回フルードパワー国際見本市（以下、IFPEX2021とする）において、日本フルードパワーシステム学会、日本フルードパワー工業会、産業経済新聞社共催の特設コーナーとして、「カレッジ研究発表展示コーナー」が設けられた。このコーナーではフルードパワーに関連した教育・研究を行っている大学・高専研究室の、最新の研究成果がポスター展示形式で発表された。本稿では、本展示会で発表された各研究室の研究テーマについて簡単に紹介する。

2. IFPEXとカレッジ研究発表展示コーナー

IFPEXは3年に一度開催される国際見本市であり、1995年以降カレッジ研究発表展示コーナーは、産学連携の恒例企画になっている。東京オリンピック・パラリンピックにともない開催が1年延期され、開催直前に緊急事態宣言などが解除されるというギリギリの判断であった。しかし、関係各位のご尽力により、感染対策を徹底し無事開催することができた。出展は17大学21研究室となり、例年と変わらず多くの研究成果が発表された。カレッジ研究発表展示コーナー以外にも立命館大学によるフルードパワーを利用したロボットや博多工業高校による空圧バイクの実機展示などの興味深い企画などがあった。多くの大学では教員、学生の出張制限が解除されず、

ほとんどの研究室でポスター展示のみ、説明者不在の対応となったのは非常に残念であった(写真1, 2)。



写真1 IFPEX2021カレッジ研究発表展示コーナー

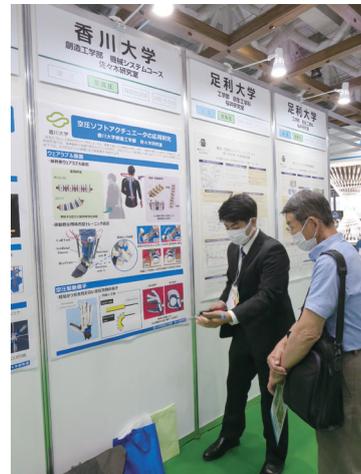


写真2 来場者と発表者の質疑応答

3. 各研究室の研究発表紹介

以下、各研究室の発表内容について紹介する。各研究テーマの詳細については、日本フルードパワーシステム学会発行のCD論文集を参照いただきたい¹⁾。

(1) 福岡工業大学 加藤研究室 (空気圧)

最近の超精密工作機械のなかには、位置のデジタル表示の最小桁が0.1nmであるものも登場している。これらの要求を満たす、非球面加工機の鉛直ステージに使用される、電空ハイブリッド方式の超精密鉛

直位置決めステージの研究を進めている(図1)。この方式は、鉛直ステージ駆動に電動リニアモータを使用し、ステージ自重補償に空圧式バランスシリンダを使用することで、ナノレベルの超高精度な位置決めを実現している。

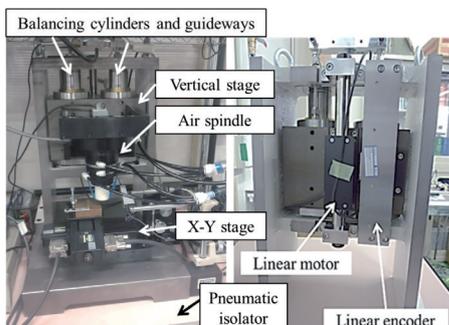


図1 電空ハイブリッド超精密鉛直位置決めステージ

(2) 東京工業大学 吉田・金研究室 (機能性流体)

微小領域でパワーを要する作業を行う高機能マイクロロボットのために、電界により粘度が可逆的に大きく変化する機能性流体ERF(電気粘性流体)などの機能性材料を応用した先進MEMS・マイクロシステムの開発を進めている。マイクロアクチュエータ、マイクロバルブ、マイクロ流体パワー源およびこれらを構成要素としたマイクロロボットの開発をMEMS技術を用いて進めている(図2)。

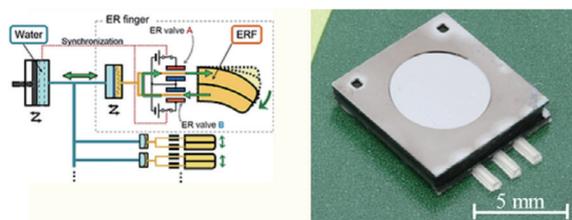


図2 交流圧力源による多自由度ERマイクロアクチュエータ

(3) 信州大学 飯尾研究室 (水圧)

流体工学を通して持続可能な社会を実現すべく「創エネルギー」「省エネルギー」「地域エネルギーの利活用」に貢献する研究開発を実施している。特に、再生可能エネルギーの代表である水力発電用タービンの設計開発から発電所への導入、安心・安全で環境にやさしい水圧駆動システム(Aqua Drive System)におけるキャビテーション現象の抑制、水門や防潮ゲートの水圧駆動に関する研究開発を推進している。

(4) 法政大学 田中研究室 (油圧)

作動油中の気泡混入は、油圧剛性やシステムの動特性の低下、機器部材の壊食損傷、作動油の劣化促

進、振動騒音の原因となる。しかし、気泡含有量と機器性能や油剛性の低下についての定量的な関係は明らかでない。本研究では(a)油中気泡量を調整する手法と、(b)加圧減圧を繰り返す油の剛性変化の測定とモデル化を行っている。

(5) 香川大学 佐々木研究室 (空気圧)

近年、工場の生産ラインにソフトロボットなどの柔軟な機械システムが導入されつつある。多様な動作と広範囲の動作を実現する、伸長、湾曲、ねじれ動作の切り替えが可能で、多自由度空気圧ソフトアクチュエータの研究開発。および、柔軟で高い出力重量比を有した空気圧ゴム人工筋を用いて、身体動作の支援や矯正を行うウェアラブル装置と空圧駆動義手について紹介。

(6) 奈良工業高等専門学校 早川研究室 (空気圧)

人に優しい素材により作られたソフトゴムアクチュエータを応用した介護予防用機器、介護サポート用機器、自立支援機器、リハビリ機器および、柔軟把持ロボットハンドの研究を行っている。本発表では開発した高機能靴を用いた、認知症予防歩行訓練システムを紹介。

(7) 東京大学 川嶋研究室 (空気圧)

実機とシミュレーションやソフト、電動と空気圧駆動、人間と機械の融合をキーワードとして医用システムや人間機械システムの知能化、高機能化の研究を進めている。本研究では、身体との親和性が高いソフトアクチュエータとして、空気圧ゴム人工筋を用いた運動支援システムを開発している。身体にセンサを装着せず、アクチュエータ側の制御情報から身体側の動作を推定するアルゴリズムを提案し、その有効性を実験によって評価している(図3)。

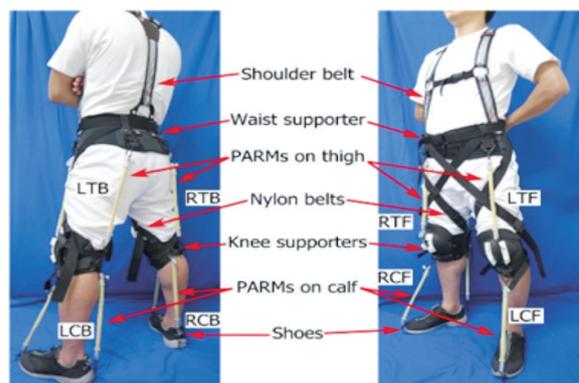


図3 歩容トレーニングデバイス

(8) 室蘭工業大学 風間研究室 (油圧/空気圧/水圧)

油圧・水圧システムの作動流体は作動油および水道水である。高圧「液体」を利用するため狭く流路が不可欠であり、急激な圧力変化によるキャビ

ーション「気泡」をともなう噴流が生じる。油圧機器ではキャビテーションの発生は避けられない。したがって、壊食の低減方法を探る現実的アプローチが必要である。この古くて新しい重要なテーマに継続して取り組んでいる。

(9) 横浜国立大学 眞田研究室 (油圧)

管路内の非圧縮性流体の流量を、圧力センサのみを使用して計測する手法として、定常カルマンフィルタと層流流量計を組み合わせた手法について研究を行っている。測定範囲の拡大と高応答な流量計測を目的とし、カルマンフィルタを用いた層流流量計の校正、短時間で流量が変化する非定常流の計測実験の結果を発表。

(10) 東京工業大学 肖研究室 (空気圧)

機械・航空関連分野を中心に、さまざまな流体現象に対し、数値シミュレーションによる研究を行っている。計算スキーム開発の基礎研究から、数値モデルの構築、データと数値モデルの融合、ハードウェアの活用、実応用にいたるまで、多岐にわたる研究課題について幅広く取り組んでいる。本発表では、数値モデルを用いた小型電磁弁内の流れ解析結果について紹介。

(11) 神奈川工科大学 吉満研究室 (空気圧)

空気圧を用いたアクチュエータは柔軟な動きが得意で軽量である。その特性を活かした柔らかな動きができ、人にやさしく電気を使用できないところでも使える福祉機器や山岳救助や土砂災害時など、不整地・傾斜地で継続的な作業が可能なアシストデバイスを研究している。身体的負荷を減らし、長時間の活動と救助者自身のけが防止を目的とした、レスキュー用下肢パワーアシストスーツの開発を行っている。

(12) 足利大学 桜井研究室 (油圧/空気圧)

容積式ポンプである油圧ポンプはその構造上、流量脈動が発生し、吐出圧力も脈動し、機器の振動、騒音、管路破損の原因となる。このため油圧システムにおいてこの圧力脈動を低減することが望まれている。作動流体が弾性体チューブの内部を流れ、内部の圧力が上昇してチューブが膨らみ金属管の間隙から飛び出すことで圧力脈動を抑制する新しいデバイスを提案。試作開発を行い、有効性を実験で評価。

(13) 東京工業大学 只野研究室 (空気圧)

ヒトへの効果的作業支援やヒトと機械の高度なインタラクションの実現を目的とした研究、空気圧サーボシステムの性能向上に関する研究について取り組んでいる。本発表では、下記2テーマについて紹介。(a)複雑な3次元曲面に対して、押し付け力を一定に保持し貼り付けが行えるロボット開発、(b)弾性チューブをサーボモータに取り付けたカムでつづ

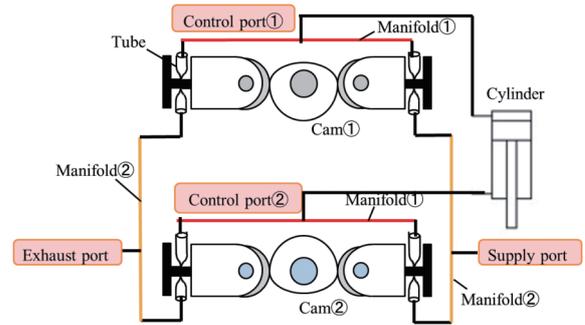


図4 ピンチ型空気圧サーボバルブ

すことで流量を制御する、空気の漏れが起こらないピンチ型空気圧サーボバルブの開発(図4)。

(14) 芝浦工業大学 伊藤研究室 (水圧)

水道水圧により駆動する人工筋の高精度なモデル化、およびモデルにもとづく制御、センサレス制御、人間の筋肉配置と同じ構造を持つ拮抗配置型アクチュエータの制御に力を入れている。本発表では、下記4テーマについて紹介。(a)負荷変動を考慮した水道水圧駆動人工筋のデータ駆動型モデルフリー適応変位制御系の設計、(b)FRIT法による拮抗配置型水圧人工筋の1自由度回転角度制御系の設計、(c)IIR構造付き非対称Bouc-Wenモデルを用いた水道水圧駆動人工筋のセンサレス変位制御、(d)水圧人工筋のスパースモデリング。

(15) 芝浦工業大学 川上研究室 (空気圧)

空気圧制御の構成部品のひとつであるスピードコントローラは排出空気量を調整して、アクチュエータの速度を制御している。一般的なスピードコントローラはニードル弁と流量の間には非線形特性があり、操作性に問題がある。本研究では、CFDを用いて内部流れの数値流体解析を行い、線形特性が得られる内部構造の検討、提案を行う。

(16) 沼津工業高等専門学校 村松研究室 (空気圧)

圧縮性流体機器の流量特性試験方法としてJIS B8390-2が規定されている。しかし、この試験法では測定者の聴覚に影響を及ぼす騒音が発生することが問題となっている。本研究では、試験回路を改良することで、試験中に発生する空気圧騒音の低騒音化、空気圧騒音の音質評価から臨界背圧比を求めた放出方法を開発した。

(17) 大阪工業大学 谷口研究室 (空気圧)

「アクチュエータの開発と応用」をテーマに、機能性流体とゴムを融合したソフトアクチュエータ、形状記憶合金アクチュエータ、空気圧ソフトアクチュエータなどのソフトアクチュエータの開発と、それらアクチュエータを応用した医療・福祉機器の研究に取り組んでいる。本発表では空気圧を駆動源

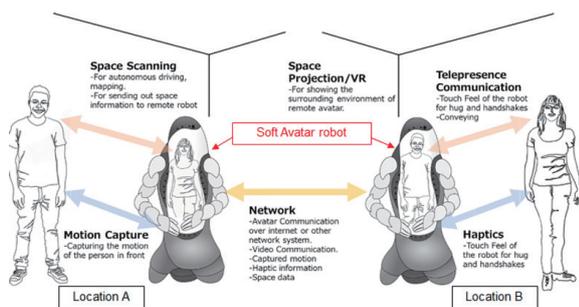


図5 ソフトアバターロボットの開発

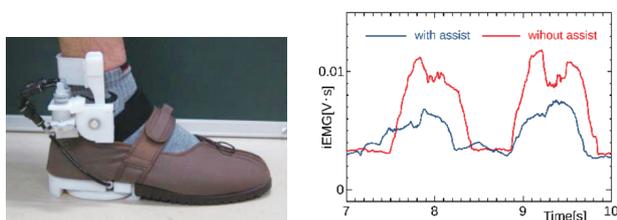
とした、(a)足関節のリハビリ装置、(b)小児用義手、(c)天井移動ソフトロボット、(d)ソフトアバターロボット(図5)について発表を行った。

(18) 神奈川大学 中尾研究室 (空気圧/水圧)

ナノストラクチャーを実現する、超精密工作機械用スピンドルシステムの開発設計を目的として研究を進めている。ナノ精度の加工では熱変形の抑制は大きな課題である。本研究では開発中の軸心水冷構造を有する高速空気静圧スピンドルについて、冷却機構の解析シミュレーション結果を紹介。

(19) 徳島大学 高岩研究室 (空気圧)

空気圧駆動系を用いた人間支援システムの開発に関する研究を行っている。空気圧アクチュエータは、空気の圧縮性に起因する低剛性特性や、高いバックドライバビリティが安全性・柔軟性として機能するため、人間支援型ロボットのアクチュエータとして有用である。本展示では以下の5テーマを紹介。(a)空気圧式パラレルマニピュレータのリハビリ支援への応用、(b)負荷型空気圧パワーアシスト装置、(c)拘縮患者のための空気式手首・リハビリ伸展装置の開発、(d)空気圧式歩行支援シューズの開発(図6)、(e)制御系および開発環境の高度化。



(a) 歩行支援シューズ (b) 前傾骨格筋の筋電位比較

図6 空気圧式歩行支援シューズ

(20) 横浜国立 佐藤研究室 (油圧/空気圧/機能性流体)

フルードパワーの動力伝達系の損失低減は、省エネルギーの重要課題である。本展示では以下の3テーマを紹介した。(a)電磁アクチュエータ、電磁石の省動力化の一環として、電磁石界磁を用いない磁

気粘性(MR)流体の流動制御、(b)サーボモータの回転数制御と可変容量油圧ポンプの容量制御を2自由度制御とすることで、全効率を最大限に保つ電動油圧ハイブリッド制御(図7)。(c)位置制御に有利な電動リニアモータと力制御に有利な空気圧リニアアクチュエータを組み合わせ、それぞれの利点を選択的に活用して、位置と力の制御を両立できる、電動空気ハイブリッドアクチュエータの研究。

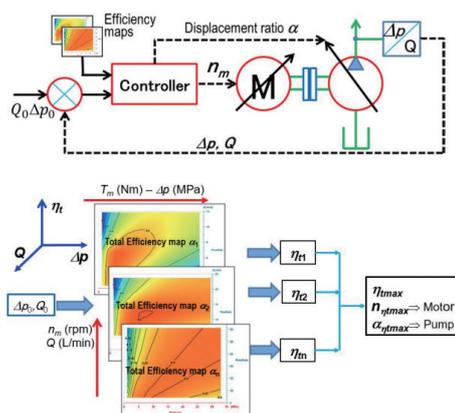


図7 電動油圧ハイブリッド制御の全効率向上

(21) 東京電機大 藤田研究室 (空気圧)

空気圧アクチュエータの精密位置決めにおいて問題となるパッキンのしゅう動摩擦を低減するために、静圧軸受により可動部を浮上させ駆動するエアステージを開発した。このステージを次世代半導体露光装置のステージとして使用するためには、さらなる超高速化、高精度駆動が課題となっている。本研究では高速化に対応したアクチュエータ、サーボ弁を使用することで、最大速度0.75m/s(従来比7.5倍)、最大加速度30m/s²(従来比30倍)の超高速化を実現した。

4. おわりに

カレッジ研究発表コーナーは、通常の学会講演会と違い、企業関係者に研究内容を直接アピールでき、研究目的や成果の応用についても深く議論を行うことができるという特徴がある。どの研究室の展示発表も興味深い内容であり、今回カレッジコーナーにご来場いただくことができなかった方々には、講演論文集¹⁾をぜひご覧いただき、また次回IFPEXの開催の際には、カレッジ研究発表展示コーナーにお立ち寄りいただければ幸いです。

参考文献

- 1) 2021年第26回IFPEXカレッジ研究発表展示コーナー論文集(CD), 日本フルードパワーシステム学会

(原稿受付: 2021年11月26日)

解説

IFPEX2021ロボット・空気圧バイク紹介コーナー

著者紹介



か がわ とし はる
香川利春

株式会社空気圧工学研究所
〒213-0013 神奈川県川崎市高津区末長1-49-1-3042
E-mail: tkagawa0256@gmail.com

1974年東京工業大学制御工学科卒、北辰電機製作所技術部門、1976年東京工業大学助手、講師、助教授を経て1996年精密工学研究所教授、生体計測、プロセス制御、空気圧工学を研究、本学会会長、現在名誉員、東京工業大学名誉教授。

2021年10月6-8日国際見本市会場にてフルードパワー国際見本市が開催され、ふたつのブースの紹介を依頼された。

○立命館大学理工学部ロボティクス学科玄相見研究室では、フルードパワーはロボットに使えるか、とのテーマで玄先生は講演もされ、展示では何種類かのアクチュエータシステムを示していた。玄先生は制御理論をベースにして多彩なフルードパワー技術を駆使したアクチュエータシステムを提案している。

写真1は玄研究室展示をバックとした玄先生と筆者である。東京工業大学博士課程修了時の副審査員として当時なかなか応用の範囲の広い優れた研究者になるのではと思われた。

今回の展示で特に目を引いたのが空気-水圧増圧変換式アクチュエータシステムである。



写真1 玄先生と筆者

写真2に示す。ふたりの説明員の手前にある水槽の中でアクチュエータが駆動される。



写真2 空気-水圧増圧変換式アクチュエータシステム

図1にシリンダ、図2に回路図を示す。5ポート3ポジションのふたつの空気圧電磁弁によって空気-水圧増圧変換機に送り込まれ、増圧された水圧はメインのアクチュエータシリンダに接続してある。このシリンダがロボットアームを駆動する。日本は海洋国家であり、今後海底の資源の探査採掘にこのような空水変換増圧機が活用されると思われる。

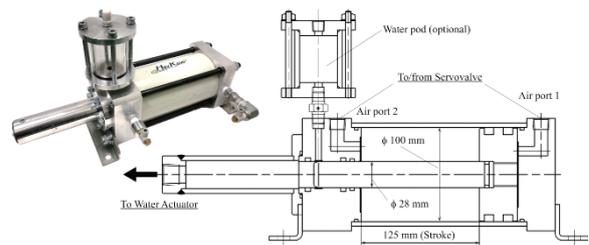


図1 シリンダ

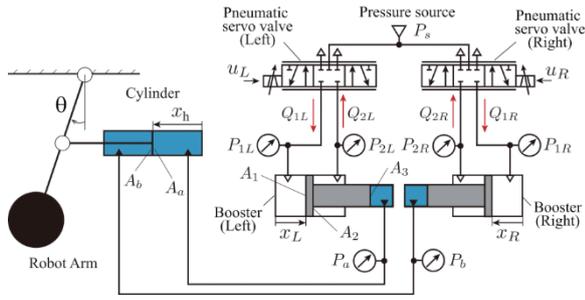


図2 回路図

○福岡市立博多工業高校自動車工学科では空気圧バイクとして空気のエネルギーによって世界最速の61.4km/hを実現してギネス記録に申請するとしていた。通常空気圧は固定式のコンプレッサーから空気圧配管と電磁弁を経由して空気圧シリンダなどを駆動する場合が一般的である。移動する物体の場合には空気圧のエネルギー源を持つ必要があり、この点が大きな制約となる。

博多工業高校のバイクではタンクについては数種類の選択があり、世界最速記録を出したとされるバイクは約30リットルの常圧タンクをバイクの左右に設置してエネルギー源としている。また空気圧を駆動源とするエンジンについてはシリンダ部分の多くの試作品が展示されていた。この自動車工学科では空気エンジン班の第29回生徒研究発表会で最優秀賞を取ったそうである。また、空気エンジンを搭載したバイクのナンバープレートを取得し、現在は公道を走行できるとしている。

写真3にブースに展示されていた空気圧タンクを振り分けとして持つマウンテン型の空気圧駆動バイクを示す。



写真3 マウンテン型空気圧駆動バイク

ここで空気圧タンク内のエネルギー値について考察する。常温で30リットル、0.8MPaの空気の持っているエネルギー E は拙著（圧縮性流体の計測と制御、p.98）によれば、

$$E = PV \ln\left(\frac{P}{Pa}\right) - V \times (P - Pa)$$

となるため、値としては35,000Jとなる。右辺第二項は24,000Jで意外に大きい数値となる。この第二項はもし大気圧が真空の場合 ($Pa = 0 \text{ Pa}$) に空気圧タンク内空気が膨張によって発生するエネルギーであるため、たとえば大気圧変動によってもその値は変化することになる。つぎに最高速度が61.4km/hとの事であるため、風圧の影響を考える。一様流中における物体の抗力は、 Ap を受圧面積として

$$F = \frac{C_d}{2} \rho U^2 Ap$$

であるため、最高速度における流体の風圧による抵抗値は $100 \times C_d (N)$ となる。流線形の程度で C_d 値を0.5とすれば、空気抵抗は50N、すなわち50Nの力が抵抗力として働く。バイクの加速時間を考慮して、スタートして20秒くらいが勝負である。

先ほどの空気圧タンク内の空気エネルギーが約20秒で消費されるとして、また空気圧エンジンの効率が0.5とすれば800Wのパワーが出る。しかしながら空気の風圧による損失が1.2kWであるため、ぎりぎりの攻防の末に最高速度がもたらされることがわかる。空気圧システムはエネルギー供給源がタンクの場合、蓄えられるエネルギーに制約があるために、その空気圧タンクを充填するためにかかなりの時間が要求される。また短時間での空気の放出は空気温度の低下を招き、システムの効率低下を招く。

今回の博多工業高校自動車部の最速バイクにナイストライのエアを送りたい。

(原稿受付：2021年11月9日)

解説

IFPEX2021 出展社ワークショップ 「CO₂削減と省エネ／BCPへの取り組み」

著者紹介

妹尾 満

SMC株式会社
〒300-2493 茨城県つくばみらい市絹の台4-2-2

1996年愛媛大学大学院工学研究科機械工学専攻修士課程修了、同年SMC株式会社に入社、現在に至る。空気圧システムの省エネルギーに関する研究に従事、日本フルードパワーシステム学会会員

1. はじめに

IFPEX2021の出展社ワークショップにおいてSMC株式会社が講演を行った内容を紹介します。

近年、地球温暖化による海面上昇や異常気象の影響により、地球規模の被害が拡大し、地球環境保全が人類共通の課題となっている。また、東日本大震災のような大型地震が発生し、多大な被害が生じたり、さらに、新型コロナウイルスの世界的な感染により、医療の圧迫や経済活動の低迷などが起こったり、リスクが顕著化する事態が相次いでいる。

当社は、数年にわたり環境への影響を最小限に抑えることで、サステナブルな社会を推進するという社会的責任の主導的役割を果たしてきた。特に地球温暖化の要因であるCO₂削減を最重要テーマとして活動を行っている。

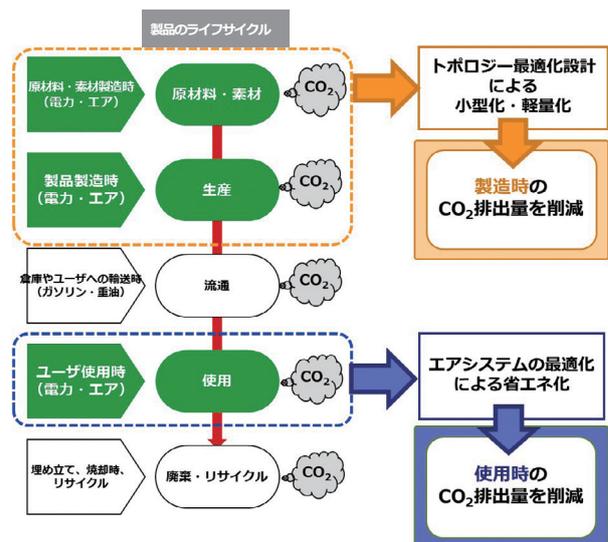
さらに、非常事態に対しても、平素から備えを固め、有事の際にも事業活動を停止しない体制、仮に停止した場合にも速やかに再開できる体制を構築することを策定している。

本解説では、当社のCO₂排出量削減の取り組みとして、小型・軽量化し、製造時のCO₂排出量を削減した製品、使用時のCO₂排出量を削減した製品、エアと電動の使い分けについて紹介する。さらに、BCP（Business Continuity Plan：事業継続計画）への取り組みとして、企業として、世界中のどこでも速やかに供給でき、事業活動を停止しないための製品供給責任の一端を紹介する。

2. CO₂排出量削減の取り組み¹⁾

当社は、製品の設計・開発から製品のライフサイクルとしての環境負荷の低減を進めている。また、製品アセスメントにより、省資源（小型・軽量）、長寿命、省エネルギー、安全性、梱包材の種類と量および廃棄方法などの観点から、製品の環境への影響を評価し、環境に配慮した製品の開発を進めている。

図1にCO₂排出量削減に対する方針を示す。



SMCの考え方は、原材料、生産、使用時におけるCO₂排出量を算出

図1 カーボンフットプリントによる製品のCO₂排出量の算出およびCO₂排出量削減の方針

2.1 製造時のCO₂排出量削減

製品は、トポロジー最適化設計により小型化、軽量化を実現し、製造時におけるCO₂排出量を大幅に削減している。

製品の小型化、軽量化は、CO₂排出量削減だけではなく、お客様の装置の小型／軽量化、工場内スペースの有効活用、タクトタイムの向上による生産性向上に貢献している。

図2に薄形シリンダの製造時のCO₂排出量削減事例を示す。コンパクト製品は、従来製品と比較し、CO₂排出量を32%減の1.06kg-CO₂削減できる。

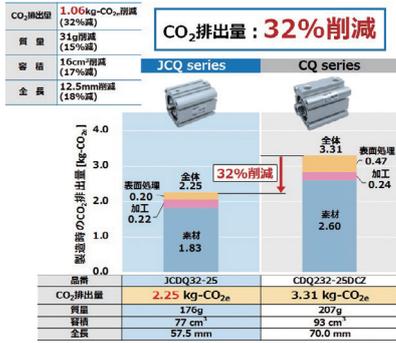


図2 薄形シリンダの製造時のCO₂排出量削減事例

2.2 使用時のCO₂排出量削減

新製品は、従来製品よりも省エネルギー性能の優れた製品開発を行い、使用時における空気消費量および消費電力の削減を行っている。このような製品を使用することにより、お客様の工場における使用時のCO₂排出量削減に貢献している。

図3は、ブローガンの使用時のCO₂排出量削減事例を示す。インパクトブローガン製品は、高いピーク圧と衝撃力を持ち、同仕事において従来製品と比較し、CO₂排出量を87%削減できる。

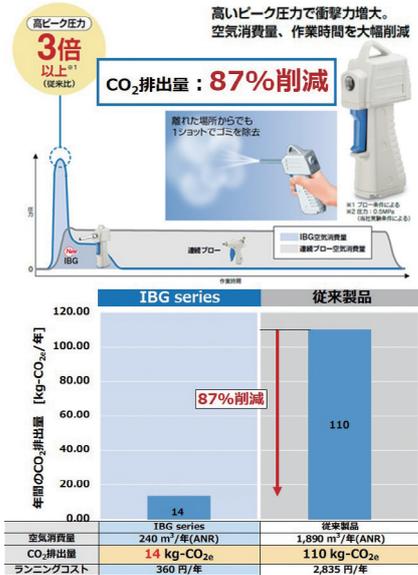


図3 ブローガンの使用時のCO₂排出量削減事例

2.3 エアと電動の使い分け

一般に電動アクチュエータは、エアシリンダよりもエネルギーの変換回数が少なく、エネルギー効率が良く、使用時のCO₂排出量が少ないとされている。しかし、使用機器、サイズ、ストローク、用途および使用条件によっては、使用時のCO₂排出量は、電動アクチュエータの方が多くなる場合がある。

図4に電動アクチュエータとエアシリンダのCO₂排出量の特徴を示す。エアシリンダは、動作時のみ

CO₂を排出するが、クランプ時や待機時には、排出しない。それに対して、電動アクチュエータは、動作時のCO₂排出量は、エアシリンダよりも少ないが、クランプ時や待機時にCO₂を排出する。

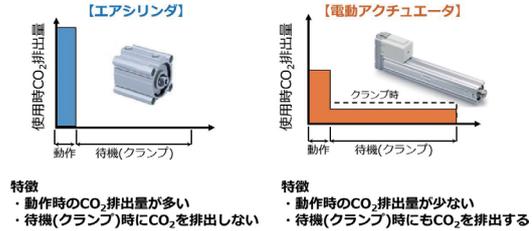


図4 エアシリンダと電動アクチュエータのCO₂排出量の特徴

図5に用途別CO₂排出量の比較を示す。クランプ用途の場合、エアシリンダはクランプ中にCO₂を排出しないが、電動アクチュエータは、CO₂を排出するため、エアシリンダの方がCO₂排出量は少なくなる。搬送用途の場合、電動アクチュエータは、移動距離によりCO₂排出量にあまり変化はないが、エアシリンダは、移動距離に比例し、CO₂排出量が多くなる。そのため、ロングストロークでは、電動アクチュエータの方がCO₂排出量は少なくなる。

エアシリンダと電動アクチュエータの使い分けには、それぞれのCO₂排出量の特徴を考慮した使い分けが必要である。

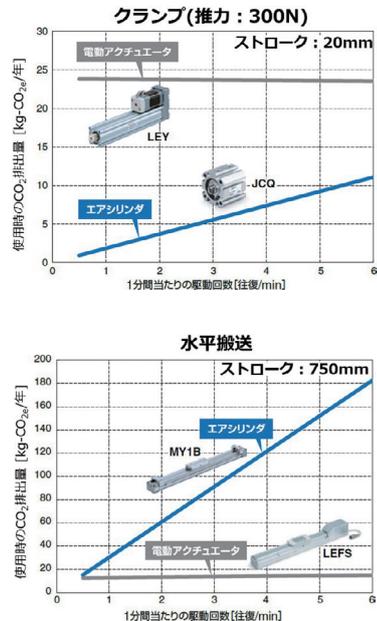


図5 用途別CO₂排出量の比較例

3. BCP (事業継続計画) への取り組み²⁾

3.1 事業継続リスクとその対策

当社では、BCPを策定し、自然災害など事業を中

断するような緊急事態が発生したときに、損害を最小限に抑え、速やかに事業の継続や復旧を図るための計画・対策を立てている。

図6に事業継続リスクを示す。リスクには、外的リスク、内的リスクがあり、生産活動にもっとも身近な自然災害のリスクを想定し、その影響度を評価して、復旧する目標時間を設定するなど、事前の対策と被災時の事業を計画、策定する。

リスク	要因
外的なリスク	電力不足、原発事故、テロ、サイバー攻撃、恐喝、営業妨害 サプライヤー操業停止、為替変動、貿易摩擦、戦争 など
内的なリスク	リコール、労災、人員不足、コンプライアンス違反、個人・会社情報流出、 不正会計、食中毒、異物混入、後継者、キーマン引抜 など
自然災害リスク	地震、火災、台風、 水害、土砂、噴火、 大雪、落雷、竜巻、 感染症（パンデミック）

図6 事業継続リスク

3.2 製造部門のBCP

図7にグローバルな生産体制を示す。国内生産拠点、海外量産工場の生産拠点、海外地域市場向け工場など、29の国と地域に生産拠点を、4つの国と地域に物流倉庫を配置することで、グローバルな生産体制と供給を構築し、全世界に向けて製品の安定供給を図る。



全世界に製品を安定供給します。

図7 グローバルな生産体制

図8に工場間のバックアップ体制を示す。有事の際に、日本と海外工場において、それぞれで相互に生産を補完し、バックアップを行う。



図8 工場間のバックアップ体制

図9に物流倉庫のリスク分散を示す。有事により、工場生産に支障が生じた場合、グローバルに展開する主要物流倉庫の製品在庫を最大限に活用し、お客様への安定供給を維持する。



図9 物流倉庫のリスク分散

3.3 技術部門のBCP

図10にグローバル・エンジニアリング・ネットワークを示す。世界中のお客様の課題に対して、的確かつスピーディーに対応するため、日本、アメリカ、ヨーロッパ、中国に技術センターを設立し、1,700名のエンジニアリングスタッフでサポートする。技術センター間の情報共有による強力なグローバル・エンジニアリング・ネットワークを構築し、有事におけるバックアップ体制により、世界中、いつでもどこでも、同質の技術サービスが提供できる体制をとる。



図10 グローバル・エンジニアリング・ネットワーク

3.4 持続可能なBCPの取り組み

製造部門、技術部門のみならず、営業部門および経営・財務・情報に関してもBCPに取り組んでおり、グループの総力をあげて、お客様への製品供給責任を果たしたいと考える。

4. おわりに

当社のCO₂排出量削減の取り組みとBCPへの取り組みを紹介した。持続可能な社会の実現に向けて、自動制御機器の総合メーカーとして環境負荷の低減、製品の供給責任を果し、信頼に応えたいと考える。

参考文献

- 1) SMCパンフレット：Sustainable Management of CO₂-CO₂削減の取組み
- 2) SMCパンフレット：SMC Business Continuity Plan

(原稿受付：2021年12月3日)

解説

IFPEX2021 出展社ワークショップ 「カーボンニュートラル実現に向け空圧機器が貢献できること」

著者紹介

きた がわ やす あき
北 川 泰 章

CKD株式会社
〒485-8551 愛知県小牧市応時2-250
E-mail : yasuki-kitagawa@ckd.co.jp

2005年滋賀県立大学機械システム工学科卒業、同年CKD株式会社入社。現在、FAシステムBU第2技術部に所属。空気圧シリンダなどの開発に従事。

1. はじめに

近年の地球温暖化にともない、パリ協定において世界的な平均気温上昇を産業革命以前に比べ2℃より十分低く保ち1.5℃に抑える努力をすることが採択され、2020年10月にわが国においても「2050年カーボンニュートラル宣言」が出された。

これによりわが国も急速に各産業界がカーボンニュートラルに向けた取り組みを検討、実行し始めている。

このような社会環境が急激に変化している中「新たな時代に向けた挑戦～地球環境とものづくりに貢献するフルードパワー～」をテーマに開催された第26回フルードパワー国際見本市IFPEX2021にて、空圧機器を取り扱う当社が考える「カーボンニュートラル実現に向け空圧機器が貢献できること」についてワークショップにて講演を行った内容を紹介させていただく。

2. 空気圧機器が貢献できること

カーボンニュートラル実現に向けて「長寿命」、「有効活用」のふたつのキーワードをあげ、当社が考える空圧機器での貢献と具体的な取り組みについて述べる。

2.1 長寿命

2.1.1 長寿命シリンダ

機器製品はアルミニウム合金など素材の採掘から加工などの製品製造、製品輸送、製品使用、寿命による廃棄まですべての工程でCO₂が排出され、製品のライフサイクル全体においてCO₂排出量の削減を

考えていく必要がある。つまり機器製品のCO₂排出量を考える上では、LCA (Life Cycle Assessment) の考え方が必要になる。

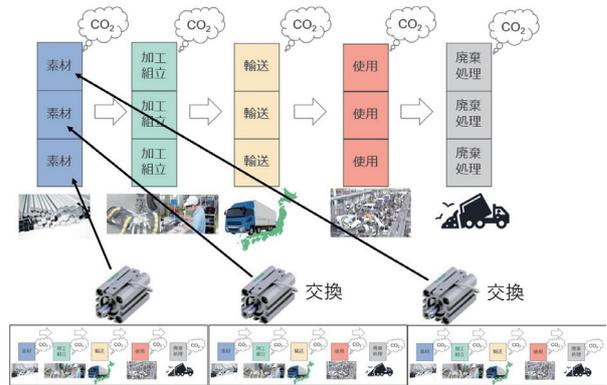


図1 従来シリンダCO₂排出量イメージ図

ライフサイクルを考えるとひとつの機器を長く使い続けるほどCO₂を排出する機会を削減できる。つまり長寿命な機器を使用することでCO₂排出量の削減に貢献できると考える。

また、空圧機器は使用時に空気漏れが発生しても作動は可能であり、空気漏れが発生した状態で使用を継続し、生産ラインのチョコ停が頻繁に発生すると機器を交換されるケースが多々ある。この空気漏れもCO₂をむだに排出しており、長寿命な機器であれば、この使用時に発生するCO₂削減にも貢献できる。

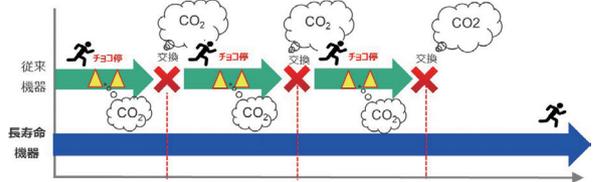
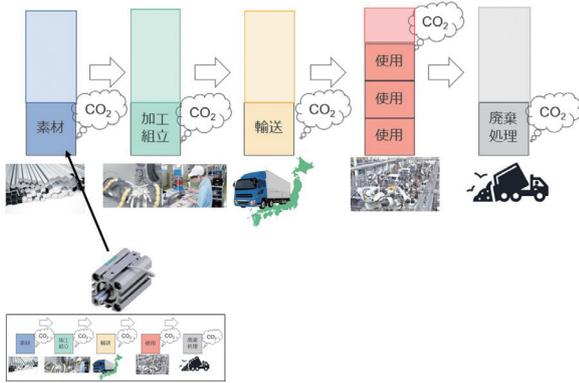


図2 空圧シリンダ使用イメージ図

以上のような考えのもと、当社はユーザのカーボンニュートラル実現および生産性の改善に貢献できる空圧機器として、長寿命シリンダシリーズをリリースしている。こちらは、従来寸法と同一寸法のまま使用できる材料は増やさず、しゅう動技術の向

図3 長寿命シリンダCO₂排出量イメージ

上をはかり，長寿命化を実現している。

2.1.2 窒素ガス精製ユニット

空圧機器はユーザの生産設備に対するCO₂排出量の削減だけでなく，ユーザの製品に対してもCO₂削減に貢献可能と考える。ユーザの最終製品として食品を例に取りあげる。

世界全体で人の消費向けに生産された食料の約1/3は廃棄されているといわれている¹⁾。食品ロスは食品の生産過程やごみ処理過程などで無駄にCO₂が排出されており，中でも期限切れで廃棄している食品については，期限が延長つまり長寿命化がはかれればむだな廃棄を抑制できる可能性が高くなる。

食品の長寿命化の方法として酸化を抑制するため窒素充填包装があり，窒素ガス供給方式としてはガスボンベ式や吸着剤式などがあるが，据付工事や維持管理などで導入しにくいといったケースがある。より手軽に窒素ガスを供給できれば，窒素充填包装を導入しやすくなり，食品の長寿命化へ貢献できると考える。

この考えのもと，当社は圧縮空気から手軽に窒素ガスを精製可能な膜分離式の窒素ガス精製ユニットをリリースしている。膜分離式の窒素ガス精製方法は，窒素より酸素を透過しやすい性質の中空糸分離膜を利用し，圧縮空気が分離膜の内側を流れていく間に，酸素が選択的に膜を透過し，その結果，分離膜出口に窒素富化ガスが得られるものである。

この方式により，圧縮空気源さえあれば，窒素専用の長配管も不要で手軽に窒素富化ガスが得られ，窒素充填包装導入の手助けが可能と考える。

以上のように生産設備に使用される機器の長寿命化，ユーザ製品を長寿命にする機器にてカーボンニュートラル実現に貢献可能と考える。

2.2 有効活用

カーボンニュートラル実現には省エネに取り組む必要があり，エネルギーを有効活用することでむだなCO₂排出量を抑えることが可能である。

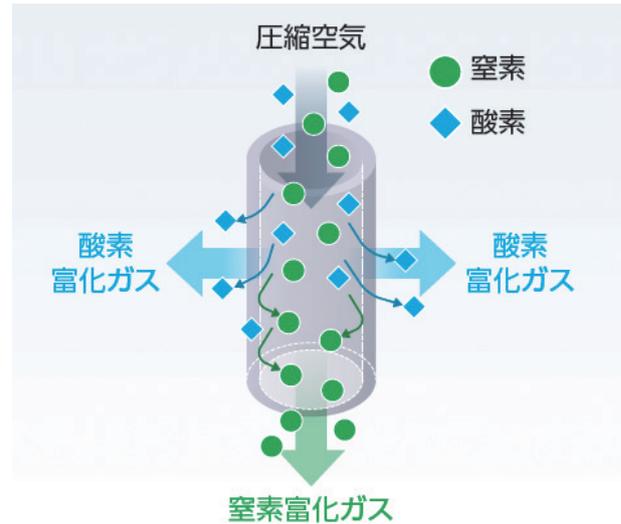


図4 分離膜式窒素ガス精製イメージ



図5 窒素充填包装イメージ

カーボンニュートラル=電動化の図式がイメージされており，空圧機器は電動機器と比較するとエネルギー効率が悪いいため，常に多くのCO₂を排出しているイメージを持たれている。

しかし，実態は使用機器，使用条件によっては電動機器の方が多くの電力が消費されCO₂排出量が多くなるケースがある。空圧グリッパと電動グリッパを例として考えるとワークを把持する時間と動作頻



図6 空圧グリッパと電動グリッパ

度でどちらのCO₂排出量が多くなるかが異なってくる。

図7に示すように本例では、グリッパ動作時間が1.0sの際は動作頻度によらず空圧グリッパの方がCO₂排出量が少なくなるが、図8に示すように動作時間が0.2sの際は、動作頻度27cpmを境に優劣が異なる。

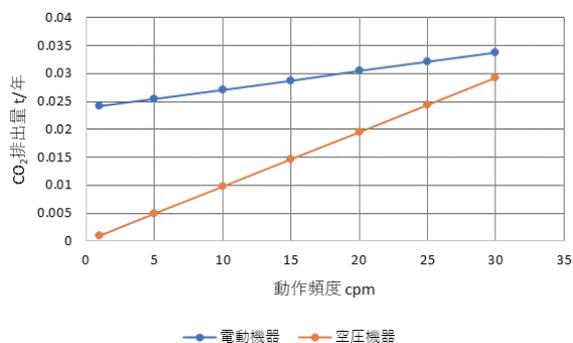


図7 年間CO₂排出量 (例1 動作時間1.0s)

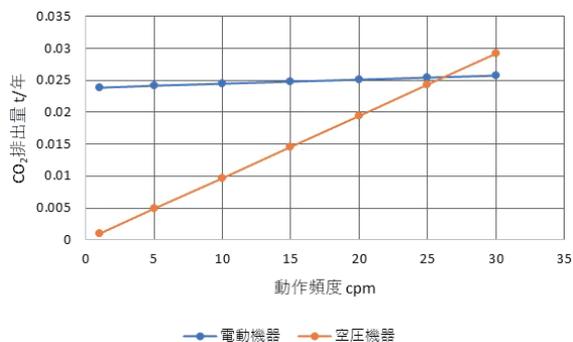


図8 年間CO₂排出量 (例2 動作時間0.2s)

このように使用機器や使用条件によって適切に空圧機器と電動機器を選定することで、エネルギーを有効活用でき、ひいてはCO₂削減に貢献が可能となる。

3. おわりに

カーボンニュートラル実現に向けて空圧機器が貢献できることとして長寿命と有効活用の2つのキーワードをあげた。長寿命な製品により、CO₂を排出する機会を削減しかつ使用時のむだなCO₂削減にも貢献可能である。また、使用条件や用途に応じて空圧機器と電動機器を選定し使用することでむだなCO₂削減に貢献可能である。CO₂削減は産業界全体での使命であり、当社自身が排出するCO₂削減はもちろんのこと、当社の空圧機器を通してユーザーのCO₂削減に貢献していく所存である。

参考文献

- 1) https://www.maff.go.jp/j/pr/aff/2010/spe1_01.html
- 2) <https://www.ckd.co.jp/>

(原稿受付：2021年11月25日)

トピックス

グローバルドリームの実現をめざした 海外（北米・欧州）駐在員生活

著者紹介



あん どう じゅん じ
安藤淳二

JTEKT TORSEN EUROPE S.A.
Rue du Grand Peuplier 11, B-7110
Strepy-Bracquegnies, Belgium
E-mail : junji.ando@jtekt.eu

1999年豊田工機(株、現株)ジェイテクトに入社。
2008年東北大学大学院工学研究科機械システム
デザイン工学専攻博士後期課程修了。2013-2018
年JTEKT NORTH AMERICA 出向、2018年よりJTEKT
TORSEN EUROPE 出向。同海外現地法人取締役社
長兼テクニカルセンターダイレクター。日本ト
ライポロジー学会に所属。博士（工学）

1. はじめに

2013年7月から2018年8月まで北米アメリカミシガン州へ、その後2018年9月から欧州ベルギーの現地法人に家族帯同で赴任しており、海外生活も8年が過ぎ9年目に突出した。その間、駐在しなければ得られなかった多くの貴重な経験をさせていただいている。本稿では、駐在員の仕事のみならず生活面にも触れることで、海外駐在が身近に感じられ、これが、今後駐在される方々の一助になれば幸いである。

2. 赴任地について

まず最初の赴任地であるアメリカミシガン州は、古くから自動車産業が盛んであり、デトロイト3のみならず多くの日系メーカの海外拠点がある。当社は、自動車用のステアリングと駆動部品、各種軸受、工作機械のメーカで、世界各国に開発・製造拠点を有している。アメリカミシガン州では、デトロイトから車で30分程度のプリマスという町に拠点を有しており、筆者はここに駐在していた（写真1）。

また、ミシガンのシンボリックな場所のひとつでもあるマキノブブリッジ（Mackinac Bridge）（写真2）はミシガン北部に位置し、ミシガン湖とヒューロン湖の境界にもなっている。橋の全長は約5マイル（8km）あり、建設されたとき、それは世界で2番目に長い吊り橋（サンフランシスコのゴールデンゲートブリッジに次ぐ）であった。後述する冬季の

車両試験時には、この橋を渡り北ミシガンのテスト場まで移動する。

一方、筆者が現在赴任している欧州ベルギーの現地法人は、ベルギー南部のフランス語圏であり（首都ブリュッセルから車で30分程度）、欧州自動車メーカ向けの駆動部品を開発設計・製造している。

ベルギーといえばやはり、「世界でもっとも美しい」と称えられるグラン・プラス（Grand-Place）であろう（写真3）。これらは、ヨーロッパの商工業者の間で相互扶助を目的に結成された同業者組合（ギルド）の建物である。もうひとつは、小便小僧ことジュリアン坊やである。季節ごとに彼は衣装を変えるが、現在はマスクを着用している（写真4）。

名物ベルギーワッフルは、実は2種類あり、筆者はブリュッセル風が好みである（写真5）。



写真1 アメリカ駐在最終日にオフィス前でメンバーとともに（前列左から3人目が筆者）



写真2 冬のマキノブブリッジ（北ミシガン）

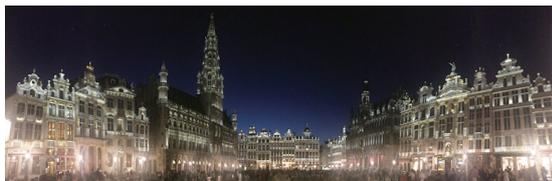


写真3 グラン-プラス (Grand-Place), ブリュッセル



写真4 小便小僧, ブリュッセル



写真5 ベルギーワッフル, 左からブリュッセル風・リエージュ風

3. 教育環境と家族旅行

3.1 子供の学校と住んでいた町

生活面では、特に教育環境は、気になるところである。アメリカ駐在時は、子供(長男・長女)が小学生であり、平日は“現地校”にて英語で授業を受け(写真6), 土曜日に“デトロイトりんご会補習授業校”で、国語を中心に算数(数学)・社会・理科などの授業に取り組んでいた。子供にとって、現地校と補習授業校の両立は大変だったが、現地採用の先生方をはじめ、筆者も参画していた理事会や運営委員会、保護者の皆さんに支えられながら、楽しく学んでいた。また、家族と住んでいたNOVIという町は、日本人が多く安全で、住みやすい環境であった(写真7)。

一方、ベルギーでは、ブリュッセルに住んでおり、EU本部も近くにあることから、欧州各地域出身の方が多く、ご近所で開催される懇親会(写真8)では、多国籍な会となっている。基本的に主の言語は、フランス語であるが、英語も話せる方が多い。

子供のベルギーでの学校は、小中学校までは、日本の文部科学省が教師を派遣している全日制の“ブラッセル日本人学校”があり、そこに通っている。

3.2 家族旅行

多くの駐在員がそうであるように筆者も長期連休には、アメリカの有名スポットの観光を堪能した(写真9)。自宅の壁にアメリカ地図を貼り、訪れた



写真6 アメリカ駐在時の子供のスクールバス(現地校)



写真7 アメリカ駐在時に住んでいたNOVIのシンボルおよび自宅



写真8 ブリュッセルの自宅前で開催されたご近所との懇親会



写真9 アメリカでの家族旅行(左:マウント・ラッシュモア国立記念碑, 右:アーチズ国立公園)

か所に印をつけた。車で何時間もかけて移動することもあるが、飛行機で現地まで飛び、その後はレンタカーで移動することが多い。一度ミシガンの自宅から、アメリカ本土最南端のキーウエストまで車で行ったこともある(北海道から九州くらいの距離)。

欧州での家族旅行記は割愛するが、コロナ禍前には、多くの欧州観光名所に行くことができ、家族の絆をより一層深めることができた。

4. 海外駐在員の仕事

駐在員の仕事は多岐にわたるが、その一部を紹介する。北米駐在時から欧州駐在時の今も開発した駆動部品の評価およびプロモーションのために、実車での寒冷地試験を毎年実施している。アメリカの場合は、前述したようにマキノブリッジを渡り北ミ



写真10 スウェーデンのコルミス試験場
(Photo Credit : Colmis Proving Ground)



写真11 筆者運転による開発品の評価



写真12 CTIシンポジウムでの当社ブースにて、中央が筆者

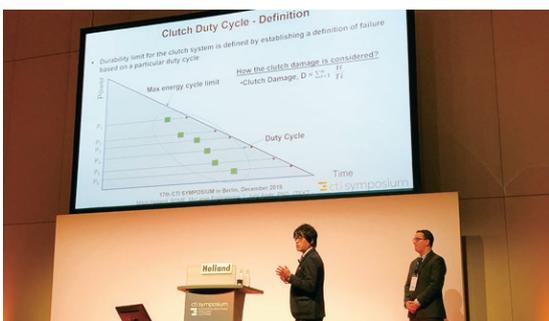


写真13 CTIシンポジウムでの論文口頭発表時の様子、Linamar / McLaren Engineering, Mr. Holland と共同発表

シガンへ、欧州の場合は、写真10に示すようにスウェーデンのコルミス試験場を利用する。毎年世界中から自動車メーカーや部品メーカーが集まり、最先端の技術開発および評価がされている（写真11）。

さらに、写真12、13は、毎年ベルリンで開催されるCTI (Car Training Institute) 主催の自動車の変速機、電動化、全輪駆動などがテーマの駆動技術系のシンポジウムの様子である。昨年はコロナ禍の影響でデジタルイベントに変更されたが、世界のトレンドや技術レベルを再確認できる絶好の機会である。

5. ジャパニーズドリームからグローバルドリーム

話をここから始めたい。20年ほど前、当社は、豊田中央研究所、日本電子工業と協業し、DLC^{※1}クラッチの大量処理を研究開発していた¹⁾。写真14は、大量処理の試作に成功した記念にと、開発者らと撮影したものである（2002年当時）。その後この技術は、2004年から当社グループ会社で量産化しており、今なお当社の駆動製品を支える基盤技術として貢献している。これは、多くの関係者（仲間）との協力の成果であり、決してひとりで成し得るものではなかった。ちなみに、2016年に光栄にもいただいた平成27年度日本フルードパワーシステム学会技術開発賞（写真15）にも、この技術を採用している²⁾。

（※1）DLC (Diamond-Like Carbon)：ダイヤモンドに近い特性を持つ非結晶（アモルファス）のカーボン（炭素）のこと。DLC膜は非常に硬く耐摩耗性に優れ、各種素材の表面改質に大きな効果があるといわれていたが、量産化が困難とされていた。



写真14 左から豊田中央研究所（中西和之氏）と筆者、日本電子工業（近藤恭二氏）、成功したDLCクラッチの大量処理結果とともに



写真15 左から筆者、日本フルードパワーシステム学会築地徹浩会長（受賞当時）、当社安藤氏、津田氏

さて、筆者は海外駐在前に社会人ドクターとして、東北大学大学院工学研究科の堀切川研究室で多くのことを学ばせていただいた。当然のことながら専門であるトライボロジーの最先端の研究はとても印象深かったが、それよりも生涯大切にしたい理念として、“ジャパニーズドリーム”という考え方がある(図1)。私は、常にこの理念を頭に入れ、これまでも、これからも仕事をしたいと思っている。

ジャパニーズドリームとは、アメリカでよくいわれる「アメリカンドリーム」とは異なり、世界を相手に競争し、追いつき追い越す目標をメンバーの多くが共有し、それを実現していくことである。たくさんの方が参加し共有できる夢、ジャパニーズドリームとは、アメリカンドリームのような“ひとりの成功者が切り開く夢”とは違い、“仲間と一緒に成功する夢”である。夢を最初に描くのは個人かもしれない。そしてひとり、ないし少人数でスタートした夢でも、途中で人の手を借りなければならないことがあるだろう。そうした協力者をどんどん仲間に取り込み、終わってみればかなりたくさんの人の夢が実現している³⁾。また、一度うまくいくと、その組織や関係した人は、また夢を共有してくれて、いわゆる技術の好景気状態となる。こうした夢こそが、ジャパニーズドリームであり、めざしたいところである。幸いにも筆者は、これまで多くの社内外の仲間と夢を共有することができ、その仲間は、私の一生の宝となっている(写真16)。

現在、筆者らは、夢の実現に向けて、新たな技術挑戦をしている(写真17)。欧州・北米・日本と連携をとり、夢の実現に向け日々切磋琢磨している。国が違えば考え方もアプローチのしかたもさまざまである。そのような多様性の中から、革新的な技術は生まれる。また、これらプロセスを経て得られる充実感や達成感、国をまたいで仕事をする上できわめて重要となる。まさに“グローバルドリーム”である。

これからも、多国籍なメンバーとグローバルドリームの実現にむけて、日々、楽しみながら奮闘していく。本稿が、グローバルドリームをめざすきっかけとなり、読者の役に立つことを願う。



写真16 ベルギー現地法人のメンバーとともに、前列(座位)右から4人目が筆者

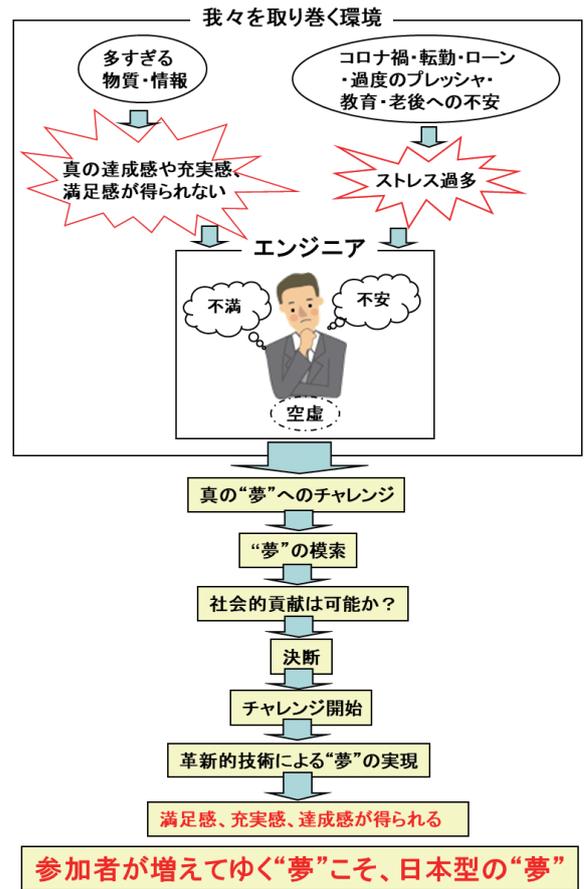


図1 堀切川教授が提唱する“ジャパニーズドリーム”の理念³⁾



写真17 新たな夢の実現に向けて、左から2人目が筆者

参考文献

- 1) Ando, J., Saito, T., Sakai, N., Sakai, T., Fukami, H., Nakanishi, K., Mori, H., Tachikawa, H., Ohmori, T. : Development of compact, high capacity AWD coupling with DLC-Si coated electromagnetic clutch, SAE Paper, 2006-01-0820 (2006) .
- 2) Ando, J., Ando, H., Tsuda, T., Suzuki, K., Niikawa, Y. : Development of Gen3 electronically-controlled AWD coupling with new high performance electromagnetic clutch, SAE Paper, 2014-01-1716, (2014).
- 3) 堀切川一男：プロジェクト摩擦，講談社，(2002)。

(原稿受付：2021年9月23日)

What do you think of Japan? (Youは日本をどう思う?)

第19回 留学生の日本での生活



著者紹介

チャン ティ レー
TRAN THI LE

豊橋技術科学大学
〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1
豊橋技術科学大学D2研究実験棟D2-202
E-mail : Tran.thi.le.fc@tut.jp

2014年来日、2016年広島YMCA国際専門学校言語コミュニケーション学科を卒業、2017年豊橋技術科学大学に入学、現在機械工学課程省エネルギー研究室4年生。

1. はじめに

自己紹介：

私はベトナムのハイズオンという町の生まれ育ちである。高等学校を卒業したのち、ホーチミン市にある日本語学校に半年通い、簡単な日本語を学んだ。その後、広島にあるYMCAという日本語学校に入学し、日本語を勉強しながら、日本の大学受験するための受験勉強をしていた。アニメは好きで、最初は来日した直後の日本語を勉強する目的で始めたが、複雑な内容やおもしろい人物につられ、好きになり、今も見ている。

来日の理由：

子供のころから日本の物づくりに憧れを持っている。日本製の製品は安全で、安心、そして品質良く丈夫に使えるという印象を持っている。ほかには、日本人が働く民族や時間厳守、節約などのすばらしい性格をよくテレビや本に紹介されている。それから、本やテレビなどではなく、日本に行き、生で体験したかったため、日本に留学することを決意した。

現在の所属機関と研究内容：

現在、豊橋技術科学大学 機械工学課程 省エネルギー研究室に属し、学部4年生として研究している。自分水を作動流体として利用する水圧システムの耐久性とシールの特性の影響について調べている。

機械工学を選んだ理由：

高校の時、先生からピストンの動く原理を教えて

いただいた。上下運動から回転運動に変え、車やさまざまな機械の原動機になり、自分に強い印象が残った。そこで、初めて機械のおもしろさを知った。そして、高校3年生の時、留学するチャンスがあった。子供のころから憧れている日本の物づくり、機械分野の興味がきっかけで、機械工学を選んだ。

2. 日本の印象

2.1 日本の第一印象

来日して、日本の第一印象に残っていたのは日本ではどこでもきれいということだ。道を歩く時も、めったにゴミなどを見たことがないということ。ゴミ箱が置いてないのに、ゴミが散らかっていない。不思議だと思って当時通っていた日本語学校の先生に聞くと、皆ゴミを持ち帰るようにしていると答えをもらった。そのために、日本がきれいだねと思って、日本人のすばらしい所を始めて確かめた。

2.2 日本についての違和感

日本に来て、日本人からよそよそしい感じを感じられた。日本人のどこかが悪いや冷たいという意味ではなく、日本人の「すみません」や「ごめんなさい」の言葉からそういう感じがした。確かに他人に迷惑をかけたようなことをしたら、「すみません」をいうべきであるのがわかっている。しかし、例をあげると、エレベーターのドアを待ってくれた人に対して、日本人は「すみません」をいう場合が多い。待ってくれた人は決して迷惑だと思いつつ、待ってくれたのではないはずだ。その場合なら、迷惑をかけた気持ちですみませんというより、感謝の気持ちでありがたいの言葉が私では暖かい感じがする。そして、困っている人にちょっとした助けをするとき、すみませんと言われると距離を置かれるように感じてしまう。

2.3 日本人のすばらしさ

日本の製品は品質良く、安心して利用できると世界

から評価されている。それは日本の技術が発展しているからだと思っていた。しかし、日本に留学して、日本の技術ではなく、日本人だからこそ、品質良く、素晴らしい製品が作れることに気づいた。勿論日本の技術の発展は否定できないが、日本人は約束や規則など決められたことを厳守しているからこそ、高い品質の製品が作れる。工場見学に行ったとき、「不良品ゼロ」や「安全第一」、「整理整頓」などをよく見かけた。それだけではなく、つねに他人のことを考え、迷惑をかけないように行動する日本人も素晴らしい。

2.4 日本の一番好きな所

日本で、一番好きなのは日本のオモテナシである。お店に入ったら、「いらっしゃいませ」の言葉が聞こえる。そして笑顔で、丁寧に案内してくれる。お茶の提供、メニューの案内、冬には温かいおしぼり、上着を預かることなどなどサービス満点といえる。原則や店のルールに反しない限り、さまざまな要望を聞いてくれる。料理の味調節、パーティーの依頼など文句なしに客を満足させる。本当に自分が神みたいに感じる。

3. 日本での生活と私

3.1 日本での生活

発展途上国のベトナムと比べ、日本は発展している国で、ライフラインについていろいろ揃っていて、車を持っていなくても、電車やバスで行きたい所に行ける。買い物もあちこちにコンビニがある。そして、安全で、泥棒やひったくりなどもなく、便利で治安もよく、住みやすい国であるが、ずっと日本に住みたい気持ちになれなかった。

日本に留学した時は、便利な所がたくさんあります。素晴らしい国だと思っていた。しかしだんだん日本のことを知り、日本人の考え方を理解していくと、日本に住みたくなくなる。なぜなら、日本人は働きすぎである。まるで、日本人の人生は仕事しかないような感じをしている。毎日満員電車に乗り、会社に行く。そして、朝から晩まで仕事するのは日本人にとって普通だ。ベトナムでは、昼間は仕事で、夜は家族と一緒に過ごしたり、友達と一緒にカフェなどに行ったりして、楽しんでいる。そのため、初めの頃は日本の仕事生活は考えられなかった。

3.2 大学生生活

日本語学校の時、豊橋技術科学大学を卒業したベトナムの先輩から話を聞かせてもらった。先輩は、勉強はもちろん、スポーツや音楽の部活も参加し、楽しい日々を送っていた。自分も大学に入ったら、先輩と同じように楽しくやりたいと思い、先輩と同

じく豊橋技術科学大学に入学した。

入学してから、いろいろ自分なりに楽しいことができた。日本人の友達、留学生の友達もできた。そして、大学のイベントでホームステイも何回か参加し、日本の文化を深めながら、いい思い出がたくさん作れた。今は研究室に入り、研究を中心にやっている。わからないことだらけの私に先生や先輩からいろいろ優しく教えていただいている。そのため研究も頑張っている。

3.3 困っていること

日本での生活はいろいろ便利であるが、唯一困っていることはゴミを出すことである。日本では決まった日にしかゴミを出せないの、困っている。特に、夏では、週2回しかゴミを出せないため、ゴミが貯めて匂いがする。燃えるゴミやペットボトルはともかく、生ゴミは虫もできてしまうことがある。夏期間で、部屋に匂いや衛生について気になる。いつもゴミ出せるためのごみ置き場が設けてほしい。

3.4 変わった私

来日してから7年経ち、自分もいろいろ日本に慣れてきて、変わってきた。時間厳守や整理整頓、ハウレンソウの言葉など勉強になった。それから、ありがとうやごめんなさいをよく言うようになった。別に悪いことではなかったが、ベトナムに住んでいる家族や友達と話している時、“よそ者みたい”や“よそよそしい”などとよく言われた。確かにベトナムにいた時、めったに言わなかった。家族や友達を助けたり、ちょっとした迷惑かけたりするのは普通のことであった。それも異文化を感じられる。

4. 日本人の方へ

仕事をまじめに働くのは悪くはないが、人生は仕事だけではない。家族と一緒に過ごす時間や自分の趣味の時間を作って楽しんでください（写真1）。



写真1 ベトナム旧正月のパーティー

（原稿受付：2021年10月27日）

研究室紹介

東京工業大学工学院 高山研究室

著者紹介



たか やま とし お
高山 俊 男

東京工業大学工学院
〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1 (I3-13)
E-mail : takayama.t.aa@m.titech.ac.jp

2004年東京工業大学機械宇宙システム専攻博士課程修了。同大学メカノマイクロ工学専攻助手、准教授、2017年大阪大学大学院准教授、2019年東京工業大学工学院准教授。メカトロニクスの研究に従事。日本フルードパワーシステム学会、日本機械学会等の会員。博士（工学）。

1. 研究室の概要と研究内容

このたびは、この研究室紹介をする機会をいただききましたこと感謝いたします。もともとこのお話は、昨年にいただいていたのですが、ここ数年、目まぐるしく所属が変わり新しく研究室を立ち上げている最中であったため、学生からの研究紹介が難しく、今年に変更させていただきました。本研究室の特徴はとにかく自分達で物を作って最終的にそれを動作させるということにあり、これまで移動ロボットやロボットハンドなどのいわゆる硬い機械を自分達で設計開発していますが、今回はフルードパワーシステム学会ということで、おもに流体を使った研究について紹介させていただきたいと思います。

流体を最初に使ったのは、変わった把持装置を作ってみようと、図1のような筒状の袋を膨らませ、袋の先端を内側に引き込み、その中に把持対象物を閉じこめるソフトグリッパを開発した時かと思われる¹⁾。なぜこのような装置を思いついたかというところ、そのころ東京工業大学と東京医科歯科大学で医工連系が始まり研究会に参加し、そこで当時急激に普及し始めていた腹腔鏡下手術での苦労話を医師より聞いたことにあります。腹腔鏡下手術では従来の開腹手術と違い、腹壁にあけた小さな穴から、棒状の器具を腹腔内に入れて手術を行うため、棒の先端に小さなグリッパがついたような器具だけしか使えないという制約があります。そこで腹腔内部で袋を膨らませて大きな把持装置として利用できないかと考えたわけです。

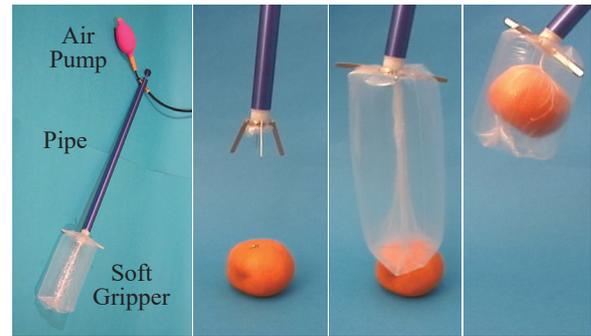


図1 Inflation Gripper

また、腹壁の小さな穴から入れた部品を腹腔内で組み立てて大きな器具にする腹腔内組み立て式器具という方法も提案し、従来の開腹手術で用いられていたタバコ縫合器と呼ばれる器具を、腹腔鏡下手術で利用できるようにもしました²⁾。さらにこの概念を発展させ、腹腔内組立式ロボットハンドの開発も行いましたが、この時に問題となったのが、動力伝達手段でした。小さな穴から動力を伝達させるのに、ワイヤやギヤなどの機械的な手段では摩擦の影響が大きく、また組み立て時に動力の接続がむずかしいという問題がありました。そこで図2のように、関節をシリンダクランク機構とし、体外の駆動用シリンダと細いビニルチューブで接続し、生理食塩水で動力伝達するようにしました。この時、複数の指関節をひとつの圧力源につなぐことで、すべての指先力が均一となる流体を使ったディファレンシャル機構も採用しました³⁾。さらに、ロボットハンドの指先に吸盤を取り付け、真空で引くことで内蔵を把持する吸盤ハンドなども開発しました⁴⁾。

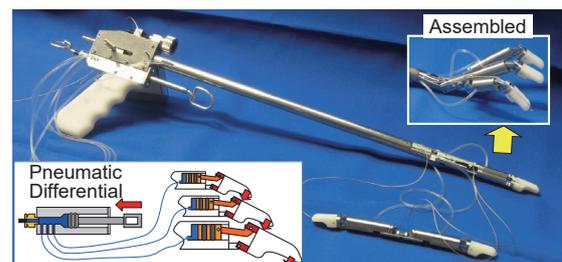


図2 Assemblable Hand for Laparoscopic Surgery

また腹腔鏡下手術用器具だけではなく、大腸検査などで用いる軟性内視鏡の推進装置として、図3のように膨張可能なチューブを複数本束ねたり編んだりして、順に加減圧することで周期的な動作を生み出して移動する装置“Bundled Tube Device”も提案しています⁵⁾⁶⁾。ソフトロボットはゴム状の材質を伸縮させることから、耐久性に問題がありますが、提案する装置はチューブを束ねるだけなので、安価で使い捨て可能となることが期待できます。



図3 Twisted Bundled Tube In-Pipe Locomotive Device

さて、冒頭でも述べさせていただきましたようにここ数年目まぐるしく所属が変わっておりました。というのも医療関係の分野で見かけた、マイクロ流体デバイスという物に興味をもち、大阪大学へ勉強をしに行っていたためです。従来の薬品開発や細胞培養の実験はセンチメートルサイズの培養装置上で行われていましたが、薬品の種類や培養条件の組み合わせが増えると膨大な空間と、材料が必要となります。マイクロ流体デバイスでは顕微鏡に置くプレパレート上にマイクロメートルサイズの小さな流路を作り、内部にさまざまな環境をすることで、少ない空間と材料でむだなく実験をすることができます。この流路は非常に小さいため流れが層流となり、渦ができにくく攪拌がむずかしいという特徴があります。大阪大学ではここにいかに渦を発生させるかという研究に関わり、図4のような形状の流路に発生する渦の解析などを行いました⁷⁾。

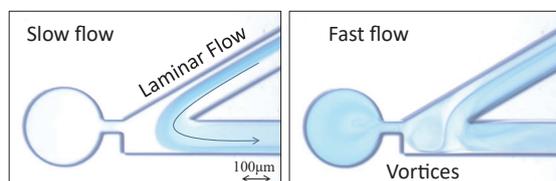


図4 Flow patterns of Virtual Vortex Gear

大阪から東京に戻ってきてから新たに研究室を立ち上げ、こうした研究を継続して行っています。現在進行形でどのような研究を行っているかは学生達から紹介してもらう方が良いと思われるので、流体を利用した研究をしている数名に紹介してもらいたいと思います。

2. 所属学生による研究紹介

2.1 塩見 大佑 (修士1年)

私は、作ったものが実際に動くような研究がしたい、そして少人数で仲良く研究がしたいというふたつの観点からこの研究室を選びました。実際に入ってみて、みんな仲が良く、また物を作る環境が整った、思ったとおりの研究室でした。

研究について先生から指示をされることが少なく、全員が自分自身で研究の進め方を考えながら、研究をしています。ですが、先生は学生の研究の進捗をいつも気にかけてくださり、自分が困っているときには話しかけてくれて、的確なアドバイスをくれます。また、成果が出た時には、自分のことのように一緒になって喜んでくれます。また、個人個人で異なった幅広い分野の研究を行っているので、ゼミでの進捗報告など自分の研究分野以外のことを学ぶ機会が多くあります。このような、とても有意義な環境で研究をさせてもらっています。

私が担当しているのはらせん捻転推進装置の大腸内視鏡への応用です(図5)。今までの対象であるパイプと異なり、柔軟で、内側に凹凸を持つ大腸内部で移動可能かを研究しています。具体的には、大腸壁に強く張り付き、柔軟な大腸内部でも移動するために、大腸の径の大きさ、かつきついピッチのらせんに変形する設計、内部の凹凸に引っかからず移動のために、先端が細く末端が太くなり先端を浮かせるような形状に変形させる設計を、装置を作成する際の軸に巻き付けるチューブのらせんのピッチと、実験する際に加える空気圧の大きさを変えることで行っています。そして、設計した装置を実際に作成し、大腸モデル内で動かすことで、大腸内部の凹凸を超えることができるか、曲がりくねったモデル内でも移動することができるかを検証しています。



図5 Bundled tube device for the large intestine

2.2 渥美 拓人 (修士1年)

研究室に入った理由は、医療やライフサイエンスに工学を応用する研究をしたかったためです。もともと生体医工学に関心があり、修士課程で研究室を志望するに際し、装置の機構やハード面を改良・開

発することで医療に役立つ研究を多く行う高山研究室を知り、魅力を感じたため志望しました。研究室の風土として、学生は好きなタイミングで研究室にやってきて柔軟に時間を使う自由があります。学生同士や先生とのコミュニケーションも豊かで情報交換や相談が活発に行われています。学生と同じ目線でフランクに接してもらえるため相談しやすく非常に頼りになります。また突飛であったりむりがあつたりするアイデアもとりあえずやってみようとおもしろがってくれるため学生は安心していろんなことに挑戦できます。

現在の私の研究テーマは、マイクロ流体デバイス内における流路の振動による粒子の位置制御です。流路に沿って設置した小さなチャンバーを空気圧で駆動させ、流路に振動を与えることで流れを生みだし、流路を流れる粒子の位置を制御できるようにするというデバイスの開発を行っています(図6)。流れを生み出すという機構は従来の研究にもありましたが、いずれも構造が複雑で作成の難易度が高いため、私の研究はより構造がシンプルでデバイスが簡便に作れるという新規性があります。本研究のデバイスが実現すれば、細胞などを実験対象とし狙った位置に細胞を配置して薬品などと反応させたり、往復運動をさせて疲労試験を行うなど薬学や生理学の研究の幅を広げることが可能になります。

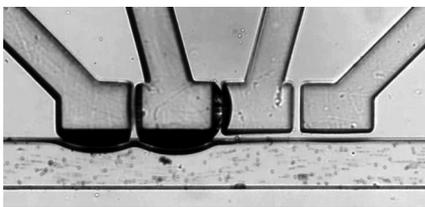


図6 Pneumatic driven wave generator for a microchannel

2.3 山本 大地 (学部4年)

私は大学の講義をきっかけに、マイクロ流体デバイスの研究に興味を持つようになりました。そのため、マイクロチップ上での細胞培養の研究を行っている高山研究室で、ぜひ、その研究に携わりたいと思い、所属を希望しました。高山先生は、研究において何かにつまずいてしまった時に、親身になって相談に乗ってくださる先生です。相談の際も、ただ問題の解決策を教えてくださいではなく、学生自ら考え、解決策を導けるように指導して下さいます。また、研究室の雰囲気は非常にアットホームです。先生や先輩方と気軽に研究の相談や議論が行いやすい環境です。

高山研究室において、私が担当している研究テ

マは、マイクロチップ上における細胞培養装置の大型化です。この細胞培養装置は、チャンバーと呼ばれる攪拌部屋のシリコン壁を、外部からの空気圧で振動的に変形させることで、チャンバー内に渦巻流を生み出し、マイクロチップ上のメイン流路を流れる細胞をトラップ・攪拌できるというものです(図7)。しかし、これまでの装置の寸法は、細胞ひとつ程度が通過できるネックサイズであるため、凝集した細胞群など、大きなものは通過できません。大きなサイズの対象が通過できるように、ネックの太さやチャンバーを大きくすると、チャンバー内への吸い込み量がたりなくなったり、攪拌速度が小さくなってしまい、対象の攪拌がうまくいきません。それを解決するため、ネックやチャンバーの形状や寸法を変えて実験データを取り、攪拌速度や吸い込み量を観察・測定し、細胞のトラップ・攪拌がうまくいく寸法や形状を探る研究を行っています。

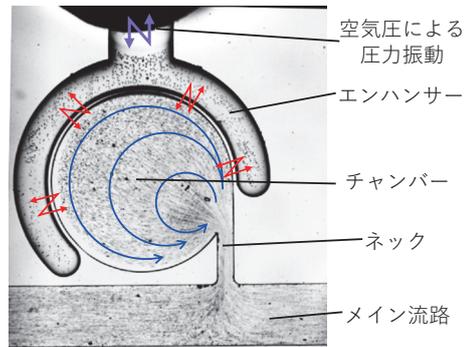


図7 On-chip Micro Mixer

3. 終わりに

研究室の再立ち上げと同じくして新型コロナウイルス騒動が起きてしまい、大学への入構規制などもあって装置の立ち上げなど苦戦いたしましたが、ようやく実験環境が整ってまいりました。マイクロ流体デバイス分野にも手を広げたことでますます流体の力(フルードパワー)のお世話にはなると思いますので、今後ともお見知りおき願えればと思います。

<http://www.takayamalab.mech.e.titech.ac.jp/>

参考文献

- 1) 高山俊男, 小俣透: 多様物体を把持する展開ソフトグリッパ, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'05, 1P2-S-010 (2005)
- 2) 高山俊男, 小俣透, 田中直文, 小嶋一幸: 腹腔内組立式タバコ縫合器の開発, 日本コンピュータ外科学会会誌, Vol. 10, No. 2, pp. 131-138 (2008)
- 3) 宮本寛之, 高山俊男, 小俣透, 小嶋一幸, 高瀬浩造, 田中直文, “水圧駆動腹腔内組立式ハンドの開発(水圧駆動の利点検証)”, 日本フルードパワー学会論文集,

Vol. 42, No. 6 pp. 101-107 (2011)

- 4) 宮本寛之, 高山俊男, 小俣透, 大泉弘幸: 胸腔鏡下手術のための変形式肺ポジションの開発—吸着力向上とディスポーザブル化のための設計製作, 日本フルードパワーシステム学会誌, Vol. 45, No. 4, pp.51-57 (2014)
- 5) Toshio, T., Hirozumi, T., Tomoyuki, H., Toru, O.: A Twisted Bundled Tube Locomotive Device Proposed for In-Pipe Mobile Robot, IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, Vol. 20, Issue 6, pp. 2915-2923 (2015)
- 6) Hirozumi, T., Toshio, T.: Development of a steerable in-pipe locomotive device with six braided tubes, ROBOMECH Journal, 5, 1 : 31 (2018)
- 7) Chia-Hung, D., T., Toshio, T., Yuta, S., Takayuki, A., Makoto, K.: Virtual vortex gear: Unique flow patterns driven by microfluidic inertia leading to pinpoint injection, Biomicrofluidics, Vol. 12, No. 3, 034114 (2018)

(原稿受付: 2021年10月25日)

会 告

共催・協賛行事のお知らせ

後援・協賛行事

日本機械学会関西支部 第378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: 2022年1月26日(水) ~ 1月27日(木)

会 場: オンライン開催

U R L: <https://jsmekansai.org/Seminar/kou378.html>

日本機械学会 IIP2022 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: 2022年3月7日(月) ~ 3月8日(火)

会 場: オンライン開催

U R L: <https://www.jsme.or.jp/event/22-5/>

日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会2022 in Sapporo (ROBOMECH2022 in Sapporo)

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: 2022年6月1日(水) ~ 6月4日(土)

会 場: SORA 札幌コンベンションセンター (北海道札幌市白石区東札幌6条1丁目1-1)

U R L: <https://robomech.org/2022/>

新型コロナウイルスの影響で協賛行事の開催予定が変更になっている場合があります。
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

日本フルードパワーシステム学会・日本機械学会 共催 2022年春季フルードパワーシステム講演会 開催日: 2022年5月26日(木) ~ 27日(金)

2022年春季フルードパワーシステム講演会は2022年5月26日(木) ~ 27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、特別講演・オーガナイズドセッション・製品技術紹介セッショ

ンや技術懇談会など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

〈理事会・委員会日程〉

10月25日	論文集委員会
11月18日	理事会
11月29日	企画委員会
12月 2日	編集委員会

〈理事会報告〉

2021年度第3回理事会

11月18日 15:00～17:00

Web開催（参加者22名）

- (1) 国際シンポジウム函館2020開催報告
- (2) 国際シンポジウム広島2024実行委員会について
- (3) IFPEX2021カレッジ研究発表コーナー出展報告
- (4) 2021年春季講演会 最優秀講演賞
- (5) 2021年度学会賞、フェロー推薦受付状況
- (6) 会員の推移
- (7) 次期会長・役員選挙実施手順
- (8) 規程類の改訂
- (9) 各委員会からの報告
- (10) その他

〈委員会報告〉

2021年度第4回論文集委員会

10月25日 13:00～15:00

Web開催（参加者9名）

会
告

2022年春季フルードパワーシステム講演会 併設セミナー
「進化を続ける空気圧機器」
 開催日：2022年5月26日(木)

2022年春季フルードパワーシステム講演会併設セミナーを、2022年5月26日(木)に機械振興会館（東京都港区）で開催いたします。

社会環境やものづくりの環境が時代とともに変化中、自動化装置への要求も刻々と変化し、それに応えるため、空気圧機器も着々と進化しています。本併設セミナーでは、空気圧機器のデジタル化、無線化、省エネ化、小型軽量化など技術動向を代表する最近の製品と技術に対して、開発現場で活躍されて

- (1) 英文誌の刷新、要項ならびに関連事項等について
- (2) その他

2021年度第2回企画委員会

11月29日 15:00～17:30

Web開催（参加者18名）

- (1) 2021年度オータムセミナー開催報告
- (2) 2021年度ウィンターセミナー準備状況
- (3) 2022年春季講演会併設セミナーについて
- (4) 2022年秋季フルードパワーシステム講演会
- (5) フェローの推薦について
- (6) 最優秀講演賞内規について
- (7) その他

2021年度第4回編集委員会

12月2日 10:00～11:30

Web開催（参加者18名）

- (1) 会誌特集号の現状と企画
 - 1) Vol.53 No.1 「IFPEX2021」
 - 2) Vol.53 No.2 「JFPS国際シンポジウム函館2020」
 - 3) Vol.53 No.3 「進化を続ける空気圧機器」
 - 4) Vol.53 No.4 「フルードパワーと音（響）」
 - 5) Vol.53 No.5 「カーボンニュートラルにおけるフルードパワーの役割（案）」
 - 6) Vol.53 No.5 「社会を支える分離技術（案）」
- (2) その他
 - 1) 会議報告
 - 2) 書籍紹介
 - 3) 53巻表紙カラー
 - 4) 今後の特集について

いる技術者にその開発背景、進化内容および使用用途をご紹介します。

詳細は学会ホームページに随時掲載いたします。

なお、日本フルードパワーシステム学会誌53巻3号（2022年5月号）が当日のセミナー資料となりますので、各自ご持参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

日本フルードパワーシステム学会
2021年度受賞候補者募集のお知らせ

当学会は、我が国の油圧・空気圧・水圧工学の振興と発展の奨励を目的として毎年優れた研究・技術を表彰しております。本年も当学会の「表彰規程」にもとづき、日本フルードパワーシステム学会2021年度受賞候補者を募集いたします。

つきましては、独創的な研究、画期的な新技術、累積効果抜群な研究者、技術者などについて、適格な受賞候補者をご推薦ください。

募集要項など詳しくは学会ホームページをご覧ください。

日本フルードパワーシステム学会
2021年度フェロー認定者推薦のお願い

日本フルードパワーシステム学会フェローは、フルードパワー技術の進展に貢献した正会員、本学会の諸活動に貢献した正会員に贈られる名誉ある称号です。認定された本人には本学会より認定証を交付します。

本年も当学会の「フェローに関する規程」にもとづき、日本フルードパワーシステム学会フェロー認定者の推薦をお願いいたします。

推薦の方法など詳しくは学会ホームページをご覧ください。

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)	857	10	105	127
差引き増減	±0	±0	+2	+1

正会員の内訳 名誉員16名・シニア員62名・ジュニア員101名・その他正会員678名

〈新入会員〉

正会員

奥平 宏行 (SMC株式会社)

学生会員

滑川 裕生 (横浜国立大学)

杉山 貴則 (東京工業大学)

賛助会員

ピー・エス・シー株式会社

日本フルードパワーシステム学会論文集52巻 (2021) 抄録

マグナス力がおよぼす油圧L字型配管内ボール挙動への影響
Effect of Magnus Force on Ball Behavior in Hydraulic L Shaped Pipe

梶原 伸治, 大森 勇輝

Shinji KAJIWARA, Yuki OMORI

2021年52巻1号 p. 1-7 [DOI](https://doi.org/10.5739/jfps.52.1) https://doi.org/10.5739/jfps.52.1

This paper presents a control method of a check ball in hydraulic L-shaped pipe by Magnus force. The spring-driven ball-type check valve is one of the most important components of hydraulic systems; it controls the position of the ball and prevents backward flow. In this paper, the relationship between the position of the inlet pipe and the ball levitation time is evaluated using CAE. The check ball is arranged as a check valve in the L shape piping of the hydraulic cylinder. By moving the position of the inflow pipe from the center of the housing, a strong swirling flow is generated in the entire housing to give rotational motion to the check ball. Magnus force was exerted by this rotation and it was found that the levitation time was advanced. The check ball is supported by a spring to ensure the check operation. However, the spring must be eliminated due to various problems. This causes the check ball to rotate and translate. In the experiment, it is difficult to confirm the behavior of the check ball and the detailed flow around it. The purpose of this study is to clarify the effect of the Magnus force acting on the rotation of the check ball by using CAE tool. It was found that there is a difference in the time to check depending on the rotation direction and rotation speed of the check ball.

ポペット弁型圧力制御弁の内部流れ解析とヒステリシスの再現
Internal Flow and Hysteresis Characteristic of the Poppet Type Pressure Control Valve

増田 精鋭, 清水 文雄, 淵脇 正樹, 田中 和博

Seiei MASUDA, Fumio SHIMIZU, Masaki FUCHIWAKI, Kazuhiro TANAKA

2021年52巻1号 p. 8-15 [DOI](https://doi.org/10.5739/jfps.52.8) https://doi.org/10.5739/jfps.52.8

Poppet valves are often used as a pressure / flow rate control valve for a hydraulic system. Much research has been conducted on the characteristics of poppet valves. Hysteresis characteristics have emerged in pressure-flow characteristic experiments of poppet valves designed and prototyped by the author. In order to clarify the mechanism of this hysteresis characteristic, we first confirmed the reproduction of hysteresis and confirmed the validity of the research policy. Specifically, we investigated the internal flow by CFD analysis and examined the reproduction of hysteresis characteristics by CFD. The CFD software used is Simerics MP+, which allows CFD analysis to be combined with the valve's equation of motion. First, the precision of CFD analysis was verified by confirming that the experimental values of in the reference and calculated values were in good agreement. Furthermore, CFD steady flow analysis of the internal flow was performed, and the validity of the calculation results such as the flow patterns, flow coefficient, and flow force was examined. As a result, it was clarified that there is a flow pattern that can be roughly divided into two types of internal flow with different flow rates. Then, by changing the flow rate in a time-dependent manner using CFD, we were able to reproduce the hysteresis characteristics that are in good agreement with the experimental results.

流体抵抗と慣性を同時に満たす集中定数系モデルの導出と
基本的流路形状における検証

Derivation of a lumped parameter system model of a flow passage
simultaneously modeling resistance and inertia and verification in
basic flow passages

肥後 寛, 清水 文雄, 田中 和博

Hiroshi HIGO, Fumio SHIMIZU, Kazuhiro TANAKA

2021年52巻1号 p. 16-24  <https://doi.org/10.5739/jfps.52.16>

A laminar flow resistance in a pipe is usually used as a representative model of flow resistance because it is convenient to use and often gives reasonable resistance value in a small size pipe under steady state condition. However, the laminar flow resistance model in a pipe is not applicable in an oil flow passage of a real circuit because a flow passage has complex shape in a real circuit. Furthermore, the mathematical model of fluid column in a pipe made in inviscid flow condition is often used as an inertial model in considering dynamic condition. In the real condition of operating oil-hydraulic circuit, the above mentioned two effects, a complex shape of flow passage and flow dynamic characteristics, appears in viscous flow condition. A new model or modeling method to include and solve these effects reasonably becomes necessary. A new modeling method using CFD is introduced in this paper.

会 告

英文論文誌のデザイン一新のお知らせ

一般社団法人 日本フルードパワーシステム学会では、現在、英文論文誌「JFPS International Journal of Fluid Power System」ならびに和文論文誌「日本フルードパワーシステム学会論文集」を発行しております。このたび、英文論文誌について、組版化と合わせてデザインをリニューアルすることと致しました（2022 Volume 15 Issue 1 掲載分より予定）。今後は、新テンプレートをご利用下さい。

移行期間中、現行のテンプレートで投稿され、採択された論文につきましては、掲載時に新デザインとなります。

また、Submission RulesやWriting Guidelinesの一部も改定されました。詳細はホームページ（http://www.jfps.jp/eng/e02_01.html）をご参照下さい。

本学会論文誌への積極的なご投稿をお待ちしています。引き続き、よろしくお願い致します。

一般社団法人 日本フルードパワーシステム学会
論文集委員会

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)HI	コスモ石油ルブリカンツ(株)	中西商事(株)
アイシン・エイ・ダブリュ(株)	(株)小松製作所開発本部	長野計器(株)
(株)明石合銅	(株)小松製作所試験センタ	中村工機(株)(株)
アズビル(株)藤沢テクノセンター	(株)小松製作所油機開発センタ	ナブテスコ(株)
アズビルTACO(株)	(株)阪上製作所	(株)南武
(株)アドヴィックス	(株)鷺宮製作所	日新濾器工業(株)
アネスト岩田(株)	佐藤金属(株)	日本アキュムレータ(株)
イトン(株)	産経新聞 東京本社	日本機材(株)
出光興産(株)	三輪精機(株)	日本クエーカー・ケミカル(株)
イナバゴム(株)	三和テック(株)	日本工業出版(株)
イハラサイエンス(株)	(株)ジェイテクト奈良	日本精器(株)
(株)インターナショナル・	(株)ジェイテクト刈谷	日本製鉄(株)交通産機品カンパニー
サーボ・データ	CKD(株)	日本電産トーンソク(株)
(株)ウェーブフロント	(株)島津製作所	(一社)日本フルードパワー工業会
(株)打江精機	勝美印刷(株)	日本ムーク(株)
エコ技術研究所(合)	ジヤトコ(株)	(株)野村商店
SMC(株)	住友建機(株)	(株)ハイダック
SMC中国有限公司	住友重機械建機クレーン(株)	ピー・エス・シー(株)
(株)NF1	住友重機械工業(株)	日立建機(株)
ENEOS(株) 潤滑油カンパニー	制御機材(株)	(株)日立建機ティエラ
(株)荏原製作所	第一電気(株)	(株)日立製作所
(株)大阪ジャッキ製作所	ダイキン工業(株)	廣瀬バルブ工業(株)
大瀧ジャッキ(株)	ダイキン・ザウアーダンフォォス(株)	フエスト(株)
オカダイングダストリ(株)	大生工業(株)	(株)フクダ
鹿島通商(株)	(株)TAIYO	(株)不二越
(株)桂精機製作所	タイヨーインタナショナル(株)	二見屋工業(株)
神威産業(株)	ダイワ(株)	ボッシュ・レックスロス(株)
川崎重工業(株)精密機械・	(株)タカコ	昌富工業(株)
ロボットカンパニー	(株)タダノ	マサモト(株)
川崎油工(株)	(株)都筑製作所	(株)増田製作所
川重商事(株)	TMCシステム(株)	マックス(株)
(株)神崎高級工機製作所	東京計器(株)	松巴鉄工(株)
キャタピラー・ジャパン(合)	東京計器パワーシステム(株)	三國機械工業(株)
協和シール工業(株)	東京メータ(株)	三菱電線工業(株)
旭東ダイカスト(株)	東北特殊鋼(株)	ヤマシンフィルタ(株)
(株)クボタ	東明工業(株)	ヤマハモーター・ハイドロリック
KYB(株)	東レエンジニアリング(株)	システム(株)
KYBエンジニアリング	同和発條(株)	(株)山本金属製作所
アンドサービス(株)	特許機器(株)	油研工業(株)
KYB-YS(株)	特許庁	(株)ユーテック
(株)工苑	TOHTO(株)	理研精機(株)
甲南電機(株)	豊興工業(株)	リバーフィールド(株)
(株)古河製作所	(株)豊田自動織機	(株)レンタルのニッケン
(株)コガネイ	長津工業(株)	

編集室

次号予告

—特集「JFPSフルードパワー国際シンポジウム函館2020」—

【巻頭言】第11回JFPSフルードパワー国際シンポジウムの実施報告	田中 豊
【解説】	
JFPS2020函館会場について	風間 俊治
JFPS2020函館会議の運営について	川上 幸男
JFPS2020函館会議のプログラムについて	伊藤 和寿
第11回JFPS国際シンポジウムでの招待講演	竹村研治郎
JFPS2020函館における講演論文の管理について	吉田 和弘
JFPS2020函館における油圧分野の研究動向	佐藤 恭一
JFPS2020函館における空気圧分野の研究動向	高岩 昌弘
JFPS2020函館における機能性流体分野の研究動向	中野 政身
JFPS2020函館における水圧分野の研究動向	中尾 陽一
国際シンポジウム2020函館展示分科会活動報告	吉満 俊拓
表彰について	塚越 秀行
JFPS2020函館 GFPS Best Paper Awardを受賞して	坂間 清子
【会議報告】	
日本機械学会2021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】	
学生さんへ、先輩が語る	溝上 太裕
笑顔で活躍—お仕事フルードパワー便—技術者として働くという選択—	瀬戸口章絵
【企画行事】	
2022企画行事紹介	小林 亘

2021年度「フルードパワーシステム」編集委員

委員長 柳 田 秀 記 (豊橋技術科学大学)	委 員 妹 尾 満 (SMC株)
副委員長 山 田 宏 尚 (岐阜大学)	谷 口 浩 成 (大阪工業大学)
委 員 飯 尾 昭 一郎 (信州大学)	寺 澤 達 士 (油研工業株)
飯 田 武 郎 (株小松製作所)	中 野 政 身 (東北大学)
伊 藤 雅 則 (東京海洋大学)	中 山 晃 (日立建機株)
猪 飼 暢 崇 (CKD株)	藤 田 壽 憲 (東京電機大学)
加 藤 友 規 (福岡工業大学)	丸 田 和 弘 (株小松製作所)
窪 田 友 夫 (KYB株)	村 岡 裕 之 (株コガネイ)
栗 林 直 樹 (川崎重工業株)	山 田 真 の 介 (株TAIYO)
五 嶋 裕 之 (株工苑)	吉 満 俊 拓 (神奈川工科大学)
齋 藤 直 樹 (秋田県立大学)	担当理事 伊 藤 和 巳 (KYEエンジニアリングアンドサービス株)
佐々木 大 輔 (香川大学)	学会事務局 成 田 晋
佐 藤 恭 一 (横浜国立大学)	編集事務局 竹 内 留 美 (勝美印刷株)

(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―三二 機械振興会館別館一〇二 電話(〇三)三四三三―八四四一 FAX(〇三)三四三三―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―三一―二三三六九〇

東京都文京区白山一―二―三―七 アクア白山ビル五階
印刷所 勝美印刷株式会社