

日本フルードパワーシステム学会誌

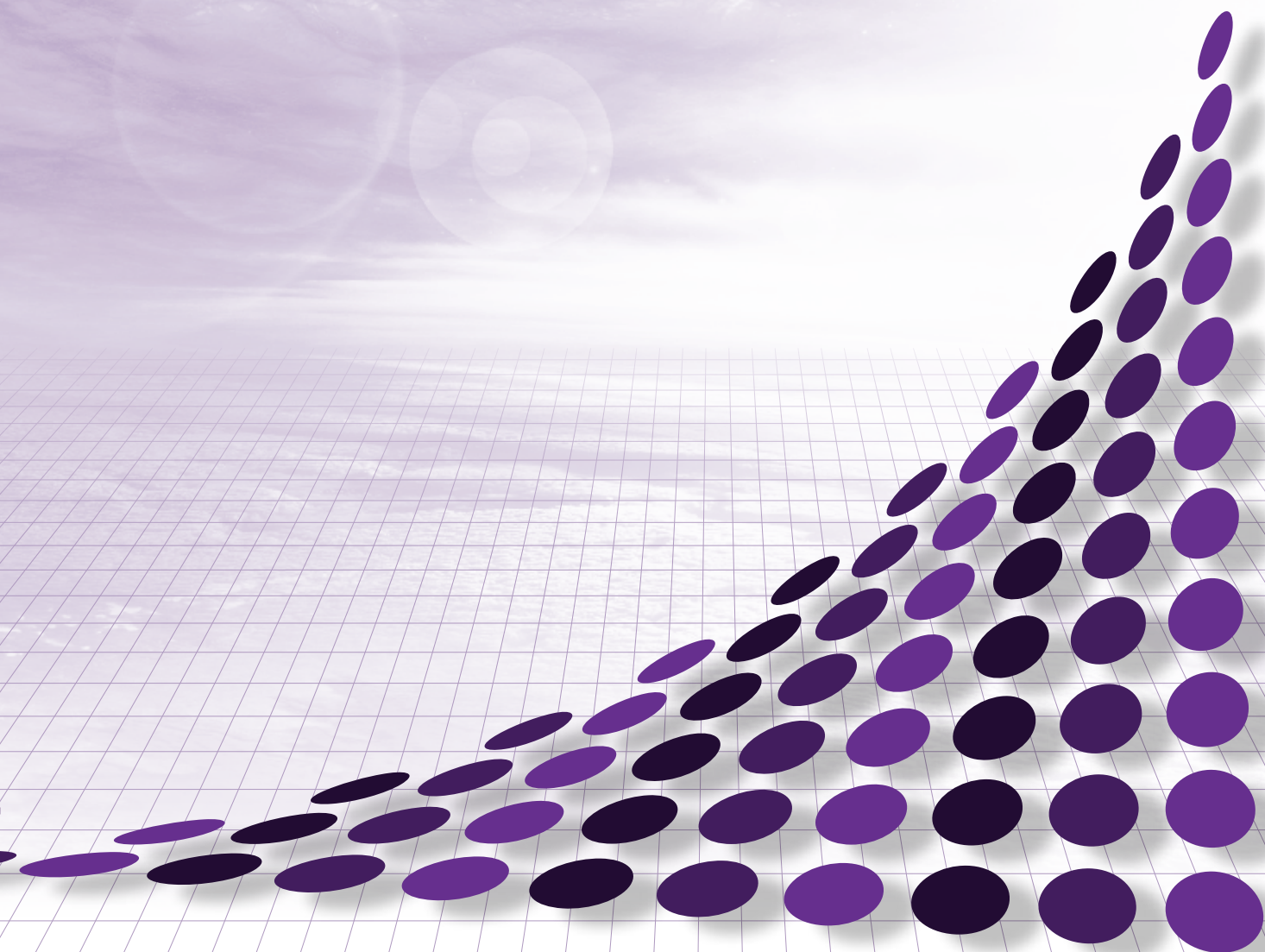
JOURNAL OF THE JAPAN

FLUID POWER SYSTEM SOCIETY

フルードパワー システム

Jan.2018 Vol.49 No.1

特集「IFPEX2017」



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	小山 紀	4
年頭にあって	眞田 一志, 肥田 一雄	5

特集「IFPEX2017」

【巻頭言】

IFPEX2017発刊にあたって	村松 久巳	6
------------------	-------	---

【解説】

IFPEX2017における空気圧分野の技術動向	吉満 俊拓	7
IFPEX2017における油圧分野の技術動向	桜井 康雄	11
IFPEX2017における水圧分野の技術動向	伊藤 和寿	14
鉄道車両におけるフルードパワー技術の応用	鴨下 庄吾	17
建設現場のIoT スマートコンストラクション	小野寺昭則	19
液浸露光装置の技術動向	江頭 裕之	21
ADSの更なる市場展開とその施策 (ADS : Aqua Drive System 新水圧技術)	宮川 新平	23
新型ワイドレンジ副変速機付CVTの油圧システムについて	野武 久雄	25
IFPEX2017カレッジ研究発表	坂間 清子	29

【会議報告】

日本機械学会MoViC2017におけるフルードパワー関連技術の研究動向	桜井 康雄	33
日本機械学会年次大会2017におけるフルードパワー関連技術の研究動向	坂間 清子	36

【トピックス】

特許文献を調べる・特許情報プラットフォーム…改良構想から分類を考える2	木原 和幸	39
Youは日本をどう思う? 第1回: インドネシアから日本に留学して	アシュリー・ダメートリー	43

【研究室紹介】

芝浦工業大学 伊藤研究室紹介	古田 優悟, 伊藤 和寿	45
----------------	--------------	----

【会告】

平成29年度ウインターセミナー

「フルードパワーに利用できるマイコン技術～機器の駆動に関わるマイコン技術～」 49

平成30年春季フルードパワーシステム講演会 併設セミナー「フルードパワーにおける設計技術のト
レンドー品質向上と最適化を目指して」 49

日本フルードパワーシステム学会・日本機械学会共催 平成30年春季フルードパワーシステム講演会
49

平成30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」 49

共催・協賛行事のお知らせ 50

その他 16, 48, 51, 52

■表紙デザイン：山本 博勝 株豊島

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's Greetings	Osamu OYAMA	4
Greetings of New Year from the Vice Presidents	Kazushi SANADA, Kazuo HIDA	5

Special Issue "International Fluid Power Exhibition 2017"**[Preface]**

On the Special Issue "International Fluid Power Exhibition 2017"	Hisami MURAMATSU	6
--	------------------	---

[Review]

Technical Trend of Pneumatics in IFPEX2017	Toshihiro YOSHIMITSU	7
Technical Trend of Oil-hydraulics in IFPEX2017	Yasuo SAKURAI	11
Technical Trend of Water Hydraulics in IFPEX2017	Kazuhisa ITO	14
Application of Fluid Power Technologies in Railway Vehicles	Shogo KAMOSHITA	17
IoT of Construction Jobsites : SMART CONSTRUCTION	Akinori ONODERA	19
Immersion Lithography Technical Trend	Hiroyuki EGASHIRA	21
Further Development of ADS-market and its Step (ADS : Aqua Drive System-New Water Hydraulics)	Shimpei MIYAKAWA	23
Hydraulic System of New Type Wide Range CVT Equipped with Auxiliary Transmission	Hisao NOBU	25
Presentation of College Research in IFPEX2017	Sayako SAKAMA	29

[Conference Report]

Researches on Fluid Power on MoViC2017 of the Japan Society of Mechanical Engineers	Yasuo SAKURAI	33
Research Trend of Mechanical Engineering Congress, 2017 Japan	Sayako SAKAMA	36

[Topics]

Investigation of the Patent Documents / Japan Platform for Patent Information ...Consideration of Classification from Improvement Plan-Part2	Kazuyuki KIHARA	39
What do you think of Japan? 1st : Study in Japan from Indonesia	Ashlih DAMEITRY	43

[Laboratory Tour]

Introduction of Ito Laboratory in Shibaura Institute of Technology	Yugo FURUTA, Kazuhisa ITO	45
--	---------------------------	----

[JFPS News]

16, 48, 49, 50, 51, 52

挨拶

新年のご挨拶

著者紹介



おやま おさむ
小山 紀

明治大学理工学部
〒214-8571 川崎市多摩区東三田 1-1-1
E-mail: oyama@meiji.ac.jp

明治大学理工学部教授、流体制御の研究に従事、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、工学博士。

明けましておめでとうございます。年頭にあたりましてご挨拶を申し上げます。

去年は日本の頭上をミサイルが飛んだり、近隣の国で戦争がはじまりそうになったり、まさにハラハラドキドキの年でした。そしてとても気になったのが日本工業の前途を心配する論調が目についたことです。その根拠は2点でした。ひとつは従来培ってきた日本の工業生産品への信頼性を根底から覆しかねない事件があったことです。多くの機械に供給されている金属材料製品が、規格や強度が満足されないまま出荷されていたこと、資格を持たない作業者が検査した自動車が出荷されていた事実などです。これらは常習化していて会社ぐるみの仕業と糾弾されていますが、製品に責任を持たなければならない筈の技術者個人にも技術に対する過信や慢心はなかったのでしょうか。

もう一点は製品動向に対する予測を読み違ったため対応が他国に立ち遅れてきた、との指摘です。特にヨーロッパではエンジン自動車への風当たりが強まり一気にEV化に向かうことになりました。これが本当に実現するのかは不明ですが、独自のエンジンシステムの将来性に自信を持っていた日本の自動車産業が、直ちにすべてをEV化する方向に躊躇するのは理解できます。

前途に対する懸念が杞憂であることを祈りますが、例えば自動車がもしすべてEV化したら、関連技術の裾野がとても広い自動車関連事業は日本の産業全体に大きな影響を与え、整理統合など再編成を伴うことは間違いありません。こうなったとき既存の技術分野にそれぞれ立脚している専門学会も「立ち遅

れ」が指摘されてしまうのでしょうか。学会の存在意義を絶えず見直し、魅力的な学会であるための努力を惜しむわけにはいきません。学会が淘汰されずに存在し続けるには、学会は社会の変革に対し受け身ではなく、つぎの変革を牽引するくらいの心構えが肝要でしょう。

当学会の使命は「フルードパワーに関する知識の交換や情報提供により研究の進歩・普及を図り、学術の発展に寄与する」（定款より、一部抽出）ことです。何よりもフルードパワーの進展に明確な展望を持ち、国際を視野にした知識の交換や情報提供によりフルードパワー技術の発展に寄与することが望まれています。

フルードパワーに関する知識や情報の国際交流のため、昨年10月に統一テーマ「Innovation of fluid power for future」を掲げて、国際シンポジウム The 10th JFPS International Symposium on Fluid Powerを福岡市で開催しました。会期は24日午後から27日までで、この前後に相次いで日本を襲った台風21号と22号の間で生じたまるでピンホールみたいな快晴に恵まれました。14か国から250余名の参加者を迎えフルードパワーに関する活発な討論と、実りある技術交流を行うことができ成功裏に終了することができました。この開催を支援していただいた各団体様や学協会様に深く御礼申し上げます。また、会場の一部を提供していただいた福岡工業大学様と、国際シンポジウムの企画・実施に尽力頂いた実行委員の方々に感謝します。次回の国際シンポジウムは2020年に函館での開催となります。

国内での産学連携につきましては、学術講演会、研究委員会、セミナー、フルードパワー道場などを実施しましたが、前例にとらわれることなく今後さらなる連携強化をはかりたいと考えています。特にフルードパワー工業会様とは関係を一層強化していきます。

最後になりましたが、学会運営にはなによりも会員皆様のご理解・ご協力が必要です。どうかよろしくお願い申し上げます。

(原稿受付：2017年11月7日)

挨拶

年頭にあって

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

昭和61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。昭和61年4月東
京工業大学助手。平成10年横浜国立大学工学部
生産工学科助教授。平成13年横浜国立大学大
学院助教授。平成16年横浜国立大学大学院教授。
現在に至る。



ひだ かず お
肥田 一雄

川崎重工業株式会社精密機械カンパニー
〒651-2239 神戸市西区榎谷町松本234
E-mail: hida_k@khi.co.jp

川崎重工業株式会社常務取締役、精密機械カ
ンパニープレジデント、(一社)日本フルードパ
ワーステム学会副会長、(一社)日本機械学会
会員

1. はじめに

新年、明けましておめでとうございます。年頭に
あたり、副会長として、ご挨拶を申し上げます。

2. 学会設立50周年記念事業

1970年3月13日に日本油空圧協会が発足し、当
学会はまもなく50周年を迎えます。半世紀にわた
る当学会の道程を振り返り、さらに将来を見据えた
ビジョンを示すことが求められています。2020年
5月の春季講演会・総会において、記念事業を開催
することを計画しています。そのため、本年は、
50周年の記念事業の準備を本格的に進めて参りま
す。出版事業、記念講演会等の他に、会員が集い
やすい事務局を目指したりリニューアル事業などを計画
して参ります。小山会長のもと、準備に伴うさま
ざまな課題を、副会長として対策して参ります。本
事業は、会員の皆様のご協力無くしては、なしえない
事業です。皆様の、絶大なるご理解とご支援をお願
い申し上げます。

3. 海外動向と国際交流

2018年は、3月19日～21日にアーヘンの国際

シンポジウム、9月12日～14日にバースでの国際
会議が開催される予定です。また、日中交流事業と
して、第5回日中ジョイントワークショップを7月
23日に北京工業大学にて開催するよう準備が進め
られております。これらの国際会議を通して、研究
開発の最先端の情報を得るとともに、各国の研究者
との国際交流をさらに深めて参ります。

4. 基盤強化

当学会に限らず、主要な学会でも基盤強化は喫緊
の課題となっています。当学会の課題のひとつとし
て、広く若手研究者・技術者に、フルードパワーの
魅力を伝え、当学会の各種事業に参加してくださ
るような施策が望まれます。産学連携については、昨
年、フルードパワー工業会と連携して、IFPEX2017
における水圧コーナーの展示・実演や、福岡の国際
シンポジウムにおいてアクアドライブシステムのポ
スターセッションを実施しました。本年も、産学連
携のさまざまな活動を進めてまいります。基盤強化
には、まだまだ課題がありますが、大きな成果が得
られるよう、副会長として尽力して参ります。

5. 国際シンポジウム

2017年は、福岡にて当学会主催の国際シンポジ
ウムを開催し、国内外から多くの参加者が一堂に会
し、国際交流を深めることが出来ました。2020年
の夏、東京オリンピックが開催されるため、次回の
国際シンポジウムの会場選定をはじめ、さまざまな
準備が先行して進められています。次回は、2020
年10月14日～16日、函館にて開催するよう、準備
が始まっています。

6. おわりに

以上、ご説明申し上げましたように、本年も、会
員の皆様のご協力をいただきながら、さまざまな事
業を進めて参ります。2018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、副会長の新年の
ご挨拶といたします。

(原稿受付：2017年11月6日)

巻頭言

IFPEX2017発刊にあたって

著者紹介



むら まつ ひさ み
村 松 久 巳

沼津工業高等専門学校
〒410-8501 静岡県沼津市大岡3600
E-mail: muramatsu@numazu-ct.ac.jp

1989年東京理科大学大学院工学研究科博士課程修了。2008年沼津工業高等専門学校機械工学科教授。現在に至る。空気圧工学の研究に従事。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。工学博士。

2017年9月13日から15日までの期間、東京ビックサイトにおいてInternational Fluid Power Exhibition 2017 (IFPEX2017) が開催された。油圧・空気圧・水圧の分野において新たに開発された機器・システムおよび応用に関する展示に加えて、講演会・セミナー、特設コーナーなどが開催された。前回に開催されたときの入場者数から、今回は大幅に増加し関心の高さが反映していると思われる。

本特集では、はじめに企業から発表された最新の機器・システムおよび応用における技術動向を紹介する。空気圧分野を吉満俊拓氏（神奈川工科大学）、油圧分野を桜井康雄氏（足利工業大学）、水圧分野を伊藤和寿氏（芝浦工業大学）に紹介いただいた。空気圧分野では、エアブロー、真空パッド、助力機構、EtherNet / IPを活用した機器、エア・サプライユニットなどについて紹介いただいた。油圧分野では、油圧ポンプ・油圧モータ、油圧制御弁、プラグアンドプレイ対応の油圧アクチュエータ、IoTに対応する機器などについて紹介いただいた。水圧分野ではアクアドライブシステム（ADS）を応用した食品加工機、災害対策用の防水板、ADS機器とシステムのための国際標準化の動向などを紹介いただいた。特設コーナーの内容である、「大学発最先端！ロボットが大集合！」と水圧テーマコーナー「水が機械を動かす！」は上述の記事に紹介されている。

つぎにユーザー技術フォーラム、水圧セミナーおよび自動車技術セミナーで行われた講演内容を各講師に紹介いただいた。ユーザー技術フォーラムでは、

鴨下庄吾氏（鉄道総合技術研究所）により「鉄道車両におけるフルードパワー技術の応用」の題目で、制御技術の事例としてセミアクティブサスペンションとアシスト操舵システムについて紹介いただいた。小野寺昭則氏（コマツ）に「建設現場のIoTスマートコンストラクション」を説明いただいた。IoTスマートコンストラクションの内容とICT建機を用いた施工の前後の工程に関するソリューション提供を紹介いただいた。江頭裕之氏（ニコン）に「液浸露光装置の技術動向」を紹介いただいた。半導体露光装置概要とその技術動向を説明していただいたのちに、液浸露光装置に求められる性能とこれらを達成する技術をフルードパワーに関連して紹介いただいた。

水圧セミナーでは、宮川新平氏（日本フルードパワー工業会）に「ADSの更なる市場展開とその施策」を紹介いただいた。ADS技術、市場特定とその実証及び市場展開の社会的背景を説明いただき、新技術と新製品のグローバル化と国際標準化について紹介いただいた。

自動車技術セミナーでは、野武久雄氏（ジャトロコ）に「新型ワイドレンジ副変速機付CVTの油圧システムについて」を紹介いただいた。新型CVTに用いる油圧システムの開発課題を説明いただき、オイルポンプ流量制御弁の廃止、セカンダリ弁の追加およびパッケージの検討などにより開発の狙いを達成したことを紹介いただいた。

最後に、特設コーナーからカレッジ研究展示コーナーを坂間清子氏（青山学院大学）に説明いただいた。大学・高専の研究室から発表された空気圧・油圧・機能性流体・水圧・その他の36件の研究テーマについて紹介いただいた。

末筆ながら、貴重な記事解説をご寄稿いただきました執筆者の皆様に厚く感謝申し上げる。学会会員の方々に対して、最新の情報提供に資することができれば、望外の喜びである。本特集は矢島丈夫氏（コガネイ）とともに企画させていただいた。

（原稿受付：2017年11月10日）

解説

IFPEX2017における空気圧分野の技術動向

著者紹介



よし みつ とし ひろ
吉満 俊拓

神奈川工科大学創造工学部
〒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。現在は准教授。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）

1. はじめに

第25回フルードパワー国際見本市が9月13日から15日まで3日間に渡り、東京ビッグサイトで開催された。全体テーマは「つながる未来へフルードパワーのものづくり」を掲げている。会期中の来場者数は、事務局発表で42,799名であった。前回のIFPEX2011の来場者数36,050名から二割増ということになる。

筆者は、会場内を見学させていただいたが前回・前々回と比較し初日から来場者数も多く、各ブースでのプレゼンテーションや来場者への説明は大変活気があるように感じた。

展示会の概要については、他の解説記事でも紹介されているため、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

2.1 エアブロー関連

エアブローは連続的ではなく間欠的に噴出するほうが効果が高く、消費流量も抑えられる。そのため高応答電磁弁を用いることが一般的である。今展示会では、パイロット弁を2つ用い負荷容量を変えることで周波数を可変とするもの（図1）や、磁石を用いてパルス状に噴出させる弁を用いたもの（図2）など、電磁弁を用いることなく間欠的なブローを実現する機器が展示されていた。

2.2 真空パッド関連

真空吸着機器は、重量物向けの高出力タイプから、



図1 エアオペレートバルブ式エアガン



図2 マグネット式バルブ

食品などのピッキングや袋詰め・箱詰め作業タイプ、半導体製品などの非接触タイプまで自動化搬送用途に広く用いられている。対象物に合わせた多種多様なチャックが各社ブースにて積極的に展示されていた中で、柔らかい袋状の物体をピッキングするパッドが展示されていた。液体が充填された袋は柔らかく持ち上げると袋が変形し汎用品のパッドではピッキングが難しい。この対象に対して図3にあるように、素材や吸着面に特殊加工がされている専用のパッドのデモンストレーションが行われていた。

2.3 助力機構関連

重量物の搬送などに、空気圧を用いた助力機構が広く活用されている。その中でも、図4の助力アームは、広い可動域を持ち折り畳み後が非常にコンパクトな助力アームであり、空気圧の特性を生かし軽量高剛性な助力機構である。ブース前面で、図のように女性が自動車用タイヤを用いた実演を行っていた。

本来、助力アームは図4にある通り人が使用するものであるが、ブース奥では助力アームと電動ロボットアームを組み合わせたデモンストレーション



図3 包装袋用真空パッド



図4 空気圧式助力アーム

をブース内で行っていた。

ロボットの運用が80Wを超える高出力のロボットアームは安全衛生法によって、柵の中への設置が求められていた。規制緩和により、柵の設置が義務付けられなくなったが運用には十分な注意が必要であり、高出力なロボットアームに安全対策は欠かせない¹⁾。

小出力なロボットアームと助力アームを組み合わせることで、位置制御は電動が行い、空気圧は柔軟性を持ちながらパワーアシストを行うことで双方の長所を融合した活用例として紹介されていた。

2.4 アクチュエータ関連

空気圧アクチュエータ関連として、四角形状・八角形状のシリンダが出展されていた。アクチュエータの形状といえば揺動型の扇型のような一部製品を除き、シリンダは円形というのが一般的である。

異形シリンダは、玩具などの加工精度が低く漏れが許容される製品では用いられている事例はあるが、産業機器のように精度や耐久性が要求される分野では用いられていなかった。非円形では鋭角部のシールの耐久性や漏れなどが想起されるが、出展企業によると多くの新技術により実現したとのことである。

重量や設置スペースを大幅に削減することが期待でき、機器設計上の自由度が広がる。また、ピストンロッドがアルミ製の超軽量シリンダが出展されていた。シリンダロッドは傷や摩耗などを防ぐためクロムメッキの鋼鉄製が一般的であるが、アルミ製ロッド表面に特殊加工を施し表面の摩耗を防ぎ耐久性を実現した製品であった。

2.5 その他

従来使用されてきたCC-LinkやDeviceNetなどのフィールドバス機器に代わって、近年ではEthernetをベースとした産業用Real-Time Ethernetへの移行が着実に進みつつある。標準技術が使用されているため、様々な汎用機器を混在させて使用できる。本展示会でも、図5に示すようなEtherNet/IPを活用した有線・無線LAN対応機器が多く出展されていた。



図5 EtherNet/IP対応空気圧機器

本展示会のように、研究室外で空気圧機器を動かす場合、頭を悩ますのが空気圧源の確保である。

展示場などでは、電源は確保できるが、空気圧源を調達できることはまれであり、研究室よりコンプレッサ、フィルタ、レギュレータなど補器類一式を持参しなければならない。そうした悩みを軽減できる機器として、図6にあるように、キャリアバッグの中にコンプレッサ・レギュレーター・フィルタなど空気圧機器を動かすための補器類をすべて実装したエア・サプライユニットが展示されていた。小さなことではあるが、この機器を用いることで、屋外



図6 キャリングバッグ式エアサプライユニット

での空気圧機器運用の自由度が広がることが期待できる。

3. 特設コーナー「ロボット動態展示」

本学会企画のカレッジ研究発表コーナーに隣接し、IFPEX実行委員会が主催する特設コーナー「ロボット動態展示」が今回新たに設けられた。

これは、ロボットを研究されているJFPS学会正会員の先生方による動態展示コーナーである。

実行委員会のご厚意により、今回大規模な動態展示コーナーとして開かれることとなった。動態展示コーナーの中で空気圧に関連する研究を披露された研究室を紹介する。

3.1 東京医科歯科大学生体材料工学研究室 川嶋健嗣研究室／東京工業大学未来産業技術研究所 只野耕太郎研究室

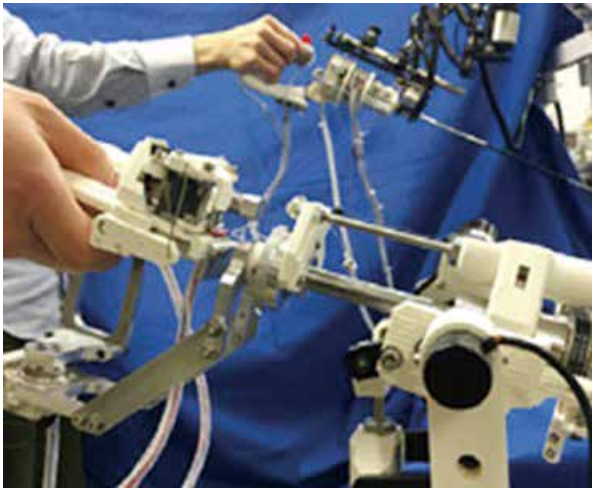


図7 空気圧駆動ロボット鉗子システム

ロボット手術において、手術機器は滅菌・洗浄が必須なため電氣的なセンサ類を設置することが難しい。そうした制限の中で本システムは鉗子にかかる力を空気圧を通じて検出するため、鉗子に電氣的なセンサを必要とせず、執刀医に力覚提示可能なロボット鉗子システムである。

図8は執刀医の頭部にセンサを設置し、内視鏡手術中に必要となる患部画像を執刀医は望む画像を手ぶれなしに得ることができ、より正確な手術を行うことが可能になるシステムである。

3.2 中央大学理工学部精密機械工学科 中村太郎研究室

人間の関節と同様に拮抗配置された人工筋肉の弾性や粘性を変化させながら、より人体親和性の高いアシストを行うことができる図9のアシストデバイスの開発行っている。

可変粘弾性を実現するためのアクチュエータとし



図8 空気圧駆動内視鏡操作システム



図9 空気圧人工筋肉によるアシスト装置

て、空気圧人工筋肉とMR流体ブレーキを用いている。バックドライブ性に優れており、瞬発力や振動制御等の多様な出力形態が可能な、アクチュエータシステムを採用している。

図10は腸の蠕動運動を規範とし、低圧・低せん断力により、幅広い流動体（粉・高粘性・スラリー）



図10 蠕動運動型ポンプ

の搬送・混合が可能なシステムである。ロケットの固体推進薬製造や印刷機の高速トナー搬送への応用が期待されている。

3.3 東京工業大学工学院システム制御系 塚越秀行 研究室

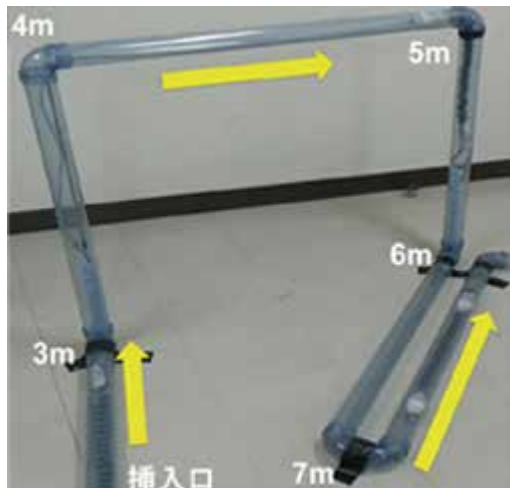


図11 長距離配管内移動を目指したホース型ロボット

複雑に湾曲した配管内の長距離移動と探査を目的とした図11のホース型ロボットが展覧されていた。

長年地中に埋設されたガス管などは定期的な検査を行う必要がある。従来は掘り起こし検査を行っているが、本システムは、複雑に湾曲した管内深部を掘り起こさずに内部映像を取得することができる有効なシステムである。

3.4 東京工業大学工学院機械系 鈴森・遠藤研究室

現在のロボットと人間の駆動機構は、アクチュエータの動作形態、集積度、冗長度、が大きく異なる。そのため、動作はロボット特有の動きを示すことになる。図12のロボットは、細径人工筋肉を用



図12 細径空圧人工筋肉による筋骨格ロボット

いることで人と同じ駆動構造を有している。

筋骨格ロボットは人と同じような力学的・幾何学的特性が実現可能であり、従来の「機械のような」ロボットを越える、「生き物のようなロボット」を実現する鍵になると期待されている。

4. おわりに

筆者の主観で取り上げたため、偏った内容となったかもしれない点はお許し願いたい。今後の新たな空気圧機器・システムの技術展開に期待のできる展示会であった。末筆ながら、本解説を執筆するにあたり、取材にご協力いただいた関係各位に厚く御礼申し上げます。

- 1) http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/dl/pamphlet_140115.pdf 産業用ロボットに係る労働安全衛生規則第150条の4

解説

IFPEX2017における油圧分野の技術動向

著者紹介

さくら い やす お
桜井 康雄足利工業大学工学部
〒326-8558 足利市大前町268-1
E-mail: ysakurai@ashitech.ac.jp

昭和61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平成12年足利工業大学講師、平成13年同大学助教授、平成19年同大准教授、平成21年同大教授、現在に至る。

1. はじめに

2017年9月13日(水)から9月15日(金)までの3日間、東京ビッグサイトにおいて25回目となる日本で唯一のフルードパワー専門見本市IFPEX2017(フルードパワー国際見本市)が開催された。全体テーマは「つながる未来へフルードパワーのものづくり」であり、出展社数は133社(台湾からの出展12社を含む)、多くの出展者が特長のある展示を行っていた。来場者数は前回のIFPEX2014¹⁾の36,050名から大幅に増え、42,799名²⁾であった。

本稿ではIFPEX2017の油圧分野の技術動向について紹介する。

2. 油圧動力源

電動モータで油圧ポンプの回転数制御を行う油圧駆動源の展示が一般的になっており(図1)、このような駆動源を採用した場合の優位性を示す展示も行われていた(図2)。この回転数制御を行う駆動源はポンプの回転数を制御することで負荷に応じた動力を供給できるという特長を有し、油圧駆動の課題である騒音、効率および制御性を改善したシステムである。本展示会では、電動モータにサーボモータを採用している企業が多く見受けられた。これによりサーボモータによる油圧ポンプの正逆両方向の精密な回転数制御により従来の制御弁による動力の制御機能を油圧ポンプに付加し高精度な制御を実現している。このような駆動源を用いることにより油圧回路がシンプルになり、油圧システムのメンテナ

ンス性が向上する。また、高圧・大流量化のニーズに対応するため、そのシリーズの充実を図った企業が多く見受けられた。

このような駆動源で用いられるポンプはピストンポンプが主流であるが、耐久性に優れているベーンポンプを採用した企業もあった(図3)。このベーンポンプは圧力平衡型でポンプの軸に対して圧力が均等にかかるため、軸には偏荷重がかからず長寿命



図1 油圧ポンプ回転数制御駆動源



図2 油圧駆動源の消費電力の比較

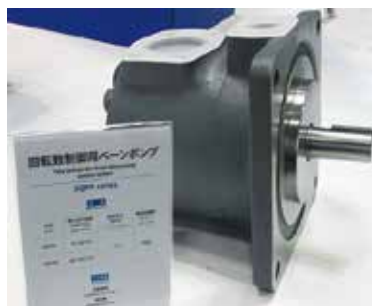


図3 回転数制御用ベーンポンプ

化を実現している。さらに、このポンプ部分はカートリッジ構造を採用しているため、ポンプが故障した場合、ポンプ全体を交換する必要が無いという特長を有している。

珍しい外観を持った工作機械用小型マイクロサイズの円筒型油圧駆動源を使ったデモンストレーションにも目を引かれた(図4)。これは工作機械や組み立てライン用として開発された油圧駆動源で、可変速ポンプ駆動システムを用いている。小型化を実現するため、作動油量の最適化によりタンクサイズが小型化され、ヒートパイプを用いた冷却システムが採用されているとのことである。

DCモータ、ギアポンプ、弁、シリンダを一体化した小型油圧アクチュエータユニット(図5)の展示もあった。取り付けも簡単で電気配線をするだけで動かすことが可能である。

直動型サーボ弁、油圧シリンダ、リリーフ弁、センサおよびコントローラを一体化しプラグアンドプレイ対応の油圧アクチュエータ「ISA(Integrated

Smart Actuator)」が展示されていた。これは移動ロボット等への応用を考え開発されたものあり、3Dプリンタの技術の発達により実現に至ったとのことである。このアクチュエータと同程度の性能を有する電動アクチュエータとの比較を図6に示す。この図より、このアクチュエータの優位性が理解できる。

油圧要素機器メーカーから油圧駆動源の工夫による油圧システムの省エネルギー化への提案とその効果を比較する展示もあった(図7)。これはアキュムレータによるアイドルングストップ方式で、アキュムレータの蓄圧機能を利用し油圧ポンプ駆動用電動機の間欠運転を行い、消費電力削減を可能とする。

3軸のモーションベースを駆動するデモンストレーションにも目が留まった(図8)。これは油圧駆動システムの制御性の良さを見せているものと思いい説明員の方に話を伺ったところ、油圧駆動システムと電気駆動システムでモーションベースを動かし、要望に合わせ油圧駆動システムでも、電気駆動システムでも、あるいはその両方を用いたシステムでも提案が可能であるということを説明するための



図4 円筒型油圧ユニット



図5 小型油圧アクチュエータユニット



図6 ISAと電動アクチュエータの比較



図7 アキュムレータを用いた省エネシステム



図8 モーションベースの展示

展示であるとのことであった。使用者の多様なニーズに応え駆動方式を提案することも必要となった時代になったのかと、「電動かフルードかII***油圧発展の模索***」をテーマとして日本フルードパワーシステム学会でセミナーを企画した時期もあった頃が懐かしく感じた。

3. 油圧ポンプ／モータ・油圧制御弁

IFPEX2014における油圧ポンプ／モータは高压化、軽量化、低騒音化等が製品開発のキーワードであった。IFPEX2017でも同様の傾向であり、各社とも多様なニーズに応えるため、これらの製品のシリーズの拡充に力を注いできたとのことであった。

油圧制御弁の技術動向も基本的にはIFPEX2014と同様であり、駆動用のアンプとの一体化、制御機能の付加等をより一層充実させたものとなっていた。参考出品ではあるが、小型のリニアサーボ弁に興味を抱いた(図9)。次回のIFPEXでこの弁を用いたシステム開発事例の紹介があることを期待したい。



図9 小形リニアサーボ弁



図10 IoT対応油圧駆動源



図11 IoT対応油圧ユニット

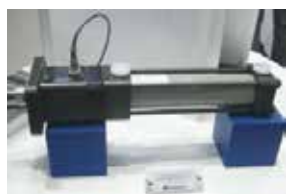


図12 IoT対応シリンダ

4. IoT 関連

IoT (Internet of Things) という言葉をよく耳にするようになり、製造業の生産ラインの生産性向上および省エネルギー化のため、生産ラインを支える油圧システムにおいてもIoTへの対応が必要となりつつあるのが現状である。このような背景を受け、IoTをキーワードとした展示がIFPEX2017では見受けられた。ネットワーク接続されたモノからのデータ収集がIoTを導入するための第1段階である。これを実現するため、作動油の圧力、流量、消費電力等をリアルタイムに取り出すことができる油圧駆動源の動作展示が行われていた(図10)。この駆動源の情報はパソコンと繋ぐことで容易に利用でき、その接続も容易に行うことができるとのことであった。これらの情報を蓄積していくことで故障診断やメンテナンス時期の把握が可能となり、結果として生産ラインの生産性の向上に寄与するとのことであった。図11、図12に示すように、他の企業でもIoT対応機器の展示が行われていた。

5. おわりに

本稿では筆者がIFPEX2017を見学して感じた油圧分野の技術動向をまとめた。筆者の狭い見識により理解が不十分な報告になったのではと危惧している。この点についてはご容赦願いたい。

各社とも工夫を凝らした展示をしており、実演を通して製品の使いやすさやメンテナンスの容易さをアピールしている企業もあり(図13)、大変興味深く拝見した。次回のIFPEXではどのように油圧技術が変わっていくのか楽しみである。



図13 プラグ交換のデモンストレーション

参考文献

- 1) 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)
- 2) <http://www.ifpex.jp/>

(原稿受付：2017年10月12日)

解説

IFPEX2017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

芝浦工業大学システム理工学部
〒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・講師、鳥取大学准教授を経て2011年芝浦工業大学教授。現在に至る。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

9月13日より三日間に渡り、第25回となる国際フルードパワー見本市IFPEX2017が開催された。今回も非常に盛況であり、水圧機器およびシステムに関する出展品を概観したところでは、食品加工や災害対策等の水圧システムの得意分野への応用が拡大していること、国際標準化における重要性が強調されたこと、省エネルギー化への研究・応用が進んでいること、が挙げられる。本報告ではこれらに関する動向を簡単に報告する。しかしその前に、フルードパワー工業会（JFPA）では新たな水圧システムの応用分野を図にまとめた「アクアドライブシステム（ADS）の応用分野」を更新されており、今回使用許可も頂戴したので、まず読者の皆さまに認識を新たにさせていただく狙いも含めてこれを図1に掲載したい。以前の版の物に比べてより詳細かつ具体的な応用例が掲載されており、ADSの広い可能性が見えるものになっている。

2. 特徴的な応用出展物

2.1 食品加工への応用

油空圧あるいは電気による駆動と比較して、もっとも水圧システムがそのメリットを発揮しやすいのは、食品加工分野であると考えられる。会場では写真1に示すように、まず食肉をプレスし、一定の厚さにスライスするミートスライサーが展示されていた。チルド状態にある食肉は従来空圧シリンダによ

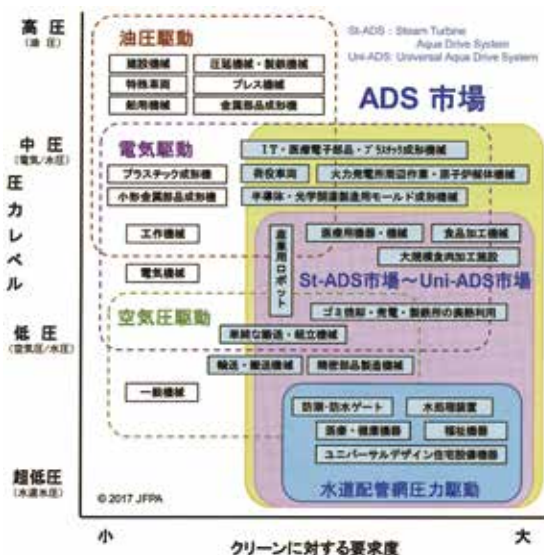


図1 ADSの応用分野¹⁾

りプレス加工されているが、冷凍肉の場合には推力不足となるため、この両方の原料に対して加工が可能となる水圧は駆動源として非常に適している。また、従来はプレス作業とスライス作業は別々の機械で行っており、これが一台で可能となる点もこの機械のセールスポイントとなる。駆動源を水圧に替えると導入コストが上がるため、どこにメリットを見出すかを明確にすることが開発の上で大きなポイントになる。開発担当者の方からは、肉のプレス力等、仕様が事前にはほとんど分かっておらず、手探りで



写真1 ミートスライサー

の開発要素が多かったと伺った。加えて、プレス力の最適化（強すぎると肉の味に悪影響）、歩留まりの改善（人手の場合には95%以上が可能）、など難しい課題が多いのが特徴で、今後も改善の余地が大きいとのことであった。食品加工のノウハウは現場の経験によるところが大きいと考えられ、駆動源の置き換えを行うような場合には、どこにも設計指標がないというようなケースが多く、ここに開発の大きな意義がある。

2.2 災害対策分野への応用

都市部への異常気象による集中豪雨の際、近年では下水道の排水容量を超えることが多くなっており、大きな被害が出るが増えている。しかも発生場所および時刻の正確な予想はまだ難しく、一旦発生した場合、浸水が起きるまでの時間が非常に短いのが特徴になっている。これに対し従来の防水板は設置の手間が掛かる上に重労働であり、高齢者や女性には向かないことが指摘されている。今回のIFPEXでは、ユニバーサルデザインを意識し、かつ一人でも短時間に簡単に設置できる防水板が出展されていた（写真2）。

この防水板は0.2MPa以上の水道水圧を駆動源に、かつ一度の弁切換え操作で起伏する。また、1.7℃以下になると凍結防止弁が開き、回路中を僅かな水が流れ続けることで氷点下での凍結を防止する設計となっており、同時に適切に配置したガススプリングの併用により防水板起伏時のパワー不足も解消している。ある公共施設向けには、無人であっても水位センサにより自動起伏するような製品仕様として納入したとのことだったが、最終的には電気を使わない製品にしたいとのことであった。防水板の開発はニーズの幅が広いため、さまざまな納入実績の増加が期待される。



写真2 水圧防水板

3. 国際標準化提案への動き

これまで日本ではJFPAを中心に、サプライヤーリストやフィジビリティスタディの成果等が公開されるなど、水圧機器および水圧システムの普及が進められていた。これを世界に広めるためには、国際標準化を行う必要があり、日本からの提案が受け入れられればその後の水圧システムの発展に大きなイニシアチブが取れることになる。現在、経済産業省エネルギー使用合理化国際標準化事業の下、複数の企業と大学を中心に標準化提案と基礎データの取得が進められている¹⁾。標準化のねらいとしては、国際標準化アイテムと技術面・運用面の対応、水の特質と国際標準化のための技術・運用的側面、および、ADS機器・システムに対する具体的施策、運用施策、の三点となっている。これらの提案が採択された場合に提出する基礎データの具体的な内容としては、配管・継手と流速、ウォーターハンマーと水圧回路、ポペット弁の基礎特性、スプール弁の基本特性、ポンプ・モータ性能、シリンダ・シールの特性・耐久性の六項目となっている。写真3は、このうちウォーターハンマーについての実験装置で、6mのステンレス配管の一端にシリンダを接続し、サーボ弁操作で流路を切り替えた際に発生するサージ圧について、理論値と実験値がどの程度一致するかを検証するためのものである。展示では、かなり良い精度で予測が可能であることの説明をいただいた。将来的にはこれにシステム統合技術、制御技術および運用技術が加わり、充実した標準化に育て上げられることになる。これを日本の輸出産業とすべく、国際標準化も精力的に進められている。日本の企業では、これまでの約30年に渡る技術の蓄積を世界に提案できる場面であり、同提案が採択されることを心から期待したい。



写真3 ウォーターハンマー試験装置

4. 省エネルギー化

圧力伝達媒体である水の比較的低い粘性のため、水圧システムでは管路における損失が小さいことを一つのメリットとしていた。これをさらに強みとすべく、継手部に工夫を施した製品も展示されていた。写真4は、配管継手内部の段差をほとんど無くすることでエネルギーロスを小さく抑えた配管である。数値データによれば圧力損失は約2/3となっており、クーラント配管等、配管長を長く取るような応用事



写真4 低圧力損失継手のカットモデル

例においては非常に効果が大きいと期待される。

5. おわりに

水圧システムの実応用が徐々に広がり、国際見本市でも公開例が増えているのは大変ありがたいことである。同時に、国際標準化を通じて日本が水圧システムのリーダーとして活躍できるチャンスがあることを添えておきたい。なお本報告では、見本市期間中にフルードパワー工業会が主催したADS講演会の内容については触れていないことをお断りしておく。

見本市の会場では、水圧コーナーの近くに6自由度関節を持ったロボットアームのミニモデルが置いてあるのをみつけた。随分と凝ったその造りに感心した。このようなキットを通じて水圧システムに興味を持ってくれる少年少女が少しでも増えることを望む次第である。

参考文献

- 1) 水が機械を動かす！—現代に甦る「水圧駆動」の技術Ⅲ—, 日本フルードパワー工業会編, p. 3, p. 5-6 (2017)

(原稿受付：2017年10月19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)	957	16	129	131
差 引 き 増 減	+1	±0	+1	±0

正会員の内訳 名誉員14名・シニア員43名・ジュニア員191名・その他正会員709名

正会員

有岡 秀寿 (株式会社中北製作所)

田口 修 (東北大学 流体科学研究所)

学生会員

平光 立拓 (東京工業大学)

解説

鉄道車両におけるフルードパワー技術の応用

著者紹介

かもしたしょうご
鴨下庄吾(公財) 鉄道総合技術研究所
〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38
E-mail: kamoshita.shogo.70@rtri.or.jp

1992年東京都立科学技術大学大学院修了。(財)鉄道総合技術研究所入所、2010年新潟大学大学院博士課程修了。現在に至る。鉄道車両への制御技術応用、ダイナミクスの研究開発に従事。日本フルードパワーシステム学会、日本機械学会などの会員。博士(工学)。

1. はじめに

鉄道システムは車両、軌道、土木構造物、電気設備等さまざまな分野の技術を融合させた交通機関で、利用者層が幅広く、身近な交通機関の一つである。フルードパワー関連の技術も多くの場面で活用され、安全で定時性の高い運行に寄与している。本稿では鉄道車両に応用されるフルードパワーに関し、既存車両で活用されている空気圧系・油圧系デバイスの応用事例を紹介する。さらに、広く実用化しているセミアクティブサスペンションと現在開発に取り組んでいる操舵制御技術について、それらの開発の方向性、基本的な構成・特徴、走行試験による性能検証結果などについて紹介する。

2. 鉄道車両の基本構造と空気ばね

一般的な旅客用鉄道車両は、一つの車体を前後2つの台車で支持し、各台車には2本の車軸、4枚の車輪を取り付けた構造が広く採用されている。このような台車構造は、振動乗り心地の向上、曲線通過性能の向上などの目的で採用される構造であり、輪軸と台車枠、台車枠と車体の間にはばね要素、減衰要素となる部品が取り付けられている(図1)。減衰要素はオイルダンパが用いられ、台車内の主要なダンパとして輪軸と台車枠間の上下方向に取り付けた軸ダンパ、車体と台車枠間の左右方向に取り付けた左右動ダンパなどが採用され、隣接する車体間の動揺に減衰を与えるダンパも実用化している。台車枠—車体間のばね要素(2次ばね系)にはゴムベローズに圧縮空気を充填した空気ばねが広く使用さ

れる(図1)。また、パンタグラフの昇降やドアの開閉等、空気圧アクチュエータが利用されている。以上のように、鉄道車両では油圧機器・空気圧機器いずれもさまざまな形態で活用されている。

台車内に取り付けた軸ばねに比べて剛性の低い2次ばねは、車体に積載される重量が大きく変化した場合に車体高さが変化する。車体高さが大幅に変化すると、隣接車両との連結器高さが合わなくなる、または車両限界(地上構造物との接触を防ぐため設定した車体断面の限界範囲)を超過するなどの不具合が生ずる。2次ばね系に空気ばねを使用すると、内部に充填する空気圧を適宜調整することで、その高さをほぼ一定に保つことができる。この調整動作は、台車—車体間の高さに応じて、高さ調整弁と呼ばれるバルブ機構を機械的に動作させ、自動的に内圧を調整して一定高さを保つ動作を実現している。

空気ばねのばね剛性と線形性を適正化するため、空気ばね本体と補助空気だめを連通させて使用する場合がほとんどである。空気ばねが上下方向に変位すると補助空気だめとの間に圧縮空気の給排が生じ、連通管に設けたオリフィスにより、空気ばねに減衰効果を与えられる。空気ばねは上下方向のばね・減衰要素に加え、左右方向、曲線通過時の台車旋回方向の動作に対するばね要素としても作用するため、車両構造の簡略化にも寄与している。

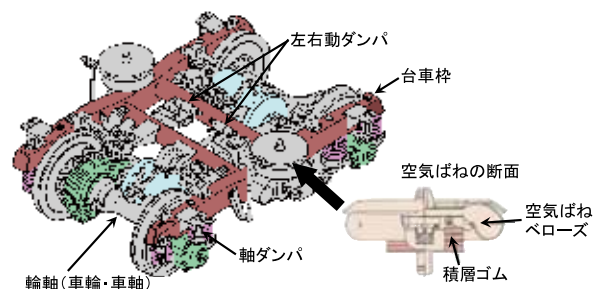


図1 台車と空気ばねの概略構造

3. セミアクティブサスペンション

セミアクティブサスペンションとは、外的なエネルギーを使用せず、パッシブなパラメータを動揺の状況に応じて適切に切り替え、制振効果を得る制御システムである。振動制御技術を鉄道車両の乗り心

地改善策として実用化した事例では世界初である。300系新幹線（初代のぞみ車両）では車両の軽量化と営業走行の速度向上が行われ、トンネル区間では空力外乱によって左右方向の乗り心地が問題となり、制御技術導入による乗り心地の改善が望まれた。空力加振力のような比較的大きな外力に対して十分な乗り心地改善効果を期待し、非制御時には通常の左右動ダンパと同等の特性を持たせる意図から油圧系の変減衰ダンパを使用した。さらに、制御装置が故障した場合にも通常の左右動ダンパとして機能し、車両の走行安定性に影響を与えず、フェイルセーフ性を確保できることも特徴である。

可変減衰ダンパは電気指令でリリーフ圧を調整可能な比例リリーフ弁と基礎減衰を得るオリフィスの並列回路構成で減衰調整機能を実現している（図2）。さらに、車体と台車の動作方向と制振に必要な発生力方向を検出し、動的な片効きダンパとして作用させるための2つのアンロード弁を組み合わせている。

走行試験の結果、乗り心地レベル（振動加速度に人体の感受性を加味したフィルタをかけ、一定時間積算した評価値）の評価から3～5（dB）程度の改善効果を確認し、以降の多くの新幹線車両に搭載され乗り心地改善に寄与している。

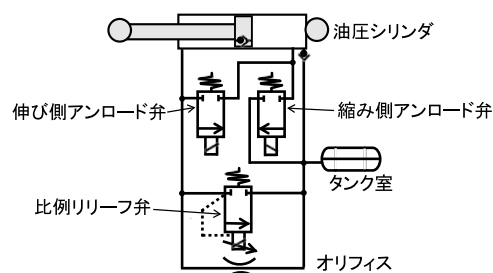


図2 可変減衰ダンパの油圧回路構成

4. アシスト操舵システム

鉄道車両用操舵台車とは、曲線区間で輪軸を軌道の接線方向に向け、発生する横圧（車輪—レール間に生ずる横方向の発生力）を低減するためのシステムである。近年では曲線走行中の台車—車体間変位から機械式リンク機構によって操舵動作を行う連動操舵方式の操舵台車が開発された。安全性が重要視される鉄道システムでは、曲線と逆方向の操舵動作が原理的に考えにくい連動操舵方式は好適である。

機械式リンク構造の簡略化を図るため、空気圧系を応用し、既存台車にも適用可能な操舵システムを考案した（アシスト操舵システム）。本システムは、曲線走行時のボギー角に応じて、台車枠—軸箱間に取付けた操舵アクチュエータの内、曲線外軌側のアクチュエータに圧縮空気を供給して操舵動作を行うシステムである。

操舵アクチュエータは遊動シリンダを使ったタン

デムシリンダである。タンデムシリンダの片側には予圧縮を加えたばねを内蔵し、空気圧供給が絶たれた状態での軸箱全支持剛性を確保している（図3）。軸箱前後支持剛性は台車の高速走行安定性を担保する重要な要素であり、この安定性が保たれない場合には不安定な自励振動を誘発する可能性がある。操舵アクチュエータを動作させる際に予圧縮ばねは発生力の阻害要因となるが、安全性を鑑みこのようなアクチュエータ構成とした。

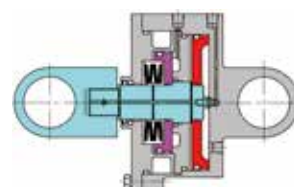


図3 操舵アクチュエータの内部構造

アシスト操舵システムを試験車両に搭載し、走行試験を実施した（図4）。走行試験の結果、円曲線区間での横圧低減効果が顕著であり、走行速度に関わらず概ね20（kN）程度の低減効果があることを確認した。同時に、車外騒音計測結果から車外のフランジきしり音も操舵制御によって改善することがわかった。また、シミュレーション結果から、曲線走行時の走行抵抗の抑制、車輪摩耗量の低減に関しても有効であることが確認された。

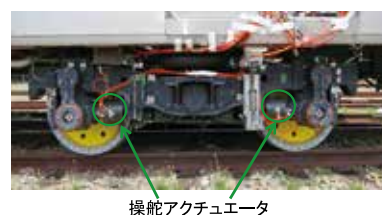


図4 アシスト操舵システムの外観

5. おわりに

鉄道車両におけるフルードパワーの適用事例として、空気ばね、油圧ダンパのような従来から使用されている機器類について解説し、制御技術の導入例としてセミアクティブサスペンション、現在開発に取り組んでいるアシスト操舵システムの概要について紹介した。今後、パッシブ系のパラメータ調整だけでは実現できないような機能を、制御技術導入により実現する動きが一層加速すると予測される。このような制御技術導入にあたって、制御力を実システムに与えるアクチュエータとしてフルードパワーシステムに対する期待は非常に大きい。今後、他形式のアクチュエータ要素である電動モータ機器とのそれぞれの特性を生かした棲み分けを考慮し、発展して行くものと考えている。

（原稿受付：2017年10月26日）

解説

建設現場のIoT スマートコンストラクション

著者紹介



おの であき のり
小野寺 昭 則

株式会社小松製作所
〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6
E-mail: akinori_onodera@global.komatsu

1987年株式会社小松製作所入社、2015年コマツレンタル株式会社代表取締役社長、2017年スマートコンストラクション推進本部副本部長（兼）建機マーケティング本部国内販売本部副本部長、現在に至る。一般社団法人日本建設機械レンタル協会副会長。

1. はじめに

私たちは、ICT建機などで建設現場の生産性や安全性を向上させるソリューションサービス「スマートコンストラクション」（以下「本サービス」という）の提供を2015年2月より始めている。

また、国土交通省が建設現場の生産性の向上等を図るための新しい取り組みとして「i-Construction」を2016年度より導入した。その甲斐あって、ICT施工の関心度が以前にも増して高まっている。

2. 建機メーカーの取組み

製造業全体の問題でもあるが、現場の技能労働者の減少、若手入職者の減少、高齢化の進行など建設業の人手不足は深刻である（図1）。また、個々の建設現場においても、生産性に関わるさまざまな課題がある。

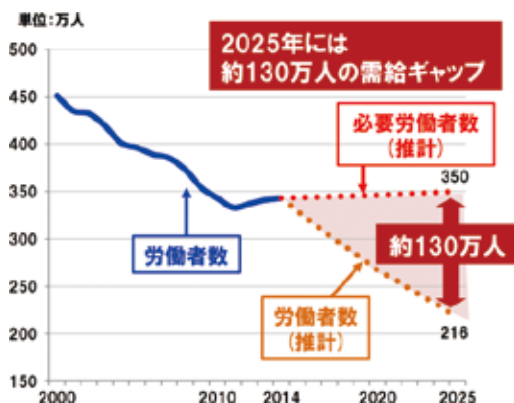


図1 建設技能労働者数の推移と推計¹⁾²⁾

2.1 ICT建機の現場導入

GNSS（Global Navigation Satellite System：汎地球測位航法衛星システム）測量技術の活用で建機の位置情報を取得し、マシンコントロールと呼ばれる、バケットやブレードを自動で設計面に沿う様に制御を行うシステムを搭載したICT油圧ショベルとICTブルドーザーを現場に提供している。

これにより、現場における丁張の設置がなくなり、施工効率が向上すると共に、補助作業員も削減できるため、建機周りでの事故のリスクも減少する。生産性のみならず安全性も向上する。

しかし、導入当初、ICT土工の前後の作業工程の作業効率に影響を受けて、予定していた成果が得られなかった。建設現場はICT建機での土工のみではなく、その前後に数多くの作業工程があり、それらも効率化されなければ、ICT建機の能力を最大限に発揮することはできず、工事全体の効率化に至らないのである。

そこで、ICT施工の前工程・後工程もソリューションとして提供することとした。

2.2 本サービスの導入

建設現場における、このようなさまざまな課題の解決には、建設会社だけでなく、それらに関与する各メーカーの努力と協力も不可欠である。建機メーカーは、最新の技術を搭載した建設機械を建設現場に提供するだけでなく、その建機を最大限に活用できる仕組みをも提供しなければならないという考えから、「ICT施工で何ができるか」ではなく、「ICT施工でどう解決できるか」を考え、さらに、顧客視点に立ち、ICT施工以外の作業工程における課題に対してソリューションを提供する本サービスの導入を決定した。

本サービスは、建設現場で施工に携わる、すべての人・機械・モノを、ICTで有機的につなげることで、現場の生産性を大幅に向上させ、安全でスマートな現場を実現させるのがねらいである。

次項にて概要を述べる。

3. 本サービスの概要

3.1 概要

本サービスには、大きく分けて6つのコンテンツ

がある(図2)。

3.1.1 ドローン等による高精度の現況測量

施工前の現況地形をドローン(無人ヘリ)や3Dレーザースキャナを利用することで正確に把握する。

3.1.2 施工完成図面の3次元データ化

設計図面からICT建機で使用する3次元データを作成する。また、出来上がった3次元設計データを現況測量の結果と比較することで正確な施工土量を算出する。

3.1.3 変動要因の調査・解析

土質や埋設物など、施工に影響する要因を調査・解析をすることで、変動要因による施工への影響を最小限にとどめる。

3.1.4 施工計画シミュレーション

さまざまな施工パターンをシミュレーションすることにより、現場に応じた複数の施工計画を比較・評価することができる。

3.1.5 高度に智能化された施工

ICT建機のマシンコントロール技術で高精度・高効率な施工を実現する。

3.1.6 日々の施工の見える化

ICT建機の日々の施工実績をリアルタイムに管理し、施工の出来高・出来形を見える化する。

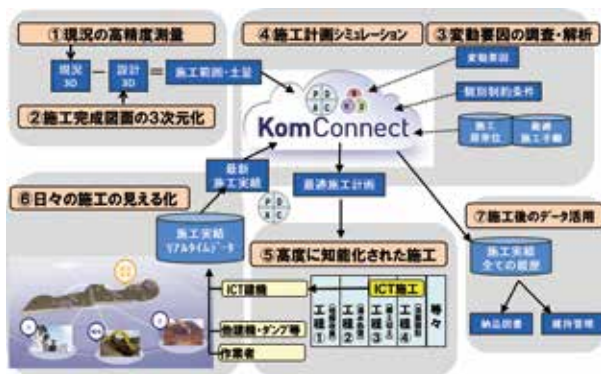


図2 本サービスの俯瞰図

3.2 クラウド型プラットフォーム

これらのコンテンツを提供するための核となり、顧客に提供するデータを一元管理するシステムとして、クラウド型プラットフォーム「KomConnect」(以下「本プラットフォーム」という)を用意した(図3)。現場の施工の始まりから終わりまでをすべてデータ化し、本プラットフォーム上に蓄積することにより一元的に管理でき、施工現場のIoT化を実現させる。本プラットフォームは、現場に関わるすべての人が利用でき、パソコン、スマートフォン、タブレットなどさまざまな端末で利用可能なWebシステムであり、いつでも、どこでも素早く現場の

情報を確認することができる。



図3 本プラットフォームの概要

また、プラットフォーム上にあるデータを閲覧するアプリケーションのインターフェイスは、視覚的で直感的な操作性を追求し、誰でも簡単に操作できるように設計している。

4. ま と め

現在、建設現場に存在する人・機械・モノのデータを見える化する技術を提供し、3次元データで施工の各段階をつなぐことが可能となった(図4)。



図4 本サービスの今後

今後は、これら施工データを用いて、現場の最適化を顧客に提案していく。たとえば、蓄積された建機の施工能力を基に、最適な施工方法を提案したり、また、建機以外のサプライチェーンの最適化を提案し、建設現場全体の最適化をも考える。

このように今までとは違ったICTを駆使した建設現場運営が若い人たちの関心へとつながり、建設業の魅力向上となれば、建設業全体の就業者数の増加にもつながると考える。さらには、職場環境も改善でき、スマートな現場管理、簡単な建機操作も可能となったことで、女性の就業者数の割合も増加することを期待したい。

参考文献

- 1) (一社)日本建設業連合会：再生と進化に向けて～建設業の長期ビジョン～，日本建設業連合会，pp. 38-41 (2015)
- 2) 総務省：労働力調査，<http://www.stat.go.jp/data/roudou/>

(原稿受付：2017年10月13日)

解説

液浸露光装置の技術動向

著者紹介



え がしら ひろ ゆき
江頭 裕之

株式会社ニコン半導体装置事業部事業企画部マーケティング課
〒108-6290 東京都港区港南2-15-3 品川インターシティC棟
E-mail: Hiroyuki.Egashira@nikon.com

1997年 株式会社ニコン入社。半導体露光装置の機械設計部で装置の機構設計、部品選定、図面作成業務を担当。その後、装置全体システム及び顧客先での装置運用サポート業務を経て、2017年からマーケティング課、現在に至る。

1. はじめに

半導体露光装置の中でも最も精密かつ高い生産性を実現している液浸露光装置に要求される性能や技術を、半導体技術動向・ITトレンド・半導体市場動向などを踏まえて説明する。最新の液浸露光装置に必要とされる技術の中でフルードパワーに関連した要素技術を紹介する。

2. 最新露光装置に必要とされる技術

2.1 半導体露光装置概要

ウェハ製造から始まり最終製品までの大まかな流れを図1に示した（半導体製造工程は多種・多用で実際にはもっと複雑である）¹⁾。

超高純度シリコンウェハにフォトリソを塗布し露光を行い、露光後の現像・エッチングを経てパターンが形成される。製品により工程は同じではないが、イオン注入・成膜・CMPといった工程を行い、

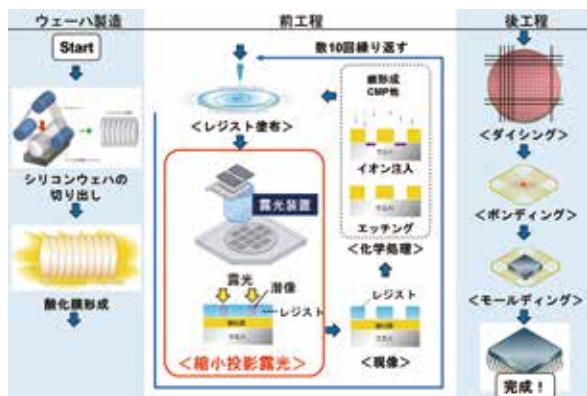


図1 半導体露光装置の用途

パターンを何層にも重ねていく。最後にウェハ内に同じように作られたパターンを切り出して、配線工程を経て半導体製品となる。

各工程にはさまざまな半導体製造装置が使われているが、露光装置はこの中の露光をする部分に使われる。

2.2 半導体技術動向

半導体の集積度は留まる事なく、平面の微細化だけでなく縦方向への積層と言った技術革新が続いている。それに伴い、露光技術への要求もますます高くなっており液浸露光装置の活用と次世代の露光技術の開発が並行して進んでいる。

ITトレンドに目を向けてみると、現在の5大トレンドは、「IoT・AI・クラウド・5G・クルマ」と言われている。3年前には、4大トレンドとして「Big data・クラウド・モバイル・ソーシャル」と言われていたが、主要トレンドは色んな分野や方面に移移している。

半導体需要は引き続き成長傾向であり、シリコンウェハ需要も年平均成長率約4%で今後も成長すると予想されている²⁾。それに伴い半導体製造装置市場も実績としてカレンダーダイヤーで2016年が約13%の成長、2017年が20%、2018年が5%と需要拡大傾向が続くと予想されている（図2）³⁾。



図2 世界半導体製造装置市場予測

2.3 液浸露光装置に必要とされる技術

半導体チップは、多数のトランジスタや抵抗・配線等の電子回路パターンが多層構造で形成されている。回路パターンをくっきり、かつ正確に重ね合わせる事が必要となる。更に生産性向上のため、高いウェハ処理能力も必要とされている。露光装置に要

求される性能を大きく3つにわけると「結像性能・重ね合わせ精度・生産性」になる(図3)。

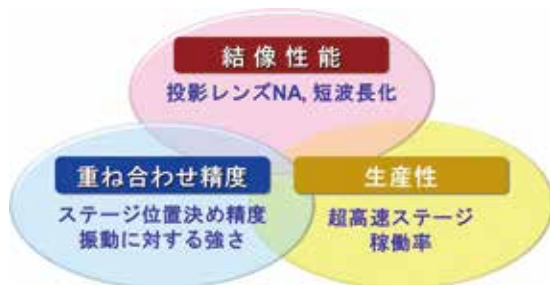


図3 露光装置に要求される性能

重ね合わせ精度要求を達成するには、ステージ位置決め精度はサブナノが必要であり、日常では気にならない程度の振動や熱による影響も無視できない。基本的な設計思想は「外乱を出さない」「外乱があっても伝えない」「外乱が伝わっても振動・熱変形しない」「振動・熱変形しても計測して補正する」となる。

温調関連で使う部品として「ポンプ・配管・継手・電磁弁・温度センサ・流量センサ・ヒータ・レギュレータ」と言った物が使われている。空調関連で使う部品として「温度センサ・湿度センサ・風量センサ・ヒータ・ケミカルフィルタ」と言った物が使われている。温調・空調ともに数mK(1 mK=1/1000℃)で超精密な温度制御が要求されている。

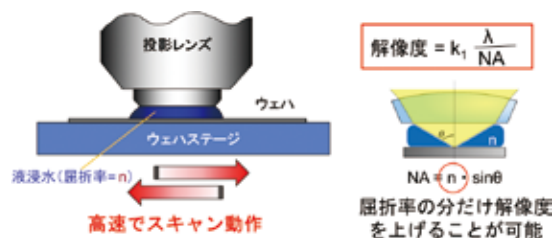


図4 液浸水に要求される技術

結像性能要求に応えるために、水の屈折率が空気より高い事を利用して、露光部分に水を満たす事で解像度をあげる「液浸露光技術」が既に実用化されている(図4)。液浸水には、数mKの温度安定性が要求される。更に、液浸水中の不純物は製品欠陥となるため、液浸水には超純水が使用され供給経路には非常にクリーンな部品が必要とされる。

最先端装置で使われているArF(フッ化アルゴン)レーザは波長が193nmと短く、露光光が通る空間に存在する物質を分解する。分解された物質が硝子に付着する事で光学性能が劣化するため、部品には脱脂や超音波洗浄等を実施し、部品の表面だけでなく、ねじ穴に至るまで汚染物質の除去が必要となる。更に空間を窒素パージする事で長期に渡り安定した光学性能の維持を実現しているが、レチクル

やウェハ搬送部等の駆動する部分は完全な窒素パージが難しく、露出部分は汚染物質に曝されるリスクがある。こういった部分にはCDA(ケミカルクリーンドライエア)で充填させ低湿度化を実現している(図5)。

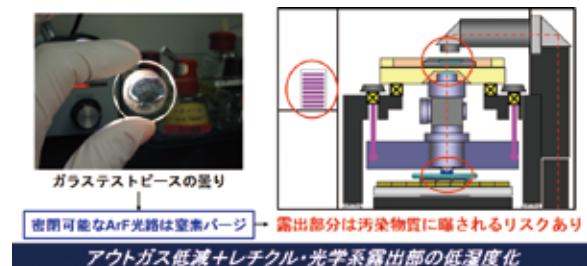


図5 ArF光路に要求される技術

露光装置に求められる主要3大性能の3つ目として生産性を実現するために、レチクルおよびウェハステージには超高速かつ高稼働が求められる。高精度位置決め精度を実現する為の要素技術としては、「エア浮上ステージによる非接触駆動」「高剛性構造体による加速度変形抑制」「エンコーダ制御によるサブナノの制御精度」「精密温調での排熱による外乱抑制」が必要である。また、非常に高額な装置なので、突発的な装置ダウンをしない事が求められる。定期メンテナンスや消耗品交換の頻度が低く、交換時間を極力抑えて安定稼働する事が非常に重要となる。

3. ま と め

半導体製品は拡大傾向であり、それに伴い半導体製造装置需要も拡大傾向が続く。次世代露光技術の実用に向けた開発が進行中であるが、液浸露光装置の延伸は継続される。

最新の液浸露光装置に要求される機能

- ・再現性の高い機構および変動をモニタできる機構
- ・液冷温調や空調には超精密温度安定性
- ・液浸水には不純物抑制や超精密温度安定性
- ・ArF光路にはケミカルクリーン
部品の脱脂、窒素パージ、CDAパージ
- ・高いメンテナンス性、突発的ダウンを防ぐ機構

参考文献

- 1) <http://www.ave.nikon.co.jp/semi/technology/story02.htm>
- 2) IHS Markit, Global Manufacturing Market Tracker Q2, 2017 Results based on IHS Markit, Global Manufacturing Market Tracker Q2, 2017. Results are not an endorsement. Any reliance on results at the third party's own risk. Visit technology.ihs.com
- 3) SEAJ教育セミナー「マーケット情報」2017年7月7日

(原稿受付: 2017年10月13日)

解説

ADSの更なる市場展開とその施策 (ADS : Aqua Drive System 新水圧技術)

著者紹介



みや かわ しん べい
宮川新平

(一般社団法人) 日本フルードパワー工業会
〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8
機械振興会館311号
E-mail : miyakawa-shi@jfpa.biz

2016年7月から一般社団法人日本フルードパワー工業会、現在、水圧部会長、ADS国際標準化推進室長、1987年来水圧技術の調査、技術開発、製品開発、市場導入の一連の業務を遂行、1984年7月～1986年1月、2005年5月～9月、アーヘン工科大学に滞在、日本フルードパワーシステム学会会員。

1. 社会的背景とADS推進の発端

近年の市場は多様性、複雑性、高性能化、更には国状の差、地域差に大きく依存し、市場の先見的予測を困難にしている。ADSの市場導入に当たって、まずは「水」の持つ特質とその市場の広がりをも理解しておくことが重要である。図1に示すように多次元的な社会的要因、課題とその解決の糸口を「水」は保有しており、水利用の効果は多岐に渡る。それは「水」が持つ本質的な特徴でもあり、エネルギー源、輸送、民生、環境調和など多くの社会問題の解決可能な基盤的要素を含んでいる。これはそれだけ多くの市場を包含することを意味する。「水の人間社会」への運用次第では更なる多くの分野への期待は拡大する。但し、これらの要素を有機的連携させることが重要であり、近年喧しい「インダストリー4.0/Iot」の考えはこの連携的水利用の効用を拡大する。ADSの展望はここにある。

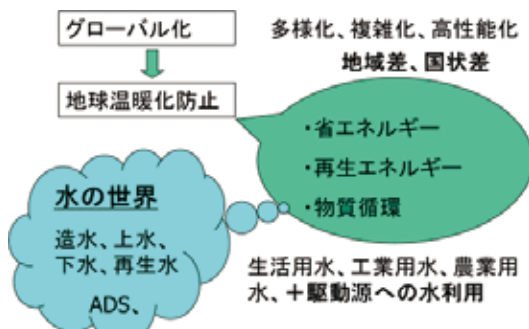


図1 ADS導入の社会的背景

2. ADS技術と市場の特定とその実証

新技術実現の障壁は従来技術である。一方、従来技術は環境の変化とともに多くの不都合をも発生させ、それが動機となって新技術が求められることになる。

人間の進化は常に現状に含まれる阻害要素と明日への希望とその実現のアンバランスであり、その実現には「パラダイム変換」による従来の習慣とリスクを乗り越えねばならない。ADSの推進に市場拡大とその成果を見出すためには顧客でも見え難い、それでいて何かを感じさせる要因、それに伴う技術革新である。ADSの実現はこれらの考えに基礎をおいて出発している。フルードパワー技術の長所を取り入れて従来とは異なる指向性を見出すことが進展の重要な要素である。ADSの発端は「小型で高密」を生かして、その市場を「軽薄短小」市場に目を向けることである。「市場の特定とその実証」に時間を要した。図2はADS応用分野を具体的に「製品化、実用機、モニタ機」の実績を背景に作成された。枝の部分にADS適用環境条件を記述し、「市場の特定」を行う出発点としている。果実の部分にはADS利用の環境条件を満足せしめる最適な具体的市場を示す。幹には市場が必要とするADS機器を記述している。適用分野を一言で表現すると「母機がステンレス鋼」の世界である。食品、半導体、医療・医薬、包装などである。新顧客との接触には以下の活動が重要である

- ① ADSのコンセプトを丁寧に説明する。
- ② ADSを利用すると顧客の機械に特長を持たせることが可能となる。
- ③ ADSを利用することで顧客製品のコンセプトに変化を持たらす。

3. 更なる市場展開の社会的背景の要因

食品関連でADS導入のメリットを最大限に生かせる業種がある。「ダーティとクリーン」のゾーンが共存する食肉加工の生産現場への導入が分かり易い。「食の安全から」今後はHACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point : 危害分析) が法制化される。機械や生産システムの「高度衛生化」にはADSの採用に納得がいく。更には最近世の中で喧しい程の話題は「インダストリー4.0或いはIot」が加わる。これはADSが水動配管圧レベルから14MPaまでの幅広さを有し、駆動源の統一化がビッグデータの簡素化が一因となる。

当面の市場としては食品加工、医療・医薬、半導体関連である。食品関連でADS導入のメリットを最

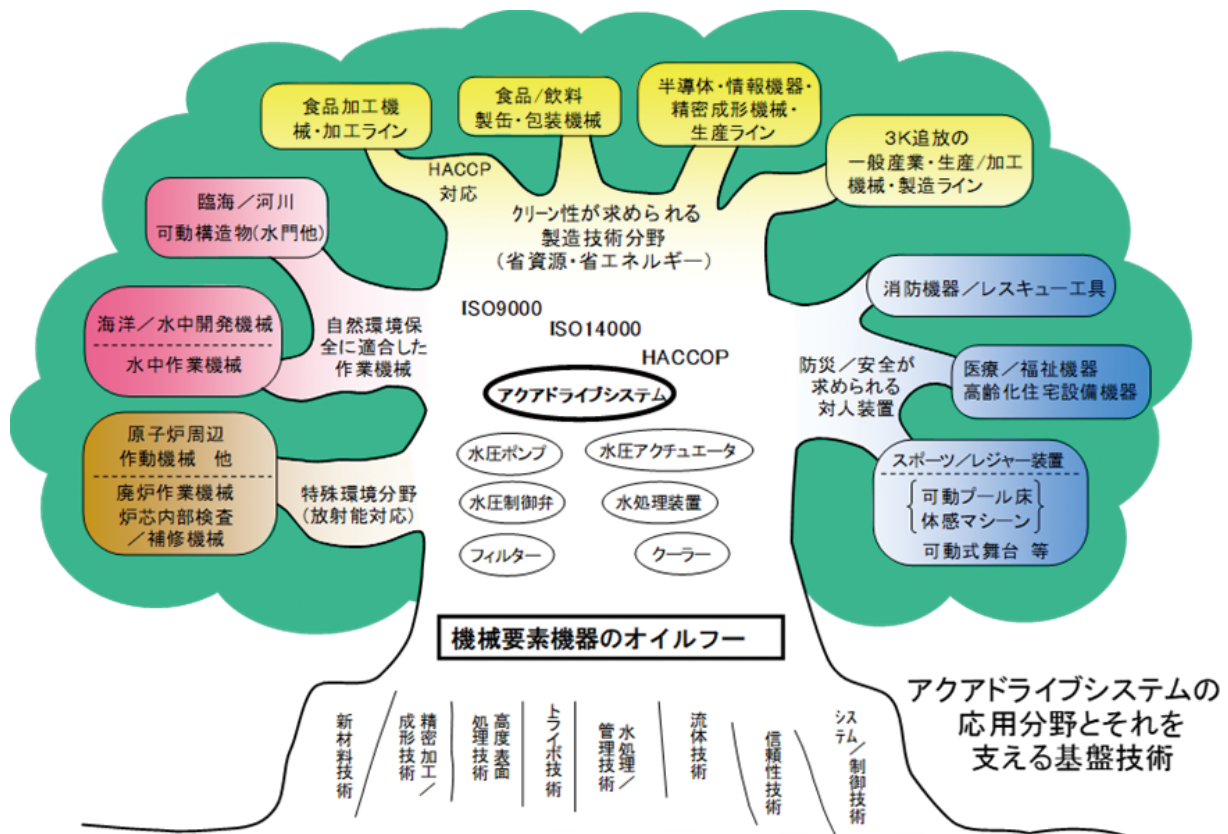


図2 ADS市場とその背景とADS機器、基礎技術

大限に生かせる業種がある。高度衛生化への対応として機械の容易な洗浄機能は重要である。「食の安全から」今後はHACCPの運用が適用される。機械や生産システムの「容易な丸洗い洗浄」にはADSの採用に納得がいく。更には最近世の中の話は「インダストリー 4.0或いはIoT」がある。筆者は過去にこの様な視点から海外自動車大手を訪問し、生産工程に300台前後の自動化機械生産工程を全水圧ラインで構成した工場を見学した。そこには既にIoT絡みの技術が組み込まれていた。「異常・故障予知 4.0」である。従来の機械生産工程での機械の駆動技術は「電動、油圧、空気圧」が混在し、これらが複雑に関係した仕組みとなっていたが、これを水圧技術一本にすることが可能であることから機械に付随するセンサー、I/O、制御器などが一つのスキルに統一された。シンプルなシステム技術の構築が可能となり、保守の信頼性、生産性の向上、低コスト化につながる。以上の様な最近の動向を観察するとADSの更なる導入の条件が整い始めた。

4. 新技術・新製品のグローバル化と「国際標準化」

独創性が無ければ真の味での「国際標準化」への関心は薄い。機械産業では、これまで欧米を追いつき、追い越せであった。この面に係わる企業の活動に官の補助が積極的に行われている。「フルードパワー技術業界」においてもADSの国際標準化への活動が2016年から2018年にかけて、産官学の連携で実施され、IFPEX2017ではその成果の一端を「水が機械を動かす」をテーマに紹介されることになっ

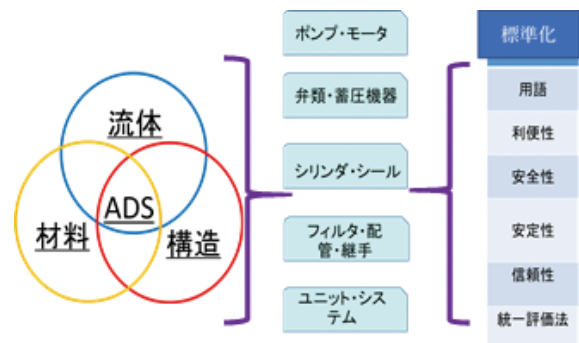


図3 基本技術、ADS機器と標準化項目

た。その必要性を以下に示す。

- 1) 従来技術との差異を明確にして、欧米先進国に先立って推進。
- 2) 応用としての新市場を明確にする。
- 3) 大学との連携を強化して識者からの意見と経験の下に企業が製作する機器へ反映させ、標準化に耐える性能、信頼性を確保する。

図3はADSの標準化の仕組み、基本的な構成を示す。ADS技術の基本的特性は流体に「水道水」を使用することから「材料と構造」を明確にし、「標準化項目」を配慮したADS機器や関連技術の構築が必要となる。国際標準化活動は走り始めたばかりである。まだ見ぬ世界への挑戦は続く。新市場の創造が有って、新技術開発が生まれる。識者のご支援を期待したい。

(原稿受付：2017年10月31日)

解説

新型ワイドレンジ副変速機付CVTの油圧システムについて

著者紹介



のぶ ひさ お
野 武 久 雄

ジャトコ株式会社部品システム開発部
〒243-0126 神奈川県厚木市岡津古久560-2
E-mail: hisao_nobu@jatco.co.jp

1994年近畿大学理工学部機械工学科卒。同年SRエンジニアリング入社。1997年日産自動車ドライブトレイン開発部入社。1999年分社・合併を経て現在に至る。日本フルードパワーシステム学会、自動車技術会などの会員。

1. はじめに

世界の自動車登録台数における小型車の比率は約3割、台数規模は約2400万台と多く重要な市場である。この小型車領域をトランスミッションの視点で見た時に、2ペダルの比率は2016年時点で35%であるが、2021年には40%まで拡大する可能性を持っている。また、世界の国々での燃費向上（燃費規制）の要求は高く、小型車も対応が必要である。一方で、グローバルな市場に対応するためには、多様な環境やお客様の使い方により燃費向上だけでなく運転性の向上も同時に求められている。

CVTは燃費に優れ、発進や変速のスムーズさの点で、Step ATより有利である。

今回、当社が2009年に世界で初めて世に送り出した副変速機付小型CVTをベースに、新デバイス、新制御を織り込むことで運転性、特に変速応答性の向上を実現し、加えて高まる燃費要求に答えるべく、燃費性能も更に進化させた新型CVTを開発した。

なお、パッケージングへの影響は最小限とし、小型で競争力のあるパッケージングをキープすることも実現している。

本稿ではこのユニット開発の狙いの達成に貢献した新油圧システムの詳細について紹介する。

2. 開発の狙いと課題

2.1 新型CVT開発の狙い

副変速機付小型CVTをベースに、多様な市場に求められる小型CVTを開発すべく、以下をコンセプト

として新型CVTを開発した。

- 1) さらなる燃費性能の向上
- 2) 変速応答性の向上
- 3) 小型車に搭載できるパッケージングの確保

2.2 油圧システムの開発課題

新型CVTの開発の狙いの実現のために、油圧システムとして、下記の課題に取り組んだ。

(1) ユニットフリクションの低減

オイルポンプ駆動損失低減を実現するにあたり、オイルポンプの流量制御弁で発生していた圧力損失を解消した。具体的にはオイルポンプの流量制御弁を廃止する事によりオイルポンプ駆動エネルギーの30%低減を実現し、従来CVTに対するトランスミッション伝達効率の3%向上に寄与した。また、それを実現するために、コントロールバルブへの流入流量増加に関する技術課題の解決を図った（耐摩耗性向上、圧力損失改善）。

(2) 変速応答性の向上

ユニット開発の狙いであった変速応答性向上のため、セカンダリプリー圧減圧弁を追加し、セカンダリプリー圧をライン圧とは独立に制御できる調圧方式とした。

(3) 小型車に搭載できるパッケージングの確保

減圧弁の追加によるパッケージングや生産設備への影響を最小限にすることを狙い、追加部品レイアウトの最適化を行い、変更の影響による課題を最小化した。また、従来CVTとの並行生産の容易化を図った。

3. 油圧システム概要

図1に油圧システムの概要を示す。

新型CVTでは、弊社の従来CVTの油圧回路構成に対し、セカンダリプリー圧をライン圧に対して減圧して圧力制御可能にするために、セカンダリプリー制御用のリニアソレノイドおよび、セカンダリプリー圧減圧弁を追加する構成とした（図2）。

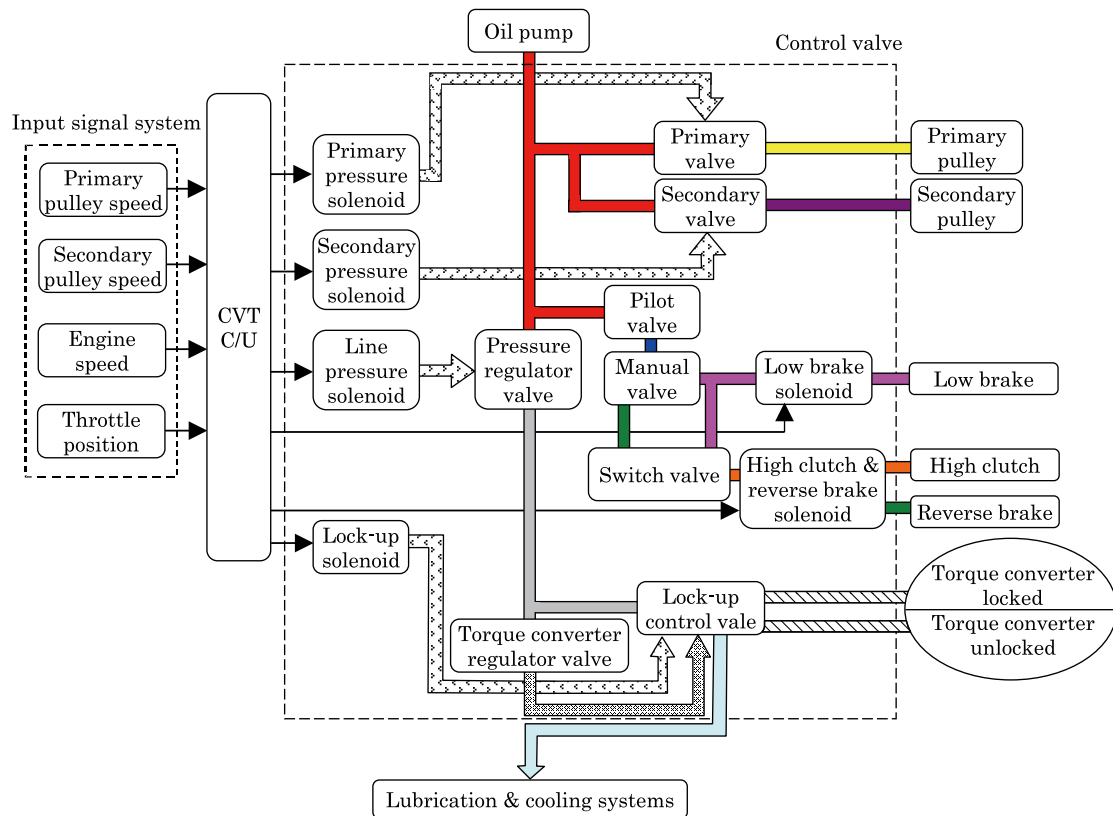


図1 Hydraulic system

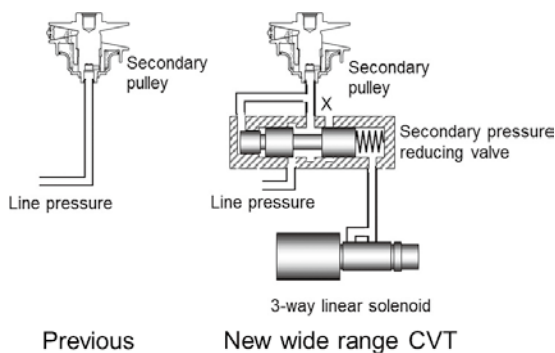


図2 Hydraulic circuit for secondary pulley

4. 開発課題に対する取り組み

4.1 オイルポンプ流量制御弁の廃止によるオイルポンプ駆動エネルギーの低減

図3にオイルポンプシステムの変更内容を示す。従来CVTでは流量制御弁が採用されており、ポンプ

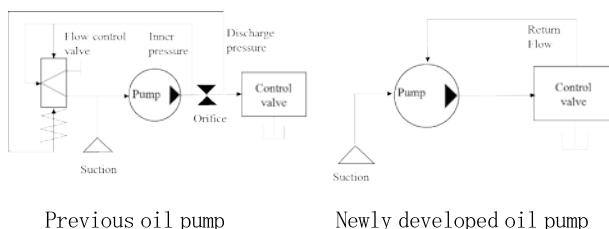


図3 Oil pump improvement to reduce energy loss

回転数が高速回転になった時に吐出流量を吸入路に戻すことによってキャビテーションの発生を抑制する機能を有している。しかし、流量制御弁を作動させるために設置されていた回路内オリフィスが流量抵抗となりオリフィス前後に差圧を発生させていた。そのために、オイルポンプ駆動損失が高くなっており、新開発ポンプでは流量制御弁を廃止することによってその損失を低減することとした。

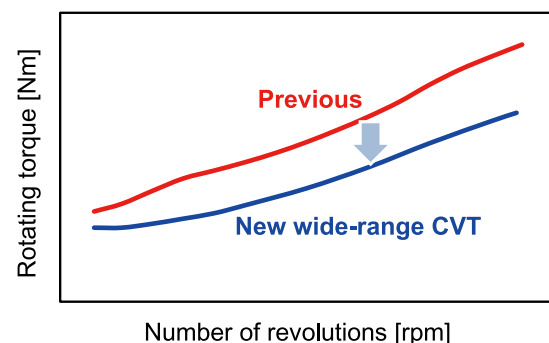


図4 Driving torque of oil pump

図4にオイルポンプの駆動トルクを示す。新型CVTに採用されたポンプでは図のように30%以上のオイルポンプ駆動エネルギー低減が実現でき、ユニットの損失エネルギー低減に大きく寄与した。

オイルポンプの流量制御弁廃止に伴い、コントロールバルブへの流入流量が増加する(図5)。

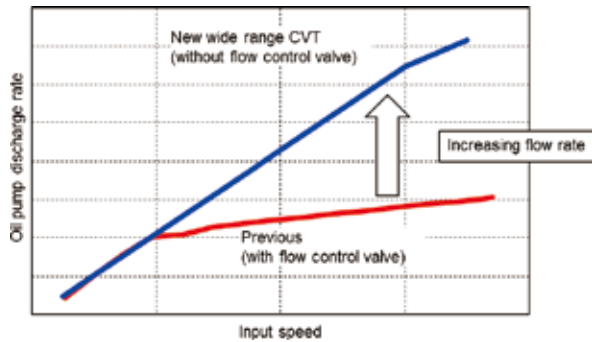


図5 Oil pump discharge rate per revolution

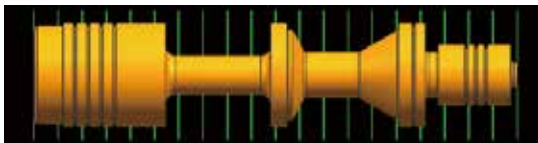
流入流量増加によりスプールの押付け力が増加してバルブボディの耐摩耗性が課題となる。

新型CVTでは、プレッシャレギュレータバルブの押付け力低減形状を3次元流体解析を用いて検討した。(図6, 7)

これにより、大流量の入力でも、十分な耐摩耗性を確保することが可能となった(図8)。

また、コントロールバルブへオイルポンプからの流入流量が増加するため、コントロールバルブ本体内部の油路における圧力損失が増加することが懸念

Previous



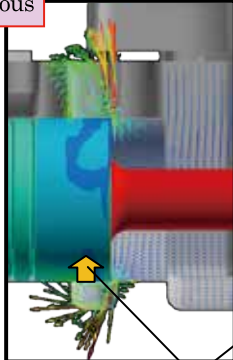
New wide range CVT

Flow force cancellation shape

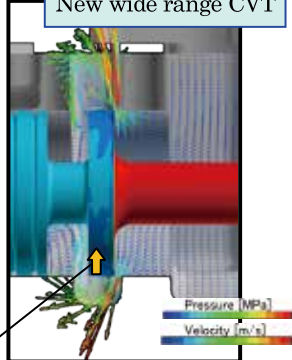


図6 Comparison of pressure regulator valve shapes

Previous



New wide range CVT



The flow force by new shape is smaller than flow force by previous shape.

図7 Results of 3D flow simulation

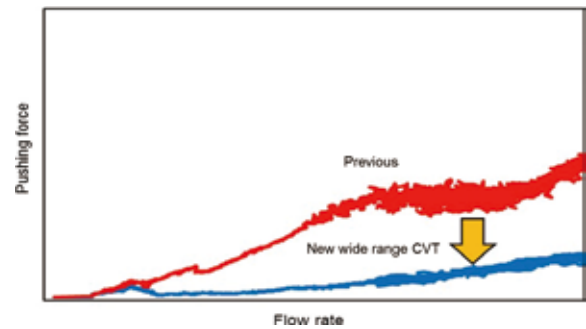
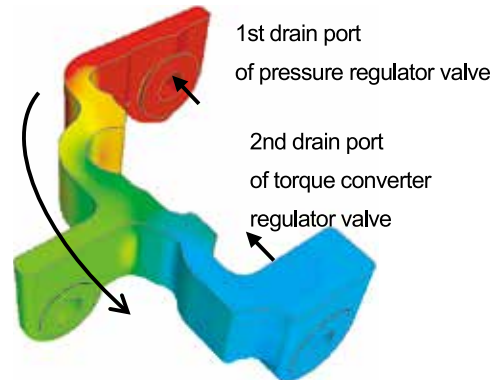


図8 Pushing force of pressure regulator valve

された。

開発初期の段階で上記懸念を考慮して油路の設計を行ったが、さらに回路全体の3次元流体解析を用いることで、大流量に対応した最適なコントロールバルブ形状に早期改善することができた(図9)。

Early stage of development



New wide range CVT

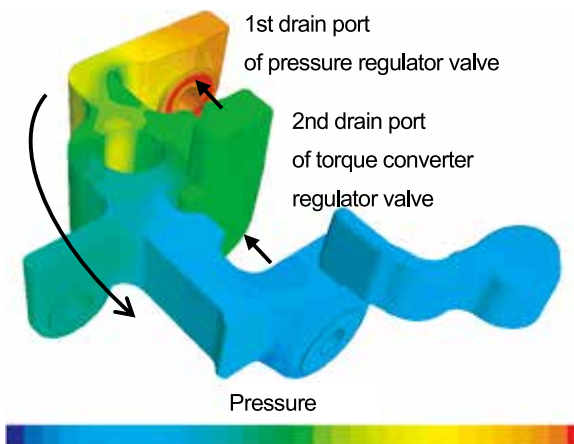


図9 Pressure loss

4.2 セカンダリプリー圧減圧弁の追加による変速応答性の向上

新型CVTではセカンダリ弁を追加してセカンダリ圧を独立に制御する事とした。変速に使用するプリー制御圧をプライマリ圧以外にセカンダリ圧も使用

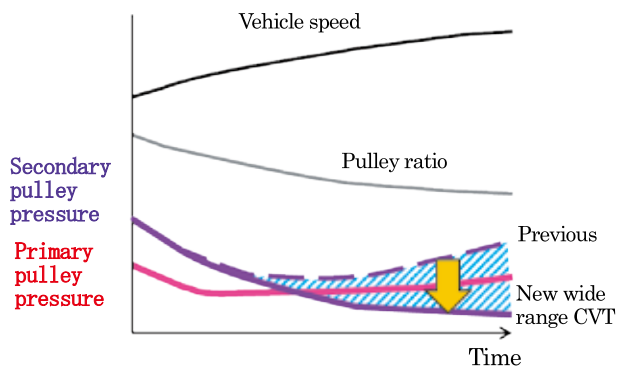


図10 Change of the control for the secondary pulley pressure

する事で変速応答性の向上が可能となった（図10）。

セカンダリ圧を自由に制御するために、プーリ制御用のリニアソレノイドおよび、減圧弁を追加した。油圧安定性と応答性を両立する弁の仕様を検討するにあたり、1D油圧シミュレーションモデルに3次元流体解析による回路圧損計算結果、および、スプールのノッチ等の複雑な形状まで考慮したモデルを織り込むことにより予測精度の向上に取組んだ。

これにより、これまで予測が困難であった、油圧の過渡的な安定性や応答性をシミュレーションにより検討可能となり、安定性と応答性を両立させる最適仕様を決定することができた（図11）。

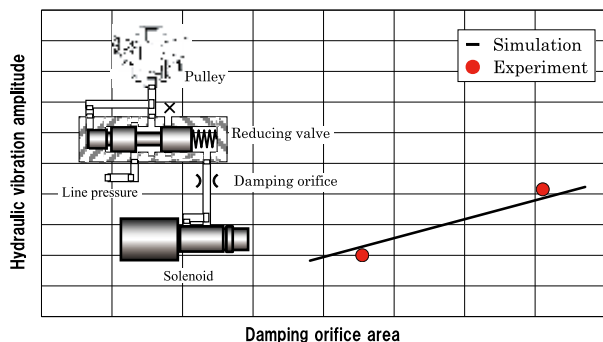


図11 Results for hydraulic pressure vibration amplitude

4.3 パッケージングとの両立

セカンダリプーリ圧をライン圧に対して減圧するための部品を追加するにあたり、新型CVTでは従来CVTに対して生産設備の変更を最小限にすることを狙った。取付け相手部品であるトランスミッションケースの設備改造を不要とするために、各スプール弁およびソレノイドバルブのレイアウトを最適化することにより各油圧回路の受け渡しやボルトの位置を共通とした（図12）。

5. ま と め

新型CVTの開発の狙いを達成することに貢献する

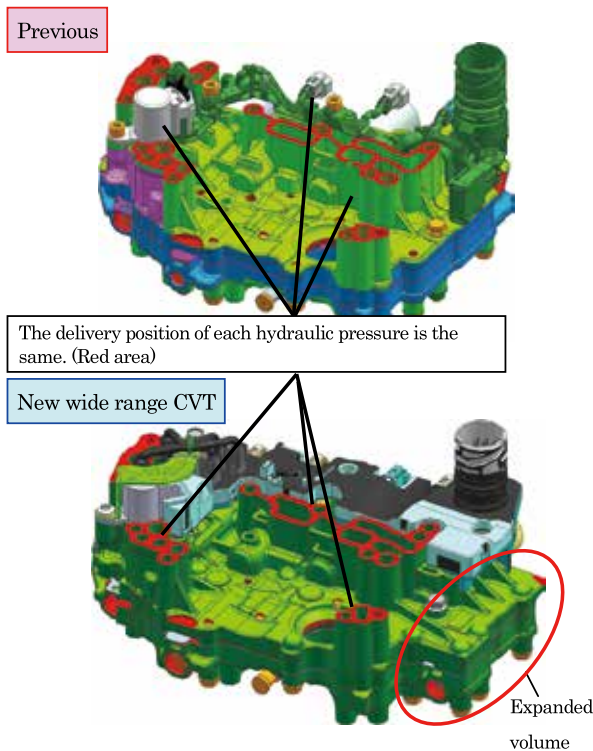


図12 Control valve assembly

新油圧システムを開発することができ、以下の3課題を解決することができた。

- ・流量制御弁廃止によるオイルポンプ損失エネルギー低減の達成、および廃止の影響を最小限に抑制（スプールに作用する押付け力および圧力損失の抑制）
- ・変速応答性の向上を達成
- ・パッケージングとの両立の達成

これらの課題の解決に際しては、3次元モデルでの詳細流体解析と1D油圧シミュレーションによるパラメータ検討を行なう事で、最適な仕様設計が可能となった。

今後も新型CVTの開発で培ったシミュレーションの精度の向上などにより、更なるCVTの性能改善に取り組んでいきたい。

本システムの開発に当たり、多大なるご協力をいただいた、社内外の方々に厚く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 若原龍雄ら，“大容量CVT油圧&電子制御の紹介”，Jatco Technical Review No. 5, 2004.
- 2) 若原龍雄，田中裕久，“ベルトCVTの効率向上と制御性能を両立するハイドロメカニカル変速制御機構の研究”，JFPS, Review 2005.11
- 3) 加藤克雄ら，“CVT7 W/R 高効率油圧システムの開発”，Jatco Technical Review, No. 15, 2015

（原稿受付：2017年11月1日）

解説

IFPEX2017カレッジ研究発表

著者紹介



さか ま さや こ
坂 間 清 子

青山学院大学
〒252-5258 神奈川県相模原市中央区淵野辺5-10-1
E-mail : sakama@me.aoyama.ac.jp

2015年法政大学大学院デザイン工学研究科システムデザイン専攻博士後期課程修了。その後、同大学マイクロ・ナノテクノロジー研究センターのP・Dを経て、2016年青山学院大学理工学部機械創造工学科助教、現在に至る。日本フルードパワーシステム学会、日本機械学会の会員、博士（工学）。

1. はじめに

2017年9月13日～15日に東京ビッグサイトにて第25回フルードパワー国際見本市（IFPEX2017）¹⁾が開催され、日本フルードパワーシステム学会主催の特設コーナーとして設けられた「カレッジ研究発表展示コーナー」ではフルードパワーに関連した研究を実施している研究室の研究結果が発表された。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. IFPEX2017カレッジ研究発表展示コーナーについて

IFPEXは3年に一度行われている国際見本市であり（1999年までは2年に一度）、1997年以降、カレッジ研究発表展示コーナーは恒例の企画になっている。表1はIFPEX2017カレッジ研究発表展示コーナーの出展研究室一覧である。本年度のIFPEXは、ポスター発表を中心とした募集であったにも関わらず、出展研究室は23研究室、出展テーマ数は計36テーマとなり、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フルードパワーを利用したロボットの特設コーナーや水圧機器や水圧に関する研究が紹介された水圧コーナーなどの興味深い企画等があったが、カレッジ研究発表展示コーナーにもたくさんの方にご来場いただき、盛況のうちに終了した（写真1）。

表1 IFPEX2017カレッジ研究発表展示コーナー
出展研究室一覧（順不同）

No.	研究室名	発表分野	出展数
(1)	奈良工業高等専門学校 早川研究室	空気圧	1
(2)	福岡工業大学 フルードパワーシステム研究室（加藤研究室）	空気圧	1
(3)	香川大学 佐々木研究室	空気圧	1
(4)	神奈川工科大学 吉満研究室	空気圧	1
(5)	大阪工業大学 フレキシブルロボティクス研究室	空気圧	2
(6)	沼津工業高等専門学校 村松研究室	空気圧	1
(7)	神奈川工科大学 パワーアシスト研究室	空気圧	2
(8)	明治大学 メカトロニクス研究室	空気圧	2
(9)	徳島大学 高岩研究室	空気圧	1
(10)	東京電機大学 藤田研究室	空気圧	2
(11)	東京工業大学 塚越研究室	空気圧 水圧	2
(12)	芝浦工業大学 川上研究室	空気圧	1
(13)	東京工業大学 只野研究室	空気圧	1
(14)	横浜国立大学 真田研究室	油圧	1
(15)	室蘭工業大学 機械システム設計学研究室	油・空気 圧・他	1
(16)	足利工業大学 工学部 機械工学コース	機能性 油圧 空気圧	4
(17)	法政大学 高機能メカトロデザイン研究室	油圧 機能性	2
(18)	東京電機大学 医用精密工学研究室（三井研究室）	機能性	2
(19)	東京工業大学 吉田研究室	機能性	1
(20)	東京工業大学 金研究室	機能性	1
(21)	神奈川大学 原子力耐震工学研究室	水圧	2
(22)	芝浦工業大学 伊藤研究室	水圧	3
(23)	青山学院大学 機械制御研究室	その他	1



写真1 カレッジ研究発表展示コーナーの会場の様子

3. 各研究室の研究紹介

表1に示す各研究室の発表内容について、簡単に紹介する。ご興味のある研究テーマについては、日本フルードパワーシステム学会のWebページで公開されている論文集をご覧ください²⁾。

(1) 奈良工業高等専門学校 早川研究室

高齢者が自身で歩行訓練を行うための高付加価値歩行訓練システムの開発が進められており、カレッジコーナーでは提案するシステムの構成要素の一つとなる歩行アシスト装具について紹介された。股関節屈曲動作の補助に空気圧ゴム人工筋が利用され、本装具が歩行アシスト装具として優れた性能を有することが実験的に示された。

(2) 福岡工業大学 フルードパワーシステム研究室

超精密加工機械に使用される静圧空気軸受式のエアタービンスピンドルの回転数制御と工具損耗摩擦の推定方法について発表された。供給空気の制御に気体用超精密高速応答圧力レギュレータ（HPR）を用いた制御方法が提案され、提案手法が切削加工に適していること、また、HPRによる供給圧力を測定することで工具寿命を推定できる可能性が実験的に示された。

(3) 香川大学 佐々木研究室

衣服と同じような着用性を有するパワーアシストロボットの開発が進められており、ポスター発表では、着用性の高いパワーアシストロボットを実現するために開発された空気圧ソフトアクチュエータ、消費エネルギーが小さく、小形な空気圧供給システム、小形・軽量ながら大流量の空気を通過させることが可能なエアオペレートバルブなどが紹介された。

(4) 神奈川工科大学 吉満研究室

不整地・傾斜地における作業での利用を想定して開発が進められている下肢パワーアシストスーツについて紹介された。斜面での下肢の負担軽減、怪我の防止、長時間の作業を実現するために、軽量で稼働範囲が広く、さらに十分な衝撃吸収性を有したアシストスーツの構造や制御方法が検討されている。

(5) 大阪工業大学 フレキシブルロボティクス研究室

空気圧ソフトアクチュエータを用いた拇指の拘縮・痙縮を予防するリハビリテーション装置と足関節の関節可動訓練装置について紹介された（写真2）。これらの装置には研究室で開発された空気圧ソフトアクチュエータが駆動源として利用されており、小形・軽量であり、さらに人との接触親和性の高い装置が開発されている。

(6) 沼津工業高等専門学校 村松研究室

高齢者のリハビリテーションを目的として立位保

持装置と重心移動装置から構成される空気圧装置が開発されており、本発表では、開発された装置を用いて実施された疑似高齢者の静止立位と重心移動の評価結果が報告され、本装置の有用性が示された。

(7) 神奈川工科大学 パワーアシスト研究室

研究室で開発されたベローズアクチュエータを搭載したパワーアシストスーツとパワーアシストハンド・レッグについて紹介された（写真3）。開発されたベローズアクチュエータは軽量でありながら伸縮比が大きく、パワーアシスト用アクチュエータとして有用性が高いことが示された。

(8) 明治大学 メカトロニクス研究室

空気圧アクチュエータを利用した立ち上がり動作を支援するロボットアームと歩行支援装具について紹介された。歩行支援装具には自然な歩行を実現するために新たに開発されたニュートラル機構が導入されており、発表ではその有用性が示された。

(9) 徳島大学 高岩研究室

空気圧を利用した人間支援システムの開発が進められており、カレッジコーナーでは、負圧の利用により抵抗力を制御して力覚を提示する装置、空気圧パラレルマニピュレータを用いた手首リハビリ支援装置、装着者の体重を利用して駆動するエネルギー自律型の空気式歩行支援シューズについて紹介され



写真2 大阪工業大学 フレキシブルロボティクス研究室



写真3 神奈川工科大学 パワーアシスト研究室

た(写真4)。

(10) 東京電機大学 藤田研究室

空気圧アクチュエータの精密位置決め制御を目的とし、サーボ弁の動特性を考慮した静圧軸受けエアステージの軌道制御法が提案され、その有効性が実験的に明らかにされた。また、風力エネルギーで圧縮空気を発生する風力圧縮機が提案され、試作機を用いた実験により実用化の可能性が示された。

(11) 東京工業大学 塚越研究室

加圧することで螺旋状に変形して収縮するHelical形流体圧アクチュエータについて紹介され、マッキベン人工筋と比べて2倍近く大きな動作を可能にすることが示された。また、扁平チューブに自励振動を発生させて圧力切替を行う柔軟小型バルブについて紹介された。電力の供給が不要であり、小形で柔軟であることからソフトロボットでの利用が期待される。

(12) 芝浦工業大学 川上研究室

メータアウト回路で空気圧シリンダの速度制御を行う方法として、高速電磁弁を用いたPWM駆動による制御方法が提案された。空気圧シリンダの速度制御において一般的なスピードコントローラを利用した方法と比較して、容易にシリンダの速度を調整できることが実証された。

(13) 東京工業大学 只野研究室

空気圧システムで利用される増圧器のエネルギー損失を低減させることを目的として開発されたエネルギー回収型増圧器について紹介された。開発されたエネルギー回収型増圧器は、従来の増圧器と比較してエネルギー効率だけでなく増圧比も向上することが明らかにされた。

(14) 横浜国立大学 眞田研究室

流体動力を計測する方法として、管路動特性の数学モデルをもとに構成されたカルマンフィルタから得られる非定常流量と圧力センサの値を用いて流体動力を推定する方法が提案された。流れの抵抗となる流量センサを用いず、圧力センサのみで計測することができ、さらに高速デジタル演算装置を利用することでリアルタイムでの計測を可能にしている。

(15) 室蘭工業大学 機械システム設計学研究室

油圧・空気圧システムの配管、電動システムの配線は動力を伝送するために必要不可欠な機械要素である。本発表では、これらの特徴や差異を明らかにするために油圧ホース、空気圧チューブ、電力ケーブルのそれぞれの伝送可能な最大動力について調査され、その比較結果が紹介された。

(16) 足利工業大学 工学部 機械工学コース

フルードパワー分野で幅広く研究が進められてお



写真4 徳島大学 高岩研究室

り、カレッジコーナーでは①「負荷質量の変動に対応した電気-空気圧ハイブリッドシステムの開発」、②「油圧システムの圧力脈動低減装置」、③「異径管接合ECFポンプの開発」、④「ECFを利用したCPU液浸冷却システムの開発」の4つのテーマで研究成果が報告された。①のテーマでは、提案されたシステムにより負荷質量の荷重に見合う適切な空気圧を付加することが可能になり、容量の小さいサーボモータで駆動可能になったこと、②のテーマではシンプルな構造の圧力脈動抑制装置が開発され、開発された装置が油圧システムで発生する圧力脈動を効果的に抑制できること、③と④のテーマでは、小形のECFポンプが開発され、さらに開発されたECFポンプのCPU冷却システムへの応用の可能性が示された。

(17) 法政大学 高機能メカトロデザイン研究室

洋上での作業の安全性と作業効率の向上を目的として開発された油圧式パラレルメカニズムによる動揺吸収装置について紹介された。試作装置により洋上試験が実施されており、その結果から提案されたシステムの有効性が示された。

また、機能性流体を利用した新たなノズルフラップ形電気油圧サーボ弁、小形制動装置、小形吸着アクチュエータについて紹介された。

(18) 東京電機大学 医用精密工学研究室

EHD(電気流体力学)現象を利用したポンプやアクチュエータが開発されており、それらの応用事例が紹介された。また、EAM(電氣的吸引材料)を利用したブレーキデバイスや上肢保持装置についても紹介された(写真5)。ロボットや医療・福祉、航空宇宙等のさまざまな分野での利用が期待される。

(19) 東京工業大学 吉田研究室

MEMSプロセスにより製作された小形の電極分割形フレキシブルERバルブについて紹介され、開発されたERバルブがマイクロアクチュエータの制御に十分な性能を有することが示された。さらに交流



写真5 東京電機大学 医用精密工学研究室（三井研究室）

圧力源を用いたERマイクロフィンガシステムが紹介された。交流圧力源を用いることで、簡素な構成で複数アクチュエータを駆動できることが実証されている。

(20) 東京工業大学 金研究室

機能性流体ECFを利用したマイクロポンプについて紹介された。開発されたECFポンプはMEMSプロセスにより製作され、高いパワー密度を有することが明らかにされている。また、開発されたポンプを3Dプリンタで製作されたボディと一体化した新たな小形フィンガが提案された。

(21) 神奈川大学 原子力耐震工学研究室

水圧用制御弁の低コスト化を目的として開発が進められている、水圧ロータリー型サーボ弁について紹介された。円板形の弁板を小形のサーボモータで直接駆動する方式を採用し、開発されたサーボ弁の静特性の実験値と理論値がほぼ一致することが示された。また、機械設備の状態モニタリング用センサの電源を確保する方法として圧電素子による発電手法が紹介された。

(22) 芝浦工業大学 伊藤研究室

カレッジコーナーでは、①「ポンプ供給圧低減に

よる水圧モータシステムの高効率化」、②「運転制約を考慮した水圧モータのモデル予測回転速度制御」、③「水道水圧用ベローズ型増圧器の開発と水道水駆動ゴム人工筋の変位制御」の3つのテーマについて紹介された。①では、固定容量ポンプを供給源とする水圧モータシステムの省エネルギー化を実現するための回路構成が提案され、②では、運転上で様々な制約のある水圧モータシステムへのモデル予測制御の適用について、③では、水道水圧駆動ゴム人工筋用のベローズ増圧器について紹介され、①～③のテーマで提案された方法の有用性が実験的に明らかにされた。

(23) 青山学院大学 機械制御研究室

フルードパワーを利用したアクチュエータの特徴を明らかにすることを目的とし、市販の電磁、油圧、空気圧、水圧モータについて、定格トルクやパワー密度、パワーレートを評価指標として比較結果が報告された。

4. おわりに

本稿では、IFPEX2017のカレッジ研究発表展示コーナーで発表された各研究室の研究テーマについて紹介した。本稿ではスペースの制約上、各研究室の研究について十分に紹介することができなかったが、どの研究室の発表も興味深い内容ばかりであった。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には、学会Webページに掲載されている講演論文集の原稿²⁾をご覧ください、次回のIFPEXにもご期待いただきたい。

参考文献

- 1) <http://www.ifpex.jp/>
- 2) <http://www.jfps.jp/ifpex2017/college.html>

(原稿受付：2017年10月30日)

会議報告

日本機械学会MoViC2017における
フルードパワー関連技術の研究動向

著者紹介



さくら い やす お
桜井 康雄

足利工業大学工学部
〒326-8558 足利市大前町268-1
E-mail: ysakurai@ashitech.ac.jp

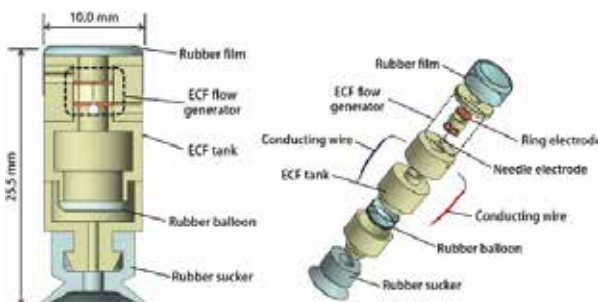
昭和61年上智大学大学院理工学研究科博士前期課程機械工学専攻修了。富士重工業(株)、上智大学助手等を経て平成12年足利工業大学講師、平成13年同大学助教授、平成19年同大准教授、平成21年同大教授、現在に至る。

1. はじめに

2017年8月29日(火)から9月1日(金)まで愛知大学(図1)において第15回「運動と振動の制御」シンポジウム(MoViC2017)が開催された。横浜国立大学・眞田一志先生と法政大学・田中豊先生によりオーガナイズド・セッション(OS)「フルードパ



図1 会場

図2 小形吸着アクチュエータ²⁾

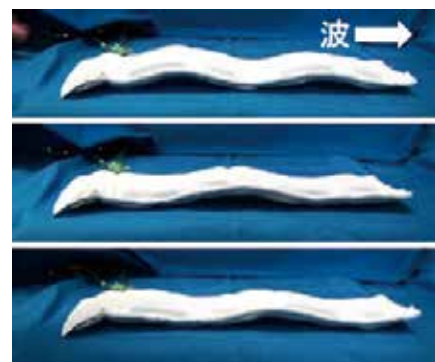
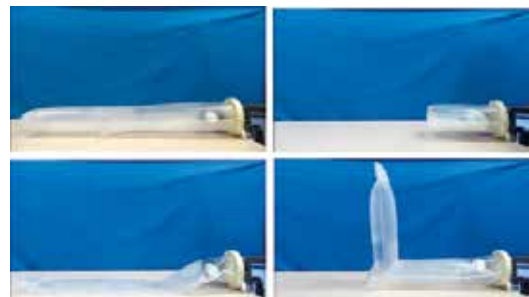
ワーとアクチュエータの基礎と応用」が企画された。このOSは29日(火)に2セッション、30日(水)に2セッション開催され、合計15件の講演が行われた。

本稿ではこのOSの講演内容について簡単に紹介する。

2. OSの講演内容

2.1 セッション1：フルードパワーアクチュエータ

このセッションでは4件の講演が行われた。藤本ら¹⁾は水圧シリンダ用シールの耐久性を評価するための試験を行い、摩擦特性や漏れ量などにおよぼすしゅう動距離とシリンダ表面粗さの影響を明らかにした。中村ら²⁾は電界共役流体を駆動源としタコの吸盤の吸着原理を適用した小形吸着アクチュエータ(図2)の試作を行なった結果を示した。渡辺ら³⁾は腹足類の移動方法を参考にして開発した空気圧駆動シート形進行波生成アクチュエータWavy-sheet(図3)の進行波の波形について検討した結果を述

図3 Wavy-sheet³⁾図4 高齢者の褥瘡を予防するマニピュレータ⁴⁾

べた。中村ら⁴⁾は寝たきりの高齢者の褥瘡を予防するマニピュレータ(図4)を開発・試作しその基本特性を実験的に明らかにした。

2.2 セッション2：フルードパワーの基礎

このセッションでは4件の講演が行われた。森口ら⁵⁾は防爆性を有し停電時の非常運転が可能である等の長所を有する機械式フィードバックによる空圧位置決め装置の数学モデルを提案しその妥当性を検証した結果を示した。筆者ら⁶⁾はシリコンゴムと金属製の本体から構成される簡単な構造を有する圧力脈動低減素子を提案しその有効性を実験的に検討した結果を報告した。池田ら⁷⁾はクレーン運搬の荷振れを防止するために提案・試作したプロペラを用いた空力制振システム(図5)の推力向上を試みた結果を報告した。北澤ら⁸⁾はピストンの間に気泡を混入させた作動油を入れることで高い衝撃吸収性を持たせた新しい油圧アクチュエータ(図6)を提案し、混入空気の圧縮性を考慮した作動油のみかけの剛性の変化を実験的に検討するとともに、提案したアクチュエータの特性をシミュレーションにより検証した。



図5 プロペラを用いた空力制振システム⁷⁾

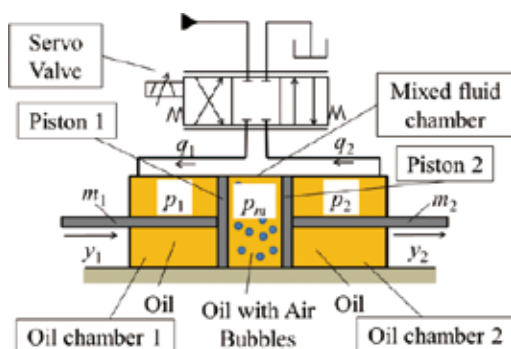


図6 新しい油圧アクチュエータ⁸⁾

2.3 セッション3：フルードパワーシステム

このセッションでは4件の講演が行われた。井上ら⁹⁾はPWM制御により高圧源と低圧源を高速で切換えエネルギーを回生するシステムの動特性の計算法を提案するとともにその手法を用いてシステムパラメータと回生率の関係を調べた結果を報告した。前川ら¹⁰⁾はPWM制御を用いて油圧システム内のエネルギー回生を行う場合にエネルギー回生効率が向上する管路形状を提案した。長渡ら¹¹⁾はゴム人工筋と空気圧源として炭酸ガスカートリッジを使用し機器に携帯性を付加した装着型歩行アシスト装具(図7)を開発し、その効果を実験により確認したことを報告した。平原ら¹²⁾は空気圧アクチュエータを用いて作業者の荷重を支持する冗長腕型アシストロボットである荷重支持アーム(図8)を試作し、その制御法を提案するとともに、作業者の負担軽減効果を検討した。

2.4 セッション4：フルードパワーの制御

このセッションでは3件の講演が行われた。黒澤ら¹³⁾は力センサーが搭載困難なハンド型マニピュレータにおいて圧力オブザーバにより推定した圧力から外力を算出する手法を提案しその有効性を明らかにした。杉山ら¹⁴⁾は空気圧で可動部を浮上さ

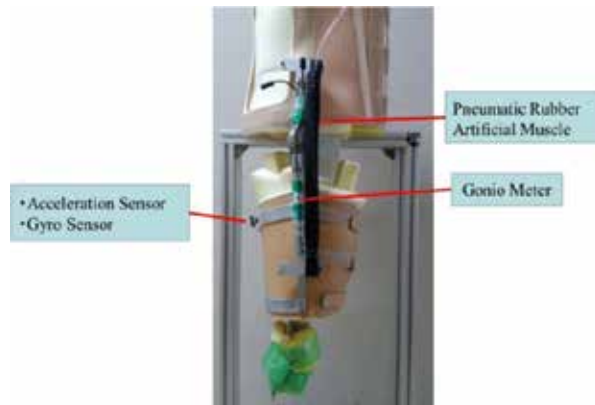


図7 装着型歩行アシスト装具¹¹⁾

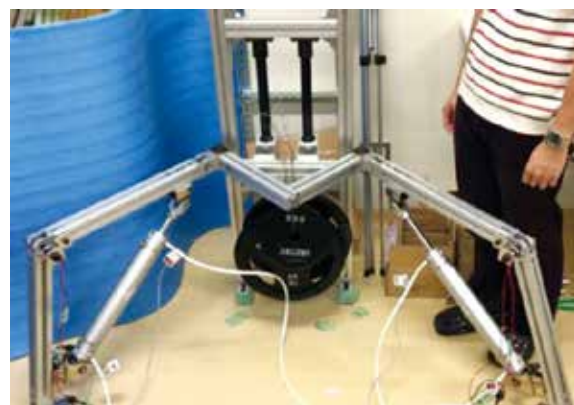


図8 荷重支持アーム¹²⁾

せたエアステージの加速時の偏差を小さくするために、演算遅れ補償器を用いて離散時間系として設計した制御器を導入し、その有効性を実験的に確認した結果を示した。田中らは¹⁵⁾油圧加振機の制御系を加振中に取得される供試体反力を補償する制御系に変更し、その効果を実験により検証した結果を示した。

3. おわりに

本稿では第15回「運動と振動の制御」シンポジウム（MoViC2017）で開催されたOS「フルードパワーとアクチュエータの基礎と応用」において発表された15件の講演論文の概要を紹介した。本OSではフルードパワーの全分野に関する講演を聴講することができる大きな魅力ではないかと感じた。

参考文献

日本機械学会MoViC2017講演論文集（メモリースティック）

- 1) 伊藤，藤本，柳田：水圧シリンダの特性と耐久性に関する研究
- 2) 中村，田中，枝村，横田：機能性流体パワーを用いた小形吸着アクチュエータの設計と試作
- 3) 渡辺，塚越：腹足類の運動を参考とした柔軟シート形

空気圧アクチュエータ

- 4) 中村，塚越：人体荷重下を滑り込むSlip-inマニピュレータの動作特性
- 5) 森口，市川，田川：機械式フィードバックによる空圧位置決め装置のモデル化と特性解析
- 6) 桜井，兵藤，饗庭：油圧システムにおける圧力脈動低減素子の開発
- 7) 池田，木村，宇田，深谷，渡辺：プロペラを用いた空圧制振システムの推力向上に関する研究
- 8) 北澤，坂間，菅原，田中：気泡の混入した作動油を動力伝達媒体とする油圧アクチュエータの特性評価
- 9) 井上，立花，前川，園部：モード解析によるPWM油圧制御システムの近似応答解析
- 10) 前川，井上，園部，菅野：PWM制御を用いた油圧システムのエネルギー回生（反共振現象の利用）
- 11) 長渡，早川：高付加価値歩行訓練システムに関する研究
- 12) 平原，飯島，宮寄，眞田：空気圧支持アームによる負担軽減効果の統計学的検証
- 13) 黒澤，川上，村山：小型空気圧シリンダのセンサレス力制御
- 14) 直井，杉山，藤田：離散時間系を考慮した静圧軸受エアステージの軌道制御
- 15) 田中，青木崇，青木保夫，田川：供試体の反力を利用した1自由度油圧振動台の制御性能向上

（原稿受付：2017年10月11日）

会議報告

日本機械学会年次大会2017における
フルードパワー関連技術の研究動向

著者紹介



さか ま さや こ
坂 間 清 子

青山学院大学
〒252-5258 神奈川県相模原市中央区淵野辺5-10-1
E-mail: sakama@me.aoyama.ac.jp

2015年法政大学大学院デザイン工学研究科システムデザイン専攻博士後期課程修了。その後、同大学マイクロ・ナノテクノロジー研究センターのP・Dを経て、2016年青山学院大学理工学部機械創造工学科助教、現在に至る。日本フルードパワーシステム学会、日本機械学会の会員。博士（工学）。

1. はじめに

2017年9月3日～6日に埼玉大学にて日本機械学会2017年度年次大会が開催された¹⁾。今年は、機械学会創立120周年の年であり、大会のキャッチフレーズは「120年の伝統と革新の調和～より広く、より深く、より豊かに」であった。古くから研究されているフルードパワーの技術が、新しい技術を取り入れることでどのように変化しているのか、本大会で発表された研究の紹介を通して考えていきたい。

2. 年次大会でのフルードパワー関連技術の研究

年次大会では、フルードパワーに関連したセッションが組まれていないこともあり、フルードパワーの基礎技術に関する発表は少なく、応用的な研究に関する発表が多くみられた。その中で、本稿では「柔軟な機械システム」、「小形な機械システム」に関する研究に焦点を絞り、いくつかの研究について紹介する。

3. 空気圧人工筋肉

ソフトアクチュエータの一つである空気圧人工筋肉は、パワーアシストスーツやリハビリ機器など、人体と直接かわる機械システムで多く利用されている。空気圧人工筋肉の代表的な例として挙げられるMcKibben型空気圧ゴム人工筋肉は1961年に開発

され、その後、屈曲可能な人工筋肉²⁾や、McKibben型よりも収縮率や発生力の大きい軸方向繊維強化型空気圧ゴム人工筋肉³⁾等が開発されており、人工筋肉は進化を続けている。本大会では、戸森らにより、修復可能な人工筋肉の開発を目的とした熱可塑性エラストマを利用した軸方向繊維強化型空気圧ゴム人工筋肉に関する研究⁴⁾、屈曲型空気圧ゴム人工筋肉を利用した任意方向への屈曲・剛性の変化が可能なユニットの開発⁵⁾について発表された。これらの研究が進めば、空気圧人工筋肉はさらに人や動物の筋肉に近いアクチュエータとなることが期待できる。

4. マイクロマシン

電場や磁場などの印加により流体に外部から刺激を加えることで、流体に流れが生じたり、流体の粘性が変化したりと流体の流動特性が変化する現象がある。このような現象を利用することで、電気的な信号で直接流体の流れを制御でき、容易にシステムの小形化、構造の簡素化ができると考えられる。

蝶野らの研究グループでは、液晶駆動型マイクロアクチュエータが開発されており⁶⁾、本大会では、平板駆動型の液晶アクチュエータに関する研究成果が発表された⁷⁾。図1に平板駆動型の液晶アクチュエー

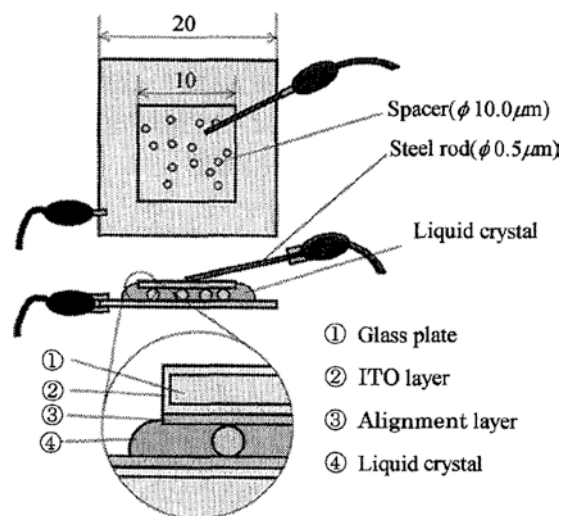


図1 平板駆動型の液晶アクチュエータの構造（文献6より引用）

タの構造を示す⁶⁾。本アクチュエータは、電場の印加によって液晶分子が回転して流動的な液晶に速度こう配が発生する性質を利用している。本大会では、複数種類の液晶性材料を用いて実施された駆動実験の結果が示され、液晶材料の物性の違いがアクチュエータの特性におよぼす影響が明らかにされた。

バイオ医療分野、化学分野等で利用されるマイクロマシンは、微小なだけではなく、生体適合性を有する必要がある。吉田らは、生体適合性を有したマイクロポンプを開発するために、交流電気浸透(ACEO)を利用したマイクロポンプを提案している⁸⁾。図2は提案されているACEOポンプの原理図である。交流電気浸透は、誘電性液体に交流電圧を印加したときに電極表面に生じる電荷の層に電界によるクーロン力が作用して流れが生じる現象である。本大会では、スリット電極に電場が集中するように電極を配置することで、ポンプの性能が向上することが示された⁹⁾。

その他、マイクロな機械システムを開発することを目的とした研究ではないが、応用の可能性がある研究として、超音波振動を印加することで液体の粘性を制御する研究¹⁰⁾、電気流体力学(EHD)流れを利用したEHDファンの開発¹¹⁾、プラズマアクチュエータに関連した研究^{12), 13)}などがあった。プラズマアクチュエータは、誘電体と2枚の電極のみで構成されるシンプルなアクチュエータである。図3に一般的な誘電体バリア放電プラズマアクチュエータの構造を示す¹⁴⁾。誘電体を2枚の電極で挟み、電極間に高周波の高電圧の交流を印加することで上部電極から下部電極にプラズマを発生させる。このプラズマの発生によって電極の壁面に沿って流れが発生する。本大会で発表された研究は、輸送機器や流体機器で生じる剥離流れの制御を目的とした研究が中心であったが、プラズマアクチュエータによって十分なパワーを発生させることができれば、フルードパワーとしてのプラズマアクチュエータの利用も進むかもしれない。

5. 3D造形技術

前節で紹介した技術や、その他、機能性流体を利用した多くの技術は、固体可動部のない単純な構造で流れの特性を変化させることができる。その特徴を活かし、これらの技術は柔軟な機械システムへの利用が期待され、研究も進められている。また、人との接触の多い機械で多く利用される空気圧システムでも柔軟なアクチュエータの利用が増えており、柔軟な機械システムを対象とした研究は今後もさらに進んでいくと考えられる。

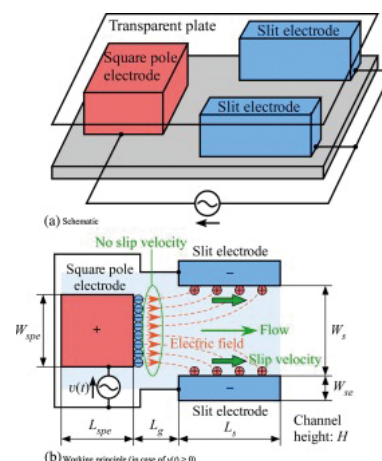


図2 ACEOマイクロポンプの原理 (文献8より引用)

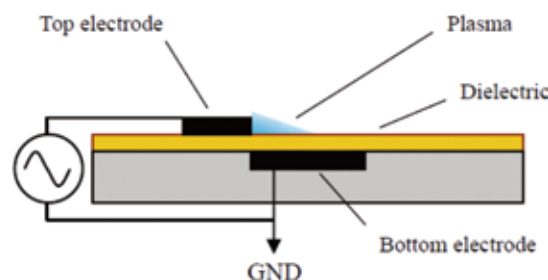


図3 プラズマアクチュエータの構造 (文献14より引用)

柔軟な機械システムを構築するには、その製作方法が課題の一つとして挙げられる。しかし、最近は3Dプリンタでも柔軟な造形物を出力できるようになり、複雑な形状であっても柔軟な構造物を容易に製作できるようになってきた。本大会では、ゲルの造形が可能な3Dゲルプリンタに関する研究も発表されており¹⁵⁾⁻¹⁷⁾、3D造形技術は今後ますます発展していくと考えられる。このような製造技術の発展により、フルードパワー分野の研究も発展し、さらに多様化していくことが期待できる。

6. おわりに

本稿では、日本機械学会2017年度年次大会で発表された研究の一部を紹介した。来年の年次大会は関西大学で開催される¹⁸⁾。他分野の研究から新たな知見を得てフルードパワーの技術を発展させ、またフルードパワーの技術を広く発信していくためにも、多くの方に年次大会へご参加いただき、研究成果を発表していただきたい。

参考文献

- 1) <https://www.jsme.or.jp/conference/nenji2017/>
- 2) 鈴森康一：フレキシブルマイクロアクチュエータに関する研究：第1報，3自由度アクチュエータの静特性，日本機械学会論文集C編，Vol. 55, No. 518, pp. 2547-2552 (1989)

- 3) T. Nakamura, et al. : Development of a pneumatic artificial muscle based on biomechanical characteristics, Proceedings of IEEE, ICIT2003, pp. 729-734 (2003)
- 4) 安藤真吾, 戸森央貴: 熱可塑性エラストマによる空気圧人工筋の開発, 2017年度日本機械学会年次大会講演論文集, J0470403 (2017)
- 5) 戸森央貴: 屈曲型空気圧ゴム人工筋肉を用いた冗長自由度マニピュレータの開発, 2017年度日本機械学会年次大会講演論文集, J0470404 (2017)
- 6) 蝶野成臣, 辻知宏: 液晶駆動型マイクロアクチュエータの開発: 第4報, 平板駆動実験 (流体工学, 流体機械), 日本機械学会論文集B編, Vol. 76, No. 771, pp. 1849-1854 (2010)
- 7) Han Zhitong・他: 液晶アクチュエータの駆動特性に及ぼす液晶物性値の影響, 2017年度日本機械学会年次大会講演論文集, S0510304 (2017)
- 8) K., Yoshida, et al.: A study on an AC electroosmotic micropump using a square pole—slit electrode array, Sensors and Actuators A : Physical, Vol. 265, pp. 152-160 (2017)
- 9) 吉田和弘・他: スリット電極と複数の四角柱電極を用いた交流電気浸透マイクロポンプの提案, 2017年度日本機械学会年次大会講演論文集, J1110201 (2017)
- 10) 高橋功至・他: 超音波振動印加による液体の粘性制御の検討, 2017年度日本機械学会年次大会講演論文集, J1110102 (2017)
- 11) 坪根弘明, 久保龍星: 半径流型EHDファンにおけるファン特性への電極形状の影響, 2017年度日本機械学会年次大会講演論文集, S0530301 (2017)
- 12) 佐藤允・他: ボルテックスジェネレータ型プラズマアクチュエータを用いたNACA4418周り流れの剥離制御メカニズム, 2017年度日本機械学会年次大会講演論文集, S0530303 (2017)
- 13) 瀬川武彦・他: 表面に段差のないフレキシブルプラズマアクチュエータの性能評価, 2017年度日本機械学会年次大会講演論文集, S0530205 (2017)
- 14) 深淵康二・他: プラズマアクチュエータの基礎と研究動向, ながれ: 日本流体力学会誌, Vol. 29, No. 4, pp. 243-250 (2010)
- 15) 古川英光・他: ソフトマターロボティクスの開拓, 2017年度日本機械学会年次大会講演論文集, 講演No. J0470405 (2017)
- 16) 佐藤慧・他: 低価格オープンソース3Dゲルプリンター“RepRap SWIM-ER”の開発, 2017年度日本機械学会年次大会講演論文集, S0460201 (2017)
- 17) 齊藤梓・他: 3Dゲルプリンタによる異方性ゲルの造形, 2017年度日本機械学会年次大会講演論文集, J0470306 (2017)
- 18) https://www.jsme.or.jp/dmc/Division/2018_OSbosyu.html

(原稿受付: 2017年10月30日)

トピックス

特許文献を調べる・特許情報プラットフォーム …改良構想から分類を考える2

著者紹介



き はら かず ゆき
木原和幸

工業所有権協力センター
〒135-0042 東京都江東区木場1-2-15
E-mail: k-kihara@sctv.jp

1974年神戸大学工学部計測工学科卒。東京計器入社、パワーコントロール研究室長、油空圧技術部長等を経て、現在に至る。比例弁、サーボ弁、ピストンポンプ等の油圧機器とそれらを制御するコントロールシステム等の開発に従事。日本フルードパワーシステム学会会員。

1. はじめに

前稿までに国際特許分類（IPC）および日本における特許の分類の大まかな概要を紹介し、具体的な事例として、低騒音、高圧化、耐コンタミ性に関する特許文献をキーワードから検索する方法を示した。また、アクチュエータと流体回路に関連して、わかりにくい点も示した。さらに、前々稿までは特許文献を見るという形で、実際の特許文献にどのようなFI、Fタームが付与されてるかを示した。

前稿では、標準的な流体機器を改良すれば、どのようなFI、Fタームが付与されるかを逆止め弁、電磁切換弁を例に示した。本稿では、圧力制御弁であるリリーフ弁とアクチュエータであるシリンダの改良案から、どのようなFI、Fタームが付与されるかを検討する。

2. バランスピストン形リリーフ弁

流体回路の最高圧力を制限する安全弁あるいは流体回路内の圧力を広範囲に渡って制御するリリーフ弁を図1に示す。改良は2つのポイントとした。一つは流体装置の安全性の面から、応答は速ければ速いほどよい。応答が遅いと設定圧力以上のサージ圧が回路に発生し、装置のいずれかの部位に損傷が発生する恐れがある。また、圧力制御を頻繁に行う場合は騒音は低いほどよい。人がいる環境であれば、騒音が高いことは大きな問題となる。たとえば、ピストン下部（図の左側）の円筒部はシートとピストン

ンによる絞り部からの距離、絞り部に近い円筒部の端部形状を含めた下流側流路構造が騒音低減に対して効果がある。これらの最適化は流れ解析の活用も考えられる。また、ピストン上面（図の右側）の容積を主とするパイロット部の容積を小さくすると応答は速くなるが、圧力制御時に定常振動が発生しないようにする必要がある。

図1の改良案からテーマコード3H059安全弁I（リリーフ弁）、3H066弁の細部（II）が考えられる。

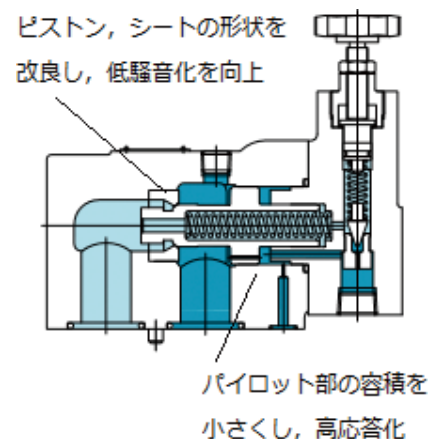


図1 リリーフ弁の改良構想

本構想に対して、表1～4の分類が考えられる。表1、3は関連するFIの抜粋、表2,4は関連するFタームの抜粋を示す。表1のFI抜粋から、F16K17/04@A、F16K17/04@B、F16K17/06@B、F16K17/10が考えられる。・の符号は多いほどより下位となる。@以下のアルファベットは分冊識別記号である。たとえば、F16K17/04@Aは安全弁で、片側の過剰圧力によって開口、スプリングで負荷され、弁体に特徴があるものであり、F16K17/10は安全弁で、片側の過剰圧力によって開口、スプリングで負荷され、主弁の流体操作補助弁をもつものである。

表の最右列は特許情報プラットフォーム¹⁾の特許・実用新案分類検索による特許文献数を示す。なお、実用新案を含めていない特許文献数を記した。

下位のFI検索による特許文献は上位のFIにも含まれる。たとえば、F16K17/00には表1のすべてのFI

表1 3H059安全弁I (リリーフ弁) FI抜粋

F16K17/00	安全弁・平衡弁	4608
F16K17/02	・片側の過剰圧力によって開口	4101
F16K17/04	・・スプリングで負荷	3380
F16K17/04@A	弁体に特徴	568
F16K17/04@B	弁座に特徴	155
F16K17/06	・・・弁圧力を調整できる特殊装置をもつ	825
F16K17/06@B	流体圧を利用	279
F16K17/10	・・・主弁の流体操作補助弁をもつ	437

にある文献を包含する。また、F16K17/04はF16K17/04に分冊記号を付加したものを全て包含する。ただし、分冊記号間にも内容から上位と下位はある。しかしながら、分冊記号は各々独立しているので、上位の分冊記号に、下位の分冊記号にある文献は含まれていない。ゆえに、本稿では分冊記号の上位と下位は示していない。たとえば、表3のF16K47/02@CはF16K47/02@Jの上位であるが、F16K47/02@Cを検索してもF16K47/02@Jのみ付与されている特許文献

表2 3H059安全弁I (リリーフ弁) のFターム抜粋

弁の型式	AA01	・主弁	4365
	AA02	・・リフト弁	3446
	AA03	・・・直線形	3229
	AA04	・・・・円筒形	2025
	AA06	・・・・・弁座との係合部が円錐	999
	AA15	・パイロット弁	546
	AA16	・・リフト弁	424
	AA17	・・・直線型	282
目的・効果	BB02	・・応答性向上	608
	BB11	・流体の流れに関す	552
	BB12	・・流体の脈動防止	84
	BB13	・・・キャビテーション防止	94
	BB15	・・ピーク圧・サージ圧軽減	193
	BB37	・弁体のチャタリング・振動防止	361
	BB38	・騒音防止	279
弁体の形状・構造	CA01	・弁体の形状	1823
	CA02	・・段部・凸部を形成	359

弁座の形状・構造	CB01	・弁座の形状	491
	CB02	・・段部・凸部を形成	172
	CB04	・・孔・流路を形成	225
弁の機能上の名称	EE01	・圧力逃し弁・リリーフ弁	2803

は見出せない。

表1と表2を参照して、テーマコード3H059安全弁I (リリーフ弁) を絞り込む一例の検索式と文献数を下記に示す。

[F16K17/04@A+F16K17/04@B]*AA04*[BB12+BB13+BB15+BB37+BB38]は84件。

[F16K17/06@B+F16K17/10]*AA04*AA17*[BB12+BB13+BB15+BB37+BB38]は39件。

表3 3H066弁の細部(II)のFI抜粋

F16K47/00	流体エネルギーを吸収するための弁における手段	1946
F16K47/02	・水撃または騒音防止用	1521
F16K47/02@C	騒音を防止〔キャビテーション防止、振動防止を含む〕	132
F16K47/02@J	弁がリリーフ弁	107

表4 3H066弁の細部(II)のFターム抜粋

弁の型式	AA01	・リフト型	3621
目的・効果	BA01	・流体の流れに関す	1282
	BA02	・・流体の脈動防止	121
	BA03	・・キャビテーション防止	321
	BA04	・・整流	206
	BA05	・・水撃防止	451
	BA06	・・渦の発生防止	67
	BA07	・・負圧発生防止	28
	BA32	・騒音防止	875
	BA33	・振動防止	542
	BA34	・弁体のチャタリング防止	159

表3と表4を参照して、テーマコード3H066弁細部で類似文献を絞り込む一例の検索式と文献数を下記に示す。

F16K47/02@J*\$AA01*[BA01+BA32+BA33+BA34]は78件。

上式で\$AA01の\$はAA01が付与されているもの

を示す。式でAA01にする場合は下位のAA02・・・ちょう形弁も含まれる。

3. 流体圧シリンダ

流体圧シリンダの移動量を検出し、外部と送信するとともに、直に流体圧シリンダの移動量を数字で目視できる取り付け構造とする。また、長期に渡って目視できるように汚れ防止機能を付加した構造とする。なお、初期位置の原点設定は外部からの信号だけでなく、シリンダ取り付けの表示器でも設定可能とする。図2に片ロッドシリンダへの適用を示す。

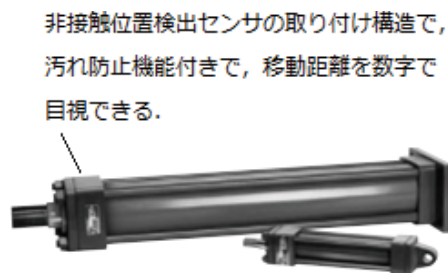


図2 流体圧シリンダ

取り付け構造、汚れ防止機能は、たとえば、回転自在な取り付け構造あるいはハウジングに埋め込み構造、表示部にスライド可能なカバーの取り付けなどの各種パターンが考えられるが、分類としては同一となる。テーマコードでみると、3H081アクチュエータが該当する。表5～6に関連するFI、Fタームの抜粋を示す。

表5と表6を参照して、テーマコード3H081ア

表5 3H081 アクチュエータのFI抜粋

F15B15/00	部材をある位置から他の位置へ移すための流体作動装置、それと組み合わせた伝動装置	14684
F15B15/08	・モータユニットの構造に特徴	8816
F15B15/28	・位置を表示する手段	1477
F15B15/28@D	行程量の検出〔速度検出を含む〕	61
F15B15/28@H	非接触型	101
F15B15/28@J	磁気手段	281
F15B15/28@K	細部	18
F15B15/28@L	検出部材の取り付け	398
F15B15/28@Z	その他	57

表6 3H081 アクチュエータのFターム抜粋

弁の型式	AA03	・ピストンを有す	10937
目的・効果	CC07	・防塵	381
	CC22	行程調整、位置調整など	1010
	CC29	・その他	1638
検出・表示	GG01	・検出対象	2339
	GG06	・工程量	817
	GG07	・検出手段	2301
	GG14	・非接触系	1420
	GG15	・磁気	1006
	GG26	・表示	387
	GG28	・電氣的表示	274

クチュエータで類似文献を絞り込む一例の検索式と文献数を下記に示す。

F15B15/28@L*GG28は43件。

[F15B15/28@H+F15B15/28@J]*GG28は38件。

表7に類似特許文献の一例を示す。

表7 類似特許文献の例

文献番号	発明の名称
特表2002-544445	表示装置

上記特許文献の内容を簡単に示す。表示装置はシリンダのハウジングの外周面約180度の角度にわたって取付け、ハウジングの対応する外周面全体に分散するように光を発する表示要素であり、その光信号は、監視者の位置に関係なく、常にはっきりと見える。

たとえば、この文献と明確な差異がわかるように請求項に記載する内容に反映する方がよい。同一の部分がある場合は、改良内容を再検討する。多くの改良パターンが考えられるので、当分野の研究者、技術者であれば可能と判断する。

4. おわりに

本稿では前稿に続いて、標準的な流体機器を改良すると、どのような分類が付与されるかを紹介した。改良内容がほぼ決まっている場合は、既存の特許文献を参照することからその内容が特許になるか否かの判断の目安になる。あるいは具体的な構想がない場合は既存の特許文献が参考になる。古い特許文献であれば、その技術内容は自由に使用してよい。それに改良を追加すれば、特許になる可能性もある。また、新しい特許文献であっても特許になっていないものであれば、自由に使ってよい。ただし、その

特許文献が他の特許文献により、特許になることを拒絶されている場合にはその拒絶特許文献も確認する必要がある。どうしても既存の特許に抵触しそうな場合は新たな構想を考えるのは研究者、技術者の職務である。

次稿は特許を調べる・特許情報プラットフォームの最終とする予定である。近年の特許に関わる国際規格の動向についても執筆する。

本稿をより良く理解するために、参考文献^{2)~14)}に示す特許文献を調べるを参照されたい。

参考文献

- 1) 特許情報プラットフォーム <http://www.j-platpat.inpit.go.jp/web/all/top/BTmTopPage>
- 2) 木原和幸：特許文献を調べる・特許電子図書館の活用 1…特許の基本，フルードパワーシステム，Vol. 44，No. 4，p. 241-243 (2013)
- 3) 木原和幸：特許文献を調べる・特許電子図書館の活用 2…特許の基本，フルードパワーシステム，Vol. 44，No. 6，p. 362-364 (2013)
- 4) 木原和幸：特許文献を調べる・特許電子図書館の活用 3…日本の分類・テーマコード 1，フルードパワーシステム，Vol. 45，No. 2，p. 81-83 (2014)
- 5) 木原和幸：特許文献を調べる・特許電子図書館の活用 4…日本の分類・テーマコード 2，フルードパワーシステム，Vol. 45，No. 4，p. 184-186 (2014)
- 6) 木原和幸：特許文献を調べる・特許電子図書館の活用 5…類似文献の検索 1，フルードパワーシステム，Vol. 45，No. 6，p. 285-287 (2014)
- 7) 木原和幸：特許文献を調べる・特許電子図書館の活用 6…類似文献の検索 2，フルードパワーシステム，Vol. 46，No. 2，p. 90-92 (2015)
- 8) 木原和幸：特許文献を調べる・特許情報プラットフォーム…特許電子図書館のサービス終了，フルードパワーシステム，Vol. 46，No. 4，p. 179-181 (2015)
- 9) 木原和幸：特許文献を調べる・特許情報プラットフォーム…アクチュエータと流体回路，フルードパワーシステム，Vol. 46，No. 6，p. 270-272 (2015)
- 10) 木原和幸：特許文献を調べる・特許情報プラットフォーム…特許文献を見る 1，フルードパワーシステム，Vol. 47，No. 2，p. 82-84 (2016)
- 11) 木原和幸：特許文献を調べる・特許情報プラットフォーム…特許文献を見る 2，フルードパワーシステム，Vol. 47，No. 4，p. 187-190 (2016)
- 12) 木原和幸：特許文献を調べる・特許情報プラットフォーム…特許文献を見る 3，フルードパワーシステム，Vol. 48，No. 1，p. 47-49 (2017)
- 13) 木原和幸：特許文献を調べる・特許情報プラットフォーム…特許文献を見る 4，フルードパワーシステム，Vol. 48，No. 3，p. 52-55 (2017)
- 14) 木原和幸：特許文献を調べる・特許情報プラットフォーム…改良構想から分類を考える 1，フルードパワーシステム，Vol. 48，No. 5，p. 43-46 (2017)

(原稿受付：2017年10月11日)

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

第1回

インドネシアから日本に留学して

インドネシア

著者紹介



アシュリー デメートリー
Ashlih Dameitry

東京工業大学大学院
〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1
E-mail : ashlih@cm.ctrl.titech.ac.jp

2011年インドネシア バンドン工科大学電気工学科卒業。2012年東京工業大学大学院理工学研究科修士課程に進学、2014年修了、同年同博士課程に進学、現在に至る。流体駆動のロボットハンドの研究に従事。

1. はじめに

自己紹介：

私はインドネシアのデボック市で生まれ育った。趣味はフットサルと水泳である。バンドン工科大学を卒業後、2012年10月に文部科学省国費留学生として東京工業大学大学院修士課程に留学させていた。だくことになった。

来日の理由：

日本は、生活・教育面での支援体制が充実している。また、ロボティクスなどの分野で最先端の優れた研究をしている印象があった。特に、ロボティクスは社会を支える将来有望な技術になると思ったので、最先端の研究を展開している日本への留学を希望した。

現在の所属機関と研究/仕事内容：

現在、私は東工大の塚越研究室で学位号取得を目指して研究生活を送っている。研究テーマは、多様な物体把持動作を目指した二本指構造の柔軟流体駆動ハンドの開発研究である。このハンドは、人間の指より軽量で人間と同等の握力を生成する。このようなデバイスは、ドローンのようにペイロードに厳しい制約のある移動体への搭載に適し、飛行マニピュレータの実現に有効と考えている。

2. 日本の印象

2.1 来日直後の第一印象

来日直後の日本の第一印象は？：

日本は大変清潔で、秩序もとれており、技術も進んでいるうえに安全な国、というのが第一印象であった。来日直後は、日本人の多くの方が学校や職場に行くのに、電車で通学・通勤されているのにも驚いた。また、言葉に関しては、訪日する前に簡単な日本語の勉強はしていたものの、あまり実用的なレベルではなかった。そのうえ、一週間ほど日本で生活してみると、日常生活では意外と英語が通じないことにも気づき、少々戸惑いを感じた。

2.2 研究室に関して

日本人の考え方や働き方で驚いたこと：

日本の大学のほとんどの研究室が、研究の進捗を相談するミーティングや報告会を週一回程度設けていることに非常に驚いた(写真1)。恐らく、このような習慣やシステムが日本の技術レベルや生産力を高く維持している秘訣なのではないかと感じた。

日本に滞在中に自分が最も変わった点は？：

私が滞在中の研究室(写真2)では、効率よく研究を進める手法や議論を前向きに進めるコツを学ん



写真1 研究中の筆者

だ。私の国では、ミーティングの際、たとえ15分程度遅れて参加しても何となく許される雰囲気があった。しかし、日本ではこのような遅刻は全く許されない。また、来日して大変勉強になったことは、報告会で発表するときに加えて、研究中の時間においても、お互いを尊重し合い、協力的な態度をとろうとする点である。研究室生活で困ったときでも、お互い助け合うように行動する態度も学んだ。

2.3 生活に関して

日本の生活で困ったことは？：

私はイスラム教徒であり、東工大にも多くの留学生が訪れている（写真3）。我々が日本で生活するうえで悩ましいことは、ハラルを入手するのが困難な点である。ハラルとは、イスラム法で食べることが許された食材や料理を指し、簡単にいうと豚やアルコールを含まない食べ物である。また、牛や羊の肉でも、血を抜いてから解体したものでないと食してはいけない。日本食には、ポークやお酒が含まれている食品が意外と多く、うっかり口にしてしまうと大変である。来日当初、この点は大変気を遣い、苦労した思い出がある。しかし最近になって、日本でもハラルを扱うレストランや礼拝場所が少しずつみられるようになってきた。このような傾向は、我々にとって大変有難いことである。

日本の生活でよかったことは？：

また、医療面に関しては、日本の政府が外国人に



写真2 研究室旅行で秩父に出かけたときのひととき
(左から3番目が筆者)



写真3 “Angklung” とよび民族楽器を奏でるインドネシアの留学生

対しても充実した医療保険制度を提供しており、妊婦に対するサポートも大変手厚い。乳幼児には生活費の支援が提供され、医療費が無料となっている。日本人の方々においては、あまり心配することなく結婚して、早くこのような恩恵に授かる方がよいのではないかと個人的には思う。

最も興味ある日本の文化は？：

日本には、大変ユニークな文化があると思った。なかでも、花見や紅葉狩り、様々なお祭り、物づくりの習慣などには特に驚いた。来客に対しての大変手厚いおもてなしの習慣も、他の国には見られないものだと思う。2本の箸でご飯を食べる習慣も独特な文化だと感じた。また、個人的には、漫画やアニメも日本特有の文化だと思った。これらのストーリーの中には、教育的なメッセージが盛り込まれているものもあり、大変驚いた。たとえば、ドラえもんなどもその一つではないかと思う。

3. 抱負と日本の方々へのメッセージ

今後はどんな予定？ 出身国に戻るのはいつ？：

博士号取得後は、メカトロニクスやロボティクスに関連する日本の企業でしばらく働く予定である。帰国の時期はまだ不明であるが、とにかくロボット技術を通じて、母国だけでなく日本の社会にも貢献したいと切に希望している。

日本人へのメッセージ：

日本人は、非常に勤勉で仕事にまじめに取り組む。一方、電車に乗っていると、残業でお疲れらしく寝ている人を頻繁にお見かけする。お仕事は大変素晴らしい成果を出されていると思われるが、プライベートや健康とのバランスがいささか心配である。私の場合、結婚によって生活面や健康面がずいぶん改善された（写真4）。もしお疲れの方がいらしたら、ご参考にしていただければ幸いである。



写真4 家族で紅葉狩りに出かけたときのひととき

(原稿受付：2017年10月5日)

研究室紹介

芝浦工業大学 伊藤研究室紹介

著者紹介


 ふる た ゆう ご
 古田 優 悟

芝浦工業大学大学院理工学研究科機械工学専攻
〒337-8570 埼玉県さいたま市見沼区深作307
E-mail: md16076@shibaura-it.ac.jp

2016年芝浦工業大学システム理工学部機械御システム学科卒業、同年同大学理工学研究科機械工学専攻入学。研究室では、水道水压駆動システム用の増圧器に関する研究に従事。日本フルードパワーシステム学会、計測自動制御学会などの学生会員。


 い とう かず ひさ
 伊藤 和 寿

芝浦工業大学システム理工学部
〒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・講師、鳥取大学准教授を経て2011年芝浦工業大学教授。現在に至る。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、日本工学教育協会の会員。博士（工学）。

1. はじめに

本稿では、芝浦工業大学システム理工学部機械制御システム学科の伊藤研究室を紹介する。2章では学生の中から見た伊藤研究室について、その構成やゼミ、研究室を決定した理由等を紹介する。次いで、3章では運営者の目から見た伊藤研究室について、その成り立ちや現在の研究テーマについて教員から紹介する。

2. 学生の中から見た伊藤研究室

2.1 研究室の概要

伊藤研究室では、環境に負荷を掛けにくく、制御性能と省エネルギー性能の最適化を図ったシステムを、制御理論の応用により実現することを目指している。具体的な研究テーマは毎年少しずつ変わるものの、主に水圧システム系、農業システム系、制御理論系の三本柱で構成されており、これらに対応したゼミに学生が所属して研究を進めている。

2017年度は修士学生7名、学部学生15名（うち後期から配属される学部3年生が7名）の計22名

が在籍している。写真1は2017年度の研究室集合写真である。また、筆者がこれまで見ている3年間でも、ブラジル、イタリア、イエメン、タイ、マレーシア、ベトナム、中国など、さまざまな国の留学生が在籍しており、国際色豊かな研究室となっている。

伊藤研究室は毎週多くのゼミがある。先に触れたグループゼミでは、研究の進捗報告あるいは相談をすることで研究を進めている。これとは別の定例研究会では、毎週3名が研究室メンバ全員に成果報告を行い、伊藤先生から（厳しい）ご指導をいただく。さらに文献ゼミでは制御工学の英語の専門書を読み進めることで、制御工学の知識を獲得するが、ここでは修士の学生が座長を担当し、オブザーバとして伊藤先生が参加する形式を採っている。ここまでで学生は週3回のゼミがあることになるが、少し進んだ制御理論を学びたい場合や自分が深く読みたい英語論文があった場合には、志願すれば短期集中型のサブゼミ等にも対応してもらえる。また、毎年春休みには修士課程進学予定のメンバが新4年生に対して液圧ゼミなるものを開講し、基礎的な液圧回路の数学モデルを導き、数値計算ソフトによるシミュレーション実習と合わせ、ポンプ・モータの分解組立実習を行うことで、研究の基礎力を養う。ここでは論文作成ソフトLaTeXの使い方も学ぶ。

研究以外の研究室内の行事も活発であり、花見、夏合宿、3年生歓迎会、忘年会、卒業発表後の打ち上げがある。特に2017年の9月に夏合宿で行ったアスレチックでは、学生、OB、伊藤先生が共に童心に帰り、非常に楽しい時間を過ごした。写真2はアスレチック後に撮った写真である。また、伊藤先生は人と人との繋がりを大切にされているため、これらの行事に加えOBが来られたときの交流会、留学生の歓送会も活発に行われている。一年を通して内外の交流の機会が多い研究室である。

2.2 研究室内の希望した理由と現在の研究テーマ

筆者が学部2年生のときに受講した伊藤先生の授業はフーリエ変換とラプラス変換に関するものであり、難解な数式が頻出するものだったが、多くの実



写真1 伊藤研究室集合写真



写真2 夏合宿のアスレチック後の様子

現象を例に挙げ、時には簡単な実験も授業中に行う等、どの授業よりも圧倒的に分かりやすく毎週楽しみであった。さらに、受講していた科目と他の科目との関連性も強調され、学生の理解度が上がるよう随所で工夫されており、特に工学の面白さを教えていただいたのもこの授業である。授業後に講義内容について質問をした際には授業以上に熱心に質問に対応してくださり、伊藤先生のもとで研究をしたいと思い、この研究室を希望した。

現在の研究テーマに決定したのは、「人と環境に優しい水圧」といったキャッチコピーに惹かれたためである。現在は水道水圧駆動ゴム人工筋用ベローズ型増圧器の開発^{1,2)}に従事しており、増圧器の機構設計から、水道水駆動ゴム人工筋の変位制御まで行っている。結果への手応えがあるのは非常に幸せと感じている。

2.3 伊藤先生について

伊藤先生は学生に対して情熱的に指導してくださる優しい先生である。伊藤先生は出張や会議などでご多忙の中で、学生のために非常に多くの時間を割いてくださる。グループゼミでは学生一人一人に毎週45分、研究会の発表者は毎週3人程度ではあるが、一人1時間も時間を割かれる。また、サボっている学生に対しては熱い指導が入り、叱咤激励され、学生が成長できるよう学会発表の機会を多く設けられる。筆者も二回の学会発表の機会をいただき、他

大学の学生や先生方、企業の方とも交流を深めることができた。写真3に2016年度秋季フルードパワーシステム講演会（青森市）の親睦会後の様子を示す。特に小林亘先生（現岡山理科大学助教）には学部4年生の時に非常に手厚いご指導の下、文字通り徹底的に鍛えていただいた。今自分があるのは小林先生のお陰と思う事が多く、伊藤先生が指導されるように、次世代にどのようにこれをつなぐかを考えているところである。



写真3 学会後の後の親睦会の様子

3. 運営者の目から見た伊藤研究室

私自身が出身研究室で厳しい指導をいただき、また企業在職時に身に着いたものの考え方を忘れられないせいか、研究室を運営するようになってからしばらくは、学生にも同じように接してきたことを思い出すことが多い。しかし学生側の変化は加速度的で、こちらの指導意図が適切に伝わらないことで多くの失敗をしており、その度に学生諸君から指導方法を学ばせていただいているのが現実である。学生諸君には、この場を借りて感謝したい。卒業生が遊びに来てくれた際には、現役学生から私の最近の指導の様子を聞き、その変化に驚く者が多い。ただ、当たり前のことをきちんとできるようにすること、および、指導していただいたことをバージョンアップして次の世代に繋ぐ準備を、という二点は変えずにおり、これが学生の研究室選びの際には、“大変な研究室で、配属されると酷い目に遭う”，と映るようである。なお、今年度は研究室がスタートしてから9年目で初めての女子学生が配属され、製薬ラインにおける水圧シリンダの制御をテーマとする研究を進めている。研究室内のダイバーシティも今後ますます推進したいところである。

なお、この紹介記事をお読みいただき、なぜフルードパワーシステムの研究をしている研究室が農

業システム、農業工学の研究も行っているのかを不思議に感じられた方もおいでではと思うので、ここで補足させていただく。2007年に母校から転出した際、ビニールハウス温室の温度制御について技術相談をいただいたことがあった。従来、温室の加温ではA重油を燃料としているが、これを木質ペレットに代表されるバイオマス燃料に置き換えた場合、CO₂削減等のメリットが得られる一方で、運転制約や長時定数等の制御上の問題により温度制御性能が大きく低下するため、これを解決できないかというものであった。温度特性の同定、シミュレータの構築、フィールドテストさらにはロバスト化と非常に良い実応用となり、特許取得にも結びついたが、情報収集のために内外の学会に参加してみると、意外なほどに制御理論や最適化理論が応用されていないことに気付いた。農業というプロの経験と勘に大きく依存する産業は、数理的な解析や応用がこれまで中々浸透しなかったことがその背景にある。制御理論はソフトウェアとして活かされるため、高齢化と就業者数減少が進む農業にはこの学問は相性が良く、我々の知見が役立てられるに違いないということに気付くに至った。現在は、この成果は温室内環境制御へと拡張されているほか、国立研究開発法人農業技術革新工学研究センター（さいたま市北区）と、トラクターのモデル化・自動運転化、収穫後野菜の自動調製装置等についての共同研究も進めさせていただいている。学生にとっても非常に良い学びの機会となっている。

なお、学生に執筆をお願いした前節までの文面を読むと、今後の研究室運営や講義に活かせるヒントが多いことに気付く。「教員が何を教えたか、ではなく、学生が何ができるようになったか」は、5-6年前から日本の高等教育が大きな質的転換を求められている命題であり、私も含め大学で研究室を運営する研究者は自問自答の日々を送っている。我々がご指導いただいた時代のように、学生の自学自習に任せることが効果を挙げた時代は完全に終わり、グループ学習、反転講義、PBL（プロジェクト型学習）等のアクティブラーニング主体の講義、実習が花盛りになりつつある。その効果は非常に大きく、これに海外からの留学生も加わることでグローバル

化も促進されるため、良いことづくめである。しかしその一方、机に向かって“一人で”じっくり深く物を考えながら学び、かつ内省する時間が失われているようにも感じる指導者は少なくないのではないだろうか。SNS等で多くの人、コト、モノとつながることは大切であるが、その分割り込みも増大し、一つのことに落ち着いて集中できる時間が学生からは奪われてしまったように感じることも多い。自分一人で物を考える力を持ち、かつコミュニケーション能力のある理工系人材は、時代を問わず広く必要とされる。これから世界で活躍する学生の皆さんには、ぜひこの両者のバランスを上手く取るセンスを身に付けて行っていただければと思う。

4. むすびに

今年で研究者となってから17年目、単独で研究室運営を始めてから9年目を迎えるにあたり、本原稿の依頼を頂戴し、研究内容ではなく、これまでの研究室運営を振り返る非常に良い機会をいただいたと思う。同時に、自分がしてきた仕事のかんりの部分は、学問をご指導いただいた先生方や、活躍の機会をいただいた所属研究室の先生方からいただいたものの延長であり、それを次の世代に渡すことの意義を改めて考える機会にもなった。あらためてお世話になった先生方、関係者の皆さまに感謝申し上げます。

また、水圧システムを研究する研究室は日本でも非常に少なくなっていたが、JFPAが標準化のプロジェクをスタートさせたことを背景に再び注目されつつあり、今後の定期講演会でも水圧のセッションあるいは論文が増えることを期待したい。

参考文献

- 1) 古田優悟, 伊藤和寿, 小林亘: 受圧面積比を利用した水道水駆動ゴム人工筋用ベローズ型増圧器の開発, 2016年秋季フルードパワーシステム講演会公演論文集, pp. 12-14 (2016)
- 2) 古田優悟, 伊藤和寿, 小林亘: 水道水圧用ベローズ型増圧器の開発と水道水駆動ゴム人工筋の変位制御, 2017年春季フルードパワーシステム講演会公演論文集, pp. 72-74 (2017)

(原稿受付: 2017年10月10日)

会 告

〈理事会・委員会日程〉

12月20日	情報システム委員会
1月23日	理事会
1月30日	基盤強化委員会
2月 2日	編集委員会
2月13日	企画委員会

〈理事会報告〉

- 11月21日 15:00～17:00
機械振興会館 地下3階 B3-3号室（出席者17名）
- 1) 国際シンポジウム福岡の開催状況について
 - 2) 国際シンポジウム函館の準備状況について
 - 3) 50周年記念事業状況について
 - 4) フェロー受付状況について
 - 5) フルードパワー工業会との連携について
 - 6) 会員の推移について
 - 7) その他

〈委員会報告〉

- 平成29年度第3回基盤強化委員会
11月8日 15:00～17:00
機械振興会館 B3-9（出席者9名）
- 1) 会員サービス、会員数増加
 - ・フェローの推薦について
 - ・会員数会費収入について
 - ・出前講義について
 - 2) FP道場
 - 3) フルードパワーミュージアム
 - 4) IFPEX2017カレッジ研究発表コーナー実施報告
 - 5) その他

平成29年度第4回編集委員会

12月1日 14:00～17:00

東京工業大学田町CIC3階（出席者16名）

- 1) 会誌特集号の現状と企画
 - ・Vol. 49 No. 1「IFPEX2017」
 - ・Vol. 49 No. 2「フルードパワーにおける設計技術のトレンドー品質向上あるいは機能・性能の最適化を目指してー」（企画委員会との合同企画）
 - ・Vol. 49 No. 3「国際シンポジウム2017福岡」
 - ・Vol. 49 No. 4「モーターサイクルにみるフルードパワー最新技術」
- 2) その他
 - ・会議報告
 - ・トピックスについて
 - ・今後の特集について
 - ・表紙カラーについて

平成29年度第3回企画委員会

12月8日 15:00～17:00

機械振興会館 地下3階 B3-3号室（出席者17名）

- 1) 平成29年度実施の事業に関する報告・審議事項
 - (1)平成29年度オータムセミナー
 - (2)平成29年度ウインターセミナー
 - (3)その他
- 2) 平成30年度実施の事業に関する報告・審議事項
 - (1)平成30年春季講演会併設セミナー
 - (2)平成30年春季フルードパワーシステム講演会・総会日程
 - (3)平成30年秋季フルードパワーシステム講演会
 - (4)平成30年度オータムセミナー
 - (5)平成30年度ウインターセミナー
- 3) その他審議・確認事項
 - (1)委員会資料用ファイルサーバについて
 - (2)講演論文・セミナー資料の著作権について
 - (3)予告会告・会告
 - (4)学会50周年記念行事
 - (5)その他

会 告

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

平成29年度ウインターセミナー
「フルードパワーに利用できるマイコン技術
～機器の駆動に関わるマイコン技術～」
開催日時：平成30年3月23日(金) 10:00～16:30

開催趣旨：

マイコンなどについて興味はあるが、具体的に何に使えるかわからない。また、業務に直接関係ないが概略は知りたいなど、これからマイコン（組込み技術）を始める方、もしくは一般的な知識として知りたいなど、マイコンを使ったことのない受講者に対してマイコン（組込み）技術の概略のわかる講座を開催します。また、実際の油空圧機器に用いられるマイコンの基本

的な動作・機能を紹介するため、実際に機器を動かす実習も実施します。この機会にマイコン（組込み）技術に触れてみようという方のご参加をお待ちしています。

開催場所：高度ポリテクセンター

（千葉県千葉市美浜区若葉3-1-2）

皆様の積極的なご参加をお待ちしております。

詳細は学会ホームページに随時掲載いたします。

平成30年春季フルードパワーシステム講演会 併設セミナー
「フルードパワーにおける設計技術のトレンド
—品質向上と最適化を目指して—」
開催日：平成30年5月24日(木) ※今年度より木曜日の開催とします

開催趣旨：

平成30年春季フルードパワーシステム講演会併設セミナーを、平成30年5月24日（木）に機械振興会館（東京都港区）で開催いたします。

製品の品質化および高機能化はいつの時代においても技術者に求められ、技術者はその要求を実現するために腐心しております。本併設セミナーでは、このような要求を実現した技術

者の方々にそれぞれの事例について紹介していただき、フルードパワー技術者に役立つ設計技術の現状を知る機会を設けます。

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49巻2号（2018年3月号）が当日の講演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。

日本フルードパワーシステム学会・日本機械学会 共催
平成30年春季フルードパワーシステム講演会
開催日：平成30年5月23日(水)～25日(金)

開催趣旨：

平成30年春季フルードパワーシステム講演会は平成30年5月23日(水)～25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。

平成30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：平成30年5月25日(金)

開催趣旨：

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オーガナイズドセッション「製品・技術紹介セッション」を企画しました。本企画は、製品に係る技術や検討課題などを学会主要行事の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平成15年より表彰事業の1つとして設立された「最優秀講演賞」社会人部門の審査対象となります。企業関係の会員の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

協賛行事

日本機械学会関西支部 第354回講習会

実務者のための騒音防止技術（展示、簡易実習付き）

開催日：2018年1月29日～30日，9：10～17：00

会場：大阪科学技術センター 8階 中ホール 〔大阪市西区靱本町1-8-4 /

電話（06）6443-5324 / 地下鉄四つ橋線「本町」駅下車 北へ400m〕

定員：100名

申込締切：2018年1月22日（月）

関西支部ホームページ：http://WWW.kansai.jsme.or.jp/（申し込みはホームページから）

IIP2018 情報・知能・精密機器部門（IIP部門）講演会

URL：http://www.jsme.or.jp/iip/Japanese/Events/Data/2018/IIP2018-annai.html

企画：情報・知能・精密機器部門

開催日：2018年3月14日（水），15日（木）

会場：東洋大学 川越キャンパス（〒350-8585 埼玉県川越市鯨井2100）

講演申込締切日：2018年1月5日（金）

原稿提出締切日：2018年2月9日（金）

一般社団法人日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会2018

ROBOMECH2018 in Kitakyushu 地域から創生するロボティクス・メカトロニクス

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

会期：2018年6月2日（土）～ 5日（火）

会場：北九州国際コンベンションゾーン（北九州市小倉北区浅野地区）

会 告

(一社)日本フルードパワーシステム学会 賛助会員一覧表

アイシン・エイ・ダブリュ(株)
 (株)明石合銅
 (株)曙ブレーキ中央技術研究所
 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)
 イートン(株)
 (株)IHI
 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・データー
 (株)打江精機
 SMC(株)
 SMC(株)中国
 (株)荏原製作所
 (株)大阪ジャッキ製作所
 大瀧ジャッキ(株)
 鹿島通商(株)
 KYB(株)
 KYBエンジニアリング
 アンドサービス(株)
 KYB-YS(株)
 (株)桂精機製作所
 神威産業(株)
 川崎重工業(株)精密機械カンパニー
 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(株)
 旭東ダイカスト(株)
 協和シール工業(株)
 極東開発工業(株)
 (株)クボタ
 (株)クレアクト・インターナショナル
 クロダニューマティクス(株)
 (株)ケンチク舎成増
 (株)古河製作所
 (株)工苑
 甲南電機(株)
 (株)コガネイ
 コスモ石油ルブリカンツ(株)
 (株)小松製作所
 (株)小松製作所試験センタ

(株)小松製作所開発本部
 (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)
 三和テッキ(株)
 三輪精機(株)
 CKD(株)
 (株)島津製作所
 (株)ジェイテクト奈良
 (株)ジェイテクト刈谷
 勝美印刷(株)
 JXエネルギー(株)
 ジヤトコ(株)
 新日鐵住金(株)交通産機品カンパニー
 住友建機(株)
 住友重機械工業(株)
 住友精密工業(株)
 制御機材(株)
 千住金属工業(株)
 第一電気(株)
 (株)TAIYO
 タイヨーインタナショナル(株)
 (株)タカコ
 (株)タダノ
 ダイキン・ザウアーダンフォース(株)
 ダイキン工業(株)
 ダイワ(株)
 大生工業(株)
 調和工業(株)
 (株)都筑製作所
 TMCシステム(株)
 (株)ティーエヌケー
 天竜丸澤(株)
 東京メータ(株)
 TOHTO(株)
 東北特殊鋼(株)
 東明工業(株)
 同和発條(株)
 東京計器(株)
 東京計器パワーシステム(株)
 特許機器(株)
 特許庁
 豊興工業(株)
 (株)豊田自動織機
 中西商事(株)

中村工機(株)
 長津工業(株)
 長野計器(株)
 ナブテスコ(株)
 ニッタ(株)
 日新濾器工業(株)
 日本アキュムレータ(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)
 日本電産トーソク(株)
 (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
 日立建機(株)
 (株)日立建機ティエラ
 (株)日立建機カミーノ
 (株)日立製作所
 日立住友重機械建機クレーン(株)
 廣瀬バルブ工業(株)
 フジサンケイビジネスアイ
 フェスト(株)
 (株)フクダ
 (株)不二越
 二見屋工業(株)
 ボッシュ・レックスロス(株)
 昌富工業(株)
 マサモト(株)
 (株)増田製作所
 マックス(株)
 松巳鉄工(株)
 三菱電線工業(株)
 ヤマシンフィルタ(株)
 ヤマハモーターハイドロリック
 システム(株)
 油研工業(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
 ワールドインシュアランス
 ブローカーズ(株)

編集室

次号予告

—特集「フルードパワーにおける設計技術のトレンド—品質向上と最適化を目指して—」—

〔巻頭言〕「フルードパワーにおける設計技術のトレンド—品質向上と最適化を目指して—」発行にあたって

〔総論〕 タグチメソッド・品質工学・ロバストエンジニアリング

〔解説〕 ロケット用ターボポンプのダイナミック設計手法

CAE解析技術の精度向上に対する取り組み

シリンダクッションの最適形状

深層学習を応用した油圧システム設計におけるテスト設計プロセス

オートマチックトランスミッション開発における流体最適化事例

外付け式ソレノイド減衰力調整ショックアブソーバーの応答性改善

品質工学を用いたサスペンションALDモデルの最適化

〔会議報告〕 FLUCOME2017

〔トピックス〕 駐在員日記

Youは日本をどう思う? 第2回目

〔研究室紹介〕 福岡工業大学フルードパワーシステム研究室（加藤研究室）

〔企画行事〕 H30企画行事紹介

成田 晋

田口 伸

川崎 聡

柴田 康之

田崎 佳介

横島 靖典

山口 健

上野 和生, 松下 雄介

一野瀬昌則

香川 利春

山本 哲也

田 瞳菲

加藤 友規

藤田 壽憲, 桜井 康雄

平成29年度「フルードパワーシステム」編集委員

委員長 塚 越 秀 行（東京工業大学）

副委員長 村 松 久 巳（沼津工業高等専門学校）

委員 伊 藤 雅 則（東京海洋大学）

上 野 朝 嗣（CKD株式会社）

内 堀 晃 彦（宇部工業高等専門学校）

加 藤 友 規（福岡工業大学）

北 村 剛（油研工業株式会社）

木 原 和 幸（財工業所有権協力センター）

栗 林 直 樹（川崎重工業）

上 妻 文 英（KYB株式会社）

五 嶋 裕 之（株式会社工苑）

佐 藤 恭 一（横浜国立大学）

妹 尾 満（SMC株式会社）

中 野 政 身（東北大学）

委員 中 山 晃（日立建機株式会社）

成 田 晋（KYB株式会社）

藤 田 壽 憲（東京電機大学）

丸 田 和 弘（株式会社コマツ）

矢 島 丈 夫（株式会社コガネイ）

柳 田 秀 記（豊橋技術科学大学）

山 田 真の介（株式会社TAIYO）

山 田 宏 尚（岐阜大学）

吉 満 俊 拓（神奈川工科大学）

担当理事 伊 藤 和 巳（KYB株式会社）

編集事務局 藤 谷 秀 次（学会事務局）

竹 内 留 美（勝美印刷株式会社）

（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。

会 員 各 位

平成30年 1月15日

一般社団法人 日本フルードパワーシステム学会

平成30年度会費納入のお願い

拝啓 時下益々ご清祥のこととお慶び申し上げます。

さて、平成30年度（自平成30年4月1日～至平成31年3月31日）の会費を、下記の通りご納入賜わりたくお願い申し上げます。なおすでにご納入くださいました場合は、何卒ご容赦ください。

敬 具

記

平成30年度
正 会 員 会 費 8,000円
(40歳未満で入会された方は、入会から
5年間にわたり4,000円となります。)
学生会員会費 2,000円

お 願 い

- ・29年度以前の会費を未納の方は、新年度分（平成30年度）と併せてお振り込みくださいますようお願い申し上げます。
- ・会員名を必ずご記入ください。
- ・便利な自動振り込みは手数料が不要です。ご希望によりお申し込み書をお送り致しますので、FAXまたはE-mailにてご一報いただきたく、宜しくお願い申し上げます。

以上

払 込 取 扱 票															払込票兼受領証									
00		東京		口座番号 (右詰めにご記入ください)											金 額		千 百 十 万 千 百 十 円		千 百 十 万 千 百 十 円		千 百 十 万 千 百 十 円			
00		01		01		03		13		36		90		金 額		千 百 十 万 千 百 十 円		千 百 十 万 千 百 十 円		千 百 十 万 千 百 十 円				
加入者名		一般社団法人 日本フルードパワーシステム学会													料 金		特 殊 取 扱		口 座 番 号		加入者名		一般社団法人 日本フルードパワーシステム学会	
通 信 欄		該当するものに○をつけ、お振込の内容をご記入ください。 1. () 年度 () 会費 企 業 名・[] 会 員 名・[] 2. () の代金													払込人住所氏名		受 付 局 日 附 印		口 座 番 号		加入者名		一般社団法人 日本フルードパワーシステム学会	
払込人住所氏名		(郵便番号) () (電話番号) ()													料 金		特 殊 取 扱		口 座 番 号		加入者名		一般社団法人 日本フルードパワーシステム学会	
裏面の注意事項をお読みください。(郵政事業庁)(私製承認第23957号)															料 金		特 殊 取 扱		口 座 番 号		加入者名		一般社団法人 日本フルードパワーシステム学会	

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 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―三三六九〇

東京都文京区白山一―一三―七 アクア白山ビル五階
印刷所 勝美印刷株式会社