

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

Mar. 2020 Vol. 51 No. 2

特集 「創立50周年記念企画—フルードパワーユーザーからみる将来への期待—」

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

特集「創立50周年記念企画 —フルードパワーユーザーからみる将来への期待—」

【巻頭言】

「創立50周年記念企画—フルードパワーユーザーからみる 将来への期待」発行にあたって	塚越 秀行	50
---	-------	----

【解説】

建築物の振動制御への機能性流体の活用	袖山 博	51
鉄道車両になくてはならない空気圧システム	風戸 昭人	54
環境機械の油圧	佐志田 貴	58
フルードパワーユーザ（建設機械）から見る将来への期待	布谷 貞夫	61
人工透析装置に使用されるポンプ	小林 正樹, 門脇 信傑	64
海洋開発におけるフルードパワーの現状と将来	伊藤 雅則	68

【トピックス】

学生さんへ、先輩が語る —学生時代にやってよかったこと、やっておけばよかったこと—	奥井 学	74
Youは日本をどう思う？第13回：ベトナムから日本に留学して	トラントルンフォン	77

【研究室紹介】

東京都立産業技術高等専門学校 大野研究室紹介	津久井康介	79
------------------------	-------	----

【企画行事】

2020年度企画行事紹介	藤田 壽憲, 小林 亘	82
2019年秋季フルードパワーシステム講演会報告	加藤 友規	84

【会告】

学会創立50周年特別会費（賛助金）ご芳名	73
第39期通常総会 学会創立50周年記念式典・セミナー・技術懇談会開催のお知らせ	83
日本フルードパワーシステム学会・日本機械学会 共催 2020年春季フルードパワーシステム講演会	83
理事会・委員会報告	87
講演会・セミナー・常設教育講座 参加登録料改定のお知らせ	87
共催・協賛行事のお知らせ	88
会員移動	89
次回予告	90

■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

Special Issue “Fluid Power Users’ Expectations for the Future”

[Preface]

On Publishing a Special Issue of “Fluid Power Users’ Expectations for the Future”	Hideyuki TSUKAGOSHI	50
---	---------------------	----

[Review]

Application of Functional Fluid in Vibration Control of Building Structures	Hiroshi SODEYAMA	51
Pneumatic System Indispensable for Railway Vehicles	Akihito KAZATO	54
Environmental Machinery Hydraulics	Takashi SASHIDA	58
User Expectations (Construction Equipment)	Sadao NUNOTANI	61
The Pump used in Dialysis Machine	Masaki KOBAYASHI, Nobuhiro KADOWAKI	64
Present and Future Contribution of Fluid Power Technology in Oceanic Development	Masanori ITO	68

[Topics]

Elder talk to students — What was good to have done, and what I wish I had done in university —	Manabu OKUI	74
What do you think of Japan? 13th : Go to Japan from Vietnam for Studying	Tran Truong Phong	77

[Laboratory Tour]

Lab Introduction of Ono at Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology	Kousuke TSUKUI	79
--	----------------	----

[JFPS Activities]

Introduction of Events of JFPS in 2020	Toshinori FUJITA, Wataru KOBAYASHI	82
A Report of Autumn Conference of Japan Fluid Power System Society 2019	Tomonori KATO	84

[JFPS News]

73, 83, 87, 88, 89, 90

巻頭言

「創立50周年記念企画—フルードパワーユーザーからみる将来への期待」発行にあたって

著者紹介



つか 越 秀 行

東京工業大学大学院
〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1-S5-19
E-mail: htsuka@cm.ctrl.titech.ac.jp

1998年東京工業大学大学院工学研究科博士課程修了。同大学助手を経て、2004年同大学工学部助教授、准教授、現在に至る。レスキューロボット、流体アクチュエータの研究に従事。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）。

論語に「五十にして天命を知る」と記されているように、50歳は天から与えられた自らの使命を悟る年齢とされている。本学会が発足して今年で半世紀を迎えた。学会としても、社会で果たすべき使命が改めて問われる年に突入したといえる。では、「日本フルードパワーシステム学会の天命」とはどのように解釈できるのだろうか？

ご承知の通り、現在フルードパワーの技術は様々な分野で適用されつつある。従来の産業機械だけでなく、エネルギー・環境・ロボット・医療・福祉・食品・美容など、学会が発足した当時にはあまり適用されていなかった幅広い分野で、フルードパワーが活用されている。このような発展は、ひとえに諸先輩方のご尽力の賜物と思われる。

その一方で、フルードパワーが姿を消しつつある領域も存在する。建機や航空機における油圧から電動への移行、鉄道のライン電力遮断器における空気圧から電動へのシフトなど。燃費・環境・騒音・安全性などにおける電動の優位性のため、逆らうことができない時代の流れかもしれない。

このように、今後もフルードパワーが拡大する領域もあれば、縮小を目の当たりにする分野もあるのである。しかし、その各々の領域に、フルードパワーが飛躍するためのヒントが隠されている。拡大する領域にはフルードパワーの強みを生かした運用方法が存在し、縮小する領域には課題や限界が潜む。これらの両側面をつまびらかにすることは、今後のフルードパワー技術が進化するうえで不可欠であり、

学会に課せられた使命のひとつと思われる。

そこで、記念企画の第2弾として、本号では、「創立50周年記念企画—フルードパワーユーザーからみる将来への期待」と題し、当該分野を外からみたユーザーに、フルードパワーの優位性とともに、現状の課題や将来性を俯瞰的に述べていただくことにした。これにより、フルードパワーを熟知した研究者・技術者が見落としがちだった問題や、予想もつかなかった新たな用途に展開するためのヒントが明かされると期待できるからである。

袖山博氏（三和テッキ株式会社）には、建物の振動制御に採用された機能性流体の技術を紹介していただき、可変減衰型制震に有用なMR流体の特性と課題を明らかにしていただく。風戸昭人氏（鉄道総合研究所）には、鉄道車両に用いられる空気圧駆動系として、車体支持装置と車体傾斜制御装置に注目し、当該分野における空気圧システムの課題と展望を述べていただく。佐志田貴氏（油研工業株式会社）には、ペットボトルの圧縮梱包機をはじめとする環境機械に適用されている油圧技術を紹介していただき、環境機械における油圧システムの優位性と課題を述べていただく。布谷貞夫氏（元コマツ）には、建設機械における油圧技術を紹介していただき、建機のロボット化を実現するうえでの将来展望を述べていただく。小林正樹氏と門脇信傑氏（協和ファインテック株式会社）には、人工透析装置に用いられる液圧ポンプを紹介していただき、透析に求められるフルードパワー技術を説明していただく。伊藤雅則氏（東京海洋大学）には、海洋開発の現状を紹介していただき、当該領域で期待されるフルードパワー技術を述べていただく。

未筆ながら、ご多忙のなかご寄稿いただいた執筆者の皆さまに厚く御礼を申し上げる。また、本特集号の企画と編集を取りまとめたいただいた齋藤直樹氏（秋田県立大学）、北村剛氏（油研工業㈱）の両氏のご尽力に深謝申し上げます。本特集号が、フルードパワー技術の今後の発展に寄与するものとなれば、望外の喜びである。

（原稿受付：2020年2月25日）

解説

建築物の振動制御への機能性流体の活用

著者紹介



そで やま ひろし
袖 山 博

三和テッキ株式会社
〒329-1192 栃木県宇都宮市中岡本町2703
E-mail: sodeyama@tekki.co.jp

1993年東京都立大学大学院工学研究科修士課程修了。1993年三和テッキ入社。現在に至る。建築や構造物用の制振装置の研究開発に従事。日本フルードパワーシステム学会、日本機械学会、日本建築学会などの会員。博士（工学）。

1. はじめに

当社は1950年代から現在にいたるまで国内外の発電所などへ、配管系や機器のための支持装置（パイプサポート）を供給している。パイプサポートには、配管などの自重を支えるためのもの（各種のハンガ類）と、地震時に配管を拘束し過大な応力の発生を抑える耐震用のもの（防振器）がある。また、防振器には油圧式と機械式のものがあり、油圧防振器ではシリンダ、ピストン、弁、シリコン油などで構成された油圧機器の構造を採用している。

この防振器には、前述の地震時の配管拘束機能とともに、地震時以外（特に発電所の起動時および停止時）には温度変化にともなう配管の熱移動を拘束しない機能が求められるが、弁の作動による油圧制御技術を用いて相反する二つの機能を実現させている。

さらに、油圧防振器での油圧制御技術を応用し、高層ビルなどの建築構造物の耐震性を向上させるための大容量の制振装置（オイルダンパ）を開発し¹⁾、現在までに多くの建築物に採用されている。

2. 建築構造物の振動制御技術（耐震技術）

日本の国土面積は37万8千km²であり、地球のすべての陸地に占める割合は0.3%にも満たない。しかしながら、地球の表面を覆っている十数枚のプレートのうちの4枚のプレート（北米・ユーラシア・フィリピン海・太平洋の各プレート）が日本列島で衝突しており、それぞれのプレートがせめぎ合

うことで、日本は世界でも有数の地震大国となっている。

歴史的に見ても巨大な地震が繰り返し日本で発生しており、マグニチュード6以上の地震の約2割が日本およびその周辺で発生している。われわれの記憶に新しいところでも1995年1月に発生した兵庫県南部地震（気象庁マグニチュードMj 7.3）、2011年3月の東北地方太平洋沖地震（Mj 8.4）、2016年4月の熊本地震（Mj 7.3）、2018年9月の北海道胆振東部地震（Mj 6.7）のように、日本各地で震度7クラスの地震が発生している。

兵庫県南部地震（阪神淡路大震災）以降、人命の安全確保と企業の事業継続性の向上を図るために、図1に示すように建築構造物の被害を抑える制振工法や免震工法による地震対策が本格的に普及してきた。これとあわせてオイルダンパをはじめとさまざまな原理、機構によるエネルギー吸収型の制振装置も開発された。この中には、従来のパッシブ方式の振動制御だけでなく、さらに効率的に振動の低減を図るセミ・アクティブ方式の振動制御用に可変減衰機能を有する制振装置の開発も含まれている。

筆者達は、可変減衰機能を有する制振装置を実現するために、機能性流体のひとつである磁気粘性流体（以下、単に「MR流体」と呼ぶ）に着目し、これを活用した制振装置（以下、単に「MRダンパ」と呼ぶ）の開発を1990年代末に開始した。このMRダンパも建築構造物の耐震用であり、地震時には建物の揺れを低減させるために、数百kN級の抵抗力

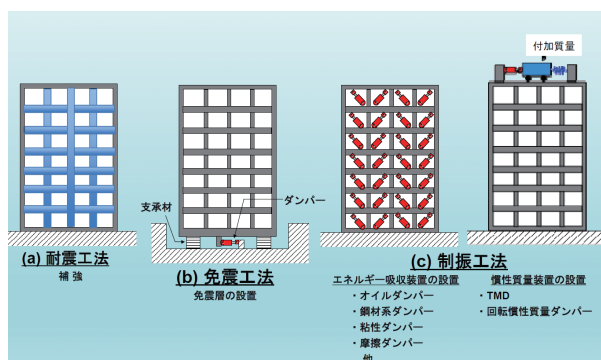


図1 建築物の耐震・振動低減工法

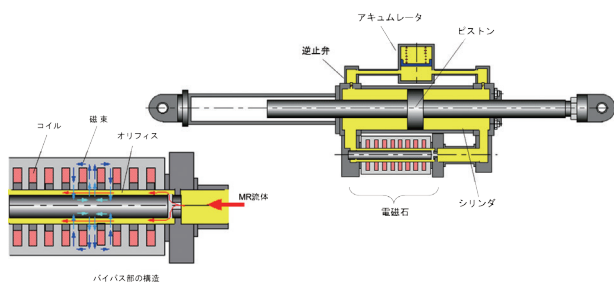


図2 MRダンパの基本構造（バイパス式）

（減衰力）を発生するものであった²⁾。

本稿では、機能性流体の次世代フルードパワーシステムへのひとつの展開例として、MRダンパの開発事例を紹介するとともに、さらなる普及のために現状の課題（今後への期待）を示す。

3. MR 流体

電場や磁場、光、熱などの物理的なエネルギーを外部から受けることにより、自らの材料としての特徴を変化させる（外部刺激に対して応答する）性質を持った材料は、一般的に「スマート材料」あるいは「機能性材料」と呼ばれている。固体の材料としては、熱に対して応答する形状記憶合金、圧力に応答する圧電材料、磁場に応答する磁歪材料などがよく知られている。流体としても、「機能性流体」として高電圧で生じる電場の印加に応答して自らの特性を変化させて、見かけの粘度が増加する特性を示す電気粘性流体（ER流体）や、外部からの磁場の印加に応答し見かけの粘度を増加させるMR流体などが開発され、商用化を実現している。

MR流体に関する研究は、Rabinowによりすでに1940年代末に報告されていたが、現在市販されているMR流体は、炭化水素系合成油などの中に粒径1～10 μ m程度の真球状の鉄微粒子が体積率20～40%程度含まれているものである。分散媒の性質により、外部から磁場を受けていない場合にはほぼNewton流体としての流動特性を示す。しかしながら磁場を加えられた場合には、流体内部の強磁性微粒子が磁場に反応し磁場が作用する方向に鎖状に結びつくことにより流れに対する抵抗が付加的に生じるため、いわゆる粘塑性流体のような降伏現象をとるような流動特性を示す。磁場に対する粘度変化が可逆的であり磁場が除去されれば初期の状態に戻ることで、磁場への反応として数ミリ秒での高い応答性が得られることから、外部から電氣的に特性を制御することが可能な可変減衰型制振装置への応用を図った。

4. MRダンパ

図2は、開発したMRダンパの構造を模式的に示

したものである。このMRダンパでは、シリンダ内の二つの圧力室がピストンにより完全に区切られており、地震時の建築物の揺れが入力となりピストンが移動した場合には、MR流体の流動はすべて、シリンダ下部のバイパス部を介して行われる構造である。バイパス部には、図2（左）に示したように円環状断面のオリフィスとその外周部に配置されたコイル（電磁石）が設けられている。この電磁石により発生させた磁場がMR流体の流れに対して垂直に作用する構造であり、電磁石に加える直流の電流値を変化させることにより磁場の強さを制御し、所望の減衰力を得ることができる。また、MRダンパではオリフィスの流れ方向に沿って複数の電磁石を配置することにより、磁場を印加した際の粘度変化により生じる減衰力を増大させている。

可変減衰を実現したMRダンパの力学特性として、最大減衰力300kN級のMRダンパの正弦波1.0Hz加振時のピストン変位と減衰力の関係を図3に示す³⁾。複数の電流値（すなわち異なる磁場）の下での試験結果を重ねて示したものである。また、図4には、磁場なしの状態と最大の磁場を加えた状態での最大減衰力の比を制御可能なダイナミックレンジとして、ピストン速度との関係で示した。図5は、ピストン速度を一定に保持した状態で電磁石への電流を切り切った際の減衰力の変化を測定したものであり、減衰力の応答性についての時刻歴波形である。

図6は、セミ・アクティブ振動制御の一例として

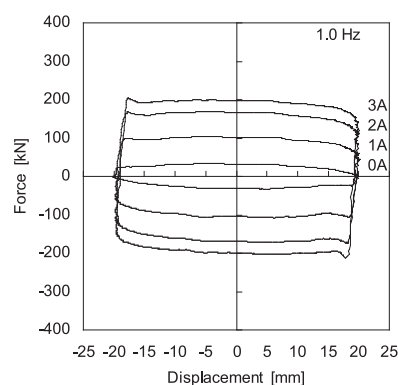


図3 変位 - 減衰力関係図

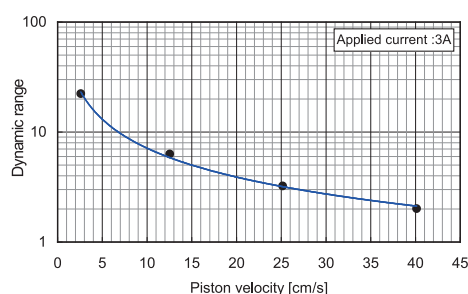


図4 減衰力のダイナミックレンジ

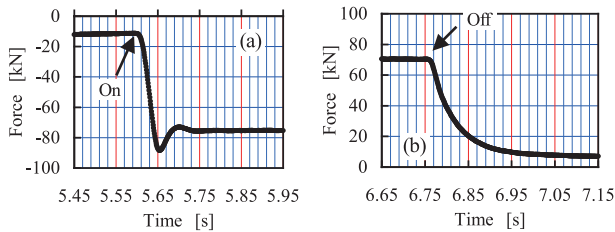


図5 減衰力の応答性

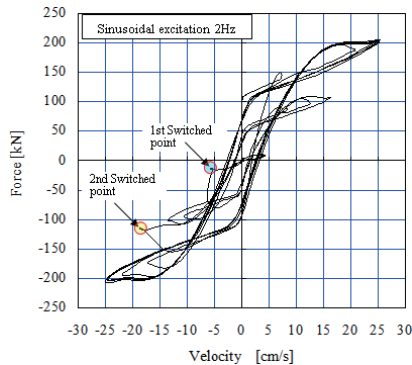


図6 減衰特性の制御例

入力されるピストン速度に応じて減衰力を段階的に増大させる制御則を示したものである⁴⁾。あらかじめ設定した速度 (① 5 cm/s, ② 20 cm/s) をしきい値にして印加電流を増加させ減衰特性を3段階に変化させている。

5. 課題

前述のとおり、MR流体は主に分散媒であるオイルと分散質である鉄微粒子とで構成されており、両者の密度差がきわめて大きいことから、重力の影響により鉄微粒子がオイルから分離して沈降する現象が生じ、MR流体の均一性、ひいてはMRダンパの性能を変化させてしまうことが従来から課題となっていた。特に、耐震用として使用されるMRダンパでは、入力として大きな地震動を受ける機会がきわめてまれであり、シリンダなどの容器の中でMR流体が静置される期間が数十年以上の長期におよぶことがあるため、装置が作動することによって生じるシリンダ内部でのMR流体の流動によるかくはん効果と、それによる鉄微粒子の再分散も得られたい傾向がある。したがって、長期間にわたり初期の減衰性能が維持されるように、より均一性の高い安定

したものが求められる。

均一性を改善する手段として分散媒や添加剤などに工夫をこらしたさまざまなものが提案されてきたが、それらは磁場を印加していない初期の状態での粘度が一般的に高めとなる傾向がある。このため、磁場の有無での減衰力のダイナミックレンジが、図4に示したように特に高速度領域 (大地震時) において減少し、振動制御上の制約となる可能性が考えられる。

以上の課題は、あくまでも構造物の振動制御 (耐震) という著者の観点から示したものであり、MR流体は自動車のショックアブソーバをはじめ、MRクラッチ/MRブレーキなどとして、いろいろな分野において実用化が進んでいることを付け加えておく。

6. おわりに

著者は、2015年度から2018年度まで、本学会の「機能性流体テクノロジーの次世代FPSへの展開に関する研究委員会」に参加させていただき、さらに2019年度からは、新たな「機能性流体フルードパワーシステムに関する研究委員会」にも加えていただいている。今後も機能性流体に関する研究の発展を期待するとともに、最新の知見を積極的に導入し、地震防災・減災対策の一助となるべく、制振装置の開発に積極的に取り組んでいく。

参考文献

- 1) 袖山博, 砂子田勝昭, 飯山文也, 橋本康則, 西村勝尚, 新居努: 高減衰オイルダンパの開発, 日本機械学会関東支部ブロック合同講演会'99宇都宮 講演論文集, p. 199-200 (1999)
- 2) 小松豊, 袖山博, 畑克彦, 藤谷秀雄, 砂子田勝昭: 高知能建築構造システムの開発に関する日米共同構造実験研究 (その15 200kN級MRダンパーの開発), 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2, p. 919-920 (2000)
- 3) Sodeyama, H., Sunakoda, K., Suzuki, K., Carlson, J.D., Spencer, B.F.: Development of Large Capacity Semi-Active Vibration Control Device Using Magneto-Rheological Fluid, ASME Pressure Vessels and Piping Conference, Vol. 428-2, p. 109-114 (2001)
- 4) 袖山博, 砂子田勝昭: セミアクティブ制振構造用300kN級MRダンパ, 日本機械学会Dynamics and Design Conference (2001)

(原稿受付: 2020年1月6日)

解説

鉄道車両になくてはならない空気圧システム

著者紹介



かざと あきひと
風戸 昭人

公益財団法人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 : kazato.akihito.54@rtri.or.jp

2000年東京理科大学大学院工学研究科機械工学専攻修士課程修了。2000年鉄道総合技術研究所入社。2012年主任研究員。現在に至る。主に車体傾斜制御技術の開発に従事。日本フルードパワーシステム学会、日本機械学会の会員。博士（工学）。

1. はじめに

公益財団法人鉄道総合技術研究所（略称：鉄道総研）は、日本国有鉄道が行ってきた研究開発を承継する財団法人として、1986年に設立され、翌年4月に事業活動を開始した。2011年4月には公益財団法人へと移行し、車両、土木、電気、情報、材料、環境、人間科学など、鉄道技術に関する基礎から応用までのあらゆる分野を対象に研究開発に取り組んでいる。

鉄道車両において空気圧システムは、ブレーキシステム、空気ばね、戸締め装置など多岐にわたって使用されている。鉄道車両で空気圧システムを広く採用してきた理由としては、圧縮空気は数両ごとに搭載した空気圧縮機で作るためコストが低く、また、油に比べて取り扱いが容易なことなどが挙げられ、鉄道車両が当初から空気圧によるブレーキシステムを発達させてきたこととも関係し、容易に動力源として利用できる状況にあったことによる。

そこで本稿では、鉄道車両に用いられる空気圧の例として、車体支持装置と、車体傾斜制御に用いられる技術を中心に紹介する。

2. 車体支持装置

一般的な鉄道車両の構成（断面図）を図1に示す。近年の鉄道車両では、台車構造の簡素化、軽量化などを目的としたボルスタレス台車の普及にともない、車体～台車間の支持装置として、空気ばねが広く用

いられている。空気ばねは、その柔らかなばね特性から、高周波の振動絶縁性に優れており、快適な乗り心地を提供する。また、自動高さ調整弁（以後、「LV（Leveling Valve）」とする）により、負荷荷重の大小によらず、ばね高さを一定に保つことができるのが特徴である。

まず、LVについて説明する。LVは、図1のように車体床下に装備され、LV中央の回転軸に固定されたレバーの先端が、リンクによって台車と連結されており、このレバーの傾きによって、車体～台車間の高さ変化を検知する。LVの動作機構を図2に示す。レバーに傾きが生じると、LV中央の軸が回転してポートを開き、空気ばねに空気を供給（排出）する。空気ばねが所定の高さに達すると、レバーの傾きがなくなり、給気（排気）は停止する。

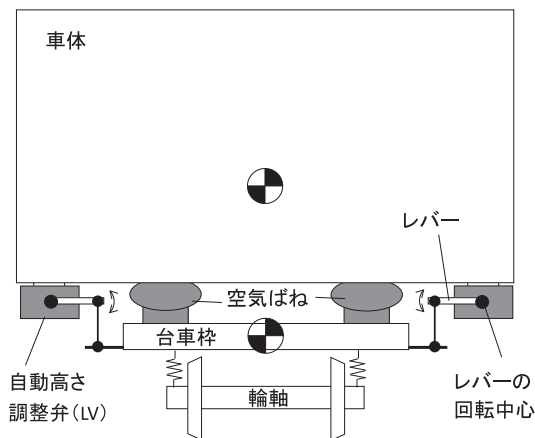


図1 鉄道車両の構成（主に車体支持装置）

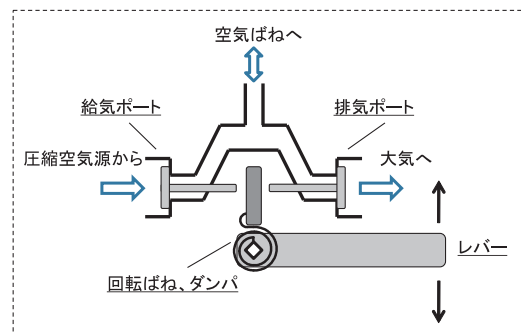


図2 自動高さ調整弁（LV）の動作機構図

満員電車から大勢の乗客が降りたときに、床下から空気の排出音が聞こえるのはこのはたらきによる。また、走行中の動揺などで頻繁に給排気が起ると、不要な車体動揺を誘発してしまうので、LVには不感帯と、一定の時間遅れが設定されている。

つぎに、空気ばねの構造について説明する。図3に示すように、空気ばねは、ゴムベローズからなる空気ばね本体室と、通常、台車内に構成される補助空気室からなり、この2つの部屋を結ぶ管路の途中に設けられた絞りによって、系に減衰が与えられる。図4に空気ばねの振動伝達特性の一例を示す。空気ばねは、非線形性の強いシステムで、加振振幅の大きさによって応答が異なるのが特徴である。

3. 車体傾斜制御

鉄道車両の高速化を図る場合、曲線走行時に乗客に生じる遠心加速度を緩和する必要がある。そのために、曲線に合わせて車体を内側に傾ける車体傾斜制御が行われている。

3.1 空気ばね式車体傾斜

空気ばね式車体傾斜は、図5に示すように、左右の空気ばねをアクチュエータとして車体を傾ける方式である。車体傾斜角度は $1 \sim 2^\circ$ 程度である。後述の振り式と比べて、必要となる専用部品数が少なく、一般台車の構造を変えずに簡便に構成できることから、日本の在来線特急車両で実用化され、最近では新幹線電車にも採用されている。

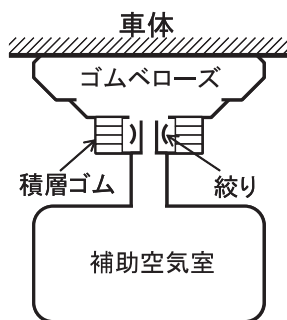


図3 空気ばねの構造

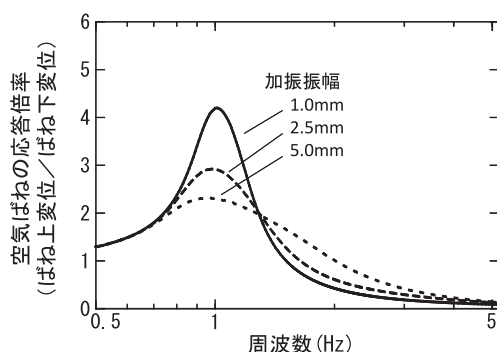


図4 空気ばねの振動伝達特性

車体傾斜を行う際には、通常時に高さ調整を担うLVの機能を停止し、車体傾斜用の制御弁を通じて空気を供給／排出している。曲線に対して遅れなく車体傾斜を行うために、いかに安定して大きな流量を実現するかがポイントとなる。

3.2 振り式車体傾斜

振り式は傾斜用のはりを台車に設けることで、空気ばね式より大きな角度（ $5 \sim 6^\circ$ ）を実現できる。図6に振り式車体傾斜車両（以下、「振り車両」とする）の断面図を示す。振り車両は、曲線の多い山岳部や沿岸部を通る都市間交通の所要時間短縮に大きく貢献している。日本で最初の振り車両である381系は、1973年に営業運転を開始したが、当初は、遠心力のみによる車体傾斜を行っていたため、曲線出入口で傾斜遅れが発生し、また、振り車両特有のロール動揺によって、乗り物酔いの問題が指摘されるようになった。

これに対し、曲線での傾斜遅れを解消するため、振り動作の遅れを補償する制御付き振り車両が開発された。これは、台車枠と傾斜はりの間に組み込まれた空気圧式の振りアクチュエータによって、特に曲線出入口での振り動作をアシストし、加速度変動を緩和するものである。図7に、振り制御用空気圧

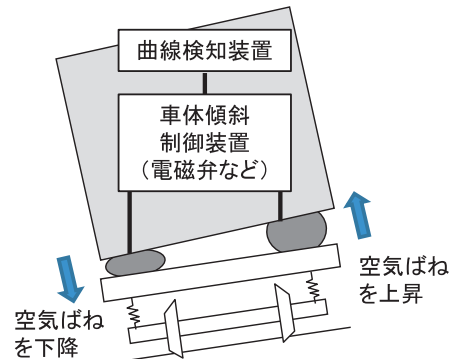


図5 空気ばね式車体傾斜システム

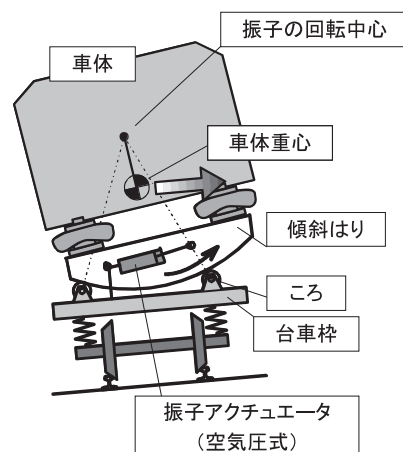


図6 振り式車体傾斜車両の断面図

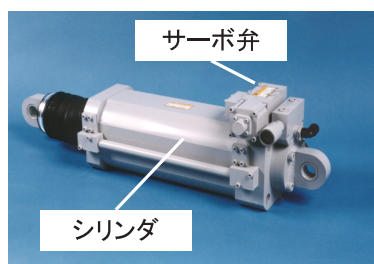


図7 振子制御用空気圧アクチュエータ

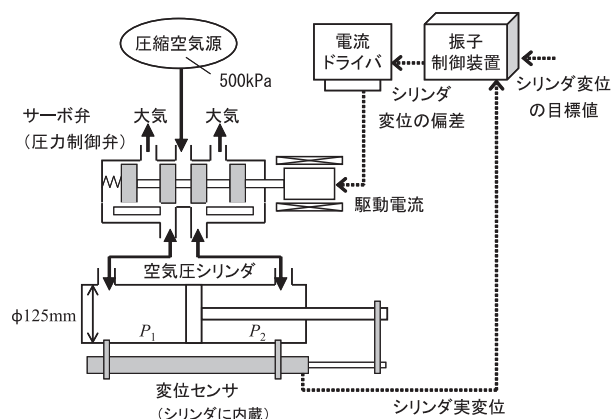


図8 振子制御用空気圧サーボシステム

アクチュエータを、図8にサーボシステムを示す。振子制御装置で生成されるシリンダ変位目標値と、変位センサで計測されるシリンダ実変位との偏差に応じて出力される電圧指令値が、電流ドライバへ送られ、比例ソレノイドに駆動電流を供給する。サーボ弁は直動型の圧力比例制御弁である。圧縮空気源から供給された高圧空気は、スプール位置に応じて一方のシリンダ室へ供給されると同時に、もう一方のシリンダ室の空気は大気へ排出され、シリンダが変位する。

4. 振子式車体傾斜における空気圧サーボシステム応答性向上の取り組み¹⁾

鉄道総研では、さらなる振子車両の乗り心地向上に向けて、システムの刷新に向けた研究開発に取り組んでいる。ここでは、そのうちアクチュエータの応答性向上について紹介する。

図9に開発したアクチュエータを示す。シリンダのストロークは従来品と同様だが、内径を125mmから100mmとし容積を減少した。断面積が減少する分、供給圧を500kPaから800kPaに上げることで、同等の最大発生力（約6kN）が得られるようにした。

応答性向上のため、①サーボ弁を流量制御弁に変更して給排気特性を向上し、②アクチュエータと並列に設けられていたオイルダンパを取り外して振子動作の抵抗を削減した。ただし、空気圧アクチュ

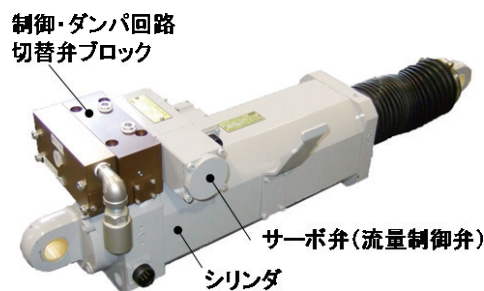


図9 応答性を向上した振子制御用空気圧アクチュエータ

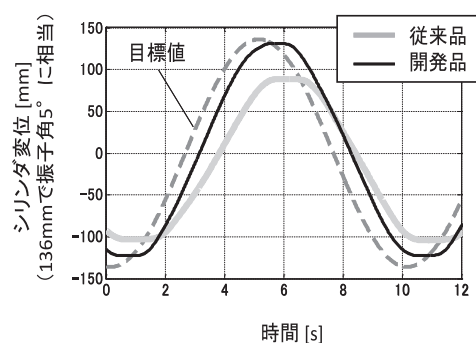


図10 目標値に対する追従性能（定置試験結果）

エータの応答性を上げると、空気の大きな圧縮性により、動作が不安定になる傾向がある。本アクチュエータでは、従来の変位フィードバック制御に対して、ピストン変位を2階微分して得られるピストン加速度のフィードバック制御を加えることにより、安定性を確保することができた。加速度の算出には、従来から装備されている変位センサの出力を用いるため、新たなセンサを必要としない。

開発したアクチュエータの動作検証のための定置傾斜試験を、実物大の振子試験装置を使って行った。図10にアクチュエータの追従性の試験結果を示す。目標値は周波数0.1Hz、振幅±136mm（振子角±5°に相当）の正弦波とした。従来品では、目標値に対して1～1.5秒の遅れがあるが、開発品では約0.4秒に短縮し、かつ、最大変位量も従来品に比べ拡大した。

5. 将来への期待

はじめに述べたように、鉄道車両と空気圧は親和性が高く、今後も活用されていくと思われる。一方で、これまで空気圧を使用していた戸締め装置やアクティブ制振装置など、電動式に置き換わっているものもある。今後も空気圧が、その特徴を活かして活用されていくには、つぎの点での進歩が期待される。

一つは空気圧システムの省エネルギー化である。先述の空気ばね式車体傾斜では非常に多量の空気を使用する。そのため、曲線が多く連続する線区では、

空気の供給が間に合わないケースがある。空気は使用が終わったら容易に排気（廃棄）できるのが利点であるが、こういった空気の再利用や、回生システムの構築が必要と考える。たとえば、シトロエン社が自動車のハイブリッド駆動システムとして提唱したHybrid Air System²⁾などが好例である。

つぎに、空気圧のセンサとしての活用がある。鉄道車両のように高い安全性が求められる機械に対しては、その健全性を常時監視することが今後より一層求められる。その際に、新規にセンサを追加することはコストやセンサ自身の保守の手間が増えることになる。鉄道での一例として、車体を支持している空気ばねの圧力を監視して、車両の不具合検知に活用する取り組みがある³⁾。空気ばねは、先述のとおり、その高さがLVで自動的に調整されている。例えば、空気ばねが支持する車体や台車が変形する

状態に陥れば、空気ばね高さが変化し、空気の給排気状態が変化して、空気ばね内圧によりそういった異常を捉えられる可能性がある。今後ますます活用が見込まれる機械学習、深層学習と組み合わせて、こういったフルードパワーのセンサとしての活用が期待される。

参考文献

- 1) 風戸昭人, 鴨下庄吾, 山長雄亮: 振子制御用空気圧アクチュエータの応答性向上による低周波左右振動低減, 鉄道総研報告, Vol. 25, No. 8, p. 5-10 (2011)
- 2) <https://www.groupe-psa.com/en/newsroom/automotive-innovation/hybrid-air/>
- 3) 喜多成充, 西村和彦, 小林学志, 海老名季学, 花井勝祥: 空気ばね圧を用いた台車異常検出手法, 第25回鉄道技術連合シンポジウム講演論文集 (2018)

(原稿受付: 2019年12月19日)

解説

環境機械の油圧

著者紹介



さしだ たかし
佐志田 貴

油研工業株式会社
〒252-1113 神奈川県綾瀬市上土棚中4-4-34
E-mail: bu.kankyo@yuken.co.jp

油研工業株式会社 環境機械部 次長
兼 設計開発課長

1. 会社の概要

弊社は1956年の設立以来、油圧専門メーカーとして油圧一筋に歩み続け、広く産業界に油圧機器、油圧システムを供給している。海外においては1969年に台湾に製造拠点を設立したのを皮切りに、インド、中国を始めとしたアジアを中心に製造・販売を担うグループネットワークを築いている。

その中で長年の油圧技術を礎に1983年にラバープレス、粉末成形プレスなど、液圧機械の設計・製造・販売を始め、1994年にリサイクルに寄与する装置の設計・販売に特化した環境機械部が設立され現在にいたる。

循環型社会の形成に向けて、容器包装リサイクル法や家電リサイクル法などの各種法律が整備され、遵守に際してさまざまな装置が用いられており、そのリサイクルの過程で用いられている装置が広義の呼称として環境機械と呼ばれている（写真1）。

環境機械の主な機能としては、「破碎」、「破袋」（袋を破る）、「搬送」、「選別」、「圧縮」、「洗浄」などが上げられ、対象物は産業廃棄物、古紙、ビン・缶、PETボトル、廃プラスチックなど日々増えており、最近では再生可能エネルギーの主力として、固定価格買取制度が後押しとなって急速に普及した太陽光パネルリサイクルの法制化が話題となっている。

弊社の主な製品は、容器包装リサイクル法に準じ再資源化に寄与する「容器包装プラスチック」や「ペットボトル」の圧縮梱包機、金属の切削切屑を圧縮・固形化し減容やクーラント回収を行う「自動

切屑圧縮機」、廃棄食品の包装と中身を分別する「生ゴミ圧縮分別機」などがあり、特に「ペットボトル圧縮梱包機」と「自動切屑圧縮機」はご愛顧をたまわり業界トップシェアとなっている。



写真1 環境機械の例 袋掛け装置付容リプラ圧縮梱包機
容器包装プラスチックを圧縮し、飛散なきようにビニール袋を掛けPPバンドで結束し1m角のペール（圧縮塊）を作る装置

2. フルードパワーにおける環境機械技術とは

「自動切屑圧縮機」は可変ピストンポンプを搭載し、「差動回路」を用いた油圧シリンダで切屑を成形面圧29～198MPaで固形化する物であり、さまざまな形状や性状の切屑を金型に充填する部分にノウハウがあるが、フルードパワー技術的には非常にシンプルな物である。

「ペットボトル圧縮梱包機（写真2）」は各家庭から分別収集されたペットボトルを圧縮し、PPバンドで自動結束するもので、機種にもよるが20～300kgのペールを時間あたり100～3,000kg作成する装置であり、定石ではあるが、さまざまな油圧回路が用いられているので、一例を紹介する。

ページ数の都合で回路詳細は割愛するが、文中の回路名称については（一社）日本フルードパワー工業会の実用油圧ポケットブックを参照していただき



写真2 ペットボトル圧縮梱包機

きたい。

回路説明の便宜上、下記に弊社で製造しているペットボトル圧縮梱包機の構造概要と作動工程を記す(図1)。

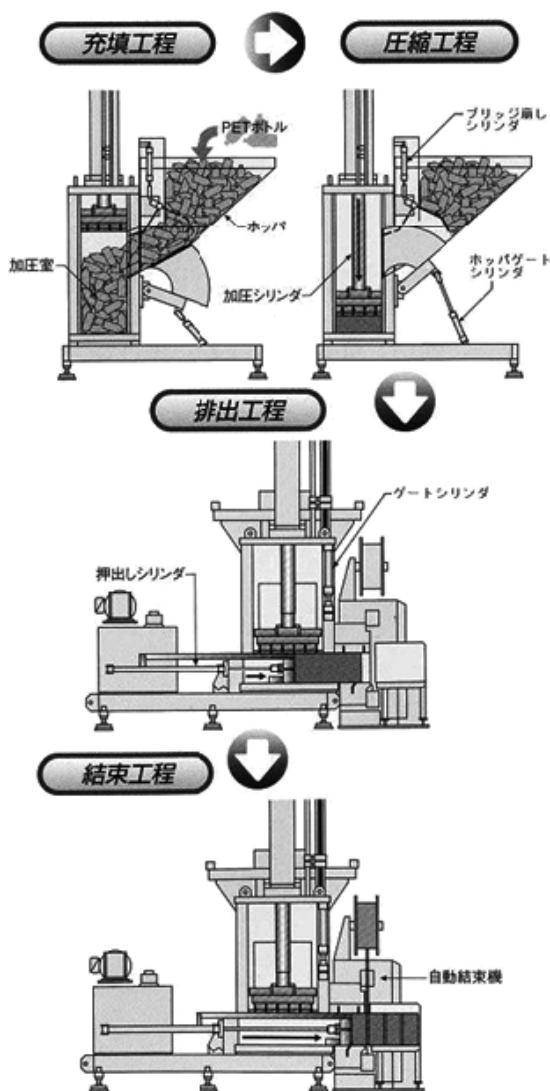


図1 構造概要と作動工程

構造的に大きく分けて「加圧機構」(加圧シリンダ)、「充填機構」(ブリッジ破壊・ホッパゲートシリンダ)、「ゲート機構」(ゲートシリンダ)、「押出機構」(押し出しシリンダ)で構成されている。

この構造は「加圧機構」と「押出機構」が共用している物や、「充填機構」がない物など小異はあるが、缶プレスや古紙ペーラなどのさまざまな環境機械のプレスではほぼ共通の構成といえる。

2.1 加圧機構の油圧回路

対象物を圧縮する機構で、加圧ストロークのほとんどが低負荷で作動しているため、「差動回路」を用いている。

圧縮完了後に対象物のスプリングバック(押し戻し)も加わり、大きなショックが生じる場合が多く、「圧抜き回路」は必須である。

またスプリングバックが大きく、加圧機構自体を押し戻してしまうような圧縮対象物の場合、排出機構を問題なく作動させるために位置保持用に「ロッキング回路」を追加する場合もある。

排出工程へ移行する際に、加圧機構部の停止精度が求められる場合や、シリンダストロークエンドでのショック対策として流量制御弁による2速制御を行っている。

加圧方向が縦方向の場合には、当然加圧機構部の「自重落下防止回路」も必須である。

2.2 充填機構の油圧回路

対象物を加圧室に供給する機構で、1加圧当たり複数回作動する装置が多く、処理能力向上のためにシリンダ作動速度が求められるため、停止時のショック吸収が課題となる。充填機構の慣性力が小さい場合は、油圧シリンダに内蔵されているクッション弁で十分吸収可能だが、慣性力が大きい場合は、可変ショックレス形電磁切換弁などによる減速回路が必要となる。

対象物が充填機構に挟み込んだ際に、加圧機構から押し戻されシリンダにより増圧されてしまう場合があるため、リリーフ弁などによる回路保護も必要である。

2.3 ゲート機構の油圧回路

圧縮成形されたボールを外部に排出するため、加圧室の1面を開放する機構で、油圧回路的に特に記すべき特徴はないが、機能上対象物が咬み込みシリンダストロークエンドまで達しない状態が頻繁に生じるので、位置検出方法や電気制御を一考する必要がある。

2.4 押出機構の油圧回路

加圧室内で成形されたボールを、外部に押出す機構。バルブリークなどでシリンダが動いてしまうと



写真3 リサイクルセンターの例（右からホッパ、破袋機、磁選機付コンベヤ、風力選別機、選別コンベヤ、圧縮梱包機）

加圧機構に干渉してしまうため、メカロックや電磁切換弁を励磁したままにするといった細工が必要となる。

構造的に加圧時の側圧をじかに受ける場合が多いので、機械的な保護かリリース弁などによる保護も必要である。また、充填機構と同様にショック対策も重要となる。

いずれの機構においても定常時のみならず、机上で想定される外乱に対する保護を十分に検討する必要がある。

3. フルードパワー技術の活躍の場

一般的な地方自治体のリサイクルセンターに設置されている各種環境機械（写真3）を見ると、構成機器のほとんどが残念ながら電動であり、フォークリフトやパッカー車を除くと高馬力の破碎機、缶プレスやペットボトル圧縮梱包機などのプレスにのみ油圧が使用されている。

空圧については光学選別機や風力選別機などに良く用いられている。また写真1で示した弊社「袋掛け装置付容リプラ圧縮梱包機」のビニール袋掛け機構部には17本のエアシリンダやエアチャックを用いており、各メーカー共に必要な出力に応じて油圧・空圧・電動を適切に使い分けている。

4. 選定するメリット

油圧は、動力源として単位出力当たりのコストやサイズに優れるという大きな優位性があるため、大きな出力が要求される装置については、今後も主流であり続けると考えている。

5. 技術的改善点

ひとつは従前からの課題である省エネであり、民間ユーザ向けにインバータによるポンプ回転数制御や、ACサーボモータ駆動ポンプを搭載し大幅な省エネを図った事例はあるが、環境機械の主なユーザである地方自治体は機器購入時に入札が行われるため、競合各社共に低コスト化に努めており、コスト的な問題でなかなか標準採用できないジレンマがある。

もうひとつが最近のユーザアンケートでIoTに対する要望があがっており、その中でも故障予知が大多数であった。実績をベースとした積算稼働時間で予知とする事は容易だが、フルードパワー技術的に低コストでさまざまな劣化を検知できないものか模索中である。

6. 将来への期待と展望

弊社は油圧専門メーカーであり、先人達の取組や努力を知らない訳ではないが、油圧ユーザの立場で考えると油漏れ（内部・外部）の撲滅が上げられる。

内部リークについては減少すれば油圧システム自体の効率化により低発熱・省エネにつながり、外部漏れについては初期のネジの緩みは論外として、シリンダロッドパッキンやポンプのシャフトシールなどの摺動部、バルブ取り付け面のOリング、高圧ゴムホースなど、従来は摩耗や経年劣化で漏れが生じても致し方ないといわれていた部分の大幅な長寿命化を切に期待している。

（原稿受付：2019年12月18日）

解説

フルードパワーユーザ（建設機械）から見る将来への期待

著者紹介

ぬの たに さだ お
布 谷 貞 夫元 コマツ 開発本部
〒251-0005 神奈川県藤沢市並木台1丁目5-10
E-mail: fwbc5012@nifty.com

1974年 京都大学工学部卒業、(株)小松製作所入社、1985年 油機開発センタ、2008年 開発本部、2013年 COCN災害対応ロボット推進に参加、2016年 コマツを退社

1. はじめに

筆者は過去、建設機械メーカーに勤務し、建設機械向けの油圧機器、システムの開発に従事してきた。

建設機械と油圧機器の結びつきの強さは、建設機械の代表である『油圧ショベル』の名前からわかる（図1）。またその歴史を見ていただくと、両者がいかに発展、成長してきたか見て取れる¹⁾。

フルードパワー技術について、主要なマーケットである建設機械のサイドから、同時に、油圧機器開発の経験も踏まえ、企業や研究機関の方々に、ユーザから見る将来への期待を紹介したい。

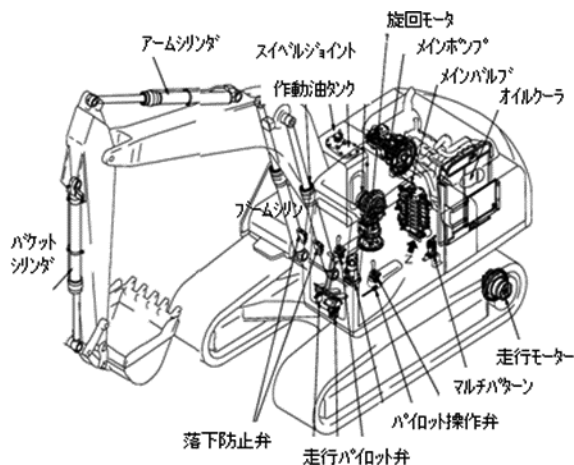


図1 油圧ショベルにおける主要油圧機器

2. 油圧技術への期待

筆者の経験から、現時点で建設機械の技術者から油圧技術者への期待を想定すると以下ようになる。

『まず第1はこれまで以上に、安くて小型で壊れない機器を安定して供給してくれること、

第2は車体の課題や悩みごとに協力して開発してくれること、第3は……新しい技術開発はICTを活用し、AI、ソフトウェア開発などが主要になるので、油圧技術屋さんもそちらの方面に力を貸してくれると嬉しい』といったことではないかと思う。

2.1 安くて小型で壊れない

まず1点目『安くて小型で壊れない油圧……』は日本のお家芸ともいえるようになってきた産業分野である。しかし昨今は中国やアジアの国々も追いかけて、家電製品のような産業構造になってしまわないか、心配な点でもある。ある意味ノウハウの塊のような油圧製品でも、生産工場ごと海外に持っていかれ、日本で油圧製品が生産されなくなれば、油圧に関する研究開発投資もなくなってしまう。やはりまずは油圧産業がしっかり日本に残り、日本ならではの競争力のある製品が生み出されることを期待する。そのためには、まさに「安くて小型で壊れない製品の安定供給」こそは、競争力の源というべきポイントであると思う。

ただし、海外勢の追い上げを考えると、従来の蓄積や工夫、改善の延長だけでは限界がありそうで、産学連携研究などを活用し、サイエンスのレベルからの解析・計算と見える化・計測を実施し、機器やシステムの刷新を進めていかなければ生き残れないのではないと思う。スーパーコンピュータを使った流体解析はキャビテーション現象までも把握できるようになり、また画像技術、3D設計技術などと統合していけば油圧バルブのような複雑な鋳物製品において、小型化、低コスト化設計が進むであろう。一方、動的挙動の解析からポンプやモータの油膜隙間の適正化がえられれば、油圧ロスを低減しつつ信頼性を向上させることが可能になると考える。

ただ従来から、基礎研究は製品にどのように生か

されるのか、いつ「マネー」を稼いでくれるのかの見通しを示すことができないと、継続して発展させていくことが難しい。そのためには、使われる現場環境、そこで車体が直面する課題をよく探索し、研究がどう役に立つのか、道筋を常に示していくことが必須である。こうして『安くて小型で壊れない』製品開発に着実に寄与することで、産業への貢献も達成できる。そのため、より一層の産学連携によるオープンイノベーションの場の活用、コーディネータの育成と活躍が期待される。

2.2 車体の課題や悩み事に協力して

2点目『車体の課題や悩み事の解決に協力すること』も、油圧技術者は従来から頑張ってきた。

ユーザーである建設機械のマーケットから勉強し、どのような技術貢献ができるか考えてきた。

過去の事例を挙げるなら、①世界のさまざまな環境、特に気温の大きく異なる現場への対応②騒音規制 ③燃費の改善 ④エンジンの排ガス対応によりエンジン冷却システムの高度化が必要となる……これらの車両の動向に対し、油圧技術者からの一つの提案に、油圧駆動ファンシステムがあった。純粋に油圧技術としてみれば、さほど高度な技術開発とはいえないものであったが、車両に採用される過程ではさまざまな制約や要求事項に直面し、油圧技術者の方からも使われる現場をよく知り、アイデアを創出し提案するといった努力が必要であった。一例は、油圧モータをファンのボスの中に潜り込ませる小型化構造(図2)や、正逆回転を切り替えラジエータの目詰まりを抑止するなど、プラスアルファのアイデアも提案することで付加価値を高め、今ではほとんどの建機車両に搭載されるようになってきた²⁾。

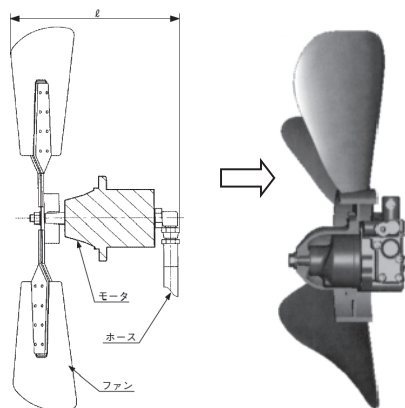


図2 モータをファンボスに内蔵し小型化 (右図)

もう完成したかと思いがちであるが、この分野でも「電動化」が迫ってくる。マルチファン化し熱交換器を個別制御するといったニーズが高まれば、

『安くて小型で壊れない』油圧の優位性も危うくなる。

油圧の技術者に期待される点は、車両を取り巻く内外の規制についても十分に情報を収集し、またICT技術、ソフトウェア、電動システムなどの周辺関連技術分野を冷静に観察し、車体にとって最適な解決策を考え、アイデア提案していくことと思う。

このほかの車両の課題解決テーマを考えるには、やはり①グローバル世界での環境適応 ②騒音や車両の居住性向上(エアコンの性能)③燃費の向上 ④エンジンや電装品と複合した制御システム適応などの点を考えていけばよいと思う。

これまでの例では近年の厳しいエンジン排ガス規制、燃費向上の開発のなかでは、油圧サーボを使ったターボチャージャや、EGRバルブ(図3)などが新たな商品として開発され、車両の難題解決に貢献した³⁾。

電動アクチュエータより力に余裕があり、外乱要素に強いと期待された。

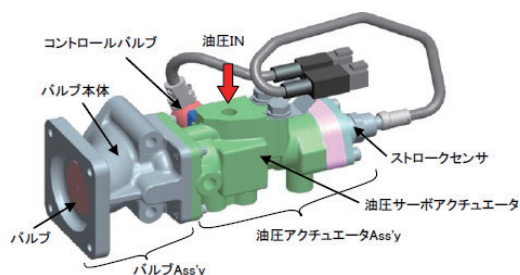


図3 油圧サーボを活用したEGRバルブ

また、車両の燃費を大幅に改善したHST搭載フォークリフトなども生まれた。エンジンの燃費効率が最も良い点を活用することによって、従来のトランスミッションに比べ10～20%燃費を改善した。

前後進、加減速が頻繁に切り替わる車両では、油圧閉回路による操作性の良さも評価され、今後もマーケットの拡大が期待できる。

しかしまだ課題がないわけではない。HSTの機器、システムのロスパワーには改善の余地が多い。

一般に建設機械は過酷な使われ方をするため、機器を損傷から守るために少々のロスパワーに目をつむらざるを得なかったが、トレードオフ事項をシミュレーションなどで整理することで、今まで手を付けられなかったロス改善はまだ可能である。

変速域のワイドレンジ化(高牽引力と高速度走行)と、レンジ全域にわたる効率向上も車体側からみれば、まだまだ改善を期待したい点である。

2.3 ICT開発にも協力を

第3点目『ICTやソフトウェア開発の方に重点を

……』というのは確かで、今後の車両の高機能化、高性能化において開発に必要な資源は変化してきている。

ここにおいてまず、油圧技術者の責任として、ICTによる新しい制御を搭載した建機に対応できる機器を準備していかなければならない。そのため、油圧ポンプ、モータ、バルブ、シリンダに変位センサ、回転センサ、ストロークセンサを内蔵し、操作性の向上、燃費の改善、さらに進んで、劣化を予測しメンテナンスを知らせ、故障による休車ロスをなくす、などICTを活用した新技術を成功させ、数多くのユーザーメリットを生み出した。

ただ、ここで注意すべき点を、筆者の過去勤務先での例であるが、シリンダにストロークセンサを搭載しようとした例で説明したい。

今後自動掘削の方向に向かうためには、必須のアイテムと考えたが、なにしろ安心して建機に搭載できるような既存のセンサ、技術が見つからなかった。ストロークをセンシングする方策は色々考えられたが、建設機械のシリンダは常にむき出しで、土砂もかぶるし、強烈な振動、衝撃にさらされる。ハーネスの取り回し一つ考えても参考にできるような事例がなかった。このような課題は建機という特殊な使われ方によるもので、産業一般で使われるものではないかも知れないが、図4に示す事例はそのような事情の中で、たとえばハーネスは車体で実績のある油圧配管部品で保護をし、ストロークを計測するセンサと、ローラの滑りによるズレを補正するリセットセンサを組み合わせるなど、慎重を期した⁴⁾。

また本製品の特徴の一つは、長年実績のある建機のシリンダ構造そのものを極力変えずに新機能を追加したことでもある。この辺はいわゆる実装技術ともいえるもので、研究要素はあるのか？と思われるがちであるが、さにあらず、安心して実装するためには磁気回路、信号処理方法、シール方法など、細かい要素研究なしには達成できなかった。

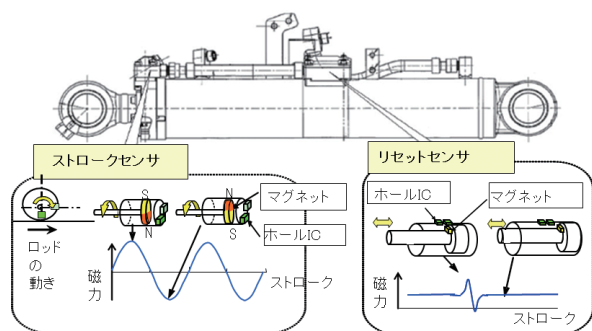


図4 ストロークセンサを搭載したシリンダ

3. 次世代油圧への期待・建機のロボット化対応

近年、建設現場ではICTを活用した新しい施工法（i-コンストラクションなど）が工事の大幅な生産性向上が達成可能なため、官民挙げて推進され、ICT搭載建機が増加している。

他方、自然災害による甚大な国土破壊に見舞われることも増え、これに対応すべく建設機械も変化・進化していかざるを得ない。

特に災害現場では不安定な足元条件で、土砂、落石、がれきなどを処理しなければならず、状況を把握するセンシング機能に加え、俊敏な動きで危険を回避し、不特定の難作業をもこなす能力が求められる。

こうした車両の高機能化、高性能化に対しては、油圧システム、機器は応答性向上、制御高度化が必要で、このためには基本体力から革新が必要と思う。

これまでは油圧サーボ弁を使うことが常とうであるが、建設機械のようなフィールド環境では、耐ゴミ、振動・衝撃、使用温度範囲などの面で不安が残り、かつコストが非常に高い。したがって、新しい『安くて、小型で、壊れない』建機用高応答システムのニーズは高い。

雪害は毎年必ずあるので、除雪専用機がこれまでに開発され、各地に配備されているが、土砂、水災害も深刻な頻度になってしまっている。災害から人と、社会財産を守る、そして早期復旧を図る機材が進化する必要がある。

これは一口でいうと建機のロボット化ということになるが、特殊車両であって、通常の作業現場では施工コストが高くなって使われないと、普及せず、試作か、限定生産にとどまってしまう。その意味でも低コストでシンプルな新技術が渴望される。

「もうすぐ絶滅するというのに、お金と経済発展のことばかり！」と怒る少女の声に、建機と油圧の技術者も応えていかねばとの観点からも、関係各位の活躍を期待したい。

参考文献

- 1) 布谷 貞夫：油圧ショベルの歴史を振り返り 日本フルードパワーシステム学会誌、2015 Vol. 46, No. 5
- 2) 丸田和弘、吉田伸実：低騒音油圧駆動ファンシステム コマツ技報 2002 Vol. 48, No. 149
- 3) 加藤隆志、太田弘、長坂昇平：Tier4 Interim 規制対応 Φ125 Φ140エンジンの開発：コマツ技報 2011 Vol. 57, No. 164
- 4) 影山雅人：ICT建機用ストロークセンサ付シリンダの紹介 日本フルードパワーシステム学会誌、2017 vol. 48, No. 2

（原稿受付：2019年12月23日）

解説

人工透析装置に使用されるポンプ

著者紹介



こば やし まさ き
小林 正樹

協和ファインテック株式会社
〒704-8193 岡山県岡山市東区金岡西町948-9

医療機器開発部部長 1989年岡山理科大学理学部応用物理学卒業、同年株式会社ヨータイ技術研究所入社、フィガロ技研株式会社、ヤマトプロテック株式会社中央研究所を経て2017年より現職、専門は界面物理、センサ工学、応用物理学学会会員



かど わき のぶ ひろ
門脇 信傑

協和ファインテック株式会社
〒704-8193 岡山県岡山市東区金岡西町948-9

医療機器開発部課長 1996年岡山大学工学部機械工学科卒業、同年木村機械建設工業株式会社入社、1999年協和ファインテック株式会社入社、2014年岡山大学大学院自然科学研究科産業創成工学専攻博士後期課程修了、現在に至る。医療機器・マイクロアクタ等の設計・開発に従事、日本機械学会会員、博士（工学）。

1. はじめに

日本国内では、2018年12月31日現在、慢性透析患者は339,841人であり、前年に比べ1.6%増加している。透析施設は4,458施設あり、透析装置数139,887台とそれぞれ前年に比べ1.0%、1.9%と年々増加している¹⁾。

透析装置には、多くの患者の透析液をまとめて濃度を調整する多人数用透析供給装置から供給される透析液を使用する透析用監視装置と一人の患者に合わせて各装置が装置内で透析液を調製する個人用透析装置の二種類がある。

日本国内では、多人数用透析供給装置から複数台の透析用監視装置に透析液が供給される方式が主流で、海外では個人用透析装置が主流となっている。

当社では、海外向け個人用透析装置のODM生産を行っている。

透析装置に使用されているポンプの種類は多人数用透析装置と個人用透析装置ではほぼ同じである。ここでは個人用透析装置に使用されている各種のポンプを紹介する。

2. 人工透析装置について

透析装置の主な役割は、濃い透析液をRO水（Reverse Osmosis water：純水）で希釈して血液に近い電解質濃度に調製し、体温程度に温めた透析液と体外に取り出した患者の血液をダイアライザに送液し、透析液や血液の流量や透析液の温度、患者の体液量を制御するために水分を取り除く量（以下、除水量と呼ぶ）をコントロール・監視することで目的の透析治療を行うことである。

個人用透析装置は、図1に示すように透析液を調製する脱気・送液機構部・透析液調整機構部と患者の除水量を制御する除水制御部からなる透析液制御部と患者の血液を体外循環させる血液制御部から構成される。

人工透析装置用ポンプに使用される材料は、耐薬品性、耐食性に優れ、透析型人工腎臓装置承認基準に合格したポリサルホン（PSU）やポリエーテルエーテルケトン（PEEK）などの樹脂材料、シリコーンゴム、フッ素ゴムなどのゴム材料やSUS316などの金属材料である。血液接触部には、ディスプレイの血液回路が使用される。

3. 透析液制御部

3.1 脱気・送液機構

脱気・送液機構部では、脱気ポンプと脱気ポンプのサクシオン側のチューブに挿入したオリフィスにより、真空近く（ $-0.067 \sim -0.08$ MPa程度）まで減圧することで体温（37℃前後）まで温められた水中の溶存空気を気泡として発生させ、分離除去し、透析液調整機構部に送液する。供給水中の溶存空気を除去しない場合、体温まで温められた透析液に溶け込んでいる溶存空気がダイアライザ内で気泡となって現れる。この気泡がダイアライザ内の透析膜表面に付着して接液膜面積を低下させ拡散現象に悪影響を与え、透析効率を低下させるので溶存空気の除去は重要である。

3.1.1 脱気ポンプ

脱気ポンプは、脱気性能が必要なため吸込圧

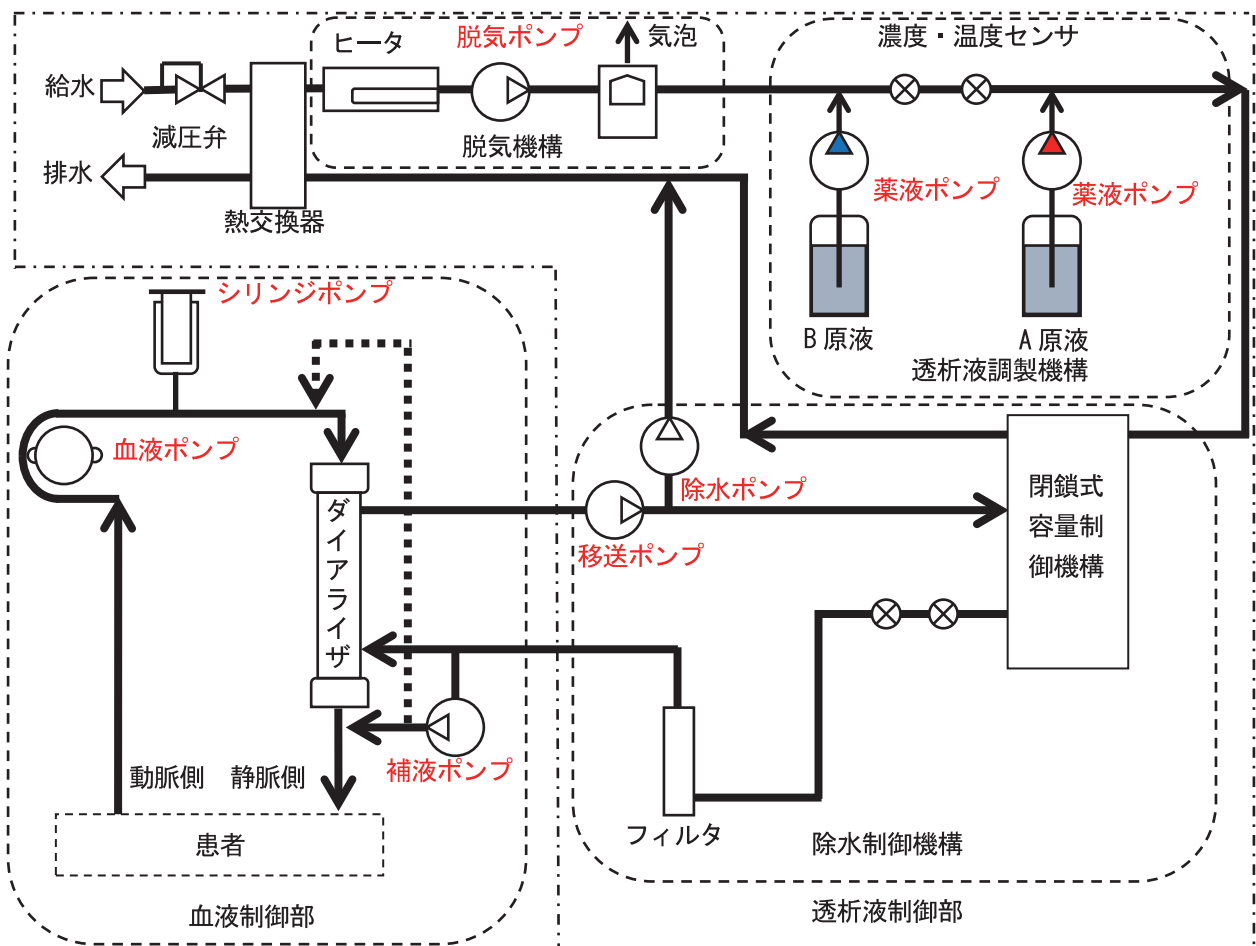


図1 個人用透析装置システム図

−0.08MPa、吐出圧0.05MPaにて1,000mL/min以上の流量を確保可能な性能が必要である。

通常、ギヤポンプや渦流ポンプ（カスケードポンプ）などが使用される。

3.2 透析液調製機構

透析液調製機構部は、機械的に制御する方式と電気的制御のフィードバック方式により透析原液を注入し、脱気・昇温されたRO水と混合し規定濃度に調製する方式に大別される²⁾が、通常どちらの方式でも透析原液を注入するポンプには定容量形ポンプが使用されている。

透析原液は、ナトリウムイオン、カリウムイオン、塩素イオンなどの電解質とブドウ糖、酢酸などを含んだ高濃度電解質水溶液であるA原液および重炭酸ナトリウム水溶液であるB原液と呼ばれる二液がある。

透析液の調製は通常、まず、B原液とRO水を混合し、その混合液とA原液を混合する。A・B原液とRO水との混合比は、使用する透析製剤にもよるが、A原液：B原液：RO水＝1：1.18：32.82の比率で希釈・調製する。

3.2.1 薬液ポンプ

薬液注入に使用する定容量形ポンプの仕様としては、濃度調製された透析液が1,100mL/minで送液されるとするとA原液の薬液ポンプは31.4mL/min、B原液の薬液ポンプでは37mL/minの吐出量が必要である。

当社で製造している透析装置に搭載している定容量形ポンプは1ストロークあたり0.3mLの吐出量である。1ストロークあたりの吐出量を少なくすることで濃度調製の精度は向上するが、送液量は一定であるためストローク回数が増えるため耐久性に問題が生じる場合がある。

透析液の組成に対する基本性能要求事項はJIS規格³⁾「201.4.3.107透析液の組成」で規定されており、透析液濃度を設定し、濃度安定後、供給する透析液濃度を測定し、濃度の精度が±3%以内であることを要求している⁴⁾。

3.3 除水制御機構

除水機構部では、患者体内から過剰となった水分を正確に取り除くための機構であり、移送ポンプによりダイアライザに送液した透析液から除水ポンプでダイアライザを介して除水する。わが国の透析装

置には、密閉回路を用いた機械的な除水を制御する閉鎖式容量制御方式が用いられている⁵⁾。

3.3.1 除水ポンプ

除水は、除水ポンプにより水分を密閉回路外へ排出することで行う。

除水速度調整範囲が広い装置では、0.00～5.00L/hの範囲の設定が可能である。

除水ポンプにも定容量形ポンプが使用される。弊社では1ストローク当たり0.7mLのポンプを透析装置に搭載している。

正味の体液除去（除水）に対する基本性能要求事項はJIS規格³⁾「201.4.3.104正味の体液除去（除水）」に規定されており、ダイアライザに供給する透析流量を500mL/minに設定し、限外ろ過速度を0.00L/hおよび設定可能な最大値に設定し、血液の代用液を使用して限外ろ過量を測定した精度が $\pm 50\text{mL}/\text{min}$ であることが要求されている⁴⁾。

3.3.2 移送ポンプ

移送ポンプは、ダイアライザに流す透析液の流量を制御するために使用される。一般的に、透析液流量は500mL/minであるが、300～800mL/minの範囲で設定可能な透析装置もある。

移送ポンプにもギヤポンプや渦流ポンプ（カスケードポンプ）などが使用される。これらのポンプの回転数を可変することでダイアライザに送液する透析液の流量を制御する。

透析液流量に対する基本性能は、JIS規格³⁾「201.4.3.103透析液流量」で規定されており、ダイアライザに供給する透析液流量を設定可能な最大値および最小値に設定し、それぞれの透析流量を測定した場合、測定した透析液流量の精度が $\pm 10\%$ 以内であることを要求している⁴⁾。

4. 血液制御部

血液制御部では、ヘパリンと呼ばれる抗血液凝固剤を血液回路内にシリンジポンプで注入し、血液の凝固を防ぎながら血液の安定した体外循環を血液ポンプによりおこなっている。

血液の体外循環を行うために使用するディスプレイの血液回路は、患者からダイアライザに血液を送る動脈側回路とダイアライザから患者へ血液を返すまでの静脈側回路で構成されている。

また、フィルタにより清浄化した透析液を補充液として補液ポンプにより直接血液に補液するオンライン血液透析ろ過（オンラインHDF）と呼ばれる分子拡散と限外ろ過を積極的に利用する血液浄化療法が2012年の診療報酬の改定で新設され症例数は増加している⁷⁾。

4.1 血液ポンプ

通常、血液透析に使用される血液ポンプは、動脈側回路のポンプセグメントと呼ぶ弾性のあるチューブをローラで押圧し、送液方向に圧迫移動して、一定量の血液を密閉状態で送るローラポンプが使用されている。

血液ポンプに対する基本性能要求事項は、JIS規格³⁾「201.4.3.102血流量」に規定されており、血流量を200mL/minに設定し、回転数を測定して回転数の精度が $\pm 5\%$ 以内、14.7kPa以上の内圧でポンプセグメントを閉塞できることが要求されている⁴⁾。

4.1.1 ポンプセグメント

ポンプセグメントについては、JIS規格⁶⁾に規定されており、この規格に適合するポンプセグメントを使用することで、所定の血流量が担保できる。

外径平均 $12.20 \pm 0.17\text{mm}$ 、内径平均 $8.10 \pm 0.10\text{mm}$ と外径平均 $9.74 \pm 0.11\text{mm}$ 、内径平均 $6.76 \pm 0.15\text{mm}$ の二種類のサイズが市販されている⁸⁾。

4.2 シリンジポンプ

血液透析装置を用いた治療に使用する薬剤（血液凝固阻止剤など）を一定の速度で少量注入するポンプである。

シリンジポンプに対する基本性能要求事項は、シリンジポンプの注入速度を設定可能な最大注入速度に設定し、注射筒の押子を押す部分の時間当たりの移動距離の精度が $\pm 5\%$ 以内であることが要求されている⁴⁾。

4.3 補液ポンプ

補液ポンプにはローラポンプとローラポンプ以外のポンプが使用される場合があり、ローラポンプ以外の場合は、定容量形ポンプが使用される。

補充液流量に対する要求事項はローラポンプとローラポンプ以外の場合で規定されている⁸⁾。ローラポンプの場合、血液ポンプの要求事項に加え、補充液を設定可能な最大値および最小値に設定し、流量測定し、精度が $\pm 10\%$ 以内であること。ローラポンプ以外の場合は、補充液流量精度が $\pm 10\%$ 以内であり、補充液注入ラインが閉塞できることが要求されている⁴⁾。

5. おわりに

透析装置は、透析液を血液に補充液として使用するオンラインHDFが普及するとともに清浄度の高い透析液を調製し、ダイアライザに供給することが望まれている。それにより透析装置に搭載する各種ポンプ類は、しゅう動部が少なく、洗浄性に優れたポンプが望まれている。さらに装置性能向上させるために、より長寿命、静音性、小型化、メインテ

ナンス性に優れたポンプが望まれる。

参考文献

- 1) 日本透析医学会統計調査委員会：わが国の慢性透析療法の現状，(2018年12月31日現在)。(2019)
- 2) 山下芳久：透析装置及び関連機器の原理とメンテナンス，株式会社日本メディカルセンター，p. 168-170 (2018)
- 3) JIS T 0601-2-16：医用電気機器-第2-16部：人工腎臓装置の基礎安全及び基本性能に関する個別要求事項，日本規格協会 (2014)
- 4) 薬生発0602第4号 別紙1：人工腎臓装置承認基準における技術基準 (2017)
- 5) 山下芳久：透析装置及び関連機器の原理とメンテナンス，株式会社日本メディカルセンター，p. 171 (2018)
- 6) JIS T 3248：透析用血液回路，日本規格協会 (2012)
- 7) 水口潤：人工腎臓の最近の進捗，四国医学雑誌 73巻5，6号，p. 199-206 (2017)
- 8) 公益社団法人日本臨床工学技士会透析装置安全委員会：透析用血液回路標準化基準 (Ver. 1.00)，p. 3 (2012)

(原稿受付：2020年1月24日)

解説

海洋開発におけるフルードパワーの現状と将来

著者紹介



いとう まさのり
伊藤 雅 則

東京海洋大学名誉教授
〒135-8533 東京都江東区越中島2-1-6
E-mail: itom@kaiyodai.ac.jp

1972年名古屋大学大学院工学研究科修士課程修了。日本銅管(株)(現JFE)入社。1999年東京商船大学(現東京海洋大学)教授。2011年同名誉教授。現在に至る。ロボット、船舶制御、油圧制御等の研究に従事。日本フルードパワーシステム学会、日本航海学会などの会員。工学博士。

1. はじめに

人間による海洋の利用は人間の歴史そのものといつて良く、生きるため・移動や運搬のための利用が綿々と続いてきた。それらに新しい利用分野が加わるには、技術の大躍進と社会的ニーズが不可欠で、具体的な新しい利用が始まるのはごく最近のことである。その具体的な事例は、まず、資源分野から始まった。しかし、海洋工学の柱のひとつであるエネルギー分野はごく最近実用化、あるいは実用に向けた取り組みが始まったばかりである。資源分野の中で、特に石油や天然ガスの採掘は、場所として陸上から海底へ、浅海から深海へと進展してきた経緯があり、数千メートルの海底からの採掘も現実化している。さらに、最近では、メタンハイドレート資源の動きや、マンガンやレアアースの採掘場所として注目を集めるようになってきている。また、エネルギー源としての利用に関しては、まず考えられたのが波力を利用する発電である。これにはさまざまな形式が考えられたが、まだ実用化には今一步の段階である。つぎに、海流や潮流を利用する発電が考えられ、試験運転を行う段階となっている。この分野でもっとも実用化に近づいているのが風力発電である。これは陸上で確立された方式を洋上において利用するもので、北海ではすでに実用化が進んでおり、日本でも実用化を前提とした試験運転が行われるようになった。また、海洋土木の範ちゅうとして、津波を考慮した護岸技術や、埋め立てによる洋上空港

なども事例となっている。また、海洋は地球温暖化のような環境問題にも深くかかわるため、海洋の再生と活性化による環境保全の動きも新しい一面と言える。さらに、これらの動きの具体化には、それを支援するシステムが不可欠であるが、陸上のシステムで対応できる範囲は限られており、利用分野の拡大にともなって支援システムも大きく様変わりしている。本文では、これらの動きの中で工学は海洋とどのように関わるべきか、特に、海洋という流体環境の中でフルードパワーはどのように位置づけられるのか考えてみたい。

2. 海洋開発の具体例

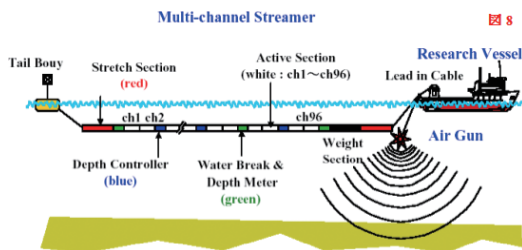
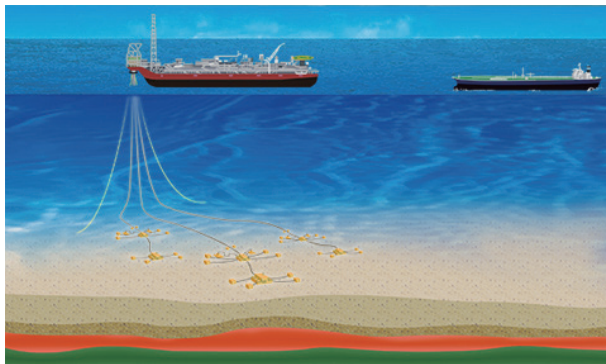
2.1 資源開発

資源開発に関わる業務として、まず、資源のありかを探る探査から始まり、つぎに、資源の状態や量を知るための試掘、そして、採掘施設の設置、さらに、事業の運用のための資源の運搬と施設の維持管理などが挙げられる。これらの業務には、それぞれ独特な技術が用いられ、その進歩により事業の成り立ちが左右されるため、既存技術のレベルアップはもとより、新しい技術の開発が止むことなく続いている。

2.1.1 石油・天然ガス開発

石油や天然ガスの採掘場所を海底に求める動きは、需要の高まりにより、1920年代から始まった。当初は、ペルシャ湾やメキシコ湾の陸に近い場所での陸上技術の延長としての採掘であったが、燃料としての利用から、合成繊維やプラスチックなど用途の拡大による需要の増加のため、より深い場所まで採掘場所が拡大し、水深2,000m以上での採掘も行われるようになった。これには、探査技術として、音響探査の高度化に加え、海上での効率的な探査のための専用船の開発も加わっている(図1)。また、試掘装置についても、海底に固定し、調査後、可能であれば採掘設備として利用することもできる形式のものから、海面に浮いて、試掘場所を転々と移動することができる形式のものまで、多様な方式が開発されている(図2)。採掘箇所が決まると、海底に採掘設備を設置する。特に、深海では、人間の直

接作業には限界があるため、潜水船のような補助システムが不可欠となる。油井のような施設が設置されると、陸或いは洋上施設までパイプラインを敷設し操業に入る。洋上施設からはタンカーが運搬に当たる（図3）。円滑な操業のための施設の保守や、操業が終了した後の施設の撤去は環境汚染という大きな課題をはらんでいる。先年、メキシコ湾の海底油田で発生した原油が油井から噴出する事故はそれを終息させるのに何ヶ月も要し、その間、噴出した原油による海洋汚染は沿岸地域に甚大な影響をもたらした。油井の撤収も同様で、ROVを駆使する作業となる。

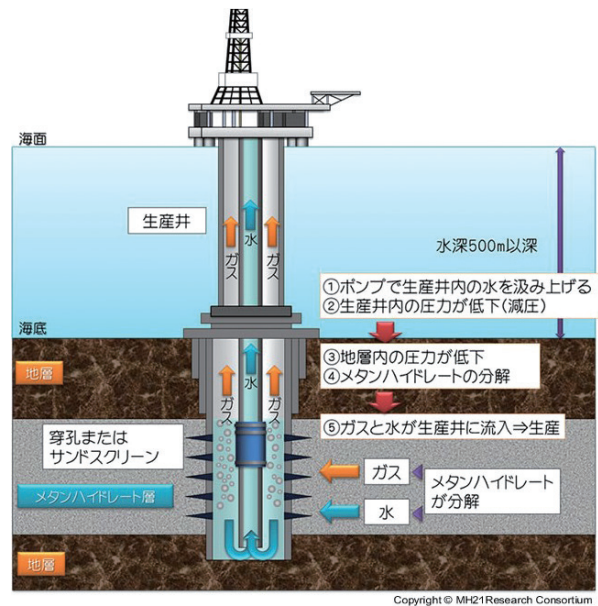
図1 海洋探査¹⁾図2 試掘作業船¹⁾図3 操業探掘²⁾

2.1.2 他の資源開発

(1) メタンハイドレート

昨今、エネルギー資源として注目されているのが、メタンハイドレートである。日本の周辺海域には大量の存在が知られており、「ちきゅう」により試掘が行われ、図4のような採掘方式が考えられているが、埋蔵状態が水圧と温度の微妙なバランスの下にあり、何らかの理由でバランスが崩れると、炭酸ガスより高いレベルの温暖化効果ガスであるメタンを、連鎖的に発生させる危険を伴うため、本格採掘のた

めの技術は未確立と言って良い。

図4 メタンハイドレート採掘設備²⁾

(2) レアアース (図5)

同様に、最近注目を集めている鉱物資源にレアアースがある。周知のようにICの製造には不可欠の材料で、陸上では産出場所が限られることから、重要な戦略物質となっているが、日本近海の大洋底には泥中に大量に存在する事が知られている。ただ、その採掘技術は前者と同様に未確立である。

(3) マンガン団塊 (図5)

一時、話題になった鉱物資源としてマンガン団塊がある。ハワイ沖やインド洋の大洋底で、マンガン・ニッケル・銅・コバルトなどの混合物が塊となり密集していることが知られ、その採掘技術が検討されたが、未だ確立には至っていない。

(4) コバルトリッチクラスト (図5)

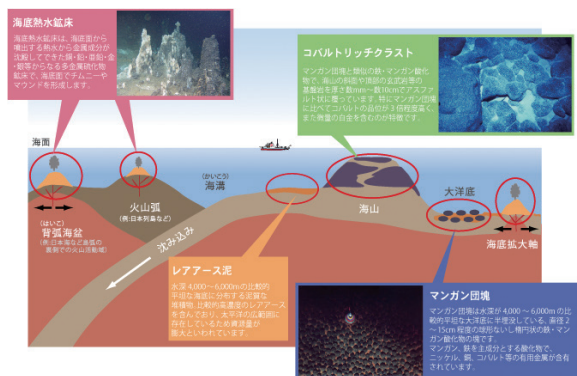
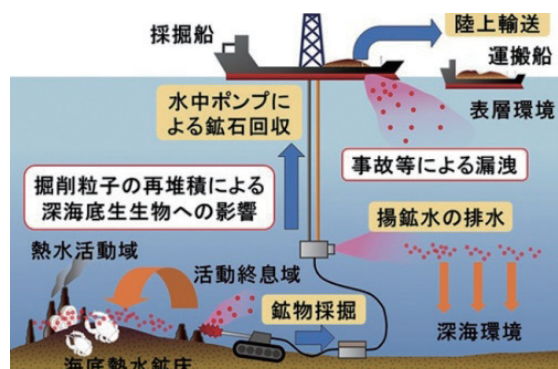
水深1,000～2,000mの海山の中腹に存在する事が知られたマンガン・鉄などの混合体で、日本近海でも発見されているが、その採掘のための技術開発は未着手である。

(5) 熱水鉱床 (図5)

海底火山周辺など海底からの噴出がある場所では、噴出物に銅・亜鉛・鉛・金・銀などの有用物質の堆積が見られることが知られている。この事例は日本近海にも多く見られるが、調査に留まり、採掘にはいたっていない。

(6) 海底資源採掘の問題

いずれについても開発は図6のように汚染要因をともなっており、海洋生物、ひいては人類の生存のためにも、汚染防止技術は利用技術と切り離せない重要課題である。

図5 その他の鉱物資源³⁾図6 海底資源の採掘における問題⁴⁾

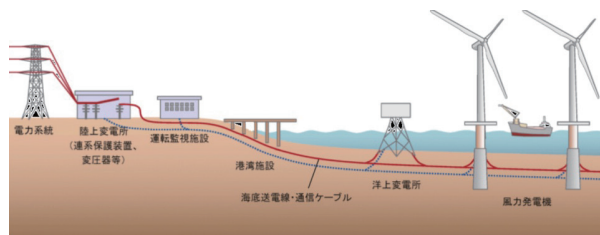
2.2 エネルギー開発

海洋の持つエネルギーを回収し役立てようとする動きで、風力・波力・潮流・海流・温度差などを利用した発電システムが再生可能エネルギーとして近年注目されている。

2.2.1 風力発電

陸上において再生可能エネルギーの代表格として一般化されており、海上に於いても欧米ではすでに実用化され、確立された技術となっているが日本に於いては試行段階である(図7)。

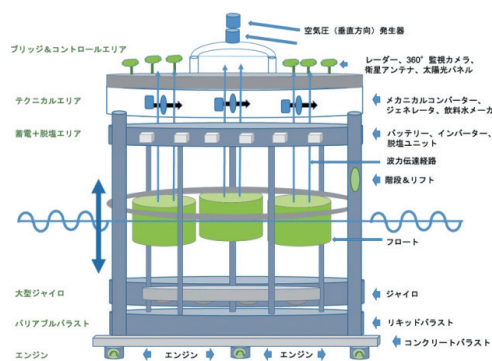
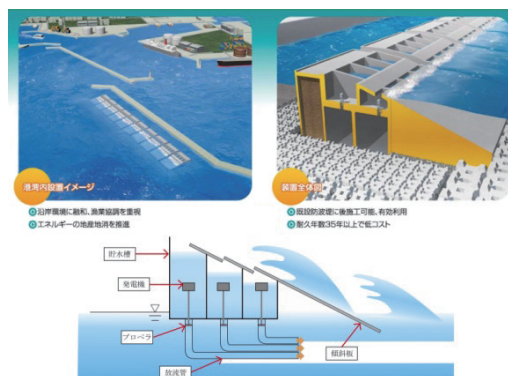
海上風力発電は、陸上に比べ、風の利用においては利点があるが、工事や電力の利用ではコスト高となる。特に、設置に際して、環境への徹底した調査(含漁業補償)に加え図8のように、海象に耐える基礎および風車の構造と施工、風況観測塔の設置、海底送電・通信ケーブルの敷設、海上変電施設などの追加設備が必要となることがその主要因である。

図7 北海の海上風力発電所²⁾図8 海上風力発電所の主要設備²⁾

2.2.2 その他の海洋発電

(1) 波力発電

波の運動を利用して発電する方式で、1980年代からすでに着想はあり、波をフロートの動きに変え、機械的に発電機を回すもの(図9)や、フロートの動きを油圧シリンダに伝え、油圧モーターにより発電機を回すもの、空気圧縮・膨張によりエアータービンを回すもの、護岸で波を取り込み水車を回すもの(図10)など多様である。これも、実用化は欧米が先行しており、国内では、漁業補償や環境保全の問題があり、まだ試験段階に留まっている。

図9 海面浮体型波力発電⁴⁾図10 沿岸設置型波力発電⁴⁾

(2) 潮流・海流発電

国内に多数存在する海峡での潮汐流を利用するものや、黒潮のような大きな流れを利用するものも考案されている。前者は、設置場所が狭あいかつ複雑

な地形の場合が多くまた、深度も比較的浅いため、海底にプロペラ型発電装置を固定する形式であり、現在、五島列島において実証実験が行われている。後者は、広域かつ大深度のため、多数のプロペラ駆動の発電機を内蔵する浮体（ポッド）を水中係留し、係留策を通して電力を伝達する方式である（図11）。

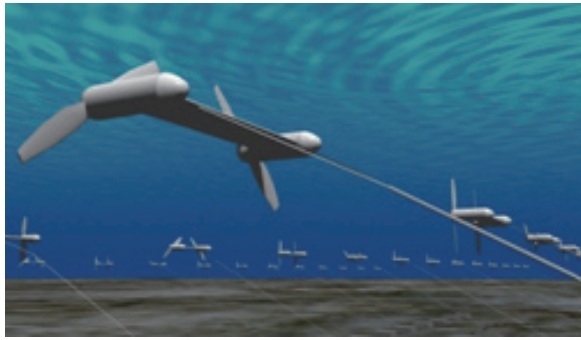


図11 海流発電²⁾

(3) 温度差発電（図12, 13）

海中の表層部の高温を用いて冷媒を気化させ、タービン発電機を回し、深層部の低温により液化させる循環システムから成る発電方式で、欧米では1900年代より実用化に向けた試みが始まり、日本でも2013年より沖縄において実証実験が始まっている。

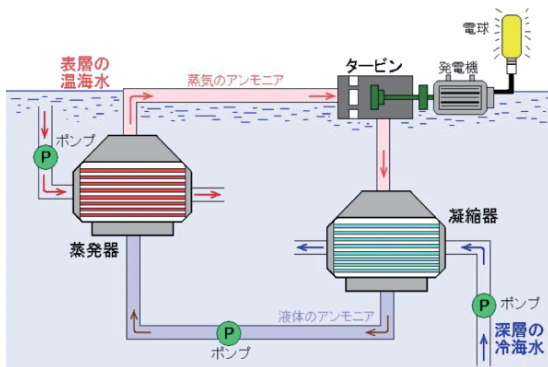


図12 海洋温度差発電の原理⁵⁾



図13 ハワイの海洋温度差発電施設⁶⁾

2.3 その他の海洋開発

これらの具体的な事例に加えて、各省庁や企業が考える生活圏の拡大に関する種々の構想がある。海上・海中都市、食料生産など、われわれが享受する現在の生活をそのまま延長・発展させる内容で、人間の宇宙への進出よりも現実味に富んでいるように思う。ただ、これらは構想段階であり、具体化の動きには時間が必要であるため、本記事では説明は省かせていただく。

3. 海洋開発とフルードパワー

海洋開発として現在取りざたされている主な分野について、概要と求められる技術についてまとめたが、つぎに、それらとフルードパワー技術の関わりについて述べる。

3.1 資源開発

3.1.1 石油・天然ガス開発

探査作業では、探査船が多数の探査機器を曳航しながら情報を収集する。このため、複数の曳航索の出し入れや展開を行う油圧ウインチ群が装備される。試掘段階で使用される掘削船（Lig）には、作業場所に着底し船体を固定して掘削を行うジャッキアップ型、フロートの上に掘削設備を乗せ、作業場所では錨を打って掘削を行う半没水型、「ちきゅう」に代表される、船体に掘削設備を乗せ、作業場所ですラスタにより位置保持を行いながら掘削を行う船形型が一般的であり、いずれもその中核機能である掘削ドリルを回転させる方式には油圧モーターを用いている。本格採掘への移行は、棄却する試掘場所を閉鎖し、使用する油井と移送用パイプラインとを接続する。また、操業開始後は、油井の保守や操業停止による油井の閉鎖処理などがあり、これらの作業には遠隔操作による水中作業ロボット（ROV）が用いられ、操作設備、着水・揚収設備、ケーブル用ウインチなどを備えた母船と一体化して作業を行う。

3.1.2 他の資源開発

いずれの資源についても、現在試掘あるいは調査段階であり、採掘方法も確立されていない。ただ、対象が大洋底のような深海にあることから、採掘にあたっては、超高揚程ポンプによる吸い上げや、ROVにより資源を容器に集め、クレーンで持ち上げる方式などが検討されているが、具体化にはまだほど遠い段階である。

3.2 エネルギー開発

海洋開発の一環である再生可能エネルギーの利用について、前章で概要を述べた。本章では前節と同様に、それぞれのフルードパワーとの関わりについて述べる。この技術の特徴は、いずれも外界のフ

フルードパワーからエネルギーを得て、それをわれわれが使用するエネルギーに変換することである。むしろ、それらの内界あるいはそれらの設備工事に関わる技術のすべてにフルードパワーが関わっていることは言うまでもない。ただ、産業としての位置づけは、萌芽期あるいはその手前の実証期にある。

3.2.1 風力発電

海上に設置される風力発電設備は、一般に陸上より制約が少ないため、大型の構造物となり、また、風浪対策として頑丈に作られる。そのため、ブレードピッチの変更機構や、強風時のブレーキ機構などの要素機構は、より強力なものが求められるが、加えて、保守期間が長く、保守性の良い物が必要となる。

また、その建設工事にあたる船舶については、基礎工事や本体の設置工事、ケーブル敷設工事など、工事内容に応じた専用の船舶があり、他の海洋開発にも共用できるものもあるが、作業の高度化・効率化に対応するため、専用設備を備えるものも少なくない。

3.2.2 その他の海洋発電

(1) 波力発電

波力発電は、ある程度高い波高の得られる沿岸地域に設置される。海面に設置される場合は、波の上下動により圧縮される空気の流動を利用し、海岸に設置される場合は打ち寄せる波をため、引き波時に流出する動きで水車を回す。いずれにしても、低いエネルギーレベルを効率よく取り出す技術が鍵になる。

(2) 潮流・海流発電

いずれも、水流のエネルギーを電気エネルギーに変換するものであるが、風力発電に比べ、エネルギー密度が高いことから、小型のプロペラによる発電装置となっている。特に、前者は、流速が毎秒数メートルと比較的大きいため、小型で大きな出力が得られるが、施工・保守などの技術開発、海洋生物の付着や海藻のような浮遊ゴミ対策などが懸念されている。現在、五島列島で、運用の安定化のため実証試験が行われている。後者は、流速が低いことから前者よりエネルギー回収効率の高い大きなプロペラを持つ発電装置となる。しかも、発電量を大きくするため、有効な領域に多数の発電装置を配置することが考えられており、環境への影響を第一に、潮流発電と同様の課題が検討されている。

(3) 温度差発電

深層水と表層水の温度差を利用するこの方式は19世紀には発想されていたが、深層水をくみ上げるポンプ動力が大きく、採算性確保のため、効率的なサイクルが課題となり、さまざまなシステムが考案されている。現在、その内のもっとも効率の良い

システムが実証試験に入っているが、プラントとしては陸上設置のため、建設・保守などの技術課題よりも、大量の深層水をくみ上げ、表層に放出することによる、自然循環系への影響が懸念されている。

4. おわりに

海洋開発の現状について、フルードパワーとの関わりに触れつつ概要を述べた。これらは、最近国交省が、関連する産業界・技術者・研究者向け教科書としてまとめた「海洋開発産業概論」、「海洋開発工学概論」、「海洋開発ビジネス概論」に、歴史・要件・技術内容・課題などの観点から詳述されており、関心をお持ちの方は、国交省ホームページよりダウンロードされたい。本文のまとめとして、筆者の認識に触れさせていただくと、これまでわれわれが扱ってきたフルードパワーは、油・空・水圧機器を対象とする、流体にエネルギーを与え仕事をさせることを目的としたものであった。しかし、今回取り上げた海洋開発に限らず、フルードパワーには、流体にエネルギーを与えるものと、自然界に存在するエネルギーを持つ流体からそれを利用可能な形に変換するものの二つがあると考えることが、具体的な応用事例を見るとときまた、今後の技術開発を考えるとき、実情に即しているように思う。

現在の海洋開発は、食料・エネルギー・鉱物資源・居住空間などの分野について、ごく限られた対象にとまっており、工学的には多くの開発課題を残す状態である。特に、目下の緊急課題である地球温暖化対策として、新しいエネルギー源が求められる中、欧米に比べ日本では、世界第6位の利用可能な海域を持ちながら海洋利用はほとんど進んでいない。

これは、沿岸部における漁業との共存問題があり、遠洋では利用の機が熟していないことが大きな理由であるが、必要技術の開発を海洋研究開発機構のみに頼る現状がその利用の進展を遅くしていると言って良い。いずれにしてもフルードパワー技術は今後の海洋開発の根幹となる技術であることから、関係各位の力の結集をお願いしたい。

参考文献

- 1) 株海洋工学研究所, Web page海洋構造物より
- 2) 日本財団, Ocean Innovation Consortium, Web pageより
- 3) JOGMEC Web Pageより
- 4) 国交省, 海洋開発工学概論第2版, (2018)
- 5) 国立大学附置研究所・センター会議 Web page 佐賀大学海洋エネルギー研究センターより
- 6) <https://ja.wikipedia.org/wiki/海洋温度差発電>

(原稿受付: 2020年1月24日)

会 告

学会創立50周年特別会費（賛助金）ご芳名

2020年2月13日現在、学会創立50周年記念事業・行事に協賛し、特別会費（賛助金）のご協力をいただいた賛助会員および正会員各位への感謝の意を込めまして、ここにご芳名を掲載させていただきます。関係者一同、心から感謝申し上げます。

一般社団法人日本フルードパワーシステム学会

会長（学会創立50周年記念実行委員会 委員長） 眞田 一志

理事（学会創立50周年記念実行委員会 幹事） 吉満 俊拓

【賛助会員】 50音順（敬称略）

(株)IH	イナバゴム(株)	(株)インターナショナル・サーボ・データー
SMC(株)	SMC中国(株)	川崎重工業(株)
川重商事(株)	(株)神崎高級工機製作所	KYB(株)
KYBエンジニアリングアンドサービス(株)	(株)古河製作所	(株)小松製作所
(株)阪上製作所	(株)ジェイテクト	CKD(株)
勝美印刷(株)	住友重機械工業(株)	ダイキン・ザウアーダンフォース(株)
大生工業(株)	(株)TAIYO	タイヨーインタナショナル(株)
(株)タダノ	(株)都筑製作所	東京計器(株)
東京計器パワーシステム(株)	TOHTO(株)	豊興工業(株)
中西商事(株)	ナプテスコ(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)	フジサンケイ ビジネスアイ
日本精器(株)	(一社) 日本フルードパワー工業会	日本ムーグ(株)
日立建機(株)	(株)日立建機ティエラ	(株)不二越
(株)増田製作所	マックス(株)	三菱電線工業(株)
ヤマシンフィルタ(株)	油研工業(株)	(株)ユーテック
リバーフィールド(株)		

【正会員】 50音順（敬称略）

饗庭 健一	天野 勝	荒井 一則	池尾 茂	石井 進	石崎 義公
市丸 寛展	伊藤 一寿	伊藤 和寿	井上 淳	今泉 竹司	上嶋 優矢
大内 英俊	大信田文司	大科 守雄	大橋 彰	大見 康生	小笠原文男
小木曾太郎	小澤 忠彦	落合 正巳	小山 紀	香川 利春	柿山 稜
風間 俊治	加藤 友規	神倉 一	川上 幸男	川嶋 健嗣	川島 正人
神田 国夫	北川 能	木原 和幸	玄 相 昊	小嶋 英一	小曾戸 博
斉藤 賢治	齋藤 直樹	酒井 悟	桜井 康雄	佐々木政彰	佐藤 三禄
佐藤 潤	佐藤 恭一	佐藤 毅彦	眞田 一志	嶋村 英彦	蕭 欣志
上達 政夫	杉本 文一	鈴木 勝正	鈴木 隆司	須原 正明	曾谷 康史
高岩 昌弘	高崎 邦彦	高田 進	高田 芳行	高橋 建郎	竹村研治郎
田中 和博	田中 裕久	田中 豊	田中 義人	千葉 誠	塚越 秀行
築地 徹浩	筒井 大和	釣賀 靖貴	寺澤 孝男	富山 俊作	中井 政光
長汐 康裕	永瀬 徳美	仲宗根隆志	中田 毅	永田 精一	中野 和夫
中野 政身	中山 晃	成田 晋	西股 健一	則次 俊郎	土師野 正
橋本 強二	羽生田信良	林 光昭	早川 恭弘	張本 護平	肥田 一雄
兵藤 訓一	広田 善晴	藤田 壽憲	藤谷 秀次	前畑 一英	増田 精鋭
丸田 和弘	丸山 勝徳	三浦 孝夫	峯岸 敬一	宮川 新平	宮崎 哲郎
村松 久巳	村山 勝彦	柳田 秀記	山口 惇	山田 宏尚	横田 眞一
吉田 和弘	吉田 清久	吉田 伸実	吉松 英昭	吉満 俊拓	レア・ルコント

トピックス

学生さんへ、先輩が語る —学生時代にやってよかったこと、やっておけばよかったこと—

著者紹介



おく い まなぶ
奥井 学

中央大学理工学部
〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27
E-mail: m_okui@mech.chuo-u.ac.jp

2014年東京工業大学大学院理工学研究科機械制御システム専攻修了。同年日産自動車(株)入社。2016年より中央大学研究開発機構研究員。2018年3月中央大学大学院理工学研究科博士後期課程修了。2019年4月より中央大学理工学部助教、現在に至る。

1. はじめに

中央大学理工学部助教の奥井学と申します。中央大学ではバイオメカトロニクス研究室¹⁾(図1)に所属し、空気圧や機能性流体を使ったロボットの研究開発を行っています。バイオメカトロニクス研究室は学生が約30名、教員およびスタッフが8名おり、毎日活発に研究活動を行っています。

私は神奈川県立鎌倉高校を卒業後、東京工業大学に入学、そのまま東工大の大学院で修士を取得しました。その後2年ほど自動車会社に勤務したのち、現所属である中央大学に研究員という立場で転職、働きながら博士号を取り、現在は助教として勤務しています。企業での勤務経験もありますので、大学



図1 バイオメカトロニクス研究室の活動の様子。写真は国際ロボット展2019に出展した際の記念写真。筆者は海外出張に行っていたため写っていません

との相違点などにも触れつつ、読んでくださる学生さんの役に立つ記事が書ければと思います。

2. 学生時代を振り返って

2.1 学部時代

学部時代は東京工業大学制御システム工学科で過ごしました。学部の一歩の思い出は、ロボコンで準優勝したことです。東工大の制御では2年次に創造設計という講義があります。創造設計は、ロボコンの発祥といわれる東工大制御の名物講義です。学生は1人1台ロボットを作り、講義の最後に行われる競技会でロボットの優劣を競います。私はロボットがやりたくて東工大に入ったので、最後の競技会で準優勝した時にはよほど嬉しかったのか、打ち上げで飲みすぎて記憶をなくしました。学科内の小さなイベントですが、この時に自分のアイデアをロボットで具現化した経験が大変楽しかったため、卒研配属では油空圧ロボットを扱う北川塚越研究室²⁾への配属を希望しました。

4年次の卒業研究では、希望通りに北川塚越研究室²⁾に配属され、空気圧駆動リハビリ装置の研究に取り組みました。卒研で印象に残っているできごとは、なんといっても中間発表ですね。夏休み明けの卒研中間発表に向けて研究室内で発表練習があったのですが、自分なりに作った発表資料で発表したところ先生からすべての内容を修正されてしまいました。しかも、普通は修正指示を受けて学生が修正しますが、先生から修正済みのスライドを渡されてしまいました。自分の資料はそんなにひどかったのかと非常に悔しかったですが、先生のスライドと自分のスライドを見比べると、発表の流れの自然さがまったく異なっていました。これは、ゼミで指導されたことを実行するだけの学生だった私には作れないスライドであり、「研究の主体はあくまで自分である」という当たり前のことに気が付くきっかけになりました。結果的にはこの経験をバネに卒研にスパートをかけ、無事卒業することができました。ちなみに、この時先生から受け取ったスライドは今でも資料作りの参考にしています。

2.2 修士時代

修論では学部同様に北川塚越研究室に所属し、引き続きリハビリ装置の開発に取り組みました。それなりに納得のいく装置を作ることができ、学会で賞もいただいたりしましたが、単にまじめに取り組んだ結果ですので省略します。

修論のつぎに大きなイベントだったのが、海外インターンシップです。私は修士1年次にポルトガルのレイリア工科大に4カ月ほどインターンシップに行きました。インターン先では3Dプリンタで印刷可能な外骨格アシスト装置の研究に取り組みました。インターン先での研究スタイルは、上司のアドバイスを定期的に受けながら自分で進める、という点ではあまり日本と変わりませんでした。日本と比べて技官やスタッフの数が多く、研究者の論文執筆時間が確保されているなど、異なる点は多かったです。

働き方の違いも大変面白かったです。インターン先の研究所では10時ごろ出勤し、17時ごろに帰宅します。正直、研究の進みは遅いですが、無理なく共働ができますし、精神的なゆとりがありました。一度、会議が19時から設定されたことがありましたが、多くの研究者がものすごい勢いで文句を言っていました。

また、ポルトガル（というか2012年当時の欧州全体）は非常に景気が悪かったです。道路が傷んでいてもお金がないので放置ですし、繁華街には家がない方がたくさんいました。レイリア工科大も研究者の給料が払えないので、研究者の一部をブラジルに送って人件費支出を抑えるなどしていました。友人の中には、大学を出ても仕事がなかったのでオーストラリアにワーキングホリデーに行く人もいました。景気の良し悪しが研究環境や生活にダイレクトに影響していく様子は日本では体験したことがなく、ショッキングでした。

2.3 博士時代

修士課程修了後、自動車会社に2年間勤めた後に、現在の所属でもある中央大学に進学しました。中大に進んだきっかけは、大学時代の知り合いから「大型予算が当たってポスドクを探している先生がいるよ」と教えてもらったことです。そのころちょうど、自分は企業で開発するより大学で研究の方が楽しいだろうと感じ始めていたので、すぐに有給をとって中央大に見学に行きました。当時私は博士号を持っていなかったのですが、修士でも雇える（ただし給料は安い）ということで、二つ返事で転職することにしました。

中大に入ってから、外部プロジェクトを担当して給料をもらいながら、博士課程の学生として外骨

格アシストデバイスの開発研究に取り組みました。博士課程の楽しいところは、審査する側も本気で取り組んでくれるところだと思います。大学によって若干異なりますが、ディフェンス（卒業の可否を決める審査）では基本的には主査1名と副査3～5名が、分厚い博論を読んで、いたらない点を指摘してくれます。自分なりに数年かけて取り組んだ研究に対して、一流の研究者がそれなりの時間をかけて指導してくれるわけです。当時はディフェンス嫌だなと思っていましたが、あんなぜい沢なことは今後の人生でもなかなかないと思います。



図2 博士論文研究で開発した外骨格型アシスト装置

2.4 やっておいでよかったこと

海外インターンシップ

2.2節でも触れましたが、海外に滞在できたのは良い経験でした。特に、学生時代の海外滞在は、滞在先でコミュニティに溶け込みやすく、社会人や教員になってからではできない体験ができると思います。

留学した人はわかると思うのですが、海外に住むと大学や職場に行く以外は義務がないので、可処分時間が増えます。もちろん学業や業務についていくための勉強は必要ですが、ずっと勉強しているのも精神的にしんどいです。そのため、同じ立場の留学生同士で遊びに行ったり飲みに行ったりして、かなり長い時間を現地の友人達と過ごします。私の場合は学生寮に滞在したので、寮の友達とよく各国の政治や文化について話しました。アニメや漫画について質問攻めにあったり、政治の話についていけず恥をかいたり、毎日のように面白い経験ができます。

余談ですが、海外に行く人は国際情勢、世界史、日本史に加えて、アニメ、漫画について知っておくと良いと思います。必ずといっていいほどこれらの話題になります。また、留学は1年以上前から準備を始める必要があるのも、もし興味を持った場合はすぐに調べて動き出すと良いと思います。

一度企業に就職したこと

学生時代ではないのですが、一度企業で働いたことは大変良い経験でした。もし博士への進学を迷っている人がいたら、一度違う環境に身を置いてみるという意味でも企業に就職してもよいと思います。私自身、企業での経験は研究にも大いに役立っています。

会社で経験できてよかったことは、会社の開発スピードとそれを実現するチームワークです。会社は人数とお金をかけて、ものすごいスピードで製品を開発します。開発計画には定期的にマイルストーンがあり、各エンジニアは一丸となってその達成に取り組めます。どこかのチームが遅れると全体の遅れにつながるため、「やると決まったからには納期内に必ず終わらせる」という強い意志で開発が進んでいきます。このスピード感はアカデミアではなかなか味わうことができないと思います。

2.5 やってあげばよかったこと

手を動かす

私自身、学生時代にたくさん手を動かしましたが、「もっとやってあげばよかった」という意味で挙げました。ハードウェア、ソフトウェアのどちらにおいても、実際に手を動かして自分で開発・実装した経験は強みになります。すでに他の誰かがやった作業をトレースする場合でも、自分で手を動かして得たものと、結果だけインプットしたときではまったく価値が違います。これは自分の考えを支える自信やプレゼンの説得力、新しい発想のタネになると同時に、なかなか他人にマネされない強みにもなります。

言い訳になってしまいましたが、教員になると自分で手を動かす時間がどうしても減ってきます。雑音なく一つの研究テーマに没頭できるのは学生時代の特権だと思います。

就職先をよく考える

私は修士卒業後に2年間自動車会社に勤めた後に、博士課程後期に進学しました。2.4節で述べたように、会社員経験はいろいろと役に立っていますが、研究者のキャリアとしては2年の足踏みです。自分で自分のことが良くわかっていればそのまま博士課程に進学する、という選択ができたと思います。

実際のところ、入った会社は第一志望の会社でし

たし、部署も希望の部署でした。それでも辞めてしまった一番の理由は、会社での10年20年後の自分のイメージを持てなかったためです。自動車会社には優秀な方々がたくさんいたのですが、10年、20年後にその人たちのような立場になりたいとはどうしても思えませんでした。先輩社員に話を聞いたり、インターンに行けばいくらでも就職前に調べられることなので、これから就活する人はしっかりと入社後のイメージを持って入社すると良いと思います。

3. 助教の業務とやりがい

主な業務は学生の指導・研究・講義です。ほかにも所属する組織の仕事や講義、学会の仕事、学会への参加などがあります。

やりがいは2つあると感じています。ひとつ目は、学生の成長です。研究指導、講義どちらにもいえませんが、自分の教えたことを吸収してもらえるのは大きなやりがいです。特に研究指導においては、学部4年から修士2年までの3年間で学生はものすごく成長します。その成長に対して、少しでも手助けができたと思えると、達成感があります。

もうひとつは研究が認められた時にやりがいを感じます。認められる、といってもいろんな認められ方があります。論文アクセプト、ほかの研究者からの賛辞、受賞、成果の実用化、などです。どのような形式であれ、自分の考えた研究が世に出て評価されるというのは嬉しいものです。

4. 最後 に

学生時代は積極的に行動すればするほど実りが多いと思います。研究をガンガン進めてもよいですし、他の活動にエネルギーを向けてもよいと思います。本稿が学生さんの研究の息抜きになると同時に、少しでも何かの参考になれば幸いです。

参考文献

- 1) 中央大学バイオメカトロニクス研究室
<http://www.mech.chuo-u.ac.jp/~nakalab/>
- 2) 東京工業大学塚越研究室
<http://www.cm.ctrl.titech.ac.jp/>

(原稿受付：2020年1月8日)

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

第13回 ベトナムから日本に留学して



著者紹介

トラン トルン フォン
Tran Truong Phong

(株)小松製作所 開発本部油機開発センタ
〒323-8558 栃木県小山市横倉新田400
E-mail : truongphong_tran@global.komatsu

2016年東京農工大学機械システム工学科卒業、同年同大学院産業技術専攻に進学、2018年修了、同年(株)小松製作所に入社、現在に至る。油圧システム・バルブの開発に従事。

1. はじめに

私はベトナムの中部にあるクアンナム省出身。クアンナム省にある世界文化遺産の一つはホイアン旧市街（會安）である。ホイアン旧市街に日本橋があって、1593年に日本人が架けた橋である。

私は2009年に高校を卒業し、2010年に日本に留学しに来た。当時まだ19歳の自分とはにかく海外へ行って、いろいろな新しいものを体験してみたい気持ちで日本に来た。

その後、日本語学校、大学、大学院を経て、2018年に小松製作所（コマツ）へ入社した。今は開発本部油機開発センタで中型クラスショベルの各種システム・バルブの開発をしている。



写真1 世界文化遺産のホイアン旧市街で日本橋を撮った写真

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

多くの外国人観光客も同じ印象を受けたと聞いているが、私の第一印象は電車やメトロなど公共交通機関が非常に正確で便利である。テレビの番組で聞いたことがあったが、ベトナムでは電車がなかったので、日本に来て初めて体験した。来日は10年前の話であるが、自動券売機、自動改札機、車内自動放送、ICカードの普及によって駅務自動化が進んでいた。乗客がスムーズでスピーディに利用することができていた。まだ記憶にはっきり残っているのは、成田空港から寮へ行く私は日本のテクノロジーに感嘆し、いつか日本のようなスピーディでコンビニエンスな公共交通機関がベトナムでできることを望んでいた。

○日本人の考え方や働き方で驚いたこと

日本人は真面目さ、真剣さで世界中に有名である。しかし、日本人と一緒に働いている私が一番驚いたのはチームワークの精神であった。特に大学四年生から研究室に入り、チームワーク能力をさらに向上することができたと思う。実は最初ベトナム人の私にとって馴染みがないことが多かったのだが、作業を順調に進めるために日本人のやり方が必要だと少しずつ分かった。個人よりチームを優先するのは日本の発展に重要な要素の一つだと思う。

○日本に滞在中に自分が最も変わった点

10年間日本に住んでいて、自分の考えを最も変える体験は2011年東日本大震災である。その時、私が日本に来て2年目であった。地震がないベトナムから来た私にとって、本当に非常に恐ろしい体験であった。地震後、家族は私のことがとても心配だったので、すぐ帰国してほしいと言った。私も苦慮していたが、災害に日本人の冷静な対応、粘り強さを見て、留学を続けることを決めた。私はもともとストレスに弱く、飽きやすい性格だったのだが、その

体験からどんなことが起きても、自分が冷静に考えて、諦めなければ良い結果が得られると私は自らに言い聞かせている。



写真2 2013年6月に宮城県石巻市で復興ボランティア活動に参加した時の写真

2.2 生活に関して

○日本の生活で困ったこと

「空気を読む」というところである。日本の文化とベトナムの文化との差があって、特に自分の出身であるベトナム中部ではみんな言いたいことを言うし、空気を読まない。そのため、私はカルチャーショックを受けた。日本に来たばかりのころ、私の日本語はまだ上手ではなかったので、みんなが話した言葉をそのまま真に受け取り、鈍感だと言われたことがある。

時間がたつにつれて、日本語が上手になり、日本人とコミュニケーションすることが多くなった時、他の人の考えを読むこと、「和」を大事にすることは非常に大切だと感じた。仕事をスムーズにするために「空気を読む」ことが必要である。日本人の考え方をもっと理解するために、私はホストファミリー活動などに参加した。ホストファミリーの年配の方と留学経験を共有したり困ることを相談したりすることができた。同級生の友達を作り、飲み会に参加してみんなの話を聞くこともいい方法のひとつである。また、生活に困ることがあったら、日本人ならどうするかを参考にするために私はよくインターネットで調べている。

○日本の生活でよかったこと

日本人がよく外国人にシャイでおとなしくて、「働きすぎ」だと言われている。しかし、自分の10年間の生活経験から言えば、私は周りの日本人の方々から多くの恩恵を受けた。その方々は日本語学校の先生、大学の教授、研究室の先輩、同級生、コマツの上司、先輩、同期、そして日本で出会った多くの方々である。18歳からひとり暮らしの私が全く新しい国へ行くこと、新しい言語を学んだことは簡単なことではなかった。日本人の優しさのおかげで、私はモチベーションを高く維持することができて、努力を重ねてここまで来た。やはり優しい性格

の人が多いのが日本の特徴である。

○最も興味ある日本の文化

和食、花火、アニメなど、日本は伝統的な文化を向上しながら新しい文化を創造している。その中で私が一番好きなのは夏の花火である。冷たいビールを飲みながら、空に舞う花火のもとに友達と楽しく盛り上がるのは本当に素晴らしい。また、何かで読んだことがあったが、花火は誰でも気軽に楽しめるお金のかからない美しいことのひとつである。ストレスが多い日本人にとっては、数十分の花火を楽しむのは現実を忘れる幸福の一時だと思う。

3. 抱負と日本の方々へのメッセージ

○今後の予定

「楽しいからずっと住めばいいじゃない？」と周りの人がときどき冗談を言っている。昔私は帰国することをよく考えたが、今はあまり悩んでいない。私は相変わらず新聞を読んだりニュースを見たりして日越関係に関心を持っている。しかし、それより仕事に関する建設機械、油圧機器、モデル解析ソフト、注目されている人工知能、ビッグデータ、IoTに興味を持っている。

そのため、私は油圧機器スペシャリストを目指しながら、コマツで自分の能力を向上し続けたいと考えている。私の目標は低圧損、高効率、優れたロバスト性を持つ油圧機器を開発することである。



写真3 新入社員研修に同期とコマツテクノセンタを見学した時の写真

○日本人へのメッセージ

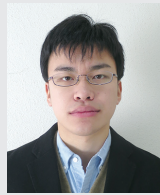
2020東京オリンピックまであと半年弱、私にとって選手の競技を観戦するのは貴重な体験となるに違いない。私・若い外国人の角度から、グローバル化が浸透している背景の中に、東京オリンピックが日本人だけではなく、外国人にも新しい未来の扉を開くことを望んでいる。

(原稿受付：2019年12月20日)

研究室紹介

東京都立産業技術高等専門学校 大野研究室紹介

著者紹介



つくい こう すけ
津久井 康 介

東京都立産業技術高等専門学校ものづくり工学科
〒140-0011 東京都品川区東大井 1-10-40
E-mail: m15098@g.metro-cit.ac.jp

2015年東京都立産業技術高等専門学校ものづくり工学科入学。翌年同校ものづくり工学科機械システム工学コース進級。現在に至る。空気圧アクチュエータに代わる新しいアクチュエータとして期待される気液相変化アクチュエータに関する研究に従事。



図1 品川キャンパス概観

1. はじめに

都立産業技術高等専門学校（通称；産業技術高専）は、昭和初期に設立された東京府立電機工業学校を前身とし、東京都立鮫洲高等学校、東京都立大学附属工業高等学校の流れをくむ東京都立工業高等専門学校（通称；都立高専、現在の品川キャンパス（図1））と東京府立航空工業学校を前身とし、東京都立城北工業高等学校、東京都立航空工業高等学校の流れをくむ東京都立航空工業高等専門学校（通称；航空高専、現在の荒川キャンパス）の2校が2006年に統合・再編され開校した公立の高等専門学校です。発足以来、首都東京の産業振興や課題解決に貢献できる「ものづくりスペシャリスト」を育成することを使命として、教育・研究活動に取り組んでいます。2008年には公立大学法人 首都大学東京に移管され、首都大学東京、産業技術大学院大学、産業技術高専の3つの高等教育機関の連携強化（1法人2大学1高専制）が図られました。

本科学生は5年間の一貫教育の中、1年次に混成クラスで共通の授業を受け、2年次以降は8つある教育コースから1コースを選択し、それぞれのコースで実践的専門教育を受けることになります。さらに高度な専門知識を学びたい学生は専攻科に進むことができますし、また首都大学東京（来年度より東京都立大学）への編入も可能となっています。

品川キャンパスには4つの教育コース（機械システム工学コース、生産システム工学コース、電気電

子工学コース、電子情報工学コース）があり、1コース40人体制で学ばれています。首都東京という都市空間の中にあり、近代的な校舎（西棟、中央棟、北棟、東棟の4棟からなる）と広いグラウンド、テニスコート、体育館、図書館などが完備された環境は、ものづくりのスペシャリストを目指す学生にとって、勉学にいそしむには好ましい環境となっています。

2. 研究室の概要

大野研究室は、機械システム工学コースに所属しています（図2）。2019年12月現在、大野准教授指導のもと、専攻科2年1名、専攻科1年1名、本科5年5名、本科4年2名の学生が在籍し、アクチュエータ工学、メカトロニクス、ソフトロボティクスなどをキーワードとして研究を行っています。

あらゆるロボットには、供給されたエネルギーを運動に変換する、「筋肉」が必要です。この「筋肉」はアクチュエータと呼ばれ、今日までにさまざまなタイプが開発され、幅広く利用されています。このアクチュエータに何らかの「足」をつけることでロボットとなります。これはアクチュエータがロボットの性能に大きく関わる要素であるということです。

よりよいアクチュエータを作りうまく利用するには、それ自体の構造や力学的な性質を知るための機械工学（メカニクス）的な知見と、コンピュータか



図2 大野研究室

らの信号命令や変換などの制御に必要な電気工学（エレクトロニクス）的な知見の両方が必要になります。これらはまとめてメカトロニクスと呼ばれます。

また、従来のロボットは壊れにくくするために「硬い」ロボットが主流でしたが、近年は「柔らかい」ロボットが注目されており、ソフトロボティクス¹⁾と呼ばれています。これらは医療分野やリハビリテーション分野への柔らかい特徴を活かした応用が期待されています。

当研究室では以上のことを念頭に研究活動に取り組んでいます。

3. 研究紹介

大野研究室が現在取り組んでいる具体的な研究テーマを紹介します。

3.1 気液相変化アクチュエータの基礎研究²⁾

これは著者の卒業研究のテーマでもあります。

工場の産業ロボットや歩行支援装置など、産業界や医療分野では空気圧アクチュエータが使用されています。空気圧アクチュエータには、小型で発生力が高い、構造がシンプルで保守・点検が容易といった利点があります。しかし空気圧を使用するのに必要な周辺機器が大きく、また周辺機器から発生する振動や電磁弁による電磁ノイズが医療機器などに悪影響を与えしまうといった欠点があります。これらのことから空気圧アクチュエータに代わる新しいアクチュエータが必要とされています。

そこで当研究室では気液相変化アクチュエータ（図3）を提案しています。このアクチュエータは蒸発潜熱が水の22分の1である作動流体とヒータをベローズという圧力容器に封入したもので、相変化による体積膨張を利用して伸縮します。直流電源のみで動作が可能であるため周辺機器が小さく、大きな電磁波が発生しないため医療機器などに与える影響が少なく、空気圧アクチュエータの欠点を補っ

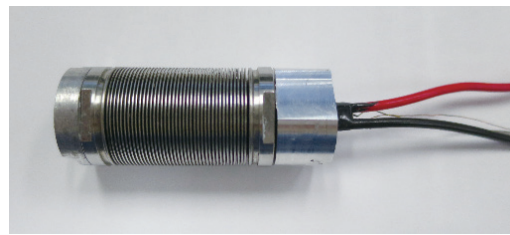


図3 気液相変化アクチュエータの外観

ています。気液相変化アクチュエータの中でも金属ベローズ型は、ステンレス製のため放熱性が良く、ほかのタイプに比べて発生力が高い、伸縮しやすいといった特徴があります。

これまでに、PD制御を用いたPWMによる応答性向上や冷却方法の検討など、任意の発生力を得るための動作改善に取り組んできました。現在は金属ベローズ型の伸縮しやすさに着目し、伸縮運動により得られる変位と諸条件の関係を調べ、アクチュエータの基礎性能の向上と、新しい応用方法の提案に取り組んでいます。

3.2 空気圧ソフトアクチュエータを用いた大腸内自走ロボット³⁾

厚生労働省の発表によると、日本人の死亡原因の1位は悪性新生物（がん）であり、その割合は年々増加している傾向にあります。2017年の女性のがん死亡において最も割合の高い部位は大腸であり、男性においては3番目に割合が高く、この2者の総数では3番目となります。さらに2020年までには胃がんを抜き、がん死亡理由の第2位になると予測されます。

大腸がんの検査方法はさまざまなものが存在しますが、治療も兼ねた有力な方法は内視鏡のみです。しかし、内視鏡はその剛性から、むやみに挿入すると大腸壁を傷つけてしまう（せん孔）ため、医師の技術が要求されます。また、使い回しによる感染症のリスクもあります。そこで内視鏡に代わる、安価で医師の技術を問わない、1回で使い切りの自走式ロボットの開発に取り組んでいます（図4）。

内視鏡の剛性という欠点を改善するために、柔らかいゴムベローズを採用し、それを用いた空気圧アクチュエータを構成部品としています。大腸は場所によって径が異なり、急な曲がり角やうねりが激しい部位です。そのため、さまざまなサイズのアクチュエータを複数連結させ、走行が困難な大腸内の環境に対応できるロボットの機構を試作しています。また、大腸モデルを用いた走行試験もあわせて行っています（図5）。



図4 試作中の大腸内自走ロボット

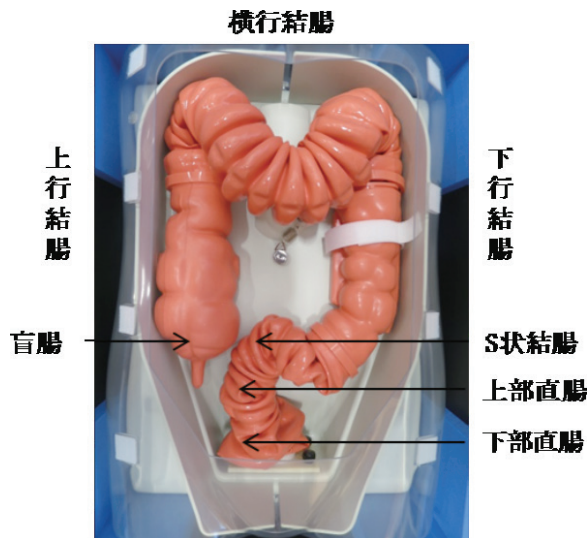


図5 大腸モデル

3.3 空気圧を用いたリハビリテーション支援機器⁴⁾

指は、人間の体の中でもっとも複雑で細かい動作をする部位です。手の内部には骨や筋肉、腱、血管など多くの組織が集約されています。そのため、指を損傷した場合や治療して修復する際には、多くの組織に影響を与えます。よって、指のリハビリテーション（以下リハビリ）で日常の動作を取り戻すことは、難しいと言われています。

リハビリの方法には、拘縮状態（長期間身体を動かしていない状態が続くことで関節が硬くなり、動きが悪くなる状態）を解除するスプリント療法、関節を広い範囲で動くようにするための関節可動域拡大運動、指に筋力をつける筋力増強運動が挙げられますが、これら3種類のリハビリは1つの器具では行うことができません。また、リハビリは作業療法士が、患者の状態を把握しながら継続的に実施する必要があります。しかし、作業療法士が1日に1人の患者を担当できる時間は限られており、作業療法士の数が患者数に対して不足しているのが現状です。

当研究室ではこれまでに、ゴムベローズを用いた空気圧アクチュエータをゴム手袋の指の部分に取り付けたりハビリテーショングローブの試作を行って



図6 指先装着型リハビリ支援機器

きました。これはコンピュータによる制御で各アクチュエータへの供給圧力（正圧・負圧）を切り替えることでグローブが収縮・伸展します。これを用いることで患者自身が3種類のリハビリを自主的に行う事が可能になりました。しかしグローブタイプは、拘縮状態の人にとって単独では着脱しづらいという欠点がありました。

現在はこれを改善するために着脱しやすい指サックを用いたりハビリ機器の試作を行っています（図6）。また、空気圧の制御方法の改良もあわせて行うことで、さらなる性能向上を目指しています。

4. おわりに

本稿では、せん越ながら東京都立産業技術高等専門学校大野研究室の紹介をさせていただきました。筆者の未熟さゆえにいたらない点があったかもしれませんが、当研究室の取り組みに興味を引かれましたら幸いです。

参考文献

- 1) 日本機械学会誌：特集ソフトロボット学，Vol. 122, No. 1205 (2019)
- 2) 加藤友規，本多駿太，程明昭，櫻木一樹，大野学：気液相変化により駆動されるゴム人工筋アクチュエータの製作，日本フルードパワーシステム学会論文集，Vol. 47, No. 1, pp. 1-6 (2016)
- 3) 勝又大介，大野学：イモムシを模倣した空気圧駆動式管内走行ロボット（吸着ブレーキを適用したロボットの開発と基本性能），精密工学会誌，Vol. 79, No. 9, pp. 873-87 (2013)
- 4) 中村一生 大野学：空気圧ベローズアクチュエータを用いたリハビリテーショングローブの研究，日本機械学会東北支部第52期総会・講演会講演論文集 pp. 151-152 (2017)

（原稿受付：2019年12月19日）

企画行事

2020年度企画行事紹介

著者紹介



ふじ た とし のり
藤 田 壽 憲

東京電機大学工学部
〒120-8551 足立区千住旭町 5
E-mail: tfujita@cck.dendai.ac.jp

1992年東京工業大学助手を経て、2002年東京電機大学助教授、2004年同大学教授、現在に至る。流体計測・制御、主として空気圧システムの解析、制御の教育・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会員、博士（工学）。



こ ばやし わたる
小 林 亘

岡山理科大学工学部
〒700-0005 岡山市北区理大町 1-1
E-mail: kobayashi@are.ous.ac.jp

2015年芝浦工業大学大学院理工学研究科博士課程機能制御システム専攻修了。同大学ポスドク研究員、2016年岡山理科大学助教を経て、同大学講師、現在に至る。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会員、博士（工学）。

1. はじめに

企画委員会は、委員長 藤田壽憲（東京電機大、学会理事）、副委員長 和田重伸（CKD(株)）、幹事 小林亘（岡山理大）を含め、学校側委員16名、企業側委員18名および学会事務局で構成されている。本委員会は、講演会およびセミナーなどの学会の集會事業の企画立案および実施を担当する。

本稿では、2019年度の事業についてまとめるとともに、未確定な部分もあるが、2020年度実施予定の企画行事の内容を紹介する。

2. 2019年度行事まとめ

2.1 春季フルードパワーシステム講演会

2019年の春季フルードパワーシステム講演会は、主査を中尾委員（鹿児島大）、製品・技術紹介セッションの主査を張本委員（SMC(株)）としたワーキンググループ（以後、WG）で2019年5月30日（木）、31日（金）に機械振興会館において実施された。1件の特別講演、38件の講演（技術紹介セッ

ション4件を含む）が行われた。参加者は108名であった。なお、この内22名は後述する春季講演会併設セミナーとあわせての登録であった。

2.2 春季講演会併設セミナー

春季講演会併設セミナーは、学会の企画事業を担当する企画委員会と学会誌の作成を担当する編集委員会との合同企画である。当該年度の本セミナーは編集委員会が主導で特集号を作成し、セミナーの実施のみを企画委員会が担当した。本セミナーは主査を清水委員（㈱日立製作所）としたWGで、春季講演会の1日目となる30日（木）に機械振興会館を会場として「ロボットに役立つフルードパワーの要素技術」というテーマで実施した。4件の講演が行われ、参加者は23名であった。

2.3 特別教育講座

企画委員会が実施のサポートをしている特別教育講座「油圧機器・システムのモデリング入門：市販ソフトを利用するときを知っておくことはこれだ！」が9月10日（火）に機械振興会館で実施された。

2.4 秋季フルードパワーシステム講演会

2019年の秋季フルードパワーシステム講演会は、主査を加藤委員（福岡工大）としたWGで2019年11月20日（水）、21日（木）、22日（金）に富山国際会議場において実施された。秋季講演会の1日目となる20日（水）に行われたテクニカルツアーには12名の参加があり、高岡銅器を製造する工場の見学と鋳物製作体験が行われた。特別講演1件、日中国際交流講演1件、および60件の講演が行われ、参加者は128名であった。

2.5 オータムセミナー

2019年度のオータムセミナーは主査を川島委員（東北特殊鋼(株)）、副査を藤田委員長（東京電機大）としたWGで12月6日（金）に東京電機大学を会場として実施された。「アディティブ・マニュファクチャリングの最新技術と適用事例 ―フルードパワー分野への活用法を考える―」というテーマで4件の講演および東京電機大学ものづくりセンターの見学が行われ、参加者は26名であった。

2.6 ウインターセミナー

2019年度のウインターセミナーは2020年3月12日(木)、13日(金)に高度ポリテクセンターを会場として開催予定である。テーマは「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(ハード&ソフト編)～」、主査を赤木委員(岡山理大)としたWGで準備を進めている。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・機能を紹介し、マイコンを使った実習用ボードを製作する実習を行う講座となっている。

3. 2020年度行事予定

3.1 春季フルードパワーシステム講演会

2020年の春季講演会は、主査を高岩委員(徳島大)としたWGで具体案を検討している。5月28日(木)、29日(金)に機械振興会館において開催することを予定している。29日(金)には本学会の総会も予定している。

3.2 秋季フルードパワーシステム講演会

2020年は本学会主催の国際シンポジウム(開催地：北海道、開催日：10月13日(火)～16日(金))が開催される年であるため、秋季講演会は実施しないことに決まっている。2021年の秋季講演会に期待していただきたい。

3.3 オータムセミナー

2020年度のオータムセミナーは11月中下旬の間に実施を予定している。学会誌7月号の会告から本セミナーの案内を開始する予定である。

3.4 ウインターセミナー

2020年度のウインターセミナーは2021年2月中旬から3月中旬の間に実施を予定している。学会誌11月号の会告から本セミナーの案内を開始する予定である。

3.5 特別教育講座

本学会に設置されているOHC-Sim特別研究委員会が主催する特別教育講座の運営を企画委員会はサポートしている。2020年度も油圧機器・システムのモデリング入門「市販ソフトを利用するとき便利なモデルの考え方はこれだ!」を実施する方向で検討しているとのことである。実施時期は9月初旬を予定しているとのことである。本講座の案内は学会誌7月号で行う予定である。

4. おわりに

本稿では2019年度に実施した企画事業のまとめと、2020年度に予定している企画事業について述べた。本稿を執筆した時期が2019年12月上旬であったため、不確定な部分が多々あることはご容赦願いたい。企画委員会は今後も会員の方々に満足いただける企画事業を実施するよう努力していきたいと考えている。会員の方々には学会ホームページで新しい情報をご確認いただくようお願いし本稿の結びとする。

(原稿受付：2019年12月20日)

会 告

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

第39期通常総会

学会創立50周年記念式典・セミナー・技術懇談会開催のお知らせ

開催日：2020年5月28日(木)、29日(金)

2020年3月に日本フルードパワーシステム学会は創立50周年を迎えます。これを記念して総会とともに、右記行事を開催します。詳細は学会ホームページをご覧ください。皆様のご参加をお待ちしております。

- ・ 5月28日(木)午後：記念セミナー
「50年間の製品から観るフルードパワー技術史」
- ・ 5月29日(金)午後：第39期通常総会
- ・ 5月29日(金)午後：記念式典、懇談会

いずれも会場は機械振興会館

日本フルードパワーシステム学会・日本機械学会 共催 2020年春季フルードパワーシステム講演会

開催日：2020年5月28日(木)・29日(金)

2020年春季フルードパワーシステム講演会は2020年5月28日(木)・29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、オーガナイズド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、ご確認くださいませ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。

企画行事

2019年秋季フルードパワーシステム講演会報告

著者紹介



かとうとも のり
加藤友規

福岡工業大学工学部知能機械工学科
〒811-0295 福岡県福岡市東区和白東3-30-1
E-mail: t-kato@fit.ac.jp

2007年東京工業大学大学院博士課程修了。都立高専助手～助教を経て、2010年福岡工業大学助教、2012年同大学准教授、現在に至る。空気圧制御に関する研究に従事。日本フルードパワーシステム学会、日本機械学会などの会員。博士（工学）、技術士（機械部門）。

1. はじめに

2019年11月20日（水）～22日（金）の3日間、富山国際会議場（富山県富山市大手町1-2）において、2019年秋季フルードパワーシステム講演会が開催された。本講演会ではまず、初日の11月20日（水）午後にテクニカルツアーが行われた。引き続き、2日目と3日目には以下の通り、2種類のオーガナイズドセッション（OS）と3種類の一般セッションが企画され、計60件の講演発表がなされた。

OS「機能性流体フルードパワーシステムの創成展開」：10件

OS「社会課題解決に貢献するフルードパワーシステム」：11件

一般セッション「水圧」：7件

一般セッション「空気圧」：22件

一般セッション「油圧」：10件

また、11月22日（金）の午前には、日中国際交流講演が行われ、午後には特別講演が開催された。

本記事では、それぞれのイベントについて、概要を報告させていただく。

2. 各イベントの概要

2.1 テクニカルツアー

テクニカルツアーは講演会初日の11月20日（水）の13時～18時に行われ、12名の参加があった。訪問先は株式会社能作（富山県高岡市オフィスパーク8-1）で、実施内容は高岡銅器を製造する工場見



写真1 テクニカルツアー（能作）での工場見学



写真2 テクニカルツアー（能作）での集合写真

学と鋳物製作体験であった。工場見学の様子と集合写真を写真1、写真2に示す。写真2の集合写真の背景に写っているのは実際に使用される木型である。

2.2 OS：機能性流体フルードパワーシステムの創成展開

本OSのオーガナイズは中野政身先生（東北大学）と西田均先生（富山高専）であった。本OSの趣旨は、「ER流体、液晶、EHD・ECF、MR流体、磁性流体および機能性ソフトマテリアルなどは、電場や磁場などの外場に反応して流体の物理化学的性質が変化する機能性流体です。これらの機能性流体をフルードパワーシステムに活用することにより、高性能化、小型化、高機能化などの特徴を有するスマートなフルードパワーシステムの創成が期待できます。このような展開を指向した研究成果の発表を募集して、機能性流体フルードパワーシステムの新たな構

築に向けての討論の場を提供します。」ということであり、計2室で10件の発表がなされた(写真3)。

2.3 OS：社会課題解決に貢献するフルードパワーシステム

本OSのオーガナイザは清水自由理氏(日立製作所)、中村太郎先生(中央大学)、奥井 学先生(中央大学)であった。本OSの趣旨は、「現在日本は、高齢化や社会インフラの老朽化、災害対応などの多くの社会課題を抱えています。今後、複雑化・高度化するこれらの課題を解決するためには、新たな技術開発が必要になります。本OSでは、油圧・空気圧・水圧・機能性流体等のフルードパワーシステムを活用して、さまざまな社会課題を解決しようとする研究について広く募集し、フルードパワーシステムの可能性について議論します。」ということであり、計2室で11件の発表がなされた。

2.4 一般セッション：水圧

一般セッション「水圧」では、計2室において7件の講演がなされた。

2.5 一般セッション：空気圧

一般セッション「空気圧」では、計5室において22件の講演がなされた。本講演会において「空気圧」は講演件数だけでなくセッションへの参加者数



写真3 OS：機能性流体フルードパワーシステムの創成展開



写真4 OS：社会課題解決に貢献するフルードパワーシステム

も多く、一時満席にて席数が足りなくなる場面があり、企画委員会の主査として申し訳なく感じた。

2.6 一般セッション：油圧

一般セッション「油圧」では、計2室において10件の講演がなされた。

2.7 日中国際交流講演

11月22日(金)の11時30分～12時30分には、日中国際交流講演として、講師に陶 建峰(Tao Jian-feng)先生(上海交通大学 副教授)をお招きし、「Trends of Agricultural Machinery and the Progress in SJTU」と題して講演が行われた(写真5)。なお、司会は川上幸男先生(芝浦工業大学)と伊藤和寿先生(芝浦工業大学)であった。



写真5 日中国際交流講演(陶 建峰先生 上海交通大学)

2.8 特別講演

11月22日(金)の15時45分～16時45分には、特別講演として、講師に米原 寛先生(元富山県「立山博物館」館長)をお招きし、「立山のこころ世界一信仰と文学にみるー」と題して講演が行われた(写真6)。なお、司会は西田 均先生(富山高専)であった。



写真6 特別講演(米原 寛先生 元富山県「立山博物館」館長)

3. おわりに

11月22日（金）の17時30分からは、富山県民会館8階レストラン清風バンケットホールにおいて、表彰式と技術懇談会が行われた。まず、2019年春季フルードパワーシステム講演会（東京）の最優秀講演賞の授与が行われた（写真7）。

その後、上海交通大学の陶 建峰先生によるご来賓のご挨拶に引き続き、本学会副会長の田中豊先生（法政大学）のご挨拶と乾杯（写真8）により技術懇談会（写真9）が開始となり、最後は本学会元会長で東京工業大学名誉教授の中野和夫先生による閉会のご挨拶と一本締（写真10）にて閉会となった。

なお本講演会には128名の参加登録があり、富山県様、富山市様、並びに富山コンベンションビューロ様よりご助成いただいた。

最後に、著者は本講演会の企画委員会主査を担当させていただきました。本講演会にご協力いただきました全ての皆様に深く感謝申し上げます。特に、副査の鹿児島大学の中尾光博先生（富山出身）と、現地委員をご担当頂いた富山高専の西田 均先生並びに山本久嗣先生には、並々ならぬご尽力をいただきました。この場をお借りして厚くお礼申し上げます。



写真7 2019年春季講演会の最優秀講演賞の授与



写真8 学会副会長の挨拶と乾杯（田中 豊先生 法政大学）



写真9 技術懇談会の様子



写真10 閉会の挨拶（中野和夫先生 東京工業大学）

（原稿受付：2019年12月9日）

会 告

〈理事会・委員会日程〉

1月23日	理事会
2月10日	企画委員会
2月17日	編集委員会

〈理事会報告〉

2019年度第5回理事会

1月23日 14:00～16:00

機械振興会館 地下3階 B3-6 (出席者19名)

- 1) 国際シンポジウム函館2020の開催準備状況
- 2) 学会創立50周年記念事業の準備状況
- 3) 2019年度 学会賞各賞・フェロー推薦受付状況
- 4) 国際交流事業について
- 5) 規程類の改訂
- 6) 会員の推移
- 7) 次期会長候補者推薦
- 8) 各委員会からの報告
- 9) その他

〈委員会報告〉

2019年度第4回企画委員会

2月10日 15:00～17:00

機械振興会館 地下3階 B3-9 (出席者17名)

1) 2019年度実施の事業に関する報告・審議事項

- (1) 2019年度オータムセミナー報告
- (2) 2019年秋季フルードパワーシステム講演会報告
- (3) 2019年度ウインターセミナー

2) 2019年度実施の事業に関する報告・審議事項

- (1) 2020年春季フルードパワーシステム講演会・総会日程
- (2) 2020年度オータムセミナー

3) その他審議・確認事項

- (1) 研究委員会の申請承認
- (2) その他

2019年度第5回編集委員会

2月17日 14:00～17:00

東京工業大学田町CIC 5階 (出席者13名)

1) 会誌特集号の現状と企画

- ・ Vol.51 No.2「創立50周年記念企画 フルードパワーユーザーからみる将来への期待」
- ・ Vol.51 No.3「ターボ機械最前線」
- ・ Vol.51 No.4「フルードパワーシステムのクリーン化技術最前線(仮)」
- ・ Vol.51 No.5「フルードパワーの最新解析技術(仮)」

2) その他

- ・ フェローの推薦
- ・ 今後の特集について

講演会・セミナー・常設教育講座 参加登録料改定のお知らせ

参加登録料については、講演会が2003年(平成15年)、セミナーが1991年(平成3年)以来、長きにわたり据え置いてまいりました。この間、消費税が10%に引き上げられるなど、開催経費もかさんでまいりました。このような状況から2020年4月より参加登録料を一律1,000円(一般を除く)

値上げすることといたしました。詳細はHP会告をご覧ください。2020年春季講演会から順次、適用してまいります。今後も開催経費の削減に努めてまいりますので、なにとぞ、ご理解いただきますようお願い申し上げます。

企画委員長 藤田壽憲

会 告

共催・協賛行事のお知らせ

協賛行事

第20回 機素潤滑設計部門講演会（併催：MPT2020シンポジウム＜伝動装置＞）

主 催：一般社団法人 日本機械学会 機素潤滑設計部門

開 催 日：2020年4月20日(月)～4月21日(火)

会 場：登戸グランドホテル（北海道登別市登別温泉町154）

U R L：https://www.jsme.or.jp/conference/mdtconf20/

ロボティクス・メカトロニクス講演会2020（ROBOMECH2020）

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：2020年5月27日(水)～5月30日(土)

会 場：石川県産業展示館 他（石川県金沢市袋畠町南193）

U R L：http://robomech.org/2020/

混相流シンポジウム2020（ROBOMECH2020）

主 催：日本混相流学会

開 催 日：2020年8月21日(金)～8月23日(日)

会 場：静岡大学 浜松キャンパス（静岡県浜松市中区城北3-5-1）

U R L：http://www.jsmf.gr.jp/index.shtml

Dynamics and Design Conference 2020

企 画：一般社団法人 日本機械学会 機械力学・計測制御部門

開 催 日：2020年9月1日(火)～9月4日(金)

会 場：大阪府立大学 中百舌鳥キャンパス（大阪府堺市中区学園町1-1）

U R L：http://www.jsme.or.jp/cinference/dmcconf20/

第38回 日本ロボット学会学術講演会

主 催：一般社団法人 日本ロボット学会

開 催 日：2020年9月2日(水)～9月5日(土)

会 場：信州大学 長野（工学）キャンパス（長野県長野市若里4-17-1）

U R L：http://ac.rsj-web.org/2020/

第15回「運動と振動の制御」国際会議（MoViC2020）

主 催：一般社団法人 日本機械学会 機械力学・計測制御部門

開 催 日：2020年9月8日(火)～9月11日(金)

会 場：朱鷺メッセ（新潟県新潟市中央区万代島6-1）

U R L：https://www.jsme.or.jp/conference/movic2020/

第63回 自動制御連合講演会

主 催：公益社団法人 計測自動制御学会，化学工学会，システム制御情報学会，精密工学会，電気学会，日本機械学会，日本航空宇宙学会

開 催 日：2020年11月18日(水)～11月20日(金)

会 場：黒部・宇奈月温泉 やまのは（富山県黒部市宇奈月温泉352-7）

黒部市宇奈月国際会館 セレネ（富山県黒部市宇奈月温泉6-3）

U R L：https://www.sice.jp/rengo63/

第3回 安心・安全・環境に関する計算理工学国際会議（COMPSAFE2020）

主 催：COMPSAFE2020実行委員会

開 催 日：2020年12月8日(火)～12月11日(金)

会 場：神戸国際会議場（神戸市中央区港島中町6-9-1）

U R L：https://compsafe2020.org/

Grinding Technology Japan 2020

企 画：日本工業出版株式会社

開 催 日：2021年3月2日(火)～3月4日(木)

会 場：幕張メッセ（千葉県千葉市美浜区中瀬2-1）

U R L：<https://10times.com/grinding-technology-japan>**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 (2月10日現在)	911	13	149	133
差引き増減	±0	-1	±0	+3

正会員の内訳 名誉員14名・シニア員46名・ジュニア員139名・その他正会員712名

〈新入会員〉

賛助会員

株式会社山本金属製作所

三國機械工業株式会社

東レエンジニアリング株式会社

正会員

小尾 卓也（ミズホ株式会社）

馬場 裕也（日立建機株式会社）

編集室

次号予告

—特集「ターボ機械最前線」—

- 【巻頭言】「ターボ機械最前線」の発行にあたって
 【解説】トルクコンバータ設計とその動向
 心不全治療に用いられるターボポンプ
 プラズマとライダーを用いた大型風車の高性能化技術の開発 田中 元史, 川端 浩和,
 ターボ分子ポンプ
 ターボ機械高性能化を支える高精度流れ解析技術
 小型ターボジェットエンジンの開発
 【会議報告】ASME/BATH 2019 SYMPOSIUM ON FLUID POWER AND MOTION CONTROL
 (FPMC2019)に参加して
 計測自動制御学会・流体計測制御シンポジウムにおける研究動向
 ICFD2019におけるフルードパワー関連技術の研究動向
 MoViC2019におけるフルードパワー技術研究動向
 【トピックス】学生さんへ、先輩が語る
 Youは日本をどう思う?第14回:マレーシアから日本に留学して ジョシュア ティオン シュウ カイ
 香港駐在員日記
 【研究室紹介】苫小牧高専 小藪研究室
 【企画行事】2019年度オースタムセミナー開催報告
- 梅村 哲郎
 山口 健
 築谷 朋典
 小垣 哲也
 石森 康禎
 黒澤 貞男
 市村修太郎
 増田 精鋭
 吉満 俊拓
 中野 政身
 田中 豊
 針谷 修生
 シュウ カイ
 平出 博一
 小藪栄太郎
 川島 正人

2019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) | 委員 中 野 政 身 (東北大学) |
| 副委員長 村 松 久 巳 (沼津工業高等専門学校) | 中 山 晃 (日立建機(株)) |
| 委員 飯 尾 昭一郎 (信州大学) | 藤 田 壽 憲 (東京電機大学) |
| 飯 田 武 郎 (株小松製作所) | 丸 田 和 弘 (株小松製作所) |
| 伊 藤 雅 則 (東京海洋大学) | 宮 津 寿 宏 (CKD(株)) |
| 梅 村 哲 郎 (KYB(株)) | 矢 島 丈 夫 (株コガネイ) |
| 加 藤 友 規 (福岡工業大学) | 柳 田 秀 記 (豊橋技術科学大学) |
| 北 村 剛 (油研工業(株)) | 山 田 真の介 (株TAIYO) |
| 栗 林 直 樹 (川崎重工(株)) | 山 田 宏 尚 (岐阜大学) |
| 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 (KYB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)) |
| 妹 尾 満 (SMC(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。

〒105-0011

東京都港区芝公園三丁目五-21 機械振興会館別館101 電話(03)3433-8441 FAX(03)3433-8442
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 東京00110-31233690

東京都文京区白山1-23-7 アクア白山ビル五階
印刷所 勝美印刷株式会社