

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

May.2018 Vol.49 No.3

特集「JFPS 国際シンポジウム 2017」

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「JFPS国際シンポジウム2017」

#### 【巻頭言】

第10回JFPSフルードパワー国際シンポジウムの実施報告	眞田 一志	106
------------------------------	-------	-----

#### 【解説】

JFPS2017福岡における第10回記念講演会	加藤 友規	108
JFPS2017福岡における油圧分野の研究動向	風間 俊治	110
JFPS2017福岡における空気圧分野の研究動向	早川 恭弘	115
JFPS2017福岡における機能性流体分野の研究動向	竹村研治郎	118
JFPS2017福岡における水圧分野の研究動向	鈴木 健児	120
JFPS2017福岡におけるロボティクス分野の研究動向	吉灘 裕	123
JFPS2017福岡におけるポスターセッションの研究動向	田中 豊	125
JFPS2017福岡展示における概要	桜井 康雄	128
最優秀論文賞・最優秀学生論文賞とGFPSアワードの贈呈	吉満 俊拓	131
JFPS2017福岡 GFPS Best Paper Award を受賞して	宮木 悠二	134
JFPS2017福岡参加記	古田 優悟	137

#### 【会議報告】

山梨講演会2017におけるフルードパワー技術研究	吉田 和弘	139
ICMT2017会議報告	巖 祥仁	141

#### 【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…まとめと国際分類の動向	木原 和幸	143
Youは日本をどう思う？第3回：フランスから来日して	レア・ルコント	148

#### 【研究室紹介】

立命館大学ヒューマノイドシステム研究室の紹介	玄 相昊	150
------------------------	------	-----

**【企画行事】**

平成29年度オータムセミナー開催報告「ロボティクス分野におけるフルードパワー活用の現状と今後について」名倉 忍 153

**【会告】**

日本フルードパワーシステム学会・日本機械学会共催 平成30年春季フルードパワーシステム講演会156

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」156

特別協賛行事「空気圧システムの新展開 実習付き講演会」156

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年秋季フルードパワーシステム講演会156

共催・協賛行事のお知らせ157

その他155, 158, 159, 160

■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

### Special Issue "JFPS International Symposium 2017"

**[Preface]**

Report on the 10th JFPS International Symposium on Fluid Power	Kazushi SANADA	106
--	----------------	-----

**[Review]**

Report on the 10th Anniversary Ceremony in JFPS2017 Fukuoka	Tomonori KATO	108
Research Trends on Oil Hydraulics in JFPS2017 Fukuoka	Toshiharu KAZAMA	110
Research Trends on Pneumatics in JFPS2017 Fukuoka	Yasuhiro HAYAKAWA	115
Research Trends on Functional Fluids in JFPS2017 Fukuoka	Kenjiro TAKEMURA	118
Research Trends on Water Hydraulics in JFPS2017 Fukuoka	Kenji SUZUKI	120
Research Trends on Robotics in JFPS2017 Fukuoka	Hiroshi YOSHINADA	123
Research Trends in Poster Session in JFPS2017 Fukuoka	Yutaka TANAKA	125
Outline of Exhibition in JFPS2017 Fukuoka	Yasuo SAKURAI	128
Presentation of JFPS Best Paper Award, JFPS Best Student Paper Award, and GFPS Best Paper Award	Toshihiro YOSHIMITSU	131
Report by the Winner of GFPS Best Paper Award in JFPS2017 Fukuoka	Yuji MIYAKI	134
Participation Report of JFPS2017 Fukuoka	Yugo FURUTA	137

**[Conference Report]**

Researches of Fluid Power Technologies in Yamanashi District Conference 2017	Kazuhiro YOSHIDA	139
Report on ICMT2017	Sangin EOM	141

**[Topics]**

Investigation of the Patent Documents/ Japan Platform for Patent Information...		
Summary and Trend of International Classification	Kazuyuki KIHARA	143
What do you think of Japan? 3rd : From France to Japan	Lecomte Léa	148

**[Laboratory Tour]**

Introduction of Ritsumeikan Humanoid Systems Laboratory	Sang Ho Hyon	150
---	--------------	-----

**[JFPS Activities]**

Report on the Autumn Seminar in 2017. "Fluid Power in Robotics Field"	Shinobu NAGURA	153
---	----------------	-----

**[JFPS News]**

	155, 156, 157, 158, 159, 160
--	------------------------------

## 第10回JFPSフルードパワー国際シンポジウムの実施報告

### 著者紹介



さなだ かずし  
真田 一志

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

1986年3月東京工業大学大学院理工学研究科修士課程制御工学専攻修了。1986年4月東京工業大学助手、1998年横浜国立大学工学部生産工学科助教授、2001年横浜国立大学大学院助教授、2004年横浜国立大学大学院教授、現在に至る。

### 1. はじめに

第10回JFPSフルードパワー国際シンポジウムが、2017年10月24日（火）～27日（金）、福岡市のアクロス福岡と福岡工業大学を会場として開催された。

### 2. 開催概要

10月24日（火）は、アクロス福岡にて受付を行い、夕方から博多エクセルホテル東急にてウェルカムパーティを開催した。前日の台風にもかかわらず、国内外から多数の方がウェルカムパーティ（写真1）に参加していただき、旧交を温め、あるいは新たな交流を始める様子が、会場のいたるところで見られた。

10月25日（水）の午前中は、開会式を行った。小山会長の開会の辞につづき、福岡工業大学下村学



写真1 ウェルカムパーティ

長からご挨拶を頂戴した。実行委員長（真田）より、開催概要についてアナウンスがあった。その後、Murrenhoff教授（アーヘン工大、ドイツ）による招待講演が行われた。午後には、オーラルセッションが、3室で平行に開始された。

10月26日（木）は、オーラルセッションに引き続き、ポスターセッション（コアタイム、写真2）が開かれた。午後は、Huhtala教授（タンペレ工大、フィンランド）の特別公演が行われ、その後にオーラルセッションが再開された。

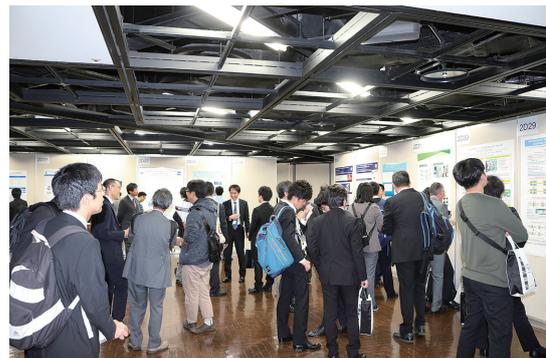


写真2 ポスターセッション

10月27日（金）は、テクニカルツアー（写真3）があった。アクロス福岡に集合し、太宰府天満宮、九州国立博物館を見学し、昼食後に、そのままバスで福岡工業大学に向かった。福岡工業大学では、第10回記念講演会を開催した。実行委員長より、第1回から第10回までの歴史を紹介した。Stelson教授（ミネソタ大学、米国）と李松晶教授（ハルビン工大、中国）から特別講演が行われた。その後、表彰式（写真4）が行われた。最後に、閉会式（写真5）にて、次回は、2020年10月に函館で開催されることが、次回実行委員長の田中教授（法政大）から、アナウンスされた。

10月27日（金）の夕方には、福岡工業大学のレストランオアシスにて、バンケット（写真6、写真7）が開催された。会場では、次回函館での再会を約する姿が多く見られた。



写真3 テクニカルツアー



写真7 バンケット会場風景



写真4 表彰式



写真5 閉会式の集合写真



写真6 バンケット

### 3. おわりに

今回は、参加総数252名、招待16名の参加であった。海外からは、中国、韓国、ドイツ、米国、イタリア、台湾、イギリス、オーストラリア、フィンランド、マレーシア、ベトナム、セルビアから参加された。口頭発表111件、ポスター発表55件、計166件の論文発表があった。

本国際シンポジウムの開催にあたり、ご支援いただいた福岡観光コンベンションビューローならびに福岡工業大学をはじめとする各種団体に、誌上をお借りして御礼申し上げます。また、当シンポジウムの準備・開催にあたり、ご協力いただいた関係の皆様、並びに実行委員の皆様へ感謝申し上げます。

次回は、2020年10月に北海道の函館市で開催される予定である。2020年は、当学会の設立50周年にあたり、次回は記念すべき国際シンポジウムになる。ぜひ多数の皆様にご参加いただきますよう、お願い申し上げます。

(原稿受付：2017年12月17日)

## 解説

## JFPS2017福岡における第10回記念講演会

## 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.jp2007年東京工業大学大学院博士課程修了。  
2004年都立高専助手～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。空気圧の計測・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

2017年10月24日（火）～27日（金）に開催された第10回JFPSフルードパワー国際シンポジウム（以下、JFPS2017）のうち、本記事では、最終日の午後に福岡工業大学で行われた第10回記念講演会（The 10th Anniversary Ceremony）について報告する。

## 2. 開催概要

JFPS2017の最終日（10月27日（金））のイベントは、午前中のテクニカルツアーから始まり、参加者の皆様を乗せたバス5台は13時過ぎに福岡工業大学（福岡県福岡市東区和白東3-30-1）に到着した。第10回記念講演会は、14時30分より福岡工業大学FITホールを会場に開催された。記念講演会では、3件の特別講演が行われ、その後、小倉祇園太鼓の演奏と表彰式、閉会式が行われた。3件の特別講演について、概要を以下に紹介する。なお、講演のオリジナリティのため、翻訳はせずに英文のまま掲載することをご了承ください。

## 2.1 特別講演（1件目）

講演者：真田一志 教授（横浜国立大学、JFPS2017実行委員長）

演題：The 10th Anniversary Symposium for the Future of Fluid Power

講演概要：The Japan Fluid Power System Society has organized the JFPS International Symposiums

on Fluid Power. The first symposium was held at Tokyo Institute of Technology, March 13-16, 1989. Since then, every three or four years, the JFPS International Symposiums on Fluid Power have been held in attractive venues, Tokyo (Sophia Univ.) 1993, Yokohama 1996, Tokyo (Tokyo Fashion Town) 1999, Nara 2002, Tsukuba 2005, Toyama 2008, Okinawa 2011, and Matsue 2014. This symposium is the 10th anniversary symposium in Fukuoka 2017. In my short presentation, the history and the future of the JFPS international symposium will be briefly introduced.

真田先生による特別講演の様子を図1と図2に示す。



図1 特別講演（真田一志 教授）



図2 特別講演（真田一志 教授）の様子

## 2.2 特別講演（2件目）

講演者：Prof. Songjing LI（ハルビン工業大学、中国）

演題：Hydraulic Wind Turbine

講演概要：The lecture is divided into two parts. In the first part, mainly introduce the current

situation of the Fluid Power Transmission and Control Institution CMES, including the development situation, the academic exchange activities etc. In the second part, focuses on the research of the Hydraulic Wind Turbine (HWT). The HWT is a new type of wind turbine which uses quantitative pump-variable displacement motor hydraulic transmission system, can reduce wind turbine nacelle weight and reduce the cost. In order to meet the requirements of grid and improve the power quality, it is necessary to solve the problems of hydraulic system speed control, system power control, long pipeline resonance suppression control and low voltage ride through etc. To validate the performance of HWT, a 60KVA hydraulic wind turbine experimental platform has built at Yanshan University.

なお本講演は当初、Prof. Xiangdong KONG（燕山大学、中国）が行う予定であったが、急遽ご欠席となり、LI先生により行われた。LI先生による特別講演の様子を図3に示す。



図3 特別講演 (Prof. Songjing LI)

### 2.3 特別講演 (3件目)

講演者：Prof. Kim STELSON（ミネソタ大学、米国）  
 演題：Energy Saving Technology for Commercial Off-highway Vehicles  
 講演概要：Commercial off-highway vehicles for construction, agriculture, mining and forestry rely on fluid power for propulsion, steering and work circuits. These systems consume  $0.4-1.3 \times 10^{18}$  joules per year in the United State with a remarkably low average fluid power transmission efficiency of 21%. The large amount of energy and low efficiency of transmission means that fuel use and CO2 emissions could be greatly reduced by improving the fluid power technology in commercial off-highway vehicles. Recognizing this need, the United States Congress appropriated \$5 million in 2017

for the creation of a university-industry collaborative research program for improving the efficiency of commercial off-highway vehicles. The campaign to educate and encourage government action in this neglected area was led by the Center for Compact and Efficient Fluid Power (CCEFP). CCEFP will continue to nurture this program in the future with the ultimate goal of continuous funding of \$10 million per year. In this talk the structure and approach of this program will be described. Examples will be given of several pre-competitive energy saving projects being developed in the United States.

STELSON先生による特別講演の様子を図4に示す。



図4 特別講演 (Prof. Kim STELSON)

なお、3件の特別講演の後には、小倉祇園太鼓の生演奏が披露された（図5）。



図5 小倉祇園太鼓

## 3. おわりに

本記事では、2017年10月24日（火）～27日（金）に開催された第10回JFPSフルードパワー国際シンポジウムのうち、最終日の午後に福岡工業大学で行われた第10回記念講演会（The 10th Anniversary Ceremony）について報告した。

（原稿受付：2018年2月5日）

## 解説

## JFPS2017福岡における油圧分野の研究動向

## 著者紹介



かざ ま とし はる  
風 間 俊 治

室蘭工業大学大学院  
〒050-8585 北海道室蘭市水元町27-1  
E-mail : kazama@mmm.muroran-it.ac.jp

1988年横浜国立大学大学院修了。2005年室蘭工業大学教授、現在に至る。主に、トライボロジー、キャビテーション、設計工学などの教育研究に従事。日本フルードパワーシステム学会、日本機械学会、日本トライボロジー学会等の会員。博士（工学）。

## 1. はじめに

本学会が主催するフルードパワー国際シンポジウム（JFPS International Symposium on Fluid Power）は、第1回の1989年から28年の歳月を経て、ひとつの節目にも位置づけられる10回を数えるに至った。油圧、空気圧、水圧ならびに機能性流体、動力伝達、計測・制御、機器・要素などに関する工学・技術に携わる、世界各地のフルードパワー研究者が今回は九州、福岡に集った。4日間の期間中、数々の基調講演、一般講演、オーガナイズ・セッション、ポスター発表、企業展示ならびに技術交流会が繰り広げられる中で最新の研究成果が発表され、絶え間ない情報交換が行われた。

油圧に関する技術や研究は、一般講演のみならず、基調講演、OS、ポスター、展示の各セッションにおいて多数、発表された。本稿では、油圧に関する研究動向の概要を、一般講演（Oral presentation）に的を絞つつ、私見を交えて紹介する。

## 2. 油圧研究の状況について

本シンポジウムにおける研究発表の申し込みは、Abstractの提出と同時に発表形式および研究分野の希望を登録する方式であった。ただし、最終的には、田中豊教授（法政大学）をChairpersonとするExecutive CommitteeのProgram Groupが采配を振り、発表の内容や全体のバランスなど、複数のファクターを勘案しつつ、OralとPosterならびにカテゴ

ライズされたSessionに分けられた。Oralにおける油圧に関する一般講演発表は、概ね5～6件毎に、表1に示されるようなテーマを中心に割り当てられた。各Session数は、Hydraulic Pumpsが2（以下、括弧内の数値で示す）、Hydraulic Valves [2], Tribology, Seals, Contamination [1], HST, Mobile Applications [1], Energy Saving, Construction Machines [2], Control & Measurements [3] の計11であった。

油圧に分類された発表は、Oralにおいて111件中58件（表1のセッション内の件数）、Posterにおいて55件中25件であり、両者ともに約半数であった。油圧と空気圧のほか、近年、水圧や機能性流体などのカテゴリーが追加されていることを鑑みると、依然、油圧に関する研究の占める割合が多いこと、言い換えれば、今なお未解決な課題が山積みされている現実や新たな難問と対峙せざるを得ない状況が読み取れる。

これらの発表を、基礎や機器・要素と応用やシステム・構成等で大括りすると、前者の視点では、油圧ポンプ・モータや管路・バルブならびにその要素技術に関する研究にまとめられ、テーマの数は堅調であった。後者の視点では、建設機械をはじめとする応用事例が挙げられており、油圧システム全般にわたっていた。プログラムを一見すると、応用研究がやや目立つ印象があるかもしれない。しかしこれは、まさに実学の雄にも位置付けられる油圧工学で

表1 油圧に関する一般講演（Oral）セッション [順不同]

[1A13-18]	H4	(Hydraulic Pumps 1)
[2A01-06]	H5	(Hydraulic Pumps 2)
[2C12-16]	H9	(Hydraulic Valves 1)
[2C17-21]	H11	(Hydraulic Valves 2)
[1C06-10]	H3	(Tribology, Seals, Contamination)
[1A03-07]	H1	(Energy Saving, Construction Machines 1)
[1A08-12]	H2	(Energy Saving, Construction Machines 2)
[2C01-06]	H6	(HST, Mobile Applications)
[2A08-12]	H7	(Control & Measurements 1)
[2A13-17]	H8	(Control & Measurements 2)
[2A18-22]	H10	(Control & Measurements 3)

あるが故、アプリケーションを見据えた要素開発や省エネルギーを狙った最適設計に関する研究などと同様に、流れ解析、制御理論、計測技術、トライボロジーなどの基礎的な発表が、各Sessionに散りばめられていたことも要因に思える。

### 3. 発表内容について

以下、表1に上げたSessionを中心に、油圧に関する一般講演を見ていこう。参考まで、本稿に関連する論文タイトルと著者を、本記事の最後にリストアップしておく。

講演室は3室が用意され、発表は期間中の1日プラス半日に、パラレルセッション形式で集中して進行された。よって、全ての発表を直接、著者が聴講することは叶わず、後日、プログラムやプロシーディングにて確認した内容も多い。したがって、著者の誤解や当日のキャンセル（把握できた範囲で文献中に\*印）なども含まれている可能性があることを予めお断りしておく。

#### 3.1 油圧ポンプ

Hydraulic Pumpsセッションにおいては、次の様な論文投稿があり、講演発表がなされた。Ichiyanagiらは歯車ポンプの流量変動やインピーダンスに及ぼす温度の影響について論じた<sup>[1A13]</sup>。Pellegri & VaccaはGerotor（トロコイドポンプ）の軸方向すきまにおける動力損失の評価に対する数値シミュレーションを行った<sup>[1A14]</sup>。Suematsuらは、ベーンポンプの流れ解析を行った<sup>[1A15]</sup>。Liuらは高圧ねじポンプの軸力について研究した<sup>[1A18]</sup>。

さらに、Gaertnerらは、アキシアルピストンポンプのピストンチャンバの加圧を定量化するための実験的かつ数値理論的な方法を示した<sup>[2A01]</sup>。Liuらは、ガソリンスタンドにおける給油装置用ポンプについて述べた<sup>[2A02]</sup>。Kimらは可変容量式アキシアルピストンポンプの動特性の予測のためのシミュレーションモデルを開発した<sup>[2A03]</sup>。Heshengらは、熱効果を考えたアキシアルピストンポンプのスリッパの潤滑特性を研究した<sup>[2A04]</sup>。Shangらは、アキシアルピストンポンプのピストン/シリンダ間における圧縮性粘性流体の熱流体解析を示した<sup>[2A05]</sup>。Schoemackerらは、アキシアルピストンポンプの斜板運動と流量切替えの相互作用を述べた<sup>[2A06]</sup>。

#### 3.2 油圧バルブ

Hydraulic Valvesセッションにおいては、次の様な内容を取り扱っていた。Suzumoriらは粒子励起を用いた油圧システムの流量制御弁の解析を示した<sup>[2C12]</sup>。Shimizuらは、漏れ流量を考慮した電磁スプール弁の数値計算を述べた<sup>[2C13]</sup>。Masudaは可変

オリフィス絞りによる応答性と安定性の向上を図った圧力制御弁のシミュレーションを行った<sup>[2C17]</sup>。Wangらは振動環境下におけるサーボ弁の差動特性を述べた<sup>[2C18]</sup>。Tautenhahn & Weberは方向制御弁の領域間共通公差設計を研究した<sup>[2C19]</sup>。Yinらは、圧力制御弁のスプールの固着の可能性に関して解析した<sup>[2C20]</sup>。Bordovsky & Murrenhoffはスプール弁に対する定常流体力の拡張モデルを検証した<sup>[2C21]</sup>。

#### 3.3 油圧基礎

Tribology, Seals, Contaminationセッションにおいては、次の発表があった。Shiwaku & KumagaiはCFDを用いたスプールノッチの流量に及ぼすキャビテーションの影響について研究した<sup>[1C06]</sup>。Yuanらは、スプール弁における壊食の数値予測を述べた<sup>[1C07]</sup>。Michel & Weberは小型電気油圧制御装置の自己汚染について探求した<sup>[1C08]</sup>。Angerhausenらは、動的油圧シールの摩擦に及ぼす温度と表面形状の影響について論じた<sup>[1C09]</sup>。Chacon & Ivantysynovaは作動油の圧縮と膨張によるシリンダブロック/弁板間の流れ場に及ぼす熱効果を示した<sup>[1C10]</sup>。

#### 3.4 油圧全般、その他

その他、Energy Saving, Construction MachinesやHST, Mobile ApplicationsならびにControl & Measurementsのセッションが置かれた。これらにおいては、建機の動向<sup>[1A03]</sup>、効率化<sup>[1A04][1A05][1A12]</sup>、構成部材<sup>[1A07]</sup>、設計<sup>[1A09]</sup>、故障診断<sup>[1A08]</sup>や鉄道の油圧システム<sup>[1A10][2C05]</sup>、また、油機の位置制御<sup>[2C01]</sup>、最適化<sup>[2C02]</sup>、設計<sup>[2C03]</sup>、ポンプ<sup>[2A08][2A09]</sup>、アクチュエータ<sup>[2A10][2A14][2A19]</sup>、さらに、HST<sup>[2C04][2A11]</sup>、センサーやセンシング<sup>[2A13][2A21][2A22]</sup>、制御<sup>[2A16][2A18]</sup>、モデリング<sup>[2A17]</sup>など、様々な油圧機器やシステムの特長や制御、最適化や省エネルギー化、設計やモデリングなどが取り扱われていた。

### 4. 油圧の関連発表

油圧研究に関連する他のプレゼンテーションについて、簡単に触れておきたい。

#### 4.1 基調講演

RWTH Aachen大学のMurrenhoff教授はSome Recent Fluid Power Research Results at IFASと題して、同大学の研究センターにおける最近の研究結果を基調講演された。油圧のトライボロジー、密封、動的シール、ピストンポンプ・モータの音響設計、総合掘削装置設計などについて、豊富な写真やビデオも含めつつ、数々の内容が足早に紹介された。基礎から応用までの非常に幅広いテーマに対する膨大な成果は、将に世界屈指の油圧研究センターである証左といえる。

## 4.2 特別セッション

今回、Hydraulic Roboticsのオーガナイズ・セッションが設けられて、油圧ロボットの開発例などが紹介された。ロボットの創成期、油圧式のプロトタイプも世に出たが、その後、電動式に押されて、一時は研究開発も影を潜めてしまったように思われた。しかし、油圧が優位を示す高度な動力密度や秀逸な加速性能が再認識され、その座を奪還する可能性が見えてきた。本セッションには6件の講演論文が集まり、日本勢と海外勢が半々であった点も、油圧関連研究の動向として注目される。

## 4.3 水圧セッション

隣接分野ともなるWater hydraulicsが2セッションに設けられた。基礎から応用までの、計10件の講演論文で取り扱われた、環境を強く意識した研究は、最近のトレンドのひとつと見て取れる。

## 4.4 ポスター発表、企業展示

ポスター発表ならびに企業展示においても、多くの油圧に関する研究発表ならびに製品紹介があった。いずれもface to faceの形態であり、presenterとaudienceの双方が限られた寸暇を惜しんで、内容説明、質疑応答、情報交換を行っていた。今後の研究者の国際交流、技術者の異分野連携、国境を越えた共同研究、新規領域の開拓などにつながることを願って止まない。

## 5. むすび

油圧分野の研究においても、一昔前の大型コンピュータ以上の性能を有するPCが卓上に置かれる昨今、数値解析的なアプローチは増加の一途を辿っているように感じられる。また、シミュレーション結果の動画やモデル機構のアニメーションの使用頻度は、凄まじい勢いで高まっている。取り分け、若手研究者による、ICT機器を巧みに活用したプレゼンテーションには隔世の感があり、そのレベルの向上には圧倒される。実験的なアプローチも、勿論、健在であり、素晴らしい成果も少なくない。ただし、試験装置や計測機器などの情報からは、仕様の高度化、規模の大型化、予算規模の高額化、研究のプロジェクト化が垣間見える。アイデアや工夫を凝らし、見栄えは劣るものの本質を捉えた小型の自作装置を用いて、職人芸と体力が勝負とも評される、地味ながら闇に放たれた光の様な実験研究は、ますます遠ざかっているようであり、一抹の寂しさを覚えるとともに、時代の流れを感じずにはいられない。

グローバル化の一端ともいえるが、フルードパワーに関する国際会議も、その数は驚くほど増えた。本学会のホームページより、2017年に開催された

国際シンポジウムを抜粋しても、2017年6月7日～9日の15th Scandinavian International Conference on Fluid Power <SICFP'17> (フィンランド共和国・タンペレ)、2017年9月3日～6日の18th International Symposium on Applied Electromagnetics and Mechanics <ISEM2017> (フランス共和国・モンブラン)、2017年9月14日～16日のThe 2017 International Conference on Advances in Construction Machinery and Vehicle Engineering <ICACMVE> (中華人民共和国・秦皇島)、2017年10月8日～12日の14th International Conference on Fluid Control, Measurements and Visualization <FLUCOME> (アメリカ合衆国・インディアナ)、2017年10月16日～19日のASME/BATH Symposium on Fluid Power and Motion Control <FPMC> (アメリカ合衆国・サラソタ)、2017年10月20日～23日の21th International Conference on Mechatronics Technology <ICMT> (ベトナム社会主義共和国・ホーチミン)などの計6件を挙げるができる。

こうした名立たるシンポジウムが世界各地で開催されていながらも、今回の本シンポジウムには、そうそうたる研究者や技術者が数多く集い、最先端の研究発表が成され、活発な情報交換が行われた。このことに、組織委員のひとりとして大きな喜びを禁じ得ず、心からの感謝に堪えない。我が国の油圧をはじめとするフルードパワーに関する基礎研究ならびに技術開発が、一層推進されるとともに、フルードパワーのリーディング・ソサエティに属する一員として、本シンポジウムが盛況かつ末永く続くことを切に願う次第である。

### 一般講演リスト (抜粋)

#### <Hydraulic Pumps>

- [1A13] THE TEMPERATURE CHARACTERISTICS OF FLOW RIPPLE AND SOURCE IMPEDANCE IN AN EXTERNAL GEAR PUMP, T. Ichiyonagi, T. Nishiumi, S. Nakagawa
- [1A14] A SIMULATION APPROACH FOR THE EVALUATION OF POWER LOSSES IN THE AXIAL GAP OF GEROTOR UNITS, M. Pellegrini, A. Vacca
- [1A15] FLOW ANALYSIS IN A VANE PUMP, J. Suematsu, S. Akiyoshi, T. Tsukiji, Y. Nakamura, K. Suzuki
- [1A16] ENERGY-LOSS MODELING AND ANALYSIS OF MAIN FRICTION PAIRS OF AERIAL AXIAL PISTON PUMP, L. Yang, C. Fu, J. Wu, Y. Li
- \*[1A17] RESULTS OF MEASURING OF PARAMETERS OF WORKING PROCESSES OF THE PISTON AXIAL PUMP, R.S. Petrovic, J. Nevrlj, S. Batocanin
- [1A18] RESEARCH ON THE AXIAL FORCE IN A NEW TYPE OF HIGH PRESSURE THREE SCREW PUMP, X. Liu, G. Shi

- [2A01] ANALYTICAL, EXPERIMENTAL AND NUMERICAL METHODS TO QUANTIFY THE PRESSURIZATION IN THE PISTON CHAMBER OF AXIAL PISTON MACHINES, M. Gaertner, F. Kratschun, H. Murrenhoff
- [2A02] A NEW PUMP DESIGN FOR GASOLINE DISPENSER AT THE SERVICE STATION, Y. Liu, J. Ye, W. Xie, S. Zhan
- [2A03] SIMULATION MODEL DEVELOPMENT TO PREDICT DYNAMIC PERFORMANCE OF VARIABLE DISPLACEMENT AXIAL PISTON TYPE PUMP, S. Kim, S. Lee, J. Yoo
- \* [2A04] RESEARCH ON TRIBOLOGICAL BEHAVIOR AND LUBRICATING MECHANISM OF SLIPPER PAIR IN AXIAL PISTON PUMP UNDER THERMAL EFFECT, T. Hesheng, R. Yan, X. Jiawei
- [2A05] THERMODYNAMIC ANALYSIS ON COMPRESSIBLE VISCOUS FLOW AND NUMERICAL MODELING STUDY ON PISTON/CYLINDER INTERFACE IN AXIAL PISTON MACHINE, L. Shang, M. Ivantysynova
- [2A06] INTERACTION BETWEEN SWASH PLATE MOVEMENT AND COMMUTATION IN AXIAL PISTON MACHINES, F. Schoemacker, H. Murrenhoff (Hydraulic Valves)
- [2C12] ANALYSIS OF FLOW CONTROL VALVE IN HYDRAULIC SYSTEM USING PARTICLE EXCITATION, T. Ukida, K. Suzumori, H. Nabae, T. Kanda
- [2C13] COMPUTATIONAL ANALYSIS OF SOLENOID SPOOL VALVE CONSIDERED OF LEAKAGE FLOW, F. Shimizu, T. Tsukazaki, T. Hori, K. Tanaka, T. Yasuda, M. Watanabe
- [2C14] A NOVEL PROPORTIONAL DIRECTIONAL VALVE WITH INDEPENDENTLY CONTROLLED PILOT STAGE, Z. Lu, J. Zhang, B. Xu, Q. Su, D. Wang
- \* [2C15] TRACES OF HIGH FREQUENCY FLUID BORNE VIBRATIONS IN A NOVEL PROPORTIONAL PILOT OPERATED RESSURE RELIEF VALVE, R. Mati, A. Das, V. Sahoo, S. Helduser
- [2C16] EXPERIMENT-BASED FLOW RATE INFERENTIAL MEASUREMENT METHOD OF HYDRAULIC VALVE, D. Wang, J. Zhang, B. Xu, Z. Lu
- [2C17] SIMULATION OF THE PRESSURE CONTROL VALVE IMPROVING RESPONSIVENESS AND STABILITY BY VARIABLE RESTRICT ORIFICE, S. Masuda
- [2C18] WORKING CHARACTERISTICS OF JET PIPE SERVO VALVE IN VIBRATION ENVIRONMENT, Y. Wang, Y.B. Yin
- [2C19] CROSS-DOMAIN TOLERANCE DESIGN FOR DIRECTIONAL CONTROL VALVES, R. Tautenhahn, J. Weber
- [2C20] THEORETICAL ANALYSIS ON SPOOL STUCK POSSIBILITIES OF ROTARY DIRECT DRIVE PRESSURE CONTROL SERVO VALVE, Y. Yin, F. Xia, L. Lu, J. Yuan, S. Guo
- [2C21] VALIDATION OF AN ENHANCED MODEL OF STEADY-STATE FLOW FORCES FOR SPOOL VALVES, P. Bordovsky, H. Murrenhoff (Tribology, Seals, Contamination)
- [1C06] INVESTIGATION OF INFLUENCE OF CAVITATION ON FLOW RATE OF SPOOL NOTCH USING COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS, K. Shiwaku, K. Kumagai
- [1C07] NUMERICAL PREDICTION OF EROSION WEAR FOR HYDRAULIC SPOOL VALVE, J. Yuan, Y. Yin, S. Guo
- [1C08] INVESTIGATION OF SELF-CONTAMINATION OF ELECTROHYDRAULIC COMPACT DRIVES, S. Michel, J. Weber
- [1C09] THE INFLUENCE OF TEMPERATURE AND SURFACE STRUCTURE ON THE FRICTION OF DYNAMIC HYDRAULIC SEALS (Numerical and Experimental Investigations), J. Angerhausen, H. Murrenhoff, L. Dorogin, B. N.J. Persson, M. Scaraggi
- [1C10] THERMAL EFFECTS ON THE FLUID FILM IN THE CYLINDER BLOCK/VALVE PLATE INTERFACE DUE TO COMPRESSION AND EXPANSION OF THE FLUID, R. Chacon, M. Ivantysynova (Energy Saving, Construction Machines)
- [1A03] STATE-OF-THE-ART CONSTRUCTION SITES REALIZED WITH ICT CONSTRUCTION MACHINES (ICT based - Excavator and Bull Dozer), T. Nakagawa
- [1A04] POWER MATCHING AND WORKING PERFORMANCE OF HYDRAULIC EXCAVATOR DRIVEN BY VARIABLE SPEED ELECTRIC MOTOR, L. Ge, L. Quan, J. Yang, B. Zhao, S. Y. Gao, Z. Lu, B. Li
- [1A05] MODEL BASED EFFICIENCY ANALYSIS OF MOBILE HYDRAULIC MACHINERY (On The Example of Material Handling Machines), A. Sitte, J. Uhlmann, J. Weber, B. Mettinger, Y. Weider
- [1A06] RESEARCH ON HYDRAULIC - GAS COMBINED DRIVING SYSTEM FOR HYDRAULIC EXCAVATOR BOOM, L. Xia, L. Quan, B. Zhao, C. Wang, W. She
- [1A07] JOINTED AND TELESCOPIC RIGID TUBULAR MEMBERS AS A FLUID CONVEYANCE DEVICE, C. Southwell, P. McCluskey, N. Mathers
- [1A08] FAULT-TOLERANCE CONTROL ARCHITECTURE OF INDEPENDENT METERING CONTROL SYSTEM, R. Ding, B. Xu, J. Zhang, M. Cheng
- [1A09] ELIMINATING SIZING ERROR IN DIRECT-DRIVEN HYDRAULICS, T. Minav, S. Zhang, M. Pietola
- [1A10] AN ELECTRIC-HYDRAULIC PROPULSION SYSTEM FOR THE URBAN RAIL TRAIN ENERGY SAVING, H. Liu, W. Wu, Y.C. Yu, B. Li
- [1A11] OPERATING PRINCIPLES AND SIMULATION OF A NOVEL METER OUT CONTROL SYSTEM FOR MOBILE MACHINES, P. Marani, M. Milani
- [1A12] PERFORMANCE ANALYSIS OF AN AUTOMATIC IDLE SPEED CONTROL WITH A HYDRAULIC ACCUMULATOR FOR PURE ELECTRIC CONSTRUCTION MACHINERY, T. Lin, H. Ren, W. Huang, S. Fu, Q. Chen, C. Miao (HST, Mobile Applications)
- [2C01] POSITION CONTROL OF VALVELESS HYDRAULIC CLUTCH ACTUATOR, C. Zhang, B. Gao, X. Hu, Y. Lei, H. Chen
- [2C02] OPTIMIZATION OF NUMBER OF BLADES IN TORQUE CONVERTER THROUGH NERICIAL SIMULATION AND EXTENDE RADIAL BASIS FUNCTIONS, Y.L. Lei, H. Tang, X.J. Hu, X.Z. Li, Y. Fu, K. Liu
- [2C03] DESIGN OF A POWER REGENERATIVE HYDROSTATIC WIND TURBINE TEST PLATFORM, B. Mohanty, F. Wang, K. A. Stelson
- [2C04] WAVE POWER CONVERTER PENDULOR WITH

- HYBRID H.S. T., T. Watabe P. Gunawardane, H. Matsumoto
- [2C05] DISC BRAKE WITH HYDROMECHANICALLY CONTROLLED BRAKE TORQUE FOR RAILWAY APPLICATIONS, M. Petry, A. Zaki, H. Murrenhoff
- [2C06] RESEARCH ON THE EFFECTS OF DOUBLE ARC OIL GROOVE PARAMETERS ON TORQUE CHARACTERISTICS IN HYDRO-VISCOUS DRIVE, Y. Deng, Z. Lian, H. Cui  
(Control & Measurements)
- [2A08] VARIABLE DISPLACEMENT ALTERNATING FLOW HYDRAULIC PUMP, K.A. Stelson, R. Foss, M. Li, E.J. Barth, J.D. Van de Ven
- [2A09] PERFORMANCE OF SPEED VARIABLE ASYMMETRIC PUMP CONTROLLED ASYMMETRIC HYDRAULIC CYLINDER, L. Quan, L. Ge, B.C. Wang, B. Li, B. Zhao, Z. Lu
- [2A10] SENSORLESS POSITION CONTROL OF DIRECT DRIVEN HYDRAULIC ACTUATORS, T. Sourander, M. Pietola, T. Minav, H. Hanninen
- [2A11] HYDROSTATIC STEERING SYSTEM AND ENERGY SAVING EVALUATION IN IDLE REGIME, G.P. Massarotti, P. Marani, M. Ruggeri, E. Codina
- [2A12] RESEARCH ON THE CONTACT PRESSURE CONTROL OF A DIE WEAR TESTER, C. Yang, S. Wang, L. Liu
- [2A13] NEW HIGH SENSITIVITY MEMS SENSOR FOR INDIRECT PRESSURE MEASUREMENT, M. Ruggeri, G. Massarotti, E. Codina
- [2A14] DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE PRESSURE-DRIVEN DEVICE BY CONSIDERING THE PRESSURE FLUCTUATIONS INDUCED BY THE PROCESS OF DROPLET FORMATION, W. Zeng, H. Fu, S. Yuan, S. Li
- [2A15] A STUDY ON INTUITIVE CONFIGURATION OF JOYSTICK FOR OPERATOR IN FLATTENING TASK OF EXCAVATOR, Q-H. Le, S-Y. Yang
- [2A16] ONLINE PARAMETER ESTIMATION OF HYDRAULIC SYSTEM BASED ON UNSCENTED KALMAN FILTER, T. Yamada, Y. Nishida, A. Tsutsui
- [2A17] ON THE NONDIMENSIONALIZATION OF NOMINAL HYDRAULIC CYLINDER DYNAMICS, S. Sakai
- [2A18] RESEARCH ON THE CHARACTERISTICS OF CONSTANT-SPEED STRETCH OF A HIGH-SPEED TENSILE MACHINE CONTROLLED BY THE ELECTRO-HYDRAULIC SERVO SYSTEM, E. Zhu, G. Shi
- [2A19] DEVELOPMENT OF FLEXIBLE ELECTRO-HYDRAULIC CYLINDER FOR FLEXIBLE SPHERICAL ACTUATOR, H. Tamaki, S. Dohata, T. Akagi, W. Kobayashi, Y. Matsui
- [2A20] HYDRAULIC RESONANCE CHARACTERISTICS OF THE HIGH-FREQUENCY EXCITATION SYSTEM CONTROLLED BY A 2D ROTARY VALVE, Y. Ren, H. Tang, J. Ruan
- [2A21] PERCEIVED STIMULI IN HYDRAULIC OPERATION LEVER OF CONSTRUCTION MACHINERY, H. Yamada, F. Okada, K. Otsubo, T. Kawamura
- [2A22] A NOVEL INTEGRATED LOAD-SENSING ELECTRO-HYDRAULIC ACTUATOR FOR AIRCRAFT STRUCTURAL TESTS, Y. Shang, X. Liu, Z. Jiao, J. Wu, L. Yan

(原稿受付 : 2018年 1 月21日)

## JFPS2017福岡における空気圧分野の研究動向

### 著者紹介



はや かわ やす ひろ  
早川 恭弘

奈良工業高等専門学校  
〒639-1080 大和郡山市矢田町22

2006年奈良工業高等専門学校電子制御工学科教授、現在に至る。空気圧を用いた福祉介護機器開発の研究に従事。日本フルードパワーシステム学会、日本機械学会、IEEEなどの会員。博士(工学)。

### 1. はじめに

2017年10月25日(水)から27日(金)の期間、福岡県アクロス福岡および福岡工業大学において、日本フルードパワーシステム学会主催の国際シンポジウムが開催された。開催期間中において講演がなされた研究発表に関して、空気圧に関する研究発表を整理し、その研究動向を述べたいと思う。

### 2. 分野別概要

シンポジウムでは、口頭発表形式とポスター発表形式の2パターンで行われた。それぞれについて概要を述べる。

まず、口頭発表された空気圧の研究成果を分野別にまとめると、以下のセッションに分類されている。

- 1) 空気圧弁 (5件)<sup>1)-5)</sup>
- 2) 空気圧シリンダと位置制御 (5件)<sup>6)-10)</sup>
- 3) 計測と制御 (3件)<sup>11)-13)</sup>
- 4) ソフトアクチュエータ (8件)<sup>14)-21)</sup>
- 5) 福祉とパワーアシストシステム (5件)<sup>22)-26)</sup>
- 6) 空気圧の基礎技術 (5件)<sup>27)-31)</sup>

各分野における研究講演内容は、以下のようになっている。

- 1) 空気圧弁に関しては、高圧使用を目的とした弁の開発、DCモーターでカムを駆動しポペット弁を開閉する弁の開発、スプール弁の駆動をベローズ内加圧により行うサーボ弁の開発、自励振動を誘発することにより流れを切り替える弁などの開発が進められている。弁の密閉性、高

速応答や小型化などが必要なことから、今後ますます、新しいタイプの弁の提案がなされることを期待したい。

- 2) 空気圧シリンダと制御に関しては、フレキシブルチューブ内に剛球を配置した構造を用いた手首リハビリ装置の提案、空気圧浮上搬送装置の開発、ケーブルシリンダを用いた精密動作可能な空気圧アクチュエータの開発、重力補償用1自由度空気圧システムの提案などの講演が行われている。空気圧シリンダはロッド型が主流であるが、ケーブルシリンダによる検討は興味深い。
- 3) 計測と制御関係では、ポンプから生じる圧力変動を除去するための装置の開発、チューブ内に鋼球を配置しオイル充填によりチューブが移動する柔軟アクチュエータの位置制御性能などの講演がなされている。特に、柔軟アクチュエータの制御には、計測装置の工夫が必要不可欠であり、さまざまな方法が提案されている。
- 4) ソフトアクチュエータ関連では、管内走行ロボット用螺旋状変形アクチュエータ、シリコンゴム要素を用いたロボットハンド素子、ゴム人工筋を用いたリハビリ装置、高速応答ON/OFF弁を用いた空気圧ゴム人工筋の位置制御などの講演がなされている。ソフトアクチュエータに関する講演は、近年、特に増加傾向にある。これは、アクチュエータの素材が人間親和性を有しており、各研究室で製作できることが要因と考えられる。
- 5) 福祉・パワーアシスト関係では、空気圧シリンダで駆動するリンク先端部を腰部に配置して重量物を持ち上げるパワーアシスト装置の提案、上肢と下肢の動きをゴム人工筋でサポートする装具の開発、クエン酸と重炭酸ナトリウムを用いたポータブル空気圧源の提案、空気圧シリンダを用いたパラレル・マニピュレータのPT教育用手首リハビリ装置への応用、空気圧シリンダにより各関節部が駆動し被介護者を移乗させるロボットアームの開発などの講演がなされている。力制御は、空気圧の得意分野であり、こ

の分野での空気圧アクチュエータの活用は、今後ますます増えるものと思われる。

- 6) 空気圧の基礎技術では、圧縮空気を冷却するシステムの提案、ボルテックス・チャックを用いた非接触ハンドの解析、竜巻の流れを活用した真空発生装置の提案、ベーンモータのモデル化などが報告されている。基礎技術分野では、非接触ハンドに関係する講演が多かったように思われる。電動との差別化を進めるためにも、空気圧のメリットを活かした要素開発が必要である。

また、ポスター発表では、医療福祉およびパワーアシスト関係が8件<sup>32)-39)</sup>、空気圧機器関係が7件<sup>40)-46)</sup>、空気圧弁関係が1件<sup>47)</sup>、アクチュエータ関係が1件<sup>48)</sup>であった。

医療・福祉・パワーアシスト関係では、ベッド上での寝返りを補助する空気圧駆動ゴム製アームの開発、ラバーレス人工筋を用いた歩行アシスト装置の提案、シリコンゴム及びゴム人工筋を用いた歩行訓練システムの提案、柔軟なゴム要素を用いた指のリハビリ装置の開発、外骨格型レスキュースーツの提案、空気圧アクチュエータを用いた腹腔鏡検査用マスタースレーブロボットの開発などが発表されていた。

空気圧機器関係では、サイクロン型ドレイン分離器の垂直安定板の形状による比較、空気圧シリンダと電動リニアモータを組み合わせたハイブリッド型アクチュエータの位置制御性能、空気圧シリンダの摩擦特性、ベルヌイ型非接触ハンドの開発、チューブ内の空気圧定常流に関する研究、ハイブリッド型電空高精度垂直位置決め装置のエネルギー消費量に関する評価などの講演があった。

ポスター講演では、対面でじっくりと議論でき、実機などを用いての説明など、口頭発表とは違うメリットがある。そのため、医療福祉及びパワーアシスト関係及び空気圧機器関係のポスター講演が多かったと思われる。また、ポスター講演においても、ゴム人工筋などのソフトアクチュエータを用いた講演が多くあった。すなわち、空気圧のメリットを最大限に活用できるアクチュエータを実現するために、新たな素材開発が今後ますます増えると期待される。

### 3. おわりに

国際シンポジウムでの講演において、空気圧関係の講演を整理し、空気圧研究の現状と方向性について意見を述べさせていただいた。筆者の狭い見識により不十分な報告になっていると思われるが、この点に関してはご容赦願いたい。

### 参考文献

- 1) Bangmeng WANG, Guoliang TAO, "RESEARCH OF HIGH-PRESSURE PNEUMATIC PROPORTIONAL PRESSURE REDUCING VALVE"
- 2) Yuji Miyaki, Hideyuki Tsukagoshi, "SOFT SIMPLE COMPACT VALVE INDUCING SELF-EXCITED VIBRATION"
- 3) Longlong GAO, Xiaoyun FU, Baoren LI, "MODELING AND ANALYSIS OF HIGH-PRESSURE AND LARGE FLOW RATE PNEUMATIC PROPORTIONAL VALVE"
- 4) Takashi HASEGAWA, Takahiro KANNO, Kenji KAWASHIMA, "DEVELOPMENT OF POPPET-TYPE SERVO VALVE"
- 5) Xin LI, Weijun Cheng, Xinying Huang, "DEVELOPMENT OF NEW PRESSURE REGULATOR WITH FLOWRATE-AMPLIFICATION USING EJECTOR VACUUM GENERATOR"
- 6) Naoki Kato, Shujiro Dohta, Tetsuya Akagi, Wataru Kobayashi, Kazuhisa Ito, "MENT OF WEARABLE WRIST REHABILITATION DEVICE USING TWISTED WIRE TYPE POTENTIOMETER AND BUILT-IN CONTROLLER WITH DISTURBANCE OBSERVER"
- 7) Wei Zhong, Jia Wang, Fanghua Liu, "ANALYSIS OF A CONTACTLESS AIR FILM CONVEYOR USING A VISCOUS TRACTION PRINCIPLE"
- 8) Alex Poon, \*Rocky Mai, Yeong Choi, Sandy Lee, Pai-Hsueh Yang, Gaurav Keswani, Atsushi Hara, Koichi Sakata, "PNEUMATIC ACTUATOR FOR PRECISION MOTION CONTROL APPLICATIONS"
- 9) Michele Gabrio Antonelli, Pierluigi Beomonte Zobel, Francesco Durante, Terenziano Raparelli, "DEVELOPMENT AND TESTING OF A 1 DOF PNEUMATIC POWER AMPLIFIER FOR THE WEIGHT BALANCING"
- 10) Kei Mikami, Kotaro Tadano, "FLOW DISTURBANCE COMPENSATOR WITH ZERO-ORDER MODEL FOR PRESSURE CONTROL"
- 11) Wen Zeng, Hai Fu, Shuai Yuan, Songjing Li, "DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE PRESSURE-DRIVEN DEVICE BY CONSIDERING THE PRESSURE FLUCTUATIONS INDUCED BY THE PROCESS OF DROPLET FORMATION"
- 12) Hiroaki Tamaki, Shujiro Dohta, Tetsuya Akagi, Wataru Kobayashi, Yasuko Matsui, "DEVELOPMENT OF FLEXIBLE ELECTRO-HYDRAULIC CYLINDER FOR FLEXIBLE SPHERICAL ACTUATOR"
- 13) Wen Zeng, Hai Fu, Shuai Yuan, Songjing Li, "DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE PRESSURE-DRIVEN DEVICE BY CONSIDERING THE PRESSURE FLUCTUATIONS INDUCED BY THE PROCESS OF DROPLET FORMATION"
- 14) Ginjiro Kawano, Hideyuki Tsukagoshi, "ACTUATOR TRANSFORMED INTO HELICAL SHAPE AIMED FOR IN-PIPE INSPECTION ROBOT"
- 15) Zhonghua Guo, Xiaoning Li, Zhongsheng Sun, Haopeng Lin, Miaoxin Xu, "SOFT SHAPING GRIPPER INSPIRED BY MARINE ANIMALS"
- 16) Yasuko Matsui, Tetsuya Akagi, Shujiro Dohta, Wataru Kobayashi, Hiroaki Tamaki, "DEVELOPMENT OF FLEXIBLE SPHERICAL ACTUATOR WITH 3D COORDINATE MEASURING DEVICE USING LOW-COST WIRE TYPE LINEAR POTENTIOMETERS"

- 17) Hao Liu, Xuping YAO, Jun TAO, Xinwei ZHOU, Pan LYU, Kun LIU, "A LOW COST MOTION SERVO CONTROL SYSTEM WITH PNEUMATIC MUSCLE ACTUATORS BASED ON PRESSURE OBSERVER AND HIGH SPEED ON/OFF VALVE"
- 18) So Shimooka, Shujiro Dohta, Tetsuya Akagi, Wataru Kobayashi, Masataka Yoneda "DEVELOPMENT OF PORTABLE REHABILITATION DEVICE USING FLEXIBLE EXTENSION TYPE SOFT ACTUATOR WITH BUILT-IN SMALL-SIZED QUASI-SERVO VALVE AND DISPLACEMENT SENSOR"
- 19) Tetsuro Miyazaki, Takuya Iijima, Yuuichi Hirahara, Kazushi Sanada, "PERFORMANCE EVALUATION OF SUPPORTING ARM FOR REDUCING BODY LOAD USING SURFACE ELECTROMYOGRAPHY"
- 20) Jun Tao, Hao Liu, "A HUMAN-MACHINE COOPERATION CONTROL BASED ON ELECTROMYOGRAPHY FOR UPPER LIMB POWERED EXOSKELETON DRIVEN BY PNEUMATIC MUSCLE"
- 21) Manabu Okui, Yuki Nagura, Shingo Iikawa, Yasuyuki Yamada, Taro Nakamura, "EVALUATION OF AIR COMPRESSING METHODS FOR DEVELOPMENT OF A PORTABLE PNEUMATIC POWER SOURCE"
- 22) Tetsuro Miyazaki<sup>1</sup>, Takuya Iijima, Yuuichi Hirahara, Kazushi Sanada, "PERFORMANCE EVALUATION OF SUPPORTING ARM FOR REDUCING BODY LOAD USING SURFACE ELECTROMYOGRAPHY"
- 23) Jun Tao<sup>1</sup>, Hao Liu, "A HUMAN-MACHINE COOPERATION CONTROL BASED ON ELECTROMYOGRAPHY FOR UPPER LIMB POWERED EXOSKELETON DRIVEN BY PNEUMATIC MUSCLE"
- 24) Manabu Okui, Yuki Nagura, Shingo Iikawa, Yasuyuki Yamada, Taro Nakamura, "EVALUATION OF AIR COMPRESSING METHODS FOR DEVELOPMENT OF A PORTABLE PNEUMATIC POWER SOURCE"
- 25) Masahiro Takaiwa, Hiroyuki Imanaka, "WRIST REHABILITATION SIMULATOR FOR P.T. USING PNEUMATIC PARALLEL MANIPULATOR"
- 26) Daichi Kimura, Osamu Oyama, "DEVELOPMENT OF TENDON-DRIVEN CARE ASSISTANCE ROBOT ARM DRIVEN BY AIR PRESSURE CONTROLLING"
- 27) Guanwei Jia, Maolin Cai, Yan Shi, Weiqing Xu, Ziyue Du, Yunhua Li, Liman Yang, Yaoxing Shang, Dongkai Shen, "THE CHARACTERISTIC ANALYSIS OF WATER SPRAY COOLING COMPRESSED AIR"
- 28) Yuta Yamanouchi, Chikahisa Kawakami, Mitsuhiro Nakao, Minoru Fukuhara, "IMPROVEMENT OF LIFTING FORCE IN VORTEX LEVITATION BY ATTACHING A CIRCULAR COLUMN"
- 29) Jyh-Chyang Renn, Jian-Siang Zeng, "A NEW VACUUM GENERATOR BASED ON TORNADO-LIKE VORTEX FLOW"
- 30) Stephan Merkelbach, Joan Vidal Mas, Hubertus Murrenhoff, "MATHEMATICAL MODELING OF A PNEUMATIC VANE MOTOR IN MATLAB/SIMULINK"
- 31) Yige Fang, Yajun Liu, Cunyang Zuo, "NUMERICAL SIMULATION OF AIR JET IMPINGEMENT FOR ARCH BREAKING IN HOPPER"
- 32) Tomoyuki Nakamura, Hideyuki Tsukagoshi, "PROPOSAL OF SOFT SLIP-IN MANIPULATOR CAPABLE OF SLIDING UNDER THE HUMAN BODY"
- 33) Naoki SAITO, Toshiyuki SATOH, "EVALUATION Of WEIGHT BEARING REDUCTION SYSTEM DRIVEN BY RUBBERLESS ARTIFICIAL MUSCLE"
- 34) Yasuhiro Hayakawa, Tomoaki NAGATO, "STUDY ON WALKING TRAINING SYSTEM FOR USING HIGHPERFORMANCE SHOES WITH HUMAN COMPATIBILITY"
- 35) zhongsheng sun, Wei tang<sup>1</sup>, xiaoning li, zhonghua guo<sup>1</sup>, yan teng, "DESIGN OF WEARABLE PNEUMATIC HAND REHABILITATION DEVICE"
- 36) Toshihiro Yoshimitsu, Teruaki Shouji, "DEVELOPMENT OF POWER ASSISTING SUIT FOR ASSISTING RESCUE CREW"
- 37) Ryoken Miyazaki, Takahiro Kanno<sup>1</sup>, Kenji Kawashima, "MASTER-SLAVE INTEGRATED SURGICAL ROBOT FOR LAPAROSCOPIC SURGERY WITH SEMI-AUTOMATION CONTROL USING HAND ROTATION"
- 38) Takuya Iwai, Richi Fujita, Takahiro Kanno, Kenji Kawashima, "DEVELOPMENT OF A MASTER SLAVE INTEGRATED ROBOTIC FORCEPS WITH PNEUMATIC ACTUATORS"
- 39) Takahiro Kanno, Kenji Kawashima, "PNEUMATICALLY-DRIVEN 4-DOF SURGICAL MANIPULATOR WITH A SEPARATION MECHANISM USING CRANKS"
- 40) Yuta Marui, Yukio Kawakami, Makoto Doki, "EXAMINATION OF THE GUIDE FIN SHAPE FOR THE CYCLONE TYPE DRAIN SEPARATOR"
- 41) Yuta Yanagida, Yasukazu Sato, "ELECTRIC AND PNEUMATIC HYBRID LINEAR ACTUATOR FOR POSITION AND THRUST CONTROL"
- 42) Yasunori Wakasawa, Yuta Kohashi, Naoto Ayada, Hideki Yanada, "EXPERIMENTAL STUDY OF FRICTION CHARACTERISTICS OF PNEUMATIC CYLINDER"
- 43) Yusuke Okamoto, Takanori Yazawa, Tomonori Kato, Kazuya Nishida, Shinya Moriyama, Yukio Maeda, Tatsuki Otsubo, "STUDY ON SMALL-DIAMETER BALL END MILL MILLING OF AIR TURBINE SPINDLE BY ROTATIONAL SPEED CONTROL"
- 44) Takuya Morisawa, Yojiro Yano, Tetsuhiro Tsukiji, Ryoichi Suzuki, "A NON-CONTACT HOLDER USING AIRFLOW"
- 45) Kohei Matsumoto<sup>1</sup>, Eiji Murayama, Yukio Kawakami, Kazuo Nakano, "RESEARCH ON PNEUMATIC STEADY FLOW IN A TUBE BY USING CFD (Effect of Flow Characteristics by The Cross-Sectional Shape of A Tube)"
- 46) Yoshinobu TSUKIYAMA, Tomonori KATO, keita MATSUO, "EVALUATION OF ENERGY CONSUMPTION OF HYBRID ELECTRIC PNEUMATIC ULTRA-PRECISION VERTICAL POSITIONING DEVICE"
- 47) Shota Harada, Tetsuya Akagi, Shujiro Dohta, Wataru Kobayashi, "IMPROVEMENT OF THE MAINTAINABILITY OF LOW-COST GAS/LIQUID SERVO VALVE"
- 48) Yuya Eguchi, Tetsuya Akagi, Shujiro Dohta, Wataru Kobayashi, Nobuhiro Fukukawa, "IMPROVEMENT OF PNEUMATIC DRIVE FLEXIBLE LINEAR STEPPING ACTUATOR WITH BACKDRIBABILITY"

(原稿受付：2018年1月30日)

解説

# JFPS2017福岡における機能性流体分野の研究動向

## 著者紹介



たけむら けんじろう  
**竹村 研治郎**

慶應義塾大学  
〒223-8522 横浜市港北区日吉3-14-1  
E-mail: takemura@mech.keio.ac.jp

2002年慶應義塾大学大学院理工学研究科後期博士課程修了。東京工業大学助手・助教などを経て、2008年慶應義塾大学理工学部専任講師、2012年より准教授、現在に至る。機能性流体などの研究に従事。日本フルードパワーシステム学会などの会員。博士（工学）。

## 1. はじめに

第10回JFPSフルードパワー国際シンポジウムが2017年10月24～27日に福岡にて行われた。本シンポジウムでは、油圧、空圧、水圧などのフルードパワーシステムに加えて機能性流体に関するオーガナイズドセッションが企画され、12件の口頭発表と1件のポスター発表が行われた。本稿では、これら全13件の機能性流体に関する発表を基に機能性流体関連の研究動向を紹介する。

## 2. 研究内容の分類

フルードパワーシステムに利用される機能性流体は、大別して分散系電気粘性流体、均一系電気粘性流体、磁性流体、磁気粘性流体、電気流体力学流体あるいは電界共役流体に分けられる。表1はこれらの分類に従って第10回JFPSフルードパワー国際シンポジウムで発表された研究内容<sup>1-13)</sup>を分類した結果である。なお、流体の違いに加えて研究内容に応

表1 第10回JFPSフルードパワー国際シンポジウムにおける機能性流体に関する研究内容の分類

	基礎	応用
分散系電気粘性流体	0	1
均一系電気粘性流体	0	1
磁性流体	1	0
磁気粘性流体	0	2
電気流体力学・電界共役流体	2	3
その他	1	2

じて基礎研究と応用研究も分類している。

本表を見ると、すべての種類の機能性流体に対して研究発表が行われており、中でも電気流体力学流体・電界共役流体に関する研究が全体の4割弱を占めていることがわかる。電気粘性流体や磁性流体、磁気粘性流体は比較的古くからフルードパワーシステムに対して適用されており、一部は実用段階にあるのに比べて、電気流体力学流体・電界共役流体はフルードパワーシステムでの実用化の段階になく、大学等において基礎研究や応用の可能性が広く検討されているためと思われる。

## 3. 各種機能性流体に見る研究動向

### 3.1 電気粘性流体

電気粘性流体には液晶などを用いた均一系の液体と分散粒子を用いた分散系の液体がある。いずれの液体も電界の印加によって粘弾性特性が変化する機能性流体であるが、本シンポジウムでの講演内容を見ると分散系、均一系ともに応用に関する発表がなされた。なかでも、作動流体として電気粘性流体と水をハイブリッドに利用した研究<sup>6)</sup>も新たなフルードパワーシステムの形として興味深い。この研究では、図1に示すように電気粘性流体をバルブ部

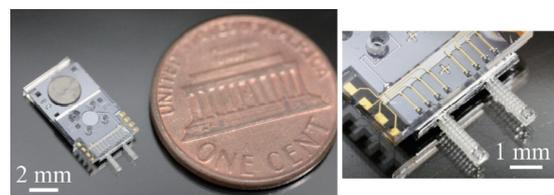
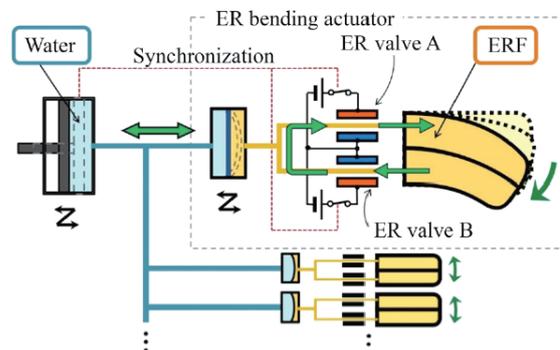


図1 ER湾曲アクチュエータ<sup>6)</sup>

に、水を圧力発生部に利用することで、小型で柔軟な湾曲アクチュエータを構成している。こうしたハイブリッドな作動流体の利用によって、マイクロフルードパワーシステムの新たな構成が可能となり、たとえば、マイクロソフトロボットなどの可能性を示唆している。

### 3.2 磁気粘性流体

磁場応答性の機能性流体には、印加磁場に応じて粘弾性が変化する磁性流体と、粘弾性に加えて固液相変化も伴う磁気粘性流体がある。本シンポジウムでの発表を見ると、磁気粘性流体の応用研究が盛んに行われていることがわかる。磁気粘性流体のダンパーへの応用の有効性は広く知られているが、本シンポジウムにおいても新たなダンパーの構造などが提案された<sup>8)</sup>。また、Dry MR Fluidといった新たな磁気粘性流体の可能性も発表された<sup>1)</sup>。

### 3.3 電気流体力学流体／電界共役流体

電界の印加によって流動を発生する液体も興味深い要素技術である。印加する電界分布が流動発生に大きく影響するため、電極配置と発生する流動の関係を理論的に検討する研究<sup>2)</sup>が発表されほか、新たなチューブ型ポンピングシステム<sup>13)</sup>の提案もなされた。また、電気流体力学流体の具体的な応用研究として、医療用ターニケットが開発され、医療現場での利用の可能性が示された<sup>12)</sup>。

### 3.4 その他

表1で「その他」に分類されているのは、気液相変化の際の圧力を利用したマニピュレータ<sup>10)</sup>、温度に応じて粘度が変化する流体に関する化学構造の影響に関する研究<sup>7)</sup>などが報告された。また、図2に示した電気粘着ゲル<sup>5)</sup>はゲル内に誘電性粒子を分散させた機能性材料であり、分散系電気粘性流体に近い原理を利用して電界の印加によってゲルの粘着性を可逆的に変化させるものである。現在はこうした派生的な機能性材料の研究は限定的であるが、今後、新たな応用研究が進むことが期待される。

## 4. おわりに

フルードパワーシステムは、油圧、空圧、水圧などのパワー源を利用して発展してきた。これらに加えて、機能性流体を利用することで、新たなフルードパワーシステムの可能性が広がることを期待したい。

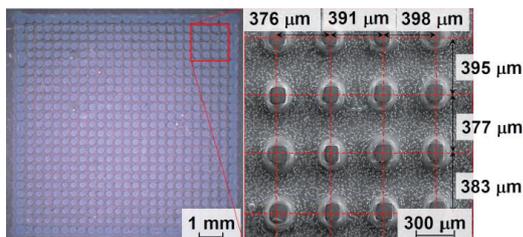


図2 マイクロピラー構造を有する電気粘着ゲル<sup>5)</sup>

### 参考文献

- 1) Nakano, M., Abe, H., Tian, T., Totsuka, A., Sato, C.: Magneto-rheological Effects and Fluidity Improvement of Novel Dry MR Fluids, Proceedings of the 10<sup>th</sup> JFPS International Symposium on Fluid Power, 1B11 (2017)
- 2) Kuroboshi, Y., Takemura, K., Edamura, K.: Effective Arrangement of Electrodes for Electro-conjugate Fluid Flow Generation, Proceedings of the 10<sup>th</sup> JFPS International Symposium on Fluid Power, 1B12 (2017)
- 3) Nishikawana, M., Yanada, H., Shomura, K., Saigo, M.: Effects of Liquid Physical Properties and Charge Generation Mechanism on Electrohydrodynamic Flow and Pumping, Proceedings of the 10<sup>th</sup> JFPS International Symposium on Fluid Power, 1B13 (2017)
- 4) Peng, J., Togawa, T., Utsugi, Y., Tanaka, Y.: Numerical and Experimental Investigation on Braking Characteristics of an Electro-rheological (ER) Brake for Micromouse, Proceedings of the 10<sup>th</sup> JFPS International Symposium on Fluid Power, 1B14 (2017)
- 5) Ishida, M., Kakinuma, Y., Anzai, H., Sakurai, K.: Development of the Electro Adhesive Pillar Array by using Electrostatic Induction Lithography, Proceedings of the 10<sup>th</sup> JFPS International Symposium on Fluid Power, 1B15 (2017)
- 6) Miyoshi, T., Yoshida, K., Kim, J-W., Eom, S.I.: Development of a MEMS-based Two-DOF ER Bending Actuator system using an Alternating Pressure Source, Proceedings of the 10<sup>th</sup> JFPS International Symposium on Fluid Power, 1B16 (2017)
- 7) Yao, S., Hasebe, Y., Kanazawa, Y., Takeda, M., Nakano, R., Sekiguchi, H.: Influence of Chemical Structure of Side Chain Crystalline Monomer on TR Fluid Behavior, Proceedings of the 10<sup>th</sup> JFPS International Symposium on Fluid Power, 2B01 (2017)
- 8) Kamezaki, M., Zhang, P., Otsuki, K., He, S., Dominguez, G.A., Sugano, S.: Experimental Characterization of a Magnetorheological Damper with Multiple Cylindrical Passages and Toroidal Magnetic Field Generator, Proceedings of the 10<sup>th</sup> JFPS International Symposium on Fluid Power, 2B02 (2017)
- 9) Mizoguchi, T., Takahashi, T., Hashida, T., Furuya, Y.: Sensing Fluid Pressure with Co Rich Fe-Co System Magnetostrictive Alloy Tube, Proceedings of the 10<sup>th</sup> JFPS International Symposium on Fluid Power, 2B03 (2017)
- 10) Higashijima, K., Kato, T., Sakuragi, K., Sato, T., Ono, M.: Development of Manipulator using a Gas-liquid Phase-change Actuator, Proceedings of the 10<sup>th</sup> JFPS International Symposium on Fluid Power, 2B04 (2017)
- 11) Shimizu, T., Tsukiji, T.: A Pump using EHD Fluid, Proceedings of the 10<sup>th</sup> JFPS International Symposium on Fluid Power, 2B05 (2017)
- 12) Takei, Y., Amemiya, S., Kakinuma, Y., Maeda, H., Iwase, H., Maeda, M., Kaneko, K., Terasaka, S., Shimoohkawa, T., Mitsui, K.: A Development of the New Type Tourniquet Applying EHD Phenomenon, Proceedings of the 10<sup>th</sup> JFPS International Symposium on Fluid Power, 2B06 (2017)
- 13) Zhixiao, P., Sakurai, Y., Okamoto, T., Nakada, T., Edamura, K.: ECF-pump utilizing Tube with Different Diameter and Mesh Electrodes, Proceedings of the 10<sup>th</sup> JFPS International Symposium on Fluid Power, 2D49 (2017)

(原稿受付：2018年2月14日)

解説

# JFPS2017福岡における水圧分野の研究動向

## 著者紹介



すずき けんじ  
**鈴木 健児**

神奈川大学工学部  
〒221-8686 神奈川県横浜市神奈川区六角橋3-27-1  
E-mail : suzuki@kanagawa-u.ac.jp

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

## 1. はじめに

2017年10月24日～27日、福岡市のアクロス福岡において、第10回目となるJFPS国際シンポジウムが開催された。本稿では、水圧技術に関する研究動向について報告する。

水圧関係のOS（Water Hydraulics）では、オーラルセッションにおいては9件、ポスターセッションでは6件の発表があった。また、日本フルードパワー工業会と経済産業省によるプロジェクト「ADS国際標準化推進委員会」に参画している5大学によるOS（Aqua Drive Systems）では、6件のポスター発表があった。

## 2. オーラルセッション

Markham<sup>1)</sup>は、1980年代から現在に至るまでの、イギリスにおける水圧駆動技術開発の歴史と水圧機器を紹介し、実用化した例を示した。

Nakaoら<sup>2)</sup>は、超精密加工に必要な工具の送り運動を創成するために開発した水圧駆動ステージ（図1）において、しゅう動面を支持する静圧軸受への供給流量を制御することにより、動作中に作用する外部負荷によるピッチング角度と真直度の誤差を補正できることを示した。この発表はBest Paper Awardを受賞した。

Liaoら<sup>3)</sup>は、水ベースの流体駆動系によって炭鉱の天井を支持するシステムに使用するための、大流量（1,000L/min）用の方向制御弁内の複雑な流れをCFDによって解析し、弁に作用する流体力を求めた。

Yusofら<sup>4)</sup>は、クッキーの製造装置として、水圧

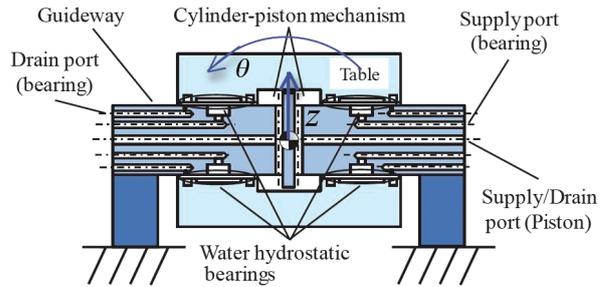


図1 水圧駆動ステージ<sup>2)</sup>

シリンダと方向制御弁とシーケンサを組み合わせた低コストのシステムを構築した。圧力と流量を変えて、製造枚数を最大化するための条件を考察した。

Guoら<sup>5)</sup>は、炭鉱の天井を支持するシステムの大流量用安全弁の性能をCFDで解析し、高速度カメラでの撮影によって計算結果を検証した。

Phamら<sup>6)</sup>は、水圧駆動によるモータ制御系において、圧力損失の小さいOn/Off弁2台と流量制御弁2台を組み合わせ使用した回路（図2）で、供給圧力を負荷圧力とほぼ等しい水準まで下げることによる省エネルギー技術の実験結果を示した。

Songら<sup>7)</sup>は、CSNS（China Spallation Neutron Source）のビームラインシャッターを駆動するための水圧システムを設計し、2種類の速度制御回路をシミュレーションによって検討した。実験によって計算結果の妥当性を検証し、実用水準に達してい

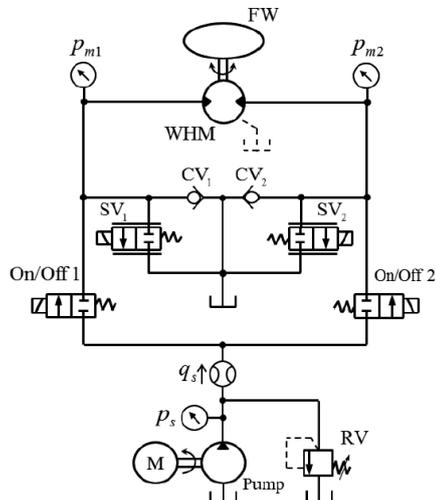


図2 省エネルギーな水圧モータ駆動システム<sup>6)</sup>

ることを示した。

Takahashiら<sup>8)</sup>は、段付きピストンを使用した「アクティブチャージアキュムレータ」の増圧性能に及ぼす影響が大きいパラメータについて、実験的及び理論的に考察した。

Pangら<sup>9)</sup>は、回転する入力軸に対して斜めに取り付けられた球面ピストンが、球面シリンダ内を揺動運動することによる内部空間体積の変化を利用し、小流量水圧ポンプ（1 mL/rev, 3,000rpm (max), 4 MPa)を開発した（図3）。流量脈動の理論式を導出し、吐出圧力と流量の特性を実験によって示した。

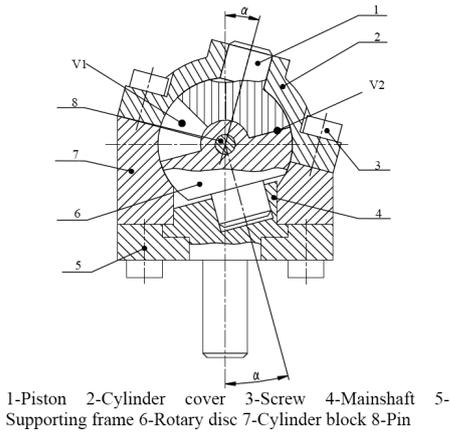


図3 水圧用球面マイクロポンプ<sup>9)</sup>

### 3. ポスターセッション

#### 3.1 Poster - Water Hydraulics

Dengら<sup>10)</sup>は、直動型の水圧リリーフ弁の安定性と応答性を考察するため、弁に設けたダンパ（図4）の狭い環状すき間量とダンピング絞りをパラメータとしてシミュレーションを行った。実験によって計算結果の妥当性を検証した。

Yoshidaら<sup>11)</sup>は、段付きピストンを使用して増圧機能を持たせた「アクティブチャージアキュムレータ」(ACA)の開発と、シリンダ制御への適用例（図5）について報告した。なお、この発表はBest Poster Presentation Awardを受賞した。

Yagisawaら<sup>12)</sup>は、水圧駆動によるモータ制御系にアキュムレータを組み込んでエネルギーを再生し、供給圧力を下げることによって省エネルギー効果が得られるようなシステムを考案した。シミュレーションによって、従来のシステム、On/Off弁2台と流量制御弁2台によるシステムとの比較検討を行った。

Leiら<sup>13)</sup>は、水中グライダーの形状の最適化を行い、Tangら<sup>14)</sup>は、海水圧が作用する水中グライダーの胴体の強度についてFEM解析を行った。

Fujisawaら<sup>15)</sup>は、粗い面や溝への液滴衝突によるエロージョン試験を行い、面粗度や溝深さとエロー

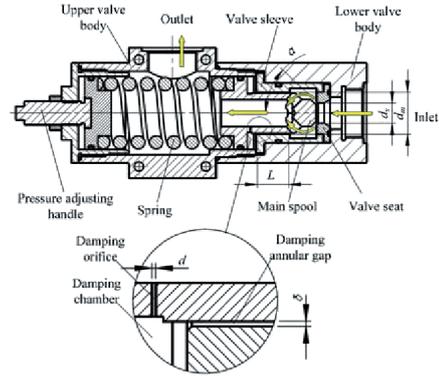


図4 直動型の水圧リリーフ弁に設けたダンパ<sup>10)</sup>

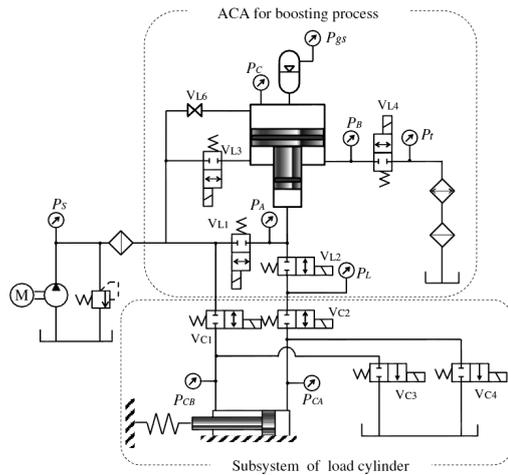


図5 ACAを用いたシリンダ制御回路<sup>11)</sup>

ジョン速度との関係を実験的に調べた。

#### 3.2 Poster - Aqua Drive Systems

水圧機器関係のISO規格を提案するため、日本フルードパワー工業会と経済産業省による3年計画のプロジェクトが発足し、参画した5大学（横浜国立大学、足利工業大学、豊橋技術科学大学、信州大学、神奈川大学）から6件の発表があった。

Sakuraiら<sup>16)</sup>は、水圧用として適した管路径や配管部品を検討するための実験装置として、管摩擦係数の測定系を構築した。圧力源として遠心ポンプを使用し、管路の差圧と流量を測定した。プラントル・カルマン・ニクラゼの式から得られる管摩擦係数と比較した。

Okabeら<sup>17)</sup>は、スプール弁のメータリングエッジにおけるキャビテーションの可視化装置を製作した。実験条件として弁変位、上流圧力、下流圧力を変え、発生したキャビテーションを高速度カメラによって撮影して、キャビテーションの発生に影響を及ぼす因子について検討した。

Suzukiら<sup>18)</sup>は、ポペット形式の弁の代表例として、バランスドピストン型水圧リリーフ弁のパイロット弁として使用可能な小流量用直動型水圧リリーフ弁を新たに設計製作し、部品形状が静特性に及ぼす影響を比較検討した。

Yanadaら<sup>19)</sup>は、両ロッドタイプの水圧シリンダについて、300kmまで耐久試験を実施した。油圧シリンダによって外部負荷を与え、速度と摩擦力の特性、外部漏れ特性、低速性能について、しゅう動距離を変えて測定した。

Yoshidaら<sup>20)</sup>は、シリンダ急停止時に発生する水撃現象によって発生するサージ圧力を測定し、流速と音速から得られる理論値と比較した。

Uchidaら<sup>21)</sup>は、高水圧を発生する容積式水圧ポンプの性能を定量的に評価するための試験方法について、実験的に考察した。試験装置を設計製作し、ポンプの効率（容積効率、機械効率）、トルク損失、内部漏れの試験結果を示した。

#### 4. おわりに

2014年に松江で開催された第9回JFPS国際シンポジウムでは、水圧のOSにおける講演は6件であった<sup>22)</sup>。今回は、ポスター発表も含めて21件の発表があり、それらの研究内容も基礎から応用まで幅広い分野にわたっていた。水圧機器のISO規格策定に向けた動きも本格化しており、3年後の国際シンポジウムではさらに発展・充実した研究発表を期待する次第である。

#### 参考文献

- 1) Tony Markham : 30 years of water hydraulic design, development and market realisation, Proc. of the 10th JFPS Intl. Symposium on Fluid Power, 1C01 (2017)
- 2) Yohichi Nakao, Satoshi Shibata, Akio Hayashi : Controls of pitching and straightness error motion of water driven stage during feed motion, Proc. of the 10th JFPS Intl. Symposium on Fluid Power, 1C03 (2017)
- 3) Yaoyao Liao, Zisheng Lian, Hongbing Yuan, Yongchang Guo : Analysis of the flow forces on the large flow and complex flow passage water-based hydraulic directional valve, Proc. of the 10th JFPS Intl. Symposium on Fluid Power, 1C04 (2017)
- 4) Ahmad Anas Yusof, Suhaimi Misha, Mohamed Hafiz Md Isa, Mohd Qadafie Ibrahim, Mohd Shahir Kasim, Faizil Wasbari : Low cost water hydraulics technology for malaysian traditional cookies production, Proc. of the 10th JFPS Intl. Symposium on Fluid Power, 1C05 (2017)
- 5) Yongchang Guo, Zisheng Lian, Hongbing Yuan, Yao Yao Liao : Performance analysis of large flow safety valve for powered support, Proc. of the 10th JFPS Intl. Symposium on Fluid Power, 2C07 (2017)
- 6) Pha N. Pham, Kazuhisa Ito, Ryo Yagisawa, Shigeru Ikeo : Experimental result for energy-saving technology in water hydraulic motor system, Proc. of the 10th JFPS Intl. Symposium on Fluid Power, 2C08 (2017)
- 7) Lixin Song, Bing Xu, Junhui Zhang : Design and experimental results of the water hydraulic drive system for neutron beam shutter prototype at CSNS, Proc. of the 10th JFPS Intl. Symposium on Fluid Power, 2C09 (2017)
- 8) Satoru Takahashi, Kazuhisa Maeda, Futoshi Yoshida, Shoichiro Iio, Ato Kitagawa : Study on active charge accumulator for aqua drive system (Effective parameters on boosting performance), Proc. of the 10th JFPS Intl. Symposium on Fluid Power, 2C10 (2017)
- 9) Hao Pang, Yinshui Liu, Luyi Wang, Zhuang Niu : A new type of spherical micro pump, Proc. of the 10th JFPS Intl. Symposium on Fluid Power, 2C11 (2017)
- 10) Yipian Deng, Yinshui Liu, Defa Wu, Hui Li : The dynamic characteristics of a direct-acting water hydraulic relief valve with double damping: numerical and experimental investigation, Proc. of the 10th JFPS Intl. Symposium on Fluid Power, 2D43 (2017)
- 11) Futoshi Yoshida, Kazuhisa Maeda, Satoru Takahashi, Shoichiro Iio, Ato Kitagawa : Development and application of active charge accumulator for water hydraulics, Proc. of the 10th JFPS Intl. Symposium on Fluid Power, 2D44 (2017)
- 12) Ryo Yagisawa, Kazuhisa Ito, Pha Ngoc Pham, Shigeru Ikeo, Wataru Kobayashi : Energy efficiency improvement of water hydraulic motor system with reducing pump supply pressure, Proc. of the 10th JFPS Intl. Symposium on Fluid Power, 2D45 (2017)
- 13) Lei Lei, Lei Gao, Xiaoyun Fu, Baoren Li, Gang Yang : Hydrodynamic shape optimization of a hybrid underwater glider, Proc. of the 10th JFPS Intl. Symposium on Fluid Power, 2D46 (2017)
- 14) Tengfei Tang, Baoren Li, Yi Xi, Lihui Liao, Xiaoyun Fu : Passive compensation analysis of underwater glider under seawater pressure, Proc. of the 10th JFPS Intl. Symposium on Fluid Power, 2D47 (2017)
- 15) Nobuyuki Fujisawa, Shoutaro Takano, Takayuki Yamagata, Kei Fujisawa : Initiation of liquid droplet impingement erosion on rough surface, Proc. of the 10th JFPS Intl. Symposium on Fluid Power, 2D48 (2017)
- 16) Yasuo Sakurai, Takahisa Nagasawa : Proposal of measurement method of friction coefficient for pipe flow in aqua drive system, Proc. of the 10th JFPS Intl. Symposium on Fluid Power, 2D50 (2017)
- 17) Hitomi Okabe, Yukiko Tanaka, Futoshi Yoshida, Shoichiro Iio : Cavitation phenomenon in a spool valve model for aqua drive system, Proc. of the 10th JFPS Intl. Symposium on Fluid Power, 2D51 (2017)
- 18) Kenji Suzuki, Yohichi Nakao, Tsutomu Iguchi, Futoshi Yoshida : Development of a direct type water hydraulic relief valve for small flow rate, Proc. of the 10th JFPS Intl. Symposium on Fluid Power, 2D52 (2017)
- 19) Hideki Yanada, Yuhi Ito, Yutaka Fujimoto : Characteristics of water hydraulic cylinder, Proc. of the 10th JFPS Intl. Symposium on Fluid Power, 2D53 (2017)
- 20) Yuhi Yoshida, Tatsuya Uchida, Kazushi Sanada : A prediction method of water hammer, Proc. of the 10th JFPS Intl. Symposium on Fluid Power, 2D54 (2017)
- 21) Tatsuya Uchida, Yuhi Yoshida, Kazushi Sanada : Test methods of water hydraulic pumps, Proc. of the 10th JFPS Intl. Symposium on Fluid Power, 2D55 (2017)
- 22) 藤田壽憲 : 第9回フルードパワー国際シンポジウムに観るフルードパワー研究動向, フルードパワーシステム, Vol. 46, No. 3, p. 7-13 (2015)

(原稿受付 : 2018年2月27日)

## 解説

## JFPS2017福岡におけるロボティクス分野の研究動向

## 著者紹介



よし なた ひろし  
吉 瀬 裕

大阪大学大学院工学研究科  
〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1  
E-mail: yoshinada@jrl.eng.osaka-u.ac.jp

1978年コマツ入社。同社研究本部でロボット関連の研究に従事。2012年大阪大学大学院工学研究科招聘教授、2014年同大学特任教授（常勤）。ロボティクス、油圧制御の研究に従事。日本フルードパワーシステム学会、日本機械学会、IEEEなどの会員。博士（工学）。



写真1 Hydraulic Robotsオーガナイズドセッションの様子

## 1. はじめに

第10回JFPSフルードパワー国際シンポジウムで「ロボット」というキーワードを掲げたセッションは、オーガナイズドセッションOS1“Hydraulic Robots”のみであった。しかし“Functional Fluids”や“Soft Actuator”，“Welfare, Power Assist system”などでもロボット関連の発表が行われており、フルードパワー分野におけるロボティクス研究開発の発展は堅調である。以下にOS1とその他のセッションに分けて、それぞれの概要を紹介する。

## 2. 発表概要

## 2.1 OS1 : Hydraulic Robots

OS1では6件の発表があった。件数的にはやや寂しいが、会場は立席も出るほどに盛況で、研究成果の発表と熱心な議論が行われた（写真1）。

内容は、マニピュレータ1件、災害対応ロボット1件、油圧コンポーネント1件、歩行ロボット1件、産業機械の自動化2件と幅広い。以下に論文題目、著者、概要を紹介する。

【1C11】“Joint Torque control of a Hydraulic Manipulator with hybrid servo booster” (Sang-Ho Hyon, Sumihito Tanimoto), EHAの欠点を克服する手法として著者らが提案しているHybrid servo boosterを、Common pressure lineと組み合わせて多軸マニピュレータに適用し、関節トルクの制御を試みた結果が報告された。一般のEHAを多軸システ

ムに適用する際に、大型のモータ・ポンプが多数必要となる問題を解決することが可能で、トルク制御についても良好な結果が示された。

【1C12】“A teleoperated hydraulic rescue robot integrated with elemental technologies” (Keita Kurashiki, Hiroshi Yoshinada, Keiji Nagatani, Masayuki Tanaka, Atsushi Yamashita, Yasuyoshi Yokokohji, Masashi Konyo), 内閣府が主導する革新的研究開発プログラム (ImPACT) タフ・ロボティクス・チャレンジで開発中の災害対応重作業ロボットの概要が報告された。遠隔で操縦されるロボットは、力覚や触覚のフィードバックと複合された映像情報の提示システムを有し、従来の重機では困難な繊細で器用な作業性の実現を目標としている。

【1C13】“Enabling hydraulics for robotics and prosthetics with lightweight composite diaphragm accumulators” (Kaushik Mallick, Michael Stewart, Andrew Coors), アルミニウムの内壁をカーボンファイバーコンポジットで包むことにより、耐圧性と軽量性を両立したダイアフラム型のアキュムレータが報告された。重量は金属製のアキュムレータの20～25%と軽量で安全性も確認されており、商品としての提供が可能な段階にある。ロボットや義肢など、軽量化が不可欠なシステムにとって非常に有効と考えられる。

【1C14】“Research on the position control of

spinning roller driven by parallel electro-hydraulic proportional valve-controlled cylinders”, (Guangyao Han, Guanglin Shi), へら絞り加工機の位置制御に関する研究である。加工機は3本の油圧関節シリンダで構成されたパラレルリンクで、ロケットの燃料タンクなどの加工を対象としている。加工中の負荷変動の影響を考慮して、PIDコントローラにフィードフォワード補償器を導入し、シミュレーションでその有効性を検証している。

【1C15】“Passivity-based balance and walking control on hydraulic quadruped robot” (Kengo Oda, Sang-Ho Hyon), 著者らが開発した油圧駆動の4脚ロボットRL-A1 (体高1.1m, 重量75kg) の概要が紹介された。各脚は関節トルク制御によりコンプライアンスを有し、これに著者らの提案するSymmetric Walking Controlを適用することにより、段差などの外乱に強い歩容を実現できることが実験で示された。

【1C16】“Multi-axis coordinated control for trajectory tracking segment erector”, (Mingdou Wang, Jianfeng Tao, Chengliang Liu), シールドトンネルの内壁を構成するセグメント部材のエレクタ (取付機) に関する研究である。エレクタは3個の回転関節と1個の直動部で構成され鉛直平面内で動作する。各軸は個別のPIDで制御されるが、軌跡制御時の各関節動作の整合が保証されないため、エレクタの位置情報から、運動学を用いて各軸の補正量を算出しPIDコントローラに加えている。シミュレーションでその有効性が議論されている。

## 2.2 その他のセッション

### (1) Functional Fluids

【2B04】“Development of manipulator using a gas-liquid phase-change actuator” (Kenya Higashijima, Tomonori Kato, Kazuki Sakuragi, Takahiro Sato, Manabu Ono), フロロカーボンの気液相変化を利用したマイクロコンプレッサを内蔵するゴム人工筋の報告があった。小型・軽量のゴム人工筋の特徴をより活かせる試みとして興味深い。

### (2) Soft Actuator

【2B07】“Soft actuator transformed into helical shape aimed for in-pipe inspection robot” (Ginjiro Kawano, Hideyuki Tsukagoshi), ゴムチューブの上部と下部を、それぞれ特性の違う布で覆うことにより、チューブ内を加圧すると螺旋状に変形するアクチュエータが報告された。管内検査ロボットへの応用を目的としているが、異なる内径のパイプにも適用可能であり期待される。また【2B08】“Soft

shaping gripper inspired by marine animals” (Zhonghua Guo, Xiaoning Li, Zhongsheng Sun, Haopeng Lin, Miaoxin Xu) や【2B11】“Development of portable rehabilitation device using flexible extension type soft actuator with built-in small-sized quasi-servo valve and displacement sensor” (So Shimooka, Shujiro Dohta, Tetsuya Akagi, Wataru Kobayashi, Masataka Yoneda) では、独自の構造を持つ流体圧駆動のソフトアクチュエータが報告されている。前者では、ヒトデやイソギンチャクからヒントを得たソフトグリッパが開発されている。後者では、235%まで伸長するソフトアクチュエータと小型のサーボ弁、位置センサが開発され、リハビリテーション機器への適用を目的としている。フルードパワーが有効なソフトアクチュエータの分野は、今後ますます発展するものと考えられる。

### (3) Welfare, Rower Assist System

【2B12】“Performance evaluation of supporting arm for reducing body load using surface electromyography” (Tetsuro Miyazaki, Takuya Iijima, Yuuichi Hirahara, Kazushi Sanada), 【2B13】“A human-machine cooperation control based on electromyography for upper limb powered exoskeleton driven by pneumatic muscle” (Jun Tao, Hao Liu), 【2B16】“Development of Tendon-driven care assistance robot arm driven by air pressure controlling” (Daichi Kimura, Osamu Oyama) は、いずれも空圧のアクチュエータを用いたパワーアシスト装置が報告されており、空圧アクチュエータの持つ柔らかさが、この分野で有効に活用されていることがうかがえる。

## 3. おわりに

第10回JFPSフルードパワー国際シンポジウムで発表されたロボティクス関連の概要を紹介した。OS1以外のセッションの内容は、著者の気がついたものを取り上げており、見落としもあると思う。またロボティクス分野は幅広く、建設機械の自動化などもロボティクスの応用と考えられるが、本稿では紙面の制限もあり、比較的狭い意味でのロボットのみを取り上げていることをお断りしておく。フルードパワーはロボティクスにおいて、近年その重要性が再認識されており、今後もこの分野の研究開発を推進していく必要がある。

(原稿受付：2018年1月19日)

解説

# JFPS2017福岡におけるポスターセッションの研究動向

## 著者紹介



た なか ゆたか  
田 中 豊

法政大学デザイン工学部  
〒162-0843 東京都新宿区市谷田町2-33  
E-mail: y\_tanaka@hosei.ac.jp

1985年東京工業大学大学院総合理工学研究科修士課程修了，その後，東工大精密工学研究所助手を経て，1991年法政大学講師，1992年同助教授，2002年同教教授，現在に至る。2014年より法政大学情報メディア教育研究センター所長を兼務。工学博士（1991年 東京工業大学）。今回の国際シンポジウムプログラム主査



写真1 ポスターセッション会場の様子

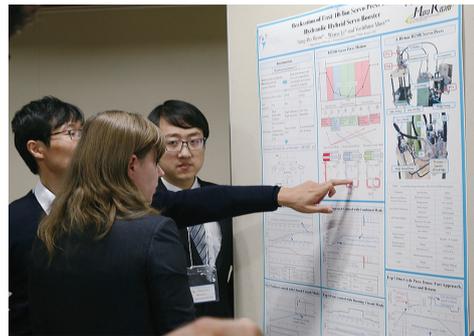


写真2 ポスターを使った活発な議論の様子

## 1. はじめに

2017年10月に福岡で開催された第10回フルードパワー国際シンポジウムでは，2008年9月に富山で開催された第7回以来，久しぶりにポスターセッションが企画実施された。ポスターセッションは，参加件数を確保しやすく，一度に多くの研究発表を設定し聴講できるメリットがある。しかしオーラルとポスターの講演者の割り振りやポスター講演会場の制約，時間帯の確保など，会議開催を企画する側にとっては事前の調整や準備に手間がかかる。

ポスターセッションは国際会議の2日目（10月26日（木））の10時45分～12時5分までの80分間を2つのコアタイムに分け，アクロス福岡の2階にある交流ギャラリー（D室）で開催された。この会場は講演会場である同じ建物の6・7階とは少し離れた場所であったが，動線は比較的わかりやすくスムーズであった。写真1と写真2にポスターを使った活発なセッションの様子を示す。

ここではポスターセッションの研究動向について紹介する。

## 2. 全体の研究発表動向

今回のポスターセッションの発表件数は55件で，全体講演件数（166件）の33%を占めていた。表1に55件の分野別内訳を示す。油圧が45%（25件）と最も多く，空気圧が31%（17件），水圧が22%（12件），機能性流体が2%（1件）と最も少ない

表1 ポスターセッションの分野別件数

Category	Number	%
Oil Hydraulics	25	45
Pneumatics	17	31
Water Hydraulics	12	22
Functional Fluids	1	2
Total	55	

構成であった。この中から5件のベストポスタープレゼンテーション賞が選出され，最終日のセレモニーで授与された。

## 3. 油圧分野の動向

Y. Sakuraiら<sup>1)</sup>は，油圧回路システムにおける圧力脈動を低減するため，シリコンゴムを組み込んだ圧力脈動低減要素を開発し，圧力脈動の振幅を大

幅に低減できることを実験的に示した。

E. Frosinaら<sup>2)</sup>は、高圧歯車ポンプを設計製作し、吐出流量効率や圧力応答、圧力脈動等について、3次元CFDモデルと実験結果との比較を行い、種々の実験条件で両者がよく一致することを示した。この論文はベストポスタープレゼンテーション賞を受賞した。

S. Choiら<sup>3)</sup>は、油圧ポンプの流量変動を管路の2点間の圧力を測定することにより推定する方法を検討し、その妥当性を実験的に示した。

T. Ouchidaら<sup>4)</sup>は、農業用トラクターに用いられるHMT（油圧機械伝動装置）振動騒音特性をシミュレーションにより明らかにした。

T. Kazamaら<sup>5)</sup>は、様々な形状の円筒形の空洞にキャビテーション噴流を衝突させ、空洞内のキャビテーション壊食の様子を実験的に検討し、形状の違いにより内壁面の壊食の様子が大きく異なることを明らかにした。

S. Hyonら<sup>6)</sup>は、図1に示す油圧サーボブースターを持つハイブリッド形10トン高速サーボプレス装置を開発し、その動作特性を実験的に検討した。この論文はベストポスタープレゼンテーション賞を受賞した。

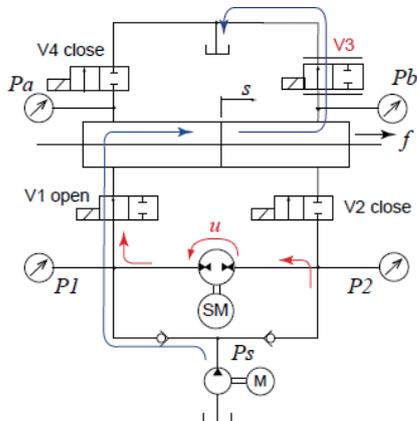


図1 ハイブリッド形10トン高速サーボプレス装置<sup>6)</sup>

S. Niwaら<sup>7)</sup>は、船舶の甲板上に設置して船体の揺れを吸収して上部プレートを水平に保つ、油圧式パラレルメカニズムの動作範囲や動作状況を実験とシミュレーションにより検討し、揺れを大幅に軽減できることを試作機により示した。

#### 4. 空気圧分野

T. Nakamuraら<sup>8)</sup>は、ベット上に横たわる人の下に挿入し空気圧で膨らむ風船により、横たわる人をスライドさせたり向きを変えたりできる福祉リハビリ用アクチュエータの開発結果について報告した。

100kPa程度の供給空気圧で体重65kgの人の寝返りを60%支援できることを試作機により明らかにした。この論文はベストポスタープレゼンテーション賞を受賞した。

Y. Eguchiら<sup>9)</sup>は、福祉機器に使用するためのバックドライバビリティ特性を持った空圧駆動柔軟アクチュエータの開発結果について報告した。このアクチュエータは大きな直線駆動範囲と大出力を持ち、位置センサ無しで位置決め制御できることを示した。この論文はベストポスタープレゼンテーション賞を受賞した。

R. Miyazakiら<sup>10)</sup>は、図2に示す空気圧アクチュエータを用いたマスタースレーブ形の手術用鉗子ロボットの開発結果について報告し、良好な位置制御特性を持つことを実験的に示した。

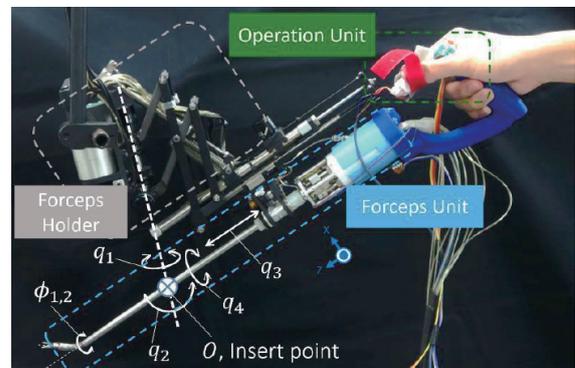


図2 マスタースレーブ形手術用鉗子ロボット<sup>10)</sup>

Y. Wakasawaら<sup>11)</sup>は、強い非線形性を持つ空気圧シリンダの摩擦特性を実験的に詳細に検討した。低速域における静摩擦特性は2つの速度領域に依存したモデルで表現され、動摩擦特性はパッキンの形式が大きく影響をおよぼすことを明らかにした。

Y. Tsukiyamaら<sup>12)</sup>は、鉛直方向に精密位置決めするための電気空気圧ハイブリッドアクチュエータの消費エネルギーについて評価し、フィードフォワード圧力補償制御と高応答空気圧レギュレータを用いることで空気の消費量を低減できることを明らかにした。

#### 5. 水圧分野

Y. Dengら<sup>13)</sup>は、直動形水圧リリース弁の特性を解析と実験により明らかにした。リリース弁の安定性は減衰用オリフィスの口径に大きく影響され、最適なオリフィス径を解析と実験により選定した。

F. Yoshidaら<sup>14)</sup>は、図3に示すような2段式アクティブチャージアキュムレータ（ACA）を水圧の増圧システムに適用し、数学モデルによる解析と実験

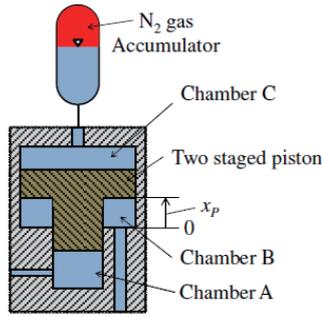


図3 2段式アクティブチャージアクムレータ<sup>14)</sup>

結果との比較から、システムの動作性能を検討した。シリンダのサイクル時間は圧力調整弁の開閉時間に大きく依存することを明らかにした。この論文はベストポスタープレゼンテーション賞を受賞した。

N. Fujisawaら<sup>15)</sup>は、粗い表面や溝を持つ試験片に水圧噴流を衝突させ、表面の壊食状態を実験的に検討し、衝突溝の側壁の影響が壊食に大きく影響をおよぼすことを明らかにした。

この他に水圧分野では、工業会の研究委員会のメンバーを中心にAqua Drive System (ADS) のオーガナイズドセッションとして6件のポスター発表が企画実施された。

## 6. おわりに

ポスターセッションにおける研究動向のうち、油圧、空気圧、水圧の各分野の主な研究発表を紹介した。ポスターセッションは一つのテーマをまとめて企画するオーガナイズドセッションに向いている。今回のポスターセッションは大変盛況で、残念ながら時間的に少し短い印象を受けた。多くの講演に接するにはさらに十分な時間が必要であるとの印象であった。

### 参考文献

- 1) Yasuo Sakurai, et al., PROPOSAL OF A COMPONENT

- TO REDUCE PRESSURE PULSATION IN OILHYDRAULIC SYSTEM, Proc. JFPS Int. Symp. on Fluid Power (誌名は以下すべて同じ), 2D01, 2017.
- 2) Emma FROSINA, et al., COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC STUDY OF A HIGHPRESSURE EXTERNAL GEAR PUMP, 2D06, 2017.
- 3) Sae-Ryung CHOI, et al., Measurement of Flow Ripple in Positive Displacement pumps, 2D10, 2017
- 4) Takeshi OUCHIDA, et al., DESIGN METHOD FOR HYDRO-MECHANICAL TRANSMISSION FOR VEHICLE, 2D11, 2017.
- 5) Toshiharu KAZAMA, et al., JET CAVITATION EROSION OF HOLLOW CYLINDERS, 2D16, 2017.
- 6) Sang-Ho Hyon, et al., REALIZATION OF FAST 10-TON SERVO PRESS USING HYDRAULIC HYBRID SERVO BOOSTER, 2D19, 2017.
- 7) Sho Niwa, et al., ACTIVE VIBRATION COMPENSATION FOR CATWALK BY HYDRAULIC PARALLEL MECHANISM, 2D22, 2017.
- 8) Tomoyuki Nakamura, Hideyuki Tsukagoshi, PROPOSAL OF SOFT SLIP-IN MANIPULATOR CAPABLE OF SLIDING UNDER THE HUMAN BODY, 2D26, 2017.
- 9) Yuya Eguchi, et al., IMPROVEMENT OF PNEUMATIC DRIVE FLEXIBLE LINEAR STEPPING ACTUATOR WITH BACKDRIBABILITY, 2D29, 2017.
- 10) Ryoken MIYAZAKI, et al., Master-Slave Integrated Surgical Robot for Laparoscopic Surgery with Semi-Automation Control using Hand Rotation, 2D33, 2017.
- 11) Yasunori WAKASAWA, et al., EXPERIMENTAL STUDY OF FRICTION CHARACTERISTICS OF PNEUMATIC CYLINDER, 2D38, 2017.
- 12) Yoshinobu TSUKIYAMA, et al., EVALUATION OF ENERGY CONSUMPTION OF HYBRID ELECTRIC-PNEUMATIC ULTRA-PRECISION VERTICAL POSITIONING DEVICE, 2D42, 2017.
- 13) Yipan DENG, et al., THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF A DIRECT-ACTING WATER HYDRAULIC RELIEF VALVE WITH DOUBLE DAMPING : NUMERICAL AND EXPERIMENTAL INVESTIGATION, 2D43, 2017.
- 14) Futoshi YOSHIDA, et al., DEVELOPMENT AND APPLICATION OF ACTIVE CHARGE ACCUMULATOR FOR WATER HYDRAULICS, 2D44, 2017.
- 15) Nobuyuki FUJISAWA, et al., INITIATION OF LIQUID DROPLET IMPINGEMENT EROSION ON ROUGH SURFACE, 2D48, 2017.

(原稿受付：2018年2月27日)

## 解説

## JFPS2017福岡における展示の概要

## 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

1986年上智大学大学院理工学研究科博士前期課程機械工学専攻修了。富士重工業(株)、上智大学助手等を経て2000年足利工業大学講師、2001年同大学助教授、2007年同大准教授、2009年同大教授、現在に至る。

## 1. はじめに

本学会主催の国際シンポジウムにおける展示セッションの位置づけは、「世界に向けた日本企業からのフルードパワー技術や製品の情報発信」である。この展示セッションの実施にあたり、第10回国際シンポジウム福岡2017の展示分科会は、主査を桜井康雄（足利工業大学）、幹事を中尾光博先生（鹿児島大学）、委員を伊藤和巳氏（KYB(株)）、川島正人氏（東北特殊鋼(株)）、張護平氏（SMC(株)）とした5名の構成とし、実施した。

本稿では、本シンポジウムの展示セッションの概要を紹介する。

## 2. 展示セッション実施概要と展示内容

展示セッションは発表初日と2日目の会場であるアクロス福岡6階会議室で実施することとなった。展示会場の隣2室は講演室、他の1室の講演室は7階と見学者にとってはアクセスの良い場所である。

この部屋のスペースの関係上、展示区画数は最大20区画とし、この区画数を目標として募集を開始した。なお、従来の展示セッションとは異なり、出展費用は参加登録者と同額とし、1区画あたり1名参加できる説明員の方はシンポジウムの聴講を可能とするなど参加登録者と同等のサービスが受けられるようにした。これは、説明員の方にも国際シンポジウムの雰囲気を経験していただきたい、あるいは、若手技術者が国際シンポジウムの雰囲気を経験できる良い機会として展示セッションを利用していただ

きたいとの考えに基づいている。

2016年11月より募集を開始し2017年7月下旬まで募集を行った。2017年3月中旬からは、実行委員長の眞田一志先生をはじめ実行委員各位および小山会長をはじめとする学会理事各位・関係各位のご協力を得て、最終的には、参加していただいた企業数は14社17区画となった。参加いただいた企業名、分類と展示内容を表1に示す。

展示スペースの1区画の基本構成は2枚の展示用パネル（幅0.9m、高さ2.1m）の前に机（幅1.8m、奥行0.6m、高さ0.7m）を置いた形式とした。

展示のコアタイムはコーヒープレイクとランチタイムとし、メインのコアタイムを会議2日目の午後

表1 参加企業

会社名 (英文)	分類	展示内容
SMC Corporation	Pneumatics	Pneumatic Equipment
SANTEST CO., LTD.	Others	• Liner sensor    • Servo controller • Servo valve
Kawasaki Heavy Industries, Ltd.	Oil-hydraulics	• Electro-Hydraulic hybrid system "Kawasaki ECO SERVO" • Swash plate type axial piston high speed hydraulic motor "M7V series"
AKASHI GOHDOH INC.	Oil-hydraulics	Inner Parts for Hydraulics Pump • Cylinder Block    • Cradle    • Shoe
TOKYO METER CO., LTD.	Pneumatics	• Air Power Meter    • Quick Flow Sensor • High Precision Pressure Regulator
TOKYO KEIKI INC.	Oil-hydraulics	• Direct Drive System using Vane Pump for Energy Saving
RIVERFIELD Inc.	Pneumatics	• This Endoscope Manipulator Robot is Driven by Pneumatic (EMARO)
Tohoku Steel Co., Ltd.	Others	• Automatic Hc Meter for Measuring Coercive Force • High Hardness Soft-Magnetic Stainless Steel K-M57
MAX CO., LTD	Pneumatics	• Pneumatics tools    • Air compressor
KOMATSU	Oil-hydraulics	• Variable piston pump HPV375+375 for mining shovel
NIPPON ACCUMULATOR CO., LTD.	Oil-hydraulics	• Accumulator
KYB-YS Co., Ltd.	Oil-hydraulics	• Inverted Bucket Cylinder • HRV (Hose Rupture Valve)
CKD Corporation	Pneumatics	• Power Arm
KOENN Co., Ltd.	Oil-hydraulics Others	• Hydraulic Valve Amplifier • Servo Drive

に配置した30分間のコーヒープレイクとした。展示会場が講演会場に近くコーヒープレイクの会場も展示会場の外の近い場所に設けたため、初日のコーヒープレイクから展示を見学に来る参加者が多かった。さらに、昼食の弁当を講演室等でとってもらうことにしたため、初日の昼食時にも多くの参加者にご来場いただいた。そのためか、展示セッションのメインのコアタイムと考えていた会議2日目の午後に配置した30分間のコーヒープレイクの来場者数が少なかったのは残念であった。来場者へのアナウンス不足が原因であると反省している。

### 3. 展示内容

展示セッションの様子を写真1から写真6に示す。多くの出展企業様が説明員を参加させ見学者への対応をしていた。

2区画の展示をいただいた企業の展示内容を順不同で紹介する。SMC(株)には各種空気圧機器の動作

展示を行っていただいた。サントレスト(株)からは磁歪式変位センサ、サーボ弁とサーボアンプの展示(一部動作展示)を行っていただいた。川崎重工業(株)からは電気駆動と油圧駆動を併せた電油ハイブリッドシステムと高速回転を実現した斜板形アキシアルピストンモータのポスタを展示していただいた。

1区画の展示をいただいた企業の展示内容を順不同で紹介する。(株)明石合銅殿には油圧ポンプ内部部品のポスタと実物展示を行っていただいた。東京メータ(株)からは圧縮空気のエネルギー計測が可能なエアパワーメータ等の機器の実物、ポスタ展示およびPCによる説明があった。東京計器(株)からはベーンポンプ回転数制御システム等のポスタ・カタログ展示を行っていただいた。リバーフィールド(株)には世界初の空気圧駆動型内視鏡ホルダロボットEMAROのポスタを展示していただいた。東北特殊鋼(株)には磁性材料の特性検査・品質管理に用いられる自動計測保磁力計等のポスタおよび実物の動作



写真1 展示風景



写真4 展示風景



写真2 展示風景



写真5 展示風景



写真3 展示風景



写真6 展示風景

展示を行っていただいた。マックス(株)殿には釘打機などの建築向けエア工具の動力源となる高圧エアコンプレッサ等のポスタを展示していただいた。(株)小松製作所殿からは油圧ショベル用ダブルポンプのポスタおよび内部部品を展示していただいた。日本アキュムレータ(株)殿にはアキュムレータのカットモデルを展示していただくとともにポスタおよびカタログを展示していただいた。KYB-YS(株)殿からは油圧シリンダの静物展示およびポスタを展示していただいた。CKD(株)殿からは空気力で重量物を搬送する作業者をサポートするパワフルアームのパネルと実物の動作展示をしていただいた。これは、2016年度の本学会の技術開発賞を受賞した製品である。(株)工苑殿からは油圧制御弁用のアンプの静物展示とPCによる6軸モーションベースの応用例について

の説明を行っていただいた。

#### 4. おわりに

本稿では第10回国際シンポジウム福岡2017の展示セッションの概要を述べた。本セッションに出展していただいた企業殿、参加企業の募集に大変な努力を払っていただいた関係各位、本シンポジウム実行委員各位に厚く御礼申し上げます。

次回の国際シンポジウムは2020年に田中豊先生(法政大学)を実行委員長として、北海道函館市で実施する予定となっている。各企業殿に積極的な参加をお願いする次第である。

(原稿受付：2018年2月5日)

## 解説

## 最優秀論文賞・最優秀学生論文賞とGFPSアワードの贈呈

## 著者紹介



よし みつ とし ひろ  
吉 満 俊 拓

神奈川県厚木市下荻野1030  
〒243-0292 神奈川工科大学創造工学部  
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. まえがき

前回，2014年10月に松江にて開催されたThe 9th JFPS International Symposium on Fluid Power, Matsue 2014では，全論文から選ばれる最優秀論文賞（JFPS Best Conference Paper Award）と，学生が発表する論文の中から選ばれる最優秀学生論文賞（JFPS Best Student Paper Award）が贈賞されている。

今回のThe 10th JFPS International Symposium on Fluid Power, Fukuoka 2017では，学生だけでなくフルードパワー技術者および研究者もエンカレッジするため，最優秀論文賞（JFPS Best Conference Paper Award）と，学生が発表する論文の中から選ばれる最優秀学生論文賞（JFPS Best Student Paper Award），最優秀ポスターセッション論文賞（Best Poster Presentation Award）を贈賞することとした。

贈賞者の選考に当たっては，講演論文の査読（評価）作業を担当していたために，論文分科会主査である横浜国立大学佐藤恭一教授と論文分科会幹事である筆者が候補者案を作り，実行委員会に諮り決定した。以下では，その選考経過および表彰の状況について報告する。

また，Global Fluid Power Societyより，GFPS Best Paper Awardが贈賞されることとなったので，併せて報告する。

最後に，査読（評価）結果に基づき優秀な講演論文を本学会の英文誌JFPS International Journal of Fluid Power System の本シンポジウム特集号に推薦することも行ったので，これについても簡単に紹

介する。

## 2. 各賞の選考過程

## 2.1 選考方法

本シンポジウムでは，講演論文の採否を決定するため，講演論文1編につき2名の査読委員を割り当て，査読を行った。査読委員は，講演申込者を中心に，査読期間が夏季休暇期間にかかることを考慮して連絡のとりやすい日本人を中心に依頼した。その結果，157件の講演論文が採択された<sup>1)</sup>。

各賞の選考に当たっては，最優秀論文賞・最優秀学生論文賞・英文誌への推薦を申請した論文について，研究の重要性（Worthy of investigation），新規性（New results），結論の信頼性（Conclusions are supported by the data），表現の明快さ（Clarity of presentation），および採否のレベル（Reviewer's recommendation）の5項目についてそれぞれ5段階の評点をつけていただき，採否を決定した。その結果，105件の講演論文が選考対象となった。

最優秀論文賞，最優秀学生論文賞および最優秀ポスターセッション論文賞は，それぞれ3件とすることとした。

最優秀論文賞は，最優秀論文賞の審査を申請した著者の中から2名の査読委員の評点を合計し，その上位3件を選考することとした。

最優秀学生論文賞は，まず，最優秀論文賞対象論文を除いた講演論文で，投稿時に最優秀学生論文賞の審査を申請した著者の中から，2名の査読委員の評点を合計し，その上位3件を選考することとした。

今回のシンポジウムでは，多くの論文が投稿され口頭発表を希望された論文の一部がポスターセッションとなった。最優秀ポスターセッション論文賞は口頭発表を希望されながらシンポジウム日程の都合上ポスター発表となった論文の中から10件が選考対象となった。ポスター発表した著者の中から，5名の査読委員の評点を合計し，その上位3件を選考することとした。

GFPS Best Paper Awardは，最優秀論文賞および最優秀学生論文賞候補より5件に加えて油圧分野に

おける評点の高い5件のあわせて10件を候補として推薦を行った。シンポジウム当日にGFPS関係者が候補者のプレゼンテーションを評価し、1名の選考を行った。表彰式を本シンポジウム3日目のクローズセレモニーで行うため、2日目終了後に実行委員会を開催し、贈賞者を決定した。

## 2.2 選考結果

2.1節で述べたように最優秀論文賞は3件を選考する予定であったが、評点が同点であったため以下の4件となった。

### Best Paper Award

○著者：

Ralf Tautenhahn, Jürgen Weber

論文題目：

CROSS-DOMAIN TOLERANCE DESIGN FOR DIRECTIONAL CONTROL VALVES

論文番号：2C19

○著者：

Florian Schoemacker, Hubertus Murrenhoff

論文題目：

INTERACTION BETWEEN SWASH PLATE MOVEMENT AND COMMUTATION IN AXIAL PISTON MACHINES

論文番号：2A06

○著者：

Xin LI, Weijun Cheng, Xinying Huang

論文題目：

DEVELOPMENT OF NEW PRESSURE REGULATOR WITH FLOWRATE-AMPLIFICATION USING EJECTOR VACUUM GENERATOR

論文番号：1B05

○著者：

Yohichi Nakao, Satoshi Shibata, Akio Hayashi

論文題目：

CONTROLS OF PITCHING AND STRAIGHTNESS ERROR MOTION OF WATER DRIVEN STAGE DURING FEED MOTION

論文番号：1C03

2.1節で述べた選考方法に基づき選考された最優秀学生論文賞は、以下の3件である。

### Best Student Paper Award

○著者：

Rene Chacon, Monika Ivantysynova

論文題目：

THERMAL EFFECTS ON THE FLUID FILM IN THE CYLINDER BLOCK/VALVE PLATE INTERFACE DUE

TO COMPRESSION AND EXPANSION OF THE FLUID

論文番号：1C10

○著者：

Manabu Okui, Yuki Nagura, Shingo Iikawa, Yasuyuki Yamada, Taro Nakamura

論文題目：

EVALUATION OF AIR COMPRESSING METHODS FOR DEVELOPMENT OF A PORTABLE PNEUMATIC POWER SOURCE

論文番号：2B14

○著者：

Kenya Higashijima, Tomonori Kato, Kazuki Sakuragi, Takahiro Sato, Manabu Ono

論文題目：

DEVELOPMENT OF MANIPULATOR USING A GAS-LIQUID PHASE-CHANGE ACTUATOR

論文番号：2B04

最優秀ポスタープレゼンテーション賞は、2.1節で述べたように3件を選考する予定であったが、評点が同点であったため以下の5件となった。

### Best Poster Presentation Award

○著者：

Yuya Eguchi, Tetsuya Akagi, Shujiro Dohta, Wataru Kobayashi, Nobuhiro Fukukawa

論文題目：

IMPROVEMENT OF PNEUMATIC DRIVE FLEXIBLE LINEAR STEPPING ACTUATOR WITH BACKDRIBILITY

論文番号：2D29

○著者：

Tomoyuki Nakamura, Hideyuki Tsukagoshi

論文題目：

ROPOSAL OF SOFT SLIP-IN MANIPULATOR CAPABLE OF SLIDING UNDER THE HUMAN BODY

論文番号：2D26

○著者：

Wensi Li, Sang-Ho Hyon, Yoshihiro Mori

論文題目：

REALIZATION OF FAST 10-TON SERVO PRESS USING HYDRAULIC HYBRID SERVO BOOSTER

論文番号：2D19

○著者：

Futoshi Yoshida, Kazuhisa Maeda, Satoru Takahashi, Shouichiro Iio, Ato Kitagawa

論文題目：

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF ACTIVE CHARGE ACCUMULATOR FOR WATER HYDRAULICS

論文番号：2D44

○著者：

Emma Frosina, Adolfo Senatore, Dario Buono, Luigi Ricci, Antonio Lettini, Manuel Rigosi, Micaela Olivetti, Federico Monterosso

論文題目：

COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC STUDY OF A HIGHPRESSURE EXTERNAL GEAR PUMP

論文番号：2D06

最後に、2.1節で述べた選考方法に基づき選考されたGFPS Best Paper Awardは、以下1件である。

### GFPS Best Paper Award

○著者：

Yuji Miyaki, Hideyuki Tsukagoshi

論文題目：

SOFT SIMPLE COMPACT VALVE INDUCING SELF-EXCITED VIBRATION

論文番号：1B02

### 3. 各賞の表彰

最優秀論文賞4件、最優秀学生論文賞3件、最優秀ポスタープレゼンテーション賞5件、GFPS Best Paper Award 1件について、本シンポジウム3日目の夕方に福岡工業大学で行われたクローズセレモニー会場でバンケットに先立ち表彰式を行った。表彰の様子を図1に、表彰状および例を図2に示す。



図1 表彰式の様子



図2 表彰状の例

### 4. 英文誌への推薦

講演論文の査読結果に基づき、優秀な論文を本学会の英文誌JFPS International Journal of Fluid Power Systemの本シンポジウム特集号に推薦した。投稿論文として十分な長さとなる6ページ以上で、かつ原則として投稿期限が守られた講演論文の中から、2名の査読委員の5項目の評点の合計が全講演論文の上位約20%に当たる講演論文を推薦することにした。選考された講演論文の著者にその旨を通知し、投稿を促した。本稿執筆時点で、投稿された論文の査読作業が進行中であり、充実した英文誌となるものと期待している。

### 5. あとがき

本稿では、The 10th JFPS International Symposium on Fluid Power, Fukuoka 2017においてフルードパワー技術者、研究者および学生をエンカレッジするために贈賞した最優秀論文賞、最優秀学生論文賞、最優秀ポスタープレゼンテーション賞およびGFPS Best Paper Awardの選考過程および表彰の状況について報告した。また、英文誌JFPS International Journal of Fluid Power Systemの本シンポジウム特集号への優秀論文の推薦について簡単に述べた。このような活動を契機としてフルードパワー技術分野の発展、本シンポジウムのさらなる活発化が進むことを期待している。

#### 参考文献

- 1) 10th JFPS Int. Symp. on Fluid Power, Fukuoka 2017  
<http://www.jfps.jp/net/10thjfps/> (2017)

(原稿受付：2018年2月16日)

## 解説

# JFPS2017福岡

## GFPS Best Paper Awardを受賞して

## 著者紹介



みやき ゆうじ  
宮木 悠二

東京工業大学工学院  
〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1-S5-19  
E-mail: y.miyaki@cm.sc.e.titech.ac.jp

2017年3月東京工業大学学士課程修了。2017年4月同大学修士課程に入学、現在に至る。空気圧アクチュエータ、空気圧バルブの研究に従事。日本機械学会の会員（学生員）

## 1. はじめに

このたび、GFPS Best Paper Award という荣誉ある賞を頂き、大変光栄に感じている。まずは本受賞に際し、本シンポジウムでお世話になった皆様と研究を遂行するうえでご指導・ご協力いただいた研究室内外の全ての皆様に深く感謝を申し上げます。筆者は本シンポジウムが初の国際会議での発表であり、本稿ではその所感を報告させていただくとともに、受賞論文「SOFT SIMPLE COMPACT VALVE INDUCING SELF EXCITED VIBRATION」<sup>1)</sup>の概要を紹介させていただきます。

## 2. シンポジウム体験記

## 2.1 JFPSに参加するにあたって

筆者は2016年4月に現在所属している塚越研究室に配属され、指導教員の下ソフトロボットに関する研究を行っている。本シンポジウムはフルードパワーに関する知見を深めるとともに、自分の研究を発表する絶好の機会であると感じ、参加を決意した。人生初の国際会議ということで期待や高揚感を覚えつつも、英語力や学識に関する不安や緊張は小さくなく、福岡へ向かう機内では前席の背もたれに対して、何度もつぶやきながら練習を行ったのを鮮明に記憶している。

## 2.2 発表に関して

会場に到着し受付を行う際に、投稿論文が受賞候補に挙がっていることを告げられ、緊張が最高潮に達する中、Pneumatic Valvesのセッションで12分



図1 Pneumatic Valvesのセッションでの発表の様子

間のオーラル発表と4分程度のディスカッションを行った(図1)。限られた時間の中で議論を行うためには自身の英語力はあまりにも未熟であり、努力の必要性を痛感した。その一方で、専門分野を同じくする海外の研究者からの意見は、着眼点が普通のゼミや国内会議で得られるものとは異なり研究の幅を広げるチャンスになると感じた。

## 2.3 福岡での観光

発表を終えたあと、研究室のメンバーで志賀島を訪れた。博多ふ頭から20分ほど船で移動した後、志賀島の海岸沿いを歩き金印公園に向かった(図2)。天候にも恵まれたこの日は、展望台から博多湾を一望でき、説明書と共に展示されていた“漢委奴国王”と凹刻された金印のレプリカを見学して見識を深めることができた。また、宿泊先近くの大濠



図2 塚越研究室のメンバーで訪れた金印公園



図3 授賞式の様子

公園は景色も良く快適なランニングスポットであり、早朝から多くのランナーで賑わっていた。ランニングが趣味の筆者も愛用のシューズを東京から持参し、水と緑に囲まれながら汗を流した。

## 2.4 授賞式

この度の受賞は全く思いがけないものであり、授賞式で名前を呼ばれた際の衝撃は計り知れないものであった(図3)。授賞式では北九州に伝わる祇園太鼓を体験させていただいたが、海外の受賞者の方々が力強く太鼓を打つ姿に驚かされた。栄えある賞を授かっただけでなく、福岡ならではの貴重な体験もさせていただき、生涯の思い出となる授賞式となった。

## 3. 自励振動を誘発する柔軟小型バルブ

### 3.1 背景と目的

近年、空気圧を駆動源としたソフトロボットに関する研究が盛んに行われている。一般に、複数チャンバから成る空気圧ロボットを制御する際には圧力切替のために制御弁が必要であり、通常ソレノイドなどが用いられる。しかし、こういった制御弁をロボット本体に搭載すると配線や配管で複雑化し、ソフトロボット本来の柔軟性が損なわれる。そのうえ、電力を使用するため防爆性能が要求される環境での使用が困難となる。

その解決策として、電力を使用せずに加減圧を切り替える手法は試みられてきたが<sup>2)-4)</sup>、その柔軟性、大きさ、切替周期などに課題が残されていた。そこで筆者らは流体圧を供給するのみで、電力を使用せずに数Hzオーダーでの圧力切替を行える柔軟小型バルブの開発に挑んだ。

### 3.2 流体圧を利用した自励振動現象

本研究を始めるにあたり、当研究室で過去に行われていた次の研究に着目した。すなわち、偏平

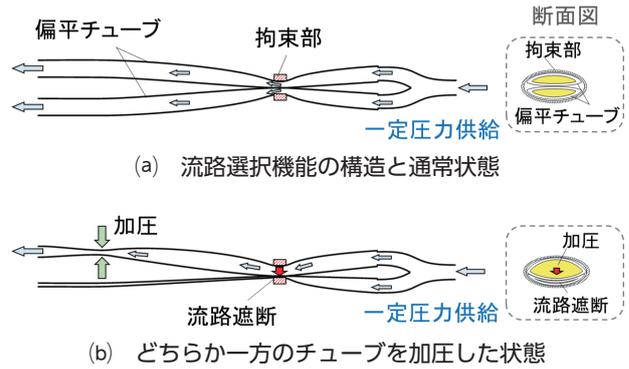


図4 偏平チューブによる流路選択機能

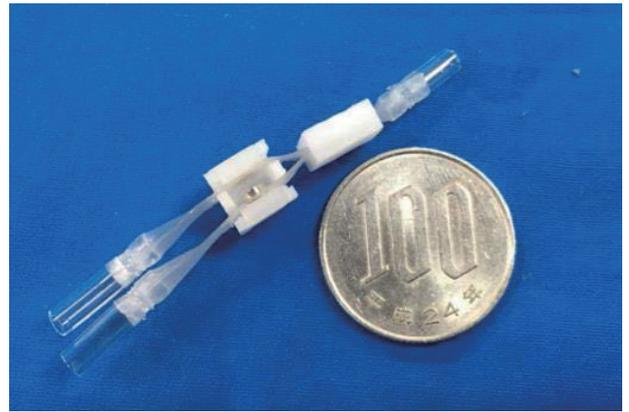


図5 開発したバルブの外観

チューブ(無加圧時に断面が偏平形状を保つチューブ)の変形を利用することで、従来の剛体構造の弁を用いずに流路を選択するという機構である<sup>5)</sup>。当該機構は2本の偏平チューブを1箇所で束ねて拘束するだけで実現できる簡素な構造であり、通常状態では両方のチューブに流体が流れる(図4(a))。ここで、一方のチューブを加圧すると、拘束部分における2本の偏平チューブの内圧差によって、反対側のチューブの流路が遮断され、加圧側のみに流体が流れる(図4(b))。

この現象を利用し、自励振動を生成する新原理を提案した。新たに提案した機構は排気用の小穴を設けた2本の偏平チューブを上述同様に束ねて拘束したものと、3つの永久磁石から成る。永久磁石は、加圧状態にある偏平チューブの内圧が一定以上に達すると加圧するチューブを切り替えるスイッチング機能を担っている。これにより、一定圧力で空気圧を印可すると中央の磁石が自励振動を生成し、この振動と同じ周期で2つの偏平チューブは交互に加減圧される。駆動原理の詳細については、文献1)をご参照いただきたい。

### 3.3 バルブへの応用とその特性

前節で述べた自励振動を、2つのチャンバを周期的に加減圧するバルブとして応用することを試みた。

切替動作は扁平チューブの内圧による力が磁石の吸着力を上回る際に生じる。この動作を力学的に解析することで、各パラメータ（磁石による吸着力やチューブの受圧面積等）と切替圧力の関係について算出し、適応するアプリケーションに適した切替圧力を有するバルブを設計可能とした。

実際に作製したバルブを図5に示す。最終的に移動ロボットを自立推進させる際に、高圧な圧力源の搭載は困難であると考え、切替圧力は50kPaとなるように設計した。質量は1.2g、寸法は55×7.0×8.0mmであり、既存の小型の電磁弁等と比較しても軽量、小型である。また、柔軟チューブと永久磁石から成る簡素な構成のため、安価かつ容易に製造可能である。

加圧によって伸長する空気圧アクチュエータをバルブに接続し、駆動実験を行った。一定圧力100kPaを供給すると、原理通りバルブは自動的に圧力切替を行い、2つの伸長アクチュエータは交互に加減圧され伸縮動作を生成した。この実験に対して、2つのアクチュエータの内圧の時間推移を測定したところ、約60kPaを切替圧力として周期性のある振動波形が確認できた。切替圧力が設計した50kPaより高い値となっているのは、チューブの固定具によって扁平チューブの変形が阻害されているためと考えられる。さらに、供給圧力を変化させて同一の測定を行い、切替圧力は供給圧力に依らず一定の値を取ることを確認した。すなわち、切替圧力よりも高圧の圧力源であれば、供給圧力の詳細な制御なしに、アクチュエータを目標の切替圧力で駆動させることが可能である。この特性は、化学反応などを用いた圧力源によって移動ロボットを推進させる際に非常に有効である。また、切替周期は切替圧力に達するまでの流量に依存するため、供給流量によって制御可能である。

### 3.4 移動ロボットへの搭載

作製したバルブを移動ロボットへ搭載して、推進実験を行った。移動ロボットとして、2つの伸長アクチュエータを交互に伸縮させることで脚部の摩擦異方性によって推進するものを用いた。通常であれば、2系統の空気圧アクチュエータの加減圧を行うために、複数本の供給チューブもしくは制御弁が必要となるが、当該バルブを用いることで、1本の供給ラインに一定圧力100kPaを供給するだけで推進動作を実現した。

個体のドライアイス常温で密閉すると、その一部が炭酸ガスとして昇華し圧力が次第に上昇する。そこで圧力源として10gのドライアイス移動ロボットに内蔵し、電力を必要としないラインフリーでの推進実験を行った。ドライアイスは0.42MPa

以下では不安定な圧力推移を取ることが研究されているが<sup>6)</sup>、当該バルブが一定の圧力帯で加減圧を行うため、移動ロボットは約60秒間安定した推進動作を行った。この際、60秒間で8回の切替動作を行い0.2m推進した。今回は伸縮動作によって推進する移動ロボットへの搭載を試みたが、さまざまな空気圧移動ロボットへの適用が期待できる。

### 3.5 結論

流体圧を用いた自励振動現象に着目することで、電力を使用せずに目標の切替圧力で加減圧を行うことができる新しいバルブを開発した。流体駆動ロボットに不可欠であった制御弁や手動弁を当該機構に置き換えることによって、配線・配管が簡素化されるだけでなく、電力供給も不要となるため、レスキューなどの現場においてソフトロボットの可能性がさらに広がることが期待できる。

## 4. おわりに

今回はJFPS国際シンポジウムの所感とともに、受賞論文の概要を紹介させていただいた。筆者のような未熟者がこのような名誉ある賞を受賞できたのは、塚越先生をはじめ多くの方々のご指導・ご支援のお陰であり、誌上をお借りして心より感謝を申し上げる。今回の受賞を励みに、世界初となるような研究を目指して今後も邁進していく所存である。

### 参考文献

- 1) Y. Miyaki, H. Tsukagoshi : SOFT SIMPLE COMPACT VALVE INDUCING SELF EXCITED VIBRATION, The 10th JFPS International Symposium on Fluid Power (2017)
- 2) Y. Nishioka, K. Suzumori, T. Kanda, and S. Wakimoto, : Experimental evaluation of multiplex pneumatic control drive, In World Congress (WAC), p. 1-6 (2010)
- 3) Bobak Mosadegh, Chuan-Hsien Kuo, Yi-Chung Tung, Yusuke Torisawa, Tommaso Bersano-Beghey, Hossein Taviana and Shuichi Takayama : Integrated elastomeric components for autonomous regulation of sequential and oscillatory flow switching in microfluidic devices, Nature physics, Vol. 6, p. 433-437 (2010)
- 4) 高山俊男, 角悠介, : 多重チューブ推進機構のための自励式空圧流路切り替え装置, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会, 2A2-08b2 (2016)
- 5) 塚越秀行, 田園圭祐, 北川能 : 水道圧ステップモータとその高速駆動を促すフルイディックチューブの動作原理, 平成16年秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集, p. 161-163 (2004)
- 6) H. WU, A. Kitagawa, H. Tsukagoshi : Development of a portable pneumatic power source using phase transition at the triple point, 6th JFPS International Symposium on Fluid Power, No. 6, pp. 310-315 (2005)

(原稿受付：2018年2月1日)

## 解説

## JFPS2017福岡参加記

## 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、水道水圧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。

## 1. はじめに

2017年10月24日（火）から27日（金）までの4日間、アクロス福岡において第10回JFPSフルードパワー国際シンポジウムが開催され、国内外169件の最新の研究成果が発表された。筆者を含め芝浦工業大学からは6名の学生が参加した。内3名がポスターセッションで発表し、筆者を含む残りの学生は初めての国際学会ということもあり勉強のため参加した。

本稿では参加者としての国際シンポジウムについて興味深かった講演発表の内容、率直に感じたことおよび27日（金）に行われたTechnical Tourなどについてご紹介させていただく。

## 2. 国際シンポジウム

## 2.1 セッションについて

今回の国際シンポジウムでは3つのセッションが並行して進められたが、筆者の研究と特に関連の深いWater HydraulicsセッションおよびポスターセッションのAqua Drive System（以下、ADS）を中心に参加した。本学会で開催される春、秋季講演会と比較するとADSに関わる発表件数が多く、ADSの適用先としても多岐にわたるものが紹介されていた。その具体例としてはウォータミストポンプによる火災沈静システム、アクアドライブステージ、マレーシアの伝統的なクッキー生産システム、CSNS（核

破碎中性子源）中性子ビームラインシシャッター等、初めて知るADSの適用例もあり水圧システムの適用範囲の広さを改めて感じさせられるものであった。加えて、JFPAが推進しているADS国際標準化推進プロジェクトとしてはウォータハンマーの予測方法、水力ポンプの試験方法、水圧シリンダーのシールの摩擦特性等の基礎的データ取得に関する研究も紹介されていた。ADSの市場規模は油圧、空気圧システムのそれと比較すると小さいのが現状であり、そのためか筆者が研究を進める中で基礎的データが不足していることを感じることもあったために、ADSの可能性の広がるこれらの研究が進められ非常に嬉しく思う。また、水圧システムの適用範囲を拡大可能とするThe active charge accumulator (ACA) も研究されており、ACAのブースティングの基本特性を考慮し構築された数学的モデルおよび実験によりその妥当性を検証している。さらにブースティング性能にとって重要なパラメータを検証していた（図1）。

国際シンポジウム全体を振り返ると特に中国人若手研究者が多く参加しており、発表内容を聞く限りでは、日本のフルードパワーの研究より中国の研究・開発の規模が大きいように感じた。基礎的なデータの取得も重要である一方、大規模な研究は魅力的に写るためか印象に残っている。

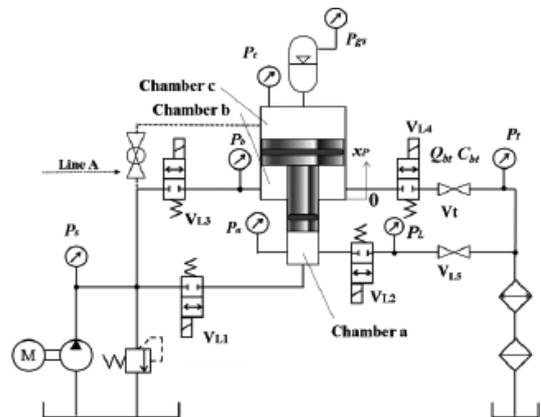


図1 ACAを用いた増圧回路<sup>1)</sup>

## 2.2 Technical Tourについて

国際シンポジウム最終日の27日（金）には大宰府天満宮（写真1）を観光するTechnical Tourに参加した。シンポジウム会場から大宰府天満宮へバスで移動し一時間程度で到着した。外国人の参加者もいたため、自由時間が二時間程度設けられた。大宰府天満宮は学問の神様として知られている菅原道真公が祀られている神社であり、筆者は菅公歴史館に行き、その一生を装着博多人形（博多人形に衣装を着せたもの）のジオラマで見ることができ、有意義な時間を過ごした。その後、福岡工業大学に移動し、記念式典が開催された。記念式典では福岡の太鼓によって歓迎された。その後、バンケットでは鏡開きが行われ、国際シンポジウムのロゴが入った枅も配られ、大変盛況となった。



写真1 大宰府天満宮

## 3. 福岡にて

今回の国際シンポジウムは福岡で開催されたため、多様な食文化を楽しむことができた。お昼はなかなかお店が見つからず苦労したが、夜の福岡は選ぶのに迷うほど多くのお店があり、手羽先、水炊き等、福岡を満喫した。また、写真2に示すように、数十軒近くの屋台が立ち並ぶ路地もありここでは福岡のラーメンをいただいた。東工大名誉教授中野和夫先生が来てくださる日もあり、おいしい料理と共に非常に楽しい交流の場となった（写真3）。



写真2 屋台ラーメンの様子



写真3 親睦会の様子

## 4. おわりに

本稿では学生の立場から参加したフルードパワー国際シンポジウムについて率直に感じたこと等についてご紹介させていただいた。研究内容は多岐にわたり、見ごたえのあるセッションであり、良い学びの機会になった。最後に、研究室訪問に際しご対応いただいた福岡工業大学の加藤先生に改めて感謝申し上げます。

### 参考文献

- 1) Takahashi, S., *et al*: Study on Active Charge Accumulator for Aqua Drive System (Effective Parameters on Boosting Performance) Proceedings of the 10th JFPS International Symposium on Fluid Power (2017)

(原稿受付：2018年2月5日)

## 会議報告

## 山梨講演会2017におけるフルードパワー技術研究

## 著者紹介



よし だ かず ひろ  
吉田和弘

東京工業大学科学技術創成研究院  
未来産業技術研究所  
〒226-8503 横浜市緑区長津田町4259-R2-42  
E-mail: yoshida@pi.titech.ac.jp

1989年東京工業大学大学院博士課程修了，同大学助手，助教授（准教授）を経て2015年4月教授。2008年10月～2009年3月米国UCSB客員研究員，2015年7月～9月米国MIT客員研究員。流体マイクロマシン，機能性流体の研究に従事。JFPS，JSME，IEEEなどの会員，工学博士。

## 1. まえがき

2017年10月21日（土）に，山梨大学工学部（甲府市武田4-3-11）において，日本機械学会関東支部および精密工学会の共催で，山梨講演会2017が開催された。本講演会では，OS（オーガナイズドセッション）「アクチュエータシステム」10件，OS「応用熱工学」15件，OS「フランジガasket締結体の力学と密封性能評価」13件，OS「流れの可視化と制御」4件，OS「切削・研削・研磨加工」4件，OS「バイオメカニクス」4件，材料力学10件，振動工学8件，流体工学および加工5件，ロボット・制御4件の研究発表と特別講演1件，合計78件の講演が行われた。

フルードパワー技術に関係する研究発表は，それまでのOS「流体パワーによる駆動と制御」を進展させ2016年から設けられたOS「アクチュエータシ

ステム」で行われた。本OSのオーガナイザは，田中豊教授（法政大学），石井孝明教授（山梨大学），および著者の3名である。講演件数は10件で5件ずつの2セッション構成となった。図1に本セッションの出席者の集合写真を示す。研究発表の内容は，全10件のうち6件がフルードパワー技術に関連するもので，その内訳は，液圧関連2件，空気圧関連2件，機能性流体関連2件であった。以下ではそれぞれの研究発表の概要について紹介する。

## 2. 研究発表の概要

## 2.1 液圧関連の研究発表

液圧関連では，要素技術に関する研究発表が2件あった。

厳らは，マイクロポンプに応用することができるダイアフラム形誘電エラストマー（DE）アクチュエータの特性改善を行っている<sup>1)</sup>。本アクチュエータは，2枚の柔軟電極でDEをはさみ周囲を固定した円板構造で，静電気力によるDEの径方向の伸長を面外変位に変換し取り出すものである。柔軟電極となるUV硬化性PEDOT:PSSに糖アルコールを添加してその柔軟性を向上させ出力を向上する手法を提案し，UV硬化性PDMSをDEとしてフォトリソグラフィにより直径10mmのアクチュエータを試作している。糖アルコールの種類を変えて試作し，出力変位が向上することを実験的に確認している。

Maoらは，マイクロ流量センサ，マイクロバルブなどに応用することができるSU-8自立形微細構造



図1 山梨講演会2017のOS「アクチュエータシステム」の出席者

体の一つとして、カンチレバー形微細構造体の製作技術を開発している<sup>2)</sup>。フォトレジストの一種で構造材料としても応用することができるSU-8を用い、上部および下部に間隙を有し、水平方向にたわむことができる長さ2.5mmのカンチレバーを実現するため、犠牲層を用いたMEMSプロセスを開発している。犠牲層の材料の選定、カンチレバーの幅の実験的最適化、および上部部品のSU-8を用いた接合プロセス条件の実験的最適化を図ることにより、その製作に成功している。

## 2.2 空気圧関連の研究発表

空気圧関連では、システムに関する研究発表が2件あった。

杉山および藤田は、静圧軸受エアステージの高精度軌道制御のため、非線形フィードフォワード制御を提案し、シミュレーションによりその基本的妥当性を確認している<sup>3)</sup>。本ステージは、静圧軸受を用いて摺動摩擦を低減し、高い位置決め精度と速度安定性を有するもので、次世代半導体露光装置のステージとして期待されている。露光のため加速から等速区間への切り替え時の安定性を向上するために、空気圧の非線形特性を考慮し理想的な目標軌道をフィードフォワード制御器の出力とする制御手法を提案し、シミュレーションにより線形フィードフォワード制御器との出力の差を確認している。

山崎および小山は、空気圧を用いた腱駆動介護補助ロボットアームの開発を行っている<sup>4)</sup>。開発するロボットアームは、基部に設けた2個の空気圧シリンダからの2本のワイヤで拮抗駆動する関節を肩部と肘部に有する2軸形であり、各シリンダの内圧の制御により回転変位だけでなく剛性の制御も行えるとしている。試作アームの肩部と肘部の関節の制御にPID制御を適用し、それぞれのステップ応答を実験的に明らかにしている。また、実用的な介護補助動作のために、このロボットアームの基部に1軸の並進運動機構を設置した構造を考案し、要介護者の身体データに基づき設計を行っている。

## 2.3 機能性流体関連の研究発表

機能性流体関連では、ブレーキおよびポンプに関する研究発表があった。

外川らは、マイクロマウス競技の小形ロボット用ERブレーキを開発し、その制動特性について検討している<sup>5)</sup>。高速化している小形ロボットが急角度のコーナーを通過するためにはERF(電気粘性流体)を用いた簡単な構造のERブレーキが有効であると、回転円板電極を2枚の固定円板電極ではさみERFを満たした外径15mmのERブレーキの構造を示し、数学モデルを構築している。これにDCモータ

を設置した駆動系を構成し、その制動特性をシミュレーションにより明らかにしている。さらに、装置を試作し制動特性を実験的に明らかにするとともに、構築した数学モデルの妥当性を示している。

浅井らは、バイオ・医療技術、mTAS(微小化学分析システム)のために、新しい構造の交流電気浸透(ACEO)マイクロポンプを提案し、特性評価を行っている<sup>6)</sup>。ACEOは、水などの液体に交流電圧を印加したとき流動を生じる現象で、固定電極から成るシンプルな構造で安定して流れを発生させることができる。従来の四角柱電極とスリット電極から成る構造に電極を追加し高出力化を図ったポンプを提案し、シミュレーションによりその妥当性を示すとともに、最適な電極などの寸法を求めている。さらに、MEMSプロセスを用いてデバイスを試作し、その妥当性の一部を実験的に確認している。

## 3. あとがき

本稿では、山梨講演会2017で発表されたフルードパワー技術研究の発表について概観した。新しく興味深い研究発表が行われていた。2018年も山梨講演会においてOS「アクチュエータシステム」を設けたいと考えている。さらに、今回は都合により行うことができなかったOS「アクチュエータシステム」の出席者による技術懇談会も次回は開催し、フルードパワー技術に関する積極的な情報交換の場を設けたいと考えている。多数の方々のご参加、ご発表をお待ちしている。

### 参考文献

- 1) 巖祥仁, 宮田航成, 吉田和弘, 金俊完: UV硬化性PEDOT:PSSへの糖アルコール添加による誘電エラストマーアクチュエータの特性改善, 山梨講演会2017講演論文集(CD-ROM), p. 33-34 (2017)
- 2) Zebing Mao, 吉田和弘, 金俊完: SU-8自立型微細構造体の製作と接合, 山梨講演会2017講演論文集(CD-ROM), p. 35-36 (2017)
- 3) 杉山洋樹, 藤田壽憲: 非線形フィードフォワードによる静圧軸受エアステージの軌道制御, 山梨講演会2017講演論文集(CD-ROM), p. 45-46 (2017)
- 4) 山崎耕太郎, 小山紀: 空気圧制御による腱駆動介護補助ロボットアームの開発, 山梨講演会2017講演論文集(CD-ROM), p. 47-48 (2017)
- 5) 外川貴規, 彭敬輝, 田中豊: 小形ロボット用ERブレーキの制動性能の検討, 山梨講演会2017講演論文集(CD-ROM), p. 29-30 (2017)
- 6) 浅井健太, 吉田和弘, 巖祥仁, 金俊完: 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特性評価, 山梨講演会2017講演論文集(CD-ROM), p. 31-32 (2017)

(原稿受付: 2018年1月4日)

会議報告

# ICMT2017会議報告

## 著者紹介

おむ さん いん  
**嚴 祥 仁**  
 精密工学研究所  
 〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町4259-R2-42  
 E-mail : sieom@pi.titech.ac.jp

2009年大阪大学大学院工学研究科博士課程修了。同年東北大学助教、2010年東京工業大学助教、流体マイクロマシン、機能性流体の研究に従事。JFPS、JSMEなどの会員。博士（工学）。

## 1. はじめに

2017年10月20日から10月23日までベトナムのHo Chi Minh City University of Technologyにおいて開催（図1）された国際会議ICMT（International Conference on Mechatronics Technology）は、メカトロニクス分野を中心として幅広い分野の研究発表が行われている。今回のカンファレンスではベトナムHo Chi Minh City University of TechnologyのQuoc Thanh Truong教授が議長を務め、基調講演5件（図2）と口頭講演95件の合計100件の講演が行われた（表1）。また10月20日の夜はWelcome Reception, 10月22日はBanquetが開催され（図3）、会議参加者の親睦を深めるよい機会になった。10月23日はHo Chi Minh City University of Technology



図1 開催地のHo Chi Minh City University of Technology

においてConference Tourが行われた（図4）。本カンファレンスはメカトロニクス分野を中心としている。このためフルードパワー技術関係の発表は少なかったため、講演会全般について紹介する。

## 2. 講演会について

### 2.1 基調講演

講演会では5件の基調講演が行われ、メカトロニクス分野を中心とした各分野の最先端技術について紹介があった。行われた基調講演の講師と演題を下記に紹介する<sup>1)-5)</sup>。

- (1) Associate Professor Tan Tien Nguyen  
 “The Development of Mechatronics Technology in Vietnam : Current Status and Trends”
- (2) Professor Okyay Kaynak
  1. “Mechatronics in 21st Century”
  2. “How to Write Good Technical Papers”

表1 プログラム

10/20	Registration for ICMT2017 / Welcome Reception
10/21	Opening Ceremony Keynote speeches/ Technical Session 1 Renewable Energy and Smart Grid 1 Technical Session 2 Smart Actuators and Materials Technical Session 3 Production Systems 1 Technical Session 4 Advanced Mechatronics Devices, Sensing and Control 1 Technical Session 5 Renewable Energy and Smart Grid 2 Technical Session 6 Advanced Mechatronics Devices Sensing and Control 2 Technical Session 7 Production Systems 2 Technical Session 8 Sustainable Automotive Technologies Technical Session 9 Composite and Polymer Materials 2 Technical Session 10 Advanced Mechatronics Devices, Sensing and Control 3 Technical Session 11 Production Systems 3 Technical Session 12 Advanced Mechatronics Devices, Sensing and Control 4 Technical Session 13 Advanced Mechatronics Devices, Sensing and Control 5
10/22	Keynote speeches/ Technical Session 14 Advanced Mechatronics Devices Sensing and Control 6 Technical Session 15 Composite and Polymer Materials 1 Technical Session 16 Precision Measuring Technology 1 Technical Session 17 BioEngineering and Mechatronics Applications in Life Sciences Technical Session 18 MEMS/NEMS and Micro/Nano Manufacturing Technical Session 19 Precision Measuring Technology 2 Technical Session 20 Advanced Mechatronics Devices Sensing and Control 7 Technical Session 21 Advanced Mechatronics Devices Sensing and Control 8 Technical Session 22 Advanced Mechatronics Devices, Sensing and Control 9 Technical Session 23 Advanced Mechatronics Devices, Sensing and Control 10 Technical Session 24 Advanced Mechatronics Devices, Sensing and Control 11 Technical Session 25 Renewable Energy and Smart Grid 3 Technical Session 26 Advanced Mechatronics Devices, Sensing and Control 12 Banquet and Closing Ceremony
10/23	Conference Tour



図2 基調講演の様子



図3 バンケットの様子

- (3) Professor Makoto Iwasaki  
 “Robust Full-Closed Control-Based Vibration Suppression for Positioning Devices with Strain Wave Gearings”
- (4) Professor Sang Bong Kim  
 “MIMO Robust Servo Controller Design Using Polynomial Differential Operator”
- (5) Assistant Professor Quang Truong Dinh  
 “Sustainable Vehicle Technologies : A Research and Development Perspective”

## 2.2 テクニカルセッション

表1に示すようにテクニカルセッションはメカトロニクス分野を中心として構成され、本カンファレンスの特徴を表している。その中で、数件のフルードパワー関連の発表があり、たとえば、Minh Nhat NguyenらはAdaptive Input Shaping for vibration control of an Electrohydraulic Elastic Manipulator with a Variable Stiffness Actuatorと題して電気油圧弾性マニピュレータに関して発表を行った<sup>6)</sup>。また、電気油圧アクチュエータにより制御する能動揺れ止め棒に関してKeunhui JeongらはPID Control With Active Anti-roll Bar System Using Pumpcontrolled Electrohydraulic Actuatorと題して発表を行った<sup>7)</sup>。Dao ThanH LiemらはMR Fluid Damper Modeling using Self-Tuning Lyapunov-based Fuzzy Methodと



図4 Ho Chi Minh City University of Technologyでの Conference Tourの様子

題して、MR流体を用いたダンパーモデリングに関して発表を行った<sup>8)</sup>。

このようにメカトロニクス分野においてもフルードパワー関係の研究が行われていた。

## 3. おわりに

本稿ではメカトロニクス分野を中心とする国際会議ICMT2017について紹介した。

### 参考文献

- 1) Tan Tien Nguyen : The Development of Mechatronics Technology in Vietnam : Current Status and Trends, Proceedings of ICMT2017, v (2017)
- 2) Okuyay Kaynak : Mechatronics in 21st Century, How to Write Good Technical Papers, Proceedings of ICMT2017, v-vi (2017)
- 3) Makoto Iwasaki : Robust Full-Closed Control-Based Vibration Suppression for Positioning Devices with Strain Wave Gearings, Proceedings of ICMT2017, vi (2017)
- 4) Sang Bong Kim : MIMO Robust Servo Controller Design Using Polynomial Differential Operator, Proceedings of ICMT2017, vii (2017)
- 5) Professor Quang Truong Dinh : Sustainable Vehicle Technologies : A Research and Development Perspective, Proceedings of ICMT2017, viii (2017)
- 6) Minh Nhat Nguyen, Duc Thien Tran and Kyoung Kwan Ahn : Adaptive Input Shaping for vibration control of an Electrohydraulic Elastic Manipulator with a Variable Stiffness Actuator, Proceedings of ICMT2017, 236-241 (2017)
- 7) Keunhui Jeong, Hyunggyu Park and Kyoung Kwan Ahn : PID Control With Active Anti-roll Bar System Using Pumpcontrolled Electrohydraulic Actuator, Proceedings of ICMT2017, 455-459 (2017)
- 8) Dao Thanh Liem, Truong Quoc Thanh, Trinh Tien Tho, Nguyen Minh Huy, Dinh Quang Truong, Bui Ngoc Minh Truong and Kyoung Kwan Ahn : MR Fluid Damper Modeling using Self-Tuning Lyapunov-based Fuzzy Method, Proceedings of ICMT2017, 277-282 (2017)

(原稿受付：2018年2月7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 …まとめと国際分類の動向

## 著者紹介



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

2013年7月発行のフルードパワーシステム, Vol. 44, No. 4から、特許文献を調べるの主題のもとに特許文献を見出す方法を紹介してきた。最初は特許の基本から国際特許分類（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、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いるかを示し、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。前稿では、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した。本稿ではまとめと国際分類の動向を紹介する。

## 2. 特許情報プラットフォームの検索画面

最初は誰もが使用できる特許電子図書館を活用することを前提として紹介してきたが、特許電子図書館のサービスは2015年3月23日で終了した。それにともない新たな特許情報サービスが特許情報プラットフォーム<sup>1)</sup>として提供された。この内容については2015年7月発行のフルードパワーシステム, Vol. 46, No. 4を参照されたい。ただし、特許情報

プラットフォームも当初から変更されているので、改めて紹介する。

最初の画面の主要なポイントは下記である。画面上には表示されていないが大分類と名付けて、表1に示す。

表1 大分類

特許・ 実用新案	意匠	商標	審判	経過情報
-------------	----	----	----	------

詳細な検索をするためには大分類を選択して詳細画面に入る。特許・実用新案にマウスを当てると下記10の選択項目が表示される。この表示は当初のものとは異なっている。表2に比較を示す。

大きな差異はワン・ポータブル・ドシエ（OPD）

表2 比較

	2015年3月	2018年1月
1	特許・実用新案番号照会	特許・実用新案番号照会
2	特許・実用新案番号照会（英語版）	特許・実用新案テキスト検索
3	特許・実用新案テキスト検索	特許・実用新案分類検索
4	特許・実用新案分類検索	パテントマップガイダンス（PMGS）
5	パテントマップガイダンス（PMGS）	外国公報DB
6	パテントマップガイダンス（PMGS）（英語版）	審査書類情報照会
7	PAJ検索（英語表示）	コンピュータソフトウェアデータベース（CSDB）検索
8	FI / Fターム検索（英語表示）	ワン・ポータブル・ドシエ（OPD）参照
9	外国公報DB	中国文献番号紹介（特許庁関連サイトへ）
10	審査書類情報照会	中国文献テキスト検索（特許庁関連サイトへ）
11	コンピュータソフトウェアデータベース（CSDB）検索	
12	中国文献番号紹介（特許庁関連サイトへ）	
13	中国文献テキスト紹介（特許庁関連サイトへ）	

が参照できるようになったことである。ワン・ポータブル・ドシエ (OPD) は2016年7月25日より追加された機能であり、2018年1月現在は、日本、欧州、アメリカ、韓国、中国、WIPO、オーストラリア、カナダの特許情報を参照できる。具体的な活用方法の一つとして以下のことが考えられる。日本の特許文献で注目される文献を見出した時に、海外の動向も知りたい場合もあると考えられる。その特許文献のファミリー文献が海外に出願されている場合はワン・ポータブル・ドシエで調べることにより、海外で調査されている近似文献を参照することができる。

### 3. 国際分類の動向

国際特許分類としてはIPCがあるが、参考文献2にも記載しているように、最小単位の分類でも数千件を超えるものも多く、大まかな分類といえるものであった。そのため、例えば、米国では米国独自の特許分類であるUSPC (US Patent Classification) が、欧州では欧州独自の特許分類であるECLA (European Classification) が採用されていたが、2013年1月より欧州特許庁 (EPO) と米国特許商標庁 (USPTO) による新しい特許分類 (CPC: Cooperative Patent Classification) の運用が開始された。

CPCはIPCの末尾に数字を加えて、分類を細分化している。IPCの分類項目数は約7万であるが、CPCの分類項目数は約25万である。FIもIPCを分類を細分化している点では同じである分類項目数は約19万である。CPCは過去の特許に対しても遡及的に付与されている。さらに、海外の多くの特許庁が、すでにCPCを採用している。ところで、日本の分類はFIであり、現時点でCPCは付与されていない。日本の特許文献のフロントページの例を図1に示すが、IPCとFIは表示されている。ただし、分類が多い場合は表示できていない分類が最終頁に記載されている。CPCとFIは大分類は同じだが、小分類はどうであろうか。いくつかの例で、以下に紹介する。例えば、FIにおいてテーマコード3H086の供給装置、増圧器、変換器、テレモータはF15B1/00～7/10@Zで分類数の合計は53である。CPCの分類では合計43である。表3、4にIPCでF15B1/02が付与されている例を示す。

この例では、分類項目数は同じだが、下位の分類の内容が異なっていることがわかる。

もう一つの例を示す。テーマコード3H089の流体圧回路(1)である。FIはF15B11/00～11/22@ZとF15B21/14～21/14@Zで分類項目数の合計は138である。CPCでの分類項目数の合計は59である。表5、6にIPCでF15B11/00が付与されている例、



図1 特許文献の例

表3 FIの分類

F15B 1/02	アキュムレータをもつ装置または系
F15B1/02@A	・アキュムレータ内の圧力を所定範囲内に保つもの
F15B1/02@B	・圧力が所定値以上になるとポンプを停止するもの
F15B1/02@C	・圧力が所定値以上になるとアンロードするもの
F15B1/02@Z	その他のもの

表4 CPCの分類

F15B1/02	アキュムレータをもつ装置または系
F15B1/021	・減衰用に使用される
F15B1/022	・非常用動力源として使用される
F15B1/024	・補助動力源として使用される
F15B1/025	・熱補償に使用

表7、8にF15B11/16が付与されている例を示す。

表5、6を比較すると、CPCの下位の分類項目数は2であるが、FIの下位の分類項目数は22であり、内容も異なっている。また、表7、8を比較すると、CPCの下位の分類数は7、FIの下位の分類項目数は

表5 CPCの分類

F15B11/00	追従動作の用意がないサーボモータ系
F15B11/003	・ 負荷保持弁を有する系
F15B11/006	・ 油圧式ホイーストンプリッジ回路

表6 FIの分類

F15B11/00	追従動作の用意がないサーボモータ系
F15B11/00@A	省エネ回路
F15B11/00@E	・ ポンプ駆動手段を制御する回路
F15B11/00@F	・ ・ ポンプが可変吐出容量形である
F15B11/00@G	・ ・ ポンプを停止させる点に特徴
F15B11/00@H	・ アンロード回路
F15B11/00@B	・ 可変吐出容量形ポンプを用いる
F15B11/00@L	・ ・ 流量を一定に制御できるもの
F15B11/00@M	・ ・ ・ 複数のアクチュエータに適用
F15B11/00@N	・ ・ ・ 複数のポンプ
F15B11/00@P	・ ・ 方向切換弁と連動してポンプを制御するもの
F15B11/00@Q	・ ・ ・ 方向切換弁がセンターバイパス形であるもの
F15B11/00@C	緩衝回路
F15B11/00@R	・ ブレーキ弁を用いるもの
F15B11/00@S	・ ・ カウンタバランス弁をもつもの
F15B11/00@T	・ 起動、停止時に緩衝を行うもの
F15B11/00@U	・ 起動時に緩衝を行うもの
F15B11/00@V	・ 停止時に緩衝を行うもの
F15B11/00@W	・ 方向切換時に緩衝を行うもの
F15B11/00@X	・ デコンプレッションを行うもの
F15B11/00@Y	・ 単動形シリンダに適用する点に特徴
F15B11/00@D	流体圧回路のユニット化
F15B11/00@Z	その他のもの

表7 CPCの分類

F15B11/16	2個以上のサーボモータをもつもの
F15B11/161	・ サーボモータの要求量または負荷を感知
F15B11/162	・ ・ 特定のサーボモータまたはユーザに優先権を与える
F15B11/163	・ ・ ポンプ出力を均等に分配
F15B11/165	・ ・ ポンプ出力またはバイアスを調整
F15B11/166	・ ・ 負荷に応じてパイロット圧力を制御
F15B11/167	・ ・ 要求量を感知するためにパイロット圧力を使用
F15B11/168	・ ・ 遮断弁によるもの

表8 FIの分類

F15B11/16	2個以上のサーボモータをもつもの
F15B11/16@B	分流回路
F15B11/16@Z	その他のもの

2であり、内容も異なっている。上記の例からはCPCとIPCでは小分類の内容は内容に共通性を見出すことはできない。

ただし、共通性がある分類項目もある。テーマコード3H082の流体回路(2)における例を示す。FIはF15B20/00～21/12で分類項目数の合計は21である。CPCでの分類項目数の合計30である。表9、10にIPCでF15B21/04が付与されている例を示す。さらに、表11に対比を示す。

表9 CPCの分類

F15B21/04	流体の特性に関連して用いられる特殊な手段
F15B21/041	・ フィルタリング、個体または液体の汚染の除去または計測
F15B21/042	・ 液体の冷却または加熱、暖機運転
F15B21/044	・ 脱気、通気、抽気、未溶解ガスの除去または計測
F15B21/045	・ 粘性または温度補償
F15B21/047	・ 泡立ち、かくはんまたはキャビテーションの防止
F15B21/048	・ 圧縮空気準備ユニット

表10 FIの分類

F15B21/04	流体の特性に関連して用いられる特殊な手段
F15B21/04@A	油温調節、粘性補償のための回路
F15B21/04@B	油温調節、粘性補償のための装置
F15B21/04@C	空気抜きのための手段
F15B21/04@D	異物除去のための手段
F15B21/04@Z	その他のもの

表11 CPCの末尾数字とFIの分冊記号からの比較

F15B21/041	F15B21/04@D
F15B21/042	F15B21/04@A, F15B21/04@B
F15B21/044	F15B21/04@C
F15B21/045	F15B21/04@A, F15B21/04@B
F15B21/047	F15B21/04@C
F15B21/048	F15B21/04@Z

表現は異なるが、CPCの分類項目とFIの分類項目はほぼ同じと考えられる。

また、CPCには2000番台で表記する付加情報がある。F15B2211/20流体圧力源と、より下位の分類項目を表12に示す。

表12 先頭のF15Bを除いた分類項目で表記

2211/20	・流体圧力源
2211/205	・・ポンプのあるシステム
2211/20507	・・・原動機の型式
2211/20515	・・・・電気モーター
2211/20523	・・・・エンジン
2211/2053	・・・ポンプの型式
2211/20538	・・・・固定容量
2211/20546	・・・・可変容量
2211/20553	・・・・パイロットで斜板制御
2211/20561	・・・・リバーシブルなもの
2211/20569	・・・・ポンプおよびモータとして作動
2211/20576	・・・複数ポンプあり
2211/20584	・・・・高容量と低容量の組合せ
2211/20592	・・・・高圧力と低圧力の組合せ
2211/21	・・圧力源がポンプ以外
2211/212	・・・アキュムレータ
2211/214	・・・ハイドロトランスフォーマ
2211/216	・・・エア-ハイドロコンバータ
2211/218	・・・燃焼式
2211/25	・・圧力制御機能
2211/251	・・・高圧力制御
2211/252	・・・低圧力制御
2211/253	・・・圧力マージン制御
2211/255	・・流量制御機能
2211/26	・・電力制御機能
2211/265	・・複数圧力源の制御
2211/2652	・・・優先順位なし
2211/2654	・・・1以上の圧力源が優先
2211/2656	・・・ポンプの制御による
2211/2658	・・・原動力制御による

この分類項目はテーマコード3H089流体回路(1)のFタームに近似のものが、ある程度、含まれている。表13に3H089のFタームDA00主回路要素(1)の下位の分類項目を示す。

表12, 13からCPCの2000番台に30の分類項目数に対して、Fタームの分類項目数17である。この中には同等のものもあり、そうでないものもある。ここではCPCの分類項目数がより詳しいようにもみえるが、全体的にみると、CPCの分類項目数の約25

表13 3H089のFターム抜粋

主回路要素 (1)	DA01	・供給源
	DA02	・・定容量ポンプ
	DA03	・・可変容量ポンプ
	DA04	・・アキュムレータ
	DA05	・・圧縮機
	DA06	・・複数の供給源を有するもの
	DA07	・・・供給源の種類が同じ
	DA08	・・・・容量が異なるもの
	DA12	・・供給源駆動手段
	DA13	・・・原動機で駆動
	DA14	・・・電動機で駆動
	DA15	・・・流体的手段で駆動
	DA16	・・・手動
	DA17	・・・駆動手段を制御するもの
	DA18	・・・エネルギー蓄積手段を有す
	DA19	・・・機械的手段(フライホイール)
	DA20	・・・電気的手段(蓄電)

万はこの2000番台の分類項目数も合わせての合計である。日本の分類項目数はFIは前述のように約19万だが、それとは別にFターム数が約35万ある。

#### 4. おわりに

本稿は特許文献を調べるの最終稿であり、国際分類の動向についても示した。図1にも示すように、日本の特許文献はIPCの分類記号は付与されているが、CPCの分類記号は付与されていない。本稿でも紹介しているようにFIの分類記号は表9～11に示すように、たまたまCPCの分類記号と近似の場合もあるが、表3～8示すように異なるのが一般的と考えられる。近年の年間出願数でも年間20万件を超えるものであり、もし、観点の異なるCPCとFIを付与するとすると大変な作業であると推定される。

なお、特許文献を調べるの主旨は誰もが使用できる特許情報プラットフォームを活用することである。日本の特許文献をテーマコード、FI、Fタームとテキストから調べるとして、参考文献<sup>2)-15)</sup>に紹介してきた。新たなもの考案するあるいは既存のものを改良するには、類似のものとしてどのようなものがあるか、あるいはどのようなものが特許になっているかを知ることは重要である。それらの文献を見出すために、本稿までの特許文献を調べるが参考となれば幸いである。

#### 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)
  - 15) 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2, フルードパワーシステム, Vol. 49, No. 1, p. 39-42 (2018)

(原稿受付：2018年2月13日)

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

フランス  
ボルドー

## 第3回 フランスから来日して



### 著者紹介

レア ル コ ント  
**Léa Lecomte**

フジサンケイビジネスアイ  
〒100-8125 東京都千代田区大手町1-7-2  
E-mail: lea.lecomte@sankei.co.jp

2012年新潟大学へ一年間の交換留学, 2014ボルドー大学日本語文化専攻卒業, 2016年在日フランス大使館・ビジネスフランスにて半年のインターンシップ, 同年ボルドー大学大学院多言語文化及びビジネス専攻 日・英語ビジネスコース卒業, 現在フジサンケイビジネスアイにて就業。

## 1. はじめに

### 自己紹介：

私はフランスのボルドー地方に生まれ育て、ボルドー大学で日本語・文化それから英語を学び、イベント計画を専門とした大学院を卒業した。一昨年、インターンとして在日フランス大使館で働いたことがきっかけで、去年4月からフジサンケイビジネスアイで働き始めた。

### 来日の理由：

今回日本に来た理由は、日本の会社で興味深い仕事を見つけるといったことだった。大学では日本の社会を勉強したが、自分でも経験したいと思い就職してみた。また、ビジネス日本語もビジネスマナーを身に着けるには、最も効果的だと思った。

### 現在の所属機関とその研究／仕事内容：

現在、フジサンケイビジネスアイ・日本工業新聞という新聞社の事業部で働いているが、仕事は記事を書くことではなく、工業に関する事業特に展示会を主催することである。具体的には、海外の出版社や講師の方などとのやり取りをし、海外で展示会のPRをするために資料の作成と翻訳をすることである。海外と展示会に加えて、セミナー、学生ツアー、コンテストの審査会などの事務局をしており、現場でのサポートもしている。

## 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：

初めて来日したのは、2012年の新潟大学での交換留学の時だった。日本は道や電車が非常にきれいで、レストランや店等でサービスが常によかったので、驚いた。そして、大学の人や知らない人でも日本をあまり知らない私に親切にいろいろなことを教えてくれて生活がどんどんしやすくなった。

来る前には、日本人がシャイで仕事ばかりしているというステレオタイプがあったのだが、実際にはそうでもなかった。外国に興味を持っていた人が多く、旅行や交流パーティーに参加して日本人に会う機会が多かったので、楽しく友達をたくさん作れた(写真1)。



写真1 彌彦神社での旅行のひとつ

### 2.2 大学と職場での印象

日本人の考え方や働き方で驚いたこと：

ボルドー大学では、日本語と日本文化を勉強していたので、日本社会と日本人のライフスタイルについて、いろいろ聞いていたのだが、大学生についてはあまりにも知識不足で、ライフスタイルに驚いた。まずは、授業中に寝ている学生を見たとき非常に驚いた。フランスでは、大学の入学試験が基本的にはない。その代り、入学してから期末試験を合格するように毎日頑張らないといけないからだ。また、学生と先生の関係が異なり、先生とクラス全員が一緒

に食事に行くというのも珍しいことであった。

ただし、先生と同級生と親しい関係があっても、個人面をあまり見せなく、また大学の中には手をつないでいる学生のカップルを一回も見なかった。

仕事の場合にも同僚が夫婦といっても、外から見ると分からない時もある。それは、あまり他人に見せたくなく、割とロマンティックな態度だといわれているが、自分の国では冷たい感じがするので、少し驚いた。**日本に滞在中に自分が最も変わった点は？**：

日本で仕事し始めてから、時間をもう少ししっかり守るようになった。フランスでは約束の時間にぴったり着いた方が丁寧と思われ、また電車の遅延により5分遅れても特に大きな問題ではない。しかし、日本の場合はこのような遅刻は全く許されなく、逆に社内でも5分早く着くのは礼儀正しいということを学んだ。

そして、大使館でのインターンシップの時には、短期間だったので仕事だけをしっかりと、交流会や親睦会にはあまり参加しなかったが、現在の仕事ではだんだん人間関係も重要であると分かるようになりました。ネットワークを広げて、さまざまな人に出会うようになり、同僚とも仕事に困っているときお互いに助け合い、いい雰囲気働いている(写真2)。



写真2 KESS (英会話勉強会) のセッション (左から2番目が筆者)

### 2.3 生活に関して

**日本の生活で困ったことは？**：

私は自分の国でも背が高いとよく言われる人です。日本では、背の高い人がだんだん増えてきて、私に合う服装が探せばあるが、女性用の靴があまりない。大きいサイズの靴とは言っても、26センチまでしかなく、選べる種類は少なくなる。

また、料理を作るのは趣味だが、チーズや生クリーム等というフランスで日常的な材料が日本ではあまり使われていなく、値段が結構高くなる。しかし、だんだん日本材料も知るようになり、和食を作れるようになりたいと思う。

**日本の生活でよかったことは？**：

日本では便利なところがたくさんあって、生活がしやすいと思う。例えば、電車は毎日使っているの

だが、滅多に困ることはなかった。余り遅れないし、電車の中がきれいで静かだし、混んでいるときにも比較的スムーズに移動できる。そして、店の営業時間も長くて、日曜日でも買い物ができる。

言語でコミュニケーションが難しい場合にも、日本人は非常に優しく聞いて、説明してくれるので、職場と日常生活でも助かる。フランスに興味を持っていて質問する人が多く、逆に自分の国についてさまざまなことを知ることになった。

**最も興味ある日本の文化：**

私は中学の時に漫画を読み始めて、日本に関心を持つようになったのです。主人公が仲間をお互いに助け合い、つらいときにも頑張っていて、非常にポジティブなメッセージを伝えていることに感動した。

そして、日本文化に実際に触れると、花見、初日の出などの昔からの習慣が守られており建築にも興味を持つようになった。特に神社には自然が多く非常に神聖な雰囲気があって好きになった。着物も非常に素敵な服装だと思っていたが、実はただの服装だけではなく、ずっと大事にされていて、家族の宝物の一部だと考えられる(写真3)。



写真3 白山神社にホームステイ家族とのお出かけ

### 3. 抱負と日本の方々へのメッセージ

**今後はどんな予定？ 出身国に戻るのいつ？**：

仕事が非常に面白いと思うが、まだまだ上達できるところがたくさんあるので、しばらく日本での仕事を頑張りたいと思う。個人的に東京でたくさん友達を作れていますし、時々フランスに帰って家族にも会えます。

**日本人へのメッセージ：**

仕事に頑張るのも素晴らしいことだと思うのだが、特に忙しいときに健康を守って、疲れたら休みを取った方がいいと思います。そして、海外に旅行し、さまざまな新しいものと考え方を味わい、気分転換するのがよいと思う。

(原稿受付：2018年2月21日)

## 研究室紹介

## 立命館大学ヒューマノイドシステム研究室の紹介

## 著者紹介



げん 玄      そう こう  
相 昊  
立命館大学  
〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1  
E-mail : gen@fc.ritsumeai.ac.jp

1998年早稲田大学大学院修士課程修了。2002年東京工業大学大学院博士後期課程修了。東北大学助手、ATR研究員を経て、2010年立命館大学理工学部准教授、現在に至る。油圧ヒューマノイドロボット等の研究に従事。JFPS, RSJ, IEEEなどの会員、博士(工学)。

## 1. はじめに

立命館大学は日本で第3位の規模を有する総合私立大学とあって、毎年大勢の多様な学生を受け入れている。理工学部はびわこ・くさつキャンパス(BKC)に位置し、京都駅からは電車とバスを乗り継いで約40分の距離にある。筆者が所属するロボティクス学科は1996年に設立された日本初のロボット工学専門の学科として知られている<sup>1)</sup>。機械、電気・電子、情報、材料、人間工学など、幅広い分野にまたがる教育・研究を実践しているが、力学理論を基軸とした教育手法に伝統的な特徴がある。約400名の学部生を擁し、これまで1,000人を超える卒業生が各分野で活躍している。

当学科には10個の研究室があり、4回生は各研究室に毎年10名ほど配属され、1年後にはその大半が大学院に進学している。また、一部の研究室を除き、基本的には教授または准教授が一人で研究室を運営している。

一方、本学には、学部とは独立した総合科学技術研究機構があり、その下にいくつかの研究センターが組織されている。「ロボティクス研究センター」には当学科をはじめ、機械、電子、情報等の他学部・学科教員が名を連ねており、大企業から個人まで、ロボット技術に関するありとあらゆる相談を受け入れて技術指導や受託研究を行っている。特に近年、人手不足や資源問題を解決する手段としての「ロボット・AI」が期待され、スタッフや教員はそ

の対応のため多忙である。

多くの多様な学生に質の高い工学教育を施して社会に送り出しつつ、多くの企業からの要望にも応えていくため、なるべく汎化性・継続性のある研究テーマを慎重に選びながら、毎日試行錯誤を重ねている。使命感に燃えた研究教育のやり甲斐は大きい。



図1 フルードパワー国際見本市(IFPEX2017)での記念撮影(日本フルードパワー工業会の支援のもと27名の学生が油圧サーボプレスを含む10台のロボットシステムの大規模動展示を行った)

## 2. 研究室の概要

当研究室「ヒューマノイドシステム研究室」は2010年に発足してちょうど7年が経過したところである<sup>2)</sup>。現在の学生数は原稿執筆段階で28名(うち大学院生17名、留学生5名)である(図1)。

等身大の多自由度ヒューマノイドロボットや4足歩行ロボットの駆動手段として、もっぱら油圧を扱っている点で、世界でもきわめて特異な研究室であると言える。数キロワット級の油圧ユニットがロボットの数だけ備えられており、有料の追加実験スペースと三相交流の配電盤が各所にないと実験が成り立たない(図2)。

日本では大学の授業で油圧を教えなくなって久しいが、筆者は自分が受け持つ授業の中で(少し時間をいただいて)、「油圧ロボットにかけるロマン」なるものを伝えるようにしている。まず、当学会で制作されたプロモーションビデオ映像を見せて、技術の有用性を学生に印象付けたうえで、油圧ポンプやシリンダーを教室に持ち込み、油圧回路図を黒板に書きながら動作を説明すると、そのしくみを理解し

た学生は必ず目を輝かせる。学部教育はそれで十分とさえ思う。ところが、その学生が当研究室を配属希望してくれるかという点、そこは甘くない(笑)。

当研究室のテーマは油圧システムやアクチュエータそのものではなく、ロボット工学で古くから人気のある人型ロボットを作って動かすことである。人型ロボットが登場する映画やアニメの影響を受けて本学ロボティクス学科を志望する学生も少なくないが、回生を重ねて勉強するにつれて、人型ロボットが実はとてつもなく複雑なシステムであることを知り、3回生にもなると尻込みする学生も多いと聞く。したがって、最終的に当研究室への配属を希望する学生は、等身大ロボットと油圧技術に並々ならぬ情熱を持つツワモノである。

筆者に課された任務は、学生の情熱に冷や水を注がずに教育を施し、いかにして質の高い研究を進められるかに尽きる。油圧ロボットはシステムが複雑で、学ぶべき知識が膨大なだけに、これは難題である。就職活動やアルバイトのため、学生がじっくりものを考える時間が激減している事実も見逃せない。筆者自身、大勢の学生の指導、留学生のケア、実験システムの維持管理、企業との対話を優先するため、所属学会に貢献する時間はほとんど確保できていない。マネージメントの試行錯誤は続く。

一つの大実験として、当研究室は2013年から国際ロボット展(毎年東京ビッグサイトで開催)にロボットや機器をデモ出展するアウトリーチ活動を行ってきた。「大実験」と呼ぶのは、その準備に丸3カ月と約100万円の費用がかかるためである。しかし、いろんな困難の中でも学生達はうまく工夫して計画的に準備を進め、最後にはデモを成功させて自信をつけている。若者の適応力と柔軟性に驚くばかりである。来客との対話の中で学生が自分の研究と社会との接点を感じることができ、さらに学ぶためのモチベーションを得る意味で、この活動の教育的、社会的意義はきわめて大きいと考えている。



図2 ロボティクス・FAセンター内に間借りしている有料実験スペース(大型トレッドミルと4脚歩行ロボットが見える)

### 3. 研究紹介

学科や研究室の様子は前節のとおりであるが、以下、研究内容を簡単に紹介する。大きく分けて2つのグループに分けて研究を行っている。

#### 3.1 歩行ロボットグループ

当研究室の看板であるヒューマノイドロボットを中心に、その派生技術である4脚歩行ロボット等を研究開発している。図3に示すヒューマノイドロボットH1は多くのスポンサーの協力を得ながら研究室で独自に開発したロボットである。これは京都にある株式会社国際電気通信基礎技術研究所(ATR)、そして米国Boston Dynamics社と合わせて、油圧によるトルク制御が可能な世界で2番目又は3番目の等身大ヒューマノイドロボットで、大学では世界初となる<sup>3)</sup>。製作コストについてはどうか質問しないでいただきたい(笑)。

開発の背景を述べる。現在、過酷な環境で大きな力を出して作業できる強靱な機械の代表は、油圧ショベルである。油圧ショベルはサイズとアタッチメントを変えて、屋外のあらゆる作業場面で活用している。もっとも優れた「汎用機械」と言っても過言ではない。近年のさまざまなニーズを受けて、危険な場所でも作業が行えるよう、遠隔で機械の状態を把握し無人稼働するシステムが建機メーカーを中心に開発されている。しかし、機械単独で高度な作業を自動で行うロボット化はほとんど進んでいないのが現状である。

一方、日本が世界的シェアを誇ってきた産業用ロボットにおいては、自動車組立や溶接作業に代表されるように、高精度な繰り返し位置決め制御が要求され、高性能モータと高性能ギヤを組み合わせた電動ロボットが長らくそのニーズに応じてきた。しかし、大きな力を瞬時に発生したり、人間のように微妙に力を加減しながら作業する用途には適しておらず、これまでは特殊な専用工具(アタッチメント)を別途取り付けることで対応してきた。

近年、人と協調して動く「協働ロボット」の開発が盛んであるが、これらのロボットのほとんどは従来の電動ロボットの手先や関節に力・トルクセンサを組み込んだものであり、ギヤの出力軸を負荷に直結する場合に直面する脆弱性が克服されているわけではない。

このような背景を踏まえ、当研究室では油圧による高性能ロボットの可能性を探るべく、その方法論として、難易度の高い等身大2足歩行型ヒューマノイドロボットを自らの手で作ることを目標に定めた。また、研究当初からダイナミックな運動制御や運動

学習と相性の良い関節トルク制御にこだわり続けた。実際、ヒューマノイドH1はこれまで、トルク制御を活かして、両足で柔軟にバランスをとったり姿勢を制御するデモを数多く行ってきた。

そして最近ついに、歩行軌道の修正をまったく行わず、局所的なバランス制御だけで不安定な凹凸路面を安定に歩行させることを修士1回生の学生が成功させ、国際会議に論文投稿するまでに至った。一連の研究により、さまざまな技術的課題も見えてきた。もし自作せずを買ってきた機械であれば、何が課題なのかすら見えなかったであろう。

当研究室におけるヒューマノイド研究の波及は多岐にわたる。たとえば、2種類の異なる4脚ロボットA1とW1はヒューマノイドH1の図面を参考に、教員の手を借りずに学生だけで設計製作したものである(図2)。不整地バランスや蹴っても倒れない転倒回避動作に成功しており<sup>4)</sup>、最近は屋外走行に向けたバッテリー駆動油圧パワーユニットの試作を行っている。等身大のロボットに共通で使えるコンポーネントがあるので、短期間にプロトタイプが試作できた。また、歩行ロボットの機構設計と運動制御の知見を活かし、下半身の運動アシストロボットの研究も行っている。

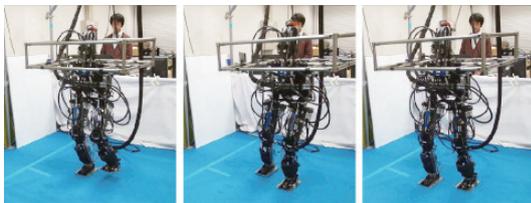


図3 油圧ヒューマノイドロボットH1の歩行の様子

### 3.2 油圧制御グループ

筆者が本学着任後、見よう見まねで勉強を始めた、汎用油圧機器を用いたモーションコントロールおよびロボットベンチマークを目指したグループである。安価な油圧回路にマイクロサーボポンプを組み込んだ「油圧ハイブリッドサーボブースター」回路の発明<sup>5)</sup>が契機となって発足した。紙面の都合上、二つだけ例をあげて特徴を説明する。

まず、2014年に試作した10トンサーボプレス(ボア径100mm, ロッド径56mm)は開回路モードで対象物に高速接近し(最大650mm/s; アクムレータ使用), メインポンプの発揮圧力7MPaから増圧して14MPaまで精密加圧ができる。位置決め精度はセンサー分解能の0.1 $\mu$ mである。現在、精密リニアステージへの応用も行っている。また、空気圧と油圧を組み合わせたエアハイドロサーボプレスの開発も企業と共同で行っている。

つぎに、2015年に発足した油圧ハイブリッドロボットチームでは、上述の油圧回路を図4のような垂直多関節マニピュレータ(長さ1.2m, 自重13kg)に適用することを試みている<sup>6)</sup>。これまでの実績としては、手先の高速移動, 精密位置決め(センサー分解能の0.5mm), 13kgの手先負荷における重力アシスト制御, インピーダンス制御(いずれも圧力センサーによるトルクフィードバック制御)に成功している。最近は駆動回路のみならず, 軽量で安価なロータリーアクチュエータや曲がるステンレス鋼管, 継手などの要素技術開発も試験的に始めている。

## 4. おわりに

研究室の活動と開発したロボットシステムについて簡単に紹介した。最新の情報はホームページをご覧ください。閲覧いただければ幸いです。

最後に、当研究室の研究教育活動への惜しみないご支援を賜りました企業・団体・個人のスポンサー各位と筆者を研究の道に導いていただいた関係者様に、この場をお借りして深く感謝申し上げます。



図4 低コスト汎用油圧機器で構成した油圧ハイブリッドマニピュレータの重力アシストデモの様子(IPFEX2017)

### 参考文献

- 1) <http://www.ritsumei.ac.jp/se2017/department/ro/>
- 2) <http://www.humanoidsystems.org>
- 3) Hyon, S., Suewaka, D., Torii, Y. and Oku, N., Design and experimental evaluation of a fast torque-controlled hydraulic humanoid robot, IEEE/ASME Trans. Mechatronics, vol. 22, no. 2, p. 623-634 (2017).
- 4) Oda, K. and Hyon, S., Passivity-based balance and walking control on hydraulic quadruped robot, The 10th JFPS International Symposium on Fluid Power, 1C15 (2017).
- 5) Hyon, S., Mizui, H. and Mori, Y., Hydraulic drive circuit, US Patent 9458864 (2016).
- 6) Hyon, S., Tanimoto S. and Asao S., Toward compliant, fast, high-precision, and low-cost manipulator with Hydraulic Hybrid Servo Booster, IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 39-44 (2017).

(原稿受付: 2018年3月10日)

## 企画行事

# 平成29年度オートムセミナー開催報告 「ロボティクス分野におけるフルードパワー活用の 現状と今後について」

## 著者紹介

なぐら しのぶ  
名倉 忍

コマツ

〒323-8558 栃木県小山市横倉新田400  
E-mail : shinobu\_nagura@global.komatsu

1997年東京工業大学修士課程修了、同年コマツ入社、現在に至る。油圧装置/システムに関する研究開発に従事、日本フルードパワーシステム学会会員

## 1. はじめに

平成29年11月27日（月）午後、平成29年度オートムセミナー「ロボティクス分野におけるフルードパワー活用の現状と今後について」が、機械振興会館において開催された。本稿では、セミナー開催の様子および当日行われた講演内容の概要について報告する。

## 2. セミナーの概要

ロボティクス分野でのアクチュエータは、電動モータが主流を占めてきたが、最近ではその特性を生かしフルードパワーアクチュエータを用いたロボットの研究・開発が活発となっている。そこで本セミナーでは、ロボティクス分野でのフルードパワーの活用事例について、現状と今後の可能性について展望すべく、企業や大学の方々を講師となり講演していただいた。



図1 セミナー会場の様子

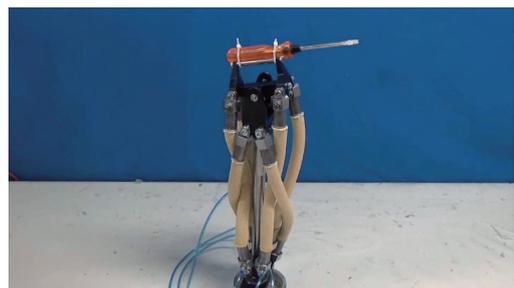
セミナーは、4件の講演で構成され、1件あたり45分間の講演が行われた。参加人数は、聴講者18名に講師4名を加えた合計22名で、聴講者の内訳は、油圧に携わる企業人が多数を占めたが、フルードパワー以外の分野を専門とする方々も数名ではあるが参加されていた。

## 3. 講演内容

### 3.1 油圧駆動ハイパワー人工筋肉の開発

株式会社ブリヂストンの大野信吾氏により、油圧駆動の人工筋肉について講演をいただいた。

講演内容は、今回開発したマッキベン型人工筋について、油圧駆動用として開発する上でのポイントとなった点、また電気駆動モータや油圧シリンダと比較して特長となる点について解説いただいた。それらの方式に比べ、特にパワーデンシティ（力/自重）に優れること、耐衝撃・耐振動性に優れること、摩擦が少なく細かな力制御がしやすいことが特長であるとのことであった。油圧駆動ハイパワー人工筋の応用イメージを図2に示す。

図2 油圧駆動ハイパワー人工筋肉の応用イメージ<sup>1)</sup>

### 3.2 建設機械の高度化に向けたImPACT建設ロボットの取り組み

株式会社小松製作所の岡村健治氏により、福島原発事故を教訓とした壊れにくい遠隔操縦ロボットを創出する内閣府ImPACTタフ・ロボティクス・チャレンジのプロジェクトで開発中の建設ロボット（図3）について、現在の取り組み状況を講演いただいた。

建設ロボットはミニ油圧ショベルをベースとして2重旋回機構とそれぞれにアームを持っており、現

在までのテストの結果から従来の建設機械では出来なかった複雑な作業や微細作業を実現できる能力を持つてることが分かってきたということである。

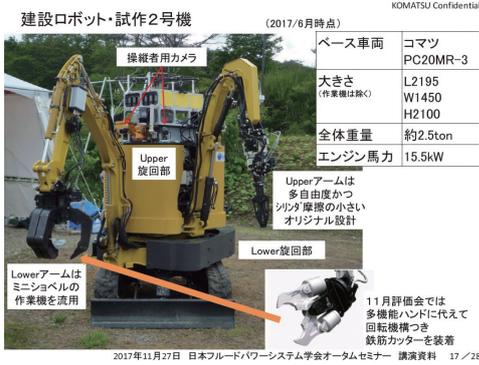


図3 建設ロボット概要<sup>2)</sup>

### 3.3 スリム&ソフトな流体ロボットを目指して

東京工業大学の塚越秀行氏により、配管チューブの形状や拘束方法を工夫することで、配管とアクチュエータ、切換えバルブ、センサ等を兼ねることにより実現したスリムかつソフトな流体ロボットについて講演をいただいた。

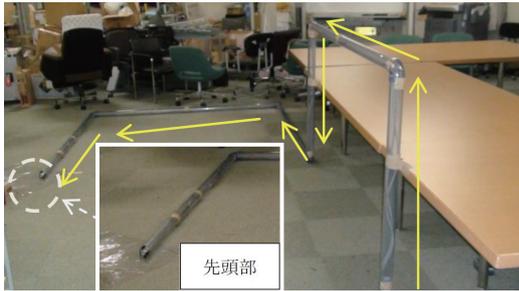


図4 全長14mの配管の推進実験<sup>3)</sup>

講演内容は、扁平チューブをアクチュエータとして活用した、小口径配管内を長距離推進可能、かつ分岐管においては推進方向を選択可能な流体ロボットの原理や作動について解説いただいた。長距離推進を可能とするため、扁平チューブとマッキベン人工筋肉とを並列に配置した能動蛇行機構を設けて支持力を向上しているということであった。推進実験の様子を図4に示す。また扁平チューブアクチュエータについては、そのほかの応用例についても紹介いただいた。

### 3.4 高出力型空気圧人工筋肉を用いた生物・生体規範型ソフトロボティクスの開発とその応用事例

中央大学の中村太郎氏により、高出力型空気圧人工筋肉と、それを用いたさまざまな応用事例について講演いただいた。

人工筋肉+MRブレーキにより関節の角度と剛性

および粘性と摩擦を制御できるようにしたロボットアームを用いた応用事例として、一脚ジャンプロボット、装着型力覚提示装置、パワーアシスト装置の紹介、またミミズのぜん動運動を再現する人工筋肉を用いた応用事例として、医療用、工業用内視鏡ロボット、また腸のぜん動運動を再現する人工筋肉を用いた応用事例としてぜん動運動型ポンプ(図5)の紹介があった。ぜん動運動型ポンプは高粘度流体や固液混合体を搬送できるだけでなく、逆送・固液分離・固液混合が可能であり、さまざまな活用事例について紹介いただいた。



図5 大腸型ぜん動運動型ポンプの概要<sup>4)</sup>

## 4. おわりに

今回は油圧を用いたハイパワーロボティクスと空気圧を用いたソフトロボティクスと、それぞれの流体の特性を活かしたロボティクスを分かりやすく紹介していただき、流体の魅力を再認識できたセミナーであったと思う。参加者からのアンケートでも、普段聞くことができない興味深い内容で参考になった／知見を広げることができ勉強になったとの感想が寄せられ、好評をいただいた。

最後に、御多忙の中、講演を引き受けてくださった講師の皆様、ならびにセミナー開催にあたり御協力いただいた関係各位に深く感謝申し上げ、セミナー開催の報告を終える。

### 参考文献

- (一社)日本フルードパワーシステム学会 平成29年度 オータムセミナーテキスト
- 1) 大野信吾：油圧駆動ハイパワー人工筋肉の開発，P 11
- 2) 岡村健治：建設機械の高度化に向けたImPACT建設ロボットの取り組み，P 23
- 3) 塚越秀行：スリム&ソフトな流体ロボットを目指して，P 32
- 4) 中村太郎：高出力型空気圧人工筋肉を用いた生物・生体規範型ソフトロボティクスの開発とその応用事例，P 58

(原稿受付：2018年1月31日)

会 告

〈理事会・委員会日程〉

3月14日	情報システム委員会
3月16日	理事会
3月26日	企画委員会
3月30日	編集委員会

〈理事会報告〉

- 3月16日 14:00～16:00  
 機械振興会館 6階 6-65 (出席者14名)
- 1) 国際シンポジウム函館2020準備状況について
  - 2) 50周年記念事業状況について
  - 3) 学会賞受賞者推薦について
  - 4) 国際交流事業について
  - 5) 平成29年度決算案, および平成30年度予算案について
  - 6) 評議員会の開催について
  - 7) フルードパワー工業会との連携について
  - 8) その他

〈委員会報告〉

- 平成29年度第4回情報システム委員会  
 3月14日 16:00～17:00  
 法政大学市ヶ谷見附校舎9階 (出席者5名)
- 1) 会議報告の担当について
  - 2) HP更新作業について
    - ・講演会・セミナー情報の更新
    - ・トピックスの整理・更新
    - ・関連する国際会議情報の更新
    - ・その他
  - 3) 研究委員会の頁について
  - 4) その他

- 平成29年度第5回企画委員会  
 3月26日 15:00～17:00  
 機械振興会館 地下3階 B3-3 (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年度ウインターセミナー
    - (2)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年度オータムセミナー
    - (4)平成30年度秋季フルードパワーシステム講演会
  - 3) その他審議・確認事項
    - (1)学会50周年記念行事
    - (2)その他

- 平成29年度第6回編集委員会  
 3月30日 14:00～17:00  
 東京工業大学田町CIC5階 (出席者10名)
- 1) 会誌特集号の現状と企画
    - ・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」
    - ・Vol. 49 No. E1「緑陰特集」
    - ・Vol. 49 No. 5「バイオメティックスにみられるフルードパワー」
    - ・Vol. 49 No. 6「流体制御弁の最新技術動向(仮)」
    - ・Vol. 50 No. 1「油圧ポンプの技術動向(仮)」
  - 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

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

日本フルードパワーシステム学会・日本機械学会 共催  
**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24日(木)～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24日(木)～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、東北大学中野政身教授による特別講演「MR流体とその先進フルードパワーテクノロジー」、オーガナイズドセッション「機能性流体によるフルードパワーシステムの高機能化・高性能化」、

フルードパワーのシミュレーション」を企画しております。その他、製品・技術紹介セッションにおける近年注目されているフルードパワー製品に関する技術紹介や技術懇談会などを予定しております。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。

特別協賛行事  
**「空気圧システムの新展開 実習付き講演会」**  
 開催日時：平成30年6月6日(水)13:30～17:20

**開催趣旨：**

本講演会では、空気圧の動特性に極めて重要なファクターとなる電磁弁の流量特性に関するC、b値の測定方法について、新たに制定された等温化容器からの放出法について、実機を複数台用意し、参加者の皆様に容器内空気の温度変化を空タンク

と等温化容器を比較して、体験していただけます。

**開催場所：**田園ステーションテラス視聴覚室  
 (川崎市高津区末長1-49-1 田園都市線梶ヶ谷駅)

詳細は学会ホームページに掲載いたします。

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年秋季フルードパワーシステム講演会**  
 開催日：平成30年10月25日(木)・26日(金)

**開催趣旨：**

平成30年秋季フルードパワーシステム講演会は平成30年10月25日(木)・26日(金)に京都教育文化センター(京都市)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や技術懇談会などを企画いたします。詳細は学会ホームページに随時掲載いたしますので、ご確認いただきますようお願いいたします。皆様の積極的なご参加をお待ちしております。

会  
告

## 共催・協賛行事のお知らせ

## 協賛行事

<p>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  <b>ROBOMECH2018 in Kitakyushu 地域から創生するロボティクス・メカトロニクス</b>            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）            U R L：http://robomech.org/2018/</p>
<p>一般社団法人 日本機械学会関西支部 第356回講習会  <b>実務者のための振動基礎と制振・制御技術</b>            主 催：一般社団法人日本機械学会関西支部            会 期：2018年7月30日(月)～31日(火)            会 場：大阪科学技術センター（大阪市西区浅鞠本町1-8-4）            U R L：http://www.kansai.jsme.or.jp/v2site/Seminar/kou356.html</p>
<p>日本混相流学会 混相流シンポジウム2018            主 催：日本混相流学会            開 催 日：2018年8月8日(水)～10日(金)            会 場：東北大学 青葉山東キャンパス（宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6）            U R L：http://www.jsmf.gr.jp/mfsymp2018/</p>
<p>一般社団法人 日本機械学会 機械力学・計測制御部門 企画  <b>Dynamics in and Design Conference 2018</b>            総合テーマ：「伝統と多様性，新たな創造へ」            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：2018年8月28日(火)～31日(金)            会 場：東京農工大学 小金井キャンパス（東京都小金井市中町2-24-16）            U R L：https://www.jsme.or.jp/conference/dmccconf18/</p>
<p>第36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：2018年9月5日(水)～8日(土)            会 場：中部大学 春日井キャンパス（愛知県春日井市松本町1200）            U R L：http://rsj2018.rsj-web.org/</p>
<p>キャビテーションに関するシンポジウム（第19回）            主 催：日本学術会議 機械工学委員会，19回キャビテーションに関するシンポジウム実行委員会            開 催 日：2018年10月18日(木)～19日(金)            会 場：北海道大学工学部フロンティア応用科学研究棟（札幌市北区北15条西8丁目）            U R L：http://cavitation19.sakura.ne.jp/index.html</p>
<p>エコデザイン・プロダクツ&amp;サービスシンポジウム（EcoDePS）2018            主 催：エコデザイン学会連合            開 催 日：2018年12月5日(水)            会 場：早稲田大学 西早稲田キャンパス63号館（東京都新宿区大久保3-4-1）            U R L：http://ecodenet.com/EcoDePS2018/</p>
<p>Grinding Technology Japan 2019            主 催：日本工業出版(株)，フジサンケイビジネスアイ            開 催 日：2019年3月18日(月)～20日(水)            会 場：幕張メッセ 展示2ホール（千葉市美浜区中瀬2-1）            U R L：http://grind-tech.jp/</p>

## (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)  
 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)  
 JXTG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  
 東京計器パワーシステム(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)  
 特許機器(株)  
 特許庁  
 豊興工業(株)  
 (株)豊田自動織機  
 長津工業(株)  
 中西商事(株)

長野計器(株)  
 中村工機(株)  
 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  
 日本ムーブ(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)  
 松田鉄工(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)

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 (4月10日現在)	930	16	112	130
差引き増減	-30	±0	-20	-1

正会員の内訳 名誉員14名・シニア員42名・ジュニア員137名・その他正会員737名

### 正会員

嶋村 英彦 (川崎重工業株式会社)	禹 奇 (アズビルTACO株式会社)
伊藤 弘道 (株式会社コガネイ)	稲葉 丈二 (株式会社コガネイ)
村岡 裕之 (株式会社コガネイ)	大村 雄太 (株式会社コガネイ)
細川 賢治 (東京計器株式会社)	国保 典男 (CKD株式会社)
花木 幹生 (CKD株式会社)	薛 成華 (CKD株式会社)
伊藤 彰浩 (CKD株式会社)	三宅 博久 (CKD株式会社)
田中 尚志 (CKD株式会社)	夏目 清辰 (CKD株式会社)
山田 泰之 (中央大学)	奥井 学 (中央大学)
石田 靖昌 (大日本印刷株式会社)	松田 憲英 (川崎重工業株式会社)
尾高 成也 (株式会社曙ブレーキ中央技術研究所)	古川 仁 (株式会社曙ブレーキ中央技術研究所)
道辻 善治 (株式会社曙ブレーキ中央技術研究所)	

### 学生会員

増田 勝 (芝浦工業大学)	飯田 航平 (東京工業大学)
江口 裕介 (東京都市大学)	徐 有衛 (福岡工業大学)
谷 晃希 (信州大学)	森 賢太郎 (信州大学)
渡辺あかり (信州大学)	秋庭 健二 (芝浦工業大学)
川島 源樹 (東京電機大学)	杉森 信之 (東京電機大学)
萩原 大輝 (中央大学)	松村誠士郎 (上智大学)
大江 祥生 (大阪工業大学)	金城 拓 (法政大学)
細見 大樹 (徳島大学)	

## 編集室

## 次号予告

## ——特集「モーターサイクルにみるフルードパワーの最新技術」——

〔挨拶〕 会長就任にあたって  
副会長のご挨拶

〔巻頭言〕 「モーターサイクルにみるフルードパワーの最新技術」 発行にあたって

〔解説〕 大型二輪車用過給エンジンにおける流体技術

二輪車開発における流体基盤技術

オートバイの音に関する音質評価～ライダーと非ライダーの評価の違い～

Pneumatic Spring Fork 2 (PSF2) の開発

エンジンの環境負荷低減技術、熱効率向上技術

ライダーからみたモーターサイクルの技術

〔会議報告〕 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  
IFK2018 (ドイツ・アーヘン)

〔トピックス〕 米国駐在員日記

Youは日本をどう思う? 第4回: 日本で長く暮らして

〔研究室紹介〕 神奈川工科大学創造工学部ロボットメカトロニクス学科 吉満研究室

〔企画行事〕 ウィンターセミナー (H30.3.23)

栗林 直樹  
市 聡頭  
坂川 住司  
岩宮眞一郎  
野口 寛洋  
小酒 英範  
香川 利春  
川上 幸男  
田中 豊  
中野 智和  
潘 剛毅  
吉満 俊拓  
赤木 徹也

## 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))  
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))  
栗 林 直 樹 (川崎重工業)  
上 妻 文 英 (KYB(株))  
五 嶋 裕 之 (株工苑)  
佐 藤 恭 一 (横浜国立大学)  
妹 尾 満 (SMC(株))  
中 野 政 身 (東北大学)

委員 中 山 晃 (日立建機(株))  
藤 田 壽 憲 (東京電機大学)  
丸 田 和 弘 (株コマツ)  
矢 島 丈 夫 (株コガネイ)  
柳 田 秀 記 (豊橋技術科学大学)  
山 田 真の介 (株TAIYO)  
山 田 宏 尚 (岐阜大学)  
吉 満 俊 拓 (神奈川工科大学)  
担当事務 伊 藤 和 巳 (KYB(株))  
局 成 田 晋  
藤 谷 秀 次  
編集事務局 竹 内 留 美 (勝美印刷(株))

(あいうえお 順)

## 会 告

## 複写される方へ

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

権利委託先: (一社) 学術著作権協会

〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル

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

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

〒105  
|  
0011 東京都港区芝公園三丁目五―三二 電話(〇三)三四三―八四四一 FAX(〇三)三四三―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

印刷所 東京都文京区白山一―一三七 アクア白山ビル五階  
勝美印刷株式会社