

---

---

THE FLUID POWER SYSTEM INTELLIGENCE CENTRE

---

---

# ***FPIC QUARTERLY***

---

J F P S

Vol.11, No.2

2003.6



---

---

THE JAPAN FLUID POWER SYSTEM SOCIETY

---

---

# FPIC Quarterly Vol.11, No.2

## 目 次

巻頭言	基盤強化委員会に携わって	川上幸男	1
平成15年春季フルードパワーシステム講演会特別招待講演	「宇宙開発の夢と現実」を聴講して	田中 豊	2
創立30周年記念事業	国際交流事業	国際招待講演	
	「AMESim を利用した油圧掘削機用 Main Control Valve の動特性の解析に関する研究」を聴講して	眞田一志	4
平成15年春季フルードパワーシステム講演会参加記	(油圧・水圧編)	桜井康雄	6
平成15年度春季フルードパワーシステム講演会参観記	(空気圧)	川嶋健嗣	9
平成15年春季フルードパワーシステム講演会併設フォーラム「電動かフルードか」開催報告		桜井 康雄 浅野 哲史 高崎 邦彦	11
第5平成15年春季フルードパワー講演会併設教育講座	『空気圧システム入門』報告	藤谷秀次	14
ISFP'03参加報告		田中 豊	16
日本機械学会第3回機素潤滑設計部門講演会におけるフルードパワー技術研究動向		吉田和弘	21

## 巻頭言

# 基盤強化委員会に携わって

芝浦工業大学 川上幸男

昨年度より基盤強化委員会の幹事を務めている関係から基盤強化委員会の活動について考えてみる。「いかに正会員ならびに賛助会員を増やし、学会を活性化し発展させていくかについて検討・実施する」ことが基盤強化委員会の大きな役割としてあげられる。言葉にしてしまうと非常に明快であるが、この役割をつつがなく遂行していくことがどれほど大変であり、難しいかをこの1年で痛切に認識させられた。日本経済が不況のどん底にある中で学会の会員数を現状維持できているのは佐藤三祿会長、香川利春基盤強化委員会委員長ら学会幹部の方々の貢献が大きいことは言うまでもないが、しばらくは日本経済の好転が期待できない現状では学会の幹部の努力だけでは限界があり、じわじわと学会の体力を消耗していついていっているのではないかと危惧してしまう。当然基盤強化委員会でもこのような現状をただ静観しているわけではなく、佐藤会長、香川委員長の下で考え得るアクションプランを多方面から検討しており、魅力あるサービスを充実させ、全会員がメリットを享受できるようなシステムを構築し、実施・提供していきたいと考えている。

一方でこれまでも学会に魅力あるサービスコンテンツがそろっていなかったわけではない。例えば多くの研究委員会が活動しておりそれぞれが多くの貴重な研究成果を積み上げてきている。ただこれらの有意義なデータが有機的に広く会員とつながっているわけではなく、限られた会員のみしか利用していない場合も多々見受けられる。これはサービスを提供する側の問題であり、統一したデータベースを構築し、広く会員にアナウンスできるシステムを作れば解決できるものと考えられる。このための有効的な手段としてはインターネットすなわちホームページの利用が挙げられる。基盤強化委員会では「学会のホームページの充実」がアクションプランの重要項目の一つであるとしてとらえ、情報ネット管理運営委員会とも連携をとりながら「学会のホームページの充実」を進めている。本年5月に学会サーバコンピュータからインターネットへのデータの時間あたりの接続容量が大幅に改善され、ホームページの内容についても近々大幅にリニューアルされる予定である。

FPICクォータリ（HPICクォータリ）は1998年から電子出版され、ホームページ上で会員に発行されてきた歴史がある。これまで刊行物のファイルデータのダウンロードに時間がかかるなどネットワークのハードウェア上の問題がボトルネックとなっていたが、ホームページのリニューアルとともにFPICクォータリの閲覧に関しても使い勝手が大幅に改善される。FPICクォータリはフルードパワーに関する貴重なデータベースであるので、今回のリニューアルをきっかけとしてこれまで以上に広く会員がFPICクォータリを利用して頂くことを期待している。

# 平成15年春季フルードパワーシステム講演会特別招待講演 「宇宙開発の夢と現実」を聴講して

法政大学 田中 豊

平成15年春季フルードパワーシステム講演会は、2003年5月21日～23日にかけて機械振興会館で行われた。今年度から講演会の内容が大幅に変更となり、従来どおりの一般講演に加えて、国際招待講演や特別招待講演、油圧・水圧・空気圧それぞれの基調講演とオーガナイズドセッションなどが盛り込まれ、会期も3日間に延長され盛大に行われた。ここでは、慶應義塾大学教授の狼嘉彰先生をお招きした新企画・特別招待講演について、その概要を報告する。

特別講演は機械振興会館地下2階にある大ホールにおいて、学会会長の佐藤三禄先生の司会（写真1）で始まった。講師の狼先生（写真2）は、長年、宇宙開発事業団で日本の宇宙開発の最前線にたたれていた方で、その後、東京工業大学教授を経て、現在、慶應義塾大学理工学部システムデザイン工学科の教授を務めておられ、現在も日本の宇宙開発の第一線でご活躍されている。

講演タイトル「宇宙開発の夢と現実」<sup>1)</sup>においては、記憶に新しいスペースシャトルの空中分解事故やH ロケットの打ち上げ失敗、国際宇宙ステーション(IIS)計画の概要など、宇宙開発の厳しい現実と、今後期待される明るい未来を、時には冷静な口調で、時には熱っぽく語られるのが印象的であった。

講演は第2次世界大戦中のドイツのミサイルV 号の開発を手がけたフォン・ブラウン博士の話題から始まった。この報復兵器(Vergeltungswaffe)は当時の成功率が90%を越え、現在と同レベルの驚くべき成功率であったこと、以後のすべてのミサイルやロケットのお手本となり、アポロ計画の最高責任者として人類を月に送り込んだ



写真1 司会の佐藤会長



写真2 講師の狼教授



写真3 フォン・ブラウン博士を語る狼教授

ことなど、イラク戦争の余韻が覚めやらない時の話としては、宇宙ロケットの開発と兵器開発が表裏一体であったことをあらためて感じさせられた。

またH ロケットの失敗では、日本の宇宙開発に4年半におよぶ空白が生じ、組織全体の再評価や計画の見直しなど、非常に多くの時間とマンパワーを浪費したことなども披露された。新しい試みは常に失敗を内在するものであり、絶対に成功をめざす精神論の危険性、すなわち「石橋をたたいても渡らない」という日本の宇宙開発の最近の風潮に対する危惧が印象的であった。最近元気の無い日本の製造業の姿勢にも当てはまりそうだ。また失敗にしか興味を示さないマスコミの姿勢や論調にも、科学立国をめざす日本のお寒い現状が感じられる。今年度後半には、宇宙三機関（宇宙科学研究所・航空宇宙技術研究所・宇宙開発事業団）は統合・独立法人化され、宇宙開発の枠組みは大きく変わろうとしている。失敗に学び、日本の「ものづくり」の得意・不得意を良く見極め、改良し仕上げることの大切さをもう一度見直すことが大切であると感じた。

狼先生の言葉を借りれば、「宇宙の平和利用には無限の可能性があり、若者の情熱でチャレンジすることが沢山あり、その結果として宇宙開発は、地球の素晴らしさを教えてくれる」という。特別講演会を聴講した次世代の担う若き学会会員に、多くのことを教えてくれる、たいへん有意義な特別招待講演であった。今後もこのような異分野の講師を招いた学会主催の特別講演会の企画をお願いしたい。

#### 参考文献

- 1) 狼 嘉彰, 宇宙開発の夢と現実, 平成15年春季フルードパワーシステム講演会講演論文集, pp.9-18, 2003-5.

創立 30 周年記念事業 国際交流事業 国際招待講演

## 「AMESim を利用した油圧掘削機用 Main Control Valve

の動特性の解析に関する研究」を聴講して

横浜国立大学大学院 眞田一志

学会創立 30 周年記念事業国際交流事業として、アジア各国の若手技術者との交流を行っている。今回はその最初として、韓国蔚山大学教授の梁舜龍先生をお招きした。梁教授には平成 15 年春季フルードパワーシステム講演会にて国際招待講演（図 1、図 2、図 3）をなされたが、その概要を紹介したい。

梁先生は、1985 年から 1992 年まで東京大学大学院精密機械専攻に在学され、韓国に戻られて三星重工業に勤められ、1997 年に東京大学より博士（工学）の学位を授与されている。現在、蔚山大学機械・自動車工学部教授で、中小企業総合研究センターと大学技術移転センターの所長をなされており、油圧や電気を利用したメカトロニクスに関する教育研究に従事されている。

国際招待講演では、建設機械の自動化を目指した研究開発の一環として、今回は特に油圧掘削機用 Main Control Valve の動特性をツールソフトのひとつである AMESim を用いて実施された研究成果をご紹介された。対象とする油圧回路（図 4）は、重負荷システムで、Valve などの非線形特性が強いシステムであり、数学モデルの構築が解析上重要な技術となっている。また、この研究テーマでは、自動化が目標となっており、そのためのさまざまな技術の開発のためのテストベンチとして解析モデルを利用することを想定している。具体的には、ブーム、アーム、バケットの Main Control Valve のモデルを AMESim を用いて構築し（図 5）、シミュレーションモデルの有効性を実験結果との比較によって明らかにした。



図 1 講演会場の様子



図 2 梁教授



図 3 講演に聞き入る参加者

講演は流暢な日本語でご発表され、活発な質疑応答とあわせて、非常に有意義な講演だった。今後、韓国においてもフルードパワーシステムの研究グループをつくり、本学会との国際交流も継続的に行って生きたいとの希望を熱く語られた。

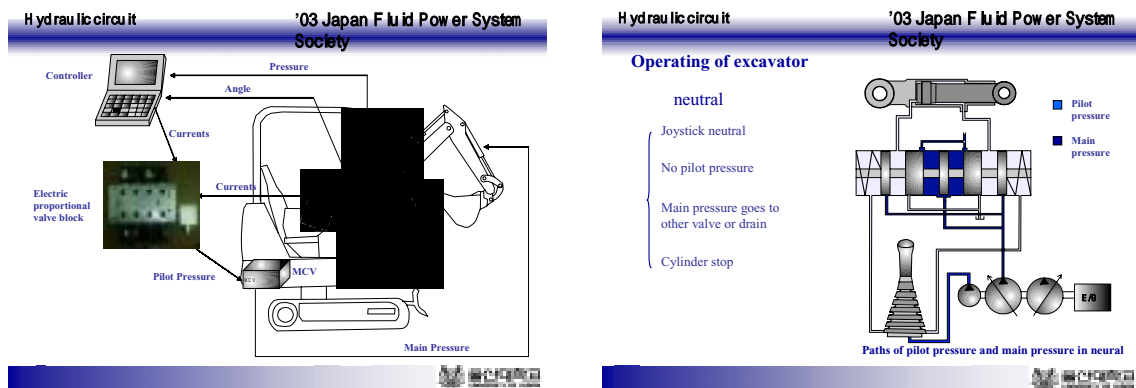


図 4 解析対象の油圧系

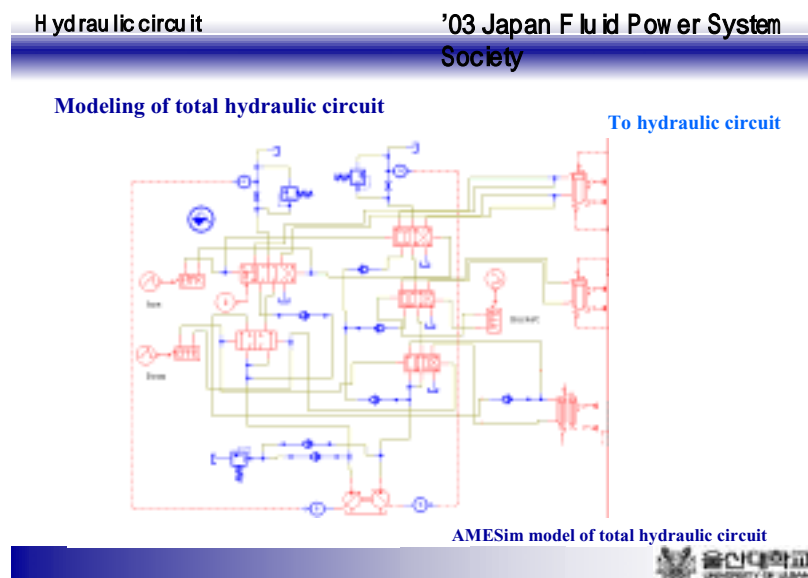


図 5 AMESim による解析のための油圧回路モデル

参考文献

- 1) 梁舜龍, AMESim を利用した油圧掘削機用 Main Control Valve の動特性の解析に関する研究, 平成 15 年春季フルードパワーシステム講演会講演論文集, 2003, p.1/7.

# 平成15年春季フルードパワーシステム講演会 参加記（油圧・水圧編）

足利工業大学 桜井 康雄

## 1. はじめに

平成15年5月21日（水）～23日（金）の3日間にわたり、平成15年春季フルードパワーシステム講演会が機械振興会館で開催された。例年は2日間で行っていたが、学会員へさらなるサービスを提供し魅力ある講演会にするという考えに基づき、一般講演の他に国際招待講演、特別招待講演、基調講演（3件）という盛りだくさんの内容となり、さらに、教育講座およびフォーラムも併設されたため、3日間の開催となった。

一般講演は液圧部門13件（油圧部門9件、水圧部門（オーガナイズドセッション）4件）、空気圧部門23件（オーガナイズドセッション含む）、の計36件であった。液圧部門の講演は平成13年および平成14年春季講演会では18件であったが、本年度はオーガナイズドセッションを含み13件と例年に比べ少なかった。一方、オーガナイズドセッションを含み空気圧部門は23件と例年（平成13年春季講演会：14件、平成14年春季講演会：11件）と比べ非常に多かった。これは油圧業界の厳しい状況に起因するものかと危惧している。今後、再度、油圧関係の講演件数が増えることを期待したい。しかしながら、参加者数は141名と盛会であった。これは様々な行事を配し学会員へのサービス向上に努めた結果ではないかと思われる。ここでは、液圧部門関係の基調講演と一般講演の概要について報告する。

## 2. 基調講演

液圧関係の基調講演は2件行われた。水圧関係では池尾茂先生（上智大学）により「水圧システムとへの期待」<sup>(1)</sup>と題した基調講演が行われた。ここでは、枯渇する資源、地球環境保全という21世紀の科学技術に課せられた課題に対処するという視点から、水圧駆動システムの現状、可能性、問題についての解説が行われた。油圧関係では小嶋英一先生（神奈川大学）「油圧機器及びシステムの振動・騒音」<sup>(2)</sup>と題した基調講演が行われた。この講演では、油圧において解決しなければならない重要な課題の一つである油圧機器及びシステムの振動・騒音特性とその解析手法について、ポンプからの直接放射音、油圧システムの流体伝ば騒音、制御弁絞り部のキャビテーション騒音を対象とした解説が行われた。

両講演とも、液圧システムにおいて重要な課題でありその分野で活発に研究を行っている先生の講演であったため、多くの出席者を得て、活発な質疑応答がなされた。

## 3. 一般講演

### 3.1 水圧部門（オーガナイズドセッション）

田中らは<sup>(3)</sup>、アミューズメントロボット用駆動システムを構築し水圧駆動と空気圧駆動の比較検討を行い、対象とするシステムにおいて、水圧駆動方式は空気圧駆動方式と同等かそれ以上の制御性と安定性を有していることを報告した。

朴らは<sup>(4)</sup>、ポペット形水圧用高速電磁弁の流量特性を改善するために開発した比例ポペットを主弁とした比例ポペット形水圧用高速電磁弁の出力流量とパイロット流量の比例関係及び脈動特性を実験により調べ、開発した弁が十分実用的であることを明らかにした。

風間は<sup>(5)</sup>、水圧と油圧ポンプおよびモータのトライボロジーに関する基本的な考え方の差異を軸受機構の点から系統的に述べ、さらに、これらに関する応用的なテーマや最新のトピック

スについて話題提供を行った。

大島は<sup>(6)</sup>、過去7,8年の間に公表された研究論文および現在インターネットのウェブ上に公開されている情報などをもとに調査した海外の主な大学における水圧駆動技術の研究動向と代表的な研究事例を紹介した。

### 3.2 油圧部門

呉らは<sup>(7)</sup>、煩雑な位置・力制御及びコンプライアンス制御油圧駆動システムの単純化と小形化を図るため開発した位置・力制御機能を内蔵した新しい油圧シリンダについて、実験とシミュレーションによりその制御特性を明らかにした。

山肩らは<sup>(8)</sup>、2本の油圧シリンダ、サーボモータ、ボールネジ、アキュムレータから構成される省スペース化、省エネルギー化を実現したEHL (Electro-Hydraulic-Linear) システムを用い開発したプレス機と型締め装置の位置精度について実験により検討し、十分な精度を有していることを示した。

川村らは<sup>(9)</sup>、フライホイールへのエネルギー蓄積を行うシステムを搭載した省エネルギーハイブリッド油圧モータ車両であるCPSトラックを試作し、エンジンの間欠運転、フライホイールに蓄積したエネルギーによる走行試験、制動エネルギー回生実験を行った結果について報告した。

越智らは<sup>(10)</sup>、埋込磁石同期モータ (IPMモータ) を採用し、高圧制御と高い省エネルギー性を実現したインバータ駆動可変油圧ユニットを開発した結果とその基本性能について示した。

松本らは<sup>(11)</sup>、油圧用ボール弁内の流動状態とボールなどの運動状態の可視化実験をキャピテーションが発生し弁が振動する場合を対象として行い、ボール、ボールサポートおよびバネは連動して動いていること、ボールは三次元的に振動し鉛直方向よりも水平方向に振動していることを明らかにした。

風間らは<sup>(12)</sup>、噴流衝突式試験装置を用い、水道水、生分解性作動油 (VG46) および鉱物油 (VG32) を供試液体としてキャピテーション壊食実験を行い、同一条件、同一絞りのもとでは水道水の壊食量が著しく大きくなったこと、生分解性作動油と鉱物油の壊食量は同一温度では後者の方が多く同一粘度では前者の方が多かったことを報告した。

横山らは<sup>(13)</sup>、油撃現象を用いた増圧装置を建設機械へ利用するため、基礎的な実験を行い、管路の太さ、長さ、電磁弁を開閉するためのパルス幅等のパラメータの影響を明らかにした。さらに、試作した増圧装置で目標とした30MPa以上の増圧が可能となったことを報告した。

水野らは<sup>(14)</sup>、小さな部品 (10mm以下程度) を大きな機械 (1m以上) で加工するという不合理を解消するため開発した従来の電動式に匹敵またはそれを上回る位置決め精度と駆動特性を有する油圧式テーブル駆動システム (およそA4版サイズ) において、さらに微小送り性能を向上させるために、4つの電磁弁の駆動タイミングを操作して駆動する方法を提案し、良好な特性が得られたことを報告した。

西垣らは<sup>(15)</sup>、バイモルフ型PZT素子をノズルフラップ機構に用いたON/OFF弁の試作・実験により、試作した弁は電磁駆動方式による高速ON/OFF弁以上の高速応答性と同等の弁流量を得ることができたこと、および、試作した弁の不感帯を低減する駆動方法を提案しその有効性を確認したことが報告された。

### 4. おわりに

平成15年春季フルードパワーシステム講演会では、液圧部門の講演は例年に比べ少なかったが、141名という多数の参加者を得て盛会のうちに終了した。なお、本講演会から、学生及び企業人を対象とし、優れた講演に対してベストプレゼンテーション賞が贈呈されることとなった。その賞の贈呈は平成15年11月6日 (木)、7日 (金) の2日間にわたり沖縄で開

催予定の秋季フルードパワーシステム講演会で行われる .秋季講演会にも多くの方々に参加していただき、受賞者を祝福していただけることを期待している .

参考文献（出典は平成15年春季フルードパワーシステム講演会講演論文集）

- (1)池尾茂：水圧システムへの期待
- (2)小嶋英一：油圧機器及びシステムの振動・騒音
- (3)田中，石橋，伊藤：メータアウト方式による空気圧駆動と水圧駆動の比較（第2報 実機への適用）
- (4)朴，北川，川島，李，呉：水圧用高速電磁弁の流量特性改善に関する研究
- (5)風間：水圧ポンプ・モータのトライボロジーについて（軸受機構の視点から）
- (6)大島：海外における水圧駆動技術の研究動向
- (7)呉，北川，朴：位置・力制御機能を内蔵した油圧シリンダの開発
- (8)山肩，一柳，マノーゾ・タパ，滝沢：Electro-Hydraulic-Linear (EHL)システムの研究
- (9)川村，一柳，下山，池尾，横田：フライホイール式省エネハイブリッド車輛の開発
- (10)越智，下尾，堀内，仲田：埋込磁石同期モータ（IPMSM）による省エネ，高圧2連ポンプシステム
- (11)松本，築地，永田，吉田：ボール弁内の可視化に関する研究
- (12)風間，藤原，山口：噴流衝突式によるキャビテーション壊食に関する研究（水道水，生分解性作動油，鉱物油の比較）
- (13)横山，鈴木，佐々木：油撃現象を用いた増圧装置の油圧シリンダへの応用
- (14)水野，山田，武藤：高速ON/OFF電磁弁を用いた油圧式精密駆動システムに関する研究（微小送り性能向上のための電磁弁駆動法に関する検討）
- (15)西垣，山田，武藤：バイモルフ型PZT素子を用いた高速油圧ON/OFF弁（2本のバイモルフ型PZT素子を用いた新型試作弁の開発）



# 平成 15 年度春季フルードパワーシステム講演会参観記 ( 空気圧 )

東京工業大学 川嶋健嗣

平成 15 年 5 月 21 日から 3 日間、春季フルードパワーシステム講演会が例年通り、東京タワーのすぐ近くの機械振興会館で開催された。今年は教育講座( 空気圧システム入門 )、フォーラム( 電動かフルードか )と講演会の同時開催という新しい試みが行われ、非常に活気にあふれた講演会となった。空気圧関連では一般講演 23 件と基調講演 1 件が行われた。油圧関係よりも講演数が多く、空気圧に対する関心の高さが感じられた。

講演内容は大きく 3 つに大別できる。一つは空気圧ロボットの研究である。圧縮性があり、質量対出力比の高い空気圧アクチュエータをロボットに応用する研究は注目されており、介護、福祉医療や災害現場での使用など、今後の発展が期待できる分野である。

二つ目は空気圧機器の特性解析の研究である。特に、空気圧流量特性の測定方法に関しては産学挙げて活発な研究が行われており、今後の実用化が多いに期待される。

三つ目は空気圧システムに関する研究である。昨今の省エネ化の要求を実現するための研究が盛んに行われている。ユーザと最も直結している重要なテーマである。

以下に研究発表の内容を上記の 3 つの研究分野にまとめて簡単に紹介する。

まず空気圧ロボット関係の研究では、災害現場などでの応用を目指したものとして、「マスターアームによる空気圧ロボットアームの遠隔操縦」、「油圧シヨベル自動操縦ロボット開発の基礎研究」、「瓦礫跳躍高度の向上を目指した空圧ジャンピングの特性解析」の発表が行われた。また、介護、福祉や医療分野での応用を目指して以下のような介護機器やアクチュエータの研究が発表された。「パワーアシスト椅子駆動機構の最適設計に関する研究」、「シリコン外殻型発砲ゴムアクチュエータ SOFMA の特性改善」、「空気式指圧力覚呈示装置を用いた対象物の弾性特性認識」、「身体への簡易着脱式棒状アクチュエータ：Tail-arm の開発」。参加者が多く、非常に活発な質疑応答が行われた。今後の空気圧の発展を感じさせる領域の研究であり、これからの研究の進展が大変楽しみであると感じた。

空気圧機器の特性解析の研究としては、まず、「空気圧モータに関する特性改善」、「記述関数法による空気圧シリンダのスティックスリップ現象の解析」が挙げられる。また、流量特性の研究として、「空気圧機器の流量特性の試験方法 (ISO6358) の改善案」、「充填法による大気放出空気圧機器の流量特性の測定」、「空気圧機器の流量特性評価について ( 可変絞りをもつ機器の流量特性 )」、「空気圧用配管の流量特性に関する研究」、「空気圧機器の合成流量特性に関する研究」、「空気圧小口径接続機器の流量特性の試験及び考察」が発表された。発表件数も多く研究が活発に行われている分野である。流量特性の試験法に関しては、今回発表があったように新たな手法を日本から世界に提案しようという産学連携の大きな目標があり、その達成に向けて順調に研究が進んでいる印象を受けた。

空気圧システムに関する研究は、岡山大学の則次俊郎教授をオーガナイザーとするオーガナイズドセッションとして発表が行われた。騒音の問題を取り上げたものや、省エネへの取り組みとその評価の研究など大変興味深い内容の発表がなわれた。以下にテーマを示す。

「アーゴノミックスから提案する空気圧騒音の低減方法」、「空気圧サーボシステムにおける発熱量に関する研究」、「空気圧システムの省エネルギー」、「空気圧システムの省エネプログラムの開発」、「省エネのためのエアパワーメーターの開発」、「低摩擦型空気圧シリンダの省エネルギー」

ギー効果について」,「空気圧シリンダにおける空気回生回路の効果」.

3日目朝一番の東工大香川利春教授の基調講演は「空気圧システムの省エネルギー」と題して行われた. 空気圧の消費エネルギーの導出には従来の圧力と流量の積を用いるだけでなく, エクセルギの概念を導入することの重要性を分かりやすく解説された.

以上, 3日間の講演会は盛会であった. 企画委員として企画, 運営に携わった筆者としては安堵した. ただし, 他の学会の講演会と比較すると寂しい感は否めない. しかし, 講演内容を見ると空気圧の研究・開発の分野が益々広がる可能性があるように感じた. 空気圧は色々な利点を有しており, その良さを活かせば, まだまだ発展するものと期待している.



## 平成15年春季フルードパワーシステム講演会 併設フォーラム「電動かフルードか」開催報告

### フォーラムWG

足利工業大学 桜井 康  
本田技術研究所 浅野 哲史  
太陽鉄工 高崎 邦彦

例年行われている春季フルードパワーシステム講演会を学会員へさらなるサービスを提供することを念頭に置いた講演会へと見直していこうという考えに基づき、例年7月から8月の間に開催されていたサマーフォーラムを春季講演会と併せて本フォーラムとして開催した。さらに、従来7月から9月の間に4日から5日の日程で行われていた教育講座も1日半とし併せて開設したため、春季講演会の開催期間は5月21日(水)～23日(金)の3日間と、例年より1日延長された。しかしながら、参加者、特に遠方からの参加者にとっては1回の出張で様々な情報にふれることが可能となった。

2002年8月に開催され好評を博したサマーフォーラム「電動かフルードか」において、多くの参加者から是非とも再度このような機会を設けてほしいというご意見を頂戴した。そこで、フルード側を油圧に限定し、その第二弾として本フォーラムを開催し、近年のパワーエレクトロニクスの進歩などにより電動システムと厳しい競合状況にある油圧システムと電動システムのメリット・デメリットを認識し相互の新たな利用価値を考え、どうすれば油圧システムが将来的に発展していくか考える機会を設けた。

この様な開催趣旨に基づき、5月22日(木)に例年春季講演会が行われている機械振興会館において以下のプログラムで本フォーラムを行った。

### 【プログラム】

< 適用事例と最新事情 >

14:05 ~ 14:30 油圧機器製造工程の現在と将来 カヤバ工業(株) 小久保真司 氏

14:30 ~ 14:55 油圧プレスの省エネ化 - 電動化との対比 (株)トキメック 木原和幸 氏

15:00 ~ 15:50 油圧が元気になるには 東京工科大学 一柳 健 先生

< パネルディスカッション：電動か油圧か \*\* 油圧発展の模索 \*\* >

16:00 ~ 17:00 司会：東京工科大学 一柳 健 先生

パネリスト：大場孝一 氏(油研工業(株)), 木原和幸 氏((株)トキメック)

小久保真司氏(カヤバ工業(株)), 吉田伸実 氏(コマツ)

フォーラムは定刻の14時に企画委員長・横田真一先生(東京工業大学)の挨拶で開会しフォーラムWG主査の司会で進行した。

まず、小久保真司氏(カヤバ工業(株))により、油圧機器製造を始めて40年以上経過したカヤバ工業の事例に基づき、現在の油圧機器製造工程に至った経過とそこでの工作機械の役割と今後求められる工作機械の在り方および製造工程についての講演が行われた。現在、建機・産業用油圧機器の製造においては多品種少量生産への対応とさらなるコストダウンへの要求を満たすことが必要とされており、「多品種少量段替えなし自動化ラインの実現」をコンセプトに生産ラインの再構築を進めているとのことである。さらに、ユーザーの立場から工作機械に求める機能についての解説が行われ、鋳鉄素材で重切削もあるワークのクランプに大きな力が

必要とされるバルブの加工では、ねじによるクランプが一般的であるが、作業性の改善ニーズから油圧によるクランプ化の要求が出されているとの現状が伝えられた。最後に、将来の製造工程と工作機械について展望すると前述したクランプにおいては油圧技術が残るのではないかと考えが示された。

次に、木原和幸氏((株)トキメック)により、油圧プレス为例に取り、電動システムと油圧システムとを比較した結果について解説がなされた。まず、ドライバ+サーボモータ+減速機+ボールねじで構成される電動システム、ドライバ+サーボモータ+固定ポンプで構成される通常のポンプ回転数制御油圧システム、ドライバ+サーボモータ+複数容量が選択可能な可変ポンプで構成される新しいポンプ回転数制御油圧システムにおいて、省エネルギーの達成度を評価した結果についての説明がなされ、対象とした駆動パターンにおいては、新しいポンプ回転数制御油圧システムが最も省エネルギーに有効であることが示された。次に、機械部品の研削加工時に生じる金属成分、砥粒成分、クーラントが混じった研削スラッジを圧縮固形化して再資源化する研削スラッジ固形化装置の開発に際して、電動システムおよび油圧システムを用いたそれぞれの場合を対象として、検討した結果が示された。対象とする装置の最大速度と最大推力から、電動システムでこれを満たす場合、65kW以上の大型のサーボモータを使用するか、あるいは、2台の30kW以上のサーボモータを並列制御する必要がある、現状の装置をかなり大きくしないと収まらないという問題点が指摘された。一方、新しいポンプ回転数制御油圧システムを採用すると7.5kWのサーボモータを用いれば装置の仕様を満たすことが可能で、高圧プレスのように高速稼働中は低圧で、低速では高圧となる装置では上記の新ポンプ回転数制御油圧システムが非常に有効であることが示された。最後に、電動システムと油圧システムを比較し、電動システムは省エネであるというイメージが一般に強く持たれているため、このイメージをいかに払拭していくかが油圧業界として最大の課題であることが示された。

適用事例と最新事情の最後の講演として、一柳健先生(東京工科大学)による講演が行われた。講演の冒頭に、現在は「電動か油圧か」ではなく、「電動と油圧」と考え、電動といかにうまく融合し油圧技術を残しさらには発展させていくかが重要であるという考えが示された。次に、2003年5月7日～9日にフィンランドのTampere大学で開催された第8回Scandinavian International Conference on Fluid Powerに出席し、訪問したTampere大学での油圧技術研究・開発の現状についての説明が行われた。ここでは盛んに車両駆動用(森林伐採用)油圧技術の研究・開発が行われており、特に、フリーピストンエンジン(エンジンと油圧ポンプを一体化した新しい機械、世界でも3ヶ所で研究・開発が行われているのみ、日本では豊橋技術科学大学・日比昭先生が研究・開発)を車両に搭載して実用試験が始まる段階であることが報告された。このような新しい技術の研究・開発が世界に先駆けて行うことができるのは、豊富なスタッフとヨーロッパ各企業のバックアップに依るところも大きいとのことである。日本においても油圧技術の発展を考える場合、新しい発想および用途の開発が必要であり、それを達成するためには、企業が積極的に大学の研究室をバックアップし研究室および学生の力を最大限利用することも一つの方法であるという考えが示された。その一例として、一柳先生の研究室における共同研究のあり方とその具体的事例が紹介された。最後に、油圧が元気になるには、自分が元気になる、INNASのAachten氏の様に現状に満足せず常に挑戦する姿勢をもち持ち続けることが必要であると力説された。

本フォーラムの最後のプログラムとして、一柳先生を司会としてパネルディスカッションを行った。パネリストとしては、先に適用事例と最新事情に関する話題提供を行っていただいた2名の講師に加え、大場孝一氏(油研工業(株))および吉田伸実氏(コマツ)に加わっていただいた。そして、パネルディスカッションに先立ち、大場氏および吉田氏から、自社の製品分野に電動かフルードかをからめて10分程度の話題提供が行われた。まず、大場氏により一般


産業機械における油圧機器の現状，油圧システムの性能・特性の優位性と今後の課題が提示された．次に，吉田氏により，全電動式フォークリフトとダンプについて，それらの開発の経緯と性能について説明が行われた．これらの話題提供の後，パネルディスカッションに入る予定であったが，飛び入りで，小曾戸博氏（内田油圧機器工業（株））によるＡＣサーボモータの現状と油圧システムの動力密度の考え方における問題点についての話題提供，長友邦泰氏（（有）長友流体機械研究所）によるピストンポンプの効率の現状についての話題提供がなされ，パネルディスカッションに入った．パネルディスカッションは一柳先生の巧みなリードにより進行した．このパネルディスカッションでは，

- ・ 電動技術をうまく取り込み，電動と油圧の長所を生かした機器の研究・開発を行い，その中で油圧技術の発展を考えることの必要性
- ・ ポンプあるいはモータといった基本的要素に関する研究が不十分であり，大学等の研究機関におけるそれらに関する基礎研究の必要性
- ・ 可変容量形ポンプの斜板角制御による省エネ効果とその問題点
- ・ 液圧技術の特長を生かした日本固有の技術の開発，電動との比較が成り立たないような新しい機器開発の必要性
- ・ 大学教育における油圧技術の取り扱いに関する問題点

など，様々な角度からの意見や問題点が提示され，１７時２０分に本フォーラムを終了した．

本フォーラムは参加者が６２名（講師，パネリスト，企画委員は除く）と盛会であった．春季講演会に併せて本フォーラムを開催し学会員への便宜を図ったことも，この様な望外の盛会となった理由の一つではないかと思う．また，様々な角度からの話題提供とパネルディスカッションにより，参加者は今後の油圧技術の発展について種々の考えに触れることができたのではないかと思う．しかしながら，全体で３時間と短かったため話題提供および意見交換に十分な時間が割けなかった点については反省すべき点であると認識し，深くお詫びを申し上げる．

最後に本フォーラムにご協力をいただいた講師およびパネリストの方々ならびに企画・実施にあたりご助力いただいた企画委員および学会事務局の方々に深く感謝いたします．



## 平成15年春季フルードパワー講演会併設教育講座 『空気圧システム入門』報告 (開催日5月21, 22日)

日本フルードパワーシステム学会 企画委員  
SMC株式会社 藤谷秀次

空気圧システムは、あらゆる業種の製造ラインにおいて無くてはならない存在となっています。しかし、これらの空気圧システムを設計する場合、勘と経験に頼っていたところが多いのが現状です。そこで、日本フルードパワーシステム学会では、初心者の空気圧システムに対する理解を図るだけでなく、熟練者が空気圧システムを設計する場合の理論的裏付けを与えることを目的として、例年常設講座『空気圧システム入門』を開催してきました。

今回は、従来の独立して開催してきたこの教育講座を、教育講座で修得された知識をさらに深めることが可能となるように春季講演会と併設することにしました。

平成15年度の春季フルードパワーシステム講演会は、5月21日から23日にかけて開催されました。そのうち教育講座『空気圧システム入門』は、講演会と併行して21日と22日午前中の2日間にわたって開催しました。参加者は28名で、そのうち27名が空気圧メーカーからのものでした。また、人数的には例年並みでしたが、講演会への発表と重なったせいか、例年数名は参加していた学生がいなかったのは残念でした。

なお、教育講座参加者のうち何名かは、教育講座終了後、引き続き講演会や慶応義塾大学の狼嘉彰先生の特別招待講演も熱心に聴講している姿が見られ、また受講者の多くは企業の若手であり、フルードパワーシステム学会への入会勧誘にも耳を傾けてくれ、講演会と併設して開催した意義があったように見受けられました。

教育講座は、企画委員会の井上副委員長の挨拶に引続き開始しました。トップバッターは、『空気圧抵抗の特性』を講義して頂いた東京工業大学の川嶋健嗣先生です。この教育講座は初めての先生ですが、若さあふれるパワフルな講義でした。

『空気圧抵抗容量系の特性』の講義をして頂いた法政大学の田中豊先生、『空気圧駆動システムの基礎』を講義して頂いた東京電機大学の藤田壽憲先生、『空気圧駆動システムの設計』を講義して頂いた芝浦工業大学の川上幸男先生、『空気圧連続制御システム』を講義して頂いた明治大学の小山紀先生、以上4名の先生方は、従来の教育講座『空気圧システム』から講師としてだけでなく、企画から参加していただいていた方々で、数少ない空気圧システム研究の権威者である、と同時に日本フルードパワーシステム学会の重鎮でもあり、講義内容もベテランらしい懇切丁寧なものでした。

『省エネルギー化手法』を講義して頂いたSMC(株)の張護平先生は、空気圧の永遠のテーマとも言える省エネルギーについて、自社開発された省エネルギー化手法をとおして熱心に講義していただきました。

最後に『空気圧応用』を講義して頂いた奈良工業高等専門学校の前川恭弘先生は、今回が初参加で、自身の研究テーマである福祉機器を中心に空気圧機器の応用事例を判りやすく紹介して頂きました。なお、前川先生には講義だけでなく、企画委員会での教育講座を企画する上で、講師の選定・依頼からプログラム作成まで中心的に活躍して頂きました。

講義の最後に、恒例となりました修了書を受講者に授与し、終了しました。

今回使用した教育講座のテキストは、講師となっていたいただいた諸先生に従来から使用していたテキストを全面的に見直して頂き、今後の教育講座にもメインテキストとして使用できるように改訂しました。

以上のように、初めて講演会と併設して開催した教育講座『空気圧システム』は、7名の講師の先生方の熱心な講義のおかげで無事終了することができました。講義をしていただいた諸先生の熱意に敬意を表するとともに、本企画の実施にあたって、事務局の方々、企画委員、特に企画委員でありながら講師を引き受けてくださった各先生には、テキストの見直しから校正まで多大のご協力を頂いたことを厚く御礼申し上げます。

## ISFP' 03 参加報告

法政大学 田中 豊

2003年4月7日～9日に中国・武漢にある华中科技大学（Huazhong University of Science and Technology 通称 HUST, Fig.1）において、International Symposium on Fluid Power Transmission and Control (ISFP'2003)が開催された。この国際会議は中国フルードパワー制御学会（China Fluid Power Transmission and Control）の主催で4年毎に開かれており、第1回・北京（1991年）、第2回・上海（1995年）第3回・ハルビン（1999年）に続く第4回目の国際会議である。著者は第1回から毎回参加しており、今回は4回目になる。

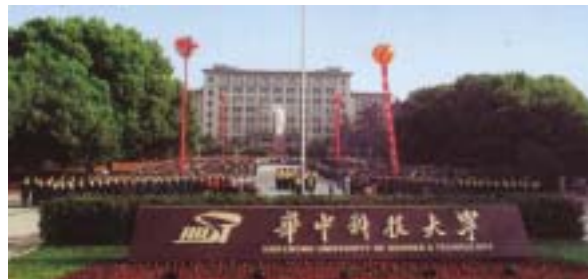


Fig.1 HUST 正面

今回の開催は不幸にして、原因不明の肺炎（急性呼吸器症候群；SARS）と米イラク戦争の影響により、欧米からの参加者がわずかに3名（アメリカ2名、ドイツ1名）、さらに毎回大勢が参加する日本からの参加者予定者もほとんどが直前でキャンセルとなり、日本からの参加者はわずかに8名、これに中国国内からの参加者120名を合わせて会議としての体裁は整ったものの、寂しい国際会議となった。したがって、プロシーディングスには14カ国、132編の論文が収められているが、中国以外からの参加者の発表は、その大半がキャンセルとなり、運営側は当日のファイナルプログラムを組むのも一苦勞の様子であった。また予定されていた海外からの基調講演も、欧米人の講演がキャンセルとなり軒並み穴があきそうな状態であったが、主催者側の工夫と日本からの参加者の協力のもと、なんとか予定のスケジュールを埋めることができたことは、賞賛に値するだろう。



Fig.2 基調 講演の会議場

論文集に収められた132編の内訳は、油圧制御関係が23編、油圧要素とシステム関連が15編、モデリングとシミュレーション関連が20編、空気圧関連が31編、先端技術応用が14編、マイクロマシンや基礎技術関連が16編、水圧関連が14編である。

会議は大学内のレセプションセンターの大会議場（Fig.2）において、シンポジウムの組織委員長である华中科技大学の李壯雲教授の司会（Fig.3）により、中国フルードパワー学会会長の Yiqun Wang 教授の開会宣言と华中科技大学長の李教授の挨拶に続き、日本フルードパワーシステム学会会長の佐藤三禄教授のスピーチは中日の友好と橋渡しのこの国際会議が多くの



Fig.3 司会 の組織委員長・李教授

友人との出会いを作ってくれたことを高く評価すると共に、国際的にアジアでのフルードパワーの国際会議が継続的に続けられていることへの賞賛と今後の新しい展開の可能性が述べられた。その後、中国機械学会事務局長の Peifan Ding 氏，中国油空圧工業会の Wenlan Dou 女史，中国機械学会の路教授の代読の挨拶でオープニングセレモニーは終了した。



Fig.4 佐藤会長の基調講演

続いて行われた第 1 日目の基調講演で

は、予定より 1 講座少ない 3 つの基調講演がセットされた。最初は多くのキャンセルで急遽、日本フルードパワーシステム学会会長の佐藤三祿教授 (Fig.4) が、日本の学会活動におけるフルードパワー技術の系統的な紹介を行った。学会の沿革や最近の学会誌の特集テーマ、研究委員会の活動などが、急遽準備された手書きの OHP により、興味深くわかりやすく解説された。

次にハルビン工大 SMC 空気圧研究センター長の Wang Zuwen (王) 教授がインターネットを用いた空気圧 CAD システム<sup>1)</sup> について解説した。このシステムは、空気圧要素の選択、全体のシステムのシミュレーション解析、遺伝的アルゴリズムを用いたシステム最適化の 3 つの段階により構成される。省エネルギーの評価なども取り込んだ、要素の選択やシステム設計に関するトータルな空気圧 CAD システムとして完成度も高いとの印象であった。

続いて燕山大学の Yiquan Wang 教授が連続冷間圧延のためのデジタルシミュレーションによる仮想圧延機に関する研究<sup>2)</sup> を解説した。この仮想連続冷間圧延シミュレータは、3 次元シリンダ圧延モデルと速度制御システムおよび張力制御システムにより構成されている。Fig.5 に圧延された素材厚さのシミュレータによる結果と実システムの結果の比較を示す。両者はよく一致しており、この仮想連続冷間圧延シミュレータを用いて、様々な素材に対する圧延結果を計算機上でシミュレートできることが報告され、既存のシステムの改良や新しいシステムの導入時に威力を発揮すると述べられた。

第 1 日目の午後は、技術セッションが 4 部屋に分かれて行われたが、キャンセルが多かったようで、私が座長を務めるセッションでも、半分がキャンセルとなった。ちなみに、座長への就任は前日、急に告げられたもので、セッション参加者も未だ確定していない状況であった。

華中科技大学は中国国内で 1,2 を争う美しく広大なキャンパスを有しているそうである。数年前に理工系大学の再編により華中理工大学から華中科技大学に名称が変わり、さらに昨年、医学系の大学とも統合して総合理工系

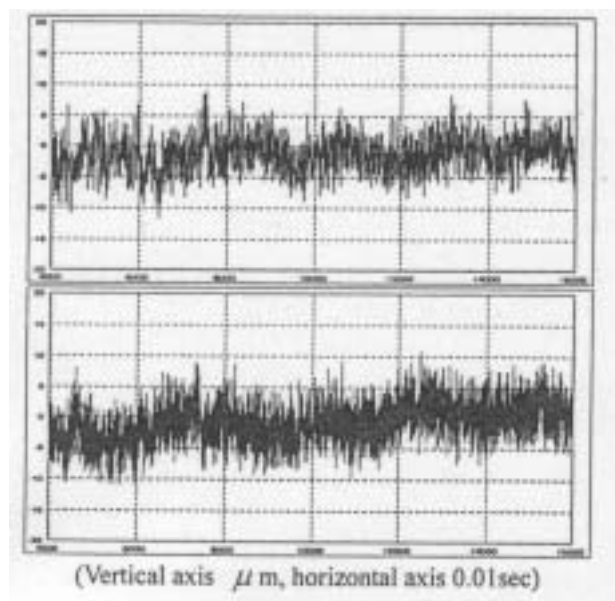


Fig.5 連続冷間圧延機のシミュレーション(上)と実験結果(下)

大学に変貌しているとの事である。会議が行われたレセプションセンター(Fig.6)はホテルが併設された大学構内のほぼ中心に位置している。広大な大学内には、大学教員と職員の住まいや幼稚園、小学校、買い物市場、銀行、レストランなど生活のすべてが完備されていた。そんなわけで、中国の国際会議では普通のことであるが、宿舎の前の専用レストランでの三度の食事が参加費に含まれており、会期中、大学構内から外に出る機会は無かった。また第1日目の夜には盛大なウェルカムパーティーが開催された。



Fig.6 レセプションセンター前にて

翌日第2日目の午前中は、前日に引き続き4つの基調講演がセットされた。最初は予定通り、東工大精密工学研究所の横田眞一教授の「機能性流体を用いたマイクロアクチュエータ」に関する講演<sup>3)</sup>が行われた。大きな出力のマイクロアクチュエータには流体パワーを用いることが有利であることが示された後、横田研究室の一連の研究成果が、最新的话题を盛り込んで解説された。Fig.7は電解共役流体 (Electro-Conjugate-Fluid; ECF) を用いたマイクロモータの写真と構造外略図である。指先にのる小さな直径1mm、重さ50mgのモータが実現されたことが報告された。この他に、ER流体を用いたマイクロ制御弁、圧電素子や形状記憶合金を用いたマイクロポンプ、それらを応用した管内走行マイクロマシンやマイクロプレスが報告された。

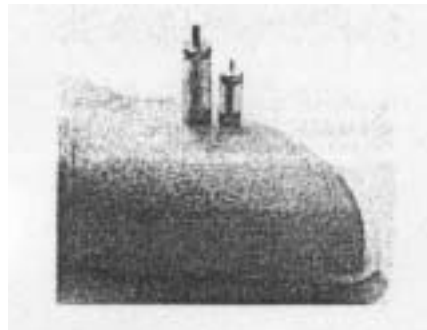


Fig.7(a) 指先の ECF マイクロモータ

2番目は多くの予定がキャンセルされたため、急遽前日に設定された著者による「人工現実感生成技術に応用できる卓上力感覚提示装置」に関する研究<sup>4)</sup>が講演された。バーチャルリアリティー技術の位置付けとその応用が産業界に与えるインパクトの大きさ、力感覚や接触感覚を示す「ハプティクス (Haptics)」という概念の解説がなされ、その後、遠隔操作等への応用が期待されるパラレルリンク機構を用いた卓上型力感覚提示装置の構成と応用事例が紹介された。

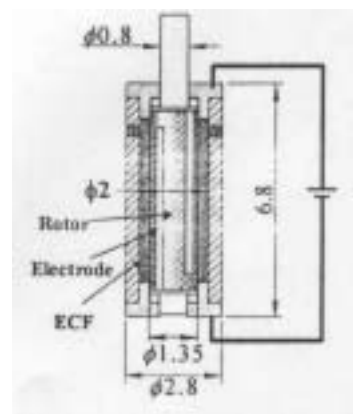


Fig.7(b) ECF マイクロモータの構造概略

3番目は浙江大学のChen Ying教授による「空気圧駆動による自動車 (On the Air Powered Vehicle; APV)」に関する研究<sup>5)</sup>が報告された。空気圧駆動自動車は基本的に排気ガス汚染の心配が無い低公害車である。講演では、軽自動車を改良した試作車による浙江大学構内での走行デモンストレーションの動画と共に、

空気圧駆動自動車の概念や理論エネルギー変換効率などが報告された。原理的には Fig.8 に示すように、高圧の圧縮空気の膨張仕事により内燃機関のエンジンと同じ機構を動かそうというものである。詳細は不明であるが、300bar で加圧された 300L の圧縮空気タンクを搭載して、最大時速 100km で 200km の走行が可能との事である。興味ある取り組みと評価したい。

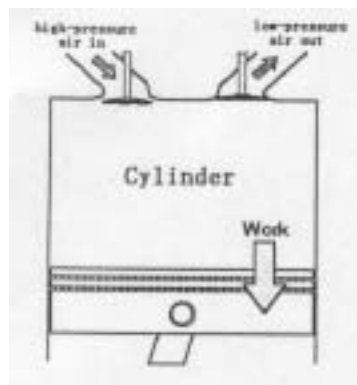


Fig.8 圧縮 空気駆動エンジンの原理図

4 番目は会議の委員長である華中科技大の Li Zhuangyun(李壯雲)教授による HUST における水圧研究の紹介の講演<sup>6)</sup>が行われた。華中科技大 (HUST) では中国科学財団の補助の下、この 10 年ほど水圧に関する研究を系統的に行ってきた。講演では水圧の利点と欠点が概観された後、様々な弁の流量特性 (Fig.9) やキャビテーション特性、海水圧システムの各要素 (ポンプ, リリーフ弁, 流量制御弁) の試作結果などが紹介された。

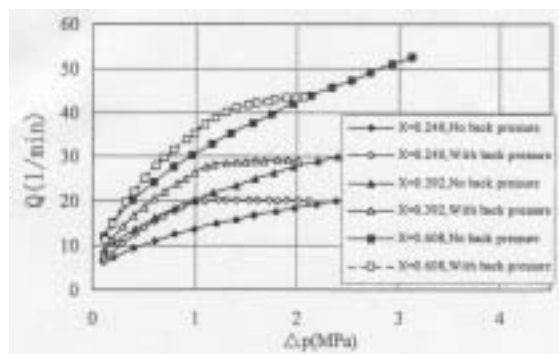


Fig.9 水圧 用ディスクバルブの流量特性

第 2 日目終了後の夕方から、大学構内に昨年末に竣工した新しい大学学生会館 (Fig.10) 内でバンケットが行われた (Fig.11)。バンケットでは佐藤会長が娘さんの中国語での通訳の下、本会議の成功を祝い、また次回の再会を願って挨拶し、盛大な喝采をあげた。また基調講演の横田教授も乾杯のショートスピーチを行った。



Fig.10 バンケット 会場の大学学生会館

バンケットの最後に次回の開催会場のアナウンスがあり、次回の開催は 2007 年に中国有数のリゾート地にある燕山大学で開催される予定とのことである。実行委員長は燕山大学機械工程学院院長の孔祥東博士で、まだ若い英語が堪能で、バンケットで酒 (中国酒) を乾杯する様子は政治力もありそうで、中国フルードパワーの次世代の旗手との印象であった。余談だが孔博士は、孔子の子孫で 75 代目にあたるとの事である。



Fig.11 バンケットにて

さいわい武漢などの内陸部では、少なくとも表面上は SARS の影響は無く、報道もあまり行われていなかったため、不自由することは無かった。しかし、食事とうがい、手洗いには細心の注意を払い、食前食後のアルコール消毒 (?) を欠かすことは無かった。一説によると、アルコール度数の強い中国酒 (白

酒)は SARS の予防に効くとの事で、つい乾杯の回数も多くなって胃腸のほうが少しびっくりしたようである。報道の様子は若干異なっていたがイラク政権の崩壊を現地のテレビで見たり、帰国時に成田税関の職員のマスクを身につけた完全防備の様子に事の重大さを改めて認識するなど、今回はいつにも増して思い出の残る貴重な経験であった。

#### 文献リスト

- 1) Wang Zuwen / Ye Qian / Li Jun | Pneumatic CAD System Based on Internet / インターネットを用いた空気圧 CAD システム | Proceeding of the Fourth International Symposium on Fluid Power Transmission and Control | pp232-236 | 2003 | ||
- 2) Yiquan Wang / Zhang Wei / Gao Yingjie / Fang Yiming / Kong Xiangdong | Research on Digital Simulation of Virtual Rolling Mills for Continuous Cold Strip Rolling Process / 連続冷間圧延のためのデジタルシミュレーションによる仮想圧延機に関する研究 | Proceeding of the Fourth International Symposium on Fluid Power Transmission and Control | pp1-8 | 2003 | ||
- 3) Yokota, S. | Micro Actuator Using Functional Fluids / 機能性流体を用いたマイクロアクチュエータ | Proceeding of the Fourth International Symposium on Fluid Power Transmission and Control | pp529-535 | 2003 | ||
- 4) Tanaka, Y. / Nakajima T. / Sawada, T. | Desktop Type of Force Display Using Pneumatic Parallel Mechanism / 人工現実感生成技術に応用できる卓上力感覚提示装置 | Proceeding of the Fourth International Symposium on Fluid Power Transmission and Control | pp267-271 | 2003 | ||
- 5) Chen Ying / Liu Hao / Tao Guoliang / wang Xueyin / Xu Hong / Jia Guangzheng | On the Air Powered Vehicle / 空気圧駆動による自動車 | Proceeding of the Fourth International Symposium on Fluid Power Transmission and Control | pp389-394 | 2003 | ||
- 6) Li Zhuangyun / Liu Yinshui / He Xiaofeng / Wang Dong / Zhu Bihai / Zhu Yuquan | The Research and Development of Water Hydraulics at Huanzhong University of Science and Technology / HUST における水圧研究の紹介 | Proceeding of the Fourth International Symposium on Fluid Power Transmission and Control | pp605-616 | 2003 | ||

# 日本機械学会第3回機素潤滑設計部門講演会におけるフルードパワー技術研究動向

東京工業大学精密工学研究所 吉田 和弘

## 1. はじめに

2003年4月21日(月)～22日(火)に、東京ディズニーリゾート内、シェラトングランデ東京ベイホテル(千葉県浦安市舞浜1-9)において、日本機械学会第3回機素潤滑設計部門講演会が開催された。本講演会は、日本機械学会機素潤滑設計部門の企画である。

本講演会では、トライボロジー・機械要素関連14件(基調講演1件を含む)、伝動装置関連20件(基調講演1件を含む)、センサ・アクチュエータ関連19件(基調講演1件を含む)、機構関連9件(基調講演1件を含む)、合計62件の研究発表が行われた。フルードパワー技術関連としては、アクチュエータ関連で4件発表された。以下では、各内容について報告する。

## 2. フルードパワー技術関連の発表内容

本講演会で発表されたフルードパワー技術関連の発表はすべてアクチュエータ関連のものであり、合計4件である。

### (1) アクティブバルブを用いた共振駆動形圧電マイクロポンプ(負荷特性と小形化の検討)<sup>1)</sup>

高出力マイクロマシンへの応用を目的とした、アクティブバルブを用いた共振駆動形圧電マイクロポンプの負荷特性と小形化について、実験的に検討している。

まず、吸入側、吐出側のチェック弁を独立の圧電アクチュエータで開閉する図1の試作マイクロポンプの特性実験を行い、吸入側と吐出側の位相差を180°としたとき高い出力パワーが得られること、弁開閉タイミングの制御により双方向に吐出できることなどを確認している。次に、得られた結果に基づき、吸入弁と吐出弁を一体化したシート形アクティブシャトル

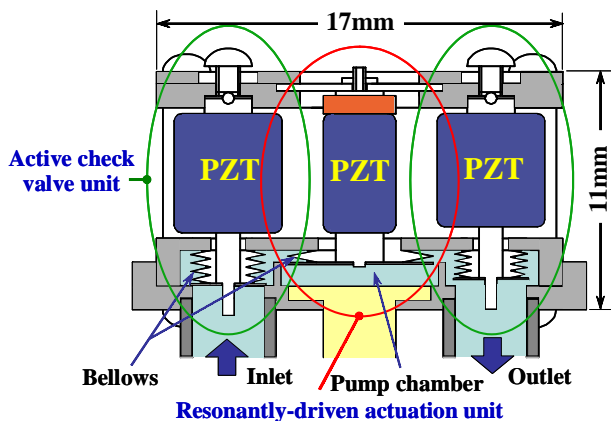


図1 圧電駆動アクティブバルブを用いたマイクロポンプ<sup>1)</sup>

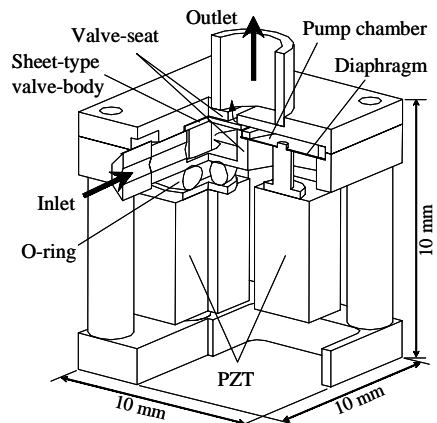


図2 シート形アクティブシャトル弁を用いたマイクロポンプ<sup>1)</sup>

## (2)MR 流体を作動流体としたマイクロバルブの高応答化<sup>2)</sup>

永久磁石の磁界をペルチェ素子で加熱/冷却する感温フェライトにより制御して MR 流体に印加し圧力・流量を制御するマイクロ MR バルブの高応答化について、実験的に検討している。

まず、感温フェライトを直接ペルチェ素子で加熱/冷却する構造により高応答化を図った図3に示すマイクロ MR バルブを提案、試作している。次に、磁界制御の静特性および動特性について実験的に検討し、特に感温フェライト冷却時に応答性が改善されることを確認している。また熱内部交換形磁気回路の提案、検討も行っている。最後に、図4に示す3ポート MR バルブを構成し、その特性を実験的に検討するとともに、特性改善を行っている。

## (3)針状電極 ECF ジェットを用いたマイクロアクチュエータ(製作と特性評価)<sup>3)</sup>

針状電極とリング状電極の間に発生する ECF ジェットを用いたチューブ形マイクロ ECF アクチュエータを提案、試作し、その特性を実験的に評価している。

まず、電極形状の影響を実験的に検討し、針状電極 ECF ジェットによる発生圧力の向上を図っている。次に、図5に示すようにブルドン管と同様の原理で伸張するチューブ形マイクロ ECF アクチュエータ、内部を軸と平行に仕切られたチューブで構成され、各室間で ECF を相互に出し入れすることで屈曲を行うマイクロマニピュレータを提案している。最後に、図6に示すチューブ形マイクロ ECF アクチュエータを試作し、その静特性を実験的に評価している。

## (4)DP-RE 形 ECF マイクロモータの多層化と高出力化<sup>4)</sup>

薄膜状電極対を配置した円板形ロータを有し、電圧印加で生じる ECF のジェット流の反動で回転する DP-RE 形 ECF マイクロモータの多層化と高出力化について実験的に検討している。

まず、薄膜状電極対の厚さの影響を実験的に検討し、表1に示すように、電極を厚くすることで高出力化が図れることを見出している。次に、図7に示す内径9mm、内部高さ1mmの高集積化8層 DP-RE 形 ECF マイクロモータを試作し、その負荷特性を実験的に評価している。その結果、内径9mm、内部高さ1.9mmの4層 DP-RE 形 ECF マイクロモータと比較し、大幅に出力が向上することを確認している。

## 3. おわりに

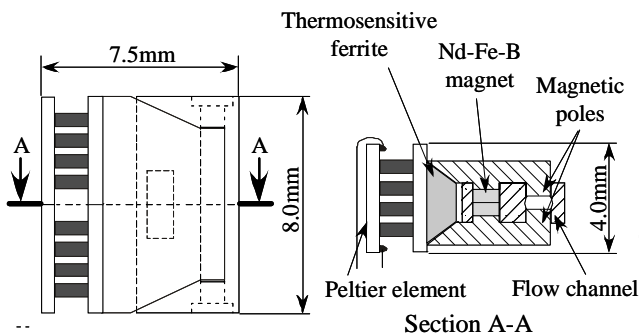


図3 高応答化マイクロ MR バルブ<sup>2)</sup>

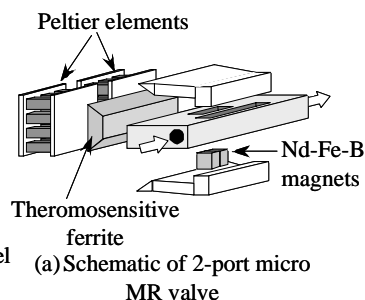


図4 試作マイクロ MR バルブ<sup>2)</sup>

本講演会は、日本機械学会機素潤滑設計部門講演会の第3回目であり、活発な質疑が行われていた。次回は、2004年4月に盛岡で行われる予定である。フルードパワー技術関連の研究発表がますます増えることに期待したい。

#### 参考文献

- 1) 朴 重濠 / 吉田和弘 / 石川主税 / 横田眞一 / 瀬戸 毅 / 高城邦彦|アクティブバルブを用いた共振駆動形圧電マイクロポンプ(負荷特性と小形化の検討)|日本機械学会第3回機素潤滑設計部門講演会講演論文集 |pp77-80|2003|
- 2) 吉田和弘 / 米田裕一 / 横田眞一 |MR 流体を作動流体としたマイクロバルブの高応答化 |日本機械学会第3回機素潤滑設計部門講演会講演論文集 |pp81-84|2003|
- 3) 横田眞一 / 阿部竜太郎 / 枝村一弥 |針状電極 ECF ジェットを用いたマイクロアクチュエータ(製作と特性評価)|日本機械学会第3回機素潤滑設計部門講演会講演論文集 |pp85-86|2003|
- 4) 横田眞一 / 桑嶋 崇 / 河村清美 / 枝村一弥 |DP-RE 形 ECF マイクロモータの多層化と高出力化 |日本機械学会第3回機素潤滑設計部門講演会講演論文集 |pp87-90|2003|

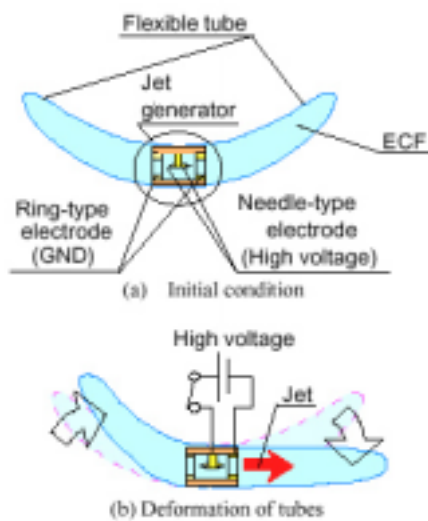


図5 チューブ形マイクロ ECF  
アクチュエータの動作原理<sup>3)</sup>

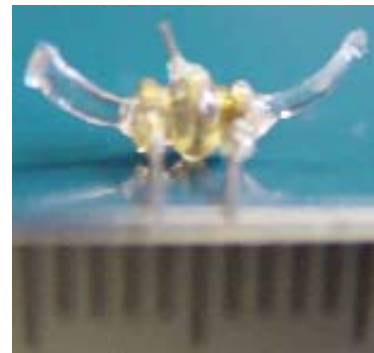


図6 試作したチューブ形マイクロ  
ECF アクチュエータ<sup>3)</sup>