
THE FLUID POWER SYSTEM INTELLIGENCE CENTRE

FPIC QUARTERLY

J F P S

Vol.13, No.3

2005.9



THE JAPAN FLUID POWER SYSTEM SOCIETY

FPIC Quarterly Vol.13, No.3

目 次

巻頭言	川上幸男	1
SICE2005 流体計測制御関係オーガナイズドセッション FLUCOME-J 報告	小山 紀	2
IFPEX2005 見学記	吉満俊拓	4
IFPEX2005 カレッジ研究発表展示コーナー報告	川上幸男	5
50 回フルードパワーに関する国際会議報告	田中 豊	9
PTMC2005 参加記	川嶋健嗣	13
The 6th International Conference on Fluid Power Transmissio and Control (ICFP 005) におけるフルードパワー技術研究動	吉田和弘	15



巻頭言 会員増強策

芝浦工業大学 川上幸男

基盤強化委員会の幹事を仰せつかって3年ほどになる。本委員会で現在直面している大きな問題として、正会員、賛助会員ともに長期的な減少傾向に歯止めをかけられないことが上げられる。正会員については1993年の1400名をピークとして10年で400名近く退会し、現在は1000名程度で推移している。バブル崩壊による不景気の影響が大きく関係していると考えられるが、景気が回復状況にあるここ数年で正会員数を思うように回復できないのが非常に悩ましいところである。さらに一つ考慮しておかなければならないこととして、正会員全体の平均年齢が50歳以上であり、半数近くがこの先10年間での退会予備群であるということである。このことはすなわち学会が存亡の危機に立たされているということに他ならない。産業界では「油空圧技術はほぼ完成されたものであり、さらなる学術的発展は期待できない」と思われているのではと危惧してしまう。ただ一方で、中国経済が相変わらず活況なことから油空圧関連技術の需要が好調であることを見逃してはならないと感じている。需要が存在すること事態に技術的発展の余地が残されていることに他ならず、学会サイドがそこに入り込んで学術的なサポートを行うことが有効であり、その十分なキャパシティを備えていることは言うまでもない。

諸般の事情を考察すると、産業界の景気が回復状況なのに反して学会が低迷している大きな原因として学会の役割が明確にアピールできていないことが上げられる。学会の重要な役割として(1)関連分野の学術的研究情報の発信、(2)会員に対する教育活動や交流活動の提供、(3)産学連携の推進等が考えられるが、例えば学会で扱うべき関連分野について取り上げてみても「油空圧技術」に限定するのではなく、広く「フルードパワー技術」を対象としていることは、既存の会員には周知できていても、学会外での「フルードパワー技術」に対する認知度はまだまだ非常に低いのではないかと感じている。

このような状況を受けて、基盤強化委員会では油空圧の母機メーカーに限定せず、広くフルードパワーに関連する企業をリストアップし、直接コンタクトを取り、学会の役割を明確にアピールするような会員勧誘活動を進めている。さらに、企画委員会とも連携を取りながら、若手技術者に対して基礎教育講座や交流活動の場を提供していくことを画策している。

学会の取り巻く状況が厳しいのは上述の通りであるが、「ピンチはすなわちチャンスである」ということを肝に銘じつつ、基盤強化委員会の幹事として少しでも学会に貢献できればと考えている。

SICE2005 流体計測制御関係 オーガナイズドセッション FLUCOME-J 報告

明治大学 小山 紀

FLUCOME - Jは流体の計測と制御に関する国内会議の意味である。国際会議のほうのFLUCOMEは今年8月に中国四川省で開催された。今年度のFLUCOME-Jは8月に岡山市・岡山大学で開催されたSICE Annular Conference 2005 (SICE2005)におけるオーガナイズドセッションとして実施された。以後簡単に発表内容を紹介する。

Takaiwaらはゴム人工筋により踝の動きを支持された歩行支援装置を発表した。タクタイルセンサで人の筋肉の緊張度を検出している。ゴム人工筋内圧力と関節トルクの関係を示した。

Takahashiらは水圧シリンダの位置制御に適応制御を使い、負荷変動や供給圧力変動に対し従来のPI制御系に対して優位であることを示した。

Yoshida3)らは、 piezo素子を使ったマイクロポンプの弁に駆動部を持つチェック弁を設け、その共振動作を利用することにより効率を上げる提案をおこなった。弁の動作周波数と共振周波数による特性の変化を示した。

Choiらは外乱オブザーバを用いて鉄道車両の車輪とレール間の最大粘着力を求め、アンチスリップ・ブレーキ制御おこなう方法を提案し、その効果をシミュレーションにより示した。

Harusらは油圧シリンダ制御系の非線形要素や温度などの時变的要素により、スライディングモード(SMC)制御がチャタリングなどの好ましくない特性変動することに対し、変動の同定を組み込んだSMCPE制御が効果があることをシミュレーションにより示した。

Harusらは基準容器と試験容器とに生じる差圧を使った、エアリーク・テストに関し、これが高い精度を持つことと、温度整定にいたる過程で誤差を生じることを示し、十分な精度となるまでの時定数を明らかにした。

Katoらは等温チャンバと、層流流れを持つ円柱型絞りとを組み合わせ、圧力変化率を供給圧力と容器内圧力の差圧により計算する手法を提案した。さらにこの応用として振動に対する絶縁テーブルにスプール弁を用いた系の圧力変動を検出し、これをフィードバックして補償する制御系を提案しその効果を明らかにした。

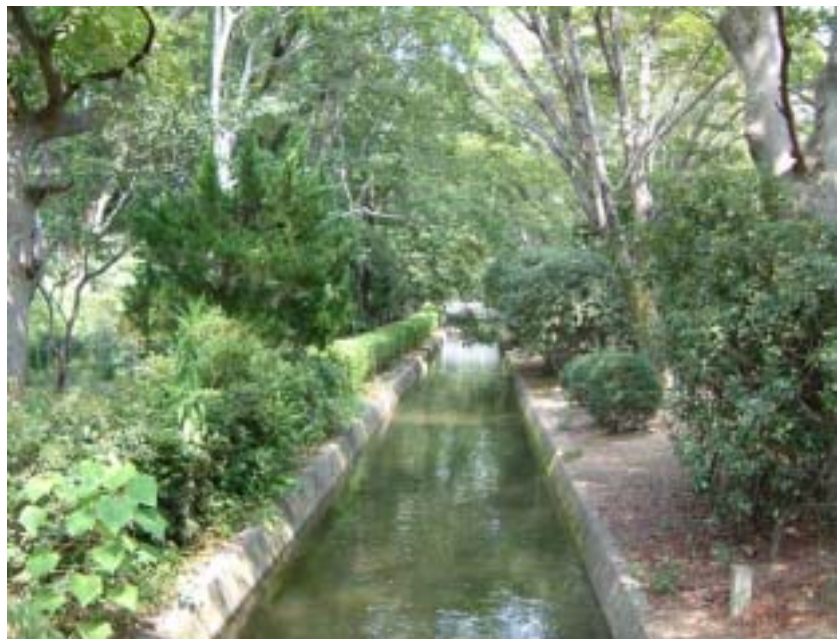
会期中、隣の建物内で会合があった。終わって外に出た。にわか雨が降り出しそうなのを気にして見上げたら、その建物に見覚えがあった。FLUCOME-Jの前身ともいえる、同じくSICEの流体制御シンポジウムを開催した建物だった。あれはもう何年前になるのか。この間、研究者の顔ぶれも随分変わってきたと思う。一瞬、奇妙な感傷に浸ってしまった(年のせいかも)。

来年度のSICE Annular ConferenceはSICE-ICCAS 2006 in Pusanとして、韓国と合同で韓国・釜山にて開催される。SICE Annular Conferenceとしては海外初の開催になる。もし、成功裏に終わると、今後ICCASと共同開催を継続する可能性も十分あるという。日本の科学技術も東アジアにおける適当な協調的パートナーが必要である。是非大勢の人に参加していただきたい。



発表風景（左）

岡山大学構内を
流れる川（右）



参考文献

- 1)M.Takaiwa¹, T.Noritsugu¹, A.Uraga¹: Development of Walking Support Equipment Using Pneumatic Rubber Artificial Muscle, SICE Annual Conference 2005 in Okayama（出展以下全て同じ）
- 2)H.TAKAHASHI, K.ITO, S.IKEO: Adaptive Position Control of Water Hydraulic Cylinder and Its Robustness
- 3)K.Yoshida, K.Watanabe, S.Yokota: Development of a Piezoelectric Micropump Using Resonantly-Driven Active Check Valve
- 4)J.J.Choi, S.H.Park, J.S.Kim: Anti-Slip Control of Mechanical Brake Systems for Railway Rolling Stock
- 5)J.G.Yeo, S.H. Park, J.J.Choi, J.S.Kim: Pressure Control of Hydraulic Systems Using Sliding Mode Control with Perturbation Estimation
- 6)Harus L.G., Maolin Cai, Kenji Kawashima, Toshiharu Kagawa: Analysis of Differential Pressure based Air Leak Tester
- 7)T.Kato, K.Kawashima, T.Kagawa:Active Control of Air Spring System using Pressure differentiator



IFPEX2005 見学記

神奈川工科大学 吉満 俊拓


IFPEX2005は平成17年8月30日から9月2日まで有明東京ビックサイトにて開催された。前回開かれたのは2002年であり、3年ぶりとなるフルードパワー機器・システムの専門見本市である。前回のIFPEX2002に比べ出展者数が増え、国内101社・団体、海外21社・団体さらに大学研究機関関係で19団体、計141社・団体であった。

近年、フルードパワー機器・システムにおいても環境負荷の低減が求められており各メーカーにより多方面から(省スペース・省エネルギー・省メンテナンス)取り組みがなされている。併催されたIFPEXフォーラムでは、各セッションにおいて環境への取り組みがテーマに取り上げられていた。また、出展社ワークショップにおいても省エネルギーの事例紹介があり省エネルギーへの関心の高さが表れている。

見本市全体の様子についても、環境をキーワードとして取り上げる。

油圧分野では、有害物質を排除した製品や生分解性作動油など環境対応製品の展示が数多く見られた。また、省スペース化だけでなく、油漏れを防ぐ配管システムや低騒音・低振動な機器の展示があった。現在油圧が用いられている分野以外のより幅広い分野への展開を強くアピールしていた。また、より環境負荷の小さい液圧として水圧を利用する機器の展示が多く見られた。

空圧分野では、各社とも省エネルギー対応だけでなく、省スペース・省メンテナンス性の優れた製品が多く見られた。そして一般工業機器向けのほかにも、耐薬品・耐熱性を高めた薬品化学分野向け製品やクリーンな食品向け半導体製造装置向けなどの特殊環境用製品の展示が多く見られた。



IFPEX2005 カレッジ研究発表展示コーナー報告

芝浦工業大学 川上幸男

2005年8月30日～9月2日で東京ビックサイト(東京国際展示場)にて第21回フルードパワー国際見本市(IFPEX2005)が開催された。日本フルードパワーシステム学会では大学・工業高等専門学校の研究教育機関(研究室)で行われている学術的な研究を多くの技術者・研究者に対して広く発表することを目的として、会場内に「カレッジ研究発表展示コーナー」のブースを設け、ポスター展示を行った。また併せて、展示会のプレゼンテーション会場にてポスター展示内容に関する講演会を実施した。

表1に参加予定の大学研究室のリストとその展示・発表内容を示す。表中の参加形態についての説明は次の通りである。

(参加形態)

P参加：ポスター展示のみを行うものです。

PS参加：ポスター展示と機器の静止展示(動作させない)からなるものです。

PD参加：ポスター展示と機器の動作展示(動作させる)からなるものです。

PR参加：上記の参加に加えプレゼンテーションを行うものです。

1研究テーマあたりのポスター展示スペースは、およそ縦1200mm×横900mmであり、研究室関係者(教員、学生など)がポスターを前にして直接説明を行い、コーナー参加者とディスカッションを行った。通常の学会講演会とは異なり、実際に機器等を前にしての説明は非常にインパクトがあったようである。実際の様子は写真1～3に掲載したとおりである。

さらに、9月2日13:00～16:00でプレゼンテーション会場にて、表1のPR参加のテーマに関するプレゼンテーションを行った。各研究テーマにつき研究室関係者がそれぞれ10分程度の講演を行い、講演後には参加者との活発な質疑応答を行った(写真4)。

見本市の入場者数はおよそ90000人を数え、展示会の多くの参加者に対して大学・工業高等専門学校の研究室における研究活動を報告することができた。また、産学交流の場としても非常に有意義であった。

表1 IFPEX2005 カレッジ研究発表展示コーナー 参加研究室リスト

大学	研究室	テーマ	参加形態
足利工業大学 東京電機大学 九州工業大学 京都大学	OHC-Sim特別研究委員会	シミュレーション・パッケージOHC-Sim	PD
岡山大学	知能機械制御学研究室	空気圧ゴム人工筋を用いたパワーアシストロボットの開発	PD & PR
芝浦工業大学	流体パワーシステム研究室	空気圧リフタの協調制御	PS & PR
上智大学	流体工学講座	油圧制御弁内の流動解析	P & PR
上智大学	流体工学講座	リード弁まわりの流動解析と弁振動に関する研究	P & PR
上智大学	流体工学講座	非定常電場が機能性流体の流動に及ぼす影響	P & PR
東京工科大学	一柳研究室	アーム付きフィールドロボット	PD & PR
東京工科大学	一柳研究室	8脚ロボット	PD & PR
東京工科大学	一柳研究室	パラレルリンク	PD & PR
東京工科大学	一柳研究室	フライホイール駆動車	PD
東京工科大学	一柳研究室	アクテブ振動制御	PD
東京工業大学	香川・川嶋研究室	等温化压力容器を用いた空気圧機器の流量特性試験法	P
東京工業大学	香川・川嶋研究室	空気圧シリンダを用いた多自由度鉗子システム	PD
東京工業大学	香川・川嶋研究室	空気圧ゴム人工筋を用いたロボットシステム	PD
東京工業大学	香川・川嶋研究室	超微細加工技術を用いたマイクロ流速センサの開発	PS
東京工業大学	北川・塚越研究室	Bari-bari-I: 災害救助のためのジャッキアップ移動体	PD
東京工業大学	北川・塚越研究室	肘と手首の動作支援をする簡易脱式ウェアラブル・アクチュエータ	PD
東京工業大学	北川・塚越研究室	偏平チューブ固有の自励振動によるウェアラブル・マッサー	PD
東京工業大学	横田・吉田研究室	管路慣性を応用した高出力圧電マイクロポンプ	P
東京電機大学	藤田研究室	プロセス機器IT化のための空気圧発電機構に関する研究	PS & PR
東京電機大学	医用精密工学研究室	EHD現象を応用したアクチュエータの開発	P
長岡技術科学大学	機械系レスキュー工学研究室・雪氷工学研究室	フルードパワーで戦う中越地震豪雪複合災害	PD & PR
奈良工業高等専門学校	早川研究室	スポンジ・コア・ソフトラバーアクチュエータを用いたハイブリッド要素の開発	PD & PR
奈良工業高等専門学校	早川研究室	PICを用いた空気圧ウェアラブルシステム	PS
防衛大学校	西海研究室	層流型流量計の開発研究	P
防衛大学校	西海研究室	油圧サーボのニューラルネット制御	P
防衛大学校	西海研究室	Fluid Power Net International	P
法政大学	高機能メカトロデザイン研究室	液中気泡とその除去技術	PD & PR
法政大学	高機能メカトロデザイン研究室	高機能メカトロデザイン研究室における流体制御研究	P
武蔵工業大学	高機能機械制御研究室	DSPを用いた電気・油圧サーボシステムの制御	P
武蔵工業大学	高機能機械制御研究室	建設機械の自動化に関する研究	P
室蘭工業大学	機械システム設計学研究室	フルードパワー・トライボロジー	PS
明治大学・神奈川工科大学	メカトロニクス研究室 山本研究室	等温化压力容器を用いた質量流量制御	PD
明治大学・神奈川工科大学	メカトロニクス研究室 山本研究室	空気圧アシストレッグ	PS
横浜国立大学大学院	眞田研究室	パワーアシスト椅子の研究	PD & PR



写真1 ポスター発表展示の様子 (1)

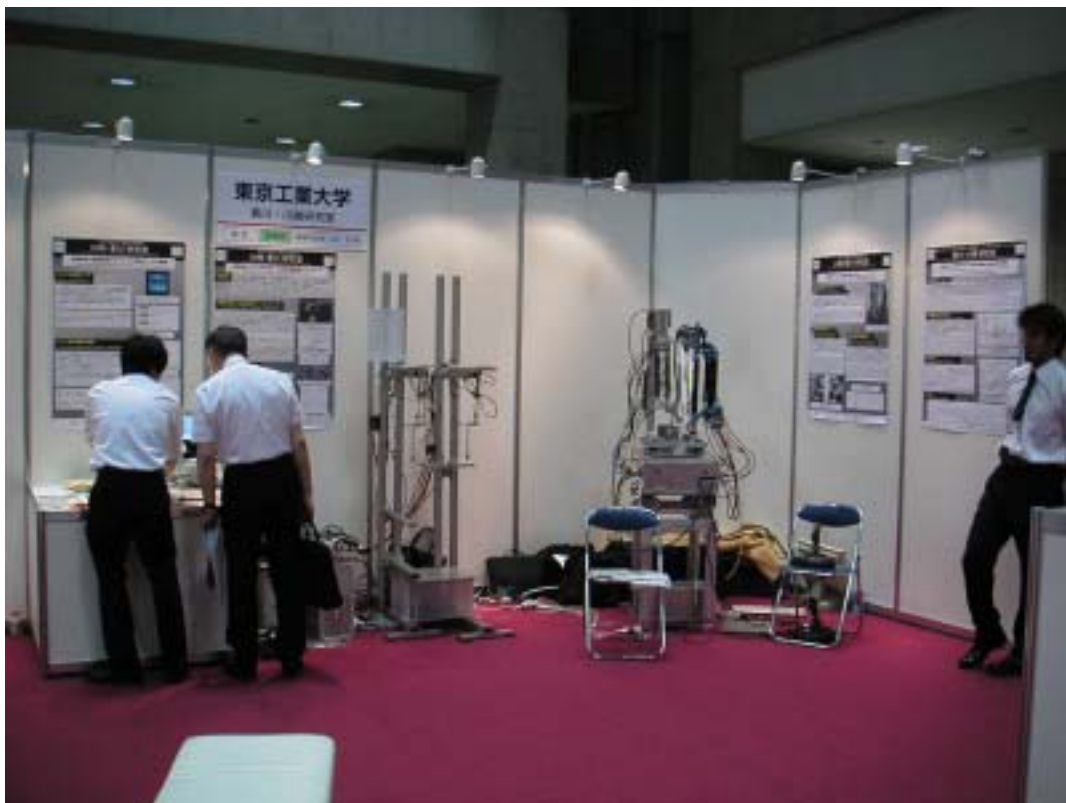


写真2 ポスター発表展示の様子 (2)

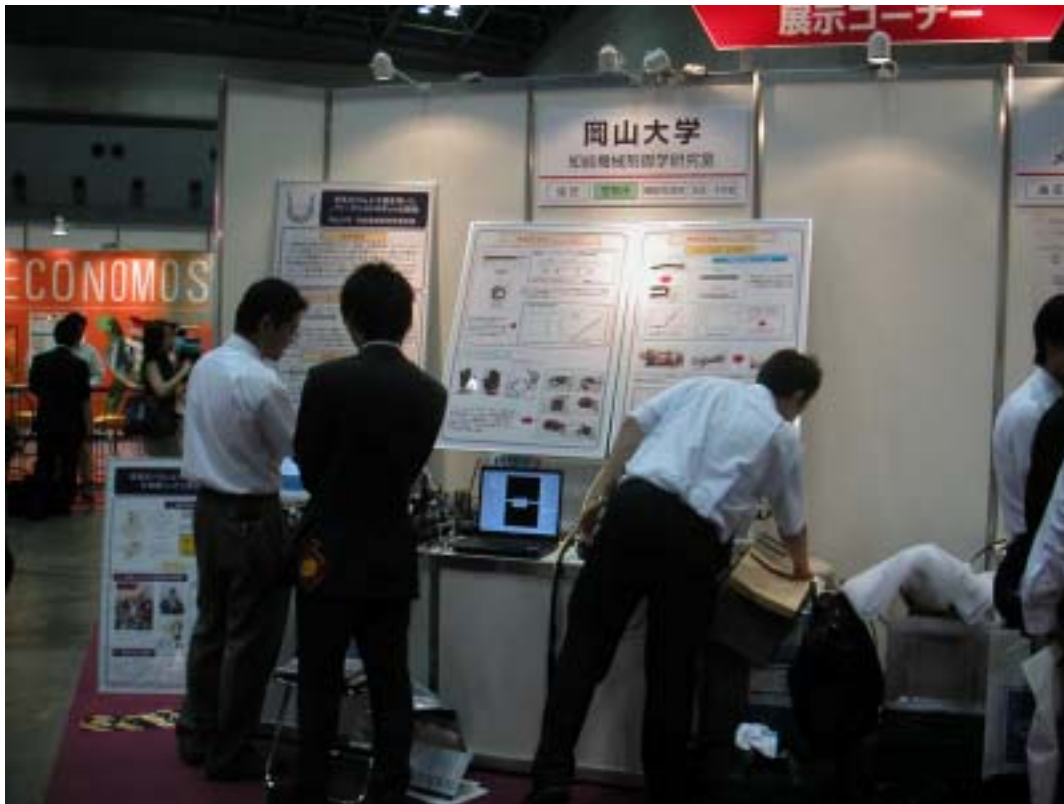


写真3 ポスター発表展示の様子 (3)



写真4 プレゼンテーションの様子



法政大学 田中 豊

パワー伝動とモーションコントロールに関する全米国際技術展示会 (International Exposition for Power Transmission and Technical Conference : IFPE 2005) および 第50回フルードパワーに関する全米国際会議 (50th National Conference on Fluid Power) が2005年3月15日～19日まで、米国ラスベガスのコンベンションセンターで開催された。共同主催は全米フルードパワー工業会(NFPA)である。この会議と展示会は、3年毎に開催されており、ここ最近はフルードパワーと関連の深い世界最大の展示会である全米建設および建設材料業界の会合であるCONEXPO-CON/AGG 2005との併催の形で開催されている。

会場となったラスベガス・コンベンションセンター (図1)は、総面積 320 万平方フィート(300000 m² : 東京ドーム 6.3 個分)の規模で、もちろん全米最大の見本市会場である。現在の敷地面積となってオープンしたのは 2002 年と新しく、ラスベガスのテーマホテルの宿泊施設や 2004 年に開業したモノレールなどとの複合により、街と見本市が一体となったアメリカ式のコンベンション会場である。このうち、IFPE の展示会場 (図2)は 3 分の 1 の 10 万平方メートルを占めており、国際会議の会場なども展示会と併設されていた。

残りのスペースは、世界最大の展示会である全米建設および建設材料業界の展示会場となっており、全世界から 10 万人以上の来場があるとのことである。会場の屋内外には大型の建設機械が所狭しと並べられ (図3、図4)、世界最大のショールームとなっていた。



図1 コンベンション会場全景



図2 IFPE 会場入り口ゲート



図3 屋外の建設機械の展示



図4 屋内の建設機械の展示

フルードパワーに関する国際会議は、表 1 に示す 16 タイトル(24 セッション) で合計 80 編の論文が発表された。著者らが司会と発表を担当した Hydraulic Fluid Maintenance Issues のセッション(図 5) では、50 名ほどの聴衆の参加があり、作動油とその維持管理に関するトピックに活発な意見交換が行われた。

Hydraulic Systems のセッションでは Jim Bolinger ら¹⁾ が図 6 に示すローラー試験車両の油圧伝動装置に対して、評価関数を用いて、高効率の運転条件で、なおかつ騒音レベルを最小化(最適化) した結果(図 7) について紹介している。

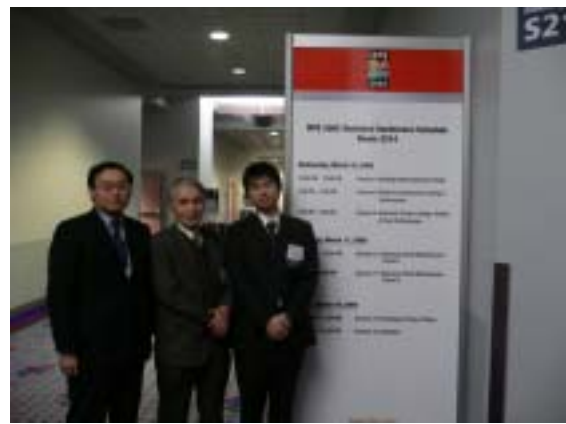


図 5 セッションルーム入り口にて



Figure 1 The Modified Roller (Test Vehicle)

図 6 油圧伝動装置試験用車両

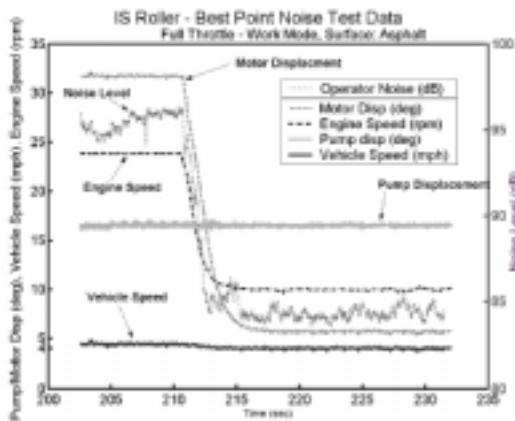


Figure 5 Illustration of Roller/Compactor "Best Point Noise" Optimization Using "Cost Functions" with Full Throttle Command

図 7 騒音レベルの最適化

Hydraulic Valves のセッションでは、Ma ら²⁾ が、ディーゼルエンジン燃料噴射システム用の高速大流量 2 段 3 方バランス式ポペット制御弁の開発結果について報告している。動作シミュレーションが Matlab により行われた。また試作された弁は、図 8 の実験装置を用いて 3000 Psi の動作圧で 322.6mm² の弁開口面積に対して、4 ms 以下の高速開閉を実現している。

表 1 技術セッション

Session Title	Paper
Hydrostatic Drives	2
Hydraulic Systems	10
Reliability	3
Biodegradable Hydraulic Fluids	4
Mechanical Power Drives	2
Hydraulic Valves	5
Fluid Fire-Resistance Testing and Performance	3
Hydraulic Pumps: Design, Testing and Fluid Performance	4
Hydraulic Pumps/Motors	10
Modeling/Simulation	9
Pneumatics	8
Hydraulic Fluid Maintenance Issues	8
Motion Control	4
Filtration/Contamination 1	6
Testing	1
Cylinders	1
Total	80

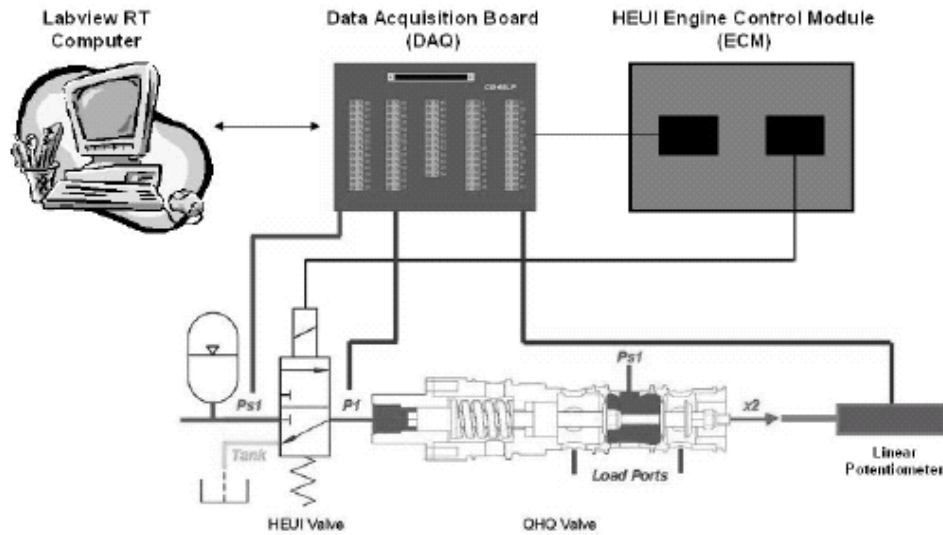


Figure 9 - Basic Test Setup

図8 ディーゼルエンジン燃料噴射システム用高速ポペット弁の実験装置

Satoshi Ohkawa³⁾ は日本建設機械化協会の潤滑油委員会(Fuels & Lubricants Committee of Japan Construction Mechanization Association; JCMA)が制定した、34.3MPaで100以上の温度変化に耐えられる建設機械用耐磨耗性作動油(P041)と同じく建設機械用生分解性作動油(P042)の仕様および、高圧ピストンポンプの酸価安定性に関する試験法(P045)について報告している。

Peter A.J. Achten⁴⁾ はHST用アキシャルピストンポンプ・モータの構造に、図9に示すフローティングカップという新しい原理を用いている。解析と試作により、原理的には漏れの多いことが予想される本原理が、従来のポンプモータに比べ容積効率が高く、高性能なものであることが示されている。

Peter Nachtwey⁵⁾ は今後のモーションコントロールに求められる、高品位で滑らかな動きを実現するためには、より柔軟な、機器やセンサ、システム間の接続性の良い、簡易な制御則によるサーボコントローラとユーザーインタフェースの実現が重要であることを指摘している(図10)。また同じセッションで、Cyrilla Jane Menonらは将来の油空圧機器にもオープンネットワークによる規格化の考え方が重要であること

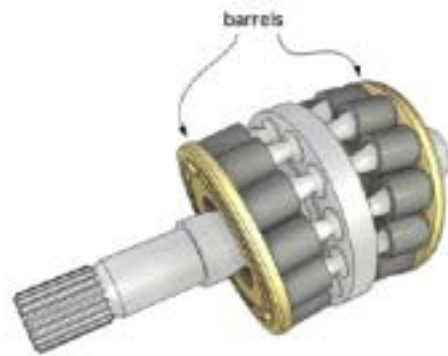


Fig. 4: Rotating group of the floating cup principle.

図9 フローティングカップの原理

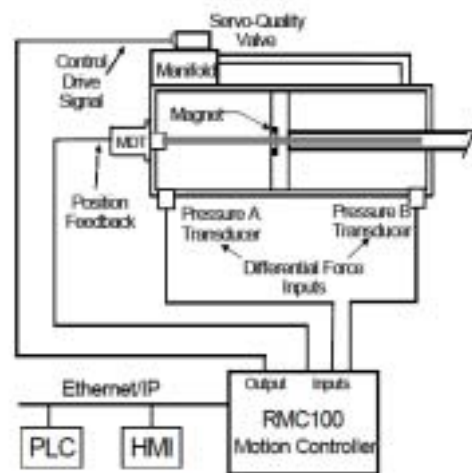


Figure 3. A well-connected motion controller

図10 ネットワーク接続性の良い制御器

とを指摘し，CANネットワークにより接続された機器が最適化PDO (Process Data Objects)機能によりお互いに通信し合うシステムの詳細とその有効性について述べている．

Koichi Igarashi らは，マイクロマシニング技術を用いて感熱式マイクロ流量センサの開発結果について報告している．定常流れに対しては非常に良い直線性を有していることが示されている．また流速を測定することにより非定常流量の測定が応答性 5Hz で実現できることを示している．

次回の IFPE は 2008 年 3 月に同じラスベガスでの開催が決まっている．NFPA の技術セッションも同時に開催される予定である．ラスベガスはコンベンションとホテルが一体となった複合施設であり，色々な面で参加者を退屈させない工夫が施されている．論文の投稿や申し込みなどはおよそ 1 年前から始まるので準備をお勧めする．

参考文献

- 1) Jim Bolinger, Jeff Herrin, Russ Peters, Vehicle System Optimization of Next-Generation Off-Highway Machines, Proceedings of the 50th National Conference on Fluid Power, pp.151-157, 2005-3.
- 2) John S. Ma, Frank J. Fronczak, Norman H. Beachley, Design of a High Speed, High-Flow, Three-way Poppet Valve, Proceedings of the 50th National Conference on Fluid Power, pp.223-231, 2005-3.
- 3) Satoshi Ohkawa, et.al., Development of New JCMAS Hydraulic Fluid Specifications for Construction Machinery, Proceedings of the 50th National Conference on Fluid Power, pp.283-330, 2005-3.
- 4) Peter A.J. Achten, Volumetric Losses of a Multi Piston, Proceedings of the 50th National Conference on Fluid Power, pp.337-348, 2005-3.
- 5) Peter Nachtwey, Trends in Closed Loop Motion Control and Dynamic Response of Fluid Power Systems, Proceedings of the 50th National Conference on Fluid Power, pp.707-721, 2005-3.
- 6) Cyrilla Jane Menon, Holger Zeltwanger, Embedded Networking of Power Transmission Devices, Proceedings of the 50th National Conference on Fluid Power, pp.723-731, 2005-3.
- 7) Koichi Igarashi, Tatsuya Funaki, Kenji Kawashima, Toshiharu Kagawa, Instantaneous Flow Measurement Using Thermal Type Micro Machined Flow Sensor, Proceedings of the 50th National Conference on Fluid Power, pp.755-764, 2005-3.

東京工業大学 精密工学研究所 川嶋健嗣

2005年9月7日から9日までの3日間 英国バース大学において Bath Workshop on Power Transmission and Motion Control (PTMC2005)が開催された。今年で18回目を迎えるこのワークショップは、中身の濃い議論を実施するために、質疑応答が発表直後ではなく、セッションの最後一括して行われる。セッション内での発表者全員が壇上に上がり、質問の集中砲火を浴びる。通常の学会発表と異なり、質疑の応答の時間が十分に取られていることから、発表者はセッションが終了するまで気が抜けない。このために、学会発表の規模を大きくしないことを特徴としているが、本年は講演数が32件、セッション数9と過去最大規模となった。参加国は英国をはじめ、フィンランド、デンマーク、ハンガリー、イタリア、ドイツ、オーストリア、フランスの欧州諸国の他、米国、カナダ、日本からの参加もあり、国際色豊かであった。

英国には珍しく3日間とも好天に恵まれた。初日は「システムと制御」と題したセッションの講演が7件、「水圧」の講演が2件、「故障の解析と診断」の講演が2件行われた。「システムと制御」のセッションでは油圧が6件、空気圧が1件で、シリンダシステムの位置や力の制御系設計の内容が中心であった。制御系設計にはMATLABを使用している例が多く見受けられた。

「水圧」のセッションはいずれもフィンランドのタンペレ大学の発表であった。フィンランドは水圧駆動の研究に力を入れていることは周知である。図1は「比例弁による水圧駆動マニピュレータの制御」と題した講演において、制御対象として試験に用いた装置の駆動回路と写真である。2自由度を有しているマニピュレータで、先端での移動範囲はX-Y方向とも2m以上である。先端での位置決め誤差0.6mmを実現している。

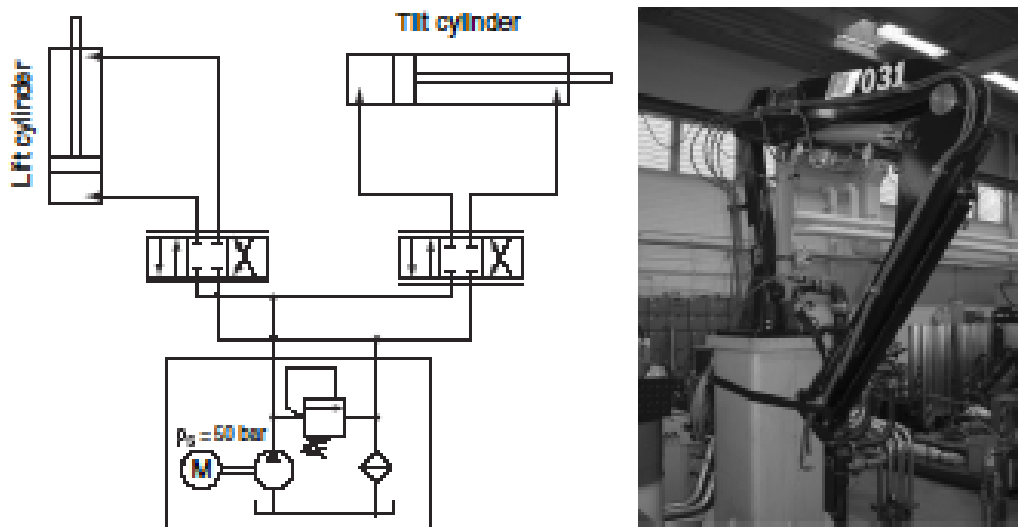


図1 水圧マニピュレータの駆動回路と写真

「故障診断と解析」のセッションでは、油圧バルブの耐久性の研究と油圧トランスミッションでの故障の木解析 (Fault tree analysis) の研究の発表が行われた。安全、安心は重要なテーマであり、このセッションの研究内容はこれら益々活発になると感じた。

2日目の午前中は「システムのモデリングとシミュレーション」と題したセッションの講演3件と「要素設計と解析」の講演3件が行われた。はじめに、3日目の最後に予定されていた、米国パーデュー大学のモニカ・イワンスロバ教授による「ピストンとシリンダのギャップにおける流体弾性力学的な圧力場の計測」と題した講演が行われた。斜板駆動式油圧ポンプにおいて、シリンダ部に図2に示すような直径約5mmの小型圧力センサを9個内蔵し、回転中の圧力の計測を行い、数値計算の結果との比較を実施している。

両セッションにおいては、数値解析ソフトの使用が多く見受けられた。CFD や ANSYS が用いられている事例が散見した。質疑応答の時間では、数値解析に頼った要素の設計に対して実験を重視すべきではないかとの意見があり、発表者と会場を巻き込んだ白熱した議論が展開された。

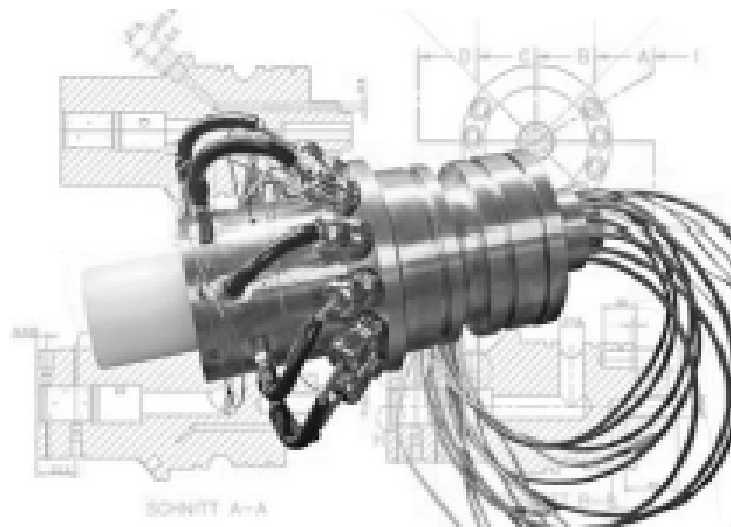


図2 圧力センサおよび熱伝対を内蔵したシリンダ部

2 日目の午後は「機能性流体」と「車両システム」のセッションがあり、それぞれ3件の発表が行われた。図3は東京工業大学竹村氏らによる ECF ジェットを用いたマイクロゴム人工筋アクチュエータの図を示したものである。ECF の特性をうまく活用したアクチュエータである。機能性流体は今後の発展が期待される分野であると改めて感じた。

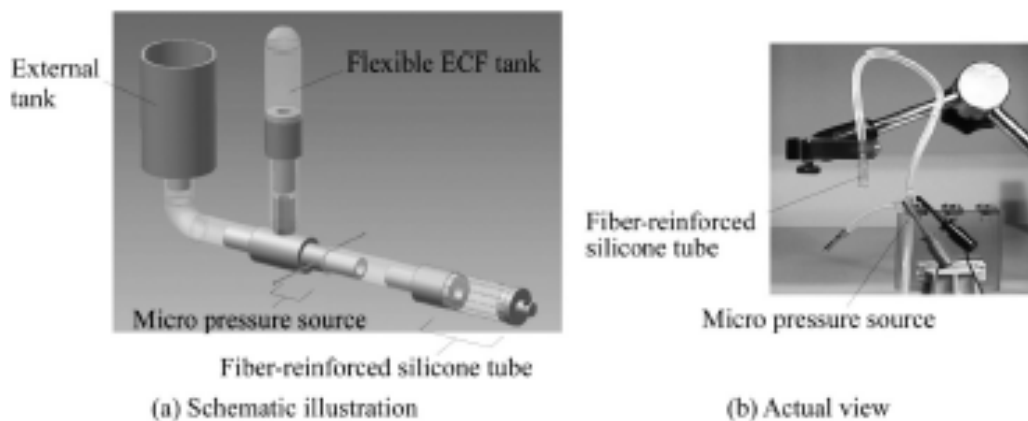


図3 マイクロゴム人工筋


最終日は「空気圧」のセッション発表が4件、「流体力学と騒音」と題したセッション発表が4件行われた。筆者は手術支援マニピュレータの空気圧サーボシステムの応用事例を紹介し、十分な時間が確保されている質疑応答の中で有益な助言を得ることができた。また、イタリアの研究グループが空気圧システムの動特性解析や制御の発表を行った。最後のセッションの研究内容である騒音や流体力学の内容はフルードパワーシステムすべてにおいて課題となる重要研究テーマである。

以上、PTMC2005 の内容を簡単に紹介させて頂いた。バースは古代ローマ人が大浴場を建設し、英語のお風呂の語源となった場所であり、保養地としても有名である。バース大学の広大なキャンパスは日本の大学から比べると羨ましい限りである。来年も9月にワークショップが開催される予定となっている。

なおプログラムは下記のホームページ

<http://www.bath.ac.uk/mech-eng/ptmc/workshop/>

で参照できるので、詳細はそちらをご覧ください。



The 6th International Conference on Fluid Power Transmission and Control (ICFP '2005)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

2005年4月5～8日に、中国 杭州の浙江大学において、The 6th International Conference on Fluid Power Transmission and Control (ICFP '2005)が開催された。本国際会議は、4年毎に浙江大学で開催されているフルードパワーに関する国際会議の6回目に当たる。11件の招待講演と16セッション、189件の一般講演があった。とくにフルードパワー技術を概観する招待講演が多く企画されていた。本稿では、招待講演と一般講演を分けてそれらの概要を紹介する。

2. フルードパワー技術関連の発表内容

2.1 招待講演

本国際会議では、フルードパワー技術分野の現状と将来について概観する招待講演が多く、合計11件企画された。以下、講演の順番ですべての概要を簡単に紹介する。

W. Backe は、フルードパワー新技術の開発について解説している¹⁾。まず、過去の研究で広く成功していないフライディスクおよび往復振動流油圧を概観している。次に、現在の研究として、セカンダリーコントロール、フリーピストンモータなど6件について紹介している。

Lu は、流体駆動制御技術について体系的に解説している²⁾。流体の有するユニークな物理的特性について述べ、これを応用した流体駆動システムの主要な特性とその改善指針について体系的に示すとともに、流体駆動制御技術の将来展望について述べている。

Yokota らは、機能性流体を応用したマイクロアクチュエータについて解説している³⁾。電圧印加でジェット流を生じる ECF (電界共役流体) を応用したマイクロモータ、ERF (電気粘性流体) を作動流体としたマイクロバルブ、および高出力マイクロポンプを紹介している。

Stoll は、空気圧システムの動向について解説している⁴⁾。工場における高速ハンドリング、電子制御技術とのさらなる融合、メカトロニクスおよびマイクロシステムへの応用、食品工業およびプロセスオートメーションへの応用について紹介している。

Inoue は、カヤバ工業(株)における新しい油圧機器および油圧技術について解説している⁵⁾。省エネルギー形油圧パワーステアリングシステム、高効率ペーンポンプ、電気油圧直動アクチュエータ (EHA)、新幹線用セミアクティブサスペンションの詳細を紹介している。

Bracht は、“Trend of Drive and Control” と題し、Bosch Rexroth 社における開発動向を中心に解説している。

Burton は、フルードパワーの国際団体について解説している⁶⁾。フルードパワーの国際団体の大きさについて述べ、国際化およびグローバル化による利点を指摘するとともに、その実現のために試みられていることと一部の成果について述べている。

Virvalo らは、建設機械の油圧ブームの省エネルギー化について解説している⁷⁾。フライホイール、電氣的回生、および油圧アキュムレータを用いたエネルギー回生手法について検討するとともに、ブームとアームの自由度を干渉させて利用する手法について検討している。

Helduser らは、移動機械のための負荷感応形電気油圧制御システムについて解説している⁸⁾。制御アルゴリズムの最適化を図った結果、従来の負荷感応システムと比べ、エネルギー消費、動作点に対するロバスト性、および動特性の優れたシステムを実現している。

Stecki らは、油圧駆動ハイブリッドカーについて解説している⁹⁾。各駆動方式、ベンチテストおよびシミュレーションによる検討結果、制御手法、プロトタイプによる試験結果、および

特許について概説するとともに、著者らの研究例を取り上げ、詳細に説明している。

Barrows は、フルードパワー技術の開発動向について解説している¹⁰⁾。まず市場について移動機械用油圧の重要性を強調し、次に航空機および自動車用油圧技術の動向について述べている。また、大学を中心とした最新の研究動向について国別に概観している。

2.2 一般講演

一般講演としては、合計 189 件の講演があった。作動流体で分類すると、油圧駆動関係 126 件、空気圧駆動関係 26 件、水圧駆動関係 17 件、その他 20 件であり、油圧駆動、とくに油圧駆動システムの研究成果を中心に発表された。それぞれの内訳は以下の通りである。油圧駆動に関しては、制御弁関係 13 件、ポンプ関係 14 件、システム関係 72 件、モータ/アクチュエータ関係 7 件、計測関係 8 件、周辺機器関係 5 件、基礎関係 7 件である。空気圧駆動に関しては、制御弁関係 2 件、コンプレッサ関係 1 件、システム関係 16 件、モータ/アクチュエータ関係 3 件、計測関係 2 件、基礎関係 2 件である。水圧駆動に関しては、制御弁関係 2 件、ポンプ関係 3 件、システム関係 6 件、アクチュエータ関係 2 件、基礎関係 4 件である。その他としては、故障診断関係 8 件、マイクロマシン関係 5 件、制御理論関係 2 件、その他 5 件である。

以下では、いくつかの研究報告例を紹介する。

Ivantysynova らは、強い非線形性を有するアキシアルピストンポンプ/モータの最適設計のため、非等温流れモデルと 3 次元熱伝導モデルを組み合わせ熱解析を行うシミュレーションツール CASPAR について検討している¹¹⁾。弁板、シリンダブロックなどの温度分布のシミュレーション結果（図 1 参照）および実験結果を比較し、構築したツールの有効性を示している。

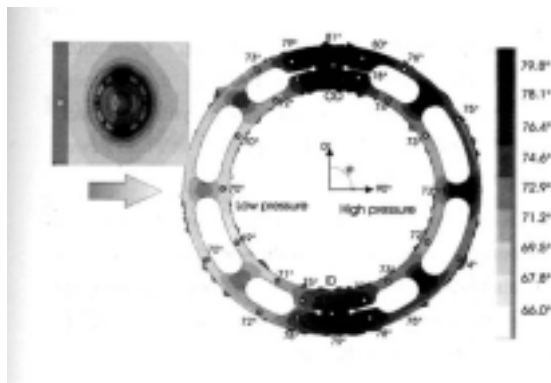


図 1 弁板表面の温度分布解析結果¹¹⁾

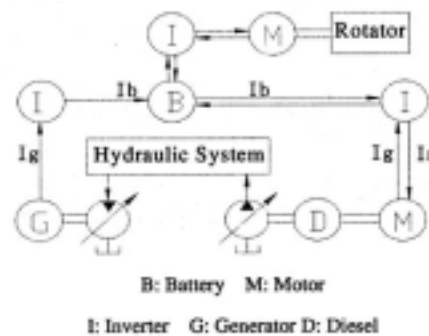
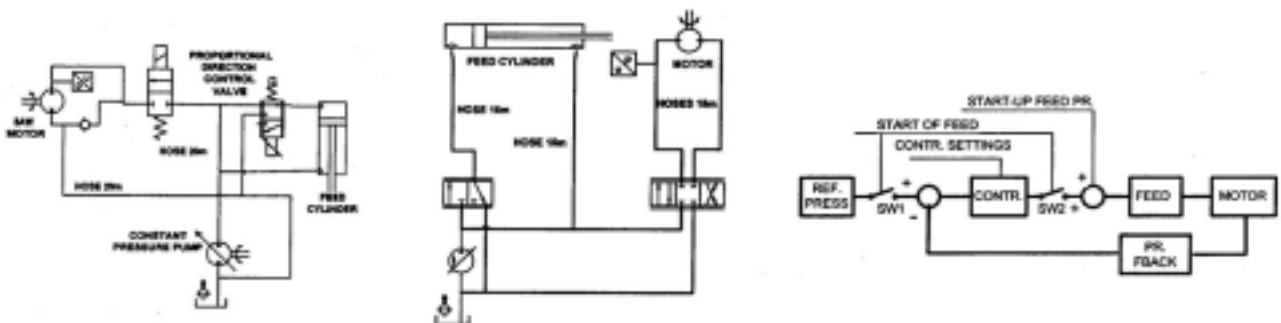


図 2 電気駆動回転アクチュエータを用いたハイブリッドシステム¹²⁾

Wang らは、建設機械の直列ハイブリッドおよび並列ハイブリッド油圧駆動システムの省エネルギー効果について理論的に検討している¹²⁾。燃料消費および省エネルギー効果の理論解析結果を比較し、モータエネルギー再生システム、分割駆動、電気駆動回転アクチュエータ（図 2）、メータアウト制御を含む並列ハイブリッドシステムの有効性を示している。



(a)木材切断用油圧回路

(b)削岩用油圧回路

(c)制御系

図 3 定トルク制御系¹³⁾

Virvalo は、両方向動作で高速応答を要求される削岩機や木材切断機の送りにおいて、噛み込みを防ぎつつ高速化を図るため、送り用油圧シリンダの力制御手法についてシミュレーションおよび実験により検討している¹³⁾。その結果、図3に示す油圧回路および制御系による定トルク制御が適していることを示している。

Yanada らは、すでに提案している交流および直流電界を用いたコンパクトで消耗部品がない静電フィルタを試作し、その特性を実験的に検討している¹⁴⁾。本静電フィルタは、同心円筒構造であり、交流電界による微小汚染物質凝固部分と直流電界による捕捉部分から成る(図4)。実験の結果、直流電界だけの場合に比べフィルタリング速度が高いことなどを示している。

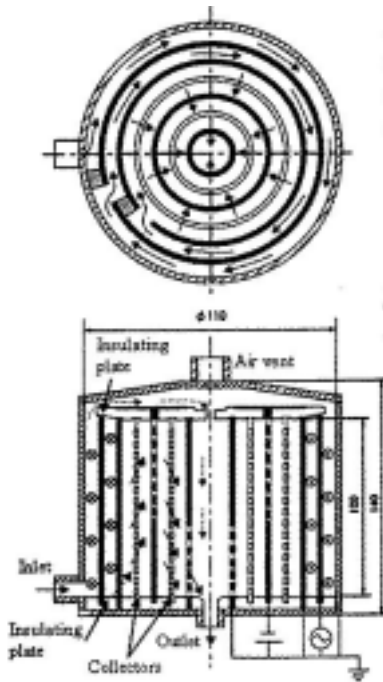


図4 交流および直流電界を用いた静電フィルタ¹⁴⁾

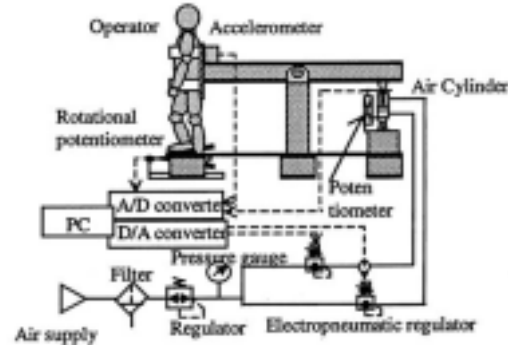


図5 歩行動作全身ハプティックインターフェイス¹⁵⁾

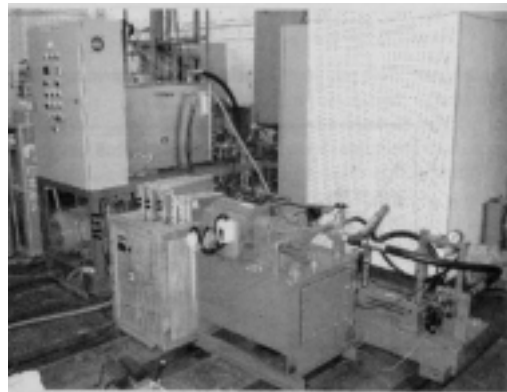


図6 高速水圧駆動シリンダ実験装置¹⁶⁾

Tanaka らは、歩行環境を呈示する空気圧駆動全身ハプティックインターフェイスの提案、開発を行っている¹⁵⁾。本装置は、空気圧サーボシリンダ駆動シーソー機構で慣性力を呈示する胴体支持機構、歩行動作の反力を呈示するペダル機構、およびヘッドマウントディスプレイから構成され(図5)、実験の結果、階段を昇る動作の感覚を良好に呈示できることを示している。

Ikeo らは、水圧駆動シリンダの高速駆動について検討を行っている¹⁶⁾。適切なアクチュエータおよび大形ロジック弁を用いた水圧駆動シリンダシステムを試作し(図6)、中形射出成型機に相当する速度 4.5m/s 以上を実現している。また、ストロークエンドで高いサージ圧が生じることを実験的に観測し、このサージ圧を理論的に推定できることを確認している。

Yokota らは、次世代ノート形 PC の CPU 強制液冷を実現するため、機能性流体 ECF のジェットを応用した平面薄形 ECF ポンプを提案、試作し、その特性を実験的に検討している¹⁷⁾。本ポンプ(図7)は、LCD パネル背面に設置し、放熱器としても機能させる。寸法が異なる電極基板を試作し特性実験を通して最適構造を求めるとともに、本ポンプの有効性を示している。

Yoshida らは、流体駆動形マイクロマシンの流体パワー源となる管路内の流体慣性を応用した高出力圧電マイクロポンプ(図8)の高出力化について検討している¹⁸⁾。非線形集中定数形数学モデルを提案し、その有効性を実験結果と比較し示すとともに、シミュレーションにより高出力パワーが得られる管路寸法を求め、その妥当性を実験的に確認している。

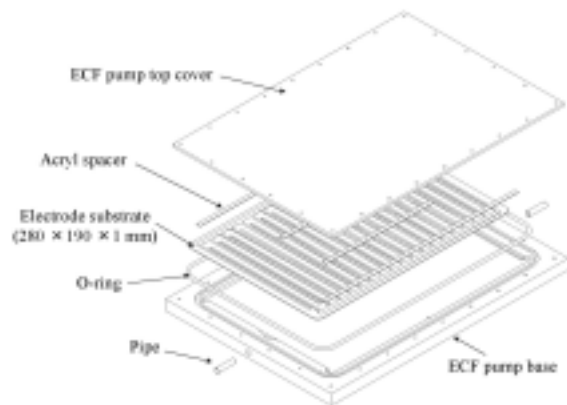


図 7 試作した平面薄形 ECF ポンプ¹⁷⁾

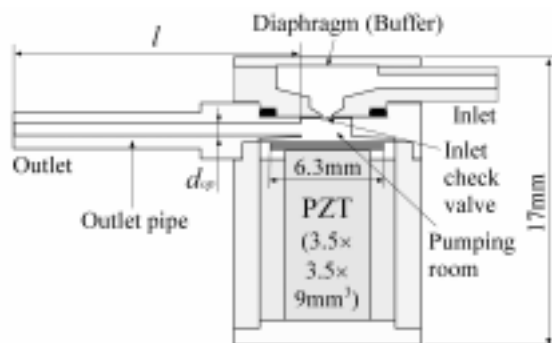


図 8 管路内の流体慣性を応用した
高出力圧電マイクロポンプ¹⁸⁾

3 . おわりに

本国際会議では各講演室で活発に質疑が行われていた。また浙江大学の新キャンパスや関連研究室の見学もあり、有意義であった。本国際会議のますますの発展に期待している。

参考文献

- 1) Backe, W.: What are the Prospects Facing New Ideas in Fluid Power, Proc. 6th Int. Conf. on Fluid Power Transmission and Control (ICFP '2005), pp6-15, 2005
- 2) Lu, Y.: A Systematic Philosophy Consideration on the Fluid Power Driven and Control Technology, Proc. 6th Int. Conf. on Fluid Power Transmission and Control (ICFP '2005), pp1-5, 2005
- 3) Yokota, S., Yoshida, K., Edamura, K.: Micro Actuators Using Functional Fluids and the Systems, Proc. 6th Int. Conf. on Fluid Power Transmission and Control (ICFP '2005), pp71-76, 2005
- 4) Stoll, K.: Trends in Pneumatics, Proc. 6th Int. Conf. on Fluid Power Transmission and Control (ICFP '2005), pp51-54, 2005
- 5) Inoue, K.: New Hydraulic Products and Technology in Kayaba Industry Co., Ltd., Proc. 6th Int. Conf. on Fluid Power Transmission and Control (ICFP '2005), pp43-50, 2005
- 6) Burton, R.: Challenges for the International Fluid Power Community, Proc. 6th Int. Conf. on Fluid Power Transmission and Control (ICFP '2005), pp26-31, 2005
- 7) Virvalo, T., Sun, W.: Improving Energy Utilization in Hydraulic Booms - What It Is All about, Proc. 6th Int. Conf. on Fluid Power Transmission and Control (ICFP '2005), pp55-65, 2005
- 8) Helduser, S., Djurovic, M.: Control Strategies for Load-Sensing in Mobile Machinery, Proc. 6th Int. Conf. on Fluid Power Transmission and Control (ICFP '2005), pp32-42, 2005
- 9) Stecki, J., Matheson, P.: Advances in Automotive Hydraulic Hybrid Drives, Proc. 6th Int. Conf. on Fluid Power Transmission and Control (ICFP '2005)別冊, , 2005
- 10) Barrows, C. R.: Fluid Power Technology -Progress or Plateau?, Proc. 6th Int. Conf. on Fluid Power Transmission and Control (ICFP '2005), pp16-25, 2005
- 11) Ivabtysynova, M., Huang, C.: Thermal Analysis in Axial Piston Machines Using CASPAR (Simulation Tool for Performance Prediction and Design Optimization), Proc. 6th Int. Conf. on Fluid Power Transmission and Control (ICFP '2005), pp573-578, 2005
- 12) Zhang, Y., Wang, Q., Xiao, Q.: Simulaton Research on Energy Saving of Hydraulic System in Hybrid Construction Machinery, Proc. 6th Int. Conf. on Fluid Power Transmission and Control (ICFP '2005), pp509-513, 2005
- 13) Virvalo, T.: Comparing Control Methods of Feed Force, Proc. 6th Int. Conf. on Fluid Power Transmission and Control (ICFP '2005), pp134-138, 2005
- 14) Yanada, H., Yoshida, Y., Imaizumi, T., Ohkubo, F.: A New Electrostatic Oil Filter Utilizing AC and DC Electric Fields, Proc. 6th Int. Conf. on Fluid Power Transmission and Control (ICFP '2005), pp41-44, 2005
- 15) Tanaka, Y., Togawa, T., Okada, M.: Inertial Force Display Using Pneumatics for Whole Body Haptic Interface, Proc. 6th Int. Conf. on Fluid Power Transmission and Control (ICFP '2005), pp340-344, 2005
- 16) Ikee, S., Ito, K., Ochiai, T.: Research on High Speed Drive of Water Hydraulic Cylinder, Proc. 6th Int. Conf. on Fluid Power Transmission and Control (ICFP '2005), pp208-212, 2005
- 17) Yokota, S., Seo, W.-S., Yoshida, K., Edamura, K.: A High Performance Planar ECF Pump for Liquid Cooling of High Power Electronic Chips, Proc. 6th Int. Conf. on Fluid Power Transmission and Control (ICFP '2005), pp234-237, 2005
- 18) Yoshida, K., Jung, Y.-O., Seto, T., Takagi, K., Park, J.-H., Yokota, S.: A High Output-Power Piezoelectric Micropump Using Inertia of Pipe, Proc. 6th Int. Conf. on Fluid Power Transmission and Control (ICFP '2005), pp394-397, 2005