
THE FLUID POWER SYSTEM INTELLIGENCE CENTRE

FPIC QUARTERLY

J F P S

Vol.13, No.2

2005.6

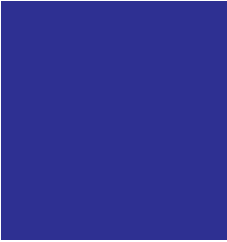


THE JAPAN FLUID POWER SYSTEM SOCIETY

FPIC Quarterly Vol.13, No. 2

目 次

巻頭言	永田精一	1
日本フルードパワーシステム学会春季講演会報告 - 特別講演 -	早川恭弘	2
平成 17 年度フルードパワーシステム講演会報告 -OS 編 -	木原和幸	3
平成 17 年度春季フルードパワーシステム講演会報告 油圧・水圧・キャピテーション・振動・その他	伊藤和寿	5
平成 17 年春季フルードパワーシステム講演会参観 空気圧 その他	小松英寿	8
平成 17 年春季フルードパワーシステム講演会 「製品・技術紹介セッション」参観記	高崎邦彦	10
平成 17 年春季フルードパワーシステム講演会春季講演会 併設セミナー「環境問題を考える - グリーン調達 - 」 開催報告	桜井康雄	12
Formula Student イギリス大会参観記	川上 幸男	14



巻頭言 情報センター委員として

FPIC 委員 永田精一

フルードパワーシステム情報センターの活動に参加させていただいてから早5年が経過した。委員長を含め委員の交代も適宜行われ、都度刷新が図られてきた。委員交代に伴う世代交代も継続性を保ちながら進んでいる。油空圧技術を専門的に研究している大学などの研究機関は減少傾向にあるかもしれないが、若い先生方の活躍もあり技術としての継続と発展が保たれている。その一方で企業の技術部門では状況が少々異なる気がする。国際競争の急速な進展や電動化などの波を受け従来技術の延長線だけでは生き残れない状況に置かれて、企業としての生き残りをかけて製品の技術フィールドをシフトしていかざるを得ない状況にある。諸先輩方が築いた技術を土台にして、新たな飛躍を行い生き残らなければならない。しかし、この土台にすべき技術を忘れて新しいものだけを追い求め、さらに目先の成果を追いすぎて失敗を繰り返す、結果として遠回りしてしまうことがある。特に工学の分野では、過去の経験は失敗も含めて何物にも変えがたい資産であるが、これを有効に活用できないことがある。

過去の失敗が生かされずに失敗を繰り返すのは何も新分野での開発に限ったことではない。既存の油圧機器の開発においても、性能向上を狙って新しい設計を取り入れたつもりでも、かつて開発段階で検討され淘汰されたものを繰り返しているだけに過ぎない場合がある。大変な苦勞の末に、結局、うまくいかずに元に戻ってしまうことになる。筆者は、これを「先祖返り」と呼んでいる。筆者自身もかつてそのような経験をしており、今でも他の技術者が陥るのを時々見かける。多くの技術者が多かれ少なかれ同様な経験しているに違いないと察する。本人の勉強不足だと言ってしまうまでもあるが、特に開発の歴史が長く成熟期に入った油圧機器などでは、開発当初の情報が欠落していることがしばしばある。失敗は、開発者にとっては貴重な経験かもしれない。しかしそれでは済まない。企業からみれば、お金、時間、人材といった開発資源の大きな損失となってしまう。このような問題を回避するためには、いかに個人の枠を超えて過去の経験を継続的に伝達していくかが重要となる。

フルードパワーシステム情報センターの立場では、企業のノウハウのレベルまで踏み込む必要があり前述の「先祖返り」を防げるだけの多くの情報の提供することは難しい。しかし、フルードパワーシステム情報センターだからこそ提供できる情報もあり、限られた範囲かもしれないが少しでも会員の皆様の活動に役立てばと思っている。

一方、テレビ放送で、過去の技術開発を中心とした苦勞話を取り上げる番組があり日常でも話題に上ることがあり人気番組と思われる。この放送が支持されるのは多くの視聴者が登場者たちの活動に感動をおぼえるからであろう。すべての人が感動を覚えることは、技術情報に関しては難しいかもしれない。しかし、会員の方々に技術的な感動を持っていただけるような情報を提供することも情報センターの使命ではないかと思う。情報センターの委員として技術的に感動とは言わないまでも少しでもインパクトを与える情報を提供できたであろうか。会員各位のご意見がいただければ幸いです。

日本フルードパワーシステム学会春季講演会報告

- 特別講演 -

奈良工業高等専門学校 早川 恭弘

平成 17 年 5 月 26 日（木）の午後 1 時より 1 時間，特別招待講演として，東京工業大学大学院理工学研究科機械宇宙システム専攻の広瀬 茂男教授による講演が行われた。広瀬先生は，ロボット分野では世界的権威であり，数多くの論文賞を受賞している。

[広瀬 茂男先生経歴]

昭和 22 年 12 月東京生まれ。昭和 41 年東京都立日比谷高校卒業、昭和 46 年横浜国立大学工学部機械工学科卒業、昭和 51 年東京工業大学博士課程制御工学専攻修了（工学博士）。同年同学機械物理工学科助手。昭和 54 年同助教授。平成 4 年東京工業大学機械物理工学科(平成 12 年以降機械宇宙システム専攻)教授。現在に至る。昭和 57 年米国オハイオ州立大学客員助教授。平成 14 年中国科学院沈陽自動化研究所名誉教授。日本機械学会・IEEE Fellow。ヘビ型の超冗長ロボット、歩行ロボット、自由形車輪・クローラロボット、全方向移動ロボット、壁面移動機械、惑星探査ロボット、そしてロボット用駆動系・センサ系・制御系システムなどの創造設計に従事。

広瀬先生は，レスキュー関係のロボット開発においても中心的存在であり，様々なエネルギー源を用いたロボットの開発を行っておられる。そこで，今回は，「フルードパワーを用いた人命救助ロボット・機械の開発」というタイトルで講演を行って頂けることになった。

講演は，

- 1) 消防ホースの水圧を利用した Pinch Roller Elevator
- 2) 空気圧駆動型尺取虫運動ロボット Slime Robot
- 3) 新しい空圧伸展ロボットを有する Slime Scope
- 4) 流体駆動車両用アクチュエータ Crown Motor
- 5) 災害救助用空圧ジャッキ

を中心に，非常に興味深い内容であった。

また，新しい瓦礫内推進方法の提案として，柔軟な空気圧チューブを使用した Distal Expandable Tube の機構と制御方法についての講演があった。さらに，消防用流体駆動型ロボットの紹介がなされた。これは，高出力な消防ポンプの水圧を利用するもので，安全に使用出来る，ガソリンタンクやバッテリー等の動力源の搭載を必要としない，対環境性が高いなどの特徴を有している。

日常生活に組み込まれた災害救助機器の開発として，東京工業大学と神奈川県産業技術総合研究所の共同開発である災害用レスキュージャッキの説明があった。さらに，レスキュー機器駆動用足踏み式簡易発電ユニットの開発として，救助用空圧ポンプの紹介があった。これは，常時家庭内では，空気入れとして使用可能であり，足に装着できることから両手を空けることができ，自由に別の作業ができる。また，アキュムレータを利用することでエネルギーの蓄積，使用が容易である特徴がある。

講演は，数多くの動画もあり，非常に興味深い内容であった。また，一時間の講演であったが，もっと講演を拝聴したかったと思った方が多かったようである。

最後に，非常に興味深い内容の講演をして頂いた広瀬 茂男先生に感謝したいと思います。

平成 17 年度フルードパワーシステム講演会報告

-OS 編 -

トキメック 木原和幸

平成 17 年春季フルードパワーシステム講演会(4 月 26 日～27 日)の中で、オーガナイズドセッション「レスキュー」と「ハイブリッドシステム」とが行われ、前者は 5 件、後者は 9 件の講演が行われた。以下に本講演の内容の概要を報告する。

「レスキュー」

佐々木らはカメラシステムを付加した建設機械遠隔操縦用空圧ロボットシステムを開発し、2 次災害の危険性を伴う災害復旧作業への適用を検討し、ロボットシステムからの画像を提供することで、一定の効率で遠隔操作が行えることをロボットシステム搭載の建設機械の実験で示した。

井上らは災害時など現地での組立が容易な空圧を用いた多脚移動機構の開発を行い、8 本足ロボットで前進、後退、横移動、旋回の移動を実験で示し、さらに重量物運搬については油空圧ハイブリッド方式を検討している。

中里らは山岳地帯での障害物を乗り越える段差突破機構の開発を行い、開発中の多目的車輛ではタイヤの代わりに三角形をしたゴムクローラを用いた実験を行い、200mm の段差まで可能であることを示し、さらにより制御性を良くするためにセンサ取付方式を検討している。

竹村らは災害地の上空から情報収集を行うバルーン・ケーブル移動ロボットを開発し、検索領域の外部 3 点設置で、ワイヤ座標系の PD 制御実験、電波到来方向探知器を用いた人体検索法・カメラを用いた位置測定方法の有効性を提案し、さらに搭載センサの検討で精度向上を検討している。

木村らは豪雪地帯での雪害低減技術に関する研究を行い、手軽に利用できる水圧、空圧を利用した雪庇(屋根の先端部に雪の粘着力により形成される張り出した部分)除去に関する基礎的実験を行い、その可能性を示した。

「ハイブリッドシステム」

河村らはフライホイール式 CPS ハイブリッド車輛の開発を行い、制動時の運動エネルギー回収を 10mode パターンの一部の 40km 走行試験で評価し、一定の成果と問題点を明らかにし、さらにフライホールの回転数を大きくすることによる燃費向上の可能性を示した。

日比らはエンジンのピストンで油圧ポンプのピストンを直接駆動するフリーピストンエンジンの試作研究を行い、エネルギーの蓄積にアキュムレータを用い、さらに実用化サイズのアキュムレータとするため、エンジンの作動持続時間を 0.03 秒程度とし、その実現を 2 サイクル方式の単気筒フリーピストンエンジンのオンオフ制御で実証した。

坪田らは、高周波はアキュムレータ、低周波は圧縮空気とモータを用いる方式のアクティブサスペンションの研究開発を行い、6 軸パラレルリンクモーションベースと CarSim を用いたシミュレーションと検証が可能であることを示し、さらにサスペンションの試作に進むことを示した。

春原らは電動油圧アクチュエータの開発を行った。この方式は疑似両ロッドシリンダを採用し、タンクは極力小さくし、電磁弁はゼロリーク信頼性を上げるため閉じ側バネ力を強く、ソレノイドは吸引力を上げるため過渡時に印加電圧を上げる方式とし、ポンプは両回転ギアポンプを用い AC サーボモータによる回転方向・速度制御を用い、従来方式に対して 40% 以下の省エネを達成した。

清水らはEDLC(電気二重層キャパシタ)を用いた電気自動車の走行性の研究を行い,加減速時にEDLC用いたエネルギーの放充電を行うことを車両のハイブリッドシステムとして提案し,さらに電気自動車への展望を示した.

木原らはポンプの容量を圧力制御時に小さくするポンプ回転数制御を行うシステムの開発を行い,代表的な油圧システムに対し,ポンプ回転数制御システムの省エネルギー優位性を示し,さらに圧力制御時は固定ポンプ回転数制御システムに比べ,消費電力が20%以下となることを示した.

伊藤らはフィールドロボットへの搭載を目的とした,冗長可動軸を持ったシリアルメカニズムの研究を行い,5軸のシリアルメカニズムで,一般化行列を用いた冗長制御を用いた検討を示し,さらに誤差補正などの展望を示した.

森田らはEHLシステムを用いたプレス機の研究を行った.EHLシステムはモータ・減速機・ボールねじを介してマスターシリンダを駆動し,油圧で接続しているスレイブシリンダを駆動して,高出力を生み出すシステムであり,実験により検証し,さらに性能向上の可能性を示した.

寺澤らはACサーボモータ,双方向回転ポンプ,リザーバ,油圧制御回路が一体化したハイブリッド油圧システムの開発を行い,プレス機械への適用で,油圧サーボ弁を用いた方式に比べて消費電力を20%にできることを示した.

以上

平成 17 年度春季フルードパワーシステム講演会報告

油圧・水圧・キャビテーション・振動・その他

上智大学理工学部 伊藤和寿

平成 17 年春季フルードパワーシステム講演会(5月 25-27 日;機械振興会館)では,セッションが行われた後半二日間でのべ 47 件の論文発表が行われた.そのうち液圧に関する論文は 25 件であった.以下にそれらの学術講演の概略を報告する.

油圧解析および油圧制御に関しては,以下の 6 件の講演がなされた.

一柳ら[1]は自励振動法を用い,サーボ弁スプールが変位する場合に,その変位位置付近での動的パラメータをオンラインで推定できるようなシステムを構築した.さらに任意の角速度で回転する油圧モータを同定対象とし,運転条件が連続的に変化するような場合でもプラントパラメータを取得でき,実時間での伝達関数の同定が可能であることを示した.

品田ら[2]は,複合管路系内に発生する流体過渡現象のシミュレーション技術である SMA 法を,自動弁を含むような時変非線形境界条件を有する複合管路系へ適用する際の可能性を検討した.計算結果と実測値が良好な一致を示していることから,この手法がより一般的な管路に対して拡張可能であることが明らかになった.

伊東,関ら[3][4]は,パワースwitchingにおける電気・油圧の類似性を電気回路における昇降圧変換器と油圧昇降圧回路の比較により導いた.さらにこれを応用し,試作した油圧変速機(FST)を搭載した鉄道車両の性能評価を行った.流量調節にオリフィスを用いないために流体抵抗損失がなく,油圧 Switching 方式により動力伝達効率は理論上 100%となる.

加藤ら[5]は,油圧サーボモータ系に対し,状態フィードバックニューラルネット(NN)補償器を実装した複合制御系において,速度領域と位置領域が存在する設定入力を与えて検討を行った.さらに位置および速度補償器の結合係数を選択する 3 つの方法について比較を行い,提案した平滑選択の手法が NN 補償器出力を最も効果的であることを示した.

上野ら[6]は,定圧力源油圧システムにおける油圧トランスフォーマを用いたシリンダ駆動系の位置制御・圧力制御を目的として二自由度系制御を構築し,実験によりその有効性を確認した.トランスフォーマの非線形摩擦トルク,漏れ流量およびシリンダに働く負荷等が補償され,位置および圧力制御が良好であることが示された.

続いて,キャビテーション・脈動に関して行われた講演内容をまとめる.

寺田ら[7]は,油圧制御弁絞り下流部に発生するキャビテーション騒音の発生機構を実験的に解析し,1)騒音は,約 10kHz 以下の周波数では下流側管路曲げモード振動の共振,それ以上の高周波数では管のリングモード振動の共振に起因して発生すること,2)フレキシブルホースから放射されるキャビテーション騒音も定性的には鋼管と同一のメカニズムにより発生すること,等を明らかにした.

風間ら[8]は,作動油の粘度や温度をパラメータとし,キャビテーション壊食実験と可視化を行い,1)油温上昇とともに壊食量は増加すること,2)粘性の低い作動油の方が壊食は大きいこと,3)キャビテーション噴流の可視化画像と壊食量との間には相関が見られること,等を明らかにした.

小嶋ら[9]は,不等ピッチポートを有するアキシャルピストンポンプの吐出量解析用の高精度なシミュレータを作成するとともに,1) "圧力/2システム"法の精度向上と簡便化の方法を提

案し、実験によりその有効性を示し、さらに2)斜板角制御用サーボ機構はポンプ吐出流量脈動にほとんど影響しないこと、等を明らかにした。

続いて、水圧・その他に関して行われた講演内容をまとめる。

佐藤ら[10]は、高齢者の歩行補助装置の検討用試作機を設計・製作するとともに、トルク伝達デバイスとなるERクラッチの特性についてPWM駆動時の特性の検証を行った。分散系ER流体ではDuty比の減少とともに駆動トルクの上昇が、均一系ER流体では減少が確認された。

中島ら[11]は、水圧用ロジック弁におけるOリングの摩擦抵抗が、油圧の場合に比べて切換時間、特に閉鎖時間に大きな影響を与えることをシミュレーションにより定量的に明らかにした。同時にこの摩擦力の影響を低減させる一方策として、Oリングを使用せずに静圧軸受の導入を検討し、シミュレーションにより検討を行った。具体的には、開放時に30%程度、閉鎖時に80%程度の短縮が可能であることが明らかにされた。

高橋ら[12]は、水圧サーボシリンダシステムに対し、適応制御系を用いることにより供給圧および負荷変動にロバストな位置制御系を構築し、実験的にその効果を明らかにした。PI制御系と比較した場合にはロバスト性、定常位置精度(20%)および応答時間等が優れていることを定量的に明らかにした。

村田ら[13]は、混合液晶を封入した円筒電極に三相交流電圧を印加し、液晶に回転電場を与えた場合の解析を行い、周波数および電圧を増加させた場合、深さ1mmおよび2mmでそれぞれ45Hz、195V付近で液晶が回転を始めることが示された。またPIV解析により、流れの方向および流動の様子が観察された。

伊藤[14]は、オリフィスとサーボ弁からなる水圧回路に対して、サーボ弁の中立位置付近における不感帯の影響を適応的に補償するコントローラの設計を行い、理論および実験によりその有効性を示した。PI制御および不感帯補償を行わない通常の適応制御による実験結果と比較し、提案手法の零レギュレーション時の追従性が最も良いことが示された。

橋本ら[15]は、簡素で小型のポンプとして関節閉閉型の電磁アクチュエータで弾性チューブを断続的に挟むことにより蠕動運動を発生する方式の小型ポンプを開発し、その性能を報告した。特に装着時を考慮してエネルギー消費時間についても実験を行っており、今後の課題等も明らかにされた。

植木ら[16]は、可変翼型吸込・送風エアポンプのベーンの挙動とケーシング摺動面間の摩擦発生機構に関して実験を行い、以下の知見を得た。1)ケーシング摺動力はベーン突出率に依存する。2)ロータ溝とベーン側面における接触抵抗によりベーンの半径方向運動が滑らかに行われないことはエアポンプの性能・効率に大きく影響する。

続いて、ハイブリッドシステムに関して行われた講演内容をまとめる。

河村ら[17]は、フライホイール式CPSハイブリッド車の製作を継続していたが、試作車輛の走行試験結果からフライホイールのエネルギー容量の見直しとエンジン制御方式の再検討を行い、車輛の改良についての結果を報告した。検討内容は、シミュレーション上で20%程度の燃費向上を示している。

日比ら[18]は、油圧式フリーピストンエンジンの試作研究についての報告を行った。動作原理およびメリットが詳細に検討され、現在試作中の実証試験機の回路構成について見当を行った結果が示された。

坪田ら[19]は、高周波領域の振動はアキュムレータで対応し、低周波領域のみをアクティブに制御するスローアクティブ方式を用いたサスペンションの開発を行い、シミュレーションによりダンピング効果を確認した。さらに6軸パラレルリンクモーションベース上にてダンブ効果が良好であることを明らかにした。

春原[20]は、モーションコントロール用に開発した電動油圧リニアアクチュエータが、油圧

機器の特性を維持し、取扱いが容易な上に応答性が良いことを実験により明らかにした。さらに従来のシステムに比べて40%程度の省エネルギー性を有することも確認された。

清水ら[21]は、新たな駆動源として電気二重層キャパシタ(EDLC)を用いた電気自動車の走行性について研究を行い、エネルギー損失を低減する手法を提案した。具体的にはEDLCを利用し、路面や環境変化による負荷変動にも高効率点での動作を維持できる誘導モータを配置し、これらを個別に制御することで差動機構として車輛を駆動するものである。

木原ら[22]は、圧力制御時間が長い駆動系に適した油圧ハイブリッドシステムとその応用例について報告を行った。射出成形機を例として、固定容量ポンプ、電気ダイレクト制御およびポンプ回転数制御、さらに二容量切換型ポンプによる消費電力を比較し、保圧制御時間が長ければ長いほど小エネルギー性が高いシステム構築例を示した。

伊藤ら[23]は、不整地等での走行、作業用としてのフィールドロボットの搭載を目的とした5軸アームの冗長可動軸を持ったシリアルメカニズムについての研究を報告した。一般化行列の導入により、ある定数ベクトルの補正を行うことで作業アームの位置決め誤差を小さくすることができることが示された。

森田ら[24]は、電気油圧リニアシステムをプレス機に応用し、数工程の加工を1工程に短縮できることを実験により示した。現在はオープンループで制御を行っているため、圧力制御において改善の余地がある。

寺沢[25]は、回転数制御によるハイブリッド油圧システムの特徴と鍛圧機械への適用にあたっての課題とその改良結果について紹介した。実機例では、設置容積および全運転サイクルでの消費電力をそれぞれ1/10以下および1/5まで低減できたことが示された。

以上、本年度の春季講演会で発表された講演の内容をレビューした。全体的に油圧系は堅調で、ものづくりオリエントの研究が目立つが、一方で設計シミュレータの開発等にも進展が見られることも特徴であった。

参考文献：(いずれも出典は、平成17年度春季フルードパワーシステム講演会講演論文集)

- [1] 一柳隆義，西海孝夫：自励振動法を用いた油圧システムのパラメータ推定（サーボ弁スプールが中立点より変位する場合）
- [2] 品田正昭，小嶋英一，杉浦一憲，小野高志：時変非線形境界条件を有する複合管路内流体過渡現象の解析（鉄MA薄®の工学的有用性の検討）
- [3] 関 純子，伊東孝彦：パワースイッチングに於ける電気・油圧の類似性
- [4] 伊東孝彦，関 純子：油圧スイッチングによるパワー制御
- [5] 加藤博司，西海孝夫，原口 崇：ニューラルネットワークによる油圧サーボ系の制御（複合制御系における位置と速度補償器の平滑選択）
- [6] 上野智弘，伊藤和寿，馬 衛東，池尾 茂：油圧トランスフォーマを用いたシリンダの位置・圧力制御
- [7] 寺田 愛，小嶋英一，山崎 徹：油圧絞り部におけるキャビテーション騒音の発生機構の解明
- [8] 風間俊治，藤原 満，清水賢治：噴流衝突式によるキャビテーション壊食に関する研究（液体の粘度と温度の影響）
- [9] 小嶋英一，馬場裕也，今井彰子，保科昭宏：不等ピッチポートを有するアキシャルピストンポンプの吐出し流量脈動特性

- [10] 佐藤克司, 馬淵太郎, 川上幸男, 岡村 宏: ER クラッチよるトルク伝達デバイスの開発
- [11] 中島弘貴, 落合貴志, 伊藤和寿, 池尾 茂: 水圧用ロジック弁の特性解析
- [12] 高橋秀和, 伊藤和寿, 池尾 茂: 水圧シリンダシステムの適応位置制御系設計
- [13] 村田裕司, 築地徹浩, 伊藤 淳: 回転電場における混合液晶の流動に関する研究
- [14] 伊藤和寿: 水圧サーボ弁の不感帯特性を考慮した適応圧力制御系の構成
- [15] 橋本昌宣, 佐藤恭一, 蔡 勝年, 橋本順義: 弾性チューブのぜん動運動を利用した電磁式小型ポンプの省動力駆動
- [16] 植木忠博, 柴田順二, 稲葉一雄: 可動翼型吸込・送風エアポンプのベーン挙動
- [17] 河村憲一, 一柳 健, 李 石奎, 池尾 茂, 小薮栄太郎, 伊藤和寿: フライホイール式 CPS ハイブリッド車輛の開発
- [18] 日比 昭, 伊藤高啓: 油圧式フリーピストンエンジンの試作研究
- [19] 坪田悠希, 一柳 健: アクティブサスペンションの研究開発
- [20] 春原郁生: 電動油圧リニアアクチュエータ
- [21] 清水克彦, 一柳 健, 舟山貴昭: 電気二重層キャパシタを用いた電気自動車の走行性
- [22] 木原和幸, 浅倉 学, 渡邊冬樹, 兵藤訓一: 圧力制御が長い駆動系に優れた電油ハイブリッドシステムと応用例
- [23] 伊藤裕道, 一柳 健, カルキ ハマド: フィールドロボットの研究
- [24] 森田圭一, 一柳 健: EHL プレス機の研究
- [25] 寺澤達士, 大場孝一: 鍛圧機械でのハイブリッド油圧システムの応用例

本年度の秋季講演会は, JFPS2005 in Tsukuba に振替開催となる. 多数の皆様のご参加をお待ち致します.

平成 17 年春季フルードパワーシステム講演会参観記 (空気圧 その他)

株式会社コガネイ 小松英寿

5月25日から27日の3日間に渡り平成17年春季フルードパワーシステム講演会が開催された。1日目は「環境を考える - グリーン調達 - 」と題したセミナー、2日目から3日目にかけては「油圧」と、「空気圧 / その他」とでそれぞれ二つの会場に別れ講演発表が行われた。なお、製品・技術紹介セッションは一つの会場で全員出席の中で行われた。発表件数は全部で52件、うち空気圧 / その他とで26件の発表があった。

以下、空気圧およびその他の研究発表内容をそれぞれのセッションに別けて簡単に紹介する。

1. 空気圧応用

「空気圧ゴム人工筋を用いた足首部背屈動作補助による歩行支援装置の開発」

「真空圧による粒子凝集を利用した球間接ブレーキ」

「一体型パワーアシスト椅子のマイコン制御に関する研究」

「空気圧制御による腱駆動アシストマニピュレータシステムの開発」

「軸方向に強化された空気圧人工筋肉の開発と生体筋肉との比較に関する研究」

今後益々高齢化が進み、医療福祉機器の要求・需要が更に高まって行く中で、これらに答えて行くことは社会的な課題でもある。このような背景から今回は高齢者或いは運動障害を持った人に対する運動支援装置、介護補助装置、リハビリテーション機器、それらを構成するアクチュエータ、要素技術の研究の成果が発表された。

2. 空気圧一般

「OHC-Cimによる空気圧回路のシミュレーション」

「高速PWM弁による空気圧シリンダの駆動と制御の検討」

「フェードイン特性をもつ空気圧消音器に関する研究」

油圧回路設計・動特性解析用シミュレーション・パッケージの空気圧回路動特性のシミュレーションへの拡張の可能性、高速ON/OFF電磁弁のPWM駆動による空気圧シリンダの速度制御および位置決め精度の向上、高性能消音器を用いた新たな消音器のフェードイン特性の確認と騒音レベルの低減についての研究発表があり、それぞれの成果から空気圧回路設計のシミュレーションの実現、空気圧シリンダの精密制御、排気による騒音の問題解決に対し新たな可能性の指針が示された。

3. 水圧・その他

「ERクラッチによるトルク伝達デバイスの開発」

「水圧用ロジック弁の特性解析」

「水圧シリンダシステムの適応位置制御系設計」

ER流体を用いたクラッチの特性についての実験評価、水圧ロジック弁の切換え特性に関する実験およびシミュレーション評価、水圧シリンダの適応制御理論の適用による位置精度の実験と評価をそれぞれ行なう中で次の研究ステップへの課題と方向性が示された。

4. その他

「回転磁場における混合液晶の流動に関する研究」

「水圧サーボ弁の不感帯特性を考慮した適応圧力制御系の構成」

「弾性チューブのぜん動運動を利用した電磁式小型ポンプの省動力駆動」

「可動翼型吸込・送風エアポンプのベーン挙動」

液晶の回転磁場内での流動現象とそれに影響を与える要素の実験調査、サーボ弁の持つ不感帯幅を推定することで所望の水圧制御性能を得る適応制御の手法とその実験結果、ヒンジ開閉式ソレノイドアクチュエータを横1列に並べチューブを順次挟み込むことでチューブ内の液を圧送する小型ポンプの試作と特性試験、送風エアポンプ(市販)におけるベーン挙動と摺動特性の力学モデルでの考察と実験結果について研究発表が成された。

5．空機圧機器

「ノズルフラップ型サーボ弁と電空変換器による圧力制御特性の比較」

「空気漏れ検査における差圧検出法に関する研究」

「減圧弁の信頼性試験回路に関する研究」

「空気圧スプール弁に作用する流体力」

ノズルフラップ型サーボ弁とパイロットダイヤフラム型電空変換器との圧力制御特性の比較評価、差圧式エア漏れ検出法における差圧・温度回復時間の関係のシミュレーションと実験結果、減圧弁試験方法ISO/CD19973-4とJISB8372の2つの回路における特性試験およびその比較と評価、スプール型空気圧サーボ弁の流体力の測定と仮定による運動量理論値との比較についての発表がされた。

6．空気圧制御

「ON - OFF弁を用いた鉄道ブレーキ用V S S制御システムのロバスト性解析」

「モデル駆動制御法を用いた空気圧サーボ系の設計」

「一巡伝達関数を用いたチューニング法によるI-PD空気圧サーボ系の設計」

「空気圧ペローズ駆動型ステージの精密位置決め制御」

「作業支援用空気圧式ハンドクレーンのシミュレーション」

鉄道車両用空気圧ブレーキシステムにON-OFF弁を用いたV S S制御を適用し設計した制御系におけるロバスト性の実験による確認、モデル駆動制御法のベーン型空気圧モータ駆動系の位置制御への応用とシミュレーションおよび実験による有効性の確認、むだ時間を持つ制御対象を対象とした一巡伝達関数を用いたI-PD制御系の設計法の提案とそのシミュレーション結果、空気圧ペローズ駆動型ステージにおける静電容量変位センサによるフィードバック制御とノズルフラップ形空気圧サーボ弁を用いた精密位置決めシステムの制御特性および制御結果、空気圧式シリンダとアーム構造による作業支援用空気圧式ハンドクレーンの動特性シミュレーションの実機実測値との比較評価による妥当性の確認の研究発表があり、実機による10ナノレベルの位置決め制御など様々な空気圧システムの制御・シミュレーションの方案が示された。

7．製品・技術紹介セッション(空気圧、その他)

「MR流体、機器およびシステムの技術・市場開発の現状と将来」

「ガス流量制御ユニットIGU1シリーズの紹介」

製品、技術紹介セッションでは上記2テーマが空気圧・その他の分類での発表であった。

MR流体に関しては実用化されている実際のデバイスの紹介と合わせMR流体の歴史・問題点などにも触れていただき全体的な理解が深まった内容であった。ガス流量制御ユニットは、開発の背景・製品の特徴、そしてMEMSによって製作されている主要構成部のお話など興味深い発表であった。

以上、講演会を振り返るとその発表内容は非常に多彩でそれぞれ興味をそそるものであった。まだ踏み出したばかりのものもあれば、既に成果を出しつつあるものもあり、今後の研究の進展と将来に期待したい。

平成17年春季フルードパワーシステム講演会

「製品・技術紹介セッション」参観記

太陽鉄工株式会社 高崎 邦彦

「製品・技術紹介セッション」は、企業関係者からの講演機会を増し、会員相互の研究・技術交流をより活性化する目的で、春季講演会の定例開催セッションとして平成10年から例年開催されている。今年は、5月27日(金)の午後、東京の機械振興会館地階第2研修室で開催された。通常の講演会は第1室では油圧を主体とした講演、第2室では空気圧を主体とした講演と併催状態で行われるが、本セッションは特別講演・基調講演と同様に同一時間帯では他の講演の開催はない単独の開催となっている。また、通常総会開催直前の時間帯でもあり、例年多くのかたが参加され活発な討議が行われている。今年も60名を越える参加があり、第2室は満室に近い状況であった。製品を講演対照とした身近なテーマが多く、他の学術講演とは室内の雰囲気も異なっている。熱心な討議の中にも和やかさが漂い、3日間にわたる講演会の最後に相応しいセッションと感ずるのは、執筆者のみであろうか。以下に個々の講演内容を概略紹介するが、記述の簡明化のため全ての名前の敬称は省略させていただく。

出頭(ロード・ファー・イースト Inc.)は、MR流体の歴史と自社が製造販売するその特性を示し、適用事例を紹介した。米国では車両用緩衝装置として、トラックやバスでは1998年以降、また乗用車では2003年以降に実用化されている事実を筆者は本講演によって初めて知った。MR流体自体は沈降の問題を有するが、車両への適用では外部からの振動がこの問題を解決する。講演者は「妥協の産物・バランスの上での成立」と評しているが、新素材を実用化する秘訣であろうか。

大木(株トキメック)は、省エネルギー化から変化したシステムに対応させるため、広範な回転域で使用できるベーンポンプを紹介した。低回転でもベーンが確実にカムリングに接触するようにスプリングを内蔵させると共に、容積効率、騒音特性も改善した。これにより回転数を制御できるモータと組み合わせると、必要な油量を供給できるポンプが構成可能となりエネルギー損失を削減できる。

木村(日本電産トーソク株)は、自社が従来より生産する無段変速機(CVT)用リニアアクチュエータの改良について報告した。これはステップモータ式で油槽内に取り付けられるため、脱調耐力の向上と耐コンタミ性の向上が求められる。また車載用部品の価格が厳しいことは周知の通りである。これらの技術的課題を、大幅な構造の見直しにより実現した。ベアリング支持構造・しゅう動部材・シール構造等の変更により、価格を下げながら駆動周波数特性を改善している。

篠崎(SMC株)は、MEMS技術を利用したシリコン製マイクロバルブを用いたガス流量制御ユニットを紹介した。半導体業界や真空プロセス業界の軽薄短小化要請に答えたこのユニットは、MEMS技術を利用することによって、従来品に対して重量で約1/5、面積で約1/4、サイズで約1/3と、大幅な軽薄短小化を達成している。新技術の適用が、商品の姿を大きく変えた一例である。

伊東ら(日立建機株)は、建設機械や農業機械の電子制御化に対応すべく、車載用電磁比例弁の制御精度と耐久性能を向上した。比例電磁ソレノイドの部品に樹脂コーティングを施し、隙間管理を徹底することにより、ソレノイドのヒステリシスは2%以下と要求性能3%以下を満たすと共に耐久性を向上している。同社は、推力15N・20N・30Nのソレノイドをシリーズ化しており、従来のバルブ構造と選択組み合わせることで、今後の車体電子化に対応することができる。

本セッションでの質疑応答時間は、いつもきわめて活発な意見交換が行われる。ひとつの新商品について、それを開発された企業の技術者と、大学関係者や同業他社の技術者が公平に論議しあえる場合は、本講演会以外見出すことは困難であろう。最後に、貴重なお時間を割きご発表いただいた講演者の方々と、すばらしい講演会を企画・開催いただいた学会実行委員会の方々に心からお礼申し上げます。

< 講演 >

- (1) 出頭茂 (ロード・ファー・イースト Inc.): MR 流体, 機器およびシステムの技術・市場開発の現状と将来
- (2) 大木孝夫 (株)トキメック): 回転数制御用ベーンポンプ SQPR シリーズ
- (3) 木村芳徳 (日本電産トーソク株): 自動車用無断変速機搭載ステッピングモータ式リニアアクチュエータ
- (4) 篠崎賢次 (SMC 株): ガス流量制御ユニット IGU1 シリーズの紹介
- (5) 伊東英明, 吉本光宏, 安藤正明 (日立建機株): 車載用比例電磁弁の開発



会場風景

平成17年春季フルードパワーシステム講演会 春季講演会併設セミナー「環境問題を考える - グリーン調達 - 」 開催報告

足利工業大学 桜井 康雄

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に併設するようになって3年目となった。例年フォーラムとして実施されていたが、本年度はセミナーとして実施した。なお、本企画は昨年と同様、企画事業を担当する企画委員会と学会誌を担当する編集委員会との合同企画事業であり、本セミナーで第3回目となる。先に学会誌Vol.36No.2(2005年3月発行)で同じテーマで特集を組み、11件の記事を紹介した。そして、この原稿執筆者の中で講演を了承した7名の講師により、この学会誌をテキストとして、本セミナーを開催し、解説記事をさらに深く理解する機会を設けた。

本年度は「環境問題を考える - グリーン調達 - 」というテーマでセミナーを実施した。グリーン調達とは資材や部品・原材料、その他様々な物品等を購入する際に、環境への負荷の少ない製品を優先的に選択し、調達・購入することであり、日本では1996年のグリーン購入ネットワークの設立をきっかけに急速に広まりつつある。近年、メーカーが意識せざるを得ない社会的責任の中で環境に関係するものが大きく注目されており、メーカーにとっては製品の環境負荷を少なくするために原材料・部品のグリーン調達が必要不可欠となっている。そこで、上記テーマで本セミナーを開催した。さらに、テキストとなる学会誌が発行されてからセミナー開催の5月までの約2ヶ月間、本セミナーに関係する記事についての質問、セミナーでの講演で詳しく解説してほしい点等について参加申込者が学会までE-mailで連絡する機会を設け、聴講者と講師の間の情報交換を行い、中身の濃いセミナーの実現を目指した。また、本テーマは、液圧、空気圧分野に共通した問題点であり、平素あまり学会とは関わり合いのない部署の方々にとっても非常に興味深い話題であり、様々な会社および部署からの参加が期待できる。これも、本テーマをセミナーのテーマとして選んだ理由の一つである。

この様な開催趣旨に基づき、講演会初日の5月25日(水)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セミナーを開催した。

【プログラム】

- 10:05 ~ 11:05 グリーン購入が経済を変える 講師：中原秀樹 先生(武蔵工業大学 教授)
- 11:15 ~ 12:15 鉛フリーはんだ材料とその特性 講師：芹沢弘二 氏(株)日立製作所)
- 13:15 ~ 13:45 電気・電子製品のグリーン調達活動 講師：櫻井融 氏(日本電気株)
- 13:45 ~ 14:45 グリーン調達ソリューションの概要とメーカーでの摘要事例 講師：大山俊弘 氏(NECソフト株)
- 15:00 ~ 15:30 油圧関連製品におけるグリーン調達の現状と課題 講師：木原和幸 氏(トキメック株)
- 15:30 ~ 16:00 メーカーにおけるグリーン調達の取組み 講師：上田泰史 氏(ダイキン工業株)
- 16:00 ~ 16:30 空気圧機器メーカーにおけるグリーン調達への取り組み事例 講師：森 正明 氏(SMC株)

セミナーは定刻の10時に企画委員長・田中豊先生(法政大学)の挨拶で開会し、合同企画WG企画委員会側の主査の司会で進行した。

まず、中原秀樹先生により、地球規模の環境問題について様々な事例に基づき問題提起がなされ、グリーン調達を含めた環境を守るための活動に関する各国ならびに日本の各自治体における取り組みについて紹介がなされた。地球規模の環境問題に対応するためには、政府レベル

でのさらに迅速かつ大規模な対応が必要であることが強調された。また、企業が環境にやさしい製品を出したとしても、必ずしもその売れ行きが良いわけではない。環境保護のためには消費者に対する教育も重要であり、特に、小・中学校からの環境教育の重要であるとの考えが強調された。

次に、芹沢弘二氏により、鉛フリーはんだと従来の Sn-Pb はんだの差異および鉛フリーはんだの実用化推進状況についての詳細な解説が行われた。2006年7月より、回路接続に用いるはんだについても RoHS 規制が施行の予定であるため、非常に興味深い内容であった。また、参加申込者より事前に寄せられた鉛フリーはんだの実用性に関する質問への回答も含めた講演であった。

櫻井融氏からは、最もグリーン調達が進んでいる電気・電子メーカーの状況について、日本電気の実例に基づき解説がなされた。その中で地球環境問題が企業を取り巻く状況と環境配慮型製品開発の重要性が強調された。また、日本電気では2005年度までに、ソフト・サービスを含めグリーン調達率を100%とする目標が提示された。

大山俊弘氏からは仕入先への膨大な調査結果の効率的な集積とその結果を企業の製品設計、開発などの各部署で利用可能とするグリーン調達ソリューションの概要についての紹介がなされた。さらに、NEC および自動車メーカーでの具体的な適用事例について説明がなされた。

木原和幸氏からはトキメックにおけるグリーン調達の推進状況について説明がなされた。また、鉛フリーはんだについては、自社で行った鉛フリー実装評価試験の結果について従来のはんだとの比較を示しながら詳細な解説がなされた。さらに、2006年度には RoHS 対応製品の出荷を開始しグリーン調達を実施するという計画が示された。なお、木原氏には、参加申込者より事前によせられた本セミナーに対する7件の質問についてもお答えいただいた。

上田泰史氏からはダイキン工業におけるグリーン調達の実施状況の説明が行われ、取引先に対するグリーン調達調査の実施状況、その結果の運用方法、問題点について詳細な解説がなされた。さらに、ダイキン工業では2005年度のグリーン調達率を100%とするという目標が示された。

最後の講演は、森正明氏による SMC におけるグリーン調達への取り組み事例についての紹介であった。ソレノイドバルブ、エアシリンダ等を例に取り、従来の製品での環境負荷物質の使用状況とグリーン調達への適合のための対応について詳細な解説が行われた。

最後は、合同企画の編集側WGの主査である築地徹浩先生(上智大学)による閉会の挨拶で、予定を20分ほど超えた16時50分に本セミナーを終了した。

本セミナーは関係各位からの参加の呼びかけもあり60名(企画委員4名含む)と望外の盛会であった。また、本セミナーで取り扱ったテーマは前述した通り、液圧、空気圧の両方の分野に関係した話題であったこと、および、資材・調達関係の部署からの参加者が得られたことも、この様に多くの参加者が得られた理由の一つであると考えられる。

最後に本セミナーにご協力をいただいた講師の方々および企画・実施にあたりご助力いただいた企画委員、編集委員および学会事務局の方々に深く感謝いたします。



Formula Student イギリス大会参観記

芝浦工業大学 川上 幸男

2004年7月9~11日の日程で IMechE, SAE, IEE 共催による Formula Student イギリス大会がロンドンより北 160km の都市 Leicester 近郊にて開催された。芝浦工業大学チームが初参戦し、学生たちを引率する任務のため大会に参加したので、その概要について報告する。

本大会は大学や専門学校の学生により構成されたチームが構想・設計・製作したフォーミュラカーを用いて総合的な競技を争うものであり、レースに参戦するためのフォーミュラカーの主な設計要件は以下に示すとおりである。

- (1) タイヤがカウルで覆われてなく、コックピットがオープンなフォーミュラスタイルの4輪車両であること。
- (2) 4サイクルピストンエンジンで排気量 610cc 以下。オリジナル設計の加給器の装着は可。
- (3) ホイールベース 1525mm 以上。トレッドは、フロント又はリアの大きい方に対して 75%以上。ホイールは 8 インチ以上。
- (4) 排気音量は排気口から水平面 45°, 50cm の位置で 110dB 以下(所定回転数)。

また、競技種目、競技概要については表 1 に示したとおりであり、合計 1000 ポイントで順位を競うものである。まずは、製作したフォーミュラカーが設計要件を満たし、安全性が十分であるかを判断するための車検をクリアすることが要求される。ただし、車検がクリアできない場合でも、静的競技への参加は可能であるので、製作した車のコスト、設計コンセプト、プレゼンテーション能力について評価され、ポイントの獲得の可能性が残されている。単に動的競技のみで順位を競うのではなく、学生たちが車作りを通じて実践的な問題解決能力・応用力、マネージメント能力、行動力等の経験を積んできた過程も評価の対象としている。

2004年の大会にはおよそ 60 チームの参加があり、90%以上が欧米からのチームであった。日本からの参加は本学と東京電機大学の 2 大学であり、欧米圏外からは韓国、オーストラリア等の参加チームも見受けられた。芝浦工業大学チームはドライバー 4 名を含む 20 名ほどの学生で構成されていた。国内の大会を経験することなく、国外の大会に初参戦したということで、学生たちにとっては不測の事態が多数発生し、毎晩未明までトラブル処理に必死に対応していたという状況であった。その甲斐があつてか動的競技までどうにかクリアすることができ、合計 451 ポイントを獲得、総合成績では 16 位という初参加にしてはまずまずの成績を収めることができた。

学生たちは大会に参加するまでの準備期間を含めて日常では得られない多く



写真1 会場風景



写真2 レース風景