THE FLUID POWER SYSTEM INTELLIGENCE CENTRE

FPIC QUARTERLY

JFPS

Vol.14, No.4 2006.12



THE JAPAN FLUID POWER SYSTEM SOCIETY

FPIC Quarterly Vol. 14, No. 4

目 次

巻頭言	>菱栄太郎	1
平成18年秋季フルードパワーシステム講演会報行 基調講演, 08 ニューアクチュエータ, 機能性		3
平成18年秋季フルードパワーシステム講演会報行 一基調講演(田中裕久先生), 0S2(自動車におフルードパワー), 液圧-		6
平成18年度秋季日本フルードパワーシステム講演 - 空気圧 -	寅会の報告 川嶋健嗣	9
日本機械学会関東支部・精密工学会共催「山梨講演会」	大内英俊 1	1
日本フルードパワーシステム学会・ 中国全国流体伝動及控制学会国際学術交流事業		3
米国フルードパワー教育・研究の現状と ERC につ	いて ¹ 田中 豊	8

巻頭言 フルードパワーと東京での4年間

上智大学 小薮栄太郎

この度は、情報システム委員(旧情報ネット運営管理委員)4年目を迎えた私が、フルードパワーの研究に接して、見たり、聞いたり、感じたことを、簡単な自己紹介を兼ねて、述べさせていただく。多分に漏れず、個人的な勘違いや誤解もあるかもしれないが、皆様には、ご指摘、ご容赦頂きたい。

私は、上智大学 理工学部 機械工学科 流体工学講座の助手として、2003年4月から奉職した. 学生時代は、油圧に関する講義も、JFPSでの研究発表も聞く機会が全く無かったので、油圧工学と聞くと、漠然と普段の生活にかかわりが深い機器、とりわけ、工事現場で見かける大小さまざまな建設機械、自動車・バイク・飛行機の足回りなどをイメージしていた. 実際は、作動流体が、油の他に、空気、水、そして機能性流体と4つもあり、従来からの研究に加えて、介護や救助用のメカトロ技術の基礎と応用、制御理論を駆使した研究、そして、機能性流体を使用したマイクロアクチュエータなど、研究が多岐に渡っていることに気づかされた.そして、改めて、流体工学の基礎から応用までの研究範囲の広さと深さに驚くとともに、流体工学を学んでつくづく良かったと感じる.

上智大では、定圧力源システム、液晶の流動、および、カーエアコン用コンプレッサ内の吸入弁(リード弁)の振動低減化の研究に今まで携わり、現在も、吸入弁の振動低減化の研究を行っている。これらの研究を通じて、他大の教授や、学生、企業の方から、研究に対する信条を知ることが出来た(と思っている)。加えて、国内外での学会に参加・発表する機会を与えられたことに感謝している。

続いて、私の学生時代の研究テーマを紹介すると、軸流ターボ機械の高効率・高信頼性化を目指すために、軸流タービンや圧縮機の翼面上での詳細な非定常速度計測をすることで、境界層遷移に与える様々な効果を実験的に解明する内容であった。研究のキーワードの「境界層」は、流れ学・流体力学の本に必ず記載されているが、今更、「境界層」の研究を行う必要性があるのか?と感じる方もいらっしゃるかと思う。しかし、非定常性を考慮した境界層を含むターボ機械内の流れ解析は、十分な知見が得られていないのが現状である。効率が上限に張り付いた状態で、コンマ数%の高効率化、従来の設計基準の枠外となるような軽量化・高負荷化や高信頼性を実現しようとする場合には、非定常の効果なしにはこれらの設計が困難になってきているためである。非定常な流れ場を有するターボ機械の設計には、非定常性の正しい理解とそれを設計に活かす創造力が必要とされる。以上のことは、フルードパワーにも当てはまる事柄があるのではないだろうか。

昨年末に念願の風洞が、地下にある実験室に設置された。予定より設置に半年程度遅れたが、理解を示していただいた講座スタッフに感謝を申し上げると共に、今後もご協力を賜りたい。この4月から築地教授と上記の研究テーマである、非定常性を考慮した境界層遷移に関する研究を始めた(図1参照)。そして、修士課程と学部4年生の学生一名ずつ、計2人が担当になった。写真中のアクリル製の供試体は、私がドク論で使用していたもので、しばらく使用する予定がないそうなので、指導教官に頼んで送ってもらった。ありがたいものである。外注品のた

めに躊躇したが、就職祝い?として、半ば譲ってもらったと勝手に考えている。購入から時が経ったので、決して真新しいピカピカに輝く装置ではないが、私と後輩、そして指導教官の思いが詰まった装置である。今度は、場所を変えての再出発に、新たな研究に対する私の様々な思いが駆け巡る。

最後に、この約4年間を振り返ると、学生から社会人、地方の盛岡市から東京の都会暮らし、 出身大学の岩手大(旧国立大)から上智大(私立大)へと私の生活は、目まぐるしく変化した。 故郷の北海道は、先月雪が降ったと聞く、卒業研究発表会までに、あと2ヶ月あまり、念願の大 学教員になったわけだが、理想と現実に時には挟まれながらも、流体工学の未知なる現象を解 明するために、この与えられた貴重な時間を様々なタイプの学生と共有して乗り越えてゆきた い。



平成18年秋季フルードパワーシステム講演会報告 基調講演, OSニューアクチュエータ,機能性流体 ー 東京工業大学 竹村研治郎

平成18年秋季フルードパワーシステム講演会が2006年11月9日,10日の2日間にわたって 静岡県コンベンションアーツセンターグランシップにて行われた.以下,基調講演,0Sニュー アクチュエータ(ブレイクスルーを生み出す次世代アクチュエータをめざして)および機能性 流体に関する講演について研究動向を報告する.

本講演会では当初,東京工業大学の横田眞一先生による基調講演「機能性流体を応用したマイクロアクチュエータ」が予定されていたが,都合により横田先生とともに研究室を主宰されている吉田和弘先生から同題のご講演をいただいた.吉田先生は平成16年~20年の予定で実施されている科学研究費補助金特定領域研究「ブレイクスルーを生み出す次世代アクチュエータ研究」に参加されている.ご講演に先立ち,この特定領域研究に関するご紹介と12月18日,19日に仙台にて行われるシンポジウムのご案内があった.アクチュエータの一種であるフルードパワーシステムに関する関係各位にとっても興味深い活動の一つであろう.

基調講演の内容は、マイクロアクチュエータにおける機能性流体の優位性が説明された後に、吉 田先生の研究グループでの研究成果を中心に最新研究の具体例をご紹介いただいた.はじめに、 電界の印加によって見かけ上の粘度が変化するER流体(Electro-rheological Fluid)に関し て,数値計算による特性評価,受動的な柔軟性を有するフレキシブルERバルブおよびこれを用 いたフレキシブルERアクチュエータが紹介された.機械的な摺動部なしに圧力制御ができるER 流体はマイクロマシンのための作動流体として優位である上, 受動的な柔軟性を持ったERバル ブによってスペース効率も向上することが期待できる. つぎに, 管路慣性を用いた圧電型マイ クロポンプが紹介された.上記のようにマイクロマシンに有利なER流体であるが,外部に大規 模なポンプが必要であればアドバンテージが半減してしまう.このため、本ポンプは細い管路 内を流れる流体の慣性効果を利用して高出力化を実現した.このように、マイクロマシンに適 した機能要素が実現されたことは今後のフルードパワーシステムの展開に大きなブレイクスルー をもたらす可能性があろう. 最後に、電界の印加によって活発な流動(ジェット流)を発生す る電界共役流体 (Electro-conjugate Fluid) を用いた各種マイクロアクチュエータをご紹介 いただいた. 電界印加のための電極対が微小になるほどより強力なジェット流を発生するECFも マイクロマシンのためのパワーソースとして期待されている.たとえば、数mmオーダーのECF マイクロモータ, ECFマイクロ人工筋アクチュエータなどがすでに実現されており, 今後の展開 が注目される.



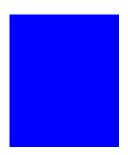
0Sニューアクチュエータは、吉田和弘先生と岡山大学の高岩昌弘先生のより企画された。両先生ともに上記の特定領域研究において活躍されており、本オーガナイズドセッションではフルードパワーという枠組みにとらわれず広くニューアクチュエータに関する14件の講演が行われた。これまでの講演会でも活発に議論されてきた空気圧やERF、ECF、EGDに関する研究に加え、ハイドロゲル、静電、圧電素子、形状記憶合金を駆動源としたニューアクチュエータの研究など活発な議論が展開された。また、アクチュエータ単体の研究に加え、リハビリテーション、医療、mTAS(Micro Total Analysis System)、触覚提示など多岐にわたる応用を見据えた実用化を強く意識した研究が多く見受けられた。講演会場では、発表・質疑応答の時間はもちろん、セッション終了後も活発な意見交換が行われていた。

機能性流体のセッションでは3件の講演が行われた.パッシブ式MRダンパ,マイクロモータおよびCPU液冷システムに関する講演であり,機能性流体を用いることによりこれまでにない新たな機能要素が提案された.講演会の最後となった本セッションにおいても,多くの聴衆を集め,活発な議論が行われていた.

以上,基調講演,ニューアクチュエータ,機能性流体に関する講演会での発表・質疑応答を見ると,これまでのフルードパワーシステムという枠組みにとらわれることなく多くの新たな試みが展開されていることを感じた.今後のフルードパワーシステム講演会においても新規な要素技術や新たな応用分野の研究動向に注目すべきであろう.

- (1) 横田眞一, 機能性流体を用いたマイクロアクチュエータ, 平成18年フルードパワーシステム講演 会講演論文集, pp. 1-8, 2006.
- (2) 正子洋二,高岩昌弘,則次俊郎,多自由度空気圧アクチュエータを用いた手首リハビリ支援装置の開発,平成18年フルードパワーシステム講演会講演論文集,pp. 19-21, 2006.
- (3) 早川恭弘,池田陽介,ソフトラバーアクチュエータを用いた安定歩行用高機能靴開発に関する基礎研究,平成18年フルードパワーシステム講演会講演論文集,pp. 22-24,2006.
- (4) 小倉慶子, 鈴森康一, 神田岳文, 脇元修一, 久禮健司, センサー体型ソフトアクチュエータの製作とセンサのモデリング, 平成18年フルードパワーシステム講演会講演論文集, pp. 25-27, 2006.
- (5) 西岡靖貴, 鈴森康一, 神田岳文, 空気疎密波の重畳による空圧アクチュエータ駆動システムの研究(第1報; 基礎動作の確認), 平成18年フルードパワーシステム講演会講演論文集, pp. 28-30, 2006.
- (6) 近藤剛, 仲谷翼, 小田竜也, 鈴木淳史, ハイドロゲルによる微少溶媒流れの温度変化によるスイッチング, 平成18年フルードパワーシステム講演会講演論文集, pp. 31-33, 2006.
- (7) 山本晃生,一柳圭吾,平野裕基,樋口俊郎,横田秀夫,姫野龍太郎,静電モータによるMRI内部 での動作生成と試料変形の様子,平成18年フルードパワーシステム講演会講演論文集,pp. 34-36,2006.
- (8) 伊桐千浪,鈴森康一,永田卓志,神田岳文,谷口浩成,阪田祐作,武藤明徳,電場/磁場印加によるマイクロ化学プロセスにおける微小触媒粒の駆動,平成18年フルードパワーシステム講演会講演論文集,pp. 37-39, 2006.
- (9) 中平卓臣, 鈴森康一, 神田岳文, 門脇信傑, マイクロリアクタ用マイクロ三方弁の開発とプラグ流の形成実験, 平成18年フルードパワーシステム講演会講演論文集, pp. 40-42, 2006.
- (10) 大岡昌博, 澤本泰宏, 松川志保, 大橋令, マイクロアクチュエータアレイによる触覚提示装置, 平成 18年フルードパワーシステム講演会講演論文集, pp. 43-45, 2006.
- (11) 志村宏,大内英俊,積層圧電素子の打撃力を利用した微動機構,平成18年フルードパワーシステム講演会講演論文集,pp. 46-48, 2006.

- (12) 吉田和弘,堀井宣孝,秦誠一,横田眞一,下河邉明,薄膜金属ガラスを応用した集積形ERマイクロアクチュエータの開発,平成18年フルードパワーシステム講演会講演論文集,pp. 49-51,2006.
- (13) 竹村研治郎, 洪榮杓, 横田眞一, 枝村一弥, 電界共役流体を用いたぜん動運動型移動ロボットの研究, 平成18年フルードパワーシステム講演会講演論文集, pp. 52-54, 2006.
- (14) 小柳拓也,三井和幸,寺坂澄孝,工藤周,鮎沢正太郎,黒田真一,阿部洋,EGDモータの電極構造 に関する検討,平成18年フルードパワーシステム講演会講演論文集,pp. 55-57, 2006.
- (15) 石川敏也,中田毅, SMA人工筋肉アクチュエータの研究(第3報,モータユニット応答時間の改善), 平成18年フルードパワーシステム講演会講演論文集,pp. 58-60, 2006.
- (16) 村上貴裕, パッシブ式MRダンパの提案とその特性解析コードに開発, 平成18年フルードパワーシステム講演会講演論文集, pp. 127-129, 2006.
- (17) 早川和憲,築地徹浩,機能性流体を用いたマイクロモータに関する基礎研究,平成18年フルードパワーシステム講演会講演論文集,pp. 130-132, 2006.
- (18) 桜井康雄,中田毅,枝村一弥,管路型 ECF ポンプを用いた CPU 液冷システムの試作,平成 18年フルードパワーシステム講演会講演論文集,pp. 133-135, 2006.



平成18年秋季フルードパワーシステム講演会報告 -基調講演(田中裕久先生), 0S2(自動車におけるフルードパワー). 液圧ー

足利工業大学 桜井 康雄

1. はじめに

平成18年11月9日(木),10日(金)に静岡県コンベンションアーツセンターグランシップ(静岡県静岡市)で秋季フルードパワーシステム講演会が開催された.この講演会では2件の基調講演,1件の特別記念講演,48件の一般講演が行われ,参加登録者は121名であった.

ここでは、2日目に行われた田中裕久先生(横浜国立大学教授)の基調講演(自動車における油圧技術)、その基調講演に連動して実施されたオーガナイズとセッション(自動車におけるフルードパワー)および1日目に行われた液圧のセッションにおける一般講演の内容を概観する.

2. 基調講演とオーガナイズドセッション:自動車におけるフルードパワー

秋季講演会2日目に「自動車における油圧技術」と題した基調講演¹⁾ が、この分野で活発な研究を展開されている田中裕久先生(横浜国立大学教授)により、行われた.ここでは、先生の研究成果をからめながら、自動車の駆動系、車体系、燃料噴射系における油圧技術の実用例の紹介がなされた.この分野で精力的に活動されている田中裕久先生の講演であったため、多くの聴講者を得て、活発な質疑応答がなされた.

基調講演終了後、オーガナイズドセッション:自動車におけるフルードパワー(オーガナイザー:佐藤恭一先生(横浜国立大学),川嶋健嗣先生(東京工業大学))が開催された.このオーガナイズドセッションでは9件の講演が行われた.このセッションにおいても多くの聴講者による活発な質疑応答がなされた.

眞田ら²⁾ はポンプと燃料噴射弁の間の配管の影響を考慮した燃料噴射弁の動的挙動をシミュ レートするモデルを管路動特性の最適化有限要素モデルを用いて構築する手法について検討し た結果について報告した. 李ら³ は従来の複雑な試験過程を簡単化した流体伝送管路における 2種類の周波数系列波速計測法を開発した結果とそれらの妥当性について金属管と高圧ホース を対象とした実験により検証した結果について述べた. さらに, 李ら4) は提案した周波数系列 波速データを直接高圧ホースの管路系動特性解析に活用する解析手法を提案しその妥当性につ いて実験とシミュレーションにより示した.大木ら5 は環境負荷低減が期待可能なバッテリを エネルギー源として搭載したバッテリショベルの開発事例について報告した. このバッテリ ショベルは作業性・操作性は現行機と同等であるが, CO。排出の低減および低騒音という環境性 能を実現している.丸田♡ は構成が複雑で車載レイアウトが困難である等の問題点を有する現 状のファンシステムの問題点を解決した油圧駆動ファンシステムの開発について述べた. 豊田 ら⁷⁾ はハーフトロイダルCVTのさらなる小型化,高トルク化,高効率化,低コスト化を可能と する開発中の次世代型トロイダル IVT(Infinitely Variable Transmission:変速比無限大無 断変速機) の油圧システムについての報告を行った. 鈴木ら® は自動変速機 1 台あたりに搭載 される数が多くなってきた比例電磁弁を小型化する設計技術と開発した小型比例電磁弁につい て述べた. Lee ら゜はセルフレベリングショックアブソーバの数学モデルを提案し AMESim に

よるその数学モデルのシミュレーション結果と実験結果を比較検討した結果について報告した. 出頭¹⁰⁾は大型車および産業車両を含む自動車用に現在量産され,また将来の量産化に向けて開発が進められているMR流体とこれを用いた機器およびシステムについて述べた.

3. 液圧

講演1日目に行われた液圧関係のセッションでは11件の講演が行われた.程ら!!) はパイプ ライン中を流れる液体が発生する流体音響を管の外壁に設置したAEセンサにより計測する非接 触流量計測法を提案し、その基礎的な実験結果について報告し、管内の流量が3L/min (Re=5,600)以上であれば、提案した計測法が有効となり得ることを明らかにした. 廣瀬ら $^{12)}$ は TCP/IP の高速通信に優れた UDP 通信を油圧システムとジョイスティックによるマスター・ス レーブ制御に用いた油圧システムの遠隔操作システムを構築し、そのシステムの性能について 検討した結果について報告した.鈴木ら13) は電気・油圧サーボシステムの特性向上を目的と し、DSP(Digital Signal Processor)を用い電磁比例弁の不感帯を補償した結果とその比例弁 を用い片ロッドシリンダの位置を比例制御した結果について報告した. 柳田ら14) は電化注入式 静電フィルタの注入電極と平滑電極の表面間距離が浄化速度に及ぼす影響について実験的に検 討し,表面間距離が大きくなると浄化速度は低下する場合が多いことを明らかにした.木原は 15) 大形機械の高圧化によるコンパクト化に大きく寄与する超高圧比例リリーフ弁を開発した結 果および試作した弁を高圧ポンプの耐久試験等に自社内で使用した実績について述べた.中島 ら16) は水圧用ロジック弁の切換特性をシミュレート可能な数学モデルの構築を目的として実 験とシミュレーションを行い,提案したモデルを用いると開放過程は良好にシミュレートでき ることを明らかにした. 齋藤ら171は定量形往復ポンプの一種であり農薬やプールの消毒液など の種々の薬液を一定量吐出し水と混合させる際に用いられるダイアフラムポンプの性能試験を 行い, そのポンプの圧力特性ならびに流量特性について検討した結果について報告している. 城田ら18) は計算時間を大幅に短縮可能な油圧シリンダの一次元熱解析モデルを用いた温度予測 に対してシリンダ内の流れ場が温度予測精度に与える影響について検討し,三次元流れ領域長 さを予測し要求される誤差に応じて一次元流れ領域の分割数を設定すれば一次元熱解析モデル においても妥当な結果が得られることを明らかにした.鈴木ら19は講演者らが提案している油 撃を用いた増圧装置を油圧シリンダに応用するための基礎研究として,その装置の特性を実験 とシミュレーションにより調べた結果について報告した. 品田20)らは複数の制御弁を有する油 圧システムを構築する際に用いられる流路が穿孔されたマニホールドブロック内の分岐通路部 に異常に高い衝撃圧力が発生する可能性を指摘し、その原因の物理的な解明を行った結果につ いて報告した. 留ら21)は加圧した水道水を利用した垂直揺れが吸収可能な一戸建て用能動型水 圧駆動免震システムを提案し、シミュレーションによりそのシステムの実現の可能性について 明らかにした.

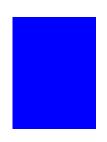
4. おわりに

平成18年秋季フルードパワーシステム講演会は、121名という多くの参加者を得て盛会のうちに終了した。本講演会は晴天に恵まれ講演会場の10階にある展望室より富士山を見ることができ、忙しい日々を過ごしている参加者の心を和ませたのではないかと思う。また、1日目には呈茶を行い参加者にお茶の味について体験してもらった後に前田冨佐夫氏(テレビチャンピオン初代お茶通王、茶審査技術八段、日本茶インストラクター)による「静岡といったらお茶でしょう!?」と題した特別記念講演を行った。特別記念講演の後に開催された技術懇談会にも前田様にご参加いただきお茶の話し、静岡の話しで談笑の輪ができていた。本講演会は参加者の技術的な情報交換とともに様々な形で親睦をはかることもできたのではないかと

思っている.来年度の春季および秋季の講演会にも多くの方々に参加していただきけることを期待している.

参考文献(出典は平成18年秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集)

- 1)田中,自動車における油圧技術
- 2) 眞田, 徳尾, 前川, 管路動特性の最適化有限要素モデルを用いた燃料噴射弁のモデリングに関する研究
- 3) 李,姜,流体伝送管路における周波数系列波速計測法の開発
- 4) 李,姜,実測波速データを使用した高圧ホース管路系の脈動解析法
- 5)大木,田中,渡辺,落合,バッテリショベルの開発
- 6) 丸田, 低騒音油圧駆動ファンシステム
- 7) 豊田, 今西, トロイダル無段変速機の油圧システム
- 8)鈴木, 高橋, 自動車AT/CVT用小型比例電磁弁の開発
- 9) Illyeong Lee, Junghwan Park, Jungho Kwon, Jaewoo Park, Minho Jin, Taehyung Kimセルフレベリングショックアブソーバの数値解釈モデル
- 10) 出頭, 自動車におけるMR流体と機器の応用展開
- 11)程,中田,太田,高橋,山本,AEセンサを用いた流量計測法の研究
- 12) 廣瀬, 佐々木, 飯村, 土岐, 情報ネットワークを用いた油圧システムの遠隔制御に関する研究
- 13) 鈴木、白石、DSP を用いた電気・油圧システムのディジタル制御に関する研究
- 14) 富澤, Tran Khanh Duong, 柳田, 電荷注入式静電フィルタの基礎研究(電極の形状と材質の影響)
- 15) 木原, 超高圧大容量比例リリーフ弁の開発
- 16) 中島, 伊藤, 池尾, 落合, 水圧用ロジック弁の切換特性
- 17) 斉藤, 川上, 佐藤, ダイアフラムの特性に関する実験検討
- 18) 城田,田中,富岡,油圧シリンダ内流れ場が一次元熱解析の温度予測精度に与える影響
- 19)鈴木,遠藤,油撃を用いた増圧装置を油圧シリンダに応用する為の基礎研究
- 20) 品田, 小嶋, 大型油圧システムのバルブボックス内の分岐通路に発生する過渡的異常圧
- 21) 留, 北川, 直下型地震の垂直揺れが吸収可能な一戸建ての能動型水圧駆動免震装置の提案



平成18年度秋季日本フルードパワーシステム講演会の報告 - 空気圧-

東工大 川嶋健嗣

1. はじめに

平成18年度秋季フルードパワーシステム講演会は、11月9日、10日の2日間、静岡県コンベンションアーツセンターグランシップにおいて開催された。両日とも快晴で、富士山がよく見える立派な会場の9階において、130名以上の出席者の下、興味深い講演と活発な質疑応答が行われた。特に、ニューアクチュエータ(ブレイクスルーを生み出す次世代アクチュエータをめざして)と自動車におけるフルードパワーの0Sが企画され、フルードパワーの広がりを感じさせる講演会であった。本報告では空気圧関連の研究発表について記す。

2. 発表内容

空気圧関連の研究は近年ロボット用アクチュエータ等の応用研究が盛んである。今回は初日午前中の空気圧制御、2日目朝一番の空気圧基礎、午後の空気圧応用と3つのセッションが開催され、合計11件の発表が行われた。さらに、0Sニューアクチュエータにおいても、空気圧アクチュエータを用いた研究発表が4件行われた。

それぞれのセッションの発表題目と著者を示す.

空気圧:制御

「近接スイッチを利用した空気圧シリンダの位置決め制御」

相吉寬之,大内英俊,鈴木泰輝(山梨大学)

「空気圧サーボ弁の動特性を考慮した空気圧サーボテーブルの精密位置決め」

小木曽太郎, 宮島隆至, 川嶋健嗣, 香川利春 (東京工業大学),

藤田壽憲(東京電機大学)

「空気圧シリンダを用いた移動する物体に対する押し付け力制御」

山田祐士(呉工業高等専門学校), 則次俊郎(岡山大学)

「オブザーバを用いた鉄道車両のブレーキシリンダ圧力推定」

山崎大生, 狩野 泰, 小原孝則((財)鉄道総合技術研究所)

「電気・空気圧複合駆動システムにおける負荷変動制御方式に関する研究」

田中 翔,中田 毅(東京電機大学),

桜井康雄(足利工業大学),田中和博(九州工業大学)

本セッションでは、空気圧シリンダの位置決め制御や力制御などの制御方法の研究、鉄道 車両のブレーキシステムへの応用研究と電気と空気圧の複合アクチュエータの研究発表が行 われた、柔らかさを有し、比較的大きな力を出せる空気圧が魅力的であることを感じること ができる発表内容であった。

ニューアクチュエータ(ブレイクスルーを生み出す次世代アクチュエータをめざして)

「多自由度空気圧アクチュエータを用いた手首リハビリ支援装置の開発」

正子洋二, 高岩昌弘, 則次俊郎(岡山大学)

「ソフトラバーアクチュエータを用いた安定歩行用高機能靴開発に関する基礎研究」

早川恭弘, 池田陽介(奈良工業高等専門学校)

「センサー体型ソフトアクチュエータの製作とセンサのモデリング」

小倉慶子, 鈴森康一, 神田岳文, 脇元修一, 久禮健司(岡山大学)

「空気疎密波の重畳による空圧アクチュエータ駆動システムの研究(第1報;基礎動作の確認)」

西岡靖貴, 鈴森康一, 神田岳文(岡山大学)

本セッションは上述の空気圧制御と並行して発表が行われた関係で、残念ならが聞くことができなかった。しかし、空気圧アクチュエータが人間親和性を有しており、リハビリ等の介護福祉の分野で益々適用されることが期待されることを講演集から感じることができた。

空気圧:基礎

「圧力測定孔の動特性と波形復元」

廣瀬 圭 (秋田大学大学院卒業生),飯村彧郎(元秋田大学教授)

佐々木芳宏、土岐 仁(秋田大学)

「空気圧駆動システムの空気消費量低減化の検討」

川上幸男(芝浦工業大学),武藤 寛,河合素直(早稲田大学)

「等温化圧力容器内の平均温度計測時間の短縮化」

浅野誠一郎, 王 涛, 川嶋健嗣, 香川利春, 池田駿介(東京工業大学)

本セッションでは上記3つの基礎的な発表が行われた.基礎研究は地味ではあるが,空気圧機器を用いる場合に絶対考慮しなければならない内容であり,3件とも重要な研究発表であった.

空気圧:応用

「空気圧を用いた多自由度鉗子の研究開発」

安田 純, 只野耕太郎, 川嶋健嗣, 香川利春(東京工業大学)

「双方向型空気圧コンプレッサの開発と応用」

藤田貴吉,小山 紀 (明治大学),吉満俊拓 (神奈川工科大学)

「On/off 弁を用いたタイムシェアリングによる多ポート小型圧力制御弁の試作」

赤木徹也, 堂田周治郎(岡山理科大学)

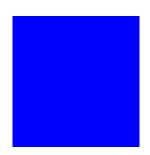
本セッションでは応用研究の発表が3件行われ、空気圧システムの広がりを感じさせるものであった.

3. おわりに

平成18年度秋季フルードパワーシステム講演会における空気圧関連の発表内容について,その概略を紹介させて頂いた.空気圧関係の研究は近年活発であり大変喜ばしいことであるが,発表者が大学等の研究者に偏っており,産学共同の立場からも企業の方にもっと積極的に参加して頂くと,よりいっそう盛り上がるものと期待される.今後益々本講演会が発展することを祈念しておわりとしたい.

参考文献

平成18年度秋季フルードパワーシステム講演会論文集



日本機械学会関東支部·精密工学会共催 「山梨講演会」報告

山梨大学 大内英俊

本講演会は2006年10月21日(土)に山梨大学工学部で開催された.機械工学・精密工学の全分野が対象で、今回は6のオーガナイズドセッションと一般セッションとで119件の講演があり、学生を含めて224人が参加した.「流体パワーによる駆動と制御」のセッションでは、関連する他の講演会が同時期にあったにもかかわらず11件の研究発表があり、参加学生からの質疑も多く出され、盛況かつ有意義な講演会であった.以下に簡単な講演内容と文献データを記す.

大内らは、積層圧電素子に急激に電圧を印加したときに発生する打撃力を利用して、ステップ状に移動する機構を試作し、水平方向の動作、鉛直方向の振動、自重の20倍の負荷積載など、その基本的な特性について実験的に調べた結果について報告している.

大内らは、油圧アクチュエータの簡易的な省エネルギ対策として、アクチュエータ直前に モータを挿入し、軽負荷時にはポンプを使って戻り油路から作動油を汲み上げて油圧源からの 油流に加える方法を提案し、その省エネルギ効果の実測結果を報告している.

大内らは、空気圧シリンダの中間位置決めにおいて、近接スイッチを利用してスライダの通 過速度を検出し、二段階制動によって精度を高める方法を提案しており、本報告では、停止位 置に置いたスイッチを使って停止位置精度を維持する方法について考察している.

大内らは、油圧6軸モーションベースにおいて、各シリンダへの必要油量が大きくなって供 給圧力が変動低下する場合の、シリンダ相互の動作干渉を実験的に調べ、圧力低下の影響を受 けやすい条件として、姿勢やサーボ弁の弁開度、ラップ特性があるとしている.

鈴木(勝)らは、油圧サーボシリンダを用いたパラレルリンク機構のエンドエフェクタの姿勢を水平に保ったまま高速かつ精度良く移動させることを目的に、z軸方向の移動について実験し、各シリンダの最高伸縮速度を統一することが必要であるとしている.

田中(豊)らは、液中の気泡を効率的に除去する気泡除去装置の最適形状の設計指針を確立する目的で、従来の数値モデルに放気口を加えて厳密な条件で解析し、放気口径と流出する気体量の関係を算出して、最適な性能を示す流出口と放気口の内径比を示している.

鈴木(勝)らは、水素燃料エンジン用の噴射弁の高圧化、小形化、噴射期間制御など目的として、試作したコモンレール式噴射弁を用いた実験とMATLAB Simulinkを用いた動特性シミュレーション結果を比較検討し、電磁弁の動特性の重要性を指摘している.

吉田らは、吐出側チェック弁の代わりに管路内の流体慣性を利用したダイヤフラム式圧電ポンプにおいて、粘度が高い流体をポンピングするために吸入側のチェック弁に抵抗の少ないシートバルブを使用することを提案し、実験によりその優位性を示している.

横田らは、ECFマイクロモータの高出力化を目的として、電極形状の改良を行って三角形電極を横につなげたのこぎり状電極を6種類提案し、これらをロータに用いたモータの出力トルク特性を実測し、省スペースかつ高出力化に有効であることを示している.

金らは、管内走行マイクロマシンが管の屈曲部を通過できるようなフレキシブルなアクチュエータを実現するため、主要素であるバルブとして、カンチレバー形フレキシブルバルブを提案試作し、実験により十分な柔軟性とバルブ特性を有することを示している.

竹村らは、ECF人工筋アクチュエータを一つのセルとして構成し、複数のセルを直並列に

集積化することを目的として,繊維強化チューブを使用した人工筋セルを提案試作し,電圧印加時の収縮特性,発生力の動特性,制御性などが良好であることを示している.

大内英俊 / 志村宏 Shimura, H. | 圧電素子を利用した微動機構に関する研究 | 山梨講演会講演論文集 | no.060-4, pp183-184 | 2006 | Multi-layer PZT actuator 積層 P Z T アクチュエータ / Motion mechanism 移動機構 / Impulsive force 衝撃力 | |

大内英俊 / 内藤朝博 Naito, T. | 油圧アクチュエータの省エネルギ駆動に関する基礎的研究 | no. 060-4, pp185-186 | 2006 | Hydraulic actuator 油圧アクチュエータ / Energy saving 省エネルギ / Efficiency 効率 | |

大内英俊 / 相吉寛之 / 鈴木泰輝Aiyoshi, H. | 近接スイッチを利用した空気圧シリンダの位置決め制御(目標位置への収束の迅速化) |no.060-4, pp187-188|2006| Pneumatic 空気圧 / Cylinder シリンダ / Positioning 位置決め / Proximity Switch 近接スイッチ ||

大内英俊 / 北村圭祐 Kitamura, K. | 油圧 6 軸モーションベースにおける供給圧力変動の影響に関する研究 (弁開度についての検討) |no.060-4,pp189-190|2006| Motion Base モーションベース / Supply Pressure 供給圧力 / Valve Opening 弁開度 ||

鈴木勝正 / 土屋研吾 / 大江隆宏 / 篠原祐嗣 Ooe, T. | 油圧サーボシリンダ用いた6自由度パラレルリンク機構の水平姿勢制御 | no.060-4, pp191-192 | 2006 | Parallel Link パラレルリンク / Six Degrees of Freedom 6自由度 / Electrohydraulic servo cylinders 電気油圧サーボシリンダ | |

田中豊 / 鈴木隆司 / 小林俊史 Tanaka, Y. | 気泡除去装置内の流れ解析 | no.060-4, pp193-194 | 2006 | Bubble eliminator 気泡除去装置 / Numerical analysis 数値解析 / Oil degradation 油の劣化 / Swirl flow 旋回流 | |

鈴木勝正 / 山根公高 / 馬渡輝太 Mawatari, K. | コモンレール式高応答高圧水素噴射弁の動特性シミュレーション | no.060-4, pp195-196 | 2006 | Fuel Injection 燃料噴射 / Hydrogen Engine 水素エンジン / Common-Rail コモンレール / Simulation シミュレーション | |

吉田和弘 / 小山内洋平 / 瀬戸毅 / 高城邦彦 / 横田 眞一 Osanai, Y. | 管路内の流体慣性を応用したマイクロ流体パワー源による高粘度流体のポンピング | no. 060-4, pp197-198 | 2006 | Micropump マイクロポンプ / Inertia effect in pipe 管路内流体慣性効果 / Piezoelectric actuator 圧電アクチュエータ / High viscosity 高粘度 / Check valve 逆止弁 | |

横田眞一 / 上月宏登 / 竹村研治郎 / 枝村一弥 Kozuki, H. | のこぎり状電極を用いた高出力DP形EC Fマイクロモータ | no. 060-4, pp199-200 | 2006 | Micro motor マイクロモータ / ECF 電解共役流体 / Dielectric fluid電気双極子流体 / Jet-flow ジェット流 / Functional Fluid 機能性流体 | |

金俊完 / 國府田くみ子 / 吉田和弘 / 横田眞一 / Kouda, K. | カンチレバー式フレキシブルERマイクロバルブ | no.060-4, pp201-202 | 2006 | Soft actuator ソフトアクチュエータ / Homogeneous ER Fluid 均一系ER流体 / Microvalve マイクロバルブ / Flexible 柔軟性 / Micromachine マイクロマシン | |

竹村研治郎 / 矢島史也 / 小泉和弘 /横田眞一 / 枝村 一弥 Yajima, F. | セルの集積化によるECFマイクロ人工筋 | no. 060-4, pp203-204 | 2006 | Artificial muscle 人工筋 / Electro-Conjugate Fluid (ECF) 電界共役流体 (ECF) / Functional fluid 機能性流体 / Microactuator マイクロアクチュエータ | |



日本フルードパワーシステム学会・ 中国全国流体伝動及控制学会 国際学術交流事業報告

奈良工業高等専門学校 早川 恭弘

1.はじめに

国際学術交流事業の一環として,2006年7月29日より8月5日まで,中国全国流体伝動及控制学会による招聘対象者として,以下の日程で中華人民共和国 燕山大学を訪問し,第4回中国全国流体伝動及控制学会会議に参加した.

7月29日 北京着,午後:北京機械工程自動化研究所を訪問

7月30日 燕山大学へ移動

7月31日 燕山大学にて講演

8月1日 大連へ移動

8月2日 市内観光

8月3日 第4回中国全国流体伝動及控制学会会議(会場:大連海事大学)で基調講演

8月4日 第4回中国全国流体伝動及控制学会会議に出席.午後:大連重工見学

8月5日 大連から関空へ,帰国

2. 北京機械工程自動化研究所

今回の交流では,中国での滞在スケジュール調整など,出国前より金杜法律事務所の蕭欣志氏に大変お世話になった.そして,北京空港では,蕭欣志氏,・曼林女史らのお出迎えがあり,空港から燕山大学の公用車に乗り,北京機械工程自動化研究所(写真1,写真2)の見学を行った.



写真1 北京機械工程自動化研究所にて



写真 2 北京機械工程自動化研究所にて

当研究所は,企業で開発した各種装置・機器の試験を行い,規格に適合しているかどうかを調べることを主目的にしているとのことである.しかし,最近は,各企業が試験を行い,企業独自の基準を設けているケースが増えているとのお話であった.

3. 燕山大学滞在

昨年筑波で開催された第6回フルードパワー国際会議において,日本側が招聘した孔祥・教授からのお誘いにより,燕山大学へ蕭欣志氏と共に移動することになった.燕山大学は,北京から車で東に4時間ほどの場所にある.午後,4時過ぎに燕山大学に到着し,早速,孔祥・教授にお会いした.そして,今回のご招待の御礼を申し上げた.その後,孔祥・教授と共に,燕山大学前学長で全国流体伝動及控制学会会長の王益群教授にお会いすることができた.そして,招聘に対する御礼を申し上げ,中国と日本の油空圧に関する交流について話し合った.その後,孔祥・教授により,学内を案内して頂いた.燕山大学は,キャンパス内に学生寮,教職員用住居,ホテルがあり,鉄道を挟んで,さらにキャンパスを拡張する計画とのことである.夕方からは,孔祥・教授,国際教育学院副院長 刘・・教授及び蕭欣志氏と歓迎晩餐会に出席した.白酒なるものを初めて飲んだが,ウオッカに近い感じがした.

翌日の31日は,午前中,大学院生数十名に対し,講演を行った.タイトルは,"Study on a New Type of Pneumatic Rubber Actuator with Human Compatibility and Application to Welfare Machines"で,日本国内の高齢者人口の増加に対するサポート機器に関して,空気圧の有用性を説明した.中国においても一人っ子政策により高齢者の割合が増えていることから、興味深く講演を聴いてくれていた.また,講演後,多くの質問を受け,空気圧の必要性を認識してもらったように思われる.院生への講演後,孔祥・教授の実験室を見学した.圧延機械など,油圧大型装置に関する実験を行っていた.午後からは,万里の長城の東の起点"Old Dragon's Head"(写真3,写真4)へ米語外国語学院の方の案内で蕭欣志氏と一緒に行った.スケールの大きさに,改めて中国の歴史の重みを感じた次第である.



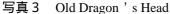




写真 4 Old Dragon's Head にて

4. 第4回中国全国流体伝動及控制学会会議

8月1日,燕山大学の公用車により,孔祥・教授及び蕭欣志氏と共に,片道6時間以上かけて 大連まで向かった.大連到着後,夕方からは,歓迎レセプションに参加し,大連海事大学学長 王 祖温教授と歓談した.

翌日の8月2日は,大連市内観光及び203高地を見学した(写真5,写真6).その後,夕方から,第4回中国全国流体伝動及控制学会会議歓迎レセプションに招待された.



写真5 203高地にて



写真 6 日本人街にて

8月3日より大連海事大学(写真7)において,第4回中国全国流体伝動及控制学会会議が開催された.本会議で,全国流体伝動及控制学会会長は,燕山大学の王益群教授から大連海事大学の王祖温教授となった.また,副会長は,燕山大学の孔祥・教授となった.



写真 7 全国流体伝動及控制学会会議会場



写真8 全国流体伝動及控制学会会議

オープニングスピーチ(写真8)の後,浙江大学,哈爾浜工業大学,燕山大学の講演があった.

私の基調講演も ,オープニングの後 ,3番目にあり ,"Study on a New Type of Soft Rubber Actuator with Human Compatibility"について講演した.内容は,日本での少子高齢化による機器開発に関して,空気圧の有用性を力説した.司会をしていただいたのは,浙江大学の・教授であった.その後,記念撮影を行ったが,北京航空航天大学の蔡茂林教授にお会いすることができた.中国では,軍事関係の研究に関して,国から多額の補助を受けられると言うことであった.

講演数は,190件あり,全体的に,油圧・液圧が多かった.また,モデル化或いは解析手法として MATLAB, Simulink を用いた事例も多くあったが,ボンドグラフを使用している講演もあった.

ロボット関係では,空気圧ゴム人工筋を用いた事例(アームや5指ハンドなど)が多かった.日本では,ゴム人工筋本体を改良し,ロボットに応用している事例が殆どであるのに対し,中国では,ゴム人工筋の組み合わせ方を工夫している事例が多かったのは,興味深い.また,空気圧ソフトゴムアクチュエータとしては,ソフトゴムアクチュエータ=ゴム人工筋という感じがした.今後,新しいタイプのソフトゴムアクチュエータが研究されてくると思われる.また,空気圧シリンダを用いたロボットとしては,パラレルリンク型ロボットの制御に関する講演が数件あった.

会議最終日(8月4日)午前中の閉幕式では,会長の大連海事大学王祖温教授が閉会の挨拶をされた.さらに,副会長である燕山大学孔祥・教授から,2007年燕山大学で開催されるISFP国際会議のアナウンスがなされた.昼食後,午後からは,大連重工の見学ツアーに参加したが(写真9,10),中国の活力を見せつけられた感がある.



写真9 大連重工にて



写真10 大連重工にて

大連重工の見学後,大連海事大学に戻り,王祖温教授の実験室や航海訓練室など(写真11, 写真12,写真13)を見学した.

5.おわりに

蕭欣志氏を始めとして, 燕山大学 王益群教授, 孔祥・教授, 大連海事大学王祖温教授及び多

くの学会,大学関係者にお世話になり,無事に交流が終了した.この場を借りて,お世話になった皆様方に御礼申し上げます.



写真11 王祖温教授の実験室



写真12 王祖温教授の実験室



写真13 航海訓練室にて



写真14 バンケットでのカラオケ

(補足)

第4回中国全国流体伝動及控制学会会議初日(8月3日)に開催されたバンケットにおいて, 燕山大学孔祥・教授,大連海事大学王祖温教授(写真14)などの先生方が順番にステージに立 たれ,カラオケをされた.当然,私も,歌わさせられた.

米国フルードパワー教育・研究の現状と ERC について

法政大学 田中 豊

1. はじめに ~ERC とは~

2006 年 6 月,NFPA(米国フルードパワー工業会)はNSF(全米科学技術財団)から 5 年間で 1500 万ドルの補助金を受け,総額 2100 万ドル(約 25 億円)をかけたフルードパワーのための新しい工学研究センター(ERC: Engineering Research Center)計画 $^{(1)}$ を立ち上げた事を発表した.この計画は,センター名称ERC for Compact and Efficient Fluid Power が示すように,小形で高効率なフルードパワーのための工学研究センター設立という位置付けであり,日本の文部科学省の科学研究費に相当するNSFからの大型の研究助成ということから考えても,米国がフルードパワー研究と教育の底上げと革新技術の発展と応用に向け,大きく舵を切ったことを表している.またERCの設立にあたっては,その中心メンバーがNFPAの音頭とりにより,厳格な審査と評価のプロセスを経て選定されたことも特筆すべき事である.さしずめERCは米国におけるフルードパワーのCOE(Center of Excellence)である.

この情報を著者は、ちょうど同じ時期に米国フロリダで開催されたフルードパワーNet 主催のPh-Dシンポジウムに参加した折、会議のオープニングセレモニーにおけるNFPAの事務局長 Linda 女史の基調講演で知ることとなった。またちょうどこの会議でERCのセンター長を務めるミネソタ大学の Kim Stelson 教授と話す機会があり、教授が国際会議出席のため7月に日本の関西地区を訪れることを聞き、ステルソン教授を会議参加後に東京に招いてERCの内容を紹介するセミナーを開催することを思いたった。帰国後、日本フルードパワーシステム学会会長の東京電機大学・中田毅教授に相談したところ、是非実現したいとの事で、著者がアレンジを行い、学会主催の緊急特別セミナー「米国のフルードパワー教育・研究の現状とERCについて」を2006年7月18日に東京・田町のキャンパスイノベーションセンター国際会議場で開催するに至った。

本稿はNFPAの資料,当日のステルソン教授の発表資料⁴⁾,特別セミナーの内容などをもとに構成したERCに関する計画の全容である.日本フルードパワー工業会より会誌への執筆の依頼があり,ちょうど同じ内容を日本フルードパワーシステム学会ホームページ用としてFPICクオータリーへ掲載する準備をすすめていたところでもあり執筆をお引き受けした次第である.

2. 到達目標

ERC のビジョンは「小形化と高効率化のためのフルードパワーの新しい技術の確立」である. そのビジョン創出には、今日の地球が抱える課題である「省エネルギー」と、フルードパワーが持つ一番の特長である「小形で大出力」を効果的にからみ合わせ、フルードパワーの置かれた現状と課題・解決すべき問題が、具体的かつ明確に目標設定されている.

すなわち ERC は次の3つの到達目標を設定している.

- (1) フルードパワー機器とシステムの効率を大幅に改善すること
- (2) 自動車の高効率化と高性能化のためのフルードパワーハイブリッド技術を確立すること
- (3) パワー伝達の観点で見たフルードパワーの特長(小形,携帯性,自立性,静粛性,操作

性,自律性,外部エネルギー源のいらない長時間駆動など)を生かした革新的技術を開発すること

(1)の到達目標の背景としては、省エネルギーへの取り組みの重要性を強調し、フルードパワー機器やシステム全体の10%の効率改善が、全米では年間7億ドルの省エネルギーになると試算している。また同じく(2)の背景にも省エネルギーがあり、年間10億ドルの省エネルギーとなると試算している。また(3)の背景には、介護等のロボット市場への展開を念頭においており、サービスロボットの市場は年間10億ドルにのぼるという日本ロボット工業会の試算を紹介している。このような具体的な背景の解析と具体的な目標設定のおかげで、NSFから大型補助金を受けることができたものと考えられる。

3. なぜ今フルードパワーか?

日本でも良く言われることであるが、米国でもフルードパワーは成熟技術の一つと捉えられていた。また大学におけるフルードパワー教育研究の衰退を非常に危惧していた。これに関してステルソン教授は「世界のフルードパワー研究の動向」という興味深いイラストを紹介している。図1はその資料からの転載に日本の国際会議のスタート年を追加したものである。ここに示すように、米国のフルードパワー教育研究分野での貢献は、1960年ごろをピークに減少し、その後、1970年頃からはヨーロッパ、1985年頃からはアジアが伸びているというものである。若干ディフォルメして誇張された面もあるが、著者が大学院時代をすごした1980~1990年代はフルードパワー研究に関する米国の大学の論文が非常に少なかった時期でもあり、研究者の動向がそのまま貢献度に反映されている。これが大きな転機を迎えるのが2001年の第1回NFPA産学サミットであった。このNFPAの取り組みの前兆をすでに著者は、1999年に当時の油空圧学会誌に紹介した2)。この時初めて会ったNFPAのLinda女史は、NFPAが米国の大学などを東ねコンソーシアム

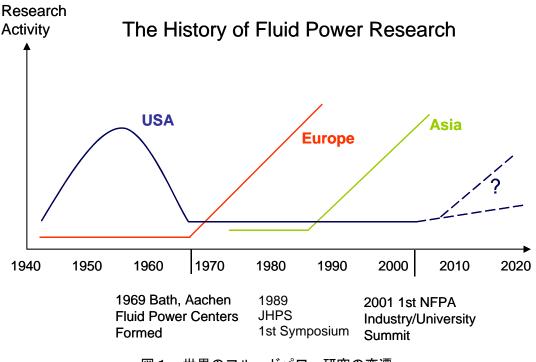


図1 世界のフルードパワー研究の変遷

を立ち上げる計画であることを明かしてくれた.この計画が今年,大きく実を結んだことになる. 先日訪米の際,Linda女史と 7 年ぶりに話す機会があったが,これまでの努力が報われたことを たいへんに喜んでいた.

ステルソン教授の講演では、フルードパワー復活の背景には次のような理由があると述べている.

- (1) 計算機シミュレーション技術の隆盛
- (2) メカトロニクス技術の進展
- (3) 集積化技術の進展

どれもいまさら指摘するまでもなく、現在のフルードパワーシステム技術を支える背景技術である.しかしこうした研究者にとって当たり前のことでも、補助金獲得のためには丁寧に、しかしインパクトのある言葉で説明していかなければならないことを痛感した.

4. アカデミックメンバーの構成

図 2 に ERC の全体構成図を示す. ERC は複数の大学の主要メンバーから構成される複合体 (コンソーシアム) である. 主要大学の構成は以下のとおりである.

- リーダー大学:ミネソタ大学
- ・ コア大学: イリノイ大学, ジョージア工科大学, パデュー大学, バンダーベルト大学
- ・ 支援大学:ミルウォーキー工科大学,北カロライナ大学
- 支援研究機関:NFPA、国家計画局、ミネソタ科学博物館

これらの大学が選定された理由は、いずれも米国の優れたフルードパワー関連の研究のメッカ

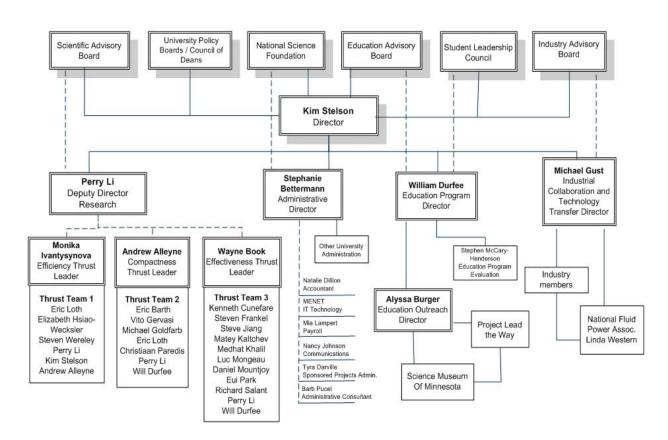


図2 ERC の構成

であること. 国内的・国際的に観て、優れた工学とくに機械工学の研究分野を有していること. 他の分野との連携により革新的な技術の萌芽が期待できる総合学際的な分野を有していること、などである.

日本のフルードパワーの研究者から見れば、リーダーのミネソタ大学はたいへん規模の大きい大学(全米でテキサス大学についで 2 番目)ではあるが、歴史的にフルードパワーの研究を継続して行っていた印象は薄く、ステルソン教授も工作機械やオートメーションが本来の専門との事である。ここでステルソン教授の略歴を紹介しよう。教授は、スタンフォード大学の機械工学で学士、MIT の機械工学で修士と博士の学位を取り、1982 年からミネソタ大学で工作機械のモデリングと制御に関する研究を行ってきた。フルードパワーの研究に携わり始めたのは 10 年ほど前のことで、2001 年から 2002 年にかけ英国バース大学にサバティカルで滞在している。2006 年 6 月より、ERC のディレクターを兼務するという肩書きである。また ERC の副ディレクターには同じミネソタ大学の Perry Li 教授、教育担当には Will Durtee 教授がそれぞれ就いている。

また外部からの評価・アドバイザーとして、米国・英国・ドイツから 12 名の大学教授や公的機関の長が参加している.

5. 具体的な取り組み

5-1 主要3分野

ERC では設立の目的を実現するため、主眼とする次の3つの分野を設定している.

- (1) Efficiency 効率
- (2) Compactness 小形化
- (3) Noise, Vibration, Leakage, Contamination, Human Factor (騒音,振動,漏れ,汚染管理,感性),通称 Effectiveness 影響

(1)の分野のプロジェクトリーダーはパデュー大学の Monika Ivantysynova 教授, (2)のリーダーはイリノイ大学の Andrew Alleyne 教授, (3)のリーダーはジョージア工科大学の Wayne Book 教授である.

5-2 各分野の具体的な取り組み内容

「効率」の分野については、エネルギー消費の低減と資源の枯渇化の抑制および環境への配慮の観点から重要な課題として位置付けられている。ここでは、以下のような具体的なテーマが研究ターゲットに挙げられている。

- A. リリーフ弁の損失を無くしたシステムとエネルギー回生システム
- B. EHD 効果によるポンプやモータのための適応摺動面の実現
- C. マイクロアクチュエータによる潤滑面の適応変化
- D. 生物・生体を模擬したナノ界面制御
- E. エネルギー変換と制御のための新たなオンオフ弁のコンセプト
- F. 生物を模擬した分散圧力源, 蓄圧器, 制御器の開発

「小形化」の分野については、サイズの小形化と軽量化が、フルードパワーシステムの重作業機械のみならず人間支援技術への展開が期待できることが強調されている.ここでは、以下のよ

うな具体的なテーマが研究ターゲットに挙げられている.

- A. 化学-流体液圧アクチュエータ
- B. 自由ピストンエンジン型コンプレッサ
- C. エネルギー蓄圧器の小形化
- D. 新素材による高耐圧, 軽量機器
- E. フルードパワーシステムのための要素の集積化
- F. 劇的に小形化されたフルードパワーシステム

これらの技術開発とイノベーションにより深海探査,レスキュー,原子炉内などの危険区域の 遠隔操作,地雷の除去,医療・福祉への応用,家庭や産業用の携帯型作業ツールなど,新分野へ のフルードパワー技術の展開が期待できる.

「影響」の分野は、極めて学際的な研究分野であり、安全で安心で静粛でクリーンなフルード パワー技術の新しい展開として期待が寄せられている。以下のような具体的なテーマが研究ター ゲットに挙げられている。

- A. 人間の感性とハプティックインタフェース
- B. 騒音の低減
- C. キャビテーションの数値解析
- D. 漏れの低減
- E. 汚染管理

5-3 実験と検証

ERC では手始めにフルードパワーを効果的に用いた次の6つの分野で実証実験を行うことを表明している.

- (1) 掘削用建設機械
- (2) 射出成型機
- (3) 小形自動車
- (4) 小形レスキューロボット
- (5) 手持ちツール
- (6) 医療用整形器具・人工器官

(1)と(2)については従来からのフルードパワーの応用技術として大きな市場を持つ分野,(3)については輸送機器にフルードパワーが割り込むことによるブレークスルーを狙った分野への展開,(4)~(6)についてはフルードパワーによる新たな産業の創出と応用を期待した展開と位置付けている.図3は研究の展開を既存の知識や機能,技術などのキーワードで整理した展開マップである.主要3分野からの成果がコラボレーションしながら,実証実験テーマへとつながっていく研究展開の様子が一目でわかる.

5-4 教育プログラム

研究と共に教育システムにも ERC は積極的に関わることを表明している点に特徴がある. 「K-100」と呼ばれる教育プログラムは、中学から大学・大学院、企業に至る幅広い年齢層をカバ

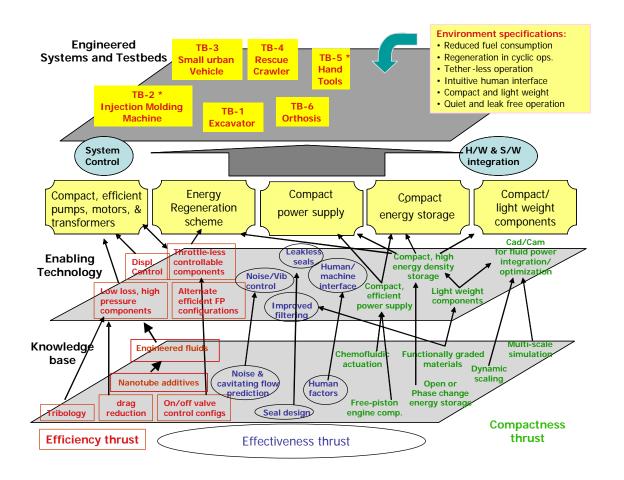


図3 研究展開マップ

ーするように工夫されており、「若者が次世代のフルードパワーイノベーションの源泉である」との立場を取って全予算の 15%が割かれている. 主要 7 大学に加えて他の 12 学部のフルードパワー関連研究室の大学・大学院生のうち年間 40 名が、企業との共同研究による新しいフルードパワー研究に携わる場合の奨学金制度を設置する計画である. この若者の中から将来の ERC やフルードパワーの鍵を握るリーダー的人材が育つことを想定している.

また教育プログラムの中では、主要七大学のコンソーシアムとミネソタ科学博物館が協力し、双方向性の高いフルードパワー技術展示のギャラリーを設置するとともに、関連する基礎科学技術分野の展示も行い、フルードパワーの特長と可能性をわかりやすく解説する。また中高の科学分野のカリキュラムを作成する企業のProject Lead The Way Inc. (PLTW)³⁾と協力して、中学校・高等学校のカリキュラムにフルードパワーを導入することや、フルードパワーの基本特性を学習するキットや夏休みの実習教育トレーニングコースや 60 コースのバーチャルアカデミー、フルードパワー教育のできる教員の養成プログラムなどを開設することなどを計画している。さらに企業と協力したインターンシッププログラムや留学プログラムを開始する計画で、NFPAの音頭とりで2007年夏から毎年50名のインターン学生をフルードパワー関連企業に受け入れてもらう予定である。

さらに継続学習プログラムとして、NFPA 会員企業に対して、インターネットを利用した遠隔 教育や大学にある既存のエクステンション教育コース(ポンプのモデル化と設計・パデュー大学、 シール技術・ジョージア工科大学,実習教育・ミルウォーキー工科大学)を活用することも謳われている.

このように幅広い年齢層,特に次世代を担う若い層への教育に力点をおいて,多くの予算を割いて先行投資をする点が特筆される.

6. 工業会サポート体制

ERC の総予算 2100 万ドルのうち 1500 万ドルは NSF からの補助金であるが、残りの 300 万ドルは企業、300 万ドルは主要 7 大学からの自己資金で賄われる. 企業からの支援は NFPA 会員のうちフルードパワー関連企業 49 社からの協力で行われる. また支援企業は優先的に優秀なインターンシップ学生を受け入れることができる. また支援企業の中からアドバイザー委員会が組織され、産業界からの外部評価チェック体制も整っている. この資金収集のアレンジの責任が NFPA の大きな役割の一つということであろう. 大学側アカデミックスタッフと工業会のスクラムにより ERC が実現されたことが強調されていた.

7. おわりに ~その後の ERC~

その後、ERC を支援する企業によるキックオフミーティングが 2006 年 8 月 23 日にシカゴ近郊 のミシガン湖辺の Marriott Lincolnshire ホテルで開催されたとの事である。また 11 月 11 日~12 日 にミネソタ大学において、NSF の関係者を招いて ERC お披露目のセミナーが行われ、センターが 本格的に始動したとのことである。同日、ステルソン教授から著者のもとにセンターが開所した 旨の電子メールが送られてくると共に、ERC のスタッフとして新たにミネソタ大学の終身在職権 のある准教授を募集していることがアナウンスされていた。センターの開所と共にスタッフの強 化にも動き出したことがわかる。今後とも、ERC の動向には注目していく必要がある。

本稿は、社団法人日本フルードパワー工業会のご好意により、雑誌「フルードパワー」Vol.20, No.1, 2006年1月号より転載された.工業会事務局、編集委員会はじめ関係者に謝意を表す.

参考文献

- 1) NFPA Reporter, We Got the ERC! Special Edition June 2006.
- 2) 田中, 米国におけるフルイドパワーの教育研究動向, フルイドパワーシステム (日本油空圧 学会誌), 30巻, 2号, 1999, pp.153-158.
- 3) http://www.pltw.org/aindex.htm
- 4) Kim Stelson, 緊急特別セミナー「ERC」, 2006-7.