
THE FLUID POWER SYSTEM INTELLIGENCE CENTRE

FPIC QUARTERLY

J F P S

Vol.11, No.3

2003.9



THE JAPAN FLUID POWER SYSTEM SOCIETY

FPIC Quarterly Vol.11, No.3

目 次

巻頭言 高付加価値な情報発信学会をめざして	田中 豊	1
社)日本機械学会主催ロボティクス メカトロニクス講演会 3 講演報告	高岩昌弘	2
FLUCOME 03 参加報告	田中 豊	4
SICE Annual Conference 2003 in Fukui 参観記	小山 紀	12
日本機械学会 2003 年度年次大会における フルードパワーの研究動向	竹村研治郎	14

巻頭言

高付加価値な情報発信学会をめざして

法政大学 田中 豊

GDP (Gross Domestic Product) にならった GNC (Gross National Cool) という言葉がある。Cool (クール) は「かっこいい」とか「いかす」という意味でよく使われ、GDP (国民総生産) が国の経済指標であるのに対して、GNC はいわば「国の文化生産力」を表す指標だそうである。放送、出版、音楽、映画、ゲームなどのコンテンツ産業や、自動車・家電製品などのデザイン産業、特許や著作権の使用料・技術料などの知的財産などがこの「文化生産力」に関わる部分である。最近の日本は GDP 重視の経済大国から GNC 大国へと大きくシフトしている、あるいは、シフトすべきである、と丸紅経済研究所の杉浦所長は指摘している。映画やアニメーションが認められ、世界的な賞を受賞したり、知的財産戦略が国の大きな柱の政策になったことから明らかである。

最近偶然にも、同時期に3つのホームページのリニューアルや立ち上げ作業にたずさわる機会があった。本学会のホームページもその1つである。こうした作業の過程で、デザインとコンテンツの重要性を再認識するとともに、常に高付加価値な最新情報を発信することの難しさを、身をもって体験している。また学会誌の8月号が電子出版されるようになり、この FPIC クォーターリー活動も1つの節目を迎えている。電子出版の学会誌とクォーターリーの性格付けを、よりはっきりさせなければならないだろう。FPIC クォーターリーには、速報性が要求されるとともに、より高い付加価値をともなった情報の加工と発信が求められているのである。

本学会は「油圧・空圧・水圧工学・技術に関する学理・応用の研究について、発表・連絡・知識の交換・情報の提供等を行うことにより、我国の学術・技術の発展に寄与することを目的として設立された専門学会」であるから、その活動は学会独自の知的財産を広く発信する役割を担っており、日本の GNC に寄与していることになる。その寄与度を数字で定量的に表すのは難しいが、そうした意味でも、FPIC (フルードパワーシステム情報センター) の役割は益々重要となる。そのためにも、英語版による国際版コンテンツ作成は、次のステップとして早急に取り組まなければならない課題である。

高付加価値な情報発信学会をめざし、学会の活動形態も大きく変わりつつあることを意識しながら、フルードパワーシステムという技術文化を発信するためには、どのような仕掛けとコンテンツが必要かを常に考え、会員の皆様からのご意見やご要望を聞きながら、できるものから実行に移すことが情報ネット管理運営委員会と FPIC 情報センターの役目である。情報ネット管理運営委員会委員長として、あらためて身の引き締まる思いである。

2003年9月

(社) 日本機械学会主催 ロボティクスメカトロニクス 講演会'03 講演報告

岡山大学 高岩昌弘

(社)日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門主催の標記講演会が平成15年5月23日～25日の期間、北海道函館市の公立はこだて未来大学において開催された。本会はロボティクス、メカトロニクス関連の基礎、理論、要素、応用技術に関する総合的な講演会であり、今年度で15回目を迎える。例年、その規模の大きさには定評があり、今回も講演件数770件、参加者数は約1,000名にのぼり、函館という地の魅力もあってか大変盛会であった。

本講演会は全講演をポスターセッション形式で行う。会場を歩き回るため少々疲れる反面、講演者と顔を合わせて深い議論を交わせることが特徴である。筆者も毎年、半ば義務のように自らに言い聞かせ参加している。

Fig.1、Fig.2に講演会会場の様子を示す。ご覧のように外観や内部構造といい、大学の校舎とは思われない斬新なデザインの建物であった。



Fig.1 講演会場全景

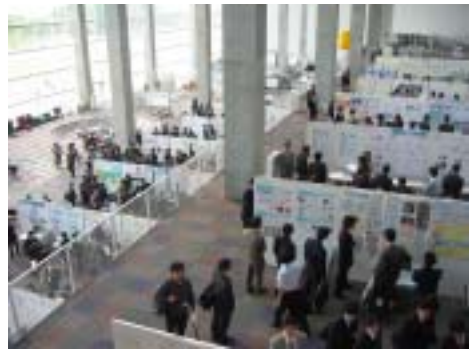


Fig.2 講演風景

以下では、流体計測・制御に関する講演を独断でカテゴライズし紹介する。

○ロボットやメカトロ機器への流体駆動装置の応用

近畿大の志水、要らは空圧シリンダを二足ロボットの足部に应用するためその機構と制御手法について検討した1)2)。岡山大の佐々木らは空気圧駆動のロボットハンドを開発し、人体への清拭動作へ応用した3)。東工大の菊池らは、空気圧シリンダを用いた跳躍機能を備えた4足歩行ロボットを提案し、跳躍動作の検証を行った4)。東工大の塚越らはレスキューロボへの応用を念頭に置き、空圧によるジャンプ機能を備えた回転型移動体を開発し、その遠隔操縦性能を検証した5)。

○力覚・触覚呈示装置への応用

岡山大の高岩らは空気式パラレルマニピュレータを用いた力覚呈示装置を開発し、局所的弾性特の呈示手法を提案した6)。阪大の古荘らはERアクチュエータを用いた力覚呈示装置によるリハビリ支援システムを提案した7)。阪大の小柳らはERブレーキを用いた3次元力覚呈示装置を開発し、その機構を検証した8)。阪大の中垣らは、MRブレーキを足首部に装着した義足用継ぎ手を開発し、歩行動作の支援特性を検証した9)。東大の牧野らは、ジェットとは逆に吸引圧を利用して手掌部に触覚を与えるディスプレイを開発した10)。立命館大の臼井らは、Mckibben型空気圧人工筋を用いたロボットアームを開発し、3次元位置制御手法を提案した11)。

○マイクロマシンへの流体駆動装置の応用

東工大の朴らは、共振を利用した圧電式マイクロポンプを開発し、その流量特性などを検証した(12)。横田らは、ECF ジェットの発生圧力を利用したチューブ型のアクチュエータを開発し、それを利用した2自由度のマイクロマニピュレータを試作した(13)。セイコーの高城らは、積層型圧電素子により汲み上げ動作を行うマイクロポンプを開発し、その吐出特性を検証した(14)。

○アクチュエータの機構と制御

東工大の北川らはチューブ内圧の自励振動を用いた水道圧駆動による小型モータを開発した(15)。奈良高専の早川らは発泡スチロールをシリコンゴムでコーティングした柔軟アクチュエータを開発し、その制御性能を検証した(16)。菊池らは、MR 流体を用いた高速・高トルクなブレーキを開発し、磁場解析を含む基礎的な特性解析を行った(17)。上原らは繊維強化されたゴム人工筋を開発し、剛性や周波数特性について吟味した(18)。嵯峨らはケブラー繊維を長手方向に挿入したゴム人工筋を開発し水圧駆動の実現性を検証した(19)。石森らは、空気圧シリンダで構成される3リンクマニピュレータに外乱オブザーバを構成し制御性能の向上をはかった(20)。

○ウェアラブルアクチュエータへの応用

塚越らは、WTA アクチュエータを用いた双方向にトルクを生成可能なパワーアシスト装置を開発し、肩と腕の運動支援に応用した(21)。則次らは湾曲型の空気圧ゴム人工筋を用いた肘部運動支援装置を開発した(22)。川村らは、内圧の吸引により剛性を調整できる粒子内蔵型受動要素を用いた体重支持装具を開発した(23)。また、満田は同様の粒子内蔵型受動要素を上肢訓練装置に応用した(24)。

参考文献 (出典は講演論文集 CD-ROM)

- 1) 志水他：空圧駆動二足歩行ロボットの制御系設計
- 2) 要他：空圧駆動二足歩行ロボットの機構設計
- 3) 佐々木他：人体の清拭作業への空気圧多指ソフトハンドの応用
- 4) 菊池他：空圧駆動4足歩行ロボットの開発
- 5) 塚越他：跳躍・回転移動体の開発—第5報：遠隔操縦機能の向上—
- 6) 高岩他：空気式パラレルマニピュレータを用いた力覚呈示装置の開発と触診動作への応用
- 7) 古荘他：NEDOプロジェクト「身体機能リハビリ支援システム」における上肢機能回復訓練に関する研究
- 8) 小柳他：ER流体ブレーキを用いた3次元力覚提示システム
- 9) 中垣他：義足のインテリジェント足継手のためのリニア型MRブレーキの特性実験
- 10) 牧野他：吸引圧制御による手掌部触覚ディスプレイ
- 11) 白井他：Mckibben型空気圧人工筋を用いた空気圧群アクチュエータの試作と運動制御
- 12) 朴他：シート形アクティブシャトル弁を用いた共振駆動形圧電マイクロポンプ
- 13) 横田他：針状電極ECFジェットによる発生圧力を利用したマイクロアクチュエータ
- 14) 高城他：流体の慣性効果を用いたマイクロポンプの高出力化
- 15) 北川他：自励振動を用いた水道圧ステッピングモータ：IP Motor II の開発
- 16) 早川他：シリコン外殻型発泡ゴムアクチュエータの制御性能
- 17) 菊池他：高速・高トルクMRブレーキ・アクチュエータの開発に関する研究
- 18) 上原他：繊維強化ゴム人工筋型アクチュエータの開発
- 19) 嵯峨他：ケブラー繊維強化型人工筋アクチュエータの開発
- 20) 石森他：空気圧シリンダを用いた3リンクマニピュレータの外乱オブザーバによる摩擦補償
- 21) 塚越他：肩・肘の複関節動作を支援する簡易着脱式Tail-armの開発
- 22) 則次他：空気圧ゴム人工筋を用いたウェアラブルパワーアシスト装置
- 23) 川村他：空気圧受動要素を用いた体重支持装具の開発
- 24) 満田他：粒子内蔵型機械拘束要素を用いた上肢トレーニング用装具の開発

FLUCOME 03 参加報告

法政大学 田中 豊

第7回流体制御・計測・可視化に関する国際会議（7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization; 通称 7th FLUCOME）は、2003年8月25日～28日まで、イタリアの南西部カンパーニア州のソレントで開催された。ナポリを中心に広がるカンパーニア州は歴史的にギリシア人の植民地として始まったことから、いたるところにギリシアやローマ時代の遺跡が点在している。特にポンペイやエルコラーノ遺跡は有名で世界遺産にも登録されている。第7回 FLUCOME は 1985 年第 1 回が東京で、その後 3 年毎に、第 2 回は英国・シェフィールド、第 3 回は米国・サンフランシスコ、第 4 回はフランス・ツールーズ、第 5 回は日本・葉山、第 6 回はカナダ・シェーブリックと続いている。今回の会議の開催地・ソレントは、ナポリの南に位置し、ナポリ湾に沿って走るヴェスーヴィオ周遊鉄道で 1 時間半ほどの風光明媚なリゾート地として、またイタリア民謡「帰れソレントへ」でも世界的に有名な場所である。学会でアレンジしてもらった著者らの宿泊先（Hotel Cavour）は、会議会場のヒルトンホテルから徒歩で 20 分ほどの高台にあり、ホテル入り口のテラスや会場までの道からはナポリ湾に広がるソレントの町並みが一望できた（図 1）。



図 1 高台よりナポリ湾とソレント市街を望む

初日オープニングは会議の議長・ナポリ大学の G.M.Carlomagno 氏（図 2）や論文委員長の英国・ヘリオットワット大学の I.Grant 氏、日本の組織委員で第 1 回の大会議長でもある中山教授（図 2）らの挨拶ではじまった。会議は 4 日間で、4 つの招待講演と 1 つの基調講演、52 の技術セッション（約 200 講演）が 4 部屋を使って、1 つのポスターセッション（約 40 件）が別の 1 部屋を使ってそれぞれ企画され、合計でおよそ 250 件の論文発表が行われた。発表論文は短いアブストラクトを集めた冊子と CD-ROM 前刷りの形で出版されている。



図 2 会議議長・Carlomagno 教授や日本代表・中山教授、香川教授とともに

各日の最初には1時間の招待講演が設定された。初日はオープニングに続きドイツ・エッセン大学のWolfgang Merzkirch教授が「流量計測における流体工学的問題」⁽¹⁾と題して、流量計測における2つの問題点、すなわち信号所処理と計測誤差の問題が2つの例を用いてわかりやすく解説された。流体工学の専門家と計測企業とが密接な連携の元に問題点を解決することが重要であることが指摘された。

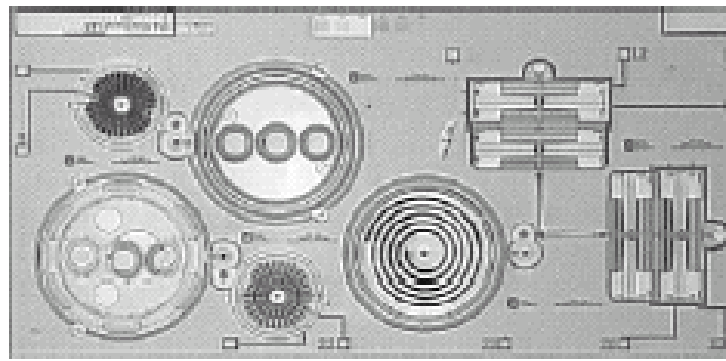


図3 チップ上のマイクロ流体ポンプ群⁽²⁾

2日目は米国・フロリダ州立大学のC.J.Chen教授は「マイクロナノ技術の最近の動向とバイオ・医療への応用」⁽²⁾と題して招待講演を行った。系統的なマイクロナノ技術の歴史的な展望の後、遊星歯車と螺旋構造によるマイクロ流体ポンプを含むチップ(図3)の紹介がなされた。縦 $6240\mu\text{m}$ ×横 $2820\mu\text{m}$ のシリコン基板チップ上に半導体技術により、3つのポンプやアクチュエータなどが製作されていることが報告された。

3日目はイタリア・ECARA (European Car Aerodynamic Research Association) のCogotti博士が「定常から非定常な空力・音響流れの挙動 - 風洞実験環境における評価-」⁽³⁾と題して、自動車の風洞実験における最近の話題を紹介した。とくに3D-PIV(Particle Image Velocimetry)を用いた興味深い車体近傍の流速の測定法を紹介した(図4)。なおこの前刷りは38頁におよぶ大論文が30のカラー図表とともにCD-ROMに収められており、自動車の風洞実験の資料としても貴重である。



図4 風洞内の3D-PIV装置⁽³⁾

このほか4日目には米国・ジョージア工科大学のZinn教授が「NOx減少のための予混合燃焼下における希薄燃焼の実時間制御」⁽⁴⁾の招待講演、午後にはイスラエル・ベングリオン大学大学のTamir教授が「芸術と科学の間の双方向なやりとり - モナリザからアインシュタ



図5 セッションルーム前にて



図6 技術セッションの様子

インまでー」⁽⁵⁾と題する基調講演が行われた。

技術セッションは、表1に示す30タイトル(52セッション)が4部屋に分かれ並列で行われ、1セッションは3件~5件の講演がセットされていた。図5はセッション用の部屋入り口の様子、図6は技術セッションの様子である。ここでは、著者らの参加したいくつかの技術セッションから文献を紹介しよう。

Micro Flows (マイクロ流れ)のセッションでは、5件の論文が発表された。Kinoshitaら⁽⁶⁾は図7に示す装置を用いて、PIV法により曲がり部や絞り部など様々な形状や流路中に置かれた物体を持つ、幅200~400 μ m、深さ30 μ mの矩形形状マイクロ流路内流れを可視化し、PIV法による流速の測定結果(図8)を報告している。また

表1 セッションタイトルとセッション数

Session Title	Number of Session
Synthetic Jets	1
Jets	3
Fluidics	2
Micro Flows	2
Aerodynamics	1
Unsteady Aerodynamics	1
Pneumatics	2
Pneumatic Components	1
Hydraulics	2
Separated Flows	2
Flow Measurements	1
Tunnel Testing	1
Flow Control	1
PIV	2
CFD Methods	1
CFD Applications	1
Heat Transfer for External	1
Heat Transfer for Internal	1
Flow Metering	2
Cylinder Flows	2
Two Phase Flows	4
Combustion	2
Machine Flows	2
Turbulence	2
Optical Methods	1
Compressible Flows	3
Flow Visualization	3
Natural Convection	1
Mixed Convection	1
Bioengineering	3
Total	52

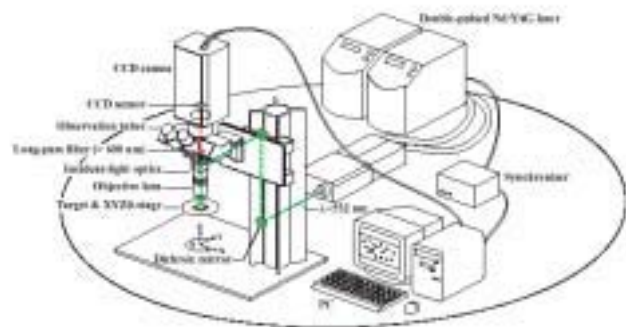


図7 マイクロ PIV 法によるマイクロ流路内流れ計測⁽⁶⁾

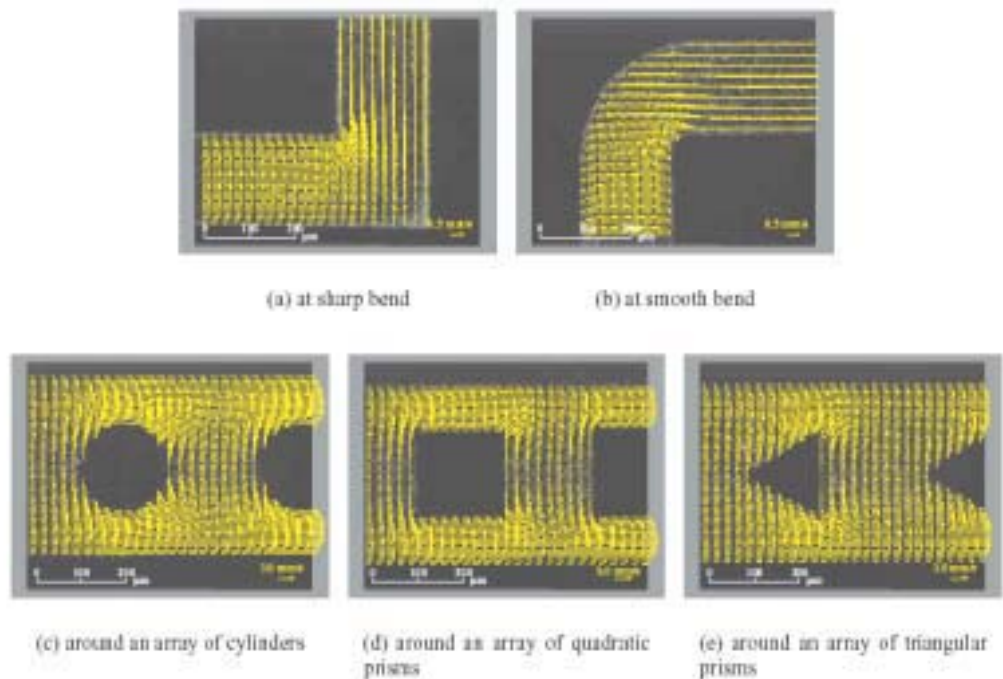


図8 PIV法によるマイクロ流路内流れの速度分布⁽⁶⁾

Kikurai⁽⁷⁾はPTV法により磁性体を含む流体の狭い隙間流れを測定している。Mikami⁽⁸⁾は図9に示す装置を用いて、内径 $140\mu\text{m}$ から $620\mu\text{m}$ の毛細管内を流れる流れを可視化し、管内を流れる粒子を標識にして流速をレーザー干渉法により計測し、流れの様子を明らかにしている。Yokota⁽⁹⁾はECFと呼ばれる流体中におかれた電極から発生するジェットを用いたマイクロアクチュエータについて報告している。Mario Göschl M.D.らは、細胞組織の維管束外の流れを、コンピュータを用いたマイクロ断層撮影法により処理し、局所的な流れの様子を明らかにしている⁽¹⁰⁾。

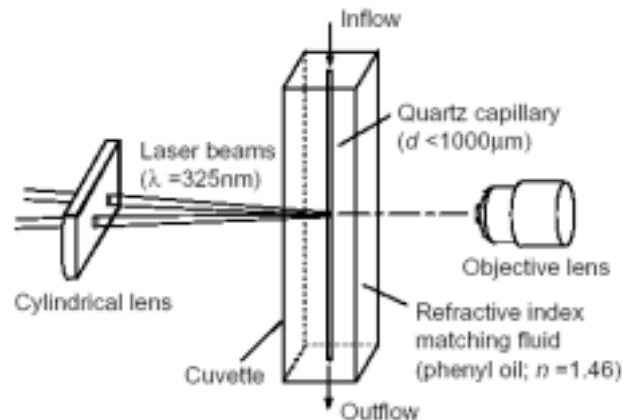


図9 レーザー干渉法による毛細管流れの測定⁽⁸⁾

Pneumatics（空気圧）のセッションでは10件の講演が行われた。M. Carello⁽¹⁰⁾は空気圧を用いた新しい原理のフレキシブルアクチュエータを用いて3本指ロボットハンドを試作し、その動作特性を実験的に解析するとともに、図10に示すような農業分野で果実刈り取り用ロボットに応用した結果を報告している。構造が簡単で安価な点が利点であることを指摘している。Noritsugu⁽¹¹⁾は空気圧を用いたゴム人工筋と接触センサを用いてソフトロボットハンドを試作し、福祉機器への応用を念頭において人間の腕を把持する動作を行わせ、動作解析を行っている。Kawashima⁽¹²⁾は、空気圧ゴム人工筋を用いた建設機械装備用の遠隔操作

用スレーブロボット（図11）を試作した。制御にはPID制御器を用いた位置制御に、PI制御器による圧力制御を併用し、既存の建設機械にこの6自由度ロボットを装備することで、一般の建設機械が遠隔操作にすぐ改良できることを示している。Ichiryuら⁽¹³⁾は対人地雷探査処理用装甲車の動作原理について提案報告している。Sennoら⁽¹⁴⁾は空気圧システムの消費エネルギーについて体系的に検討し、シミュレーションを用いてトータルな空気圧システムの最適なエネルギー消費の動作条件を明らかにしている。Ahnら⁽¹⁵⁾はPWM駆動を用いた空気圧オンオフ弁による空気圧シリンダの位置決めシステムにニューラルネットワークを用いた知的制御を導入し、良好な結果を得ている。Sakuraiら⁽¹⁶⁾はACサーボモータと空気圧シリンダを組み合わせたハイブリッド位置決めシステムを構築し、その動特性をボンドグラフを用いたシミュレーションソフト（BGSP）および実験により解析された。空気圧シリンダは主に鉛直方向の慣性質量を支持するために使用され、正確な位置きめはシリンダと直列に配置されたACサーボモータとボールねじの組み合わせにより行われ、両者の特徴を生かしたシステム構成となっている。Pekkaら⁽¹⁷⁾は作動質量流量モデルを用いた空気圧システムの要素モデル化手法を提案している。モデルは解析ソフトウェアADAMSに組み込まれ、実験結果と解析結果が比較されている。Yamamotoら⁽¹⁸⁾は正圧と負圧の両者を同時に実現する空気圧ポンプ回路を提案し、その回路システムの省エネルギー効果について検討している。Zhangら⁽¹⁹⁾は消費エネルギーを考慮した空気圧システムのモデル化とシミュレーションプログラムを構築し、消費エネルギーを考慮した最適な要素の選定例についてシミュレーションプログラムを用いて検討している。

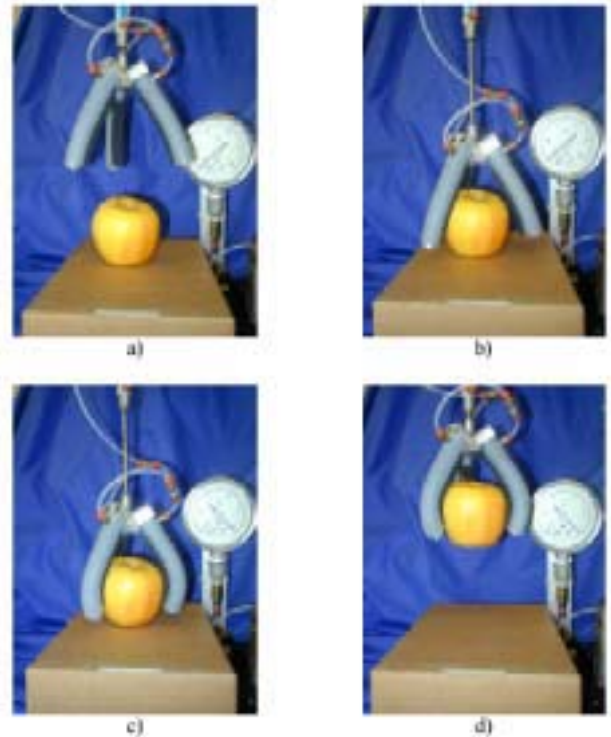


図 10 空気圧ロボットハンド⁽¹⁰⁾

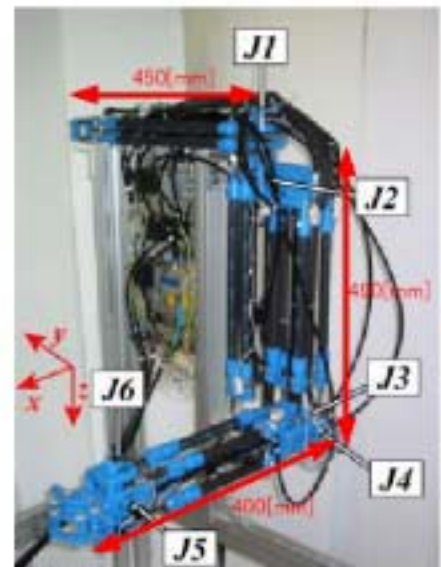
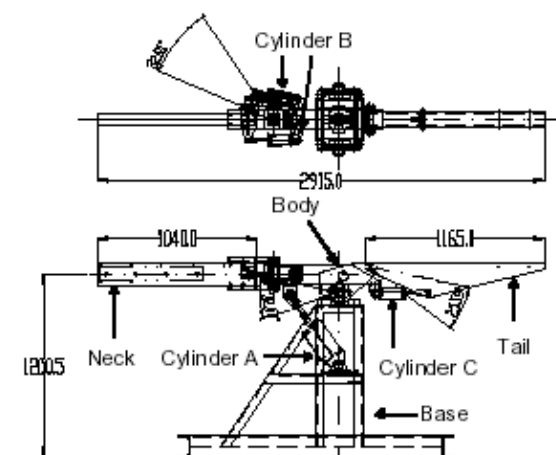


図 11 建設機械装備用の遠隔操作スレーブロボット⁽¹²⁾



(a) Overall experimental setup



(b) Schematic drawing

図 12 低水圧駆動によるアミューズメント用恐竜モデル実験装置⁽²²⁾

Hydraulics（液圧）のセッションでは8件の講演が行われた。Sairialaら⁽²⁰⁾は比例制御弁を用いた低水圧位置決めサーボシステムの実験結果について報告している。LaamanenらはPCM制御を用いた油圧デジタル流量オンオフ制御弁ユニット（DFCU）を試作し、その駆動特性を実験的に検討している。バルブは最大毎分7リットルの容量を持ち、定格最大圧力20MPaを実現している。Tanakaら⁽²²⁾は図12に示すようなアミューズメント用恐竜ロボットの駆動に低水圧水圧システムを適用し、その動作特性を実験的に検討している。Maら⁽²³⁾は流体トランスフォーマを用いて油圧シリンダの位置決めシステムを構築し、その動作特性と省エネルギー効果について検討している。Lakkonenら⁽²⁴⁾は水圧スプール制御弁のクリアランスからの漏れを数値的に解析し、別途行った実験結果と比較検討している。Oginoら⁽²⁵⁾は自動車のABSにおける液柱分離の流体過渡現象を実験的に可視化し、現象のメカニズムを解明している。図13はブレーキ管路内の液柱分離現象の可視化結果の一例である。

3日目の午後にはポスターセッションが行われた。図14はポスターセッションの様子である。プログラムでは40件ほどの論文が予定されていたが、一部がキャンセルとなったようで、CD-ROMプロシーディ

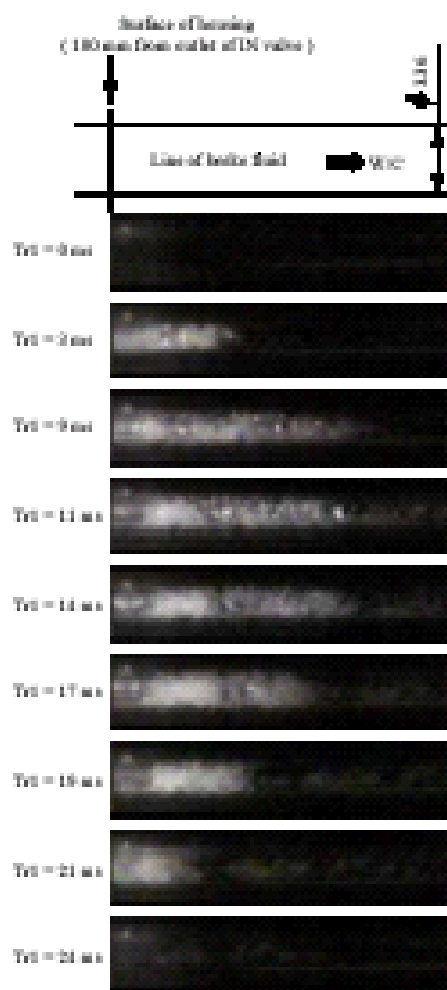


図 13 ブレーキ管路内の液柱分離現象の可視化結果⁽²⁵⁾

ングスに納められている論文も3分の2ほどであった。研究者によっては実物を持ち込んで説明するなど工夫を凝らした発表も見られた。

バカンスシーズンの8月下旬開催ということで、リゾート地・ソレントは欧米各国からの観光客で賑わっていた。南西イタリアは海産物を中心にパスタやピザなど食事も日本人の口に合って過ごしやすかった。会議の途中、カプリ島を訪れる機会があったが、残念ながら有名な「青の洞窟」には立ち寄ることができなかった。次回は是非バカンスでゆっくりと訪れたい魅力的な場所である。なお次回のFLUCOMEは変則的となり、2年後に中国での開催が予定されているとのことである。

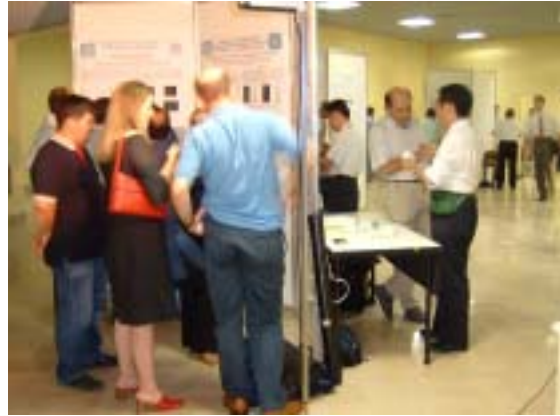


図 14 ポスターセッションの様子

参考文献

- (1) W. F. Merzkirch , et. al., Fluid Mechanical Problems in Flow Metering, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.
- (2) C.J. Chen , et. al., Some Aspects of Nanotechnology, Microtechnology and Biomedical Applications, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.
- (3) Cogotti , From Steady-state to Unsteady Aerodynamics and Aeroacoustics. The Evolution of the Testing Environment in the Pininfarina Wind Tunnel, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.
- (4) Zinn , et. al., Real Time Control of the Lean Blow Out Limit in Pre-Mixed Combustors for Reduced Nox Emissions, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.
- (5) Tamir, The Interaction Between Art & Science: from Mona Lisa to Einstein, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.
- (6) H. KINOSHITA, M. OSHIMA, S. KANEDA, T FUJII, T, SAGA, T. KOBAYASHI, APPLICATION OF MICRO PIV TO MEASUREMENT OF FLOW IN VARIOUS DESIGNS OF MICROCHIP, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.
- (7) H. KIKURA, J. MATSUSHITA, M. ARITOMI, Y. KOBAYASHI, K. NISHINO, MICRO VISUALIZATION AND PTV MEASUREMENT OF FERROMAGNETIC PARTICLES, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.
- (8) F. MIKAMI, N. KOJIMA, N. NISHIKAWA, A LASER-INTERFEROMETRIC MOLECULAR TAGGING METHOD FOR MICROFLOW TAGGING METHOD FOR MICROFLOW VISUALIZATION, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.
- (9) S. YOKOTA, R. ABE, W. UEDA, K. EDAMURA, A MICROACTUATOR USING ECF-JET WITH NEEDLETYPE ELECTRODES, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.
- (10) M. CARELLO, C. FERRARESI, C. VISCONTE, A NEW FLEXIBLE PNEUMATIC FINGER FOR A FRUIT-HARVESTING HAND, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.

- (11) T. NORITSUGU, D. SASAKI, SOFT ROBOT HAND CONSTRUCTION WITH PNEUMATIC RUBBER MUSCLE AND TACTILE SENSOR, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.
- (12) K. KAWASHIMA, T. MIYATA, T. FUNAKI, T. KAGAWA, CONSTRUCTION MACHINERY OPERATING ROBOT USING PNEUMATIC ARTIFICIAL RUBBER MUSCLES, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.
- (13) K. ICHIRYU, T. YAMASHITA, H. KARKI, DEVELOPMENT OF ANTI-PERSONAL LANDMINES DETECTING AND DEMINING VEHICLE, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.
- (14) M. SENOO, H. ZHANG, N. ONEYAMA, CURRENT CONDITIONS AND ISSUES OF ENERGY SAVING IN PNEUMATIC SYSTEM, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.
- (15) K.-K. AHN, S.-M. PYO, S.-Y. YANG, B.-R. LEE, INTELLIGENT CONTROL OF PNEUMATIC ACTUATOR USING ON/OFF SOLENOID VALVES, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.
- (16) Y. SAKURAI, K. TANAKA, T. NAKADA, DYNAMIC CHARACTERISTICS ON AN ELECTROPNEUMATIC HYBRID POSITIONING SYSTEM, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.
- (17) P. PESSI, A. ROUVINEN, MODELLING OF PNEUMATIC SYSTEMS UTILIZING DIFFERENT MASS FLOW MODELLING METHODS, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.
- (18) N. YAMAMOTO, K. KAWASHIMA, T. KAGAWA, T., FUNAKI, K. OHTANI, ENERGY SAVING CIRCUIT OF POSITIVE OR NEGATIVE PRESSURE SUPPLY SYSTEM, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.
- (19) H. ZHANG, M. SENOO, N. ONEYAMA, DEVELOPMENT OF CALCULATION PROGRAMS FOR ENERGY SAVING IN PNEUMATIC SYSTEM, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.
- (20) *H. SAIRIALA, K. T. KOSKINEN, M. VILENIUS*, TRAJECTORY TRACKING CONTROL OF LOWPRESSURE WATER HYDRAULIC CYLINDER DRIVE WITH PROPORTIONAL VALVE, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.
- (21) *A. LAAMANEN, M. LINJAMA, M. VILENIUS*, CHARACTERISTICS OF A DIGITAL FLOW CONTROL UNIT WITH PCM CONTROL, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.
- (22) *Y. TANAKA, J. ISHIBASHI, T. SAWADA, T. IT*, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.
- (23) *W. D. MA, S. IKEO*, RESEARCH ON HYDRAULIC CYLINDER DRIVING SYSTEM USING HYDRAULIC TRANSFORMER, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.
- (24) *M. LAKKONEN, KARI T. KOSKINEN, M. VILENIUS*, WATER HYDRAULIC SPOOL VALVE – LEAKAGE FLOW THROUGH ANNULAR CLEARANCE DUCT, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.
- (25) *H. OGINO*, RESEARCH ON FLUID COLUMN SEPARATION OF ANTI-LOCK BRAKING SYSTEM, 7th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, CD-ROM Proceeding, 2003.

SICE Annual Conference 2003 in Fukui 参観記

明治大学理工学部 小山 紀

小さな電車から降りたら梅雨明けの空が眩しい。猛暑にまだ慣れていない体が驚いている。町の中央をフェニックス通りが貫いている。大地震の被害を受けた福井市が再興を祈念して命名したものだ。

計測自動制御学会 SICE Annual Conference 2003 in Fukui (SICE2003) の会場となった福井大学は町のはずれで、越前鉄道の西福井駅のすぐそばにある。汗をぬぐいながら歩いてゆく。

講演会場ではエアコンが効いてとても有難い。初日(8月4日)の午後にフルイド・パワー関連のオーガナイズドセッション FLUCOME-J SICE2003 が2セッション設けられた。FLUCOME とは流体の制御、計測および流れの可視化の意味であり、同名の国際会議が今月下旬イタリアで開催される。

講演は英語あるいは日本語でおこなわれ、質問も両方でおこなわれた。講演順に簡単に報告する。

Sanada は人が立ち上がる時、空気圧シリンダ駆動の座席がアシストする椅子の駆動部構造の最適設計について報告した。直動アクチュエータであるシリンダを椅子の内部に設置するときストロークに制限が生じる。椅子のアシスト動作範囲を十分に確保し、かつ必要なアシスト力を得るのは容易ではない。そこで MATLAB を使ったコンピュータ支援によりリンク構造の最適化をおこなう手法を提案した。

Ito は特性パラメータが未知でさらに変動する水圧サーボモータシステムに対するロバスト速度制御手法を提案している。パラメータの特性値変化に対する特性補償器を設計し、このサブシステムの安定性をリアプノフ・ライクな関数を用いて保証している。パラメータ変動の大まかな限界値がわかっているならば設計が可能となるという。

Takaiwa は空気圧シリンダを直動アクチュエータとして使ったパラレルリンク機構を持つコンプライアンス提示装置を報告した。半球体の表面上の点に力が加わると、リンク部に設けたセンサで検出したデータを使い作用点と力ベクトルを計算する。半球体の動きは仮想バネのモデルを用い、加わった力に対して6軸方向の変位とこれによる反力を任意に調整できる。表面をなぞると、例えば球の表面に突起があるように感じさせることができる。

Hayakawa はスポンジをシリコン外皮で包んだアクチュエータを試作し、その変位力特性、動特性および制御性能について報告した。スポンジを単層にしたもの、多層にしたものなど用途に応じて種々のものができる。多層のほうが同じ内圧のとき変位が大きい。アクチュエータに空気供給を開始したとき、内部スポンジの密度により変位量や速度が変わる。スポンジの孔を空気が通過し徐々に変位する特性は、不慮に空気圧が失われたときに安全側に作用する。

Nukui は管内流量を測るピトー管式センサを提案した。通常のピトー管とは異なり、中空円柱棒の曲面壁に小さな穴を開け、円柱の軸方向を流れに直角に置いて圧力を計測する。一般のピトー管は流れに平行に設置し、最前部で流れをせき止めて動圧を計測するが、このピトー管でも同様に穴を流れてくる方向に向けて動圧を計測することができる。しかし、むしろ、穴をその反対の剥離渦内に置き、剥離渦部の圧力を計測して流量を求めるほうが指向性が広く埃の影響を受

けにくい。

Funakiらは細管を多数平行に並べた層流型流量計の動特性を報告した。層流型流量計は粘性抵抗における圧力降下を利用して、流量を圧力に代えて計測するため、動特性に優れる圧力センサを用いれば動的な流量計として利用できる可能性がある。しかし、動的な使用限界は従来確認されていなかった。特性曲線法を使った流れの動特性解析により十分な動特性があることを示した後、100Hz程度までの動的な計測が可能であることを実験により示した。

Tahmeenらは建設機械の動作を解析するための数学モデルを提案した。油圧サーボシリンダとブーム、アーム2関節で構成されるパワーショベルのリンク機構の動力学モデルを作成し、相当する特性パラメータを、実機を用いてアーム、ブーム各シリンダの変位と力の計測結果をモデルに最小2乗法でフィッティングして求めた。このモデルを使えば操作ジョイスティックの動きとアームの動作との関係が予測でき、実機でもほぼ同様な動きが確認できた。

Fujishiroらは空気圧アクチュエータをアシスト動力に用いた歩行支援装置について報告した。膝関節の伸展を必要に応じて適当なタイミングで補助するもので、アクチュエータのついたギブスと歩行者の体重移動を計測するセンサを組み込んだ靴とで構成されている。歩行者の動作にあわせ必要な空気がアクチュエータに送られる。この歩行支援装置の有用性は、複数の被験者が使ったとき感じた印象を整理して評価している。

夕刻になっても熱気は少しも収まらない。電車を降りたとき浴衣姿の若い人々を見た。今夜は花火が上がるのだ。

参考文献

- (1) Kazushi Sanada : A study on Optimal Design of Power Assist Chair
- (2) Kazuhisa Ito and Shigeru Ikeo : Robust Velocity Control of A Water Hydraulic Servomotor System with Parameter Uncertainty
- (3) Masahiro Takaiwa and Toshiro Noritsugu : Development of Compliance Displaying Device Using Pneumatic Parallel Manipulator
- (4) Yasuhiro Hayakawa, Kensuke Morishita and Mina Aichi : Control Performance of a Pneumatic Silicon Outer Fence Mold Actuator
- (5) Kazumitsu Fukui, Tatsuya Funaki, Kenji Kawashima and Toshiharu Kagawa : A Study of Characteristics of Pitot Type Flow Meter
- (6) Tatsuya Funaki, Kenji Kawashima and Toshiharu Kagawa : Dynamic Characteristic Analysis of Laminar Flow Meter
- (7) Mazeda Tahmeen, Hironao Yamada, Hidetoshi Kato, Kazuhide Maehata and Takayoshi Muto : A Study on Simulation of Hydraulic Construction Machine
- (8) Kazuhiro Fujishiro, Tadayuki Ariumi and Osamu Oyama : Development of Pneumatic Assist System for Human Walk



会場となった福井大学
(大会ホームページより
転載)

日本機械学会 2003 年度年次大会におけるフルードパワーの研究動向

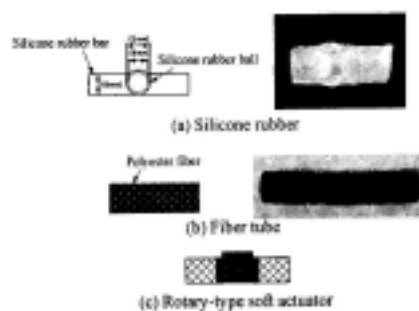
東京工業大学 竹村 研治郎

日本機械学会 2003 年度年次大会が 2003 年 8 月 5 日～8 日の 4 日間、徳島大学で開催された。本会議は日本機械学会が主催する会議の中でも最大規模の会議であり、30 室以上で特別講演や基調講演、国際フォーラム、市民フォーラム、ワークショップ、一般講演などが行われた。すべての講演に足を運ぶことは不可能なので、今回は「センサアクチュエータシステムとその知能化」セッション、および基礎潤滑設計部門が企画した「次世代アクチュエータの現状と展望」に関する基調講演とワークショップの中からフルードパワーに関する研究動向を報告する。

岡山大の則次らは、人体清拭作業などのために揺動型ソフトアクチュエータと空気圧ゴム人工筋から構成される人間親和性の高い多指ソフトハンド 1) を開発した(図 1)。指部およびその DIP, PIP, MP 関節の駆動は揺動型ソフトアクチュエータを用い、母指の MP 関節および手首の駆動には空気圧ゴム人工筋を用いている。図 2 および図 3 は揺動型ソフトアクチュエータおよび空気圧ゴム人工筋である。揺動型ソフトアクチュエータはシリコンゴムボールとシリコンゴム棒から構成されており、内圧の増加に伴って揺動運動を発生する。また、空気圧ゴム人工筋はポリエステル繊維によって繊維強化されたシリコンゴムチューブで構成されており、図 3 に示すような伸縮が実現されている。

岡山大の鈴森らは、かさ歯車と直動形空圧アクチュエータを組み合わせた空圧ニューテーションモータ 2) を開発した(図 4, 岡山大鈴森研究室ホームページより)。このアクチュエータは直動形空圧アクチュエータによってニューテーション運動

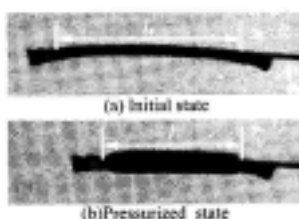
図



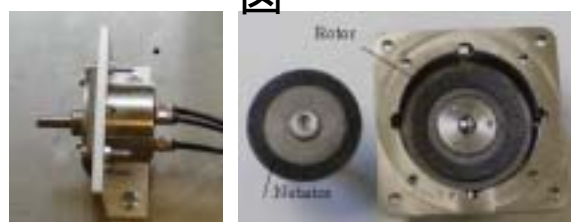
2 揺動型ソフトアクチュエータ

1 多指ソフトハンド

図



図



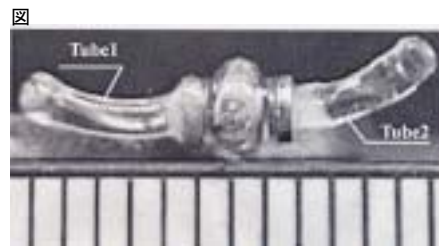
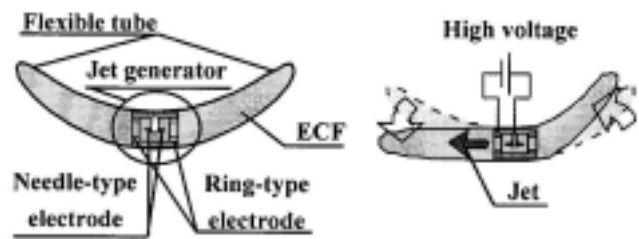
(章動運動) するかさ歯車 (ニューテータ) と、それに対向するもうひとつのかさ歯車 (ロータ) から構成されている。ロータの歯数がニューテータのそれよりも1つ少なくなっており、ニューテーション運動によってロータが回転する。モータ自体に減速機が内在された構造となっている。

東工大の横田らは、電界共役流体 (Electro-Conjugate Fluid, ECF) を用いたマイクロマニピュレータ^{3) 5)}を開発した。ECFは液体中に配置した線状電極対や針状電極・リング状電極対に高電圧を印加すると活発なジェット流を発生する新たな機能性流体である。ジェット流の発生メカニズムは未だ明らかにはなっていないが、上記のように極端に不均一な電界を生じる電極対によってのみ、ジェットが発生することが知られている。横田らは、この現象を利用した新たなマイクロマニピュレータを試作した (図5)。このマニピュレータは湾曲したシリコンチューブ内に ECF を満たし、図中のジェット発生部に配置された針状電極・リング状電極対に高電圧を印加することによって左右のチューブ内圧を変化させ、チューブの変形を促す構造となっている。すなわち、ECF に発生するジェットとブルドン管の原理を応用したものである。

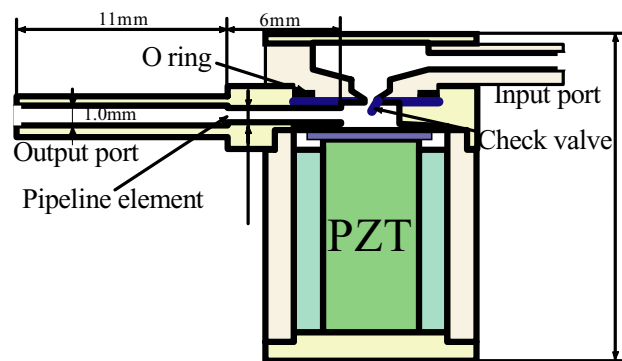
東工大の吉田らは、流体の慣性効果を利用したマイクロポンプ^{4) 5)}を研究している。図6に示すように、このマイクロポンプは吐出側チェック弁を持たない代わりに吐出管が相対的に長い構造となっている。本ポンプは圧電素子駆動のダイヤフラムによって作動流体がポンピングされるが、相対的に長い吐出管部における流体の慣性運動を利用することにより、排除体積以上の出力特性が得られている。本講演会では、特に本ポンプの MATLAB を用いたモデリング (キャピテーションモデルを含む) と数値シミュレーション結果について報告され、最適構造の検討がなされた。

日本機械学会 2003 年度年次大会ではフルードパワー関連の興味深い研究発表がなされたが、ここでは主にアクチュエータに関する研究動向を紹介した。機械技術の適用範囲が拡大しシステムが益々複雑化している現在、エネルギー密度、位置決め精度といったアクチュエータへの一般的な要求に加え、マイクロ化、コンプライアンス特性、人間親和性といった新たな要求に対し、上記のようなフルードパワーを利用したアクチュエータによるブレークスルーが期待される。

最後に、日本機械学会 2003 年度年次大会講演論文集からの参考文献を以下に示す。



5 ECFマイクロマニピュレータ



6 慣性効果を利用したマイクロポンプ

- 1) 則次俊郎, 空気圧ソフトアクチュエータと人間親和メカニズム, 日本機械学会 2003 年度年次大会講演資料集, VIII, pp. 361-362, 2003.
- 2) 鈴森康一, 次世代アクチュエータの現状と展望, 日本機械学会 2003 年度年次大会講演資料集, VIII, pp. 37-38, 2003.
- 3) 横田眞一, 阿部竜太郎, 枝村一弥, ECF ジェットを用いたマイクロマニピュレータ, 日本機械学会 2003 年度年次大会講演論文集, VII, pp. 227-228, 2003.
- 4) 吉田和弘, 鄭淵午, 瀬戸毅, 高城邦彦, 朴重濠, 横田眞一, 流体の慣性効果を用いたマイクロポンプのシミュレーション, 日本機械学会 2003 年度年次大会講演論文集, VII, pp. 229-230, 2003.
- 5) 吉田和弘, 機能性流体を応用したアクチュエータ, 日本機械学会 2003 年度年次大会講演資料集, VII, pp. 357-358, 2003.