

13.4.

非線形現象

まず国内の動向について述べる。D&D2002においてはオーガナイズドセッション「非線形現象の解明と応用」のほか、「振動基礎」および「ロータダイナミクス」の三つのセッションで、約30件の非線形現象関連の研究発表があった。その内訳は、カオス関連が4件、解析法に関するものが4件、連続体関連のものが4件、回転軸関連が4件、流体関連のものが2件、断片線形・摩擦・時間遅れなどの非線形要素を扱ったものが6件、その他が5件である。機論を調べると、11編の非線形現象関連の論文が掲載された。その内訳はカオス関連が1編、連続体関連が2編、回転軸関連が3編、流体関連が1編、摩擦・時間遅れなどの非線形要素を扱ったものが2編、その他が2編である。新しい非線形系の解析法として近年注目されてきているノーマルモードに関しては、D&D2002における発表が1件のみで、残念ながら国内での研究の立ち後れが感じられる。

次に海外の動向である。ASME Journal of Vibration and Acoustics, International Journal of Non-linear Mechanics, Journal of Sound and Vibration, Nonlinear Dynamicsの4雑誌を調べたところ、非線形現象関連の論文を約140編見つけることができた。その内、カオス関連は14編、ノーマルモード関連の論文も12編を数えることができる。連続体の非線形振動は古くからの問題であるが、33編と現在も活発に研究されていることがわかる。具体的な対象としては、はり関連が14編、弦が4編、板・シェルが11編、その他が4編である。取り扱う現象はさまざまであるが、複数の振動モードの固有振動数間に特別な関係がある場合に起こる内部共振を扱ったもの⁽⁹⁾が比較的目立つ。回転機械関連の論文は12編を数えることができる。その中では、衝突という強い非線形現象を伴うスクイズフィルムダンパに関するもの⁽¹⁰⁾が5編と特に目立つ。その他、磁気軸受関連が2編、クラックを有する回転軸に関するものが2編あった。流体関連の論文は7編を数えることができる。ランダム振動関連の論文は16編を数えることができる。断片線形・摩擦・時間遅れなどの非線形要素を扱った論文は14編を数える。Van der Pol方程式やMathieu方程式など古くから研究されている系やその変形を扱ったもの⁽¹¹⁾も8編を数え、現在も活発に研究されていることがわかる。一般に非線形振動の研究は学術的な側面が大きく思われがちであるが、非線形制振器⁽¹²⁾など実用的な側面を念頭においた論文も少なくない。

[鳥居 孝夫 静岡大学]

13.5. 電磁力関連のダイナミクス

電磁力関連の研究では、磁気浮上鉄道の研究がトーンダウンしている。その反面、高速あるいは高出力電磁アクチュエータの一般産業応用が盛んに議論されている。リニア電磁アクチュエータを、エレベータや工作機械の送りに応用する研究は、数年前から盛んに進められていた。最近では、レシプロポンプへ

表4 電磁力関連のダイナミクスシンポジウムでの分野別論文数

磁気軸受	10
センサ・計測技術	5
電磁力関連の広領域テーマ	3
静電力応用・画像形成技術	12
振動と制御	5
電磁力・力学特性の評価と設計	5
バルク超電導体とその応用	6
超電導応用機器	5
磁気浮上鉄道	6
リニアドライブ技術	12
電磁加速, MDP, MHD	6
バイオメカニクス	8
磁気浮上技術	8
機能的な材料・電磁材料	3
磁性流体, 液晶・電磁粘性流体	8
回転機技術	16
圧電アクチュエータ	15
電磁非破壊診断	11
電磁アクチュエータ	12
超磁ひずみアクチュエータ	7
その他	8

のリニア振動アクチュエータ (LOA) の応用、内燃機関への電磁駆動弁の適用、各種電磁アクチュエータの医療器械への適用など、大きな話題を集めている。

電磁力関連の研究発表でメインとなっているのは、同名のシンポジウムである⁽¹³⁾。2002年は5月22~24日岡山大学で開催された。発表論文を分野別に分けると、表4のようになる。電磁アクチュエータ (直動、回転モータ) の研究と応用や、磁気浮上・磁気軸受、圧電アクチュエータは相変わらず研究の中心となっている。この中で特に注目を集めているのは、静電力アクチュエータであろう。電極や加える電圧を工夫して、実用になるものが開発されつつある⁽¹⁴⁾。またバイオ応用技術も進展を見せ、経皮エネルギー電送システムが実用化の域に達している⁽¹⁵⁾。

電磁力関連技術は幅広いが、この中で興味ある国際会議が2002年国内で二つ開催されている。一つは筆者が実行委員長を務めた、第8回磁気軸受国際会議 (8th International Symposium on Magnetic Bearings) である⁽¹⁶⁾。この中で特に注目を集めたのが、モータと磁気軸受を一体化する研究である⁽¹⁷⁾。全体の3割がこれと関連する研究であった。またエネルギー貯蔵フライホイールの開発も、精力的に行われている⁽¹⁸⁾。これらの論文から、選定された論文が、JSME International Journalの特集号として2003年6月に発行予定である。

表4から分かるように、近年の傾向として医療・福祉機器応用が盛んになっている。その代表が人工心臓である。特に回転型は、効率の向上と磁気軸受技術の応用が必修であり、2002年9月に大阪で開催された回転型人工心臓国際学会で、熱心な討論があった⁽¹⁹⁾。この中で近年注目を集めているのは、超小型化が可能な軸流ポンプである。ドイツではすでに人体への適用が開始されている⁽²⁰⁾。

[岡田 養二 茨城大学]

13.6.

運動と振動の制御

日本で創設され、1998年にチューリッヒ (スイス)、2000年にシドニー (オーストラリア) で開催された「運動と振動の制御」国際会議 (International Conference on Motion and Vibration,

表5 MOVIC 2002における発表論文分野と論文数

構造制御と振動絶縁	20
振動制御の新手法	17
ダンピング	6
騒音・音場制御	4
流体・構造物の干渉制御	3
制御理論・制御技術の応用	22
制御要素・センサ・アクチュエータ	14
システム同定とモデル化	10
ニューロ・ファジィ・GAの応用	7
モーションコントロール	12
ロボットのダイナミクスと制御	15
宇宙構造物のダイナミクスと制御	6
乗り物のダイナミクスと制御	14
ロータダイナミクスと制御	11
電磁力・静電力を利用した制御	10
マルチボディシステムのダイナミクスと制御	10
福祉機器のダイナミクスと制御	5
マイクロ・ナノ構造体の制御	5
バイオメカトロニクス	4
バーチャルシステムとシミュレーション	12

MOVIC) が6年ぶりに日本で開催された。10周年という節目にあたる第6回の会議では、200件を越える講演論文が発表された⁽²¹⁾。その内訳を表5に示す。従来のテーマに加えて、福祉機器、バイオメカトロニクス、バーチャルシステムなどに関するOSが設けられた。また、JSME International Journalでは、2003年9月号で特集号が組まれ、この会議で発表された講演の中から選ばれた優れた論文が収録される予定である。

第1回アジアマルチボディダイナミクス会議 (First Asian Conference on Multibody Dynamics) がいわき市で開催され、約85件の講演論文が発表された⁽²²⁾。また、第8回磁気軸受国際シンポジウム (8th International Symposium on Magnetic Bearings) も6年ぶりに我が国で開催され⁽¹⁶⁾、運動と振動の制御に関連する論文も多数発表された。この二つの国際会議に関しても、JSME International Journalで特集号が予定されている (2003年6月号)。

2002年に日本機械学会論文集に掲載された論文をみると、近年顕著であった新しいコンセプトの制御理論の導入というスタンスのものは少なく、従来の制御手法 (ロバスト制御理論など比較的新しいものを含む) を個々の対象に合わせて工夫して適用する研究が多く見られた。スライディングモード制御 (SMC) は、依然よく用いられており、外乱の動特性を考慮した設計法も提案されている⁽²³⁾。また、制御性能を高めるのに外乱相殺制御をほかの制御手法に組み合わせ用いている例⁽²⁴⁾も多い。また、非線形制御 (SMCを含む) に関連した研究が約15編ほど報告されている。構造 (機構) ・制御系統化設計に関する研究も継続的に行われており、振動モードの同相化を目的とした機械系設計に関する研究⁽²⁵⁾や、高次モードの正相逆相に着目した設計手法を磁気ディスク装置のヘッド位置決め系に適用した例⁽²⁶⁾が報告されている。

IEEE Control System Magazineには、上記したディスクドライブの制御⁽²⁷⁾やアクティブ騒音制御⁽²⁸⁾についての解説が掲載された。

〔水野 毅 埼玉大学〕

13.7.

計測

2002年度論文集に掲載された論文総数は、巻頭言、研究展望

をのぞいて1198件、内訳はA編が272件、B編が436件、C編は490件である。そのうち論文題名から計測に関する論文と判断できるものは、材料力学・材料分野 (A編) で31件、流体工学・流体機械 (B編) で13件、熱工学・内燃機関・動力で17件、機械力学・計測・自動制御で25件、機械要素・潤滑・工作・生産管理分野で9件、合計95件であった。ちなみに、計測自動制御学会に発表された計測の論文総数は、32件である。日本機械学会には、非常に幅広い分野で機械技術に直結した問題解決型の計測に関する活動があることは確実であり、計測技術としてまとまる意識が向上すれば、産業界への貢献度はさらに高まるのではないと思われる。

5月に、機力部門に所属する先端計測研究会が不確かさ解析に関するメーリングリストとホームページを立ち上げた。一日平均で3件のアクセスがある。メンテナンスは良くないが、不確かさ解析に関連する白熱した議論には、見るべきものがある。

同じく、機力部門に所属する先端計測研究会が、7月に東京で開催されたISO/TC069 “Applications of statistical methods” のために来日されたNPL (イギリス国立物理研究所) のM.Cox教授によるGUM (Guide to the expression of uncertainty in measurements) 文書の改定に関する講演会を主催した。現行の文書の成立過程や問題点の説明と同時に、現状のGUM文書の有効性をより高めるために4種類のSupplimentが発行される予定であることが説明された。4種類とは、① The propagation of distribution, ② Models with more than one measurand, ③ Conformity assessment, ④ Modelingである。④についてはASMEが担当するとのことであった。

11月にISO/TC108 (機械の振動と衝撃) 直属のWGおよびISO/TC108/SC3のWG (振動と衝撃の計測機器の校正と使用法) 関連のISOの会議が東京で開催された。ここでは詳細は省くものの、リエゾンが進んでいることと、各国国内委員会での戦略的対応の重要性が強調された。ISO/TC108のタイトルは機械の振動と衝撃であるが、内容はいわゆる機械構造物のみならず、建築構造物、土木構造物から振動・衝撃に関連する信号処理まで含み、非常に幅が広い。日本機械学会は、ISO/TC108調査班委員会が経済産業省の委託を受けて対応している。この会合の席上、メートル条約に基づいた加速度センサの国際キーコンパリゾンの結果が報告された。その技術は、一軸振動台に一軸加速度センサを設置して、レーザ干渉計で運動を計測して圧電型加速度計を校正するというISO16063-11規格に準拠しているのであるが、注意しなければならないのはISO2041では加速度はベクトル量であることを明記しているが、16063-11の校正方法に従って校正しても加速度計では加速度は計測できないことである。その理由は、加速度計の感度軸を振動方向にセットすることが前提条件になっているからである。

12月末に国立国語研究所が、わかりにくい外国語をわかりやすくするための工夫としての提案が発表され、そのなかにトレーサビリティの言換え語例として、『追跡可能性』が提案された。牛肉の問題で世間の脚光を浴びたが、トレーサビリティはもともとは計測標準と関係の深い計測分野の用語である。先に述べた研究会のメーリングリストでの議論の結果、“可遡性”と翻訳することで意見が一致し、機力部門の運営委員会に上げた。しかしながら、流体可視化に用いる粒子の追従性を表すトレーサビリティという和製英語と混同する事件が議論の過程で