

研究展望では、弾性送水管の非線形振動に関して詳しくまとめられた論文⁽⁷⁾があり、今後の流体関連振動の研究の一つの方向が示されている。

海外では、7月のASME Pressure Vessels and Piping Conference 2006 (バンクーバ)の中で、流体関連振動の国際会議ではもっとも大きな会議の一つである6th International Symposium on FSI, AE & FIV+N が開催され、日本からの発表15件を含む107件の研究発表があり、活発な討論が行われた。また、流体関連振動に関連する海外発行雑誌 Journal of Fluids and Structures では、原子力プラントなどで報告された流体関連振動に関するレビュー論文⁽⁸⁾が掲載された。とくに、これら海外の国際会議や雑誌では、移動境界条件を伴う複雑な流体・構造連成問題の数値シミュレーションを取扱った論文がめだつ。今後も、コンピュータの性能向上と併走して、流体・構造連成問題の数値シミュレーション技術がより発展して行くと思われる。

[渡辺 昌宏 青山学院大学]

13・3

インテリジェント材料・構造

インテリジェント材料・構造分野での研究動向は、従来からのマクロな振動・運動制御に加えて、航空宇宙機や土木・建築構造物での構造ヘルスマニタリング、MEMS技術を核としたマイクロ/ナノ領域への展開、さらに最近では、振動エネルギー回生を含む広範囲のEnergy Harvesting技術、生体機能を模倣した新しいアクチュエータ材料(例えばNastic Material)などが挙げられる。

インテリジェント材料・構造に関する国際会議は、毎年10月に北アメリカ・ヨーロッパ・アジアの3地域持ち回りで開催されるInternational Conference of Adaptive Structures and Technologies (ICAST)、毎年11月にアメリカで開催されるASME International Mechanical Engineering Congress & Exposition (IMECE)のAdaptive Materials and Systems Symposiumと、毎年3月にアメリカ西海岸で開催されるSPIEのSmart Structures and Materials & Nondestructive Evaluation and Health Monitoringなどがある。

2006年開催のIMECE 2006のAdaptive Materials and Systems Symposiumでは、112件の発表があった。その中でアクチュエータ関係の発表が34件ともっとも多く、内訳は形状記憶合金関係9件、圧電材料関係6件に続いてイオン伝導型材料関係が5件で、新しい研究としてNastic Material⁽⁹⁾が注目を集めた。アメリカでは、インテリジェント材料・構造に関連した国家プロジェクトの一つとして可変構造・可変特性の固定翼機(Morphing Aircraft)開発プロジェクトが数年前から推進され、マイクロ領域からマクロ領域までのマルチスケールで動作するアクチュエータの必要性からイオン伝導型材料やNastic Materialの開発が進んでいる。また、Morphing Aircraft向けのSmart Skinに関する新しい研究の一つとして、熱電変換材料を用いて機体内の電子機器と機体外気との温度落差を利用した熱発電の研究が最近急速に進み、Energy Harvesting技術の

一角を占めている。2005年開催のIMECE 2005ではEnergy Harvesting関係の発表は皆無であったが、一年後のIMECE 2006では15件の発表があり、内3件が熱発電関係⁽¹⁰⁾であった。

Energy Harvestingの邦訳には「環境発電」や「エネルギー収穫」などが当てられるが、「エネルギーハーベスト」と片仮名表記される場合もあり、邦文用語が確定していない。Energy Harvestingは、太陽光・風力・水力・熱(温度差)など広く環境中から小規模な電力を得る技術の総称⁽¹¹⁾として定義されているようである。振動工学分野ではとくに圧電材料を用いて機械振動から微小電力を得る技術(Piezoelectric Generator, Piezoelectric Energy Harvesting)の研究が多く、MEMS用の電源⁽¹²⁾を目的とした研究が行われる一方で、最近では発生した電力を効率よく利用するための回路の研究⁽¹³⁾も多い。

インテリジェント材料・構造に関連するジャーナルとしては、Journal of Intelligent Material Systems and Structures (JIMSS)とSmart Materials and Structuresの2誌が代表的である。特にJIMSSでは、第16巻10号でEnergy Harvestingの特集号が発行された。

国内では、2006年8月のD&D2006のオーガナイズド・セッション「知的材料・構造システム」において、制振、モデリング、モニタリングなど15件の発表が行われた。研究会活動としては、スマート構造システムの将来技術と実用化に関する研究会(A-TS10-40)の企画でD&D2006で「スマート構造システムフォーラム」が、また2006年10月に同研究会の第7回研究会が開催され、研究動向の紹介や研究者間の情報交換が行われた。

[安達 和彦 神戸大学]

13・4

電磁力関連のダイナミクス

電磁力関連のダイナミクスの分野は、関連する分野が非常に広いという特徴があり、機械・電気・磁気・材料・制御・化学・原子力などの多岐にわたる学問が有機的に結合した分野である。D&D2006では、電磁力応用のOSとして、静電応用振動制御と磁気応用のセッションが、設けられているが、国内でのこの分野の発表は、主に「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウムに集約できると考えられる。

このシンポジウムは、1989年から毎年開催されており、この分野の特徴を象徴するように、(社)日本機械学会、(社)電気学会、(社)日本AEM学会(日本AEM学会は、1999年から)の持ち回りで開催されている。原著論文であることを要求していないため、ほぼその1年間の「電磁力関連ダイナミクス」に関するトピックスを網羅することが可能であろう。2006年は(社)電気学会の主催で神戸にて開催された⁽¹⁴⁾。大きく分けて電磁力関連広領域研究、電磁力関連の材料、アクチュエータ、電磁力関連の応用技術、電磁力関連の力学と機能性の制御、電磁界解析の六つのセッションからなっているが、アクチュエータや応用技術のセッションなどは、種々のサブセッションに分かれている。特に今回のアクチュエータに関する発表では、科研費・特別領域研究「ブレイクスルーを生み出す次世代アク

チュエータ」の特別セッションがあり、種々のアクチュエータに関する発表が行われた。電磁アクチュエータだけにとどまらず、超磁歪、圧電、液晶、形状記憶合金、表面波、静電など種々の材料や原理を利用したものや、駆動機構を工夫した多くの発表があった。アクチュエータ以外では、磁気浮上、磁気軸受関連の話題として、磁気軸受とモータを一体化したベアリングレスモータに関するもの、新しい磁気浮上機構の提案、および超伝導を用いた機構の提案などの発表が目立った。またバイオメカニクス分野における生体計測技術の発表が増えており、今後の発展が期待される分野であろう。

海外のトピックスとしては、特に「電磁力」のみをキーワードにしたシンポジウムは少ない。しかし本部門が深くかかわるシンポジウムとして2006年には、MOVIC2006⁽¹⁵⁾ (International Conference on Motion and Vibration Control) が韓国で、ISMB10⁽¹⁶⁾ (International Symposium on Magnetic Bearings) がスイスで開催されている。

MOVIC 講演会は、日本と海外で隔年に開催されている講演会で、日本での開催時には、運動と振動の制御シンポジウムと呼ばれている。電磁力関連のダイナミクスに関するセッションとしては、Active Control of Shock, Biologically Inspired Mechatronic Systems, Control Using Magnetic Forces and Actuators, Design and Control of Electromagnetic Actuator, Control Devices Sensors and Actuators, Smart Sensors and Sensor Network などがある。最初の Active Control of Shock などの分野は自動車の安全対策として期待される分野であろう。また二つの Actuators のセッションで、磁気浮上などの非接触制御技術を用いたものが多く見受けられたことが特徴であった。

海外のトピックスの他の一つの ISMB10 は隔年開催のシンポジウムで、スイス、日本、アメリカと順番に開催されている国際シンポジウムである。磁気浮上や磁気軸受技術は、主に電磁石を用いて対象物の運動制御を行うために、「電磁力関連のダイナミクス」というキーワードで象徴される技術である。ほかに、電動モータなどのアクチュエータなども含まれる。ISMB10 では、Active and Passive Magnetic Bearings, Sensors and Self Sensing Magnetic Bearings, New Fields in Magnetic Bearings and Industrial Applications, Control of Active Magnetic Bearings, Bearingless and Electrodynamic Drives, Flywheel, Modelling and Analysis of Magnetic Bearings のセッションがあった。磁気浮上・磁気軸受の分野の発表は、実用化を目指してコストやコンパクト性を追求したセルフセンシング型浮上機構やベアリングレスモータなどに関するものと、新しい浮上機構の提案とに大きく二つに分けられた。これに加えて、エネルギー貯蔵の提案として磁気軸受の摩擦が小さいことをいかけた Flywheel の開発の提案があったことが特徴であった。

以上、「電磁力関連のダイナミクス」というキーワードに基づいて2006年に開催された日本機械学会に関する国内1件、海外2件の講演会の内容を紹介した。これらの講演会以外にも、特に国際会議では種々の関連の講演会が行われている^{(17)~(18)}。

[岡 宏一 高知工科大学]

13・5

制御理論・応用

制御関連で権威のある IEEE Control Systems Society が2006年に主催した二つの国際会議から2006年の制御理論/応用の動向を考察する。

“45th IEEE Conference on Decision and Control” (12/13-15, 2006, San Diego) (以下 CDC) は制御に関する最大の学会のひとつで、18パラレルセッションで1081件の論文が発表(採択率56%)されている。“2006 IEEE International Conference on Control Application” (10/4-6 2006, Munich) (以下 CCA) は特に制御応用に重点をおいたもので、7パラレルセッションで378件の論文が発表(採択率78%)されている。

これらの会議の中でまず目につくのはフォーメーション・コンセンサス(合意)など、複数エージェントの協調制御関連の発表である。これに関しては CDC の Semi-Plenary として Yale Univ. の Morse が “Multi-Agent Formations and Sensor Networks” と題した講演を、CCA では Plenary として Australian National University の Anderson が “Control and Information Architectures for Formations” と題した講演を行っているほか、CDC では(以下 (I) は Invited Session を示す)、

- Rigid and Coordinated Multi-Agent Systems (I)
- Consensus and Cooperative Control
- Formation Control

を含む6セッションで講演が行われた。しかし、CCA では対応するセッションはなく、理論的發展期と考えられる。

次に目につくのはネットワークを介したコントロールやセンサネットワーク関連のセッションである。ネットワークを介したコントロールは高い柔軟性・低コスト・遠隔操作などで利点があるが、通信遅延・通信容量・パケットロス・量子化などの問題がある。これらに関して CDC では、

- Control and Estimation in Communication Networks
- Game-Theoretic Methods in Networking and Control (I)
- Distributed Estimation in Sensor Networks (I)

を含む9セッションで、CCA では、

- Advances in Networked Control (I)

を含む3セッションで講演が行われた。理論上でも応用上でも研究者の興味を集めているようである。

また、システムバイオロジー(生命をシステムとして理解することを目的とする新しい生物学の一分野)やバイオシステムに関する講演も CDC では、

- Systems Biology: A Control Perspective (I)
- Biomedical Systems

など4セッションで、CCA でも、

- System Theoretical Analysis and Control in Systems Biology (I)
- Biosystems & Environmental Control

など4セッションで講演が行われた。

近年盛んに研究されていたモデル予測制御は CDC では2セッションと少なかったものの CCA では、