

機械工学年鑑(1996年)

機械力学・計測制御

1. 振動基礎

ここでは、振動問題の解析法を中心に連続体、非線形、不規則振動に関する研究を概観する。解析法に関する研究としては、伝達影響係数法⁽¹⁾⁽²⁾、強制振動問題の半解析的手法⁽³⁾などがある。非線形振動の解析法に関しては、テイラー変換の適用⁽⁴⁾、各種時間積分手法の評価⁽⁵⁾、モード重ね合わせ法⁽⁶⁾、新しい調和バランス法⁽⁷⁾、Krylov-Bogoliubov法とGalerkin法⁽⁸⁾、だ円摂動法⁽⁹⁾を扱った論文がある。

連続体に関しては、差分求積法を用いた円形アーチや板⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾、スプラインプリズム法による厚肉円筒パネル⁽¹²⁾、Kantorovichの方法による直交異方性長方形板⁽¹³⁾の振動解析がある。積層構造の振動解析に関する研究も多く、多層理論を用いたクロスプライ積層平板⁽¹⁴⁾、対称積層板の強制振動⁽¹⁵⁾、サンドイッチ長方形板⁽¹⁶⁾、積層複合変厚円すい殻の軸対称振動⁽¹⁷⁾がある。回転している積層円筒殻^{(18)~(20)}や回転殻⁽²¹⁾の振動解析もある。他に、異方性パラメータ同定法⁽²²⁾やはりの境界条件の実験的同定法⁽²³⁾に関する研究もある。

非線形振動を扱った論文としては、任意の三次曲線ばねを持つ1自由度系の自由振動の厳密解⁽²⁴⁾⁽²⁵⁾、擦弦振動⁽²⁶⁾、連続はりの非線形正規モード⁽²⁷⁾、積層長方形板の多モード共振⁽²⁸⁾などがある。不規則振動に関しては、等価線形化手法⁽²⁹⁾、非線形振動子のスペクトル応答⁽³⁰⁾、幾何学的に非線形なはりや平面フレームの不規則振動の有限要素法による解析⁽³¹⁾⁽³²⁾などがある。また、Int. J. Non-Linear Mech.の31巻5号と6号に非線形不規則振動および、非線形力学に関する特集が組まれているので参考されたい。

(小林 幸徳 北海道大学)

2. 耐震・制振・免震

兵庫県南部地震を契機に耐震・制振・免震に関する研究が再認識され、多岐にわたってなされている。以下に1996年度機械学会論文集に投稿された、当該関連研究論文をまとめる。

2・1 耐震 耐震に関する研究は、建造物の耐震設計法⁽³³⁾から、配管系・支持系における地震応答解

析⁽³⁴⁾や耐震設計法⁽³⁵⁾、あるいは配管支持用ダンパの研究⁽³⁶⁾まで幅広く行われている。また、振動台を用いた振動実験に替わる簡易耐震実験を目的としたハイブリッド実験に関する研究⁽³⁷⁾⁽³⁸⁾も鋭意進められている。

2・2 制振・免震 制振に関する研究では、ER流体を用いた制振装置に関する研究^{(39)~(42)}や、高層構造物や橋りょうの振動低減を目的とする動吸振器等を用いたアクティブ制振技術・設計法に関する研究が多く見受けられる^{(43)~(54)}。また、 piezoアクチュエータ等を用いた防振装置^{(55)~(57)}、あるいは磁気ダンパを用いた免震⁽⁵⁸⁾といった研究報告もある。さらに、近年注目を集めているGAを用いた制振装置・機構の最適設計法⁽⁵⁹⁾⁽⁶⁰⁾に関する研究がある。

なお、1996年8月、福岡で開催されたD&D Conferenceでは、耐震・制振・免震に関する25件の報告がなされた。また、同年6月にメキシコ・アカプルコで開催された11 WCEE(第11回世界地震工学会議)においては多数の耐震関係の研究報告がなされた(4枚組CD-ROM論文集に1200編以上の論文が掲載されている)。

(藤田 聡 東京電機大学)

3. 音響・振動

この分野では、まず静音化を目的とした研究テーマが散見される。これは近年の生活環境向上に伴う波及効果として、より快適な場を求める欲求を反映してのものであり、今後もこの傾向は強まるものと考えられる。テーマは、アクティブノイズコントロール、および振動・流れ等の音源の直接制御とに大別される。前者では、騒音制御⁽⁶¹⁾にて特集が組まれ、車室、ダクト、サイレンサなどへの実機適用例が多数紹介されたほか、 H^∞ 制御理論の適用⁽⁶²⁾、分布定数モードセンサの開発⁽⁶³⁾などがあり、後者ではアクチュエータとして動吸振機、piezo素子を用い、ニューラルネットを適用した例⁽⁶⁴⁾⁽⁶⁵⁾ piezoセンサを用いたフィードバック制御⁽⁶⁶⁾の研究例がある。

また、サウンドスケープ・アメニティに関する研究にも興味を示している人達も多く、他学会も含めて

横断的組織が構成されている。6月には環境庁から「日本の音風景百選」が発表され、第74期全国大会ではこの分野に限ったセッションも持たれた⁽⁶⁷⁾。感性分野への参入、人間との直接的接点ということで、その工学化が今後おおいに期待される。

つぎに音響振動情報利用に関する研究も増加しており、特に回転機械系の診断に対しての興味ある研究が多く、方向性を持つパワースペクトル⁽⁶⁸⁾、ファジィ推論⁽⁶⁹⁾、音響パターン認識⁽⁷⁰⁾、ウェーブレット⁽⁷¹⁾などの適用についてのものがあるほか、関連研究として構造物の欠陥検知⁽⁷²⁾、液面レベル、傾斜センサ⁽⁷³⁾、ひずみ円形状測定⁽⁷⁴⁾に関するものが見られる。エネルギー利用ということにも注目されており、エネルギー変換方法についての研究⁽⁷⁵⁾⁽⁷⁶⁾が見られる。

音の発生メカニズムに関する研究も地道に続けられており、送風機音⁽⁷⁷⁾、レーザビームプリンタ⁽⁷⁸⁾、転がり音⁽⁷⁹⁾についての例がある。

[長井 直之、片山 圭一 三菱重工業(株)]

4. モード解析

モード解析の世界的な動向を見る最良の機会の一つとされる IMAC では、年々、セッションの数と論文数は多くなっているが、最も伝統的な実験モード解析のセッションの発表件数の割合はかなり減ってきている。これはモード解析が感度解析、制御など、より高級な動解析技術のベースとなるものであることを物語っている。したがってレビューの範囲を限定するのは困難だが、ここでは他と重複しないよう固有値解析、実験モード解析、部分構造合成法(CMS)、システム同定を主として取り上げる。「音・振動のモード解析と制御」が発行された⁽⁸⁰⁾。構造振動と音の連成解析において、画期的な手法の開発がなされた⁽⁸¹⁾。すなわち、構造振動および音の固有値解析をそれぞれ別個に行って得られる固有ペアから、連成の固有ペアを算出できることが初めて示された。実験モード解析を利用して、部分構造の特性行列を剰余項まで含めて精度よく得る検討がなされた⁽⁸²⁾。非線形最小二乗法を導入してパラメータの削減を図る、岩原らの同定手法が多モード同定に適用され、あらためてその効率と精度の向上が示された⁽⁸³⁾。馬一萩原のモード重合法を基に CMS の定式化がなされ、これまでのモード加速度法をベースにした手法に比し精度と効率の向上が示された⁽⁸⁴⁾。非対称マトリックスで表現される回転軸系に、従来の CMS を基に改良した実モード合成法、および複素モード合成法を用いた安全性評価法が提案された⁽⁸⁵⁾。

IMAC, AIAA など関連の国際会議で発表件数の最

も多いのは、有限要素法(FEM)モデルの更新、欠陥同定までを包含するシステム同定である。この分野はニューラルネットワーク(NN)の汎(はん)化能力に期待する研究⁽⁸⁶⁾も見られるが、依然として25年以上の伝統を有すモード解析による研究が主流である。実験データを使う場合の五つの手法、(1)欠陥指標法、(2)モード形状曲率法、(3)たわみ変化法、(4)たわみ曲率変化法、(5)剛性変化法が橋りょうに適用され、有効性の比較がなされた⁽⁸⁷⁾。固有振動数や減衰比ではダメージが小さい場合は差がでない、そこでエネルギー伝達率の利用が提案された⁽⁸⁸⁾。振動中のクラックの開閉問題の対策には、通常モード形状よりハーモニックモード形状で検討する方がよいことが示された⁽⁸⁹⁾。FEMモデルの精度向上のために複素モード減衰を加えることが検討された⁽⁹⁰⁾。また、2階の摂動項を利用する試みがなされた⁽⁹¹⁾。この実験データでFEMモデルの精度向上を図る技術ははん用システムに組み込まれ始めている。このように、モード解析を基盤とする技術の設計現場での活用はまだまだ発展途上にあり、今後もモード解析にはますます大きな期待がかかる。

[萩原 一郎 東京工業大学]

5. ロータダイナミクス

ロータダイナミクスに関する研究は活発に行われているが、研究報告から見ると、羽根車の振動、シール、スクイーズフィルムダンパおよび磁気軸受の動特性に関する多くの報告がなされており、これらの問題について関心の高さがうかがえる。

回転翼や翼車の共振応答に関しては文献(92)～(94)、(129)、また、自由振動に関しては文献(95)がある。ラビリンスシールの流体力⁽⁹⁶⁾⁽⁹⁷⁾、制振特性向上⁽⁹⁸⁾、円筒シールなどの動特性^{(99)～(101)}に関する研究がある。スクイーズフィルムダンパの特性に関しては、油を供給する中央円周溝の影響に関する研究^{(102)～(105)}がある。磁気軸受に関する研究は多く、制御手法に関する研究^{(106)～(111)}、軸受特性^{(112)～(114)}に関する報告がなされている。動吸振器を利用した釣合い試験機の研究⁽¹¹⁵⁾、回転体が熱変形したために生ずる振動に関する研究もある⁽¹¹⁶⁾⁽¹¹⁷⁾、流体軸受の安定性に関して非線形性、不釣合いの影響を考慮した報告⁽¹¹⁸⁾⁽¹¹⁹⁾がある。玉軸受の外輪軌道面うねりに起因した振動に関する報告⁽¹²⁰⁾、液体中を回転する円板の流体関連不安定振動⁽¹²¹⁾⁽¹²²⁾に関する研究、継手⁽¹²³⁾、衝突振動⁽¹²⁴⁾、ねじり振動に関しては文献(125)(126)などが報告されている。振動診断に関しても数は多くないが報告⁽¹²⁷⁾⁽¹²⁸⁾さ

れている。

国際会議としては9月に International Conference on Vibrations in Rotating Machinery⁽¹³⁰⁾, および International Conference on Motion and Vibration Control が開かれ多くの研究報告がなされた⁽¹³¹⁾。

(佐藤 勇一 埼玉大学)

6. 計 測

光学的手法, 画像処理応用, 複数量の同時計測が注目された。機力・計測関連では, 微小力計測法として, 顕微レザラマン分光法によるもの⁽¹³²⁾, 複合共振形光センサによるもの⁽¹³³⁾, 位置・形状計測として, 距離画像取得装置⁽¹³⁴⁾, 3-D レザトラッキング位置計測⁽¹³⁵⁾, 単眼視からの位置推定⁽¹³⁶⁾, 単眼画像による位置決定⁽¹³⁷⁾, 骨移動量の画像解析⁽¹³⁸⁾, 時空間画像解析による三次元形状計測⁽¹³⁹⁾, 皮膚形状再構成⁽¹⁴⁰⁾, 音響位相遅れ利用ひずみ円形状測定⁽¹⁴¹⁾, イメージベースド触覚センサによる特徴抽出⁽¹⁴²⁾, 三角錐スリット光投影法による距離・姿勢計測⁽¹⁴³⁾, レーザ干渉計による変動計測⁽¹⁴⁴⁾があり, 他に, 振動計測^{(145)~(147)}, 人工能動触角⁽¹⁴⁸⁾, 無重力下質量測定⁽¹⁴⁹⁾があった。材力関連では, 応力測定法として, X線によるもの^{(150)~(152)}, 紫外レザラマン法によるもの⁽¹⁵³⁾, 中性子回折によるもの⁽¹⁵⁴⁾, 硬さ試験機による弾性定数と降伏応力測定⁽¹⁵⁵⁾があり, 他に, ホログラフィー干渉法による弾性変位の面外成分測定⁽¹⁵⁶⁾, 画像積分処理によるX線透視検査装置⁽¹⁵⁷⁾, レーザ顕微鏡画像処理による微粒子立体計測⁽¹⁵⁸⁾, 光音響法による表面欠陥のNDT⁽¹⁵⁹⁾があった。

(山本 圭治郎 神奈川工科大学)

7. モデリング・最適化

7・1 モデリング 1996年の機論C編で, 題目にモデル化と記述されている論文は10数編であった。内容的にモデル化が重要なポイントの論文となると, 飛躍的に数を増す。構造・機構動力学としてのモデル化とその制御目的のためのモデル化の2種類の研究分野に分類できる。後者については後節にゆずり, ここでは前者について概観する。非線形系としての構造・機構系のモデル化としてはニューラルネットワークを用いたタイヤのモデル化⁽¹⁶⁰⁾, 数学モデルの構築とパラメータ同定としては粘弾性基礎試験片の特性⁽¹⁶¹⁾と流体波動を考慮した油圧用高圧ゴムホースの挙動⁽¹⁶²⁾などの報告がある。実機をばね質量モデルでモデル化して動作特性の最適化をはかった報告としては真空遮断器⁽¹⁶³⁾など実機適用事例がある。スキーヤーとスキー

板の連成解析⁽¹⁶⁴⁾などもモデル化の研究であろう。本学会主催の論文講演会などで口頭発表された論文まで含めれば, 機械構造系の線形・非線形系のパラメータ同定法から人体やその部分的筋肉の動的モデル化まで非常に多くの適用事例とそのモデル化の試みの報告がなされた。

7・2 最適化 構造・機構系の最適化にしばれば, 1996年の機論C編で題目が最適化となっているものは10数編であった。なお, 制御系設計の論文も最適制御問題と認識でき, 報告数は実に多いが, これについては後節にゆずることとする。まず流行の遺伝的アルゴリズムによる最適化の報告が多い。これらは構造系の位相最適化^{(165)~(167)}やエレベータの最適配置問題⁽¹⁶⁸⁾などである。次に, ファジィ制御理論を利用した軽量骨格構造の創生法⁽¹⁶⁹⁾の提案がある。さらに, ERダンパを有する振動系を対象に多目的最適化⁽¹⁷⁰⁾, 阪神大震災以降の急激な関心分野である建築構造物の免震部材の最適配置⁽¹⁷¹⁾や耐震部材の最適化⁽¹⁷²⁾などがある。積層材料の一連の研究では積層材偏平シェルの最適化⁽¹⁷³⁾が報告された。振動と音響の制御の研究の隆盛に対応して構造系と制御系の統合化最適設計の報告⁽¹⁷⁴⁾もある。なお, 海外の論文には実験データに基づく構造改良法や有限要素モデルのモデル化改良法の報告も例年どおり見受けられる。

(大熊 政明 東京工業大学)

8. マルチボディ・システム

海外では研究が盛んなマルチボディ・システム・ダイナミクス(多体の運動力学)の研究が, 我が国でも最近注目を浴びてきた。この研究の成果は, はん用解析ソフトウェアツールとして実用化し, 航空宇宙, ロボティクス, 車両, 各種産業機械等の分野において, 広く普及しつつある。今までの研究動向では, 剛体系の運動方程式を自動生成し, 計算機援用による解析に適したコードを生成するアルゴリズムを探求することから始まり, プリプロセッサ, ポストプロセッサの開発と続き, 最近では, 柔軟多体を対象としたフレキシブル・マルチボディ・システムへと拡張されている。

日本機械学会においては, P-SC246「マルチボディ・システムのダイナミクスと制御に関する研究分科会」が1993年より活動しており, 現状と展望に関する解説⁽¹⁷⁵⁾が紹介されている。1996年には, 二度のオーガナイズドセッションが企画され, 合計18件の発表があり, マルチボディ・システムを対象としたモデリングや解析のほかに, 解析手法についての検討⁽¹⁷⁶⁾や新たな対象への拡張^{(177)~(180)}も試みられた。海外の動

向としては、この分野に焦点を絞った新しいジャーナル“Multibody System Dynamics”(Kluwer, Editor: Schiehlen)の発刊が予定されている。

[須田 義大 東京大学]

9. 運動と振動の制御

第3回「運動と振動の制御」国際会議(3rd MOVIC)が千葉幕張メッセで開催された。海外24箇国からの参加を得て、238編の論文が発表され、本分野の最近の動向⁽¹⁸¹⁾⁽¹⁸²⁾も報告された。また、振動系・不安定系の制御に関する特集⁽¹⁸³⁾も組まれた。

運動制御の分野では、2慣性系の速度制御⁽¹⁸⁴⁾⁽¹⁸⁵⁾、トラクタ・セミトレーラ系の操舵制御⁽¹⁸⁶⁾、工作機械送り機構用リニアモータの制御⁽¹⁸⁷⁾、油圧ショベルの軌跡制御⁽¹⁸⁸⁾、磁気ディスクの位置決め制御⁽¹⁸⁹⁾、弾性ロボットアームの制御⁽¹⁹⁰⁾、減速機付きDCモータのトルク制御⁽¹⁹¹⁾、トラクションドライブを用いたサーボ機構⁽¹⁹²⁾などが報告された。また、水素吸蔵合金⁽¹⁹³⁾、サーフェイスマータ⁽¹⁹⁴⁾、弾性表面波超音波モータ⁽¹⁹⁵⁾、静電モータ⁽¹⁹⁶⁾、可変リラクタンス球面モータ⁽¹⁹⁷⁾が運動制御用のアクチュエータとして用いられた。

振動制御の分野では、ヘリコプタ⁽¹⁹⁸⁾、船⁽¹⁹⁹⁾、鉄道車両⁽²⁰⁰⁾、トラックシート⁽²⁰¹⁾、ケーブル構造物⁽²⁰²⁾、長大橋主塔⁽²⁰³⁾、走行クレーン⁽²⁰⁴⁾、圧縮機⁽²⁰⁵⁾、薄鋼板⁽²⁰⁶⁾、送水管⁽²⁰⁷⁾、円筒容器⁽²⁰⁸⁾、液体コンテナ⁽²⁰⁹⁾などの振動制御が報告された。さらに、反共振利用の制振装置⁽²¹⁰⁾、シーソー形動吸振器⁽²¹¹⁾、大形柔軟構造物の低周波振動制御⁽²¹²⁾、平板のパワーフロー制御⁽²¹³⁾、動吸振器を利用した釣合い試験機⁽²¹⁴⁾、回生エネルギーによる制振⁽²¹⁵⁾が報告された。また、ER流体⁽²¹⁶⁾⁽²¹⁷⁾、MR流体⁽²¹⁸⁾、超磁わいアクチュエータ⁽²¹⁹⁾⁽²²⁰⁾が制振装置に応用された。

[栗田 裕 滋賀県立大学]

10. 制御理論・応用

昨年の特徴は(1)ロバスト制御の研究が依然として活発であること、(2)ロバスト制御の隆盛で関心が薄れていた従来からの制御も再び注目を集めるようになったこと、(3)非線形系を扱った研究がたいへん多いことである。また、CDC 96⁽²²¹⁾が神戸で開催されたことであろう。主要雑誌別に展望する。不確かな線形系のLFTアプローチによる安定性⁽²²²⁾、サンプル値系の周波数応答⁽²²³⁾、入出力モデルによる非線形系の適応出力フィードバック制御⁽²²⁴⁾、非構造的な不確かさに対するロバスト性能達成の最適補償器⁽²²⁵⁾、非線形系の

グローバル出力レギュレーションと外乱除去⁽²²⁶⁾、LMIに基づく極配置拘束のある H_∞ 設計⁽²²⁷⁾、飽和のあるアクチュエータを有する線形系の制御⁽²²⁸⁾、非線形系の J -インナーアウター分解、 J -スペクトル分解⁽²²⁹⁾、可変構造のモデル推定⁽²³⁰⁾、離散時間非線形系の H_∞ 制御⁽²³¹⁾、全状態フィードバックの基での L_∞ ノルムの最適化⁽²³²⁾、安定化非線形補償器対のクラス⁽²³³⁾、離散時間最適制御の代数リッカチ方程式の正定・半正定解の集合⁽²³⁴⁾、非線形フィードバック系の入出力安定性⁽²³⁵⁾、適応非線形安定化器の漸近特性⁽²³⁶⁾、動的補償器による出力フィードバック極配置⁽²³⁷⁾、非線形逆問題出力トラッキング⁽²³⁸⁾、時間領域 H_∞ 同定⁽²³⁹⁾、非線形スモールゲイン定理⁽²⁴⁰⁾、非線形制御系のハイブリッドフィードバック則⁽²⁴¹⁾、部分的な状態観測による不確かな系のパラメータ同定⁽²⁴²⁾、出力フィードバックによる最小位相非線形系の漸近的レギュレーション⁽²⁴³⁾、不確かな非線形系のクラスの多入力スライディングモード制御⁽²⁴⁴⁾、多変数系の H_∞ 同定⁽²⁴⁵⁾、適応パラメータ同定とシステム同定の性能限界⁽²⁴⁶⁾、多変数プラントの可変構造によるロバストMRAC⁽²⁴⁷⁾、プロジェクトン法によるLMI問題の低次補償器設計⁽²⁴⁸⁾、多変数非線形系のスライディングモード制御⁽²⁴⁹⁾、非線形波動方程式の制御⁽²⁵⁰⁾、多変数制御系のQFT設計⁽²⁵¹⁾、ポルテラ系の非線形 H_∞ 制御⁽²⁵²⁾、連続切り換えによる可変構造補償器⁽²⁵³⁾、最適フィードバック・フィードフォワードによる繰返し学習制御⁽²⁵⁴⁾、時変離散系の H_∞ 制御⁽²⁵⁵⁾、適応制御におけるニュートレンド⁽²⁵⁶⁾、非標準 H_∞ 制御⁽²⁵⁷⁾、ロバスト適応制御⁽²⁵⁸⁾、 H_∞ 同定⁽²⁵⁹⁾、総合安定化器のパラメトリゼーション⁽²⁶⁰⁾、マッチング条件を満たさないスライディングモード制御⁽²⁶¹⁾、ロバスト安定度指定極配置⁽²⁶²⁾、バックステッピングによる分散型適応制御⁽²⁶³⁾、非線形状態フィードバックを考慮した線形ロバスト補償器⁽²⁶⁴⁾、部分観測によるスーパーバイザ制御⁽²⁶⁵⁾、ディスクリプタ系の二次安定化⁽²⁶⁶⁾などである。その他、Int. J. Robust and Nonlinear Controlにも優れた論文が見られる。一方、制御応用に関しては膨大な論文刊行がなされている。主要なものでは本学会論文集C編、計自論、シ制情論、ASMEのJ. Dynamic Systems, Measurement, and Control, IEEEのJ. Control System TechnologyやIEEE関連雑誌、電気学会論文誌D部門などである。国内ではThird MOVICが開催され⁽²⁶⁷⁾、振動系・不安定系の制御理論とその応用の特集⁽²⁶⁸⁾、制御の産業応用特集⁽²⁶⁹⁾が組まれた。

[野波 健蔵 千葉大学]

11. 電磁力関連のダイナミクス

第8回「電磁力関連のダイナミクスシンポジウム」が東京で開催され、電磁力に関する約120件の研究が発表され、また金沢で第5回磁気軸受に関する国際会議が行われ、約100件の研究発表が行われた⁽²⁷⁰⁾⁽²⁷¹⁾。基本的なものとして、線電極の振動⁽²⁷²⁾が研究され、リニアモータの利用⁽²⁷³⁾⁽²⁷⁴⁾も発表された。磁気浮上に関しては、磁気浮上列車の動的特性の検討^{(275)~(277)}、故障対策⁽²⁷⁸⁾、薄板の浮上制御⁽²⁷⁹⁾等の研究が行われ、磁気軸受については、構成の検討⁽²⁸⁰⁾、反力の解析⁽²⁸¹⁾、振動応答⁽²⁸²⁾⁽²⁸³⁾、計測⁽²⁸⁴⁾、制振・制御^{(285)~(289)}の研究が発表されている。圧電素子に関する研究も盛んで、センサとしての利用^{(290)~(292)}、アクチュエータ⁽²⁹³⁾および素子の過渡特性⁽²⁹⁴⁾と構造物等の制振^{(295)~(298)}、微振動シミュレータ⁽²⁹⁹⁾、ソフトハンドリンググリッパ⁽³⁰⁰⁾⁽³⁰¹⁾、超音波モータへの応用とその解析^{(302)~(305)}等の研究がなされた。高温超電導に関しては、浮上力特性改善⁽³⁰⁶⁾、振動のモデリング⁽³⁰⁷⁾、浮上体の制御⁽³⁰⁸⁾および磁気軸受への応用⁽³⁰⁹⁾、サスペンションの制御⁽³¹⁰⁾等が研究されている。またER流体を用いたダンパ⁽³¹¹⁾、油圧緩衝器⁽³¹²⁾⁽³¹³⁾および除振制御⁽³¹⁴⁾、ロボットアームやはりの振動制御⁽³¹⁵⁾⁽³¹⁶⁾が検討された。さらに超磁わいアクチュエータによる6自由度系の微振動制御⁽³¹⁷⁾の研究も行われた。

[長屋 幸助 群馬大学]

12. インテリジェント材料

環境変化(温度, 圧力, ひずみ, 光, 電磁場等)を感じ、対応(構造変化等)する自己センサ機能をもつインテリジェント材料の製造と応用は該当年度も多数発表された。発表されたインテリジェント材料は単独材料よりも、大きく複合材料、高分子材料、機能性流体の3種に分けられる。複合材料には板状配列型では光を変化させる窓⁽³¹⁸⁾、ナノ構造によるガスセンサ⁽³¹⁹⁾、バイメタル状の感熱性高分子⁽³²⁰⁾、粒子分散型では圧電性塗料による振動やき裂センサ⁽³²¹⁾、導電性粒子分散高分子によるスイッチ⁽³²²⁾、調湿紙⁽³²³⁾、繊維状配列型では形状記憶合金ワイヤとアクリル樹脂複合材料にセンサを付したき裂進展防止システム⁽³²⁴⁾、形状記憶繊維をAlマトリックスに入れた振動減衰能の促進⁽³²⁵⁾などがある。高分子材料には化学的な材料として、光応答性高分子ゲル⁽³²⁶⁾、機能低下で自壊する繊維強化熱可塑性プラスチック⁽³²⁷⁾、温度変化で構造変化する高分子⁽³²⁸⁾、血糖値に応じた薬物放出用ゲル⁽³²⁹⁾、樹枝状巨大分子の化学センサ⁽³³⁰⁾、バイオ的な材料として

自己修復の法則を利用した材料⁽³³¹⁾⁽³³²⁾、生物が作り出す機能材料⁽³³³⁾、骨修復用人工材料のインテリジェント化⁽³³⁴⁾などがある。機能流体にはER流体⁽³³⁵⁾、磁性流体⁽³³⁶⁾それらの応用⁽³³⁷⁾、磁場と電場の両方に応答する液晶ベース磁性流体⁽³³⁸⁾、ピエゾ素子とER流体による振動制御⁽³³⁹⁾などがある。日本のインテリジェント材料についての報告には、「原子・分子の協調作用を用いたインテリジェント材料創製のための基盤技術開発(第1期)成果報告書」⁽³⁴⁰⁾、「電磁力関連のダイナミクスシンポジウム講演論文集」⁽³⁴¹⁾、「機能流体システムの開発とその知的制御に関する研究」⁽³⁴²⁾等がある。国外ではJ. Intelligent Mater. Syst. Struct.に多くの報告がある。また、インテリジェント材料について、材料とシステムのインテリジェンスを区別し⁽³⁴³⁾、環境に配慮するリサイクルを考慮したインテリジェント材料を開発すべきという提案⁽³⁴⁴⁾も重要である。

[藤田 豊久 秋田大学]

13. ヒューマンダイナミクス

新しい学際領域の開拓をめざして、人間に関わるさまざまな工学的問題を研究する分野を「ヒューマンダイナミクス」と総称することにし、1996年に発表されたこの分野の論文の中から32件の文献を摘出した。

これらをおおまかに分類すると、顔の表情認識⁽³⁴⁵⁾、筋力特性の同定⁽³⁴⁶⁾や筋電と腕の動き⁽³⁴⁷⁾などの筋特性、瞳孔制御系⁽³⁴⁸⁾、眼球運動⁽³⁴⁹⁾、人体の振動伝達特性⁽³⁵⁰⁾などの人間特性の測定、視覚疲労評価⁽³⁵¹⁾、漕艇(そうてい)動作⁽³⁵²⁾、舞踊運動⁽³⁵³⁾、大車輪運動⁽³⁵⁴⁾、蹴上がり運動⁽³⁵⁵⁾、手の把握動作⁽³⁵⁶⁾⁽³⁵⁷⁾、運動中の頭部衝突⁽³⁵⁸⁾などの運動・動作モデリング、歩行障害シミュレーション⁽³⁵⁹⁾、歩行訓練システムの開発⁽³⁶⁰⁾、床反力測定⁽³⁶¹⁾、アルペンスキー⁽³⁶²⁾、野球の投球とフットボール・パス⁽³⁶³⁾、ランニングにおける衝撃⁽³⁶⁴⁾、垂直飛び⁽³⁶⁵⁾、スケート・ジャンプ⁽³⁶⁶⁾、リュージュ競技⁽³⁶⁷⁾などスポーツ・運動の計測・解析、ヤリの飛行挙動⁽³⁶⁸⁾、シューズの緩衝⁽³⁶⁹⁾、スキー板⁽³⁷⁰⁾やテニスラケット⁽³⁷¹⁾などのスポーツ用具解析、介護用ロボットアームの開発⁽³⁷²⁾、感情を持つ音声の合成⁽³⁷³⁾、ドライバと車両の相互関係に着目した駆動系制御⁽³⁷⁴⁾、人間の運動の予測とロボットの回避行動計画⁽³⁷⁵⁾、ファジィコントローラの生体運動モデルへの適用⁽³⁷⁶⁾などである。これ以外に、1996年10月に開催されたジョイントシンポジウム(スポーツ工学シンポジウム1996、シンポジウム:ヒューマン・ダイナミクス1996)での講演論文集に多くの関連する研究が掲載されている。

[川副 嘉彦 埼玉工業大学]

14. パターン形成現象

回転機械の中には、ロールの外周部と他の接触系とがある線圧の下で接触を保持しながらロールが回転する接触回転系が数多く見受けられる。そのような接触回転系の運転中に、製品や機械構成要素に規則正しいパターンが形成され、それが成長する過程を経て大きな振動を引き起こし、機械の継続的な運転が不可能となる場合がある。この現象をパターン形成現象と呼ぶことにする。

曲線部鉄道レールの波状摩耗の発生メカニズム解明のための研究^{(377)~(379)}、車輪とレールの粗さ測定⁽³⁸⁰⁾やコルゲーションと騒音に関する研究^{(381)~(383)}など波状摩耗に関する研究は多い。粉体が介入したときのロール転動式ミルの振動^{(384)~(385)}、冷間圧延のストリップに形成されるチャタマーク⁽³⁸⁶⁾も興味深い。

一方、粘弾性体のパターン形成現象として、ゴム巻きロールのゴム部の多角形化現象の実験と解析による解明⁽³⁸⁷⁾とその対策⁽³⁸⁸⁾、粘弾性円板の接触振動⁽³⁸⁹⁾、粘弾性体の振動特性の研究⁽³⁹⁰⁾および繊維機械のワインダ系のポピンホルダに巻かれた、糸玉の多角形化現象の実験と解析^{(391)~(392)}がある。また、自動車タイヤの多角形摩耗現象⁽³⁹³⁾は接触振動時の摩耗によるパターン形成現象である。接触振動問題の基礎的研究としてコンタクトスライダの跳躍振動^{(394)~(395)}や転がり接触荷重下でのピッチング発生機構⁽³⁹⁶⁾もパターン形成現象に関連する研究である。

工作機械における切削、研削過程での再生びり振動はこのパターン形成現象の最も古い研究対象であろう。切削加工^{(397)~(399)}、およびエンドミル加工⁽⁴⁰⁰⁾におけるびり振動発生に関する研究も鋭意続けられている。

[末岡 淳男 九州大学]

文 献

[1. 振動基礎]

- (1) 近藤ら, 機論, 62-596, 1277. (2) 井上ら, 同上, 62-604, 4558. (3) Peng, J. S. ら, *Comput. Struct.*, 59-1, 167. (4) Chiou, J. S. ら, *ASME, VA*, 118-1, 83. (5) Xie, Y. M., *J. Sound Vib.*, 192-1, 321. (6) Kuran, B. ら, *ibid.*, 189-3, 315. (7) Senjanovic, I. ら, *ibid.*, 191-2, 295. (8) Yu, P. ら, *ibid.*, 192-2, 413. (9) Chen, S. H. ら, *ibid.*, 192-2, 453. (10) Kang, K. J. ら, *Comput. Struct.*, 60-1, 49. (11) Bert, C. W. ら, *Int. J. Mech. Sci.*, 38-6, 589. (12) Mizusawa, T. ら, *Int. J. Solids Struct.*, 33-7, 967. (13) Sakata, T. ら, *J. Sound Vib.*, 189-1, 89. (14) 太田ら, 機論, 62-594, 444. (15) 細川ら, 同上, 62-601, 3381. (16) 関根ら, 同上, 62-602, 3908. (17) 鹿内ら, 同上, 62-603, 4126. (18) 胡ら, 同上, 62-599, 2549. (19) 井川ら, 同上, 62-600, 2998. (20) 井川ら, 同上, 62-600, 3005.

- (21) 鈴木ら, 同上, 62-600, 2990. (22) 松本ら, 同上, 62-596, 1341. (23) 後藤ら, 同上, 62-597, 1797. (24) 田村ら, 同上, 62-593, 1. (25) 田村ら, 同上, 62-596, 1247. (26) 村上ら, 同上, 62-598, 2102. (27) Aubrecht, J. ら, *ASME, VA*, 118-4, 533. (28) 山田ら, 機論, 62-600, 2976. (29) Iyengar, R. N. ら, *ASCE, EM*, 122-3, 197. (30) Bellizzi, S. ら, *Prob. Eng. Mech.*, 11-1, 51.

- (31) Koelyueoglu, H. U. ら, *J. Sound Vib.*, 190-5, 821. (32) Chen, R. R. ら, *ibid.*, 195-5, 719.

[2. 耐震・制振・免震]

- (33) 高橋ら, 機論, 62-598, C, 2119. (34) 渡邊ら, 同上, 62-595, C, 873. (35) 浪田ら, 同上, 62-594, C, 494. (36) 大亦ら, 同上, 62-598, C, 2153. (37) 井上ら, 同上, 62-596, C, 1295. (38) 堀内ら, 同上, 62-599, C, 2563. (39) 中野ら, 同上, 62-593, C, 33. (40) 章ら, 同上, 62-594, C, 562.

- (41) 前森ら, 同上, 62-597, C, 1726. (42) 河内ら, 同上, 62-599, C, 2606. (43) 藤田ら, 同上, 62-594, C, 516. (44) 安田ら, 同上, 62-595, C, 823. (45) 福井ら, 同上, 62-595, C, 845. (46) 藤田ら, 同上, 62-597, C, 1719. (47) 鎌田ら, 同上, 62-599, C, 2577. (48) 富波ら, 同上, 62-599, C, 2591. (49) 羽生田ら, 同上, 62-600, C, 3074. (50) 長瀬ら, 同上, 62-593, C, 41. (51) 鈴木, 同上, 62-597, C, 1712. (52) 松野ら, 同上, 62-599, C, 2585. (53) 神谷ら, 同上, 62-601, C, 3400. (54) 大嶋ら, 同上, 62-604, C, 4499. (55) 山口ら, 同上, 62-595, C, 837. (56) 山口ら, 同上, 62-596, C, 1335. (57) 田川ら, 同上, 62-597, C, 1669. (58) 渡邊ら, 同上, 62-599, C, 2571. (59) 古屋ら, 同上, 62-594, C, 488. (60) 西原ら, 同上, 62-595, C, 829.

[3. 音響・振動]

- (61) 騒音制御, 20-6. (62) 範ら, 機論, 62-597, C, 1805. (63) Tanaka, N. ら, *ASME, VA*, 118-4, 630. (64) 長屋ら, 機論, No. 96-5, A141. (65) 森下ら, 同上, No. 96-5, A145. (66) Snyder, S. D. ら, *ASME, VA*, 118-1, 112. (67) 機論, No. 96-15, Vol. 3. (68) Lee, C. -W. ら, *Proc. of IMechE*, 361. (69) Strackeljan, J. ら, *ibid.*, 507. (70) 中川ら, 機論, No. 96-5, A185.

- (71) 吉田ら, 同上, No. 96-5, A193. (72) Banks, H. T. ら, *J. Sound Vib.*, 191-5, 859. (73) 島崎ら, 機論, 62-595, C, 949. (74) 相田ら, 同上, 62-603, C, 4250. (75) 斉藤ら, 機論, No. 96-5, A207. (76) 羽田野ら, 同上, No. 96-5, A211. (77) 中村ら, 機論, 62-604, C, 4537. (78) 中村ら, 同上, 62-601, C, 3428. (79) 太田ら, 同上, 62-604, C, 4651.

[4. モード解析]

- (80) 長松編, 音・振動のモード解析と制御, コロナ社. (81) Deng, L. ら, 機論, No. 96-45, 122. (82) Yang, M. ら, *Proc. 14th Int. Modal Analysis Conf.*, 776. (83) 岩原ら, 機論, 62-602, C, 3971. (84) Ichikawa, I. ら, *Third Joint Meeting of Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan*. (85) 岩壺ら, 機論, No. 96-5, A363. (86) Ganguli, R. ら, *AIAA-96-1625-CP*, 1246. (87) Jauregui, D. V. ら, *Proc. 14th Int. Modal Analysis. Conf.*, 1423. (88) Huang, T. J. ら, *ibid.*, 126. (89) Papadopoulos, L. ら, *AIAA-96-1625-CP*, 2626. (90) Brown, G. W. ら, *AIAA-96-1396-CP*, 704.

- (91) Prime, M. B. ら, *Proc. 14th Int. Modal Analysis. Conf.* 1437.

[5. ロータダイナミクス]

- (92) 岩田ら, 機論, 62-598, C, 2110. (93) 肥爪ら, 同上, 62-602, C, 3893. (94) Wagner, L. F. ら, *ASME, GP*, 118-1, 130. (95) 富岡ら, 機論, 62-597, C, 1655. (96) Eser, D. ら, *Int. J. Eng. Sci.*, 33-15, 2309. (97) 石井ら, 機論, 62-600, C, 3222. (98) Vance, J. M. ら, *ASME, GP*, 118-4, 843. (99) Childs, D. W. ら, *ibid.*, GP, 118-2, 389. (100) Venkataraman, B. ら, *ibid.*, T, 118-3, 509.

- (101) Baheti, S. K. ら, *Tribology Trans.*, 39-2, 398. (102)

- 小林, 機論, 62-600, C, 3013. (103) 小林, 同上, 62-600, C, 3021. (104) Arauz, G. L. ら, *ASME*, T, 118-4, 900. (105) Zhang, J. X. ら, *ibid.*, T, 118-3, 608. (106) 鈴木, 機論, 62-594, C, 438. (107) 久永ら, 同上, 62-602, C, 3922. (108) 狩野ら, 同上, 62-604, C, 4580. (109) 久谷, 同上, 62-597, C, 1706. (110) Lang, O. ら, *ASME*, GP, 118-4, 825.
- (111) Smith, R. D. ら, *ibid.*, GP, 118-4, 836. (112) 福山ら, 機論, 62-593, C, 270. (113) 岡野ら, 同上, 62-597, C, 1834. (114) Ishii, T. ら, *ASME*, VA, 118-2, 154. (115) 水野ら, 機論, 62-594, C, 510. (116) 渡辺ら, 同上, 62-600, C, 3061. (117) de Jongh, F. M. ら, *ASME*, GP, 118-4, 816. (118) Chen, W. J., *ibid.*, GP, 118-1, 115. (119) Chan, D. S. H., *ibid.*, GP, 118-1, 122. (120) 小野ら, 機論, 62-598, C, 2389.
- (121) 渡辺ら, 同上, 62-599, C, 2520. (122) 渡辺ら, 同上, 62-604, C, 4438. (123) Sheu, P. P. ら, *ASME*, VA, 118-1, 89. (124) Flowers, G. T. ら, *ibid.*, VA, 118-2, 204. (125) 中村ら, 機論, 62-597, C, 1662. (126) Ran, L. ら, *ASME*, VA, 118-2, 242. (127) Roemer, M. J. ら, *ibid.*, GP, 118-4, 830. (128) Joh, C. Y. ら, *ibid.*, VA, 118-1, 65. (129) Wagner, L. F. ら, *ibid.*, GP, 118-1, 137. (130) *Proc. 6th Int. Conf. on Vibrations in Rotating Machinery.*
- (131) *Proc. 3rd Int. Conf. on Motion and Vibration Control.*
- [6. 計測]
- (132) 新井ら, 計自論, 32-8, 1152. (133) 伊与木ら, 機論, 62-602, C, 3879. (134) 田中ら, 同上, 62-598, C, 2257. (135) Yen, J.-Y. ら, *ASME*, DSMC, 118, 476. (136) 天野ら, 計自論, 32-5, 788. (137) 佐久間ら, 同上, 32-5, 611. (138) 皿井ら, 機論, 62-593, A, 293. (139) 河村ら, 計自論, 32-4, 607. (140) 斎藤ら, 同上, 32-8, 1160.
- (141) 相田ら, 機論, 62-603, C, 4250. (142) 永田ら, 計自論, 32-8, 1307. (143) 雀ら, 同上, 32-4, 445. (144) 池田ら, 機論, 62-601, C, 3406. (145) 鎌田ら, 同上, 62-594, C, 451. (146) 田中ら, 同上, 62-596, C, 1418. (147) 中野ら, 同上, 62-598, C, 2237. (148) 金山ら, 計自論, 32-9, 1321. (149) 水野ら, 同上, 32-8, 1145. (150) 栗田ら, 機論, 62-596, A, 1104.
- (151) 佐々木ら, 同上, 62-604, A, 2741. (152) 田中ら, 同上, 62-604, A, 2734. (153) 石塚ら, 同上, 62-604, A, 2750. (154) 坂井田ら, 同上, 62-600, A, 1924. (155) 松岡ら, 同上, 62-598, A, 1432. (156) 大澤ら, 同上, 62-598, A, 1438. (157) 堀越ら, 計自論, 32-6, 811. (158) 北山ら, 同上, 32-7, 1051. (159) 遠藤ら, 機論, 62-596, A, 1111.
- [7. モデリング・最適化]
- (160) 曹ら, 機論, 62-595, C, 894.
- (161) 清水ら, 同上, 62-604, C, 4447. (162) 余ら, 同上, 62-598, C, 2207. (163) 小泉ら, 同上, 62-596, C, 1347. (164) 坂田ら, 同上, 62-595, C, 900. (165) 西原ら, 同上, 62-595, C, 829. (166) 梶原ら, 同上, 62-597, C, 1731. (167) 登坂ら, 同上, 62-599, C, 2680. (168) 市川ら, 同上, 62-601, C, 3413. (169) 西垣ら, 同上, 62-603, C, 4230. (170) 前森ら, 同上, 62-597, C, 1726.
- (171) 古屋ら, 同上, 62-594, C, 488. (172) 高橋ら, 同上, 62-598, C, 2119. (173) 成田ら, 同上, 62-595, C, 817. (174) 郷ら, 同上, 62-597, C, 1765.
- [8. マルチボディ・システム]
- (175) 背戸, 機誌, 99-931, 460. (176) 長田, 機論, No. 96-5 I, B, 447. (177) 遠山ら, 同上, No. 96-5, I, B, 441. (178) 遠山ら, 同上, No. 96-5 I, B, 443. (179) 須田ら, 同上, No. 96-5 I, B, 433. (180) 角田ら, 同上, No. 96-1, (I), 381.
- [9. 運動と振動の制御]
- (181) Nonami, K., *Proc. of 3rd MOVIC*, Vol.1, K1. (182) Spencer, Jr., B. F., *Proc. of 3rd MOVIC*, Vol.2, K1. (183) 計自論, 32-7. (184) 松井, 電学論, 116-4, D, 441. (185) 森本ら, 同上, 116-6, D, 678. (186) Palkovics, L. ら, *ASME*, DS, 118, 489. (187) Alter, D. M. ら, *ibid.*, DS, 118, 649. (188) 横田ら, 機論, 62-593, C, 161. (189) 石川ら, 同上, 62-597, C, 1848. (190) 本家ら, 同上, 62-602, C, 4012.
- (191) 金子ら, 同上, 62-602, C, 3871. (192) 江村ら, 同上, 62-593, C, 141. (193) 佐藤ら, 同上, 62-597, C, 1912. (194) 富田ら, 同上, 62-597, C, 1840. (195) 黒澤ら, 第8回電磁力関連のダイナミクスシンポジウム講演, 15. (196) 新野ら, 同上, 453. (197) Lee, K.-M. ら, *ASME*, DS, 118, 29. (198) Bittanti, S. ら, *ibid.*, DS, 118, 482. (199) Fortuna, L. ら, *IEEE, Trans. on Control Systems Technology*, 4-1, 18. (200) 谷藤ら, 機論, 62-602, C, 3944.
- (201) 下郷ら, 同上, 62-600, C, 3132. (202) Achkire, Y. ら, *Proc. of 3rd MOVIC*, Vol.3, 75. (203) 松野ら, 機論, 62-599, C, 2585. (204) 西村ら, 同上, 62-599, C, 2692. (205) 辻内ら, 同上, 62-595, C, 868. (206) 押野谷ら, 同上, 62-600, C, 3067. (207) 土岐ら, 同上, 62-604, C, 4507. (208) 小林ら, 同上, 62-594, C, 482. (209) 兼重ら, 同上, 62-596, C, 1321. (210) 安田ら, 同上, 62-595, C, 823.
- (211) 福井ら, 同上, 62-595, C, 845. (212) 狼ら, 同上, 62-600, C, 3082. (213) 田中ら, 同上, 62-600, C, 3099. (214) 水野ら, 同上, 62-594, C, 510. (215) 原田ら, 同上, 62-604, C, 4513. (216) 中野ら, 同上, 62-593, C, 33. (217) 章ら, 同上, 62-594, C, 562. (218) Carlson, J. D., *Proc. of 3rd MOVIC*, 3, 35. (219) 藤田ら, 機論, 62-593, C, 55. (220) 大赤, 第8回電磁力関連のダイナミクスシンポジウム講演, 69.
- [10. 制御理論・応用]
- (221) *Proc. 35th IEEE Conf. on Decision and Control.*
- (222) Lu, W. M. ら, *IEEE Trans. Autom. Control*, 41-1, 50. (223) Yamamoto, Y. ら, *ibid.*, 41-2, 166. (224) Khalil, H. K., *ibid.*, 41-2, 177. (225) Khammash, M. H., *ibid.*, 41-2, 189. (226) Battilotti, S., *ibid.*, 41-3, 315. (227) Chilali, M. ら, *ibid.*, 41-3, 358. (228) Saber, A. ら, *ibid.*, 41-3, 368. (229) Ball, J. A. ら, *ibid.*, 41-3, 379. (230) Li, X. R. ら, *ibid.*, 41-4, 478.
- (231) Lin, W. ら, *ibid.*, 41-4, 494. (232) Shamma, J. S. ら, *ibid.*, 41-4, 533. (233) Paice, A. D. B. ら, *ibid.*, 41-5, 634. (234) Wimmer, H. K., *ibid.*, 41-5, 660. (235) Teel, A. R., *ibid.*, 41-5, 702. (236) Krstic, M., *ibid.*, 41-6, 817. (237) Rosenthal, J., *ibid.*, 41-6, 830. (238) Devasia, S. ら, *ibid.*, 41-7, 930. (239) Theodor, Y. ら, *ibid.*, 41-7, 1019. (240) Teel, A. R., *ibid.*, 41-9, 1256.
- (241) Kolmanovsky, I. ら, *ibid.*, 41-9, 1271. (242) Pan, Z. ら, *ibid.*, 41-9, 1295. (243) Mahmoud, N. A. ら, *ibid.*, 41-10, 1402. (244) Bartolini, G. ら, *ibid.*, 41-11, 1662. (245) Chen, J. ら, *ibid.*, 41-12, 1822. (246) Tsakalis, K. S., *Automatica*, 32-4, 549. (247) Chien, C. J. ら, *ibid.*, 32-6, 833. (248) Grigoriadis, K. M. ら, *ibid.*, 32-8, 1117. (249) Sira-Ramirez, H., *Int. J. Control*, 64-4, 745. (250) Farahi, M. H. ら, *ibid.*, 65-1, 1.
- (251) Cheng, C. C. ら, *ibid.*, 65-3, 537. (252) Liu, P. ら, *ibid.*, 65-4, 667. (253) Xu, J.-X. ら, *ibid.*, 65-3, 409. (254) Amann, N. ら, *ibid.*, 65-2, 277. (255) Katayama, H. ら, *ibid.*, 63-6, 1167. (256) ミニ特集, 計測と制御, 35-6. (257) 渡辺ら, 計自論, 32-1, 16. (258) 宮里, 同上, 32-1, 26. (259) 津村ら, 同上, 32-2, 163. (260) 劉ら, 同上, 32-3, 320.
- (261) 野中ら, 同上, 32-5, 663. (262) 佐伯ら, 同上, 32-12, 1596. (263) 池田ら, 同上, 32-10, 1399. (264) 杉江ら, 同上, 32-10, 1432. (265) 高井ら, シ制情論, 9-7, 305. (266) 上里ら, 同上, 9-7, 313. (267) Nonami, K. ら (Edited), *Proc. of 3rd MOVIC*. (268) 特集号, 計自論, 32-7. (269) 特集号, システム制御情報, 40-11.
- [11. 電磁力関連のダイナミクス]
- (270) 第8回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム講演論.
- (271) *Proc. of 5th Int. Symp. on Magnetic Bearings.*

- (272) 伊藤ら, 機論, 62-594, C, 474. (273) 藤田ら, 同上, 62-594, C, 1510. (274) 和多田ら, AEM学会誌, 4-4, 25. (275) 坂本ら, 機論, 62-603, C, 4153. (276) 中代ら, 同上, 62-593, C, 16. (277) 網島ら, 同上, 62-594, C, 530. (278) 高橋ら, AEM学会誌, 4-1, 15. (279) 押野谷ら, 機論, 62-600, C, 3087. (280) 山田ら, AEM学会誌, 4-1, 40.
- (281) 久永ら, 機論, 62-602, C, 3922. (282) 鈴木, 同上, 62-594, C, 438. (283) Ishii, T. ら, ASME, VA, 118, 154. (284) 久谷, 機論, 62-596, C, 1412. (285) 久谷, 同上, 62-597, C, 1706. (286) 野波ら, 同上, 62-600, C, 3159. (287) 野波ら, 同上, 62-604, C, 4580. (288) Lee, C. W. ら, ASME, DS, 118, 586. (289) Soon, C. S. ら, 同上, DS, 118, 721. (290) 今井ら, 機論, 62-595, C, 928.
- (291) Sung, C. K. ら, ASME, VA, 118, 48. (292) 西原ら, 機論, 62-598, C, 2244. (293) 長屋ら, 同上, 62-599, C, 2721. (294) 木下ら, 同上, 62-599, C, 2714. (295) 郭ら, AEM学会誌, 4-1, 21. (296) Snyder, S. D. ら, ASME, VA, 118, 112. (297) Sunら, 同上, VA, 118, 676. (298) 鎌田ら, 機論, 62-599, C, 2577. (299) 田川ら, 同上, 62-597, C, 1669. (300) 江ら, 同上, 62-595, C, 920.
- (301) 江ら, 同上, 62-597, C, 1773. (302) 中野ら, 同上, 62-598, C, 2237. (303) 楊ら, 同上, 62-602, C, 3938. (304) 安野ら, AEM学会誌, 4-1, 27. (305) 飯田ら, 同上, 4-3, 15. (306) 吉田ら, 機論, 62-599, C, 2633. (307) 長屋ら, 同上, 62-593, C, 9. (308) 金沢ら, 機論, 62-595, C, 961. (309) 岡野, 同上, 62-597, C, 1834. (310) 藤岡ら, 同上, 62-593, C, 149.
- (311) 前森, 機論, 62-597, C, 1726. (312) 河内ら, 同上, 62-599, C, 2606. (313) 前森ら, 同上, 62-603, C, 4224. (314) 中野ら, 同上, 62-593, C, 33. (315) 章ら, 同上, 62-594, C, 562. (316) 谷ら, AEM学会誌, 4-3, 29. (317) 藤田ら, 機論, 62-593, C, 55.
- [12. インテリジェント材料]
- (318) Walder, L., *Physics World*, (1997-1), 23. (319) 越崎, *パウダグリー*, 12-5, 2. (320) Snowdenら, M. J., *Chem Ind (Lond)*, 14, 531.
- (321) 江草, *パウダグリー*, 12-8, 7. (322) Kimuraら, *Polymer*, 37-14, 2981. (323) 中野ら, *月刊新素材*, 7-9, 21. (324) 谷, *機能材料*, 16-4, 17. (325) Furuya, Y., *J. Intelligent Mater. Syst. Struct.*, 7-3, 321. (326) 鈴木, *材料技術*, 14-4, 99. (327) 剣持, 同上, 14-4, 104. (328) 岡野, 原子・分子の協調作用を用いたインテリジェント材料創製のための基盤技術開発(第1期)成果報告書平成4-6年度, 312. (329) Dorski, C. M. ら, *Polymer Prepr.*, 37-1, 475. (330) Dagani, R., *Chem. Eng. News*, 74-23, 30.
- (331) Zhou, B. ら, *Cailiao Yanjiu Xuebao*, 10-1, 101. (332) 江川, *機誌*, 99-929, 239. (333) 竹本, *高分子加工*, 45-7, 290. (334) 川村, *パウダグリー*, 12-4, 5. (335) 杉本ら, *静電気学会誌*, 20-1, 20. (336) 神山, *トライボロジスト*, 41-6, 442. (337) 森下, 第8回電磁気力関連のダイナミクスシンポジウム講演論文集, 345. (338) 藤田ら, *粉体および粉末冶金*, 43-6, 761. (339) 福田ら, *機講論* No. II, 474. (340) (科学技術庁研究開発局S), 原子・分子の協調作用を用いたインテリジェント材料創製のための基盤技術開発(第1期)成果報告書, 平成4-6年度.
- (341) 日本機械学会主催, 第8回電磁気力関連のダイナミクスシンポジウム講演論文集. (342) 神山代表, 平成7~8年度科学研究所費補助金(基盤研究(B)(1))研究成果報告書, 07305008, (1997). (343) Muecklich, F. ら, *Z. Metallkd.*, 87-5, 357. (344) Noaker, P. M., *Manuf. Eng.*, 116-2, 45.
- [13. ヒューマンダイナミクス]
- (345) 小林ら, 機論, 62-594, C, 644. (346) 長谷川ら, 同上, 62-596, C, 1426. (347) 大滝ら, 同上, 62-601, C, 3522. (348) 里見ら, 同上, 62-604, C, 4610. (349) 福田ら, *人間工学*, 32-4, 197. (350) 劉ら, 同上, 32-1, 29.
- (351) 顧ら, 同上, 32-2, 87. (352) 長谷ら, 機論, 62-604, C, 4616. (353) 中里ら, *人間工学*, 32-4, 189. (354) 小野ら, 機論, 62-599, C, 2640. (355) 鈴木ら, 同上, 62-602, C, 3979. (356) 高野ら, 同上, 62-603, C, 4257. (357) 中沢ら, *人間工学*, 32-5, 223. (358) 大庭ら, *スポーツ産業学研究*, 6-2, 1. (359) 渡壁ら, 機論, 62-597, C, 1920. (360) 谷ら, 同上, 62-597, C, 1928.
- (361) 池内ら, 同上, 62-602, C, 3991. (362) Nachbauer, W. ら, *J. Appl. Biomech.*, 12-1, 104. (363) Fleisig, G. S. ら, *ibid.*, 12-2, 207. (364) Yingling, V. R. ら, *ibid.*, 12-3, 292. (365) Vint, P. F. ら, *ibid.*, 12-3, 338. (366) Wayne, J. A. ら, *ibid.*, 12-1, 72. (367) 芳賀ら, *スポーツ産業学研究*, 6-2, 9. (368) 前田, *Jpn. J. SPORTS SCIENCES*, 15-3, 207. (369) Hennig, E. M. ら, *J. Appl. Biomech.*, 12-2, 143. (370) 坂田ら, 機論, 62-595, C, 900.
- (371) 神田ら, 同上, 62-598, C, 2164. (372) 佐藤ら, 同上, 62-597, C, 1912. (373) 木村ら, *人間工学*, 32-6, 319. (374) 高橋ら, 機論, 62-598, C, 2178. (375) 田所ら, 同上, 62-598, C, 2329. (376) 福田ら, 同上, 62-601, C, 3565.
- [14. パターン形成現象]
- (377) 須田ら, *生産研究*, 47-12, 625. (378) 松本ら, 機論, 62-597, C, 1697. (379) 須田ら, 同上, 62-602, C, 3951. (380) Dings, P. C. ら, *J. Sound Vib.*, 193-1, 103.
- (381) Grassie, S. L., *Wear*, 191, 149. (382) Hempelmann, K. ら, *Wear*, 191, 161. (383) Kalker, J. J. ら, *ibid.*, 191, 184. (384) 藤田ら, 機論, 61-585, C (1995), 2057. (385) 藤田ら, 同上, 62-597, C, 1969. (386) 井上, *鉄と鋼*, 81-8, 26. (387) 山口ら, 機論, 61-584, C (1995), 1456. (388) 末岡ら, 同上, 61-591, C (1995), 4160. (389) 後藤ら, 同上, 61-581, A (1995), 114. (390) 清水, 同上, 61-583, C (1995), 166.
- (391) 清水ら, 同上, 62-604, C, 4447. (392) Ryu, T. ら, *Proc. Asia-Pacific Vib. Conf.* '95, Vol. I, (1995), 325. (393) 末岡ら, 機論, 62-600, C, 3145. (394) 小野ら, 同上, 62-601, C, 3387. (395) 小野ら, 同上, 62-604, C, 4676. (396) 村上ら, 同上, 62-594, C, 683. (397) 近藤ら, 同上, 61-584, C (1995), 1279. (398) 近藤ら, 同上, 61-585, C (1995), 1849. (399) 土井ら, 同上, 62-600, C, 3308. (400) 田中ら, *精密工学会誌*, 62-8, 1136.

機械力学・計測制御分野のトレンド, トピックスは, 日本機械学会誌第100巻第945号(1997年8月号)に紹介されています。併せてご覧ください。