

**1・5 セル生産の進展** セル生産方式は従来の流れ生産、分業形の生産と異なり、一人の作業者が多工程にわたり作業を進め、一つの製品を一人または一つのグループにより作り上げることをめざす自己完結形の生産方式である。いくつもの事例が報告され、今後さらに広まるものと考えられる<sup>(13)</sup>。また、自己完結形にすることにより、達成感を作業者に与えることができ、人間中心の生産にも適合し、生産性の向上も期待できることが証明されつつあるといえる<sup>(14)(15)</sup>。

**1・6 その他** パーソナルコンピュータ NC は情報ネットワークの整備に伴うオープン化への指向とともに、しだいに実用段階に進みつつある<sup>(16)</sup>。この動きは工作機械の知能化、高速化等とともに、高度に情報化された生産システムを構築する上において重要な要素技術となる。

また、環境に対する関心の高まりとともに、製品のリサイクル性の向上など製品の開発から廃棄までのライフサイクルを見通した製品設計、生産方式の検討が進められている。さらに、ISO 14000 の発行を見越して、第三者環境監査に対する対応も活発化しつつある<sup>(17)</sup>。

〔藤井 進 神戸大学〕

## 2. 設計・生産準備

迅速な製品開発の要望のもとで、設計および生産準備の重要性がますます増大している。そのため従来の各工程や要素技術の高精度化・高速処理化だけでなく、新たな問題設定や解法が形状モデリング、設計支援、加工支援、組立支援、測定・検査支援などの各領域で追究されている。

**2・1 形状モデリング** CAD による形状設計が一般的となってきたが、二次元図面情報から三次元形状モデルを生成できれば、従来の工業的資産を活用でき実用分野での広範な技術継承が可能となる。この分野の問題概説と研究動向については、検図・図面理解も含めた研究展望<sup>(18)</sup>がまとめられており、三面図からのソリッドモデル生成で非多様体形状モデルと ATMS を用いる研究<sup>(19)</sup>などが示されている。また形状内部の電荷モデルの状態によって表面形状を操作する濃度空間モデルの研究<sup>(20)</sup>や Octree の拡張に関する研究<sup>(21)</sup>も報告された。さらにトポロジーを基礎にした形状モデルの完全性の研究<sup>(22)</sup>やトポロジーを持たない三次元距離尺度モデル研究<sup>(23)</sup>なども報告されている。また 1995 年度の ACM Solid Modeling '95 の報告書<sup>(24)</sup>が海外の研究動向を手際よく概説している。

**2・2 設計支援に関する研究** ここ数年の研究動

向を反映して、仮想現実感を用いた設計支援環境の研究<sup>(25)(26)</sup>が多く報告された。またバーチャルリアリティとコンカレントエンジニアリングの観点からの解説<sup>(27)</sup>や設計・生産情報の同時処理に基づく最適製品設計の研究<sup>(28)</sup>が報告されている。コンカレントエンジニアリングにおけるオブジェクト間の通信の研究<sup>(29)</sup>も報告された。近年、広範な分野で研究されている人工生命については、システム論の概説<sup>(30)</sup>や遺伝的アルゴリズム<sup>(31)</sup>を用いた設計解の創出の研究<sup>(32)</sup>などが報告された。金型の抜き方向の自動決定の研究<sup>(33)</sup>なども報告されている。

**2・3 加工支援に関する研究** 高精度加工実現のため、すくい面形状による切削特性の解析的予測<sup>(34)</sup>や切削力予測モデルによるフライス加工状態の認識の研究<sup>(35)</sup>などが報告されている。また切削状態予測のための切削加工シミュレーションの研究<sup>(36)</sup>や加工精度予測可能な CAD/CAM システムの研究<sup>(37)</sup>なども報告された。工具経路生成については、倣い動作をシミュレーションした CAM システムの研究<sup>(38)</sup>、遺伝的アルゴリズムを用いて最短工具経路を求める研究<sup>(39)</sup>、さらにエンドミルの側面切れ刃を利用した 5 軸工作機械用 CAM システムの研究<sup>(40)</sup>などが報告されている。工作機械自体の高精度化も継続的に行われているが、新しい手法を用いたものとしては、遺伝的アルゴリズムと人工ニューラルネットワークを用いた高精度マシニングセンタの研究<sup>(41)</sup>、ニューラルネットワークを用いた送り駆動系の自律制御の研究<sup>(42)</sup>などが挙げられる。超精密切削加工としては、ダイヤモンド工具を用いて旋盤形工作機械によるフライス加工を行った研究<sup>(43)</sup>が報告されている。また光造形法を用いた微小構造体の製法研究<sup>(44)</sup>も報告されており、マイクロマシニングの関係から注目される。放電加工においても極性反転パルスによる加工性能向上の研究<sup>(45)</sup>など新しい成果が報告されている。

**2・4 組立支援に関する研究** 機械部品の組立手順生成問題については、組立接続関係の生成が大きな課題となる。これについては機能素・関係などの考えを導入した組立構造表現の研究<sup>(46)</sup>が報告されている。また組立時の部品挙動を知る上で、幾何モデルによる落下現象判定の研究<sup>(47)</sup>も報告されている。なお、組立・分解のレベルではないが、製品のライフサイクルに立脚した解体性評価についての解説<sup>(48)</sup>が報告されており、地球環境問題からリサイクル性に基礎をおいた持続可能生産システムへの転換が推奨されている点は重要である。

**2・5 測定・検査支援に関する研究** 真円度測定法

に関する研究<sup>(49)</sup>やレーザ光基準による真直度測定法の研究<sup>(50)</sup>など測定法に関する研究が着実に進められている。また生産設備の保全管理に係り、切削トルクのインプロセス計測の研究<sup>(51)</sup>、離散ウェーブレット変換に基づく工具欠損検出や軸受はく離予知<sup>(52)</sup>、さらには統計的手法を用いた工具交換方式の研究<sup>(53)</sup>などが報告されている。工作機械については DBB 法の改良による工作機械運動精度の高精度測定の研究<sup>(54)</sup>や NC 工作機械駆動系チューニングに関する研究<sup>(55)</sup>などが報告された。工作機械主軸軸受のコンタクトパターンの超音波インプロセス計測の研究<sup>(56)</sup>やニューラルネットワークによる工作機械の熱変形予測の研究<sup>(57)</sup>も報告されており、依然として高精度加工に向けた研究が広範な分野で活発に行われていることがうかがわれる。

〔水垣 善夫 九州工業大学〕

### 3. 生産管理

製造業は、拡大を基にした高度自動化システムから、保有設備を最大限活用しつつ市場変化に柔軟に適應できるシステムへと脱皮を図りつつある。さらに、製造コスト低減、生産のグローバル化、ビジネススピードのアップ、環境適合化など多くの課題への対応も迫られている。このような状況の中、個別領域での生産効率化の取り組みに加えて、生産管理を活用して企業あるいは工場全体を最適化しようとする動きが定着してきている。

**3・1 生産システムに関する動向** 1980 年代後半から 1990 年にかけて多くの企業が CIM の構築を行ってきたが、長引く不況の中でシステムのむだが増大化し始めた。そこで、新しい視点として IDEF などのモデル化手法やデータ中心アプローチを用い、間接業務を含めた業務分析を行った上での CIM 再構築が進められている。さらに、「連続した調達とライフサイクル支援」と訳される CALS は、情報インフラをベースとして業務革新への強力なツールとして期待されている。アメリカで提唱された CALS は日本国内においても CALS 推進協議会が発足し、実証システムでのトライアルが実施されている<sup>(58)</sup>。生産領域における CALS は、受注から生産、物流に至るまでの情報のリードタイムを短縮し、生産現場の改善活動を支援するための統合化データベースの構築がキーとなっている。そのため、さまざまなデータをメタデータを基に仮想的に一元管理できる PDM (製品データマネジメント) システムなどの構築が望まれている<sup>(59)</sup>。

**3・2 スケジューリングに関する動向** 生産管理

のスケジューリングにおいては、生産実績情報 (POP) やシミュレータとの統合化や、知能化の動きがめざましい。研究も広範囲にわたっており、生産設備を有効に利用するため、停滞を最小化する取り組みや<sup>(60)</sup>、システムの持つさまざまな不確定要因によって変更を余儀なくされることに着目し、シミュレーティッドアニメーリング法により機械へ製品を順次割り当てるシステム<sup>(61)</sup>などが提案されている。知識指向形のスケジューリングでは、従来からのエキスパートシステムの適用に加えて、ニューラルネットワークを用いた多品種少量生産でのジョブショップスケジューリング<sup>(62)</sup>や遺伝的アルゴリズムとヒューリスティックを組み合わせ適用した計画立案システムの開発について報告されている<sup>(63)</sup>。また、生産システムの自律分散化に対応して、データを分散保有し自律的にスケジュールするシステムの取り組みも行われている<sup>(64)</sup>。

**3・3 シミュレーションに関する動向** 近年の離散系シミュレーションの普及は目覚ましいものがある。市販されているソフトウェアも機能向上、低価格化が進み、適用領域が拡大している。従来のシミュレーションソフトウェアはユーザにとってプログラミングが必要であったが、GUI や簡易化ツールによりモデルやルールの記述が容易になっている。シミュレーションの適用範囲から見るとシステムの設計や改善が主体であったものが運用の場へとひろがり、シミュレータとスケジューラとの統合が進んでいる<sup>(65)</sup>。生産システムの計画・評価手法に関しては、IMS 国際共同研究プログラムでの研究成果が報告されている。生産システムを構成する各サブシステムはそれぞれにモデル化されてシミュレーションにより評価されている。このサブシステムのモデル間、すなわち各シミュレータの間の統一インタフェースを実現し、生産システムにおけるさまざまな機能を統合的に評価できる環境が提案された<sup>(66)</sup>。

〔龍田 康登 マツダ(株)〕

### 4. 製造システム

バブル後の長期化した不況からようやく脱し始め、大部分の製造業で着実な回復基調が感じられた年であった。しかし、円高に伴う生産拠点の海外シフトがいつそう進行し、市場はますますグローバル化の傾向をたどった。こうしたなかでの競争に打ち勝つためには、さらに高品質・高付加価値な製品を安価に、かつ素早く作ることが求められるようになってきた。

**4・1 システム基盤技術の研究動向** FMS に代表されるような大規模製造システムの導入は影を潜め