

工学博士穂坂 衛氏及び工学博士佐田登志夫氏の

「コンピュータモデルによる設計生産の総合化」(共同研究)

に対する授賞審査要旨

穂坂 衛氏は、機械力学、情報システムやCAD (Computer Aided Design) の研究分野において、また佐田登志夫氏は生産加工学、生産自動化工学、生産システム工学の研究分野で、共に極めて独創的、先駆的な数多くの研究成果をあげてきた。本研究は専門分野の隣接する両研究者が、密接な協力関係のもとで、世界に先がけて「コンピュータ内モデルによる設計と生産の総合化」を提案し、かつ多くの技術的問題を解決し、今日の統合化CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) の潮流を先導しただけでなく、我が国の機械製造工業の発展へ大きく貢献した一連の研究を対象とするものである。

穂坂氏はオンライン情報システム開発の経験を踏まえて、一九六五年よりCADの研究を開始した。工業設計を人間の創造的活動を含めて、作るべき対象と作るプロセスの情報の生成と伝達、蓄積、利用の問題として捕え、設計図面に替わるべき設計対象の情報モデルをコンピュータ内部に構築し利用するソフトウェアを作成し、その主張を一九七二年に明確に表明した。穂坂氏はそれを著書に書き(一九七四年)またIFIP (International Federation for Information Processing) Congress 74で発表した。このような統一した立体処理を実現したのは世界で始めてで、さ

5.2 GEOMAP (Geometric Modeling and Processing) と名付けるソフトウェアシステムに發展させ、IFIP Congress 77で発表し、大きな反響を呼んだ。一方、佐田氏は一九六五年よりコンピュータによる生産プロセスの制御の研究を始め、加工プロセスの最適条件に関する情報モデルを利用し、作業の安定と経済性を確保していく制御方式を提案した。これは後にフレキシブル生産システムの夜間無人運転の初の成功へと發展し、また有限要素モデルによる工作機械構造の荷重、振動、熱による挙動のコンピュータ解析の研究を行っていた。

一九七二年に佐田氏は穂坂氏のコンピュータによる立体生成と処理の研究を知り、その利用により設計と生産の総合化ができると考え共同研究を申しだし、穂坂氏は製造面における情報の重要性を学び、ここに両氏の具体的な研究協力が始まった。そして設計から生産準備までを一貫して支援できるように、GEOMAPの内部モデルの中に形状情報のみならず、技術属性情報を付加した。その結果、設計によって生成した製品のモデルデータを用いて、数値制御工作機械による加工、三次元測定機による形状測定、ロボットによる組み付け作業等における制御指令をコンピュータにより自動生成できることを示した。この成果を一九八二年のPROLAMAT (Programming Language for Machine Tools) 会議で発表し、設計と生産の総合化を初めて具体化したシステムとして大きな衝撃を与え、それ以後の総合化CAD/CAMの研究の活発化の導火線となった。また佐田氏は、委員長となって精密工学会内に委員会を組織し、統合化CAD/CAMとしてのGEOMAPシステムを發展させ、それによって参加研究者、企業はその研究成果を享受することになった。

人の感性に訴える形状の設計を工学的に実現させるための自由曲面の形状制御と評価の理論の未確立のため、自由

曲面形状をもつ工業製品の完全な設計生産総合化は考えられなかった。穂坂氏は一九六五年からCAD研究の一環として自由曲面表現式の研究を行っていたが、一九七五年に至り形状制御点に作用するソフト演算子を考え、Bezierの曲線表現式の単純化と、接続条件の明確化に成功した。これを発展させ各種の式を統一し単純な表現式に帰着させ、自由曲面の接続、合成の定式化だけでなく、形状評価や自由曲面の干渉計算問題も解決した。そのため設計対象の情報モデル構築が可能になり、我が国の先端的自動車工業における設計生産総合化の基盤となった。穂坂氏は開発した一連の理論を体系化し英文の著書として一九九二年にSpringer社より出版した。

佐田氏もその後、コンピュータによる設計生産の統合化の研究をさらに推し進め、数学的形状理論と現実世界を対応させた「誤差を含んだ形状表現処理」の研究、実体情報モデルデータを用いた切削、研削のシミュレーションの研究、音による加工モニタリングの研究、情報モデルを用いる異常検出と診断、異常からの回復を行う生産プロセスのインテリジェント制御の研究へと発展させた。さらにこれらをまとめてコンピュータ内の製品情報モデルを用い、その設計と生産準備とその評価を前もってコンピュータで行う仮想生産の概念をはじめて提起した。

これを要するに穂坂衛、佐田登志夫両氏は協力して世界で始めてコンピュータ内の実体情報モデルの構築とその利用を明確に意識して具体化させ、コンピュータによる設計と生産活動の総合化の実現、高度な自由曲面理論の完成、加工プロセスのインテリジェント制御の実施、仮想生産概念の提案など、画期的な提案と研究を行い、今日の統合化CAD/CAMの分野開拓の潮流を創出した。成果の公開は多数の個別の論文と二篇の著書及び四篇の共同研究の論文、二度の文部省科研費による総合研究の報告書、及びこの三〇年にわたる両者の研究の成果をまとめた共著『統合

化 CAD/CAM] (和文はオーム社発行、英文は Oxford University Press から発刊予定) がある。これらの研究成果は学術価値が高いだけでなく実社会において有効に利用され、我が国の主要な機械製造工業がその製品の開発期間の短縮、その品質と生産効率において世界最高の地位を占めるに至ったことに大きく貢献している。

穂坂氏は紫綬褒章(一九七一年)を始め多くの学術賞を受賞しているが、本研究に関する賞は情報処理学会より論文賞三回、日本機械学会より論文賞一回、精密工学会より論文賞一回を受けている。

佐田氏も多くの学術賞を受賞しているが、本研究に関する受賞としては精密工学会より論文賞三回、アメリカ生産技術者会議(SME)より最高位の業績賞ゴールドメダル(一九八四年)、コンピュータモデルの生産システムへの応用について紫綬褒章(一九九〇年)、世界最高位の生産分野研究者に与えられるシュレージンガー賞(一九九一年)を受けている。

穂坂 衛氏、佐田登志夫氏のもと主な専門分野は異なっていたが、一九六七年穂坂論文(一)「自由形状曲面の理論と設計」発表以来、佐田氏はコンピュータモデルによる設計に強い関心を覚え、一九七二年の穂坂論文(四)「設計自動化と人の役割」発表以後、両氏の研究協力が具体的に開始され、設計情報生成は生産自動化も含めるようになった。

その結果、表記の共同研究に関連のある次の重要な論文、著書が発表され今日に至っている。なかんずく、穂坂著書 Modeling of Curves and Surfaces for CAD/CAM (Springer-Verlag, 1992) の思想が本共同研究の原点と考えられる。従って三〇年来共同発表した著書論文を先に挙げ、後に両氏各自発表のものを個別業績表に記載した。

主要な著書及び論文目録

〔共同発表した著書・論文〕

- ・ 幾何モデルによる三次元測定機の数値制御の自動生成、精密機械、46 (1980), 423.
- ・ A New Method of NC Interpolation for Machining the Sculptured Surface. Ann. CIRP, 30 (1980), 396.
- ・ Integration of Design and Manufacturing Activities Based on Object Modelling. Advances in CAD/CAM, (1983).
- ・ A Study on Product Modelling for Integration of CAD/CAM. Computers in Industry, 5 (1984), 239.

なお、一九八一、一九八二年度の文部省科学研究費による総合研究(A)では佐田登志夫氏が代表、穂坂衛氏が分担者となり、「幾何モデルによる設計と生産の総合化の研究」を、また、それ以前、一九七九、一九八〇年度には文部省科学研究費による総合研究(A)「幾何モデルとその応用に関する研究」では代表者が穂坂衛氏で佐田登志夫氏は分担者の一人となっており、この報告書には共同研究の成果がよく書かれている。

そして一九九四年には、この共同研究の集大成『統合化CAD/CAMシステム』（穂坂衛・佐田登志夫共著、オーム社）が出版され、同じくこの英語版は英国 Oxford University Press から発刊予定である。

〔穂坂 衛〕

著書

- 予約機械（共著者 大野豊）、共立出版、一九五九年
- 情報処理工学、電気学会、一九七三年
- コンピュータ・グラフィックス、産業図書(株)、一九七四年
- 日本のコンピュータの歴史 第八章 MARS-1、情報処理学会歴史特別委員会編、オーム社
- Modeling of Curves and Surfaces for CAD/CAM, Springer-Verlag, 1992

統合化 CAD/CAM システム (共著書 佐田登志夫) オーム社 一九九四年

論文 (左記を含め英文論文二六編、和文論文六六編)

- 1) 穂坂 衛、村田英人：DDAによる関数と図形の発生。計測と制御' 4, 7, pp. 442-455 (1965)
- 2) 穂坂 衛：自由形状曲面の理論と設計情報処理。8, 2, pp. 65-72 (1967)
- 3) 穂坂 衛：曲線、曲面の合成および平滑化理論。情報処理' 10, 3, pp. 121-131 (1969)
- 4) 穂坂 衛：設計自動化と人の役割。精密機械' 38, 12, pp. 3-8 (1972)
- 5) 穂坂 衛：機械と人間との対話。計測と制御' 11, 5, pp. 487-494 (1972)
- 6) M. Hosaka, F. Kimura, N. Kakishita: A unified Method for Processing Polyhedra. Information Processing 1974, pp. 768-772, North-Holland (1974)
- 7) M. Hosaka, F. Kimura, T. Matsushita: GIL-A Language for Interactive Graphics. Proc. 2nd US-Japan Computer Conf., pp. 546-550 (AFIPS Press) (1975)
- 8) 穂坂 衛、黒田 満：CADにおける曲線曲面の創成について。情報処理' 17, 12 (1976)
- 9) M. Hosaka, F. Kimura, T. Matsushita: A Software System for Computer-Aided Activities. CAD Systems, pp. 169-198, North-Holland Pub. Co. (1977)
- 10) M. Hosaka, F. Kimura: An Interactive Geometric Design System with Hand-writing Input. Information Processing 77, pp. 167-172, North-Holland (1977)
- 11) 穂坂 衛、木村文彦：機械設計自動化のための幾何モデル生成処理システム。機械学会論文集' 44, 378, pp. 661-669 (1978)
- 12) M. Hosaka, F. Kimura: A Mathematical Theory and Design Methodology for Freeform Shapes. JI. IPI, vol. 3, no. 3, pp. 1-12 (1980)

- 13) M. Hosaka, F. Kimura: Using Handwriting Action to Construct Models of Engineering Objects. Computer, vol. 11, no. 11, 10, pp. 35-47 (1982)
  - 14) M. Higashi, M. Hosaka: Generation of High-Quality Curve and Surface with Smoothly Varying Curvature. Proc. Eurographics '88, pp. 79-92, Elsevier Pub. (1988)
  - 15) H. Higashi, T. Kushimoto, M. Hosaka: On Formulation and Display for Visualizing and Evaluating Quality of Freeform Surfaces. Proc. Eurographics '90, pp. 299-310, Elsevier Pub. (1990).
  - 16) F. Kimura, M. Hosaka: A Model-Based Approach to CAD/CAM Integration. Computers in Industry, 14, pp. 33-42 (1990)
  - 17) 穂坂 衛: 自由曲面パッチ接続問題の解決。情報処理, 31, 5, pp. 612-622 (1990)
  - 18) 穂坂 衛: 知的デスクワーク支援システム IDEAS。東京電機機大学総合研究所報告, 7, 1 (1993)
- 〔佐田登志夫〕  
著書

- 佐田登志夫編、生産システム、日刊工業新聞社、一九七三年
- 佐田登志夫編、ロボット・生産工学（共著者 三浦宏文）、日本学術振興会、一九九〇年
- 佐田登志夫編、CIMの設計と構築、オーム社、一九九二年
- 佐田登志夫、統合化CAD/CAMシステム（共著者 穂坂 衛）、オーム社、一九九四年
- 論文（左記を含め英文論文一一編、和文一〇七編）
- 1) T. Sata, N. Takashi: Dynamic Analysis of Machine Tool Structure by the Finite Element Method. Ann. CIRP, 21 (1971), p. 75
  - 2) 佐田登志夫、竹内芳美、大久保信行、佐藤和信: 工作機械の熱変形制御（第一報）。精密機械, 41 (1975), p.

- 3) K. Matsushima, T. Katayama, T. Sata, T. Yoshizumi, K. Azumi: Development of a Process Planning System for Pressure Vessels. Ann. CIRP, 28 (1979), p. 351
- 4) 須藤徹也、佐田登志夫：研削過程のシミュレーションモデルの作成。精密機械、45 (1979), p. 554
- 5) 佐田登志夫、塩田泰仁：旋削加工の適応制御。精密機械、46 (1980), p. 805
- 6) 佐田登志夫、川辺真嗣、西山隆雄、木村文彦、穂坂 衛：幾何モデルによる三次元測定機の数値制御命令の自動生成。精密機械、46 (1980), p. 423
- 7) F. Kimura, N. Okada, M. Hosaka, T. Sata: A New Method of NC Interpolation for Machining the Sculptured Surface. Ann. CIRP 30 (1981), p. 369
- 8) F. Kimura, T. Sata, M. Hosaka: Integration of Design and Manufacturing Activities Based on Object Modelling. Advances in CAD/CAM (1983)
- 9) S. Shimada, K. Miyashita, F. Kimura, T. Sata: A System for Monitoring the Machining Operation by Referring to a Predicted Cutting Torque Pattern. Ann. CIRP, 32 (1983), p. 439
- 10) S. Kawabe, S. Shimada, K. Miyashita, F. Kimura, T. Sata: Programming for Machining Based on Work-piece Model in Computer. Ann. CIRP, 32 (1983), p. 351
- 11) F. Kimura, S. Kawabe, M. Hosaka, T. Sata: A Study on Product Modelling for Integration of CAD/CAM. Computer in Industry, 5 (1984), p. 298
- 12) T. Sata, F. Kimura, H. Hiraoka, M. Enomoto: An Approach to Model Based Robot Software for Industrial Applications. Computer in Industry, 7 (1986), p. 211
- 13) S. Takata, J.H. Ahn, M. Miki, Y. Miyao, T. Sata: A Sound Monitoring System for Fault Detection of

- Machine and Machining States. Ann. CIRP 35 (1986), p. 289
- 14) H. Hirai, Y. Hirano, N. Sahara, K. Eishima, T. Ito, T. Sata: Development of Automated Flexible Manufacturing System for Medium Variation and Medium Volume. Production Ann. CIRP, 37 (1988), p. 461
  - 15) S. Takata, M.D. Tsai, M. Inui, T. Sata: A Cutting Simulation System for Machinability Evaluation Using a Workpiece Model. Ann. CIRP 38 (1989), p. 417