

## 論文の内容の要旨

論文題目 製品開発プロセス変革のための協調作業環境に関する研究

氏名 新木 廣海

21世紀を目前に控え自動車産業を取り巻く経営・技術環境は激変し、企業の生き残りを賭けた競争が日夜繰り広げられている。競争分野は多方面に亘っているが、なかでも製品開発競争は熾烈を極め、期間短縮・コストダウンを不断の努力として追求し続けている。グローバル・ボーダレスの時代に、わが国自動車産業が国際競争に打ち勝っていくためには、新たな企業モデルを持ち、最新の情報技術を製品開発プロセスに取り入れ、革新を図っていくことが課題となる。製品開発 CAD/CAM システムを設計者・作業者の設計・作業効率を上げるための個人用 CAD と捉えた従来のコンセプトから、グローバル・ボーダレス時代に即した組織用 CAD として捉える新たなコンセプトへと次元を高める必要がある。

本研究は、対象を自動車製造業の製品開発プロセスの分野とし、1970年代から今日まで実施した製品開発プロセスの変革、とくに製品開発の期間短縮を目的とした「先行研究」と将来の新たなプロセス変革を目的とする「現在の研究」をまとめたものである。「先行研究」は、ボデー生産準備のモノ造り分野および仕入先メーカーのデータ基準化に関する研究であり、以下の4項目から成っている。

- (1) マスタデータ方式用の CAM/CAT ソフトウェアシステムの研究・開発
- (2) マスタデータ方式によるボデー生産準備のプロセス変革
- (3) プレス金型製作の「流れ化」とマスタデータ方式の融合
- (4) 仕入先メーカーにおける図面・モデル基準からデータ基準への変革

プレス型曲面 NC 加工に始まり、基準原器、加工方法、品質保証・検査法の全てに亘り、従来の実体モデル基準からデジタルデータ基準に変換し、マスタデータ方式とよぶデジタルデータシステムを確立することができた。その適用効果を期間短縮にまで繋げるために、プレス金型製作分野にリーン生産方式に基づく「流れ化生産方式」を導入した。さらにマスタデータ方式を広く仕入先メーカーにまで普及するため、WS 型 CAD/CAM システム Caelum を研究・開発し、仕入先メーカーに提供し、仕入先メーカーの図面・モデル基準からデータ基準へのプロセス変革を推進することができた。また、設計情報の授受に関して従来の図面正・データ副からデータ正・図面副に切り替えることができた。

以上の「先行研究」によって、トヨタ自動車の1980年代の標準的な製品開発期間48ヶ月を、1990年代初期には24ヶ月以上の期間短縮ができ、目標を達成することができた。ボデー生

産準備のモノ造り分野の立場からは、自動車メーカと仕入先メーカ間における円滑なデータ授受体制ができれば目的を達することができたが、設計部門の立場から考えた究極目的は、コンカレントな製品開発体制の確立であることがわかった。即ち、製品開発プロセスに協調作業環境を付加することである。「先行研究」のデータ基準化の研究は、「現在の研究」の対象とする協調作業環境のための前提条件を実現している。

「現在の研究」は、「先行研究」を受けてグローバル・ボーダーレス時代に即した製品開発プロセスには、新たなコンセプトに基づく協調作業環境が必要であるとの提言をし、プロセス変革の可能性を実証するものである。

ここで協調作業とは、隘路となる仕事には持てる要員を集中して同時共同作業を可能とし、またコンカレントに処理できる仕事はオーバーラップして業務の遂行を可能とする製品開発の作業形態である。協調作業環境とは、ネットワークを駆使した CAD/CAM システムを活用して遠距離に位置するオフィス間であたかも同一オフィスにいるかのように協調作業を可能とする状態のことを指す。

自動車の製品開発において協調作業環境を構成する主たる要素技術は、次の2つである。  
①「協調作業支援 CAD システム」という新たな概念の CAD として Collaborative CAD を定義する。また ② 協調作業中の情報交換、指示・連絡などの「プロセス支援システム」として Process Behavior Management (PBM) を定義する。

「現在の研究」の主たる目的は、Collaborative CAD と PBM が協調作業環境の要素技術として有効であることの実証であり、Collaborative CAD の具体化システムである「C-CAD」を実装し、協調作業環境の実現可能性を確認することである。

「現在の研究」で取り組んだ次世代の製品開発プロセス変革に関する新たな課題は次の4項目である。

#### (1) グローバル・ボーダーレス時代の製品開発プロセス変革に関する研究

将来の自動車製造業のあるべき姿・達成すべき目標を明確にし、システムの基本理念を確立することが大切である。自動車製造業を取り巻く経営・技術環境を明確にし、あるべき将来の姿を企業モデルとして表わした。さらにグローバルな製品開発プロセスのモデルとして「日欧米の設計拠点を結ぶ3極協調作業環境モデル」を想定し、具体化のための構成技術要件を導き出した。

#### (2) 協調作業支援のためのデータと表示制御のアルゴリズムに関する研究

協調作業環境に必須の構成要素技術である同時共同設計を可能とする Collaborative CAD のデータと表示制御のアルゴリズムに関する研究を行ない、新たな CAD のカテゴリに属する Teamcad を実装した。Teamcad は遠距離間の設計オフィスを接続し、あたかも同一オフィスであるかのような仮想コ・ロケーションオフィスを作ることを目的とする。従来型の CAD システムは形状処理に注力したシステムであり、データファイルへのアクセスは1人に限定した排他・独占的なファイルアーキテクチャを持ち、同時共同設計の機能は持てなかった。

これに対し、Teamcad は単一共有データベースに複数人がアクセス可能な構造を持ち、同時共同設計や必要以上のファイル分割を避けることを可能とした。さらに単一共有データベースとしているため、大画面表示による設計マネージャの進捗チェックや設計指導も可能と

なる。NTT の「高速ネットワーク ATM 実験」に参加し、東京・名古屋の拠点間に設置した Teamcad による実証実験を行ない、協調作業環境の実現可能性を検証した。その結果、Collaborative CAD のアルゴリズムの有効性を確認できたが、実効ある協調作業環境とするためにはプロセス支援システムが必要であることがわかった。

### (3) 協調作業におけるプロセス支援システムに関する研究

協調作業環境の具体的な適用業務として、ボデー設計を中心とした車両開発業務を選定した。車両開発の業務内容と処理情報を明らかにするため、車両開発業務全体の概略フローと、ボデー設計の中核となる構造設計業務に対する詳細な作業内容・手順および処理される情報に関して業務調査を実施した。

これらの業務分析に基づいて、ボデー設計業務における協調作業を支援する観点から、以下の 2 点を目的として PBM(プロセスモデル,ワークフローやメッセージングシステム)のプロトタイプを作成し、実証実験を行い有効性を検証した。

- ① 情報を一元的に管理し共有することで、誰でも必要な時に必要な場所で必要な情報を利用できるようにすること。
- ② 作業の最小単位を明確にし、互いの依存関係を定義すること。さらに個々の作業の成果物を明確にし、全体に対する成果物の位置付けを関連付けること。

この実証実験により、以下の知見を得ることができた。

知識の蓄積と活用を図ることの重要性を明確にすることができ、設計者や設計マネージャが相互に伝達しあった情報(電子メールや添付資料)を蓄積・再利用することにより設計変更や次期設計作業に有効であることを明らかにできた。

### (4) Collaborative CAD 及び PBM のアーキテクチャ構想とその実装

システムの基本コンセプトを明らかにし、Collaborative CAD 及び PBM のアーキテクチャを設計し、具体化システム「C-CAD」の実装を行なった。

C-CAD には、プラットフォーム部を中核とした 3 層アーキテクチャを採用し、アプリケーションのプラグイン接続を可能とし、モデラ・データベースなどのコアエンジン群も取替え可能とした。また、異機種 CAD と幾何形状レベルでデータ互換性を持たせるためのマルチモデラ対応の枠組みとインターネットに対応した同一 JOB 並行実行方式によるチーム設計機能および設計同期型デジタルモックアップ機能を併せ持っている。

実装後の C-CAD を使用して、名古屋-米国 San Jose 間で実証実験を行ない、インターネット環境におけるコラボレーション機能の有用性を確認できた。

以上により得られた知見をまとめると以下のようなになる。

「先行研究」の“仕入れ先まで含めた製品開発プロセスのデータ基準化”により協調作業環境の前提条件を確立できた。「現在の研究」においては“Collaborative CAD のアルゴリズムおよび協調作業における情報交換、指示・連絡などプロセス支援の在り方”についての実証実験により協調作業環境の 2 つの重要な要素技術の有用性を確認することができた。

これらの実証を受けて、C-CAD を実装し、インターネットによる協調作業環境の実証実験を行った。その結果、PBM を実装し、C-CAD と組み合わせれば、実効ある協調作業環境が実現できるとの結論を得ることができた。また、現在の製品開発 CAD/CAM システムを

CORBA 対応させ C-CAD、PBM とデータ共有することにより「3 極協調作業環境モデル」を具現化することは可能であり、製品開発期間に関してはフルモデルチェンジで数ヶ月のオーダーで短縮可能と予測する。

本研究で明らかにした協調作業環境の主要要素技術である Collaborative CAD と PBM は、ネットワークに基づいた新たな発想から生まれた技術であり、現在全盛を極める WS・PC 分散型 CAD からネットワーク型 CAD へパラダイムシフトを起こす可能性を有するものである。