

学位論文題名

設計生産コミュニケーションモデルの
記述表現及び応用に関する研究

学位論文内容の要旨

近年、設計及び生産における様々な活動の効率化を目的として、CAD/CAMシステムの導入及び各種自動生産設備の開発が行われている。これらCAD/CAMシステムの発達に伴い、設計生産の活動は図面や伝票などの印刷物を交換する形態からデジタル化されたデータを交換する形態に変化しつつある、また従来集中していた設計生産の拠点が海外の各地に分散され、コンピュータとネットワークの支援の基で設計生産を行う、などの環境変化が起こっている。

しかし設計生産活動の計画、調整及び確認を行う管理業務は、依然として規則文書や伝達書類に従い管理担当者の手作業によって行われている。このような状況下では、1)従来方式での管理業務は地理的に分散されて行われる設計生産活動では困難になる、2)印刷物としてしか明文化されていない管理業務の規則と設計生産活動の成果であるデジタル化されたデータとの不整合のために、活動全体の効率を上げることができない、3)PL法対策などのための、製品を保証するための情報として、製品の開発過程や製造過程に関する記録を計算機可読な形で保存することができない、4)類似した設計生産活動で過去の事例の記録を自動的に検索することが困難、などの問題が生じる。

これらの問題を解決するためには、管理担当者の指定した計画に従って各種の活動が実行される計算機支援システムが必須となる。そのためには設計生産の活動単位に発生する要求及び提案、データの参照及び変更、作業手順に関する規則、を表現する活動モデルの構築が必要になる。さらにこのモデルをコンピュータで利用可能にするため形式仕様記述言語で表現すること、それらを計算機システムに実装すること、が必要となる。しかし設計活動から生産活動までの広い範囲の活動表現を行うための、言語やモデルに関する研究は現状ではあまり報告されていない。

そこで本論文では、設計生産中に実行される各種の活動及び活動に関与する対象を統一的に表現できる設計生産コミュニケーションモデルと、その記述方法、並びにモデルの計算機システムへの実装方法を提案し、上記問題の解決を図ることを目的とする。

本論文は7章より構成されており、その概要を以下に示す。

第1章「緒論」では、上述された本研究の背景、目的ならびに特徴について述べている。

第2章「問題点の分析」では、設計生産活動のモデル化に関連した従来の研究を詳細に分析し、それらの問題点を指摘すると共に、提案する設計生産コミュニケーションモデルに必要な条件を明らかにしている。すなわち、1)設計生産活動においてデータの発信者と受信者となっている人間、アプリケーションソフトウェア、製造設備などの情報と、それらの間で伝達される製品

データや設備制御データなどに関する情報の両者を、統一的に表現可能であること、2) 設計生産における並行した複数の活動や、活動間の時間的優先関係などを厳密に表現可能であること、3) 活動に関するモデルを計算機可読な形式で曖昧さなく表現しモデルのモジュール化を行うために、形式仕様記述言語によるモデル表現がなされていること、4) 単純な活動モデルを組み合わせることで、複雑な設計生産の活動を表現可能な構造にするモデルであること、5) モデルを運用管理するための計算機応用システムの具体的実装手法が示されていること、が必要条件であることを示し、本論文では、これらを満たす設計生産コミュニケーションモデルの提案を行うことが必要になることを述べている。

第3章「設計生産活動の表現に関する基本モデル」では、設計から生産に至る範囲での活動、活動に関与する作業員や設備機器などの各種の対象、及び活動中に起こる出来事などを表現する、設計生産コミュニケーションモデルの基本モデルを提案している。すなわちこの基本モデルでは、1) 設計生産の活動に関与する作業員などの対象を、それらが受け付けることができる入力仕様として定義し表現する、2) 1)で提案した対象間での特定の活動に関する情報を交換させる概念的な媒体を「プロセス」として統一的に表現し、並行した活動も活動毎のプロセスが存在することで表現する、3) 活動に関する記録は、活動中にプロセスを経由して行われた通信の記録によって表現する。この基本モデルは、プロセス代数の概念を取り入れて、並行活動の厳密な定義、及び言語仕様を規定するための数学的明晰性を確立している。

第4章「設計生産プロセス記述言語」では、第3章で提案した基本モデルの構造に基づいて設計生産活動を表現するための形式仕様記述言語 (EPDL: Engineering Process Description Language) を提案している。この言語は、1) 設計生産活動における入出力対象の定義、2) 対象間の情報の入出力を媒介するプロセスの定義、3) 入出力される情報の定義、を目的として設計されている。特に、この言語では設計生産の活動を表すプロセスを情報の到着を表すイベント、及びその際に入力されるべき情報、との組み合わせによって直接的に表現できる点に特徴をもつ。

第5章「設計生産活動統合モデルの構築」では、提案した基本モデルと形式仕様記述言語 EPDL に基づいて、基本的な活動モデルを組み合わせる基本構造を提案する。さらに基本構造に基づいた設計グループ活動モデルと生産活動モデルが構築できることを確認している。設計グループ活動モデルは、1) 設計者のグループを表現するための組織構造モデル、2) スケジュールなどの活動に関する制限を蓄積するデータベース、3) スケジュールに従って起動される設計活動プロセス、の3者からなる。設計グループ活動モデルでは、1) その活動において起こりうるデータの参照及び変更などの出来事をプロセスへの情報入力イベントとして陽に定義できる、2) 活動のために参照または変更できるデータの範囲が変化する状況などの、活動における制約をプロセスの状態遷移によって表現できる、3) 個々の活動に相当するプロセスを複数並行に起動して情報の入出力を行うことで、1人の設計作業員が同時に複数の設計活動に従事している状況を表現できる、4) 階層的な組織構造を表現するための入出力対象モデルを用いることで、活動の進展に従って設計作業グループの人的構成が動的に変化する仮想的な作業グループ構造を任意に作り出すことができる、などの特徴的な機能を実現できることを示している。またさらに、生産活動モデルにおいても同様の特徴的な機能を実現可能となることを明らかにしている。

第6章「応用システム」では、設計生産コミュニケーションモデルについて、形式記述表現さ

れた活動モデルを取り扱う基本構造と、並列に実行されるプロセスの管理機能の実装について述べている。すなわち提案したプロセス管理機能に画面表示部などを付加したシミュレータシステムをオブジェクト指向言語のSmalltalk/Vを用いて開発し、予め定められたスケジュールに従って、プロセスの生成、消滅、プロセス間の通信の管理と記録が行えることを確認している。

第7章「結論」では、本論文で得られた結論を要約して述べている。

学位論文審査の要旨

主査	教授	岸浪建史
副査	教授	五十嵐悟
副査	教授	島公脩
副査	教授	嘉数侑昇
副査	助教授	金井理

学位論文題名

設計生産コミュニケーションモデルの 記述表現及び応用に関する研究

近年、設計及び生産における様々な活動の効率化を目的として、CAD/CAMシステムの導入及び各種自動生産設備の開発が行われている。これらCAD/CAMシステムの発達に伴い、設計生産の活動は図面や伝票などの印刷物ではなくデジタル化されたデータを交換する形態に変化しつつある。また従来集中していた設計生産の拠点が海外の各地に分散され、コンピュータとネットワークの支援の基で設計生産を行う、などの環境変化が起こっている。

しかし設計生産活動の計画、調整及び確認を行う管理業務は、依然として規則文書や伝達書類に従い管理担当者の手作業によって行われている。このような状況下では、1)従来方式での管理業務は地理的に分散されて行われる設計生産活動では困難になる、2)印刷物としてしか明文化されていない管理業務の規則と設計生産活動の成果であるデジタル化されたデータとの不整合のために、活動全体の効率を上げることができない、3)PL法対策などのための、製品を保証するための情報として、製品の開発過程や製造過程に関する記録を計算機可読な形で保存することができない、4)類似した設計生産活動で過去の事例の記録を自動的に検索することが困難、などの問題が生じる。

これらの問題の解決には、設計生産の活動毎に発生する要求及び提案、データの参照及び変更、作業手順に関する規則、などを管理する計算機支援システムが必須となる。しかし、設計活動から生産活動までの広い範囲の活動表現と計算機システムによる応用とを目的とした研究は、現状ではあまり報告されていない。

そのために本論文では、上記問題の解決を目的として、情報交換の現象に着目した設計生産の各種活動プロセスのモデル化による取り組みを新たに提案する。より具体的には、設計生産中に実行される各種の活動及び活動に関与する対象を統一的に表現するための基本的な設計生産コミュニケーションモデル、表現された活動モデルを計算機システムで利用可能にするための形式仕様記述言語、並びにモデルの計算機システムへの実装方法、などの技術的な構成による問題解決を提案し、その実現可能性を示す。

本論文は7章より構成されており、その概要を以下に示す。

第1章「緒論」では、上述された本研究の背景、目的ならびに特徴について述べている。

第2章「問題点の分析」では、設計生産活動のモデル化に関連した従来の研究を詳細に分析し、それらの問題点を指摘すると共に、提案する設計生産コミュニケーションモデルに必要な条件を明らかにしている。すなわち、1)設計生産活動においてデータの発信者と受信者と

なっている人間、アプリケーションソフトウェア、製造設備などの情報と、それらの間で伝達される製品データや設備制御データなどに関する情報の両者を、統一的に表現可能であること、2) 設計生産における並行した複数の活動や、活動間の時間的優先関係などを厳密に表現可能であること、3) 活動に関するモデルを計算機可読な形式で曖昧さなく表現しモデルのモジュール化を行うために、形式仕様記述言語によるモデル表現がなされていること、4) 単純な活動モデルを組み合わせることで、複雑な設計生産の活動を表現可能な構造にするモデルであること、5) モデルを運用管理するための計算機応用システムの具体的実装手法が示されていること、が必要条件であることを示し、本論文では、これらを満たす設計生産コミュニケーションモデルの提案を行うことが必要になることを述べている。

第3章「設計生産活動の表現に関する基本モデル」では、設計から生産に至る範囲での活動、活動に関与する作業員や設備機器などの各種の対象、及び活動中に起こる出来事などを表現する、設計生産コミュニケーションモデルの基本モデルを提案している。すなわちこの基本モデルでは、1) 設計生産の活動に関与する作業員などの対象を、それらが受け付けることができる入力仕様として定義し表現する、2) 1)で提案した対象間での特定の活動に関する情報を交換させる概念的な媒体を「プロセス」として統一的に表現し、並行した活動も活動毎のプロセスが存在することで表現する、3) 活動に関する記録は、活動中にプロセスを経由して行われた通信の記録によって表現する。この基本モデルは、プロセス代数の概念を取り入れて、並行活動の厳密な定義、及び言語仕様を規定するための数学的明晰性を確立している。

第4章「設計生産プロセス記述言語」では、第3章で提案した基本モデルの構造に基づいて設計生産活動を表現するための形式仕様記述言語 (EPDL: Engineering Process Description Language) を提案している。この言語は、1) 設計生産活動における入出力対象の定義、2) 対象間の情報の入出力を媒介するプロセスの定義、3) 入出力される情報の定義、を目的として設計されている。特に、この言語では設計生産の活動を表すプロセスを情報の到着を表すイベント、及びその際に入力される情報、との組み合わせによって直接的に表現できる点に特徴をもつ。

第5章「設計生産活動統合モデルの構築」では、提案した基本モデルと形式仕様記述言語 EPDL に基づいて、基本的な活動モデルを組み合わせる基本構造を提案する。さらに基本構造に基づいた設計グループ活動モデルと生産活動モデルが構築できることを確認している。設計グループ活動モデルは、1) 設計者のグループを表現するための組織構造モデル、2) スケジュールなどの活動に関する制限を蓄積するデータベース、3) スケジュールに従って起動される設計活動プロセス、の3者からなる。設計グループ活動モデルでは、1) その活動において起こりうるデータの参照及び変更などの出来事をプロセスへの情報入力イベントとして陽に定義できる、2) 活動のために参照または変更できるデータの範囲が変化する状況などの、活動における制約をプロセスの状態遷移によって表現できる、3) 個々の活動に相当するプロセスを複数並行に起動して情報の入出力を行うことで、1人の設計作業員が同時に複数の設計活動に従事している状況を表現できる、4) 階層的な組織構造を表現するための入出力対象モデルを用いることで、活動の進展に従って設計作業グループの人的構成が動的に変化する仮想的な作業グループ構造を任意に作り出すことができる、などの特徴的な機能を実現できることを示している。またさらに、生産活動モデルにおいても同様の特徴的機能が実現可能となることを明らかにしている。

第6章「応用システム」では、形式記述表現された活動モデルを取り扱い並列に実行されるプロセスを管理する機能の実装について述べている。すなわち提案したプロセス管理機能に画面表示部などを付加したシミュレータシステムをオブジェクト指向言語のSmalltalk/Vを用いて開発し、予め定められたスケジュールに従って、プロセスの生成、消滅、プロセス間の通信の管理と記録が行えることを確認している。

第7章「結論」では、本論文で得られた結論を要約して述べている。

これを要するに、本論文は将来、設計生産の国際的な分業体制を進める上で基盤となる、設計生産活動プロセスのモデル化及び応用に関して、実用上有効な多くの知見を得ており、生産工学の分野に貢献するところ大なものがある。

よって、著者は、北海道大学博士（工学）の学位を授与される資格あるものと認める。