

分散環境における設計データ管理ワークフローシステムの構築と実証

西野 義典[†] 小泉 寿男^{††}

本論文では、電子機器設計を対象として分散拠点で設計を行うときのワークフローシステムについて提案する。従来の事務処理系で使用されるワークフローは業務流れと人（組織）を固定してフローを定義する方式であり、設計変更が多い、業務手順が機種ごとに変わる、さらに拠点が分散しており、機器設計には適用が困難であった。著者らは、管理オブジェクトとデータオブジェクトに分けてデータモデルを作成し、ワークフローの制御を管理オブジェクト内のデータで実行することにより、データのライフサイクル（設計変更）を考慮したデータ管理ワークフローシステムが構成できることを実証し、データドリブン型のワークフローシステムが電子機器設慶に有効であることを示した。

Implementation of a CAD Data Management System with a Workflow Function Handling the Life-cycle of Data in Distributed Environments and Its Verification

YOSHINORI NISHINO[†] and HISAO KOIZUMI^{††}

This paper describes a workflow system which can be adapted for the electronic equipment design area in distributed environments. In a business area, the work flow has pre-tightly-defined routing. However, the authors think it is not useful in an engineering area, because ECOs (Engineering Change Orders) occur frequently there, design processes change depending on equipment and working places are distributed. The authors propose a new workflow model with a new data model consisting of the management object and the data object. The workflow is controlled by data in the management object. The verification shows that the data driven type workflow model is more effective in engineering areas, which can handle the life-cycle of data in distributed environments.

1. はじめに

電子機器設計の分野では、計算機を使った設計（CAD: Computer Aided Design）が進んでおり、電子化された設計成果物を保管する電子図庫や技術文書管理システムなどが利用されている。さらに、設計手順を電子化するためワークフローシステムの利用も進んでいる。

拠点内での共同設計を支援するツールとしては各種の製品データ管理システム（PDM: Product Data Management）がある^{1),2)}。PDMは設計データ管理、進捗管理などの機能を提供するものであり、LAN環境での支援を前提としているケースが大半である。

一方、電子機器開発においては、複数の企業が協調して設計を進めたり、海外の企業との連携を進めたりして設計拠点の分散化が進んでいる。とりわけ、設計を自社で行い、製造を他社に依頼する垂直分業に加えて、設計自身を他社と協同行う水平分業が多くなっている。

本論文では、このような分散環境における共同作業を支援するために有効なデータドリブン型のワークフローモデルおよびワークフローシステムの方式を提案する。

本論文では、分散共同設計環境の事例として、プリント基板のCADデータ管理を取り上げる。プリント基板の開発設計では様々なCADツールが使われ、CADデータは複数のデータ実体から構成されている。たとえば、図面データ、設計を解析するためのシミュレーションデータなどである。

これらのデータは設計の最初から最後まで全体を一休としてまとめて管理する必要がある。1人が一貫してデータを作成すれば、管理は容易であるが、分散設

[†] 三菱電機株式会社設計システム技術センター
Design Systems Engineering Center, Mitsubishi Electric Corporation

^{††} 東京電機大学理工学部
Department of Computers and Systems Engineering,
Tokyo Denki University

計環境下では、異なる拠点の異なる担当者（会社が異なるケースもある）がそれぞれの設計データを作成している。設計データは後工程が参照する場合は期限までに作成し、引き渡す必要がある。開発設計はプロジェクト内では納期が決まっており、全員が同時に作業を完了する必要がある。また、設計成果物は上級管理者による照査、検認が必要であり、工程内ではこれらのワークフローのリードタイムを考慮する必要がある。

提案するワークフローモデルは、組織を管理者と設計者、データを管理オブジェクトとデータオブジェクトに分けて定義することにより、データ管理、設計進捗管理、データのライフサイクル管理を実現する。本モデルにより複数の設計者からプロジェクトの進捗が参照でき、作業がコンカレントに進められる PDM システムとして構成可能である。本モデルの特徴はあらかじめ決められた経路設定を不要とし、管理オブジェクトに経路を記述する方式である。これにより柔軟な経路変更が可能となる。また、設計変更に対応するために、管理オブジェクトで変更状態を保持し、変更のイベントが記入されたとき、データオブジェクトへのアクセスを制限する方式とした。これにより、設計者は作業中の設計データに何らかの変更が生じたことが容易に認識でき、変更にすばやく対応できるようになる。提案するワークフローのモデルに基づいて、複合した CAD データを管理する仕組みをイントラネットを使って構築、ワークフローモデルの有効性を検証した。

2. 従来の方式

業務プロセスを電子化するあるいは共同設計作業を支援する仕組みとして、PDM システムやワークフローシステムがある。ワークフローシステムは事務処理分野で使われることが多く、PDM は技術設計分野で使われることが多い^{3)~5)}。表 1 に事務処理分野と設計分野との特徴の違いを示す。一般的に、ワークフローシステムは単一の伝票を流す仕組みとしての性格が強く、副番管理などデータを管理する機能面が弱い。PDM は設計データの管理の面が強く、プロセスを管理しワークフローをスムーズに流す仕組みが弱い。

表 2 にはワークフローシステムと PDM システムとの比較を示す。PDM やワークフローシステムは、業務システムの手順を電子化するためのシステムであり、業務プロセスを事前に定義し、経路設定などを厳密に行う必要がある。つまり、ビジネスプロセスの定義、アクティビティの定義やルーティングの定義をあらかじめしておく必要がある⁶⁾。

しかし、業務分析などを通じて事前に電子化すべき

表 1 事務処理分野と設計分野の比較

Table 1 A comparison between business model and engineering model.

特長	事務分野	設計分野
対象	電子伝票など単一	複数の設計データ
データ作成者	1人	複数
ルート	固定	非固定
データ特性	作成後原則変更なし	作成後も変更あり
後工程	検認のみ	データ流用あり

表 2 ワークフローシステムと PDM システムの比較

Table 2 A comparison between the workflow system and PDM system.

分野	ワークフロー	PDM	分野の特徴
事務処理	○	×	データの更新少ない
技術設計	×	○	データの更新多い

手順を設定したとしても、時代の変遷による組織変更や業務改善による業務手順・内容の変化によりフローの見直しを行う必要がある。

従来は、ワークフローはルーチンワーク的な業務を主体に適用されてきた。つまり、事務系の業務処理ならば、簡単な例外処理はあるものの、稟議は自動的に回る仕組みが採用されてきた。技術系の PDM システムにもワークフロー機能を持つものがある^{7),8)}が、ワークフローの経路をあらかじめ決める（システムで定義しておく）方式として報告されており、例外処理や同期処理が多い設計業務に柔軟に適用できるものは少なかった。市販されている PDM ツール⁹⁾にもワークフロー機能を持ったものが多いが、同様に仕事の経路をあらかじめ設定しておく方式であったり、仕事をコンカレントに割り当てる、また業務の都合で経路をダイナミックに変更するといった場合には、あらかじめカスタマイズなどが必要であったりと、簡単に使えるツールとしては構成されていなかった。PDM でも適用はルーチンワーク的な業務にとどまっている。

一方、電子機器設計分野における設計業務には、

- 業務フローが固定されない、
- 設計全体がコンカレントに動く

などの特徴があるために、適用すべきワークフローシステムには以下の要件が要求される。

- ワークフローのルートの設定が自由に変更できること、
 - 個々の設計者が進捗を把握できること、
 - ワークフロー内で時間軸を意識した作業ができること、
 - データの整合性や最新性が保証されること、
 - 設計変更やデータ流用が容易なこと、
- などである。

従来のワークフローシステムやPDMシステムにはない業務のルーティングの手順が必要となる。

3. 分散環境におけるデータドリブン型のワークフローシステム

上記の課題を解決するためにデータドリブン型のワークフローシステムを提案する。

3.1 データドリブン型のワークフローシステムのモデル

業務モデルとして電子機器設計で使われる複数のCADデータとそれらを管理する設計データ管理システムおよび業務手順を電子化するワークフローを取り上げる。

(1) 業務モデルの設定

図1に本提案が対象とする業務モデルの概要を示す。丸で囲まれた文字はCADデータ(設計成果物)を示し、四角で囲まれた範囲が1つの設計作業を示す。

設計は“オーダー発令”(顧客からの注文)で始まる。設計手順は機器によって異なるが、電子機器の一般形態では、図1のように機能設計、回路設計、基板設計と進み、各設計フェーズでのOutput(設計データ)を正式保管庫(電子図庫)に登録(出図という)して完了する。設計途中で、設計変更などにより、データを作り直す(改訂する)ことがある。また、設計データは他のオーダーで参照されたり、流用されたりすることも多い。データの最新性の管理や整合性の管理が重要となる。

(2) データモデルの設定

本論文が扱うデータモデルは図2のようにオブジェ

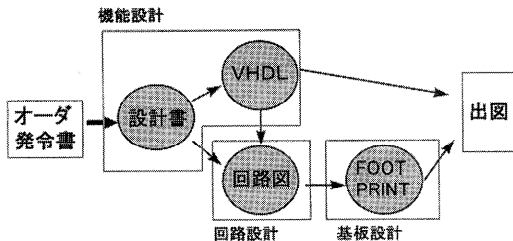


図1 電子機器設計の業務モデル

Fig. 1 A business flow model of the electronic equipment design.

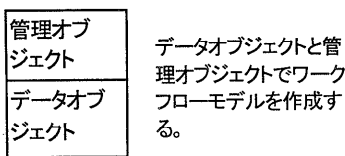


図2 データモデル

Fig. 2 The data model.

クトモデルで表現される。

管理オブジェクトには5W1H(who:データオブジェクトは何か, where:どこから来て次にどこへ行くか, what:プロセスは何か, why:エラーの対処, when:後工程はいつ必要としているのか, how:どのように処理するか)を含むタグを付けモデルを表現する。

(3) 組織モデルの設定

本提案のワークフローモデルが参照する組織ヒエラルキを図3に示す(分散した環境においてもモデルは変わらない)。本モデルではプロジェクト管理者が全体スケジュールを管理し、管理オブジェクトを発行する。また、設計者はプロジェクト管理者の指示を受けて自律的に行動し、データオブジェクトを作成する。

(4) 業務プロセスモデルの設定

設計プロセスのモデル化としては、従来のような業務内容や回覧先を示す部署名ではなく、データ中心のフロー図で表現する。設計データは設計者からの作用を受けて形を変える。図1の業務モデルの丸印のつながりがデータの流れから見た図である。設計データにはそれ自身が変更を受け形を変える場合と、参照や流用され別のデータに形を変える場合とがある。いずれの場合も、データの順序関係を示すだけで、プロセスの定義ができる利点がある。

3.2 データドリブン型のワークフローシステムの提案

図1に示す業務モデルに対応した分散設計データ管理システムを図4に示す。

設計者の端末や各サーバは分散配置されており、お互いにIntranetで接続されている。設計工程ごとの成果物は電子図庫サーバに保管され、設計プロセスはワークフロー管理サーバで制御される。本システムはデータ管理機能とワークフロー機能をあわせ持つ。

(1) 作業の割当て

ワークフローの一番最初は、“オーダー発令”による個々の設計者に対する作業の割当てである。

作業割当ては管理オブジェクトを生成することにより行う。表3には管理オブジェクトのタグの例を示す。管理オブジェクトには経路設定のためのルーティング

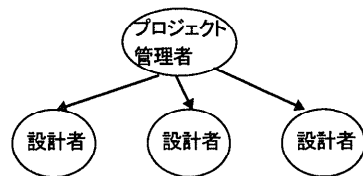


図3 組織モデル

Fig. 3 A hierarchy model for engineers in a company.

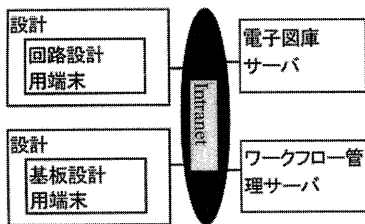


図4 ワークフロー機能を持つ分散設計データ管理システム
Fig. 4 The distributed data management system having the workflow management capability.

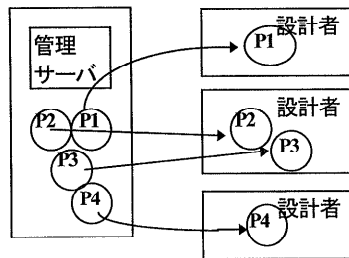


図5 作業の割当て
Fig. 5 An assignment of the jobs.

表3 管理オブジェクト

Table 3 Sample descriptions for the management object.

タグ名称	タグの意味
<INPUT>	管理オブジェクト生成日
<WHO>	プロジェクト管理者名、設計者名
<WHERE_FROM>	前工程名称、作業者名
<WHERE_TO>	後工程名称、作業者名
<WHAT>	作業プロセス名称
<WHY>	エラー時の連絡先等
<WHEN>	後工程の納期
<HOW>	前工程と後工程のデータ管理情報

情報、納期を示す期限管理情報、エラーの場合の対処方法を示す例外処理情報をはじめとする情報が入っている。オーダが発令されると、プロジェクト管理者は管理オブジェクトを生成し、設計者にプロセスを実行するための作業指示を行う。図5に管理サーバからの各設計者に対する作業割当てを示す。○は管理オブジェクトを示す。情報には機械が判断する情報と人間が判断できればよい情報とがあるが、管理オブジェクトの内容は最終的には人間が判断すればよく、管理情報がテキスト形式で記述される。

設計者は管理オブジェクトを受け取り、内容を確認して設計作業に入る。

(2) データオブジェクトの作成

管理オブジェクトを受け取った設計者は、その指示内容に基づき、設計作業を進め、設計データをデータオブジェクトとして生成する。

図6にデータモデルの説明を示す。図6に示すように、データオブジェクトが電子図書館登録のために発呼されると、管理オブジェクトが付加されて、いっしょに登録される。設計者は、管理オブジェクトを参照することにより、作業のための入力データや作業の内容、出力データなどが容易に判断できる。管理オブジェクトにはデータの更新権、作成権などのアクセス権の設定を含んでいる。

こうすることにより、設計者は前工程のデータが必要となきなどに、電子図書館から該当するオブジェクト

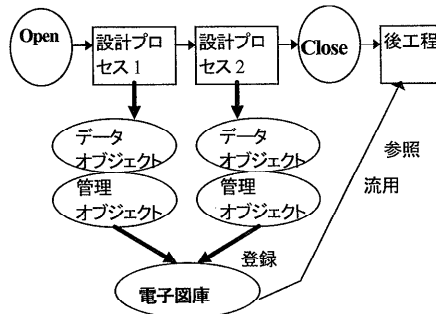


図6 データモデルの説明
Fig. 6 The explanation of the data model.

を借り出してきて最新性或整合性の確認を行い、プロセスの処理を行うことが可能となる。

(3) ライフサイクルの定義

設計成果物は全員で共有する必要がある。後工程ではデータを参照するプロセスがあれば、つねに正しい副番のデータあるいは最新のデータを参照しなければならない。設計の後工程がデータを参照したり、流用したりすることを制御するために、データのライフサイクルを定義する。

図6を使ってデータのライフサイクルの定義を説明する。データのOpen状態とClose状態を定義し、Open状態では、許可された者がデータの作成、更新が行える。第三者の流用は禁止される。Close状態では、第三者がデータを流用することができる。逆に、オリジナルデータの作成者は勝手にデータ変更することは許されないと決める。

(4) 設計進捗管理

プロジェクト管理者は設計の進捗を確認する必要がある。図6を使って設計進捗管理を説明する。

設計成果物はデータオブジェクトとして電子図書館サーバに登録される。登録時には、設計者は管理オブジェクトを付加する。このときに検認を受ける承認者を指定すれば、自動的に承認者に送付される。承認者は、管理オブジェクトの内容により、照査、検認を行

い、電子図庫に「正」として保管する。作業中のデータも電子図庫サーバに作業中として登録される。したがって、プロジェクト管理者や後工程設計者は設計成果物の登録状況により、設計進捗を確認できる。後工程では Open と Close の間にある設計成果は整合性を保つために取り出しはできない。

(5) 変更作業

設計作業では経路の変更や納期変更あるいは仕様変更など様々な変更作業が発生する。変更作業は管理オブジェクトの該当するタグ情報を書き換えて、ワークフロー管理サーバへ登録することにより可能である。設計に着手した後でも、プロジェクト管理者は管理オブジェクトを書き換えて、後工程の経路を変更することが可能である。この変更内容は設計者へ通知される。また、あるプロセスで設計変更が必要な場合は、プロジェクト管理者や担当の設計者は管理オブジェクトの内容を変更するだけで、システムが<Where.From>タグ、<Where.To>タグを自動的にたどり、関連する設計者に連絡すると同時にデータを副番更新のための Open 状態にし、ほかからのアクセスを制御する。

4. ワークフローシステムの構築

図7に構築したワークフローの実証実験システム構成を示す。

設計は CAD ツールに応じてパソコンかワークステーションを使って行われる。ワークフロー管理サーバと電子図庫サーバは 1 台の UNIX マシンで構成した。本システムは WEB を使って構築した。複数の設計者が本システムにより CAD データの管理を行う。

表4に作成する CAD データの種類と作成する端末の関係を示した。

設計者は完成した図面や設計文書を電子図庫に登録依頼する(図8)。管理者はそれを受け取り、確認後サーバに保管する。

成果物はデータオブジェクトと管理オブジェクトと一緒にして登録する。

複数の設計者が自分の作業が終わるとアットランダムに登録を行う。前の設計データを使って設計を行う設計者は、前のデータの登録の完了を待って自分の設計を開始する。管理サーバ中の管理オブジェクトの中に、自分が使う旨を記述しておけば、前工程の登録と同時に、登録完了メッセージが発呼される。プロジェクト管理者が Close 処理を行うと、サーバに保管されたデータは「正」となり、勝手な改定はできなくなる。改定するときは、副番更新(再 Open)の特別な手続きが必要となる。

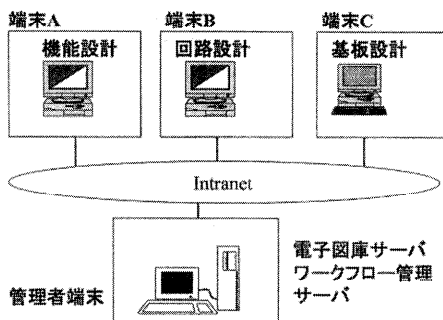


図7 実証実験システム構成

Fig. 7 Verification system to evaluate the workflow system.

表4 CAD データの属性

Table 4 Attributes of the CAD data.

CAD データ	内容	データ量	作成端末
VHDL	記述言語、テキスト	1KL~3KL	A
回路図	図面データ、CAD 固有フォーマット	A3 5枚程度	B
ROM図面	メモリ書込みデータ、CAD 固有フォーマット	A3 2枚程度	B
FOOTPRINT	基板図面データ、CAD 固有フォーマット	3MB	C
GERBER	基板製造データ、固有フォーマット	2MB	C

注)KL:1000行

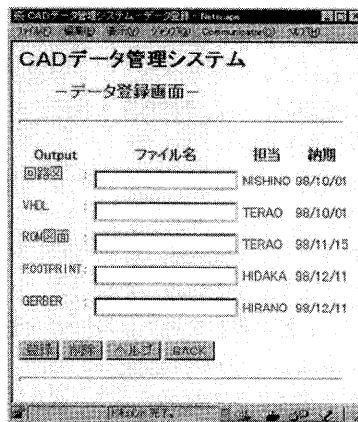


図8 データオブジェクト登録画面

Fig. 8 A sample display of registering the data objects.

5. ワークフローシステムの実証

(1) 実証実験内容

図1に示した電子機器用プリント基板の設計業務をモデルとして、提案したワークフローの実証実験を行った。

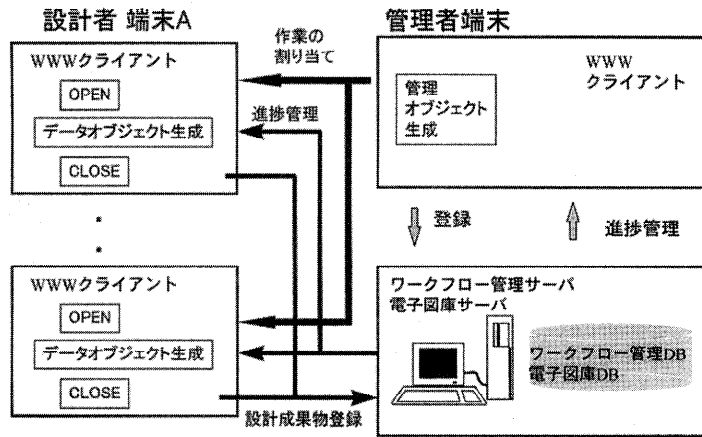


図9 本実験全体の流れ
Fig. 9 The process of the verification.

実証実験は、紙と電子メールで作業指示を伝達し、電子図庫サーバのみを保有する従来の運用方式と比較することにより、効果を計測した。図9に本方式に基づく実験の全体の流れを示す。管理者は管理オブジェクトを生成し各設計者作業の割当てを行う。次に、設計者は指示に基づき設計作業を進めデータオブジェクト（設計成果物）を作成し、完了したら電子図庫サーバへ登録する。設計途中では進捗の確認を行うという一連の流れを検証した。

一方、従来方式では、プロジェクト管理者からは紙で作業指示が与えられ、設計が完了したら、設計成果物は電子図庫サーバへ登録し、指示書を次の設計者に伝えるという手順で作業を進めた。

(2) ワークフロー設定および設計期間検証実験

図10に従来方式と本方式による工数の比較を行った。図10で機能設計は顧客の要求仕様に基づいて設計仕様書やVHDLを作成する業務である。回路設計は設計仕様書とVHDLを基にして詳細設計を進め、回路図とROM図を作成する作業である。基板設計は回路図を入力としてFOOTPRINTデータやGERBERデータを作成する作業である。従来方式の工数全体を10とし、各設計作業にかかわる時間を比較した。

図10の例では、3つの設計作業があり、3人の設計者がそれぞれを担当した。同じ設計者が従来方式と本方式の同じ設計作業を担当し、所定Outputを生成する作業を行った。本実験では、ワークフロー操作は従来方式と本方式とでは異なる方法であるために、同一人物による学習効果が排除でき、ワークフローの差異が評価できた。

本方式では表5に示すように作業の割当てのためにオーダに応じて管理オブジェクトを生成、設計者と

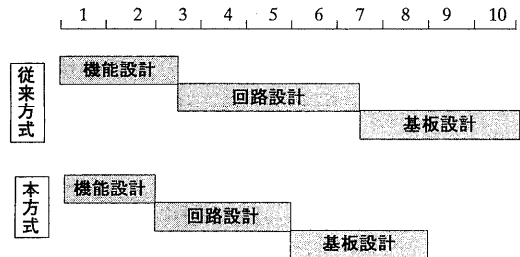


図10 従来方式と本方式の作業工数比較
Fig. 10 A comparison of devoted human resources between the previous method and the proposed method.

表5 ワークフロー作業の割当て
Table 5 A job assignment for the verification.

	TAG	TAG	TAG
Who	設計者 A	設計者 B	設計者 C
Where	回路設計	基板設計	手記
What	設計書 /VHDL	回路図	FOOTPRINT
Why	VHDL 検証後リリース	VHDL エラーは機能設計へ	回路図に feedback
When	3/2	3/2	3/10
How	図番 12345	図番 2345	図番 9876

設計成果物の組合せをサーバに登録することにより実施し、同時に設計者へは管理オブジェクトをメールで送った。

図11に進捗管理の画面を示す。成果物の担当と納期および登録日が一覧で参照できる。分散した環境にいる設計者でも自分の作業のスケジュールと全体の進捗とをつねに把握することができた。

本方式では全体が完了するまでに従来と比して 20%

機種名	状態	図面番号	副番	オーダ	基板名	登録者	所属	登録日付	納期
AV	出図済	C217883	A	70-J541-18	M-OGL21	NISHINO	技術課	1998/09/18	1998/1
AV	出図済	C218042	A	E-JB-000Y	M-FAB01	TERAO	設計課	1998/08/20	1998/1
MACTUSOX	検閲中	C218042	A	70-J541-18	M-FAB01	TERAO	設計課		1998/1
MELVEC	作業中	C218024	A	70-J541-18	A-OPG09	HIDAKA	設計課		1998/1
液晶	作業中	CP210A184	B	70-J541-18	PMB-DG1	HIDAKA	設計課		1998/1

図 11 設計進捗画面

Fig. 11 A sample display of the schedule viewer of the design.

の工数短縮結果が得られた。指示書などで作業指示を行うより早期に設計作業が開始できるためである。

(3) 設計変更指示方法の実験

基板設計工程が半分進んだところで、回路設計で図面の 10%が変わる設計変更が発生し、基板設計の変更を行わなければならないときのケースを想定して、変更指示の実験を行った。

表 6 に実験結果を示す。従来方式では、回路設計者がプロジェクト管理者へ電子メールなどで連絡し、その後基板設計者へ同様に連絡するルートで変更連絡を行った。結果としては、電子メールを読む頻度により指示の認識までの時間が異なった。

本方式では、回路設計者が管理オブジェクト内を変更がある旨書き換えると、プロジェクト管理者や他の設計者へ情報が伝わると同時にデータの Open 処理がされ、ほかからのアクセスが制限される。

作業中に、データがロックされたことが分かり、管理オブジェクトなどを参照して、変更があったことが理解できた。したがって、短時間で変更状態を認識することができた。

(4) ライフサイクル定義の検証

ライフサイクル定義の目的は、流用などで古いデータを使ったり、後工程の作業者が該当する副番ではないデータを使ったりすることを防ぐことにある。従来の方式と比較して、データ誤認の実験を実施した。今までの方法では、作業完了が予定より遅れたときに後工程が正しくないデータ使って作業を開始してしまうことがあったが、Open/Close の設定を行うことによ

表 6 設計変更指示での本システムの効果

Table 6 Benefit of the proposed workflow model in design changing processes.

プロセス	従来方式	本方式
指示が基板設計者へ届くまで	1時間 ~4時間	5分
指示により作業を中断するまで	1時間 ~4時間	5分

り完了前のデータを使うことがなくなった。

6. 評価と考察

(1) ワークフロー設定および設計期間の評価

管理オブジェクトを生成して、関係する設計者に作業指示を行う方法によれば、全体のプロセスの流れの組立てが容易に行えるので、遠隔地にいる設計者でもデータの生成状況により自分の作業開始のタイミングを判断することが容易に行え、時間管理の自由度が増加した。

管理オブジェクトからデータ生成状況の把握が可能となり、設計開始時期が適切に判断できるようになり、待ち時間などが減少し、期間短縮につながった。

(2) 設計変更指示方法の評価

管理オブジェクトの再設定のみで、設計変更やそのための経路の設定の変更が自由に行えることが確認できた。特に、変更と同時にデータのアクセスを制限することは、設計者の認識度が高まり設計変更の伝達手段としては有効な手段であることが分かった。

(3) ライフサイクル定義の有効性

今までの方式と比較すると誤ったデータを使うことがなくなり、本方式の有効性が確認できた。

(4) 考察

事務処理系のワークフローモデルでは業務と人（組織）とを初めに固定する必要があったが、本提案によるデータドリブン型のワークフローモデルによれば、設計プロセスが柔軟に構成できることを示した。機器の設計分野では、設計者に適応するワークフローとしては、いつまでに何をするか、つまり Output と期限を明確にすればよく、細かな業務手順の正規化などは必要ないことを実証システムにより検証した。特に、データドリブン型のワークフローシステムは CAD データ管理の分野では有効であることが実証できた。

7. 結 論

事務処理系ではワークフローは人（組織）を中心にフローを構成するが、技術設計分野では、人よりもデータを中心にワークフローを構成する方が有効であ

ることを検証した。

本提案によるワークフローモデルでは組織を管理者と設計者、データを管理オブジェクトとデータオブジェクトに分けて定義した。実証実験により、本提案のワークフローモデルによれば、2章で述べたワークフローの要件（個々の設計者が進捗を把握できること、設計変更や流用が容易なことなど）が満たされることが確認できた。本モデルを使えば、データ管理機能、データのライフサイクル管理機能を持ったPDMシステムが容易に構成できると考える。

今後は、適用範囲を広げ、ワークフロープロトコルのInternet対応や管理オブジェクトのGUI化など、さらには設計全般にわたるワークフロー定義などの研究を進める計画である。

参考文献

- 1) 速水ほか：ここまで来たワークフロー管理システム(3)ワークフロー製品の実例、情報処理, Vol.40, No.5, pp.507-513 (1999).
- 2) 速水：ワークフロー・ソフトの基本原則, 日経コンピュータ, 1997.9.1, pp.204-217 (1997).
- 3) 垂水：グループウェア・ワークフローの研究動向, 信学技報, KBSE97-30, pp.1-8 (Jan. 1998).
- 4) 神谷, 龍野, 山本：WWWを用いたワークフロー管理システムに関する変更容易性の評価, 信学技報, KBSE97-13, pp.7-14 (Mar. 1997).
- 5) 堀内, 飯島：ワークフロー管理システムの有効性について, オペレーションズ・リサーチ, Vol.41, No.10 (1996).
- 6) 電気学会：ワークフロー用語集, <http://lily.sipeb.aoyama.ac.jp/horiuchi/WFC/glossary/table.htm/>
- 7) 程田：製品・情報ライフサイクルを管理する製

- 品構成データベースのインターネット応用, *Proc. CALS EXPO International 1997* (Nov. 1997).
- 8) 好永ほか：原子力総合製品情報管理システムHIPDM21 CALSへのアプローチ, *Proc. CALS EXPO International 1997* (Nov. 1997).
 - 9) (株)コア：Open PDM V2 for Windows 95/NT Open PDM ユーザズガイド (1998).

(平成11年3月30日受付)

(平成11年10月7日採録)



西野 義典 (正会員)

1975年東北大学工学部電子工学科卒業, 同年三菱電機(株)入社。汎用計算機やオフィスコンピュータ用のCADシステム開発, データベースシステム開発に従事。現在同社設計システム技術センターにおいてエージェントシステム開発, CALS/PDMシステム開発等を推進。



小泉 寿男 (正会員)

1961年東北大学工学部通信工学科卒業。同年三菱電機(株)入社。基本ソフトウェア, ソフトウェア開発環境, 大規模応用システム, 中型小型コンピュータハードウェア開発に従事。1991年より技術本部技師長, ソフトウェア生産性向上, ASICトップダウン設計, 情報化オフィス等の推進担当, 1998年4月より東京電機大学理工学部教授。博士(情報科学)。IEEE, 電子情報通信学会, 電気学会, 日本機械学会各会員。1987~1988年本会理事。