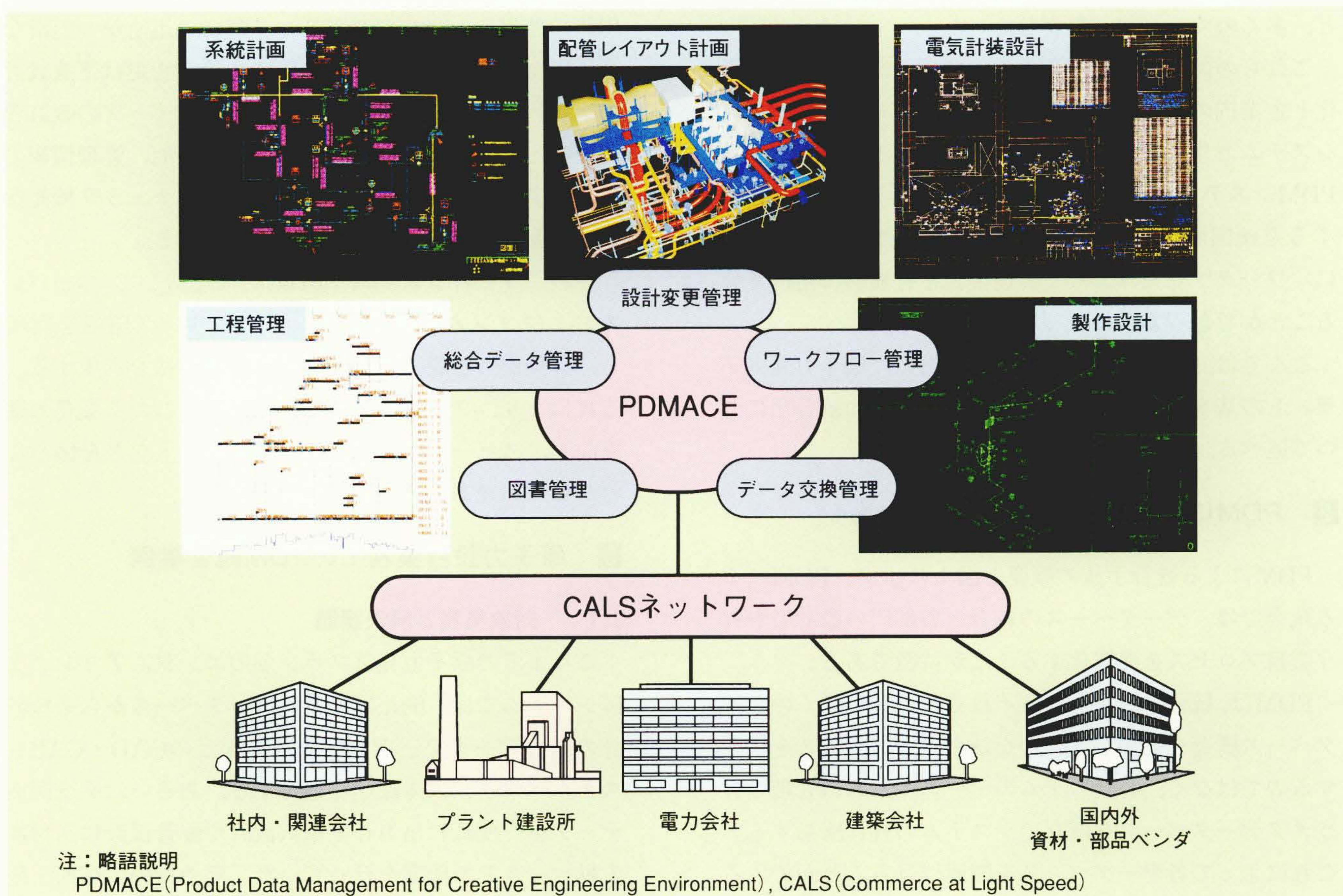


プラントエンジニアリング情報の統合化と高度活用

—PDM統合事例—

Integration of Plant Engineering Data by Product Data Management System

好永俊昭* Toshiaki Yoshinaga 北浦 渉* Wataru Kitaura
早川光春** Mitsuharu Hayakawa 吉田美樹* Miki Yoshida



PDM(Product Data Management)によるプラントエンジニアリング情報の統合化

PDMにより、原子力発電プラントでの系統設計業務と三次元配管レイアウト業務プロセスをワークフローを用いて連携させることができる。これによって系統設計で作成する系統図面情報を、関連する部門間と自動的にデータ交換できるようになった。

製造業界ではプラントの計画、設計、製造・検査、資材や機器の調達、および建設に関する情報を電子化し、データベースに保管して、これらの情報をネットワークを用いて世界規模で技術データ交換や部品調達を行い、企業間でCAD情報や技術文書などを統合するシステムが求められている。

エンジニアリング情報を統合化する手法として、PDM(Product Data Management)システムがある。このPDMシステムでは、情報の記憶方法の標準化を行って、企業内の設計支援システム相互のデータ交換、設計システムと生産管理システムとのデータ

交換などをネットワークを介して行うことができる。

このニーズに対応して開発したエンジニアリング情報統合システム“PDMACE”(Product Data Management for Creative Engineering Environment)を原子力設計業務に適用して、プラントエンジニアリングの中の系統設計業務と三次元配管レイアウト計画業務プロセスをワークフローを用いて有機的に連携させた。これにより、系統設計で作成する系統図面情報が自動的にデータ交換できるようになった。

* 日立製作所 日立工場 ** 日立製作所 情報システム事業部

1 はじめに

これまでの原子力発電プラントのエンジニアリング支援システムでは、紙ベースで系統図面データを受け渡ししたり、変更内容の確認を再度の技術会議で調整するなど、多くのマンパワーを要していた。

これらの課題を解決するため、情報の記憶方法の標準化と企業内の設計支援システム相互のデータ交換、設計システムと生産管理システムとのデータ交換などを図るPDMシステムを開発した。これにより、系統設計で作成する系統図面情報を自動的にデータ交換させるとともに、ワークフローによって関連業務を有機的に連携させることができるようになった。

ここでは、PDMによる統合手法を用いた原子力発電プラントの基本計画段階の業務支援システムの統合化について述べる。

2 PDMによる統合手法の概要とねらい

PDMによる統合手法の概要を図1に示す。PDMによる統合では、データベースの統合と各部門の設計者が行う業務プロセスを連携化することが特徴である。

PDMは、統合の対象となるそれぞれのシステムのデータベース構造を変更して新たな統合データベースを構築するのではなく、各システムのデータベースの管理を行うメタデータベースを既存のシステムの外に構築する。これによって各データベースを関連づけることができるので、融通的な情報共有システムを短時間で開発することができる。PDMは、データベースの共有をより確実なものとするために、エンジニアリング業務の遂行に関して、次はどこに、どのように情報を伝達すべきか、結果

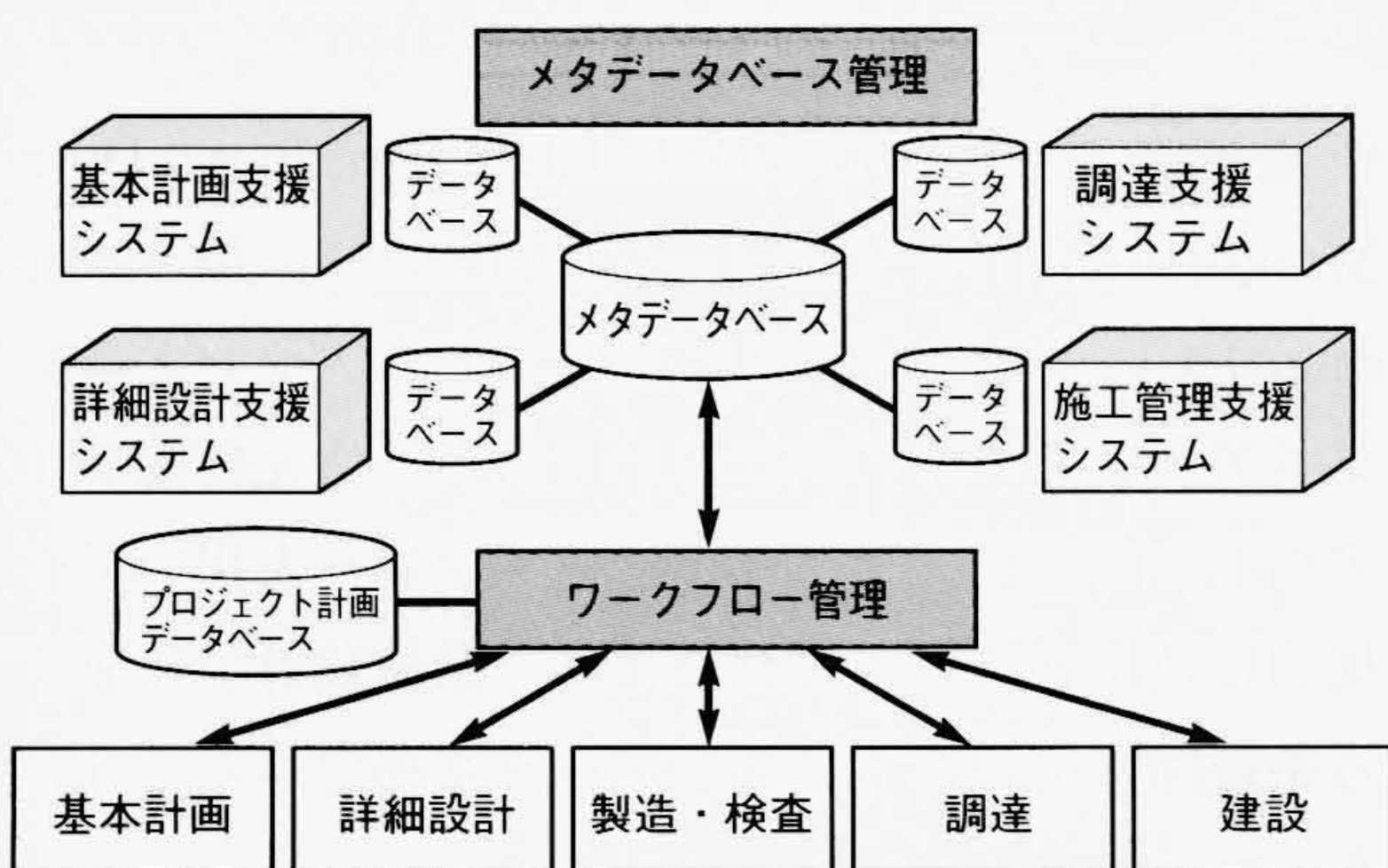


図1 PDMによるデータと業務統合手法の概要

PDMによる統合手法はメタデータ管理とワークフロー管理が特徴である。

としてどのように共有したかを管理するためのワークフロー管理手法を持っている。

PDMを用いたこの統合化により、プラント基本計画から設計、製造、検査、調達、建設に至るすべてのデータを一元管理して、種々のデータの整合性、信頼性、機密保護の確保や、エンジニアリング業務の迅速かつ円滑な遂行が支援できる。特に、上流での設計変更は下流設計の広い範囲に影響を与えるため、図面やデータの改訂管理機能、設計進捗(ちよく)情報の管理機能、管理情報のビジュアル表示機能、きめ細かなデータチェック機能などの重要な機能の実現を図ることができる。

このように各システムをPDM的に連結して、ペーパレスおよびコンカレントなエンジニアリング環境を実現し、計画から建設までの一貫情報管理体系を実現する。これにより、プラントライフサイクルにわたる業務の効率向上、スピードアップ、製品の品質向上などを図ることがねらいである。

3 原子力設計業務でのPDM統合事例

3.1 対象業務と解決課題

これまでの原子力発電プラントのエンジニアリング支援システムでは、例えば、系統データベースから系統設計の出力データを三次元配管計画などのCAD・CAEシステムへマニュアル操作で送付する、あるいは系統図面データを一度紙に出力して電気設計や配管設計に送付する紙ベースでの作業を行っていた。そのため、図面・図書類の受け渡しにさまざまな手間とデータを要し、再入力、さらに、変更内容が正しく反映されたかを技術会議によって相互調整するなど、多くのマンパワーを必要としていた。

3.2 PDMによる業務プロセスの改善

上述した問題を解決するためにまず、プラントエンジニアリングの中で系統設計業務と三次元配管レイアウト計画業務に関連する業務とを連携する業務プロセスを日立製作所の市販ソフトウェア“PDMACE”を用いて実現した(図2参照)。

今回開発したシステムは、系統設計で作成される系統図面情報を、関連する業務アプリケーションに人手を介さずに自動的にデータ交換するとともに、送達票をワークフローで関係部門に送ることにより、関連業務を有機的に連携させたものである。

3.3 業務プロセス連携の内容

プラント設計の最上流に位置する系統設計では、P&ID

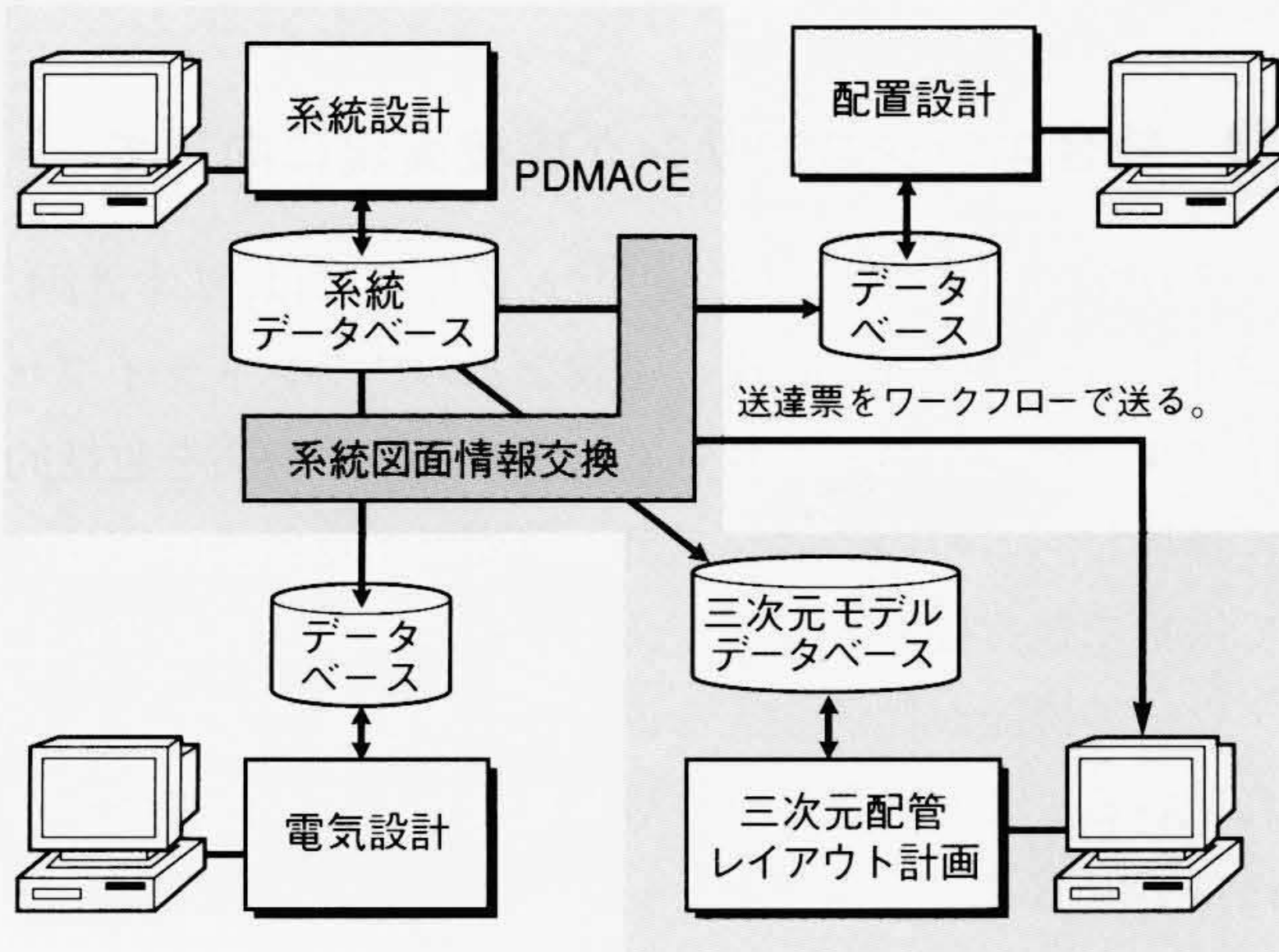


図2 PDMACEによる系統設計とレイアウト計画業務連携
PDMACEによる統合手法を用いて、業務間のデータ交換とワークフローによる業務依頼を行う。

(Piping and Instrumentation Drawing：配管計装線図)を設計情報の基本として、この図面情報を基に各種リストを作成し、最終的には下流側設計の機器設計、配管設計、電気設計などに必要な設計データなどを付加してまとめる。このP&IDはプラントの論理モデルの役割を果たしており、この図面に基づいて下流側のすべての設計がコンカレント的に実施されている。例えば、系統設計と配管設計の間の業務連携として次のようなものがある。

- (1) 系統設計側の作成したP&ID図面を配管設計側に送付し、配管ルール計画に使用する。
- (2) 温度、圧力などの系統設計データを、配管設計側のCAD・CAEシステムに取り込んで活用する。
- (3) 配管ルート計画の観点からP&IDの変更が必要となった場合には、その変更内容を系統設計側に送付してP&IDに反映する。
- (4) 配管設計側で決定するドレン・ベントなどの設計データを、系統設計側に送付してP&IDに反映する。
- (5) 業務連絡などの図書を送付する。

3.4 システム構成と機能概要

PDMACEを活用して実現した業務連携システムの運用概要についてまとめたものを図3に示す。系統設計者、配管設計者は、EWSを用いて設計作業を行っている。そして、系統設計CADシステムと三次元配管レイアウト計画CADシステムのデータベースは、ネットワーク上のサーバにそれぞれ格納されている。サーバとEWSおよびドキュメント作成や管理業務に使用するパソコンに、PDMACEのプログラムを搭載して、系統設計用CADシステムとワープロなどのアプリケーションとを区別する

ことなく、同様の方法で操作できる環境を構築した。

業務連携を実現するために、PDMACEの基本機能である製品構成管理機能、ファイル管理機能、バージョン管理機能、ビューイング管理機能を活用した。

(1) 製品構成管理機能

CADデータや図面、技術文書などの図書データに対し、プラントの系統、部位、機能、図面の種類、その他属性を与え、PDMACEのメタデータベースに格納し、検索が容易に行えるように体系的に構造化している。

(2) ファイル管理機能

系統設計図面、圧力、温度などの設計仕様値をP&IDデータ交換用の中間ファイルとし、PDMACEのファイル管理機能を利用して保管する。

(3) バージョン管理機能

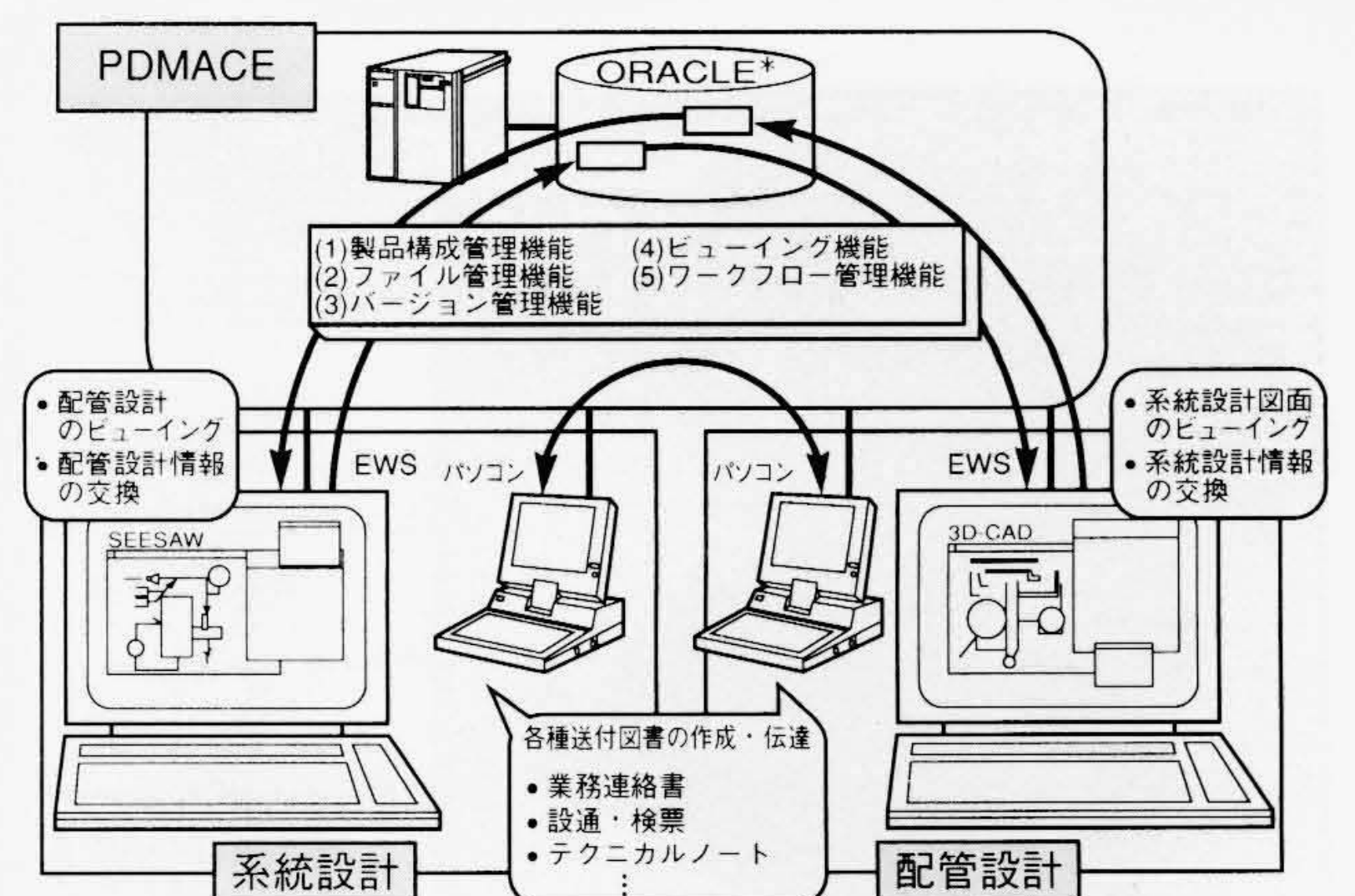
図面データの改訂履歴管理やP&IDデータ交換用の中間ファイル交換履歴情報を保管する。

(4) ビューイング機能

系統図面などをイメージ情報に変換し、パソコンに表示する標準的なビューイング機能活用だけでなく、三次元配管レイアウト図を二次元変換したものを連絡票に添付することにより、これまでEWSだけでしか検索表示できなかったものをパソコン上で検索表示できるようにした。

(5) ワークフロー管理機能

各部門で作成された図書の審査・承認をネットワーク



注：略語説明ほか

EWS(Engineering Workstation)

*ORACLEは、米国Oracle Corporationの登録商標である。

図3 PDMACEによる業務連携の運用概要

系統設計と三次元配管レイアウト計画業務をPDMACEを介して業務連携している。

を介して行うことや、部門間の業務連絡などにワークフローを活用している。

3.5 開発システムの効果

(1) 二重入力の防止

開発した設計データの自動交換機能により、系統設計データを配管設計側のCAD・CAEシステムに再度手入力するようなデータの二重入力作業をなくすとともに、従来のデータの手入力に起因する誤りを削減した。

(2) 部門間協調業務の促進

さらに、三次元配管レイアウト計画システム操作中に対応する系統設計データを同時表示したり、設計変更が迅速で適切に連絡ができるようになったため、設計者間の業務協調(コンカレントエンジニアリング)がいっそう推進でき、設計効率が向上した。三次元配管レイアウト計画CADシステムの画面上にP&IDを同時に表示したものを図4に示す。

(3) 図書の一括管理

PDMACEによって各種図面や図書が体系的に管理され、かつ図面の改訂情報なども適切に管理されているため、EWSの画面上で必要な画面が容易に検索、表示できるようになった。

(4) 情報伝達時間のスピードアップ

PDMACEのワークフロー管理機能を活用して実現しており、迅速かつ確実な業務連絡や、適切な作業誘導が可能となった。また、ワープロなどで作成したドキュメントも電子データとしてワークフローに添付して多部署に同時に送付できるため、大幅なペーパーレス化とスピー

ドアップが図れた。

4 統合エンジニアリング環境実現に向けて

これからの統合エンジニアリング環境には、基本計画、設計、製造・検査、調達、建設などのプラントライフサイクル全般にわたって発生するさまざまな情報を包括的に管理し、おのこのシステムが要求する形式に変換して供給できる機能と、ワークフローに代表されるグループウェア機能が提供できるシステムが必要であると言われている。この統合環境の基本機能として次の機能が特に重要である。

(1) 統合デスクトップ

統合デスクトップは、設計者が日常使うさまざまなツールを一つの画面に配置する機能である。この機能は、メールやワークフローの受発信から図書検索、仕掛かり中の図面を作成したCAD・CAEなどのツールの起動を画面上のアイコンをクリックするだけで使うことができるようにするためのもので、使いやすさと仕事の効率を直接左右する。

(2) チームデザイン環境による協調設計

ネットワークに接続された複数のワークステーションを用いて、相互の画面上に写し出される同じ画面や相手の顔を見て、相手と話しながら互いに設計を進めることができる機能である。従来の、設計結果を持ち寄った会議ですり合わせを行って変更箇所を修正する設計方法に対し、この機能では設計作業の途上で繰り返しすり合わせを行って即決することができるので、むだな作業が軽減できる。コンカレントエンジニアリング実現のためにも必要となる。

(3) ワークフローを用いたデータ授受と業務依頼

ネットワークを介して業務依頼を行う機能である。これまでのような会議中心の開発作業の指示と紙ベースでのデータ授受ではなく、メールと電子情報でのデータ交換なので、設計や手配作業のスピードアップと設計作業の効率化を図ることができる。このワークフローを用いるには、(a)業務の標準化、(b)より柔軟なワークフローシステムの開発、(c)ワークフロー管理の対象を実施可能な大きさに設定など幾つかの課題があることがわかった。

(4) リファレンス管理

複数のCAD・CAEデータベース間のデータリファレンス管理をワークフローなどを応用して正確に行う機能である。リファレンス管理とは、下流工程のある設計結果が上流工程のどの設計結果に基づいて行われたもので

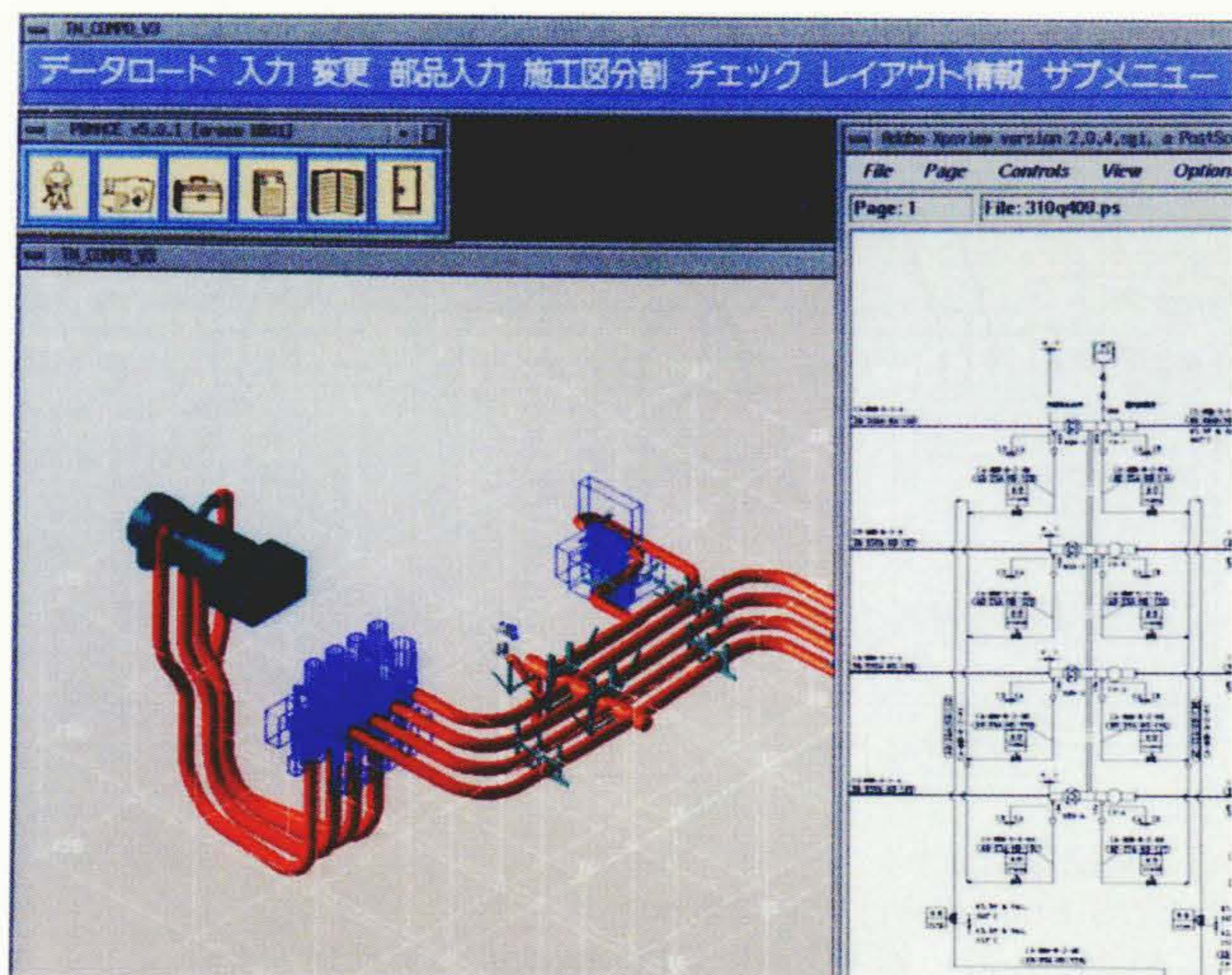


図4 配管レイアウト計画画面上の系統図表示(部分)

三次元配管レイアウト計画CADシステムの中で系統設計の最新情報が検索できる。

あるかを記録しておくことである。例えば、上流工程の「設計」に変更があれば、この「記録」を検索することによってその「結果」を使っている下流の設計担当に連絡し、設計結果に矛盾が発生することを防止する。PDMシステムのワークフロー機能を用いて行う方法は、従来の専用プログラムによる設計相互の関連を手作業で入力する方法と比べて、管理選任者を必要とせず、また記録が正確であるなどの特徴を持つ。設計変更に伴う作業のスピードアップ、変更漏れの削減に大きな効果がある。

(5) 電子化図書管理

ワープロで作成した設計仕様書などの技術文書やCAEでの解析結果、試験成績などのデータ類、CADで作成した図面などを作成段階で直ちに管理する機能である。この管理された情報を、手もとのパソコンの統合デスクトップにある検索ツールを起動することによって簡単に表示したり、読み出したりすることができるため、これまでより情報の共有化が大幅に拡大できる。

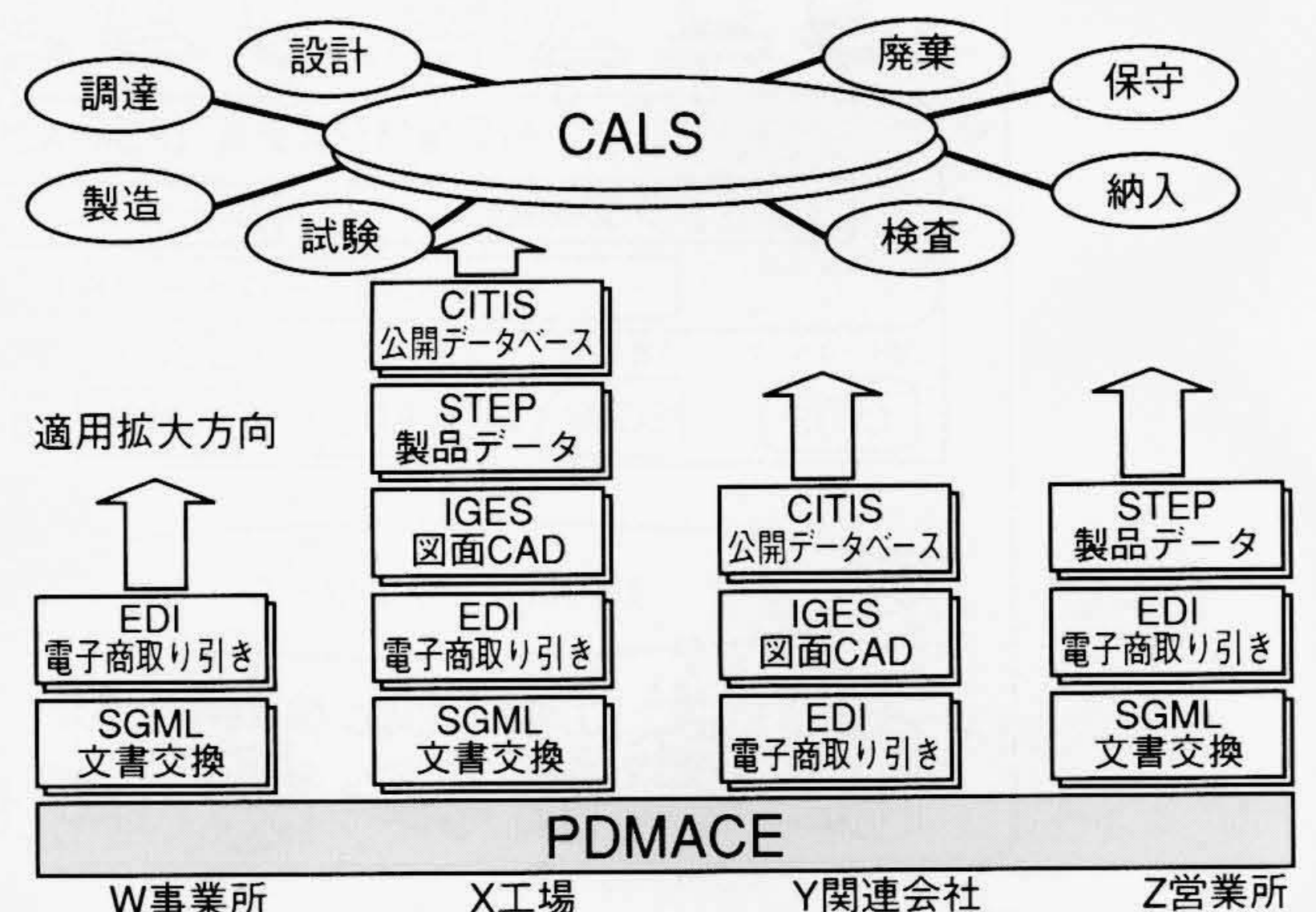
5 PDMシステムの課題

1995年に開催されたCALS Pacific '95でのVE2006でもCALSへの期待が高まっている。CALS実現には、図5に示すように各社ごとに異なるアプローチがあるが、PDMシステムが中核的コンポーネントとして位置づけられると考える。また、これまで述べてきたように設計者の日々の設計活動をいっそう支援する新しいエンジニアリング環境をPDMのさまざまな機能を活用することによって実現することが可能となった。PDMは、企業間のエンジニアリング情報の交換に役立つだけでなく、各企業内の新しい統合エンジニアリング環境構築にも役立つものである。

CALS対応システムをPDMACEを利用して各企業が構築する場合の標準的なシステム構成を図6に示す。PDMをCALS実現に役立つシステムとするために、(1)データ交換機能、(2)ワークフロー機能とEDIの連動、(3)公開データベースへの対応機能の三つの機能を持つ。

(1) システムの動作概要

CADシステムなどの既存の業務(AP: Application)システムのデータベースから公開すべき情報を抽出し、公開データベースに書き込んだり、逆に、ベンダ企業の公開データベースから、プロポーザルを総合製品情報データベースに取り込むとともに、取り込まれた情報を既存の業務システムからの要求によってタイムリーに分配し、計画や設計に使えるようにする。



注：略語説明

IGES (Initial Graphics Exchange Specification)

EDI (Electronic Data Interchange)

SGML (Standard Generalized Markup Language)

図5 PDM・CALS構築での種々のアプローチ

CALSへの対応にはさまざまな方法がある。

(2) データ交換

動作概要で述べたように、データ交換機能には、自社企業内の情報を公開データベースに書き出すためのデータ交換機能と、公開データベースに公開された他社の情報を自社の企業内システムに供給するためのデータ交換機能がある。公開データベースに蓄積される情報の標準形式については、SGML、STEPなど数種類に規定する標準化活動がNCALS(生産・調達・運用支援総合情報システム技術研究組合)で進められているので、これと企業内で使用しているシステムのデータ交換機能を各企業が開発する必要がある。特定の企業間で交換するデータの種類や形式を定めてデータ交換する場合も、データ交換機能を各企業が開発する必要があると考える。

ここで述べたシステムでは、系統設計システムと三次元配管レイアウト計画システム間のデータ交換を専用の個別システムとして開発した。企業内の各システムと公開データベースの情報とのデータ交換システムを効率的に開発できる機能が、PDMシステムに求められる最も重要な機能である。

(3) ワークフロー機能とEDIの連動

現在、企業間の情報交換としては、メールと資材の発注・納入にEDIが使われている。PDMでは、ワークフロー機能が中心機能となっているので、ワークフローとメールやEDIと連動できる機能が必要となる。

(4) 公開データベース管理

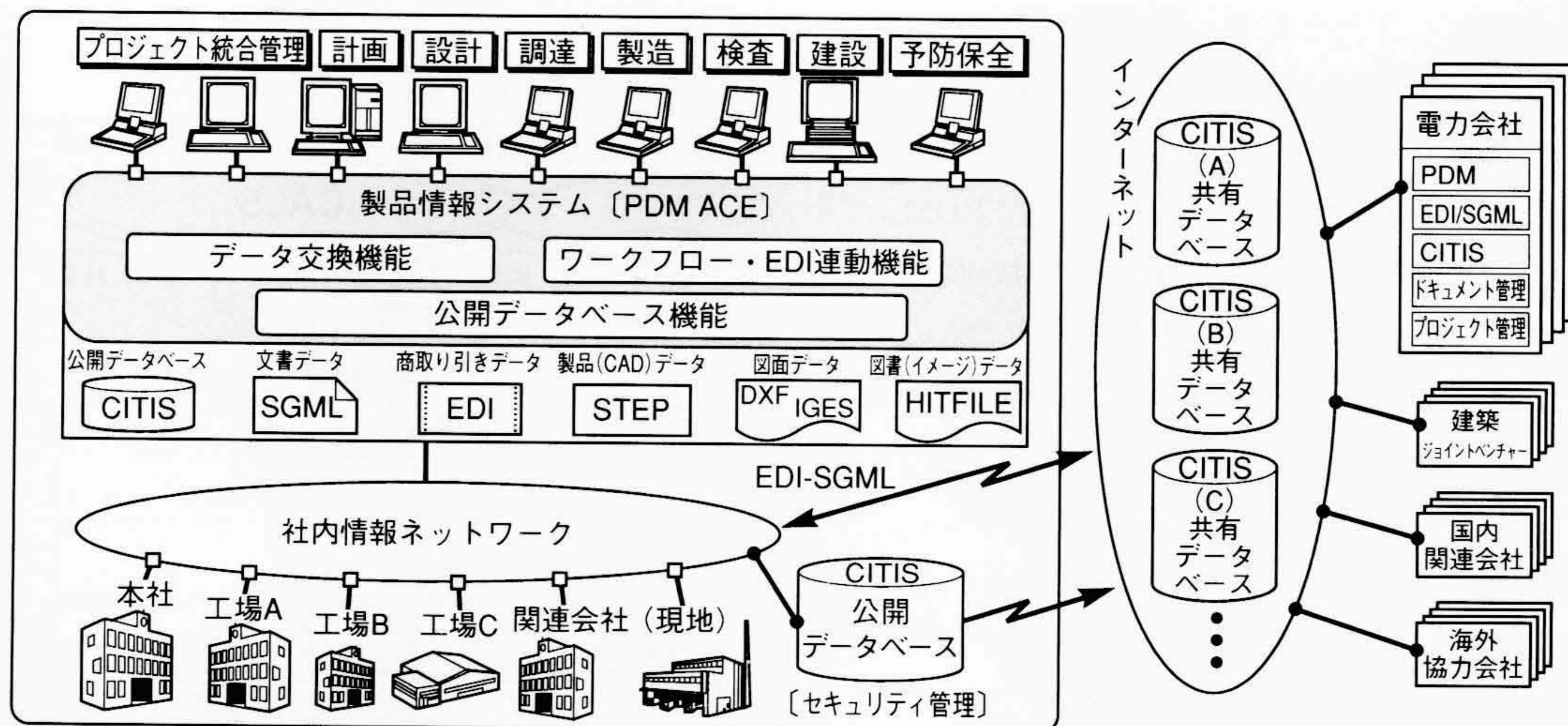


図6 CALS対応システムのシステム構成
PDMACEを中心にCALS対応システムを開発している。

公開データベース管理は、公開情報の承認、応札期限管理、採用したベンダ企業との通信記録と管理やワークフローの発行を行う。また、自社が公開した情報の精度を維持するとともに、公開先と公開先に渡されている情報を管理する。さらに、ベンダ企業からの情報が自社でどのように使われているかを管理したり、ベンダ企業やプラントオーナーが要求する応札指定データ形式^{※)}へのデータ変換と公開情報のレベルに適した情報編集を管理する。

また、外部企業との機密保護のためのファイアウォール機能が重要である。

(5) ピースデータ管理

ピースデータ管理には、ベンダ企業から提供される部品単位の情報を集めて、あるユニットを構成するなど自社が管理する情報の大きさに合わせるパッケージング処理と、図面、仕様書、部品表、注文書など目的別に保管するアンパッケージング処理を行うバッファデータベース

管理がある。SGMLやSTEPなど構造を持った情報と自社のデータ管理構造とをマッチングする役割も果たす。

6 おわりに

ここでは、PDM手法を利用して系統設計業務と三次元配管レイアウト計画の業務プロセスを連携したシステム“PDMACE”について述べた。

プラントでの業務プロセス連携には、データ交換機能とワークフロー機能が効果的である。日立製作所のPDMシステムにより、系統設計で作成する系統図面情報が人手を介さずに自動的にデータ交換できるようになり、また、関連業務をワークフローで効果的に連携させることが可能となった。

CALSの進展に対応するため、今後も、システムの機能のいっそうの向上を図っていく考えである。

※) 応札指定データ形式：発注元企業がベンダ企業からの応札情報の作成方法をSGMLのDTDなどで指定したものをいう。

参考文献

- 1) 好永, 外: 三次元プラントレイアウト計画CADシステム, 日立評論, **68**, 4, 325~330(昭61-4)
- 2) 好永, 外: プラントエンジニアリングCAD・CAEシステムの高度化と統合化, 日立評論, **77**, 4, 315~320(平7-4)
- 3) 好永, 外: 原子力発電プラントコンストラクションCAEシステム, 日立評論, **72**, 10, 991~1002(平2-10)
- 4) 早川: 製品データ管理システムの実践的活用法(上, 下), 自動化技術, Vol.27, No.7(1995)