

プラント情報管理システム (PIMS)

国内のプロセス産業では、1980年代に入って分散型制御システム (DCS) が急速に普及し、制御層の情報化が実現した。その後、1990年代になってコンピュータとネットワーク技術の進展、そして大量の運転データを長期間保存できるリアルタイムデータベースの登場により、プラントの運転データを利用して運転管理、製造実績管理を行うプラント情報管理システムが構築されている。本稿では、このプラント情報管理システムについて、その概要と導入エンジニアリングおよび最近の技術動向について解説する。

20.1 プラント情報管理システム PIMS とは¹⁾²⁾

プラント情報管理システム Plant Information Management System (以下、PIMS) は、制御システムから上がってくる運転データを一元的に管理し、プラントの運転管理、製造実績管理を行うプロセス産業特有のシステムである (図1参照)。米国コンサルティング会社の AMR Research 社や MES 普及の任意団体 MESA International などが 1990年代に入って製造実行システム (MES) の概念を提唱する以前から、PIMS はプロセス産業への導入が始まっているが、PIMS の機能を説明するうえで MES の概念を適用すると理解しやすい。表1に示すとおり、MESA International は MES の 11 機能を提唱しているが、PIMS はこれらの機能のうち「データ収集」、「生産資源の配分と監視」、「プロセス管理」、「製品の追跡と製品体系の管理」、「実績分析」に対応する領域をカバーしていると言える。一方、最近ではビジネスシステムとして ERP が普及し、企業レベルで業務システム全体の統合と正確で迅速な企業活動の把握が可

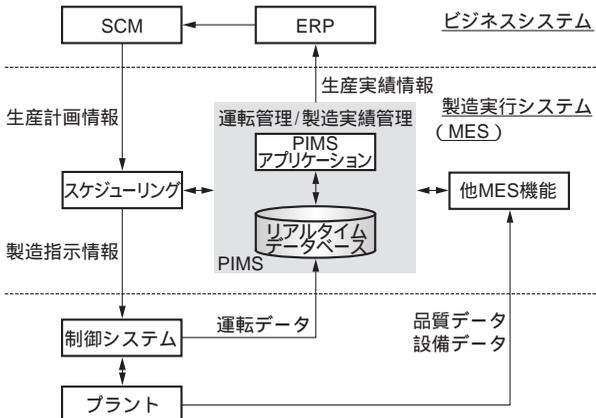


図1 プラント情報管理システム (PIMS) の位置づけ

表1 プロセス産業のMESと関連する情報システム

MESAの定義するMES 11機能	プロセス産業の管理機能	関連する情報システム
作業のスケジューリング	生産計画 製造指示	生産計画システム スケジューリングシステム
差立て・製造指示		
データ収集	運転管理 製造実績管理	プラント情報管理システム (PIMS)
生産資源の配分と監視		
プロセス管理		
製品の追跡と製品体系の管理		
実績分析		
製品品質管理	品質管理	ラボ情報管理システム (LIMS)
設備の保守・保全管理	設備管理	設備保全管理システム (CMMS)
作業管理		
仕様・文書管理	文書管理	電子文書管理システム (EDMS)

LIMS : Laboratory Information Management System

CMMS : Computerized Maintenance Management System

EDMS : Electronic Document Management System

能になっているが、PIMSは制御システムとERPの間の情報ギャップを埋め、運転データを生産実績情報に変換する垂直統合の結節点の役割を担うケースも増えている。

一般的にPIMSは運転データの収集・蓄積を行う「リアルタイムデータベース」と運転管理や製造実績管理のための「PIMSアプリケーション」から構成される。リアルタイムデータベースは操業データの格納庫であり、ユーザーは正確で一貫性のある操業データを迅速に、かつ効率よく利用することができる。PIMSアプリケーションはリアルタイムデータベース上のデータを活用した運転管理、製造実績管理アプリケーションのことである。PIMS導入により、操業データの共有環境が実現し、運転管理、製造実績管理の管理レベルが向上することから、プロセス産業の生産現場では、次のような効果が期待できるといわれている。

- 運転改善や無駄の排除による製造コストの低減
- プラント・機器のパフォーマンスの維持と問題点の早期発見
- 製品の高品質化や品質ギブアウェイの低減
- 生産計画変更への柔軟な対応
- 制御システムとERP間の情報ギャップの解消と迅速かつ確実な生産システムのPDCAサイクルの実現

20.2 PIMSの基本機能

20.2.1 リアルタイムデータベース

リアルタイムデータベース Real-time Database (以下、RTDB)はプラントの各種制御システムであるから上がってくる膨大な運転データを自動収集し、長期保存することを目的とした専用のデータベースパッケージである。プロセスヒストリアンとも呼ばれる。図2に示すようにRTDBは運転データの自動収集・長期保存、オンライ

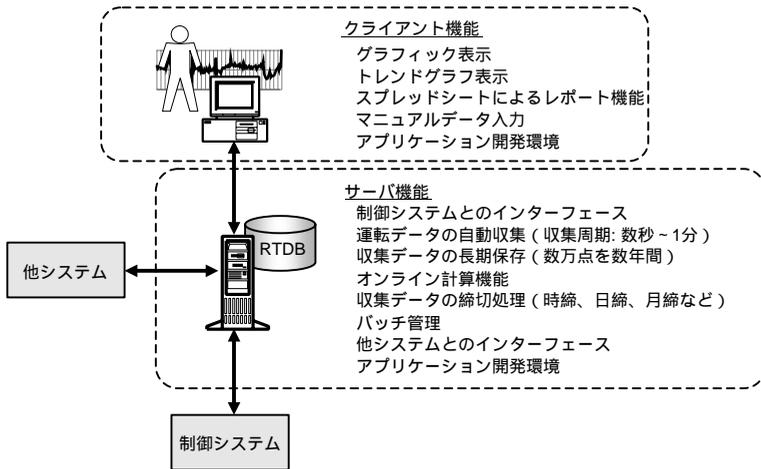


図2 リアルタイムデータベースの機能

ン計算機能、他システムとのインターフェース機能などからなる「サーバ機能」とグラフィック表示、トレンドグラフ表示、レポート機能などのマンマシンインターフェースを提供する「クライアント機能」から構成される。

近年、RTDB 以外にプラントのリアルタイム監視・制御機能を提供するシステムとして SCADA/HMI パッケージが普及している。SCADA は Supervisory Control and Data Acquisition の略で、もともとはパイプラインなどの遠隔地のプロセス状態を監視・制御するためのシステムであった。しかし、最近、製造現場に導入されている SCADA/HMI パッケージは RTDB とほぼ同様の機能を有している。表 2 に示すように RTDB は大規模プロセス産業向けで、工場全体のデータを管理に適するのに対して、SCADA/HMI は中小規模もしくは範囲を限定した運転データの管理に向いている。

(1) リアルタイムデータ収集と長期保存

RTDB は大量のデータを専用サーバ上で時系列順に保存する。データ格納の最小単位であるデータ項目は「タグ」とも呼ばれ、データ値、タイムスタンプ、データステータスから構成される。収集対象となるデータの種類は制御システムからの運転データのほか、後述のオンライン計算機能により求められる計算データ、運転員などによるマニュアル入力データ、他システムからのインターフェースデータなどがある。RTDB の規模はデータ項目数で数千~数万点、保存期間は 1~数年が一般的である。また、運転データの収集周期は製造管理のリアルタイム性を考慮して決められるが、通常、数秒~1分間隔が目安となる。大量データの長期保存は「プラントは安定運転時に運転データの変化が小さい」という特性を利用したデータ圧縮技術により実現している(図3)。報告では、データ圧縮比率が 1:20 であっても制御システムからの生データの動きを表現できるともいわれている⁴⁾。また、バッチプロセス向けには、バッチ操作単位に運転データを管理する機能を提供する RTDB パッケージも多い。

(2) オンライン計算機能

オンライン計算機能は、RTDB 上のデータを使ったリアルタイム計算機能である。RTDB サーバ上で簡易言語を使って数式を定義することにより、定周期もしくは入力データの変化時に計算を実行し、計算結果を計算データとして、RTDB 上に格納する。

表2 リアルタイムデータベースと SCADA/HMI の比較

項目	リアルタイムデータベース RTDB	SCADA/HMI
システムの分類	MES	制御システム + MES
産業分野	おもにプロセス産業	ディスクリット産業 + プロセス産業
機能	データ収集 + 監視	データ収集 + 監視 + 制御
対象	工場全体	エリア、ラインごと
システム規模	中規模から大規模	中小規模
データ点数	数千～数万点	数百～数千点
制御システム インターフェース	DCS、PLC、(SCADA)	PLC
他システム インターフェース	LIMS、CMMS、APC、ERP	MES、RTDB
データ収集周期	数秒から1分周期	1秒から1分周期
データ保存期間	1年から数年間程度	数ヶ月から1年間程度
おもな製品 ()内は開発元 (開発元 50音順)	InfoPlus. 21 (Aspen Technology) iHistorian (GE Fanuc International) PHD (Honeywell) PI (OSIsoft) TOPCIM (トパックス) IndustrialSQL Server (Wonderware) PREXION (山武) Exaquantum (横河電機)	CitectSCADA (Citect) iFix (GE Fanuc International) JoyWatcher (JT エンジニアリング) RView (Rockwell Automation) FactoryLink (USDATA) InTouch (Wonderware) 看太郎 (椿本チエイン) ASTMAC (横河電機)

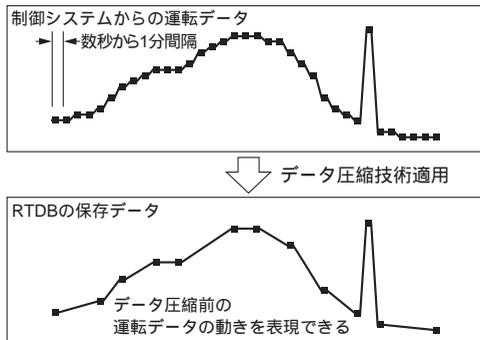


図3 RTDBのデータ圧縮技術

オンライン計算機能はプラントや機器の性能計算や、原料・製品やユーティリティの物質収支計算などに広く用いられる。

(3) ユーザーインターフェース

ユーザーインターフェースはRTDBクライアントの機能で、ユーザーはクライアントPCから専用のクライアントソフトウェアを使ってRTDBに蓄積された各種データを閲覧したり、分析したりすることができる。通常、グラフィック表示、トレンドグラフ表示、スプレッドシートによるレポート機能が提供される。プラント監視など

インターフェース形式

- ・プロセス間通信インターフェース
- ・ファイル共有インターフェース
- ・ファイル転送インターフェース
- ・RDB間SQLインターフェース
- ・OPCインターフェース
- ・XMLインターフェース
- ・API
(Application Programming Interface)
- ・EAI
(Enterprise Application Integration)

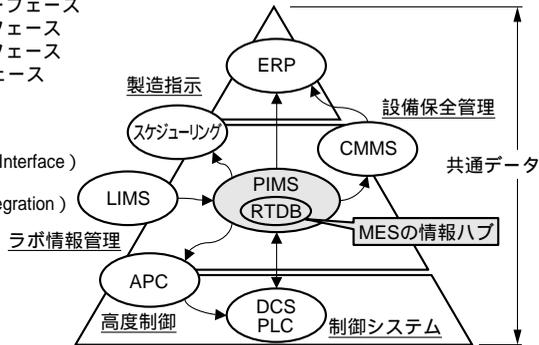


図4 他システムとのインターフェース

状況把握にはグラフィック表示が、データ経時変化や複数データ間の挙動把握にはトレンドグラフ表示が適している。また、レポート機能はRTDBのデータをスプレッドシートに貼り付けるもので、運転データの統計処理や解析、さらに定型のレポートを作成する用途で使用する。なお、クライアントのタイプとしてクライアントサーバタイプかWebクライアントタイプが選択できる。

(4) 他システムとのインターフェース

RTDBは「MESの情報ハブ」として制御システムやMES層のラボ情報管理システム(以下、LIMS)や設備保全管理システム(以下、CMMS)、そして上位のERPなど他システムとのインターフェースをとり、操業データの共有環境を提供する(図4)。

DCSやPLCなどの制御システムとのインターフェースは、通常、RTDBパッケージベンダーが標準インターフェースを提供する。接続する制御システムの数やモデル、通信データ量、通信ゲートウェイの有無などにより、インターフェースの形式が決まる。最近では、多くのRTDBパッケージベンダーがWindows環境で接続性に優れたOPCインターフェースを提供するようになった。OPCインターフェースは、性能的にも優れ、1秒あたり数千データのデータ通信性能を有する。

MES層のLIMSとのインターフェースの目的は、運転データと品質データの統合であり、運転と品質の改善に大きな効果があるといわれている⁵⁾。また、CMMSには、時間基準保全や状態基準保全などの予防保全用データとしてプラントや機器の稼働時間や状態情報を送出するケースが多い。上位のERPに対しては、生産量や在庫量などの生産実績情報を生産管理や会計目的として送出する。

20.2.2 PIMS アプリケーション

(1) PIMS アプリケーション

PIMSアプリケーションは運転管理、製造実績管理のためのアプリケーション群で、RTDB上の各種データを活用した監視画面、実績レポート、または生産実績情報作成機能などの作りこみ型アプリケーションである。RTDBが提供するユーザーインターフェースとオンライン計算機能、およびRTDBアクセス関数群などのアプリケーション開発環境を使って構築する。おもなPIMSアプリケーションとその構築例を表3と図5に示す。

表3 おもなPIMSアプリケーション

活用部門	PIMSアプリケーション例
製造・運転部門	運転監視画面、運転レポート 運転パフォーマンス管理 データリコンシリエーション ユーティリティ管理
生産計画部門	生産量、在庫量集計 生産計画予実績対比
品質管理部門	製品性状の統計的品質管理 オンライン分析計管理
技術部門	プラント性能監視 プロセス解析 エネルギー管理
設備管理	機器性能監視 予防保全データ管理
その他	管理者レポート 環境排出量監視

第3部 生産現場の管理システム

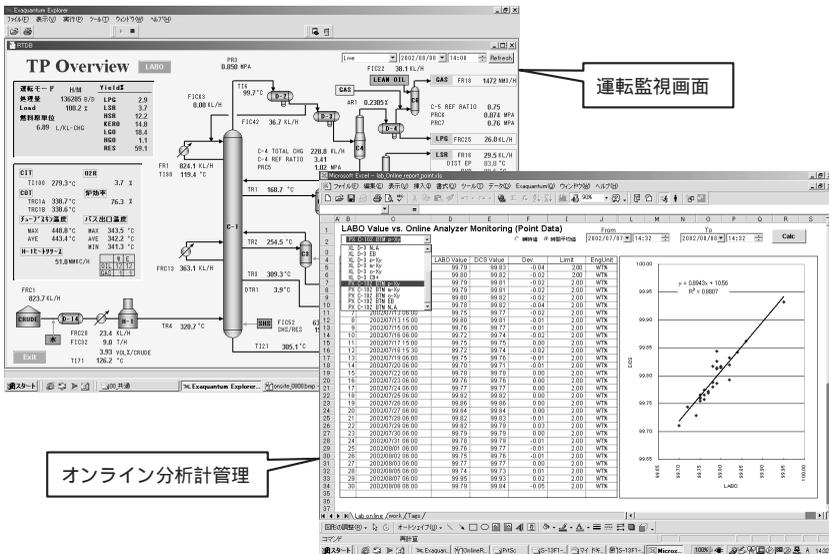


図5 PIMSアプリケーションの構築例

(2) リレーショナルデータベース

PIMSアプリケーションにより集計・加工された生産実績情報を日締め、製造ロット、運転モードなど切り口で管理する場合、時系列データを扱うRTDBは適さないため、その格納先としてリレーショナルデータベース(RDB)を置くことがある。たとえば、連続生産方式のプロセス産業では生産実績情報を日締め、月締めなどの時間枠で集計したのち、リレーショナルデータベースに格納し、生産計画情報と比較・対

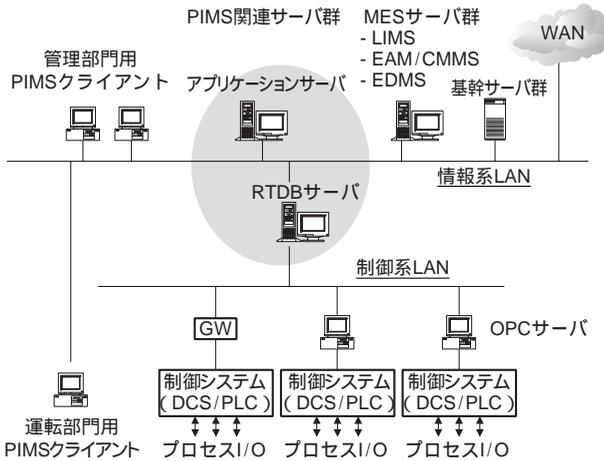


図6 PIMSのシステム構成

比して生産計画の遵守度合を管理する。

20.3 システム構成

(1) システム構成

典型的なPIMSのシステム構成として、3階層システムの例を図6に示す。3階層システムは、「プレゼンテーション層」はユーザーインターフェース用のPIMSクライアントPC、「データ層」はRTDBサーバが受け持ち、その間の「アプリケーション層」にPIMSアプリケーションを実行するアプリケーションサーバを置く構成であり、システムの変更や更新、拡張などに対する柔軟性が高いという特長がある。ただし、中小規模のPIMSではRTDBサーバがアプリケーションサーバを兼ねる2階層システムも多く採用されている。

(2) ネットワーク

DCSやPLCなどの制御システムは専用のゲートウェイもしくはOPCサーバを介して、制御系LANに接続する。制御系LANは制御システム専用のLANで、用途、負荷分散、信頼性、セキュリティなどの観点から上位の情報系LANとセグメントを区別することが望ましい。RTDBは通常、制御系LAN上に置くRTDBサーバ上で動作し、大量の運転データは制御系LANを通過してRTDBサーバに格納される。一方、PIMSクライアントからの画面表示やレポート出力要求、またはアプリケーションサーバ上のPIMSアプリケーションからのデータアクセス要求などのトランザクションは情報系LANを経由してRTDBサーバに通知され、それぞれのサービスを提供する。

(3) ハードウェア

RTDBサーバは、連続稼働かつミッションクリティカルであるため、そのハードウェア選定にあたっては十分な配慮が必要である。第一に、プラントの増設、収集データの追加やデータ保存期間の延長などに対して、ある程度の拡張性を有することが求められる。通常、CPU性能、メモリやディスクの容量、拡張ベイなどが検討の対象となる。第二に、ハードウェアの信頼性向上対策である。PIMSの重要度に応じてハ

ードディスクや電源ユニットなどの冗長化や高信頼性のフォールトトレラント機の導入などが検討される。

20 4 PIMS 導入エンジニアリング

20 4 1 導入形態

通常、PIMS は、ユーザー、システムインテグレータ、および RTDB パッケージベンダーが参加して構築する。その導入形態は、表 4 に示すように、新設工場への PIMS 導入、既設工場への PIMS 新規導入、既存 PIMS からの移行などの導入形態がある。導入形態によって、導入期間、システム導入手順、リアルタイムデータベース定義情報の設定方法（データローディング）、ユーザーのシステム構築への係わり方などが変わってくる。

20 4 2 システム構築上の留意点

(1) リアルタイムデータベースパッケージ選定

RTDB は長期使用を前提としているため、一度導入すると他パッケージへの切り替えはきわめて難しいため、導入時には、自社の目的や用途にあった RTDB パッケージの選定が重要である。RTDB パッケージの評価項目を表 5 にまとめる。

(2) リアルタイムデータベース構築のポイント

データベース設計では RTDB に格納するデータをライセンス内容（通常、データ項目数）、保存期間やデータ収集周期、ハードウェア制約などを考慮して決定する。ユーザーの立場からはなるべく多くのデータを保存したいが、反面、ハードウェアコストやライセンス費用、サポート費用の上昇につながる。そこで、将来の拡張性は確保しつつ、現状の要求に見合った RTDB を構築することがたいせつである。筆者の経験では、全収集データに対する制御システムデータの割合は、70～80% を占める

表 4 PIMS の導入形態とそのポイント

導入形態	導入のポイント
新設工場への PIMS 導入	<ul style="list-style-type: none"> ●PIMS 要求仕様を制御システムへ反映 ●制御システム部門との協力的なプロジェクト遂行 ●RTDB 定義情報の早期決定 ●工場操業開始と PIMS 稼働の同期化 ●プラントおよび運転に理解のあるベンダーの選定 ●ユーザーの積極的な設計・製作・試運転への参加
既設工場への PIMS 新規導入	<ul style="list-style-type: none"> ●プラント運転計画を考慮した PIMS 導入期間の設定 ●既存情報システム・ネットワークとの統合上の問題点の調査 ●ユーザー主導の RTDB データローディング計画 ●プラントおよび運転に理解のあるベンダーの選定 ●ユーザーの積極的な設計・製作・試運転への参加
既存 PIMS からの移行（マイグレーション）	<ul style="list-style-type: none"> ●旧システムからの移行機能選別 ●移行に関する技術的な問題点の調査・検証 ●綿密なシステム移行計画 ●十分なコスト調査 ●ユーザー主導の RTDB データローディング計画

表5 リアルタイムデータベース選定における評価項目

評価項目	評価のポイント	
共通	<ul style="list-style-type: none"> ●システム制限 ●ハードウェア要件 ●動作可能対象 OS 	<ul style="list-style-type: none"> ●動作性能 ●信頼性向上対策 ●セキュリティへの対応
サーバ機能	<ul style="list-style-type: none"> ●格納可能データ ●データベースの拡張性 ●所要ディスクサイズ ●データ圧縮機構 ●タグ定義方法 ●オンライン計算機能と定義方法 	<ul style="list-style-type: none"> ●締め切り処理の実現方法 ●時刻同期管理 ●制御システムインターフェース機能 ●他システムインターフェース機能 ●インターフェースの保守性・拡張性 ●データバックアップ機能
クライアント機能	<ul style="list-style-type: none"> ●グラフィックエディタ機能 ●トレンドグラフ機能 	<ul style="list-style-type: none"> ●スプレッドシートアドイン機能 ●マニュアル入力機能
システム導入・開発	<ul style="list-style-type: none"> ●データベース構築の容易さ ●制御システム変更時の対応 	<ul style="list-style-type: none"> ●EUC の容易さ ●外部アプリケーション構築方法
システム運用	<ul style="list-style-type: none"> ●日常管理作業の容易さ 	<ul style="list-style-type: none"> ●バージョンアップの容易さ
サポート体制	<ul style="list-style-type: none"> ●サポート元とサポート体制 ●サポート内容 	<ul style="list-style-type: none"> ●トレーニングプログラム ●バージョンアップ頻度
コスト	<ul style="list-style-type: none"> ●ソフトウェアライセンス費用 ●クライアントライセンス形態 ●ハードウェア費用 	<ul style="list-style-type: none"> ●年間保守費用 ●導入エンジニアリング費用
その他	<ul style="list-style-type: none"> ●海外国内導入実績 	<ul style="list-style-type: none"> ●日本語化への対応

ため、制御システムデータの洗い出しが重要な設計作業となる。基本的には、運転管理、製造実績管理に使用する可能性のある制御システムデータを洗い出すことになるが、制御システムで保有するデータ数は圧倒的に多いため、その選別作業は、制御システムに精通した制御エンジニアとプラント運転に携わるエンジニアの協力を得て進めるとよい。また、将来のプラント増設やユーザーからの収集対象データ追加要求などを考慮すると、ある程度の余裕をもってライセンス内容を決定する必要がある。

クライアント設計は想定されるユーザーの洗い出しとクライアント環境の設計である。PIMS のユーザーとしては、製造部門、技術部門、生産計画部門、設備保全部門などが想定される。PIMS の利用目的が限定されている場合には、少ないユーザー数でよいが、PIMS を操業管理の中核システムとするプロセス産業ではユーザー数が数百にのぼることも珍しくない。ライセンス費用は、ユーザー数の増加に伴って上昇するので、適切なユーザー数の把握が重要となる。また、クライアント環境に影響を与える要因としては、利用場所(制御室、オフィス、社外など)、クライアントのタイプ(クライアントサーバタイプと Web クライアントタイプ)、ユーザーの役割や PIMS の利用権限などがある。

他システムとのインターフェース設計ではシステム間の機能分担とインターフェース形式の決定、異常処理の検討が重要である。インターフェース形式は接続先のシステム特性、システム間の連携度、導入コスト、拡張性や保守性などを考慮して決定される。最近では、インターフェースの標準化が進み、OPC インターフェースやデータアクセスの関数を提供する API、ERP などの主要パッケージ製品との専用インターフェース、または N : N 型のシステム間インターフェースにも対応できる EAI パッ

ページなどが採用されている（図4参照）。

（3）PIMS アプリケーション構築のポイント

効果的なPIMS アプリケーションを構築するためには、RTDB上のデータを単に表示するだけでなく、うまく活用することがたいせつである。データ活用のポイントを以下に示す。

- KPI (Key Performance Indicators) などの管理指標の導入とその目標と実績の対比
- 時間的・空間的に広範囲な運転データの活用（過去の運転データとの比較、変化傾向分析、複数工場間の比較など）
- 統計データの活用（平均値、最大・最小、日締・月締めなどの締切処理など）
- データリコンシリエーションの活用（測定の冗長性を利用して、運転データに含まれる誤差を推定し、運転データを修正する方法）
- 運転モード、製造ロット、バッチ操作単位など切り口ごとの運転データの整理
- 他システムとのデータ統合（運転データと品質データの統合など）

（4）PIMS を活用した生産活動のPDCA サイクル

PIMS は操業データの共有環境を提供するが、さらにその効果を引き出すためには、図7に示すようにPIMS を生産活動のPDCA サイクルに組み込むことが重要である。

PIMS を活用した生産活動のPDCA サイクルは以下の4つのフェーズから成る。

PLAN：業務改善の具体案とその管理目標値を設定する。

DO：プラントを運転し、生産活動を行う。

CHECK：PIMS からの実績値とPLAN フェーズで設定した目標値を比較する。

ACT：CHECKの結果、実績値が目標値に到達しなければ、操業データを分析し、プラント・生産活動に対して適切な対策をとる。実績値が目標値を上回る場合は、新たな目標値を設定し、生産活動の管理レベルを上げる。

つまり、プラント、制御システム、PIMS と人間系からなるクローズドループを構

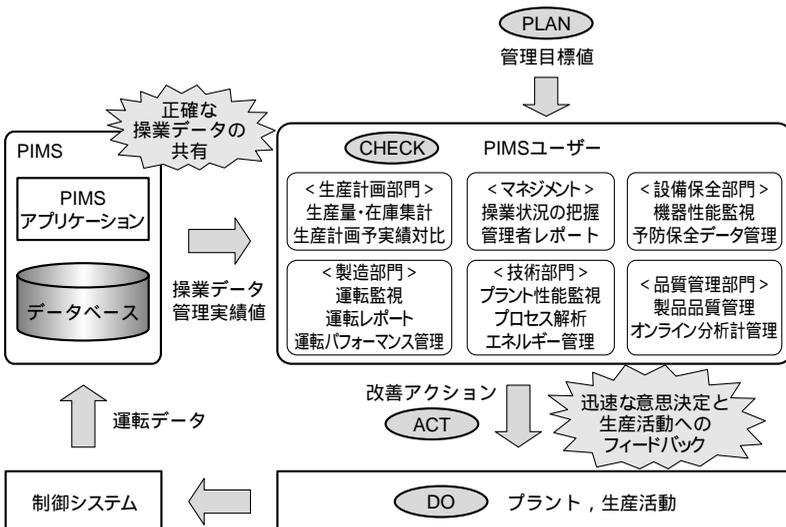


図7 PIMS を活用したの生産活動のPDCA サイクル

築し、操業データを効果的に活用しながら、生産活動のPDCAサイクルを確実に、かつスピーディにまわし続けることが、生産活動の管理レベルを向上させ大きな効果を引き出すポイントである。

20.5 今後の技術動向

(1) Web クライアント化

最近、クライアントのWeb化が進んでいるが、PIMSも同様で、ほとんどのRTDBベンダはクライアントサーバタイプとWebクライアントタイプの両方のシステム構成を提供している。イントラネット上では、表示機能や応答性に優れたクライアントサーバタイプを採用することが一般的であるが、今後、Webクライアント技術の進歩やバージョンアップ管理などへの対応の容易さから、Web化へシフトしていくと思われる。また、リモート監視やプラントや機器の診断などのアウトソーシングに伴う運転データの外部提供などもWeb化を加速する要因と考える。

(2) リアルタイムパフォーマンス管理との連携

工場全体のパフォーマンス目標をビジネス、効率、コスト、品質などと関連付けて設定し、リアルタイムに管理しようとするリアルタイムパフォーマンス管理の動きが海外を中心に活発化している⁶⁾。システムとしてはMES層のシステム群やSCM、ERPなどからのデータを統合し、リアルタイムで企業ポータル上にパフォーマンス実績を提供するもので、米国Indx社の「XHQ」や米国OSIsoft社の「RtPM」などの製品がある。今後、PIMSは「リアルタイムな運転データや生産実績情報を提供するシステム」として、リアルタイムパフォーマンス管理の仕組みとの連携を強化していくであろう。

(3) 制御システムとビジネスシステムの統合

これまでMES層の国際標準は存在しなかったが、ISA/ANSI規格S95「ビジネスシステムおよび製造システムの統合」が国際標準として採用される方向である。この規格は生産方式を区別せずに、統一的に制御システムとビジネスシステムとの連携を扱うことをコンセプトとしている。今後、明らかに制御システムとビジネスシステムとの垂直統合の重要度が高まることから、PIMSは国際規格の情報交換仕様に沿って、ビジネスシステムとのより密な連携が要求されると予想される。

参考文献

- 1) 植木、進藤、「プロセスプラント統合製造情報システム」、『生産技術実用化便覧』、工業調査会(2000)
- 2) 中村、正田、『MES入門』、工業調査会(2000)
- 3) 実践MES研究会、『図解MES活用最前線』、工業調査会(2004)
- 4) P. Grosdidier, "Understand Operation Information System"
Advanced Process Control & Information Systems for the Process Industry Gulf Publishing Company (1999)
- 5) L.B Koppel, "Quality Information System Benefits"
Advanced Process Control & Information Systems for the Process Industry Gulf Publishing Company (1999)
- 6) ARC Advisory Group 社ホームページ <http://www.arcweb.com/>

(大坂システム計画・大坂 宏)