

# プロセスデータベースと電子操業日誌の連携によるプラント操業の全体最適化

Overall Optimization of Plant Operations through Collaboration of Process Database and Electronic Plant Operation Log

藤田 真治 神成 忠男

■FUJITA Shinji ■KANNARI Tadao

近年、あらゆる情報がネットワークに接続されるIoT (Internet of Things) が注目されており、製造現場においても、プラント操業に関わる様々な情報をビッグデータとして課題解決に活用することが求められる。

東芝三菱電機産業システム (株) は、プロセスデータの長期収集が可能なプロセスDB (データベース) PLANETMEISTER™ (以下、PMDと呼ぶ)、及び操業日誌を電子化した電子操業日誌 PlantLogMeister™ (以下、PLMと呼ぶ) により、製造現場の様々な課題の解決に貢献してきた。更に、プラント操業の全体最適化を目指して、蓄積した情報を組み合わせてビッグデータとして活用するため、各種機能の開発と実装を進めている。

Manufacturing industries have recently been focusing attention on solutions to various issues encountered at production sites through the analysis of big data related to plant operations collected by Internet of Things (IoT) devices.

Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corporation has developed and released PLANETMEISTER™ (hereafter abbreviated as PMD), a process database that can collect process data over a prolonged period, and PlantLogMeister™ (hereafter abbreviated as PLM), an electronic plant operation log that replaces conventional paper-based logs. These technologies are contributing to the solution of various issues at manufacturing sites. We are making further efforts to develop and implement a variety of functions by integrating PMD and PLM, with the aim of realizing the overall optimization of plant operations.

## 1 まえがき

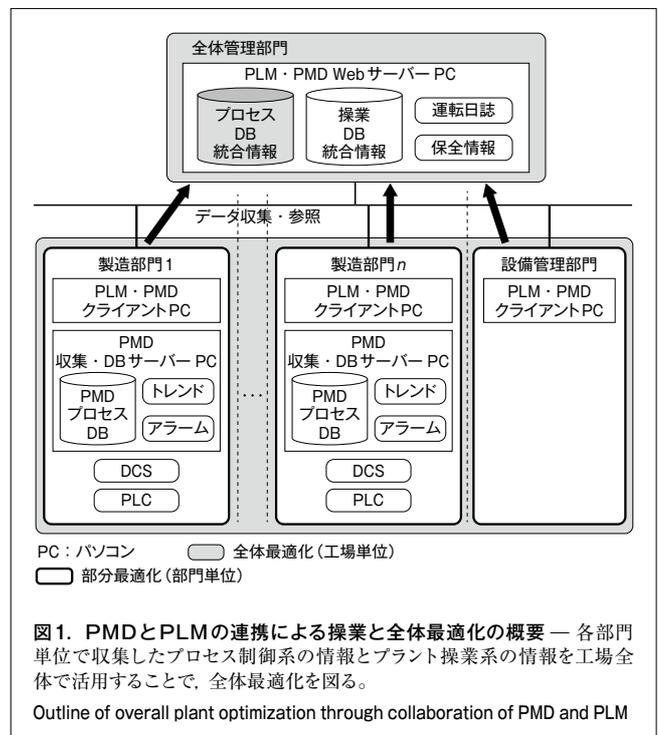
近年、製造現場では生産革新活動が積極的に行われており、製造部門単位の最適化から、工場全体、更には会社全体としての最適化が求められている。また、製造現場には、多種多様な情報が存在しており、これらの情報を一元管理した、操業管理のスマート化への取り組みが始まっている。そのため、分散配置されたDBを統括して参照できることが求められており、これは、近年のネットワーク技術の進歩により高速かつセキュアなネットワークを使って構築できるようになってきた。

東芝三菱電機産業システム (株) は、PMDとPLMを提供し、製造現場の電子化に貢献してきた。

ここでは、今後の工場全体や会社全体の最適化に向けて、新たに開発した機能について述べるとともに、それらの活用事例と今後の展望について述べる。

## 2 操業の全体最適化に向けた取り組み

製造現場における分散制御システム (DCS) やプログラマブルロジックコントローラ (PLC) といったプロセス制御系の情報は、早くからシステム化や自動化が進んでおり、PMDで収集、活用できる。また、人が管理する運転日誌、設備保全情報、工事スケジュールといったプラント操業系の情報は、手書



きや手入力データであることが多く、収集や活用が難しい環境であったが、当社は、PLMによる操業情報の収集及び活用を提案し、製造現場の様々な課題の解決に貢献している<sup>(1)</sup>。

収集した情報を活用した操業の全体最適化にあたっては、製造部門単位で取得した情報の、分析による部分最適で終わらせるのではなく、工場単位や会社単位での情報分析が必要である(図1)。

PMDとPLMが、それぞれ収集した情報を工場全体で活用していくために開発した新機能を、以下に説明する。

### 3 PMDの新機能

PMDは、リアルタイムプロセスデータ収集機能のほか、トレンド表示、履歴保存、帳票作成、Web配信、モバイルDCSなど様々な機能をオプションパッケージとして取りそろえている。製造部門単位から工場全体への展開を図るために、必要な次の機能を新規実装した。

#### 3.1 分散DBのサポート

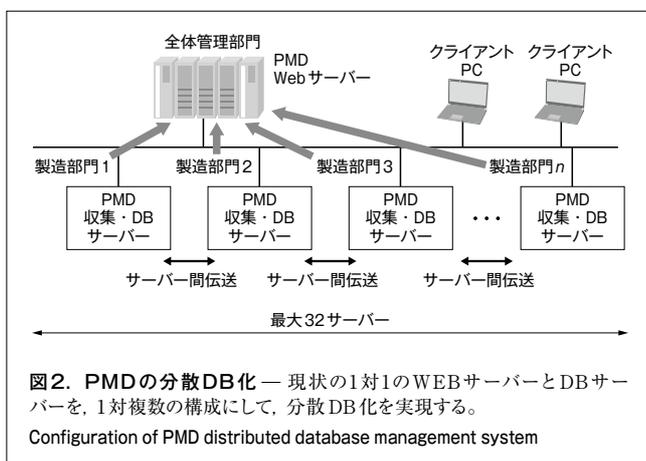
従来は、製造部門ごとに収集・DBサーバーを持ち、部門内で最適化が完結していたが、全体最適を見据える上で、各製造部門に分散配置されている収集データを統括して見られる機能を開発した。これにより、分散DB化を図り、生産技術部門や生産革新部門といった会社全体を管理する部門(以下、全体管理部門と呼ぶ)のWebサーバーでは、各製造部門が持つPMD情報のうち必要な情報を任意に組み合わせ参照できる。また、各製造部門間での情報共有を可能とするため、収集・DBサーバー同士の間での伝送機能も搭載した(図2)。

#### 3.2 セキュリティー機能強化

収集・DBサーバーとDCSの間では、OPC UA (Unified Architecture) インターフェースを新たにサポートし、より拡張性が高く、かつセキュアなシステムを提供する。収集・DBサーバーとWebサーバーの間では、事前に指定したIP (Internet Protocol) アドレス以外の接続を禁止する機能や、サーバー間の通信を暗号化するなどのセキュリティー強化策を実施している。

#### 3.3 Web画面リニューアル

Web画面は、HTML5 (Hyper Text Markup Language 5)



で作成し、画面構成、操作性も含めてリニューアルした。同時に、PLMとの画面様式の統一も図った。

## 4 PLMの新機能

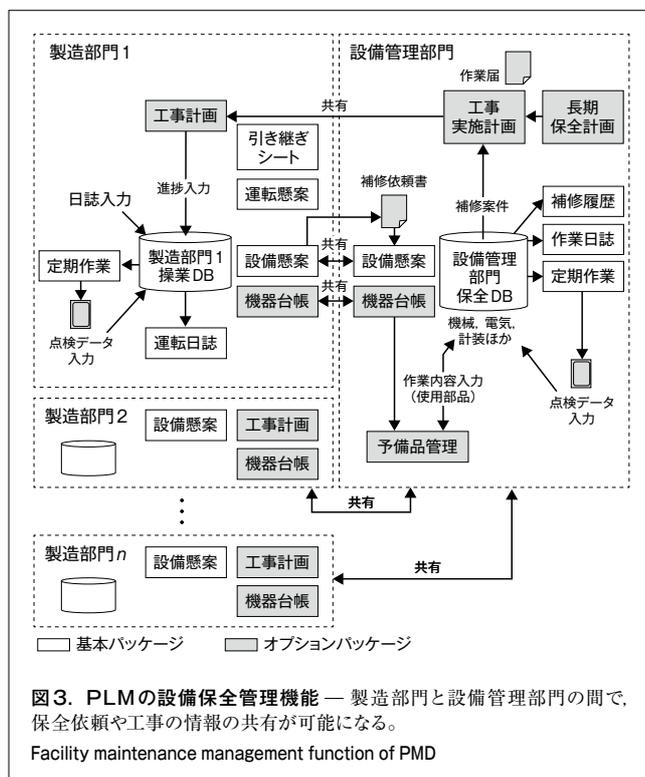
PLMは、安全で安定したプラント操業を続けるため、交代勤務のグループ間で申し送る引き継ぎ簿や操業日誌をDB化して管理するシステムである。運転日誌を管理する基本パッケージのほか、文書管理、機器台帳、モバイルといった各工場のニーズに合わせて取捨選択できるオプションパッケージを取りそろえている。

### 4.1 PLM設備保全管理機能

従来のPLMは、製造部門の業務改善を目的としていたが、操業情報の電子化を進める上で、密接な関係にある設備管理情報と連携して管理したいとのニーズが高まってきた。そこで、PLMをO&M (Operation and Maintenance) として活用するために、設備管理部門用の機能を追加実装した。PLMによる設備保全管理機能の構成を図3に示す。

PLM設備保全管理機能は、設備保全に関連する情報を管理する設備管理部門と複数の製造部門に実装される。

設備管理部門では、PLM基本パッケージとPLMオプションパッケージを組み合わせ、保全計画から、補修履歴や、機器の管理、予備品管理までの保全業務全体をサポートする。そのため、複数の製造部門が個別に持つ設備に関する懸案事項(以下、設備懸案と略記。運転に関する懸案事項(以下、運



転懸案と略記)とは別に管理される), 工事計画, 及び機器台帳を共有して一括管理できる。

共有した設備懸案は, 設備管理部門で担当職種(機械, 電気, 計装など)ごとの補修案件としてリストアップし, 両部門で作業経過の入力及び進捗管理ができる。

一般的な設備保全管理システムは, 発生した補修案件に対し, 現象, 原因, 対策のカテゴリごとにまとめて入力するが, PLMでは, 日常の作業日誌を入力することで補修案件への対応状況がまとまる, 新しいタイプの設備保全管理システムとして活用できる。

PLMによる設備保全管理には, 次のようなオプションパッケージがある。

**4.1.1 工事管理パッケージ** 製造現場で行う工事には, あらかじめ決められた周期で行う定修工事と, 故障箇所を修復するための補修工事がある。これらの工事では, 安全で確実な作業が求められ, 設備部門と製造部門が工事情報を共有することが重要である。工事管理パッケージは, 定修工事と補修工事をサポートし, 工事計画と実績管理ができる。

これにより, 設備管理部門が作成した工事計画を製造部門と共有し, 製造部門で工事の進捗を運転日誌に記録することで, 申し送り情報として部門内の運転員及び設備管理部門へ周知できる。

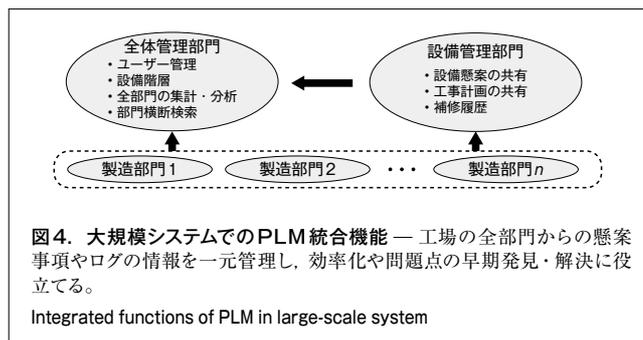
**4.1.2 機器台帳パッケージ** 運転管理で使用する機器情報は, 設備階層, 機器番号, 及び機器名称であり, これらの情報は基本パッケージでサポートしている。また更に, 設備管理として使用するには, 機器の仕様や, 機器に関連付けされた点検履歴, 故障履歴などの情報が必要である。

機器台帳パッケージでは, 機種ごとに仕様項目が自由に設定できる機種別仕様管理機能や, 製造部門又は設備管理部門で入力した設備懸案, 及びモバイルで実施した現場点検データを, 機器台帳の機器番号に関連付けて管理する機能を実装している。

製造部門で実施した日常点検と, 設備管理部門で実施した設備点検の結果から, 機器台帳の機器番号をキーとして, 点検データや問題点などが集約される。そのため, 例えば, 点検項目の重複の発見や日常点検中の問題点の設備管理部門による把握など, 製造部門単位では実現が難しかった点検作業の効率化や早期の問題点発見などに寄与できる。

**4.1.3 予備品管理パッケージ** 製造現場で使用している機器が故障した場合, すぐに交換又は修理するには, 予備品の管理が重要である。

予備品管理パッケージでは, 機器台帳に機器の使用部品を登録することにより全製造部門で使用する部品の総数が分かり, 最適在庫数が設定できる。また, タイムベースドメンテナンスにも対応しており, 交換してからの使用時間を積算する機能も実装している。



**4.1.4 文書管理パッケージ** 工事に関連して, 補修依頼書や, 作業届, 工事届といった多くの文書が発行される。一般に, これらの文書では, 部門内だけでなく部門をまたいだ承認が必要である。

PLMの文書管理パッケージは, 一つの文書に対し部門をまたぐ複数のワークフロー設定ができる機能をサポートし, 業務の進行状況や問題点を把握できる。これにより, 一つの工事案件に対し, 製造部門が発行する一連の文書がワークフローによって関連付けられ, 円滑な業務プロセスが実行できる。

## 4.2 PLM統合機能

工場全体の最適化に向け, 複数の製造部門と設備管理部門を統合して管理する機能を基本パッケージに追加実装した。全体管理部門用の機能で, 各製造部門及び設備管理部門のPLM情報を集約して管理できる。これにより, 工場の全部門から上がってくる運転懸案及び設備懸案の集計・分析や, 部門を横断したログ検索によって, 部門単位にとどまらない工場単位での操業管理最適化が実現できる(図4)。

## 5 活用例

PMDとPLMによる, 工場全体の最適化について述べる。

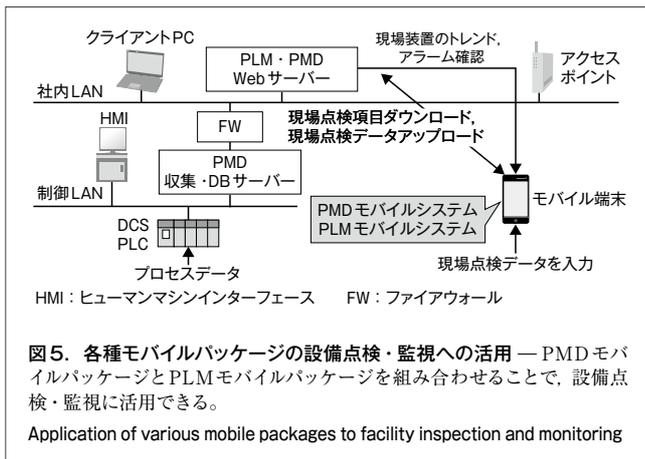
### 5.1 複数DBの参照による生産性改善

PMDが分散DBをサポートしたことで, 製造プロセスとエネルギー管理システムのデータを組み合わせる参照できるようになった。具体的には, 製造プロセスの生産量情報と電力, 水, 空気, 蒸気, ガスなどのエネルギー情報を組み合わせることで, 従来は簡易的に按分(あんぶん)していた生産原単位の計算精度向上や, 工程, 系列, あるいは部門ごとの原単位の指標化による生産性改善ができる。

### 5.2 モバイル端末の設備点検, 設備監視への活用

PMDのモバイルDCSパッケージとPLMのモバイルパッケージによる, 設備点検や設備監視の効率化の例を述べる。

オペレーターが現場点検とプロセス監視業務を兼任している場合には, 現場点検中にプロセスで異常が起きても, 監視室に戻ってくるまで事態の把握ができない。この問題を解決するため, PMDとPLMの双方のモバイルシステムを導入する

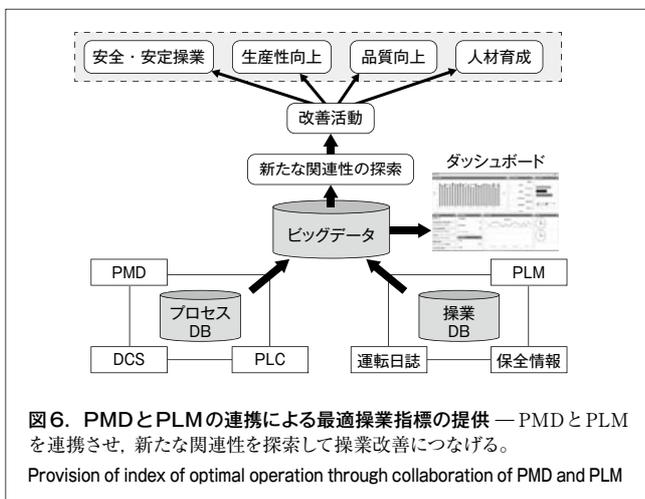


ことで、1台のモバイル端末で現場点検と現場監視の両立を可能とした(図5)。現場点検作業中にプロセスに異常があった場合は、モバイル端末からアラームが発報され、現場での監視や関連する計測データの把握ができる。

更に、モバイル端末を用いてPLMへの入力ができる。現場で対応したときに、その場で内容を入力できるので、監視室に戻る必要がなく、効率的である。

## 6 全体最適に向けた収集情報のナレッジデータ化

プロセスデータのデータマイニングは、以前から検討されているが、様々な課題があり新たな知見を得ることは難しかった。PLMで操業情報を蓄積できるようになったことから、プロセスデータと操業情報とを連携させ、ビッグデータとして活用できる。具体的には、安全、安心、高品質、ローコスト操業、ノウハウ継承などの新たな関連性を探索し、操業改善に役立つ最適化の指標を提供する検討を実施している(図6)。また、最適指標の提供にあたり、ダッシュボードを用いた、収集情報の見える化などを実現している。



## 6.1 テキストマイニング

テキストマイニングとは、蓄積された膨大なテキスト情報を分析し、隠れた規則性や因果関係などを発見する技術のことで、これを実施する際には、まず文章を分析できる形にする必要がある。例えば、文章を意味のある単語に切り分け、それぞれの単語に品詞付けを行う形態素解析を実施する。その後、それぞれの出現頻度や単語間の相関を取ることでテキストマイニングを進めていく。

テキストマイニング結果の活用例としては、トラブル発生時の過去類似事例の検索や、プロセスDB(アラーム発生・回復履歴、操作記録、プロセスデータなど)との組み合わせによるパターン分析などを検討している。

## 6.2 パターン分析

プロセスDBと操業DBの蓄積データを組み合わせることで探索し、高品質、正常品のパターン、異常のパターンを抽出する。

例えば、アラームが発生した後の運転員のアラーム回復操作について、蓄積データから分析を行うことにより、アラーム、運転員、及び回復操作に特定パターンの組み合わせがあったときにアラーム回復までの時間が平均回復時間より短いことが判明した、といったベテラン運転員の暗黙知が見える化できる。

## 7 あとがき

従来、プラント操業系の情報は紙ベースで管理されており、十分な活用ができなかった。

近年、他社に先駆けて市場投入したPLMが好評を得ている。プラント操業系の情報も、電子化して活用できる形で蓄積できるようになったことから、プロセスデータベースと組み合わせることで操業の全体最適化をサポートする土台が整った。

より効果的な活用や最適化に向け、多種多様なデータを効率的に蓄積できるよう、今後もPMD、PLMともに更なる機能強化に取り組んでいく。

## 文 献

- (1) 菊地忠雄, ほか. プラント操業系データのナレッジ化を進める電子操業日誌 PlantLogMeister. 東芝レビュー. 2015, 70, 10, p.10-13.



**藤田 真治** FUJITA Shinji  
東芝三菱電機産業システム(株)  
産業第一システム事業部  
産業システムソリューション技術部  
Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.



**神成 忠男** KANNARI Tadao  
東芝三菱電機産業システム(株)  
産業第一システム事業部  
産業システムソリューション技術部  
Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.