

## 操業現場の業務効率化に貢献する電子操業日誌

Electronic Plant Operation Log System Enhancing Efficiency of Plant Operations

藤田 真治 FUJITA Shinji

操業現場の業務効率化は、各企業にとって重要な課題である。近年、これまで人手で行っていた業務を、機械学習や、AI、RPA（Robotic Process Automation：ソフトウェアロボットによる業務の自動化）などを活用して、自動化及び効率化する取り組みに注目が集まっている。

東芝三菱電機産業システム（株）は、工場や操業現場において紙ベースで運用されていた運転日誌をデジタルデータ化する電子操業日誌 PlantLogMeister（以下、PLMと略記）を製品化し、提供している。PLMは、蓄積したナレッジデータの活用や、業務フローの適正化、単純作業工数の削減を可能にし、操業現場の課題解決に貢献している。今回、スプレッドシート機能と工事管理機能を追加し、より広範な業務の効率向上を実現した。

Enhancement of the efficiency of plant operations in manufacturing industries is a pressing issue to be addressed. Attention has therefore been increasingly focused on the replacement of conventional manual operations with more efficient automated operations using machine learning, artificial intelligence (AI), and robotic process automation (RPA).

Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corporation has developed and is supplying PlantLogMeister (hereafter abbreviated as PLM), an electronic plant operation log system that can convert handwritten plant operation logs into digital data in order to easily collect operating know-how. PLM are contributing to the solution of various problems faced by individual customers through the efficient use of accumulated knowledge data, the improvement of operation flows, and the reductions in the costs of simple tasks. To further improve usability, we have developed the following functions: the PLM Spreadsheet, and a construction management package.

### 1. まえがき

近年、少子高齢化による労働人口の減少や政府主導による働き方改革の推進により、各企業は、より一層の業務効率化に取り組んでいる。製造業では、現場業務の効率化手段として、産業用ロボットの導入や、IoT（Internet of Things）によるデータ収集・活用などがある。一方、事務系業務の効率化手段として、RPAがある。従来、人が行っていた業務を自動化することで、単純作業に掛ける時間の短縮や業務ミスの防止など、効率化のメリットがあり、作業者をより付加価値の高い業務にシフトさせて有効活用することも見込めるため、近年注目が集まっている。

東芝三菱電機産業システム（株）は、ナレッジデータの有効活用と、RPAの発想に基づく業務効率化を目的として、従来手書きで運用していた運転日誌をデジタル化したPLMを提供し、操業現場の課題解決に貢献してきた。今回、新しい機能を追加し、使い勝手を向上させた。

ここでは、新規に開発したスプレッドシート機能と工事管理機能、及びこれらの新機能を含むPLMの活用事例について述べる。

### 2. PLMの概要

PLMは、安全で安定したプラント操業を続けるために、交代勤務の職場で使用する申し送り帳や運転日誌をデジタル化して管理するシステムである。PLMのシステム構成を図1に示す。運転日誌の管理などを行う基本パッケージのほか、指示書や報告書など各種文書を作成する文書管理パッケージ、工場の機器管理のベースとなる機器台帳パッケージ、現場での点検作業をモバイル端末で行うことができるモバイルパッケージといった、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。

PLMを導入することで、これまで人手が介在していた多くの業務を自動化できる。例えば、製造工程ごとに作成していた手書き運転日誌を班長がまとめる作業や、現場点検作業中に機器の異常が見つかった場合の対応（進捗管理及び設備管理部門への保全依頼書の作成・提出業務）などが、自動化の対象になる<sup>(1), (2)</sup>。

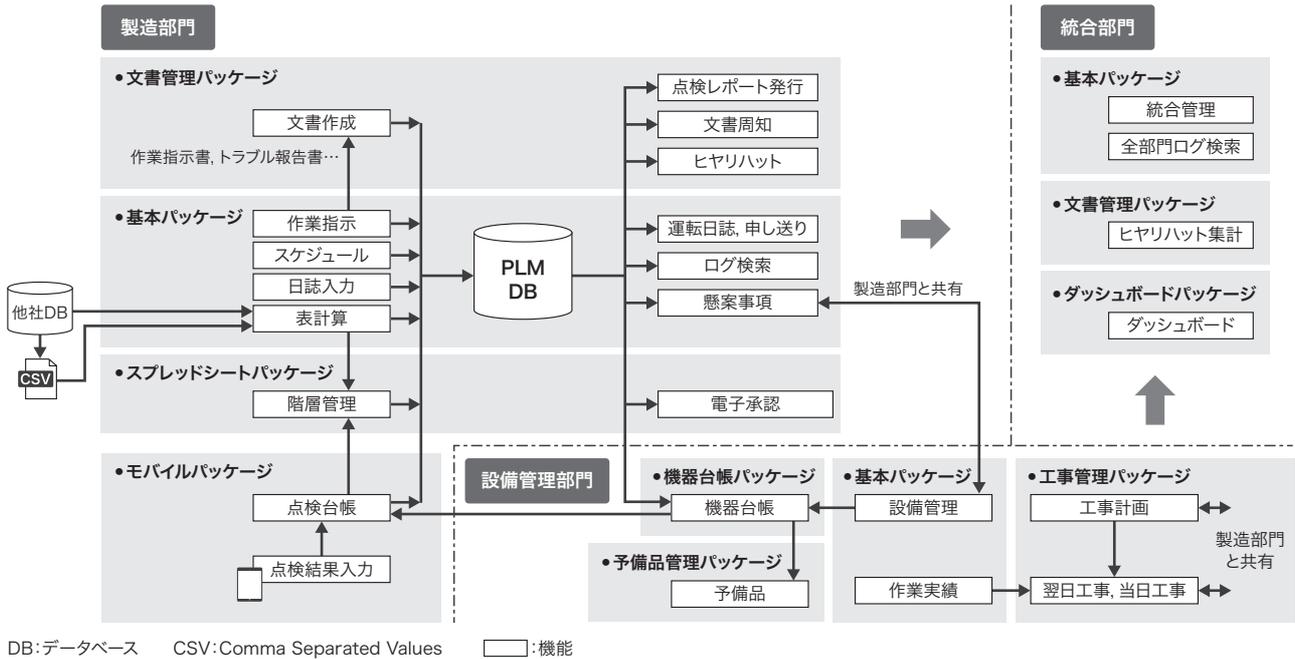


図1. PLMのシステム構成

PLMは、申し送りに必要な機能を備えた基本パッケージと、用途に応じて選択できるオプションパッケージから成る。

Configuration of PLM system

### 3. 新規開発した機能

#### 3.1 スプレッドシート機能

運転日誌には、作業記録や運転記録といった文字で表現する業務内容に加え、数値データを記載することが多い。数値データの種類は様々であり、例えばDCS (Distributed Control System), PLC (Programmable Logic Controller)といったプロセス制御機器で取得した数値データや、現場プロセスデータを基に上位システムで計算した分析値、現場巡回時に人が目視確認したデータなどがある。

これらの数値データは、紙ベースの運転日誌の場合は手書きで記録し、電子ファイルの運転日誌の場合はキーボードからの手入力や電子データの転記で記録をする必要があった。また、運転日誌とは別のシステムで数値データを管理している場合は、更に複雑な作業が必要であった。これらの方法では、2度にわたる入力作業により無駄や転記ミスが発生するとか、数値データの一元管理も難しいといった問題があった。また、従来のPLMでは、数値データやテキストデータの表入力及び表内での演算はできていたが、入力方法は手入力だけであり、表をまたいだ入力データの流用及び演算はできなかつたため、PLMを導入しても同様の問題があった。

そこで、スプレッドシート機能として、数値データやテキ

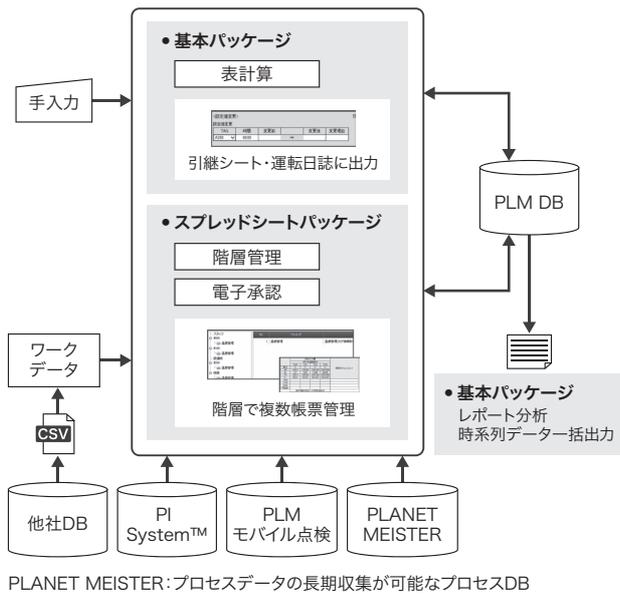
ストデータのスプレッドシートへの入力、自動取り込み、演算、更に出力を簡便に行える表計算機能を基本パッケージに追加するとともに、作成したスプレッドシートの階層管理と電子承認を可能にするスプレッドシートパッケージを新規開発した。

スプレッドシートの機能フローを、図2に示す。

スプレッドシート機能では、あらかじめユーザーが作成した表形式のデータシート上に、手入力データ、ほかのPLMスプレッドシートデータ、及びほかのデータベース(DB)からのデータを取り込み、これらのデータを使用して各種演算や集計ができる。一般的な表計算ソフトウェアと互換性のある関数をサポートしており、使い勝手を向上させている。更に、手入力以外のデータは自動的にスプレッドシートに取り込むことができる。例えば、PLMモバイル点検データを集計用レポートに自動で取り込むことで、日次点検データとそれ以外のデータをまとめた月次帳票を、効率的に作成できる。

他社製プロセスDBからは、CSV (Comma Separated Values) ファイル形式でデータを自動的に取得できる。特に、プロセス産業の製造現場で広く普及している操業情報管理システムPI System™からは、CSVファイルへの変換なしに、直接データを自動取得できる機能をサポートしている。

これらの機能により、従来発生していた2度にわたる入力作業や転記ミスをなくし、数値データの一元管理ができるよ



PLANET MEISTER: プロセスデータの長期収集が可能なプロセスDB

図2. スプレッドシートの機能フロー

手入力又は各種DBから入力したデータを、運転日誌に表示し、一般的な表計算ソフトウェアの形式で出力できる。

Functional flow of PLM Spreadsheet

うになった。

更に、スプレッドシートパッケージは、スプレッドシート管理用の専用ページを持っており、その専用ページ内で複数のスプレッドシートの階層管理、全画面表示、及び電子承認を実施できる。

### 3.2 工事管理機能

操業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、日常工事がある。

これらの工事には安全で確実な作業が求められ、設備管理部門と製造部門が、各施工会社から提出される工事届や全体のスケジュールといった工事情報を共有することが重要である。更に、定修工事では1日に数百件の工事情報を管理する必要があるが、紙ベースでの管理が多く、関連部門の担当者の負荷が大きくなっていた。

業務の大幅な効率化を目指し、PLMに、工事管理(工事スケジュール管理、工事届管理、翌日工事一覧作成、当日工事一覧作成)を実施する工事管理パッケージを追加した。この機能により、工事情報管理のデジタル化及び業務フローの最適化を図ることで、業務効率の向上に寄与できる。工事管理パッケージの機能フローを図3に示し、各機能の詳細を以下に述べる。

#### 3.2.1 工事スケジュール管理機能

工事スケジュール管理機能は、工事関連情報の全てを、工事スケジュール表に集約する。スケジュール表から工事

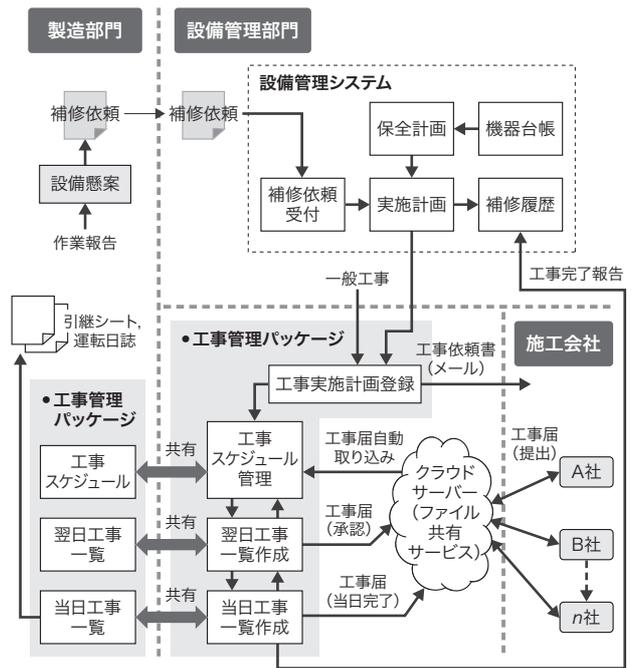


図3. 工事管理パッケージの機能フロー

各種工事管理機能による既存業務フローの最適化及び工事情報が共有できる。

Functional flow of construction management package

計画の登録、及び予定されている工事と日々の工事届について承認進捗状態の確認ができる。

#### 3.2.2 工事届管理機能

一般に、操業現場の工事は、設備管理部門と施工会社との連携で実施され、その連絡手段として現場作業項目などをまとめた工事届が使用される。工事届管理機能は、従来紙ベースである工事届を電子化することで、工事届に関連する手続きを一元管理する。

設備管理部門の担当者が工事スケジュール表に工事実施計画を登録すると、システムから施工会社に工事依頼のメールが送信される。施工会社は、送付されたメールに記載されているリンクから、クラウドサーバーを使用したファイル共有サービスにアクセスし、工事届用のファイルを取得し、必要情報を入力した後に、工事届ファイルをファイル共有サービスのフォルダー内へ格納・提出する。更に、提出したファイルの内容が、自動的に工事スケジュール表へ反映される。この工事届は、翌日工事一覧機能の画面で承認でき、承認後の工事届もファイル共有サービスを通して施工会社と共有できる。

#### 3.2.3 翌日工事一覧機能

翌日工事一覧機能は、翌日の工事内容の一覧表を画面に表示する。一覧表で確認できるため、承認作業の効率化

を図ることができ、前日のミーティングなどで工事情報を手軽に共有できる。

### 3.2.4 当日工事一覧機能

当日工事一覧機能の画面で、当日の工事内容の確認、及びコメントや作業実績の入力ができる。更に、当日実施された工事の作業内容を運転日誌に表示でき、製造部門と設備管理部門の両方で入力、閲覧が可能のため、当日の工事進捗情報を、部門を越えてリアルタイムで共有できる。

## 4. PLMの活用事例

新たに開発したスプレッドシート機能と工事管理機能を含むPLMを導入し、広範な業務の自動化及び効率化を実現した事例を、以下に述べる。

### 4.1 運転日誌と複数帳票の一元管理

ある化学会社の製造部門では、運転日誌や、申し送り・引き継ぎ事項、現場機器点検データ、工場資源の使用量をまとめた演算データ及びグラフ、関連会社への報告書などを、それぞれ電子ファイルで個別に管理していた。このような電子ファイル管理の問題点として、ファイルをまたいだデータの受け渡しができないことが挙げられる。毎日、人手でデータをコピーアンドペーストしている状況であり、重要な情報については複数回のコピーが必要になるため、作業時間が長くなっていった。また、電子ファイルは毎日容量が増えていくので、月単位又は年単位で別ファイルとして管理するため、作業日が分からない作業実績などを確認する場合に、不便であった。

このような問題を解決するためにPLMを導入し、各種機能を活用することで、点在していた様々な帳票や報告書の一元管理を実現した(表1)。

その結果、コピー作業や、2度にわたる入力作業、転記時間などを削減し、検索性を向上させて、大幅な業務効率化が図れた。

### 4.2 工事管理

ある製造会社の工事管理業務は紙ベースで行われており、施工会社、及び社内の製造部門や設備管理部門では、次のような問題が山積していた。

- (1) 施工会社は、設備管理部門へ作業内容を前日中に紙で提出するが、その提出のために、都度、設備管理部門を訪問していた。工事件数が増える定修期間中は設備管理部門の処理が追い付かず、提出時に受け付け待ちの行列ができていた。
- (2) 設備管理部門は、提出された工事届の内容について課内で承認し、その後製造部門への周知が必要のため、紙(又は、FAX やスキャン後のメールなど)の状

表1. 各種帳票やドキュメントの一元管理

Central management system for various types of reports and documents

既存のドキュメント	対応するPLMのパッケージ
運転日報	基本パッケージ
作業日報	基本パッケージ
申し送り議事録	基本パッケージ
引き継ぎ事項	基本パッケージ
当日の作業予定	基本パッケージ
工場資源の使用データ	スプレッドシートパッケージ
各部門の工場資源の使用データを集計した演算データ	スプレッドシートパッケージ
関連会社への作業報告書	基本パッケージ
作業指示書	基本パッケージ、文書管理パッケージ
現場点検データ	モバイルパッケージ
異常点検データフォロー	基本パッケージ
年間定期作業表・実績	基本パッケージ
月間定期作業表・実績	基本パッケージ
回覧書	文書管理パッケージ
通達書	文書管理パッケージ

態で関係各部門へ工事届を回付し、承認状況の確認やフォローをする必要があった。また、当日の工事作業の進捗は、設備管理部門のホワイトボードに記載して管理していたため、製造部門との情報共有ができていなかった。

- (3) 製造部門は、設備管理部門から送付された工事届を確認の上、各工事に対する特記事項などを製造部門のホワイトボードに記載していたため、施工会社や設備管理部門へ連絡する際は、別途、電話やメールをする必要があった。また、当日作業で特記事項があった場合は、運転日誌へ転記する必要があった。

このような問題を解決するため、PLMの工事管理パッケージを導入し活用することで、次に示す効果が得られ、製造部門や設備管理部門だけでなく、施工会社でも業務効率化が実現できた。

- (1) 施工会社は、ファイル共有サービスのフォルダー内に工事届を格納するだけで工事届の提出が完了できるようになったため、設備管理部門への訪問が不要となった。また、承認後の工事届の確認ができ、各部門のコメントなどがある場合は、工事届上で確認できるようになった。
- (2) 設備管理部門は、翌日工事一覧機能の画面に工事情報が整理されて表示されるため、作業内容や進捗の確認がしやすくなった。また、承認ワークフローもシステムで回付されるため、紙の状態で各製造部門へ工事届を周知する必要がなくなった。更に、当日の作業の進捗を、製造部門とリアルタイムで共有できるようになった。

(3) 製造部門は、設備管理部門との当日の作業進捗情報共有及び運転日誌へのリンクにより、運転日誌への転記作業を排除し、必要な情報を運転日誌へ表示することができるようになった。

## 5. 今後の展望

RPAには、3段階の自動化レベルがある。これまで述べてきた機能は、クラス1というレベルの定型業務に対応している。次のレベルのクラス2は、AIと連携して非定型業務でも一部は自動化され、クラス3になると、より高度なAIと連携することで、業務プロセスの分析や改善だけでなく、意思決定も自動化できる。今後のPLM開発において、クラス2での実現を検討している機能について述べる。

### 5.1 トラブル発生時に過去類似事例の自動出力

PLMは、プラントで発生するトラブルについて継続的にフォローできる懸案事項機能を備えている。

懸案事項の内容は、毎日の引き継ぎ情報を基にしており、過去に発生した懸案事項を再度調べる際には、事象の結果だけではなく経過も分かるため、ナレッジマネジメントに大きく貢献している。

過去のトラブル事例を検索する際、現状ではユーザーが自発的にキーワード検索をしている。そこで、更に過去情報を活用して利便性を向上させるために、新規にユーザーが懸案事項を起草するタイミングで、ユーザーがキーワード入力しなくても、AIによる自動検索及び類似の過去トラブル事例の自動抽出を行い、ガイダンスとして出力する機能を追加することを目指す。

このように、自動検索や自動抽出にAIを活用することで、ベテランではない人でも、必要とする過去情報を取り出せるようになり、ナレッジ情報をより有効に活用できるようになる。

### 5.2 AI-OCR連携による手書き情報のDB化

OCR（光学的文字認識）は、手書き文字をスキャンデータとして読み取り、コンピューター上で扱える文字コードに変換する技術である。従来、平仮名、片仮名、及び漢字が混在する日本語のOCRは難しいとされてきたが、近年、AIと組み合わせて読み取り精度を向上させるAI-OCRが注目されている。

PLMは、現場での点検データをDB化するモバイルパッケージをリリース済みである。石油化学プラントで使用する現場点検端末には防爆対応が求められるが、防爆対応端末が高額であることから、それらのプラントの現場点検データは紙のまま管理されているか、転記してDB化している。そこで、PLMとAI-OCRを組み合わせることにより、防爆対応が必要な環境での現場点検でも、紙に記録した点検デー

タを電子データに変換してサーバーに保存し、運転日誌への表示や帳票作成に活用できる。

このように、手書き情報のDB化の手間が省けるため、業務効率化並びに現場点検情報の活用が容易に実現できる。

## 6. あとがき

従来、人手が介在していた数値データの管理及び工事管理業務の自動化に貢献しているPLMにおいて、新たに開発した機能、及び具体的な活用事例について述べた。

新しい機能を含むPLMを導入することで、人が収集していたプラント操業系の情報ノウハウを、デジタルデータとして更に簡便に蓄積できるようになった。今後は、蓄積した情報ノウハウをどのように活用するかが重要になると考えられる。

蓄積した情報ノウハウの有効活用、及びAIやRPAを活用した更なる業務効率化を実現するために、引き続き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.
- (2) 藤田真治, 神成忠男. 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. 東芝レビュー. 2017, **72**, 5, p.50-53. <[https://www.toshiba.co.jp/tech/review/2017/05/72\\_05pdf/b06.pdf](https://www.toshiba.co.jp/tech/review/2017/05/72_05pdf/b06.pdf)>, (参照 2019-07-22).

・PI SystemはOSIsoft, LLCの商標。



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.