

## 調査・研究報告書の要約

書名	平成21年度生産システムの設備診断と設備保全に係わる国際標準化報告書				
発行機関名	社団法人 日本機械工業連合会・財団法人 製造科学技術センター				
発行年月	平成22年3月	頁数	119頁	判型	A4

## [目次]

序 (会長 伊藤 源嗣)

はしがき (理事長 庄山 悦彦)

事業運営組織

目次

1. 調査概要
2. 設備保全と運転の連携のための情報共有の現状と課題
  - 2.1 ヒアリング調査
    - 2.1.1 電力プラント
    - 2.1.2 製油所
    - 2.1.3 製鉄所
  - 2.2 設備保全と運転の連携に向けた課題
    - 2.2.1 電力プラント
    - 2.2.2 製油所
    - 2.2.3 製鉄所
  - 2.3 「生産とメンテナンス統合化」の観点からの考察
    - 2.3.1 製造業が抱える課題
    - 2.3.2 生産とメンテナンスの統合化
    - 2.3.3 保全業務のバリュー向上
    - 2.3.4 メンテナンス実態調査分析からの考察
3. CMMSの現状と課題
  - 3.1 調査対象製品市場の動向
  - 3.2 調査対象パッケージ

- 3. 3 調査結果
  - 3. 3. 1 PLANTIA 日揮情報システム株式会社
  - 3. 3. 2 Maximo 本アイ・ビー・エム株式会社
  - 3. 3. 3 SAP ERP PM SAP ジャパン株式会社
  - 3. 3. 4 E-Business Suite EAM 日本オラクル株式会社
  - 3. 3. 5 Info EAM 日本インフォア・グローバル・ソリューションズ株式会社
- 3. 4 各社ヒアリング結果
- 3. 5 調査の総括
  - 3. 5. 1 製品の分類
  - 3. 5. 2 ADID とのマッピング結果
  - 3. 5. 3 インタフェース
- 4. 設備保全と運転の連携に関する研究動向
  - 4. 1 O&M の連携を実現した設備運用計画策定のために必要な機能
  - 4. 2 O&M の連携のために求められる各機能に関する研究
- 5. ISO 標準化に向けた検討
  - 5. 1 設備保全と運転の連携のための情報共有のための標準化活動の必要性
  - 5. 2 ISO における検討状況
  - 5. 3 標準原案の開発：ADID と ADME の重油直接脱硫装置への適用
- 6. まとめ

#### [要約]

生産システムの設備診断および設備保全活動に関して、電力プラントや、製油所、製鉄所へのヒアリングを行い、大規模施設の設備保全状況を実地調査し、情報管理の実態と課題をまとめた。また、「生産とメンテナンス統合化」の観点からの考察を行なった。次に、巨大なプラントや、長いライフサイクルで運営される社会的インフラ、高い安全性が要求される産業機械、航空などで導入されているコンピュータ設備保全管理システムについて、主なシステムの概要と機能を調査し、それらシステムと ADID とのマッピングを行なった。さらに、運転とメンテナンスの連携に関する各国の研究動向調査を行った。これらの調査に基づいて、ISO18435 標準化案の検討を実施した。最後に、我が国が担当している ISO18435 のユースケースを含め、今後の標準化活動に対する我が国としての方針を検討した。

#### 1. 調査概要

近年、製品製造を行なう企業においては、生産設備の保全性を向上させた生産システムについての要求が高まっており、故障、事故を未然に予知するための設備診断技術などを活用した効率的な保全活動を可能にするシステムの構築が求められている。さらには、メンテナンス活動は、生産設備の運転に影響するとともに、逆に運転もメンテナンスに影響することから、製造企業の競争力強化のためには、生産設備の運転とメンテナンスを統合的に計画・管理することにより、収益に貢献する設備管理の実現が重要な課題となっている。

本事業では、生産システムの設備診断および設備保全活動に関して、保全情報を設備保守部門と運転計画部門とが共有することが重要との認識のもと、電力プラント、製油所、製鉄所のような大規模施設の設備保全状況を現地調査し、そこでの運転とメンテナンスの計画、実施管理、および、それらの間の情報管理の実態と課題をまとめた。また、メンテナンスに関わる各種情報の管理のために製造プラントにおいて最近導入が進められているCMMS（コンピュータ設備保全管理システム）について、市場にある主なシステムの概要と運転とメンテナンスの連携という観点からの機能を調査した。さらに、運転とメンテナンスの連携に関する各国の研究動向調査を行った。最後に、これらの調査に基づいて、標準化案の評価を行うとともに、今後の標準化活動に対する我が国としての方針を検討した結果を示す。

## 2. 設備保全と運転の連携のための情報共有の現状と課題

### 2. 1 ヒアリング調査

本調査は、ISO（国際標準化機構）で実施している設備診断と設備保全に関する国際規格作成の事業に我が国の意向を反映させるため、保全情報や運転計画情報の共有について先進（最新）の設備診断技術や設備保全技術を有する事業所の実態を調査した。

#### 2. 1. 1 電力プラント

火力発電所では、電気事業法に基づき2年ごとに発電設備を停止して検査を行うことが法定業務として定められている。また、夏期などの電力需要が旺盛な時期にプラントを停止することは、社会的な影響が大きい。そのため、プラント構成機器の部品の検査・交換は部品の交換時期到達度とプラント停止スケジュールを勘案し行われる。プラント全体の発電品質に関わるパラメータ監視は運転部門が担っており、機器の保全を行う保全部門と運転部門が連携して、プラント全体の運転・保全を実施している。

保全戦略としては、時間評価指標をはじめとして量的基準保守が中心となっている。基本的には、時間基準保全（TBM）であるが個々の設備パラメータの挙動も監視し、状態基準保全（CBM）と組み合わせられ実施されている。発電プラントの運転年数は長いため、長

年の設備運転や試験研究により設備更新判断データが蓄積され、これらに基づき、部品等を安全サイドで交換する量的基準保守が行われている。発電プラントでは、運転制御のための計装制御系・センサー系などの情報ネットワークは充実しており、大量の監視データを伝送・処理し運転・保全に役立てている。一方で異常の早期検知のため、人間の五感を使った巡回点検も重視されている。

保全業務の計算機による支援については、最新の設備管理システムが導入され作業依頼票などの保全データが電子的に蓄積されている。これにより過去の不具合事例の共有、検索などが効率的に行える。今後の課題としては、設備管理システムと運転監視システムの連携、発電所間の保全情報の電子的共有の推進などが挙げられる。

## 2. 1. 2 製油所

### ①製油所の設備保全計画の特徴

4年に一度、生産装置を停止して、保全工事を実施する。保全工事の種類によって計画策定部門部署が変わる。

運転効率改善工事であれば運転計画部門が担当する。腐食、劣化などの損傷に起因する保全工事の場合には、保全管理部門が担当する。

### ②設備性能劣化などのコンディション情報

オンラインまたはバッチで劣化状況を把握する。

### ③計画保全の決定方法

計画期間について、基本は4年計画だが、運転条件などの変化やコンディションなどによって計画を見直す。1、2年で不具合が出る装置は途中で保全を実施している。

### ④運転と保守の連携

運転の特徴：24時間、365日の4年連続運転が基本である。

### ⑤運転と保守の情報共有

過去と異なる操業条件、変化を速やかに把握する。性能低下の許容値から予測し、次の計画に補修を入れるかどうかを決めている。

### ⑥共有する情報

劣化損傷に影響を及ぼすデータを共有する。

### ⑦共有の手段の方法

デイリースタッフミーティング、運転データ傾向監視活動、変更管理システム、保全計画検討会等。

## 2. 1. 3 製鉄所

### 計画保全の取組み

保全方式の主体は定期保全及び予知保全より構成される。

計画保全は、所要生産量を保証するための計画的な点検・整備工事であるといえる。従って生産計画の前提に保全計画があり、この前提に立って生産計画が立案される。

製鉄所の設備管理は、今まで培ってきたノウハウを積み上げて基準を整備し、それらを効果的に生かすことにより、設備の良好な運転を継続している。今後、現場の保守担当者（委託会社の担当者を含めて）の不足感と、ノウハウの継承の難しさを含めて人（熟練経験者）に依存する比率からシステム支援を活用する比率を多くする方向に舵を切ってくるものと思われる。

## 2. 2 設備保全と運転の連携に向けた課題

本節では、ヒアリング調査結果および過去に公開された情報などをもとに、設備保全と運転の連携に向けた課題について考察する。

### 2. 2. 1 電力プラント

電力プラントは、安定的に負荷側に電力を供給する使命を持つ。設備保全は、別の表現を使えば、必要需要量に見合う電力を確実に負荷側に供給するために実施する。設備保全の重要性は、負荷側には運転状況が社会に大きな影響を与える社会インフラが含まれることを考えれば、容易に理解できる。よって、電力プラントの停止を伴う設備保全の実施は、電力需要の少ない時期に、代替りの電力供給手段も確保した上で、綿密に計画され実行に移される。

電力需要は、季節要因や特殊要因—例えば、夏場の高校野球の好カード時には、テレビ視聴率が高く電力需要が増加する—など、過去の需要記録からそのおおよその傾向を予測できる場合がある。需要予測・生産戦略・運転計画は、事例をあげると需用急増が翌日に予測される場合、それに対応した準備をすることである。この事例では、例えば変圧器内の絶縁油温度を前日から予備の冷却設備をも稼働させ低めに誘導する運転が行われる。

電力プラントは、過去のTBM普通点検記録や運転記録等から「ライフマネジメント評価」が実施される。例えば、ガスケット部品は10年、計器類15年、切換器は切換回数80万回以上で接点交換など、前述した記録から得られる定量データからライフマネジメント評価が行われる。実機のフィールドにおける試験研究により健全性評価に必要な定量データが蓄積され、定量的判断によるCBMが可能な保全対象品も多くなっている。一方、仮にすべての保全対象品にCBMが適用できたとしても、電力プラントは簡単には停止できないので、TBMのタイミングに合わせた保全作業が実施されるであろう。電力プラントの保全対象品は高価でかつその更新工事の費用も高い。よって、アセットマネジメントの視点も入れ、TBM普通点検時の設備前倒し交換が判断されるのが一般的である。

## 2. 2. 2 製油所

国内の石油・石油化学プラントでは、高圧ガス保安法に代表される安全法規によって、基本的なメンテナンス周期が決められており、高圧ガス設備では最長でも4年毎にSDM（シャットダウンメンテナンス）を実施しなければならない。従って、基本的にはSDMはTBM（時間計画保全 Time-Based Maintenance）にならざるを得ない。しかし、SDMの際に実施する補修対象箇所や補修内容の選定などは、過去の保守実績や稼働状態監視の結果などから判断しており、この視点で見ればCBM（状態監視保全 Condition-Based Maintenance）を取り入れている。また、SDMまで待てない場合や緊急性があれば、稼働状態に基づいて補修を行うこともあるため、総合的にはコンディションに基づく定期保全の形が取られていると言える。基本はTBMなので、生産との調整はあらかじめ実施することができる。しかし予期せぬ故障などでメンテナンスしなければならない場合は、生産調整が必要になる。これらに備えて、プロセス全体を通して部分的に中間製品のバッファを持っていたり、他工場と生産調整したりすることで出荷に影響がでない工夫がされている。

## 2. 2. 3 製鉄所

設備診断については、鉄鋼関連は他分野に先駆けて先進的な技術開発に取り組んでいる。その主なものは、振動診断、AE診断、温度診断、音響診断、超音波診断、電流診断、潤滑油診断等がある。

企業は、生産計画を立案する場合、生産設備の状態を考慮していくわけであるが、そのために生産計画と保全計画をいかに連携していくかがかぎとなる。つまり、製品を製造するための設備を品質高く、さらにいかに安全に維持確保できるかが大きな課題である。

それらを解決するための方策が模索されているが、一つに標準化とIT技術の活用がある。①現場作業へのユビキタスIT技術の活用による効率化・簡易化・正確化を目指した取り組み、②各事象に対する解析支援システムの導入の取り組みがスタートしている。いずれも熟練労働力減少の対策としても有効と思われる。また、③以上の有効な情報と、生産計画から操業、保全にいたるシステムにおいてレイヤごとのJOBと情報の受け渡しを標準化する取り組みも必要である。

## 2. 3 「生産とメンテナンス統合化」の観点からの考察

### 2. 3. 1 製造業が抱える課題

製造現場では必然的に製造基盤の一層の強化とその恒常的な改善が求められており、モノづくりの競争力の基本条件として、生産設備の高効率な運転はもとより、品質保証、人の技能の向上、標準化等の推進が地味ではあるが実は大切な課題となっている。

この製造基盤を支えるコア機能として「保全」が存在し、その役割を果たすことが求められているのである。

製造業の競争力とは製品の Q・C・D そのものであり、更にこれまで以上にスピードを意識することが重要となっている。この生産システムが企業資源のインプットをアウトプットへ変換するしくみと言える。この生産システムは、付加価値最大化、効率化徹底追求（ロスゼロの実現）、そして生産リードタイム最短を求め、継続的なレベルアップの PDCA 管理サイクルを廻すこと、あわせて、このしくみの土台ともいえる生産基盤を継続的に強化していくことが必須であり、コアとしての保全の役割がここに存在する。

### 2. 3. 2 生産とメンテナンスの統合化

運転と保全の連携として、生産設備の保全性向上と効率的な生産運営を狙いに、アプリケーション領域統合ダイアグラムとして以上の考えを標準化したものを AD I D で示した。

### 2. 3. 3 保全業務のバリュー向上

保全のバリュー向上へ向けた企業の保全投資の位置付けを整理した。

### 2. 3. 4 メンテナンス実態調査分析からの考察

#### (1) 保全コスト面からの考察

生産高当りの保全費比率、維持・更新投資額比率

化学、窯業、非鉄及び金属に関するいわゆる装置系企業が加工・組立、食品系企業と比較して、その比率が高い。これらの装置系企業、なかでも化学で代表される保全費比率の高さは、生産設備の高経年化に伴う老朽劣化設備への維持管理保全費と判断される。

#### (2) 設備の経年数からの考察

装置系設備は、20年未満から30年超がほぼまとまって存在しており、30年を超える著しく高経年な設備も約30%と、高い比率を示している。一方の加工・組立系設備は年代別のバラツキが大きく、なかでも顕著なのは、30年超の設備比率がその率で装置系比率の1/3であり、逆に20年未満の設備は60%を占めている。これらの実態から老朽劣化対策とその維持管理の負担は装置系との比較によれば、それほど重くはないものと判断される。

#### (3) 保全項目の構成比率からの考察

生産設備に対する保全方式とその費用の掛け方の実態を見る。

1) 装置系産業：予防保全費比率が最も高く27%を占める。

2) 加工・組立系産業：装置系と最も異なる点として、緊急保全比率高いことが挙げられる。計画事後保全を加えると38%となる。予防保全費比率19%、予知保全費比率を加えても約23%である。生産計画遵守の困難性が伺える。

### 3. CMMSの現状と課題

#### 3. 1 調査対象製品市場の動向

CMMS (Computerized Maintenance Management System) / EAM (Enterprise Asset Management) は、産業機械、石油化学、電気・ガス・水道・原子力、航空などの産業において導入されている。

#### 3. 2 調査対象パッケージ

調査対象パッケージは、国内市場において優勢であり、多くの企業で利用されている実績があり、かつグローバル企業でも利用されている製品として以下を選択した。

- ①PLANTIA、
- ②Maximo、
- ③SAP ERP PM、
- ④E-Business Suite EAM、
- ⑤Infor EAM

#### 3. 3 調査結果

##### 3. 3. 1 PLANTIA 日揮情報システム株式会社

コンピュータ設備保全管理システム「PLANTIA」について、製品概要を解説し、次にADIDのマッピングを示す。

##### 3. 3. 2 Maximo 日本アイ・ビー・エム株式会社

コンピュータ設備保全管理システム「Maximo」について、製品概要を解説し、次にADIDのマッピングを示す。

##### 3. 3. 3 SAP ERP PM SAP ジャパン株式会社

コンピュータ設備保全管理システム「SAP ERP PM」について、製品概要を解説し、次にADIDのマッピングを示す。

##### 3. 3. 4 E-Business Suite EAM 日本オラクル株式会社

コンピュータ設備保全管理システム「E-Business Suite EAM」について、製品概要を解説し、次にADIDのマッピングを示す。

##### 3. 3. 5 Info EAM 日本インフォア・グローバル・ソリューションズ株式会社

コンピュータ設備保全管理システム「Info EAM」について、製品概要を解説し、次にADIDのマッピングを示す。

#### 3. 4 各社ヒアリング結果

上記製品のベンダーにヒアリングを実施し、その結果を一覧で示す。ヒアリング内容は、アーキテクチャ、システムの構成、システム/データ連携、ライフサイクルへの対応等に係わる項目である。

#### 3. 5 調査の総括

##### 3. 5. 1 製品の分類



上記システムについて製品特性や用途から分類した。

### 3. 5. 2 ADID とのマッピング結果

ADID とのマッピング結果についての考察を行った。

### 3. 5. 3 インタフェース

上記システムのインタフェースに係わる情報について、解説する。

## 4. 設備保全と運転の連携に関する研究動向

運転とメンテナンスの連携に関する海外における研究動向について述べる。本調査では、保全と運転の連携のうち、設備管理において最も重要であると考えられる設備運用計画策定という機能に焦点を当て、そのために必要な O&M の連携という観点から文献を調査・分類する。そのために、まず、設備にとって適切な運用計画策定に必要な機能を整理し、それらの観点から研究の動向と課題について述べる。

### 4. 1 O&M の連携を実現した設備運用計画策定のために必要な機能

各レベルで必要となる機能を様々な特性を持つ設備に対して具体的にどのように実施すべきか、また、各レベル内、そして各レベル間では具体的にどのような情報のやりとりが必要か、といった面から既存研究を調査したときに、それらがどのように分類され、現状においてどのような課題点が挙げられるかを次項で述べる。

### 4. 2 O&M の連携のために求められる各機能に関する研究

ここでは、O&M の連携のために必要とされる機能に関する研究をその研究方針から分類する。また、それらの機能を実現していくために機能間の情報のやり取りによる連携が不可欠であることから、各機能間の情報のやり取りに関する研究動向についても述べる。

## 5. ISO 標準化に向けた検討

### 5. 1 設備保全と運転の連携のための情報共有のための標準化活動の必要性

運転とメンテナンスの相互関係を考慮した統合的管理を実現する必要性は今後高まっていくと考えられる。このためには、メンテナンスと運転を連携させるための情報交換や情報共有を可能にする基盤の整備が必要となる。しかし、このような情報基盤の整備は容易なこととは言えない。第3章でみたように、メンテナンスにおいてですら、例えば、設備台帳管理、メンテナンス作業管理、設備診断データ管理などの様々な業務が、必ずしも統合的なシステムの下で行われていない。まして、これまで連携が積極的に図られてこなかった運転関係のシステムとの情報連携を実現することは容易でないと考えられる。

このような場合、標準化のアプローチが有効と考えられる。すでに運転とメンテナンスに関わる様々なシステムが利用されている中で、両者の連携を図っていくためには、その基本となる標準を定めることは意義が大きいと考えられる。特に、今後、運転とメンテ

ナンスの連携の必要性が高まると考えられる状況においては、先取的に標準化の作業を進めることが重要と考えられる。

## 5. 2 ISO における検討状況

情報連携の面から 2004 年より ISO/TC184/SC5/WG7 において開始された。タイトルは、ISO18435: Industrial automation systems and integration — Diagnostics, capability assessment, and maintenance applications integration — とされ、Part 1 から Part 3 の 3 部構成として開発されている。Part 1 は、ISO 18435-1:2009 として発行されている。Part 2 については 2009 年夏に CD 案がまとめられ、2009 年 10 月から 2010 年 1 月までの期間、投票が行われ、賛成多数であった（我が国は、コメント付き賛成）。

Part 2 において定める、アプリケーション間および領域間の情報交換を規定するための、Application interaction matrix element (AIME)、および Application Domain Matrix Element (ADME) については、具体例がないとその意義が理解しにくいということと、記述方法の妥当性の検討もしにくい。これについては、装置産業系の設備として重油直接脱硫装置をとりあげ、運転とメンテナンスの連携を考慮した計画策定システムにおいて必要な領域間の情報交換を整理した。

## 5. 3 標準原案の開発：ADID と ADME の重油直接脱硫装置への適用

ADID はアクティビティ間でやり取りされるべき情報を定義するための参照モデルであるが、それらの間でやりとりされる具体的な情報についての整理は行われていない。ADID が O&M 統合における情報の授受を整理するためのモデルとして適当であるかどうかは、ケーススタディにより必要な情報のやりとりを具体的に検討してみる必要がある。

今回のケーススタディでは、特に、アクティビティ 2.2（設備状態予測）の役割の重要性が示された。これより、これだけの多種類の情報が入力され、多くの必要な情報を出力するアクティビティ 2.2 をシステム化するに際しては、この部分をさらに細分化したアルゴリズムや処理フローを定義する必要があると言える。また、それを実現することで、フィールドデータの適切な活用による、より精度の高い計画候補の効果評価が可能になり、メンテナンスと運転を連携した設備管理が実現できると言える。

## 6. まとめ

運転とメンテナンスの連携を意識した計画を立案し、統合的な実施管理をしていくことは、現状では未だ明示的に行われていることは少ないが、今後はその重要性が増すことが予想された。そのような連携を実現する上では、運転とメンテナンスに関わるアクティビティ間での情報共有や情報伝達がスムーズに行われている必要があるが、そのような情報基盤を個々のプラントで開発していくことは困難と考えられ、標準化が強く期待される分

野であることが分かった。そのような標準化活動として、ISO/TC184/SC5/WG7において開発を行っているのが ISO 18435 である。Part 1 が 2009 年に発行し、現在、Part 2 と Part 3 の開発が行われている。これに対して、我が国としては、特にユースケースでの標準の有効性確認が重要であるとの認識から、これまで検討を進めてきたユースケースの標準案への反映を推進することが必要と考えられる。また、今回は、ユースケースの幅をさらに広げるために、石油精製プラントにおける重油直接脱硫装置を例にとり、運転とメンテナンスの統合計画策定システムを想定して、各種活動間の連携のために必要とされる情報交換の内容を抽出する作業を行った。この結果を、ユースケースとして標準案に盛り込むとともに、情報連携に関する具体的なニーズや課題を抽出し Part2 と Part3 へ反映していくことが重要である。

さらに、今後、運転とメンテナンスの統合的な計画手法の開発を進める中で、情報連携の在り方を整理し、我が国の実情にも適応できる、より具体的な標準案を作成していくことも必要と考えられる。



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

<http://ringring-keirin.jp>