

# THINK ACT

BEYOND MAINSTREAM

視点  
106 JUNE 2015



次世代メンテナンスのあり方

## THE BIG 3

- ✳ 保全方式は時代と共に変化を遂げ、ICTを活用した次世代のメンテナンスが誕生
- ✳ 航空業界、電機業界をはじめ、多くの業界で次世代メンテナンス導入による大幅なコスト削減が実現
- ✳ 「戦略面」「インフラ面」のハードルを越えることで、目指すべき保全体制を達成できる

## 1. 保全体制のダイナミズム



全ての企業において、コスト削減と高い利益率確保は重要な課題である。自明ながら、どれだけ売上が多額であってもコストが嵩み、利益を確保できなければその企業は成長していくことができない。特に、大規模な施設・資産を持つ企業にとって、その維持費はコストの多くを占めるため、会社の存続を左右する重要な要素となり得る。そのような中、設備の維持費削減及び耐用年数延長に資する保全方式が大きく進化しており、注目を集めている。

保全の対象である設備・インフラが時代とともに大きく進歩してきたように、保全方式も進化を遂げてきた。原始的で無駄の多い手法から、よりハイテクで効率的に進化してきた保全方式は、大きく3つの世代に区分される。**A**

1940年代からはじまった保全体制の第一世代では、故障後に保全を行う事後保全 (Reactive Maintenance) が一般的であった。人の手作業で行われる、原始的なものだ。事後保全はその性質上、設備の故障を回避することはできないが、設備が大型化し、生産システムが複雑化していく中で、設備の故障による生産の停止や操業度の低下が大きな損失をもたらすようになっていった。

そこで、故障による設備稼働率の低下を回避するために、故障の発生前に保全を行う予防保全 (Preventative Maintenance) が提案され、1960年代から1970年代にかけて、事後保全に代わって保全体制の第二世代である予防保全が主流となっていった。予防保全では、故障の有無に関係なく定期検査・修繕を行う時間基準保全 (Time-based Maintenance) が主な手法である。この予防保全の導入により、故障による設備稼働率の低下の一部回避や、設備の耐用年数延長に成功した。しかし、その一方で保全の必要がない設備に対しても点検・修繕を行

うために保全コストがかさみ、ロスが大きいという問題を孕んでいた。

このような問題を解決するために生まれたのが、保全方式の第三世代である、予知保全 (Predictive Maintenance)、積極保全・改良保全 (Proactive Maintenance)、そして信頼性中心保全 (Reliability-centered Maintenance/以後 RCM) である。これらの保全方式では、センサネットワークや状態監視システム、データ分析に基づく故障予兆診断によって保全を行う状態基準保全 (Condition-based Maintenance/以後 CBM) が主な手法となる。センサや、ビッグデータ処理をはじめとした最新技術の使用が、高度に効率化された保全を可能にし、このような保全方式は1980年代から現在にかけて広がっている。

## 2. 業界別のメンテナンス進化



このように進化を遂げてきた保全方式だが、第三世代の保全方式は、欧米の航空・電力業界が先行して導入を進めてきた。これらの業界で保全費用削減や、稼働率向上など、保全合理化に対するニーズが早い段階にて高まったためである。近年では、メーカーやインフラ業界などでも注目を集めており、高度な保全方式は広まりつつある。**B**

航空業界は1970年代から高度な保全方式の導入に着手し、いち早く第三世代のメンテナンスを開始した。当時の航空業界では、航空機の大型化・複雑化に伴い、予防保全コストの増大に苦慮していた。事実、保全費用は営業費用全体の3~4割、売上高の1~2割に達し、財務上最大の課題として認識されていた。

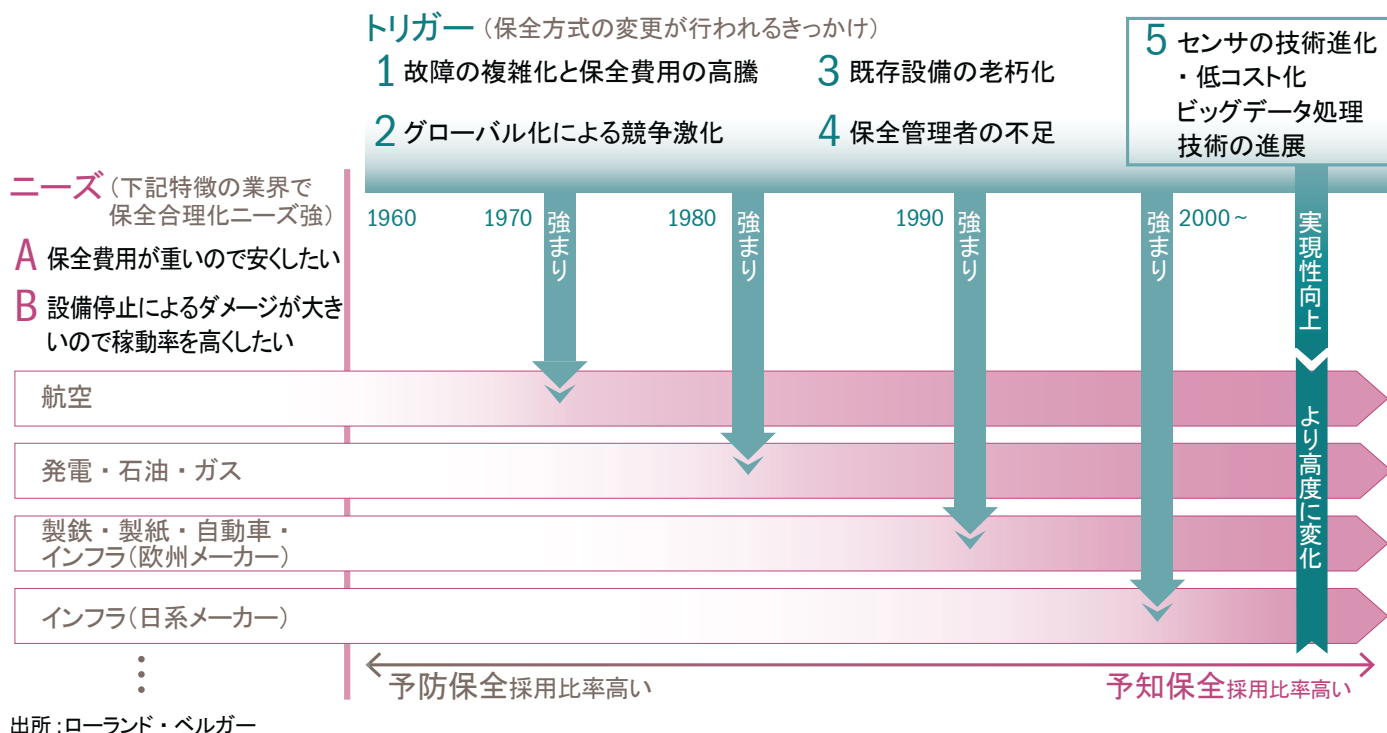
航空業界はこれらの問題を解決するべく RCM および予知保

### A 保全方式の流れ

	第一世代 1940 1950	第二世代 1960 1970	第三世代 1980 1990 2000~		
目的	壊れたものの修理	アベイラビリティ向上 より低コストで設備寿命延長	アベイラビリティ・信頼性・安全性・機器性能向上 ライフサイクルコスト(LCC) 効率の追求 設備寿命延長		
保全方式 (考え方)	Reactive Maintenance 事後保全(≡ SDM) > 故障後に保全	Preventative Maintenance 予防保全 > 故障の発生前に保全	Predictive Maintenance 予知保全 > 予兆を掴んで故障発生を予知し、最適な時期に保全	Proactive Maintenance 積極保全・改良保全 > 故障の根本原因を監視・発見し、事前に除去	Reliability-centered Maintenance (RCM) 信頼性中心保全 > 要求信頼性ごとに保全手法を組み合わせ、LCCを最適化
方法・手段	手作業・人力	Time-based Maintenance 時間基準保全 (TBM) > 故障の有無に関係ない定期検査・修繕 > (経験・カンに基づく診断による CBM も含む)	Condition-based Maintenance 状態基準保全 (CBM) > センサネットワーク・状態監視システムとデータ分析に基づく故障予兆診断 > 故障モードと影響の解析・リスク管理分析・アセットマネジメント > 高度 ITシステムによるビッグデータ処理 など		

出所：ローランド・ベルガー

## B 第三世代の保全方式導入状況



全を導入し、大幅な保全コスト削減を遂げた。例えば米軍では、1970～90年代にかけて予知保全を導入し、燃料費・人件費が大幅に高騰する事業環境下でも保全コストを維持することに成功。また、RCMの導入により、28日周期・56日周期に実施する保全作業の所要時間を大幅短縮し、年間保全時間を3分の1以下に削減した。C

航空業界に続いて、第三世代保全方式の導入に着手したのは電力業界であった。そもそも、電力業界では高稼働率の維持が非常に重要な経営指標となっている。故障による稼働率低下は大きな損失要因となることに加え、信頼性の観点からも運転をできる限り止めないことが競争力の根幹となる。それゆえ、信頼性は確保しつつ、稼働を止めるSDM(シャットダウンメンテナンス)の周期をできる限り長くしたいというニーズが存在していた。

保全費高騰や突発故障の増加、グローバル化による競争激化に対する問題意識が顕在化していくことに伴い、1980年代から1990年代にかけて電力業界各社は、保全の見直しに踏み切った。高度化した保全方式導入の結果、多くの導入企業で非常に大きなコスト削減が達成された。これは、予知保全・RCMのコスト削減効果に拠るところが大きい。米電力業界では、事後保全・予防保全と予知保全・RCMの保全コストを比較すると、約2分の1以下となっている。

事実、米Duke Energyでは、簡略化RCMをMcGuire発電所で行い、プラント寿命期間中の保全コストを36億円削減することに成功した。

また、仏EdFでは、全発電所58基のそれぞれ50系統にRCMを適用し、保全コストを約15～20%削減。その額は97年に46億円、2000年には計70億円にも上った。その後も

RCMを継続実施し、故障履歴と信頼性データのフィードバックを行い、継続改善している。その他、DTE Energyが設備全体で年2,000万ドル以上の削減、PSEGが保全費用全体の10%を削減、そしてEntergyが投資額1ドル当たり年8ドルの利益(ROI)を享受するなど、あらゆる企業が予知保全導入によるコスト削減に成功している。

そして、最近、第三世代の保全方式に関心を強めているのが、メーカーやインフラ企業である。2000年代以降、航空業界や電力業界に次いで、メーカーやインフラ企業において改めてこれらの保全方式に関心が高まっている背景には、複数のトリガーの存在がある。具体的には、故障の複雑化と保全費用の高騰、グローバル化による競争激化、既存設備の老朽化、保管理者の不足、センサの技術進化・低コスト化やビッグデータ処理技術の進展などがその要因として挙げられる。

欧州の先進メーカーの一部は、予知保全を目的として高度なCBMシステムを導入し、既に保全コストの3割軽減に大きな効果をあげている。例えば、フィンランドの船舶・発電所のエンジン製造を行っているWärtsiläでは、CBMシステムの導入によって大幅なメンテナンス費用削減の蓋然性を実証した。具体的には、地上の中央管理室で、船や発電所から随時送られてくるデータを基に、将来的なメンテナンスの必要性和対応方法等を分析できるCBMシステムを導入した。センサから一定期間ごとに送られるデータは、各装置の通常データと比較検討され、通常の数値から著しく乖離している場合は報告される。船や発電所のエンジンシステムの運転状況に応じてパラメータを最適化できるため、燃料の使用量を約5%削減することが可能だと明らかになった。加えて、20%のメンテナンス費削減も十

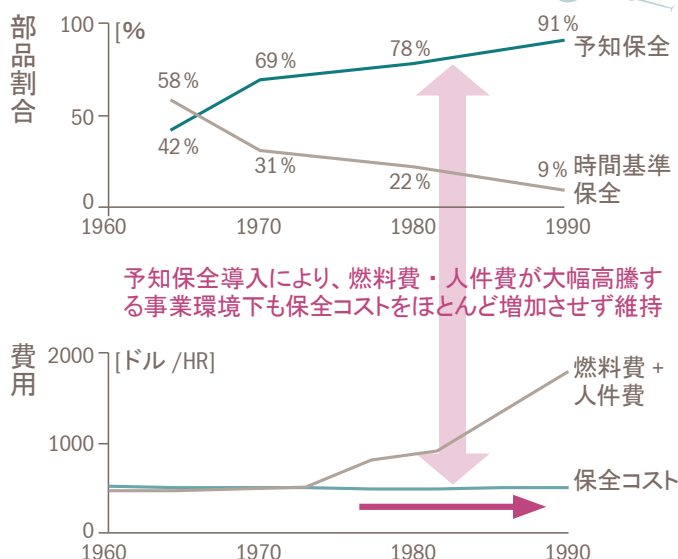


分に達成できることも実証された。

また、スイスでブレーカー処理を行う ABB でも CBM システムを導入し、大幅な保全期間の縮小に成功した。具体的には、独自開発した CBM システム “MyRemoteCare” を、ブレーカー装置などに導入した。ABB のエンジニア及びオペレーションチームは、装置上のセンサから得た情報を常時モニタリングすることで、問題箇所の発見～解決・処置までの期間を大幅に短縮することに成功。事前に想定される故障のシミュレーションや、対応するために必要な措置も予め検討していることから、事後保全に比べ、補修作業にかかる準備期間も劇的に減少した。

### ③ 航空業界(1970年代～)の新たな保全方式導入の効果

#### ■ 保全費を相対的に大幅削減



#### ■ 保全にかかる時間を3分の1以下に

- > 米軍では航空機保全への RCM 導入により 28日・56日周期に実施する保全作業所要時間を大幅短縮



EA-6B イントルーダー 4機 2年間のインスペクション活動

	周期[日]	人・時間	所要時間	TAT <sup>2)</sup>
RCM導入前	14	26	2,704	0.5
	28	93	4,836	3
	56	126	6,552	5
	244	194	2,328	5
	引き渡し時間	6	30	2
年間保全時間		16,450		
RCM導入後	14	26	2,704	0.5
	28	14	728	0.5
	56	11	572	0.5
	244	200	1,600	5
	引き渡し時間	109	436	14
年間保全時間		6,040 約 $\frac{1}{3}$		

1) 米軍のメンテナンス計画で定められた引渡し時の作業

2) Turn Around Time : 運用部門への引き渡し時間

出所 : News, Plant Engineer, ローランド・ベルガー

## 3. 次世代メンテナンスの導入戦略

3

以上のように、第三世代の保全体制の整備により、コスト、時間を大幅に削減できた事例は数多く存在するが、欧米と比較して日本企業は導入が遅れている。これは、オペレーターがメンテナンスのためのリソースを抱えてしまっていること、メーカーがオペレーターより弱い立場であり、メンテナンス方法の主導権を握れていないことが主要因となっている。保全体制の見直しは、グローバルで競争に打ち勝てる強靱な経営体力を築き上げるために重要な要素であるため、日本企業は第三世代の保全体制導入に向けた戦略構築が必要な局面を迎えている。

保全体制見直しによって「高水準のLCC(ライフサイクルコスト)」や「高い稼働率」、そして「高い運転品質」等が実現し得る。これらは、まさに保全方式が進化してきた目的そのものであり、保全の本質である。これらの要素に加え、保全体制の見直しは「新たなビジネスの柱」を獲得する契機となり得る。なぜなら、効率的な保全ノウハウは、それそのものに価値があり、パッケージ化・外販し、メンテナンスビジネスとして外注需要を取り込む余地があるためだ。

但し、目指す姿を設定しても、それを実現するためには超えるべきハードルがある。具体的には、保全の取り組み自体の改善に先立ち、「戦略面」及び「インフラ面」の見直しに目をつける必要がある。

まず「戦略面」についてである。これは、目的に即して意味ある投資をするために重要な項目である。保全戦略が曖昧なまま中身の改善に入ってしまうと、目指す姿に結びつかない投資をしてしまう恐れがあるためだ。闇雲に高度な技術を導入すればいいという訳ではなく、「目指す姿」を実現するに当たって効率的な保全体制の改善が肝要である。

次に「インフラ面」についてだが、これは戦略を絵餅に終わらせず、論理のみならず現実としても効率的な保全方式を実現するに当たって重要な項目である。もしも取り組みの実行現場を支えるインフラが整っていないければ、例え戦略どおりに保全体制の改善を行ったとしても想定どおりの効果が得られない。どんなに素晴らしい保全方式を導入したとしても、それが結果として企業に恩恵をもたらさなければ意味がない。

では、どのように「戦略面」そして「インフラ面」の見直しを進めていくべきなのか。ここでは、各々に関して考慮すべきポイントや、具体的な実現方法のオプションについて述べていきたい。

まず、「戦略面」についてだが、効率的に投資するためには保全戦略の構築を経て、改善すべき内容を見極めていくことが必要である。

戦略の方向性策定の際に見極めるべき項目としては、大きく2つある。

1つ目は、LCCを最小化できる最適な保全方式の見極めである。そもそも、採用すべき保全方式は、部位、地域などにより大きく異なるため、それらを保全方式の決定に際して考慮することは、必須となる。それに加えてコストと信頼性のトレードオフ、全社としての戦略的観点、保全体制の全体最適の観点からも検討を行うことで、最適な保全方式を見極めることができるのである。

## D 保全コスト削減に伴うハードル

### 2 取り組みの実行現場を支えるインフラが整って おらず、想定どおりの効果が出ない

- > "日本企業によくあるが、現組織に合わせてシステムを構築してしまい、手作業が機械化されるだけで、保全プロセスの効率化につながらない" (ベンダー)
- > "運行・安全の確保のみを問われ、コスト削減が評価されない" (エネルギー業界)
- > "意思決定プロセスが不明確なため、データで故障の予兆をキャッチしたとしても、対応の最終的な意思決定がされない" (エネルギー業界)

目指す姿 > LCCの削減  
> 稼働率と運転品質の向上  
:

目指す姿のハードルと  
なる可能性が高い

### 1 保全戦略が曖昧なまま、中身の改善に入って しまい、目指す姿に結びつかない投資をしてしまう

- > "高いコストのかかる高度な状態監視システムを、一律に導入するだけでは、投資に見合った効果をあげられない" (ベンダー)
- > "徹底した予防保全であることが付加価値の設備に対して、故障確率にのみ基づく予知保全を採用すると、信頼性が低下してしまうことも" (運輸業界)

#### 保全の取り組み自体の改善

- > 保全方式を変更(予防保全から予知保全へ、など)
- > 保全手法を変更(TBMからCBMへ、など)
- > 保全周期を変更(TBMの予防保全における周期を、6ヶ月から12ヶ月へ延長、など)

出所:ローランド・ベルガー調査

2つ目は、優先的に改善に取り組むべき部位・アイテムの見極めである。例えば、リアルタイム状態監視システムは、全アイテムに適用すると投資コストが跳ね上がるため、必要箇所を見極めて導入する必要がある。一方、アドホックな改善のみでは、全体最適な保全体制の構築には至れない。そのため、全体像を見渡し、部位・アイテム毎に改善に取り組む際の優先順位付けをすべきなのである。

このように慎重な検討を経た上での見直し・導入が必要となる保全方式であるが、RCMはこれを体系的に実施する一つのオプションであり、LCCを最小化する手法として多くの実績をもつ。RCMの実施手順としては、まず故障データを収集、重要度を判別し、故障発生過程や検知方法を整理する。次に機器の劣化・故障メカニズムを把握した上で対象機器を決定し、RCMを実施する。具体的には、故障の内容・影響・リスクを把握の上、各故障にリスク排除方法・故障確率軽減方法があるかを検討し、最適な保全方式・周期を決定する。そして、最終的に部品レベルでの最適保全方式を決定し、保全計画を策定、LCCの試算を行う。

RCMの導入によって期待できる効果としては、施設の稼働率・コスト効率の向上、故障・保全の知見集約、そして担当者のモチベーション・チームワーク向上などが挙げられる。

次に、「インフラ面」の見直しについて検討する。インフラ面でのハードルは、保全手法改革を行う上でのボトルネックとなる可能性が高い。また、改善の効果を実現するためには、現場を巻き込んでのインフラ見直しが必須である。

インフラ整備の際に見極めるべき項目も大きく2つである。

1つ目は、改善すべきインフラの見極めである。組織や制度などのインフラが、保全の取り組み改善を支える内容となつて

いなければ、それらを改善しない限り、保全体制見直しの効果を実現できない。組織、制度・評価、意思決定プロセス、データ管理などのインフラの見直しと、保全体制改善の取り組みが一体をなってはじめて、保全体制見直しの効果が実現できるのである。

2つ目は、現場スタッフの協力を得るための配慮・工夫の見極めである。保全手法の改善が、現場の反発を招きやすいことは想像に難くないであろう。保全現場の代表者の中には、現場がデータを踏まえて適切に意思決定・判断できるか、大量のデータに埋もれてしまうのではないかと懸念を示す声も多い。事実、米国鉄道でのRCM導入プロジェクト参加者へのインタビューでは、現場スタッフのリテラシー欠如、現場の非協力が大きなハードルとして指摘された。現場の声を噛み砕くようなボトムアッププロセスを重視し、ポジティブなサイクルが回るインフラを構築することで、保全体制の見直しは円滑に進めることが可能となるのである。D

以上、次世代メンテナンスの価値とその導入戦略について述べさせていただいた。次世代メンテナンスは、目指す姿を明確にして、戦略的に構築していくことで高いコスト削減効果を期待できる。日本企業は、既にメンテナンスリソースを社内に抱えてしまっていることから、ゼロベースで目指す姿を考え、新たな保全体制を構築していくことに二の足を踏むケースが多いが、今後のグローバルでの競争力確保のためには、保全体制の見直しは必要不可欠である。

次世代メンテナンスの導入により、日本企業の更なる競争力強化・成長力向上が実現されることを切に願っている。◆

# ABOUT US

## ローランド・ベルガー

ローランド・ベルガーはドイツ、ミュンヘンに本社を置き、ヨーロッパを代表する戦略立案とその実行支援に特化した経営コンサルティング・ファームです。1967年の創立以来、成長を続け、現在2,400名を超えるスタッフと共に、世界36カ国50事務所を構えるまでに至りました。日本におきましては、1991年にオフィスを開設し、日本企業及び外資系企業の経営上の課題解決に数多くの実績を積み重ねております。製造、流通・サービス、通信業界等数多くのプロジェクトはもとより、5～10年後を予測する各種トレンドスタディの実施や学術機関との共同研究などを行うことにより常に最先端のノウハウを蓄積しております。

### Tablet version

#### DOWNLOAD OUR KIOSK APP

To read our latest editions on your tablet, search for "Roland Berger" in the iTunes App Store or at Google Play. Download the Kiosk App for free.



### Further reading

#### ローランド・ベルガー 既刊Think ACTスタディのご紹介 **PREDICTIVE MAINTENANCE**

Is the timing right for predictive maintenance in the manufacturing sector?



#### 予知保全

製造メーカーの保守に対する考え方は変化している。従来は必要悪と捉えていた保守をより戦略的なビジネス機能として捉える傾向が強まっている。

本スタディでは、製造業での導入が進む中、予知保全がメーカーにもたらす進化とメリットを紹介すると共に、現実的な障害と課題を提示する。

### Links & likes

#### ORDER AND DOWNLOAD [www.think-act.com](http://www.think-act.com)

#### STAY TUNED [www.twitter.com/BergerNews](https://www.twitter.com/BergerNews)

#### LIKE AND SHARE [www.facebook.com/RolandBergerStrategyConsultants](https://www.facebook.com/RolandBergerStrategyConsultants)

## Publisher

ROLAND BERGER  
STRATEGY CONSULTANTS

## 株式会社 ローランド・ベルガー

広報担当: 西野、山下

〒107-6023 東京都港区赤坂1-12-32  
アーク森ビル23階

電話 03-3587-6660(代表)

ファックス 03-3587-6670

e-mail: [strategy@jp.rolandberger.com](mailto:strategy@jp.rolandberger.com)

[www.rolandberger.co.jp](http://www.rolandberger.co.jp)

## The authors welcome your questions, comments and suggestions

### パートナー

中野 大亮 Daisuke Nakano

[daisuke.nakano@rolandberger.com](mailto:daisuke.nakano@rolandberger.com)

東京大学法学部を卒業後、米国系戦略コンサルティングファームを経て、  
ローランド・ベルガーに参画

総合商社、鉄道・航空、産業機械などを中心に幅広いクライアントにおいて、事業戦略、成長戦略、全社ポートフォリオマネジメント、M&A/PMIなどのプロジェクト経験を豊富に有する。EPHTグループ(Engineered Product and High-Tech)のコアメンバー。また、消費財やメディア・コンテンツの領域も得意分野とし、政府の主導するクールジャパンなどへの支援も行っている