

A close-up photograph of a robotic arm in a factory. The arm is positioned to weld a white metal car body part. A bright, intense light is visible at the point of contact between the welding tool and the metal, creating a strong lens flare effect. The background is a blurred industrial environment with blue and white tones.

先見の価値

統合予知保全による 価値創出

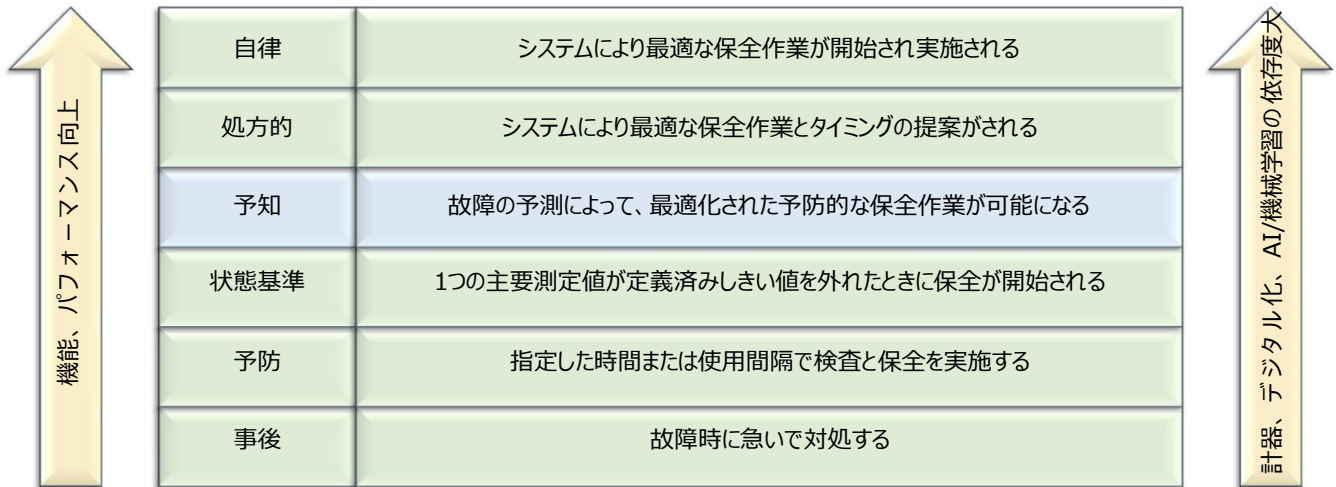
Bill McBeath 著
2020年8月

目次

保全の成熟過程	1
予知保全（PdM）のメリット.....	2
総合的な統合予知保全アプローチ	3
システム間および組織機能間の統合	3
現時点の機能、データ、システムの評価.....	3
統合PdMに関わるシステムとプラットフォーム.....	4
保全のための需要管理	6
総合的な統合PdMアプローチの価値.....	6
顧客/エンドユーザー組織の予知保全（PdM）	7
資源採取用機器のPdM（石油、採掘、林業、農業、漁業）	7
製造プラントと倉庫のPdM.....	8
運送用車両.....	9
設備管理のPdM	9
製品メーカーのビジネス・モデル進化を推進	10
メーカーのビジネス・モデルの進化におけるPdMの役割.....	11
予知保全のメリット	11

保全の成熟過程

資産集約型の企業にとって、保全（Maintenance）の実践手法の成熟度は、高い信頼性と収益性を確保しながら中断せずに運用できるかを定める主要因です。保全の実践手法、プロセス、システムを改善するための投資には、大きな見返りがあります。保全の実践手法の改善は、以下の成熟モデルに示すとおり、目標地点ではなく一連の過程です。



出典：ChainLink Research

図1 - 保全の成熟モデル

企業が成長し、成熟度を次々と進んでいったとしても、必ずしもそれまでの比較的簡易な保全戦略が廃止されるわけではありません。[信頼性中心保全](#)（Reliability Centered Maintenance、RCM）¹を導入した企業が認識するのは、1つの保全戦略だけを全体的に適用しても、保全用の限られたリソースを重要度の低い資産で無駄遣いして、重要度の高い資産への保全作業が疎かになる、ということです。たとえば、重要度が極めて低い品目（電球、鉛筆削りなど）に対しては故障するまで特に対処しない、事後対応的アプローチを続けることができます。

また、定期的な検査や潤滑油の交換などが必要になる、重要度が低から中程度の資産に対しては、おそらく予防保全（Preventative Maintenance）が適切でしょう。ただし、予防保全の場合は、必要時よりも前に保守される機器もあれば、保守前に故障する機器もあります。

状態基準保全（Condition-based Maintenance、CBM）は、稼働時間や保全コストの問題に対処するために、まずは温度、振動、圧力、その他の規格外の状態を示す主要測定値を1つ以上監視するものです。

そうすることで、保全タスクが本当に必要なときに実行される可能性が高くなります。ただし、状態の監視では通常、ごく少数の主要測定値がそれぞれ個別に監視されるため、全体的な資産の健全性や運用悪化を示す微細なインジケータを総合的に把握することは困難です。

¹ RCMとは、複数の保全戦略を最適な状態で組み合わせるための体系的アプローチ。各種資産の故障モードと故障の影響度に対して優先順位が付けられます。法令遵守のための限られたリソースの使用を最適化するために一部の企業で使用されている[リスクベースのアプローチ](#)にかなり類似しています。

予知保全（Predictive Maintenance、PdM）では通常、もっと広範な入力データと高度な分析（モーター電流分析、油分析、赤外線サーモグラフィ、超音波分析など）が使用されます。さらに重要なのは、予知保全ではこれら複数の変数をまとめ

て分析して、資産の全体的な健全性と状態に関する信頼性の高いインジケータを示し、機器の特定の部品が故障しそうな時期とその対処方法をより高い精度で予測できることです。

予知保全 (PdM) のメリット

予知保全では、機器が予期せず停止する状況を減らしつつ、実際の消耗状態と保守の必要性に合わせて機器を保守しやすくなります。それにより、定期的な保全による修理や交換が減り、保全用のリソース（予備部品や備品を含む）の使用が減り、同時に故障件数も減るといった複数のメリットがもたらされます。予知保全プログラムを適切に運用すれば、**設備総合効率**（Overall Equipment Effectiveness、OEE）に劇的な影響を及ぼします。OEEの3要素、つまり稼働率（稼働時間）、性能（設計上の最大速度に対する達成度/実際の生産量）、品質（歩留まり）が改善します。DOEによると²、機能別の予知保全



プログラムの導入によって、機器の故障率を70～75 %、保全コストを25～30 %削減し、生産量を20～25 %増やすことができます。

また、予知保全は、処方的保全（Prescriptive Maintenance）と自律保全（Autonomous Maintenance）の前提となる基盤を確立します。処方的保全では予知保全用のインフラストラクチャと収集データを基にして、保全担当者が実施した是正措置とその結果を観察します。さらに機械学習を使用して、ある特定の状態についての最適なタイミングと作業方針を学習して提案します。自律保全はさらに一歩進み、それらの作業を人の手を介さずに自動的に実施します³。自律保全は現時点では、ほとんどの企業にとって今実現できることではなく、今後のビジョンです。処方的保全も現時点では初期段階であり、先進的企業のみが導入しています。これに対して、予知保全は多くの企業で導入の準備が整っている段階であり、現在のアプローチと比較して相当多くのメリットと効果を期待できます²。

²『[Operations & Maintenance Best Practices: A Guide to Achieving Operational Efficiency](#)』を参照

³ 予備部品を入手して実際の保全タスクを実行するといった物理的な手順には人が介入します。一方で、実行すべきタスクとそのタイミ

ング、予備部品在庫の最適な補充方法と場所、保全用のリソースの割当てとスケジュール管理などの判断についてはシステムにより自動で実行されます。

総合的な統合予知保全アプローチ

システム間および組織機能間の統合

予知保全は、総合的な統合アプローチ内で実施することで最も高い効果を発揮します。つまり、技術設計、製造、フィールド・サービス、物流、サプライチェーン、HR、財務、そして言うまでもなく保全に関する、データ、システム、人の専門知識をすべてまとめて統合するアプローチです。このアプローチの基盤となるのは、それぞれの資産のデジタル・スレッドの構築と管理です。つまり、ライフサイクル全般にわたってデジタルで接続された資産管理のアプローチを採用し、概念/設計から製造、保守、最終的には廃棄/再利用の段階に至るまで、各資産に関するデータとシステムをすべて接続します。

理想的な状態で導入した場合は、次のようになります。設計エンジニアが保守の分析用の入力情報を提供します。CAD設計をセンサーデータと組み合わせて使用し、機械のストレスや損耗のシミュレートと予測に役立てることができます。PLMシステムによって、初期状態と保全時点の構成において正確なBOMが確実に使用されます。サプライチェーン計画担当者が（予知保全アルゴリズムから）予備部品の今後の需要を示すより正確なインジケータを受け取って、予備部品在庫の補充を高度に最適化できます。物流/フィールド・サービスの担当者およびシステムが、精度の高い予測に基づいて、より効率的にリソース（機器と担当者）を割り当ててコスト効率よくタスクを計画できます。保全や保守の専門家が、機器の構成、ステータス、問題に関する信頼できるリモート診断に関する精度の高い情報を受け取って、初回訪問時に適切な工具と部品を持ち込めるため、初回修正率が向上します。部品の製造地と残りの寿命がより正確に把握されます。設計エンジニアが使用状況、故障率、故障モード、設置されている機器群すべてに対する考えられる原因について精緻なデータを受け取って、今後の設計を改善できます。

現時点の機能、データ、システムの評価

この完全な理想の状態に達している企業はほとんどありません。これは「一口大サイズ」の課題に分けて対処できる一連の過程ですが、一方で、各段階で、最終目標であるエンド・ツー・エンドの全体的機能を常に中心に置いて行動する必要があります。現時点の機能、データ、システムを評価しておけば、その情報を使用して、支出に見合う最高の価値を得られる条件を判断できます。この評価には、「データ・インベントリ」を含める必要があります。これは、社内にどのような関連データが存在するかを調査して、そのデータの品質と完全性を評価するものです。店舗フロア、フィールド・サービス、保全の専門家もこのデータ・インベントリ・プロジェクトに参加させるべきです。どのようなデータに価値があり、そのデータからどのようなインサイトを収集できるかを明確化するには、これらの専門家が適任です。

PdMの統合型基盤の確立

[The Wonderful Company](#) は、フルーツ、ナッツ、花、水、ワイン、ジュースの栽培、瓶詰め/パッケージ作成を垂直統合的に手がける、売上高 50 億ドルの企業です。世界最大のナッツ栽培会社、米国最大の柑橘類栽培会社で、世界最大の花配達サービスを提供しています。

企業買収によって拡大を続けた Wonderful が受け継いだのは、異種レガシー・システムです。それは、部署間の相乗効果を活かして PdM のような高度な機能を導入したいという同社の願いを打ち砕くものでした。その解決法として、同社は [統合型クラウドベース製品スイートへの移行](#) を実施しました。この製品スイートは、Oracle ERP Cloud と [Oracle Supply Chain Management Cloud](#) を基盤としており、[Oracle Maintenance Cloud](#) も搭載されています。

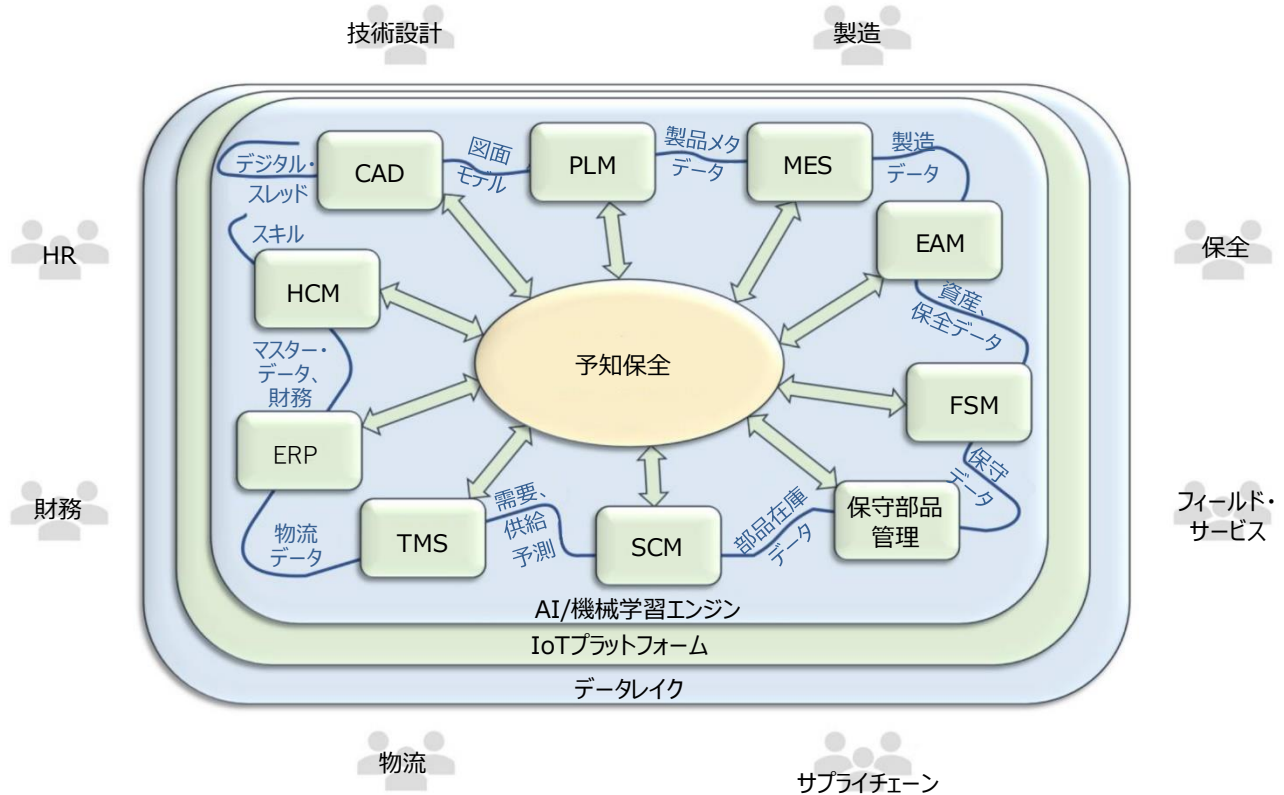
この総合的な統合アプローチによって、エンド・ツー・エンドで可視化して、規模の経済の活用を強化し、さらに事業部門に対して標準化されたベストプラクティスを選択的に推進できるようになりました。これにより、予知保全のビジョンを進めるための基盤として必要だったデータの整合性と一貫性が確保できるようになりました。

統合予知保全による価値創出

データ・インベントリを実施することで、現在の欠陥も明らかになります。一定のデータセットがあると思っても、調査によってそのデータがないこと、読み出しにくいこと、一貫性のないこと（形式が異なり互換性がない、収集状況にばらつきがあるなど）、不正確であること、あるいはその他の問題があることが判明する、というケースも多いのです。これらのデータの問題により、プロセスの変更が必要になる場合もあれば、修正のためにシステムの改修や新しいシステムの実装が必要になる場合もあります。

統合PdMに関わるシステムとプラットフォーム

総合的な統合予知保全機能の構築には、さまざまな組織機能、プラットフォーム、システム、データソースが関わっています（以下の図を参照）。



出典：ChainLink Research

図2 - 総合的な統合予知保全

統合PdMアプローチは以下のようなシステムで構成されます。

- **CAD**：コンピュータ支援設計（Computer Aided Design、CAD）システムは、製品の構成、保守手順の策定/文書化/視覚化、あるいは拡張現実/複合現実に基づいた保全修理機能など、下流の作業で使用できる精密な設計データを提供します⁴。

⁴ たとえば、拡張現実/複合現実用のヘッドセットや電話/タブレットを使用して、修理対象の実際の資産の上で、次に取り外す（あるいは取り付け）ネジや部品をハイライト表示したり、そのやり方まで見せたり、計器の測定値やその他の重要な資産情報を資産の上に重ねて表示したりして、修理担当の技術者を支援できます。

統合予知保全による価値創出

- **PLM**：製品ライフサイクル管理（Product Lifecycle Management、PLM）システムは、部品番号などの製品関連のデータの体系化やクリーンアップに使用できます。製品とコンポーネントに関するクリーンで正確なデータがあることが、予知保全の機械学習が良好に動作するための前提条件となります。
- **MES**：製造実行システム（Manufacturing Execution System、MES）は、製造機器からリアルタイムのデータを収集します。それらの機器に対して予知保全を行うには、このデータが不可欠です。MESシステムは、PdMで特定された箇所を修理するための製造計画の実行にも役立ちます。
- **EAM**：企業資産管理（Enterprise Asset Management、EAM）システムは、高度な保全機能の中核となるシステムです。資産のライフサイクル全体の管理と、保全タスクの管理および実施の機能を提供します。EAMは資産集約型で規制の厳しい業界にとって極めて重要です。EAMシステムは、PdM向けの資産関連データの生成元となるほか、保全や修理の計画と実行の手段にもなります。
- **IoT**：Internet of Things (IoT) 機能により、計器の少ない資産をセンサーで補完してリアルタイム・データを生成することで、機械学習アルゴリズムによる故障や保全の必要性についての予測精度を高めることができます。膨大なリアルタイム・データ・ストリームを取り込み、整理し、フィルタをかけて分析できるIoTプラットフォームは、統合PdMアプローチの基盤となる要素です。IoTプラットフォームの価値を実現するのは、その上層に構築されるアプリケーション、たとえばPdM、製造監視、フリート監視、資産管理といったものになります。
- **FSM**：フィールド・サービス管理（Field Service Management、FSM）システムは、予知保全によって決定される保守や修理の計画、割当て、実行の機能を提供します。モバイルアプリによって、エラーが起こりづらく効率的な予知保全タスクの実行が可能になり、また、処方的保全用に、どのような作業が行われたかを正確に理解して学習するためのより高い精度のデータを生成できます。
- **保守部品管理**：PdMタスクを実行するために必要となる保守部品の配置を最適化するシステム。（PdMにより）保守についてより精度の高い予測が得られるため、保守部品の最適化エンジンで在庫量を少なく維持できるようになります。予知可能性が高まることで、もっと詳細な修理計画の作成も可能になります。そのため、必要となる予備部品が減り、予備部品を一元的に管理でき、大量の在庫を各所に分散させずに済むため、緊急の修理にも迅速に対処できます。
- **サプライチェーン**：サプライチェーン・システムは、需要と供給の全体像を把握して、製造と保全の計画を決定します。予知保全から詳細な警告を受け取ることで、サプライチェーンの専門家が、今後の需要と供給、製造計画を考慮しながら、製造機器の最適な保全時期を適切に判断できます。また、サプライチェーン・システムは、修理に必要な予備部品の購入と製造を確実に行う上で重要な役割を担います。
- **物流/運送**：保全作業用の部品や備品の配送を管理するシステム。運送リソースが必要になる今後の保全作業について、PdM機能がもっと詳細な通知を行うことにより、リソースの最適化の精度が高まります。
- **ERP/財務**：ERPシステムには、部品番号や資産関連データなど、予知保全プロセスで利用される大量のマスターデータが格納されています。ERPシステムは、リソースと作業の原価計算と優先順位付けを行うための財務データとフレームワークを提供します。

Precision Groupの統合アプローチ

[1985年に設立](#)されたPrecision Groupは、自動車、航空宇宙、医療、エネルギー、電子機器、一般消費者の市場に対して、型/工具の受注生産と射出成形プラスチックの一括製造を行う、売上高1,000万ドルの設計製造会社です。予知保全は、Industry 4.0と“計画外停止時間ゼロ”に向けた同社のロードマップの要となっています。

Precisionは25年使用した古いレガシー・システムを最新の統合型基盤システムへと移行しました。[Oracle ERP](#)をベースとし、[Oracle Manufacturing Cloud](#)と[Oracle Maintenance Cloud](#)も搭載されています。

これによりPrecisionは、在庫と製造状況をリアルタイムに可視化して、活動基準原価計算、リアルタイムの納期回答、リードタイムの短縮を実現しました。この次の段階として、同社は現在、Oracle Machine Learningを使用したリアルタイムのサプライチェーン機能および予知保全/処方的保全機能を実装しているところです。同社はこの統合型スイートによって、収益性が1 %（100 BP）上がると試算しています。

統合予知保全による価値創出

- HR：人的資源（Human Resource、HR）システム、別名人材管理（Human Capital Management、HCM）システムの多くは、予知保全により明確化された具体的なニーズに対して、適切なスキルを持った保守担当技術者をマッチングするためのツールを提供しています。また、技術者や保全の専門家（高い専門性が求められる場合が多い）を採用してトレーニングするためのツールも提供しています。
- AI/機械学習：人工知能（特に機械学習）は予知保全の中核的コンポーネントであり、大量かつ各種データからインサイトを抽出して予測するために必要です。
- データレイク：データレイクは、AI/MLエンジンに必要とされる多様なデータソースのすべてをクリーンアップして統合し、使い勝手の良いものにするために必要になります。

保全のための需要管理

予知保全では‘保全のための需要管理’を行います。これは保全計画のパラダイムを変えるものです。理想的な状態としては、まず、予知保全の分析によって、異なる計画対象期間での故障（および特定のタイプの故障）の発生確率を予測します。ある場所での各種機器の重大度と、故障の発生確率およびその影響に基づいて、保全を一括で計画して、最も効率的でコスト効果の高い方法でリソースを活用できます。さらに、すべての支援機能（サプライチェーン/物流、予備部品、フィールド・サービス計画など）について、今後の需要をより長期的に、より高い精度で予測することで、より低いコストで適切に準備できます。これらすべての機能やシステムを統合することによって、ワークフローとリソース使用率の最適化が進むと同時に、稼働時間とOEEも改善されます。その結果、ある特定のリソースの組み合わせによる全体的な生産性が向上し、最終的にはそれが使用資本利益率（Return on Capital Employed、[ROCE](#)）の向上につながります。

総合的な統合PdMアプローチの価値

総合的な統合アプローチには、異なる多数のシステムをPdM機能に統合する過程があります。この統合によって、PdMに必要なデータを取得できるようになりますが、さらに重要なこととして、PdMによって決定される保全や修理の実施に関わるサプライチェーンや保守機能を、より統合的に自動化できるようになります。そのためには、高度なAI/ML、IoT、データレイク、PLM、MES、EAM、FSM、保守部品管理、SCM、TMS、ERP、HCMといったコンポーネント全体をまとめる統合型スイートを探し求める必要があります。これらのコンポーネントが単一のプロバイダから事前に統合された状態で提供される状態になれば、高度なPdM機能を迅速に導入できます。

顧客/エンドユーザー組織の予知保全（PdM）

予知保全は、資源採取産業のシステム（採鉱システム、石油プラットフォームなど）、製造プラント、倉庫、運送用車両、設備管理の保全を最適化するために、資産を所有する組織内で使用できます。

資源採取用機器のPdM（石油、採掘、林業、農業、漁業）

石油ガス、採鉱、林業、農業、漁業などの資源採取産業には、保全に関する特有の要件があります。これらの産業の機器は多くの場合、遠隔地にあります（海上油田プラットフォーム、遠隔地の森林での木材運搬トラック、広大な砂漠の中央にある採掘装置など）。遠隔地にあることから、修理用リソース（技術者、修理用機器、部品）の運搬に、特に費用と時間がかかります。これらの資産の中には、石油プラットフォーム、自動採掘装置、高度な自動植え付け/収穫システムなどの巨大で複雑なシステムもあります。

これらは一般的に、ビジネスにとってミッション・クリティカルであり、この資産が稼働しなければ生産が停止して、営業活動による収益も停止します。一部のケース、たとえば農業や漁業では、収穫や漁獲に適した期間が限られていて、機器が停止すれば収入の発生に遅れが出るだけでなく、その季節のその期間における収穫高や漁獲高⁵を失うことにもなります。

こういった点で、資源採取産業においては、予知保全の価値は極めて高くなります。予知保全によりリモート監視が補完され、かなり前の段階で修理や保全の計画を立てられるようになります。そうなれば、必要なリソースの準備や高度なスキルを持つ限られた技術者の予定確保をコスト効率よく実行できます。さらに重要なこととして、停止時間が短縮されることで、損失を大幅に削減できます。海上油田プラットフォームは1日あたり100万ドル以上に相当する石油を産出できます⁶。世界最大の採掘機械⁷は1日あたり約500万ドル相当の褐炭を採掘できます。大規模な（24列の）綿の植え付け機は、1時間で約8万平方メートルの植え付けができ、大規模な（6列の）収穫機は、1時間で約3万2,000平方メートルを収穫できます⁸。これらの機械が1つでも停止すると、1時間あたり数千ドル、数万ドル、あるいは数十万ドル分の生産高を失うことになるのです。予知保全を導入すれば、計画外停止時間による損失や緊急時の修理にかかる高い費用を大幅に削減できます。



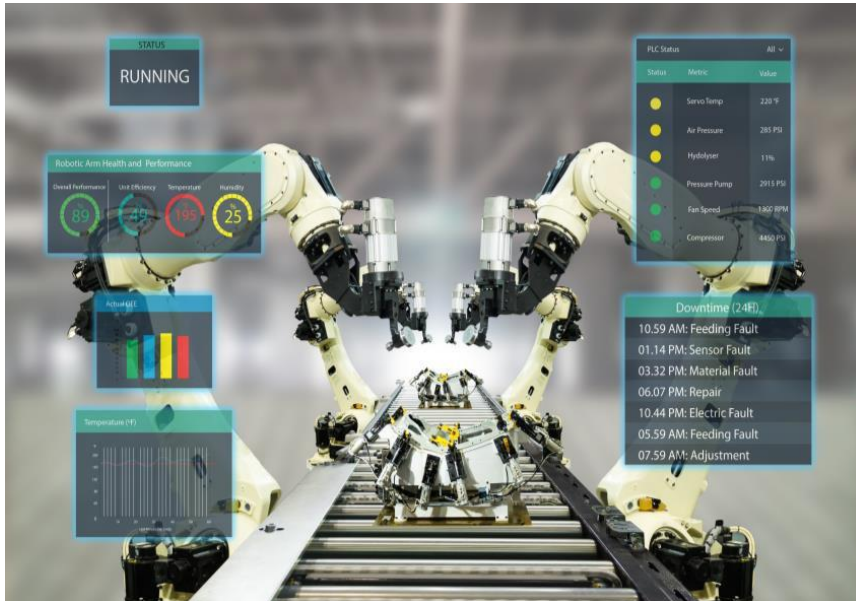
⁵ ピーマン類などの扱いやすい農作物でも、収穫期間はわずか2～5日間しかありません。ブルーベリーやイチゴなどの細心の注意を要する農作物は、最適な日に収穫できなければ、その価値はほぼゼロになります。収穫時期の農場はほぼフル稼働状態です。予冷システムや収穫機の故障などで作業が中断されると、現場の農作物が無駄になってしまいます。同様に、漁業に関する各種国際協定により、特定魚種の漁獲が特定の期間に制限されています。その期間外での（その魚種に関する）漁業は許可されません。

⁶ 一般的な海上油田プラットフォームは1日あたり約20万～25万バレルを産出します。これまでの平均石油価格として1バレル40～60ドルで計算すると、これは1日あたり約100万ドルとなります。

⁷ [Bagger 288](#)の場合、1日あたり24万立方メートルを採掘できます。1トン20ドルで計算すると、これは約500万ドル相当の褐炭採掘量となります。

⁸ 『[Planting and Harvesting Capacity in Cotton Production](#)』を参照

製造プラントと倉庫のPdM



製造プラントには、世界で最も複雑な機器システムが設置されています。時間あたり生産価値は資源採取用システムさえも上回ります。半導体製造ラインが停止すると、場合によっては1時間あたり数百万ドルの損害が発生します。1本の自動車組み立てラインで、1時間あたり100台を超える車両を製造でき、これは車両によっては1時間あたり200万～400万ドル以上に相当します。大規模な石油精製所⁹では1時間あたり100万ドル以上に相当する石油を生産します。製造プラントにとっては、停止時間の発生を予防することが主な価値実現要因となりますが、品質、生産性、安全性を高めるためにもPdMの技術を使用できます。品質予知アルゴリズムはPdMと同じ技術を使用することで（機械やIoTの

データを機械学習エンジンに送信）、近々起こる品質低下について早期に警告します。

この機能によって、標準未満の部品や規格外の部品が製造された後に検知するのではなく、品質が低下する前に調整できます。PdMによって主に停止時間が短縮されることで生産性が向上しますが、PdMは、機械のパフォーマンスが実際に低下する前の、やや低いパフォーマンスで稼働する状態を予測して、事前に是正措置を講じるためにも使用できます。安全性は、死傷者を出す恐れのある極めて危険な故障を予測して回避することで改善されます。

倉庫や配送センター内には、高度な資材運搬機器やロボティクスが増えてきました。Eコマースの急増を受けて、多くの小売業者がピッキング、包装、配送業務を補助するロボティクス・システムに投資しています。これらの設備でも、PdMによって製造プラントと同様の多くのメリット（停止時間の短縮、パフォーマンスや安全性の向上）を実現できます。

予知保全、大規模メーカー以外にも効果を発揮

[Noble Plastics](#)は家族経営による射出成形部品の受託メーカーです。売上高約500万ドルの小規模な会社ですが、米ルイジアナ州にある2箇所の製造プラントに、高度な自動化、接続性、計器計測機能を導入しました。12台を超える射出成形プレス機と、約18台のロボット（主に6軸のロボットアーム）を保有し、深夜帯は完全無停止で運用できるほど自動化しています。

同社は[Oracle IoT Cloud](#)を使用してプロセス監視とPdMを強化しました。この製品から、品質に関する未処理の問題について警告が出されるため、不良部品が製造される前に問題に対処できます。これにより、稼働時間も向上しました。品質と機器利用率が改善されたことから、投資を正当化する以上のROIを達成しました。（詳しくは、『[Noble Plastics gets proactive, predictive with Industry 4.0](#)』を参照）。

⁹ [世界最大の精製所](#)の生産能力は1日あたり124万バレル。現在の石油価格により変わりますが、これは1時間あたり200万～500万ドルに相当します。

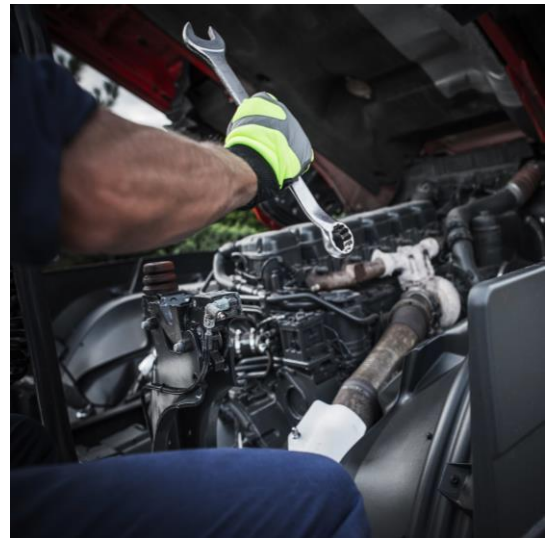
運送用車両

運送用車両は、自動車、トラック、船舶、航空機、鉄道車両など多岐に渡ります¹⁰。そのため、PdMプログラムを導入する動機付けや要因となるものも、車両の種類やその目的に応じて異なります。

航空機の場合、安全性への配慮と規制遵守が突き抜けて重要です。計器の測定値に異常が発生したりサブシステムが機能停止に陥ると、飛行機が離陸できない状態になります¹¹。乗客が搭乗済みか搭乗ゲートで待機中の場合、その飛行での経験は辛いものになるでしょう。PdMによって早期に警告を出して、適切な時期に予防措置を講じることで、乗客が搭乗後または搭乗待ちになる前の段階で、多くの問題を回避できます。

今日の大規模船舶は、相互に接続された多数の機械や配管システム、ポンプ、電子機器/コンピュータ、その他のサブシステムで構成される複雑なプラットフォームとなっています¹²。海上で故障が発生すれば、運行に遅れが出る、漂流状態となる、さらには海上で周回したり衝突したりする危険性もあります。予知保全によって、実際に問題になる前に問題を修正できます。また、機器の機能不良に対して港湾当局によって高額の罰金が課される事態も予防できます。

トラックの車両はPdMのメリットを大きく活用できます。運転中に電源を失ったり、ブレーキやハンドルが効かなくなると非常に危険で、最悪の場合は命が失われ、そのほかにも積荷の損傷、企業の評判の低下、保険額の増加も考えられます。故障が発生すると輸送に遅れが出て、顧客の怒りを買ひ、高額な修理費用やレッカー代がかかり、ドライバーの生産性低下につながります。PdMはこれらの事故や故障を予防するだけでなく、稼働状態の悪い機器を特定することで、燃費の改善（燃費は大半の車両において単一の営業費としては最大となります）、安全性の向上、機器寿命の延長にもつながります。



設備管理のPdM

オフィスビル、高層マンション、小売店、その他のビルには、快適かつ安全で便利な空間を実現するための多数の機器とシステムが設置されています。たとえば、HVAC、人の移送手段（エスカレータ、エレベータなど）、火災関連システム、照明/電力システム、アクセス制御/セキュリティ・システムです。これらのシステムが停止すると、生産性が低下し、安全性が損なわれ、極端なケースではその設備が利用不可能になります。PdMは、これらの高価な資産が生み出す価値を途切れなく最大限確保するための、総合的なビル管理戦略およびシステムの重要な要素となります。

¹⁰ たとえば、トラックにはボックス・トラック、平台型トラック、トレーラ・トラック、ダンプカー、タンクローリー、コンクリート車、重輸送車などがあります。船舶には、コンテナ船、タンカー、ばら積貨物、RORO船、クルーズ船、航空母艦、駆逐艦、漁船などがあります。航空機には、商用旅客機、貨物輸送機、戦闘機、ヘリコプタなどがあります。

¹¹ 一般的な商用旅客機の場合、飛行中は1時間あたり約100万ドルの収益を創出します。

¹² エンジン、推進装置、パワースラスト、ナビゲーション・システム、制御システム、ビルジ・ポンプ・システム、燃料システムなどが含まれます。軍用艦艇には、兵器操作システム、銃器、レーダー、その他多くの機械も搭載されます。航空母艦には、世界で最も巨大で複雑な移動式システムが設置されています。

製品メーカーのビジネスモデル進化を推進

20世紀後半より、社会は「[アウトカム・エコノミー](#)」に向かって進化を遂げてきました。人や企業がモノを買うのではなく、[アウトカム（結果、成果）](#)を買う社会です。購入者は、探し求めている最終的な結果を購入します。メーカーが[サービスとしての製品（Product-as-a-Service）](#)を販売するのであれば、それはアウトカムベースのビジネスモデルに向かう相当大きな一歩となります。この種のプログラムを取り囲むように付加価値サービスが追加されていきます。

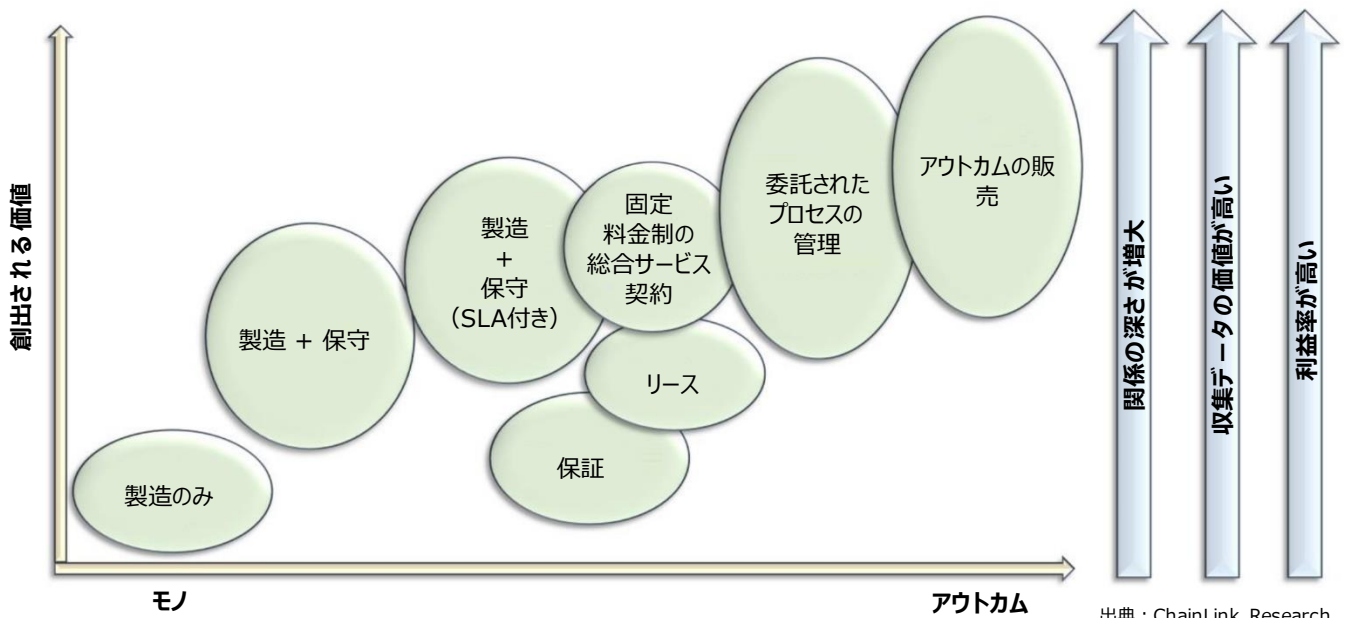
“製造のみ”から純粋な“アウトカムの販売”までに、多くの中間的な製品サービスやビジネスモデルが存在しています。ほとんどのメーカーはもっと高度なサービスやProduct-as-a-Serviceの提供を開始しても、引き続きそれらの中間的な製品販売も続けています。

この進化が表しているのは、メーカーの製品ポートフォリオ内で[サービス化](#)が拡大し続けていることです。この変化によって、[保全や修理のコストが顧客側からメーカー側に移転し](#)、それが、もっと信頼性が高く保守費用の低い製品を製造しようというメーカーの動機付けになっています。また、顧客が成し遂げたいことをメーカーがより詳細に把握せざるをえないことから、関係の強化にもつながります。さらに、メーカーはより価値の高いサービスを提供できます。たとえば、顧客企業から関連プロセスを委託先として引き継ぐことができますが、そのためには、B2B顧客企業のシステム、プロセス、機能に組織的、技術的により深く統合することが要求されます。

Product-as-a-Serviceの事例

Product-as-a-Serviceの事例として、3大航空機メーカーの全社がエンジンの販売の代わりに[Power by the Hour（時間単位出力）](#)を販売しています。

Schaeffler Industrial Servicesは風力タービンやクルーズ船などの大規模で複雑な機械向けに、複数年にわたる回転単位支払い契約となる[Bearings-as-a-Service](#)を提供しています。また、Atlas Copcoの[Contract Air](#)サービスは、指定した圧力、露点、純度の圧縮空気を提供するものであり、消費者は立法メートル単位で支払います。Philips Healthcareは、技術ポートフォリオ全体に[従量制](#)の支払い方法を取り入れました。



メーカーのビジネスモデルの進化におけるPdMの役割

PdMはこの進化における重要な役割を果たします。保守を提供するコストを削減し、より高度なSLA（品質保証契約）の保証を提供して達成することができるためです。また、PdMにより稼働時間が長くなります。この点については、多くの顧客が割増料金の支払いに前向きです。PdMには、センサーの設計や、販売製品への接続性、あるいはそれら製品に搭載されているセンサーの活用の強化が必要になります。

したがって、PdM対応製品は、顧客向けのインサイトや高価値サービスを構築するための大量の高価値データを生成しています。

たとえば、トラックのメーカーは、車両を所有する顧客に対して、燃料消費量の削減と安全性向上のためのサービスを提供できます。PdMで使用するものと同じインフラストラクチャで、Product-as-a-Serviceのビジネスモデルや差別化されたサービスを実現できます。そのため、顧客に対する価値をより多く創出し、さらに差別化された製品を提供し、より高い利益率、より安定した予測可能な収益源を確保できます¹³。

さらに、この新しいデータが顧客の製品使用方法に関するインサイトをもたらします。マーケティングの専門家や製品マネージャーがさまざまな製品の機能と機能性の相対的な価値を知ることができ、それまでは知らなかった製品の使用方法が明らかになる場合もあります。製品マネージャーは誰も使用していない高コストの機能を廃止して、機能性や使いやすさを付加することで、ユーザーがその製品で実際に行っていること（または行おうとしていること）をより適切に支援できます。このデータにより、エンジニアは発生頻度が最も高い故障モードをより正確に把握して、理論上ではなく実際の使用状況、条件、損耗に合わせて設計できます。そのため、コンポーネントの「適切な規模」の耐久性と信頼性を確保できます。PdMインフラストラクチャに投資すれば、これらすべてを、追加費用をほぼ負担せずに実現できます。

予知保全のメリット

予知保全は、資産を所有する企業での保全と保守にかかる費用を削減すると同時に、稼働時間も改善します。製品メーカーは、サービス化の段階を駆け上がり、顧客のロイヤルティや顧客満足度をより詳細まで実現し、より高い利益率とより信頼できる収益源を確保できます。

統合型IoT、AI/ML、PdMの機能による高価値サービス

1921年に設立された三菱電機は、ファクトリー・オートメーション装置を含む複合型電気電子システムの製造を手がける、売上高400億ドルのグローバル製造企業です。2017年、IoTの機能を完備したエッジ・コンピューティング・ベースのファクトリー・オートメーション・プラットフォームであるFA-ITオープン・プラットフォームを発表しました。このプラットフォームではデータの収集と分析によって、スマートな生産能力を構築できます。三菱電機のファクトリー・オートメーション用のe-F@ctoryエコシステムに統合され、[Oracle IoT Cloud Platform](#)、[Oracle IoT Asset Monitoring Cloud](#)、[Oracle Production Monitoring Cloud](#)、その他デジタル・ツインやデジタル・スレッド機能を実現するためのオラクルのAIおよび機械学習機能を基に構築されています。

2020年5月、三菱電機はこれらの機能を拡大し、新たに[ClariSenseという統合IoT技術](#)を発表しました。この技術は、ファクトリー・オートメーション、発電、ビル設備、スマートシティ、家電機器など、三菱電機の製品ライン全般にわたって展開されます。この技術には、PdM機能と機器寿命予測機能が搭載されています。同社は統合された基盤の上に構築することで、予知保全やその他多くの高度な機能を通じて、ハードウェア製品に多大な価値を付加して製品を差別化しています。これにより、三菱電機は高価値のスマートファクトリー、スマートビル、スマートシティ、スマートホームを実現する企業となりました。

¹³ サブスクリプションによる収益源は、製品販売による一度限りの収益と比較して安定しています。Product-as-a-Serviceやその他のサービス化製品も、季節による収益変動を抑えるのに役立ちます。



ChainLink Researchについて

ChainLinkは、サプライチェーン、IoT、ブロックチェーンを焦点としてカスタムの調査および助言サービスを提供するトップ企業として認知されています。2002年の設立当初から、企業間の相互作用とアーキテクチャ（‘関係の連鎖’）に重点を置いています。当社はこれまで75を超える一次調査プロジェクトを実施し、1万人以上のエグゼクティブや専門家に対して聞き取り調査やアンケートを行ってきました。当社の調査の多くは、各業界特有のユースケース、ビジネスケース、ROI、技術導入の推進要因や阻害要因、ビジネス変革を対象としています。その結果として、当社は複数の業界にわたる詳細な実践手法を開発してきました。これは現実的で検証済み、また、サプライチェーン規模、エンド・ツー・エンドの見解に基づいた手法であり、お客様が未来に向かって進む中で情報の理解、計画、成功の助力となるものです。

詳細情報のお問い合わせはChainLink Researchまで：

321 Walnut Street, Suite 442, Newton, MA 02460-1927

電話：(617) 762-4040/電子メール：info@clresearch.com Webサイト：www.clresearch.com