スマートマニュファクチュアリングの実践

～工作機械を核とする加工プロセスの生産性向上～

ロボット革命イニシアティブ協議会

IoTによる製造ビジネス変革ＷＧ

産業機械サブ幹事会

平成２８年４月

1．スマートマニュファクチュアリングの実践とは

- 工作機械ユーザーが加工プロセスの生産性を向上する上で、機械から取得できる情報を活用することが効果的。
- 「スマートマニュファクチュアリング」の導入、実践によって、生産現場における全体最適化が実現できる。この点、大企業のみならず、中堅・中小企業においても同様である。
- 工作機械メーカーは、機械の提供のみならず、機械から取得される情報を活かし、生産性向上に寄与する「マニュファクチュアリングサービスプロバイダー」を目指す。

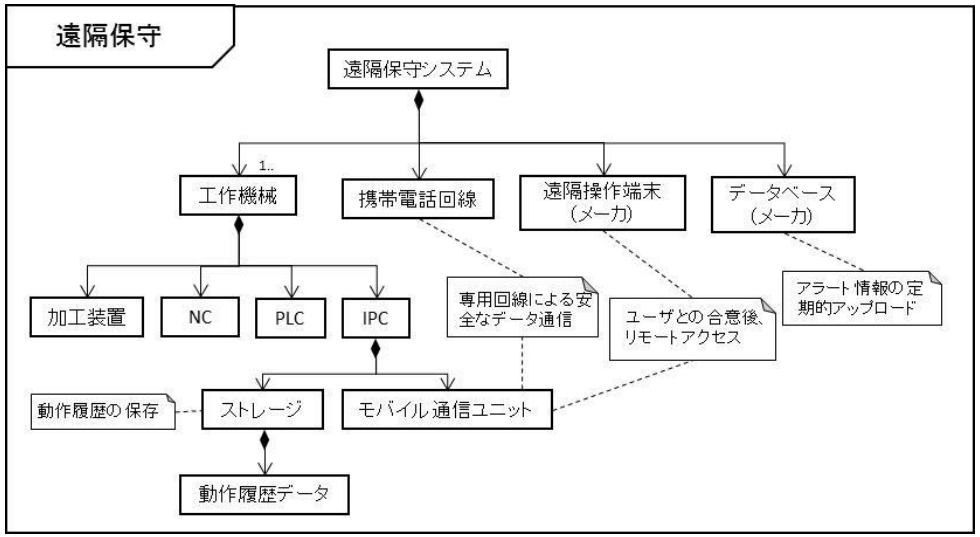
スマートマニュファクチュアリングの定義

- 工場内にある機械の生産技術データを一元的に管理・集約、情報処理することにより、機械の加工効率の改善、予知保全、現場のカイゼン等のために有用なデータとして、生産管理を司るERP、MES等の上位システムに提供される仕組みが構築されていること。
- 情報処理された生産技術データを機械にフィードバックさせることにより、プロセスごとの部分最適を人が積み上げていくという従来の取組を超えて、人を介さずともライン全体が最適化される仕組みが構築されていること。
- 生産技術であるエンジニアリングチェーンと生産管理であるサプライチェーン（生産管理）の全体を可視化し、統合的に管理することにより、現場をサイバーフィジカルなシステムとして捉え、その全体最適につながるカイゼンを達成できる仕組みが構築されていること。

2．情報モデル化（遠隔保守、予知保全）

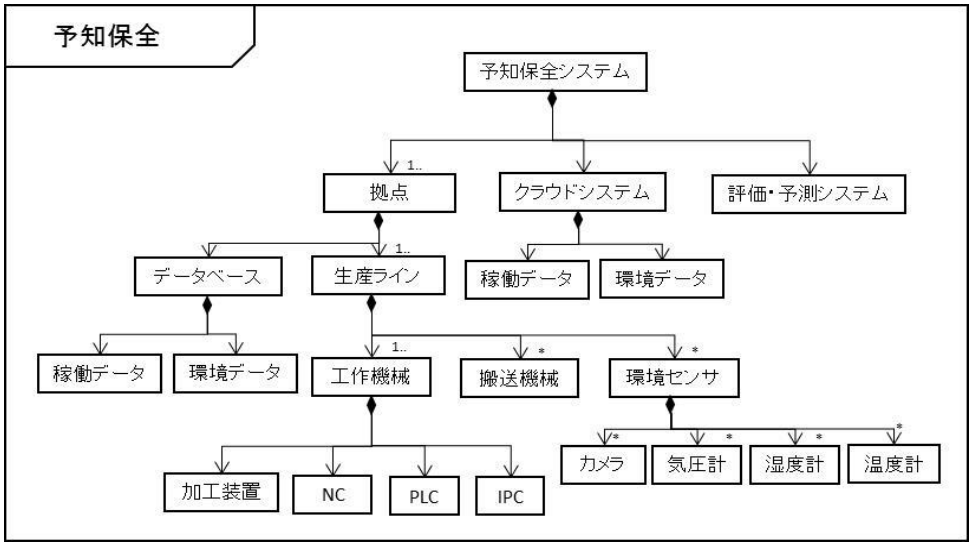
- 新たな技術導入に伴う全体のネットワーク構成、セキュリティ対策を含め、工作機械メーカーのサービス展開・拡張を図るため、共通項を抽出しながら、遠隔保守、予知保全サービスの情報モデル化を実施。

遠隔保守の情報モデル化



- 工作機械による加工プロセスにおける運転時間と、内部センサーから得られる情報は、工作機械内に設置されたハードディスク等に蓄積され、そのデータを、定期的にメーカー企業で管理されているデータベースにアップロードされるという構成。
- サービス展開にあたっては、ネットワーク周辺の構成のの変化に対応しながら、セキュリティ対策を講じることが必要。

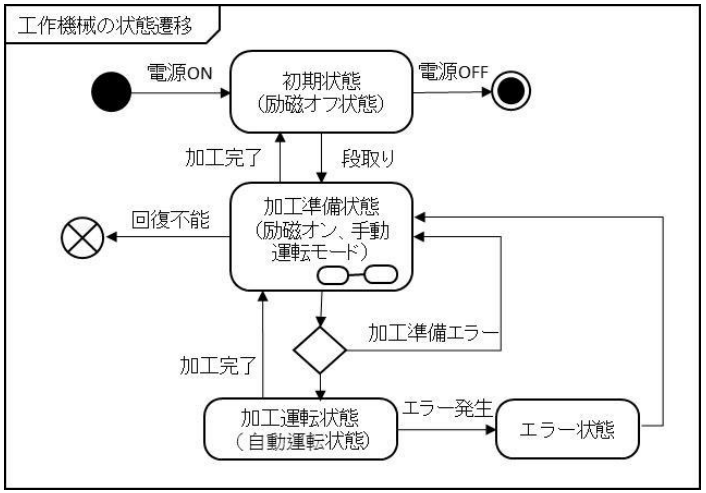
予知保全の情報モデル化

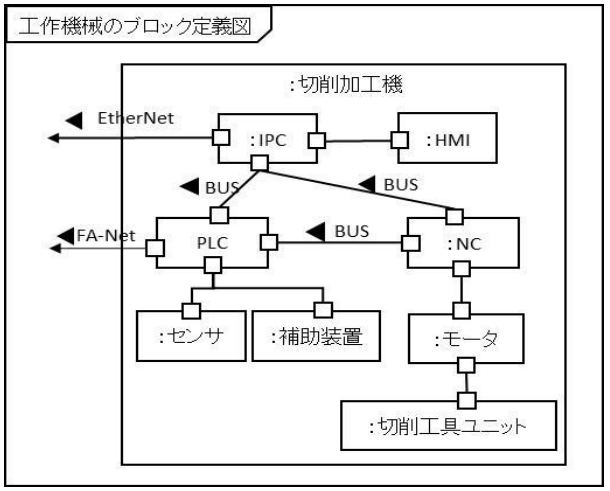


- 工作機械から取得できるデータのみならず、加工対象となるワークの形状・素材等の利用する環境に関するデータも含めて、生産現場のデータベースとクラウドシステムを利用する構成。
- 外部システムを含めた工場全体をモデル化することで、サービス提供側とユーザー側とで、サービスのリスクとその対策を事前に協議し、共通認識を持つことが必要。

3．サービス展開のためのガイドライン（状態定義とインターフェースの整理）

- 遠隔保守、予知保全サービスの展開に向けて、工作機械の基本的な「状態」を定義。また、定義された各種「状態」を示す、様々なデータを取得するためのインターフェースを整理・提案。





（※）
図中略語は
下部を参照

【機械の基本的な「状態」に関する定義】

- 初期状態
  工作機械に電源を投入した直後に移行する状態、または、加工終了後に安全に機械を停止する前の状態
- 加工準備状態
  加工運転状態へ移行するための準備状態
- 加工運転状態
  段取りが正常に終了した後にワークを加工している状態
- エラー状態
  加工運転時に発生した警告・不具合のアラーム発生を契機に加工運転状態から移行した状態

【整理した状態定義に基づくインターフェースの整理】

- 生産管理の効率化を図ることを目的とした見える化のためには、IPCを介して、生産管理システムに通知されることが必要。
- しかし、情報取得の仕様がメーカー毎に異なる。

・NCおよびPLCとIPC間のインターフェース
・IPCと外部情報システム間のインターフェース

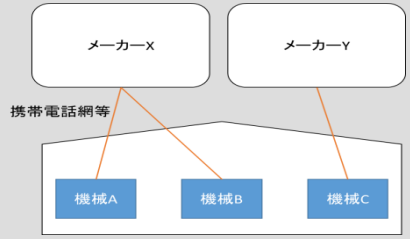
- 上記インターフェースは、原則、国際的にオープン・標準的なもので共通化し、サービスを充実・普及。

（※） NC：CNCユニット　PLC：PLCユニット　IPC：工業用PC　HMI：ヒューマン・マシン・インターフェース

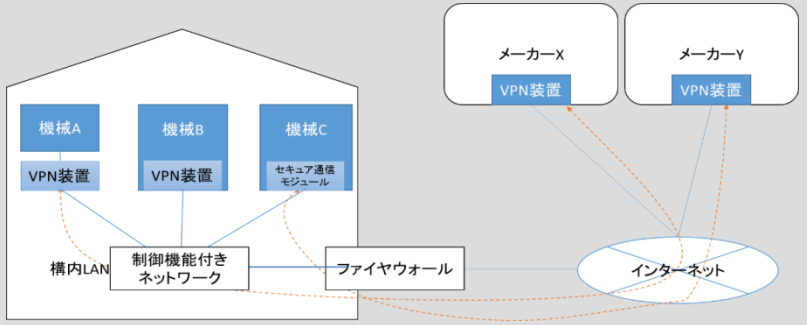
４．サービス展開のためのガイドライン（情報セキュリティ）

- 機械をネットワークにつなぐ方式を「単独機器接続方式」、「VPNによる簡易な接続方式」、「構内LAN方式」の類型に区別し、それぞれのリスクに応じ、情報セキュリティ対策を講じることが効果的。
- いずれの方式においても、ユーザー・プロバイダ双方で必要な情報管理体制を構築。

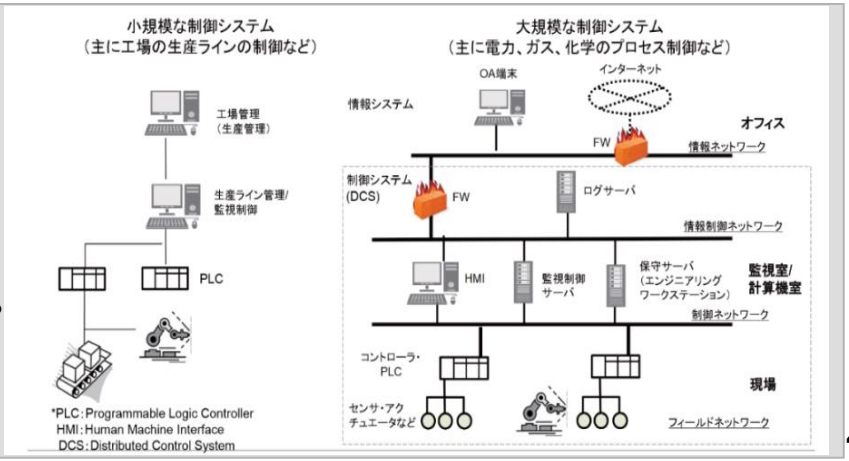
【単独機器接続方式】
・接続網は完全に切り離され、相互に通信不可能とすること。
・十分な暗号化又は防護・分離機能が、通信網の機能として、実現されていること。



【VPNによる簡易な接続方式】
・双方のVPN装置を、構内LANに透過させないこと。
・VPN装置の相互認証鍵が厳格に管理されていること。
・ネットワークスイッチの設定は、VPN装置間は直接通信させず、VPN装置とファイアウォール間のみ許可するものとすること。
・ファイアウォールは、構内LANからインターネット方向のみを許可する設定とすること。



【構内LAN方式】
・構内の機器相互間において、IPアドレスを用いた通信の管理を行い、なりすましを防止すること。
・構内の機器相互間及び各機器・インターネット間通信について、個別の通信の種別毎に可否を管理・制御すること。
・各種設定は、工場又はライン等の単位で一元的に管理すること。
・通信状況を監視し、異常動作機器の切り離し等を行える体制をとること。
・インターネットを用いる通信を含むネットワークにおいては、十分に普及し検証された汎用の技術による暗号化を行うこと。その場合、末端の機器側で暗号化すること（end to end）を原則とすること。



5．サービス展開のためのガイドライン（アクセスコントロール）

- ネットワークとデジタルを活用した新しいサービスの展開には、デジタルデータの取扱に関する信頼関係の構築が鍵。
- デジタルデータの利用や管理方法に関する基本的考え方について、ユーザー、プロバイダー間で、共通認識を持つことが有効であるため、アクセスコントロールという観点から、共通指針を整理。

遠隔保守サービスにおいて取り扱うデータ

【範囲】
・不具合発生までの一定時間の工作機械の稼働情報
・作業員の操作履歴
・一定期間の過去の保守作業記録

【利用目的】
・工作機械の不具合を解消し、通常運転可能な状態 への復帰
・不具合と保守部品との関連性の特定

【収集、保存、処理、廃棄の方法】
・データは工作機械内部又はメーカーが保守するサーバーに保存。
・十分なセキュリティ対策の上、処理し、稼働履歴と原因の関連性を明確化できた時点、又は遠隔保守契約に基づき廃棄。

【収集、保存、処理、廃棄のできる者の範囲】
・ユーザー側の生産管理及びメーカー側の保守担当者及びその責任者、遠隔保守契約に記された者。

【アクセスできる者の範囲】
・収集、保存、処理、廃棄できる者

予知保全サービスのおいて取り扱うデータ

【範囲】
・アラームを誘発する部品の保守・交換の記録
・運転時の稼働情報
・アラーム停止を誘発する予兆推論モデル

【利用目的】
・工作機械のアラーム停止する前の異常の検出

【収集、保存、処理、廃棄の方法】
・過去の保守作業記録は、ユーザーの保守記録から収集し、稼働情報と同じサーバーに保存。
・予兆推論モデルは、予兆検出を行うサーバーに保存。
・データは、予兆検知サーバーへ送信、処理され、その後、廃棄される。

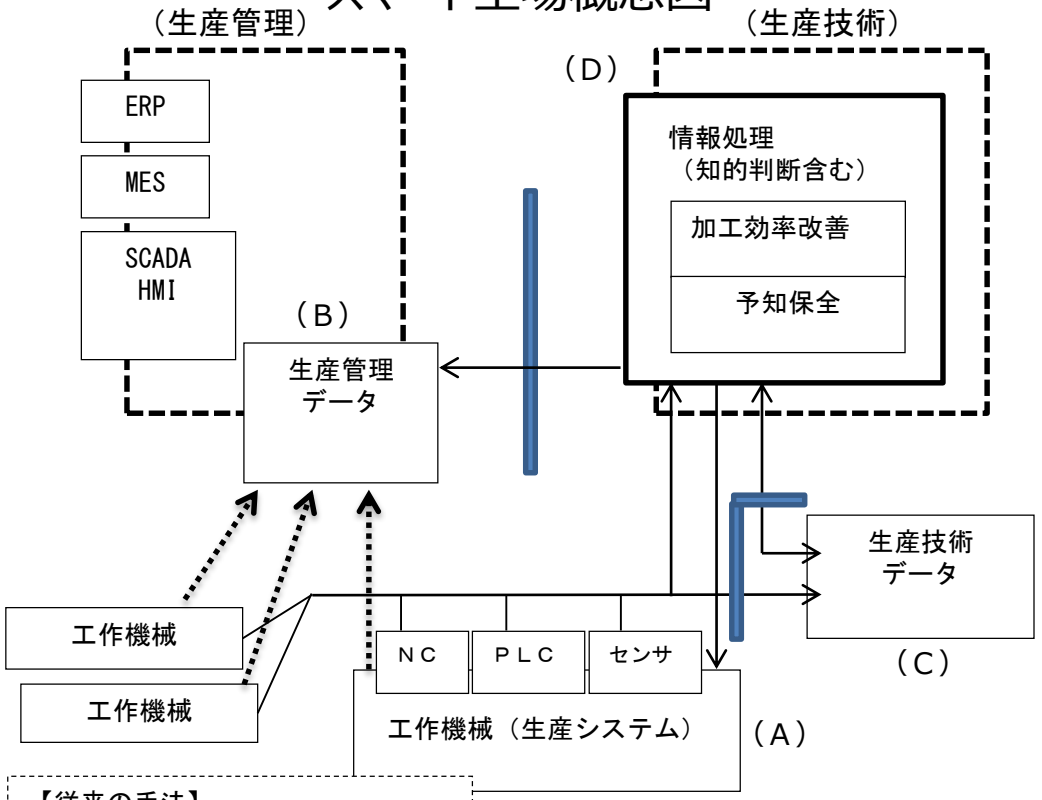
【収集、保存、処理、廃棄のできる者の範囲】
・ユーザー側の生産管理及びメーカー側の保守担当者及びその責任者、予知保全契約に記された者。

【アクセスできる者の範囲】
・収集、保存、処理、廃棄できる者

6．スマート工場の提案及び今後の取り組み

- 現場のカイゼン力を高めることを目的として、サイバーフィジカルなスマート工場を実現。人に大きく依存した部分最適中心の生産効率向上策にとどまらず、ネットワーク化・デジタル化による全体最適を標榜。（スマートマニュファクチュアリングの実践）
- このようなスマートマニュファクチュアリング実現のためには、目的に適合したデータ流通の構造と、それを具現化するインターフェースの共通化が鍵。

スマート工場概念図



【従来の手法】
これまでのサービスは、稼動状況を示す情報の一部が、それぞれの工作機械から直接、生産管理データに集約される。

・サイバーフィジカルなカイゼン現場の実現
・日本の強みを活かす創発型インフラの提供

共通化すべきインターフェース

■（A）と（C）、（D）との間のインターフェース
・工作機械の状態信号
（初期、加工準備、加工、アラーム、通信切断等）
・工作機械の加工状態
（加工プログラム、加工モード、加工開始、停止）
・工作機械の運動状態（位置、速度、加速度等）
・工作機械の主軸・送りモータの状態
（位置、速度、加速度、トルク、温度等）
・工作機械のアラーム状態（アラーム種類、関連する情報）
・工作機械の機械状態（稼動管理、予知保全に必要な状態量）
・センサーからの情報

■（D）と（B）の間のインターフェース
・加工セルの機械の稼動状況
（初期、加工準備、加工、アラーム、通信切断等）
・加工セルの機械の加工状況
（加工部品種類、加工数、加工時間、停止時間等）
・加工セルの機械の消費電力
・加工セルの機械のアラーム状態とその推定原因
・加工セルの機械のワーニング状態と予知保全対象部品
・加工セルの部品の品質に関する情報（精度、面品位等）