

RR

エレクトロニクス業界 におけるスマート・ マニュファクチャリング を実現するMESの役割

2018年10月

製造、製品イノベーションおよびエンジニアリング、リサーチアナリスト
Greg Cline

ABERDEEN

エレクトロニクス製造企業の優良企業がスマート・マニュファクチャリングへと移行し、インダストリー4.0やIoT接続機器の導入を進めるなか、エレクトロニクス製造と機械製造の情報をリアルタイムに統合できるMES（製造実行システム）が重要性を増しています。

本レポートでは、エレクトロニクスのスマート・マニュファクチャリングを実現するために優良企業はMESをどのように展開しているのか、その結果どの位パフォーマンスが改善しているのかを考察します。

広がるエレクトロニクスのスマート・マニュファクチャリング

エレクトロニクス製造では、競争力を維持するためにデジタル・トランスフォーメーションが避けられない状況となっています。今日、エレクトロニクス製造企業はスマート・マニュファクチャリング時代の新たな課題に直面しています。変化し続ける工場／供給ネットワーク／顧客のニーズと条件にリアルタイムで対応する完全に統合された協調製造システムを活用します。スマート・マニュファクチャリング時代の環境では、エンジニアリングから製造実行に至るフローの全ての段階がクラウド・ループのフィードバックで接続されています。

製造企業は、現実世界と仮想世界を統合し（サイバー・フィジカル・システム）、デジタル・ツインを使用して全く新しいレベルの製品イノベーション（および製造効率と有効性）を実現しつつ、リスクを排除し、パフォーマンスを最大化して効率化をさらに進める必要があります。IoTに接続するオペレーションはスマート・マニュファクチャリングに不可欠です。機械をIoT接続してデータを収集し、工場全体の製造プロセスを監視します。

このIoT接続が進むにつれ、MESに求められる要件も変化しています。エレクトロニクス製造企業は、柔軟性と機動性を維持できる高性能ソ

MESは、原材料から中間製品、完成品を製造する物理的なプロセスの実行をリアルタイムに管理、監視、同期するシステムです。作業指示の実行を生産スケジューリング・システムとエンタープライズレベル・システムで調整します。さらにMESアプリケーションはプロセスのパフォーマンスをフィードバックして、コンポーネント／材料レベルのトレーサビリティと系譜を確立し、必要に応じてプロセス履歴と統合します。

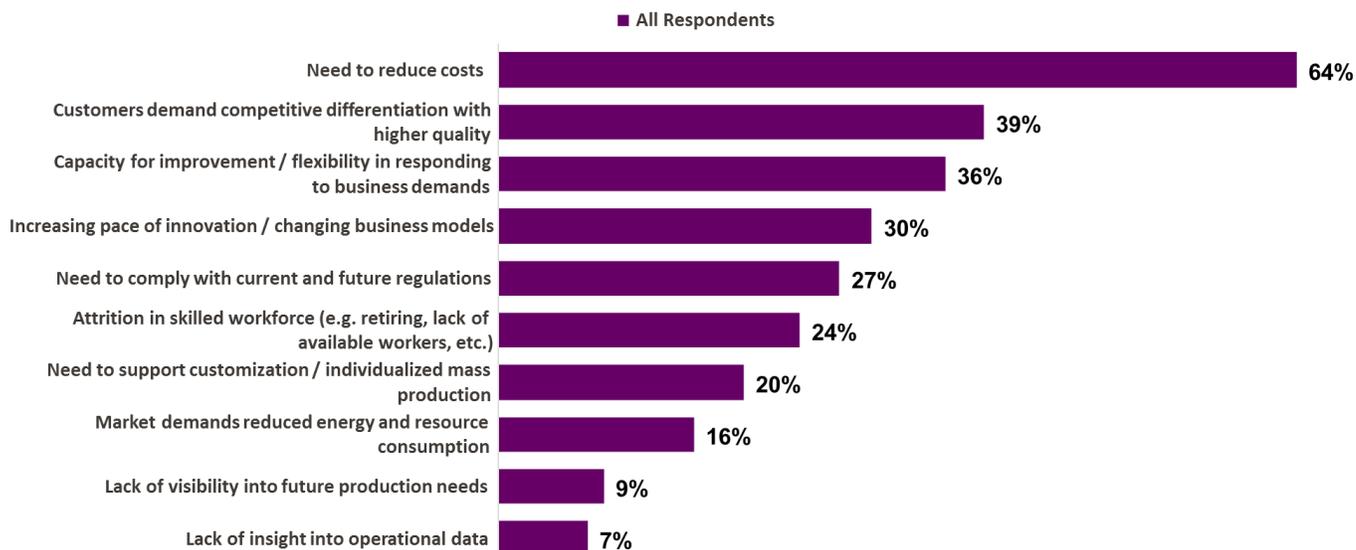
製造オペレーション管理（MOM）はエンド・ツー・エンドの製造プロセスを可視化して効率を最適化する手法です。MOMは、MES、QMS（品質管理システム）、APS（生産スケジューラー）、EMI（エレクトロニクス製造インテリジェンス）などのアプリケーションで構成されています。

リユースを求めています。スマート・マニュファクチャリングではフローの全ての段階（設計、バーチャル・コミッショニング、DFM、プロセスエンジニアリング、製造実行）で一貫した正規化データを使用します。このため、タスクに対応できるスケーラブルなエンド・ツー・エンドのエンタープライズレベル MES、すなわちエレクトロニクスのスマート・マニュファクチャリング向けに最適化されたソリューションが必要になります。

エンド・ツー・エンド MES でプレッシャーと課題を解決

今日の製造企業は、コストの上昇、非効率なオペレーション、製品リリースサイクルの短縮など、様々なプレッシャーや課題に頭を抱えています。こうした課題を解決して製造オペレーションを向上させるために、メーカーは MOM およびエンド・ツー・エンド MES の導入を進めています。MOM/MES は、インダストリー4.0 により IoT、クラウド、ビッグデータ解析の導入が進む環境で、新たに流入するデータを解析して活用し、製造、品質、コンプライアンスを向上させます。エンド・ツー・エンドのプロセスをリアルタイムに可視化してトレーサビリティを実現するとともに、物理的な製造プロセスを管理、監視、同期、最適化する機能を提供します。

図 1: 製造が直面するプレッシャー

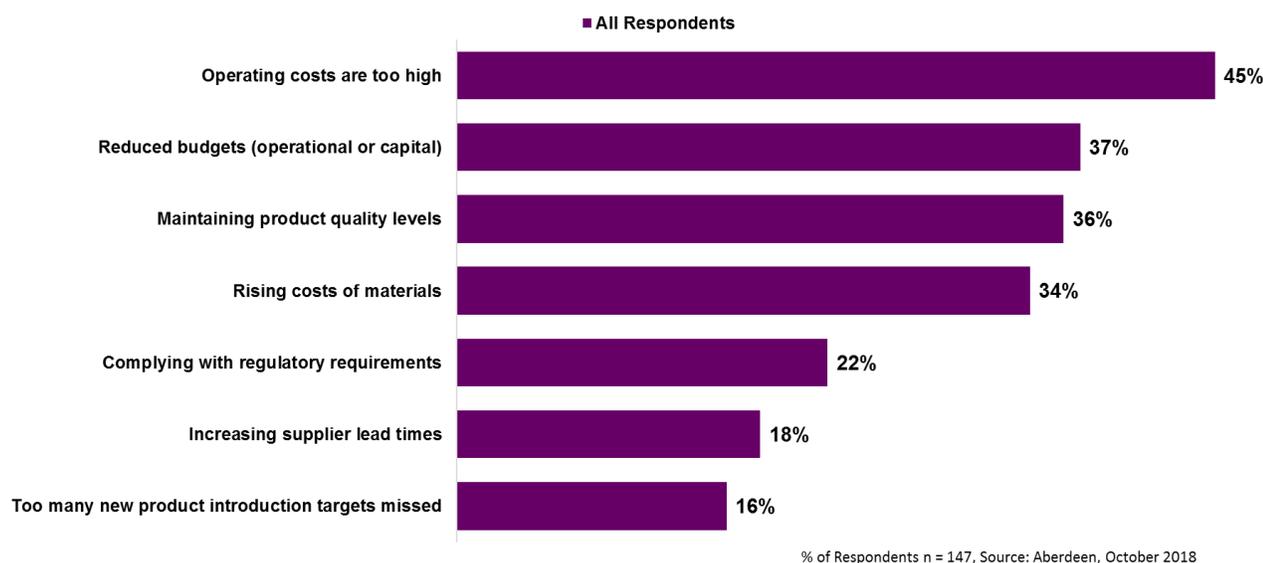


% of Respondents n = 223, Source: Aberdeen, October 2018



全ての企業で「オペレーションの効率化」が最大のプレッシャーとなっています。調査に参加した企業の45%は「オペレーションコストが高すぎる」と考え、64%は「コスト削減」がプレッシャーであると答えています。また、37%は「予算（オペレーション／設備）削減」、36%は「製品品質レベルの管理」が課題だと回答しました。さらに、27%は「現在および将来の規制を遵守しなければならない」ことにプレッシャーを感じています。

図 2: 製造オペレーション管理の課題



全体として見ると、調査に参加した企業の55%は「オペレーションの非効率（無駄、遅延、間違った立ち上げ、やり直しなど）が過多になり、組織にとって深刻な課題となっている」と答えました。加えて製造企業には、オペレーション全体を通して重要な意思決定をリアルタイムで下すことが求められています（すなわち、意思決定までの時間が短くなっている）。

製造企業への要求は厳しさを増しています。優良企業は、MESを活用してオペレーションを卓越化することで、こうしたプレッシャーや課題に対応しています。優良企業のMES実装率は、他社よりも50%高くなっています。エレクトロニクス製造向けのクラス最高のMESは、エンタープライズレベルのプラットフォームをベースに高度なスケーラビリティと迅速な実装を保証し、必要に応じてユーザー設定機能を提供します。こうしたソリューションは、高度なスケジューリング・インテリジェンスによる製造最適化も統合しています。

優良企業の定義

Aberdeenは、メーカーによるMESのベストプラクティスを解明するため、3つの重要指標に基づいて企業を「優良企業」、「平均的企業」、「停滞企業」に分類しました。以下の重要指標を使用しました。

- ▶ **全数を納期どおりに納入:** コミットした納入数に対して、納期どおりに納入した完成品の数の割合です。

- ▶ **OEE（総合設備効率）**：製造設備、製造時間、原材料の利用効率です（稼働率 × パフォーマンス × 品質）。
- ▶ **製造サイクルタイム**：過去2年間の製造サイクルタイムの改善率です。

表1は、優良企業、平均的企業、停滞企業のパフォーマンスの概要です（優良企業／平均的企業／停滞企業の定義は表1右側を参照）。

表1： パフォーマンスが上位の企業は優良企業

| 成熟度 | 各習熟度における平均のパフォーマンス |
|--------|-----------------------------------|
| 優良企業： | 全数を納期どおりに納入：98% |
| | OEE：98% 過去2年間の製造サイクルタイム改善率：25% |
| 平均的企業： | 全数を納期どおりに納入：92% |
| | OEE：91% 過去2年間の製造サイクルタイム改善率：8% |
| 停滞企業： | 全数を納期どおりに納入：77% |
| | OEE：74% 過去2年間の製造サイクルタイム改善率：0% |

出典：2018年10月、Aberdeen

優良企業は、顧客にかかわる数値（コミットした全数を納期どおりに納入：98%）と工場内で測定した数値（資産の利用効率を示す OEE：98%、過去2年間の製造サイクルタイム改善率：25%）の両方で高いパフォーマンスを記録しています。

明らかに、優良企業は優れた顧客サービスを提供しながら製造コストも劇的に削減しています。このベンチマークレポートで、優良企業がどのようにエンド・ツー・エンド MES を活用して成果をあげているのかを分析します。

Aberdeen は、調査に参加した企業を成熟度によって3つのグループに分類します。自己申告された重要指標の数値に基づいて、各社の全体としてのパフォーマンスを決定し、以下のカテゴリーのいずれかに分類します。

▶優良企業： パフォーマンスが上位20%に入る企業

▶平均的企業： パフォーマンスが中間の50%に入る企業

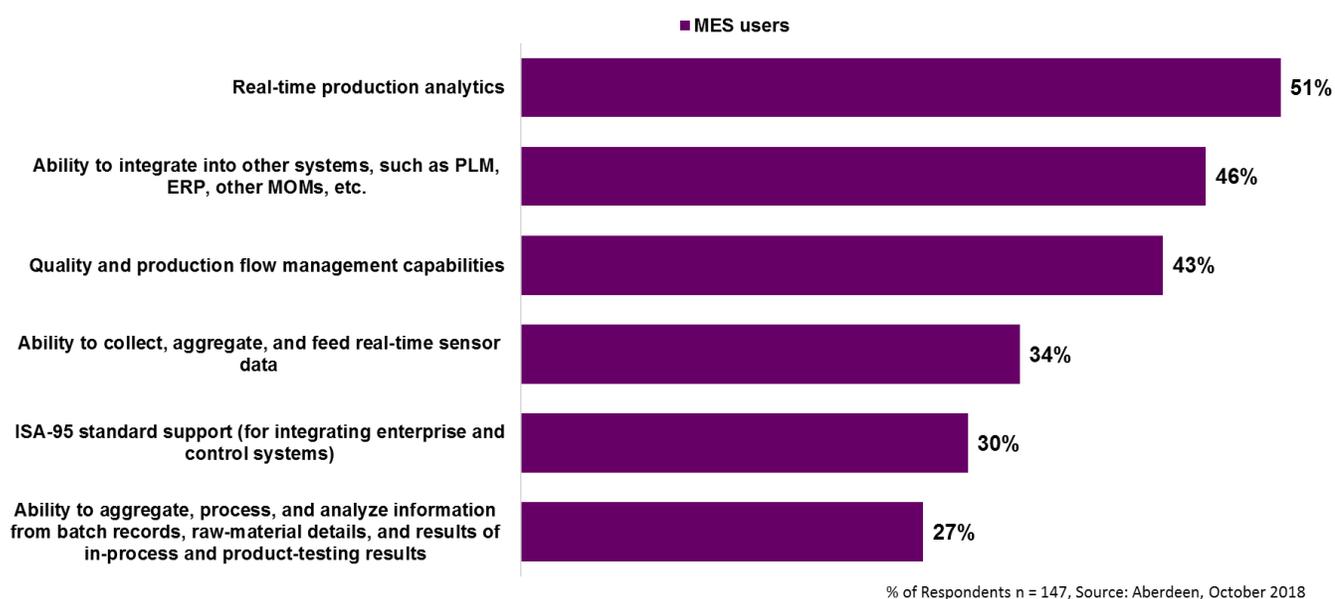
▶停滞企業： パフォーマンスが下位30%に入る企業

平均的企業と停滞企業を合わせて「優良企業以外のその他」とする場合があります。

エレクトロニクスのスマート・マニュファクチャリングを実現する MES 機能

企業は MES に何を求めているのでしょうか。企業が最も重要視している MES 機能は、製造フロー管理、リアルタイム製造解析、PLM（製品ライフサイクル管理）などのエンタープライズアプリケーションへの統合、品質に関する機能です（図 3）。

図 3: エンド・ツー・エンド MES の機能



こうした機能が求められているということは「エレクトロニクス製造向けの真のエンド・ツー・エンド MES ソリューションは、スマート・マニュファクチャリングのフロー（設計、バーチャル・コミッショニング、DFM、プロセスエンジニアリング、製造実行）の現実に対応できるものでなければならない」ということを示唆します。エレクトロニクスのスマート・マニュファクチャリングを実現する MES ソリューションには以下の機能が必須です。

▶ 製造現場から IoT ベースでセンサーデータをリアルタイムに収集し、収集したデータから利用可能な知見を抽出し、スマート・マニュファクチャリングを実現します。リアルタイムの製造解析を実行してクローズド・ループのフィードバックを生成し、設計／プロセスエンジニアリングへ送信して製品品質、製造効率、製造実行を継続的に改善します。フィードバックは2種類あります。

- クローズド・ループ・マニュファクチャリングのフィードバック： これは製造現場のオペレーターから直接送られるフィードバックです。3D 製品モデルや他の画像／プラットフォームで製品の欠陥が明確になります。この定性的なフィードバックは通常 MES で生成され、その後 PLM に送信されます。
- IoT 解析のフィードバック： もう1つのフィードバックは、定量的な IoT 解析のフィードバックです。通常は MES やエッジデバイスで収集され、クラウドベースの環境で共有されます。PLM、ERP、SCM などの他のシステムからも同じクラウドにアクセスしてレポートを解析できるため、クローズド・ループが実現します。

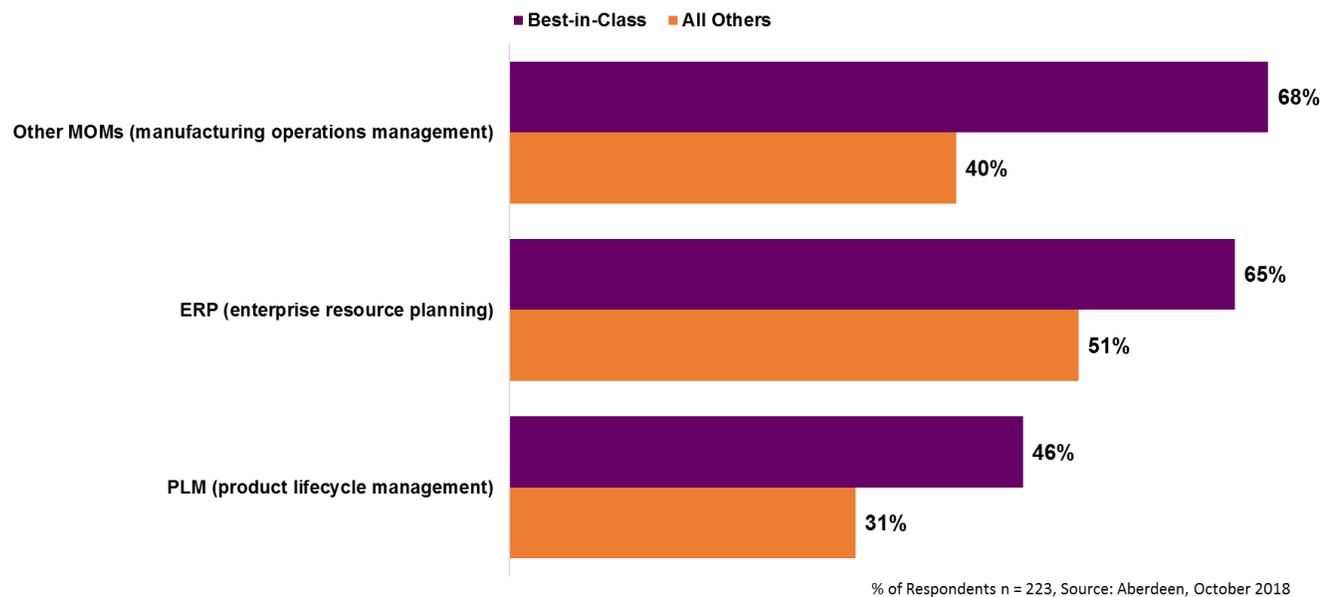
▶ プリント基板（PCB）の設計／製造の問題と機械／ボックス・ビルドの問題の両方に対応する、クラス最高のエレクトロニクス業界向け機能。今日のエレクトロニクスメーカーは、真の価値を付加する MES ソリューションを必要としています。エレクトロニクス製造企業は PCB（エレクトロニクス・システム）を製造していますが、最終的に構築する製品（機械システム）で企業としてのパフォーマンスが判断されます。スマート TV、携帯電話、エンターテインメントシステムのいずれを製造するメーカーも、プラスチック、金属圧入、CNC、組立作業に対応しなければなりません。エレクトロニクスシステムの製造と機械システムの製造は、従来は完全に切り離されていました。しかし、エレクトロニクスのスマート・マニュファクチャリングを実現するには、エレクトロニクス（PCB）と機械（ボックス・ビルド）の両方の製造実行が可能なエンド・ツー・エンドのエンタープライズレベル MES が必要になります。注意点がいくつかあります。

- 部材管理： エレクトロニクス、特に PCB の製造では、部材コストが増加するにつれて部材管理機能が重要になって

います。効率的な部材管理アプリケーションを使用すると、無駄を減らせるだけでなく、適切な部材を適切なステーション／ラインに適切なタイミングで配置できます。

- PLM へのクローズド・ループのフィードバック： PCB 製造では、MES と PLM を統合してクローズド・ループのフィードバックを生成することには大きなメリットがあります。これは MES から PLM への情報フローです。
 - PLM からのクローズド・ループのフィードバック： さらに重要なのが、PLM から MES への情報フロー（特に製造プロセスのエンジニアリングに関する情報）です。このプロセス関連情報を PLM から MES へ効率的に転送できるかどうかは鍵となります。これで処理がスピードアップし、NPI（新製品導入）の信頼性が高まります。
- ▶ PLM、ERP、MOM などのエンタープライズ・システム、およびスケジューリング・プログラムに統合する機能（図4）。スマート・マニュファクチャリングでは、スケジューリング・エンジンとの統合が特に重要です。高度なスケジューリング・ソリューションでは、MESでデータをスケジューリング・エンジンに送信し、スケジューリング・エンジンはこのデータを使って最適なスケジュールを作成し、MESに戻します。次にMESはこの最適化されたスケジュールを使用して、作業指示のディスパッチやオペレーション・ビューのキューを生成します。高度なスケジューリングには、在庫を低減してコストを削減し、短いリードタイムに迅速に対応できるなどの利点があります。

図 4: エレクトロニクス業界の鍵となる統合 MES



優良企業は優れた手法でオペレーションの卓越化を実現

優良企業は、他社よりも優れた戦略的手法を使用して良い結果を出しています（表 2）。

表 2: 優れた結果を達成する優良企業

| Best-in-Class Key Performance Indicator | Best-in-Class | All Others | Best-in-Class Performance Edge |
|---|---------------|------------|--------------------------------|
| Complete and on-time shipments | 98% | 87% | 13% better |
| Overall equipment effectiveness (OEE) | 99% | 85% | 16% better |
| Capacity utilization | 97% | 83% | 17% better |
| Raw material utilization | 96% | 83% | 16% better |
| Manufacturing cycle time improvement over two years | 25% | 5% | 5x better |
| Operating margin improvement over two years | 25% | 5% | 5x better |
| Time-to-decision improvement over two years | 25% | 5% | 5x better |

% of Respondents, n=223, Source: Aberdeen, October 2018

優良企業はなぜこのように優れた結果を出せるのでしょうか。Aberdeen は MES に焦点を当て、「優良企業のオペレーションの卓越化」を以下のように分析しました。

1. 追跡とトレーサビリティ: 製造プロセスにコンプライアンスとトレーサビリティを組み込んでいる優良企業の割合は、他社と比較して 50% 高くなっています。全ての関連部品、プロセス、最終製品を追跡できれば、メーカーは素早く欠陥を特定し、欠陥のある仕掛品に価値を付加するというような無駄な作業を無くし、製品リコールによる高価なやり直しも削減できます。優良企業の 29% は、産業 IoT (IIoT) 技術に基づく追跡 (トラック&トレース) を展開または計画しています。

優良企業は、デジタル・ツイン (図 5 とサイドバー) を活用してトラックビリティも向上させています。製品、プロセス、パフォーマンスのデジタル・ツインは重要です。また、オープンでインテリジェントなデータ交換フォーマットを介し、スマート・マニュファクチャリングのフロー全体でデータを正規化するデジタル・スレッドも生成しています。

定義: デジタル・ツイン

ライフサイクル全体で維持されるデータ、モデル、解析ツールを統合したシステムとして製品、プロセス、物的資産、サービスを仮想で表現したものです。

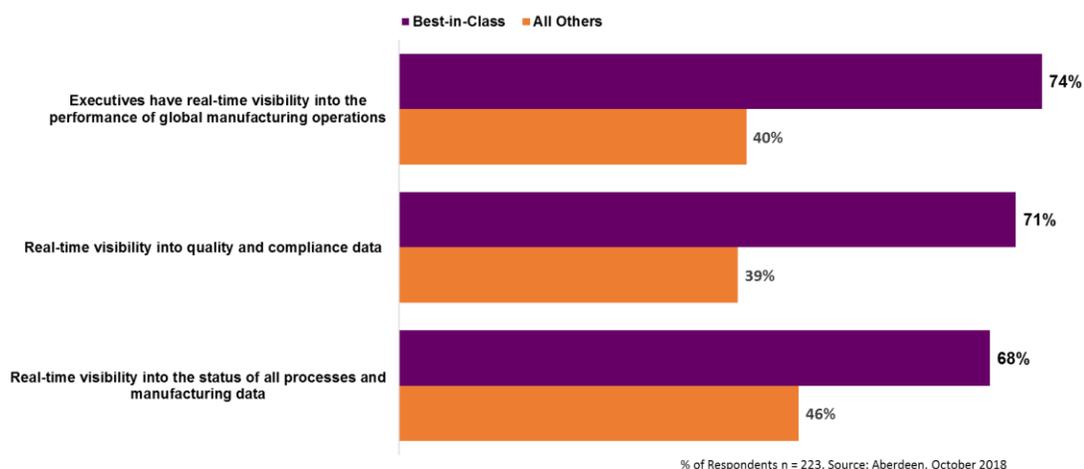
図 5: デジタル・ツインを MES へ拡張



製品の設計と製造プロセスにデジタル・ツインを導入している優良企業の割合は、その他の企業の1.8倍です。製品のパフォーマンスで見ると、デジタル・ツインを導入している優良企業の割合は、その他の企業の2.6倍にもなります。スマート・マニュファクチャリング時代において、MESプロバイダーがデジタル・ツインを製造実行まで拡張するにつれ、基盤システムとしてのMESのポジションは強固になっています。

2. **可視化:** 優良企業の74%は、あらゆるプロセス／製造データの状況をリアルタイムで可視化できることが重要であると考えています(図6)。

図 6: MESによる可視性の向上



優良企業の 71%は製造データを集中型レポジトリーに配置し、一元化した製造データを可視化しています。-これはその他の企業の 1.8 倍です。

MES で得られるパフォーマンスの優位性

市場を先導するメーカーが追跡、トレーサビリティ、可視化を実現するうえで、MES は重要な役割を果たしています。優良企業の MES 実装率は、非優良企業よりも 50%高くなっています。さらに、MES を展開している企業はパフォーマンスを劇的に向上させています（表 3、MES で得られる優位性）。

表 3: MES で得られるパフォーマンスの優位性

| | Key Performance Indicator | MES Implemented | MES Not Implemented | The MES Edge |
|------------------------------|---------------------------------------|-----------------|---------------------|--------------|
| Production | Complete and on-time shipments | 92% | 87% | 6% better |
| | OEE | 90% | 85% | 6% better |
| | Capacity Utilization | 90% | 84% | 7% better |
| | Raw material utilization | 89% | 85% | 5% better |
| Product (% of products) | Product launch dates met | 73% | 68% | 6% better |
| | Product cost targets met | 70% | 67% | 4% better |
| | Quality targets at design release met | 75% | 67% | 12% better |
| | Product revenue targets met | 70% | 65% | 8% better |
| Business (over past 2 years) | Time-to-decision improvement | 14% | 6% | 2.3x better |
| | Operating margin improvement | 13% | 6% | 2.2x better |
| | Total cost per unit improvement | 12% | 6% | 2.2x better |
| | Manufacturing cycle time improvement | 14% | 7% | 2x better |

n=223, Source: Aberdeen, October 2018

MES で得られる優位性は、製造／製品／業務メトリクス全般に広がっています。例えば、表 2 の優良企業の製造サイクルタイム改善（5 倍）と、表 3 の MES ユーザーの製造サイクルタイム改善（2 倍）を比較すると、優良企業の持つ優位性の 40% が MES に起因していることがわかります。つまり MES は非常に重要だということです。

結論： エレクトロニクス製造でエンド・ツー・エンド MES を導入すべき 10 の理由

1. エレクトロニクス製造では、競争力を維持するためにデジタル・トランスフォーメーションが避けられない状況になっています。
2. エレクトロニクス製造業界はスマート製造の時代に突入しています。スマート製造では、変化し続ける工場／供給ネットワーク／顧客のニーズと条件にリアルタイムで対応する完全に統合された協調製造システムを活用します。
3. 市場を先導するエレクトロニクスのスマート製造大手が追跡、トレーサビリティ、可視化を実現するうえで、MES は重要な役割を果たしています。優良企業の MES 実装率は、他社よりも 50% 高くなっています。MES を展開している企業はパフォーマンスを劇的に向上させています。
4. スマート製造には、タスクに対応できる MES、すなわちエレクトロニクスのスマート製造に最適化されたソリューションが必要となっています。クラス最高の MES は、エンタープライズレベルのプラットフォームをベースに高度なスケーラビリティと迅速な実装を保証し、（必要に応じて）ユーザー設定機能を提供します。
5. スマート・マニュファクチャリングを実現する MES は、製造現場から IoT ベースでセンサーデータをリアルタイムに収集し、収集したデータから利用可能な知見を抽出します。リアルタイムの製造解析を実行してクローズド・ループのフィードバックを生成し、設計／プロセスエンジニアリングへ送信して製品品質、製造効率、製造実行を継続的に改善します。
6. エレクトロニクス製造向けのエンド・ツー・エンド MES は、エレクトロニクス業界の要件（エレクトロニクス（PCB）製造要件と機械（ボックス・ビルド）製造要件の両方）に対応できるものでなければなりません。
7. 統合されていない MES ソリューションを使い続けることは時間の無駄です。PLM、ERP、その他の MOM と緊密に統合できるソリューションが効果的なソリューションだと言えます。生産最適化スケジューリング・ソフトウェアとの統合は非常に重要です。

8. 最新のエンド・ツー・エンド MES は、基本的な製造実行に加えて、スマート製造のアクティビティフロー全体をサポートします。

9. デジタル・スレッドの威力も軽視できません。エレクトロニクス製造向けの完全な MES ソリューションは、製品、プロセス、パフォーマンスのデジタル・ツインを実装できることに加え、スマート製造プロセスフローの全ての段階でデータを正規化するデジタル・スレッドを生成できるものでなければなりません。

10. 今日では、業界固有の MES が必須になっています。一般的な MES ソリューションや、エレクトロニクス業界のニーズに完全には対応していないニッチ製品では十分ではありません。MES は、クラス最高のエレクトロニクス業界向け機能を提供し、あらゆる製造アクティビティ（エレクトロニクス（PCB）と機械（ボックス・ビルド）の両方）に価値を付加するものでなければなりません。

優良企業は MES を活用してオペレーションの卓越化に成功していますが、それだけに留まりません。スマート・マニュファクチャリングの実現を目指して既に動き出しており、MES はそのために欠かせない重要な手段です。機器の IoT 接続が進む優良企業では、あらゆる製造情報をリアルタイムで統合する MES の機能がこれまで以上に重要となっています。

関連調査

『MOM/MES で得られるパフォーマンスの優位性: 追跡、トレーサビリティ、可視性、品質の向上』2018年6月

『MOM/MES の効果: MESで得られるパフォーマンスの優位性』2017年10月

『製造オペレーション管理（MOM）の統合アプローチ』 2016年6月

『製造オペレーション管理（MOM）：工場業務プロセスのガイド』
2015年7月

Aberdeen Group について

1988 年以來 Aberdeen Group は、世界中の企業の業績の向上に役立つ調査を実施し、その結果を発表しています。Aberdeen のアナリストは事実に基づいた、ベンダーに依存しない知見を独自の分析フレームワークで導き出し、業界の専門家とともに実施した調査から優良企業を特定しています。調査結果は数十万人にのぼるビジネスプロフェッショナルに活用され、スマートな意思決定と業務戦略の改善に役立っています。Aberdeen Group の本社は、米国マサチューセッツ州ウォルサムにあります。

本文書は、Aberdeen Group が実施した調査の結果であり、刊行時における最善の分析結果を記載しています。特に明示されていない限り、本文書の内容の著作権は全て Aberdeen Group が所有しており、Aberdeen Group の書面による事前の同意がない限り、いかなる形式や方法によっても複製、配布、アーカイブ、転送することを禁じます。