

第4次産業革命期におけるI o T・ロボット導入促進調査

「ものづくりスマート化ロードマップ調査」

調査報告書

2017年3月

経済産業省 中部経済産業局
委託先：みずほ情報総研

目次

1. 「ものづくりスマート化ロードマップ調査」の概要
2. 検討のフレームワーク
3. ものづくりスマート化ロードマップ
（スマートファクトリーロードマップ）
4. ものづくりのスマート化を進めるにあたっての
ポイント
5. ものづくりのスマート化推進に向けた方策

【参考】 先行事例

1. 「ものづくりスマート化 ロードマップ調査」の概要

1. (1) 調査事業の背景

- 経済産業省中部経済産業局では、2015年度に、ものづくりを取り巻く外部環境変化と、環境変化に先んじた先行事例の調査などを基に、ものづくりの未来の姿を洞察する「2040年ものづくり未来洞察調査」を実施。
- デジタル化の進展（I o T・ビッグデータなど）、人工知能、生産技術（3 Dプリンタなど）、ロボットなどの技術革新、資源の制約、消費者ニーズの変化など、ものづくりを取り巻く外部環境は、今後、大きく変化。
- ものづくり企業は、20～30年後のものづくりの未来の姿に向けて、製造現場のデジタル化・ソフトウェア化への対応など7つの戦略課題に対応することが求められることが明らかとなった。

【参考】「2040年ものづくり未来洞察調査」の骨子

- デジタル化の進展（インダストリー4.0・I o Tなど）、人工知能、生産技術（3Dプリンタなど）などの技術革新、資源の制約、消費者ニーズの変化など、ものづくりを取り巻く外部環境は、今後、大きく変化。
- ものづくり企業は、20～30年後のものづくりの未来の姿に向けて7つの戦略課題に対応することが求められる。

外部環境変化		
技術	1	自律化
	2	電子化・電動化
	3	モジュール化
	4	デジタル化
	5	人工知能（AI）の技術革新・普及
	6	生産技術の革新
	7	材料技術の高度化
資源制約	8	資源調達リスクの顕在化
	9	地球環境問題による制約強化
	10	労働者資源の逼迫（人材不足）
政治・国際情勢	11	競争環境のフラット化
	12	地政学的リスクの増大
消費者ニーズ	13	中所得者層の飛躍的拡大
	14	高所得者層を中心とした消費行動の変化
	15	消費者デマンドに対応するための製品のネットワーク化
	16	デジタル・カスタマイズマーケティングの究極化
その他	17	ビジネスのルール変更の可能性



戦略課題		対応が必要になるところ			関連する外部環境変化
		サプライチェーン	エンジニアリングチェーン	その他（経営・管理等）	
①	社会のデジタル化・ソフトウェア化に伴う消費の高度化への対応	○	◎	○	1, 4, 5, 14, 15, 16
②	デジタル技術による擦り合わせ・カイゼンのコモディティ化への対応	◎	○		1, 2, 3, 4, 6, 7, 11
③	生産技術・材料技術のイノベーションの取り込み	◎ （特に生産に大きな影響）	○		6, 7, 8, 9
④	製造現場のデジタル化・ソフトウェア化への対応	◎	◎ （特に中小企業に大きな影響）	◎	1, 2, 3, 4, 5, 11, 14, 15, 16
⑤	人材の質・量の不足への対応	◎	○	○	4, 10, 11
⑥	資源制約・CO ₂ フリーへの対応と成長市場の取り込み	○	◎	○	7, 8, 9, 13
⑦	リスクマネジメントへの対応	○		○	9, 12, 13

※外部環境変化17は、全ての戦略課題にインパクトを与える可能性がある。

◎：大きな影響あり、○：影響あり

1. (2) 調査事業の目的

- ものづくりの未来の姿の方向性の1つとして、第4次産業革命をもたらしつつあるI o Tやロボットを活用した「ものづくりのスマート化」が挙げられる。グローバル競争力の強化に向けては、ものづくりのスマート化を先んじて実現することが重要と考えられる。
- 一方、企業においては、ものづくりのスマート化への対応が必要と認識しつつも、どのようにスマート化を進めていけばよいか明確になっていないなどのために、スマート化に向けた戦略立案を自ら進めることができていないことが課題となっている。
- スマート化を促進するには、スマート化のステップを示すことが必要と考えられる。



目的

- 第4次産業革命に対応したものづくりの未来の姿の先んじた実現に向けて、I o Tやロボットを活用したものづくりのスマート化の方向性・ステップを示したロードマップを明らかにする。
- 各スマート化のステップに到達するために克服が必要な課題を整理し、スマート化を推進する方策・対策を検討することを通じて、競争力強化策の指針となる。

【参考】「ものづくりのスマート化」のイメージ

- 本調査では、「ものづくりのスマート化」を、以下のようなものづくりを指すこととする。

I o T・ビッグデータ・A I・ロボットを活用



エンジニアリングチェーンやサプライチェーンをネットワーク化・最適化・自動化



＜設計・サービスなど（例）＞

- ニーズに即した製品化・機能向上の短期間化
- 製品に付随したサービス提供による新たな付加価値の創出などを実現

＜生産（例）＞

- 個別のニーズや需要変動に対して高い柔軟性・即応性を有した生産
- 高い生産性・品質を有した生産
- 低コストな生産などを実現

1. (3) 調査事業の内容

- I o T やロボットを活用したものづくりのスマート化の方向性・ステップを示したロードマップを明らかにするとともに、スマート化を推進する方策・対策を検討する。
- 2015年度に実施した「2040年ものづくり未来洞察調査」の調査結果も活用。

事業内容①

I o T やロボットの活用によって創出される競争力の要素・付加価値の考察

事業内容②

I o T やロボットの活用が必要となるものづくりのプロセスの抽出

事業内容③

I o T やロボットの活用によるスマート化の基本的なステップの検討

事業内容④

I o T やロボットを活用した先行事例の調査

事業内容⑤

ものづくりのスマート化ロードマップの整理

事業内容⑥

スマート化を推進する方策・対策の検討

1. (4) 調査概要と実施フロー

- 調査概要と実施フローを示す。

ものづくりのスマート化ロードマップのフレームワークの検討

・「2040年ものづくり未来洞察調査」の調査結果を踏まえつつ、ものづくりのスマート化ロードマップ整理のためのフレームワークの検討を実施する。具体的には、以下の3つの視点について検討を行う。

① IoTやロボットの活用によって創出される競争力の要素・付加価値の考察

② IoTやロボットの活用が必要となるものづくりのプロセスの抽出

③ IoTやロボットの活用によるスマート化の基本的なステップの検討

④ IoTやロボットを活用した先行事例の調査

- ・企業におけるIoTやロボットを活用した先行事例を調査し、活用前後における当該ものづくりのプロセスにおける変化、競争力のレベルの変化、スマート化のレベルの変化を分析する。
- ・また、①で考察した創出される競争力の要素・付加価値、②で抽出したものづくりのプロセス、③で検討したスマート化のステップの妥当性を検証し、適宜、見直しを行う。

- ・※ 調査する先行事例は、20事例程度以上とする。そのうち、10事例程度以上は、大規模な投資を要することなく実現したIoTやロボットを活用した先行事例とする。

- ・※ 調査する先行事例は、創出される競争力の要素・付加価値とスマート化のステップに分類した場合に偏りがないように、バランスを考慮する。

⑤ ものづくりのスマート化ロードマップの整理

・①～④の結果を基に、ものづくりの具体的なプロセスにおける、IoTやロボットの具体的な活用の仕方や、IoTやロボットの活用によって創出される具体的な競争力の要素・付加価値、IoTやロボットの活用によるスマート化の具体的なステップを、ロードマップとして整理する。

ものづくりのスマート化
ロードマップ

⑥ スマート化を推進する方策・対策の検討

・東海地域の産業を踏まえたものづくり産業のスマート化を推進するための方策・対策を検討する。

調査報告書の作成

2. 検討のフレームワーク

2. (1) I o Tやロボットの活用によって創出される競争力の要素・付加価値の考察

- 公開情報を基に、IoTやロボットの活用によって「創出される競争力の要素・付加価値」を7つの「大目的」として抽出・整理した。
- IoT/ロボット技術はツールであって目的ではないので、何のためにIoT等を導入するのか（スマート化の目的）によって、ロードマップは異なってくるため、先行事例の他、公開されている個別事例をもとに「小目的」を整理指標として整理した。
- 個別事例から抽出した「小目的」を次ページに示す。

大目的	内容
大目的1	品質の向上
大目的2	コストの削減
大目的3	生産性の向上
大目的4	製品化・量産化の期間短縮
大目的5	人材不足・育成への対応
大目的6	新たな付加価値の提供・提供価値の向上
大目的7	その他（リスク管理の強化）

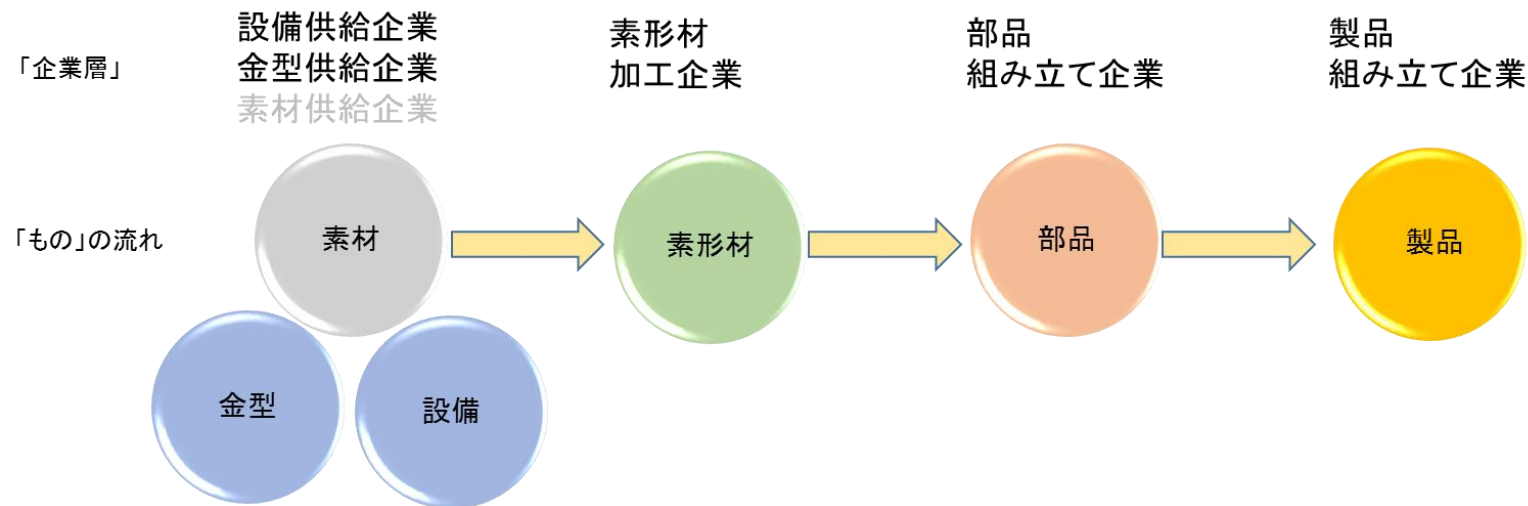
2. (1) I o Tやロボットの活用によって創出される競争力の要素・付加価値の考察

No	スマート化の大目的	スマート化の小目的
1	品質の向上	不良率の低減
		品質の安定化・ばらつきの低減
		設計品質の向上
2	コストの削減	材料の使用量の削減
		生産のためのリソースの削減
		在庫の削減
		設備の管理・状況把握の省力化
3	生産性の向上	設備・ヒトの稼働率の向上
		ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減
		設備の故障に伴う稼働停止の削減
4	製品化・量産化の期間短縮	製品の開発・設計の自動化
		仕様変更への対応の迅速化
		生産ラインの設計・構築の短縮化
5	人材不足・育成への対応	多様な人材の活用
		技能の継承
6	新たな付加価値の提供・提供価値の向上	多様なニーズへの対応力の向上
		提供可能な加工技術の拡大
		新たな製品・サービスの提供
		製品の性能・機能の向上
7	その他	リスク管理の強化

2. (2) I o Tやロボットの活用が必要となるものづくりのプロセスの抽出

- 東海地域のものづくり産業の企業数の多さや、東海地域のものづくり産業へのスマート化の推進のインパクトの大きさなどの観点も踏まえ、ロードマップを活用する対象業界・企業層として、「素形材加工企業」、「設備・金型供給企業」、「組み立て企業」を想定した。素材供給企業については今回は対象外とした。
- 「2040年ものづくり未来洞察調査」の調査結果における2040年のサプライチェーンの姿、エンジニアリングチェーンの姿を参考に、前記（1）で考察した競争力の要素・付加価値の実現に向けてI o Tやロボットの活用が必要になる主なプロセスとして、次の5つとした。①受注・調達、②製品企画、開発・設計、③生産、④物流・販売、⑤製品稼動、サービス提供

スマート化の対象企業層

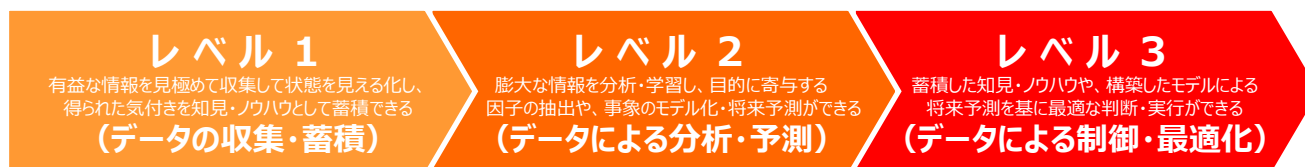


スマート化の対象プロセス



2. (3) I o Tやロボットの活用によるスマート化の基本的なステップの検討

- 公開情報を基に、前記（１）で考察した競争力の要素・付加価値の実現に向けて I o Tやロボットの活用によるスマート化の基本的なステップを、データ活用のレベルの視点から下表の3つに決定した。
- 本項目を次章で示す「ものづくりスマート化ロードマップ」の横軸とする。



レベル	データ活用のレベル	内容
レベル 1	データの収集・蓄積	有益な情報を見極めて収集して状態を見える化し、得られた気づきを知見・ノウハウとして蓄積できる
レベル 2	データによる分析・予測	膨大な情報を分析・学習し、目的に寄与する因子の抽出や、事象のモデル化・将来予測ができる
レベル 3	データによる制御・最適化	蓄積した知見・ノウハウや、構築したモデルによる将来予測を基に最適な判断・実行ができる

2. (4) I o Tやロボットを活用した先行事例の調査

- 公開情報を基に、国内外の企業における I o Tやロボットを活用した先行事例を調査し、21事例をとりまとめた。調査結果は下図のとりまとめイメージに示すフォーマットにて整理した。
- とりまとめた先行事例は、創出される競争力の要素・付加価値（大目的）とスマート化のステップに分類した場合に偏りがないように、バランスを考慮した。
- また、中小企業の先行事例だけでなく、より進んだスマート化のステップの実現を提案している、装置ベンダーやシステムインテグレーターによる I o Tやロボットの活用事例もとりまとめた。

事例○. ○○○○○○

取り組んでいる企業	
企 業 名	： ○○○○○○株式会社（○○県○○市）
製品・サービス	： ○○○○○○
関連産業・市場	： ○○○○○○

ス マ ー ト 化 の 背 景	
○取引先などから求められているニーズ ○ニーズに対応するために自社にて変革が必要となっていること・課題 ○スマート化に取り組む狙い、目指しているものづくりの未来の姿など	

スマート化の効果・成功のポイントなど	
○当該レベルに到達することで実現されるようになること ○取組によって得られる効果・うれしさ ○当該レベルに到達するために克服が必要だった課題 ○課題の克服方法、成功のポイント ○スマート化したことで発生したデメリット、リスク ○今後、取り組んでいこうと考えている課題・計画など	

スマート化の主目的	○○○○
導入したプロセス	○○○○

ス マ ー ト 化 の 概 要
<ul style="list-style-type: none">● ○○○○○○。● ○○○○○○。● ○○○○○○。 <div>スマート化された生産工程の 写真・ポンチ絵や、 スマート化の概念図など</div>

出典：○○○○○
<http://www.○○○○○○>

2. (5)ものづくりのスマート化ロードマップの整理

- スマート化ロードマップは、各企業により目指している目的も実現しているレベルも異なるため、一般的な表現に集約するのではなく、個別事例をもとにスマート化の小目的の単位で整理した。
- ロードマップの整理軸は、縦軸を「小目的」、横軸は時間軸とせずに「スマート化のレベル（データ活用のレベル）」とした。
- ロードマップの内容は、当該目的・レベルにおいて「活用する技術と技術の導入により実現されるスマート化の状態（〇〇することで、◎◎が実現できる）」を記載した。また、小目的ごとに「主な対象企業層」と「スマート化の対象プロセス」を併記した。

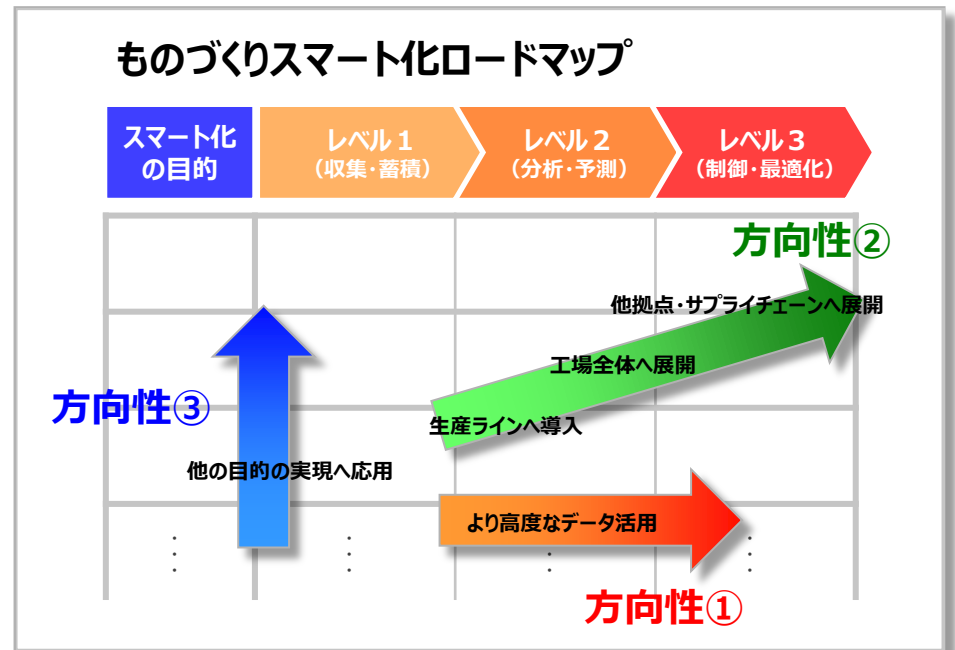
(〇)「〇〇〇〇（大目的）」に向けたロードマップ

スマート化 の目的	スマート化のレベル（データ活用のレベル）			主な対象企業層	
	レベル 1 有益な情報を見極めて収集して状態を見る化し、 得られた気づきを見直し、ノウハウとして蓄積できる (データの収集・蓄積)	レベル 2 膨大な情報を分析・学習し、目的に寄与する 因子の抽出や、事象のモデル化・将来予測ができる (データによる分析・予測)	レベル 3 蓄積した知見・ノウハウや、構築したモデルによる 将来予測を基に最適な判断・実行ができる (データによる制御・最適化)	スマート化の対象プロセス	
(〇) 〇 〇〇〇 (小目的) (〇〇〇〇〇〇〇〇)	〇〇〇〇〇〇〇〇。	〇〇〇〇〇〇〇〇。	〇〇〇〇〇〇〇〇。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
				プロセス	受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供
(〇) 〇 〇〇〇 (小目的) (〇〇〇〇〇〇〇〇)	〇〇〇〇〇〇〇〇。	〇〇〇〇〇〇〇〇。	〇〇〇〇〇〇〇〇。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
				プロセス	受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供

2. (6) スマート化の進化の方向性

- 「ものづくりスマート化ロードマップ」を活用して、スマート化した単一の設備・生産ラインにおけるスマート化を進めるには、以下に示す3つの方向がある。
 - ① データをより高度に活用して導入効果を向上させるようスマート化のレベルをより高度なレベルへ進化させる
 - ② 導入したシステムを工場全体・他拠点・サプライチェーン等へ横展開する
 - ③ 導入したシステムを応用して当初想定していた目的以外の目的達成のために活用・実現する
- なお、今回のロードマップでは「進化の方向性②」の対象範囲を明示的には分類しておらず 1 つのロードマップとなっている。

- ➡ 進化の方向性①：データをより高度に活用して導入効果を向上
- ➡ 進化の方向性②：導入したシステムを他ライン・他拠点等へも横展開
- ➡ 進化の方向性③：導入したシステムを応用して他の目的も実現



3. ものづくりスマート化ロードマップ° (スマートファクトリーロードマップ°)

3. ものづくりスマート化ロードマップ（スマートファクトリーロードマップ）

（１）「品質の向上」に向けたロードマップ（1/2）

スマート化のレベル（データ活用のレベル）

スマート化 の目的 () 内は実現する姿	スマート化のレベル（データ活用のレベル）			主な対象企業層	
	レベル 1 有益な情報を見極めて収集して状態を見る化し、 得られた気づきを知見・ノウハウとして蓄積できる (データの収集・蓄積)	レベル 2 膨大な情報を分析・学習し、目的に寄与する 因子の抽出や、事象のモデル化・将来予測ができる (データによる分析・予測)	レベル 3 蓄積した知見・ノウハウや、構築したモデルによる 将来予測を基に最適な判断・実行ができる (データによる制御・最適化)	スマート化の対象プロセス	
(1) ① 不良率の低減 (ポカミス削減し不良率を最小化)	ヒトの作業内容（作業手順、作業結果など）をセンシングすることで、作業内容を収集・把握できる。 ポカミスが発生した際、ヒトへ早期に通知できる。	過去のポカミス进行分析することで、ポカミスが発生しやすい作業工程を特定できる。	分析結果に基づいて、従業員を人材育成したり、設計を変更することで、ポカミスの発生を抑制し、不良率を削減・最小化できる。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
(2) ① 品質の安定化・ばらつきの低減 (加工誤差の最小化、加工性能の最大化)	設備にセンサを取り付けて搭載してモニタリングすることで、加工寸法などの製品の品質データと設備の加工条件・設定値を収集・把握できる。	収集したデータを分析し、品質のばらつきの要因を特定することで、加工誤差や加工性能の改善につながる加工条件・設定値をモデル化できる。	構築した加工改善モデルを用いて、設備の加工条件・設定値を最適化することで、加工誤差を最小化したり、加工性能を最大化できる。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
				プロセス	受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供
				プロセス	受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供

3. ものづくりスマート化ロードマップ（スマートファクトリーロードマップ）

（１）「品質の向上」に向けたロードマップ（2/2）

スマート化のレベル（データ活用のレベル）

スマート化の目的 （ ）内は実現する姿	レベル 1 <small>有益な情報を見極めて収集して状態を見る化し、得られた気付きを知見・ノウハウとして蓄積できる</small> （データの収集・蓄積）	レベル 2 <small>膨大な情報を分析・学習し、目的に寄与する因子の抽出や、事象のモデル化・将来予測ができる</small> （データによる分析・予測）	レベル 3 <small>蓄積した知見・ノウハウや、構築したモデルによる将来予測を基に最適な判断・実行ができる</small> （データによる制御・最適化）	主な対象企業層 スマート化の対象プロセス	
（１）② 品質の安定化・ばらつきの低減 （作業者の作業ばらつきの最小化）	各従業員の作業状況（作業動線、作業時間、作業内容など）をセンシングすることで、各従業員の作業状況を収集・把握できる。	収集したデータを分析し、作業のばらつきの要因を特定することで、作業の改善につながる作業条件をモデル化できる。	構築した作業改善モデルを用いて、作業状況を改善、均一化することで、作業のばらつきを最小化できる。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
（３）① 設計品質の向上 （製品の品質・信頼性の改善）	製品にセンサ・通信機能を搭載することで、製品の使用状況や使用環境のデータを収集・把握できる。	収集したデータと設計データとを関連付けて因果関係を明らかにすることで、品質・信頼性の向上につながる設計仕様・生産方法を分析できる。	分析結果に基づいて、設計仕様・生産方法を修正・改善して最適化することで、製品の品質・信頼性を向上できる。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
				プロセス	受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供

3. ものづくりスマート化ロードマップ（スマートファクトリーロードマップ）

（２）「コストの削減」に向けたロードマップ（１/２）

スマート化のレベル（データ活用のレベル）

スマート化の目的 () 内は実現する姿	スマート化のレベル（データ活用のレベル）			主な対象企業層	
	レベル 1 有益な情報を見極めて収集して状態を見える化し、 得られた気づきを知見・ノウハウとして蓄積できる (データの収集・蓄積)	レベル 2 膨大な情報を分析・学習し、目的に寄与する 因子の抽出や、事象のモデル化・将来予測ができる (データによる分析・予測)	レベル 3 蓄積した知見・ノウハウや、構築したモデルによる 将来予測を基に最適な判断・実行ができる (データによる制御・最適化)	スマート化の対象プロセス	
(1) ① 材料の使用量の削減 (材料の使用量の最小化)	設計事例を収集してデータベースとして蓄積することで、過去の事例を容易に参照できる。解析・シミュレーションソフトウェアを利用することで、構造等を解析できる。	過去の設計事例の分析や、解析・シミュレーションソフトウェアなどによって、材料の軽量化や部品点数の削減につながる形状・構造等を知見としてモデル化できる。	構築した設計改善モデルを用いて、製品設計を最適化することで、材料の使用量を最小化できる。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
(2) ① 生産のためのリソースの削減 (ヒト、材料、エネルギーの最小化)	MES（製造実行システム）などの生産管理システムのデータを利用することで、生産の作業プロセスの進捗状況や、ヒト（工数）、材料、エネルギーの投入状況を収集・把握できる。	生産の作業プロセスの進捗状況を踏まえて、ヒト（工数）、材料、エネルギーの予定投入量、予定生産量などを予測できる。	設備の稼働計画、ヒトの作業計画を修正・最適化することで、投入するヒト（工数）、材料、エネルギーを最小化できる。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
				プロセス	受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供
				プロセス	受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供

3. ものづくりスマート化ロードマップ（スマートファクトリーロードマップ）

（2）「コストの削減」に向けたロードマップ（2/2）

スマート化のレベル（データ活用のレベル）

スマート化の目的 （ ）内は実現する姿	レベル 1 <small>有益な情報を見極めて収集して状態を見る化し、得られた気づきを知見・ノウハウとして蓄積できる</small> （データの収集・蓄積）	レベル 2 <small>膨大な情報を分析・学習し、目的に寄与する因子の抽出や、事象のモデル化・将来予測ができる</small> （データによる分析・予測）	レベル 3 <small>蓄積した知見・ノウハウや、構築したモデルによる将来予測を基に最適な判断・実行ができる</small> （データによる制御・最適化）	主な対象企業層 スマート化の対象プロセス	
（3）① 在庫の削減 （在庫管理の最適化）	M E S（製造実行システム）などの生産管理システムのデータを利用することで、生産計画や生産実績データの入力・表示・確認が容易にできる。	受注、生産、出荷の計画・実績データを連動させて分析することで、需給変動要因を明らかにしたり、需給を予測できる。	需給予測に基づいて、調達した資材や生産した製品の在庫が最小化となるよう、生産計画・出荷計画の作成を自動化・最適化できる。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
（4）① 設備の管理・状況把握の省力化 （監視・点検の管理工数の最小化）	設備にセンサを取り付けてモニタリングすることで、設備の設置場所にいなくても、複数の設備の稼働状況を、遠隔でリアルタイムに収集・監視できる。	—	設備に異常などが発生したときに、従業員への通知を自動化することで、監視・点検の管理工数を最小化できる。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
				プロセス	受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供

3. ものづくりスマート化ロードマップ（スマートファクトリーロードマップ）

（3）「生産性の向上」に向けたロードマップ（1/3）

スマート化のレベル（データ活用のレベル）

スマート化の目的 () 内は実現する姿	スマート化のレベル（データ活用のレベル）			主な対象企業層	
	レベル 1 有益な情報を見極めて収集して状態を見る化し、 得られた気付きを知見・ノウハウとして蓄積できる (データの収集・蓄積)	レベル 2 膨大な情報を分析・学習し、目的に寄与する 因子の抽出や、事象のモデル化・将来予測ができる (データによる分析・予測)	レベル 3 蓄積した知見・ノウハウや、構築したモデルによる 将来予測を基に最適な判断・実行ができる (データによる制御・最適化)	スマート化の対象プロセス	
(1) ① 設備・ヒトの稼働率の向上 (設備・ヒトの非稼働率の最小化)	MES（製造実行システム）などの生産管理システムのデータを利用することで、生産ライン全体の設備の稼働・ヒトの作業の進捗状況を収集・把握できる。	設備の稼働・ヒトの作業の進捗状況を基に、各プロセスの完了予定時間を予測できる。設備とヒトの非稼働時間が発生する要因を分析できる。	生産ライン全体の生産完了予定時間が最短化されるよう、設備の稼働計画、段取り替え計画、ヒトの作業計画を修正・最適化することで、設備・ヒトの非稼働時間を最小化できる。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
(2) ① ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減 (ヒトの作業プロセスの最適化)	HMI（モバイル端末、スマートグラスなど）・RFIDなどを活用することで、調達した資材や生産した製品の管理情報、生産情報、設備の稼働情報を迅速かつ簡易に入力・表示できる。	作業の進捗状況に応じて、HMIに必要な情報や作業指示を予測して表示できる。	情報の入力・表示の自動化による作業の短時間化や、適切な判断を支援する情報を提示することで、作業プロセスを最適化できる。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
				プロセス	受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供
				プロセス	受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供

3. ものづくりスマート化ロードマップ（スマートファクトリーロードマップ）

（3）「生産性の向上」に向けたロードマップ（2/3）

スマート化のレベル（データ活用のレベル）

スマート化の目的 （ ）内は実現する姿	レベル 1 <small>有益な情報を見極めて収集して状態を見る化し、得られた気づきを知見・ノウハウとして蓄積できる</small> （データの収集・蓄積）	レベル 2 <small>膨大な情報を分析・学習し、目的に寄与する因子の抽出や、事象のモデル化・将来予測ができる</small> （データによる分析・予測）	レベル 3 <small>蓄積した知見・ノウハウや、構築したモデルによる将来予測を基に最適な判断・実行ができる</small> （データによる制御・最適化）	主な対象企業層 スマート化の対象プロセス	
（2）② ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減 （ヒトとロボットの協調作業）	設備にセンサを取り付けたり、ヒトの作業状況（作業動線、作業時間、作業内容など）をセンシングすることで、稼働状況・作業状況を収集・把握できる。	収集したデータをロボットに学習させることで、ヒトの行動を予測し、協調して作業できる。	ヒトとスマートロボットによる協調した作業を最適化することで、ヒトの作業の効率を向上できる。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
（3）① 設備の故障に伴う稼働停止の削減 （故障の発生頻度の最小化）	設備にセンサを取り付けてモニタリングすることで、設備の稼働状況を収集・監視できる。	収集したデータと設備異常とを関連付けて、設備の故障につながる兆候・条件を明らかにすることで、故障の発生時期を予測できる。	設備の故障予測に基づき、予防保全することで、故障の発生を抑制し、想定外の稼働停止時間を削減・最小化できる。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
				プロセス	受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供
				プロセス	受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供

3. ものづくりスマート化ロードマップ（スマートファクトリーロードマップ）

（3）「生産性の向上」に向けたロードマップ（3/3）

スマート化のレベル（データ活用のレベル）

スマート化 の目的 () 内は実現する姿	レベル 1 有益な情報を見極めて収集して状態を見る化し、 得られた気づきを知見・ノウハウとして蓄積できる (データの収集・蓄積)	レベル 2 膨大な情報を分析・学習し、目的に寄与する 因子の抽出や、事象のモデル化・将来予測ができる (データによる分析・予測)	レベル 3 蓄積した知見・ノウハウや、構築したモデルによる 将来予測を基に最適な判断・実行ができる (データによる制御・最適化)	主な対象企業層 スマート化の対象プロセス
(3) ② 設備の故障に伴う稼 働停止の削減 (復旧の早期化)	センサや無線通信等を利用し たモニタリングシステムを導入す ることで、設備の稼働状況を収 集・監視できる	設備の異常や故障の原因を 人工知能により学習・分析す ることで体系化し、故障からの 復旧策を立案できる	故障の原因究明を自動化し 復旧を早期化することで稼働 停止時間を削減・最小化でき る	<div>企業層</div> 素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
				<div>プロセス</div> 受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供
				<div>企業層</div> 素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
				<div>プロセス</div> 受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供

3. ものづくりスマート化ロードマップ（スマートファクトリーロードマップ）

（４）「製品化・量産化の期間短縮」に向けたロードマップ（1/2）

スマート化のレベル（データ活用のレベル）

スマート化の目的 （ ）内は実現する姿	レベル 1 有益な情報を見極めて収集して状態を見える化し、得られた気づきを知見・ノウハウとして蓄積できる （データの収集・蓄積）	レベル 2 膨大な情報を分析・学習し、目的に寄与する因子の抽出や、事象のモデル化・将来予測ができる （データによる分析・予測）	レベル 3 蓄積した知見・ノウハウや、構築したモデルによる将来予測を基に最適な判断・実行ができる （データによる制御・最適化）	主な対象企業層 スマート化の対象プロセス	
（１）① 製品の開発・設計の自動化 （製品開発・設計期間の短縮）	設計事例を収集してデータベースとして蓄積することで、過去の事例を容易に参照できる。解析・シミュレーションソフトウェアを利用することで、構造等を解析できる。	過去の設計事例や、解析・シミュレーションソフトウェアなどによって分析することで、設計仕様を満たし、かつ、生産しやすい形状・構造等を知見としてモデル化できる。	構築した設計改善モデルを用いて、製品設計を自動化することで、製品開発・設計期間を短縮できる。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
（２）① 仕様変更への対応の迅速化 （仕様変更対応時間の最小化）	E－BOM（設計部品表）やM－BOM（製造部品表）などを利用することで、部品の詳細情報を容易に表示・確認できる。	E－BOMやM－BOMなどをデータ連携することで、開発、設計、生産のデータを一元的に管理できる。仕様変更となった場合、影響範囲と影響度を分析できる。	仕様変更となった場合、統合BOMを通じて、開発、設計、生産工程のデータを連動させて反映することで、仕様変更の対応時間を最小化できる。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
				プロセス	受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供

3. ものづくりスマート化ロードマップ（スマートファクトリーロードマップ）

（4）「製品化・量産化の期間短縮」に向けたロードマップ（2/2）

スマート化のレベル（データ活用のレベル）

スマート化 の目的 () 内は実現する姿	レベル 1 有益な情報を見極めて収集して状態を見る化し、 得られた気付きを知見・ノウハウとして蓄積できる (データの収集・蓄積)	レベル 2 膨大な情報を分析・学習し、目的に寄与する 因子の抽出や、事象のモデル化・将来予測ができる (データによる分析・予測)	レベル 3 蓄積した知見・ノウハウや、構築したモデルによる 将来予測を基に最適な判断・実行ができる (データによる制御・最適化)	主な対象企業層 スマート化の対象プロセス
(3) ① 生産ラインの設計・構築の短縮化 (生産ライン構築期間の短縮)	生産ラインシミュレータなどを利用することで、サイバー上で生産ラインを設計できる。	生産ラインシミュレータなどを利用することで、生産ラインのレイアウト、生産能力、作業工程、搬送ルート、投資コストなどを事前に評価・検証できる。	サイバー上で生産ラインを設計し最適化した上で、実世界の生産現場へ実装することで、構築時の試行錯誤を削減し生産ライン構築期間を短縮できる。	<div>企業層</div> 素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
				<div>プロセス</div> 受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供
				<div>企業層</div> 素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
				<div>プロセス</div> 受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供

3. ものづくりスマート化ロードマップ（スマートファクトリーロードマップ）

(5) 「人材不足・育成への対応」に向けたロードマップ（1/1）

スマート化のレベル（データ活用のレベル）

スマート化の目的 () 内は実現する姿	スマート化のレベル（データ活用のレベル）			主な対象企業層	
	レベル 1 有益な情報を見極めて収集して状態を見る化し、 得られた気付きを知見・ノウハウとして蓄積できる (データの収集・蓄積)	レベル 2 膨大な情報を分析・学習し、目的に寄与する 因子の抽出や、事象のモデル化・将来予測ができる (データによる分析・予測)	レベル 3 蓄積した知見・ノウハウや、構築したモデルによる 将来予測を基に最適な判断・実行ができる (データによる制御・最適化)	スマート化の対象プロセス	
(1) ① 多様な人材の活用 (多様な人材が従事可能)	各従業員の作業熟練度、知識、身体能力、使用言語などを、データベースとして蓄積することで、各従業員の特性情報を利用できる。	—	HMD（ヘッドマウントディスプレイ）や音声認識機器などのウェアラブルデバイス、パワーアシストスーツ、生体センサなどを活用し、ヒトの能力を拡大することで、特性が異なる多様な人材を活用できる。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
(2) ① 技能の継承 (技能・ノウハウの共有、平準化)	熟練技能者の技能（段取り調整力、状況判断力、手わざ、トラブル対応力など）をセンシングすることで、データベースとして蓄積できる。	収集したデータを分析し、その他の作業者と比べて熟練技能者が優れている点を明らかにすることで、技能・ノウハウ・知見を体系化できる。	体系化した技能・ノウハウ・知見を国内外の拠点へを共有することで、それらを継承し、ヒトの能力を向上できる。それらをスマートロボットに学習させることで、ヒトを代替できる。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
				プロセス	受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供
				プロセス	受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供

3. ものづくりスマート化ロードマップ（スマートファクトリーロードマップ）

（6）「新たな付加価値の提供・提供価値の向上」に向けたロードマップ（1/4）

スマート化のレベル（データ活用のレベル）

スマート化の目的 () 内は実現する姿	レベル 1 有益な情報を見極めて収集して状態を見える化し、 得られた気づきを知見・ノウハウとして蓄積できる (データの収集・蓄積)	レベル 2 膨大な情報を分析・学習し、目的に寄与する 因子の抽出や、事象のモデル化・将来予測ができる (データによる分析・予測)	レベル 3 蓄積した知見・ノウハウや、構築したモデルによる 将来予測を基に最適な判断・実行ができる (データによる制御・最適化)	主な対象企業層	
	スマート化の対象プロセス			企業層	プロセス
(1) ① 多様なニーズへの対応力の向上 (個別ニーズに合わせた多品種製品の提供)	各製品に共通する部分を定義して、製品の構造、設計・生産プロセス、加工基準などを共通化することで、共通モジュールと個別モジュールの組み合わせによるフレキシブルな生産体制を構築できる。	調達・生産・販売などの社内関係部門間でデータ連携することで、調達計画・生産計画・物流計画などを情報共有できる。	設備・ヒトへの作業指示・部品供給や段取り替えの計画策定を自動化・最適化することで、個別のニーズにあわせて多品種の製品をフレキシブルに生産できる。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
(1) ② 多様なニーズへの対応力の向上 (顧客ニーズに合わせたオンデマンドの製品・サービス提供)	ERP（統合業務管理システム）、MES（製造実行システム）、SCM（サプライチェーンマネジメントシステム）などのデータを利用することで、受注、調達、生産、物流、販売などの計画・実績データを、容易に表示・確認できる。	受注状況、販売状況などを分析することで、需要を予測できる。 社内関係部門やサプライチェーン上の企業間でデータ連携することで、調達計画・生産計画・物流計画などを情報共有できる。	サプライチェーン全体で、生産計画・物流計画などを最適化することで、顧客ニーズにあわせてオンデマンドに製品・サービスを提供できる。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
				プロセス	受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供
				プロセス	受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供

3. ものづくりスマート化ロードマップ（スマートファクトリーロードマップ）

（6）「新たな付加価値の提供・提供価値の向上」に向けたロードマップ（2/4）

スマート化のレベル（データ活用のレベル）

スマート化の目的 () 内は実現する姿	スマート化のレベル（データ活用のレベル）			主な対象企業層	
	レベル 1 有益な情報を見極めて収集して状態を見る化し、 得られた気付きを知見・ノウハウとして蓄積できる (データの収集・蓄積)	レベル 2 膨大な情報を分析・学習し、目的に寄与する 因子の抽出や、事象のモデル化・将来予測ができる (データによる分析・予測)	レベル 3 蓄積した知見・ノウハウや、構築したモデルによる 将来予測を基に最適な判断・実行ができる (データによる制御・最適化)	スマート化の対象プロセス	
(2) ① 提供可能な加工技術の拡大 (一貫生産体制による 様々な加工技術の提供)	MES（製造実行システム）などの生産管理システムのデータを利用することで、生産の進捗状況を収集・把握できる。	共同受注を行う企業間でデータ連携することで、生産計画・進捗状況などを情報共有できる。	各企業における加工時間・加工ロット単位などの違いを考慮して、全体で、生産計画・物流計画などを最適化することで、共同受注生産体制を構築し、様々な加工技術を提供できる。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
(3) ① 新たな製品・サービスの提供 (新たな製品を先回りした企画・提案)	製品にセンサ・通信機能を搭載することで、製品の使用状況や使用環境のデータを収集・把握できる。	収集したデータを分析し、ユーザを行動観察する（人間工学、心理学などの観点から分析する）ことで、非顕在ニーズを把握できる。	把握したニーズを実現する製品・機能・サービスを先回りして企画・提案できる。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
				プロセス	受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供
				プロセス	受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供

3. ものづくりスマート化ロードマップ（スマートファクトリーロードマップ）

（6）「新たな付加価値の提供・提供価値の向上」に向けたロードマップ（3/4）

スマート化のレベル（データ活用のレベル）

スマート化の目的 （ ）内は実現する姿	レベル 1 有益な情報を見極めて収集して状態を見る化し、得られた気づきを知見・ノウハウとして蓄積できる （データの収集・蓄積）	レベル 2 膨大な情報を分析・学習し、目的に寄与する因子の抽出や、事象のモデル化・将来予測ができる （データによる分析・予測）	レベル 3 蓄積した知見・ノウハウや、構築したモデルによる将来予測を基に最適な判断・実行ができる （データによる制御・最適化）	主な対象企業層 スマート化の対象プロセス	
（3）② 新たな製品・サービスの提供 （製品に関連した新たなサービス・アフターサービスの提供）	製品に組み込まれたセンサなどを利用したり、製品にセンサ・通信機能を搭載することで、製品の使用状況、使用環境のデータ、製品の制御データを収集・把握できる。	収集したデータを分析し、製品の利用改善・予防保全につながる知見や、別用途への製品稼働情報の利用による新たな付加価値提供につながる知見を獲得できる。	獲得した知見を活用することで、製品に関連した新たなサービス・アフターサービスを提供できる。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
（4）① 製品の性能・機能の向上 （製品性能の最大化・カスタマイズ化）	製品に組み込まれたセンサなどを利用したり、製品にセンサ・通信機能を搭載することで、製品の使用状況、使用環境のデータ、製品の制御データを収集・把握できる。	収集したデータを分析することで、ユーザにおける製品の使用方法の傾向を把握できる。	ユーザにおける製品の使用方法の傾向にあわせて、製品の制御設定値を最適化することで、製品の性能を最大化・カスタマイズ化できる。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
				プロセス	受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供
				プロセス	受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供

3. ものづくりスマート化ロードマップ（スマートファクトリーロードマップ）

（6）「新たな付加価値の提供・提供価値の向上」に向けたロードマップ（4/4）

スマート化のレベル（データ活用のレベル）

スマート化 の目的 () 内は実現する姿	レベル 1 有益な情報を見極めて収集して状態を見る化し、 得られた気づきを知見・ノウハウとして蓄積できる (データの収集・蓄積)	レベル 2 膨大な情報を分析・学習し、目的に寄与する 因子の抽出や、事象のモデル化・将来予測ができる (データによる分析・予測)	レベル 3 蓄積した知見・ノウハウや、構築したモデルによる 将来予測を基に最適な判断・実行ができる (データによる制御・最適化)	主な対象企業層
	スマート化の対象プロセス			
(4) ② 製品の性能・機能の 向上 (製品への新規機能の追加)	製品に通信機能を搭載すること で、ユーザが使用している製 品の状態を収集・把握できる。	—	通信機能を通じて、ソフトウェ アを遠隔アップデートすることで、 製品に新規機能を追加できる。	企業層 素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
				プロセス 受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供
				企業層 素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
				プロセス 受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供

3. ものづくりスマート化ロードマップ（スマートファクトリーロードマップ）

（7）「その他：リスク管理の強化」に向けたロードマップ

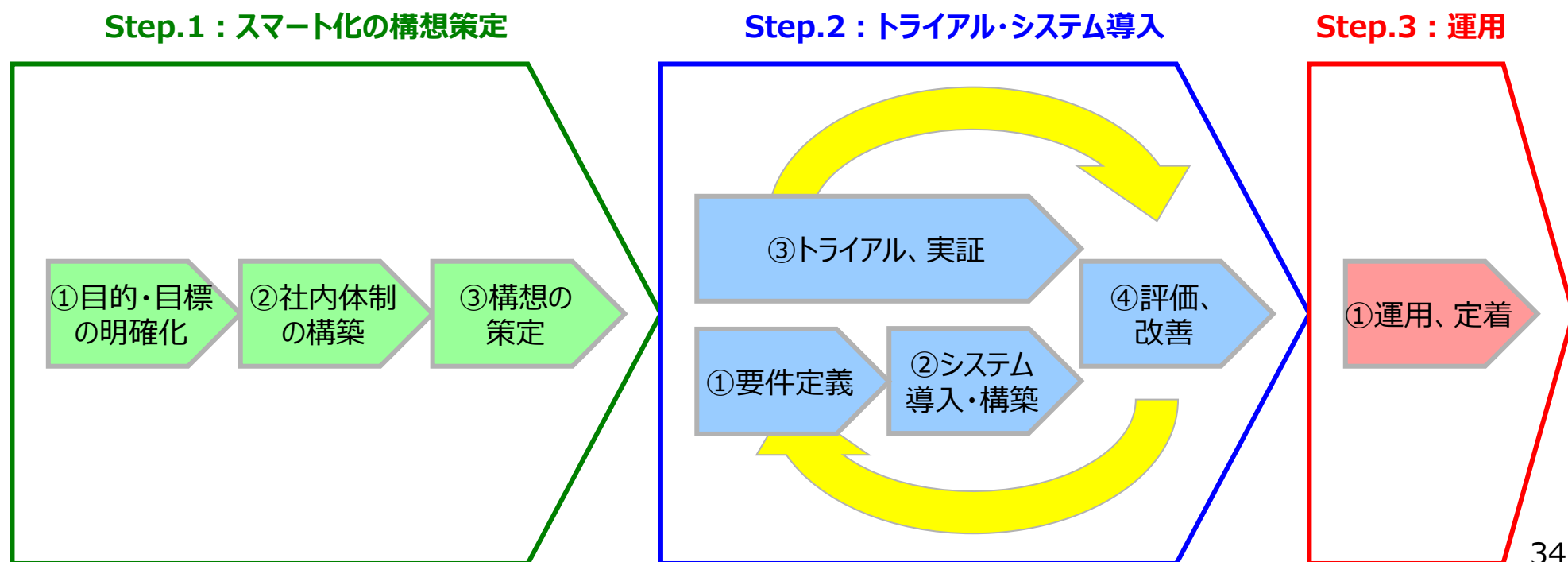
スマート化のレベル（データ活用のレベル）

スマート化 の目的 () 内は実現する姿	スマート化のレベル（データ活用のレベル）			主な対象企業層	
	レベル 1 有益な情報を見極めて収集して状態を見る化し、 得られた気づきを知見・ノウハウとして蓄積できる (データの収集・蓄積)	レベル 2 膨大な情報を分析・学習し、目的に寄与する 因子の抽出や、事象のモデル化・将来予測ができる (データによる分析・予測)	レベル 3 蓄積した知見・ノウハウや、構築したモデルによる 将来予測を基に最適な判断・実行ができる (データによる制御・最適化)	スマート化の対象プロセス	
(1) ① リスク管理の強化 (製品個体の品質保証と 不具合の原因特定の早 期化)	製品に R F I D や通信機能 を搭載し、加工・組立・検査・ 出荷のデータを蓄積することで、 製品個体毎の品質を証明でき る。	製品に不具合が発生したとき に、製品や資材に蓄積された データを分析することで、不具 合の原因の特定を早期化でき る。	製品に不具合が発生したとき に、通信機能を通じて、製品を 使用しているユーザを把握し、 対策を講ずることで、影響範 囲を最小化できる。	企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
				プロセス	受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供
				企業層	素形材加工企業 設備・金型供給企業 組み立て企業
				プロセス	受注・調達 製品企画、開発・設計 生産 物流・販売 製品稼働、サービス提供

4. ものづくりのスマート化を進めるに あたってのポイント

4. (1) システム導入の3つのステップ

- スマート化を進めるための標準的なシステムの導入ステップを以下の3ステップに定義した。
- 「Step.1:スマート化の構想策定」：①自社の現状分析により課題を認識し、スマート化の目的と投資効果を測定できる達成目標（KPI）を設定し、②社内の実施責任者と体制の構築して、③スマート化の構想を策定する。
- 「Step.2：トライアル・システム導入」：Step.1のスマート化の構想に基づき、①対象範囲・規模・レベル等を明確化した上で導入システムの要件を検討・定義し、②自社の目的に合ったツール選択とシステムを導入・構築し、③スモールスタートによるトライアルでデータを収集・分析、④実証結果をKPIにより評価し改善策を策定する。①～④をPDCAループとして回すことで、システムを運用・定着させる。
- 「Step.3：運用」：Step.2のスモールスタートの成果を見える化して、①本格的な運用を開始。効果を定量的にモニタリングしながら、業務改善やサービス開発に結びつけることで、スマート化のシステムを定着させる。



4. (2) システムの導入ステップにおける成功のポイント

- スマート化を実現するための主な成功のポイントをシステムの導入ステップごとに整理した。

導入ステップ	成功のポイント	内容
Step.1 : スマート化の構想策定	①経営者が強い意思を持ちトップ主導で推進	経営課題の解決手段としてスマート化を理解し、経営者自らが強い意思をもってトップ主導でスマート化を推進する
	②スマート化の内容、責任、役割を合意形成する	スマート化構想の段階で実施内容、組織内の関係者と責任、役割を明確にして合意形成して組織内体制を構築する
	③スマート化の目的・目標を明確にする	自社のビジネス戦略・課題とスマート化の目的を明確にし、スマート化による投資効果を測定できる数値目標を設定する
	④スマート化の対象範囲を明確にした計画を策定	スマート化の対象とする業務範囲、規模、メンバー、コスト等を明確に定義した事業計画を作成する
Step.2 : トライアル・システム導入	⑤自社に合ったツールを選択し、できるところからステップを踏んで導入	将来の全体最適なシステムを描きながら自社の課題解決に合致したIoTツールを選択し、できるところから1つずつステップアップ
	⑥社内外のパートナーと協力して可能な限り標準ツールを活用	会社の内外を問わずパートナーと連携体制を作り、全体を通じてセキュリティと拡張性を考慮したオープンな標準ツールを利用
Step.3 : 運用	⑦投資効果の定量的モニタリングと社員のモチベーション向上	投資効果の定量的なモニタリングを十分に行い、小さな効果でも見える化して社員のモチベーションを向上させ、運用を定着させる
	⑧業務とIoTに関する社員教育と社員の参加を推進	IoT活用を前提とした人材教育を見直し、強化することで社員の積極的な参加を推進する

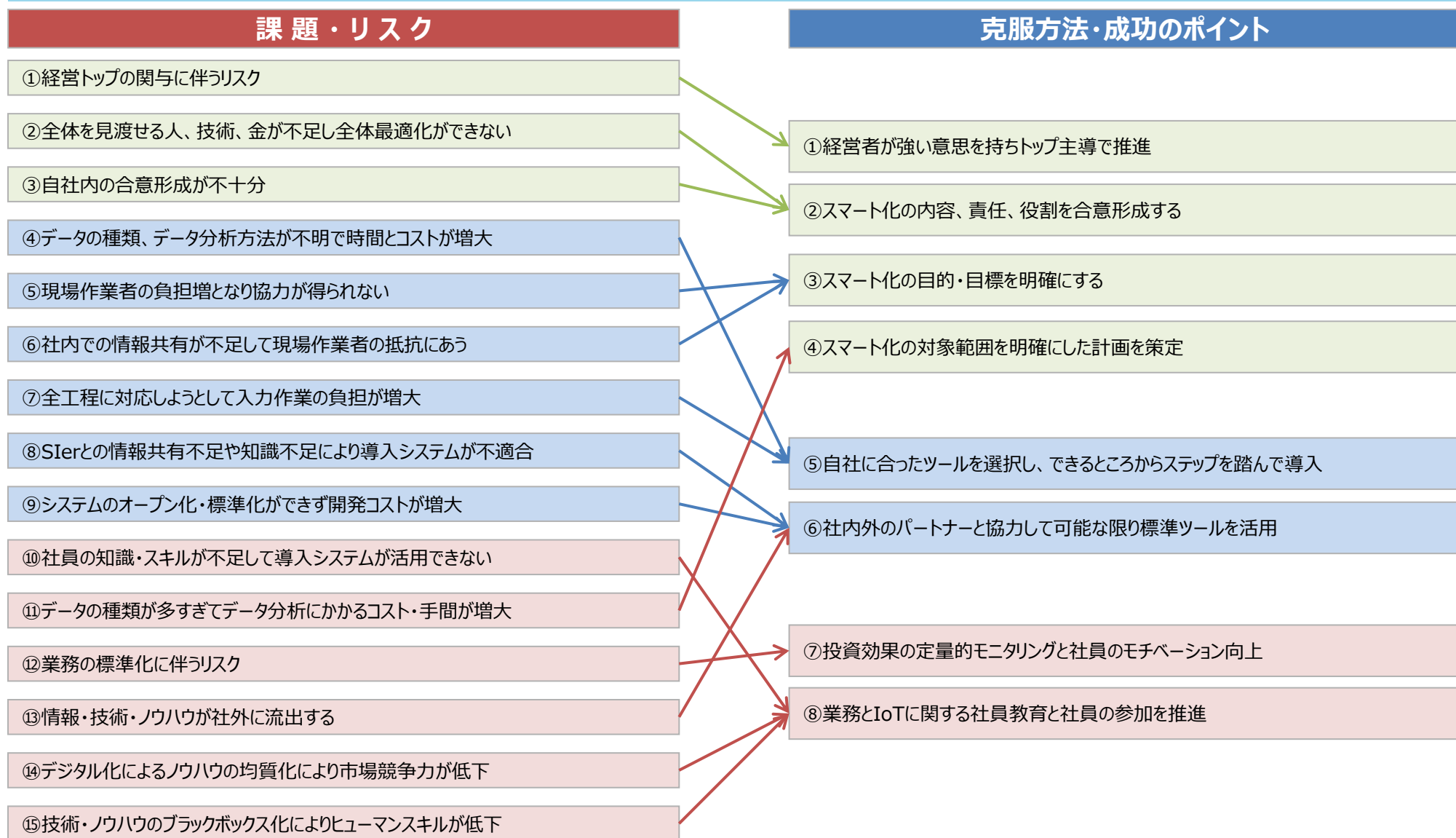
4. (3) システムの導入における課題・リスク

- 成功のポイントと表裏を成しスマート化が進まなくなる阻害要因がある。主な課題・リスクとして整理した。

導入ステップ	課題・リスク	内容
Step.1 : スマート化の構想策定	①経営トップの関与に伴うリスク	情報リーダーやSI企業に丸投げして、IT活用に対する経営トップの関心が不足、あるいは経営トップが過剰に介入し現場が混乱する。
	②全体を見渡せる人、技術、金が不足し全体最適化ができない	情報システムが部分最適でシステム間がつながっておらず、全体最適でシステム開発をする発想・技術が不足する。
	③自社内の合意形成が不十分	自社内の関係部署の同意を得ることに時間を要する。
Step.2 : トライアル・システム導入	④データの種類、データ分析方法が不明で時間とコストが増大	設備等からどのようなデータを取得すべきか、またどのようにデータを分析すべきかの検討に時間とコストがかかる。
	⑤現場作業者の負担増となり協力が得られない	業務フローの変更で負担増になったり、作業等のため両手が汚れてデバイス操作に否定的になったり、作業者の協力が得られない。
	⑥社内での情報共有が不足して現場作業者の抵抗にあう	目的が共有されないまま作業状況をデータを通じて把握することに、現場作業者から抵抗にあうことが多い。
	⑦全工程に対応しようとして入力作業の負担が増大	全ての工程で必要なデータを1度に対応しようとして膨大な数の入力項目が発生し入力作業の負担が増大する。
	⑧SIerとの情報共有不足や知識不足により導入システムが不適合	SI企業の自社業務に対する知識不足などにより導入システムが自社業務に適さない。
	⑨システムのオープン化・標準化ができず開発コストが増大	連携する企業ごとに、異なるITシステムが導入されており、既存システムを統合、共通化せようとすると、非常に複雑な仕組みになり、開発コストが高くなる。
Step.3 : 運用	⑩社員の知識・スキルが不足して導入システムが活用できない	社員のシステム知識や活用スキルが不足して導入システムを活用できない。
	⑪データの種類が多すぎてデータ分析にかかるコスト・手間が増大	少量多品種生産のように、加工条件の異なる製品を多数生産する場合や装置メンテナンスで顧客データまで保有する場合、データ分析等にかかるコスト・手間が増大する。
	⑫業務の標準化に伴うリスク	業務の標準化が進んでおらず、製造現場でのデータ処理にエラーや入力遅れが見受けられる。
	⑬情報・技術・ノウハウが社外に流出する	生産設備により稼働状況や、生産物などの情報がデジタル化された場合、技術やノウハウが社外に流出するセキュリティリスクがある。
	⑭デジタル化によるノウハウの均質化により市場競争力が低下	技術やノウハウをデジタル化することで、他社との差別化ができなくなり市場競争力が低下するおそれがある。
	⑮技術・ノウハウのブラックボックス化によりヒューマンスキルが低下	技術やノウハウがソフトウェアに内在しブラックボックス化が進むことで、人の技術力やスキルが低下するおそれがある。

4. (4) スマート化にあたっての課題を克服するための成功のポイント

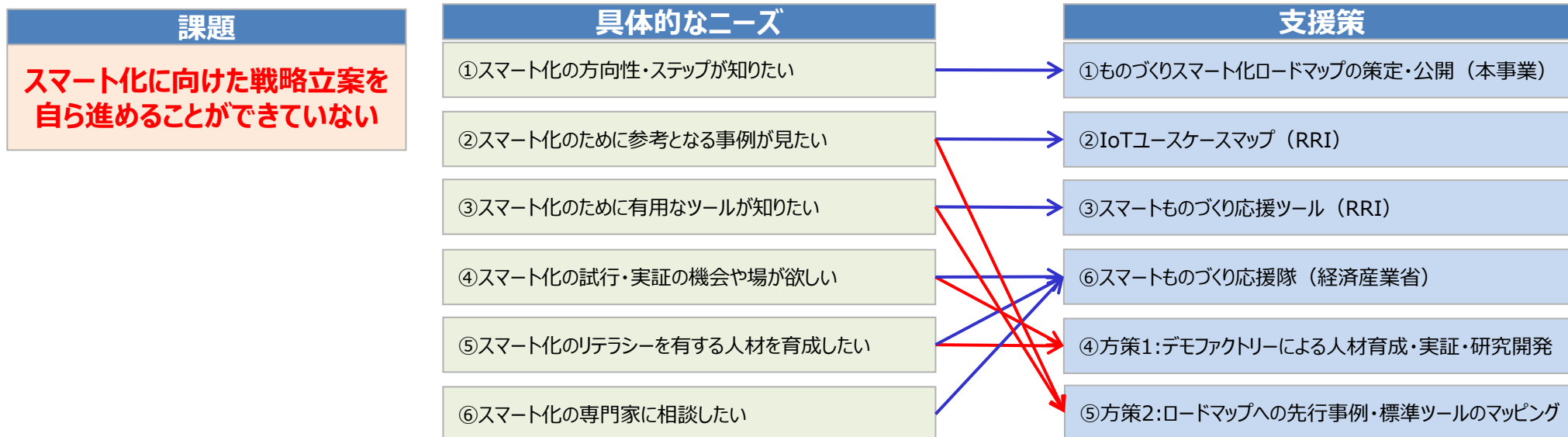
- 前述の各課題・リスクを克服するため各ステップにおける成功のポイントを実行することが重要である。



5. ものづくりのスマート化推進に向けた方策

5. (1)ものづくりのスマート化推進に向けた方策－現状の課題と支援策

- 中小企業においては、ものづくりのスマート化への対応が必要と認識しつつも、どのようにスマート化を進めていけばよいか明確になっていないなどのために、**スマート化に向けた戦略立案を自ら進めることができていないことが課題**となっている。より具体的には、「新産業構造ビジョン～第4次産業革命をリードする日本の戦略～（平成28年8月）経済産業省」によれば、多くの中小企業において、スマート化に対するリテラシーが不足しており最初の一步が踏み出せない、自社の業務をどのように改善し、その際、IoT・ロボット等の新しい技術をどのように活用していけばよいか分からないことが多いとされる。
- 今回策定した「ものづくりスマート化ロードマップ」は、具体的な事例をもとにIoTやロボットを活用したものづくりのスマート化の方向性・ステップを示したものであり、中小企業がスマート化への最初の一步を踏み出すための指針となるものである。更に、企業自らが戦略立案を進めるためには、ロードマップにより方向性を示すと共に、具体的なスマート化の事例や実際に有効なツールを利用してみたいといったニーズに対する支援策が必要である。
- 実際に、経済産業省では、IoT・ロボット導入を検討する中小企業に対する支援策として、ロボット導入コスト削減、支援事業者倍増策やIT専門家派遣によるスクール研修や現場カイゼン、スマートものづくり応援隊による伴走型の支援策などが民間団体等を通じた補助事業として計画されている。また、RRIにおいても「IoTユースケースマップ」、「スマートものづくり応援ツール」が公開されている。
- 下図に示す、現状の課題、具体的なニーズ、及び既存の支援策を踏まえて、「ロードマップを活用する方策1：デモファクトリーによる人材育成・実証・研究開発」、「ロードマップを拡張する方策2：ロードマップへの事例・標準ツールのマッピング」について次頁で説明する。



5. (2)ものづくりのスマート化推進に向けた方策ー ロードマップを活用して

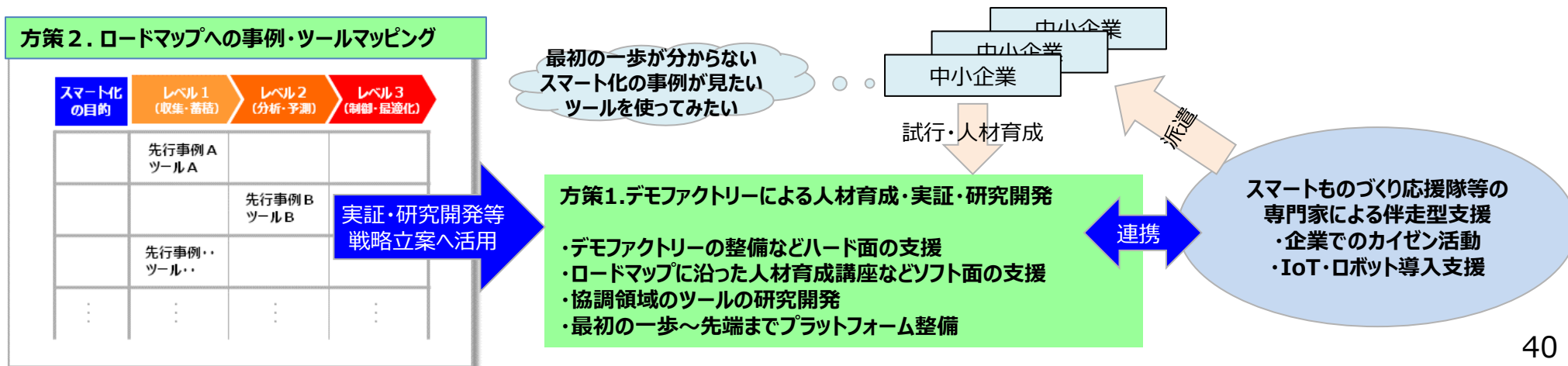
- 中小企業のスマート化の最初の一步を支援し、スマート化を自ら進めるために、スマート化のロードマップを活用する方策1とスマート化のロードマップを拡張する方策2を示す。
- 実際に、スマート化実現には多くの試行錯誤が必要であるが、スマートものづくり応援隊等の支援策とも連携して、地域拠点に技術・ノウハウ・人材を蓄積することで、企業自らのスマート化を進めるための試行・実証や人材育成が効率よく短期間で可能となる。

◆ 方策1：デモファクトリーによる人材育成・実証・研究開発（スマート化ロードマップの活用）

- ロードマップの目的・レベルに応じて企業自らがスマート化を進めることができるよう、地域拠点を形成して、ハード・ソフト両面での人材育成を中長期的に支援する。
- 企業自らが試行したり効果実証ができるよう、装置・設備・ツール等を設置したデモファクトリーを整備するなどハード面で支援する。
- デモファクトリーを利用して、スマート化とカイゼンの専門家や有識者によるロードマップに沿った人材育成講座の開設など教育・研修による人材育成をソフト面で支援する。
- デモファクトリーでの支援を継続することで、技術やノウハウも蓄積され、最初の一步のレベルから研究開発が必要な先端レベルまで、企業間で共有・活用できる協調領域の標準的なツールや先行事例をプラットフォームとして整備することが可能となる。

◆ 方策2：ロードマップへの先行事例・標準ツールのマッピング（スマート化ロードマップの拡張）

- RRI「IoTユースケースマップ」の先行事例や「スマートものづくり応援ツール」を始め、ロードマップの目的・レベルに対応したスマート化の先行事例と有用なツールをロードマップへマッピングすることで、より有用なロードマップへ拡張し、企業自らの戦略課題解決に役立つ情報を継続的に提供する。
- 拡張したロードマップは、方策1のデモファクトリーでの実証、不足している事例やツールの研究開発の戦略立案などに活用可能となる。



【参考】先行事例

2. (4) I o Tやロボットを活用した先行事例の調査

● 先行事例一覧（目的別順）（1/2）

No.	目的	企業名	企業種	所在地	対象プロセス	先行事例
1	【品質の向上】 品質の安定化・ばらつきの低減	久野金属工業株式会社	部品用金型加工	愛知県	生産	工作機械にIoTを導入して加工状況を把握、加工条件を最適化
2	【品質の向上】 品質の安定化・ばらつきの低減	日本ガイシ株式会社	セラミックス	愛知県	生産	ビッグデータでは結果の解釈がカギ
3	【品質の向上】 品質の安定化・ばらつきの低減	株式会社 山本金属製作所	切削加工	大阪府	生産	加工現象の“見える化”と工具の知能化
4	【コストの削減】 生産のためのリソースの削減	株式会社 フェニックスソリューション	金属製品関連製造業	石川県	受注・調達、 生産、物流・販売	金属背面からも読み取り可能な RFID 金属タグ
5	【生産性の向上】 設備・ヒトの稼働率の向上	旭鉄工株式会社 (アイ・スマート・テクノロジーズ)	自動車部品	愛知県	生産	IoTとAIを用いて設備稼働状況モニタリング及び報知システム
6	【生産性の向上】 設備・ヒトの稼働率の向上	株式会社 ジェイテクト	工作機械、 P L C	愛知県 (刈谷工場)	生産	生産設備でエッジコンピューティング、リアルタイム解析対応の後付けモジュール
7	【生産性の向上】 設備・ヒトの稼働率の向上	株式会社デンソー	素形材加工 部品加工・実装・組立 (全工場)	愛知県	開発・設計、生産	2020年、「ダントツ工場」実現に向けた道筋
8	【生産性の向上】 設備・ヒトの稼働率の向上	株式会社東芝	I T	東京都	生産	製造業のものづくりをIoTで支援するソリューションを提供
9	【生産性の向上】 設備・ヒトの稼働率の向上	株式会社 日立製作所	I T	東京都	受注・調達、 開発・設計、生産	日立が実現したスマート工場、生産リードタイムを50%削減へ
10	【生産性の向上】 設備・ヒトの稼働率の向上	富士通株式会社	ネットワーク製品製造	東京都	生産	人とロボットが協調する次世代ものづくりの取り組み
11	【生産性の向上】 ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減	株式会社IHI	加工・組立（工場内）	東京都	生産	人と機械が協調して働くスマート工場

2. (4) I o Tやロボットを活用した先行事例の調査

● 先行事例一覧（目的別順）（2/2）

No.	目的	企業名	企業種	所在地	対象プロセス	先行事例
12	【生産性の向上】 ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減	オークマ株式会社	工作機械	愛知県	生産	ロボットの“夜勤”を人が支援
13	【生産性の向上】 ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減	TOTO 滋賀工場	成形・組立	滋賀県 (滋賀工場)	生産	TOTO社員も驚いた匠ロボットの技 - ロボットが現場を変革
14	【生産性の向上】 ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減	株式会社 半谷製作所	部品製造（自動車）	愛知県	生産	手書きの生産管理版をタブレット化
15	【生産性の向上】 設備の故障に伴う稼働停止の削減	株式会社エクセディ	自動車部品製造	大阪府	生産	工場オペレーションにIoTを駆使
16	【生産性の向上】 設備の故障に伴う稼働停止の削減	株式会社 栗本鐵工所	鍛造機械プレス	大阪府	生産	M2Mサービスで製造ラインを遠隔保守するサービス
17	【製品化・量産化の期間短縮】 生産ラインの設計・構築の短縮化	株式会社島根富士通	ネットワーク製品製造	島根県	生産	IoT活用による工場の生産活動最適化
18	【新たな付加価値の提・提供価値の向上】 多様なニーズへの対応力の向上	アマダホールディングス	金型製作	神奈川県 (岐阜県土岐事業所)	受注・調達 生産 物流・販売	土岐事業所に金型IoT工場建設 投資総額100億円ー生産能力1.5倍、納期50%短縮ー
19	【新たな付加価値の提・提供価値の向上】 提供可能な加工技術の拡大	株式会社 今野製作所	金属加工（油圧機器、板金加工）	東京都	受注・調達 生産	中小企業の共同受注グループによる見積り～受注プロセス連携
20	【新たな付加価値の提・提供価値の向上】 新たな製品・サービスの提供	株式会社 岐阜多田精機	射出成形金型製造	岐阜県	製品稼働・サービス提供	センサー付き“スマート金型”で微小欠陥発見へ
21	【新たな付加価値の提・提供価値の向上】 新たな製品・サービスの提供	東芝機械株式会社	射出成形機・工作機械	静岡県	製品稼働・サービス提供	射出成型機やロボットで予防保全

事例○. ○○○○○○○○

取り組んでいる企業

企 業 名 : ○○○○○○株式会社 (○○県○○市)

製品・サービス : ○○○○○○

関連産業・市場 : ○○○○○○

スマート化の背景

- 取引先などから求められているニーズ
- ニーズに対応するために自社にて変革が必要となっていること・課題
- スマート化に取り組む狙い、目指しているものづくりの未来の姿など

スマート化の効果・成功のポイントなど

- 当該レベルに到達することで実現されるようになること
- 取組によって得られる効果・うれしさ
- 当該レベルに到達するために克服が必要だった課題
- 課題の克服方法、成功のポイント
- スマート化したことで発生したデメリット、リスク
- 今後、取り組んでいこうと考えている課題・計画など

スマート化の主目的

○○○○

導入したプロセス

○○○○

スマート化の概要

- ○○○○○○。
- ○○○○○○。
- ○○○○○○。

スマート化された生産工程の
写真・ポンチ絵や、
スマート化の概念図など

出典 : ○○○○○○
<http://www.○○○○○○>

事例 1. 工作機械にIoTを導入して加工状況を把握、加工条件を最適化

取り組んでいる企業

企業名：久野金属工業株式会社（愛知県常滑市）
 製品・サービス：自動車用及び産業用部品の設計・開発、金型製作、プレス加工、溶接、組立、機械加工、表面処理
 関連産業・市場：自動車部品用の金型部品加工

スマート化の背景

- 金型部品は、複雑形状化や大型化に対するニーズが強まっている。より高い精度が求められるようになっており、精度を上げるために研磨加工が欠かせない状況となっている。
- また、要請が強まる短納期に対応するには、時間を要する研磨加工の加工時間を短縮することも必要となっている。
- 2015年度補正「ものづくり・商業・サービス新展開支援補助金」に採択され、取り組んでいる。

スマート化の効果・成功のポイントなど

- 金型部品の高精度に貢献し、15分を要していた加工時間を8分に短縮することを目指している。
- 熟練技（人）×ロボット×ITの融合の方針でITを活用。具体的には、①付加価値の高いプレス部品開発・設計・製作に特化。②製造部分はソフトやシステムを駆使して自動化を原則とし、人が考える仕事と区別。③技術開発でもノウハウを仕組みにし、最新の3D計測器やCAEによる確認で人の「カンコツ」依存を1/10にする。④製造設備は自社開発ロボット・設備や無人搬送システムで付加価値製造を最小人員で行う。

スマート化の主目的

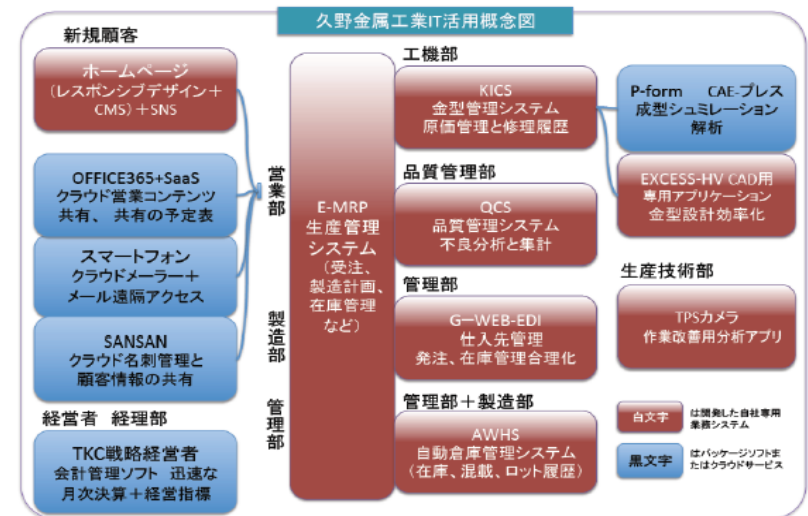
品質の安定化・ばらつきの低減

導入したプロセス

生産

スマート化の概要

- 工作機械をネットワークにつなぎ、現場作業員が手持ちのスマートフォンを使って、工作機械の加工状況を監視したり、加工終了時間を知らせたりすることができる仕組みの構築に取り組んでいる。
- さらに、工作機械の主軸にあるモーターの電流値を吸い上げ、加工データや稼働実績と照合することで、最適な加工条件を分析している。
- その分析結果を次の加工に反映させ、加工条件を最適化していく。



出典：[1]2016年攻めのIT経営中小企業百選（平成28年6月）経済産業省
http://www.meti.go.jp/policy/it_policy/investment/it_keiei/100sen_gaiyo_2016.pdf

事例2. ビッグデータでは結果の解釈がカギ

取り組んでいる企業

企 業 名 : 日本ガイシ株式会社（愛知県名古屋市）
製品・サービス : がいしなど電力関連機器、産業用セラミック製品
特殊金属製品の製造販売及びプラントエンジニアリング事業
関連産業・市場 : セラミクス

スマート化の背景

- ベリリウム銅は銅合金の一つで、高い強度と導電性を兼ね備えているのが特徴。自動車やスマートフォンなどで利用されているが、特性が高い分、コストは高級素材の3倍から5倍。設計者は『いかにベリリウム銅を使わずに済みますか』に苦慮しており、設計変更時の切り替えの対象になりやすい。
- 日本ガイシは設備の改良や生産時の設定の見直しなどによって、ベリリウム銅の収率（製品完成重量を原料投入重量で割ったもの）改善を進めてきた。ところが、2005年から2010年までは効果が上がったものの、それ以降は頭打ちになり、計画とのギャップが生じるようになった。

スマート化の効果・成功のポイントなど

- 溶解鑄造工程において、約100の因子を対象に1500ロット分のビッグデータ分析を試みたところ、収率が0.5%向上した。
- ビッグデータを活用する際に、分析結果をうのみにしても効果は薄い。結果を自分たちなりに解釈する姿勢が欠かせない。
- 成果はすぐに出ないし、お金もかかる。我慢が必要。加えて、上層部を味方につけることも大切。

スマート化の主目的

品質の安定化・ばらつきの低減

導入したプロセス

生産

スマート化の概要

- ベリリウム銅の生産は、原料を炉に入れて溶かし、金属のかたまりを作る。そのかたまりに対して熱処理や圧延を繰り返して、髪の毛の太さよりも小さい幅0.05mmほどの厚さのコイルを作成する、という流れで進める。
- まず、原料を溶かして固める溶解鑄造工程でのビッグデータ活用を試みた。この工程は原料の成分や配合比、溶解炉の温度や時間、角度など工程を左右する要因が非常に多く、制御が難しい。
- ビッグデータ解析から自らの解釈を進めた結果、炉内の温度に関して、従来は均一な温度上昇を重視していたが、材料を早く溶解することを重視した方が良いという新説にたどり着き、収率が0.5%向上。
- トライアルで効果を実証でき、ビッグデータ分析の本格導入を決意。最終収率を極大化を目指し、ベリリウム銅の生産工程全体への展開を進めている。2017年にデータの収集から可視化、分析、予測への適用まで、ひと通りの仕組みを実現することを目標としている。
- 同社はビッグデータ活用を3つのステップで捉えている。
- ステップ1、最適製造条件制御。ステップ2は改良品設計・開発支援で特性改善のための影響因子を特定するためにビッグデータ分析を活用する。ステップ3は革新的材料開発支援でシミュレーション技術とビッグデータ分析を組合せる。

出典：日経コンピュータ（2016/06/17）

<http://itpro.nikkeibp.co.jp/atcl/news/16/061701772/?rt=nocnt>

事例3. 加工現象の“見える化”と工具の智能化

取り組んでいる企業

企業名：株式会社山本金属製作所（大阪府大阪市）

製品・サービス：回転曲げ疲労試験機 バレストレイン試験機 リチウムイオン
バッテリー釘刺し試験機、被削性評価試験サービス、設備・
治工具類の設計・製作

関連産業・市場：切削加工

スマート化の背景

- 既存の計測機器では加工現象を正確に計測できない欠点がある。例えば、赤外線サーモグラフィでは工具先端付近の温度、非接触温度計では、切削対象物の表面温度、ハイスピードカメラでは加工中の切屑形状の観察による経験的なトラブル対策などである。
- 製品品質に影響を与える加工中の回転工具刃先の加工現象を正確に計測する手法が必要となっている。

スマート化の効果・成功のポイントなど

- 切削時の冷却効果・クーラント供給方法の最適化
- 難削材（インコネル・ハステロイ等）部品・複雑形状部品の加工改善
- 切削熱影響におけるドリル・タップ・エンドミルの摩耗進行の折損・寿命予知
- 工具使用限界温度設定による条件改善（工具・刃物選定・切削速度選定）など

スマート化の主目的

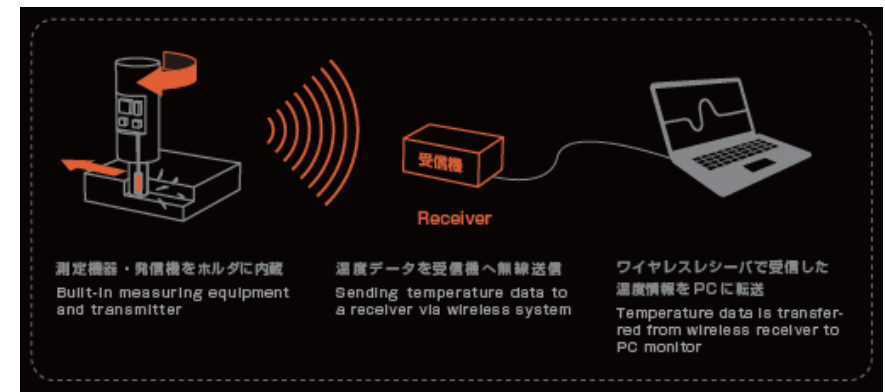
品質の安定化・ばらつきの低減

導入したプロセス

生産

スマート化の概要

- 工具破損（クラック含む）は、切削抵抗と温度が大きな原因となるので、切削抵抗だけでなく温度データを同時に計測することでデータの信用性が増す。
- 切削工具の先端付近に温度センサ（熱電対）を内蔵しているため刃先の温度を測定する事が可能であり、切削加工のIoT化・最適加工条件の選定に利用できる。
- 工具そのものを“智能化”し、加工現象を“見える化”実現温度データを見ながら、切削条件の良し悪しを判断するツールである。
- ホルダー内部に温度計測器とワイヤレストランスミッターを搭載。計測した温度情報は無線送信されPCモニタで確認する事が可能。



出典：株式会社山本金属製作所ウェブサイト

<http://www.yama-kin.co.jp/products/m-intel/cutting/index.html>

事例4. 金属背面からも読み取り可能な RFID 金属タグ

取り組んでいる企業

企業名：株式会社フェニックスソリューション（石川県金沢市）
製品・サービス：RFIDタグ、ICカード/タグ、アンテナ、リーダーライターの研究開発、設計、製造
関連産業・市場：製造業全般他、金属資材

スマート化の背景

- 従来のRFIDタグは、金属に取り付けると読み取りできない弱点があり、普及が進んでいなかった。
- この金属タグは、金属対象物に取り付けても、金属の背面からであっても読み取りが可能な画期的なRFIDタグである。
- 本技術は、2016年のIoT Lab Selection第2回先進的プロジェクト選考会において準グランプリを受賞し、NEDOからの支援が決定。
- 平成28年度いしかわ企業研究者表彰事業 中小企業部門において最優秀賞を受賞。

スマート化の効果・成功のポイントなど

- 中距離からの一括・瞬時の読取が可能のため、作業時間の短縮で大きなコスト削減が実現。タグの耐用年数は5～10年なので、中長期の利益貢献効果は大きい
- RFIDの採用で、人員投入時間は約6-8割減、6割以上の経費削減
- 今後の利用の発展形態として、サプライチェーンにおけるトレーサビリティの管理、センサーやドローンとのデータ連携を視野に入れている。

スマート化の主目的

生産のためのリソースの削減

導入したプロセス

受注・調達、生産、物流・販売

スマート化の概要

- 対象物を識別するための情報（ID）を書き込んだRFID金属タグを、対象物に取り付ける。（粘着シートやビス留め）タグの取り付け／取り外しが必要な場合は、マグネットによる一時的取り付けや、ホルダーに入れての脱着ケースの検討も可能。
- 金属タグの読み取りには、RFIDリーダーライターを使用する。この金属タグは業界標準であるC1G2規格（ISO 18000-63）に準拠しているため、市販されている同規格の汎用リーダーライターで読み書きが可能。
- RFIDリーダーライターで読み取った情報は、有線、無線の各方式でネットワークやインターネットを介してサーバーに送られ、対象物がコンピューター上で識別されることになる。簡易システムであれば、RFIDリーダーライター本体や、RFIDリーダーライターを接続したPC上で、対象物の識別、管理を行うことも可能。
- 金属製品を多用する製造業であれば、生産治具や金型、部品や製品を運搬するパレットの棚卸し、入在庫管理などへの運用が期待されます。金型の場合は、ロケーション管理、メンテナンス履歴管理、鉄鋼・鋼管製品では生産から出荷までの品種・数量管理、サプライチェーン / トレーサビリティ管理などに活用することが期待される。



出典：会社概要 開発製品のご紹介、フェニックスソリューションウェブサイト

http://www.phoenix-sol.co.jp/company/doc/PhoenixSolution_CompanyProfile_JP.pdf

事例5. IoTとAIを用いて設備稼働状況モニタリング及び報知システム

取り組んでいる企業

企業名：旭鉄工株式会社（愛知県碧南市）
 製品・サービス：エンジン用部品、トランスミッション用部品、ブレーキ用部品、サスペンション用部品、牽引用部品
 関連産業・市場：自動車部品製造

スマート化の背景

- 旭鉄工は売上高の大部分をトヨタ自動車向けが占める。トヨタで設計・生産改革「TNGA」に着手し部品共通化が進む中、旭鉄工の受注も増加。設備の増設が生産性向上による増産を求められていた。
- 稼働状況や生産にかかる時間を正確に計るため、はじめはストップウォッチで計ったものの正確には把握しきれずホワイトボードに個数や停止時間を書きに行く暇もなかった。1人で複数のラインを管理する場合もあったため、脱「人海戦術」として考え出されたのが、「製造ラインモニタリングサービス」であった。
- i Smart Technologies株式会社を設立しシステムを外販する。

スマート化の効果・成功のポイントなど

- 「製造ラインモニタリングサービス」により1時間あたりの生産個数は7割上昇。当初計画していたライン2本の増設が不要になり、1億4千万円分の設備投資費用が浮いた
- 世の中のIoTは、どれも情報量が多すぎる。『IoTモニタリング』は欲しい最低限の情報を突き詰めた分、わかりやすく必要があるはず。自社工場で成果が出たことで、他社でも需要があるとみてすぐに外販準備に着手した

スマート化の主目的

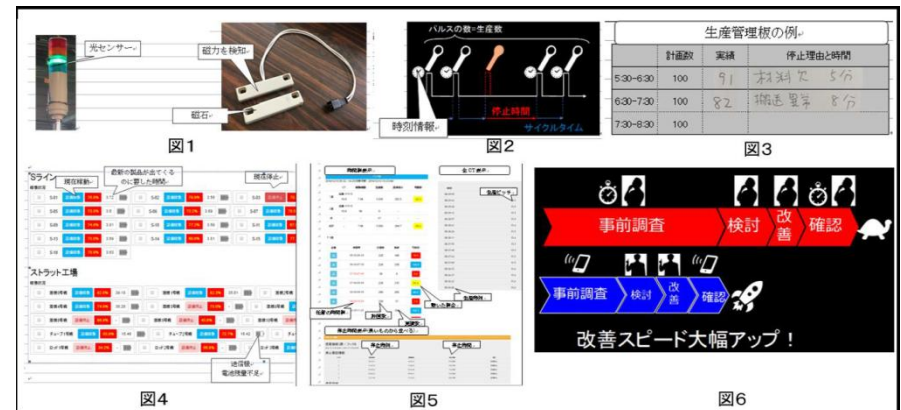
設備・ヒトの稼働率の向上

導入したプロセス

生産

スマート化の概要

- 販売するシステムは、米ソフト開発大手のレッドハットの協力を得て開発した「製造ラインモニタリングサービス」。
- 設備の稼働・休止の把握と生産の所要時間をリアルタイムで把握できるのが特徴で、設備を動かす必要がある時に正常に動く確率を示す「可動率」が一覧表になっている。製品を1つ作るのに必要な「サイクルタイム」もわかる。
- 部品が1個完成するたびに点灯する表示灯に安価な汎用センサーを外付けしたり、設備が1個完成品を押し出すたびに動く部分に250円のリードスイッチを取り付けたり。検知するたびに、電池可動式の発信器から無線LANで親機に送信し、クラウドを通じてスマートフォン（スマホ）など各端末で稼働状況が把握できる。
- その分、値段は月9800円と安価で済む。既存の設備に機器を外付けするだけなのでLAN工事なども不要と、中小企業でも参入しやすいのが売り。



出典：ロボット革命イニシアティブ協議会ウェブサイト、「IoTとAIを用いて設備稼働状況モニタリング及び報知システム」i Smart Technologies 株式会社
https://www.jmfrri.gr.jp/content/files/Open/2017/20170210_IoT-usecase-SME/31_iSTC.pdf

事例6. 生産設備でエッジコンピューティング、リアルタイム解析対応の後付けモジュール

取り組んでいる企業

企業名：株式会社ジェイテクト（愛知県刈谷市）

製品・サービス：自動車部品、センサ、工作機械

関連産業・市場：工作機械、P L C

スマート化の背景

- ジェイテクトは人と設備が協調し、人の知恵が働く、人が主役の工場をスマートファクトリーと位置付け、IoE（Internet of Everything）の導入・進化のステップ（1.ものをつなげる、2.情報をつなげる、3.改善をする、4.範囲をひろげる）を定義し、それぞれのステップで4つのIoEソリューションを提案している。
- 「改善をする」ステップにおいて、「人」が改善をしやすくする機能を搭載し、更にデータ解析エンジンとアプリケーションソフトウェアによって、品質、保全、生産のIoEを効率的に推し進め、新たな価値を創出する「バリューソリューション」を提案している。

スマート化の効果・成功のポイントなど

- オープンプラットフォームとして以下の3つの特徴を有する
 - ① 既存の設備に簡単につながる。
 - ② データを収集・蓄積・解析するための機能、必要十分なメモリ容量が搭載されている。
 - ③ お客様が簡単に判定出力する機能や、アプリケーションソフトウェアを簡単に組み込むことができる。

スマート化の主目的

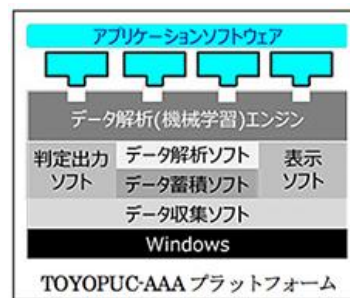
設備・ヒトの稼働率の向上

導入したプロセス

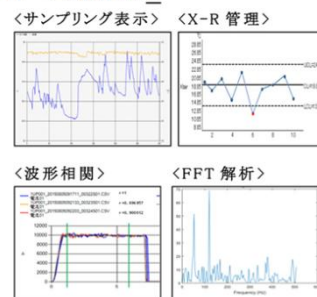
生産

スマート化の概要

- ジェイテクトは2016年11月1日、エッジ型解析モジュール「TOYOPUC-AAA」を発売した。既存の生産設備に容易に接続が可能で、データを収集・蓄積・解析できる。
- PCと同様にイーサネットポートとUSBポートを各2基装備し、オープンなプラットフォームとしてシステムを容易に構成できる。アナログRGB出力端子も備え、ディスプレイに直接接続することもできる。
- OSには、Windows Embedded Standard7を搭載。サンプリング表示や波形相関など、さまざまなデータ表示が可能で、特別なソフトがなくても生産設備の情報を見える化できる。データはCSVファイルで保存され、PCなどで自由に加工することも可能。
- エッジコンピューティングによるリアルタイム解析にも対応した。また、データを収集・蓄積・解析する基本機能に加え、機械学習エンジンを搭載したアプリケーションパッケージも用意した。外付けのHDDも増設可能で、必要なメモリ容量を確保できる。
- 同社では、シリーズ全体で年間500台の販売を目指すとしている。



■データの解析表示例



出典：ジェイテクトウェブサイト
「エッジ型解析モジュール「TOYOPUC-AAA」を開発、販売開始」
https://www.jtekt.co.jp/news/161031_2.html

事例7. 2020年、「ダントツ工場」実現に向けた道筋

取り組んでいる企業

企業名：株式会社デンソー（愛知県刈谷市）

製品・サービス：素形材加工、部品加工・実装・組立（全工場）

関連産業・市場：自動車、金属製品、機械

スマート化の背景

- ドイツの「Industrie 4.0（インダストリー4.0）」と米国の「Industrial Internet Consortium（IIC）」の動きによって業界の既存のルールなどさまざまなものが破壊され、製造業は大きな変革を迫られている。
- 個別の設備／生産ライン／工場の可視化や最適化に留まっていたデータ活用を、IoTによってデータ活用の範囲を広げ、生産性向上に生かすための体制を整えておかなければ、グローバル企業としての信頼が低下し、国際的な競争に負けてしまうという危機意識がある。
- 日本にIoT本部、北米及び欧州にIoT分室を設け、世界3極体制でダントツ工場作りを推進する。

スマート化の効果・成功のポイントなど

- 「ものづくりを知る人」に有益な情報を提供することで、一層の革新を実現する
- 生産性30%向上を目指す
- 「止まらない」「不良を造らない」を実現
- 欧米とは異なる日本流スマート工場の実現

スマート化の主目的

設備・ヒトの稼働率の向上

導入したプロセス

開発・設計、生産

スマート化の概要

- IoT活用によって情報の「量」と「質」を高めることで、「ものづくりを知る人」がさらに有益な情報に基づいて、以下の革新活動に取り組めるようにする。
- 「予知・予兆管理」：設備の故障や品質のバラつきなど異常の兆候を早期に捉えることで、「止まらない」「不良を造らない」工場を実現すること
- 「重点管理」：大量のデータから分析・層別された情報に基づいて重要な管理ポイントを見極めることで、現地・現物確認の実効性を高めること
- 「全員オーナー/源流良化」：人の立場や役割に合わせて適切な情報を提供し、改善を促進すること。経営層から生産現場の作業員まで、それぞれが必要としている情報を手軽に使えるようにすることで、「源流良化」と呼ぶ革新的な改善を生み出す。
- 「共創改善」：事業や地域の枠を超えて革新事例を導入すること
- 新しい問題やその解決策を考えるのはあくまで人であり、IoTはそのための情報を得る手段と位置付ける。このようなアプローチによって、欧米とは異なる日本流スマート工場の実現を目指す。

出典：日経テクノロジーオンライン（2016/04/22）

<http://techon.nikkeibp.co.jp/atcl/column/15/335160/042100006/>

事例8. 製造業のものづくりをIoTで支援するソリューションを提供

取り組んでいる企業

企業名：株式会社東芝（東京都港区）

製品・サービス：半導体製造

関連産業・市場：自動車、製造IoT

スマート化の背景

- 今まで利用してきた製造・市場のデータに加え、IoTデータを活用した更なる品質向上・生産効率向上のニーズが高まっている。
- 生産性の効率化を図りたい、製造ラインの故障リスクを減らしたい、予備品を効率的に管理したい、など製造プロセスにおける課題解決のために、東芝の製造・品質ノウハウとデータ処理技術による製造・品質ソリューションを提供。

スマート化の効果・成功のポイントなど

- 製品の滞留状況を分析、セルの組み替えによる滞留解消
- 故障発生時要因分析により、故障発生を防止
- 消耗部品の適正管理による資産管理コスト軽減

スマート化の主目的

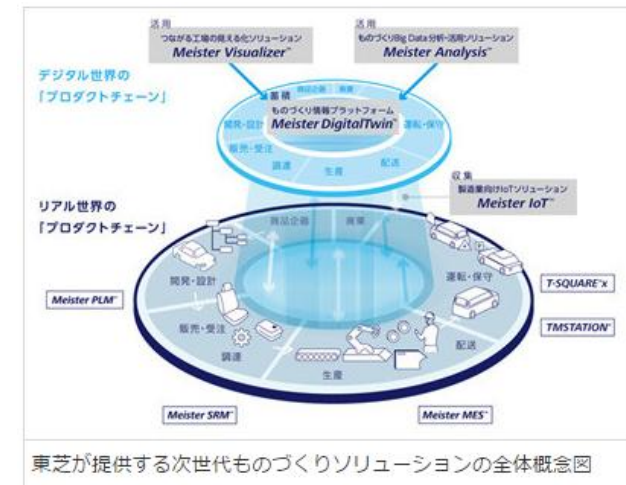
設備・ヒトの稼働率の向上

導入したプロセス

生産

スマート化の概要

- 製造業における次世代型ものづくりに対応する「次世代ものづくりソリューション」を2016年4月より提供する。Industrie4.0やインダストリアル・インターネットなどと提唱される次世代型ものづくりの実現に向けて提供されるもの。主に4つのソリューションで構成される。
- 1つ目は、さまざまな製品・装置の容易なスマート化・ネットワーク接続を提供し、現場・エッジでリアルタイム処理を実現する。
- 2つ目は、製品ライフサイクルの各プロセスをデジタルデータでシームレスにつなぎ、リアルタイムに蓄積する。
- 3つ目は、グローバルな製造現場や運転・保守現場のモニタリングデータをリアルタイムかつ精緻に見える化する。
- 4つ目は、独自の「事象パターン分析技術」を用いてさらなる品質・生産性向上を実現する。



出典：東芝ウェブサイト

<http://www.toshiba.co.jp/cl/industry/automotive/solution2/ninustry.htm>

事例9. 日立が実現したスマート工場、生産リードタイムを50%削減へ

取り組んでいる企業

企業名：株式会社日立製作所（東京都千代田区）

製品・サービス：製造・流通業向け 基幹業務ソリューション

関連産業・市場：製造業・流通業（IT）

スマート化の背景

- 顧客ニーズの多様化やデジタル化の急速な進展により、IoT（モノのインターネット）を活用し多様なニーズに即応できる生産システムを構築することが求められる状況になってきた
- 大みか事業所では長年にわたり、モノづくりの効率化と品質向上の取り組みを行ってきており、2015年からIoTを活用したサプライチェーンと工場の生産活動のデジタル化に取り組み始めた
- 新たに、需要の変化に即応し、人員や部品などのリソースを最適配分し、生産全体の最適化と品質向上を図る工場の理想の姿を「Optimized Factory」とし、同社が提案してIEC（国際電気標準会議）により、国際標準化を進めている

スマート化の効果・成功のポイントなど

- 大みか事業所では実際に、4つのシステムで情報を循環。生産計画の進捗把握と対策や改善、その改善結果の製品設計へのフィードバック、より精度の高い生産計画を立案のサイクルを回すことで生産の高効率化を実現した
- 制御機器の主力製品の生産リードタイムを50%短縮することに成功
- 設計工程で20%、調達で20%、製造で10%を削減

スマート化の主目的

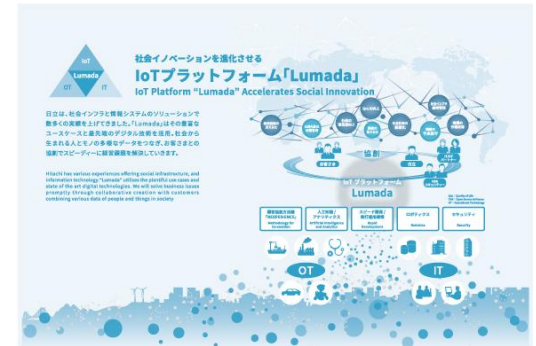
設備・ヒトの稼働率の向上

導入したプロセス

受注・調達、開発・設計、生産

スマート化の概要

- 「作業改善支援システム」と「工場シミュレーター」を導入し、これらと従来も取り組んできた「RFID生産監視システム」と「モジュラー設計システム」を併せた4つのシステムを連携させることで、人、モノ、設備の情報を循環させる高効率生産モデルを確立した。
- 具体的には「RFID生産監視システム」により各工程の進捗を把握し、遅延が発生した工程の対策を検討できるようにする。さらに「作業改善支援システム」で作業時間が通常よりも長くかかっている生産工程を検出し、画像分析などにより問題点を可視化する。
- 蓄積された改善結果は「モジュラー設計システム」を通じて製品設計などに反映する。これら3つのシステムから得られる生産実績データと納期などの情報をもとにした「工場シミュレーター」で最適な生産計画に基づいて、人員や部品などのリソースを最適に配分することで、生産リードタイムを短縮するとともに、部品の早期入荷を抑制する。
- RFIDによる生産監視は7つのラインで、作業改善支援システムは4つのラインで実施している。これらにより作業の遅延などの状況を把握し、作業終了予測などを事前に把握することで、遅れている生産ラインに最初から多くの人員を配置したり、生産目標数を下げたり、最適化を行ったりすることができる。
- 今後、日立製作所では大みか事業所で確立した高効率生産モデルの適用製品を拡大する計画。さらに、「工場シミュレーター」を皮切りに、IoTプラットフォーム「Lumada」のソリューションコアとして2017年度に提供を開始する計画としている。



出典：日立製作所ウェブサイト

<http://www.hitachi.co.jp/products/it/it-pf/mag/ryoko/hsif2016/01/index.html>

事例10. 人とロボットが協調する次世代ものづくりの取り組み

取り組んでいる企業

企業名：富士通株式会社（東京都港区）

製品・サービス：テクノロジーソリューション

関連産業・市場：IT

スマート化の背景

- 富士通は、ものづくりに関する生産活動などのあらゆるデータがつながり、かつ高次元で人とロボットなどの機械が協調生産する次世代ものづくりICTの環境構築実現に向けた取り組みをしている。
- 部品のばらつきに柔軟に対応する自律制御や工程変更に対応する制御プログラムを自動生成するロボットのシステム開発、IoTを活用した工場設備の監視、部品特性や湿度など様々な要因による製造品質の予測などを富士通のものづくりで実践。
- これらをリファレンスモデルとした新たなソリューションを、2015年10月から順次提供。

スマート化の効果・成功のポイントなど

- テクノロジーベースで適性品質に管理された効率的なものづくりを実現
- スマートなものづくり実現へのアプローチ
 - ・ 欲しいもの・こと・場を欲しい時に
 - ・ QCD+E目標の達成、
 - ・ 人にやさしいものづくり

スマート化の主目的

設備・ヒトの稼働率の向上

導入したプロセス

開発・設計、生産

スマート化の概要

- スマートなものづくり実現に向けた主な取り組み例

- (1) 仮想大部屋会議（効果：開発リードタイム 1/2）

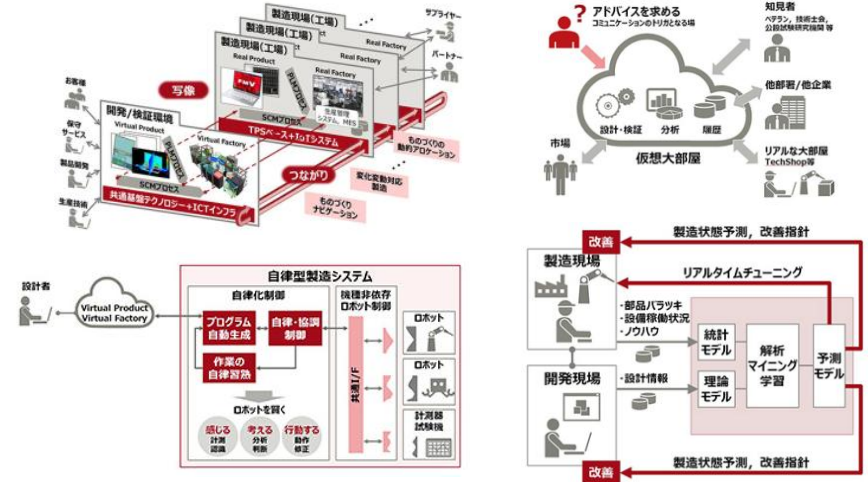
「仮想 / 現実のあらゆる情報を手元に集約、可視化」「仮想と現実を融合し、離れた場の雰囲気を感じる」「必要な時、必要な所に自らの分身をテレポーテーション」

- (2) 変化・変動への柔軟対応（効果：設備立上げ期間 1/2、段替時間 1/10）

「ロボットの機種に依存しない動作プログラムを自動生成」「ロボットが自律的に行動、部品のバラツキや設備の経年劣化に対応」

- (3) ものづくりナビゲーション（効果：設備停止 1/10、製造不良 1/10）

「開発 / 製造データから更新したモデルを元に製造状態を予測」「設計値と実力値のギャップを開発・製造現場にフィードバック、双方の改善をナビゲート」「改善の横展開を高速化」



出典：富士通ウェブサイト

<http://www.fujitsu.com/jp/solutions/industry/manufacturing/monozukuri-total-support/services/kakushintai/new-services-01/?pr20150306>

事例11. 人と機械が協調して働くスマート工場

取り組んでいる企業

企業名：株式会社IHI（東京都江東区）

製品・サービス：総合重工業

関連産業・市場：加工・組立

スマート化の背景

- IoTは工場などの生産現場においても例外ではなく、機械同士がつながり、情報のやり取りをする M2M (Machine to Machine) の世の中となっている。センサーの小型化とネットワーク化が進んでおり、得られた情報を用いたリモートメンテナンスや故障の予測などのデータ活用事例も増えてきている。
- 一方、人についても情報提示や力のアシストなどのため、コンピューターやセンサー、アクチュエーターを身にまとうウェアラブル機器も進歩しており、機械同様に人の情報も多く得られるようになってきた。
- このように、工場内で機械と人、双方の情報を基に 機械と人が互いの利点を活かして協働することで、工場は高い効率と品質を兼ね備え、しかも人が快適に働ける「スマート工場」となる。

スマート化の効果・成功のポイントなど

- センサーの小型化とネットワーク化
- 人工知能による情報の解析と ノウハウの抽出、最適化
- 人の意図の理解による協調作業

スマート化の主目的

ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減

導入したプロセス

生産

スマート化の概要

- センサーの小型化と無線ネットワーク化により人や機械がどこにいてもより細かく・より多様な情報を取得できるようになった。
- 人工知能によって多数のセンサーの情報を解析することで、取得した情報から意味ある情報を推定できるようになった。例えばマシニングセンターの稼働時間、電力量、振動などから、より速く加工でき、しかも工具寿命を延ばす加工条件を求め、次の加工にその条件を反映することができる。ウェアラブル機器からは、人の歩行距離や関節に掛かる力を計測し、人によって作業負担に偏りが生じないよう、仕事の割り当てを変え負担を均等化する。
- 人の意図に応じて機械が動作することで、機械は人に合わせて適切な作業やサポートが行える。例えば、人が組立作業を行っているならば、機械は次に組み立てるべき部品を適切なタイミングで供給する。人と機械がともに品物を運搬するならば、人が進みたい方向に、かつ人に負担が掛からないように運ぶ。
- スマート工場では多くの情報を得ることで人と機械の状態を正確に知り、ノウハウや意図を抽出して作業の効率と品質を高めることができた。さらに機械は人を助け、協働することで、人と機械がお互いの利点を活かした作業が可能となった。いわば、情報を活用した、人と機械の協調による生産プロセスの進化である。スマート工場によって人はより快適に作業でき、あるいはより付加価値の高い作業に打ち込むことができ、優れた品質で製造を行う工程と相まって、世の中にはますます優れた商品が増えていく。



出典：IHI 技報 Vol.54 No.4 (2014)

https://www.ihico.jp/var/ezwebin_site/storage/original/application/e27508d6d112e5e2c9a43cecc53f751d.pdf

事例12. ロボットの“夜勤”を人が支援

取り組んでいる企業

企業名：オークマ株式会社（愛知県丹羽郡）

製品・サービス：NC工作機械、NC装置、FA製品、サーボモータ、その他、製造・販売

関連産業・市場：工作機械

スマート化の背景

- 日本で作って世界で売るためには、生産性を極限まで高めた工場が必要と考え、1日24時間、週7日フル稼働する究極の工場を目指した。
- DS1（ドリームサイト ワン）は、本社工場にて2013年より稼働し、複合加工機、中・大型旋盤、立形旋盤を生産。部品工場と組立工場で構成され、素材投入→部品加工→取揃え→ユニット組立→総組立→立会検査→出荷を一貫して行う、自己完結一貫生産工場である。
- 部品加工設備は、自社製の大型門形マシニングセンタ、横形マシニングセンタ、複合加工機、研削盤など最新の加工設備機 40台を配置し、FMS、ロボット、ローダー、切削液の自動供給装置、切り屑の自動回収システムなどにより、24時間、7日間稼働を目指す加工システムを構築している。

スマート化の効果・成功のポイントなど

- 「見える化システム」によるログ情報の収集により、改善策を検討し、ロボットの生産性を高める
- シミュレーションソフトを利用し、問題点の洗い出しを行ってから装置へ反映

スマート化の主目的

ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減

導入したプロセス

生産

スマート化の概要

- 素材の投入や加工後の部品の取り出しは、走行ロボットがこなす。加工に不可欠な切削液の補給や、加工時に排出される切りくずの回収まで自動化。
- 生産性向上の鍵を握るシステムが「見える化システム」であり、加工用装置や走行ロボットなどのログ情報を収集。稼働状況をフロアマップやグラフで表示する。
- 工場内にはタッチパネル式の大型モニターを配置し、現場の作業者がいつでも確認できるようにしている。見える化システムでは、エラーで停止した装置や時間帯を赤色で表示し、何が原因なのかを人が見極め、改善策を検討することで、ロボットの生産性を高めていく。
- 新規部品の場合は、加工時間を短縮するため事前にシミュレーションし、先に問題点を洗い出す。解決策を用意してから、実際の加工用装置で作業を進める。



最新の門形MCを一貫導入



高精度部品に欠かせない、熟練の技



太陽光発電パネル、壁面緑化を採用し、環境にも配慮



工場内をオープンなレイアウトとして、変種・変量生産に対応する組立エリア

出典：オークマ株式会社ウェブサイト

<http://www.okuma.co.jp/factory/ds1/index.html>

事例13. TOTO社員も驚いた匠ロボットの技 - ロボットが現場を革新

取り組んでいる企業

企業名：TOTO滋賀工場（滋賀県湖南市）

製品・サービス：住宅設備機器

関連産業・市場：成形・組立

スマート化の背景

- TOTO滋賀工場では、23年ぶりとなる大型投資で最新鋭の技術をつぎ込み、国内外全ての工場のモデルとなる先端の製造現場を作り上げた。

スマート化の効果・成功のポイントなど

- バーコードから呼び出せる475項目の品番や工程で発生する各種ログ情報を、製造ビッグデータとして工程管理や品質管理、出荷後のトレーサビリティなどに活用している。

スマート化の主目的

ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減

導入したプロセス

生産

スマート化の概要

- ラインを流れる衛生陶器は1個1個、品番が異なる混流生産。貼り合わせる位置も毎回違ってくる。そうした状況でも、ロボットは最新のセンサー技術を使い、寸分の狂いもなく貼り合わせ位置の違いを正確に識別。かつ迅速に位置を合わせられるようにプログラミングされている。
- 釉薬（ゆうやく）を吹き付ける「施釉（せゆう）」と呼ぶ作業工程を3台のロボットを同時並行に動作させることに置き換え、ラインも3方向に分岐できるように、新たに組み替えた。3台のロボットのうち1台でも動いていれば、ラインを止めずに済むように工夫されている。
- 釉薬を塗布するロボットが、配置された衛生陶器の型番に応じたプログラムをそのつど読み込んで施釉作業を実行する。ラインを流れる衛生陶器は外観がバラバラなので、品番に応じて実行するプログラムを変えている。
- ICタグやドットパターンをパレットに組み込んでおり、衛生陶器に貼り付けたバーコードにひも付けて、一元管理している。
- ICタグやドットパターンを読み取れば、パレット番号が分かり、パレット番号とひも付くバーコードも分かる。バーコードから、品番や工程で発生する各種ログ情報を呼び出せ、その項目数は475項目に及ぶ。

出典：日経BP社（2016/01/19）

<http://itpro.nikkeibp.co.jp/atclact/active/15/011500165/011500002/>

事例14. 手書きの生産管理版をタブレット化

取り組んでいる企業

企業名：株式会社半谷製作所（愛知県大府市）

製品・サービス：自動車・冷熱の部品製造

関連産業・市場：部品製造（自動車）

スマート化の背景

- 仕事内容が変化していくことを見据え、人の成長と改革のスピード化を目指す。
- 生産管理システムの活用や改良を、従業員が主体となって進めることにより、10年後に主役となれる人材を育成したい。
- 2005年の生産管理システム導入から10年近くかけて、段階的にブラッシュアップしてきた。

スマート化の効果・成功のポイントなど

- 社長が導入の号令をかけ、活用や改良は従業員が主体となって進めた
- システムを作りっぱなしにせず毎月会議で労働生産性の目標と実績を確認し、意見を出し合った結果、スピード経営の実現と製造機械の稼働にゆとりを確保し新規受注に成功
- 過去4年での売上高は約1.1倍、人件費は約5%削減。
- 生産データ収集がほぼリアルタイムになり問題点に対する対応が迅速化

スマート化の主旨

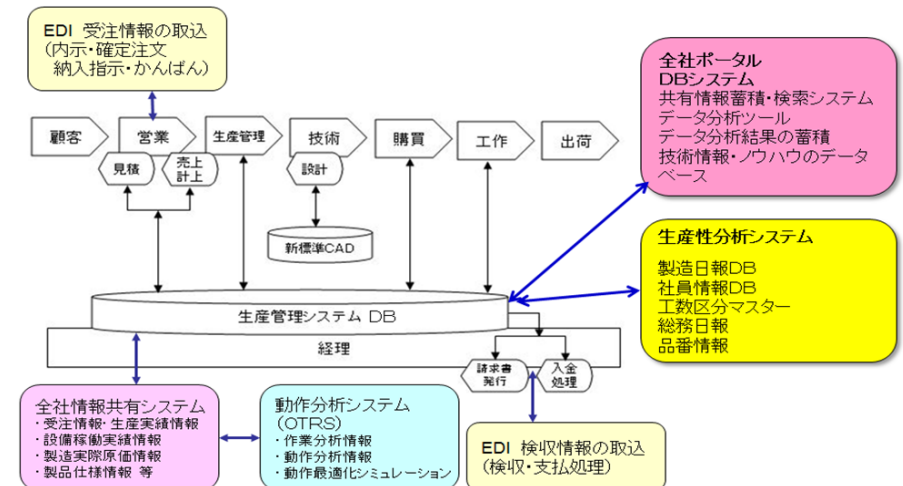
ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減

導入したプロセス

生産

スマート化の概要

- 現場が「生産管理板」と名づけたシートに毎日の実績を記録し、データ化して時間当たりの出来高（個数）を見える化。システムが使いにくい部分はデータベースを作って改良したり、欲しい数字がすぐ取れるようExcelのマクロを組んだりした。
- 手書きの「生産管理板」をタブレットに置き換えた。現場の実績がシステムにダイレクトに蓄積され、実績把握や異常の検知もスピード化された。さらに、IoTに対応した機械の導入により、生産情報や機械の稼働情報を自動収集することも予定している。



出典：

2016年攻めのIT経営中小企業百選（平成28年6月）経済産業省

http://www.meti.go.jp/policy/it_policy/investment/it_keiei/100sen_gaiyo_2016.pdf

事例15. 工場オペレーションにIoTを駆使

取り組んでいる企業

企業名：株式会社エクセディ（大阪府寝屋川市）

製品・サービス：自動車のクラッチ・トルクコンバータ等の製造

関連産業・市場：自動車部品

スマート化の背景

- 自動車部品業界の競争が激化する中、「正確なデータに基づく経営」を支える柔軟かつ拡張性の高い基幹システムの整備し、世界23カ国41社の各拠点の情報をタイムラグなく把握する仕組みの構築が急務になっていた。
- 生産管理システム「EXPRESS」は、2013年度に構想着手、2014年度に1年で自社開発、国内外のAT拠点全てに導入され運用を開始、順次改良を重ねている。
- 基幹業務システム「RE-IS」も自社開発し、省人化のための単なる自動化では不十分であるとして、IoTを駆使して人の仕事をより高い次元へとシフトさせていくためのスマート化を推進。
- 国内外とも生産ラインは見える化を徹底しており、経済産業省の「スマート工場実証事業」にて実証実験も実施中。

スマート化の効果・成功のポイントなど

- システムを外注するとやりたいことができずコスト面からも進まなくなるため、自社がやりたいことを踏まえて自社開発した（企業（経営者）としての考え方が重要）
- 新たにセンサー等を取り付けるのではなく、既にある設備や装置データをデジタル化、見える化することから始めた。
- EXPRESSの運用・定着により、データが見える化する段階からデータを活用する段階となっている。自社内でEXPRESSを利用した教育プログラムを実施するなどQCサークル活動を通じた人材育成に取り組んでいる。

スマート化の主目的

設備の故障に伴う稼働停止の削減

導入したプロセス

生産

スマート化の概要

- 生産技術システム「EXPRESS」により拠点別の品質関連情報を集中管理。Webベースで各拠点から参照可能であり、工場の状況をリアルタイムに把握できる。
- 拠点別メニューにより、各ラインごとのリアルタイムの出来高や出来高の過去4週間推移、各ラインのセル別出来高、停止時間などの稼働状況、品種別生産状況や設備停止等の時系列情報、品質記録として3次元測定器の結果、特殊工程の設備状況や不良判定の結果などが確認できる。
- 現場からラインの稼働状況、QC工程表、金型の加工・検査情報やメンテ履歴を個体管理する「金型カルテ」も確認でき、不具合の対処や予防もしやすくなった。
- 「設備カルテ」により、設備故障の原因特定やメンテナンス履歴を参照することで予知・予防保全が可能になった。
- その他、QRコードによる個体管理により不良発生時の個体特定や不具合原因を特定可能となり、熟練者の判断を加えることで不良発生の未然防止、機械の異常発生防止が可能となった。生産ラインの自動化により7人から2人にまで人手を削減し人による品質のバラつきを無くすことができた。
- 金型の技能伝承にも活用。熟練者の組立ノウハウをアニメーションで見せる教育ツール「VPS」を用いた結果、組立作業が34%スピードアップ。金型設計部門でも3Dデータ化と標準化により設計リードタイムを半減

EXPRESSシステムのイメージ
図を提供いただく予定

出典：

- [1] 日経ものづくり、2014年10月
<http://techon.nikkeibp.co.jp/article/NEWS/20140930/379762/>
- [2] 日本物流新聞
<http://www.nb-shinbun.co.jp/5349/>
- [3] エクセディ社内報 ステップ、Vol.340、2017.01

事例16. M2Mサービスで製造ラインを遠隔保守するサービス

取り組んでいる企業

企業名：株式会社栗本鐵工所（大阪府大阪市）

製品・サービス：建材用・産業用鋳鉄管・パイプ類の製造

関連産業・市場：鍛造機械プレス

スマート化の背景

- 海外の現地で万一のトラブル時に、大型産業機械の状況をすぐに把握できないために調査や復旧に工数を要するという課題があった。
- お客様の課題を克服し、栗本鐵工所の専門技術員が該当機械の状況を日本からリアルタイムに把握し、遠隔で迅速な復旧やお客様作業員への手厚いサポートを実施するため、富士通のM2Mサービスを利用してビジネスを開始。

スマート化の効果・成功のポイントなど

- 機械停止時間の最小化・過去履歴などのノウハウ共有・原因調査を目的とした専門技術員派遣に必要な費用の削減が可能
- 今後、設備稼働情報に基づいた製品開発や予防保全提案を行っていくことで、顧客の製造ラインが海外でも効率よく安定稼働できるよう取り組んでいく

スマート化の主目的

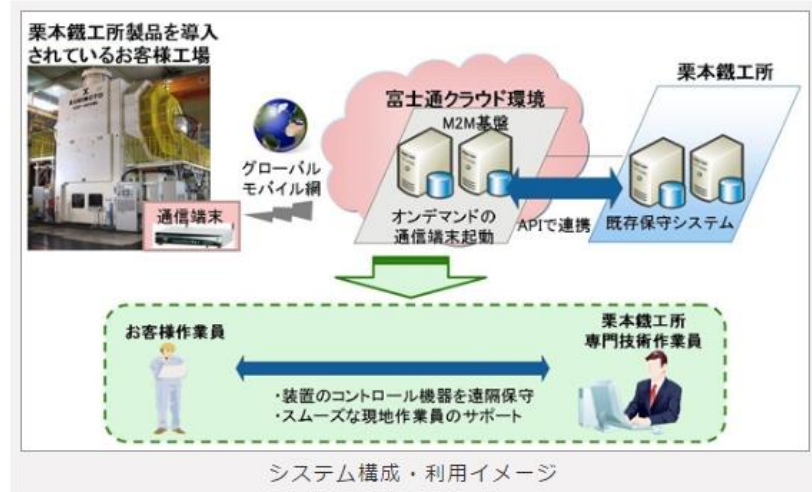
設備の故障に伴う稼働停止の削減

導入したプロセス

生産

スマート化の概要

- 富士通のクラウド基盤を活用した「FENICS II M2M (Machine to Machine) サービス」を利用して、栗本鐵工所の顧客先に設置された鍛造用機械プレス「C2F シリーズ」の保守情報をオンデマンドで取得する仕組みと、既存の栗本鐵工所の保守支援システムとを連携させるというもの。
- これにより、海外の現地工場で万が一トラブルが発生した場合でも、栗本鐵工所の専門技術員が該当機械の状況を日本からリアルタイムに把握し、遠隔で迅速な復旧や現地の作業員へのサポートを実施することができるようになる。
- 今回のサービスは中国とインドの現地工場で導入されており、現地のモバイル通信サービスを活用できる富士通の「FENICS II M2Mサービス」を用いることで、3か月という短期間で構築・検証を完了し、ビジネスを開始した。



出典：栗本鐵工所ウェブサイト

<http://www.kurimoto.co.jp/release/2014/01/pdf/20110802.pdf>

事例17. IoT活用による工場の生産活動最適化

取り組んでいる企業

企業名：富士通株式会社/株式会社島根富士通（島根県出雲市）

製品・サービス：PCタブレット製造

関連産業・市場：ネットワーク製品製造

スマート化の背景

- 富士通グループの各工場は、これまで数々の改善活動を実施し、製品の品質および業務の効率向上に取り組んできたが、それらの改善活動では人手による定量測定が必要であり、その自動化が課題であった。
- 島根富士通では、トヨタ生産方式（TPS）をベースとし、ICTを活用した「富士通生産方式（FJPS）」を導入してきた。FJPSにより、カスタムオーダーに対応した受注生産や、製造ラインの見える化などに取り組んでおり、生産の最適化を追求し続けている。
- 富士通ではCADやシミュレータなどのツールを自社内で開発し開発環境として活用している。

スマート化の効果・成功のポイントなど

- 優れた現場力を意味するオペレーショナル・エクセレンスがキモ。自動化装置などに焦点があたりがちだが、人材力を含め、目に見えないソフトが最大の推進力。
- データ連携と人と機械の協調生産により、品質向上に加えて生産リードタイムは従来の1/5に短縮。
- 独自のシミュレーション技術で最適化し現場のカイゼンで磨き上げる。

スマート化の主目的

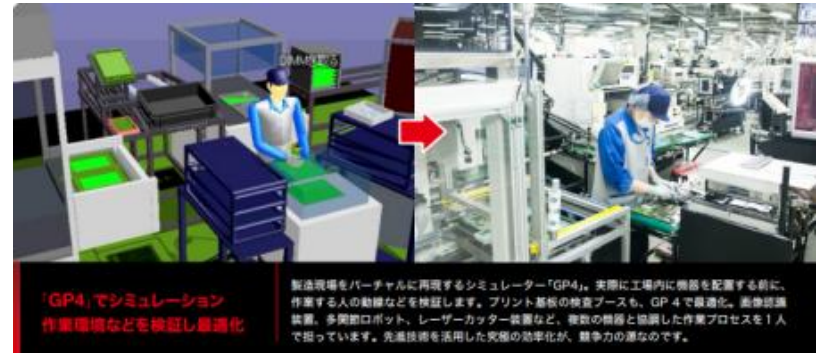
生産ラインの設計・構築の短縮化

導入したプロセス

生産

スマート化の概要

- 作業エリア内で全ての対象製品の位置を把握するために、BLE（Bluetooth Low Energy）センサーを活用した位置情報を約1m単位の精度で収集し見える化。そこから得た位置情報と生産情報をひも付けた状態で対象製品をリアルタイムに見える化する仕組みを取り入れた。
- 本取組みで、製品の滞留位置と優先順で作業終了時間の推測など、リペアーの進捗がリアルタイムに把握可能となった。また、作業者が優先的に行う作業を早期判断することで、出荷までに発生する付帯作業の工数が改善した。その結果、各作業者は本来の業務に専念できるようになり、作業の効率化につなげることができた。
- 特徴的な取組みの一つで製品設計のCADデータを生産現場でも活用している。VPS（Virtual Product Simulator）という自社開発したツールで、生産の手順などを仮想的に検証。製品の試作評価や生産準備に活用している。製品の構造などを可視化できる「デジタルモックアップ」は、実際の生産ラインを構築する前に必要な生産設備が把握でき、人と機械の協調生産に役立っている。



出典：

[1] 経済産業ジャーナル（2015年4・5月）

http://www.meti.go.jp/publication/data/newmeti_j/meti_15_04_05/book201/book.pdf

[2] FUJITSU.67,2（03,2016）

<https://www.fujitsu.com/jp/documents/about/resources/publications/magazine/backnumber/vol67-2/paper11.pdf>

事例18. 土岐事業所に金型IoT 工場建設 投資総額100 億円— 生産能力1.5 倍、納期50%短縮 —

取り組んでいる企業

企 業 名 : 株式会社アマダ ホールディングス (神奈川県伊勢原市)

製品・サービス : 金属加工機械

関連産業・市場 : 金属加工

スマート化の背景

- 昨今の板金加工業界はグローバル大競争のなかで、変種変量生産への対応、自動化、長時間運転への対応等のニーズの高まりがある。
- 従来の工場は材料の搬入から仕上げ工程までの一貫ラインで生産しているが、新工場では各工程を自動化したセルラインで構成し、顧客ニーズに柔軟に対応する変種・変量生産を実現する。パンチング金型を究極の年間8760 時間（但し夏休み、年末年始とメンテを除く）、自動化、完全無人化で生産。
- アマダHDは2016度に策定する中期経営計画で、金型を含むサービス事業の強化を掲げている。岐阜県土岐事業所の新工場の稼働を通じて、顧客サービスを向上し、全世界における金型の売上高を現状の200億円から、将来的に300億円に引き上げるとしている。

スマート化の効果・成功のポイントなど

- 生産能力 1.5 倍の3万本、金型納期 50%短縮。一人当たりの生産高も1250本から5000本に高め、人員を16人から6人の1/3に削減。
- 従来4日間で完成だったものが受注後3時間以内での加工出荷が可能になる
- 無窓化やLED照明の採用、省エネルギー設備の導入などにより、消費エネルギー量は約40%減らせる見込み

スマート化の主目的

多様なニーズへの対応力の向上

導入したプロセス

受注・調達、生産、物流・販売

スマート化の概要

- 工場の全ての設備をネットワークで接続し、ワークに刻印したIDを利用することで、設備やセルの稼働・進捗・負荷の状況などをリアルタイムに管理する。
- 素材から完成までの製品トレーサビリティを、IDをキーとして参照することも可能。
- 微細な傷やバリなどの検査・除去に画像処理技術を適用し、無人化の拡大と品質の安定化を図る。
- 品質に関しては、無窓化によって年間を通じた適正温度の維持を実現。特に完成工程（刃先仕上げ）を実施する恒温室は23±1℃で管理する。遠隔メンテナンス機能により、予防・予知保全に加えてトラブル発生時の原因究明を遠隔地から実施することも可能とした。
- 新工場の建設と併せて同社は、Webシステムをベースとする新しい販売システムを構築する。新工場と同システムの連携により、顧客による発注から金型の納品、アフターサービスまでの全工程を一括管理する。
- 具体的には、新しい金型供給システムとして「お客さま専用Webマイページ」を用意。顧客は、パソコンやタブレット端末、スマートフォンを使い、日時を問わずに各種サービス（[1] 見積もり、[2] 発注、[3] 技術データの取得、[4] 納期と出荷・配送予定の把握、[5] 加工情報の取得、[6] 生産実績の振りなど）を利用できる。



出典：アマダホールディングスニュースリリース（2016年5月12日）

http://www.amadaholdings.co.jp/info/press/pdfs/000216_1.pdf

事例19. 中小企業の共同受注グループによる見積り～受注プロセス連携

取り組んでいる企業

企業名：株式会社今野製作所（東京都足立区）

製品・サービス：油圧機器事業、板金加工事業、受託開発事業

関連産業・市場：金属加工（油圧機器、板金加工）

スマート化の背景

- 2010年から外部有識者とともに社内の業務プロセスの見える化プロジェクトを立ち上げ、情報共有、情報連携、一元化、見える化のためのシステムを自社で開発し、小さなシステムを組合わせてデータ連携可能な生産管理システムを低コストで構築。
- 板金加工事業の生産管理システム刷新の際に、企業内だけでなく、これまでも連携していた異分野・同業の3社間でも同じようにシステム構築できると考え、共同受注グループとして共通テンプレートシステムを開発した。

スマート化の効果・成功のポイントなど

- 「引き合い～提案業務」の生産性向上による受注拡大

情報共有、業務の見える化、見積り作業の標準化とIT活用による工数削減、担当者の複線化が図られ、回答リードタイムを無理なく半減可能。顧客サービス向上、受注確率を高め、売上拡大につながると期待。見積り提出を受領後2日以内を目指す。

- 工程進捗情報の見える化による信頼性の向上

受注企業と協力企業との工程進捗情報の共有は、双方の納期推進業務の事務工数削減をもたらす、納期面での安心感、信頼性を向上させる点で顧客サービス向上となり、受注拡大につながる。

スマート化の主目的

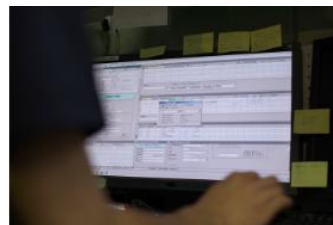
提供可能な加工技術の拡大

導入したプロセス

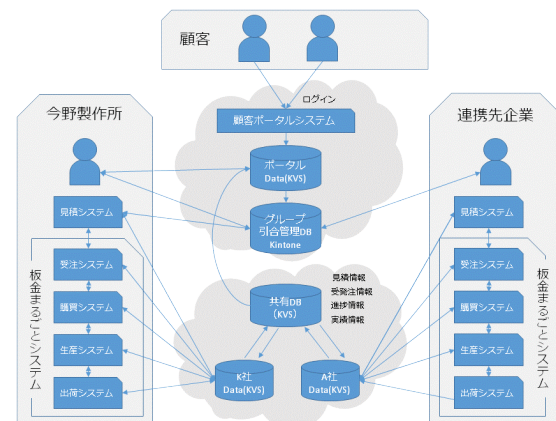
受注・調達、生産

スマート化の概要

- 新たな市場を開拓し新規受注を獲得するための「見積り～受注プロセス」におけるデータ連携、顧客と繋がるポータルシステム「板金まるごとシステム」を開発。
- 具体的には、①見積りデータ連携システムの開発、②生産管理システムの工程進捗データ連携機能の開発、③顧客用Webポータルサイトの開発の3事業に区分され、①、②は運用されており、③顧客用ポータルサイトを開発中。
- 2015年度のIVI（Industrial Valuechain Initiative）における活動成果を踏まえたものであり、株式会社今野製作所を実施主体としつつ、開発したシステムの実証については株式会社西川精機製作所、株式会社エーアイエスを含め、それぞれ東京都下において異分野の金属加工業を生業とする3社による連携体、「東京町工場ものづくりのワ」による「つながる町工場プロジェクト」として推進している。
- 中小企業が自らある程度のIT構築能力を獲得し、SI企業との協働関係でIT化を図るという点でも、その推進方法自体が、今後の中小企業のIT化のひとつのモデルになり得る点で、横展開性の高い取組である。



出典：ロボット革命イニシアティブウェブサイト
<http://usecase.jmfrri.jp/#/>



出典：今野製作所様ご提供

事例20. センサー付き“スマート金型”で微小欠陥発見へ

取り組んでいる企業

企業名：株式会社岐阜多田精機（岐阜県岐阜市）

製品・サービス：自動車部品用金型、OA機器用金型、など

関連産業・市場：射出成形金型製造

スマート化の背景

- 射出成形立上げ時の成形条件出しや生産時の不良検出を目的に、金型内の圧力・温度を測定して見える化するセンサーシステムの導入が進んでいる。
- 現状ではショットごとの測定データを見て判断する利用が主であるが、プロセスを見える化することで成形に関する大量のデータを容易に収集することができ、ビッグデータ解析によって工場全体の生産性や品質向上にも活用できるものと期待されている。

スマート化の効果・成功のポイントなど

- 金型を使う成形機や向上が変わっても通常の型換え作業のみで成形データの取得が可能
- 将来的にセンシングにかかる費用の低下が期待できる
- 保守サービスや製造条件のコンサルティング分野まで踏み込んだ提案が可能

スマート化の主目的

新たな製品・サービスの提供

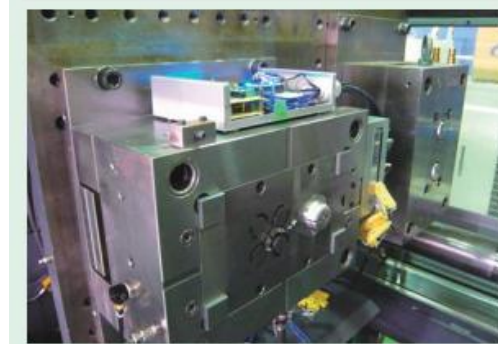
導入したプロセス

製品稼動・サービス提供

スマート化の概要

- 射出成形用金型にセンサーを取り付け（スマート金型）、温度や圧力の変化で成形状態を確認する。弁当箱程度の小型システムで、金型と一体で常時運用できる。
- 微小な欠陥や樹脂内部の異物混入などの不良発見に効果が期待できるほか、生産立ち上げ時の迅速化につながる。製造条件を残せるため、不具合発生時には原因究明にも活用できる。
- システムは温度や圧力、振動といったデータをセンサーで集め記録する。圧力や温度などの変化から製品の良否や金型の劣化度合いなどを推定できる。
- 金型業界でもモノのインターネット（I o T）時代を見据えたビジネス展開が期待できる。新システムは射出成形に必要な機能に絞り込むことで小型化を実現。現在、量産の成形条件下でシステムを活用し、有効性の確認を行っている。
- 岐阜県情報技術研究所（岐阜県各務原市）との共同研究で開発。

金型とスマートモジュール



出典：ものづくり白書2016、経済産業省

http://www.meti.go.jp/report/whitepaper/mono/2016/honbun_pdf/pdf/honbun01_01_02.pdf

事例21. 射出成型機やロボットで予防保全

取り組んでいる企業

企業名：東芝機械 株式会社（静岡県沼津市）／
東芝電子エンジニアリング株式会社神奈川県横浜市）

製品・サービス：射出成形機・工作機械／データ活用ツールの販売

関連産業・市場：工作機械／産業用電気機器

スマート化の背景

- 世の中のニーズが、製品である「モノ」から、製品に+αの付加価値をつける「モノ+こと」へと急激に変化する中で、工作機械の付加価値向上を目指し、独自開発の“IoT+mプラットフォーム”によるIoT活用ソリューションを提案
- 工作機械のIoT活用ソリューションとして展開し、集めたデータに対して当社が長年培ってきた技術と経験を加えることで工作機械の付加価値を向上させ、生産性向上を目指す。

スマート化の効果・成功のポイントなど

- 産業の垣根を越えた生産性向上を実現するとして、以下の3つのポイントを掲げている。
- ① ゼロダウンタイムを目指し突発故障を未然に察知
 - ② 既存・新規設備にIoTを組み込むことで、機械の状態を「見える化」
 - ③ スマートファクトリー化へお客様の課題を「共創」で解決

スマート化の主目的

新たな製品・サービスの提供

導入したプロセス

製品稼動・サービス提供

スマート化の概要

- 機械の温度、湿度、振動の稼働データをセンサーで収集して分析し、機械が故障する予兆をとらえて顧客に早期のメンテナンスを勧める。機械が故障で停止する時間が無くなるため、工場の生産性を高められる。
- (1) 監視IoT：センサ等からのデータ収集・蓄積により各種機械の状態を可視化
 - (2) 保守IoT：機械に取付けたセンサから収集したデータを分析し、故障予兆を監視
- 東芝電子エンジニアリングが品質工学の知見を生かし、データ分析で協力する。東芝機械は分析結果を基に、機械の適切なメンテナンス時期を見極める。
 - 温度などのデータ以外にも、射出成形機の成形条件など機械に蓄積した情報を収集し、3要素と照合して分析する。
 - サービス開始から当面は機械の過去のメンテナンス履歴を提案時期の参考にする。提供を始めてから時間が過ぎるほど、取得するデータ量が増えて分析精度が向上し、より最適なタイミングで提案できると見込む。



出典：東芝機械ウェブサイト

<http://www.toshiba-machine.co.jp/jp/NEWS/technology/20161111.html>