

生産計画でのIoT化のポイントと現場改善の効果



サステナビリティ・コンサルティング 石川 和幸

「生産計画」にIoTを導入することのメリット

生産計画にIoT(Internet of Things)を導入するメリットは以下の3点である。

1つ目はデータ収集の効率化、2つ目は実績・状況フィードバックの迅速化、3つ目は業務統合度の向上である。この3点から導き出されるビジネス上の効果などについて以下に述べる。

1. データ収集の効率化

生産計画には、作業実績、作業進捗のデータが必要である。通常、こうしたデータは人手で収集されていることが多い。そのため迅速に収集することができない。

多くの製造業では1日の終わりに実績情報が手作業で集められ、それを人間が精査し、誤りを直さなければならない。人間はミスをするので、実績・進捗データにミスが生じるからである。つじつまが合わない実績もあれば、合計するとおかしい実績もある。そのため実績・進捗データの収集に工数が投入される。データ収集が人海戦術になり、直接生産時間に貢献しない間接工数が膨大になっていく。

こうしたことをIoT化によるデータ収集の自動化で迅速に行い、付加価値のない作業工数を解消するのだ。IoTのデータ収集の方法はセンサだけでなく、設備からの直接取得やプログラマブルコントローラー(PLC)による収集、RFID(無線識別)を使った収集、人間やモノにビーコン(発信機)をつけて無線でデータを飛ばし、収集するなどのさまざまな方法が検討できる。

ただし、単にデータ収集の迅速化だけを眼目にIoTを考えてはいけない。このような作業レベルの改善では、とてもIoT機器とシステム導入の投資額を回収できないからだ。この程度の省力化ではかえってコスト高になりかねず、人間が収集した方がコストはかからないことになる。視野の狭い改善効果を求めるのではなく、本来は、もっと財務的な効果や原価低減、売上貢献するような目的を持ってIoT導入をしなければならない。

2. 実績・状況フィードバックの迅速化

実績・状況フィードバックの迅速化はアクションや再計画の迅速化につながる。センシングの導入で実績情報の瞬時収集が可能になれば、対応が即時化できる。チョコ停などの稼働停止をあんどん型の設備装置の機器で知らせるだけでなく、必要な各部門にデータを飛ばして対応を促すことができる。

なぜなら、省人化した工場では、自動機などの停止をあんどんが知らせても、人が気づくのが遅くなり、対応が遅れる可能性があるからだ。へたをすると長期の停止や多くの廃棄を生み出しかねない。

そこで、データに対応できる工程管理、生産管理、生産技術に飛ばし、即対応を促すこともできる。M2M(Machine to Machine)の連携ができていれば、ある装置の停止が関連工程装置の停止を指示し、ムダなワークを止めることで、つくり過ぎのムダや廃棄を止めることもできる。

再計画、計画見直しの迅速化も可能になる。従来の人手でのデータ取得では、データフィードバックに時間がかかり、計画立案サイクルが長くな

るのが通常である。そのため再計画するまでに時間がかかり、対応が遅くなって事態を悪化させる可能性がある。しかし、データの取得が早くなれば、明日直していた計画を今日直すことができる。それだけアクションが早くなるのである(図1)。

データを人間が収集、集計し、パケツリレーのように受け渡しては時間がかかって仕方がない。工場

にIoTを構築することで、実績・進捗フィードバックが迅速化され、俊敏な工場にできるのである。

また、人間が収集したデータにミスがあまりに多いと、誤った実績・進捗情報で計画が立案され、結果的に誤った計画が立案されてしまう。これではまともな生産管理が成り立たず、常に現場も生産管理もモグラたたきのような突発事項処理に時間を費し、整流化した生産活動ができなくなる。

IoTが構築され、正確な実績・進捗データが迅速に取得されるようになることで、計画精度を向上させることができるのである。

3. 業務統合度の向上

IoTは単なるセンサやデバイスによるデータ収集の迅速化、精緻化、省力化を生むだけではない。どちらかという本筋は業務の統合度の向上である。

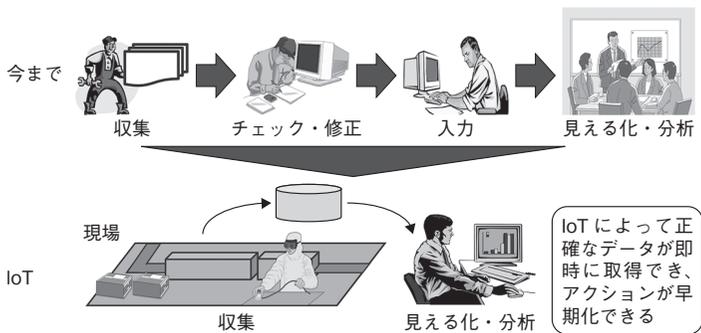
統合度とはどういうことかという、機器間、工程間をまたいだ作業連携、組織を横断した業務プロセスの密連携が実現し、生産活動を組織横断で有機的にコントロールできるということだ。

機器間とは、装置がM2Mに相互接続され、機器がデータ連携をしながら自律的に作業をするというものだ。例えば、あるワークの完了実績が上がると搬送機器が呼ばれ、次の製造機器に投入されると同時に追加に必要な全材料も同期して投入され、ワークが開始されるといった完全自動連携も可能になる。

M2Mを工程間の連携に拡大することで、互いの工程作業を同期化し、効率化することもできる。今まで日本の製造現場は、「かんばん」などで工程間の連携や不要な生産の防止を行ってきたが、こうした仕組みがより効率的に行えるようになるのだ。

しかし、こうした工程管理的なレベルでの統合

図1 データ収集・フィードバックの即時化



では作業改善レベルの価値しか生み出すことができない。IoTの生み出す大きな付加価値は、組織間や企業間の業務統合度を高度化することである。いわゆる「つながる工場」とか「スマート工場」と呼ばれるものである。

「つながる工場」と「スマート工場」

1. つながる工場で実現できること

IoTは単なる機器の話ではなく、ビジネス構造そのものを変える可能性を持ったコンセプトである。IoTによって今まで「島宇宙」のように個別に存在し、個別最適の中で活動してきた工場が、あたかも1つの有機体のように連携して活動することが可能になるのである。

つまり、工場間生産計画の同期・連動が可能になる。そして最終組立の工場と部品組立工場、原材料工場の同期・連動が可能になる。

例えば、最終組立工場で生産計画の変更が発生すれば、その計画変更が部品組立工場に連携されることで部品組立工場の生産計画が適正に変更される。次に部品組立工場の計画変更が原材料工場に連携され、原材料工場の生産計画が適正に変更されるという具合である。こうした工場間の計画連携が「つながる工場」なのである。

つながる工場ではこうした需要サイド、最終組立工場から原材料工場に遡るような連動だけでなく、原材料工場から最終組立工場へ下っていく供給サイドからの計画情報変更も伝えられる。

例えば、設備トラブルにより原材料製造が遅延する場合、下流の工場の生産計画が変更されるといったことである。供給の遅れが事前察知できれ

ば、他の生産に振り替えることもでき、ムダな手待ちや調整を行わずに済む。また、こういうトラブルが知らされないことによるムダな「安全在庫＝安心在庫」も下流側の工場で積み上げる必要がなくなる。

今まで相互に状況がわからないまま、個別に動いてムダな混乱と調整が起きていた工場間連携が、IoTによりシームレスにつながり可視性を増すことになる。その結果、高度に統合された生産計画の連動が可能になるのである。

ただし、各工場が個別の企業になっている場合は、単なる計画情報の連携ではなく、受発注の連携になる場合もある。その場合は計画と受発注の業務的な定義や取り決めが必要になる。

計画変更は発注の取り消しなのか、そうでないのかという議論と定義が必要であるし、計画を変えてはいけない期間、計画変更に上下限を設けなければならない期間、自由に計画変更をしてよい期間の取り決めが必要になる。内示や予定という言葉が使われるなら、それぞれの定義も必要になる。さらに、品目による制約や変更期間による価格の変動も取り決めなければならないかもしれない。

共有される情報でいえば、生産計画立案・変更に影響する各種の制約条件の共有、情報の精度の担保、情報のアップデートサイクルなどの連携も取り決めなければならない。工程能力を開示するのか、その精度はどうすべきか、複数企業を相手にする場合の能力枠の設定はどこまでを、どう開示すべきかというような、ビジネス上のルールの設定と合意が必要になる。

IoTによる組織間連携をスムーズに行えるようにするためには、組織間、企業間のビジネス上のルールの取り決めが欠かせない。まさに、IoTを土台として、ビジネスモデルの改革が連動していくのである。

2. インダストリー4.0が描くスマート工場

つながる工場と同じようなコンセプトで語られているのが、ドイツが提唱するインダストリー4.0の「スマート工場」である。スマート工場も工程間、工場間をつないで計画変更を迅速に行い、究極のフレキシブル工場を目指そうというものだ。

例えば、顧客の注文が変更され、生産計画が変更されると、必要な設計情報や生産BOM(部品表)が選択され、必要な加工指示が機器に送られる。こうして自動的に生産変更が成り立つというのがコンセプトである。

こうしたコンセプトは未来的でもあるが、完全自動化した工場の構築は難しく、かつ柔軟性を実現するのはかなり難しい。そもそも完全自動化でできる生産品目や生産形態は非常に限られるし、実際は機器と人間が共同で作業するような製造現場が多く存在するのだ。

だいぶ昔に日本でもCIM(Computer Integrated Manufacturing: コンピュータ統合生産)という言葉が流行したが、完全自動化は逆に非効率で、高コストになりがちであった。結局、CIMは実現されなかった。

その後、人間の柔軟性を加味した方が効果的との結論に至り、よりフレキシブルな工程としてセル生産という人と機器を統合して生産する方式が構築された。多品種少量生産が行きつくところまで行きついた日本では、世界に先駆けてより低コストで柔軟性が高い生産方式として実現の努力が払われたのだ。こうした分野で最も進んでいるのは日本の製造業であるから、IoT導入に関わる生産革新で世界をリードするような動きをしたいものである。

生産計画を下支えするIoTの枠組み

スマート工場はあまり現実的ではない夢物語のように見える。しかし、私たちはそうした目に見える話にとらわれることなく、インダストリー4.0やIoTの本質的なインパクトを知るべきである。

ドイツのインダストリー4.0はおそらくスマート工場の構築が狙いではない。スマート工場をイメージした生産管理上の枠組みを標準化して、工場管理や製造業管理のシステムの「総取り」を狙っていると考えられる。少し視野を広げて、IoTやインダストリー4.0で考えられている枠組みを考察してみよう。

図2は筆者が考えるIoTの全体フレームワークである。生産計画という意味では生産・調達の機

能領域が範囲になるであろう。

この図では生産計画を立案するのはERP(統合業務パッケージ)という基幹システムが担うことになる。ERPの計画をもとに、製造指図や購買指図が発行され、MES(Manufacturing Execution System：製造実行管理システム)に指示が渡る。次にMESからPLCに連携され、機器や人間に対し、作業指示が発行されて製造が行われる。実績・進捗情報は逆の流れをとり、「機器・人間→PLC→MES→ERP」と連携される。IoTでは、この実績が機器に付属するセンサやRFID、ビーコンなどで収集され、上位にデータが上がっていくのである。

実際のところ、こうした業務階層に応じた機器やシステムの導入は個別に行われていて、データ接続もデータ管理の方法も通信方法もバラバラになっている。その結果、相互接続されて連携されていないのが実態である。

実は、つながる工場やスマート工場に行きつくにはまだ時間がかかる。ビジネスルールだけではなく、通信プロトコルやデータフォーマットなどのインフラのレベルでの統合もできていないのが実態で、ドイツのインダストリー4.0はこのインフラ部分の統合方法の標準をとってしまうことで、工場の業務インフラとビジネス統合の方式のスタンダードになろうとしているのである(図3)。

生産計画のIoT化による現場改善効果

さて、IoTをインフラとした組織間統合化によるビジネスモデルの変貌とは別に、生産計画のIoT化が現場改善にもたらす効果を考えてみよう。

ここでは、生産計画をきちんと定義した上で議論を進めたい。生産計画という言葉が企業ごとにさまざまな意味で使われるからである。

生産計画には階層があり、工場の長期的な生産数を決め、能力計画や長期調達計画に連携される

図2 IoTのスコープ

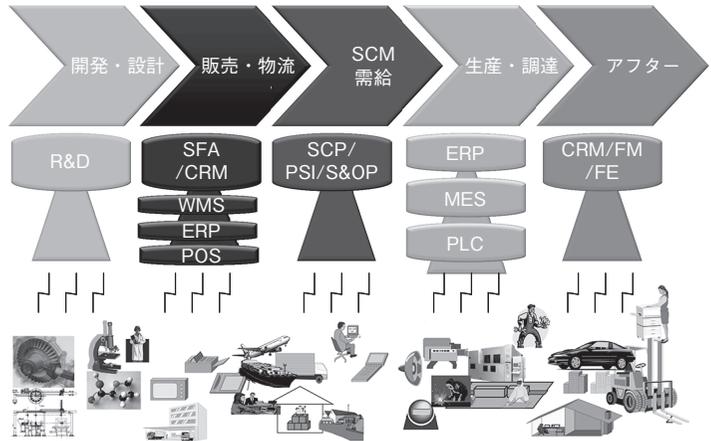
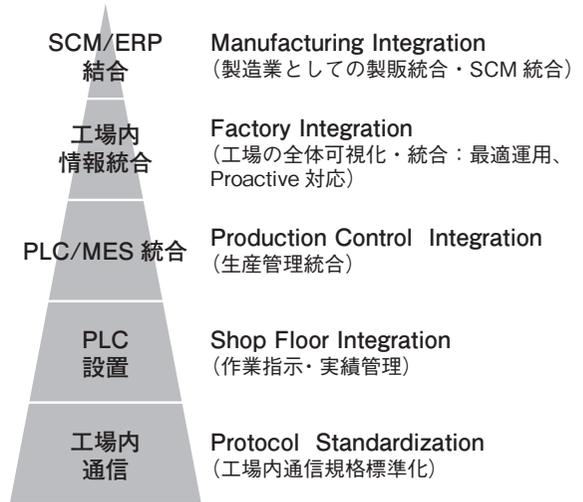


図3 「つながる工場」が目指す製造業の統合モデル



ものが基準生産計画である。基準生産計画を受けて、日々の生産日程や順序を決めるのが小日程計画になる。生産の順序計画を決める小日程計画を、現場ごとの作業指示に変えるのが作業指示である。そして、作業指示を受けて製造が行われる。

さて、IoTの改善効果だが、冒頭に挙げた実績・進捗データ収集の迅速化により改善されるのは作業改善であり、稼働率向上や作業効率の向上である。機器の停止時間が減り、対応が即時化されるからである。

スマート工場の例で語られる人間の稼働の効率化は、作業変更指示の迅速化によりさらに改善されるかもしれない。例えば、生産量が多くて人員不足に陥り進捗が遅れている工程に、余裕のある人間を応援に駆け付けさせるとか、生産計画を変

更して人間の配置を変えることで人員稼働も適正になるという効果だ。

IoTのおかげで緊急の変化や進捗を把握し、作業計画・指示が迅速に変更されることで効率的な生産が可能になるのである。同じことが日程計画や基準生産計画にもいえる。

また、計画サイクルを短くできるため、より最新のデータで計画変更ができるようになる。短いサイクルで正確に適正な計画立案ができるようになり、納期遵守や欠品防止ができるようになる。

IoTが生み出す効果は、こうした作業指示や日程計画レベルの改善だけではない。基準生産計画のタイミングでは、稼働率向上のための計画立案の意思決定も可能になる。

例えば工程の稼働率情報が正確に収集できていれば、月内の生産計画・実績から計画された生産能力に対して、製造実績と今後の生産計画が不足する場合に工場の稼働率が落ちて製造原価が悪化するの判断できる。こうした場合に先の期間の需要の計画が見えれば、前倒し生産により平準化生産を行い、ムダな手待ちを減らすことができる。手待ち・不稼働を減らすことで、固定費をムダにせず回収し、原価の悪化を防ぐことができるのである(図4)。

逆に先の期間に過剰な需要がある場合、先行生産による平準化生産で納期を保証し、過度な残業も減らすことができる。IoTにより、能力に対する計画見込みの不足・過剰が可視化され、平準化生産の検討が緻密になるのである。不稼働、過剰残業が解消できれば原価低減に貢献し、納期遵守にも貢献することができる。

さて、ここまでは計画に対する実績・進捗データのフィードバックによる改善効果を主に述べてきた。一般的にはIoTによるデータ蓄積と分析による改善が語られている。データ蓄積による改善は、IoTであっても別な方法であっても当たり前の話なので、インフラが変わったからといって騒ぐような話ではない。改善のためのデータ収集・見える化の重要性は手段の違いで変わるものではない。

ただし、IoTによって今まで取れなかったデータが取れたり、正確性に問題があったデータが正

確になったりするのであれば、今までできなかった分析やより高度な分析が実現できる。例えば、多能工化した生産現場での人間の作業実績や稼働実績は実績収集が難しい。どの工程のどの作業に、どれだけついたのかを人間が収集・報告する形式での収集は、工数がかかり過ぎるからだ。

IoTによって、人間がどの工程のどの機器でどのワークをしたのかといった実績が精緻に収集することができるようになると、作業実績や作業パフォーマンスが測定でき、改善点を見つけやすくなる。また、正確な品目ごとの製造原価積算も可能になるのである。

工場という枠組みを超えた効果を狙う

ここまでは工場の中の改善であったが、IoTの利点はすべてのデータを統合して連携することである。工場単位の改善ではなく、工場を超えた改善も可能になる。

すでに述べたように、工場間の生産計画や実績・進捗データが連携できれば、連動した計画変更が行われ、適正な生産が実行できる。これによる納期遵守、在庫の適正化、手待ちの排除、平準化生産による原価低減がサプライチェーン全般にわたって実現できるのである。

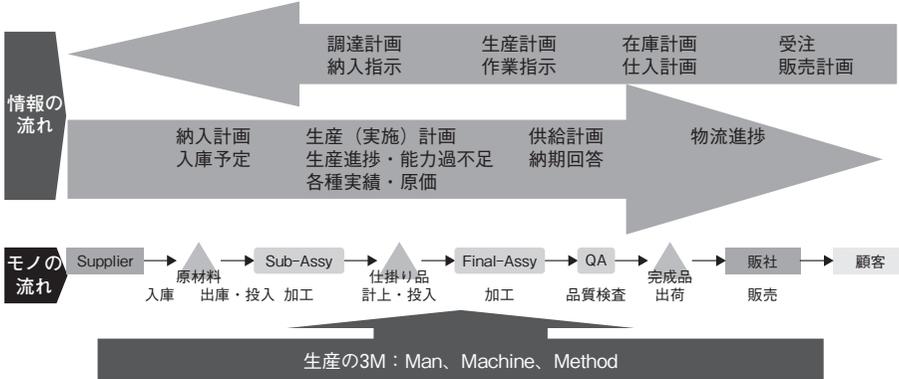
IoTをつながる工場の道具と考えると組織横断で適正な計画連動が可能になるのである。IoTは高度なサプライチェーンマネジメントの業務インフラを提供してくれるようになる。

IoTがもたらす工場横断SCM改革

IoTによってつながる工場ができると、今まで個別企業ごとに動いていた工場が一体化して動き出すようになる。生産計画が共有され、同時に納期情報や制約条件、在庫情報が可視化される。

企業の枠を超えたSCMが必然的に構築される。しかし、一体化したとはいえ個別企業であるので、ときに利害対立やリスクの押し付け合いが発生する可能性もある。こうした事態を避けるために、事前に業務上の調整方法とあわせて、商取引上の調整と相互の財務上の調整を行っておく必要がある。

図4 IoTによって実績・進捗・計画の情報の流れが一体化・統合化する



る。準備した生産能力が余った場合の対応、準備した在庫が不要になった場合の対応を決めておくのである。具体的には、買い取り、能力保障のための追加生産の可否、廃棄時の保障などである。

こうしたことはIoTに限らず、SCM上でのビジネスルールの取り決めそのものだが、今まではあいまいなまま弱い立場の企業にリスクやコスト負担が押し付けられてきた感もある。IoTによって、より密連携が発生するので、こうしたルールをきちんと決めておくことが必要になる。なぜなら、IoTによるつながる工場は、そのつながりの中にある各企業が市場に対して1つの企業のように振る舞うことになるからである。

パートナーシップの下で、Win-Winの関係構築が今再び必要になってきている。

IoTの導入ではシステム主導を避けるべし

現代では、生産管理はシステムなしには成り立たなくなってきた。しかし、システムは個別に導入されているため、相互接続されて動いていないのが実態である。また、人間がデータ収集・入力を行っているというのが大半である。

こうした中、システムベンダーはここぞとばかりにIoTを声高に叫び、システム導入を売り込んでいる。センサを導入して実績情報を自動で取得できることで、さも効率化できるようないうが、果たしてその投資額は回収できるのだろうか。もし、人間が入力し続けた方が安価であれば、効率化にならず、かえって高コスト化への投資になら

ないだろうか。

また、データが取れば見える化に使えるとも宣伝される。とにかく見える化システムを入れよう、と強引に迫ってくる。

しかし、実際にそのシステムが必要かどうかわからないまま、ただ“見える化をできません”というのがセールストークになっている。果たして、見える化すべき情報を取得するには高額なシステムが必要なのだろうか。それ以前に、「どのようなデータ」を「どのように見る」ことで管理が高度化できるかという基本的な考えがないのに、高額なシステムを入れれば何とかなるというような短絡的な考えは成り立たない。

生産管理のIoT化は今後確実に進むが、業務的に意味があり、使いこなせなければ投資がムダになる。また、投資額が過大で人間が行っていた方が低コストであるなら、IoT導入が本末転倒になってしまう。

IoTはシステム主導で行ってはいけない。あくまで業務が主体になって、生産計画の高度化、マネジメントの高度化に役立つための使い方を考えた上で、業務側が主導して導入しなければならない。かつてのシステム主導で大失敗したSCMシステムの導入の轍^{わだち}をIoTでは踏まないようにしなければならない。

筆者：いしかわ かずゆき
 代表取締役
 e-mail：kazuyuki.ishikawa@susco.jp
 U R L：http://www.susco.jp