

機械製造業における ERP パッケージの導入

ERP Implementation in Machinery Manufacturing Industry

李 鶴 (京都情報大学院大学)

Yi Li (The Kyoto College of Graduate Studies for Informatics)

Abstract

機械製造業は生産活動を支える産業であり、ほかの産業にとって不可欠な産業である。本稿は機械製造業向けの ERP パッケージの導入に注目し、機械製造業の特徴を分析し、高精度が求められ、品質管理と技術者育成を重視するなどの特徴に対し、ERP パッケージ導入時に各システム特に購買在庫管理・生産管理・品質管理・管理会計・人事管理システムのカスタマイズと利用方法を研究し、機械製造業における ERP パッケージの導入に有益な提案をする。コロナ時代のサプライチェーン再構築、人工知能の活用による ERP システムの強化も研究内容に含まれる。

As machinery manufacturing industry supports other industries, it is a significant and vital industry. In this paper, I focused on ERP implementation in machinery manufacturing industry, analyzed the features of the industry, researched configuration of ERP systems especially concentrating on purchasing and inventory system, production control system, management accounting system, human resource management system and quality management system. The purpose is to provide suggestions on ERP implementation in the industry. Furthermore, rebuilding supply chain and connection of AI and ERP systems are also included in the research.

1. はじめに

機械製造業は極めて重要な産業であり、農業・建設業・輸送業などの産業用機械器具を製造し、ほかの産業を支えている。機械製造業の分類は多く、総務省の統計基準・統計分類によると、大分類の製造業に機械器具製造業という中分類がいくつかあり、例えば汎用機械器具製造業、生産用機械器具製造業、業務用機械製造業、電子部品・デバイス・電子回路製造業、電気機械器具製造業、情報通信機械器具製造業と輸送用機械器具製造業がある [1]。

ERP パッケージは多くの製造業企業に導入されている。ERP パッケージを導入する際に標準テンプレートをもとに、業界の業務プロセスを分析したうえでシステムを改修し、企業に適切な ERP パッケージを導入する。機械の種類が多く、中小型の機械器具から大型機械までいろいろなタイプの機械器具が含まれ、ERP パッケージを導入する時に生産計画管理のシステム設定はかなり複雑である。受注生産、繰返生産と見込生産など生産形態が異なり、それぞれシステムの対応が必要である。また、機械

製造の品質管理と安全確保は大切である。ERP パッケージを導入する時に通常導入されているシステムは会計、購買管理、生産管理と販売管理システムに限るケースがあるが、機械製造業向けの ERP パッケージを導入する時に品質管理、プラント保全と人事管理システムも導入すべきである。

本稿は機械製造業の特徴を研究し、機械製造業向けに ERP パッケージを導入する際に各システムのカスタマイズと改修を検討し、ERP パッケージの新規導入または再構築時のコンサルティングに役に立つ提案をする。また、サプライチェーンの再構築、人工知能の活用によるデジタル・トランスフォーメーションの推進も研究内容に含まれる。

2. 機械製造業の分類と特徴

2.1 機械製造業の分類

機械製造業の中分類が多く、中分類にも細かい分類があり、表 1 は汎用機械器具製造業と生産用機械器具製造業の小分類である（管理事務所を除く）[2]。

表 1 [2]

はん用機械器具製造業
ボイラ・原動機製造業
ポンプ・圧縮機器製造業
一般産業用機械・装置製造業
その他のはん用機械・同部分品製造業
生産用機械器具製造業
農業用機械製造業(農業用器具を除く)
建設機械・鉱山機械製造業
繊維機械製造業
生活関連産業用機械製造業
基礎素材産業用機械製造業
金属加工機械製造業
半導体・フラットパネルディスプレイ製造装置製造業
その他の生産用機械・同部分品製造業

以上の小分類を見ると、機械製造業は人々の生活に密接な関係があり、あらゆる生産活動を支えている。機械製造業は農業と建設業など人々の生活に関連する産業に影響があるだけでなく、造船と航空など重要な産業にも大きな役割を果たすので、機械製造業の収益向上と生産効率化は重要な課題である。

2.2 機械製造業の特徴

機械製造業の製造工程は開発設計・製図・原材料調達・部品加工・組立・テスト・出荷という流れであり、加工工程が複雑である。機械を製造する時に機械製造の知識と経験を有するうえ、留意しなければならないところが少なくない。例えば金属部品の切削加工をする旋盤という機械は高精度が求められる。現在主流となっているのはCNC(Computer numerical control)旋盤であり、即ちコンピュータ技術が搭載されている数値制御旋盤である。CNC旋盤は顧客側の生産効率を向上させ、精密な部品加工が実現できる。ユーザの仕様に応じ、小型さらに超小型旋盤の受注が可能であるため、精度に対する要求が厳しい。旋盤の高精度の必要性の根拠は工作機械の母性原理である。加工された部品や製品の形状は工作機械の運動と工具形状によって制御されるが、これを母性原理(copying principle)と呼んでいる[3]。つまり、工作機械は加工品を作るために、加工品以上の精度が必要とされている。工作機械に関する規格は、国際的な標準である国際規格(ISO)並びに日本国内の工業標準である日本工業規格(JIS)が主としてあるが、この他にも団体規格とし

て日本工作機械工業会規格(MAS)がある[4]。

機械は高精度が求められるので、品質の向上を目指すには品質管理を重視し、組織的に品質管理体制を取り組む必要があり、経営層と従業員は組織的に品質保証の活動を行うべきである。クレームを出させないために、生産に投入する前の原材料の品質検査から製造の各段階まで品質をとことん管理する必要がある。品質の高い完成品を製造するには、中間部品の加工工程内の品質検査を重視し、不良率の低減を実現し、顧客に信頼される品質検査の体制を築く。

建築業と鉱山に使われる機械は大型機械が多く、例えば、表土と鉱物を掘削する鉱山用の油圧ショベルは大型機械である。機械特に大型機械を製造する時に安全確保を重視しなければならない。機械の製造輸送と販売後の組立すべての段階の安全性を考慮し、安全を確保する。厚生労働省は機械安全による機械等の安全確保について技術上の指針を定めている。平成28年の「機械安全による機械等に係る安全確保に関する技術上の指針」は電気・電子技術やコンピュータ技術の進歩に伴い、これらの技術を活用することにより、従来の機械式の安全装置等に加え、新たに制御の機能を付加することによって、機械の安全を確保するという技術上の指針である[5]。機械の製造と使用時にはリスク管理が不可欠であり、企業側は技術者への安全教育を行い、安全性を確保し、労働災害の防止を図るべきである。

機械製造企業にとって技術者の育成も大切である。機械設計時に使われるCAD製図技術、機械製造に関する生産技術、品質管理の知識と安全性に対する理解など、これらは機械製造技術者にとって重要なノウハウである。機械技術者は職種によって、さまざまな資格試験があり、例えばCAD利用技術者、機械設計技術者、技術士と機械保全技術士などの資格がある。従業員の技術力に関する情報は人事管理において非常に大切な情報であり、人材配置と人材育成時に役に立つ。従業員の情報をしっかり把握すると、生産性の効率化を向上させる。

顧客のニーズが多様になり、機械製造時に多品種少量生産が多くなってきた。大量生産に比べ、多品種少量生産は小ロットを使い、顧客の要求に応じ得る製品を製造する。必要な部品の在庫管理を行い、柔軟な生産計画を立て、効率的に多品種少量生産を実現するのは機械製造企業にとって大切である。

技術の進歩に伴い、機械製造業においてICTの

活用が推進されている。生産現場の製造進行状況と稼働率の把握など、モノづくり現場の可視化は ICT 技術により実現できる。稼働率の把握だけでなく、安全面の異常監視は AI 技術を利用し、データを分析する。機械製造企業のこのような AI を利用する事例は少なくない。

3. 機械製造業における ERP 導入時の対応

ERP パッケージは製造業界の多くの企業に導入されている。機械製造業において、資材調達・製造・販売・品質検査・修理保守などは不可欠な業務であり、機械製造業に導入される ERP パッケージには購買在庫システム・生産管理システム・販売物流システム・品質管理システム・プラント保全システム・財務会計システム・管理会計システム・人事管理システムを含める必要がある。機械製造業の特徴を分析し、企業独自の要求に応じ、各システムのカスタマイズまたは追加開発を行う。

3.1 購買在庫管理システムの対応

資材調達と在庫管理は企業の利益に密接に結びついている。製造業の競争が激しくなりつつあり、コストが低く、しかも品質がいい原材料を調達するのは企業に利益をもたらす。また、適切に在庫管理を行うことにより、倉庫管理のコストを下げ、生産時に必要な時に必要な量を供給し、原材料の品切れ問題にならないように生産スケジュールを確保する。

ERP パッケージの購買在庫管理システムの標準テンプレートには仕入先と品目マスタデータを登録することができる。資材の調達プロセスは購買依頼・見積・購買発注・入庫・伝票の受入が含まれる。通常見積書の商品価格により仕入先が選定されるが、製造に使用される原材料の品質が良くない場合製品の不良品率が高くなるので、仕入先の選定基準は原材料の価額だけでなく、過去のデータがあれば製品の歩留まり率を含めるのは製造原価の削減に役に立つ。通常の ERP の購買在庫管理システムの見積価格比較レポートに原材料の名称と値段が表示されるが、品質に関する項目を含めていない。不良品という要素を考慮しなければならないので、機械製造業向けの購買在庫管理システムの仕入先比較レポートには原材料と仕入先別の価格という項目のほか、品質に関するコメントなどの任意項目の追加を提案す

る。仕入先比較レポートの元データは見積書にあり、見積書の明細条件に資材価格とともに、品質と製品の歩留まり率などの任意入力欄を追加する。システム改修を行い、仕入先選定に有力な情報を提供する。

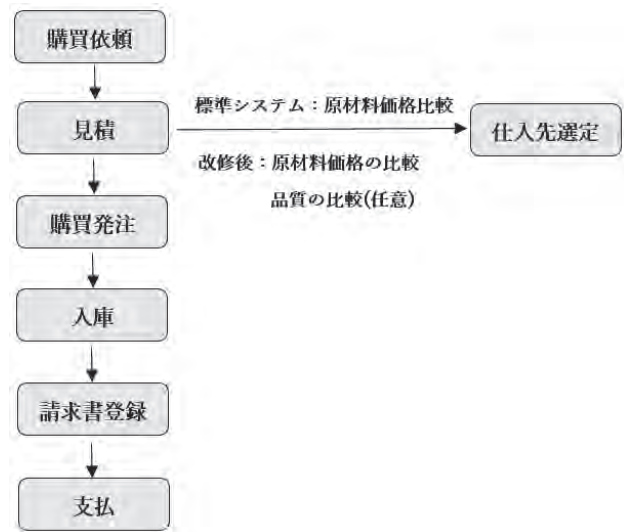


図1 購買在庫システムの仕入先比較レポート

機械製造業に ERP パッケージを導入する場合、品目マスタのカスタマイズをする。機械設計に CAD 製図が使われるので、品目マスタデータは名称・部品番号・規格・購買組織などのデータを含めるほか、CAD 図面も登録できるように設定される。CAD 対応の ERP システムを使う場合、CAD 対応ボタンを選択する。CAD 対応されていない場合、品目マスタの CAD 図面登録欄を追加し、データベースとレポート用のプログラムの改修作業を行う。

適切な在庫管理特にリアルタイムで在庫管理を行うのは機械製造業にとって大切である。ERP の購買在庫管理システムのテンプレートには在庫照会の機能があり、通常品目マスタデータの品目名を入力し、在庫照会が行われる。機械製造業の製品を製造するには必要な部品の種類が多いので、部品のバーコードをスキャンすることは品目名を入力するより速い方法であり、実現するには ERP パッケージと外部システムとの連携が必要である。また、実地在庫の確認は在庫差異を把握し、部品調達に役に立つ。今実地在庫の確認はまだ人による作業が多いが、今後ロボットによる実地在庫データの確認が増え、ERP パッケージとの連携が期待される。

海外から部品を調達するのは機械製造業にとって珍しくない。ERP パッケージを導入する時にまず仕入先の所在国を調べ、それからカスタマイズ

で外貨換算レートを設定する。発注伝票のレートを登録する時に平均レートまたは取引時のレートにするのは企業によって異なり、会社の規定に基づき、システムのカスタマイズを行う。

3.2 生産管理システムの対応

機械製造業向けの ERP パッケージを導入する時に最も重視されるのは生産管理システムである。生産計画管理を適切に行うと、生産効率の向上を実現し、余剰生産と生産不足を防止する。

3.2.1 多様な生産計画方針

機械製造業の生産計画方針は多種多様であり、ERP の生産管理システムに見込生産・受注生産・ロット生産・繰返生産などの生産計画方針を備えるべきである。以上列挙する生産計画方針が ERP パッケージに存在しない場合、カスタマイズを行い、追加する。

見込生産は需要予測に基づき、見込で生産計画を立てる生産計画方針である。ERP パッケージの生産管理システムに用意されている見込生産方針を使うと、需要予測から必要な完成品の量を予測し、MRP（資材所要量計画）計算で必要な生産量さらに必要な原材料を計算し、原材料を調達し、それから製造指図を生成し、製造完了後完成品を入庫する。受注生産は受注後生産計画を立てる生産計画方針である。ERP パッケージの生産管理システムに用意されている受注生産方針の手順は受注伝票を登録し、MRP 計算で完成品から原材料まで必要な量を計算し、原材料を調達し、製造指図を生成し、製造完了後完成品を入庫するという手順である。

生産方式から分類される場合、ロット生産と個別生産などがある。生産管理システムにおいて生産方針が細かく設定され、見込生産・見込ロット生産・受注個別生産・受注ロット生産など様々な方針が設定されている。機械を製造する場合、顧客の要求に応じ個別受注することがあり、小型機械または中間部品の製造は量産で製造されることもある。ERP パッケージを導入する時に企業の具体的な状況を分析し、適切な生産方針を使い、ユーザに適切な導入案を提供するのは大事である。同じ企業でも製品ごとの生産計画方針が異なる可能性があり、また同じ製品に対し様々な生産計画方針を使う可能性があるため、生産計画方針に対する理解が大事であり、生産管理システムの担当者に対する教育を重視すべきである。

3.2.2 部品表

ERP パッケージに MRP の計算プログラムが蓄積され、MRP は完成品の需要量または受注量・在庫量・調達リードタイム・生産に使われる時間などの要素を含め計算する。見込生産と受注生産どちらも MRP と関係があり、原材料までの数量を計算するために部品表のデータが必要となる。

部品表の種類は設計部品表・製造部品表・販売部品表・保守部品表などがあり、機械製造に最も関係があるのは設計部品表と製造部品表である。厳しい競争を勝ち抜くために、機械製造企業は新しい機械の開発を重視する。機械を設計するために設計部品表を使うのは避けられない。設計部品表は機械デザインに使われ、外部システムとの連携で CAD と繋がることできる。設計部門が悩むのは設計部品表の登録問題ではなく、部品の納期問題で利用できない場合困ることである。上手に機械を設計しても、部品の納期が長い場合、生産に投入が不可能となり、代替部品を使わざるを得ない。設計部門は試作品段階で代替部品の使用を試み、設計部品表を登録する時に代替部品を使う部品表も登録するのは解決方法である。設計段階での失敗や仕様変更により、設計部品表を変更する可能性がある。また、機械個別受注の場合、特別な仕様が要求され、設計部品表の変更または新規登録が発生し、この部分の対応を重視しなければならない。

製品部品表は生産管理のための部品表であり、生産管理システムの重要なマスターデータである。製造部品表を登録する時に、部品表のタイプから製造を選べば、部品表の用途は製造となり、MRP の計算に使われる。機械製造は複雑なので、部品が多く、階層も多い。多階層構造の製品部品表を登録する時、ミスした場合、生産管理に大きなダメージを与えるので、通常 ERP パッケージの部品表は単一層のみ登録できるように設計される。部品表を登録する時に単一層の部品表を登録し、それぞれ親部品と子部品の関係を結び、利用時に多階層の部品表が表示され、ミスを減らす。

適切に部品表を管理するのは生産効率を向上させる。通常 ERP パッケージの設計部品表は製造部品表と連携せず、設計部品表の部品表タイプは設計であり、生産に使われない。設計部品表が変更される場合、製造部品表は未対応のままの場合、後で対応が必要となり、効率が悪い。設計部品表と製造部品表との連携は企業の効率化に繋がり、ERP パッケージ

ジを導入する時の課題の一つである。統合部品表を用意するのは解決方法であり、統合部品表のデータベースを用意し、設計部品表を登録する時にデータが統合部品表に登録され、製造部品表と繋がる。設計部品表に変更があれば、統合部品表のデータベースに変更が反映され、製品部品表の変更もリアルタイムで反映される。統合部品表を利用するのは企業の効率を向上させるが、デメリットはアドオン開発の費用がかかり、ユーザ企業に負担をかけ、企業は各自の状況に応じ判断を行うべきである。

グローバル化の進展とともに、海外に進出する機械製造企業が少なくない。同じ製品が海外の工場と日本国内の工場生産される場合、同じ製品の部品表が利用されるが、対応が不十分になる可能性があり、原因は同じ部品でも産地が異なる場合製品の不良率が異なる。順調に調達と生産を行うために、海外拠点の工場と同じ統合部品表のデータベースを共有すると同時に、同じ完成品は生産拠点によって異なる部品表を維持し、部品の必要な量を登録し、企業に情報を提供する。

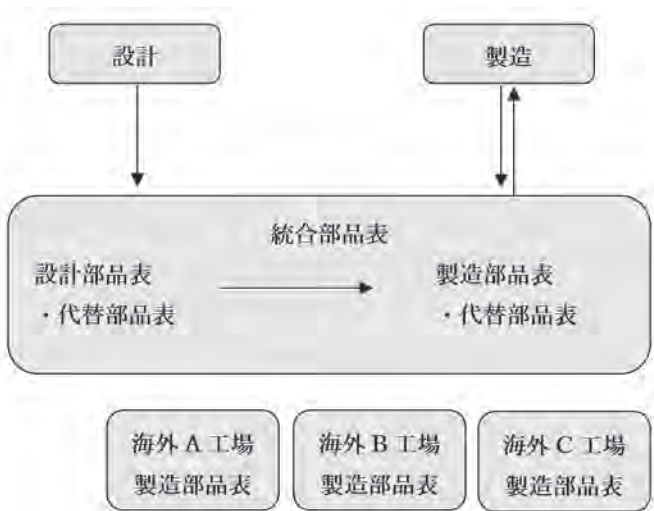


図2 製造業に使われる部品表

3.2.3 作業手順

生産管理システムのマスタデータである作業手順は生産の効率化に緊密にかかわっている。ERPの生産管理システムに作業手順を登録し、生産プロセスの各ステップの時間と内容を入力し、段取り時間を含め、標準生産時間を把握することができる。作業手順は生産のスケジューリングに繋がり、正しく把握すると、無駄な時間を減らす。生産時間の実績値と予定値の差異が発生する場合、全体の生産スケジューリングに影響を及ぼす。差異の影響要因は多

く、作業現場の温度変化と設備不良などの原因で差異が大きい場合、作業手順の見直しが必要とされる。作業手順管理者は標準作業手順を含め、複数の作業手順を登録し、実際の状況に応じ、柔軟に対応する必要がある。また、機械稼働時間と作業員不足などのボトルネック問題でやむを得ず作業手順を変更するケースがあり、複数の作業手順を維持するのは問題を解決する方法の一つである。

3.2.4 生産計画

生産計画は販売計画または需要管理から始まり、販売または需要の計画量を登録し、MRPの計算を通し、生産計画が立てられる。計画量を直接に登録する方法があるが、様々な要因で需要が変わる可能性があるため、過去の実績データを入力し、需要予測プログラムによる分析が行われ、需要量が計算され、さらに生産計画を立てられるのはよりよい方法である。ERPの生産管理システムにおける需要予測機能は近年ますます重視され、需要予測機能を使う場合、ERPパッケージに需要予測機能の追加または外部システムとの連携二つの方法がある。どの方法も完璧な需要予測分析が求められ、在庫状況・販売データ・市場シェア・リードタイム・季節変化・為替レートの変動などの要因を加味したうえで需要量分析を行うのは正しい生産計画を立てる前提である。

生産計画は長期計画と短期計画に分けられ、長期計画は大日程計画であり、短期計画は中日程計画と小日程計画がある。生産計画は販売計画・在庫管理・部品表・調達期間・作業手順などの要素を考慮するうえ立てられ、長期計画は主に販売計画と市場の需要に密接に関係があり、短期計画は以上の要素のほか、在庫状況と納期要求の変動に大きく左右される。ERPの生産管理システムでは月次・週次・日次の生産計画を作成することができ、生産管理システムの担当者は実際の状況に応じ、生産計画を作成する。

機械製造業の競争が激しくなるに伴い、多様なニーズに適応するために、多品種少量生産が進展しており、日次計画という小日程計画の立案は解決の糸口である。小日程計画の立案は工程別計画を把握し、個別受注生産の場合、小日程計画の利用により、製番ごとの進捗を把握できる。システムで小日程計画を作成した後、実際の注文量の変化または外注部品の納期遅れなどの原因で生産計画を修正しなければならないケースがあり、生産計画を修正しやすく

するために、ERPの標準テンプレートが対応していない部分に追加開発を行う。例えば、生産スケジューリングの可視化が実現され、スケジューリング画面で変更する箇所を修正すれば、変更がERPシステムに反映されるという機能を追加する。

多品種少量生産の対応はERPシステムだけでなく、生産プロセスの改善も求められ、経営層や生産管理者との協力で生産効率の向上が実現される。顧客の多様なニーズを満足させるために、多品種少量生産は大量生産と異なり、段取り替え時間が長く、製造コストの低減が難しい。製造コストを削減するために、段取り替え時間を短縮するのは解決策である。また、高齢化と少子化問題が深刻になるとともに、製造業で人手不足が問題になっている。特に機械製造業は技術人材が必要で、技術の伝承は重要な課題となる。多品種少量生産は多様な受注により、人手が不足し、技術人材を確保する対策を行わなければならない。近年製造業においてIoTの推進により、生産現場で協力ロボットの使用が進められ、人とロボットの協力は人材不足を解決する方法の一つである。

3.2.5 キャパシティプランニング

キャパシティプランニング (Capacity Planning) は能力計画という意味であり、生産管理においてはキャパシティプランニングを無視することができない。受注が多くなると利益が増えることが期待されるが、生産能力に制限され、製造できない場合がある。最適な生産計画を立て、利益を最大化するには生産能力を考慮しなければならない。

生産能力のボトルネックになる原因は必要な製造時間が作業者の最大作業時間または機械の稼働可能時間を超えることである。生産能力を超え、無理に注文を受ける場合、納期に間に合わない状況が発生してしまう。生産能力を超えないような生産計画を作成するために、需要を把握するうえ、生産管理システムで能力計画のカスタマイズをしなければならない。ERPパッケージの生産管理システムで機械加工時間と作業者の作業時間などボトルネックとなる能力カテゴリを設定し、作業区の設定で作業区に能力カテゴリを追加し、能力の最大値を設定する。生産計画を立てた後、スケジューリングで作業区的能力状況を確認し、生産能力を超える場合生産計画を修正する。

ボトルネックの改善は生産管理において重要な課

題である。作業者の作業時間を増やしたい場合、ERPの生産管理システムでカスタマイズを行い、作業者の作業時間のシフトを設定し、工場の実況の状況に応じ、シフトの時間帯を設定する。機械加工時間のボトルネックを改善するにはいくつかの方法があり、段取り替え時間の短縮または並行作業などが挙げられる。並行作業の場合、設備投資に関係があり、機械の投資が有利かどうか計算する必要がある。意思決定を行う時に正しく判断する。

機械の生産能力を超えるのは問題になるが、一方、機械の利用不足は企業の損失になる。機械稼働率を十分利用しないと、無駄な損失が出てしまい、原価が増える。生産能力を最大に活用すれば、企業は利益をもたらす。材料のリードタイムと機械の稼働時間を考慮したうえで適切に生産計画を行い、原価が削減され、利益の増加を実現する。

3.3 品質管理システムの対応

ERPパッケージを導入する際、業界によって品質管理システムは導入されない場合があるが、機械製造業にとって品質管理システムは不可欠である。ERPの品質管理システムは購買物流システム・生産管理システム・販売物流システム・プラント保全システムと連携している。品質を確保するために、機械製造業において原材料仕入から製品の生産出荷までの各段階で品質管理は必要なプロセスであり、各段階の業務に合わせ、品質管理が行われる。

機械を製造するために部品に対する要求が厳しいので、資材調達段階から品質検査が行われる。部品を購入した後、ERPの品質管理システム担当者は品質検査計画を作成し、入庫時に品質検査のため特別な倉庫即ち部品検査専用倉庫に部品を入庫し、品質検査に合格した後普通倉庫に移送する。品質管理を順調に行うために、事前にカスタマイズする必要がある。普通倉庫のほか、品質検査用の倉庫と返品用の倉庫を設定し、品質検査タイプもカスタマイズで設定する。また品目マスタで品質検査タイプのデータを登録する。

製品が要求される規格に合うよう品質を保証するために、製造段階で品質検査を実施する。品質検査の種類は工程間の検査と最終製品の検査があり、工程間の検査は中間部品の品質検査を行い、次工程の生産が順調に行われることを保証する。最終製品の検査は完成品製造後品質検査を行い、検品後合格品を完成品倉庫に保管し、不合格品を合格品と異なる

倉庫に入れ、補修または廃棄などのように対処する。製造段階の品質管理システムを利用する時に、ERPパッケージの品質管理システムの設定を行うだけでなく、生産管理システムで製造指図作成時に製造指図の作業設定に品質検査のステップを追加する。品質検査の結果はデータベースに保存され、不合格品に対する追跡はどの工程で問題が発生するのかを把握し、品質改善と不合格品発生未然防止に役に立つ。追跡用のレポートは様々なタイプがあり、既存のレポートテンプレートに必要なレポート形式がない場合、導入企業の要求に応じ、追加開発を行う。

販売段階で品質検査システムも利用される。機械製品を販売する前に、品質検査を行う。製品を検査用倉庫に入れ、検査を行った後承認され、販売用倉庫に入れ、その後受注伝票と出荷伝票を作成する。品質管理システムを利用することにより、返品率を下げ、企業のレピュテーションリスクを防ぐ。

生産用の機械が故障する時にプラント保全システムを利用する。壊れた部品を交換するために新しい部品を購入し、入庫時に検査を行い、その時に品質管理システムとの連携が必要である。

3.4 管理会計システムの対応

原価削減は機械製造企業にとって存続の条件であり、原価管理を適切に行い、計画と実際原価の差異分析は企業の意思決定にデータを提供する。ERPパッケージの管理会計システムは重要なシステムであり、製造原価管理と収益分析に役割を果たす。機械製造業を導入する際に製造原価を管理するため、会計システムに財務会計システムだけでなく、多様な機能が備わった管理会計システムを有するERPパッケージの選定が大事である。

3.4.1 原価計算方法

製造原価計算の種類は個別原価計算と総合原価計算があり、機械製造業においてどちらも使う可能性があり、個別受注生産の場合は個別原価計算を利用し、繰返生産の場合は総合原価計算を利用する。総合原価計算は用いられる場合、ERPの管理会計システムの期間別原価計算で原価を集計し、事前に管理会計システムと生産管理システムにおける設定が必要である。品目マスタで繰返生産のパラメータを設定し、それから適切な作業手順を設定し、製造原価を登録する。個別原価計算は用いられる場合、製造指図を利用し、製造原価を計算する。管理会計シ

ステムで機械作業と給料のパラメータを登録し、単価を与える。生産管理システムで作業区にパラメータを登録し、製造指図を登録し、製造指図を完了した後実際製造原価を集計する。集計される製造原価は給料と加工費だけでなく、原材料の原価も含まれる。各種の費用は製造指図に流れ、集計される。

多品種少量生産の場合、顧客の多様なニーズに応じ、投入する原材料または仕様の変更がよく発生するので、原価集計は難しい。製造指図におけるロットの変更、部品表の変更と作業手順における加工時間の変更により、生産管理システムだけでなく、管理会計システムの対応も必要であり、パラメータの追加と費用の設定などの対応を行う。順調に業務を行うために、追加開発を提案する。変更画面で変更内容を入力すれば、図3のように変更は管理会計システムと生産管理システムで行われ、ミスと作業漏れを防ぐ。

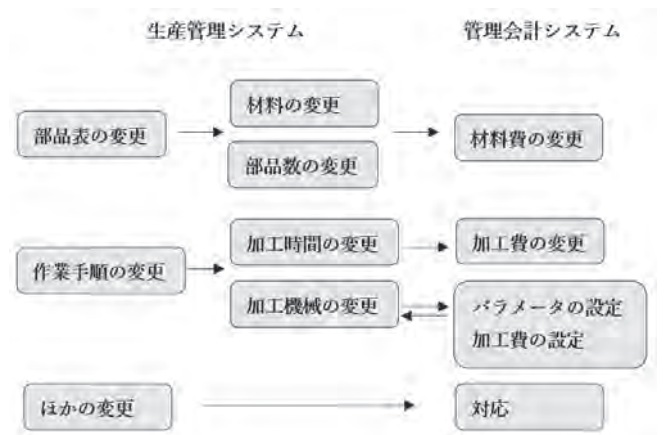


図3 仕様変更による追加開発の設計例

3.4.2 工程別原価

機械製造業は工程別原価が求められる場合があり、工程別原価計算はどの工程で実際原価が標準原価を超えるのかを把握し、原因を究明し、経営層の意思決定に役に立つ。ERPシステムを利用し、製造指図を完了した後、指図書別の原価レポートを出すことができる。レポートに実際原価と標準原価の比較は表示されるが、工程別原価が表示されるシステムは多くない。ERPシステムに工程別原価対応のレポートがない場合、追加開発でデータベースに蓄積された工程別費用を抽出し、工程別製造原価レポートを作成し、工程別の実績原価と標準原価を比較する。例えば、第一工程で投入される材料は計画数と同じであるが、第二工程で投入される材料の数

量は計画数より多くなり、第二工程の実際原価は標準原価より多くなった。工程別製造原価レポートは各工程の実際原価と標準原価の差異を反映し、経営者に判断のためのデータを与える。工程別原価レポートだけでなく、ほかのレポートも求められる場合、企業側の要求に応じ、追加開発を行い、原価管理の可視化を実現する。

3.4.3 部門別原価

機械製造企業は製造部門と補助部門があり、補助部門の製造間接費配賦は管理会計システムで対応される部分である。各部門費用はERPの会計システムで集計され、管理会計システムで事前に配賦方法を設定すれば、配賦を実行した後、補助部門費は各製造部門に配賦される。原価計算基準の部門別計算の手続きで定められるように、補助部門費は、直接配賦法、階梯式配賦法、相互配賦法等にしたがい、適当な配賦基準によって、これを各製造部門に配賦し、製造部門費を計算する[6]。管理会計システムで補助部門費を配賦する時に、適切な配賦基準を選び、補助部門費の配賦を行う。管理会計システムで直接配賦法・階梯式配賦法・相互配賦法などの基準に基づく配賦方法の開発は進んでおり、既に対応されるERPパッケージがある。導入されるERPパッケージにはこの部分の対応がない場合、追加開発を行う。また、補助部門費の正常配賦と実際配賦はシステムで行われ、予定部門費と実際部門費の比較ができる。

3.4.4 半製品の原価

機械製造に使われる部品が多く、半製品の使用は避けられない。半製品の内製か外注という選択は企業の利益に繋がり、経営陣が正しく意思決定を行うために、分析データを提供する必要がある。外注の場合市場価格の調査と価格交渉の努力を行った後、市場価格を把握する。内製の場合材料費と加工費用をまとめ、内製に必要な費用を計算する。ERPの管理会計システムの原価管理部分に内製と外注の比較分析機能がサポートされていない場合、追加開発で分析ツールの追加をすすめる。

半製品を内製する場合の原価計算はそれほど複雑ではないが、事業部間の半製品を使用する場合、基準によって内部振替価格が異なり、どの基準で内部振替価格を決めるのかは管理会計システムの設定に影響を及ぼす。また、機械製造業において海外に進出する企業が増えている。事業のグローバル化と

もに、親会社と海外子会社あるいは海外子会社同士のグループ内取引は増加する。そして、これらグループ内取引に付与する価格が国際振替価格であるが、この振替価格をどのような方法で設定するかによって各企業の業績は大きく影響を受けるため、国際振替価格設定基準の選択は多国籍企業にとって重要な経営課題の一つである[7]。振替価格のシステム対応は以上の要素を考慮しなければならない。加算基準の違いで内部振替価格が異なり、海外に製造工場を持つ場合、輸送費用の違いなどの原因で加算される金額が異なるので、振替価格が異なる。ERP導入企業の実態を調査分析し、システムのカスタマイズまたは追加開発の対応を行うべきである。

価格比較は半製品の調達先を決める要因の一つであるが、提供先の生産能力と在庫状況も考慮される要因であり、物流も考慮に入れ、経営陣にとって半製品調達先の選定は簡単ではない。したがって、情報システムは経営陣に意思決定のためのデータを提供するために、在庫可視化と原価可視化の実現を重視すべきである。新型コロナの影響で部品調達が重要な課題となり、在庫状況とリードタイムのほか、いろいろな要素を考える必要がある。部品調達が順調に行われない場合、稼働が停止になる恐れがあり、サプライチェーン再構築は経営と情報システム両方において重要な課題となる。

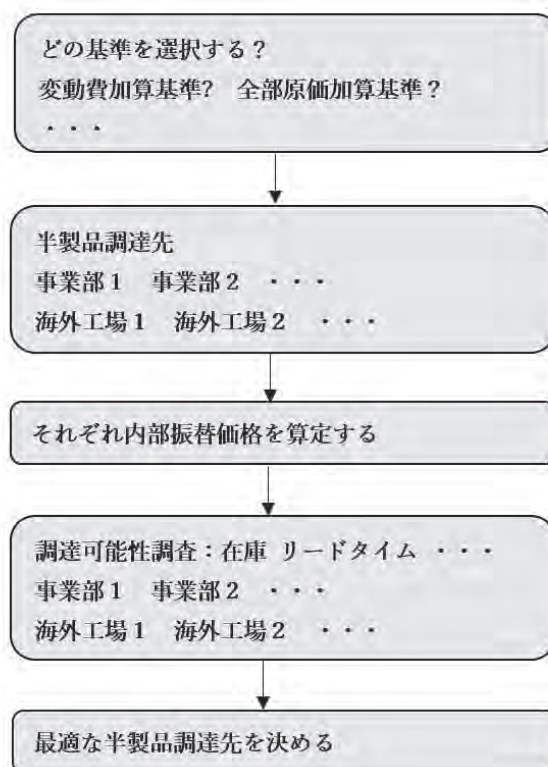


図4 内部振替価格使用時の調達先選定

3.4.5 分析レポート

企業の経営陣に有力な情報を提供するため、会計情報の分析機能を備えるのは管理会計システムにとって重要である。各経営指標算定用のレポートは管理会計システムで出力され、経営陣は企業の安全性と収益性を把握し、企業の問題を解決するために適切な判断を行う。様々な経営指標があり、例えば損益分岐点売上高・流動性比率・在庫回転率・投下資本利益率が挙げられる。管理会計システムですべての経営指標対応のレポートを備えるのは難しいので、導入企業の要求に応じ、開発により対応されていないレポートを追加する。

3.5 財務会計システムの対応

財務会計システムにおける設定が複雑なので、本稿は機械製造業にERPの財務会計システムを導入する時の留意点のみ説明する。

3.5.1 会計基準

グローバル展開により、海外に生産拠点を持つ機械製造企業は少なくない。日本で日本会計基準ではなく、ほかの会計基準を採用する企業がある。例えば、米国基準または国際会計基準を採用する企業がある。ERPパッケージを導入する時に、導入企業の会計基準を調べ、財務会計システムでカスタマイズを行い、会計基準を設定する。米国基準または国際会計基準は日本会計基準との違いが多いので、ERPコンサルタントは導入企業の会計基準に対し、十分理解する必要がある。

3.5.2 棚卸資産

機械製造業の棚卸資産には原材料、半製品と完成品のほか、仕掛品も含まれる。原材料の棚卸資産は購買在庫システムの在庫データに連携し、生産に投入した後の棚卸高は会計システムに反映される。半製品と完成品の棚卸資産は在庫データにより反映され、完成品は製造完了後の在庫量と販売量により在庫データが決まり、半製品は製造後の在庫量と完成品製造のために投入した量により在庫データが変わる。仕掛品の棚卸資産の計算は個別受注生産と大量生産の区別があり、会計システムにデータが反映されるためにどちらもカスタマイズが必要である。通常大量生産の場合仕掛品の計算はカスタマイズで予定原価の方法を選び、個別受注生産の場合仕掛品計算は実際原価の方法を選ぶ。個別受注生産の場合製

造指図図を利用し、生産進捗状況により仕掛品原価が集計され、仕掛品の棚卸高が会計システムの財務諸表に表示される。

3.5.3 ソフトウェア

ソフトウェアの重要性は、機械製造業においても高まっている。例えば産業用ポンプを製造していた会社は、ポンプ単体を製造販売することにとどまらず、ポンプを使用した水処理システムを構築して販売するようになってきている。また金属加工の旋盤を製造していた会社では、数値制御装置付のNC旋盤に事業の軸足を移行しているところもある[8]。

ソフトウェアの会計処理は比較的複雑で、目的の違いで記帳される勘定科目が異なる。図5はソフトウェアの会計上の取扱いのまとめである。会計システムの担当者はそれに基づき、適切に会計処理を行う必要がある。

	目的	会計上の取扱い
研究開発目的	研究開発目的	研究開発費
受注制作	①製品化された製品のマスター完成までの制作	研究開発費
	上記①以後の制作費	研究開発費
	機能の改良・強化のために費用	研究開発費
市場販売目的	著しい改良	研究開発費
	普通の改良	研究開発費
自社利用目的	ソフトウェア機能の維持に要した費用	発注時の費用
	製品としてのソフトウェアの制作原価	製造原価
将来の収益獲得及び費用の削減が確実なもの	将来の収益獲得及び費用の削減が確実なもの	無形固定資産（5年以内の定額法などにより減価償却）
	将来の収益獲得・費用の削減が確実でないものまたは不明なもの	費用処理

図5 ソフトウェアの会計上の取扱い [8]

3.6 人事管理システムの対応

機械製造業の特徴部分で述べたように、機械製造業において製品の品質に対する要求が厳しく、高精度が求められるので、品質の高い製品を製造するために、技術の伝承と技術者の育成は重視されるべきであり、特に少子高齢化により、技術を持つ労働力の確保は人事管理の課題である。

人事管理の業務は広く、従業員の情報管理・給与管理・勤怠管理・福利厚生管理・従業員の育成・人事評価は人事業務に含まれる。ERPパッケージに人事管理システムがある場合、人事管理システムを利用し、人事データを管理する。ERPパッケージに人事管理システムがない場合、外部の人事管理システムを選定し、ERPパッケージと連携する。

人事管理システムの人事データの情報管理は人事管理システムの基本であり、導入企業の状況によってカスタマイズし、必要な項目を表示させる。事前

に導入企業の人事業務を調べ、従業員のデータ管理画面に必要な入力項目を選定し、既存項目にない場合項目を追加する。例えば社員の資格管理画面に機械製造業に必要な資格項目を追加し、データベースの設定も行う。グローバル化の進展により、多国籍の人材管理が課題となり、人事データ管理の工夫が必要である。従業員の個人情報データは従業員番号・名前・住所・国籍・所属部署・資格取得情報などの一般データがあり、ほかに給与に関わる支給情報と雇用形態などのデータも登録内容であり、企業年金基金の情報も含まれる。

人事管理システムに給与管理と勤怠管理があり、これらのデータは従業員の給料計算に関係がある。給与管理は従業員の勤務年数による昇給、人事考課による昇給などの情報を管理し、勤怠管理は勤務スケジュールと出勤時間などのデータを管理する。勤怠管理において各種の勤務スケジュールを設定し、勤務時間を登録すれば、従業員の給与が計算される。給与データは管理会計の原価と繋がり、給与即ち労務費は製造原価の一部である。人事管理システムを持つERPシステムでは給与計算情報は原価管理と連携するが、外部の人事管理システムを使う場合、原価管理と繋ぐために追加開発を行う。

従業員の教育も人事管理に対し無視できないことなので、人事管理システムに教育・社内訓練・外部受託訓練などの活動項目があればシステムの追加開発なしで追加開発費用を節約するので、人事管理システムの選定が重要である。

従業員データの可視化は人事担当者にとって非常に重要であり、業務改善に繋がる。例えば、新しいプロジェクトの人員を選定する場合、適切な人事分析レポートがあれば人事業務を速やかに行う。システム導入時に人事担当者の意見に基づき、既存システムの分析ツールに必要なレポートがない場合追加開発を行う。

3.7 プラント保全システムの対応

工場で機械または部品を作るための設備が故障した時に製造活動を正常に行うことができないので、設備保全を行う。保全は定期保全と故障時の保全二つのタイプがある。設備のメンテナンスは定期的に行われ、設備の故障を未然に防ぐ。故障になった場合、設備の修理を行う。ERPのプラント保全システムを利用し、設備保全計画を立てる。事前にプラント・作業区・設備などのデータを登録し、設備修

理のために使われるプラント保全タイプの部品表を登録する。設備が故障した時に保全指図を作成し、修理のための部品調達から修理完了まで保全指図を管理する。

安全生産は大事なことであり、定期的な設備保全により機械の故障を防止し、労働災害のリスクを低減する。近年労働者の安全を確保するためのシステムが開発され、ERPプラント保全システムとの連携が進んでいる。

4. サプライチェーン再構築

新型コロナウイルス感染症の流行は世界経済に大きく影響を及ぼし、物流の混乱を招いてしまった。サプライチェーンの脆弱性のリスクを回避するために、機械製造企業にとってサプライチェーン再構築は切迫した課題である。

機械製造業の製品に必要な部品は多く、全ての部品を調達するのは複雑なことである。グローバル化の進展により、海外から部品を調達することが多くなった。コロナ禍で部品調達はより一層複雑になり、特に海外からの部品調達が不安定となり、物流停滞による工場の稼働停止のリスクが増えている。

機械製造業の販売状況を調査し、2020年第Ⅱ期日系製造業のグローバル出荷指数が低下になり、輸送機械工業は前期にマイナス35.6%、汎用・生産用・業務用機械工業は前期にマイナス9.4%の低下になった[9]。2021年日系製造業の国内出荷・海外出荷はともに上昇し、グローバル出荷指数を見ると、汎用・生産用・業務用機械工業は前年より19.3%、輸送機械工業は前年より12%上昇した[10]。販売が回復したので、売上を伸ばすために部品調達は企業にとって大切な課題である。

従来の部品仕入は部品の値段・品質・リードタイム・安全在庫などの要素を考慮するが、新型コロナウイルスの流行と世界情勢の変化により、グローバル調達の潜在的なリスクも要素に入れ、安全なサプライチェーン再構築は企業にとって重要な経営戦略である。海外の生産拠点による中間部品の調達が不安定になるため、日本国内で生産拠点を新設し、中間部品の調達を確保する。また、従来の調達先が一か所にある場合、多くの国で生産拠点を設立し、中間部品の途絶を防ごうとする動きがある。

コロナ禍で今まで経験しなかったサプライチェーンの脆弱性が現れ、機械製造業企業の生産活動にダ

メージを与えた。多くの企業の経営陣はサプライチェーン再構築を検討し、生産拠点を新設し、原材料と中間部品の調達先を見直し、リスクを分散させるよう戦略を考えている。物流コスト、リードタイム、重要な部品が調達できない場合の代替先の選択、海外新設工場の人件費と投資のリスクなど、いろいろな要素を含め、戦略を立てる。同時に企業の情報システム部門はシステムの対応を行う。ERPシステムが既に導入されている場合、対応する各システムの再設定を行う。例えば、購買組織の追加、仕入先の追加、新しい物流ルートの設定、部品の品目マスタにおけるプラントと購買組織の追加設定などの対応を行う。

ERPシステムを利用するメリットは在庫可視化が実現でき、在庫切れになる前に発注し、在庫保管費用を最小限にする。しかし、地震と洪水などの原因で部品調達不能になり、稼働停止になったことがあり、非常事態に対応するために、在庫保管費用を最小限にすることを考えるだけでなく、安全在庫の見直しと非常時の対策案を立てるべきである。2020年からのコロナ禍で物流の確保が厳しくなり、サプライチェーンの再構築案を決めるには様々な要因を考えるべきである。企業のグローバル展開により、今後新たな課題が現れる可能性があり、サプライチェーン再構築は今喫緊の課題であり、今後も機械製造企業が抱える課題である。

5. 人工知能の活用

人工知能（AI）とクラウドなどの技術の発展により、デジタル・トランスフォーメーション（DX）は製造業に浸透しつつあり、機械製造業に大きな変革をもたらした。

機械学習を利用し、大量のデータを分析し、予測を行うことができる。機械学習は教師あり学習と教師なし学習のタイプが含まれ、教師あり学習は正解であるデータを有し、機械学習を行う。教師データが多ければ多いほど学習精度が高い。近年AIによるERPシステムの強化が進んでおり、ERPシステムには大量のビジネスデータが蓄積されているので、機械学習に必要な学習データを提供することができる。AIアプリケーションの応用は企業基幹業務の正確さと効率化を向上させる。AIアプリケーションによるERPシステムの強化は会計・人事・物流など各ビジネスプロセスにおける機能改善を

現した。

SAP Business Technology Platformで開発されたAIアプリケーションの例を挙げ、企業基幹業務への活用を説明する。財務会計におけるAI活用の例は請求伝票処理の自動化である。Emailで添付されている請求伝票をスキャンした後、伝票のデータはAIで抽出され、SAP S/4HANAシステムに登録される。AIによる請求伝票処理の自動化は業務の効率を向上させ、人為的ミスを減らすことを実現する[11]。物流におけるAIアプリケーションの例はグローバル事情によるサプライチェーン中断の評価である。分析対象であるコロナウイルス・ロックダウン・為替レートなどのリスク要素を事前に登録し、部品未納の発注伝票を分析し、リスクを分析する[11]。このアプリケーションを利用し、リスク対策をすれば、サプライチェーンの中断を未然に防ぐ。

以上の例特に物流の例は機械製造業に役に立つ。未納状態の発注伝票に対し、グローバルな視点で企業の部品調達のリスクを分析評価し、サプライチェーンの中断しないよう確保措置をとる。AIアプリケーションは企業経営に役割を果たし、今後より多くのAIアプリケーションが開発されると予想され、導入によりERPシステムの機能を強化する。

6. おわりに

機械製造業はほかの産業を支える産業であるため、機械製造業におけるERPパッケージの導入を研究した。機械製造業の種類が多いので、本稿は工作機械と大型機械を例に挙げ、特徴を分析した。機械製造業は高精度が求められ、品質管理が重視され、技術者の確保が必要だという特徴を持ち、ERPパッケージを導入する時に特徴を考慮したうえ、企業の具体的な状況を分析し、ERPパッケージの各システムのカスタマイズまたは追加開発を行う。

ERPパッケージの導入により、機械製造企業の業務改善ができ、生産性の向上とコスト削減を実現する。複雑で種類が多い部品と原材料を調達することは難しいので、仕入先の選定は資材の値段だけでなく、品質とほかの要素を含める必要がある。また、グローバル調達も進んでいるので、本稿は購買在庫システムの対応を検討した。生産管理システムは機械製造企業にとって最も重要なシステムである。見込生産と受注生産など多様な生産形態があり、生産管理システムで適切な生産計画方針を選ぶ。顧客の

ニーズの多様化により多品種少量生産が求められ、生産管理システムの対応だけでなく、技術者の確保という観点で人事管理システムにも影響を及ぼした。高精度が求められるので、品質管理システムは機械製造企業にとって不可欠なシステムであり、購買から生産と販売までの各業務プロセスで品質管理は大きな役割を果たし、各段階において品質管理システムが利用される。原価管理は企業の利益に繋がり、本稿は工程別原価と半製品の原価などに関し管理会計システムの対応を検討した。また、管理会計システムの分析レポートを使い、意思決定にデータを提供する。

コロナウィルスの影響で部品調達が不能になったことが発生し、製造活動と販売活動に影響を及ぼし、サプライチェーン再構築は機械製造企業にとって重要課題となった。部品のコストとリードタイムのほか、部品が届くまでのリスクを含め考えなければならない。AIアプリケーションの開発との連携により、ERPシステムの強化が実現できる。例の一つはグローバル事情によるサプライチェーン中断の評価というAIアプリケーションである[11]。AIアプリケーションはサプライチェーンの中断を未然に防ぎ、サプライチェーンの再構築を支える技術の一つと言える。

ERPシステムはリアルタイムデータを提供し、在庫や生産スケジュールの可視化を実現する。近年ユーザ視点で作るUI/UXデザインが重視され、ERPシステムもユーザに使用しやすいウェブ開発が進んでいる。業務担当者はモバイル端末からERPシステムに接続し、データを確認する。ユーザの使いやすさを考慮し、画面サイズに合わせたレスポンシブデザインが使われている。

本稿は機械製造業におけるERPパッケージ導入時のシステム対応を分析し、重要なところを述べたが、言及していないところがある。また、機械製造企業の規模により、必要なサービスが異なり、企業は具体的な状況を分析し、適切なERP製品とサービスを選び、必要な部分のシステム対応を行い、企業の経営課題を解決する。

参考文献

- [1] 総務省 | 統計基準・統計分類 | 日本標準産業分類 (平成 25 年 10 月改定) (平成 26 年 4 月 1 日施行) - 分類項目名
https://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/index/seido/sangyo/02toukatsu01_03000044.html
- [2] 表 1 は総務省 | 統計基準・統計分類 | 日本標準産業分類 (平成 25 年 10 月改定) (平成 26 年 4 月 1 日施行) - 分類項目名に基づいて作成された。
- [3] 日本工作機械工業会, 「日本工作機械工業会規格」
<https://www.jmtba.or.jp/publication/mas>
- [4] 松村隆, 笹原弘之, 「機械加工学基礎」, 株式会社コロナ社, 2018 年
- [5] 厚生労働省, 「機械機能安全による機械等に係る安全確保に関する技術上の指針 (平成 28 年厚生労働省告示第 353 号)」
<https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11300000-Roudoukijunkyokuanzeniseibu/0000140170.pdf>
- [6] 原価計算基準一八 部門別計算の手続き
- [7] 梅田浩二, 「国際振替価格設定基準の選択に関する考察」,
https://www.jstage.jst.go.jp/article/mjmar/8/1/8_37/_pdf
- [8] トーマツマニュファクチャリングインダストリーグループ, 「Q&A 業務別会計実務 5 機械製造」, 中央経済社, 2013 年
- [9] 経済産業省ウェブサイト
<https://www.meti.go.jp/statistics/toppage/report/minikeizai/kako/20201104minikeizai.html>
- [10] 経済産業省ウェブサイト
<https://www.meti.go.jp/statistics/toppage/report/minikeizai/kako/20220506minikeizai.html>
- [11] SAP Business Technology Platform ユースケース
<https://www.sap.com/japan/products/business-technology-platform/use-cases.html>

* URL はすべて 2022 年 8 月にアクセスを確認した。

◆著者紹介

李 鷓 Yi Li

京都情報大学院大学教授
SAP 認定コンサルタント