

# 製造業向けビッグデータ分析

## PAO(Predictive Asset Optimization)による 製品品質や設備保全の最適化

IBMでは、既知の数理統計アルゴリズムを内蔵したソフトウェア「IBM SPSS」やリサーチ部門の研究者が考案したアルゴリズムを活用して、製造業を中心に製品品質向上や設備の安定稼働に関わるお客様の課題解決を支援しています。本稿では、SPSSを使ってデータ分析を行った際にお客様からいただいた質問やコメントを元に、データ分析プロジェクトの進め方、分析結果の評価や判定、分析モデルの実務適用の実態をご紹介します。読者の皆さまが自社にデータ分析を導入する際の参考になることを目的としています。

### ▶▶ 1. PAO(Predictive Asset Optimization)の概要

データ分析は高度な数理科学手法を使って人間の代わりに何かを「考えて」くれる仕組みだと思われがちです。しかし実際は、大量かつ多次元のデータを収集、処理し、業務課題を解決するための新しい気づきを得ることを目的としています。

このような分析では、これまでの技術的検討で見つからなかった現象を洗い出すために、技術者が通常検討に活用する数値データに加え、さまざまなコードデータ、文書データを利用することが重要になってきます。データマイニングやテキストマイニングの手法[1][2]を駆使することで、工学的な法則に基づく回帰分析やシミュレーション、品質工学などの統計手法で見つけられなかった現象を可視化できるようにします。この背景にはコンピューターの性能の向上とデータの高速処理を実現するソフトウェアの発展があります。

これまで、技術者の知識と経験に基づいて原因となる要因を絞り込み、結果要因との因果関係を仮定し、相関分析や回帰分析の結果を検証することで仮説を立証してきました。技術の現場では長年の検討を重ねることで理論的に説明のできる事象はほとんど解決し、高い品質

を実現しています[3]。

しかし、さらなる国際競争に打ち勝つためには、これまで以上の品質や生産効率の改善が必要です。そのためには、これまで理論的に説明のつかなかった「バラツキ」「ズレ」「変動」を説明するための新たな仮説の構築が必要になっています。現場の経験則やベテランの見立てと言われている領域です。文献[4]では「潜在構造の多様な変化から最も適切なモデルを同定し、その変化を捉える方法論が重要」と述べられています。この視点がデータ分析を生かす成功要因です。データマイニングやテキストマイニングで見つかった新たな知見は、技術的検討を経て実験、検証され業務に適用されるようになります。これまで蓄積されたノウハウを置き換えるのではなく、さらなる飛躍のため、技術者や技能者の知見を補完する手法と認識してください。

### ▶▶ 2. ビッグデータ分析の導入領域

製造業におけるデータ分析はおおむね四つの領域に分類することができます。(1) 製造品質改善、(2) 予防保全、(3) 出荷後の品質保証、(4) 出荷先での遠隔監視です。

#### (1) 製造品質改善

製造品質に関する分析には、工程の最適条件の見直し

による品質のバラツキ改善や目標値への絞り込みと、加工中の部品や製品の品質自動判別があります。工程条件の最適化では、分析対象の工程の品質指標に対して工程に関わるあらゆる情報を使って、狙い通りの品質結果に至る条件の組み合わせや切り分け条件を洗い出します。これまでの分析方法では、技術的な因果関係が表せないために見過ごされてきた現場の経験則を多次元の情報と確率で表現できるようになりました。このような分析でこれまで品質の直接要因とは認識されていなかった設備要因、例えば配管の影響や空調の影響が見つかり、工程改善につながっています。これらの分析結果は品質改善のみならず、後工程の品質確保のために厳しく管理しすぎていた管理指標（オーバースペック）の緩和も検討対象となります。

こうして工程条件が明確になると、同様の情報から工程加工中の製品・部品の品質予測が可能になります。つまり工程払い出し前に合否を判断して不具合品を特定したり、無検査化や全数検査工程のサンプル検査化などが可能になります。

## (2) 予防保全

予防保全に関する分析には、生産にインパクトのある設備故障の予知や部品の寿命予測、故障原因の絞り込みがあげられます。従来の予防保全は設計時の技術的な検討から標準寿命を推定し、故障実績からMTBF (Mean

Time Between Failure:平均故障間隔)などの統計値を算出して保守計画を立案しており、技術者の熟練度に依存する傾向がありました。そのため、突発故障や平均寿命に満たない疲労・劣化を検知できず、重大な稼働問題を生ずるケースも少なくありませんでした。

データ分析では故障発生までのあらゆる事象から故障の予兆となる情報を洗い出し、故障の発生を予知します。入力には設備に取り付けてあるさまざまな計測情報（温度、振動、圧力など）と設備が発信する異常信号（位置決め不良、欠品など）に加え、通常別管理されている保守記録などの情報を使います。予測精度を高めることができると、稼働状況から故障を検知できるようになります。さらに動作時間や作動負荷などの情報を加えることで装置や部品の余命予測を行い、修理・交換までの残り時間の推測も可能になります。このような分析を組み合わせることで、工程稼働率の向上と保守工数の削減や交換部品削減などの保守費用改善が期待できるようになります。

## (3) 出荷後の品質保証

出荷後の品質保証に関する分析には、市場で起きている故障や修理、お客様のクレーム情報などから重大な品質問題を事前に検知するための分析があげられます。これまでは市場で起こった事象を時系列の管理図で可視化し、経験的なしきい値を基準として重大不具合を予知する工夫がされてきました。このやり方では、しきい値設

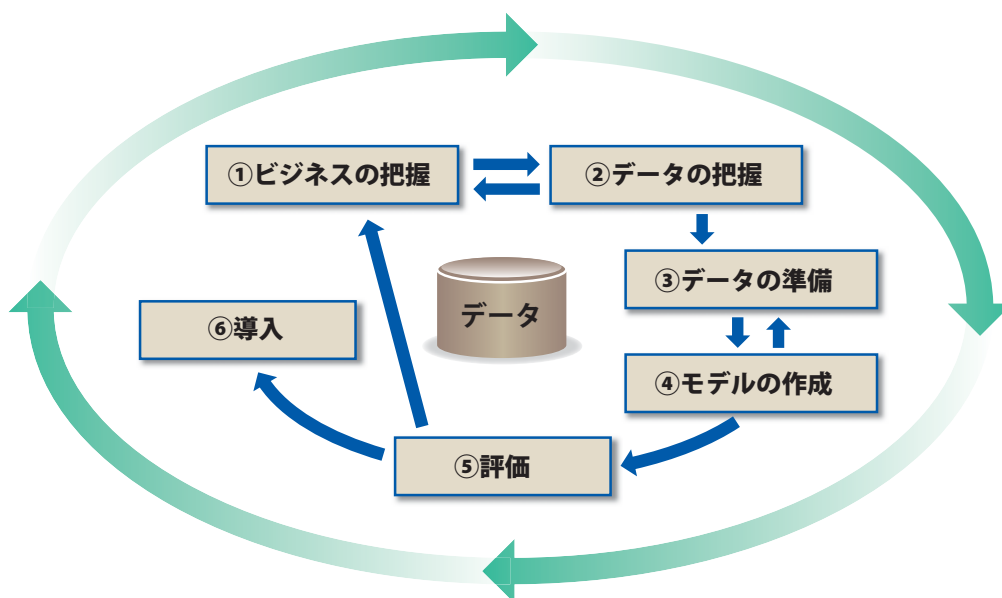


図1. CRISP-DMライフサイクル

定のノウハウ（経験則）が重要になり、重大不具合のアラームが頻繁に発生したり、市場で問題になるまで見過ごされたりするケースも起きていました。データ分析では不具合事象の発生件数に加え頻度や累積、他の予兆事象との依存性などの情報と技術的な知見を含めて分析するため、従来よりも早期に正確な検知が可能になります。

#### ▶ (4) 出荷先での遠隔監視

遠隔監視は、出荷先の製品から送信されてくる情報を(1)～(3)の三つの手法を活用して分析し、稼働状況や故障の予知を行って出荷先での稼働保障につなげるものです。例えば車両から送られてくるセンサーデータを使い、車両の運行中の状態監視を行うといった例が挙げられます[5]。

以上のような分析を業務に取り込むことで、これまで壊れない製品を開発・製造し、製品販売が中心のビジネスモデルに加えて、納品先での稼働保障や付加価値向上などのサービスを中心としたビジネスの展開が可能になります。

### ▶ 3. データ分析活動の進め方

IBMの分析支援は、CRISP-DM(Cross-Industry Standard Process for Data Mining) (図1)というメソッドで進められます[6]。特徴は「①ビジネスの把握～⑤評価」の大きなサイクルと、「③データの準備～④モデルの作成」の小さなサイクルで構成されています。

通常の仕事(プロジェクト)の進め方は、作業手順をあらかじめ設定し一つ一つのワークを完了させながら先へ進んでいくプロセス型ですが、データ分析は、目的・状況に応じて最適な分析手法を選択するため、条件の設定～分析～評価の試行錯誤を繰り返します。また、結果の評価や判定では事前に完了基準を設定しにくいので、業務視点での判断が欠かせません。従来のプロジェクトの進め方との大きな違いは、作業ステップごとの完了基準の設定、WBS(Work Breakdown Structure)などを使った進捗管理、類似事例をベースとした標準手順化が難しいことです。

また検討の視点も変わってきます。従来の分析活動はさまざまな現象から要因を絞り込んで1対1の因果関係に法則を当てはめてシミュレーションや検定を行ってき

ました。データ分析ではN対1、1対N、N対Nの確率関係の発想を取り込みます。従来の回帰分析や統計分析と共通する手法もありますが、非線形要素も取り込むことで従来対応できなかった事象も分析対象とすることができるようになりました。

### ▶▶ 4. データマイニングの役割とスキル

データ分析を業務に取り込む際には、事業部門と分析専門家の役割分担と連携が必要になります。文献[7]では「ビッグデータを解析できる技術者とその分野の専門家という双方のステークホルダーが協業できる場をいかに作り出すのがポイント」だと述べられています。

分析の専門家には、分析作業を効率良く行う能力と、分析を企画し結果を評価判断する能力が求められます。一方、事業部門の専門家には、製品の特性や工程の特性に関する知識と長年培ってきた経験則を整理して新たな知見を構築するための想像力が求められます。

データ分析のプロジェクトでは通常以下の三つの役割を分担して実施します。

#### ①分析企画

主に分析専門家の役割になります。分析テーマや要因情報の確認から分析の方針を検討し、データの加工や手法の選択を行います。また、分析結果の判定と評価や、多くの場合、分析に参加していない関係者に対する分かりやすい解説や後続活動の企画を行います。この役割は最も重要で、かつ経験と想像力が必要です。

#### ②分析作業

主に分析専門家の役割になります。分析アルゴリズムの知識、プログラミングのスキルが重要です。分析方針に対応して、データ加工や分析を行い、分析結果の可視化を行います。分析作業では、手法の最適化や代替手法の検討を行い、分析作業の最適化を主導します。

#### ③分析評価

主に事業部門の役割になります。データを提供し、分析結果の実務適用の是非を判断します。従来の工学知識や品質管理とは異なる視点で分析が行われるため、当初は戸惑うことも多いのですが、分析専門家と議論しながら新しい知見の確認と業務への適用を検討します。

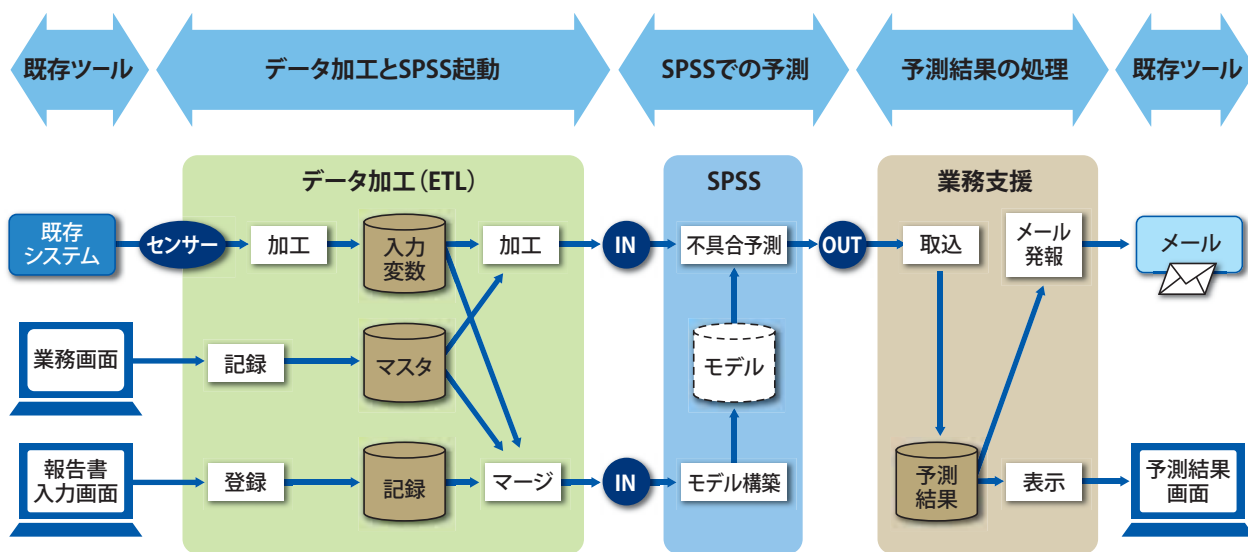


図2. 分析エンジンの連携イメージ

## 5. 予測モデルと業務の連携

分析が終わると、そこで構築された分析モデルを搭載した分析エンジンを中心にシステムを構築します。分析エンジンをシステムに組み込んで工程作業中に自動判断を行う仕組みや、時々刻々と発生する工程情報から故障・不具合の予兆を検知し保全手配を行うための仕組みなどです。分析エンジンを機能させるには、

- ①既存システムのデータベースに蓄えられているデータ、時々刻々と集まってくるリアルタイムの情報を加工し分析データとして蓄える。
- ②分析エンジンを必要なタイミングで起動し予測を行う。
- ③分析エンジンの出力を蓄えると同時に、必要な情報を発信する。

という機能を検討する必要があります(図2)。

システム構築に当たっては、事業部門の固有基盤上か本社(IS)共通基盤上など、どこに構築するか。また、本社、事業部門、IT部門など誰がオーナーになるかなどを、目的や使い方に応じて検討する必要があります。

## 6. まとめ

データ分析に関してさまざまな方法や事例、ツールが紹介されていますが、過去の成功事例をベースに導入しても分析できないケースが見受けられます。中には同じ工程、同じ課題であってもまったく機能しないことも散

見られます。

これは他社との差別化に向けて固有の仕組み・工程を構築してきた基本方針が原因だと考えられ、今後も競争力を維持するためには方針を継続する必要があります。したがって他社事例を採用するのではなく、新たな競争力の源泉として自社に固有の分析の仕組みを構築することが必要だと考えます。

### 【参考文献】

- [1] 村上明子:ソーシャル・メディア・アナリティクス最前線, PROVISION, No.78 (2013)
- [2] 濱田誠司, 中山章弘:テキスト・データの活用, PROVISION, No.78(2013)
- [3] 青木幹晴:自動車工場のすべて, ダイヤモンド社(2012)
- [4] 山西健司:ビッグデータの深層を斬りだす〜学習理論がえぐる「ディープ・ナレッジ」, PROVISION, No.78, pp.10-15(2013)
- [5] 井出剛:センサー・データによる状態監視技術, PROVISION, No.78, pp.28-33(2013)
- [6] 山田敦:成功するデータ分析の始め方, 東洋経済online(2013)
- [7] 喜連川優:第4のメディアが作り出すビッグデータの時代, PROVISION, No.72, pp.10-15(2012)



日本アイ・ビー・エム株式会社  
グローバル・ビジネス・サービス事業  
サプライ・チェーン・アナリティクス  
シニア・マネージング・コンサルタント

横山 道洋  
Michihiro Yokoyama

IBM入社後、開発製造部門で生産技術、製品企画を歴任。IBMの構造改革で開発製造部門の業務分析・組織改革をリードし、その後コンサルティング部門でお客様の業務改革を支援している。2011年よりアナリティクスのコンサルタントとしてデータ分析とお客様の課題解決を支援している。