

# 特集にあたって<sup>†</sup>

安井 清一\*

## 1. はじめに

2022年10月5日、日本品質管理学会のクオリティトークのイベントで、(株)デンソーの吉野陸氏により、DX版QC七つ道具であるDigital Native七つ道具(DN7)の講演があり、筆者も参加した。DN7は生産プロセスから取得されるビッグデータに対して、QC七つ道具のような分析を行える手法群である。例えば、QC七つ道具のひとつである散布図をビッグデータで作成すると、あまりに多くのデータ数のせいで、データの疎密を読み取ることができず、傾向も今ひとつわからないが、DN7では、カーネル密度推定から求められる2次元ヒストグラムの等高線を表示することで、データの詳しい傾向を読み取れるようにしている。他にも、時系列グラフでは、ビッグデータであるからこそ可能なヒストグラム(カーネル密度推定から得られた確率密度関数)の時系列表示が含まれており、生産IoT(Internet of Things)が進む中、品質を含む生産プロセス全体の現場レベルでの管理や改善に重要な役割を果たすという印象を持った。

DN7が登場したということは、単純に生産ビッグデータを取得できるようになったということではなく、生産プロセスの管理・改善に必要なビッグデータ

を完備できるようになったということの意味していると思う。そう考えると、「事実に基づいて」、「品質を工程で作り返す」ことを基本原則とする品質管理においては、このような生産ビッグデータを活用しない手はないと感じる。しかし、現在において、品質管理界は、高度に進んだ生産IoTから生成される生産ビッグデータの恩恵をどれだけ享受できているだろうか。実際の現場では、生産ビッグデータの品質への活用が行われているかも知れないが、日本品質管理学会においては、2017年から2019年に設置された「製造業のためのビッグデータの解析あり方研究会」で議論されたものの、学会誌、研究発表会を眺めてみて、さほど多くない印象である。

ビッグデータでなくとも、データに基づく品質管理は統計的品質管理であり、品質管理の伝統である。また、本特集のタイトルに含まれている「データ駆動型」は、Tukeyの探索的データ解析(Exploratory Data Analysis)に端を発している。従って、本特集のタイトルである「データ駆動型品質作り込み技術」は、イコール、統計的品質管理のように思えるが、データ量の増加、データの種類の増加、それに伴うデータの傾向の複雑化等の前に、情報科学的アプローチ、いわゆる、機械学習や人工知能から「データ駆動型」が語られることが多いとの印象がある。

データは科学・工学の基礎であることから、データ解析技術は理論・応用とも、様々な分野において開発され、洗練化されている。生産に直接関わるものとして、現代制御理論における状態空間モデルは、自動制御の世界でも、統計学の世界でも研究、使用されている技術である。データ解析自体、従来から分野横断的

<sup>†</sup>令和5年6月28日 受付

\*東京理科大学

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎2641

(勤務先)

E-Mail：yasui@rs.tus.ac.jp

な領域であると思うが、ビッグデータ、データサイエンスが当たり前になろうとしている、もしくは、なった現在において、垣根を越えた見方が必要である。特に、「生産」においては、統計的方法、機械学習・人工知能、制御理論は、「事実に基づいて品質を工程で作り込む」ことの旗の下に集まり、統計的品質管理（統計のプロセス管理）を形成する必要があると強く思う。このような思いをきっかけに、「データ駆動型品質作り込み技術」を特集する。

## 2. 各テーマの概要

以下に、各テーマに対する見どころ（本著者の私見ではあるが）を示す。読者の参考になれば幸いである。

### 2.1 DN7 によるデータ駆動型品質管理とアジャイル改善

DN7 のツールについての解説だけでなく、開発目的も述べられており、その中で、品質を工程で作り込むことに対する従来からの変革について論じられている。生産ビッグデータが得られ、そこから工程を常に詳細に把握することが可能になった今、生産における品質管理への向き合い方について一緒に考えていただければと思う。

### 2.2 局所データ回帰に基づく自律適応制御

生産ラインの状況をデータによってリアルタイムに把握することが可能となり、統計的・機械学習の手法の活用による人手を介さない自律的な、かつ環境変動に対しても追従可能である適応的な生産ラインの制御を実現する環境が整いつつある。このような制御（自律適応制御）を実現するための要素技術を紹介し、従来の方法の問題点から新たな提案法について解説している。

制御のタイミングを決めるために管理図を用いており、統計のプロセス管理と馴染みがある。制御による特性値の変化量と、操作量となる製造パラメータとの値とを関連付ける統計モデルに、局所的にセミパラメトリック回帰を当てはめる方法が用いられているが、参考となる日本語の書籍がないと思われるため、フリ

ーの統計解析ソフト R のライブラリ mgcv を使いながら、理解に努めたいところである。

### 3.3 データ駆動型の源流改善に向けて一製造データにより適した因果探索手法の開発—

分散不均一性に対応できる統計的因果探索を開発し、モノリス製造データに対する因果構造を推定して、固有技術（ドメイン知識）とよく合った結果を得ている。統計的因果探索と言えば、LiNGAM (Linear Non-Gaussian Model)<sup>[1]</sup>。これは、プログラミング言語 Python のパッケージ lingam で実行できる。

統計的品質管理においては、因果構造の推定法として、グラフィカルモデリング (Graphical Modeling : GM) から固有技術を活用してデータ生成方向を決め、構造方程式モデリング (Structural Equation Modeling : SEM) で分析する方法があり JUSE-Stat Works<sup>®</sup> SEM 因果分析編<sup>[2]</sup>で実行可能である。

統計的因果探索では、誤差が系統成分に対して線形に加わる場合に、誤差の非正規性 (ガウス性) や系統成分の非線形により、データ生成方向もデータから推定できるということであるので、統計的品質管理においても、注目すべき方法論であると感じる。

### 2.4 製造現場における DX 推進と品質のつくりこみに関する IE マネジメント

IE (Industrial Engineering) からの深層学習を用いた工程管理技術の紹介である。IE と QC は分けて話されることが多いと思うが、IE の典型問題の一つである作業の管理や改善においても、本テーマのように QC に関わる部分が多分にある。本テーマでは、深層学習による画像解析、作業進捗の見える化、及び、それらの記録の DX 化によって、作業のムラをレビュー、さらに、問題箇所の作業を動画で確認することができるシステムを紹介している。DX 時代の「三現主義」である。

### 参考文献

- [1] 清水昌平 (2017) : 「統計的因果探索」, 講談社.
- [2] 山口和範, 廣野元久 (2011) : 「SEM 因果分析入門」, 日科技連出版社.