

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 鈴木 知道

本論文は「データ解析における本質抽出のための実践的アプローチ」と題し、全8章から成っている。対象を理解するための科学的アプローチの基盤は、広義の「計測」と「データ解析」にあるといえるが、本論文では、論文提出者が自ら実施した数例の統計的データ解析を通じて得た、解析対象データに含まれる本質的な情報の抽出のために必要な、基本的考え方、方法論、知見をまとめたものであり、データ解析分野ではとくに重要な「理論と実践の橋渡し」をめざすものである。

第1章は序論であり、本研究の背景と目的を述べている。データ解析の目的は解析対象からその本質的情報を導き出すことにあり、データ解析は、「問題設定」、「解析方針決定」、「解析」、「結果の解釈」というステップから構成されるものとモデル化して、各ステップにおける実践上の難しさを論じ、本研究の課題を明確にしている。

第2章では、ダイナミックプロセス制御を例に取り上げて、データ解析における現状の把握を行い、問題点の抽出を行っている。

第3章～第7章においては、データ解析の対象として、化学プロセス、精密機械組立プロセス、感性品質設計、気象データと幅広い分野をとりあげ、第1章の枠組みに従って、データ解析における本質抽出のための指針を導いている。

第3章では、確立しているはずのダイナミックシステム同定の理論が、実践の場においては有効に活用されていないというギャップを指摘し、システム同定に用いる良質のデータを取得する方法について論じ、現実設定しうる制御因子の制約のもとで、システムの未知パラメータの推定精度を最良にする実験パターンを提示している。目的達成のために実験的アプローチをとるかどうかを検討し、実験をする場合、解析スコープを明確にし、制約の中で合理的に実験条件を定めるための指針を与えている。

第4章では、理論的には整然と体系化されている時系列データ解析におけるフィードバック制御モデルが、現実にはそのままでは適用できない例を取り上げて、モデルと現実の乖離の認識、モデルの修正によって現実に適合させる方法について論じている。例として取り上げたプロセスは、工程平均を変化させる外乱があり、これをモデルに取り入れ、新たなモデルに対する制御式の理論的導出、制御量計算の手順を与えている。解析対象データに適用可能な統計的モデルの妥当性判断の基本的方法が残差分析であることをあらためて強調するとともに、解析目的に適したモデルへの修正に関わる指針を与えている。

第5章では、通常は時系列分析が適用されることのない組立工程においても、誤差の独立性の仮定が成立しない場合には時系列データ解析の適用が適切であることを指摘し、適用にあたって

の課題に対する指針を与えている。対象とした組立工程では大量の部品が生産されるが、部品ごとのデータを一つの時点でのデータとして扱うことは現実的ではなく、また時系列モデルとしても適切ではないことを指摘し、解析対象とする単位時間の大きさに関して、推定精度、迅速性などのトレードオフを考慮し時間間隔をどう設定するかについての指針を与えている。

第6章では、感性品質の評価・設計を取り上げ、これまでは製品の物理特性値と感性品質評価の直接的関係の把握に基づいて製品の物理特性値を設計するというアプローチが取られていたのに対し、関係の解析において再利用可能な知識を得るために「中間特性値」を導入することの意義について論じている。取り上げた事例は自動車用シートの設計であり、中間特性値として人間への直接刺激を表していると考えられる体圧・撓みの分布データから、有力な中間特性値を構成し、新たな感性品質評価モデルを構築している。感性品質の設計に対してここで提案されている方法そのものが独創的であるとともに、対象の理解のために、目的特性がどのように発現するかについての因果連鎖を理解し、適切なレベルで中間特性値を設定することの意義とその方法に関わる指針を与えている。

第7章では、東京都の100地点で1年間にわたり15分おきに観測された気温データから、東京都におけるヒートアイランド現象の存在、その様相に関する知見を統計解析によって導いている。ヒートアイランド現象が起きていることを証明するには人工要因の有無に応じた気温の比較をすればよいが、現実的に人工要因を排除することは不可能である。ヒートアイランド現象がもたらす何らかの特徴を解析対象データから抽出しなければならないが、本論文はこれに対し、日内気温変化の地理的分布、季節、天候による相違から総合的に考察し、興味深い結論を得ている。すでに得られているデータから、解析目的に合致する本質的情報を抽出するために、データの構造や性質に応じて目的に適した統計的モデルを構築する際の視点、指針を与えている。

第8章はまとめであり、第3章～第7章の各章において第1章の枠組みに沿って得られた考察を踏まえて、データ解析における本質抽出の支援となりうる10の「教訓」を提示して、本論文の総括的な結論としている。

以上要するに、本研究は、論文提出者が自ら実施したいくつかの統計的データ解析例を通じて獲得した、データ解析における本質抽出のための教訓、コツをまとめ、これらをデータ解析における理論と実践のギャップを埋めるための実践的アプローチとして整理したもので、工学的に価値の高いものであり、化学システム工学及びシステム解析工学に貢献するところ大である。

よって、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。