

研究種目：基盤研究 (A)

研究期間：2007 ～ 2010

課題番号：19201029

研究課題名 (和文) 品質工学(タグチメソッド)の理論と応用に関する学術的研究

研究課題名 (英文) The research on theory and applications of Taguchi Methods

研究代表者 田中 研太郎

(KENTARO TANAKA)

東京工業大学・大学院社会理工学研究科・助教

研究者番号：00376948

研究代表者の専門分野：数理統計学

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学 ・ 社会システム工学・安全システム

キーワード：MT システム, RT 法, 多重共線性, SN 比, オンライン品質管理, 一部実施計画, 過飽和実験計画, 確率対応法

#### 1. 研究計画の概要

本研究は、日本発のマネジメント・オブ・テクノロジーである品質工学 (タグチメソッド) を数理的側面から捉え直し、定式化して普遍化していくことで、発展させやすいものに整理していくことを目指している。そのために、タグチメソッドについて以下の4つのテーマを掲げて研究を行っている。

##### (1) SN比の統計的推測法：

誤差因子を母数因子として実験にとり上げた場合の等SN比性検定を構築する。また、データに対応のある場合を論じる。

##### (2) 直交表実験の計画と解析：

過飽和実験計画で収集されたデータの解析と、応答が計数値の場合における直交表実験データの解析について、基礎研究を行う。

##### (3) オンライン品質管理：

観測特性と調整パラメータの間の工程因果モデルを、時系列多変量分布としてモデル化するとともに、工程調整における損失関数を、SN比などを用いて定式化する。

##### (4) MTシステムの理論研究：

MTA法, TS法, T法などの様々なMTシステムの手法の数理的性質を明らかにしながら問題点の整理を行う。また、多重共線性へ対策案を検討する。

#### 2. 研究の進捗状況

##### (1) SN比の統計的推測法：

対応のあるデータに対する等SN比性検定を構築した。さらに、拡張したSN比を定義し直すことで、等分散性の仮定を外すことを可能にした。これらの等SN比性検定方法

について、シミュレーション実験によって有効性を示した。

##### (2) 直交表実験の計画と解析：

正則でない一部実施計画のあるクラスの性質について、指示関数を定義し、これについての考察から、正則でない2水準計画のクラスが示唆された。そして、2水準因子に関する一部実施計画の問題について最適性に関するMA基準やGMA基準を拡張した基準を提示した。また、パラメータ設計で実験での誤差因子の水準設定が難しい場合を想定し、誤差要因の値が共変量として観測された場合の解析法を与えた。さらに、過飽和実験計画と確率対応法について整理を行った。

##### (3) オンライン品質管理：

工程に異常が起こったときに、それを直ちに検知し正常状態に戻すための調整方式を、予め工程設計段階で合理的に決定するための方法論を、実際の事例とシミュレーション実験に基づいて構築した。そして、シミュレーション実験による最適化設計プロセスにおいて、実験計画法と品質工学を活用する方法について整理を行った。

##### (4) MTシステムの理論研究：

MTシステムの1つであるRT法の重大な問題点を指摘した。そして、この問題点を回避する修正を施した新たな手法を提案した。そして、MTシステムを利用する分野や事例の再検討をし、時間により単位空間が変動する現象へのMTシステムの適用について考察した。また、多重共線性への対策方法を考案した。

### 3. 現在までの達成度

② おおむね順調に進展している。

(理由)

4つのそれぞれの研究テーマにおいて、当初掲げていた問題設定についての解決策が計画通りに得られ始めており、これらの結果についてはすでに昨年度に研究集会を開いて発表した。また、定期的にテクノメトリクス研究会という集まりを開いており、そこでの議論を生かして今後の研究を進めていくことにより、目標を達成できると考えられる。

### 4. 今後の研究の推進方策

本研究においては、タグチメソッドについて4つのテーマを掲げて進行しているが、22年度においては、それらの結果を融合することに注力する。具体的には、SN比による推論、オフライン品質管理、MTシステムにおいて、直交表実験とデータ解析に関する理論的背景のある実務的な指針をして研究成果をまとめる。また、MTシステムで使われているマハラノビス距離をSN比の立場から検討する。さらに、マハラノビス距離などの分布論を利用して、これまでの多変量管理図と異常モード識別のモデル化を、推測法として精緻化し、完成させる。

### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

- 1) 中西寛子, Compositional data に関する変数選択, *行動計量学*, **36**, pp. 67-80, 2010, **査読有り**
- 2) 永田靖・土居大地, タグチのRT法で用いる距離の性質とその改良, *日本品質管理学会誌*, **39**, pp. 364-375, 2009, **査読有り**
- 3) 関庸一・阿佐美尚志, 多量の入札履歴からの落札額分布推定, *オペレーションズ・リサーチ*, **54**, pp. 58-54, 2009, **査読有り**
- 4) KENTARO TANAKA, Strong Consistency of the Maximum Likelihood Estimator for Finite Mixtures of Location-Scale Distributions When Penalty is Imposed on the Ratios of the Scale Parameters, *Scandinavian Journal of Statistics*, **36**, pp. 171-184, 2009, **査読有り**
- 5) 関田隆一・山田秀, システム安全の視点による事故データの定量分析, *信頼性*, **30**, pp. 294-304, 2008, **査読有り**

[学会発表] (計 5 件)

- 1) 田中研太郎・宮川雅巳, 測定機器の性能比較のための等SN比性の検定, *科研費研究集会タグチメソッドの理論と応用*, 2009年9月19日, 成蹊大学

2) Shu Yamada, Application of Statistical Tools in Digital Engineering for Quality Management, *Quality Management and Organizational Development 2009*, 2009年7月13日, ベローナ大学

3) 土居大地・永田靖, RT法の改良手法の性能比較, *日本品質管理学会*, 2009年5月31日, 日本科学技術連盟

21日, 日本科学技術連盟

4) Yoichi Seki・Eiji Okawara, State Diffusion Model on SOM map based on Multinomial Logistic Model, *International Association for Statistical Computing 2008*, 2008年12月7日, パシフィコ横浜

5) 中西寛子・加藤貴一, 離散変量と連続変量が混在する場合のマハラノビス-タグチシステム, *日本品質管理学会*, 2008年6月, 日本科学技術連盟

[図書] (計 5 件)

- 1) 永田靖, *朝倉書店*, 「統計的品質管理」, 2009年, 200ページ
- 2) 永田靖・荒木孝治, *日科技連出版社*, 新版品質保証ガイドブック (分担執筆: 第Ⅲ部第7章), 2009年, 20ページ
- 3) 芳賀敏郎・永田靖, *日科技連出版社*, データ解析に役立つExcel関数, 2009年, 188ページ
- 4) 山田秀, *日科技連出版社*, 品質保証ガイドブック第Ⅲ部10章「プロセス保証と工程能力調査」, 2009年, 14ページ
- 5) 宮川雅巳, *日本規格協会*, 問題の発見と解決の科学 SQCの基本, 2008年, 119ページ