

令和 5 年 5 月 21 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K11202

研究課題名（和文）複雑なデータ環境に適用できるタグチメソッドの研究

研究課題名（英文）Research on the Taguchi method applicable to complex data environments

研究代表者

永田 靖（Nagata, Yasushi）

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号：30198337

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）：複雑なデータ環境に適用できるタグチメソッドの研究を行う。特に、タグチのMTシステムの研究を中心に行う。タグチ流実験計画法（ロバストパラメータ設計）やSN比についての研究も関連させて行う。MTシステムは異常検知のための解析手法と予測のための解析手法から成り立っているタグチ流多変量解析法の総称である。

MTシステムの各解析手法の理論的性質や改良手法に関しては、申請者らにより、これまでかなり研究の進展がある。今後は、高次元小標本データ、ノイズのあるデータ、欠測値データ、方向データなど、解析がより困難な状況を意識したMTシステムの新たな手法を開発する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、世界中の技術者により用いられているタグチメソッドの理論的な裏付けを行うとともに、より複雑なデータ環境に適用できる手法を開発することを目的とする。また、製造業における技術開発を支援することを目指す。この研究成果により、適切で迅速な異常検知や予測が実現可能になるとともに、効率的な新製品の開発の実現が期待できる。

研究成果の概要（英文）：We aim to study the Taguchi method that can be applied to complex data environments. In particular, I focus on research on Taguchi's MT system (Mahalanobis Taguchi system). In addition, I would like to conduct research on Taguchi's experimental design method (robust parameter design) and SN ratio. MT system is a general term for Taguchi's multivariate analysis method, which consists of several analysis methods for anomaly detection and some analysis methods for prediction.

Applicants have made considerable progress in research on the theoretical properties of each analysis method for MT systems and their improvement methods. In the future, we would like to develop a new method for the MT system that is conscious of situations that are more difficult to analyze, such as high-dimensional small sample data, noisy data, missing data, and directional data.

研究分野：情報学

キーワード：タグチメソッド SN比 MTシステム 実験計画法 多変量解析法

1. 研究開始当初の背景

タグチメソッドは田口玄一博士が長い年月をかけてほぼ独力で考案してきたデータ解析の方法論の集まりであり、世界中の技術者に普及している。タグチメソッドの各手法は、田口博士がオリジナルの方法論を提案し、技術者が現実問題に使用し、その結果に基づき、田口博士が方法論を修正するというパターンで発展してきた。その過程において、田口博士は理論的背景を詳しくは説明しなかった。したがって、ご本人以外の第三者の研究者がその意味付けや理論化を行う必要があった。田口博士は2006年頃から体調を崩され、2012年に逝去された。2006年以降、田口博士による新たな発信はなくなった。タグチメソッドの研究・普及を行う品質工学会でも、事例研究は旺盛に公表されているが、革新的理論的研究の議論は展開されていない。

以上のような状況を顧みて、タグチメソッドの体系的理論化を図り、後世にタグチメソッドの意義を正しく伝えていくことを考え、「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」(基盤研究A, 研究代表者: 宮川雅巳, 2007~2010)を獲得し、私は研究分担者に加わった。また、「タグチメソッドの体系的な理論化」(基盤研究C, 研究代表者: 永田靖, 2012~2014)を獲得し、さらに「タグチメソッドの拡張的研究」(基盤研究C, 研究代表者: 永田靖, 2015~2017)を獲得し、研究を実施してきた。研究成果のいくつかは、関連学会・関連協会からの賞をいただき、評価されている。

タグチメソッドについては、事例研究が中心であり、その理論的根拠の研究が充分でない場合がある。特に、MTシステムについては、その有用性などが理論的に充分検討されてこなかった。申請者らの研究により、その理論的な性質が段々明らかになり、多くの改良手法が提案されてきた。今後、上に述べたような研究を進めることにより、タグチメソッドの研究分野や適用領域がますます広がりをもつことが期待できる。我が国発のタグチメソッドをより有用な手法として社会に発信し、昨今のIoT (Internet of Things) やそれに伴うビッグデータ解析といったニーズに応えることにより、わが国の産業に貢献できると考えている。また、タグチメソッドの体系的理論化を行い、さらに拡張的手法を開発し、現在研究が進んでいる機械学習の方法論と関連づけることが必要である。これまでのこの分野への取り組みと成果の累積から、申請者は本テーマを遂行し、さらなる成果を積み重ねていくことができると考える。このような観点が、本研究の特色であり、独創的な点であり、意義だと言える。

申請者は、理論的研究者だけでなく、産業界の多くの技術者とも交流を持っているので、研究成果を発信する場も、耳を傾けてくれる技術者も少なからずいる。したがって、産業界との連携が容易であり、研究成果がわが国の産業の発展に結びつきやすいことも期待できる。

2. 研究の目的

本研究では、私が上記のような科研費の獲得のもとで行ってきた研究をより発展させて、現代的な統計学の方法論、特に、機械学習の方法論を用いて、より複雑なデータ環境へ適用できるタグチメソッドに関連する方法の研究を目標としている。

研究 : SN比およびロバストパラメータ設計に関する研究

タグチメソッドの中心的手法の一つであるパラメータ設計においては、データは様々な特性に分類される。そして、それぞれの特性に対して標準的なSN比が提案されている。また、ロバストパラメータ設計では、誤差因子を意図的に変動させた上で実験するため、データのモデル構造が複雑になり、解析手法の数理は困難になる場合がある。さらに、標準的なSN比ではうまく機能しないことがある。それは、背後にある真のモデルと標準的なSN比との前提条件とがマッ

チしない場合に生じる。すなわち、データに整合するような SN 比の提案やデータの採取方法に整合した方法論、そしてそれらに基づく実験計画法の枠組みが必要である。

研究：MT システムの研究

田口博士は、異常値の検出手法として MT 法を開発した。これは、マハラノビスの距離を用いた方法で、統計学の世界では古くからよく用いられてきた方法に類似した手法である。田口博士は短い期間に様々な要素を付け加えて、MTA 法、TS 法、T 法(1)、T 法(2)、T 法(3)(=RT 法)、マルチ MT 法などを提案されてきた。これらの手法を総称して MT システムと呼ぶ。タグチ流多変量解析法と呼称してよいと考えている。田口博士を信奉する技術者はこれらの手法を実務に適用してきた。

次に、研究期間内に何をどこまで明らかにしようとするのかについて述べる。以下の(1)~(5)を中心に研究する。

(1)高次元小標本データへの適用。変数の個数がサンプルサイズよりも大きくなると、MT 法のオリジナルの手法は計算できない。そこに、なんらかの工夫を加えることによって計算が可能になる。その工夫の方法は以下の(2)~(4)とも関連する。一方、変数の個数がサンプルサイズよりも非常に大きい場合の方法論の研究は昨今のホットな話題である。その一つの取り組みを RT 法に対してはすでに行っている。今後、このテーマを広く研究していきたい。

(2)ノイズのあるデータへの適用。実際のデータには、誤差とは考えにくい大きさのノイズないしは異常値が混合している。こういったデータを解析するためには、(A)ノイズを見出してそれを取り除く方法、(B)ノイズにロバストな方法、(C)ノイズと交互作用をもつ変数を見出してノイズの影響を減衰させる方法などが必要になる。(B)は伝統的な統計学分野でのロバスト推定に対応する。(C)はタグチ流実験計画法(ロバストパラメータ設計)の考えに基づく。(B)と(C)のアプローチで検討していきたい。

(3)欠測値のあるデータへの適用。実際のデータには欠測値がつきものである。欠測値の発生のメカニズムやそれへの対処などについては古くから研究がなされている一方で、この問題は最近注目されているテーマでもある。MT システムの各手法を用いることにより、簡便で実用的な欠測値処理を行える可能性があると考えている。

(4)方向データへの適用。円周データや球面データに対して MT システムの手法を適用する研究については過去の研究経過で目処をつけている。今後は、それを深めていきたい。

(5)以上の方法にベイズ統計の考え方を絡めながら研究していきたい。MT 法のベイズ的アプローチについては、すでに一部成果を報告している。この内容を、MT システムのほかの手法にも関連付けていくことを考えている。

3. 研究の方法

基本的には私個人および私の研究室の範囲内で研究を行う。私の研究室に所属する 4 年生や大学院生が理解できる内容については、彼らに卒業論文・修士論文のテーマとして与え、シミュレーションなどを行って、数値的な検討を加えていく。一方、学生の理解が困難な内容については、私が検討を深め、様々な手法間の連携を考え、各手法の利点と弱点を整理し、新しい改良手法の開発とその理論化を目指す。完成度が高まってきた内容については、国内外の学会で発表し、学術論文へつなげていく。そして、書籍化し、社会への啓蒙・還元を図る。

なお、統計数理研究所名誉教授の江口真透氏が 2020 年 4 月より 2023 年 3 月まで早稲田大学大学院経営システム工学専攻の客員教授に就任された。私の研究室のゼミに参加していただき、指導をお願いした。また、岩本大輝助教も私の研究室の研究活動に加わり指導をしていただいた。

4. 研究成果

(1)研究 : SN比解析やロバストパラメータ設計に関連して次の研究を行った .

(a)田口の考案したサイクリック計画を用いて , スポーツなどの対戦システムについての最適性について研究した結果をさらに発展させて論文にまとめた .

(b)一般化線形モデルを用いた動特性に基づくロバストパラメータ設計の研究を国際会議で発表し , Best Paper Award を受賞した .

(c)多変量累積和管理図について両側信頼限界を設定する方法を開発し , その性能評価をした . この成果を国際会議で発表した . さらに , 論文にまとめた .

(d)ロバストパラメータ設計に MT システムの T 法を組み入れた変数探索方法として CST 法が開発されている . 同様の目的のための方法を新たに開発し , 提案手法が優越性を示した . 成果を国内学会で発表した . さらに , 論文にまとめた .

(2)MT システムの研究に関連して , 次のような研究を行った .

(e)スパースな相関係数行列をグラフィカルモデリングによって推定する MT 法を開発し , その性能評価を行い , 国内の学会で発表した .

(f)単位空間が汚染されている状況を前提として異常を判別する MT 法を開発し , その性能評価を行って , 国内の学会で発表した .

(g)潜在クラスモデルを用いた条件付き異常検知システムを考案し , その性能評価を行った . 成果を論文にまとめ , 学術誌に投稿し , 掲載された .

(h)ラベルなしの単位空間を利用した MT 法による異常検知手法を開発し , 性能評価した . 成果を学術誌に投稿し , 掲載された .

(i)単位空間にノイズが入った状況を考え , この状況においてノイズを考慮した MT システムの手法を考案し , その性能を検討した . 成果を学術誌に投稿し , 掲載された .

(j)MT 法と RT 法を適用するデータに欠測値データが存在する場合にどのように欠測値補完をすればよいかの研究を行った . 成果を国際会議で発表した . さらに改良を加えて学術誌に投稿し , 掲載された .

(k)アダプストの考え方を RT 法に取り入れた異常検出手法を考案し , 性能評価を行った . 成果を国際会議で発表し , Best Paper Award に選出された .

(l)MT 法で単位空間を設定する際 , 単位空間を複数個設定することが考えられる . この状況で , いずれの単位空間にも該当しない未知の異常を検出する MT 法を開発した . この方法を , 教師ありと半教師あり学習の枠組みで性能を比較した . 成果を国際会議で発表し , Best Paper Award に選出された .

(m)アンケートでは回答が順序尺度データとして得られる . これを量的変数として扱うと相関の希薄化が生じるので多分系列相関係数が提案されている . これを MT 法に定式化し , 性能を評価した . 成果を国際会議で発表した .

(n)高次元データに対応できる RT 法を定式化して性能を比較した . 成果を国際会議で発表した . 関連する研究として , 次の研究を行った .

(o)TrackMan という測定器によって得られたプロ野球の投手の投球データに基づき , 球種を自動判定するシステムを開発し , その精度を検討した . 成果をまとめ , 学術誌に論文を投稿して掲載された .

(p)多変量管理図に対して Lasso 型の推定量を用いた場合の性能評価を行った . 成果を国内学会と国際学会で発表し , その後 , 論文にまとめて学術誌に投稿し , 掲載された .

(q)複雑なデータに基づき判別分析を行うことを念頭にして , 境界点検出方法を開発した . この

方法の性能を検討した．成果を国内の学会で発表した．

(r)異常値を考慮したブースティングを用いたランダムフォレストの手法を開発し，その性能評価を行って，国際学会で発表した．

(s)アダプティブな回帰係数を持つスパースな主成分分析の手法を開発し，その性能評価を行って，国際会議で発表した．

(t)アンサンブル学習と枝刈りを取り入れた MT 法を開発し，その性能評価を行って，国際会議で発表した．その発表は Best Paper Award に選出された．

(u)日本と中国の銀行の財務データを用いた比較研究を行った．異常値検出の観点から MT 法を適用した．これらの成果を国際会議で発表した．

MT システムの T 法に関する研究について述べる．

(v)単一変数の時系列モデルに基づくデータを変換して解析する T 法に関連した手法を考案し，その性能評価を行った．成果をまとめ，学術誌に論文を投稿し，掲載された．

(w)T 法に基づき欠測値の補完を実施する手法を考案し，性能評価を行った．成果を学術誌に投稿し，掲載された．

(x)不均衡データに対してデータ数を増加させる smote の新手法を考案し，分類問題に適用して性能評価を行った．成果を論文にまとめ，学術誌に掲載された．

(y)T 法を発展させ複数出力の場合に適用できる手法を考案し，性能評価した．成果を国内学会と国際会議で発表し，さらに改良を加えて学術誌に投稿し，掲載された．

(z)T 法を判別分析のアプローチとして組み込んだ手法を考案し，既存の各種方法と性能を比較した．成果を国際会議で発表した．

(aa)スパースモデリングを T 法の改良版のひとつの Ta 法に応用し，その性能を評価した．これらの成果を国際会議（Asian Network for Quality Online）で発表した．

宮川雅巳氏と共著で図書『タグチメソッドの探究』を上梓した．私は全体の約 36%分を執筆した．MT システムに関する研究成果の一部を取り入れている．この書籍は 2022 年度の日経品質管理文献賞を受賞した．

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 Ohkubo Masato, Nagata Yasushi	4. 巻 30
2. 論文標題 Conditional anomaly detection based on a latent class model	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Total Quality Management & Business Excellence	6. 最初と最後の頁 S227 ~ S239
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/14783363.2019.1665847	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Matsui Shushiro, Nagata Yasushi	4. 巻 5
2. 論文標題 Proposal for a univariate time series analysis method based on Taguchi 's T - method	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Total Quality Science	6. 最初と最後の頁 1 ~ 10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17929/tqs.5.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Umemura Kazuhiro, Suzuki Tomomichi, Nagata Yasushi	4. 巻 5
2. 論文標題 A Study on the Swiss Draw Style Tournament System Reflecting Game Results and Their Content	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Total Quality Science	6. 最初と最後の頁 45 ~ 52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17929/tqs.5.45	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Gyoten Daiki, Ohkubo Masato, Nagata Yasushi	4. 巻 5
2. 論文標題 Imbalanced data classification procedure based on SMOTE	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Total Quality Science	6. 最初と最後の頁 64 ~ 71
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17929/tqs.5.64	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ohkubo Masato, Nagata Yasushi	4. 巻 29
2. 論文標題 Anomaly detection in high-dimensional data with the Mahalanobis-Taguchi system	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Total Quality Management & Business Excellence	6. 最初と最後の頁 1213 ~ 1227
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/14783363.2018.1487615	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nakao Yuto, Nagata Yasushi	4. 巻 5
2. 論文標題 Proposal for a new single imputation method using Taguchi 's T-method	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Total Quality Science	6. 最初と最後の頁 102 ~ 110
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17929/tqs.5.102	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Umemura Kazuhiro, Yanai Toshimasa, Nagata Yasushi	4. 巻 4
2. 論文標題 Application of VBGM for pitch type classification: analysis of TrackMan's pitch tracking data	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Statistics and Data Science	6. 最初と最後の頁 41 ~ 71
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42081-020-00079-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ohkubo Masato, Nagata Yasushi	4. 巻 24
2. 論文標題 Anomaly Detection for Noisy Data with the Mahalanobis-Taguchi System	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Quality Innovation Prosperity	6. 最初と最後の頁 75 ~ 75
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.12776/QIP.V24I2.1441	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 SARUHASHI Takumi、OHKUBO Masato、UENO Yuma、NAGATA Yasushi	4. 巻 6
2. 論文標題 Setting Control Limits in a Multivariate Exponentially Weighted Moving Likelihood Control Chart	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Total Quality Science	6. 最初と最後の頁 84 ~ 90
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17929/tqs.6.84	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Saruhashi Takumi、Ohkubo Masato、Nagata Yasushi	4. 巻 25
2. 論文標題 Study on Likelihood-Ratio-Based Multivariate EWMA Control Chart Using Lasso	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Quality Innovation Prosperity	6. 最初と最後の頁 3 ~ 15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.12776/QIP.V25I1.1552	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nakayama Shota、Sekine Suguru、Nagata Yasushi	4. 巻 7
2. 論文標題 A study of MT systems applied to multivariate regression	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Total Quality Science	6. 最初と最後の頁 10 ~ 22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17929/tqs.7.10	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nishizawa Kakeru、Maeda Masahiro、Nagata Yasushi	4. 巻 7
2. 論文標題 A comparison of MT and RT methods for missing data analysis methods	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Total Quality Science	6. 最初と最後の頁 42 ~ 50
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17929/tqs.7.42	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Oyama Kosuke, Ohkubo Masato, Nagata Yasushi	4. 巻 26
2. 論文標題 More Accurate Knowledge Search in Technological Development for Robust Parameter Design	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Quality Innovation Prosperity	6. 最初と最後の頁 38 ~ 51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.12776/QIP.V26I1.1639	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計21件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 16件)

1. 発表者名 大久保豪人、永田靖
2. 発表標題 ロバスト・スパース・グラフィカル・モデリングに基づくマハラノビス・タグチ法
3. 学会等名 日本品質管理学会第119回研究発表会 (日本科学技術連盟)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masato Ohkubo and Yasushi Nagata
2. 発表標題 Anomaly detection for noisy data with the Mahalanobis-Taguchi system
3. 学会等名 22st QMOD conference ON QUALITY AND SERVICE SCIENCES ICQSS (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kosuke Oyama, Masato Ohkubo, and Yasushi Nagata
2. 発表標題 A study of dynamic robust parameter design using a generalized linear model
3. 学会等名 ANQ (Asian Network for Quality) Congress 2019, at Berkeley Hotel, Pratunam, Bangkok, Thailand (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takumi Saruhashi, Masato Ohkubo, and Yasushi Nagata
2. 発表標題 Setting control limits in a multivariate exponentially weighted moving likelihood control chart
3. 学会等名 ANQ (Asian Network for Quality) Congress 2019, at Berkeley Hotel, Pratunam, Bangkok, Thailand (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shuichiro, Matsui and Yasushi Nagata
2. 発表標題 Proposal of boosted random forest considering outliers
3. 学会等名 ANQ (Asian Network for Quality) Congress 2019, at Berkeley Hotel, Pratunam, Bangkok, Thailand (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kohei Yamazaki, Masato Ohkubo, and Yasushi Nagata
2. 発表標題 Sparse principal component regression with adaptive regression coefficients
3. 学会等名 ANQ (Asian Network for Quality) Congress 2019, at Berkeley Hotel, Pratunam, Bangkok, Thailand (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中山翔太、永田靖
2. 発表標題 多変量多重単回帰の提案と性能比較
3. 学会等名 日本品質管理学会第122回研究発表会 (日本科学技術連盟)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 猿橋拓海、大久保豪人、永田靖
2. 発表標題 Lassoを用いたELR管理図に関する研究
3. 学会等名 日本品質管理学会第122回研究発表会（日本科学技術連盟）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takumi Saruhashi, Masato Ohkubo, and Yasushi Nagata
2. 発表標題 Study on Likelihood-Ratio-Based Multivariate EWMA Control Chart Using Lasso
3. 学会等名 ANQ (Asian Network for Quality) Congress 2020, at Online Conference by Korean Society for Quality Management (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shota Nakayama and Yasushi Nagata
2. 発表標題 Multivariate Multiple Single Regression and Performance Comparison
3. 学会等名 ANQ (Asian Network for Quality) Congress 2020, at Online Conference by Korean Society for Quality Management (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kakeru Nishizawa, Masahiro Maeda, and Yasushi Nagata
2. 発表標題 A comparison of MT and RT methods for missing data analysis methods
3. 学会等名 ANQ (Asian Network for Quality) Congress 2020, at Online Conference by Korean Society for Quality Management (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kentarō Honma and Yasushi Nagata
2. 発表標題 Recognition Taguchi Method Using AdaBoost and Performance Comparison
3. 学会等名 ANQ (Asian Network for Quality) Congress 2020, at Online Conference by Korean Society for Quality Management (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大山耕介、大久保豪人、永田靖
2. 発表標題 ロバストパラメータ設計におけるシステム選択のための知識探索に関する研究
3. 学会等名 日本品質管理学会第50回年次大会 (日本科学技術連盟)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山崎航平、大久保豪人、永田靖
2. 発表標題 カーネルヒルベルト空間における境界点検出
3. 学会等名 日本品質管理学会第50回年次大会 (日本科学技術連盟)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shota Nakayama, Masato Ohkubo and Yasushi Nagata
2. 発表標題 Discriminant T-method and its application
3. 学会等名 ANQ (Asian Network for Quality) Congress 2021, at Online Conference by Singapore Quality Institute (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kentaro Honma, Masato Ohkubo and Yasushi Nagata
2. 発表標題 Mahalanobis-Taguchi Method for Anomaly Detection and Classification
3. 学会等名 ANQ (Asian Network for Quality) Congress 2021, at Online Conference by Singapore Quality Institute (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryo Asano, Masato Ohkubo and Yasushi Nagata
2. 発表標題 A Consideration of the Recognition Taguchi Method Using High-Dimensional Principal Component Analysis
3. 学会等名 ANQ (Asian Network for Quality) Congress 2021, at Online Conference by Singapore Quality Institute (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroki Iwamoto and Yasushi Nagata
2. 発表標題 The Adaptation of Mahalanobis-Taguchi Method to Interval Scale
3. 学会等名 ANQ (Asian Network for Quality) Congress 2021, at Online Conference by Singapore Quality Institute (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryo Asano, Masato Ohkubo, Shinto Eguchi, and Yasushi Nagata
2. 発表標題 The T-method with the application of sparse modeling
3. 学会等名 ANQ (Asian Network for Quality) Congress 2022, at Online Conference by China Association for Quality (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Qifeng Chen, Hiroki Iwamoto, Shinto Eguchi, and Yasushi Nagata
2. 発表標題 Evaluation on financial conditions of commercial banks in Japan-China
3. 学会等名 ANQ (Asian Network for Quality) Congress 2022, at Online Conference by China Association for Quality (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Katsuhiko Tateishi, Hiroki Iwamoto, and Yasushi Nagata
2. 発表標題 Ensemble Pruning of MT Method
3. 学会等名 ANQ (Asian Network for Quality) Congress 2022, at Online Conference by China Association for Quality (国際学会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 宮川 雅巳、永田 靖	4. 発行年 2022年
2. 出版社 日科技連出版社	5. 総ページ数 224
3. 書名 タグチメソッドの探究	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------