

平成 21 年 4 月 9 日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2006～2008

課題番号：18710136

研究課題名（和文）品質保証のための信頼性工学的アプローチの開発に関する研究

研究課題名（英文）A study on approach to quality assurance based on reliability engineering

研究代表者

竹本 康彦（TAKEMOTO YASUHIKO）

県立広島大学・経営情報学部・准教授

研究者番号：70382257

研究成果の概要：高度な技術に支えられている現代の社会生活において、複雑な製品やシステムにおける品質の欠陥は、ときとして社会に大きな損害と被害をもたらすことになる。このために、社会と技術の高度化が進むにつれて、社会と消費者に対する品質保証の活動が重要な意義を有する。本研究課題では、製造段階から出荷段階に至る一連の生産システム全体を管理の対象として捉え、一連の流れのもとで品質保証を実現するための科学的アプローチの開発に着手した。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	1,600,000	0	1,600,000
2007 年度	1,100,000	0	1,100,000
2008 年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	240,000	3,740,000

研究分野：経営工学

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：品質保証，品質管理，信頼性管理，生産管理，在庫管理

## 1. 研究開始当初の背景

高度な技術に支えられている現代の社会生活において、複雑な製品やシステムにおける品質の欠陥は、ときとして社会に大きな損害と被害をもたらすことになる。このために、社会と技術の高度化が進むにつれて、社会と消費者に対する品質保証の活動が重要な意義を有するものとなってきた。

る検査法は重要な役割をもつことは明らかである。近年ではスキップロット検査のように検査の経済性をも考慮し、検査方式が開発されることが定法になりつつある。この点において、従来の検査法が必ずしも行き届いているわけではなく、また検査の設計には高度な数理統計学的解析方法を採用することが必要であり、必ずしも容易な問題ではない。

(1) 製品の品質を獲得する上で、製品に関する

(2) 品質保証を実現する上で製品に関する検

査法ばかりではなく、製品を製造する工程をも管理の対象とし、この工程の管理方法を構築することが肝要となる。現在のコンピュータ・エイドによる工程解析技術の進歩においては、工程の時系列的な監視、あるいは多段階生産工程の監視に有用な方法が注視されている。

- (3) 生産設備の運用問題に関してはさまざまな考察がなされてきており、稼動設備の可用性を特徴付けるアベイラビリティといった評価尺度が JIS および ISO において規定されている。これを勘案して適切な保全政策を立案することは、稼動設備あるいはこれによって構成される工程の信頼度を向上させることにくわえて、安定した品質の製品を供給することにつながる。

## 2. 研究の目的

本研究課題では、品質保証を実現するための信頼性工学的アプローチを確立する上で、次の3つの点に着目する。

- (1) 製品に対する検査法とその経済性
- (2) 生産工程の時系列的解析
- (3) 信頼性・保全性を考慮した生産設備の運用方法

さらに、製造段階から出荷段階に至る一連の生産システム全体をも管理の対象として捉え、一連の流れのもとで品質保証を実現するための科学的アプローチの開発に着手する。

## 3. 研究の方法

本研究課題では、具体的に次のいくつかのテーマについて検討し、この成果より品質保証のための信頼性工学的アプローチ全体の体系化を試みた。

- (1) 経済性基準に基づく製品検査法に関する研究
- (2) 出荷検査法による在庫政策への影響とその最適化に関する研究
- (3) 時系列工程解析法の開発とその運用法に関する研究
- (4) 工程特性の推定法および状態変化要因の解析法に関する研究
- (5) 工程能力指数に基づく工程解析法の開発とその運用法に関する研究
- (6) 設備特性間の相違を考慮した生産設備の信頼性評価法に関する研究
- (7) 適応型保全による待機冗長システムの信頼

## 度改善法に関する研究

## 4. 研究成果

3での各テーマについての検討を通じていくつかの知見を得ることができ、適宜学会会議での口頭発表、学術専門誌での発表を試みた。各テーマの成果の概要は次の通りである。

- (1) Taguchi Method における品質の経済性評価を検査特性に採用し、品質保証とその経済的運用を同時に考えた検査法を検討した。
- (2) 不適合品の混入を想定した在庫問題について考察し、不適合品の混入による情報の不確実性の増大、及びその在庫政策での経済性への影響についていくつかの知見を得ることができた。これを通じて検査の重要性再認識した。
- (3) 工程における品質特性値の時系列的挙動を解析するための方法について検討し、情報理論に基づく方法を確立した。
- (4) (3)での情報理論による方法を応用し、工程での品質特性値の異常発生時点の推定法について考察し、精度の高い方法を提案することができた。
- (5) 工程を評価する指標のひとつである工程能力指数を解析するための方法を考察した。同時に、Taguchi Method における品質の経済性評価を応用し、解析方法の経済的運用法についても検討した。
- (6) 複数の故障モードを想定した設備での信頼性評価法について検討した。このとき、従来のマルコフ性に基づく解法を非マルコフ性に基づく状況へ近似的に応用させる方法を考案し、これによる近似的評価法を提案した。
- (7) 高信頼性を実現するために構築される待機冗長システムでの保全政策について検討した。このとき、システム内の状況に応じて保全能力を適宜変更する適応型保全政策について考察し、そのアベイラビリティを評価し、経済面での有用性について言及した。

これらより、製品の製造過程での「品質の作り込み」の重要性について再確認することができた。同時に、高度化する製造環境に対応するべく高度な解析方法、安定的かつ経済

的運用方法の確立が急務であることを認識することができた。これに対していくつかのアプローチを提案することができたと言えるが、まだまだ検討の余地はあり、今後につなげていきたい。

#### 5. 主な発表論文等

(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6件)

Takemoto, Y. and Arizono, I., The Impact of Nonconforming Items on  $(s,S)$  Inventory Model with Customer Reservation and Cancellation, Industrial Engineering and Management Systems: An International Journal, 8, in press, 2009, 査読有

Takemoto, Y. and Arizono, I., Analysis of  $R$  out of  $N$  standby redundant system with emergency repair man, Asia Pacific Journal of Industrial Management, 1, in press, 2009, 査読有

Arizono, I., Kawamura, Y. and Takemoto, Y., Reliability Tests for Weibull Distribution with Variational Shape Parameter Based on Sudden Death Lifetime Data, European Journal of Operational Research, 189, 570-574, 2008, 査読有

森田麻衣子, 有蘭育生, 中瀬逸平, 竹本康彦, 工程能力指数の管理のための  $C_{pm}$  管理図の経済的運用法, 日本経営工学会論文誌, 59, 128-136, 2008, 査読有

木下雅夫, 中瀬逸平, 有蘭育生, 竹本康彦, 開放型待ち行列ネットワーク理論によるリバース・ロジスティクスをもつ受注生産システムの最適生産方策, 日本経営工学会論文誌, 58, 97-105, 2007, 査読有

竹本康彦, 有蘭育生, 損失基準に基づく計量選別型抜取検査法, 日本経営工学会論文誌, 57, 51-58, 2006, 査読有

##### [学会発表](計14件)

Takemoto, Y. and Arizono, I., Estimation of Change Point in Process State on CUSUM  $(\bar{x}, s)$  Control Chart, 9th Asian Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference, 3-5/Dec/2008, Bali, Indonesia

Takemoto, Y. and Arizono, I., Analysis of  $R$  out of  $N$  standby redundant system with emergency repair man, 9th International Conference on Industrial Management, 16-18/Sep/2008, Osaka, JAPAN

竹本康彦, 有蘭育生, 2変量  $T^2$  管理図における異常特性の特定に関する一考察, 日本

経営工学会秋季研究発表大会, 18-19/Oct/2008, 大阪府立大学

竹本康彦, 有蘭育生, 不適合品による不確実性の在庫システムへの影響, 日本経営工学会春季研究発表大会, 10-11/May/2008, 電気通信大学

Takemoto, Y. and Arizono, I., Investigation into the Influence of Process Data from Initial In-control State on Some CUSUM  $(\bar{x}, s)$  Control Charts, 8th Asian Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference, 9-12/Dec/2007, Kaohsiung, Taiwan

森田麻衣子, 中瀬逸平, 有蘭育生, 竹本康彦, 2ライン混合ロットにおける期待過剰損失の上限値を保証する計量選別型検査, 日本経営工学会秋季研究発表大会, 21-22/Oct/2007, 小樽商科大学

竹本康彦, 有蘭育生, 不適合品の混入による在庫政策における損失とその補償, 日本経営工学会秋季研究発表大会, 21-22/Oct/2007, 小樽商科大学

中瀬逸平, 森田麻衣子, 有蘭育生, 竹本康彦, 2ラインからの製品による混合ロットの品質保証のための Taguchi の損失関数に基づく計量規準型1回抜取検査の設計, 日本経営工学会春季研究発表大会, 12-13/May/2007, 成蹊大学

Takemoto, Y. and Arizono, I., Production Allocation Problem with Penalty by Tardiness of Delivery under Make-to-Order Environment, 18th Production and Operations Management Society Conference, 4-7/May/2007, Dallas, TX, USA

Morita, M. Arizono, I., and Takemoto, Y., Rectifying Sampling Inspection by Variables for Assuring Average Outgoing Surplus Quality Loss Limit Indexed by Taguchi's Loss, 18th Production and Operations Management Society Conference, 4-7/May/2007, Dallas, TX, USA

Takemoto, Y., and Arizono, I., The Impact of Mixing in of Nonconforming Items on  $(s, S)$  Inventory Model with Customer Order Reservation and Cancellation, 7<sup>th</sup> Asian Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference, 17-20/Dec/2006, Bangkok, Thai

Nakase, I., Arizono, I., Takamori, K., and Takemoto, Y., System Availability Analysis with Two Failure Modes of Random Failure and Wear-out Failure, 7<sup>th</sup> Asian Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference, 17-20/Dec/2006, Bangkok, Thai

Nakase, I., Kinoshita, M., Arizono, I., and Takemoto, Y., Analysis and Optimal

Production Allocation Policy of Make-to-Order Manufacturing System with Reverse Logistics, 1<sup>st</sup> International Workshop on Institutional view of Supply Chain Management, 16-18/Nov/2006, Tokyo, Japan

Takemoto, Y. and Arizono, I., Influence of Information about Proportion of Nonconforming Items on Inventory Policy, 1<sup>st</sup> International Workshop on Institutional view of Supply Chain Management, 16-18/Nov/2006, Tokyo, Japan

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕  
出願状況(計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

竹本 康彦(TAKEMOTO YASUHIKO)  
県立広島大学・経営情報学部・准教授  
研究者番号:70382257

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：