

機関番号：32702
 研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2007～2010
 課題番号：19510161
 研究課題名（和文） 持続可能な環境配慮型グローバルマネジメントシステムに関する研究
 研究課題名（英文） A study on environmental conscious global management system for sustainability
 研究代表者
 中島 健一（NAKASHIMA KENICHI）
 神奈川大学・工学部・教授
 研究者番号：80278564

研究成果の概要（和文）：

本研究では、家電・自動車・機械等を中心とした組立産業における省エネルギー・省資源に基づいた環境に優しい高効率なモノづくりシステムの構築・運用、及びグローバルな社会における有効なマネジメントシステムの構築の提案を行った。また、経営・生産システムにおいて、環境に配慮したモノづくりにおける問題を顕在化させ、需要等の不確実性を考慮したシステムのモデル化とその最適化や品質管理、オペレーションズ・リサーチ等の経営工学アプローチを駆使して問題解決を行った。

研究成果の概要（英文）：

This study proposes new environment conscious manufacturing systems which save energy and resources in a global society. The systems are investigated with consideration for environmental and economic issues in the management and/or the production systems. Optimal control and the related problems are solved by the systems modeling and optimization with uncertainty, Quality management and Operations research approaches based on the Industrial engineering and management.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	900,000	270,000	1,170,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：複合新領域

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：経営工学，経営システム，環境配慮

1. 研究開始当初の背景

京都議定書に基づいた日本の温室効果ガス削減目標達成にむけて、中央環境審議会では、産業部門の排出削減幅拡大が提案されていた。産業部門からの二酸化炭素排出量は温室効果ガスの半分近くを占めており、2003年度時点で産業からの排出量は1990年比約7%の増加となっている状況で、さらに廃棄物の

増大、資源の枯渇問題等も加わり、生産過程でのエネルギー使用削減や生産効率の引き上げが社会的に要求されていた。そのような背景において、製造業をはじめとする各企業においては社会的責任の一つとして、環境に対する配慮が重要視されていた。すなわち、3Rに象徴されるように、部品・製品の再利用・再生産を考慮して省エネルギー・省資源

を目指した地球環境にやさしいモノづくりシステムの構築が求められていたといえる。

一方、グローバル化するビジネス社会においては、調達－生産－販売－消費－回収(廃棄)がこれまで自国での活動のみを考えれば良かった環境から、多国における法制度、文化等を考えなければならない時代となってきた。欧州における WEEE & RoHS 規制に代表されるように、グローバルビジネスのパートナーとなる関係諸国における課題は、自国のマネジメントにも大きな影響を与えることとなってきた。

2. 研究の目的

本研究では、家電・自動車・機械等を中心とした組立産業における省エネルギー・省資源に基づいた環境に優しい高効率なモノづくりシステムの構築・運用、及びグローバルな競争社会における競争優位のマネジメントシステムの構築を目的とした。特に以下の観点を重視した環境配慮型グローバルマネジメントシステムの設計・運用についての提案を目指した。

- (1) モノづくり現場における「現場力」の向上と、それを持続させる継続的改善システムの構築
- (2) グローバルな生産・物流環境を考慮した閉ループ型生産システムの設計と効率的運用
- (3) 従来の Q (品質) C (コスト) D (納期) によるシステムの評価に加え、環境 (Environment: E) に配慮した管理システムの構築と運用管理者へ向け重要管理要因の示唆

3. 研究の方法

主に以下の3点に基づいた研究アプローチを行った。

(1) 省資源・高効率生産実現のための現場力向上条件・重要因子の抽出と形式知化

現場における生産性効率化のノウハウ形式知化の検討および、PDCA (Plan-Do-Check-Act) サイクルによる現場力ともいえる改善マネジメントシステムの調査。

(2) グローバル経営における省エネルギー・省資源型モノづくりシステムの提案

グローバル環境やシステムの動特性と様々な不確実性を考慮した環境配慮型モノづくりシステムモデルの提案。また一般化モデルの構築をもとに、生産環境の変化やいくつかのシナリオを仮定したシステムを分析。

(3) 環境及び製品品質を考慮したマネジメントシステムの評価と最適化

製品の品質および環境への影響を考慮した循環型生産システムおよび再生産システムのモデリングと数値的なシステムの性能評価および解析。

4. 研究成果

本研究により以下の成果が得られた。

(1) ジャストインタイム (Just-In-Time: JIT) 生産システムに基づいたモノづくり現場やサプライチェーンにおける効率性向上とそのサブシステムであるかんばん方式等に基づいた改善システムの提案を行った。

日本で開発され世界的にもよく知られている JIT 生産システムは、必要な時に必要なモノを必要なだけ生産する JIT と 100% 良品の生産を行う自動化を2つの柱として、そのシステムが構築されている。本研究ではこの JIT 生産システムにおけるかんばん方式の概念をさらに様々なモノづくり現場やサプライチェーンへ適用して、「現場力」およびシステム効率性や改善の着眼点について検討を行った。具体的には、かんばん方式におけるかんばん枚数によるシステム性能への影響を明確にした。これらの成果は、“Performance evaluation of SCM in JIT environment,” (KOJIMA M. NAKASHIMA K. and K. OHNO) *International Journal of Production Economics*, Vol. 115, No.2 (2008) および “Performance evaluation of a mixed model assembly line in a bypass sub-line under line stop condition,” (KOJIMA M. and K. NAKASHIMA) *Proceedings of The IEEE international conference on industrial engineering and engineering management* (2010) 等において公表されている。

今後の課題としては、作業員・管理者の継続的改善活動への取り組みに向けたスキル管理などが挙げられる。また、ISO9001 (品質マネジメントシステム) や ISO14001 (環境マネジメントシステム) との融合による総合的マネジメントシステムの構築に関する研究も期待される。

(2) 需要等不確実性を考慮した閉ループ型生産システムに関するデザインとその評価・最適化アプローチに対する提案・検討を行った。

今日の社会においては、従来の大量生産、大量廃棄の時代から、資源循環型ないしは環境配慮型のシステム構築が求められている。調達－生産－廃棄といった一方向的な生産・物流のサプライチェーンではなく、製品のライフサイクル終了後に回収・分解・修復・再生産を行う閉ループ型生産システムが求められており、同システムに関する新たなモデル化提案を行った。さらに経営工学手法を駆使してその評価および最適化を行い、数値的実験によりシステムの特性を明らかにした。ここでは、まず需要の不確実性を考慮したシステムをマルコフ決定過程として定式化し、平均費用を最小化する最適発注政策

を示して最適化を行った。これらの成果に関しては、“Optimal ordering policy for product acquisition in a remanufacturing system,” (NAKASHIMA K. and S.M.GUPTA) *Proceedings of Northeastern Decision Sciences Institute 2008 conference* (2008) および “Optimal control of an environment conscious manufacturing system with stochastic demand,” (NAKASHIMA K and M. KOJIMA) *Proceedings of the 20th International Conference on Production Research* (2008) 等において公表されている。

また、閉ループ型生産システムにおける分解工程に関しても、従来の組み立て工程との異なった特性(例えば分解順序制約等)に基づいて、システムの定式化および解析を行った。さらに、グローバル生産を考慮し、米国地域における閉ループ型生産システムの現状と課題をもとに、製品ライフサイクルのトレーサビリティ用センサーが埋め込まれた製品を対象とし、ニューラルネットワーク等の手法を用いて、分解工程システムの特性を明らかにした。これらの成果に関しては、米国研究者らとの共同発表として、“Using Neural Networks to Solve a Disassembly-to-Order Problem,” (Surendra M. GUPTA Prasit IMTANAVANICH and K. NAKASHIMA) *International Journal of Biomedical Soft Computing and Human Sciences*, Vol.15, No.1(2010), および “Disassembly-to order model for sensor embedded products,” (ONDER ONDEMIR., S. M. GUPTA, K. NAKASHIMA) *The 8th international conference on Ecobalance*, (2008) 等において公表を行っている。

さらに今後の研究課題としては、製品の品質特性や有害物質の取り扱い制約等を考慮したシステムのモデル化と評価・最適化や、閉ループ型生産システムを含めた環境配慮型システムにおいて、様々な異なる問題解決のためのイノベーション手法の開発などが期待される。

(3) QCD の評価基準に加えて環境 (E) 配慮側面からのシステムの運用管理、それらを考慮したバリューチェーン (価値連鎖) の構築についての検討を行った。

従来の生産・物流システムでは考慮する必要がなかった環境側面、およびそれに派生したシステムの付加価値、条件や要因について、リバース・バリューチェーンとしての提案、および課題要因の検討を行った。これらの成果に関しては、“Managing Risk by Sorting Before Product Recovery in Reverse Value Chains,” (NAKASHIMA K., and Arvinder LOOMBA) *The 3rd World Conference on Production and Operations Management* (2008) および、環境配慮型マネジメントシステムに

おける価値創成(中島健一, 小島貢利), (社)日本オペレーションズ・リサーチ学会「価値の創造と OR 研究部会」(2011)にて発表を行った。

将来的な課題としては、リバース・バリューチェーン構築後の経営環境の変化に応じた管理・運用面での拡張性、柔軟性に関する研究が期待される。

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 9 件)

① Surendra M. GUPTA Prasit IMTANAVANICH and K. NAKASHIMA, “Using Neural Networks to Solve a Disassembly-to-Order Problem,” *International Journal of Biomedical Soft Computing and Human Sciences*, 査読有, Vol.15, No.1, pp.67-71, 2010.

② M. KOJIMA and K.NAKASHIMA, “Performance evaluation of a mixed model assembly line in a bypass sub-line under line stop condition,” *Proceedings of The IEEE international conference on industrial engineering and engineering management*, 査読無, CD-ROM, 2010.

③ NAKASHIMA K. and KOJIMA M., “Optimal control of an environment conscious manufacturing system with stochastic demand,” *Proceedings of the 20th International Conference on Production Research*, 査読無, CD-ROM, 2009.

④ KOJIMA M., NAKASHIMA K. and K. OHNO, “Performance evaluation of SCM in JIT environment,” *International Journal of Production Economics*, 査読有, Vol. 115, No.2, pp. 439-443, 2008.

⑤ NAKASHIMA K., and S.M.GUPTA, “Optimal ordering policy for product acquisition in a remanufacturing system,” *Proceedings of Northeastern Decision Sciences Institute 2008 conference*, 査読無, CD-ROM, 2008.

[学会発表] (計 9 件)

① 中島健一, 小島貢利, 環境配慮型マネジメントシステムにおける価値創成, (社)日本オペレーションズ・リサーチ学会「価値の創造と OR 研究部会」, 2011年2月5日, 琉球大学.

② Mehmet Ali ILGIN, S.M. GUPTA and

K.NAKASHIMA, Design of experiments to evaluate the impact of sensor embedded products on EOL processing, The 8th international conference on Ecobalance, 2010年11月10日, 日本科学未来館

③ M. KOJIMA and K.NAKASHIMA, A Study on the risk management of multi-kanban system in a closed loop supply chain, International work shop on Institutional Supply Chain Management, 2009年8月9日, 西安交通大学. (中国)

④ M. KOJIMA and K.NAKASHIMA, Just-in-time service management based on the kanban system, International conference on service science, 2009年8月7日, 香港科学技術大学. (中国)

⑤ ONDER ONDEMIR., S. M. GUPTA, K.NAKASHIMA, Disassembly-to order model for sensor embedded products, The 8th international conference on Ecobalance, 2008年12月11日, 東京ビックサイト.

⑥ NAKASHIMA K., and Arvinder LOOMBA, “Managing Risk by Sorting Before Product Recovery in Reverse Value Chains,” The 3rd World Conference on Production and Operations Management, 2008年8月6日, 学習院大学.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中島 健一 (NAKASHIMA KENICHI)
神奈川大学・工学部・教授
研究者番号：80278564

(2) 研究分担者

なし ()
研究者番号：

(3) 連携研究者

なし ()
研究者番号：