



## 持続可能なリーン生産・物流マネジメント

中島 健一\*,松丸正延\*,松井正之\*

### Lean manufacturing and logistics management for sustainability

Kenichi NAKASHIMA\*, Masanobu MATSUMARU\*, Masayuki MATSUI\*

#### 1. はじめに

近年、廃棄物の増加、資源の枯渇など地球環境を取り巻く状況は、益々厳しいものとなってきている。日本においては、一般廃棄物の排出量が、1988年以降、年間約5,000万トンとなっており、産業廃棄物の排出量は、年間約4億トンとなっている。このような状況において、一方通行型の製品フローによる廃棄物の増加を抑制するため、米国、ドイツや日本をはじめとする各国では、製品のリサイクルや再利用を促進するための法律制定等、様々な対応がとられている。

我が国においては、廃棄物の発生を抑制させるため、リサイクルの推進、企業などの環境を考慮した製品づくり、消費者が環境への負荷の少ない製品の購入を推進するために、グリーン購入を勧めている。また、環境基本計画では、経済システムにおける物質の循環を促進し、環境への負荷を低減させるために、廃棄物の発生抑制、使用済み製品の再使用、回収した製品を原材料としてリサイクルするマテリアルリサイクル、さらに、リサイクルの困難なものは、エネルギーとして使用するサーマルリサイクルを推進している。1990年環境庁による循環型経済システムへの提言以来、1991年には通産省による廃棄物のガイドラインの公表、再生資源利用促進法(1991年)、環境基本法(1993年)、経団連環境アピール循環型社会の構築(1996年)、容器包装リサイクル法(1997年)、家電リサイクル法(1998年)、建設工事資材リサイクル法(2000年)、食品リサイクル法(2000年)、循環型社会形成推進基本法(2001年)、改正廃棄物処理法(2001年)、改正再生資源利用促進法(2001年)など次々と循環型社会に向けての法的整備や政府による行政指導、産業界における自主的取組みが実施されている。

また一方では、循環型システムをいかに効率良く運用することができるかを客観的に示すため、多くの研究者によりシステムのモデル化を用いた研究が精力的に行われている<sup>(1)</sup>。

さらに、日本を取り巻くアジア地域においても、ものづくり拠点の展開に伴う環境問題が進んでいる。例えば今日その台頭が目覚ましい中国での自動車生産は、20世紀の50年代に旧ソ連の援助で設立された長春第一汽車(「汽車」=車)により始められた。第一汽車は主に「解放」ブランドの4tトラックを生産してきたが、毛沢東をはじめ政府指導者用の高級乗用車「红旗」を生産したことでも有名である。

中国では少なくとも70年代まで自家用車はほとんどなかった。改革開放後、欧米そして日本、韓国などの世界大手自動車メーカーは相次ぎ中国へ進出すると同時に、中国本土の民族系自動車メーカーも台頭し、その結果、中国は世界一の自動車市場となり、沿海地区の都会や各省の首府所在地の大中都会では自家用車はかなり普及してきた。2010年に中国の一人当たりのGDPは初めて4,000ドルを超え、いわゆる「モータリゼーション」現象は中国内地まで起こるようになりつつある。それでも2010年末現在の中国の自家用自動車保有台数は人口で割るとわずか39人に1台にとどまっており、今後の自動車市場の拡大する余地はかなり大きい。一方、中国のCO<sub>2</sub>排出量は自動車保有量に比例して年々増えている。国際エネルギー機関(IEA)の発表したデータによると、中国のCO<sub>2</sub>排出量は2007年に初めてアメリカを超え、そして2009年にはすでに全世界のCO<sub>2</sub>排出量の24%を占めている。

中国環境保護部(省)の発表によると、2009年の中国の大中都会における大気汚染の主な原因は自動車の排気ガスによるものである。実際、年間10,000km走行する車は、燃費12km/lなら、800Lのガソリンを消費し、発

\*教授 経営工学科  
Professor, Dept. of Industrial Engineering and Management

生ずるCO<sub>2</sub>は1,900kgにもなる。すなわち、かなりの割合で、CO<sub>2</sub>排出量の増加が自動車の増加と関係していることがわかる。そして中国の2020年の自動車保有量は2億台に達すると予測されている。これに対して、中国の「全国乗用車市場情報联席会」の幹部は2020年では石油燃料が2億台の自動車を支えきれないと警告している。このようにグローバルなレベルで、従来の生産・物流システムにおいては考慮されていなかったが、環境への配慮や持続可能な社会の実現にむけての取り組みが急務となっている。

本研究においては、生産・物流活動の無駄を排除したリーン生産・物流システム実現のためのマネジメントシステムおよびオペレーションシステムの効率運用について検討を行い、持続可能社会構築への貢献を目指す。リーン生産・物流システムは、米国MITにおける研究者らが提唱したもので、その基礎となっているジャストインタイム(Just-In-Time: JIT)生産システムは、日本におけるものづくりの実践の場から創造された効率的なシステムとして全世界に知られている。先行研究<sup>(2)</sup>では、リーン生産・物流システムに関して品質・環境側面よりトータルなマネジメントシステムとしての分析・検討を行った。本稿では、さらにそれを進め、方針管理およびマネジメントレビューを含めたトータルマネジメントシステムレベル、および循環型社会を実現するためのオペレーションレベルにおける運用についての考察を行う。ここでは需要等の確率の変動を考慮したものづくり現場において、リーン生産・物流システムマネジメント構築のため、オペレーションのレベルで、システムを離散時間マルコフモデルとして定式化を行い、システム要因の分析をおこなう。

まず、2章では循環型社会における生産システムの位置づけおよび、これまでの持続可能なシステムの研究に関して概説する。3章ではトータルなマネジメントシステム運用上は欠かせない、方針管理やマネジメントレビューに関して解説し、国際標準規格として知られるISO9001との関係性について議論する。これらのシステムはPDCAサイクルによる継続的改善を基礎としており、その改善を実現するためには現場のオペレーションが重要となる。そこで4章では、需要変動等の不確実な環境のもとで、製品のライフサイクルを考慮した製品回収-再生産システムを考え、離散時間マルコフ過程によるオペレーションのモデル化を行う。従来は、工場内、あるいは販売前の製品のみを在庫としてとらえてシステムの評価をおこなってきたが、循環型社会を前提とした再生産システムにおいては、顧客へ販売され、回収後、再生産に利用される可能性のある製品を含めた、トータルな

評価が必要となる。ここでは、販売後の製品を仮想的な在庫品としてとらえ、その廃棄量や再生産される割合を考慮したシステムの評価モデルを提案する。さらに、再生産割合を変化させ平均費用を最小化し、さらにビジネスにおける種々の状況を想定してコスト要因の水準を変化させた数値実験を行い、得られた平均費用に関する分散分析結果を示し、持続可能システムに対するコスト要因の影響を示す。

## 2. 循環型システム

20世紀の経済活動は、生産者主導型で進められ、競争他社よりも、生産性の効率化と低コスト化が求められてきた。これにより、社会システムは、フォード・システムに象徴される大量生産-大量消費-大量廃棄型の形態となった。この社会システムは、化石燃料など、有限の資源を大量に使い地球環境に負荷を与えながら工業生産を拡大させてきた。その結果、1960~1970年代には、公害問題が発生し、その対応、防止への対策に多くの企業が取り組んだ。そして現在、資源の枯渇や環境への対応など地球環境問題への取り組みが重要になってきている。

このような背景から、社会システムは、大量生産-大量消費-大量廃棄型社会から、地球環境を重視した循環型社会へと移行してきた。そして、社会システムが循環型社会へと向かう中で、循環型システムという概念が生み出された。循環型システムとは、新たな資源を用いるのではなく使用済みの資源を再利用することによって、資源を循環させていくという考え方である。生産システムにおいては、たとえば、製品寿命を終えた製品を積極的に回収・分解して再生産に用いることにより、環境の悪影響を極力抑えた生産形態が考えられている。そのためには、製品設計の段階で分解しやすい製品を設計することが重要となる<sup>(3)</sup>。

さらに循環型社会における再生産の効率的運用を実現するため、生産環境における需要変動等の現実的な問題を考慮した再生産システムモデルが、これまでいくつか提案されてきた。

定期観測モデルとして、Cohenら<sup>(4)</sup>は、回収された製品を直接再利用するモデルを提案し、最適解を示している。さらに、Inderfurth<sup>(5)</sup>は、発注と再生産におけるリードタイムの影響について議論している。連続観測モデルとしては、MuckstadtとIsaac<sup>(6)</sup>が、(s, Q)ルールに基づくリードタイムとシステムの制御政策を考慮したモデルを提案し、van der Laanら<sup>(7)</sup>は、需要と独立に製品が回収されるシステムを考え、連続時間マルコフモデルとして解析を行っている。また van der LaanとSalomon<sup>(8)</sup>

は、新品と再生産部品を用いた生産と在庫を結びつける PUSH and PULL 戦略を提案している。しかし、これらの研究においては、販売されて顧客が使用中の製品は管理の対象とはされてこなかった。

Guide and Van Wassenhove<sup>(9)</sup> は、再生産分野における潜在的な経済性分析に関する研究がこれまでに少ないことを指摘している。図1は、彼等が提案したビジネス分野における製品回収のマネジメントにおける基本的な関係を示している。

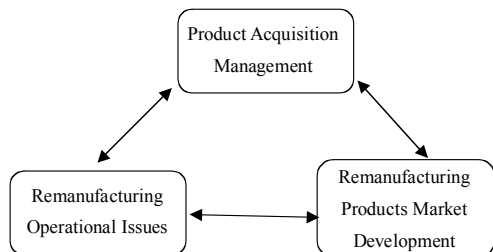


図1：製品回収マネジメントシステムのフレームワーク

製品回収のプロセスは、マネジメントが必要となる重要な分野であり、この結果、再利用・再生産の活動がどの程度経済的なものになるかが、決まることとなる。この統合化された枠組みは、マネージャーに対して、グローバルな経済的利益と製品回収プロセスの基礎となる役割に焦点を当てさせるものである。このような、閉じたループを仮定した、生産システムはクローズド・ループ生産システムあるいはクローズド・ループのサプライ・チェーン<sup>(9)</sup>と呼ばれ、その効率のかつ効果的な運用アプローチの検討が求められている。例えば、Guide et al.<sup>(10)</sup>においては、携帯電話の例をとりあげ、利益最大化を行う需要と供給のマッチング問題を議論している。

クローズド・ループ生産においては、回収された製品は、企業における再生産システムのインプット要素となり、従ってコストを考慮した、品質・量・タイミングの問題が重要となる。Guide<sup>(11)</sup>では、米国における数多くの再生産企業に関するこの分野の事例が研究されている。また Nakashima et al.<sup>(12,13)</sup>では、単一の製品寿命を考慮した再生産システムを考え、離散時間マルコフモデルとしてシステムを定式化し、パラメータ設定によるシステムの分類と特性や最適政策について議論している。

次章ではこれらのオペレーション戦略の基礎となる方針管理やトータルなマネジメントシステムについての検討を行い、第4章においてそれらを展開したオペレーションレベルでの、販売後製品を再生産に使用するための仮想部品在庫としてとらえた実務問題を取り上げ、

Nahmias<sup>(14)</sup>の Perishable Inventory モデルの概念を導入し、離散時間マルコフ過程を用いて、再生産システムのモデル化とコスト分析を行う。

### 3. 方針管理システムとマネジメント

#### 3.1 方針管理と日常管理

方針管理と日常管理を正しく区別する必要がある。日常管理は目標による管理+方策、方針管理は組織が到達する目標（ゴール）を定めて、その目標を適切な方策で達成する活動である。そこにはブレークスルー（現状打破）が必要となり、重点指向が必要となるが、ややもすると方針管理と日常管理は混同されることが多い。高い目標は方針管理、横這いの目標は日常管理というようにとらえられがちであるが、現在の価値観を覆すほどの革新的なことが「方針管理」であらねばならない<sup>(15)</sup>。

方針管理では項目をたくさん挙げるべきではなく、一度に革新的なことができる考えるべきではない。中・長期経営計画、短期経営計画を定めて企業組織全体の参画により、効率的に目標を達成することが重要である。目標に対する結果の源流原因を精査しPDCAをまわして対応する必要がある。結果を管理することと、結果で管理することの二つの方法を区別して管理することが大切である。

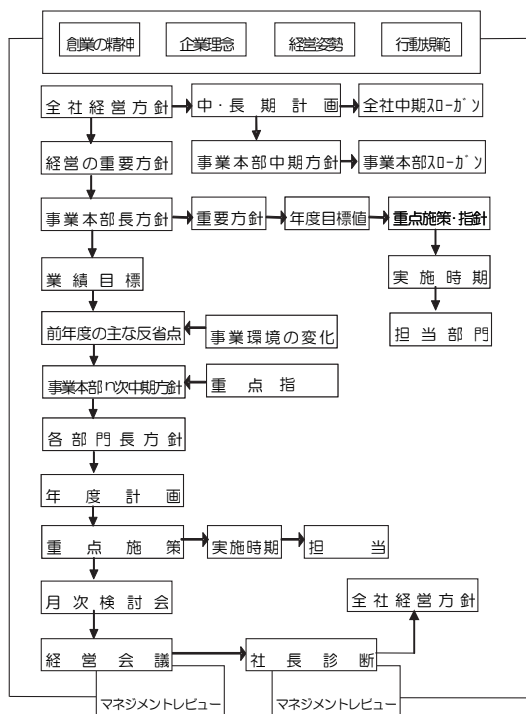


図2 方針管理の仕組み

3.2 方針管理の仕組

方針管理には、中・長期計画と年度計画がある。これらを「創業の精神」「企業理念」「経営姿勢」「行動規範」「全社中期スローガン」「事業本部スローガン」「全社経営方針」「事業本部長方針」「部門長方針」に展開してPDCAを回して目標を達成する活動である。その相互関係を示すと次の通りとなる。(図2)

3.3 経営方針

ISO 9000s<sup>(16)</sup>が要求している品質方針は、経営方針としてSWOT分析を活用し下記のように発展させることが必要である。

(1) ISOの要求事項を越えること。

中・長期経営計画における経営方針に、品質、環境、財務、安全など品質経営情報体系化方針として発展させる。

(2) 事業計画、ベンチマーキング、効率化を含めた経営方針、事業本部長方針、部門長方針として展開する。

(3) 中期経営計画(収益構造改革、事業の重点化など)が立てられている。

(4) ISOの規格に対する適合性、有効性からパフォーマンスの改善を効率よく達成する活動が行われている。

(5) 品質マネジメント8原則の基本が実行されている。

- ① 顧客重視
- ② リーダーシップ
- ③ 人々の参画
- ④ プロセスアプローチ
- ⑤ マネジメントへのシステムアプローチ
- ⑥ 継続的改善
- ⑦ 意思決定への事実に基づくアプローチ
- ⑧ 供給者との互惠関係

3.4 2段階方式マネジメントレビュー

ISO 9001で要求されているマネジメントレビューは、方針管理の仕組みの中で行い、ISO 9001の要求事項のマネジメントレビューへのインプット、アウトプットを含めて、経営会議、社長診断などでPDCAをまわしてフォローするようにする。仕組みは(図3)に示す。

経営者は経営上の課題、問題点を把握し、自社の製品が顧客に満足される体制が出来ているかを自らリーダーシップをとって推進する必要がある。ISOの認証取得後の維持においては、初回の目的に対し深みを増す必要がある。規格に対する単なる適合性、有効性だけでなく、パフォーマンスの改善を効率よく達成する活動が必要である。これらを効果的に進めるためにスパイラルアップ2段階方式のマネジメントレビューを提案する。

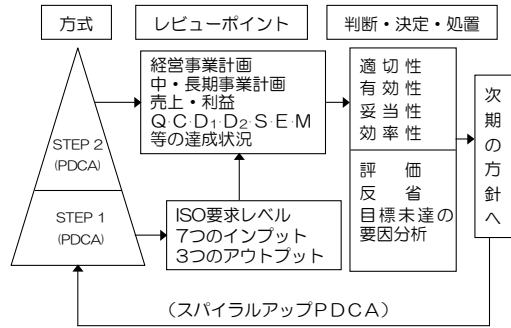


図3 スパイラルアップ2段階方式基本モデル

図3における7つのインプットとは、①監査の結果、②顧客からのフィードバック、③プロセスの実施状況及び製品の適合性、④予防処置及び是正処置の状況、⑤前回までのマネジメントレビューの結果に対するフォローアップ、⑥品質マネジメントシステムに影響を及ぼす可能性のある変更、⑦改善のための提案、を指している。

また、3つのアウトプットとは①品質マネジメントシステム及びそのプロセスの有効性の改善、②顧客要求事項への適合に必要な製品の改善、③資源の必要性に関する決定及び処置を含むことを指す。

さらに、レビューとはISO 9000によると(3.8.7)設定された目標を達成するための検討対象の適切性、妥当性及び有効性(3.2.14)を判定するために行われる活動と定義されている。

参考:レビューには、効率(3.2.15)の判定を含むこともある。例:マネジメントレビュー、設計・開発のレビュー、顧客要求事項のレビュー及び不適合のレビュー。有効性(3.2.14):計画した活動が実行され、計画した結果が達成された程度。効率(3.2.15):達成された結果と使用された資源との関係。

(1) STEP1のレビューポイント

ISO 9001の要求事項をレビューする。

①7つのインプットを含む、②3つのアウトプットを含む。以上のことだけでは、組織の経営者としては安心できない。スパイラルアップが必要である。

・ISO 9004 (JIS Q 9004): パフォーマンスの改善の指針  
 ・JIS Q 9023 : 2003 マネジメントシステムのパフォーマンス改善

— 方針によるマネジメントの指針 — の活用を行う。

(2) STEP2 のレビューポイント

① 組織全体のプロセスの達成状況, ② システムの効率性の評価, ③ 品質マネジメントの8つの原則に基づいたレビュー, ④ パフォーマンスの管理, ⑤ パフォーマンス改善計画へのアウトプット, ⑥ 組織の強み, 弱みなど. そのための主なインプットとアウトプットとして次のようなものがある.

1) インプット

① 営業上の課題, ② 利害関係者の安心, ③ 技術・研究開発, 他社競合製品のパフォーマンス, ④ 市場の評価・戦略, ⑤ 財務関係 (売上, 利益 他), ⑥ 社会・環境の状況, ⑦ 法令・規制要求事項の変更 など

2) アウトプット

① 組織の戦略計画策定, 事業計画策定, ② 有益な新規目標, ③ パフォーマンス改善目標, ④ 組織構造の評価, 組織変更検討, ⑤ マーケティング, 利害関係者の満足に関する戦略, ⑥ 生き残るための戦略的計画策定 など

これらのレビューに基づく PDCA サイクルマネジメントをまわすために、オペレーションレベルでの管理が重要となる。次節ではオペレーションモデルについての検討を行う。

4. 循環型システムオペレーションモデル

4.1 モデル

本章では、需要変動の不確実性や製品の再生産割合、廃棄割合等の変動を考慮した単一工程で単一品種を製造する再生産システムを考える (図4)。各期の需要は独立で同一の分布に従うものとし、最大を  $D_{max}$ 、最小を  $D_{min}$ 、平均を  $D$  とする。第  $t$  期の製品在庫量を  $I(t)$  とし、製品の最大在庫量を  $I_{max}$  で表すものとする。顧客に販売された製品は再生産に利用される部品の仮想在庫となり、第  $t$  期の仮想在庫量を  $J(t)$  とおく。この仮想在庫のうち、 $\lambda$  の割合で製品の回収が行われ、それらはすべて再生産に使用されるものとする。一方、 $\mu$  の割合で製品の廃棄が行われるものとし、 $\lambda + \mu \leq 1$  を仮定する。

また第  $t$  期の生産量は、新規の原材料を用いる新規生産  $P(t)$  と顧客から回収された製品を用いて生産を行う再生産量  $\lambda J(t)$  の和からなるものとする。

この再生産システムは、離散時間マルコフ過程として次のように定式化される [10]。

再生産システムの第  $t$  期における状態は、手持ちの在庫量と仮想在庫量のベクトルで表される。

$$s(t) = (I(t), J(t)) \tag{1}$$

各在庫レベルの推移は以下の式で与えられる。

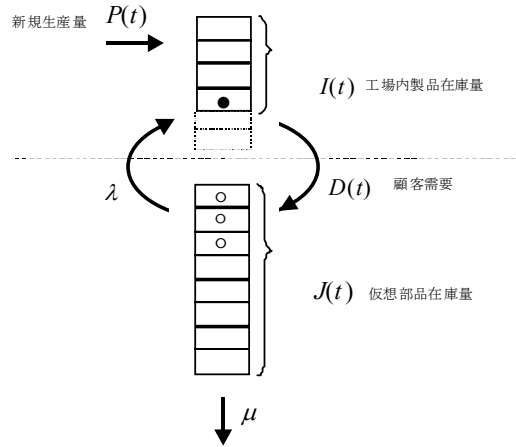


図4：再生産システム

$$I(t+1) = I(t) + P(t) + \lambda J(t) - D(t) \tag{2}$$

$$J(t+1) = J(t) - \lambda J(t) - \mu J(t) + D(t) \tag{3}$$

ここで新規生産量を  $P(t) = \max\{0, I_{max} - I(t) - J(t)\}$  で与えられるものとし、 $D_{max} \leq I_{max}$  と仮定する。またシステムの状態推移確率は以下の式で与えられる。

$$P_{s(t)s(t+1)} = \begin{cases} Pr\{D(t) = d\} & \text{if } S(t+1) = (I(t) + P(t) + \lambda J(t) - d, \\ & J(t) - \lambda J(t) - \mu J(t) + d), \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases} \tag{4}$$

単位時間当たり費用は、

$$Q(t) = cP(t) + \theta \lambda J(t) + h[I(t)]^+ + b[-J(t)]^+ + \delta \mu J(t) \tag{5}$$

とし、ここで費用パラメータは以下の通りである。

- $h$  : 1 製品当たりの在庫保管費用
- $c$  : 1 製品当たりの新規生産費用
- $\theta$  : 1 製品当たりの再生産費用
- $b$  : 1 製品当たりの繰り越し費用
- $\delta$  : 1 製品当たりの廃棄費用

システムの定常状態確率を計算することにより、単位

時間当たりの平均費用を求めることができ、システムの性能評価が可能となる。

4.2 コスト要因分析

需要分布を  $Pr\{D(t)=2\}=Pr\{D(t)=3\}=0.5$  とし、製品の最大在庫量を  $I_{max}=10$  として、以下のパラメータを設定する。

$$c=1, h=1, b=10, \theta=3, \delta=10$$

4.2.1 再生産システムの平均費用

ここでは、廃棄割合を  $\mu=0.5$  とした場合に、再生産の割合を変化させ、数値計算を行った (図 5)。 $\lambda=0.2$  が最適な再生産割合となっており、単純に循環を進行させるだけでは、システムを最適化出来ないことを示唆している。

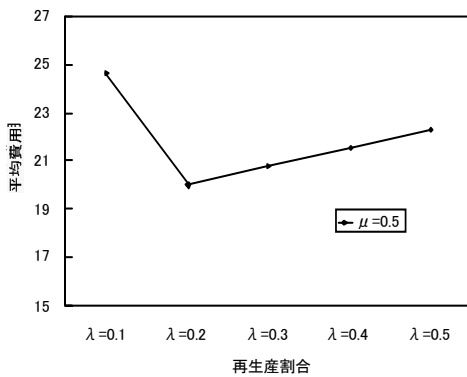


図 5：再生産量の影響 ( $\mu=0.5$ )

4.2.2 再生産システムのコスト分析

ここでは、 $\lambda=0.2, \mu=0.5$  として、廃棄費用と再生産費用の2つの因子を取り上げ、各3水準を設定して平均費用を求めた (表 1)。二元配置の分散分析をおこなった結果、いずれの要因も高度に有意となっている (表 2)。

表 1：数値実験結果

		再生産費用		
		3	6	9
廃棄費用	10	19.99	21.5	23
	20	32.5	34	35.5
	30	44.5	46.5	47.8

表 2：分散分析表

要因	S	$\phi$	V	$F_0$
A: 廃棄費用	920.3573	2	460.1786	22254.74**
B: 再生産費用	14.4740	2	7.23701	349.99**
誤差	0.08271	4	0.02067	
計	934.9140	8		

$$F(0.05, 2, 4)=6.94, F(0.01, 2, 4)=18.0$$

5. おわりに

本稿では、持続可能なリーン生産・物流システム構築にむけたマネジメントシステムのあるべき姿について、2つの観点から検討をおこなった。一つは、方針管理およびマネジメントレビューを含めたトータルマネジメントシステムレベルであり、もう一つはそれを具体化して循環型社会を実現するためのオペレーションレベルである。環境変化の激しいビジネス社会において、いかに組織全体を効率化させていくかが今後の課題であり、トップのマネジメントレビュー等大きなレベルでの PDCA サイクルの推進が期待される。また、これらの方針を現場レベルで実施していくためには、オペレーションレベルでの管理も重要であり、現場の状況に応じた適切なマネジメントシステムが要求されている。そのひとつの指針として本研究での成果が活用されれば幸いである。

今後ますますグローバルな競争が激化するビジネス環境において、持続可能なものづくりシステムの構築は、重要な課題であり、我が国の成長戦略にも大きく影響を与えるものといえる。専門分野を越えたこの領域での学際的な研究活動の今後ますますの活性化を期待したい。

参考文献

- (1) GUNGOR, A. and GUPTA, S. M., 1999, Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: a survey. *Computers and Industrial Engineering*, 36, 811-853.
- (2) 中島 健一, 松丸正延, 松井正之, 品質・環境 ISO と TQM 活動に基づくリーン生産マネジメント, 2012, 神奈川大学工学研究所所報 35 号
- (3) 梅田靖, 2001, "循環型生産システム実現のための課題", 日本インダストリアル・エンジニアリング協会 IE レビュー, 42, 6-12.
- (4) COHEN M. A., NAHMIA S., PIERSKALLA W. P., 1980, A dynamic inventory system with recycling. *Naval Research Logistics Quarterly*, 27, 289-296.
- (5) INDERFURTH K., 1997, Simple optimal replenishment and disposal policies for a product recovery system with



- lead-times. *OR Spektrum*, 19, 111-122.
- (6) MUCKSTADT J. A. and ISAAC M. H., 1981, An analysis of single item inventory systems with returns. *Naval Research Logistics Quarterly*, 28, 237-254.
- (7) VAN DER LAAN E. A., Dekker R. and SALOMON M., 1996, Product remanufacturing and disposal: A numerical comparison of alternative control strategies. *International Journal of Production Economics*, 45, 489-498.
- (8) VAN DER LAAN E. A. and SALOMON M., 1997, Production planning and inventory control with remanufacturing and disposal. *European Journal of Operational Research*, 102, 264-278.
- (9) GUIDE Jr., V. D. R. and Wassenhove L. N. V., 2001, Managing product returns for remanufacturing, *Production Operations Management*, 10, 142-155.
- (10) GUIDE Jr., V. D. R. and Wassenhove L. N. V., 2002, Closed-loop supply chains, R. Ayers, L. Ayres, eds. *A Handbook of Industrial Ecology*. Edward Elgar, Northampton, MA, 497-509.
- (11) GUIDE Jr., V. D. R., 2000, Production planning and control for remanufacturing, *Journal of Operations Management*, 18, 467-483.
- (12) NAKASHIMA, K., ARIMITSU, H., NOSE, T. and KURIYAMA, S., 2002, Analysis of a product recovery system: *International Journal of Production Research*, 40, 3849-3856.
- (13) NAKASHIMA K., ARIMITSU H., NOSE T. and KURIYAMA S., 2004, Cost analysis of a remanufacturing system, *An International Journal Asia Pacific Management Review*, 9, 595-602.
- (14) NAHMIAS S., 1972, "Optimal and approximate ordering policies for a perishable product subject to stochastic demand", PH.D. Dissertation, Northwestern University.
- (15) 金子浩一, 中島健一, 能勢豊一, ISO9000SとTQMの融合による品質経営情報の体系化に関する研究, 2006, オフィスオートメーション, 26, 90-96
- (16) 日本規格協会 2011, JISハンドブック 58-1 ISO9000, (財)日本規格協会