



特集

SD によるリユースとリサイクルの考察

- 空ドラム缶のリバースロジスティクスにおいて -

BPD研究分科会報告
Business Process Dynamics

榎本 哲也
横浜容器工業株式会社
info@durm-net.com

要旨

環境問題が叫ばれている昨今、大量生産、大量消費、大量廃棄型経済システムから循環型経済システムへの変換が迫られ、企業は次々とリサイクルに取り組み始めている。即ちリデュース(廃棄物抑制)、リユース(再利用)、リサイクル(再資源化)という「3R」が主体する。従って、これら3主体の組み合わせを如何に最適化するか大きな経営課題であり、社会問題となっている。換言すれば、自然との調和を維持しつつ、効率を指向するリバースロジスティクスの宿命的な問題へと発展しているのが実情である。特に著者はリバースロジスティクスの体制によってリユースとリサイクルの優位性が変化することに注目しており、システムダイナミクスを利用して企業の経営戦略を考察する。

1. 研究動機

3Rの流れが変わることによってリバースロジスティクスの流れも変わる。また、リバースロジスティクスの流れによって3Rの流れも変わる。リユースがリサイクルより優先順位が高くてロジスティクスコストが高ければその製品のリサイクル・ループ全体のコストが上昇し製品価格が上がるか、ユーザーに別途費用が発生することになる。このように本研究は3Rのバランスによってリバースロジスティクスはどのように対応していけば良いのかを明確にする。しかしながら、本研究では「廃棄物抑制(リデュース)はビジネスリサイクルからはずれるもの」と考え、これを対象外とし実質的にはリユースとリサイクルの2Rとリバースロジスティクスとの因果メカニズムに着目する。

2. リサイクルの概念

2.1. リサイクルの定義

本論文では2Rを次のように定義する。再利用 = リユース 再資源化 = マテリアル・リサイクル
著者はこれらリサイクル定義の共通の成立条件として「リバースロジスティクスの体制が確立されていること」と考える。

2.2. リサイクルの因果関係

リサイクルの全体構造の決定メカニズム、企業によ

る選好メカニズム、消費者による選好メカニズム、行政政策による影響メカニズムを統合した統合モデル) によると、「天然資源利用量」の増加と「排出責任」の増加とが「消費者の環境意識」を高め、「顧客へのアピール」と「拡大生産者責任」とが「企業の環境意識」を高めていくと論じた。この統合モデルからは「リサイクル量」が増加すれば「回収量」も増加することが明らかである。統合モデルは因果ループ図として成立するモデルとなる。このモデルの重要ポイントとして、リサイクルにおける必要条件は「リバースロジスティクス体制の確立」である。よって、リバースロジスティクス体制がないところにリサイクルは存在しないと云っても過言ではない(図1)。

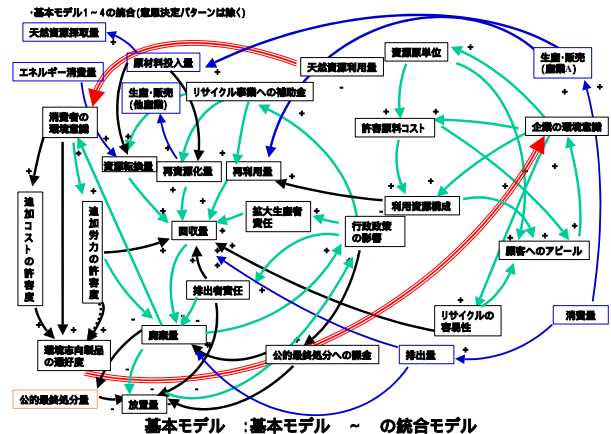


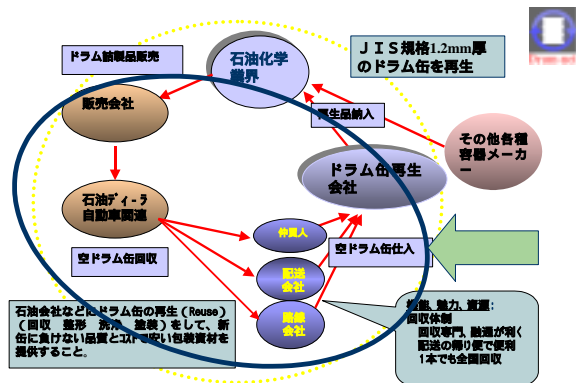
図1: リサイクル統合モデル

3. 業界周辺状況

3.1 ドラム業界について

我国におけるドラム缶の流通本数は、新ドラム缶が1,280万本、再生ドラム缶は1,380万本であり、石油業界で流通しているドラム缶は新ドラム缶20%、再生ドラム缶80%で、化学業界では70%が新缶、30%が再生缶となる。現在、石油業界で使用しているドラム缶はほぼ100%が潤滑油用に使用されている。ここ数年の間に新缶、再生缶ともに急激な価格低減の要求を受けた。このため新缶と再生缶との価格差が縮小し「リサイクル・ループ」が崩壊してきている。リサイクルのバランスが崩れると「リサイクル・ループ」が崩壊する。我々は今後ますます「再利用の促進」を重視し

循環型経済社会を構築していかなければならない。しかし、数十年もドラム缶を通じて再利用してきた業界が現実とは逆行している。この要因は価格差以外に空ドラム缶のリバースロジスティクスの影響が大きいと考える(図2)。



ドラム缶業のビジネスモデル

図2「空ドラム缶回収体制」

3.2 空ドラム缶回収の方法

使用済みの空ドラム缶はビールびん同様に、昔から「値段が付く、買取れる、価値がつく」物品であり容器リサイクル法の適用物品からも外れたいわゆる「リサイクルの優等生」であった。現在では3通りの回収方法が主流である。1つは注文のあった詰め品の配送の帰り便で回収する体制。2つめは「仲買人」と呼ばれる空ドラム缶だけを専門的に収集する個人事業者が独自のルートで毎日100本前後回収したものを再生ドラム缶会社へ売却して収入としている。これら2つの回収方法はともに1回あたり数十本以上のドラム缶を回収することを前提としていた。回収先にとってのこれら回収方法のメリットは 地域によっては有償または無償引き取りである。詰め品を納入した帰りに持ち帰るので邪魔にならない。デメリットは 数十本溜めなければならない。回収にくるまでの時間がかかる。これに対し1本~2本の回収先である自動車ディーラー、整備工場等は再生ドラム缶業界全体として回収対象からはずしたい先であった。ところが数年前から環境問題、ISO14001、消防法等の影響より「1本~2本でも回収して欲しい」というニーズが増加したため、「多拠点で少本数」という先の回収体制を構築しなければならなかった。これを全国展開運送会社や地域ローカル運送会社とタイアップし、「たとえ1本でも空ドラム缶を回収する体制」として新たな空ドラム缶回収システムを構築した。そのメリットは たとえば1本でも全国エリアの回収をしてくれる、依頼してから回収するまでのリードタイムが短い、1本単位の管理をしているためデータも細かくトレースが十分に可能。デメリットは 有料である、数十本たまってい

る缶を一度に回収できない、専門業者でないので選別能力がない、などがある。このように空ドラム缶の回収方法には3つの方法があるが、コスト、回収方法、輸送形態、ロット、回収リードタイム、タイミング、システム等のファクターによって選択される。一方、再生不能な空ドラム缶や輸入缶はスクラップ向け空ドラム缶として近くの鉄スクラップ会社へ持ち込んだり、産廃業者へ他のごみと一緒に渡したりしている。スクラップ向け空ドラム缶が大量に発生するときは鉄スクラップ会社やドラム缶会社に引き取りに来てもらい最終的にスクラップ会社が処理をするという方法である。少量であれば中身に廃油を入れたり、他のごみを入れてごみの排出用容器として利用されている。

3.3 リユース VS リサイクル世界の見方

日本ではリユースを前提とするため1.2mmの板厚ドラム缶が主流だが、ヨーロッパではリユース性を考慮しない1.0mm~0.8mm薄板ドラム缶が主流でありワンウェイを前提としている。アメリカは両方が混在している。ヨーロッパにおけるドラム缶のリサイクルは「再利用」よりも「再資源化」つまりマテリアル・リサイクルが基本コンセプトとなっている。日本では環境省によるリサイクルの優先順位が 廃棄物抑制、再利用の促進、再資源化、廃棄物の適正処分という順になっている。フランクリン協会による容器更生業者の国際連盟組織(ICCR)向けに報告された「米国、欧州及び日本における使い捨て及び再使用可能な鋼製ドラムのライフサイクル調査分析」²⁾のレポートによると「ドラム缶のライフサイクルアセスメント(以下LCA)は新ドラム缶を使用しスクラップ処理するよりも再生して長く利用したほうが、ある一定期間におけるエネルギー使用量は再生ドラム缶のほうが低く、地球への環境配慮になっている」という結論がでてい。しかしながら回収という視点でマテリアル・リサイクルが有効になってしまうとドラム缶業界はリユース中心から、新ドラム缶(薄板)供給でスクラップというワンウェイ方式が主流となるであろう。これ以外にも世界の様々な地域でLCAの観点からのリユース、リサイクルの議論が増加している。

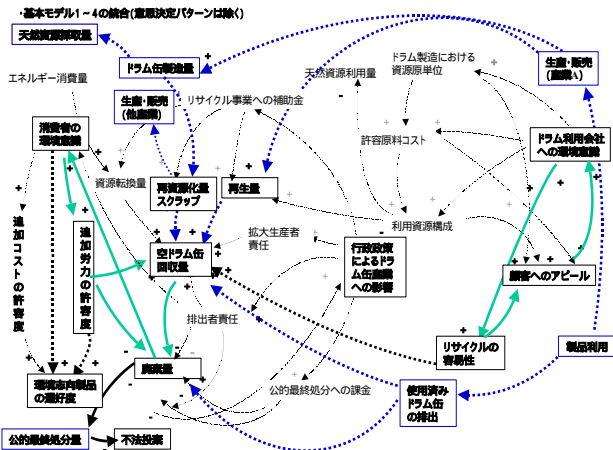
4.回収の必要性

環境問題が取り沙汰される昨今までは再生ドラム缶のメリットは次のような点があげられた。新ドラム缶よりも安い、新品でなくとも品質的には問題ない。このような評価の下で適度な量をリサイクルしていたが、環境問題がクローズアップされたことにより、再生ドラム缶という製品そのものの価値もさることながら回収業務の必要性が高まってきた。製造会社や販売会社においてもユーザーに製品を販売するときの購

入条件のひとつに「使用済み空ドラム缶を回収すること」という条件がついてまわようになってきた。一方、回収先であるユーザーにとっては「空容器を回収するコストは販売会社、製造会社が負担すべし」という拡大生産者責任への期待の声もあがっている。ここ数年の間でこのような大きな変化を見せている。

5. ドラム缶業界へのリサイクル基本モデルの適用

再生ドラム缶産業においては「空ドラム缶回収」が重要であるという認識に基づいてモデルを見ることで以下の内容が明らかになった。統合モデル（現在）では「空ドラム缶回収量」への「行政政策によるドラム缶産業への影響」からの因果関係がなく、企業と消費者の因果メカニズムとの関係だけである。これは昔から“リサイクルの優等生”などと言われ、ほっといても“何とかなる物品”という考えの現れであろう。



基本モデル：基本モデル ~ の統合モデル(現在)
図3. 統合モデルのドラム缶業界への適用 (現在)

に課すことで、「空ドラム缶回収」機能が強化され「消費者の環境意識」が高まる。そして「消費者の環境志向製品の選好度」が「充填会社、販売会社の環境意識」を高める。また「廃棄量」が削減されることで「行政政策のドラム缶産業への影響」が高まり、それが「充填会社、販売会社の環境意識」を高めることになり、ドラム缶産業全体に関わる因果メカニズムの相互関係（ループ）がつながることによって良い循環が生まれてくる。そのポイントはやはり回収量の強化が必要であると確認できる。

6. ドラム缶流通状況

表1. 200L 鋼製ドラムリユース&リサイクル

(単位:百万本)			
ファクター	本数	ファクター	本数
新ドラム缶生産本数	12.8		
再生ドラム缶	13.8		
充填量	26.6	輸出他	-3.3
		輸入	1
国内利用	24.3		
再生向け回収量	16.1	ハネ缶	-2.3
スクラップ向け	8.2	ハネ缶スクラップ	2.3
スクラップ回収量	10.5		
再生向け回収率	66%		
再生化率	86%		

(出所：日本ドラム缶工業会資料2000年)

新ドラム缶の価格差が4年間で1,000円近くも下がり、再生ドラム缶もそれに伴って下がった。そして、新ドラム缶と再生ドラム缶の価格差も縮まった。

7. SDによるドラム缶業界の状況

各データを背景にSDソフトでシミュレーションを試みた(図5)

ドラム缶業界 As Isモデル

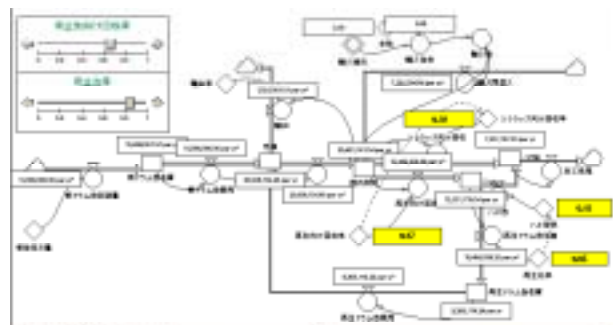


図5. ドラム缶業界 As Isモデル

図5は上述の業界データ数値を当てはめたAs Isモデルである。やはり「再生向け回収」か「スクラップ向け回収」かによって業界動向が変化するのであろうことは明白である。このモデルを作成して改めて認識した

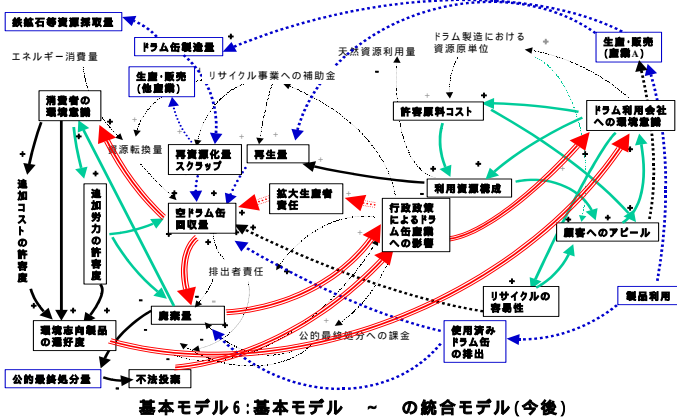


図4. 統合モデルのドラム缶業界への適用 (今後)

統合モデル（今後）では、「拡大生産者責任」を企業

点は輸入缶率というものが重要なファクターであることに気づいた点である。実際の数字は非常に少ないが増加する傾向にあり、現実の感覚以上にモデル上でのポジショニングが国内ドラム缶業界にとっても脅威であることが判明した。これは国内充填量が減少し海外充填による輸入、つまり中国、東南アジアからの輸入品の増加傾向が強まった場合の輸入率というファクターが非常に重要になってくることを指すのであろう。

7.1 ドラム缶の生産本数推移

平成7年から平成14年までの実際の生産本数推移をベクトル化し、それを現在から27年後まで見た場合の新缶、再生缶、ドラム缶全体の生産本数予測推移をグラフにしたもの(図6)。当然これらは何ら外的要因がないという前提での数字である。しかしこのグラフより明かにされることは、現状のまま何も手段を講じないと再生ドラム缶は減少し続け、ドラム缶全体のニーズも減少傾向に向かっているということである。

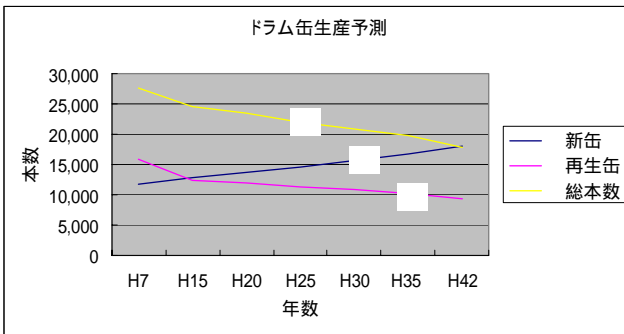


図6. ドラム缶生産本数予測推移グラフ

逆に27年後もドラム缶の絶対数は減少することはあっても全くなりはないという見方もできる。しかしこのモデルはその他代替商品や輸入率などのファクターを入れておらず、これらを入れればどこまで下がっていくかが問題である。

7.3. ドラム缶買取金額

その他の要因としてドラム缶の買取金額がある。

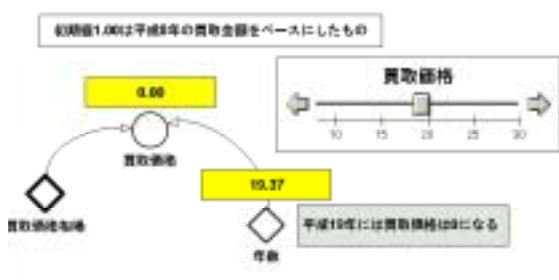


図7. 買取額0になる年

約20年前は空ドラム缶を回収すると約千円/本の価

値がついていたが現在は数百円程度になっている。回収コストは再生ドラム缶業が存続するかどうかの重要なファクターである。買取金額推移のベクトルを入力してシミュレーションした結果4年後には買取金額0になることが明らかになった。ここまで価格が下がる根本的要因は販売価格の低下によるものなのだが、一度下がった価格を値上げするのは困難であり製品価格構造の抜本的見直しが要求される。

8. 結論と今後の課題

SDを利用することでドラム缶業界をリサイクル業界全体として捉えることができた。SDを十分に活用していないにも関わらず、基本的なモデルを作成しただけで問題点を改めて認識できたことは大変価値のあることであった。今後の課題としては外部ファクターである「輸入率」、「代替商品利用率」、定性的なファクターである「企業の環境に対する意識」、「ユーザーの環境志向商品の選考度」、「行政政策の影響」などをモデルに組み込んで検討してみたい。現在、空ドラム缶は広義の解釈で産業廃棄物になるが、その中でも「専ら物」といわれる、空き瓶、古新聞、ウェスト同様のくず鉄として扱われている。しかしこれが全て産業廃棄物として取り扱われるようになった場合、ロジスティクスの流れは根本的に変わり、業界全体でも大変な問題となってくる。これは「行政政策の影響」ファクターであり、業界全体戦略の仮説・検証プロセスを見ていく必要性を痛感する。今後おおいにシステムダイナミックスを利用して企業、業界のモデルを作成して戦略を練っていききたい。

参考文献

- (1)根来龍之、榎本哲也“企業のリサイクル資源の利用内容と利用度に関する因果関係の研究”産能大学大学院修士論文、平成12年3月
- (2)フランクリン協会“米国、欧州及び日本における使い捨て及び再使用可能な鋼製ドラムのライフサイクル調査分析”日本更生ドラム缶工業会、平成11年1月
- (3)木村英紀、“制御工学の考え方”、講談社、p-p47、平成14年12月
- (4)唐澤豊、“ロジスティクスに関する調査報告分析概要リバースロジスティクスの研究”、p.p1-641、平成14年2月
- (5)唐澤豊、“ロジスティクスと環境”、(株)成山堂、p.p19-50平成13年8月
- (6)唐澤豊、“現代ロジスティクス概論”、NTT出版(株)、平成12年7月、p.p187-224
- (7)榎本哲也、“リバースロジスティクス”日本ロジスティクスシステム学会、予稿集 p.p70、平成12年7月