配送問題への今日的アプローチ

——輸送手段のシェアリングから，配送の社会システム化まで——

津久井　英喜

1．はじめに

石鹸・洗剤，歯磨，ティッシュペーパーに代表されるトイレタリー製品は，毎日の生活に欠かせない消費財であることから，メーカーは，消費者がいつどこででも買い求めることができるような「物流」が求められ，そのため，全国にある約2000店の雑貨系卸店を通じ，約20万店の小売店に製品を供給している．

一方，これらの製品は，いずれも成熟期に属し，一般的に付加価値がつきにくいことから，流通コストの負担能力はきわめて小さい．

それだけに「物流コストの抑制」は，メーカー・卸・小売店を問わず経営上の最重要課題であり，それぞれが長い年月をかけて，現在のローコスト・オペレーションの仕組みを作り上げてきた．

本稿は，この業界の典型的なメーカーであるライオン㈱の3つの事例に則して，輸送にかかわる問題にどう取り組んできたかを報告するとともに，実業界へのOR導入についても若干の考察を述べたものである．

2．小さい問題に対するアプローチ

～輸送手段のシェアリング～

まず最初に，

> ライオン㈱千葉工場（千葉市）から同・静岡配送センター（静岡市）へのトラック輸送のコスト削減

という，ごく小さな問題から話を始めたい．

このような2点間の輸送の問題は，一見して簡単に見えるが，普遍的なアプローチは存在しない．ここでのコスト削減のアプローチとしては，

イ．他の安い輸送手段の選択
ロ．輸送量の平準化
ハ．輸送の計画化
ニ．輸送ロットの大口化
ホ．輸送経路の短縮化

が考えられる．

ところで，われわれには，このような問題に対して「与えられた問題をそのまま」受け取ってしまう傾向がある．たとえば，この問題をそのまま受け取れば，千葉市から静岡市への走行経路にはほとんど選択の余地はない．しかし，この問題を，工場～配送センター～卸店の間の輸送の問題に「いったん拡大して」考えれば，卸店からの注文の条件によっては（たとえば，大型車単位の注文で，リードタイムが1週間以上である場合とか），工場から卸店へ直送することも考えられる．問題をそのまま受け入れず，「いったんカメラを引いて視界を拡大する」ことによって，与えられた問題を結果的に解決できるケースも少なくない．「四角い頭を丸くする」のはなかなか難しいことである．

輸送の問題で厄介なことは，物流部門が単独で進められるアプローチが意外に少ないことである．交通インフラの不整備に問題解決の道を阻まれることもあり，また社内の関連部門（特に営業部門）や，取引先・得意先の協力が不可欠な場合も多い．このように物流部門単独の努力だけでは解決できず，他部門や社外の協力が不可欠であるところに，物流問題の難しさの本質がある．

さて，この問題に対して，われわれが実際に選んだアプローチをたどってみたい．

この問題に取り組んだ当時（1986年）は，千葉工場と静岡配送センターの間は，大型トラック（10t車）の積載能力限度いっぱいに洗剤を積むために，「バラ輸送」であった．

大型トラック1台分の荷積み・荷卸し作業は，「バラ輸送」だと2時間の肩荷役となる（計4時間）．これに対して「パレット輸送」ならば，工場でのパレットローダによる荷積みが10分足らず，配送センターでの荷卸しもフォークリフトが使えるのでせいぜい20分で（計30分），「バラ輸送」の積み卸し時間に比べて3時間30分も少なくて済む．ただし，トラックの積載効率は「バラ輸送」に比べて15～30%低下する．

つくい　ひでき　プラネット物流㈱
〒113 文京区本郷1-30-17

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

したがって，近距離での輸送であれば，積載効率を多少犠牲にしても，短縮した時間に「もうひと仕事」できて「パレット輸送」の方がコスト安になる．しかし，千葉・静岡間のような距離になると，パレット化して得た作業時間短縮のメリットが，積載効率低下というデメリットを吸収できないという理由で，当時は「バラ輸送」が行なわれていた．

たまたま工場で，原材料の搬入トラックが何十台もやってきては，荷物を卸し，荷台をカラにしては出ていく様子を眺めていた．その中に，本州製紙㈱富士工場からカートン紙を毎日運んでくる大型トラック（2台）があって，帰路は埼玉県本庄へ迂回して1日半の走行行程となって，残りの半日分の仕事がなければ実質2日の行程になっているはずである．

ここまでわかれば，このカートン紙を運んできたトラックに，静岡配送センターへの洗剤輸送を委託することは容易に考えつく．ただし，従来のように「バラ輸送」で荷積みに2時間もかかっていては，走行距離は大幅に短縮できても，走行時間の方が縮まらない．

そこで購買部門を介して本州製紙㈱富士工場の担当部門を紹介してもらい，双方で，トラックの運行ダイヤグラムをつくり(モデル化)，これをいじくり回して（操作）検討を重ねた．その結果は，「パレット輸送」に切り替えることで1日行程の運行ダイヤグラムができあがり，積載効率の低下を吸収してもなお大幅なコスト削減を果たすことができた．成果の配分は双方の話し合いで決めたが，当方の輸送コストは従来に比べて約30%も低減した．

この問題は一見して輸送に限られた問題に見えて，実は「解決の鍵」が荷役にあった．こんなところに物流の難しさがあり，また，面白さ，楽しさがある．

この問題が解ければ，相手は必ずしも取引先である必要はない．これを応用して，同じ問題をかかえていたキリンビール㈱をパートナーにし，「大阪工場から小牧配送センターへの輸送コストの削減」を行なった．この場合，キリンビール㈱名古屋工場から同・尼崎工場へやってきた大型輸送車（10tトラック）を利用し，ライオン㈱大阪工場から同・小牧配送センターへの洗剤輸送を委託する．同時に，ライオン㈱大阪工場から同・小牧配送センターへ洗剤を運んだトラックで，キリンビール㈱の名古屋工場から尼崎工場へのビール輸送を受託する．

このように，相互の空車を都合し合って（シェアリング），1年間で7.7%のコスト削減を果たした（1990年度実績）．2匹目のどじょうも小さくはなかった．

表1　キリンビール㈱の車が洗剤を輸送した実績

ルート	台数	延べ台数	輸送費低減率
千葉→仙台	2台／日	502台	4.0%
千葉→名古屋	3台／日	505台	6.2%
川崎→仙台	1台／日	70台	0.8%
川崎→名古屋	1台／日	215台	7.9%
川崎→静岡	適時	21台	13.6%
大阪→名古屋	4台／日	891台	12.0%
合計	11台／日	2,204台	7.7%

（川崎→仙台は10月，川崎→静岡は11月に開始した）

3．中くらいの問題に対するアプローチ

～輸送貨物のコンソリデーション～

発地も着地も関東圏にあるような同一の地域内の輸送を「域内輸送」という．これに対して，発地が関東圏にあり，着地が関西圏にあるような，地域をまたがる輸送を「域間輸送」という．「域間輸送」の多くが大量輸送であるのに対して，「域内輸送」は主に少量輸送である．この近距離少量輸送を特に配送(デリバリー)という．輸送される貨物の量でみると「域内輸送」が圧倒的に多く（東京都内の場合，両者の割合はほぼ4対1），それだけに「域内輸送」におけるコスト低減は，われわれにとって重要課題である．

そこで，ここでは

> 小牧配送センター（小牧市）から愛知・三重・岐阜3県下の卸店への配送コストの削減

の問題を取り上げる．

現実の問題として，需給関係で傭車コストが下がった場合は別として，コスト削減はもっぱら車両の運用効率にかかっている．運用効率を左右する要因には，

イ．1件当りの配送ロット
ロ．時間帯で変わる道路事情（交通規則や渋滞）
ハ．卸店によって異なる荷受け条件（納入受入時間帯，車種の制約）
ニ．着時間によって異なる荷卸し待ち時間
ホ．配送量によって変わる荷卸し・検品時間

などがある．

これらの要因の影響が小さければ，思いきって捨象できて，ORの教科書にでてくる「巡回ルート」や「最短経路」の問題になる．OR技法がそのまま使える世界

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

である．事実，コンビニエンス・ストアなど組織化された販売店チェーンに対して，本部で「定時定ルート配送」のダイヤグラムを編成して，成果を上げている事例がある．ところがわれわれの場合，届先が得意先であって，1軒1軒の協力をとりつけることはかなり難しい．

そこで，数学の世界で，虚数という「新しい数」を導入したことによって，どんな2次方程式でも解けるようになったように，経済活動の世界においても，「新しい競争ルール」を取り入れることによって，この問題が解けるようにならないものかと考えてみた．物流・ロジスティクス研究のメッカであるミシガン州立大学のスマイケー教授の，「各企業は，品質と価格と販売促進では競争しても，物流では共同化すべきである」という主張もある．

われわれが困っている問題は，他社も同じように困っているはずであるから，配送を競争から除外することである．幸い，ライオン㈱には物流子会社があるのだから，同業メーカーを荷主として，輸送貨物を一緒にまとめて配送することである．こんなことを考えながら，共同配送の実現性の検討に入っていった．1986年頃のことである．

さて，共同配送では，各メーカーの貨物を束ねて，同じ届け先（卸店）への配送を行なうのであるから，卸店からの発注ロットが多少小さくなっても，参加メーカーの拡大さえできれば，配送ロットを大きくすることができる．そればかりか，従来，各メーカーがそれぞれに被ってきたロ．ハ．ニ．の影響は，参加メーカーの拡大によって確実に小さくなっていき，納入時間指定などの「サービスの高度化」にも対応しやすくなるはずである．一般的にいわれてきた，サービスとコストと間に成立するトレードオフ（二律背反）の関係は，ここでは成り立たず，共同化によって両者の改善を同時に追求できそうである．

共同配送に期待される「定性的なメリット」はかくのごときものであった．メーカーにとっても卸店・物流専業者にとっても，これといったデメリットは見当らないのだが，最大の難点は，「定量的なメリット」が示せないことである．卸店が各メーカーに対してどのような発注をしているかの「データ」が得られないために，メリットを推定する「モデル」が作れないためである．これでは，他社に参加を呼びかけても，説得力がない．

たとえ小規模でも実際に実験ができれば，共同配送のメリットを定量的に示すことができ，参加メーカーの拡大をはかることができるのだから，どうしても「同志」が欲しいところである．

そんな状況の中で，ライオン㈱とは比較的に競合関係の薄い十条キンバリー㈱，㈱ネピア，エステー化学㈱の3社がまず協力をしてくれることになって，愛知・三重・岐阜3県の卸店を配送対象とした「一括保管・一括配送型」共同物流の実験が始まった．1987年秋のことである．そして，翌年には，小林製薬㈱，大日本除虫菊㈱，フマキラー㈱が参加して，参加数は合計7社に増えた．

ただし，この頃から始まった人手不足・トラック不足の大波を被って，モデル作りの話はすっかりどこかに飛んでしまった．全く恥かしい限りであるが，この話は，後述のように新しい進展をみせたのであった．

4．大きな問題に対するアプローチ

～輸送システムの社会システム化～

深刻化する一方の窒素酸化物による大気汚染の改善をめざして，東京都は今年度も隣接する3県と合同で自動車使用抑制対策を実施し，「11月から1月までの毎水曜日は，乗用車は20%，貨物車両は10%の使用削減」を各種団体に要請した．冬季の自動車抑制は，今年で4回目である．

環境問題への対応は，配送が最も対応を急がれている課題であり，健康・衛生・美容に関連する製品を生産・販売している者にとって，特に関心の高いテーマである．

そこで，

> これからの「地球にやさしい」配送のために，われわれが「今すぐ」取り得る施策は何か？

を，問題として取り上げよう．

この種の問題に対して，遠距離輸送では，輸送手段を従来のトラック偏重から鉄道や内航へとシフトする（これをモーダルシフトという）アプローチが真っ先に考えられる．しかし，この問題にある配送は，戸口から戸口への近距離輸送であるから，他のアプローチを捜すほかない．この場合，メタノール車・電気自動車など「クリーンなエネルギーへの転換をはかる」ことは，誰でもがまず思いつくことではあるが，これも現時点では技術的に解決したとしても，ローコスト・オペレーションを大前提としているわれわれにとってとてもできない相談である．

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

クリーンな輸送手段へのシフトがダメなら，われわれに残された道は，トラックの積載率を高めて「延べ走行量を減らす」こと以外にない．改めて考えてみると，今まではコスト削減を主目的に進めてきた「輸送手段のシェアリング」や「輸送荷物のコンソリデーション」が，「延べ走行量を減らす」オーソドックスなアプローチであることが再確認できた．

前述のとおり，すでにライオン㈱他7社が，愛知・三重・岐阜3県の卸店を対象に「配送の共同化」をスタートさせている．これを核にして，「業界規模での共同物流」の実現をめざして積極的に参加メーカーを拡大していけばよい．幸いわれわれの業界には，㈱インテックとライオン㈱，ユニ・チャーム㈱，㈱資生堂，サンスター㈱，ジョンソン㈱，エステー化学㈱など8社の共同出資で設立したVAN運営会社・㈱プラネットがあり，「競争は店頭で，システムは共同で」を旗印に，業界の情報インフラの整備に取り組んできた実績がある．

この実績をベースに，主要なメーカーに「業界の物流共同化」をテーマに研究会の開催を提案し，1988年8月に，8社16名（うち6名が専任）で構成する「共同物流研究会」が，1年間の予定でスタートした．

まず最初の3カ月間にやったことは，

1）物流を取り巻く環境の分析，と

2）共同物流の先進事例の研究

であった．1）で判明したことは，

イ．物流活動に不可欠な基礎資源（労働力，土地，エネルギー）を大量に安価に調達できる時代はすでに終わって，これまでの「資源多消費型物流システム」をこれ以上続けることはもはやできなくなっていること

ロ．物流インフラの整備は，経済の成長に完全に遅れをとってしまい，すでに日常化している交通渋滞・交通マヒを根本的に解決するメドは全く立っていないこと

ハ．輸送活動が直接もたらしている環境破壊（排気ガス，騒音・振動，交通事故など）に対するわれわれの対応は全く不十分で，「環境適応・環境保全型物流」への早期シフトが強く迫られていること

である．2）については，残念ながら，さして参考になるほどの先進事例は見つからなかった．

引き続いての3カ月は，もっぱら

3）共同化効果のシミュレーション

4）事業化計画の立案・検討

に時間を使った．

3）は，研究会参加メーカー8社に，愛知・三重・岐阜3県での日別・届け先別「配送実績データ」（数量ベースで一定期間分）を磁気テープで提供してもらい，これを用いて，配送を共同化した場合の

イ．たばね効果（配送ロットの拡大）

ロ．ならし効果（量波動の平準化）

ハ．輸送手段に及ぼす効果（使用車種，台数に与える変化）

ニ．卸店における納入車両台数の減少効果

などについて，シミュレーションを実施した．結果は，8社の実際データを用いただけあって，われわれの期待する以上の説得力を発揮した．

これをもとに，業界の物流共同化促進のための「物流企画会社」設立について，事業化計画の立案・検討（フィジビリティー・スタディー）を行ない，それぞれの会社のトップにプレゼンテーションを行なった．その結果，8社のうち6社がこの事業に参加することを決め，研究会には参加してなかった5社を加えて，新会社設立にむけての準備が進められた．出資会社は，ライオン㈱，エステー化学㈱，サンスター㈱，ユニ・チャーム㈱，牛乳石鹸共進社㈱，ジョンソン㈱，貝印㈱，小林製薬㈱，ニッサン石鹸㈱，日本リーバ㈱のメーカー10社と㈱プラネット社の11社である．

そして1989年8月1日，日本（おそらく世界でも）最初の物流オルガナイザーとしてプラネット㈱が誕生した．従来の資源多消費型物流から「省資源型物流」へ，環境破壊型物流から「環境適応型物流」へとパラダイム・シフトをはかっていくとともに，各企業内システムとして考えてきた物流システムを，「社会システム化」することによって，絶体絶命のピンチに立たされている物流に「新しい道」を拓くべく，第1歩を踏み出したのである．

現在，創業して5年目を迎え，中部事業部（7県を対象に10メーカーが共同物流に参加），東北事業部（6県を対象に7社が参加）の実績を踏まえて，今春4月の九州事業部開設を急いでいるところである．

5．おわりに

3つの問題に対するアプローチでは，いずれも「OR技法」は使ってはいない．しかしそのことで，「非OR的」であったとは思っていない．われわれは一貫して，

イ．問題はできるだけ大きく捉えて，常に全体最適

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

Computer Today

偶数月18日発売／定価930円

3月号特集
ダウンサイジング時代の
データベース

ダウンサイジングに合わせて，データベースはどのように構築したらよいのか．

新連載：人工生命と情報処理．
連載：MacでCLOS, RISCと超高速計算他．

別冊 数理科学

4月号特集 現代の応用数理

応用数理とはなにか　薩摩順吉
Lorenzアトラクタからカオス応用まで　徳永隆司
フラクタに関連した2つの実証研究　岸本一男
ウェーブレット　山田道夫
ソリトン　広田良吾
反応拡散系とパターン形成　小林　亮
逆問題　山本昌宏
ニューラルネット　篠本　滋

別冊・数理科学　B5・定価1800円

方程式と自然

Ⅰ．自然界の基礎方程式
Ⅱ．重力場の方程式
Ⅲ．波動とソリトンの方程式
Ⅳ．確率過程の方程式
Ⅴ．生物・生態系の方程式

●新刊●
コンピュータチェス

D.リービ，M.ニューボーン共著／小谷善行監訳
A5・定価2987円

20年以上にわたってコンピュータチェスの研究に関わってきた著者が，前世界チャンピオンのカオパロフに挑戦し勝った例や，チェスプログラムの設計・機能などについて解説している。

定価は税込

サイエンス社
東京都千代田区神田須田町2—4　安部徳ビル
☎03-3256-1091　振替 東京7—2387

解を求めようとしてきたこと
ロ．他部門の人，他社の人，異質の人との接触に努め，連帯してきたこと
ハ．説得材料で勝負してきたこと

など，「OR的な態度」を取り続けてきたからである．

私は，物流領域が「厄介な問題のジャングル」であるだけに，ORの出番が真に待たれていると考えている．それにもかかわらず，われわれの周辺でORが不人気なのは紛れもない現実であって，ORを普及しようとしている側にも，

イ．「OR技法」の極度の偏重
ロ．「OR的な態度・考え方」の軽視
ハ．「問題を問題とする」姿勢の欠落

などの欠陥があるように思われる．

もちろん，物流サイドにも，

ニ．あまりにも閉鎖的（恥部だから隠したがる）
ホ．データを取る習慣なし（ドンブリ勘定の世界）
ヘ．時代錯誤の料率（それだから第3の利益源）

などの重大欠陥をかかえているのだから両成敗であろう．

いずれにしても，もうそろそろ「問題をかかえて悩んでいる者」と「問題が解きたくてウズウズしている者」とが，手を組んでもよい頃である．日本にORが紹介されてから，すでに40年近い歳月が経っているのだから．

引用文献

[1] 高橋弘之，津久井英喜：広く社外に連携を求めて～物流多難時代を乗りきるために～（『物流戦略と革新事例』日本物的流通協会，1987年）
[2] 津久井英喜：物流VANを基盤とした物流共同化の実際（日本OR学会「第27回シンポジウム」テキスト，1992年）
[3] 津久井英喜：環境適応型物流システムとしての共同物流（「IE Review」1992．5）
[4] 津久井英喜：物流パラダイムシフトのすすめ～私の実践的物流共同化試論～（日本ロジスティクスシステム協会機関誌「ロジスティクスシステム」1993．11・12）

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．