

内航不定期船輸送における企業協力関係のモデル化

物流研究センター ＊松倉 洋史、勝原 光治郎、渋谷 理
久保 登、小林 充

1. はじめに

我が国企業は国内外との厳しい競争にさらされており、利益確保のために物流費の削減を強く求められている。他企業との協力・合同によってそれを実現するものとして融通、共同配船、及びその究極の形としての荷主合併がある。また、インターネット等を利用したオープンな電子商取引により、荷主・オペレータ間で最も経済合理性の高い相手と個別に運送契約を結ぶ契約形態(以下、e-ビジネスと表記する)も技術的に可能となってきた。しかし、物流過程では多様な要素が動的に関係するため、上記を総合的かつ定量的に評価することは難しく、効率化推進の障害の1つとなっている。物流業界の一層の構造改革進展のためにも上記の評価が急務である。本報告では、内航セメント輸送を対象に物流シミュレーションシステムを開発し、各種企業間協力のモデル化を行ってケーススタディを実施することで、上記企業間協力が物流コストに与える効率化効果の検討を行う。

2. シミュレーションシステムの開発

2. 1. セメント物流について

セメント輸送において、需要家は主として中間貯蔵施設(Service Station、以下 SS という)からバラ積みトラック等でセメントを購入する。SS は在庫を適宜配船センターに連絡し、配船センターでは必要に応じ、適切な工場・タンカー・SS を組合せて配船計画を作りタンカーに通知する。配船指令を受けたタンカーは工場港に航行して荷積みをし、SS に航行の後荷揚げを行う。荷揚げを終えたタンカーは配船センターによる配船の対象となる。

2. 2. プロセスシミュレータの開発

物流システムを構成する要素のうち、物流計

画部門を除いた生産・輸送・販売の現場活動に相当する機能を担当する部分をコンピュータ上に再現したものをプロセスシミュレータと呼ぶこととする。プロセスシミュレータはマルチエージェントとしてプログラムされ、各エージェントは計画部門の指示に従って自律的に情報収集、判断及び輸送活動を行う。

2. 3. 配船アルゴリズム

開発したプロセスシミュレータを用い、企業間協力の効率化効果を評価するための配船アルゴリズムを開発した。これは、「積み一揚げ」から成る1単位の輸送タスクを終えた船が現れた時点でその船に次のタスクを与えるという逐次型のものである。基本的には、残量が0になるまでの時間が短い(緊急度の高い)タンクの順に、その輸送タスクを行うのに適した船に対してタスクを割り当てるものである。

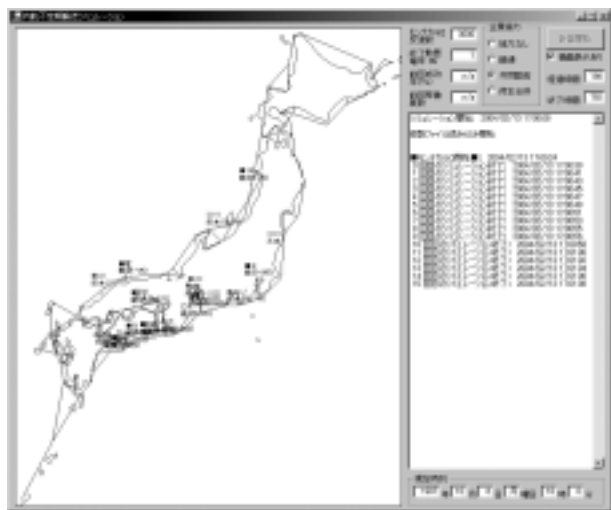
2. 4. 最適船隊の計算

輸送シミュレーションを実施する際には輸送を完遂するのに十分な数の船隊から計算を始める。シミュレーションの期間は約1ヶ月とし、その間に容量超過もしくは在庫切れを起こさずにシミュレーションを遂行出来ればそのシミュレーションは成功であると考え、輸送能力には余裕があるとして最も稼働率(航行時間)の少ない船舶の以後の活動を停止する。仮に輸送に失敗した場合は、最後に活動を停止させた船舶を加えたものを必要最小限の船隊とする。

ただし、1種類の初期状態から始まる1回のシミュレーションを行った結果からだけでは一般化可能な知見を得ることは難しい。シミュレーションのある初期条件に対して結果は唯一に定まるが、その結果はその初期状態によってのみ実現される特殊な結果である可能性が

あるからである。このような解の偏りを排除するためモンテカルロ法を用いる。初期状態をランダムに変えて多数回のシミュレーションを実施して統計処理し、成功率が基準値(ここでは 97%を用いる)以上であれば、その輸送シミュレーションは成功であると判定する。

開発したシミュレーションシステムの表示画面例を図－1 に示す。



図－1 シミュレータの表示画面例

3. 企業間協力関係のモデル化

各種の企業間協力関係を、図－2 及び表－1 の様にモデル化した。

(1)協力関係なし

A 社の船は A 社の工場から A 社の SS にのみ輸送を行う。B 社の SS に輸送する場合も同様である。両社は全く別々の体系で輸送を行う。

(2)融通

「取りに行く融通」と「届けてもらう融通」の 2 通りの輸送形態が考えられる。前者では、A 社の船が B 社の工場から A 社の SS に輸送を行う。後者では、B 社の船が B 社の工場から A 社の SS に輸送を行う。B 社の船が A 社の工場から A 社の SS に輸送することはない。B 社の SS に輸送する場合も同様である。

(3)共同配船

船の属する会社の区別を行わないことと同等である。すなわち A 社の船は A 社の工場から A 社の SS に輸送を行う、もしくは、B 社の船は A 社の工場から A 社の SS に輸送を行う。A・B いず

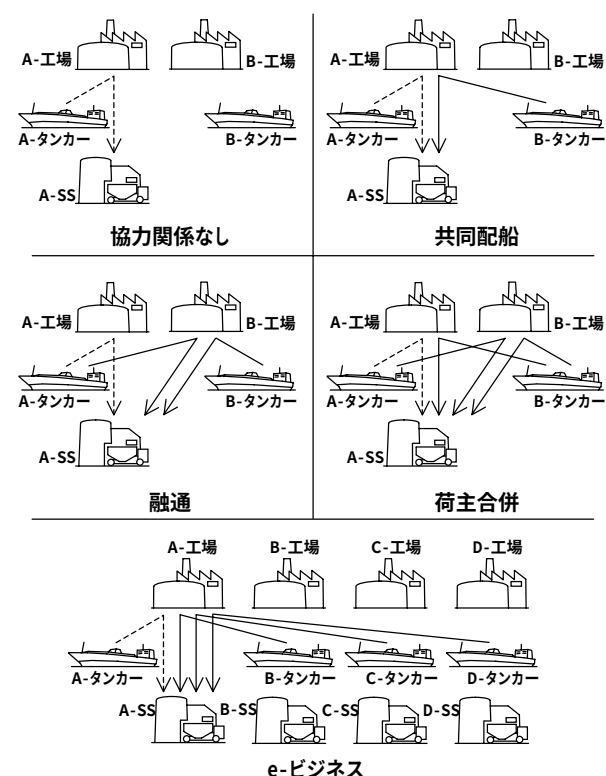
れの会社の船も、B 社の工場から A 社の SS に輸送することはない。B 社の SS に輸送する場合も同様である。

(4)荷主合併

船・工場・SS の会社の区別を行わないことと同等である。両社が一体となって輸送を行う。A 社の船は A・B 両社の工場から A・B いずれの会社の SS へも輸送を行う。B 社の SS に輸送する場合も同様である。

(5)e-ビジネス

e-ビジネスは、共同配船において参加会社を増加させたものと同等である。



図－2 企業間協力関係の配船パターン

表－1 企業間協力関係と配船パターン

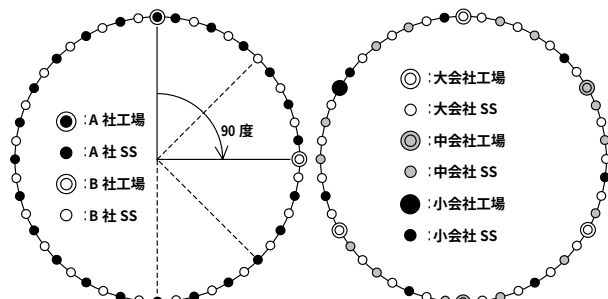
船・工場・SS の組合せ	協力 なし	融通	共同配船, e- ビジネス	荷主 合併
(a) A-A-A	○	○	○	○
(b) A-B-A	×	○	×	○
(c) B-B-A	×	○	×	○
(d) B-A-A	×	×	○	○

4. 物流効率化効果の評価

4. 1. モデルの概要

企業間協力関係が物流効率化に与える影響を見

るため、図－3の円形モデルを評価する。2 企業間の融通・共同配船・荷主合併を評価するためのモデルと、3 企業間の e-ビジネスを評価するためのモデルの 2 種類を用いた。前者では企業配置の影響を、後者では企業規模の影響を調べる。



図－3 円形モデル(左：融通・共同配船・荷主合併の評価用、右：e-ビジネスの評価用)

モデルでは工場もしくは SS を等間隔に配置した。工場及び SS の総数は 48 であり、相互の間隔は 50km、扱う品目は共通の 1 種類である。

工場は全て同じ仕様であり、バース数 5、荷役能力は 1 バースあたり 800ton/hour、バース水深は十分に深く、タンク容量及び生産能力は十分にありとした。

SS は全て同じ仕様であり、バース数 1、荷役能力 800ton/hour、バース水深は十分に深く、タンク容量は 12,000ton、出荷量は 500ton/day とした。

タンカーは 2001 年のセメント専用船の平均である 2,400G/T を想定し、積みトンは 4,000ton、航行速度は満船で 10knot、空船で 11knot、荷役能力は 800ton/hour とした。

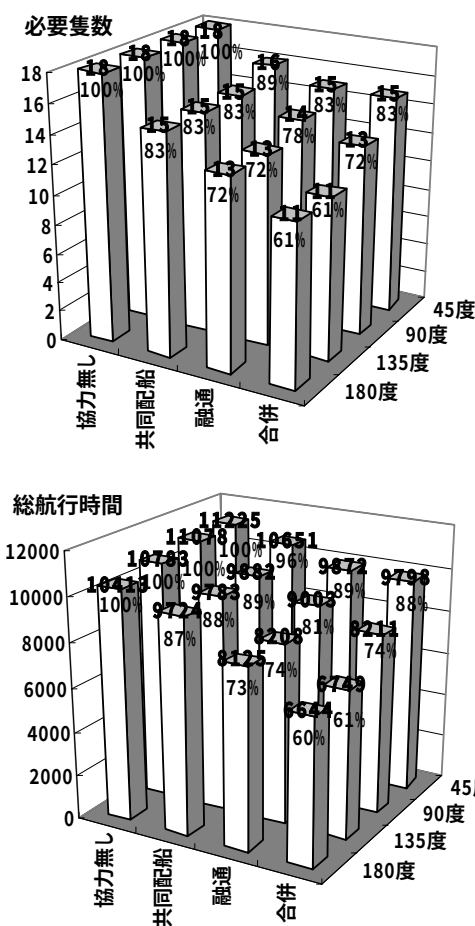
なお、船隊を求める際のモンテカルロ法の反復回数は 3,000 回とした。

4. 2. 解析結果

(1) 融通・共同配船・荷主合併の評価

円形モデルにおける協力会社間の工場間角度が 45、90、135、180 度の場合について、輸送に必要な船隊の隻数と総航行時間を評価した。結果を図－4 に示す。

まず、同一工場配置内(同一角度)で融通・共同配船・荷主合併の効率化効果を比較する。結果を見ると、必要隻数・総航行時間共に荷主合併の場合が最も小さく、効率化効果が高いことが分かる。次いで融通、共同配船の順となって



図－4 融通・共同配船・荷主合併の評価

いる。表－1 で示したように、融通・共同配船・荷主合併は、企業間の協力が無い場合と比べ、経路の組合せがそれぞれ(b)(c)・(d)・(b)(c)(d)だけ多様になっている。効率化効果は、経路の増加が(d)のみである共同配船が最も小さく、次いで(b)及び(c)の経路増加を持つ融通が続き、共同配船及び融通の両方の経路である(b)(c)(d)を持つ荷主合併が最も大きいと解釈できる。

次に、異なる工場配置間で比較すると、図－3における工場相互間の角度が大きくなるほど必要最小隻数が小さく、また、総航行時間も小さくなり、各企業間協力による効率化効果が大きくなることが分かる。隻数を見ると、企業間の協力なしの場合には両社合計で 18 隻程度の船隊が必要であるのに対し、荷主合併で比べると工場間角度が 45 度の場合には 15 隻、90 度で 13 隻、135 度及び 180 度で 11 隻と大幅に少ない隻数で輸送が可能となっている。総航行

時間を見ても、工場間の角度が大きくなるに従い、必要な航行時間は大幅に少なくなっている。このモデルの様に競合会社と商圈が重なる場合は遠隔地に工場を持つ会社との協力を行うとより合理化の効果が高いことが分かる。

なお船隻数は1隻単位と物流の構成要素としては比較的大きな単位で変化するため、必ずしも評価結果が影響因子の変化に応じた数値変化となっていないことに留意する必要がある。

(2)e-ビジネスの評価

大中小3つの会社が合同でe-ビジネスを行った場合と単独に輸送活動を行った場合の必要隻数と総航行時間を評価した。結果を図-5に示す。なお、(a)欄が3会社の合計値であり、(b)(c)(d)欄は「協力無し」及び「e-ビジネス」の場合における(a)欄の値の内訳である。

結果を見ると、各会社ともe-ビジネスに参加することで必要隻数及び総航行時間を大きく削減することが可能となっている。個別に見れ

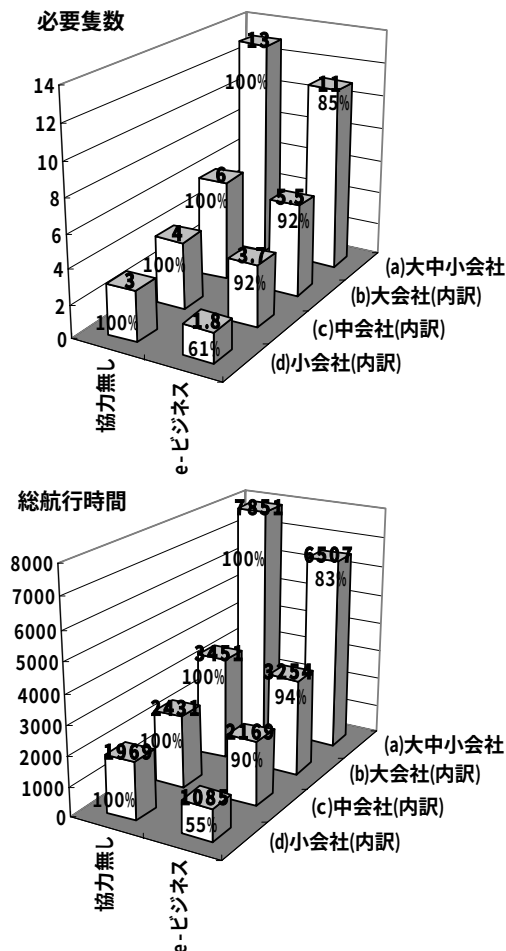


図-5 e-ビジネスの評価

ば、小会社が隻数・総航行時間共に他規模の会社に比べて最も大きな効果(自社比)を得ることができ、次いで中会社、大会社の順である。小会社は全国規模のe-ビジネスに参加することで規模の経済を他のサイズของบริษัทより相対的に大きく享受できるからであると解釈できる。

なお、(b)(c)のe-ビジネス時に於ける必要隻数及び総航行時間を比較すると、総航行時間では中会社の方が効果(自社比)は大きい、隻数では大会社と中会社で効果がほぼ等しい。(1)と同様に、必要隻数の評価が1隻単位と物流の構成要素としては比較的大きな単位で行われるため、必ずしも評価結果がその影響因子に応じた数値変化となっていないからと考える。

5. おわりに

本稿では、内航不定期船輸送における各種の企業間協力関係をモデル化し、また、シミュレーションシステムの開発を行って、企業間協力が物流コストに与える効率化効果について検討を行った。今後は、複数の共通取り扱い品種のある場合等、多様な条件に対応した解析方法を開発すると共に、企業間協力関係を促進する際の実務上の阻害要因の抽出とその対処策等についても検討を行っていきたい。

謝辞

研究を進めるにあたり宇部興産株式会社殿(当時)には多大なる御協力を頂いた。記してここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 勝原他, 国内マクロ物流の海上輸送シミュレーション, 第74回船舶技術研究所研究発表会講演集, 2000
- 2) 松倉他, 黒物ケミカル製品輸送を対象とした逐次型配船手法の研究, 日本造船学会講演会論文集第2号, 2003
- 3) セメント新聞編集部編, 1998 セメント年鑑 第50巻, 1998, 株式会社セメント新聞社
- 4) (社)日本海運集会所, 日本船舶明細書, 2001
- 5) 運輸省運輸政策局, 港湾統計(年報), 1997