

平成 22 年 6 月 11 日現在

研究種目： 基盤研究(B)  
 研究期間： 2007～2009  
 課題番号： 19360391  
 研究課題名（和文）東アジア海上貨物流動網の予測と適合輸送船決定法の研究  
 研究課題名（英文）Prediction of the cargo network flow and the selection of freight ships in East Asia.  
 研究代表者  
 宮田秀明（MIYATA HIDEAKI）  
 東京大学・大学院工学系研究科・教授  
 研究者番号： 70111474

研究成果の概要（和文）：生産拠点の海外移転、基幹航路の日本寄港減などの急激な変化に対応するには、物流網を合理的に評価し、迅速な再構築を進める必要がある。このツールとして、コンテナ個々の移動を時間発展的に再現するマルチエージェントシミュレーションを開発した。またバルク貨物についても、鉄鉱石輸送船隊のシミュレーションによる経済性評価を可能とした。

研究成果の概要（英文）：Transport network around Japan needs urgent restructuring because of the rapid deformation of industrial structures in East Asia and decreasing trunk line services available in Japan. It requires rational and quantitative valuation method of large scale transport networks. For this purpose, we developed a multi agent simulation that reproduces the flow of cargoes using discrete container agents. The method is also applicable to the valuation of the fleet of bulk carriers.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	5,900,000	1,770,000	7,670,000
2008 年度	5,300,000	1,590,000	6,890,000
2009 年度	2,700,000	810,000	3,510,000
年度			
年度			
総計			

研究分野：

科研費の分科・細目：

キーワード：次世代交通システム, 交通需要マネジメント, 政策研究, 経営学, 船舶工学

## 1. 研究開始当初の背景

近年の中国、韓国など近隣アジア諸国の経済発展に伴い、アジアの貨物流動は年 2 桁レベルの急激な伸びを示している。一方、最近まで我が国の貨物船航路、港湾および付随する陸上輸送網の整備は、太平洋側を玄関口とし

た北米、ヨーロッパ貨物に主眼を置いて進められてきた。このため、対中貿易が対米貿易を上回るなどの産業構造の変化に対応すべく、インフラの変更が進められている。

今後も起こり得る環境変化に、限られた資本で対応するには、将来の貨物流動を適切に

予測し、船舶開発の戦略を柔軟にコントロールする必要がある。需要変化への単なる後追いは危険であり、変化のタイミングを合理的に判断する手段が現状では見当たらない。

また中国、韓国の経済成長により、日中韓エリアで、高い時間価値を持つ貨物の割合が増えていると考えられる。一方、これら3国間の距離は航空機の経済性を生かすには狭すぎ、今後のRoRo, RoPaxサービスの発展も期待される。このため、輸送速度ごとの貨物需要を予測し、適切なサイズと速度(燃料消費)を従来よりも高精度で決める必要がある。

本研究では、アジアの貨物流動ネットワークを数値的に再現し、将来の輸送需要を科学的に予測するシステムと、そこで求められた需要に適合した船団と構成船型を決定するシステムを考える。

輸送ネットワークの将来予測に際し、均衡解に基づく従来の手法は実用的でない。これは現状の日中コンテナ輸送のように、需要の急変と激しい価格競争が存在する市場では、プレーヤー(各船会社)は必ずしも合理的な行動をとらず、各社の思惑によって短期的には均衡解とかけ離れた振る舞いをするためである。このような問題への対応には、荷主のサービス選択行動をモデル化するマルチエージェントシミュレーション手法が適切である。物流をコンテナ個々のレベルにまで分散化し、貨物の流れ、各社の収益変化を時間発展的に解けば、物流の非線形な振る舞いも容易にコンピューター上に再現できる。

新規の貨物輸送サービスおよび輸送船の検討では、実績データがまだ少ない領域での採算性を推定しなければならない。欧米では、高速RoRo船、RoPax船の実績が蓄積されつつあるが、この分野の参入が遅れている日中韓航路についてのデータは十分ではない。一方、中国のGDPは既に英国を超えており、日中韓の経済圏においても類似のサービスが徐々に採算可能となっていくであろう。そのような可能性を考慮し、このエリアの海象データを基に、運航経費やLife Cycle Value(LCV)を予測するシステムが必要である。これは流体数値シミュレーションにより、波浪中の船体運動と必要馬力を評価し、適用海域の海象出現頻度と合わせて運航経費を算出する。

## 2. 研究の目的

本研究では、次の2つを目標としている。

1. アジア圏の国際海上物流ネットワークのシミュレーションベースの構築。
2. 上記シミュレーションとの連携が可能な、適合船型提案システムの構築。

1は、先行研究で扱ったコンテナ物流のマ

ルチーエージェントシステムを拡張し、港間の輸送だけではなく、2国間のドア to ドア輸送の評価を取り入れる。また、船舶輸送だけではなく、航空、陸上トラック等を取り入れ、複合輸送および、輸送モード間競争に関する数値実験を可能とする。各種の条件を変えながらシミュレーションを行う事で、各プレイヤーの採算の変化を実験的に見ながら、サービスや運賃体系の検討ができる。

2では、新航路や新船投入に際し、燃料費などの運航経費算定の基礎データを求める。需要と運航経費の予測に基づき、多胴船型を含む候補船型の中から最適な船種を提案する。

## 3. 研究の方法

### (1) 日本企業のグローバル物流

生産拠点の海外移転および撤退には、移転先での生産コスト、輸送コストの他、輸送リードタイムの変化を考慮する必要がある。総コストが低くても、遠方市場への輸送リードタイムが長ければ、在庫のリスクおよび販売機会損失のリスクが多くなる。日本の製造業は、国内生産拠点、アジアの生産拠点、欧州・北米市場の販売会社の3点を結ぶグローバルな物流を社内で展開しなければならず、サプライチェーンの高度化は重要な課題である。本研究では、このような企業のサプライチェーンに関する情報提供を受け、海上輸送中の製品も含めたサプライチェーンの可視化を行う。

### (2) 波浪と船体運動を考慮した流体数値シミュレーション

従来、流体数値計算による船舶の性能評価は、主として平水条件で行われてきた。しかし平水での最適化が進んだ一方、実海域の波浪中における性能低下が問題になってきている。本研究では、先行研究で開発してきた、波浪と船体運動に対応した計算手法を توسعهさせ、実海域の波浪条件である、斜波や不規則波における船体運動と抵抗推定が可能なシステムを構築する。

### (3) 貨物流動シミュレーション

日本-中国間の輸送距離は短いため、内陸の都市から外航サービスのある港までの陸路にかかる輸送コストは無視できない。同じ都市で発生した貨物であっても、貨物の時間価値と周辺港のコンテナ船スケジュールによって選択される港が異なってくる。この影響を考慮したシミュレーションを行い、日中間のコンテナ輸送船団の評価を行う。また、同様の手法を鉄鉱石バルクキャリアー等の資源輸送を担う船隊に適用する。輸送需要、輸送コスト、消費地(製鉄所)における在庫枯渇のリスクを定量化し、資源輸送船隊の設計法を検討する。また海運会社の船隊構成戦略を分析し、今後の海運市場の分析に必要な海

運会社の戦略モデルを検討する。

#### 4. 研究成果

##### (1) 日本企業のグローバル物流

アジアに生産拠点を持つ日系製造企業のサプライチェーンを分析した。この結果、アジアの製造会社と欧州の販売会社では、一定レベルの在庫管理がなされている反面、両者を結ぶ海上輸送の情報化が著しく遅れており、系列全体として大きな在庫リスク、機会損失のリスクを抱えている事が判明した。海上輸送の情報が荷主企業に十分に提供されていない事が原因で全体最適化が進まず、高コストの航空輸送が突発的に使われるなどの非効率性、サプライチェーンの可視化により明らかになった。

##### (2) 波浪と船体運動を考慮した流体数値シミュレーション

先行研究で開発してきたシミュレーションシステムを改良し、より大振幅の船体運動と船首デッキの冠水にも対応できるようにした。これにより、激しい自由表面現象におけるシミュレーションの安定性が向上し、多数のシリーズ評価等への対応が可能となった。

##### (3) 物流シミュレーション

個々のコンテナを離散化した物流シミュレーションを開発し、日中間のコンテナ輸送船隊のルートと要目を検討するシステムを開発した。また、同システムを拡張し、アジア発から北米向けコンテナ輸送の評価を行った。

国際コンテナ輸送の基幹航路は、貨物量が減った日本港の利用を減らしつつあり、日本への寄港数を維持するには、国内寄港地を集約して一港あたりの集荷効率を高める必要がある。シミュレーションの結果、集約による海外荷主の時間犠牲量削減を日本発荷主に再配分すれば、寄港地集約による国内荷主の輸送コスト上昇を吸収できる可能性が示された。

ばら積み貨物についても、鉄鉱石輸送船団のマルチエージェントシミュレーションを作成した。単純なシャトル輸送だけでなく、豪州→欧州、ブラジル→日本の輸送を8の字ループで行うコンビネーション輸送も再現し、輸送船サイズごとの経済効果を確認した。また、傭船、中古船の市場と海運会社の船隊構成戦略を分析し、海運会社の意思決定のモデルを検討した。

#### 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 11 件)

1. 田中謙司、荷主が海上輸送に許容できる犠牲量の算定モデル、日本船舶海洋工学会講演会論文集、第 10 号、pp.

399-400, 2010(査読無し)

2. 秋元博路、滝沢尚士。貨物時間価値の分布を考慮した マルチエージェントシミュレーションによる 東アジア物流ネットワークの構築。日本船舶海洋工学会講演会論文集、第 10 号、pp. 211-212, 6 2010. (査読無し)
3. 滝沢尚士、秋元博路、武市祥司。日本発着の国際コンテナ輸送におけるネットワークとハブ港の選定と評価法。日本船舶海洋工学会論文集、2010. (査読あり、印刷中)。
4. 野澤久穂、秋元博路、武市祥司、宮田秀明。マルチエージェントシミュレーションを用いた鉄鉱石海上輸送船団の設計。日本船舶海洋工学会講演論文集、第 8 号、pp. 209-212, 5 2009. (査読無し)
5. 滝沢尚士、秋元博路、武市祥司、宮田秀明。日本発着の国際コンテナ輸送ネットワーク設計とハブ港の選定と評価。日本船舶海洋工学会講演論文集、第 8 号、pp. 223-224, 5 2009. (査読無し)
6. 田中謙司、ライフサイクル累積販売数予測による生産計画数決定法の研究、システム創成学 第二回 学術講演会講演 論文集、pp. 117-121, 12 2009. (査読無し)
7. 又川雄仁、田中謙司、秋元博路、宮田秀明。船舶需要予測に基づく海運市況予測モデルの研究。日本船舶海洋工学会講演論文集、第 6 号、pp. 437-438, 5 2008. (査読無し)
8. 木村哲也、秋元博路、宮田秀明。マルチエージェントシミュレーションを基にした 日中間コンテナ輸送ネットワークの設計法。日本船舶海洋工学会講演論文集、第 6 号、pp. 439-442, 5 2008. (査読無し)
9. 川合崇、秋元博路、宮田秀明。波浪中で動揺する FPSO への海水打ち込みシミュレーション手法の開発。日本船舶海洋工学会講演会論文集、第 4 号、pp. 291-294, 5 2007(査読無し)
10. 佐藤俊輔、秋元博路、宮田秀明、佐藤陽平。日中コンテナ物流における海陸複合輸送の経路選択システム。日本船舶海洋工学会講演会論文集 平成 19 年 5 月第 4 号、pp. 487-490, 5 2007. (査読無し)

[学会発表] (計 0 件)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況（計0件）

〔その他〕

無し

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

宮田秀明 (MIYATA HIDEAKI)  
東京大学・大学院工学系研究科・教授  
研究者番号：70111474

### (2) 研究分担者

秋元博路 (AKIMOTO HIROMICHI)  
東京大学・大学院工学系研究科・准教授  
研究者番号：20283971

田中謙司 (TANAKA KENJI)  
東京大学・大学院工学系研究科・助教  
研究者番号：40431788

### (3) 連携研究者

武市祥司 (TAKECHI SHOJI)  
金沢工業大学・情報学部・准教授  
研究者番号：90291319

張静 (ZHANG JING, CHOU SEI)  
早稲田大学・アジア研究機構・客員研究  
研究者番号：30422330