

SR 500
SHIP RESEARCH SUMMARY REPORT

「船舶技術の創造的展開に関する調査研究」

第501分科会

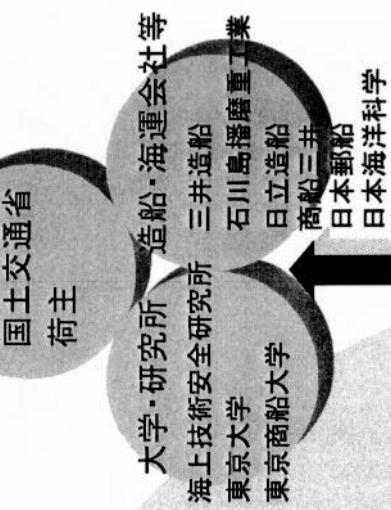
新海上物流システムの調査研究

成 果 報 告 書

平成14年3月
法人 日本造船研究協会

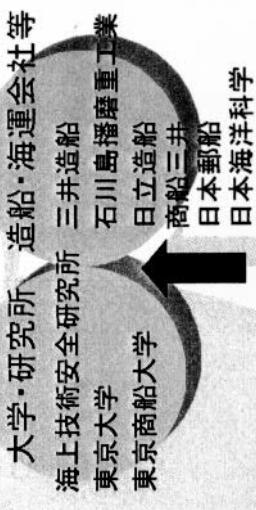
理論・応用研究
ビジネスへの応用
国土計画への提言

造船・海運産業のビジネス競争力の向上(経営支援)
環境負荷を低減させる物流体系の構築(政策提言)
新たなロジスティクス技術の創成・創造(研究開発)



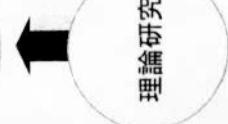
物流センサス、PIERS
国内長距離フェリー物流の需要予測
海運アライアンスの比較検討
太平洋定期船航路のシミュレーション
航路編成の最適化

SR501 新海上物流システムの調査研究
日本造船研究協会(平成12年度～平成13年度)

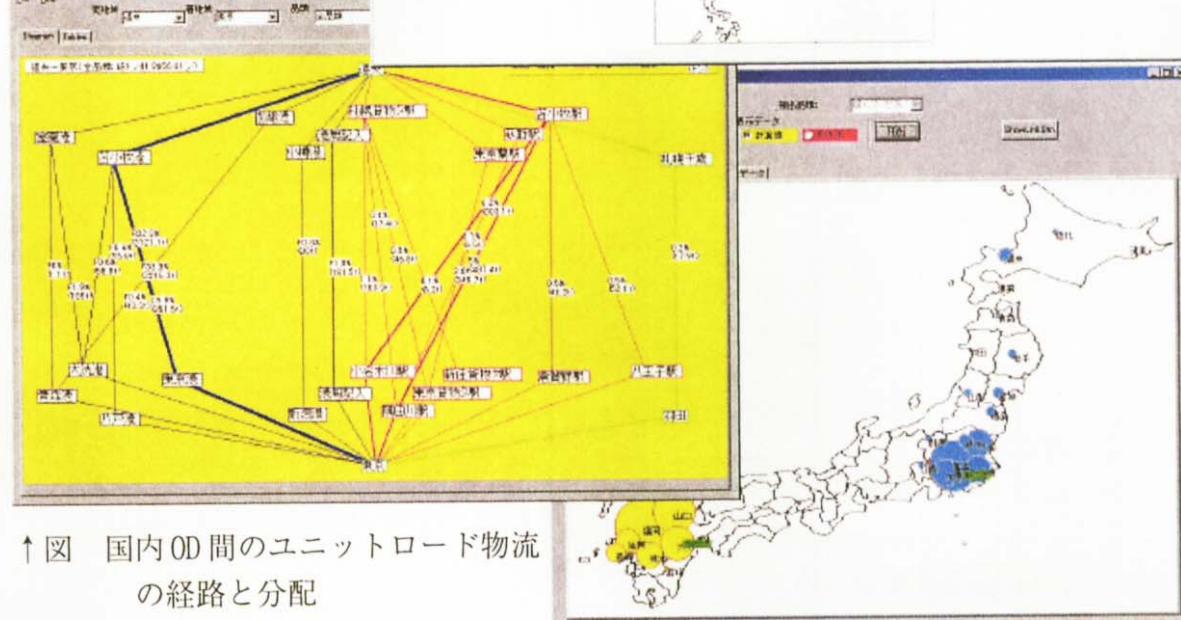
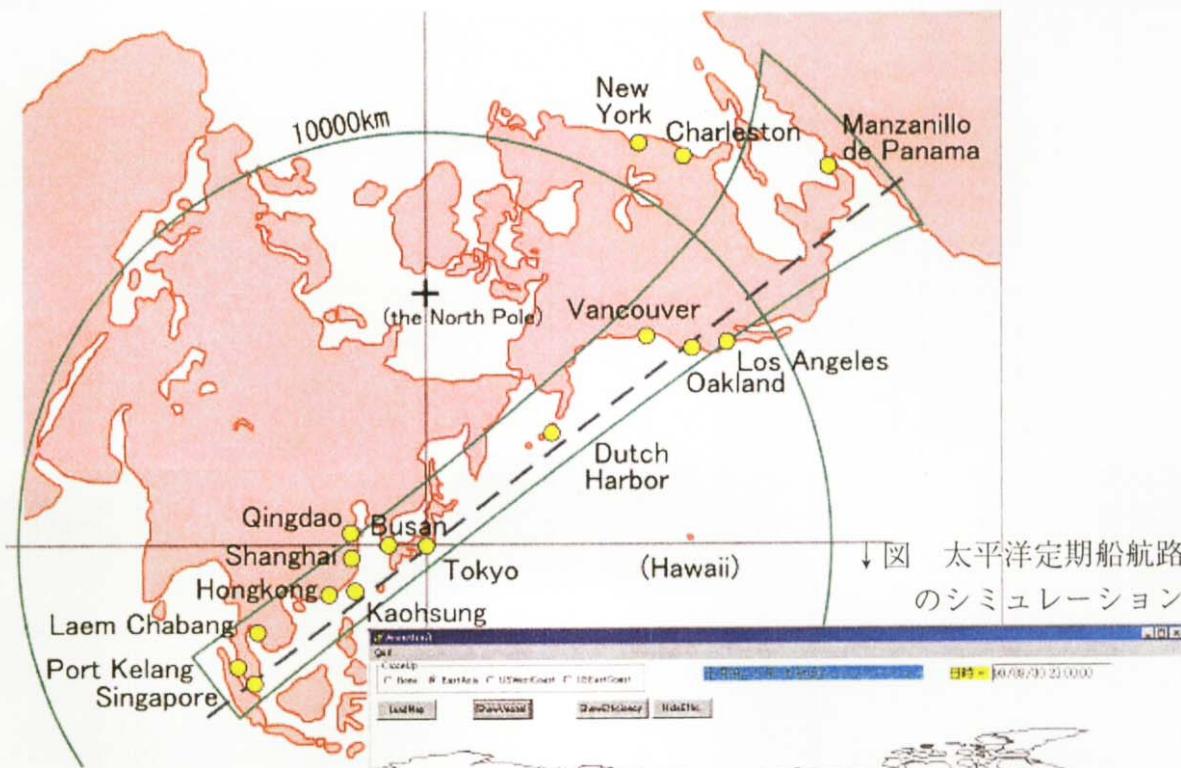


物流情報解析システム(TDAS)
物流ネットワークの最適化
東京・北海道間の物流シミュレーション
RORO船の試設計

運輸施設整備事業団(平成9年10月～平成12年3月)
物流システム形成のための設計と評価手法に関する研究(97-02)



造船・海運産業のビジネス競争力の低下
地球規模の環境破壊、エネルギーの枯渇危機



nuopt

- モデル
 - Cp29SR501.smp
 - コントロール
 - データ
 - cp29SR501.dat
 - パラメータ
 - solution0
 - summary
 - solverlog.txt

samplelib

- samplelib
- 利用手引
- SIMPLEチュートリアル

Cp29SR501.smp

```
=====
[29SR501] cp29SR501.smp : cp29SR501.dat : 2002/1/23 -
SR501B(2001) 海上輸送のネットワーク技術とその活用
p50SR501.c :
=====
```

result\solverlog.txt

```
// Ships
Set K(dim=1);
Element k(set=K);
Parameter w(name="w",
Parameter v(name="v",
Parameter D(name="D",
// Ports
Set I(dim=1);
Element h(set=I), i(se
Parameter H(name="H",
Parameter d(name="d",
Parameter q(name="q")
// OD table
Set U(dim=1);
Element u(set=U):
=====
```

```
==== 費用(万ドル/年) ====
総費用=45819
航海費=5612.38
荷役費=21169.7
船費=5854
コンテナ関係費=748.797
時間価値損失費=12434.1
-----1TEUあたり航海費+船費(ドル)=183.256
==== コンテナ船の必要隻数(隻) ====
船型別[s30]=10
船型別[s60]=0
船型・航路別[s30,振り子]=10
==== 寄港頻度(回/週) ====
船型・航路別[s30,振り子]=1
==== コンテナ船の積載率(%) ====
船型・航路別[s30,振り子]=99.9984
==== コンテナ船の稼働率(%) ====
船型・航路別[s30,振り子]=94.6296
==== 積み卸し荷役(TEU/年) ====
-----実入りコンテナ-----
積み[s30,振り子,香港,東京,ジカホー]=52142
=====
```

NUOPT 4.0.3, Copyright (C) 1991-2000 Mathematical Systems Inc.

PROBLEM_NAME	Cp29SR501
NUMBER_OF_VARIABLES	1566
NUMBER_OF_FUNCTIONS	626
PROBLEM_TYPE	MINIMIZATION

図 海上輸送ネットワーク設計ツールにおける(航路)設計プログラムの実行例

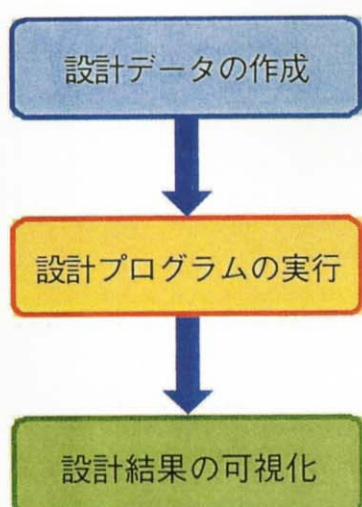


図 設計の流れ

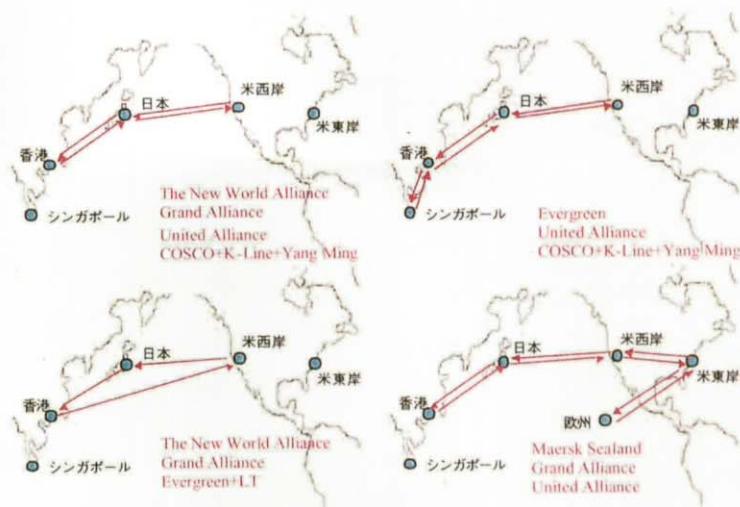


図 北米航路の概要

SR500 「船舶技術の創造的展開に関する調査研究」

SR501 分科会「新海上物流システムの調査研究」

成果報告書

要約

SHIP RESEARCH PANEL 501

Research for New Marine Transport System

Highly advanced marine transportation systems are investigated in order to be more effective, more rational and more competitive. To step forward, the method and possibility of the research about this field are studied.

1 Actual situations of domestic and overseas marine transportation are clarified.

2 The simulation technology of marine transportation are developed.

3 The network analysis technology are also developed.

4 The methodology and possibility of these research are studied to advance forward.

These results are to be applied to practical use of shipbuilding, shipping, government and bank.

1. 研究の目的

陸海空とも総合的な物流の効率化等の要求が求められ、また、モーダルシフト等の観点から海上交通への期待が高まっている。また、グローバルな物流システムの変革の嵐が新しい海上物流システムを検討する必要性を強めている。こうした状況の中で、船舶が社会に貢献した面と、逆に社会的条件に規定されて設計される側面を取り上げて検討する研究も起こってきた。例えば、物流シミュレータやモーダルシフトの研究である。従来のこれらの研究成果を踏まえると、安全や環境に配慮しつつ、より効率的で高度な海上物流システムの構築を提言する展望が見えてくる。本研究はより高度な新海上物流システムを提言できる研究の方法や可能性を調査研究する。

2. 研究の目標

従来の研究成果を踏まえ、次の3点の具体的目標を立てる。

(1) 海上輸送に関わる物流の調査検討

物流情報、物流インフラ情報の調査及び整理を行なうとともに、工学的手法により物流情報を定量化・システム化する技術の現状及び今後の方向に關し調査検討を行う。

(2) 海上輸送のシミュレーション技術とその活用

品目・品種・航路・船速等を定め、物流シミュレータによるシミュレーションの試行を行なう。また、今後検討すべきシミュレーションの機能・規模・体制等をその活用方策とともに検討する。

(3) 海上輸送のネットワーク技術とその活用

海事ITS時代も踏まえ、国内海上輸送のネットワーク関連技術の調査検討を行うとともに、アジア、さらにはグローバルなコンテナ輸送の基本モデル等の国際海上輸送のネットワーク関連技術についての調査検討を行う。

そして、この成果や開発経験に基づいて

(4) 新海上物流システム研究の方法と可能性を検討する。

上記(1), (2), (3)の課題を解きながら、時代の要請に応える新海上物流システム研究の方法や将来展望を言語化し、創造的に研究分野を開拓する可能性を示す。

3. 研究の内容

3. 1 海上輸送に関わる物流の調査検討

国内物流については、平成7年度全国貨物純流動調査の非集計データを用いて、全国のユニットロード物流、とりわけ長距離ユニットロード物流の分析を行い、後述の国内物流シミュレータに必要な知識を集積した。

国際物流では、米国税関輸出入貨物データ(PIERSデータ)によって太平洋定期船航路を調べた。

3. 2 海上輸送のシミュレーション技術とその活用

国内物流では、長距離フェリー・RORO船航路について需要予測と最適船型を求めるプログラムを開発した。

国際物流では、太平洋定期船航路のシミュレーションプログラムを作成し、1ヶ月間の米国税関輸出入貨物データを用いて現状を再現すると共に、将来の定期船秩序を構想するための船型決定モデル、航路編成モデルを作成した。

また2010年における太平洋定期船航路の予測を踏まえ、シミュレーションによって船社会計と荷主へのサービス水準を定量的に評価し、今後の航路編成と船型評価を中心とする課題を抽出した。

3. 3 海上輸送のネットワーク技術とその活用

代表的な船社のヒアリング結果を踏まえて海上輸送ネットワーク設計問題を定式化し、船社の航路設計支援ツールを開発して、小規模な例題について試設計を行なうと共に、航路、船型等の輸送ネットワーク形成要因分析を行なって航路設計における課題を抽出した。

また、試設計に平行して入力データの電子化及び精度向上を図ると共に、解析データの可視化プログラムを試作した。

さらに解析結果から現状の海上輸送ネットワークの見通しを行なって、各海運アライアンスの特徴と位置付けを明らかにすると共に、大型化や高速化による経済性向上のメリットを分析、評価して将来の海上輸送ネットワーク形態を推測し、関連する課題を抽出した。

3. 4 新海上物流システム研究の方法と可能性

海上輸送シミュレーション及び海上輸送ネットワーク解析における各種データベースの位置付け及び役割を明確化すると共に、国内物流解析の基礎となる国内純流動調査データを分析し、任意の都道府県OD間の輸送経路を自動的に計算表示するソフトを開発した。また、1ヶ月間の米国税関輸出入貨物データを詳細に分析し、各種シ

ミュレーションのデータベースとしての有効性を確認した。

以上の成果を踏まえ海上物流データベースや各設計ツールの実用化に関する技術課題を抽出、とりまとめた。

4. 得られた成果と今後の課題

具体的研究課題では

- (1) 純流動調査データを中心とした国内物流に関する調査検討がなされ、分析のツールが開発された。
- (2) 米国税関輸出入貨物データ(PIERSデータ)を中心とした太平洋海上輸送の物流調査検討がなされ、種々の知見と分析ツールが開発された。
- (3) 国内ユニットロード物流のネットワーク解析ツールが開発され、フェリー・RORO航路の診断ができた。
- (4) 太平洋定期船航路のシミュレータが開発され、遺伝的アルゴリズムによる航路編成の技術開発とともに、定期船航路の検討ができるようになった。
- (5) 定期船航路の設計支援の海上輸送ネットワーク設計ツールが開発され、海運アライアンスの分析が行われた。

また、新海上物流システム研究の方法と可能性について検討した結果、

- (6) 物流研究の一層の高度化を展望する物流研究の諸課題が挙げられ、IT時代の経済・経営および国家戦略に関する知識の生産が産業社会の再生に必要不可欠であるという認識が得られた。

5. 成果の活用等

成果が活用されるためには実用化を目指したより一層の高度物流解析技術の開発が行われる必要がある。その前提の下で、次のように成果を活用できる。

- ①国内物流ネットワーク解析によって、フェリー・RORO航路の診断ができるので、船社は航路を経営する観点から、造船所は船舶を設計する観点から、金融機関は事業に融資する観点から、国は国内物流効率化を目指す観点からこの技術を活用できる。
- ②太平洋航路の海運秩序の変化を検討する、定期船シミュレータと遺伝的アルゴリズムによる航路編成技術によって、外航船社のアライアンスを視野に入れた経営戦略や航路効率化による経営効率化に役立つ。外航海運の世界動向を分析することによる国家戦略構築にも活用できる。
- ③海上輸送ネットワーク設計ツールによって、定期船航路の最適化が行われるので、船社や造船所に活用される。

目 次

1. 研究の目的	1
2. 研究の目標	1
3. 研究の内容	1
3.1 海上輸送に関わる物流の調査検討	1
3.1.1 純流動貨物調査データ	1
3.1.2 米国税関輸出入貨物データ（P I E R S データ）	2
3.2 海上輸送のシミュレーション技術とその活用	2
3.2.1 国内物流シミュレーション	2
3.2.2 太平洋定期船航路のシミュレーション	4
3.3 海上輸送のネットワーク技術とその活用	5
3.3.1 設計ツール	5
3.3.2 海運アライアンスの特徴	6
3.4 新海上物流システム研究の方法と可能性	7
4. 得られた成果	9
5. 成果の活用等	10

1. 研究の目的

陸海空とも総合的な物流の効率化等の要求が求められ、また、モーダルシフト等の観点から海上交通への期待が高まっている。また、グローバルな物流システムの変革の嵐が新しい海上物流システムを検討する必要性を強めている。こうした状況の中で、船舶が社会に貢献した面と、逆に社会的条件に規定されて設計される側面を取り上げて検討する研究も起こってきた。従来のこれらの研究成果を踏まえると、安全や環境に配慮した効率的な、より高度な海上物流システムの構築を提言する展望が見えてくる。本研究はより高度な新海上物流システムを提言できる研究の方法や可能性を調査研究する。

2. 研究の目標

従来の研究成果を踏まえ、次の3点の具体的目標を立てる。

(1) 海上輸送に関わる物流の調査検討

物流情報、物流インフラ情報の調査及び整理を行なうとともに、工学的手法により物流情報を定量化・システム化する技術の現状及び今後の方向に關し調査検討を行う。

(2) 海上輸送のシミュレーション技術とその活用

品目・品種・航路・船速等を定め、物流シミュレータによるシミュレーションの試行を行なう。また、今後検討すべきシミュレーションの機能・規模・体制等をその活用方策とともに検討する。

(3) 海上輸送のネットワーク技術とその活用

海事ITS時代も踏まえ、国内海上輸送のネットワーク関連技術の調査検討を行うとともに、アジア、さらにはグローバルなコンテナ輸送の基本モデル等の国際海上輸送のネットワーク関連技術についての調査検討を行う。

そして、この成果や開発経験に基づいて

(4) 新海上物流システム研究の方法と可能性を検討する。

上記a, b, c, の課題を解きながら、時代の要請に応える新海上物流システム研究の方法や将来展望を言語化し、創造的に研究分野を開拓する可能性を示す。

3. 研究の内容

3. 1 海上輸送に関わる物流の調査検討

3. 1. 1 純流動貨物調査データ

平成7年度全国貨物純流動調査の非集計データを用いて、全国のユニットロード物流、とりわけ長距離ユニットロード物流の分析を行い、後述の国内物流シミュレーターに必要な知識を蓄積した。なかでも長距離フェリーに輸送される貨物の特性を示した。

このような非集計データは使い方を工夫でき値値が高い。5年に1度の周期で行なわれる所以時系列分析もできる。

都道府県単位のODについてユニットロードの経路分配を自動的に表示するプログラムを開発した。その出力例を、図3.1.1に示す。

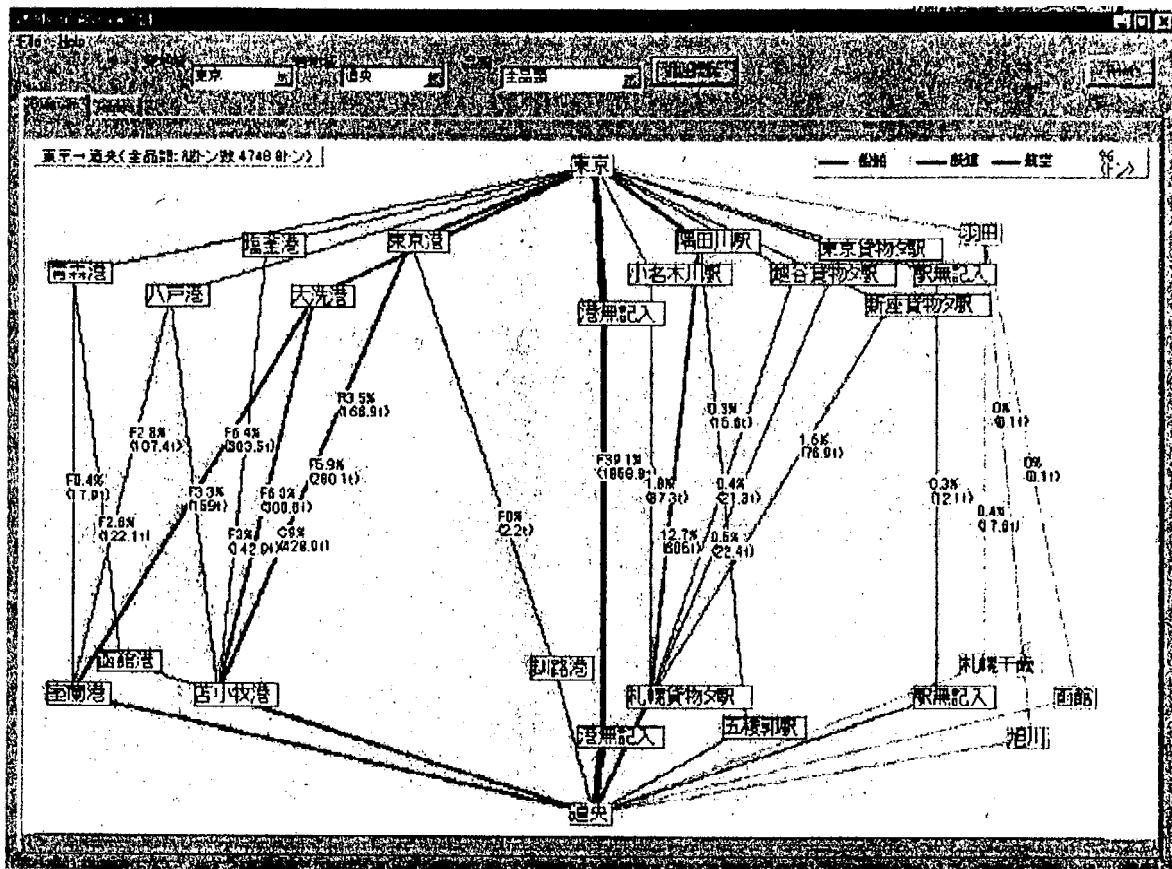


図 3.1.1 東京一通央間の物流経路および配分率

3. 1. 2 米国税関輸出入貨物データ (PIERS データ)

国際物流では、太平洋定期船航路を調べた。米国税関の輸出入海上輸送貨物のBL毎の生データ (PIERS データ) をJournal of Commerce社から購入し、コンテナ貨物を中心には荷動きを調べた。具体的には、コンテナ貨物について①米国発着貨物の実態を知る、②太平洋定期船航路シミュレーションのためにデータを整理する、の2つを目指した。

太平洋定期船航路では船社アライアンスが繰り広げられ、6大コンソーシアムを形成している。この海運秩序を無視して物流を語ることはできない。造船所にとって関心の高い船型はこのアライアンスによって左右されている。物流・荷主・船隊・航路などについてアライアンス毎の比較も行なわれた。

PIERSデータは米国税関のデータで次々に情報公開されている。非集計データなので活用範囲は広い。そこで、データ整理し、作表・作図するプロセスを記録再現させ、更新データに対応した分析システムを作成した。図3.1.2に分析システムの機能図を示す。

その他、独立船社であるMaersk SealandとEvergreenについてその沿革、経営方針のユニークさ、保有船舶・造船の特徴、業績、大型化への姿勢など多面的に調査した。

3. 2 海上輸送のシミュレーション技術とその活用

3. 2. 1 国内長距離フェリー・RORO航路の需要予測と船型

国内のユニットロードの動く道路（主要一般道、高速道路）と鉄道（コンテナ貨物）、フェリー・RORO船航路をネットワークで結び（図3.2.1）、その経路に物流貨物がどう分

3. 4 新海上物流システム研究の方法と可能性

(1) 新海上物流システム研究の視点

時代は情報社会に入り、かつての工業生産を中心とした時代から情報を中心とした社会になった。このことは社会の支配的論理が製造業から情報産業に移ったということである。ハードをつくる論理が優先していたが、今日ハードの工業生産はソフトの指示の下でのみ有効性をもつという立場の逆転が生じている。

船舶も例外でない。かつては船舶というハードを如何に作るかが中心課題であった。しかし、船舶は海上輸送の手段として用いられるのであるから、今日どのような船舶を使つていかに海上輸送をうまくやるかが造船業にとっても大きな関心事にならざるをえない。顧客に満足を与える、提案型の営業活動に早く移っていく必要がある。

そのような観点から従来の産業活動、知的集積、経営および経営戦略が見直され、その構造が改革されるべき時代である。単なる研究活動に留まらず、社会と歴史に呼応した視点の下で新提案が創造され、これが大きな社会運動のうねりに重なり実社会の中でも有効な力となる、そのような知識を生産するのがこの新海上物流システム研究の位置付けである。当然のことながら、研究活動の成果が論文作成に終わってはならない。実業の世界に生かされなければならない。

世界の経済活動は歴史上最高の規模と質を誇っている。先進国経済は途上国経済と密接に繋がり、グローバル化している。世界貿易は空前の規模に達し、先進国が途上国にアウトソーシングする構造がますます強まり、輸送活動が経済の重要な部分になっている。果たして世界はどこまで膨張するのかという不安も広がっている。どの産業も世界戦略をつくる必要性を感じ始めているのではないだろうか。企業活動は他社との競争やアライアンスを画策し生き残ろうとしている。物流はこのような企業活動と不可分な関わりをもっている。社会や人間との関係抜きには描写できない総合的知を必要としている。新たな歴史観・世界観・人間観をもとに繰り出される提案が検討され試されて、経営者の知に適ったもののみが日の目をみることになる。

したがって、新海上物流システム研究は従来の工学の範疇に留まることなく、領域を越えてトータルな知的活動として展開される必要がある。物流はとりわけ経済現象であるので、経済学的視点や手法を活用しつつ工学的手法を適用すれば、新たな分析方法を開発する可能性がある。このような新しい分野を起こすとき、解こうとする問題はより高度な全体を根底から支配するような問題、より重要な問題から取り組むべきである。例えば、業務の改善よりは経営や経営戦略に関わる問題、一企業のことよりは国家の政策・世界戦略に関わることをまず追究すべきである。新海上物流システム研究にはそのような課題が輩出している。

(2) 具体的課題

1) 物流構造に関するもの

①物流シミュレーション

自社あるいは業界および国レベルの物流シミュレーションによって、合理化の評価・環境影響の評価などを行う。最適配船や施設の最適配置を行う。輸送に必要な船腹量を求める。定期船シミュレータ、不定期船シミュレータ、海運のシミュレーションによる世

界モデルなども含む。

②物流ネットワーク解析

国内・国際物流システムの静的評価をする。需要予測をする。

③サプライチェーンマネージメント (SCM)

荷主企業の物流システムを最適設計化し、海運をその一部にし、実行を請け負うことを目指す。

④運賃市況の予測・船価の予測・投機の研究

従来経済学のテーマと考えられてきたが、ITソリューションを開発する観点からエンジニアリングする必要がある。

⑤知識の集積とその活用 (データマイニングなど)

IT化されると、ロジスティクスなど各種のデータが山のようにできる。これを有効活用し、業務や経営に活かす必要がある。データマイニングは山とある情報から有意義な情報を引き出す技術である。

⑥航路ダイヤ編成自動化

荷主へのサービスを最大化し、船社の採算を確保する最適航路・航路群・ダイヤ決定を自動化する。

⑦情報蓄積

荷主企業の経営・経済・社会情報のコンテンツを集積し、自社の知的優位性を維持する。

2) 会社組織に関するもの

①エンタープライズモデル (BPR – Business Process Reengineering) の開発

企業業務をモデル化することにより、企業の構成要素を把握し、これを操作することの影響を事前に検証できるなど、組織の再検討ができる。

②企業アライアンス効果の評価技術

M&Aの評価を多面的に行うソリューションの開発。企業の適正規模と範囲の評価を行う。

③ナレッジマネージメント

各部所の入手した情報を有効に組織的に活用し、業務・経営に活かす。概念検索の高度化などが課題である。

3) 規制緩和の検討

内航船分野では、国内物流効率化に寄与する内航海運を構築する観点からIT化や集約・協業化を促進しするとともに、諸規制の緩和と船型の自由化を促進する体系的な調査研究が必要である。海運秩序の変化や技術レベルの変化を考慮して各種の総トン数規制、船舶長規制などの安全性への影響を検討し、緩和を体系的に行なう。

例えば、499総トン数規制が599総トン数規制に緩和されても安全性に支障ないなら、現行499船舶の大半が599船舶になる。これは物流合理化になり、コストダウンや地球温暖化ガス排出量削減になる。

4) 物流データベース

①純流動調査の経年的分析

5年に1度の調査の合計6回の経年変化を分析し、物流サービスの向上などの情報を得る。

②国連貿易統計、OECD貿易統計、各国輸送機関別統計などWorld-wide Database の検討
世界規模の物流に関するデータベースの相関関係や補完を調べ、高度な情報を得る。

③アジア各国港湾統計の収集

情報の統合と組立てをする。

④日本の税関データの活用の検討

米国税関データが活用されているのと同じレベルの情報公開が望まれる。

⑤PIERS データの大規模分析

米国を出入りする貨物の世界的な流れを明らかにする。定期船シミュレータによって海運アライアンスのサービスレベルの向上の経過を分析する。

(3) 研究の方法と可能性

物流情報を解析し高度の知を得ることを享受するのは、企業や、業界や、政府であるなどいすれも大きな組織である。一方、膨大な情報を管理し有効利用するのは組織的な対応が必要である。その意味でこの分野の研究は組織的展開をする必要がある。

情報という形の無い、見えざるものを持つ視点は世界観・歴史観・人間観に基づいて出てくるので、多人数の闘争的な議論が必要である。そして、成果が実業で活かされことで更なる前進に繋がる状況を仕組みとして組織的に創り出す必要がある。

未来志向の企業や業界であれば、情報社会の真の力の源泉が知にあることを見抜けるであろう。それに投資する位の余力は日本経済にまだあると思われる。この研究分野への投資があって、研究テーマがあって、実益を上げるテーマがあれば、研究が実る可能性は高い。

具体的研究課題を追求する過程で、物流情報解析技術の分野で大きな可能性があり、同時にその研究方法のアウトラインが見えてきた。

4. 得られた成果

具体的基礎的研究課題では

(1) 純流動調査データを中心とした国内物流に関する調査検討がなされ、分析のツールが開発された。

(2) 米国税関輸出入貨物データ(PIERSデータ)を中心とした太平洋海上輸送の物流調査検討がなされ、種々の知見と分析ツールが開発された。

(3) 国内ユニットロード物流のネットワーク解析ツールが開発され、フェリー・RORO航路の診断ができた。

(4) 太平洋定期船航路のシミュレータが開発され、遺伝的アルゴリズムによる航路編成の技術開発とともに、定期船航路の検討ができるようになった。

(5) 定期船航路の設計支援の海上輸送ネットワーク設計ツールが開発され、海運アライアンスの分析が行われた。

また、これら基礎的研究課題を追求する過程で、新海上物流システム研究の方法と可能性について検討した結果、

(6) 物流研究の一層の高度化を展望する物流研究の諸課題が挙げられ、IT時代の経済・経営および国家戦略に関する知識の生産が産業社会の再生に必要不可欠であるという認識が得られた。

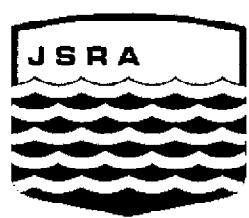
5. 成果の活用等

成果が活用されるためには実用化を目指したより一層の高度物流解析技術の開発が行われる必要がある。その前提の下で、次のように実用的成果を活用できる。

- ①国内物流ネットワーク解析によって、フェリー・RORO航路の診断ができるので、船社は航路を経営する観点から、造船所は船舶を設計する観点から、金融機関は事業に融資する観点から、国は国内物流効率化を目指す観点からこの技術を活用できる。
- ②太平洋航路の海運秩序の変化を検討する、定期船シミュレータと遺伝的アルゴリズムによる航路編成技術によって、外航船社のアライアンスを視野に入れた経営戦略や航路効率化による経営効率化に役立つ。外航海運の世界動向を分析することによる国家戦略構築にも活用できる。
- ③海上輸送ネットワーク設計ツールによって、定期船航路の最適化が行われるので、船社や造船所に活用される。

発行 平成14年3月
発行所 社団法人 日本造船研究協会
〒105-0001 東京都港区虎ノ門一丁目15番16号
海洋船舶ビル6階
電話 総務部 03-3502-2132
研究部 03-3502-2133
FAX 03-3504-2350

「本書は、競艇の交付金による日本財團の助成金を受けて
作成したものを増刷し頒布するものです。」



The Shipbuilding Research Association of Japan