

運輸省港湾技術研究所

港湾技術研究所 報告

REPORT OF
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH
INSTITUTE

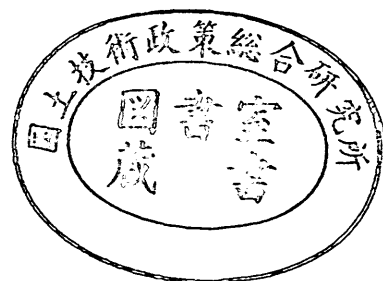
MINISTRY OF TRANSPORT

VOL. 20

NO. 2

JUNE 1981

NAGASE, YOKOSUKA, JAPAN



港湾技術研究所報告 (REPORT OF P.H.R.I.)

第20巻 第2号 (Vol. 20, No. 2), 1981年6月 (June 1981)

目 次 (CONTENTS)

1. 混成防波堤のマウンド形状による衝撃砕波力の発生と対策について
.....谷本勝利・高橋重雄・北谷高雄..... 3
(Experimental Study of Impact Breaking Wave Forces on a Vertical-Wall Caisson of Composite Breakwater
.....Katsutoshi TANIMOTO, Shigeo TAKAHASHI and Takao KITATANI)
2. マルチセルラーケーソンの水理特性に関する実験的研究
.....谷本勝利・原中祐人・富田英治・村永 努・鈴木諭司..... 41
(A Hydraulic Experimental Study on Multi-celler Caisson Breakwaters
.....Katsutoshi TANIMOTO, Suketo HARANAKA, Eiji TOMIDA,
Tsutomu MURANAGA and Satoshi SUZUMURA)
3. 螢光砂を用いた砕波帯内における局所的砂移動の観測
.....灘岡和夫・田中則男・加藤一正..... 75
(Field Observation of Local Sand Movements in the Surf Zone Using Fluorescent Sand Tracer.....Kazuo NADAOKA, Norio TANAKA and Kazumasa KATO)
4. 地盤の圧密沈下による斜杭の曲げに関する実験的研究 (第2報)
—野外実大実験—高橋邦夫..... 127
(Experimental Study on the Bending of Batter Piles due to Ground Settlement (2nd Report) —Field Experiment—Kunio TAKAHASHI)
5. 大型タンカーの接岸力に関する研究.....上田 茂..... 169
(Study on Berthing Impact Force of Very Large Crude Oil Carriers
.....Shigeru UEDA)
6. 港湾内貨物流動に関する研究 (第1報)溝内俊一・稲村 肇..... 211
(A Study on the Cargo Flows in Port (1st Report)
.....Toshikazu MIZOUCHI and Hajime INAMURA)
7. 土砂輸送用パイプの摩耗に関する研究 —ライニング材としてのポリウレタン
エラストマの耐摩耗性—岡山義邦・村上幸敏・浜田賢二..... 271
(Studies on the Wear of Slurry Pipelines —Evaluation of the Wear Resistance of Polyurethane Elastomers—
.....Yoshikuni OKAYAMA, Yukitoshi MURAKAMI and Kenji HAMADA)

6. 港湾内貨物流動に関する研究 (第一報)

溝内俊一*・稲村 肇**

要 旨

現在、規模の大きな港湾においては、周辺環境の悪化、輸送の非効率化をもたらすふとう間横持ち輸送を減少させることが解決すべき一課題となっている。

本稿は、このようなふとう間横持ち輸送を削減するための政策的手段を探ることを目的として、港湾内およびその近傍における貨物流動および船舶動静を再現できるシミュレーションモデルを提示したものである。

本モデルは、船舶の用途別、入港目的別、方面別等の違いによるふとうの使用区分および荷捌・保管施設に関するふとう毎の施設種類別規模の2つを政策変数としている。これらの政策変数について幾つかの代替案を設定し、本モデルの出力としての横持ち貨物量を比較検討することによって、望ましい政策手段を見出すことができ、港湾の運営或いは港湾計画に反映させることができる。

本稿では、① ふとう間横持ち輸送発生背景、② モデルの基本構造、③ 横浜港を対象としたケーススタディを示し、モデルの有用性を明らかにした。

* 設計基準部 計画基準研究室

** 設計基準部 計画基準研究室長

A Study on the Cargo Flows in Port

Toshikazu MIZOUCHI*

Hajime INAMURA**

Synopsis

A large quantity of cargo flow among wharfs in large or wide port, which make bad influences not only upon the transportation efficiency, but also upon the environment to the surrounding area.

For the purpose of the reduction of these cargo flows, this paper has proposed a model which simulated a daily cargo flow and vessels movement in port.

This model can estimate whether cargo flows among wharfs increase or decrease, under many cases of plan or policy.

Control variables in the model are as follows.

1. Using system alternatives by quay or wharf
2. Capacity alternatives by facilities on a wharf

Usefulnesses of this model are shown by the application to Yokohama port.

* Member of Port Planning Laboratory, Design Standard Division.

** Chief of Port Planning Laboratory, Design Standard Division.

目 次

要 旨	211
1. はじめに	215
2. 研究の位置づけ	215
3. 横持ち輸送発生の背景	216
4. モデルの範囲, 対象等	218
4.1 範 囲	218
4.2 対象・区分	219
4.3 貨物流動のモデル化と現実の流れ	220
4.4 モデル適用の対象	224
5. モデルのアウトライン	224
5.1 政策変数と感度分析項目	224
5.2 船舶の処理フロー	226
5.3 輸出貨物の処理フロー	231
5.4 輸入貨物の処理フロー	233
6. モデルの適用	235
6.1 基本ケースの作成	236
6.2 代替案の作成	241
6.3 試算結果	247
7. プログラムの説明	253
7.1 インプット項目	253
7.2 アウトプット項目	253
7.3 プログラム構成	254
8. 今後の課題	256
謝 辞	257
付 図	257
付 表	260

1. はじめに

横浜港、神戸港をはじめとする大規模港湾においては、臨港交通の混雑、浮流動による港内の輻輳等が大きな問題となっている。この問題は、輸送効率の低下という国民経済的損失をもたらし、交通の安全面、又は環境面からも重大である。

これを解決すべく、従来より港湾管理者を中心とする港湾関係者は、ふ頭間連絡道路の整備、経岸荷役の推進等多大な費用、努力を傾けてきた。

この海陸交通の輻輳化の源が港湾貨物の増大化にあることは周知のとおりであるが、海陸交通のかなりの部分をふ頭間の貨物流動が負っているという点に港湾計画上看過できない問題があり、このことは上記の港湾関係者の努力からも明らかである。

このふ頭間の貨物流動は港湾周辺の空間的制約、港湾運送業界の業態、あるいは港湾発展の歴史的経緯から、これを完全に撤廃することは不可能であるし、また、現状を顧みない極論との批判も受けよう。しかし、これを何割かでも削減することが可能ならば、そのプラス効果は荷主、船社または港運業者は勿論、国民経済的にも大いなるものがあることはその対策に投じられて来た費用からも明白である。

ふ頭間流動を生ぜしめる原因は後で述べるようにいくつかあるが、最大のものは船舶の着岸バースと貨物の荷捌き・保管施設との位置的な相違である。この位置的なズレは港湾が大規模になればなる程大きくなり、問題をより重大なものにすることは当然であり、このため特に大規模港湾において個別の施設計画、船舶に対する航路別バース指定等の対策が実施され、一方、それらで対処しきれない流動をふ頭間連絡道路の整備等で処理してきたのである。

しかし、現在の大規模港湾は、これらの個別の対策では対応できないほど広域化、複雑化しており、将来への発展に向けて、港湾全体の施設の規模・配置計画を中心とし、ふ頭の多次的利用規制といったソフトウェアをも含めた総合的かつ統一的な港湾計画の立案を迫られているのである。

2. 本研究の位置づけ

本研究は、前記のような問題意識のもとに、ふ頭間貨物流動の減少を実現させる総合的港湾計画手法開発の第

一步として、ふ頭の多次的利用規制をも含めた港湾内の荷捌き・保管施設の配置計画手法の開発を目的としている。

本研究は、与えられた港湾計画代替案の下での港湾内の貨物および船舶の動静を把握し、その計画をふ頭間貨物流動の面から評価できるシミュレーションモデルを開発し、ケーススタディーによりその実用性を検討したものである。ここで取り上げた政策変数は、港湾内の上屋、私設上屋（手倉）等荷捌き・保管施設の規模および配置案、並びに船舶の着岸ふ頭に係る各種の利用規制案である。

それでは、以下において本研究と過去に行われた関連研究との相異点を述べる中で本研究の特徴並びに位置付けを明らかにしてゆく。

港湾内の施設量（規模）は、従来、貨物（船舶）の発生（頻度および量）とそのランダム性から待ち行列理論^{*1）、*2）、*3）}を使って、或いは施設回転率^{*4）}等から決定されてきた。これらは専ら個別施設の規模算定、あるいは港湾全体の施設総量の算定という面からは有力な方法である。

しかし、現在の港湾（特に大規模港湾）においては、着岸バースの不確実性あるいは種類別施設量の不均衡という港湾運営、港湾計画上の問題点から、岸壁と直接背後に存在する上屋等施設とが有機的に結びつくことが難しく、その結果大量のふ頭間横持ち貨物の発生という問題を顕在化させている。このような船舶と施設との分離現象に対し上の手法は、待ち行列理論でさえ有効に機能しえない。待ち行列理論は、船舶、貨物等の流動、滞留を扱う手法としては代表的なもので、理論的には多数の窓口（ふ頭）、多段階サービス（船舶 ↔ 施設 ↔ 施設 ↔ 背後地）に対して対応でき、汎用シミュレーション言語すら開発されている。しかし施設が容量的に貨物収納不能で他ふ頭の施設へ横持ちするといった多数の窓口間の相互コンタクト（待ちが生じたら他の窓口を捜す）のモデル化には数多くの条件を設定せねばならず、必ず

*1) 工藤和男：M/G/S タイプの待ち合せモデルの平均待ち時間の実用的な取扱法、港湾技研報告，Vol. 11, No. 1, 1972

*2) 工藤，高野，奥山：埠頭の貨物取扱能力についての研究，港湾技研報告，Vol. 4, No. 8, 1965

*3) 奥山，工藤，中村，中井：待ち合せ理論の港湾への適用に対する考察——その前提条件の実証的解析——，港湾技研発表会論議概要，1968

*4) 港湾施設設計指針第9図 1.3.2，運輸省港湾局

しも適用可能であるとは言えない。更に、貨物発生の跛動性、対象の大規模性（船舶、貨物、施設が複雑に種類分けされていること）、モデルの操作性等からも同様のことが言える。

上記以外にも、貨物の搬入、滞留等に確率分布を適用して、施設量を解析的に求める手法の研究^{*5)}もある。しかし、この場合も待ち行列理論を適用する際と同様の困難が指摘される。

一方、土木計画学の分野においては、一般の施設配置論としてダム等^{*6)}に関する配置計画の研究例がある。これらにおいて用いられている混合整数計画法あるいは線型計画法は、一般に施設配置計画問題を処理するには最も効率的な手法であるが、対象の大規模性に対しては変数の数が膨大になるという弱点を持ち、貨物発生の跛動性、施設間の相互コンタクトを表現することは殆ど不可能に近い。したがって本研究で対象とするような性格を持ったテーマに対しては適用された例が見当たらない。

以上のことは本研究が問題処理のためにシミュレーションモデルによるアプローチを選択した必然性を示している。

次に、港湾貨物の流動という面で既存の研究を見直してみる。港湾貨物の流動は、① 船舶と水際線（岸壁、上屋等含む）との間の流動、② 港湾内（ふ頭間）の流動、および③ 港湾と背後圏間の流動に分割される。本研究の取扱う貨物流動が②に相当することは言うまでもない。しかし本研究で構築するシステムは当然①および③を考慮したものでなければならない。①の貨物流動に関しては、工藤、奥山等^{*2),*5)}による研究があり、その研究成果は本研究においても船舶の発生分布等に利用されている。③に関しては、稲村等による研究がある^{*7),*8)}。しかし、これは港湾地域から発生、あるいは港湾地域へ吸収される貨物に関する研究であり港湾内流動に関しては言及していない。②の港湾内の貨物流動に関しては、笹島による研究^{*9)}があるが、これはふ頭内のトラック等自動車交通に関する研究であり、対象（貨物と自動車）も異なってふ頭間横持ち貨物量に関しては使

用できない。

船舶のふ頭使用区分、即ち着岸バース決定システムは、これを施設の利用規制とみなせば、道路交通に関しては交差点、一方通行規制等の効果についての研究^{*10)}がなされているが、船舶に関しては未開拓の分野である。しかしながら、後のケーススタディーでみるようにこれの設定如何によっては着岸ふ頭の不確実性を減少させることによって横持ち貨物量の削減にかなり貢献するため、これのあり方を検討することは極めて意義深い。

ここまでは、横持ちに影響を及ぼす貨物流動（跛動性も含めて）、施設量、施設配置、利用規制案について個別に既存の研究例をみてきたが、後に述べるように、現実の横持ちはそれらの複合的な作用結果として生じる複雑な現象であるため、本来はこれらの統一的研究を行う必要がある。更に、横持ち輸送の実態は多くの港湾計画者に重大な問題と認識されながらも、従来の統計様式の連続性（当然過去にはこの問題は少なかった）、あるいは調査費用の膨大さから殆んど定量的な把握がなされていなかった。

以上から、本研究の特徴は、評価項目をふ頭間横持ち貨物量としたこと、ふ頭の利用規制をモデル化したこと、施設の規模・配置に関しては相互間コンタクト及び対象の大規模性を表現できるシミュレーションモデルを手法として採用したこと、また、そのモデルが施設計画とふ頭の利用規制を一体化して評価できることにあるといえる。

3. 横持ち輸送発生の背景

横持ち輸送の発生要因は幾つか考えられる。まず、挙げることのできるの、船舶の着岸ふとうあるいは着岸バースの不確実性である。

荷主あるいは海上運送人の代理として、または更にそれらの下請けとして、通関業務、港湾貨物の港内運送、保管等の業務の委託を受けた事業者は、それぞれの業務範囲に応じて、それら業務に先行するあるいは後続する種々の作業を行うことになる。たとえば、輸出の際は、船腹の予約・確保をはじめ、船舶寄港地の順序に応じて行先の異なる貨物を要領よく取り出せるようにするブックイングプランの作成、ブックイングに応じた上屋内部での貨物の並べかえ、整理等を行う必要がある。また、そのためには当然積込みに必要な作業員、荷役機械を前もっ

*5) 工藤和夫：雑貨ふとうの上屋・倉庫のシステム設計（第一報）、港湾技研報告，Vol. 11, No. 4, 1972

*6) 萩原等：ダム建設計画に関する一考察，第2回土木計画学研究発表会講演集，1980

*7) 稲村，山田，金子：港湾貨物の背後圏の合理的設定法に関する統計的研究，港湾技研報告，Vol. 16, No. 2, 1977

*8) 稲村肇：港湾貨物流動の解析，港湾技研講演会講演集，1978

*9) 笹島博：埠頭内交通調査，港湾技研資料，No. 199, 1974

*10) 村田隆裕：居住区域交通規制とその影響評価手法，科学警察研究所報告交通編，Vol. 22, No. 1, 1981

て手配する必要がある。こうした一連の作業を間断なく行おうとすれば、船舶への積込み当日の何日か前には、荷主の異なる種々の貨物が港湾に到着していることが不可欠な条件となる。しかしながら、以上はあくまで港運業者の側面に立った希望であって、実際には、荷主側の事情から何日間かの間に規則性なくバラバラに搬入が行われる。ところで、このように船舶積込の数日以前より積込前日にかけて、ランダムに運び込まれる貨物を船舶への積込みまで荷捌・保管する上屋等の位置は、本来積込み船舶の着岸パース直背に在ることが望しい。このことは、上屋から船側までの移動が少なくすむという意味で明らかである。しかし、現実には船舶の着岸パースが確実に決定されるのは入港日の前日である場合が多いのである。

船舶の着岸パース決定には2通りのシステムがある。一つは、ふとう・パースの優先使用指定船に適用されるもの、あと一つはそれ以外のものである。

ここで、公共ふとうの「優先使用」システムについて言及すると、昭和40年10月の港湾審議会管理部会第1次答申において、初めてその推進が謳われている。ここでは、港湾の効率向上、あるいは整序を図るため、既に一部で行われている外国航路および石炭、鉄鋼等物資別の岸壁の優先的使用は、これを更に推進すべきであるとしている。また、同42年7月の同審議会答申においては、「航路別優先使用」方式を積極的に採用すべき旨が記され、ここではパースと上屋との一元的な運用が効率性確保の大きな担保となる旨が述べられている。

たとえば、横浜港における優先使用は、横浜市港湾施設使用条例第9条の2（使用区分）において、“港湾施設の有効な利用または貨物の円滑な流通を計る必要があると認める場合には、岸壁、上屋および荷さばき地を船舶の種類別もしくは航路別または貨物の仕向地別もしくは種類別等に使用区分を定め、使用させることができる”とし、同施行規則第2条の2（施設の使用区分）において、表-1のとおり、条例9条の2に基づく使用区分を定めている。但し、当表で言う使用区分の意味は、表-1に定めたものだけの限定使用ではなく、優先使用を妨げない範囲でならばそれ以外の使用も許可するという正確には一部限定使用である。岸壁使用料が、表-1の区分で使用したとき基本料金の5割増に設定されていること（規則11条）からも利用者（この場合船舶）の受けるメリットの大きさがわかる。因に、指定船利用率の実績を挙げると、昭和54年で本牧ふとうが32%（1,199/

3,779隻）、山下ふとうで18%（146/819隻）となっている。

ここで、現実の着岸パース決定システムを横浜港の場合でみると、優先指定を受けない船舶の着岸パースの決定は、入港48時間前にパース申請が行われた後、入港前日になって初めて行われるシステムとなっている。一方、指定船の場合、入港予定日の15日前に早くも着岸パースが決定されるシステムとなっているものの、その後の不確定要素によって入港日が狂ったときは、その都度変更が行われ、結局貨物の上屋搬入より後に着岸パースが決定されることも少なくない。この結果、指定船においても船舶の着岸ふとう（パース）と貨物を保管する施設とが互いに離れた場所に位置するという現象が発生する。ここに、横持ち輸送発生第1の要因がある。但し、これは輸出時についてのみ指摘しうること、輸入時については関係しない。

第2の横持ち発生要因は、港湾運送事業者所有のいわゆる手倉がバラバラに立地していることである。ここで言う手倉とは、港湾運送事業法第6条に港湾運送事業の種別免許基準として定められる“貨物を年間に処理し得る施設（即ち、私設上屋）”以外に次のものも含めている。一つは、比較的資本の大きい一部倉庫業者が港湾運送事業の免許をも併有して（実際こういう例が多いが）、特にふとう内あるいは港湾近傍において営業倉庫と上屋施設を明確な機能上の区別なく用いることもあることから、港湾およびその周辺の営業倉庫も手倉とみなすものである。二つは、公共上屋のある部分が港湾管理者と港運業者の長期契約によって手倉化されていることから、そうした公共上屋も手倉とみなす。

このように考えると、港湾には数多くの手倉が存在することになるが、港湾をふとう単位に分割するとき、全てのふとう上に自社のあるいは系列業者の手倉を確保している事業者はかなり少ない。ここにも横持ち輸送発生の一つの源がある。たとえば、横浜港には、公共パースを有するふとうが全部で8ふとう（金沢木材ふとうは除く）ある、これらの全てに手倉を確保するためにはかなりの資本を必要とする。川崎港を含めて180社に余る（昭和53年現在、港運統計、運輸省港湾局）業者が群小乱立する港湾運送業界では大企業と呼べるものは一部の倉庫業を兼ねるもののみで、大部分を占める中小企業にとっては、全ふとう上に手倉を確保することは経営的に不可能である。

こうした背景にあって、多くの港運業者は、着岸ふとうが仮に確定しても、横持ちを承知のうえで、自らの力

表-1 港湾施設の使用区分の例

港 湾 施 設		使 用 区 分
岸 壁	本牧ふ頭A突堤 1号岸壁から 3号岸壁まで	中国定期航路および東南アジア定期航路
	本牧ふ頭B突堤 1号岸壁から 9号岸壁までおよび C突堤 1号岸壁から 9号岸壁まで 山下ふ頭 1号岸壁から 10号岸壁まで 新港ふ頭 2号岸壁から 6号岸壁までおよび 8号岸壁から 11号岸壁まで	北米定期航路, 欧州定期航路, 中南米定期航路, アフリカ定期航路およびペルシヤ湾期定航路
	本牧ふ頭D突堤 1号岸壁から 3号岸壁まで	コンテナ船
	本牧ふ頭D突堤 4号岸壁および 5号岸壁	ラッシュ船
	大さん橋	客船(外国航路に就航する 13人以上の旅客定員を有する船舶をいう。)
上 屋	本牧ふ頭A突堤 1号上屋から 3号上屋まで	中国および東南アジアを仕向地とする貨物
	本牧ふ頭B突堤 1号上屋および 3号上屋から 9号上屋まで並びに C突堤 1号上屋から 5号上屋まで, 7号上屋および 9号上屋 山下ふ頭 1号上屋から 10号上屋まで 新港ふ頭 2号上屋から 6号上屋までおよび 8号上屋から 11号上屋まで	北米, 欧州, 中南米, アフリカおよびペルシヤ湾を仕向地とする貨物
	本牧ふ頭D突堤 1号コンテナ上屋から 4号コンテナ上屋まで	コンテナ貨物
荷さばき地	本牧ふ頭B突堤 2号荷さばき地並びに C突堤 6号荷さばき地および 8号荷さばき地 本牧ふ頭D突堤 B号荷さばき地, C号荷さばき地および D号荷さばき地	北米, 欧州, 中南米, アフリカおよびペルシヤ湾を仕向地とする貨物 7日間隔以内で, 定期に就航するコンテナ専用船のコンテナ貨物

(注) 「横浜市港湾施設使用条例施行規則第 2 条の 2」による。

設を効率的に利用するという当然の経営原則に則り、船舶との積込み・陸揚げを行うふとうから離れた手倉を進んで使用するのである。この結果、輸出、輸入に拘らず横持ち輸送が発生することになる。

第 3 の横持ち発生要因は、貨物発生の変動性によるものが挙げられる。一般に、商取引の世界では現物取引、金銭取引に拘らず、これらがある一定期間に比較的集中して発生する傾向をもつ。港湾における貨物の発生にもこうした偏りを見ることができ。貨物集中の度合いが大きければ、そのピーク時にはふとう内の施設は当然不足する。したがって、仮に、船舶着岸の予定ふとうがある程度明らかとなっても、そのふとう上の施設に空きが無ければ他ふとう上、あるいは港外の施設をやむなく使

用せざるを得ないという状況も発生すると考えられる。この結果が当然のことながら、横持ち発生に結びつく。

本研究では、以上 3 点を主要因とする横持ち輸送の削減策として、1 つはふとう上に位置する荷捌・保管施設の適正な配置および規模を、2 つは船舶着岸の適正な指定システムをとりあげた。そして、これらの望ましい形態を探る方法として、異った代替案の間で横持ち輸送量がどのように増減するかを評価した。

4. 本モデルの範囲、対象等

4.1 範 囲

本シミュレーション・モデルでは、貨物流動を再現する平面的範囲として港湾内およびその近傍地域をとり、

背後地・港湾間の流動についてはこれを含めていない。なぜならば、荷主と港湾間の輸送経路の相異は、1. で述べた横持ち輸送とは関係なく、臨海部交通にさほど大きな影響を与えないと考えられるからである。また、仮にその間の輸送をも対象に含めるならば、そのパターンの違いを考慮したモデルを作成することになるが、それは徒らにシステムを煩雑化させるばかりで臨港交通問題の解決という目的に対し特段寄与するところがないからである。すなわち、本モデルでは、ある時刻に発生した貨物は直ちに港湾内の荷捌・保管施設を捜し、空いている施設に搬入されることになる。そして、その貨物は所定の滞留期間を経て、船舶に積込まれ、当該貨物についての流動が完了することになる。これは輸出の場合であるが輸入の場合でも同様である。

次に、港湾の範囲については、本モデルでは私設ふとう（専用ふとう）を含めず、公共ふとうのみをとりあげている。一般に、私設ふとうで扱われる貨物は大宗貨物が殆どで、その荷役形態も不特定多数の荷主が介する積合せとは異なる。したがって、そこに接岸する船舶も大部分、傭船か荷主（メーカー）自身の所有するインダストリアル・シップで、運航計画は単一のあるいは 2, 3 の岸壁所有荷主によって立てられるため、貨物保管場所と船舶着岸ふとうの位置的ズレもほとんど起り得ず、それゆえに、1. で述べた横持ち輸送は発生しない。同様のことが外貿埠頭公団所有のバースについても言える。たとえば、横浜港においては、本牧埠頭 A 突堤および大黒埠頭に、公団のコンテナバースおよびライナーバースが存在する。公団バースを使用する船社は、公団と独自に使用バース、使用期間等に係る契約を締結している。個々のコンテナバースについては、それを利用できる船舶が対応しており、いかなる船舶もあらかじめ定められたバース以外は着岸できないシステムになっている。個々のバースと船舶との対応関係こそないが、ライナーバースも、バース対航路の関係は固定されている。したがって、後述するように航路（方面）毎にグルーピングして船舶を発生させる本シミュレーションモデルでは、コンテナバースは勿論のこと、ライナーバースを利用する場合でさえ、貨物保管地域と船舶着岸バースのズレに起因する横持ち輸送は発生しないことになる。公団バースについては荷主あるいはこれを代行する港湾運送事業者は、貨物の行き先あるいは船名さえあらかじめわかれば、当該船舶の着岸バースが確定されるのでそれに対応して行動すればよいことになる。

4.2 対象・区分

本モデルでは、船舶は輸出入貨物を取扱う定期船のみに限られている。内航船舶を対象としない理由は次のとおりである。内貿貨物の輸送に携わる船舶の 3/4（隻数）以上が、総トン数 499 トン以下であり、これら船舶については、統計上岸壁係留時間が計上されずモデル化が困難であること。不定期船が多く私設ふとうと公共ふとうとを区別なく使用すること。扱い品目の多くがバルキーカーゴで 1 船当りの荷主の数も限られること等である。モデル作成に当っては、十分に貨物、船舶の動態を掴む必要があり、データの不完全な現段階で内貿を組込むことは、モデルの精度面で支障を生じさせる恐れがある。また、定期船のみを対象とした理由は、以下のとおりである。即ち、私設バースを含めない以上、主にそこを利用し、公共ふとう利用率の比較的低い（横浜港昭和 52 年実績で、公共ふとう利用不定期船 1,361 隻、不定期船の合計 5,707 隻、公共ふとう利用率約 23%）不定期船を含めることは意義が少ないし、また、荷主数、取扱貨物の性格については、内貿船と似通った形態をもっているからである。

貨物の区分は、CL 貨物 (CONTAINER-LOAD)、LCL 貨物 (LESS-THAN-CONTAINER-LOAD) およびこれ以外の一般貨物（以下“在来貨物”と呼称）の 3 種類とした。

船舶については用途別に、フルコンテナ船（以後“フルコン船”と呼称）、セミコンテナ船（“セミコン船”）およびこれ以外の一般貨物船（“在来船”）の 3 種に分け、入港目的別に、輸出専用船、輸入専用船および輸出入を 1 回の接岸で行う輸出入兼用船（“兼用船”）の 3 種に分けた。

貨物の仕向地および仕出地方面、並びに船舶の航路については、同一の区分を与え、北米、欧州、南米、アフリカ、豪州、アジア、ソ連の計 7 方面（航路）にまとめた。これの細い内訳は、表-2 のとおりである。

貨物の品目については、港湾統計の品種分類に倣い、9 分類（大分類）および 54 分類（中分類）の両分類が可能ないようにモデルを組んでいるが、後のケーススタディでは 9 分類で処理している。

荷捌・保管施設の区分については、公共（県・市営）上屋、公共荷捌場、私設上屋（手倉）、CY (CONTAINER-YARD)、港外私設上屋び直送用ダミーの計 6 種を考える。これらの施設に関して特記すべきは以下のとおりである。

第1に、ここでCYには、MY (MARSHALLING-YARD)を含めているが、それは通常、両者が一体化して利用される形態が多いからである。第2に港外私設上屋とは、港湾運送事業者の手倉、倉庫業者の営業倉庫の別を問わず港湾の周辺に立地して、船舶による輸送との関係で貨物の荷捌・保管を行う施設を総称している。したがって、内陸間輸送の貨物の荷捌き、あるいは純粹に国内ユーザーからの委託で保管のみを行っている施設は除かれる。港外私設上屋の本モデルでの役割は、貨物が向う(入ろうとした)施設の空き容量がそのロット以下であるとき、港外私設上屋で保管するというものである。その容量は無制限で保管期間のみが与えられている。第3に、貨物のある割合は、荷捌・保管施設を経由しないで、荷主・メーカーから直接船舶側まで輸送されそのまま船舶に積込まれたり、逆に、陸揚げ後直接荷主・メーカー倉庫に輸送される。ここでは、そうした形態をとるものを直送貨物と呼ぶ。本モデルでは、それらが発生したときは直送用ダミー施設に搬入されたと考えるのである。輸出の場合はそこで船舶の入港を持ち、条件(方面等)の折合った船舶が入港すれば、保管期間がないため直ちにそこから搬出されることになる。輸入の場合は、直送用ダミー施設に入った時点で当該貨物の流動は終了したと考え、システム内から除かれる。第4に、一般に、コンテナふとうにおいてはCFS (CONTAINER-FREIGHT-STATION)が設置され、LCL貨物のパンニング、デバンニングがそこで行われているが、本モデルではCFSに相当する施設は考慮していない。それは公団バースを除く公共のコンテナバースでは、フルコン船、セミコン

船以外に在来貨物を取扱う在来船も接岸するため、CY、公共上屋、公共荷捌場および私設上屋に加えて、CFSも設置するとなればシステムが複雑化するからである。そこで、本モデルでは、全ふとうのCYを除く施設にパンニング、デバンニング機能をもたせることでCFSを処理した。実際、コンテナふとう以外でもコンテナ貨物の積卸しが行われており、そのふとう上にはCFSが存在しないにも拘らず、一般上屋の内外でパンニング、デバンニングの作業が行われている現実を考えれば無理な設定ではない。

4.3 貨物流動のモデル化と現実の流れ

ここで、本シミュレーション・モデルにおける貨物の流れ方と現実のそれとを比較し、貨物流動の面からみたモデルの仮定と考え方を明確にしておく。在来貨物、LCL貨物およびCL貨物について輸出・輸入別に、モデルと現実における貨物の流れを図示したのが図1~図6である。ここでは、モデルで考慮した流れを実線で、また、現実には存在すると思われるがモデル化しなかった流れを破線で示している。

ここでは貨物の流動範囲等に関し以下の4つの仮定を設けた。

- ① 図からもわかるように各ふとう毎に公共上屋、公共荷捌場、私設上屋およびCY (コンテナふとう*に限る)をそれぞれ1つしか配していないこと
- ② 他港との舳による本船横付け荷役を考慮していないこと
- ③ 沖バースの利用を輸入船のみに限定したこと
- ④ 貨物と施設は種類別に固有の対応関係をもたせたこと

まず、①の仮定を設けた理由は、本モデルがふとう内の貨物移動を無視し、評価の対象と考えていないからである。大規模なふとうともなれば端から端までかなりの距離があり移動距離としては決して小さくはないが、それでもフォークリフト、キャリア等で移動できる範囲であり、一般道路をトラックで輸送しなければならないふとう間横持ちとは本質的に性格を異にするものである。更に、1つのふとう上に同一施設を複数個配するならば、ふとう内施設間距離を考慮せねばならず、システムが複雑化するばかりで本来の評価項目自体を曖昧にする虞れがある。ただし、ふとう内移動でも一般道路を経る必要のあるほど広大なふとうの場合あるいはその移動も評価したいときは、モデルにあたって適切な規模に分

表-2 船舶および貨物の方面(航路)内訳

航 路	内 訳
北 米	北米東岸, 北米西岸, カリブ海・メキシコ湾
欧 州	北欧, 近東・地中海
南 米	南米東岸, 南米西岸(南ア, パナマ西経由)
アフリカ	東南アフリカ, 西アフリカ
豪 州	オーストラリア・ニュージーランド, 南太平洋諸島
ア ジ ア	インド・パキスタン・ペルシャ湾, ベンガル湾, インドネシア, タイ・インドシナ, シンガポール・マレーシア, 北ボルネオ, フィリピン, ホンコン, 中国, 韓国, 中国(台湾)
ソ 連	ナホトカ

(注) 内訳は、特重港湾管理者統計調査協議会決定の航路名分類基準にしたがった。

* 本稿では、CY 保有ふとうをコンテナふとうと呼ぶ。

港湾内貨物流動に関する研究（第一報）

割すればよい。後で述べる横浜港に関するケーススタディでは、本牧ふとうが他ふとうに比し極めて大規模であるため、A突+B突（本牧I）、C突+D突（本牧II）と2つに分割して考えている。

②については、これを言いかえると、当該港湾に入港する船舶が積卸しする貨物は、全て当該港湾の施設を経

由するということである。たとえば、横浜港と東京港で相互の艀輸送の量的関係がバランスしているならこれを無視しても問題はないが、大きな偏りがあればこれを考慮する必要が出てくる。しかし、不定期船に比し著しく経岸荷役率の高い定期船においては、艀荷役の多くを当該港湾の他ふとうからの横持ちが占めるとみなせるの

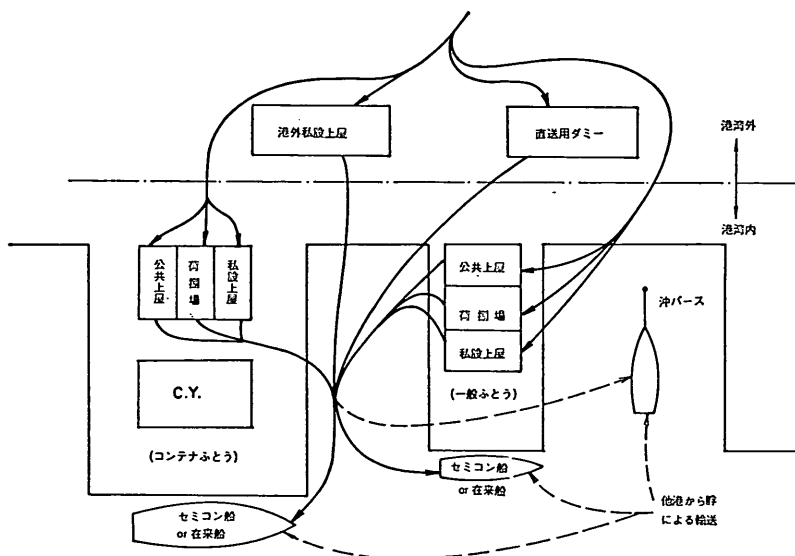


図-1 貨物の流れ——モデルと現実——（在来貨物，輸出）

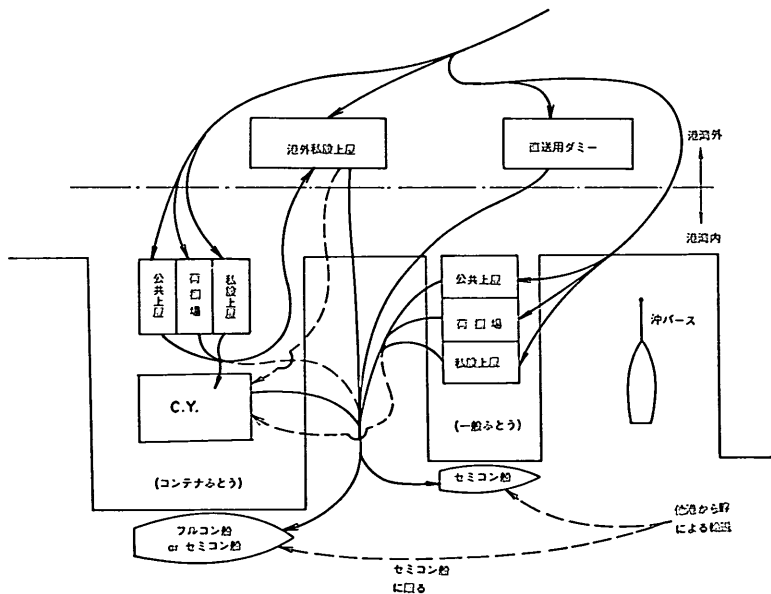


図-2 貨物の流れ——モデルと現実——（LCL 貨物，輸出）

で、この仮定による誤差はさほど大きいものではないと考えた。また、参考までに付記すれば、舢舨による港内のふとう間横持ちはシミュレーションの後輸送機関の識別を行えば十分考慮できるし、他港との陸上交通を経由した相互輸送は輸出入とも直送貨物として処理しているので問題はない。

③の浮標等の沖パースに係留された船舶との荷役については、実際には在来船の輸出船の場合等にも表-3に示すように微かながら存在するが、本モデルでは在来船の輸入船のみでこれを考慮し、輸出および兼用船については無視し全て経岸荷役をするものとした。

④の貨物と施設との関係は次のように仮定した。在来

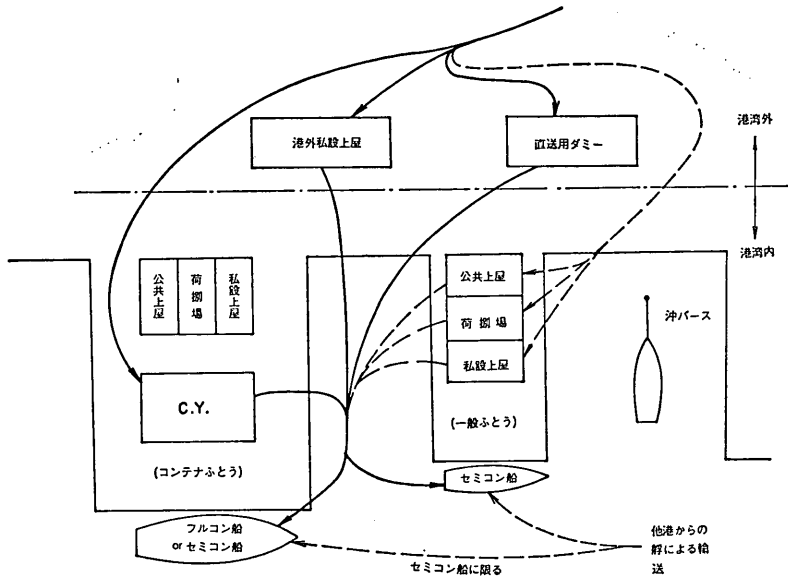


図-3 貨物の流れ——モデルと現実—— (CL 貨物, 輸出)

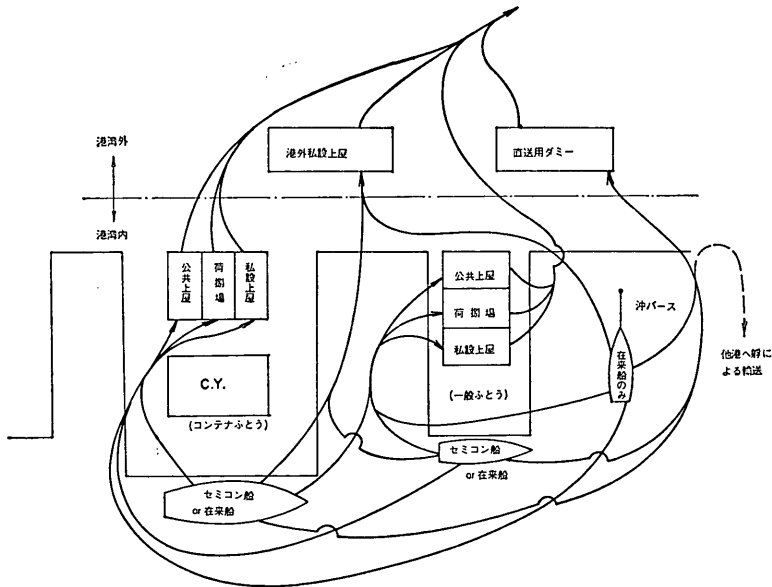


図-4 貨物の流れ——モデルと現実—— (在来貨物, 輸入)

港湾内貨物流動に関する研究（第一報）

貨物は輸出入ともCY以外の荷捌・保管施設を1回だけ経由する。また、施設の位置は問わない。そして、全ふとう着岸可能な在来船およびセミコン船との間で荷役を行う。LCL貨物は輸出入ともコンテナふとうの施設に搬入された場合は、CYを除く3施設（公共上屋、公共

荷捌場および私設上屋）がCFSとして機能するため、輸出の場合は3施設→CY、輸入の場合はCY→3施設というように2回施設を経由することになる。一般ふとうにおける扱いは在来貨物と同じである。そして、フルコン船およびセミコン船の間で荷役を行う。このとき、

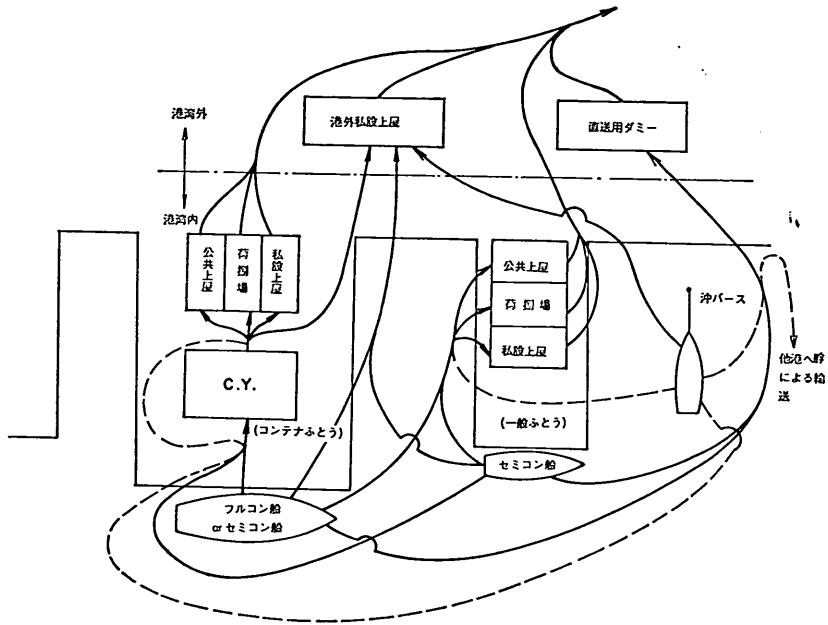


図-5 貨物の流れ——モデルと現実——（LCL貨物，輸入）

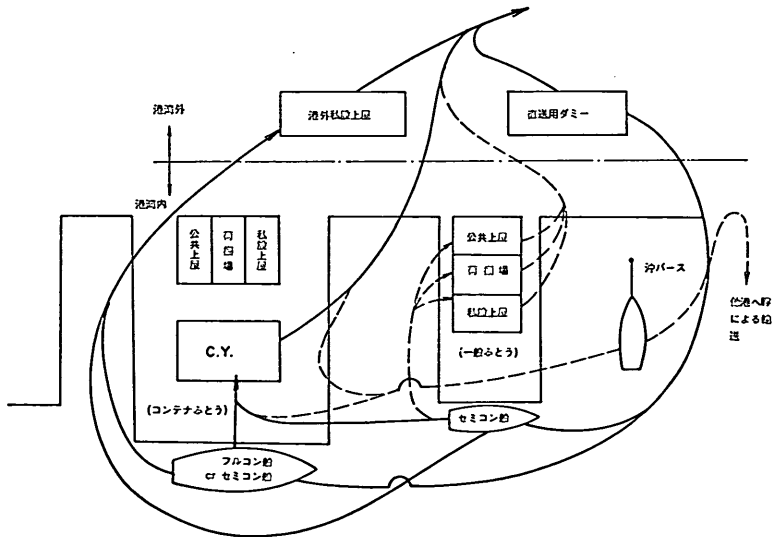


図-6 貨物の流れ——モデルと現実——（CL貨物，輸入）

表-3 定期船の沖荷役の実態（年間隻数）

航路	船舶用途 入港目的	在 来 船			フルコン船			セミコン船		
		輸 出	輸 入	兼 用	輸 出	輸 入	兼 用	輸 出	輸 入	兼 用
北 欧	米 州	3	25							
南 米	州	2	22							
ア フ リ	カ	5	41					1		
豪 州		10	6					1		
ア ジ	ア	2	57	3						
ソ 連		1		6						
計		23 (0.009)	171 (0.178)	9 (0.011)					2 (0.02)	

(注) 1. 海上出入貨物調査等（横浜港，昭和 52 年）収納 MT より作成
2. 「計」欄の（ ）は年間発生総数に対するシェアを示す。

フルコン船については、本船にクレーンをもたない船舶がほとんどであることから着岸ふとうにコンテナ用積卸し機械を要求するため限られたふとう（コンテナふとうのみではない。）しか着岸できないものとし、後のケーススタディにおいても、全ケースにふとう指定方式を採用し、ランダムなふとう選好を行うケース設定は行わなかった。また、CL 貨物は、CY、港外私設上屋および直送用ダミー以外の施設は経由しないものとする。

LCL 貨物、CL 貨物については、輸出時船舶に積込まれるとき、その方面（航路）のみを船舶選びの判断基準として、CL か LCL かは問わないものとする。

4.4 モデル適用の対象

1. で述べたように横持ち輸送の発生が大規模港湾においてより顕著であることを考えれば、こうした港湾は東京港、横浜港、名古屋港、大阪港、神戸港、北九州港等を挙げることができる。

本稿のケーススタディにおいては、なかでも問題が顕在化している横浜港を対象とした。

5. のモデルのアウトライン説明のところでは理解を助けるため、横浜港での実績を参考にして進めていくことにする。

5. 本モデルのアウトライン

5.1 政策変数と感度分析項目

先に述べたように、ふとう間横持ち輸送発生の要因は大きく3点存在した。しかしながら、それらはいずれも船舶の着岸位置と貨物の滞留する施設位置との相異を直接的な原因とするものである。

政策変数の採択に際しては、行政サイドがいかなる施策を実行すれば、これらの要因をとり除いてふとう間横持ち輸送を減少させることができるかという視点に立脚する必要がある。3つの要因に対する政策介入の可能性を検討すると、まず、港運業者等の自社手倉優先使用という純粋に民間サイドの経営行為に対しては、行政が立ち入ることができないことがわかる。このため、本モデルでは各事業者がそれぞれの経済合理性にのっとり自ら選択する行動に仮定を設けたケース（代替案）作りは行わないことにした。ただし、自社手倉の優先使用という現象をモデルで忠実に再現することは、港湾内外に散在する私設上屋の位置と規模を事業者別に識別することを必要とし、その結果、調査の膨大化、データ処理の煩雑化、モデルの複雑化等を惹起するため、これを行わなかった。言い換えれば、全てのふとうあるいは港外に自社あるいは系列業者の私設上屋を所有し、どの施設を利用するかは貨物の属性（方面等）が判らない時点では全くランダムに決定され、各施設の利用程度は一様に等しいということである。実際に、横浜港においては一部ではあるが数年前から海貨業者が組合組織を創っており、船舶の着岸ふとうが高い確率で判明しているにも拘らずそのふとう近傍に自社手倉が無い場合、そのふとう近傍に手倉をもつ組合加盟の他業者に荷扱いを委ねるといった形態も出現しつつある。この事実を見れば上の仮定もある程度現実的なものと考えることができる。

以上から、残る2つの要因、すなわち、着岸ふとう決定システムおよび貨物発生の変動性によるふとう間横持ち輸送削減に対する有効な政策手段としては次の3つの政策

変数が考えられる。

① 船舶の用途別入港目的別方面別等の違いによるふとう使用区分

② 荷捌・保管施設のふとう毎施設種類別規模

①を政策変数にとるということは、表-1の使用区分に基づいて指定を受けるか否かの判断が現在全く船社の裁量に任されているのに対し、船舶の種類別にある一定の割合を指定船とし、それらに対してはふとうの割当てを予め決定しておくこと。更に、指定ふとうが複数存在するときはふとう間の利用割合もあらかじめ決め、これらについての望ましい量的水準を代替案の比較検討の結果見出すということである。この考え方の詳しい説明は、5.2 (3) で行う。

また、①の政策変数が異った値をとるたびに、それに応じて輸出貨物は方面別等にある一定のふとう使用区分がなされるものとする。なぜならば、港運業者等は輸出貨物の搬入施設を決定するに際して、船舶のふとう使用区分を最大の判断材料とするに違いないからである。ただし、それが彼らにどの程度考慮されるかということは一率に定めることができないため、船舶と輸出貨物のふとう使用区分の量的ズレは感度分析の対象項目とすることにした。

貨物が向かう施設が空いているか（その貨物のロット容量以上に施設の空き容量があるか）あるいは満杯であるか（施設の空き容量がその貨物のロット容量以下であるか）によってもふとう間横持ち貨物量の量そのものが左右されるが、②は、これを動かすことによって横持ち貨物量が小さくとどまる適正な量的水準を求めるものである。施設の規模を与える際の考え方については後述する。

次に、感度分析の対象項目としては以下の2つを考えた。

① 輸出貨物の月内発生変動分布

② 輸出貨物のふとう使用区分

これらは、それに対する行為者が荷主や港運業者ら不特定多数であり、政策的に制御することが不可能な完全な外部要因であるにも拘らず、横持ち貨物量の大小にかなり影響を与えると思われる項目である。

①は貨物の変動性を示すものである。入力には図-10に示す p および d の形で行う。このとき p は変動ピッチ、 d は変動の振幅を意味し、ともに自由な値を与えることができるようにモデルは組まれている。

②に関しては、既に述べたとおりである。いずれも、

どのような条件設定を行ったかについては、6.1 (3) で述べる。

5.2 船舶の処理フロー（図-7 および 付図-1）

(1) 船舶諸元の決定

時間の経過に伴ってランダムに発生する船舶の諸元は次のように定められる。

まず、船舶用途別 ($i, i=1, 2, 3$)、入港目的別 ($j, j=1, 2, 3$) および方面別 ($k, k=1, \dots, 7$) の月間発生隻数

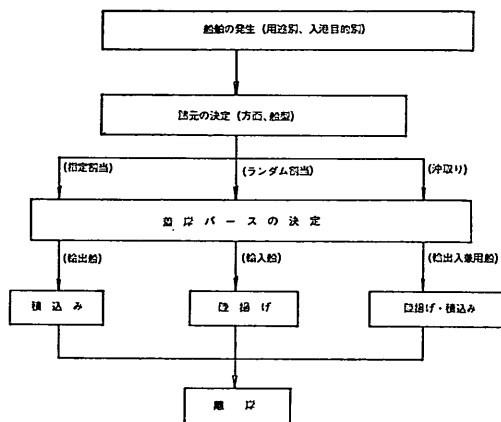


図-7 船舶処理の概要

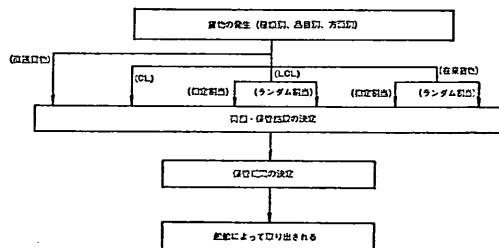


図-8 輸出貨物処理の概要

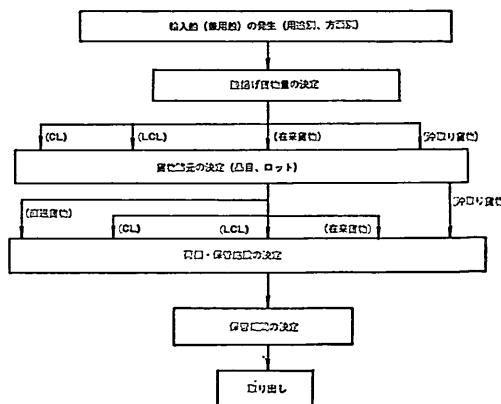


図-9 輸入貨物処理の概要

表-4 方面別月間発生隻数

(単位: 隻)

区分 方面	在 来 船			フルコン船			セミコン船			合 計			総計
	輸 出 専	輸 入 専	兼用船	輸 出 専	輸 入 専	兼用船	輸 出 専	輸 入 専	兼用船	輸 出 専	輸 入 専	兼用船	
北 米	21	8	4	4	8	18	3	4	5	28	20	27	75
欧 州	17	7	6				2	2	2	19	9	8	36
南 米	12	12	5							12	12	5	29
アフリカ	17	11	7				1			18	11	7	36
豪 州	11	3	2	1	1	2	1	1	1	13	5	5	23
ア ジ ア	145	42	44	1	3	8	2	2	6	148	47	58	253
ソ 連	1	1	2	1	2	7			1	2	3	10	15
計	224	83	70	7	14	35	9	9	15	240	107	120	467

(注) 海入出入貨物調査(横浜港, 昭和 52 年)結果収納 MT より作成。

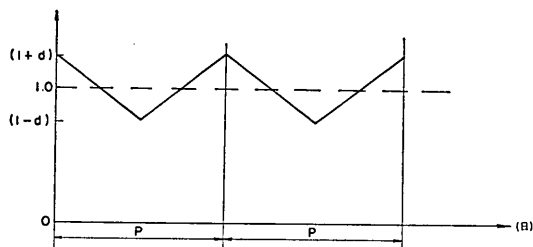


図-10 月内発生変動分布

(A_{ijk})を与える。後のケーススタディで用いる横浜港における月間発生隻数は表-4のとおりである。船舶発生平均日間隔(E_{ijk})は、 $E_{ijk}=30/A_{ijk}$ となる。一方、発生間隔のパラつきを考慮するため、インプットとして、モデル化した確率密度関数 $f_{ijk}(x)$ (ただし、 $0 \leq x \leq 1.0$)を与える。モデル内部では、これを累積分布関数 $F_{ijk}^N(x)$ ($F_{ijk}^N(x)=\int_0^x f_{ijk}(x)dx$, $0 \leq x \leq 1.0$, $0 \leq y \leq 1.0$)に変換し、更に与えた分布の平均値 $e_{ijk}=\int_0^{\infty} x f_{ijk}(x)dx$ と E_{ijk} より、 $F_{ijk}^N(x)$ の x 軸サイズを E_{ijk}/e_{ijk} 倍させて、船舶発生日間隔の累積分布関数 $F_{ijk}^P(x)$ を作る。(N; normalize, P: practice の意)

この結果、モデル内部では、船舶の発生があるごとに、同一の用途、入港目的および方面をもつ船舶の次の発生時刻が乱数を発生させて決定される。このときの乱数の大きさは、同一属性(用途、入港目的および方面)船舶のシミュレーション期間の総発生隻数に等しい。

$f_{ijk}(x)$ の与え方については次のように処理を行う。通常ある事象の発生をランダムなものと仮定するとき、一定期間内の発生総数はポアソン分布に従い、発生間隔

が指数分布に従うことは統計的に確率法則として証明される。現実の船舶についてもこのことがあてはまることは過去に工藤等*によって、実証的に確かめられている。

ところで、本モデルにおける確率分布の入力様式はいかなる分布も処理可能としているため実際には、指数分布を与えても、実績に基づいた発生間隔分布を与えてもどちらでもよい。そこで、後のケーススタディにおいては、横浜港の実績を指数分布にあてはめることを試みている。しかし、表-5に示すように中には統計的にあてはめが困難なものがあつたため、ケーススタディでは実績に基づいた分布を $f_{ijk}(x)$ として用いることにしている。参考までに、このときの発生日間隔別の実績サンプルを付表-1に示す。

発生船舶の用途、入港目的および方面が決定されると、次にこれらの属性に応じて船型に関する規準化した確率密度と平均値を与え、モデル内部で乱数を発生させて船型(G/T)を決定する。ケーススタディで用いた横浜港における船型分布および平均値は付表-2に示すとおりである。

(2) 沖荷役の取扱い

船舶が経岸荷役をしないで沖で貨物の積卸しをする理由については、既存資料の中に定量的な把握がなされたものはない。また、通常沖荷役は不定期船の場合に数多く見られる形態ではあるが、定期船においてはそれほどではない。そこで、本モデルでは、空きバースがないために沖荷役を行うという処理を排し、船舶の属性に対応して一定の沖荷役比率を定めるという方法を採用した。

* たとえば、工藤、高野、奥山: 埠頭の貨物取扱能力についての研究, 港研報告, Vol. 4, No. 8, 1965

港湾内貨物流動に関する研究 (第一報)

表-5 船舶発生日間隔の指数分布 ($P(x)=\lambda e^{-\lambda x}$) へのあてはめ (χ^2 検定)

(例-1) 在来船, 輸出, 北米航路の場合

サンプル数計=220 隻 $\lambda=0.6875$ 自由度 $\nu=6$ $\chi^2_{0.1}=10.65$

発生日間隔 (日)	度 数 f (隻)	指数分布の確率 P	期 待 度 数 $F=220P$	$(f-F)^2/F$
0 ~0.5	60	0.2909	63.998	0.2498
0.5~1.5	87	0.3525	77.550	1.1515
1.5~2.5	36	0.1773	39.006	0.2317
2.5~3.5	20	0.0891	19.602	0.0081
3.5~4.5	8	0.0449	9.878	0.3570
4.5~5.5	3	0.0225	4.950	0.7682
5.5~6.5	3	0.0113	2.486	0.1063
6.5~	3	0.0115	2.530	0.0873
計	220	1.0000	220	2.9599 ($=\chi^2 < \chi^2_{0.1}$)

(例-2) 在来船, 輸出, アジア航路の場合

サンプル数計=1,457 隻 $\lambda=2.4611$ 自由度 $\nu=1$ $\chi^2_{0.1}=2.71$

発生日間隔 (日)	度 数 f (隻)	指数分布の確率 P	期 待 度 数 $F=1,457P$	$(f-F)^2/F$
0 ~0.5	1,156	0.7079	1,031.410	15.050
0.5~1.5	299	0.2672	389.310	20.950
1.5~	2	0.0249	36.280	32.389
計	1,457	1.0000	1,457.000	68.389 ($=\chi^2 > \chi^2_{0.1}$)

在来船の輸入専用船のみに沖荷役を考慮することは既に仮定として示したが、次に沖荷役比率として船型別、方面別に異った値を与える必要があるかどうかを検討する必要がある。ケーススタディの対象とする横浜港についてこれを見たものが表-6である。これをみると、方面別にはアフリカ航路が、船型別には 10,000~15,000 G/T クラスの船舶に他と比べて高い値が示されている。しかし、このことはサンプル数が少ないこと、時系列の解析がなされていないことによって、統計的には有意なものであるとは判定し難いため、本モデルでは船型別、方面別のバラつきを無視し在来船輸入専用船全体に一律に適用される1つの沖荷役比率を設定することにした。後のケーススタディでは、平均値の0.18を採用している。

(3) 船舶のふとう (パス) 使用区分

船舶の用途 (i), 入港目的 (j) および方面 (k) 別に、発生隻数 (A_{ijk}) のうちふとうの使用区分の指定を受けない、すなわちランダムに沿岸ふとうを選ぶ割合を R_{ijk} とする。このとき、ふとうの数を N とすれば各ふとう

に平均的に割られる隻数は $\sum_i \sum_j \sum_k A_{ijk} \cdot R_{ijk} / N$ となる。一方、ふとうの使用区分の指定を受ける隻数は、船舶の種類別に、 $(1-R_{ijk}) \cdot A_{ijk}$ である。以後、 $(1-R_{ijk})$ を“ふとう指定割合”と呼ぶことにする。

また、使用区分の指定を行うふとう間には相互間の重みをつける必要がある。なぜならば、それを行わないと、指定ふとう全てにわたって利用程度が同一になるからである。現実にも、たとえば、横浜港においては北米航路に関して指定対象となる幾つかのふとう間には利用程度においてかなりの較差が見られる。重みは、全ふとうに h_l^{ijk} ($1 \leq l \leq N$, l が指定対象ふとうのとき、 $h_l^{ijk} \neq 0$, 指定外ふとうのとき $h_l^{ijk} = 0$) と付けることにする。

以上の結果、 l_0 なるふとうにおいて平均的に発生する隻数は、

$$\sum_i \sum_j \sum_k A_{ijk} \cdot R_{ijk} / N + \sum_i \sum_j \sum_k \left\{ A_{ijk} \cdot (1-R_{ijk}) \cdot \left(h_{l_0}^{ijk} / \sum_l h_l^{ijk} \right) \right\}$$

となる。

表-6 沖荷役比率 (在来船, 輸入専用船)

方面 トン階	北 米	欧 州	南 米	アフリカ	豪 州	ア ジ ア	ソ 連	計
0 ~ 999						0.00 (0/ 44)		0.00 (0/ 44)
1,000~ 2,999			0.00 (0/ 1)			0.16 (13/ 79)	0.00 (0/1)	0.16 (13/ 81)
3,000~ 5,999		1.00 (1/ 1)		0.60 (3/ 5)	0.00 (0/ 3)	0.11 (20/187)		0.12 (24/196)
6,000~ 9,999	0.36 (19/53)	0.28 (10/36)	0.16 (12/ 75)	0.31 (31/100)	0.17 (6/35)	0.12 (20/166)	0.00 (0/2)	0.21 (98/467)
10,000~14,999	0.20 (6/30)	0.23 (11/47)	0.16 (8/ 49)	0.88 (7/ 8)	0.00 (0/ 2)	0.20 (0/ 20)		0.23 (36/156)
15,000~19,999	0.0 (0/ 4)		0.0 (0/ 3)			0.00 (0/ 7)		0.00 (0/ 14)
20,000~29,999			0.0 (0/ 1)					0.00 (0/ 1)
30,000~								0
計	0.29 (25/87)	0.26 (22/84)	0.16 (20/129)	0.36 (41/113)	0.15 (6/40)	0.11 (57/503)	0 (0/3)	0.18 (171/959)

(注) 1. 海上出入貨物調査等(横浜港, 昭和 52 年) 収納 MT より作成。

2. () 内 上段: 沖荷役隻数

下段: 沖荷役以外も含めた隻数

結局, 本モデルにおける政策変数の1つである船舶のふとう使用区分は, $(1-R_{ijk})$ と h_{ijk} の組合せで表わされることになる。因に, 後のケーススタディにおける基本ケースでは, 使用区分の指定の有無に応じて各ふとうの発生隻数の実績値と上式から算定される値がほぼ一致するように $(1-R_{ijk})$ および h_{ijk} が設定されている。ただし, ケーススタディにおいては, 表-1 の使用区分がパース単位でなされているものがあるにも拘らず, 本モデルが全ての処理をふとう単位で行っていることによって, 基本ケースの場合のみこれらの不一致による誤差が生じている。

(4) パース数の設定

使用区分の指定を受けた船舶も指定を受けない船舶も着岸パースの捜し方に差はない。ただ, 本モデルが定期船のみを取扱っていることから, モデル適用港湾の各ふとうに属するパース数から外貿不定期船および内貿船の利用に相当する分を差し引く必要がある。言いかえると, システム全体のスケールに整合をもたせるため, 船舶および貨物の発生規模と港自体の大きさを合わせる必要がある。

ここではケーススタディの対象港湾である横浜港を例にとってパース数の設定方法を述べることにする。横浜

港の全公共パースについて外航定期船, 外航不定期および内航船(解除く) 3者の利用程度の実績をふとう毎に示したのが表-7である。採用した指標は年間発生隻数である。本来ならば, 年間の延べ係留時間を指標とするべきであるが, 内航船の 500 G/T 未満のものについては, 統計上係留時間が計上されないためこれを指標に用いることはできない。これは他の港湾でも同様である。

そこで, 各ふとう毎の実績隻数計と現状のパース数から1パース当りの年間平均隻数を求め, これで各ふとう毎の内航船と外航不定期船のみの年間隻数計を除いたものを各ふとう毎の削減パース数とする。横浜港のケーススタディの場合, 削減パース数は全体で23, 使用するパース数は43となっている。ふとう別の内訳は表-7のとおりである。

一方, 各ふとうに属するパースは着岸船舶に対して各々異った容量制限をもっている。このため, 詳細にみると各ふとうから削減するパースの選定如何でふとうの貨物取扱能力が異ってくる。本モデルを適用するに際しては, これの方法を特定化するものではないが, 後のケーススタディでは, 貨物取扱能力の変動誤差を無視して各ふとう毎にパース No. の若いものから順に所定の数だけ削減している。この結果, 各ふとうから削減するパース

港湾内貨物流動に関する研究（第一報）

表-7 パース数の調整試算

ふとう	実績 (隻)						パース数	パース平均隻数	削減パース数 ((内航+外航)不定期隻数)/平均隻数	モデルで使用するパース数
	内航船隻数	外航船隻数	外航定期船隻数	外航不定期船隻数	内航+外航不定期	計				
本牧 I	343	1,548	1,212	336	679	1,891	12	158	4 (4.3)	8
本牧 II	356	2,218	1,707	511	867	2,574	14	184	5 (4.7)	9
山下	198	969	861	108	306	1,167	10	117	3 (2.6)	7
大棧橋	33	340	207	133	166	373	6	62	3 (2.7)	3
新港	105	779	671	108	213	884	10	88	2 (2.4)	8
高島	49	294	211	83	132	343	6	57	2 (2.3)	4
山の内	18	232	180	52	70	250	3	83	1 (0.8)	2
出田町	633	167	137	30	663	800	4	200	3 (3.3)	1
計	1,735	6,547	5,186	1,361	3,096	8,282	65	127	23 (24.4)	43

(注) 1. 海上出入貨物調査結果（横浜港，昭和 52 年）収納 MT より作成
2. 内航船には艀を含まない。

は次のとおりとなっている。本牧 I ふとう：A-1～A-3 および B-1，本牧 II：C-1～C-5，山下：1～3，大棧橋：A～C，新港：2～3，高島：A～B，山の内：G，出田町：A～C。また，そこでは，削減方法の妥当性チェックのため，全体のパース利用率が現状とパース削減後で一致するかどうかをみている。現状の全公共パースに発生した外航定期船隻数の実績値 (A_0) と，パース削減後の全パースに発生した外航定期船，不定期および内航船の隻数実績値 (A_M) を比較している。この結果， $(A_M)/(A_0)=1.05 (5,450/5,186)$ となって利用率の点で概ね妥当であるとみなしている。

(5) パース容量の設定

本モデルでは，船舶の着岸パース決定にパース容量も考慮させるため，ここでもケーススタディの対象とする横浜港を例にとって，各パースの容量設定方法について述べる。通常港湾管理者の公表資料にはパース毎の G/T あるいは DW/T が示されていることが多い。たとえば，横浜港については，「横浜港公共ふとう業務概況（横浜市港湾局）」に“船型”と称してパース毎の容量が G/T あるいは DW/T 単位で掲載されている。そこで，本モデルの適用に際してはそうした公表されているものをパースとすることにした。

ただし，この値をそのまま用いるには問題があるのである。すなわち，各港湾においてはこれは一応の目安であって実際の運用にあたっては，この値を少しばかり，時には大きく超える規模の船舶を着岸させている。このことは，「業務概況」に示される“船型”と現実の運用

結果との差を示した表-8 をみても明らかである。そこで，パース容量を現実の運用に合わせるためにとつた方法を横浜港に例をとって述べるのが以下である。

本モデルでは貨物移動の最小単位をふとう間としていることから，まず，パース毎に着岸船舶の総トン数と“船型”との差をある一定期間に発生する全発生隻数について足し合わせ，更にこれを各ふとう別に集計したものを求める。いま， i をあるふとうに属するパースのうち一定期間に“船型”を超える G/T をもつ船舶を着岸させたパース， j を i なるパースに着岸する船舶のうち“船型”を超える G/T をもつ船舶， x_{ij} を i パースに着岸する j 船舶の G/T，そして a_i を i パースの“船型”とすると， $\sum_j \sum_i (x_{ij} - a_i)$ を求めることを意味する。次に，これを各ふとうの“船型”超過船舶隻数 $\sum_i S_i$ で除したものを，“船型”超過船舶の着岸したパースの“船型”に加え，新たなパース容量を設定するものとする。すなわち， $a_i + \sum_j \sum_i (x_{ij} - a_i) / \sum_i S_i$ が求めるものである。ただし，各ふとうにつき 1 パースのみを例外とし，各ふとう毎に着岸した船舶の最大総トン数をそのパースの容量とした。上の方法では，平均化されるため平均値を超える船舶は着岸不能となるからである。ケーススタディにおいて使用するパース容量は表-8 の右端に示している。

(6) 船舶のパース決定

入港船舶が着岸パース捜しを行い，結局どのパースに着岸するかを決定する行動は，モデル内部では次のように処理される。指定割当を受ける船舶とそうでない船舶

表-8 横浜港公共バースの容量

バース名	船型 (G/T)	実績(運用結果)			モデル 使用 バース 容量	バース名	船型 (G/T)	実績(運用結果)			モデル 使用 バース 容量
		超過隻数		最 大 船 型				超過隻数		最 大 船 型	
		隻 数	着岸隻 数に対 する比					隻 数	着岸隻 数に対 する比		
本牧 B-2	15,000	7	0.07	16,126	17,741	8	10,000	6	0.08	12,769	11,550
B-3	15,000	10	0.10	16,203	17,741	9	10,000	20	0.21	15,919	11,550
B-4	15,000	1	0.01	15,445	17,741	10	10,000	6	0.07	16,715	17,000*
B-5	15,000	0	0.00	13,687	15,000	大棧橋 D	10,000	12	0.29	21,597	22,000*
B-6	15,000	1	0.01	15,445	17,741	E	10,000	8	0.36	15,455	11,900
B-7	15,000	6	0.06	37,486	40,000*	F	10,000	10	0.25	16,402	11,900
B-8	15,000	3	0.02	17,158	17,741	新港 4	20,000	0	0	18,689	20,000
B-9	15,000	1	0.01	15,000	15,000	5	10,000	1	0.01	14,403	11,995
本牧 C-6	15,000	2	0.02	16,203	16,267	6	10,000	0	0	6,551	10,000
C-7	15,000	3	0.03	18,689	16,267	8	10,000	5	0.08	11,377	11,995
C-8	15,000	1	0.01	15,568	16,267	9	15,000	0	0	13,687	15,000
C-9	15,000	1	0.01	15,919	16,267	10	6,000	19	0.17	13,462	7,995
D-1	15,000	155	0.65	26,024	20,473	11	4,000	2	0.03	4,825	5,995
D-2	15,000	48	0.35	26,456	30,000*	12	1,000	4	0.40	1,241	2,995
D-3	15,000	134	0.52	26,456	20,473	高島 C	6,000	0	0	5,996	6,000
D-4	15,000	7	0.08	17,100	16,267	D	6,000	1	0.04	9,043	6,995
D-5	15,000	6	0.13	16,844	16,267	E	15,000	0	0	13,462	15,000
山下 4	10,000	25	0.26	15,056	11,550	F	15,000	0	0	12,657	15,000
5	10,000	14	0.17	12,545	11,550	山の内 H	6,000	3	0.05	7,701	7,625
6	10,000	23	0.28	13,437	11,550	I	6,000	5	0.07	10,185	12,000*
7	10,000	26	0.31	14,433	11,550	出田町 D	5,000	5	0.05	9,861	10,000*

- (注) 1. 海上出入貨物調査(横浜港, 昭和 52 年) 収納 MT より作成。
 2. 船型 (G/T) は現在のバース容量を示す(「横浜港公共ふとう業務概況」による)。
 3. バース名は現実の名前を用いている。モデルでは、本牧 B-2~B-9 が本牧 I, 本牧 C-6~D-5 が本牧 II となる。
 4. * は各ふとうの実績の最大船型に合わせた容量をもたせたバース。
 5. バースの船型が DW/T で示されている山下ふとうについてはほぼ 1/1.5 を示して G/T に変換している。

とでは、前者が常に指定ふとうを対象にしてふとう間指定割合に応じて選ぶのに対し、後者が常に全ふとうを対象としてランダムにふとう選びを行うという点を除けば、両者はバース探しにおいて同様である。詳しくは付図-1 に示すとおりであるがここでは指定割当を受けた船舶について説明する。ある方面の船舶について指定ふとうが2つ以上あるときは、ふとう間の指定割合の比に応じて1つのふとうを選び、そのふとうに属し、船舶の総トン数を超える容量をもつバースの中から容量の小さい順に空いているバースを探す。どのバースも塞がっている場合は、残りの指定ふとうの中からやはり指定割合

に応じて1つのふとうを選び、同様に空きバースを捜す。2回の探索で容量的に着岸可能であるにも拘らず空バースがないときは、2つのふとうの容量制限を満足するバースの中で最も早く空く、すなわち、その時点で着岸中の船舶のうち最も早く離岸するバースの前で待つことにする。更に、2回の探索で容量的に着岸可能なバースを見出すことができなかった船舶は、2つのふとうのうち最も容量制限の緩いバースの前で待つものとした。各ふとうにつき1つのバースの容量を各ふとうの実績最大船型としたにも拘らず、着岸不能船舶が発生するのは、本モデルが船型 (G/T) 決定に確率分布を使用していること

港湾内貨物流動に関する研究（第一報）

に起因する。

このように、沖バースも含めて着岸バースが決定されると、船舶用途別、入港目的別、船型別の係留時間分布よりランダムに係留時間が決定される。後のケーススタディで用いる横浜港の実績は 付表-3 に示す。

また、本モデルでは、船舶との貨物の積卸しを係留時間の 1/2 が経過した時点に限っている。

係留時間を満了した船舶は離岸し、システムから消滅する。

5.3 輸出貨物の処理フロー（図-8 および 付図-2）

(1) 貨物諸元の決定

輸出貨物と輸入貨物の発生の処理が異なるため、本稿では 2 つに分けて説明する。

個々の輸出貨物は、貨物種類別、品目別、方面別の月間発生量と月内発生変動分布とからランダムに発生させられ、1 個当りの重量（ロット）は、貨物種類別、品目別のロット分布より確率的に決定される。ケーススタディで用いる横浜港における輸出貨物月間発生量および貨物のロット分布はそれぞれ 付表-4 および 付表-5 に示す。

各諸元の決定を済ませた貨物は、次に当該港湾の荷捌・保管施設を経由しない直送貨物であるかどうかの判定を受ける。本モデルではこの判定を貨物種類別、品目別の直送比率で行うものとする。直送貨物は直送用ダミー施設に入れられ、保管期間を考慮することなく、貨物の行き先（方面）に一致した輸出船あるいは兼用船が荷役開始（係留時間の 1/2 経過時点）と同時に積込まれることになる。ただし、後のケーススタディでは、データの制約上 CL 貨物と LCL 貨物の直送比率を異なったものとすることができず、両者同一の値を用いている。横浜港における直送比率は 表-9 に示すとおりである。

(2) 施設の決定

まず、本モデルは、貨物を指定割当を受けるものとそうでないものとに区別して、施設所在のふとうに対する貨物の選好形態を異なったものにしてている。この点に関して現実の運用は、たとえば横浜港の場合 表-1 に示すように、船舶のふとう使用区分に対応して、輸出貨物についてのみ方面別の公共上屋、荷捌場の使用区分が定められている。したがって、上屋等の使用区分を上屋等の所在するふとうの使用区分と解すると、本モデルにおける輸出貨物については、5.2 (3) における船舶のふとう使用区分に応じた処理と同様の扱いが可能である。ただし、参考までに付記すれば、現実の運用は、貨物が表-1 の使用区分に従って施設利用を行っても、事前の色分け（指定貨物か指定外貨物かの区別）や船舶の場合のような割増料金制度はない（横浜港の場合）。

したがって、統計上は、各ふとうの上屋等に搬入された貨物のうちどれだけの量が 表-1 の使用区分に基づいたものであるかは伺い知ることができない。同様に、どれだけの量が港運業者等の初期の思惑（どのふとうのどの施設に搬入しようかという意志）から生じたものかも判定できない。このような“積極的”な貨物に、種々の理由からやむなくあるいはたまたまその施設に搬入された貨物を足し合わせた量が統計上の施設別取扱高に表われているにすぎない。

しかし、港湾運送事業者等は、船舶のふとう別使用頻度を全く無視して輸出貨物の施設選好を行うはずはなく、必ずや施設選好行為の裏付けとして船舶のふとう別利用割合を考慮に入れているものと考えられる。そこで、どの程度船舶のふとう選好傾向が考慮されているかを、本モデルでは輸出貨物と船舶のふとう選好のズレを感度分析項目とした。このことは既に述べている。以上

表-9 品目別直送比率

品目 出入	農水産品	林産品	鉱産品	金属機械 工業品	化学工業品	軽工業品	雑工業品	特殊品
輸 出	0.50	0.00	0.00	0.12	0.11	0.05	0.07	0.06
	0.32	0.26	0.00	0.03	0.05	0.04	0.01	0.07
輸 入	0.04	0.01	0.19	0.01	0.16	0.02	0.01	0.01
	0.06	0.01	0.00	0.01	0.05	0.06	0.03	0.06

- (注) 1. 陸上出入貨物調査結果より作成。
 2. 船舶との積卸しが公共施設であるものに対する割合を示す。
 3. 上段：在来貨物
 下段：コンテナ貨物

の考え方に立てば、各ふとう上の私設上屋についても、これに対する貨物の選好が全くランダムであるという想定は現実性を欠くため、私設上屋も公共上屋等と同等に船舶のふとう選好の影響を受けるものと仮定した。

直送貨物を除いた貨物は、現実にはその種類別に異なった施設利用形態をもつ。本モデルでもその違いを反映させ以下のように処理した。

(3) 在来貨物

在来貨物で指定割当を受けた貨物は、幾つか存在する指定ふとうの中から2つのふとうをランダムに選び、ふとう上の公共上屋、荷捌場および私設上屋の計6施設の中から空き率最大の施設を探す。このとき、指定ふとうのグループから2つのふとうを選ぶ選び方は全く重みを付けない選び方である。この点は船舶のふとう選好と異なる点の1つである。6つの施設がどれも満杯であれば、再度全ふとうより2つのふとうを全くランダムに選び計6施設の中から空き率最大の施設を探すことになる。この場合の全ふとうには、既に探索済のふとうも含まれる。2回の探索で空き施設がない場合は、港外の私設上屋に搬入される。港外私設上屋は容量無制限に設定してあるので容量オーバーになることはない。

在来貨物のうちふとう指定を受けない貨物の処理は、ふとう指定貨物の2回目の探索以降の処理と全く同一のため言及しない。

(4) LCL 貨物

LCL 貨物については、ふとうの指定の有無を問わず施設に搬入されるまでのプロセスは在来貨物のそれと同一であるが、それ以後の扱いが異なる。すなわち、4.3で述べたように、コンテナふとうのCY以外の3施設に搬入された場合に限って、それらを単にバン詰めのためのCFSとして機能させるため、そこでの保管(正確には単に荷捌)期間を経た後は船舶の積込みを待つのではなく、直ちに同一ふとう上のCYに搬入可能かどうか判定されることになる。CYが空いていたらそこに搬入されるし、そうでないときは港外の私設上屋に向かうことになる。

(5) CL 貨物

発生する全ての輸出CL貨物が、まずコンテナふとう上のCYを選好するものと仮定したことは4.3で述べた。この仮定の理由として最大のものは、CL貨物がバン詰め荷捌を全く要しないこと、一時保管のための専用の用地が必要であることの2点である。この判断は、総合的にみて極めて常識的なものであると思われる。な

ぜなら、コンテナふとう以外に着岸することが許されるセミコン船がCL貨物を扱う割合が仮に高いとしても、セミコン船の着岸そのものがコンテナふとうにおいて格段に高い実績(横浜港の場合)を示すからである。このことは、CLおよびLCL貨物を合わせたコンテナ貨物自体が一般ふとうにおいて取扱率が低いことを意味し、LCL貨物を一般ふとうでも取扱わせるとしている以上、CL貨物を全てCYで扱っても現実との乖離は小さいと考えられる。この事実が曖昧なのは、統計上コンテナ貨物がCLとLCLに区別されていないことに加え、港運業者等に対する実態調査もこの点を明確にするのが極めて難しいことにも起因する。

ただし、後のケーススタディにおいては、コンテナふとうとしては1ふとうしか与えていないため、全コンテナふとうより2つのコンテナふとうを選ぶというプロセスは省略される。

CYが満杯のとき港外私設上屋に向かうのは在来貨物、LCL貨物と同様である。

(6) 保管期間

本稿では、各施設における荷捌・一時保管のための滞留時間を全て保管期間と呼ぶことにする。

輸出貨物に関して設定すべき保管期間は次の4つである。

- ① 在来貨物の施設別(公共上屋、荷捌場、私設上屋および港外私設上屋)、品目別保管期間
- ② LCL貨物の一般ふとう(CYを保有しないふとう)における施設別(公共上屋、荷捌場および私設上屋)、品目別保管期間並びに港外私設上屋での品目別保管期間
- ③ LCL貨物のコンテナふとうにおける施設別(公共上屋、荷捌場および私設上屋)品目別保管期
- ④ CL貨物の施設別(CYおよび港外私設上屋)保管期間

LCL貨物がバン詰め等のために③を満了した後は、本モデルの処理上CL貨物とみなされ④が適用される。このとき、CL貨物およびCFS経過後のLCL貨物の方に限り品目の違いを考慮しないものとする。

後のケーススタディで用いた保管期間は全て実態調査(横浜港山下ふ頭:昭和53年度、並びに同新港ふ頭および本牧ふ頭:55年度)に基づいているが、③については満足なデータ数が得られなかった。外貨埠頭公団のコンテナバースにおけるCFSは、コンテナ貨物のみを扱っていることおよびその取扱高が大きいことからサンプル

がとりやすいが、ここから得られたデータを公共ふとうのコンテナバースのCY以外の3施設の保管期間データとして流用することはできない。両者の間に保管に係る料金体系等の差があるからである。一方、現実には横浜港においてCFS機能を有しているのは本牧ふとうD突の公共上屋のみであるが、D突がコンテナ専用でないため在来貨物も多く混在し、わずか1か月間の実態調査では品目別のデータ数を十分に得ることができなかった。そこでこの保管期間は全品目平均で4.0日であった。そこで必ずしも望ましい方法ではないが、データの不足に対処し、CFSとしての保管期間(③に相当)を施設別品目別に与えることのできる次の便法を採用した。すなわち、一般ふとうにおける公共上屋、荷捌場及び私設上屋の保管期間(②に相当)の全品目平均値と上の4.0との比を保管期間修正係数と称して施設別にこれを求め、②の施設別品目別保管期間に修正係数を乗じたものをコンテナふとうにおける③なる保管期間に代用させた。輸入時のLCL貨物についても同様の扱いをしたため、一括して修正係数を表-10に示す。ただし、この方法では元の分布と修正後の分布との間で平均値の比と分散の比が相等しくなるという問題は残る。いずれにしても、CFSとしての保管期間データが施設別品目別に十分得られたならば本法が棄却されることは言を俟たない。しかし、その際モデルの変更は要求されない。すなわち付図-2において②と③の保管期間を別々に与え、修正係数を全て1.0とするだけでよい。

ケーススタディで用いる保管期間分布は、輸入も含めて施設別、貨物種類別及び品目別に付表-6に示すとおりである。このとき、在来貨物およびLCL貨物については輸出入とも港外私設上屋の保管期間をふとう上の私設上屋のそれと一致させ、CL貨物の港外私設上屋の保管期間についてはCYのそれと一致させた。いずれもデータの不備からくる仮定である。

表-10 保管期間修正係数

施設 出入	公共上屋	公共荷捌場	私設上屋
輸 出	0.66	0.33	0.51
輸 入	1.76	0.76	1.36

5.4 輸入貨物の処理フロー（図-9 および 付図-3）

(1) 陸揚げ貨物量の決定

輸入貨物は、月間発生貨物量を与えてそれからランダム発生させる輸出貨物の場合と異なり、その発生は船舶

サイドの諸元によって規定される。貨物種類別の陸揚げ貨物量は、以下のように定められる。在来貨物の陸揚げ量は、(在来船の総トン数(G/T))×(G/T・積載量変換コンバータ)あるいは(セミコン船のG/T)×(G/T・積載量変換コンバータ)×(セミコン船在来貨物積載割合)によって計算される。LCL貨物は、(セミコン船のG/T)×(G/T・積載量変換コンバータ)×(セミコン船コンテナ貨物積載割合)×(方面別LCL貨物割合)あるいは(フルコン船のG/T)×(G/T・積載量変換コンバータ)×(方面別LCL貨物割合)で求められる。CL貨物についても同様で、LCL貨物算定式のLCL貨物をCL貨物に置きかえた式で求められる。

(2) G/T・積載量変換コンバータ等

一般に、船舶の船型と最大の積荷量との間には船舶用途別に概ね固有の関係があると言われる。前者を総トン(G/T)、後者(DW/T)をとれば、両者の関係について、たとえば「港湾施設設計指針(1)(運輸省港湾局)」の第2編2.1に統計的に作成された関係式が掲載されている。しかしながら、実際に特定の港で積込まれたり陸揚げされたりする1船当りの貨物量の大きさは、船舶の許容積載貨物量をかなり下回った量となる。この傾向が定期航路に従事する船舶のように、幾つかの寄港地をもつ場合により顕著に表われることは明らかである。

そこで、本モデルは船舶のG/Tと陸揚げ貨物量(輸入時)あるいはG/Tと積込貨物量(輸出時)の間に一定の比率を導入し、この比率で発生する船舶毎に積卸し貨物量を決定するものとした。この比率を“G/T・積載量変換コンバータ”と呼ぶ。本モデルでは、船舶用途別、船型別にこれを設定している。

ケーススタディで対象とする横浜港について、輸出船も含めて実績から求めたコンバータを表-11に示す。

また、兼用船については、陸揚時、種込時にそれぞれ輸入船、輸出船のコンバータが適用されることになる。

セミコン船については、以上の陸揚げ量および積込量に対して在来貨物とコンテナ貨物の各割合を、あらかじめ輸出入別船型別に設定するものとした。それぞれ、“セミコン船在来貨物積載割合”、“セミコン船コンテナ貨物積載割合”と呼ぶ。横浜港における実績から求めた値を表-12に示す。

セミコン船及びフルコン船から陸揚げされた方面別のコンテナ貨物は、次にこれをCL貨物とLCL貨物に区別する必要がある。このため、輸入貨物の方面別CL貨物割合(LCL貨物割合)を設定してこれを行うものとする。

表-11 船舶トン階別の G/T・積載量変換コンバーター

用途	入港目的	G/T						計
		0~999	1,000~2,999	3,000~5,999	6,000~9,999	10,000~19,999	20,000~	
在来船	輸出	1.69 (103)	0.74 (522)	0.47 (908)	0.30 (1,004)	0.27 (590)	(0)	0.36 (3,127)
	輸入	0.40 (106)	0.51 (165)	0.20 (451)	0.13 (747)	0.10 (287)	0.03 (1)	0.15 (1,757)
フルコン船	輸出	(0)	0.64 (20)	0.57 (105)	0.55 (61)	0.19 (145)	0.15 (133)	0.23 (464)
	輸入	(0)	0.40 (26)	0.32 (138)	0.18 (83)	0.05 (175)	0.07 (152)	0.09 (574)
セミコン船	輸出	(0)	0.63 (41)	0.54 (26)	0.24 (35)	0.30 (118)	0.14 (38)	0.26 (274)
	輸入	(0)	0.58 (48)	0.41 (37)	0.05 (42)	0.05 (106)	0.04 (35)	0.08 (269)

(注) 1. 海上出入貨物調査結果(横浜港, 昭和52年) 収納 MT より作成
2. () 内サンプル数

表-12 セミコン船トン階別コンテナ貨物積載割合

トン階	出入	
	輸出	輸入
0~ 999 G/T	0.58	0.70
1,000~ 2,999	0.83	0.94
3,000~ 5,999	0.94	0.99
6,000~ 9,999	0.51	0.17
10,000~19,999	0.49	0.45
20,000~	0.68	0.49
計	0.58	0.70

(注) 海上出入貨物調査結果(横浜市, 昭和52年) 収納 MT より作成。

表-13 方面別 CL 貨物, LCL 貨物割合(輸入)

方面	区分	割合	
		CL	LCL
北	米	0.47	0.53
欧	州	0.44	0.56
南	米	—	—
アフリカ		—	—
豪州		0.46	0.54
アジア		0.43	0.57
ソ連		0.45	0.55

(注) 方面別品目別貨物量(海上出入貨物調査より算出)に品目別比率(全国コンテナ流動調査より算出)を乗じて求めた。

ケーススタディで用いる値を表-13に示すが、この数値は以下の理由から推測値であることを付記しておく。

既存の調査においては、コンテナ貨物を CL か LCL かに区別して実施されたものは、調査票記入者自身がコンテナ化された時点ではその区別を判定することが非常に困難であること等から、ほとんど見ることができない。この区別はバンニング、デバンニングの場所がどこであるかという点に大きく依存するからである。したがって、今後その区別を明確にした形での各種貨物流動調査の実施が切に望まれる訳であるが、本稿で表-13を作成するために採った方法は次のとおりである。

コンテナ関係調査として独立した調査として「全国輸出入コンテナ貨物流動調査(大蔵省関税局, 全国各税関, 京浜外貿埠頭公団及び阪神外貿埠頭公団, 昭和53年

10月実施)」があり、この調査票におけるコンテナ詰め場所、あるいはコンテナ貨物取出場所の施設区分および施設所在地で、CL と LCL の区別を行った。施設の所在地は、施設区分のみでは区別が判明しないもの、たとえば一般倉庫などの場合にこれを判定材料とし、それが港湾近傍にあるかそうでないかで LCL と CL の区別をしている。

(3) 品目等の決定と施設の決定

輸出時の貨物発生は1個1個バラバラであったのに対して、輸入時は貨物種類別、方面別の陸揚げ貨物がまとめて発生する。そのため、次にこれを個々の貨物にバラシ、同時に品目およびロット重量を決めることになる。

品目の決定は、貨物種類別に方面別品目分布と品目別

港湾内貨物流動に関する研究（第一報）

表-14 輸入貨物方面別品目別取扱比率

(1) 在来貨物		(%)							(2) コンテナ貨物 (LCL および CL)		(%)						
方面 品目	北	欧	南	ア	豪	ア	ソ	計	方面 品目	北	欧	南	ア	豪	ア	ソ	計
	米	州	米	フリ	州	ジ	連			米	州	米	フリ	州	ジ	連	
農水産品	32	37	28	20	16	54	13	41	農水産品	18	4	—	—	9	12	7	14
林産品	18	11	2	1	0	20	1	13	林産品	10	0	—	—	1	6	0	7
鉱産品	1	11	4	21	21	4	4	7	鉱産品	5	1	—	—	1	2	15	5
金属機械工業品	19	20	18	39	41	6	69	16	金属機械工業品	14	20	—	—	17	15	22	17
化学工業品	2	3	2	7	0	1	4	2	化学工業品	8	15	—	—	4	4	16	8
軽工業品	6	8	9	10	14	5	8	7	軽工業品	22	53	—	—	18	20	28	21
雑工業品	3	4	5	1	6	4	1	4	雑工業品	12	7	—	—	42	40	8	21
特殊品	19	6	32	1	2	6	0	10	特殊品	11	0	—	—	8	1	4	7
計	100	100	100	100	100	100	100	100	計	100	100	—	—	100	100	100	100

(注) 海上出入貨物調査 (S. 52) MT より作成。

(注) 1. 海上出入貨物調査 (S. 52) MT より作成。
2. 上記出典では、LCL と CL の区別がないため、両者同一の値を使用する。

平均ロットの両者を加味して行う。品目別平均ロットを考慮するのは、付図-3 のようなループで繰り返して貨物諸元を決定する方法では、平均ロットを考慮しないと、方面別品目分布が重量比であるのに、結果として品目別貨物個数の比がこれと一致するようになるからである。ロット重量の決定は、品目別ロット分布からランダムに行われる。ケーススタディで用いる輸入貨物の方面別品目分布、品目別平均ロット重量および品目別ロット分布はそれぞれ表-14、表-15 および付表-5 に示す。

輸入貨物の取扱いが輸出貨物のそれと大きく異なる点

表-15 輸入貨物品目別平均ロット重量 (トン)

品目	区分		
	在来貨物	CL 貨物	LCL 貨物
農水産品	50.40	17.70	23.47
林産品	172.80	167.21	72.94
鉱産品	26.50	34.91	46.73
金属機械工業品	85.60	43.31	17.28
化学工業品	51.80	31.82	14.88
軽工業品	21.80	47.73	30.95
雑工業品	139.00	31.25	13.54
特殊品	115.00	60.10	38.55

(注) 在来貨物については海上出入貨物調査、CL LCL については全国コンテナ流動調査結果より算出。

は、沖取りがあることと沖取り貨物を除き原則として船舶の着岸ふとうの施設を最初に探すことの2点である。後者については、輸出時に指定割当貨物が指定ふとう上の施設を優先的に探索するというシステムを輸入時には着岸ふとう上の施設を優先的に探索するものと置き換えれば、両者の処理は類似している。沖取り貨物は本モデルでは沖パースと各ふとう間の距離を考慮に入れていない、すなわち、沖パースと各ふとう間の距離は一樣に等しいものと仮定しているため、全てのふとう上の施設を同時に探索するものとする。

6. モデルの適用

本章の最大の目的は、本シミュレーションモデルの実際問題への具体的適用可能性を探ることにある。適用の程度を測るに最も有効な方法は、現実の港湾における貨物および船舶の流れをモデルがどれだけ再現可能であるかを種々の出力項目から定量的に判定することである。しかしながら、本モデルは4. で述べたように現実の姿を縮小・簡略化した範囲しかもたないため、たとえば横持ち貨物量をモデルのアウトプットと現実の調査結果とを比較することは意味がない。本モデルでは、私設ふとう、公団ふとう、不定期船貨物、内貿貨物等は考慮に入れていないからである。

本モデルは、今後できる限り現実の姿を再現するため拡張・改良を行う予定であるので、ここでは、一般の港

湾計画策定時にいかにモデルを用いることができ、またケース設定の仕方はどうするか、アウトプットはいかにみるかといった点について述べることにする。

6.1 基本ケースの作成

ここで基本ケースとは、4. で示した範囲等において横浜の実態をできる限り再現したケースを言う。

まず、基本ケースとして定めなければならない項目としては、政策変数とする2項目および感度分析項目の2項目がある。

(1) 施設容量の設定

現状の施設容量を設定するに際して最大の問題は私設上屋に関してである。すなわち、私設上屋については、既に何度も触れているように、営業倉庫用地と荷捌・一時保管用地とが渾然一体として利用されることが少なくないため、後者の床面積ですらこれを正確に把握することができない。更に、それを外貿定期船貨物用地とそれ以外の用地に分けて求めるということは、不可能に近い。そこで、本稿ではケーススタディにおける基本ケースのふとう別私設上屋の容量を、次式によって設定することにした。

$$\text{私設上屋容量} = \text{公共施設容量} \times \frac{\text{私設上屋取扱貨物量}}{\text{公共施設取扱貨物量}}$$

$$\times \frac{\text{私設上屋保管期間}}{\text{公共施設保管期間}}$$

上式で公共施設容量とは、下に求める公共上屋および荷捌場の施設容量の合計を指す。取扱貨物量の比は、過去2回に亘って行った保管期間等に関する実態調査(既出)が、ふとうを限定したものの当該ふとうに関してはほぼ全数調査であるので、その調査結果より求めた。保管期間の比は補正の意味で用いている。

公共上屋および荷捌場に関する容量の設定方法は、各施設の年間取扱外貿貨物量を年間平均回転率で除したものの(年間平均在庫)に、余裕率を乗じたものとした。ここで余裕率には、山下ふとうのデータが最も揃っていることから、月間最大在庫と年間平均在庫の比をとり、公共上屋については1.40を、荷捌場については1.25を採用した。因に、施設床面積に、条例施行規則第26条(貨物積載重量制限)掲載の施設内載貨原単位と、各ふとう別外貿貨物取扱比率とを乗じた数字と比較すると、山下ふとう場合、公共上屋で1:4.3、荷捌場が1:2.2となり、床面積から求めた容量は、過大に出、かつ上屋と荷捌場でその比が大きく異なるため、使用実態を示しているとは言い難い。すなわち、基本ケースとして使用する施設容量はあくまで使用実態を反映したものでなければ意味がないと考え、床面積から施設容量を設定する方

表-16 ふとう別施設別容量 (単位: トン)

施設 区分 ふとう	公 共 上 屋				荷 捌 場				私設上屋 (④+⑧) ×0.98 ×1.35	CY
	年間取扱 貨物量①	年間回 転率②	余裕率 ③	容量④=① ÷②×③	年間取扱 貨物量⑤	年間回 転率⑥	余裕率 ⑦	容量⑧=⑤ ÷⑥×⑦		
	(t)	(回)			(t)	(回)				
本牧Ⅰ	679,290	34.8	1.40	27,000	2,018,276	48.0	1.25	53,000	106,000	121,000
本牧Ⅱ	591,347	34.8	1.40	24,000	1,569,051	48.0	1.25	41,000	86,000	
山下	937,093	28.8	1.40	46,000	1,072,639	21.6	1.25	62,000	142,000	
大棧橋	22,729	35.0	1.40	1,000	4,833	4.7	1.25	1,000	3,000	
新港	530,919	23.4	1.40	32,000	250,853	13.58	1.25	23,000	73,000	
高島	122,057	23.9	1.40	7,000	71,278	25.20	1.25	4,000	14,000	
山の内	9,620	57.6	1.40	200	0	—	—	0	300	
出田町	81,508	56.4	1.40	2,000	110,774	34.80	1.25	4,000	8,000	
計				139,200				188,000	432,300	

- (注) 1. 容量は、1,000未満を四捨五入している。(山の内ふとうのみ例外)。
 2. 「横浜市公共ふとう業務概況, 昭和54年, 横浜市港湾局」より作成。
 3. 本牧Ⅰおよび本牧Ⅱにおける上屋については、1. の出典にある本牧ふとうの取扱貨物量から、コンテナバンニング後東京港向けを除いた分を、床面積比で按分した。
 4. 本牧Ⅰおよび本牧Ⅱにおける荷捌場については、コンテナヤードとして用いられているものを除いている。
 5. CYの年間回転率は、360/788=45.7、年間取扱貨物量は5,522,983tとしている。

港湾内貨物流動に関する研究（第一報）

表-17.1 船舶の方面別ふとう別着岸実績と基本ケース設定

		(1) 在来船(輸出) (年間隻数, ()内シェア%)										
方面別	ふとう	本 牧 I	本 牧 II	山 下	大 棧 橋	新 港	高 島	山の内	出 田 町	小 計	沖 荷 役	計
北 米		79(32)	90(37)	43(18)	4(2)	26(11)	3(1)			245(100)	3	248
欧 州		57(28)	55(27)	58(28)	10(5)	14(7)	9(4)	1(0)		204(100)	2	206
南 米		43(31)	62(44)	26(19)	1(1)	4(3)	2(1)			138(100)		138
アフリカ		46(24)	62(33)	41(22)	17(9)	18(9)	3(2)	1(1)		188(100)	5	193
豪 州		38(32)	40(33)	20(17)	1(1)	18(15)	1(1)	2(2)		120(100)	10	130
アジア		489(28)	324(19)	355(19)	31(2)	291(17)	105(6)	114(7)	34(2)	1,743(100)	2	1,745
ソ 連			25(0)			2(50)				4(100)	1	5
計		752(28)	635(24)	543(21)	64(2)	373(14)	123(5)	118(4)	34(1)	2,642(100)	23	2,665
方 面	(1-R)	本 牧 I	本 牧 II	山 下	大 棧 橋	新 港	高 島	山の内	出 田 町			
北 米	0.90	0.32	0.38	0.21		0.09						
欧 州	0.80	0.34	0.28	0.34		0.04						
南 米	0.92	0.32	0.48	0.20								
アフリカ	0.80	0.28	0.41	0.22		0.09						
豪 州	0.0											
アジア	0.70	0.37	0.23	0.23		0.17						
ソ 連	0.0											
		(2) 在来船(輸入) (年間隻数, ()内シェア%)										
方面別	ふとう	本 牧 I	本 牧 II	山 下	大 棧 橋	新 港	高 島	山の内	出 田 町	小 計	沖 荷 役	計
北 米		9(15)	10(16)	7(11)	27(44)	7(11)	1(2)			61(100)	25	86
欧 州		15(24)	10(16)	10(16)	16(26)	9(15)	2(3)			62(100)	22	84
南 米		21(19)	26(24)	20(18)	30(28)	9(8)	2(2)		1(1)	109(100)	20	129
アフリカ		4(6)	8(11)	20(28)	25(35)	5(7)	9(13)	1(1)		72(100)	41	113
豪 州		10(29)	12(34)	8(23)	1(3)	1(3)	3(9)			35(100)	6	41
アジア		60(13)	47(10)	65(14)	37(8)	92(20)	38(8)	28(6)	82(18)	449(100)	57	506
ソ 連		1(3)	1(3)					1(3)		3(100)		3
計		120(15)	114(14)	130(16)	136(17)	123(15)	55(7)	30(4)	83(10)	791(100)	171	962
方 面	(1-R)	本 牧 I	本 牧 II	山 下	大 棧 橋	新 港	高 島	山の内	出 田 町			
北 米	0.12	0.35	0.35	0.15		0.15						
欧 州	0.40	0.43	0.19	0.19		0.19						
南 米	0.50	0.27	0.38	0.27		0.08						
アフリカ	0.20			1.00								
豪 州	0.0											
アジア	0.20	0.25		0.25		0.50						
ソ 連	0.0											
		(3) 在来船(兼用) (年間隻数, ()内シェア%)										
方面別	ふとう	本 牧 I	本 牧 II	山 下	大 棧 橋	新 港	高 島	山の内	出 田 町	小 計	沖 荷 役	計
北 米		21(47)	7(16)	17(38)						45(100)		45
欧 州		26(38)	30(43)	9(13)	1(1)	2(3)	1(1)			69(100)		69
南 米		2(4)	16(29)	30(55)	1(2)	2(4)	4(7)			55(100)		55
アフリカ		17(25)	13(19)	22(32)	2(3)	12(18)	2(3)			68(100)		68
豪 州		7(28)	8(32)	6(24)		3(12)		1(4)		25(100)		25
アジア		120(23)	93(18)	80(15)	2(0)	148(28)	26(5)	32(6)	20(4)	521(100)	3	524
ソ 連					23(100)					23(100)	6	29
計		193(24)	167(21)	164(20)	29(4)	167(21)	33(4)	33(4)	20(2)	806(100)	9	815
方 面	(1-R)	本 牧 I	本 牧 II	山 下	大 棧 橋	新 港	高 島	山の内	出 田 町			
北 米	1.00	0.45	0.15	0.40								
欧 州	0.76	0.42	0.49	0.09								
南 米	0.67		0.31	0.69								
アフリカ	0.70	0.30	0.16	0.38		0.16						
豪 州	0.0											
アジア	0.50	0.28	0.18	0.18		0.36						
ソ 連	0.0											

表-17.2

(4) フルコン船(輸出) (年間隻数, ()内シェア%)

方面別	ふとう	本 牧 I	本 牧 II	山 下	大 棧 橋	新 港	高 島	山の内	出田町	小 計	沖荷役	計
北 米			50(100)							50(100)		50
欧 州												
南 米												
アフリカ												
豪 州		2(50)	2(50)							4(100)		4
ア ジ ア			7(100)							7(100)		7
ソ 連			3(100)							3(100)		3
計		2(3)	62(97)							64(100)		64

方 面	(1-R)	本牧 I	本牧 II	山 下	大 棧 橋	新 港	高 島	山の内	出田町
北 米	1.00		1.00						
欧 州	0.0								
南 米	0.0								
アフリカ	0.0								
豪 州	0.43		1.00						
ア ジ ア	1.00		1.00						
ソ 連	1.00		1.00						

(5) フルコン船(輸入) (年間隻数, ()内シェア%)

方面別	ふとう	本 牧 I	本 牧 II	山 下	大 棧 橋	新 港	高 島	山の内	出田町	小 計	沖荷役	計
北 米		1(1)	94(99)							95(100)		95
欧 州												
南 米												
アフリカ												
豪 州		3(23)	10(77)							13(100)		13
ア ジ ア			37(100)							37(100)		37
ソ 連			26(100)							26(100)		26
計		4(8)	167(92)							171(100)		171

方 面	(1-R)	本牧 I	本牧 II	山 下	大 棧 橋	新 港	高 島	山の内	出田町
北 米	1.00		1.00						
欧 州	0.0								
南 米	0.0								
アフリカ	0.0								
豪 州	0.71		1.00						
ア ジ ア	1.00		1.00						
ソ 連	1.00		1.00						

(6) フルコン船(兼用) (年間隻数, ()内シェア%)

方面別	ふとう	本 牧 I	本 牧 II	山 下	大 棧 橋	新 港	高 島	山の内	出田町	小 計	沖荷役	計
北 米			220(100)							220(100)		220
欧 州												
南 米												
アフリカ												
豪 州		7(32)	15(68)							22(100)		22
ア ジ ア			91(100)							91(100)		91
ソ 連			71(90)		8(10)					79(100)		79
計		7(2)	397(96)		8(2)					412(100)		412

方 面	(1-R)	本牧 I	本牧 II	山 下	大 棧 橋	新 港	高 島	山の内	出田町
北 米	1.00		1.00						
欧 州	0.0								
南 米	0.0								
アフリカ	0.0								
豪 州	0.66		1.00						
ア ジ ア	1.00		1.00						
ソ 連	0.89		1.00						

港湾内貨物流動に関する研究（第一報）

表-17.3

(7) セミコン船(輸出)											(年間隻数, ()内シェア%)	
方面別	ふとう	本 牧 I	本 牧 II	山 下	大 棧 橋	新 港	高 島	山の内	出田町	小 計	沖 荷 役	計
北 米		30(77)	4(10)			5(13)				39(100)		39
欧 州		15(71)	6(29)							21(100)		21
南 米												
アフリカ		10(77)	2(14)	1(8)						13(100)		13
豪 州			1(00)							1(100)		1
ア ジ ア		3(16)	15(79)	1(4)						19(100)		19
ソ 連												
計		58(62)	28(30)	2(2)		5(5)				93(100)		93
方 面	(1-R)	本 牧 I	本 牧 II	山 下	大 棧 橋	新 港	高 島	山の内	出田町			
北 米	0.92	0.80	0.10			0.10						
欧 州	1.00	0.70	0.30									
南 米	0.0											
アフリカ	1.00	0.75	0.15	0.10								
豪 州	0.0											
ア ジ ア	0.93	0.15	0.85									
ソ 連	0.0											

(8) セミコン船(輸入)											(年間隻数, ()内シェア%)	
方面別	ふとう	本 牧 I	本 牧 II	山 下	大 棧 橋	新 港	高 島	山の内	出田町	小 計	沖 荷 役	計
北 米		26(76)		6(18)		2(6)				34(100)		34
欧 州		8(40)	11(55)	1(4)						20(100)		20
南 米											1	1
アフリカ		1(00)								1(100)	1	2
豪 州			1(50)	1(50)						2(100)		2
ア ジ ア			13(93)	1(7)						14(100)		14
ソ 連												
計		35(49)	25(35)	9(13)		2(3)				71(100)	2	73
方 面	(1-R)	本 牧 I	本 牧 II	山 下	大 棧 橋	新 港	高 島	山の内	出田町			
北 米	1.00	0.75		0.20		0.05						
欧 州	1.00	0.40	0.55	0.05								
南 米	0.0											
アフリカ	1.00	1.00										
豪 州	0.0											
ア ジ ア	0.89	1.00										
ソ 連	0.0											

(9) セミコン船(兼用)											(年間隻数, ()内シェア%)	
方面別	ふとう	本 牧 I	本 牧 II	山 下	大 棧 橋	新 港	高 島	山の内	出田町	小 計	沖 荷 役	計
北 米		28(43)	24(37)	13(20)						65(100)		65
欧 州		6(25)	18(75)							24(100)		24
南 米												
アフリカ		2(67)	1(33)							3(100)		3
豪 州			2(00)							2(100)		2
ア ジ ア		5(6)	71(92)			1(2)				77(100)		77
ソ 連					2(00)					2(100)		2
計		41(24)	116(67)	13(8)	2(1)	1(1)				173(100)		173
方 面	(1-R)	本 牧 I	本 牧 II	山 下	大 棧 橋	新 港	高 島	山の内	出田町			
北 米	0.92	0.42	0.37	0.21								
欧 州	1.00	0.25	0.75									
南 米	0.0											
アフリカ	0.93	0.69	0.31									
豪 州	0.0											
ア ジ ア	0.93	0.04	0.96									
ソ 連	0.0											

(注) 1. 船種の用途別、入港目的別に上表が実績値、下表が基本ケースのふとう指定割合(1-R)及びふとう間の指定割合 h_l ($l=1\cdots 8$)を示す。
 2. 実績値は海上出入貨物調査結果等(横浜市、S52年)収録MTより作成。

法はここでは採用しないことにする。

表-16 は、基本ケースで用いるふとう別施設別容量等を示している。ここで用いた（私設上屋取扱貨物量/公共施設取扱貨物量）は、全品目平均で 0.98 を用いている。また、（私設上屋保管期間/公共施設保管期間）は、付表-6 に示した施設別保管期間平均値にサンプル数による重み付けを行って求めた。CY の容量は、横浜港本牧ふとうD突の荷捌場を全て CY とみなし、これの取扱量を年平均回転率（360/輸出入平均 CL 保管期間）で除して余裕率を用いて設定した。

(2) 船舶のふとう指定割合およびふとう間指定割合
船舶の方面別に指定割当てを行う割合 $(1-R_{ijk})$ および指定ふとう相互間の配分割合 h_{ijk} の設定は、横浜港におけるふとう別の着岸実績から表-17 のように行った。これらの求め方は、表-1 の使用区分の枠内で、ある

程度のシェア（%，上表（ ）内）をもつものを選び、次の連立方程式を解いて結果をまとめた。

$$\begin{cases} (1-R)h_a + R/8 = x_a \\ (1-R)h_b + R/8 = x_b \\ (1-R)h_c + R/8 = x_c \\ (1-R)(1-h_a-h_b-h_c) + R/8 = x_d \end{cases}$$

上式で、 $a \sim d$ は表-1 の使用区分に定められたふとうのうち、実績値がまとまっているとみなしたふとう。 x_i は各ふとうの実績シェアを示す。ただし、セミコン船の使用区分は在来船と同一のもの、フルコン船については本牧D突を含む本牧IIふとうのみを指定ふとうとしている。

(3) 感度分析項目

輸出貨物のふとう指定割合については、これも実績に依じて船舶と同様の方法で設定している（表-18）。この

表-18 輸出貨物の方面別ふとう別取扱比率の実績と基本ケースにおける指定ふとうの選択および指定割合の設定
◎印：指定ふとう

区分	方 面	本牧 I	本牧 II	山 下	大棧橋	新 港	高 島	山の内	出田町	指定割合
在 来 貨 物	北 米	0.39 ◎	0.31 ◎	0.17 ◎	0.01	0.11 ◎	0.01	0.0	0.0	0.92
	欧 州	0.31 ◎	0.39 ◎	0.19 ◎	0.02	0.05	0.04	0.0	0.0	0.84
	南 米	0.24 ◎	0.46 ◎	0.24 ◎	0.0	0.04	0.02	0.0	0.0	0.88
	アフリカ	0.38 ◎	0.26 ◎	0.19 ◎	0.06	0.09	0.02	0.0	0.0	0.70
	豪 州	0.26	0.35	0.21	0.01	0.13	0.01	0.02	0.01	0.0
	ア ジ ア ソ 連	0.28 ◎ 0.09	0.22 ◎ 0.14	0.20 ◎ 0.09	0.01 0.09	0.16 ◎ 0.24	0.05 0.09	0.05 0.17	0.03 0.09	0.72 0.0
C L 貨 物	北 米		1.0 ◎							1.00
	欧 州		1.0 ◎							1.00
	南 米									
	アフリカ		1.0 ◎							1.00
	豪 州		1.0 ◎							1.00
	ア ジ ア ソ 連		1.0 ◎							1.00
L C L 貨 物	北 米	0.27 ◎	0.68 ◎	0.02		0.03				0.92
	欧 州	0.52 ◎	0.40 ◎	0.08						0.89
	南 米									
	アフリカ	0.71 ◎	0.0 ◎	0.25 ◎		0.02	0.02			0.94
	豪 州	0.61	0.0	0.30		0.09				0.0
	ア ジ ア ソ 連	0.14	0.74 ◎	0.06		0.06				0.70 0.0

(注) 1. 海上出入貨物調査（横浜港，昭和 52 年）結果より算定。
2. 在来貨物のみ実績値。CL, LCL については、コンテナ貨物としてのふとう別実績しかデータがないため、CL は全て本牧IIで取扱うという仮定を設け、コンテナ貨物から CL を差し引いた残りを LCL 貨物のふとう別取扱実績とみなした。

場合指定ふとう間の配分割合は既述のとおりこれを設定しない。

輸出貨物の月内発生変動分布は、変動振幅を 0.2、変動ピッチを 30 日としている。

6.2 代替案の作成

基本ケースに代わる代替案を作成することは 2 つの政策変数を動かすことに他ならない。しかしながら、これらの政策変数は、ともに変数の組合せである。したがって、これらを無闇に設定すればケース数は膨大な数にのぼり、またそれらの計算結果を評価するに際しての視点があいまいとなるおそれがある。

以上のことは代替案の作成にあたって制約となる何らかの基準を設ける必要があることを示唆している。重要なことは、現実の港湾計画を行う際に入手可能な情報で変数設定ができること、設定した状況が現実性を具備していること、また、実際に政策的に誘導可能であること等である。そこで、以上を念頭において、2 つの政策変数に関して幾つかのパターンを設定し、パターンが異なる毎にそれを代替案ケースとした。ここでは、目的が最適に近いシステムを見出すことより、むしろモデルの適用可能性を探ることにあるから、2 つの政策変数を組合せた代替案ケースは作成しなかった。2 つの政策変数に係るパターン No. と代替案ケース No. の関係、後に述べる感度分析項目とケース No. の関係およびそれらの内容を一覧にしたのが表-19 である。

(1) 船舶のふとう指定割合およびふとう間指定割合

船舶のふとう指定割合については、基本ケース以外に 4 つのパターンを設定した。基本ケースの条件設定を若干変えたものが 2 パターン、基本ケース、すなわち現状をいささかも考慮せずに新たに設定するものが 2 パターンである。

パターン I は、基本ケースの指定割合 $(1-R)$ を半減し、指定ふとう間の配分割合 k_i は基本ケースと同じパターンとする。基本ケースよりも、ふとう選好に対するランダム性を大きくするパターンである。

パターン II は、 $(1-R)$ は基本ケースと同一とし、指定ふとう間の配分割合を全ての指定ふとう間で同一としたパターンとする。指定ふとう相互間で選び方に差がないパターンである。

パターン III および IV は、船舶の用途あるいは入港目的を判定材料として方面別のふとう利用区分を考え、指定割合 $(1-R)$ は全て 1.0 とし、ランダムなふとう選好は全く考えないパターンとした。いずれも、パースの拡

張、あるいは新規港湾のふとう設計等の港湾計画において少なくとも得ることが可能な情報をもとに作成可能なパターン設定としている。パターン設定の考え方は次のとおりである。

両者（パターン III 及び IV）ともふとう別の貨物処理能力を概算し、これに合わせて貨物を特性別に振り分けるという方法をとる。ふとう別の貨物処理能力は、ふとう別のパース数、パース容量および船舶 G/T・積載量変換コンバータ 3 者の積から貨物処理能力を代表する指標（能力指標）を作成し、これの合計に対する比（能力比）に全取扱貨物量を乗じたものとする。パース数およびパース容量はともに港湾計画の早い段階で一応定めるべき基本的要件であることに注意する必要がある。また、ここで各ふとうに着岸する船舶の大きさを表わすのに平均船型を用いず、着岸船舶に関する船型制限値を示すパース容量を用いたのは、制限値と平均船型との関係が全ふとうで同一であると仮定しさえすれば、能力算定に用いるのは能力指標の値ではなく対合計比すなわち能力比であるので問題はないという理由に基づく。実際の港湾計画においても着岸船舶の船型予測に関して正確なものは期待できないと思われるし、ここで採った方法が現在においては最善であると考えられるからである。

コンバータは、表-11 に示した用途別、入港目的別の値をパース容量の大きさに相当する船舶トン階別にサンプル数で過重平均して 1 つの値を求めている。

また、ここでの考え方は各ふとうの利用程度、言い換えれば、着岸船舶数は一定期間ではほぼ同程度であるという仮定も備えている。

以上のようにして求めたふとう別能力に応じて貨物量の配分を行うわけである。

パターン III は船舶用途を第 1 の判定材料としたもので、その考え方は次のとおりである。

まず、フルコン船は全て専用荷役機器を有した CY 保有のコンテナふとうに着岸させることにする。横浜港のケーススタディでは本牧 II のみである。次に、セミコン船は、コンテナふとうあるいはコンテナふとうに最も近距離に位置するふとうに着岸させる。本モデルの横持ちは絶対量のみではなく、距離要素も加味したトンキロベースでも評価されるからである。

フルコン船およびセミコン船貨物を除いたふとう別能力に対応して、方面別の在来貨物を振り分ける。1 方面の貨物をできるだけ少ないふとう数で配分するものとする。配分基準は、付表-2 に示す方面別の船舶平均船型

表-19 各 ケ ー ス

ケース名	パターン No. 等	政策変数						感度分析項目		
		ふとうの使用区分			施設容量			輸出貨物発生変動	輸出貨物ふとう選好	
		指定ふとう	ふとう指定割合(1-R)	ふとう間指定割合h	港湾内全容量	ふとう毎の容量	ふとう毎の施設容量比		指定ふとう	指定割合
基本ケース		○	○	○	○	○	○	○	○	○
基本ケース II		○	○	○	×	○	○	○	○	○
代替案ケース I	F. パターン I	○	×	○	○	○	○	○	○	×
" ケース II	F. パターン II	○	○	×	○	○	○	○	○	○
" ケース III	F. パターン III	×	×	×	○	○	○	○	×	×
" ケース IV	F. パターン IV	×	×	×	○	○	○	○	×	×
" ケース V	S1. パターン I	○	○	○	○	○	×	○	○	○
" ケース VI	S1. パターン II	○	○	○	○	○	×	○	○	○
" ケース VII	S1. パターン III	○	○	○	○	○	×	○	○	○
" ケース VIII	S1. パターン IV	○	○	○	○	×	○	○	○	○
" ケース IX	S2. パターン I	○	○	○	△	△	×	○	○	○
" ケース X	S2. パターン II	○	○	○	△	△	×	○	○	○
" ケース XI	S2. パターン III	○	○	○	△	△	×	○	○	○
" ケース XII	S2. パターン IV	○	○	○	△	×	△(○)	○	○	○
" ケース XIII	K1. その 1	○	○	○	○	○	○	○	○	×
" ケース XIV	K1. その 2	○	○	○	○	○	○	○	○	×
" ケース XV	K2. その 1	○	○	○	○	○	○	×	○	○
" ケース XVI	K2. その 2	○	○	○	○	○	○	×	○	○

- (注) 1. ○は、基本ケースと同じであること、×は異なること、△は基本ケースIIと同じであることを示す。
 2. F. はふとうの使用区分に係る代替案, S1. は施設容量に係る代替案のうち基本ケースに対応する(港湾等しい)もの, K1. は感度分析項目のうち輸出貨物のふとう選好に係る代替案, K2. は同様に輸出貨物
 3. パターン No. は本文に対応している。

の大きいものからパース容量の大きい順にふりわけることとした。しかし、本モデルでは船舶、貨物ともランダムに発生するため、ある時点で特定のふとうに集中することも考えられる。そこで、このような着岸不能事態を回避するために在来船については最低2ふとう間で配分することとした。2ふとう間の配分割合は7:3に設定した。

以上の基準に従ってふとう別に貨物(船舶)を配分した結果が表-20で、これに対応した政策変数の値は表-22のようになる。

パターンIVは、船舶の入港目的を第1の判定材料としたものである。フルコン船およびセミコン船の扱いはパ

ターンIIIと同様である。在来船についての考え方は以下のとおりである。

まず、各ふとうを輸出ふとう、輸入ふとうおよび兼用船ふとうのいずれかに特化させる。現実のふとう上の荷役作業を考えても、貨物の方向を一定にすることはふとう上の人および車両移動の輻輳化を防止するうえで大きく貢献するものと思われる。

ふとうの輸出入の区分は、本牧Iふとうを輸出船専用到大棧橋ふとうを輸入船専用に、新港ふとうを兼用船専用にする。これらに方面別船舶の約7割を配分する。残り3割は山下ふとうに配分する。これもパターンIIIの場合と同様に、モデル内での船舶、貨物の一時的集中によ

の 関 係

各 ケ ー ス の 内 容 概 略

- 港湾内の全ての施設容量を基本ケースの 1/2 とする。
- 船舶および貨物のふとう指定割合を基本ケースの 1/2 とする。
- 船舶のふとう間指定割合を指定ふとう全てで均一とする。
- 船舶のふとう使用区分を船舶の用途別、方面別に全く新たに設定する。したがって貨物のふとう指定割合もそれに連動させる。
- 船舶のふとう使用区分に入港目的別も反映させる。したがって貨物のふとう指定割合もそれに連動させる。
- 各ふとうの私設上屋容量を公共上屋に上乘せする。
- 各ふとうの私設上屋容量を荷捌場に上乘せする。
- 各ふとうの公共上屋、荷捌場の容量を私設上屋に上乘せする。
- 現状のふとう別貨物取扱能力比に応じてふとう毎の施設容量計を新たに設定する。
- 港湾内全施設容量を基本ケースの 1/2 とする。基本ケースⅡに対する関係は、S1. パターンⅠと基本ケースの関係に同じ。
- 港湾内全施設容量を基本ケースの 1/2 とする。基本ケースⅡに対する関係は、S1. パターンⅡと基本ケースの関係に同じ。
- 港湾内全施設容量を基本ケースの 1/2 とする。基本ケースⅡに対する関係は、S1. パターンⅢと基本ケースの関係に同じ。
- 港湾内全施設容量を基本ケースの 1/2 とする。基本ケースⅡに対する関係は、S1. パターンⅣと基本ケースの関係に同じ。
- 輸出貨物のふとう指定割合を基本ケースの 0.75 倍にする。(CL 貨物は不変)
- 輸出貨物のふとう指定割合を基本ケースの 0.50 倍にする。(CL 貨物は不変)
- 輸出貨物の発生変動ピッチを 14 日、振幅を 0.1 とする。
- 輸出貨物の発生変動ピッチを 30 日、振幅を 0.1 とする。

内全施設容量が等しい)もの、S2. は施設容量に係る代替案のうち基本ケースⅡに対応する(港湾内全施設容量が月内発生変動分布に係る代替案を示す。

る着岸不能事態を回避するためのものである。アジア、およびソ連方面の船舶については残りのふとう別能力との調整をとりつつ配分を定めた。以上から、貨物(船舶)のふとう別配分結果は表-21で、これに対応する政策変数の値は表-23のとおりとなる。

次に、各パターンに対して、輸出貨物のふとう選好度をいかに設定すべきかを検討する。船舶のふとう選好と貨物のふとう選好は互いに切り離して条件設定することが非現実であることについては何度も触れている。

まず、パターンⅠについては船舶のふとう指定割合が基本ケースの半分になっていることから貨物のふとう指定割合も基本ケースの 1/2 とした。

パターンⅡでは、ふとう指定割合が基本ケースと同一であるので貨物のふとう指定割合も基本ケースと同一のものをを用いた。

パターンⅢおよびⅣは現状パターンを無視しているため、輸出貨物のふとう指定割合も基本ケースにおける値をいささかも考慮せずに設定した。ともに船舶のふとう指定割合を 1.0、すなわちランダムなふとう選好は全くないとしているため、貨物についてもできるだけ高い指定割合を設定することにした。在来貨物については、全方面の輸出貨物が 70% の率でふとう指定を行い、LCL 貨物は同様に 90% の率でふとう指定を行うものとした。

輸出貨物に関する指定ふとうの選択は、パターンⅠお

表-20 ふとう別取扱能力の試算と

ふとう名	バース数 ①	バース容量 平均 ② (G/T)	コンバータ 平均 ③	能力指標(トン) ④=①×②×③	能力比 ⑤	ふとう別貨物 処理能力 1,006,772 ×⑤(トン)	フルコン船 貨物量 (トン)	セミコン船 輸出,兼用 貨物量 (トン)
本牧 I	8	17,000	0.19	25,840	0.24	242,000		59,000
本牧 II	9	18,000	0.19	30,780	0.28	282,000	243,000	39,000
山下	7	12,000	0.19	15,960	0.15	151,000		
大棧橋	3	12,000	0.19	6,840	0.06	60,000		
新港	8	11,000	0.19	16,720	0.15	151,000		
高島	4	11,000	0.19	8,360	0.08	81,000		
山の内	2	7,700	0.23	3,542	0.03	30,000		
出田町	1	10,000	0.19	1,900	0.02	20,000		
計	43	—	—	—	—	1,017,000	243,000	98,000

表-21 ふとう別取扱能力の試算と

ふとう名	バース数 ①	バース容量 平均 ② (G/T)	コンバータ 平均 ③	能力指標(トン) ④=①×②×③	能力比 ⑤	ふとう別貨物 処理能力 1,006,772 ×⑤(トン)	フルコン船 貨物量 (トン)	セミコン船 輸出,兼用 貨物量 (トン)	セミコン船 輸入貨物量 (トン)
本牧 I	8	17,000	0.19	25,840	0.24	242,000		59,000	8,000
本牧 II	9	18,000	0.19	30,780	0.28	282,000	243,000	39,000	
山下	7	12,000	0.19	15,960	0.15	151,000			
大棧橋	3	12,000	0.19	6,840	0.06	60,000			
新港	8	11,000	0.19	16,720	0.15	151,000			
高島	4	11,000	0.19	8,360	0.08	81,000			
山の内	2	7,700	0.23	3,542	0.03	30,000			
出田町	1	10,000	0.19	1,900	0.02	20,000			
計	43	—	—	—	—	1,017,000	243,000	98,000	8,000

(注) 1. ふとう別貨物処理能力の算定で乗じる 1,006,772 (トン) は、横浜港における月間発生全取扱貨物量の実際の発生に付随して貨物の発生があるため)。——表-20 についても同様
 2. 本表の数値は能力指標を除き、千トン未満を四捨五入している。——表-20 についても同様

表-22 (1-R) および h_i ($i=1, \dots, 8$) (パターンⅢ)

区 分	方 面	(1-R)	ふ とう 別 h_i							
			本牧 I	本牧 II	山 下	大棧橋	新 港	高 島	山の内	出田町
フルコン船 セミコン船 輸出,兼用	/	1.0		1.0						
		1.0	0.60	0.40						
		1.0	1.0							
在 来 船 輸出,輸入, 兼用	北 米	1.0	0.70		0.30					
	欧 州	1.0	0.70		0.30					
	南 米	1.0	0.70		0.30					
	アフリカ	1.0	0.70		0.30					
	豪 州	1.0	0.76		0.24					
	ア ジ ア	1.0			0.19	0.14	0.36	0.19	0.07	0.05
	ソ 連	1.0						0.30		0.70

(注) 本表では便宜上 $\sum h_i = 1.0$ としている。

港湾内貨物流動に関する研究（第一報）

船舶（貨物）の配分（パターンⅢ）

セミコン船 輸入貨物量 (トン)	残り能力 (トン)	北米貨物 (トン)	欧州貨物 (トン)	南米貨物 (トン)	アフリカ 貨物 (トン)	豪州貨物 (トン)	アジア貨物 (トン)	ソ連貨物 (トン)
8,000	175,000	42,000	38,000	43,000	39,000	13,000		
	0							
	151,000	18,000	16,000	18,000	17,000	4,000	78,000	
	60,000						60,000	
	151,000						151,000	
	81,000						79,500	1,500
	30,000						30,000	
	20,000						16,500	3,500
8,000	668,000	60,000	54,000	61,000	56,000	17,000	415,000	5,000

船舶（貨物）の配分（パターンⅣ）

残り能力 (トン)	北米貨物 (トン)		欧州貨物 (トン)		南米貨物 (トン)		アフリカ貨物 (トン)		豪州貨物 (トン)		アジア貨物 (トン)		ソ連貨物 (トン)	
	輸出	輸入	輸出	輸入	輸出	輸入	輸出	輸入	輸出	輸入	輸出	輸入	輸出	輸入
175,000	29,000		21,000		19,000		13,000		7,000		86,000			
0														
151,000	16,000	2,000	14,000	3,000	12,000	6,000	11,000	5,000	4,000	1,000	64,000	13,000		
60,000		2,000		1,000		11,000		7,000		1,000	5,000	34,000		
151,000	8,000	3,000	11,000	4,000	10,000	3,000	14,000	6,000	3,000	1,000	61,000	27,000		
81,000											79,000		1,000	1,000
30,000											30,000			
20,000											17,000		2,000	1,000
668,000	53,000	7,000	46,000	8,000	41,000	20,000	38,000	18,000	14,000	3,000	341,000	74,000	3,000	2,000

績値である。したがって、モデルで発生する貨物量とは一致せず、その程度は輸入時について著しい（輸入時は船舶

よびⅡが基本ケースと同様、ⅢおよびⅣが船舶の指定ふとうと同様とし、また、全パターンともCL貨物は全て本牧Ⅱふとう（コンテナふとう）を指向するものとした。本モデルが輸出のCL貨物はCYあるいは港外私設上屋以外の施設で取扱わないという仮定をもっているからである。

（2）施設容量

ふとう毎の施設別容量に関する代替案を作るにあたっては、ここでは港湾全体の総施設容量を一定にするという前提を設けることにする。港湾内に立地するかあるいは港湾外に立地するかによって相異なる費用と収益といった金銭面での評価項目をも出力項目として本モデルがもっておれば、この前提を無視して作った代替案間の比較も、横持ち量と経費面を両者加味した総合評価とい

う形でそれなりに意義はある。しかしながら、本モデルは金銭面の出力評価項目は持たない。また、それを必要としない。したがって、横持ち量の大小のみで代替案相互の比較を行うことを再度意識すれば、総施設容量の大きい代替案はそれの小さいものに比して良好な結果を示すことは自明の理である。すなわち、施設の容量満杯状態の出現頻度は前者が明らかに低く、そのためふとう間あるいは港外私設上屋に向う横持ち量は少なくなるからである。結局、本モデルにおいては前者は後者よりもすぐれたシステムだとは決して判定できないのである。

以上を踏まえて、各代替案は基本ケース（表-24）と総施設容量を一致させることにした。ただし、後述するように、表-16において示した基本ケースにおける各施設容量は実績の施設回転率等から求めたにも拘らず、モデ

表-23 (1-R) および h_l ($l=1, \dots, 8$) (パターンIV)

区 分	方 面	(1-R)	ふ と う 別 h_l								
			本牧 I	本牧 II	山 下	大 棧 橋	新 港	高 島	山の内	出 田 町	
フルコン船	船用 輸出, 兼 セミコン 船入	1.0		1.0							
セミコン船		1.0	0.60	0.40							
輸出, 兼 セミコン 船入		1.0	1.0								
在 来 船 輸 出 船	北 米	1.0	0.70		0.30						
	欧 州	1.0	0.70		0.30						
	南 米	1.0	0.70		0.30						
	アフリカ	1.0	0.70		0.30						
	豪 州	1.0	0.70		0.30						
	ア ジ ア	1.0	0.34		0.13	0.02		0.32	0.12	0.07	
	ソ 連	1.0						0.33		0.67	
在 来 船 輸 入 船	北 米	1.0			0.30	0.70					
	欧 州	1.0			0.30	0.70					
	南 米	1.0			0.30	0.70					
	アフリカ	1.0			0.30	0.70					
	豪 州	1.0			0.30	0.70					
	ア ジ ア	1.0			0.05	0.95					
	ソ 連	1.0						0.50		0.50	
在 来 船 兼 用 船	北 米	1.0			0.30		0.70				
	欧 州	1.0			0.30		0.70				
	南 米	1.0			0.30		0.70				
	アフリカ	1.0			0.30		0.70				
	豪 州	1.0			0.30		0.70				
	ア ジ ア	1.0			0.35		0.65				
	ソ 連	1.0						0.50		0.50	

(注) 本表では便宜上 $\sum h_l = 1.0$ としている。

ル実行後の施設利用率が平均 50% を少し超える程度であったため、表-16 の値を全て 1/2 にしたケース (“基本ケース II” と呼称) を新たに作成した。即ち、施設容量を検討するに際して、本ケーススタディでは 2 つのベースとなるケースを用意し、それぞれに対して代替案のパターンを設定し、それぞれ別々の評価を行うことにする。

代替案のパターン数は、基本ケースおよび基本ケース II に対しそれぞれ 4 パターンずつ設定している。基本ケースと各パターン、基本ケース II と各パターンの関係は同様であるので、以下では基本ケースと各パターンとの関係について述べる。

パターン I は、港内の私設上屋容量を全て公共上屋に上乗せ転化し、私設上屋は港外のみ位置させるパター

ン。パターン II は、港内私設上屋を全て公共荷捌場に上乗せしたもの。パターン III は、公共上屋および公共荷捌場の容量を全て港内私設上屋に上乗せしたものとした。パターン IV は、表-20 (表-21) で試算したふとう別取扱能力の比で基本ケースのトータル容量をふとう別に按分し、更に基本ケースにおけるふとう毎の施設別容量比で施設別容量を求めたものとする。基本ケースに対するパターン IV におけるふとう別施設容量は表-24 のとおりである。もちろん、基本ケース II に対するパターン IV の施設別容量は表-24 の各値の 1/2 となる。

ただし、以上において CY は他の施設との機能代替が不可能であることから容量は各パターンで変化させることをしなかった。

港湾内貨物流動に関する研究（第一報）

表-24 ふとう別施設別容量（パターンⅣ）
（単位：トン）

施設 ふとう	施設		私 設 上 屋	計	CY
	公 共 上 屋	荷 棚 場			
本牧Ⅰ	26,000	51,000	107,000	182,000	121,000
本牧Ⅱ	32,000	55,000	116,000	205,000	
山 下	21,000	28,000	65,000	114,000	
大 棧 橋	9,000	9,000	28,000	46,000	
新 港	28,000	20,000	65,000	114,000	
高 島	17,000	10,000	34,000	61,000	
山の内	9,000	—	14,000	23,000	
出田町	2,000	4,000	9,000	15,000	
計	144,000	177,000	438,000	760,000	

結局、船舶のふとう選好に関して4パターン、施設容量に関して8パターンの計12パターンの代替案が設定された。以下の試算結果においては、船舶のふとう選好に係るパターンⅠ～パターンⅣをそれぞれケースⅠ～ケースⅣ、施設容量の基本ケースに係るパターンⅠ～パターンⅣをケースⅤ～ケースⅧ、基本ケースⅡに係るパターンⅠ～ⅣをケースⅨ～ケースⅫと呼ぶ。

6.2 試算結果

横持ち貨物量をトンキロベースでも出力させるため、ここでふとう間距離を表-25のように設定しておく。距離の算定は図-11に示す20万分の1の地図より図上計測によって行った。

本ケーススタディにおけるシミュレーション期間は50日、統計処理開始時刻は20日、したがって以下で示す数値は20～50日、つまり統計処理期間が30日間のものである。

(1) 代替案の評価

船舶のふとう使用区分を変えて作成した代替案にお

るふとう間横持ちトン数およびトンキロは図-12および図-13のとおりである。図上、“修正前”とあるのは計算機による出力結果そのままの値、“修正後”とあるのは各代替案における統計処理期間に発生する貨物の合計量を基本ケースにおけるそれと一致させたものを示している。すなわち、トン数では各ケースにおける発生貨物総量に対するふとう間横持ち量の割合を修正前の段階で求め、この割合に基本ケースの発生貨物総量に乗じたものを各ケースの修正後のトン数とする。トンキロの場合は修正前の段階でふとう間横持ち平均移動距離を求めておき、これに上の修正後トン数に乗じたものを修正後トンキロとする。以後に示すふとう間横持ちに関する全ての図にこの措置を施している。

横持ちトン数、トンキロ両面で最も良好な、すなわち、最も小さい値を示すのがケースⅢである。これは、船舶の入港目的の違いを全く考慮せず、用途別および方面別の違いのみをふとう使用区分に反映させたケースである。トン数およびトンキロでともに約15%基本ケースに比べ小さくなっている。ケースⅢに次いで良いのがケースⅣで、これは、ふとう別に船舶の入港目的の違いで色分けを施したケースである。ただし、トン数では基本ケースに比して約13%の減少を示すものの、トンキロではほとんど変わらず極く微かながら基本ケースを上回っている。ふとうの使用区分を適用する割合（ふとう指定割合）を基本ケースの1/2としたケースⅠでは、トン数で約13%、トンキロで約20%と共に横持ち量増加の傾向を示している。指定ふとう間の指定割合を一様にしたケースⅡにおいては、トン数、トンキロ両面で微かの横持ち量増加を示している。

次に、ふとう間横持ち平均距離を各ケースでみると表-26に示す結果となった。本表では、後に示す全ての代替案および感度分析に係るケースも併載している。ふ

表-25 ふとう間距離の設定 (km)

	本牧Ⅰ	本牧Ⅱ	山 下	大 棧 橋	新 港	高 島	山の内	出田町
本 牧 Ⅰ	—	—	—	—	—	—	—	—
本 牧 Ⅱ	3.0	—	—	—	—	—	—	—
山 下	5.0	5.0	—	—	—	—	—	—
大 棧 橋	5.1	5.1	2.7	—	—	—	—	—
新 港	5.7	5.7	3.3	1.6	—	—	—	—
高 島	8.2	8.2	5.8	4.1	3.6	—	—	—
山の内	9.8	9.8	7.4	5.7	5.2	3.2	—	—
出 田 町	11.2	11.2	8.8	7.1	6.6	4.6	2.8	—

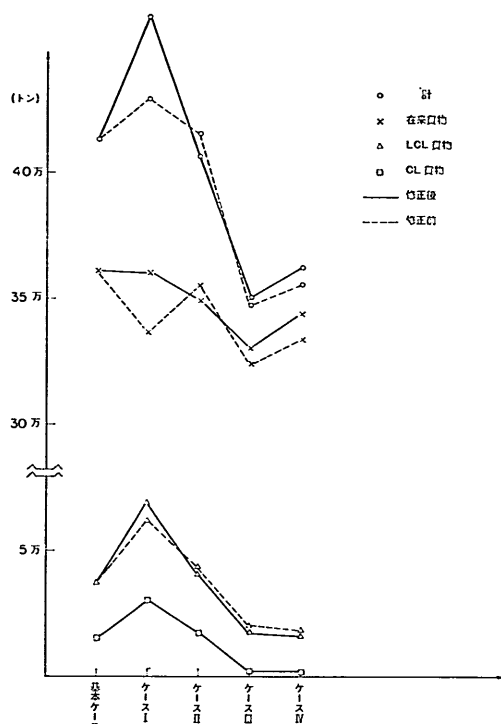


図-12 横持ちトン数（輸出+輸入）

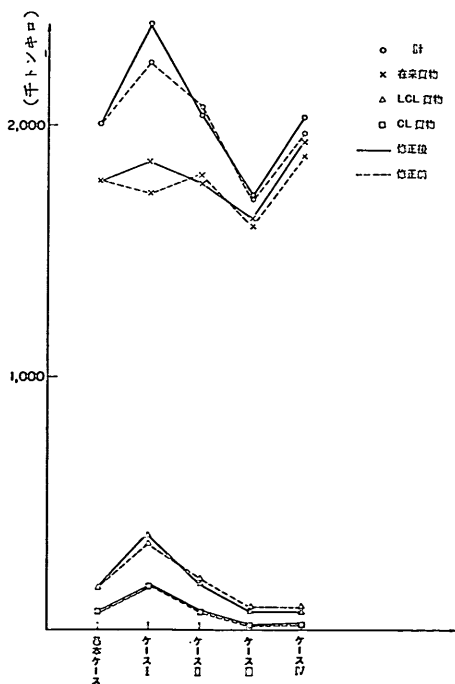


図-13 横持ちトンキロ（輸出+輸入）

表-26 ふとう間横持ち平均距離 (km)

ケース	距離	ケース	距離
基本ケース	4.84	XIII	5.16
I	5.22	XIV	5.29
II	5.01	XV	5.05
III	4.91	XVI	4.91
IV	5.61	基本ケースII	5.26
V	5.17	IX	4.73
VI	4.99	X	4.71
VII	4.98	XI	5.95
VIII	5.09	XII	4.67

とう使用区分に関するケースIVまでを見ると、基本ケースとケースIVの間には横持ち平均距離で約 0.81 km の差がある。この値がどの程度の意味もつかをみると、これに基本ケースのトン数約 40 万トンに乗じると 320 千トンキロとなり、基本ケースのトンキロ約 2,000 千トンキロの 16% に相当する。これは先にみた基本ケースとケースIIIとのトンキロの差にほぼ相当し、このことから各ケースの示す横持ち平均距離のもつ重みの重要性が理解できる。

また、全ケースにおける平均距離は概ね 5 km の前後に散在しているが、因に、この距離は表-25において本牧Iふとう～山下ふとうおよび本牧IIふとう～山下ふとうの間の距離に一致し、または、新港ふとう～山の内ふとう、本牧IおよびIIふとう～大棧橋ふとうの距離にほぼ一致するものである。

以上、ふとう使用区分に係るケース比較においては、代替案数が4つと少なかったにも拘らず、ふとうの使用区分を適切に運用すればふとう間横持ち輸送を減少させることができること、および、使用区分システムのあり方自体も本モデルで検証、模策できることが明らかとなった。

次に、施設容量に係る代替案間比較は以下のとおりである。

先に述べたように、ここでは基本ケースと各パターン、基本ケースIIと各パターンの2つに分けて考察する、前者についての試算結果を図-14および図-15、後者についての試算結果を図-16および図-17に示す。

図-14および図-15においては、私設上屋の容量を公共上屋あるいは公共荷捌場に上乘せ転化させるケースV、ケースVIがトン数およびトンキロ両面で基本ケースに比し横持ち量の若干の減少を示している。一方、各ふ

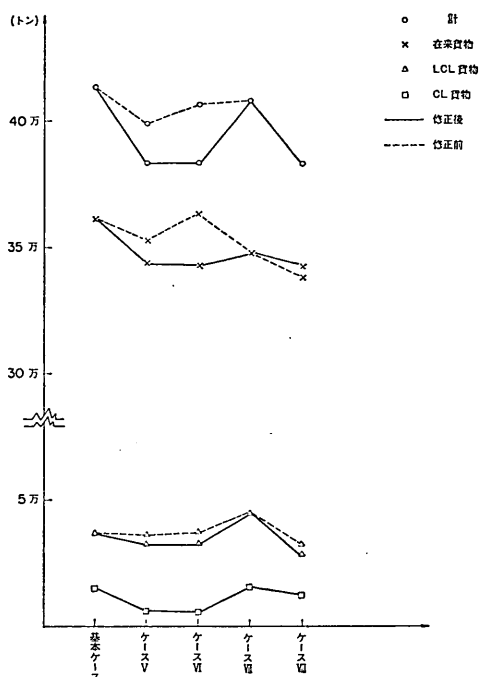


図-14 横持ちトン数（輸出+輸入）

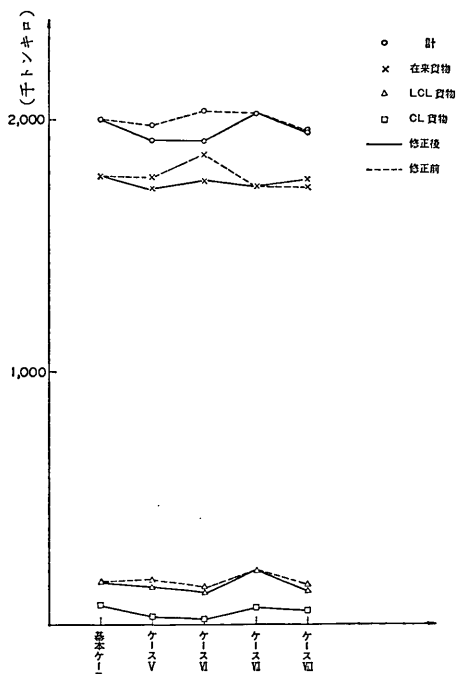


図-15 横持ちトンキロ（輸出+輸入）

とう上の施設を私設上屋のみに限定するケースVIIはトン数およびトンキロでこれよりも横持ち量が大きい。現状のふとう別貨物取扱能力比（既出試算値）に対応させて容量設定を行ったケースVIIIは、基本ケースに対してはトン数、トンキロで小さい値を示しているが、ケースVあるいはケースVIとの差はほとんどない。図-14および図-15は全般的にみて各ケース間の差は大きくない。この最大の原因は施設稼働率の低さにある。基本ケースの施設容量設定に際しては現状の施設回転率等を用いたにも拘らず表-27に示すように平均施設稼働率（統計処理ピッチ毎の施設容量に対する貨物在庫重量の比率の統計処理期間内の単純平均）が低くなる原因としては、6.1(1)において私設上屋と公共施設との取扱貨物量比と公共上屋および荷捌場に関する余裕率の設定に問題があったことが考えられる。しかし、それらの正確な数値を掴めることは、ここでの最大目的であるところのモデルの実用性の検証に必ずしも繋がらないものと判断し、施設稼働率を1.0に近づける方法をとった。施設利用の現況から施設容量を設定する6.1(1)の方法では、稼働率は余裕率による部分のみが1.0との差として表われるはずだからである。そこで、基本ケースの施設稼働率が施設容量を小さく設定したふとうを除き0.5に満たないことから、施設容量を基本ケースの一率に1/2にしたケースを作成し、これとこれに対応する、すなわち、港湾全体の総施設容量を等しくする代替案ケースとの間で比較を行うことにした。この場合のベースとするケースを基本ケースIIと呼ぶことは先に述べたとおりである。基本ケースIIにおける平均施設稼働率は表-27に示すとおりである。

図-16においては、ふとう上の施設を全て私設上屋に

表-27 施設稼働率

施設 ふとう	公共上屋	荷 捌 場	私設上屋	CY
本牧I	0.46/0.99	0.46/0.97	0.47/0.98	1.00/1.00
本牧II	0.47/0.97	0.46/0.99	0.46/0.98	0.82/1.00
山下	0.46/0.99	0.46/0.98	0.47/0.99	1.00/1.00
大棧橋	0.99/0.98	1.00/0.99	0.98/1.00	1.00/1.00
新 港	0.47/0.99	0.46/0.99	0.47/0.98	1.00/1.00
高 島	0.94/0.97	0.93/0.99	0.95/0.97	1.00/1.00
山の内	0.99/0.94	1.00/1.00	0.98/0.96	1.00/1.00
出田町	0.97/0.68	0.97/0.99	0.97/0.99	1.00/1.00

上: 基本ケース
下: 基本ケースII

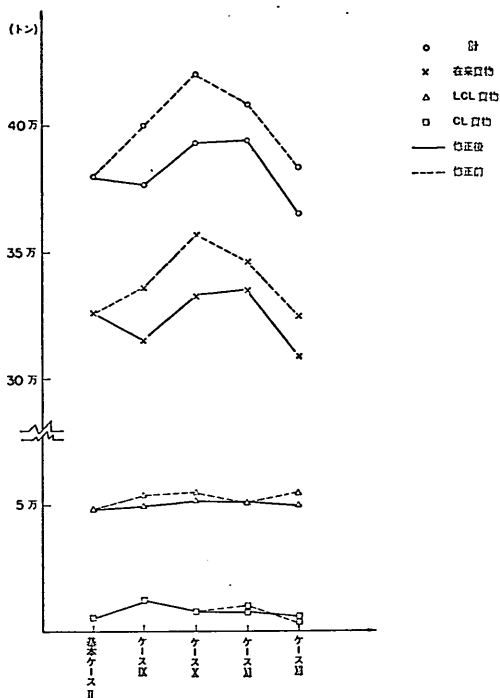


図-16 横持ちトン数（輸出+輸入）

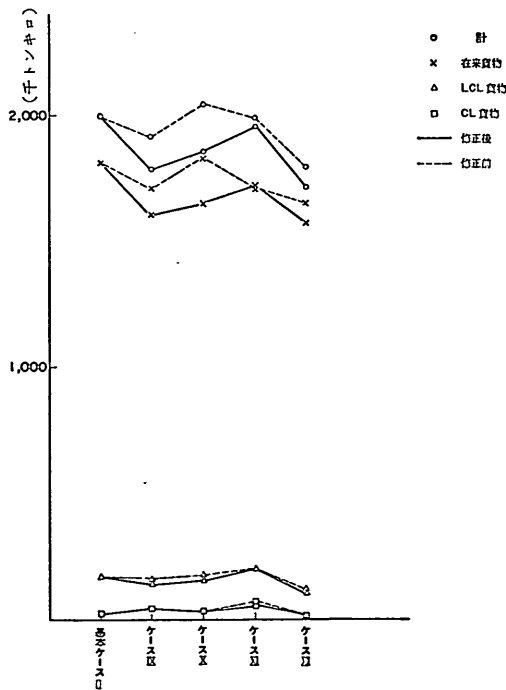


図-17 横持ちトンキロ（輸出+輸入）

限定したケースXIが横持ちトン数で最も大きい値を示している。次いで大きいのが私設上屋の容量を全て公共荷捌場に乗せたケースX，最も横持ちトン数の小さいのがふとう能力比に応じて施設容量配分を行ったケースXIIである。図-17においては，基本ケースIIと各ケースとの関係が図-16と異なるだけで代替案ケース相互の関係は図-16と同様である。図-17では基本ケースIIが横持ちトンキロで最大の値を示している。これら両図は，先の図-14および図-15に比べると明らかにケース間の差を鮮明にしていることがわかる。以上から，図-16および図-17より，ふとう間の施設容量バランスおよびふとう毎の施設間容量バランスが横持ち貨物量の変化に与える影響を，貨物種類別，品目別構成，施設の保管期間等の複合的な作用結果としてとらえることが可能となることが明らかとなった。

(2) 感度分析

ここでは，基本ケースに対して ① 輸出貨物のふとう選好および ② 輸出貨物の月内発生変動分布を変化させたとき，横持ち貨物量にどの程度変化が発生するかをみる。2つの感度分析項目は次のように変化させた。

① 輸出貨物のふとう選好については，基本ケースにおける貨物種類別方面別のふとう指定割合を低くしたケースを2つ設定した。ふとう指定割合を低くするということは，貨物の搬入施設の位置に対する決定権をもつ港運業者等が，船舶のふとう使用区分の状況を自らの判断に含む割合をより低くするということを意味する。

ここでは，CL貨物を除くものについて，貨物種類別方面別に拘らず一律に基本ケースでのふとう指定割合を0.75倍および0.5倍したケースを用意した。前者をケースXIII，後者をケースXVIとする。

② の月内発生変動については，図-10において変動ピッチ p を14日，変動振幅 d が0.1とするケースXV，及び変動ピッチ p を30日，変動振幅 d を0.1とするケースXVIを用意した。

まず，① 輸出貨物のふとう選好に関する感度分析の結果は図-18～図-19に示すとおりとなる。図-18をみると，横持ちトン数は基本ケースとケースXIIIの間で余り変化が見られないが，ケースXIIIからケースXIVとの間で大きく増加している。図-19をみると，貨物のふとう指定割合が低くなるにしたがいほぼ直線的に横持ちトンキロが増加している。これらから，貨物のふとう指定割合の設定次第で横持ち貨物量はかなり敏感に変化することがわかった。

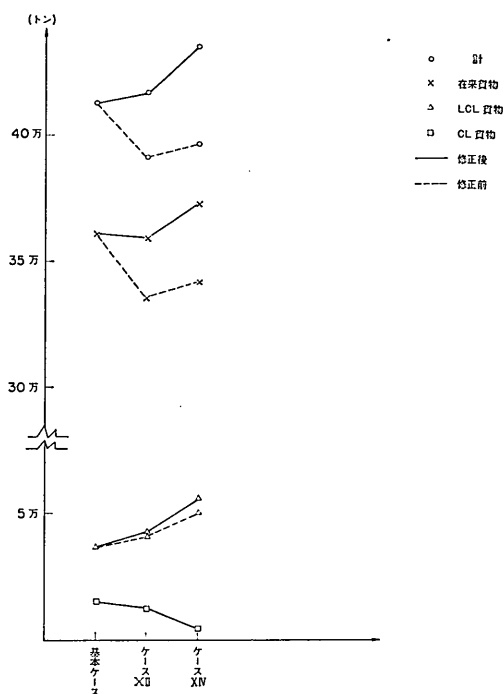


図-18 横持ちトン数（輸出+輸入）

次に、② 輸出貨物月内発生変動分布に関する感度分析の結果は 図-20～図-21 に示すとおりである。これを見ると、ケース XVI がトンキロおよびトン数で基本ケースを下回っている。このことは、発生変動幅の小さいほど施設容量に与える一時的な負荷は小さくて済み、そのために当然のことながら横持ち貨物量の発生が少ないことを意味している。しかし、基本ケースに対する減小幅はそれほど顕著なものではない。トンキロで 2.5%，トン数で 4.5% 程度である。ケース XV は、変動の振幅が基本ケースと同じ、変動ピッチがほぼ半分であり、このことは港湾発生の変動が激しいことを意味するが、基本ケースに比し明らかに大小を判定できる結果は示していない。すなわち、トンキロでは微かに大きくなるが、逆にトン数では小さくなるという結果になっている。

以上、感度分析を行った結果明らかになったことは次のとおりである。

まず、入力条件を変えて出力される結果が、横持ち貨物量の大小関係をほぼ推測どおりに反映していることから、本モデルが十分感度分析に使用可能であることがわかった。更に、条件設定の相異が結果にかなり敏感に反映されることから、政策変数を評価する場合には必ず幅

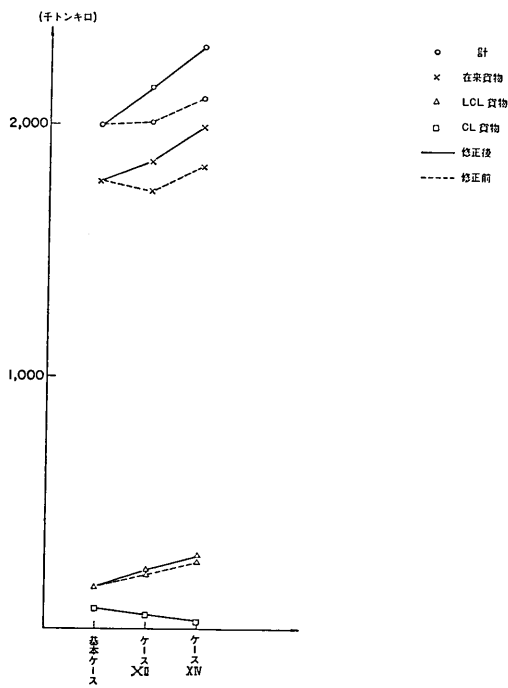


図-19 横持ちトンキロ（輸出+輸入）

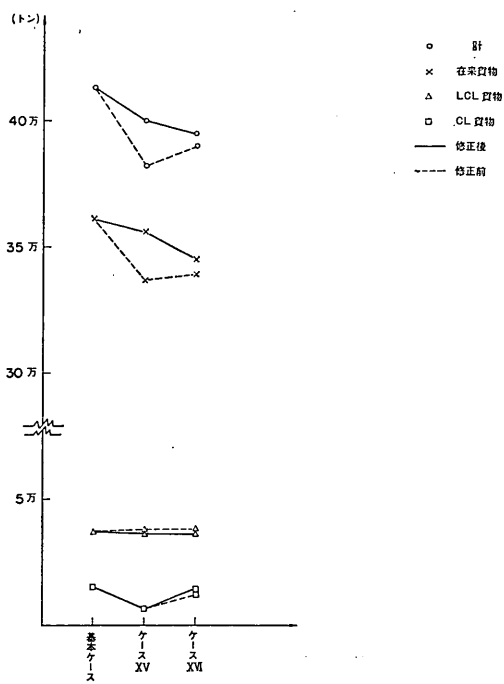


図-20 横持ちトン数（輸出+輸入）

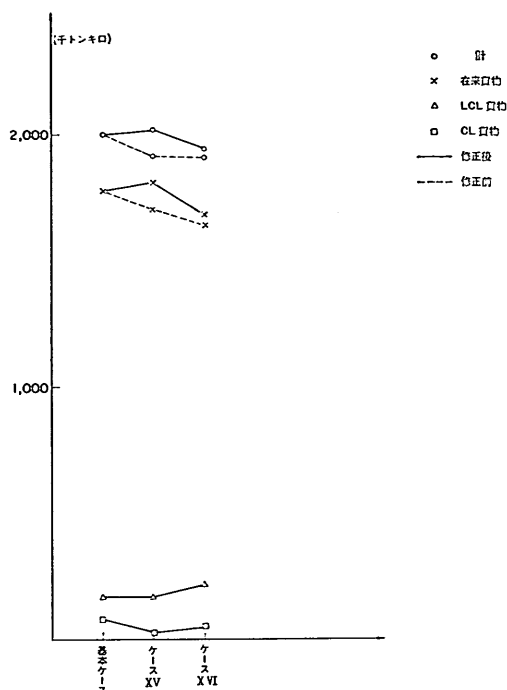


図-21 横持ちトンキロ（輸出+輸入）

をもたせた感度分析も合わせて行い、これらの結果より総合的に判定を下す必要のあることがわかった。

7. プログラムの説明

ここでは、インプットおよびアウトプット項目の内容並びにプログラム構成について述べる。

7.1 インプット項目

本プログラムのインプット項目は、大きく分けて、① 共通項目、② 船舶関連項目、③ 貨物関連項目、④ 施設関連項目、⑤ 政策変数、⑥ 感度分析項目および ⑦ 確率分布の計 7 つとなる。

まず、① 共通項目としては、② 品目数、③ 方面（航路）数、④ 対象港湾の対象ふとう数、⑤ 船舶ランク数、⑥ シミュレーション期間（日）、⑦ 統計処理開始時刻（日）、⑧ 統計処理ピッチ（日）、の計 7 項目をインプットする。このうち、⑤ 船舶ランク数は、② の船舶関連項目を G/T のランク別に入力するため、その区分数を示す。先のケーススタディでは 6 区分にしている。⑦ の統計処理開始時刻は、シミュレーションが開始して貨物が発生しても、システムのあらゆる部分が定常的に稼働しないと統計量をとることは意味がないため、シミュレ

ーション開始後一定の期間を経て、その後初めて統計をとり始める時刻を示す。先のケーススタディでは 20.0 日としている。⑧ の統計処理ピッチは同様に 10.0 日としている。

② 船舶関連項目としては、④ 船型のランク、⑤ 船舶の方面別諸元（① 月間発生隻数、② 発生間隔確率分布型 No.、③ 平均船型 (G/T)、④ 船型確率分布型 No.）、⑥ 船舶船型別の G/T・積載量変換コンバータ（%）およびセミコン船のコンテナ貨物積載割合（%）、⑦ 船舶の船型別の ① 平均保留時間および ② 保留時間確率分布型 No.、③ 沖荷役比率がある。

③ 貨物関連データとしては、④ 貨物品目別の ① 平均ロット重量（トン/個）および ② ロット重量確率分布型 No.、⑤ 貨物品目別月間発生量（トン/月）、⑥ 貨物品目別直送比率（%）がある。

④ 施設関連データとしては、④ 荷捌・保管施設の貨物品目別の、① 平均保管期間（日）および ② 保管期間確率分布型 No.、⑤ 保管期間修正係数、⑥ ふとう別の、① パース数および ② パース別の容量（着岸船舶制限、(G/T)）がある。

⑦ 確率分布は、これをモデル内で累積分布に変換して乱数を発生させて個々の値をランダムに決定していくためのものである。また、縦 (y)、横 (x) 軸とも 0~1.0 に標準化した座標を用いている。②~④ で分布型 No. と並列して平均値を入力することになっているのはそのため、モデル内で実際のスケールに戻している。更に、確率分布は確率密度そのものでも、度数分布でもどちらでも処理可能としている。

7.2 アウトプット項目

アウトプット項目は、① モデル内での時間の進行とともに、統計計算ピッチ毎に出力させるものと ② シミュレーション終了後、あらかじめファイルに逐次記憶させておいた情報を必要に応じて取り出し、別に用意する統計処理プログラムで計算後出力させるものの 2 つに大別される。

① の内容は次のとおりである。

- ② 輸出船在港時間
- ③ 輸入船在港時間
- ④ 兼用船在港時間
- ⑤ 全船舶在港時間
- ⑥ 全船舶パース空き待ち時間

③~⑥ は方面別の隻数および平均値の形で出している。

- ⑦ ふとう別（沖荷役含む）船舶沿岸隻数

- ㊸ 在来貨物全施設保管期間
 - ㊹ CL 貨物全施設保管期間
 - ㊺ LCL 貨物全施設保管期間
 - ㊻ 全貨物全施設保管期間
- ㊼～㊻は、保管期間ランク別発生個数、および平均値の形で出している。
- ㊼ 輸出在来貨物船舶積込待ち時間
 - ㊽ 輸出 CL 貨物船舶積込待ち時間
 - ㊾ 輸出 LCL 貨物船舶積込待ち時間
 - ㊿ 輸出全貨物船舶積込待ち時間
- ㊿～㊿は、待ち時間ランク別の個数および平均待ち時間の形で出力している。
- ㊿ 輸出貨物ふとう別利用個数
 - ㊿ 輸入貨物ふとう別利用個数
 - ㊿ ふとう別施設別利用重量および空き率

㊿は貨物の区分はしない。

以上はモデル汎用化のため同一の出力フォーマットを用いている。また、この出力項目の内容は、計算機の容量枠の範囲で、項目数が拡大縮小可能なようにしてある。更に、統計ピッチ毎のみならず、ピッチをオーバーラップした期間についての統計量も出力することになっている。

これらの諸項目は分析の対象とするばかりか、モデルのデバッグ、データのチェック等のために大きな役割を果たす。

次に、㊿の内容は以下のとおりである。

㊿ 船舶関係

- ㊿ 毎日の方面別、用途別、入港目的別船舶発生隻数
 - ㊿ 方面別、用途別、入港目的別、バース別発生隻数の全期間の合計値とふとう別の発生割合
 - ㊿ ふとう着岸の可否
 - ㊿ 輸出船(兼用船の輸出分含)に係る船型ランク別、用途別の船舶 G/T と実積載貨物量の比(全期間合計値で)
- ㊿については、付図-1において船舶がふとう選びを行った結果、着岸できずに再度ふとう捜しを行った隻数の比率を、ランダム割当、指定割当別に出力させる。
- ㊿ 貨物関係
 - ㊿ 輸出入別、種別、方面別、品目別、ロットランク別の発生貨物量全期間合計値
 - ㊿ 輸出入別、種別、品目別の直送貨物発生量全期間合計値
 - ㊿ 輸出貨物の施設搬入の可否
 - ㊿ 種類別、方面別輸出入貨物のふとう別施設別利用量(港外私設上屋含む)
 - ㊿ 輸出入別、種別横持ち O・D
- ㊿は㊿の㊿と同様の意味、出力フォーマットをもつ。
- ㊿は、ふとう毎各施設、港外私設上屋、沖バースおよび直送用ダミー施設の相互間貨物流動を貨物重量および貨物個数で出力させる。

7.3 プログラム構成

本モデルのプログラムは、メインプログラムと 36 個のサブプログラムより構成されており、これらの相互関係と各々の機能を概説するのが表-28である。

表-28 メインプログラムとサブプログラムの関係と機能

プログラムコード					機能
メインプログラム	サブプログラム				
MAIN	FEVT 00				メインプログラム 入力データを読み込んで、カードイメージでプリントし、シーケンシャルファイルに書込む。
	ERROR	GOA 1 A 4			入力データ・コードのチェック エラーメッセージをプリントして CALL EXIT
	TBSIZE				統計計算を行う。 (既出)
	FEVT 01	ERROR			シーケンシャルファイルからデータを読み込んでチェックする(ENTRY)
		SETO			ゼロセット

港湾内貨物流動に関する研究（第一報）

表-28（つづき）

プログラムコード					機能
メインプログラム	サブプログラム				
FEVT 02	SUBRD				データタイプ毎の枚数をカウントして REWIND
	GOA 1 A 4 FALSE				(既出) エラーメッセージをプリントして RETURN
	FALSE 2 ERROR SETO				シミュレーションを実行する エラーの個数をカウントする (ENTRY) (既出) (既出)
	HKAMO 1 HENDO				輸出貨物の平均発生間隔イニシャルセット 輸出貨物月内発生変動係数のイニシャルセ ット
	RANZ	ERROR			$0 < R \leq 1.0$ の一様乱数を発生させる。 (既出)
	HENDO 1 BUNPU 1 SJKAN				変動係数 分布数等のセット (ENTRY) 発生船舶のイニシャルセット
		BUNPU	RANZ	ERROR	分布データを用いて値を決定する。 (既出) (既出)
	TABLE	SETO			統計量の間隔等のセット (ENTRY) (既出)
	CHAIN 2 SCHAIN HKAMO 2				データの並びから取り除く 時間でソートしてデータの並べかえ 貨物の種類を決定する。(ENTRY) (既出) (既出)
		RANZ	ERROR		(既出)
	KABUNP TBLATE	ERROR			航路、品目のイニシャルセット 統計量の計算 (既出)
	WDEBUG BUNPU				アクセスファイルに書込む内容をプリント する (既出) (既出)
		RANZ	ERROR		(既出)
	YUSEN	IRND			優先度の判定 1 から N までの整数を一様に発生させる。 データを追加して並べる。 (既出)
	CHAIN 1 IRND INBTK STIME				貨物の保管施設を捜す。 方面別、用途別、入港目的別船舶を発生さ せる。(ENTRY) (既出)
		BUNPU	RANZ		(既出)

表-28 (つづき)

プログラムコード					機能
メインプログラム	サブプログラム				
	KEIGAN	BUNPU	RANZ	ERROR	(既出) 係留時間と船型を決定する。
	ATFUTO	RANZ	ERROR	ERROR	(既出) (既出) (既出) 指定ふとう間の中で指定割合に応じてふとうを1つ決定する。
	INBTHS KABUN 1	RANZ	ERROR	ERROR	(既出) (既出) 船舶の着岸バースを捜す。 品目の決定 (ENTRY)
	TBPRNT	TPRT	ERROR	ERROR	(既出) (既出) 統計量のプリント (ENTRY) 統計量をプリントする。
		SETO	SETO	SETO	(既出) (既出)

8. 今後の課題

シミュレーションモデルの作成、或いはケーススタディの実施を通じて明らかとなり、また、今後本研究を進めるにあたって取り組むべき課題として次の3点を挙げることができる。

- ① モデルの拡張
- ② モデルの改良
- ③ データ面の充実

①については、現行モデルが4.で示したように限定された範囲、対象等しかもっていないため、これらを拡張してより現実に近いモデルとすることが考えられる。すなわち、船舶および貨物を、外航不定期船および内航船並びにそれらの輸送する貨物も含めたものにするのである。もちろんこのためには各種のことを要求する。例えば、外航不定期船を含めることによって、沖荷役が大幅に増加し、このため、沖荷役比率を現行モデルより詳細に設定すること、沖バースの港湾内での位置関係をモデルに明確に反映させることが等が必要とされる。内航船を含めると、船舶および貨物の複雑な航路(方面)体系を幾つかに集約・分類するための基準を設定すること、500 G/T 以下の船舶の係留時間が既存統計に計上されな

いため別途これについて調査を実施すること等が必要とされる。

②については、港外私設上屋の取扱いを現実に即したものとすること、および、ふとう間横持ち OD を輸送機関別 OD までブレイクダウンさせることが考えられる。前者は、現行モデルが港外私設上屋の空間的位置関係を考慮の外に置いているのに対し、バラバラに立地する現況をできるだけ再現しようとするものである。ただし、私設上屋を個別にモデル内で設定するのではなく、現行モデルがふとう毎の同種施設を1施設にまとめたように、幾つかのブロックにまとめて立地させ、相互の距離あるいはそれらとふとう間の距離も考慮に入れようとするものである。後者は、これを行うことによって艀輸送、トラック輸送等の相互の分担関係を明らかにすることができ、臨港交通施設の計画に対しても本モデルが資料提供を行えることを意味する。このためには、横持ちに関する輸送機関分担関係式(モデル)を作成しなければならないことは言うまでもない。

③は、モデルを実際に適用する場合の課題である。いずれの港湾を取り上げても、不備が指摘されるデータとして私設上屋およびコンテナ貨物に関するものを挙げる事ができる。私設上屋については、先の位置に関する

港湾内貨物流動に関する研究（第一報）

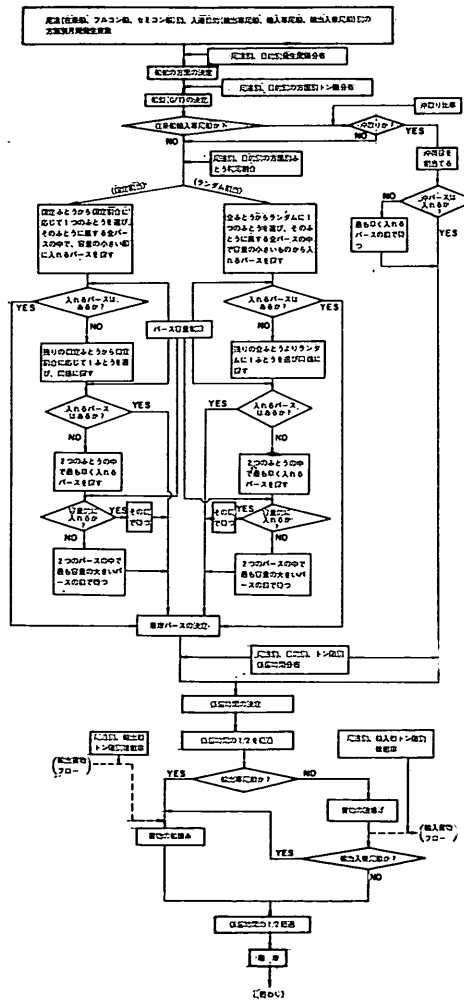
データ以外に、本稿で何度も触れたところの倉庫機能と上屋機能を分離した形での施設規模、保管期間等に関する実態を捉える必要がある。また、コンテナ貨物は、これを CL 貨物と LCL 貨物に分離した形での各種データを揃える必要がある。今後、この種のデータ整備が望まれる。

謝 辞

本研究を進めるにあたっては各方面からの幅広い協

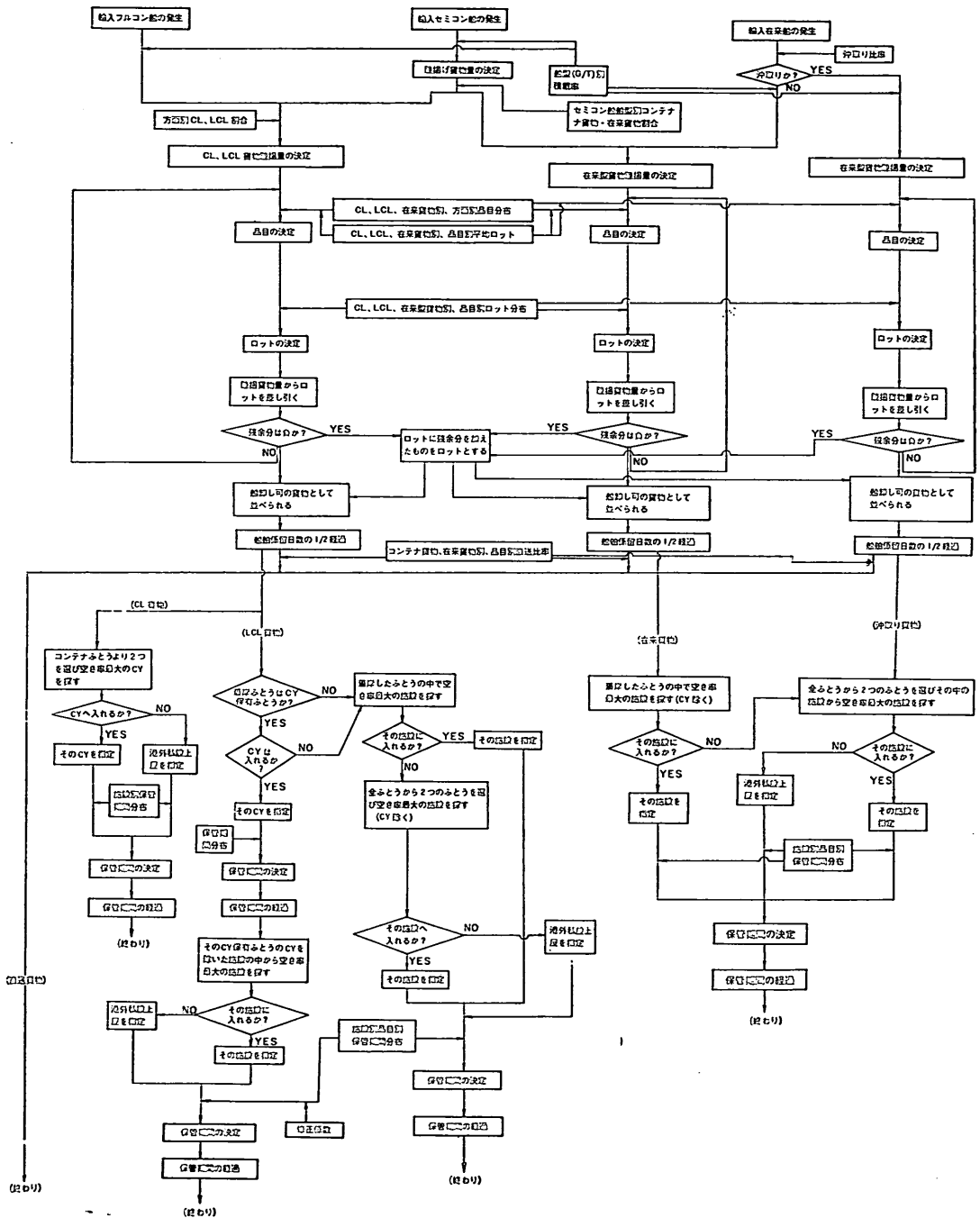
力、助言を得た。まず、シミュレーションモデルの開発にあたっては、当該計基準部システム分析室長の奥山室長および寺内技官（現沖繩総合事務局港湾計画課建設専門官）に貴重な示唆を頂いた。また、データの収集に際しては、横浜市港湾局企画課、本牧ふとう事務所、新港ふとう事務所および山下ふとう事務所並びに横浜港に立地する港湾運送事業および倉庫業の方々の協力を頂いた。ここに関係各位に謝意を表する次第である。

(1981年3月31日受付)



付図-1 船舶発生処理フロー

港湾内貨物流動に関する研究（第一報）



付図-3 輸入貨物処理フロー

付表-1 船舶発生日間隔分布 (年間発生隻数が100隻を超えるもののみ)

(単位: 隻)

日	区分	在,出, 北 米	在,出, 欧 州	在,出, 南 米	在,出, アフリカ	在,出, 豪 州	在,出, アジア	在,入, 南 米	在,入, アフリカ	在,入, アジア	在,兼, アジア	フル,兼, 北 米
0 ~ 0.5		60	34	20	45	20	1,156	22	18	255	248	53
0.5~ 1.5		87	58	30	54	23	299	25	26	151	182	75
1.5~ 2.5		36	25	18	25	18	2	15	18	33	22	35
2.5~ 3.5		30	12	12	17	9		17	11	16	2	15
3.5~ 4.5		8	15	11	11	10		7	7	7	2	8
4.5~ 5.5		3	6	4	4	8		7	13	1		1
5.5~ 6.5		3	2	6	3	3		3	3			1
6.5~ 7.5		3	3	3	3	3		4	3			
7.5~ 8.5			1	1		1		1	2			
8.5~ 9.5			2	2	2	2		5	2			
9.5~10.5				1	1	1		1	1			
10.5~11.5						1			1			
11.5~12.5				1		1						
12.5~13.5						2						
13.5~14.5				1					1			
14.5~15.5												
15.5~16.5												
16.5~17.5												
17.5~18.5												
18.5~19.5												
19.5~20.5												
20.5~21.5												
21.5~22.5												
22.5~23.5												
23.5~24.5												
24.5~25.5												
25.5~26.5												
26.5~27.5												
27.5~28.5												
29.5~30.5			2	1	1	1						
30.5~												
サンプル計		220	160	111	166	103	1,457	107	106	463	456	188

(注) 1. 海上出入貨物調査 (横浜港, 昭和 52 年) 結果収納 MT より作成。

2. 区分欄の略号は以下のとおり。

{ 在 ; 在来船
 フル; フルコン船
 { 出 ; 輸出
 入 ; 輸入
 兼 ; 兼用船

港湾内貨物流動に関する研究（第一報）

付表-2 船舶用途別，入港目的別，方面別のトン階 (G/T) ランク別分布
 (在来船) (%) (フルコン船) (%) (セミコン船) (%)

出入方面	トン階	船舶トン階ランク							平均船型 (G/T)	船舶トン階ランク								平均船型 (G/T)								
		1	2	3	4	5	6	7		8	1	2	3	4	5	6	7		8							
輸出専用	1			2	48	48	2		10,326					18	28	54		19,175				8	64	2	26	15,504
	2			2	51	47			9,809													14	81	5		11,173
	3			1	55	40	4		10,256																	
	4			4	68	28			9,502													23	77			11,894
	5		12	26	47	13	2		7,088				75	25				8,782				100				8,444
	6	2	27	41	20	7	3		5,336	14	57	29						5,435	16			52	32			12,695
	7			40	40	20			6,779				33	67				8,945								
	計	2	18	28	32	17	3		6,791	2	6	9	19	22	42			16,543	3	11	67	9	10			11,728
輸入専用	1				61	34	5		10,018					8	46	46		19,613				29	69	2		14,093
	2			1	43	56			9,953													5	95			10,974
	3			1	58	38	2	1	10,347													100				13,685
	4			4	89	7			8,904													100				13,061
	5			8	87	5			7,815				85	15				8,305				100				6,316
	6	9	15	38	33	4	1		5,392	19	81							3,931	40	48			12			4,882
	7			33	67				4,705				100					6,058								
	計	5	8	20	49	16	2		7,393	4	18	23	2	26	27			13,459	11	13	17	55	4			10,693
兼用船	1			7	42	47	4		10,541					5	46	49		19,916				2	40	32	26	15,909
	2			1	50	49			10,070													100				10,841
	3				47	53			10,007																	
	4			3	71	26			8,880													100				13,477
	5			24	68	8			6,636				82	13	5			9,433				50	50			9,517
	6	12	16	45	25	2			4,621	21	71	8						4,216	48	33	1	2	3	13		3,937
	7			90	10				6,186				57	35	8			5,965				100				10,400
	計	8	10	32	36	14			6,231	5	26	13	5	25	26			13,311	22	16	16	29	1	16		10,400

- (注) 1. 海上出入貨物調査結果等（横浜港，昭和52年）収納MTより作成。
 2. 方面コードは次のとおり。
 1 = 北米 2 = 欧州 3 = 南米
 4 = アフリカ 5 = 豪州 6 = アジア
 7 = ソ連
 3. トン階ランクコードは次のとおり。
 1 = 0~999G/T 2 = 1,000~2,999G/T 3 = 3,000~5,999G/T
 4 = 6,000~9,999G/T 5 = 10,000~14,999G/T 6 = 15,000~19,999G/T
 7 = 20,000~29,999G/T 8 = 30,000G/T~

付表-3.1 船舶係留時間船型別分布

(1) 在来船(輸出)

係留時間 ランク トン階 ランク	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	サンプル 数	平均 (日)	分散 (日 ²)
1	0.10	0.02	0.26	0.07	0.26	0.02	0.12	0.02	0.05	0.03	0.05						42	2.237	1.508
2	0.07	0.05	0.23	0.11	0.20	0.07	0.13	0.04	0.06	0.01	0.02	0.01					493	2.258	1.641
3	0.06	0.06	0.21	0.10	0.22	0.08	0.12	0.03	0.05	0.02	0.03	0.01	0.01				776	2.316	1.761
4	0.06	0.06	0.18	0.10	0.16	0.08	0.13	0.06	0.07	0.03	0.04	0.03					874	2.702	3.044
5	0.02	0.06	0.12	0.11	0.21	0.09	0.12	0.03	0.08	0.04	0.06	0.04	0.02				545	2.878	2.733
6 *	0.06	0.06	0.19	0.10	0.20	0.08	0.13	0.04	0.06	0.02	0.04	0.02	0.01				0	—	—
計	0.06	0.06	0.19	0.10	0.20	0.08	0.13	0.04	0.06	0.02	0.04	0.02	0.01				2,730	2.540	2.401

(2) 在来船(輸入)

係留時間 ランク トン階 ランク	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	サンプル 数	平均 (日)	分散 (日 ²)
1	0.02	0.07	0.15	0.04	0.22	0.09	0.20	0.02	0.13		0.02	0.04					46	2.731	1.944
2	0.08	0.19	0.14	0.09	0.15	0.11	0.10	0.01	0.09	0.01	0.03						80	2.165	1.820
3	0.06	0.10	0.19	0.10	0.15	0.07	0.13	0.04	0.05	0.01	0.05	0.01	0.02	0.01	0.01		208	2.641	3.921
4	0.10	0.09	0.20	0.12	0.18	0.05	0.09	0.03	0.05		0.03	0.02	0.02	0.01	0.01		467	2.395	3.796
5	0.05	0.08	0.25	0.11	0.16	0.08	0.09	0.02	0.05	0.02	0.05	0.03	0.01				186	2.375	2.342
6 *	0.07	0.10	0.20	0.10	0.17	0.07	0.10	0.03	0.06	0.01	0.04	0.02	0.02		0.01		1	0.958	—
計	0.07	0.10	0.20	0.10	0.17	0.07	0.10	0.03	0.06	0.01	0.04	0.02	0.02		0.01		988	2.439	3.321

(3) 在来船(兼用)

係留時間 ランク トン階 ランク	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	サンプル 数	平均 (日)	分散 (日 ²)
1			0.10	0.02	0.21	0.03	0.27		0.18		0.11	0.03	0.03		0.02		62	3.568	2.796
2		0.01	0.05	0.05	0.19	0.06	0.21	0.09	0.14	0.05	0.11	0.02	0.02				86	3.578	2.296
3	0.02	0.05	0.12	0.10	0.19	0.09	0.13	0.06	0.08	0.04	0.05	0.05			0.02		256	3.159	4.252
4	0.02	0.02	0.14	0.09	0.18	0.09	0.15	0.05	0.09	0.03	0.08	0.04	0.01	0.01			295	3.134	4.173
5	0.02	0.05	0.13	0.13	0.13	0.11	0.10	0.06	0.13		0.08	0.05			0.01		111	3.193	4.107
6 *	0.02	0.03	0.12	0.09	0.18	0.09	0.15	0.05	0.10	0.03	0.07	0.04	0.01	0.01	0.01		0	—	—
計	0.02	0.03	0.12	0.09	0.18	0.09	0.15	0.05	0.10	0.03	0.07	0.04	0.01	0.01	0.01		810	3.230	3.911

(4) フルコン船(輸出)

係留時間 ランク トン階 ランク	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	サンプル 数	平均 (日)	分散 (日 ²)
1 *	0.43	0.30	0.24		0.02	0.01											0	—	—
2	1.00																1	0.292	—
3	0.60	0.40															5	0.492	0.029
4	0.25	0.63	0.12														8	0.786	0.090
5	0.56	0.17	0.24		0.03												41	0.592	0.173
6	0.33	0.35	0.27		0.03	0.02											60	0.781	0.286
計	0.43	0.30	0.24		0.02	0.01											115	0.697	0.230

(5) フルコン船(輸入)

係留時間 ランク トン階 ランク	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	サンプル 数	平均 (日)	分散 (日 ²)
1 *	0.50	0.29	0.14	0.04	0.02	0.01											0	—	—
2	0.57	0.29	0.14														7	0.601	0.135
3	0.49	0.31	0.14	0.04	0.02												49	0.660	0.172
4	0.17	0.49	0.31		0.03												35	0.845	0.116
5	0.66	0.24	0.06	0.03	0.01												70	0.520	0.144
6	0.51	0.25	0.14	0.06	0.02	0.02											111	0.723	0.249
計	0.50	0.29	0.14	0.04	0.02	0.01											272	0.672	0.199

港湾内貨物流動に関する研究（第一報）

付表-3.2

(6) フルコン船(兼用)

係留時間 トン階 ランク	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	サンプル 数	平均 (日)	分散 (日 ²)
1 *	0.49	0.29	0.15	0.03	0.02	0.01	0.01										0	—	—
2	0.90	0.10															19	0.331	0.021
3	0.30	0.49	0.17	0.02					0.01		0.01						139	0.772	0.323
4	0.30	0.32	0.35	0.03													71	0.823	0.133
5	0.64	0.23	0.11	0.01	0.01												129	0.554	0.169
6	0.55	0.21	0.11	0.06	0.05	0.01	0.01										236	0.772	0.369
計	0.49	0.29	0.15	0.03	0.02	0.01	0.01										594	0.717	0.289

(7) セミコン船(輸出)

係留時間 トン階 ランク	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	サンプル 数	平均 (日)	分散 (日 ²)
1 *	0.09	0.24	0.15	0.15	0.13	0.07	0.04	0.02	0.07		0.02	0.02					0	—	—
2	0.33	0.67															3	0.722	0.061
3 *	0.09	0.24	0.15	0.15	0.13	0.07	0.04	0.02	0.07		0.02	0.02					0	—	—
4	0.17	0.25	0.08	0.17	0.17	0.08			0.08								12	1.549	1.258
5	0.09	0.23	0.14	0.13	0.13	0.06	0.05	0.03	0.08		0.03	0.03					78	2.000	2.178
6		0.15	0.31	0.31	0.15	0.08											13	1.513	0.332
計	0.09	0.24	0.15	0.15	0.13	0.07	0.04	0.02	0.07		0.02	0.02					106	1.853	1.864

(8) セミコン船(輸入)

係留時間 トン階 ランク	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	サンプル 数	平均 (日)	分散 (日 ²)
1 *	0.14	0.27	0.31	0.09	0.10	0.04		0.02	0.03								0	—	—
2	0.10	0.50	0.30	0.10													10	0.983	0.166
3	0.18	0.09	0.46	0.09	0.18												11	1.254	0.381
4		0.20	0.53	0.07	0.07			0.07	0.06								15	1.631	1.107
5	0.18	0.22	0.24	0.08	0.12	0.08	0.02	0.02	0.04								50	1.471	1.042
6	0.13	0.61	0.13	0.13													8	0.891	0.137
計	0.14	0.27	0.31	0.09	0.10	0.04		0.02	0.03								94	1.370	0.858

(9) セミコン船(兼用)

係留時間 トン階 ランク	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	サンプル 数	平均 (日)	分散 (日 ²)
1 *	0.12	0.21	0.30	0.12	0.12	0.04	0.05	0.01	0.02		0.01						0	—	—
2	0.18	0.16	0.42	0.13	0.08		0.03										38	1.171	0.361
3	0.27	0.31	0.27	0.11	0.04												26	0.955	0.222
4		0.21	0.25	0.14	0.32			0.04	0.04								28	1.728	0.698
5	0.05	0.13	0.23	0.09	0.13	0.13	0.13	0.02	0.05		0.04						56	2.094	1.513
6	0.15	0.33	0.33	0.15			0.04										27	1.099	0.401
計	0.12	0.21	0.30	0.12	0.12	0.04	0.05	0.01	0.02		0.01						175	1.512	0.982

- (注) 1. 海上出入貨物調査結果(横浜港, 昭和52年) 収納MTより作成。
 2. トン階ランクは, 1(0~999G/T), 2(1,000~2,999), 3(3,000~5,999), 4(6,000~9,999), 5(10,000~19,999), 6(20,000~)を示す。
 3. 係留時間ランクは, 1(0~0.5日), 2(0.5~1.0), 3(1.0~1.5), 4(1.5~2.0), 5(2.0~2.5), 6(2.5~3.0), 7(3.0~3.5), 8(3.5~4.0), 9(4.0~4.5), 10(4.5~5.0), 11(5.0~6.0), 12(6.0~7.0), 13(7.0~8.0), 14(8.0~9.0), 15(9.0~10.0), 16(10.0~)を示す。
 4. *印は, 実績サンプル数が0或いは1のものに「計」の分布を与えたことを示す。

付表-4 輸出貨物月間発生量

(1) 在来型貨物 (トン)										
品目	方面	北 米	欧 州	南 米	アフリカ	豪 州	ア ジ ア	ソ 連	計	
農 水 産 品		127	291	124	187	91	413	0	1,233	
林 産 品		1	21	5	41	0	257	0	325	
鉱 産 品		17	27	72	61	48	2,360	11	2,596	
金属機械工業品		55,957	39,570	37,603	35,984	16,487	279,722	4,419	469,742	
化学工業品		2,373	1,634	2,636	999	398	19,308	1,302	28,650	
軽工業品		1,250	2,935	581	3,631	1,478	23,821	206	33,902	
雑工業品		5,092	8,236	3,082	1,624	805	13,058	459	32,356	
特 殊 品		233	161	299	128	577	12,549	133	14,080	
分類不能品		0	0	0	0	0	0	0	0	
計		65,049	52,875	44,401	42,656	19,885	351,490	6,530	582,886	
(2) CL貨物 (トン)										
品目	方面	北 米	欧 州	南 米	アフリカ	豪 州	ア ジ ア	ソ 連	計	
農 水 産 品		566	10	0	0	13	80	21	689	
林 産 品		0	0	0	0	0	0	0	0	
鉱 産 品		26	0	0	0	20	129	10	184	
金属機械工業品		24,310	1,054	0	418	2,353	5,331	7,039	40,504	
化学工業品		736	20	0	0	107	916	572	2,344	
軽工業品		829	214	0	27	115	520	100	1,804	
雑工業品		3,316	160	0	8	82	442	274	4,282	
特 殊 品		2,099	374	0	10	298	462	168	3,411	
分類不能品		0	0	0	0	0	0	0	0	
計		31,882	1,832	0	463	2,988	7,880	8,184	53,218	
(3) LCL貨物 (トン)										
品目	方面	北 米	欧 州	南 米	アフリカ	豪 州	ア ジ ア	ソ 連	計	
農 水 産 品		501	8	0	0	12	71	18	611	
林 産 品		12	8	0	0	0	33	0	53	
鉱 産 品		35	0	0	0	27	178	14	255	
金属機械工業品		32,225	1,398	0	553	3,118	7,067	9,330	53,692	
化学工業品		1,493	41	0	1	204	1,861	1,151	4,758	
軽工業品		2,774	718	0	89	383	1,739	335	6,039	
雑工業品		13,265	638	0	32	328	1,768	1,095	17,126	
特 殊 品		2,017	360	0	9	287	444	161	3,278	
分類不能品		0	0	0	0	0	0	0	0	
計		52,322	3,171	0	684	4,359	13,161	12,104	85,812	

(注) 1. 海上出入貨物調査(横浜港, 昭和52年)結果収納MTより作成。
 2. CL及びLCLについては, 1.の結果(コンテナ貨物量)に, 全国輸出入コンテナ貨物流動調査(大蔵省, 外貿公団等, 昭和53年)結果より算定した品目別CL, LCL比率を乗じて求めた。

港湾内貨物流動に関する研究（第一報）

付表-5.1 品目別ロット分布

(1) 在来貨物(輸出)

品目	ロット (トン)	0	3	6	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	200	300	500
		3	6	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	200	300	500	
農水産品		0.32	0.25	0.04	0.14	0.04	0.02	0.03	0.02	0.00	0.04	0.01	0.01					0.06	0.01	0.01	
林産品		0.45	0.14	0.05	0.07	0.05	0.07				0.05		0.05				0.03	0.02		0.02	
鉱産品		0.11	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01		0.05	0.10			0.29	0.06	0.07	0.02	0.09	0.07	0.03		
金属機械工業品		0.51	0.14	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02			
化学工業品		0.37	0.16	0.11	0.09	0.05	0.07	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02			0.02			
軽工業品		0.44	0.18	0.10	0.12	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01					0.01			
軽工業品		0.64	0.14	0.07	0.05	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01						0.01			
特殊品		0.26	0.11	0.04	0.03	0.03	0.02	0.01	0.06	0.01		0.01	0.03	0.07	0.02	0.01	0.02	0.12	0.06	0.06	0.03

(2) 在来貨物(輸入)

品目	ロット (トン)	0	3	6	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	200	300	500
		3	6	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	200	300	500	
農水産品		0.35	0.22	0.11	0.15	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01		0.01					0.01			0.01
林産品		0.18	0.16	0.13	0.28	0.05	0.12	0.01	0.02			0.01	0.01					0.01			0.02
鉱産品		0.20	0.14	0.07	0.11	0.12	0.03	0.07	0.05	0.02		0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.07			
金属機械工業品		0.44	0.13	0.09	0.04	0.04	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01	0.02
化学工業品		0.33	0.18	0.14	0.11	0.05	0.03	0.03	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01		0.01		0.01	0.01		0.01
軽工業品		0.56	0.15	0.08	0.10	0.03	0.03	0.02	0.02		0.01										0.01
雑工業品		0.46	0.18	0.10	0.08	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01				0.01			0.01
特殊品		0.15	0.11	0.13	0.21	0.10	0.07	0.06	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01			0.01		0.01	0.01

(3) LCL貨物(輸出)

品目	ロット (トン)	0	3	6	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	200	300	500
		3	6	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	200	300	500	
農水産品		0.19	0.21	0.09	0.19	0.12	0.08	0.03		0.05	0.01		0.02			0.01					
林産品			0.33	0.33									0.34								
鉱産品		0.16	0.26		0.05	0.21	0.11						0.11	0.05		0.05					
金属機械工業品		0.41	0.21	0.10	0.08	0.04	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		0.01			
化学工業品		0.30	0.19	0.11	0.06	0.06	0.08	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.03			
軽工業品		0.25	0.21	0.14	0.10	0.06	0.08	0.04	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01		0.01		0.02	0.01		
雑工業品		0.45	0.21	0.10	0.07	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02					0.01			
特殊品		0.39	0.26	0.11	0.05	0.06	0.03	0.02		0.01	0.01	0.02		0.02	0.01			0.01			

(4) LCL貨物(輸入)

品目	ロット (トン)	0	3	6	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	200	300	500
		3	6	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	200	300	500	
農水産品		0.06	0.09	0.13	0.16	0.22	0.06	0.03	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03				0.03			
林産品		0.06	0.05	0.03	0.02	0.08	0.05	0.08	0.07	0.02	0.07	0.04	0.10	0.03	0.01	0.01	0.01	0.20	0.05	0.01	0.01
鉱産品		0.09	0.09	0.16	0.06	0.16	0.03	0.02	0.02	0.06	0.02	0.02	0.02	0.06	0.05		0.02	0.06	0.03		0.02
金属機械工業品		0.43	0.17	0.09	0.09	0.05	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01				0.03		0.01	
化学工業品		0.31	0.18	0.12	0.10	0.09	0.06	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02				0.01			
軽工業品		0.14	0.14	0.08	0.08	0.11	0.11	0.03	0.04	0.05	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.05	0.01		
雑工業品		0.26	0.21	0.14	0.11	0.07	0.07	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02							
特殊品		0.26	0.15	0.07	0.04	0.05	0.04	0.04	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.04	0.14	0.01		0.01

付表-5.2

(5) CL貨物(輸出)

品目	ロット (トン)	0	3	6	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	200	300	500
	3	6	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	200	300	500	500	
農水産品			0.08	0.12	0.27	0.19				0.08		0.04	0.04			0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	
林産品	0.10	0.08	0.06	0.07	0.08	0.14	0.06	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.08	0.04	0.02	0.02	0.02	0.05	0.02	0.02	
鉱産品										0.33								0.67			
金属機械工業品	0.11	0.09	0.07	0.07	0.06	0.12	0.06	0.03	0.03	0.04	0.05	0.10	0.04	0.02	0.01	0.02	0.05	0.02	0.01		
化学工業品	0.02	0.02	0.02	0.04	0.16	0.21	0.09	0.04	0.06	0.03	0.04	0.06	0.05	0.05	0.01	0.01	0.05	0.02	0.02		
軽工業品	0.04	0.05		0.01	0.13	0.22	0.11	0.06	0.04	0.05		0.04	0.03	0.07	0.03	0.03	0.09				
雑工業品	0.25	0.11	0.07	0.12	0.07	0.13	0.06	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02		0.01	0.01	0.03	0.01			
特殊品	0.13	0.06	0.06	0.06	0.10	0.16	0.03	0.03	0.03		0.06			0.03	0.03	0.03	0.10	0.06	0.03		

但し林産品はサンプルがなかったため、全品目の平均値を用いた。

(6) CL貨物(輸入)

品目	ロット (トン)	0	3	6	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	200	300	500
	3	6	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	200	300	500	500	
農水産品	0.05	0.08	0.13	0.24	0.29	0.06	0.02	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01		0.01					
林産品					0.11	0.13	0.11	0.05	0.03				0.08					0.16	0.20	0.05	0.08
鉱産品	0.01		0.03	0.08	0.48	0.04		0.03	0.09	0.02	0.04	0.04		0.05	0.01	0.01	0.07				
金属機械工業品	0.09	0.07	0.07	0.04	0.28	0.08	0.06	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04		0.02	0.02	
化学工業品	0.09	0.05	0.05	0.08	0.17	0.17	0.05	0.03	0.10	0.05	0.02	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01			
軽工業品	0.03	0.07	0.05	0.15	0.17	0.11	0.06	0.03	0.05	0.04	0.04	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.05	0.03	0.02		
雑工業品	0.17	0.12	0.08	0.06	0.08	0.10	0.06	0.06	0.03	0.05	0.04	0.04	0.02	0.02	0.01		0.04	0.01	0.01		
特殊品	0.04		0.04	0.02	0.06	0.06	0.03	0.04	0.03	0.04	0.02	0.25	0.06	0.02	0.04	0.04	0.19	0.02			

- (注) 1. 在来貨物は、海上出入貨物調査(横浜港、昭和52年)結果収納MTより作成。
 2. LCL及びCL貨物は、全国における輸出入コンテナ貨物流動調査(大蔵省、京浜・阪神外貿埠頭公団等、昭和53年)結果収納MTより横浜港分抜萃作成。
 3. LCL, CLの区別は(テ)バンニングの場所の位置、性格により判定。

付表-6.1 施設保管期間分布

(1) 在来貨物(輸出) (%)

施設	品目	保管期間(日)																														平均(日)	分散(日 ²)	最大(日)	サンプル数			
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	150					200	300	
公共上屋	農水産品	4	4	27	13	8	2	13	4	8	2	4	2	2	2	2																		8.0	133.3	77.0	46	
	林産品		6	13	19	13	6	19													6			6										10.4	129.6	49.0	16	
	鉱産品		2	3	10	9	10	5													2	3	10	7	5	3	2							16.1	530.6	172.0	58	
	金属機械工業品	1	1	3	6	7	6	7	7	6	5	4	5	3	3	3	11	7	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		17.2	599.8	619.0	9,684	
	化学工業品	1	4	8	8	9	8	8	7	5	4	4	3	3	2	9	5	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		14.9	1,100.9	915.0	1,154	
	軽工業品	1	1	3	6	7	7	9	8	6	4	4	6	4	5	3	9	4	4	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		16.3	2,185.0	910.0	652	
	雑工業品	1	4	7	7	7	7	6	4	4	4	4	3	3	3	2	10	8	6	3	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1		15.5	394.4	415.0	1,773	
特殊品	3	20	28	15	5	7	3	2	1	3	3	1	1	2	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		5.3	70.0	71.0	200		
荷捌場	農水産品																																	29.1	290.9	49.0	10	
	林産品*	1	3	5	7	6	6	6	6	4	6	5	3	3	10	6	5	3	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		16.9	-	-	0		
	鉱産品																																		60.6	202.1	87.0	25
	金属機械工業品	1	3	5	7	7	7	6	5	7	6	3	3	3	11	5	5	2	3	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		15.2	395.0	301.0	2,065	
	化学工業品	1	9	11	6	11	8	7	5	5	7	8	5	3	10	2	1																		10.8	333.6	186.0	100
	軽工業品				25	25	25																												14.0	281.5	43.0	4
	雑工業品	1	4	15	6	5	4	3	3	1	1	3	1	1	6	14	6	6	15																18.9	238.6	73.0	78
特殊品	2	3	4	4	2	1	4	2	2	2	4	5	6	11	10	7	3	4	2	1	3	3	3	3	2	4							27.4	768.4	116.0	265		
私設上屋 及び海外私設上屋	農水産品																																	100.3	5,398.9	184.0	11	
	林産品				8	12	12	8	8	4	19	12	4																						11.5	275.2	87.0	25
	鉱産品				11	17	6	6	11			6	11																						22.6	889.4	120.0	18
	金属機械工業品	1	2	6	7	6	7	5	5	4	3	4	4	11	6	4	3	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		18.2	694.0	367.0	1,550	
	化学工業品	2	1	1	6	7	5	4	5	6	3	4	3	3	13	7	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2		20.7	867.4	196.0	384	
	軽工業品	1	2	3	3	5	5	2	3	7	2	2	1	1	11	7	2	3	2	2	1	4	3	4	3	7	11	5	1	1	1	1		53.5	4,864.7	503.0	196	
	雑工業品	2	2	3	7	7	8	6	4	7	4	2	2	2	10	5	6	4	2	1	3	4													20.3	956.5	260.0	254
特殊品	1	3	15	2	7	12		5	5	7	5	7	7	15	7	2	2																	11.7	82.5	46.0	61	

(注) *印は、サンプルが無いため公共荷捌場の全品目の平均分布を与えた。

(2) 在来貨物(輸入) (%)

施設	品目	保管期間(日)																														平均(日)	分散(日 ²)	最大(日)	サンプル数				
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	150					200	300		
公共上屋	農水産品																																	20.0	302.5	53.0	13		
	林産品				17	11		6	6	6	11																								33.4	3,246.4	161.0	18	
	鉱産品				17	8	8	33	8	8																									5.8	14.5	17.0	12	
	金属機械工業品	3	3	5	9	7	7	6	8	4	6	6	4	3	2	7	9	3	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		12.2	171.4	110.0	230		
	化学工業品	7	7	7	10	10	4	4	3	3	7	1	1	3	3	9	1	5	3	1	1	1	3	4	3	1									16.5	395.3	87.0	77	
	軽工業品	1	4	1	10	6	6	4	3	3	7	7	6	3	17	7	1	7	10	1															16.7	239.5	105.0	70	
	雑工業品	1	1	3	2	12	9	8	9	5	5	3	3	3	3	7	4	3	3	2	3														23.3	2,754.0	382.0	276	
特殊品	3	3		8	3	3	9	6	9	2	6	5	2	5	8	12	8	3																16.9	223.8	64.0	67		
荷捌場	農水産品																																	90.5	2,134.0	584.0	13		
	林産品																																		64.1	2,662.9	230.0	73	
	鉱産品				2																														43.0	2,198.5	307.0	62	
	金属機械工業品	3	3	3	13	3	13	3	3	3	3	3	3	3	3	3	13	3																	29.7	1,720.8	182.0	39	
	化学工業品																																			49.7	628.7	88.0	13
	軽工業品	3																																	44.8	2,704.5	271.0	40	
	雑工業品*	1	1		2	2	3	2	2	3	1	3	2	2	8	10	8	6	6	5	3	6	4	2	7	8	1	2						48.4	-	-	0		
特殊品	5																																	15.3	51.0	28.0	20		
私設上屋** 及び海外私設上屋	農水産品	2	4	3	7	6	6	6	5	5	3	6	10	6	13																			24.8			1,870		
	林産品	2	3	1	6	9	5	9	5	5	5	14	10	8	16																			15.1			178		
	鉱産品	16	4	4	4							4	4	4	8																			25.2			25		
	金属機械工業品	4	19	12	5	7	22	4	2	2	3	2	3	5	2	4	3																		8.6			416	
	化学工業品	2	12	10	6	8	9	5	2	4	1	3	1	5	8	9																			19.0			248	
	軽工業品				3	3	3	3	3	4	4	11	6	10	9	14																			29.1			1,670	
	雑工業品	4	21	12	5	3	5	4	4	3	3	1	1	6	3	4																			21.5			211	
特殊品	2	9	11	4	5	5	3	3	6	3	3	4	8	5	8																			29.1			466		

(注) *印は、サンプルが無いため公共荷捌場の全品目の平均分布を与えた。

*印を付けた私設上屋に係る保管期間は、輸入時には荷捌き後も荷主側の要請から貨物の引取りがなく、長期保管の倉庫貨物に類することが多いことを考慮して、以下のように実態調査結果を短縮した。

$T\% = (T\% / T\%) \cdot T\%$ の関係を仮定して、 $R = T\% / T\%$ とし、 $t_{R\%} = t_{R\%} \cdot R$ とする。

$T\%$: 輸出時公共上屋における保管期間の全品目平均値 (実態調査による)

$T\%$: 輸出時私設上屋 (")

$T\%$: 輸入時公共上屋 (")

$T\%$: 輸入時私設上屋 (")

$T\%$: (計算値)

$t_{R\%}$: 輸入時私設上屋における品目 i の保管期間 (実態調査による)

$t_{R\%}$: (計算値)

付表-6.2

(3) LCL貨物(輸出)

(%)

施設	品目	保管期間 (日)																				平均 (日)	分散 (日 ²)	最大 (日)	サンプル数															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	25	30	35					40	45	50	60	70	80	90	100	150	200	500				
公共上屋	農水産品*	12	4	15	19		30	12											4	4																	6.1	-	-	0
	林産品*	12	4	15	19		30	12											4	4																	6.1	-	-	0
	鉱産品*	12	4	15	19		30	12											4	4																	6.1	-	-	0
	金属機械工業品*	12	4	15	19		30	12											4	4																	6.1	-	-	2
	化学工業品*	12	4	15	19		30	12											4	4																	6.1	-	-	1
	軽工業品*	12	4	15	19		30	12											4	4																	6.1	-	-	0
	雑工業品	17	11	17		39		17																													4.7	4.2	7.0	18
特殊品					20	20												20	20																	12.0	134.0	31.0	5	
荷捌場	農水産品							75																													11.5	90.8	28.0	4
	林産品*	1	7	8	9	8	5	6	6	3	4	3	3	3	3	3	10	6	5	4	2	1															6.6	-	-	0
	鉱産品*	1	7	8	9	8	5	6	6	3	4	3	3	3	3	3	10	6	5	4	2	1														6.6	-	-	0	
	金属機械工業品	14				14												14	29	29																	20.3	143.6	34.0	7
	化学工業品*	1	7	8	9	8	5	6	6	3	4	3	3	3	3	3	10	6	5	4	2	1														6.6	-	-	1	
	軽工業品*	1	7	8	9	8	5	6	6	3	4	3	3	3	3	3	10	6	5	4	2	1														6.6	-	-	0	
	雑工業品*	1	7	8	9	8	5	6	6	3	4	3	3	3	3	3	10	6	5	4	2	1														6.6	-	-	2	
特殊品	1	7	8	9	8	5	6	6	3	4	4	3	3	3	3	10	6	5	4	2	1	1	1												12.0	159.3	119.0	1,096		
私設上屋	農水産品*	6	8	37	10	5	5	3	1	3	3	3	4	2	2	3	2	1	1																		7.9	-	-	2
	林産品*					34		33																													8.3	30.9	16.0	3
	鉱産品*					34	33																														9.3	46.9	19.0	3
	金属機械工業品	1	4	5	4	6	2	3	1	3	3	3	5	3	3	3	1	1	1																	6.0	30.9	33.0	194	
	化学工業品	4	6	44	13	4	4	2	2				7	4			2	2		4																8.9	215.5	84.0	54	
	軽工業品	4	4	15	11	4	7	4		11	7	4		4	4					7																27.0	1,698.6	141.0	27	
	雑工業品	9	17	21	9	4	11	5		7	1	4		2	1	5	4	2																		6.3	36.0	29.0	103	
特殊品					20	50	30																													2.9	1.1	4.0	10	

(注) *印は、サンプル数2以下のもので各施設の全品目の平均分布を与えた。

(4) LCL貨物(輸入)

(%)

施設	品目	保管期間 (日)																				平均 (日)	分散 (日 ²)	最大 (日)	サンプル数															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	25	30	35					40	45	50	60	70	80	90	100	150	200	500				
公共上屋	農水産品*	6	25	13	30	13	13																														4.5	-	-	0
	林産品*	6	25	13	30	13	13																														4.5	-	-	0
	鉱産品*	6	25	13	30	13	13																														4.5	-	-	0
	金属機械工業品*	6	25	13	30	13	13																														4.5	-	-	0
	化学工業品*	6	25	13	30	13	13																														4.5	-	-	0
	軽工業品*	6	25	13	30	13	13																														4.5	-	-	0
	雑工業品	10				10	40	20	20																												5.1	2.7	7.0	10
特殊品					67	17	17																													3.5	0.6	5.0	6	
荷捌場	農水産品	4	4	4	16	20	16	12	4		8		8						4																	6.3	25.7	26.0	25	
	林産品							25					75																								9.0	3.0	10.0	4
	鉱産品												80			20																					10.4	0.6	12.0	5
	金属機械工業品*	3	4	6	8	9	10	11	7	3	5	3	4	3	4	6	6	5	2	1																	10.4	-	-	2
	化学工業品*	3	4	6	8	9	10	11	7	3	5	3	4	3	4	6	6	5	2	1																	10.4	-	-	1
	軽工業品					14	29	14		14	14		14																								7.7	6.5	12.0	7
	雑工業品					25	13	25	13		25																										6.5	5.0	10.0	-8
特殊品		3	5	6	7	9	10	11	7	3	4	3	4	3	4	6	7	5	2	1																10.7	92.6	88.0	643	
私設上屋**	農水産品*	30	14	19	10	6	7	1	7		1																										3.9	-	-	201
	林産品	3	37	10	14	19	3	3		8																											4.7	-	-	40
	鉱産品	12	16	19	17	7	10		7		2																										4.9	-	-	57
	金属機械工業品	17	13	4	4		8	9	13		17																										7.3	-	-	23
	化学工業品	37	4		7	20	17	4	7		4																										3.6	-	-	28
	軽工業品	6	14	13	4	9	4		11		15																									8.9	-	-	239	
	雑工業品	27	10	9	10	13	3	3	18																												5.0	-	-	40
特殊品	10	50	15	4		10		8		3																										3.0	-	-	77	

(注) *印は、サンプル数2以下のもので各施設の全品目の平均分布を与えた。

**印を付けた私設上屋に係る保管期間は、輸入時には荷捌き後も荷主側の要請から貨物の引取りがなく、長期保管の倉庫貨物に転じることが多いことを考慮して、以下のように実態調査結果を短縮した。

$T_M^i = (T_P/T_E) \cdot T_M^i$ の関係を仮定して、 $R = T_M^i/T_M^i$ とし、 $t_{M_i}^* = t_{M_i} \cdot R$ とする。

- T_E^i : 輸出時公共上屋における保管期間の全品目平均値 (実態調査による)
- T_P^i : 輸出時私設上屋 (" ")
- T_M^i : 輸入時公共上屋 (" ")
- T_M^{*i} : 輸入時私設上屋 (" ")
- T_M^i : (計算値)
- $t_{M_i}^*$: 輸入時私設上屋における品目 i の保管期間 (実態調査による)
- $t_{M_i}^i$: (計算値)

