港湾近代化への基礎研究 (Ⅲ)
—P. D. C. よりみた外貿雑貨の内陸流動
と船舶運営の合理化に関する検討—

山田 猛敏*・米田謹次郎*

西山 安武*・杉崎 昭生*

The Basic Study for the Rationalization of
Port Terminal Operation III
—Some Analysis for the Rationalization of Inland to Port
Transportation and Fleet Operation based on the P. D. C.
of General Cargo in Break-Bulk System—

T. Yamada, K. Yoneda, Y. Nishiyama
and A. M. Sugisaki

Abstract

The purpose of this study is to optimize the total physical distribution system, and so the authors built the system model of inland to port transportation of exporting general cargo, which consists of 7 inland routes combined with road, railway, barge transportation and warehouse. And the physical distribution costs were calculated through computer simulation. The results of study, which should be managed for the sake of reducing the P. D. C., were as follows :

- (1) There is the optimum combination of elements affected on P. D. C. to handle the cargo flow efficiently.
- (2) The percentage of port facility's cost against total P. D. C. is 56.4~37.7 and ship's cost is 41.5~9.4. So the P. D. C. is influenced extremely by these two elements of cost.
- (3) The ratio of cargo via apron should be increased together with simplification of inland route.
- (4) The utilization factor of berth should be kept between 0.60 and 0.88.

1. ま え が き

外貿雑貨運送システムは陸上、港湾および海上の各運送リンクの結合で構成されているフローシステムであり、この中で輸送基礎施設提供、輸送、荷役および保管等の物資流通活動が行なわ

* 東京商船大学 (東京都江東区越中島 2-1-6)

れている。近年この外貿雑貨運送の合理化が各方面で推進されているが、その計画検討の一方法として公共経済的立場に立つて、物的流通コスト (Physical Distribution Cost) 分析を行ない。その総 P.D.C. を最小化する方式を求めるという方法がある。筆者らはこれまでに外貿雑貨運送に関しては港湾および海上の領域について P.D.C. 分析を行ない、一応の検討を終えているので今回は内陸～港湾の貨物流動過程 (サブフローシステム) につき、調査資料をもとに7本の内陸流動経路をもつフローシステムモデルを設定し、流動経路、施設、規模等流動要素レベルの変化が P.D.C. に与える動的影響を把握するため電子計算機による貨物内陸流動、定期船運航のシミュレーションを行ない、これから求めた内陸～港湾の P.D.C. を貨物流動諸要素との関係において検討し、サブフローシステムの適正状態 (P.D.C. 低減化) を探求した。

2. シミュレーションのためのシステムモデル

対象とした内陸～港湾の貨物のフローシステムモデルは図 2・1 に示すように設定した。即ち貨物の内陸発生から本船までの流動経路をトラック、鉄道および船積の組合せで結び、その中に公共上屋および乙仲手倉を配置し、内陸輸送距離もほぼ実際に近いものを採用して7種類の経路をつくり、現実のブレイクバルク貨物流動の複雑性を近似設定したものである。なおこのモデルの資料は横浜港を中心とする関東一円に関するものであり、P.D.C. 分析の対象とした範囲は、貨物内陸発生から荷役、輸送、保管、横持ち、船積そして出港までである。

図 2・1 フローシステムモデル

3. P.D.C. 計算モデル式

外貿雑貨の内陸発生より船積出港までの流動過程において、貨物流動諸活動のために消費される P.C.D. の内訳は、①トラック積 (卸) 荷役費、②トラック輸送費、③鉄道積 (卸) 荷役費、④鉄道輸送費、⑤上屋 (倉庫) 搬入 (出) 荷役費、⑥船積荷役費、⑦船回漕費、⑧本船積荷役費、⑨上屋 (倉庫) 施設費、⑩岸壁施設費、⑪本船在港時間船舶費、⑫港内船舶諸雑費、⑬内陸～港湾総流動時間貨物金利等である。したがって各経路毎の P.D.C. を求めるには、図 2・1 に示す貨物流動諸活動の組合せ数に従って上記の各内訳費を適宜累計すればよい。上記の内訳費のうち特に港頭関係 (⑤～⑫) の計算式については先に本誌 41 号に報告してあるのでここでは省略し、内陸関係の計算式について次に示す。各費用はすべて運送貨物トンあたりのものである。

① トラック積 (卸) 荷役費

$$C_1 = (aA + bB) / N + (T_2 + T_3)(t_1 + t_2) / (\xi_t \beta_t) \dots \dots \dots (1)$$

ただし

a : 荷役人数 (人)	A : 荷役人件費 (円/人・時)
b : 荷役機械数 (台)	B : 荷役機械費 (円/台・時)
N : 荷役能力 (トン/時)	T_2 : トラック諸費 (円/台・時)
T_3 : トラック人件費 (円/台・日)	t_1 : トラック荷役時間 (時間/台)
t_2 : トラック荷役前後待時間 (時間/台)	ξ_t : トラック積載貨物量 (トン/台・サイクル)

β_i : トラック稼動時間 (時間/日)

(荷役のための停車中のトラック費も含む)

② トラック輸送費

$$C_2 = 2[T_1 D_i + (T_2 + T_3) D_i / (V_i \beta_i) + T_4 D_i] / \xi_i \quad \dots\dots\dots (2)$$

ただし

T_1 : トラック燃料費 (円/台・km)

T_4 : トラック 1 台 1 km 走行あたり道路施設費用 (円/台・km)

D_i : 片道輸送距離 (km)

V_i : 輸送速力 (km/時)

(トラック輸送は片荷輸送で復路は空車回送とするので係数 2 がつく)

③ 鉄道積(卸)荷役費

$$C_3 = (eE + fF) \cdot N + R_0(r_1 + r_2) / (\xi_r \beta_r) \quad \dots\dots\dots (3)$$

ただし

e : 荷役人数 (人)

E : 荷役人件費 (円/人・時)

f : 荷役機械数 (台)

F : 荷役機械費 (円/台・時)

N : 荷役能力 (トン/時)

R_0 : 貨車 1 台あたり諸費 (円/台・日)

r_1 : 貨車荷役時間 (時間/台)

r_2 : 貨車荷役前後待時間 (時間/台)

ξ_r : 貨車積載貨物量 (トン/台・片道)

β_r : 列車稼動時間 (時間/日)

(荷役のための停車中の貨車費も含む)

④ 鉄道輸送費

$$C_4 = [R_1 D_r / n + ((R_2 + R_3) / n + R_0) D_r / (V_r \beta_r) + R_4 D_r / n] / \xi_r \quad \dots\dots\dots (4)$$

ただし

R_1 : 機関車動力費 (円/台・km)

R_2 : 機関車諸費 (円/台・日)

R_3 : 列車人件費 (円/列車・日)

R_4 : 列車 1 km 走行あたり鉄道施設費用 (円/列車・km)

D_r : 片道輸送距離 (km)

n : 列車編成貨車台数 (台)

V_r : 輸送速力 (km/時)

(鉄道輸送は空車回送はないとし、復路は別の貨物輸送にあたるものとする)

⑬ 内陸～港湾総流動時間貨物金利

$$C_{13} = RrT / 365 \quad \dots\dots\dots (5)$$

ただし

R : 外貨貨物平均原価 (円/トン)

r : 年利率

T : 内陸発生より船積出港までの総流動時間 (日)

以上により各種流通レベルにおけるシミュレーションにより各経路毎の P.D.C. を求めることができ、これよりサブシステム全体 (1 船単位) の P.D.C. は各経路に流れる貨物量率で平均して求められる。即ち

$$PDC_i = \sum_j (\text{貨物流通諸活動費})_{ij} \quad \dots\dots\dots (6)$$

ただし PDC_i : 経路 i の P.D.C.

j : 経路内関係流通活動費種類

$$PDC = \sum_i PDC_i p_i \quad \dots\dots\dots (7)$$

ただし PDC : トータルシステム P.D.C.

p_i : 経路 i における流動貨物量率

4.1 シミュレーションの方法

```

graph TD
    Start([始]) --> Input[各種データ読込]
    Input --> 1((1))
    1 --> Init[初期状態セット]
    Init --> 2((2))
    2 --> Decision2{貨物発生時刻か}
    Decision2 -- NO --> 3((3))
    Decision2 -- YES --> Decision3{上屋(倉庫)はフルか}
    Decision3 -- YES --> 3
    Decision3 -- NO --> Process3[Path 1, 2, 3, 4, 5 に  
貨物発生(量, ロット距離, 上屋(倉庫)到着時刻決定)]
    Process3 --> Decision4{Path 1, 2, 3, 4, 5の貨物上屋(倉庫)到着か}
    Decision4 -- YES --> Process4[上屋(倉庫)へ貨物搬入]
    Process4 --> Decision5{上屋(倉庫)は定常か}
    Decision5 -- YES --> 3
    Decision5 -- NO --> Decision6{上屋(倉庫)は最大在庫に達したか}
    Decision6 -- YES --> 5((5))
    Decision6 -- NO --> 3
    3 --> Decision7{パスは空か}
    Decision7 -- NO --> Decision8{倉庫の搬出時刻か}
    Decision8 -- NO --> Decision9{倉庫の在庫量範囲内で  
Path 3, 4, 5へ貨物搬出(量, ロット距離, 船側到着時刻決定)}
    Decision9 --> 8((8))
    Decision8 -- YES --> Decision10{入港禁止時間内か}
    Decision10 -- YES --> Decision11{入港船あるか}
    Decision11 -- YES --> 7((7))
    Decision11 -- NO --> 7
    Decision10 -- NO --> Process5[先着順優先, 同レベルは  
抽等で1隻着バス]
    Process5 --> Decision12{Path 6, 7に貨物発生  
(量, ロット距離, 船側到着時刻決定)}
    Decision12 --> Decision13{倉庫フル  
Path 3, 4, 5の割当貨物量搬出か}
    Decision13 -- YES --> Decision14{倉庫在庫あるか}
    Decision14 -- YES --> 8
    Decision14 -- NO --> 9((9))
    Decision13 -- NO --> 8
    Decision12 --> Decision15{倉庫の搬出時刻か}
    Decision15 -- NO --> Decision16{上屋の割当量搬出したか}
    Decision16 -- YES --> Decision17{上屋在庫あるか}
    Decision17 -- YES --> Decision18{上屋より搬出, 船側受}
    Decision18 --> Decision19{Path 3, 4, 5, 6, 7貨物船到着か}
    Decision19 -- YES --> Process6[貨物, 船側受]
    Decision19 -- NO --> Decision20{船側貨物あるか}
    Decision20 -- YES --> Process7[単位時間分の積荷荷役]
    Decision20 -- NO --> Decision21{本船予定量積込んだか}
    Decision21 -- YES --> Process8[本船荷役終了]
    Process8 --> 10((10))
    Decision21 -- NO --> 7
    Process7 --> Process9[貨物内陸総時間計算]
    Process9 --> 10
    7 --> 10
    10 --> End([終])

    subgraph Column2 [ ]
        direction TB
        5 --> Process10[上屋(倉庫)を定常運転]
        Process10 --> Decision7
    end

    subgraph Column3 [ ]
        direction TB
        8 --> Process9
        Process9 --> Decision15
    end

    subgraph Column4 [ ]
        direction TB
        10 --> Process11[PDC計算]
        Process11 --> Process12[次回入港時刻計算]
        Process12 --> 7
    end

    subgraph Column5 [ ]
        direction TB
        7 --> Process13[30日毎にバス利用統計]
        Process13 --> Decision22{必要変数データそろったか}
        Decision22 -- YES --> Process14[各時間, バス利用状況, PDC等について統計  
(平均, 標準偏差)]
        Process14 --> Process15[各種結果の印刷]
        Process15 --> Decision23{全ケースにつき計算終了したか}
        Decision23 -- YES --> End
        Decision23 -- NO --> 1
    end

```

図4.1 シミュレーションフローチャート

4.2 流通要素（パラメータ）

NII-Electronic Library Service

表 4.1 流通要素のレベル

上屋(倉庫)容量	①2,000トン ②5,000トン		
年間発生貨物量 (年間延入港隻数)	① 10万トン/バース (25隻)	② 30万トン/バース (75隻)	③ 50万トン/バース (125隻)
公共上屋搬出能力	①48トン/2フォーク・時 ②96トン/2フォーク・時		
貨物経岸率 (本船荷役能力)	① 40% (28トン/2ギヤング・時)	② 60% (36トン/2ギヤング・時)	③ 80% (60トン/2ギヤング・時)

(30万トン/バース, 60% (36トン/2ギヤング・時) はほぼ現状のもの)

表 4.2 各経路別流動貨物量比率 (%)

Path	1	2	3	4	5	6	7	貨物経岸率	貨物経舢率
ケース	(公共上屋)		(乙仲倉庫)			(直 接)			
①	20	5	10	15	25	5	20	40	60
	(25)		(50)			(25)			
②	30	5	15	10	15	10	15	60	40
	(35)		(40)			(25)			
③	50	5	20	5	10	5	5	80	20
	(55)		(35)			(10)			

(経岸貨物は Path 1, 2, 3, 6 経舢貨物は Path 4, 5, 7)

4.3 各種分布

固定値を採用したものを挙げると、トラック速力は港頭を中心として半径距離圏 50km 以内、51~100 km および 101km 以上につきそれぞれ 20, 30 および 60 km/時、貨物鉄道速力は 30 km/時、舢速力は 6km/時、トラックおよび貨物列車の荷役人数は 2 人、使用機械は 2 台、稼働時間は15時間/日、荷役待時間は 0.5 時間/台、積(卸)能力は 4(2)トン/時、舢積能力は 20 トン/時(100 トン積舢とする)、公共上屋搬入および乙仲手倉搬入出能力は 30 トン/時、1 船 1 港あたり積取貨物量は 4,000 トン(船型は 8,000 トン型)、バースは 1 バース、本船荷役準備時間は 5 時間、離岸準備時間は 3 時間とした。つぎに内陸移動貨物ロットサイズ(トラック型)分布は 2, 5 および 10 トンがそれぞれ 50, 30 および 20%, 各経路における貨物発生地点分布は 50km 以内は 10km 区分、51~100km は 20km 区分、101~200km は 50km 区分、500~1,000km は 100km 区分にし、それぞれ分割区分につき一様分布とした。また船速は 20 ノットとし 1 周航海時間は前回の海上輸送シミュレーション[3]の結果を用い、貨物経岸率(本船荷役能力)のケースに対応して、①58日(−2日, +4日), ②54日(−2日, +4日), ③43日(−2日, +4日), の一様分布を採用した。

また船舶の初期発生のための到着時間間隔は指数分布をとった。

4.4 各種コスト定数

P. D. C. 計算に用いた各コスト定数をつぎに示す。トラックおよび鉄道荷役の人件費は 200 円/人・時、機械費は 100 円/台・時、トラック燃料費は平均 15 円/台・km, トラックの(諸費+人件費)は 2, 5, 10 トン車につき 6,500, 7,500, 8,800 円/台・日, 道路施設費は 10 円/台・km。なお鉄道輸送費については資料不足のため、1 等級貨物車扱賃率を用いた。また貨物原価は 10 万

図4.2 年間取扱貨物量と内陸～港湾PDC

(註)

(1) 10万トン 30万トン 50万トン : 年間発生貨物量変化

(2) ④⑥⑧% : 貨物経岸率変化

(3) ——— 48トン } : 公共上屋搬出能力
----- 96トン } 変化(4) 2000トン 5000トン : 上屋(倉庫)容量
変化

図4.3 年間取扱貨物量と内陸～港湾PDC

図4.5 本船係岸時間と内陸～港湾PDC

図4.4 年間取扱貨物量とバス利用率

図4.6 本船係岸時間と内陸～港湾PDC

図4.7 内陸～港湾PDC(100.0%)

図4.11 貨物金利(内陸発着～出港)(1.7~0.4%)

図4.8 内陸・沿岸輸送費(14.2~5.0%)

図4.12 港頭施設費(56.4~37.7%)

図4.9 内陸・沿岸荷役費(21.9~12.9%)

図4.10 船荷役費(4.0~1.6%)

図4.13 船舶費(41.5~9.4%)

円/トン、年利率は 0.07、船費は 70 万円/船・日としその他港頭関係のコスト定数は先の報告 [2], [3] と同様の値とした。

4.5 計算結果

表 4.1 に示した流通要素のレベルの組合せ 36 ケースについて、実時間 30 分を単位時間（シミュレーションクロックタイム）とし各ケースについて就航船の 2 航海分のデータを取り出したので、4～6 ヶ月間（クロックタイム）のシミュレーションを行なった。また各種分布の値を決定するための一様擬乱数は、前回報告と同様な乗算型合同式法を用いて発生させた。各流通活動費は同種類のものをまとめたので結果として取り出したものは、各経路およびトータルシステムの内陸・沿岸輸送費、同荷役費、港頭施設費、本船荷役費、船舶費、貨物金利そして P. D. C. であり、この他に経路別貨物総流動時間、本船バース待時間・本船係岸時間、年間取扱貨物量、バース利用に関する諸統計等である。なおコストについては標準偏差も求めた。結果の一部を図 4.2～図 4.13 に示す。

5. 考察

内陸～港湾流動過程の総 P. D. C. を年間取扱貨物量（実際に海上へ流動された量）との関係（図 4.2, 4.3）においてみると、発生貨物量（就航隻数）が 10 万トン（25 隻）から 30 万トン（75 隻）になると、取扱貨物量も伸びて P. D. C. もゆるい下降傾向をとる。しかし 50 万トン（125 隻）になると経岸率が 40, 60% のときは処理しきれず取扱貨物量の伸びは殆んどなく、P. D. C. は急上昇して最悪状態に達するが、経岸率が 80% になると取扱貨物量は再び伸びて P. D. C. も急下降する。

このことを図 4.4 より年間取扱貨物量とバース利用率の関係においてみると、発生貨物量が 50 万トンのときは経岸率 40, 60% では入港船荷役を迅速に処理しきれずバース利用率が 0.9 以上になるため、本船バース待ちが急増し（最悪状態で 1 ヶ月以上の待ち）これが P. D. C. 急上昇の原因になっており、経岸率 80% になると本船荷役処理の回転率が向上して P. D. C. を下降させている。また図 4.5, 4.6 より本船係岸時間との関係においてみると、発生貨物量が 10 万トン、30 万トンのときは経岸率 40% から 60%（または 80%）になると係岸時間は減少し（これは発生貨物量が荷役能力に対して充分であるため）P. D. C. も下降する。ところが 60% から 80% になるときは係岸時間は不変もしくは増加しているケースが多く、P. D. C. も上昇している。これは貨物量が小・中規模のときは、経岸率が向上された結果として荷役能力は向上するけれど、乙仲手倉経由の貨物量は反対に減るために（この経路がなくなれば問題とならないが、少量ながら存在するので）、本船はこの経路に対して荷待ち状態となり係岸時間が増えるためである。このことは当該経路の貨物流動時間（発生～出港）が小さいという結果から言えることで、本船荷役終了直前まで細々と貨物流動（横持ち）が続いていて、これに支配されるためである。この現象は上屋（手倉）容量が小さい 2,000 トンのときに特に著しく、貨物がよく流れていない。この現象に対しては、特に 10 万トンのとき上屋容量が 5,000 トンになると貨物の横持ちが改善され、係岸時間減少効果が著しい。そして発生貨物量が最大になると貨物は潤沢であるから、支配要素は荷役能力となり、経岸率の向上は全面的に係岸時間を小さくし P. D. C. を下降させている。

また図 4.7～4.13 に各流通活動費（経路 1～7 の平均）の変化状態を示したが、この流動過程において、P. D. C. を支配するのはやはり港頭ターミナルにおける港頭施設費および船舶費である。全ケースを通して総 P. D. C. の構成をみると、内陸・沿岸輸送費（14.2～5.0%）、同荷役費（21.9～12.9%）、船荷役費（4.0～1.6%）、港頭施設費（56.4～37.7%）、船舶費（41.5～9.4

%), 貨物金利 (1.7~0.4%) となっており, 流通システムの総合的効果は資本額の高い上記二大流通費の高低如何によつて評価されるとも言える。これら二者はともに総 P. D. C. と似た変化状況を示している。つぎに本モデルにおける最適 (P. D. C. 最小) 状態は, システム全体では上屋 (倉庫) 容量 2,000 トン, 発生貨物量 30万トン (実質取扱量は約 28万トン), 公共上屋搬出能力 96トン, 経岸率60% (本船荷役能力36トン) の場合となつた。各経路につき最適状態をみれば, 経路 1, 2 は 5,000 トン, 30万トン, 48トン, 80% (60トン) の場合, 経路 3~7 はシステム全体と同じ場合である。最悪状態 (P. D. C. 最高) は, システム全体および各経路ともに同じく 2,000 トン, 50万トン, 48トン, 40% の場合であり, これは貨物発生量は最大だが貨物処理能力が最小の場合である。上に述べた最適状態の P. D. C. は 9,713円 で, 港頭施設費 4,865円 (P. D. C. の 47.2%), 船舶費 1,373円 (14.1%), 内陸・沿岸荷役費 2,132円 (21.9%) その他で構成されており, 最悪状態のは 22,495円 (最適の 2.3倍) で, 港頭施設費 8,710円 (1.9倍, 38.7%), 船舶費 9,329円 (6.9倍, 41.5%), 内陸・沿岸荷役費 2,891円 (1.4倍, 12.9%) その他で構成されている。

6. 結 論

外貿雑貨の内陸~港湾の流動過程の合理化は, 港頭施設および船舶に大きな遊休を与えることなく如何によく貨物を流動させるかということの追求である。これまで述べたことをまとめると

(1) 複雑多岐な経路構成の場合, 各経路の性格が異なるためシステム全体の効率は, 相互影響を受けて決まるので年間発生貨物量 (需要) に対して上屋容量, 搬出能力, 経岸率およびバース数や荷役ギャング数等の流動諸要素をいかなるレベルで結合させるかは, トータルシステムとしての分析と総合 (組立て) がなされねばならない。

(2) 発生貨物量の少ないときは上屋容量拡大は貨物の搬出流動に連続性効果を与え, また貨物量が増大すれば上屋容量, 搬出能力, 経岸率もその流動を減少させないために能力の向上を要求される。つまり最適システムには, 各流通要素の相互関係による結合が存在し, それは各貨物処理リンクの能力およびサイクルを均衡状態に保つためであり, 不均衡になると処理時間, 相互待時間等が増え P. D. C. を上昇させることになる。

(3) 内陸流動過程においては貨物流動経路の合理化が必要であり, 特に貨物量の少ないときは, 多経路によつてしかもアンバランスな貨物流動をすべきではない。公共経済的立場より P. D. C. 減少策としては, 現在の基礎流通施設の効果的利用のために流動の一元化 (経岸率の一元化向上, つまり経路を統合しつつ経岸率を増す。例えば上屋戸前受制度 (指定船方式) 等の実施) をはからねばならない。

(4) 今回の結果と先の報告[2], [3] とを関連させてみると, 4,000トン積の場合の最適状態は経岸率60%または80%, 本船荷役能力 36~40トン/2ギャング・時, 取扱貨物量 20万~30万トン/バース・年, バース利用率 0.60~0.88に維持した場合となり, 例えば横浜山下埠頭の現状は最適に近い (現状は 1 隻当り積トンは約 3,000 トンなのでまだ余裕はある) 状態で運営されているとみなせるので, 今後の発生貨物量如何によつては対策 (経岸率の一元化向上等) が必要となる。

7. あとがき

外貿雑貨の内陸流動過程の現状は, 複雑多岐にわたっているもので, そのモデル化にあたって簡素化を行ない, また条件もつけた。

それは貨物の定量定時発生および横持ちであり, 雑貨流動過程ではこのような定常な形は存在

しないはずである。また計算時間の関係上、流通要素のレベル（パラメータ）をきめ細かく設定できなかつた。現システム全体の最適運営検討（P. D. C. 検討）に重点をおいたので各経路間比較（すべて距離、モード組合せ、貨物量等の条件が異なるので難しい）はごく簡単な記述にとどめた。また新システム代替案の推定は可能だが、実際の比較選定は次段の研究課題である。

なお使用した電子計算機は IBM 360 I 75 で、プログラムは FORTRAN IV によつた。本研究は文部省科学研究費の補助を受けたことを記し謝意を表する。

参 考 文 献

- [1] 米田, 西山, 山田他: 荷役よりみた定期船港泊時間の検討 II, 日本航海学会誌第37号, 1967
- [2] 山田, 米田, 西山, 矢島: 港湾近代化への基礎研究 (I), 日本航海学会誌第41号, 1969
- [3] 山田, 米田, 西山, 杉崎: 港湾近代化への基礎研究 (II), 日本航海学会誌第44号, 1970
- [4] 横浜市港湾局: 昭和45年, 山下埠頭概況

〔質問〕

- (1) シミュレーションに用いた言語。
- (2) 乱数を導入した個所。
- (3) 船舶費の内訳について伺いたい。

(三木楯彦)

〔解答〕

- (1) 今回は FORTRAN IV によりました。
- (2) 船舶の到着時間間隔, 貨物ロット（トラック）サイズ, 各経路における貨物発生地点距離, 1周航海時間等の決定に乱数を用いてあります。
- (3) 本船在港時間（バース待時間, 係岸時間）に相当する船費（1船1日あたり直接および間接船費×在港時間）と1船1港あたりの諸雑費（パイロット料, タグ料, 綱とり料その他）の合計。今回は在港時を対象としていますので燃料費は入りません。また港費は港湾施設費として原価を対象にしております。