The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	輸送経済性に基づく超高速貨物船の設計評価に関する研究
Author(s)	赤木, 新介; 中畠, 章央; 藤田, 喜久雄
Citation	関西造船協会誌. 1998, 230, p. 273-282
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/3419
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

輸送経済性に基づく超高速貨物船の設計評価に関する研究*1

正会員 赤木 新介*2, 中畠 章央*2
藤田喜久雄*2

Design Evalution for Fast Freighters Based on Transport Economy

By Shinsuke AKAGI (*Member*), Fumio NAKAHATA
and Kikuo FUJITA

The interest in exploiting fast ships as cargo vessels has grown in recent years. This paper examines the economic viability of such vessels by deriving operating cost estimates for outline design solutions relating to three kinds of fast freighters, i.e., a monohull, a catamaran, and a trimaran. Their hullforms are then optimized so as to minimize each of the total resistance. The total transport cost is also caluclated for each vessel option in an assumed operating scenario, which allows an assessment of the potential competitiveness of fast freighters with conventional containerships and air transports, operating for several Asean trade routes including Taiwan, Hongkong and Singapore.

Keywords : *Fast Freighter, Transport Economy, Ship Design*

1. 緒言

1.1 超高速貨物船開発の背景と本研究の目的

この論文は，超高速船の経済性評価に関する一連の研究のうち，貨物輸送について検討を行なったものである．著者らは，このような超高速船に関する経済性評価の研究とフィージビリティスタディを進めてきており[1, 2, 3, 4]，既に旅客用と自動車用高速フェリーについて，瀬戸内海や日本列島沿海航路を対象に適用の検討を行ない，好適な航路条件のもとでは，陸上交通や在来船などに対して十分な競争力を持つことを明らかにした[3)4)]．そしてこれらの船種は，実際にも定着を見せてきており，今後の課題は，貨物輸送における超高速船の適用である．

これについても我が国が世界に先駆けて開発を進めてきたテクノスーパーライナーの計画[5, 6]のほか，フィンランドのKvaener Masa Yards TechnologyのEuro Express (ヨーロッパ沿岸ルート高速貨物船)計画[7]，オーストラリアにおけるINCAT社を中心とする造船工業会(ASBA)と船主協会(ASOA)の共同研究(オーストラリア-東南アジア-日本ルートの高速貨物船)[8]，さらにアメリカにおけるFast Ship計画(大西洋ルート)[9]など，世界各地で研究が進められつつある．我が国を中心に海上高速貨物輸送の対象をみると，国内におけるいわゆるモーダルシフトへの適用のほか，東南アジア諸国との間における高付加価値工業製品やその部品等の輸送への適用などが期待される．しかし，貨物輸送においては，旅客輸送やカーフェリーなどにくらべ，条件は一段と厳しい．

貨物輸送では，一般にいわゆる物流コストの低減が至上命令であるから，貨物運賃の低減のほかに時間価値を含めた“トータルコスト”をいかに低減するかがキーポイントになる．殊に高速船は，速力の割に大出力を要し，相対的に輸送効率が劣るために性能の改善努力に加えて，運賃負担力が大きく時間価値の高い貨物輸送のニーズを開拓するなど，トータルとしての輸送経済性の改善が課題となる．

本研究では，以上のようなねらいから超高速貨物船のフィージビリティスタディとして，いくつかの排水量型船種を対象に船型最適化を実行すると共に，貨物輸送に対する経済性評価を行なうものである．また併せて，東南アジア航路への適用を具体例として，在来コンテナ船や航空機との競合を対象に経済的競争力を調

*1 平成10年5月21日関西造船協会春季講演会において講演，原稿受付平成10年5月29日
*2 大阪大学大学院工学研究科

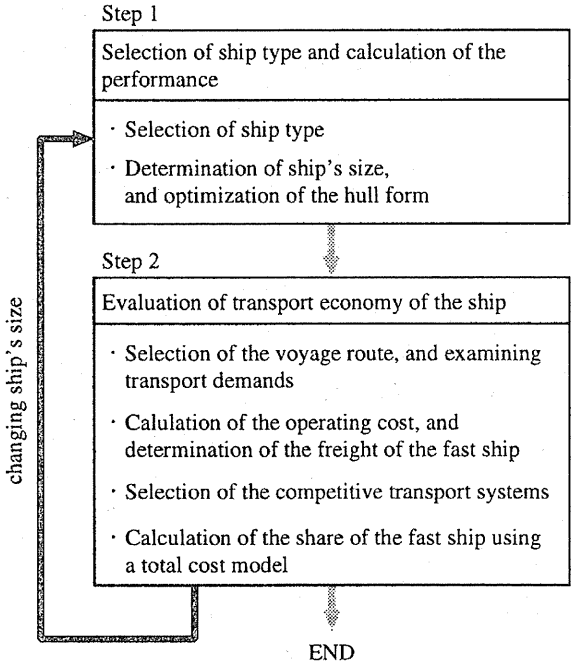


Fig. 1 Procedure of the study

べる．なお，このように超高速貨物船について，その性能面と経済性の内面を総合的体系的に扱った研究は，上記の各国の研究を含めてほとんど行なわれていない．

1.2 研究の進め方

Fig. 1は本研究の進め方を示したものであり，2段階からなる．まずStep1では，高速貨物船の対象船種を選定してそれらの要目(サイズ，船速)を定め，併せてそれぞれに対して抵抗推進の面から性能の最適化計算を行なって最適船型を決定する．つぎにStep2では，対象航路を定めた上で，対象となる貨物の種類と輸送需要量の調査を行なう．その一方で，対象船の運航費を計算すると共に，それをもとに運賃を定める．さらに超高速船と競合する在来コンテナ船や航空機についても運賃と速力などの経済性諸データを調査し，超高速船と併せて犠牲量モデル(総輸送コスト)を作成する．それらの比較から超高速船のシェアと輸送需要を計算して経済的競争力を評価する．さらに要すれば対象船の要目(サイズ等)を変更してStep1に戻り，同様な計算と評価を続ける．

2. 超高速貨物船の対象船種と船型および性能

2.1 対象船種と要目

高速船の対象船種は大別して，浮力支持の排水量形，SESを含むエアクッション支持形，揚力支持の水中翼船とWIG，さらにそれらのハイブリッド形になる

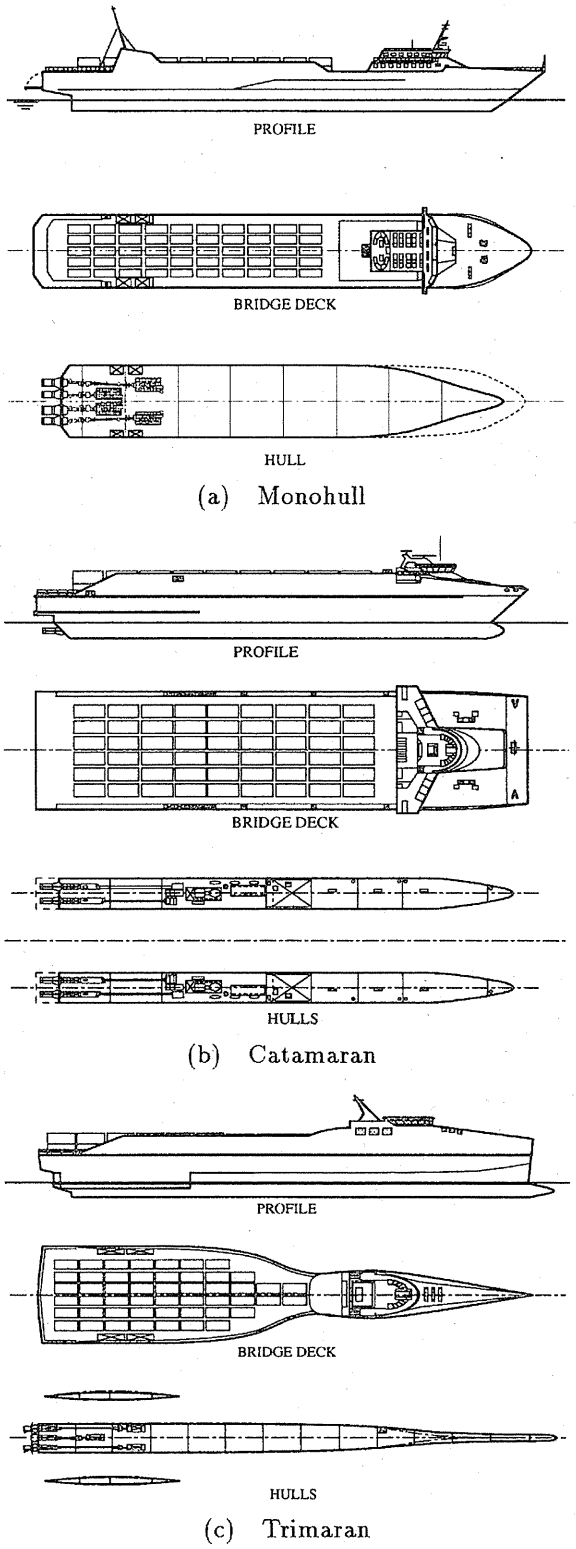


Fig. 2 Examples of fast freighter

Table 1 Principal dimensions of fast freighters

	Monohull	Catamaran	Trimaran
Length O. A. [m]	130	95	110
Breadth [m]	14	23	20
Depth [m]	9.0	9.0	9.0
Draft [m]	2.7	4.2	3.15
Light weight [t]	1088	1107	1165
Fuel weight [t]	388	609	441
Cargo weight [t]	1000	1000	1000

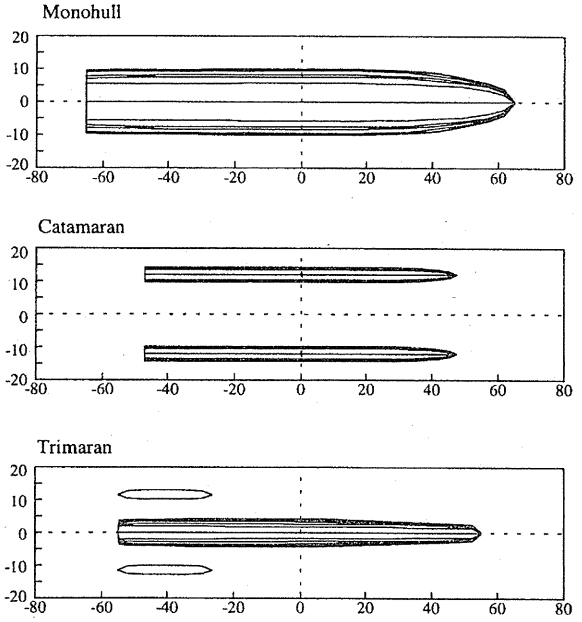


Fig. 3 Optimal hull forms for three kinds of fast freighters

が，ここで対象とするような比較的長距離の貨物船としては，排水量2000t程度以上のサイズが対象となると思われることから，水中翼船やWIGは除外してもよいであろう．排水量形とSESについても種々の形式が考えられるが，今回の研究では，船速を40ノット付近として排水量形に絞り，その中からモノハル，カタマランおよびトリマランの3形式(Fig. 2)について検討を行なう．経済性検討のための運航費を求めるためには，最小限のアウトラインデザインを行なう必要がある．この結果得られたそれぞれの要目をTable 1に示す．載貨重量は1000t (コンテナ数100TEU)，船速40ノットであり，ウォータージェット排進，航続距離1800n.mとしている．これらのベース船形は，それぞれ文献[10, 11, 12]に基づいている．なお，このほかに排

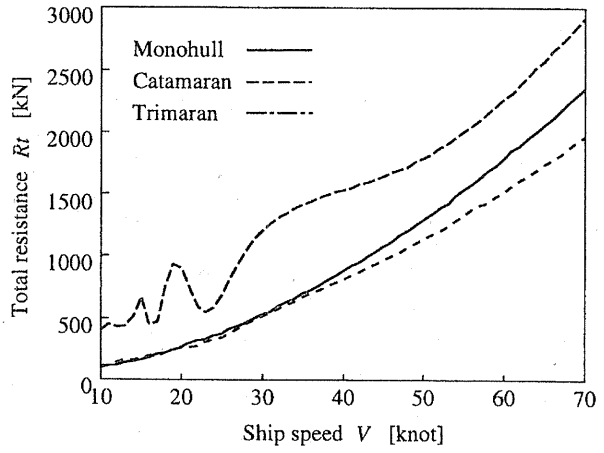


Fig. 4 Total resistance

水量形として，SWATH形式が考えられるが，貨物用とした場合，積荷の重量の変化が大きいことを考えて排除した．SESについては，さらに高速域で好適と考えられるので，今回の検討結果をみた上での将来の検討課題とする．

2.2 船型とその最適化

上記のそれぞれの船種を対象に抵抗推進性能の計算を行ない，併せて全抵抗を最小化するような船型を数理計画法(SQP)による最適化計算[13, 14]によって求めた．制約条件には排水量一定のほか，甲板面積，復原性，さらに船型の平滑化条件などを加えている．摩擦抵抗はSchoenherrの式をベースに形状影響の修正を行ない，造波抵抗の計算は線形理論によっている．Fig. 3に計算結果の最適船型，Fig. 4に抵抗曲線を示す．カタマランは，浸水面積が大きいために[15]モノハル，トリマランにくらべ全抵抗が高くなっている．

2.3 重量の推定

軽荷重量W_l[t]は，最近の高速船の実績値を$L\cdot(B+D)$をベースとして整理し[16]，これをもとに次式を定め推定した．

$$W_l = 0.385\{L(B+D)\} - 64.67 \qquad (1)$$

ただし，L：長さ，B：幅，D：深さ，である．燃料重量は，航続距離R_pに対する次のBreguet[17]の式から算出した．

$$R_p = \frac{WV}{P}\cdot\frac{1}{sfc}ln\frac{W}{W-W_f} \simeq \frac{WV}{P}\cdot\frac{1}{sfc}\cdot\frac{W_f}{W} \qquad (2)$$

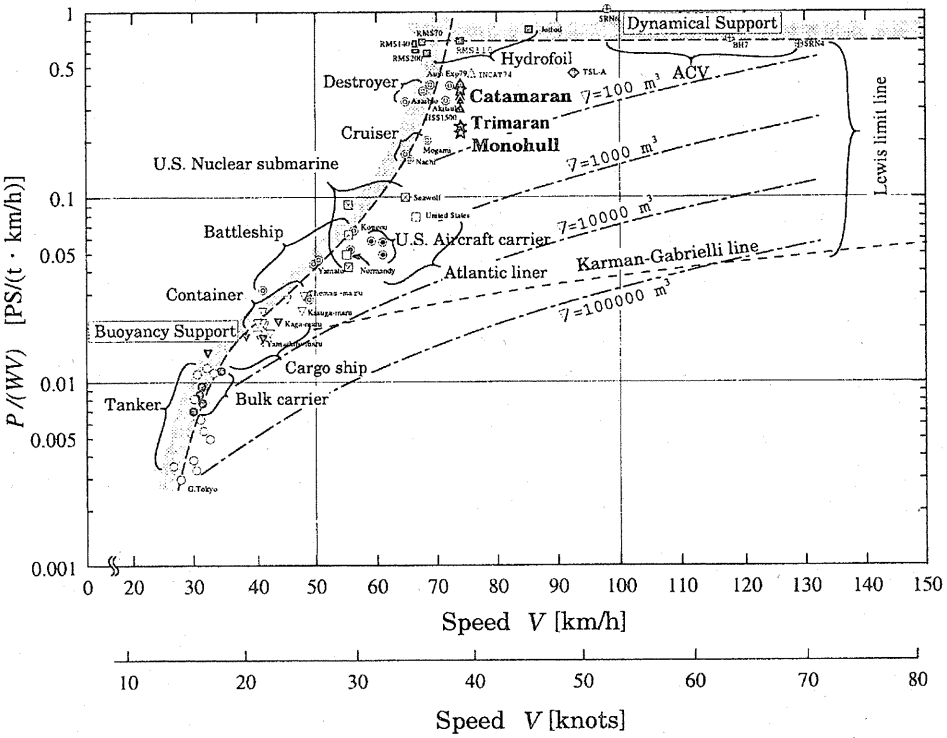


Fig. 5 Relationship between P/WV and V (Karman's diagram)

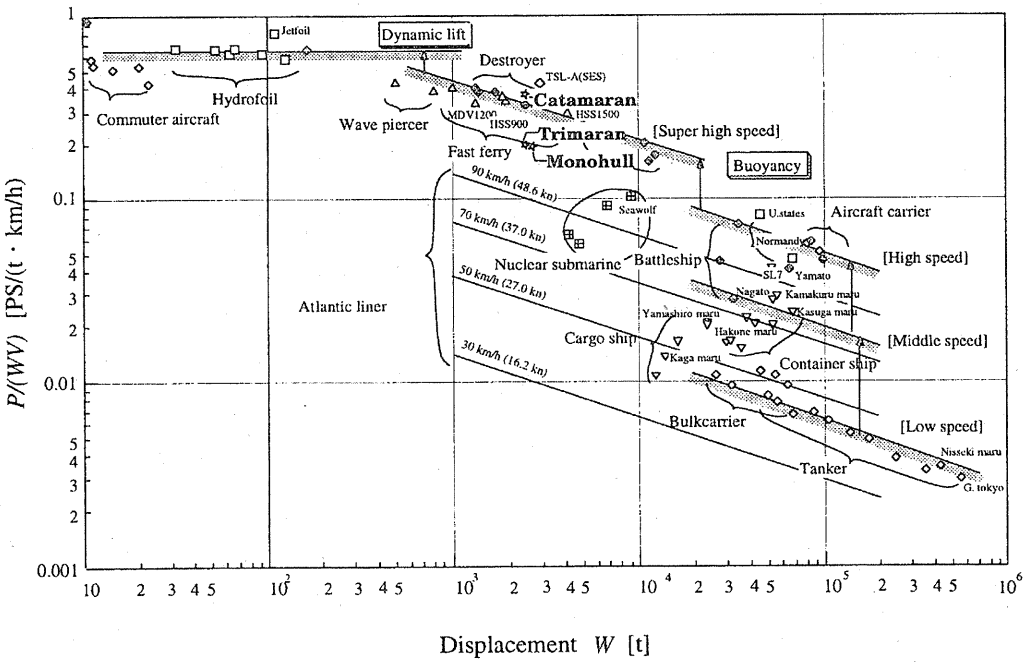


Fig. 6 Relationship between P/WV and W

Table 2　Items of DOC

K_s	Ship's price	$(=10^8$[yen])	U	Annual utilization	[hours]
r_v	Rate of residual value	(=0.1)	K_m	Maintenace cost	$(K_m/K_s = 0.03)$
i	Rate of interst	(=0.05)	C_s	Crew cost	$(=7 \cdot 10^6$[yen])
x	Rate of insurance	(=0.015)	N_c	Number of crew	(=8[p])
Y	Amortization	(=10[years])	C_f	Fuel price	$(=3 \cdot 10^4$[yen/t])
W_p	Cargo weight	(=1000[t])	W_f	Fuel weight	[t/service]
V	Ship speed	(=40[kn])			

ただし，sfc：燃料消費率 (= 200 [g/(PS·h)])，W_f：燃料重量，W：排水量 $(= W_l + W_f + W_p + W_r)$，$W_p$：ペイロード≃貨物重量，$W_r$：その他重量，$V$：船速，$P$：所要動力，である．

2.4　所要動力と船速の評価

ここで，2.3 の抵抗値をもとに定めた所要動力 P と速力 V を評価しておく．なお推進効率はウォータージェット推進に対して 60%とし，また便宜上，所要動力の単位として PS (=1.36kW) を用いておく．Fig. 5は，各船形について求めた P/WV 値を Karman 線図[17, 18]上にプロットしたもの (星印が該当船) であり，また Fig. 6は P/WV を排水量 W に対してプロットしたものであるが，この種の船形としていずれも概ね妥当な値を示している．

3.　経済性計算のための諸項目 (運航費など)

3.1　運航費の計算法

総運航費 (TOC) を，直接運航費 (DOC) と間接運航費 (IOC) の和で表す．直接運航費 (DOC) [円/(t · km)] は，次式により与えられる[3, 17]．

$$
\begin{aligned}
DOC \;=\; & \left(\frac{1-r_v}{Y}\right)\cdot\left(\frac{K_s}{W_pV}\right)\cdot\frac{1}{U} \\
& + \left(\frac{K_m}{W_pV}\right)\cdot\frac{1}{U} + C_s\cdot\left(\frac{N_c}{W_pV}\right)\cdot\frac{1}{U} \\
& + C_f\cdot\left(\frac{W_f}{W_pR_p}\right) \qquad (3)
\end{aligned}
$$

式 (3) において，第 1 項は資本費，第 2 項はメンテナンス費，第 3 項は乗員費，そして第 4 項は燃料費である．これらを構成する各項目は Table 2に示すとおりである．

また TOC は，k_i=IOC/DOC とすると，

$$\mathrm{TOC} \;=\; \mathrm{DOC} + \mathrm{IOC} \;=\; (1+k_i)\,\mathrm{DOC} \qquad (4)$$

のように表される．k_i は通常 0.5～1.0 であり，高速船に対しては，$k_i = 0.5$ とする．

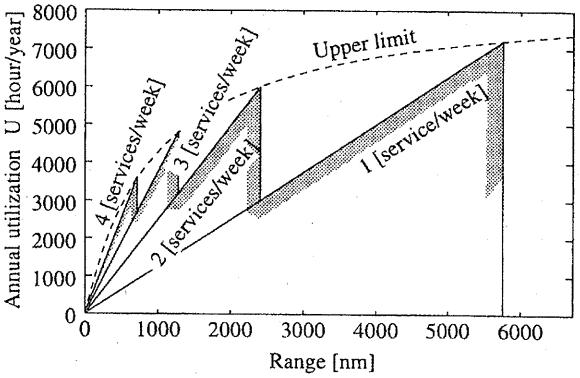


Fig. 7　Annual utilization

式 (3) 中の船価 K_s は，前報[4]のデータをもとに定める．すなわち軽荷重量 W_l をベースにした回帰直線は，

$$log\,K_s \;=\; 1.11\,log\,W_l \;-\; 1.78 \qquad (5)$$

のようになり，この式から前出の W_l を用いて K_s を定める．

また，式 (3) 中の燃料費は，式 (2) の W_f を使って直ちに求まる．一方，年間運航時間は次式から計算できる[3, 4]．

$$
\begin{aligned}
U \;&=\; N_a\cdot\left(\frac{t_w}{t_r + R_p/V}\right)\cdot\left(\frac{R_p}{V}\right) \qquad (6)\\
&= [\text{週/年}]\cdot[\text{便/週}]\cdot[\text{時間/便}]
\end{aligned}
$$

ただし，U：年間運航時間 [時間/年]，N_a：年間運航週数 [週/年]，t_w：週間運航時間 [時間/週]，t_r：ターミナル時間 [時間/ 便]，R_p：区間航路長 [nm]，V：航行速度 [kn]，Fig. 7は，V =40kn，t_w=168 時間/週，t_r=24 時間/週，として年間運行時間 U と区間航路長 R_p の関係を示したものである．破線は便数を仮想的に連続量とみた U の上限値，実線は実運航時間である．

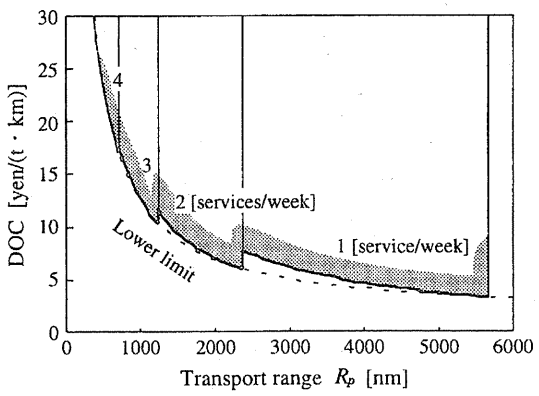


Fig. 8 Relationship between DOC and range

Table 3 Items of the total cost model

W_o	Annual transport weight of cargo [t/year]
W_s	Annual stowage weight of cargo [t/year]
ζ	Stowage ratio (W_s/W_o)
Q	Unit price of cargo [yen/t]
u	Insurance of cargo
r	Tax rate
i	Interest rate
e	Rate of depreciation during transport and stowage
s	Rate of inventory cost
T_o	Number of days during transport
T_s	Number of days during stowage
α	Unit freight [yen/(t·km)]
L	Route length [km]

3.2 運航費と運賃の計算値

3.1 の計算式をもとに求めたDOCと区間距離の関係をFig. 8に示す．運賃は，式(4) より定めたTOCをもとに積載率 (L.F.) ξを考慮して求める．すなわち単位運賃α [円/(t・km)] は以下となる．

$$\alpha = \mathrm{TOC}/\xi \tag{7}$$

4. 犠牲量モデルによる経済性の評価法

4.1 貨物輸送における総物流コストの構成

貨物輸送における犠牲量モデルは，総物流コストを基礎としている．総物流コストは，運賃のほかに輸送中における貨物の減価や金利，保管に要する倉庫料など，輸送にかかる全ての費用である．総物流コストC_tは，輸送量をW_o，在庫に必要な量をW_sとして次のように表すことができる[17]．

$$C_t = \left\{u + r + (i+e)\frac{T_o}{365}\right\} QW_o + \left\{(i+e+s)\frac{T_s}{365}\right\} QW_s + (\alpha L)W_o \tag{8}$$

式(8) の第1項は，輸送中の金利や減価，第2項は保管中の金利や減価，倉庫料などであり，第3項は運賃である．各項の内訳はTable 3のとおりである．

式(8) において在庫量W_sは，理論的には総物流コストC_tを最小化する値であるが，実際にはいろいろの取り扱いがあり得る．その両極は，年間の輸送量の全量を在庫する場合と，在庫量をゼロとしたジャストインタイム輸送方式である．ここでW_sをW_oのζ倍とし，W_s=ζW_o，ただしζ：在庫比率，と書くと，式(8) は

$$C \equiv \frac{C_t}{W_o} = \left\{(i+e)\frac{T_o}{365} + (i+e+s)\zeta\frac{T_s}{365}\right\} Q + \alpha L + (u+r)Q \tag{9}$$

ここで，Cは重量あたりの単位物流コストである．また，第1項は商品価格に関係する量，第2項は運賃，そして第3項は輸送機関の種類に直接関係しない量である．したがって異なる輸送機関の比較のみを考える際には，第3項は除外できる．いま，輸送機関の種類を添字jで表すと，第(9) 式は輸送機関の種類 ($j = 1, 2, \cdots$) に対し，

$$C_j = \frac{(i+e)}{365}\cdot Q\left\{T_o + \left(1+\frac{s}{i+e}\right)\zeta T_s\right\}_j + \alpha_j L_j \tag{10}$$

ここで，

$$R \equiv \frac{(i+e)}{365}\cdot Q \tag{11}$$

$$T'_s \equiv \left(1+\frac{s}{i+e}\right)\zeta T_s \tag{12}$$

と置き，さらに$T_o = L_j/V_j$,(V_j：輸送機関jの速度) の関係を用いると，式(10) は

$$C_j = R\left(\frac{L}{V} + T'_s\right)_j + \alpha_j L_j \tag{13}$$

となる．この式は，旅客輸送の場合[3, 17]と同じ形をしている．Rが貨物の時間価値であり，これは商品単価Qと金利i，減価eに関係する．T'_sは在庫比率ζと，倉庫料率sを考慮した見かけの在庫日数である．ジャストインタイム輸送では$\zeta = 0$であるから，当然，$T'_s = 0$である．一般には在庫日数として輸送日数T_oの半分程度をとるものとして$T'_s \simeq T_o/2(= L/2V)$としておけばよいであろう．このことから，高速の輸送機関では，T_oが少ないから在庫日数T'_sも少なくできることになる．

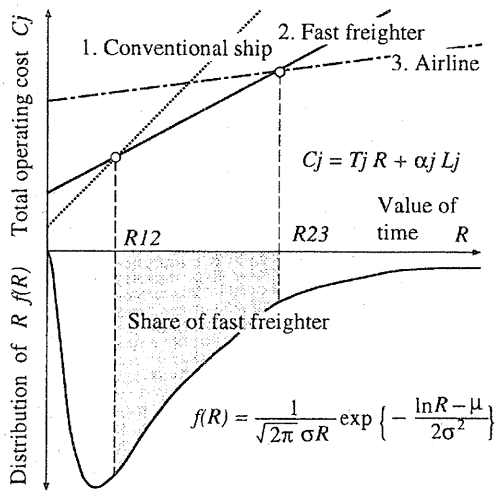


Fig. 9 Competitive evaluation among various transport systems

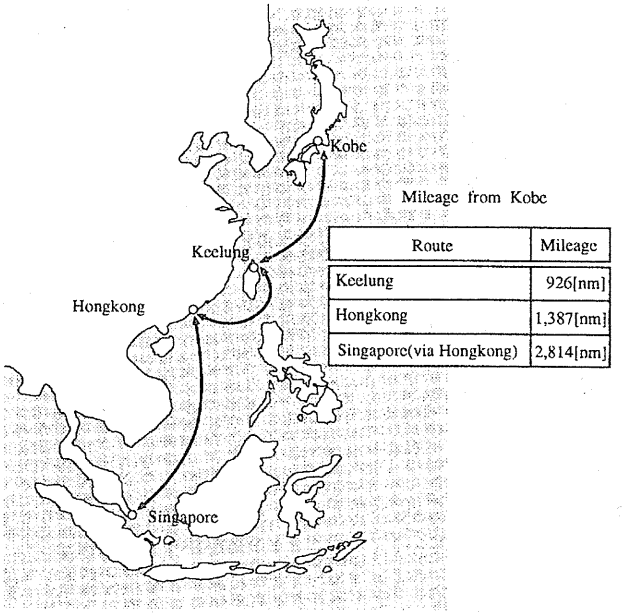


Fig. 10 Trade routes among Asean countries

4.2 犠牲量モデルによる最適輸送機関の選択

異なる輸送機関における輸送経済性の評価は，前出の式(13)の総物流コストを犠牲量と考えた犠牲量モデル[17]により行なうことができる．すなわち，時間価値Rに応じてC_jを最小化する輸送機関が選択されるものと考える．したがって輸送機関jが選択される条件は，次式で与えられる．

$$C_{min} \equiv \min_{R,j} C_j = \min_{R,j}\left[R\left(\frac{L}{V}+T_s'\right)_j + \alpha_j L_j\right] \quad (14)$$

この関係を時間価値Rによって示すと，Fig. 9のようになる(競合配分図)．つまり，時間価値Rの高い貨物に対しては運賃が高くても高速の輸送機関を利用した方が有利になる．Fig. 9では，在来貨物船が添字1，超高速貨物船が2，航空機が3に相当しており，横軸の時間価値Rに対し，Cが最小となる領域がそれぞれの輸送機関の好適範囲である(式(14)に相当)．超高速貨物船は時間価値R_{12}とR_{23}の間に対応する．また，同図の下半分は貨物の時間価値を表す分布曲線である．これは，貨物の種類毎に

$$f(R) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma R} exp\left(-\frac{lnR-\mu}{2\sigma^2}\right) \quad (15)$$

で表されるような対数正規分布をもつものとする．式(15)を用いると超高速船の輸送分担比率S(シェア)は，

$$S = \int_{R_{12}}^{R_{23}} f(R)dR \quad (16)$$

で与えられる．貨物の種類を添字iで表すと，貨物輸送量W_iに対し，超高速船の潜在輸送需要量Wは

$$W = \sum_i S_i W_i \quad (17)$$

として求められる．$f(R)$の具体例は次章に示す．

5. 東南アジア航路における事例

以上で述べてきた諸条件のもとで，3種類の超高速貨物船(モノハル，カタマラン，トリマラン)について，東南アジア航路を対象に運航の経済性シミュレーションを行ない，在来コンテナ船，航空機との間の競合にもとづく比較・評価を実行する．

5.1 対象航路と対象船の要目，運賃など

対象航路としては，この種の高速船の航続距離をも考慮してFig. 10のように日本(神戸)，台湾(基隆)，中国(香港)およびシンガポールの4港間を結ぶ航路を想定する．運航はこれら4港間のうち2港間を結ぶものとするが，神戸～シンガポールについては，香港での中間給油による24時間の停泊を考え，航路長は2814nmとする．シンガポールルートを想定した場合の各船の計算条件となる諸項目をTable 4に示す．

5.2 積載対象貨物とその時間価値

高速船ではFig. 9の競合配分図からも明らかなように，在来船にくらべ，なるべく高い時間価値の貨物を対象とする必要があるが，各貨物の種類に対してそ

Table 4 Items of transport by fast freighters for the Singapore route

Ship type		Monohull	Catamaran	Trimaran
Ship speed	[knot]	40		
Cargo weight	[t]	1,000		
Range	[nm]	2,814		
Displacement	[t]	2,576	2,816	2,706
Ship price	[million yen]	3,910	3,990	4,240
Power	[PS]	41,200	71,655	38,185
Services	[service/week]	1		
Ann. utilization	[hour]	3,373		
Freight	[yen/(t·km)]	10.64	15.97	12.96

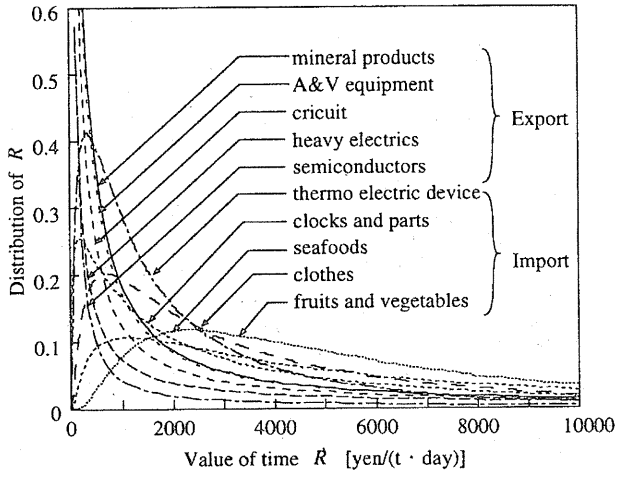


Fig. 11 Distribution of the value of time for various transport cargoes

の時間価値を直接調べることは困難である．一つの試みとしては，複数の輸送機関が競合する航路で各輸送機関の運賃とそのシェアを統計的に調査して，貨物の種類毎に時間価値の分布 (Fig. 9の下半分に相当するもの) を求める方法が考えられる．Fig. 11は，NIES 諸国と我が国の貿易取扱品目のうち，比較的時間価値が高いと考えられるそれぞれの貨物がどの輸送機関を利用したかを調査することによって，時間価値とシェアの関係を調べた結果[6]である．これらの図を見ると，輸入においては果実および野菜，衣類，時計および部品類，半導体素子などが比較的高い時間価値分布を占め，また，輸出では通信機器，映像・音声の記録・再生機などの時間価値が高くなっている．しかしながら，実際の輸送対象としてみた場合，果実や野菜類などは絶対量が少なく，船舶の貨物として必ずしも好適ではない．逆に品目別のシェアが大きくなくても，輸送総量が大きい品目では，十分な輸送量が確保できる場合もある．

Table 5 Unit freight for competitive transport systems

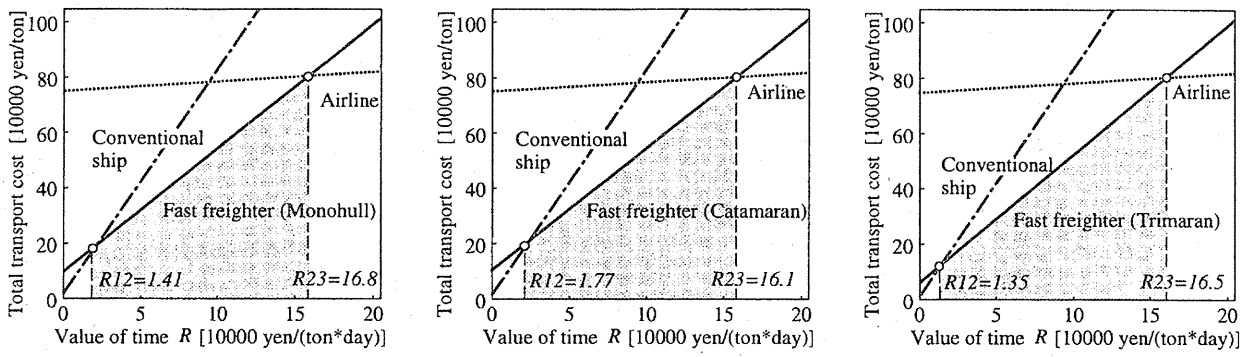
	Conventional containership [yen/(t·km)]	Aircraft [yen/(t·km)]
Taiwan	5.0	300
Hongkong	4.0	200
Singapore	3.0	150

5.3 競合輸送機関の運賃，所要時間など

我が国と NIES 諸国間の輸送において超高速貨物船と競合するのは，前述のよう航空機による航空コンテナ輸送と，従来コンテナ船による海上輸送の二つである．これらの間の競合を考えるための貨物運賃の値として，文献[17]に示した各データから Table 5のような値を定めた．また速力については，航空機とコンテナ船をそれぞれ V_1 = 900 km/h，V_2 =40 km/h(22ノット) とした．

5.4 計算結果

計算結果の代表例として，シンガポールルートに，4.2 の犠牲量モデルを適用した場合の競合配分図を Fig. 12に示しておく．このルートでは，前述のように途中，香港に寄港するものとして，Fig. 7より週1便の運航が可能である．また，この図における高速貨物船の好適時間価値の範囲を Table 6に示す．さらに，このような時間価値の範囲を前出の Fig. 11のシェアグラフにあてはめてシェアを定めると共に，各品目毎の総貿易量に応じて潜在輸送需要量を求めた．Table 7にシンガポールルートのほか，台湾，香港各ルートにおける各船種毎の年間潜在輸送需要量の計算結果を示す．この需要量は，いずれもほぼ1～2 隻分程度の輸送量に相当していることがわかる．なお，この表からモノハル，



(a) Monohull (b) Catamaran (c) Trimaran

Fig. 12 Competitive evaluation of fast freighters for the Singapore route

Table 6 Optimum zone of the value of time for fast freighters

	Monohull	Catamaran	Trimaran
R_{12} [yen/(t·day)]	14,141	17,666	13,566
R_{23} [yen/(t·day)]	168,126	161,703	165,335

Table 7 Calculated results of annual cargo transport demands for fast freighters in the Asean routes

		Monohull	Catamaran	Trimaran
Taiwan	Import [t]	151,281	66,333	117,767
	Export [t]	470,185	323,713	421,224
Hongkong	Import [t]	83,678	40,297	64,571
	Export [t]	143,540	98,339	125,834
Singapore	Import [t]	30,926	19,741	24,930
	Export [t]	121,235	89,883	105,044

カタマラン，トリマランの各船種の輸送需要は，カタマランがやや少なく，モノハルとトリマランの間には大きな違いは認められない．

5.5 結果の考察

以上の結果から考察されるところは次のようである．

この研究で対象とした超高速船は，その運賃において在来コンテナ船にくらべかなり割高になっている (約5〜8倍)．したがって Fig. 12の競合配分図に見られるように好適時間価値の下限値はかなり高くなっており，この値を Fig. 11のシェアグラフにあてはめてみた場合，ごく一部の生鮮食料品やコンピュータ部品などの高時間価値貨物を除くと，シェアは数%以下と低い．また各航路共，輸入の場合に対しては，高時間価値の貨物が少なく，輸送需要量が輸出需要量をかなり下回っている．このことも経済的な運航を困難にする要因になる．

このような結果は，他の調査結果とかなり異なる．たとえば，前述のオーストラリアの調査[8]などでは，100 万円/t 程度の単価の貨物 (工業製品のほとんどを占める) を全て高速船の輸送対象とみている．しかし，式 (11) から明らかなように，Q=100 万円/t とすると，時間価値 R=1 万円/t·日，程度に対応するには，減価率は $e = 3.6$[1/年]，つまり 100 日程度で価値がゼロになるような貨物を対象とすることになる．これは，相当に時間に敏感な貨物であって，このような対象貨物は少ないであろう．

ただ，高速船の運賃は航空貨物輸送にくらべれば，はるかに安い (1/10 程度) ことから，高時間価値貨物のかなりの範囲を航空からうばうことが可能である．高運賃の貨物輸送は在来船の低運賃にくらべ収益上魅力があり，海運経営にとっても有効な手だてとなるであろう．

輸送需要の改善策は，何よりもシェアの増大をはかることであり，運賃の低減 (すなわち運航費の低減) と速力の増大である．とりわけ運航費の低減は有効なターゲットであると思われ，たとえば運賃が半減すれ

ば，シェアは2～3倍にふえる計算になる．一般に運航費は船型の大型化によって低減することから，大形化は一つの対策であると考えられ，この点についてはさらに検討を進める必要がある．

6. むすび

ひとつのケーススタデイとして，モノハル，カタマラン，トリマランタイプの超高速船について，東南アジアルートを対象に，貨物輸送における経済性評価を行なった．検討結果では，予想されたとおりこれらの高速船の運賃が高いために，在来コンテナ船などにくらべ，なお経済的競争力は劣っている．また，高時間価値を持つ旅客や乗用車を運ぶ高速フェリーなどにくらべても，実現がむづかしいようである．しかしながら，航空貨物輸送にくらべれば，約1/10の運賃であり，貨物輸送の期待がないわけではない．

今後の課題として，大型化や，旅客あるいはカーフェリーとの兼用化など，運航費のさらなる低減に加えて，高時間価値貨物の輸送ニーズの開拓が必要である．

なお，本研究の意味についてであるが，このようなケーススタデイは，限定された一つの結果であり，一般的な結論を得るには，当然さらに広い研究が必要である．経済性の研究は，どうしても個別的，具体的にならざるを得ないが，本研究で示した評価の方法については，一般的な手法であると考えており，今後におけるこの種の検討に有効となろう．

参考文献

1) 赤木新介："交通機関の高速化と超高速船," 関西造船協会誌, 212, (1989), pp. 181-195.
2) Akagi, S.: "Synthetic Aspects of Transport Economy and Transport Vehicle Performance with Reference to High Speed Marine Vehicles," Proc. of the FAST '91, (1991), pp. 277-292.
3) 赤木新介："旅客用高速船の経済性評価と需要予測," 関西造船協会誌, 220, (1993), pp. 167-176.
4) 赤木新介, 多田浩之, 中畠章央, 藤田喜久雄："輸送経済性に基づく超高速フェリーの設計評価に関する研究," 関西造船協会誌, 228, (1997), pp. 243-252.
5) TECHNO MARINE (特集：テクノスーパーライナー), 日本造船学会誌, 785, (1994-11).
6) 超高速船の導入の円滑化に関する調査報告書, シップアンドオーシャン財団, (平成3年3月).
7) Levander, K.: "Fast Slender Monohull Vessels for Cargo Transport," Proc. of the EAST '93, (1993), pp. 1283-1294.
8) "The Potential Demand for an Australian High Speed Vessel Cargo Service," A Joint Study by the ASBA and the ASOA, (1995), pp. 1-58.
9) Ashley, S.: "Next-generation freighter," Mechanical Engineering, ASME, 117-9, (1995-9), pp. 90-93.
10) 鷲尾裕秀ほか4名："単胴型カーフェリー"ゆにこん"の開発," 三菱重工技報, 34-5, (1997-9), pp. 302-305.
11) "Order and Developments – Cargo Express 95 –," Fast Ferry International, 36-8, (1997-10), pp. 5-14.
12) Lindstrom, J., Sirvio, J. and Yli-Rantala, A.: "Superslender Monohull with Outriggers," Proc. of the FAST '95, (1995), pp. 295-306.
13) 鈴木和夫："非線形計画法による船型設計の基礎研究(第3報)," 日本造船学会論文集, 151, (1982), pp. 33-41.
14) 中畠章央："超高速貨物船の船型最適化と経済性評価," 1997年度 大阪大学 大学院 工学研究科 修士論文.
15) Day, A., Doctors, L. and Armstrong, N.: "Concept evaluation for large very-high-speed vessels," Proc. of the FAST '97, (1997), pp. 65-75.
16) 木原和之氏(三菱重工)の私信による．
17) 赤木新介："新交通機関論," (1997), コロナ社.
18) 赤木新介："高速船とカルマン線図," 関西造船協会, 39, (1997-7), pp. 54-61.

討　　論

［討論］　（大阪府立大学）池田良穂

貴重な結果をお示しいただきありがとうございました．

1. カタマランの抵抗がモノハルのものに比べて大幅に大きいのは，実際の高速フェリーの傾向とは反対になっています．なぜでしょうか．
2. 大型化によってコストを下げる必要があるとのことですが，どの程度の大型化をすれば高速貨物船の競争力があるようになるとお考えでしょうか．

［回答］

ご討論有難うございます．

1. カタマランの抵抗が，他船型にくらべ高くなっているのは，最適化計算において，形状に強い制約を加えているため，十分抵抗値の低いところまで計算値が到達していないことも理由の一つかも知れません．なお，本文中に記述のようにカタマランでは浸水面積が相対的に他の船型にくらべ大きく，摩擦抵抗成分が大きくなることも原因です．
2. この点については，シェアグラフによる計算では，運賃が半減すればシェアは2～3倍になりますが，大型化と運賃の詳細な関係についてはさらに検討の必要があると思いますので，今後の課題にしたいと思います．