

# SRC News

No.41 June '98

The Shipbuilding Research Centre of Japan

## ●目次●

曳き波について	Page 2
プロペラによる変動圧力について	Page 4
小型貨物船におけるプロペラ軸数と推進性能について	Page 6
海洋観測の新しい展開 荒天下の高緯度海洋及び結氷域の観測	Page 8
グリーンランド紀行	Page 10

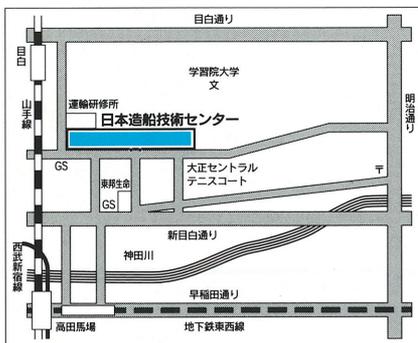
## 競艇用水面の静穏化について



勇ましいエンジンの音を轟かせてレーシングボートがスタートしていきました。水すましのようになめらかに直線水路を走った後で、急速なカービングと反転、直線水路での増速を繰り返す中で、はつとするような場面が見られます。水上の格闘技と言われるゆえんでしょう。さて、競艇用水面には、ボートのおこす波、風による波、それらが反射し、干渉しあって複雑な波が存在します。高速で水面を滑走する小型ボートにとっては、さざ波のように見える水面の凸凹はかなり厳しいものがあり

ます。レースの公正を保ち、転覆等の不測の事故を防ぐために、水面は出来るだけ静穏に保つ必要があります。発生した波を急速に減衰させるための気泡や水ジェット、壁面の波の吸収装置等の装置の開発や、レースの上で有効な場所の選定等課題はいろいろあります。

当センターにおいては全国モーターボート競走会連合会のご依頼を受けて、全国の主要な競艇場の水面の波の調査、エアバブルやウォータージェットの水面静穏化効果の実験等多角的な検討を行っております。





# 曳き波について

## 1. はじめに

航走する船の後方に伝わる八字型の波は良く知られております。この波は仲々減衰せず、船のはるか後方に伝っていき、いろいろと悪戯をすることが知られています。釣船やボートが揺れたり、岸に係留されている船が揺れて貨物の積卸しに支障が生じたり、養殖筏が壊れたり等々があり、曳き波の少ない船をという要望が強くなっています。本稿では、曳波の原因である船の波の発生について簡単に紹介します。

## 2. 船の作る波

水は非圧縮性で非粘性、運動は渦なし、十分に深い水深で、波長に比べて波高が低い微小波高という条件の下で、流体運動の式、自由表面の満す式、船体表面の条件等から、線形波の式(1)が得られます。これは船という攪乱が移動しながら、時々刻々と出す円型の波が重なり合っ、目に見える波を作ること示しています。ごく簡単な波ですと図-1のように描くことができますから試してみてください。式の中のP、Qは振幅関数といふ夫々の船の作る波の特性を示しています。船の作る波を等高線図で示したのが、図-2です。このような波のパターンは船型が与えられれば、比較的容易にパソコンによって求められます。

しかしながら、<sup>(1)</sup> 計算した波は実船の作る波とどの程度合うか、<sup>(2)</sup> どのように減衰して行くのかを知らないと、曳き波を評価したことになりません。(1)については曳航水槽で計測した波についての評価があります。図-3はその例ですが、船型や速力により、評価はいろいろですが、この程度は合うものと考えてください。しかし、一般に曳航水槽幅は模型船長の2倍程度ですから、どうあがいても、船から、 $\frac{1}{2}$ 船長程度が評価に耐える波のデータが得られる限界と言えるでしょう。

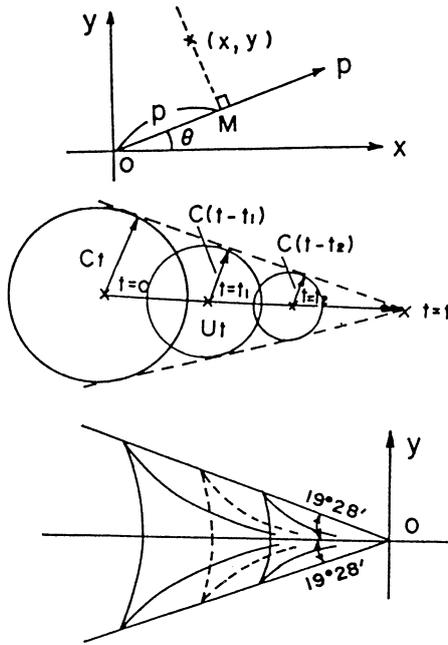
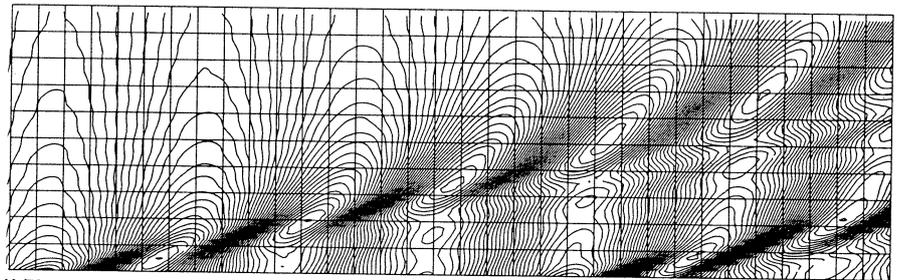


図-1 2次元波の重ね合わせ (Kelvin波)

$$\zeta = \frac{4K_0}{U} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \{P \cos(K_0 p \sec^2 \theta) + Q \sin(K_0 p \sec^2 \theta)\} \sec^3 \theta \, d\theta \quad (1)$$

$$p = x \cos \theta + y \sin \theta$$

$$K_0 = g/U^2$$



船首側

図-2 波高等高線 (例)

船体後方

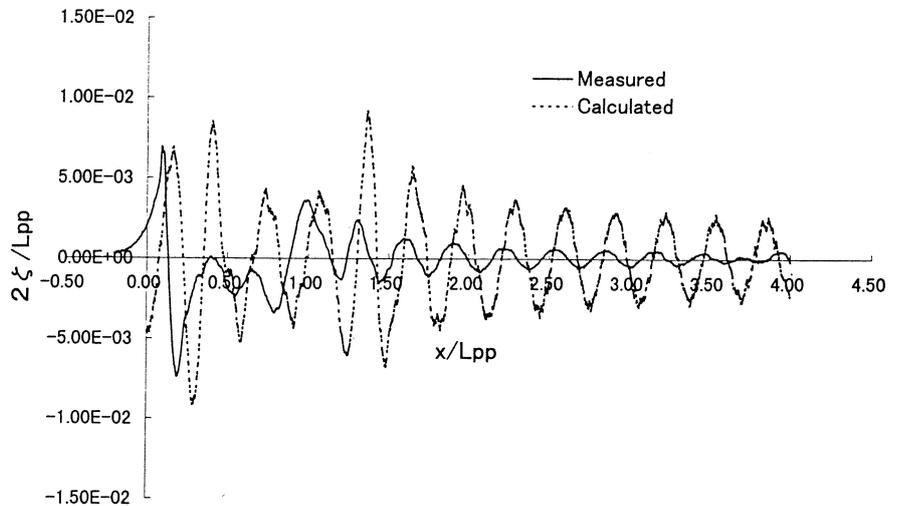


図-3 模型船の計測波形と計算による波形比較例  
位置 - 船体中心線より y/L=0.2

### 3. 波の伝播について

曳き波が問題とされるのは、例えば、比較的岸の近くを走る船の作る波ですが、それでも、大型船では船長の数倍、数百米はありますし、又、小型船が養殖筏の近くを走ったとしても、数十米は離れていると思われます。すなわち、船長の4~5倍程度の位置と考えて良いでしょう。理論では、波高は無遠の彼方では0となるような条件となっていますし、現実にもそうなっていますが、問題となる範囲で、どのような事がおきるか考えてみましょう。まず、水深が岸まで十分に深く、周囲は波に影響を与えるような地形ではないとします。波の伝播途上において、波形が急に変化するような事はないと考えると、船の近くで見られた波の特性を持って、船長の4~5倍の位置に伝わって来ると考えられます。そのような波の形を図-4に示します。八字形の波のカスポにあたる高い波がどんと来て、低い波が続くうちに船が遠ざかって、波も低くなるという現象です。波の発生場所では水深は深くとも、岸に近付くと浅くなるというのが通常です。定性的な表現で言えば、伝播する波は水深の影響を受けて、波高を増して来ます。SRC News No.40にて紹介したように、分散的な深水波から非分散的な浅水波へと波の性質を変えていきますが、その様子は海岸の波のミニチュア版と考えればよいでしょう。地形によっては非線型波となって、ソリトン崩壊が見られるかもしれませんが、その他に周囲の地形の影響もありますが、反射によってエネルギーを失いますから、実用上は、考えなくともよいでしょう。

以上のような波を受けると、どのような問題が生じるかは、ケースによって異なりますが、例えば係留された船や筏があります。係留浮体の運動を推定するこ

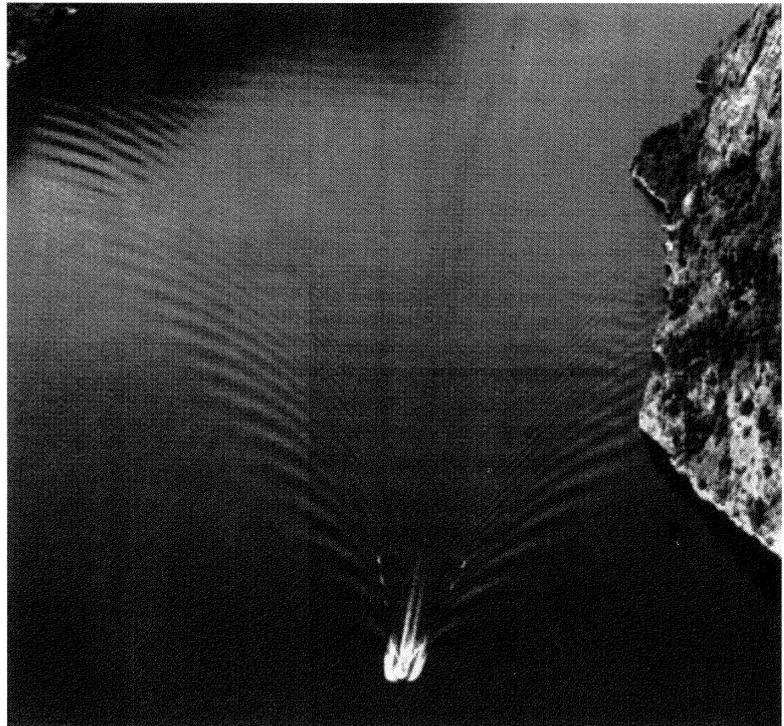


図-4 船の作る曳き波例

とは、簡単とは言えませんが、一般に行われています。

### 4. 曳き波対策

これには、船の発生する波を小さくすることですから、一般には造波抵抗の小さい船とするか、速力を落として波を小さくするかです。しかしながら、滑走型高速艇のように、あまり高くない速力で波が大きいというひねくれた船もありますから要注意です。伝わって来る波を低くする対策については、いろいろな消波装置が考えられますが、あまりお金を掛けないとなると正直、妙案はありません。今後の勉強課題です。

### 5. 簡易推定式

船の寸法、馬力と速力を与えて曳き波の波高を与える式を以下に紹介します。

$$H = \left(\frac{L}{100}\right)^{1/3} \sqrt{\frac{E_{HPw}}{2.2LV_k}}$$

ここで、

H = 波高 (m)

L = 船の長さ (m)

$V_k$  = 船の速さ (ノット)

$E_{HPw}$  = 造波馬力 =  $E_{HP} - E_{HPf}$

$E_{HP}$  =  $0.6 S HP_m$

$HP_m$  = 最大軸馬力

$E_{HPf}$  =  $\frac{\rho}{2} S V^2 C_f \cdot V / 75$  摩擦馬力

V = 船の速さ (m/s)

S = 船の浸水面積 (m<sup>2</sup>)

$C_f$  = 摩擦抵抗係数

### 6. おわりに

曳き波は古くて新しい問題です。簡単なようでも、関連する項目は多く、深く考えれば、自然の現象の基本的な研究課題が、次々と出て来そうですが、現在知られている事を紹介するのに止めました。

# プロペラによる変動圧力について

## 1. はじめに

船の振動・騒音問題は船の設計における重要な課題の1つである。振動の主たる原因（起振力）には主機関等の機械的起振力と船を推進するプロペラの作動に伴う流体力学的起振力（プロペラ起振力）がある。プロペラ起振力にはプロペラが船後の不均一流場中で作動することによるプロペラの推力やトルクの変動が推進軸を通して船体に伝わるベアリングフォースと、プロペラまわりに生じる変動圧力が水中を伝播して船体を加振するサーフェスフォースがあり、前者に比べて後者の方が大きい。サーフェスフォースは、(1) プロペラ推力を得るプロペラ翼の揚力による成分、(2) 厚みをもつ翼の移動による成分および (3) 翼面上に発生するキャビティの変化・移動による成分より成り、(3) の成分が最も大きい。

本稿では、以上のうち (2) および (3) について、水中のある位置における変動圧力の計算によって、サーフェスフォースの性質の一端を紹介する。

## 2. プロペラ翼面上のキャビテーション

プロペラの翼は、飛行機の翼と同様に揚力を発生する。揚力を発生する際は、図-1に示すように、翼の背面（船首側）の圧力は正面（船尾側）の圧力に比べて相対的に低い。なお、圧力分布は背面の圧力分布が上側になるよう符号を逆にしての点に注意を要する。図-1に示すように、背面の前縁付近に圧力の非常に低いところがあり、この付近の圧力が蒸気圧より低くなると、水が沸騰して空洞あるいはキャビティといわれる気体（水蒸気）の領域が形成される。キャビティの有無・形状は翼面上の圧力分布によって変化する。船体のつくる不均一流場の中を移動するプロペラの翼への流速や流向はプロペラの一回転中に変動するこ

とから、翼面上のキャビティ形状はプロペラの回転と共に変化する。このキャビティの時間的変化が変動圧力を発生させる主な原因である。

## 3. 変動圧力の計算式

以上の圧力変動を表わす式を以下に示す。すなわち、 $\theta$  という角度の位置にある翼面上の半径  $r$  の位置  $Q$  における翼とキャビティを併せた微小な体積  $\delta v$  の変化・移動により、水中の  $P$  点における変動圧力は以下の式で表せる。

$$\Delta P = \pi \rho n^2 \left\{ \frac{\partial}{\partial \theta} - \frac{U}{n} \frac{\partial}{\partial x} \right\} \sum_b \iint_s \left\{ \frac{1}{d_0} \frac{\partial \delta v}{\partial \theta} + \frac{W}{2\pi n} \frac{1}{d_0^2} \frac{\partial d_0}{\partial s} \delta v \right\} \dots (1)$$

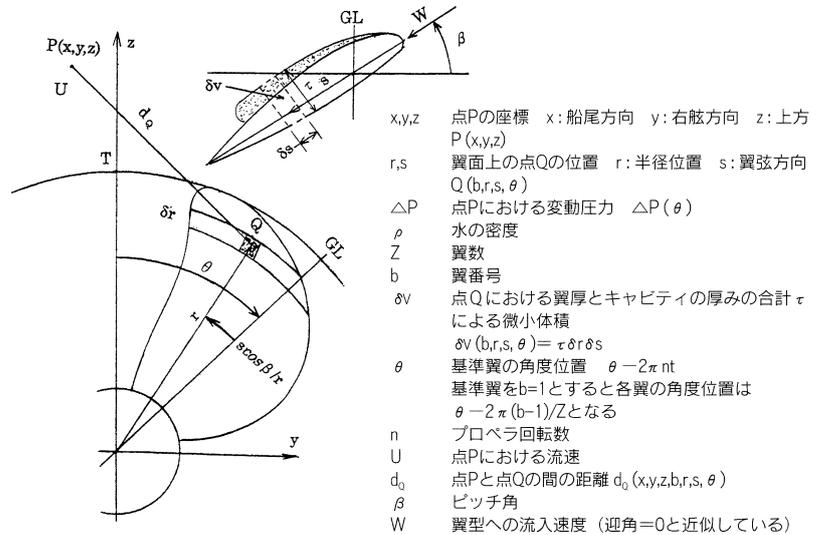


図-2 座標系、記号

上式中の  $\{ \}$  内の第1項はキャビティ形状の時間的変化の影響を、第2項は翼とキャビティの移動の影響を表す。

積分  $\iint$  は翼とキャビティの存在する範囲について行い、和  $\Sigma$  は各翼に関する計算結果の和を示している。なお、点Pにおけるプロペラの誘導速度は小さいと仮定して非線形項を無視した線形化がなされており、 $\delta v$  に関して、翼の厚みとキャビティとを分離した計算が可能となっている。但し、本式で変動圧力を計算するためには、キャビティの形状が必要であるが、キャビティの形状の推定は現状で

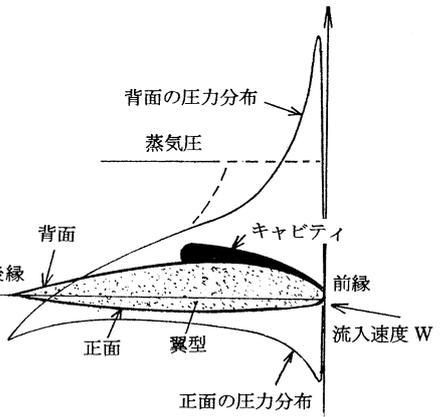


図-1 背面キャビテーション

は殆ど不可能である。すなわち、現在ではキャビティ長さの推定がある程度実用化されているに過ぎず、キャビティ厚さについては、形状を時間に関して2回微分しても実用に耐えられる精度の推定は均一流場中での定常キャビテーションですら困難であり、不均一流中の非定常キャビテーションでは現状では不可能である。従って、船舶のプロペラに生じる非定常キャビテーションについてはキャビテーション試験による方法が一般的である。

#### 4. 翼間の干渉

1翼あたりの変動圧力 $\Delta P$ を $\theta$ のフーリエ級数で表すと(2)式となる。

ここで $\Delta P_j$ は各次数の周波数成分で、 $\theta_j$ は各次数の位相遅れである。

$$\Delta P = \sum_{b=1}^z \sum_{j=1}^{\infty} \Delta P_j \sin j (\theta - 2\pi \cdot \frac{b-1}{z} + \theta_j) \quad (2)$$

三角関数の公式より=

$$\sum_{b=1}^z \sin j (\theta - 2\pi \cdot \frac{b-1}{z} + \theta_j) = Z \sin j (\theta + \theta_j) \dots \dots \dots j = kZ$$

$$0 \dots \dots \dots j \neq kZ$$

但し $k$ は整数

従つて

$$\Delta P = \sum_{k=1}^{\infty} Z \Delta P_{kZ} \sin kZ (\theta + \theta_j) \quad (3)$$

すなわち、翼数 $\times$ 整数の項のみが残り他の項は消えてしまう。勿論、各翼の発生する変動圧力は等しいと仮定している。一翼が損傷したような場合は、こうはならないで、その他の成分が出て来る。

#### 5. 計算例

キャビティ形状や厚さを実験データ等を参考にして仮定し、変動圧力を計算した。図-3にキャビテーションパターンを図-4にキャビティの容積の変化を示す。ここに示すようにキャビティの体積は $\theta = 20^\circ$ 程度が最大になることや、キャビティ容積が翼の容積に比べて非常に小さい等、一般に知られている性質を考慮している。なお、プロペラ翼数は5翼としチップクリアランスは直径の30%として、プロペラ直上の点での変動圧力を求めている。計算結果を図-5に示す。

(a)は一翼による変動圧力である。点線はキャビティによる変動圧力、破線は翼厚による変動圧力、太い実線はそれらの合計である。(b)は同じことを5翼の合計について示した図である。(c)は各翼による変動圧力を実線、点線等で示し、5翼の合計を太い実線で示した図である。

また、変動圧力の各周波数成分の振幅を図-6に示す。横軸は次数 $j$ であるが、左端にはpeak-peakの値も示してある。一翼による変動圧力の成分と5翼の合計の成分を、各々翼厚によるものとキャビティによるものに分けて示してある。縦

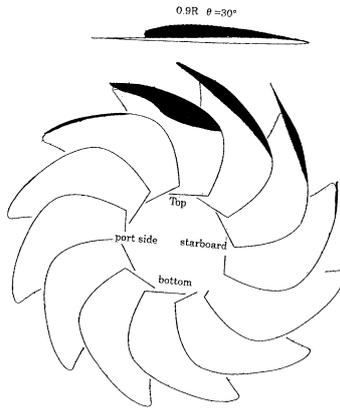


図-3 計算例に使用した背面キャビテーション

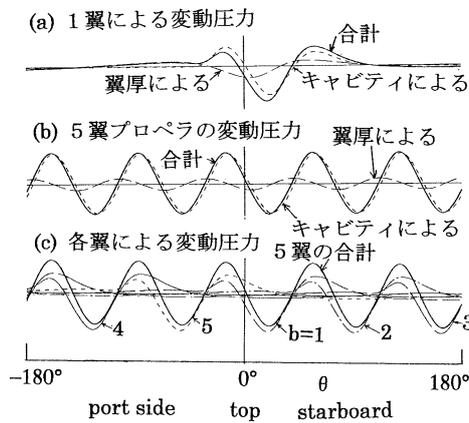


図-5 変動圧力の計算例

軸は変動圧力をプロペラ回転数とプロペラ直径で無次元化した変動圧力係数 $k_p = \Delta P_j / \rho n^2 D_p^2$ である。

図-6を見ると、前述のように、翼間干渉のため5翼の合計では、 $j=5, 10$  ( $k=1, 2$ )の成分のみが残っている。また、 $j=5$ の成分を見ると、5翼の合計は一翼のみの変動圧力の5倍になっている。

$j=5$ の成分について、翼厚による変動圧力とキャビティによるそれを比べると、後者は前者の5倍程度になっているが、一般的に知られているオーダーと同程度である。

図-5(a)を見ると、一翼による変動圧力の変化は $-30^\circ \sim 70^\circ$ で大きく、この外側ではなだらかな変化となっている。翼厚による変動圧力の場合は、この範囲に一つの谷があるだけであるが、キャビティによる変動圧力の場合は、二つの山

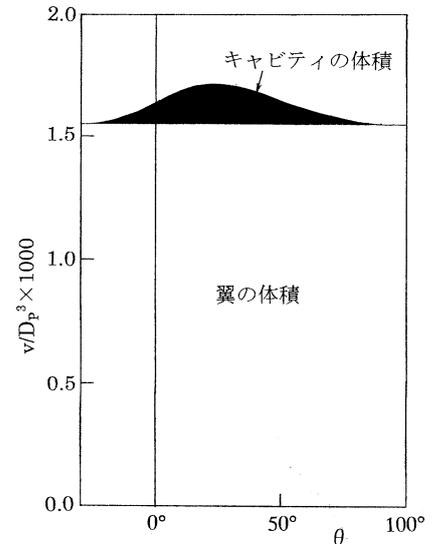


図-4 キャビティ体積と翼の体積

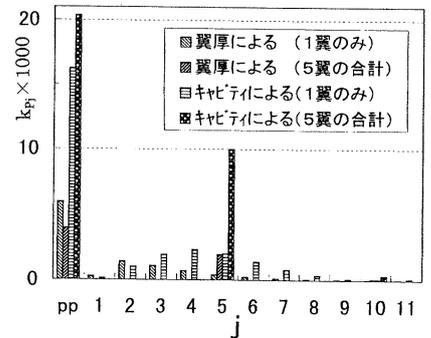


図-6 変動圧力の周波数成分等

と一つの谷があり周期の短い変動になっている。このことは、図-6の一翼のみの成分を見てもわかることで、翼厚による変動圧力の成分は次数 $j=2$ で最高になっており、 $j=3, 4, 5$ で漸減し $j=8$ 以降の成分はほとんど無い。

他方、キャビティによる変動圧力の成分は次数 $j=4$ より高次で最高になっており、 $j=11$ でもある程度の量がある。このことは、肉厚による変動圧力は翼周波数 $k$ が2次以上の成分には現れないこと、高次成分はほとんどがキャビティの変化によるものであることを示している。

すなわち、キャビティによる変動圧力は、肉厚によるそれに比べてかなり大きく、かつ、高次成分のほとんどを占めるようになる。(つづく)

# 小型貨物船におけるプロペラ軸数と推進性能について

## 1. はじめに

内航船の近代化等、小型船の分野でも新しい行方が模索されているが、その中で、運航性能に優れた船型の開発や、安全性やredundancy等環境問題からの2軸船の見直し等が提案されている。

本稿においては、代表的な小型貨物船を選定し、通常の要目比をもつ船型および幅を増して載荷重量を大きくした浅喫水船型について、プロペラ軸数を1軸および2軸とした場合の推進性能の比較評価を行ったので以下紹介する。

## 2. 対象船型と性能要素

対象船は内航型の小型貨物船および中国長江の通年航行を考慮した小型貨物船の2船型を想定した。次に、夫々について、船幅を広げて排水量を増した船型を設定し、更に以上の船型について、1軸船および2軸船を想定した。なお、1軸／2軸船の主要目および排水量は同じとし、 $DW \div 0.85 \Delta$ として概略値を求めた。表一 1 および表一 2 に主要目、肥大度、主要目比等を比較して示した。

次に、プロペラを内航型船型の場合直経4m、長江上流域可航型船型の場合約2.1mとして、Full load、MCOにおける速力を内航型船型約17.5ノット、長江可航型船型約14.5ノットとし、別途求めたEHP、自航要素等を用いてMAUチャートによりプロペラ設計を行った。プロペラの展開面積は設計点においてワーゲンゲンチャートで得られる値の10パーセント増とした。結果を表一 1、表一 2 に示す。なお、EHPの推定において、剰余抵抗係数はテイラーチャートより求め、摩擦抵抗推定には2次元外挿法、摩擦式はSchonherrの式、粗度修正係数は $\Delta Cf = 0.4 \times 10^{-3}$ を用いた。1軸船のプロペラの展開面積比がMAUチャートの範囲をはずれているが、 $A_e/Ad$ について $K_r$ 、 $K_Q$ の直線外挿により求めている。浸水面積Sは

表一 1 小型貨物船要目等比較 (1)

	1-a	1-b	2-a	2-b
Lpp (m)	100		100	
B (m)	15		21	
d (m)	6		6	
$\Delta$ (t)	6328		8860	
DW (t)	abt 5380		abt 7530	
$C_b$	0.686		0.686	
$C_p$	0.700		0.700	
$C_m$	0.98		0.98	
L/B	6.67		4.76	
B/d	2.50		3.50	
$\nabla^{2/3}$ (m <sup>2</sup> )	336.6		420.9	
$10^3 \nabla / L^3$	0.617		0.864	
軸数	1	2	1	2
$S/\nabla^{2/3}$	6.21	6.52	5.93	6.23
BHP×N	10000 <sup>ps</sup> ×210 <sup>rpm</sup>	5000 <sup>ps</sup> ×155 <sup>rpm</sup> ×2	15000 <sup>ps</sup> ×245 <sup>rpm</sup>	7000 <sup>ps</sup> ×175 <sup>rpm</sup> ×2
D (m)	4	4	4	4
P	0.77	0.95	0.72	0.89
$A_e/Ad$	0.88	0.61	1.04	0.80
d/D	0.18	0.18	0.18	0.18
Z	5	5	5	5
1-t	0.80	0.80	0.80	0.80
1-W <sub>s</sub>	0.70	0.80	0.70	0.80
$\eta_r$	1.00	0.98	1.00	0.98
$\eta_T$	1/1.03	1/1.03	1/1.03	1/1.03

表一 2 小型貨物船要目等比較 (2)

	3-a	3-b	4-a	4-b
Lpp (m)	75		75	
B (m)	10		14	
d (m)	3		3	
$\Delta$ (t)	1688		2263	
DW (t)	abt 1430		abt 1920	
$C_b$	0.75		0.75	
$C_p$	0.76		0.76	
$C_m$	0.987		0.987	
L/B	7.50		5.36	
B/d	3.3		4.67	
$\nabla^{2/3}$ (m <sup>2</sup> )	141.8		177.4	
$10^3 \nabla / L^3$	0.40		0.56	
軸数	1	2	1	2
$S/\nabla^{2/3}$	6.84	7.18	6.73	7.06
BHP×N	3000 <sup>ps</sup> ×400 <sup>rpm</sup>	1400 <sup>ps</sup> ×315 <sup>rpm</sup> ×2	4000 <sup>ps</sup> ×440 <sup>rpm</sup>	1800 <sup>ps</sup> ×345 <sup>rpm</sup> ×2
D (m)	2.1	4	4	4
P	0.70	0.95	0.72	0.89
$A_e/Ad$	1.07	0.61	1.04	0.80
d/D	0.18	0.18	0.18	0.18
Z	5	5	5	5
1-t	0.80	0.80	0.80	0.80
1-W <sub>s</sub>	0.70	0.80	0.70	0.80
$\eta_r$	1.00	0.98	1.00	0.98
$\eta_T$	1/1.03	1/1.03	1/1.03	1/1.03

既存の簡易推定式により、又、自要素は過去の公表資料を参考に設定している。2軸船型の性能推定においては、過去の経験を参考に、浸水面積は1軸船の5%増加、剰余抵抗係数 ( $Cr = R_r / \rho V^2 \nabla^{2/3}$ )

は1軸船の値に0.001を加えて求めている。この結果、1軸船に比べて2軸船のEHPは約数パーセント増となっている。

### 3. 推進性能の比較

以上の性能要素およびプロペラ特性を用いて求めた馬力および回転数の関係を図-1、図-2に示した。常用出力=0.9×最大出力としてシーマージンを15パーセントとして求めた速力、これをもとに求めた運航経済性指数やアドミラリティ係数を表-3、表-4に示した。

内航型貨物船、長江可航型貨物船の8ケースの計算結果は2軸船が1軸船よりも性能の良好な事を示している。有効馬力において優れた1軸船が軸馬力において2軸船に劣る結果となる原因は、プロペラ直径が制限された為に、プロペラ回転数を高くし、キャビテーション対策上展開面積比を大きくする等のために1軸船の

表-3 性能比較 (1)

	1-a	1-b	2-a	2-b
△ (t)	6328	6328	8860	8860
DW (t)	5380	5380	7530	7530
BHP (PS)	10000	10000	15000	14000
PS (PS)				
(0.9BHP/1.15)	7826	7826	11739	10957
Vs (Knot)	16.85	17.00	16.85	16.95
DW×VS/BHP	9.065	9.146	8.46	9.12
$\nabla s^3 \Delta^{2/3} / PS$	209.2	214.8	174.5	190.3

表-4 性能比較 (2)

	3-a	3-b	4-a	4-b
△ (t)	1688	1688	2263	2263
DW (t)	1430	1430	1920	1920
BHP (PS)	3000	2800	4000	3600
PS (PS)	2348	2191	3130	2817
(0.9BHP/1.15)				
Vs (Knot)	13.85	14.0	14.05	14.05
DW×VS/BHP	6.602	7.150	6.744	7.493
$\nabla s^3 \Delta^{2/3} / PS$	160.3	177.5	152.8	169.8

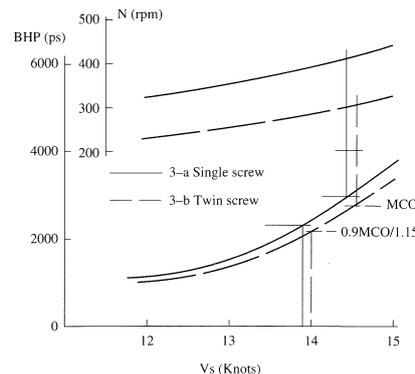
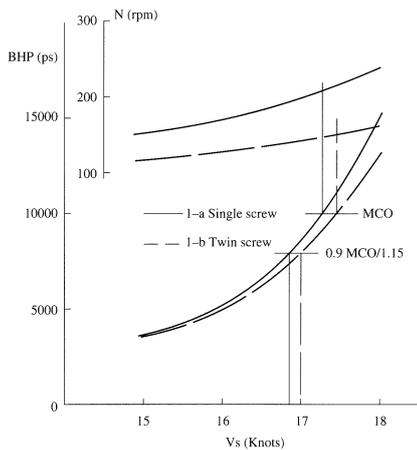
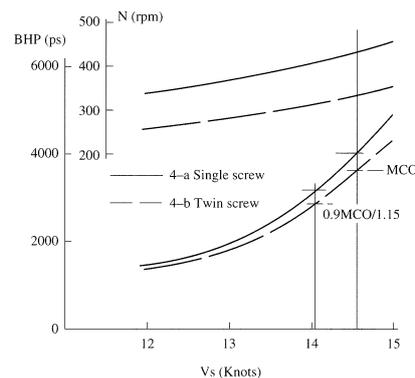
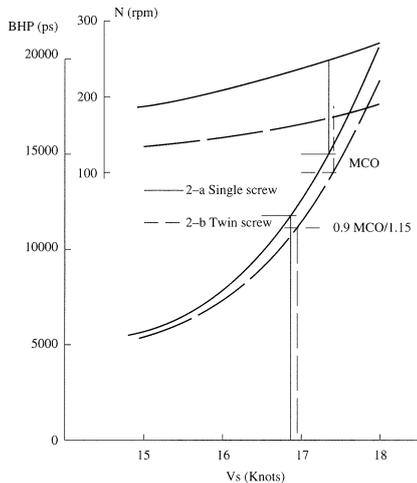


図-1 馬力推定結果 (1)

図-2 馬力推定結果 (2)

プロペラ効率が必要馬力を2つのプロペラに分担させる2軸船よりも大幅に低くなることにある。幅を広げて排水量を40パーセント近く増加させた幅広浅喫水型船では1軸船の場合の性能低下は著しいが、2軸船の場合は必要な主機出力は増えるものの、運航経済性指数やアドミラリティ係数で評価する限りでは原型との性能差はあまりなく、適切な要目や主機馬力の選定によっては原型を上回る性能も可能のように考えられる。但し、本検討はテイラーチャートによる抵抗の推定や大面積比プロペラ特性推定等の問題があり、定性的な評価の範囲に止めておくのが妥当である。

### 4. おわりに

簡単な検討と考えて始めたところ、性能やプロペラ特性の推定に使える公表データが意外に少なく、性能の絶対値について自信のもてる内容までもって行けなかった。今後、機会を捉えて精度の向上や検討のケースを増して、読者のお役に立つものになりたいと考えている。

# 海洋観測の新しい展開 荒天下の高緯度海洋及び結氷域の観測

## 1. はじめに

大気中の二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) の増加による地球温暖化やそれに伴う地球規模の気候変動が全世界的な関心事となっています。これらへの適切な対策を立てるためには精度の高い気候変動予測が必要で、そのためには地球規模の気候への海洋の役割解明が不可欠であること、更にもそのベースとして全世界の海についての均質で高精度の観測データの必要であることについて、SRC News No.37~40にかけて、永田先生（東大名誉教授、現在海上保安庁水路部海洋観測資料研究センター長）の講義を掲載しました。その中で述べられているように国連を中心とする大規模な国際協同海洋観測プロジェクトが立案され、かつ推進されており、新しい高性能の海洋観測船の建造や観測機器の開発が進められています。此の中にあつて冬期荒天下の高緯度海洋や南極、北極の氷縁や氷盤下の観測データが欠除しており、これが研究展開の大きな障害となっているとのことです。風浪の荒狂う冬の北太平洋に船長100m程度の観測船が勇敢に突入しても、激しい船体動揺のために精度の高いデータ取得は殆ど不可能なのです。風浪の影響を小さくするにはVLCCのような超大型化、海底油田開発に使われるドリリングリグのような特殊な形態が考えられますが、もう一つ、海面下深く潜航することにより、海面の波の影響から逃れ、動揺の小さな、かつ静かな観測環境が得られ、能力にもよりますが結氷氷盤下への進入可能な潜航型海洋観測船が候補として考えられます。

潜航型海洋観測船のコンセプトについて海洋学者と造船関係の有志が集まって数回にわたり、海洋観測からのニーズとそれに対する観測のインフラとしての潜航艇について討議しました。その結果は海の研究Vol.153, No.3 1996に投稿掲載さ

れました。又、潜航型海洋調査船のコンセプトについては造船学会水中作業部会にて紹介しました。本稿はこれらの概要をとりまとめて紹介するものです。

## 2. 潜航型海洋観測船について

潜航型海洋観測船のニーズは、荒天海洋や結氷氷盤下の観測にあります。従つて深海底探査を目的とする潜航艇とは異なり海面下400~500m程度の潜航能力で充分ですが、広い海域をカバーするための航続距離、長時間の潜航能力が求められます。それでは米国やロシアの原子力潜水艦というアイデアを思いつきます。米国海軍が退役前の原子力潜水艦を使った1例がありますが、一般的には簡単に実現するとは思われません。なお、観測は極力ロボットによる無人で行うべきとの技術サイドの意見に対し、資料の殆どない探検的な観測には研究者が直接現場に立ち会う必要上、有人潜水船が条件というのが海洋研究サイドの大方の意見でした。

潜水型観測船や作業船としては、米国が、メキシコ湾流中を漂流しつつ観測すため Ben Franklin号やフランスがダイビングサポート用として開発したSAGA-1があります。要目を表-1に全体概略図を図-1に示します。要目、性能、形状等について、大略のイメージが浮かんで来てください。

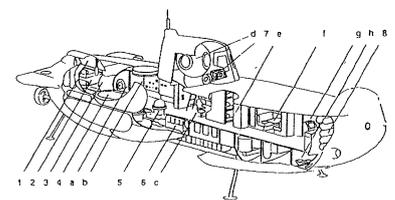
潜水船の基本構造は円筒形の断面をもつ内殻（耐圧船殻）とその外側の外殻の二重構造です。内殻の中には居住区、研究室、機関室、電池室等があり、内殻と外殻にはさまれた中間にタンクやパイプ類が設置されています。又水上観測や脱出のためのセイルが船の中央に付いています。

機関は一般にディーゼル機関と電池駆動のモーターがあり、水上航走時はディーゼル機関、水中航走時はモーターによ

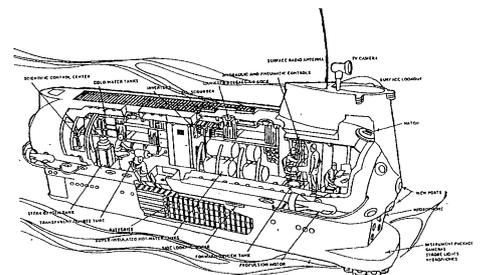
りプロペラを駆動して推進します。なお、セイル上方の給気・排気口より海面上から空気をとりいれて主機関を作動させ排ガスを海中に排出するスノーケル航法により長時間の水中航行も可能ですが、風浪が大きくなると給気が間欠的に途絶えて船内の気圧低下を生じたり、海面下に充分に潜れないために船体運動が大きい等の難点があります。図-2参照。

表-1 潜航型観測船、作業船例

船名	Ben Franklin	Saga 1	しんかい6500
排水量 (t)	134	545	25.8
全長 (m)	14.9	28.06	9.5
全幅 (m)	5.6	7.4	2.71
全高 (m)	6.1	8.5	3.21
最大潜航深度 (m)	610	600	6500
水中速力 (Knot)	4	3.5	2.5
乗員数	6	13	3
ライフサポート時間	6 weeks	21 days	129 hours
ペイロード (t)	5	3	0.2
総電力 (kWh)	756		
航続力		300~500 sea mile	9 hours



“SAGA-1”の全体概略図



“Ben Franklin”の全体概略図

図-1 現存潜航型観測船

表一 2 軍用小型潜水船例

船名	TOTI	TYPE 206	KOBVEN
全長(m)	46.2	48.6	47.4
全幅(m)	4.7	4.6	4.6
全高(m)	4.0	4.5	4.3
水上排水量(t)	460	450	459
水上排水量(t)	582	498	524
最大潜航深度(m)	—	180	200
乗員数	26	22	18
水中速力(knot)	15	17	18
水上速力(knot)	14	10	12
航続力 (スノーケル)	5 knots~ 3000 sm	5 knots~ 4500 sm	8 knots~ 5000 sm
主機 ディーゼル	2200 <sup>ps</sup> ×2	1200 <sup>ps</sup> ×2	1200 <sup>ps</sup> ×2
主電動機	2200 <sup>ps</sup>	1800 <sup>ps</sup>	1800 <sup>ps</sup>
発電機	1080kW×2	810kW×2	—
主蓄電池	鉛12 cell×2 DC480V× 4400AH	鉛12 cell×2 DC480V× 3300AH	鉛 —
推進器	プロペラ1	プロペラ1	プロペラ1

有索繰り出し型計測器、自動有索、無索航行機器等を装備する。

(6) 乗員数は、船員、研究者、観測技術者などあわせて20名程度を予定する。

(7) 観測機器、分析機器システムおよびデータ記録解析システム等はモジュール化し、船内又は船外に設置運用する。

(8) 観測データとしても必要な測位は水中音響システムおよび慣性航法システムなどにより行う。

(9) 海底への着底や船内からの目視観察は行わず、装置も設置しない。

主要目は長さ38m、幅5.5m、高さ6mで排水量約420トンの通常型潜水艦に似た形状をもつ。動力と速力、持続時間および航続距離を表一3に示す。

表一 3 潜航型海洋観測船コンセプト

全長(m)	38	持続時間(蓄電池)	2.5 knots—36Hrs
全幅(m)	5.5	航続距離(ノット)	2.5 knots—90sm
高さ(m)	6	持続時間(AIP)	2.5 knots—224Hrs
排水量(t)	420	航続距離(ノット)	2.5 knots—560sm
予備浮力(t)	130	ノット(ディーゼル)	8 knots—1800sm×2
最大潜航深度(m)	300	スノーケル速度(knots)	4
乗員数	20	ノット 深度(m)	11.5
ディーゼル用軽油(m <sup>3</sup> )	50		セーリングは海面下2m
AIP用ケロシン(m <sup>3</sup> )	2.5		
AIP用液体酸素	7	推進路	プロペラ1

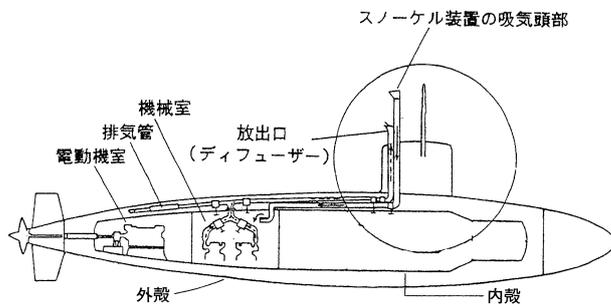
AIP: Air Independent Plant  
本船ではスターリングエンジン搭載

図一3に概略図を示す。

内殻の中には、まず船体中央のセールの下が運転室で、その前方が観測や休息等のいわゆる研究・居住区画で、床下には通風機、倉庫、水タンク、電池室があります。後方は機関室で、ディーゼルエンジン、発電機、モーター、スターリングエンジン、電池室を設け、更にスターリングエンジン用の液体酸素タンクも設置し、内殻と外殻の間に燃料タンクやバラストタンクを設けます。なお、船首先端に前方探査用ソナーがあります。

### 3. おわりに

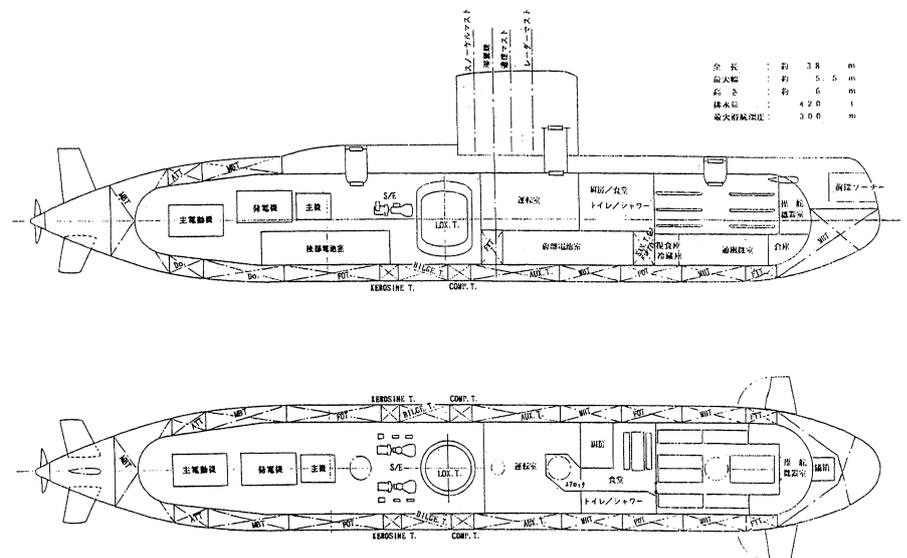
潜航型観測船は、海洋研究の重要な課題の解決の道を拓く、有望なツールとして期待されています。次回は、この様な船によってどのような事が出来るかについて紹介します。



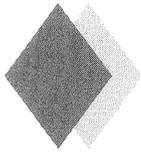
図一 2 スノーケル給排気システム

上記のような潜水船の特性や現存小型潜水船の要目、性能、冬期高緯度への進出へのニーズ等を考慮し、以下のような基本性能を設定しました。

- (1) 基地から観測海域間を母船によるサポートなしに片道1800海里を速力8ノットで無補給往復可能な自律型とする。動力はディーゼルエンジンを使用する。
- (2) 潜航観測期間は10日程度とし、無給気潜航とする。無給気動力源としてケロシンを液体酸素により燃焼するスターリングエンジンと通常の蓄電池を併せもつ。
- (3) 水中航走速度は2.5ノットの連続航走を可能とする。状況により、ディーゼルエンジンによるスノーケル航走を行う。
- (4) 最大潜航深度は300mとする。
- (5) 上下方向の分布計測などのために、



図一 3 概略配置図



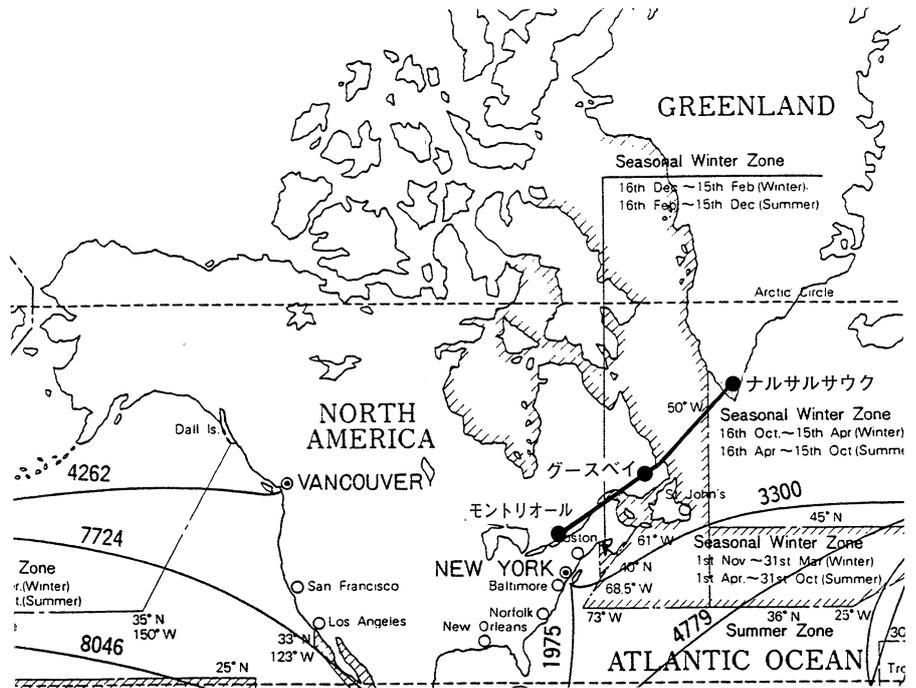
# グリーンランド紀行

## 1. はじめに

グリーンランドはカナダの北東、北極海を囲むように位置する世界最大の島であり、大部分を厚い氷に覆われた白い島である。住人はイヌイト族を主とし、南端から、西岸にかけて点在する町に住んでいる。デンマーク領ではあるが自治権をもっている。主産業は漁業であり、我々の食卓にもグリーンランドからのものがあるかもしれない。

## 2. カナダからグリーンランドへ

夏の日の朝、オタワ空港、グリーンランドへ向けて、我々を運ぶ双発のプロペラ機が待機している。カナダ北方域への輸送にはこれに限ると言われる広い主翼に大きな双発エンジンを付け、ずんぐりとした形は歴戦の古強者といったところ。モントリオールで更に乗客を拾い、セントローレンス河を右手に見て飛行、比較的低空を飛ぶため眼下の景色は実に良く見える。しばらくして、北東に向きを変え、一気にラプラドル高原を横切っていく。眼下は無人の森林地帯、霧が出て来て、何も見えない。機長より、目的地のグリーンランド、ナルサルサウク空港は霧の為閉鎖、本日はグースベイに1泊との放送。グースベイ到着、待つことしばし、出迎えのバスに乗りホテルへ。ユースホステルは突然の多数の客にごった返す。大急ぎでお化粧したと見える若い女性がコック役、ウエイトレス役と忙がしい。朝、低い雑木の道を小学生が行く。送迎バスの運転手はヨーロッパ人の顔に胴長で手足の短いモンゴロイドの体型で寒冷地への適応か。過ぐる大戦ではドイツ攻撃用の飛行機の中継地との事だが、現在はNATOの基地となり、十字のマークを付けたドイツの戦闘機が駐留する。我等が輸送機はグースベイを飛び立ち、眼下にラプラドル海をみながら行く事しばし、グリーンランド南端に到着後白



い壁に挟まれたフィヨルドのような海の上を低く飛び続ける。氷河から崩れ落ちた小氷山が浮く水路のつきる頃、碎石を敷いたような地形が現れた。ここが目的地ナルサルサウクだ。

## 3. ナルサルサウクとその周辺

輸送機から出ると冷い強い砂まじりの風にあおられる。夏服の上に着るレインコートが唯一の防寒具。石だらけの道をホテルへ。ただちに、現地の歓迎式典に出席、白いアノラック姿の合唱隊のコーラス、グリーンランド自治政府要員のスピーチ、伝統の踊り等で、その日は終わる。シンポジウムは極地を対象とする技術で、その1つがNorth East Passage、すなわち、ソ連(当時)のシベリア北岸沿いに欧州と極東アジアを結ぶ航路開発であり、当時の冷戦最中でも、このようなテーマを語り合うというのが世界政治というのかと感じ入った。ソ連のテレゲーションとも意見交換した。なお、約十年後に、日本も参加する北極海航路開発プロジェクトが進められ、その一環として、

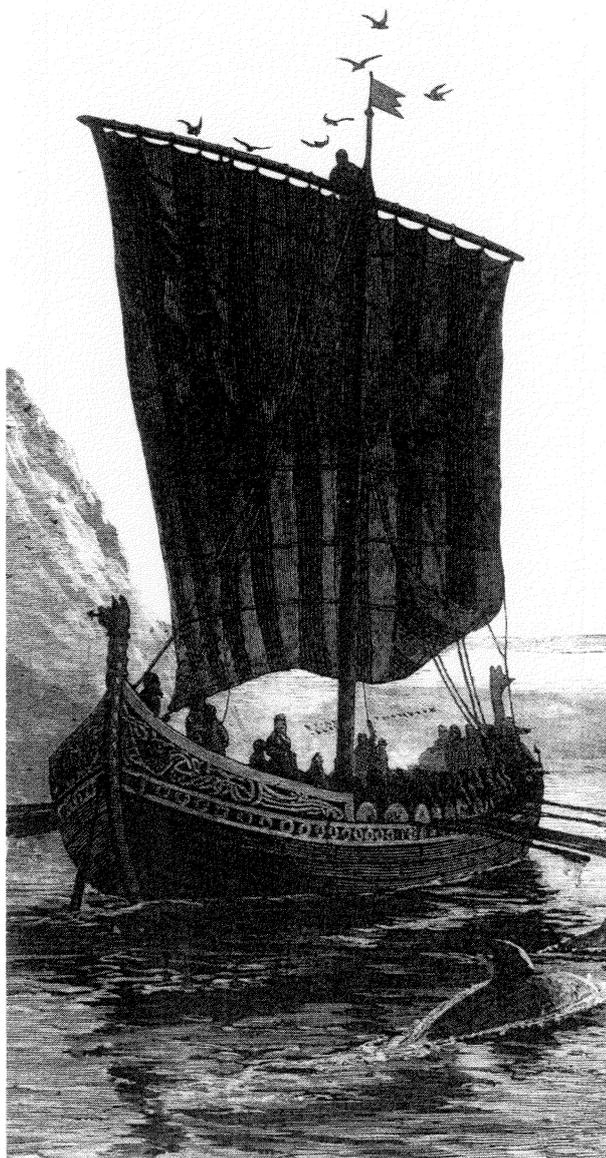
日本からノルウェーのハンメルフェストまでロシアの貨物船による試験航海が実行されている。この付近は実に荒涼としたところだが、僅かに土がある場所にはデンマークからの移民が羊を飼っている。又、同じ場所は、かつて、バイキングが入植し、その後放棄された所とかで、住居跡もある。冬には人と羊が同じ家の中で並んで寝たとかで、相当に厳しい環境であつたらうと往時を思いやる。強い乾燥した風の中に干だらけの丹冊が揺れているのは我等が知床と良く似ている。現地のイヌイト人は、昼は建設の仕事をしているらしいが夜になるとホテルに集って来る。イヌイトの青年達の劇団の演技、グリーンランドの紹介は、彼等の置かれた状況がなかなか難しいものであることをPRしている。

志を立ててコペンハーゲンに渡ったイヌイトの青年が再びグリーンランドに戻るまでの苦悩は、素人映画としても身ごたえがあった。なお、ナルサルサウクは氷河が間近かにせまっておられ、故植村さんのグリーンランド縦断の出発地という記念

碑が立っている。石ころのナルサルサウクに対し、南方のユリアネホープは大西洋をのぞみ、気候も良く、人口もはるかに多い。イヌイト人の女性市長によるデンマーク語の演説、点在するカラフルな家、イヌイトを主としつつも同化したデンマーク人の特徴をもつ人々、市場等が印象に残った。日本人は自分達と同じような顔をしていることを始めて知り、手紙をくれとAddressを渡されたが、紛失し、ついにletterを出さないで終わったことがくやまれる。ナルサルサウクとユリアネホープをつなぐ水路、(フィヨルド)には氷山の終端が突き出し、断えず氷塊が落下して、大小の冰山を作っている。船はその中をぬうように進む。昼食はあざらしのシチュー、昔の鯨肉の給食の味を想い出す。

#### 4. 帰路

例の双発機が、何所からともなく現われ、風の中で待っている。全員乗機、石ころの滑走路を走り、フィヨルド上空を上昇する。霧の中に広大なice capの一端がのぞくが、たちまち何もみえなくなった。気が付くと、グースベイ上空、来たルートをたどって、ラブラドルの空を南西へと飛び続ける。機のはるか前方に街の灯が見えて来た。文明世界に戻って来たとの感慨にひたる。



### 編集後記

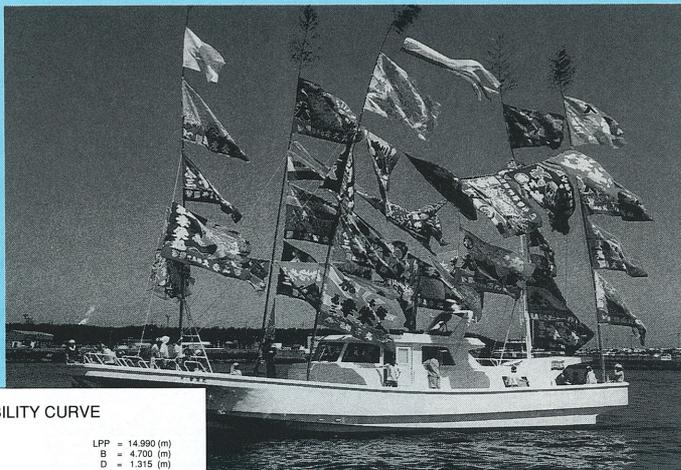
目に青葉と言っているうちに梅雨の季節となりました。今世紀最大といわれるエルニーニョ現象の為か寒暖の差の激しい気候が続きました。又、成長著しかったアジア諸国の経済も含め世界的な変動が続いています。当センターをめぐる環境も同じく厳しい状況ですが、一致協

力して対処していきますの、ご支援方宜しくお願い致します。

水槽業務関連を担当されていた横山常務理事は5月23日付で(社)日本船用工業会に移られました。今後の活躍を祈念致します。

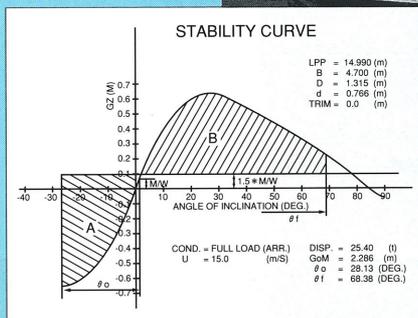
(K. T.)

# 新造船と復原性



## 船名 第三幸栄丸

用途	小型遊漁兼用船	
船主	小野 勲	
造船所	株式会社 田村造船所	
竣工	平成9年7月	
総トン数	18トン	
航行区域	限定沿海	
主要寸法(m)	長さ × 幅 × 深さ	
	14.990 4.700 1.315	
主機	連続最大出力	730PS
	回転数	1,900rpm
	基数	1基
最大速力	24.8ノット	
旅客定員	45名	



茨城県鹿島港を母港とし、波崎から大洗町にかけての鹿島灘を主漁場とする小型遊漁兼用船である。

この種の船としては船幅も広く、最大復原てこは約60cmを越え、安定した性能を示している。

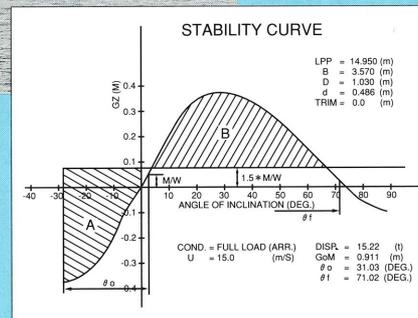
## 船名 明神丸

用途	小型遊漁兼用船	
船主	小野田 正	
造船所	松川造船 株式会社	
竣工	平成9年12月	
総トン数	10トン	
航行区域	限定沿海	
主要寸法(m)	長さ × 幅 × 深さ	
	15.000 3.550 1.500	
主機	連続最大出力	675PS
	回転数	2,130rpm
	基数	1基
最大速力	28.0ノット	
旅客定員	22名	



松川浦漁港を母港とし、宮城県歌津崎から福島県塩屋町にかけての相馬沖を主漁場とする小型遊漁兼用船である。

本船は、この地方で多く見られる漁船の型が使用されており、最大復原てこは、約40cm程度あり、安定した性能を示している。



### 申込みの受付

試験等の申込み、問合せは当センター企画室までお願いします。

〒171-0031 東京都豊島区目白1-3-8  
TEL 03-3971-0266 FAX 03-3971-0269

財団法人 日本造船技術センター (SRC)

電話機のダイヤルイン方式導入についてのご案内

- 役員及び総務部 03-3971-0266
- 水槽業務部長 03-3971-1074
- 水槽業務部 流体工学 03-3971-0259
- 水槽業務部 渉外担当及び試験課 03-3971-0268
- 水槽業務部 技術課 03-3971-0296
- エンジニアリング部 船舶海洋技術 03-3971-0267

なお、ファックス番号 (03-3971-0269) は従来どおりです。