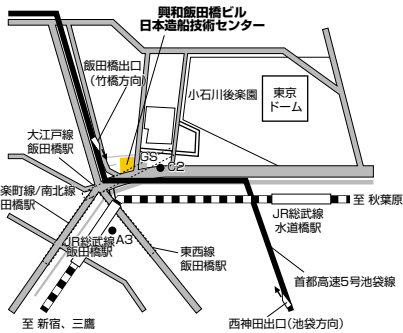


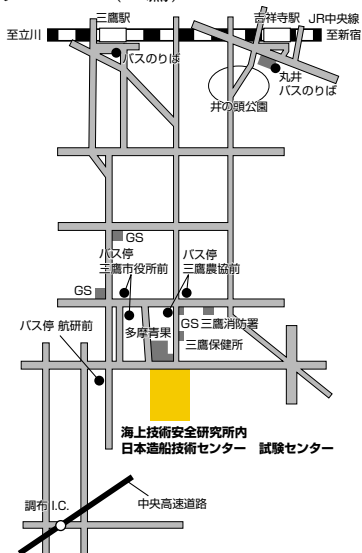
●目次●

トリマラン型高速船の技術課題(1) (主要目等及び性能)	page 2
二重反転推進方式装備船の 推進性能簡易評価法の紹介	page 4
江田島市快速フェリー 「ドリームのうみ」就航	page 6
船型設計システムの紹介	page 8
雑感 血液型と民族との 関連について	page 10
雑感 マクロの世界と ミクロの世界	page 11
「国連防災世界会議」に出展	page 12

本 部 (飯田橋)



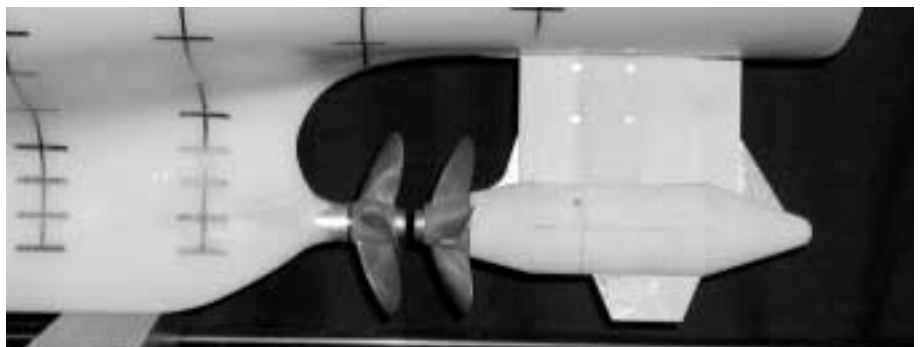
試験センター (三鷹)



財団法人 **日本造船技術センター**
 〒112-0004 東京都文京区後楽2丁目1番2号
 興和飯田橋ビル7階
 TEL 03-3868-7122 FAX 03-3868-7135

試験センター
 〒181-0004 東京都三鷹市新川6丁目38番1号
 (独) 海上技術安全研究所2号館内
 TEL 0422-24-3861 FAX 0422-24-3869

通常プロペラの後方にポッドプロペラを配置した2重反転推進方式



前方のプロペラが発生する回転流成分を後方のプロペラが逆転回収して高い推進効率を得る二重反転プロペラの考えは100年以上前に提案されていますが、具体的な商船への装備は20世紀も終わり頃のことでした。それでも、二重反転推進方式が一般化しない理由は複雑な軸系機構の信頼性が今一つという点にあります。特別な二重反転軸系機構を使わず、実績のある推進方式を組合せて、実質的に二重反転プロペラと同程度の推進効率を得ることが期待されます。

ディーゼル主機関直結駆動の通常プロペラ後方に電動のポッドプロペラを配置し、夫々の推進プラントにより互いに反

転駆動し、効率向上を達成しようとするコンセプトが提案され、既に大型Ro/Ro船に採用された例があります。

ここに示す写真は全長200m、速力30ノット程度的高速Ro/Ro船を想定して計画した船型の供試模型船と推進装置です。大きなポッドによる影響や夫々が独立の推進系のため、試験や解析方法、更に、実船性能推定法に検討を要する点があるものの、通常プロペラに関する知見を生かして合理的な結果を得る事が出来ました。

なお、本調査は造工中手造船各社と造船技術センターとの共同研究の一環として実施されたことを付記します。

トリマラン型高速船の技術課題(1)

(主要目等及び性能)

1. はじめに

通常の排水量型高速船をはるかに越える高速海上輸送システムについては、従来からいろいろな方式が提案されています。例えば、通常の高速艇、水中翼や空気圧で浮上する方式及び非常に細長い船体を並べた双胴船等が挙げられます。最近ではこれらに加えて、細長い主船体の両側に小さな副船体を組み合わせたトリマラン^[1]や、ペンタマランが注目されています。

2. トリマランとは

細長いカヌーの片舷あるいは両舷に、先端に小さなフロートを付けた小船の走る様は太平洋諸島の風物詩です。優れた耐航性を持つとされるこのタイプの船が広大な太平洋への人類拡散を助けた有力なインフラの一つとされています。



トリマランは上述の原始的なカヌーと形態、原理ともに全く変わらず、造波抵抗の少ない細長い船体で不足する復原性を両舷に付けた小さな副船体により補うというコンセプトから生まれました。即ち、主船体の断面2次モーメント I_0 、排水容積 ∇_0 とすれば、 $BM_0 = I_0 / \nabla_0$ 、副船体の断面2次モーメント I_s 、排水容積 ∇_s 、水線面面積 A_s 、主船体と副船体の中心線間距離 l とすれば、

$$BM = I_0 + 2(I_s + I^2 A_s) / (\nabla_0 + 2\nabla_s)$$

ですから明らかに $BM \gg BM_0$ で、重心や浮心高さが主船体のみと副船体付きで大きな変化がなければメタセンター高さは $GM \gg GM_0$ となって安定側になります。また、主船体と副船体の寸法の選定により、乗り心地と安定性が両立するメタセンター高さを選ぶことも可能です。

3. 主要目等及び性能

公表資料により主要目、性能、主船体及び副船体の諸元値を抽出・整理しました。図-1から図-13に主船体長さ L を横軸にとった図を示します。使ったデータの中で、実船として稼働しているトリマランは3隻あります。最初は英国海軍の長さ90mの実験艦RV TRITON(図-14)のデータです。次に、長さ55mと少し小ぶりですが、オーストラリアNorth West Bay Ships社^[2]で建造され、小倉一ウルサンで運航していたTRIUMPHANT(図-15)のデータを載せました。そして、最後には世界最大、長さ126.7mのトリマラン(BENCHIJUGUA EXPRESS)のデータを載せました(図-16)。この船はカナリー諸島で大型高速フェリーを運航するフレッド・オールセン社^[3]向けにオーストラリアのオースタル社^[4]で建造され、今春引き渡された話題のトリマランです。

図中のその他のデータは参考文献の[5]~[8]に掲載されている試設計段階、検討段階のデータを使いました。これらのデータの中にはペンタマランのデータもいくつか含まれておりますが、これらのペンタマランは前方のフロートが通常航行時には水面上にあり、船体の横傾斜につれて水没し、復原力を得る仕組みになっているので、基本的にはトリマランと考えることができます。以下、若干のコメント、考察を述べます。

まず、図-1に示すように L/B_{max} は2から8と非常に幅広い分布を示しています。これはトリマランの設計のバリエーションの多様さを物語っています。

次に、図-2、3に示すようにトリマランの主船体は非常に細長く L/B が少なくとも10以上であり、12~15あたりに最も多く分布しています。また、 B/d は1.5~2.5あたりに分布しています。一方、図-4、5に示すように副船体はさらに細長く L/B は15~35、 B/d は0.5~1.5に分布していることがわかりました。

図-6に示すように主船体と副船体の

長さ比は0.1~0.6まで様々ですが、概ね0.3~0.4に集中しています。

図-7に示すように排水量は排水量型船型らしく長さの3乗に比例しています。

図-8に示すように全体排水量のうち副船体排水量が占める割合は非常に小さく、全てが7%未満で主流は3~4%となっています。

運航速度はデータがあまり集まらなかったため図-9に最大速度を示しました。この図では長さにはあまり関係なく、30~40ktに集中していることがわかりました。

フルード数としては図-10に示すように1を超える高いものもありますが、総じて 0.5 ± 0.1 近辺が多いことがわかりました。一方、副船体の F_n は図-11に示すように0.5~1.4の範囲で広く分布しています。

最後に図-12、13に最大速度に対応した出力と輸送効率を示します。

以上のように公表資料を整理することにより、現在稼働しているトリマランや試設計段階のトリマランの主要目等の大まかな傾向を把握することが出来ました。また、性能との関係もおおよそ掴むことが出来ました。今後、推進性能の評価方法や耐航性能についても紹介していく予定です。

参考文献

- [1] SRC News, No.62, January 2005.
- [2] <http://www.nwbs.com.au/>
- [3] <http://www.fredolsen.es/>
- [4] <http://www.austal.com/>
- [5] Proceedings of "DESIGN & OPERATION OF TRIMARAN SHIPS", RINA, London, April 2004.
- [6] Proceedings of "HIGH SPEED CRAFT: DESIGN & OPERATION", RINA, November 2004.
- [7] Victor Dubrovsky "SHIPS WITH OUTRIGGERS", 2004.
- [8] Proceedings of FAST2003, Ischia (Gulf of Naples) ITALY, October, 2003.

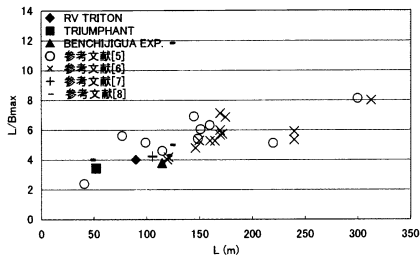


図-1 L/B_{max}

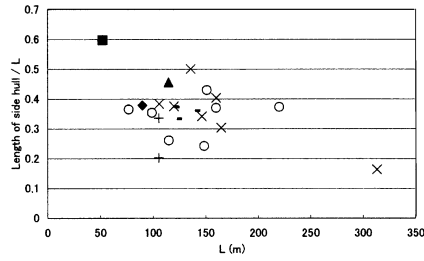


図-6 主船体、副船体の長さ比

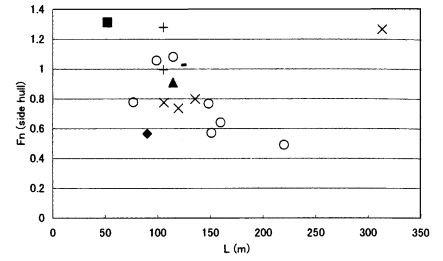


図-11 副船体のフルード数

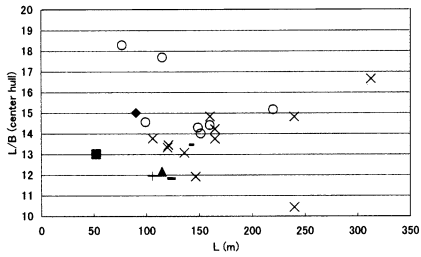


図-2 主船体のL/B

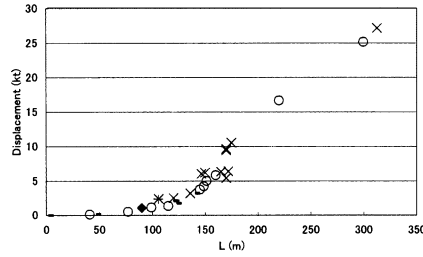


図-7 排水量

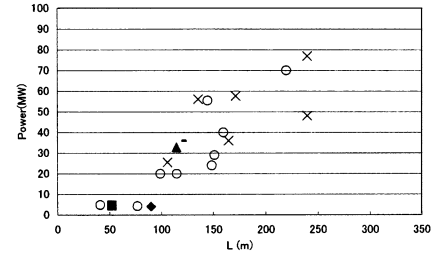


図-12 出力

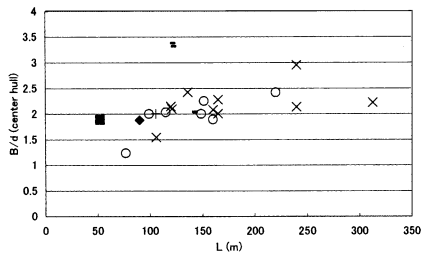


図-3 主船体のB/d

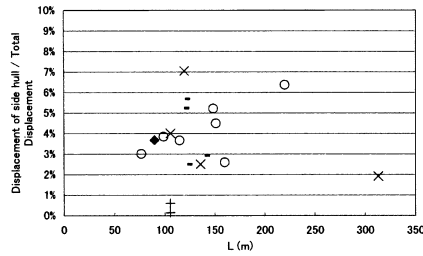


図-8 副船体の排水量比

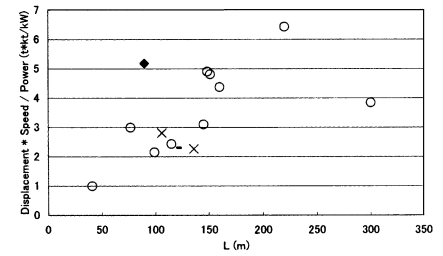


図-13 輸送効率

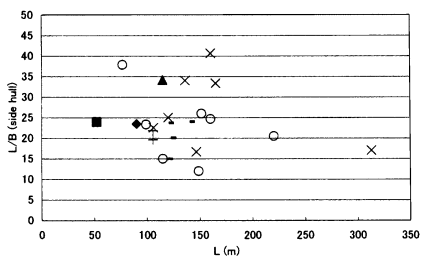


図-4 副船体のL/B

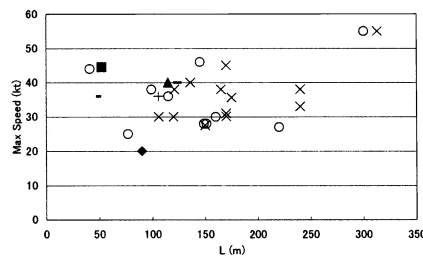


図-9 最大速度



図-14 RV TRITON^[5]



図-15 TRIUMPHANT^[5]

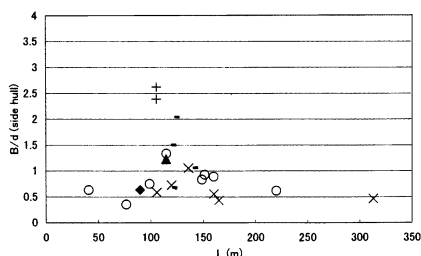


図-5 副船体のB/d

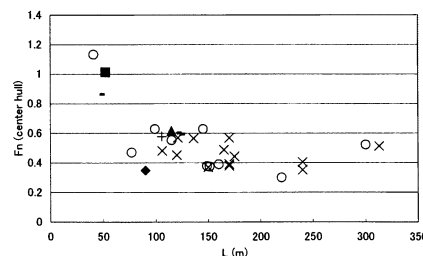


図-10 主船体のフルード数



図-16 BENCHIJUGUA EXPRESS^[3]



二重反転推進方式装備船の推進性能簡易評価法

1. はじめに

前方プロペラの回転流成分を後方プロペラにより回収して高い効率を得る二重反転プロペラの特性推定や設計は理論手法により主として研究レベルで行われており、現在のところ、設計者がMAUチャートを利用するような手法は皆無です。二重反転プロペラの設計においても、通常プロペラの設計や性能評価を通して培った知見が生かされ、設計・推定手法やデータ類が適用出来ることが望まれます。又、表紙に紹介した前後のプロペラがそれぞれ独立の機関で駆動され、条件の異なる環境で作動する場合や前後プロペラの馬力分担が一方に偏る場合等、多様な条件に柔軟に対応可能なことも必要です。

2. 実船推進性能評価の問題点

通常プロペラ装備船の推進性能推定には模型実船間の寸法差による影響を修正する外板粗度修正係数 ΔC_F と伴流率修正係数 $C=(1-W_S)/(1-W_M)$ が用いられます。

寸法差はプロペラの特性にも影響しますので本来はプロペラ特性の修正も必要で、国際水槽会議ITTCは簡易修正法を提案しています。しかしながら、長年蓄積したデータを基に構築された手法を変えることは実務上不可能で、模型プロペラの特性を用いる従来の方法が踏襲されています。即ち、速力試験解析データを基に設定される ΔC_F と C 係数にはプロペラ寸法影響も含まれている事に留意する必要があります。船底から伸びる頑丈なストラットと下端の大きなポッド及びポッド先端のプロペラを一体の推進装置とみなした場合のポッドプロペラの寸法影響は通常プロペラとは異なることが予想され、更に、これを通常プロペラの後方に配して異なる駆動系により反転駆動させるタンデム配置二重反転プロペラ（仮称）は、同軸駆動二重反転プロペラの様

に、一個の推進装置として単独特性を求める事は出来ません。図-1に通常二重反転プロペラとタンデム配置二重反転推進装置の概略を比較して示します。

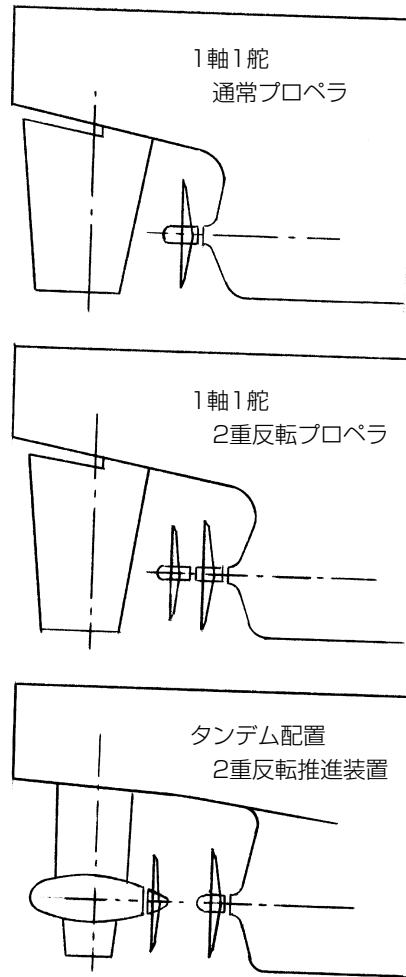


図-1 推進方式比較

3. タンデム配置二重反転プロペラ特性

夫々異なる形態と特性を持つ推進器を組み合わせたタンデム配置二重反転プロペラの流力的特性は、前後に反転駆動する通常プロペラが配置され、寸法影響が大きいと推察されるストラットやポッドが前後プロペラの後流中に置かれる形態に起因します。設計や性能推定において、通常プロペラ設計用データや模型・実船相関係数を利用する為には、前方は通常

推進軸、後方は特殊な軸系副部に装備された独立に駆動する2個の通常プロペラとみなし、小さな標準ボス比の模型プロペラを用いた単独試験結果を特性評価のベースとする方法を提案します。その前提は以下の通りです。

- (1) 後方プロペラの付くポッド及びストラットは1軸船の舵と同様、船尾端部の一部と見做す事が出来る。
- (2) 前方プロペラへの流れは船体伴流と後方プロペラ作動の吸引効果（流速増加）を含む。
- (3) 後方プロペラへの流れは①前方プロペラと同じ船体伴流、②前方プロペラ作動による流速増加及び回転流、③ポッドとストラットによるポテンシャル流を含む。
- (4) 前後プロペラ後流のポッドやストラットへの影響は1軸1舵船の舵の場合と同じ性質のものである。

以上より、ポッドとストラットの抵抗は剰余抵抗係数や形状影響係数の1部として、(2)~(4)の効果は前後プロペラの自航要素として把握します。

以上の概念を図-2に示します。

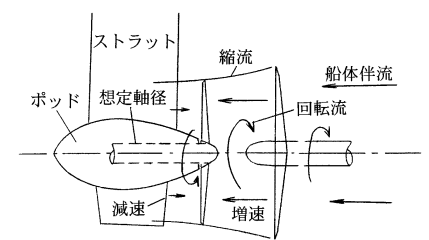


図-2 プロペラ周り流れ

4. 実験的知見

限られた模型試験結果から得た関連のある知見を以下に纏めます。

- (1) 船体中心線上の船尾に装備されたポッドとストラットの抵抗は剰余抵抗係数の僅かな増加として捉えられるレベルである。
- (2) 前方プロペラの伴流率への後方プロ

の紹介

ペラ影響は無視できる。

- (3) 前方プロペラの増速と回転流影響は後方プロペラの伴流率の中で互いに打ち消し合う方向に現れる。
- (4) 前後プロペラ荷重分担影響は実用上無視出来る。
- (5) 単独試験状態と船後状態との相違の影響は前方プロペラでは無視出来るオーダーだが後方プロペラでは効率低下として現れる。

5. プロペラ設計、馬力計算

以上より、タンデム配置二重反転プロペラの設計や実船の性能推定は従来のブラクチスを踏襲して行う事が可能です。即ち、ポッドプロペラ特有のストラットとポッドの寸法効果は主船体抵抗の寸法効果修正であるシェンヘル等の式による摩擦抵抗係数と粗度修正係数の中に、プロペラ流場への影響は伴流修正係数の中に含まれる事になります。ただし、前方プロペラの伴流修正係数は通常1軸1舵船と実質同じですが、後方プロペラの場合は、前方プロペラによる速度増加と回転成分はポテンシャル流れとして扱うことやストラットやポッドへのプロペラ後流影響と考えられる推進効率比の低い理由など検討課題も残されています。表-1にプロペラ設計のプロセスを示します。粗度修正係数や前方プロペラの伴流率修正係数は通常1軸1舵船のデータより選定し、有効馬力を求め、前後プロペラを駆動する機関の馬力、回転数及び伝達効率を設定して、MAUチャート（前方4翼、後方5翼）を用いて前後プロペラの直径、ピッチ比、分担する船体抵抗及び到達速力を求めます。キャビテーション性能や強度チェックの上で設定したプロペラ要目や寸法を基に単独特性を推定し、馬力、回転数及び速度の関係を求めます。なお、前後の馬力分担や回転数との関係を合わせる必要があればピッチ比を適宜修正します。

図-3に馬力計算結果の例を示します。

表-1 プロペラ設計プロセス
(前後プロペラの直径とピッチ)

- ①推進馬力、回転数、伝達効率設定

前方プロペラ	後方プロペラ
BHP (ps), N (rpm), η_T	
- ②自航要素、伴流率修正係数設定

前方プロペラ	後方プロペラ
$1-t, 1-W_T, \eta_R, C$	
$1-W_S=C(1-W_T)$	
$\eta_H=(1-t)/(1-W_S)$	
- ③MAUチャート利用準備

前方プロペラ	後方プロペラ
PHP=BHP $\eta_R\eta_T$	
$N\sqrt{PHP}$	
- ④設計速力を求める過程
 設定速力におけるプロペラ効率

前方プロペラ	後方プロペラ
$V_s(\text{knots}), V_A=V_s(1-W_S)$	
$\sqrt{Bp}=\sqrt{N\sqrt{PHP}/V_A^{2.5}}$	
MAU-4	MAU-5
$\eta_o, \eta_A=\eta_o\eta_H\eta_R\eta_T$	
EHP'=BHP η_A	
- ⑤設計速力設定
 プロペラ吸収馬力
 $EHP'a=EHP'fore+EHP'aft$
 船体のEHPとの交点 V_s が設計速力
- ⑥直径とピッチ設定

前方プロペラ	後方プロペラ
MAU-4	MAU-5
$\delta, p=(P/D)0.7r$	
$Dp=\delta V_A/N$	
- ⑦キャビテーション特性チェック
 展開面積設定
- ⑧ボス径、翼厚設定
- ⑨単独特性推定

前方プロペラ	後方プロペラ
MAU-4	MAU-5
$J, K_T, K_Q, \eta_o, \sqrt{K_T}/J$	

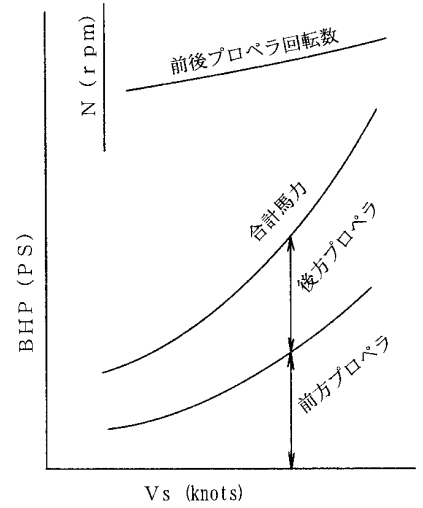


図-3 馬力・回転数計算例

6. おわりに

船尾船体中心線上の前後に配置された異なる形式の推進器がそれぞれ独立の推進機関により反転駆動される推進システムに装備される通常型プロペラの要目（直径やピッチ比）の概略設定や推進性能評価方法の概要を紹介しました。二重反転効果とされる回転流成分回収効果は流速増加により打ち消され、荷重度軽減によるプロペラ効率向上効果の形で現れることやトラクタ方式ポッド装備後方プロペラの低い推進効率比等流力メカニズムの理解が必要な課題、船型や推進システムの形態・作動条件による影響など実験的調査を通して整理すべきことが多く適用には慎重を期すべきですが、従来手法の延長上で多様な面から二重反転推進装置の性能検討が可能です。

以上

江田島市快速フェリー「ドリームのうみ」就航



1. はじめに

2004年11月1日、旧佐伯郡能美町、同沖見町、同大柿町と旧安芸郡江田島町の4町が合併して、新たに江田島市（えたじまし）としてスタートした。

同市は緑と海に囲まれた美しい島であり、牡蠣の養殖や海上自衛隊第一術科学学校（旧海軍兵学校）の所在地としても有名である。同市企業局では3隻の高速船と3隻のフェリーを所有して、能美（中町・高田）～広島（宇品）間における交通船事業を行っているが、フェリー「ビューティのうみ」の老朽化に伴い、離島の足の確保と島の振興を図るため新快速フェリー「ドリームのうみ」を建造して2005年2月15日に就航した。当センターは本船の基本設計と建造監理を実施したので、以下に本船の概要を紹介する。

2. 基本コンセプト

- 漁業者に配慮した曳き波の軽減
- 狭隘水域での旋回性能の向上
- 合理化・省力化
- 交通弱者に優しい船
- 快適居住空間の提供
- 当該航路に相応しい外観美

3. 船舶の概要

(1) 工程

起 工	平成16年 6月18日
進 水	平成16年11月25日
竣 工	平成17年 1月31日
就 航	平成17年 2月15日

(2) 主要目

船 質	鋼
全 長	59.37m
垂線間長	42.00m
幅	11.00m
深 さ	3.70m
満載喫水	2.60m
総トン数	397 トン
航行区域	平水区域
航海速力	14.5 ノット
最大搭載人員	303 名
旅 客	300 名
船 員	3 名

(3) 船体部主要機器

操舵装置（電動油圧式）	2台
舵（フラップラダー）	2枚
揚錨係船機（電動油圧式）	2台
キャブスタン（電動油圧式）	2台
ランプドアー（船首尾）	2台
油圧ポンプユニット（船首尾）	2台
空気調和装置	7台
空気清浄機	7台
汚物処理装置（150リットル）	2台
バリアフリー設備	1式
救命・消防設備	1式

(4) 機関部主要機器

操舵室操縦盤（船首尾）	2台
機関室警報盤	1台
甲板機械操作盤	1台
主機関 中速ディーゼル機関	2基
連続最大出力1,324 kW/基	
発電用機関	2基
定格出力160kW/基	
5翼固定ピッチプロペラ	2個
バウスラスター（19.6 kN）	1台
バウスラスター駆動用機関	1基
主空気圧縮機	2台
非常用空気圧縮機	1台
主空気槽	
主機開始動用（300ℓ）	2本
補機開始動用（45ℓ）	1本
油水分離器	1台
潤滑油清浄機（400ℓ/h）	1台
機動通風装置	5台
ポンプ類	1式

(5) 電気部主要機器

1) 電源装置・配電装置

主発電機 144kW（180kVA）	2台
変圧器 10 kVA	3台
蓄電池 200Ah/120 Ah	2/1群
充電器	2台
陸電受電箱 225V/100V	1式

2) 航海灯・照明装置

航海灯類	1式
探照灯 1 kW	2台
投光器	8台
ボートデッキライト	4台

3) 航海計器・通信装置等

磁気コンパス	1台
レーダー	1台
船首方位伝達装置（THD）	1台
運航情報モニター	4台
真風向風速計	1台
船内指令装置	1式
エンジンテレグラフ	2式
電子ホーン	1台
船内電話装置	1式
国際VHF無線電話装置	1台

ワイヤレス送受信装置	1式
火災警報装置	1式
退船警報装置	1式
監視カメラ装置	1式
ワイパー（船首尾）	8個

4. 特徴

(1) 曳き波対策

広島は全国有数の牡蠣の生産地であり、能美島・江田島付近にも多くの牡蠣養殖筏が設置されている。基本設計では筏作業に従事する漁民の安全確保の観点から、曳き波の少ない船型が求められてきた。本船は長崎総合科学大学の水槽で模型試験を実施した。その結果、船尾船底部に突起物を装着して現有船に比べて曳き波の少ない船舶を提供することができ、関係者から高い評価を得ている。



(2) 旋回性能の向上

本船の車両乗降は宇品及び高田栈橋に限定されている。このため高田栈橋だけは船尾着岸である。特に高田栈橋の場合、付近に牡蠣養殖筏が点在する狭隘な水域での回頭操船と強風下での船位保持が必要であり、優れた旋回性能が求められた。本船は単頭船であるが、船首・船尾両側に操縦盤を配置し、パウスラスター及びフラップラダーの採用により良好な旋回性能を確保した。

(3) 合理化・省力化

船首尾の各ランプドアの開閉は、操舵室操作盤からの遠隔操作と機側操作が可能であり、船首用、船尾用いずれか一

方の油圧ポンプユニットが故障した場合でも、手動弁切換えにより他の一方で使用可能なよう油圧配管されている。船首尾に喫水計を装備して操舵室に遠隔表示し、バラストタンクの注排水により最適喫水とトリムの維持が可能である。また、機関監視室を設置し、機関部各機器類の集中監視を行っている。更に、全客室に運航情報モニターを装備して本船の運航情報提供を行うと共に、監視カメラの設置により旅客の安全確保を図っている。

(4) 交通弱者に優しい船

車両甲板右舷側に十分なスペースのバリアフリー客室を配置し、隣接するバリアフリー便所や音響・音声装置を設備して、交通弱者の方々でも満足のいく船旅ができるよう配慮されている。

(5) 快適な居住空間

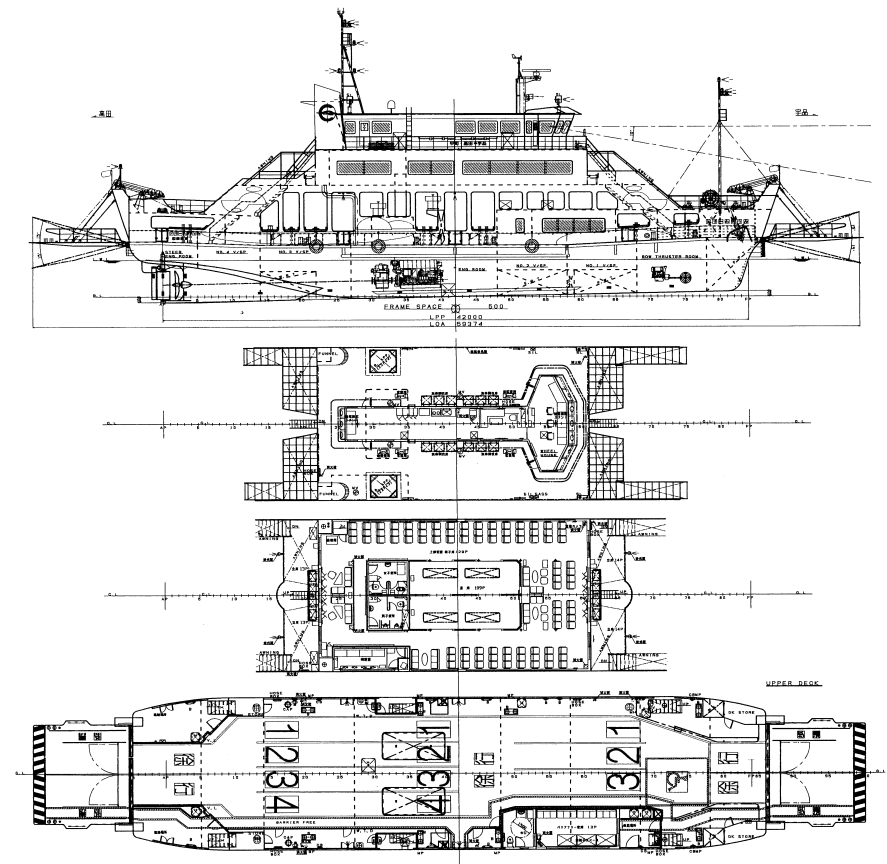
客室内の配置は高齢者の利用にも十分

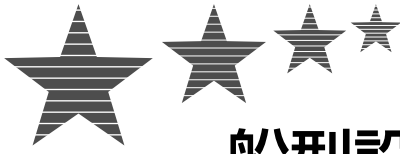
配慮して中央部に広い座席を確保し、テレビ兼用の大型運航情報モニターを装備し、くつろげる居住空間を提供している。また、客室船首尾側、バリアフリー客室及び喫煙室の窓は大きくし、航海中の旅客の視界確保を図っている。

本船は江田島市の自然条件にマッチしたデザインと旅客船に相応しい内装及び外観を有し、就航後多くの利用客から好評を得ている。

5. おわりに

本船の基本設計・建造監理を進めるにあたり、常に積極的なご支援とご高配を賜りました江田島市殿に対し厚くお礼申し上げます。また、本瓦造船（株）殿が、高度な技術と誠意をもってご尽力頂いたことを付記します。





船型設計システムの紹介

1. はじめに

1960年代に始まる設計や工作現場のコンピュータ化は、造船業の作業形態を根本的に変えたと言っても過言ではありません。しかしそれから半世紀を過ぎた現在でも、転換が困難な部分が残っています。厳しい指導を通して先輩から後輩へと伝わるノウハウや、失敗・成功を繰り返すことによって蓄積した経験等は、コンピュータによる業務には馴染み難く、依然として旧来の形態を留めています。その中でも船舶設計の源流である線図創生は、コンピュータ化の難しい作業であり、長年に渉り改善の努力が続けられて来っていますが、未だ十分な成果が得られていない分野です。

造船技術センターでは中手造船会社との協力の下に、①船型を流体力学的に関連づけた数少ないパラメータで表示、②長年に渉り蓄積された水槽試験データを用いて船型パラメータと性能との関連を解析、③与えられた条件の下に船型パラメータの最適な組み合わせを求める、④最適な船型パラメータの組み合わせに対応した概略線図を数学的手法により求める、という一連のシステムを開発しました。前号では線図創生方法について説明しましたが、本稿では最適化の過程に重点を置いて紹介します。

2. 船型のパラメータ表示

船型を表すためには、①主要寸法等を表す有次元値（主要目、排水量、浸水表面積等）、②船型の特徴を表す無次元値（長さ幅比、幅喫水比、肥脊係数、浮心位置等）、③長さ方向の排水量、喫水線幅の分布等を表す2次元曲線（ C_p 、 C_w カーブ等）、④船底・船側の平面部分の輪郭や船首尾の輪郭を表す特徴線、⑤フレームラインの特徴を表す数値、⑥船体の3次元曲面を表す数値表、等が用いられます。このうち⑤は定量的表現が非常

に難しく、実用に耐えるものは見いだされていません。⑥はオフセットテーブルが代表的なものです。CADの世界では3次元曲面を表す係数群等も使われています。

性能推定や最適化を行うために、直接⑥を対象とする試みも既に行われていますが、本設計システムでは③の2次元曲線のパラメータ表示から始め、順次④、⑤と船型表現のレベルを上げていくことを考えています。これは③等で使用される船型パラメータの設計上の意味が明確で、かつ性能との関係が経験的によく知られているため、最適化の結果を評価しやすいと考えられるためです。図-1に C_p 、 C_w カーブのパラメータ表現例を示します。×印で表される各ステーションの C_p 値とパラメータ表示法により描かれた実線が良く一致していることが分かります。

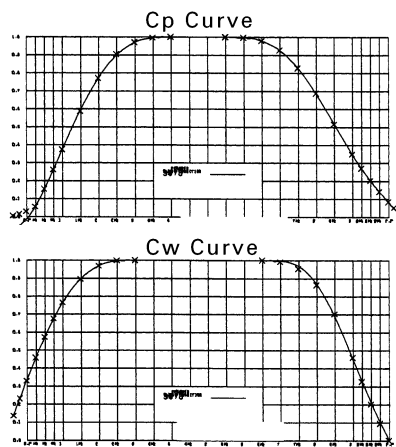


図-1 C_p 、 C_w カーブのパラメータ表示例

3. パラメータと性能の関連づけ

本設計システムでは船型パラメータと種々の船体性能（推進性能、操縦性能、耐航性能等）を、ニューラルネットワークにより関連づけようと考えています。ここではその一例として船型パラメータと推進性能の関連について紹介します。

階層型ニューラルネットワークは図-

2に示すように、階層的に配置され相互に結合された複数のニューロン（●）で構成されています。このネットワークを上流から下流へ情報が伝えられる際、それぞれのニューロン間の結合に固有の重み（ w_{ij} 、：結合荷重という）が情報に乘じられ伝搬します。結合荷重は上流側の入力値（ p_i ）に対応した出力（ o_j ）と目標値（ t_j ）の差（ e_j ）が最少になるように事前に調整されています（この操作を学習といいます）。

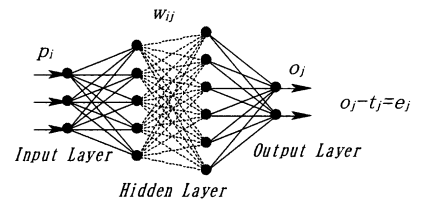


図-2 ニューラルネットワークの模式図

推進性能を推定する場合、水槽試験を行った船型の船型パラメータを上流側に、対応する水槽試験結果（例えば r_w ）を下流側に与え、その関係が複数の船型で満たされるように結合荷重を調整します。

図-3に肥大船について形状影響係数を学習した結果を示しています。縦軸がニューラルネットワークによる推定値、横軸が水槽試験による計測値です。±2%の範囲内に殆どの点が分布している

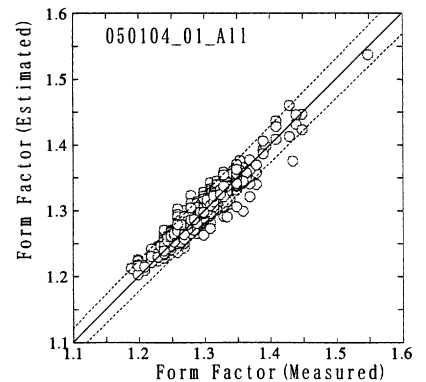


図-3 ニューラルネットワークによる1+K学習例

ことがわかります。

ニューラルネットワークを用いることにより、精度の良い推定値を非常に短時間で得ることができます。このためニューラルネットワークは、最適化のように膨大な回数の性能推定を繰り返す必要がある場合に適しています。反面、学習の段階で十分な数のデータが無いと精度良く性能推定を行える結合荷重が得られないという問題もあります。

4. 最適化過程

最適化とは、与えられた条件のもとで指定された関数（これを目的関数といいます）の最小値、もしくは最大値を求める問題です。この手法にはいろいろなものが提案されていますが、本設計システムでは主に遺伝的アルゴリズム（GA）を採用します。

GAでは、まず一つの集団からランダムに個体を選び出し、複数のペアを作ります。このとき与えられた環境への適応度が高い個体はより選ばれやすいような、また指定した制限条件から外れた個体は排除されるような工夫をしておきます。そしてそれらを交配することにより、次世代の集団を作り出し、再度評価します。この操作を何世代も繰り返す間に、環境への適応度を低くする遺伝子は排除され、優秀な遺伝子を持った個体のみ生き残ることになります。

図-4は船型設計にGAを応用した一例です。船型設計にGAを応用する場合、遺伝子に相当するものは船型パラメータです。設計条件として主要寸法や設計速力を与え、 C_p 、 C_w カーブを最適化の対象とすることを考え、 C_B 、 l_{CB} 、 C_w を制限条件として与えます。初期世代の遺伝子生成の参考として、原型となる船型の遺伝子（＝船型パラメータ）を与え、その周囲にランダムに初期世代の遺伝子を生じます。ここではBHPを目的関数としているため、前述のニューラルネット

ワークを用いて抵抗性能、自航性能を推定し、それらよりBHPを求めます。与えられた遺伝子から、別途 C_B 、 l_{CB} 、 C_w を計算します。これらの結果を評価して個体（＝船型）の優劣を決め、それに基づいて次世代を生成し再度評価を行います。そうした過程の繰り返しの中で得られる、最も馬力が小さく、かつ制限条件を満たす度合いの大きな船型を最適船型とします。

図-5に、こうしたプロセスで得られた C_p 、 C_w カーブを示します。最適化過程の中で、遺伝子は全く独立に変化します。しかし本来船型パラメータは相互に関連を持っているため、このような操作を繰り返すと幾何学的に不成立、または成立しても実用的に違和感のある形状が得られる可能性があります。最適化プロセスの中では遺伝子相互の関係に適切な拘束条件を付し、図-5に示したような実用的に違和感のない形状が得られるよ

うにしています。こうして得られた C_p 、 C_w カーブから、前号で紹介した概略線図創生法によって対応する船体形状を得ることができます。

以上の例ではBHPを目的関数としましたが、アドミラリティ係数や波浪中推進性能、操縦性能、またはそれらを組み合わせた多目的な最適化も可能です。また設計の様々なステージに応じ、最適化の対象とする船型パラメータを主要寸法や肥脊係数、船首尾プロファイルなど種々選択することも容易に行うことができます。

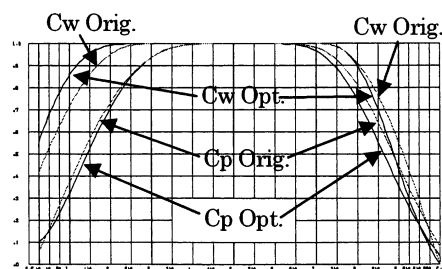


図-5 C_p 、 C_w カーブの最適化例

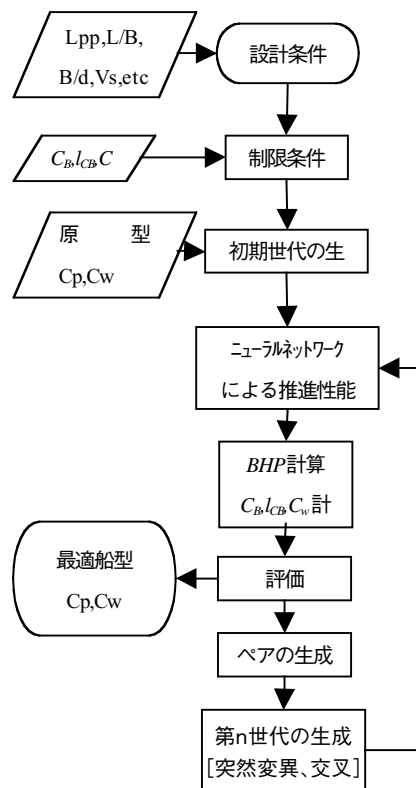


図-4 GAを用いた船型最適化の流れ

5. おわりに

熟練技術者が設計現場の第1線を次々と退いていく現在、その方達が培ってきた技術を如何に次世代に伝えていくかは緊急の課題です。この問題を理論計算を駆使して克服しようとする試みもありますが、我々は以上で紹介したようにデータベースを主体にこの問題に取り組んでいます。

数値化できない熟練技術者の経験・ノウハウはデータベースの中に結晶してまです。生物の機能を模倣したニューラルネットワークと遺伝的アルゴリズムを組み合わせ、それらによってデータベースの中から先人の叡智を引き出し、人間の感覚を持った設計システムをつくりあげることが、将来への技術伝承の一つの有効な方法となると我々は考えています。

血液型に見る日本人の系譜 「我々は何者で何処から来たのか」(第3報)

前号までは、ユーラシア大陸周辺地域、南北アメリカ大陸、オーストラリア大陸、太平洋からインド洋にかけての島嶼及びアフリカ大陸に住む人々の血液型特性を紹介しました。本稿ではユーラシア大陸主要地域の血液型特性を紹介します。

東アジアから東南アジアの血液特性

東南アジアから東アジアにかけての地域、ビルマから雲南地方を含むインドシナ半島、大小の島嶼が連なるインドネシアからフィリピンにかけての地域、台湾と対岸の華南地域、華中から華北へ、更に黄河上流から嘗ての西域地方、朝鮮半島及び北アジアの地域の血液型特性を図-6に示します。既に紹介した日本列島周辺部と重なる以外、大部分は[A/O]が1より低く、[B/O]が0.2~1.3の範囲にあります。夫々の地域特性はモザイク状に分布しており、複雑な民族交流の跡が伺えます。日本列島北端の青森地域に近い例が華北から黄河上流域に、岡山地域に近い例が朝鮮南部に見られるものの、列島主要部の血液型特性に重なる例は皆無です。

インド半島とその周辺の血液特性

インド半島の北部、北東部、中央部、ベンガル湾やアラビア海沿岸、パキスタンやスリランカを含む地域の血液型特性を図-7に示します。

[A/O]=0.3~1.2, [B/O]=0.2~1.6と広くかつ乱雑に分布しており、多様な環境に適応し、交流した結果と考えられますが、北部、北東部及びネパールに日本列島主要部の特性に重なる例が見られます。

特に、ネパール地域は[B/O]が一定で、[A/O]=0.3~1.7と広く分布する傾向は日本列島主要部や西ヨーロッパの特性に分布形態が似ています。

中東、中央アジア、北アジア、北インド等の血液特性

この地域はアフリカを出た現世人類が世界中に拡散した通り道であり、歴史的

にも文明交流の十字路で、幾多の民族興亡が繰り返されました。図-8に血液型の特性を示します。ヨーロッパの隣接地域中東は地中海地域に属しますが、コーカサス以北から中央アジアと東進するに従い、[B/O]が増加して行きます。但し、特定の地域内でも血液型特性のバラツキ

が大きく、多様なグループが交流した跡が伺えます。既に述べましたが東欧から中央アジア更に北インドにかけて日本列島主要部の特性と重なる例が比較的多く見られ、中央アジアに連なる西域や北アジアに日本列島北端や日本海沿岸の周辺地域の特性に重なる例が見られます。

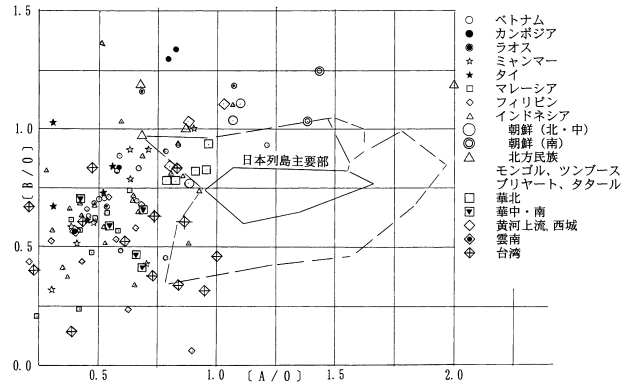


図-6 東アジア・東南アジアの血液型

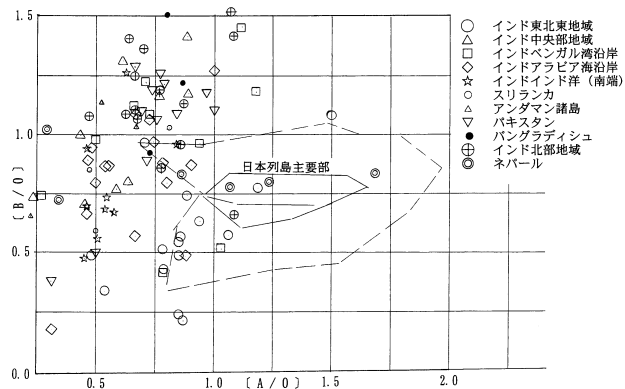


図-7 インド半島と周辺の血液型

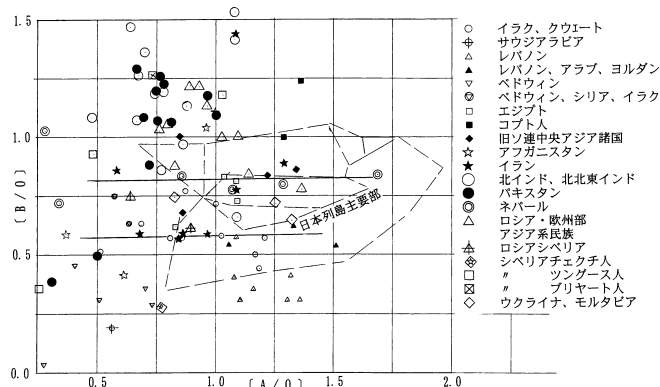


図-8 中東・中央アジア、東欧、ロシア(アジア系)、北インド等の血液型

雑感 マクロの世界とミクロの世界

—不確定性原理について—

ミクロの世界は電子の位置(x)と運動量(p)の積が一定という関係で特徴付けられます。即ち、位置が正確になると運動量は不明確になり、運動量が正確になると位置が不明瞭になる事を意味します。 $\Delta x \Delta p \sim h$ という関係で示される性質はハイゼンベルクの不確定性原理と呼ばれミクロの現象を記述する量子力学の基本法則です。hはプランク定数です。

ここで計測とは何かを考えて見ます。マクロの世界では、飛んでいくボールの速度はボールに反射した光が計測装置に戻る迄の時間を計測して得られます。光の質量(10^{-30} kg)はボールの質量に比べて格段に小さく、マクロの感覚ではボールの運動が変わることはありません。しかしながら、ミクロの世界では、電子を光で計測することを、同じ質量の粒子の衝突と考えれば当然現象そのものが変化してしまいます。

図-1はγ線計測に関するハイゼンベルクの思考実験を説明しています。

即ち、レンズを通った電子の位置確定

に以下の光学上の不確定を伴います。

$$\Delta x = 0.6 \lambda / \sin \alpha$$

又、レンズを通る際に、電子の運動量は $(-h\nu/c)\sin\alpha \sim (h\nu/c)\sin\alpha$ の範囲に変化し、運動量の変化は

$$\Delta p = 2h\nu \sin\alpha / c = 2h \sin\alpha / \lambda$$

となり、結果として、 $\Delta x \Delta p \sim h$ という関係が導かれます。

電子が波の集まり(波束)とすると、以下のように位置と運動量との夫々の変化が得られます。図-2参照。

正弦波 $f(x) = \exp(ikx)$ ($-a < x < a$)とするとそのフーリエ関数 $F(k) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-a}^a f(x) e^{-ikx} dx$ は $\sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{\sin(k-x)a}{k-x}$ となります。

ピーク波 $f(x)$ の幅と $F(k)$ の幅は、夫々 $\Delta x = 2a$ 、 $\Delta k = 2\pi/a$ で、 $\Delta p = h' \Delta k$ ですから、 $\Delta x \Delta p = (\Delta x)(h' \Delta k) = 2\pi h' = h$ という不確定性原理の式が得られます。即ち、不確定性原理は電子を波の集まりと見做した結果現れる性質とも言えます。

粒子と波が判然と別れているマクロの世界では感覚的に相容れない現象ですが、

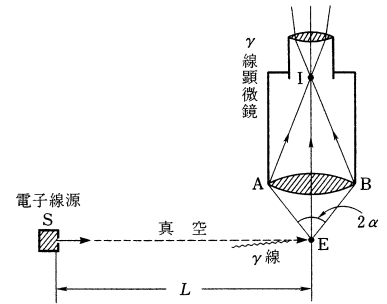


図-1 ハイゼンベルクの思考実験

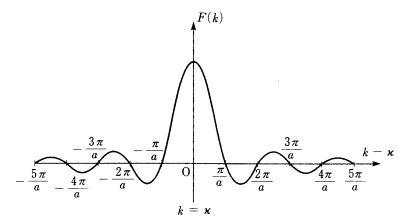


図-2 有限な長さ2aで切れた波 e^{ikx} のフーリエ変換

波動というマクロ世界、ミクロ世界に共通の数学的概念を通して、ミクロ世界特有の不思議な性質を理解することが出来ます。弾性梁の振動とミクロ粒子の運動を表す方程式に共通する固有値という数学的性質から量子という飛び飛びの現象の必然性が理解されるのと同じです。

平成17年度の日本造船技術センターの新体制

日本造船技術センターは平成17年度を始めるのに当たり、各事業について更なる合理化・効率化を図り、国の施策及び関連業界や諸団体等のニーズに沿って、技術支援業務や経済協力業務を適切に実施します。

また、船舶の性能、安全性及び環境問題等に関する技術課題や調査課題に積極的に取り組みます。特に、浮体構造物及び船型設計システム等の新技術については、新たな体制を整備して開発を進めることにしました。

会 長
理 事 長

総務部	海洋技術部 基本設計 建造監理 復原性能計算 調査研究	海外協力室 (OSCC) コンサルティング 調査研究 研修事業 招へい・派遣事業	技術開発部 浮体構造物等の コンサルティング・ 設計・施工監理・ 現地調査 船型設計システム開発・ 技術開発	試験センター(水槽試験) 推進性能試験・耐航性能試験・ 操縦性能試験・プロペラ単独性能試験 キャビテーション試験 模型製作 プロペラ設計 研究開発 技術計算
-----	---	--	--	---

委員会等

第17回評議員会
平成17年3月23日(水)
11:00~13:00
日本造船技術センター本部役員会議室

第139回理事会
平成17年3月24日(木)
11:00~13:00
日本造船技術センター本部役員会議室

第17回中手造船所との懇談会
平成17年2月15日(火)
14:00~17:00
アークホテル広島

第90回HRC委員会
平成17年3月30日(水)
10:30~14:30
日本造船技術センター本部会議室

第12回HDS委員会
平成17年3月30日(水)
14:30~17:00
日本造船技術センター本部会議室

第3回石油貯蔵船の長期保全
支援システム調査研究委員会
平成17年2月21日(月)
13:00~17:00
飯田橋レインボービル会議室

「緊急輸送船」研究成果「国連防災世界会議」に出展

本年1月神戸市において開催された国連防災世界会議に、緊急輸送船の研究結果を出展し、わが国のみならず世界中の多くの方々に研究成果の普及を図りました。

緊急輸送船は、国土交通省が実施した「災害時緊急輸送システムの技術開発」の3本柱の1つで、大規模災害発生時に被災市民への緊急輸送に従事するとともに、それに続く一般の船舶が支援物資などの輸送に活躍する際の指令船として機能することを目指して、阪神・淡路大震災の知見と日本造船技術センターのノウハウを活かして、技術開発を行ったものです。

当然のこととして、緊急時のみならず平時においても市民サービスに活躍することを目的としています。

技術開発では、緊急時に特化した多機能型緊急輸送船を最初に開発し、続いて平時に活躍する緊急輸送船を開発する中で多機能型緊急輸送船の持つ各機能を、消防船、清掃兼油回収船、クレーン台船に展開しました。各緊急輸送船は、海洋航行用のものと河川航行用のものそれぞれを試設計しました。



緊急輸送船が大活躍するような大規模災害が発生しないことが望ましいが、わが国ではそれを望み得るはずもなく、都市圏の道路・橋梁等が損壊して陸上の輸送機関が麻痺することをその想定に組み込んでおくことは、防災関係者の責務とも言われています。

緊急輸送船の研究結果の防災関係者への普及を通じて、大規模災害時に備えるための緊急輸送船の配備を働きかけたいと考えています。

なお、国連防災世界会議は、阪神・淡路大震災から10年となる2005年1月18日～22日に神戸市ポートアイランドで開催され、国連加盟国168ヶ国、国連機関等国際機関78機関、NGO161団体などが参加し、一般参加者は4万人以上が参加したといわれています。

編集後記

春の雪に震える開会式から10日も経ぬうちに夏姿が闊歩する愛知万博の様子が報道されました。昨年夏の高温、短期間の気温変動等、気候温暖化は既に始まった観がします。更に、台風、地震、津波と内外共に大きな災害が続きました。

た。20世紀は日露戦争に始まり、戦争と難民の世紀とも言われましたが、21世紀も波乱の時代となりそうです。世界の血液型分布という風変わりな記事の背景を調べるにつけ、人類は遺伝的には非常に近縁・均質な種で数千年前と殆んど変わらず、外見や文化上の相違は、厳しい氷河期の環境に鍛えられる過程でつい最近に生じたことが分かりました。厳し

い気候変動に耐え抜いた人類共通の知恵が困難な課題解決に生かされることを期待します。造船技術センター試験センターは三鷹水槽での活動を開始して3年になりました。今年は2名の新人を迎え将来への体制を整えつつあります。蓄積された技術を基に、新たな課題に積極的に取り組み、顧客のご要望に応えるよう研鑽を続けます。 K. T

申し込みの受付

試験等の申し込み、問い合わせは右表の担当までご連絡をお願いいたします。

〒112-0004 東京都文京区後楽2丁目1番2号
興和飯田橋ビル7階

〒181-0004 東京都三鷹市新川6丁目38番1号
(独) 海上技術安全研究所2号館内



Shipbuilding Research Centre of Japan

財団法人 日本造船技術センター

<http://www.srcj.or.jp>

本部 (飯田橋)	
役員・代表	03-3868-7122
総務部	03-3868-7124
ファックス	03-3868-7135
海洋技術部	03-3868-7125
海外協力室 (OSCC)	03-3868-7127
技術開発部	03-3868-7126

試験センター (三鷹)	
センター長・総務室	0422-24-3861
ファックス	0422-24-3869
技術顧問	0422-24-3863
技術部	0422-24-3862
試験部	0422-24-3867
設計システム開発課	0422-24-3870