

事業成果物報告書

(新型旅客船における脱炭素化システム及び自動操船システムの開発(省人化コンソーシアム))

ツネイシクラフト&ファシリティーズ株式会社

1.事業目的

(1)実現しようとする事

多様化したニーズを満たす新型レストランクルーズ船の開発を行い、2023年7月の基本設計完了を目指す。

将来的な脱炭素化に備えた推進システムや船員の負担軽減につながる操船システムを盛り込んだ新世代の旅客船の設計を具体化させる。

(2)波及効果

船主にとって魅力ある新型レストラン船を提案することで代替需要を喚起し、内港旅客船事業の活性化につなげる。

また、脱炭素技術や自動運航技術を獲得し、IMO2050の目標達成、船員の働き方改革推進などに寄与する。

2.事業達成目標

- (1)2022年9月までにデザイン・基本設計を決定し、水槽試験により性能推定を行う。
- (2)2022年12月までに基本計画を完了する。
- (3)2023年7月までに基本設計を完了する。

3.事業内容

- (1)事業内容 1：新型船体の開発
新船殻構造による大空間を有する幅広船体の開発
- (2)事業内容 2：幅広船型の性能解析
CFD解析及び水槽試験による幅広船型の性能解析
- (3)事業内容 3：ハイブリッド電気推進システムの開発
水素軽油混焼発電機を含むハイブリッド電気推進システムの開発
- (4)事業内容 4：自動操船システムの開発
自動接岸及び定点保持機能を備えた操船システムの開発
運航事業者による自動操船システムの監修
- (5)事業内容 5：新型レストランクルーズ船の基本設計
上記 1～4 項を備える新型レストランクルーズ船の基本設計
バリアフリー乗下船設備の開発・設計
- (6)事業内容 6：総合企画及び進行管理
新型レストランクルーズ船設計開発事業の進行管理

4.2 年目(2022年11月から2022年12月まで)事業内容の詳細

(1)事業内容 1

第1期にて実施したプロペラを装着していない超幅広単胴船船型の船体だけの模型による水槽試験結果より、想定以上に船体の抵抗値が大きくなることが確認された。且つ既存船よりも保針性がかなり劣ることも判明した。

上記2点の改善を目的とし、原則事業期間を厳守するという方針のもと、新たな船型の追加開発に取り組むこととした。

追加開発においては事業開始時のコンセプトをそのまま継続し、上甲板下の船体形状並びにそれに関連する配置等のみを見直す・変更するというイメージで進めることとした。

第1期成果物の資料【No.1-3 船型比較検討書】並びにシュナイダープロペラの配置を考慮し、追加開発船型として三胴船船型を選択することとした。

追加開発三胴船船型のイメージ図を
図4-(1)-1に示す。

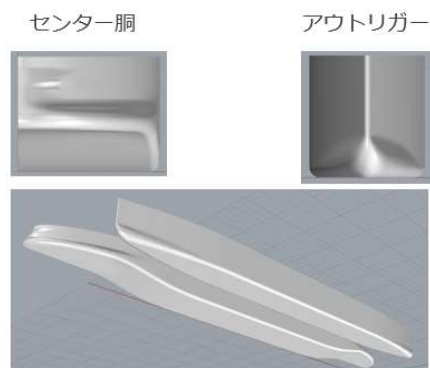


図4-(1)-1 追加開発船型イメージ図

追加開発船型の検討は、図4-(1)-1に示す初期三胴船船型からスタートし、性能改善・向上を目指して、船体形状の修正及び流線の確認を目的としたCFD解析を繰返し行い、船尾上甲板上の艀装品配置を考慮し、図4-(1)-2に示すトランサムスターンタイプ三胴船船型を採用することとした。

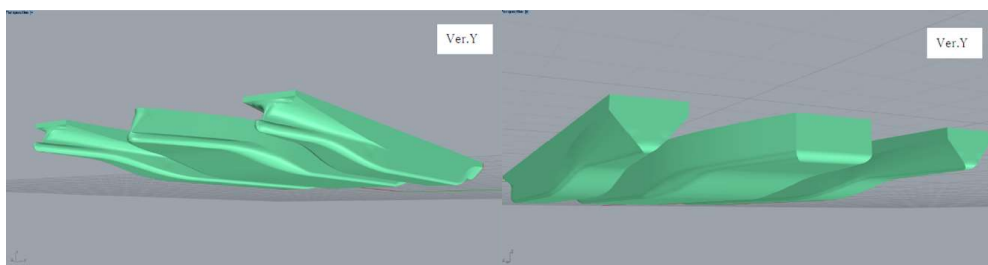


図4-(1)-2 トランサムスターンタイプ三胴船船型

同時に、船幅を32.26mに縮小し、船体の容積を軽減させたことで、追加開発したトランサムスターンタイプ三胴船船型船の総トン数は約5,400トンとなった。

(2)事業内容 2

第1期と同様に性能比較を目的として、船体形状のみを考慮したトランサムスターンタイプ三胴船に、超幅広単胴船、現存船を加えた3船型モデルに対しCFD解析を行った。3船型のCFD解析モデル図を図4-(2)-1に示す。

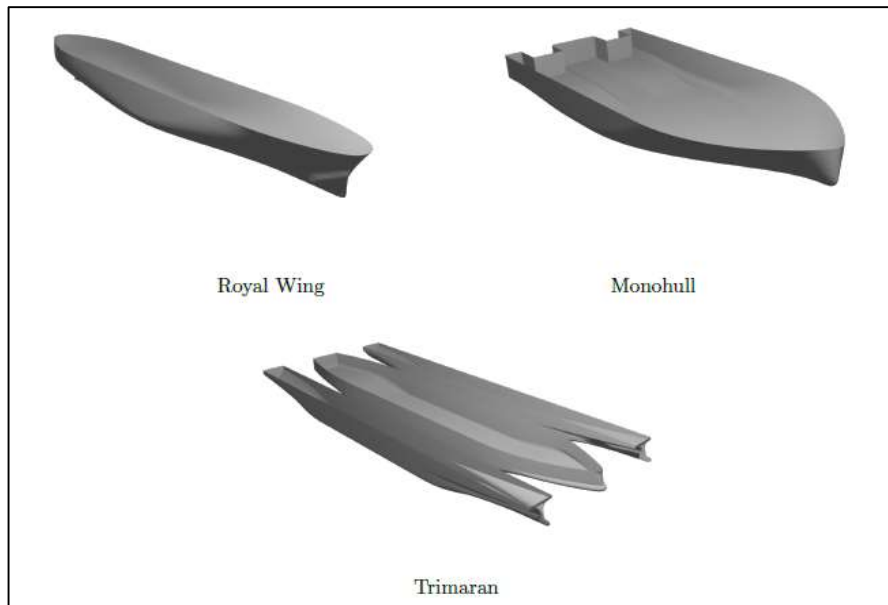


図4-(2)-1 3船型CFD解析モデル図

また、第1期と同様にシュナイダープロペラの性能・馬力確認等を目的として、トランサムスターンタイプ三胴船船型に対して、シュナイダープロペラを装着した状態でのCFD解析を行った。

図4-(2)-2に示すように、シュナイダープロペラを考慮したCFD解析結果より、通常運航中の速度(9ノット以下)では、トランサムスターンタイプ三胴船船型がわずかではあるが3モデルで最も抵抗値が少ない結果となった。

Speed - power prognosis

T02, T03, T04



図4-(2)-2 シュナイダープロペラ装着状態でのスピードパワーカーブ比較

(3)事業内容3

第1期から継続して、脱炭素化を目的とした水素混焼発電機関を搭載したハイブリッド電気推進システムの開発・詳細検討を進めた。

第1期では水素混焼発電機関4台搭載する方向で検討を行ってきたが、第2期での更なる検討の結果、航行中の電力供給システムとして、水素混焼主発電機関(860kw)1台+軽油専焼主発電機関(860kw)2台の計3台で、シュナイダープロペラ2基、甲板機器、機関室補機、居住区各種機器及び空調装置等の動力を賄えることが判明した。

但し、停泊中は、停泊用発電機関にて動力を賄うものとし、軽油専焼停泊用発電機関(240kw)1台の構成とした。

図4-(3)-1に電力調査表を、図4-(32)-2に停泊用発電機関を含めた発電機関4台の概略単線結線図を示す。

電力調査表					
項目	単位	消費電力	消費電力	消費電力	消費電力
		10ノット	10ノット	10ノット	10ノット
1) 機関室電力	kW	210	210	210	210
2) 船体電力	kW	100	100	100	100
3) 船体電力(20%)	kW	20	20	20	20
4) 船体電力(40%)	kW	40	40	40	40
5) 船体電力(60%)	kW	60	60	60	60
6) 船体電力(80%)	kW	80	80	80	80
7) 船体電力(100%)	kW	100	100	100	100
8) 船体電力(120%)	kW	120	120	120	120
9) 船体電力(140%)	kW	140	140	140	140
10) 船体電力(160%)	kW	160	160	160	160
11) 船体電力(180%)	kW	180	180	180	180
12) 船体電力(200%)	kW	200	200	200	200
13) 船体電力(220%)	kW	220	220	220	220
14) 船体電力(240%)	kW	240	240	240	240
15) 船体電力(260%)	kW	260	260	260	260
16) 船体電力(280%)	kW	280	280	280	280
17) 船体電力(300%)	kW	300	300	300	300
18) 船体電力(320%)	kW	320	320	320	320
19) 船体電力(340%)	kW	340	340	340	340
20) 船体電力(360%)	kW	360	360	360	360
21) 船体電力(380%)	kW	380	380	380	380
22) 船体電力(400%)	kW	400	400	400	400
23) 船体電力(420%)	kW	420	420	420	420
24) 船体電力(440%)	kW	440	440	440	440
25) 船体電力(460%)	kW	460	460	460	460
26) 船体電力(480%)	kW	480	480	480	480
27) 船体電力(500%)	kW	500	500	500	500
28) 船体電力(520%)	kW	520	520	520	520
29) 船体電力(540%)	kW	540	540	540	540
30) 船体電力(560%)	kW	560	560	560	560
31) 船体電力(580%)	kW	580	580	580	580
32) 船体電力(600%)	kW	600	600	600	600
33) 船体電力(620%)	kW	620	620	620	620
34) 船体電力(640%)	kW	640	640	640	640
35) 船体電力(660%)	kW	660	660	660	660
36) 船体電力(680%)	kW	680	680	680	680
37) 船体電力(700%)	kW	700	700	700	700
38) 船体電力(720%)	kW	720	720	720	720
39) 船体電力(740%)	kW	740	740	740	740
40) 船体電力(760%)	kW	760	760	760	760
41) 船体電力(780%)	kW	780	780	780	780
42) 船体電力(800%)	kW	800	800	800	800
43) 船体電力(820%)	kW	820	820	820	820
44) 船体電力(840%)	kW	840	840	840	840
45) 船体電力(860%)	kW	860	860	860	860
46) 船体電力(880%)	kW	880	880	880	880
47) 船体電力(900%)	kW	900	900	900	900
48) 船体電力(920%)	kW	920	920	920	920
49) 船体電力(940%)	kW	940	940	940	940
50) 船体電力(960%)	kW	960	960	960	960
51) 船体電力(980%)	kW	980	980	980	980
52) 船体電力(1000%)	kW	1000	1000	1000	1000

図4-(3)-1 電力調査表

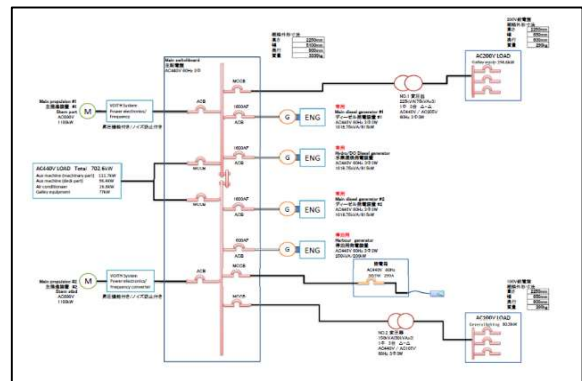


図4-(3)-2 概略単線結線図

主機関の型式が異なっているため、比較検証資料としてではなく参考資料として第1期末に実施した横浜港での水素混焼エンジン船「HydroBingo」の実証運航の結果について紹介する。

実証運航時の水素混焼運転は、エンジン出力140~160kWの低負荷運転で行われた。

表4-(3)-1より水素混焼率は50~51%程度と計測され、軽油専焼時の燃費(軽油1Lあたりに進む距離)は、同一船速において約2倍であり、水素混焼により軽油消費量の消費(CO2削減)が図られていることがわかる。

即ち、水素混焼発電機を採用することで、CO2の排出を大幅に低減できるものと判断する。

但し、本船上により多くの水素を掲載するための手段あるいはより安易にバンカリングできる設備等が必要であり、それらの課題の解決が望まれる。

Test No.		1	2	3
日付		2022/10/23	2022/10/24	2022/10/24
運航開始時間		13:20	9:20	10:10
運航終了時間		13:50	9:35	10:40
水素混焼	平均エンジン回転数	rpm	1206	1249
	平均エンジン出力	kW	139	158
	平均船速	knot	9.4	9.5
	平均燃費	km/L	0.916	0.816
	平均水素混焼率	%	51.0	50.5
軽油専焼 (代表)	平均エンジン回転数	rpm	1311	797
	平均エンジン出力	kW	191	44
	平均燃費	km/L	0.378	0.971

表4-(3)-1 水素混焼試験まとめ

(4)事業内容 4

第2期目での新たな船型の追加開発の決定を受けて、第2期目取組み予定の模型船の製作並びに模型船による自動離着岸及び定点保持による360°旋回研究計画のスケジュールを再立案した。

図4-(4)-1に改正スケジュール案を示す。

システムの機能検証を目的とした制御機器等を搭載した小型模型船(トランサムスターンタイプ三胴船)を製作し、自動離接岸機能と定点保持機能の基本性能の調査・水槽試験を実施した。

図4-(4)-2に製作した制御機器等を搭載した小型模型船(トランサムスターンタイプ三胴船)、図4-(4)-3には、ジョイスティックと模型船の動きを示す。

	1/4		2/4			3/4		4/4			
	2022 11	12	2023 1	2	3	4	5	6	7	8	9
(1) 模型船システムの設計・試作	設計		船体部品製作			操船システム開発		自動操船プログラム開発			
(2) 模型船検証試験	要案試験		基本性能計測			模型船検証試験					
(3) まとめ	中継成果取りまとめ					成果取りまとめ					

※1 半導体部品の納期は不明(長期化の可能性あり)。

図4-(4)-1 改正スケジュール案

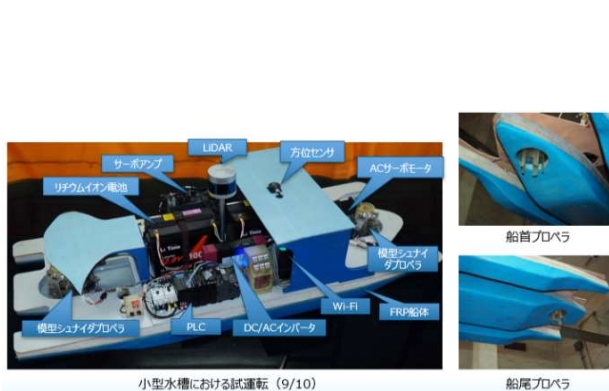


図4-(4)-2 模型船へのシステム搭載図



図4-(4)-3 ジョイスティックと模型船の動き

(5)事業内容 5

第1期と同様に追加開発したトランサムスターンタイプ三胴船船型船に関しても、全体会議、業務委託先との個別打合せ等を通じて、コンセプト並びに求められるニーズに対し意見交換を行い、図4-(5)-1に示すような一般配置図を作成することができた。

図4-(5)-2に搭載予定のバリアフリー乗下船装置を示す。

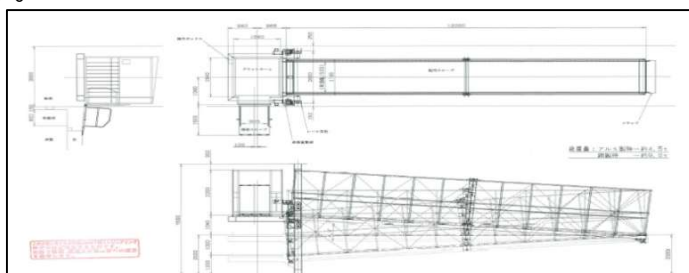


図4-(5)-2 バリアフリー乗下船装置図

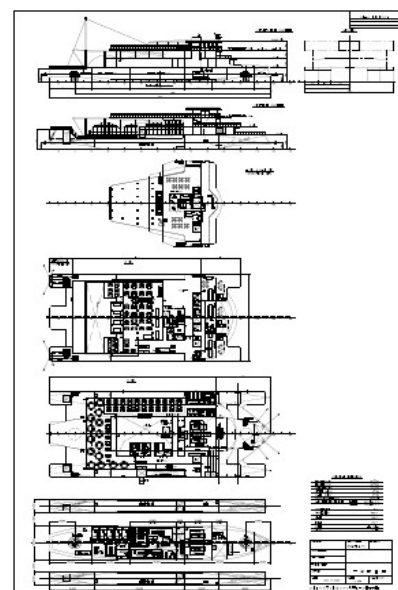


図4-(5)-1 一般配置図

また、第2期においては以下に示すような受注・建造に向けた基本設計図を作成することができた。

- ・ 建造仕様書
- ・ 船殻基本構造図
- ・ 艙装基本配置図及び装置図
- ・ 諸管系統図
- ・ その他

(6)事業内容6

事業内容1～5の作業を適正かつスムーズな開発進捗を図るため、プロジェクトにかかる多くの参画機関・企業の作業・予算を管理し、プロジェクトマネジメントを実施した。

プロジェクトの途中でスケジュール・実施体制等の見直しを行い、パートナーとの体制の再構築も行った。

特に、第1期の結果を踏まえて混焼の幅広船型にて建造に向けて開発を進めようとしていたが、第2期開始時に運航アドバイザーのゼロエミッション船に対する要望を受け、専焼の再検討を進め、船型についても再度検討することとなった。

これに対し、第1期から実施していた2カ月に1回の全体開発レビューを継続して行い、更なる進捗確認と全体のスケジュールの把握・見直しを行い、速やかに工期延長の手続きを進めることができ、計画予算内で実施計画目標を達成することもできた。

更に、船型の変更に伴い、基本設計図では伝わりにくい本事業での開発船のコンセプトや斬新なアイデア等を、興味を示してくれた船主や関係者に見て分かっていただけるために、図4-(6)-1に示すようなCGイメージ図を作成した。



図4-(6)-1 CGイメージ図