船舶の仕様等の検討・比較について

資料２

前回の検討委員会で決まった船舶の仕様等の検討方針

運航実績や他の交通手段と比較した際の優位性を考慮し、**現行船舶（カトレア）と同程度の規模（旅客定員約１００人）及び速力（航海速力約２８～３０ノット）をベース**に検討する。今後、基礎調査等で分析を行った内容と照らし合わせて、最適な仕様を検討していく。

今回の検討委員会で御意見をいただく船舶の仕様等について

これまでの運航実績の分析及び利用者等アンケートの結果を踏まえた、**船舶の規模、船型、船質、燃料、エンジン（国内製・海外製）**についての**現時点の検討・比較結果**。

今後の船舶の仕様等の検討について

本日いただいた御意見に加え、現在進めている外的要因を踏まえた需要予測の結果も考慮して船舶の規模等を検討。また、推進方式及び搭載エンジンの検討も並行して進める。

①規模

⑴ 旅客定員

・これまでの運航実績の分析結果（資料１）から、旅客定員に対して１便当たりの平均利用者数は少ない（平成30年度：32人、令和6年度:29.1人、令和7年度：37.1人）が、１便当たりの利用者数８１人以上の便が継続的に発生している。

・空港アクセスという特性上、航空便との接続や旅行等の日程に適した特定の便へ利用者が集中する傾向がある。

現行船舶と同程度である**１００人以上**を考慮して検討する。

※今後、政府が目指す訪日外国人旅行者数６，０００万人という目標や、中部国際空港の第２滑走路建設計画等を踏まえた旅客数予測、リニア中央新幹線の開通など、外的要因を踏まえた需要予測の結果等も考慮し、最終的な旅客定員を決定

①規模

⑵ 総トン数

・波浪衝撃に対する十分な船体強度を確保するために必要な船体重量を考慮。

・旅客定員１００名以上を確保するとともに、バリアフリー対応（ワンフロア構造）、手荷物置き場スペースや多言語対応デジタルサイネージ、全席への電源設備（AC・USB）、フリーWi-Fi等の設備を配置するために必要な床面積及び容積を確保する必要がある。

・（サイクルシップ補助金を活用する場合）波しぶき等の影響を受けないよう、自転車積載スペースと旅客動線が干渉しない十分な船内空間を確保する必要がある。

現行船舶と同程度である**１２０トン級**を考慮して検討する。

（※）総トン数は船舶の大きさを表すための指標で、船体や船室などで囲まれた空間の容積を基に算出

①規模

⑶ 全長　⑷ 全幅

・伊勢湾は南方からのうねりの影響を受けやすく、冬季には季節風により短周期で急峻な三角波が発生しやすい海象特性を有している。

・２０年以上の運航実績から、波高２m程度の海象条件下においても２８～３０ノットの高速航行を維持し、他の交通手段と競争力のある４５分運航を実現するためには、縦揺れ抑制の観点から現行規模の船体長が必要である。

・広島～呉～松山航路等で運航されている最新鋭高速船（全長３１．６m、全幅7.２m、航海速力２８ノット程度）の事例も参考とし、津航路の運航環境に適した船体寸法を採用する。

・全幅についても、現行船舶と同程度とすることで本航路においてこれまで確保されてきた復原性、動揺特性、速力性能等を引き続き確保可能。

現行船舶と同程度である**全長約３１m、全幅約８m**を考慮して検討する。

①規模

(5) 深さ

・津なぎさまち及び中部国際空港の両港における岸壁水深並びに航路条件を考慮し、干潮時においても安全な離着桟及び回頭が可能な深さとする。

・既存の港湾施設を有効活用しつつ、安全な運航を確保できる船舶寸法として設定する。

現行船舶と同程度である**深さ約２．６５ｍ**を考慮して検討する。

船舶の規模に係る検討結果（ベース）

船舶の規模		
船舶	カトレア（現行船舶）	新船舶（現時点の検討のベース）
⑴　旅客定員	１０８名 （一般席：１００名、特別席：８名）	１００名以上
⑵　総トン数	１２５トン	１２０トン級
⑶　全長	３１．４５ｍ	約３１ｍ
⑷　全幅	８．３０ｍ	約８ｍ
⑸　深さ	２．６５ｍ	約２．６５ｍ

※本日いただいた御意見に加え、現在進めている外的要因を踏まえた需要予測の結果も考慮して船舶の規模等を検討。

②船型

項目	双胴船		単胴船	
1.速　力	◎	(1) 細長の船体により、高速航行時の抵抗が小さく、高速船に適する。 (2) 高速フェリーでも広く採用されている。	×	(1) 中低速域では効率的だが、高速域では抵抗が増加しやすく、所要速力を確保するためには大出力のエンジンが必要となる。
2.復原性 ・横揺れ等	◎	(1) 船幅が広く復原性・安定性が高い。 (2) 横揺れが少なく、乗り心地が良い傾向がある。	×	(1) 荒天時の波に対する追従性は高いが、双胴船と比較すると、横揺れは大きくなりやすい。
3．耐波性	△	(1) 波の周期や高さによっては、左右の船体を結ぶ中央部底面に波が強く打ち当たる「スラミング」が発生し、衝撃や振動が生じる可能性がある。	○	(1) 大きな波に対しては、船体全体が自然に上下揺れしやすく、外洋航行に適している。
4．船内 スペース	◎	(1) 船幅が広いため、居室空間や荷物スペースを確保しやすく、バリアフリー化や座席レイアウトに有利である。	×	(1)幅広の船型を採用すれば、居室空間や荷物スペースなどの確保は可能だが、推進性能の低下により、速力の確保が難しくなるなどの課題が生じる。
5．燃費 ・推進効率	○	(1) 双胴構造により造波抵抗が小さく、高速域では燃費が良い。	△	(1) 中低速域では効率的だが、高速域では抵抗が増加しやすい。
6．港湾利用性	△	(1) 船幅が広いため、係留場所に制約が生じる場合がある。	○	(1) 一般的な港湾設備に適合しやすい。
7．建造コスト	△	(1) 船体構造が複雑であるため、初期建造コストが高くなる傾向がある。	○	(1) 双胴船と比較すると建造コストを抑えやすい。 (2) 双胴船に比べ建造可能造船所が多い。
8．維持管理	△	(1) 船体構造・推進装置が複雑で、保守費が高くなる傾向がある。	○	(1) 部品点数が少なく、維持管理が容易である。
9．総合評価	◎	(1) 空港アクセス航路として求められる高速性、旅客の快適性および他のアクセス手段に対する競争力の確保等の観点から、本航路に適した船型と考える。	△	(1) 建造・維持管理コストや港湾利用性に優れるが、横揺れ性能や旅客スペース等の性能は双胴船に劣る。

各項目評価：4段階（◎○△×）にて評価

③船質

項　目	アルミニウム合金		FRP		鋼		高張力鋼	
1．構造 ・強度等	○	(1) 材料品質が均一で、十分な強度と安定した品質が得られる。 (2) 溶接は屋内の管理された環境で行う必要がある。 (3) 港湾内の小型船から外洋の大型高速艇（漁業取締船や巡視船艇など）での実績が多く、耐波性は高い。	△	(1) 形状自由度が高く複雑な船型に対応しやすい。 (2) 一方、積層工程で外板厚が不均一になり、品質差が生じる場合がある。 (3) 引張り強さではアルミ合金に近く、変形しにくい。	◎	(1) 溶接施工が容易で、強度的な問題はない。 (2) 発錆により腐食代を見込む必要があり、重量が増加しやすい。 (3) 高張力鋼には劣るが、船体強度として問題はない。	◎	(1) 高強度により、鋼船より軽量化が可能であるが、鋼船同様に腐食代が必要で、軽合金・FRP船に比べ重量が重くなる。 (2) 材質的に最も強いが、高強度化に伴い溶接部の品質管理が重要であり、疲労き裂への配慮が必要となる。
2．速力 ・推進性能	◎	(1) 軽量で船体重量を抑えられるため、所要速力に対するエンジン出力を低減でき、高速船に適する。	△	(1) 水分吸収などによる経年劣化で推進性能が低下する可能性がある。	△	(1) 船殻重量が重く高速性能では不利である。	○	(1) 軽合金・FRP船より重く、経年劣化による重量増もあり、速力低下が生じる。
3．保守管理	◎	(1) 発錆しにくく、上架費・塗装費などの保守費用を低減できる。 (2) 経年修理も少なく、長期間性能を維持しやすい。 (3) 外板損傷時は、当該箇所のみの補修が可能で、工期も比較的短い。	○	(1) 経年劣化があり、塗装などの対策が必要である。 (2) 外板損傷時は、広範囲の補修が必要となる場合があり、損傷原因によっては船体全体の検査が必要である。	△	(1) 発錆が避けられず、上架時だけではなく、日常的な保守が必要である。 (2) 外板損傷時は、当該箇所のみの補修が可能で、工期も比較的短い。	△	(1) 同左。 (2) 同左。
4．耐用年数	○	(1) 減価償却資産の法定耐用年数：9年 (2) 建造後、20年間程度運航することが可能。 巡視船艇では、25年間程度の実績がある。	△	(1) 減価償却資産の法定耐用年数：7年 (2) 船体材料の性能劣化に、注意する必要がある。 ヨット・漁船等で、30年間程度の実績がある。	○	(1) 減価償却資産の法定耐用年数：14年 (2) 適切な維持管理があれば、20年以上使用される事例も多い。 小型巡視船では、25年間程度の運航実績がある。	○	(1) 同左。 (2) 同左。

各項目評価：4段階（◎○△×）にて評価

③船質

項　目	アルミニウム合金		FRP		鋼		高張力鋼	
5．ライフサイクルコスト	◎	(1) 材料単価は他材料より高く、初期建造費は高くなる傾向がある。 (2) 軽量化による燃料費削減効果が期待できる。 (3) 防食維持費が小さい。 (4) スクラップ価値があり、処理も容易である。	△	(1) 小型船では比較的安価に建造できるが、大型船では成形・積層工程の増加により建造費が上昇する場合がある。 (2) 廃棄処理費用が発生する。 (3) ガラス繊維等を含むため環境負荷がある。	○	(1) 材料価格が比較的安価であり、初期建造費を抑えやすい。 (2) 防食維持費・燃料費は増加する傾向がある。 (3) スクラップ価値はあるが、価格は小さい。	○	(1) 材料価格は普通鋼より高いが、板厚薄くすることによる軽量化が可能であり、用途によっては建造コストの増加を抑えられる。 (2) 鋼船と比べると重量低減による燃料費削減効果が期待できる。 (3) 同左。
6．環境負荷	○	(1) 船体重量の低減は、燃料消費・CO_2排出の削減に寄与する。 (2) リサイクル性が高く、再生時のエネルギーは新地金製造より大幅に少ない。 (3) 製造時の電力消費・CO_2排出が大きく、製造段階の環境負荷は高い。	△	(1) リサイクル技術は発展途上であり、廃棄時の環境負荷が課題。また、焼却時にはCO_2が発生する。	○	(1) リサイクル率が高く、スクラップを繰り返し利用できる。 (2) 船体重量が増えるため、軽量材料に比べると運航時の燃料消費が増える場合がある。 (3) 製造時にCO_2排出を伴う。	○	(1) 船体重量の削減は、運航時の燃料消費・CO_2排出低減に寄与する。 (2) 製造工程は普通鋼より高エネルギーとなる場合がある。
7．建造実績	◎	(1) 高速船の分野で国内外に豊富な実績がある。	○	(1) 小型旅客船や漁船での実績が多いが、大型高速旅客船では限定的である。	◎	(1) 様々な船種で豊富な建造実績がある。	◎	(1) 同左。
8．総合評価	◎	(1) 高速性、耐食性、燃費性能、保守管理性、ライフサイクルコストを総合すると、本航路に適した材料と評価できる。	△	(1) 小型船では有力な選択肢であるが、採用実績や維持管理面を総合すると、アルミニウム合金船に比べ優位性は小さいものと考えられる。	△	(1) 建造費では有利であるものの、燃料費及び保守費用を含めたライフサイクルコストや高速性能を総合的に勘案すると、本航路ではアルミニウム合金船の優位性が高いものと評価する。	△	(1) 鋼船より性能向上は期待できるものの、高速性、維持管理性及びライフサイクルコストを総合的に比較すると、本航路ではアルミニウム合金船の優位性が高いものと評価する。

各項目評価：4段階（◎○△×）にて評価

④燃料

各燃料・エネルギーの一般特性比較

方式	基本構成	技術動向等
軽油（現行燃料）	ディーゼル機関	現在の舶用ディーゼル機関で広く使用されている。燃料供給及び維持管理の体制が確立しており、豊富な運航実績がある。化石燃料であり、燃焼時にCO_2等を排出する。
バイオ燃料	ディーゼル機関	ディーゼル燃料(軽油)の代替として、既存設備を活用可能。長期保存による酸化やゴム部品等の劣化などに注意が必要。燃料価格がディーゼル燃料と比較して高価。国内・海外メーカーともに対応可能なエンジンがある。
ハイブリッド推進	ディーゼル機関＋電動機＋バッテリー	複数の動力源等を組み合わせる推進方式。低負荷時等に燃料消費量や排出ガスの削減が期待できる。搭載機器の増大により、機関室が圧迫され、重量も増加する。
バッテリー推進	バッテリー＋推進電動機	航行中に内燃機関を動かさないため排出ガスが無く、低騒音・低振動。重量当たりのエネルギー量は軽油に比べ1/60以下と小さい。30ノットで長時間航行するために必要なバッテリーを積もうとすると、船体に入りきらないほど巨大で重くなり、船が沈むか、重すぎてスピードが出なくなる恐れがある。
水素燃料電池	燃料電池＋推進電動機	軽油等に比べエネルギー密度が小さく、運航時間が大幅に減る。水素漏洩時に爆発の危険性があるため、リスク評価が必要。
ＬＮＧ（液化天然ガス）	ＬＮＧ混焼機関	軽油等と比べ、硫黄酸化物(Sox)等の排出を抑えられる。ＬＮＧを低温で貯蔵するため、低温燃料タンク等の設備が必要。メタンスリップ(未燃焼のメタンが排気中に放出される現象)も課題。製造メーカーは複数社あるものの、中・低速機関に限られている。
メタノール	メタノール混焼機関	常温・常圧で液体であり、低温・高圧貯蔵を必要としない。軽油等に比べエネルギー密度が小さく、運航時間が大幅に減る。毒性及び引火性への安全対策が必要である。
水素	水素混焼・専焼機関	水素燃料電池同様に漏洩時の対策等が必要。軽油等に比べエネルギー密度が小さく、運航時間が大幅に減る。船舶用の商用機関は現時点では対応する機関が少ない。
アンモニア	アンモニア混焼機関	アンモニアは腐食性や人体への毒性が極めて高いため、保存・供給・漏洩時の危険性が高く、漏洩対策が必須となる。軽油等に比べエネルギー密度が小さく、運航時間が大幅に減る。船舶用の商用機関は現時点では対応する機関が少ない。

④燃料

方式	評価	評価理由	導入条件・確認事項
軽油 （現行燃料）	○	運航実績が豊富にあり、本船で必要となる高速運航への対応が可能。	既存の燃料供給設備等を活用可能。従来通りの化石燃料であり、CO_2等を排出する。
バイオ燃料	○	本航路で想定される機関出力や高稼働に対応しやすい。	搭載ディーゼル機関の燃料適合性の確認が必要。バイオ燃料の供給量が課題で、燃料価格は軽油等に比べ高価となる。
ハイブリッド推進	△	機関に加えて電動機、バッテリー、変換・冷却設備が必要となり、機関室スペースなどを圧迫する。	配置・重量余裕が確認できる場合のみ再検討。燃料削減効果は限定的と考えられる。
バッテリー推進	×	本船では必要電力量と充電電力が大きくなり、必要なバッテリー重量・容積を本船に搭載することは困難。	充電設備の整備が必要。運航に必要なバッテリー容量の搭載が不可能。
水素燃料電池	×	本船は高速・高稼働であり、水素消費量、タンク容積、補給回数が増大する。	水素供給設備の整備が必要。危険区域と旅客区画の分離が課題。航続距離からタンク容量が不足。
ＬＮＧ （液化天然ガス）	×	必要な機関出力には対応可能な可能性があるが、低温タンクとガス設備の搭載スペースが問題となる。	LNG供給設備の整備が必要。タンク配置、ガス安全設備等のスペースが必要。
メタノール	×	常温液体で取り扱いやすいが、高速型向け機関・供給網が限定的。体積発熱量が低いため、タンク容積の増大が必要。	メタノール供給設備の整備が必要。毒性対策として漏えい時のリスク評価等が必要。
水素	×	本船の出力等の条件に適合する高速船向けエンジンは、現時点で開発されていない。 必要な水素タンク容量の配置が困難。	水素供給設備の整備が必要。機関実績、NOx、漏えい・逆火対策、水素補給能力を確認。
アンモニア	×	本船の出力等の条件に適合する高速船向けエンジンは、現時点で開発されていない。 毒性対策として旅客区画の隔離が困難。	アンモニア供給設備の整備が必要。機関製品化、毒性・漏えい対策、N_2O・NOx、供給拠点を確認。

○：本船への採用可能性が比較的高く、優先的に検討する方式　　△：一定の利点はあるが、配置、重量、設備等の制約から採用条件が限られる方式
×：本船条件では課題が大きく、現時点では採用を推奨しない方式

⑤エンジン

エンジンの比較検討に係る重視基準

⑴　安定した運航能力（出力余裕など）

※現行船舶と同程度の航海速力（２８～３０ノット）をベースに検討

⑵　維持整備（整備費・整備回数など）

⑶　定時性・就航率の確保（整備による運航停止など）

高速船向け船舶用エンジンの海外製・国内製の一般的な比較

比較観点	海外製エンジン	国内製エンジン
性能・燃費	一般的に小型・軽量・高出力である傾向がある。	一般的に耐久性等に優れるが、サイズ・重量が大きい傾向がある。
国内保守	国内代理店・サービス会社の体制に依存する。	国内メーカー・国内拠点を活用しやすい場合がある。
部品供給	輸入部品は海外物流等の影響を受ける可能性がある。	国内生産品では海外物流への依存を比較的抑えやすい。
選定時の考え方	出力、重量、燃費、整備周期、国内保守体制、費用等を機種ごとに評価。	

⑤エンジン

比較項目	MTU（独）	MTU（独）	MTU（独）	キャタピラ（米）	キャタピラ（米）	YANMAR
型式	12V4000 M60 （比較基準）	16V2000 M72	12V4000 M53	3512C	C32B	12AY-WGT
連続使用可能な最大出力	1,320kW	1,440kW	1,380kW	1,678kW	1,491kW	1,220kW
通常運航時の想定出力（85%出力）	1,122kW	1,224kW	1,173kW	1,426kW	1,267kW	1,037kW
回転数	1,800min^{-1}	2,250min^{-1}	1,800min^{-1}	1,800min^{-1}	2,300min^{-1}	1,880min^{-1}
長さ	3,230mm	2,285mm	2,520mm	2,645mm	2,231mm	2,743mm
幅	1,520mm	1,295mm	1,850mm	2,037mm	1,474mm	1,642mm
高さ	1,836mm	1,390mm	2,075mm	2,223mm	1,478mm	1,707mm
本体重量（乾燥重量）	6,600kg	3,380kg	7,240kg	7,886kg	3,509kg	4,950kg
燃費の目安（燃料消費率）	213g/kWh	219g/kWh	208g/kWh	217g/kWh	225g/kWh	222g/kWh
バイオ燃料対応	—	FAME（7%以下） HVO（100%）	FAME（30%以下） HVO（100%）	FAME（20%以下） HVO（100%）	FAME（20%以下） HVO（100%）	FAME（7%以下） HVO（100%）
実績	現船搭載	国内実績未確認 海外：高速双胴船等	国内実績未確認 海外：曳船等	国内事例未確認 海外：曳船・ﾖｯﾄ 等	国内事例未確認 海外：洋上風力CTV等	国内：旅客船等 海外：高速ﾌｪﾘｰ 等

今後、維持整備（整備費・整備回数など）及び定時性・就航率の確保（整備による運航停止など）の観点と併せ、推進方式の検討等とともにエンジンの選定を行う。