



船舶水中騒音に関する 国際規制と技術動向について

一般財団法人日本海事協会 技術研究所

目次

1. 商船の水中騒音規制の経緯と現状
2. 水中騒音の科学的背景
3. 水中騒音計測評価技術
4. 水中騒音低減技術
5. 今後の取組

01

商船の水中騒音規制の経緯と現状

商船の水中騒音規制の経緯と現状

- 2000年代初頭 ● 水中騒音の海洋生物・海底資源開発機器への影響に関心が高まる
- 2008 MEPC 58 ● 米国提案によりガイドライン策定の議論が開始（非義務的）
- 2014 MEPC 66 ● 最初の水中騒音ガイドライン（MEPC.1/Circ.833）承認（非強制）
- 2023 MEPC 80 ● 改正ガイドライン（MEPC.1/Circ.906）承認（非強制）、EBP開始（当初2026年末）
MEPC 84において2028年末まで延長
- 2028年末～ ● 経験蓄積期間（EBP）終了、次段階の議論へ

なお、国際法的な位置づけとしては環境汚染としての船舶の水中騒音は単にIMOでの問題にとどまらず、UNCLOSにおいて水中放射騒音(URN)が海洋環境汚染の一形態として定義されており、生物多様性条約(CBD)やBBNJ Agreement(国家管轄権外区域の海洋生物多様性条約)によって担保されたものとなっている。

バンクーバー港等において地域規制は既に実施されているものの、グローバルな強制力のある規制とするための議論の収れんにはまだ時間を要するとみられる。

2014ガイドライン から2024最新版（Rev.1）の差異

2014IMOガイドライン (MEPC.1/Circ.833)

- 対象船舶を明示せず、大型商船中心の運用実態
- ステークホルダーは船舶設計者・建造者・運航者のみ
- 深海域計測（ISO 17208-1,-2）中心
計測コストが高く実施例は限定的
- 水中騒音管理計画の作成は求められず

2024改訂IMOガイドライン (MEPC.1/Circ.906/Rev.1)

- 貨物船／旅客船、新造船／既存船すべての商用船舶を対象
- 船主・造船所・運航者・旗国当局・船級協会に役割を拡大
- URN管理計画策定を支援する参考チャート（附属書4）を新規追加
- 水中騒音管理計画（4ステップ）の作成を規定

水中騒音管理計画：4つのステップ



STEP 1

ベースライン

個船のベースライン
水中騒音を決定



STEP 2

目標設定

騒音削減目標を設定



STEP 3

対策選択

削減アプローチを選択



STEP 4

評価

効果を
評価・モニタリング



船級協会の役割： 合理的かつ実行可能な予測・試験・水中騒音ノータンション・認証等を通じて船主／建造所を支援し、各ステップに関与することが期待されている。

経験蓄積期間（EBP）と主要論点

- 経験蓄積期間（EBP）：2026年末を目途に、改正ガイドラインへのフィードバックとベストプラクティス情報を収集する期間として設定。
- 焦点：騒音低減を実現するためのメカニズム（インセンティブ、認証、計測手法の標準化）を確立するための情報収集。
- 規制化を巡る論点は依然として収斂しておらず、拘束力ある基準の導入可否・時期・手法については加盟国・関係者間で意見が分かれる。
- 本会の立場：MEPC 84以降の動向を注視しつつ、断定的な予測は避け、課題を慎重に見極める姿勢を維持する。

主な論点

強制化の是非（義務化 vs 任意継続）

計測手法の標準化（ISO 17208-3 等）の精度課題

浅海域計測におけるコスト・実行可能性

既存船への遡及適用の範囲

軍事関連技術との境界（過度な規制の回避）

02

水中騒音の科学的背景

船舶水中騒音の環境への影響

2000年代初頭より、水中騒音が海洋生物や海中音響機器に与える影響への関心が高まった。

船舶が発する音の多くは低周波音であり、水中での減衰が小さく、サウンドチャンネルを介して数十kmにも及ぶ。



行動の変化

コミュニケーション・
採餌行動の阻害



聴覚感度の悪化

聴覚感度の低下



生息域・回遊経路

極端な場合は
聴覚器官の損傷

可聴域・影響を受けやすい周波数帯

影響を受けやすい周波数は生物種によって異なる（図1）。



船舶水中騒音主因：プロペラ騒音と構造騒音



プロペラ騒音（支配的）

- キャビテーション気泡が成長・崩壊
- 広帯域騒音 + 翼通過周波数の高調波
- 大型肥大船で特に支配的



構造騒音

- 主機振動が船体外板から放射
- 防振支持・電気推進で低減可能
- 大型ディーゼル主機の直付け船は対策困難

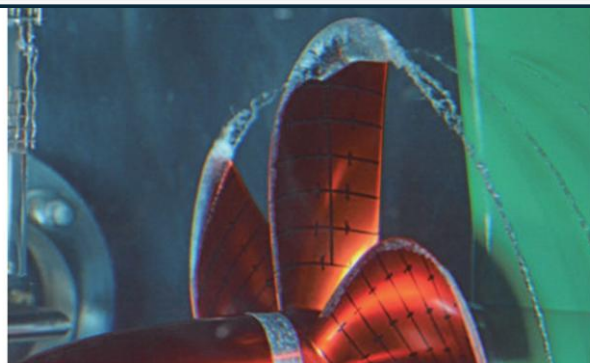


写真1・プロペラキャビテーション

留意点



低速航行でキャビテーション騒音は減るが、主機に起因する騒音が顕在化する。水中で持続するのは低周波成分。

03

水中騒音計測評価技術

船舶水中騒音計測：深海域

本会を含む主要船級協会が2014ガイドラインに対応した水中騒音ガイドラインを発行。本会は「船舶水中騒音ガイドライン（第1.0版）」を2023年10月に発行



計測の基準

ISO 17208-1・-2（深海域）に準拠



水深

150mまたは船長の1.5倍の大きい方



配置・航路

ハイドロホン設置、試験航路を規定

計測配置の概要

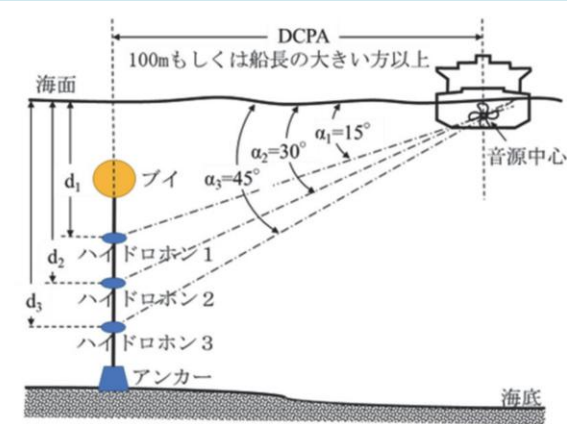


図2 着底式ハイドロホン設置例

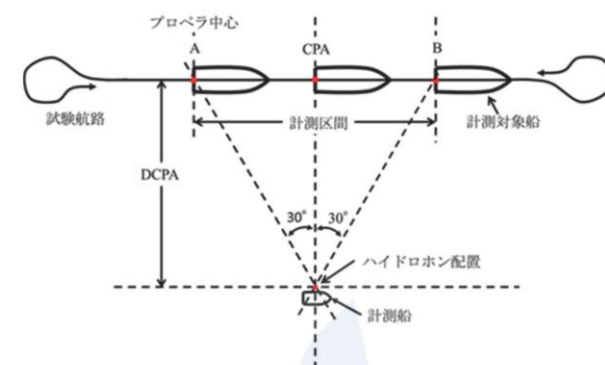


図3 水中騒音測定構成（試験航路等）

基準騒音レベルとSUNノーテーション

ClassNK 水中騒音ノーテーション

基準騒音レベル（1/3オクターブバンド）に基づき
船級符号に付与。

SUN-Controlled

基準となる標準レベル

175dB@20Hz・
154dB@1kHz

SUN-Advanced

約15dB厳しい上位基準

160dB@20Hz・
139dB@1kHz

基準レベルは伊豆大島沖での約500隻の通過船舶計測データ（AIS補正）に基づく。

基準騒音レベル（1/3オクターブバンド）

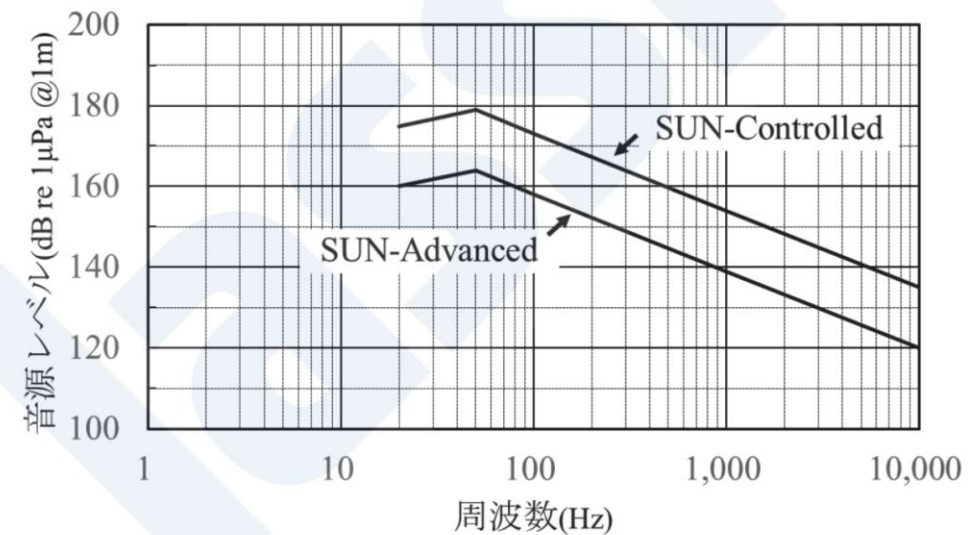


図4 基準騒音レベル（1/3オクターブバンド）

SUNノーテーションの取得によってバンクーバー港等での入港料減免等の優遇措置を受けられる。

共通の「モノサシ」となる計測法と、負担の少ない計測機会の確保が課題

① 大型商船での実績が少ない

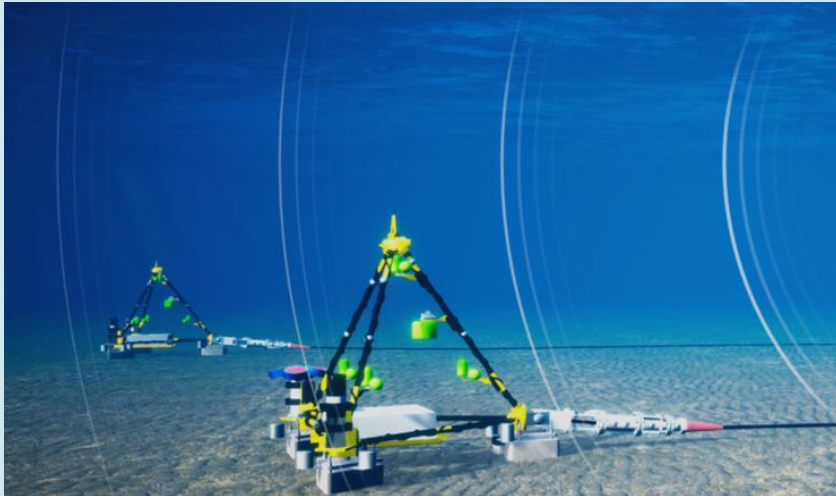
- ・海底反射の影響が小さく最も高信頼
- ・大型商船での実績は数件のみ
- ・欧州は遠浅で規格深度の確保が困難

② 浅海域の新規格は検証段階

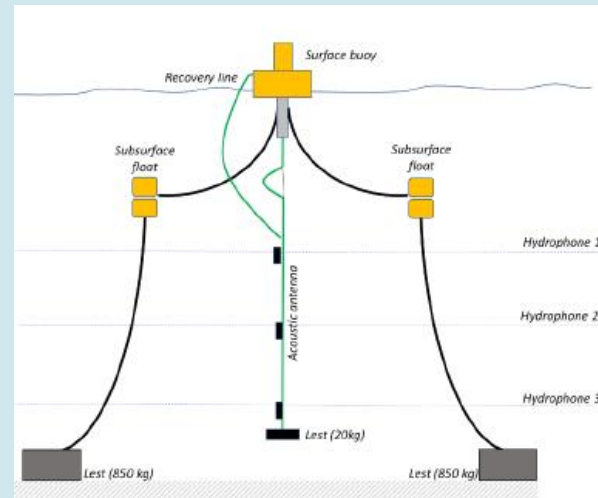
- ・ISO 17208-3が昨年発効
- ・海域ごとの精度ばらつきの検証が必要
- ・2026年内に実証試験を計画

③ 計測コストと機会損失

- ・満載条件での公試計測が困難
- ・機会損失を含むコスト負担が課題
- ・定置音響ブイによる “Measurement of Opportunity” 規格の議論も進展



バンクーバー設置ハイドロフォン



ジェノバ設置音響計測ブイ

04

水中騒音低減技術

水中騒音低減とGHG/EEの調和のとれた対策

船舶を推進するために必要な機械的エネルギーを削減する施策は、多くの場合EE向上・GHG削減とURN低減の両方に資する

船体・流体抵抗低減

効率化船型／気泡潤滑／
付加物最適化

↓ EE改善 / GHG削減 / URN低減

プロペラ・推進系最適化

低回転大直径化／
スキュー・キャップフィン

↓ EE改善 / GHG削減 / URN低減

機関・運航対応

電気推進／減速運航／
防振マウント

↓ EE改善 / GHG削減 / URN低減

ただし全てが一致するわけではない：Type分類

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| ① EE↑・GHG↓・URN↓（両立） | ② EE↑・GHG↓・URN↑（トレードオフ） |
| ③ EE↓・GHG↑・URN↓（トレードオフ） | ④ EE↓・GHG↑・URN↑（対象外） |

— VARD/Transport Canada報告書のマトリクス手法による分類

代表的な水中騒音低減技術の位置づけ

技術	EE／GHG	URN	分類
効率的船型・伴流改善船尾形状	＋（改善）	＋（低減）	Type 1：両立
プロペラボスキャップフィン	＋（改善）	＋（低減）	Type 1：両立
減速運航（スロースチーミング）	＋（大幅改善）	＋（低減）	Type 1：両立
高度に最適化されたプロペラ	＋（改善）	－（増加の場合あり）	Type 2： トレードオフ
風力アシスト推進（WASP）	＋（改善）	＋（プロペラ負荷減）	Type 1：両立
音響エンクロージャー・防振架台	中立～微減	＋（大幅低減）	Type 3：URN優先

Turns/knots 低下

大径・低回転化によりキャビテーション発生速度（CIS）を引き上げ

ハイスキュープロペラ

翼が波状の流れ場を緩やかに通過し、キャビテーションパターンを改善

プロペラボスキャップフィン(PBCF)

ハブ渦キャビテーションを低減し、
回転エネルギーも回収
(EE + 3～7%)

可変ピッチプロペラ最適設定

ピッチ・回転数設定の調整でキャビテーション発生を抑制
(URN 5～10dB低減)

ダクト付きプロペラ／プレスワールステーター

推進効率とキャビテーション抑制を同時に実現

電気推進（ディーゼル・エレクトリック）

防振マウント等の適用自由度が向上、静音化技術の選択肢が拡大

船体・流体力学

- 効率的船型設計（就航条件
を前提とした設計）
- 気泡潤滑システム／空気潤
滑（ALS）
- 船体表面の清掃・防汚塗装
の維持管理

機関系

- 防振マウント・二段防振架台
（ラフト架台）
- 音響エンクロージャー
（機関室静音化）
- 構造減衰材・構造肥厚による
遮音

運航面

- エンジン出力制限（EPL）／
減速運航
- 気象ルーティング・積付最適化
- 海洋生物保護区域での経路
計画（Maritime Spatial
Planning）

05

今後の取組



浅海域騒音計測法の実証的評価

ISO 17208-3 準拠の実船計測と音源試験で、計測精度と適用限界を検証する

① 実船計測（船技協と共同）

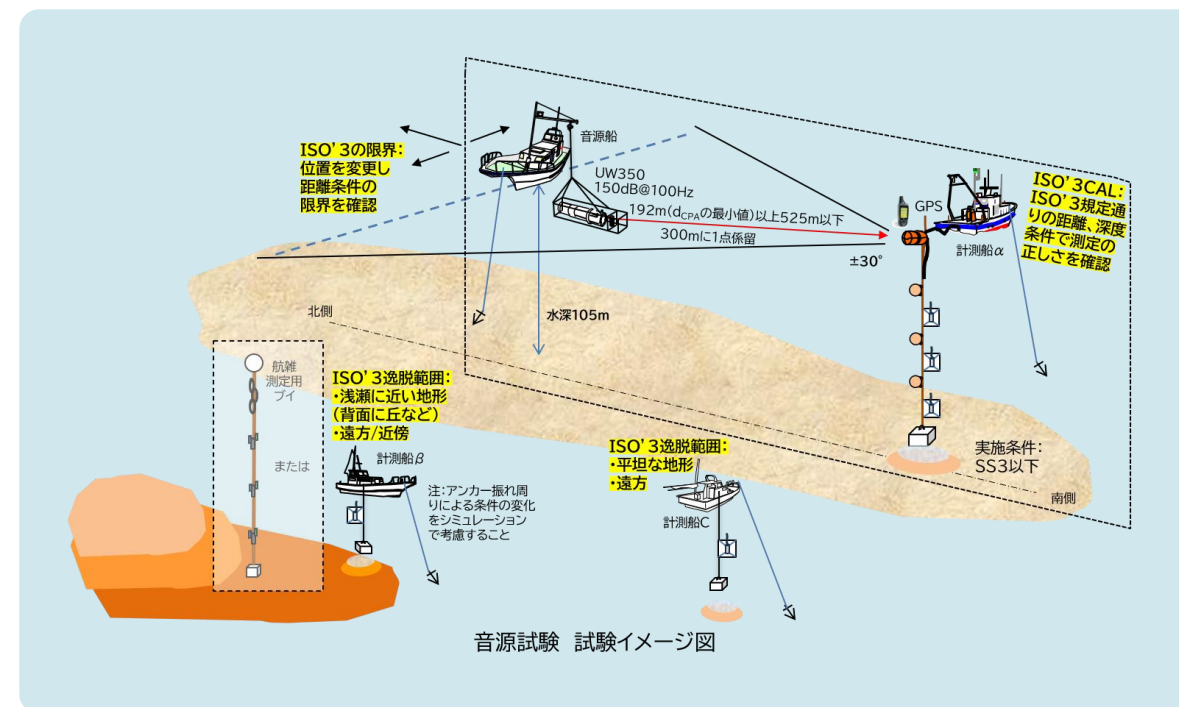
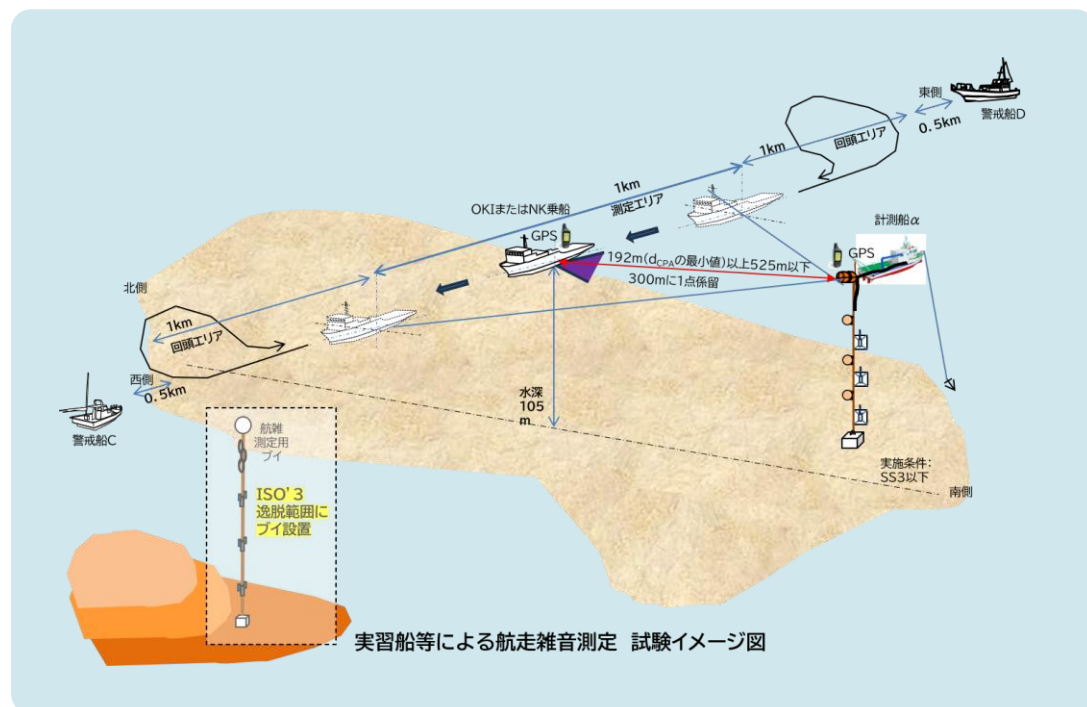
- ・昨年発効の ISO 17208-3 に準拠
- ・計測精度を評価
- ・実海面での試験実施上の課題を抽出

② 音源試験（適用限界の確認）

- ・既知の音源で測定条件の限界を確認
- ・逸脱範囲は大阪大学のシミュレーションで伝搬補正値の妥当性を確認

③ 将来課題

- ・水上ドローンによる計測の可能性を検証



IMO水中騒音ガイドラインは非強制であるが、そこで規定される合理的かつ実行可能な予測・試験・水中騒音ノーターション・認証等を通じて船主／建造所の支援という船級の役割を果たすために以下の取組をおこなっていく。

1. 水中騒音管理計画のSTEP 1 のベースラインに係る計測評価技術の実証
2. DASやオンボード計測等のより合理的な計測評価技術の調査研究
3. 計測の代替となりうる予測手法の評価
4. 水中騒音低減対策の認証およびノーターション付与も含むガイドラインの整備
5. ステークホルダーの皆様への継続的な情報発信

DAS:Distributed Acoustic Sensing 音響による光ファイバーの微小な変化を音響信号に変換する技術による広域計測



Thank you for your kind attention

以下 参考
質問対応等

経験蓄積期間（EBP)における動向

- IMOIMOにおいては、2025年10月にGHG削減/エネルギー効率（EE）と水中騒音低減（URN）の調和に関するワークショップが開催される。将来的にGHG/EEとURNを統合して規制する方向か。
- 国内においては、引き続き船技協において水中騒音低減プロジェクトが実施。後述する実海面における実証試験を実施。
- IACSにおいては、2025年に正式な規格となった浅海域での水中騒音計測の国際規格に対応したRec.181を発行。
- GloNoise プログラムが本格的に活動を開始、途上国における水中騒音予測等を支援

技術マトリクスの読み方（VARD/Transport Canada方式）

- EE／GHG効果：燃料削減率（％）で評価。船種・船型により効果幅は大きく異なる。
- URN効果：Low（～5dB）／Medium（5～10dB）／High（10dB超）の3段階、対象周波数帯を併記。
- 技術成熟度（TRL 1～9）：TRL 9は実用化済みだが、船種による適用実績には差がある。
- コスト・投資回収：新造時導入は改修より大幅に安価（改修は3～10倍）。ペイバック期間を明示。
- 適用性：新造（NB）／改修（RF）、船型カテゴリ（大型・小型×高速・低速）で整理。

代表的な指標イメージ



Low

～5 dB低減



Medium

5～10 dB低減



High

10 dB超低減

留意点

効果値は対象音源に対するもので、船全体の騒音シグネチャーへの寄与は支配的音源次第。同一カテゴリの対策を重複適用しても効果は積み上がりにくい（dBの対数特性）。

適用可能技術一覧（低速・大型船）

T=1（EE↑・GHG↓・URN↓の三方良し）を中心に、船体・プロペラ・運航面の主要技術を抽出

区分	技術	EE改善	GHG削減	URN	TRL	コスト
船型	1.1.1 設計サービス速力最適化(Design for Service)	5-10%	5-10%	<5dB	9	低
船型	1.1.2 効率的船型(Efficient Hull Forms)	5-10%	5-10%	<5dB	9	低
船型	1.1.3 バルバスバウ	3-5%	3-5%	<5dB	9	低
摩擦低減	1.2.1-3 船体塗装選定・清掃・更新	各5%程度	各5%程度	<5dB	9	低～中
摩擦低減	1.2.6 部分空気潤滑(PCDR)	4-18%	4-18%	>10dB	8	中(3,4型)
プロペラ	2.1.2 回転数低減(TPK)	5%まで	5%まで	<5dB	9	中
プロペラ	2.2.2 シュネークルースダクト	4%	4%	<5dB	9	低(4ヶ月回収)
プロペラ	2.2.3 PBCF(ボスキャップフィン)	3-7%	3-7%	5-10dB	9	低(4-6ヶ月回収)
プロペラ	2.2.6 メビスダクト	3-8%	3-8%	<5dB	9	低(1年未満回収)
プロペラ	2.2.13 非対称船尾形状	6%まで	6%まで	<5dB	9	不明(NB)
風力支援	4.1 ウインドアシスト推進(WASP各種)	1-13%	1-13%	5-10dB	9	要ship別評価
運航	5.1.1 減速運航/エンジン出力制限	速度 ² 比例	速度 ² 比例	~2dB/knot	9	低
運航	5.1.5 積載最適化	10%まで	10%まで	不明	9	低

注: 区分4（大型・低速船）を中心に、複数区分（All / 1-4）で適用可能な技術を抽出。dB値は当該処理による部分的低減であり、船全体のURN低減量とは異なる（VARD原資料の注記に準拠）。

日本の船用機器業界がリードしうる領域

- 計測・データ基盤：伊豆大島近海での約500隻の通過船舶データ蓄積が、ClassNKガイドラインの基準騒音レベル策定の基礎データに。
- 船級・認証：ClassNKによるSUN-Controlled／SUN-Advancedノーターションは、国際的な計測法標準化（ISO 17208-3）の議論に貢献しうる。
- プロペラ・機器メーカー：PBCF・高効率プロペラ等、EE改善とURN低減を両立する日本製技術は既に国際的な実績を有する。
- 課題：大型肥大船・大型ディーゼル主機直付けという日本の造船慣行に適した防振・低騒音化技術の確立が、差別化の鍵となる。

日本の強み

ClassNK：船級・計測・ノーターション

国内メーカー：低騒音プロペラ・機器

日本財団助成事業：実証研究の蓄積

造船大手：設計・建造ノウハウ

環境配慮型寄港インセンティブ：カナダ・欧州の先行事例

カナダ：バンクーバー港 EcoAction Program

- 静粛な船舶に対し入港料を最大75%減免（船級のURN
ノテーション取得時）
- 日本国産メーカーのプロペラ等の装着も減免対象
- ECHO Programにより継続的な水中騒音モニタリングを実施

欧州：SATURN／PIAQUOプロジェクト

- SATURN：海洋生物への影響評価と低減ソリューション開発（浅水域計測報告書等）
- PIAQUO：定置音響ブイ・水中騒音船指数（NSI）による排出評価の社会実装（ジェノバ港での実証）
- PAM（パッシブ音響）とAUVを用いた海上交通と生態系の調整機構を検討