

海上無線通信システムの現 状・発展・将来性 ～航海士の観点～

東京海洋大学

福田 巖

目次

- 海上無線通信システムの現状・発展・将来性
- 無線設備の実態に沿った無線従事者の果たすべき役割
(どのような通信・技術操作が求められるか)

海上無線通信システムの現状

- 義務設備
 - GMDSS設備（SOLAS条約に基づく国際要件）
 - 各主管庁が独自に定める設備（国内法・船種別の要件）
- 任意設備(運航効率・DX・福利厚生のために自発的に搭載するインフラ)
 - ブロードバンド衛星通信（低軌道衛星・VSAT）
 - 沿岸域の陸上モバイルネットワーク

GMDSS : Global Maritime Distress and Safety System

海上における遭難及び安全に関する世界的な制度

- それ以前のモールス通信等を、衛星通信やデジタル通信技術等を利用した通信に置き換えた遭難・安全通信システム
- 国際海事機関（IMO）によるSOLAS条約附属書第IV章で規定
 - SOLAS条約：1974年の海上における人命の安全のための国際条約／同条約の1988年の議定書
- 2022年4月にSOLAS条約改正案が採択され、2024年1月1日に発効された

海上無線通信システムの現状

- 義務設備

- GMDSS設備（SOLAS条約に基づく国際要件）

- 対象: 国際航海に従事する旅客船および300総トン以上の貨物船など。
 - 主な設備: VHF無線電話（DSC内蔵）、MF/HF無線設備（DSC/※2024年改正によりNBDPの義務要件は緩和）、船舶地球局（インマルサットC等）、EPIRB、Radar SART / AIS SART、NAVTEX受信機、生存艇用双方向VHF

- 各主管庁が独自に定める設備（国内法・船種別の要件）

- 対象: 非SOLAS船（内航船、漁船、小型船舶など）に対し、主管庁（国土交通省・総務省）が船舶安全法や電波法に基づき要件を定めたもの。
 - 主な設備: 27MHz帯/40MHz帯DSB無線電話（日本の内航船特有の連絡用）、特定海域向けの沿岸小型船舶用無線局、マリンVHFなど。

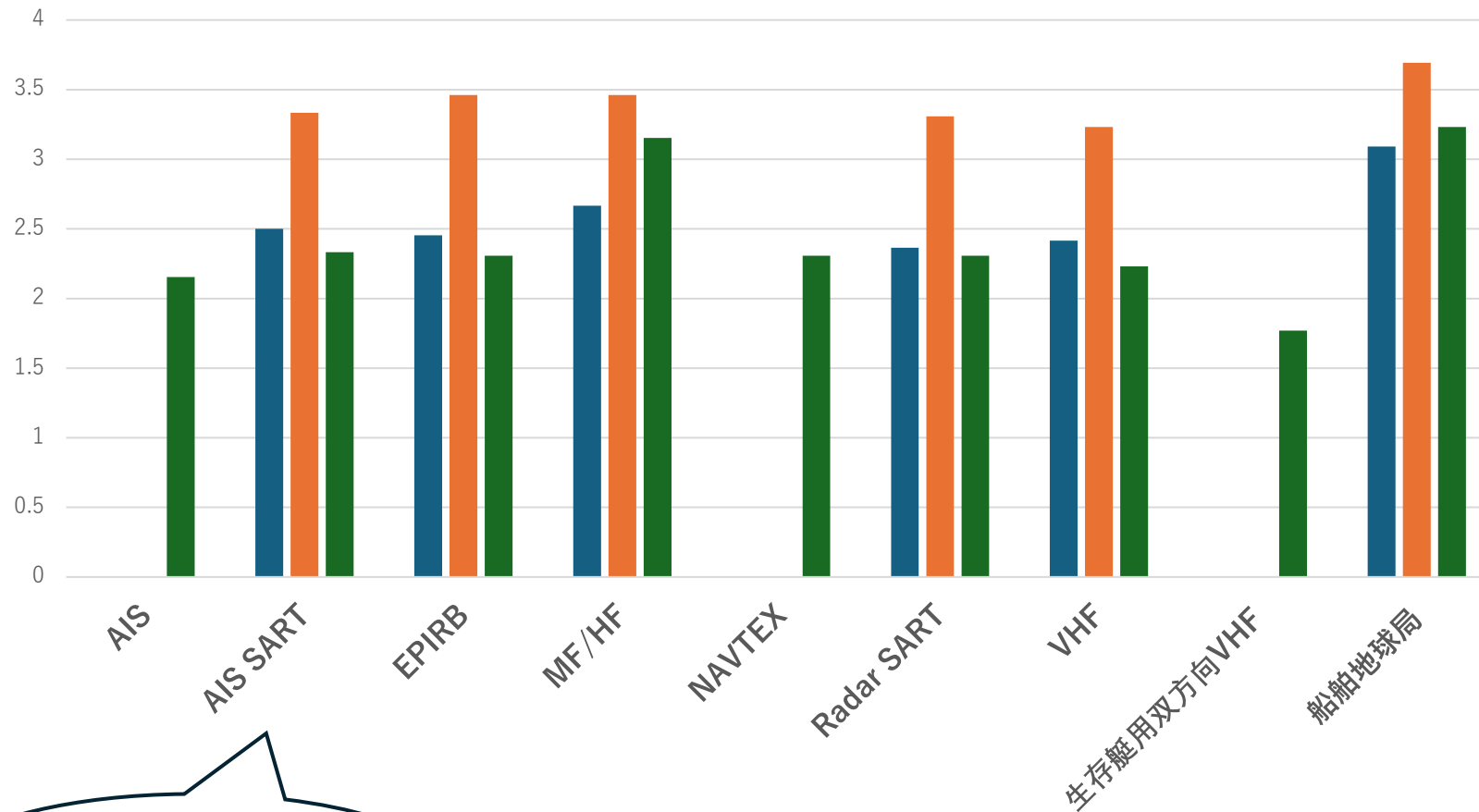
学内航海士経験者へのアンケート

- 大手外航船社：2名（30代）
 - 三海通
- 練習船：10名（20代 2名, 30代 6名, 40代 4名, 50代1名）
 - 一海通 1名
 - 三海通 7名
 - 一海特 2名
- 備考
 - 前職では漁業取締船および漁業調査船で無線部が船に在籍（通信長・二等通信士）

各種無線設備の難易度

操作手順の複雑さ、誤発射の対応、緊急・遭難時の操作手順

非常に簡単（1）	直感的に操作可能。訓練の記憶がなくても、画面や物理スイッチを見れば迷わず即座に実行できる。
簡単（2）	記憶のみで対応可能。日常業務や定期訓練の記憶だけで、スムーズかつ時間内に実行できる。
特に問題ない（3）	掲示物があれば対応可能。機器のそばにある簡易手順書（ブラカード等）をチラッと見れば、確実かつ時間内に実行できる。
難しい（4）	緊急時には焦る・迷う。メニュー階層が深く複雑で、分厚いマニュアルを探して読まないで操作に自信が持てない。
非常に難しい（5）	現場だけでは対応困難。マニュアルを読んでも手順が複雑すぎたり、パニック時には致命的な操作ミスをする危険性が高い。



誤発射：日常の点検業務の中で、ボタンを誤って押してしまうことなどによる誤った送信。機器によっては、取り外しただけで緊急・遭難通信が発出してしてしまうものもある

■ 平均 / 緊急・遭難時の操作手順
 ■ 平均 / 誤発射の対応
 ■ 平均 / 操作手順の複雑さ

3/0は難しいと答える傾向

誤発射への対応が他と比較すると高いが、特に問題ない範囲にある

海上無線通信システムの現状

- 任意設備(運航効率・DX・福利厚生のために自発的に搭載するインフラ)
 - ブロードバンド衛星通信（低軌道衛星・VSAT）
 - 設備: Starlink Marine（低軌道: LEO）、OneWeb、従来型の定額制VSATなど。
 - 役割: 船内LAN・Wi-Fiの構築、ECDIS（電子海図）の自動アップデート、機関データの陸上へのリアルタイム送信、乗組員の福利厚生（家族とのビデオ通話や動画視聴）。
 - 沿岸域の陸上モバイルネットワーク
 - 設備: 産業用LTE / 4G / 5Gルーター、沿岸部での携帯電話網の利用。
 - 役割: 港湾内や沿岸航行時における、衛星より低遅延かつ安価なデータ通信。

航海士の資格要件

- 無線従事者免許
 - 電波法に基づき船の航行区域や搭載されている通信設備（GMDSS設備等）の規模に応じて総合無線通信士、1海通～4海通、あるいは海上特殊無線技士など、適切な等級の免許が必要
 - 外航船の航海士
 - 航海士は最上位で3級海上無線通信士で良い（アンケートでは100%）
- 船舶局無線従事者証明書
 - GMDSS設備を搭載することが義務付けられている船舶（義務船舶局）において、遭難・安全通信等の操作を行う場合に必須となります。これはSTCW条約（船員の訓練及び資格証明並びに当直の基準に関する国際条約）の要件を満たすためのもので、上記の無線従事者免許とセットで保有する必要があります。

航海士の資格要件

総務省電波ポータルより抜粋

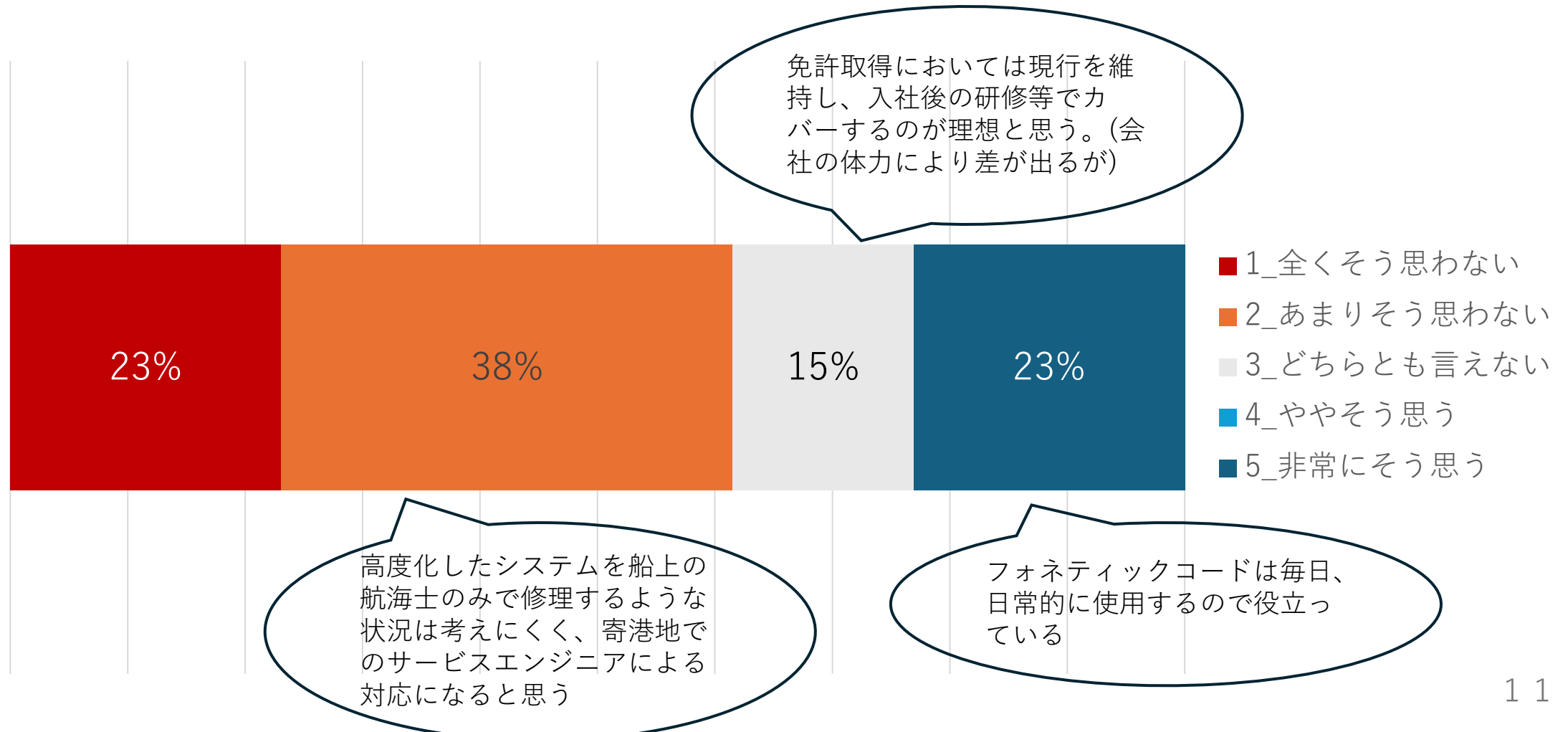
第一級海上無線通信士	船上保守が可能なGMDSS対応の船舶局、GMDSS対応の大規模海岸局等の無線設備
第二級海上無線通信士	制限された範囲の船上保守が可能なGMDSS対応の船舶局、GMDSS対応の中規模海岸局などの無線設備
第三級海上無線通信士	船上保守をしないGMDSS対応の船舶局、GMDSS対応の小規模海岸無線局の無線設備
第四級海上無線通信士	無線電話を使用する漁船の船舶局、漁業用海岸局などの無線設備

航海士の資格要件

- 海技士（通信）または海技士（電子通信）
 - 船舶職員及び小型船舶操縦者法に基づく資格
 - 現代のすべての船で必須ではありません。かつてのモールス通信時代には専任の通信士が必要でしたが、機器が自動化・ブラックボックス化されたGMDSS体制下の現代では、航海士（海技士（航海））が無線通信業務を兼務するのが一般的です。
 - 法令上の乗組み基準で専任の電子通信部員が要求される特定の大型船等を除き、現場の航海士がこの通信専任の海技士免状を別途取得しているケースは稀です。

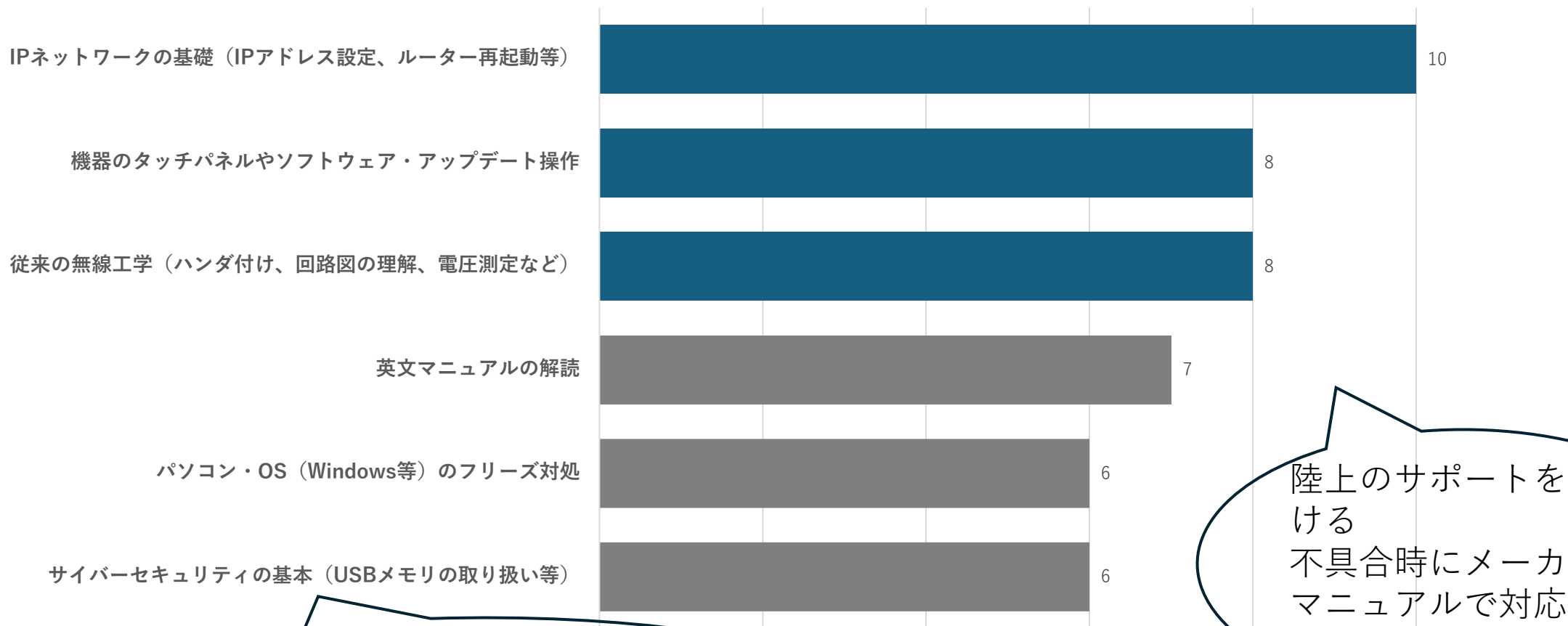
現行資格有効性

免状取得時や養成施設で学んだ『無線工学』などの知識は、現在の高度化した船上設備を運用・トラブル対処する上で、直接的に役立っていると感じる



現場で痛感した不足スキル

乗船後に「独学」や「船上OJT」で身につけざるを得なかった知識・操作は何か（例：IPネットワークの基礎知識、PC/OSのトラブルシューティング、サイバーセキュリティの基本等）



ウィルスチェックをしていないUSB等は使用しない

陸上のサポートを受ける
不具合時にメーカー
マニュアルで対応できる
ケースが少ない

海上無線通信システムの発展・将来性

- 衛星通信のブロードバンド化：低軌道衛星（LEO）による「常時接続」の実現
 - 静止衛星（インマルサット等）による高コスト・低速・従量課金という従来の通信環境から、Starlinkに代表される低軌道衛星（LEO）の普及により、海上通信は「高速・大容量・低遅延の常時接続」へ
- 次世代海上データ通信システム（VDES）の実装
 - 従来のAIS（船舶自動識別装置）の通信容量不足を解消するため、国際的な次世代規格であるVDES（VHF Data Exchange System）への移行が進んでいます。
 - SOLAS条約V章改正により「AISまたはVDESの搭載義務」に変更となる予定（2028年1月1日）
 - 整備が進むと衛星を介した通信が可能となる

海上無線通信システムの発展・将来性

- 自動運航船（MASS: Maritime Autonomous Surface Ships）の進展と通信の冗長化
 - ヒューマンエラーに起因する海難事故の減少や船員労働環境の改善を目指して、世界各国で自動運航船（MASS）の開発が進められている。
 - 陸上からの監視と介入: 船上のシステムが自律的に判断を行う一方で、陸上のフリートオペレーションセンター（FOC）が常時監視し、緊急時には遠隔で操船介入（オーバーライド）するためには通信システムが非常に重要と考えられています。
- その他
 - VHFのデジタル化
 - AMRD(Autonomous Maritime Radio Device)
 - 国際VHF帯を利用して海中転落者や漁網などの位置情報を自動送信する無線通信システム
 - 特定省電力無線(人命救助、簡易通信)

海上無線通信システムの発展・将来性

- サイバーセキュリティの重要性
 - 将来的には船陸間・船舶間での電子海図データなどのやり取りが計画されています。MASS（自動運航船舶）も含めてサイバーセキュリティへの対応がより一層求められています。
 - IACS UR E26/E27（2024年7月以降の建造船に適用）など国際的なサイバーレジリエンス要件の義務化

無線設備の実態に沿った無線従事者の果たすべき役割 ～どのような通信・技術操作が求められるか～

1. 技術操作の実態：物理レイヤーからシステムレイヤーへの移行
2. 点検・保守の実態：自己診断機能（BITE）への依存とブラックボックス化
3. 実態に沿って求められる役割と技術操作

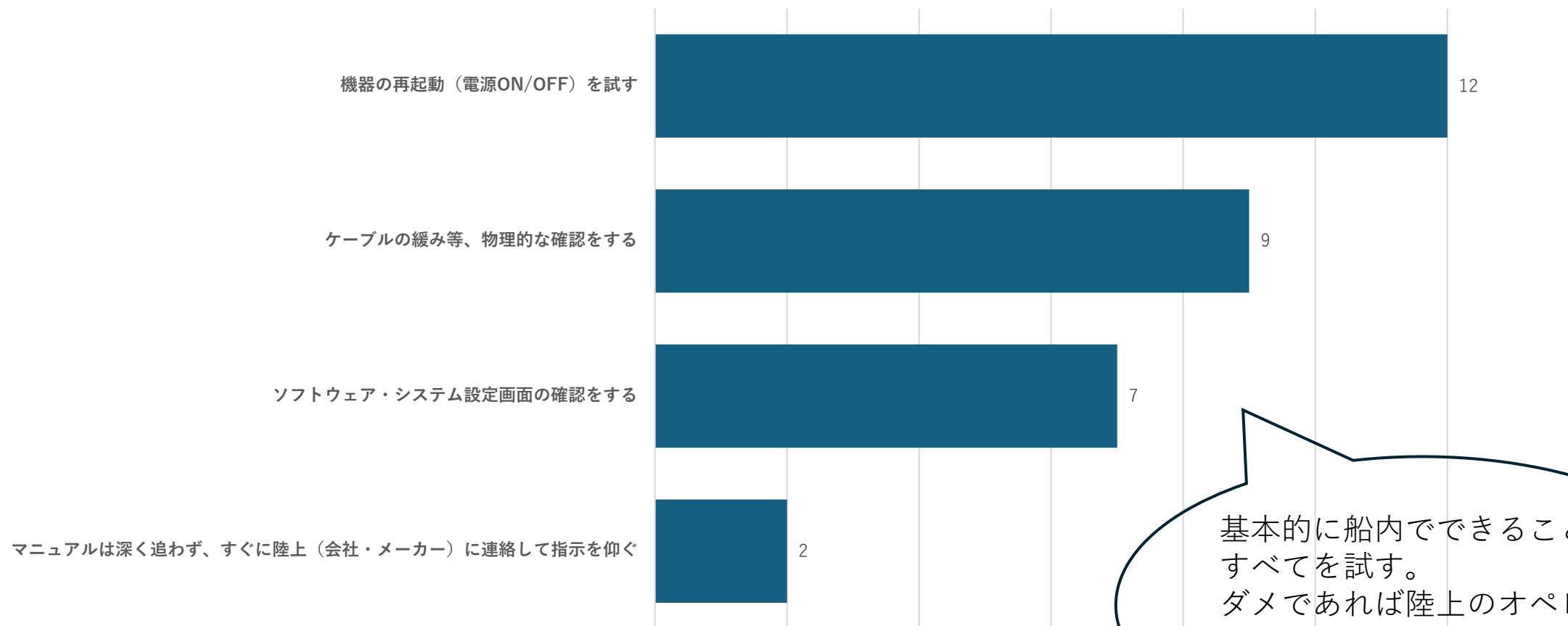
無線設備の実態に沿った無線従事者の果たすべき役割 ～どのような通信・技術操作が求められるか～

1. 技術操作の実態：物理レイヤーからシステムレイヤーへの移行

- 現在の船舶における無線設備は、ソフトウェアとモジュール化された基板で構成されていることが多く、現場での物理的な修理は実質的に難しい可能性が高いです。
 - 過去の操作（現行の無線工学が想定）：
 - 回路図の読解、テスターによる電圧・抵抗の測定、ハンダごて等を用いた部品レベルの交換
 - 現在：
 - GUI（タッチパネルや画面メニュー）を通じた設定変更、システムの再起動（電源リセット）、ソフトウェアのバージョン確認
 - 機器間の接続ケーブル（LANケーブル、NMEA端子等）の物理的な緩み・断線の目視確認
 - 不具合箇所を丸ごと交換

日常・定期点検

点検時等にエラーが出た際、現場でどのような対応（技術操作）を行うことが最も多いですか？



基本的に船内でできることをすべてを試す。
ダメであれば陸上のオペレータ経由でメーカー技術者や専門業者とやり取りする。

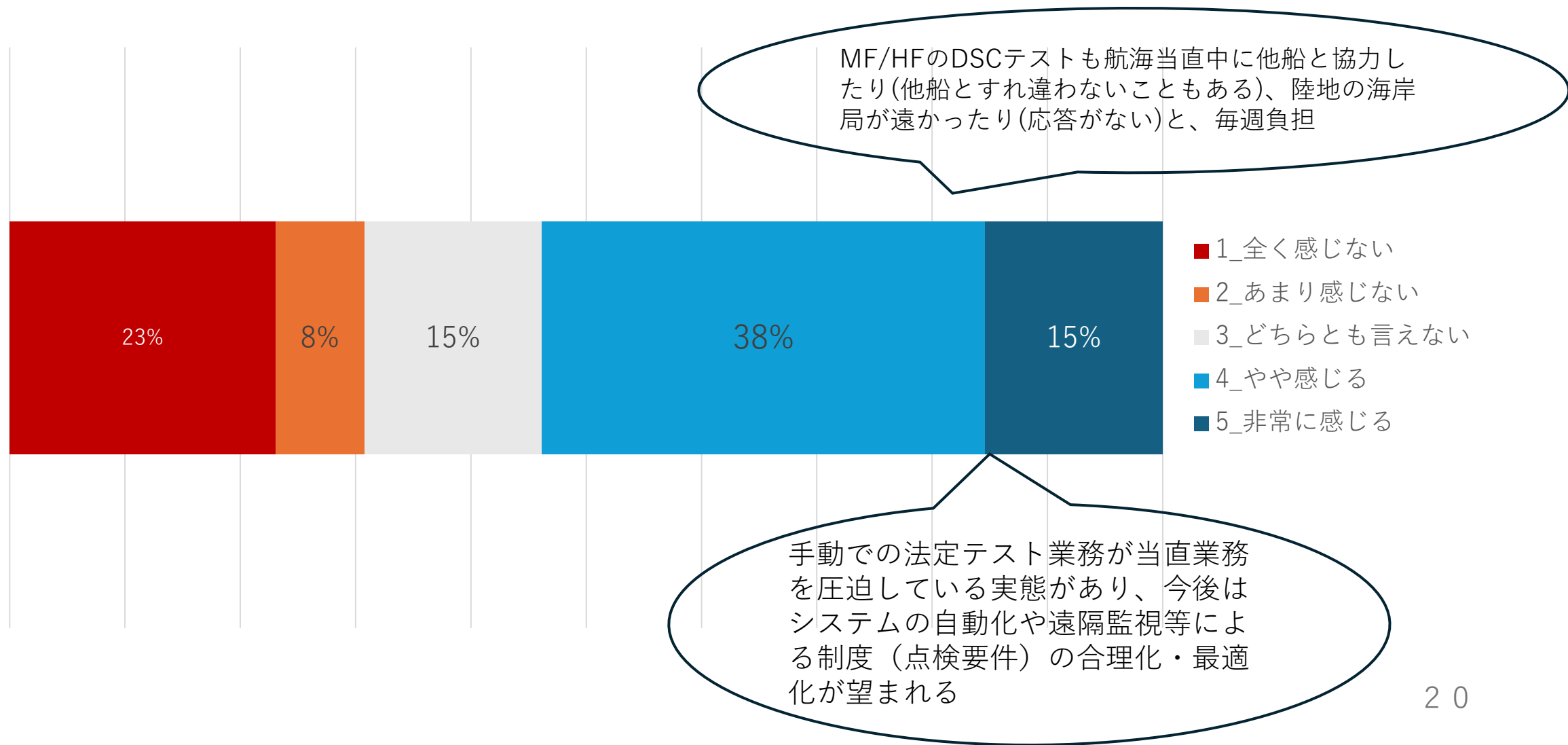
無線設備の実態に沿った無線従事者の果たすべき役割 ～どのような通信・技術操作が求められるか～

2. 点検・保守の実態：自己診断機能（BITE）への依存とブラックボックス化

- 日常や法定点検における「技術操作」
 - セルフテストへの完全依存：
 - 機器内部の複雑化に伴い、正常性の確認は機器自身が行う「セルフテスト（自己診断）機能」の結果（OK/NG表示）に依存しています。
 - トラブル対応のエスカレーション（事実上の限界）：
 - エラーが発生した際、現場の航海士が行い得る最大の技術操作は「再起動」と「マニュアルの初歩的なトラブルシューティング」に留まります。それで直らない場合は、直ちに陸上（メーカーやフリートオペレーションセンター）へ連絡し、遠隔支援を仰ぐ、あるいはモジュールごとの基板交換を手配するのが事実上の標準手順（スタンダード）となっています。

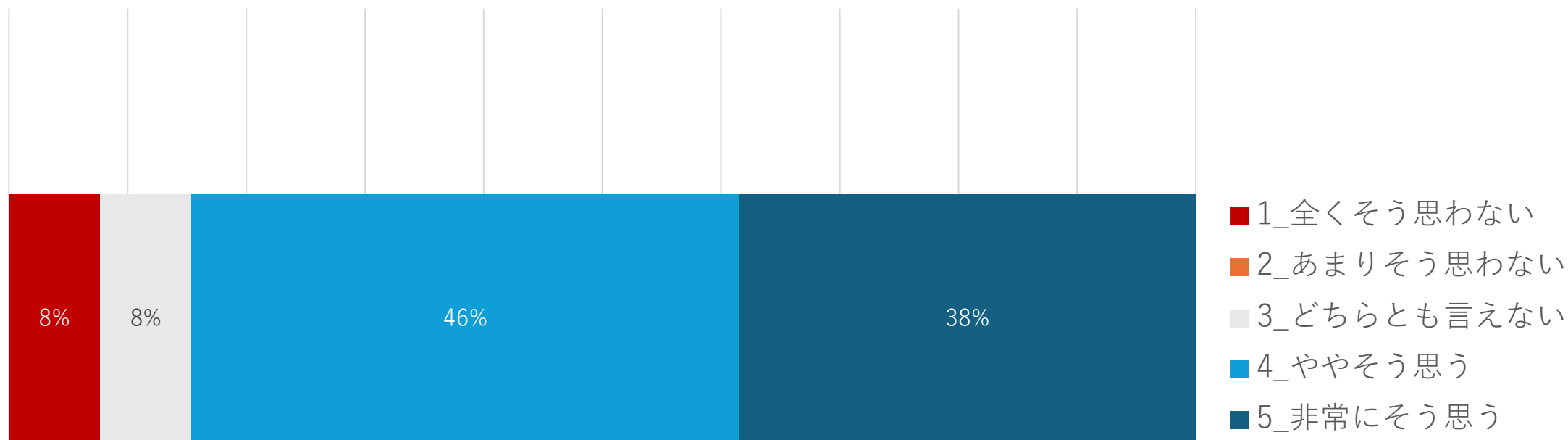
日常・定期点検（BITEテストへの依存・形骸化）

規則上、毎週MF/HFのDSCテスト呼出や、毎月のEPIRB/SARTのテストが定められていますが、実際の船務のなかで、これらの操作負担やエラー（テストが通らない等）を感じることはありましたか



日常・定期点検（機器のブラックボックス化の実感）

ブラックボックス化が進む中で、毎月の点検（セルフテスト等）は本質的な確証が持てず、『とりあえずマニュアル通りボタンを押してOK表示が出ればよしとしている』状態になっていると感じる



船員負荷低減のためのシステム(メンテナンスフリー)と考える
セルフテストがOKでなのに再度確認するのは本末転倒

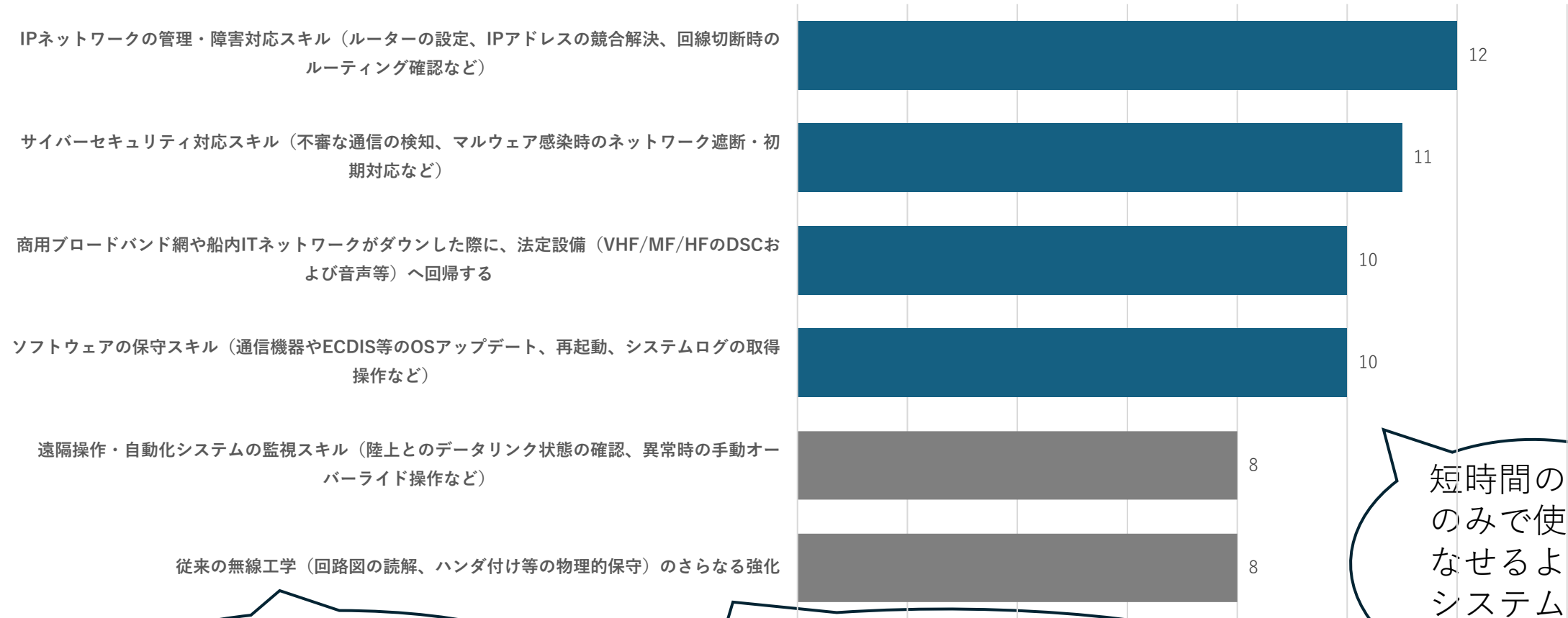
無線設備の実態に沿った無線従事者の果たすべき役割 ～どのような通信・技術操作が求められるか～

3. 実態に沿って求められる役割と技術操作

- 今後の無線従事者（航海士）に必要となるであろう技術操作・役割
 - ネットワーク・ITシステムの「トラブル切り分け」操作
 - サイバーセキュリティの初動対応操作
 - 情報過多（Information Overload）の中での情報の取捨選択
 - 確実な代替手段への移行操作
 - GNSS（GPS）障害時の手動位置入力
 - ジャミング等で測位信号が失われた際、算出した自船位置を手動でGMDSS機器へ継続的に入力・更新する操作
 - 自動化システムの不具合時の手動プロトコル移行
 - 自動遭難発信の異常・誤作動時に、ITU規則に則った正しい手動操作（音声発声、取消手順等）を実行する操作
 - 外部連携遮断とGMDSS機器単独での運用（スタンドアロン維持）
 - 船内統合システムや航海計器側で異常（スプーフィングやシステム障害等）が発生した際、GMDSS機器への不要な外部データ入力を遮断し、機器単独での通信・操作機能を確実に維持する判断と操作

将来のシステム発展に伴い求められるスキル

LEO衛星（Starlink等）の普及や自律運航船（MASS）の進展に伴い、今後どのような通信・技術操作のスキルを習得すべきだと考えているか



新技術の導入＝船員負担の低減がセット

船員へのさらなる能力を求めるようなシステムは必要ない

短時間の習熟のみで使いこなせるようなシステム機器設計が必要。

まとめ

- 国家試験科目（無線工学等）の現代化
 - 現場ではハンダ付けや回路図読解ではなく、IPネットワークの基礎やシステムレイヤーのトラブル切り分けスキルが切実に求められている。試験科目や養成課程のカリキュラムを実態に合わせてアップデートする必要がある。
- IT/サイバー化における有資格者の新たな役割
 - ブラックボックス化が進む中、無線従事者の役割は「機器の修理」から「サイバーインシデントの初動対応」や「システム隔離」へと移行している。これを担保する資格制度の維持が不可欠である。
- 無線従事者の存在意義
 - 船舶データの送信や乗組員の福利厚生など、日常のデータ通信環境が商用IP網（Starlink等）へ大きくシフトする中、緊急時には確実かつ即座に法定設備（GMDSS）へ回帰し、手動プロトコルを含む遭難・安全通信を確立・運用できるのは、体系的知識を持つ「無線従事者」のみである。高度自動化時代における通信レジリエンス確保の観点から、有資格者の存在意義は今後さらに高まる。