

船会社が抱くニーズ

分類	対応技術	対象	現状	(新)ロボティクスへの期待	ロボティクス化への課題
点検・検査	ドローン	ドローンでカーゴタンクの内検 バラストの内検 E/Rのサイドタンク。換気が必要なところ。（防爆が必要？）	人間が実施 判断基準が違う。 社内で1年に1回は船員にバラストタンクをチェックさせている。	・判断基準が統一されるとよい。	1.狭隘部、部材裏。そのあたりをカバーできるかどうか。 2.泥があるところとか。
	壁面走行型	ロボット	――	・空中を飛ぶものだけではなく、垂直壁を登れるものがあるとよい。	1.腐食をどの程度まで判別できるか 2.不具合箇所が発見されたとして、修理すべきか放置しておいても大丈夫かの判断ができるだけの情報がロボットで収集可能か？
	ロボット全般	配管チェック	光ファイバー等の活用 人	・ライニング配管。ライニングがはげ、そこから穴があく。ただし、航海中は見れない。ドック中に確認する。 （例：レトロフィットでスクラバを付けた船。その関連の配管。外から見つけるのでは遅い） ・普段は入れないところ。LNG船等を光ファイバーで見る、傷を探す。ダメージの発見。クラック検査。 バラスト等の大口径管は昔は人が入ったり、ファイバーを突っ込んだりしていた。 ・主機周りに見たいところが多い。始動空気管（人が入れない）、排ガス管（高さがある）。人が入ることを前提としていない。	1.配管の中を動き回れるようなロボットがあるか？
	ロボット全般	ドック点検内容の確認	監督が訪船し対応	監督が訪船せずに現状と修繕後の状態を確認できる	1.船員がロボットのオペレーター技量を獲得できる程度の難易度か？ 2.ロボットで取得したデータは点検業務に耐えられる品質（量・質）を確保できるか？ 3.船上で取得したデータを陸上の関係者に共有できるネットワークが確保できるか？ 4.コスト面で現状より低減できるか？ 5.スピードやリスクなどのメリットが確保でき、コストgapを上回るか
	ロボット全般	日常業務	船員が実施	・船員作業負担の軽減、高所作業回避による事故リスク低減 RPA効果 ・業務負担軽減 ・業務の精度向上	1.船員がロボットのオペレーター技量を獲得できる程度の難易度か？ 2.ロボットで取得したデータは点検業務に耐えられる品質（量・質）を確保できるか？ 3.船上で取得したデータを陸上の関係者に共有できるネットワークが確保できるか？ 4.コスト面で現状より低減できるか？ 5.スピードやリスクなどのメリットが確保でき、コストgapを上回るか
	ROV	船底検査（水中ドローンで）	ダイバー	・検査以外でも用途がありそう。ニュージーランドに行く船など、港によって入構制限（船底検査の実施が不可欠）がかかることがある。	1.エビデンスを示す必要があるケースも。 2.閾値はNZが出している。それを判断できる業者は限られており、現状はピカピカにしてから入れるようにしている。（妥協点がわからない） 3.清掃代（ダイバー）がかかる。
	データセンター	検査データ	紙ベース。検査員が訪船時にファイル を提示	・共有、利活用	1.今の技術なら簡単では。 2.ステークホルダー間の意識合わせ
	その他	無線検査	メーカーの技師による訪船（費用が高い）	・入国できない等アフターコロナ対策。 ・遠隔検査	――

	その他	機関室のCBM	開放検査 (船によっては振動計測をしてモーターの状態を見ることはやっているが)	<ul style="list-style-type: none"> ・モーター・タービンに振動計⇒コンディションモニタリング⇒無開放 ・主機のベアリングの状態監視 ・分析技術も確立されつつある。本船から解析者にデータを送っている。そういったデータを活用したい。 ・スタンチューブの10年軸。その対象を拡大するのもアイデアの1つ。 	1.モニタリングではダメ（目視の記録ではダメ）との理由で断念したことがある（常時記録が求められた）
メンテナンス	ロボット全般	サビうち、タッチアップ (塗装関連)	ディスクサンダー等でさびを削って、2度塗り、3度塗り	・通常の船上メンテナンス（さび落とし、タッチアップ）ができる嬉しい。	1.そもそも可能か？
クリーニング	壁面走行型	C/Hの洗浄	人海戦術 荷物を上げてから、航海中に洗う。	・効率化、省人化	1.船にロボットをずっと載せておくのか？
	ROV	水中クリーニング	業者に依頼（ロボットを持っている業者と提携しているペンキ屋もいる。）	・燃費と関係。今よりももっと手軽に実施できるようになれば。	1.塗装にダメージを与えないか？ 2.クリーニングにより落とした付着物（フジツボ等）を回収できるか？ どの程度まで小型化できるか？（船員が手軽に使えるレベルか？）

修繕ドックが抱くニーズ

分類	対応技術	対象	現状	(新)ロボティクスへの期待	ロボティクス化への課題
点検・検査	ドローン	【点検・検査】①高所船側外板の変形 (外板に取付られている鋼製半円形型フェンダー等を含む)	SS&DS時、入渠直後に船底検査があり、船側外板(立上り部等)の凹部が許容値内であるか、または全体的に変形していないかを渠底又はドックサイドより目視で遠目でまず点検する。	ドローンを飛ばし、該当箇所へ接近し、画像を点検者へ送り、亀裂等の損傷がないかを点検者が確認可能とする。また損傷していない付近の基準面より何mm凹んでいるか又は全体的な最大変形量を計測し、点検者が修理の必要性について判断できるようにする。	1.オプションとして凹み計測センサーを取り付けられるか 2.第2段階として読み取ったデータを外板展開図に自動で反映し、出力することができないか。修理方法を検討する現状データとして活用する。(この範囲で損傷しているなら、どこからどこまで切り替えるか等を検討可能とする。)
	ドローン	【点検・検査】②高所・他舵板、船尾構造部、プロペラ、スラストトンネル等のキャビテーションエロージョンの状況点検	SS&DS時、入渠直後に船底検査があり、遠目で点検する。	ドローンを飛ばし、該当箇所へ接近し、画像を点検者へ送り、亀裂等の損傷がないかを点検者が確認可能とする。またキャビテーションエロージョンの深さを計測し、修理の必要性について判断できるようにする。	1.オプションとしてキャビテーションエロージョンを計測できるセンサーが取り付けられるか。 2.第2段階として舵板構造図に現状を反映できないか。
	ドローン	【点検・検査】④高所船体外部艤装品の腐食や取付状態の点検(マスト等の高所における点検)	マストや煙突構造上部等の高所に取り付けられている艤装品や取付台に対し、腐食・亀裂・緩み等がないかを足場架設や高所作業車を使用して点検している。	ドローンを飛ばし、該当箇所へ接近し、画像を点検者へ送り、亀裂等の損傷、腐食の進行、ボルトナットの緩みがないかを点検者が確認可能とする。	1.オプションとしてハンマリング点検(打撃)して点検する機能を付加できるか。(発錆箇所のハンマリングによる腐食の進行状態を把握して、修理の可否を判断できるようにする。)
	ロボット全般	【検査・品質】③高所・他主要溶接箇所の検査	外板切替や外板・隔壁・甲板工事穴を復旧する場合、復旧後に溶接部の目視検査、及び非破壊検査(RT、バキューム検査等)を実施し、点検者が合否を判定する。	ドローンを飛ばし、該当箇所へ接近し、画像を点検者へ送り、亀裂等の損傷がないかを点検者が確認可能とする。またRT等の撮影が可能だったりバキュームテストの機能があればよい。	1.オプションとしてRT撮影やバキュームテスト用治具を付加できるか。 2.ドローンでなくても外板外面や甲板を遠隔操作で走行できるロボットでもよい。(電磁石やバキューム機能を付加して走行する。) 3.第2段階として外観検査や非破壊検査をロボット自身で合否判断できないか。
	ロボット全般	(検査)船体内部検査	検査員と造船所技師とで一緒に(あるいは分担して)確認している。 PCCカーデッキ、ESP船詳細検査、タンク内検などは特に時間がかかる。	特定の区画を自動飛行し、画像認識等で疑わしい箇所をマッピング。夜間(作業員がいない時)に実施できればなお良し。 たとえば、PCCのカーデッキのピラーに1箇所亀裂が発見されたら、他に同様の損傷が無いかすべての箇所を確認する。	1.ロボットが船内(磁性体で囲まれた空間)で正常に作動するか。 2.自動飛行。 3.損傷が疑われる箇所の特定制法。
	ロボット全般	タンク内検自動ロボット	狭い区画や、ガスが抜けない場合、真夏の熱中症対策。	マンホールより、ロボットをタンクにいれることにより、その後は、自動で損傷等を発見して、映像と場所が残せる。ロボットが発見した箇所を、人間が確認し、是正検討を行う。	1.損傷等を判断できるか? 2.曲がり、複雑な箇所に対応できるか?
安全管理	ドローン	【安全(HSE)管理】①火気作業時の安全点検	溶断・溶接時の裏側区画や周囲の監視は、人が監視している。	ロボットへ火災検知機能(煙・温度・火炎等)を付加し、作業中監視し、危険が迫った場合、作業員へ通報する。	1.各種検知機能をロボットへ付加する。 2.一般配置図等で船の配置を事前把握し、指定した時間に指定された場所に行って監視できればなおさら良い 3.作業員へ警告すると共に、火災が発生してしまったら指定された安全部署へ通報できればなおさら良い
入出渠・離着	ドローン	【入出渠・離接岸】①本船とドックサイド又は岸壁との距離の把握	入出渠、離接岸はドックマスターが船橋で無線を使ってタグボートやドックセーラーと連絡し、状況把握をしたうえ指揮しているが、連絡が取れなかった場合や、急激な海象状況の変化により船体がドックサイド等へ接触する可能性がある。	ドローンを飛ばし、船体(船橋)上部へホバリングさせ、船橋に設置したモニターへ画像を送ると共に、船体とドックサイドの距離を検知してモニターへ送り、操船作業を支援する。	1.各種検知機能をロボットへ付加してモニターへ伝送する機能が付加できるか。 2.風向・風速、潮流、潮高情報と本船方向・位置を把握して、先が予想できる機能があればさらに良い。

	ドローン	【盤木配置の確認】① 盤木配置図と実際に配置した盤木の整合性の評価	個々の船において入渠前にドッキングプランと前回盤木配置図から今回の盤木配置図を作成し、盤木を配置するが、配置図との最終確認は担当者が盤木ピッチや高さを計測して最終確認している。	ドローンを飛ばし、3次的に盤木配置を計測し、今回の配置図と比較し、その差をアウトプットし、担当者が確認する。	1.ドローンへ3次的データが計測可能な機能が付加できるか。 2.盤木配置図を読み込み、計測したデータと比較する機能が必要。
改造・工事	ロボット全般	改造工事のための事前調査	船主の仕様書がベース。事前に不明確なところがあると寄港地で訪船、現状把握。 (例：どの程度の材料手配が必要か、海難工事・どの程度のダメージがあるか、リードタイムが必要な材料手配も含め。入ってからだと間に合わないこともある。修理の判断材料集め。パイプの切り替えであれば口径だったり長さだったり。レトロフィット系（大物の改造工事）の事前チェック)	内航旅客のフェリーを連続修理。コロナの影響考慮、3密回避。ビデオの活用。	
	ドローン	(改造工事) 改造工事のための船内形状測定	3Dレーダースキャナを用いて人が計測作業を行っている。	ドローンに3Dスキャナを搭載し、空間を自ら把握しつつ狭隘場所も含めて自動飛行し船内の3Dデータを得る。	1.空間形状を自動認識し、障害物を自動でよけることができるか。 2.機体の小型化が必須。
	その他	【配管製作】①高所・他 既存配管を現状どおりに製作し新替える作業	既存配管を部分的に現状通りに新替える場合、取外して工場で型取りして製作している。(使用可能な一品図等の製作図が無い場合)	新替える配管の寸法・形状をセンサーで検知し、後日製作図を作成することができる。良い。(物量が多い時や、高所での配管新替えが発生したときに有効で、運航中に実施できれば、事前製作が可能となり、工期短縮につながる)	1.形状を正確に3次的に検知できる機能が必要 2.高所の場合、要すれば接近する機能が必要 3.取得したデータを製作図に出力できる機能が必要
	その他	(配管製作) 枝管のフランジ位置位置決めを含んだ型取り作業	3DCADもしくは現場型取り管で2フランジの直管、曲がり管のフランジ位置出しの機械化は行っている。	既存のフランジ位置出し装置にロボット1台を組み合わせて、枝管の取り付けを行わせ、製作精度を向上させる。	1.フランジもしくは管の自重に耐えうる構造とできるか。 2.特許の問題。
塗装	壁面走行型	外板及びホルドの水洗い、下地処理、塗装作業の自動ロボット	ゴンドラやチェリーピッカーでの高所あり。船底塗装は、1日中、腰をかがめ状態。水洗いは、夜間作業。	チェリーピッカーの維持コスト削減。作業費の削減。 板に磁石等で張り付く、ヒンジ付きのお掃除ロボのルンバに、ホースが繋がったような形状を想定している。	1.現状に比べてコスト低減できるか? 2.現状に比べて工期を削減できるか? 3.設置や、操作に手間がかからないか? 4.曲がり、複雑な箇所に対応できるか?
	その他	(塗装) 塗装工事への適用	基本的に機械装置を用いた人による作業	1.ブラスティング処理時の粉じん対策。 2.省力化	(まだ具体的な課題が見えるフェーズでは無い。)
クリーニング	壁面走行型	外板及びホルドの水洗い、下地処理、塗装作業の自動ロボット	ゴンドラやチェリーピッカーでの高所あり。船底塗装は、1日中、腰をかがめ状態。水洗いは、夜間作業。	チェリーピッカーの維持コスト削減。作業費の削減。 板に磁石等で張り付く、ヒンジ付きのお掃除ロボのルンバに、ホースが繋がったような形状を想定している。	1.現状に比べてコスト低減できるか? 2.現状に比べて工期を削減できるか? 3.設置や、操作に手間がかからないか? 4.曲がり、複雑な箇所に対応できるか?
計測	その他	【塗装品質】①高所・他 ・下地処理グレード (表面粗さなど) ・清浄度グレード ・膜厚測定 ・雰囲気測定 (相対湿度の算出など)	左記の項目が客先又はPSPC要求を満たしているか、必要に応じ、個別に個別の機器を使って計測して判断している。	ロボットへ各種検知機能を付加し、データをとって、点検者が判断できるようにすればよい。	1.各種検知機能をロボットへ付加する。 2.船側外板や高所の場合、ドローンまたは走行ロボットを活用する。 3.取得したデータよりロボット自身が解析評価、コメントできればさらに良い。 4.PSPCの場合、バラストタンクやカーゴオイルタンク内となり、障害物が多い等の課題が増える。
	その他	(機関) シリンダーライナー、ピストン等の機関部品の計測作業	シリンダーゲージ等専用工具での計測	手作業による計測誤差低減。 多数の計測点を簡易に計測。 危険作業の排除	1.要求精度を満たせるか 2.船内での計測をストレスなく行えるか(取り扱い、重量など)

検査事業者が抱くニーズ

分類	対応技術	対象	現状	(新)ロボティクスへの期待	ロボティクス化への課題
計測	ロボット全般	一般	足場、チェリビッカー、ゴムボート等を使い、検査員が目検、計測	社員作業負担の軽減、高所作業回避による事故リスク低減。 計測と同時に記録が出来る。 レポート作成が容易になる。 揚げ地、航海中等場所を選ばない検査が可能になる。 目視のみではなく板厚計測が可能になる。	1.足場レス環境で計測できないところがあったとき、対応できるか 2.ロボットが計測箇所を正しく認識できるか 3.自社でロボットオペレーターの育成ができるか？ 4.現状に比べてコスト低減できるか？ 5.ロボティクス化を船社（発注者）および船級が同意してくれるか 6.作業効率は上がるか、下がるか 7.腐食（錆）がある箇所でも板厚計測できるのか？ 8.作業施工地（造船所、揚げ地〔製鉄会社等〕）のロボティクス使用を同意（許可）してくれるか？ 9.検査場所が海外の場合の対応(各国への持ち込み、操作許可)は可能か？
	ドローン	生産性	クック区画等の閉鎖区画の上部エリアでの板厚計測が困難で、足場架設orラフトボートの手配が必要。	オペレーターが誰であっても、求めるグレードのデータが検出できる。これを計測デバイスのハード面で押さえない。	1.閉鎖空間かつ磁性体製構造物の場合、ドローンをコントロールするプロトからの信号を適切に受信できない。 2.防爆エリアに対応できるドローンが現状で存在しない。
	ドローン	計測品質, データ品質	板厚計測対応可能と言われるドローンが存在するが、実情での現場では使用できない。（正しい数値データが求められない） ドローンで目視確認可能な箇所は通常表面のみである為、本当に確認したい部材裏面は通常見ることができない。 (例：HOLD FRAMMEやDECK LONG.のフェース材裏面等)	小型化	1.複雑形状部を検出できるツール開発
	ロボット全般	コスト	計測デバイスとオペレーターの投入期間が成果価値。	ロボティクス導入により高所&暗所での計測がより安全に、要求規定通りに実施できる。	1.「①投入価値」「②ロボティクス導入費用」「③安全確保」「④足場やチェリビッカーの手配不要」...の4者の総合価値を発注者様が受け入れ可能かどうか？
	ロボット全般	計測工期, 所要時間	計測オペレーターがチェリビッカーを使用できる割り当て時間内で高所の計測作業が可能。（昼休憩のみ使用, 早朝のみ使用, 本日は他業者が使用...等の割り当てがある）	高所計測について、チェリビッカーの使用前提からロボティクス代替可能ならば、計測オペレーションの作業時間設定の制約条件が無くなる。	1.ロボティクスはいつでも使用可能？日没後の夜間でも可能？ 2.駆動時間（電源放電時間）もある程度継続可能？
	ロボット全般	安全性	はしごやチェリビッカーを使用しても実際のところ高所作業はコワイ。(チェリビッカーは油圧駆動なのでスムーズ動作とは言えず、怖さに慣れるしかない)	計測対象箇所にオペレーターが接近するのでは無く、計測用検知デバイスだけが接近すればよい。高所, 水中, 危険環境内どれも同様。	1.ロボティクスに搭載した計測デバイスの検知センサーは、高所だけでなく複雑形状部でも検知可能？（例：サイドシェル部, ホールドフレーム部材の「フェース部」「ウェブ部」両方の板厚を検知可能？）
	ロボット全般	安全性	人が対象区域に入ってオペレーションするので、作業環境がガスフリーであることが必須。	ガスフリー環境であればロボティクスが安全作動する。（酸素濃度21vol.%且つ石油ガス濃度0.05vol.%以下を確保した状況での安全作動）	1.ガスフリー環境に対して一般的な安全確保を備える構造になっているか？
	ロボット全般	オペレーターのスキル	トライ&エラーを繰り返しながら、ROV操作経験を重ねつつ、オペレータースキルを向上させている。（現状のトレーニング機関は一般的なトレーニングメニューしか体験できない）	（前述項目"A"に関連）船内でロボティクスを使用するための制御方式はオペレーターにとってシンプルで、操作簡単な仕様であること。	1.ロボティクス操作をどれだけ簡素にできるか？ 2.駆動中に緊急事態発生した場合、セーフティロックがかかる？（安全に瞬間的に作業停止をサポートできるシステム？）

ロボット全般	生産性	1つの船艙内での計測ではチェリビッカードまたは作業足場を用いて高所計測を作業できる。	チェリビッカードを使用せずとも、RITで代替できる。（アフロートでのオペレーション時、チェリビッカードを搬入できなくともRITで代替できる）	1.いつでも、どこでもロボティクスを使用できる？船舶の閉鎖区画内での使用を前提とする制御方式は？→「磁性金属囲壁内での操作」「GPS情報の受信が不安定な状況での操作」「まったく採光ができない暗所での操作」「非磁性金属囲壁内作業も（状況により）あり」...が可能？ 2.使用する区域へ持ち込める？マンホールの開口サイズ以内にコンパクト収納可能？人が持ち運べる重量？一般的な耐振動、耐衝撃性を有する？
ROV	生産性	船体外板部や船底部など、アフロートでの計測作業が不可能な箇所があり、ドライアップ工程での計測が前提となっている。	ホールド内にチェリビッカードを搬入しても計測できない船首、船尾、船底部の外板等も（アフロートで）計測が可能になる。	1.計測センサーの設置上、配置上の問題点。飛行ドローンや水中ドローンで船体画像を撮影するように、計測デバイスセンサーを該当箇所にあてがえるか？
その他	計測品質、データ品質	計測機器のグレードにより検出値のバラツキが異なる。（小型・軽量・単機能の機器は個人スキルの影響を受け易く、バラツキ大の傾向）	オペレーターが誰であっても、求めるグレードのデータが検出できる。これを計測デバイスハード面で押さえない。	1.板厚計測の検出デバイスを搭載できる？ 2.搭載したデバイスは検出操作&データ保存&データ転送を遠隔操作可能？

船級協会が抱くニーズ

分類	対応技術	対象	現状	(新)ロボティクスへの期待	ロボティクス化への課題
検査	その他	一般	検査員による現場立会	<ul style="list-style-type: none"> 検査員作業負担の軽減、高所作業回避による事故リスク低減 メンテナンスが適切に実施されていることを間接的に把握できる仕組みを構築したい。 板厚計測業者や非破壊検査業者が作成する記録と検査員のレポートを一元管理したい。 	<ol style="list-style-type: none"> 足場レス環境で不具合が検出されたとき、対応できるか。 ステークホルダーにまたがり同一データの利用が可能か。
	ドローン	目視検査・外観検査（デッキ上、デッキクレーン、外板）	検査員が歩いてみて回っている。下から見上げている	RITでより効率的もしくは安全に実施できれば。（例えばドローン）	<ol style="list-style-type: none"> 全体的におかしいところは見つけられそう。あとは、溶接部等の詳細をどこまで確認できるか？ ドローンの死角（影）になるところをどう対応するか？
	ドローン	記録	アナログ	経年劣化の把握（新造時からの劣化程度をデジタル情報で把握できるとよい）デジタルツイン的発想。	<ol style="list-style-type: none"> より高度な状態把握ができるか？
	ロボット全般	内部検査	規則上は可能。	<ul style="list-style-type: none"> そもそも高所は遠目での目視でしかみれないので、RIT活用により検査品質向上が期待できる。 不具合発見時の対応が容易に。 	<ol style="list-style-type: none"> 船齢が高くてもRITも使えるか？ 検査対象の状態にどこまで依存するか？ 通信系（検査員へのリアルタイムでの映像提供）
	ロボット全般	精密検査	規則上は可能。実績もある。	<ul style="list-style-type: none"> アフロート等でチェリーピッカー等を入れることができない場合の代替処置（検査パターンの増加） RITの普及（選択肢の拡大） 自動検出、自動計測、デジタル記録等、アナログ的作業からの解放（作業効率の劇的改善） 	
	ロボット全般	板厚計測、非破壊検査	規則上は可能。実績はあるが、塗装状態の良い場合のみ実施可能。	<ul style="list-style-type: none"> 検査員が必要と認めたときにその場で測れることが理想。 	<ol style="list-style-type: none"> 測定精度と汎用性（適用制限） 錆や泥
	ロボット全般	非破壊検査手法	UT/RT/FAUT PT/MT	<ul style="list-style-type: none"> より精度の高い新しい手法があれば 	<ol style="list-style-type: none"> NDTをパルス（渦電流）で実施するという事例も聞いたことあり
	ROV	水中検査（船底検査、水で満たした区画の内部検査/精密検査）	規則上は可能。実績あり。	<ul style="list-style-type: none"> 外観検査に関してはダイバーと同等ぐらいは今でもできている。 環境的にダイバーが入れないときにROVが使えるとよい。 BWTを漲水した状態でも検査が可能になる 	<ol style="list-style-type: none"> 海流が早くダイバーが入れないときでも使えるか？（船底検査） 照明、検査効率（区画） ダイバーだと映っていない箇所もダイバー本人が確認しているが、ROVでは全てを映す必要がある？⇒ルンバと同じことができれば。