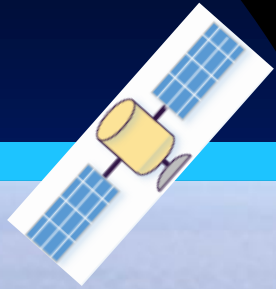


2021年3月24日 東海大学 金子 仁

船上搭載型のシートによる 船体汚損防止システムの開発

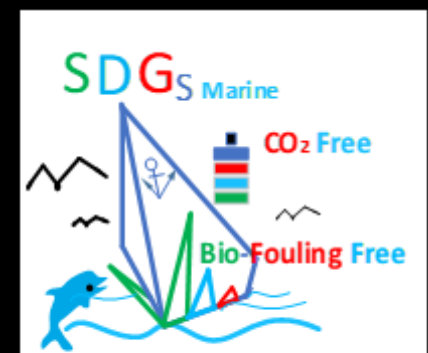


目次

1. 開発の背景/目的
2. 船体汚損事例(生物移動の可能性)
3. 船体汚損防止技術
4. シートによる汚損防止技術
5. 船上搭載型シートによる
船体汚損防止システムの開発
6. まとめ



1. 開発への背景/目的



1. 国境を越えた生物移動抑制の要求(更なる技術)

規制: NZ、USA。今後、バルト海諸国?、オーストラリア?、IMO?

2. 経費削減: 船体抵抗(Zero Emiss.時代でも継続)

燃料費、保全費(5年~Dock)

3. 環境保全・社会貢献の要求 経営への圧力

: 世界からの圧力、取引会社からの要求

グリーン志向(消費者からの選別)

・生物多様性保全・CO2削減・バイオサイド削減

・ポリマー(マイクロプラスチック様)削減 ・VOCの削減

4. 海事ビジネスの活性化の要求

・事業競争・差別化 ・新海事産業創出

・先駆者利益 ・若者の参加

要求へ資する船体防汚システム提案

SDGs
ESG

【船体抵抗(燃料費UP)資料】

船底汚損の進行にともなう船体抵抗の増加と船速を維持するために必要な軸馬力の増加

船体汚損状況	ΔR_{TS}		ΔSP	
	(kN)	(%)	(kW)	(%)
なめらかな船体表面			-	-
船底防汚塗料を塗布した船体表面	66	3%	1,553	3%
軽微なバイオフィルムが形成された船体表面	182	7%	4,300	7%
重厚なバイオフィルムが形成された船体表面	303	12%	7,202	12%
小さなフジツボが成長した船体表面	485	19%	11,699	20%
中ぐらいの大きさにフジツボが成長した船体表面	715	28%	17,519	30%
大きなフジツボが成長した船体表面	1,088	43%	27,515	47%

スライムでも10%UP。

燃費やCO2排出削減のマイクロファウリングの付着防止の有効性

ΔR_{TS} : 船体抵抗の増加分; ΔSP : 軸馬力の増加分。

「曲面に添って浮上するマイクロバブルの船底汚損生物に対する忌避効果の検証」
神戸大学大学院海事科学研究科 三村 治夫

船体汚損防止 市場

バラスト水処理装置市場
IMOにより2017年から規制

2017年度 5,000億円
2020年度 5,000億円
2025年度 3,000億円

テクノ・クリエイイト社 予想

出典:テクノ・クリエイイト社
「バラスト水処理装置の市場の現状と動向」
TechnoCreate Monthly Journal Vol.25(2017)

船体汚損防止システム市場

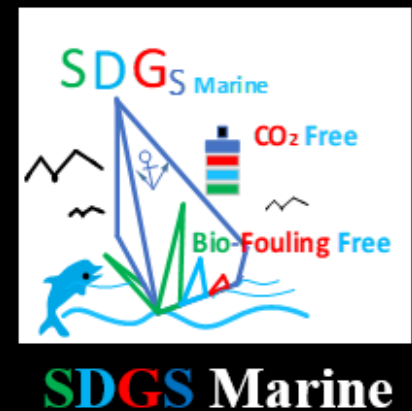
**船体汚損防止システム
の市場は**

More ?

と、考えられる。

2. 船体汚損事例

防汚塗装の性能 防汚塗装の環境問題懸念



SDGS Marine

船首



アンカー傷/ドラフトマーク
マクロファウリング

スライムは船体抵抗に影響



Groomingで除去可能か？



船中央

マイクロファウリングの定量定義、監視・除去技術は？



塗装の剥げ

溶接部の衰耗

マクロファウリング

課題：盤木部



船中央



船尾

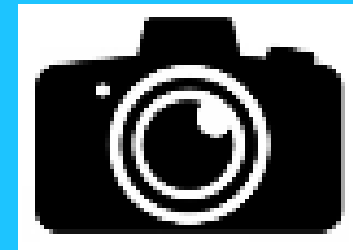


ビルジキール

バウスラスタ



ソナー



ニッチ部

運航データでモニターできない

シーチェスト



ニッチ部

プロペラ

ロープガード



ロープガード内

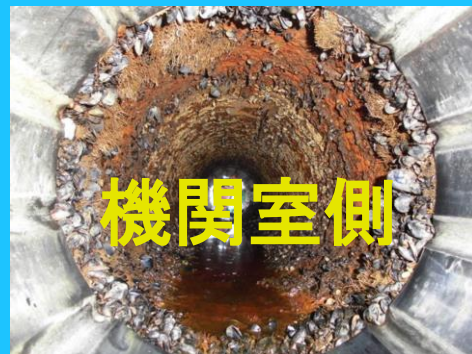


舵



移動、放卵の可能性大

船尾管

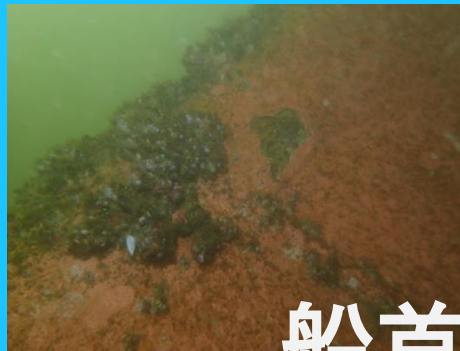


機関室側



プロペラ側





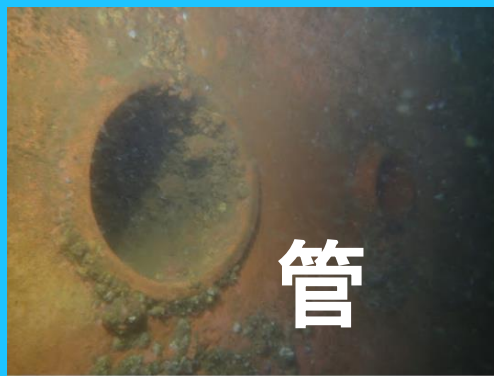
船首



喫水付近



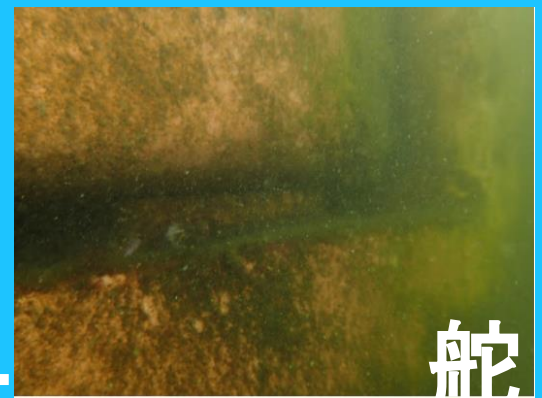
ドラフトマーク



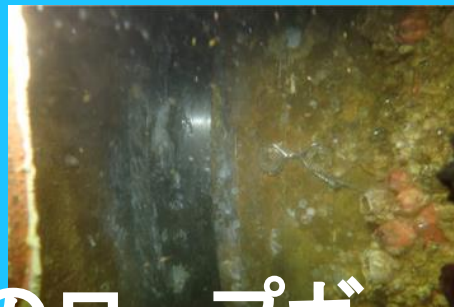
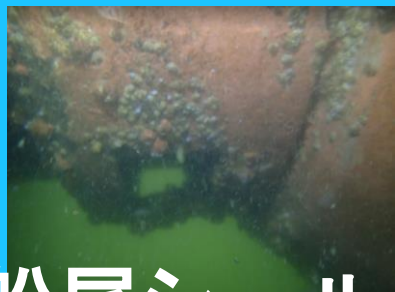
管



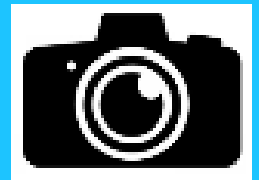
シーチェスト格子



舵



プロペラ



船尾シールのロープガード

【水中洗淨の例】

外来生物、塗装片（ポリマー/バイオサイド）
の排出、拡散Risk



二次汚染の懸念

許可港湾の減少

バラスト調整時間
（運航費）

デブリの回収の必要性？

作業は、気象・海象に左右される

水中洗淨ロボットでも同じ問題の懸念

- ・生物の越境移動の可能性あり

現状の手法(塗装+水中洗浄)に限界あり

- ・水中洗浄は環境問題の懸念あり。

国内外で禁止港湾あり

- ・塗装の新たな環境問題の懸念？

- ・水中洗浄では時間がかかる(バラスト調整)

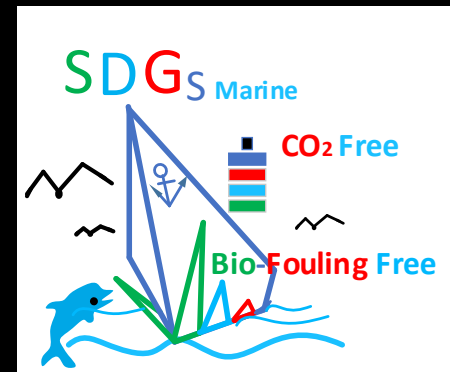
- ・運航データで把握できない汚損あり(ニッチ部)

直接監視が必要

生物移動の抑制、海洋環境保全には

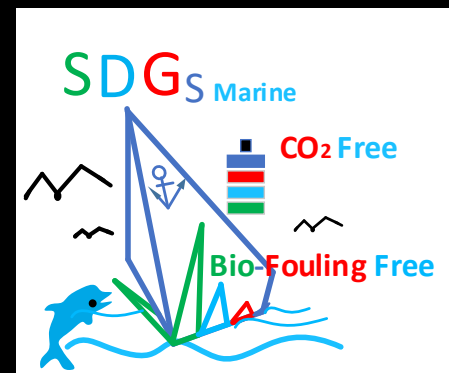
新対策が必要

4. 船体污損防止技術



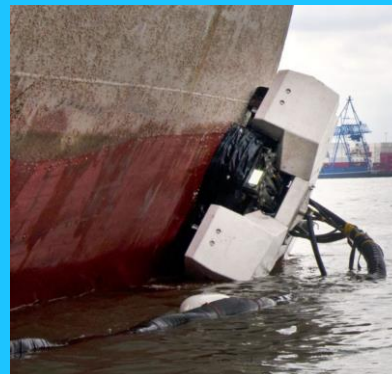
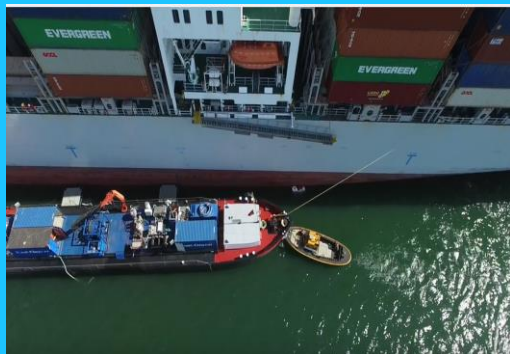
SDGs Marine

4.1 水中洗浄ロボット



SDGs Marine

(1)オランダ Fleet Cleaner



作業船、複数人の作業員が必要。ダイバーが必要と思われる

出典：Fleet Cleaner - Ship hull cleaning without downtime - YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=MFmKh847jZk>

(2)オーストラリア HST:Hull surface Treatment



ドイツの大手コンテナ船社、燃費 \$1.2Million削減

出典：Hull Surface Treatment (HST) - YouTube

https://www.youtube.com/watch?v=L_tkdVH_cd0

(3)ノルウエー/JUTON (ヨートン、塗料メーカー)



塗料メーカーがロボット開発/サービス展開
塗料＋新技術

Partner: **Kongsberg, Semcon, DNV GL, Telenor, Wallenius Wilhelmsen, Berge Bulk and Maersk**

・ **JUTON**が、ロボット(Hull Skater)をService in。

MSCのコンテナ船に搭載: Proactive Cleaning、Grooming 手法

出典; 1)【JUTUN HP】 :<https://www.mynewsdesk.com/no/jotun-group/pressreleases/jotun-announces-revolution-in-proactive-hull-cleaning-with-ground-breaking-hull-skating-solutions-2981468>

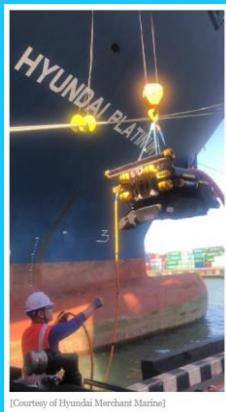
2)【海事プレスON LINE】 2020年10月8日

3)【Shipinsigat】:<https://shipinsight.com/articles/jotuns-hullskater-to-revolutionise-hull-cleaning/>

(4)【韓国】

①現代商船での利用

②三星重工製ロボット



出典：亜洲経済誌：

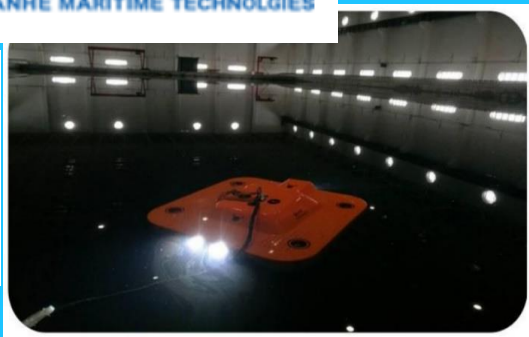
<https://japan.ajunews.com/view/20200303113443833>



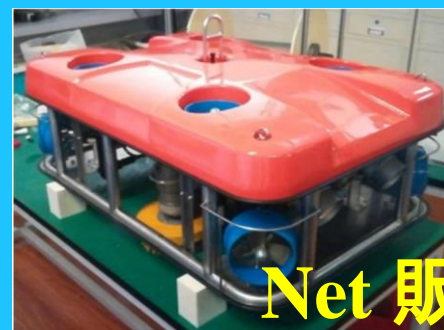
③バラスト水処理装置メーカーのテクロス社の展開：

プロペラ・舵の隙間を含む船体汚損防止Solutinの提供。水中洗浄ではデブリを回収。(韓国および我が国船社と共同開発)。 出典;日本海事新聞2021年3月10日

(5)【中国】



Qingdao Taidarh Machinery Industry Co., Ltd.



Net 販売 18

①ロボットの特徴/懸念

- ・水中洗浄である。除去物（塗装片、化学物質、生物）の拡散の懸念
港湾管理者の許可が必要
- ・オペレータ、作業船が必要。大人数
- ・ロボットは運航に障害を与える可能性
- ・港湾の天候に左右される

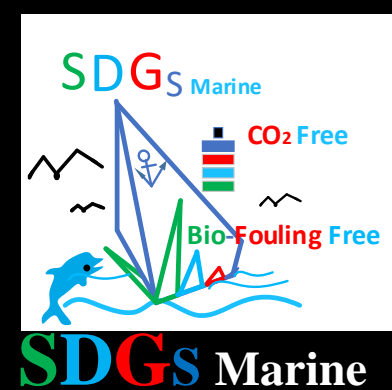


②世界は開発が進んでいる。

既にService In **塗料メーカーが異業種と協業**

③EUなど**Grooming、Proactive method**の推進

④燃費軽減に有効

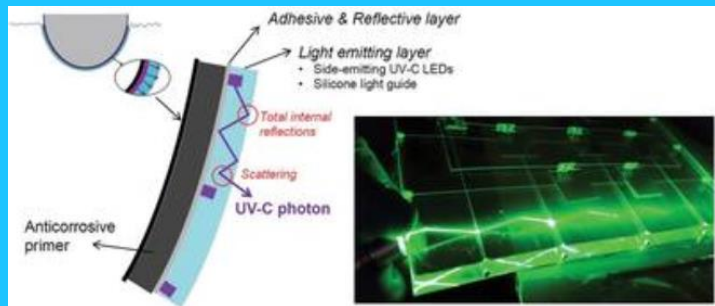


4. 2 紫外線の利用

マイクロファウリング対策

異業界からの参入

(1) AKZONOBEL (塗料メーカー) / フィリップス オランダ、米国、オーストラリアで開発。



UV-Cによる船舶の船体の生物付着防止
Nick Huijnen, 技術者, AkzoNobel Coatings, Felling, UK/フィリップス・リサーチのロイヤル・フィリップス、アイントホーフェン、オランダの上級科学者、ミシェル・ジョンソウズ、30 10月 2018



出典: Marine Link :<https://www.marinelink.com/news/uvc-keeping-ship-hulls-free-biofouling-443251>

船体汚損対策

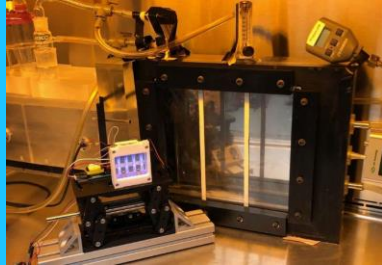
深紫外線LEDの利用

(2) CRYSTAL IS社 / 旭化成(株)



出典: <https://www.youtube.com/channel/UCPLAwYCGSieluufUZhWwqOA> 21

(3) Columbia 大学 **新型コロナ対策**



Using the Power of Light: Preventing the Airborne Spread of Coronavirus and Influenza Virus



出典: <https://news.columbia.edu/ultraviolet-technology-virus-covid-19-UV-light>

(4) AMAZON

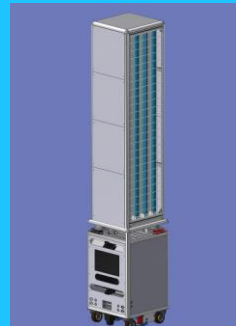


出典: <https://www.businessinsider.com/amazon-builds-uv-light-robot-to-kill-coronavirus-on-surfaces-2020-5>



倉庫

(5) **SOFT BANK**



紫外線は医療現場で利用されている

量産/コストダウン

出典:
<https://www.signagekun.com/cuboid-uvc>

【UVC LED メーカー】 新型コロナ対策

(6) 日機装(株)

■ 製品特長

- ・ 高照度 80 mW/cm² (285 nm, WD=10 mm)
- ・ LED員数 120 個 (8 x 15)
- ・ 水冷ジャケット
- ・ 複数ユニット連結可能

■ 用途例

- ・ 殺菌, 樹脂硬化, 表面改質, 評価用光源

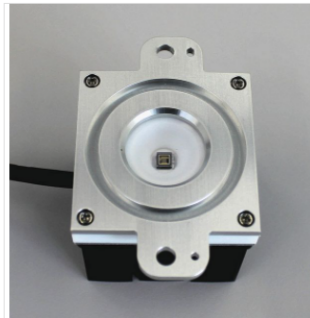
(7) 豊田合成(株)

(8) スタンレー 電気(株)

波長265nmで
世界最高レベルの
50mWを実現

【朝刊】 豊田合成が殺菌LEDを量産へ コロナ対策に期待 **中日新聞**

2020年5月27日 09時00分 (5月29日 19時34分更新) | 会員限定



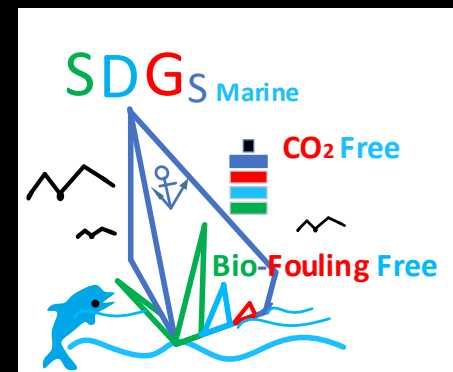
豊田合成が開発した深紫外線LEDの光源=愛知県あま市で

トヨタ自動車グループの豊田合成（愛知県清須市）は本年度中に、菌やウイルスを殺菌する深紫外線LED（発光ダイオード）の量産に乗り出す方針を決めた。深紫外線は新型コロナウイルスにも効力があるとされ、同社は現在、研究機関と確認試験を進めている。新型コロナウイルス対策で殺菌に対する社会の意識が高まる中、照明に続く次世代LEDとして販路拡大を目指す。

深紫外線は、大腸菌やインフルエンザウイルスなどを不活化できるほか、水や空気を浄化する効果もある。同様の効力がある水銀ランプに比べ、LEDは低電圧で瞬時に点灯し、小型化できる利点があり、量産体制の構築に向けて各社がしのぎを削る。さらに、米研究機関などが新型コロナウイルスへの効果を確認し、病院などでの活用を想定したLED殺菌灯の製品化の動きも活発化している。

性能UP、量産、コストダウン

4.3 その他の技術



SDGS Marine

(1) TiO₂シートを利用した防汚

(2) 海水電解

導電塗膜、導電シート、
電極による方法。



(3) 界面活性剤



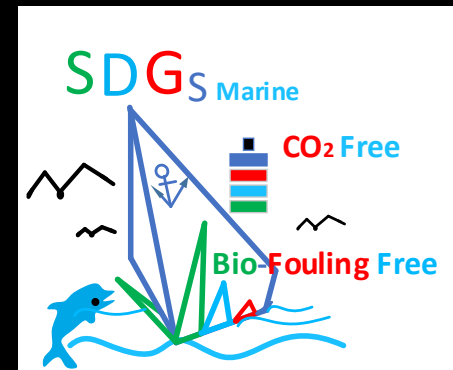
(4) 超音波の利用



ドイツ、船体汚損防止用

出典：<https://sonihull.com/ultrasonic-antifouling/>

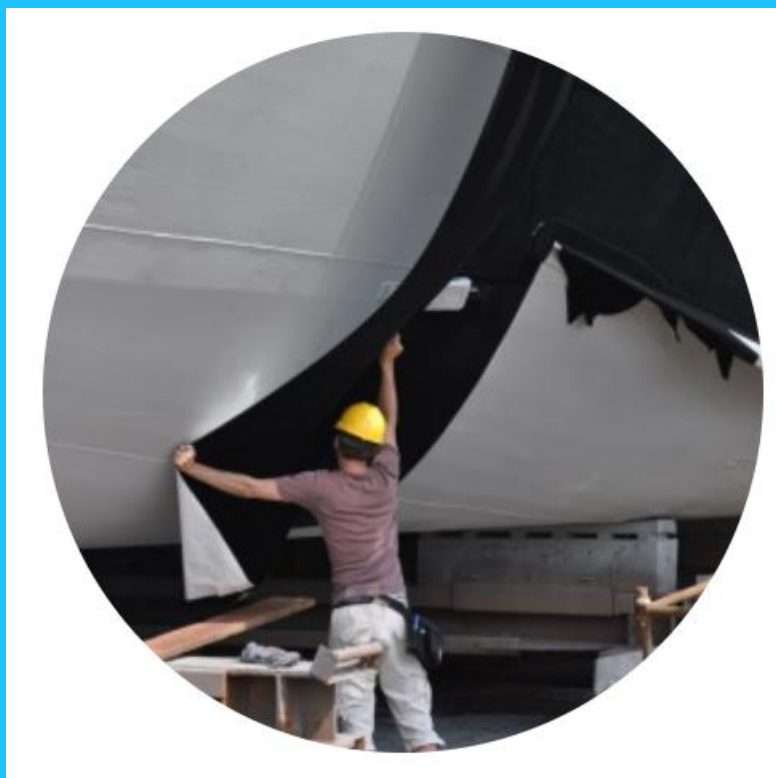
5. シートによる汚損防止技術



SDGs Marine

(1) Micanti社

オランダ



Thorn-D



出典：<https://www.micanti.com/smooth/>

(2) 金子の研究



①背景 毎年汚損:

船速低下、水中洗淨、上架清掃、海中および岸壁にデブリ飛散

* 大型船と同じ問題

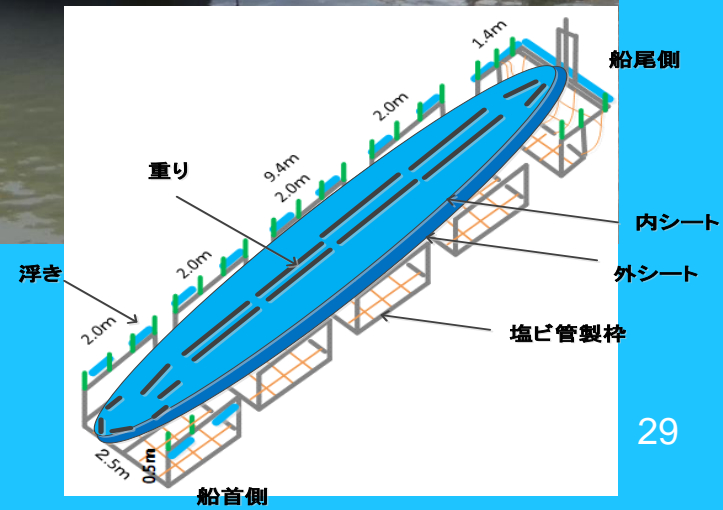
②2013年からシートで船底を覆う防汚システムを研究。

③防汚原理 **Proactive Measure**

- ・遮断: 生物、餌、酸素、光
- ・棲息環境悪化: 海水量減少、流れなし、塩分濃度、海水温度
- ・シートとの摩擦(Grooming): 定着阻止

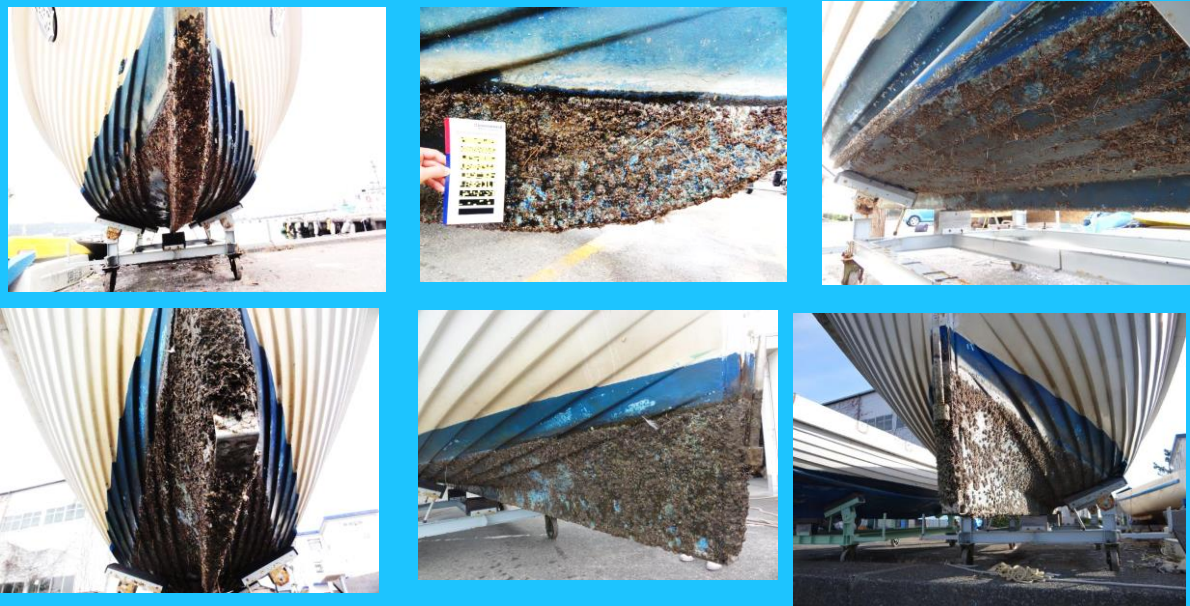
【定置型システム】

浮きドック様
/係留時、外海水の遮断

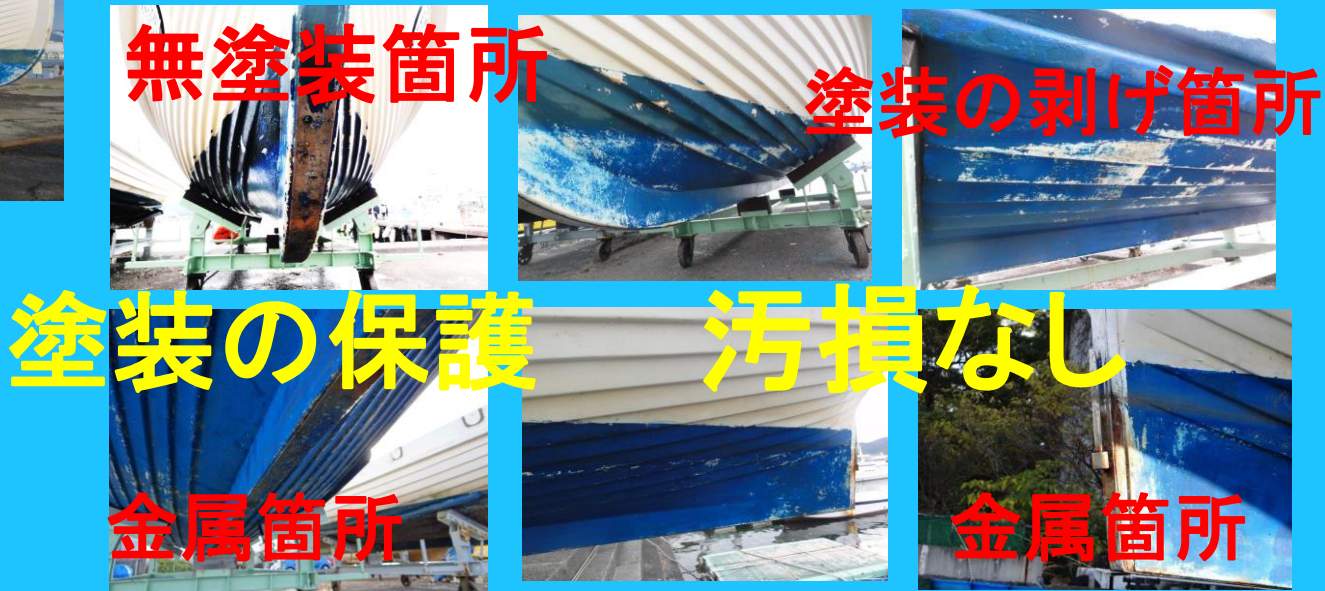


【2019年】3月5日～12月7日 防汚結果

非適用艇
激しく汚損



適用艇
汚損なし



非適用艇



実験艇



スクレーパで掃除後
要サンドブラス

船底掃除不要
塗装を保護
メンテナンス削減

船底表面平滑度

燃料費、保全費

短期間実験に利用

7年間、実験に利用

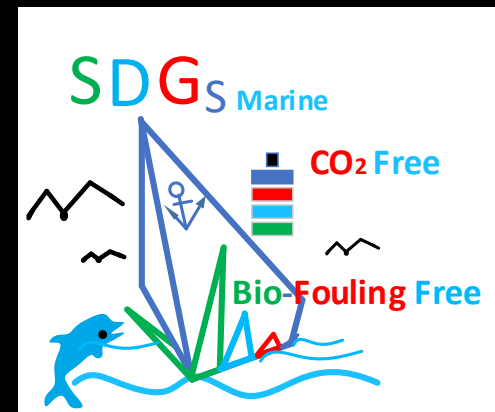
6. 船上搭載型シートによる 船体汚損防止システムの開発

【基本となる技術】

特許第 6831154号

特許権者 金子仁、

 旭海運株式会社



SDGs Marine



小型舟艇のシステム

Scale Up ↓

非現実的？

- ・長期係留船
- ・備蓄船
- ・洋上風力発電
- ・ブイ

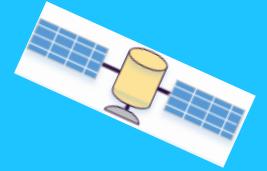


イメージ

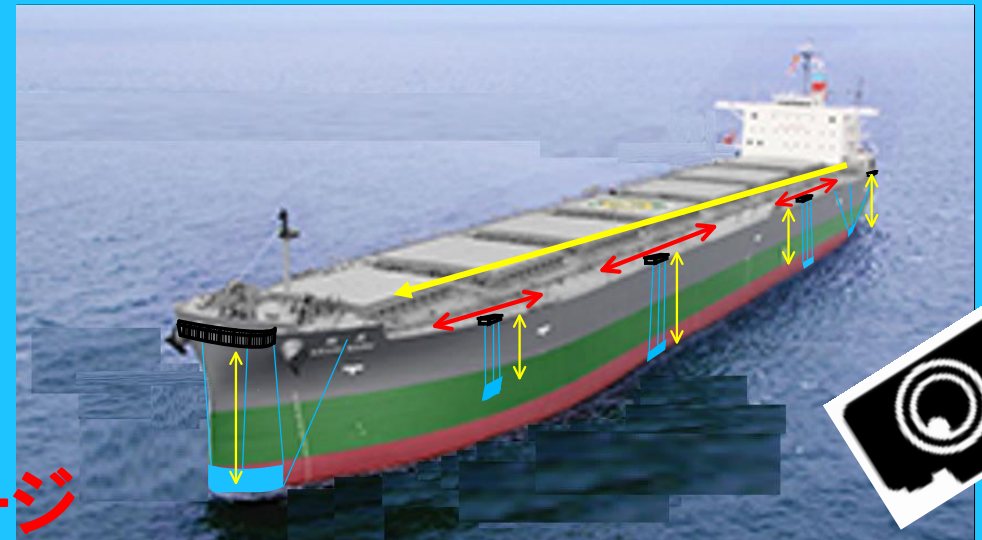
研究開発システム

小型化で船上搭載可能
洋上でも使用可能

全自動 / AI / ロボット化



イメージ



不使用時

船首
サブシステム

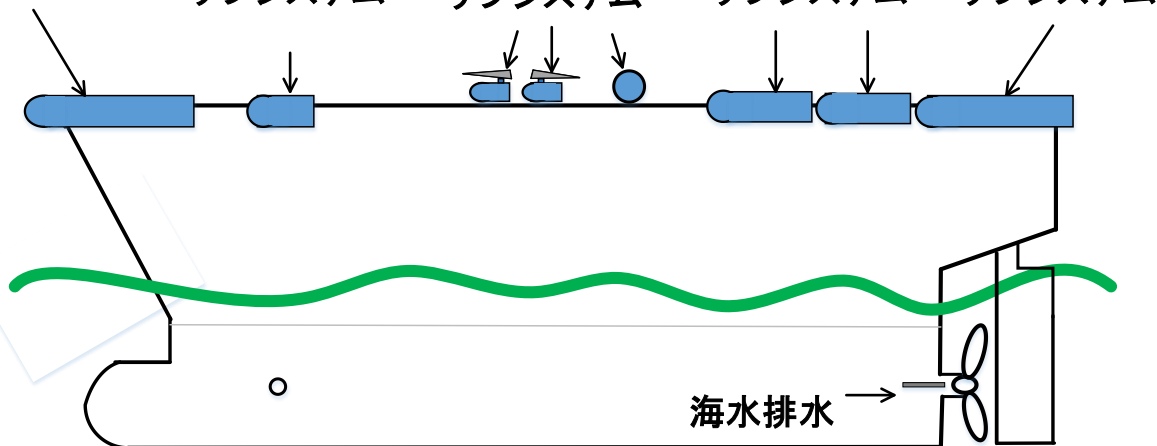
船側
サブシステム

船底
サブシステム

船側
サブシステム

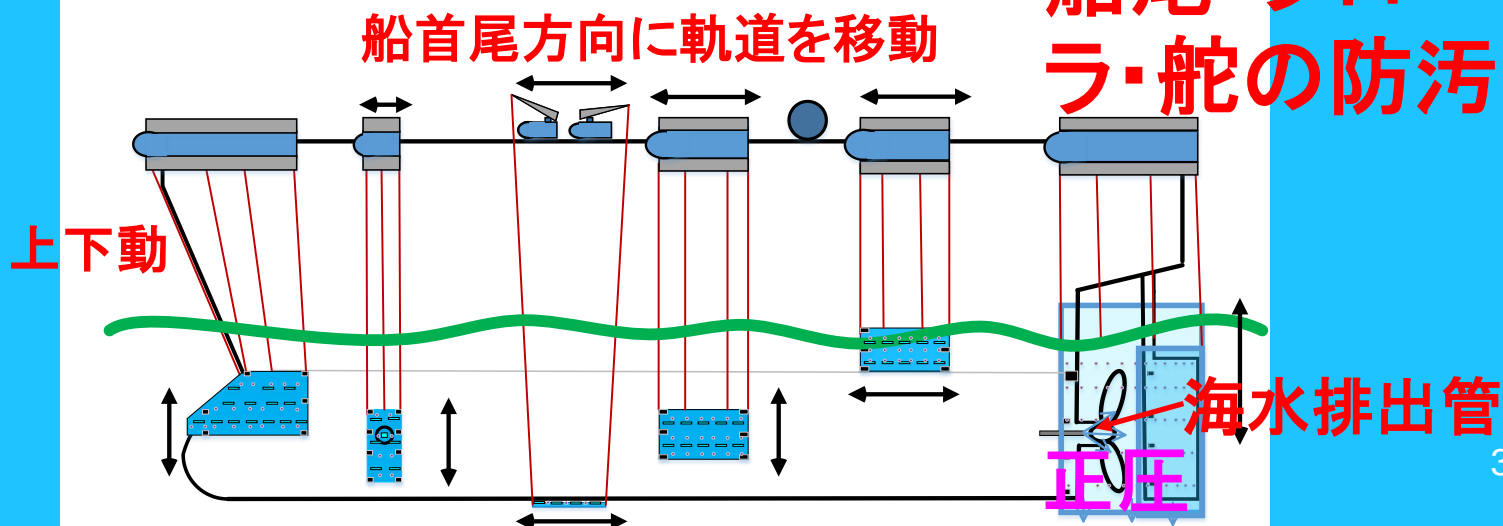
船尾
サブシステム

風浪保護箱



全自動 / AI / ロボット化 使用時

船尾・プロペラ・舵の防汚



【防汚シート(プラットフォーム)の提案】

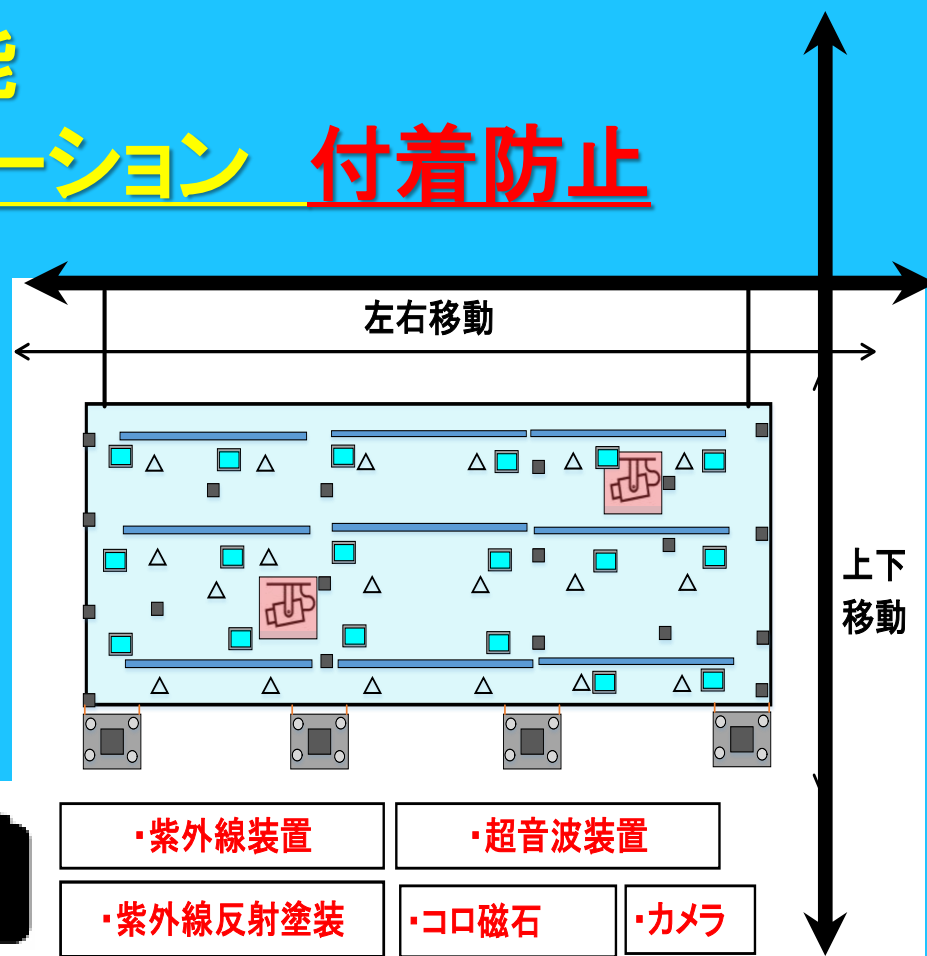
シート: 小型、水平・垂直移動可能

機能強化: 船体防汚機能+DX (Micro Fouling対応)

- ・紫外線: 殺菌、殺滅機能
- ・超音波: 振動・キャビテーション **付着防止**
- ・磁石: 船体への吸着
- ・柔毛繊維: **Grooming**
- ・カメラ:

画像記録、AI制御、
ビッグデータ(分析)

海洋環境Digital



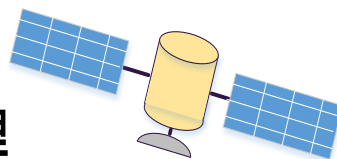
旭海運(株)旭丸での実験風景

2021年3月10日-11日



International Bio-Fouling Management & Bio-Fouling Free Declaration Net Work

- ・画像による分かり易い汚損状況
- ・精度の高い船体汚損状況の監視、管理
- ・行政手続きの簡素化、迅速化
- ・行政費用の削減



海洋環境Digital

Bio-Fouling Management Plan
Bio-Fouling Management Record Book
*Text *Data *Image



港湾監督官庁
Coast Guard



船舶管理会社
塗装メーカー

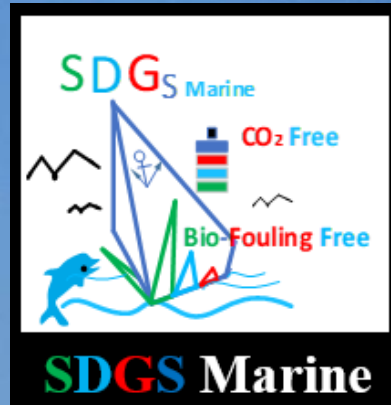
まとめ

海洋環境Digital



1. **生物の越境移動の可能性大**
 2. **生物移動防止、二次汚染(ポリマー等)の対応が必要**
 3. **規制国は増える**
 4. **水中洗浄ロボットは二次汚染対策が重要**
 5. **海外では、技術開発が進展。シート、ロボット、紫外線、超音波**
 6. **バラスト水処理装置ビジネスと同様に他産業からの参入。**
 7. **環境フレンドリー企業への競争。(SDGs、ESG)**
 8. **定置型シート防汚システムは実社会にあり、効果証明済み。**
 9. **搭載型のシートによる防汚システムは期待できる。**
 - ・ **生物移動抑制機能(プロペラ防汚、マイクロファウリング防止)**
 - ・ **塗装の保護、無塗装部の防汚(燃費削減 / 保全費削減)**
 - ・ **我が国発の新技术分野(AI/ロボット/ビッグデータ)**
- デバイスのプラットフォーム、ロボット化:若者への魅力**

共同開発者 歓迎



海洋環境Digital

ご清聴ありがとうございます。
ご支援宜しくお願いいたします。

2013年から一緒に研究を行った学生達です。

