

NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026

プログラムNo.602-3-01

競争的な水素サプライチェーン構築に向けた技術開発事業／
大規模水素サプライチェーンの構築に係る技術開発／
大規模水素サプライチェーンの構築に係る
MCH海上輸送規制緩和に関する研究開発

発表：2026年7月23日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 東野 達也

*団体名 (一社)JH2A、(一財)日本海事協会、ENEOS(株)、千代田化工建設(株)、(株)商船三井

問い合わせ先 (一社)JH2A URL : <https://www.jh2a.jp/>

事業概要

委託期間 2024年6月25日～2028年3月31日（2026年3月末から2年延長）

最終目標

水素キャリアであるメチルシクロヘキサン(MCH)の海上輸送における課題として、**MCH積載量制限(IMO規制)**があげられる。水素の本格普及期に向けて、**MCH大量輸送**を実現するために、安全性を十分担保した上で、IMO規制を緩和し、「ケミカルタンカーによるMCH輸送時の積載容量制限の緩和」、「油タンカーによるMCH輸送」等の実現を目指す。本技術開発事業では**規制緩和に向けた3つの対応案の具体性を調査・研究し、実現可能性を見極める**ことを目的とする。

成果・進捗概要

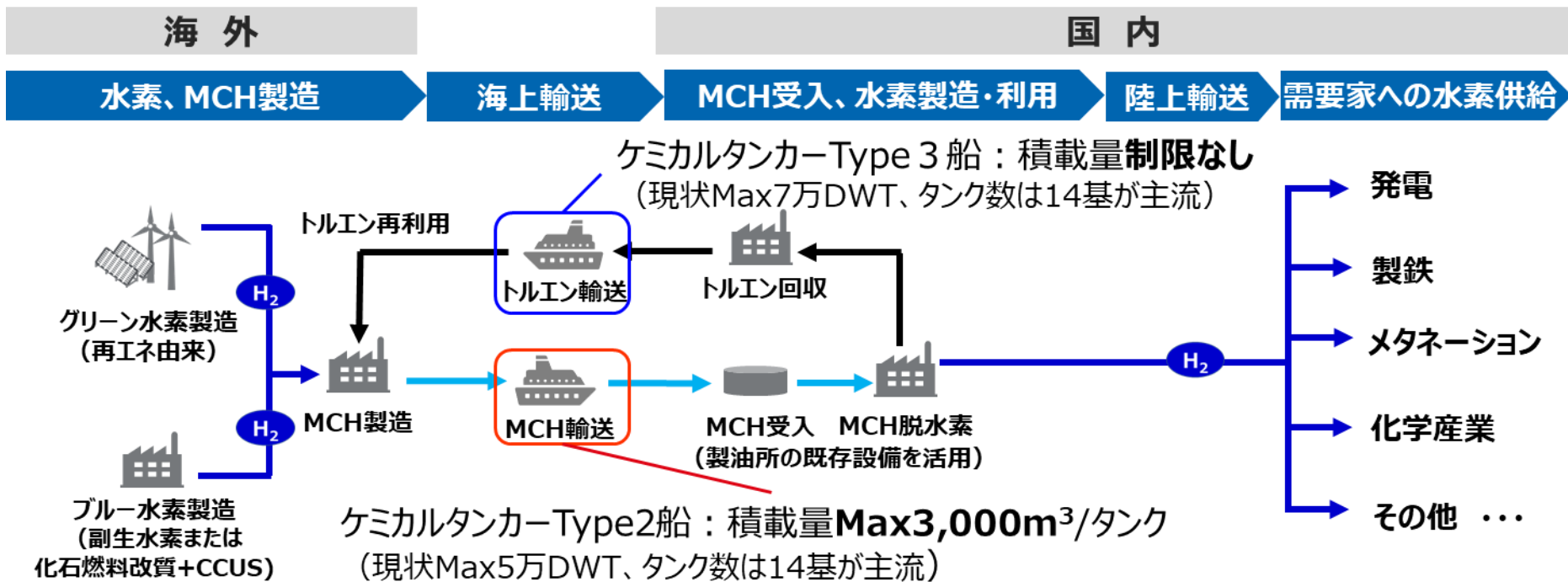
- ①特例措置：社会的大義を理由とした規制緩和提案。仲間づくりを行う
→13団体が本取り組みに賛同。大規模エネルギー輸送という大義に加え、環境影響・安全性と裏打ちされた提案であることを示していく。
- ②代替設計：3,000Nm³/タンクを超える積載量の船に関する「代替設計」の方法を検討
→貨物油流出量、数値シミュレーションによる流出量解析、事故時貨物移送手段検討を実施し、代替設計コンセプトを決定した。25年度にて活動終了。
- ③GESAMP評価見直し：GESAMPが貨物の水生生物への影響を評価し、船型を決定。
改めてMCHの生物影響評価試験を行い、Type3と判断されるデータを取得後、見直し提案。
→海上漏洩を想定したMCH濃度では、生長阻害率1%以下であること確認(Type3と判断)。

研究開発の背景・目的

課題：IMO規制による、MCH海上輸送時の積載量制限(Max3,000m³/タンク)

最終目標：現状ケミカルタンカーType2 → ケミカルタンカーType3 → オイルタンカーへの規制緩和

本事業目的：規制緩和に向けた3つの対応案の具体性を調査・研究し、実現可能性を見極める

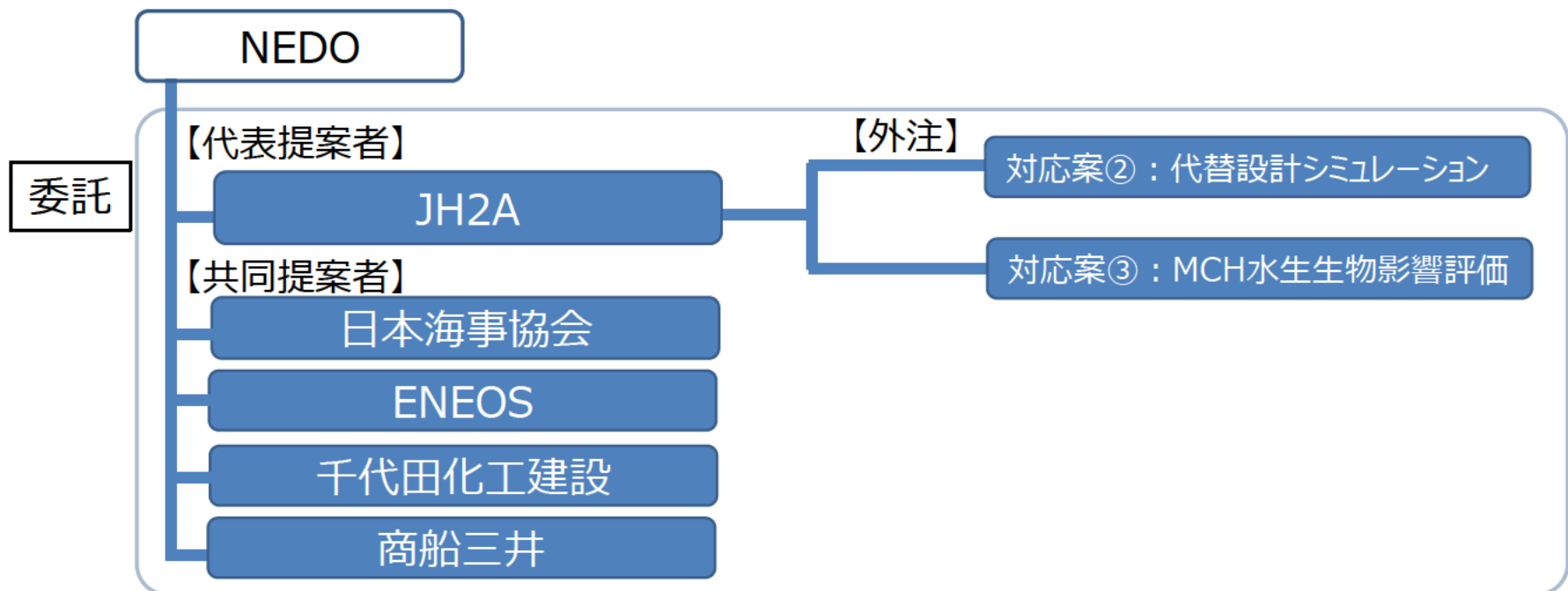


研究開発の概要 ～規制緩和に向けた3つの対応案～

①特例措置、②代替設計、③GESAMP評価見直し の対応案を検討し、蓋然性を見極める。

対応案	本事業での取り組み概要
①特例措置法 社会的大儀を理由に海上輸送の規制緩和を提案する方法。	- 水素キャリアとしてのニーズを理由とした特例措置法の適用は大規模水素チェーン実装時期を想定。 - 長期にわたり協力し合える国・関係機関・企業を調査し、提案ロジックを検討。
②代替設計 IBC Code 1.4で認められている規則から逸脱した設計。国交省の承認が必要。	- Type2船と代替設計船で比較。 - 規定(3000m³/タンク)を超えても設備対応・設備運用により、同様な安全性が確保できるか検討。
③GESAMPのMCH有害性評価見直し IBC Code 21.4.5.2とGESAMPによるMCHの水生生物への影響評価データから船型を規定。改めてMCHの影響評価試験を行い、Type3と判断される評価データを取得後、見直しを提案する方法。	- 高揮発性のMCHは海上漏洩時に水中に残存する確率が低く、生物影響は極めて低いと想定。 - 海上漏洩を想定した試験溶液を調製し、現行法での試験溶液とのMCH濃度の差を把握。 - MCHの生長阻害試験データと合わせ、MCHは海上漏洩しても生物影響が極めて低いことを示す。

研究体制



情報共有・意見交換（アドバイス）・審議

有識者

- ・海上技術安全研究所 益田様
- ・日本舶用品検定協会 吉田様

JH2A MCH海上輸送SWG

- ・JH2A
- ・日本海事検定協会
- ・商船三井
- ・三菱商事
- ・日本海事協会
- ・ENEOS
- ・千代田化工建設

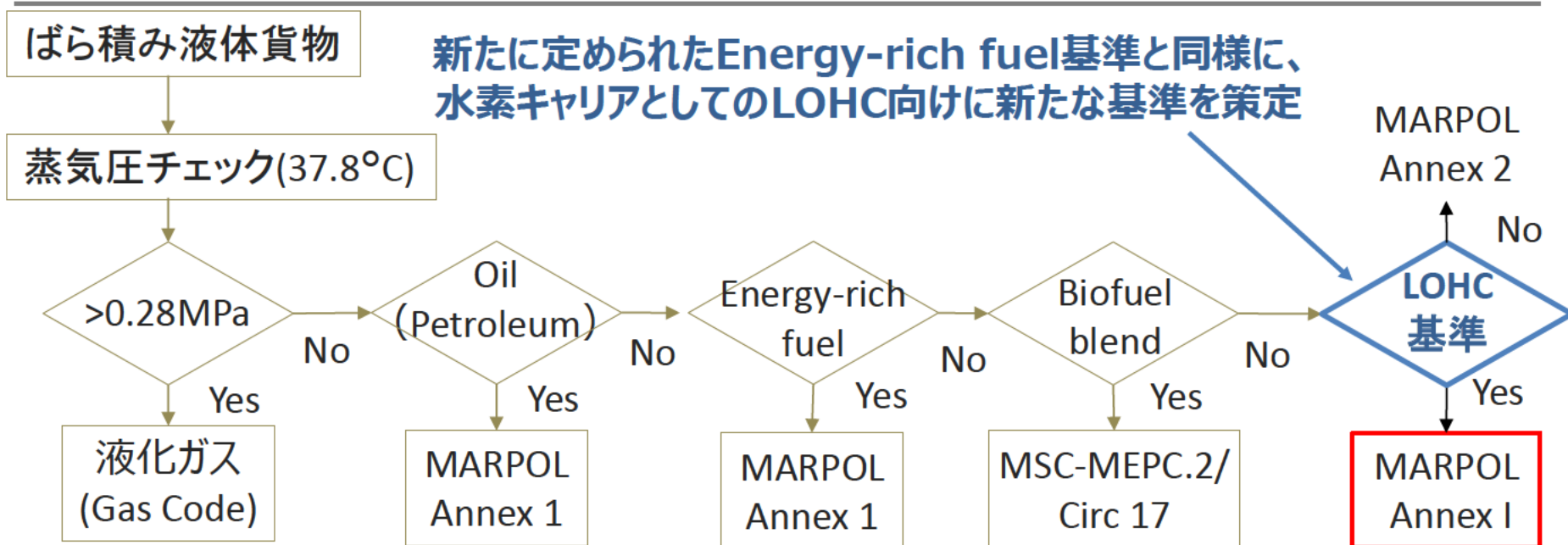
政府関係者(オブザーバー)

- ・国交省（海事局 検査測度課）様
- ・環境省（水・大気環境局 海洋環境課）様
- ・経産省資源エネルギー庁（水素アンモニア課）様

①特例措置 ～取り組み概要～

LOHCが脱炭素の実現に重要な水素キャリアであるという社会的大儀に基づき、オイルタンカーをLOHC輸送に適用することを目標。長期に渡り、LOHCサプライチェーンに関心のある国、関係機関、企業とともに、LOHCサプライチェーンを広く世界に認知されるように海外への啓蒙活動が必要。

ばら積み液体物質の分類指針 (Source:MEPC.1/Circ.512/Rev.1)



提案シナリオ：LOHCとして新たな基準を設けてオイルタンカーの適用を目指すアプローチを検討

①特例措置 ～24・25年度 蘭・独・英ヒアリング結果サマリー～

「特例措置単独ではなく、代替設計・GESAMP評価見直し結果を踏まえた重層的なアプローチの重要性」と、「安全性(環境影響を含む)と需要に裏打ちされた提案であることの必要性」を認識。

1	仲間づくり	✓ 全面談相手から本取り組みに対して賛同を得た (政府3、港湾2、事業者5、業界団体3)。
2	仮説に対する評価	✓ IBC Codeそのものの改定ではなく、新カテゴリを作るという 方針は合理的。
3	安全性と環境影響	✓ 同一レベルの安全性(環境影響含む)が確保されることが 規制緩和の大前提。
4	代替設計の活用	✓ 代替設計船での輸送実績は有益。 ✓ 成果を活用し、安全性、環境影響、効率の比較をすべき。
5	GESAMP評価見直しの活用	✓ 最も直接的かつ実現可能な方法。 ✓ 成果を活用し、IMO内で支持を得るための資料を準備すべき。
6	IMOへの打ち込み戦略	✓ ESPHにて審議されるトピックであろう。 ✓ 数年単位での長期戦。旗国含めた連携を継続すべき。

①特例措置 ～規制緩和効果の定量評価 前提条件～

規制緩和による効果を定量的に示すために、モデルケースにおいて、ケミカルタンカーType2、ケミカルタンカーType3、オイルタンカーで輸送した場合のCI値と海上輸送コストを比較。

輸送ルート

オーストラリア(ブリスベン) → 日本(川崎) 3,934NM※1

年間契約数量

300,000ton-H₂(1GW GT相当)

船舶タイプ※2

- | | |
|------------------|-----------------------|
| • ケミカルタンカーType2 | 48,000m ³ |
| • ケミカルタンカーType3 | 84,200m ³ |
| • VLCC(大型原油タンカー) | 344,000m ³ |

※1:NM : Nautical Mile (海里)、1NM = 1.852km

※2:船舶燃料として用いられるVLSFOのGHG排出係数を95.48gCO₂/MJ、熱量換算を40,200MJ/tonとする



①特例措置 ～規制緩和効果の定量評価 結果～

緩和効果

課題

現状Type2→代替設計→Type3→オイルタンカーと規制緩和することで、効果もハードルも高くなる。輸送実績を重ねることで、IMO提案時に規制緩和の意義を示していく。

	<u>Type2※(現状)</u>	<u>代替設計</u>	<u>Type3</u>	<u>オイルタンカー</u>
MCH積載量 ton/船	36,900 Max 3,000m3/タンク	64,800 Type3同等	64,800	264,000
必要船数	14	7	7	2
適用可能船割合 5.5万DWT級以上の Type2+Type2/3:100	100	N/A 承認された船・輸出入国のみ	240	18,400
運航上の手続き		船毎に船籍国・ 輸出入国の承認必要		
コスト比較 Type2+TYpe2/3:100	100	65 Type3同等、改造コスト未反映	65	30
CI値比較 tonCO2/tonH2	1.4	1.04 Type3同等	1.04	0.44
達成ハードル	-	技術的に対応可能 船毎対応のハードル	MCH有害性評価 見直しデータ必要	IMO新規格策定必要 ハードル高

※ Type2船としても利用可能なType3船も含む

②代替設計 ～概要～

機能要件と期待される性能の明確化、代替設計船の設定、シミュレーション等を通じ、代替設計コンセプトを策定した。国交省安全基準検討委員会での審議を経て、報告書が作成された。

項目	作業詳細	検討結果
逸脱する規則の分析	代替する要件の機能要件の明確化 (IBC Codeには明文化されていない)	1 : 船体損傷時の貨物流出の際の被害を拡大させない 2 : 船体損傷により貨物の流出事故の可能性を最小化する 3 : 船体損傷時の貨物流出の最大量を3,000m ³ に制限する
代替設計船のコンセプト設定	どんな船舶でMCH大量輸送するのか決定 MCH流出リスクは規定を満たす船舶と同等でなければならない	候補1: 既存の海上運送インフラとして配備されているMRタンカー(Chemical タイプIII仕様) 候補2: 機能要件及び期待性能を満足するためにMRタンカーの設計を一部変更した船舶(新設計)
評価方法の検討・実施	簡易手法・数値解析による比較 3000m ³ を超えるタンクを持つ船舶と、規定を満たす船舶との比較	貨物タンク油流出量計算: 代替設計船の貨物流出量が、Type II規定を最低限満たす船舶と同等以上であること確認 MRタンカーを対象とした1タンク損傷時のMCH流出量解析を実施し、MCHの流出量が3,000m ³ に達することを確認
	代替設計手法検討 MRタンカーが規定を満たすための設備対応の検討	MRタンカーにおいて損傷発生タンクから貨物を移送する手段及び設備要件(機能要件及び期待性能)を整理
代替設計手法委員会審議	国交省安全基準検討委員会での審議 2025/12/25、2026/3/25	本NEDO事業で実施した代替設計手法の枠組み、及び承認基準を反映した 委員会報告書 が作成された

②代替設計 ～MCH漏洩シミュレーション～

1. 評価手法

MRタンカー「最大流出量を3000m³以下」を満足できるか確認のため、数値シミュレーションによる定量的な評価を実施。

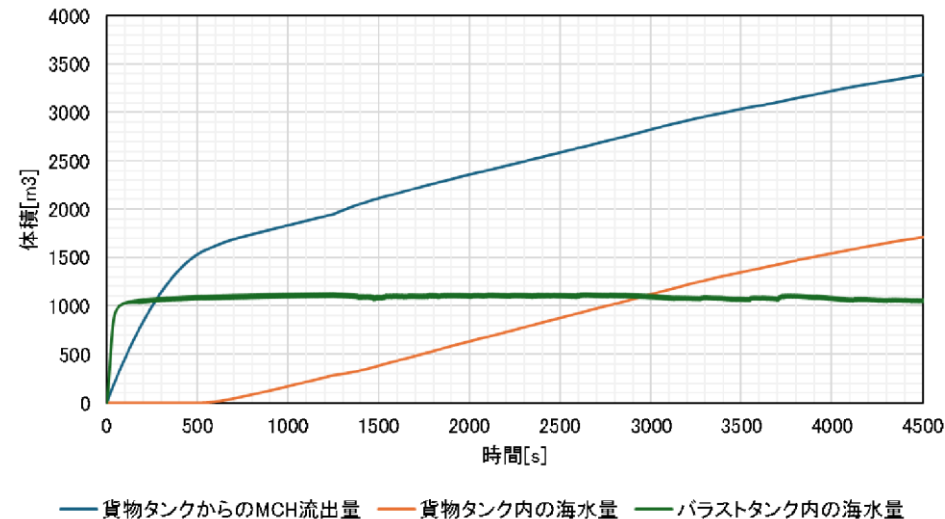
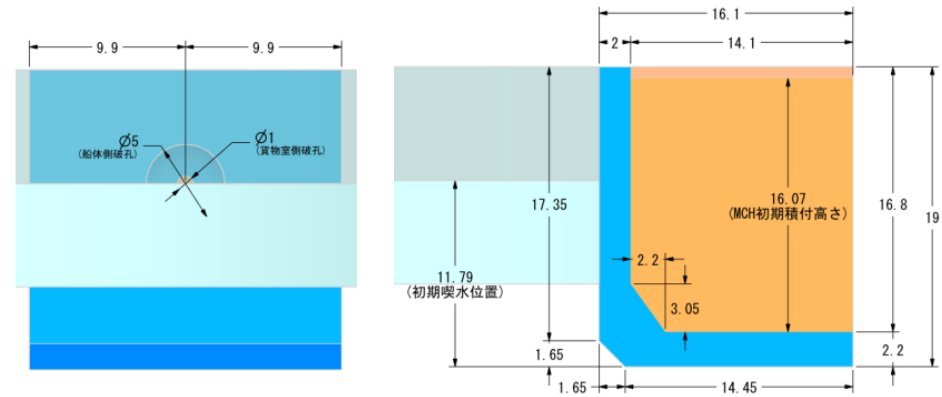
2. 評価対象船及び解析モデル化

MRタンカーの中央部貨物タンク及びバラストタンクをモデル化し、貨物満載時に船側に破孔が生じた状態での貨物流出量を計算。

※破孔の位置・大きさは、過去衝突事故損傷データから設定

3. 計算結果

- 流出開始～約600秒：主に貨物タンク内の貨物と海面との水頭差による流出
- 約600秒以降：海水と貨物の置換進む
- **約3,400秒後：MCH流出量3,000m³**



②代替設計 ～事故時貨物移送手段検討～

機能要件	期待性能
貨物タンク損傷時に海洋へのMCH流出量が3,000m ³ を超えないように貨物を他区画に移送できる	事故発生から装置起動までの時間を考慮し、貨物流出量が3,000m ³ に達するまでに、『貨物タンクの最大貨物積載量-3,000m ³ 』の量のMCHを移送する。
	ポンプの吸入口は事故時の船体傾斜・貨物タンク内への海水流入を考慮し、貨物タンク内の適切な場所にある。
	移送システムは、静電気による引火リスクを防止するため、荷役段階（初期・定常）に応じた流速制御機能を備えること。特にタンクへの流入時は、噴流や飛沫による帯電を最小限に抑える適切な移送速度を維持できる構成とすること。
移送したMCHを安全に保持できる	移送先の区画は、如何なる場合でも『単一貨物タンクの最大貨物積載量-3,000m ³ 』の量のMCHを貯蔵できる容量を有する。
	MCH移送中および移送後のいずれの状態においても、船舶は縦強度要件および非損傷時復原性要件を満足する。
	移送先の区画の塗装は、MCHとの適合性を有する。
	移送先の区画はMCH移送中および移送後のいずれの状態においても、タンクアレージスペースで可燃性雰囲気を形成しない。
	移送先の区画は少なくとも次に掲げるIBCコード要件を満足する。 ①電気設備の分類：T3、グループ：IIA、②貯蔵タンクの通気装置：制御式、 ③貯蔵タンク計測装置：制限式、④貯蔵タンクへオーバーフロー制御装置設置 ⑤貯蔵タンクがMCHの静的荷重に耐える強度を有すること
貯蔵・移送設備は貨物タンク損傷時に機能喪失しない	移送ポンプ及び配管はIBCコード2.5に定義される仮定損傷範囲内に配置せず、かつ、いかなる場所においても外板から760 mm以内の位置に配置されない。
	貨物タンクと貯蔵タンクは、同時に損傷しない。
荷揚げ等で移送先の区画からMCHを安全に除去できる	貯蔵タンクからマニホールドを通して、船外へ除去するための専用の設備がある。
	貯蔵タンクはMCH除去後、元のタンクの状態に復旧できる。

③GESAMP評価見直し ～従来試験法課題に対する仮説、方針～

現状：揮発性のMCHを最大限溶解させる方法(OECDガイドライン)で調整した試験溶液にて、藻類の生長阻害試験を実施し、阻害率とMCH濃度との関係を測定。

課題：MCHは揮発性が高く、海上漏洩時の海水中のMCH濃度は極めて低い状態と推察。
生長阻害試験には、上記は考慮されていない

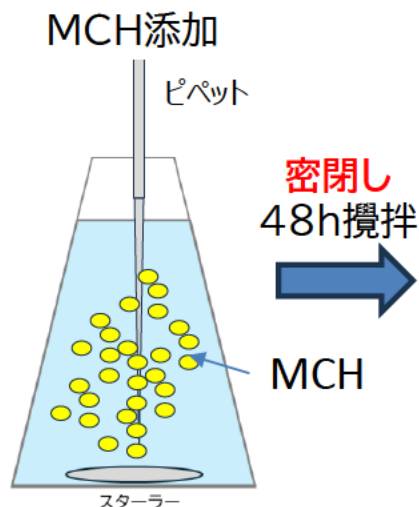
仮説：高揮発性物質のMCHは海上漏洩時、大部分揮発 → 水生生物への影響極めて低い。

方針：MCH溶解性に関する基礎データ&海上漏洩を想定した暴露試験結果を合わせて規制緩和提案し、高揮発性MCHの生物有害性評価法(GESAMPハザードプロファイル)見直し。

従来法の藻類生長阻害率測定法 (OECDガイドライン)

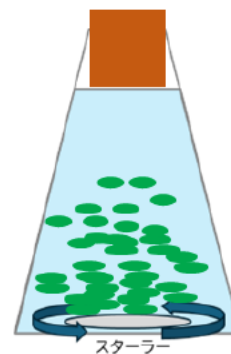
MCH試験溶液調整 (助剤不使用ケース)

- ・容器 1 L メジウム瓶
- ・蓋 密閉(揮発、菌流入防止)
- ・濃度 MCH添加量：100mg/L
- ・溶液 OECD培地
- ・攪拌方法 スターラー、連続48h攪拌
- ・添加方法 ピペットで溶液中に添加
- ・摘出時間 24h、48h
- ・採取位置 中層を採取し、濃度分析

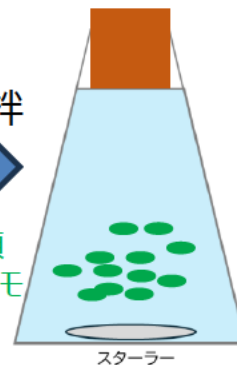


藻類生長阻害試験

藻類添加
試験開始



藻数の計測、
生長阻害率算出



72h攪拌

淡水藻類
ムレミカツキモ

③GESAMP評価見直し ～海上漏洩を模擬したMCH溶解度の把握～

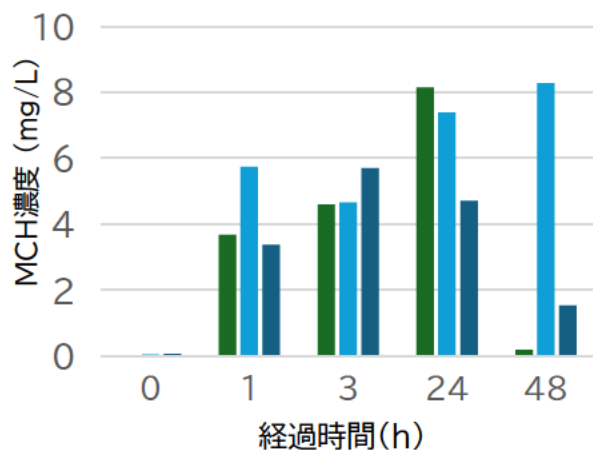
目的：従来法と海上漏洩想定時のMCH濃度の違いを把握

手法：MCH添加後、経過時間毎に容器内の濃度変化モニタリング

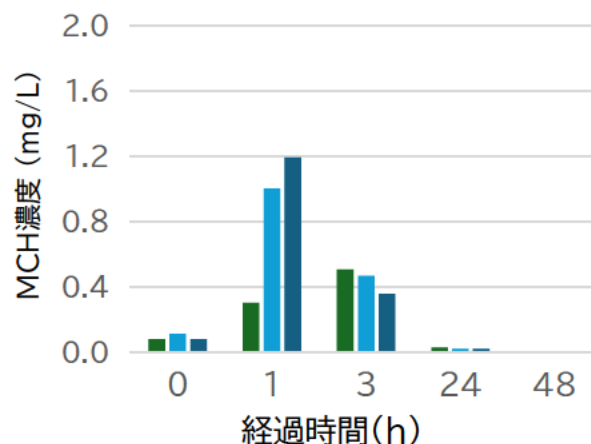
結果：海上漏洩想定時のMCH濃度は48h後**0.01～0.2mg/L**、従来法より極めて低い

試験番号	蓋	攪拌/静置	採取位置	サンプル採取時間	淡水溶解結果
試験1 従来法	密閉	攪拌	上・中・下	0h,1h,3h,24h,48h	最大:8mg/L
試験2 海上漏洩模擬①	開放	攪拌	上・中・下	0h,1h,3h,24h,48h	最大:1.2mg/L 48h後:0.01mg/L
試験3 海上漏洩模擬②	開放	静置	上・中・下	0h,1h,3h,24h,48h	最大:0.5mg/L 48h後:0.2mg/L

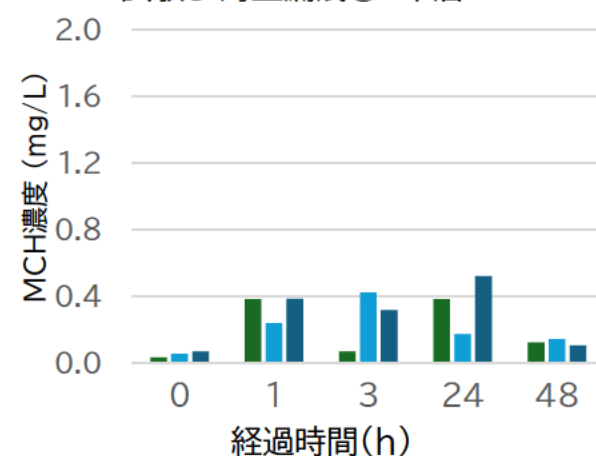
試験1 従来法 中層



試験2 海上漏洩① 中層



試験3 海上漏洩② 中層

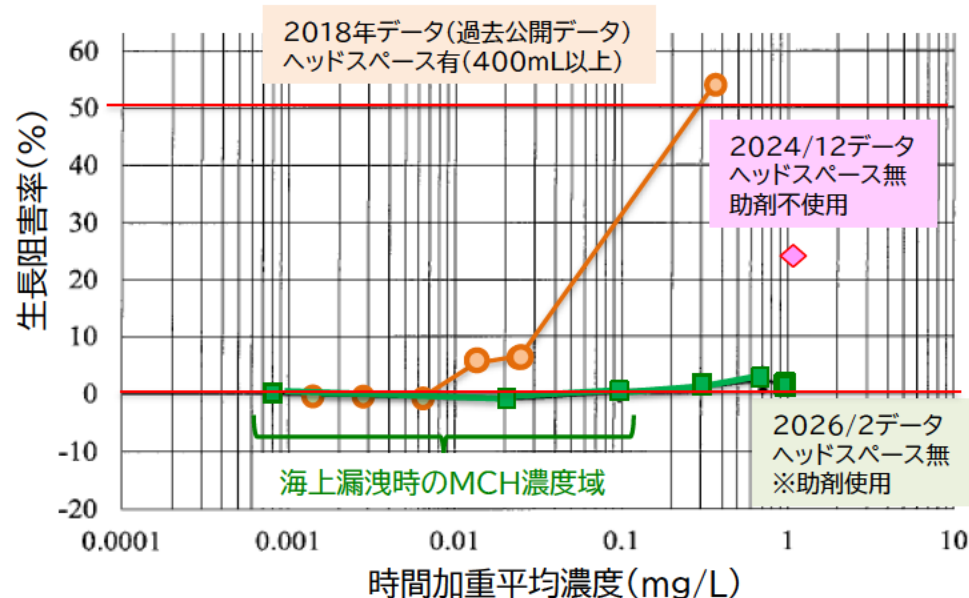


③GESAMP評価見直し ～淡水藻類の生長阻害事前試験 結果～

目的：MCH海上漏洩模擬濃度で淡水藻類の生長阻害試験を実施し、濃度と阻害率を把握

方法：淡水藻類（ムレミカヅキモ）を使用し、MCH濃度として、6濃度区（0.01, 0.04, 0.16, 0.64, 2.6, 10 mg/L）を設定し生長阻害試験を実施。

結果：生長阻害率≒0%のMCH濃度範囲は添加量0.16 mg/L以下(平均濃度0.01mg/L以下)、
海上漏洩を模擬したMCH濃度域では、影響が無いことを確認。



濃度区 No.	MCH添加量 mg/L	平均濃度 mg/L	阻害率 %
1	0.01	0.0008	0.1
2	0.04	0.021	-0.9
3	0.16	0.097	0.3
4	0.64	0.316	1.2
5	2.6	0.71	2.3
6	10	0.967	1.5

<今後の予定>

- ・過去データ(2018,2024)との「濃度-阻害率」乖離原因検討(試験中のMCH濃度低下要因)
- ・生長阻害率50% (EC50%) データの取得のため、再試験(非GLP) を実施
- ・海水性藻類での生長阻害試験の実施

研究開発スケジュール

- ①特例措置：シナリオ検討、ヒアリング調査継続(26年度:代替設計、27年度:GESAMP評価 結果考慮)
 ②代替設計：25年度までで活動完了
 ③GESAMP評価見直し：事前試験結果を元に、本試験を実施しGESAMP/IMO向けデータを取得

	24年度				25年度				26年度				27年度			
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
有識者委員会		12/19 第1回	▼		2025/10 第2回	▼	2026/3 第3回	▼	2026/9 第4回	▼	2027/3 第5回	▼	2027/9 第6回	▼	2028/3 第7回	▼
① 特例措置		計画 策定	海外 調査	まとめ	計画策定	調査	海外 調査	結果 まとめ	計画 策定	海外 調査	結果 まとめ		計画 策定	海外 調査	結果 まとめ	
		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→		→	→	→	
									安全性評価				環境影響評価	提案シナリオ検討		
② 代替設計	計画策定	シミュレーションモデル策定・実施				関係省庁と調整、海事局審査										
	→	→				→										
	設計・運用検討、妥当性検証	→				結果まとめ										
		→				→										
		国交省検討				→										
③ GESAMP 評価見直し	計画 策定	事前 試験	課題 抽出		試験法 案策定	MCH溶解性 試験(淡水)	生長阻害 試験(淡水)	急性・慢性毒性 試験(GLP)(淡水)	結果 整理				GESAMP提案資 料作成・手続き等		GESAMP 提出	◆
	→	→	→		→	→	→	→	→				→		→	
						MCH溶解性 試験(海水)	生長阻害試験(海水)	試験(海水)	→							