

ガイドライン(最終とりまとめ)への反映方針(案)

令和7年9月29日
国土交通省港湾局

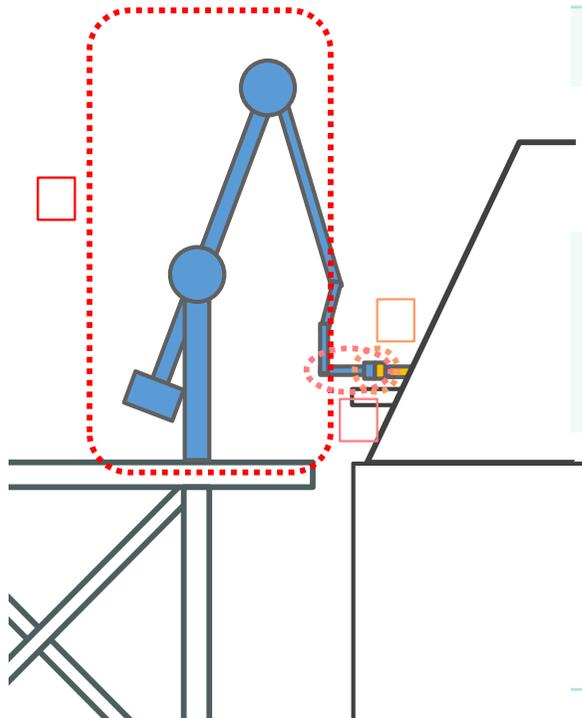
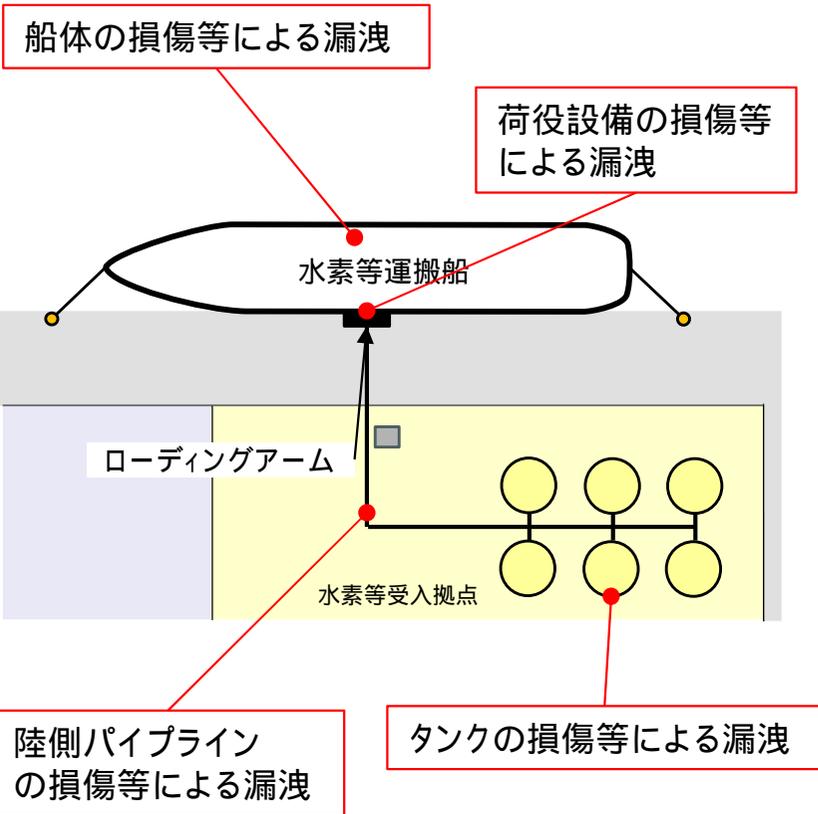
水素等の漏洩の事故シナリオの想定

消火設備・除害設備等の能力や配置等の検討にあたっては、水素等の「想定される漏洩量」や「拡散範囲」、「周辺環境」に応じて適切に検討することが求められており、漏洩シナリオを想定しその特性を踏まえた検討が必要である。

水素等の漏洩は、タンク、陸側パイプライン、荷役設備、船体の損傷等の様々な要因で生じる可能性がある。

そのため、船体や設備については各安全基準にて仕様等が規定されているが、荷役機械と船舶の接続部における、フランジ接続部分からの少量の漏洩、緊急離脱時に緊急離脱カップラーが正常に動作しない場合の漏洩、ローディングアームが破損した場合の漏洩等は、岸壁等周辺に配置する消火設備・除害設備等によって対応すべきシナリオであると考えられる。

本ガイドラインでカバーすべき漏洩シナリオの例



	漏洩量
フランジ接触部分の損傷・劣化などによる接続不良により、接続部からの液化ガスの漏洩	小規模
緊急離脱装置(ERS)作動時の緊急離脱カップラー(ERC)が正常に作動せず、カップラー内の液化ガスの漏洩	数十L程度
災害時等に緊急離脱装置(ERS)が正常に作動しない、他船の侵入・衝突などにより、ローディングアームが損傷し、ローディングアーム内の液化ガスの漏洩	1,000 L ~ 2,000L程度

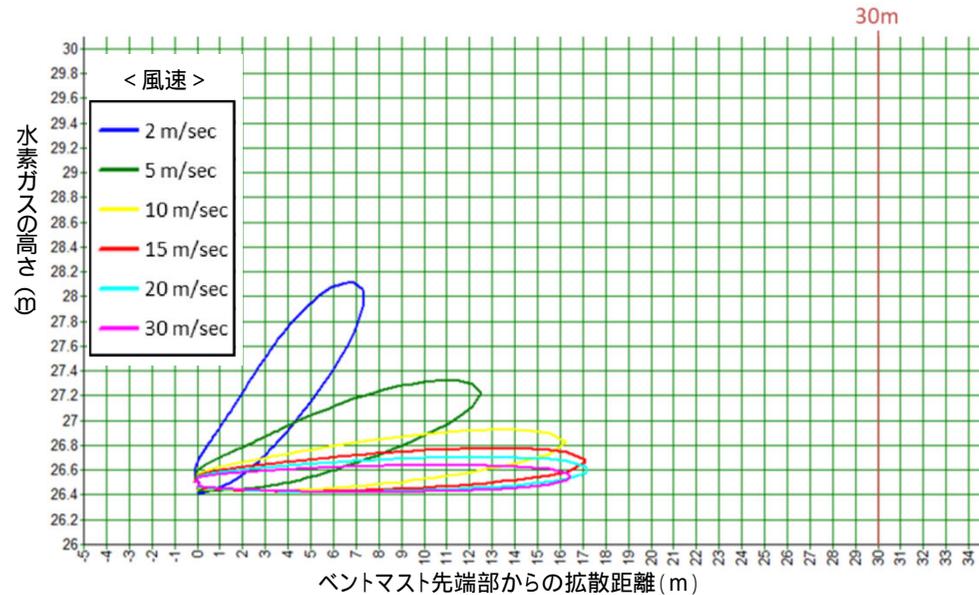
論点
 漏洩のシナリオは様々考えられる中、上記の事故シナリオを例示的にガイドラインで紹介することの是非

液化水素の漏洩時の特性を踏まえた設備配置等の対応

液化水素が漏洩した場合、すぐに気化し、空気よりも軽いため速やかに拡散する特性がある。水素は燃焼範囲が広く、最小着火エネルギーが小さいため、他のガスと比較して着火しやすく火災が発生した場合はすぐ消火すると再引火の可能性がある。

液化水素が漏洩した際の気化の特性

- ・液化水素が漏洩すると、急速に温度が上昇してすぐに気化し、空気よりはるかに軽い水素は滞留しにくいいため速やかに拡散する。
- ・気化した水素は低風速の条件下においては上方へ拡散するものの、風速が高まるにつれ、風下側へ流される傾向がある。



ベントマストからの水素ガスの拡散シミュレーション結果

出典) (株)日本海洋科学「液化水素用ローディングシステム開発とルール整備:運用上の安全対策の策定、安全確保に向けた基準規則の整備」SIP終了報告書をもとに作成

注1: 各風速条件において、爆発下限界(可燃性ガスが空気と混合した際に、着火すると爆発を起こすことができる最低のガス濃度(体積比))の及ぶ範囲を示す
 注2: 横軸はベントマスト先端部を0mとし、正值は風下を示す

水素の特性

- ・燃焼範囲(可燃性ガスと空気の混合気が燃焼できる濃度の範囲)が広く、最小着火エネルギーが小さいため、静電気などでも引火することがある。
- ・水素ガスに着火した場合、強制的に消火を行うと、残留する未燃水素ガスに再着火する危険性がある。
- ・水素ガスの火炎は無色であるため、肉眼では視認できない。

液化水素の漏洩時の特性を踏まえた設備配置等の対応

液化水素が漏洩した場合、気化した水素に引火したとしても広範囲の火災に及ばないように制御することが重要であり、水霧等により封じ込めを行うことが有効である。

なお、水素の火炎は無色であるため、海水をかけ炎色反応させ把握しつつ漏洩した水素を燃やし尽くすことが望ましい。

液化水素の特性を踏まえた漏洩時の対応 : 再引火の防止

- ・液化水素が漏れ、火災が発生した場合、漏洩した水素ガスへの再引火の可能性がないことの確認が必要となるが、その際の手段として、漏洩した水素ガスを燃やし尽くす(バーニングアウト)ことが考えられる。
- ・燃やし尽くす際には拡散を防ぐため、水霧等で水素ガスの封じ込めをおこなうことが有効である。

タンカーバース通達 バース管理者の遵守すべき事項 1 バースの設備 (2) 消防設備

イ アーム又はホースの接続部付近に、2トン以上のドライケミカルを放出できる装置又は火災を制御するに足る十分な量の水霧を広範囲に放水できる装置を設備すること。

ロ タンカーが、バース前面から着棧して荷役終了後離棧するまでの間、2トン以上のドライケミカルを放出できる装置を有する消防船を配備すること。ただし、液化水素を取り扱うバースにあっては、上記に加え、十分な量を放水できる消防船を配備すること。

論点

タンカーバース通達では、「火災を制御するに足る十分な量の水霧を広範囲に放水できる装置を整備すること」等のみが記載されている中、「燃やし尽くす」、「封じ込める」ことを「有効な手段」として表現することの是非

液化水素の特性を踏まえた漏洩時の対応 : 炎焼範囲の把握

- ・水素等を放水し、封じ込めを行う際に海水や塩化ナトリウム等を添付した真水を用いることで、炎色反応させて燃焼範囲を把握することが望ましい。

論点

海水(もしくは、ナトリウム水溶液の添加等)により炎色反応を見られるようにすることを「望ましい」こととして記載することの是非

液化水素の特性を踏まえた漏洩時の対応 : 防爆機能を有する設備の設置

- ・危険場所では、漏洩した水素ガスに引火しないよう火花を発生おそれのある設備は防爆性能を有するものとする。
- ・消火設備等で防爆性能を有さないものを設置する場合は、防爆エリア外に設置する。

タンカーバース通達 バース管理者の遵守すべき事項 1 バースの設備 (1) 一般設備

ロ 電気、照明設備等火花を発生おそれのあるものは、危険場所に応じた適切な防爆性能を有すること

液化アンモニアの漏洩時の特性を踏まえた設備配置等の対応

アンモニアの、毒性は人体に深刻な影響を及ぼす可能性があるため、周辺環境に応じた濃度の目標を適切に設定しコントロールする必要がある。

液化アンモニアが漏洩した場合、徐々に気化するため、水たまりのようなスプール状の液体アンモニアと、一部がアンモニアガスとなり、空気中の水分と凝結して拡散する。

海上に漏洩した場合は一部が海中の成分と反応し、白濁した物質として漂う。

アンモニアの特性

・アンモニアは、その腐食性と発熱性のため、眼、皮膚、口腔や気道の粘膜に即時性の損傷(重度の刺激症状と熱傷)を引き起こす可能性がある。

アンモニアの急性曝露ガイドラインレベル(AEGL)設定値

Ammonia 7664-41-7 (Final)					
ppm					
	10 min	30 min	60 min	4 hr	8 hr
AEGL 1	30	30	30	30	30
AEGL 2	220	220	160	110	110
AEGL 3	2,700	1,600	1,100	550	390

AEGL-1:「不快レベル」で、感受性の高いヒトも含めた公衆に著しい不快感や、兆候や症状の有無にかかわらず可逆的影響を増大させる空气中濃度閾値

AEGL-2:「障害レベル」で、公衆に避難能力の欠如や不可逆的あるいは重篤な長期影響の増大が生ずる空气中濃度閾値

AEGL-3:「致死レベル」で、公衆の生命が脅かされる健康影響、すなわち死亡の増加が生ずる空气中濃度閾値

出典) 国立医薬品食品衛生研究所「化学物質の安全性に関する情報: AEGL情報: アンモニア」
https://www.nihs.go.jp/hse/chem-info/aegl/agj/ag_Ammonia.pdf

液化アンモニアが漏洩した際の気化や海上流出時の特性

・液化アンモニアが大量に漏洩した場合、瞬時に全量が気化せず、徐々に気化していく。水たまりのようなスプール状の液体アンモニアと気化したアンモニアガスの双方が同時に発生する。

・気化したアンモニアガスは、空気中の水分と凝結し、地を這うように拡散する。なお、アンモニアガスの温度が低い場合は、白い蒸気雲状のように鉛直上向きに上昇するように拡散する。

・海上にアンモニアが漏洩した場合、アンモニア水及びアンモニアガスが、それぞれ海面上及び海水中に分布する。一部は海水中の塩化マグネシウム及び硫酸マグネシウムと反応し、不溶性の水酸化マグネシウムを生成し、海面付近に白濁した物質として漂う。

出典) MOLマリン&エンジニアリング(株)「事故防止対策の考え方」アンモニア燃料船への安全かつ円滑なバンカリングの実施に向けた検討委員会 第4回 委員会資料 令和6年10月21日

液化アンモニアの漏洩時の特性を踏まえた設備配置等の対応

漏洩事故が発生した場合は、漏洩地点からの速やかな退避が必要であるが、風向きを考慮した避難経路の設定が望ましい。早急な退避が難しい場所においては、避難所を設置するなどの対応が必要である。

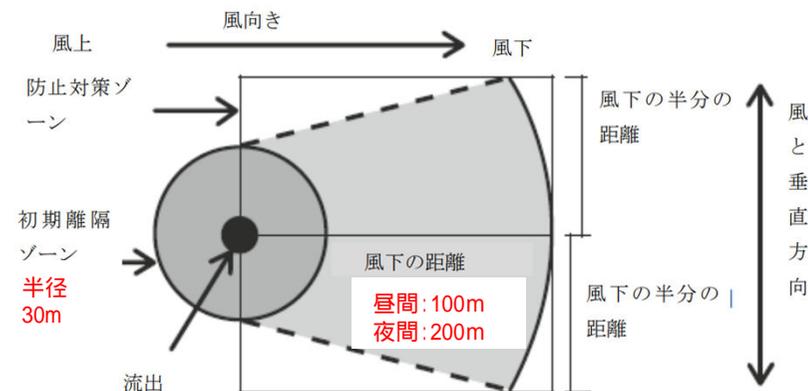
液化アンモニアの特性を踏まえた漏洩時の対応 : 人体への影響を極小とするための対応

・漏洩事故が発生し退避する場合、風向きによって退避方向を選択できるように複数方向に退避できる動線を確保することが望ましい。

タンカーバス通達 バス管理者の遵守すべき事項 1 バスの設備 (1) 一般設備
 ハ ドルフィン式又は棧橋式バスにあっては、風向風速計、着棧速度計及び緊急警報装置を設置すること。

タンカーバス通達 バス管理者の遵守すべき事項 1 バスの設備 (2) 除害設備等
 ト 荷役作業を行うマニホールド部分及び諸配管等の適切な場所に、可視可聴の警報を発することができる広範囲のレンジを有する毒性ガス検知器を設置し、検知した漏えい濃度を継続的に周知できるようにすること。...(略)

論点
 タンカーバス通達では、アンモニア漏洩時の避難の方向について記載がない中、「避難経路は複数方向が望ましい」と表現することの是非



赤字は約208リットル(55ガロン)のアンモニアが漏れた場合の離隔距離
 参考: アンモニアの短期曝露における離隔距離の目安
 出典) 総務省消防庁「2016 EMERGENCY RESPONSE GUIDEBOOK (緊急時応急措置指針)」

・荷役設備上などの早急な退避が難しい場所では、避難場所を提供する避難所を設置することで、漏洩源から隔離する必要がある。

タンカーバス通達 バス管理者の遵守すべき事項 1 バスの設備 (2) 除害設備等
 ヘ 液化アンモニア漏えい時に荷役関連作業者が一時的に使用できる避難所を適切な場所に設け、必要な個人保護具等を備えておくこと。また、荷役関連作業者が液化アンモニアを浴びた際、これを洗い流すための除染シャワー、洗眼器、その他の除染設備を適切な場所に設けること。

液化アンモニアの漏洩時の特性を踏まえた設備配置等の対応

○液体アンモニアの漏洩状態に応じた対応が必要となる。

ドリフトレイなど閉鎖的な容器内にアンモニアがたまっている場合は、表面を防水シートなどで覆うことで、拡散を防ぐことが考えられる。スピル状の液体アンモニアは蒸発量がすくないため、監視を行い、蒸発を促進させないことが考えられる。

大量のアンモニアが漏洩した場合は、アンモニアガスの周辺への拡散を防ぐため、アーム又はホースの接合部付近を覆うことができるよう、2方向以上から広角で放水できる放水銃の設置、海側に十分な放水能力を有する消防船の配備を行うことが考えられる。

液化アンモニアの特性を踏まえた漏洩時の対応 : 漏洩状態に応じた対応

< 漏洩状態に応じた除害の対応 >

- ・液体アンモニアが漏洩しドリフトレイなどの閉鎖的な容器内に液体のままたまっている場合は、直接放水するとかえって危険な状態を招く可能性があり、表面を防水シートなどで覆うことで拡散を防ぐことが考えられる。
- ・スピル状の液体アンモニアは温度が低く蒸発量も少ないため、少量であれば蒸発するまで監視し、蒸発を促進させないことが重要である。

タンカーバース通達 バース管理者の遵守すべき事項 1 バースの設備 (2) 除害設備等

ハ 必要に応じ、シート等による蒸発気化抑制、障壁又は水幕装置等によるガス拡散防止のための器具・装置を設備すること。

ニ 上記イ～ハによる除害設備等は、想定される漏えい量、拡散範囲及び周辺環境に応じた適切な能力を有すること。

なお、放水はガス拡散防止に有効な手段の一つであるが、液化アンモニアへの直接放水はガスの蒸発気化を急激に促進させ、かえって危険な状態を招く場合があることに留意すること。

< 除害や拡散防止のための設備配置の対応 >

- ・大量の液体アンモニアが漏洩した場合は、応急的な措置として十分な水量の放水により防除する方法が考えられる。
- ・漏洩したアンモニアの拡散を抑え込むため、アーム又はホースの接続部付近を水霧で覆うことができるよう、2方向以上から広角で放水できる放水装置を設置し、海側への拡散を防ぐため、十分な放水能力を有する消防船を配備する対応が考えられる。
- ・放水装置は可変で広角に水霧を発生することができ、十分な放水能力を有する水霧モニターが望ましい。
- ・放水装置や消防船の能力や配備する基数については、事故シナリオに基づき拡散シミュレーションを行う等により、アーム又はホースの接続部付近をカバーできるか確認し、決定する必要がある。
- ・防爆性能については水素と同様、火花を発生のおそれのある設備は防爆性能を有するものとし、防爆性能を有さないものを設置する場合は防爆エリア外に設置する。

タンカーバース通達 バース管理者の遵守すべき事項 1 バースの設備 (1) 一般設備

□ 電気、照明設備等火花を発生のおそれのあるものは、危険場所に応じた適切な防爆性能を有すること

タンカーバース通達 バース管理者の遵守すべき事項 1 バースの設備 (2) 除害設備等

イ アーム又はホースの接続部付近を覆うように、二方向以上から放水できる装置を設備すること。

なお、同装置は、ガスの除害拡散防止から火災延焼防止まで対応できるよう、広角水霧から直射放水まで放水パターンを可変できるものであって、自動又は手動により容易に操作できるものが望ましい。

□ タンカーが、バース前面から着桟して荷役終了後離桟するまでの間、放水能力を有する消防船を配備すること。

ニ 上記イ～ハによる除害設備等は、想定される漏えい量、拡散範囲及び周辺環境に応じた適切な能力を有すること。

液化アンモニアの漏洩時の特性を踏まえた設備配置等の対応

背後圏や隣接する事業所等の地域特性を踏まえ、適切な対策を検討する必要がある。

液化アンモニアの特性を踏まえた漏洩時の対応 : 周囲の環境を踏まえた対応

- ・漏洩したアンモニアの除害の際に、どれだけの濃度に抑え込むかは、背後に立地している施設や隣接する岸壁の利用状況や海水利用等の地域特性を踏まえて決定する必要がある。
- ・アンモニア漏洩時に緊急対応のための区域を設定し、その区域の外側や境界等に荷役作業者が使用可能な除害のためのハンドノズル等の器具を備え置くことが考えられる。

タンカーバース通達 バース管理者の遵守すべき事項 1 バースの設備 (2) 除害設備等

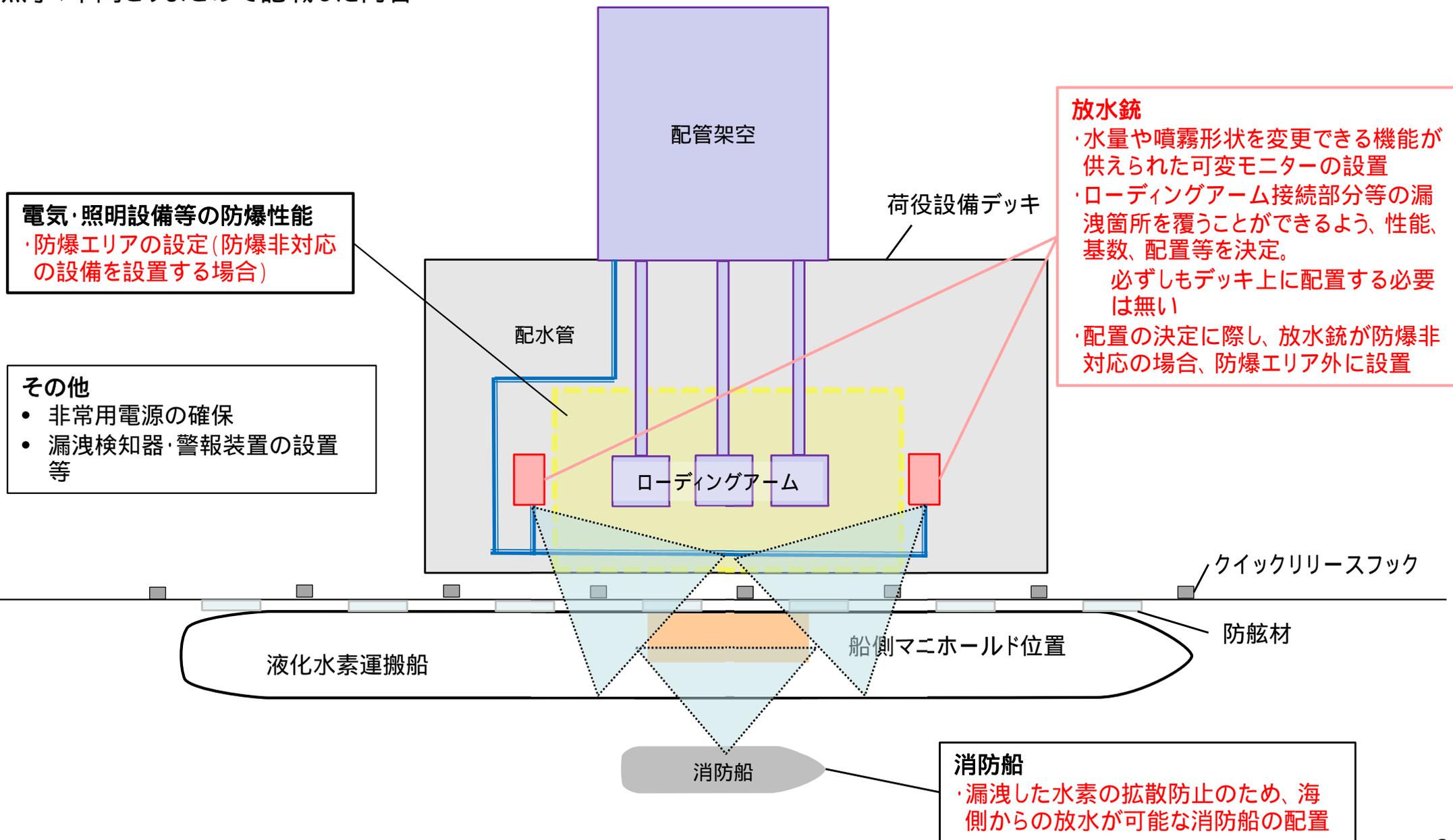
ホ 荷役関連作業に伴う初期火災の消火のため、ドルフィン式又は棧橋式バースにあっては、アーム又はホースの付近に、荷役関連作業者が持運び可能な小型の消火器、圧縮空気泡消火装置その他の適切な器具を備え置くこと。

また、液化アンモニア漏えい時の緊急対応のため設定した区域(25ppm以上となることが想定される区域、又は装備している個人保護具等に応じた区域)の外側等の適切な場所に、荷役関連作業者が使用可能なハンドノズル(放水パターンを可変できるものが望ましい)、消火ホース、消火栓その他の適切な器具を備え置くこと。

漏洩時の対応等を踏まえた施設の配置例(水素)

赤字: 今回新たに取り上げた内容

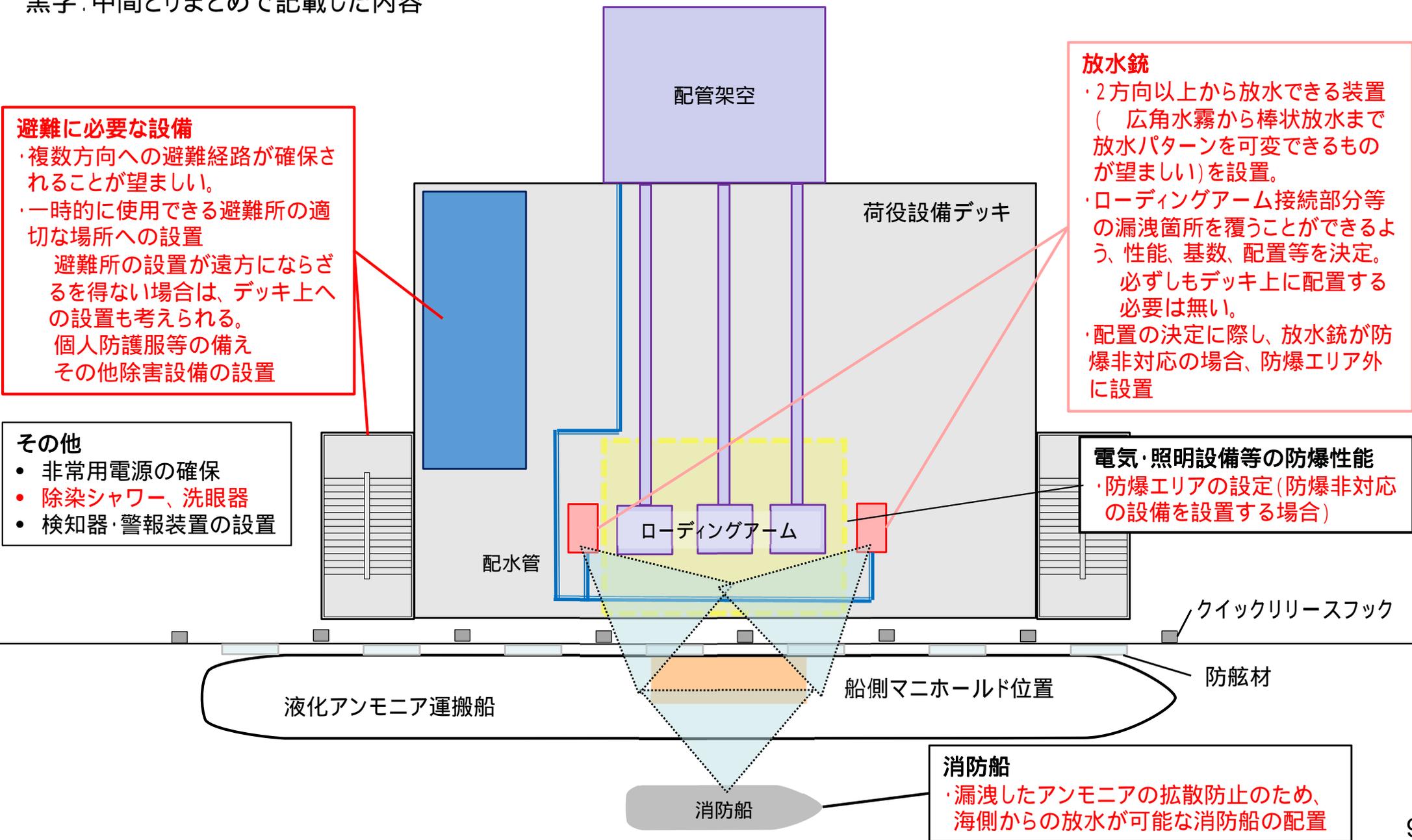
黒字: 中間とりまとめで記載した内容



漏洩時の対応等を踏まえた施設の配置例(アンモニア)

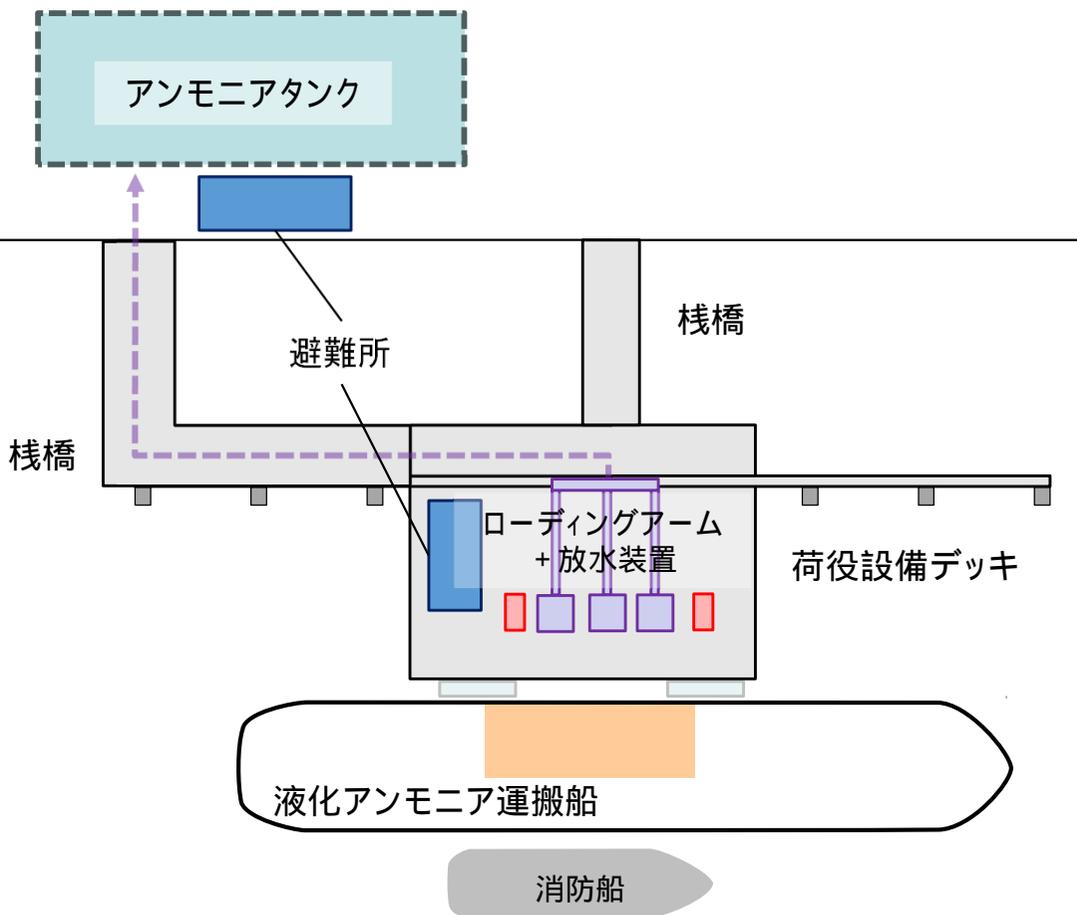
赤字: 今回新たに取り上げた内容

黒字: 中間とりまとめで記載した内容

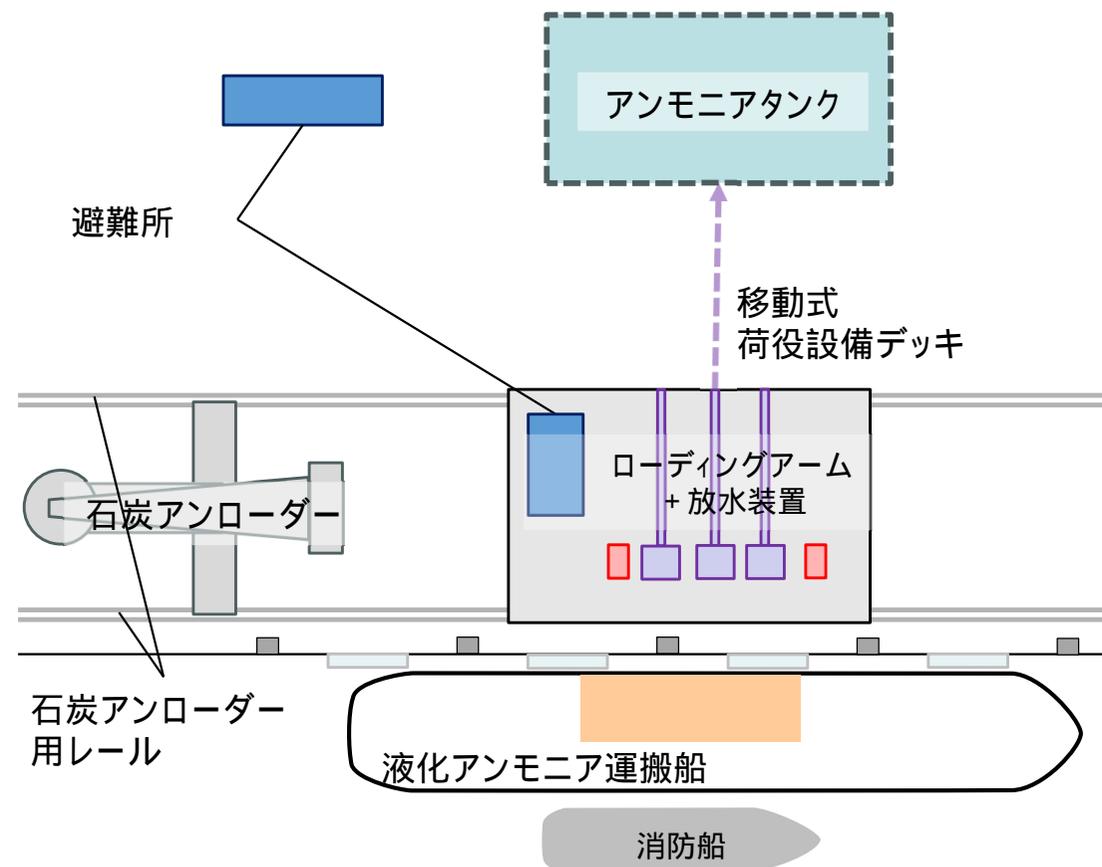


現在、各民間事業者においては、実証事業や商用運転に向けた設備配置等の検討を進めているところ。
貯蔵タンクの位置、岸壁背後の空間の広さ等の違いがあり、避難経路や避難所の設置位置には違いが見られる。
また、岸壁等においてアンモニアのみを取扱うケースや、石炭とアンモニアを同一岸壁で取扱うため、各荷役機械を共存させられるよう、アンモニア用のローディングアームを移動式にする検討がなされているケースも見られる。
一方で、漏洩シナリオの考え方は概ね共通しており、ローディングアームの接続部付近からの漏洩を想定し、陸側の放水銃と海側の消防船からの放水銃により、各種の拡散防止を図ることが検討されているところ。

棧橋での施設配置例



石炭取扱岸壁での施設配置例

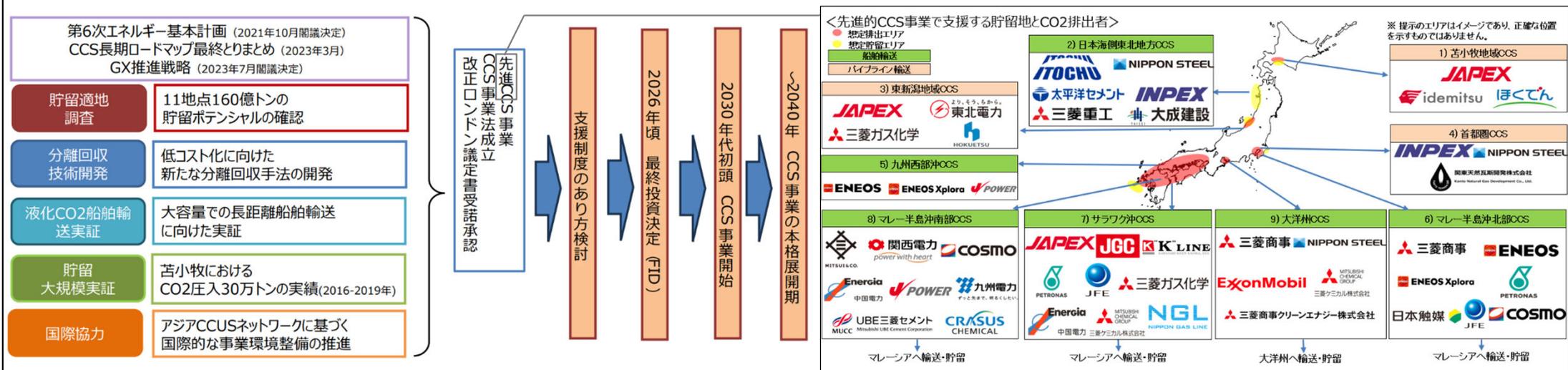


CCSに係る動向

第7次エネルギー基本計画やGX2040ビジョンでは、電化や水素等を活用した非化石転換では脱炭素化が難しい分野において脱炭素化を実現できるCCSの必要性が示されており、2030年代初頭からの事業開始を目指して事業環境の整備が進められている。

現在、海外等で貯留する際に必要となる海上輸送のための船舶の船型共通化等の具体的な議論も進捗しているところ。

CCSに係る今後の取組状況



先進的CCS事業で支援する貯留地とCO2排出者

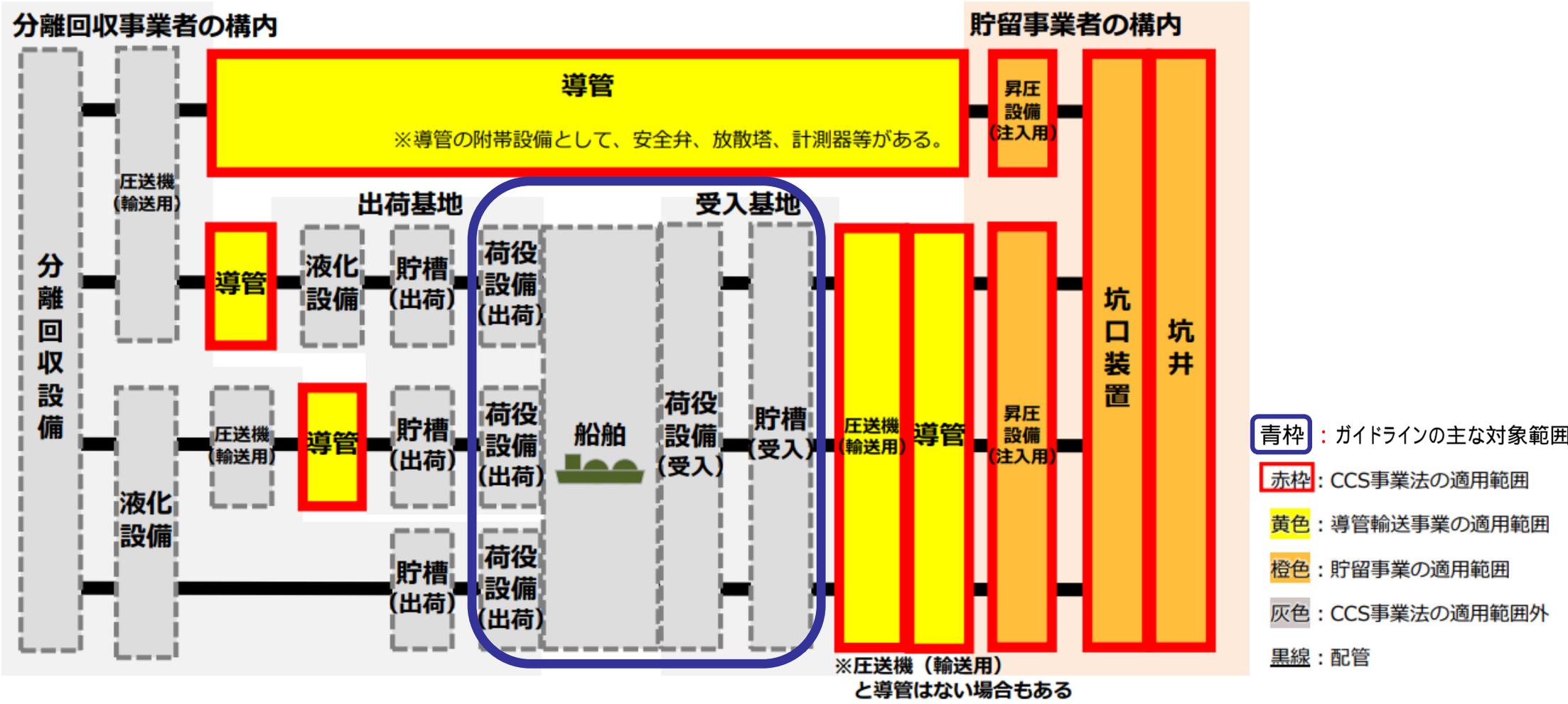
出典) 第9回 総合資源エネルギー調査会 資源・燃料分科会 カーボンマネジメント小委員会資料を基に作成

LCO2船舶輸送バリューチェーン共通化協議会における取組

JOGMECに、液化CO2 (LCO2) の船舶輸送における仕様共通化及びそれに伴う輸送コストの低減を目的に協議会を設立しLCO2の船舶輸送を行うCCS事業を検討する際に活用できるよう、令和6年度にガイドライン(初版)を策定した。今後は更なる輸送コスト低減のための荷役条件や安定した輸送のためのLCO2の性状について検討を継続する予定。

本ガイドラインとCCS事業法の適用範囲

CCS事業は分離回収事業者の構内と貯留事業場との間が「導管」のみのもの、途中で「船舶輸送」されるものに大きく2分される。
 本ガイドラインで対象とする範囲は、CO2を船舶で輸送する際の荷役設備(出荷)から貯槽(受入)までであり、対象範囲に貯留事業者の構内が含まれず、また導管が含まれないため、CCS事業法の適用範囲とは重複しない。



出典: 第3回 産業構造審議会 保安・消費生活用品安全分科会 二酸化炭素貯留事業等安全小委員会資料を基に作成

二酸化炭素の受入環境整備の安全対策に関する法令等

各種法令において液化二酸化炭素や一定の圧力以上の二酸化炭素は高圧ガスや不活性化ガス、非引火性非毒性高圧ガスとして扱われている。

No	法令等	二酸化炭素に係る規定										
1	「港湾法」	係留施設(岸壁、棧橋等)、荷さばき施設(固定式荷役機械、軌道走行式荷役機械等)等の技術上の基準への適合の対象										
2	「危険物船舶運送及び貯蔵規則」	炭酸ガス(深冷液化されているもの):非引火性非毒性高圧ガス 炭酸ガス:非引火性非毒性高圧ガス										
3	「港則法」	<table border="1"> <thead> <tr> <th>種類</th> <th>類別</th> <th>危険物コード</th> <th>品名</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">その他の危険物</td> <td rowspan="2">高圧ガス 非引火性 非毒性高 圧ガス</td> <td>UN1013</td> <td>炭酸ガス[二酸化炭素][無水炭酸] CARBON DIOXIDE</td> </tr> <tr> <td>UN2187</td> <td>炭酸ガス(深冷液化されているもの)[二酸化炭素又は無水炭酸] CARBON DIOXIDE, REFRIGERATED LIQUID</td> </tr> </tbody> </table>	種類	類別	危険物コード	品名	その他の危険物	高圧ガス 非引火性 非毒性高 圧ガス	UN1013	炭酸ガス[二酸化炭素][無水炭酸] CARBON DIOXIDE	UN2187	炭酸ガス(深冷液化されているもの)[二酸化炭素又は無水炭酸] CARBON DIOXIDE, REFRIGERATED LIQUID
種類	類別	危険物コード	品名									
その他の危険物	高圧ガス 非引火性 非毒性高 圧ガス	UN1013	炭酸ガス[二酸化炭素][無水炭酸] CARBON DIOXIDE									
		UN2187	炭酸ガス(深冷液化されているもの)[二酸化炭素又は無水炭酸] CARBON DIOXIDE, REFRIGERATED LIQUID									
4	「大型タンカー及び大型タンカーバースの安全防災対策基準」(行政指導指針)	(対象外)										
5	「高圧ガス保安法」	液体CO ₂ :高圧ガスに該当 気体CO ₂ :圧力が1MPa以上の場合に高圧ガスに該当 不活性化ガスに該当(一般則第2条第1項第3号、コンビ則第2条第1項第3号)										
6	「脱炭素成長型経済構造への円滑な移行のための低炭素水素等の供給及び利用の促進に関する法律」	(対象外)										
7	「電気事業法」	不活性化ガスに該当 (発電用火力設備に関する技術基準を定める省令第2条第2項第3号)										
8	「ガス事業法」	(対象外)										
9	「石油コンビナート等災害防止法」	(対象外 高圧ガスのうち石災法施行令第1条に定める不活性化ガスを除く (石災法第2条第1項))										
10	「労働安全衛生法」	立入禁止等の対象(炭酸ガス濃度1.5%以上(労働安全衛生規則第585条第1項第4号))										
11	「毒物及び劇物取締法」	(対象外)										
12	「悪臭防止法」	(対象外)										
13	「消防法」	(対象外、二酸化炭素消火設備は安全対策基準あり)										