

## 第 25 回西海防セミナー

### 海難への対応 昔と今

開催日：令和 5 年 1 月 18 日（水）

場 所：リーガロイヤルホテル小倉

講 師：日本サルヴェージ株式会社

常務取締役 下西 助和 氏

取締役 門司支店 副支店長

海務工務部長 荒木 亘 氏

顧 問 高瀬 隆雄 氏



(講師略歴)



下西 助和 氏 1982 年神戸商船大学機関学科（現 神戸大学海洋政策科学部）卒業、同年日本サルヴェージ株式会社入社。技師として勤務。2012 年門司支店長。2019 年 International Salvage Union 理事就任。2021 年常務取締役門司支店長。



荒木 亘 氏 1993 年神戸商船大学機関学科（現 神戸大学海洋政策科学部）卒業、同年日本サルヴェージ株式会社入社。技師として勤務。2014 年門司支店次長 海務工務部次長。2018 年海務工務部長。2022 年取締役 門司副支店長 海務工務部長 安全衛生部長。



高瀬 隆雄 氏 1982 年神戸商船大学航海学科（現 神戸大学海洋政策科学部）卒業、同年日本サルヴェージ株式会社入社。技師として勤務。2011 年門司支店海務工務部長兼技術室長。2018 年取締役門司副支店長 技術開発部長。2020 年取締役人事部長 技術開発部長。2021 年取締役人事部長 安全衛生部長。2022 年顧問に就任。

日本サルヴェージでございます。本日、本会でプレゼンの機会を与えて頂きました西部海難防協会様ほか皆様、誠にありがとうございます。

今回は、日頃皆さまに馴染みのない海難救助作業についてご紹介させていただきます。弊社及びサルベージ業界にとってありがたい機会でございますが、テーマを一つに絞りますと、専門的になり過ぎますので、同じ方向性について、違う観点の内容を下西、荒木、高瀬の3名でお話させていただきます。

## I 海難への対応 昔と今 世界編

講師：常務取締役 下西 助和 氏

### ◆海難救助の分類

海難救助と一口に申しましても、内容において、種々の呼び方がございます。一般的に人命救助、財物救助、環境救助と3つに大別されます。人命救助は、1979年のSAR条約に沿って主として公的機関によって行われており、財物救助・環境救助は主として民間が契約の下に行っています。ここでは、財物救助・環境救助についてご説明いたします。

財物救助は「ドライサルベージ」といわれます。いわゆる通称「海難救助」であり、まず、このために緊急出動することから、緊急対応「Emergency Response」ともいわれます。

財物救助は、財物である船舶、積載している積荷などを安全な状態にして持ち主に引き渡す行為を言います。

環境救助は、いわゆる通称「撤去作業」です。救助とならず、海洋に放置又は流出した船舶・財貨を海洋から回収して、汚染から海洋環境を保全することを言います。

海難救助は、いつからあるのでしょうか。紀元前から財物救助は行われていた文献もあります。記録があるのは15世紀ころからが顕著になっています。

商法では、「義務無くして自発的に被救助財貨を救助し成功した場合の任意救助であっても、その結果に対して救助費の支払いを請求すること」が法律上可能です。従って、遠隔の通信手段（例えば無線）がなかった時代



は、海難に遭遇した船舶の付近を通りかかった船舶が、海難船を救助する権利を持ち、救助した結果に対して費用を請求していました。そこに適正な救助費用の算定基準や支払いのルールはありませんでした。

また、引き渡しの条件である安全な状態の基準もありませんでした。そこで、法外な費用を請求するような、いわゆる海賊まがいの行為もあったようです。

このような救助者の不合理的な行動や船主から救助者に対する救助費用の未払いなど、不適切な行為を是正するため、ロイズが19世紀頃から救助契約書を創案し、1908年1月15日に現在の世界共通の救助契約書ロイズオープンフォームの初版が制定発行されました。

日本も1917年頃には、サルベージ会社草案の救助契約書が作られておりましたが、1947年に現在の日本海運集会所書式の救助契約書（いわゆるJSE）の初版が制定発行されました。これがLOF、JSEなどによる契約書をもとにした海難救助の始まりと歴史です。

#### ◆海洋環境保全の関心の高まり

当初財物救助から始まった海難救助は、世界的に海洋環境保全の関心が高まるにつれ、各国政府は海洋への有害物質の流出防止及び流出した場合は回収を船主に義務化したことにより、契約下の海難救助において環境保全義務が救助会社に課されるようになりました。

このため、救助契約において救助会社の環境保全行為に成果があった場合は、報酬を支払う条項が追加されました。これが、1989年海難救助条約における14条報酬やSCOPIC条項です。

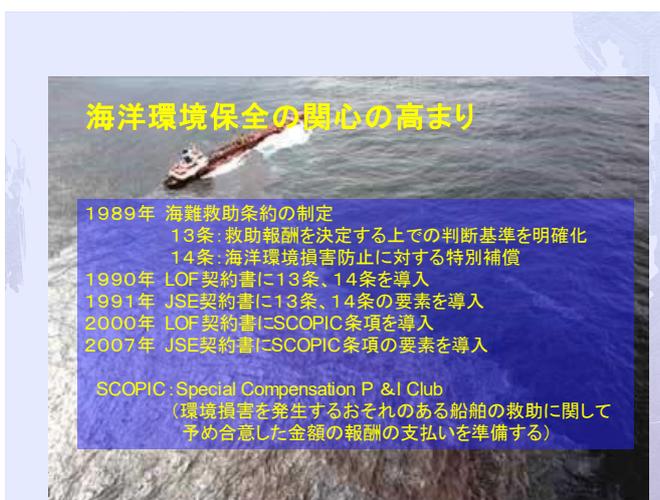
これは、世界的な海洋環境保全に関する取り組みが救助契約書に反映されたものです。

海洋環境を守るために現在は国家と救助者が連携しております。

船舶が大型化して運搬する貨物も大量化していく中、一度海難事故が起こると、甚大な海洋汚染が起こる事態が頻発してきました。

タンカーSea Empress号やPrestige号などの重油流出による大規模な海洋環境汚染が起こり、各国は海難事故を迅速に処理する上で最も重要である海難船の避難地（Place of Refuge）への引き入れについて、国家と救助者が連携して迅速に行うシステム構築を模索しました。

その結果、大規模海難事故を迅速に処理することにおいて重要となる指揮権限をワンボイスで行うSOSREP制度がイギリスで制定されました。



ヨーロッパではこの SOSREP 制度により幾度も大規模な海洋汚染が防止されました。また、自力航行不能となった大型海難船舶を避難地に曳き入れるには、大馬力のタグボートが必要となります。しかし、いつ使われるかわからない大型タグボートを国家が保有するのは経済面で不合理な面があるため、民間の大型曳船を国家が定期チャーターして非常事態に備える Emergency Towing Vessel 通称 ETV 制度を制定し活用している国家もあります。

## 国家と救助者の連携

・SOSREP (Secretary of State Representative) 制度  
 英国の制度、国務大臣の代理人  
 救助作業の監督、油濁損害の防止・対応実務は当局

ケミカルタンカー S号

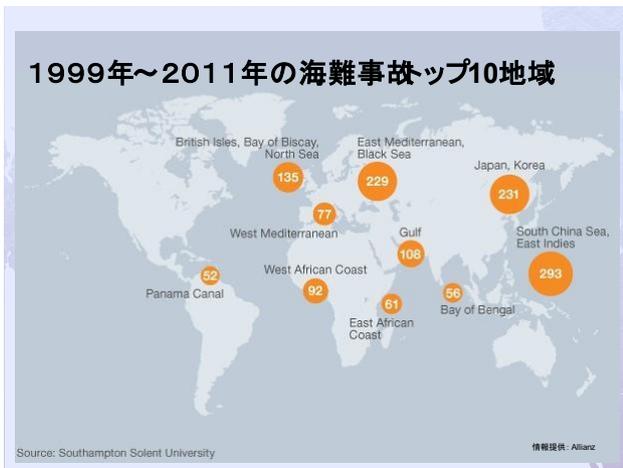
ETV (Emergency Towing Vessel)  
 1976年 南アフリカでETV制度が誕生した  
 1978年 フランスはタンカー"Amoco Cadiz"座礁油濁事故を契機  
 1994年 イギリスはタンカー"Braer"座礁油濁事故を契機  
 現在EU各国、中国、オーストラリアでもETV制度を導入している

このように積極的に海洋環境保護に各国は務めています。

### ◆統計資料

いくつかの統計資料を見てみましょう。

資料としては少し古いですが、最初は 1999 年から 2011 年までの海域毎の海難事故数の統計です。海難事故が多発する地域の傾向は、要因として船舶航行が輻輳する地域、海象が厳しい海域ということが考えられます。



次は、海難事故でも船舶が全損になった統計です。当然ながら海難事故が多い地域で全損となる船舶が多くなっています。

次は、世界自然保護基金が先ほどの事故のデータをもとに、海洋環境を保護するため、事故が多い海域を航行注意海域として、注意を喚起しているものです。

当社は業務として海難事故対応に取り組んでおりますが、当社も船を持つ船主でございます。当然、まず事故を起こさないようにすることに取組んでおり、事故が起こった際は、どのよう



### World Wide Fundが指摘する航行注意海域

#### ACCIDENTS AT SEA

50% of all shipping accidents occur in the world's busiest shipping lanes.

**90% SHIPPING ACCIDENTS ARE CAUSED BY HUMAN ERROR**

**50% OF ALL SHIPWRECKS OCCUR IN THE WORLD'S BUSIEST SHIPPING LANES**

**76% OF ALL SHIPWRECKS OCCUR IN THE WORLD'S BUSIEST SHIPPING LANES**

#### ACCIDENTS HOT SPOTS

50% GENERAL CARGO VESSELS ACCOUNT FOR NEARLY 50% OF ALL VESSEL TYPES LOST AT SEA

172 OF 2000 172 VESSELS WERE LOST AT SEA

情報提供: Allianz

にすれば被害を最小限にすることができるかを常に考えています。このような海難防止の取組も、ステークホルダーの皆様ほか、社会にアナウンスしております

### ◆世界の海難救助の状況

ここで、海難救助を実際に行なっている世界の状況をご説明します。

これらの海難救助を救助契約ほか、世界共通の種々の契約書式により実施している、正当なサルベージ会社として、国際サルベージユニオン (ISU) に加盟している会員各社があります。世界の各大陸から約 60 社が加盟しております。

ISU は、非政治団体、非営利団体であり、各国際海事関係機関と連携して海洋環境保護、海洋インフラの維持活発化に積極的に取り組み、社会に貢献しています。

ISU 会員は、船主、保険会社、監督官庁と適正に交渉し、積極的に海難事故の処理に取り組み、海洋環境保護に努めています。

ISU の創立は、LOF 契約書初版が発行された 1905 年以前より、地域的に ISU の名称を冠した連盟がありましたが、正式な活動としては 1955 年からであり、今年で 69 年目となります。弊社は約 30 年前から ISU の理事を務めています。

ISU の一つの統計をご説明します。

次のグラフは、ISU 会員の契約種類ごとの収入の推移です。2005 年あたりより撤去作業が多くなり 2014 年より緊急対応の LOF 契約が減少しています。これは、2007 年発行のナイロビ難破船除去条約発効など環境保全意識の高まりが撤去作業に反映し、船舶の大型化・貨物大量輸送化により高額な救助報酬となるおそれがある救助契約締結に船主が慎重になってきていることが LOF 契約減少の要因として挙げられます。

しかし、最近では、緊急対応の救助契約締結の遅れは、救助作業開始を遅らせ、船体、貨物などの損傷増大による経済的全損につながり、却って高額な保険金額の支払いが発生するとともに、撤去費用も高額を招いていると

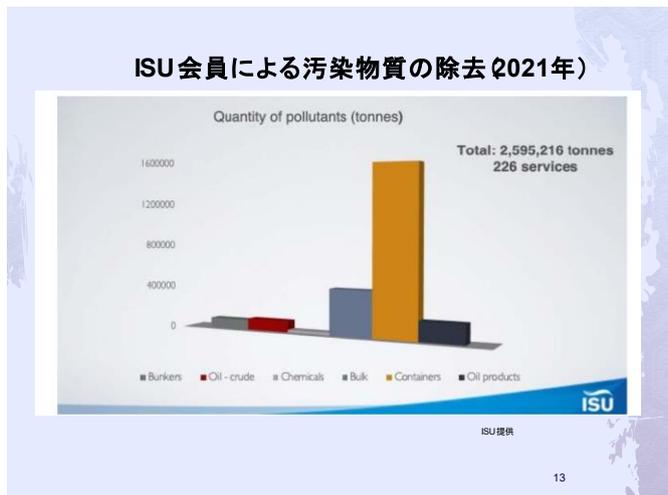
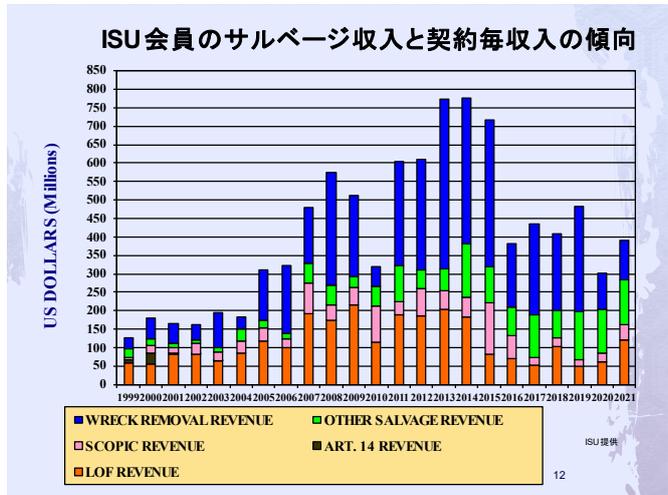
**ISU (The International Salvage Union)**  
**国際サルベージユニオン**  
 人命を救い、環境を保護し、リスクを軽減し、損失を減らす海洋サービスを提供することにより世界貿易を促進するメンバーの信頼でき、信頼され、統一されたグローバルな声。

**コアサルベージサービス**  
 汚染防止、人命救助、救助中止。

**貿易の円滑化**  
 サルベージ作業は、商品の移動と港の閉鎖を維持するのを助けます。

**プロジェクトマネジメント**  
 船体の除去などの海難を主要プロジェクトとして扱います。

- 世界30か国以上から約60の海洋サルベージ会社がメンバー、日本からは2社が参加、弊社は常任理事
- 国際海事機関 (IMO)、国際油濁補償基金 (IOPC)、国際海事委員会 (CMI) の諮問資格をもっている
- 国際海上保険連合 (IUMI)、欧州タグポート協会 (ETA)、INTERTANKO、BIMCO、国際P&I クラブグループ、国際海運集会所 (ICS)、ロンドン海軍本部事務弁護士グループ、米国防 岸警備隊、欧州連合など、多くの組織と定期的に連絡をとり会合



分析されており、救助契約締結下による緊急対応の必要性が再認識されてきました。

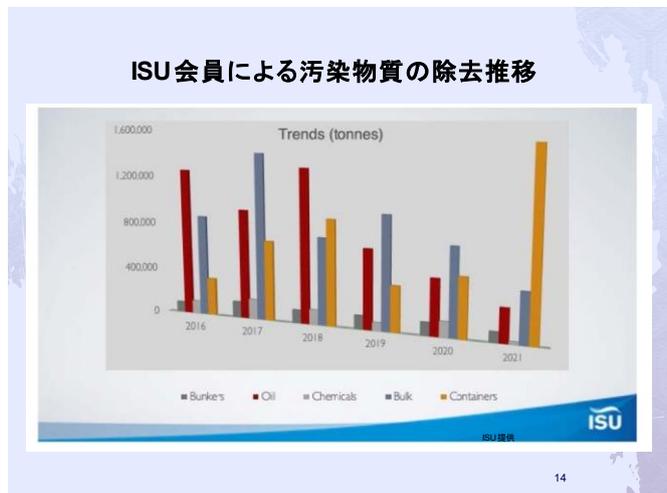
特に、2006年からUS\$50Mを超える撤去作業が多発しています。

次のグラフは、ISU会員によって、救助又は除去された海洋汚染物質の量です。

コンテナが数量の多くを占めます。2021年は、全部で150万トン以上の汚染物質を海洋から除去しました。

これは、汚染物質の除去の推移ですが、以前は重油の救助・回収が多くを占めていました。現在はコンテナとなっていることがわかります。コンテナ船の巨大化と輸送量の著しい増加が一因として挙げられます。

これは、ISU会員のみのデータですので、会員以外の会社の分が加わると、更に数量は増えます。如何に海難事故が海洋環境に被害をもたらしているかが、改めて実感されます。



#### ◆撤去作業の実例

ここで皆様に著名な撤去作業、費用が高額であった撤去作業について数例ご披露いたします。

最初はイタリアで擱座した客船です。

海洋環境保護に対する地元監督官庁の環境規制と要求事項は多岐に亘り、環境保護を行いながらの撤去費用は約13億米ドルかかったと云われています。

撤去方法として、船体切断は比較的安くできる工法ですが、船体切断により色々な汚染物質が更に海洋に流出し、被害が拡大しますので、一体のままで浮揚させるために、簡単に言えば、船体に浮力を調整できるタンクを取り付け、傾斜を調整し、浮揚させています。

次は、コンテナを満載しニュージーランド沖で座礁後、最終的に折損して大破したコンテナ船です。

海象が非常に悪い海域であり、ヘリコプターを駆使してコンテナの回収、切断した船体の回収を行いました。撤去作業は長期化しました。海底に残った残骸は、まだ完全に回収できていないと云われています。



約 4 億 5000 万ドルの費用がかかったと云われています。

次は、記憶に残る痛ましい海難事故でした。

このカーフェリーが沈没した場所は、非常に潮流が速く、水中視界が悪い海域で大型起重機船の使用が困難とされました。従って、業者はストランドジャック方式というワイヤーを尺取り虫のようにして引き上げる工法で水面まで引き上げ、半潜水バージに揚収後、大型起重機船で陸揚げしました。

費用はオープンにされていませんが、一説では落札額を遥かに超えた費用が掛かったともいわれています。

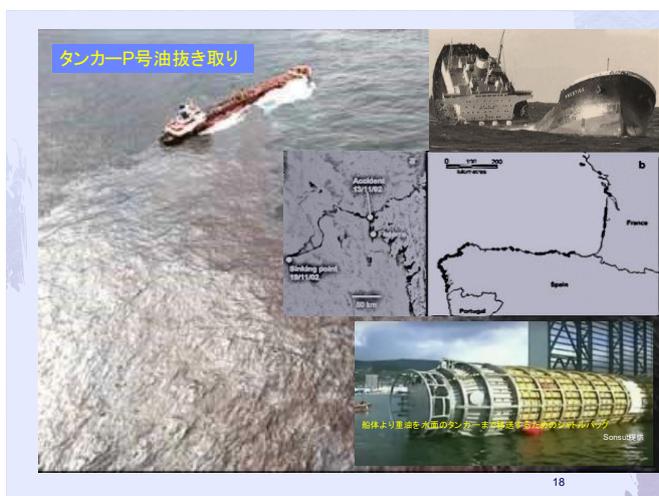
高額な費用と聞きますと、この費用をもらうサルベージ会社は大儲けしているように見えますが、費用がかかるのは作業のためであり、まともに儲けが残るものではありません。高額になればなるほどサルベージ会社の経済的リスクは大きいものとなります。現に、先ほどご紹介した客船とコンテナ船の撤去を行った会社は、今はもうありません。カーフェリーについても要した費用を全額回収できたかどうか公表されていません。

次は大規模油濁災害で、避難地問題が提起された事故です。

タンカーP号は重油 77,000 トンを積載してスペイン沖を航行中に船体に亀裂が入り、救助が開始されましたが、スペイン政府が避難地への入域を拒否し陸岸より離れるよう指示したため、このタンカーを沖出し作業中、折損し、2002 年末に水深約 3,565m の海域に沈没しました。

船体に残った重油はさらなる海洋汚染を引き起こすので重油回収のプロジェクトが始まりました。ROV を使用して特殊な計測装置で船体内の残油量を先ず計測しました。

確認した重油はシャトルバッグという特別に作製した容器を介して船体から回収され、海面に待機したタンカーに移送しました。抜き取り後の船体重油タンクに残った少量の重油は生物により分解することで処理されました。この作業は 2003 年に行なわれたものであり、世界の深深度海中での作業技術が 20 年前でも如何に進んでいたかが分かります。



沈没に際して約 30,000 トンの重油が流出し、沿岸諸国は甚大な環境損害を被ったとのことでした。

最後は上海沖で他船と衝突し、爆発炎上したイラン国籍タンカーの消火活動です。

最新鋭の中国の大型救助船が消火活動をしながら、このタンカーは日本の EEZ 内まで漂流し、弊社救助船も P&I クラブより出動の依頼を受け出動しました。残念ながら、本船は炎上により船体が破壊し沈没しました。

#### ◆救助契約の基本原則と業界を取り巻く環境

ここで再度救助契約の基本原則を説明します。

救助契約の基本は、「不成功無報酬」です。

成功しなければ報酬は貰えません。海難救助会社は、常にリスクを負いながら全力投球です。

救助契約の基本原則は変わりませんが、日進月歩で技術が進歩する海運業界において、サルベージ業界を取り巻く環境も、昔のように、純粋に財物救助や環境救助に取り組めば良かった状況ではありません。

海運業界の運送技術の進歩、安全性の向上などの技術進歩により海難数は減少する一方、船舶の大型化、輸送貨物多量化で、一度海難が起こると、大きな海難事故に発展するケースが増えてきました。この状況に対応するため、サルベージ会社は海難事故への対応力強化を図ってきておりますが、擁している特殊な船舶、機材、人員を自力で維持しなければなりません。加えて、世界各国間の政治的問題、先行きが見えない経済などの予測しがたい事象もあります。

このような厳しい状況において、有事にしか使わない特殊な船舶、資機材、要員の維持は難しく、昨今は有力で大きなサルベージ会社が次々と倒産しています。

貨物の大量輸送を担う船舶の航行を円滑に行なうための社会インフラとして、特に沈没した大型船舶を撤去することが出来るインフラと人材を有するサルベージ会社は各国に絶対に必要であると思っております。例えば自国の海域に海外のサルベージ業者が入るといことは、自国の海域を保全することにおいて公的にも不利益ではないでしょうか。

弊社は、これからも社会への貢献を続けるために技術の研鑽伝承を鋭意続けていくとともに、同業他社とも研鑽し力を合わせ、本邦内のあらゆる海難処理に対応していきたいと考えています。

続きは次の講演者に任せたいと思います。これまでご清聴ありがとうございました。

#### 救助契約の基本原則

**不成功無報酬**  
**No Cure No Pay**

#### サルベージ業界取り巻く最近の傾向

- ・世界的な環境保護と環境規制
- ・監督官庁による干渉と指導、命令
- ・地域リスクと対応者の告発
- ・海難件数の減少
- ・船舶の巨大化・輸送貨物の大量化と作業の巨額化
- ・救助資源(特に人的資源)維持が困難

## II 海難への対応 昔と今 日本サルヴェージ編

講師：取締役 門司副支店長

海務工務部長 安全衛生部長 荒木 亘 氏

日本サルヴェージ株式会社 荒木と申します。  
約 30 年前にサルベージ技師として入社し、先に講演  
しました下西や後に控えております高瀬に厳しく鍛  
えられ、今日に至っております。

私からは、「海難への対応 昔と今・日本サル  
ヴェージ編」と題しまして講演させていただきます。

これは 2015 年 12 月に日本で公開された映画のタ  
イトル画面なのですが、ご覧になった方はいらっし  
やいますでしょうか？

1890 年に、オスマン帝国、現在のトルコの最初の  
親善訪日使節団を載せた軍艦「エルトゥールル号」  
が日本から帰路の途中、和歌山県串本町沖で海難事  
故に遭遇し、座礁、大破し、乗組員 618 人が荒れ狂  
う海に投げ出され、500 名以上の犠牲者が出てしま  
った海難事故の物語です。地元民が乗組員を懸命に救  
助したことから、現在でも日本とトルコの友好の証  
しとなる逸話として語り継がれています。

### ◆日本でのサルベージ事業

右の写真は、当時の救助に参加した救助員やダイ  
バー達です。

何故、この物語を紹介させて頂いたかと言いま  
すと、この海難事故があった 1890 年前後に、日本  
ではサルベージを生業とする企業が誕生し始め、救  
助作業に参加した人達の中から、後の主要なサル  
ベージ会社が築かれたと言われているからです。

これは、NIPPON SALVAGE が誕生するまでの系譜  
です。

創業は 1893 年の三菱造船所内（正確には、三菱  
合資会社長崎造船所ですが）に設立された海難救助  
部門となります。先ほど紹介したトルコ軍艦エル  
トゥールル号の海難事故から 3 年後ということにな  
ります。日清戦争、日露戦争や世界大戦によりサル  
ベージの需要が増し、一時日本国内では大小 100 社以



### 日本でのサルベージ事業

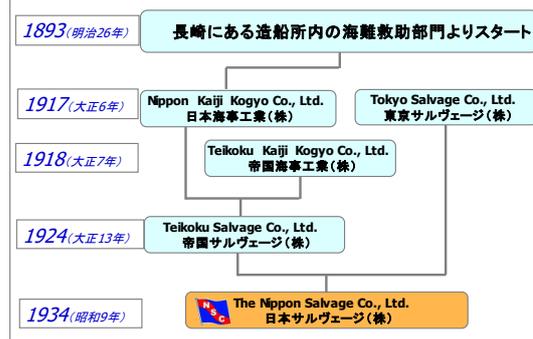


当時の潜水具



エルトゥールル号救助活動に参加した潜水工他

### 救助業者の消長



上のサルベージ会社が乱立することになりますが、最終的には西の帝国サルヴェージと東の東京サルヴェージの2大サルベージが誕生します。そして、この2大サルヴェージ会社が統合されてNIPPON SALVAGE が設立されます。

### ◆海難の種類

皆さんは、海難事故と言われると真っ先にどのような場面を思い浮かべるでしょうか？

大別しますと座礁、衝突、火災・爆発、荷崩れ・傾斜、機関故障、沈没、油流出、危険物流出。そして、海上で対応するために救助船又は起重機船を思い浮かべる方が、極稀におられます。

### ◆救助船の昔と今

まずは、救助船の昔と今を見て見えます。日本に誕生した各サルベージ会社は、救助船を所有していました。

写真左上の「大浦丸」は、日本で最初に建造された救助船と言われ、673G/Tで約1,000馬力の救助船です。

写真右上は、山科海事の「魁丸（さきがけまる）」184.95G/T、

写真左下は、東京サルヴェージの「那須丸（なすまる）」693.39G/T、850馬力、

写真右下は、帝国サルヴェージの「海元丸（かいげんまる）」で314.61G/T、450馬力でした。

NIPPON SALVAGE は、1934年（昭和9年）の統合設立後に、これらの救助船をすべて引き継ぐこととなります。その後建造された救助船も含め、最大時は9隻の救助船を保有していました。しかし、太平洋戦争により、それら救助船を失うことになり、戦後は1隻のみとなった時期もありました。

昭和30年代後半から日本経済は高度成長期に入り、海上輸送需要の増加に対応するため日本船の大量建造が進められ、その過程で船舶の専用船化、大型化が図られました。

このような状況下、日本船主協会では、積荷を満載した5万重量トン以上の船舶を曳航できるタグボートが日本には1隻も無いこと、また海上損害保険社からも、不稼働保険の成績改善案として、大型の航洋曳船の建造の必要性が論じられるようになりました。種々の検討が行なわれた結果、ペルシャ湾から日本まで15万トンの原油を満載したタンカーを平均速力5ノットで曳航できる大型の航洋曳船兼救助船を建造することになりました。

その具体策として、次の方針が決定されました。

- ① 大型航洋曳船兼救助船の建造保有する目的とし、船主船会社が中心となり「日本航洋曳船株式会社」を設立、海上損害保険各社もこれに資本参加する。



② 同社の資本金は、建造費用の半額に相当する約4億円とし、海運業界及び損保業界が出資する。

③ 曳船は日本サルヴェージ㈱に裸用船に出し、運航・運用を弊社に一任する。

この基本方針に基づき、昭和42年に三菱重工下関造船所にて初代航洋丸が建造されました。

初代航洋丸は、総トン数2,061トン、航続距離18,000マイル、定員74名、2機1軸の9,000馬力CPP、ボーラードプル（曳引力）82.5トンでした。初代航洋丸は、1998年（平成10年）まで約31年間稼働しました。



#### ◆現在の救助船団

現在の二代目航洋丸は、初代航洋丸の老朽化に伴い、1998年6月に就航しました。

初代航洋丸の建造資金は、日本航洋曳船株式会社が100%出資し建造されましたが、二代目航洋丸は、48%を弊社が出資し、残りを日本航洋曳船株式会社が出資するという形で建造され、その後の2013年に日本航洋曳船株式会社は解散、その持ち分を弊社が買い取る形となり、現在に至っております。

二代目航洋丸は、総トン数2,474トン、航続距離15,500マイル、定員56名、2機2軸10,000馬力、ボーラードプル（曳引力）132.5トン、その他に、他船消火放水銃やDPSによる自動定点保持機能を装備しています。

弊社が救助船と呼ぶ理由は、船内ストアに各種の救助要具を常時搭載しているからです。

救助要具には、各種排水ポンプ、移動式発電機、移動式コンプレッサーや潜水要具、木材、鉄板、鋼材などの各種防水材料、補強材料、作業艇などが含まれます。

我々救助チームが救助現場に挑む際、予め全ての情報を得て出港や出発をするわけではありません。移動途中で情報や状態が入報してくることが常です。そのような際、各種・適量の救助資機材を搭載した弊社の救助船が現場に向けられることは、非常に心強く感じるものです。

これは、新旧の弊社門司支店の写真です。

現在弊社は東京に本社を置き、各主要地には連絡事務所があります。しかし、メインの基地は北九州の門司港にあります。

## 二代目航洋丸



### 航洋丸のホールド内部



ご覧いただいている写真下側が現在の門司基地の様子です。基本的に、この門司支店に救助員と救助船が待機しております。

現在の救助船としまして、「航洋丸」と「早潮丸」(4,000HP)の2隻を保有しています。

過去の複数あった救助船団と比べると、たった2隻ということになりますが、現在の環境下で救助に特化した船を維持することは容易なことではありません。

## 新旧 門司基地

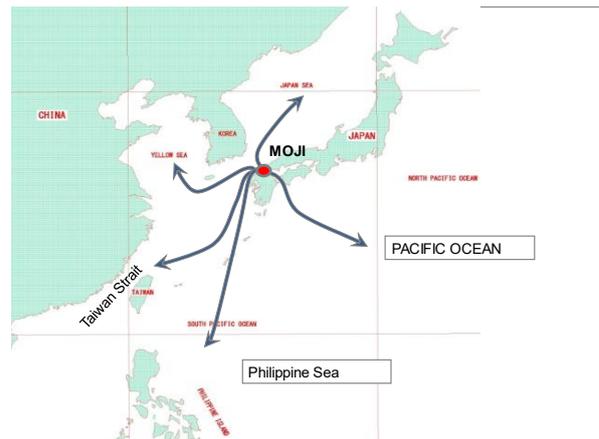


## 現在の救助船団

	KOYO MARU	HAYASHIO MARU
Gross tonnage	2,474ton	497ton
LxBxD	86.08m/14.5m/6.7m	45.13m/10.0m/4.3m
Speed	Max. 18.15knots, Cruising 16.2knots	Max. 13.6knots, Cruising 11.5knots
Range	15,500miles(twin), 23,000miles(single)	6,350miles(at11.5knots)
Main engine	Diesel, DAIHATSU 8DLM-40A 2x5,000bhp Total:10,000bhp	Niigata marine siesel,6L28HX 2x2,000bhp Total:4,000bhp
Bollard Pull	132.5metric tons	53.09metric tons
DP system	Kongsberg Maritime K-POS DP1 (NK DPS A)	Kongsberg Maritime C-POS

しかし、弊社が自社の救助船を保持し続けるのは、先ほど説明したとおり、豊富な救助資機材を常時搭載している救助船で海難事故に即応するためなのです。

門司基地は、関門海峡という重要な国際航路に面しており、地理的に瀬戸内海、日本海、太平洋へ通じており、国内のみならず、韓国、台湾、東南アジア方面での海難に対応できる体制となっています。



## ◆サルベージ作業の実例 (実際)

それでは、サルベージ曳航作業について、紹介いたします。

### ➤ 曳航

昔の曳航作業の資料は非常に乏しく、写真などでご紹介できる適当な事例はありませんでした。ただ、古い資料を読むと、救助曳航中に荒天に遭遇し、被救助船と共に沈没し、多くの船員/救助員が殉職した記録もございます。したがって映像を見ながら昔との比較はできませんが、現在の航洋丸ではどのような曳航作業を実施しているのか事例を紹介いたします。

先ず曳航作業ですが、平成25年12月3日、アリューシャン列島沖で主機関故障により航行不能となった大型コンテナ船(53,0815G/T)を韓国釜山まで曳航する作業でした。

現場海域では冬季アリューシャン低気圧の影響を受け、荒天となる日が多いことが予想され、堪航性のある「航洋丸」を出動させ、任務に当たらせました。

曳航中、付近海域は波高が6~10mと、大時化となる場面もありましたが、「航洋丸」だからこそ無事に釜山まで曳航することができたと思っております。

曳航は、荒天の中、辛うじて曳航索を連結し曳航を開始しましたが、曳航される本船が大きく動揺する状態が続き、本船船長の側から、傾斜が大きく転覆が心配であるため曳航速力を落として欲しいという場面があったようです。



### ➤ 火災・爆発・曳航

次の事例は、「火災」、「爆発」そして「曳航」です。

平成 25 年 12 月 29 日 ケミカルタンカー総トン数約 3 万トンは、アクリルニトリル (AN)、スチレンモノマー (SM)、パラキシレン (PX) など積載し、中国向け航行中、韓国釜山港沖合にて他船と衝突し、No. 4&5CT (P) 付近に大破孔を生じて炎上し、乗組員は総員退船、本船が対馬付近海域で漂流を始めました。

当社は、航洋丸を派遣し、更に近海資格を有し、消火能力のあるタグボートを用船して、本船の漂流を航洋丸で食い止めるとともに、タグボート 4 隻で消火活動を開始しました。

問題は、一つ目として、この 3 種類の積荷であるケミカルが一般的な泡消火剤 (タンパク泡) では泡が形成できない、つまり、消火できないこと、二つ目として、貨物タンクの爆発の影響でデッキが変形し、火源のタンクにかぶさり、曳船の放水銃で直接火源の貨物タンクに泡消火剤を放水できないことでした。

そこで、3 種類のケミカルにも有効な泡消火剤 (メガフォーム) を調達し、呼吸具と防火服を装備した消火隊を編成し、火勢が衰えた頃を見計らって、本船に乗船し、泡消火原液を直接火源に放射することし、事故発生から 18 日後に火災の鎮火に成功しました。





その後、約2ヵ月半以上にわたり、避難港が提供されるまで、航洋丸で本船曳航しながら、日本と韓国の間で曳航をし続けることとなりました。

鋭意、日本と韓国に折衝した結果、仕出し地であった韓国蔚山港への入域が認められ、4月11日に蔚山港入港、4月下旬に作業を完了しました。航洋丸は、年末に緊急出港してから約4ヶ月ぶりに門司支店に帰着しました。

#### ➤ 座礁

話しは、「昔と今」に戻ります。海難事故のひとつ座礁事故の事例です。

写真は、大型貨客船A号（約17,000トン）、昭和12年9月2日に台風に遭遇し、香港港外に座礁した事例です。

当時、本船だけでなく「船舶」の資産価値が高く、沈没した船を引き揚げ、修理し使用する事例が多数あったようです。

救助の依頼を受けた当社は、救助船と約60人の救助員を派遣し、救助作業に当たりました。

本船の座礁状況は、右舷6度傾斜し、二重底に浸水はあるものの、その他の区画にはほとんど浸水は認められず、付近の海底は、硬質で起伏のある花こう岩と大きな玉石が点在する場所でした。

本船は、修繕工事中であったこともあり、乗客や貨物は無かったものの、降ろせる重量物もなく、浮揚させるための水深を如何に確保するかが大きな課題でした。



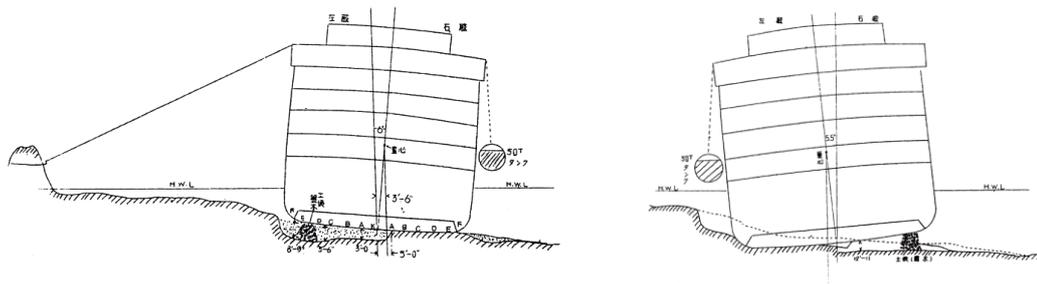
調査の結果、以下の方針が立案されました。

1. ディーゼル主機関4基のうち、2基のエンジンを船内で解体し陸揚げ、更に50トン/基×10個の浮力タンクを両舷の水面下に取り付け、浮力を付加する。
2. 浮力を付加してもなお浮揚するための水深が不足するため、海底を90cm掘り下げる。

そして、この2項の海底を掘り下げる工法として、図のとおり、本船に傾斜止めの重りを付加し、傾斜を保ちつつ、削岩機で左舷側の海底を削孔し、ダイナマイトを仕掛けて海底の岩を爆破除去することをダイバーで行ったと記録されています。

無論ダイバーが下敷きにならないよう、盤木の設置やカウンターバラストも施されました。

右舷側も同様にダイバーでダイナマイトを仕込み、爆破しながら海底を掘削し、昭和13年3月11日約6ヶ月を費やし、大潮の満潮時に無事離礁しました。



近年の座礁船の対応事例です。

5,000 総トンのタンカーが九州南沖にて機関故障し、離島に座礁したケースです。後に、本船は経済的理由により全損が確定し、契約としては、救助ではなく撤去契約となりました。

本船は、座礁する前からエンジントラブルで何日間も救助されず漂流し、荒天で流されて鹿児島と奄美大島の中の島に座礁しました。本船の座礁後、航洋丸を急派して曳航索を連結、さらにはうねりの力を利用して曳卸しを試みましたが、沖側に点在する岩をかわし切れず、離礁に至りませんでした。



本船の座礁した場所は、起伏のある岩場で、船底には多数の破孔がありました。

調査の結果、離礁させても浮力の確保は可能と試算されましたが、問題は浮揚するための水深の確保が難しい点でした。

曳引力が 132 トンの航洋丸でさえ、船首方位すら変えることが出来なかったことを踏まえ、近年導入したチェーンプラーを利用し、力業で本船を離礁させる工法を採用しました。

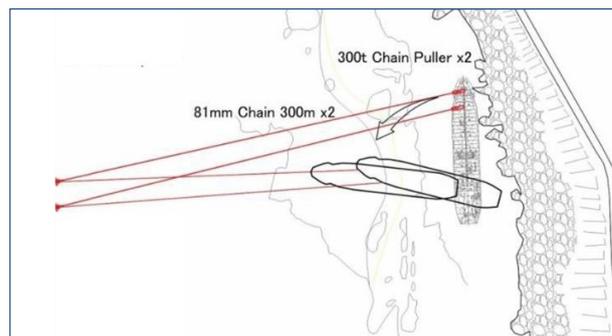
このチェーンプラーは、日本語でいえば、錨鎖けん引機とでもいう装置で、機械的に錨鎖を掴み油圧シリンダーでけん引するものです。

このチェーンプラーは、1 台で 300 トンをけん引することができ、このときは 2 基を本船に搭載し、合計最大 600 トンの力で離礁させる工法でした。

この 600 トンのけん引力は、一般的な港内曳船に換算すれば、10 隻以上の力となります。無論、1 台 300 トンのけん引力を発揮するためには、その根止めとなる特殊な錨を設置します。

この錨は、重さ 12 トンですが、砂地であれば、500 トン以上の把駐力を発揮します。ま

### チェーンプラーを利用した離礁



た、チェーンブローを数少ない風間を狙って本船に搭載し、固定する作業も相当な溶接作業量となります。

チェーンブローで離礁作業中の連続写真です。



もし、A号の救助でこのチェーンブローが利用できたなら、作業期間は6ヶ月から1-2ヶ月に短縮できたとも考えられます。その他にも、チェーンブローを活用した事例は増えております。

次は、台湾北端に座礁した RoRo 船（14,663 総トン、空船）の撤去事例です。

本船は、2008年10月荒天のため走錨し、台湾基隆の北西、石門の発電所沖に座礁し、折れ波が発生する遠浅と船齢が古いことから救助でなく、撤去作業となりました。

この例では、当初、救助員をヘリコプターで乗下船させておりましたが、作業効率が悪く、また安全を考慮し、現地当局と折衝重ね許可を得て、陸岸から海岸



線の一部を埋め立て、チェーンブロー8台を海岸線に設置し、本船を陸岸に引き寄せながら一部を解体し、船体が軽くなれば、また海岸側に引き寄せ、一部を解体することを繰り返し、船体全



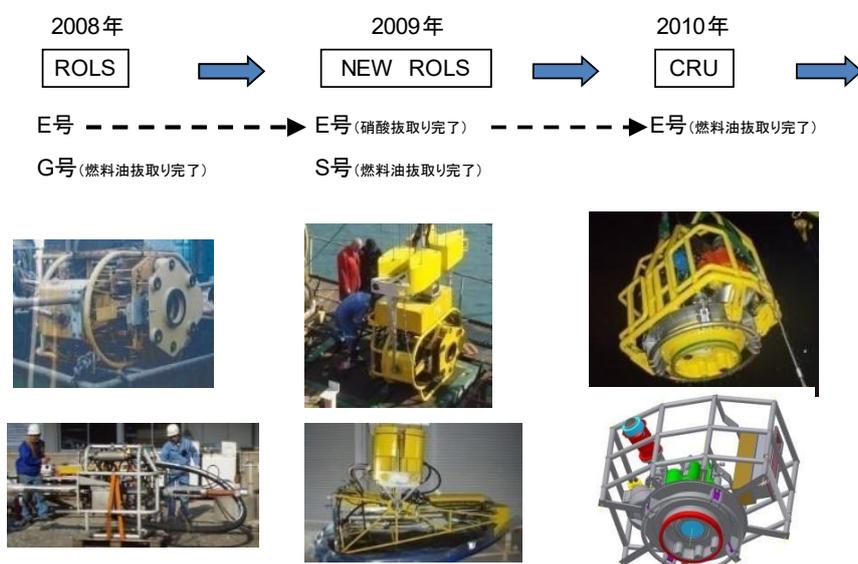
てを解体撤去しました。そして、埋め立て海岸線は、当局の承認が得られるよう復旧し、全ての作業を完了しました。

#### ◆油抜取装置の変遷

今日では、環境保護の観点から沈没船からの燃料油や危険物貨物の回収作業も増えてまいりました。「昔と今」という観点から、「昔」は軽視、後回しにされていた「環境損害の防止」が、「今」は、最重要項目のひとつとなってきていることに、同意いただけると思います。

これらの回収方法について、作業効率やダイバーの安全性の向上に向けて研究と改良を積み重ねております。

### 抜取り装置の変遷



写真の左側は、第一世代とも言える ROLS (Remotely Off-Loading System) と画面右側の第三世代とも言える CRU (Cargo Recovery Unit)を示します。

ROLS は、ノルウェーの会社が開発・所有する装置で、油にもケミカルにも使用が可能です。

CRU は、イタリアの会社が開発した装置で、ROLS と同様に遠隔操作で燃料や液体貨物を回収できます。

これらの装置の最大の特徴は、ダイバーで誘導するものではなく、ROV (水中ロボット) でこの装置を誘導し、船体に自ら固定し、外板を削孔して油等を抜き取り、削孔した外板を閉止する事が出来る装置です。

当社では、2008年から使用し、改良を加えて、2009年に新しい ROLS を使用して硝酸の抜取りを行いました。その間に国内でも数件の ROLS を使用して油の抜取り作業を行っております。

まだ欠点なども数多くあり、改良の余地がありますが、研究と改良を積み重ねております。

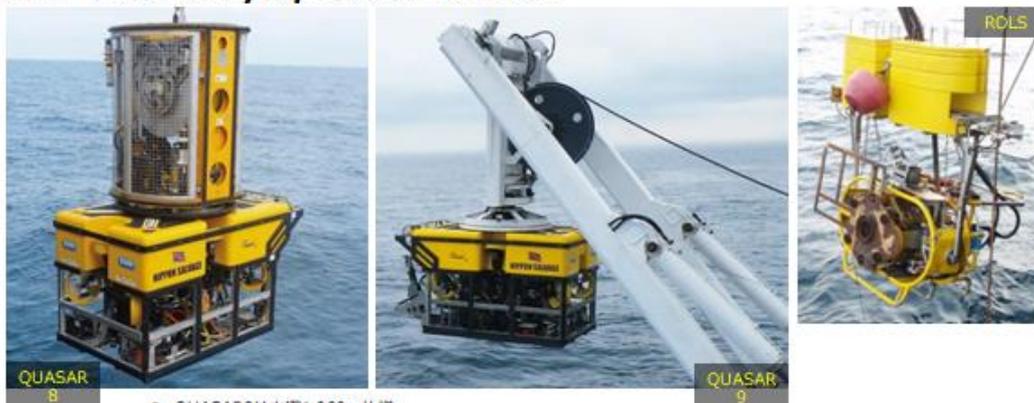
#### ◆深海作業への挑戦

「昔と今」として、「昔」できなかったことが、「今」出来るようになったこと。

それが、深海への挑戦です。

## 船舶／救助資機材

### ROV (Remotely Operated Vehicle)



- QUASAR8は水深1,000m仕様。
- QUASAR9は水深3,000m仕様。
- 深海調査作業や玉掛け作業、汚染物（燃料油／貨物）除去等の作業を行うことが可能。
- 汚染物除去作業ではROLS（Remote Operated Off Loading System）などを使用する。

例えば、「昔」特殊な事例を除き、水深が約70m以上の深い海底に船が沈めば、あきらめるしかなかったこと、湧出する油を海面で待つしかできなかったこと、沈没した船体が海底でどのような状態になっているのか詳細にはわからなかったことが、水中ロボットで「わかるように」・「できるように」なってきたこと。

それを可能とするのが、Work Class ROV です。

当社では、耐水深1,000m及び3,000m仕様を計2台導入し、海難事故に備えております。

導入後の実績は、自衛隊のヘリコプター墜落事故で水深約2,700mからの機体を回収し、事故原因の究明やご遺体の回収に貢献しました。また、アジアナ貨物機の墜落事故ではブラックボックスの捜索と回収作業に従事しました。

このほかに当社では、耐水深300m、500mの小型ROV及び取り扱いが容易な水中ドローンも導入し、機動性を確保しております。

更に「今」、後ほどの詳しく講演されます水深300mまでのダイバー作業につきましても、安全性と作業の効率化を目指し、飽和潜水装置を導入し対応できるようにしております。



弊社では、軸となる門司支店の設備を更新し、屋内プールを備え、ダイバーの訓練や研修、水中機器の実用テストなどあらゆる海難に対応できるよう日々研鑽しております。

### 船舶／救助資機材

#### 北九州基地 門司倉庫



海難の対応は、弊社のような救助業者だけで完結できるものではないことは、昔も今も変わらず、将来もまた変わらないと考えます。船主様/荷主様、海上保安庁様、運輸局様、保険者様、港湾関係者様ほか皆様の協力とご理解があつて初めて目的が達成されるものであります。今後とも、ご理解とご協力をよろしくお願い申し上げます。

### Ⅲ 海難への対応 昔と今 最新の潜水技術紹介・飽和潜水

講師： 顧問 高瀬 隆雄 氏

それでは、早速、「最新の潜水技術紹介」として本日は「飽和潜水」についてお話をさせていただきます。

飽和潜水は海底油田開発の分野では以前からある技術ですが、日本においては油田が無いことから新しい技術として捉えております。



#### ◆飽和潜水とは

最初に飽和潜水とはどのような原理かを説明いたします。

潜水作業では、潜水士が呼吸するガスの圧力も潜水深度に比例して増大するので、潜水中は呼吸ガスの大部分を占める不活性ガスが潜水士の身体内に溶けこんでいきます。

そして浮上するときは、時間をかけてゆっくり浮上する必要があります。これは、溶け込んだ不活性ガスが、環境圧の減少に伴い、身体内で気泡化して減圧症を引き起こさないようにするためです。

そのため潜水深度が深くなるほど、潜水時間が長くなるほど浮上時間も長くなります。

しかしながら、呼吸ガス中の不活性ガス（ヘリウム）がこれ以上体に溶け込まない状態（飽和状態）にまで長くその水深にいると、その後はどれだけ長く水中（高圧環境）に滞在しようと、溶け込んでいる不活性ガスの量は変わらないので、減圧時間も変わりません。この原理を応用して深い深度に長時間潜る潜水技術を「飽和潜水」と呼んでいます。

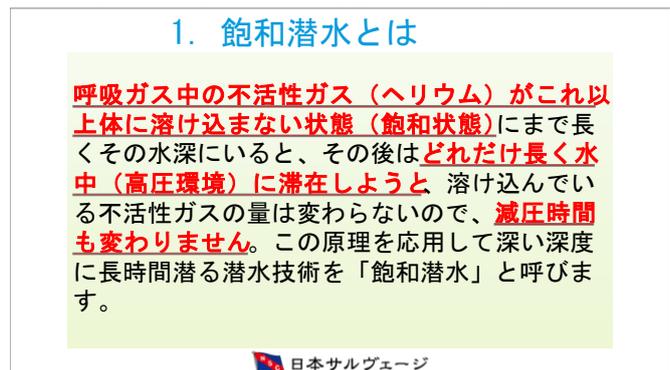
飽和潜水中は、潜水士は作業を行う水中と同じ高圧環境の高圧居住チャンバー、DDC と呼んでいますが、この中で居住し、必要に応じて高圧環境圧に保圧した水中エレベータ、SDC と呼んでいますが、この SDC で海中に降りて潜水作業を行います。

普通の潜水は身体にガスが溶け込む前に上がろうとするのですが、飽和潜水では飽和になるまで体にガスを溶け込ませています。よって、潜水期間が1日だろうが30日だろうが、減圧時間は同じになります。飽和した圧力の中で生活して、最後にまとめて減圧しましょうというのが飽和潜水となります。

#### ◆飽和潜水の長所・短所

飽和潜水の長所として

- (1) 潜水作業時間に制限がなく、水深 40m～300m の範囲で潜水作業が安全に繰り返すことができます。そのため結果的には作業完遂までの期間が短縮されます。



(2) 加圧と減圧が1回で済むので、減圧症リスクが低減されます。

(3) 海象気象が急変した時でも、潜水士を速やかに水中エレベータで海底から退避させて安全な船上の高圧居住チャンバーに回収することができます。

短所としては、

(1) 潜水装置及び支援設備が大掛かりで、多数の支援要員が必要となり、また呼吸ガスもヘリウムが主体となるので運用経費がかかります。

(2) 飽和潜水中、潜水士は狭い高圧居住チャンバー（DDC）の中に滞在しなければならないため、ストレスを感じます。

(3) 減圧は飽和深度からの1回で済みますが、減圧時間は長くなります。例えば水深100mでの飽和潜水では減圧に4日ほどかかります。

## 2. 飽和潜水の概要 長所・短所

### ●飽和潜水の長所・短所

#### 長所

- (1) 潜水作業時間に制限がなく、水深40m～300mの範囲で潜水作業が安全に繰り返すことができます。そのため作業完遂までの期間が短縮されます。
- (2) 加圧と減圧が1回で済むので、減圧症リスクが低減されます。
- (3) 海象気象が急変した時でも、潜水士を速やかに退避させることができます。

#### 短所

- (1) 潜水装置及び支援設備が大掛かりで、多数の支援要員が必要となり、また呼吸ガスもヘリウムが主体となるので運用経費がかかります。
- (2) 飽和潜水中は潜水士は狭い高圧居住チャンバー（DDC）内に滞在しなければならないため、ストレスを感じます。
- (3) 減圧は飽和深度からの1回で済みますが、減圧時間は長くなります。

 日本サルヴェージ

## ◆混合ガス潜水

先ほどから呼吸ガス、不活性ガス、ヘリウムガスの話しを説明もなしにしていますが、水深が40mより浅い潜水作業の場合は、潜水時の呼吸ガスは主として圧縮空気です。しかし40mを超える、深い潜水作業では、ヘリウムを主体とした酸素との混合ガスを使用して潜水を行います。

なぜヘリウム混合ガスを使うのかと言いますと、潜水深度が深くなるにつれ水中環境圧力が増大するので呼吸ガスの圧力も増大し、空気潜水では空気成分の約8割を占める窒素の圧力も増大します。呼吸ガス中の窒素の圧力が一定以上になると、窒素は麻酔作用を引き起こします。

窒素の麻酔作用は「窒素酔い」と呼ばれ、思考力低下や陶酔感を誘発し溺水の恐れが生じます。そのため深い潜水では圧力が増大しても身体に影響を及ぼさない不活性ガスであるヘリウムを主体とした酸素との混合ガスを使用します。この技術は30年以上前から実用化されており、世界的に運用されています。

窒素の麻酔作用は「窒素酔い」と呼ばれ、思考力低下や陶酔感を誘発し溺水の恐れが生じます。そのため深い潜水では圧力が増大しても身体に影響を及ぼさない不活性ガスであるヘリウムを主体とした酸素との混合ガスを使用します。この技術は30年以上前から実用化されており、世界的に運用されています。

ヘリウムと酸素の混合ガスはヘリオックスと呼ばれ、潜水深度に応じて異なったヘリウムと酸素の混合比の混合ガスを使用します。そのため混合ガス潜水では空気潜水とは異なった潜水設備・装備・技術が必要となります。

## 3. 混合ガス潜水

### ●混合ガス潜水とは

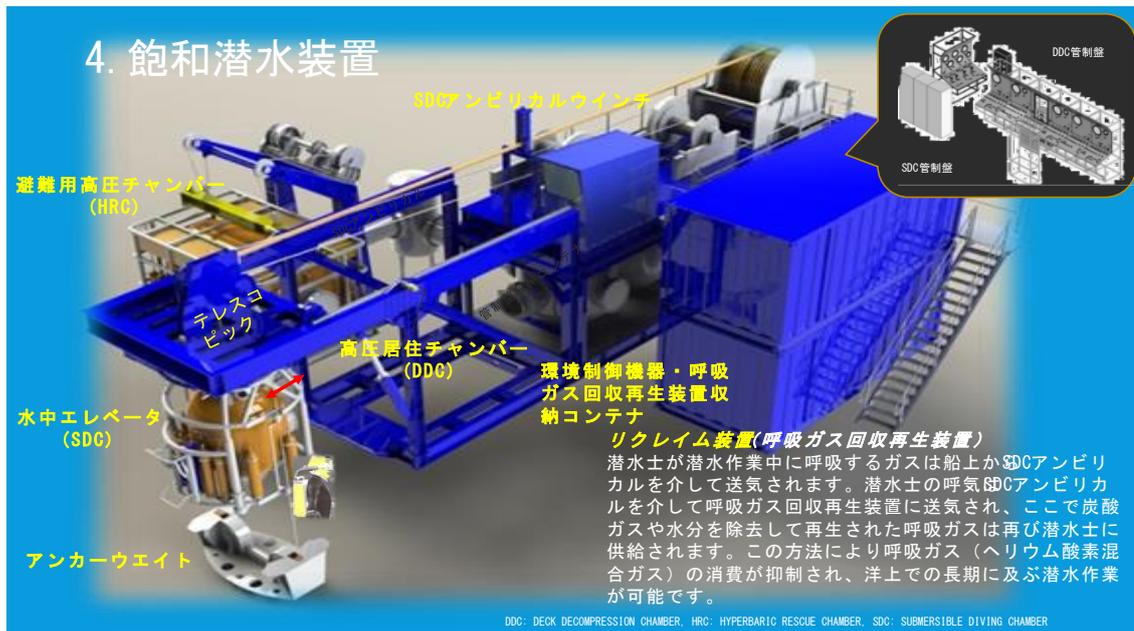
・ヘリウムを主体とした酸素との混合ガスを使用する潜水で、深い潜水作業で使用されます。

### ●なぜヘリウム混合ガスを使うのか

- ・潜水深度が深くなるにつれ水中環境圧力が増大する
  - 呼吸ガスの圧力も増大する
- ・空気潜水では空気成分の約8割を占める窒素の圧力も増大
  - 窒素は麻酔作用を引き起こす
- ・「窒素酔い」と呼ばれ
  - 思考力低下、高揚感、陶酔感を誘発し溺水の恐れが生じます。
- ・対策：圧力が増大しても身体に影響を及ぼさないヘリウムを主体とした酸素との混合ガスを使う。
- ・潜水深度に応じて異なったヘリウムと酸素の混合比の混合ガスを使用する。

 日本サルヴェージ

◆飽和潜水装置、飽和潜水個人装備、「海進」



これは現在運用中の飽和潜水装置の模型です。

ダイバーは、高圧居住チャンバーDDC で生活しています。DDC は例えば水深 100m に相当する 10 気圧にヘリウムガスで加圧されます。この状態を水深 100m への飽和潜水と呼びます。

ダイバーはこの DDC の中で、加圧から、通常の生活、ごはんを食べたり、シャワーを使ったりトイレで用をたしたりします。そして作業が終わって最後に減圧を行います。

この丸い球体は水中エレベータ SDC です。DDC で生活するダイバーは水中で作業するとき、この水中エレベータ SDC に乗って海底に降りていきます。作業水深に到達したら、水中エレベーターのハッチから泳ぎ出て海中での作業を行います。

上段のコンテナには、DDC 管制室と SDC 管制室があります。DDC 管制室では 24 時間当直制でダイバーの環境圧力、酸素量、温度等のコントロールを実施しています。SDC 管制室ではダイバーが海底で作業するときの作業指示と生命を維持するための環境制御を行っています。

下段のコンテナには、環境制御機器・呼吸ガス回収再生装置（リクレイム装置）等が設置されています。呼吸ガス回収再生装置はダイバーの呼気を回収して、二酸化炭素を除去し酸素を添加して再度ダイバーが呼吸ガスを吸えるように再生する装置です。貴重なヘリウムガスを節約する装置です。

ダイバーが水中エレベータ SDC からハッチを開けて泳ぎ出す時に装備する飽和潜水個人装備です。潜水ヘルメットとバックパックから構成される非常用呼吸装置 COBRA (compact bailout rebreathing apparatus) を装備します。

これは、呼吸ガス回収再生装置（リクレイム装置）と連動して呼吸ガスの再生を行います。また、ダイバーへのガス供給が停止した



ときの非常用の呼吸ガスをバックパックから供給します。

飽和潜水装置は、多目的台船「海進」に搭載しております。

## 4. 飽和潜水装置を艀装した「海進」

### Principal Craft



 日本サルヴェージ

海進は、長さ70m、幅26mで58人が居住でき、飽和潜水機材、予備品倉庫、発電機、ヘリウム混合ガスカートドル、Backup ROV等が搭載されています。

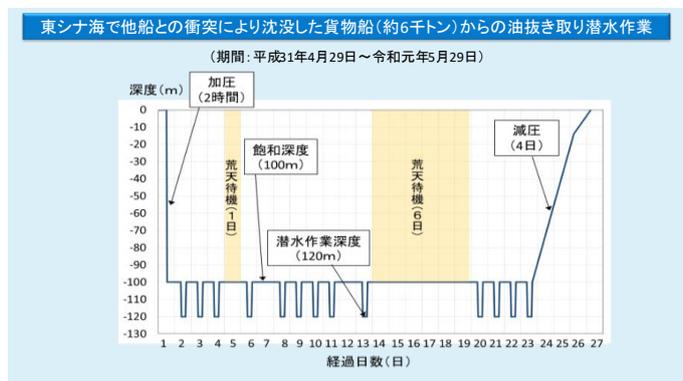
#### ◆短時間潜水と飽和潜水の違い

実際の飽和潜水事例でダイバーの潜水プロファイルを表しています。

・1日目に2時間で水深100mまで加圧して飽和状態にもっていきます。

・2日目にエクスカージョン潜水で120mの水深でダイバーは作業を行ないました。飽和潜水では、100mの飽和深度に対してある程度水深の幅を持って潜水することが可能で、このことをエクスカージョン潜水と言います。

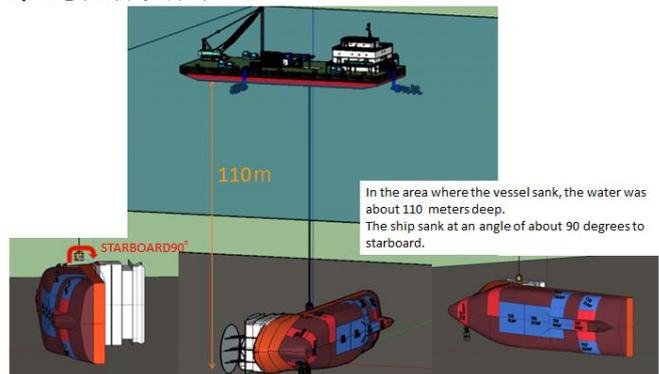
その後も荒天の日を除いて作業を行い、23日目から減圧を開始し、27日目で減圧を終了して飽和潜水を終わった例です。この間、ダイバーは、天候の良い日は、海底で6時間程度の潜水作業を行っています。



### 6. 飽和潜水作業

#### ◆飽和潜水作業の実際(油抜き取り)

実際に沈没船から油抜きを実施した時の作業台船「海進」と水中エレベータのイメージ図です。



それでは最後に実際に飽和潜水で実施した沈没船からの油抜き取り作業の映像を見てくださ  
い。

- (1) ダイバーは船上の高圧居住チャンバーから水中エレベータに移り移って、海底の沈没船の水深まで降りていきます。水中エレベータにはダイバー2名とダイバーへの支援を行うテン  
ダー1名が乗り込みます。



- (2) 水中エレベータが海底に到着すると、水中エレベータの底についたハッチを開放します。水中の圧力と水中エレベータの中の圧力は略同じなので、圧力の微調整でハッチを解放することができます。その後、2名のダイバーは潜水装置を装着してハッチから泳ぎ出て行きます。

テンダーはダイバーの泳ぎ出る距離に合わせて、呼吸ガスや温水供給ホース、通信ケーブルが組み込まれた、アンビリカルケーブルを繰り出していきます。



- (3) ダイバーは沈没船の油タンクと油を抜き取るバルブの取り付け位置を確認します。その後、ダイバーは船底にドリルボルトと呼ぶ、特殊なボルト4本を設置し、そのドリルボルトを利用してスライドバルブを組み立てていきます。



- (4) スライドバルブが組み上がったら、次に船底に直径 100mm の穴を開けるドリルをスライドバルブに組み付けし、船底に穴を開けます。
- (5) 船底に穴が空いたら、ドリルの中に溜まった油を圧縮空気で油タンクに押し戻してから、外部に油が漏れ出ないようにしてドリル装置をスライドバルブから取り外します。その後、スライドバルブをベースにして、ホースやポンプを船底に組み立てていきます。
- (6) 最後にホースを作業の母船となっている多目的台船「海進」の油回収タンクと連結して油を抜き取ります。



以上で、飽和潜水についての説明を終わります。ご静聴ありがとうございました。

(以上講演要旨)