

特別セッション S-1

働き方改革を踏まえた港湾・漁港・海岸事業等の進め方

高圧則改正に伴う 潜水作業の変容について



(株)ソニック 三井 正雄

《高圧則改正に伴う 潜水作業の変容について》

ナウファスを中心とした定常波浪観測における
潜水作業にフォーカスして紹介（作業管理者の視点で）

具体的には

・海底設置式波浪計の設置／移設作業

・定期点検等の保守・メンテナンス作業

日本における海底設置式波浪計の開発経緯



水圧式波高計 (PWM)

1960年代以前の波浪観測に使用された



超音波式波高計 (USW)

1960年代後半に実用化され、その後日本各地の波浪観測へ急速に展開された



流速計型波向計 (CWM)

1980年代まで日本の波向観測の主力機器として使用された

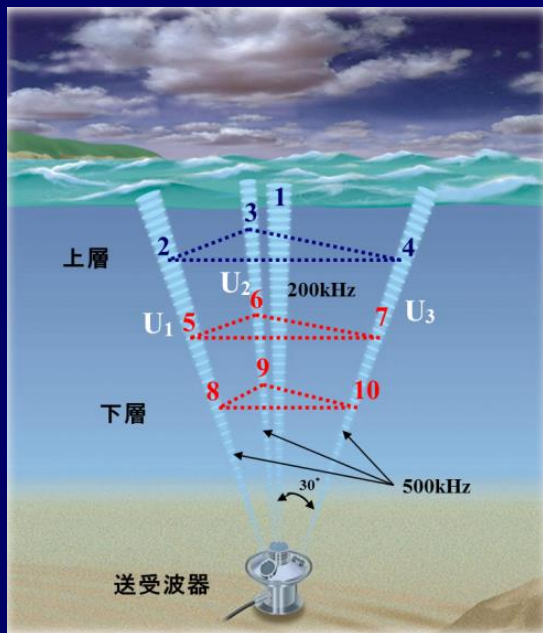


海象計 (DWM)

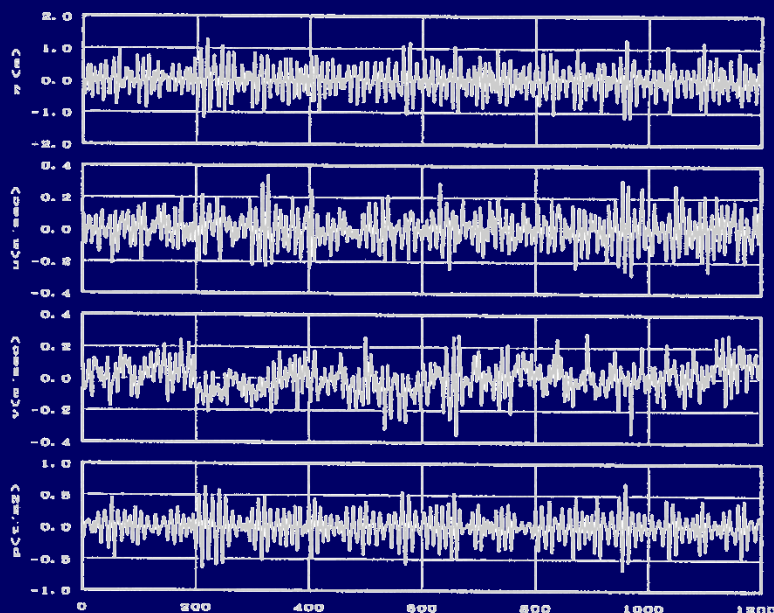
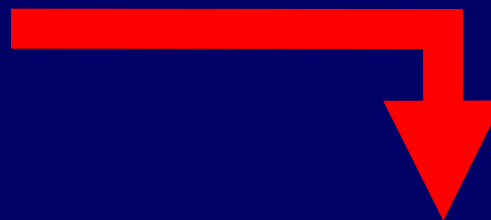
1990年代の中頃に実用化され、その後日本の波浪観測の標準器として使用されている



海象計

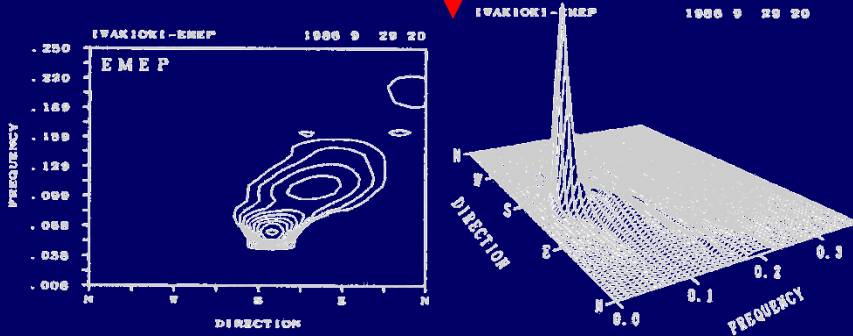
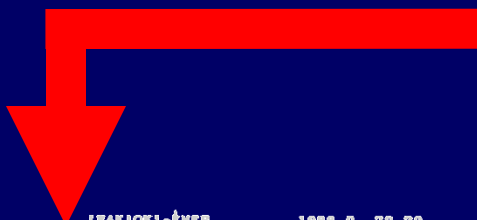


【波浪観測】



観測波動成分の時系列

【方向スペクトル解析】



方向スペクトル

海象計導入地点

導入数：全国 100ヶ所以上

国土交通省港湾局関係
開発局・総合事務局関連
河川局関係
電力会社関連
地方自治体
石油備蓄・LNG基地
海外（台湾気象局）



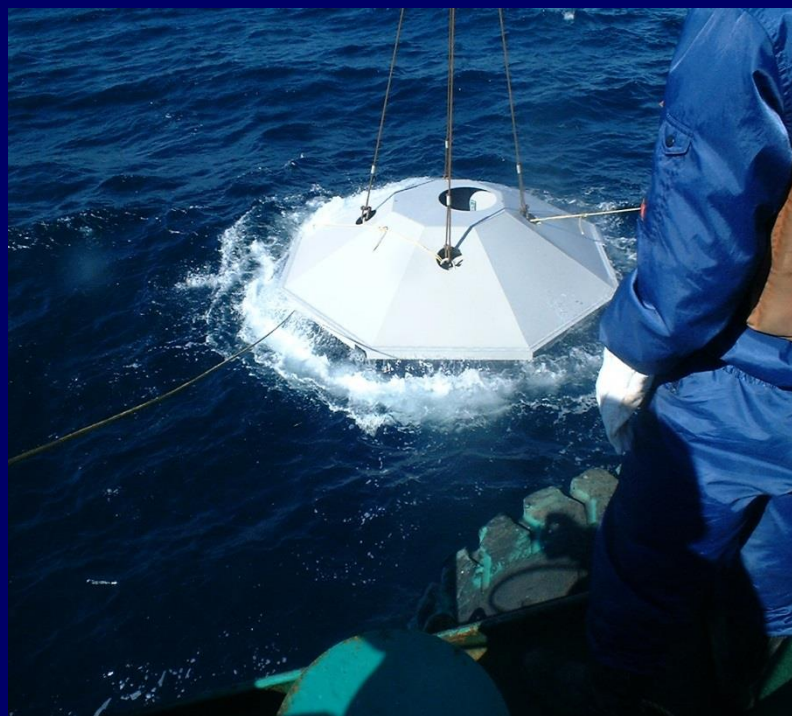
ダイバーによる潜水作業が不可欠

2021年12月

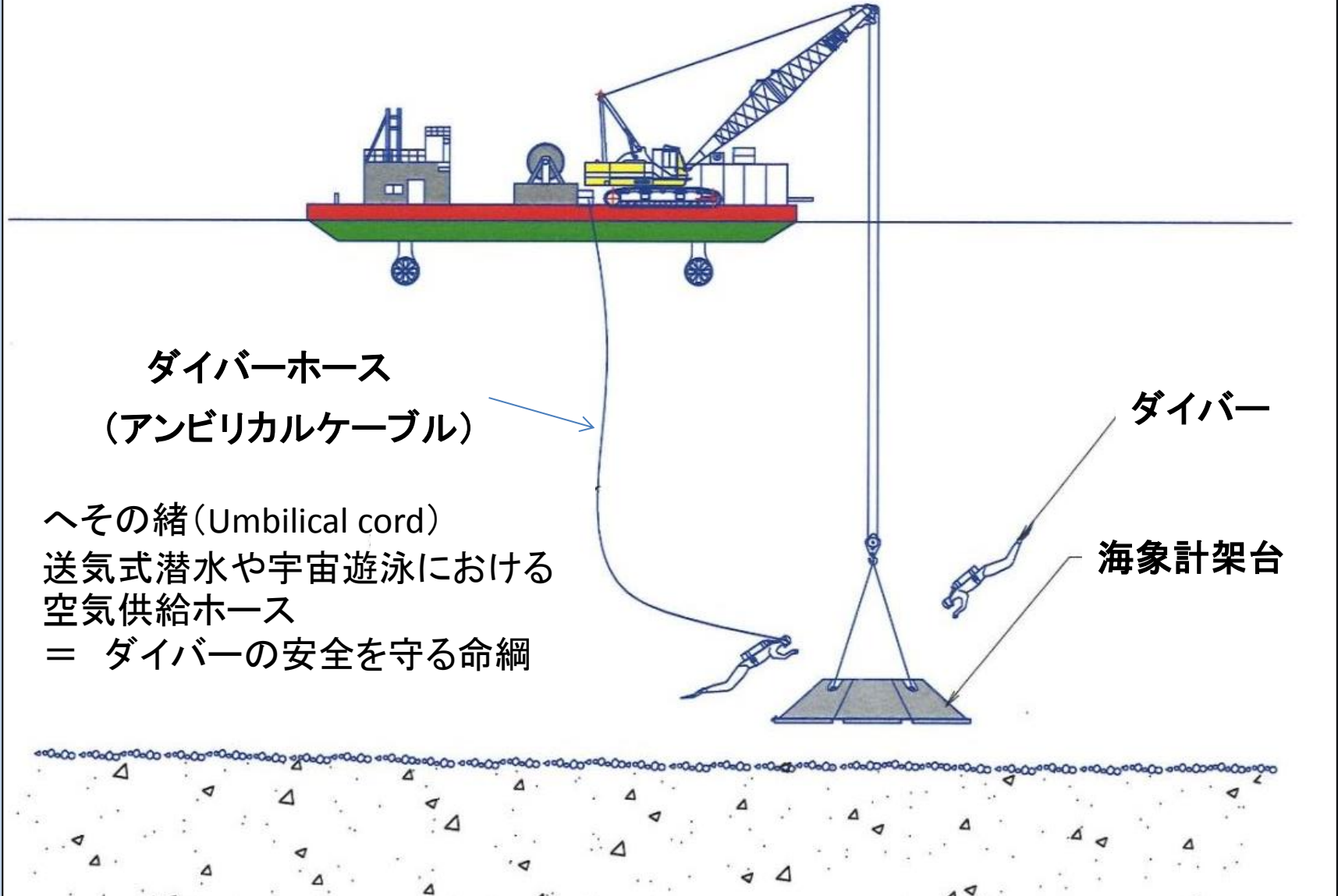
(1) センサー部の設置／移設

「センサー取付架台沈設及びセンサーの取付」

- ・架台をクレーンで吊り、架台沈設地点に着底させる
- ・センサー取付版の水平調整とジャイロコンパスで方位を確認する
- ・センサーを取付板に固定し、予長ケーブルを架台内部に格納する



センサー架台の設置



ダイバーホース
(アンビリカルケーブル)

へその緒 (Umbilical cord)
送気式潜水や宇宙遊泳における
空気供給ホース
= ダイバーの安全を守る命綱

ダイバー

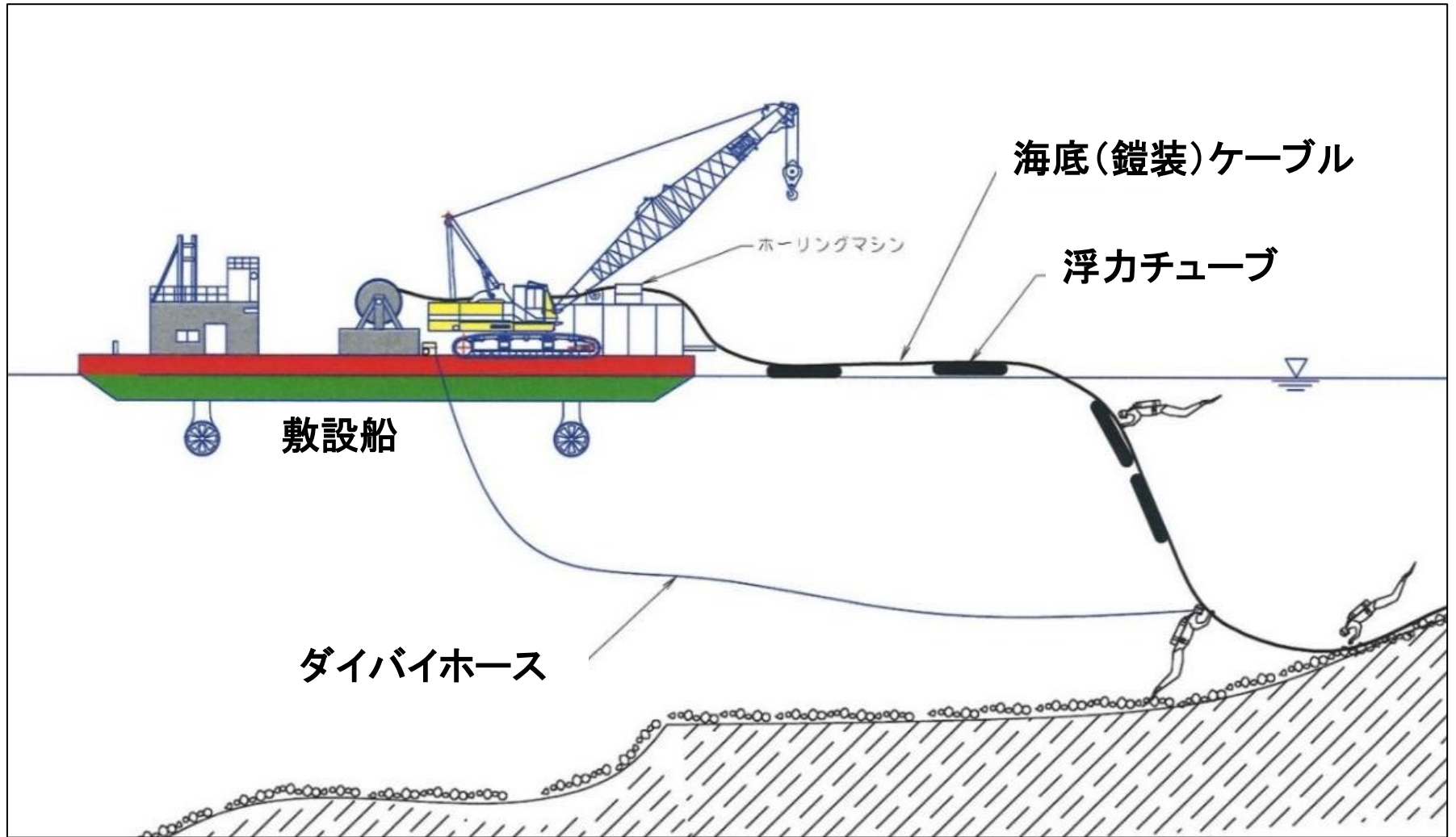
海象計架台

(2) ケーブルの設置と防護

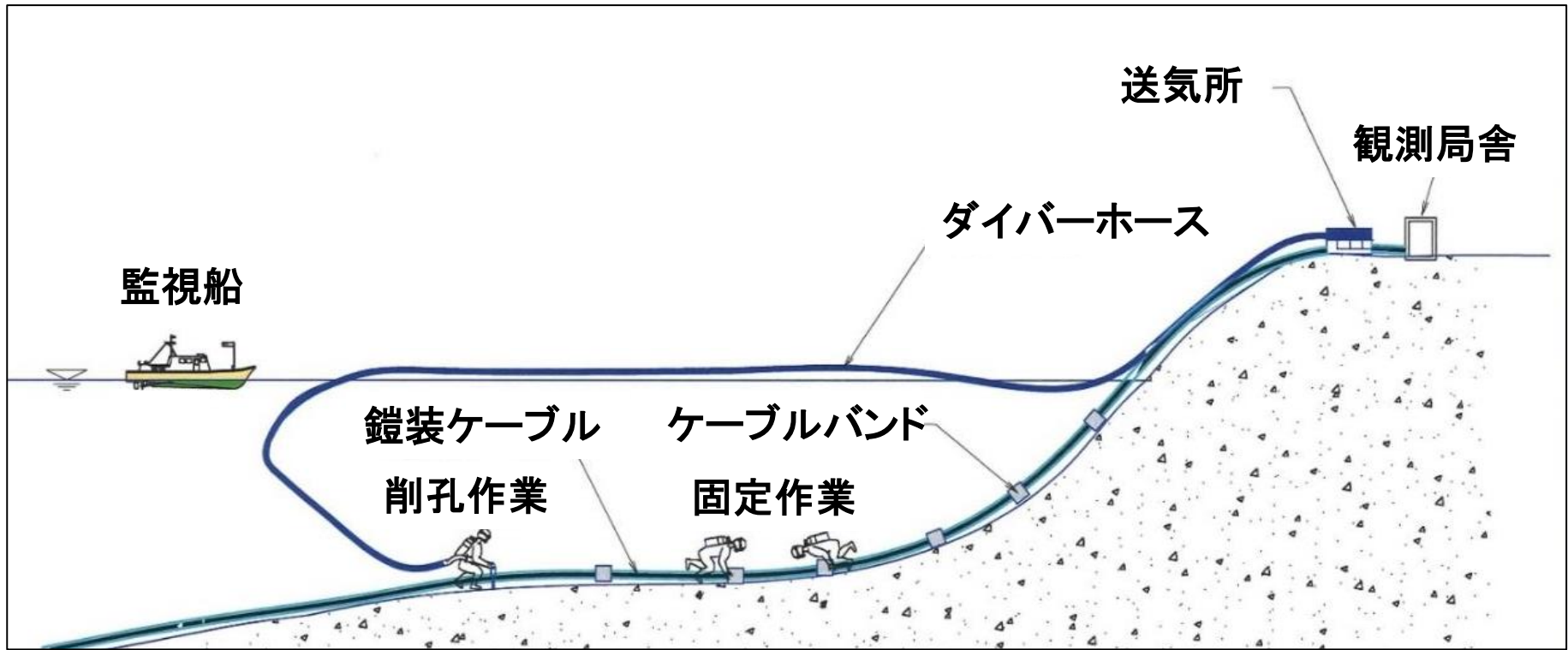
- ・ケーブルを繰り出し汀線部で固定する
- ・敷設船を曳航し、ケーブルルートに添って海中部ケーブルを敷設する
- ・砂地埋設部は敷設時に自動埋設機で2m以上の埋設を実施
- ・汀線部及び岩盤部は敷設後指定の防護方法を施す



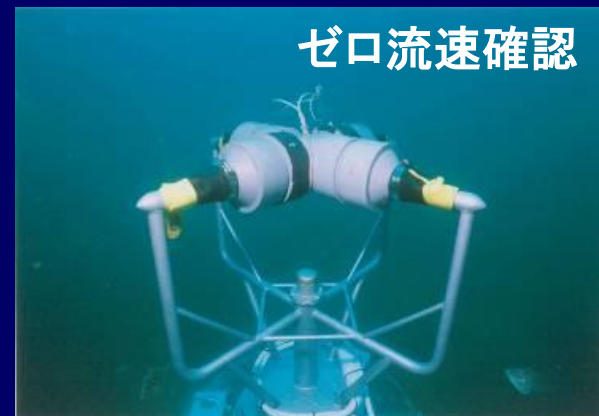
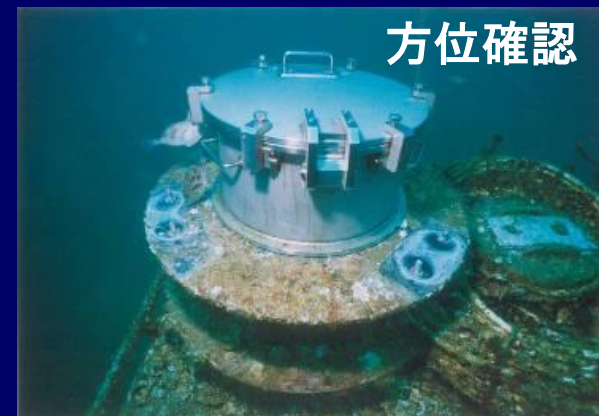
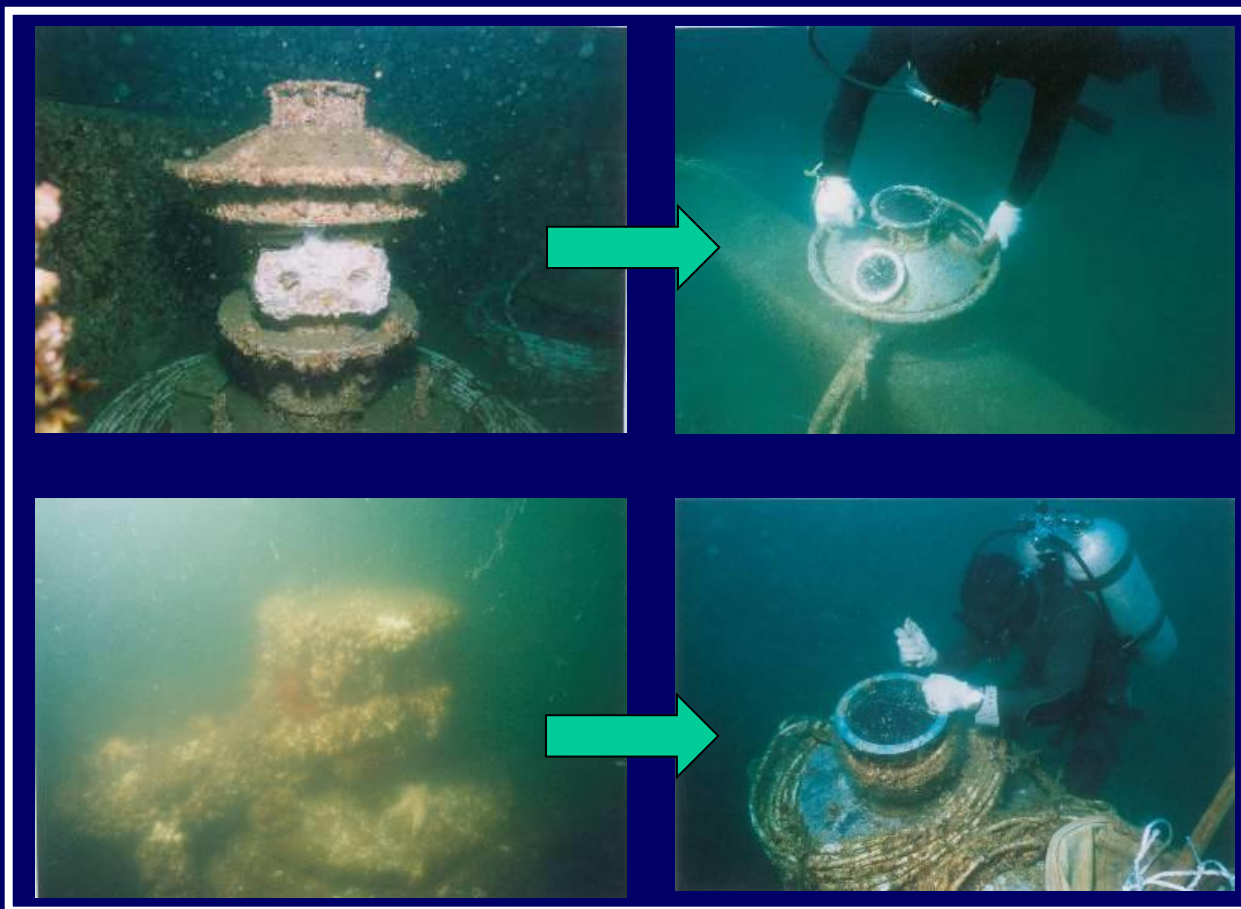
ケーブルの敷設



ケーブルの固定



(3) 保守・メンテナンス



センサの清掃およびキャリブレーション

高気圧作業安全衛生規則の概要

目的

労働者が高気圧下の作業に従事することにより、労働災害(特に**減圧症**、**窒素中毒**など)が発生することを防止する

改正の趣旨

技術の進展等により、空気のみでなく、酸素、窒素、ヘリウムを含む**混合ガス等の使用が既に実用化され**、現行の減圧表で規定されている圧力よりも高い圧力下での作業が可能になっている(**諸外国ではこのような方法が普及している**)

→ これらを踏まえ、混合ガスの使用等業務実態に合った、適切な作業管理を行えるよう、高圧則を改正することとする。平成27年改正(昭和47年施行)

改正高圧則の主な変更点

1. 作業計画の作成に関する措置
2. 呼吸用ガス分圧の使用制限
3. 酸素ばく露量の制限
4. 減圧停止時間に関する規制の見直し

改正高圧則の主な変更点

1. 作業計画の作成

事業者は、潜水業務を行うとき、あらかじめ下記の事項について、**作業計画を定め**、その計画に基づいて**作業を行う**とともに、計画を労働者に**周知**しなければならない。

- ① 潜水作業者に送気やポンベに充填する気体の成分組成
- ② 潜降の開始時から浮上の開始時までの時間
- ③ 潜水業務での最高の水深の圧力
- ④ 潜降と浮上の速度
- ⑤ 浮上停止水深圧力とその圧力下の浮上停止時間

3. 酸素ばく露量の制限

事業者は、高圧室内作業員や潜水作業員の酸素ばく露量(単位:UPTD)を

- ① 1日については600
- ② 1週間については2500

UPTD(Unit of Pulmonary Toxic Dose)

日本語では、肺毒性単位と呼ばれる

を超えないようにしなければならない。

4. 減圧停止時間に関する規制の見直し

空気以外の混合ガスにも対応するため、旧高圧則別表の**減圧表を廃止**し、減圧停止時間を求める**計算式を導入**した。

具体的には、ある区間ごとにその区間のガスの分圧を計算式によって求め、その値がその区間で人体が許容できる最大分圧を超えないように、減圧停止圧力や減圧停止時間を事業者自らが設定する。

改正高圧則の主な変更点

2. 呼吸用ガス分圧の制限

事業者は、呼吸用ガスの酸素、窒素、二酸化炭素の分圧を以下の表の範囲内に収まるようにしなければならない。

酸素	18キロパスカル以上 160キロパスカル以下
窒素	400キロパスカル以下
ヘリウム	制限なし
二酸化炭素	0.5キロパスカル以下

我々は普段、1気圧の空気を吸っています。
その内の約80%が窒素なので、窒素だけの圧力(窒素分圧)は0.8気圧になります。

ところ変わって深場！

水深40mにおける気圧は5気圧

すなわち、5気圧 × 0.8(窒素の圧力) = 4気圧 (400キロパスカル)

以上の制限により、40m以深では呼吸用ガスとして空気を使うことができなくなった。



窒素の割合を減らした混合ガスを使用

混合ガス(深場)潜水に使用する機材

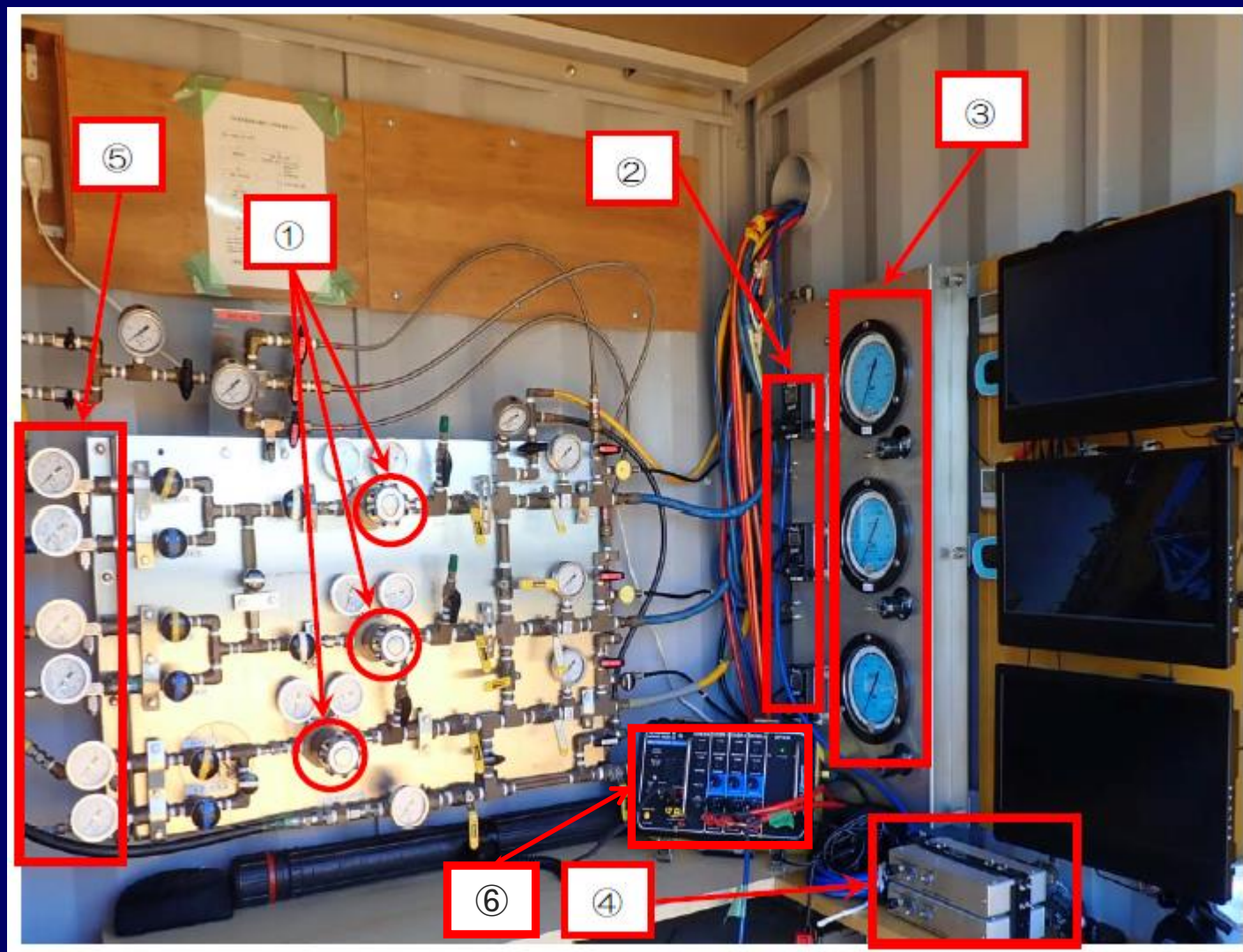


指揮室(制御室)の内部状況

① 圧力調整バルブ

② 酸素分析器

③ 水深モニター



⑤ 圧力計

⑥ 水中通話装置

④ カメラ&ライト電源

カメラ&ライト



緊急用ボンベ

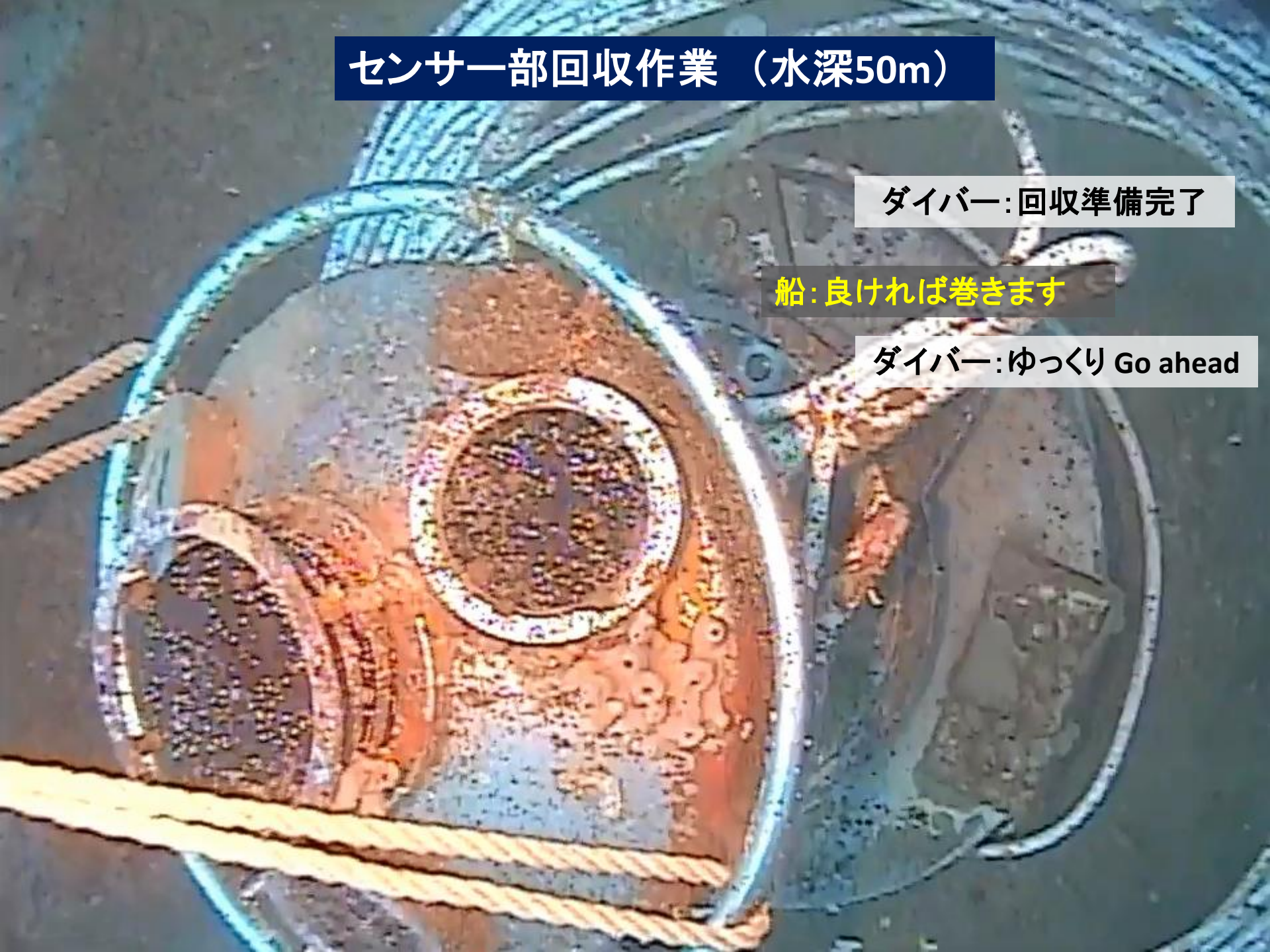


センサー一部回収作業（水深50m）

ダイバー：回収準備完了

船：良ければ巻きます

ダイバー：ゆっくり Go ahead



センサー一部回収作業（水深50m）

ダイバー：下あがったよ

船：良ければ巻きます

ダイバー：ゆっくり Go ahead

船：Go ahead

船：どうですか？

An underwater scene showing a long, thin, dark cable or sensor line extending from the top right towards the bottom center. The water is a clear, light blue color. In the upper left, there are some dark, irregular shapes that could be rocks or debris. At the top center, there is a dark, rounded object, possibly a sensor or a piece of equipment. The overall scene is dimly lit, typical of an underwater environment.

船: あっ 大丈夫そうですね

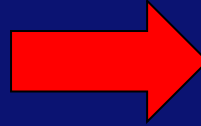
じゃ巻いていきます

センサー一部回収作業 (水深50m)

高圧則改正の影響(ヒアリングのポイント)

1. 混合ガス(ヘリウム)による体への影響

- | | |
|-------------------|----------------|
| Q. 窒素酔いは軽減されたか ? | A. 実感は無い／楽になった |
| Q. 作業終了後の体調変化は ? | A. 特段の変化は無い |
| Q. 浮上中の酸素の使用効果は ? | A. 実感できる変化は無い |



深場の経験が豊富なダイバーは、耐性も備わり、明らかな実感を得にくい可能性有り
個人差や当日の体調、潜水強度(重い物を持つなど)の影響の方が大きい印象
一番の効果は設備が新しくなった影響 これは高圧則改正が契機となったとの認識

2. デメリットは何か発生しているか

- ・設備を準備できなかったダイバー(会社)は40m以深の仕事ができなくなった
- ・減圧時間が5割増しとなった
ダイバーの負担、波浪状況急変への対応他、トータルの潜水時間増加に伴う
工程計画の柔軟性が低下
- ・クレーン台船傭船の必要性
2日程度の作業に台船を手配・確保することが難しく、労力が必要になった

働き方改革の骨子……労働力不足の解消

「一億総活躍社会をつくるためには」

働き手
を増やす

出生率の
上昇

労働生産性
の向上

長時間労働
の解消

非正規と
正社員の
格差是正

高齢者の
就労促進

働き方改革の3つの柱

潜水作業の負担軽減・効率化

本報告のまとめと感想

- ・高圧則改正が働き方改革に直結するプラスの効果（メリット）としては、個人差や条件によって異なるため、断定的な結論には至らなかった。
- ・高圧則改正を契機に、**潜水機材が新しくなり、これによって潜水作業の安全性や 確実性、効率化が大きく向上した。**

これは働き方改革の骨子である、作業者の裾野を広げること
に結実する「作業者の負担軽減」が促進されたと言うことが
できるのではないのでしょうか。

作業の安全や確実性には相応の投資や対価が必要な時代にな
ったと感じることが多くなりました。

これを業界における共通理解とすることが今回紹介したような
潜水作業の働き方改革を促進する鍵になるのではないか。
このように思います。