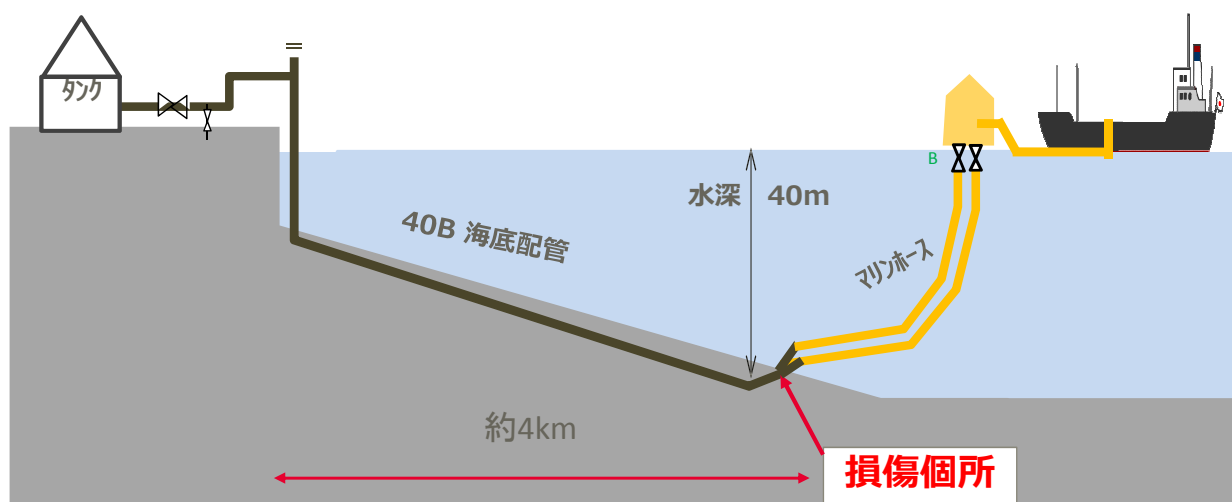


パイプライン損傷の経緯と ドライチャンバー工法の概要

1

パイプライン損傷の経緯

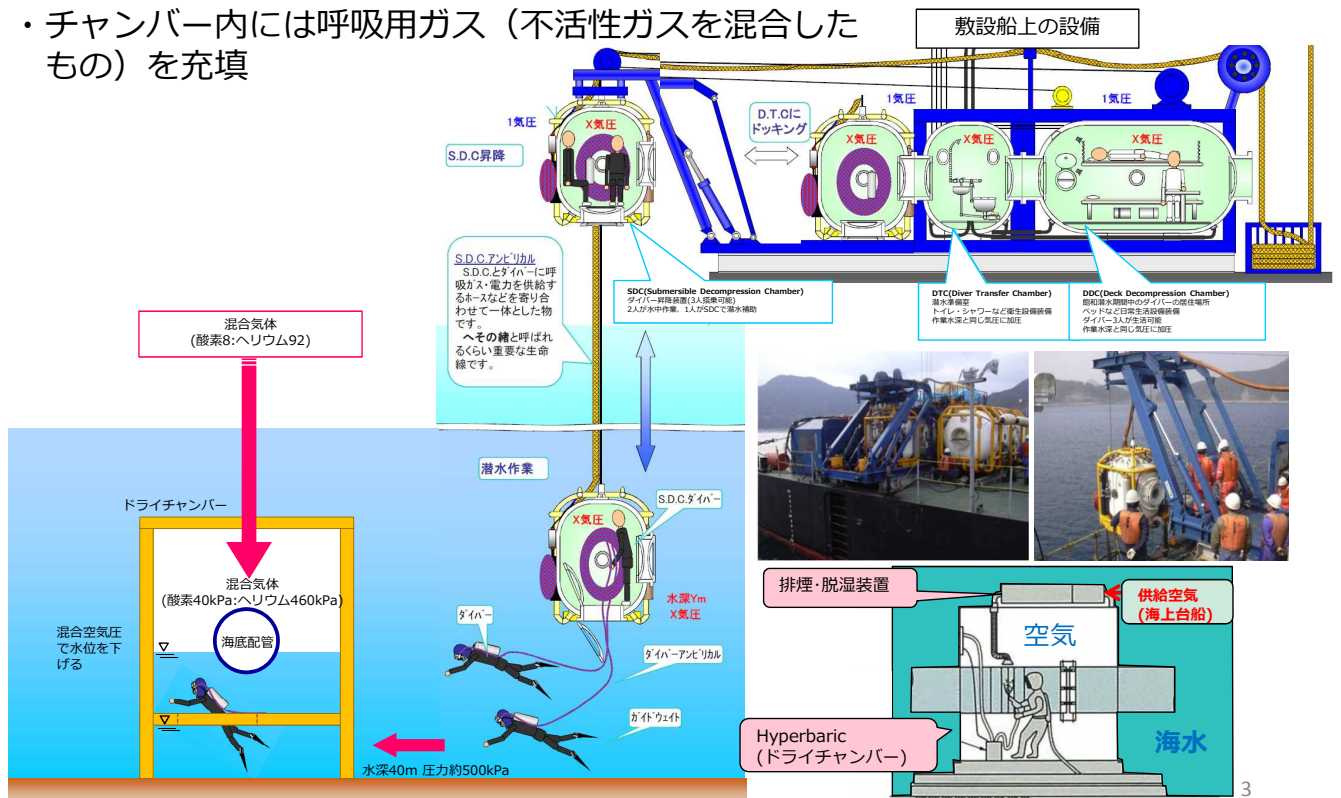
- 2015/5/12 台風通過時、船舶が海底配管に接触
- 2015/5/15 原油荷役中に漏洩事故発生
- 2016/7/12 水押し作業が終了し、配管内の油は全て回収



2

ドライチャンバー工法の概要

- ・潜水士が、チャンバー内に入室し、圧力により水位を下げ、ドライ環境を構築した上で溶接を実施
- ・チャンバー内には呼吸用ガス（不活性ガスを混合したもの）を充填

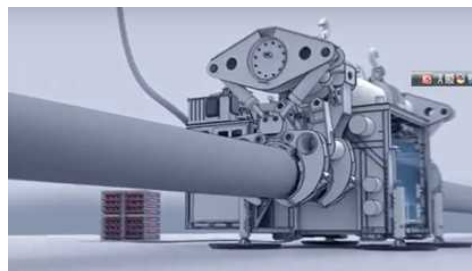


ドライチャンバー工法の概要

- ・潜水士が、海中のチャンバー内で溶接を行う工法。以下は、一例。



ドライチャンバー例(Technip)



ドライチャンバー設置状況(Technip)



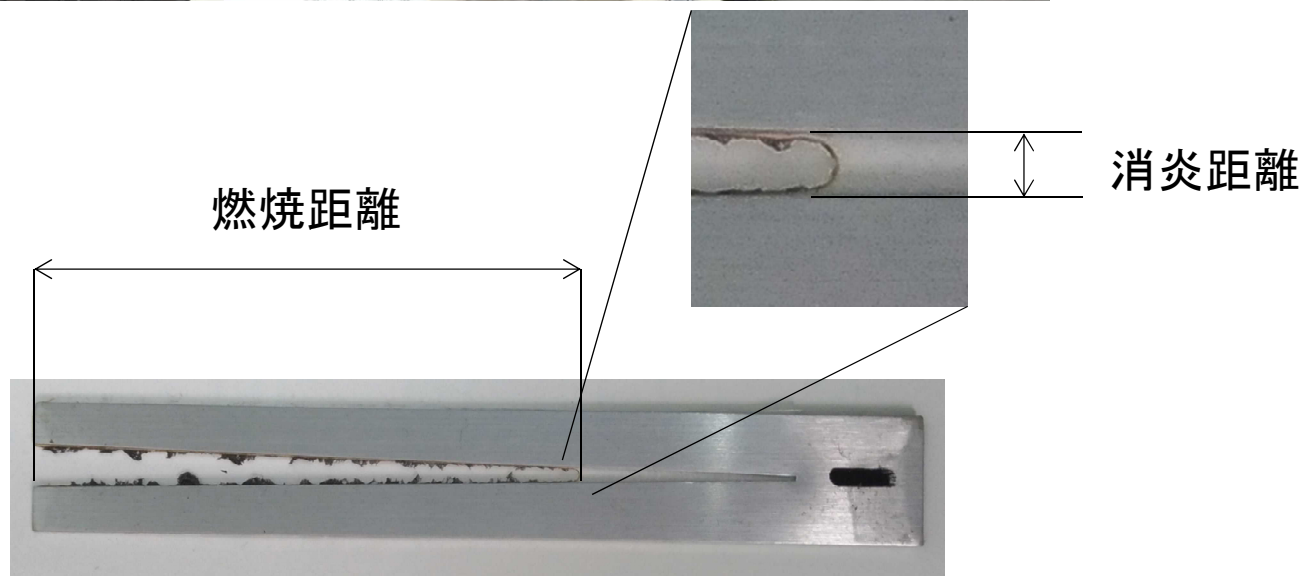
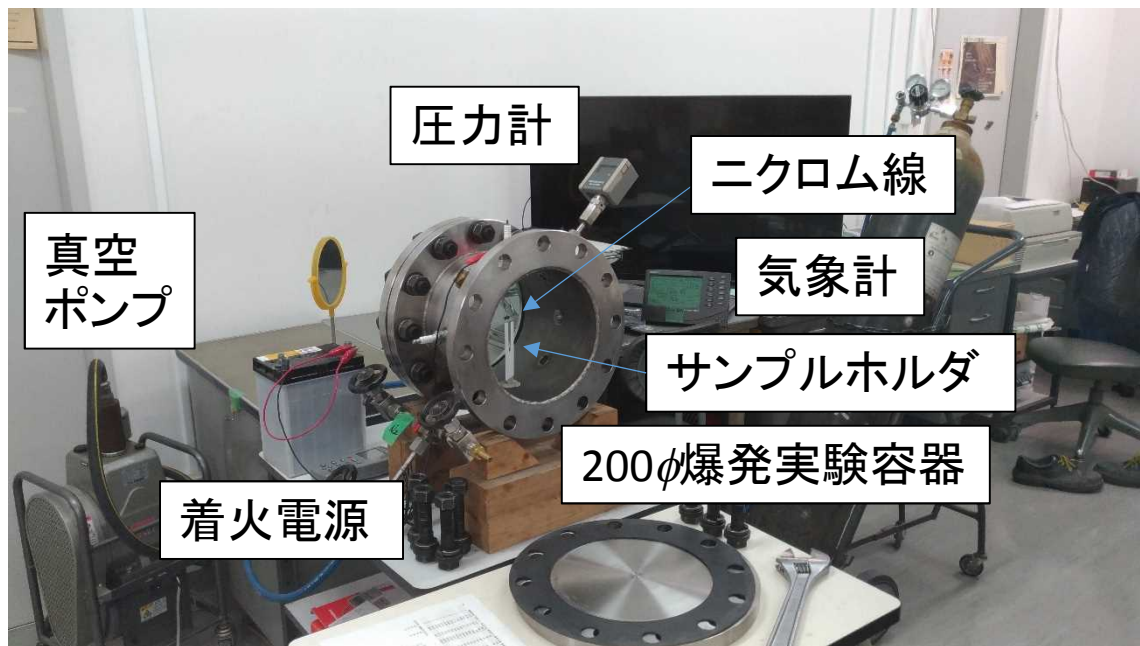
ドライチャンバー内排水状況(Technip)



ドライチャンバー内溶接状況(人が作業)(Technip)

高気圧下における燃焼特性に関する 実証実験の結果について

実験装置



サンプルホルダ(使用済み)

サンプルホルダの形状から燃焼距離を計測しても良い

燃焼距離 大 = 消炎距離 小 → 危険側

燃焼距離 小 = 消炎距離 大 → 安全側

ろ紙の燃焼実験の結果

窒素(N ₂)		
全圧 [MPa]	酸素分圧 [kPa]	燃焼距離 [mm]
0.1	27	63.8
	26	61.4
	21	39.0
	21	35.9
0.2	42	63.5
	42	63.4
0.3	52	44.6
	51	25.5
0.4	75	69.3
	73	65.6
	72	62.9
	71	57.5
	69	54.9
	68	50.5
0.5	105	80.4
	91	68.3
	89	65.5
	88	63.2
	87	58.3
	84	53.5
	83	49.1
	82	5.5
0.7	115	51.4
	114	47.1
	113	9.0
	110	7.0
0.9	160	66.4
	158	65.6
	155	63.4
	153	56.0
	150	56.3
	149	48.5
	148	49.3
	147	44.9
	146	23.6
	146	7.2

ヘリウム(He)		
全圧 [MPa]	酸素分圧 [kPa]	燃焼距離 [mm]
0.2	90	95.0
	70	62.6
	68	60.9
	65	53.8
	42	—
0.4	120	95.0
	105	59.8
	95	45.9
0.6	140	67.7
0.8	175	68.8
0.9	195	—
	180	—
	170	—
	150	—

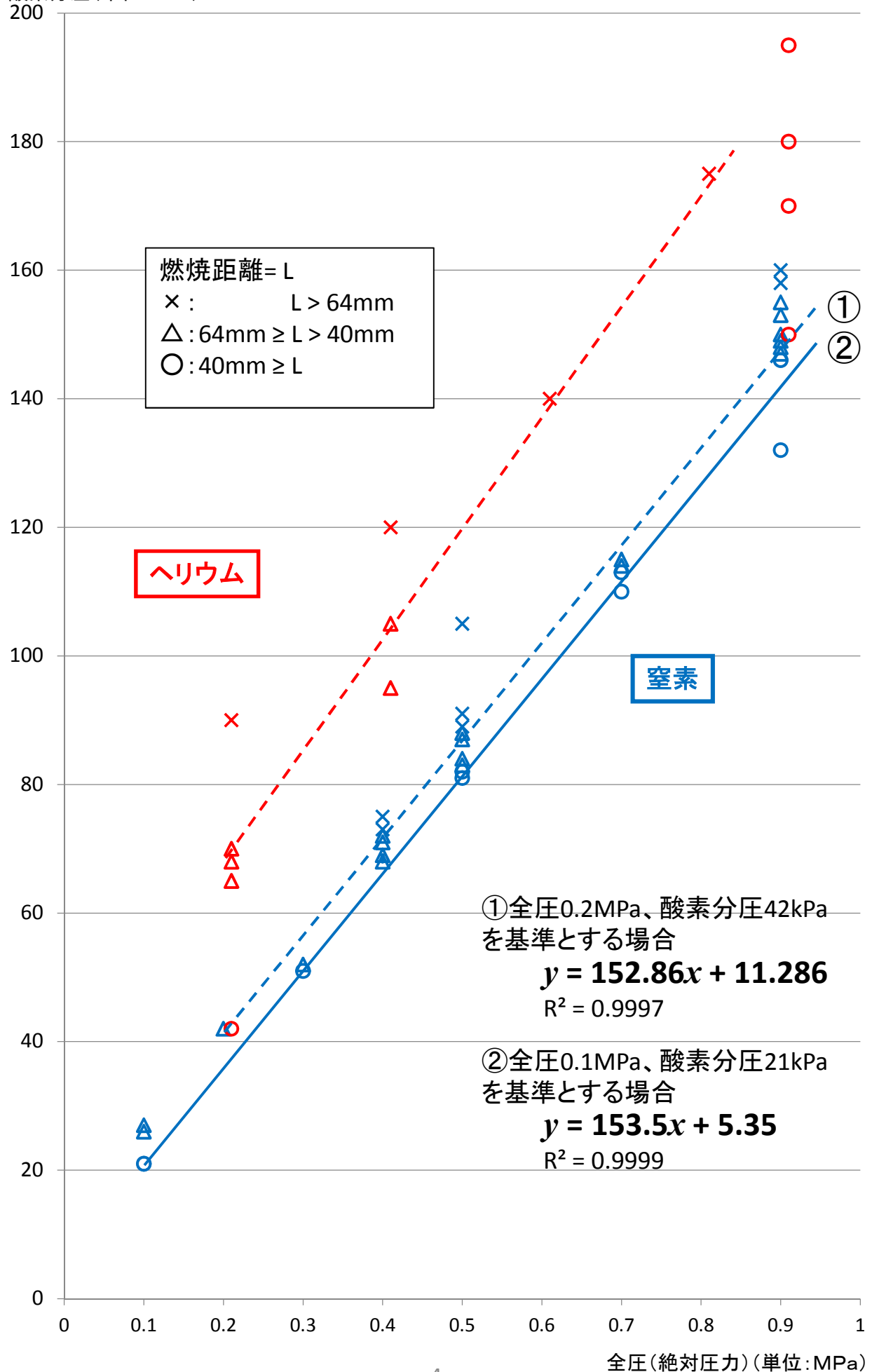
【参考】

薬包紙の燃焼実験の結果

全圧 [MPa]	酸素分圧 [kPa]	燃焼距離 [mm]
0.1	28	63.7
	27	62.2
	26	57.6
	21	39.4
0.2	42	60.6
	42	59.5
0.3	55	64.3
	54	54.7
0.4	70	67.2
	69	62.7
	68	41.1
	65	15.3
	62	—
	60	—
0.5	105	83.3
	83	60.2
	82	62.6
	81	45.5

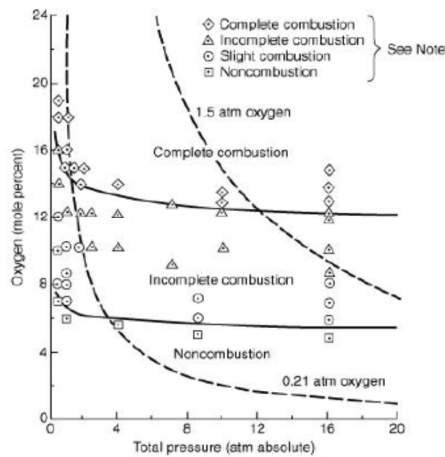
全圧及び酸素分圧ごとの燃焼距離の長さ

酸素分圧 (単位: kPa)



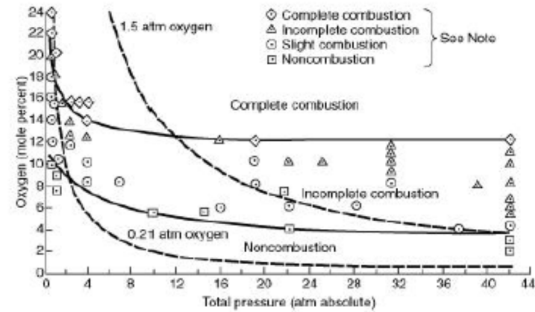
高気圧下における燃焼特性に係る参考文献等

NFPA 53 (Recommended Practice on Materials, Equipment, and Systems Used in Oxygen-Enriched Atmospheres 2004 Edition)より抜粋



Note: **Complete Combustion:** The filter paper strip burns completely. **Incomplete Combustion:** The filter paper strip burns for a length greater than 1 cm (2.54 in.) from a resistance wire igniter, but the flame extinguishes itself before the strip is completely consumed. **Slight Combustion:** The filter paper strip flames or smolders, but does not burn more than 1 cm (2.54 in.) from the resistance wire igniter. **Noncombustion:** No ignition.

FIGURE C.1.2.2(a) Illustration of Varying Degrees of Combustion in an Oxygen-Nitrogen Oxygen-Enriched Atmosphere. (Courtesy of Journal of Fire and Flammability)

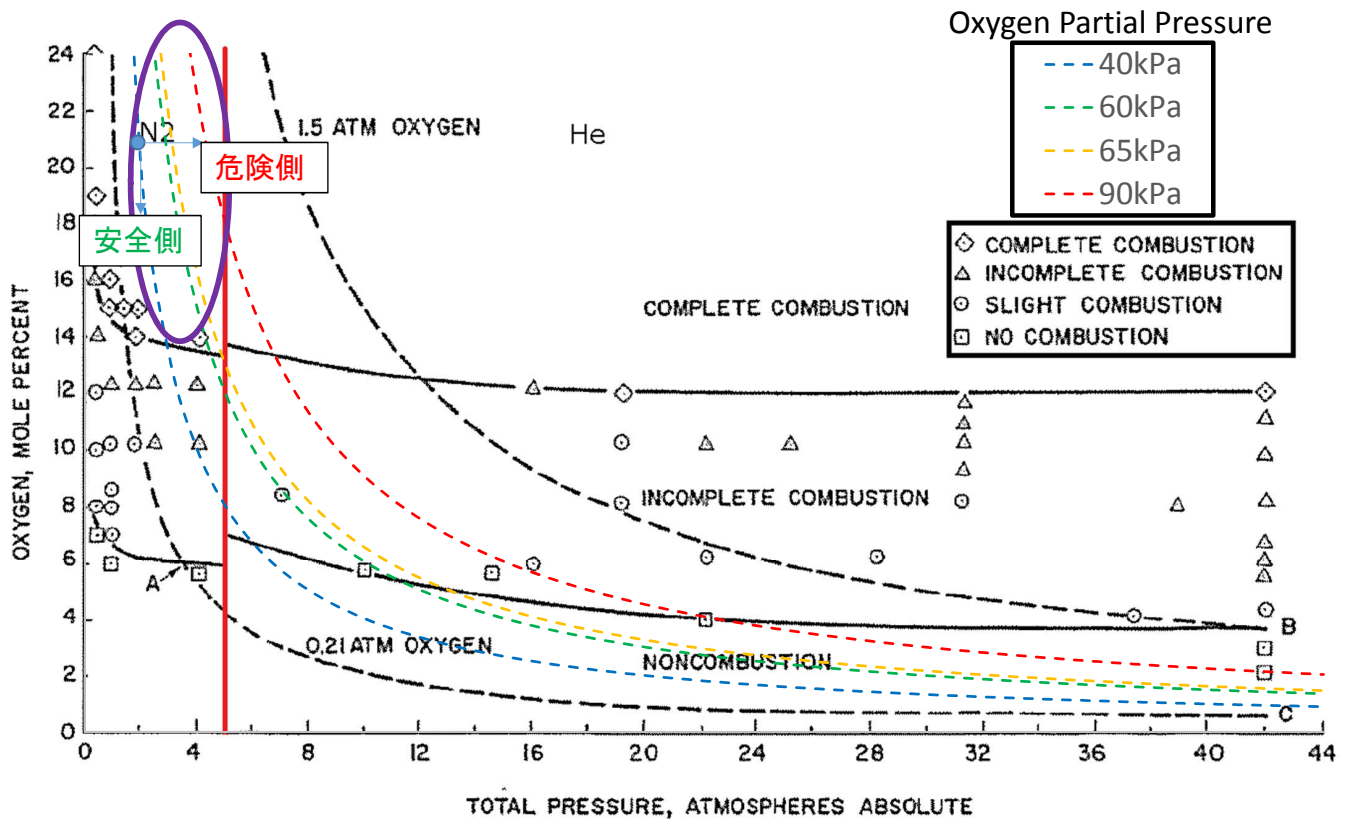


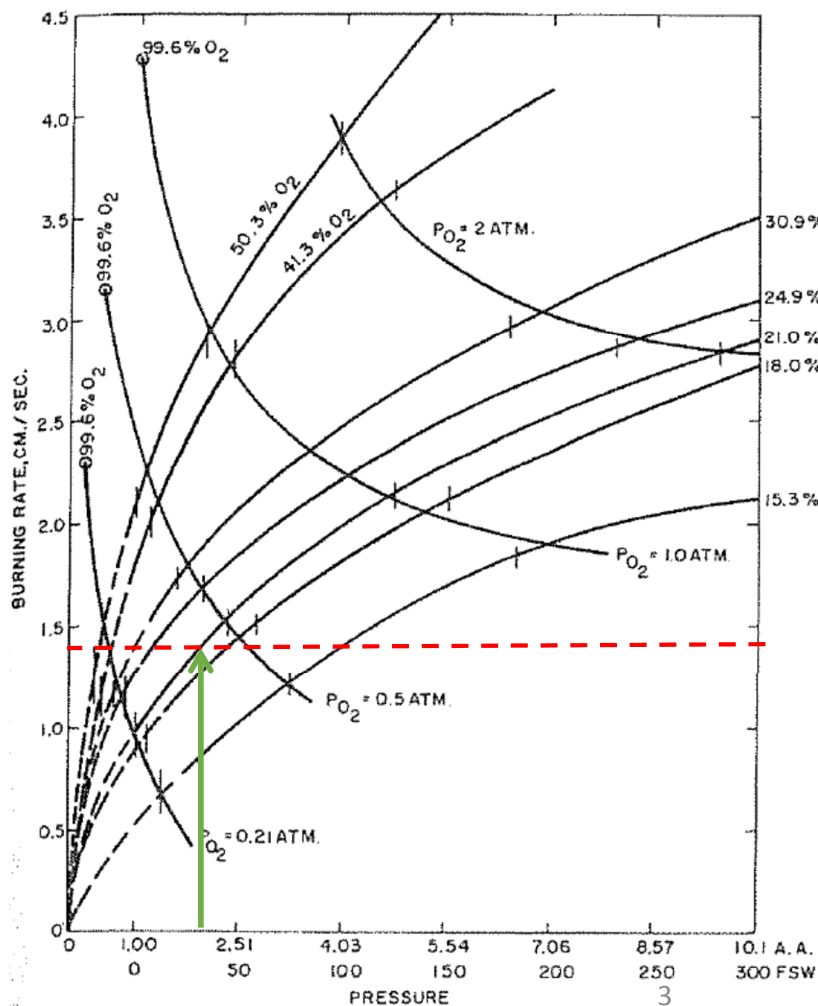
Note: **Complete Combustion:** The filter paper strip burns completely. **Incomplete Combustion:** The filter paper strip burns for a length greater than 1 cm (2.54 in.) from a resistance wire igniter, but the flame extinguishes itself before the strip is completely consumed. **Slight Combustion:** The filter paper strip flames or smolders, but does not burn more than 1 cm (2.54 in.) from the resistance wire igniter. **Noncombustion:** No ignition.

FIGURE C.1.2.2(b) Illustration of Varying Degrees of Combustion in an Oxygen-Helium Oxygen-Enriched Atmosphere. (Courtesy of Journal of Fire and Flammability)

1

(参考 2)





燃え広がる速度を危険性の指標として、高圧低酸素濃度での評価を考える

左図は窒素-酸素雰囲気でのろ紙の燃え広がり速度

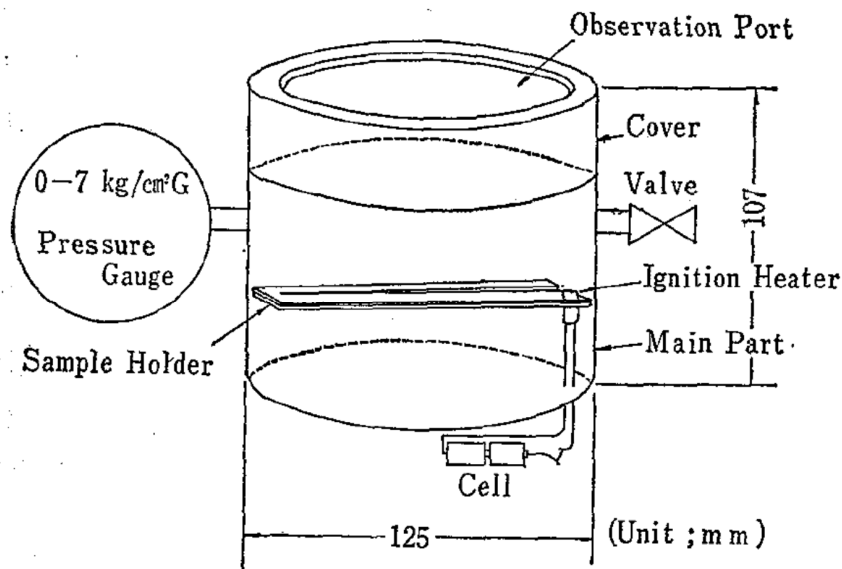
・同一酸素濃度で増圧すると、伝ぱ速度が上昇する。(危険側)

・同一酸素分圧で増圧すると、伝ぱ速度は減少する。(安全側)

・増圧しつつ、酸素濃度を低下(酸素分圧を上昇)させた場合で、燃え広がり速度が変わらない条件を探る。

・赤破線は、絶対圧2気圧の空気組成での燃え広がり速度を示し、4気圧酸素15%でもほぼ同等である。

J.Fire&Flammability Vol.1p.91 Fig.1

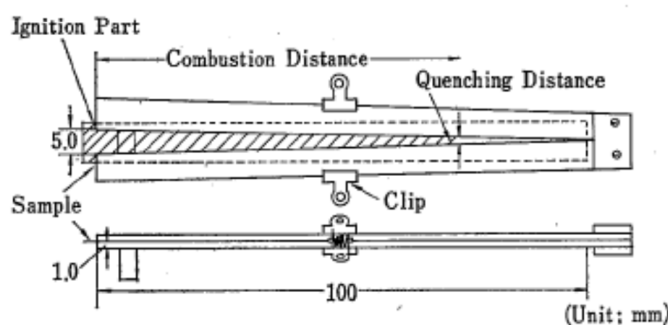


消炎距離を計測することで、燃え広がり速度の評価できる。

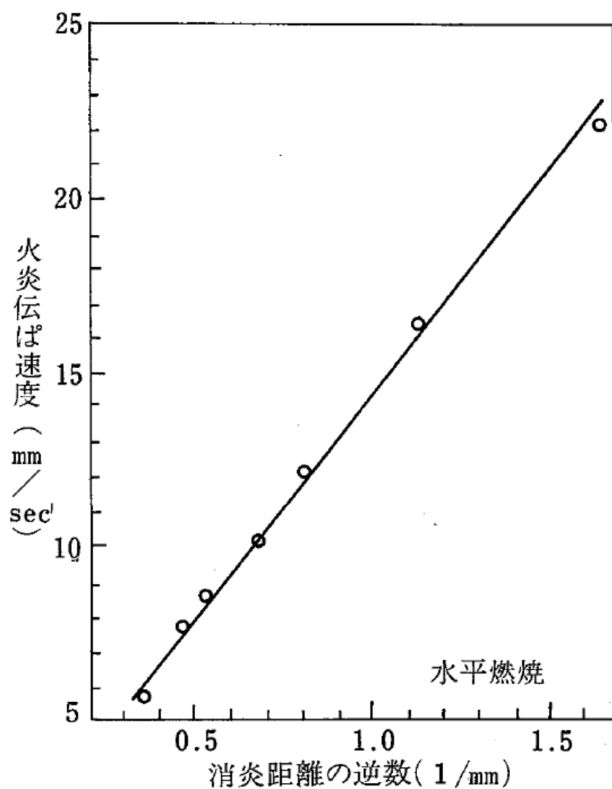
左図は1L実験装置。

左下図は燃え広がり試験の試料ホルダ。燃焼距離(Combustion Distance)と消炎距離(Quenching Distance)は形状から比例関係にある。

無論直接燃え広がり速度を計測しても良い。



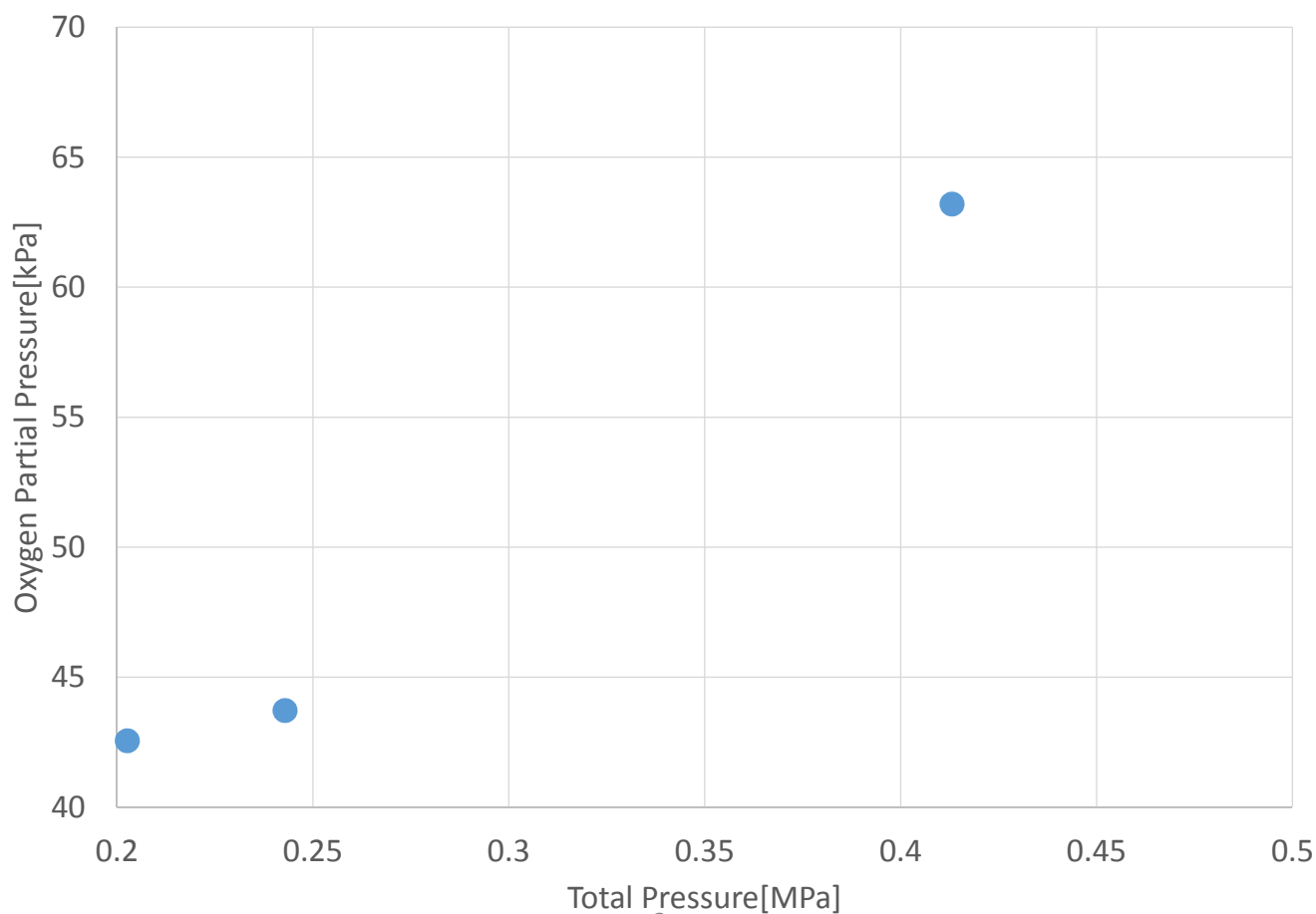
100g/m²のセルロースで、サンプルホルダの空隙部分相当が 5mm*100mm/2=250mm²=0.025g 上記燃焼時、消費酸素量が22ml



消炎距離を計測することで、燃え拡がりの速度を評価できる。

Fig. 3-15 Relationship between quenching distance and flame velocity of polyethylene
 ポリエチレンの火炎伝ば速度と消炎距離の関係

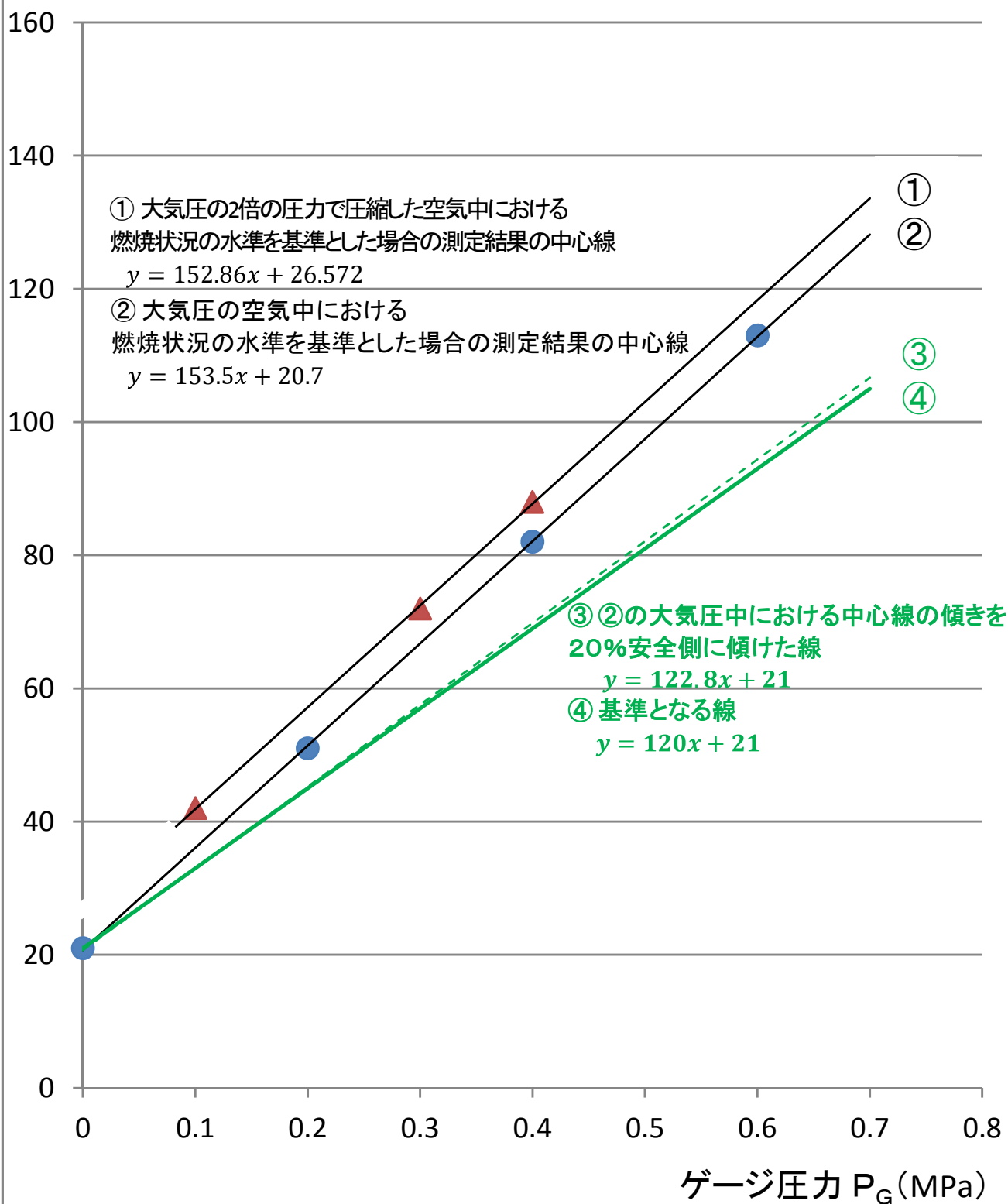
0.2気圧のろ紙の燃え拡がり速度と同じになる酸素分圧



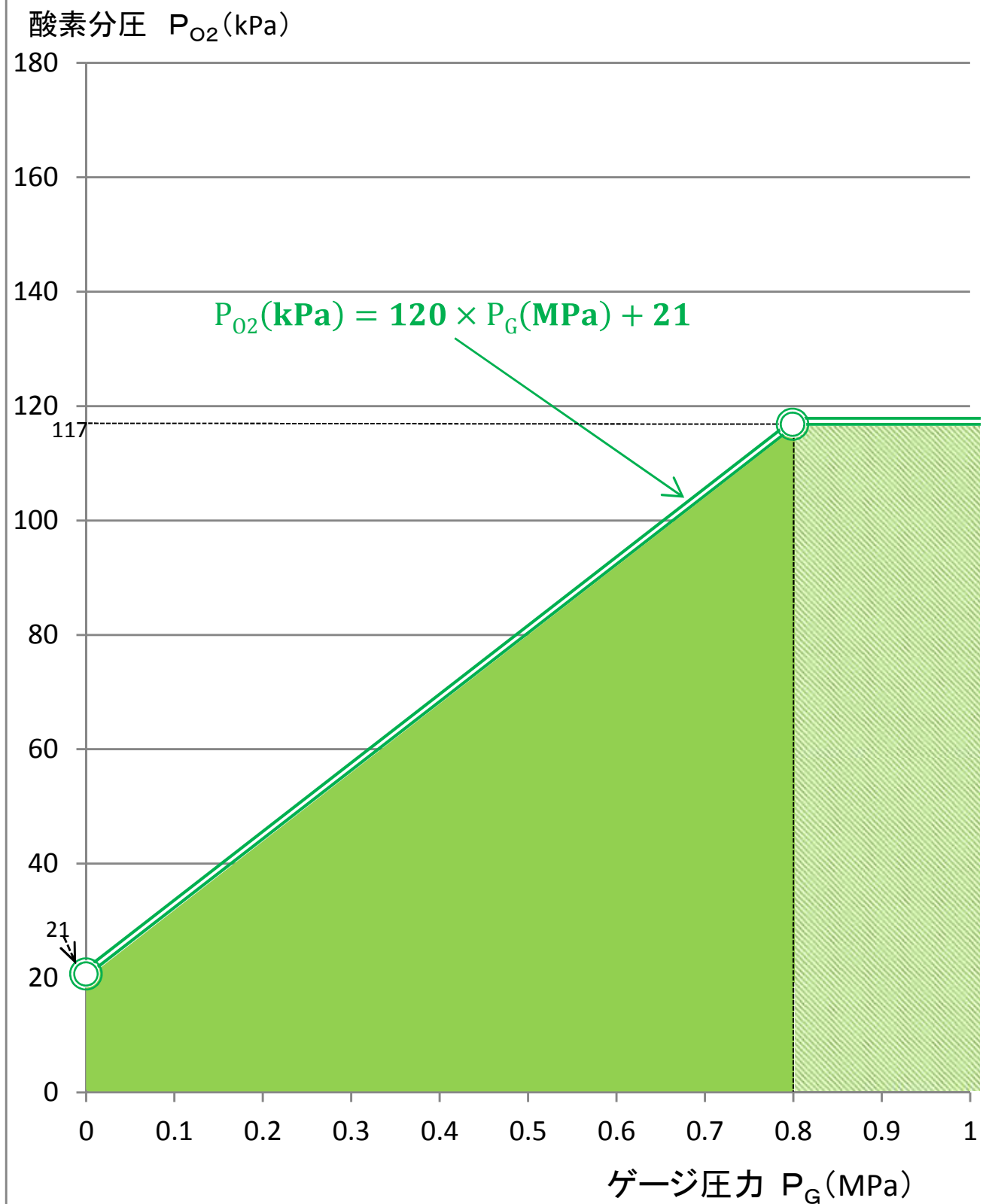
実証実験結果を踏まえた規制の検討(ゲージ圧力)

(酸素希釈ガスに窒素を用いた基準の考え方)

酸素分圧 P_{O_2} (kPa)



火傷等の防止の観点から新たに溶接等の作業を行うことが可能となる範囲



Australian Standard "Training and certification of occupational divers Part 3: Air diving to 50m" AS 2815.3 で要求される能力要素

分類	No.	Element of competency	能力要素	理論 (T)	実技 (P)
Physics of Diving (潜水物理学)	2.1.1	Relationship between pressure and volume (Boyle's Law)	圧力と体積の関係(ボイルの法則)	○	
	2.1.2	Relationship between pressure and temperature (Charles' Law)	圧力と温度の関係(シャルルの法則)	○	
	2.1.3	Partial pressure of gases (Dalton's Law)	各水素での気体の分圧(ドルトンの法則)	○	
	2.1.4	Solubility of gases (Henry's Law)	気体の溶解(ヘンリーの法則)(減圧時の必要量等)	○	
	2.1.5	Buoyancy (Archimedes' Principle)	浮力(アルキメデスの原理)(a)異なる水深での各対象物の浮力、(b)清水、海水での浮力影響	○	
	2.1.6	Light and sound	水中での光と音の挙動	○	
	2.1.7	Heat loss	熱損失及び影響要素	○	
タンク式(SCUBA)、送気式(SSBA)潜水機器の使用	2.2.1	Inspect maintain and repair personal equipment	個人用機器の点検、保守、補修	○	○
	2.2.2	Perform pre- and post-dive checks	潜水前後の点検実施		○
	2.2.3	Perform dives in open water using SCUBA and SSBA equipment	SCUBAもしくはSSBA機器を用いての潜水実施	○	○
	2.2.4	Understand the principle of closed and semi-closed breathing apparatus	閉鎖式及び準閉鎖式呼吸器の原理の理解	○	
	2.2.5	Use different deployment devices	異なる機器配置の使用方法	○	○
	2.2.6	Identify possible hazards and apply basic safety principles	想定される危険の特定および基本的な安全原則の適用	○	○
	2.2.7	Apply decompression tables	減圧表の適用	○	○
	2.2.8	Use surface decompression	船上減圧法の利用		○
	2.2.9	Act as diver's attendant in both SCUBA and SSBA operations	潜水随行員としての行動(SCUBA及びSSBA)(ダイバー裝備の確認、タイムスーツのリークテスト等)		○
	2.2.10	Act as a surface standby	船上待機時の行動(機器や条件等の心構え、不調を察する潜水士への対応など)	○	○
Seamanship(操船術)	2.2.11	Act as an in-water standby diver (when divers are near enough to communicate and act as standby for each other)	水中待機時の行動(不調を察する潜水士への対応など)	○	○
	2.2.12	Act as a member of the surface team	船上チームの一員としての行動(意識のない潜水士の引上げ、応急処置など)		○
	2.3.1	Navigate	当該位置の潮位や潮流の確認、2地点の磁針路、距離の確認	○	
	2.3.2	Handle a small boat	小型船の操縦	○	○
Communication(通信)	2.3.3	Equip a small boat	小型船の配備		○
	2.3.4	Crew a diving work boat	小型の潜水士船での乗船者としての義務		○
	2.4.1	Use hand and line signals	通信手段としてのサイン	○	○
	2.4.2	Use voice communication equipment	水中通信システムの原理と限界	○	○
Underwater work (水中作業)	2.4.3	Carry out pre-dive communications equipment checks	潜水前の通信機器の点検の実施		○
	2.4.4	Carry out post-dive communications equipment checked	潜水後の通信機器の点検の実施		○
	2.5.1	Assist in lifting and handling	吊り及び操縦補助(ロープ等の結束方法、吊り治具の使用法など)	○	○
	2.5.2	Inspect and maintain lifting gear	吊り治具の点検・保守		○
	2.5.3	Use different search techniques	異なる探査技術の使用	○	○
	2.5.4	Understand various underwater inspection and measurement techniques	様々な水中での検査や計測技術の理解	○	
	2.5.5	Carry out simple underwater surveys and make a report	水中観測の実施及び報告書の作成		○

Australian Standard "Training and certification of occupational divers Part 3: Air diving to 50m" AS 2815.3 で要求される能力要素

分類	No.	Element of competency	能力要素	理論 (T)	実技 (P)
Underwater work (水中作業)	2.5.6	Use basic hand tools to complete simple tasks under water	水中作業のための基本的なハンドツールの使用		○
	2.5.7	Inspect and maintain hand tool	ハンドツールの検査及び保守		○
	2.5.8	Take safety precautions when using power tools	パワーツール使用時の安全上の留意点	○	○
	2.5.9	Have a basic understanding of and be able to use explosive powered tools	基本的な危険なパワーツールの理解と使用	○	○
	2.5.10	Have a basic understanding of and be able to use power tools to complete basic tasks under water	水中作業のための基本的なパワーツールの理解と使用	○	○
	2.5.11	Inspect and maintain underwater power tools	水中作業用パワーツールの点検と保守		○
	2.5.12	Use a water jet and air lift	ウォータージェット及びエアリフトの使用	○	○
	2.5.13	Use thermal cutting method	熱切断及び酸素アーク切断の使用	○	○
	2.5.14	Understand welding operations	溶接作業の理解	○	
	2.5.15	Inspect and maintain cutting and welding gear	切断/溶接機器の点検・保守		○
Compressed air supply (圧縮気体供給)	2.5.16	Understand underwater construction techniques and undertake simple underwater construction tasks	水中施工技術の理解と水中施工作業の対応 (グラウト充填、サンディング設置等)	○	○
	2.5.17	Understand the use of explosives under water	水中での爆発物の使用に関する理解	○	
	2.6.1	Use air compressors	空気圧縮機の使用		○
	2.6.2	Maintain air compressor	空気圧縮機の保守	○	○
	2.6.3	Apply safety procedures relevant to gas cylinders	ガスシリンダーに関連する安全要領の適用		○
	2.6.4	Fill gas cylinders	ガスシリンダーの充填		○
	2.6.5	Operate surface supply panel	船上の供給パネルの操作		○
	2.6.6	Test air quality	気体の品質試験		○
	2.7.1	Understand the uses and limitation of compression chambers; be familiar with their layout and functions.	加圧チャンバーの使用法及び限界の理解、配置及び機能への理解	○	
	2.7.2	Prepare a two-compartment chamber	2つの仕切りのあるチャンバーの準備	○	○
Compression chambers (加圧チャンバー)	2.7.3	Complete a chamber dive	チャンバー潜水の完了	○	○
	2.7.4	Operate a chamber	チャンバーの操作		○
	2.7.5	Carry out post-dive checks and user maintenance	潜水後の点検及び保守の実施	○	○
	2.7.6	Understand the use of therapeutic tables	治療表の使用法の理解	○	
	2.7.7	Assist as an attendant in the chamber during therapeutic decompression	治療減圧期間中のチャンバー内での随行員としての補助		○
Physiology and First aid (生理学及び応急処置)	2.8.1	Communicate with a medically qualified person	医療専門家とのコミュニケーション (a)各器官の構造及び主な機能の理解 (筋肉・骨格系、神経系、循環器系、耳・洞・前庭器官) (b)原因と症状に関する理解 (骨折、捻挫、筋肉損傷、ショック、火傷、出血、電気ショック、窒息、肺水腫、呼吸停止、低体温、温熱療法他)	○	
	2.8.2	Give first aid	応急処置の実施		○
	2.8.3	Be able to assist in treatment of diving-related ill-health conditions	潜水関連病状の処置の補助の習得 (減圧症、締め付け、耳障害、溺水、嘔吐、空気塞栓症、気圧障害、二酸化炭素中毒、一酸化炭素中毒、酸素中毒、酸素欠乏症、低酸素症、窒素酔い)	○	
Legislation and Guidance (法律およびガイダンス)	2.9.1	Understand the main duties of the employer and employee under occupational health and safety legislation	職業上の健康及び安全に関する法律下での雇用者・従業員の主な義務の理解	○	
	2.9.2	Understand the relevance and requirements of other codes, awards and guidance	他の規格、判定及びガイダンスの関連性や要求事項の理解	○	

試験科目及び範囲と海外ダイバー資格を取得するために要求される能力要素

国内			海外									
労働安全衛生法 労働安全衛生規則、高気圧作業安全衛生規則等			主要各国ダイバー資格(50m対応のエアークラス) (ADAScheme Part 3、HSE Part 1など)									
免許	試験科目	範囲	Physics of Diving (潜水物理学)	Use of SCUBA and SSBA Equipment (タンク式、送気式潜水機器の使用)	Seamanship (操船術)	Communication (通信)	Underwater Work (水中作業)	Compressed air supply (圧縮気体供給)	Compression chambers (加圧チャンバー)	Physiology and First aid (生理学及び応急処置)	Legislation and Guidance (法律及びガイダンス)	
1 潜水士	(1) 潜水業務	潜水業務に関する基礎知識	○									
		潜水業務の危険性及び事故発生時の措置		○						○		
	(2) 送気、潜降及び浮上	潜水業務に必要な送気の方法		○								
		潜降及び浮上の方法		○								
		潜水器に関する知識		○								
		潜水器の扱い方		○								
		潜水器の点検及び修理の仕方		○								
	(3) 高気圧障害	高気圧障害の病理									○	
		高気圧障害の種類とその症状									○	
		高気圧障害の予防方法									○	
		救急処置									○	
		再圧室に関する基礎知識		○					○	○		
	(4) 関係法令	労働安全衛生法、労働安全衛生法施行令及び労働安全衛生規則中の関係条項										
		高気圧作業安全衛生規則										
2 高圧室内作業主任者	(1) 圧気工法	圧気工法の概要							○			
		圧気工法の種類及びその用途							○			
		圧気工法による業務の危険性及び事故発生時の措置(有害ガスの危険性及びその測定法を含む。)		○							○	
	(2) 送気及び排気	高圧室内作業員に対する加圧及び減圧のための送気及び排気その他高圧室内業務に必要な送気及び排気の方法		○					○			
		設備の種類		○								
		設備の取扱い方		○								
		設備の点検及び修理の仕方		○								
	(3) 高気圧障害	高気圧障害の病理									○	
		高気圧障害の種類とその症状									○	
		高気圧障害の予防方法									○	
		救急処置									○	
		再圧室に関する基礎知識		○						○	○	
	(4) 関係法令	労働安全衛生法、労働安全衛生法施行令及び労働安全衛生規則中の関係条項										
		高気圧作業安全衛生規則										

飽和潜水運用マニュアル

日本サルヴェージ株式会社

このマニュアルは、日本サルヴェージ株式会社が実施する飽和潜水運用手順の概要を示すことを目的とする。各機器及び装置についての取扱については、それぞれの機器、装置に付属するマニュアルを参照のこと。



THE NIPPON SALVAGE CO.,LTD.

目次

1 はじめに	4
2 略語及び記号の意味等	5
3 用語の定義.....	5
4 編成及び任務.....	6
5 飽和潜水の特徴	9
6 飽和潜水装置の構成.....	11
7 潜水準備	12
8 加圧.....	14
9 潜水作業（エクスカージョン）	15
10 減圧.....	19
11 環境ガス制御上の留意事項.....	21
12 温度の制御.....	23
13 応急処置法.....	24
14 飽和潜水間隔.....	27
15 安全留意事項.....	28
16 衛生上の留意事項.....	29
17 飽和潜水で起こりうる障害.....	31
18 飽和潜水中断減圧手順及び救急再圧処置標準	34
19 救急再圧処置標準.....	36

1 はじめに

飽和潜水関係者は、このマニュアルに定める規範に則り、飽和潜水の運用に習熟するとともに、安全衛生規則を遵守し、自分の任務を安全、確実、迅速に遂行しなければならない。

訓練の励行

的確な操法と豊富な経験、知識、技能は飽和潜水の基礎をなすものである。したがって、関係者は、平素から訓練を反復実施し、操作に習熟するとともに、練度の維持向上に努めなければならない。

整備の励行

関係員は、装置等の構造及び作動に精通するとともに、整備及び点検を励行し、常時完備の状態を維持しなければならない。

心身の錬成

飽和潜水は、厳しい高圧閉鎖環境において長期間にわたり生活及び作業を実施しなければならない。健康管理に留意し、体力の向上に努めなければならない。

危険防止

- 1 飽和潜水中は、安全衛生規則（安全手帳に記載）を遵守し、事故の未然防止に努めなければならない。
- 2 装置の操作に当たっては、一操作ごとに確認を実施したのち、次の操作を実施する。
- 3 関係者は、飽和潜水によって起こり得るあらゆる障害、危急の事象について十分に理解するとともに、その発生に際しては、適時適切に応急の処置ができるように研究に努めなければならない。

2 略語及び記号の意味等

略語及び記号の意味

このマニュアルで使用される略語及び記号の意味は、次のとおりとする。

略語及び記号	意 味	説 明
BIBS Biult In Breathing System	据付式呼吸装置	緊急時、治療時もしくは環境ガスと異なる呼吸ガスを呼吸するときの呼吸装置でマスクによる呼吸を行う。
COBRA Compact Bailout Rebreathing Apparatus	緊急用潜水呼吸装置	潜水中、常用呼吸ガス供給が途絶えた場合など非常時に使用するリブリーザータイプの呼吸装置
DCP Dive Control Panel	潜水管制盤	潜水者が水中で作業する時の水中昇降装置や潜水呼吸ガス等の管制を行う。
DDS Deep Diving System	深海潜水装置	大深度潜水や飽和潜水を行うための装置全体
DDC Deck Decompression Chamber	船上減圧室	潜水者が居住する高圧室
LARS Launch and Recovery System	SDC 揚収装置	水中昇降室（SDC）を船上減圧室（DDC）と水中の作業現場を往復するための装置
SCP Sat Control Panel	主管制盤	船上減圧室（DDC）の環境制御を行う。
SDC Submersible Diving (Decompression) Chamber	水中昇降室、「ダイビングベル」とも呼ぶ。	潜水者が船上減圧室（DDC）と水中の作業現場を往復するための水中昇降室

3 用語の定義

このマニュアルにおける用語の定義は、次のとおりとする。

用 語	定 義
飽和潜水 saturation diving	高圧環境下で身体組織に溶解する不活性ガスが、飽和した状態で実施する潜水
飽和深度 Saturation depth, Storage depth	身体組織に溶解する不活性ガスが、飽和した状態となる深度で、通常、DDC 内圧と同圧の深度
潜水作業深度 Diving depth	潜水者がダイビングベルから水中に出て、潜水作業を実施する深度
SDC（ベル）深度 Diving bell depth	水中で SDC（ダイビングベル）が保持される深度
ベルラン Bell run	潜水者が潜水作業を行うため DDC からダイビングベルに移乗して作業現場まで向かい、作業終了後、再び DDC に戻るまでの一連の流れ
エクスカージョン深度 Excursion depth	潜水者が SDC（ダイビングベル）から水中に出て上下に行動できる深度範囲

メイティング Mating	SDC（ダイビングベル）と DDC が結合すること
メインアンビリカル Main umbilical	船上から SDC（ダイビングベル）に呼吸ガス及び温水を供給するための呼吸ガス・温水ホース、電力、音声・画像通信及び計測等のケーブルを結束して一体化したもの
ダイバーアンビリカル Diver umbilical	SDC（ダイビングベル）から潜水者への呼吸ガス及び温水を供給するためのホース、電力、音声・画像通信及び計測等のケーブルを結束して一体化したもの
メディカルロック Medical lock	外部から DDC や SDC（ダイビングベル）内に小物品（医薬品等）を搬入するために使用する
加圧時間 Compression time	大気圧から加圧を開始して飽和深度まで加圧する時間
保圧 Pressure holding	DDC あるいは SDC（ダイビングベル）内圧を一定圧力に維持すること
保圧時間 Pressure holding time	DDC 内圧を一定圧力に維持している時間
滞底時間 Bottom time	DDC の加圧開始から減圧開始までの時間
減圧時間 Decompression time	減圧に要する時間
分圧 Partial pressure	混合ガスの各組成ガス圧力
環境ガス Ambient gas	DDC あるいは SDC（ダイビングベル）内のガス
ロックアウト Lock-out	潜水者が SDC（ダイビングベル）から水中に出ていくこと
ロックイン Lock-in	潜水者が SDC（ダイビングベル）に戻ることに
ベルマン Bell man	SDC（ダイビングベル）内での各種操作を担当する潜水者
ダイバー Diver	SDC（ダイビングベル）から水中に出て潜水作業を行う潜水者
大循環式潜水呼吸器 Gasmizer（ガスマイザー）※製品名	潜水呼吸器を装着したダイバーの呼気を回収して呼気に含まれる CO ₂ と水分を除去して浄化し、必要な O ₂ を添加したガスをダイバーへ循環送気する装置

4 編成及び任務

標準編成は、以下のとおりとする。

2 直交代時の編成

担当職名	員数	職 種	配置場所
潜水作業統括者 Diving Superintendent	1	技師	船上
潜水作業指揮者 Diving Supervisor	2	適格者	DCP

環境制御責任者 Life Support Supervisor	2	適格者	SCP
環境制御技術者 Life Support Technician	2	適格者 LST or ALST	SAT/DIVE CONTROL CONTAINER , MACHINARY CONTAINER
潜水者（1チーム3名で2チーム構成） Diver	6	潜水土	DDC もしくは SDC
デッキ作業指揮者 Deck Supervisor	2	適格者	甲板上
システム管理 System Technician	2	適格者	システム全般
デッキテンダー Deck Tender	6		甲板上、LARS 操作含む

所掌

潜水作業統括者 Diving Superintendent	1. 潜水作業計画の立案 2. 潜水作業全般における人員器材・装置の安全確保 3. 潜水作業計画の周知徹底 4. 潜水作業全般の指揮監督 5. 関係業者との調整 6. 担当するにあたり、ALST 等のトレーニングを受講していることが望ましい。
潜水作業指揮者 Diving Supervisor	1. 潜水作業中の指揮監督 2. 潜水作業中の人員器材・装置の安全確保 3. 潜水記録の作成管理 4. 潜水作業中の消耗品類の管理・補給 5. 呼吸ガス回収再生装置の管制及び監視 6. 作業中のダイバーとの通信、指示。 7. SDC の制御 8. 担当するにあたり、ALST 等のトレーニングを受講していることが望ましい。
潜水者 Diver	1. 潜水作業指揮者が指示する作業の実施 2. DDC 内の清掃 3. SDC 内部操作（ベルマン）
環境制御 Life Support Supervisor	1. 加圧用ガス、呼吸用ガスの送気圧力の管制及び監視 2. 必要ガス量の計算 3. DDC 環境制御 4. 酸素分圧、炭酸ガス分圧の管制、監視。 5. 加減圧の管制、監視 6. 環境ガスの監視、管制 7. 各種ガス量の管理 8. 担当するにあたり、ALST 等のトレーニングを受講していることが望ましい。
システム技術者 Technician	1. 温水供給装置の操作 2. SDC への適切な温水の供給 3. 各種環境制御機器の運転監視 4. 担当するにあたり、ALST 等のトレーニングを受講していることが望ましい。

LARS 操作者 LARS Operator	1. デッキスーパーバイザーの指示に従って LARS の操作
環境制御技術者 Life Support Technician	LSS の指示のもと以下の作業を行う。 1. 炭酸ガス吸収装置及びの操作 2. DDC 環境ガス循環装置の運転及び監視 3. サーピスロック及びサニタリータンクの操作
デッキテンダー（甲板員） Deck Tender	1. SDC の揚収 2. デッキからの水中作業サポート

5 飽和潜水の特徴

飽和潜水は、チームワークで実施する管理潜水作業であり、潜水士が長時間、高圧ヘリウム酸素環境に居住し、必要の都度、水中に出て作業を行う。関係者は飽和潜水の特徴と、次の長所及び短所を十分理解しておかなければならない。

長所

1. 長時間、深い深度で潜水作業ができる。（潜水者は潜水時間を気にかける必要がない。）
2. エクスカーション潜水限度の範囲内では、無減圧潜水が可能である。
3. 潜水作業効率（潜水作業時間に対する滞底時間の割合）が良い。
4. 確実な潜水作業管理が可能である。（環境制御、時間管制など）
5. 潜水士の高圧暴露・減圧は基本的に1回限りなので、減圧症発生のリスクが低減する。

短所

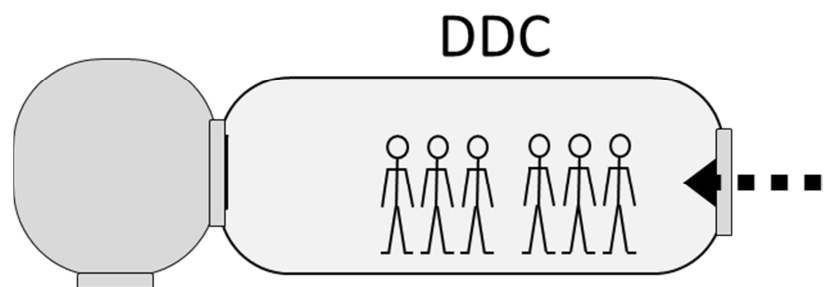
1. 長時間の減圧が必要である。
2. 加圧から減圧終了まで潜水者は狭隘な高圧環境に長期間拘束されるので、潜水者の生理的及び心理的負担が大きい。
3. 潜水装置及び支援設備が大掛かりとなり、多数の支援要員を24時間体制で必要とする。
4. 設備投資、運用経費が大きい。

飽和潜水の流れ

飽和潜水作業の一連の流れは、加圧⇒保圧（潜水作業）⇒減圧となる。以下に図を元に一連の流れを示す。

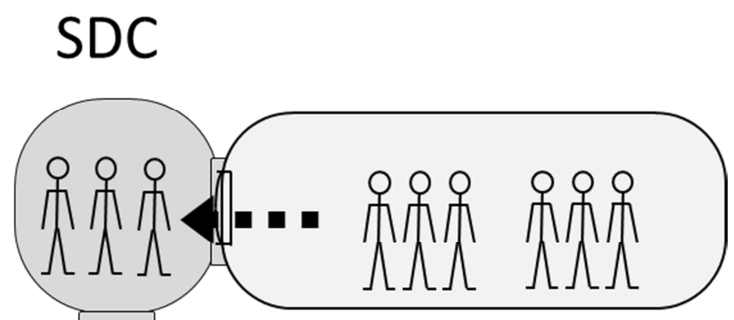
加圧

ダイバー6名（2チーム、3名／1チーム）が船上の高圧居住タンク（DDC）に入り、飽和深度まで加圧する。

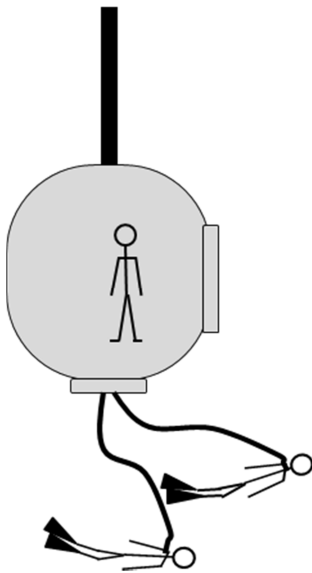


保圧（潜水作業）

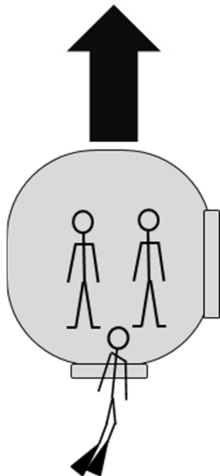
飽和深度に到達したら、1チームは潜水装備を装着して水中昇降装置（SDC）に移乗し、SDCを作業深度まで降ろす。



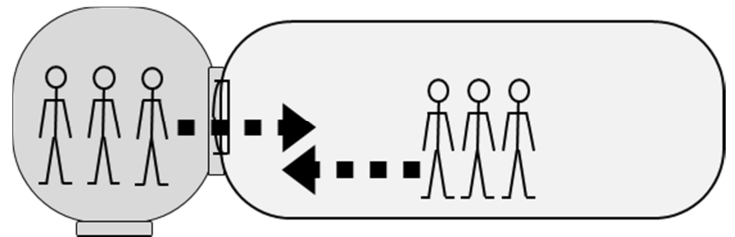
SDC が作業深度に到達したら、下部ハッチを開けてダイバー2 名が海中に出て（ロックアウト）作業を行う。ダイバー1 名（ベルマン）は SDC 内に留まり、アンビリカルの捌きなどのロックアウトしたダイバー2 名の支援を行う。



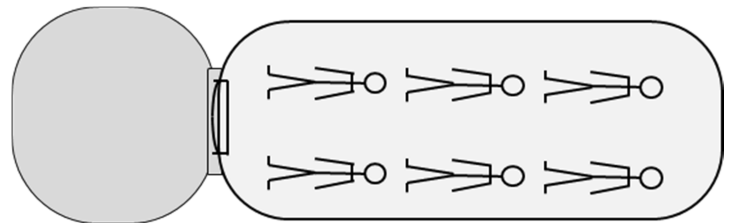
作業が終了したらダイバー2 名は SDC に戻り、下部ハッチを締めた後、SDC を引き上げる。



SDC を引き揚げたら、ダイバー3 名は DDC に戻り、次のチームが SDC に移乗して、潜水作業に向かう。



日中のみの作業の場合、1 日の作業が終えたら、ダイバーは DDC 内で食事、睡眠を取り、翌日の潜水作業に備える。



減圧

全ての潜水作業が終えたら、減圧を開始する。減圧が終了するまでダイバーは DDC 内で生活する。



6 飽和潜水装置の構成

全体構成

構成品	設置装備品	
高圧居住区 DDC	副室 Entry Lock	シャワー・トイレ、汚水処理設備、消火設備、通信装置、環境計測装置
	主室 Main Lock	居住設備、消火設備、通信装置、環境計測装置、非常用呼吸装置
生命維持装置	内部循環装置、環境ガス清浄装置（CO2 吸収装置） 温湿度制御装置（加熱器、冷却器）	
水中昇降装置 LARS	揚降装置	ウインチ、ガントリークレーン
	ダイビングベル SDC	加減圧装置、通信監視装置、環境ガス清浄装置、非常用呼吸装置、ダイバー用潜水装備、ガスパネル、ダイバーアンビリカル、水中投光器
	メインアンビリカル	呼吸ガス送気・回収ホース、深度計測ホース、温水ホース、通信用ワイヤー
呼吸ガス回収再生装置	呼吸ガス浄化及び昇圧、貯気のための装置類	
ガスバンク	DDC、SDC、HRC 加圧用ヘリウム ダイバー用ヘリオックス 緊急用混合ガス 酸素 空気	
	コンプレッサー	
温水供給装置	加温器、昇圧機	
高圧救難チャンバーHRC	チャンバー	
	管制用コンテナ	
ダイバー用潜水装備	常用呼吸器、ダイバーアンビリカル、温水スーツ、ブーツ、カメラ、ライト	
	非常用呼吸装置 COBRA	
DDC 管制盤	DDC 環境モニター・ガスコントロールパネル（SAT/DIVE CONTROL コンテナ内）	
SDC 管制盤	SDC 環境モニター・ガスコントロールパネル（SAT/DIVE CONTROL コンテナ内）	
配電盤	電源コンテナ	
非常用電源	発電機、UPS	

7 潜水準備

潜水作業計画

飽和潜水が開始されると、作業は、長期間連続したものとなり、DDS は、継続して運転される。この間、作業海面では気象、海象の影響を受け、資材の入手も制限を受けることがある。また、DDS に予想外の故障を生じることもあるので、装置の点検整備、資材の確保等事前の準備に万全を期さなければならない。

潜水員の健康管理

飽和潜水に参加する潜水土は、潜水前に産業医による健康診断を受け、健康状態が良好であることを確認しておかなければならない。

DDC 内及び SDC 内の消毒

DDS 内及び SDC 内は、高温多湿、高酸素分圧に加え、閉鎖的環境のため細菌類の繁殖を招きやすく、中で居住する潜水土は、感染症に罹患しやすい。従って、DDC 内及び SDC 内は、潜水作業前に清掃、乾燥させるとともに、適当な消毒液等を用いて消毒しなければならない。また、寝具、被服、潜水装備等は、消毒して搬入しなければならない。

ガスの準備

潜水作業計画に基づき、次のガスを準備する。

- (1) ヘリウム
- (2) ヘリウム酸素混合ガス
- (3) 酸素
- (4) 空気

ガスの準備区分

- (1) 常用ガス

加圧用、保圧用及びダイバー呼吸用ガス

添加用、サービスロック及びサニタリータンク使用時の加圧用ガス

- (2) 緊急用ガス

換気用、加圧用及び BIBS 呼吸用ガス

- (3) 治療用ガス

- (4) 較正用ガス

ガスの準備量

飽和深度、作業深度、使用潜水器具、潜水期間、作業回数等から必要量を算出し、これに安全度《必要量×1.5》を見込んだ量を準備する。

リクレイムを使用する場合はオープンサーキットで必要な量の 50%で計算

使用するガスの純度及び不純物混入許容値

		混入物質					
ガス	純度 (%)	炭酸ガス	一酸化炭素	油分	水分	酸素	窒素
ヘリウム	99.995 以上	1ppm 以下	1ppm 以下	5mg/m3 以下	2mg/m3 以下	1ppm 以下	1ppm 以下
酸素	99.5 以上	1ppm 以下	1ppm 以下	5mg/m3 以下	2mg/m3 以下		

ヘリウム酸素混合ガスの酸素濃度誤差許容範囲

ヘリウム酸素混合ガス中の 酸素濃度 (%)	酸素濃度誤差許容範囲 (%)
1.0～2.0	±0.2
2.1～5.0	±0.3
5.1～10.0	±0.5
10.1～22.0	±1.0
22.1 以上	±2.0

炭酸ガス吸収剤の準備量は潜水期間等から必要量を算出し、これに安全度（1.3 倍）を見込んだ量を準備する。

8 加圧

LSS の「潜水土士入室」の指示により潜水土士 6 名は DDC に入室する。

LSS の「DDC ハッチ閉め」の指示によりデッキテンダーが DDC ハッチを閉める。

LSS の「加圧開始」の指示により、深度 10m の圧力まで空気による加圧を手動で実施する。

このときの加圧速度は 2～2.5m/分とする。

深度 10m で加圧を停止し、保圧を行う。それから以下を点検する。

- 潜水土士の異常の有無
- DDS からの漏気の有無
- 各機器の作動状況
- 環境ガスの状況

加圧速度及び保圧時間

深度(m)	加圧速度(m/分)	加圧時間	保圧時間	加圧ガス
0 - 10	2.0 - 2.5	4 - 5 分	点検時間	空気
10 - 150	1	2 時間 20 分 (150m まで)		ヘリウム
150			6 時間以上	
150 - 250	0.5	3 時間 20 分 (250m まで)		
250			6 時間以上	
250 - 300	0.25	3 時間 20 分 (300m まで)		

睡眠時間中 (22:00-06:00) は保圧

潜水作業指揮者は、深度 150m での保圧開始後あるいは深度 150m 以浅での飽和潜水深度到達後、10m までの初期加圧と同様に速やかに各部の点検を指示する。

飽和潜水深度が 200m 以深の場合は、加圧中に HPNS (High Pressure Neurological Syndrome 高圧神経症候群) が起こる場合がある。HPNS の兆候として、めまい、ふらつき、頭痛などがあるが、加圧を停止すると、それらの兆候 (症状) は消退する。飽和深度に到達する前に HPNS の発現があった場合は、加圧を一時止め、5 時間前後保圧する。HPNS が消退したら、加圧速度を規定の半分とする。潜水作業指揮者は、各保圧深度及び飽和深度に到達後、初期加圧同様、速やかに各部の点検を実施する。

加圧中の環境ガス及び温湿度の制御

- 酸素： 加圧中は酸素分圧を 0.42ata (42kPa) (± 0.02 ata) に維持する。
- 窒素： 10m まで空気で加圧するので、10m での窒素分圧は約 1.6ata (160kPa) となるが、飽和潜水中を通して窒素分圧の制御は不要である。
- ヘリウム： 加圧速度に応じてヘリウムで加圧する。
- 炭酸ガス： 常時 0.005ata (0.5kPa) (大気圧換算 0.5%) 以下
- 温度： 25～32℃ (深度の増大とともに上昇)
- 湿度： 40～60%

9 潜水作業（エクスカージョン）

- エクスカージョン時の深度（SDC 深度）は、エクスカージョン深度限度表及びガスマイザーの運用深度範囲を考慮して設定する。何らかの理由により、エクスカージョン深度限度を超えた場合は、飽和深度を変更する。
- SDC に移乗する潜水士は、SDC 内の機器を操作する者 1 名（ベルマン）及びロックアウトして潜水作業を実施する者 2 名の合計 3 名である。
- SDC 内の加減圧速度及びロックアウトした潜水員の潜降、上昇速度は、10m/分以下とする。
- 1 回のベルラン（SDC を切り離してから再度メイティングするまで）は、8 時間以下を基準とする。
- 継続したロックアウトは、6 時間以下を基準とする。

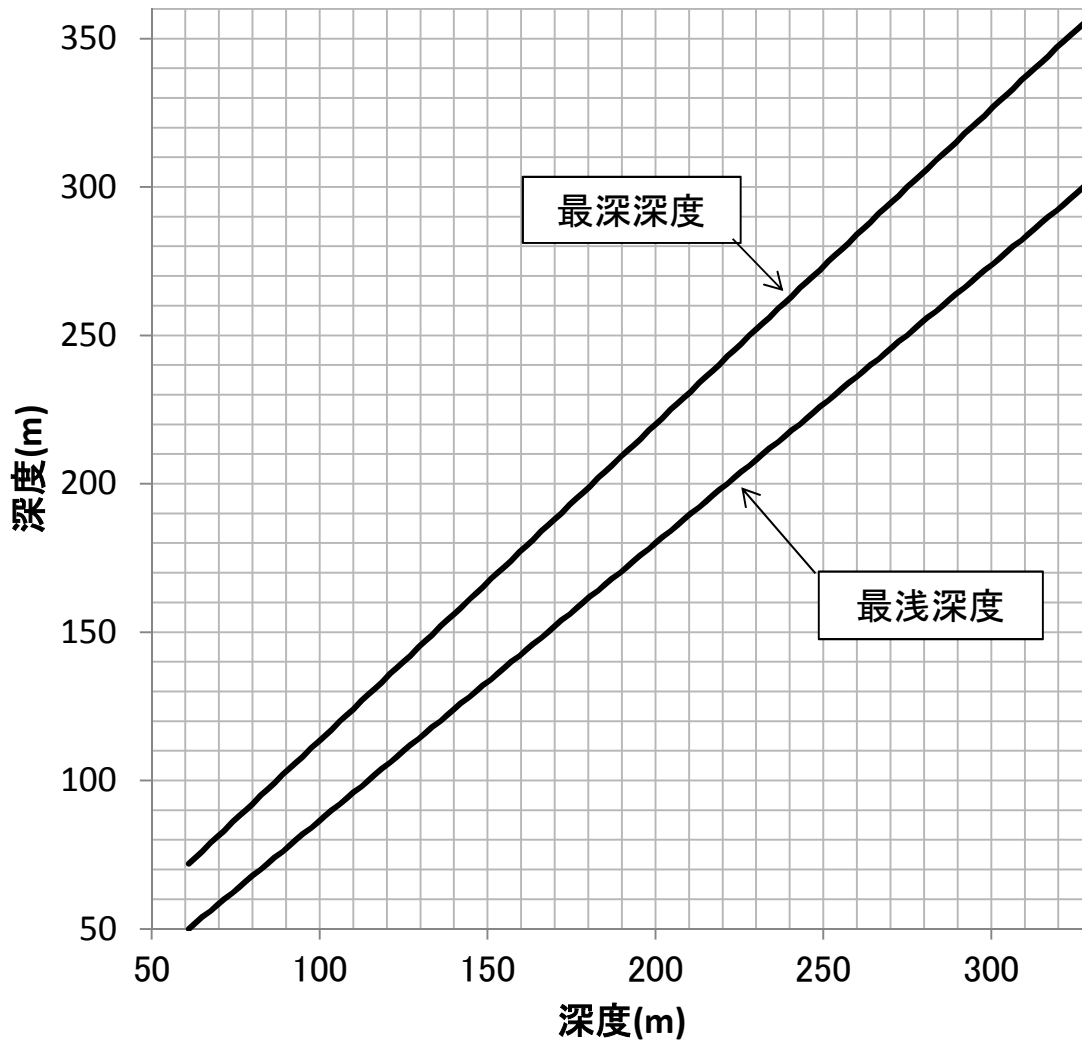
エクスカージョン深度限度表

最浅 深度	最深 深度	深度幅	最浅 深度	最深 深度	深度幅	最浅 深度	最深 深度	深度幅	最浅 深度	最深 深度	深度幅
50	72	22	120	152	32	190	231	41	260	311	51
52	74	22	122	154	32	192	234	42	262	313	51
54	76	22	124	156	32	194	236	42	264	315	51
56	79	23	126	158	32	196	238	42	266	318	52
58	81	23	128	161	33	198	240	42	268	320	52
60	83	23	130	163	33	200	243	43	270	322	52
62	86	24	132	165	33	202	245	43	272	324	52
64	88	24	134	168	34	204	247	43	274	327	53
66	90	24	136	170	34	206	250	44	276	329	53
68	92	24	138	172	34	208	252	44	278	331	53
70	95	25	140	174	34	210	254	44	280	333	53
72	97	25	142	177	35	212	256	44	282	336	54
74	99	25	144	179	35	214	259	45	284	338	54
76	102	26	146	181	35	216	261	45	286	340	54
78	104	26	148	184	36	218	263	45	288	342	54
80	106	26	150	186	36	220	266	46	290	344	54
82	108	26	152	188	36	222	268	46	292	347	55
84	111	27	154	190	36	224	270	46	294	349	55
86	113	27	156	193	37	226	272	46	296	351	55
88	115	27	158	195	37	228	275	47	298	353	55
90	117	27	160	197	37	230	277	47	300	355	55
92	120	28	162	199	37	232	279	47			
94	122	28	164	202	38	234	281	47			
96	124	28	166	204	38	236	284	48			
98	127	29	168	206	38	238	286	48			
100	129	29	170	209	39	240	288	48			
102	131	29	172	211	39	242	291	49			
104	133	29	174	213	39	244	293	49			
106	136	30	176	215	39	246	295	49			
108	138	30	178	218	40	248	297	49			
110	140	30	180	220	40	250	300	50			
112	142	30	182	222	40	252	302	50			
114	145	31	184	225	41	254	304	50			
116	147	31	186	227	41	256	306	50			
118	149	31	188	229	41	258	309	51			

ガスマイザー運用深度範囲

	エクスカッション深度幅
SDC 上方向（浅深度）	0 - 20msw
SDC 下方向（深深度）	0 - 30msw

エクスカッション深度限度グラフ



ベルラン準備

関係者は「ベルラン意」の指示により以下の事項を実施する。

- SDC 関係者は SDC の潜降準備を行う。
- ベルマンはインナースーツと温水服（ホットウォータースーツ）着用後、SDC に移乗し、次の事項を点検する。
 - 潜水器材の数量及びボンベの圧力
 - 潜水器通話の感度
 - 温水の状況
 - 潜水用呼吸ガス及び BIBS 呼吸ガスの通気状況
 - 各バルブの開閉状況
 - 環境ガスの状況

応急保圧用及び応急呼吸ガスの保有量
炭酸ガス吸収剤の数量

- SDC に移乗する潜水士はインナースーツと温水服を着用し、「潜水士（ダイバー）SDC に移乗」の指示により SDC に移乗する。
- ベルマンは「SDC 内部ハッチ閉鎖」の指示により、SDC 内部ハッチを閉鎖し、DDC 内の潜水士は「メイティングハッチ閉鎖」の指示により、SDC 内部ハッチが閉鎖していることを確認後、メイティングハッチを閉鎖する。
- ベルマンはダイビングスーパーバイザーによる「SDC 加圧開始」の指示により、SDC 内圧を SDC 予定深度より 5m 深い深度まで加圧する。
- ダイビングスーパーバイザーはダイビングコントロールパネルにて、メイティングトランクを大気圧まで減圧する。デッキテンダーはトランクのゲージにてそれを確認する。

ベルラン開始

- 潜水作業指揮者の「ベルラン開始」の指示により、SDC を DDC から離脱させる。デッキスーパーバイザーは、SDC が DDC から完全に離脱したことを確認した後、SDC をムーンプールに移動させ、「SDC 潜降開始」の指示により、所定の潜降速度で SDC を予定深度まで潜降させる。
- SDC が予定深度まで潜降したら、ベルマンは「SDC 内部ハッチのケッチ外せ」の指示により、SDC 内部ハッチのケッチを外す。
- ベルマンは「SDC 均圧開始」の指示により、SDC 内部のハッチのシールが切れるまでゆっくりと減圧する。
- ベルマンは「SDC トップハッチ開け」の指示により、SDC トップハッチを開放する。
- ベルマンは「SDC ボトムハッチ開け」の指示により、SDC ボトムハッチを開放する。
- ベルマンは「水面調整を行え」の指示により、SDC 内圧を下げて水位をトップハッチ付近まで上げる。

ロックアウト用意

- ベルマンは「ロックアウト用意」の令指示により、ダイバー1 及びダイバー2 に潜水装具を装着し、呼吸ガスの通気を確認するとともに温水を通水する。
- ベルマンは通話器の感度が良好であることを確認し、潜水作業指揮者に「ロックアウト用意よし」を報告する。

ロックアウト

- ロックアウトする最初の潜水士は「ダイバー1、ロックアウト」の指示により、ロックアウトする。このときベルマンはダイバー1 のアンビリカルを捌く。
- ロックアウトした潜水士（ダイバー1）は、SDC 外部の映像モニターによる点検に適する位置に移動する。
- 潜水作業指揮者は、以下の事項を映像モニターにより確認する。
潜水器（非常用呼吸装置を含む）及び温水服の装着状況

潜水士の呼吸状況

- ロックアウトしたダイバー1は、潜水作業指揮者の映像モニターによる点検後、SDC 外部に取り付けてあるベルマン用潜水器を SDC 内部に持ち込む。
- ベルマン用潜水器を受け取ったベルマンは、SDC 内の所定の位置に自分の潜水器を置き、ダイバー2のロックアウトを手伝う。
- ロックアウトしたダイバー2は、SDC 外部の映像モニターによる点検に適する位置に移動し、ダイバー1と同様に映像モニターによる潜水作業指揮者の点検を受ける。
- ロックアウトした潜水士は、異常の有無、潮流、水中視界等、周囲の状況を報告する。

潜水作業の実施

- 潜水士は「作業開始」の指示により、作業を開始する。
- 潜水士は、お互いのダイバーンビリカルが絡まないように注意し、適宜作業状況を報告する。
- 潜水作業指揮者は、ロックアウトした潜水士の状況を、常時把握しておく。
- ベルマンは、以下の事項を常に把握しておかなければならない。
 - ロックアウトした潜水士の状況
 - 潜水用呼吸ガスの送気圧力
 - 環境ガスの状況
 - ダイバーアンピリカルの捌き
 - 通話装置の感度
 - SDC 内温度及び温水の温度
 - SDC の動揺及び深度変化
 - SDC アンカーの状況

ロックイン

- ロックアウトした潜水士は「潜水作業止め」の指示により作業を中止し、「ロックイン用意」の指示により SDC に戻る。
- ベルマン用ホースの片付けは最後のダイバーが行う。
- ベルマンは「ダイバー2(ダイバー1)ロックイン」の指示により、ロックアウト中の潜水士2名を SDC に収容し、ロックインした潜水士の潜水装備の脱装を手伝う。
- ベルマンは異常の有無を潜水作業指揮者に報告する。

ベルラン終了

- ベルマンは「SDC トップハッチ閉鎖、ケッチかけ」の指示により、SDC トップハッチを閉鎖し、ケッチをかける。
- ベルマンは SDC 内圧を SDC 深度より 5m 深い深度まで加圧する。
- デッキテンダー責任者は「SDC 浮上開始」の指示により、規定の浮上速度で SDC を水面まで上昇させる。
- デッキテンダー責任者は SDC が水面に到着したら、SDC を吊り上げ移動させて DDC メイティンググランクとメイティングさせる。

- 以下の要領で SDC、メイティングトランク及び DDC を均圧し、潜水士は DDC に移乗する。

SDC の減圧によりメイティングトランクを飽和深度より 1m 浅い深度まで加圧できない場合、デッキテンダーは、ボトムミックスガスを使用してメイティングトランクを加圧する。

ベルマンは「SDC サイドハッチのケッチ外せ」の指示により、SDC サイドハッチのケッチを外す。

ダイビングスーパーバイザーによりトランクを加圧することにより、メイティングトランクを均圧し SDC サイドハッチのシールを切る。

ベルマンは「SDC サイドハッチ開け」の指示により、サイドハッチを開ける。

スーパーバイザーは DDC を加圧してシールを切る。

メイティングトランク側の「ハッチ開け」の指示により、DDC 内の潜水士の 1 名がハッチを開ける。

SDC 内の潜水士は「潜水士は DDC に移乗」の指示により、DDC に移乗する。

SDC を加圧して SDC をシールする。

DDC を加圧してシールする。

トランクを減圧し、SDC と DDC を隔離しておく。

10 減圧

減圧前の処置

最終エクスカージョン終了後、DDC 内の酸素分圧を 0.42ATA (42kPa) から 0.50ATA (50kPa) とし、規定の保圧時間を経過後、減圧を開始する。

減圧前の保圧時間

		保圧時間
エクスカージョン最深深度	飽和深度よりも 15m 未満	5 時間以上
	飽和深度よりも 15m 以上	18 時間以上
飽和深度を変更した場合		

以下に、減圧速度と減圧時の許容深度誤差範囲を示す。

減圧速度

飽和深度	減圧時間 (分/m)				
(m)	～14 m	14 ～9 m	9 ～ 6 m	6 ～ 3 m	3 ～ 0 m
60 to 300	54	66	78	96	126

減圧時の許容深度誤差範囲

深度 (m)	深度誤差 (m)
300 - 100	± 3.0
100 - 30	± 1.5
30 - 0	± 1.0

環境制御責任者（LSS）は、減圧中は常時、DDC 内の酸素分圧、二酸化炭素分圧、減圧速度及び潜水士の健康状態に留意しなければならない。

環境制御責任者（LSS）は、潜水士の健康状態に異常を認めた場合、速やかに減圧を一時中止（保圧状態）し、状況により救急再圧処置標準表に従い救急再圧をしなければならない。

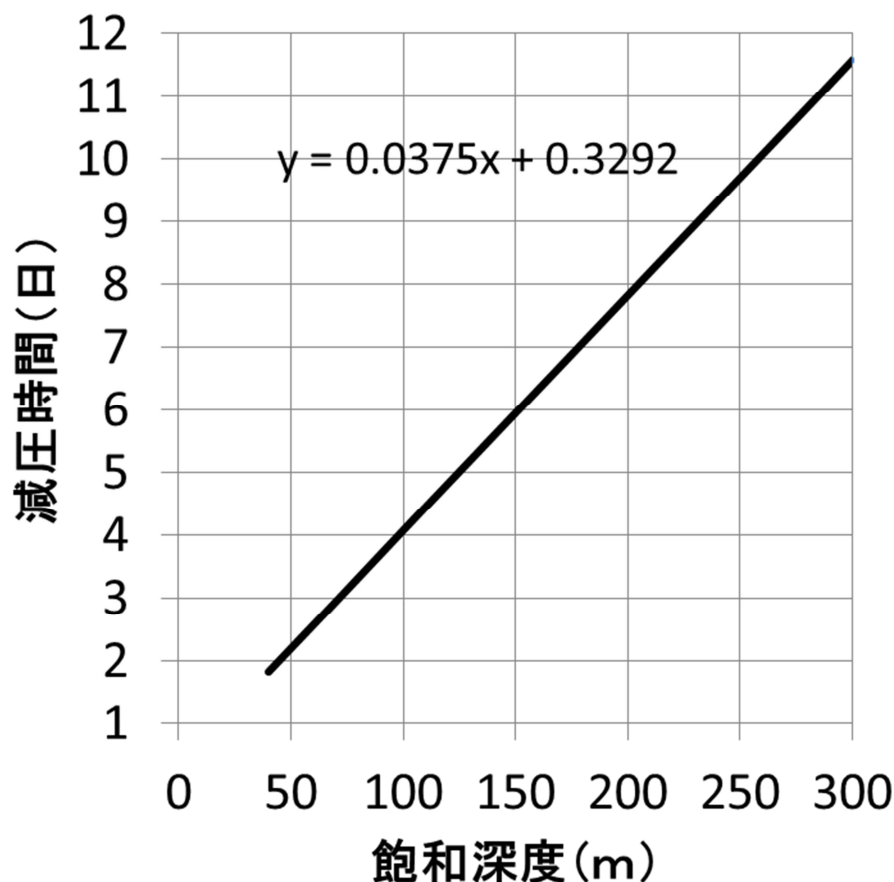
減圧中は許容深度誤差範囲を逸脱しないように規定速度及び規定深度の維持に努める。

14m 以深の DDC 内環境酸素は分圧 0.50ata (50kPa) で制御する。

14m 以浅の DDC 内環境酸素は濃度 21% で制御する。深度 14m (2.4ata) (240kPa) で酸素分圧 0.50ata (50kPa) が 20.8% となるので、火災の危険を避けるため、14m 以浅では分圧ではなく濃度による制御を行う。

減圧中、DDC 内の炭酸ガス濃度は大気圧換算値で 0.5%（炭酸ガス分圧 0.005ata (0.5kPa) 以下）を維持する。

深度 300m までの飽和潜水における減圧時間



11 環境ガス制御上の留意事項

酸素の制御

環境制御責任者（LSS）は、潜水士の生命、健康の維持、火災等の危険防止のため、DDC 内の酸素分圧を常に監視するとともに、適正に保たなければならない。特に、加圧時の酸素分圧の監視及び保圧時の潜水士の消費に応じた酸素の供給を確実にし、火災及び肺酸素中毒の防止に努めなければならない。

炭酸ガスの制御

環境制御責任者（LSS）は、潜水士の安全を確保するため、炭酸ガス分圧を規定値以下に維持する。デッキテンダー及び SDC 内の潜水士は、炭酸ガス分圧が許容限度に近づいた場合、炭酸ガス分圧が規定値を超える場合、DDC 及び SDC 内の潜水士は、BIBS による呼吸を実施して炭酸ガス分圧が許容範囲以下に下がるのを待たなければならない。

一酸化炭素の制御

潜水士の体内（喫煙や赤血球の分解）から微量の一酸化炭素が排出され、チャンバー内に蓄積することがある。喫煙習慣のある潜水士は、潜水前、少なくとも 1 週間は禁煙することにより、一酸化炭素の体外排出に努める。

チャンバー内環境ガス制御基準

分圧・濃度 区分	酸素分圧 ata		炭酸ガス分圧 ata	窒素分圧 ata	一酸化炭素濃度 (ppm)
	環境圧力 10m ～エクスカー ション終了時	最終エクスカ ーション～環 境圧力 14m			
DDC	0.42～0.43	0.49～0.50	0.005 以下	1.6 以下	40 以下 (大気圧換算 値)
	緊急時：0.25～0.60				
SDC	0.30～0.60		0.01 以下		

注記：深度 14m 以浅では、酸素は分圧ではなく、濃度 21%を維持するように制御する。

呼吸ガス中の酸素分圧制御基準

		酸素分圧 ata
潜水作業時の酸素分圧 (潜水器への送気ガス中)		0.60 ～ 1 (緊急時：0.40 ～ 1.20)
BIBS 呼吸ガス	非常時	0.40 ～ 1.20 (0.20 ～ 0.40：0～0.10 m)
	治療時	1 ～ 2.50

肺酸素中毒防止のための高酸素分圧暴露制限時間

1 日あたりの最大酸素曝露量：600

1 週間あたりの最大酸素曝露量：2,500

酸素暴露制限時間

酸素分圧 ata	制限時間 (時間：分)	酸素曝露量 (UPTD)
0.60	25：40	416
0.70	14：10	400
0.80	10：15	400
0.90	8：00	398
1	6：40	400
1.10	5：45	400
1.20	5：05	403
1.30	4：40	414
1.40	4：05	399
1.50	3：45	401
1.60	3：30	403

12 温度の制御

DDC の環境圧力が高くなる（深度が深くなる）に従い、環境ガス密度が増大して熱伝達率が大きくなるので、環境ガス温度が皮膚温度よりも低いと、皮膚から環境ガスへの熱移動が大きくなる。皮膚から環境ガスへの熱移動による体温損失を防止するため、環境ガス密度の増大に伴い環境温度と皮膚温（約 33℃）の差異を小さくしなければならない。深度による DDC の環境温度の制御基準を以下に示す。なお環境温度は暑がりの潜水土に合せて制御し、寒がりの潜水土は重ね着をして寒さを凌ぐ。

DDC 環境温度制御範囲	
飽和深度 (m)	温度 (°C)
0 - 50	25 - 28
50 - 100	26 - 30
100 - 150	27 - 30
150 - 200	28 - 30
200 - 250	29 - 31
250 - 300	30 - 32

飽和潜水の場合、50m 以深の潜水では温水服を使用する。温水服に送水する温水の温度範囲は 25℃～40℃までとし、火傷防止のため 42℃を超えないようにする。

また潜水作業深度が 150m 以深の場合は、呼吸による体熱損失を防止するため呼吸ガスを加温する。加温する呼吸ガス温度は高体温症を防止するため平常体深部温度である 37℃を越えてはならない。呼吸ガス温度の制御基準を以下に示す。* 加温装置が有る場合の基準。

潜水作業時の呼吸ガス温度	
潜水深度 (m)	呼吸ガス温度 (°C)
150 to 200	11 to 19
200 to 250	19 to 25
250 to 300	25 to 28

湿度の制御

雑菌の繁殖が促進される高酸素分圧、高温の閉鎖環境では、高湿度により更に雑菌の繁殖が進む。また高密度ガス環境では皮膚からの蒸散が抑制されるので、皮膚のベタツキ感が高まり不愉快となる。そのため DDC 内の湿度は 50%～60%を基準とする。しかしながら、シャワー使用直後は湿度が 80%以上になることもある。

13 応急処置法

飽和潜水中、発生が予想される各種の緊急事態に対する応急処置法を以下に示す。

1 ロックアウト中に意識喪失した潜水士の処置

- ロックアウト中の潜水士のうち 1 名が意識を喪失した場合は他の潜水士が、2 名とも意識を喪失した場合はベルマンが救助する。
- 意識を喪失している潜水士の潜水器のパージボタンを押し、ガスが供給されているかを確認する。ガスが供給されていない場合は、非常用呼吸装置 COBRA に切り替える。
- ベルマンの処置

吊り上げ用ロープを準備し、SDC 内の水位をできるだけ高くする。

意識を喪失した潜水士を SDC 下部まで運び、吊り上げ用ロープを取り付け、意識を喪失した潜水士の顔面が水面より上に出るまで引き上げる。

潜水器を取り外し、呼吸の有無を確認し SDC 内に揚収する。

ロックインさせた潜水士が呼吸をしていない場合は、人工呼吸、心臓マッサージ等の応急処置を施す。

人工呼吸は、30 分以上又は潜水作業指揮者の指示があるまで継続する。

SDC 内の水位を下げ、内部ハッチを閉鎖する。

2 潜水器具の故障

- ロックアウト中に潜水器具の異常があった場合は、潜水士は直ちに作業を中止するとともに応急処置を行い、ロックインして、潜水作業指揮者に報告する。
- 潜水作業指揮者は、もう一人のロックアウト中の潜水士にもロックインを指示する。
- ベルマンは、SDC に帰還した潜水士を速やかに SDC 内に揚収する。

3 潜水用呼吸ガスの異常

- 潜水作業指揮者は、直ちにロックアウト中の潜水士とベルマンに状況を知らせる。
- ロックアウト中の潜水士は、直ちに非常用呼吸装置 COBRA に切り替えてロックインするとともに、潜水作業指揮者に異常の有無を報告する。
- ベルマンは、SDC に帰還した潜水士を速やかに SDC 内に揚収する。

4 温水供給装置の故障

- 潜水作業指揮者は、潜水作業中の潜水士に、直ちに作業を中止させロックインさせる。
- ロックアウト中の潜水士は、温水の供給が停止した場合、潜水作業指揮者に報告し、速やかにロックインする。

5 通話装置の故障

- 潜水作業指揮者は、常用通話装置による通信が不能となった場合、非常用通話装置への切り替えを指示する。
- ロックアウト中の潜水士は、直ちにロックインする。ベルマンは他のロックアウト中の潜水士もロックインさせるとともに、潜水作業指揮者に報告する。

6 DP の故障

- 潜水作業指揮者は、DP オペレーターから DP の異常を報告又は通報された場合、直ちにロックアウト中の潜水士をロックインさせる。
- LARS オペレーターは、ロックアウト中の潜水士が SDC 内に收容されたのを確認して、SDC アンカーを海底から離なす。
- LARS オペレーターは、潜水作業指揮者との連絡を保ちつつ SDC を速かに揚収する。

7 揚降装置 LARS の故障

- 潜水作業指揮者は、作業状況をロックアウト中の潜水士に通報し、潜水士の心理的動揺を抑える。
- ベルマンは、SDC 内の環境維持に努め、持久の態勢をとるとともに潜水作業指揮者の指示を待つ。

8 DDC 内の異常圧力

圧力が異常に高くなる場合

- 深度保持に努める。
- LST は、DDC の給気殻外弁を閉鎖し、調査する。
- 潜水士は状況により B1BS 呼吸を行う。
- 環境ガスの分圧を監視する。

圧力が異常に低くなる場合

- 深度維持に努める。

- LST は、耐圧殻、給排気系の配管、BIBS、メディカルロック、ガスサンプリング、給水、汚水及び消火装置等の漏気を調査する。
- 環境ガスの分圧を監視する。
- LSS は、漏気箇所が判明した場合、状況により漏気箇所以外の安全な区間に潜水土を退避させる。

9 DDC 内の火災

飽和潜水では DDC 環境ガスの酸素が支燃物として作用する濃度である 16%以上になるのは、空気による初期加圧 10m、それに続くヘリウム加圧 16m までか、減圧中（酸素分圧：50kPa）の 21m 以浅である。そのため DDC 内で火災が起きる危険性は少なくはなるが、DDC 内部には可燃物をできるだけ持ち込まないようにし、持ち込む衣服やカーテンなどは難燃性素材を使用したものに限る。万が一、火災が発生した場合は、以下の処置を取る。

- LSS は DDC 内部循環装置を停止させるとともに、ダイバーに BIBS 装着を指示する。ダイバーは BIBS 呼吸を行いながら消火に努める
- LSS は電源を遮断し、散水装置を用いて消火する。

10 環境制御装置の故障

- 環境制御責任者（LSS）は、予備の環境制御装置に切り替えさせる。
- 環境制御責任者（LSS）は、必要に応じて潜水土に BIBS 呼吸を指示する。

11 メインアンビリカルの破損・損傷

- ベルマンは、SDC 給気弁を閉め、緊急保圧用ガスに切り替える。
- ベルマンは、潜水土がロックアウト中の場合は、潜水土をロックインさせ、内部ハッチを閉鎖する。
- デッキテンダーは、潜水作業指揮者と連絡を保ちつつ、SDC を約 10m 浮上させ、SDCC 内圧が変化しないことを確認したのち SDC を揚収する。
- ベルマンは、SDC 内の循環ガスを適正に保つ。SDC 内の潜水土は、必要に応じ BIBS 呼吸を行う。
- ベルマンは、電源をンボードバッテリーに切り替え、非常灯及び通話装置の電源を確保する。

12 SDC 吊索の切断

- ベルマンは、ロックアウト中の潜水士をロックインさせる。
- ロックアウト中の潜水士は、SDC 吊索が絡んでいないことを確認してロックインする。
- ベルマンは、SDC トップハッチを閉鎖する。
- デッキテンダーは、潜水作業指揮者と連絡を保ちつつ、アンピリカル又はガイドワイヤーを使用して SDC を水面まで引き上げる。

14 飽和潜水間隔

潜水士が年間に飽和潜水を繰り返す場合にかかるべき間隔を以下に示す。

- 潜水士に対しては、連続で 28 日を超える飽和潜水を実施させない。
*但し、本人が同意した場合は、更に最大で 7 日間の延長をすることが出来る。その場合には同意の内容について、書面で残す。
- 潜水士に対しては、12 ヶ月の間に 182 日以上飽和潜水を実施させない。
- 200m 以上の飽和潜水を行う場合は、28 日以上期間を大気圧環境下で過ごすべきである。
- 飽和潜水を終えた潜水士は基本的に飽和潜水を行っていた期間と同じ長さの期間を大気圧環境下で過ごさなければならない。
- 上記の条件より短い間隔で飽和潜水を再開しようとする場合、以下の条件を満たすことで行う事ができる。
 - 飽和潜水を行っていた期間の半分または、10 日のどちらか少ない方以上の期間を大気圧環境下で過ごした場合。
 - 飽和潜水を行っていた期間と同じ長さの期間を大気圧環境下で過ごさずに、飽和潜水を再開し 2 回目の飽和潜水を終了した場合、大気圧環境下で過ごす時間は 2 回の飽和潜水の期間の内の長い方よりも、長くななければならない。
- 上記に規定される大気圧環境で過ごす期間の間のダイバーは、専門医の許可が無ければ、ごく浅い深度であっても潜水は禁止で、圧力環境下に暴露されることがあってはならない。
- 重症の減圧症にかかった場合は、症状完治後、60 日間は潜水させてはならない。

潜水後の制約

- 飽和潜水を実施した潜水士は、飽和潜水終了後 4 時間まで 5 分以内に、4 時間から 24 時間までは 4 時間以内に再圧治療が受けられる態勢を維持しなければならない。
- 飽和潜水を実施した潜水士は、飽和潜水終了後 2 日間は飛行機に搭乗してはならない。また、可能なら飽和潜水終了後 4 日間は飛行機に搭乗しない。
- 飽和潜水を実施した潜水士に対しては、飽和潜水終了後、当分の間、重作業を行わず、徐々に体を慣らさせる。

15 安全留意事項

関係者は、潜水作業中は自分の任務に専念し、持ち場を離れたり、他の作業を兼務してはならない。作業の実施に当たっては、安全上の留意事項を厳守するとともに、安全に、確実に実施するよう心掛けなければならない。

- 潜水作業指揮者

飽和潜水を実施する潜水士の選抜にあたって、睡眠不足の者、精神的、肉体的に疲労している者及び 24 時間以内に多量の飲酒をした者を潜水させてはならない。

飽和潜水開始前の 12 時間以内は、潜水士に過激な作業等をさせてはならない。

エクスカッション潜水作業中は、常時、関係者を指示、監督できる最良の場所に位置し、適時適切な処置を実施しなければならない。

ロックアウト潜水中の潜水士の深度を、常に把握しておかなければならない。

- 潜水士

指示された作業内容を完全に理解し、作業を安全、確実に実施しなければならない。

ベルマンは、ロックアウト中の潜水士の緊急事態に備え、スタンバイ潜水士としての態勢を維持しておかなければならない。

ロックアウト中の潜水士は「ロックイン」には直ちに応じなければならない。

- その他の関係者

常に応急処置がとれる態勢を維持しなければならない。

指示、報告、通報等に留意し、確実な機器等の操作を行わなければならない。

五感を働かせ、異常の早期発見に努めなければならない。

- 装置

DDC 内の騒音は、潜水士が休息中、55 デシベル以下を維持し、いかなる場合も 90 デシベルを超えてはならない。

サービスロック及びサニタリータンクの加減圧時は、DDC 内の圧力が変動しないように操作しなければならない。

- 器材

DDC 内に火災等及び爆発のおそれのある物並びに毒性の危険物を持ち込んで서는ならない。可燃物の持ち込みは、最小限とする。

DDC 内で使用する寝具及び衣類は難燃性素材ものとする。

DDC 内で使用する電気器具は、安全性の確認されたものとする。

DDC 内で使用していない可燃物は、防火用の箱に格納する。

DDC 内及び SDC 内には救急用器材を準備しておく。

SDC]内には、救命生存用器材を準備しておく。

16 衛生上の留意事項

潜水士

- 外耳道炎は飽和潜水中に最も罹患しやすい疾病であるので、専門医の指導により外耳道感染の予防に努めなければならない。
- エクスカーション終了後に予防薬（抗生物質点耳薬）による外耳道の処置を行う。（抗生物質点耳薬として、海自では「ドメボロ」SMIT ではCHLORAMPHENICOL EAR DROPS もしくはFRAMOPTIC-D EYE/EAR DROPS を毎日、潜水前に1回投薬）
- 外耳道には指、綿棒及びこより等を挿入しない。
- イヤホーンについては、外耳道に押し込むタイプは使用しない。
- 予防薬の使用時期
 エクスカーション後
 シャワー後
 就寝前
- 予防薬の使用要領
点耳の前によく洗う、予防薬は、各自、各耳に1本用意し、混用してはならない。点耳の際は、予防薬の容器を耳に接触させてはならず、また、綿棒等を用いない。

予防薬は、各耳に5、6滴たらし、外耳道へ薬がよく接触するよう臥位姿勢を約5分程とる。起立時、耳から垂れた液をDDC内に飛び散らせないように、綿等を耳介にあて吸いとらせる。

耳の処置後は、手を洗う。

- 毎日1回シャワーを浴びる。
- 皮膚感染がある場合は、専門医の指導により適当な皮膚洗浄薬剤で洗浄する。
- タオル、衣服、寝具、イヤホーン等は、個人専用とし、潜水服もできる限り個人専用の物を使用する。

装置等

- 飽和潜水実施前
加圧開始前24時間を標準とし、DDC内全般を消毒液を用いて洗浄、密閉する。ただし、前回洗浄後、DDCを開放していない場合は、この限りではない。
- 飽和潜水実施中
便器、シャワー施設及びその周辺は、毎日消毒液で洗浄する。
DDC内の床は、毎日消毒液で拭う。
DDC内壁は、3日ごとに消毒液で拭う。
食事後、残飯は速やかにDDC外に出す。
寝具類は定期的に交換する。
衣類は、毎日交換する。
潜水服及びインナースーツは、できる限り消毒液で毎日洗う。
SDC及び移乗室は、使用ごとに消毒液で拭う。
- 飽和潜水終了後
DDC内全般を消毒液を用いて洗浄し、24時間密閉する。
寝具、衣服等は洗濯し消毒する。

食事等

- 食事は、原則として生物（野菜、果物を除く。）を摂取しない。
- 湯茶等は、DDC外で用意する。

- 次の物品は、DDC 内に持ち込まない。
 - バター、砂糖、食用油等（ドレッシングも含む。）
 - 酒類
 - 飴玉類
- 食器は、消毒した衛生的な物を使用する。

17 飽和潜水で起こりうる障害

肺酸素中毒

- 原因：分圧の高い酸素（50kPa～200kPa）を長期間呼吸することによって発症する。
- 症状
 - 呼吸及び前胸部違和感
 - 胸痛
 - せき及び血たん
 - 息切れ
 - チアノーゼ
- 処置：早期に察知し、速やかに以下の処置を行う。
エクスカッション中は、速やかにエクスカッションを中止し DDC に復帰する。
BIBS 呼吸中は、呼吸マスクを取り外す。
- 予防：酸素曝露量の管理を行い、適正な酸素分圧を維持する。

中枢神経系酸素中毒

- 原因：高分圧の酸素（200kPa 以上）を呼吸することによって発症する。
- 症状：視界狭さく、吐き気、震え、けいれん、意識喪失等がある。
- 処置：早期に察知し、速やかに以下の処置を行う。
ロックアウト中は、速やかにロックインさせる。
BIBS 呼吸中は、呼吸マスクを取り外す。

高圧神経症候群 HPNS (High Pressure Nervous (Neurological) Syndrome)

- 原因：高圧あるいは圧力の急激な増加による脳神経細胞活動の一時的な障害が原因であるといわれる。発症は加圧速度や深度あるいは個人や体調によって異なるが、150m 以深から発症することがある。
- 症状：四肢の震え（振戦）、めまい、吐き気、食欲不振、疲労感、緩慢な思考、記憶力及び注意力の低減、眠気、気分の変動等がある。これらの症状は時間経過とともに消滅する。
- 処置
加圧速度を遅くするか、加圧を停止し、症状が消滅するまで保圧する。

加圧関節痛

- 原因：高圧暴露中に不活性ガスが身体組織に溶解することが原因となり、関節軟骨の脱水がおきる。この脱水が関節の滑らかな動きを阻害し発症する。
- 症状：動作時の関節音あるいは関節痛が深度 100m を超えた付近から出現しやすくなる。同一深度でも時間経過とともに、あるいは減圧とともに症状が軽くなりやがて消失する。
- 処置：加圧速度を遅くするか、加圧を停止すると症状が軽くなることもあるが、この症状により作業が大きく制限されることはあまりなく、後遺症はほとんど残らないので、特別な処置を講ずる必要はない。
- 予防：潜水直前あるいは加圧中は、重作業を避ける。

低体温症

- 原因：皮膚表面及び呼吸に伴う気道からの熱損失により発症する。
- 症状：
四肢末端の冷感、鈍痛感、悪寒、体の震え、呼吸数の増加、頻脈、呼吸困難、意識障害等がある。
呼吸による熱損失では自覚症状を伴わずに、意識を喪失することもある。
- 処置
ロックアウト中の潜水士は、直ちにロックインする。
適度な温水により、全身を温める。

- 予防
DDC 内 SDC 内の温度及びロックアウト中の潜水土への供給温水流量・温度を適正に維持する。
SDC 内に防寒衣等（サバイバルキット）を準備しておく。

感染症

- 原因：DDC 内及び SDC 内は、高温で一時的に多湿になるため細菌類が繁殖しやすく、各種の感染症に罹患しやすい。
- 症状：感染した箇所の発赤、腫れ、疼痛、熱感等がある。
- 処置：症状に応じ、専門医の指示により消毒、投薬等を行う。
- 予防：潜水土の身体、DDC 内及び SDC 内を定期的に消毒する。

酸素欠乏症

- 原因：環境制御装置の故障等により環境ガスが正常に拡散されない場合、又は適正な酸素分圧を維持できない場合に発症する。
- 症状：酸素欠乏症が徐々に起こる場合は、作業、思考能力の低下、息切れ、チアノーゼ、頻脈、多呼吸等をきたし、急激な場合は自覚症状無しに意識を喪失する。
- 処置：
BIBS 呼吸をさせる。
環境ガスが正常に拡散されない場合は、予備循環系を作動させる。
加圧中においては、一時加圧を停止する。
- 予防：適正な酸素分圧を維持する。

炭酸ガス中毒

- 原因：
環境炭酸ガス分圧が、基準値以上に上昇した場合に発症する。
高ガス密度の環境下では呼吸抵抗が増大するので、重作業時は作業強度見合った換気量を維持できず、環境炭酸ガス分圧が上昇しなくても代謝による炭酸ガスが身体内に蓄積し発症する。
- 症状
呼吸量の増加、息切れ、発汗、視力の低下、興奮状態等がある。
自覚症状を伴わずに、突然意識を喪失することがある。
- 処置
DDC の場合は、BIBS 呼吸させる。
DDC の場合は、換気を十分行う。
SDC の場合は、炭酸ガス吸収剤の交換を行う。
作業中の場合は、作業を中止させ、呼吸に楽な姿勢をとらせ、十分換気を行わせる。
- 予防：炭酸ガス分圧が許容限度に近づいた場合は、早めに炭酸ガス吸収剤を交換する。

一酸化炭酸中毒

- 原因：使用ガスの汚染による一酸化炭素、潜水土の体内から発生する一酸化炭素（赤血球の新陳代謝）並びに SDC 内に搬入される機器の中から排出される微量の一酸化炭素が蓄積し、それを吸入することにより発症する。
- 症状：
前頭部の締め付け感、頭痛、めまい、吐き気等がある。
自覚症状を伴わずに突然意識を喪失することがある。
- 処置：
BIBS 呼吸させる。
DDC 内の換気を行う。
- 予防：

潜水前に DDC 内及び SDC 内を新鮮な空気により十分換気する。
喫煙習慣のある潜水土は、潜水前 1 週間は禁煙する。

減圧症

- 原因：潜水中、体内に溶解した不活性ガスが、環境圧力低下により気泡化し、血行を遮断したり、組織中に留まったりすることによって発症する。
- 症状：皮膚症状、関節痛、違和感、筋肉痛、呼吸循環系の症状及び中枢神経系の症状等様々な症状がある。
- 処置：専門医の指示・指導により再圧治療を行う。
- 予防：
適切な減圧を行う。
睡眠を十分取らせる。
疲労を蓄積させない。
過度の身体的負荷をかけない。
水分を十分補給させる。

潜水作業で必要な応急手当

応急手当の適否は、患者の生命を左右する。関係者は、応急手当について十分な知識を有し、常に物心両面の準備を怠ってはならない。

- 観察：
患者に対しては、いかなる場合でも細心の注意をもって、以下の事項を観察する。
呼吸をしているか。
心臓は動いているか(脈拍はあるか)。
出血はしていないか。
骨折はしていないか。
頭部障害の症状はないか。
- 出血及び骨折処置：外傷で出血がひどい場合は、まず止血する。止血帯としては、幅の広いゴムひも、包帯、ベルト、タオル等を利用する、動脈性出血で、血が吹き上げているときは、指で直接圧迫することがもっとも有効なことがある。骨折の場合は、副え木を当てて固定する。副え木がない場合は、手近にあるものを利用する。
- ショック処置：四肢の冷感、顔面の蒼白、心拍の微弱、無力感等のショック症状がある場合は、頭部を低めにし、横臥姿勢をとらせる。保温に注意し、意識不明の場合は、飲み物は与えない。
- 人工呼吸：呼吸が停止している場合は、まず人工呼吸を行う。長時間経過後、蘇生することもあるので、短時間で断念せず、30 分以上又は、専門医の指示があるまで継続する。
- 心臓マッサージ：心臓が停止している場合は、心臓マッサージを行い、状況により人工呼吸とともに実施する。

18 飽和潜水中断減圧手順及び救急再圧処置標準

飽和潜水中断減圧手順

飽和潜水中断減圧手順は、飽和替水開始後、装置の故障あるいは潜水員の異常等により、飽和潜水を中止する場合の減圧手順であり、以下に述べる手順により実施する。ただし、飽和潜水を開始してから6時間経過後、又は120m以深の場合は、飽和潜水標準減圧表を適用する。

飽和潜水中断減圧手順表から飽和潜水を中止する深度を、潜水開始からの経過時間を選択する。該当する深度及び経過時間がない場合は、それぞれ直近の深い深度及び直近の長い時簡を選択する。（飽和潜水は60m以深で運用すると想定しており、60mまでの加圧時間は1時間程度であるので、60m以浅では経過時間2時間までとする。）

酸素分圧は減圧開始前に42kPaから50kPaとする。

上記で選択した深度及び経過時間に該当する減圧手順により、各深度間を規定された減圧速度で減圧する。

飽和潜水中断減圧手順〈別表〉は、緊急やむを得ず、減圧時間を短縮する必要がある場合に使用することができる。この場合の酸素分圧は60kPaとする。

飽和潜水中断減圧手順表

	経過時間: 2時間								
	深度 (m)	減圧速度 (m／分)	減圧時間 (分)						
減圧開始深度 15m	15-3	3/1	4						
	3-0	1/8	24						
総減圧時間 (時-分)	0-28								
減圧開始深度 30m	30-15	3/1	5						
	15-10	1/5	26						
	10-5	1/15	76						
	5-0	1/30	150						
総減圧時間 (時-分)	4-15								
減圧開始深度 45m	45-27	3-1	6						
	27-25	1/4	8						
	25-15	1/10	100						
	15-10	1/30	150						
	10-0	1/40	400						
総減圧時間 (時-分)	11-04			経過時間: 4時間			経過時間: 6時間		
				深度 (m)	減圧速度 (m／分)	減圧時間 (分)	深度 (m)	減圧速度 (m／分)	減圧時間 (分)
減圧開始深度 60m	60-40	3/1	6.7	60-41	3/1	6.3	60-42	3/1	6
	40-25	1/6	75	41-35	1/10	60	42-30	1/32	384
	25-15	1/33	330	35-25	1/33	330	30-18	1/40	480
	15-4	1/40	440	25-13	1/40	480	18-0	〈別表〉	
	4-0	1/60	240	13-0	〈別表〉				
総減圧時間 (時-分)	18-12			38-00			43-00		
減圧開始深度 75m	75-52	3/1	7.7	75-53	3/1	7.3	75-55	3/1	6.7
	52-40	1/6	72	53-50	1/4	12	55-43	1/33	396
	40-25	1/33	495	50-37	1/33	429	43-31	1/40	480
	25-17	1/40	320	37-26	1/40	440	31-0	〈別表〉	
	17-0	〈別表〉		26-0	〈別表〉				
総減圧時間 (時-分)	39-00			51-00			56-00		
減圧開始深度 90m	90-64	3/1	8.7	90-66	3/1	8	90-70	3/1	8.7
	64-52	1/5	60	66-60	1/7	42	70-55	1/33	495
	52-40	1/33	396	60-50	1/33	330	55-47	1/40	360
	40-30	1/40	400	50-37	1/40	520	47-0	〈別表〉	
	30-0	〈別表〉		37-0	〈別表〉				
総減圧時間 (時-分)	55-00			62-00			72-00		
減圧開始深度 105m	105-76	3/1	9.7	105-80	3/1	8.3	105-85	3/1	6.7
	76-65	1/4	44	80-60	1/40	800	85-70	1/40	600
	65-50	1/36	540	60-58	1/50	100	70-65	1/50	250
	50-44	1/50	300	58-0	〈別表〉		65-0	〈別表〉	
	44-0	〈別表〉							
総減圧時間 (時-分)	69-00			84-00			90-00		
減圧開始深度 120m	120-88	3/1	10.7	120-91	3/1	9.7	120-100	3/1	6.7
	88-75	1/20	260	91-75	1/40	640	100-85	1/40	600
	75-65	1/40	400	75-70	1/50	250	85-80	1/50	250
	65-61	1/50	200	70-0	〈別表〉		80-0	〈別表〉	
	61-0	〈別表〉							
総減圧時間 (時-分)	90-00			95-00			105-00		

飽和潜水中断減圧手順〈別表〉

深度 (m)	減圧速度 (m/時)	酸素分圧 (kPa)
90～30	1.8	60
30～15	1.2	
15～0	0.9	

19 救急再圧処置標準

救急再圧は、減圧時に発生する減圧症に対する救急処置法であり、専門医の指導のもと救急再圧処置標準表に従って実施しなければならない。専門医の指示による場合、あるいは緊急事態発生による場合を除き、時間短縮等の変更を行ってはならない。

救急再圧の実施に当たっては、事前に細心の注意をもって罹患者の検査しなければならない。ただし、重症の場合は、罹患者の検査等を、速やかに実施しなければならない。

救急再圧の手順

罹患者の検査

再圧前及び症状回復後、救急再圧患者検査表に従い、細心の注意をもって検査しなければならない。

救急再圧処置

救急再圧処置は、発生時期、症状等から救急再圧処置標準表により、専門医の指導のもと実施する。

救急再圧罹患者検査表

(再圧前・回復後)

罹患者氏名：

主 訴：

検査時刻：

検査場所：

検査者名：

発症時の状況

ベルラン中

減圧中

制御不能による減圧

水面到着後

検査項目		自覚症状		所見	
痛み		痛みの有無	有・無		
		痛みの部位		皮膚の変化	有・無
		痛みの程度			
感覚	痺れ	痺れや違和感	有・無	皮膚刺激検査	正常・異常
	視聴覚	異常感	有・無	・瞳孔左右差 ・対光反射 ・眼球運動	有・無 正常・異常 正常・異常
	めまい		有・無		
運動機能	発声	会話の支障	有・無	発声障害	有・無
	四肢	手足動きの異常	有・無	・握力 ・歩行障害 ・閉眼立位姿勢維持	正常・異常 有・無 正常・異常
				深部腱反射	正常・異常

異常所見についての詳細：

処置方針（専門医の指示・指導による）

救急再圧処置標準表

症状等	ベルラン中		減圧中	
	疼痛のみ	重症（意識不明、痙攣、四肢の脱力感、運動障害、視力障害、めまい、言語障害、呼吸困難、チョーク）	疼痛のみ	重症（意識不明、痙攣、四肢の脱力感、運動障害、視力障害、めまい、言語障害、呼吸困難、チョーク）
加圧ガス	ヘリウム		ヘリウム	
加圧速度	15m／分		2m／分	
再圧深度	少なくとも現在の深度から20mもしくは現在の深度から30mもしくは現在の深度から30m以下で、症状が完全に消失するまで加圧する。	少なくとも現在の深度から30mもしくは現在の深度から30m以下で、症状が完全に消失するまで加圧する。ただしエクスカージョン深度範囲を超えない。	現在の深度から20m以下で、症状が完全に消失するまで加圧する。	現在の深度から30m以下で、症状が完全に消失するまで加圧する。
処置	1 加圧後の症状により、以下の処置を行う。 (1) 症状が消失した場合は、少なくとも2時間保圧する。 (2) 症状が消失する兆候はあるが、完全に消失しない場合は、以下の処置を行う。 - 6回まで繰り返し治療用ガスを呼吸する。 - 24時間保圧する。			
	2 治療表11もしくは治療表12により、再圧深度から減圧する。			

症状等	制御不能による減圧		水面到着後	
	疼痛のみ	症状なし	疼痛のみもしくは重症（意識不明、痙攣、四肢の脱力感、運動障害、視力障害、めまい、言語障害、呼吸困難、チョーク）	
加圧ガス	18m以浅は空気、18m以深はヘリウム		空気	
加圧速度	可能な限り速やかに		8m／分	
再圧深度	減圧前の深度まで加圧する。		18mまで加圧し、10分間保圧する。	
処置	1 再圧深度よりもさらに30m加圧した後、以下の処置をとる。 (1) 症状が消失した場合は、少なくとも6時間保圧する。 (2) 症状が消失しない場合は、専門医の指示により、さらに加圧するか、もしくは継続して治療用呼吸ガスを呼吸する。	1 再圧深度で2時間以上保圧する。 2 治療表11もしくは治療表12により、当該深度から減圧する。	症状が消失しない場合 症状が消失した場合	症状が消失した場合 加圧前の症状が疼痛の場合 加圧前の症状が重症の場合
	2 治療表11もしくは治療表12により、当該深度から減圧する。	1 酸素呼吸を停止し、明確に症状が消失するまでヘリウムで加圧する。 2 治療表11もしくは治療表12により、当該深度から減圧する。	35分間保圧し、以下の処置を行う。 1 症状が消失した場合は、治療表6で減圧する。 2 症状が消失しない場合は、治療表6の延長により減圧する。	治療表5により減圧する。 治療表6により減圧する。

再圧中あるいは再圧終了後、症状が再発した場合は、専門医の指導のもと前回において症状が消失した深度まで再加圧する。

治療表

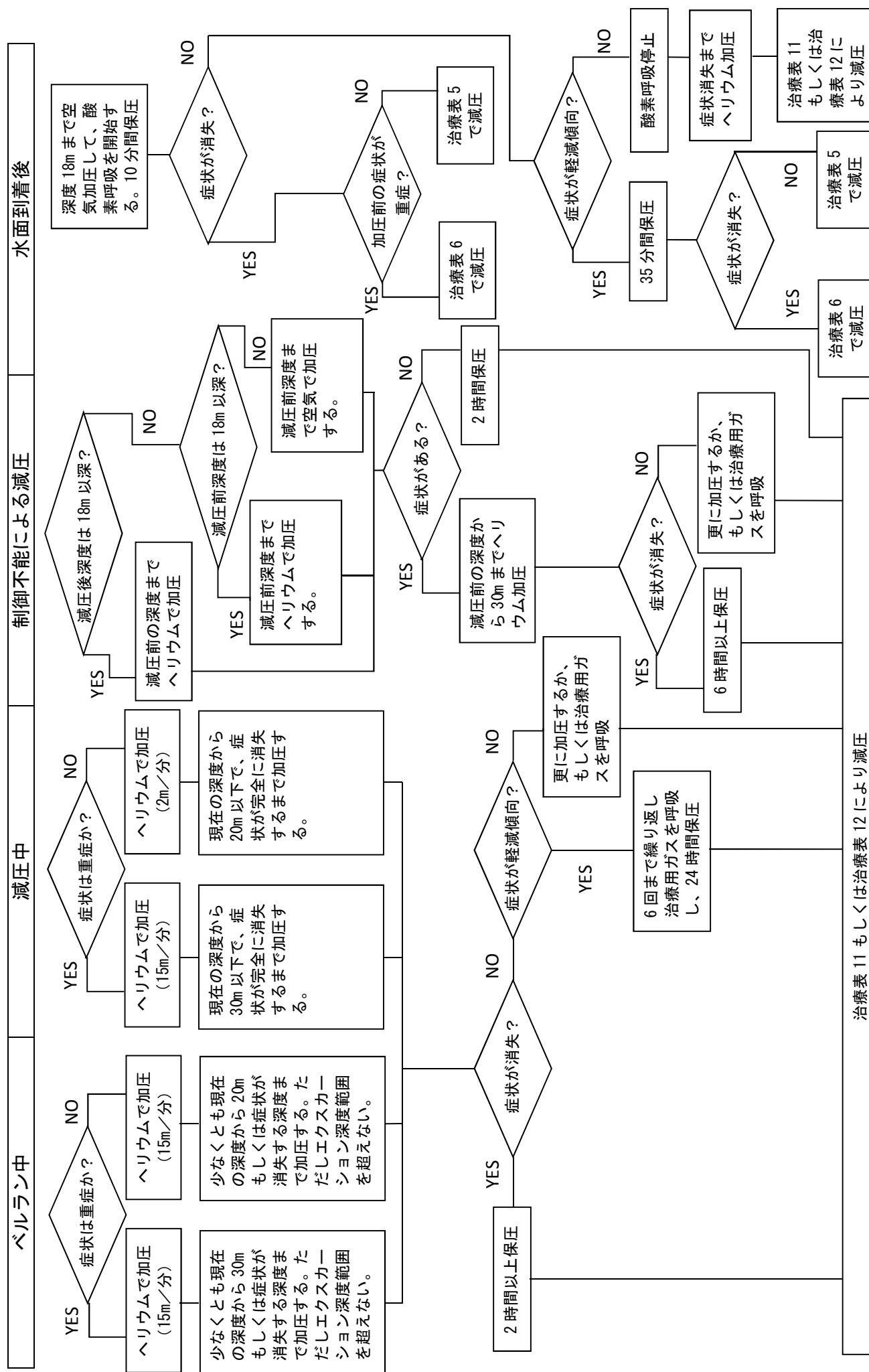
	治療表 5		治療表 6	
深度	減圧時間（分）	呼吸ガス	減圧時間（分）	呼吸ガス
18m	-	-	20	酸素
			5	空気
			20	酸素
	20	酸素	5	空気
18～9m	5	空気	20	酸素
	20	酸素	5	空気
	30	酸素	30	酸素
	-	-	15	空気
9m	5	空気	60	酸素
	20	酸素	15	空気
	5	空気	60	酸素
	30	酸素	30	酸素

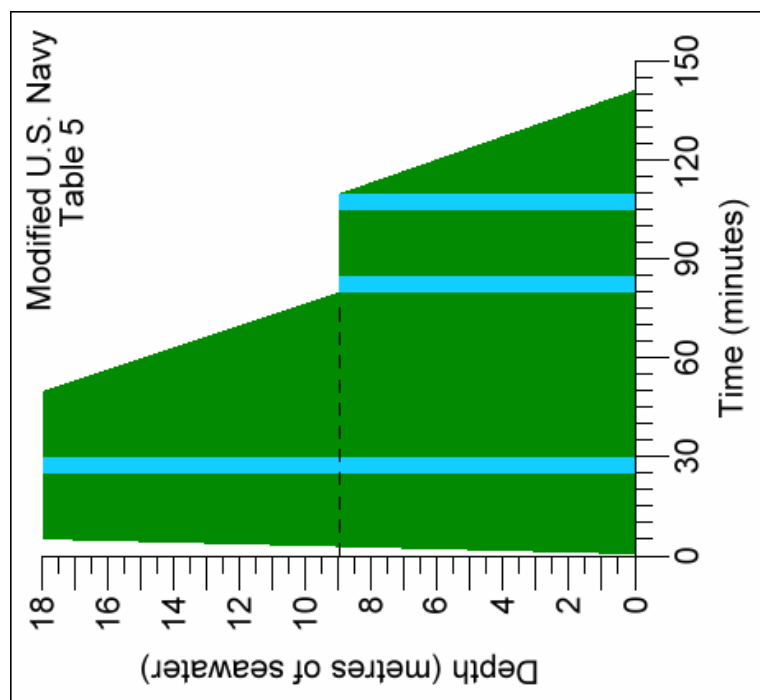
治療表 11		
深度	減圧速度	
300m～100m	1.5m／時	
100m～10m	1.0m／時	
10m～0m	0.5m／時	

治療表 12

減圧深度 (m)	減圧時間 (時)	減圧深度 (m)	減圧時間 (時)	減圧深度 (m)	減圧時間 (時)	減圧深度 (m)	減圧時間 (時)	減圧深度 (m)	減圧時間 (時)	減圧深度 (m)	減圧時間 (時)
300	1.5	237.5	1.5	175	1.5	112.5	2.0	50	2.5		
297.5	1.5	235	1.5	172.5	1.5	110	2.0	47.5	3.0		
295	1.5	232.5	1.5	170	2.0	107.5	2.5	45	3.0		
292.5	1.5	230	1.5	167.5	2.0	105	2.5	42.5	3.0		
290	1.5	227.5	1.5	165	2.0	102.5	2.5	40	3.0		
287.5	1.5	225	1.5	162.5	2.0	100	2.5	37.5	3.0		
285	1.5	222.5	1.5	160	2.0	97.5	2.5	35	3.0		
282.5	1.5	220	1.5	157.5	2.0	95	2.5	32.5	3.0		
280	1.5	217.5	1.5	155	2.0	92.5	2.5	30	3.0		
277.5	1.5	215	1.5	152.5	2.0	90	2.5	27.5	3.5		
275	1.5	212.5	1.5	150	2.0	87.5	2.5	25	3.5		
272.5	1.5	210	1.5	147.5	2.0	85	2.5	22.5	3.5		
270	1.5	207.5	1.5	145	2.0	82.5	2.5	20	3.5		
267.5	1.5	205	1.5	142.5	2.0	80	2.5	17.5	3.5		
265	1.5	202.5	1.5	140	2.0	77.5	2.5	15	3.5		
262.5	1.5	200	1.5	137.5	2.0	75	2.5	12.5	3.5		
260	1.5	197.5	1.5	135	2.0	72.5	2.5	10	3.5		
267.5	1.5	195	1.5	132.5	2.0	70	2.5	7.5	3.5		
265	1.5	192.5	1.5	130	2.0	67.5	2.5	5	3.5		
262.5	1.5	190	1.5	127.5	2.0	65	2.5	2.5	3.5		
260	1.5	187.5	1.5	125	2.0	62.5	2.5	0	0		
247.5	1.5	185	1.5	122.5	2.0	60	2.5				
245	1.5	182.5	1.5	120	2.0	57.5	2.5				
242.5	1.5	180	1.5	117.5	2.0	55	2.5				
240	1.5	177.5	1.5	115	2.0	52.5	2.5				

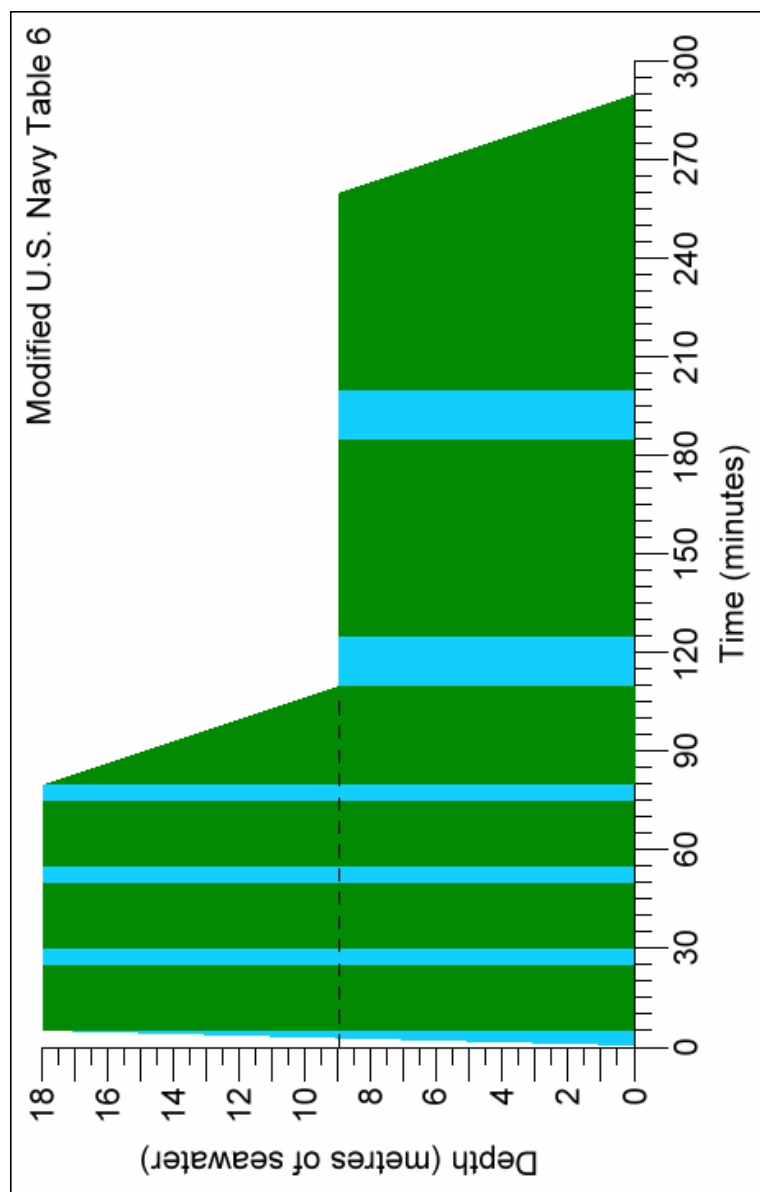
救急再圧処置標準表ブロッックダイヤグラム





治療表 5

(緑色：酸素呼吸、青色：空気呼吸)



治療表 6