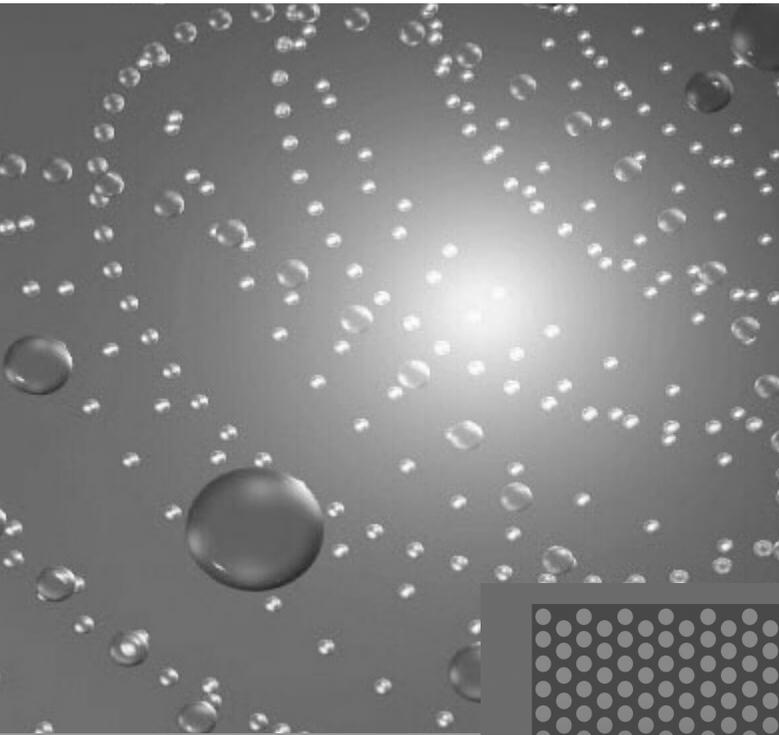


# Nitrox Speciality



## 魔法の空気に挑戦

ナイトロックスと聞くと、ナイトダイビングに使う器材かな?と思う人もいるかもしれませんが、実は減圧症のリスクを限りなくゼロにしてくれる魔法の呼吸ガスのことです。

特に減圧症のリスクが大きいシルバー層や女性、マッチョマンにはピッタリです。空気を使わないダイビングですから、超ハイテクなイメージがあるかもしれませんが、+と-、×と÷の計算ができれば誰でも使える呼吸ガスです。ナイトロックスダイバーって、ちょっとカッコいいかも!



# 認定カード

この講習を修了すると、ナイトロックススペシャリティーカードを取得することができます。

この認定カードは、あなたがナイトロックスに関する十分な知識や技術を持つことを証明することができます。

ダイビングにでかけるときには忘れずに持っていきましょう。



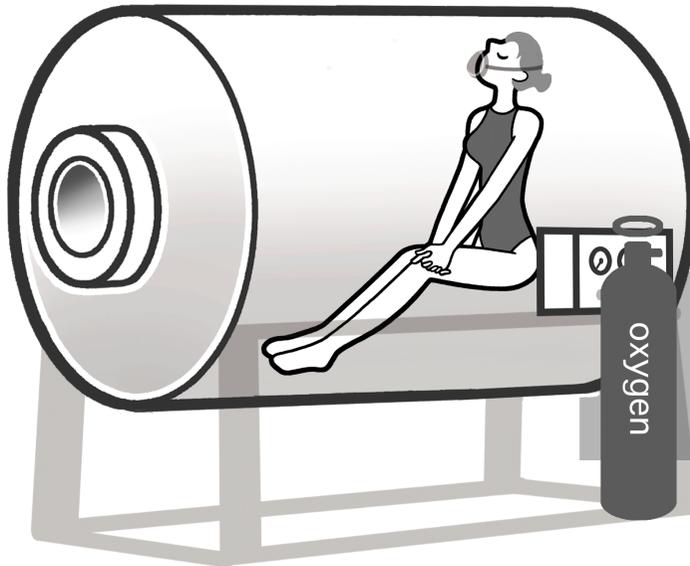
ナイトロックススペシャリティー認定カード

## メディカルチェック

ナイトロックスダイビングは、通常の空気を用いたダイビングではありません。ナイトロックスを使用して水深 19m より深い水深でダイビングをする場合には、ナイトロックスを使用する前に、再圧チャンバーのある最寄りの医療機関で酸素耐性能力検査を受けることをお勧めします。

酸素耐性能力検査は、1.8 気圧の圧力下で純酸素を 30 分間呼吸して酸素中毒症状を発症しないか確認します。

ナイトロックスダイビングの講習では、酸素中毒の危険がない水深 19m より浅い水深でダイビング実習を行いますので、実習参加前に酸素耐性能力検査を受ける必要はありません。



# ナイトロックスと空気

ナイトロックスは酸素と窒素の混合気体のことです。

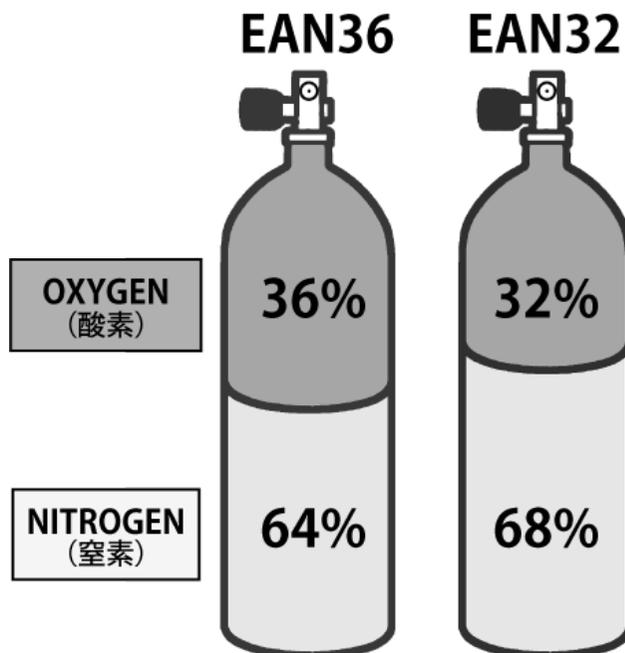
英語のNITROGEN（窒素）の頭文字NITRと、OXYGEN（酸素）の頭文字OXを組み合わせ、NITROX（ナイトロックス）と表示します。

特に、酸素比率が空気よりも高い混合気体のことを高酸素濃度ナイトロックスと呼びます。

通常は、高酸素濃度ナイトロックスをエンリッチドエアナイトロックス（Enriched Air Nitrox）または単にナイトロックスと呼び、EANと表記されます。

レジャーダイビングで一般的に使用されているナイトロックスは、アメリカ海洋大気局が民間ダイバーのために発表した酸素比率が32%と36%の2種類のナイトロックスです。

それぞれ、EAN32 及び EAN36 と表記されます。



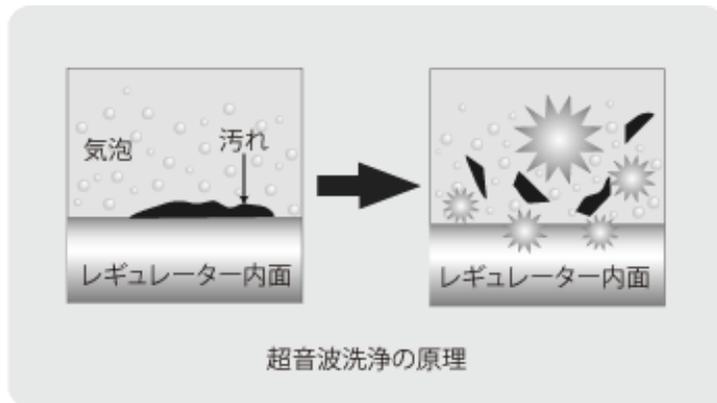
# ナイトロックス用ダイビング器材

## ■レギュレーターセット

ナイトロックスは酸素を多く含むため、空気で使用しているレギュレーターセットをそのまま使用すると酸化や発火の可能性があります。

空気で使用しているレギュレーターセットを超音波洗浄し、ナイトロックスが接触する器材のパーツをナイトロックス専用の耐酸素性のものへアップグレードしましょう。但し、レギュレーターの材質によっては、ナイトロックス用として使用できないものもあります。現在使用しているレギュレーターセットをナイトロックス用にアップグレード可能かどうか、メーカーや販売店に確認しましょう。

ナイトロックス専用のレギュレーターセットを空気で使用すると、そのままではナイトロックス用としては使用できなくなります。空気用とナイトロックス用のレギュレーターセットをそれぞれ所有するのが良いでしょう。



## ■ナイトロックス対応ダイブコンピューター

空気を使用したダイビングでは、減圧症を避けるために無減圧潜水可能時間を表示するダイブコンピューターを使用しますが、ナイトロックスを使用したダイビングでは、酸素中毒を避けるために酸素中毒限界時間も管理できるダイブコンピューターを使用します。

ナイトロックスの酸素比率を事前に入力し、使用するナイトロックスの種類に応じて無減圧潜水可能時間と酸素中毒限界時間を管理することができます。

## ■タンク

耐酸素性のパーツが使われている専用タンクにナイトロックスが入っています。空気タンクと区別するために、「NITROX」や「ENRICHED AIR NITROX」と表記された大きなシールがタンクに巻いてあります。



大きなシールが目印

## ■アナライザー

ダイビング前に使用するタンクの酸素濃度を調べる測定器です。  
タンクに記載されているナイトロックスの酸素比率と、実際に充てんされている  
酸素比率が若干異なることがありますので、安全のために必ず測定しましょう。



デジタル表示のアナライザー

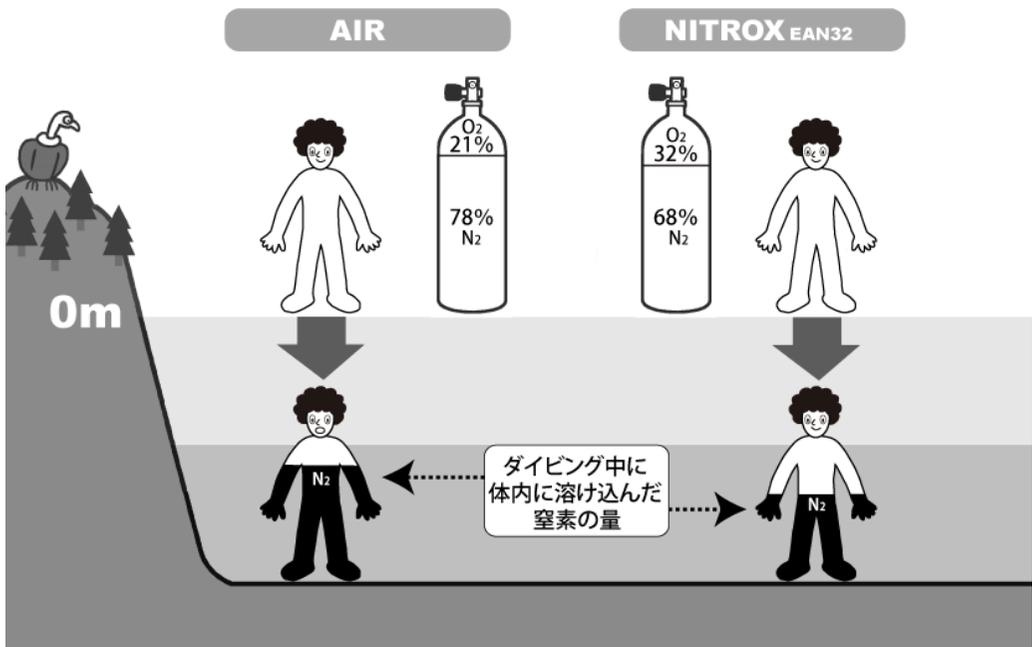
# ナイトロックスの特徴

## 窒素の量

ナイトロックスに含まれる窒素の量は、空気のそれよりも少ないので、空気を利用したダイビングに比べて利点があります。

同一の潜水深度では、ダイビング中に体内に溶け込む窒素の量は空気の時よりも少なくなるので、無減圧潜水可能時間が長くなり減圧症に関してより安全なダイビングを行うことができます。

また、窒素酔いが軽減されると思われるかもしれませんが、高濃度酸素ガスには麻酔効果があるため、実際には窒素酔いと同様の症状がおこる可能性があります。



体内に溶け込む窒素量の違い

## 酸素の量

ナイトロックスに含まれる酸素の量は、空気のそれよりも多いので、同じ呼吸で比較した場合、一度の呼吸でより多くの酸素を体内に取り入れることができます。これにより、ナイトロックスのほうが空気に比べて呼吸が楽に感じるため、ダイビング中の呼吸ガス消費量が減少します。

しかし、酸素中毒に関しては空気潜水よりも注意が必要となります。



## ■酸素分圧

呼吸ガスに含まれている酸素や窒素のそれぞれの圧力を分圧と呼びます。

陸上では 1 気圧の空気を呼吸して生活しています。

この場合、空気中の酸素の分圧は 0.21 気圧で、窒素の分圧は 0.78 気圧です。

水深 10m のダイバーは 2 気圧の気体を呼吸してダイビングしています。

空気を呼吸している場合、呼吸ガス中の酸素の分圧は 0.42 気圧で、窒素の分圧は 1.56 気圧です。

一方、EAN32 は酸素比率が 32% のナイトロックスですので、これを陸上で呼吸するとナイトロックス中の酸素の分圧は 0.32 気圧で、窒素の分圧は 0.68 気圧です。

また、水深 10m のダイバーが EAN32 を呼吸している場合、呼吸ガス中の酸素の分圧は 0.64 気圧で、窒素の分圧は 1.36 気圧です。

このように、ナイトロックスを使用した場合には、ダイビング中の呼吸ガスの酸素の分圧が通常の空気よりも高くなります。

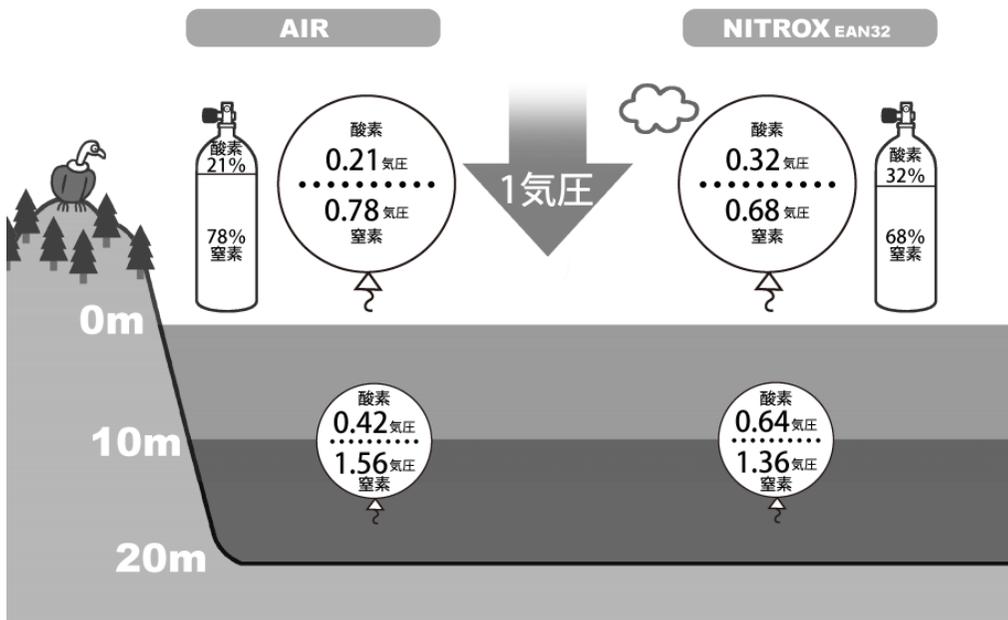
酸素分圧は以下の計算式により求めることができます。

$$\text{酸素分圧} = \text{ナイトロックスの酸素比率} \times (\text{潜水深度} \div 10 + 1)$$

例えば、EAN32 を使用して水深 20m に潜水する場合には、EAN32 の酸素比率は 0.32 ですから、上の式を利用すると、

$$\text{酸素分圧} = 0.32 \times (20 \div 10 + 1) = 0.96$$

となります。



呼吸ガス酸素濃度の違い

## ■酸素中毒

レジャーダイビングにより問題となる酸素中毒は、中枢神経系酸素中毒です。

体内への酸素の吸収量が規定レベルを超えるような深い深度や長時間のダイビング、体内に二酸化炭素が蓄積されやすい激しい運動をともなうダイビングや低水温でのダイビングをしてはいけません。

また、レギュレーターの呼吸抵抗が大きく呼吸しにくい場合や、浅くて速い呼吸をした場合にも十分な換気を行うことができませんので、酸素中毒のリスクが増加します。

酸素中毒になると、ケイレンがおこり、レギュレーターをくわえていることができなくなります。

めまい、視覚障害（視野が狭くなる）、まぶたや唇のぴくつきやひきつり、吐き気、頭痛などの症状があらわれたら、酸素中毒の兆候と考えられます。

すみやかにダイビングを中止してください。



激しい運動は×



う〜っ  
頭が  
痛い〜



めまい、頭痛に注意

# 酸素中毒の防止

酸素中毒のリスクを少なくするために、潜水深度と潜水時間を管理する方法をマスターします。

酸素中毒になる原因の1つは、呼吸ガス中の酸素の分圧です。

また、酸素中毒になるもうひとつの原因は、体内への酸素の吸収量です。

## ■潜水深度管理

酸素中毒のリスクを少なくするためには、呼吸ガス中の酸素の分圧が 1.4 気圧を超えないように潜水深度を制限する必要があります。

使用するナイトロックスの酸素比率により酸素中毒に対する安全な深度が異なります。

酸素中毒に対して安全な深度のことを酸素限界深度（Maximum Oxygen Depth Limit）といい、通常は MOD と表記します。

MOD は以下の計算式で求めることができます。

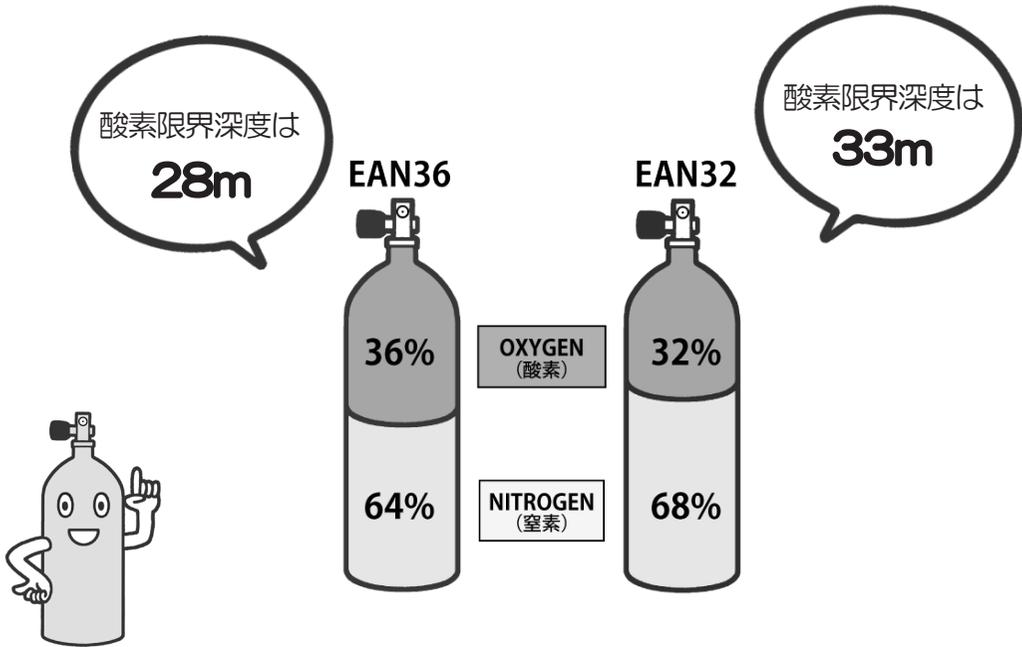
$$\text{MOD (小数点以下切り捨て)} = (1.4 \div \text{呼吸ガスの酸素分圧} - 1) \times 10$$

例えば、EAN32 を使用する場合には、EAN32 の酸素分圧は 0.32 ですから、上の式を利用すると、

$$\text{MOD} = (1.4 \div 0.32 - 1) \times 10 = 33\text{m となります。}$$

また、EAN36 を使用する場合には、EAN36 の酸素分圧は 0.36 ですから、上の式を利用すると、

$$\text{MOD} = (1.4 \div 0.36 - 1) \times 10 = 28\text{m となります。}$$



## ■ラベリング

アナライザーで測定した酸素濃度と、計算により求めた酸素限界深度はガムテープなどに記入してタンクに貼りましょう。

例えば、アナライザーの酸素濃度測定値が 36.3%、測定日 3月 12日、計算により求めたそ MOD が 28 m、記入者が山田太郎の場合には、次のように記入します。

<b>EAN 36.3%</b>	<b>3/12</b>
<b>MOD 28 m</b>	<b>T. YAMADA</b>

## ■ 1日1回潜水の潜水時間管理

最後の潜水から24時間を超える水面休息時間をとって2回目以降の潜水を行う場合には、前回の潜水の酸素の蓄積を気にする必要がありません。

使用するナイトロックスの酸素比率により、酸素中毒に対する安全な時間が異なります。

酸素中毒に対して安全な時間のことを酸素暴露限界時間といい、酸素比率暴露表により求めることができます。

酸素比率暴露表

Max.PO2 Exposure (atm)	Dive Time (minutes)	:5	:10	:15	:20	:25	:30	:35	:40	:45	:50	:55	:60
1.20 210 Max.		2%	5%	7%	10%	12%	14%	17%	19%	21%	24%	26%	29%
1.25 195 Max.		3%	5%	8%	10%	13%	15%	18%	21%	23%	26%	28%	31%
1.30 180 Max.		3%	6%	7%	11%	14%	17%	19%	22%	25%	28%	31%	33%
1.35 165 Max.		3%	6%	9%	12%	15%	18%	21%	24%	27%	30%	33%	36%
1.40 150 Max.		3%	7%	10%	13%	17%	20%	23%	27%	30%	33%	37%	40%
1.45 135 Max.		4%	7%	11%	15%	19%	22%	26%	30%	33%	37%	41%	44%
1.50 120 Max.		4%	8%	13%	17%	21%	25%	29%	33%	38%	42%	46%	50%
1.55 82 Max.		6%	12%	18%	24%	30%	36%	42%	48%	55%	61%	67%	73%
1.60 45 Max.		11%	22%	33%	44%	56%	67%	78%	89%	100%			

例えば、EAN32 を使用して水深 20 m に潜水する場合には、EAN32 の酸素比率は 0.32 ですから、酸素分圧を求める計算式を利用すると、  
 酸素分圧 =  $0.32 (20 \div 10 + 1) = 0.96$  となります。

表の左端の欄で 0.96 以上の最も近い数値を探します。

1.20 が最も近い数値です。

その右の欄に記載されている 210 分が酸素暴露限界時間です。

Max.PO2 Exposure (atm)	Dive Time (minutes)	:5	:10	:15	:20	:25
1.20 →	210 Max.	2%	5%	7%	10%	12%
1.25	195 Max.	3%	5%	8%	10%	13%
1.30	180 Max.	3%	6%	7%	11%	14%

また、EAN36 を使用して水深 25 m に潜水する場合には、EAN36 の酸素比率は 0.36 ですから、酸素分圧を求める計算式を利用すると、

$$\text{酸素分圧} = 0.36 (25 \div 10 + 1) = 1.26 \text{ となります。}$$

表の左端の欄で 1.26 以上の最も近い数値を探します。

1.30 が最も近い数値です。

その右の欄に記載されている 180 分が酸素暴露限界時間です。

Max.PO2 Exposure (atm)	Dive Time (minutes)	:5	:10	:15	:20	:25
1.20	210 Max.	2%	5%	7%	10%	12%
1.25	195 Max.	3%	5%	8%	10%	13%
<b>1.30 →</b>	<b>180 Max.</b>	3%	6%	7%	11%	14%
1.35	165 Max.	3%	6%	9%	12%	15%

## ■ 1 日複数回潜水の潜水時間管理

最後の潜水から 24 時間を超える水面休息時間をとらずに 2 回目以降の潜水を行う場合には、最後の潜水により吸収した酸素が体内に蓄積されています。

2 回目以降の潜水には、1 回目の潜水後に体内に蓄積している酸素量を考慮しなければなりません。

それぞれのダイビングで潜水時間や潜水深度が異なることがあるので、酸素比率暴露表を利用して潜水前の酸素の吸収量を計算し、次の潜水の酸素暴露限界時間を求めます。

例えば、EAN36 を使用して水深 28 m に 30 分潜水し、水面休息をとった後に EAN36 を使用して水深 28 m へ第 2 回目の潜水をする場合の酸素暴露限界時間は何分でしょうか。

第 1 回目の潜水では EAN36 の酸素比率は 0.36 ですから、計算式を利用すると、酸素分圧 =  $0.36 (28 \div 10 + 1) = 1.386$  となります。

表の左端の欄で 1.386 以上の最も近い数値を探します。

酸素分圧 1.40 が最も近い数値です。その右の欄に 5 分間隔で記載されている酸素暴露時間で、35 分\*の欄に酸素暴露限界比率 23% となっています。

このことは、酸素暴露限界時間までまだ 77% の余裕あることを示しています。

※ 酸素暴露時間は、安全面を考慮して、それぞれ 5 分未満、10 分未満、15 分未満と考えます。従って 30 分潜水した場合には、:30 ぴったりの欄ではなく、次に大きい :35 の欄を見ます。

Max. PO2 Exposure (atm)	Dive Time (minutes)	:5	:10	:15	:20	:25	:30	:35	:40
1.20	210 Max.	2%	5%	7%	10%	12%	14%	17%	19%
1.25	195 Max.	3%	5%	8%	10%	13%	15%	18%	21%
1.30	180 Max.	3%	6%	7%	11%	14%	17%	19%	22%
1.35	165 Max.	3%	6%	9%	12%	15%	18%	21%	24%
1.40	150 Max.	3%	7%	10%	13%	17%	20%	23%	27%

第2回目の潜水は第1回目の潜水と同様ですから、酸素分圧 1.40 の欄を右にたどり、酸素暴露限界比率の 77%を探します。この表には酸素暴露限界比率 40%までしか記載がありませんから、酸素暴露限界比率 40%の酸素暴露時間 59 分※が酸素暴露限界時間となります。

※ 酸素暴露時間は、安全面を考慮して、それぞれ 5 分未満、10 分未満、15 分未満と考えます。従って「: 60」の酸素暴露時間は 60 分未満、すなわち 59 分となります。

Max.PO2 Exposure (atm)	Dive Time (minutes)	:5	:10	:15	:20	:25	:30	:35	:40	:45	:50	:55	:60
1.20	210 Max.	2%	5%	7%	10%	12%	14%	17%	19%	21%	24%	26%	29%
1.25	195 Max.	3%	5%	8%	10%	13%	15%	18%	21%	23%	26%	28%	31%
1.30	180 Max.	3%	6%	7%	11%	14%	17%	19%	22%	25%	28%	31%	33%
1.35	165 Max.	3%	6%	9%	12%	15%	18%	21%	24%	27%	30%	33%	36%
<b>1.40</b>	150 Max.	3%	7%	10%	13%	17%	20%	23%	27%	30%	33%	37%	<b>40%</b>
1.45	135 Max.	4%	7%	11%	15%	19%	22%	26%	30%	33%	37%	41%	44%
1.50	120 Max.	4%	8%	13%	17%	21%	25%	29%	33%	38%	42%	46%	50%
1.55	82 Max.	6%	12%	18%	24%	30%	36%	42%	48%	55%	61%	67%	73%
1.60	45 Max.	11%	22%	33%	44%	56%	67%	78%	89%	100%			

また、EAN36 を使用して水深 28m に 30 分潜水し、水面休息をとった後に EAN36 を使用して水深 28m へ 30 分潜水し、さらに水面休息をとった後に EAN36 を使用して水深 28m へ第 3 回目の潜水をする場合の酸素暴露限界時間は何分でしょうか。

第 1 回目の潜水では EAN36 の酸素比率は 0.36 ですから、計算式を利用すると、酸素分圧 =  $0.36 (28 \div 10 + 1) = 1.386$  となります。

表の左端の欄で 1.386 以上の最も近い数値を探します。

酸素分圧 1.40 が最も近い数値です。その右の欄に 5 分間隔で記載されている酸素暴露時間で 35 分の欄に酸素暴露限界比率 23% となっています。

このことは、酸素暴露限界時間までまだ 77% の余裕あることを示しています。

Max.PO2 Exposure (atm)	Dive Time (minutes)	:5	:10	:15	:20	:25	:30	:35	:40	:45	:50	:55	:60
1.20	210 Max.	2%	5%	7%	10%	12%	14%	17%	19%	21%	24%	26%	29%
1.25	195 Max.	3%	5%	8%	10%	13%	15%	18%	21%	23%	26%	28%	31%
1.30	180 Max.	3%	6%	7%	11%	14%	17%	19%	22%	25%	28%	31%	33%
1.35	165 Max.	3%	6%	9%	12%	15%	18%	21%	24%	27%	30%	33%	36%
<b>1.40</b>	150 Max.	3%	7%	10%	13%	17%	20%	<b>23%</b>	27%	30%	33%	37%	40%
1.45	135 Max.	4%	7%	11%	15%	19%	22%	26%	30%	33%	37%	41%	44%
1.50	120 Max.	4%	8%	13%	17%	21%	25%	29%	33%	38%	42%	46%	50%
1.55	82 Max.	6%	12%	18%	24%	30%	36%	42%	48%	55%	61%	67%	73%
1.60	45 Max.	11%	22%	33%	44%	56%	67%	78%	89%	100%			

第2回目の潜水は第1回目の潜水と同様ですから、酸素暴露限界比率は23%となります。

第1回目の潜水終了後の酸素暴露限界比率と第2回目の潜水終了後の酸素暴露限界比率を合計して、第2回目の潜水が終了した時点での酸素暴露限界比率46%を求めます。

このことは、酸素暴露限界時間までまだ54%の余裕あることを示しています。

第3回目の潜水は第2回目の潜水と同様ですから、酸素分圧1.40の欄を右にたどり、酸素暴露限界比率の54%を探します。

この表には酸素暴露限界比率40%までしか記載がありませんから、酸素暴露限界比率40%の酸素暴露時間59分が酸素暴露限界時間となります。

Max.PO2 Exposure (atm)	Dive Time (minutes)	:5	:10	:15	:20	:25	:30	:35	:40	:45	:50	:55	:60
1.20	210 Max.	2%	5%	7%	10%	12%	14%	17%	19%	21%	24%	26%	29%
1.25	195 Max.	3%	5%	8%	10%	13%	15%	18%	21%	23%	26%	28%	31%
1.30	180 Max.	3%	6%	7%	11%	14%	17%	19%	22%	25%	28%	31%	33%
1.35	165 Max.	3%	6%	9%	12%	15%	18%	21%	24%	27%	30%	33%	36%
1.40	150 Max.	3%	7%	10%	13%	17%	20%	23%	27%	30%	33%	37%	40%
1.45	135 Max.	4%	7%	11%	15%	19%	22%	26%	30%	33%	37%	41%	44%
1.50	120 Max.	4%	8%	13%	17%	21%	25%	29%	33%	38%	42%	46%	50%
1.55	82 Max.	6%	12%	18%	24%	30%	36%	42%	48%	55%	61%	67%	73%
1.60	45 Max.	11%	22%	33%	44%	56%	67%	78%	89%	100%			

アメリカの専門機関では、酸素中毒のリスクを少なくするために、水面休息時間を90分以上にすることが望ましいとしています。



## 体調管理

環境や体調によって酸素耐性に変化が見られますので、酸素耐性能力検査に合格しても必ずしも万全とは言えません。

日頃から体調管理を十分に行いましょう。

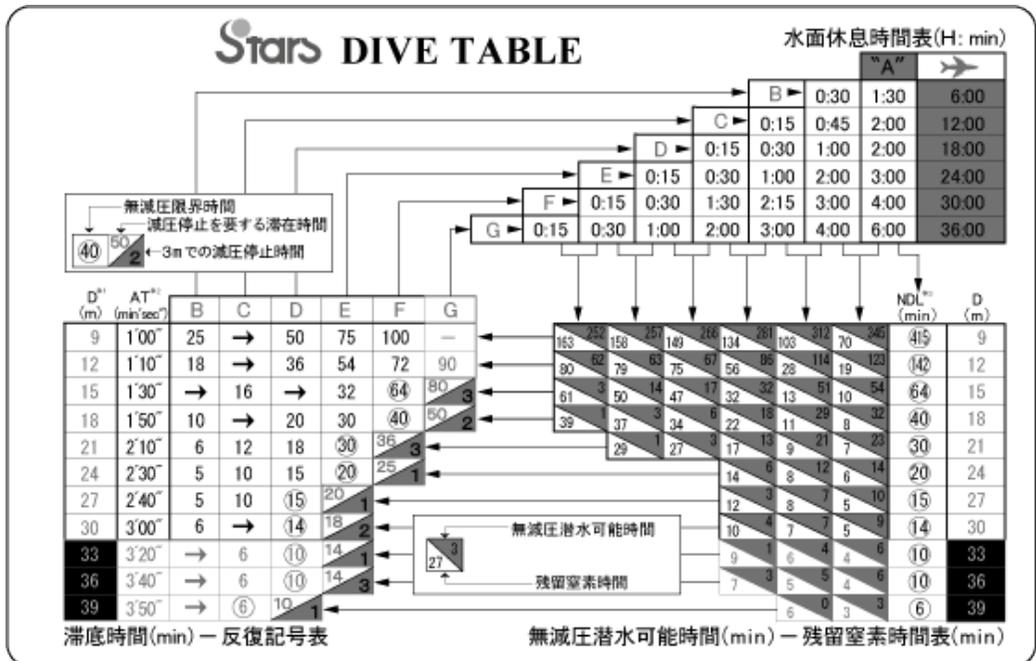


# ダイビング計画とダイブテーブル

ナイトロックスは空気に比べて窒素の量が少ないので、空気用のダイブテーブルでナイトロックスダイビングを計画することにより、空気よりも減圧症のリスクを少なくすることができます。

空気用のダイブテーブルを特別な計算でナイトロックス用に換算して用いることや、EAN32とEAN36用の専用のダイブテーブルを使用することもできますが、空気用のダイブテーブルに比べて無減圧潜水可能時間が延長され、減圧症のリスクを少なくすることができません。

ナイトロックスダイビングを計画するときには、空気用のダイブテーブルを使用しましょう。



■発行            スターズ本部  
                      東京都文京区本郷3丁目2番7号  
                      電話 03-3818-6028

■初版発行      2010年6月

※本紙掲載記事、写真、イラストの無断転載をお断りいたします。