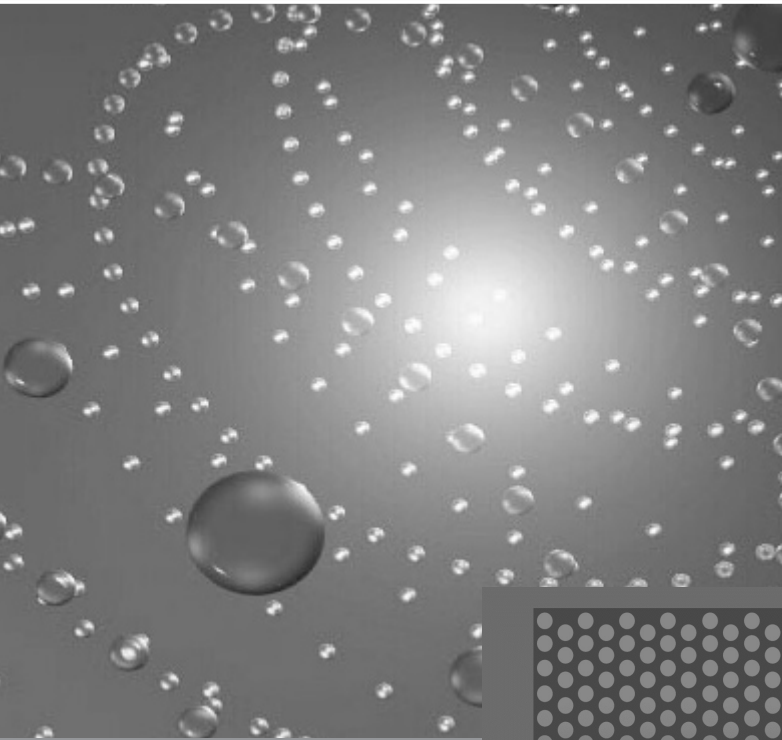


高氧



挑戰魔法的空氣

聽到高氧，是夜間潛水使用器材嗎？也許會有這樣想的人，實際是指將減壓病的風險無限接近於零的魔法的呼吸氣體。

特別是減壓病的風險大的銀層和女性，符合肌肉人。

因為是不使用空氣的潛水，可能會有超高科技的感覺，但是只要會加減乘除計算的人誰都可以使用的氣體。

被叫做高氧潛水員，稍微有點酷吧！



認定卡

完成這個講習的話，可以取得特殊高氧卡。

這個認定卡是，可以證明你在高氧相關方面掌握了充分的知識和技術。

出去潛水的時候不要忘記帶著吧。



特殊高氧認定卡

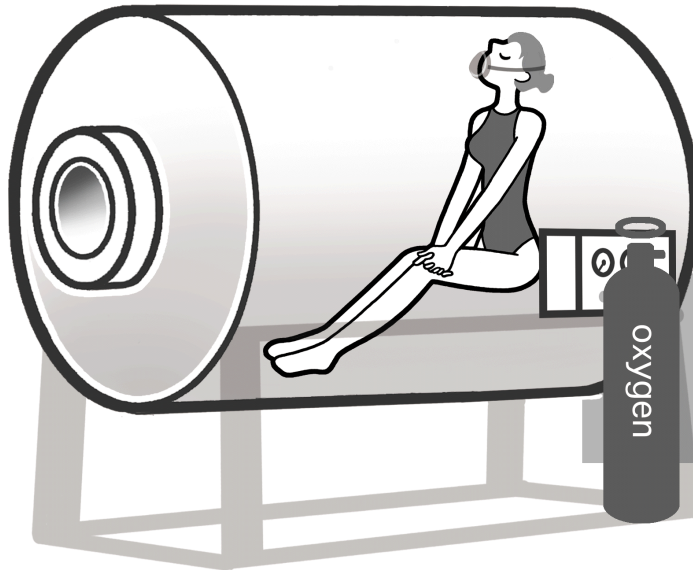
身體檢查

高氧潛水是，不是使用平常的空氣的潛水。

在使用高氧在水深比 19m 更深的水深潛水的時候，使用高氧之前，建議到最近的有加壓倉的醫療機關檢查氧氣耐性能力。

氧耐性能力檢查是，在 1.8 氣壓的壓力下呼吸純氧 30 分鐘確認是否發生氧中毒症狀。

在高氧潛水的講習當中，因為是在沒有氧中毒的危險的水深淺于 19m 的淺水處進行潛水實習，所以參加實習前沒有必要接受氧耐性能力檢查。



在氧耐性能力檢查中確認高氧的適應能力

高氧和空氣

高氧是氧和氮的混合氣體。

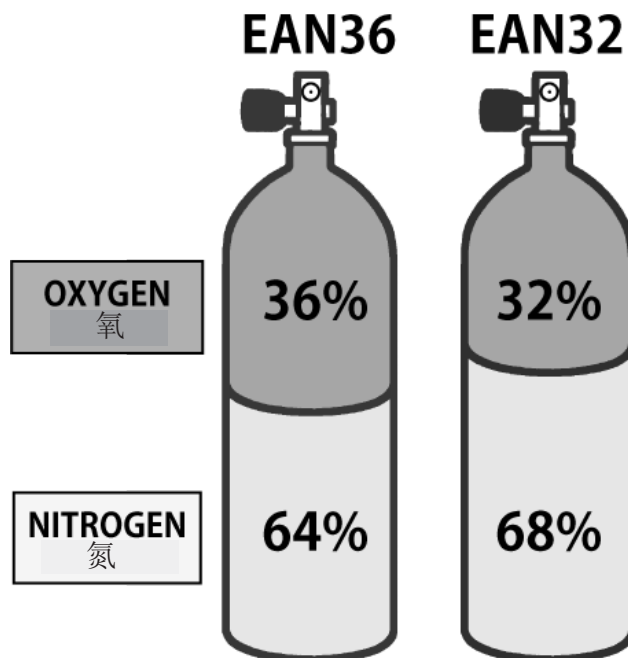
英語的 NITROGEN（氮）的字頭 NITR 和 OXYGEN（氧）的字頭 OX 組合在一起，表示成 NITROX（高氧）。

特別是，把氧的比例比空氣高的混合氣體叫做高濃度高氧。

通常，高濃度高氧叫做豐富空氣高氧（Enriched Air Nitrox）或者單純叫做高氧，用 EAN 表記。

休閒潛水中一般的被使用的高氧是，由美國海洋氣象局為了民間潛水員發表的氧比率為 32% 和 36% 的 2 種高氧。

分別被標記為 EAN32 及 EAN36。

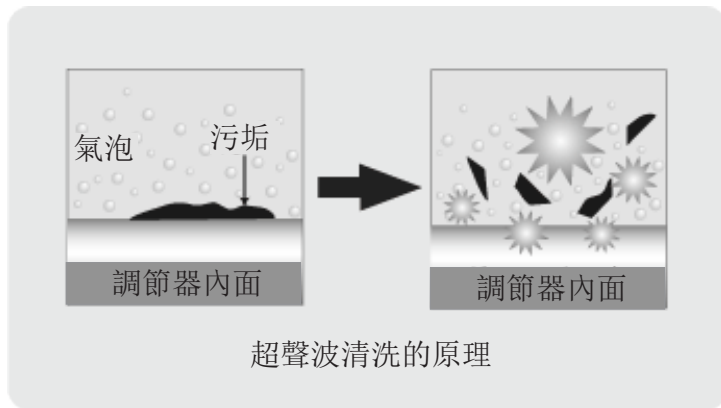


高氧用潛水器材

■調節器組套

因為高氧是氧含量多，就那樣使用空氣用調節器組套的話有氧化和著火的可能性。把空氣用調節器用超聲波清洗，把與高氧接觸的器材的零件升級為專用的耐氧化的東西吧。但是，根據調節器的材質，也有不能做為高氧用使用的。現在使用的調節器組套是否可以升級為高氧用，向製造商或販賣店確認吧。

高氧專用的調節器組套在空氣中使用的話，會變得不能就那樣作為高氧用使用。各自持有一套空氣用和高氧用的調節器組套是好的吧。



■高氧對應種類電腦

在使用空氣的潛水中，為了避免減壓病使用顯示無減壓潛水可能時間的潛水電腦，在使用高氧的潛水中，為了避免氧中毒使用可以管理氧中毒界限時間的潛水電腦。高氧的氧比率事前輸入，可以對應使用的高氧的種類管理無減壓潛水可能時間和氧中毒界限時間。

■氣瓶

加入高氧的專用氣瓶中使用耐氧性零件。
為了區別于空氣氣瓶，用標記為「NITROX」和「ENRICHED AIR NITROX」的大貼紙包裹氣瓶。



大的貼紙是記號

■分析器

是潛水前檢查使用的氣瓶的氧濃度的測定器。

因為氣瓶上記載的高氧的氧比率和實際充填氧比率有若干不同，為了安全一定要測定吧。



數碼顯示的分析器

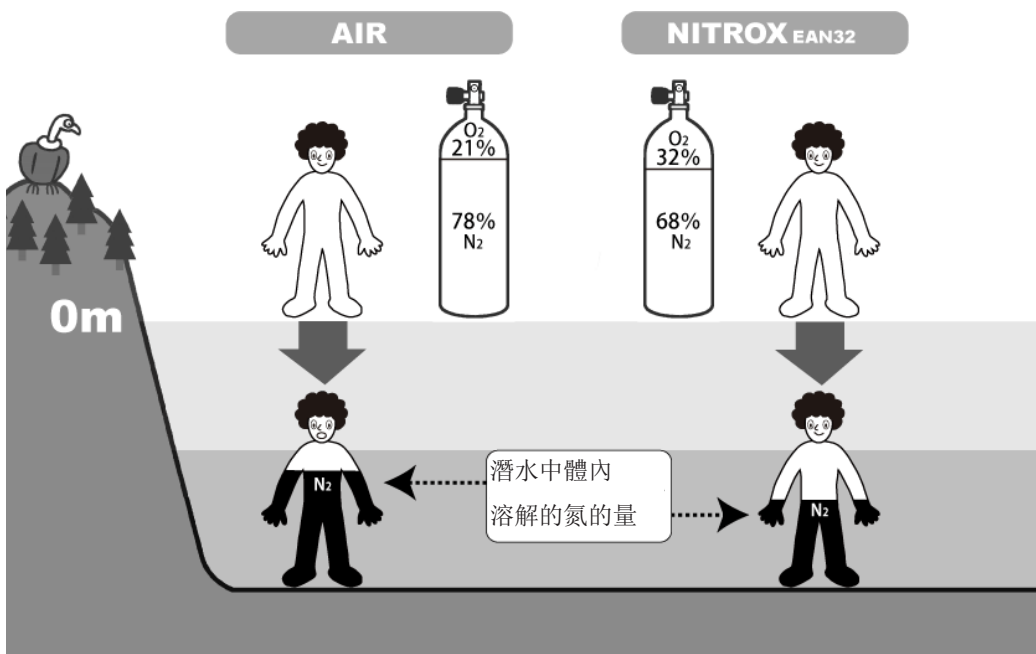
高氧的特征

氮的量

因為高氧中所含的氮的量比空氣中的要少，與使用空氣的潛水相比是有利點。

在同一潛水深度，因為潛水中體內溶解的氮的量比空氣時少，所以無減壓潛水可能時間變長與減壓病相關是可以進行更加安全的潛水。

另外，或許可以想到可以減輕醉氮，但是因為高濃度氧氣的麻醉效果，實際上有可能引起和醉氮同樣的症狀。



潛水中體內溶解的氮的量

氧的量

因為高氧中所含的氧的量比空氣中的多，相同的呼吸作比較的時候，一次呼吸可以使體內取得更多的氧。

因為這個，與空氣相比高氧的呼吸更加輕鬆，可以減少潛水中的呼吸氣體消耗量。

但是，關於氧中毒是要比空氣潛水更需要注意的。



■氧分壓

呼吸氣體中所含的氧和氮的各自的壓力叫做分壓。

在陸地上呼吸 1 氣壓的空氣生活。

這個時候，空氣中的氧分壓是 0.21 氣壓，氮的分壓是 0.78 氣壓。

在水深 10m 的潛水員呼吸 2 氣壓的氣體進行潛水。

呼吸空氣的時候，呼吸氣體中的氧分壓是 0.42 氣壓，氮分壓是 1.56 氣壓。

一方面，因為 EAN32 是氧比率 32% 的高氧，這個在陸地上呼吸的時候高氧中的氧分壓是 0.32 氣壓，氮的分壓是 0.68 氣壓。

另外，水深 10m 的潛水員呼吸 EAN32 的時候，呼吸氣體中的氧分壓是 0.64 氣壓，氮的分壓是 1.36 氣壓。

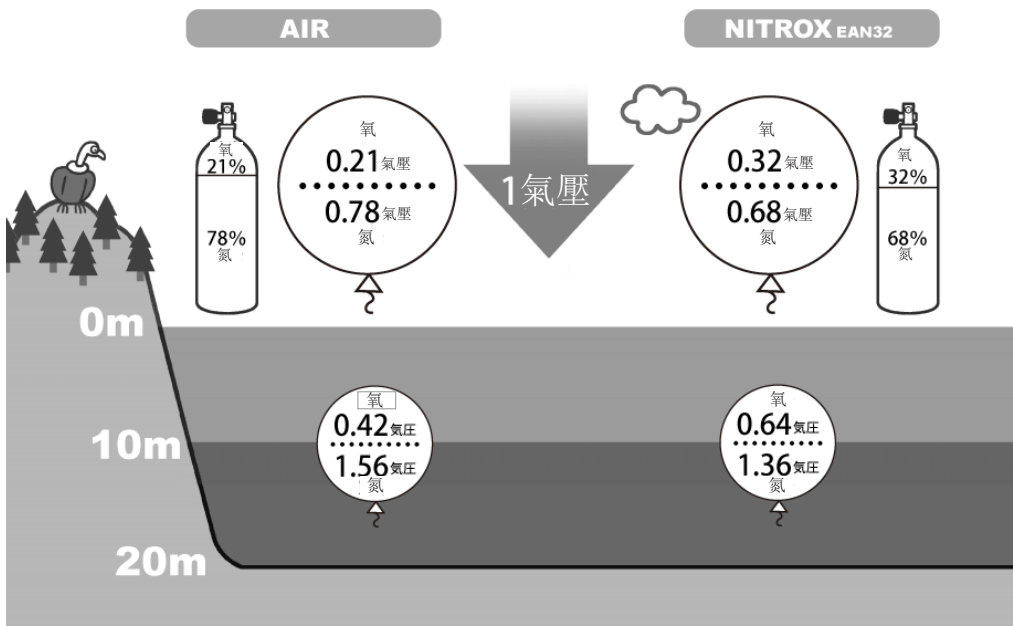
像這樣，在使用高氧的時候，潛水中的呼吸氣體的氧分壓是比平常的空氣要高的。

氧分壓可以按照下面的計算公式求得。

$$\text{氧分壓} = \text{高氧的氧比率} \times (\text{潛水深度} \div 10 + 1)$$

例如，使用 EAN32 在水深 20m 潛水的時候，EAN32 的氧比率是 0.32，用上面的式子計算的話，

$$\text{氧分壓} = 0.32 \times (20 \div 10 + 1) = 0.96。$$



呼吸氣體氧濃度的不同

■ 氧中毒

與休閒潛水相比成為問題的氧中毒是，中樞神經系統氧中毒。

向體內的氧的吸收量超過了規定等級的深水深度和長時間潛水，是不可以進行使伴隨體內容易積蓄二氧化碳的劇烈運動的潛水或低水溫的潛水的。

另外調節器的呼吸阻力大呼吸困難的時候，因為在快速淺呼吸的時候也不能進行充分的換氣，所以增加了氧中毒的風險。

變成氧中毒的話，引起抽搐，會變得不能夠咬住調節器。

頭暈、視覺障礙（視野變小）、眼皮和嘴唇的關閉失調、惡心、頭痛等症狀顯現，可以認為是氧中毒的征兆。

請迅速中止潛水。



劇烈運動 ×



注意頭暈、頭痛

氧中毒的防止

為了稍微減少氧中毒的風險，要學習管理潛水深度和潛水時間的方法。

氧中毒的原意之一是，呼吸氣體中的氧的分壓。

另外，氧中毒的另一個原因是，向體內的氧的吸收量。

■潛水深度管理

為了稍微減少氧中毒的風險，有必要將潛水深度限制在呼吸氣體中氧的分壓不超過 1.4 氣壓的程度。

根據使用的高氧氧比率相對於氧中毒的安全深度不同。

對於氧中毒的安全深度叫做氧界限深度 (MOD: Maximum Oxygen Depth Limit)，可以用下面的計算式求得。

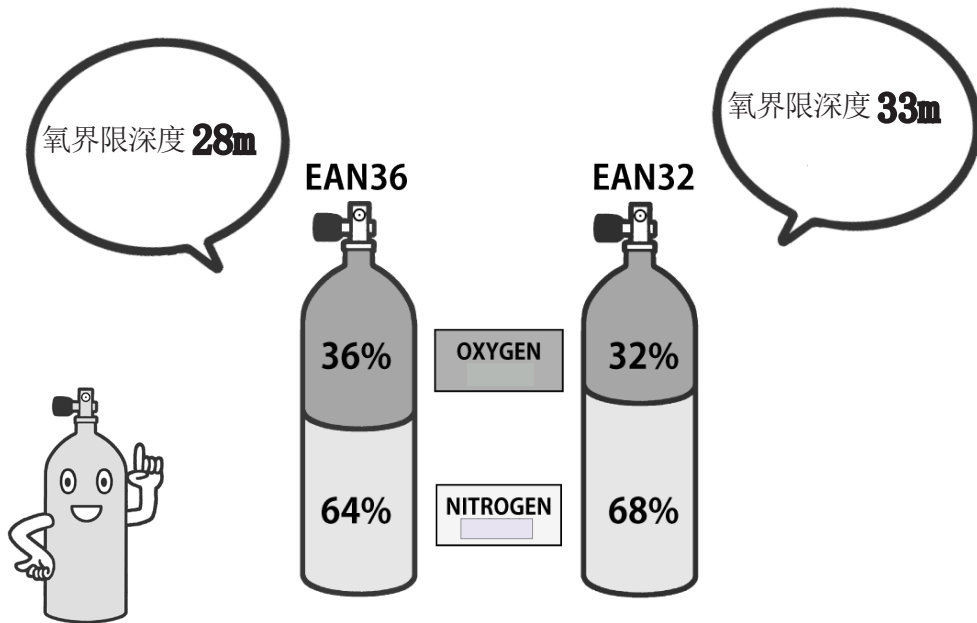
$$\text{MOD (小數點以下捨去)} = (1.4 \div \text{呼吸氣體的氧分壓} - 1) \times 10$$

例如，在使用 EAN32 的時候，EAN32 的氧分壓是 0.32，使用上面式子的話，

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

另外，在使用 EAN36 的時候，EAN36 的氧分壓是 0.36，使用上面的式子的話，

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



■ 標籤

分析器測定的氧濃度和，根據計算求得的氧界限深度寫在膠帶等上面貼在氣瓶上。

例如，分析器的氧濃度測定值是 36.3%，測定日 3 月 12 日，根據計算求得的 MOD 是 28m，記入者是山田太郎的時候，像下面這樣記入。

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

■ 1 日 1 次潛水的潛水時間管理

從最後一次潛水算起已經取得了超過 24 小時的水面休息時間進行第 2 次以後的潛水的時候，不需要考慮上次潛水的氧的累積。

根據使用的高氧的氧比率，對於氧中毒的安全時間是不同的。

對於氧中毒安全的時間叫做氧暴露界限時間，可以根據氧比率暴露表求得。

氧比率暴露表

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%			

例如，使用 EAN32 在水深 20m 潛水的時候，因為 EAN32 的氧比率是 0.32，使用求得氧分壓的計算式的話，

$$\text{氧分壓} = 0.32 (20 \div 10 + 1) = 0.96。$$

在表的左邊的欄裡查找 0.96 以上的最接近的數值。

1.20 是最接近的數值。

在那個右邊的欄裡記載的 210 分是氧暴露界限時間。

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%

另外，使用 EAN36 在水深 25m 潛水的時候，因為 EAN36 的氧比率是 0.36，使用求得氧分壓的計算式的話，

$$\text{氧分壓} = 0.36 (25 \div 10 + 1) = 1.26。$$

在表的左邊的欄裡查找 1.26 以上最接近的數值。

1.30 是最接近的數值。

在那右邊的欄裡記載的 180 分是氧暴露界限時間。

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%
1.35	165 Max.	3%	6%	9%	12%	15%

■ 1 日複數次潛水的潛水時間管理

從最後的潛水算起沒有取得超過 24 小時的水面休息時間進行第 2 次以後的潛水的時候，在體內會累積由於最後的潛水所吸收的氧。

在第 2 次以後的潛水，必須要考慮第 1 次的潛水之後在體內累積的氧的量。

因為各自的潛水中潛水時間和潛水深度不同，使用氧比率暴露表計算潛水前的氧的吸收量，求得下一次的潛水的氧暴露界限時間。

例如，使用 EAN36 在水深 28m 潛水 30 分鐘，取得水面休息后使用 EAN36 在水深 28m 進行第 2 次潛水時候的氧暴露界限時間是多少分？

因為在第 1 次的潛水中 EAN36 的氧比率是 0.36，使用計算式的話，
 氧分壓 = $0.36 (28 \div 10 + 1) = 1.386$ 。

在表的左邊的欄裡查找 1.386 以上最接近的數值。

氧分壓 1.40 是最接近的數值。在那右邊的欄裡記載的 5 分鐘間隔的氧暴露時間，35 分鐘※的欄裡氧暴露界限比率是 23%。

這是說明，到氧暴露界限時間為止，顯示還有 77% 的富裕。

※ 氧暴露時間是，出於安全面的考慮，分別是未滿 5 分鐘、未滿 10 分鐘、未滿 15 分鐘。所以潛水了 30 分鐘的時候是，剛好符合：30 的欄沒有，下麵大一點的是：35 的欄。

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%

因為第 2 次的潛水跟第 1 次的潛水一樣，追溯氧分壓 1.40 右邊的欄，查找氧暴露界限比率 77%。ㄟ因為在這個表裡氧暴露界限比率只記載到 40%，氧暴露界限比率 40% 的氧暴露時間 59 分*是氧暴露界限時間。

※ 氧暴露時間是，出於安全面的考慮，分別為未滿 5 分、未滿 10 分、未滿 15 分。
所以「: 60」的氧暴露時間是未滿 60 分，就是說 59 分。

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%			

另外，使用 EAN36 在水深 28m 潛水 30 分，取得水面休息后使用 EAN36 在水深 28m 潛水 30 分，再一次取得水面休息后使用 EAN36 在水深 28m 第 3 次潛水的時候氧暴露界限時間是多少分？

因為在第 1 次潛水中 EAN36 的氧比率是 0.36，使用計算式的話，
 氧分壓 = 0.36 (28 ÷ 10 + 1) = 1.386。

在表的左邊欄裡查找 1.386 以上最近的數值。

氧分壓 1.40 是最近的數值。在那個右邊欄裡記載的 5 分鐘間隔氧暴露時間 35 分的欄裡氧暴露界限比率是 23%。

這就是說，到氧暴露界限時間為止，還顯示有 77% 的富裕。

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%			

因為第 2 次潛水跟第 1 次潛水一樣，氧暴露界限比率是 23%。

第 1 次潛水結束后的氧暴露界限比率和第 2 次潛水結束后的氧暴露界限比率相加，求出在第 2 次潛水結束時間點的氧暴露界限比率 46%。

這就是說，到氧暴露界限時間為止，顯示還有 54% 的富裕。

因為第 3 次潛水跟第 2 次潛水一樣，追溯氧分壓 1.40 欄的右邊，查找氧暴露界限比率 54%。

因為在這個表裡氧暴露界限比率只記載到 40%，氧暴露界限比率 40% 的氧暴露時間 59 分是氧暴露界限時間。

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%			

在美國的專門機關，為了減少氧中毒的風險，建議水面休息時間要在 90 分以上。



健康管理

因為可以預見耐氧性會根據環境和健康變化，所以即使耐氧性能力檢查合格也不一定就是萬全的。

從日常做起充分進行健康管理吧。



■發行 STARS
日本 東京都文京区本郷3丁目2番7号
電話 03-3818-6028

■發行第一版 2010年6月

※本手冊所使用的圖形或網頁素材,其著作權均屬於本站作者「岡本知大」。
※請勿做任何形式之轉載。