

# 東京医科歯科大学付属病院で 減圧症と診断されたダイバーと健常ダイバーへの アンケート結果から見えてきた減圧症の発症誘因

2015.1.28 NAUIスクーバセンターミーティング  
株式会社オルトメディコ 研究開発部 取締役部長  
鈴木直子

# 产学共同研究



東京医科歯科大学



附属病院高気圧治療部

- ・減圧症
- ・スポーツ外傷
- ・ガス中毒
- ・重症感染症

等の治療

ORTHO MEDICO  
[www.orthomedico.com](http://www.orthomedico.com)

2005年から高気圧治療部との共同研究をスタート！

(TMDU) オルソメディコ

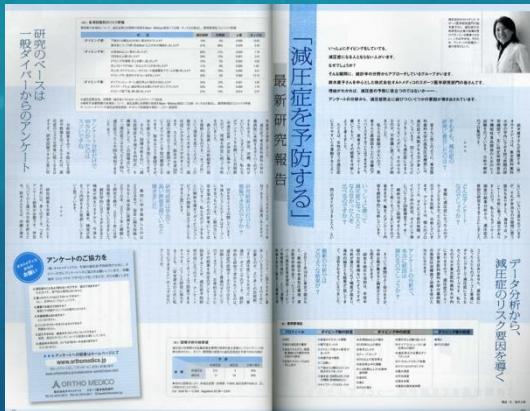
# 株式会社オルトメディコ

設立	2005年6月
資本金	3800万円
代表取締役	山本和雄
事業内容	ヒト試験の受託運営
企業理念	<p>東京医科歯科大学の学内にラボを所有している民間の研究機関としてヒト試験をサポートしており、製品の有効性・安全性を第三者機関として評価いたします。</p> <p>弊社では、<u>大学との共同研究で培ったノウハウを活かし</u>、高い技術をもった研究員が試験計画の構築からデータの統計解析までサポートいたします。</p> <p>一社でも多くの企業様が製品の有効性・安全性を証明することができるよう、低価格で高品質なヒト試験をご提案することをお約束いたします。</p>

# 減圧症予防の啓蒙活動

## ●実績

日本高気圧環境・潜水医学会  
The Undersea and Hyperbaric Medical Society  
安全潜水を考える会  
月間ダイバー



etc…

高気圧治療部と共同研究の成果を公開することで  
減圧症予防の啓蒙活動を行っています

# 研究背景と目的

# 減圧症

- 潜水中に血中や組織に溶け込んだ不活性ガス(窒素)が浮上による外圧の低下で気泡化することにより、強い関節痛や神経障害を引き起こすこと 和田孝次郎 (2002)
- 症状としては関節痛(ベンズ)、筋力低下、知覚障害、皮膚の違和感、意識消失、etc. 和田孝次郎 (2002)
- 1,000～10,000ダイブにのべ1回程度の発症率 山見信夫 (2004)
- 診断が難しく、対処が遅れることが多い



# これまでの減圧症研究

## プロフィールやコンディション

- 加齢 Biersner (1975)
- 性差 Zwingelberg et al. (1987)
- 肥満 Lam & Yau (1989)
- 減圧症罹患歴 Lam & Yau (1989)
- 過去の怪我 Stevens et al. (2004)
- 卵円孔開存症 Sandra et al. (2004)
- 喫煙 Buch et al. (2003)
- 疲労 Aharon-Perez et al. (1993)
- 生理 Lee et al. (2003)

## ダイビング中

- 脱水状態 Fahlman & Dromsky (2006)
- 速い浮上スピード Carturan et al. (2002)
- 深度の深いダイビング Freiberger et al. (2002)
- ディープストップの有無 Marroni et al. (2004)
- 安全停止中の運動の有無 Dujic et al. (2005)

## ダイビング後

- ダイビング後の寒冷暴露 Mekjavić & Kakitsuba (1989)
- ダイビング後間もない航空機搭乗 Freiberger et al. (2002)

# アンケートに答えて減圧症予防？！

問診票  
(ダイバー用)

(第3版)

・ 氏名 男 女

・ 診察 ID 番号

・ 生年月日：西暦 年 月 日 年齢（ ）歳

・ 身長（ ）cm 体重（ ）kg

■ 今回の減圧症（疑）のきっかけになったダイビング活動についての質問です。  
該当するものに○を付けるか、（ ）に数値または病名等を記入してください。

◆ 身体状況等について

・これまで減圧症にかかったことがありますか？  
　　はい・いいえ（西暦 年 月）

・むち打ち、関節痛、腰痛などの整形外科を受診する病気にかかったことがありますか？  
　　はい・いいえ（病名： ）  
　　（部位： ）

・通院や入院を必要とする大きな怪我をしたことがありますか？  
　　はい・いいえ（病名： ）

・病院を受診してダイバー用のメディカルチェックを受けたことがありますか？  
　　はい・いいえ（西暦 年 月）

・心疾患にかかったことがありますか？  
　　はい・いいえ（病名： ）

・呼吸器系疾患にかかったことがありますか？  
　　はい・いいえ（病名： ）

・定期的に摂取しているサプリメントはありますか？  
　　はい・いいえ（名称： ）

・内服している薬はありますか？  
　　はい・いいえ（薬名： ）

・タバコを習慣的に吸っていますか？  
　　はい・いいえ

◆ ダイビング前日以前の状況について

　　はい・いいえ

減圧症を発症したダイバーとそうでないダイバーは何が違うのか？？

# 學術雑誌掲載

The screenshot shows the homepage of the Undersea & Hyperbaric Medical Society (UHMS) website. At the top, there is a logo featuring a caduceus inside a circle with the text "UNDERSEA & HYPERBARIC MEDICAL SOCIETY" and the tagline "Raising the quality of practice one member at a time". Below the logo, there is a navigation bar with links for "Home" (which is highlighted in blue), "About", "Education", and "in". The main content area features a banner for "Online Wound Care Education" with images of medical procedures and the UHMS logo. A "Welcome!" message is displayed, followed by a brief description of the society's mission: "The Undersea and Hyperbaric Medical Society (UHMS) is an international non-profit source of scientific information for diving and hyperbaric medicine physiology world wide".

<https://www.uhms.org/>

UHM 2014, VOL. 41, NO. 6 – RISK FACTORS FOR DECOMPRESSION SICKNESS

## A case-control study evaluating relative risk factors for decompression sickness: A research report

Naoko Suzuki<sup>1</sup>, Kazuyoshi Yagishita<sup>2</sup>, Seiichiro Togawa<sup>2</sup>, Fumihiro Okazaki<sup>2</sup>, Masaharu Shibayama<sup>2</sup>, Kazuo Yamamoto<sup>1</sup>, Yoshihiro Mano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Orthomedico, Inc. Bunkyo-ku, Tokyo, Japan

<sup>2</sup> Hyperbaric Medical Center, Medical Hospital of Tokyo Medical and Dental University, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan

CORRESPONDING AUTHOR: Naoko Suzuki – [nao@orthomedico.jp](mailto:nao@orthomedico.jp)

### ABSTRACT

**Background:** Factors contributing to the pathogenesis of decompression sickness (DCS) in divers have been described in many studies. However, relative importance of these factors has not been reported. **Methods:** In this case-control study, we compared the diving profiles of divers experiencing DCS with those of a control group. The DCS group comprised 35 recreational scuba divers who were diagnosed by physicians as having DCS. The control group consisted of 324 apparently healthy recreational divers. All divers conducted their dives from 2009 to 2011. The questionnaire consisted of 33 items about an individual's diving profile, physical condition and activities before, during and just after

the dive. To simplify dive parameters, the dive site was limited to Izu Ose-zaki. Odds ratios and multiple logistic regression were used for the analysis. **Results:** Odds ratios revealed several items as dive and health factors associated with DCS. The major items were as follows: shortness of breath after heavy exercise during the dive ( $OR=12.12$ ), dehydration ( $OR=10.63$ ), and maximum dive depth  $>30$  msw ( $OR=7.18$ ). Results of logistic regression were similar to those by odds ratio analysis.

**Conclusion:** We assessed the relative weights of the surveyed dive and health factors associated with DCS. Because results of several factors conflict with previous studies, future studies are needed.

### INTRODUCTION

**Background:** Decompression sickness (DCS) is a malady caused by inert gas absorbed and accumulated during a dive, which results in bubble formation in the diver's body during and/or after a dive. The dive and health factors associated with DCS have been extensively investigated. Major causes of DCS are diving beyond the no-decompression limit, deep diving, repetitive dives with a short surface interval, and/or fast ascent. Moreover, other factors such as aging [1,2],

though a few studies have tried to show the relative importance of some of these factors, a comprehensive study including the majority of the above dive and health factors associated with DCS has not been done. Furthermore, many studies only measured venous bubbles and did not estimate the probabilistic susceptibility to DCS or did not take into account various conditions related to the diver and the dive among those diagnosed as having DCS.

In this study, a diagnosis-oriented analysis of DCS

# ダイビング地域の違い(減圧症の発症)

減圧症群 (2009.4 ~ 2011.8)  
N = 231



対照群 (2009.5 ~ 2011.7)  
N = 399



■ 伊豆地域 ■ 沖縄地域  
■ 海外 ■ その他

# ダイビング地域の違い(潜水本数 / 1日)

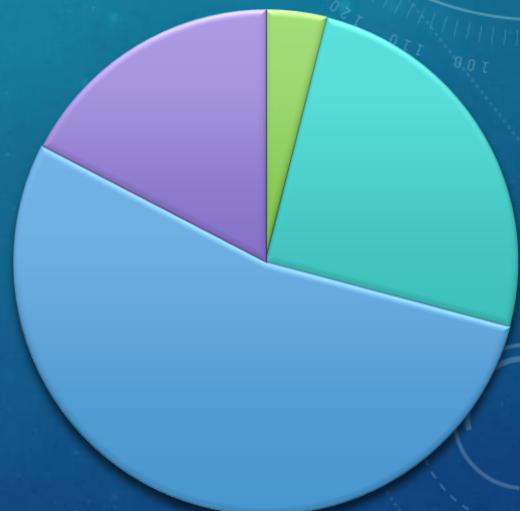
伊豆地域  
N = 444



沖縄地域  
N = 73



海外  
N = 70



■ 1本 ■ 2本 ■ 3本 ■ 4本

# ダイビング地域の違い (ダイビング日数)

伊豆地域  
N = 444



沖縄地域  
N = 73



海外  
N = 70



■ 1日

■ 2日

■ 5日以上

地域の違いが交絡因子となる可能性！

# 地域ごとにデータ解析

- 伊豆と沖縄では、減圧症発症の要因が異なる？

沖縄



伊豆



# A CASE-CONTROL STUDY EVALUATING RELATIVE RISK FACTORS FOR DECOMPRESSION SICKNESS : A RESEARCH REPORT

# 研究参加者

## 減圧症群

- 東京医科歯科大学付属病院にて2009年4月から2011年8月の間に受診し、減圧症と診断された者
- 最後にダイビングした地域が伊豆である者
- 35名

## 対照群

- 減圧症と診断されていない者
- 最後にダイビングした地域が伊豆である者
- 最後にダイビングした日が2009.5から2011.7の間である者
- 324名

# 質問項目

## プロフィール

- 性別
- 減圧症の既往歴
- 整形外科を受診する病気の既往歴
- 前回のダイビングは6か月以上前か

# 質問項目

## ダイビング前の状況

- 前夜のアルコール摂取
- 寝不足だったか
- ダイビング前の疲労
- 体調不良や病気
- 二日酔い
- 下痢、嘔吐、脱水症状の有無
- 潜水前(2時間以内)の水分補給(約400 mL以上)
- ダイブテーブルを引いたか

# 質問項目

## ダイビング中の状況

- 水深30m以上の潜水
- 1日3本以上の潜水
- スピード超過警告アラームの警鳴
- ディープストップ
- 3分以上の安全停止
- 安全停止中の運動
- 1.5時間以上の水面休息時間
- ダイブコンピュータからの減圧停止指示
- ナイトロックタンクの使用
- テクニカルダイビング

- 息切れ
- のどの渴き
- 寒け

# 質問項目

## ダイビング後の状況

- 寒け
- のどの渇き

## 量的データ

- 最大深度
- 次の潜水までの間隔
- 潜水本数のカウント

# 研究結果

- どのような要因を気をつければ良い？
- このアンケートの信頼性は？
- 簡単な診断方法は可能か？

# 研究結果

●どのような要因を気をつければ良い？

●このアンケートの信頼性は？

●簡単な診断方法は可能か？

減圧症群と対照群のアンケート回答を集計し、  
オッズ比を算出する。

# オッズ比って？

$$\text{オッズ比} = \frac{\frac{p_1}{1-p_1}}{\frac{p_2}{1-p_2}} = \frac{\text{減圧症・曝露あり}}{\text{減圧症・曝露なし}} / \frac{\text{対照群・曝露あり}}{\text{対照群・曝露なし}}$$



オッズ比 > 1

減圧症発症への影響大

オッズ比 = 1

減圧症発症への影響が  
小さい

オッズ比 < 1

減圧症を予防する因子

# 研究結果

## ●危険因子

質問項目	オッズ比	減圧症群 (yes / no)	対照群 (yes / no)
潜水中の息切れ	12.12	9 / 26	9 / 315
脱水症状	10.63	5 / 30	5 / 319
30 m以上の潜水	7.18	21 / 14	56 / 268

(2009.4 ~ 2011.8)

「潜水中に息切れ」を感じた人は、感じていない人と  
比較して減圧症のリスクは約**12**倍である。

# 研究結果

## ●安全因子

質問項目	オッズ比	減圧症群 (yes / no)	対照群 (yes / no)
ダイブテーブルを引いたか	0.27	2 / 33	59 / 265
ディープストップ	0.71	8 / 27	95 / 229
テクニカルダイビング	0.76	1 / 34	12 / 312

(2009.4 ~ 2011.8)

潜水中前に「ダイブテーブル」を引いた人は、  
引いていない人と比較して減圧症のリスクは、  
約1/4倍である。

# 研究結果

●どのような要因を気をつければ良い？

●このアンケートの信頼性は？

●簡単な診断方法は可能か？

質問に対する1つ1つの回答ではなく、それぞれの質問とのつながりを考慮する。

⇒回帰式を構築する

例) 1日3本以上の潜水×息切れ = 減圧症？！

# 回帰式って？

$$p = \frac{e^{\beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_nx_n + \beta_0}}{1+e^{\beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_nx_n + \beta_0}}$$

ロジスティック回帰分析

p: 目的変数 ⇒ 減圧症か否か

x: 説明変数 ⇒ 各質問項目の回答 (yes: 1 / No: 0 / 数値)

質問の回答 (1 or 0) を投入し、pを求める

⇒  $0 < p < 0.5$  のとき、非減圧症

⇒  $0 < p < 1$  のとき、減圧症

# 研究結果

## ●アンケートの信頼性

問診票  
(ダイバー用) (第3版)

・氏名 男 女  
・診察 ID 番号  
・生年月日：西暦 年 月 日 年齢（ ）歳  
・身長（ ）cm 体重（ ）kg

■今回の減圧症（疑）のきっかけになったダイビング活動についての質問です。  
該当するものに○を付けるか、（ ）に数値または病名等を記入してください。

◆身体状況等について

・これまで減圧症にかかったことがありますか？  
　　はい・いいえ（西暦 年 月）  
・むち打ち、関節痛、腰痛などの整形外科を受診する病気にかかったことがありますか？  
　　はい・いいえ（病名： ）  
　　（部位： ）

・通院や入院を必要とする大きな怪我をしたことがありますか？  
　　はい・いいえ（病名： ）

・病院を受診してダイバー用のメディカルチェックを受けたことがありますか？  
　　はい・いいえ（西暦 年 月）

・心疾患にかかったことがありますか？ はい・いいえ（病名： ）  
・呼吸器系疾患にかかったことがありますか？ はい・いいえ（病名： ）  
・定期的に摂取しているサプリメントはありますか？  
　　はい・いいえ（名称： ）

・内服している薬はありますか？ はい・いいえ（薬名： ）  
・タバコを習慣的に吸っていますか？ はい・いいえ  
・運動を定期的に行ってていますか？ はい・いいえ

◆ ダイビング前日以前の状況について

・ダイビング前日に激しい運動をしましたか？ はい・いいえ  
・前夜にアルコールを飲みましたか？ はい・いいえ（種類： ）  
　　（量： ）

・前回のダイビングは6ヶ月以上前ですか？（今回の一連のダイビングは除く）  
　　はい・いいえ  
　　（前回：西暦 年 月）

・最近1年間は定期的に（3ヶ月以内ごと）にダイビングをしていますか？  
　　はい・いいえ

回帰式を求め、  
減圧症と正しく診断できる  
確率（正解率）を求めた

正解率: 95.7%

(2009.4 ~ 2011.8)

# 研究結果

- どのような要因を気をつければ良い？

- このアンケートの信頼性は？

- 簡単な診断方法は可能か？

アンケートの項目が多いため、少々時間がかかる

⇒ 少ない質問で、減圧症の診断を行いたい

# まとめ

## ●伊豆地域におけるダイビングの際に気をつけるべき要因

### 「伊豆地域の研究で明らかとなった予防方法」

- ★ダイビング前に、400 mL以上の水分補給をしましょう。
- ★息切れしない程度のダイビングを心がけましょう。
- ★ディープストップを行いましょう。
- ★ダイブテーブルを引きましょう。

アンケートの精度を向上させ、減圧症を予防して  
安全なダイビングを広めるために、

ダイバーの皆様の  
ご協力をお願いします。



大瀬崎でのアンケート調査の様子

弊社HPにて健常ダイバー用の質問票が入力できます！

<http://www.orthomedico.jp/diver/diver.html>

連絡先: 株式会社オルトメディコ

TEL: 03-3818-0610

FAX: 03-3818-0617

紙での質問票のご用意もできます。研究成果は学会発表等を通してダイバーの皆様の安全潜水に還元できればと考えています。  
どうかご協力お願いいたします。

# 弊社HPにて健常ダイバー用の質問票が入力できます！

株式会社オルトメディコは、特定保健（待保/トクホ）のため、ヒト試験（特定保健食品開発のヒト試験）（機能性食品開発のヒト試験）をご提供。

ヒト試験・臨床試験  
**ORTHO MEDICO**

現在進行形の研究は  
未来につながる仕事

ヒト試験・臨床試験・各種サポート業務等  
各種お問い合わせはお気軽にお問い合わせください  
**03-5805-0610**

よく閲覧されているページ

- 各種症例と個別例
- トクホ 評議
- 採用情報
- Employment Opportunities
- ヒト試験ビジネスモデル
- お問い合わせ・お見舞い後報
- スタッフブログ

HOME 企業理念 ブログ

ORTHO MEDICO  
Sped healthy, happy every day

スタッフブログ

Medical and Dental University  
ORTHO MEDICO  
M&D Tower 25F  
Access Ochanomizu St.

交通アクセス

Interview Shee

CONSORT

?

## ダイバー問診票（一般健常者向け）

- Interview Sheet

### 問診票フォーム

▶ 共同研究内容 ▶ 研究実績（自社研究） ▶ ダイバー問診票（一般健常者向け） ▶ 減圧症のリスク要因

健康なダイバーの方にご記入いただくアンケートです。

※今日現在から直近に行ったダイビングについてご記入をお願いします。

このアンケート調査は東京医科歯科大学 高気圧治療部が実施する学術研究で、  
減圧症のリスク要因を明らかにすることを目的としています。

今までご協力いただいた方々のデータ分析した結果から  
どのようなダイビングが減圧症のリスクとなりうるのか?  
[最新の知見](#)をまとめています。

下記のフォームにご記入のうえ「入力内容の確認」をクリックしてください。

#### ・ 基本情報

※ 氏名、生年月日はご記入なくても結構ですが、その際、年齢はご記入ください。

お名前	<input type="text"/> 様
ふりがな	<input type="text"/>
性別	<input checked="" type="radio"/> 男性 <input type="radio"/> 女性
生年月日	西暦 <input type="text"/> 年 <input type="text"/> 月 <input type="text"/> 日
年齢	<input type="text"/> 歳
身長	<input type="text"/> cm
体重	<input type="text"/> kg
E-mail	<input type="text"/>
E-mail（再入力）	<input type="text"/>

# ダイバーへの啓蒙ポスター(伊豆・沖縄)

# Safe Diving

ダイバーのみなさん!  
「減圧症」に注意しましょう!

減圧症の発症誘因と予防誘因調査@伊豆  
伊豆でダイビングを行った減圧症患者52名、対照者378名に対してアンケート調査を実施した結果

**What? >>>>>** **Why? >>>>>>** **Countermeasures**

減圧症ってなに?  
減圧症とは代謝的な潜水病の1つです。  
● 開水の痛み、感覚障害など  
● 丹波谷系の障害、意識障害

自然治癒は期待できない病気です。  
放置すると...  
● 胃腸障害、神経障害  
● 骨の壞死

なぜ減圧症になるの?  
● コーラやビールのような炭酸飲料を思い浮かべて下さい。栓を開ける時は圧力がかかるでいるため、開栓ガスは栓内に残っています。栓を開けると、圧力が癡慢に下りますからね、栓が外れなくなってしまうのです。

同じように、海中の減圧環境下では血中に溶け込んだ要素が浮上することによる圧力差により発症します。

こうしてできた気泡が、血管や神経管、骨柱などに詰まり、血流が阻害されることで、減圧症が発症します。

減圧症にならないために。  
● 浸水前に十分な補給を!  
● 浸水前にダイブテーブルを引きましょう

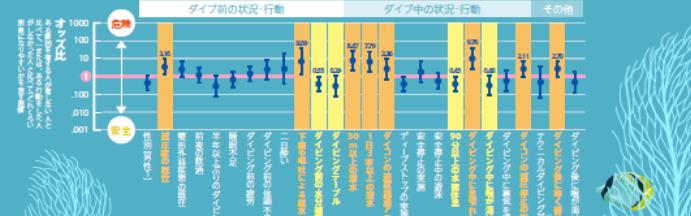
**Caution! こんな時は注意!**

これがでた減圧症に  
巻きこまれた人の  
下潜や出島などで  
潜水開始時の時  
ダイビング中に  
DECO少過度遮  
アームが切れた時  
水深30m以上  
への潜水  
1日3回以上の  
潜水  
息が短いなどの  
異常な呼吸

表の裏方  
①の基礎値からどの程度上に位置するかが「危険値」を表す数値です。  
例: 下潜時にどの程度かが危険値となり場合に応じてDECO少過度遮アームが切れることがあります。

ダイブ前の状況・行動  
ダイブ中の状況・行動  
その他

オフセット比  
危険値



アンケートにご協力ください!!

本ポスターの裏面にあります。以下の事項を記入の上、(五十音順)  
◎ 伊豆潜航会員ダイビングセンター  
◎ 伊豆潜航マリンサービス  
◎ 伊豆水族館潜航センター  
◎ 日本主導の潜水研究会  
◎ TMDU(東京医科歯科大学)  
◎ ORTHO MEDICO

# Safe Diving

ダイバーのみなさん!  
「減圧症」に注意しましょう!

減圧症の発症誘因と予防誘因調査@沖縄  
沖縄でダイビングを行った減圧症患者62名、対照者88名に対してアンケート調査を実施した結果

**What? >>>>>** **Why? >>>>>>** **Countermeasures**

減圧症ってなに?  
減圧症とは代謝的な潜水病の1つです。  
● 開水の痛み、感覚障害など  
● 丹波谷系の障害、意識障害

自然治癒は期待できない病気です。  
放置すると...  
● 胃腸障害、神経障害  
● 骨の壞死

なぜ減圧症になるの?  
● コーラやビールのような炭酸飲料を思い浮かべて下さい。栓を開ける時は圧力がかかるでいるため、開栓ガスは栓内に残っています。栓を開けると、圧力が癡慢に下りますからね、栓が外れなくなってしまうのです。

同じように、海中の高圧環境下では血中に溶け込んだ要素が浮上することによる圧力差により発症します。

こうしてできた気泡が、血管や神経管、骨柱などに詰まり、血流が阻害されることで、減圧症が発症します。

減圧症にならないために。  
● ティープストップの実施  
● 安全停止の実施

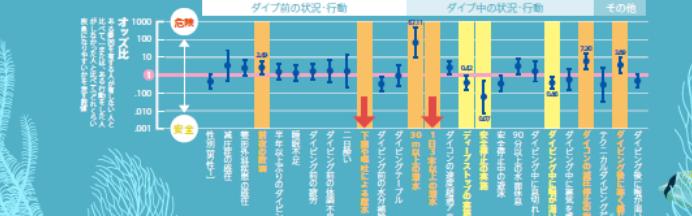
**Caution! こんな時は注意!**

これがでた減圧症に  
巻きこまれた人の  
下潜や出島などで  
潜水開始時の時  
前夜に酒食  
込んだ時  
DECO少過度遮  
アームが切れた時  
水深30m以上  
への潜水  
1日3回以上の  
潜水  
オフセット比が抜け出でなかった  
2回目は被曝者が該当するか否かと  
判定されない場合は該当するかと  
判定される。

表の裏方  
①の基礎値からどの程度上に位置するかが「危険値」を表す数値です。  
例: 下潜時にどの程度かが危険値となり場合に応じてDECO少過度遮アームが切れることがあります。

ダイブ前の状況・行動  
ダイブ中の状況・行動  
その他

オフセット比  
危険値



アンケートにご協力ください!!

本ポスターの裏面にあります。以下の事項を記入の上、(五十音順)  
◎ DTダイビングクラブ代表: 村井 亮介 様  
◎ サーフィンプロテクション: 隆志 様  
◎ 潜水会員 アジアム: 佐藤 勇二 様  
◎ 潜水会員 ハーモニーフィッシュ: 田中 勝也 様  
◎ 潛水会員 潜水研究会: ダイブチーム ムラタ代表: 田村 由紀 様  
◎ バラディスク潜航センター: 木村 伸一 様  
◎ TMDU(東京医科歯科大学)  
◎ ORTHO MEDICO

ご静聴ありがとうございました