



船舶の機関区画における要救助者救助に関する検討

尾崎, 高司
黒木, 直義
土屋, 歩
岩崎, 詩

(Citation)

神戸大学大学院海事科学研究科紀要, 21:9-21

(Issue Date)

2025

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/0100497185>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/0100497185>



船舶の機関区画における要救助者救助に関する検討 A Study on Rescue Methods for Casualties in Ship machinery spaces

尾崎高司¹, 黒木直義², 土屋歩², 岩崎詩²
Takashi Ozaki¹, Naoyoshi Kuroki², Ayumi Tsuchiya² and Uta Iwasaki²

¹ 神戸大学大学院海事科学研究科

¹Graduate School of Maritime Sciences, Kobe University

² 練習船海神丸機関部

²Engine Department, Training Ship KAIJINMARU

(受付 2025 年 7 月 4 日)

Abstract

Ships operating at sea often face delayed external rescue support, highlighting the need for effective onboard rescue methods, particularly during emergencies in structurally constrained machinery spaces. Despite regular onboard firefighting and evacuation drills, little research has focused on practical rescue strategies for casualties who are injured and unable to move unaided. This study examine rescue methods tailored to the unique challenges of machinery spaces that prevent the transport to safer areas. We classified casualties into three categories: (1) conscious and mobile, (2) conscious but immobile due to injury, and (3) unconscious and immobile. Rescue methods for categories (2) and (3) are especially critical, given the physical demands on limited and aging crew members. Through practical evaluation, we found that manual transport poses significant risks of secondary accidents, such as falls, affecting both rescuers and casualties. Conversely, employing a mountain rescue stretcher reduces these risks but requires prior planning, including identifying rescue routes and pre-installing Slings. The proposed approach offers an innovative solution applicable to both new and existing vessels, contributing to enhanced onboard safety and casualty survival in emergencies.

1. はじめに

海上を航行する船舶にとって、様々な事故に対する予防と備えは、疎かに出来ない重要事項である。海上を航行する船舶は、陸上からの救助支援が遅れることが多いため、乗組員には、消火訓練や退船訓練などの「操練」と称される定期的な訓練実施の義務が課せられており、日頃から安全意識と対応技能が保たれている。どのような事故にも傷病者（以降、本稿では要救助者と称す）が発生する可能性があり、特に機関区画での要救助者の救助術を調査検討した研究は知る限りではない。

一般的に要救助者の状態は以下の 3 つに分類できる。

- ① 意識があり、体を動かすことができる者
- ② 意識があるが、負傷のために体を動かすことができない者
- ③ 意識がなく、体を動かすことができない者

上記の内、②及び③の場合については、効果的な救助方法に特に注意を払わなければならない。

負傷者が生じた現場が、陸上の工場プラントや商業施設等であれば、消防署などの救助機関による迅速な対応が可能であり、加えて設備の通路幅や階段など広く設置された環境が構築されていれば、救助者（以降、搬送者と称す）がアクセスし易く、救助作業を容易に安全に実施できる。一方、船舶内での事故の場合は、通路幅や階段など陸上施設と比べて空間が制約された環境となる。さらに同じ船

船内でも、甲板区画（船橋や居住区など）と機関区画では状況が大きく異なる。甲板区画での事故の場合は、階段などを使用する上下方向移動とその他水平方向移動によるアクセスがあるため、甲板区画の要救助者を比較的短時間で容易に甲板上へ搬送でき、海上保安庁の巡視艇や航空機で救急搬送へ繋げることができる。しかし、機関区画の要救助者を甲板上へ搬送する場合、機関区画が船底にあるため、甲板へ出るためには多くの階段または垂直梯子による上方向のアクセスしか存在しない。図1に一般的な中小型船舶の断面模式図を示す。また図2に神戸大学大学院海事科学研究科附属練習船「海神丸」（以降、海神丸と称す）の機関区画の画像を示す。大型船舶の場合、居住区画と機関区画を繋ぐエレベーターが設置されている船もあるが、中小型船舶では装備されていないのが一般的である。また、図2より、機関区画には多くの配管設備等があり、通路部分の空間に障害物が多い状況であることがわかる。

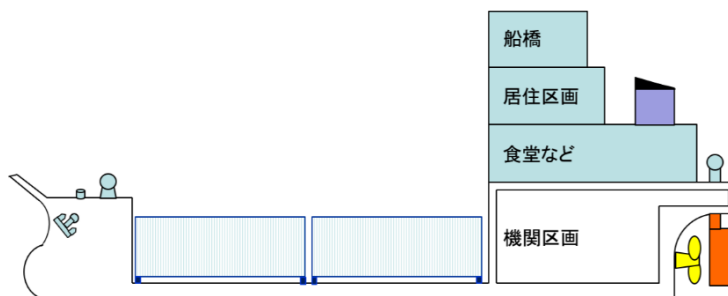


図1 一般的な中小型船舶の断面模式図



図2 海神丸の機関区画

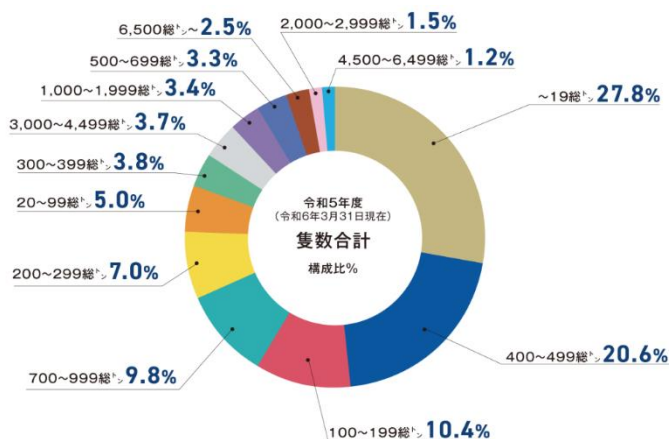


図3 船型別状況[1]

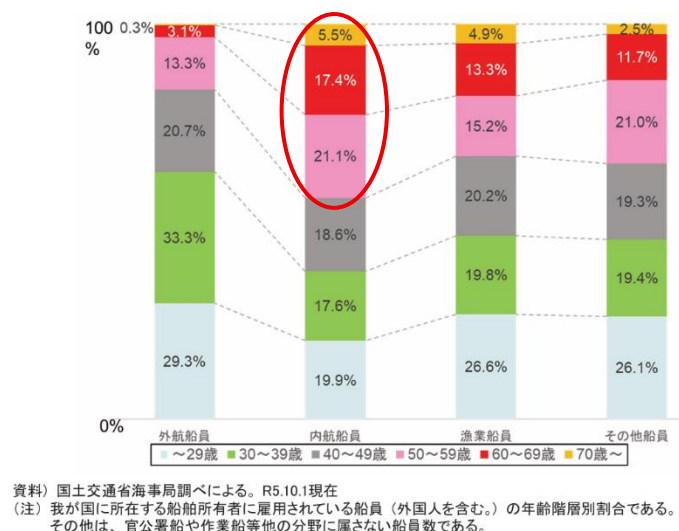


図4 船員の年齢構成[2]

日本内航海運組合総連合会の2024年3月31日データ[1]によると、日本近海を航行している船舶の割合は、隻数比で499総トン以下が62.1%、1,000総トン以上が18.3%であり、小型内航船が多数航行していることがわかる。図3に船型別状況[1]を示す。一般的に500総トン以下の船舶に乗船する船員数は5名が基準であり、状況に応じて4名など更に少数の場合もある。図4に示すように50歳以上の高齢船員が44%を占めているため、少人数で高齢の船員で運航されている内航船舶が多い状況であり、万一の事故の際に要救助者を迅速に救急搬送できないリスクがある。

以上から、機関区画から自力で動くことができない要救助者の緊急搬出について、安全に短時間で救助するための実践的な救助戦略に注目した研究が求められる。本研究では、より安全な場所へ負傷者の搬送を妨げる機械スペース特有の課題に合わせた救助方法を検討することでマリンエンジニアの安全マネジメントの向上に寄与することを目的とする。

2. 要救助者の搬送

海上では、海上保安庁の巡視艇または航空機などで救急搬送するために、船舶の甲板上へ要救助者を搬送する必要がある。その搬送法は、徒手搬送法と担架搬送法の2種類ある。

2.1 徒手搬送法

徒手搬送法は、担架などの搬送用機材を使用せずに、要救助者を運ぶ方法の総称である。搬送者が単独の場合、要救助者の背部を抱き抱え後退しながら後方へ搬送する。搬送者が2人の場合、一人が要救助者の背部を抱き抱え、他の一人が要救助者の足を抱えて搬送する。この際、要救助者の気道を確保するため、首が前に倒れないように注意する必要がある。さらに搬送者間で歩調を合わせて移動することが重要となる。また、その他の徒手搬送法として、背負い搬送がある。搬送者は要救助者の両腕を自らの首の前で交差または平行にした状態で背負い、両手を持って搬送する。

2.2 担架搬送法

担架搬送法は、担架を用いて要救助者を運ぶ方法である。図5に海神丸に搭載している担架の画像を示す。担架を使用するには2人の搬送者が必要である。原則として、担架は要救助者の足側を支える搬送者を先頭として搬送するが、階段などの傾斜のある場所では、要救助者の頭側を高くするように運ぶ必要がある。しかしながら、船内での担架の前後の方向転換はできないため、頭側を先頭に運ばざるを得ないほか、図6に示すように機関区画の様々な構造部材などと担架が干渉するため、船内での担架搬送法は現実的ではないことが明らかである。

また、その他の担架として、図5に示す形態以外に、ポリプロピレン製で、耐荷重120~150kgの「簡易ストレッチャー」がある。図7に略図を示す。折り畳み可能で収納性能が良く、端に設けられている赤丸で示す袋状部分に要救助者の足を入れ、複数名で取手を持ち搬送する。素材が柔らかいた

め、多人数でしっかり持ち上げる必要があり、少人数の搬送者での船内の搬送は難しいと考えられる。他、搬送者の人数が増えることで取り回し性が悪化すると考えられる。



図 5 海神丸搭載の担架



図 6 機関区画における担架の取り回しの様子

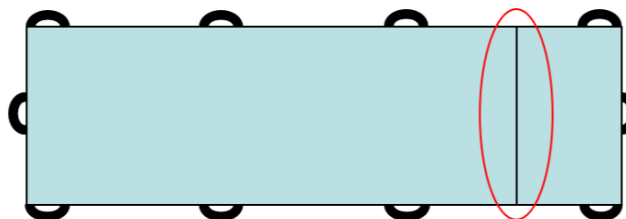
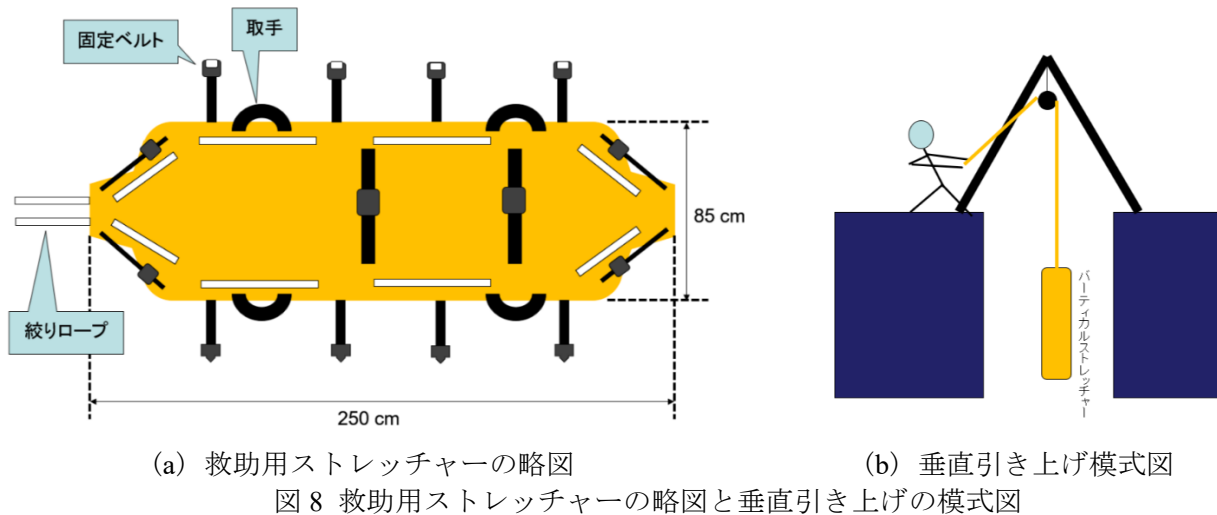


図 7 簡易ストレッチャー展開の略図

機関区画からの要救助者の搬送作業において、建設現場や山岳救助などで垂直方向の搬出や航空機による吊り上げ回収が可能である複合プラスチック製の「救助用ストレッチャー」(ユニバーサルストレッチャー, 多機能ストレッチャー, バーンティカルストレッチャーなどの呼称がある)は、最も有効性が期待できるストレッチャーである。図 8(a), (b)に海神丸に搭載されている救助用ストレッチャーとそれを用いた要救助者の垂直引き上げの模式図を示す。しかしながら、滑車や支柱などの設置が必要な場合は、狭い船内通路での作業は困難になる場合が多いと考えられる。



3. 実験の概要

3.1 実験施設

機関区画における要救助者の搬送実験は，神戸大学大学院海事科学研究科附属練習船「海神丸」を用いて行われた．図9～12は，実験を実施した海神丸の機関区画を示している．海神丸の機関区画は，三層フロア構造となっている．

最下層の2nd deck から Super Structure deck まで2基の階段を経由して行き来でき，その高低差は5350mmである．要救助者の搬送経路が複雑であることがわかる．また，図13に示すように，1基の階段は，11段あり，その傾斜は60度である．

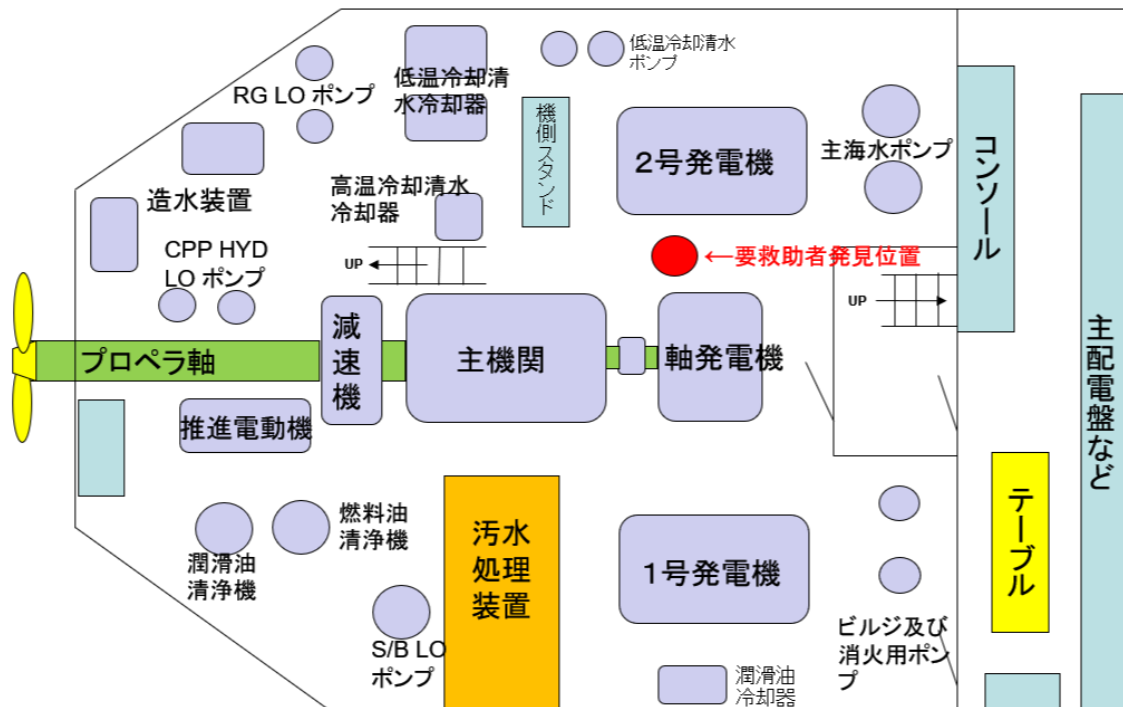


図9 機関区画 2nd deck レイアウト

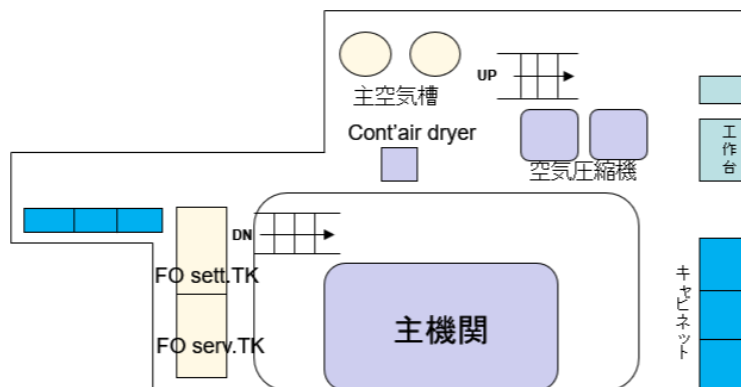


図 10 機関区画 Upper deck レイアウト

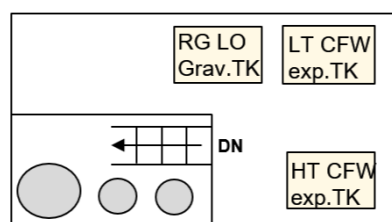


図 11 機関区画 Super Structure deck レイアウト

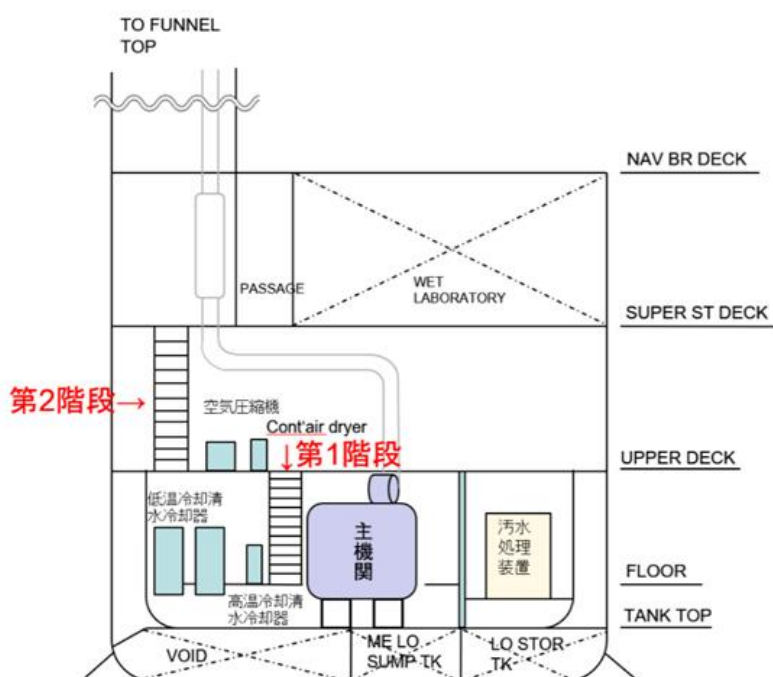


図 12 機関区画フレーム No.26 エレベーション図



図 13 機関区画 第 1 階段の画像

3.2 要救助者モデル（救助訓練用マネキン）

要救助者には救助訓練用マネキンを使用した。図 14 に救助訓練用マネキンの略図を示す。マネキンは布生地製の頭や胴などの部位に砂を入れて、本研究のために独自に作製された試験体である。関節部は、補強した布生地を縫い付けて接続させている。重さは 30kg, 身長は 165cm, 胸及び胴回り 80cm, 腕の長さ 50cm, 足の長さ 75cm である。要救助者の想定として、本実験に協力いただいた機関部員の平均年齢から 40～49 歳の成人男性をモデルにすることが妥当と考えたが、総務省が発表している 2024 年 1 月 19 日時点での 40～49 歳成人男性平均体重は 71.3kg であり、安全に実験を実施するためには重

すぎると判断した。本実験では、安全のため、要救助者のマネキンの重さを 40～49 歳成人男性平均体重の約 1/2 以下の 30kg に設定した。

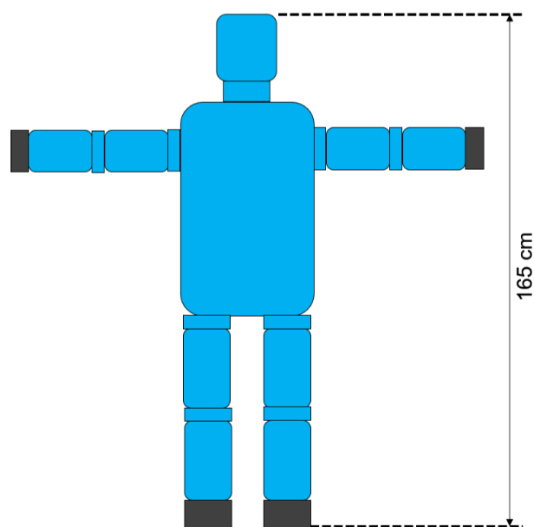


図 13 救助訓練用自作マネキンの略図

3.3 要救助者の搬送者（被験者）

搬送者（被験者）は、海神丸機関部員が担当した。実験被験者は 5 人で、表 4 に被験者の年齢を示す。平均年齢は約 40 歳であり、前述の要救助者の成人男性モデルを対象とする根拠である。

表 4 被験者の年齢

ID	001	002	003	004	005
年齢	52	35	29	23	56

3.4 実験手順

実験は、「機関部員が機関区画巡視中に、図 8 機関区画 2nd deck に示す赤丸の位置で要救助者を発見し、2 基の階段を上がって Super Structure deck の後部甲板まで搬送する」シナリオに沿って実施された。高低差は 5350mm、搬送距離は約 30m である。表 5 に実験項目を示す。表中の「人数」は、要救助者を搬送する被験者の人数を意味し、1 人と 2 人のケースを実施した。なお、1 人のケースでは、被験者 5 名全員が実施した。2 人のケースは被験者から無作為に 2 人を選定して実施した。前ケースにおいて、要救助者を発見してから後部甲板まで搬送に要した時間を計測した。各条件で 5 回実施し、平均搬送時間を求めた。

表 5 実験項目

人数	搬送法	実施項目	人数	搬送法	実施項目
1 人	①	素手（抱え込み）	2 人	④	素手（抱え込み）
	②	素手（背負い）		⑤	簡易式ストレッチャー
	③	素手（背負い：介助ベルト使用）		⑥	救助用ストレッチャー

3.5 被験者のアンケート調査

実験前後における危険度や難度などに対して意識の変化を検討するため、被験者に対してアンケート調査を実験前後で実施した。目的に合わせたアンケート項目を表 6 に示す。アンケートの回答は 5 段階リッカード尺度とし、その他、自由意見欄を設けた。

表 6 アンケート項目

アンケート項目	
(1) 要救助者の危険度	要救助者を落としてしまう可能性
(2) 搬送中に発生する2次災害の可能性	要救助者も搬送者も転落してしまう可能性
(3) 搬送者の身体的負担	搬送中における身体の疲労度
(4) 救助の難度	搬送に関して、困難と感じる度合い
(5) 搬送準備の難度	搬送するまでに係る準備が、困難と感じる度合い
(6) 実場面にて選択する可能性	実際の場面に遭遇した場合、本救助法を選択する可能性

4. 結果

4.1 搬送時間

各救助法の搬送時間を表 7 に示す。搬送者人数が 1 人、2 人共に、「素手（抱え込み）」が最短時間で搬送できた。逆に「救助用ストレッチャー」が最も搬送時間を要した。「救助用ストレッチャー」は、要救助者への救助器具取り付け時間が必要であり、当初から想定された結果であった。

表 7 平均搬送時間

人数	搬送法	実施項目	平均搬送時間	人数	搬送法	実施項目	平均搬送時間
1 人	①	素手（抱え込み）	1 分 5 秒	2 人	④	素手（抱え込み）	0 分 4 8 秒
	②	素手（背負い）	1 分 2 0 秒		⑤	簡易式ストレッチャー	1 分 2 0 秒
	③	素手（背負い：介助ベルト使用）	1 分 4 2 秒		⑥	救助用ストレッチャー	4 分 3 2 秒

4.2 各搬送法の評価

搬送法① 1 人：素手（抱え込み）

搬送の様子を図 14 に示す。要救助者の脇を搬送者が抱えての移動は、搬送者にとって身体的負担が大きい。特に階段の上り時に、両手が塞がりハンドレールを持つことが出来ないことから、階段から転落する可能性が示唆された。船体の揺動の程度によって、さらに危険度が高まると予想される。



(a) 第 1 階段



(b) 第 2 階段

図 14 搬送法① 1 人：素手（抱え込み）の実験画像

搬送法② 1人：素手（背負い）

搬送の様子を図 15 に示す。床面に横たわっている要救助者の上半身を起こし、背負うまでに時間を要するが、背負い終われば腰で支えることができ、移動の負担は軽減される。しかし実際に体重 71.3kg の要救助者の場合、背負うまでの時間や移動の負荷も本実験より増大すると考えられる。



図 15 搬送法② 1人：素手（背負い）の様子

搬送法③ 1人：素手（背負い：介助ベルト使用）

海神丸には搭載されていないが、一般的な介護現場で使用されている。「介助ベルト（縦 95cm，横 62cm）」を使用した場合（図 16 参照）、素手（抱え込み）及び（背負い）と異なり、搬送者は両手の自由度が得られ、階段ではハンドレールを持つことが可能となることから、移動の安定感と安心感が増す結果が得られた。しかしながら、要救助者が一般男性の体重である場合は、安定的で安全な搬送の実現は疑わしい。



図 16 搬送法③ 1人：介助ベルトでの搬送の様子

搬送法④ 2人：素手（抱え込み）

図 17 に搬送の様子を示す。搬送時間は、実験した搬送法の中で最速であった。2人で持ち上げるこ

とから一人当たりの負担は軽減されるが、搬送者は、要救助者を両手で抱えるため、階段の上りの際の危険性は搬送法①と同様であると考えられる。



図 17 搬送法④ 2 人：素手（抱え込み）の様子

搬送法⑤ 2 人：簡易ストレッチャー

図 18 に簡易ストレッチャーを用いた実験画像を示す。簡易ストレッチャーを用いることで、要救助者の体はしっかりホールドされることから搬送者の身体的負担は比較的少ない。しかしながら、階段では要救助者の重心が足側（下手）に移動するため下から支える搬送者に大きな負担がかかる。また、ストレッチャーは柔らかい素材で剛性がないため、搬送時の取り扱いが難しい。



図 18 搬送法⑤ 2 人：簡易ストレッチャーの様子

搬送法⑥ 2 人：救助用ストレッチャー

救助用ストレッチャーを使用するために、2 基の階段上部にそれぞれスリングワイヤーを巻き付け、吊上げ器具（チェンブロックやホイストなど）を設置した。図 19 に設置したスリングワイヤー及びチェンブロックを示す。図 20 に示すように救助用ストレッチャーは、専用の袋に格納されており、容易に持ち運びが可能である。また救助機材を取り付ける時間を要するが、要救助者の階段移動時の搬送者の身体的負担が圧倒的に少なく、要救助者の頭や身体部を固定できることから安全性が格段に高い。搬送の様子を図 21 に示す。



図 19 巻き付けたスプリングワイヤー
及びチェンブロック



図 20 救助用ストレッチャー
の収納と運搬



図 21 搬送法⑥ 2人：救助用ストレッチャーの様子



4.3 アンケート調査結果

表 8 に搬送法①～③，また表 9 に搬送法④～⑥のアンケート結果をまとめた．またアンケートの自由意見を表 10 に示す．

表 8 搬送法①～③におけるアンケート結果

1人での搬送法	要救助者の危険度		搬送中に発生する2次災害の可能性		搬送者の身体的負担		救助の難度		搬送準備の難度		実場面の場合，選択する可能性	
	実施前	実施後	実施前	実施後	実施前	実施後	実施前	実施後	実施前	実施後	実施前	実施後
搬送法① 素手（抱え込み）	2.2	3.6	2.2	4.8	4.0	4.6	4.8	4.2	1.0	1.0	3.6	2.6
搬送法② 素手（背負い）	2.6	4.2	2.8	4.6	3.2	3.2	4.4	3.0	1.0	1.4	4.4	3.2
搬送法③ 素手（背負い：介助ベルト）	3.0	3.2	3.4	2.0	2.4	2.4	3.0	2.8	2.6	2.4	3.2	2.6

表 9 搬送法④～⑥におけるアンケート結果

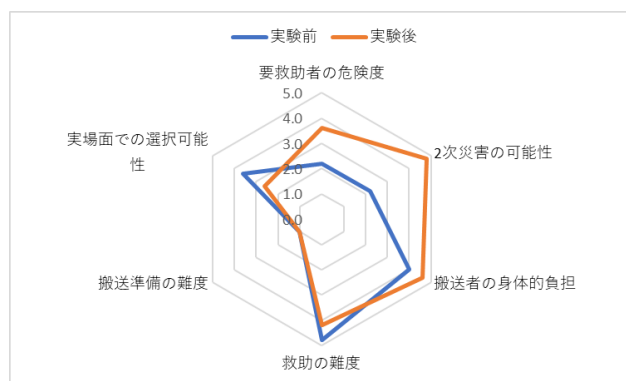
2人での搬送法	要救助者の危険度		搬送中に発生する2次災害の可能性		搬送者の身体的負担		救助の難度		搬送準備の難度		実場面の場合，選択する可能性	
	実施前	実施後	実施前	実施後	実施前	実施後	実施前	実施後	実施前	実施後	実施前	実施後
搬送法④ 素手（抱え込み）	3.0	4.0	2.4	4.2	3.0	4.4	4.4	4.0	1.0	1.0	4.0	3.4
搬送法⑤ 簡易式ストレッチャー	3.6	3.4	3.2	2.8	2.8	4.2	2.6	2.8	3.2	2.8	2.8	1.8
搬送法⑥ 救助用ストレッチャー	4.8	1.0	3.8	1.4	2.6	1.2	1.8	3.6	4.2	3.4	2.6	3.4

表 10 自由意見一覧

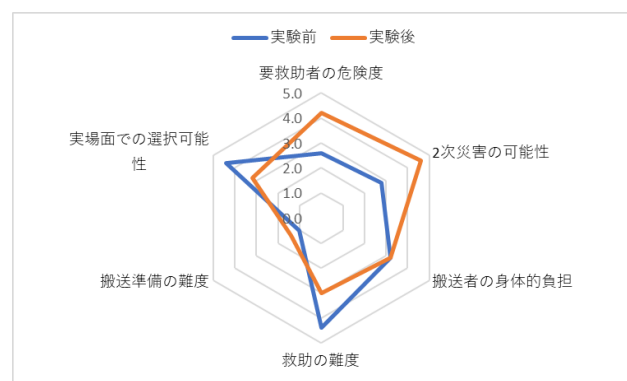
意見No.	コメント
No.1	実験用人形は30kgなので徒手搬送法でも、何とか後部甲板上へ運び出せたが、成人男性(60~70kg)になると困難だと感じる。
No.2	2人組の徒手搬送法(抱え込み)が手軽で素早くできる。
No.3	1人より2人組の方が、道具を使用するよりも最短で救助できるが、素手の場合、危険性は高いと感じる。
No.4	徒手搬送法(抱え込み)では、両手が塞がり危険性が高い。2次災害の危険あり。船体動揺がある場合は特に厳しい。
No.5	徒手搬送法(背負い)では、片手を手すりに持っていけるので、自分自身の安全性は高まるが、要救助者は落としてしまう危険性がある。
No.6	徒手搬送法(背負い)では、背中に持ち上げるのが難しいが、背負ってしまうと何とか階段を上がれる。但し、成人男性の場合、困難だと思う。
No.7	徒手搬送法(背負い 介助ベルト使用)では、取り付けるまでと背負うのに難度が高い。意識のある要救助者であれば、可能かもしれない。
No.8	吊り上げ専用器具を使用した場合、装着に時間がかかるが、安全に引き上げることができる。
No.9	空気ポンペを背負って要救助者救助を実施する場合、徒手搬送法は、全て使用できない。ブラックアウト(船内電源喪失)の場合も同様です。
No.10	乗組員の年齢によっては、徒手搬送法は不可能と思われる。
No.11	吊り上げ専用器具を使用する場合、普段から装着への訓練が重要と感じる。
No.12	担架が機関室内で使用できなかったことは驚きであった。

5. 考察

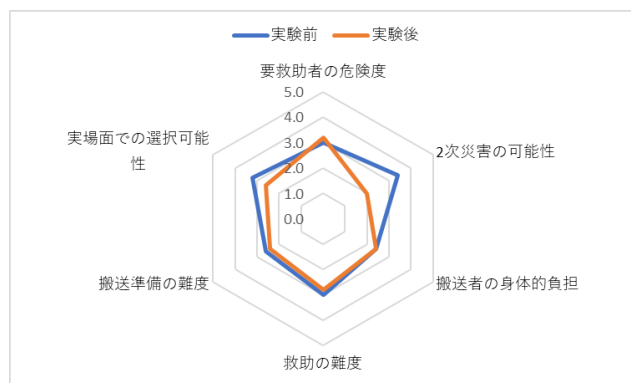
4.3 アンケート調査結果データを基にレーダーチャートグラフ（以降、RC と称す）を作成した。搬送法①～③を図 22 (a)～(c)に示す。RC にて「実場面での選択可能性」以外の項目は、ポイントが低いほど、つまり RC 上で中心に近い方が、良い印象を持っている。搬送法①及び②では、実験前のイメージと違い、要救助者や2次災害の危険度が増す印象を受けていることが推察できる。準備には手間取らないが、2次災害などの危険度が増すため、実場面にて搬送法の選択肢から外される可能性がある。搬送法③は、実験前後での印象が変わらない結果となった。2次災害の可能性に関する懸念は緩和されているが、実場面にて選択の可能性は下がる結果となった。本実験の要救助者モデル体重が30kgであり結果的に搬送できたが、体重のターゲットとしている40~49歳成人男性平均71.3kgでは、搬送できるか懐疑的な印象を持った可能性が考えられる。



(a) 搬送法① 素手（抱え込み）



(b) 搬送法② 素手（背負い）



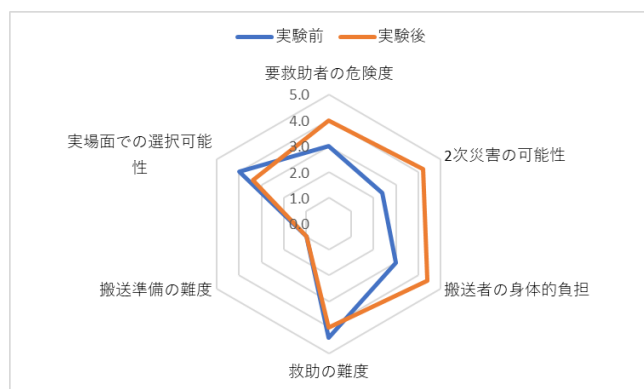
(c) 搬送法③ 素手（背負い：介助ベルト使用）

図 22 搬送法①～③のアンケート集計結果

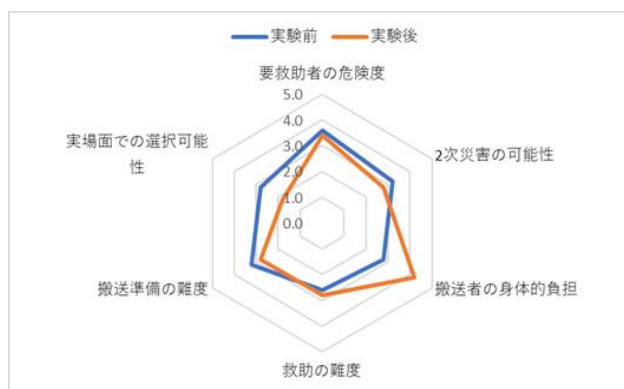
次に搬送法④～⑥を図 23(a)-(c)に示す。搬送法④は、搬送法①に対して搬送者を 1 人増やして対応しているが、「2 次災害の可能性」や「救助の難度」など搬送者の印象は変わっていない。従って、ほぼ同様の線図を描く結果となっている。また搬送法①及び②と同様であるが、「要救助者の危険度」「2 次災害の可能性」は、実験前後で大きく変わっている。実際に要救助者の搬送救助を行った結果、実際とは大きく異なることが認識できたと考えられる。

搬送法⑤は、簡易ストレッチャーの取り扱い、特に階段を上がる時に困難性を伴っていたため、今回取り上げた 6 つの搬送法の中において、実場面での選択可能性が一番低い結果となった。簡易ストレッチャーには 10 個の搬送者用の取手があり、多人数で搬送することを想定されており、また陸上施設など広く余裕のあるスペースでの活用が好ましく、船舶の機関区画では活用しづらい一面が見られた。

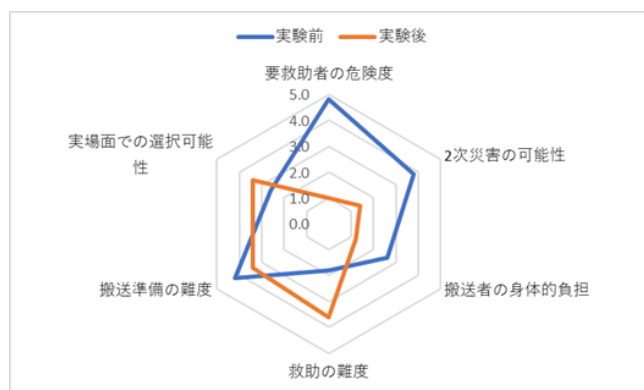
搬送法⑥は、実験前に搬送者から良い印象を得ていなかった。しかし実験後において、大きく変化し、実場面での選択可能性を上げる結果となった。搬送時間を要する結果であったが、搬送者の身体的負担を軽減できるなど新たな認識を得られた結果と推察する。「救助の難度」や「搬送準備の難度」などの課題は、事前に吊り器具を設置する、救助ルートを設定する等、事前の準備を実施すれば、搬送者及び要救助者において安全を確保することが可能であると考えられる。



(a) 搬送法④ 素手（抱え込み）



(b) 搬送法⑤ 簡易式ストレッチャー



(c) 搬送法⑥ 救助用ストレッチャー

図 23 搬送法④～⑥のアンケート集計結果

6. まとめ

本研究では、機関区画における要救助者の救助手法について検討するため、重さ 30kg のマネキンを要救助者のモデルとし、海神丸の機関区画を利用して 6 つの搬送法を試み、搬送時間及び被験者アンケート結果に基づいて、搬送法の特徴を見出した。得られた知見は以下の通りである。

- ・ 1 人及び 2 人の徒手搬送による救助は、短時間での搬送が可能であったが、階段の上り時の転落による 2 次災害の危険性が高い。
- ・ 救助用ストレッチャーなど救助機材を使用した救助法は、機材装着に時間がかかるが、搬送者の作業及び要救助者の搬送時の安全性が高い。

一方、全ての搬送法において、要救助者の体重が成人男性レベルであるとき、搬送時間は大幅に増加し、迅速で安全な搬送が困難であることが示唆された。しかしながら、階段の搬送において救助用ストレッチャーの活用は効果的であることが示された。救助用ストレッチャーを使用するには、スリングワイヤーやチェーンブロックなどが必要であり、万が一の際にすぐにそれらを設置できる設備と日常の訓練が必要であると考えられる。

内航海運業界では、船員の人手不足及び高齢化が問題となっており、2022 年 4 月に発せられた「船員の働き方改革」にて種々見直しが行われている。その中身は、長時間労働防止への対応、船員の健康増進及び安全な労働環境の構築などが重要な課題として挙げられている。本実験で取り上げた機関区画や船倉（カーゴスペース）のような閉鎖区域で要救助者が発生した場合、人的には如何に行動するかにかかっており、操練などで習熟度を上げることは無論であるが、加えて物的には救助機材やそれを活用する設備など事前に揃えておくことが重要である。今後の研究課題として、実際に要救助者モデルの体重を 70kg にした場合の検証や機関区画における火災で要救助者が発生した場合での救助など各種検証実験を実施していきたい。

謝辞

本紀要論文の作成に当たり、終始懇切なるご指導を賜った海洋応用科学・機関学領域の阿部晃久 教授に深甚の謝意を表します。また海洋応用科学・機関学領域の三輪誠 准教授からのご指導ご助言を頂きました。合わせて感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 日本内航海運組合総連合会, https://www.naiko-kaiun.or.jp/about/about_naikou/ (2025.5 確認)
- [2] 国土交通省海事局, 数字で見る海事 2024, 国土交通省海事局編集, pp50