

R R - MP2

次世代救命システム基準の作成
に関する調査研究

(平成16年度報告書)

平成17年3月

社団法人 日本造船研究協会

は し が き

本報告書は、日本財団の平成16年度助成事業「船舶関係諸基準に関する調査研究」の一環として、RR-MP2（防災・救命）プロジェクトにおいて実施した「次世代救命システム基準の作成に関する調査研究」の成果をとりまとめたものである。

RR-MP2（防災・救命）プロジェクト・ステアリング・グループ名簿（順不同、敬称略）

プロジェクト・リーダー	吉田 公一	（海上技術安全研究所）
委員	太田 進	（海上技術安全研究所）
	高松 正徳	（関東運輸局）
	清水 良	（日本海事協会）
	上村 宰	（日本船用品検定協会）
	宮坂 真人	（日本船主協会）
	武山 誠一	（日本船舶品質管理協会）
	板垣 恒男	（製品安全評価センター）
	市川 博康	（日本船長協会）
	（岡田 卓三	日本船長協会）
	原田 秀利	（三菱重工業）
	角 義弘	（信貴造船所）
	小山健太郎	（藤倉ゴム工業）
小川 輝夫	（日本救命器具）	
関係官庁	今出 秀則	（国土交通省海事局安全基準課）
	児玉 敦文	（国土交通省海事局安全基準課）
事務局	中川 直人	（日本造船研究協会 IMO 担当）
	柳瀬 啓	（日本造船研究協会 IMO 担当）
	山岸 進	（日本造船研究協会）

（注）（ ）内は前任者を示す。

目 次

	頁
1. はじめに	1
2. 船舶危険評価・船内避難・退船・捜索救助に関する総合的検討	3
2.1 総合シナリオの検討	3
2.2 事象と調査研究内容	4
3. 火災時の煙流動と避難安全に関する研究	5
3.1 火災の発達と探知及び煙の発生に関する検討	5
3.2 避難行動予測方法及び避難と煙流動の関連	6
3.3 火災拡大予測に関する検討	8
4. 次世代救命システムに関する調査	22
4.1 集団用救命システムに関する検討	22
4.2 個人用救命設備に関する検討	55
4.3 自由降下式救命艇及びそのフロートフリー要件に関する検討	80
4.4 今後の作業課題	83
5. 遭難通信及び捜索救助に関する検討	85
5.1 集団用救命システムに関する検討	85
5.2 遭難通信関係	86
6. ISO 等の国際基準作成の動向調査と対応	89
6.1 ISO/TC 8/SC 1 及び同 WG 1 並びに WG 3	89
6.2 CEN/TC162/WG6 及び ISO/TC188/WG14 合同委員会	95
6.3 ISO/TC 92 (火災安全)	100
7. IMO 対応	104
7.1 FP 49	104
7.2 COMSAR 9	105
7.3 DE47 及び DE 48	107
7.4 MSC 78 及び MSC 79	120
8. おわりに	125

1.はじめに

現在の SOLAS 第 III 章に規定された救命設備要件は、数度の改正を経ているため、全体の整合性に欠ける部分、また、現状に対応していない部分がある。また、避難経路及び防災避難安全については SOLAS 第 II-2 章に規定されているが、これらと SOLAS 第 III 章の救命設備との整合も欠けている。

さらに、IMO では現在、船内防災・避難は FP、退船は DE、搜索救助は COMSAR が扱っているが、これらは一連の事態であるため、総合的に検討すべきであるという意見が MSC で出され、その必要性が認識されており、MSC の将来課題となっている。

そこで、防災、避難、退船、救助の各活動を総合的かつシステムの的に解析することにより、次世代の総合的かつ一貫した防災・避難・救命システムとしての新たな枠組みを提示し、将来的な SOLAS 第 II-2 章及び III 章の方向性と骨格を提案し、その改正内容を提示して行くことが重要となっており、また、避難経路解析基準、退船システム基準、搜索救助指針等の IMO の指針に関する審議にも資するものであるため、当調査研究が平成 15 年度からスタートした(平成 15 年度は RR-S3 が調査研究を担当した)、当調査研究では、以下の作業を推進している。

(1) 船舶危険評価・船内避難・退船・搜索救助に関する総合的検討

事故イベントの一連の事態について、事象解析等を実施して検討し、これらの事象解析結果と現在の SOLAS 等の要件を比較してその適合性、妥当性を検討し、必要な修正の方向を抽出する。

(2) 火災時の煙流動と避難安全に関する研究

避難安全に関し、火災の探知、発達、発生する煙及びガスの広がり、火災に対する船員の対応手順、及び乗員乗客の避難を、シミュレーション手法を利用しつつ、必要な実験を実施して総合的に検討する。

(3) 次世代救命システムに関する調査研究

危険評価、避難及び退船・搜索を一連の事態としてとらえた時の救命システムはどうあるべきかを検討するとともに、(4)及び(5)におけるサブシステムの性能要件を考慮して、それらを実現するための SOLAS 条約の新たな枠組み(章、LSA コード等に代わるもの)草案を作成する。

(4) 集団用救命設備に関する検討

様々な人々を対象とする旅客船、また貨物船に搭載する集団用救命システム(救命艇、救命いかだに代わるもの)について、船舶の初期設計段階からの導入を前提とした新たなシステム概念を構想し、実現可能な構造及びそれらの性能要件を検討する。集団用救命システムについて、対象とする船舶の種類に対して考えられる基本構造(3方式程度)について波浪中の模型実験を行い、実現の可能性を探るとともに基本的性能要件について検討する。

(5) 個人用救命器具に関する検討

現在の救命胴衣、イマーシヨンスーツ及び保温具に代わる個人用救命具について、静水中の浮遊性能及び波浪中の安定性等について実験を行い、波浪中の浮遊性能等、本来の使用状況を考慮した新たな構造及びそれらの性能要件を検討する。

(6) 自由降下式救命艇のフロートフリー要件に関する検討

救命艇搭載部分の沈没時の姿勢について過去の事故データ及び浸水 - 沈没過程の船舶の姿勢を解析して、自由降下・自動離脱型救命艇の自動離脱について検討する。

(7) ISO 等の国際基準作成の動向と対応

検討対象の救命設備等に関する ISO 等の国際基準作成の動向を調査するとともに、ここで検討する新たなシステム等について国際基準化の方向を探る。ISO/TC188/WG14 に出席し、救命胴衣関連規格作成作業に参加する。

(8) IMO 対応

IMO の MSC 及び FP, DE, COMSAR に当調査研究成果を報告し、将来的な SOLAS 第 II-2 章及び第 III 章並びに関連するコード、指針等の改正に資する。

当調査研究報告書は、以上の作業における平成 16 年度の成果を示すものである。

2. 船舶危険評価・船内避難・退船・搜索救助に関する総合的検討

2.1 総合シナリオの検討

船舶内の避難、集合、退船及び搜索救助を検討するとき、これらの事項に関して総合的にシナリオを抽出して考察する必要がある。また、そのシナリオに対して事象解析等を実施し、これらの解析結果と現在の SOLAS 等の要件を比較してその適合性、妥当性を検討し、必要な修正の方向を抽出する必要がある。

旅客船の船舶内に事故あるいは危険事態が発生した場合、その後のシナリオを総合的に整理すると表 2.1 のようになる。

表 2.1 船舶内の避難、集合、退船及び搜索救助のシナリオ（旅客船）

事象	機器の対応	乗員の対応	乗客の対応	事象の分類等
事故の発生	感知と警報	警報の認識 対応措置を検討		事故認識段階
事故の通知	船内通報システム	事故自体の通知	事故の認知	
集合指令発令	船内通報システム	事故を勘案して乗員乗客の 集合を指示する。	集合指示の認知	避難段階
集合の誘導	船内通報システム 船内避難経路	乗客を誘導する。	避難・集合	
集合の完了	集合場所	乗員乗客の集合完了を点検 する。	集合場所での待機	
退船指令	集団退船システム 生存艇	事故を勘案して乗員乗客の 退船を発令する。	退船の認知	退船段階
集団退船システム展開	集団退船システム 生存艇	集団退船システムの準備		
退船	集団退船システム 生存艇	退船誘導	退船	
退船の完了	集団退船システム 生存艇	乗員乗客の退船完了を点検 する。	生存艇内待機	
搜索救助交信	生存艇用 VHF,SART	生存艇と搜索救助期間との 交信	生存艇内待機	
搜索（搜索救助 機関の作業）	生存艇用 VHF,SART	生存艇と搜索救助期間との 交信	生存艇内待機	搜索救助機関 が指令を行う
救助	生存艇	乗客の搜索救助機関が用意 する救助設備（救助船、救 助航空機）への移乗の補助	搜索救助機関が用意 する救助設備への移 乗	
救助の完了		乗員乗客の移乗の完了を確 認する。		
安全場所への 移動	陸上への上陸。衛生・ 食事等生活上十分な支 援がある船舶への移乗			Rescue to safety Place

2.2 事象と調査研究内容

表 2.1 の事象の分類ごとに、調査研究すべき項目を挙げると以下のようなものが考えられる。

(1) 自己認知段階

- ・事故感知システムの検討とその性能要件の検討
- ・警報システムの検討とその性能要件及び識別・認識

(2) 避難段階

- ・事故の発展の予測手法（火災・煙の拡大予測、浸水拡大・船体の傾斜等状況の予測）
- ・事故の発展と関連した避難安全確保の検討（事故の発展を考慮した避難予測手法）
- ・避難誘導手法に関する検討（照明がなくなった場合も含む：非常誘導灯、音声誘導、等々）

(3) 退船段階

- ・集団退船システム（MES）の妥当性、安全性の検討
- ・生存艇の降下・乗艇の検討

(4) 捜索救助段階

- ・生存艇と捜索救助機関・クラフト（捜索船、捜索航空機）との交信手段・方法
- ・生存艇内の生活（生存）（空間、温度、衛生、指揮）に関する検討
- ・生存艇から救助クラフトへの移乗手段の検討（回収装置等）

以上の個々の検討事項については、3 項以下で述べる。

次年度では、表 2.1 の各事象に関して、事故事例を勘案して、詳しいイベントツリーを開発し、時系列的に整理する。

3. 火災時の煙流動と避難安全に関する研究

3.1 火災の発達と探知及び煙の発生に関する検討

火災の発生及び発達に関しては、以下の事項に沿って考えることが、火災安全工学上一般的となっている

- (1) 火災の発生：可燃物（船舶の居住区内装、貨物、燃料及びその他の機関油）への着火性
- (2) 着火した燃焼の拡大（燃焼の広がり、煙の広がり、構造物の反応（耐火、崩壊など））

国際標準化機構（ISO）の火災安全技術委員会（TC92）の小委員会 SC1（火災の発生と発達）は、火災の発生から区画内の可燃物全体が燃焼する時期（フラッシュオーバー）に至るまでの火災の発達に関するシナリオの規定と、それに対する可燃物の燃焼性状を把握するパラメータを得るための試験方法規格の開発を行っている（表 3.1.1）。これらの ISO 標準は、火災の活性及び発達を把握するパラメータを得るための試験方法及び算出方法を規定している。

表 3.1.1 ISO/TC92/SC1 の作業部会及び規格

作業部会	部会タイトル	作成している ISO 規格
WG3	Flame Spread 火炎伝播	ISO TR 5658-1 火炎伝播：指針 ISO 5658-2 火炎伝播試験 ISO 5658-4 中間規模火炎伝播試験 ISO 9239-1 床材の火炎伝播試験(低熱源) ISO 9239-2 床材の火炎伝播試験(高熱源) ISO 5657 着火性試験
WG5	Heat release 燃焼発熱量	ISO 5660-1 燃焼発熱量試験(コーンカロリメータ) ISO 5660-2 コーンカロリメータにおける発煙量測定 ISO TS 5660-3 燃焼発熱量：指針 ISO CD 5660-4 低燃焼発熱量測定試験 ISO 17554 燃焼質量減少測定試験 ISO 14731 模型箱燃焼発熱量試験
WG7	Large Scale Fire Test 大型火災試験方法	ISO 9705 実物大火災室試験 ISO TR 9705-2 実物大試験：指針 ISO 13784-1 サンドイッチパネルの火災試験：Part-1 中間規模試験 ISO 13784-2 サンドイッチパネルの火災試験：Part-2 大規模試験 ISO 13785-1 外壁断熱の火災試験：Part-1 中間規模試験 ISO 13785-2 外壁断熱の火災試験：Part-2 大規模試験 ISO TR 14696 中間規模燃焼発熱試験 (ICAL Test) ISO 20632 パイプ断熱材の火災試験 ISO 22269 階段火災試験
WG10	熱流束計の校正	ISO 14934-1 熱流束計の校正 指針 ISO 14934-2 熱流束計の校正 一次校正方法 ISO 14934-3 熱流束計の校正 二次校正方法

		ISO 14934-4 熱流束計の校正 熱流束計の使い方
WG11	火災安全技術における試験結果の使い方	ISO TR 17252 火災安全技術における試験結果の使い方
WG12	燃焼ガス測定	ISO 21489 フーリエ変換赤外分光分析計 FTIR による燃焼ガス測定
TG8	火災試験における不確実性	事前作業項目：火災試験における不確実性の指針

なお、火災の拡大予測に関しては、3.3項で詳しく述べる。

3.2 避難行動予測方法及び避難と煙流動の関連

3.2.1 避難解析方法

船舶居住区域内の避難経路については、ro-ro 旅客船ではその設計の段階で、避難時に混雑を生じかいかを調べることが SOLAS 条約第 II-2 章第 13 規則に規定されている。これを受けて IMO では、避難経路の改正気方法の暫定指針を IMO MSC/Circular 1033 : Interim guidelines for Evacuation Analysis for New and Existing Passenger Ships として作成し、2002 年 6 月に発行した。

この MSC/Circ.1003 は 2 種類の解析方法を規定している。すなわち、簡易避難解析方法 (Simplified Evacuation Analysis) 及び進んだ避難解析方法 (Advanced Evacuation Analysis) である。

この暫定指針では旅客船を想定して、4 通りの避難シナリオを規定している。

シナリオ 1 (夜間の場合): 乗客が全員、船室にいる場合

シナリオ 2 (昼間の場合): 公室にその定員の 3/4 の人数がいる場合。残りの乗客は船室にいる。

シナリオ 3 (夜間の場合の最大主垂直区域における解析)

シナリオ 4 (昼間の場合の最大主垂直区域における解析)

簡易避難解析方法は、従来から建築の避難解析に多く使用されてきた手法を、船舶用に一部手直しして作成されたものである。建築用としては、日本建築センターの建築物の避難安全評価基準にも使用されている手法である。ここでは、人の移動速度を (人/ms) というパラメータで捕らえ、人の密度により与えている。また、階段における移動速度も与えている。これらのパラメータと、各区画にいる人数から、群衆としての人の移動を計算する。

この簡易避難解析方法に対しては、人を群集として捕らえているため、個性の違いによる人の行動を考慮していないことなどから、妥当性への疑問が示されている。

進んだ避難解析方法 (Advanced Evacuation Analysis) については、コンピュータによる避難行動シミュレーションを念頭において、基本的な要件が MSC/Circ.1033 の ANNEX 2 に規定されている。これについては、次の 3 点が指摘されている。

混雑を判断する判定基準が示されていない。

乗客が避難指示あるいは異常事態に築いてから避難行動を開始するまでの時間 (response time) が、暫定基準では広い分布を持つように規定されているが、これは結果として避難行動に移る人を時間的に分散させるため、解析結果に混雑が生じない原因となっている。

一部の避難経路が使用できない場合など、避難シナリオをさらに検討する必要がある。

このため、IMO の防火小委員会では、2005 年 1 月からコレスポネンス・グループを形成して、MSC/Circ.1033 の改正作業に着手した。

3.2.2 煙流動予測手法

煙流動の予測については、火災時の区画内に2つの空気層（常温の新鮮空気の層と燃焼による高温空気の層）があると仮定し、物理的な質量保存、エネルギー（熱を含む）及び運動量の収支を考えて高温層の移動を予測する手法が1980年代に開発された。これは現在、日本建築センターから「煙流動計算プログラム BRI2」として頒布され、現在はその改良版「BRI2T」が頒布されている。ここでは、次のような過程が設けられている。

区画内は上部層（温度が高い層）と下部層（温度が低い層）に分かれている。

上部層と下部層は、水平な境界面（不連続面）で区切られている。

各々の層の内部は、温度や化学種濃度などの物理量が一様になっている。

層の境界面を通しての質量の移動は、火炎ブリューム及び開口流ブリュームによってのみ行われる。

層の境界面を通してのエネルギーの移動は、質量の移動と、壁面等からの熱輻射、各層の熱輻射及び層間の熱伝達によって行われ。

火炎からの直接の熱輻射は無視する。

空間を異にする層及び物体による熱輻射は無視する。（開口部などで）

IMO・FPでは、火災時に煙を排出・制御する要件の検討が1990年代から始められた。この要件は、deckを貫くいわゆるアトリウム区画の排煙設備の要件として導入された。一方、一般の居住区域における排煙・煙コントロールの要件は、IMO・FPの作業項目としてまだ残っている。

国内ではこのようなIMO・FPの動向に対応し、BRI2を基に船舶への応用を考えて、鋼製の仕切りへの配慮を加味した煙流動計算プログラムを日本造船研究協会が、平成7年度までの調査研究（RR732）にて用意し、3階建ての実物大居住区（排煙装置も装備）による煙流動実験を実施して検証し、IMO・FPへ報告している。この研究の成果をもう一度整理し、最近の技術の進展を加味した煙制御要件を健闘する必要がある。

海上技術安全研究所では、この2層流煙流動予測計算と、避難行動シミュレーションを組み合わせる研究を進めている。

3.3 火災拡大予測に関する検討

3.3.1 はじめに

実際の火災時には火災に対する船員の対応手順、乗員乗客の避難方法が最も critical な問題である。その最適な方法を検討するには、火災の探知、発達、発生する煙及びガスの広がりなど煙流動現象を把握することが火災安全上非常に重要となる。しかし、火災実験では現象の再現性が乏しいのみならず、燃焼を伴う高温乱流場の現象であるため、必要とする物理量の計測が非常に難しい。その欠点を補うことができる有効な手段の一つとして数値シミュレーションが挙げられる。

これまで火災現象の数値シミュレーションには主に Zone モデルが用いられてきた。これは区画火災を対象としたモデルで、個々の区画を空間的に均質な熱い上層部と冷たい下層部の 2 つに分割することで単純化する。それぞれの層において質量及びエネルギーバランスを考慮し、その他の物理的過程を記述するモデルは常微分方程式や代数方程式の形で適宜組み込まれる。Zone モデルは物理モデルとして簡単である上、数値計算も比較的簡単で計算コストが極めて低いことから火災シナリオの解析に広く用いられるようになった。しかし、解析対象を 2 層に分割した記述で現実を模擬できる場合には得られた計算結果を信頼できるものの、モデル化の仮定から外れた場合、モデルを系統的に改良することが難しい。

近年の計算機能力の急速な向上と計算流体力学 (CFD : Computational Fluid Dynamics) 的手法の成熟に伴って、火災現象の研究に CFD 技術に基づく field モデルが適用されるようになってきた。field モデルの中でも現在最も用いられているものは、Reynolds 平均により定式化されたものである。つまり、流体力学の保存方程式の時間平均近似として導出されるモデルで、代表的なものに $k-\epsilon$ 乱流モデルが挙げられる。平均する時間の詳細は指定されないが、設定した計算格子スケールでは解像されない質量、運動量およびエネルギー流束の輸送を渦輸送係数の導入でモデル化し、大規模スケールの渦運動のみが解像される程度に十分大きな時間を想定している。これにより、Reynolds 平均モデルでは少ない格子点数でも滑らかな数値解が得られるため、実用解析では広く使用されている。

流体方程式を定義するための平均操作は、同一実験あるいは想定している火災シナリオについてのアンサンブル平均であるとの主張がなされるが、これについては自明ではなく検討の余地が残されている。このように議論の余地がある平均操作を行わず、細かい計算格子を用いて解像可能なスケールの渦を流体方程式から直接解き、計算格子以下の小さなスケールの渦についてのみモデル化する手法が Large Eddy Simulation (LES) である。

最近、米国商務省標準技術研究所 (NIST ; National Institute of Standards and Technology) において火災現象の数値解析を目的とした CFD 解析プログラム (FDS : Fire Dynamics Simulator) が開発された。この CFD プログラムでは乱流モデルとして LES が採用されている。最近、火災関係の研究者の間で FDS を利用した数値解析例や FDS の性能評価を行った研究結果が報告されてきており、火災解析に特化した有望な CFD モデルとして評価されている。しかし現状の CFD モデルによる火災現象の再現性については、基礎科学的な視点からは全く不十分で、実用工学的な観点からもその要求を完全に満足させるレベルには至っていない。そこで本研究では、FDS の CFD モデルを構成する各サブモデル (乱流モデル、燃焼モデル、輻射モデル、消炎モデル、スプリンクラーモデル等々) の中で、熱流動場解析の根幹である乱流モデル、つまり LES に着目し、LES 乱流モデルの違いが火災流動場に及ぼす影響を調べた。さらに、船体動揺を考慮した数値シミュレーションを実施し、船体動揺が火災時の区画内で生じる流動場に及ぼす影響についても調査している。

3.3.2 解析対象

本研究では、図 3.3.1 に示すような区画内の火災現象を解析対象とする。この区画を対象とした実験は Steckler ら^{[1]-[3]}によって行われ、詳細な計測データが報告されているため、これまで数多くの火災 CFD モデルの検証に利用されている。

区画寸法は、床面積が 2.8 m × 2.8 m、高さ 2.18 m で、幅 0.74 m × 高さ 1.83 m の開口を持つ。壁厚は 0.1 m で、区画内の流れ場が短時間で定常状態に達するように壁面はセラミック断熱板で覆われている。開口部に流速プローブならびに熱電対が設置されている。また、区画内温度を計測するため、区画隅に熱電対が設置されている。メタンを燃料とする多孔板拡散バーナーを火源として用いており、バーナー径は 0.3 m である。Steckler らは発熱率及び火源位置を変え、45 通りの実験を行っているが、本研究では火源を区画中央に設置し、発熱率が 62.9kW の場合を取り上げて数値解析を行った。

3.3.3 数値解析の概要

本研究で使用した計算コードは、米国商務省標準技術研究所 (NIST) で開発された Fire Dynamics Simulator (FDS)^[4]である。FDSに採用されているCFDモデルの中で、本研究において重要なものを簡単に記述する。

(1) 基礎方程式

本研究で対象としている火災現象では、流速が音速に対して十分小さく、低 Mach 数近似が成立する。また、火災によって生じる流れ場は一般に乱流状態にあり、計算コストの観点から十分な格子数を取ることができない実用計算では乱流モデルの組込みが不可欠である。火災時の乱流場は浮力が支配的な流れ場であり、このような外力の作用する乱流場は $k-\varepsilon$ モデルに代表される Reynolds 平均モデルが苦手とする場の一つである。

FDS では、格子スケール以上の渦について直接基礎式を解き、格子スケール以下の小さな渦についてモデル化を行う LES により熱流動場を解析する。LES の基礎式を得るためには空間フィルタリング操作が必要であり、この際、密度変動との相関項の処理を避けるため、密度加重平均 (Favre 平均) が用いられる。その結果、FDS で使用される基礎方程式は、質量保存式、運動量保存式、エネルギー保存式、化学種の質量分率保存式、状態方程式から構成される。

質量保存式

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u}) = 0$$

運動量保存式

$$\rho \left(\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + (\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u} \right) + \nabla p = \rho \mathbf{g} + \mathbf{f} + \nabla \cdot \boldsymbol{\tau}$$

エネルギー保存式

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho h) + \nabla \cdot (\rho h \mathbf{u}) = \frac{Dp}{Dt} - \nabla \cdot \mathbf{q}_r + \nabla \cdot (k \nabla T) + \sum_i \nabla \cdot h_i \rho D_i \nabla Y_i$$

化学種の質量分率保存式

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho Y_i) + \nabla \cdot (\rho Y_i \mathbf{u}) = \nabla \cdot (\rho D_i \nabla Y_i) + \dot{m}_i'''$$

状態方程式

$$p_0 = \rho TR \sum \left(\frac{Y_i}{M_i} \right)$$

ここで、 t は時間、 ρ は密度、 \mathbf{u} は速度ベクトル、 p は圧力、 T は温度、 Y_i は各化学種の質量分率である。

(2) 燃焼モデル

火災の燃焼形態はほとんどの場合、乱流拡散火災であるため、燃焼モデルとしては混合分率をベースとした層流火炎片モデル (flamelet model) が使用されている。混合分率 z は次のように定義される。

$$Z = \frac{s Y_F - (Y_O - Y_O^\infty)}{s Y_F + Y_O^\infty}$$

ここで、 s は量論混合比である。定義から混合分率 z は 0 から 1 までの値を取り、 $z=0$ は酸化剤のみの状態、 $z=1$ は燃料のみの状態を表す。燃料と酸素の質量保存則から、混合分率 z も次の保存則を満足する。

$$\rho \frac{DZ}{Dt} = \nabla \cdot (\rho D \nabla Z)$$

このモデルの特徴としては、燃焼反応速度は流れ場の速度スケールよりも十分速い、つまり燃焼速度無限大を仮定している。火炎面は、燃料と酸素が完全燃焼する等量比 1 の所で定義されている。

火炎面から生じる局所発熱率 \dot{q}''' は、その場所での酸素消費量に比例するものとして次のようにモデル化されている。

$$\dot{q}''' = \Delta H_o \dot{m}_o'''$$

ここで、 ΔH_o は単位酸素消費量当たりの発熱量 (約 13100 kJ/kg) である。この関係式は、Huggett^[5]により提案された酸素消費法に基づいている。酸素消費率 \dot{m}_o''' は、酸素の質量保存式、混合分率の質量保存式及び酸素の状態関係式 $Y_o(Z)$ から次のように導かれる。

$$-\dot{m}_o''' = \nabla \cdot \left(\rho D \frac{dY_o}{dZ} \nabla Z \right) - \frac{dY_o}{dZ} \nabla \cdot (\rho D \nabla Z) = \rho D \frac{d^2 Y_o}{dZ^2} |\nabla Z|^2$$

よって、火炎面での単位面積当たりの酸素消費率は、火炎面の法線ベクトル \mathbf{n} を用いて次のように表すことができ、局所的な発熱率の式に変換できる。

$$-\dot{m}_o''' = \frac{dY_o}{dZ} \Big|_{z=z_f} \rho D \nabla Z \cdot \mathbf{n}$$

層流火炎片モデルは理論上火炎面の厚みがゼロとするモデルであるが、CFD モデルとして実際に使用すると計算格子幅分の厚みを持つこととなり、火炎面近傍での温度の計算精度が低下する。これは化学量論面 $z=z_f$ が火炎高さを低く見積もることに起因しており、これを回避するため経験的に次式による修正が行われる。

$$\frac{Z_{f,eff}}{Z_f} = \min\left(1, C \frac{D^*}{\delta x}\right)$$

ここで、 C は経験定数ですべての火災シナリオに対して 0.6 に設定されている。 D^* は火源の代表直径、 δx は計算格子幅である。

(3) 輻射伝熱モデル

放射吸収する媒質に対する放射輸送方程式は次のように与えられる。

$$\mathbf{s} \cdot \nabla I_\lambda(\mathbf{x}, \mathbf{s}) = -[\kappa(\mathbf{x}, \lambda) + \sigma_s(\mathbf{x}, \lambda)]I(\mathbf{x}, \mathbf{s}) + B(\mathbf{x}, \lambda) + \frac{\sigma_s(\mathbf{x}, \lambda)}{4\pi} \int_{4\pi} \Phi(\mathbf{s}, \mathbf{s}') I_\lambda(\mathbf{x}, \mathbf{s}') d\Omega'$$

ここで、 $I_\lambda(\mathbf{x}, \mathbf{s})$ は波長 λ の放射強度、 \mathbf{s} の放射強度の方向ベクトル、 $\kappa(\mathbf{x}, \lambda)$ 及び $\sigma(\mathbf{x}, \lambda)$ は局所的な吸収係数及び散乱係数である。 $B(\mathbf{x}, \lambda)$ は放射生成項である。右辺最終項は他方向からの散乱を表す。非散乱性気体の場合、放射輸送方程式は次のように簡潔な形で表される。

$$\mathbf{s} \cdot \nabla I_\lambda(\mathbf{x}, \mathbf{s}) = \kappa(\mathbf{x}, \lambda) [I_b(\mathbf{x}) - I(\mathbf{x}, \mathbf{s})]$$

ここで、 $I_b(\mathbf{x})$ はプランク関数で与えられる生成項である。実際の数値計算において放射のスペクトル依存性を正確に考慮することは不可能である。しかし、数値解析の対象が大規模火災の場合には、すすが火炎と熱煙からの熱放射を決定する最も重要な燃焼生成物であり、すすの放射スペクトルは連続的であるため、計算対象とする気体を灰色体と仮定することができる。するとスペクトル依存性は一つの吸収係数にまとめられ、生成項は次のように黒体放射強度で与えることができる。

$$I_b(\mathbf{x}) = \frac{\sigma T^4}{\pi}$$

3.2 節で述べたように、火炎面近傍では温度の計算精度が低下するため、放射輸送方程式中の生成項が低く見積もられることになる。それゆえ、火炎面が横切る計算セル内においては、放射生成項を次のようにモデル化している。

$$\kappa I_b(\mathbf{x}) = \frac{\beta \dot{q}'''}{4\pi}$$

これは、火炎面が横切る計算セル内で生じる局所発熱率 \dot{q}''' の一部が放射輸送方程式の生成項として直接与えることを意味している。放射分率 β の値はプール火災実験との比較から決定されており、0.35 が使用されている。

放射熱流束ベクトル \mathbf{q}_r は次式で定義され、

$$\mathbf{q}_r(\mathbf{x}) = \int_{4\pi} \mathbf{s} \cdot I(\mathbf{x}, \mathbf{s}) d\Omega$$

エネルギー方程式の放射エネルギー損失は次のように表される。

$$-\nabla \cdot \mathbf{q}_r(\mathbf{x}) = \kappa(\mathbf{x}) \left[\int_{4\pi} I(\mathbf{x}, \mathbf{s}) d\Omega - 4\pi I_b(\mathbf{x}) \right]$$

(4) 乱流モデル

運動方程式中の粘性応力テンソルは次のように表される。

$$\boldsymbol{\tau} = \mu \left(2 \text{def} \mathbf{u} - \frac{2}{3} (\nabla \cdot \mathbf{u}) \mathbf{I} \right)$$

ここで、 \mathbf{I} は単位行列であり、歪み速度テンソル $\text{def} \mathbf{u}$ は次式で定義される。

$$\text{def} \mathbf{u} \equiv \frac{1}{2} [\nabla \mathbf{u} + (\nabla \mathbf{u})^t] = \begin{pmatrix} \frac{\partial u}{\partial x} & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right) \\ \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right) & \frac{\partial v}{\partial y} & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \right) \\ \frac{1}{2} \left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \right) & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} \right) & \frac{\partial w}{\partial z} \end{pmatrix}$$

FDSで採用されているLESモデルは、LESの中で最も基礎的なSGS (Sub-Grid Scale) モデルであるSmagorinskyモデル^[6]で、渦粘性係数 μ_{LES} は次のように表される。

$$\mu_{\text{LES}} = \rho (C_S \Delta)^2 \left(2 \text{def} \mathbf{u} \cdot \text{def} \mathbf{u} - \frac{2}{3} (\nabla \cdot \mathbf{u})^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

ここで、 C_S はSmagorinsky定数と呼ばれる経験定数、 Δ は計算格子幅である。Smagorinskyモデルは、SGSエネルギーの生成と散逸の釣り合いを仮定する、つまり、Sub-gridスケールにおける準平衡状態を仮定したモデルで、このモデルの最大の特徴はその簡潔性である。

以下に本研究で性能評価するSGSモデルについて記述する。対象モデルは、構造関数モデル^[7]、非平衡型モデル^[8]、及びWALEモデル^[9]の3つで、FDSのソースプログラムを書き換え、モデルの組み込みを行った。使用したプログラミング言語はFortran 90である。

- 構造関数モデル (Structure-Function model ; SF) ^[7]

Smagorinskyモデルは、その簡潔性と数値計算の安定性が良いことから広範囲の乱流場の解析に用いられている。しかしその欠点として、異なる種類の流れに適用する場合にモデル定数 C_S の値を変えなければならないこと、非乱流域や壁近傍で修正を要することが挙げられる。構造関数モデルは、これらの欠点を克服することを目的として開発されたモデルの1つである。このモデルは、乱流場の渦粘性に対する理論解析に基づいており、SGS渦粘性係数 μ_{LES} は次式によって決定される。

$$\mu_{\text{LES}} = 0.105 C_K^{-\frac{3}{2}} \rho \Delta \left[F_2(\mathbf{x}, \Delta, t) \right]^{\frac{1}{2}}$$

ここで、 C_K はコルモゴロフ定数で1.4、構造関数 F_2 は次のように表される。

$$F_2(\mathbf{x}, \Delta, t) = \left\langle \left\| \mathbf{u}(\mathbf{x} + \mathbf{r}, t) - \mathbf{u}(\mathbf{x}, t) \right\|^2 \right\rangle_{\|\mathbf{r}\|=\Delta}$$

上式における $\langle \rangle$ はアンサンブル平均を表しており、実際の計算では F_2 は近傍の格子点の速度を用いて見積もられる。上式から明らかなように、構造関数モデルには流れ場に依存するモデル定数は含まれていない。また、Smagorinskyモデルは渦粘性による散逸の影響が強いことが知られているが、構造関数モデルではその影響がSmagorinskyモデルに比べて弱いことが示されている^[10]。

- 非平衡型モデル (NEFP ; Non-Equilibrium Fixed-Parameter model) [8]

Smagorinsky モデルでは SGS 渦粘性係数 μ_{LES} を導出する際、分子粘性効果を考慮していないため、固体壁面近傍での低 Reynolds 数効果がない。また、固体壁面のごく近傍でのエネルギー収支は、生成と散逸が釣り合う局所平衡となっていない。このような Smagorinsky モデルの問題点を改善したモデルが非平衡型モデルで、SGS 渦粘性係数 μ_{LES} は次式によって決定される。

$$\mu_{LES} = \rho C_v \Delta \sqrt{(\bar{\mathbf{u}} - \bar{\bar{\mathbf{u}}})^2} F_W$$

ここで、 C_v はモデル定数で 0.03、 F_W は壁面減衰関数で次のように表される。

$$F_W = 1 - \exp \left[- \left(C_w \frac{\sqrt{(\bar{\mathbf{u}} - \bar{\bar{\mathbf{u}}})^2}}{\Delta \sqrt{2 \text{def } \bar{\mathbf{u}} \cdot \text{def } \bar{\mathbf{u}} - \frac{2}{3} (\nabla \cdot \bar{\mathbf{u}})^2}} \right)^2 \right]$$

ここで、 C_w はモデル定数で 21、 $\bar{\mathbf{u}}$ 及び $\bar{\bar{\mathbf{u}}}$ はそれぞれ速度ベクトルの GS (Grid Scale) 成分と二重フィルター操作後の速度ベクトルを表している。

- WALEモデル (Wall-Adapting Local Eddy-viscosity model) [9]

非平衡型モデルと同様に、固体壁面近傍での低 Reynolds 数効果を有するモデルである。ただし、減衰関数を使用することなく、固体壁面近傍での速度場の漸近挙動を満足するように開発された渦粘性モデルである。SGS 渦粘性係数 μ_{LES} は次式で表される。

$$\mu_{LES} = \rho (C_w \Delta)^2 \frac{(S_{ij}^d S_{ij}^d)^{\frac{3}{2}}}{(S_{ij} S_{ij})^{\frac{5}{2}} + (S_{ij}^d S_{ij}^d)^{\frac{5}{4}}}$$

ここで、 C_w はモデル定数で 0.5、 S_{ij} は歪み速度テンソル (= $\text{def } \mathbf{u}$)、 S_{ij}^d は速度勾配テンソル g_{ij} を用いて次のように表される。

$$S_{ij}^d = \frac{1}{2} (g_{ij}^2 + g_{ji}^2) - \frac{1}{3} \delta_{ij} g_{kk}^2, \quad g_{ij} = \frac{\partial u_i}{\partial x_j}$$

乱流場では細かい渦による混合効果により、温度やガス成分の熱拡散ならびに物質拡散が促進される。FDS では乱流場の影響により促進された熱拡散係数と物質拡散係数は、SGS 渦粘性係数 μ_{LES} を用いて次のようにモデル化している。

$$k_{LES} = \frac{\mu_{LES} c_p}{Pr}, \quad (\rho D)_{i,LES} = \frac{\mu_{LES}}{Sc}$$

ここで、Pr と Sc は Prandtl 数と Schmidt 数で、想定している火災シナリオにおいては定数を仮定している。

3.3.4 計算結果

本研究では図 3.3.1 に示す Steckler らの実験を対象とし、数値実験により前節で示した 4 つの SGS モデルを比較した結果を示す。次に、Prandtl 数の値を変化させ、その違いが流れ場に及ぼす影響について調査した結果を示す。最後に、船体動揺を単純な単振動でモデル化し、その影響を考慮した計算結果を示す。

(1) 計算条件

図 3.3.2 に計算領域と計算格子を示す。赤色の矩形部分は火源領域を表している。実験で使用した区画内のみを計算対象にするのではなく、計算結果の信頼性を高めるため、区画開口部に続けて計算領域を取り、流れ場に対する境界条件の影響を排除した。使用した格子点数は $80 \times 48 \times 36 (=138,240)$ 点で、各方向に等間隔に設定した。格子間隔は約 6 cm である。この程度の空間解像度では厳密な LES の実行は不可能であるが、旅客船の数デッキ分を対象とするような実務解析を行うには、現状の計算機では極めて高負荷の計算になると思われる。使用した計算機は、各ノードの CPU が Pentium 4 3.6GHz、各ノードに搭載しているメモリーが 1 Gbyte の 5 ノード PC クラスタである。

火源の設定条件、壁面での熱的条件を含め、初期条件ならびに境界条件ともに対象実験に一致するように設定した。点火から 20 分間の火災現象を数値解析し、実験値と比較するには定常解が必要なため、最後の 5 分間の結果を用いて時間平均値を算出した。

(2) 乱流モデルの比較

まず、Smagorinsky モデルによる解析結果を図 3.3.3 及び図 3.3.4 に示す。モデル定数である Smagorinsky 定数と Prandtl 数をそれぞれ 0.18 及び 0.2 とした。図 3.3.3 は、点火から 6 秒後、30 秒後、1 分後、5 分後、10 分後、15 分後の速度ベクトルで、色はその場所での温度を表している。10 秒後では、軸対称形のプルームが鉛直方向に形成されている。30 秒後には安定した形が崩れると共に、開口部からの流入の影響により斜めに上昇している。その後、区画内流れ場は十分発達している様子が観察される。高精度の数値乱流解析を行うには計算格子数及び計算スキームともに不十分ではあるが、火災プルームが引き起こす大規模渦構造は再現されていることが分かる。

図 3.3.4 に混合分率 z の分布を示す。点火から 6 秒後、30 秒後、1 分後、5 分後、10 分後、15 分後の結果を示している。燃料としてメタンガスを使用しているため、火災面に相当する混合分率の値は $z=0.055$ である。各化学種の質量分率 Y_i 、つまり、混合分率 z は流れ場に大きく依存するため、図 3.3.3 の速度場で観察されたのと同様、着火後の初期段階では鉛直方向に火災が形成され、その後流れ場が十分発達した段階では斜め上方に火災が形成されていることが分かる。

計算結果と実験結果を定量的に比較した結果を図 3.3.5 に示す。(a)と(b)は、開口部中央の流速及び温度で鉛直方向の分布を表しており、(c)は室内の鉛直方向温度分布を表している(計測位置については図 3.3.1(a)及び図 3.3.1(b)を参照)。図中の凡例の SM、SF、NE、WA はそれぞれ Smagorinsky モデル、構造関数モデル、非平衡型モデル、WALE モデルを指している。流速分布については、各モデルとも実験値と良い一致が観察されるが、特に Smagorinsky モデルと構造関数モデルによる計算値は実験値と極めて良い一致が見られる。温度に関しては開口部及び室内共に、Smagorinsky モデルと構造関数モデルによる予測値が全体として実験値に近い分布を示している。しかし、上部の高温層では過剰に見積

もられており、この部分については非平衡型モデルや WALE モデルの方が実験値に近い値を予測している。非平衡型モデルと WALE モデルが床に近い低温層で実験値から大きく外れた値を示している。非平衡型モデルと WALE モデルは壁面近傍での渦粘性効果の減衰（低 Reynolds 数効果）を考慮したモデルであり、本計算のような少ない格子点数での使用を想定していないため、渦粘性の値が小さく見積もられて流れ場全体で数値不安定が生じている、あるいは場所によっては過剰に渦粘性の値を予測しているためである。個々のモデルの詳細な特性については引き続き検討して行く。

(3) Prandtl 数の影響

前節で考察したように、Smagorinsky モデルと構造関数モデルによる流速の計算値は実験結果を非常に良く再現しているが、温度場については高温部での再現性に改善の余地が見られた。乱流による混合促進効果を温度場の支配方程式を結びつけるパラメータが Prandtl 数（より正確には SGS Prandtl 数）である。そこで、Prandtl 数の値を変化させ、熱流動場に及ぼす影響を調べた結果を図 3.3.6 に示す。(a) から(c)はそれぞれ図 3.3.5 と同様、開口部中央の流速及び温度で鉛直方向の分布、ならびに室内の鉛直方向温度分布を表している。採用した乱流モデルは Smagorinsky モデルである。

流速については Prandtl 数の値によらず、前節の結果と同様、計算値は実験結果を非常に良く再現している。しかし、温度分布については $Pr = 0.2$ の場合が最も実験値に近く、 Pr 数を大きくする、つまり乱流拡散の効果が小さくなるにつれて温度の過剰予測が進むことが分かる。SGS 熱伝導率と SGS 渦粘性係数を 0 方程式モデルで関係付けるのではなく、温度場を考慮した SGS モデルの開発が望まれる。

(4) 船体動揺の影響

図 3.3.3 及び図 3.3.4 で考察したように、着火後の火災初期段階では火源上方に火災プルームが形成されており、その上昇気流が天井に衝突後、天井に沿って同心円状に広がる、いわゆる天井ジェットが生じ始めている。天井ジェットの温度や流速は、天井に設置された火災探知器やスプリンクラーヘッドの作動に関係するため、天井ジェットの性状の理解は熱流体力学的な観点だけでなく、火災安全工学的にも非常に興味深い。それゆえ、船舶火災を想定した場合、船体動揺が火災プルームや天井ジェットに及ぼす影響を調べることは、船舶での避難安全対策を講ずる上で重要である。船体動揺の影響を考慮した一例として、船舶のローリングを振幅 $9.8 \sin 5^\circ (\text{m/s}^2)$ 、周期 8 秒の単振動で近似し、開口面に対して垂直方向に加速度を作用させた場合の計算結果を図 3.3.7 に示す。

(a)から(c)は図 3.3.5 と同様、それぞれ、開口部中央の流速及び温度で鉛直方向の分布、ならびに室内の鉛直方向温度分布を表している。船体動揺の影響を考慮しない場合と極めて良く似た分布を示している。両者を定量的に比較するため、乱流モデルに Smagorinsky モデルを採用した場合の結果を図 3.3.8 に示す。流速、温度ともに有意な差異が生じておらず、火災時の区画内流れ場が十分発達している場合には船体動揺の影響は無視できることが分かる。ただし、本計算での計測位置は火源に近く、その影響が大きいいため、船体動揺の流れ場への影響が明確に現れなかったと考えられる。それゆえ、実際の旅客船などにおいて火災発生場所から離れた場所での影響については別途調査する必要がある。また、火災発生から火災感知器が作動するまでの短時間の現象に対する船体動揺の影響についても別途検討する必要がある。これに関しては、火災感知器のモデルを考慮した数値シミュレーションを行い、船体動揺の有無が火災感知器の作動時間に及ぼす影響について調べる予定である。

3.3.5 まとめ

本研究では、NIST で開発された CFD 解析プログラム Fire Dynamics Simulator の性能評価の一つとして LES 乱流モデルに着目し、LES 乱流モデルの違いが火災流動場に及ぼす影響を調べた。FDS で採用されている Smagorinsky モデルは最も低次の SGS モデルであるが、本研究のような粗い空間解像度の実用計算で、かつ、火災ブルームの影響を強く受けている熱流動場では満足のいく結果を与えることが分かった。FDS に船体動揺の効果を組み込み、数値シミュレーションを実施したところ、本研究で対象としたような単一区画内の熱流動場に対しては船体動揺の影響は無視できる程度であることが分かった。

3.3.6 参考文献

- [1] K. D. Steckler, J. G. Quintiere, and W. J. Rinkinen, “Flow Induced by Fire in a Compartment”, NBSIR 82-2520, National Bureau of Standards, 1982.
- [2] K. D. Steckler, J. G. Quintiere, and W. J. Rinkinen, “Flow Induced by Fire in a Compartment”, 19th Symp. (Int.) on Combustion, (1982), p.913, The Combustion Institute.
- [3] K. D. Steckler, H. R. Baum, and J. G. Quintiere, “Fire Induced Flows Through Room Openings – Flow Coefficients”, 20th Symp. (Int.) on Combustion, (1984), p.1591, The Combustion Institute.
- [4] K. McGrattan ed., Fire Dynamics Simulator (Version 4) Technical Reference Guide, NIST Special Publication 1018, (2004).
- [5] C. Huggett, “Estimation of the Rate of Heat Release by Means of Oxygen Consumption Measurements”, Fire and Materials, 4(2), (1980), p.61.
- [6] J. Smagorinsky, “General Circulation Experiments with the Primitive Equations. I. The Basic Experiment”, Monthly Weather Review, 91(3), (1963), p.99.
- [7] O. Metais and M. Lesieur, “Spectral Large-Eddy Simulation of Isotropic and Stably Stratified Turbulence”, Journal of Fluid Mechanics, vol.229, (1992), p.157.
- [8] A. Yoshizawa et al., “A Nonequilibrium fixed-Parameter Subgrid-Scale Model Obeying the Near-wall Asymptotic Constraint”, Physics of Fluids, vol.12(9), (2000), p.2338.
- [9] F. Nicoud and F. Ducros, “Subgrid-Scale Stress Modelling Based on the Square of the Velocity Gradient Tensor”, Flow, Turbulence and Combustion, vol.62, (1999), p.183.
- [10] M. Lesieur and O. Metais, “New Trends in Large-Eddy Simulations of Turbulence”, Annual Review of Fluid Mechanics, vol.28, (1996), p.45.
- [11] L. Kerrison, E. R. Galea, N. Hoffmann, and M. K. Patel, “A Comparison of a FLOW3D Based Fire Field Model with Experimental Room Fire Data”, Fire Safety Journal, vol.23, (1994), p.387.

3.3 節 図表一覧

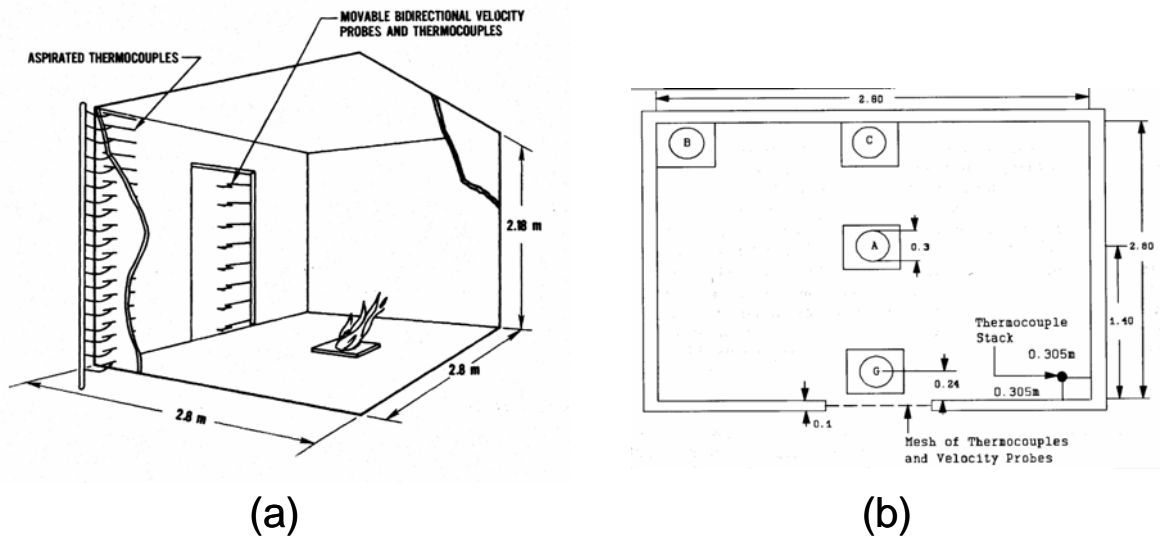


図 3.3.1 Stecklerら^[1]の実験区画の概要.(a) は文献 [1], (b) は文献 [11] から引用.

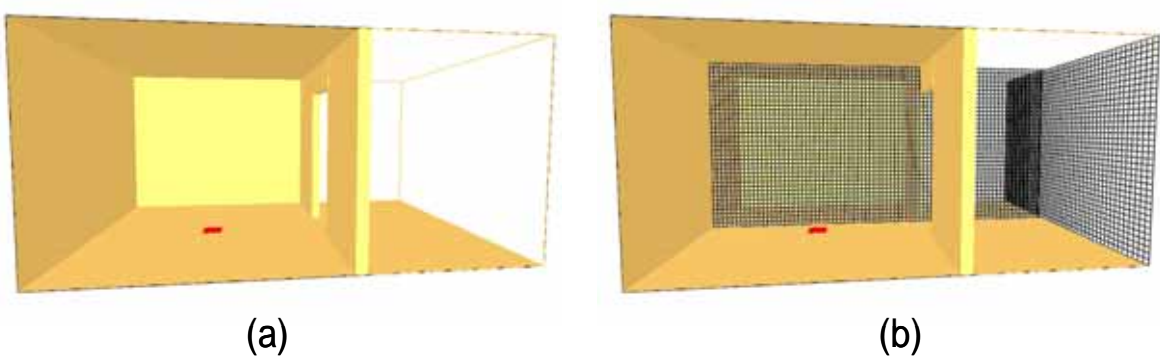
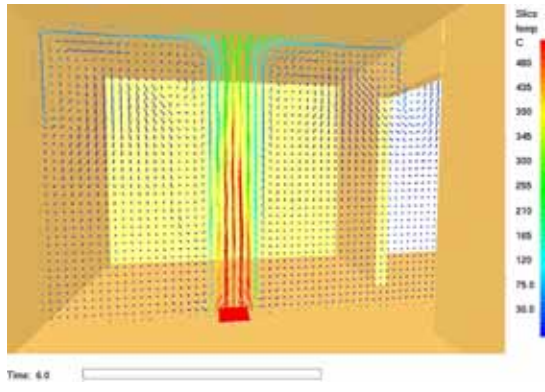
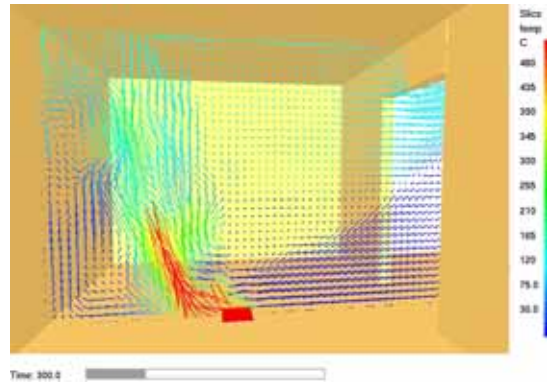


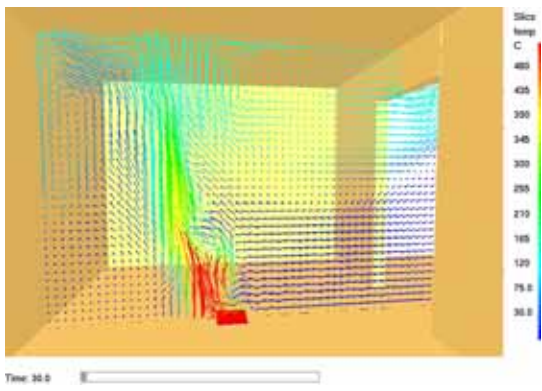
図 3.3.2 (a) 計算領域, (b) 計算格子



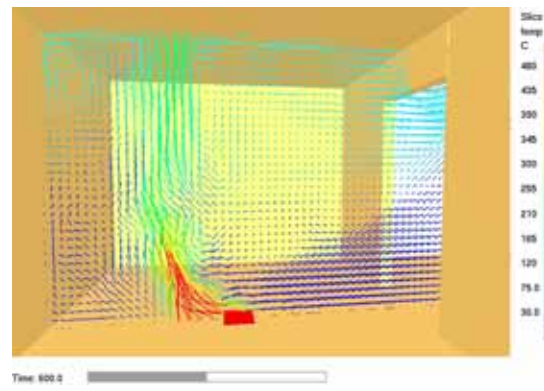
6 s



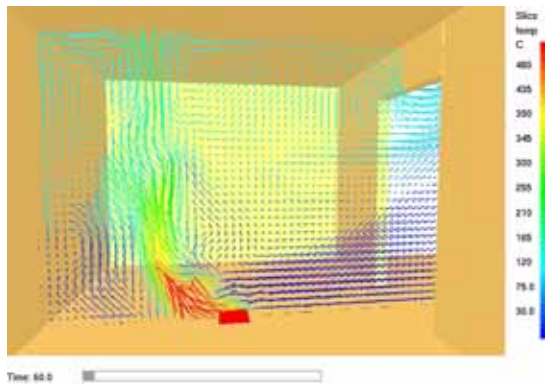
300 s



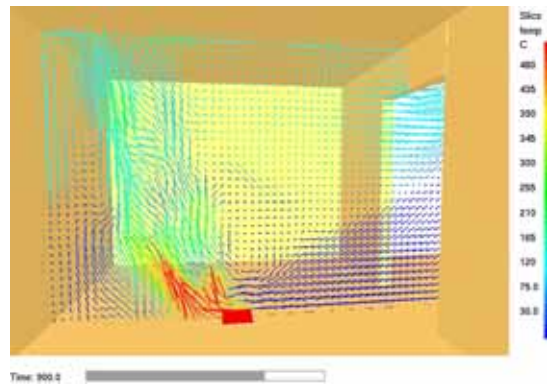
30 s



600 s

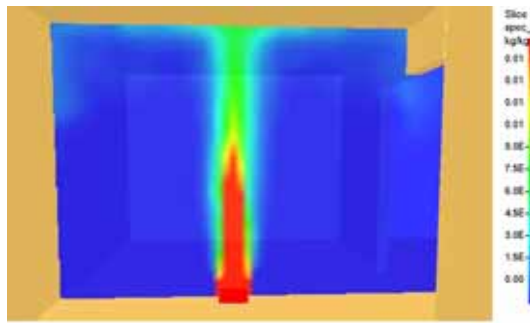


60 s

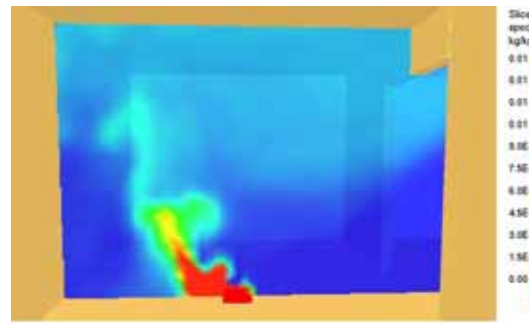


900 s

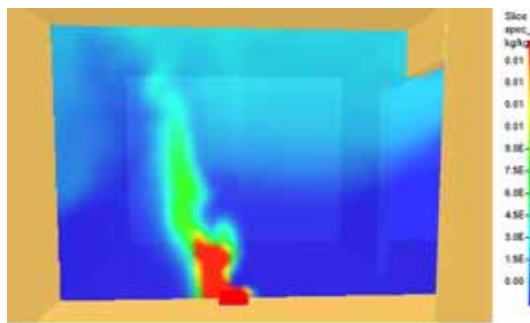
図 3.3.3 中央断面上の速度ベクトル.



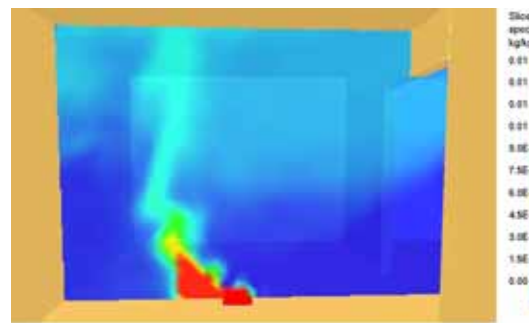
6 s



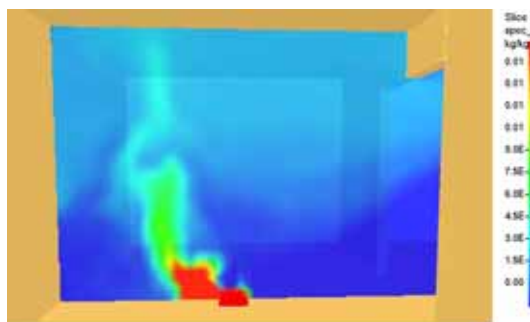
300 s



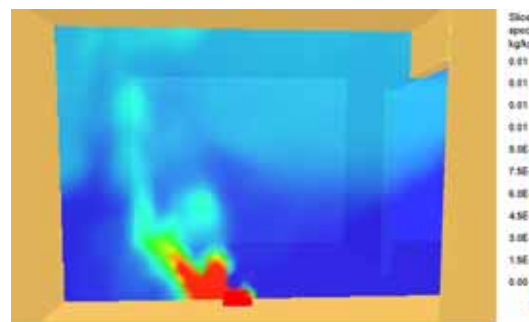
30 s



600 s



60 s



900 s

図 3.3.4 中央断面上の混合分率分布.

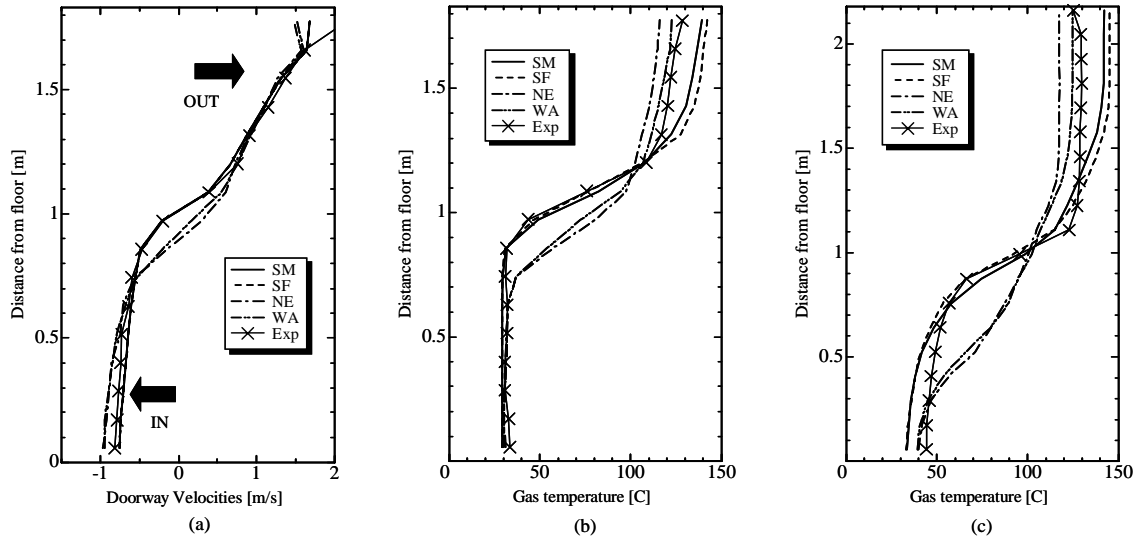


図 3.3.5 4種のSGSモデルによる計算値と実験値の比較.

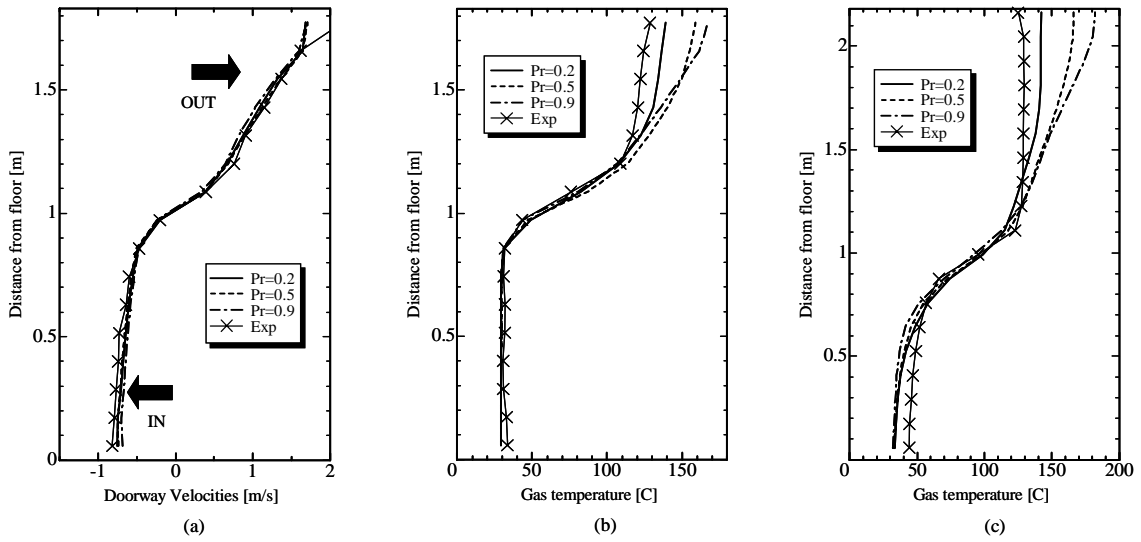


図 3.3.6 Prandtl 数を変化させた場合の計算値と実験値の比較.

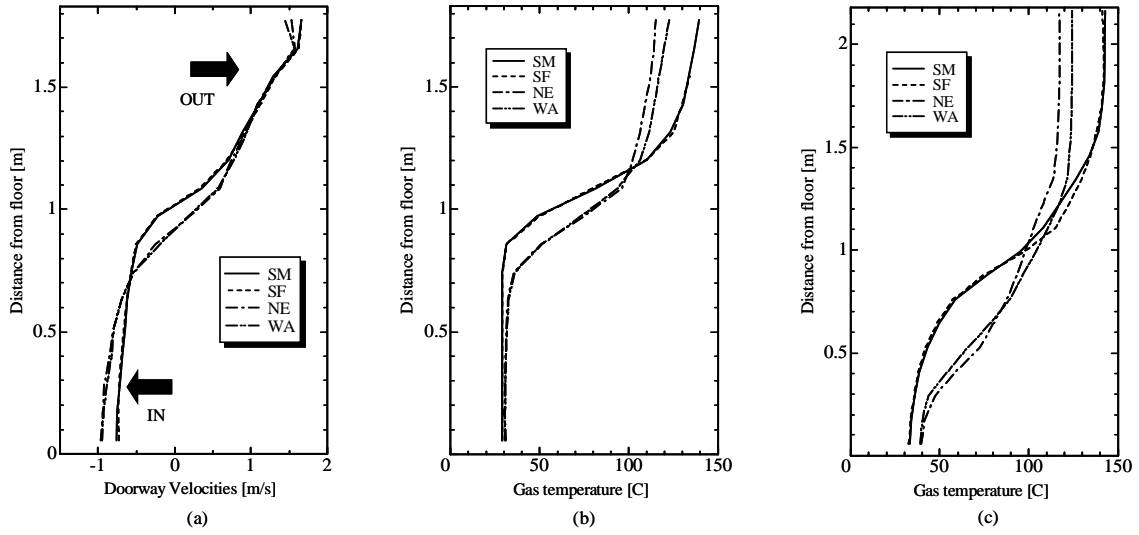


図 3.3.7 4 種の SGS モデルによる計算値の比較 (船体動揺を考慮した場合)。

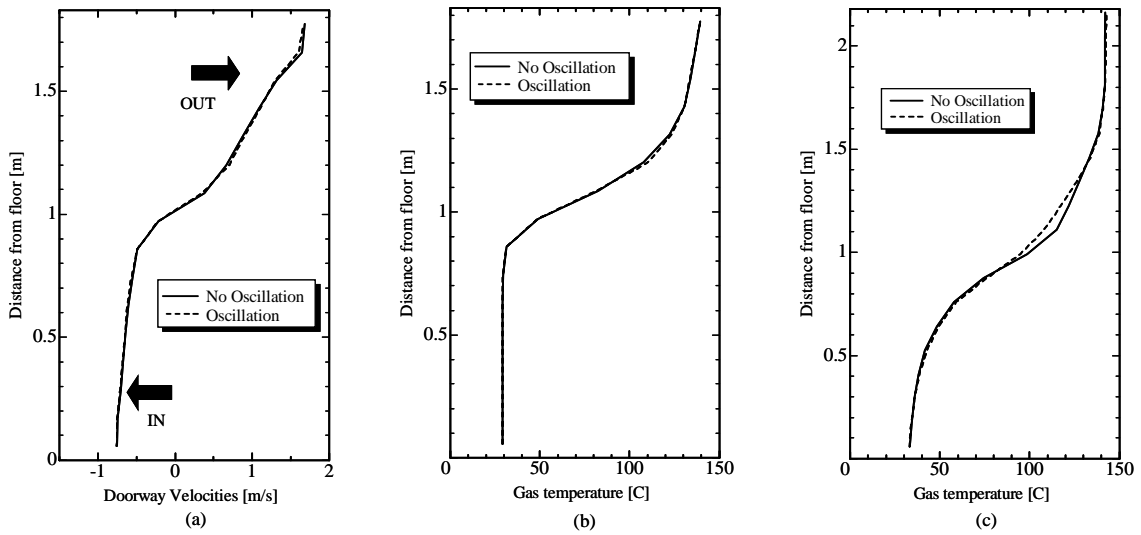


図 3.3.8 船体動揺の有無が流れ場に及ぼす影響の比較。

4. 次世代救命システムに関する調査

4.1 集団用救命システムに関する検討

4.1.1 集団用救命システムの問題点

(1) IMOにおける審議状況

ダビット式救命艇について、主に離脱装置の関連する訓練時の事故が多発しているため、IMO/DE 小委員会において、“救命艇の事故防止対策”の議題のもとに審議が行われている。また、大型旅客船の安全関連において、救命設備及び回収装置に関する検討が行われている。

(2) 外国における調査研究の状況

英国で2004年3月に開かれた Escape, Evacuation & Recovery Conference において、ダビット式進水装置について、模型を使用した波浪中の進水実験が報告され、波浪中における進水時には船側との衝突等の危険が伴うと指摘している。

(3) 性能要件に関する問題点

集団用救命システムとして、現在使用されているものは、ダビット式救命艇、自由降下式救命艇、ダビット式救命いかだ、MES（シューター＋救命いかだ）、ダビット式救助艇である。

この中で、旅客船及び貨物船の第1次退船システムとして多く使用されているダビット式救命艇の問題点は、機構が複雑なことである。現在、主流となっている形はヒンジ式アームの振り出しによるもので、アームの振り出し及び救命艇の降下をワイヤーの繰り出しで制御する。また、繰り出し速度を一定に保つために遠心ブレーキを備える。降下ワイヤーと救命艇は離脱装置で連結されるが、この離脱装置に起因する事故が多発している。

複雑な機構を招く原因の一つは SOLAS 条約第 章、16 規則において救命艇の回収要件を要求していることで、本来の使用形態からみれば、回収は不要と考える。

これらの機構が複雑なため、操作方法の習熟が必要であると共に、整備にもコストがかかる状況になる。また、ワイヤーで吊りおろすため、本船がローリングしている時は、船側に衝突しながらの降下作業となる。

その他、下記の問題点が指摘されている。

- a. 救命艇に、本来不要な回収要件を要求している。また、救命艇に対する性能要件、設備要件が不十分である（座席面積や装備品の量等）
- b. 救命艇と救助艇は、本来使用目的が異なるのに、兼用型を認めていること。また、救助艇使用時は必ずしも非常状態ではなく、他船の救助等時には、通常状態であるはず。救助艇使用時の前提条件の再検討が必要。
- c. 性能要件及び使用目的が明確でなく、役に立つとは思えない Means of rescue を RORO 旅客船に要求している。
- d. 退船時（使用時）の気象・海象条件が各救命設備で統一されていない。（救命艇、高速救助艇、MES、救命胴衣等）
- e. 進水装置の進水時のリスト・トリムが実態に即していない。（特に旅客船に対してトリム

±10度を要求しているのは過大である。)

- f. 各種訓練要件が過大である。
- g. 新たな救命システムの性能評価方法が A.520(13)の規定のみであり、やや時代おくれとなっている。A.520の見直し又は新たな基準作成が必要である。
- h. 救命艇システム(ダビットを含む)の操作方法がメーカーにより異なるため、乗組員の操作ミスを引き起こしている。重要な装置の操作方法程度は標準化するべきである。
- i. 現在、救命艇の乗り込み口は必ずしも両舷に備えることになっていないため、片舷しかないものがある。他船に救助される場合等を考えると、実用的ではない。

(4) バリアフリー、ヒューマンファクターの問題

a. 内航船に関する調査研究

2004年4月より日本船舶品質管理協会において、主に内航旅客船を対象とし、様々な移動制約者が救命設備を利用して退船することが可能かどうかの検討が行われている。

主な問題点は、大型フェリーの場合にジグザグ式又はスパイラル式シューターを安全に降下可能かどうか、より小型のフェリー等の場合に網梯子の利用や海上への飛び込み、救命浮器に掴まり浮くこと、救命胴衣を着用しての安全な浮遊姿勢が保てるかどうかであり、いずれも現在のままでは安全な使用に問題があることが指摘されている。それらの問題を解決するために、シューターを使用する場合は、救命胴衣を着用した後、新たに提案されたシューター用降下袋(寝袋状の補助具)に入り降下する。網梯子の利用や飛び込む作業は危険を伴うため、簡易的な膨脹式滑り台等の別の退船手段が有効等の提案が検討されている。試作されたシューター用降下袋は、シューター降下時だけでなく、2名から4名程度の人員により、船内の移動や降下後の救命いかだへの移動にも使用できる可能性がある。

b. 海外における調査研究

英国で2004年3月に開かれた Escape, Evacuation & Recovery Conference の中で、移動制約者の非常時脱出に関する調査報告がなされ、下半身麻痺等の身体障害者の場合、船員等の助けにより乗艇場所より救命艇に乗艇することは可能とされているが、シューターの降下作業については危険が生じる恐れがあるため、救助艇等の利用が提案されている。

c. ヒューマンファクター

救命設備を使用する人達の観点に立った問題点の見直しが必要であり、例えば、操作が分かり易い、整備し易いシステムにしていくことで、ヒューマンエラーの減少や過大な訓練を必要としない方向性が確保される。また、救命艇等の座席スペースの見直し、乗り込み易さ等の検討が必要である。

(5) 回収の問題

現在、SOLAS 条約では、海中転落者や漂流者の回収のため、救助艇が搭載され、

特に、RORO 旅客船には高速救助艇が搭載されている。高速救助艇は荒天下における救助活動をも想定したもので、波による動揺補正装置やワイヤーの高速巻き取り装置等を備えるダビット進水装置と共に使用されている。また、RORO 旅客船には海上の漂流者の回収用に、ダビット進水式いかだを基本構造にしたもの等の遭難者揚収装置が搭載されている。

高速救助艇は、1点吊りの特殊なダビットを備え、ある程度の荒天時における使用を前提に設計されているにもかかわらず、海上でのフック連結作業の困難さや危険性が指摘されている。また、遭難者揚収装置はその有効性に問題があるとの指摘がなされている。

荒天時の揚収性能に優れるとされ、海上保安庁の巡視船に使用されているミランダ式進水装置についても、実際の荒天下においては、クレードルへの接続作業の困難さや揚収時に船側に衝突する等の問題点が指摘されている。

4.1.2 進水装置の新しい構造に関する検討

(1) コントロールされた降下進水方法

進水システムとして求められているのは、構造が単純で操作に特別な訓練の必要がなく、信頼性が高く、安全な進水が可能なものであり、そのようなシステムが実現できれば、使用する乗員・乗客の負担が減り、安全が確保されることになる。

ダビット式進水機構は、降下速度は操作ワイヤーにより制御可能であるが、ワイヤーで吊られているため、前後左右方向はコントロールされていないまま降下する。このことから、降下中及び海面上で船側衝突の危険が生じる。ワイヤーを使用せずにコントロールされたまま降下する機構が実現できれば将来的な可能性がある。同時に、できるだけ単純な機構にすることで、操作のわかりやすさ、容易さ、整備の簡略化が計られる。コントロールされた降下進水機構の例として、アーム式進水機構及びレール式進水機構を検討した。

(2) 模型実験

a. 目的

実海域海象を想定した模型によるダビット式救命艇の進水実験を行い、現行基準の問題点を抽出すると共に、レール式、アーム式等の救命艇進水装置の模型実験を行い、新たな構造の可能性を明らかにすることで、それらを評価可能な SOLAS 章・LSA コードの枠組みを探る。

b. 試験の概要

一般的な旅客船（90,000 トン、幅 30m 程度）が喫水線上 11m に救命艇を搭載し、横傾斜 ±20 度、縦傾斜 ±10 度の状態で進水させる状況を模擬できる 1 / 12 縮尺の船体模型を作成し、様々な進水装置について、波高 3m（縮尺模型時 0.25m）程度の状態における進水の状況を調査する。救命艇は旅客船用の全閉囲型救命艇（定員 62 名）を想定し、全長 10m、全幅 4m とした。

救命艇模型の概要を図 4-1-1 に、船体模型及び固定装置の概要を図 4-1-2～図 4-1-4 に示す。また、ダビット式進水装置模型の概要を図 4-1-5 に、レール式進水装置模型の

概要を図 4-1-6 に、アーム式進水装置模型の概要を図 4-1-7 に示す。

c. 試験方法

船体模型を曳引台車に固定し、3軸加速度ピックアップを船首部、船側部及び船尾部の3カ所に取り付け、測定器を内蔵した救命艇模型を様々な進水装置を用いて波高0.25mの水面に進水させる。進水時に救命艇が受ける加速度を測定し、また進水状況をビデオ記録する。船側が波を受ける方向は波に対して直角及び平行の2方向とし、船体の傾斜は水平時、横傾斜±20度及び縦傾斜±10度の状態とする。

想定する波浪条件について

項目	単位	原寸大	1/12 縮尺
波高	m	3	0.25
波周期	秒	7前後	2前後
波長	m	7.6	6.4
波速	m/s	10.9	3.2

ダビット式、アーム式及びレール式進水装置（船側進水）に対する試験条件

波の方向	船側に平行			船側に垂直
	-20度	0度	+20度	0度
横傾斜	-20度	0度	+20度	0度
縦傾斜-10度				-
縦傾斜0度				
縦傾斜+10度				-

d. 実施場所

独立行政法人 海上技術安全研究所、耐航・復原性研究グループ、動揺水槽

e. 試験結果

試験結果を表 4-1-1～表 4-1-4 に示す。また、測定された加速度の一例を図 4-1-8～図 4-1-15 に、試験時の波形を図 4-1-16 に示す。使用された加速度ピックアップはひずみゲージ式 AS-100TA 型で、サンプリング間隔 1kHz で EDS-400A 型コンパクトレコーダーに記録した。記録された加速度は救命設備試験勧告（MSC.81(70)）6.17.16 に従い、1/12 縮尺模型に相当する 71Hz のローパスフィルター処理を行った。

ダビット式については、表 4-1-1 に示すように、横傾斜 - 20 度（救命艇が船側上側に位置する方向を横傾斜 + 側とする）及び横傾斜 0 度の条件の場合、スムーズに降下したが、横傾斜 + 20 度においては艇体を傾けて、船側を擦りながら降下する状況が確認された。いずれの場合も着水後、離脱するまでの間、波にたたかれて船側等にあたり 2g から 5g 程度の加速度が記録された。

レール式については、横傾斜 - 20 度の実験中に模型進水機構が破損したため、途中

で中止せざるを得なかったが、横傾斜 - 20 度、0 度及び+20 度のいずれも場合もスムーズな降下及び進水が確認され、離脱時の最大加速度は 2g であった。

アーム式については、動力やスプリング等の蓄力を用いずに横傾斜 - 20 度でも進水可能な構造として、前後 2 本アーム式の構造を検討したが、前部アームが斜面から振り出される時に、艇体の衝撃を伴う揺れが観察され、加速度 3g ~ 6g が記録された。また、艇体を保持するクレードルの強度が不足したため、縦傾斜時に艇体がクレードルから外れて落下する状況が観察された。

(3) 考察

ダビット式については、着水直前及びその後の離脱までの間、波にたたかれて衝撃を受けたり、船体にあたる危険な状況が観察された。また、横傾斜 + 20 度において艇体を傾けて、船側を擦りながら降下するやや危険な状況が確認された。今回は本船のローリングを無視して静止状態における試験を行ったが、本船のローリングを考慮すると、降下中に船側と衝突する、さらに危険な状況が考えられる。

レール式については、計画どおり、スムーズな降下及び進水が確認された。今回の実験では模型救命艇をラジオコントロールで操縦して離船したが、より安全な離脱及び積極的な離船（クリアリング）機構を今後検討することが必要と考える。

アーム式については、前述のように、前後 2 本アーム式の構造は、安全な進水には問題があると考えられる。一体型のアーム構造とし、横傾斜 - 20 度の場合はスプリング等で押し出す等、別の機構を今後検討する必要がある。

4.1.3 回収装置の新しい機構に関する検討

(1) マルチアーム式回収機構

水面に浮遊する物体と本船とを連結する場合、波による水面の上下と船体のローリングやピッチングによる相対水位の変化を考慮する必要がある。通常の 2 点吊り救命艇の海上におけるフック連結作業が困難な理由はこの点にある。また、高速救助艇やミランダ式ダビット等の相対水位の変化に対応する特殊な機構を備えている場合ですら、作業に困難や危険が生じている理由は、離脱及び回収用フックと本船からのリンクを 1 カ所または 2 カ所のピンポイントで合わせる必要があるためと考えられる。

ここで検討した回収機構は、相対水位の変化をアームの上下運動で補正すると共に、本船からのリンクをピンポイントで合わせるのではなく、ある一定の場所に操船すればガイドに従って連結される構造であり、底面に網を張ったちり取り状のフロートを備え、フロート内に入った救助艇をすくい上げるものである。

(2) 模型実験

a. 進水装置の試験と同様、一般的な旅客船（90,000 トン、幅 30m 程度）の船尾に回収装置が搭載されていると想定し、本船が横傾斜 10、0 及び+10 度の状態において、波高 3m（縮尺模型時 0.25m）程度の波を船側に平行にあてた状態における進水及び回収の状況を調査する。マルチアーム式進水装置模型概要を図 4-1-17 に示す。

救助艇に相当する模型艇は全長約 50cm（実物相当約 6m）のラジオコントロール艇

を使用した。試験結果を表 4-1-6 に示す。

(3) 考察

結果に示すように、進水及び回収作業は容易に可能であり、より安全で確実な回収機構として今後、検討すべき方向と考えられる。横傾斜 - 10 度における回収時に波にたたかれて艇体が転覆したが、これは引き上げ速度をより早くすることで避けることができると思われる。また、今回は設置しなかったが、救助艇の船首に離脱装置を設け、フロント奥に設置される連結部（電車の連結器のような概念）と連結することにより、より確実な進水・回収作業が可能になると考える。

4.1.4 基本的性能要件の検討

図 4-1-18 に示すように退船シナリオに対応した性能要件は以下のようである。

(1) Availability（利用可能性）

実態に合った進水時の List、Trim の検討

実態に合った進水時の波浪、Rolling、Pitching の検討

事故時の損傷からの保護

機器の信頼性

整備の容易さ

乗艇方法

(2) Ergonomics（人間工学）

個人用救命具との適合性

乗艇方法：移動制約者でも容易に乗艇できる構造、機構

操作の容易さ

訓練の最小化

生存環境（食料、水、空間）の確保

(3) In-water performance（水上における性能）

安定性

操縦性

安全な本船からの離脱

(4) Rescue（捜索・救助）

位置を知らせる

救助され易さ

表 4-1-1 ダビット式進水模型実験結果（波を船側に平行に受ける）

傾斜条件		進水状況					
横傾斜(度)	縦傾斜(度)	進水開始	測定開始	振り出し	降下	着水	離脱
- 20	- 10	0 秒	6 秒	0 ~ 20 秒	20 ~ 29 秒	25 秒	29 秒
		スムーズな降下、離脱時に波に叩かれる（船首上下運動,27 秒）					
	13:09	File: 010001（着水時：2.5g）					
0	0	0 秒	7 秒	0 ~ 20 秒	20 ~ 33 秒	27 秒	33 秒
		スムーズな降下、離脱時にステーにあたる（31 秒後）					
	10:53	File: 006001（離脱時：3.5g）					
+10	+10	0 秒	1 秒	0 ~ 20 秒	20 ~ 30 秒	25 秒	30 秒
		スムーズな降下、離脱時に船体にあたる（26 秒、29 秒後）					
	11:16	加速度測定ミス					
0	- 10	0 秒	2 秒	0 ~ 20 秒	20 ~ 53 秒	47 秒	53 秒
		スムーズな降下、離脱時に波に叩かれる。					
	10:21	File: 003001（離脱時：2.5g）					
0	0	0 秒	0 秒	0 ~ 20 秒	20 ~ 52 秒	46 秒	52 秒
		スムーズな降下、離脱時に波に叩かれる。					
	10:00	File: 001001（離脱時：2g）					
+10	+10	0 秒	1 秒	0 ~ 20 秒	20 ~ 55 秒	47 秒	55 秒
		スムーズな降下、離脱時に波に叩かれる					
	10:11	File: 002001（1g 以下）					
+20	- 10	0 秒	1 秒	0 ~ 20 秒	20 ~ 79 秒	72 秒	79 秒
		船側に沿って、右傾斜しながら降下					
	14:25	File: 014001（着水後：4.5g）					
0	0	0 秒	1 秒	0 ~ 20 秒	20 ~ 72 秒	72 秒	
		船側に沿って、右傾斜しながら降下、船首ワイヤー外れず*					
	13:58	File: 012001					
+10	+10	0 秒	1 秒	0 ~ 20 秒	20 ~ 83 秒	69 秒	83 秒
		船側に沿って、右傾斜しながら降下					
	14:10	File: 013001（着水後：5.5g）					

注 1：救命艇が船側上側に位置する方向を横傾斜+側とする。

注 2：救命艇の船首が上がった方向を縦傾斜+側とする。

注 3：*印、横傾斜+20 度、縦傾斜 0 度において、離脱機構不調のため離脱できなかった。

表 4-1-2 レール式進水模型実験結果（波を船側に平行に受ける）

傾斜条件		進水状況				
横傾斜(度)	縦傾斜(度)	進水開始	測定開始	降下	着水	離脱
- 20	0 13:16	0 秒	4 秒	0 ~ 24 秒	24 秒	24 秒
		24 秒までスムーズな降下、その後、ブレーキ故障で落下 File: 007001 (1g 以下)				
0	- 10 10:55	0 秒	2 秒	0 ~ 35 秒	30 秒	43 秒
		スムーズな降下及び離脱 File: 003001 (離脱時: 1.8g)				
	0 10:34	0 秒	2 秒	0 ~ 35 秒	30 秒	40 秒
		スムーズな降下及び離脱 File: 001001 (離脱時: 2g)				
	+10 10:46	0 秒	2 秒	0 ~ 35 秒	30 秒	45 秒
		スムーズな降下及び離脱 File: 002001 (離脱時: 1.8g)				
+ 20	0 17:00	0 秒	-	65 秒		
		スムーズな降下を確認、レールが短く水面に至らず* 加速度測定なし				

注：*は本模型がオンロード離脱機構を持たないため、進水できなかったが、オンロード離脱により進水可能と考える。

表 4-1-3 アーム式進水模型実験結果（波を船側に平行に受ける）

傾斜条件		進水状況				
横傾斜(度)	縦傾斜(度)	進水開始	測定開始	降下	着水	離脱
- 20	- 10	0 秒	2 秒	0 ~ 14 秒	12 秒	14 秒
	13:20	スムーズな降下及び進水 File: 006001 (着水時: 2g)				
	0	0 秒	4 秒	0 ~ 14 秒	13 秒	14 秒
	11:58	スムーズな降下及び進水 File: 004001 (1g 以下)				
	+10	0 秒	2 秒	0 ~ 13 秒	13 秒	13 秒
	13:11	スムーズな降下、着水時に船体にあたる。 File: 005001 (着水時: 2.5g)				
0	- 10	0 秒	1 秒	0 ~ 13 秒	13 秒	13 秒
	11:39	振り出し時に枠から外れ自由降下* File: 00301 (水面衝突時: 5g)				
	0	0 秒	1 秒	0 ~ 25 秒	22 秒	25 秒
	11:19	振り出し時に揺れが発生(13 秒後) File: 001001 (振り出し時: 3g)				
	+10	0 秒	1 秒	0 ~ 13 秒	14 秒	14 秒
	11:30	振り出し時に枠から外れ自由降下* File: 002001 (水面衝突時: 5g)				
+20	- 10	0 秒	1 秒	0 ~ 14 秒	14 秒	14 秒
	14:00	振り出し時に枠から外れ自由降下* File: 009001 (水面衝突時: 10g)				
	0	0 秒	1 秒	0 ~ 30 秒	30 秒	30 秒
	13:42	アーム振り出し時(12 秒後)に衝撃、ゆれ File: 007001 (振り出し時: 3g)				
	+10	0 秒	1 秒	0 ~ 31 秒	31 秒	31 秒
	13:51	アーム振り出し時(13 秒後)に衝撃、ゆれ File: 008001 (振り出し時: 6g、着水時: 3g)				

注：* は模型固定枠の強度不足によるもので、本来計画した状況ではない。

表 4-1-4 アーム式進水模型実験結果（波を船側に垂直に受ける）

傾斜条件		進水状況				
横傾斜（度）	縦傾斜（度）	進水開始	測定開始	降下	着水	離脱
0	0（1回目）	0秒	1秒	0～23秒	19秒	23秒
	14:55	振り出し時に揺れ（12秒） File: 011001（振り出し時：4g、離脱時：1.3g）				
0	0（2回目）	0秒	1秒	0～23秒	20秒	23秒
	15:05	振り出し時に揺れ（12秒） File: 012001				

表 4-1-5 マルチアーム式進水・回収模型実験結果（船尾より進水：波を船側に垂直に受ける）

傾斜条件		進水状況			
縦傾斜（度）	横傾斜（度）	進水開始	降下	着水離脱	回収
0	-10	0秒	0～25秒	19～25秒	64～87秒
	9:32	回収時に救助艇が波に叩かれてネットの中で転覆			
	0	0秒	0～23秒	18～23秒	64～82秒
0	9:24	正常な進水及び回収作業			
	+10	0秒	0～20秒	17～20秒	65～77秒
0	9:29	正常な進水及び回収作業			

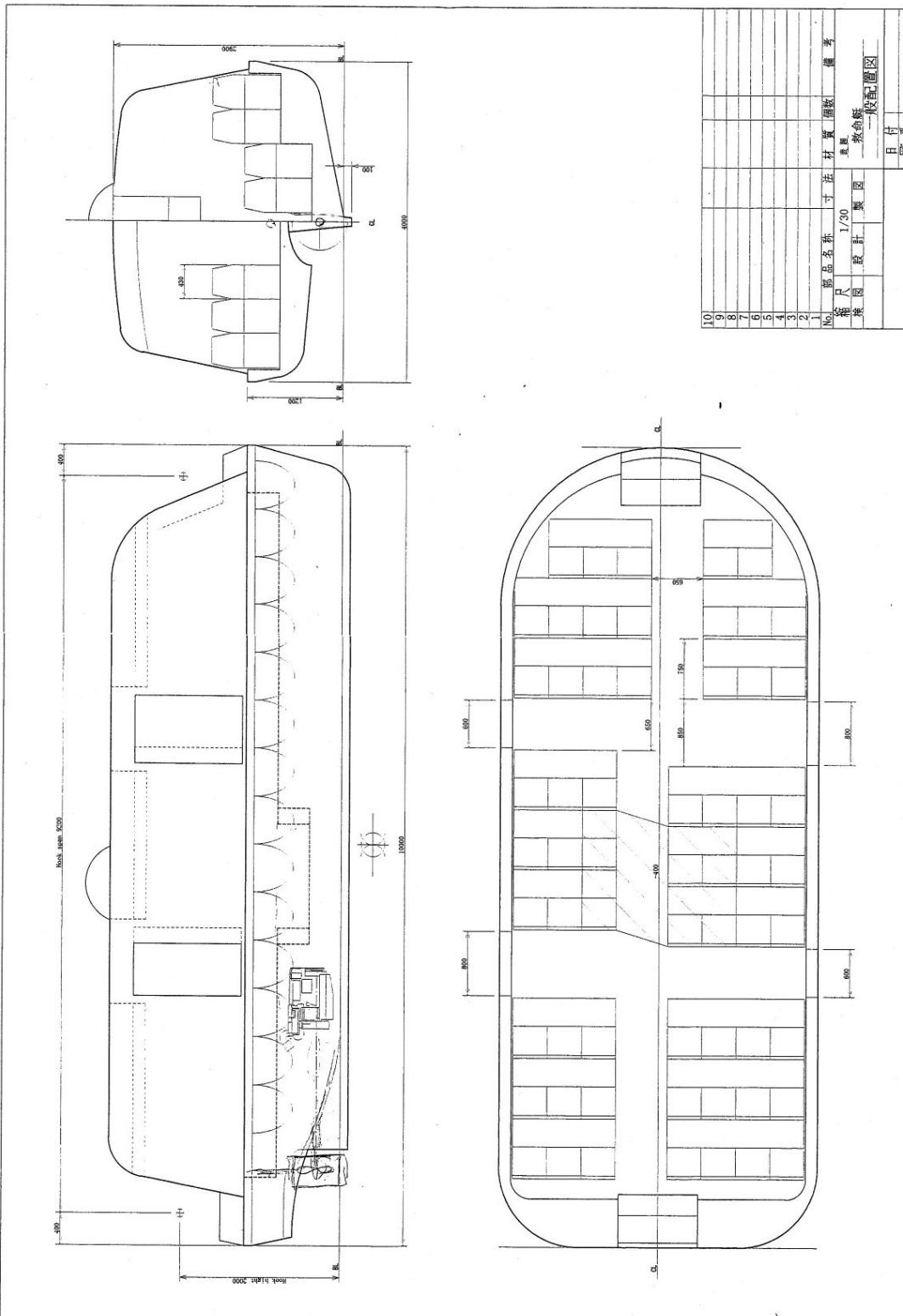


図 4-1-1 救命艇模型の概要

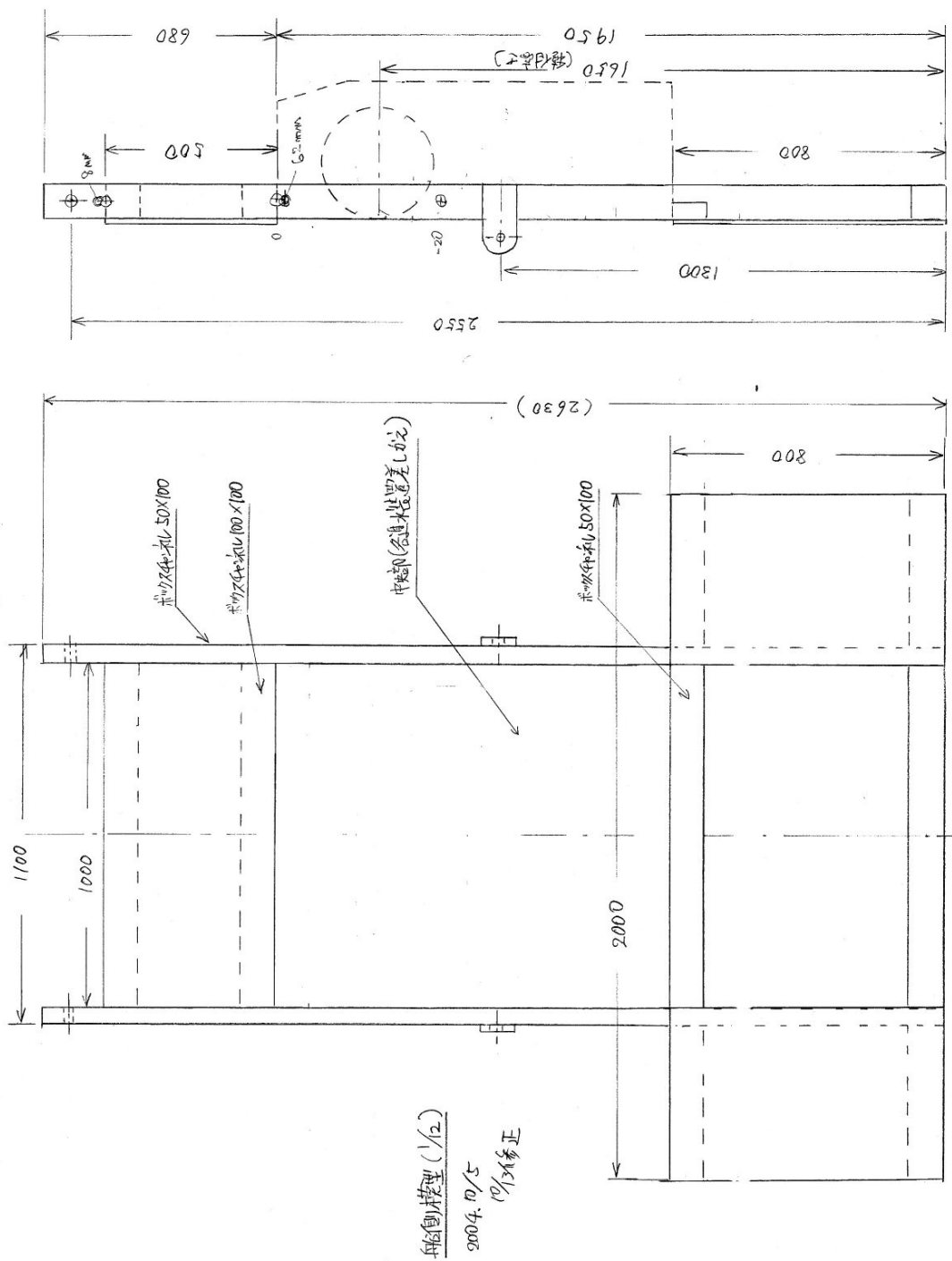


図 4-1-2 船側模型 (進水装置取り付け部)

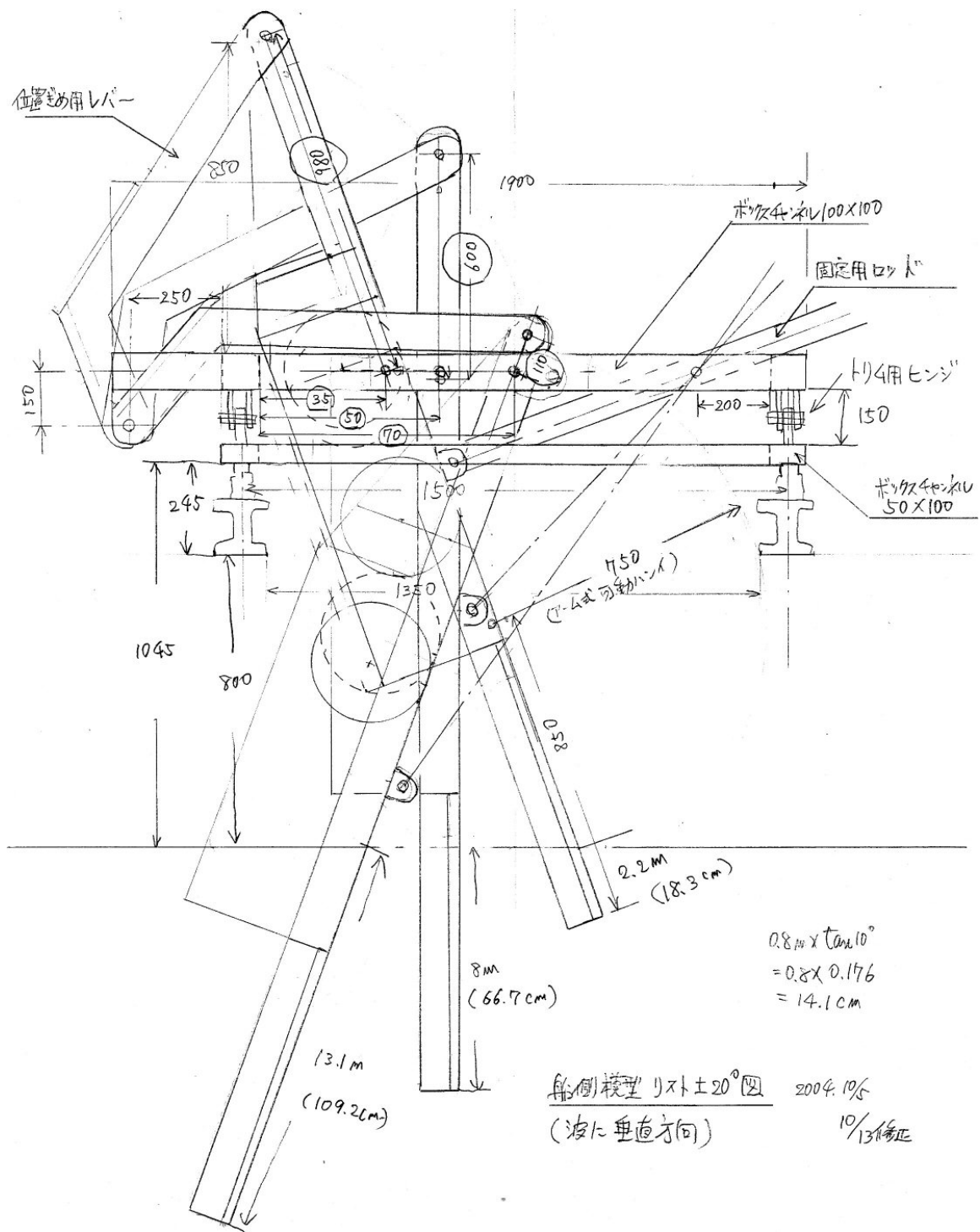


図 4-1-3 船側模型 (横傾斜計算書)

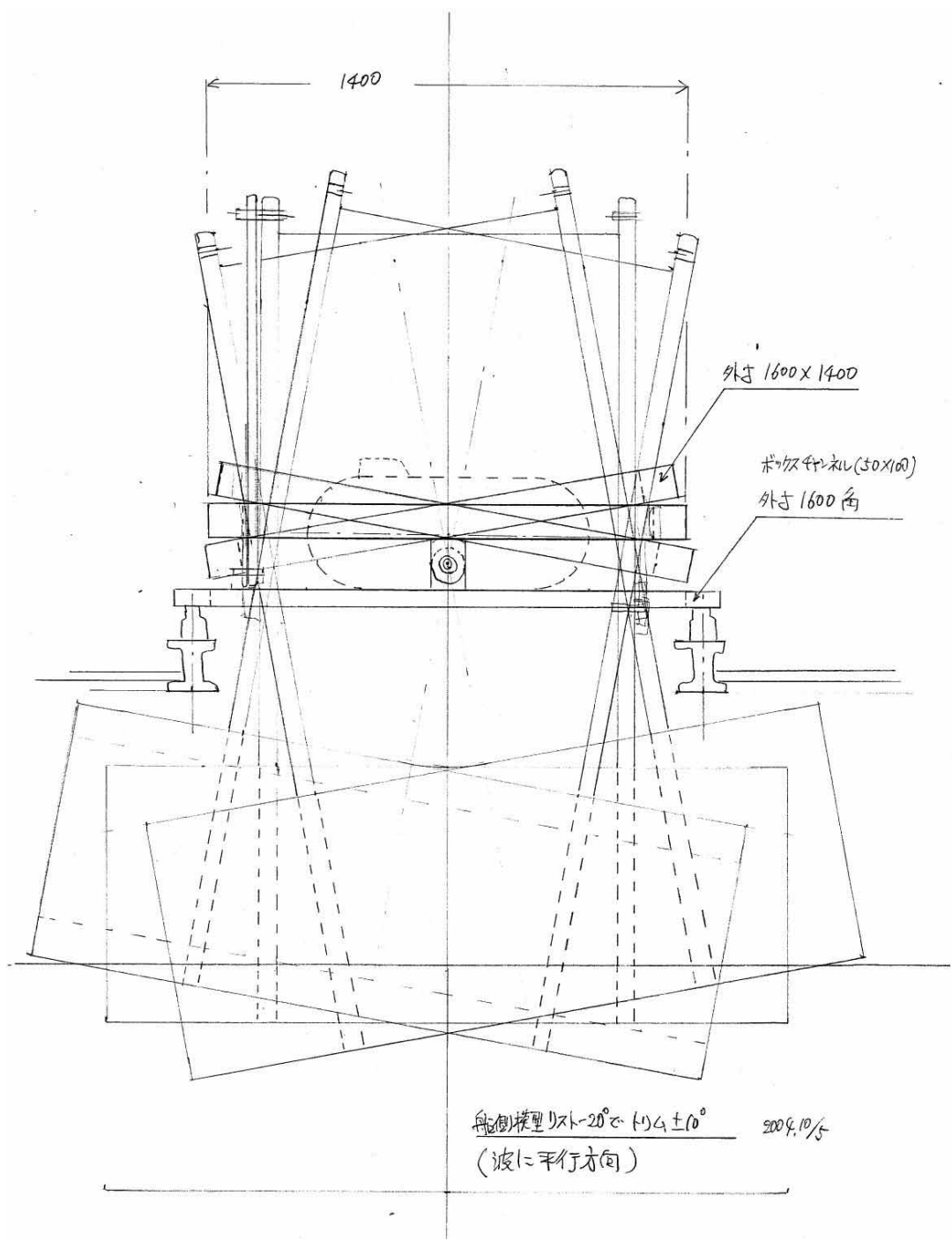


図 4-1-4 船側模型 (縦傾斜計算書)

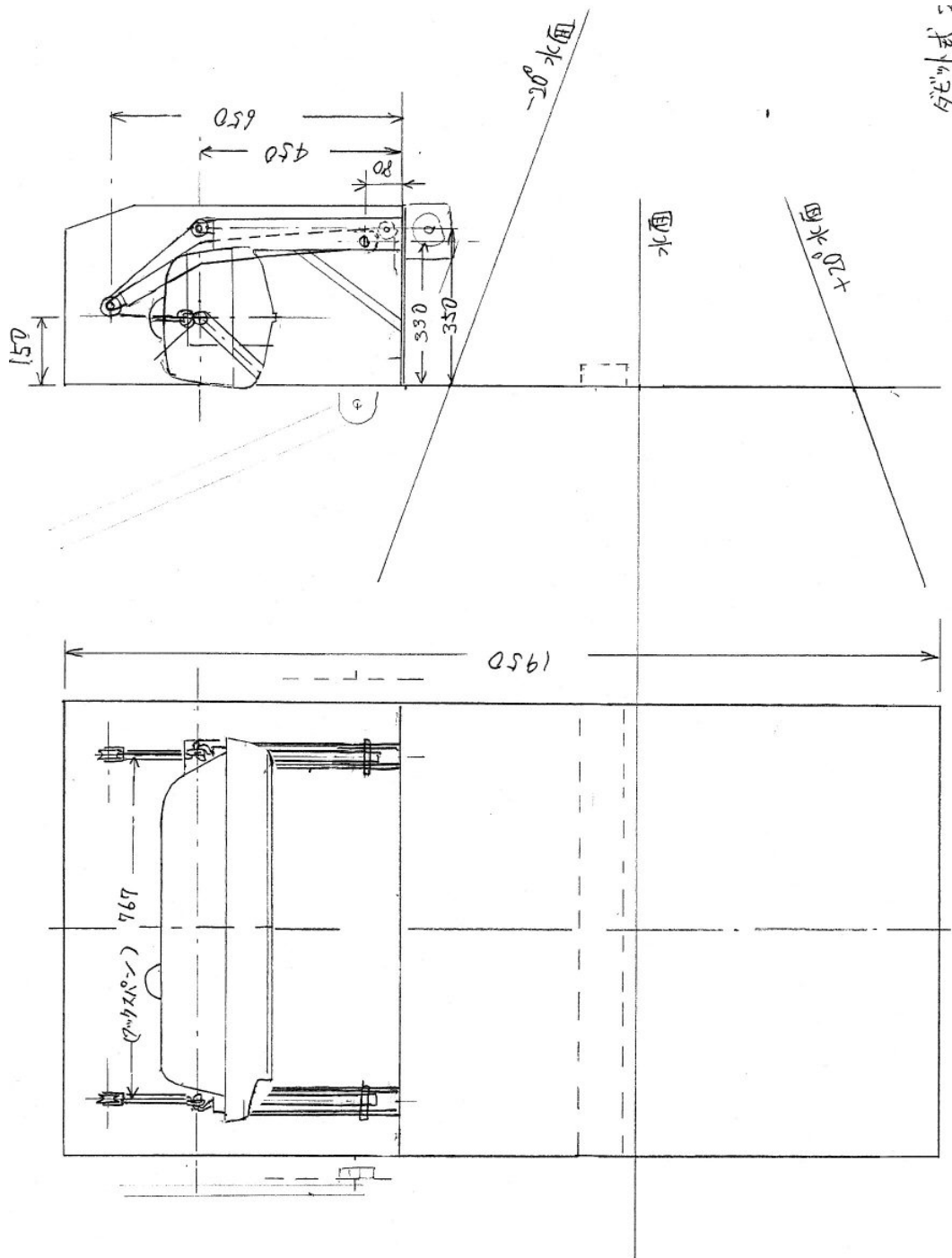


図 4-1-5 ダビット式進水装置模型

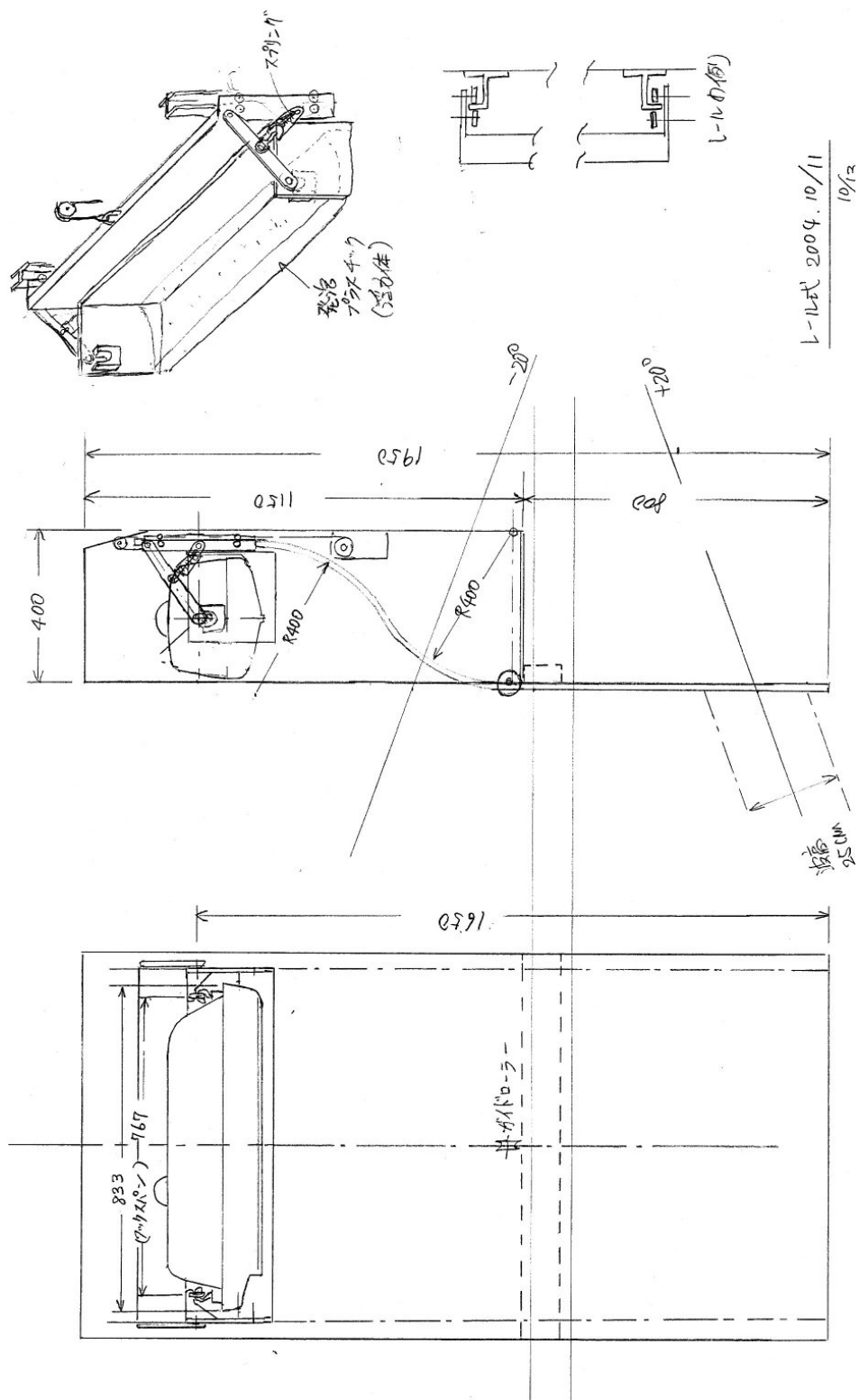


図 4-1-6 レール式進水装置模型

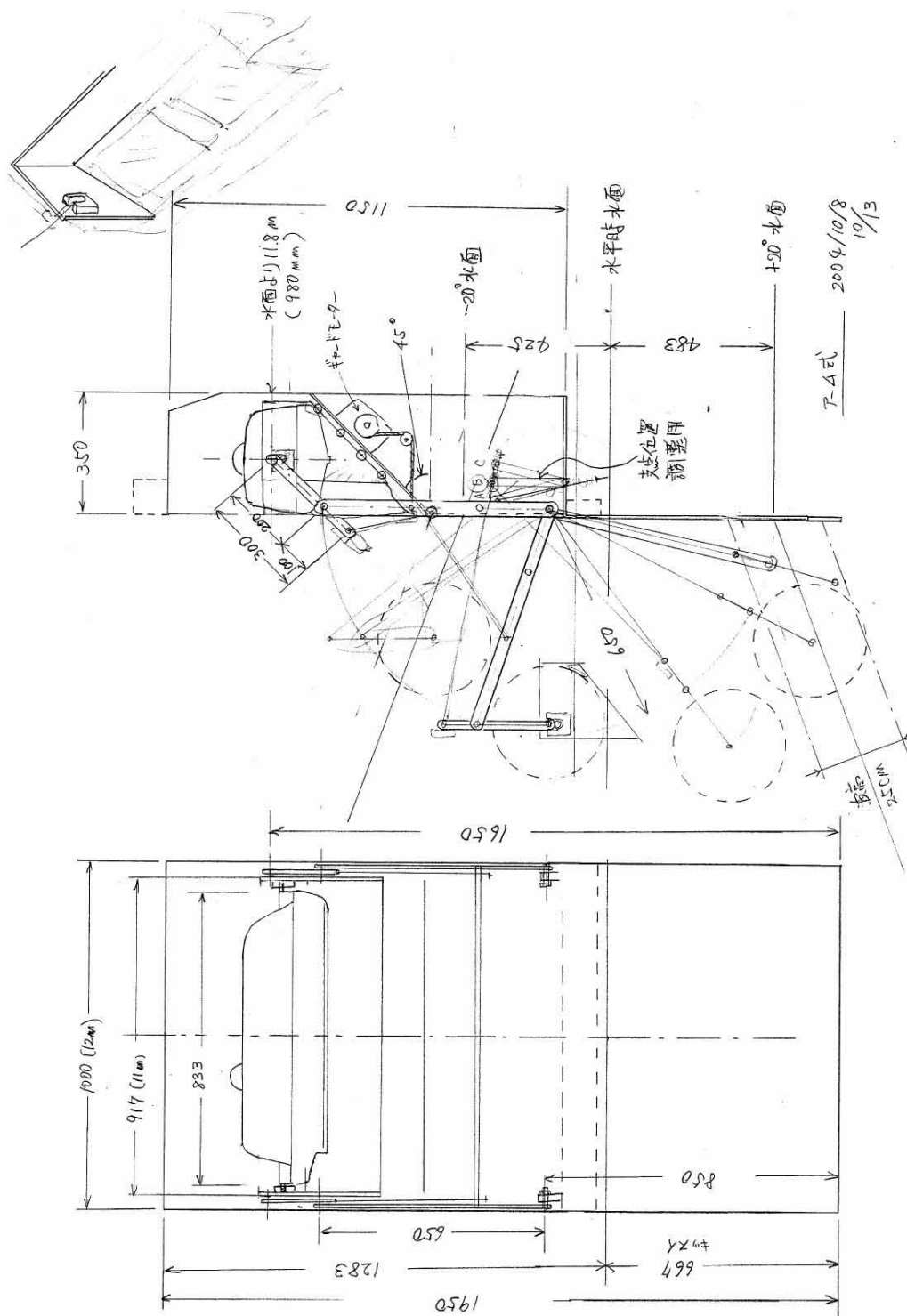
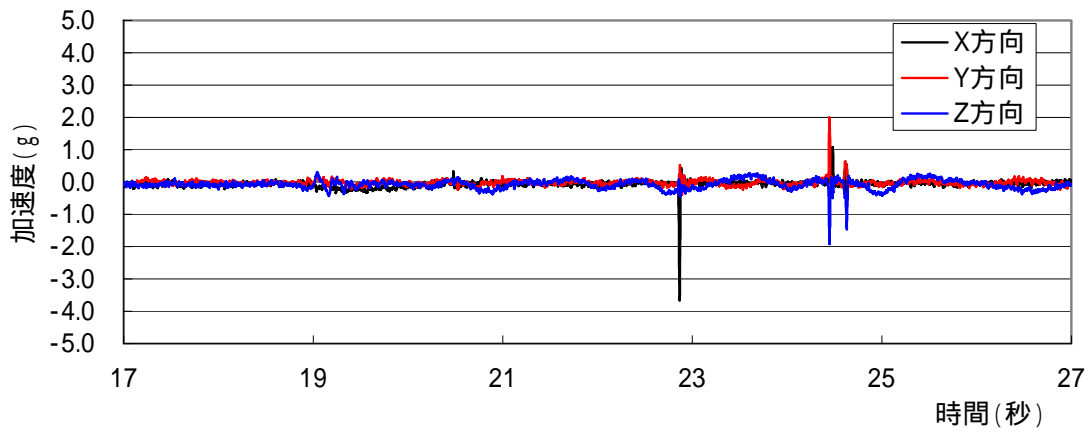
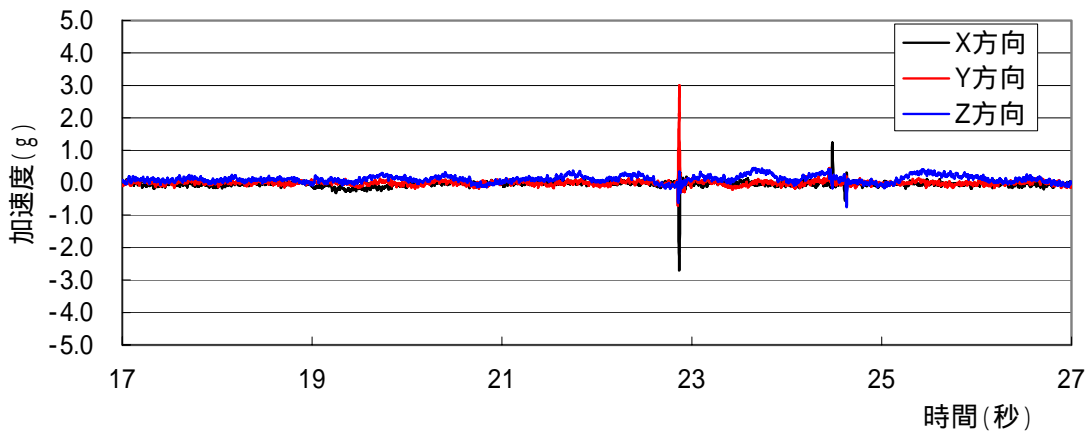


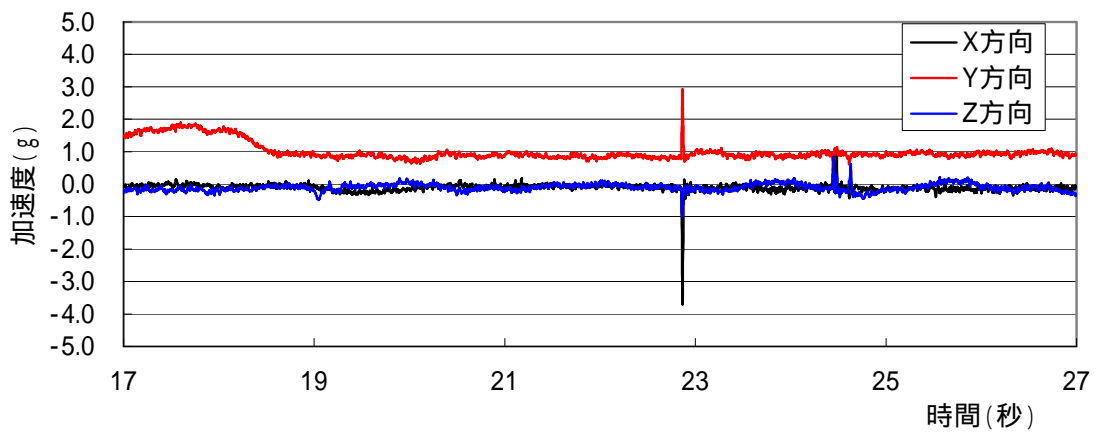
図 4-1-7 アーム式進水装置模型



ダビット式(横傾斜-20、縦傾斜0): 船首部

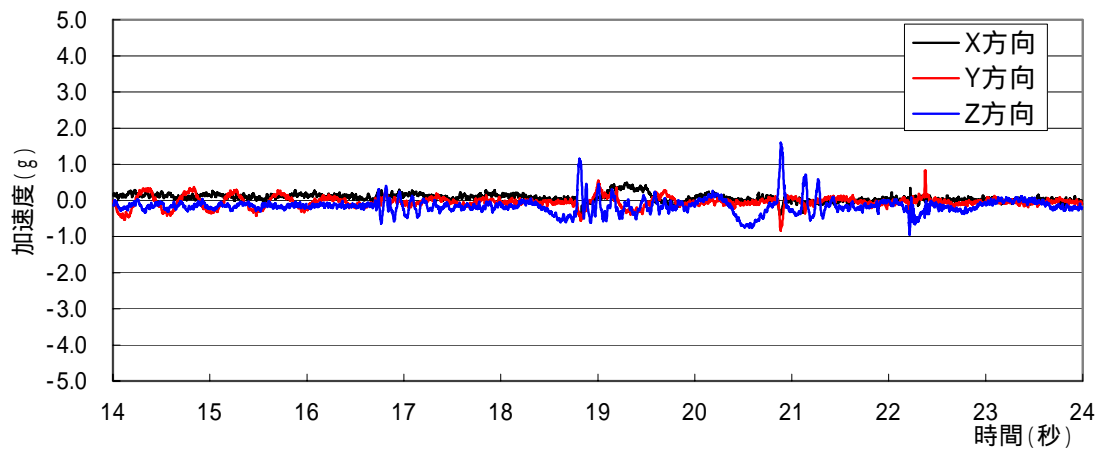


ダビット式(横傾斜-20、縦傾斜0): 船側部

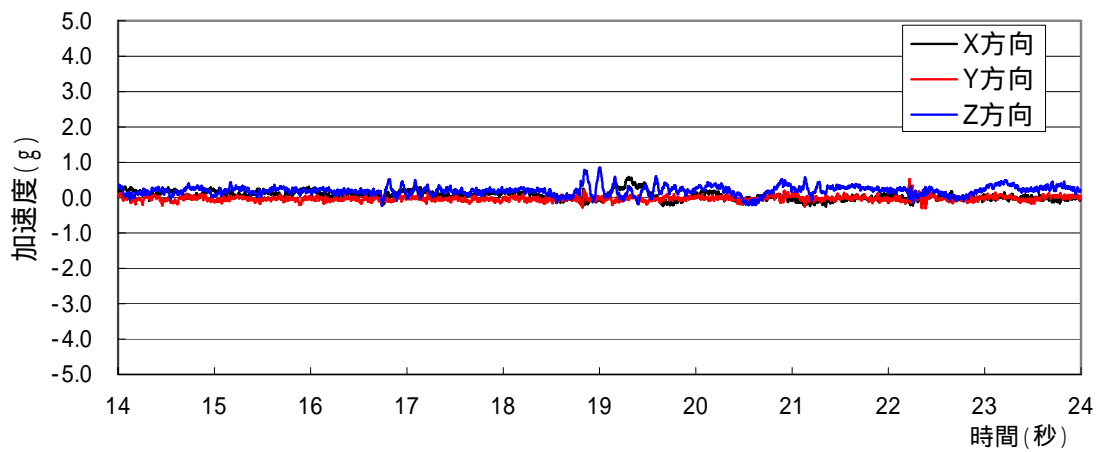


ダビット式(横傾斜-20、縦傾斜0): 船尾部

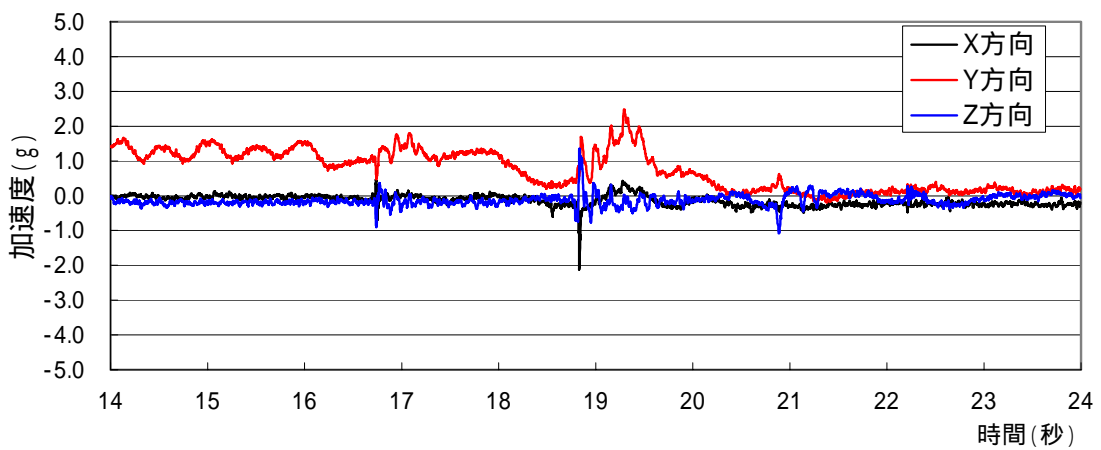
図 4-1-8 ダビット式進水時の加速度



ダビット式(横傾斜-20、縦傾斜-10):船首部

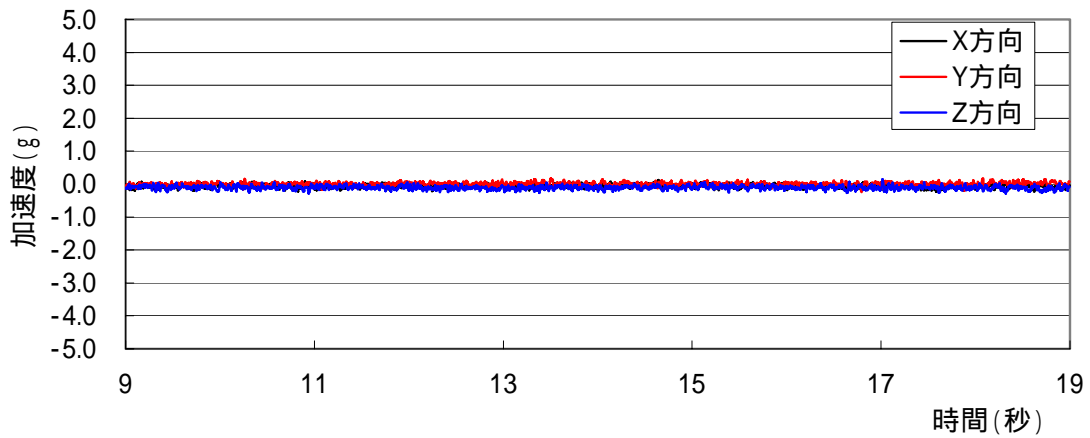


ダビット式(横傾斜-20、縦傾斜-10):船側部

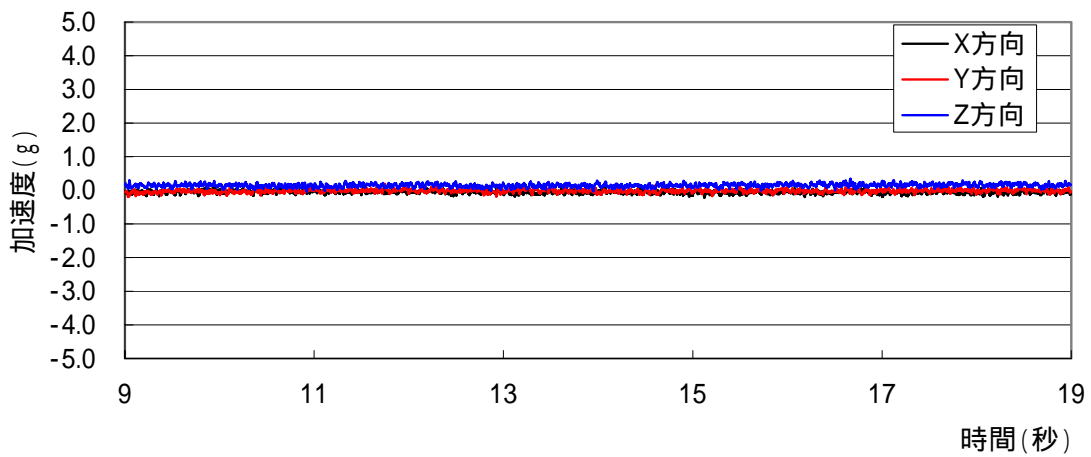


ダビット式(横傾斜-20、縦傾斜-10):船尾部

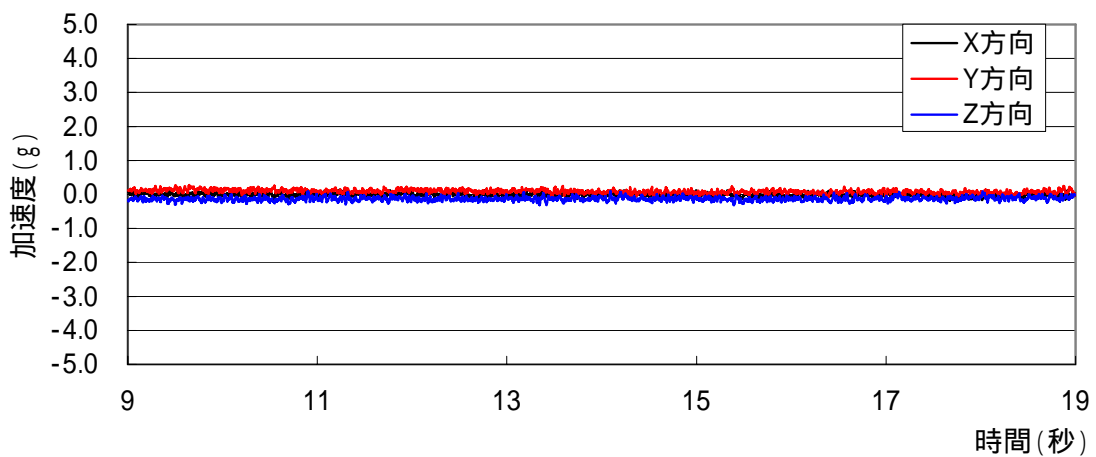
図 4-1-9 ダビット式進水時の加速度



レール式(横傾斜0度、縦傾斜0度): 船首部

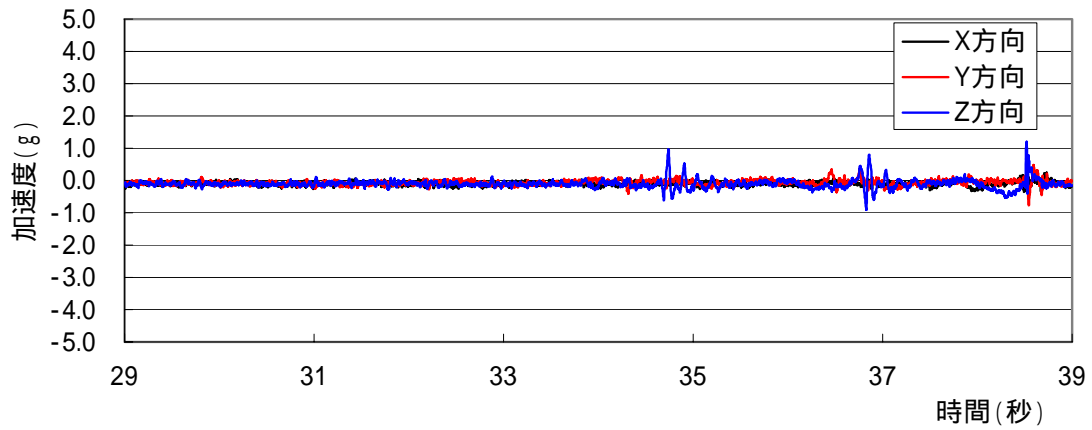


レール式(横傾斜0度、縦傾斜0度): 船側部

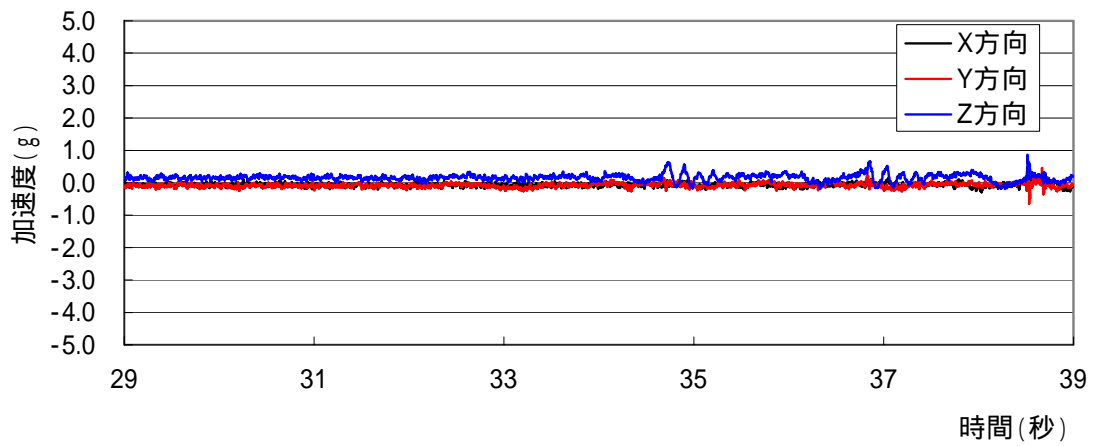


レール式(横傾斜0度、縦傾斜0度): 船尾部

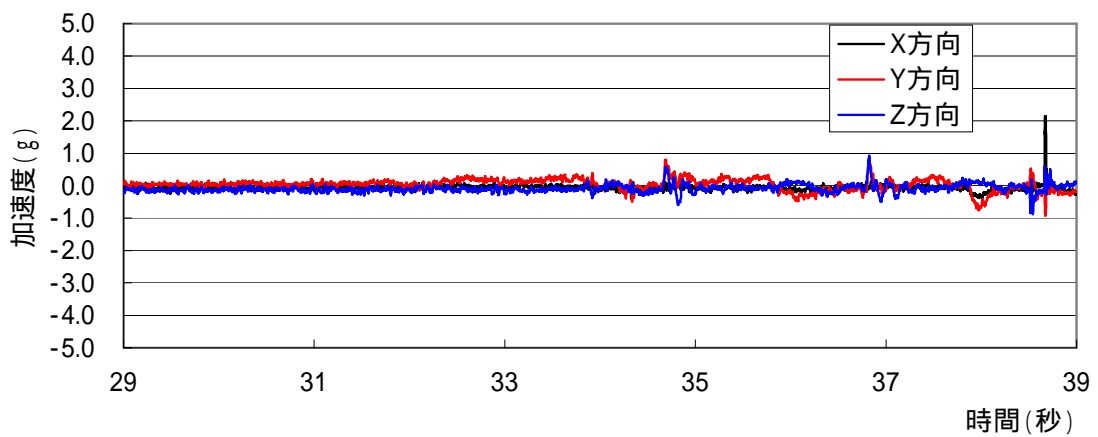
図 4-1-10 レール式進水時の加速度



レール式(横傾斜0度、縦傾斜0度): 船首部

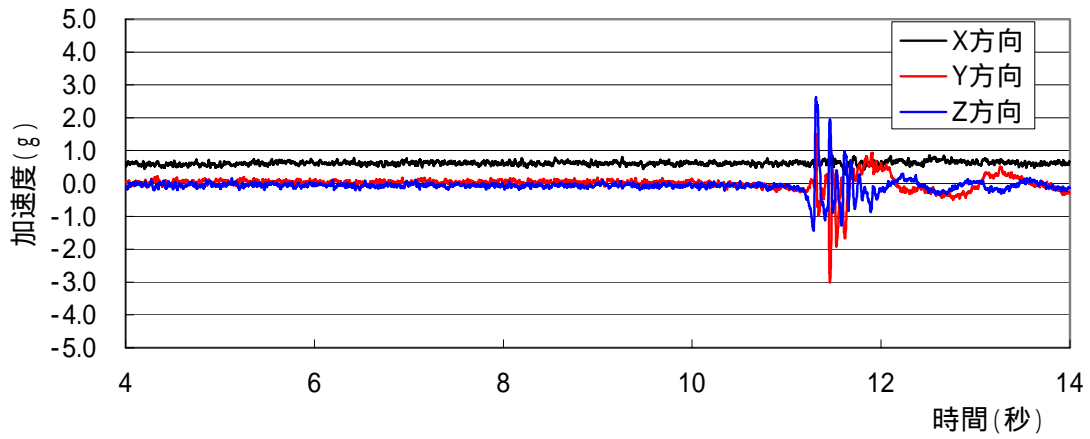


レール式(横傾斜0度、縦傾斜0度): 船側部

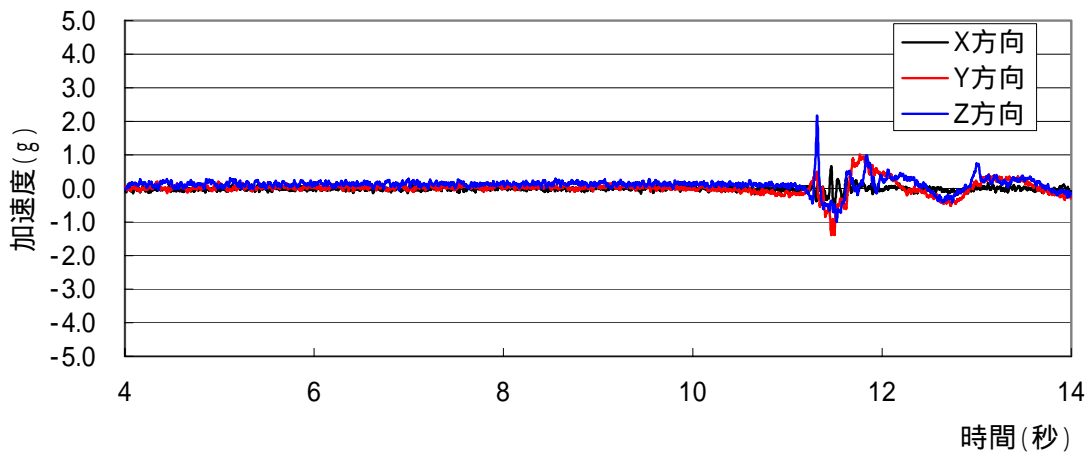


レール式(横傾斜0度、縦傾斜0度): 船尾部

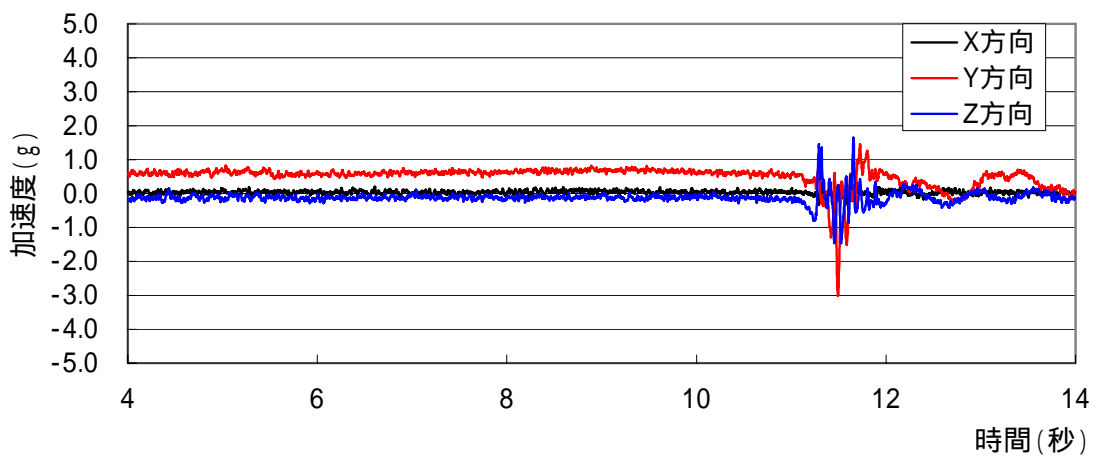
図 4-1-11 レール式進水時の加速度



アーム式(横傾斜0度、縦傾斜0度):船首部

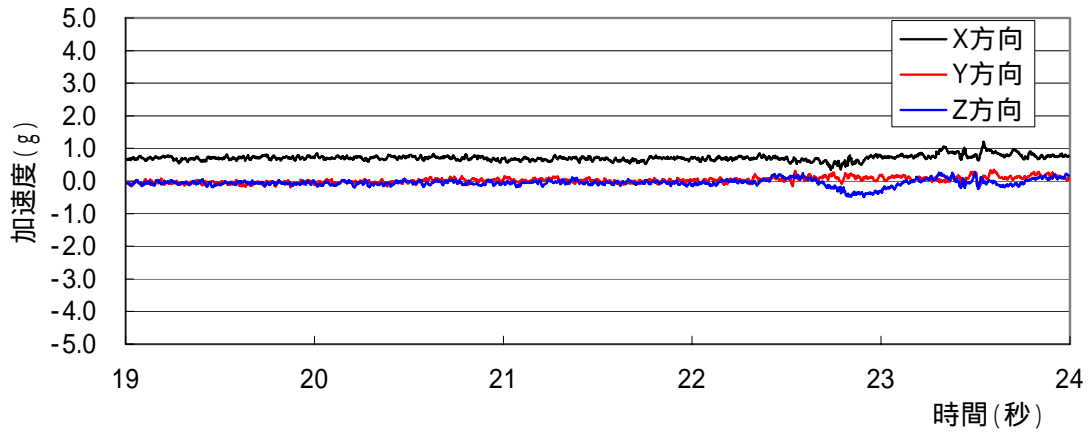


アーム式(横傾斜0度、縦傾斜0度):船側部

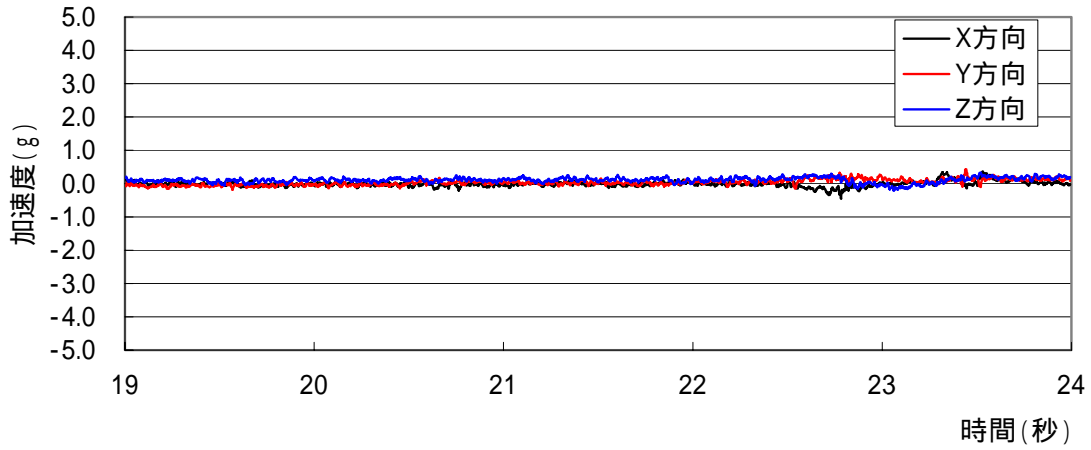


アーム式(横傾斜0度、縦傾斜0度):船尾部

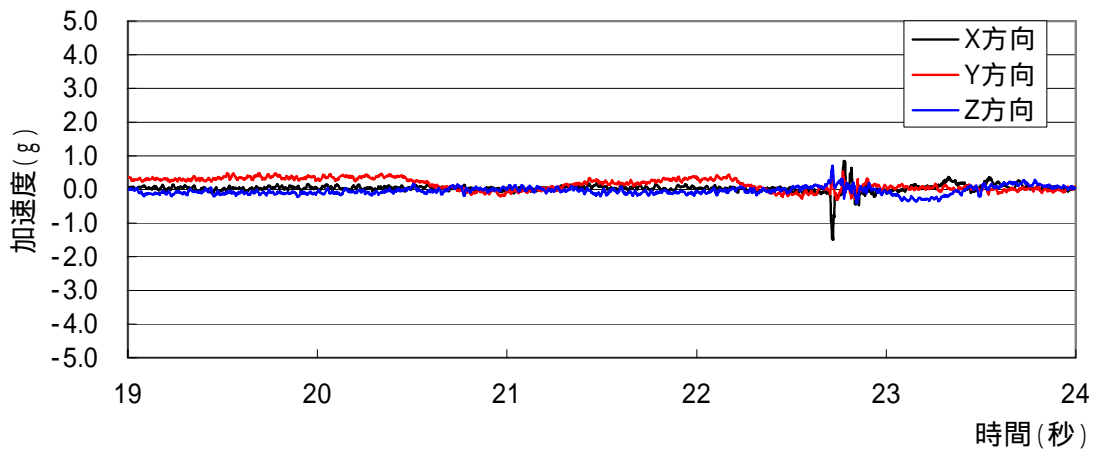
図 4-1-12 アーム式進水時の加速度



アーム式 (横傾斜0度、縦傾斜0度) : 船首部

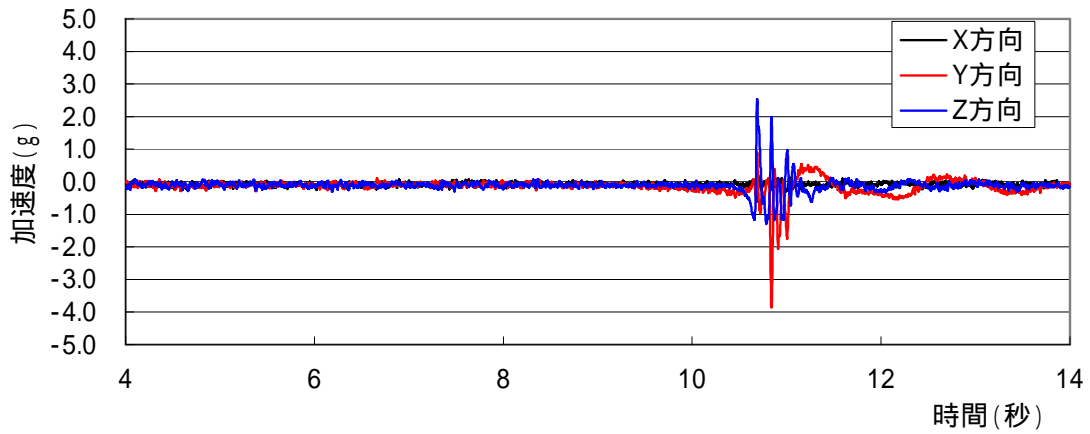


アーム式 (横傾斜0度、縦傾斜0度) : 船側部

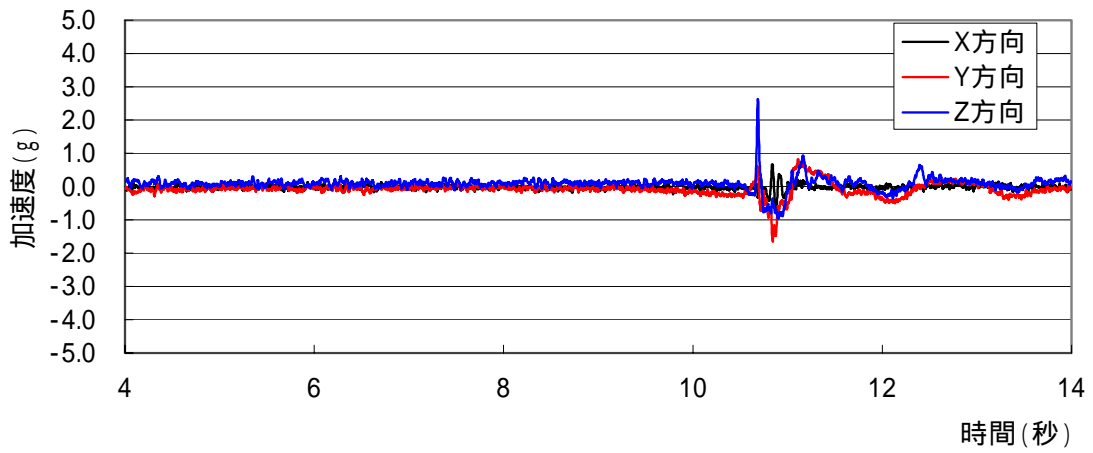


アーム式 (横傾斜0度、縦傾斜0度) : 船尾部

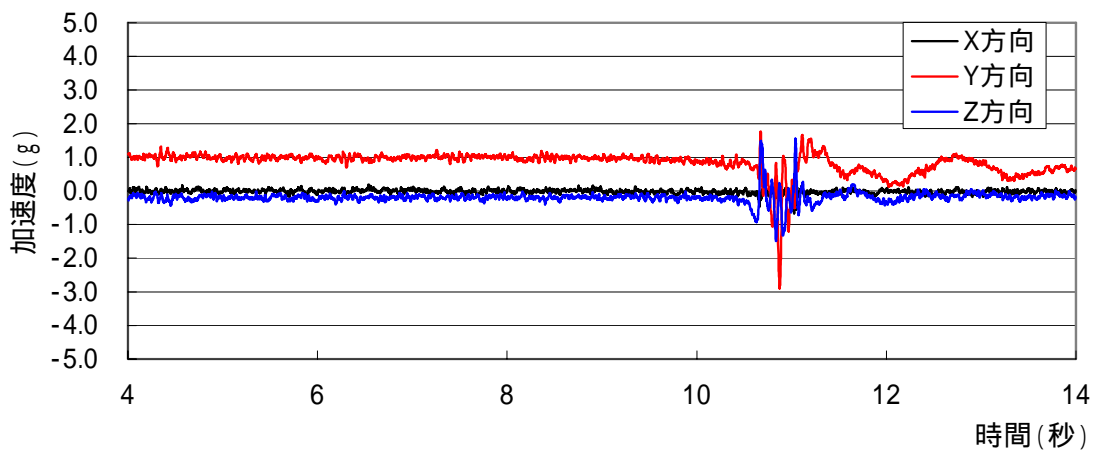
図 4-1-13 アーム式進水時の加速度



アーム式垂直波 (横傾斜0度、縦傾斜0度) : 船首部

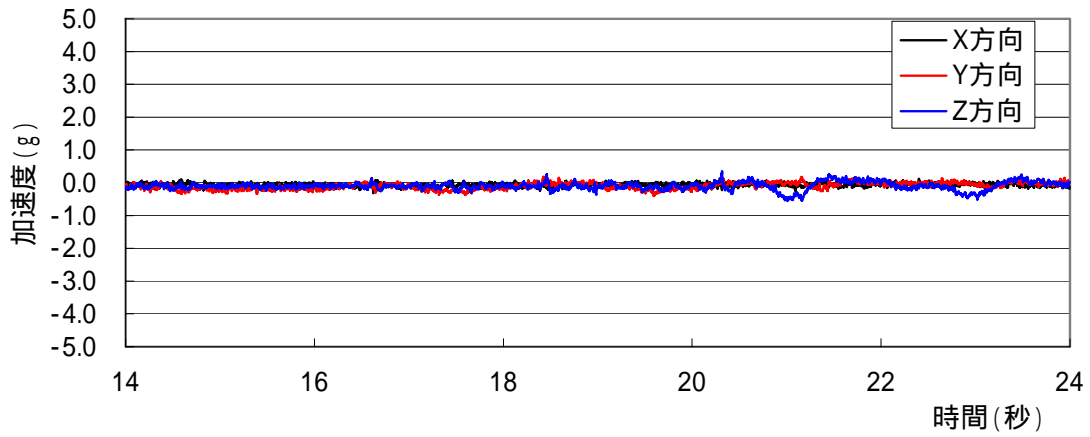


アーム式垂直波 (横傾斜0度、縦傾斜0度) : 船側部

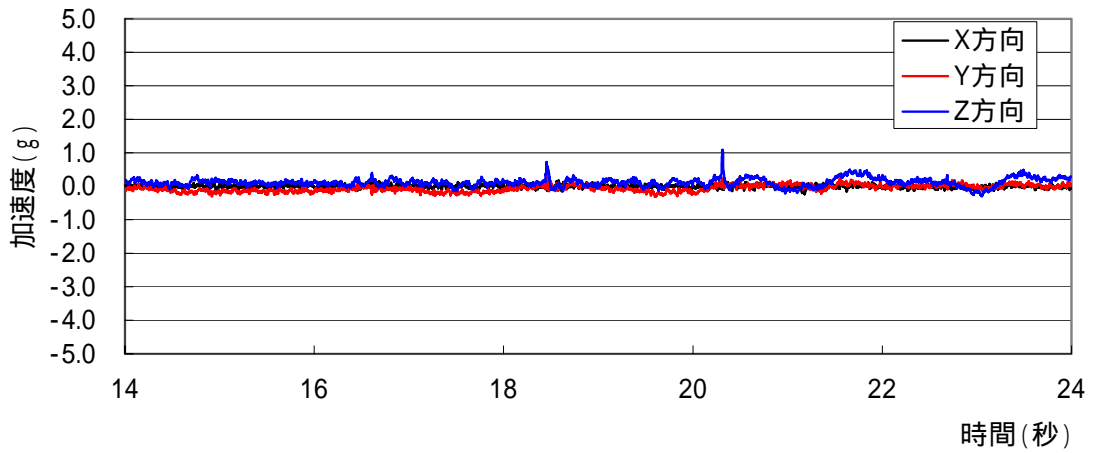


アーム式垂直波 (横傾斜0度、縦傾斜0度) : 船尾部

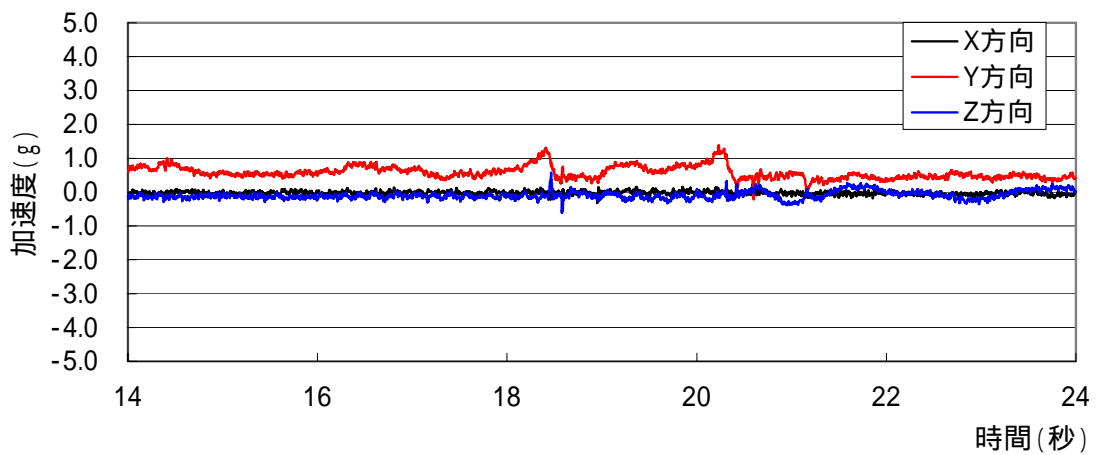
図 4-1-14 アーム式進水時の加速度



アーム式垂直波 (横傾斜0度、縦傾斜0度) : 船首部

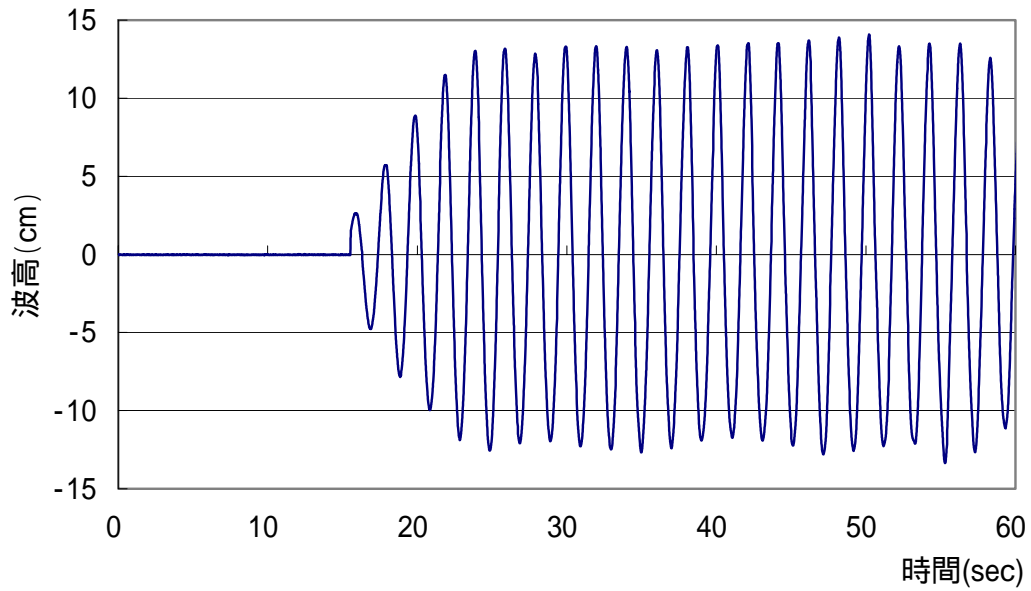


アーム式垂直波 (横傾斜0度、縦傾斜0度) : 船側部

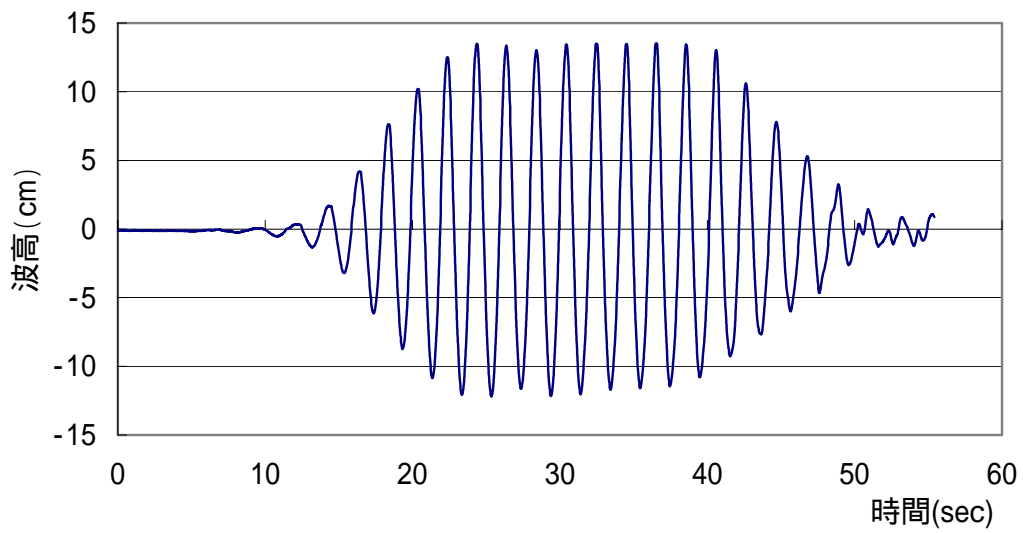


アーム式垂直波 (横傾斜0度、縦傾斜0度) : 船尾部

図 4-1-15 アーム式進水時の加速度



水槽試験時の波形(1月18日)



水槽試験時の波形(1月20日)

図 4-1-16 試験時の波形

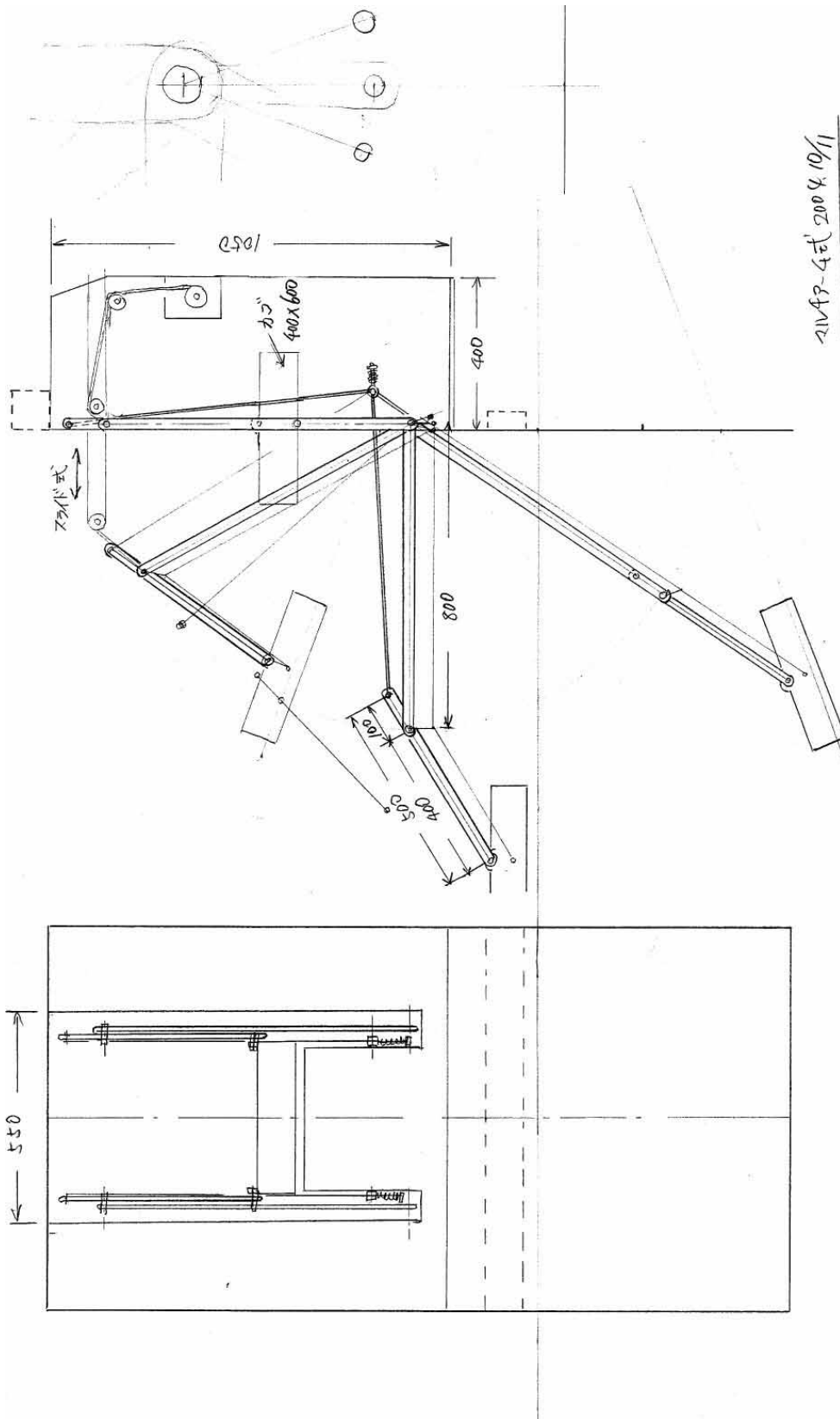


図 4-1-17 マルチアーム式進水・回収装置模型

(ダビット式救命艇、自由降下式救命艇、ダビット式救命いかだ、MES)

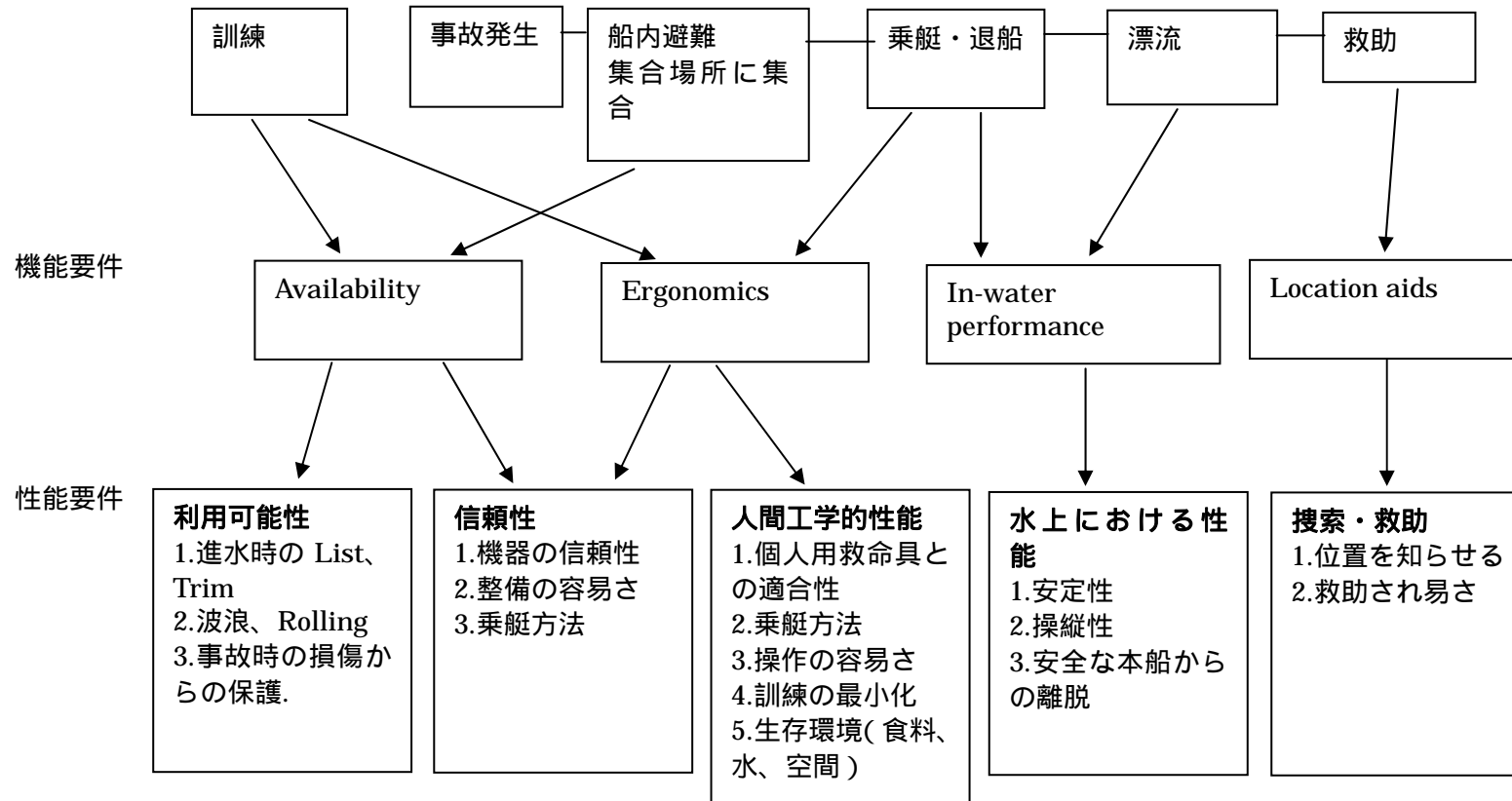


図 4-1-18 退船シナリオと機能要件、性能要件 (集団用救命システム関連)



図 4-1-19 船体模型



図 4-1-20 実験に使用した水槽



図 4-1-21 ダビット式進水装置模型

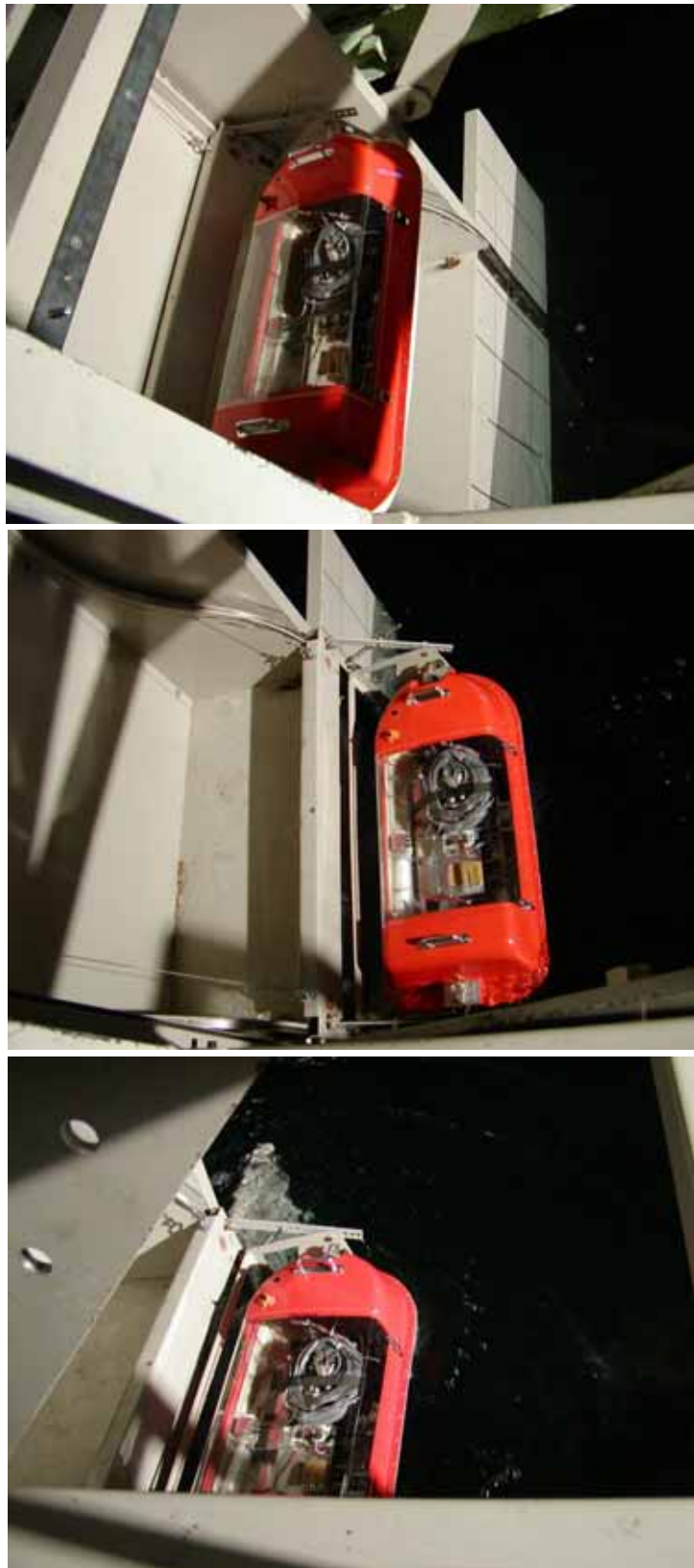


図 4-1-22 レール式進水装置模型

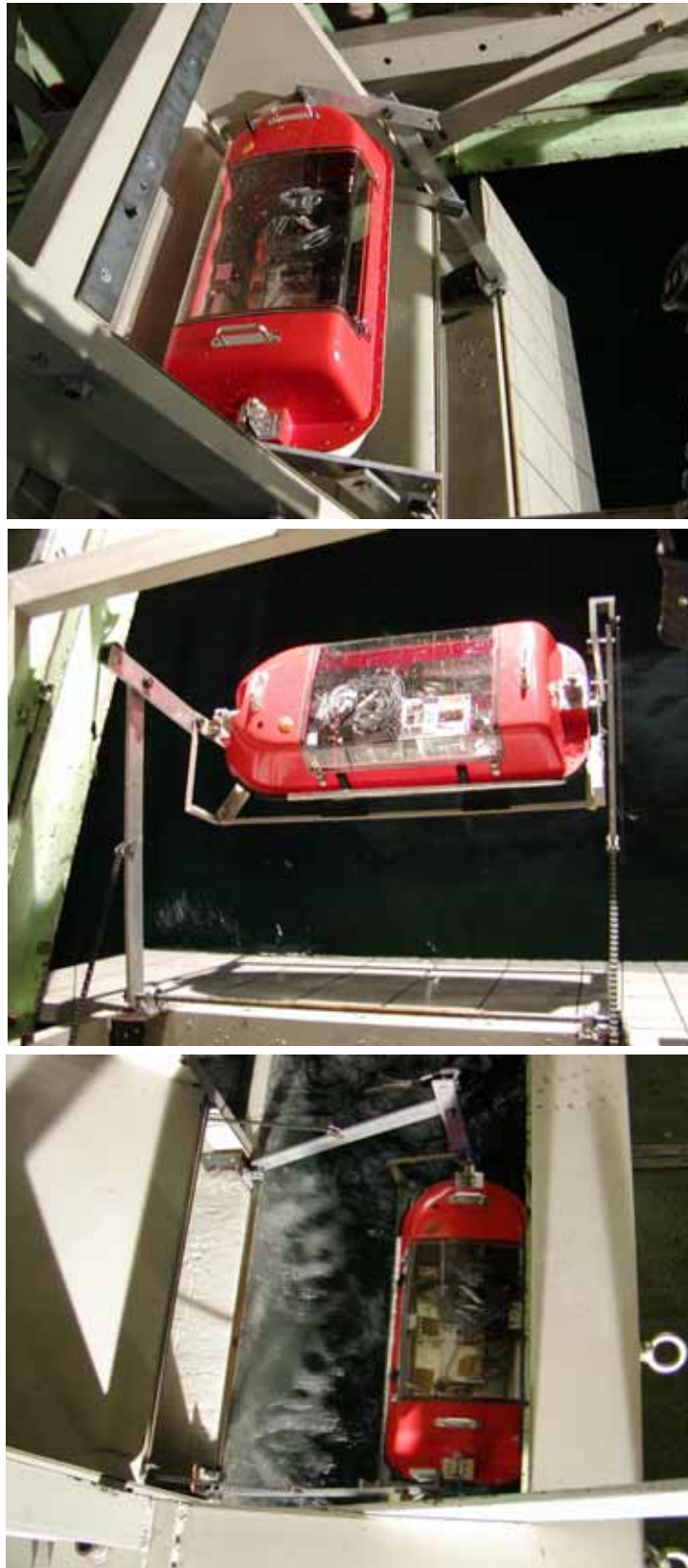


図 4-1-23 アーム式進水装置模型

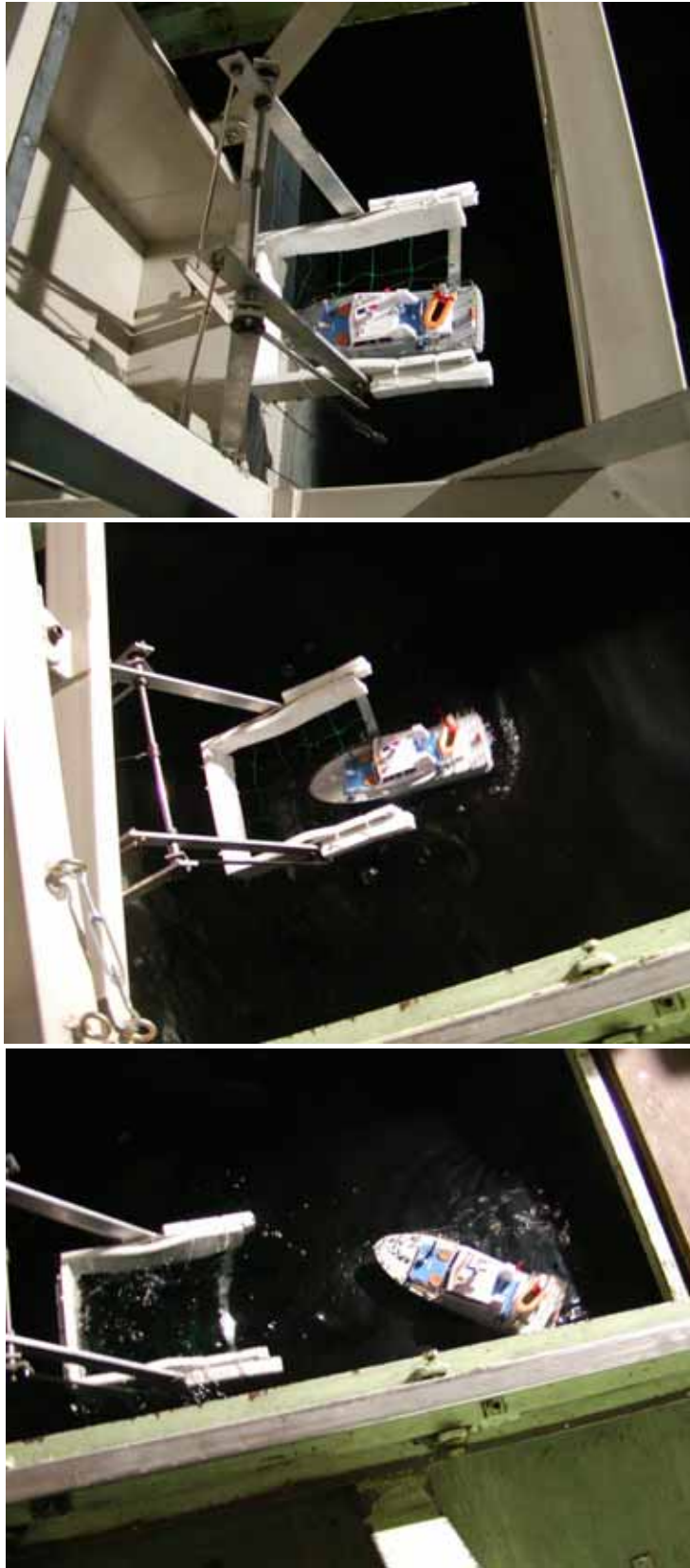


図 4-1-24 マルチアーム式進水・回収装置模型

4.2 個人用救命設備に関する調査

海上において事故が発生し、退船しなければならない状況に備え、SOLAS 条約ではすべての乗員・乗客が救命艇又は救命いかだに乗って退船できる状況を確保している。

特に、旅客船の場合は、すべての乗客が水に濡れずに、救命艇又は救命いかだに乗り込むことができるようにダビット式進水装置又はシューター等の乗り込み装置を搭載している。従って、計画どおりに退船作業が行われた場合は、救命胴衣を着用して水中に浮遊する状況は想定されていない。(Dry shod 退船)

しかしながら、何らかの理由で、通常の退船活動から逸脱し、また、落水する等の状況を考慮し、退船する際には全員が救命胴衣を着用するものとされており、従来から、規定の性能を持った救命胴衣が搭載されている。

イマーシヨンスーツ及び保温具は、SOLAS 条約 1986 年改正時に新たに導入されたものであり、イマーシヨンスーツは、主に救命艇、救助艇のクルー用に寒冷水域における使用を想定し、冷水中で体温低下を防ぐものである。

保温具は、救命艇又は救命いかだの中で使用されるもので、水に落ちて濡れた人等の体温を守るために、空気中における保温性を持ったものである。

いずれの物件も、SOLAS 条約に導入されてから年月が経過し、様々な問題点が指摘されている。船員等からの具体的な問題点として、現在の SOLAS 型救命胴衣は首を締め付ける構造のため、着用すると不快であり、作業性に問題がある、また、イマーシヨンスーツの上から着用できない等が指摘されている。

4.2.1 個人用救命設備の問題点

(1) IMO における審議状況

MSC74 において、米国は現在の救命胴衣等個人用救命具の性能試験方法に問題があるとして、将来的な SOLAS 条約第 章及び LSA コードの改正を目的とした新たな議題を DE で審議開始すべきとの提案 (MSC74/21/8) をノルウェー、英国と共に提出した。

DE45 より審議が開始され、DE46 よりコレスポンデンスグループ (カナダ、チリ、中国、デンマーク、フィンランド、ノルウェー、スエーデン、英国、米国、ICFTU、ILAMA、ISO が参加、DE47 より我が国も参加) が作られ、米国がコーディネーターとなり活動している。

a. 個人用救命具コレスポンデンスグループの検討状況

米国は DE45/19 において、主に救命胴衣について、現在の LSA コードの性能要件及び救命設備試験勧告の内容に不明確な部分やあいまいな表現が含まれているため、国や試験機関によって解釈が異なり、評価方法に差があることを指摘している。具体的には、DE45/INF.14 として様々な救命胴衣の性能試験結果を提出すると共に、被験者や試験機関による結果のバラツキの存在、荒天時や冷水中における性能評価が規定されていない、複正試験等の水中性能試験方法や測定方法が明確でないとし、被験者の人数増加、標準 reference lifejacket の導入、新たな複正試験方法等を提案している。これまでの検討状況の概要を表 4-2-1 に示す。また、個人用救命具の性能要件として検討された項目を表 4-2-2 に示す。

b. ノルウェーにおける個人用救命具の性能要件見直しに関する調査概要

ノルウェーは DE45/19/3 で、個人用救命具の性能要件見直しに関する調査研究を開始し、その結果を次回 DE46 に報告する予定であると報告した。

調査研究は、Phase1：エンドユーザーに対するニーズ調査、Phase 2：機能要件の抽出、Phase 3：波浪水槽を使用した、現実的な波浪中や着衣の状態における救命具の性能調査、Phase 4：個人用救命具に対する機能要件の提案からなり、その結果はコレスポンデンスグループの審議に反映されると共に、DE46/14/1 として提出されている。調査研究概要を表 4-2-3 に示す。

c. その他の問題点

DE47 において、英国より海上退船システム (Marine Evacuation System) と救命胴衣の適合性に関する文書 (DE47/9/2) が提出され、シューターの安全な使用方法等について、今後 DE で審議される予定となっている。

英国は同文書の中でシューターの降下訓練中に起きた事故を分析し、吊り下げ式シューターの場合、降下中に救命胴衣が上方にずれないことが重要であり、そのためシューター製造者は適合する救命胴衣の特定と共に、安全な使用方法に関する指示書を用意する必要があるとしている。

(2) ISO における審議状況

ISO/TC188/WG14 において、SOLAS 条約で規定された救命胴衣 (ISO/DIS 12402-1) を含み、救命胴衣関連規格作成作業が行われている。審議状況を表 4-2-4 に示す。

イマーションスーツに関する規格は、ISO15027 として 2002 年に発行され、発行 5 年後の見直しが今後行われる予定である。保温具については、特に袖付のものに対する規格として ISO/DIS 24432 が作成作業中である。

a. 幼児マネキン関係概要

ISO/TC188/WG14 における ISO 12402 原案作成審議の中で、幼児用救命胴衣の被験者による水中性能評価が困難であることからマネキンによる試験方法が検討されている。また、そのために EC 諸国で開発された BAMBI マネキンが提案されているが、人種による体格の差等を考慮すると、そのまま国際的なマネキンとして流通させるのは問題があること指摘すると同時に、我が国で日本船舶品質管理協会事業として開発した幼児マネキンの概要を紹介した。

その結果、試験方法を規定するパート 9 に、幼児マネキンを使用する場合の試験方法が規定され、マネキンの例 (Informative annex) として BAMBI マネキンの仕様を記載すると共に、我が国の調査研究報告書が参考文献として記載される方向で検討している。



図 4-2-1 日本人 3 歳マネキン

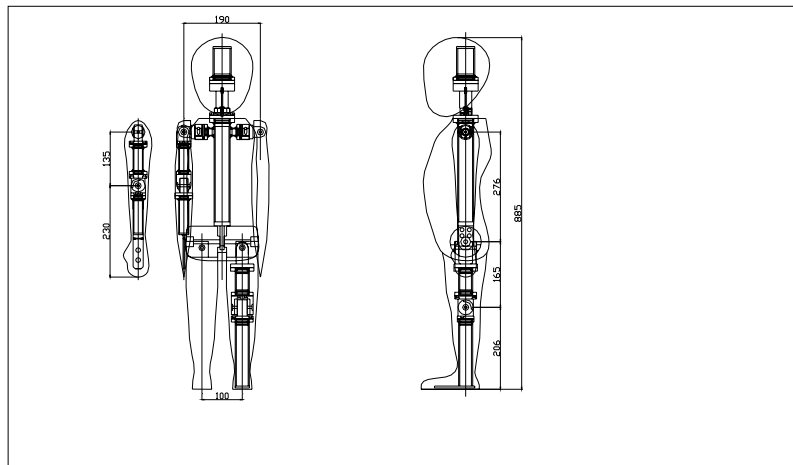


図 4-2-2 日本人 2 歳マネキン概要

(3) バリアフリー、ヒューマンファクターの問題点

a. 内航船の救命設備に関する調査研究

2004年4月より日本船舶品質管理協会において、主に内航旅客船を対象とし、様々な移動制約者が救命設備を利用して退船することが可能かどうかの検討が行われている。

個人用救命設備に関する主な問題点は縄梯子の利用や海上への飛び込み、救命浮器に掴まり浮くこと、救命胴衣を着用しての安全な浮遊姿勢が保てるかどうかであり、いずれも現在のままでは安全な使用に問題があることが指摘されている。

救命胴衣について、健常者とは異なり身体のコントロールが十分にできないため、浮遊姿勢が不安定になる可能性があり、現在の救命胴衣を越える強力な安定性を持ったものが望まれている。

4.2.2 個人用救命設備の要件検討

(1) 性能要件に対する考え方、見直しの方向性

退船時の使用状況を想定した時の救命胴衣の機能要件を抽出した。図4-2-3に示すように、計画どおりの退船及び単独での使用を含めて、最も重要となる要因はAvailability（利用可能性）及びErgonomics（活動しやすさ）であり、その後の水中浮遊や漂流まで考えると水中性能、保温性及び捜索時の発見されやすさが考えられる。

それらの中で、現在の性能要件では不十分であると指摘されながら、見直しの方向が示されていない水中性能の向上を中心に検討することとした。

具体的には、現実的な波浪状況や着衣の状態において、安全な浮遊姿勢を確保できる性能を目指す。

また、コレポン報告（DE47/9）にも指摘されているが、乗客用と乗員用の救命胴衣は、性能要件を分けて考える必要があるかもしれない。（乗員用は作業性を重視する等）

(2) 新しい概念の検討

図4-2-3に示す機能要件及び性能要件の中で、ユーザーのニーズがあるにもかかわらず、現在、IMOで十分に検討されていない項目に注目し、救命胴衣の新たな性能要件及びそれを実現可能な構造について検討した。概念図を図4-2-4に示す。

a. 水面からの口元距離

ある程度風波のある海面での使用が想定されており、そのような海面で安定して浮遊し、また、安全な呼吸を確保することが必要とされる。そのためには現在の水面からの口元距離12cmでは不十分と考える。ここでは仮に20cm程度を想定した。

b. 胴体角度及び顔面角度

現在のLSAコードの規定では、口元距離12cmを確保しつつ、ある程度顔面を直立させ、安定した姿勢を保つために、顔面角度及び胴体角度を狭い範囲に規定している。

この要件を満たすために、ほとんどの救命胴衣が襟で首を拘束し、顔面が動かないような状態に設計されている。

この頭部の動きを拘束されている状態は、着用していて不快であり、船員より不評を

受けると共に、イマーシヨンスーツとの着用適合性で問題を引き起こしている。

これは、口元距離の基準が最小限であるため、意識を失った時に口元が水面下にならないように、やむを得ず顔面角度を規定していると考えられ、口元距離に余裕があれば、本来頭部の動きを拘束する必要はないと考える。

従って、a.で口元距離の規定を増加すると同時に、顔面角度の基準をより広く考える事ができる。また、胴体角度についても同様で、必ずしも現在の基準を満たす必要はなく、安定して浮遊していれば角度の規定は不要と考える。

c. スプレーフード等の顔面保護手段

波浪中に浮遊している状態で、安全に呼吸できるように顔面を保護する機構を検討する。

d. 復正性能

着衣の状態では意識を失った人を復正させることができる性能を検討する。

e. 船上における避難活動及び他の救命設備との適合性

船内移動、シューター降下等の退船作業に支障がないよう、固型式ではなく、膨脹式が望ましいが、さらに信頼性を向上させるためハイブリッド型を検討する。

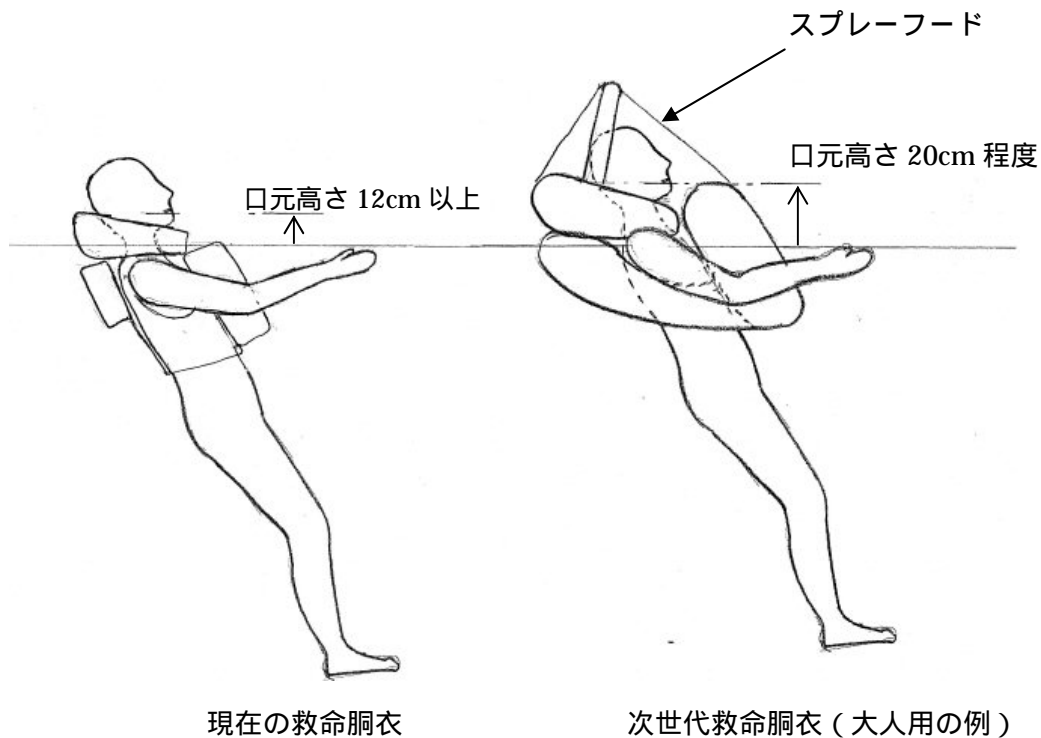


図 4-2-4 救命胴衣の新概念模式図

(3) 救命胴衣モックアップによる実験（その1）

a. 目的

救命胴衣の新たな性能要件を満たすと考えられるモックアップを作成し、静水中における浮遊状態及び復正性能を確認することにより、今後検討する新たな性能要件の実現性を検討する。

b. 試験の概要

大人用救命胴衣（2004型）及び幼児用救命胴衣（2004型）を使用し、製品安全評価センター浮遊水槽において浮遊試験を実施した。大人用については男子3名の被験者について、各々水着のみ着用状態及び作業服着用状態で実施。幼児用については、衣類を着用した1歳及び3歳幼児マネキンを使用した。大人用救命胴衣の設計コンセプトを図4-2-5に、構造概要を図4-2-6及び図4-2-7に示す。また、試験に参加した被験者の体格を下表に示す。

大人用救命胴衣（2004型）被験者

記号	A	B	C
性別	男	男	男
身長(cm)	173.0	170.0	162.0
体重(kg)	68.0	78.0	64.0

c. 大人用救命胴衣（2004型）の試験

各被験者は作業服を着用し、その上から救命胴衣を着用して以下の試験を行う。その後、水着の上から救命胴衣を着用して同様の試験を行う。

復正試験（現行 SOLAS に規定された方法）

平泳ぎで3回かいた後、脱力して顔を水面に付ける。顔面が水面につけられてから、口元が水面上に出るまでの時間を測定する。安定後、顔面角度（可動範囲）、口元距離（最大、最小）、胴体角度を測定する。顔面を水面に付ける直前まで、呼吸は通常の呼吸状態とする。

復正試験（Leg release 方法：ISO、IMO/DE で提案されている方法）

被験者は顔面を上げた状態で、両手両足をほぼ身体と平行に置いて俯せに浮遊する。補助者は被験者の後部からほぼ肩幅の間隔で両足を支え、踵が水面に位置する高さにする。安定後、補助者は測定者の合図に合わせ手を離す。被験者は測定者の合図と共に、全身をリラックスさせて顔面を水に付ける。顔面を水に付けてから、口元が水面上に出るまでの時間を測定する。安定後、顔面角度（可動範囲）、口元距離（最大、最小）、胴体角度を測定する。顔面を水面に付ける直前まで、呼吸は通常の呼吸状態とする。

d. 幼児用救命胴衣（2004型）の試験

衣類を着用した1歳マネキン及び3歳マネキンに救命胴衣（2004型）を着用させ、以下の試験を行う。

0.5m 落下試験

プールの縁に座らせたマネキンの肩を押して水面に落下させ、落下してから、口元が水面

上に出るまでの時間を測定する。安定後、顔面角度（可動範囲）、口元距離（最大、最小）、胴体角度を測定する。

e. 試験結果

大人用救命胴衣（2004型）についての試験結果を表4-2-5に示す。表より、作業服程度の衣類着用時においても、十分に余裕のある復正性能を持つこと及び当初の目的である高い口距離及び顔面の可動が確認された。

幼児用救命胴衣（2004型）は、大人用と同様の機能を目指して計画したが、主気室（脇の下に位置する気室）の寸法・形状が適切ではなく、また、上部気室が有効に働いていないため、復正性能を示さない結果となった。そのため、復正試験の実施及び詳細な測定は省略したが、基本的な浮遊姿勢は、写真に示すように安定しており、水面からの口元距離も約15cmと、従来の救命胴衣とは大きく異なる結果が得られた。

今後、復正性能を持つ構造についてさらに検討する予定である。

表4-2-5 大人用救命胴衣（2004型）に関する試験結果
作業服着用状態

試験項目	測定項目：被験者	A	B	C
SOLAS 復正試験	復正時間（秒）	1.4、2.7、3.2	1.5、2.0、1.7	1.9、1.8、1.5
	口元距離(cm)	18.0	21.0～18.5	20.5～18.5
	顔面角度（度）	35～90	25～65	40～70
	胴体角度（度）	20	30	25
Leg release 復正試験	復正時間（秒）	3.5、3.4、2.6	1.2、2.3、2.0	2.2、2.7、2.6
	口元距離(cm)	19.0	21.0～19.0	20.5～18.5
	顔面角度（度）	45～90	25～60	40～55
	胴体角度（度）	25	30	20

水着着用状態

試験項目	測定項目：被験者	A	B	C
SOLAS 復正試験	復正時間（秒）	2.2、4.0、2.5	1.8、2.3、1.5	2.1、2.7、1.8
	口元距離(cm)	18.5	21.5～19.0	20.5～16.5
	顔面角度（度）	45～75	30～70	40～55
	胴体角度（度）	20	35	20
Leg release 復正試験	復正時間（秒）	1.9、2.2、2.4	1.3、1.7、1.2	2.0、2.5、1.9
	口元距離(cm)	18.5	21.5～19.0	18.5～16.0
	顔面角度（度）	45～75	25～70	45～65
	胴体角度（度）	20	35	20

(4) 救命胴衣モックアップによる実験（その2）

a. 目的

幼児用救命胴衣(2004年)について、幼児マネキンに着用させ、波浪中（波高25cm）における浮遊状況を観察する。

b. 試験の概要

（独）海上技術安全研究所、耐航・復原性研究グループの動揺水槽を使用して下表に示す波浪中に浮遊させ、口元が水面下になるかどうか、浮遊状態が安定しているかどうかを観察する。また、参考として、小型船舶用救命胴衣として型式承認を受けた救命胴衣（幼児用）について同様の試験を行い、状況を比較する。

項目	単位	測定値
波高	m	0.25
波周期	秒	2
波長	m	6.4
波速	m/s	3.2

c. 試験結果

表4-2-6に示されたように、この程度の大きさの波については、いずれの救命胴衣もマネキンの口元が水面下になることはなく、安定して浮遊した。

表4-2-6 幼児用外洋型救命胴衣浮遊試験結果

救命胴衣	幼児マネキン	浮遊状況
小型船舶用救命胴衣 (NS-1500)	1歳幼児 マネキン	口元が水面下になることなく安定して浮遊した。 漂流速度：6.6 cm/s
	3歳幼児 マネキン	口元が水面下になることなく安定して浮遊した。 漂流速度：6.7 cm/s
幼児用救命胴衣 (2004年)	1歳幼児 マネキン	口元が水面下になることなく安定して浮遊した。 漂流速度：7.6 cm/s
	3歳幼児 マネキン	口元が水面下になることなく安定して浮遊した。 漂流速度：6.1 cm/s

(5) 考察

静水中における試験により、大人用については、例示された概念の救命胴衣により、新たな性能要件を満たす構造が実現可能であることが示されたと考える。幼児用については、十分な復正性能を示さず、さらに別の構造を検討する必要がある。

波浪中の試験は、波が小さかったため、口が水面下になる状況が確認できなかったが、Euro port における波高 1.3m から 1.4m の波浪試験や、日本海難防止協会による海上防災基地の水槽試験（波高 0.7m）によれば、SOLAS 型救命胴衣を着用した場合でも、口元が水面下になることが報告されている。今後、可能であれば、より高い波による性能の確認が望ましい。

4.2.3 基本的性能要件の検討

以上の調査結果を踏まえ、個人用救命設備の基本的性能要件を検討した。

(1)利用可能性

サイズ：着用する人の体格や身体的特徴に合わせ、必要なサイズを持つと共に、十分な調節範囲を有すること。

格納場所：退船シナリオに合わせて、最も利用しやすい場所に必要な個数を置く。

(2)着用性能

着用が容易：退船時に着用する救命胴衣は、容易に迅速に着用できるものとする。

調節し易い：各人の身体に正しく調整した状態で着用することが、本来の性能発揮に必要なとなる。

暗所で着用可能：非常時の使用を考えると、ある程度の暗所でも着用できるほど容易なものが望ましい。

衣類の上から着用可能：厚着をした上から着用できる程度の調節幅、手袋をしても着用できる締め付け構造等

(3)人間工学的性能

集団用救命システムとの適合性：救命艇、救命いかだへの乗艇・着座、シューターの降下に支障を生じないもの等

退船作業に支障がない：船内移動、階段昇降等の動作を妨げないものが必要

乗員と乗客用で別のタイプ：乗員用救命胴衣は作業性を重視して、より軽く、薄いものを検討する。

(4)水中性能・保温性能

安定して浮遊：通常の着衣状態でも安定した浮遊姿勢（復正性能）が望ましい。

波浪中に安全に浮遊：ある程度の波浪中で安全な呼吸を確保できる性能

体温保持：寒冷海域における退船時には保温性を持ったものが必要

(5)捜索・救助

位置を知らせる：現在の笛、救命胴衣灯に加えて、EPIRB、SART 等の搭載を検討

引き上げ易さ：海面に漂流中に引き上げられ易いなんらかの構造を検討する。

表 4-2-1 個人用救命具性能評価に関するコレスポンディンググループにおける検討状況（DE48/9 他より）

検討項目	提案内容	各国の意見	検討結果
被験者を使用する試験の試験結果のバラツキ	被験者の人数を6人から12人に増加、サイズ幅を広げる 水中性能評価の標準としてReference Test Deviceの導入 復正試験方法を簡略化し、測定方法を詳細に規定	については、ISO/TC188/WG14で合意済みのため、各国概ね賛成 については、ISO/TC188/WG14の方針と異なるため、独、デンマーク、我が国は疑問を投げかけている。英国、フィンランド、スウェーデンは導入には賛成だが、数値基準を残すことを提案 については、ISO/TC188/WG14で合意済みのため、各国概ね賛成	LSAコード及び試験勧告改正案が提案され、DE48で検討される。
個人用救命具の使用温度範囲	保存温度範囲(-30~+65)に加え、使用温度範囲を規定(-15~+40)	各国、概ね賛成（特に、膨脹式救命胴衣の低温時作動時間等に関係）	DE48で検討される。
温度繰り返し試験方法	現在の-30及び+65各8Hを10回繰り返しの代替えとして各温度20H、4回繰り返しを提案（時間短縮のため）	英国、我が国等から、現在の方法との同等性の説明が不十分との指摘	DE48で検討される。
材料試験について	ISO/DIS 12402 パート7を引用することの提案	各国、概ね賛成、但し、ISO/DIS 12402 パート7には多くの材料及び部品に対する規定があり、その中から、どの材料について適用するか、今後の問題	DE48で検討される。
肩部強度試験方法	荷重の負荷に使用する取り付け枠の提案	各国、概ね賛成	DE48で検討される。
ハイブリッド型救命胴衣の導入	膨脹式気室と固型式浮力材の両方を備えたハイブリッド型の規定を追加	各国、特にコメントなし	DE48で検討される。
イマーシヨンスーツとの適合性	イマーシヨンスーツの上から救命胴衣が着用できるかどうか	様々な問題がある。 浮力を有する断熱型イマーシヨンスーツはほとんどの場合、救命胴衣が着用できない。 非断熱で浮力を持たず、救命胴衣着用が必要な場合、着用できる胴衣と着用できない胴衣が存在する。	DE48で検討される。

表 4-2-1 個人用救命具に関するコレスポンディンググループにおける検討状況（続き）

検討項目	提案内容	各国の意見	検討結果
荒天時における性能評価が規定されていない。	現在の水中性能の代わりに波浪中浮遊時の口元浸水回数、やコンピューターシミュレーションの提案	十分に実証されていないため、検討が困難	時期尚早で今後の課題とされている。
イマーシヨンスーツのサイズについて	現在は、フリーサイズのみの規定であるが、サイズ分けしたらどうか	船員が変更された時にサイズが合うかどうか不明 イマーシヨンスーツは退船時のみの使用が想定されており、作業用のスーツ（船員サイズに合ったもの）を別に持っている等の理由で反対意見もある。	DE48 で検討される。
水中における保温について	IMO 冷水中の生存ガイドに示されている胎児のような姿勢（HELP ポジション）の浮遊安定性能を追加	DE48/9/3（米国）等で体温保持のために HELP 姿勢及び頭部を水上に位置させることが重要と指摘 独は、根拠に乏しいと反対（ISO における審議）	DE48 で検討される。

表 4-2-2 個人用救命具の性能要件に関するコレスポンディンググループにおける検討状況(DE47/9)

特性	重み付け	要因	重み付け	備考
Availability	1.0	Sizing	1.0	
		Distribution	0.9	
		Marking of stowage	0.6	
		Comfort	0.5	
In-water effectiveness	1.0	Face-up stability	1.0	
		Control mouth immersion	0.9	
		Ability to turn wearer face up	0.7	
		Wearer effort	0.7	
		Control head position/angle	0.5	
		Secure fit	0.4	
Operational reliability	1.0	Reliability	1.0	
		Maintain buoyancy	1.0	
		Durability and longevity	0.9	
		Shape	0.7	
		Cylinder readiness indicator	0.4	
Ergonomics	0.8	Compatibility with primary LSA	1.0	
		Recovery of unconscious wearer	0.9	
		Buoyant-immersion suits as equivalent to lifejacket	0.8	
		Different lifejacket for crew vs. passenger	0.7	
		Enhance user confidence in PLA	0.7	
		Compatibility w/uninsulated immersion suits	0.6	
Donability	0.7	Avoid incorrect donning	1.0	
		Quick & positive closure	1.0	
		Donning time	0.7	
		In-water adjustment	0.7	
		Donning in low light/dark	0.6	
		Donning over a full clothing range	0.5	

表 4-2-2 個人用救命具の性能要件に関するコレスポンディンググループにおける検討状況(DE47/9)(続き)

特性	重み付け	要因	重み付け	備考
Cooling protection	0.7	Keep infant dry	0.9	
		Back of head out of water	0.9	
		Cold shock	0.8	
		Body core cooling	0.7	
Location aids	0.5	Provision of signaling aid	1.0	
		Useful position for signaling aids	0.9	
		Personal locator beacon (PLB)	0.0	

表 4-2-3 ノルウェーにおける個人用救命具の性能要件見直しに関する調査概要

段階	目的	調査方法	調査結果
Phase 1	エンドユーザーに対するニーズ調査	救命胴衣製造者や各種関係団体等 21 カ所にアンケート及びインタビュー調査を行い、個人用救命具に求めている内容を調査。	1.情報及び訓練 2.船上における機能 3.水中における機能 4.捜索時における機能 として順位付けリストを作成
Phase 2	機能要件の抽出	Phase 1 の結果や事故状況等を元に、専門家による分析を行い、機能要件を抽出する。	提案された主な機能要件 1.船上における退船時作業性 2.水中において着用ができる 3.風波の中での安全な浮遊性能 4.乗組員用救命胴衣の要件 5.幼児から大きい大人までのサイズ 6.移動制約者向けの救命具 7.保温性能（4段階）
Phase 3	現実的な波浪中や着衣の状態における救命具の性能調査	Rotterdam の Euro port にある波浪水槽において、様々な救命胴衣、イマーシヨンスーツを用いた浮遊試験の実施(2002年6月) 周期 5 秒、波高 1.3m から 1.4m で実施	主な指摘事項 1.着用し易さが重要、ジャケット型が最も着用し易い。 2.浮遊時に安心できる状態は 水が顔にかからない。復正時間が早い。水平線が見える状態。水面から高い場所に位置する。水平に浮遊する。 3.浮遊時に不安やパニックになる状態は 口、顔面や耳に水がかかる。膨脹気室の間に顔面が挟まれる状態。波が見えない状態。呼吸と顔面浸漬のタイミングが合わない時。 4.重い(厚い)衣類を着るとほとんど復正しない。濡れた場合や、防水生地の間隙に空気を取り込んだ場合共に。 5.重い(厚い)衣類を着ると身体が垂直になり、顔面浸漬が多くなる。 6.重い衣類のため、波の上に持ち上がりにくくなる。 7.スプレーフードは、カバーの下や身体と胴衣の間から水が入って来る場合はかえって良くない。視界を遮る場合も良くない。

			<p>8. 波浪中の浮遊に悪影響を与えるデザインの例は、左右2気室の間から顔に水がかかるもの。</p> <p>9. 水平に近い姿勢での浮遊は、波浪による悪影響を軽減し、視界は悪くなるが快適である。(多分、イマーシヨンスーツ)</p> <p>10. ハイブリッド型は浮力の配分や量が自由に設計できて、良い方向である。</p> <p>11. ベルトやバックルは濡れると状況が変わり、調整が難しく、快適ではない。</p>
Phase 4	個人用救命具に対する機能要件の提案 (DE46/14/1)	リスク分析を含んだ、今までの調査結果をまとめ、性能要件として規定すべき内容を提案、LSA コードの改正内容に相当	<p>1.Availability 幼児、小児、大人の3サイズ、 水中における着用、 暗所での着用、 幼児用の特別要件</p> <p>2.Dry-shod evacuation 退船作業、他の救命設備との適合性</p> <p>3.Drowning 平穏及び 波浪中での安全な浮遊の確保</p> <p>4.Cooling 耐 Cold shock、 必要な場合に保温性を持たせる。</p> <p>5.Rescue 引き上げ易さ、 PLB の搭載</p>

表 4-2-4 ISO 12402 個人用浮遊具 (Personal flotation devices) 原案に対する審議状況 (ISO/TC188/WG14)

パート	名称	2001/12 キッタラ	2002/5 ケルン	2003/6 UL	2003/11 ケルン	2004/4 英国	2004/11 独、ベルリン	2005/4 ノルウェー
1	Lifejackets for seagoing ships-Safety requirements	回章コメント 対応				回章コメント 対応		Formal vote 予定
2	Lifejackets for extreme offshore(level 275)	回章コメント 対応				回章コメント 対応		Formal vote 予定
3	Lifejackets for offshore (level 150)	回章コメント 対応				回章コメント 対応		Formal vote 予定
4	Lifejackets for inland/ close to shore (level 100)	回章コメント 対応				回章コメント 対応		Formal vote 予定
5	Buoyancy aids (level 50)	回章コメント 対応				回章コメント 対応		Formal vote 予定
6	Special purpose lifejacket and buoyancy aids	原案の検討		回章コメント 対応			回章コメント 対応	Formal vote 予定
7	Materials and components	原案の検討		回章コメント 対応 (その1)	回章コメント 対応 (その2)			回章コメント 対応
8	Accessories-Safety requirements and test methods	回章コメント 対応				回章コメント 対応		Formal vote 予定
9	Test methods	回章コメント 対応	全体構成の 見直し		回章コメント 対応(その1)	回章コメント 対応(その2)		Formal vote 予定
10	Selection and application of floatation devices			回章コメント 対応			回章コメント 対応	Formal vote 予定

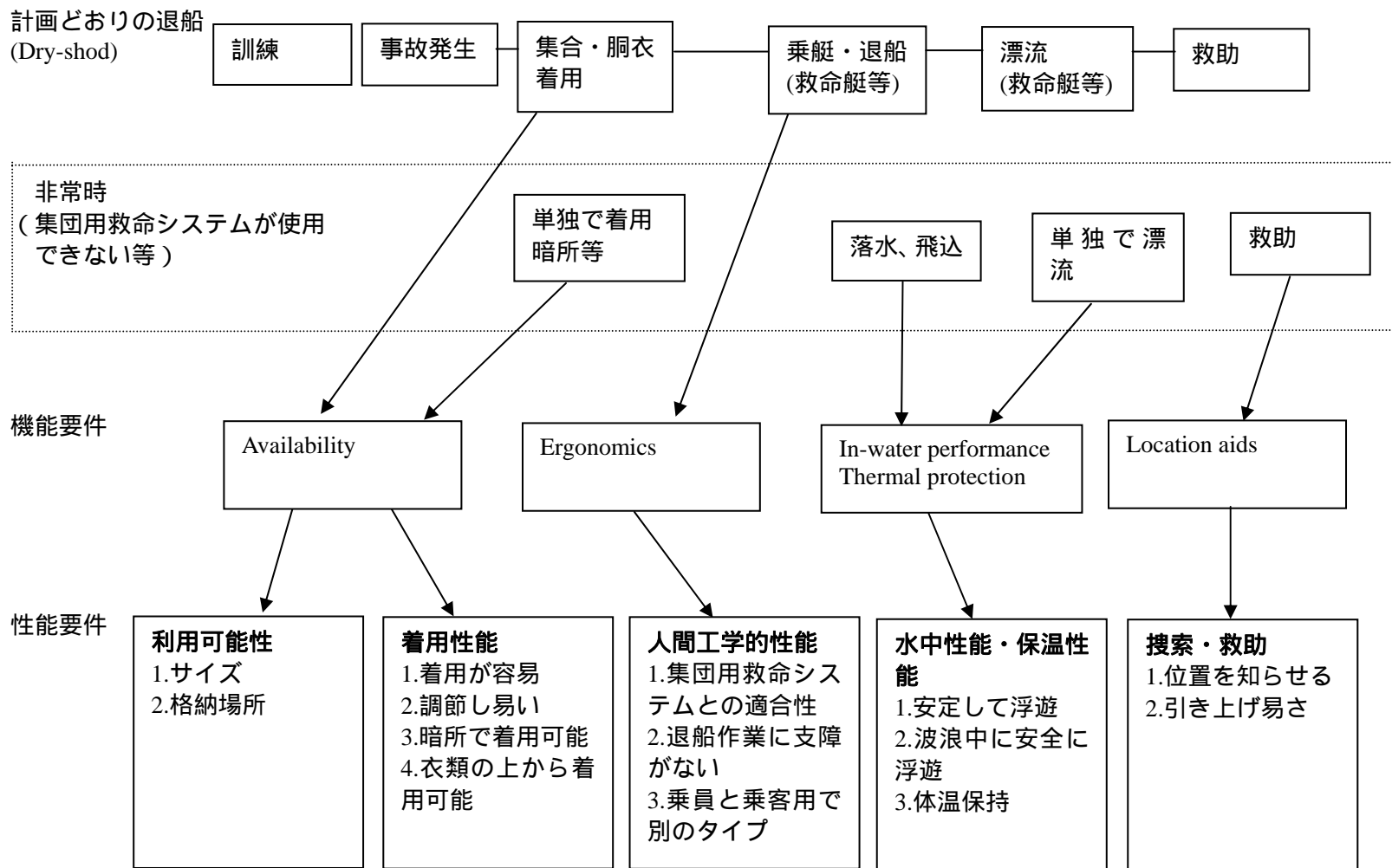


図 4-2-3 退船シナリオと機能要件、性能要件 (個人用救命具関連)

外洋救命胴衣浮遊状態

コンセプト

1. 外洋の波の高いところでも使用できる様、波除を設ける。
2. SOLAS条約の口元高さ12cm以上を大幅に上げる。(30cm程度)
3. 胴衣にシーアーカーを取り付けることで、被験者の向きを一方(風下)に向けることが、出来る。
4. 前後の膨脹装置の作動時間をずらすことで(前を早く)自動反転を容易に出来る。
5. 発見を容易にするため、個人用SARTや胴衣灯などを最高位の位置に取り付ける。

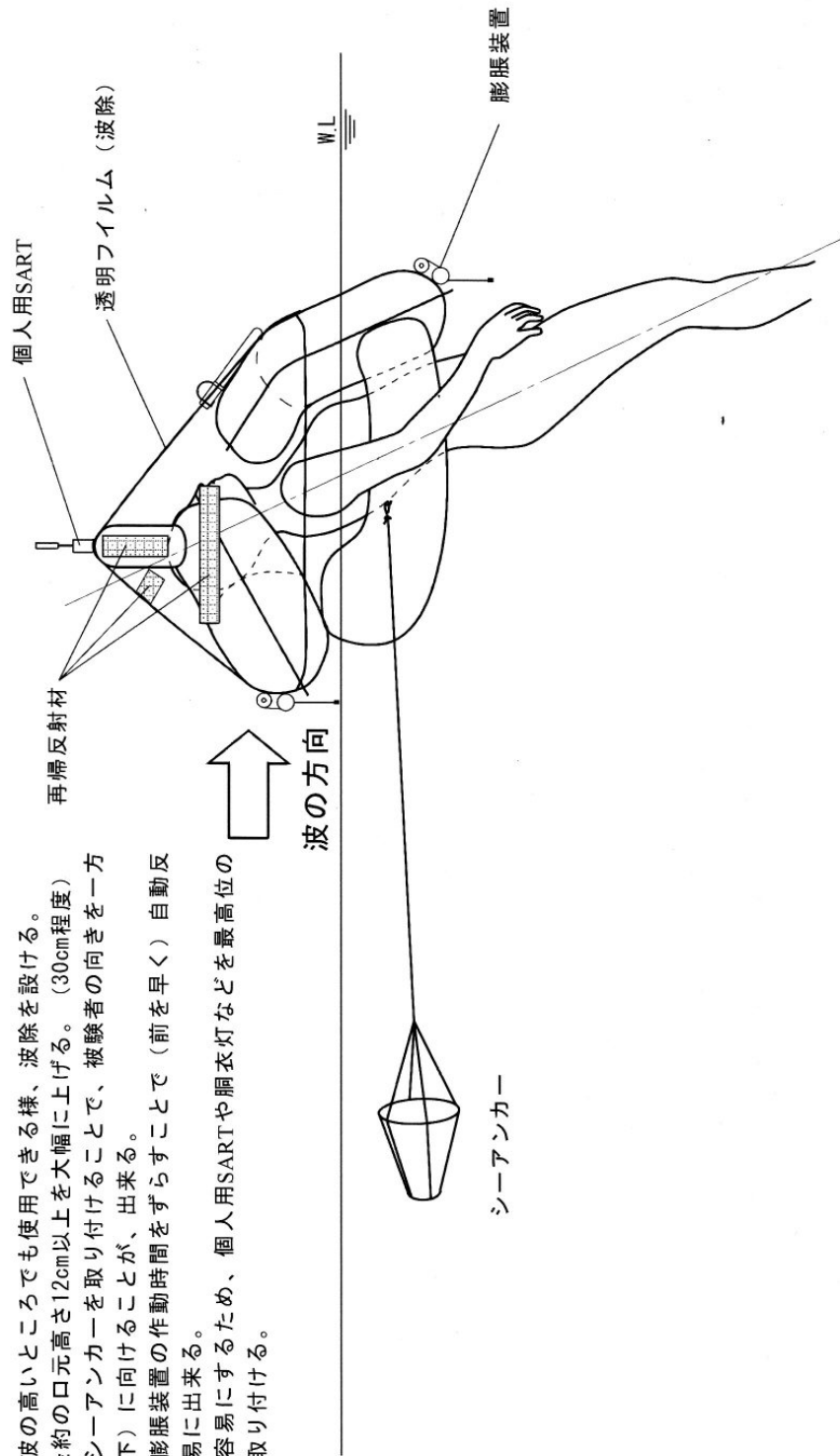


図 4-2-5 救命胴衣の設計コンセプト

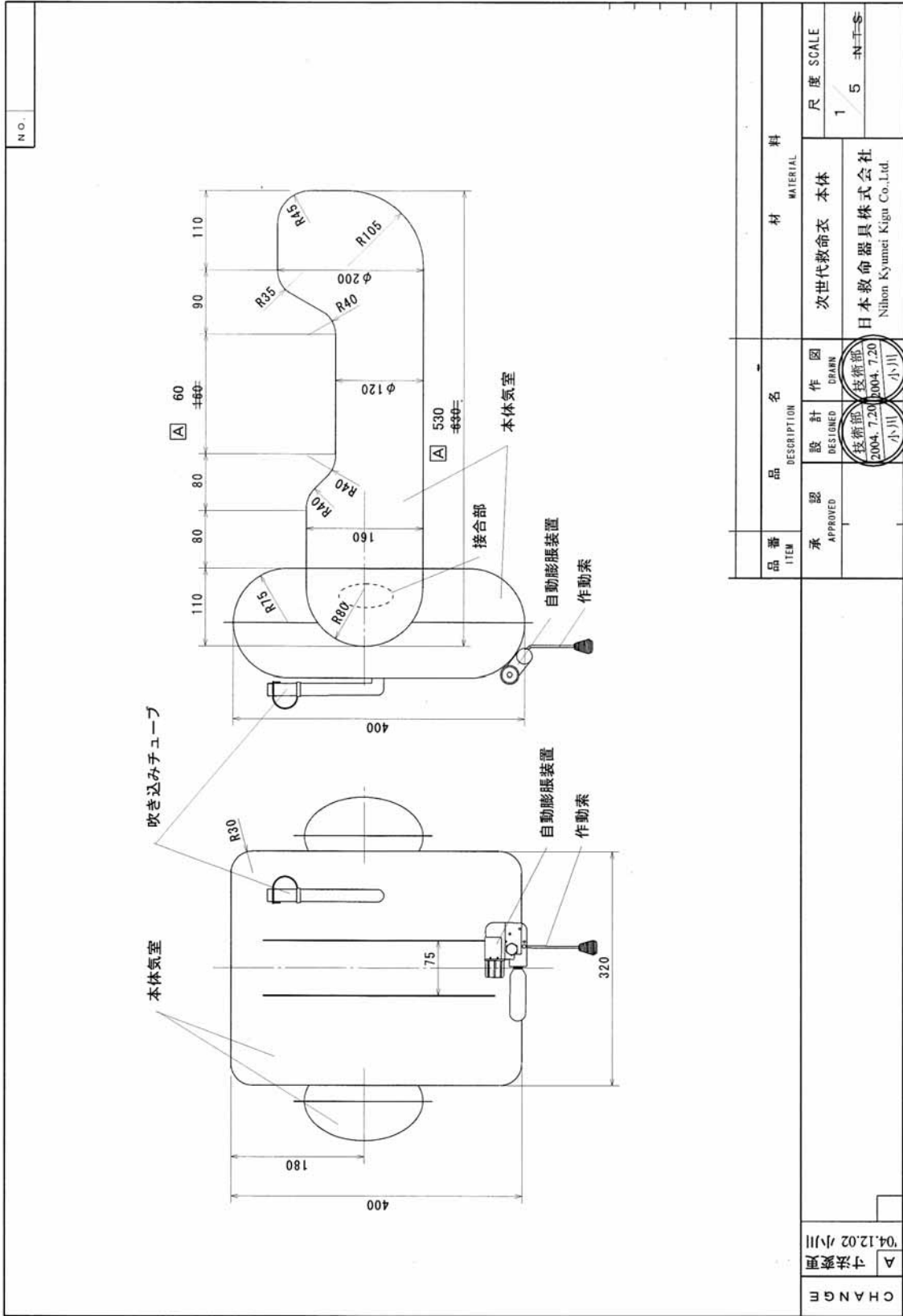


図 4-2-6 大人用救命胴衣の構造概要 (本体部)

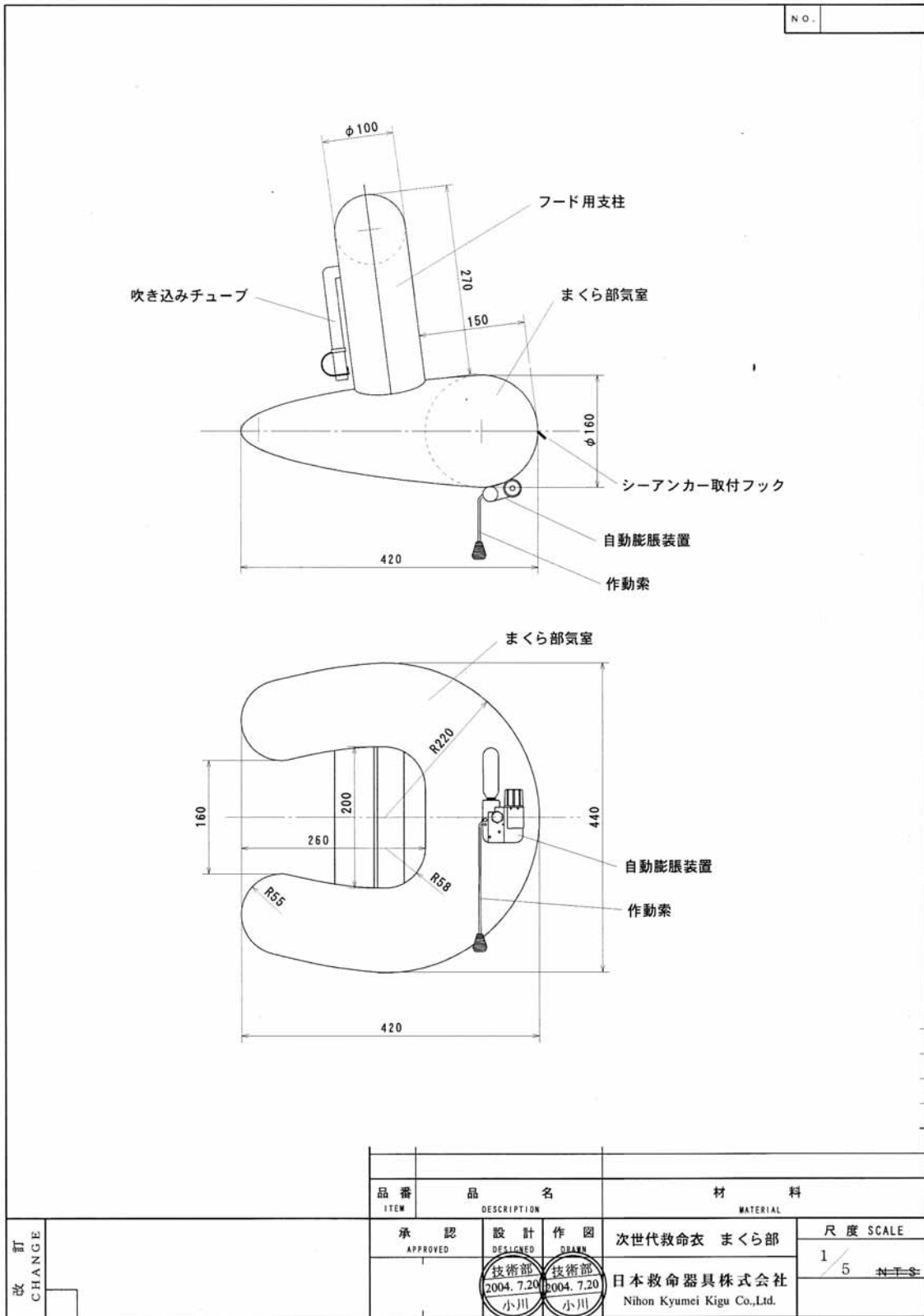


図 4-2-7 大人用救命胴衣の構造概要（枕部）



被験者 A



図 4-2-8 救命胴衣モックアップ（大人用）浮遊試験



被験者 B



図 4-2-9 救命胴衣モックアップ（大人用）浮遊試験



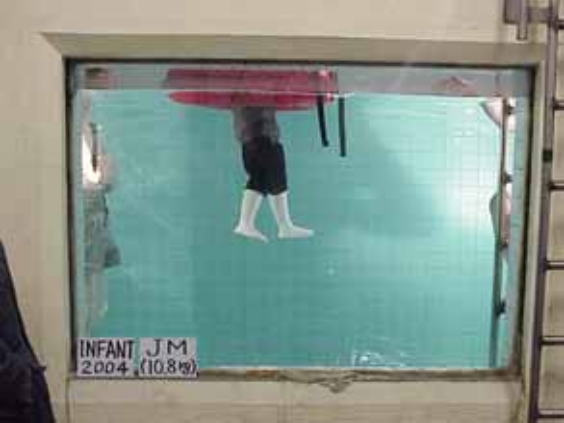
被験者 C



図 4-2-10 救命胴衣モックアップ（大人用）浮遊試験



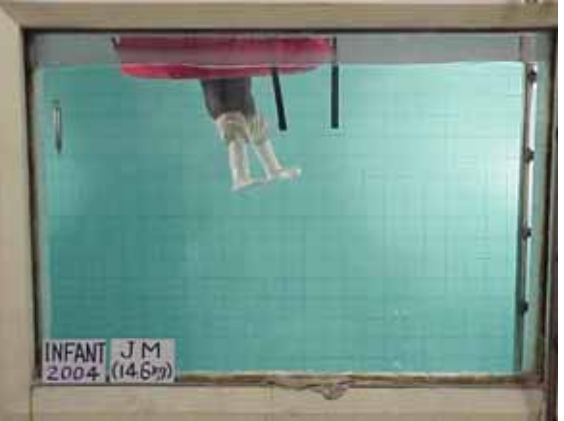
3歳幼児マネキン



3歳幼児マネキン



1歳幼児マネキン



1歳幼児マネキン

図 4-2-11 救命胴衣モックアップ（幼児用）浮遊試験



小型船舶用救命胴衣 NS-1500
1歳幼児マネキン



小型船舶用救命胴衣 NS-1500
3歳幼児マネキン



次世代救命胴衣（幼児用）
1歳幼児マネキン



次世代救命胴衣（幼児用）
3歳幼児マネキン

図 4-2-12 救命胴衣モックアップ（幼児用）波浪中浮遊試験

4.3 自由降下型救命艇及びそのフロートフリー要件に関する検討

4.3.1 MSC76 (2002年12月)における審議

バルクキャリアの安全性の向上についての MSC76 における議論の中で、英国はバルクキャリアの船体損傷とそれに引き続く沈没が突然かつ短期間に進行することを指摘した。また、ノルウェー及び ICFTU (International Commission of Free Trade Union: 船員の国際組織) はバルクキャリアにおける退船に関する FSA の結果 (MSC74/5/5) に基づき、自由降下型救命艇をバルクキャリアに搭載すること、及びその自由降下型救命艇は自動離脱機能を有するべきことを主張した。

日本は、MSC74/5/5 の FSA の内容を吟味して、自由降下型救命艇搭載義務付けの RCO (Risk Control Option) の効果が低いこと、ケーブサイズなどの大型のバルクキャリアへの自由降下型救命艇の搭載は、水面上の高さが高くなり現状の自由降下型救命艇がそのような降下高さに対応していないこと、さらに救命艇乗艇場所までのアクセスを新設しなければならないが緊急時にこのような足場を歩行することが危険となること、自由降下型救命艇の自動離脱機構はまだ開発されていないことを指摘し、自動離脱機構付き自由降下型救命艇の RCO は非現実的かつ効果がないことを文書を提出して主張した (MSC76/5/15)。

MSC76 は、しかしながら、ノルウェー及び ICFTU の主張を取り上げることに合意し、それにそって SOLAS 条約の改正案を作成することを DE に寄託した。

4.3.2 DE46 (2003年3月)における審議

ノルウェーより、締め切りまで時間がなかったことから提案文書を提出できなかったが、船員が救命艇に乗って安全に離脱できるよう、その自動離脱機能について検討をする必要があるとの発言があった (ICFTU 支持)。一方、我が国は、自動離脱機能については、議題19の退船ガイドラインと同様、退船シナリオベースで検討する必要があることを述べたところ、パハマ及び ICFTU から支持があった。また、パハマからは、これまで救命いかだの自動離脱機能は存在しているものの、救命艇の自動離脱機能を作ろうとした人はなく、船が沈むときに同時に沈んでしまう可能性も秘めており、非常に危険性をはらんでいるとの発言があった。さらに、サイプラスは、更なる draft exercise が必要であることを指摘した。

これに対し、オーストラリア及び米国は、MSCの指示は、自由降下型救命艇の積み付けのための SOLAS 第III章の改正案の作成であって、その機能を検討することではなく、非常に明確であると主張した。

結論として、次回小委員会において、搭載要件の案を作成するとともに、搭載要件以外の技術的事項も検討するため、各国及び国際機関に対し、更なる提案を要請することとなった。

4.3.3 DE47 (2004年3月)における審議

(1) プレナリーにおける審議 (DG 設置前)

前回 DE46 会合においてばら積み船に自由降下型救命艇 (Tree-fall Lifeboat: FFLB) を要求する規則改正草案及び自動浮揚機能 (Float Free Capability: FFC) を要求する規則改正草案を作成したが、結論が得られなかった。また、今次会合には提案文書はなかった。我が国は、原則として FFC は安全性向上に繋がるとの考えを述べた一方で、船舶が沈没する際の姿勢を考慮すれば、現時点で直ちに FFLB が FFC に対応することは困難であり、本件については研究を開始する必要があると述べた。ノルウェーは自動浮揚に関するシナリオの検討が必要であることを指摘した。ILAMA (国際救命設備製造者協会) は固定装置を変更すれば対応可能であろうが現時点では様々な沈没姿勢に対応する

製品は無いと指摘した。ICS（国際船主協会）は現時点では FFC に対応する FFLB が無いという問題点を指摘した。英国は FFC を要求する理由を説明した。シンガポールは FFLB の FFC は荒天時に FFLB を喪失する等の新たな問題を生じる恐れがあることを指摘した。結果として、規則改正案を Drafting Group(DG)で作成し、さらに今後必要となる作業も DG で検討することとなったため、我が国は FFLB が FFC を持つことを評価する方法（試験方法も含む）も必要であることを指摘し、この点についても、DG で検討することとなった。

(2) DG における審議

FFLB のばら積み船への搭載を義務付ける SOLAS 条約第 III 章第 31 規則の改正案は、Editorial な修正を検討した後に DG にて合意された。審議は、自由浮揚機能（Float Free Capability：FFC）に関する要件（定義を含む）に集中した。

議論において我が国は、実現可能性、性能基準、評価基準などの検討が不十分であること、現時点では FFC に対応する FFLB が無いこと、FFC により FFLB の信頼性が損なわれる恐れがあり、安全上十分な検証が必要であることを理由として、FFC の適用までには十分な期間が必要であると発言した。これに対して米国は、FFC の要件を作成することは MSC で決定済みであり、改正案を作成して MSC に送れば良いとの考えを示した。これに対して我が国は、MSC からの要請事項であっても、救命設備のエキスパートとして、実現困難な事項があればこれを指摘すべきであると指摘した。

FFLB の利用のためには、確実に離脱することが重要であり、必ずしも自動離脱である必要はないとのカナダの意見を受けて、米国を中心として、FFLB の FFC は、一度 FFLB をリリースすれば、支障なく離脱できることと定義する案が作成された。これに対して我が国は、同じ FFC という概念を FFLB においてのみ別の概念（救命いかだと異なる概念）とすることに懸念を表明した。また、FFC の要件に係る船舶が沈没する際の姿勢について、ノルウェー及び ILAMA は明確な規定が必要との意見を述べ、実行可能な水準として、横傾斜 20 度、Fore Trim 60 度、Aft Trim 10 度という案を提案し、オランダはこれを支持した。一方、ICS 等の船主側代表は、数値の根拠がないことを理由に、船舶が沈没する際の姿勢を現時点で規定することに反対した。結論として、現時点では数値は規定しないこととなった。審議の結果、SOLAS 条約第 III 章第 3 規則（定義）及び LSA Code の関連部分を改正する草案が作成された。

DG において我が国は、「実現可能性及び評価基準など未だ検討不十分であり、DG で作成した案について小委員会の合意を求めることには問題がある」ことを指摘し、報告（DE 47/WP.9）における要請事項に関する文言を「（小委員会に）合意を求める」から「検討を求める」に変更することを提案し、DG はこれに合意した。なお、FFLB の搭載を要求するばら積み船の長さについては、仮に 85 m 以上としたが、鍵括弧を付し、小委員会に検討を委ねることとなった。

(3) プレナリーにおける審議（DG 終了後）

DG の報告（DE 47/WP.9）にある改正案のうち、SOLAS 条約第 III 章第 3 規則の改正案、即ち、FFLB に限り FFC を「自動または手動とする」との案については、INTERTANKO（国際独立タンカー協会）より誤記ではないかとの質問があり、誤記ではないことが確認された後、ドイツ、オーストラリア、ICFTU、ギリシャ、ICS、パナマが、疑問を呈した。その後、我が国は、FFC に係る SOLAS 条約及び LSA Code の改正案を削除すべき（つまり FFC を FFLB に要求することを止める）との提案を行った。米国は、この要件は重要である旨発言したが、オランダ、中国、オーストラリア、ICFTU、

ノルウェーが我が国を支持し、FFCに係る改正案は、MSCに承認を求めないこととなった。

なお、シンガポールは当面手動離脱で良いとの意見、フランスは自動離脱の可能性があるのなら追求したいとの考えであった。オランダは本当にFFC-FFLBが必要なのか再検討すべきとの意見を述べ、我が国はこの考えを支持した。また、カナダはFFCの明確化を今後の課題とすべきことを提案し、英国はこれを支持した。

結果として、DGで用意した改正案はそのままMSC 78に送るものの、FFC要件の取り入れについてはDEとしては勧めないことを付記してMSC 78に再度検討を要請することとなった。なお、DEの作業計画においてFFC-FFLBは、次回議題には含めずに、1 sessionの議題として、作業計画に残すことをMSCへ提案することとなった。

4.3.4 MSC78 (2004年5月)における審議

ばら積み貨物船 (SOLAS 条約第 IX 章の定義のばら積み貨物船、鉱石船及び兼用船を含む) への自由降下型救命艇の搭載の強制化に関しては、MSC78 は自動離脱機能 (FFC) を要求することは時期尚早であるという DE47 の合意した勧告を受け入れ、バルクキャリアに関する Drafting Group が作成した SOLAS 条約第 III/31 規則の改正案 (MSC 78/WP.15 付録 5) を承認した。以下にその改正案を示す。

PROPOSED DRAFT AMENDMENTS TO THE INTERNATIONAL CONVENTION FOR THE SAFETY OF LIFE AT SEA, 1974, AS AMENDED

CHAPTER III LIFE-SAVING APPLIANCES AND ARRANGEMENTS Regulation 31

Survival craft and rescue boats

The following new paragraph 1.8 is added after existing paragraph 1.7:

“1.8 Notwithstanding the requirements of paragraph 1.1, bulk carriers as defined in regulation IX/1.6 constructed on or after [.....] shall comply with the requirements of paragraph 1.2.”

4.3.5 MSC79 (2004年12月)における審議

(1) SOLAS III 改正の採択

MSC78 が合意した SOLAS 第 III 章 31 規則改正案について、適用船舶を 2006 年 7 月 1 日以降に建造するバルクキャリアとし、採択した。すなわち、31 規則に追加する 1.8 項を

1.8 Notwithstanding the requirements of paragraph 1.1, bulk carriers as defined in regulation IX/1.6 constructed on or after 1 July 2006 shall comply with the requirements of paragraph 1.2. とした。

(2) 自動浮揚に関する今後の作業項目

自由降下型救命艇の自動浮遊要件については、DE に低優先度の 1 session の作業項目として残す

ことに合意した。但し、次回 DE48 の議題には含めなかった。

4.4 今後の作業課題

4.4.1 自由降下型救命艇の事故

DE48 (2005 年 2 月開催) へは、ノルウェーから、自由降下型救命艇の事故 (訓練) に関する調査報告が提出されている (DE48/INF.2)。

4.4.2 自由降下型救命艇の自動離脱・浮遊要件

自動離脱機能 (FFC) については、DE の将来議題として残ることとなったため、今後とも検討が必要である。

長さ約 1 m の FFLB モデル (写真 4.4.1) を確保したので、次年度以降にこのモデルを使用して、種々の船体傾斜状態における自動離脱のようすを把握する実験を実施することは可能である。



写真 4.4.1 長さ約 1 m の FFLB モデル

しかしながら平成 16 年度は、そのような実験の実施が FFC を支持することに繋がるという懸念から、実験は実施しなかった。

FFC に関して、以下の問題点が指摘されており、平成 17 年度以降に、それらの問題点について実験を実施して究明・検討する必要がある。

(1) 自由降下型救命艇の据え付け高さ

救命艇では、前後トリム 10 度で使用できることという規定があるが、船体の重心を中心として船体を 10 度 前トリムすると、船尾が大きく上がってしまって、20 m を超えるので問題が指摘されている。

現状のダビットランチ式救命艇では、進水用ワイヤその他について、船体の重心を中心としたトリム及びリストを考えて船尾が上がることを想定していない。従って、自由降下型救命艇も同じ扱いにすべ

きという理解に基づき、バルクキャリアへの自由降下型救命艇の搭載について、規則の解釈等を検討する必要がある。

(2) 傾斜して自由降下浸水した時の加速度

船舶が横傾斜している状態から自由降下型救命艇がリリースされ水面に入る時、艇の設計によっては船首部に横方向の力がかかり、それによる加速度が無視できないことが懸念されている。自由降下型救命艇の承認試験では、横方向の傾斜状態では試験を行わないため、up-rightな状態ではそのような横方向の加速度は観測されない。また、船舶を横傾斜することは不可能であるため、実船では試験できない。

そこで、このような横傾斜状態における自由降下浸水・加速度測定を救命艇のモデルで実施する必要がある。

(3) 自由浮揚に関する検討

IMOの設計設備小委員会の第48回会議（2005年2月）において、ドイツが自由降下型救命艇の自由浮揚設計の可能性と問題点について紹介した。

この問題については、以下のような方向での検討が必要である。

- ・艇引き上げ用のクレーンアームが自由浮揚を妨害するか、浮上する艇に損傷を加える可能性がある。
- ・本船の沈没姿勢（横転、テールアップなど）に対して、自由浮揚できるか。
- ・乗員が乗ったまま、自由浮揚することを期待するのか、あるいは艇は無人で浮揚し、そこに水中から乗員が乗り込むのか。
- ・自由浮上する生存艇としては、救命いかだがすでに開発されており、これを搭載すれば救命艇に自由浮揚性能を期待する必要はないのではないか。

さらに、緊急退船時のシナリオに基づいて健闘する必要がある。

5 . 遭難通信及び搜索救助に関する検討

5.1 旅客船の搜索救助

IMO の旅客船の安全性の議論の中で、旅客船の搜索救助に関しては、中規模程度の旅客船（乗客 1000 人程度）であっても、通常の搜索救助船ではこれらの人員を移乗して受け入れることが困難である旨指摘されている。さらに、極地方等、搜索救助機関から遠く離れた場所へのクルーズが行われるようになってきていることも念頭に置く必要があることも指摘されている。このような理解の上に立って、IMO の海上安全委員会が、旅客船の搜索救助に関する審議事項を抽出している（MSC 79/WP.13）。

すなわち、

- (5.1) 回収技術に関する総合的指針の作成
- (5.2) 事故を起こした船上における事故の極限について SAR service が出来る最大限の支援に関する指針の作成
- (5.3) 「SAR facilities から遠い」クライテリア
- (5.4) 安全場所の定義を考慮した、SAR facilities や SAR service から遠い場所における旅客船運航船社への協力のための非常事態における計画（contingency planning）の指針
- (5.5) SOLAS 船用の生存艇・水上からの人員回収設備の機能要件の策定
- (5.6) 救助用航空機への marine band radio equipment の設置及び全 SOLAS 船への air band equipment の備え付け
- (5.7) 低体温の防止及び手当の指針の見直し
- (5.8) 救助担当者の訓練の問題点（concerns）の特定及び助言
- (5.9) 救助担当者及び人員回収の責任を負う乗組員の訓練に関する事項の検討
- (5.10) 回収時間（time to recover）が 5 日であること等を考慮した救助時間（time to rescue）のクライテリアの設定

英国は IMO COMSAR 小委員会第 9 回会議（COMSAR9）に以下の意見を出した。

Task 1: preparing a guide to recovery techniques（5-1）

Recovery のためには、efficient means of recovery for all SOLAS ships が必要としている。

Task 2: on-board support as an aid to incident containment（5-2）

会期間に指針を策定すべきとしている（C.G.設置要請とも考えられる。）

Task 3: defining the meaning of "an area remote from SAR facilities"（5-3）

定義を決めることの問題点を指摘し、これは contingency planning の問題である（Task 4 で検討すべき問題である）としている。

Task 4: contingency planning guidelines for passenger ship operation in areas remote from SAR facilities（5-4）この項目の重要性を指摘している。

Task 5: functional requirements for recovery systems（5-5）一つの案として、以下を挙げている。

As a minimum, the rate shall be [twice] the number of the ship's [operating crew] per hour, and in conditions of [3.5] metre significant wave height.

Task 6: carriage of marine band radio equipment in SAR aircraft, and air band equipment on ships（5-6）救助用の航空機が marine band radio equipment を持つ方が、船が air band equipment を持つより良いとの意見である。

Task 7: prevention and treatment of hypothermia（5-7）英国は作業を undertake する用意がある。

Task 8: major incident training for SAR service personnel (5-8) 大人数の救助における検討事項 (10.4.1~10.4.7) を示している。また、time to recover については、現時点では決定すべきでないとしている。

COMSAR9 では、以下の議論があった。

(1) 救助用航空機へのmarine band radio equipmentの設置及び全SOLAS船へのair band equipmentの備え付けについて、米国は、旅客船の生存艇すべてにAir-bandの無線機を搭載すべきと提案した。これは、SAR航空機が捜索に来た時に、on-sight communicationを確立して、生存艇内に病人、怪我人など緊急に（SAR船が来る前に）救助されるべき人がいるかどうか知ることができるなど、利点が多いと主張した。これに対して英、ギリシャをはじめとする多くの国が、SAR航空機はMarine-bandを搭載していること、生存艇との交信はMarine-bandで行うことが望ましく、両bandを持つと混乱することが指摘され、米の提案は支持されなかった。

さらに英は、旅客船以外のSOLAS船がSAR目的以外の航空機と交信する機会は極めて少ないことから、旅客船以外のSOLAS船にAir-band無線機の搭載を義務付けることは極めて価値が小さいと指摘し、当該義務付けに反対したところ、英と反対の立場を有する米以外の多くの国が英を支持した。以上の議論の結果、WGは旅客船以外のSOLAS船にAir-band無線機の搭載することを「勧告」することで合意した。

(2) SARから離れた海域の定義（作業項目5.3）については、本件を定義するに当たって、救助すべき人員の数、実際の距離、SARの容量など、多義にわたる検討が必要であるという意見が出された。従って、「SARから離れた海域」を判断する適切なツールあるいは指標が現時点では無いため、本件を定義することは困難であると結論した。

(3) 人員回収設備（systems used to recover persons from survival craft and the water）（作業項目5.5）の機能要件を検討する際には、当該設備が旅客船以外のSOLAS船にも要求されると推察され大型客船が就航しない海域を航行する船舶には不要な設備であること、単に海中転落者を拾い上げるものと、多くの乗員乗客を拾い上げるものとは基本的に異なると考えられることが指摘され、この上に立ってさらに検討することとなった。

(4) Time to rescue（作業項目5.10）については、生存者をArea of safetyへ到着させるまでという定義であり、これはSAR救助船に乗り移るまでとすることもできるが、救助船の定員には限度があるため、これを超える人員を生存艇から移乗させた場合は、救助船はArea of safetyとは見なせないという指摘があった。time to recoverを考えるためのファクターの抽出を行った。

旅客船の捜索救助に係る安全性については、英国をコーディネータとしてコレスポнденス・グループがCOMSAR9 からCOMSAR10 の間に設置され、上の作業項目を検討することとなっている。

5.2 遭難通信関係

現在の海上遭難及び安全通信システム（Global Maritime Distress and Safety System: GMDSS）は、1980年代の技術に基づいて構築され、1990年代初頭にSOLAS条約第IV章として採択された。そこでは、デジタル通信技術も利用されているが、通信速度が極めて遅いものであった。

その後、デジタル通信技術を中心に情報伝達技術は長足の進歩を遂げ、通信速度が飛躍的に向上し、通信の確実性も大きく向上した。また、世界的なインターネット及び携帯電話の出現と普及は目覚しく、現代の情報伝達の中核を担っている。

こうした中で、現状のGMDSS遭難通信システムは既に旧式となっており、他の分野ではすでに利用されていないものがある一方、遭難通信の誤報の原因ともなっている。

また、テロに対応するため、海事保安のための警報装置が導入されたが、今後、世界中の船舶の動向を補足するためのロングレンジトラッキングシステムの強制化も検討されており、これら、保安通信システムの確立も求められている。

遭難通信、海上安全情報通信及び船舶保安通信は、それぞれ別の機能として設定されてきたが、現在の船舶は少ない船舶職員によって運航されており、これらを統合して船舶運航者に負担をかけず、かつ使用しやすいシステムとして構築する必要がある。

したがって、新世代の高速デジタル通信技術、インターネット及び携帯電話の利用を取り込み、遭難通信システムと保安通信システムを統合した、ユーザーフレンドリーな新しい海上通信システムの確立が重要な課題となっている。

こうした中で、IPを利用したGMDSSの将来構造が必要である。すなわち、IP技術を用いて、衛星、短波などの媒体を問わずに遭難警報及び海上安全情報（航行警報等）等を配信するシステム（図5.1）が示されている（以下、海上保安庁と協議した試案）。

- ・ 現在のGMDSS通信は、陸上の通信と比較して、複雑であり誤発射が非常に多い。特にHF/DSCは、放送方式により地球の裏側にまで電波が伝わることから、誤発射が地球上を駆け巡り、99.9%が誤発射となっている。
- ・ 陸上では、ブロードバンドによるIP電話（VoIP）（緊急機関への優先接続を含む）やGPS内蔵型携帯電話による緊急機関への通報などが実用化されつつある。
- ・ 海上でも新たな通信サービス（第4世代インマルサット衛星やKuバンド衛星によるブロードバンド衛星通信・HF帯E-Mailなど）が実用化されつつある。
- ・ IPネットワークを導入すれば、特定のアドレスにメッセージを非常に低コストで配信することが可能となる。（ただし、セキュリティには十分な配慮必要）
- ・ また、IPネットワークの場合、IPアドレスさえ指定すれば、世界中どこにでも対等に伝達されるため、遭難メッセージの送付先を何らかの方法により指定する必要がある。解決策としては、次の二通りが考えられる。
 - 船が遭難警報を送信するRCCをあらかじめ選んでおく方法（インマルサット方式）
 - 遭難位置から、自動的に配信する最寄のRCCをコンピュータにより選択する方法（コスパス・サーサット方式）
- ・ 航行警報や捜索救助情報の放送には、WEBやメール、ストリーミングなど、既存の技術を応用できる。
- ・ IP技術を使い、衛星・HF等の媒体を問わずに遭難警報が配信できる手順を確立する。
- ・ 世界中のRCCをIPネットワークで接続する。
- ・ HF/DSCは、誤発射の問題が深刻であるので、徐々に新しいものに移行して行き、廃止する。
- ・ SOLAS条約第IV章も、改正が必要となる可能性がある。

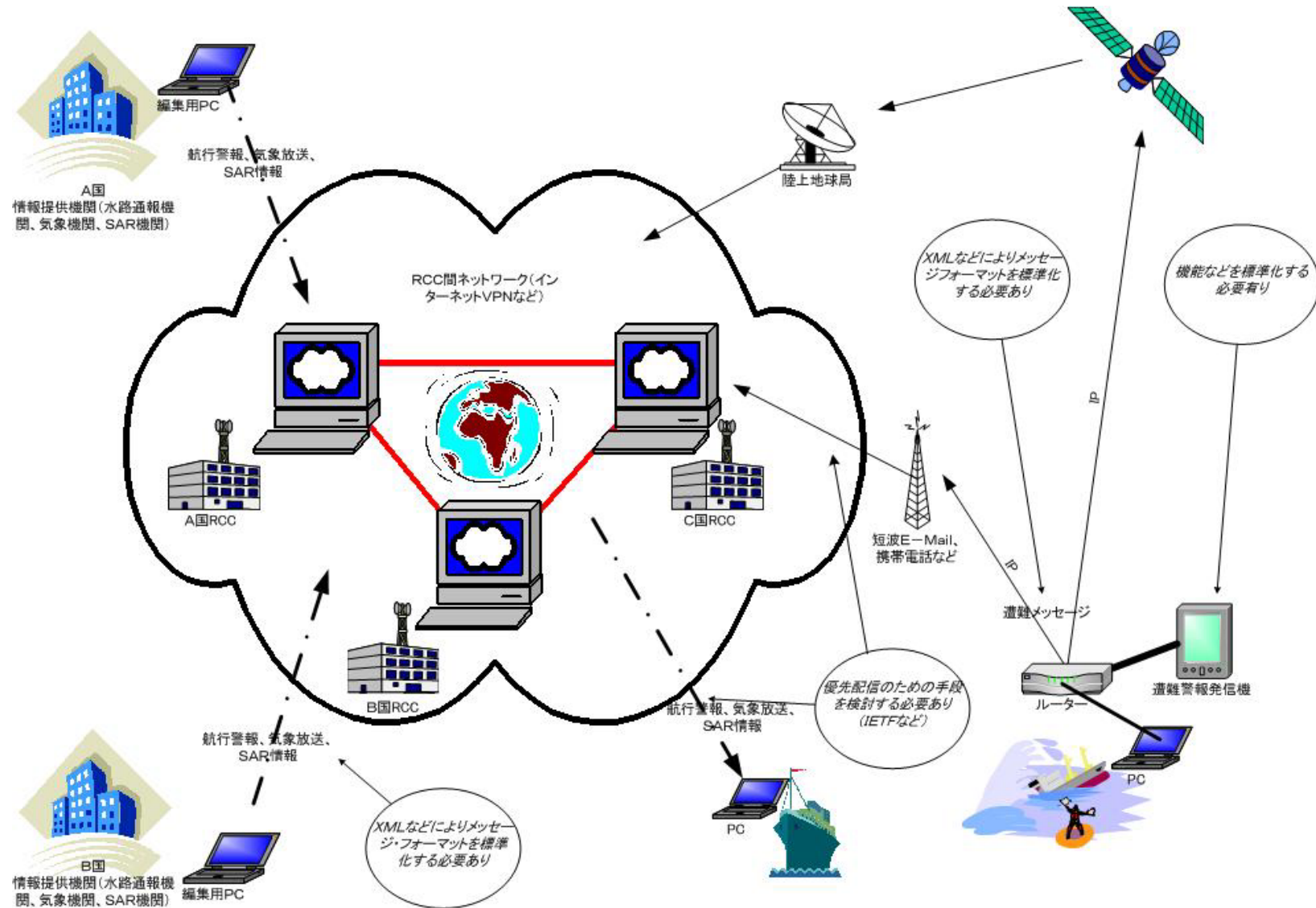


図 5.1 将来の GMDSS 構想 (海上保安庁)

6.1 ISO/TC 8/SC 1 及び同 WG 1 並びに WG 3

6.1.1 会議開催状況

救命設備や消防設備等に関する国際基準は、IMO 以外では、ISO/TC 8/SC 1 (国際標準化機構 / 船舶及び海洋技術専門委員会 / 救命及び防火分科委員会) で検討される。このうち、救命設備・器具については、WG 1 (救命及びはしご作業委員会) で、消防設備等については WG 3 審議される。平成 16 年度において ISO/TC 8/SC 1 (WG を含む) は、平成 16 年 4 月 26 日～28 日に、ポルトガルのヴィアナ・ド・カステロ市のホテル Estalagem Melo Alvim において開催された (ヴィアナ会議)。また、作業部会 (WG 1 及び WG 3) は、平成 17 年 2 月 12 日～13 日に、米国のマイアミビーチ市の Wyndham Miami Beach Resort において開催された (マイアミ会議)。

ヴィアナ会議には、本委員会の委員のうち太田委員 (海技研) が出席し、マイアミ会議には、本委員会の委員のうち吉田委員及び太田委員 (海技研) が出席した。

6.1.2 ヴィアナ会議の概要

救命設備については、主として ISO/DIS 18813 「生存艇及び救助艇の装備品」及び ISO/CD 24408 「位置表示灯の製品試験」の見直しを行った。また、消防設備等については、ISO/DIS 17338 「防火仕切りの図記号」、ISO/CD 19292 「火炎感知器」、ISO/DIS 24409-1 「安全関係表示」Part 1 「設計の基本」& Part 3 「安全のための表示の規定」、ISO/DIS 23269-1 「非常用呼吸具」及び ISO/DIS 22488 「消防員装具」の見直しを行った。その結果、進捗状況は以下の通りとなった。

以下の規格案について投票後、DIS とすることに合意した。

- ISO/DIS 19292 火炎感知器
- ISO/DIS 24408 位置表示灯の製品試験
- ISO/DIS 24409- 1 and 24409-3 安全関係表示

以下の規格案を FDIS の投票にかけることに合意した。

- ISO/FDIS 17338 防火図記号
- ISO/FDIS 18813 生存艇及び救助艇の装備品 (DIS 投票結果による)
- ISO/FDIS 22488 消防員装具
- ISO/FDIS 23269-1 非常用脱出呼吸具 (DIS 投票結果による)

また、作業が進捗しておらず、作業項目から削除される項目についても審議し、5 項目については、削除しないことを決議した。

さらに、IMO/FP 49 へ、SC 1 の活動を報告するとともに、非常用脱出呼吸具及び消防員装具の規格について紹介し、IMO 文書への取り入れの検討を要請することに合意したが、提案文書は提出されなかった。

6.1.3 マイアミ会議の概要

WG 1 のマイアミ会議では、DIS 投票の結果を受け、ISO/DIS 24408 「位置表示灯の製品試験」及び ISO/DIS 18813 「生存艇及び救助艇の装備品」に対するコメントについて審議した。また、今後の作業項目について審議し、幾つかの修正に合意した。

WG 3 のマイアミ会議では、以下の規格案について審議した。

- (1) ISO FDIS 22488 船上消防員層用装具

- (2) ISO DIS 23269-1 非常脱出用呼吸具
- (3) ISO DIS 23269-2 船上消防員用呼吸具
- (4) ISO DIS 23269-3 IBC Code 及び IGC Code 用呼吸具
- (5) ISO DIS 23269-4 IBC Code 及び IGC Code 用非常脱出用呼吸具
- (6) ISO DIS 24409-1、-2 及び-3 船上表示（救命及び防火設備並びに脱出経路）
- (7) ISO 15371 油調理器用消火装置（見直しの要否について投票中）

これらのうち(1)～(5)は、吉田委員（海技研）がプロジェクト・リーダーを務めている。審議内容は以下のとおり。

(1) FDIS22488 案 消防員装具

- ・ TC94/SC14 が作成している ISO17250 との内容調整を図ることに TC8/SC1 は合意している。つまり、17250 の type2 の boots を DIS22488 に利用することとなっている(20page ある)。これを FDIS 22488 へ入れる作業をコンベナーと事務局で進める。
- ・ FDIS 案ができた段階で SC1/WG3 メンバーに送る。メンバーからのコメントを斟酌して FDIS を完成し、ISO 中央事務局へ送る。
- ・ FDIS 同時に FP50 にも送る。FSS Code の改正で、FSS chapter 3 で引用するように提案する。
- ・ EU directive の改正で、ISO22488 を mandatory に引用する予定（2年後程度）
- ・ ISO/TC94/SC14 で CD-2 11613(消防員服)の投票が終了しているが、fail の模様。なお、次の TC94 会議は、今年 3 月 14 日～18 日に東京で開催される。
- ・ DIS22488 を JIS へ翻訳中旨、通知した。FDIS 22488 が来たら、新しい boots の part を JIS 原案に取り込む必要がある。
- ・ ANNEX A に関する日本のコメントに関して、boots に関して 17250 の level-2 の boots に関する電気抵抗試験を使うように FDIS22488 が修正されることになっている。(ANNEX A は不要となる。)
- ・ Lifeline について、伊が「fireproof」とはどう判断するか、質問した。これは呼吸具とともに使われるので、消防用呼吸具の規格で考える。

(2) FDIS17338 案 防火図面

- ・ B-15 及び B-0 の平面図を変更（7.1、7.2）。双方とも黄色の連続の斜線とするが、方向を変える。
- ・ B-15 及び B-0 の断面図も変更する。B-15 は黄色の連続実線（太さ中）。B-0 は黄色の破線。
- ・ 図面は eps file で提供すること。
- ・ SOLAS II-2 regulation 15 に従って用意する防火構造に関する情報、ブックレットに反映できる。また、regulation 9 に規定する防火構造の表現に使えることを FP50 に information paper として情報提供する。

(3) DIS 24409 案 船上のサイン

- ・ DIS24409-1（2005-01-28）及び DIS24409-3（2005-02-02）が配布されている。
- ・ drafting 作業が延々と続いているが、基となる draft を決める必要がある。
- ・ これらの 3 part は、すべての船種に適用する。船員、乗客の双方が情報を与える対象である。
- ・ 24409 に引用するサインは、陸上で使われるサインと整合すべきという意見は、原則的には正しいが、陸上のサインに関する ISO の作業が終わらないと、24409 シリーズが出来上がらないということの意味する。TC145 からのリエゾンに対し、どこをどのように整合する必要があるか、具

体的に提案するように求めるべきである。

- Figure-1 は ISO 7010 の B002 と合致させる（アレジー氏が図を提供する）
- DIS24409-1 の表の空欄（example）を埋める必要がある。24409-2 から適当な図を選ぶ。
- Figure-2 は ISO7010 にあるものに置き替える（multiple combination）
- 5.5 の f の後のパラグラフは、初めの 2 つの文章を最後に移動する（これらは recommendation）
- Figure-3 のミドリ十字の位置は、一番上の図のみとする。（TC145 の決定を確認する）
- Figure-5 の右から 2 つ目のサインの漢字は旧字であるため、削除する。
- Table-1 と table-2 と連続のため、一つの table-1 とする。以後、table 番号を繰り上げる。
- 新しい番号の Table-3 で 2 番目の行を削除する。
- 新 Table-3 及び table-4 において、緑のバックは白とする。
- 新しい Table-4 で example の列を削除する。表示例は 244409-3 に Informative Annex として掲載する。（ISO16069 に表示例がある）
- Figure-7 は削除し、ミミック・サインの例を informative annex に示す。
- サインのデザインの評価方法は、TC145 が開発したものを引用する。（ISO 7010）
- 現在の ANNEX A は削除。
- 10 項は ISO 3864-1 を引用する。新 Table-5 は Example とする。
- これらの修正を入れて、DIS 24409-1 投票に出す。

(4) DIS 24409-3 案

- 4.5 及び 4.6 の説明が適切か、議論した。
- サインの大きさと最大距離の関係について議論した。これは視野角とも関係する。この件で ISO3864-1 を引用する。
- 上の事柄に関連して、7 項も変更するか、検討する。特に 2 つ目のパラグラフを独立パラグラフとする。
- 各パラグラフは、項番号があるほうがよい。
- 9 項から ANNEX C の引用を削除する。
- ANNEX C は informative であることに合意した。10 項でのこれらの ANNEX の引用の仕方を informative にする。
- 9 項及び 10 項は書き直す。
- 9 項で、]testing が問題となった（誰が何時 test するか）。結果”testing”は削除した。
- 10 項で、testing を削除し、その代わりに replacing を入れる。
- 10 項で”regular interval”はどのくらいの期間を言うのか。それは 9 項で規定する文書に記されるものであろう。「in accordance with documentation provided in 9」
- これらの修正を入れて、DIS 24409-1 投票に出す。

(5) CD24409-2 サイン

- 小グループを形成して 4 月末までに中身を詰め、5 月 15 日までに WG3 メンバーに配布し、6 月の韓国の会議で検討する。
- 小グループのコンペナーは Derise（伊）、メンバーは Allesì、Abbate、George など。

(6) DIS 23269-1 EEBD

- ・ DIS 投票は 100%賛成であったので、FDIS を省略して発行される。
- ・ 発行のための text を ISO 中央事務局へ送付済み。

(7) DIS 23269-2 消防員用呼吸具

- ・ FSS code の規定に従って、self-contained をタイトルに加える。
- ・ Scope : 火炎から逃げる場合には已む無く火炎に晒されることもあり得る。
- ・ 3.2 の NOTE は削除。消防員用 facepiece は fullface であるべき。
- ・ 4.8 のバルブは消防員装備の手袋で操作できること旨、明記する。
- ・ 4.9 の警報は audible とすべきという意見があった。
- ・ 4.12 で、酸素ポンペは消火活動には危険故、「酸素」及び「EN400」は削除する。
- ・ 4.17 の無毒性は、製造者が情報を用意する。
- ・ 4.22 「automatic change over switch」は「automatic shut-off switch」とする。これは、マスクを外した時に、自動的に空気の流出を止めるもの。
- ・ 4.28 として、immersion test を要求する意見があったが、否定された。
- ・ 4.27 に、スパークを発生する可能性のある材料は lifeline 及びその関連具には使用しない旨、明記している。IBC Code あるいは IGC Code の下で使用する呼吸具でなくても、コンテナ船とかバルカーなので発火危険のあるところで活動する可能性があるため、スパークレジスタンスは必須である。
- ・ 通常環境で会話する場合など、マスクを外すかわりに呼吸部をすぐに脱着できることが望ましい。DIS 投票で提案文章が出てくる予定。
- ・ demand type については、TC94/SC14 及び SC15 では消防員用呼吸具はすべて positive とすることで合意しているため、negative pressure type は基準から削除されている。WG3 もこの合意に従うこととなった。なお、国内の呼吸具（船舶用に限らず陸上用も）もこの合意に従ったものとする必要がある。
- ・ 6.4 の圧力は「0,7 kPa から 1kPa」とする（EN137 standard に合わせる）。
- ・ 6.6 は 500Pa（EN137）に合わせる。
- ・ 6.7.2 は 150N とする（EN136 の class 3）。なお、EN136 の class 3 は一般使用レベル。
- ・ 同様に 6.7.3 は 500N とする。
- ・ 同様に 6.7.6 は 150N とする。
- ・ 6.8 は EN に合わせるべきか。（容積規定はシリンダの容積に依存するため、相応しくない。）
- ・ 6.10 は、EN の class 3 に関する試験方法に置き換える。
- ・ 6.11 はシリンダだけでなく、呼吸具全体をオープンに入れる。
- ・ 7.1 は、着用を急ぐ必要はないため、削除する。着用方法は 8 項の説明書に明示することとする。
- ・ 以上の修正を入れて、DIS 投票に出す。

(8) DIS 23269-3 IBC IGC 用安全呼吸具

- ・ 6.1 の試験方法は不明確な部分が多い。
- ・ 6.2 は、浸漬する時間を規定する必要がある。
- ・ 化学物質への耐用性は、cargo に依存する。
- ・ 6 項については、DIS 投票において充分検討して、修正案を示すよう要請された。
- ・ TC94/SC15 東京会議でも本件を検討するよう、TC8SC1 から要請する。（TC94/SC15 の次回会議は

東京ではない。)

- ・ 7.1 は削除 (Part2 と同じ理由)
- ・ これも DIS 投票に出す。

(9) DIS 23269-4 IBC IGC 用 EEBD

- ・ タイトルは、emergency escape breathing devices (EEBD) required by IBC Code and IGC Code とする。
- ・ Part 3 と同じように、修正案を考える。
- ・ 着用試験、表示は Part 1 と同じ。
- ・ これも DIS 投票に出す。

(10) DIS 19292: : ポイントタイプ火災感知器

- ・ TC21 のコンベナーは TC21SC1 の (CD 7240-10=almost EN54-10) との調整が必要か問い合わせられている。
- ・ ISO19292 の発行は、局所消火装置用に急がれているため、早々に DIS へ進める。
- ・ TC21 に対し、CD7240-10 を DIS19292 に合わせるよう、DIS19292 と CD7240-10 の比較表 (環境試験が異なる) を用意し、要請する。

(11) OIL MIST Detector

- ・ TC21 は本件を TC8SC1 の作業とするよう、要請してきている。
- ・ UK は TC21 及び IMO/MSI に対し、当該 standard を作成するよう、提案してきている。
- ・ TC8SC1 としては、当該作業は welcome である。その旨、TC21 へ通知する。
- ・ 本件の project leader が必要である。

(12) ISO 15371 : 油調理器用消火装置

- ・ 只今、見直しの可否について投票中。
- ・ 基となった UL300 が改正されている。その改正を ISO15371 の改正に反映させるか？
- ・ 調理器から発生した火災がダクトに容易に移る。火災のシナリオを考える必要がある。
- ・ SOLAS II-2/10 規則の脚注で ISO15371 を引用している (mandatory ではない)。

(13) 将来作業項目

- ・ aerosol に関する ISO standard を作成する作業に着手すべき意見があった (Ansil 米国)。WD 案はストックホルム会議で提示されている。これを cleaning-up する必要がある。それをウルサンで検討する。
- ・ IMO・FP で、機関室消火装置 (泡、エアロゾル、water-mist など) の基準を検討中であることに留意する。
- ・ その他のアイテムは、将来作業可能項目から削除する。

(14) リエゾン

- ・ TC21 : 必要 (火災感知器及び消火システム関係)、リエゾン officer を探す。
- ・ TC92 : 必要 (当面は情報交換) by 吉田
- ・ TC94SC14 : 必要、by e-mail basis

- ・ TC94SC15 : 必要、by e-mail basis
- ・ TC145 : 必要、from TC145 : John Creak、from TC8/SC1

6.1.4 今後の予定

次回の ISO/TC 8/SC 1 (WG を含む) は、2005 年 6 月 13 日から 17 日の間、韓国ウルサンで開催される予定であり、その審議動向については、引き続き情報を収集する予定である。

6.2 CEN/TC162/WG6 及び ISO/TC188/WG14 合同委員会（第15回）

ISO/TC188/WG14 は、小型舟艇用の救命設備に関する ISO 標準を作成している。それらの ISO 標準は国内においても利用されており、また IMO DE 小委員会においてもその動向に着目している。ここでは、平成16年11月に開催された会議の様相を報告する。

6.2.1 日程：平成16年11月30日～平成16年12月3日（合同委員会）

平成16年11月29日（Test House Meeting）

6.2.2 場所：ドイツ、DIN ベルリン事務所

Deutsches Institut für Normung e. V. Burggrafenstrasse 6 10787 Berlin

6.2.3 議題及び作業文書

(1) 開会

(2) 自己紹介

(3) 議題の採択 N392

(4) 第14回議事録の確認 N390

(5) コンペナーの報告 N393

(6) prEN ISO12402-6 に対するコメントの検討

CEN 及び ISO に対する第2回目回章時コメントについて

回章版 ISO/DIS 12402-6 N394

受諾されたコメント表 N395

(7) prEN ISO12402-10 に対するコメントの検討

CEN 及び ISO に対する第2回目回章時コメントについて

回章版 ISO/DIS 12402-10 N396

受諾されたコメント表 N397

(8) ISO 12401 と EN 1095 の統一化

“Deck safety harnesses and safety line for use on recreational craft”

(9) EN ISO 15027-1 to -3 “Immersion suits”の見直し

(10) その他

(11) 次回の予定

6.2.4 出席者

表 1 CEN/TC162/WG6、ISO/TC188/WG14 合同ミーティング（第 15 回）会議主な出席者

No.	国名	氏名	備考
1	ドイツ	Rolf Popp	コンベナー
2	ドイツ	Hans-Hermann Lehnecke	DIN 事務局
3	フィンランド	Raimo Tihverainen	Finnish Maritime Administration
4	フィンランド	Raija Ilmarinen	FIOH
5	スウェーデン	Tor Christiansson	Hammar
6	スウェーデン	Mats Hermansson	
7	ドイツ	Alan Hilton	ISI Components
8	ドイツ	Roman E. Knopik	REK
9	ドイツ	Michael Moellenbeck	Safety Gas Cylinder
10	ドイツ	Gunter Cornelissen	DIN
11	ドイツ	Jan U Bernhardt	Secumar
12	ノルウェー	Randi E. Reinertsen	Sintef
13	ノルウェー	Avid Pasche	Thelma AS
14	ノルウェー	Irene V. Mjelde	Regatta
15	英国	Joe Bottomley	Fleetwood Laboratory
16	英国	Andrew Richards	Crew saver
17	南アフリカ	Bodo Hauptfleisch	
18	カナダ	Martin Lee	Mustang Survival
19	米国	Samuel E. Wehr	USCG
20	米国	Michael T. Cunningham	Underwriters
21	米国	Ralph E. Steger	Sterns
22	日本	板垣恒男	製品安全評価センター
23	日本	高階尚也	高階救命器具
24	日本	ドロシー高階	高階救命器具
25	日本	尾崎洋次	日本炭酸瓦斯
26	日本	松倉真吾	日本炭酸瓦斯

6.2.5 審議内容

(1) 開会

11月30日（火）午前 10:00 より開会、出席者の自己紹介が行われた。

(2) 議題の採択、前回議事録の確認

議題は N392 のとおり採択され、また、前回議事録は N390 により確認された。

(3) コンベナーからの報告

N393 をもとにコンベナーからの状況報告がなされた。prEN ISO12402 の 1 ~ 10 までの各パート

についての現在の状況が説明され（別紙表参照）、今回の会合でパート6及びパート10に対するコメント審議が終了すれば、パート7を除いたその他のパートに対する Formal Vote が近々行われる予定であること。パート7の審議を次回 2005 年 4 月の会合で終了させることを予定しており、順調にいけば、2005 年中にすべてのパートを完成したいとの意向が述べられた。

(4) prEN ISO12402-6（特殊用途の救命胴衣及び浮力補助具 - 安全要件及び追加試験）に対するコメントの検討

各国からのコメント及び CEN コンサルタント(Jose Bahima)からのコメントをまとめた表(N395)をもとに、個々のコメントについて審議した。エディトリアルな修正を除き、主な審議内容を以下に示す。

a. 一般要件について（5.1.1）

独より、EN340 に関連して、再び“健康に影響を及ぼすような材料の使用を禁止する”との規定の追加提案がなされた。この内容は第 1 2 回会合において一度審議され、製造者の反対により合意されなかったものであるが、コンペナーより、EN ISO 規格としてどうしても取り入れる必要がある旨説明され、次回のパート7（材料及び部品）の中で再度、審議することとした。それに関連し、今回の議事録と同時に事務局より EN340 が配布される。

b. 膨脹式気室の耐圧試験について（5.1.3）

-5 及び+30 の温度環境化で 70kPa(約 525mmHg)に耐えることとの規定(5.1.3.2.1)について、圧力が過大であるとの英国の反対意見、恒温槽が必要となり負担が大きいとのカナダの反対意見が採用され、該当項目が削除された。その結果、耐圧試験としては、倍量のポンペによるダブルインフレーション試験のみとなった。この方針は他のパートにも適用される。

c. White water sports 用の救助用ハーネスシステムについて

5.2.3 項の表題が Harness system ではわかりにくいとの CEN コンサルタントの指摘に答えるため、Quick release harness system に変更した。また、離脱機構の作動試験に使用する荷重について、現在の 150kg 及び 250kg は、人体が装着するという使用形態を考慮すると過大であるとの英国提案が採用され、150kg を 100kg に変更、250kg を削除することにした。

d. 水上バイク、水上スキー等用の救命胴衣の要件について

米国の提案により、原案に取り入れられた 5.3.2 Dynamic strength test（時速約 80km/h で棹に取り付けた救命胴衣を海面上に落とし、胴衣の損傷を調べる）について、波の状況等により結果が異なり、再現性があるとは思えず、規格に入れることは適当でないとの英国の提案が合意され、削除された。

e. 消防活動用救命胴衣について

炎に暴露される可能性のある外側の布地やベルト類に対して、ISO 15025 に従った耐炎試験(Limited flame spread test)を行い、EN533 の index 1 以上の性能を持つこととされた。

(5) prEN ISO12402-10 (浮遊具等に関する選択及び適用) に対するコメントの検討

各国からのコメントをまとめた表 (N397) をもとに、個々のコメントについて審議した。主な審議内容を以下に示す。

a. 適用範囲

ISO 12402 で取り扱う救命胴衣及び浮力補助具に加え、セーフティーハーネス及びイマーシヨンスーツを含むとしていたが、セーフティーハーネスについては ISO 12401 として分離されたため、適用範囲から削除された。

b. SOLAS 型救命胴衣について

フィンランドより、ISO 12402 パート 1 は SOLAS 型救命胴衣に対する規格であり、SOLAS の要件を満たす必要があることが明記されていないとの提案がなされ、Introduction、PFD (個人用浮遊具) の選択及び適用の一般 (4.1 項) 及び選択 (4.4 項) にそれらの説明文を追加することとした。

c. イマーシヨンスーツに関する項目 (5.3 項) について

5.3 項は、イマーシヨンスーツに関する ISO 15027 の Informative Annex よりコピーされたものである。現在の ISO 15027:2001 規格そのものに修正すべき間違いが含まれていて、見直す必要があることから、5.3 項全体を削除すべきとのフィンランドの提案については、基本的に合意されたが、最小限のガイダンスだけでも残したいとの意向があり、総則 (5.3.1 項) を残し、熱的保護時間 (5.3.2 項) 及びリスクアセスメント (5.3.3 項) が削除された。

(6) その他の議題について

a. ISO 12401 と EN 1095 (Deck safety harnesses and safety line for use on recreational craft- Safety requirements and test methods) の統一化

ISO 12401 が発行されたが、元となっている EN 1095 と違いが発生しているため、EN 1095 の内容を ISO 12401 に合わせる作業が必要で、当 WG で担当する予定である。

b. EN ISO 15027-1 to -3 “Immersion suits”の見直し

最終投票の際に、幾つかの国 (フィンランド、英国等) より技術的コメントが提出されており、次回の改正時に検討する予定になっていた。ISO 15027 は 2001 年に発行されているため、2006 年の 5 年後の見直し時期に合わせて、本 WG で審議を開始したいとコンベナーより説明があった。関係する国は、事務局を通じてコメントの提出が求められている。

(7) 次回の予定

次回は、平成 17 年 4 月 25 日から 4 月 28 日にかけてノルウェーのフェリー (Hurtigruten) に Alesund から乗船し、Tromso まで航海中に会議が開かれる予定である。prEN ISO 12402 パート 7 (材料及び部品) の審議が予定されている。

(8) テストハウスミーティング

会議に先立ち、11 月 29 日にテストハウスミーティングが行われた。

出席者：

Joe Bottomley (英国)
Samuel E. Wehr (米国)
Michael Cunningham (米国)
Rolf Popp (独)
Raija Ilmarinen (フィンランド)
板垣恒男 (日本)

a. 救命胴衣に取り付けられた標示ラベルについて

一度、水に浸かっただけで、標示が読めなくなるようなものがある(例えば、タイベック製?)。標示は重要であり、このようなラベルを排除するような試験方法が必要とのフィンランドよりの提案がなされ、塩水浸漬や洗濯処理に対する耐久性を確認する試験を規格内に追加する方向で今後検討することとした。

b. 救命胴衣の表面色について

小児用救命胴衣の場合、胴衣表面にキャラクター等の模様を入れる傾向がある。その場合に、見やすい色の割合をどのように考えるかとの質問がフィンランドよりなされた。結論は出ないものの、面積の半分以上や、見易い色のかたまりとして一定の面積(25cm²程度)が重要との意見等が出された。

c. 復正試験の方法について

現在、パート9及びIMO/DEで検討しているLeg release方法について、米国より改正案が説明され、確認された。

d. つなぎ服型の浮力補助具の事故について

フィンランドより、表記補助具を着用して事故を起こした例が報告された。浮遊姿勢を確認すると頭が水面下になるとのこと。これについては、正しい性能確認試験がなされていないことが原因であろうと推察された。

e. 幼児マネキンに関するラウンドロビン試験について

フィンランドより、現在、ノルウェー、我が国及びフィンランドで計画されているラウンドロビン試験についての紹介された。3カ国の試験機関で各々Bambi マネキン(ノルウェー及びフィンランド)及び日本マネキン(我が国)について、同じ小児用救命胴衣を使用しての比較試験が始められている。米国製の小児用Reference Vest 2種類、ヨーロッパより4種類、日本より3種類の胴衣が試験品とされているが、会議中に米国より4種類の追加希望があった。種類が増えたため、試験項目を絞り、飛び込み試験及び復正試験について今後、進められる予定である。

6.3 ISO/TC 92 (火災安全)

ISO/TC92 (Fire Safety : 火災安全) は、火災安全に関する ISO 規格の作成作業に当たっており、その活動は ISO の中で、TC8 (船舶海洋技術)、TC61 (プラスチック)、TC98 (建築設計) をはじめ種々の技術委員会に対して縦断的である。また、その使用者である IMO、IEC 等とリエゾンを結んで協調している。TC92 は従来、建築物の火災安全を中心に扱ってきたが、ここ 10 年の間、IMO とも密接に連携してきた。IMO では SOLAS 等に関連して、TC92 が作成した ISO 規格を多く利用しており、IMO の指針等に引用している。

6.3.1 ISO/TC92 の構成と活動内容

ISO/TC92 は、Dr. Björn Sundström (Sweden) 議長、Ms. Magdarena Di Carlo (UK) 事務局の下に、以下の 4 つの小委員会 (Sub-Committee : SC) がある。

- | | |
|--------------------|-------------------------|
| ・ SC1 (火災の発生と発達) | 議長 : 吉田公一 |
| ・ SC2 (火災に対する構造保全) | 議長 : D. Priest (USA) |
| ・ SC3 (燃焼毒性及び環境影響) | 議長 : R. Gann (USA) |
| ・ SC4 (火災安全技術) | 議長 : J. Kruppa (France) |

ISO/TC92 が作成した ISO 規格は、SOLAS 条約及びその関連基準等に引用されている。例えば、

- ・ SOLAS 条約 II-2 章の脚注に引用されている規格としては、ISO1716 材料の熱量ポテンシャルの測定方法がある。
- ・ SOLAS 条約 II-2 章によって強制力のある火災試験方法コード (FTP Code) に引用されている規格としては、ISO1182 不燃性材料試験方法、ISO 5660-1 燃焼発熱速度の測定方法、ISO9705 実大火災室試験方法がある。
- ・ SOLAS II-2 章 第 17 規則に定めている同等火災安全設計及び措置の評価・承認のための指針 MSC/Circ.1023 では、ISO TR 13387 (TR=Technical Report 規格の前段階の技術報告書) シリーズが評価方法として使用されている。
- ・ FTP Code の Part 3 及び Part 5 に規定する試験方法は、ISO834 構造物の標準火災試験方法及び ISO5658-2 火災伝播製試験方法に基づいて開発された。また、Part 2 の燃焼毒性試験方法については、ISO/TC92 で現在作成中である。

従って、ISO/TC92 の活動は IMO にとっても極めて重要である。

欧州では、鉄道に関する欧州規格の統一作業において、各国独自の規格に代えて ISO 規格を使用する動向にあり、火災安全に関しては TC92 が作成した ISO 規格を利用している。今後は、航空分野でも積極的に働きかけることに合意し、ICAO とも連携する努力を推進することとなった。

火災安全については、仕様の標準が従来使われてきたが、現在では、準を性能基準として策定し、火災安全設計及び設備を性能的に評価する方向にある。IMO では 2000 年の SOLAS 条約 II-2 章改正ですでにそのような方向を取り入れている。TC92 ではこのような動向を積極的に捉えて、SC4 を心に火災安全評価に関する ISO 規格の作成作業を推進しており、その作業の目標、TC92 内の各小委員会 (SC) における作業内容と互いの連携を取り決めて活動している。

6.3.2 TC92SC4 の規格作成活動

SC4 (火災安全技術) は、火災安全評価の考え方のフレームワーク及びそのための個別の手法について、表 6.3.1 に示した ISO 規格 (テクニカル・レポート) を制定してきている。これらは IMO が作成した船舶の防火に関する「同等設計・措置に関するの指針」(MSC/Circ.1002 Guidelines for Alternative Design and Arrangements for Fire Safety, 26 June 2001) に引用されているものであり、火災安全の考え方の基本をよく表している。これらの ISO 規格(技術報告書)は、言わばガイダンス的なものであり、火災性状及びその発達の予測、火災の建築等の構造体への影響、火災からの避難等について、どのようにして捉え、考えていくかを示しているが、定量的な火災発達、火災影響あるいは避難の予測解析手法は示していない。

表 6.3.1 ISO/TC92/SC4 Published standards

ISO Standard No.	Title	Publication date
ISO/TR 13387-1	Fire safety engineering – Part 1 : Application of fire performance concepts to design objectives 火災安全技術 - パート 1 火災特性の設計対象への適用	99-09-30
ISO/TR 13387-2	Fire safety engineering – Part 2 : Design fire scenarios and design fires 火災安全技術 - パート 2 火災シナリオ設定と設定火災	99-09-30
ISO/TR 13387-3	Fire safety engineering – Part 3 : Assessment and verification of mathematical fire models 火災安全技術 - パート 3 火災の数学モデルの評価とアセスメント	99-09-30
ISO/TR 13387-4	Fire safety engineering – Part 4 :Initiation and development of fire and generation of fire effluents 火災安全技術 - パート 4 火災の発生と発達及び火災生成物の発生	99-09-30
ISO/TR 13387-5	Fire safety engineering – Part 5 : Movement of fire effluents 火災安全技術 - パート 5 火災生成物の動き	99-09-30
ISO/TR 13387-6	Fire safety engineering – Part 6 : Structural response and fire spread beyond the enclosure of origin 火災安全技術 - パート 6 発生区画を超える火災の広がりと構造体の応答	99-09-30
ISO/TR 13387-7	Fire safety engineering – Part 7: Detection, activation and suppression 火災安全技術 - パート 7 火災の検知、対応の開始と抑制	99-09-30
ISO/TR 13387-8	Fire safety engineering – Part 8 : Life safety – Occupant behaviour, location and condition 火災安全技術 - パート 8 館内者の行動、位置及び状況	99-09-30

そこで、ISO/TC92/SC4 は次の作業として、表 6.3.2 に掲げる表題の ISO 規格を作成する作業に着手している。

表 6.3.2 ISO/TC92/SC4 の新作業項目

CD No.	Title	ISO Standard Title and Purpose/Objective
PNWI	General principles of performance Based fire safety design and assessment	以下の各論を総括し、全体的な指針を与える。 PNWI (Preliminary New Work Item) : 予備的新作業項目
16730	FSE - Assessment, verification and validation of calculation methods	火災安全解析に用いるモデル及びシミュレーション技法が、目的の解析に対して有効かつ十分であるかを評価する仕組みを整えることは、そのモデルの使用者(建造物の設計者)提案されている建造物の安全性を評価する者及び公共的立場から安全性を監査するものにとって、重要である。
16731	Data needed for Fire Safety Engineering	火災安全技術(FSE)の下で火災安全を解析するために必要となるデータ(火災試験結果、材料の緒元、施工方法の情報等)について、予め様式(多くは電子情報として)を整えておくことは、解析を容易にするとともに、解析の透明性を保つことに資する。
16732	Guidance on fire risk assessment	火災リスク・アセスメントについて、定義、用語、方法、手段及び周辺条件を含むガイダンスを作成する。火災安全評価にリスク・ベースの評価を導入する。
16733	FSE - Establishment and selection of design fire scenario and design fires	火災安全技術 FSE にとっては、解析の対象とする火災シナリオの選択が重要である。火災シナリオの定量的な解析を可能にするためには、それぞれの火災シナリオにおける設計火災を定める必要がある。このような火災シナリオの解析を通して、提案されている火災安全設計が性能要件に合致するか否かを評価できる。
16734	Requirements governing explicit algebraic formulas - Fire plumes	火災時の軸対称な火災気流(プルーム)を定量的に捉える方法を規定する。解析的な方法と CFD を応用した方法が考えられる。
16735	Requirements governing explicit algebraic formulas - Smoke layers	火災時の煙の流動を定量的に捉える方法を規定する。2層モデル及び CFD を応用したモデルを考える。
16736	Requirements governing explicit algebraic formulas - Ceiling jet flows	火災時の天井下面における高温ガスの流動を定量的に捉える方法を規定する。
16737	Requirements governing explicit algebraic formulas - Vent flows	火災時の換気を定量的に捉える方法を規定する。
16738	Evaluation of Behaviour and movement of people	火災時の人の行動を定量的に予測することは、火災時の避難安全の確保の解析にとって重要である。ここでは、個々の人を取扱う粒子モデル(Individual model)を考える。

これらの ISO 規格の作成構想は、最新の火災発達、煙の流動及び人の避難行動等に関する予測手法技

術（コンピュータ・シミュレーション技術）等を織り込んで、火災安全評価のための手法を体系付けようとするものである。但し、確率論的安全評価の考え方は導入されていない。火災時の人の行動については、IMO・FP においても避難解析方法のガイドラインを作成しており、何人かの専門家は IMO・FP と ISO/TC92/SC4 の双方で作業をしている。

7.1 FP 49

7.1.1 議題

IMO 第 49 回防火小委員会 (FP 49) は、2005 年 1 月 24 日～28 日に開催され、本委員会の委員のうち太田委員 (海技研) が出席した。議題は以下の通り。

- 議題 1 議題の採択
- 議題 2 他の IMO 機関の決定
- 議題 3 旅客船の安全
- 議題 4 火災安全システムに関する性能試験及び承認基準
- 議題 5 2000 年 HSC Code の見直し及び DSC Code と 1994 年 HSC Code の改正
- 議題 6 シール材及び樹脂材の試験片準備手順の改正 (決議 A.653(16))
- 議題 7 防火扉の性能要件に関する決議 A.754(18)の改正
- 議題 8 LHNS 指針の防火要件の見直し
- 議題 9 避難誘導システムの性能要件
- 議題 10 新・既存旅客船の避難解析に関する勧告
- 議題 11 火災事故記録の解析
- 議題 12 ガス燃料船に関する要件の策定
- 議題 13 IACS 統一解釈の検討
- 議題 14 作業計画及び FP50 の議題
- 議題 15 2006 年議長及び副議長の選出
- 議題 16 その他の議題
- 議題 17 MSC への報告

これらの議題のうち、本委員会に関係が深いと考えられるのは、議題 3「旅客船の安全」及び議題 9「避難誘導システムの性能要件」及び議題 10「新・既存旅客船の避難解析に関する勧告」と考えられるため、これらについて報告する。なお、議題 11「火災事故記録の解析」で審議されたのは、タンカーの爆発事故と、荷役時に使用する不活性ガス装置の要件の適用拡大であり、本委員会の直接の興味の対象ではない。

7.1.2 旅客船の安全及び避難誘導システムの性能要件

これらの議題はまとめて、WG で審議された。主な提案文書は、「大型旅客船の安全」(議題名については、MSC 79 の項を参照のこと)に関する C.G.の報告である。

新造旅客船に適用する各種のコンセプト ("Safe area", "Safe return to port", "Habitability timeframe") に係る機能要件が策定され、これに基づき、SOLAS 条約第 II-2 章及び FSS Code の改正案候補がまとめられた (c.f. FP 49/WP.1 ANNEX 1 Possible draft amendments to SOLAS II-2 and FSS Code)。また C.G. (Coordinator: ドイツ) の設置が合意され、SOLAS 改正案候補としての "On-board Safety Centre" に係る要件の見直し及び火災予防措置について検討するとの T.O.R.が用意され、さらに ANNEX 1 についても C.G. で議論することとなった。C.G. の Contact Person には、安全基準課鈴木係長及び本委員会の太田委員 (海技研) が登録された。以上の通り、今後旅客船に適用されるであろう新たな要件が策定されつつある。

避難誘導システムの性能要件については、FP 49/3/1 ANNEX 6 基礎として、L.L.L. を含む避難誘導

装置が満たすべき機能要件及び性能基準に関する指針案を作成した。その際、試験基準の取り扱いが議論になり、試験基準は、これに承認基準と整備基準を加え、「L.L.L. の代替となる避難誘導装置（音響避難誘導装置以外にも、新しい装置があれば適用するとの意味）」が満たすべき暫定指針案としてまとめられた。

7.1.3 新・既存旅客船の避難解析に関する勧告

新・既存旅客船の避難解析の暫定指針（MSC/Circ.1033, 2002年6月承認）については、従前より見直しが予定されていたが、我が国が Information Paper（FP 47/INF.4: Preliminary study on the Interim Guidelines for evacuation analyses for new and existing passenger ships）を提出したこと等を契機として、FP 48 から見直しが始まった。この議題の下では、以下の Information Paper が紹介された。

- FP 49/INF.3 Study on evacuation analysis and comments on MSC/Circ.1033（我が国提案）
- FP 49/INF.8 Data available as input to ship evacuation simulation tools（英国提案）
- FP 49/INF.9 Critical review of models of evacuation analysis（英国提案）
- FP 49/INF.10 Collection and analysis of available data from controlled experiments, drills and actual evacuations（英国提案）
- MSC 78/INF.8 An experimental study on the walking speed prediction in evacuation analysis（韓国提案）

このうち、FP 49/INF.3 は、FP 小委員会では旅客船用避難解析暫定指針（MSC/Circ.1033）の見直しを実施しており、各国には、暫定指針の改正に資する情報の提供が求められていたことを踏まえて、海上技術安全研究所が実施した大型旅客船に関する避難解析の計算結果を示すとともに、MSC/Circ.1033 について審議すべき項目を示したものである。英国提案（3本）は、研究プロジェクトの概要紹介である。INF.8 は全体、INF.9 は Prof. Vassalos 等が実施した各種避難解析モデルの比較検討結果、INF.10 は Prof. Galea 等が実施した各種実験結果等の Review の結果を紹介している。韓国提案は MSC 78 から FP 49 に検討を委ねられたもので、傾斜時及び動揺時の歩行速度に関する実験結果が紹介されている。

作業の目標年は 2005 年、即ち本年であるが、WG/DG が予定されていないことから、今次会合で最終化を図るのは困難と考えられていた。提案文書（FP 49/INF.3）の説明において、我が国は、何らかの Group の設置が必要であろうとの考えを述べた。議長は、今次会合には Information Paper（FP 49/INF.3, INF.8, INF.9, INF.10 & MSC 78/INF.8）しか提案されていなかったため、暫定避難解析指針の見直しが進んでいない旨を述べ、C.G. や W.G. の設置について意見を求めた。英国、ドイツ、イタリアが C.G. の設置を支持したが、Coordinator を引き受けるとの発言はなかったため、我が国が Coordinator を引き受ける旨を述べ、米国（次回会合における WG の設置も支持）、フランス、ポーランドも我が国に謝辞を述べるとともに C.G. を支持した。その結果、本委員会の太田委員（海技研）を Coordinator とする C.G. が設置された。また、次回会合においては WG が設置される予定である。

7.2 COMSAR 9

IMO 無線通信・搜索救助小委員会は、2005年2月7日から11日の間、IMO 本部（英国ロンドン）にて開催された。

7.2.1 議題

COMSAR9 の議題は以下のとおり。

議題 1 議題の採択

- 議題 2 IMOの他の機関の決定
- 議題 3 GMDSS
- 議題 4 ITU海上無線通信事項
- 議題 5 衛星業務
- 議題 6 緊急無線通信（誤警報及び妨害を含む）
- 議題 7 捜索救助関連（1979SAR会議、GMDSS導入事項）
- 議題 8 海上無線通信システム及び技術の開発
- 議題 9 IAMSARマニュアルの見直し
- 議題10 OSVガイドラインの見直し
- 議題11 2000HSCコードの見直しとDSCコード及び1994HSCコードの見直し
- 議題12 海事保安促進の措置
- 議題13 大型旅客船の安全性
- 議題14 海上救助者の扱いに関するFAL及びSALVAGE条約の見直し
- 議題15 冒険船の危険な航海への勧告
- 議題16 COMSAR10の作業計画及び議題
- 議題17 2006年の議長及び副議長の選出
- 議題18 その他の議題
- 議題19 MSCへの報告

このうち、避難及び捜索に関連する実質的な審議があったのは議題 1 3 の旅客船の安全性であったので、その経緯を以下のパラグラフに示す。

7.2.2 大型旅客船の安全

(1) 本会議での冒頭審議

本会議で、当議題のもとに提出された文書の紹介が行われた。その後全般的な意見が求められたため、我が方は、人員回収設備（systems used to recover persons from survival craft and the water）（MSC79/WP.13のANNEX 3の作業項目5.5）の機能要件を検討する際には、当該設備が旅客船以外のSOLAS船にも要求されると推察され大型客船が就航しない海域を航行する船舶には不要な設備であること、単に海中転落者を拾い上げるものと、多くの乗員乗客を拾い上げるものとは基本的に異なると考えられることを指摘した。その他、特段のコメントは示されなかったため、これらの文書の審議は、設置されたコレスポネンス・グループに委ねられた。

(2) SAR WGにおける審議

提出文書が再度紹介された後、MSCの指示に従って審議することでWGは合意した。そこで、MSC79/WP.13のANNEX 3に示されている作業項目ごとに検討することとなった。

(イ) SARから離れた海域の定義（作業項目5.3）

本件を定義するに当たっては、救助すべき人員の数、実際の距離、SARの容量など、多義にわたる検討が必要であるという意見が出された。従って、「SARから離れた海域」を判断する適切なツールあるいは指標が現時点では無いため、WGは、本件を定義することは困難であると結論した。

(ロ) Air-band無線及びSea-band無線 (作業項目5.6)

旅客船には、Air-bandの無線設備を搭載することがすでに義務付けられている。この義務付けを旅客船以外のSOLAS船に適用すること、及びSAR航空機がMarine-band無線機を搭載するというIMO/ICAO合同会議からの提案がある。

ICAOからは、SAR目的以外の一般民間航空機がMarine-band無線機を搭載することは困難である旨報告があった。

米国は、旅客船の生存艇すべてにAir-bandの無線機を搭載すべきと提案した。これは、SAR航空機が捜索に来た時に、on-sight communicationを確立して、生存艇内に病人、怪我人など緊急に (SAR船が来る前に) 救助されるべき人がいるかどうか知ることができるなど、利点が多いと主張した。これに対して英、ギリシャをはじめとする多くの国が、SAR航空機はMarine-bandを搭載していること、生存艇との交信はMarine-bandで行うことが望ましく、両bandを持つと混乱することが指摘され、米の提案は支持されなかった。

さらに英は、旅客船以外のSOLAS船がSAR目的以外の航空機と交信する機会は極めて少ないことから、旅客船以外のSOLAS船にAir-band無線機の搭載を義務付けることは極めて価値が小さいと指摘し、当該義務付けに反対したところ、英と反対の立場を有する米以外の多くの国が英を支持した。以上の議論の結果、WGは旅客船以外のSOLAS船にAir-band無線機の搭載することを「勧告」することで合意した。

(ハ) Time to recover及びTime to rescue

WGはMSC79の旅客船WGが設定したこれらの定義及び関連するArea of safetyの定義をノートした。

一方、Time to rescueは、生存者をArea of safetyへ到着させるまでという定義であり、これはSAR救助船に乗り移るまでとすることもできるが、救助船の定員には限度があるため、これを超える人員を生存艇から移乗させた場合は、救助船はArea of safetyとは見なせないという指摘があった。

WGは、Time to recoverを考えるためのファクターの抽出も行ったCOMSAR9/WP.3/ANNEX10)

(二) その他の作業項目

WGは、CGを設置して、上記の(イ)、(ロ)及び(ハ)以外の作業項目について検討することに合意した。このCGのコーディネーターは英が務めることとなった。我が国もこれに参加登録を行った。(コ外外ホイント：海上技術安全研究所吉田研究主幹)なお、作業項目5.5「人員回収設備」については、「SOLAS船への適用が適切かつ効果的であるか充分検討すること。」という附帯事項を付けさせた。

(3) WG後の本会議審議

本会議は、CGの設置も含めてWGの報告に合意した。

7.3 DE 47 & DE 48

7.3.1 会議日程及び議題

IMO 第 47 回設計・設備小委員会 (DE 47) は、平成 16 年 2 月 25 日～3 月 5 日に開催され、本委員会の委員のうち上村委員 (HK)、吉田委員、太田委員 (海技研) が出席した。第 48 回設計・設備

小委員会（DE 48）は、平成 17 年 2 月 21 日～25 日に開催の予定で、本委員会の委員のうち板垣委員（製品安全評価センター）、上村委員（HK）、吉田委員、太田委員（海技研）が出席の予定である。

DE 47 の審議結果については、昨年度まで実施した RR-S3 委員会「次世代救命システムに関する調査研究」の報告書においても記述できなかったため、救命設備関係を主として報告する。また、DE 48 については、本稿執筆時点で開催されていないため、主な提案文書に関する検討結果について報告する。

DE 47 の議題は以下の通り。

- 議題 1 議題の採択
- 議題 2 IMO の他の機関の決定
- 議題 3 A.744 (18) の改正 (WG2)
- 議題 4 大型旅客船の安全 (WG3)
- 議題 5 救命艇の事故防止措置 (DG1)
- 議題 6 燃料油タンクの保護
- 議題 7 高速救助艇及び救助手段要件の見直し
- 議題 8 係錨、係留及び曳航装置
- 議題 9 個人救命具の性能テスト及び承認基準
- 議題 10 HSC Code 2000 の見直し並びに DSC Code 及び HSC Code1994 の改正
- 議題 11 タンカーのポンプルームとサルベージオペレーションのための陸上のコンピュータプログラムへのアクセス
- 議題 12 一貨物倉の新船への浸水アラームの搭載
- 議題 13 IACS 統一解釈の検討 (DG2)
- 議題 14 バルクキャリアの隔倉積みの禁止 (WG1)
- 議題 15 バルクキャリアの二重船側構造 (WG1)
- 議題 16 SOLAS 第 12 章の構造基準の適用 (WG1)
- 議題 17 バルクキャリアの改善された積付/復原性情報 (WG1)
- 議題 18 保護のための塗装の性能要件 (WG1)
- 議題 19 自動浮揚機能付自由降下型救命艇 (DG1)
- 議題 20 船上排気ガス洗浄装置ガイドライン
- 議題 21 船舶操縦性基準の説明書の見直し
- 議題 22 作業計画及び DE48 の議題
- 議題 23 議長及び副議長の選出
- 議題 24 その他
- 議題 25 海上安全委員会への報告

これらの議題のうち、RR-S3 委員会で検討したのは、議題 5「救命艇の事故防止措置」、議題 7「高速救助艇及び救助手段要件の見直し」、議題 9「個人救命具の性能テスト及び承認基準」であり、また、議題 19「自動浮揚機能付自由降下型救命艇」及び議題 4「大型旅客船の安全」の動向も本委員会の検討の参考となるため、これら議題の審議結果について報告する。

DE 48 の議題は以下の通り。

- 議題 1 議題の採択
- 議題 2 他の IMO 機関の決定
- 議題 3 決議 A.744(18)の見直し

- 議題 4 大型旅客船の安全
- 議題 5 救命艇の事故防止対策
- 議題 6 錨、係船及び曳航装置
- 議題 7 燃料油タンクの防護
- 議題 8 救命設備の適合性
- 議題 9 SOLAS 個人用救命具の性能試験及び承認基準
- 議題 10 救命設備要件に係る IMO 文書の不整合
- 議題 11 2000 HSC Code の見直し及び DSC Code 並びに 1994 HSC Code の改正
- 議題 12 Protective Coating の性能基準 / 塗装基準
- 議題 13 船上排ガス浄化システムのガイドライン
- 議題 14 DWT 20,000 トンを超えるタンカー以外の船舶の強制非常用曳航装置
- 議題 15 OSV ガイドラインの見直し
- 議題 16 舷梯の点検及び検査要件
- 議題 17 バラスト水管理の安全
- 議題 18 機関室からの油を含む廃棄物の処理装置のガイドラインの見直し
- 議題 19 ガス焚き船の要件の策定
- 議題 20 膨張式救命筏のサービス間隔を延長するための試験基準
- 議題 21 IACS 統一解釈の検討
- 議題 22 新作業項目及び DE 49 の議題
- 議題 23 2006 年の議長及び副議長の選出
- 議題 24 その他
- 議題 25 MSC への報告

救命設備・器具に係るものは議題 5「救命艇の事故防止対策」、議題 8「救命設備の適合性」、議題 9「SOLAS 個人用救命具の性能試験及び承認基準」、議題 10「救命設備要件に係る IMO 文書の不整合」、議題 11「2000 HSC Code、DSC Code、1994 HSC Code の改正」の一部、議題 20「膨張式救命筏のサービス間隔を延長するための試験基準」及び議題 24「その他」のうち遭難信号に関する我が国からの提案文書である。

7.3.2 DE 47

(1) 救命艇の事故防止手段

救命艇の事故防止のため、我が国は離脱装置のマニュアル作成指針を提案し、暫くの期間は係るが救命艇システム全体のマニュアル作成指針を策定するか、または、今次会合で離脱装置のマニュアル作成指針を先に策定するかの判断を求めたところ、前者が望ましいとの意見が多かったため、我が国は再度、救命艇システム全体のマニュアル作成指針について提案することになった。

事故防止のため、救命艇の個々の操作には言及せず、主要な注意事項をまとめた「救命艇を用いる退船操練」に関する安全指針を作成した。

近年、自由降下型救命艇（FFLB）においても事故が発生していることを勘案して、訓練要件について見直しが行われた。その結果、当面の対策として、「20 m を超える高さから進水する FFLB は、自由降下のシミュレーション操練を実施することを条件に、自由降下をダビット進水にすることができる」との期限付の MSC/Circ.案を作成した。また、FFLB のシミュレーション訓練の指針案を策定した。

さらに、救命艇の事故防止のための作業項目を作成した。作業項目は、短期（次回会合が目標年）、中期に分けられており、以下のとおりである。

- 短期-1 離脱装置と遠隔操作ウインチの妥当性評価
- 短期-2 現在の固定装置が適当か否かの検討（引っ掛かり事故の防止）
- 短期-3 FFLB の（特に高い位置から進水する場合）座席配置、進水装置等の改善
- 短期-4 LB の回収に係る設計及び操作の検討
- 中期-1 救命艇の新たなコンセプトの検討
- 中期-2 救命艇の操作及び整備マニュアル作成指針の策定
- 中期-3 救命艇の設計・性能・品質に関する指針の策定
- 中期-4 救命艇のシステムの検討

中国は、救命艇とイマーシヨンスーツの適合性について提案（DE 47/5/6）し、この中で指摘された問題点（イマーシヨンスーツを着ると、乗員一人当たり約 20 %増しの幅を要する。）については、次回会合において、「本当に問題なのか否か（救命艇の容量の変更を要するのか否か）」について、再度検討することとなった。

(2) 高速救助艇（FRB）及び遭難者揚収装置（Means of rescue：MOR）の見直し

FRB は規則で要求される MOR ではないとの SOLAS 条約第 III 章第 26 規則の解釈案を作成した。

(3) SOLAS 個人用救命具の性能試験及び承認基準

この議題については C.G.を継続することになり、本委員会の太田委員を Contact Person として登録した。その後、内容的には、本委員会の板垣委員が中心となって対応した。

救命器具等の性能・試験基準（LSA Code、MSC.81(70)、MSC/Circ.980）に関する 3 本の提案文書 DE 47/9/1（ILAMA）、DE 47/9/3（ノルウェー & スウェーデン）及び DE 47/9/4（我が国）が同時に審議され、我が国は、試験基準の見直しもさりながら、その遵守が重要である旨を、多くの製品が試験基準を満たしていないとの試験結果を添えて提案し、多くの国に問題が認識された。

MES（Marine Evacuation System）で事故が発生したことから、MES に合った救命胴衣について今後検討することとなった。

(4) 自由降下型救命艇の自由浮揚機能

本件については、前回会合においてばら積み船に FFLB を要求する規則改正草案及び自由浮揚機能（Float Free Capability：FFC）を要求する規則改正草案を作成したが、結論が出ていなかった。このうち、FFLB のばら積み船への搭載を義務付ける SOLAS 条約第 III 章第 31 規則の改正案は、Editorial な修正を検討した後合意された。

自由浮揚機能（Float Free Capability：FFC）については、我が国は、FFC により FFLB の信頼性が損なわれる恐れがあり十分な検証が必要であるとの意見を述べた。これに対して、FFLB の利用のためには、確実に離脱することが重要であり、必ずしも自動である必要はないとの意見を受けて、FFLB の FFC は、一度 FFLB をリリースすれば、支障なく離脱できることと定義する案が作成された。この中で、FFC の要件に係る船舶が沈没する際の姿勢については、明確な規定が必要との意見があり、実行可能な水準として、横傾斜 20 度、Fore Trim 60 度、Aft Trim 10 度という案が提示された。しかしながら、数値の根拠がないことを理由に、船舶が沈没する際の姿勢を現時点で規定することについては反対もあり、現時点では数値は規定しない案が作成された。その後、プレナリーにおいて我が国は、

FFCに係る SOLAS 条約及び LSA Code の改正案を削除すべきとの提案を行い、FFCに係る改正案は、MSC に承認を求めないこととなった。なお、「当面は手動離脱が良い」、「自動離脱の可能性があるのなら追求したい」、「本当に FFC-FFLB が必要なのか再検討すべき」「FFC の明確化を今後の課題とすべき」等、様々な意見があった。

(5) 大型旅客船の安全

審議においては、C.G.からの報告に基づき、まず、検討事項を整理した。

浸水事故のシナリオについては、想定すべき破口について DE でも検討するよう求められていたが、検討は SLF に委ねることになった。また、エンジンルームリソースマネジメント (ERM) の検討は STW に委ねることになった。その他、各種検討事項を整理し、その結果を MSC 78 に報告することとなり、再度、C.G.が設置された。

7.3.3 DE 48

(1) 検討範囲及び位置付け

DE 48 の主な提案文書に関する検討結果を報告する。DE 48 の議題のうち、本委員会として興味があるのは、議題 5「救命艇の事故防止対策」、議題 8「救命設備の適合性」、議題 9「SOLAS 個人用救命具の性能試験及び承認基準」、議題 10「救命設備要件に係る IMO 文書の不整合」、議題 11「2000 HSC Code、DSC Code、1994 HSC Code の改正」の一部及び議題 24「その他」のうち遭難信号に関する我が国からの提案文書である。以下では、将来の救命設備・器具に係る提案文書について検討する。一部の提案文書について表題のみで記述がないものは、本委員会の興味の対象外であると判断されたものである。なお、救命設備については、他にも、議題 20「膨張式救命筏のサービス間隔を延長するための試験基準」があるが、ここでは言及しない。

なお、以下で述べる検討結果は、板垣委員（製品安全評価センター）、上村委員（HK）、清水委員（NK）及び太田委員（海技研）によるものであり、委員会として承認したものではない点に留意されたい。

(2) 大型旅客船の安全（議題 4 関係）

この議題については、MSC 79 で議題名から "Large" を削除することが決定され、各小委員会への指示が見直された。その際、各種要件を適用を判断するためのパラメータや、他の小委員会における審議との関係について加筆された。また、各小委員会の作業の目標年が 2006 年（DE 49）に統一された。

DE 小委員会に要請されている作業は以下の通り（c.f. MSC 79/WP.13）。

- (4.1) 避難者の回収に要する時間（time to recover）を考慮して、旅客船の生存艇の性能要件案を用意すること。
- (4.2) 幼児の救命器具に関する SOLAS 条約の要件案を策定し、また、現行の子供用救命器具の要件を見直すこと。
- (4.3) SOLAS 条約適用船舶に対する生存艇及び水上からの人員回収装置の機能要件を策定すること。
- (6.1) （SLF 小委員会と共に）SOLAS 条約第 II-2 章の書式を考慮して、SOLAS 条約第 II-1 章及び第 III 章の目的及び機能要件を用意すること。
- (6.2) （SLF 小委員会と共に）SOLAS 条約第 II-2 章の書式を考慮して、SOLAS 条約第 II-1 章及び第 III 章の各規則の目的に関する記述を用意すること。

- (6.2) (SLF 小委員会と共に) SOLAS 条約第 II-2 章第 17 規則、総会決議 A.520(13)及び MSC/Circ.1002 を考慮して、代替設計・措置の承認に係る指針を用意すること。
- (8.1) 所与の損傷範囲 (casualty thresholds) 及び (これを超える損傷があった場合の退船のための) 滞在可能時間 (habitability timeframe) に基づき、(事故時においても) 重要な設備及び機能 (service) を維持するための要件及び性能基準を策定すること。
- (8.2) DE 48 における錨、係船及び曳航装置に関する審議結果を考慮して、旅客船の曳航設備 (towing arrangements) の機能要件を用意すること
- (8.3) 損傷制御の概念 (damage control concept) の作業用の定義を用意すること。
- (8.4) 生存艇に関する制限時間 30 分は、全員が救命胴衣を着用して集合し船長が船舶放棄の合図を発した時間からのものであることを明らかにするため、SOLAS 条約第 III 章第 21.4 規則の改正案を用意すること。
- (8.5) 船舶の主電源が喪失してから少なくとも 30 分以上の居室の補助照明の要件を用意すること。

各提案文書の概要は以下の通り。

DE 48/4, Report of the correspondence group, the United States

C.G.の報告である。C.G.では、MSC 78 の検討結果 (MSC 78/WP.14) も考慮されており、主な検討結果は以下の通り。

- 生存艇については、LSA Code の乗艇者の質量及び面積に関する規定の見直しを推奨。
- 搭載する水の量の案を示した。
- 第 III 章における代替設計・措置の導入のためには A.520(13)に基づいて基準を策定すべきとの意見があった。
- 第 II-1 章については第 II-2 章第 17 規則を基礎とする規則を取り入れるべきとの意見があった。
- 事故時 (所与の損傷範囲 (casualty thresholds) 内) にも維持すべき重要な機能のリスト案を作成した。
- 滞在可能時間 (habitability timeframe) 中の重要機能案を作成した。
- 幼児用救命器具の備え付け要件案を作成した。
- 損傷制御の概念 (damage control concept) の作業用の定義の案を作成した。

DE 48/4/1, Outcome of MSC 79, by the Secretariat

MSC 79 の結果の報告であり、内容は前述の通り。

(3) 救命艇の事故防止対策 (議題 5 関係)

前述の通り DE 47 に、我が国は、on-load release gear のマニュアル作成指針草案を添えて提案を行い、救命艇システム全体のマニュアル作成指針を作りたいとの小委員会の意見を受けて、今次会合に当該指針案を提案した (DE 48/5/1)。各提案文書の概要は以下の通り。

DE 48/5, Proposal to amend regulation 6.1.2.2 of the LSA Code, France

高速救助艇の進水操作は、艇内から一人で行える必要性はないとの考えに基づき、LSA Code 6.1.2.2 の改正を提案している。

高速救助艇は救命筏のマーシャリングに用いられること、また、実際には生存艇と同様に総員退船の際の一つの手段として用いられるであろうことを考慮すれば、救命設備の操作順序の自由度確保の観点から、高速救助艇も生存艇と同様に艇内で一人で操作できた方が安全上望ま

しい。そのため、この提案は、支持すべきものではないと考えられる。一方、指摘の通り、艇内操作の要件が危険に結びついている可能性は否定し切れないため、こうした危険性については各国の専門家の意見を聴取する必要がある。なお、DE 48/11/6 でも、HSC Code について同様の内容がノルウェーから提案されている。

DE 48/5/1, Guidelines for developing “Operation and Maintenance Manual for a Lifeboat System”, 我が国提案

提案文書は、ダビットを含む救命艇システムのマニュアルを作成する際の指針の策定について小委員会に検討を求めるもので、指針案に含まれる主な留意事項は、以下の3点である。

- (1) 救命艇メーカーとダビットメーカーが協力して、マニュアルを作成すること
- (2) 標準化された語句を使用すること。
- (3) 説明には図を用いること。

なお、指針案には、NK型の離脱装置を含む耐火救命艇システムのマニュアル例が添えられている。また、整備方法については、2006年7月1日より改正 SOLAS 条約第 III 章第 20.3.1 規則が発効し、MSC/Circ.1093 の考え方が採用されるであろうこと、即ち、毎週及び毎月以外の点検等は製造者またはその認める人が行う制度になると考えられることから、詳細は不要との判断の下、マニュアル例が作成された。

DE 48/5/2, Inconsistencies regarding test requirements, by Germany

救命艇用ウインチの制動試験（5年に一回）における“1.1 times maximum working load of the winch”との記述の曖昧さ及び危険性を指摘し、SOLAS 条約第 III 章等の改正を提案している。問題点の指摘は、妥当である。但し、改正案については、試験の実施上の都合にも配慮し、「（荷重を与える手段として）救命艇を用いてはならない」との記述を、「人が乗った救命艇を使用してはならない」等の案に修正することなどを含め、慎重に審議する必要がある。

DE 48/5/3, Periodic servicing of lifeboat appliances and on-load release gear, by the ILAMA

DE 48/5/2 と同じ問題点を指摘している。

DE 48/5/4, Proposal for MSC circular, by Australia

豪州で発生した事故に言及し、我が国の提案（DE 48/5/1）を支持し、以下の内容を含む MSC/Circular の作成を提案している。

- 救命艇製造者は、その on-load release systems を有する船の船主等に、装置に係る事故及び設計変更を周知すること。
- On-load release systems の製造者は、船舶に十分詳細な指示を提供すること。
- 船主等は、on-load release systems の観点から SMS を精査し、訓練等が安全に実施できるようにすること。
- ISM の認定機関は、SMS に乗組員の訓練、保守及び安全対策が含まれていることを確認すること。

DE 48/5/5, Improvements to equipment and procedures for recovery of free-fall lifeboats, by the Republic of Korea

自由降下式救命艇の回収時の安全のため、船首部の吊り索は艇内から接続できること等の SOLAS 条約第 III 章等の要件の改正を提案している。

自由降下式救命艇の回収作業に係るリスクについては、情報を収集する必要がある。

改正案のうち、船首部吊り上げアイの操作（8.1 節）については、規則で設計を特定するには十分な根拠が必要なのに対して、艇内から吊り索を接続できる構造を自由降下式救命艇の船首

部のみ要求することについて説明が無いなど、根拠が必ずしも明確でないと考えられる。また、吊り索取り（8.2 節）については、フックの重量は吊り索の本数によらないことから、この提案は合理的ではないため、反対して差し支えない。また、フックにラチェット機構を設ける（8.2 節）のは、妥当と考えられる。

DE 48/5/6, Necessity to monitor, compile and report information on accidents with free-fall lifeboats at IMO level, by the Republic of Korea

DE 48/5/7, Rectification of MSC/Circ.1093, 我が国提案

DE 48/5/8, Preliminary test results on lifeboat release mechanism involved in fatal accident, by the United States

2004 年初頭に発生した移動式掘削リグ（新造状態）における救命艇落下事故（死者 1 名、重傷 2 名）の調査結果に基づき、LSA Code の改正を提案している。調査の結果は、フックのリセットが不完全な場合（カムとフックの Pinched condition）は、艇を 65 feet（艇の設置高さ）まで持ち上げることが可能であり、その後、艇は落下するとしている。また、カムとフックの状態（完全なリセット）を確認するための窓（inspection window）はあるが、艇の中からは見えず、また、慣れない船員では見えたとしても分かり難いとの問題を指摘している。

DE 48/5/9, Consideration of measures to prevent accidents with lifeboats, by the United Kingdom

主として、以下の点について WG（設置は予定されていない）で検討するよう要請している。

- 救命艇操作時の通信手段等について検討すること（MSC/Circ.1093 の拡張）。（Paragraph 7）
- 試験に関する reference の策定（MSC/Circ.1093 の拡張）。（Paragraph 9）
- 訓練時を想定したつり金具等の荷重の見直し。（Paragraph 12）
- 振り出してから乗り込む際の安全確保。（Paragraph 13）
- ダビットの設計の際の安全係数の見直し。（Paragraph 19）
- 貨物船のダビット進水式生存艇の進水高さの制限（Paragraph 27）
- 吊り索と救命艇の接続の安全対策（艇内から体を伸ばしたりしないで吊り索を接続できること、フックが正しい状態であることを明確に示す方法、リセットを行う人がフックの状態を確認するための視界の確保）（Paragraph 29）
- 自己復正機能（全閉型には要求されている）。（Paragraph 31）

DE 48/5/10, Comments on evaluations of occupant seats, seating space and the adequacy of current design criteria for free-fall lifeboats, by the ICS

DE 48/INF.2 及び DE 48/INF.5 に言及し、自由降下式救命艇の進水時の事故は進水高さによらないとの考えを述べ、MSC/Circ.1115（MSC 78/8/2 参照）のシミュレーション進水による訓練は、進水高さによらずに認めるべき旨を主張している。

MSC 78/8/2, Comments on the requirement for ships fitted with free-fall lifeboats to conduct drills with the operating crew aboard, by the ICS

DE 47 では、自由降下式救命艇の事故に鑑み、20 m 以上の高さから降下する自由降下式救命艇については、進水の訓練を模擬進水によっても良い旨の MSC/Circ.案を作成した。これに対して ICS は、20 m 以上との条件を外すよう提案したが（MSC 78/8/2）、MSC 78 では、この提案は合意されず、DE 47 の案の通り、MSC/Circ.1115 に合意した。この MSC/Circ.は、暫定（期間 2 年）であるため、今次会合において ICS の提案文書について検討するよう MSC 78 より指示されている。DE 48/5/10 参照。

DE 48/INF.2, Evaluation of adequacy of current design criteria for free-fall lifeboats - Literature overview, by Sweden

自由降下式救命艇基準の評価に関する報告である。5 件の事故例が挙げられ、Prof. Nelson や荒井先生（横浜国立大学）等の論文が review されている。今後の課題として、以下が挙げられている（ANNEX Page 7 第 3 節）。

- 実際の事故に関する調査
- 実際の乗艇者の身体（体格）の範囲に関する調査
- 座席の接合部が負傷危険性に及ぼす影響
- 人的因子（例えば緊張）が自由降下時の負傷危険性に及ぼす影響
- 訓練手順が負傷危険性に及ぼす影響
- 大きな船体運動が進水開始時の条件及び進水中の艇の挙動に及ぼす影響
- 環境条件（例えば波浪）が艇の水中への突入の際の挙動に及ぼす影響

DE 48/INF.5, Evaluation of occupant seats and seating space in free-fall lifeboats, by the United States

Prof. Nelson 等による自由降下式救命艇の座席及び座席配置に関する研究報告である。研究成果に基づき、強度試験の際の乗艇者の体重の想定を 100 kg から 120 kg に引き上げるなど、LSA Code や MSC.81(70)の改正を勧告している。乗艇者の体重等の規定は、自由降下式救命艇のみならず、他の生存艇にも関係するので、対処に際しては注意が必要と考えられる。

(4) 救命設備の適合性（議題 8 関係）

前回会合において、DE 47/5/6（MEASURES TO PREVENT ACCIDENTS WITH LIFEBOATS, Compatibility between lifeboat and immersion suits, by China）について検討した結果、本件については別議題として審議する必要性が認識され、MSC 78 において、目標年を 2006 年として、議題に加えることが合意され、イマーシヨンスーツの着用を考慮した生存艇の定員について、各国に意見が求められていた。なお、LSA Code で規定されている一人当たりの座席幅は 430 mm、体重は 75 kg である。提案文書の概要は以下の通り。

DE 48/8, Compatibility of lifeboats and immersion suits, by Canada

イマーシヨンスーツを着用した際の救命艇の定員に関する調査結果の報告である。Full Report は、会場において CD で配布される。被験者は計 171 名（80 名男性+7 名女性+84 名）で、身長 153.4~194.7 cm、体重 46~145.5 kg、平均体重約 87 kg であった。85 %の被験者が体重 75 kg より大きかった。作業服の（イマーシヨンスーツを着用しない）場合、立っても座っても、平均の尻幅は 430 mm 未満であったが、イマーシヨンスーツを着用した場合、立っている時の平均の尻幅が 430 mm で、座った際の値は 430 mm を超えた。よって、座席幅が 430 mm であれば、押し合うことになる。肩幅は作業服の場合でも 87 名中 85 名が 430 mm を超えた。肩を所定の圧力で押した場合、430 mm は 33 %の人が入る範囲に相当した。肩幅は尻幅と比較して平均 90 mm 大きかった。

調査結果に基づき、(1) 一人当たりの体重（75 kg）の見直し、(2) 尻幅に代えて肩幅に基づいて座席幅を規定すること、(3) カナダの乗組員の体格（肩幅）に合わせ 430 mm を 575 mm にすること、の 3 点について検討を要請している。

審議の結果、現在の救命艇内の座席寸法は、イマーシヨンスーツの着用の有無にかかわらず船員の体格に比べて小さすぎることに DE48 は合意し、座席寸法を見直すこととなった。

(5) SOLAS 個人用救命具の性能試験及び承認基準（議題 9 関係）

本議題では、救命胴衣及び他の個人用救命具の包括的な性能試験及び承認基準について見直しについて審議され、今次会合で SOLAS 条約第 III 章、LSA Code 及び MSC.81(70) の改正案を作成する予定である。前回会合において C.G.が設置され、我が国も救命胴衣の試験法等多くの項目について、我が国もコメントを提出した。各提案文書の概要は以下の通り。

DE 48/9, Report of the Correspondence Group, by the United States

C.G.の報告である。C.G.では、被験者の違いによる試験の再現性の問題について多くの議論があった。DE 48/9/1 にも関係するが、米国は試験の際に基準となる救命胴衣を用いるべきことを強く主張している。本文書の記述（第 15 節）からは明確に読みとれないが、基準となる救命胴衣の採用は、C.G.において完全に合意されたものではない旨、留意されたい。

DE 48/9/1, Reference Test Device (RTD) - Specifications and calibration, by the United States

C.G.において試験の際に基準となる救命胴衣を用いるべきと主張したことを受けて、基準となる救命胴衣（大人用、子供用、幼児用）の規格を提案している。

DE 48/9/2, Future work on personal life-saving appliances, ILAMA

DE 48/9 において検討されていない救命器具について、新議題 10 の下で引き続き検討することを要請している。

DE 48/9/3, Effect of lifejacket head support on cold water survival, by the United States

救命胴衣を着用し水に入った際の浮遊姿勢と低体温等との関係に関する研究成果を紹介し、LSA Code 及び試験勧告の改正において研究の結論を考慮するよう要請している。実験においては、被験者に鎮静剤を静脈注射して被験者が震えを起こさない場合についても試験するなどして、興味深い結果を得ている。研究の結論は以下の通り。

1. 後頭部が冷たい水に入ると（水平に近い姿勢で浮くと）体温低下を招き易い。
2. 冷たい水に頭部が入ると、意識を失い易い。
3. 救命胴衣は、頭部及び首の冷却を最小限にするように設計すべきである。
4. 頭部を持ち上げて水の外に維持することを救命胴衣の要件（LSA Code）とすべきである。
5. （体温を逃がさないため）縮こまった姿勢における試験も必要である。

個人用救命具（救命胴衣及びイマーシヨンスーツ等）に対する現在の LSA コード及び試験勧告に問題があるとして、コレスポンデンスグループによりそれらに対する改正原案（DE48/9）を基に審議を進めた。審議の結果、今回それらに対する改正案を作成した。主な改正内容は以下のとおり。これらの改正案は MSC80 で審議され、2007 年ごろに発効する予定である。

LSA コード改正案

- (a) 個人用救命具が使用される温度範囲について、新たに-15 から+40 の温度範囲を規定した（1.2.2.2）。
- (b) 探知されやすい非常に見やすい色として、インターナショナルオレンジ又は鮮やかな赤みがかったオレンジ色とした（1.2.2.6）。
- (c) 急速離脱装置と共に使用される救命浮環の質量について、急速離脱装置との適合性を容易にするため、一律に 4kg 以上とした。また、それに対応して急速離脱装置は質量 4kg 以下の救命浮環で作動するものとした。
- (d) 救命胴衣のサイズ分けについて、新たに幼児（体重 15kg 以下、身長 100cm 以下）の枠を設

け、小児用、大人用とともに3つのサイズとした。

- (e) 救命胴衣の水中性能評価の基準として、コレポングループが提案している Reference Test Device (RTD：標準試験胴衣)の取り入れについて、カナダよりコンセプトの確認があったが、積極的に反対する国はなく、ノルウェー及びドミニカの支持を受けて、水面からの口元高さ、胴体角度や顔面角度の基準として取り入れられた。
- (f) 救命胴衣を押さえずに飛び込んだ時のずれ等を評価するため、救命胴衣を押さえた状態での4.5mからの現在の飛び込み試験に加え、両手を上に挙げた状態での1mからの飛び込み試験を追加した。
- (g) 捜索救助を助けるため、漂流時に他者と離れないためのバディーライン及び救助艇や生存艇からの引き上げを容易にするためのリフティンググループの取り付けを要求することとした。(イマーシヨンスーツについても同様)
- (h) ハイブリッド式救命胴衣の性能要件について検討したが、基本的考え方の段階で合意にいたらず、時期尚早として今回の改正案から除外した。
- (i) イマーシヨンスーツについて、浮力を持たない場合は救命胴衣と共に着用する必要があるが、イマーシヨンスーツと救命胴衣との適合性が問題であり、救命胴衣を必要とするイマーシヨンスーツの場合は、その旨表示すると共に、適合する救命胴衣を表示することとした。
- (j) イマーシヨンスーツの口元高さの基準としても RTD (標準試験胴衣)を使用するとコレポン原案については、イマーシヨンスーツと救命胴衣とでは水中姿勢が異なるため導入するのは適当でないとして、元の数値基準(120mm以上)にもどされた。

救命設備試験勧告 MSC.81(70)の改正案

- (k) 温度繰り返し試験の別の方法(4サイクル)として提案された方法については、現在の10サイクルの方法との同等性が明らかではないとされ、合意されなかった。
- (l) 救命胴衣の材料試験方法について、現在、浮力材以外の材料については明確に規定されていないため、覆布、気室布、テープ等について ISO 12402-7(発行予定)を引用することとした。また、浮力材について、引張り強度の規定を追加した。
- (m) 肩部の引き上げ強度試験の方法について、人体胸部を模擬したジグを新たに導入して、それを使用して荷重を加える方法に変更した。
- (n) 救命胴衣の性能評価にあたり、より幅広い体格の人が着用できるようにすることが重要との観点より、被験者の人数を大人用については6人から12人に増加すると共に、被験者の身長及び体重を選択する枠組み表が作成された。同様に、小児用については被験者9名、幼児用については5名とし、身長・体重の対応表が作成された。さらに特別に大きい人(体重140kg、胸囲1750mm程度)が普通の大人用を着用できるよう、延長ベルトが必要とされた。
- (o) 救命胴衣の復正性能評価方法について、現在の方法に変えて、コレポングループより新たな Leg Release 方法が提案された。この方法は、既に ISO/TC188/WG14における個人用浮遊具(ISO/DIS 12402)の審議過程で合意されたもので、特に意見もなく採用された。
- (p) 幼児用救命胴衣の導入に伴い、必ずしも被験者の協力が得られない場合が想定されるため、被験者のかわりに、人体との対応関係が明らかにされた幼児マネキンを使用してもよいとの規定が採用された。また、幼児用の救命胴衣であることを明示するため幼児のシンボル

が提案された。

- (q) 個人用救命具の使用温度範囲が-15 から+40 とされた (LSA コード 1.2.2.2) ことに対応し、膨脹式救命胴衣の場合に、各高温、低温に 8H 放置した後に手動で膨脹させ、正常に膨脹するかどうか確認する試験を追加した。

(6) 救命設備要件に係る IMO 文書の不整合 (議題 10 関係)

救命設備の仕様及び試験に係る各種の問題点は DE 43 でリストアップされたが、その後、なかなか検討が進まず、新議題として検討することとなった。なお、我が国でも、日本船舶標準協会の委員会で火工品の型式承認試験の ISO 規格案について検討した際、ISO 規格を作成する前に MSC.81(70)と MSC/Circ.980 の不整合を修正する必要がある旨が認識された。各提案文書の概要は以下の通り。

DE 48/10, Proposals for amendments to the LSA Code, by Poland

LSA Code の要件の遵守と、幾つかの改正を提案している。改正案は、レーダー反射器の要件を含んでいるが、技術的には、レーダー反射器よりも、Search and Rescue Radar Transponder (SART) を備え付けた方が発見が容易であり、安全性が高いと考えられる。そのため、将来は、提案にあるような大型のレーダー反射器を救命筏等に備えるよりも、SART を備える方が良いと考えられる。

DE 48/10/1, Proposals for amendments to resolution MSC.81(70), by Poland

レーダー反射器に関する MSC.81(70)の改正を提案している。

DE 48/10/2, Proposal for establishment of a correspondence group, by ILAMA

DE 48/10/3, Inconsistencies in references to SOLAS chapter II-1, by Finland

DE 48/10/4, Update on standardization work in ISO - Survival equipment for survival craft and rescue boats, by the ISO

DE 47/9/1 (by the ILAMA, 救命設備関係基準の各種不整合の指摘) において、ISO DIS 18813 に言及していることを受けて、この規格が ISO となったことを報告している。

ISO 18813: 2005 Ships and marine technology - Survival equipment for survival craft and rescue boats (生存艇及び救助艇の装備品) の審議においては、我が国関係者の意見も反映されており、非常用食糧や水に関する審議の際には、当該 ISO 規格が参照される可能性がある。

DE 48/10/5, Stowage and launching requirements for survival craft on passenger ships, by Norway

旅客船の大型化のため、生存艇等の積載位置が中央部から離れるにつれて、生存艇の積付位置に関する III/13.1.2 規則 (縦傾斜等を考慮して、満載時に水面から 2 m 以上) 及び III/24 規則 (縦傾斜等を考慮して航海中最少喫水時に水面から 15 m 以内) を同時に満たすことが困難になっており、これらの規則が実行上の旅客船の長さ制限になりつつある旨を指摘している。また、進水・揚収装置の要件にある縦傾斜 10 度、横傾斜 20 度の条件については、吊り索の長さの要件 (III/16.6 & 16.10) は現実的ではなく、MES の要件 (III/16.1.5) は適用の判定が困難である旨を指摘している。そして、これら要件の明確化を求めている。これらの要件をより厳密なものにした場合、船舶の設計に大きな影響を及ぼすと考えられる。

審議の結果、次の 3 点について、さらに検討を進めることとなった。

イマージョンスーツと救命艇の整合性

イマージョンスーツと救命胴衣の整合性

救命胴衣と退船システム (MES) の整合性

(7) 2000 HSC Code、DSC Code、1994 HSC Code の改正（議題 11 関係）

提案文書のうち、本委員会に関係すると考えられるものの概要は以下の通り。

DE 48/11/4, Proposal on revision of the 2000 HSC Code, chapter 4 - Revised test procedure for MES, by the Interferry

退船時間に関する試験（デモンストレーション）の危険性を指摘し、HSC Code（2000 と 1994 の両方）の改正を提案している。

危険性の指摘には同意できるが、提案された改正案のうち、訓練された乗組員により退船試験を実施すべきとの要件の妥当性には疑問があり、4.8 節の改正案としては、DE 48/11 ANNEX 2 の案を基礎とする方が望ましいと考えられる。

DE 48/11/6, Proposal for amendments to chapter 8 of the 2000 HSC Code, by Norway

救助艇のダビットの電源を救助艇側から取って良い条件に関する規定及び 3 人のみを乗せた救助艇用に設計されたダビットの操作に関する規定の改正を提案している。

この文書では、3 人のみを乗せた救助艇用に設計されたダビットについては、救助艇側から操作する機能を要しないとの規定の追加を提案しているが、救助艇は救命筏のマーシャリングに用いられること、また、実際には生存艇と同様に総員退船の際の一つの手段として用いられるであろうことを考慮すれば、救命設備の操作順序の自由度確保の観点から、救助艇も生存艇と同様に、進水の際には、艇内で一人で操作できた方が安全上望ましいとも考えられる。但し、回収の際には艇内からダビットを操作できる必要性は無いと考えられる。この点を踏まえ、また、DE 48/5 においても、高速救助艇についてフランスから同様のことが提案されている。

審議では、まず豪が、コレスポネンス・グループの報告（DE48/11）を行った。これに対して我が方は、CG の作業に敬意を表しつつ、2000 HSC Code の 8.10.1.3 規則への追加案のうち、生存艇を船側にそって均等に分布配置する規定は、実際の設計と合致せず、また設計を不必要に制限するため不要である旨示唆した。本件はさらに、CG にて検討することとなった。

仏からの機関区域の定義の修正提案（DE48/11/2 「propulsion machinery」の削除）に対して、豪は「推進装置のある場所は機関区域とみなすため反対し、「main propulsion engine」とすべき旨提案した。ノルウェーは water jet 措置の取り扱いを慎重に検討すべき旨指摘した。本件はさらに、CG にて検討することとなった。

仏からの DOC 証書案（DE48/11/3）は、我が方からの修文を採用した上で、DE は合意した。

Interferry からの HSC 2000/4.8 規則の改正案（DE48/11/4）に対して、我が方は、退船時間を求めるための退船デモンストレーションには技研が伴うことに照らし、さらに退船デモンストレーションの人員構成は実際の乗客とは異なるか合わせる事が困難なため、避難時間を避難解析（シミュレーション）で行う方がよい旨指摘した。豪は、同様の理由に加え、高速船では簡易非難解析が有効であるため、簡易避難解析で充分である旨述べた。独は、避難解析については FP にて検討しているため、その結果を待って本件を検討すべきと示唆した。これに対しノルウェーは、退船デモンストレーションでは乗員の乗客誘導の能力も検証できるため、退船デモンストレーションの実施を主張し、UK、マーシャル島、ICFTU がこれを支持した。我が方は、当デモンストレーションは乗員の訓練とは別物と指摘し、ICS が我が方を支持した。DE は、問題は危険回避にあるとし、退船デモンストレーションの実施を要求する 4.8 規則を、退船は MES（退船システム）へ入る前までとすることに一応合意し、さらに CG に対してこの合意を反映して規則改正案を用意するよう支持した。

独の修正提案（DE48/11/5）は全会の支持を得た。

ノルウェーの修正提案（DE48/11/6）は、カテゴリ-B 高速船の規定を削除して、これを高速船すべてへの適用項目に移動することは、規則の大きな変更であり、受け入れられない旨指摘し、DE はこの指摘を受け入れ、ノルウェー提案は採用しなかった。

高速船コードの見直しは DE がコーディネータとなっているが、NAV 及び SLF がまだ作業を終了していないため、DE は今年本件を終了できない状況に鑑み、本件の終了予定年を 2006 年に延長する旨 MSC に提案することとなった。また、作業をさらに推進するため、CG を再設置（コーディネータは豪）して作業を進めることとなった。

(8) その他（議題 24 関係）

日本舶用品検定協会（HK）では、各国の船用品が IMO の基準をどの程度満たしているか調査する事業を実施しており、我が国は前回会合に、救命胴衣及び胴衣灯に関する試験結果を提出し、その中で、試験勧告の遵守も重要である旨を主張した。HK ではさらに、救命器具のうち、4ヶ国 5社の視覚信号（火工品）について試験を実施した。その結果、多くの製品は IMO の試験勧告 MSC.81(70)を満たすものではないことが分かったため、この情報を DE 48 に提供するとともに、試験勧告の遵守を各国に要請する提案文書を提出した。この提案文書が、DE 48/24/1, Results of tests for visual distress signals である。

7.4 MSC 78 及び MSC 79

7.4.1 議題

IMO 第 78 回及び第 79 回海上安全委員会（MSC 78 & MSC 79）は、それぞれ、2004 年月日～日と 2004 年月日～日に開催され、本委員会の委員のうち吉田委員及び太田委員（海技研）が出席した。MSC 78 の議題は以下の通り。

- | | |
|-------|-----------------------------------|
| 議題 1 | 議題の採択と信任状の報告 |
| 議題 2 | 他の IMO の機関の決定 |
| 議題 3 | 強制要件の改正の検討及び採択 |
| 議題 4 | 大型旅客船の安全（WG） |
| 議題 5 | ばら積み貨物船の安全（DG） |
| 議題 6 | ゴールベースの新造船建造基準 |
| 議題 7 | 海事保安を是正する措置（WG） |
| 議題 8 | 船舶の設計・設備（DE 46 及び DE 47（緊急事項）の報告） |
| 議題 9 | ばら積み液体及びガス（BLG 8 の報告） |
| 議題 10 | 旗国の実施（FSI 12 の報告） |
| 議題 11 | 航行の安全（NAV 49 の報告） |
| 議題 12 | 復原性・満載喫水線・漁船安全（SLF 46 の報告） |
| 議題 13 | 危険物・固体貨物・コンテナ（DSC 8 の報告） |
| 議題 14 | 防火（FP 48 の報告） |
| 議題 15 | 訓練及び当直（STW 35 の報告） |
| 議題 16 | 無線通信・捜索・救難（COMSAR 8 の報告） |
| 議題 17 | 海上安全及び海事保安に関する技術援助プログラム |

- 議題 18 人的要因の役割 (WG)
- 議題 19 フォーマル・セーフティー・アセスメント
- 議題 20 船舶への海賊と武装強盗
- 議題 21 IMO 文書の実施及び関連する事項
- 議題 22 他の機関との関係
- 議題 23 委員会のガイドラインの適用
- 議題 24 作業計画
- 議題 25 その他
- 議題 26 MSC 78 の報告書の検討

また、MSC 79 の議題は以下の通り。

- 議題 1 議題の採択と信任状の報告
- 議題 2 他の IMO の機関の決定
- 議題 3 強制要件の改正の検討及び採択
- 議題 4 大型旅客船の安全 (WG)
- 議題 5 海事保安を是正する措置 (WG)
- 議題 6 ゴールベースの新造船建造基準 (WG)
- 議題 7 改正 STCW 条約の実施
- 議題 8 船舶の設計・設備 (DE 47 の報告)
- 議題 9 旗国の実施 (FSI 12 の報告)
- 議題 10 航行の安全 (NAV 50 の報告)
- 議題 11 復原性・満載喫水線・漁船安全 (SLF 47 (緊急事項) の報告)
- 議題 12 危険物・固体貨物・コンテナ (DSC 9 (緊急事項) の報告)
- 議題 13 海上安全及び海事保安に関する技術援助プログラム
- 議題 14 人的要因の役割
- 議題 15 フォーマル・セーフティー・アセスメント
- 議題 16 船舶への海賊と武装強盗
- 議題 17 IMO 文書の実施及び関連する事項
- 議題 18 他の機関との関係
- 議題 19 委員会のガイドラインの適用
- 議題 20 作業計画
- 議題 21 2005 年の議長及び副議長の選出
- 議題 22 その他
- 議題 23 MSC 79 の報告書の検討

7.4.2 防火小委員会からの報告

MSC 78 では、第 48 回防火小委員会 (FP 48) の結果について審議されたが、特段の意見もなく、小委員会の報告が承認された。また、MSC 78 と MSC 79 の間には防火小委員会は開催されておらず、「防火」は MSC 79 では議題に含まれていない。

MSC 78 においては、火災試験法コード (FTP Code) のうち、甲板床張り材の二酸化硫黄の基準の変更が承認されるなど、幾つかの決定がなされたが、本委員会にとって興味深い審議はなかった。

7.4.3 設計・設備小委員会の報告のうち、救命設備に係る事項

MSC 78 では、DE 47 における審議の結果を受けて、20m 以上の高さに積み付けられる自由降下型救命艇の訓練に関する指針等（7.3.2 (1)参照）を承認した。その際、降下高さによる適用範囲の制限について議論があり、議長は、DE 48 で本件について検討するよう指示した。また、新造ばら積み貨物船への自動浮揚機能つき自由降下型救命艇の積み付けについては、DE からの要請事項を明確化した後、SOLAS 条約第 III/31 規則の改正案文が承認された。この会合で承認された関係 MSC/Circ.は以下の通り。

MSC/Circ.1114: Guidelines for periodic testing of immersion suit and anti-exposure suit seams and closures

MSC/Circ.1115: Prevention of accidents in high free-fall launching of lifeboats

MSC/Circ.1127: Early implementation of amendment to SOLAS regulation III/19.3.3.3 adopted by Resolution MSC.152(78)

MSC 79 では、SOLAS 条約第 III 章の改正を採択した。DE 47 の結果の審議においては、特段の意見は無かった。MSC 79 で採択した SOLAS 条約第 III 章改正では、以下に示す Regulation III/31.1.1.8 が追加された（MSC.170(79)参照）。

"1.8 Notwithstanding the requirements of paragraph 1.1, bulk carriers as defined in regulation IX/1.6 constructed on or after 1 July 2006 shall comply with the requirements of paragraph 1.2."

また、救命設備に係る MSC/Circ.は以下の通り。

MSC/Circ.1136: Guidance on safety during abandon ship drills using lifeboats

MSC/Circ.1137: Guidelines for simulated launching of free-fall lifeboats

7.4.4 大型旅客船の安全

(1) MSC 78 における審議

MSC 78 では、大型旅客船の定義を決めるべきとの指摘があり、一方で、船舶の大きさにより安全水準が大きく異なってはならないので議題の名称から"Large"を削除すべきとの意見もあり、"Large"の定義については WG でも審議したが、結論は得られなかった。また、"Holistic Approach"については、考え得る全ての安全対策を網羅することではなく、総合的に検討することであるとの意見が述べられ、その審議の困難さが指摘された。

WG では、船舶が自力航行の能力を維持すべき事故の規模（Casualty Threshold）について多くの議論があった。Casualty Threshold を事故の際の損害の規模として記述すべきとの考えと、事故のリスク解析を実施すれば、損害の規模の記述的な規定は不要であるとの考えが述べられ、結果として、残存性確保を検討するための指標としての損害規模は、火災事故については、以下の通りとした。

火災発生場所と同じ主垂直区域以内であって、スプリンクラで保護された A 級仕切を含む区画まで（火災発生場所のみの場合を含む）、または、火災発生場所以外の A 級仕切の区画までの範囲の機能は失われるものとし、且つ、当該主垂直区域には、立ち入ることができないものと仮定すること。

浸水事故については、損傷時復原性を考慮する必要があることから、SLF 小委員会に検討を委ねることとなった。

さらに、損害が当該規模を超える場合であっても、消火活動等を実施し、また、乗員・乗客が安全に退船するまでの時間を確保するため、事故の発生から 3 時間は船舶は残存すべきとの考えで合意し、

船舶が 3 時間残存すべき浸水事故の規模についても、SLF 小委員会に検討を委ねることになった。この考えは、火災事故について言えば、例えば主垂直区域を超える延焼が起こった場合であっても、少なくとも生存艇乗艇場所（集合場所）等は炎や煙から保護されており、船舶の傾斜角度は生存艇を利用できる範囲（横傾斜 20 度）に維持されるべきことを意味する。

WG では、以上の議論を踏まえ、目標年を延期する等、MSC 75 で決定した各小委員会への指示を見直した。

WG 後のプレナリーでは、定義を今次会合で決めるか次回会合で検討するかについて議論されたが、現時点では案がないことから、次回会合で再度審議することとなった。

(2) MSC 79 における審議

フランスは、"Large"の定義の案を提案した（MSC 79/4/3）。各提案文書について説明された後、フランス提案を勧案して、"Large"の定義を定めるか、または、"Large"を議題から削除するかについて審議した。

"Large"の定義を定めるべきとの意見は、主として、(1) 議題を開始した際の理由が従来に無い大型の旅客船を考慮したものであり、(2) 議論のスコープを明確にし審議の進捗を図るには定義が必要との理由による。

"Large"を削除すべきとの意見は、主として、船舶の大きさや人数により、安全水準のギャップが生じるのは合理的ではないとの理由による。

以上の審議の結果、議題から"Large"が削除された。また、審議においては、要件の適用を決定するためのパラメータとしては、航行する海域（捜索・救助の難易）も重要である旨、多くのメンバーから指摘された。

WG では、前回会合の報告（MSC 78/26）のうち、以下の部分が審議された。

4.34 The Committee noted that the group had considered the outcome of COMSAR 8 in conjunction with the tasks assigned in the updated work plan (MSC 75/WP.12) and endorsed the group's instructions to the COMSAR Sub-Committee to:

(抄)

.2 develop functional requirements for the recovery of persons from survival craft and from the water into ships, considering, in particular, the general applicability of the recovery systems required under SOLAS for ro-ro passenger ships to ships of all other types (including fishing vessels);

その結果、多くの代表は、この記述は、単に COMSAR に検討を指示するものではなく、旅客船以外の船にも回収装置を要求することで、基本的に合意したものと理解していた。今次会合では、SOLAS 条約第 III 章第 26.4 規則で ro-ro 旅客船に要求されている Means of rescue との関係を明確にするよう指摘したところ、これに類する装置を全船種（SOLAS 船）に要求する（強制 / 勧告の別は未定）ことを想定して、COMSAR への指示を修正した。この点について、議場の外で COMSAR 議長（WG にも出席）に意図を確認したところ、現存する ro-ro 旅客船用のものよりも簡単（廉価）な装置を考え、これを普及させたいとのことであった。

また、プレナリーでの審議において、「要件の適用を決定するためのパラメータとしては、航行する海域（捜索・救助の難易）も重要である旨、多くのメンバーから指摘」されたことを受け、remote area については、COMSAR で Criteria の決定方法を検討することとなった。さらに「残存性の向上」については、自力航海で港に戻る能力の向上を図ることに加え、大型ではない旅客船における残存性向上の検討のため、曳航により港に戻るべき損傷の程度について SLF に検討を指示することになった。

要件の適用を判断するためのパラメータについても、具体的な数値は別として、WG で一通り審議し、各小委員会への要請事項と併せて、検討を指示することになり、プレナリーで了承された。

8．おわりに

昨年度の RR3 における検討を引継ぎ、「次世代救命システム基準の作成に関する調査研究」は3ヵ年計画で出発した。今後は、以下のような作業を進めていく。

集団用救命設備に関して、基本的な性能基準を、実験的な検証を行いながら究明している。今年度は、従来のダビットに依存しない浸水方式が可能であることが一応示された。来年度はさらに、強度性能システムの要件を加味した検討を推進する。

個人用救命設備に関する当研究の内容については、IMO の設計設備小委員会における審議と密接に関係するため、今年度の成果を IMO へ公表する予定である。また、個人用救命設備の ISO 基準作成作業も進められており、ISO (TC188 及び TC8) へも成果を公表して、ISO 基準作成に貢献する。

自由降下型救命艇については、船舶の姿勢と降下衝撃加速度の関係の実験的究明が急務であるほか、イマージョンスーツ着用と救命艇の乗り組み、着座、艇内操作、浸水等の作業との整合を、実験的に究明して、図る必要がある。

船内避難と火災時の煙の伝播を加味した、避難改正方法の作成については、過去の実大実験のデータを整理しつつ、シミュレーションによる解析と突き合わせて検討を進める。また、火災拡大の予測の手法の究明を進め、IMO の指針として提案していく。

遭難通信・搜索救助のシナリオを整理して、将来の GMDSS 構想及び旅客船の搜索救助に関する検討に貢献していく。

おわりに、全体の研究の枠組を図 8.1 に示して将来の作業の方向性を提案し、結びとする。

次世代防災避難救命システム基準に関する調査研究

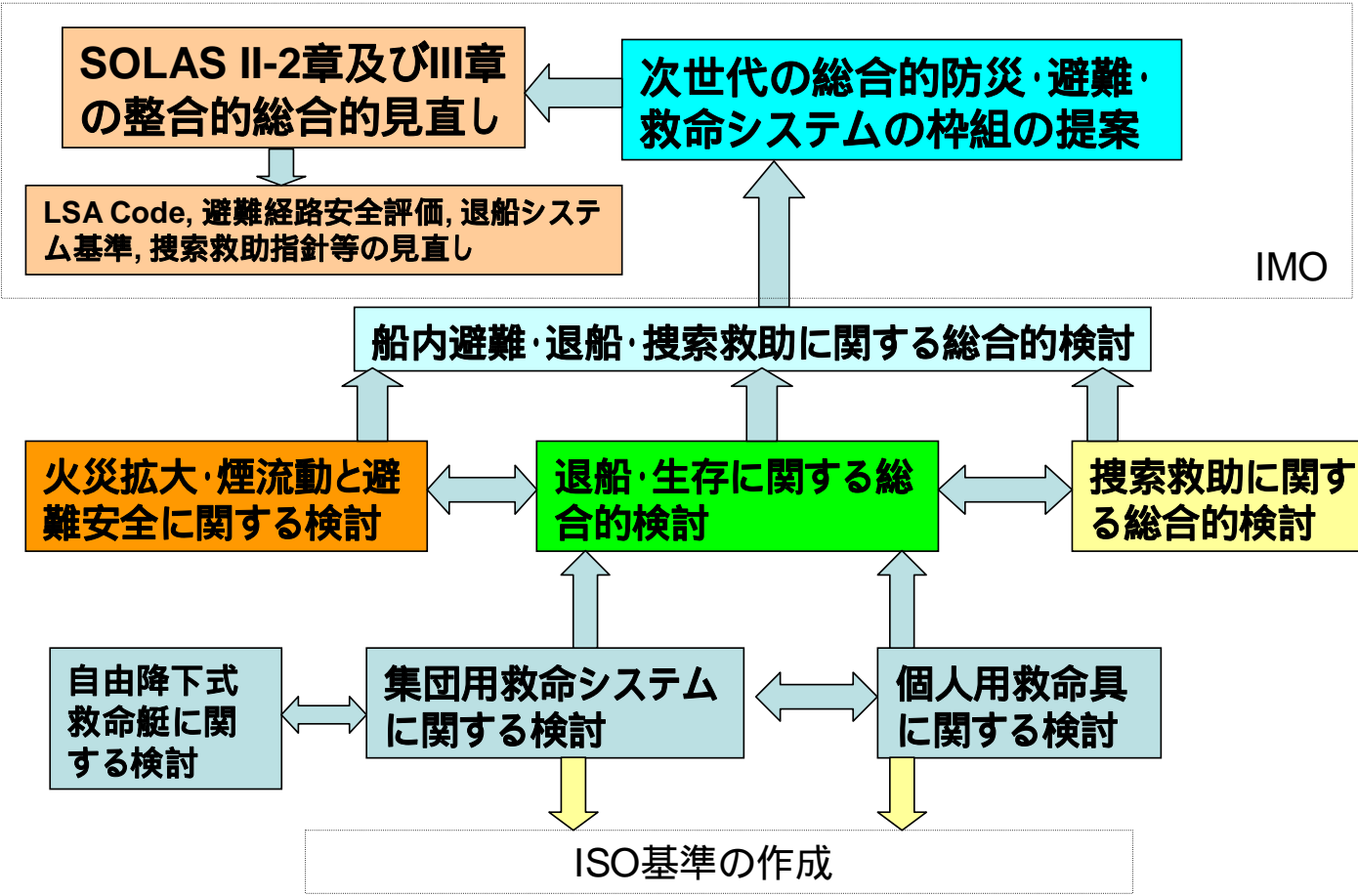


図 8.1 次世代防災避難救命システムに関する検討内容

執筆担当者（RR-MP2）

板垣恒男	太田 進	岡 秀行
上村 宰	吉田公一	（五十音順）

発行者 社団法人 日本造船研究協会
東京都港区虎ノ門 一丁目 15 番 16 号 (〒105-0001)
海洋船舶ビル 6 階
電話 : 03-3502-2132 (総務部)
03-3502-2134 (基準部)
ファックス : 03-3504-2350
ホームページ : <http://www.zoken.jp/>

本書は、日本財団の助成金を受けて作製したものです。
本書の無断転載・複写・複製を禁じます。