

RR - SP7

# 浮揚式 VDR の技術基準の作成 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、日本造船研究協会が平成14年度及び15年度にRR-S602を設置して検討を推進した。この作業は平成16年度RR-SP7が引き継いだ。当報告書は、これらRR-S602及びRR-SP7の調査、研究の検討内容を、総合的に報告するものである。

RR-SP7 (VDR) 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・マネージャー	吉田 公一	(海上技術安全研究所)
委 員	福戸 淳司	(海上技術安全研究所)
	片山 瑞穂	(片山海事技研事務所)
	藤吉 正俊	(製品安全評価センター)
	村田 康一	(日本海事協会)
	木村 佳男	(日本船用品検定協会)
	宮坂 真人	(日本船主協会)
	那口 行輝	(アイ・エイチ・アイ マリンユナイテッド)
	田北 順二	(日本無線)
	河野 高樹	(トキメック)
	山下 博英	(古野電気)
	諸野 普	(寺崎電気)
関係官庁	今出 秀則	(国土交通省海事局安全基準課)
	柴田 陽	(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

1	はじめに	1
2	簡易 - 浮揚型航海情報記録装置 (S-VDR) の研究の経緯と構想	3
3	IMO における審議の経緯	5
3.1	IMO における S-VDR の審議の経緯 (参考資料 3 - 1) コレスポンドンスグループへの対応	5 18
3.2	IMO への提出文書 (参考資料 3 - 2) VDR に関するアンケート (参考資料 3 - 3) VDR 用カプセルに関する有用性検討のための海難分析	23 32 39
4	S-VDR に関する国際基準	50
4.1	SOLAS 条約の S-VDR に関する規則	50
4.2	IMO の S-VDR 性能基準	51
4.3	IEC の S-VDR 技術基準 (参考資料 4 - 1) IMO MSC 決議 163(78) 船舶用簡易航海データ記録装置 (参考資料 4 - 2) IEC 61996(VDR)の、初版規格と追加の PAS の改正の要点	51 52 56
5	S-VDR の実証試験	71
5.1	浮遊型 S-VDR の海上回収実験 (H14)	71
5.2	機能要件に係る実証試験 (H15、H16)	122
5.3	海上離脱実験 (H16)	148
6	今後の構想	186
6.1	IMO での検討	186
6.2	新船用 VDR としての発展	186
7	終わりに	187
	IMO,IEC の VDR に関連した文献リスト	189
	IMO 日本提出文書 (添付)	
(1)	NAV47/7/6 Voyage Data Recorders for existing cargo ships	191
(2)	NAV47/7/7 Proposal on the performance standard of Voyage Data Recorders for existing cargo ships	193
(3)	NAV47/7/8 Voyage Data Recorders	197
(4)	NAV 48/8/1 Proposal for draft text of Performance Standard for Shipborne Simplified Voyage Data Recorders (S-VDRs) for Existing Cargo Ships	199
(5)	NAV48/INF5 Studies on specification of a shipborne simplified VDRs (S-VDRs) based on a casualty database	207
(6)	NAV49/7/1 Revised proposal for draft text of Performance Standard for Shipborne Simplified Voyage Data Recorders (S-VDRs) for Existing Cargo Ships	213
(7)	NAV49/INF8 Report of On-Sea Trial of Retrieving float-free VDR	221
(8)	MSC78/11/8 Implementation date for retrofitting of S-VDR	229
	RR-R602 (VDR 平成 14 ~ 15 年度) 調査検討委員会名簿 (添付)	233



## 1. はじめに

VDR ( Voyage Data Recorder : 航海データ記録装置 ) は、レーダ画像、船位、方位、船速、船橋での指令などの航海情報を記録し、海難事故によって船舶が沈没した場合でもその情報を保管して、海難事故の原因調査及び経緯分析に利用し、さらに事故の再発防止措置の検討にも利用する目的で開発され、船舶への搭載が義務付けられるようになった。

VDR の性能基準は、国際海事機関 ( International Maritime Organization : IMO ) の航行安全小委員会 ( Sub-Committee on Safety of Navigation : NAV ) が作成し、海上安全委員会 ( Maritime Safety Committee : MSC ) における承認を経て、1997年のIMO第20回総会が総会決議 A.861(20)として採択した。また VDR の詳細技術基準は、国際電気標準化会議 ( International Electrotechnical Commission : IEC ) が IMO の性能基準に基づいて作成し、IEC 61996として2000年7月に発行した。

この VDR の船舶への搭載義務付けについては、1974年海上人命安全条約 ( 74SOLAS ) の第 V 章に規則を設ける方向で IMO・NAV 及び MSC にて検討が進められ、この第 V 章に新たに第 20 規則を設け、総トン数 3,000 トン以上の貨物船及び総トン数 150 トン以上の旅客船に搭載を義務付けることとなった。この規則は 2000 年 12 月に開催された MSC 第 73 回会議で採択され ( MSC 決議 99 ( 73 ) )、2002 年 7 月 1 日から発効した。

この規則発効時の現存貨物船への VDR 搭載義務付けは、VDR 装置自身が高価であること及びこの価格に比較して事故防止の効果に疑問があることから、さらに適用の可能性及び妥当性を検討する旨の決議が MSC73 にて採択された ( MSC 決議 109(73) )。

MSC 及び NAV はこの MSC 決議 109(73)を受けて、現存貨物船への VDR 搭載の妥当性及び現存貨物船に搭載する VDR の性能について検討を開始した。

(社)日本造船研究協会はこの動向に対して、RR-S602 を設置し、妥当性の調査検討を行い、結果を NAV へ報告した。その結果、記録するデータの内容を一部簡素化し、さらにデータを保持するカプセルに自動浮揚型のものを認める場合には、現存貨物船にも搭載することが可能でありかつ妥当であることに、NAV 及び MSC 合意した。

IMO はこのような VDR は簡易 VDR ( Simplified Voyage Data Recorder : S-VDR ) と称し、その性能基準を NAV が作成することとなった。

日本造船研究協会の RR-S602 ( 平成 14 年度、15 年度 ) 及び SP7 ( 平成 16 年度 ) は、S-VDR のプロトタイプを用意して、実海面での S-VDR の搜索・回収実験、S-VDR の耐環境試験、及び実海面における S-VDR のデータ記録保持能力実験を実施し、S-VDR の実用性を実証し、NAV へ報告した。

NAV は S-VDR の性能基準を最終的に仕上げて MSC78 ( 2004 年 5 月 ) に報告した。MSC78 はこれを承認・採択した ( MSC 決議 163(78) )。また IEC は、IEC 61996 に S-VDR の技術基準を取り込む作業を進め、IEC 61996-2 の PAS ( 早期回章国際基準案 ) を 2004 年に発行した。

一方 NAV は我が国からの提案に基づき、S-VDR の搭載を現存貨物船に義務付ける 74 SOLAS 第 V 章改正案を作成した。この 74 SOLAS 改正は、2004 年 12 月の MSC79 が決議 MSC.170(79)として採択した。規則の発効は 2006 年 7 月 1 日である。S-VDR あるいは VDR の搭載は、2002 年 7 月 1 日以前建造の 20,000 総トン以上の貨物船にあつては 2006 年 7 月 1 日以降の最初のドライドック検査日までには但し遅くとも 2009 年 7 月 1 日までに、2002 年 7 月 1 日以前建造の 3,000 総トン以上 20,000 総トン未満の貨物船にあつては 2007 年 7 月 1 日以

降の最初のドライドック検査日までに但し遅くとも2010年7月1日までに、ということとなった。

今後は、VDR からのデータ取り出しの互換性（データ再生機構・取り出し方法を統一して一様にできるようにする）（VDR 及び S-VDR 双方を対象とする）について、IMO がさらに審議することとなっている。

上に述べたように、現存貨物船への VDR 搭載の妥当性の調査・検討、保持すべきデータの内容、及び自動浮揚型カプセルの性能、並びにそのような S-VDR の海上における回収可能性及びデータ保持・回収可能性について、日本造船研究協会は平成14年度及び15年度に RR-S602 を設置して実験を実施して検討を推進した。この作業は平成16年度には SP7 が引き継いだ。

当報告書は、これらの RR-S602 及び SP7 の調査、研究及び検討の内容を、総合的に報告するものである。



## 2. 簡易 - 浮揚型航海情報記録装置 (S-VDR) の研究の経緯と今後の構想

SOLAS 第 V 章が適用されるすべての旅客船及び 3,000 総トン以上で 2002 年 7 月 1 日以降建造の貨物船に VDR を備え付けることは、2000 年の SOLAS 条約改正で採用された。これを受け、IEC で規格が作成されたが、いかなる事故でもカプセルを回収できることに重きを置いた規格となったため、VDR のカプセルの規格は厳しいものになり、現実的に浮揚型は規格に合格することが困難となり、固定式のみが製作されるようになった。この VDR のカプセルは船舶に固定されて回収時にのみ取り外す構造であるため、船舶が深海に沈んだ後もデータを保持するために相当の耐圧性能を要求され、また火災に対しても耐えるよう相当の耐火性を要求されている。そのため、このような VDR のコストは相当高いものである (当初は 1,000 万円超であった)。

VDR は、事故後に事故原因を調査・特定するためのデータを提供することが主な目的である。従って、備え付けた船舶自身の事故防止のためのものではない。VDR が耐圧、耐火に耐えて深海から回収されるシナリオの可能性は、相当に低いことも予想された。また、現存船ではすでにレーダ、船速計などが備え付けられており、これらの既存のデータソースからどのように電氣的にデータ取り出すか、言い換えれば既存の航行機器からのインタフェイスをどう取るかが、現存貨物船への VDR 搭載に関して、重要な課題となった。

従って、このような VDR を現存の貨物船すべてに備え付けることには、2000 年 SOLAS 改正検討時には合意されず、VDR の現存貨物船への搭載義務付けの妥当性を検討することとなった (MSC 決議 109(73))。

耐火・耐圧のカプセルと記録するデータが多量であることが VDR が高価である主な理由であることが特定されたことから、耐火・耐圧のカプセルの代わりに、事故時に自動的に船舶から離れて浮揚するもの (自動浮揚式) のカプセルと記録データの量を少なくする簡易な VDR (S-VDR) であれば、現存貨物船への搭載も実現不可能ではないと考えられた。

そのような S-VDR について解決すべき問題は、以下のように抽出された。

- (1) 既存の航行装置とのインタフェイスの確立と、不可能な場合の手段
- (2) 自動浮揚式カプセルの可能性 (事故に対する対応と回収の確実性)
- (3) 自動浮揚式とした場合のデータ記録方法及び切り離し方法
- (4) 自動浮揚式とした場合のデータ保持能力と回収可能性

これらについては、日本造船研究協会の RR-S602 及び SP7 において、実験を遂行して調査研究し、回答を得た。すなわち、

(1)については、航行設備に関する調査及び専門家の意見により、S-VDR が記録すべき、また記録できるデータを抽出し、IMO の S-VDR 性能基準作成に貢献した。

(2)については、COSPAS-SARSAT 406MHz 位置指示ビーコン、SART 及び光によるロケーティング装置を搭載して作動することにより、小さいカプセルであっても、相当な荒天においても発見・回収可能なことを海上実験で実証した (平成 14 年度)。

(3)については、電磁式送電により、コネクタ及び電線の結線なしに S-VDR に電力を送ることがで

きる（S-VDR で記録を継続するためには電力が必要）ことと、無線 LAN により結線なしでデータを S-VDR に送ることができることを、実験により実証した（平成 15 年度）。

(4)については、S-VDR にデータを送りつつある状態で S-VDR を切り離して浮揚させ、これを回収してデータが正しく記録され、回収可能なことを海上実験により実証した（平成 16 年度）。また、S-VDR が種々の環境下でデータを保持できることを実験により実証した（平成 15 年度）。

これらの内容は、一部を当報告書の 3 項に、また詳細を 5 項に示した。

以上の成果は適宜 IMO NAV に報告し、現存貨船用 VDR の実現に貢献した。すなわち、2004 年 12 月の MSC79 にて、SOLAS 条約第 V 章第 20 規則の改正の採択により、2002 年 7 月 1 日以前建造の 3,000 総トン以上の貨物船には、トン数応じ、2006 年 7 月 1 日以降（20,000 総トン以上の場合）あるいは 2007 年 7 月 1 日以降（総トン数 3,000 以上 20,000 トン未満）の最初のドライ・ドッキングまでに、S-VDR（あるいは VDR）を備え付けることとなった。また、これらの研究成果は、IMO の S-VDR 性能基準制定の基礎となった。

今後の対応として、下記の問題点を調査検討する必要がある。

- （1）データ再生機構・取り出し方法を統一して一様にできるようにする。
- （2）事故後に VDR(S-VDR)の記録を停止し、記録されたデータの上書きを防ぐ。

一方、S-VDR で規定されている浮揚型カプセルは、船主の保守等を考慮すれば EPIRB と一体型となる可能性が高く、今後は現存船のみではなく、新船にも搭載の要望がでてくるものと考えられるため、今後、これらの妥当性の検討を行う必要があると考えられる。

### 3. IMOにおけるS-VDRの審議

#### 3.1 IMOにおけるS-VDRの審議の経緯

ここでは、MSC73における合意を受け、現存貨物船(2002年7月1日以前の建造)へのVDR搭載義務付けのIMOにおける審議の経緯を述べる。

##### 3.1.1 MSC73における審議(2000年12月)

VDRの船舶への搭載義務付けについては、1974年海上人命安全条約(74SOLAS)の第V章に規則を設ける方向でIMO・NAV及びMSCにて検討が進められ、この第V章に新たに第20規則を設け、総トン数3000トン以上の貨物船及び総トン数150トン以上の旅客船に搭載を義務付けることとなった。この規則は2000年12月に開催されたMSC第73回会議で採択され(MSC決議99(73))、2002年7月1日から発効した。

この規則発効時の現存貨物船へのVDR搭載義務付けは、VDR装置自身が高価であること及びこの価格に比較して事故防止の効果が疑問があることから、さらに適用の可能性及び妥当性を検討する旨の決議がMSC73にて採択された(MSC決議109(73))。本件はNAVにて検討を進めることとなった。

##### 3.1.2 NAV47での審議(2001年7月)

MSC決議109(73)を受けて、現存貨物船に対するVDRの搭載の検討が、NAV47から開始された。

###### (1) プレナリーでの審議

各国が提案文書(NAV47/7/2(英)、NAV47/7/4(独)、フィンランド、スウェーデン)、NAV47/7/6(日)、NAV47/7/7(日)及びNAV47/7/8(日))を紹介した後、INTERTANKOは、MARPOL条約13G改正によりフェーズアウトするタンカーへのVDRの搭載を免除することを考慮するよう発言した。提案文書に関しては、韓、ブラジル及び伊は、独等提案(NAV47/7/4)及び我が国提案(NAV47/7/7)を支持し、伊はデジタル出力がある場合、"Engine/rudder order and response"を記録すべきとの提案を行ったところ、蘭及び仏がこれを支持した(本発言はEUの共通の見解)。また、バハマ及びパナマは、EPIRB型VDRを支持した。

なお、ブラジルは、現存船へのVDR搭載を検討することは時期尚早とのステートメントを発表した。

###### (2) ワーキンググループ(WG2)での審議

WGでの審議に先立ち、ドラフティンググループ(DG)が、費用対効果、EPIRBの耐火性、レーダ情報(免除を含む)、IEC型EPIRB、船種によるVDR規格変更等に関し検討したが合意に達しなかった。

WGでは、我が国の提案に対し、伊はプレナリーと同様の発言をし、デンマーク、蘭(伊の意見に加えてレーダに関する情報も加えるべきとした)及び独がこれを支持した。蘭より、「良いものが出来れば新造船にも適用可能ではないか。」との発言があり、また英より、「危険物運搬船(タンカー等)には、耐火性の必要がある。」との発言があったが、再度DGにて検討することとなった。

DGでは、記録すべき項目及びカプセル、コスト算定を含む検討すべき項目の2点に絞って2つのグループに分かれ検討が行われた。我が国が を、デンマークが をまとめることとな

ったが、作成された報告書は 及び で重複する箇所があり、今回は混乱を避けるため、報告書はプレナリーへ提出しなかった。(この2つのグループが作成した報告書は公式のものとはしなかった。)

#### (3) プレナリーでの審議 (WG 終了後)

WG の議長より口頭にて簡単な審議報告が行われた後、各国へ再度本件を検討するよう要請があった。

レポート審議の際、我が国から日本の提案 (NAV47/7/7) (記録すべき情報としては AIS からのもので船橋の音声のみで十分であること及び EPIRB の様な浮揚タイプとすべきこと) は多くの国に支持されたこと、それに加えデジタル出力がある場合、"Engine/rudder order and response" も記録すべきであるとの数カ国よりの指摘があったことをレポートに記載するよう求めた。これに対し、蘭が、「"Engine/rudder order and response" デジタル出力の他にレーダ情報についても記録すべきである。」旨記載するよう発言したところ、AIS からの情報及び船橋音声に加え、いくつかの必要な情報を追加したもので十分であるとの意見が多かった旨、報告書に盛り込まれることとなった。

#### (4) 今後の検討課題

今次会合において、我が国提案 (NAV47/7/7) の簡易型 VDR の性能基準のアイデアは、各国から支持を受けたが、AIS とのインタフェースの技術的問題点、コスト評価、必要な記録項目の検討が行われておらず、今後検証の必要がある。

#### (参考：議場外での各国の見解)

独、スウェーデン、デンマーク、イタリア等 EU 諸国は、我が国提案の (NAV47/7/7) のアイデアを支持するものの、今後技術的問題、コスト評価をする必要があるとの見解であった。我が国のコスト計算は他国と比べ大きな開きがあること、またレーダの換装に関する術的困難性について疑問を抱いていた。

英国及び加は、レーダ情報と"Order and response"は必要で、AIS でそれをまかなうことについては否定的であった。両国の代表二人とも政府の事故調査官であるため、インタフェースの技術的問題点には関心は少なく、事故調査の観点からレーダ・データは有効であるので必要であるとの見解であった。

### 3.1.3 NAV48 での審議 (2002 年 7 月)

NAV47 に引き続き、現存貨物船への VDR 搭載の妥当性について審議した。

#### 3.1.3.1 NAV 48 審議への対応

##### (1) 対応方針(原則)

我が国は、現存貨物船への VDR 搭載を容認しているわけではなく、現在実施している現存貨物船への VDR 搭載についての feasibility study を促進するために、係る性能基準案を作成している。

上記を踏まえ、現存貨物船用 VDR は、可能な限り、合理的なものであるとし、我が国が提案した浮揚型(float-free type)VDR の実現を第一に努めることとし、性能基準の詳細は、我が国が実施しようとしている回収実証試験の結果を踏まえ、NAV 49 で最終判断するよう要請する。

このため、NAV 48 は、以下に掲げる本件の個別論点について、各国との意見調整に努める。

(2) 個別論点(各国提案)への対応

今次会合における我が国提案と、現行 VDR との異なる主な点は次のとおりである。

- ・保護カプセルの仕様
  - 耐久性に関しては EPIRB カプセル並とする。
  - 回収性向上のためレーダトランスポンダ及び LED(発光ダイオード)を備え付ける。
- ・記録すべきデータ
  - インタフェイスの問題及び記録容量の減少を考慮し、自船のデータ項目を削減した(通信音声等の他データ流用が可能なもの等)
  - AIS データの活用した(レーダデータとの選択制)

各国の提案内容は、下表のとおりである。特に、英国提案(NAV 48/8)が、次のとおり、我が国提案と大きく対立している。

- ・「持運び式 VDR」を提案
- ・ AIS データの活用に反対(コスト削減効果が低く、また、レーダデータが担保するデータを確保できない。)

このため、我が国提案の実現に努め、英国提案については、次を指摘することとする。

・持運び式 VDR

短時間での沈没事故の場合、船員が持ち出す余裕が無くデータ喪失となる可能性が高いが、浮揚式のカプセルタイプであれば、回収の可能性が高いこと等を指摘する。

なお、浮揚式カプセルは、持ち出しも可能であることを適宜指摘する。

・ AIS データの活用

IMO 決議 A.861(20)では一台のレーダからの入力によいため、レーダのデータが常時 VDR に入力されているとは限らないことを指摘し、また AIS はレーダと比較して、VDR との接続が容易であること等を指摘し、レーダデータまたは AIS データのいずれかという我が国の提案が受け入れられるよう努める。

なお、仮に我が国提案に対し反対が多い場合(特に浮揚式 VDR の導入)、浮揚式 VDR の回収実証実験の結果を次回 NAV 49 で報告する予定なので、それを踏まえ判断することを要請する。

表 3.1.3.1 に各国の提案・主張を項目ごとに比較して示した。

表 3.1.3.1 : NAV 48 各国提案一覧(現存貨物船用 VDR 関係)

文書番号	48/8	48/8/1	48/8/2	48/8/3
提案国	英国	日本	ドイツ・スウェーデン	ブラジル
記録データ	自船データ： ○日付と時刻 ○位置 ○船速 ○針路 ○船橋音声 他船・周囲データ： ○レーダデータ AIS はレーダの代わりとしては不十分	自船データ： ○日付と時刻 ○位置 ○船速 ○針路 ○船橋音声 他船・周囲データ： ○レーダデータ又は AIS データ等	○AIS の送受信データ ○音声信号 ○レーダイメージ	自船データ： ○日付と時刻 ○位置 ○船速 ○針路 ○音声信号 他船・周囲データ： ○レーダ信号 ○AIS 信号(可能な場合)

保護容器の形態	○EPIRB 型反対。 ○持ち出し可能なものを提案。	○浮揚式の場合、EPIRB に準じる。 ○EPIRB 機能、トランスポンダー、LED 機能を利用して回収。	○持ち出し可能又は EPIRB の中に設置。	○日本提案(浮揚式：EPIRB タイプ)を支持。
保護容器の仕様(耐火、耐水、耐衝撃)	○持ち出し可能なものについて、頑強な耐火、耐水圧、耐衝撃までは求めている。	○頑強な耐火、耐水圧は必ずしも必要ではない。 ○耐衝撃は EPIRB に準じる。	○耐火要件は必ずしも必要としない。	

### 3.1.3.2 NAV 48 の審議結果

#### (1) プレナリーでの審議

各国が提案文書を説明した（英国(NAV 48/8)、日本(NAV 48/8/1, NAV 48/INF.5)、ドイツ及びスウェーデン(NAV 48/8/2)、ブラジル(NAV 48/8/3, NAV 48/8/5)、ICS(NAV 48/8/4)）。なお、CIRM(NAV 48/INF.6)は、コスト分析が文書の提出期限に間に合わず、資料を議場配布した(NAV 48/J/3)。

簡易 VDR の性能要件にかかる論点は、VDR に記録すべきデータ（特にレーダデータを含むかどうか）及び保護カプセル（EPIRB タイプの浮揚式又は固定式）であった。これら 2 点について英国は、レーダデータを含むべきで、浮遊型ではなく持ち運びのできる簡易型固定式を主張した。我が国は、現存船への適用に合意したわけではないが、レーダデータ又は AIS データによる代替及び浮揚式（回収可能性を向上するためトランスポンダー及び発光器を追加）が適当であると主張した。ドイツ及びスウェーデンは、レーダデータ（但し、サンプリングレートを下げる）及び浮揚式を主張し、ブラジルはレーダデータは含むべきだが浮揚式（現存船への適用は反対で、これら簡易な VDR の性能要件を新船にも適用すべき）を主張した。さらに、ICS は、原則英国を支持しつつ（特に、持ち運び式の保護カプセル）、AIS の活用をできるだけ認めるべきことを主張した。

多くの国は我が国を原則支持したが（特に、浮揚式の保護カプセル）、サイプラス、バハマ等の国々は、我が国を支持しつつ、現存貨物船への適用実績に基づく（コスト面での）分析が必要で、現存船への強制適用は時期尚早との意見であった。なお、我が国は、現存船への適用には合意していないとのスタンスを保持した。

今次会合では、現存船への適用実績等の情報が足りないため、結論を出すことはできないが、WG2 では、プロGRESSレポート（進捗状況報告）の作成等を検討することとなった。

#### (2) WG2 での審議

WG はプレナリーの指示を受け、VDR を現存船へ搭載する場合の技術的問題、現行の（新船用の）性能要件の現存船への適用可能性、費用対効果分析等について、プロGRESSレポートの作成を検討したが、時間的余裕がなく、また、情報も不足しているため、今後コレスポンディンググループ（CG）を設け検討することを小委員会に提案することとした。

#### (3) プレナリーでの審議(WG2 審議後)

WG からの要請を受け、今後 CG を設け、(簡易)VDR の現存貨物船への適用可能性を検討することが合意された。CG のコーディネーターは独が引き受けた。

### 3.1.4 NAV/CG(Correspondence Group)への対応

NAV 48 での決定を受け、CG コーディネーターの独 Michael Baldauf 氏のもと、TOR(Terms of reference)に従い、作業を進めた(資料3 - 1 参照)。我が国は、我が国が提案した性能基準に係る Section C のサブコーディネータとなるとともに、これに係る Section A 及び Section E の検討にも参画した。

Section	TOR	Mr. Appointed Leader
Section A.	Practicability	Mr. G. Koopmans
Section B.	Technical Problems relating to retrofitting of VDRs	Mr. Chris Winkley
Section C.	Adequacy of existing performance standards, including the possible development of simplified standards	Mr. Matsui / Mr. Niwa
Section D.	Experience in the use of VDRs on ships already fitted with them, including data that could not have been obtained without VDR	Mr. Nick Beer
Section E.	Relevant financial implications, including cost – benefit analysis	Mr. Howard Snaith

性能基準の検討について、NAV 48 で論点となった、保護容器の仕様( EPIRB 並みの浮揚型又は従来どおりの固定型 ) 及び 記録データとしての AIS データの活用の是非の2点をCG検討の主題として、NAV 48 時点での性能基準に対する各国の考え方を一覧としてとりまとめ、CGメンバーに対し、係る性能基準の検討を要請した(資料3 - 1 参照)。

さらに、その後の本分科会での検討により、CGでの検討を進めるため下記の項目に関しCGに各国の意見の問い合わせを行った。(資料3 - 1 参照)

#### (1) 技術的問題点

現存船用VDRの設置には各センサとVDR間にインタフェースの問題がある。一方、SOLAS V章20.2規則にはVDRに関する免除規定がある。VDRの現存船への適用を考慮すればこの免除規定の統一解釈を作成する必要がある。

#### (2) 性能基準案

下記の点に関し提案等をした。

- ・ 浮揚型カプセルのLEDの性能基準の変更(LEDの評価試験結果による。)
- ・ 記録項目について(資料5-1による。)
- ・ 我が国は浮揚型カプセルを支持する。
- ・ 他船データの取扱いについて各国の意見照会。(レーダデータ、AISデータの取扱い)

#### (3) VDR 利用からの経験

資料を出せる国は資料を提出するよう要請。

#### (4) コストの問題

NAV48でのCIRMペーパーに含まれないコスト(例えばインタフェースのための設備費用等)を明確にすることを要請。

### 3.1.5 NAV49 での審議 (2003 年 6 月～7 月)

#### 3.1.5.1 NAV 49 審議への対応

第 4 章「現存貨物船用 VDR の実用性に関する調査研究」に規定する現存貨物船用 VDR の性能基準の検討結果及び浮揚型 VDR の回収実験結果を踏まえ、下記の資料を、NSV 49 へ提案した。

- (1) 現存貨物船用 VDR の性能基準案(提出文書 NAV49/7/1：日本提案 NAV 48/8/1 の修正。なお、前回提案でペンディングとしていた搭載免除のためのガイドラインを含む場合有り。)
- (2) 性能基準の検討のための解析・実験(提出文書 NAV49/INF8：浮揚型 VDR 用カプセルの回収実験の結果報告)

#### 3.1.5.2 NAV49 での審議

##### (1) Plenary における審議の概要

NAV49/7 文書に基づき、CG 幹事のドイツは現存貨物船への VDR 搭載に関する CG のフィジビリティ・スタディの結果報告を報告した。

CG の VDR コストダウンの検討結果を実行することにより低価格の VDR を実現できることと、最終記録媒体の保護カプセルの方式に固定型、浮揚型、取り外し型が可能性として選択肢の中に含まれる事が確認された。

現存船への VDR の可能性についての報告内容に対し、シンガポール、バハマ、ギリシャ、パナマ、キプロス、バングラディッシュ、ロシア、トルコ、カナダなどが支持表明をした。オランダは浮揚型と取り外し型両方を搭載し、浮揚型を最終媒体として取り外しハードディスクを簡便なデータ利用とするべきとの意見を出したが WG で検討することとなった。我国は両方持つ必要はないと s CG 幹事のドイツ主張し、又、コストダウンについて、報告書のパラ 75 に記載されているフル VDR の 75%の表記が、75%のダウンか、ダウンして 75%かとの質問をした。これに対し、報告した CG 議長はコストダウンが 75%、即ちコストは 1/4 になると説明した s が疑問が残り、これも WG で検討することとなった。

NAV49/7/1 によって我国は、CG の検討結果報告を踏まえ、さらに浮揚型カプセルの搜索回収実験を基に性能基準案を作成した旨の提案説明を行った。また、NAV49/INF8 によって S-VDR 付自動浮遊型 EPIRB の会場回収実験のようすと結果を紹介し、浮遊型 S-VDR が充分回収可能であること、そのカプセルの位置把握及び発見に、406MHz EPIRB、レーダトランスポンダ及び LED 発光器が有効であることを証明した。

NAV49/7/2 については英国が、NAV49/7/1 に対する意見である旨の提案を説明した。

NAV49/7/3 については共同提案国のオランダとドイツが、S-VDR の搭載要件化のための SOLAS の搭載要件を改正する提案の趣旨を説明した。

ロシア、INTERTANCO は、インタフェイスの不整合、廃船間近な船などへの適用除外の検討の必要性を指摘した。

キプロスは、製品が市場に出回る事を確認してから論議すべきと指摘し、実際に市場に出るのはいつ頃かと質問した。我国は、今年末までに浮揚型 S-VDR のプロトタイプを作るが、製品として市場に出るのは、メーカーが規格の制定や搭載要件を考慮して開発・市場投入するので、いつとは言えないと説明した。

NAV49/INF.8 について我国は、浮揚型カプセルの搜索回収実験の報告書である旨の説明を行った。事務局は、当レポートの探知実験のプレゼンテーションが当日の昼休みの時間に行われる旨アナウンスした。



コスト分析：NAV49/7 報告のコストに関して、CIRM は、CG 報告のパラ 73 と 74 に示された数字は 1 社が用意したもので、今や最初に装備したときより日数を経て状況が変わっている。最近市場では約 30%から 50%の価格低下を引き起こしており、装備費も経験を積んで節減ができていると説明した。

フラッシュメモリの過去の推移から予測して、継続して低下することが考えられ、2008 年には更に 30%から 40%の価格低下が考えられる。フルスペックの VDR の価格は、来年には \$60,000(US) になると思われる、と CIRM が見解をが示した。

パラ 75 のコスト低減はきわめて非現実的であり、適切ではないので、再評価することとなった。

## (2) プレゼンテーション

日本の海上技術安全研究所の福戸は、パワーポイント及び LED サンプルを使って S-VDR のプレゼンテーションを行い、数十名が熱心に聴講した。

質疑応答は少なかったが、EPIRB や SART 以外の技術の利用も配慮する必要があるとの指摘があり、GMDSS 機器との関連性に関する質問と、トランスポンダの発信ドットを SART と変えた理由の質問（救命設備との識別のためとの回答）等があった。

## (3) 性能基準案の審議

性能基準案に関しては、日本提案の NAV49/7/1 と、英国の修正提案の NAV49/7/2 を合体して、英国が作り直した資料を参考に、基本的には VDR 性能基準のオリジナルである A.861(20)を基に CG の議長である Capt. Baldauf をコーディネータとしてドラフティング・タスクグループ(TG)を作り S-VDR の性能基準案を完成させることとなった。以下、性能基準案作成審議の要点を列記する。

### 1 項 目的

原提案文の「For the purpose of reducing casualties」は、VDR の目的は究極的に海難再発防止に使われるが、直接事故を防ぐものでないため削除した。

### 2 項 適用

S-602 でも、オリジナル A.861(20)同様適用を記述すべきとの意見があったが、性能基準で言及するのは不相当との反対意見があり意見が分かれたため「To be considered」としてあったが、オリジナルに合わせて記述した。

### 3 項 参照文献

オリジナル A.861(20)に合わせて提案基準案で削除した規格を追記した。尚 L-Band EPIRB も対象に考えるとして追記した。

### 4 項 定義

4.4 項の「Playback equipment」は、提案基準案では削除したが、船上装備品ではないが、制度上重要で不可欠とのことで、オリジナル A.861(20)通り追記した。(Foot note 共)

## 5 項 運用要件

5.1.2.1.2 項で、オリジナル A.861(20)に合わせて文を戻した。

5.1.3.2 固定型カプセルは従来通りとして特に論議の対象ではなかったが、最終段階で、浮揚型が緩和された基準になったのに、固定型はオリジナルの「maximize the probability...」が課せられた要件から来る IEC の厳しい規格のままでは不公平とのことで、除外記述を付した。

5.1.3.3 項は、The float-free type protective capsule は、前回までの説得活動を含め、プレゼンテーションや性能基準案の草案等の活動により、簡易浮揚型カプセルの容認は概ね全会の一致するところとなった。

詳細の性能要件の論議に入って、初期の L-Band EPIRB のイメージに直結した考えの人や、我国の提案した探知シナリオの理解不足からか、論議がかみ合わない面が多々あった。

GPS を搭載させて位置精度を上げローケーションを容易にするために精度基準を決める雰囲気は圧倒的に支配し、8 項目に渡る条件（我国の原提案も含む）が決められ TG では覆すことができず、WG に戻って、再度、簡素化を提案したが、この間に詳細規定は IEC に任せるべきだ(オランダ)との意見もあったが賛同者は一人もおらず、多数決で成功基準案を決定する模様となった。

ところが、WG における S-VDR の TG の報告とその論議の終了間際に議長が、TG で決めた浮揚式カプセルの 8 項目に渡る条件の内、上記.1 と.2 の内容以外すべて削除したいとの意見を出し、反対意見はあったものの、この削除提案を採用し、さらに離脱条件のために引用した A.810(19)の「environmental and float-free」の文字を削除、同列に A.812(19)が挿入されて賛成多数で WG の結論となった。

この結果、LED 等発光体の装置や、運用持続時間にも、EPIRB の性能要件がかかることになり、発光体については従来のフラッシングライトとなり、その持続時間は 48 時間が適用となる。

もともと運用持続時間の我国の提案は 4 日間であったが、修正により 7 日間となり、上記の削除により表面から消えてしまったことになる。

取り外し型ハードディスクについては、保護されたデータを残すこと（固定型、浮揚型に比べてデータの安全が担保されにくい）、ハードディスクを持ち出す乗組員の作業負担、現在各 VDR メーカーはすでに類似の機能を持っており性能基準化することにより型式検定の取直しが必要になる、等の理由から、TG で反対意見が出た。

我国提案の性能基準案に取り外し形を織り込んだ理由は、CG で英国が提案したものが廉価であることから、一選択肢としたもので、国内船主、メーカーよりの「3 つの同列選択肢を確保してくれ」との要望を配慮し、「Plenary で確認されたことを TG で削除するのは越権」との理由で、3 種同列で審議することを主張した。

WG の議長とも相談したところ同意見であったが、もともとの提案者である英国がトーンダウンしたため、これ以上主張すると我国の提案の焦点がぼけることと、大勢に反対してまで取り外し型の性能基準を請け負う方針ではないことで、WG では再度我国のスタンスを明確にするために以下の旨の発言をした。

「日本は審議に協力するために S-VDR の性能基準案を起草し提案した。本 S-VDR の性能基準案は、CG のフィジビリティ・スタディの結果を尊重しており、3 種類のカプセルを同列の可能性として挙げてある。CG のフィジビリティ・スタディ報告は plenary でも承認されたものであり、取り外し型のみを TG の一存で削除することは正しくないので反対した。取り外し型は英

国が提案したもので、英国の提案に敬意を払って記述してあるもので、日本は浮揚型については実証実験を行い性能基準案に反映してあるが、取り外し型は英国が性能基準案を提示しない限り我々としては経験がなく案を持たないので、英国に期待せざるを得ない。」

これに対して英国から「英国としては安くなるアイデアとして提案したが、性能基準案を提示することはしない。」旨の発言があり、事実上取り外し型のサポートがなくなり、存在し得ない形となった。

各記録項目の検討の内容を以下に示す。

- **Bridge audio** については、「聞き取れる場所」としてマイクロフォンの数を減らす案としたが、オリジナル A.861(20)の文に戻した。
- **Communications audio** は、メモリコストを減らす目的で削除する案を提示したが、VHF が必ずしもスピーカーから音声がでる方式でないこと、CG のフィジビリティ・スタディ報告でも事故解析時のこの情報の重要性が指摘されていたことなどから、削除することに賛同する者はいなかった。

我国から、コストを重要視する説明をしたが、カナダやドイツが情報の事故原因解析に重要であり、コストの重要度より上回ると主張した。

- **Radar data, post-display selection**

我国の提案はオリジナル A.861(20)の文に記録間隔の 30 秒という数値を加えたものであるが、オリジナルの基準案は IEC で決めている数値であり、IEC で論議すべきものとされた。我が国提案は否定されたわけではないと思うが、表示情報があいまいであった点を英国が指摘し、オリジナルに戻した。

- **AIS データ**

AIS データは、我国提案通り、レーダのインタフェイス整合が不可能な場合となった。ただし情報（データ）の選別条件については規定しないこととなった。

レーダ映像が接続不可能な場合の条件が論議となったが、3つの条件があるとして、古い PPI レーダ、映像データが外部に取り出せない、インタフェイスが合わない、が挙げられたが、とは割合明快でもが問題である点を指摘し、フットノートを付すこととなった。

この意味は、映像取り出し用のインタフェイスがメーカー標準（生産ラインに載っている仕様）、インタフェイスを含めて型式承認を得た製品など、標準品のことを言う。

- **搭載要件**

NAV49/7/3 に従って、搭載要件に関する SOLAS 第 V 章改正案について、ドイツ/オランダ提案通り、20 規則の第 2 パラグラフに、

「20,000gt 以上の貨物船で、2002 年 7 月 1 日前に建造された船舶は、2007 年 1 月 1 日までに、「3,000gt 以上 20,000gt までの船舶で 2002 年 7 月 1 日前に建造された船舶は、2008 年 1 月 1 日までに、S-VDR を装備しなければならない」条項を追加することとなった。

さらに、除外規定として、主管庁は、上記 20.2 規定の施行日から 2 年以内に廃船する船舶には上記の要件の適用を除外しても良い規定も追加された。

尚、WG を通じてオランダは、「EC ですでに EC 指令として搭載要件を規定しており、それまでに S-VDR を市場に出したいので、IMO の搭載要件をこれにあわせて欲しい。」旨表明した。

韓国は、「SOLAS 第 V 章 20 規則パラグラフ 3 において、S-VDR の規定を適用すると現存一

部の客船が例外規定を用いて固定型 VDR の搭載を緩和されており、例外規定の無い現存貨物船に S-VDR の基準が適用されると、客船より厳しい規定となる。このため、Ro-Ro 船でない既存の客船にも、S-VDR を搭載させることとしたい。」と提案したが、議長より、これは S-VDR の新しい適用なので、プレナリーで提案するよう指示した。

ドイツは、20 規則は HSC で規定される高速船に対しても適用されるのか、と質問した。議長は、「HSC は SOLAS とは違うので、HSC へ S-VDR の項目を追加しなければならない。HSC の改正は、NAV50 と COMSAR 8 の議題になっているので、このことを報告する。」と述べた。

イタリアが、貨物船安全証書に VDR 或いは S-VDR の記述を含めるため、その書式を改正することを提案した。

#### (4) Plenary での結論

WG の審議結果は、WP4 および WP4 add.1 で報告され承認された。この結果、MSC 78 に、

1. フィジビリティ・スタディ結果 (Annex 1)
2. SOLAS 第 5 章改正案 (かぎ括弧付) (Annex 2)
3. S-VDR 性能基準案 (Annex 3)

の 3 点を承認のために送ることとなった。

又、この結果、現存船への VDR 搭載に関するフィジビリティ・スタディに関する事項は NAV の検討の agenda 項目から削除するよう MSC に提案することとなった。

又、米国他から、EPIRB や SART は COMSAR 関連の事項のため COMSAR での検討要請がある旨指摘した。事務局は、COMSAR 8 (2004 年 2 月) とその後の MSC 78 (2004 年 5 月) の日程から、COMSAR8 における S-VDR の基準の確認作業に関する注意事項を指摘した。

ノールウェーは、今後もっと良い製品の開発を考慮して、コンバインドユニット等の可能性を残すため、性能基準案の 5.1.3.3 の修正を求めると主張し、代替案を示すこととなった。

#### 3.1.6 COSPAS/SARSAT 第 3 1 回理事会における審議 (2003 年 10 月)

日本は、IMO で VDR を EPIRB に付加した S-VDR を提唱していることを紹介し、海上保安庁も協力して実施してきた海上回収実験の結果を示した。また、VDR 付 EPIRB の有効性をアピールするとともに、そのような EPIRB 専用のコードの配分を求めた(CSC31/4/11, CSC31/7/1)。

理事会は、VDR 付 EPIRB は非常に有効であるということで意見が一致し、専用のコードを割り振ることが可能か否か等、来年開催される合同委員会に検討させることで合意した。

#### 3.1.7 COMSAR 8 における審議 (2004 年 2 月)

我が国は提出文書 COMSAR8/5/3 に基づいて、NAV49 にて検討された現存貨物船用 S-VDR の概要を説明した。また、COSPAS-SARSAT 理事会が S-VDR に 406MHz ビーコンを組み込むことを基本的に合意し、さらに 406MHz EPIRB のコーディング内容の変更をその技術作業部会に指示したことを紹介した。さらに COMSAR8 へは、自動浮遊型 S-VDR は A.810 あるいは A.812 を満足するカプセル (Locating beacon、flash light 等の機能が着いたもの) に入れる旨の NAV49 が作成した基準案の了承が求められていることを説明した。IEC は、IEC の VDR 規格に新たな ANNEX を設けて S-VDR の基準を追加する方向で作業を進めていることを文書 COMSAR8/5/4 により紹介した。本件は COMSAR8 の技術作業部会 (Technical Working Group) にて詳細に審議した。

WG では、

- ・現存貨物船は SOLAS 第 IV 章が要求する EPIRB をすでに搭載していること
- ・従って、搭載済みの EPIRB を下ろして EPIRB と S-VDR の合体物（双方の性能を確保するもの）を搭載するよりも、S-VDR 単体を追加することが考えられること
- ・EPIRB と S-VDR の合体物の性能及び技術基準を作成するには時間を要すること
- ・NAV49 が用意した S-VDR の基準案は概ね完成しており、MSC78 にて承認される予定であること
- ・IEC がすでに S-VDR の技術基準の作成作業を開始したこと

を考慮して、今時点では COMSAR としては、EPIRB と S-VDR の合体物（双方の性能を確保するもの）を考えるのではなく、あくまで単体の浮遊式 S-VDR に Locating 装置として 406MHz Beacon あるいは INMARSAT L-Band Beacon を組み込むものとして合意した。但し、S-VDR と EPIRB の合体物が出現することは妨げないことも合意とした。

浮遊式 S-VDR に関しては、

- ・捜索救助の観点からは海難ではまず人命救助を行い、その後に S-VDR の回収作業を行うことが想定されること
- ・大洋における遭難海域への捜索救助船舶の到着には数日を要することも考えられること
- ・SOLAS 第 IV 章が要求する EPIRB は遭難位置（緯度経度）を通報することが責務であり、その通信のために必要な時間として 48 時間の電池寿命を考えたこと（EPIRB 自身を回収する必要はなく、従って捜索救助船の到着が発信後 48 時間を経過しても問題はない）
- ・一方、S-VDR は捜索救助後に探して回収するため、その時点でも Locating 信号が必要であること

を鑑み、発信持続時間を 7 日間とすることに合意した。但し、7 日間連続して発信を続ける必要はなく、間歇的な発信でも構わないが、合計発信時間は 46 時間とすることに合意した。さらに、フラッシュライトについては、A.810 及び A.812 では「in darkness」で発光するよう要求されていることから、夜間のみ発光でもよいという解釈が成立していることがメンバーから述べられた。

我が方は、衛星通信による S-VDR の緯度経度の把握（Locating）に加え、現場における S-VDR の視認のための手段（光信号等）が不可欠であると指摘した。WG は、衛星通信による Locating に加え、121.5MHz あるいは SART による Homing、及び光による視認の 3 段階で S-VDR に接近して回収するシナリオがもっとも有効であると結論した。

さらに、回収時に船体に衝突すること、海岸近くにおける海難では、S-VDR が海岸に打ち上げられることも想定されることから、S-VDR のカプセルは十分な強度が要求されるべきことが指摘された。この要件は NAV49 が作成した基準案の 5.1.3.3.2 で読めると解釈した。

S-VDR は EPIRB と異なり回収しなければならないこと、及び EPIRB とは別物であると認識される必要がある。S-VDR であることを明確にするため、406MHz 及び L-band の beacon 信号のコーディングに、その旨示す必要があることが了解された。COSPAS-SARSAT は次回技術部会（2004 年 6 月）においてそのようなコーディングの検討を行うことを表明した。また INMARSAT も信号の内容を検討する用意がある旨発言した。

以上の検討結果を踏まえ、NAV49 が用意した S-VDR に関する基準の 5.1.3.3 項に新たに .3 項を加え、通信寿命[7 days] を要求することとなった。その他は、NAV49 が作成した基準案を了承した。

### 3.1.8 MSC78 での審議（2004 年 5 月）

NAV49 からの報告として、本件審議経過が示され、S-VDR の性能基準案及び SOLAS 条約第 V 章改正案が示された。

SOLAS 第 V 章改正案については、現存船で 20000GT 以上の貨物船は、2009 年 7 月 1 日以前、2006 年 7 月 1 日以降の初めのドライドック日までに、3000GT 以上で 20000GT 未満の貨物船は、2010 年 7 月 1 日以前、2007 年 7 月 1 日以降の初めのドライドック日までに S-VDR を搭載する事を主張した我が国の提案 (MSC78/11/8) は、露、韓、ギリシャ等の支持により承認された。MSC78 はそのような内容の SOLAS 第 V 章改正案を作成し、MSC79 で採択するために SOLAS 締約国に回章することとなった。なお、英国は、ドライドックとリンクさせることに懸念がある旨を発言した。

NAV49 が用意した S-VDR 性能基準案については、さしたる議論もなくそのまま承認し、MSC 決議 163(78)として採択した。

### 3.1.1.0 COSPAS-SARSAT 第 18 回合同委員会 (2004 年 6 月)

第 31 回理事会にての合意事項である、S-VDR 付 EPIRB を確実に回収するために他の EPIRB と識別する件に関し、以下の 3 通りの可能性について詳細に議論した。

- (1) 新たなプロトコルの追加
- (2) 現在のプロトコルに S-VDR 付 EPIRB を割り当てる
- (3) プロトコルは変更せずに EPIRB データベースで対応する

新たなプロトコルとして利用可能な識別符号は残りが少ないため、将来のより新機軸のニーズのためにこれを保存するべき意見が大勢を占めた一方、S-VDR 付 EPIRB は EPIRB (船舶用)として認識すれば充分という意見も多く、さらに実際の捜索救助では通常型の EPIRB も回収していることが多いことも指摘されたため、(3)を採用することとなった。そのため、COSPAS-SARSAT 国際ビーコンデータベースに S-VDR 付であることを明記する項目を追加することとなった。

以上の決定により、COSPAS-SARSAT としては、通常型 EPIRB からの信号も S-VDR 付 EPIRB からの信号も、同等に遭難警報扱うこととなった。

### 3.1.1.1 MSC79 における審議 (2004 年 12 月)

S-VDR に関する SOLAS 条約第 V 章 20 規則改正は、回章された文書どおりに採択された。

英国提案の VDR の性能要件 (A.861(20)) の改正案 (データ再生機構・取り出し方法を統一して一様にできるようにする)(VDR 及び S-VDR 双方を対象とする)(MSC79/20/7、英国) に対し、現存 VDR への遡及適用は考えていない旨の説明があった。デンマーク、独の支持を受けて、NAV 小委員会の High Priority 事項として次回 NAV51 の議題に追加することが合意された。作業完了目標は 2006 年となった。

### 3.1.1.2 将来の対応

海難審判庁から、VDR の事故解析において主な問題点として下記の項目が指摘された。

- (1) 記録容量が 12 時間しかないため、事故後に VDR(S-VDR)の記録を停止しなければ事故時の記録が上書きされ、事故解析のデータが得られない。
- (2) 製造者が、現在、世界中に 16 社あるが、再生方法が製造者により違うため、再生装置が無いと事故解析が行えない。

時間の都合上、これらは、MSC78 への提案文書として間に合わないため文書提出は行わなかつ

たが、今後、MSC のみならず関連小委員会である FSI 及び NAV においても、何らかの対応を行うことが必要である。

一方、S-VDR で規定されている浮揚型カプセルは、EPIRB と一体型とすることも可能なため、持ち運びも可能となるため、データの回収の可能性も大きくなり、また、船主による保守も EPIRB と同時にできるという利点があるため、今後は現存船のみではなく、新船にも搭載の要望がでてくるものと考えられる。このため、今後、これらの要望がでてきた場合、必要な対応を取れるように対処する必要があると考えられる。

(参考資料 3 - 1)

コレスポネンスグループへの対応  
( S-VDR/CG )

NAV48 で設立された CG に対する対応を以下の通り取った。

(1) CG 対応

本 CG では、NAV48 での附帯事項に従い、下記の 5 つのセクションに分けて作業が進められた。

Section A: Practicability

Section B: Technical Problems Relating to retrofitting of VDRs

Section C: Adequacy of existing performance standards, including the possible development of simplified standards

Section D: Experience in the use of VDRs on ships already fitted with them, including data that could not have been obtained without VDR

Section E: Relevant financial implications, including cost – benefit analysis

Section C を日本が担当しており、CG での検討結果をまとめ、NAV49 に報告を行った。

NAV48 で設置された S-VDR の検討のための CG において、CG のコーディネーターによる報告書に対し、下記のコメントを送信した。

**A. Practicability**

特にコメントなし。

**B. Technical Problem**

現存船用 VDR の設置において、センサと VDR の間のインタフェイスに問題があると指摘されている。

一方、SOLAS5 章 ( 第 20 規則 2 項 ) には、VDR の免除規定があり、VDR の現存船への適用を考えると、その免除規定の適用に関する統一解釈の作成が必要である。

この統一解釈の作成に当たっては、インタフェイスの難しさを統一的に評価する手段を確立する必要があると考える。

特定のセンサについて VDR とのインタフェイスが難しいと判断した場合、当該記録項目のみを免除することが適当である

**C. Adequacy of existing performance standards**

Japan reviewed NAV 48/8/1

( a ) 日本は LED についての評価実験を実施しており、その結果から、LED については点滅させることが以下の点で有効であることがわかった。

- ・ 検索が容易である
- ・ 装備する電池の容量を節減できる。
- ・ 自動的な検出の可能性がある。



このため、NAV 48/8/1 パラ 5.3.2.1.6 の性能基準案に以下の要件を追加したい。

(1) Paragraph 5.3.2.1.6

Add “The luminous signal should be flashed on and off at regular intervals. In this case, the interval should be made an entry in the manual and not be changed.” after last sentence.

(b) 前回送った記録項目の表を基に、その他の項目の取り扱いを下記のように変更することを提案する。

(2) Paragraph 5.4.9 Others

Revise as below on the basis of the table submitted on December

~~The following data items required by A.861(20) may be optionally recorded. If recorded, relevant standards of A.861(20) should be applied.~~

- ~~.1—Communications Audio;~~
- ~~.2—Echo sounder;~~
- ~~.3—Main alarms;~~
- ~~.4—Hull openings status;~~
- ~~.5—Watertight and fire door status;~~
- ~~.6—Accelerations and hull stresses; and~~
- ~~.7—Wind speed and direction.~~

The items other than items above-mentioned in 5.4.1 to 5.4.8 may be optionally recorded. In this case, these optional recording items should not deteriorate the items to be recorded.

(c) 保護及び確実な回収の担保の観点から、固定式とほぼ同程度の能力を有する浮揚式のカプセルを、日本は支持する。

(d) 他船データの取り扱いについて、レーダデータ、AIS データの取り扱いについて

#### **D. Experience in the use of VDR's**

VDR を使用した経験のある国は、データを公表してください。

#### **E. Relevant financial implication**

CIRM のペーパーに含まれていないコストについて明確にしてほしい。たとえば、インタフェイスの設備設置費用

(2) CG ボン会合

(a) 事前対応

CG での検討の進捗状況が芳しくないため、各セクションリーダによる会合を開催して NAV49 へのレポート案を作成することとなり、3月6日及び7日にドイツのボンにてコーディネーターとCGの各セクションリーダ達によるCG会合が開催され、NAV49への報告書が検討された。これにあたり、会合前に下記の対策資料を作成し対応した。

## 【基本スタンス】

現存貨物船への VDR 搭載を容認しているわけではない。(時期尚早)

しかしながら、現在実施している現存貨物船への VDR 搭載についての feasibility study を促進するために、係る性能基準案を作成している。

上記を踏まえ、現存貨物船用 VDR は、可能な限り、合理的なものであるとし、我が国提案の浮揚型 (float-free type) VDR の実現を第一に努めることとする。また、現在実施している回収実証実験の結果を踏まえ、NAV49 で最終判断するように要請する。

## □Section C の結果報告について

### 【Meeting への提出文書】

- ・ NAV48 における各国提案文書の比較 (CG に提出済)
- ・ NAV48/8/1 (日本提案) を修正した基準案 (修正部分のみ CG に提出済)

### 【各国提案文書の比較の説明ポイント】

- ・ 主要な相違点について説明されたい。
  - 5.1.3 Protective について、持ち運び式と浮揚式があること
  - 5.4 Data items to be recorded について、記録すべき項目が異なること
  - 5.4.7 Rader data, post-display selection についてレーダだけとすべきか AIS も認めるのか。

### 【基準案の説明ポイント】

- ・ 現行 (新船用) VDR との異なる主な点は
  1. 保護カプセルの仕様:(固定式その他、浮揚式を認めるものとした)
    - EPIRB カプセル並
    - 回収性向上のためトランスポンダー及び LED (発光ダイオード) の備え付け
  2. 記録すべきデータ:
    - 自船のデータ項目を削減 (通信音声等他データ流用が可能なものなど)
    - AIS データの活用 (レーダデータとの選択制)

### 【各国からの反論が予想されるポイント (想定問答形式で)】

- ・ 英国の「持ち運び式 VDR」の提案
  - 短時間での沈没事故の場合、船員が持ち出す余裕が無くデータ喪失となる可能性が高い。浮揚式のカプセルタイプであれば、回収の可能性が高いことを指摘する。
- ・ 英国は AIS データの活用に反対
  - 船橋にはレーダが 2 台有り、必ずしもレーダのデータが常時 VDR に入力されているとは限らないことを指摘する。また AIS はレーダと比較して、VDR との接続が容易であること等を指摘する。最終的には、レーダデータ又は AIS データのいずれかとなるよう努める。

## □その他の section について

### 【Section A】(文書有)

特になし。適宜対処。

【Section B】(文書無)

現存船用 VDR の設置において、センサと VDR の間のインタフェースに問題があると指摘されている。

一方、SOLAS5 章(第 20 規則 2 項)には、VDR の免除規定があり、VDR の現存船への適用を考えると、その免除規定の適用に関する統一解釈の作成が必要である。

この統一解釈の作成に当たっては、インタフェースの難しさを統一的に評価する手段を確立する必要があると考える。

特定のセンサについて VDR とのインタフェースが難しいと判断した場合、当該記録項目のみを免除することが適当であることを指摘する。

【Section D】(文書無)

既に搭載されているの使用状況がわかっている国はデータを公表するよう求める。

【Section E】(文書有)

特になし。適宜対処。

(b) 会合結果

CG 会合の概要は下記の通り。

1. 日程 平成 15 年 3 月 6 日及び 7 日
2. 場所 ドイツ連邦交通ビル住宅省会議室
3. 出席者  
ドイツ Hans. -H. Callsen-Bracker (交通ビル住宅省)  
Micheal Baldauf (Univ of Technology : CG コーディネータ)  
英国 Nick Beer (Marine Accident Investigation Branch)  
Mike D Bull (Broadgate)  
オランダ Marten Koopmans (Ministerie van Verkeer en Waterstaat Goederenvervoer)  
日本 小磯 康 (造研)  
INTERTANKO Harward Snaith

4. 結果概要

(a) 次のような内容の F/S のレポート案を、来週中を目処に Baldauf が作成し、CG メンバーに照会することとなった。

- ・ VDR の現存船への遡及適用は実現可能
- ・ VDR に記録するデータについては、新船のものよりも少なくすべき
- ・ カプセルの保護についても再検討することが適当 (フロートフリー/リトラクタブル)

ル)

(b) CG 関係で、NAV49 に提出される文書は、次の 4 本とすることが合意された。(当然のことながら、この他に提案文書を提出することは妨げられていない。)

- ・ F/S レポート ((1)に記載のもの。)
- ・ フロートフリータイプの回収実験結果 (日本単独提案)
- ・ 性能基準案 (日本が原案を作成し、共同提案国を募る。)

- ・ VDR の現存船へ遡及適用のための条約改正提案（ヨーロッパサイドで作成。日本は共同提案国になることは困難であろうと説明。）

## 5. 議論のポイント

### (a) 現存船への遡及適用について

EU 指令 2002/59/EG により 2007 年 1 月又は 2008 年 1 月までに EU の港に入港する 3000 総トン以上の現存貨物船には VDR の設置を要求されるが、その性能基準は IMO で合意されたもの又は今後合意されるものとなっており、すべての参加者が現存船用の簡易な基準を作成することが必要との認識であった。

一方で、VDR の遡及適用について、EU の単独実施ではなく、世界全体での実施を EU サイドは望んでおり、条約改正に積極的であった。

### (b) VDR に記録するデータについて

VDR に記録するデータについては、記録メモリーが全体の 25% の費用を占めるとの認識から、項目の削減をどのように正当化するかが検討された。

一方で、IEC フォーマットのデータをアウトプットしないもの（特にレーダについて）は、インタフェイスが高価になることから、基本的には記録を要求しないこととしている。

なお、AIS のデータについては、記録項目に含めることの有効性についての共通認識はあるものの、常時作動しているとは限らないことから、追加的なデータとしての位置づけと考えられている。

### (c) カプセルの保護について

カプセルの保護は、全体の 50% の費用を占めているとの認識から、現存船に対して緩和することが検討された。

フロートフリータイプについては、参加者全員が、それを認めるようにレポートに記載することを受け入れた。

一方で、英国及びオランダは、火災・沈没等、船員がデータを持ち出せないケースは非常に少ないことから、カプセルの保護を一切要求しない船員がデータ触媒を持ち出すタイプ（リトラクタブル/ポータブルタイプ）の採用を強く主張し、それを正当化するように F/S レポートを作成することを主張した。（ドイツはこの件については、ポジションを明らかにしていないが、態度を見ている限り、オランダ・英国よりの立場をとる模様。）

これに対し、当方より、船員に不利なデータを含みうる VDR のデータを船員自身に持ち出させることは適当でないこと、及び数が少ないとはいえ船員がデータを持ち出せないような事故は、解析する価値が大きいことから、ポータブルタイプは適当でないことを主張した。

英国（Beer）は、当方の主張に理解を示したものの、オランダは強硬にポータブルタイプをオプションとすべきことを主張。

結果的に、レポートの結論として、「フロートフリータイプは問題なく、ポータブルタイプは有効であると考えられる。」となるよう記載することで合意。なお、NAV での検討のため、フロートフリーのカプセルのコストがどの程度になるかの情報提供を求められた。

## 3.2 IMO への提出文書

### 3.2.1 NAV47 への日本提出文書

資料3 - 2及び3 - 3に示す調査を行い、これを基に我が国提案を作成し、IMOにNAV47/7/6(日)、NAV47/7/7(日)及びNAV47/7/8(日)を提出した。

### 3.2.2 NAV 48 への日本提出文書

#### (1) 現存貨物船用簡易型 VDR の性能基準案

NAV 47 に提出した我が国提案(NAV 47/7/6, NAV 47/7/7, NAV 47/7/8)、NAV 47 での関連事項の審議、国内関係者からの意見聴取等を考慮した、現存貨物船用簡易型 VDR(S-VDR)の性能基準案を作成し、NAV 48 に提出した(NAV 48/8/1)。

なお、当該性能基準案の概要及び主な検討事項は、次のとおりである。

#### (a) 適用

現存貨物船用簡易型 VDR の適用は、船種により性能基準が変更になることがないため、特に、区別はしていない。

#### (b) 記録すべき項目

NAV 47 での審議及び国内関係者からの意見聴取を基に、各センサ及び機器との接続を減少することを考慮し、現存貨物船用 VDR に記録すべき項目を決定した。主なものは次のとおりである。

#### (ア) 船橋音声

操舵場所又はエンジンテレグラフを操作する場所は、船橋内のほぼ全ての音声聞き取れるため、その近傍で、指揮者の指示が聞き取れる場所にマイクロフォンを設置することとし、このマイクロフォンからの音声を記録することとした。

#### (イ) 主警報

警報音声は、通常、船橋内、特に操舵場所で聞き取れる音量が要求されるため、船橋音声用のマイクロフォンからの音声を記録することによりカバーできると考え、主警報用のマイクロフォンは要求しないこととした。なお、主警報の詳細記録に関しては、特に現存船ではそのインタフェイスが問題となると考えられるため、音声記録のみとした。

#### (ウ) 通信音声

通信音声は、その設置場所又は音量により操舵場所からでは聞き取りにくい場合が考えられるため、追加のマイクロフォンを要求することとした。なお、本項目も、特に現存船ではそのインタフェイスが問題となると考えられるため、マイクロフォンからの音声とした。

#### (I) レーダ映像

NAV 47 に提出した日本提案を基に、AIS からのデータでもよいこととした。なお、AIS からの記録を全て記録すると、必要な記録容量が膨大になるため、記録すべき他船の範囲及び項目を絞ることで必要な記録容量を減少させることを考え、基準案の附録に定める範囲の船舶の項目及び記録間隔でよいこととした(附録は、未作成。コンセプトとして、記録間隔 [2 秒] 自船の周り[3 海里]の範囲を提案した。 )。

#### (オ) 操舵指令と応答及びエンジン操作指令と応答

NAV 47 での欧州からの提案を考慮し、インタフェイスが可能な場合には、それらの情報を記録することとした。

#### (カ) 音響測深機、船体開口部の状態、防火扉及び水密扉の状態、加速及び船対応力、風速及び

## 風向

事故解析への寄与が少ないこと、及び船位が分かることにより推測できることを考慮し、これらの項目の記録は任意とし、記録する場合は、総会決議 A.861(20)の要件に従うこととした。

### (c) 保護容器の要件

NAV 47 に提出した我が国からの提案文書及び 2001 年度 VDR 分科会で実施した事故解析を基に、浮揚型保護容器の要件を検討した。なお、保護容器の搜索は、EPIRB のものと同様な無線信号により、大まかな場所を把握し、発光信号及びレーダトランスポンダによりその位置を把握するというシナリオを考え、装備する装置の要件を検討した。また、EPIRB 信号は、本船の遭難信号と区別すること、及び搜索のための船舶の現場海域への到着時間を考慮し、架台から外れた後、12 時間後から信号を発信するような要件とした(搜索用船舶の到着時間が 12 時間以内での事故の場合は、事故海域が陸上から近いと考えられるため、保護容器の搜索は位置を把握するための装置からの信号等のみで可能と考えられる。)

また、これらの保護容器要件の妥当性及び実現性を検証するため、2002 年度の調査研究として、下記の調査及び回収実証試験を行っている。

主なものは下記のとおりである。

#### (ア) 自動離脱装置

時間的余裕がある場合、乗組員等により、安全な場所への移動を考慮し、手動で取り外しができるものとした。EPIRB 用及びラフト用のものが考えられる。

#### (イ) 無線発信装置

EPIRB の要件である、IMO 決議 A.810(19)の要件を要求することとした。

#### (ウ) 発光信号発生器

保護容器の発見を容易にするため要求するもので、赤外線発光ダイオード等が考えられる。又、その作動時間は、搜索が実際行われるでであると考えられる期間を考慮し 7 日間とした。性能基準の最終案では、今年度実施する回収実証試験の結果を基に、搜索に有効と考えられる詳細な仕様を規定する予定である。

#### (I) レーダトランスポンダ

上記(ウ)と同様に、保護容器の発見を容易にするために要求し、作動時間を 2 日間とした。

#### (オ) 環境試験等

EPIRB と同様な試験を要求することとした。

#### (カ) 耐火性能

費用対効果及び昨年度 VDR 分科会で実施した事故解析の結果を考慮し、本性能基準案には要求しなかった。

なお、船体固定式保護容器は、現在、承認されたものがあること及び耐水圧の要件を決着する事が困難であることを考慮し、IMO 決議 A.861(20)に適合したものを使用できることとした。

### (2) 海難データベースに基づく現存貨物船用簡易型 VDR の仕様に関する研究

上記、性能基準案の検討のために、2001 年度 VDR 分科会で実施した事故解析の概要を NAV 48 に提出した(NAV 48/INF.5)。

## 3.2.3 NAV49 への日本提出文書

我が国は NAV49/7/1 を提出し、CG の検討結果報告を踏まえ、さらに浮揚型カプセルの搜索回収実験を基に性能基準案を作成した旨の提案説明を行った。また、NAV49/INF8 を提出して、S-VDR 付自動浮遊型 EPIRB の会場回収実験のようすと結果を紹介し、浮遊型 S-VDR が充分回収可能であること、そのカプセルの位置把握及び発見に、406MHz EPIRB、レーダトランスポンダ及び LED 発光器が有効であることを証明した。

### 3.2.3.1 作業計画

前年度に引き続き、現存貨物船に適用することを想定して、我が国より提案した簡易型 IMO 性能基準案は、本分科会でこれまでに調査研究した内容を基に IMO NAV 小委員会の CG(Correspondence Group)によるフィジビリティ・スタディの検討経過を考慮して作成したものであるが、新たに簡易型 VDR の IMO 性能基準案を作成し、IMO NAV49 に正式提案をすることとした。

IMO NAV 小委員会の審議を経て、又 SOLAS 搭載要件の追加修正等の動向に合わせて、フィジビリティ・スタディの成果を評価し、実施のための技術基準及び型式承認試験等の実用可能な法規整備を行う助言活動を行うこととし、下記の項目に重点を置き検討を行った。

- ・ S-VDR に関する IMO 審議のフォロー
- ・ 浮揚型カプセルの性能基準案に対する各国の指摘・要望の検討
- ・ 浮揚型カプセル及び新性能基準案に含まれる事項の機器規格（技術基準）案の検討
- ・ 国際基準案の作成
- ・ その他、上記に付随して必要とされる事項

### 3.2.3.2 S-VDR 性能基準案の検討

#### (1) 保護カプセルの適用

昨年度、本分科会で実施した検討結果を下記の表 3.2.1 及び図 3.2.1 に示す。この結果から、事故発生件数が高い船舶は、タンカー、バルク、一般貨物船であることが分かる。一方、IMO 等で安全対策が行われている船種もこれらであり、事故時の社会的影響も大きいこと、また、事故解析を主眼とした安全対策を計る上でもこれらの船種に保護カプセルを要求することが妥当と考える。但し、一般貨物船に関しては、その船価、年間の運航費等を考慮し、費用対効果上の検討を要する。なお、適用トン数に関しても、費用対効果上の検討が必要であることがわかった。

表 3.2.1 LMIS 海難データベース (1978-2000 年)における事例の主体船種

船種番号	船の種類	件数	割合(%)
1	旅客船	550	4.8
2	タンカー	2,355	20.6
3	コンテナ船	544	4.8
4	ばら積み船	2,714	23.7
5	Ro-Ro 貨物船	322	2.8
6	専用貨物船	484	4.2
7	一般貨物船	4,254	37.2
	小計	11,223	98.2
8	その他	209	1.8
	計	11,432	100.0

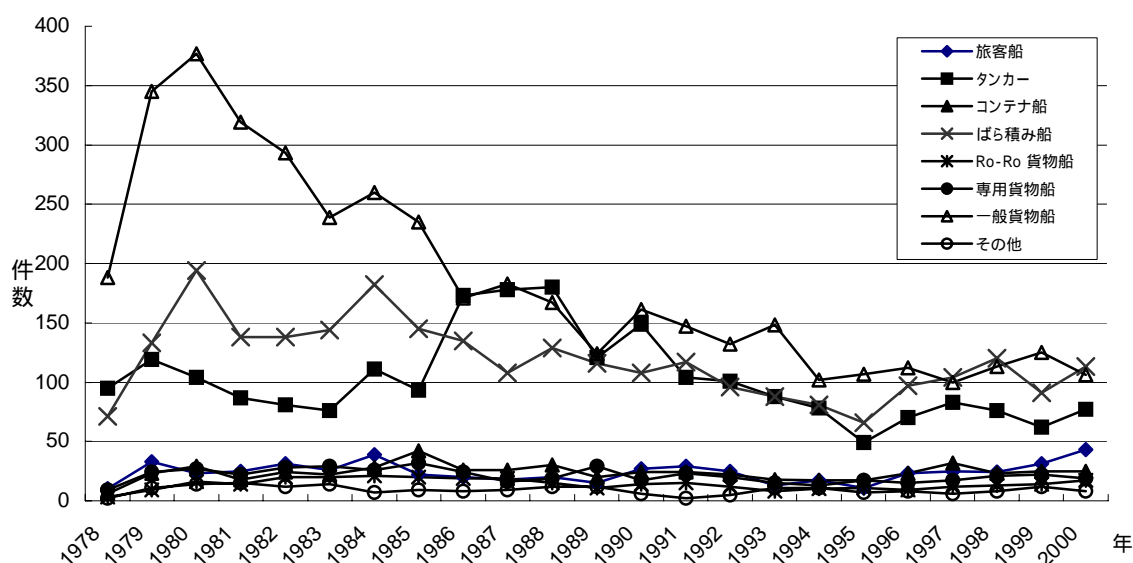


図3.2.1 事例数の推移

(2) Hand carriage(持ち出し式)用性能基準案

英国提案を勘案して、以下の基準案を作成して我が国提案に載せた。

The final recording medium should be co-located with the main control panel of VDR but be removable to allow hand carriage ashore or to a rescue craft after an accident. The medium should not be required to resist extreme temperatures, pressures or impacts but should retain data integrity when submerged in salt water. The VDR system should include a final recording medium, which is capable of storing a minimum of 12 hours of data in a secure and tamperproof unit and taking out from the system.

(3) カプセル比較表

(a) 各格納方法の事故影響

表3.2.2の解析を行い、基準案を作成した。

表3.2.2 データ格納方法の事故に対する比較

事故	固定式	浮遊式	持ち出し式
衝突	沈没する可能性が高い船舶からの回収は難しい。(回収は沈没後)	沈没しなければ自動離脱不要で人力による回収。持ち出した後も損傷を受けやすい。沈没すれば、人力による持ち出し回収または自動離脱	水没に弱い。(データ消失)
座礁	同上	沈没しなければ自動離脱不要で人力による回収。沈没すれば、人力による持ち出し回収または自動離脱	水没に弱い。(データ消失)
船体及び機器破損	同上	沈没しなければ自動離脱不要で人力による回収。沈没すれば、人力による持ち出し回収または自動離脱	水没に弱い。(データ消失)



浸水転覆	同上	機器の設置場所と転覆の様相に依存する。 自動離脱装置有り。	水没に弱い。(データ消失)
火災・爆発	同上	高温・衝撃に弱い。(データ消失) ただし、設置場所を考慮することで対応可	高温・衝撃に弱い。 (データ消失)水没に弱い。(データ消失)
回収	海底からの回収率 発見成功率×回収成功率 深海からの回収は費用が掛かる。	自動離脱成功率×回収成功率	人が持ち出せる成功率×機器の非故障率

(b) 現存船用 S-VDR 案の比較検討

想定シナリオに対する各 S-VDR の対応の比較検討した。結果を表 3.2.3 に示す。

表 3.2.3 想定シナリオに対する各 S-VDR の対応の比較

シナリオ	固定式(従来型)	浮揚式	持ち出し式(非保護)
人がデータを持ち出す。 (本船の状況は不問)	現在小型化が進んでおり、持ち出せないことはないが、フロート式以上の困難が予想される他、積み込み時等の水中転落による損失が考えられる。非常時に記憶媒体を持ち出すことは、生存に余裕がある場合にのみ行われる。危険を犯してまで、記憶媒体を持ち出すことは無い。	Float を持ち出す分、持ち出し式より若干困難であるが、EPIRB 一体型とすることで持ち出される可能性が高くなる。生存艇への移乗の間及び生存艇内での保管には気を使わなくて良い。	非常に小型の記憶媒体のみ持ち出すので、容易。但し、生存艇への移乗の間及び生存艇内での記憶媒体の保管に注意が必要。非常時に記憶媒体を持ち出すことは、生存に余裕がある場合にのみ行われる。危険を犯してまで、記憶媒体を持ち出すことは無い。
人がデータを 持出せないまま、 本船は沈没。	回収可能。(沈没した場所及び水深、船種により回収確率は違う。)	Float free でデータ回収可能。	データは 100%失われる。
人がデータを持ち出せないまま、本船は afloat	本船が水船及び火災でもデータ回収可能。	本船が水船でもデータ回収可能。本船が火災の場合、データが失われる可能性がある。	本船が水船及び火災の場合、データが失われる可能性がある。
人が恣意的に持ち出さない(恣意的に事故データを抹殺する)。	恣意的に Float Capsule を壊すのは手間が掛かる。	Float するので、問題は少ない。恣意的に Float Capsule を壊すのは手間が掛かるし、EPIRB 一体型は壊すことはない。	可能性あり。

注) 持ち出せない程の突然の沈没事故の確率：貨物船、漁船

(c) 各型式の長所、短所

各 S-VDR の長所と短所を抽出した。結果を表 3.2.4 に示す。

表 3 2 4 各 S-VDR の長所と短所

	固定式（従来型）	浮揚式	持ち出し式（非保護）
長所	・ 外的要因に強い。（データが保護される可能性が高い。）	・ 持ち出しは容易で可能 ・ 沈没の場合、回収の可能性大。	・ 安価 ・ 持ち出しが容易で可能
短所	・ 回収費用が高くなる可能性有り。 ・ 沈没海域により回収不可能な場所有り。 ・ 高価 ・ カプセルが重いため持ち出しは難しい。	・ 外的要因に弱い。	・ 外的要因に弱い。 ・ 短時間の沈没の場合、データ喪失 ・ 持ち出しを忘れる可能性有り。 ・ 人が持ち出すことに依存する。持ち出し不可の場合にはデータ消失。

（考察）

- ・ 固定式は持ち出しに作業を要し、緊急時にはそのような作業が難しいため、（沈没の恐れのある）船舶からの回収は難しい。（固定式は重い。）
- ・ 船舶が短時間で沈没する可能性は低い。
- ・ 持ち出しの可能性を含めると、データの回収の可能性は3タイプとも同程度と考えられる。

(d) その他

- ・ 今回は EPIRB 一体型を考えているため、従来の環境条件（IEC 規格による）を要求することは、EPIRB にもこれらの要件を要求することになる。
- ・ カプセル回収及び解析の要否の決定は旗国に委ねられるため、カプセルの選定は旗国により決めることも一案。
- ・ VDR が航海安全へ寄与する手段を確立すべき。（現状の取り扱いでは、海難審判での資料でしかない。）
- ・ インタフェイスが難しい場合の VDR 免除の取り扱いを明確にすべき。

### 3.2.3.3 NAV49 提案性能基準案概要

上記の検討結果及びドイツで行われた CG の会合での検討結果を基に、日本から NAV49 に S-VDR の性能基準案を提案した。提案の概要は下記の通り。

**目的と定義**は、基本的に対象を現存貨物船とすること以外は現行基準と変わらず、**適用**は、SOLAS条約に現存貨物船適用規則がないため、この項に記載すべきとの意見もあったが、分科会で審議の結果、ここに記載するのは不適切との結論に達したため、将来の検討課題とした。以下に主な改定提案箇所を示す。

#### 作動要件

##### 1) 一般 (5.1)

航海データ記録装置は、通常、船舶で使用される現有の情報源を利用し、船舶の航海、命令及び制御に関するデータの逐次的記録を継続して維持できなければならず、かつ、事故の間の経過を再現することが可能となるものであるべきである。装置は、装置に入力するデータの選択、

データ自身、又は既に記録されているデータを改ざんされることができないように、現実的に設計されるべきである。機能要件は、記録すべきデータ、本体の性能、及び最終記録媒体の性能について下記の条件を満たされるべきである。

## 2) 信号処理 (5.2)

S-VDR は、最終記録媒体に連続してデータを送出するために、第 5.2 項に規定するセンサ信号を処理すること。

S-VDR は通常の状態の状態において自動的に運用されるように設計されるべきである。

## 3) 最終記憶装置 (5.3)

「いかなる事故後も、最終記録データの残存と回復の可能性を最大にする」との条項を削除した。従って、

1. 事故の後に取り出しができ、改ざんに対して保護され；
2. 反射材で目に付きやすい色及びマーク；そして、
3. 場所を発見し易いように適切な装置を持って取付ける

とした。

## 4) 保護容器 (5.4)

保護容器は浮揚型、固定型又は持ち出し式で良い。

(5.4.1)固定型は決議 A.861(20)に規定する必要条件に適合すること。

(5.4.2)浮揚型保護容器は、次の条件を満たすこと。

1. 不注意による作動を防ぐ手段を設け；
2. 静穏な水面において、直立した状態で浮くことができ、あらゆる海象において正の復原性及び十分な浮力を持ち；
3. 位置搜索を支援するための、次の発光信号（例：発光ダイオード）を持つ；
  - 浮揚後、自動的に、作動されること、
  - 約 2 秒の間隔で点滅し、
  - 専用の電池により [ 4 日 ] 間作動を継続できること。
4. 位置搜索を支援するための、次の無線信号発信機を備える；
  - 浮揚後 12 時間で自動的に作動し、専用電池で、待機モードで[4]日間、発信モードで[8]時間作動ができる、A.802(19)に適合したレーダ・トランスポンダ、
  - 浮揚後自動的に作動する、決議 A.810(19)で規定されたと同等の無線装置。
5. 乗組員が安全な場所に移動するために手動離脱が可能で；
6. A.810(19)で指定する環境及び浮揚機器に適合する。

(5.4.3)持運び式保護ケースは、次の条件を満たすこと

1. 耐水型で；
2. (S-)VDR の主操作パネルに配置され；
3. 事故後、陸揚げ又は生存筏に持運ぶことができる取り外し可能であり；
4. 1m の高さからの落下に耐える ( A.762(18)第 2.3.4 項 )

## 5) 記録されるデータ項目(5.5)

記録すべきデータは、センサ精度を劣化させることなく、既存のデータ源の信号情報を利用すること。

(5.5.5)船橋音声

船橋に設ける 1 個又は複数のマイクロフォンが次の場所に設置すること。

- .1 操舵場所あるいはエンジンテレグラフを操作する場所近くで、指揮者の指示と応答の音が聞き取れる場所
- .2 VHF 無線装置からの音声を捕らえることができる場所

(5.5.6)レーダデータ又は表示選択後、及び他の手段

[30]秒以下の記録間隔で、レーダ主表示器に実際に表示されるすべての情報を記録する、船内のレーダ設備のいずれか一つからの電子信号情報を含むこと。

(5.5.7)レーダ表示器からのデータに代えて、[3]マイルの距離内の他船に関する下記の AIS データ項目を[2]秒の間隔で記録しても良い。

- .1 IMO 番号、信号符字又は船名；
- .2 船舶の位置；
- .3 日付けと時刻；
- .4 船首方位；
- .5 針路方位；
- .6 対地速力；及び
- .7 もし有効であれば、回頭角速度

(5.5.9)その他項目

決議 A.861(20)で規定された IMO の要求データ項目は、デジタルインタフェイス国際標準を満たす場合には記録しても良い。

#### 3.2.3.4 海上回収実験結果報告

平成 14 年度に実施した浮遊型 S-VDR の海上回収実験の成果について NAV49/INF8 を提出して、S-VDR 付自動浮遊型 EPIRB の海上回収実験の様子と結果を紹介し、浮遊型 S-VDR が充分回収可能であること、そのカプセルの位置把握及び発見に、406MHz EPIRB、レーダトランスポンダ及び LED 発光器が有効であることを証明した。

#### 3.2.4 MSC78 への提案文書

NAV49 において、蘭及び独が簡易型 VDR (S-VDR) の現存貨物船への適用のため、SOLAS V 章の搭載要件を改正する提案を出した。審議の結果、改正案は一部修正後合意され、承認のため MSC78 に送付されることとなった。

改正案では、20,000GT 以上の現存貨物船は 2007 年 1 月 1 日、3,000GT 以上、20,000GT 未満の現存貨物船では 2008 年 1 月 1 日までに S-VDR を設置することとなっているが、条約改正案が施行 (2006 年 1 月以降) された後、1 年以内の設置は、下記の理由により困難が予想されるため、改正案の改正提案を行った (MSC78/11/8)。

- ・ VDR(S-VDR)を設置するためには、インタフェイスの整合性の調査等ため十分な調査時間が必要
- ・ 十分な数の S-VDR が市場に出回るための時間が必要
- ・ 新造船での経験から、VDR(S-VDR)の設置には十分な時間が必要
- ・ S-VDR 設置後、関連計器類及び S-VDR の作動確認が必要
- ・ 港湾の一部では、停泊中に設置工事を行うことを禁止しているため、工事が出来る場所が限定される。

なお、S-VDR の現存貨物船への適用は、インタフェイス及び価格の面からも問題があるとの認識で開発された経緯があることに注意すべきである。(現在、新造船に取付けられている VDR は S-VDR と比べ高価なため、この VDR を搭載することを、上記の搭載延期理由の代替えとすべきではない。また、インタフェイスの対応に時間が掛かることも認識すべき。)

上記の理由により、迅速かつ確実な S-VDR の設置を行うには Dry Dock で工事を行うことが必要であると考えられるため、これらを考慮し、MSC78 への提案文書を作成、提案した。主な内容は下記の通り。

#### 第 20 規則—航海データ記録装置

1 . 2 項として下記を加える。

2 海難事故の調査に供するため、次に示す現存貨物船は、国際航海に従事する際、第 1 規則 4 を条件に航海データ記録装置、これは簡易航海データ記録装置 (S-VDR) でも差し支えない、を備える。

- .1 2002 年 7 月 1 日より前に建造された総トン数 20,000 トン以上の貨物船の場合、2007 年 1 月 1 日までに[2006 年 7 月 1 日]以降、最初に予定されているドライ・ドックの日、ただし、[2009 年 7 月 1 日]を超えない日までに
- .2 2002 年 7 月 1 日より前に建造された総トン数 3,000 トン以上で 20,000 トン未満の貨物船の場合、2008 年 1 月 1 日までに[2007 年 7 月 1 日]以降、最初に予定されているドライ・ドックの日、ただし、[2010 年 7 月 1 日]を超えない日までに

## VDR に関するアンケート

### 1 概要

VDR は、航海中のさまざまな情報を記録媒体に記録し、衝突や沈没等事故が起きた際の事故解析に用いられるが、これを搭載するにはコストが掛かる他、現存船の場合、従来使用してきた機器を交換しなければならない事態も考えられる。このため、現在すでに決まっている新造船に対する VDR の規格の他に、現存船に対して、浮遊式カプセルを使用した簡易型の VDR の提案が考えられている。

そこで、VDR に対する関係各位の意識を調査し、VDR に記録すべきデータの種類及びデータの格納方法等簡易型 VDR の仕様提案のため、アンケート調査を実施した。

アンケートの対象は、船社、航海機器メーカー、海上保安庁及び海事関係者とし、25 名から回答を得た。表 1 に本アンケートの回答いただいた方の職種と各人数を示す。参考 1 にアンケート票を示す。

表.1 アンケートの回答者数

職種	人数
船社（海務）	12
船社（工務）	2
技師（造船、航海計器）	9
政府関係者	2
合計	25

### 2 VDR の記録項目についてのアンケート結果

VDR に記録すべきデータについて、海事関係者の意識を調査するため、VDR に記録するデータの候補として、IEC 規格の VDR のデータ項目の他、AIS 情報を加えた 16 項目について、その必要性について質問した。

表 2 に各記録項目に対する回答状況を示し、図 1 に各項目の支持度数分布を示す。日時、船位、船速、船首方位および船橋内の状況を示す船橋内音声については、ほぼ全員が必要性を認めている。また、舵角と機関への指令の操船状況についての記録の必要性も約 70%の方が認めている。一方、他船情報については、レーダ画像と AIS にほぼ 2 分され AIS の方が多少優位であった。レーダ画像と AIS については 5 名(20%)の方が必要なし、5 名(20%)の方がレーダ画像のみ、9 名(36%)の方が AIS 情報のみ、6 名(24%)の方がレーダ画像と AIS の両方を記録すべきと回答している。音響測深機は、位置と電子海図の照合である程度推定できるためか、必要性を主張する方は少なかった。主要警報、船体開口部および水密防火扉の状態情報については、20%程度の支持しかなく、船体開口部および水密防火扉の状態情報については、記録点数を少なくするため、一括して記録すべきだとの意見があった。荒天時の解析に必要となる加速度・船体応力と風向・風速の内、加速度及び船体応力については、必要性を訴える方は少なかったが、風向風速については、60%の方が必要性を指摘していた。

表2 記録項目に対する回答状況

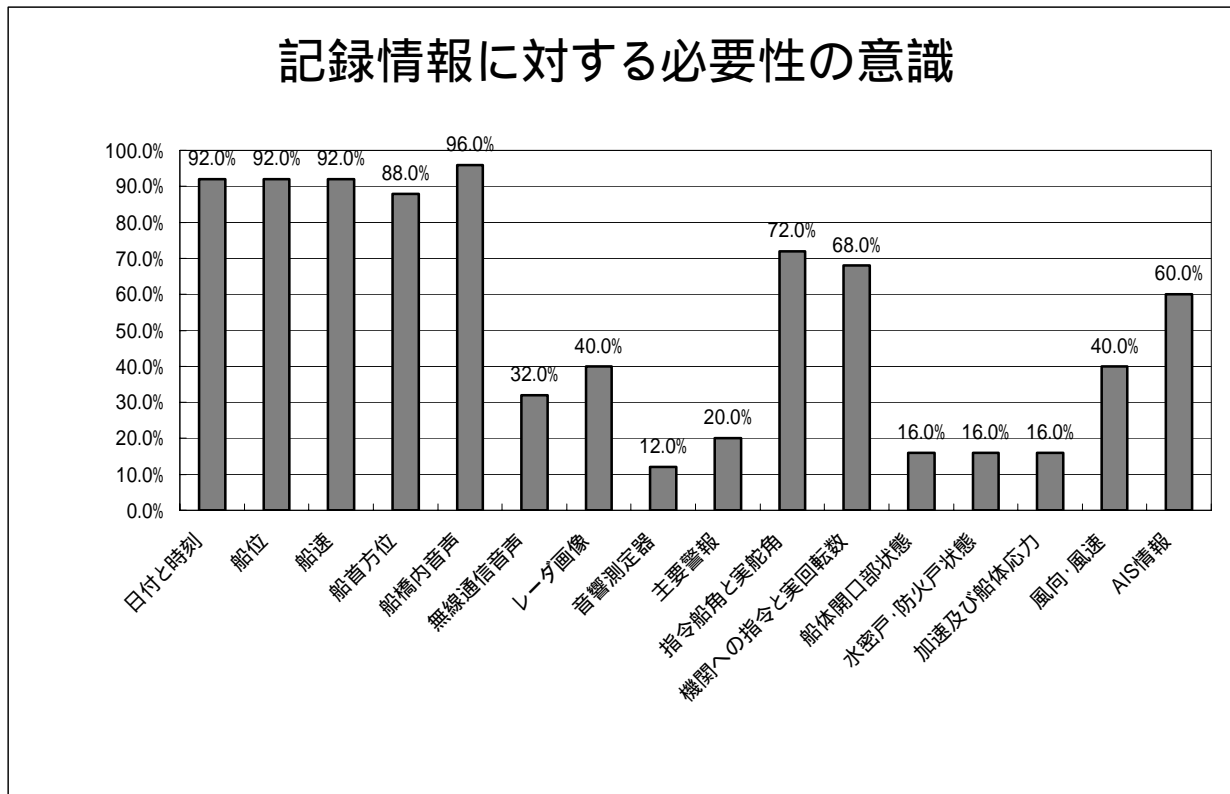
回答者 項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	海務												工務			技師								政府関係	
日付と時刻	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○1	○	○	○1	○	○	□	○	
船位	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○1	○	○	○1	○	○	□	○	
船速	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○1	○	○	○1	○	○	□	○	
船首方位	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○1	□	○	○1	○	○	□	○	
船橋内音声	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	□	○	○
無線通信音声							○	○	○	○		○						○	□			○	□		
レーダ画像		○			○					○			○		○			○	○			□	○	○	○
音響測定機												○			○			□	○				□		
主要警報	○				○		○	○				○						□2	□				□		
指令船角と実 舵角	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	○		○		○	□	○	○	○		□	○	
機関指令と実 回転数	○	○	○	○	○	○			○		○	○	○		○		○	□	○	○	○		□	○	
船体開口部状 態										○	○							□3	○					○	
水密戸・防火 戸状態										○	○							□3	○					○	
加速及び船体 応力				○							○							×	○					○	
風向・風速				○	○				○	○	○		○		○		○	□	○					○	
AIS 情報		○				○	○	○	○		○		○	○			○	○		○	○	○	○		○

注1： 1は（AISまたは）を示す。

注2： 2は音声のみと補足

注3： 3は一括警報と補足

図1 VDR 記録項目についての意識調査



アンケートによって得られた自由意見の主なものを以下に示す。

< VDR 設置の免除に関する意見 >

- 現存船に適用提案する VDR 性能基準中のデータ項目についても、VDR との連携が不合理かつ不可能であると証明される場合、その項目を免除する必要がある。

< 記録項目の代用に関する検討事項 >

- 主要警報、機関への指令と実回転数については、MO 船に設置される ENGINE DATA LOGGER から情報取り出しが可能と思われる。
- 自船に関するデータは、AIS からの出力で代替可能と思われる。
- 対水船速情報は AIS で代替可能か検討要。(2件)
- 複数の ITV カメラの画像記録のみで、代替可能と思われる。
- レーダ映像信号中の船首方位、船速、位置の表示で、センサ入力に代替可能と思われる。
- 「VHF 無線通信音声」は「船橋内音声」を拾うことで代替可能と思われる。相手方の通信内容は、双方が記録しておく事で解析可能。
- 実舵角、実回転数は、船首方位、船速の情報から判断することも可能と思われる。
- 主警報は船橋音声で十分であると思われるが、もし入力するのであれば一括警報とすべきだと思う。
- 指令角と応答舵角は、指令舵角のみの記録としてはどうか。
- 水密扉・防火扉、船体開口部状態は個々の状態記録ではなく、一括で良いと思われる。

< 記録すべきデータ追加項目に関する意見 >



- 船体運動データ：動揺周期・動揺角度（縦揺れ・横揺れ両方に対する）動揺加速度(3方向)
- 波浪データ：波高・波長・方向・周期、
- 「船橋内音声」「舵角」「回転数」と追加した方がよいかと考えられる。

<VDR データ入力への要望>

- 「日付と時刻・船位・船速」の信号はGPSから入力一括で処理するのが望ましい。
- センテンスは、NMEA規格であればどれでも可とすべきである。
- 方位信号はANALOG(Synch/Step)でもIEC61162でも可能であるべきです。
- 「船橋内音声」は装備する必要ありと判断する。
- 無線室が別途ある場合GMDSS化されているので、無線室内での音声収録は不要である。
- 「水深」はANALOGでもIEC61162でも可能であるべきである。
- 機関司令と実回転数はテレグラフ司令のみで良いと思われる。
- 加速度及び船体応力は記録不要と思われる。
- 風向風速計は記録不要と思われる。
- 既存船に対してはAIS入力をベースに音声を加えるのが良いと思われる。
- レーダ画像については、レーダの換装までを強制せず、対応ができる場合に限定する。
- IMO必須情報と水密/火災ドア状態の接点数をどの程度減らせるかが費用に効いてくる。
- 既存のコースレコーダ、テレグラフロガーは、船橋の焼失、沈没事故以外は活用できる。同種事故の発生頻度を考えれば、VDRの記録項目から外すことも主張に値するのではないか。

<AIS 検討項目、課題に関する意見>

- 適切な収録レンジ(2マイル等)を決定し、自船から見てその範囲内に入った他船データのみ収録してデータ削減すべきである。(2件)
- AIS情報の入力に関しては既存船に限らず新造船においても提案すべきなのではないか。

<VDR 自体への意見>

- VDRは現在の仕様や収録信号内容では、自船の航海の安全に寄与する装置ではない。
- 事故後のより正確な解析を容易にするために、事故当時のデータを自動的に記録することは有益である。(2件)
- ハードの記録に関しては、果たしてその指示値が正常であるかどうかを検証できることが抜けていると思われる。
- VDRが記録を行っていることを意識させることなく、機能させることが第一の要件である。
- VDRは、事故の責任問題等にも有効な情報を提供するが、本来、船の構造、機能等にある問題点を後の設計にフィードバックすることが目的と考える。したがって、VDRを搭載する船自体の安全性には関与しない。
- データから得られた教訓を生かす方法がはっきりしていないので、現存船にはVDRの搭載を要求しなくてよいと考えている。
- 記録するデータと最終記録形態を考える際には、解析対象事故を明確にし、その対象事故との整合性がとれていなければならない。
- AISの運用はこれからであり、幾多の問題も生ずる可能性があるため、机上の思いつきだけで合体(結合)させようとするのは、航海安全を目的とする装置として考えた場合に、正しいアプローチではない。
- 将来を見据えての発想であれば、船内全体のリソースとインフラストラクチャを視野に入れた論議と実証は必要である。本アンケートに対する分析も、現状規格に基づき導入に際しての間

題、既存貨物船対応のフィジビリティースタディー、将来（次期 SOLAS V 章改正）のためとを混同されないようお願いしたい。

### 3 記録カプセルについて

VDR の記録格納形態についての海事関係者の意識を調査するため、アンケート票に示した3つの格納形態候補の内、現存船用 VDR の最終記録形態として適当と思われる物について質問した。

表3 現存船用 VDR の最終記録形態の回答状況

回答者項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
	海務												工務			技師							その他			
Aタイプ															○				○							
Bタイプ	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○		○	○	□	○	○	○	○	○	○	○	○
Cタイプ										○								×								

図2 VDR 記録項目についての意識調査

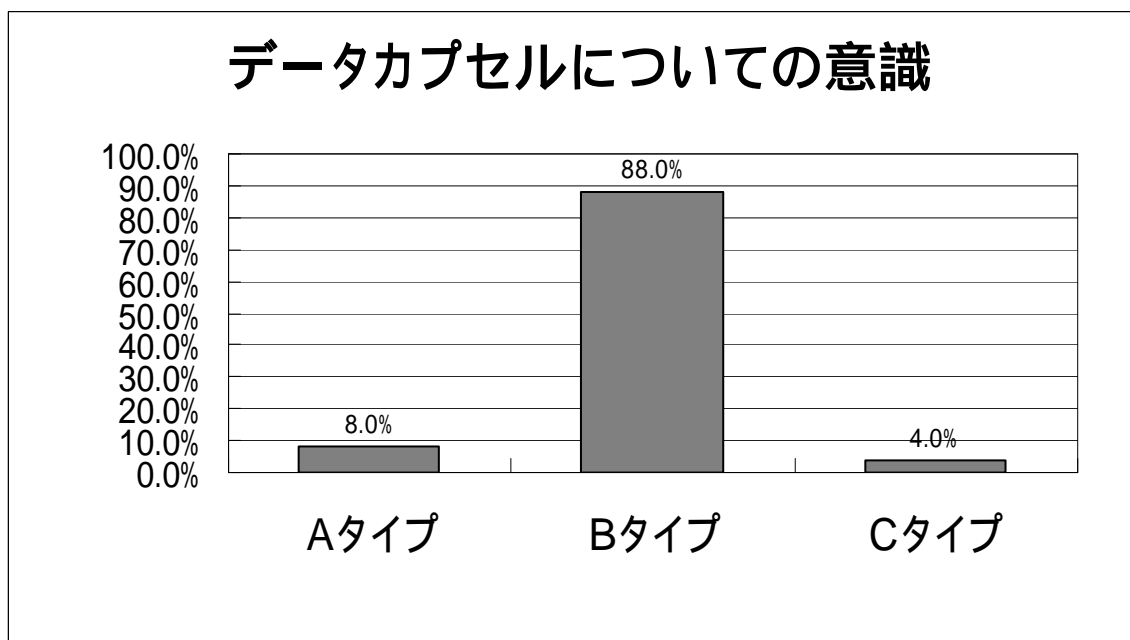


表3 に各記録項目に対する回答状況を示し、図 5.3.1 に各項目の支持度数分布を示す。図2 からわかるとおり、B タイプである浮遊式タイプが現実的とみられている。但し、技師の方には、重大な全損全没事故等の解析をするためには、現状の VDR の基準でも不十分であり、カプセルの耐圧耐熱性を支持すると共に、記録項目も追加すべきであるとする意見があった。

以下に、各タイプを選んだ理由と記憶形態について得られた自由意見の要約を示す。

## A タイプの選択理由

### < データ保存性 >

- A 以外では重大な全損全没事故になればなるほど、データ保存に関する信頼性が失われるから。
- B、C タイプは対環境的に問題があるから。

### < 経済性および実用性 >

- VDR の主目的は航海情報データの保存・回収なので、カプセルの規格軽減には疑問があるから。
- 量産が進めば、カプセル筐体の金額を抑える事ができるから。
- 簡易型データカプセルの新規開発となれば、価格もある程度の額となることが予想されるから。

## B タイプの選択理由

### < 回収容易性 >

- 海底から VDR を引き上げるのには費用がかかるから。( 2 件 )
- 固定型を引き上げるのは一部の国に限られてしまうから。
- 信号等を発すれば、浮揚型の方がより優れるから。( 2 件 )

### < データ保存性 >

- 回収に時間がかかる場合、カプセル保護限界の問題があるから。

### < 火災時対応性 >

- 火災時は退船するまでに時間的余裕があるので、運び出すあるいは海中投入することもできるから。
- 一般商船の場合は、火災によりコンパステッキのカプセルが焼失する可能性が非常に少ないから。

### < 沈没時対応性 >

- C タイプは、耐水性が万全とはいえないから。
- 水圧が 100m 未満程度の場合は ( 浮揚型しか ) 役に立たないから。
- 沈没時一瞬で沈没することが少ないので、運び出すあるいは海中投入することもできるから。
- EPIRB の性能基準は沈没時を想定しているから。

### < 経済性および実用性 >

- 既存船には費用をかけたくないから。
- 付帯工事、信号入力側の各船用機器の改造・改装費の比重が大きいから。
- ( B タイプは ) 装置が極力簡単であるから。
- 本体の価格及び実用性を考慮して。

### < その他 >

- 船舶の場合、EPIRB の性能基準で充分であるから。

## C タイプの選択理由

### < 回収容易性 >

- 回収をより現実的に考え、耐火性は機能的にアップさせることが可能だと思うから。

記憶形態について、他に適当と思われる物がありましたら、以下にお書きください。

- 浮揚型で、捜索用機能の強化として発光ダイオードを用いたもの ( 2 件 )
- 浮揚型で、かつ着水またはマニュアル動作により衛星経由の記録データ転送 ( 最小限のものだ

けでも)が可能なシステム

- 浮揚型で持ち運びが可能なもの
- EPIRB 型で位置精度の向上と視認容易な着色と大きさを確保した(浮揚型の)もの(3件)

#### 4 考察

本アンケートでは、既存船用のVDRの記録項目について、事故解析の可能性を膨らませるため多くのデータを記録した方が良いという考えと、収集できるデータの物理的及び経済的制約のバランスの中で判断されているように見受けられた。

##### 記録項目について

日時や船位等の事故発生に関する基本状況と発生時の操船者の状況及びその具体的な操作を示す船橋内音声と操舵・機関への指令の記録については、多くの方がその必要性を指摘していた。衝突事故解析等に関わる交通環境を記録する情報としては、レーダ画像とAIS情報があるが、必要なしが5名(20%)、レーダ画像のみが5名(20%)、AIS情報のみが9名(36%)、レーダ画像とAISの併用が6名(24%)の支持であった。これらの情報は、比較的解析の方法やその効果が分かり易いため多くの支持を受けたものと考えられる。一方、浸水・火災事故等に関わる主要な警報や船体開口部、水密・防火扉の情報については、その点数の多さやデータ収集の煩雑さと解析時のデータの有効性の低さからあまり支持を得られなかった。荒天時の浸水転覆や船体破損に係る海象状況のデータに関しては、40%と比較的大きな支持を受けていた。しかし、加速度及び船体応力についてはあまり大きな支持を受けていない。

以上から、既存船に対する記録項目としては、安全性を考慮し、4割の方の賛同を基準とすると、日付と時刻、船位、船速、船首方位、船橋内音声、レーダ画像またはAIS情報、指令船角と実舵角、機関指令と実回転数、風向・風速が望ましい。

##### 記録カプセルについて

記録カプセルについては、9割の方が浮遊式を選択していた。これは、海底からの回収費用の問題、EPIRBなど実際に浮遊式の電子機器が実在する、VDRの設置経費を節減したい、といった理由であった。

固定式カプセルは、航空機のブラックボックスの規格を準用しているところがあり、船用としてはその耐久性において過剰と思われるところもあり、どういう状況を想定し、記録データをどう使うといった検討も含めて、今後の合意形成が必要と思われる。

浮遊式の場合は、先にも述べたとおりEPIRB等具体的なイメージがあるため受け入れ易かったと思われるが、実用的にも経済的にも現実的な選択と思われる。

また、経済的な側面では、固定式及び浮遊式各カプセルの価格とそれぞれのカプセルの回収費用が要素として挙げられる。固定式カプセル価格については、量産化により現行よりも価格は下げられるのではという見方もある一方、浮遊式カプセル価格についても、新規の設計となりコストは固定式と比べそれほど安くはないとの見方もあり、今後の判断に大きく影響を与えると思われる。

いずれにしても現段階では、事故解析の範囲をどこまでとし、それに対応した記録項目及び記録形態をどうするかといった検討がなされていないので、今後こうした利用・運用法の検討が必要となろう。

( 参考資料 3 - 3 )

## VDR 用カプセルに関する有用性検討のための海難分析

### 1 はじめに

現在、日本造船研究協会の RR75 における VDR 分科会では、現存船への適用やコスト低下への試みとして、現存船への適用を念頭に置いた浮遊式簡易型 VDR の検討が行われており、既存船への適用と性能基準の提案を目指して検討を進めている。

本検討では、VDR 及び簡易型 VDR の仕様について紹介した後、Lloyd's Maritime Information Services Limited (LMIS 社) 発行の海難データベースに基づき、VDR 用カプセルに関する有用性の検討を行った。

### 2 VDR と簡易型の VDR の仕様

#### 2.1 VDR と簡易型 VDR の記録データ

VDR の目的は、海難事故が起きた後にデータ媒体を回収して、事故原因の調査に役立てることである。IEC で標準化されている VDR の仕様では、表 2.1 の VDR の欄に示した 15 項目のデータが記録されることとなっている。一方、今回検討する簡易 VDR の検討項目は、他船データをレーダ情報または AIS 情報で記録しようとするもので、どちらかを記録すれば良いものと仮定している。このため、簡易 VDR のデータ項目の欄には、AIS 情報を記録する場合と記録しない場合の記録項目になっている。

また、この表には記録データの仕様の他、データの使用目的及び解析に適用できる事故の種類を示している。ここでは、事故を衝突、座礁、船体破損（破損）、浸水・転覆（浸水）、火災・爆発（火災）に分類しており、全事故はそのすべてを含む場合である。

簡易 VDR を含む VDR の記録データにより、いずれの事故についても発生日時や場所等の基礎情報の他、船橋内の音声により船橋の状況が得られる。

衝突や座礁事故については、船位その他、船速や船首方位等の運動状況及び他船の状況が記録されるので、事故の状況が再現でき、事故原因の究明に利用できる。

船体破損については、運動状況その他、気象・海象や船体にかかる加速度や応力が有効な情報となるが、いずれもオプションであるので、基本的には従来通り船体損傷部の調査が主となる。

浸水・転覆については、運動状態その他、気象・海象や操船状態及び船体開口部や水密扉等の開閉状況が解析対象となるが、これもいずれもオプションである。

火災・爆発の解析では、主警報や防火水密扉の開閉状況が情報として利用可能であるが、発火場所の特定や発火の状況がわからないので、原因究明には結び付きにくい。

表 2.1 VDR への記録項目

データ項目	VDR	簡易 VDR		データの利用目的	適用事故
		AIS 有	AIS 無		
日付及び時刻	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	事故の発生日時の特定	全事故
船舶位置	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	位置の特定	全事故
速度	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	運動状況特定	全事故
船首方位	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	運動状況特定	全事故
船橋の音声	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	操船状況把握	全事故
通信音声	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	操船状況把握	全事故
レーダの画像データ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	他船状況の把握	衝突、座礁
音響測深機	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	水深把握	座礁
主警報	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	警報状況把握	衝突、座礁、火災
舵角指令及び反応	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	操船状況把握	衝突、座礁、破損、浸水
機関指令及び反応	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	操船状況把握	衝突、座礁、破損、浸水
船体開口部状態	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	船体開口部の状態把握	浸水
水密戸・防火戸状態	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	防火水密扉の状態把握	火災、浸水
加速及び船体応力	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	海象の把握	破損、浸水
風向風速	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	海象の把握	破損、浸水
AIS 情報		<input type="checkbox"/>		他船状況の把握	衝突、座礁

は、VDR に記録すべき項目

は、船橋において表示が要求される情報の場合、記録する項目

は、オプション。

## 2.2 VDR と簡易型の VDR のカプセル

VDR の記録データは、事故後回収される必要があるため、沈没や火災を想定して様々な最終記録形態が考えられる。表 2.2 に IEC での VDR の規格と簡易型 VDR に仮定している仕様を示す。

表 2.2 VDR のカプセル仕様

型式	特徴
固定型 (IEC 規格) 6,000m水深耐圧、 耐火性能 (1,100□-1 時 間、260□-20 時間)	新造船対応の VDR の規格で、事故の際も船に保持され、事 故処理終了後回収される。特に、火災時の高温に耐えられる 他、沈没時にも 6,000m の水圧にも耐えられるカプセルを有 する。
浮揚型 20m水深耐圧、 耐火性能なし	EPIRB をイメージした物で、船が沈没した際も浮く。ただし、 耐火性能を持っていないため、高温に晒されるとデータを失 う可能性がある。又、カプセル回収のため、捜索用の機能を 強化する必要があります。
固定型 100m 水深耐圧	機能的には、A タイプと同じであるが、耐圧性能において、 ダイバーによる回収を考慮し、100m 程度の水圧に耐えられ る物。ただし、耐火性能を持っていないため、高温に晒され るとデータを失う可能性がある。

この仕様の大きな違いは、浮遊式と固定式の違い、固定式の場合も耐圧・耐火性能の違いにある。表中最上段の IEC の規格は、衝撃、貫通性、火災、対水圧等航空機用の規格を基に作成されており、特に衝撃や貫通性については船用にはかなり厳しい規格と思われる。また、沈没した場合、浮遊式 VDR は、捜索に問題があるものの回収は容易である。このため、簡易型 VDR については、2 つの代替案を仮定した。

### 3 海難分析の概要

#### 3.1 解析対象

解析対象は、VDR のカプセルの規格を検討する上で重要となる、耐水深性能及び耐火性能に注目し、沈没と火災・爆発が発生するシナリオについてその出現頻度の解析を行った。

#### 3.2 使用データ

LMIS 社の海難データベース(LMIS Casualty Database)には、1978 年から 2000 年までの 27,299 件の海難データが記録されている。このデータベースで扱われているのは、英国のロイド船級協会 (Lloyd's Register of Shipping) に報告のあった 100GT 以上の推進器を持つ商船において 1978 年 1 月 1 日以降に発生した重大な海難である。また、化学物質運搬船やガス運搬船を含むタンカーに関しては、1975 年 1 月 1 日以降に報告された事例を重大さの程度に関係なく全て含まれている。今回の分析は、27,299 件のうち、VDR の搭載義務化が想定される 3,000GT 以上の船舶において発生した事例の内、衝突等で重複を除きなおかつその船舶が運用中(In Service)に起きた事例である 11,432 件に対して行った。

#### 3.3 船種別海難

海難データベースに登録されている事例の主体（船舶）を、船種によって分類しておく。この解析においては、船種として、旅客船、タンカー、コンテナ船、ばら積み船、Ro-Ro船、専用貨物船、一般貨物船、その他を考える。船種の特定に際しては、データベース中でShip Typeを表現するコード群のうちBSTと呼ばれる4桁のコードを読みとり、上述の順に適合させて最初に適合した船種をその船の船種とし、その件数を数えた。この方法は、日本造船研究協会RR42平成7年度報告書<sup>1</sup>に従うものである。

表3.1に結果を示す。件数および割合については、1978年から2000年までの総件数と全件数に対する割合を示す。また、各船種における事例数の推移を図4.3.1に示す。この結果から、総船舶数を考慮する必要はあるものの、事故は減少傾向にあると言える。

表 3.1 LMIS 海難データベース (1978-2000 年)における事例の主体船種

船種番号	船の種類	件数	割合(%)
1	旅客船	550	4.8
2	タンカー	2,355	20.6
3	コンテナ船	544	4.8
4	ばら積み船	2,714	23.7
5	Ro-Ro 貨物船	322	2.8
6	専用貨物船	484	4.2
7	一般貨物船	4,254	37.2
	小計	11,223	98.2
8	その他	209	1.8
	計	11,432	100.0

<sup>1</sup> (社)日本造船研究協会: 第42基準研究部会 船舶の確率的安全評価手法に関する調査研究報告書, 1996.3.



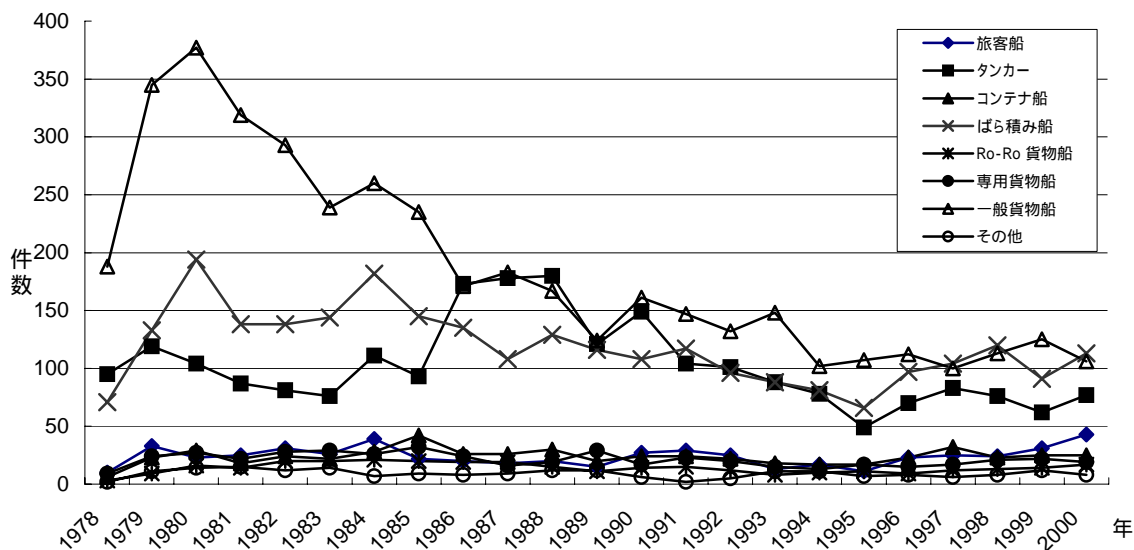


図3.1 事例数の推移

### 3.4 事故事例の類別法

LMIS 社の海難データベースでは、事故事例の種類は、Category Code (カテゴリーコード) によって知ることができる。さらに、各事故事例に複合して発生したイベントを発生した順に 5 つまで Initial Code (分類コード) およびその詳細を示した Basic Code (基本コード) で記述されている。また、事故が起こった場所や起こった時の船の状況についても、それぞれ Location Code や Ship Status Code として登録されている。そこで、事故件数の分析は、これらのコードをインデックスとし、必要に応じて検索することにより実施した。

以下に、1978 年から 2000 年までに 3,000GT 以上の船舶において発生した事例 11,432 件についての、事故種別、発生場所、発生時の船の状況についてのデータを示す。

事故種別については、カテゴリーコードにより表 3.2 の様に分類できる。また、事故はいろいろな事故の連鎖となっていることが多く、表 3.2 では爆発火災について、各カテゴリーでどのように併発しているかを例として示した。今回の分析には、以下に示すシナリオを考えるため、カテゴリーコードのみではなく、起こったイベントの詳細を示す基本コードを考慮して、海難件数の算定を行った。

この例では、各事故時に発生した衝突と火災の件数を以下のようなステップで求めた。

Step1 主たる分類を表すカテゴリーコードを用いて、衝突、火災・爆発等 9 個の項目に分類する。

Step2 発生イベントの基本コードに爆発を伴うもの、火災を伴うものをそれぞれ算出する。

表 3.2 各カテゴリーにおける爆発、火災を伴う事故の発生件数

Category Code (カテゴリーコード)	件数	爆発を伴う件数	火災を伴う件数
Collision (衝突)	1,496 (13.1%)	9	28
Contact (接触)	870 (7.6%)	0	6
Foundered (沈没)	534 (4.7%)	3	1
Fire/Explosion (火災・爆発)	1,608 (14.1%)	426	1,181
Hull/Machinery Damage (船殻や機器の損傷)	3,810 (33.3%)	17	21
War Loss/Damage during Hostilities (戦闘による損傷)	454 (4.0%)	37	165
Missing (行方不明)	35 (0.3%)	0	1
Wrecked/Stranded (難破・座礁)	2,562 (22.4%)	3	19
Miscellaneous (その他)	63 (0.6%)	1	0
計	11,432	496	1,422

また、それぞれのカテゴリーは下記のとおりである。

( LMIS 社の海難データベース(LMIS Casualty Database)のマニュアルより )

衝突： 航行中、停泊、棧橋に停泊しているかどうかにかかわらず、他船にぶつかった、あるいはぶつけられたものである。このカテゴリーでは、水難 ( Water Wrecks ) 下での衝突は含まない。

接触： 物標にぶつかる、あるいはぶつけられたもので、他の船舶または海底に衝突したものではない ( 衝突及び座礁の項目を参照 )。このカテゴリーでは、固定あるいは曳航中かどうかにかかわらず、石油掘削リグへの衝突を含む。

沈没： 悪天候、浸水、船体折損などの結果沈んだ船を含む。座礁、接触、衝突、火災・爆発、行方不明、戦闘行為及びその他の原因による沈没を含まない。

火災・爆発： 報告された最初の事象が火災、あるいは爆発である場合 ( 最初の事象が火災、爆発を引き起こす船体あるいは機械装置の欠陥である場合は除く。したがって、衝突、座礁などの後の火災、爆破を含んでいる因果関係は「衝突」、「座礁」の下に分類される。内燃機関の排気火災やクランク室の爆発はこのカテゴリーに含まれる。)

船殻や機器の損傷： その他の定義に含まれない船体、機械装置の損傷や欠陥が結果になった船の損失、損害を含む。

戦闘による損傷： 敵対行為による損害。

行方不明： ある一定の時間が経っても船に関する情報が得られず、その存在が確認できない。そして、ロイド船級協会あるいは信頼できる他の情報源でその船を「遭難」と確定された場合を含んでいる。

難破・座礁： 理由のつく時間内に動かないと報告された船、あるいは海底に接して

いと報告された場合が含まれる。このカテゴリーは沈船への接触も含む。  
 その他：すでに損害を受けている、または損失している船や、十分な情報が無いため、あるいは他の理由によって分類できない船を含む。

次に、事故の発生場所別の件数を表 3.3 に示す。事故の発生場所は、一般の航行海域の他、港湾や造船所等も含まれており、航行中の事故かどうかの判断に利用できる。また、この情報より水深をある程度推定できる。表 3.4 には、事故発生当時の船の状態を示す。この情報もある程度水深の推定に利用できる。この他、最終処理状況があり、沈没後の引き上げ等の判断が可能である。

表 3.3 事故の発生場所別件数

発生場所	件数
海上	7,322
制限水域	591
河川・運河	645
海峡	217
フィヨルド	12
湖沼（カスピ海等）	118
港湾	2,517
造船所	9
未記入	1

表 3.4 事故発生当時の船の状態別件数

発生時の船の状況	件数
トリアル中	11
錨泊中	844
係船中	483
給油中	12
被曳航中	64
補助付き港内操船	98
港内操船	981
アシスト中	3
航海中	8,376
漁労中	13
浚渫中	13
待機中	5
曳航中	1
不明	528

## 4 分析結果

VDR カプセルの形態の検討には、大きく分けて耐圧性能（浮遊式の場合は不要）及び耐火性能が判断の鍵となる。そこで、まず耐圧性能上問題となる沈没について、概要調査を行った。表 4.1 は、3,000GT 以上で「戦闘行為による損傷」、「その他」に属していない船の内、基本コードに沈没の記録がある 809 隻の沈没船について、基本コード群から推定される沈没原因毎の件数を示したものである。カッコ内の数字は、「戦闘行為による損傷」、「その他」に属していない全沈没船隻数 809 に対する割合を示す。

表 4.1 沈没船の沈没原因毎件数

事象	件数
浸水	255 (31.5%)
衝突	111 (13.7%)
座礁	69 (8.5%)
転覆	67 (8.3%)
爆発	65 (8.0%)
火災	45 (5.6%)
接触	37 (4.6%)
不明	160 (19.8%)

表 4.1 より、浸水、衝突が比較的大きな割合を占め、座礁、転覆、爆発が 8%代でほぼ同じ割合、少し下がって火災、接触が存在する。VDR に記録されるデータを考慮すると、(1) 浸水、転覆については船橋音声しか解析のためのデータが記録されていない。また、(2) 座礁・接触については、事故発生時点で回収でき、深海に水没する可能性は少ない。一方、衝突事故の解析では、自船の位置やレーダ画像等解析対象となる交通環境を表現するデータが記録される。そこで、衝突事故のシナリオとしてシナリオ 1：衝突 -> 火災 -> 沈没の一連の流れのそれぞれの出現頻度を検討することとした。

また、耐火・耐衝撃性能を検討するため、シナリオ 2：爆発 -> 沈没、シナリオ 3：火災 -> 沈没について検討を行った。

### 4.1 シナリオ 1：衝突 -> 火災 -> 沈没

本シナリオでは、衝突から火災さらに沈没への一連のつながりについて検討した。衝突およびその後の火災、沈没の有無については、各事象事例に登録されたカテゴリーコード (Category Code) および発生したイベントの分類コード (Initial Code) と基本コード (Basic Code) を併用して以下ステップにより分類した。

Step1 事象の内、登録されているカテゴリーコードまたは分類コードの中に一つ以上「衝突」(40,41)の要素がある場合、「衝突」の事例とみなして分類する。但し、衝突事故の対象船それぞれが事故記録として記録されていたので、重複分は削除して純粋に発生件数を算出した。

- Step2 衝突よりも後のイベントとして、火災(31)または爆発(30)の基本コードを含むものを「火災発生」、それ以外を「火災発生せず」とみなした。
- Step3 イベントの基本コードの中に、「沈没」(12,13,14)の分類コードを持つものを「沈没」とみなし、それ以外の場合を「沈没せず」とみなして分類する。

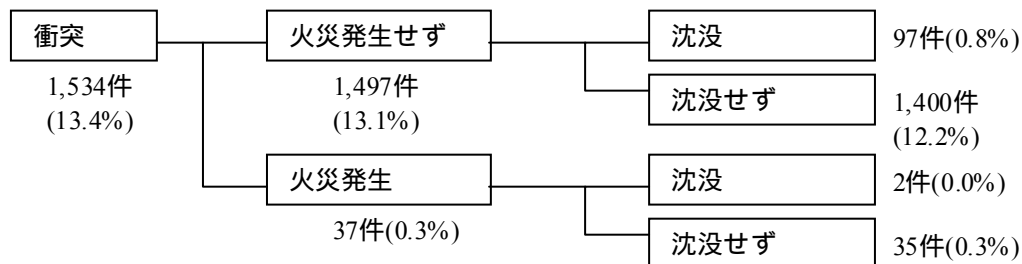


図4.1 衝突における火災と沈没の発生状況

これにより、次の結果を得た。カッコ内の数字は、全事故件数 11,432 に対する割合を示す。

衝突時に、火災・爆発の発生する割合は、全事故に対して 0.3%であり、非常に希少である。また、沈没についても 0.8%と小さく 4.5 隻 / 年の出現頻度である。また、表 4.2 は、対象船それぞれの状況がわかる衝突事故記録 394 件の衝突事故時の沈没船隻数頻度である。衝突事故の場合、その記録はどちらか片方の船に存在すれば解析は可能であり、両船が沈没する確率は非常に少なく、深海に対応したカプセルの耐圧仕様は、過剰なものと考えられる。

表 4.2 衝突時の沈没船の件数

衝突時の沈没船数	件数
0	363
1	29
2	2

#### 4.2 シナリオ 2 : 爆発 - > 沈没

本シナリオでは、爆発からの沈没を扱う。解析においては、5つのイベントの基本コード (Basic Code) を使用して、分類を行った。このため、件数の合計はカテゴリーコードで示した値とは異なる。爆発の定義としては、各事例に登録される5つのイベントの基本コードの一つ以上の爆発コードを含むものを「爆発」と定義する。

また、VDR の設置場所と関係するため、爆発発生箇所を貨物区域とそれ以外の場所を区別して集計した。具体的には、発生箇所が、貨物区域の場合を「貨物区域」とし、それ以外の船橋、居住区、機関室、業務区域等の場合をその他と分類した。

この解析の際の、分類手順を以下のステップに示す。

- Step1 5つのイベントの基本コードの一つ以上爆発を含むものを「爆発」(30)とする。

- Step2 爆発が貨物区域に該当する場所で発生しているイベントを一つ以上含む場合を「貨物区域」とし、全ての爆発が貨物区以外で発生している場合を「その他」として分類する。
- Step3 基本コードの中に、「沈没」のコード(12,13,14)を持つものを「沈没」とみなし、それ以外の場合を「沈没せず」とみなして分類する。これにより、以下の結果を得た。

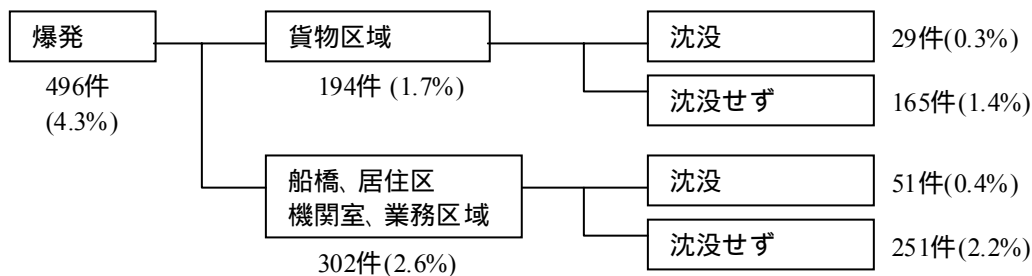


図4.2 爆発の発生箇所と沈没の状況

爆発の場合、沈没に至るケースは貨物区及びそれ以外共 0.3%、0.4%と小さい。さらに、爆発を解析するための情報も含まれていないため、爆発後の沈没に対応した深海に耐えられるカプセルの耐圧仕様は、過剰なものと考えられる。また、耐火・耐衝撃性能についても、VDRの設置場所を貨物区とエンジンルームより離す事により、貨物区で予想される爆発による火災やその他の場所の爆発の 58%を占めるエンジンルームの爆発の影響を無効にできると思われる。さらに、爆発件数が少ない事を考慮すると、耐火・耐衝撃性能共に現行のカプセル仕様を緩和できると思われる。

#### 4.3 シナリオ3：火災 -> 沈没

火災も爆発と同様の手順により、以下のステップで分析を行った。

- Step1 各事例に登録される5つのイベントの基本コードの一つ以上の「火災」(31)を含み、かつ「爆発」(30)を一つも含まない事例を「火災」の事例とする。
- Step2 このような「火災・爆発」の発生した箇所が、一つでも貨物区域で場合は「貨物区域」に分類し、それ以外を「船橋、居住区、機関室、業務区域」として分類する。
- Step3 基本コードの中に、「沈没」のコード(12,13,14)を持つものを「沈没」とみなし、それ以外の場合を「沈没せず」とみなして分類する。これにより、以下の結果を得た。

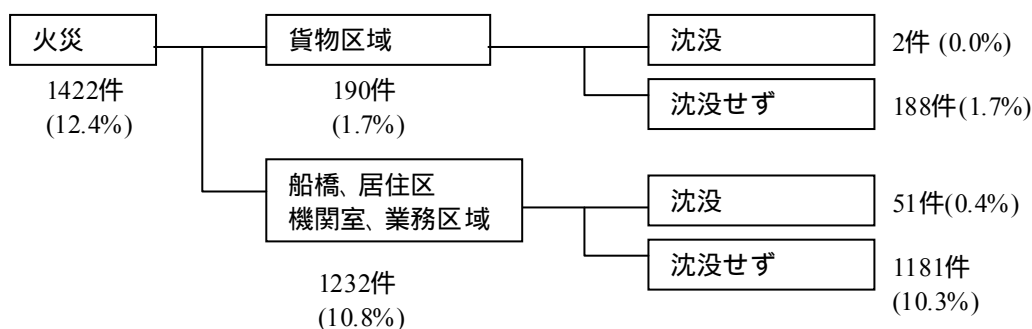


図4.3 火災の発生箇所と沈没の状況

火災においても、爆発と同様沈没に至るケースは貨物区及びそれ以外とも 0.0%、0.4%と小さく、深海に対応した耐圧仕様は、過剰であると思われる。さらに、耐火性能についても、貨物区で予想される大きな火災やその他の場所の 58%を占めるエンジンルームの火災の影響は、貨物区とエンジンルームの位置を考慮して設置することで、現在提案されているカプセルの仕様を緩和できると思われる。

## 5 考察

カプセルに関する規格の項目には、耐衝撃、耐貫通性、耐火、耐水圧が挙げられる。

耐衝撃性能：カプセルにかかる衝撃は水中への没入と爆発による衝撃が考えられる。衝撃が比較的大きい爆発にはカプセルの設置場所で最適化することにより対応できると考えられるので、衝撃については、従来 EPIRB に行われている水面投下試験で対応できると考えられる。

耐貫通性能：貫通性については、爆発の影響への対応と考えられる。これも、爆発とそれによる飛翔物の当たる頻度の低さを考慮して、耐衝撃性と同様に設置場所で最適化できると考えられ、耐衝撃性の検討のみで十分と考えられる。

耐火性能：高温が長時間続く状況としては、貨物区の火災が考えられるが、貨物区の火災の頻度は少ないこと、VDR の記録項目に火災の解析に必要なデータが十分ではない等、さらには設置場所を最適化することにより対応できることを考慮すると、現行の耐火性能基準は過剰であると考えられる。また、浮遊式 VDR カプセルを検討する上で、海面火災の影響が問題となる。海難データベースには海面火災の記述はないため、その頻度は求めることはできなかったが、可燃物の拡散は早く、浮遊式の場合水面下での温度の吸収も大きいと考えられることから、その影響は少ないと思われる。

耐水圧性能：現行のカプセル規格では船体と共に水没するため、6000mの水圧に相当する 60Mpa に耐えられることを求めているが、浮遊式にした場合 EPIRB と同じ 20 m程度の耐圧性能が良い。浮遊式に対しては、その回収の難しさや少なくともどちらかを選択できるように規格化すべきである。

現行の VDR では、単独の沈没・転覆、船体欠損や火災・爆発に関する記録データが少なく、船橋音声のみしか利用できないといえる。このため、今回の分析では回収しても解析できないという理由で、沈没・転覆、船体欠損について検討しなかったが、これらの事故事象を解析するためには、カプセルの検討と共に船体動揺を示す加速度やロール角、さらに気象海象データの記録項目への追加を検討すべきである。

## 4 . S-VDR に関する国際基準

### 4.1 SOLAS 条約の S-VDR に関する規則

S-VDR に関する SOLAS 条約の改正は、3 項に示したような経緯を経て、2004 年 12 月に開催された IMO 海上安全委員会第 79 回会議 (MSC79) にて、MSC 決議 170(79) Adoption of Amendments to the International Convention for the Safety of Life at Sea 1974, as Amended (MSC79/23/Add.1 ANNEX 3) として採択された。すなわち、1974 SOLAS 条約の第 V 章に以下の新しい第 2 項が追加され、従来の 2 項以降の番号が繰り下げられた。

#### Regulation 20 – Voyage data recorders

2 To assist in casualty investigations, cargo ships, when engaged on international voyages, shall be fitted with a VDR which may be a simplified voyage data recorder (S-VDR)\*\* as follows:

- .1 in the case of cargo ships of 20,000 gross tonnage and upwards constructed before 1 July 2002, at the first scheduled dry-docking after 1 July 2006 but not later than 1 July 2009:
2. in the case of cargo ships of 3,000 gross tonnage and upwards but less than 20,000 gross tonnage constructed before 1 July 2002, at the first scheduled dry-docking after 1 July 2007 but not later than 1 July 2010; and
- .3 Administrations may exempt cargo ships from the application of the requirements of subparagraph .1 and .2 when such ships will be taken permanently out of service within two years after the implementation date specified in subparagraph .1 and .2 above.

\*\* Refer to resolution MSC 163(78) – Performance standards for shipborne simplified voyage data recorders (S-VDR)

すなわち、

2 海難事故の調査を補助するために、貨物船は、国際航海に従事する場合には、以下に従って VDR を備え付けなければならない。この VDR は、簡易航海データ記録装置 (S-VDR) \*\*でもよい。

- .1 20,000gt 以上の貨物船で 2002 年 7 月 1 日前に建造された船舶は、2006 年 7 月 1 日以降の最初のドライドッキング、但し遅くとも 2009 年 7 月 1 日までに
- .2 3,000gt 以上 20,000gt までの船舶で 2002 年 7 月 1 日前に建造された船舶は、2007 年 7 月 1 日以降の最初のドライドッキング、但し遅くとも 2010 年 7 月 1 日までに
- .3 主管庁は、上の.2 及び.3 の規定の施行日から 2 年以内に完全に就航を止める船舶には、上の.2 及び.3 の要件の適用を除外してもよい。

\*\* 決議 MSC 163(78) – Performance standards for shipborne simplified voyage data recorders (S-VDR)を参照



#### 4.2 IMO の S-VDR 性能基準

IMO の S-VDR 性能基準は、3 項に示したように、IMO 海上安全委員会第 78 回会議( MSC78 )にて、MSC 決議 163(78) Performance Standards for Shipborne Simplified Voyage Data Recorders (S-VDR)として採択された。その内容を、資料 4 - 1 に示す。

#### 4.3 IEC の S-VDR 技術基準

IEC/TC80 ( Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems ) は、IEC 61996 「MARITIME NAVIGATION AND RADIOCOMMUNICATION EQUIPMENT AND SYSTEMS - Shipborne voyage data recorder (VDR)」に S-VDR の技術基準を取り込む作業を進め、IEC 61996-2 の PAS ( 早期回章国際基準案 ) 「MARITIME NAVIGATION AND RADIOCOMMUNICATION EQUIPMENT AND SYSTEMS - Shipborne voyage data recorder (VDR), Part 2:- Simplified voyage data recorder (S-VDR) Performance requirements - Methods of testing and required test results」を 2004 年に発行した。これは、2002 年 7 月 1 日以降の新造船用の VDR に関する基準 IEC 61996 を基に、MSC 決議 163(78)の S-VDR に関する IMO の性能基準を受けて作成したものである。

なお、PAS とは、緊急の必要がある場合に、IEC 標準作成の途中の段階で技術仕様書 ( Technical Specification ) として公表するものであり、完成した IEC 標準 ( Standard ) ではないが、公に利用できるものである。( A PAS is a technical specification not fulfilling the requirements for a standard, but made available to the public.) IEC/TC80 はさらに、この PAS を正式な標準にするための検討を進める。

IEC 61996 ( VDR の技術基準 ) と IEC 61996-2-PAS ( S-VDR の技術仕様書 ) の比較を資料 4 - 2 に示す。

( 参考資料 4 - 1 )

MSC resolution 163(78) Performance Standards for Shipborne Simplified Voyage Data Recorders (S-VDR)  
( MSC78/26/Add.2 ANNEX 26 )

IMO MSC 決議 163(78) 船舶用簡易航海データ記録装置 ( S-VDR ) の性能基準

1 目的

1.1 船舶用簡易航海データ記録装置 ( S-VDR ) の目的は、確実かつ回収可能な形で、衝撃のある事故に至る及びその後の期間における船位、船舶の動き、物理的状態及び船舶の指令と制御に関するデータを記録し保持するための装置である。S-VDR に収録するデータは、主管庁及び船主の双方に入手可能であること。その情報は、当時この原因を指定する調査において用いられるものである。

2 適用

2.1 この性能基準の規定に劣らない能力を有する S-VDR は、SOLAS 条約第 V 章に規定する船舶に備え付けられる。

3 引用

3.1 SOLAS

1995 SOLAS 締約国会議 決議 1 2

3.2 IMO 決議

A.662(16) Performance Standards for Float-free Release and Activation Arrangements for Emergency Radio Equipment

A.694(17) General Requirements for Shipborne Radio Equipment Forming Part of the GMDSS and for Electric Navigational Aids

A.802(19) Performance Standards for Survival Craft Radar Transponders for use in Search and Rescue operation

A.810(19) Performance Standards for Float-free Satellite Emergency Position-Indicating Radio Beacons Operating on 406 MHz

A.812(19) Performance Standards for Float-free Satellite Emergency Position-Indicating Radio Beacons Operating through the Geostationary Immarsat Satellite S Performance Standards for Float-free Satellite Emergency Position-Indicating Radio Beacons Operating on 406 MHz System on 1.6 GHz

A.824(19) Performance Standards for Devices to Indicate Speed and Distance

A.830(19) Code on Alarms and Indicators, 1995

A.861(20) Performance Standards for Shipborne Voyage Data Recorders (VDRs)

MSC.64(67) Annex 3: Performance Standards for Heading Control Systems

MSC.64(67) Annex 4: Performance Standards for Navigational Radar Equipment, as amended

4 定義

4.1 簡易航海データ記録装置 ( S-VDR ) とは、入力データ源とのインタフェース及びデータのプロセスとエンコードに必要な装置、最終記録媒体、電源供給装置及び専用蓄電源を含む完全なシステムであ

る。

4.2 センサとは、S-VDR の外にあって、S-VDR と繋がれて記録すべきデータを供給するものである。

4.3 最終記録媒体とは、適当な装置によりデータを取り出して再生できるようにアクセス可能な形で、データを記録する装置である。

4.4 再生装置とは、記録媒体及び記録に使用するフォーマットとコンパチブルで、データを再生するために使用する装置である。これには、データ元の装置に対して適切な表示器あるいは表示のためのハードウェアとソフトウェアを含む。<sup>1</sup>

注1：再生装置は通常は船上には装備されず、また、この性能基準の目的上は S-VDR の部分とはみなされない。

4.5 専用蓄電源とは、自動充電機能を持ち、S-VDR 専用の、5.3.2 に規定するように作動するために十分な容量のある二次電池である。

## 5 作動要件

### 5.1 一般

5.1.1 S-VDR は、5.4 に示す船舶の装置の状態とそこからの出力、並びに船舶の指定及び制御に関する予め選択されたデータを、時系列的に継続した記録を保持する。

5.1.2 事故に係る要因の解析ができるように、記録方法は、適当な装置で再生する時に、各種のデータが日付及び時間に関連付けられていることを確保する。

### 5.1.3 最終記録媒体

5.1.3.1 最終記録媒体は、固定式あるいは自由浮揚式の保護カプセルに収納する。そのカプセルは、以下の要件を満たすこと。

- .1 事故後にアクセスできること、但し通常はみだりに触らないように措置すること。
- .2 記録の停止後2年間、データを保持できること。
- .3 見易い色とし、再帰反射材でマークすること。及び
- .4 位置を特定する適当な手段を持つこと。

5.1.3.2 固定式の保護カプセルは、貫通に耐える要件を除き、決議 A.861(20)に規定する要件を満たすこと。

5.1.3.3 自由浮揚式の保護カプセルは、

- .1 掴んで回収するための手段を持つこと。
- .2 決議 A.810(19)または A.812(19)に規定する要件を満たし、回収作業中の損傷を避ける危険性を低減すること。
- .3 位置を示す信号及びホーミングのための信号を、7日間/168時間の間、28時間、送信できること。

5.1.4 デザインと構造は、決議A.694(17)及び機関が受け入れる国際基準<sup>2</sup>の要件に合致するもので、データの保安 5.2 に規定する持続性を確保すること。

注 2 : IEC 60945 – Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – General requirements, methods of testing and required test results を参照のこと。

## 5.2 データの選択と確保

5.2.1 S-VDR に記録すべき最小のデータ項目は、5.4 に規定する。要求される項目のデータの記録と保管を妨げない限り、追加の項目のデータを記録しても良い。

5.2.2 装置は、出来得る限り、データの選択、送られるデータ自身及びすでに記録されたデータをみだりに健康で着ないような措置を施すこと。データあるいは記録の健全性を妨げようとする行為を記録できること。

5.2.3 記録方法は、記録された個々のデータ項目の健全性が点検でき、間違っただデータがあるときに必ず警報が検知できること。

## 5.3 作動の継続性

5.3.1 S-VDR は事故時に記録を継続することを確保するために、S-VDR は、船舶の非常用電源によって作動できる手段を講ずること。

5.3.2 船舶の非常用電源が供給できなくなった場合には、S-VDR は専用蓄電源により、船橋の音声(5.4 参照)を 2 時間継続記録できること。その 2 時間後に、すべての記録を自動的に終了すること。

5.3.3 6 項に従った短期間の中断又は 5.3.2 に従った終了時以外、記録は連続して行うこと。すべてのデータ項目を記録する時間は 1 2 時間とする。これより以前のデータは新しいデータによって上書きされる。

## 5.4 記録するデータ項目

### 日付と時間

5.4.1 UTC による日付と時刻は、船外のソースから、又は船内の時計から得る。どのソースから得たかを記録する。事故の経過を再現するために必要な分解能ですべてのデータが再現できるような方法で日付及び時刻を記録すること。

### 船位

5.4.2 緯度経度を使用したデイトムとよみに、電気式測位システム (EPFS) から得る。記録は、再生した時に EPFS を特定でき、かつその状況が分かるように行うこと。

### 船速

5.4.3 対水速度又は対地速度を、どの速度及び距離測定装置から得たものであるかが分かるように、記録する。

## 方位

5.4.4 船舶のコンパスで得られた情報を記録する。

## 船橋の音声

5.4.5 ひとつ以上のマイクロフォンを、見張り場所、レーダ表示器、海図テーブルなどの近くでの会話を適切に記録できるように配置する。また、マイクロフォンは、船内通信、船内放送システム及び船橋における音声警報を、できるだけ捉えるように設置する。

## 無線通信

5.4.6 船舶の運航に関する VHF 通信を記録する。

## レーダ・データ、表示後選択

5.4.7 船舶のひとつのレーダにおいて記録する時にレーダの主表示器に実際に表示されているすべての情報を含む電気信号情報を記録する。それには、表示器に見えるレンジリング又はマーカ、ベアリング・マーカ、電気的なプロット記号、レーダ・マップ、選択された SENC 又は他の電子マップ、航海プラン、航行情報、航行警報、及びレーダのステータスを含む。記録方法は、記録した時に表示器に表れた画面全体を忠実に再現できるようなもので、S-VDR の作動に本質的な圧縮方法を採用する。

## AIS データ

5.4.8 レーダ・データを得ることが不可能な場合<sup>3</sup>には、他船の情報源として AIS データを記録する。レーダ・データが記録される場合には、AIS 情報は、自船及び他船の情報源として、追加の情報として記録しても良い。

注 3 : commercial off the shelf ( COTS ) interface が利用できない場合

## その他のデータ

5.4.9 決議 A.861(20)に記載されている要件に従って挙げられたその他のデータは、それが国際デジタル・インタフェイス基準<sup>4</sup>の承認された文書フォーマットに従って入手可能な場合には、記録する。

注 4 : IEC 61162 を参照

## 6 作動

6.1 装置は、通常は全自動で作動すること。事故後には、記録過程の中断が最小になるように、記録されたデータが保管できるような手段を講じること。

## 7 インタフェイス

7.1 センサとのインタフェイスは、可能な場合には適当な国際基準に従うこと。船舶の装置への接続は、S-VDR が故障した場合にもその装置の作動に影響を与えないようなものであること。

( 参考資料 4 - 2 )

**IEC 61996(VDR)の、オリジナル規格と追加のPASの改正の要点 ( 注意：全文の対比ではない)**

<p><b>Shipborne voyage data recorder (VDR) Part 2:- Simplified voyage data recorder (S-VDR) Performance requirements - Methods of testing and required test results IEC/PAS 61996</b></p>	<p><b>Shipborne voyage data recorder (VDR) – Performance requirements – Methods of testing and required test results IEC 61996</b></p>
<p><b>1 Scope</b></p> <p>This Publicly Available Specification (PAS) specifies the minimum performance requirements, technical characteristics and methods of testing, and required test results, for simplified shipborne voyage data recorders (S-VDRs) as required by IMO MSC.163(78). It takes into account IMO resolution A.694 and is associated with IEC 60945. When a requirement in this standard is different from IEC 60945, the requirement in this standard takes precedence.</p> <p>Note: All text of this standard, whose wording is identical to that of IMO MSC.163(78) is printed in <i>italics</i>, and the Resolution and associated performance standard paragraph numbers are indicated in brackets.</p>	<p><b>1 Scope</b></p> <p>This International Standard specifies the minimum performance requirements, technical characteristics and methods of testing, and required test results, for shipborne voyage data recorder (VDR) installations as required by Chapter V of the International Convention for Safety of Life at Sea (SOLAS), as amended. It takes account of IMO resolution A.694 and is associated with IEC 60945. When a requirement in this standard is different from IEC 60945, the requirement in this standard takes precedence. This standard incorporates the applicable parts of the performance standards included in IMO Resolution A.861.</p> <p>Note: All text of this standard, whose wording is identical to that of IMO Resolution A.861, is printed in <i>italics</i>, and the Resolution and associated performance standard paragraph numbers are indicated in brackets.</p>

## 2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60068-2-27:1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60268:1998, *Sound system equipment – Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index*

IEC 60651:1979, *Sound level meters*

IEC 60945:1996, *Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – General requirements – Methods of testing and required test results*

IEC 61097-2:1994, *Global maritime distress and safety system (GMDSS) – Part 2: COSPAS SARSAT EPIRB – Satellite emergency position-indicating radio beacon operating on 406 MHz – Operational and performance requirements, methods of testing and required test results*

IEC 61097-5:1997, *Global maritime distress and safety system (GMDSS) – Part 5: Inmarsat-E – Emergency position indicating radio beacon (EPIRB) operating through the Inmarsat system – Operational and performance requirements, methods of testing and required test results*

IEC 61097-7:1996, *Global maritime distress and safety system (GMDSS) – Part 7: Shipborne VHF radiotelephone transmitter and receiver – Operational and performance requirements, methods of testing and required test results*

IEC 61162 (all parts), *Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Digital interfaces*

## 2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60068-2-27:1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60268:1998, *Sound system equipment – Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index*

IEC 60651:1979, *Sound level meters*

IEC 60945:1996, *Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – General requirements – Methods of testing and required test results*

IEC 61097-2:1994, *Global maritime distress and safety system (GMDSS) – Part 2: COSPAS SARSAT EPIRB – Satellite emergency position-indicating radio beacon operating on 406 MHz – Operational and performance requirements, methods of testing and required test results*

IEC 61097-5:1997, *Global maritime distress and safety system (GMDSS) – Part 5: Inmarsat-E – Emergency position indicating radio beacon (EPIRB) operating through the Inmarsat system – Operational and performance requirements, methods of testing and required test results*

IEC 61097-7:1996, *Global maritime distress and safety system (GMDSS) – Part 7: Shipborne VHF radiotelephone transmitter and receiver – Operational and performance requirements, methods of testing and required test results*

IEC 61162 (all parts), *Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Digital interfaces*

<p>IEC 61260:1995, <i>Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters</i></p> <p>IMO A.658(16): <i>Use and fitting of retro-reflective materials on life-saving appliances</i></p> <p>IMO A.662(16): <i>Performance standards for float-free release and activation arrangements for emergency radio equipment</i></p> <p>IMO A.694(17): <i>General requirements for shipborne radio equipment forming part of the Global maritime distress and safety system (GMDSS) and for electronic navigational aids</i></p> <p><b>IMO A.802(19): <i>Performance standard for survival craft radar transponders for use in search and rescue operations</i></b></p> <p>IMO A.810(19): <i>Performance standards for float-free satellite emergency position-indicating radio beacons (EPIRBs) operating on 406 MHz</i></p> <p>IMO A.812(19): <i>Performance standards for float-free satellite emergency position-indicating radio beacons (EPIRBs) operating through the geostationary INMARSAT satellite system on 1,6 GHz</i></p> <p><b>IMO A.824(19): <i>Performance standards for devices to indicate speed and distance</i></b></p> <p>IMO A.830(19): <i>Code on alarms and indicators, 1995</i></p> <p>IMO A.861(20): <i>Performance standards for shipborne voyage data recorders (VDRs)</i></p> <p>IMO MSC.81(70): <i>Testing of life saving appliances</i></p> <p><b>IMO MSC.163(78): <i>Performance standards for shipborne simplified voyage data recorders (S-VDR).</i></b></p> <p>IMO : 1974, <i>Convention on Safety of Life at Sea (SOLAS), as amended</i></p> <p>ITU-R M.632-3:1997, <i>Transmission characteristics of a satellite emergency position-indicating radio beacon (satellite EPIRB) operating through geostationary satellites in the 1,6 GHz band</i></p> <p>ITU-R M.633-3:2004, <i>Transmission</i></p>	<p>IEC 61260:1995, <i>Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters</i></p> <p>IMO A.658:1989, <i>Use and fitting of retro-reflective materials on life-saving appliances</i></p> <p>IMO A.662:1989, <i>Performance standards for float-free release and activation arrangements for emergency radio equipment</i></p> <p>IMO A.686:1991, <i>Code on alarms and indicators</i></p> <p>IMO A.689:1991, <i>Testing of life saving appliances</i></p> <p>IMO A.694:1991, <i>General requirements for shipborne radio equipment forming part of the Global maritime distress and safety system (GMDSS) and for electronic navigational aids</i></p> <p>IMO A.810:1995, <i>Performance standards for float-free satellite emergency position-indicating radio beacons (EPIRBs) operating on 406 MHz</i></p> <p>IMO A.812:1995, <i>Performance standards for float-free satellite emergency position-indicating radio beacons (EPIRBs) operating through the geostationary INMARSAT satellite system on 1,6 GHz</i></p> <p>IMO A.830:1995, <i>Code on alarms and indicators</i></p> <p>IMO A.861: 1997, <i>Performance standards for shipborne voyage data recorders (VDRs)</i></p> <p>IMO : 1974, <i>Convention on Safety of Life at Sea (SOLAS), as amended</i></p> <p>ITU-R M.632-3:1997, <i>Transmission characteristics of a satellite emergency position-indicating radio beacon (satellite EPIRB) operating through geostationary satellites in the 1,6 GHz band</i></p> <p>ITU-R M.633-1:1990, <i>Transmission characteristics of a satellite emergency position-indicating radiobeacon (satellite EPIRB) system operating through a low polar-orbiting satellite system in the 406 MHz band</i></p> <p>Eurocae: ED56A – <i>Minimum operational performance specification (MOPS) for</i></p>
--	--



<p><i>characteristics of a satellite emergency position-indicating radiobeacon (satellite EPIRB) system operating through a low polar-orbiting satellite system in the 406 MHz band</i></p> <p><i>Eurocae: ED56A – Minimum operational performance specification (MOPS) for cockpit voice recorder system</i></p> <p><i>VESA :1996, Video electronics standards association – Discrete monitor timings standard 1.0, Revision 0.7 (DMTS)</i></p> <p><i>SAE AS8045:1988, Engineering Society for advancing mobility land sea air and space –Minimum performance standard for underwater locating devices – acoustic-self-powered</i></p>	<p><i>cockpit voice recorder system</i></p> <p><i>VESA :1996, Video electronics standards association – Discrete monitor timings standard 1.0, Revision 0.7 (DMTS)</i></p> <p><i>SAE AS8045: 1988, Engineering Society for advancing mobility land sea air and space –Minimum performance standard for underwater locating devices – acoustic-self-powered</i></p>
---	--

<p><b>3 Definitions and abbreviations</b></p> <p><b>3.1 Definitions</b></p> <p><b>3.1.1 recorder (S-VDR) (MSC.163(78) 4.1)</b> complete system, including any items required to interface with the sources of input data, for processing and encoding the data, the final recording medium in its capsule, the power supply and dedicated reserve power source</p> <p><b>3.1.2 sensor (MSC.163(78) 4.2)</b> any unit external to the S-VDR to which the S-VDR is connected and from which it obtains data to be recorded</p> <p><b>3.1.3 final recording medium (MSC.163(78) 4.3)</b> any item of hardware on which the data is recorded such that access to it would enable the data to be recovered and played back by use of suitable equipment</p> <p><b>3.1.4 playback equipment (MSC.163(78) 4.4)</b> any equipment, compatible with the recording medium and the format used during recording, employed for recovering the data. It includes also the display or presentation hardware and software that is appropriate to the original data source equipment. Playback equipment is not normally installed on a ship and is not regarded as part of a S-VDR within this standard</p> <p><b>3.1.5 dedicated reserve power source (MSC.163(78) 4.5)</b> secondary battery, with suitable automatic charging arrangements, dedicated solely to the VDR, of sufficient capacity to operate it as required by 4.5.3</p> <p><b>3.1.6 resolution</b> smallest detectable increment between two values</p> <p><b>3.1.7 data</b> any item of information received by the S-VDR for recording, including numerical values, text and audio or radar signals, except where specifically stated or the context dictates otherwise</p> <p><b>3.1.8 activation of a suitable alarm</b> mutable audible alarm and persistent visual indication, given according to the requirements of A.830, but with an audible</p>	<p><b>3 Definitions and abbreviations</b></p> <p><b>3.1 Definitions</b></p> <p><b>3.1.1 recorder (VDR) (A.861/4.1)</b> complete system, including any items required to interface with the sources of input data, for processing and encoding the data, the final recording medium in its capsule, the power supply and dedicated reserve power source</p> <p><b>3.1.2 sensor (A.861/4.2)</b> any unit external to the VDR to which the VDR is connected and from which it obtains data to be recorded</p> <p><b>3.1.3 final recording medium (A.861/4.3)</b> item of hardware on which the data is recorded such that access to it would enable the data to be recovered and played back by use of suitable equipment</p> <p><b>3.1.4 playback equipment (A.861/4.4)</b> equipment, compatible with the recording medium and the format used during recording, employed for recovering the data. It includes also the display or presentation hardware and software that is appropriate to the original data source equipment. Playback equipment is not normally installed on a ship and is not regarded as part of a VDR within this standard</p> <p><b>3.1.5 dedicated reserve power source (A.861/4.5)</b> secondary battery, with suitable automatic charging arrangements, dedicated solely to the VDR, of sufficient capacity to operate it as required by 4.5.3</p> <p><b>3.1.6 resolution</b> smallest detectable increment between two values</p> <p><b>3.1.7 data</b> any item of information received by the VDR for recording, including numerical values, text and audio or radar signals, except where specifically stated or the context dictates otherwise</p> <p><b>3.1.8 activation of a suitable alarm</b> mutable audible alarm and persistent visual indication, given according to the requirements of A.830, but with an audible level in the range of 55 – 65 dBA.</p> <p><b>3.1.9 bridge work station</b></p>
---	--

level in the range of 55 – 65 dBA

### 3.1.9 bridge work station

position at which a person is expected to be when performing one of the normal bridge duties at, for example, the following work stations:

- centre line conning
- bridge wing(s)
- main radar
- chart table
- helms
- communication

### 3.2 Abbreviations

**AIS** Automatic identification system

**ALR** IEC 61162 sentence: Set alarm state

**DPT** IEC 61162 sentence: Depth relative to the transducer

**DTM** IEC 61162 sentence: Geodetic datum reference

**EPFS** Electronic position fixing system

**EPIRB** Emergency position indicating radio beacon

**EUT** Equipment under test

**GMDSS** Global maritime distress and safety system

**GNS** Global navigation system

**HDT** IEC 61162 sentence: True heading

**HDG** IEC 61162 sentence: Magnetic compass heading

**HTC** IEC 61162 sentence: Heading/track control command

**HTD** IEC 61162 sentence: Heading/track control data

**IMO** International Maritime Organization

**INS** Integrated navigation system

**ITU** International Telecommunication Union

**MWV** IEC 61162 sentence: Wind and speed angle

**OOW** Officer of the watch

**RSA** IEC 61162 sentence: Rudder sense angle

**RPM** IEC 61162 sentence: Revolutions per minute

**ROV** Remotely operated vehicle

**SAR** Search and rescue

**SENC** System electronic navigation chart

**SINAD** Signal to noise and distortion

**STI** Sound transmission index

**TXT** IEC 61162 sentence: Text message

**VDO** IEC 61162 sentence: AIS - VHF data link own-vessel message

**VDM** IEC 61162 sentence: AIS - VHF data link message

**VHF** Very high frequency radio

**VBW** IEC 61162 sentence: Dual ground water

position at which a person is expected to be when performing one of the normal bridge duties at, for example, the following work stations:

- centre line conning
- bridge wing(s)
- main radar
- chart table
- helmsman
- communication

### 3.2 Abbreviations

**EPFS** Electronic position-fixing system

**IMO** International Maritime Organization

**INS** Integrated navigation system

**ITU** International Telecommunication Union

**OOW** Officer of the Watch

**ROV** Remotely operated vehicle

**SENC** System electronic navigation chart

**SINAD** Signal to noise and distortion

**STI** Sound transmission index

<p>speed</p> <p><b>XDR</b> IEC 61162 sentence: Transducer measurements</p> <p><b>ZDA</b> IEC 61162 sentence: Time and date</p> <p>Note: For IEC 1162 sentences see annex A</p>	
--	--

<p><b>4 Performance requirements</b></p> <p>Performance requirements described in the following clauses are specified, where relevant, by reference to the numbered paragraphs of IMO MSC.163(78), if not otherwise indicated.</p> <p><b>4.1 General</b></p> <p>Requirements specified in this PAS are only relevant to equipment designated as an <b>S-VDR</b> and required to meet IMO MSC.163(78).</p> <p>For equipment designated as a VDR to IMO Performance standards defined in resolution A.861 refer to IEC 61996.</p> <p><b>A table of cross-references between this PAS and IEC 61996 is included in annex E.</b></p> <p><b>4.2 Purpose (MSC.163(78) 1)</b></p> <p><i>The purpose of a simplified voyage data recorder (S-VDR) is to maintain a store, in a secure and retrievable form, of information concerning the position, movement, physical status, command and control of a vessel over the period leading up to, and following, an incident having an impact thereon. Information contained in a S-VDR should be made available to both the Administration and the shipowner. This information is for use during any subsequent investigation to identify the cause(s) of the incident.</i></p>	<p><b>4 Performance requirements</b></p> <p><b>4.1 General</b></p> <p>Performance requirements described in this clause are specified by reference to the numbered paragraphs of IMO Resolution A.861.</p> <p><b>4.2 Purpose (A.861/1)</b></p> <p><i>The purpose of a Voyage Data Recorder (VDR) is to maintain a store, in a secure and retrievable form, of information concerning the position, movement, physical status, command and control of a vessel over the period leading up to, and following, an incident having an impact thereon. This information is for use during any subsequent investigation to identify the cause(s) of the incident.</i></p>
--	---

<p><b>4.3 Operational requirements</b> (MSC.163(78) 5)</p> <p><b>4.3.1 Design and construction</b> (MSC.163(78) 5.1.4)</p> <p><i>The design and construction, which shall be in accordance with the requirements of resolution A.694(17) and international standards acceptable to the Organization<sup>1</sup>, shall take special account of the requirements for data security and continuity of operation as detailed in IMO MSC.163(78) 5.2 and 5.3 and in this PAS clauses 4.3, 4.4 and 4.5.</i></p> <p><b>4.3.2 Maintenance of sequential records</b> (MSC.163(78) 5.1.1)</p> <p><i>The S-VDR shall continuously maintain sequential records of pre-selected data items relating to the status and output of the ship's equipment, and command and control of the ship, referred to in 4.6.</i></p>	<p><b>4.3 Operational requirements (A.861/5)</b></p> <p><b>4.3.1 Design and construction (A.861/5.1.4)</b></p> <p><i>The design and construction, which shall be in accordance with the requirements of resolution A.694(17) and international standards acceptable to the International Maritime Organization (IMO), shall take special account of the requirements for data security and continuity of operation as detailed in 4.4 and 4.5.</i></p> <p><b>4.3.2 Maintenance of sequential records (A.861/5.1.1)</b></p> <p><i>The VDR shall continuously maintain sequential records of pre-selected data items relating to the status and output of the ship's equipment, and command and control of the ship, referred to in 4.6.</i></p>
<p><b>4.3.4 Protective capsule</b></p> <p><b>4.3.4.1 Final recording medium</b> (MSC.163(78) 5.1.3)</p> <p><i>The final recording medium shall be installed in a protective capsule. The capsule may be designed to remain fixed to the ship in all circumstances. Alternatively, it may be designed to float free automatically if the ship sinks (see 5.2). The capsule may also comply with the requirements of IEC 61996.</i></p> <p><b>4.3.4.1.1 Fixed capsule</b> (MSC.163(78) 5.1.3.2)</p> <p><i>The fixed type protective capsule shall comply with the requirements set out in resolution A.861(20) and this international standard with the exception of the resulting requirements for withstanding penetration.</i></p> <p><b>4.3.4.1.2 Float-free capsule</b> (MSC.163(78) 5.1.3.3)</p> <p><i>In addition to meeting the requirements of this international standard, the float-free type protective capsule shall:</i></p> <p>a) <i>be so constructed as to comply with the</i></p>	<p><b>4.3.4 Protective capsule (A.861/5.1.3)</b></p> <p><b>4.3.4.1 Requirements</b></p> <p>The final recording medium shall be installed in a protective capsule. The capsule shall meet all the requirements of 4.3.4.2 and 4.3.4.3.</p> <p><b>4.3.4.2 (A.861/5.1.3.1) The capsule shall be capable of being accessed following an incident but secure against tampering</b></p> <p>The capsule shall enclose the final recording medium. The final recording medium shall not be accessible by standard operating procedures during normal ship operations.</p> <p>A means shall be provided to retrieve stored information via an external device without opening the protective capsule.</p> <p><b>4.3.4.3(A.861/5.1.3.2) Recovery</b></p> <p>The capsule shall <i>maximise the probability of survival and recovery of the final recorded data after any incident.</i>(see 5.2)</p> <p><b>4.3.4.3.1 Structure of the capsule</b></p> <p>The capsule containing the final recording</p>

<sup>1</sup> Refer to publication IEC 60945 - Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems - General requirements, methods of testing and required test results.

<p>requirements specified in resolutions A.810(19) or A.812(19);</p> <p>b) <i>be fitted with means to facilitate grappling and recovery, be designed with due regard to preventing it from being fouled during release; and</i></p> <p>c) <i>be so constructed as to minimise the risk of loss or damage to the recording medium during recovery operations.</i></p> <p><b>4.3.4.2 Access to capsule</b> (MSC.163(78) 5.1.3.1.1)(See also 5.2)</p> <p><i>The capsule shall be capable of being accessed following an incident but secure against tampering.</i></p>	<p>medium shall be designed to be installed on the external deck of the vessel. It may be designed to remain fixed to the ship in all circumstances. Alternatively, it may be designed to float free automatically if the ship sinks (see 5.1).</p> <p>The capsule shall be designed to protect the stored data against the following (see 5.2):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• shock</li> <li>• penetration</li> <li>• fire</li> <li>• deep-sea pressure and immersion</li> </ul>
---	--

<p><b>4.3.4.3 Location and identification</b> (See also 5.2)</p> <p><b>4.3.4.3.1 Location</b> (MSC.163(78) 5.1.3.1.4)(See 5.3) <i>The capsule shall be fitted with an appropriate device to aid location.</i></p> <p><b>4.3.4.3.2 Visibility and marking</b> (MSC.163(78) 5.1.3.1) The capsule, together with any outermost shell, <i>shall be of a highly visible</i> fluorescent orange colour, <i>marked with retro-reflective materials</i> that comply with the relevant requirements of IMO A.658 and marked with the legend: “VOYAGE DATA RECORDER – DO NOT OPEN -REPORT TO AUTHORITIES”</p>	<p><b>4.3.4.3.2 Visibility and marking (A.861/5.1.3.3)</b> The capsule, together with any outermost shell, <i>shall be of a highly visible</i> fluorescent orange colour, <i>marked with retro-reflective materials</i> that comply with the relevant requirements of IMO A.658 and marked with the legend: “VOYAGE DATA RECORDER – DO NOT OPEN -REPORT TO AUTHORITIES”</p> <p><b>4.3.4.3.3 (A.861/5.1.3.4) Location</b> <i>The capsule shall be fitted with an appropriate device to aid location.</i></p> <p>Both fixed and float-free designs shall include an acoustic underwater beacon. In the case of a protective capsule intended for float-free operation, it shall also have a suitable radio transmitter, and a light (see 5.3).</p>
<p><b>4.6.8 AIS</b> (MSC.163(78) 5.4.8) <i>Where there is no commercial off-the-shelf interface available to obtain radar data then AIS target data shall be recorded as a source of information regarding other ships, otherwise AIS information may be recorded additionally as a beneficial secondary source of information on both other and own ship.</i></p> <p>The VDM message shall be recorded in such a way, that all target data available from the onboard AIS are acquired.</p> <p>If the VDO message is recorded, this shall be additional to the recording of individual sensor data as per sections 4.6.1 – 4.6.4.</p>	<p>(左欄の S-VDR の注釈) レーダーデータを得るために利用可能な、標準品で、すぐに使えるインタフェースがない場合は、他船に関する情報源として、AIS 物標データが記録されなければならない。 AIS 情報は、別途、他船および自船に関する有益な二次的情報源として記録されても良い。 VDM メッセージは、要求される船上 AIS から得ることができるすべての物標データとして記録されなければならない。 VDO メッセージが記録されるならば、4.6.1-4.6.4 項の個々のセンサーデータに対する付加的な記録でなければならない。</p>
<p><b>4.6.9 Other Items</b> (MSC.163(78) 5.4.9) <i>Any additional data items listed by IMO with the requirements set out in resolution A.861(20) (clauses 4.6.10 – 4.6.17 below) shall be recorded where the data is available in accordance with the international digital interface standards ( 2 ) using approved sentence formatters.</i></p>	<p>(左欄の S-VDR の注釈) IMO 決議 A.861(20)( 4.6.10-4.6.17 項 )で示される要件に記載された、いかなる付加データ項目も、国際的なデジタルインタフェース標準 (IEC61162)にしたがって、承認センテンスフォーマットを使用したデータが記録されなければならない。</p>

<sup>2</sup> Refer to publication IEC 61162



<p><b>5.2 Particular design requirements for the protective capsule</b> (MSC.163(78), 5.1.3) <i>The final recording medium shall be installed in a protective capsule of either a fixed or float-free type, which shall meet all of the following requirements (IMO MSC.163(78), 5.1.3.1).</i></p> <p>a) maintain the recorded data for a period of at least 2 years following termination of recording;</p> <p>b) <b>be of a highly visible colour and marked with retro-reflective materials.</b></p> <p><b>5.2.1 Fixed protective capsule</b> (MSC.163(78) 5.1.3.2)</p> <p><b>5.2.1.1 Design of the fixed capsule</b> The capsule containing the final recording medium shall be designed to be installed on the external deck of the vessel.</p> <p>The capsule shall be designed to protect the stored data against the following (see IEC 61996, 5.4, except penetration):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- shock</li> <li>- fire</li> <li>- deep-sea pressure and immersion</li> </ul> <p><b>5.2.1.2 Release mechanism</b> <b>The fixed capsule</b> shall have a release mechanism to facilitate recovery under water both by a diver or a remotely operated vehicle (ROV). Possible items to be considered are:</p> <p>a) the use of break-away bolts;</p> <p>b) release levers; or</p> <p>c) twist lock.</p> <p>To ensure that the capsule may be retrieved safely after release, suitable large pad eyes or handles shall be incorporated.</p> <p>Note: It should be borne in mind that the manipulator jaws of typical underwater recovery machines have a maximum opening of only 300 mm, a gripping force limit of about 1 kN, and a pulling force limit of about 500 N.</p>	<p><b>5.1 Particular design requirements for the protective capsule</b></p> <p>Where a float-free release mechanism is used, it shall comply with the relevant requirements of IMO Resolution A.662.</p> <p>Any float-free release mechanism shall be inhibited automatically if the protective capsule has been subjected to a fire temperature more severe than the fire protection of the radio transmission device required by 4.3.4.3.3.</p> <p>両規格とも、4.3.4.3.2 に類似の記述あり。</p> <p><u>Both float-free and fixed designs shall have a release mechanism...であった。</u></p>
<p><b>5.3 Location beacon(s) for the protective capsule</b> (MSC.163(78) 5.1.3.1.4) <i>The capsule shall be fitted with an</i></p>	

appropriate device to aid location, as follows:

### 5.3.1 Device for the location of the fixed capsule

The capsule shall include an acoustic underwater beacon meeting SAE AS 8045, operating in the frequency band of 25 kHz to 50 kHz with a battery life of at least 30 days.

### 5.3.2 Device(s) for the location of the float-free capsule

(MSC.163(78) 5.1.3.3.3)

#### 5.3.2.1 Homing transmitter

The float-free capsule shall include a homing transmitter operating on 121.5 MHz, complying with Annex B of either IEC 61097-2 or IEC 61097-5, except that a Morse letter "V" (. . . -) shall be inserted with a repetition period varying between 47.5 s to 52.5 s, with a dot length (one unit) equal to 115 ms ± 5%.

#### 5.3.2.2 Light

The float-free capsule shall have a light conforming to the relevant requirements of IEC 61097-2 or IEC 61097-5. In addition this light shall remain activated during daylight hours.

#### 5.3.2.3 Position

The float-free capsule shall be capable to resolve and transmit its position with a minimum accuracy of 4 seconds of arc.

#### 5.3.2.4 Combined EPIRB/S-VDR capsule

In case of a combined EPIRB/S-VDR capsule, this shall, in addition to the requirements of this standard, meet IEC 61097-2 or IEC 61097-5, except as modified herein.

#### 5.3.2.5 Operation of transmitters

(MSC.163(78) 5.1.3.3.3)

The transmitters shall:

- a) be capable of operating for a minimum of 7 days maintaining the specified duty cycle; or
- b) if the device includes the capability of being remotely controlled, (see note), it shall be capable of transmitting an initial locating signal:
  1. for a period of at least 2 h; or
  2. in case of a combined EPIRB/S-VDR

(左欄の S-VDR の注釈)

### 5.3.2 浮揚型カプセルの探査のための装置 (MSC.163(78) 5.1.3.3.3)

#### 5.3.2.1 自動誘導送信機

浮揚型カプセルは、1ドット(1単位)が 115ms ± 5%に等しく、47.5s から 52.5s までの間で繰り返し変化する、モールス符号の“V”( . . . - )が挿入されなければならないことを除いて、IEC 61097-2 あるいは IEC 61097-5 の付録 B のいずれかに従う、121.5MHz で運用する自動誘導送信機を含めなければならない。

#### 5.3.2.2 光源

浮揚型カプセルは、IEC 61097-2 または IEC 61097-5 の関連した要件に従う光源を持たなければならない。

さらに、この光源は、日中の間中作動を続けなければならない。

#### 5.3.2.3 位置

浮揚型カプセルは、弧の 4 秒の精度以上の分解能でその位置を送信する能力がなければならない。

#### 5.3.2.4 合体された EPIRB/S-VDR カプセル

合体された EPIRB/S-VDR カプセルの場合には、この標準の要件に加えて、ここで変更される場合を除き、IEC 61097-2 または IEC 61097-5 に適合しなければならない。

#### 5.3.2.5 送信機の作動 (MSC.163(78) 5.1.3.3.3)

送信機は:

a) 指定された義務期間の、最低 7 日間を維持する運用ができる;

あるいは、

b) 装置が遠隔指令 (註参照) される能力を含むならば、それは初期の探査信号を送る能力がなければならない:

1. 少なくとも 2 時間の間; あるいは、

2. 合体された EPIRB/S-VDR カプセルの場合には、規定の時間 (少なくとも 48 時間) の後に、自動的に待機モードに変わらなければならない; そして、さらに

3. それは、7 日間 / 168H 以上の指定された義務サイクルにおいて、少なくとも 48H の累積期

<p>capsule, for at least 48 h, after which time period it shall automatically switch to a stand-by mode; and in addition</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. have the capability of being commanded to transmit further locating/homing signals for a cumulative period of at least 48 h at the specified duty cycle over not less than 7 days / 168 h; and</li> <li>4. if it does not receive a command to transmit within 5 days/120 h, it shall automatically switch into the transmission mode for at least 48 h.</li> </ol> <p>Note: A return signal path must be implemented to command and control the locating device signal (after initial activation) to ensure that the 48 h transmission period is achieved over a total time span of 7 days. Therefore this function may be implemented after such return path and guidance for its use by authorities has been specified, and after this standard has been amended accordingly.</p>	<p>間のために、探査/自動誘導信号をさらに送信するように指令される能力を持っている。 そして、 4.もし、それが5日間/120時間以内に送信する指令を受けないならば、自動的に、少なくとも48時間送信モードに変わる。 ものでなければならない。</p> <p>Note: リターンパスの経路は、探査信号(最初の起動の後)の指令および制御を48時間の送信期間が7日間の総計時間にわたって成し遂げられることを確実にするために実行されるべきである。 したがって、このようなリターンパスと指針がその使用のために当局によって指定された後に、そして、この標準がしかるべく改正された後に、実施されるかもしれない。</p>
---	--



## 5 . S-VDR の実証実験

### 5.1 浮揚式カプセルの搜索回収実験

#### 5.1.1 概要

IMO において、現存船用の簡易型 VDR の検討が俎上に挙がっている。現在、規格化されている VDR は多くの情報を記録する必要がある他、沈没や火災を想定した厳しい耐久性能が求められているため、現存船への設置は新造船以上に大きなコストを必要とする。このため、記録データ数の削減や浮揚式カプセルの導入を含む簡易型 VDR の実現性について調査研究を行っている。

本実験では、浮揚式カプセル実現で大きな課題となる海難後の回収の可能性について、搜索回収方法の検討とその実証実験により考察する。

本検討で用いる浮揚型 VDR カプセルは、海上で浮揚している位置を自動的に知らせ、船舶等によって回収させるため、EPIRB (衛星非常用位置指示無線標識) SART (搜索救助用レーダトランスポンダ) 及び白色及び赤外線 LED による発光体を持つよう提案している。

本年度は、浮揚型 VDR カプセル模型の製作を行い、浮揚式カプセルの仕様の検討を行うと共に LED の視認性実証実験と搜索回収実証試験を実施し、それらの機能を用いて搜索回収が確実に行えることを検証する。

LED の視認性実証実験では、白色 LED 発光信号及び赤外線 LED 発光信号の到達距離及び観測者による識別に関する主観的評価を行う。

搜索回収実証試験では、SART 及び LED 発光体を浮揚型 VDR カプセルに搭載して海上に浮揚させ、船舶を使用して模擬搜索回収を行う実証検討を行う。

#### 5.1.2 搜索回収シナリオ

##### 5.1.2.1 搜索方法と使用可能機器

浮揚式カプセルの搜索回収方法としては、2つの段階が考えられる。

まず、第1に「非常用位置指示無線標識 (Emergency Position Indication Radio Beacon: EPIRB、以下「EPIRB」という) により、大まかな位置の特定を行う。詳細は後述するが、この EPIRB により、地球上であればほぼ半径 5km 以内の精度で位置の特定が可能である。

次に、この特定された位置を中心に搜索を行う。この際には、「搜索救助用レーダトランスポンダ」(Search and Rescue Radar Transponder : SART、以下「SART」という) 及び LED を用いた発光体からの信号を手がかりに搜索を行う。SART は、船舶からのレーダ波に应答して信号を出し、レーダ画面上に SART の位置を示すもので、この状況を元に VDR カプセルに近づくことができる。一方、発光体については、人間が認識し易い白色及び赤外線暗視装置を想定した赤外線 LED 発光体を装備させ、目視と支援装置としての暗視装置を利用して、搜索を行う。

### 5.1.3 浮揚式 VDR カプセルの構成

#### 5.1.3.1 概要

今回の検討では、主に EPIRB による位置の特定後の状況を検討するため、SART と LED 発光体及び実験において位置を計測するための小型 GPS (実際の浮揚式カプセルには装備しない。) を装備した浮揚式カプセルを製作した。図 5.1.1 にその概略図を示す。全高は 870mm でおおよそ 600mm が海面上に出ている。頭頂部に LED 発光体があり、SART は胴体内に設置する。特に、SART のアンテナについては、できるだけ高い位置に設置する。

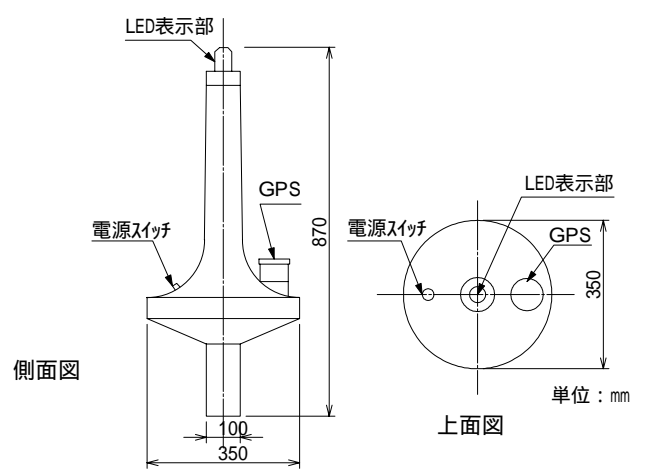
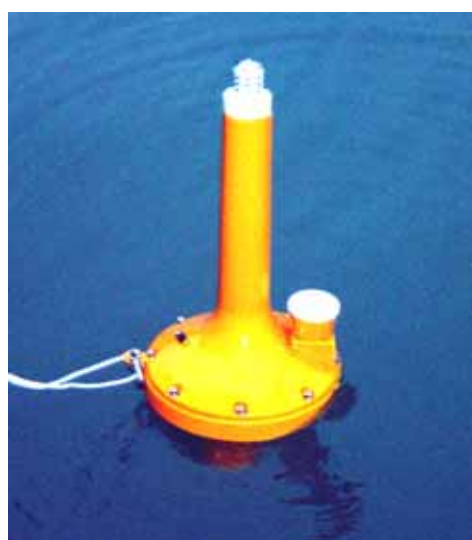


図 5.1.1 浮揚式 VDR カプセル概略図

#### 5.1.3.2 EPIRB

現在、浮揚式 VDR カプセルに含めようとしている EPIRB は、COSPAS/SARSAT システムを使用する 406MHz 極軌道衛星利用 EPIRB である。406MHz 極軌道衛星利用 EPIRB は、EPIRB を搭載した船舶が遭難した際に、規定の遭難信号を 406.025MHz の電波に乗せて自動または手動で発信するとともに、航空機によるホーミングのために 121.5MHz の遭難信号を発信するものである。

この EPIRB からの電波は、常時 4 以上の衛星が地球を回っている COSPAS/SARSAT の衛星で受信され、その衛星で受信周波数が測定と EPIRB からの送信内容の記録が行われる。この記録した内容は、その衛星から繰返して放送され、各国で設置している LUT (Local User Terminal) と呼ばれる地上局が、この衛星からの放送を受信して、その EPIRB からの送信の内容を解読する。これにより、EPIRB の位置を計算できる。EPIRB からは数十秒ごとに約 1/2 秒の送信をし、衛星はこの EPIRB の上空を通る間の 10 数分間に、この信号を原則として 10 数回受信をする。この 10 数回の受信周波数は、衛星の移動によるドップラー効果を受けて変化し、この周波数の変化から EPIRB の位置が特定できる。EPIRB の位置検出精度については、IMO COM35/INF.29 “406MHz EPIRB TRIAL IN JAPAN”に、真の位置から計測位置までの誤差 5Km の確率が 86.6% とされている。

今回の実験では実際には搭載しないが、搭載が予想される EPIRB の仕様を示す。

型名	JQE-3A
送信周波数	406.025 ± 0.002MHz
送信電力	5W ± 2dB
変調方式	位相変調 ( 1.1 ± 0.1 ラジアン )
ホーミング信号	送信周波数 : 121.5MHz 送信電力 : 50mW 変調方式 : 振幅変調
デジタルメッセージ	繰り返し時間 : 50 秒 ± 5% 送信バースト長 : 440msec ± 1% ( ショートメッセージ )

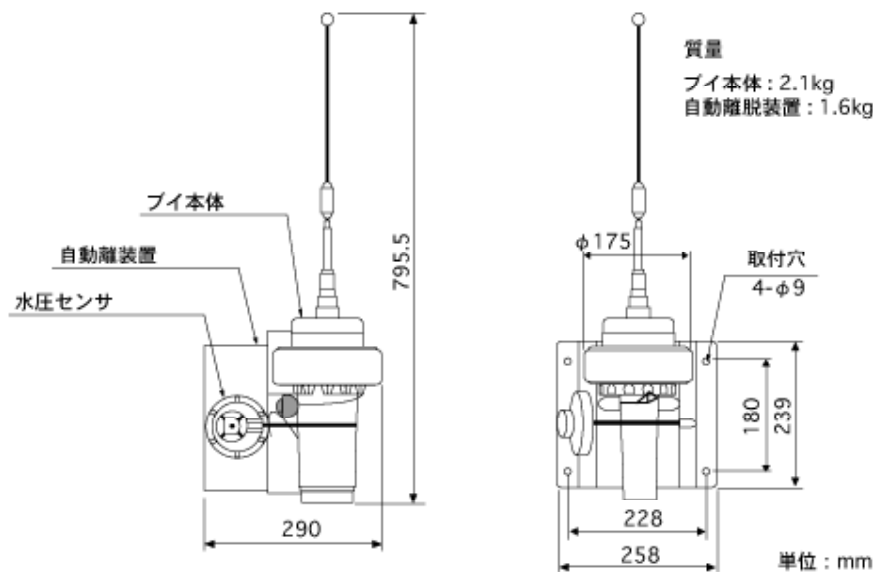


図 5.1.2 406MHz 極軌道衛星利用 EPIRB 概略図

### 5.1.3.3 SART

SART は、「船舶用レーダー」や「航空機とう載の捜索用レーダー」を相手方とする 9GHz 帯の送受信機である。SART は、海難発生時に起動されて受信待ち受け状態になり、接近するレーダーの送信パルスを受信すると自動的に応答波を送信して、捜索者のレーダーの指示器上に遭難者の位置を直接表示して「救助率」を高めると共に遭難者に対しても、装置の持つ受信機能を利用して内蔵している視聴覚モニターによりレーダーに応答している事を通報して励ます事により「生存率」を高める「双方向性の機能」を持っている。有効距離は相手方のレーダーのアンテナ海面高などで変動するが、船舶による捜索で最大 10 海里、航空機捜索で最大 60 海里程度である。但し、浮揚式 VDR カプセルに使用する場合、アンテナ高が制限されるため、船舶からでは、数マイルの有効範囲となると予想される。

以下に今回の実証実験に使用する SART の仕様を示す。

型名	JQX-30A (改)	
電波の形式	QON	
掃引周波数	9140 ~ 9560MHz	
偏波面	水平	
・ 受信機		
	実効受信感度(ERS)	-50dBm 以下
	応答回復時間	10 $\mu$ s 以内
・ 送信機		
	変調	QON (パルス変調)
	変調波形 (掃引波形)	鋸歯状波
	掃引時間	7.5 $\pm$ 1.0 $\mu$ s
	掃引回復時間	0.4 $\pm$ 0.1 $\mu$ s
	掃引回数 / 時間	4 回
	送信電力 (EIPP)	400mW(+26dB)以上
	応答遅延時間	0.5 $\mu$ s 以下

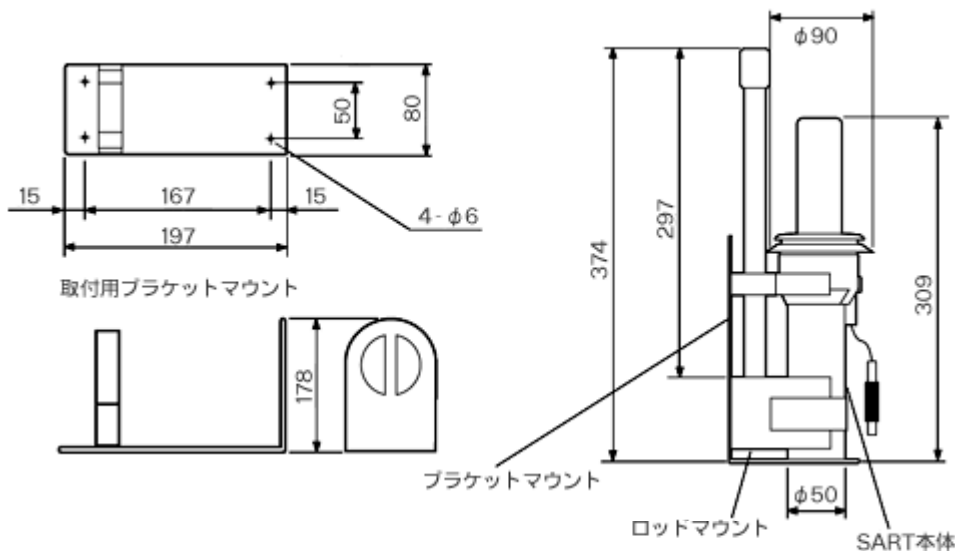


図 5.1.3 SART の概略図

#### 5.1.3.4 LED

発光ダイオード (Light-emitting Diode: LED) の研究開発が本格化したのは 1980 年代になってからであるが、特に 1960 年代から 70 年代には量産のための基本技術開発が行われて現在に至り、更には、高輝度化や発光波長域拡大の取り組みにより、その性能は飛躍的に向上し、今では社会的にも広く用いられるようになってきている。また、LED 素子単体の利用のみならず、アレイ化によるフラットパネルディスプレイの研究も広く進められている。LED は、基本的に高信頼性、高速応答、低電圧駆動、長寿命、小型軽量など、半導体デバイスとしての多くの長所を持つことから、これからのコンピュータ主導の技術ステージにおいて重要な役割を持つものと考えられる。一方、高輝度・長寿命の白色 LED の実現により、照明用固体光源の発光デバイ



スとしての役割も、省エネや耐環境の観点から、大きな注目を得ている状況である。

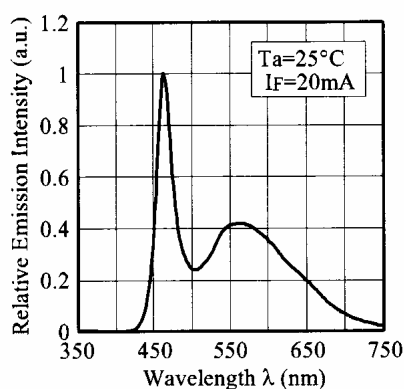
近年の有色 LED の開発や発光波長域拡大の取り組みにより、現在の LED は可視波長域のみならず、紫外あるいは近赤外から赤外までに及んでおり、例えば近赤外 LED を利用した各種家電機器のリモートコントローラの普及、コンピュータ間の情報通信デバイスなど広く一般社会にも普及していることは衆知のことである。

浮揚式 VDR カプセルに位置表示の目的から従来のフラッシング・ランプではなく、LED の利用を想定するならば、高信頼性や長寿命など多くの利点があるが、これまでは発光輝度の点において問題があった。しかし、LED の高輝度化が実現された現在では、LED 使用に実用上の大きな障害はないものと考えられる。また、捜索手段として目視だけでなく各種暗視スコープや暗視ビデオカメラの利用を考えるならば、これらの観測機器の機能を十分に活用することができるような発光機能を与えることが重要となる。ここで、一般的な民生ビデオカメラと暗視ビデオカメラの分光感度を図\*に示した。一般的に通常の民生ビデオカメラは、人間の視覚感覚に適合させるような可視域の分光特性を持っているが、暗視ビデオカメラの場合は、不可視域までの広い波長帯域に対応することと電気的な感度調整により夜間などでも撮像を可能にしている。従って、可視域から不可視域の近赤外までをカバーするような発光機能を浮揚式 VDR カプセルが持つことによって、目視のみならず暗視スコープや暗視ビデオカメラを用いた観測に対して有効なものとなる。そこで、高輝度白色 LED と近赤外 LED の組み合わせによる浮揚式 VDR カプセル用発光器を採用することが有効と考えられる。

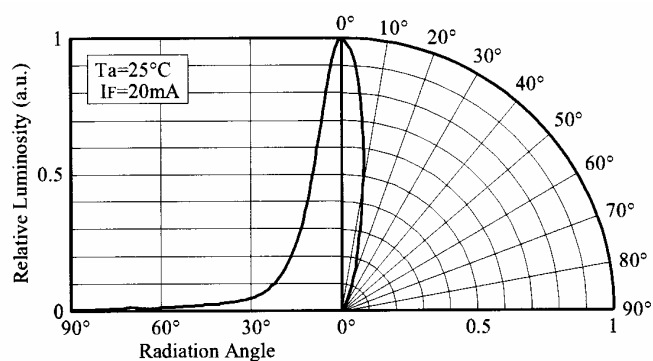
浮揚式 VDR カプセル用発光器として実証実験において使用した高輝度白色 LED の仕様と分光特性を表 5.1.1 と図 5.1.4 に示し、近赤外 LED の仕様と分光特性を表 5.1.2 と図 5.1.5 に示した。

表 5.1.1 高輝度白色 LED の仕様

品名	メーカー	光度 (cd)	順電圧 Vf (V)	指向特性 2/1/2 (°)
NSPW300BS	日亜化学	6.4 (20mA の時)	3.6	20



波長特性

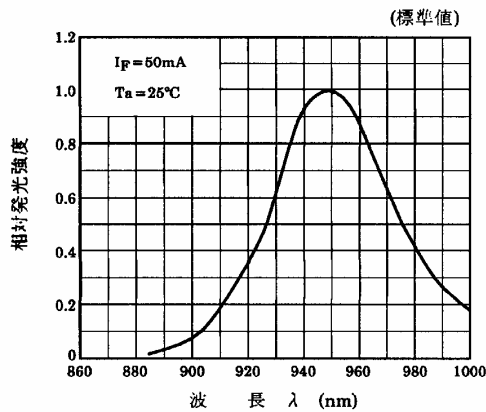


指向特性

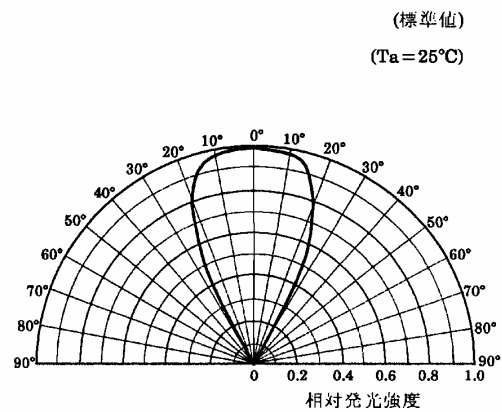
図 5.1.4 高輝度白色 LED の分光特性

表 5.1.2 近赤外 LED の仕様

品名	メーカー	放射強度 (mW/sr)	光出力 (mW)	順電圧 Vf (V)	指向特性 2 1/2 (°)
TLN105B	東芝	20 (50mA 時)	11 (50mA 時)	1.35	47



波長特性



指向特性

図 5.1.5 近赤外 LED の分光発光特性

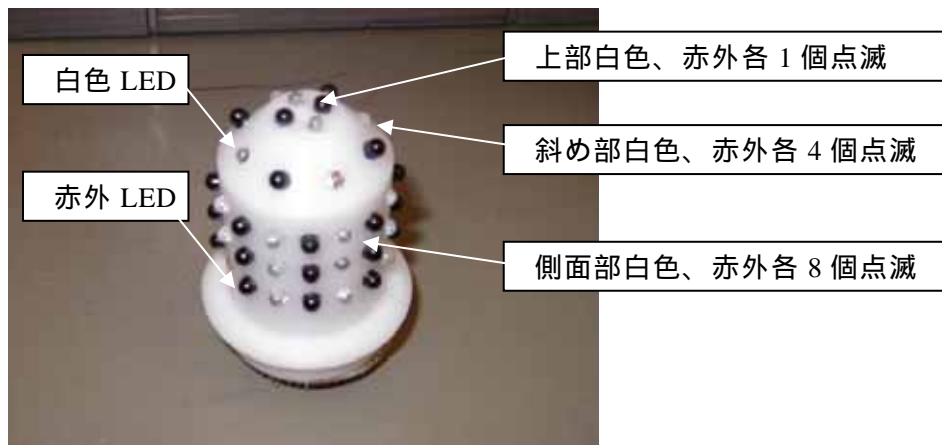


図 5.1.6 浮揚式 VDR カプセル用発光器

### (1) 可視 LED 及び近赤外 LED の基本光学特性

浮揚式 VDR カプセル用発光器に使用する LED 選択の事前評価実験として、陸上屋外において既存可視及び近赤外 LED の発光特性を目視と暗視ビデオカメラによる観測を実施した。実験場所は、海技研構内の道路上であり、昼間及び夜間、観測距離は約 150 [m]である。

実験に使用した暗視ビデオカメラ(テクノポート社製 VM-330)と観測対象である近赤外 LED

機器を整理して表 5.1.3 に示すと共に、図 5.1.7 に示した。ここで使用した近赤外 LED 機器( 、 )は、通常暗視カメラ等を使った夜間撮影時に投光器として用いることを目的としたものであり、IR イルミネーターと称される民生機器である。それぞれ投光性能には差があるものであり、 の順に LED の数が多く、投光輝度が大きくなる。特に は、基板上に 56 個の高輝度近赤外 LED が配置されたものであり、高い近赤外投光性能を持っている。

表 5.1.3 観測実験に使用したセンサと LED 機器

観測センサ	観測 LED 投光器 (イルミネーター)
暗視ビデオカメラ テクノポート社 VM-330	電池式近赤外 LED イルミネーター 中距離近赤外 LED イルミネーター 近赤外 56 LED イルミネーター 可視赤色 LED
暗視ビデオカメラ + IR パスフィルター	電池式近赤外 LED イルミネーター 中距離近赤外 LED イルミネーター 近赤外 56 LED イルミネーター 可視赤色 LED

(観測条件：カメラ・投光器間距離 約 150 [m])



(近赤外 LED 投光器： 上表の に対応)

図 5.1.7 近赤外 LED 投光器

#### IRパス・フィルターについて

浮揚式 VDR カプセル用発光器として近赤外 LED を採用した場合、発光器は近赤外域に大きな特徴を持つ。従って、この特徴に注目して搜索の手がかりとすることを考えるならば、観測撮像時に可視域の波長をカットして近赤外域情報のみを得るようなフィルタリングの可能性を評価することは、実利的にも実務的にも重要な要件と考えられる。そこで、いわゆる IR パス・フィルターを装着した場合の画像情報を評価することも同時に実施した。図 5.1.8 は、実験に使用した IR パス・フィルターの光学特性を示したものである。

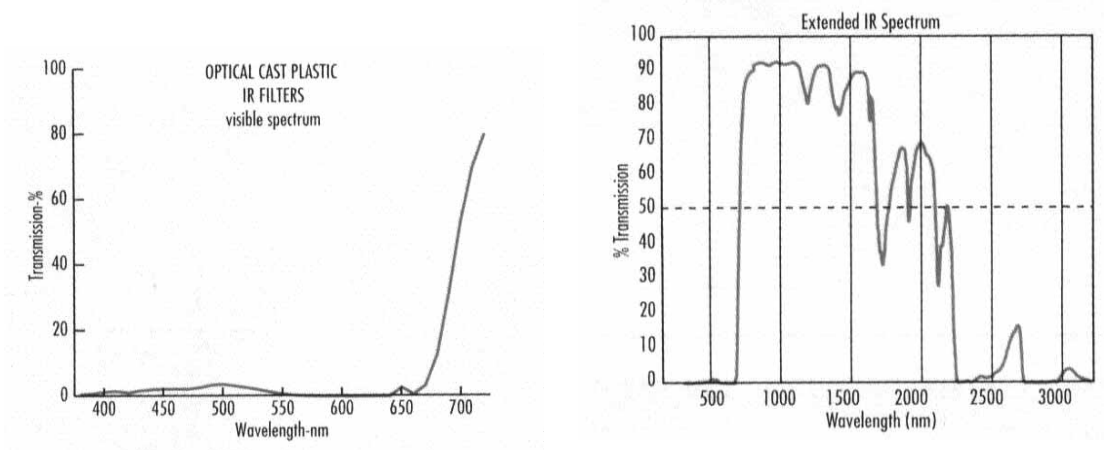


図 5.1.8 IR パス・フィルターの光学特性



図 5.1.9 暗視カメラ画像 (IR パス・フィルター無し：昼間)



図 5.1.20 暗視カメラ画像 (IR パス・フィルター有り画像：昼間)

図 5.1.19 及び図 5.1.20 は、夜間実験に先立ち昼間に観測した画像例であり、IR パス・フィルター装着有無の別による差異を評価することを目的としたものである。図 5.1.8 の暗視カメラ分光感度に示したように IR パス・フィルターを装着しない場合が可視域から近赤外域までの広い波長域に対応した画像であるに対して、IR パス・フィルターを装着の場合は 700 [nm]以下の可視域の波長をカットした画像となっている。図より明らかなように昼間観測の場合、IR パス・フィルター装着有無の別による影響は小さいが、樹木の葉に著しい差異が認められる。すなわち、昼間において樹木の葉は相対的に近赤外域で強い放射特徴を持つことが現れている。海上観測を主観とした実験には無関係の事象ではあるが、IR パス・フィルターによって本来モノクロ 1 チャンネル情報である暗視画像情報が多チャンネル化によって、観測対象物固有の特性を得られることが明らかである。

#### フレーム間差分処理によるLEDの認識について

夜間観測の条件において IR パス・フィルター装着なしで近赤外 LED を点灯した場合の画像例を図 5.1.21 ~ 図 5.1.22 に示した。図 5.1.21 は LED 点灯なしの画像であり、図 5.1.22 ~ 図 5.1.24 は表 5.1.3 に示した の IR 投光器を順次点灯していった画像である。目視観測では街路灯付近以外は暗い夜間の環境であるが、暗視ビデオカメラにとってはひじょうに明るい環境となるものである。点灯した LED 投光器は不可視領域の波長であるため目視での確認は全くできないが、図に明らかなように暗視カメラ画像ではじゅうぶんに確認できる。しかし、同時に点灯させた赤色 LED の確認は目視においても暗視カメラにおいても不可であった。

近赤外 LED の反応を明確にするために画像処理を加えた画像例を図 5.1.25 に示す。実行した処理は、LED 点灯の有無画像（図 5.1.21 と図 5.1.24）のフレーム間差分画像に平滑化処理を施した後にしきい値処理によって 2 値化を実施した結果である。非常に単純な処理の組み合わせではあるが、このような一連の処理の実施によって目標の認識が可能であることが明らかであり、換言するならば少なくとも夜間観測の環境においては目標の自動認識処理をリアルタイムで連続実行することが可能であることを示すものである。



図 5.1.21



図 5.1.22



図 5.1.23



図 5.1.24

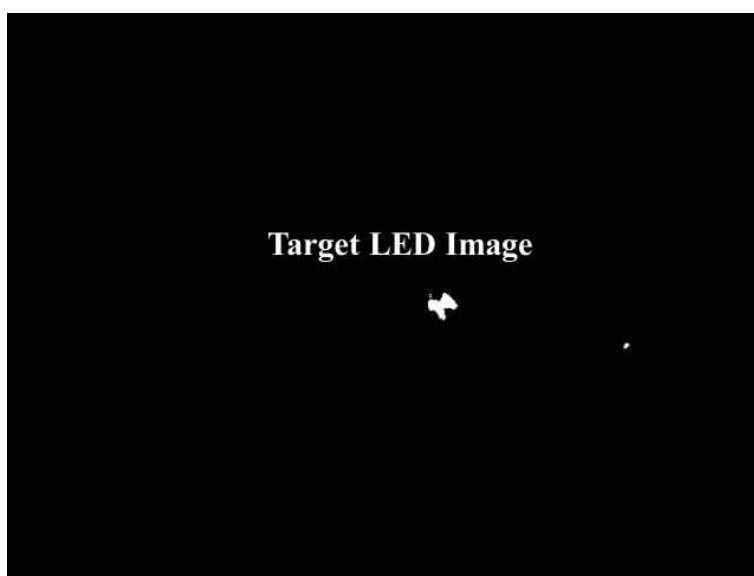


図 5.1.25 フレーム間差分処理による LED の認識  
夜間フィルター無し

夜間観測の条件において IR パス・フィルターを装着して近赤外 LED を点灯した場合の画像例を図 5.1.26～図 5.1.29 に示した。図 5.1.21～図 5.1.24 と同様に の IR 投光器を順次点灯していった画像である。IR パス・フィルター装着の効果と暗視ビデオカメラの自動ゲインコントロール機能の働きにより、近赤外 LED の発光状態をより鮮明にとらえることが実現されている。しかし、前述したように近赤外 LED を目視での観測によって認識することが不可であることを考慮するならば、近赤外 LED のみならず高輝度白色 LED との組み合わせによる併用使用が浮揚式 VDR カプセル用発光器として実用上有効な選択と考えられる。



図 5.1.26



図 5.1.27



図 5.1.28



図 5.1.29

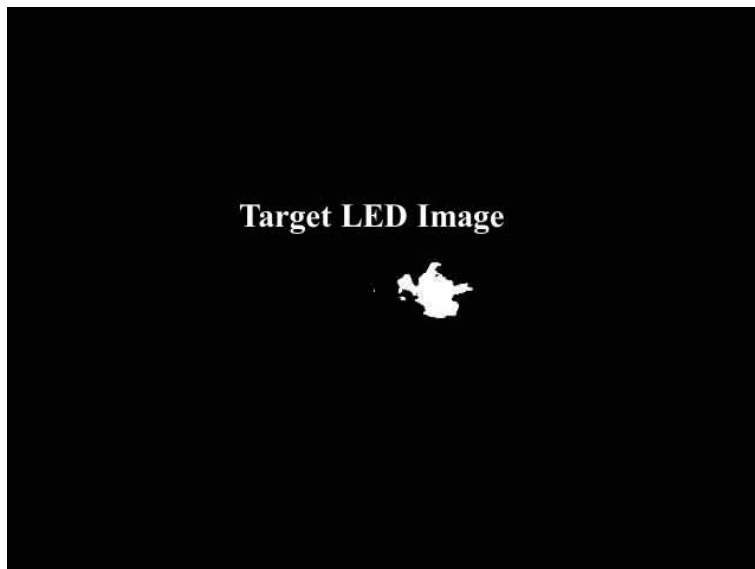


図 5.1.30 フレーム間差分処理による LED の認識  
夜間フィルターあり

図 5.1.25 と同様に、近赤外 LED の反応を明確にするために画像処理を加えた画像例を図 5.1.30 に示した。実行した処理は、LED 点灯の有無画像（図 5.1.26 と図 5.1.29）のフレーム間差分画像に平滑化処理を施した後にしきい値処理によって 2 値化を実施した結果である。

#### 浮揚式VDRカプセル用LED発光器の基本特性

図 5.1.6 において既に示したが、LED に関わる陸上実験の実施によって得られた知見に基づき試作された浮揚式 VDR カプセル用発光器を図 5.1.31 に示す。この発光器は、前述したように VDR カプセルであるブイの頭部に装着することを考えたものであり、高輝度白色 LED と近赤外 LED との組み合わせによる併用使用を目的とするものである。

試作した浮揚式 VDR カプセル用 LED 発光器の性能及び基本的な特性を明らかにすることを目的として、陸上での観測実験を実施した。実験場所は海技研屋内 200m 水槽であり、夜間搜索を想定して照明を全て落として観測を実施した。目視及び暗視ビデオカメラ（IR パスフィルター有無）による観測と同時に発光器の姿勢の変化による影響の評価を含めて実施したものである。

目視観測による LED 発光器の視認性は極めて良いものであり、高輝度白色 LED の有効性を確認する結果が得られると同時に、発光器の姿勢による視認性の劣化も確認されなかった。言うまでもなく、屋内約 200m の観測は現実の海上搜索の場とは大きく隔たるものではあるが、確認された高輝度白色 LED の視認性の高さは実用上でも十分に役立つものと考えられる。

暗視ビデオカメラによる観測画像（IR パスフィルター無し）を LED 発光器の ON/OFF 別に図 5.1.32 及び図 5.1.33 に示した。目視観測で実験場所は、小さな灯火がある状況ではあったがほぼ真闇条件に近いものとなっていた。

しかし、使用した暗視ビデオカメラの性能から、不可視域の光源を含めて LED 発光器観測の障害となる雑光源が数多く捉えられていることはひとつの課題となるものである。実際には LED 発光器が点滅機能を持っているため、その他の雑音要素から分離して認識することは困難ではないが、状況により今回試みたような光学フィルターなどを利用したフィルタリングによる雑音除去の取り組みも重要になるものと推測される。

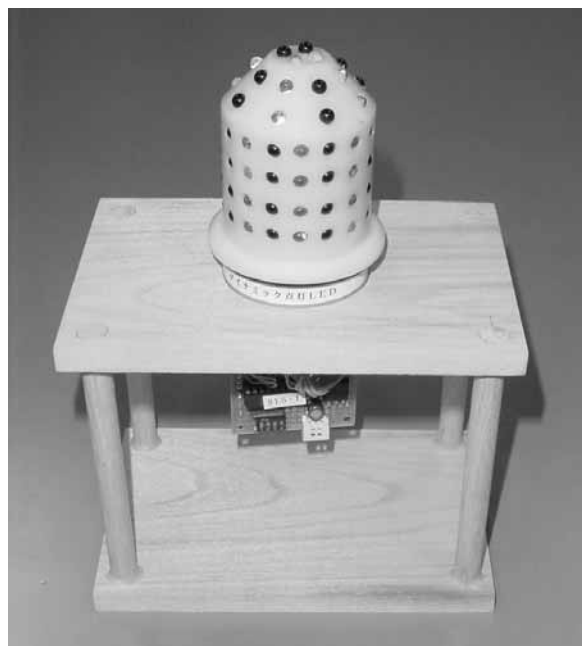


図 5.1.31 浮揚式 VDR カプセル用 LED



LED 発光器の点滅別の画像を用いたフレーム間差分処理画像を図 5.1.34 に示す。処理手順はこれまでと同様なものを採用して、画像処理を実行した結果である。図より明らかなように LED 発光を十分に捉えており、雑音処理の作用としても観測対象である LED 発光器と同等の点滅動作をしないものであれば、画像情報からの雑音除去は決して困難なことではない。



図 5.1.32



図 5.1.33

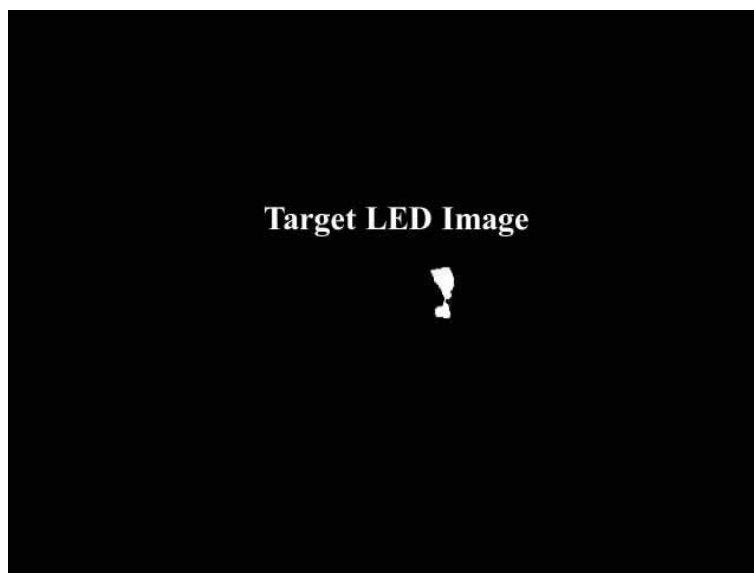


図 5.1.34 フレーム間差分処理による LED の認識  
夜間フィルターなし

図 5.1.35 及び図 5.1.36 には、暗視ビデオカメラによる観測画像（IR パスフィルター有り）を LED 発光器の ON/OFF 別に示した。IR パスフィルター無しの場合と比較するならば、可視域波長がカットされたことにより、雑音要素となる光源が除去されている状況は明らかではあるが、近赤外域の放射を持つ光源はそのまま残っており、LED 発光器では白色 LED 発光要素が除去され近赤外要素のみとなっている。従って、このように雑音要素としての近赤外域の放射が大きい場合、IR パスフィルターを使用するならば画像情報の縮約の効果はあるが、雑音除去の解決にはならない側面も明らかとなった。

図 5.1.34 と同様に、LED 発光器の点滅別の画像を用いたフレーム間差分処理画像を図 5.1.37 に示した。この場合でも LED 発光を十分に捉えており、観測対象である LED 発光器と同等の点滅動作をしないものであれば、画像情報からの除去効果が得られることが明らかとなった。



図 5.1.35



図 5.1.36

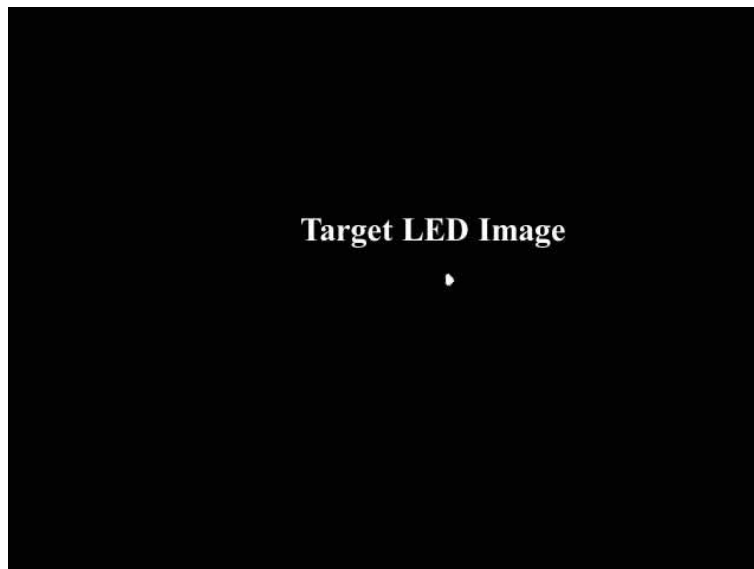


図 5.1.37 フレーム間差分処理による LED の認識  
夜間フィルターあり

## LEDの点滅間隔について

LED 発光器の点滅状況を高速キャプチャー（70msec.間隔）して記録し、画像を確認することで点滅状態を評価した結果を整理して図 5.1.38 に示した。図より明らかなように試作した発光器の LED は約 500msec.の点灯と約 1000msec.の消灯を繰り返して点滅している。設定は 1 秒間隔の点滅であったが、実際には実現されていない。原因は未確認ではあるが、目視した感覚ではほぼ点滅は同程度のものと認識されていたことを考えるならば、目視観測の場合、視覚の残像現象の影響を受けることを考慮しなければならないと考えられる。点滅の間隔や点灯時間の設定は電力の消費に直接関わることから、その設定は重要な要件となるものである。

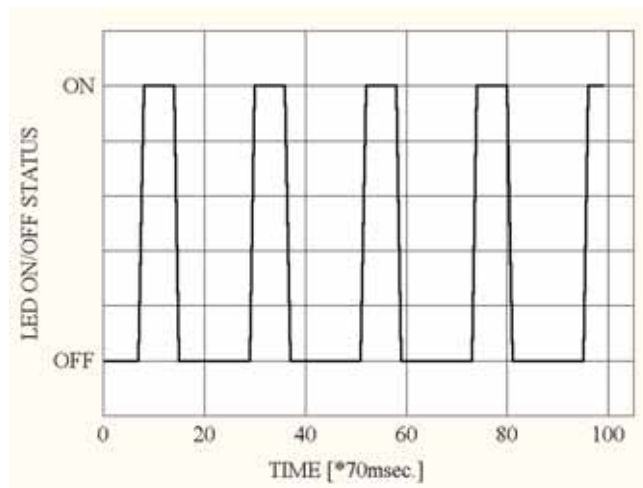


図 5.1.38 LED 発光器の発光間隔

### (2) 電気仕様

EPIRB,SART 及び LED を動作させるために必要な電池の容量を市販のリチウム電池で計算した。

各部の消費電力は以下のようなになる。

#### (ア) EPIRB の消費電力

EPIRB 付属のストロボライトを除く消費電力は以下のようなになる。

$$\text{消費電力} = 120\text{mA} \times 11.2\text{V} = 1.334\text{W/h}$$

2 日間作動させるために必要な電池容量は

$$1.334\text{W/h} \times 2 \text{ 日} \times 24 \text{ 時間} = \underline{224.112\text{Wh}} \quad \dots$$

#### (イ) SART の消費電力

$$\text{消費電力は} \quad \text{待受け時} \quad 40\text{mA} \times 6\text{V} = 0.24\text{W/h}$$

$$\text{応答時} \quad 90\text{mA} \times 6\text{V} = 0.54\text{W/h}$$

7 日間作動させるために必要な電池容量は

$$\text{待受け時} \quad 0.24\text{W/h} \times 7 \text{ 日} \times 24 \text{ 時間} = 40.32\text{Wh}$$

応答時 8 時間送信とした場合

$$0.54\text{W/h} \times 8 \text{ 時間} = 4.32\text{Wh}$$

合計 44.64Wh . . . . .

(ウ) LED の消費電力

LED の平均消費電流：60mA

消費電力は  $60\text{mA} \times 6\text{V} = 0.36\text{W/h}$

7 日間作動させるために必要な電池容量は

$$0.36\text{W/h} \times 7 \text{ 日} \times 24 \text{ 時間} = \underline{60.48\text{Wh}} \quad \dots$$

EPIRB,SART 及び LED の合計に必要な電池容量は

$$+ \quad + \quad = 224.112 + 44.64 + 60.48 = \underline{329.232\text{Wh}}$$

リチウム電池の特性はカタログによると次のとおりである。

品番	公称電圧 ( V )	公称容量 ( mAh )	標準電流 ( mA )	パルス最大電流 ( mA )	寸法 ( mm )	重量 ( g )
CR20H	3	10,000	40.0	800	34.2 × 61.5	100.0
CR14H	3	5,000	20.0	500	26.2 × 50.0	52.0

電池から取り出せる電力量はカタログから算出すると次のとおりである。

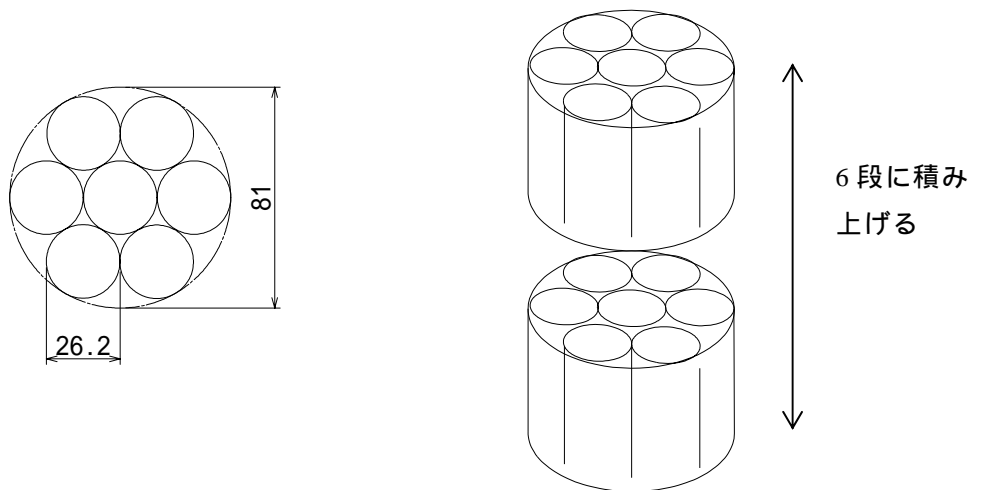
品番	周囲温度 ( )			備考
	-20	0	20	
CR20H	9Wh	16.2Wh	19.2Wh	電池の終止電圧を 2 V、負荷電流が 300mA とした場合
CR14H	6.8Wh	8Wh	8.6Wh	電池の終止電圧を 2 V、負荷電流が 100mA とした場合

EPIRB,SART 及び LED を 7 日間動作させるために必要な電力は 329.232Wh であるから、周囲温度を 0 にした場合、必要な電池は 次のとおりである。

- ・ 電池品番 CR20H の場合  $329.232 / 16.2 = 21 \text{ 本}$
- ・ 電池品番 CR20H の場合  $329.232 / 8 = 42 \text{ 本}$

ただし、EPIRB の電源電圧は 11.2V、 SART 及び LED の電源電圧は 6V であるため、EPIRB は 4 個直列に、SART 及び LED は 2 個直列にする必要がある。従って EPIRB 用と SART,LED 用の電池を分けるかあるいは 4 個直列にし、DC-DC コンバータを使用して 6V に変換して EPIRB 及び SART の電源とする。





VDR カプセルの電池収納部は内径 95mm であることから CR14H を使用する必要がある。

#### 5.1.4 LED の視認性実証実験

実海域における LED の視認性能を確認するため、海上での LED の特性把握実験と LED による捜索回収実験を行った。海上での LED の特性把握実験では、海岸に赤外線ビデオカメラ等を設置し、距離に応じた信号強度と複数の被験者による視認性の主観的評価を行った。

##### 5.1.4.1 海上での LED の特性把握実験

###### (1) 実験の概要

実験は、以下の要領で実施された。

日時 平成 14 年 11 月 19 日 夜  
20 日 昼

場所 附属臨海実習施設(富浦)前海域  
(右に概略図を示す。)

###### (2) 実験の手順

まず、実験班を 2 手に分け、一方の実験班が tender ボートで、VDR カプセルを海上の任意の位置に設定し、その浮揚式 VDR カプセルを陸上の観測ポイントから評価者が主観的にその見え方を評価すると共に、赤外線カメラで撮影を行った。一方、陸上観測点と浮揚式 VDR カプセルは、それぞれハンディータイプの GPS 受信機を持ち、これで距離の計測を行った。



目視による観測では、裸眼、双眼鏡、暗視装置を使って行い、それぞれについて、以下の3段階での主観的評価を行った。

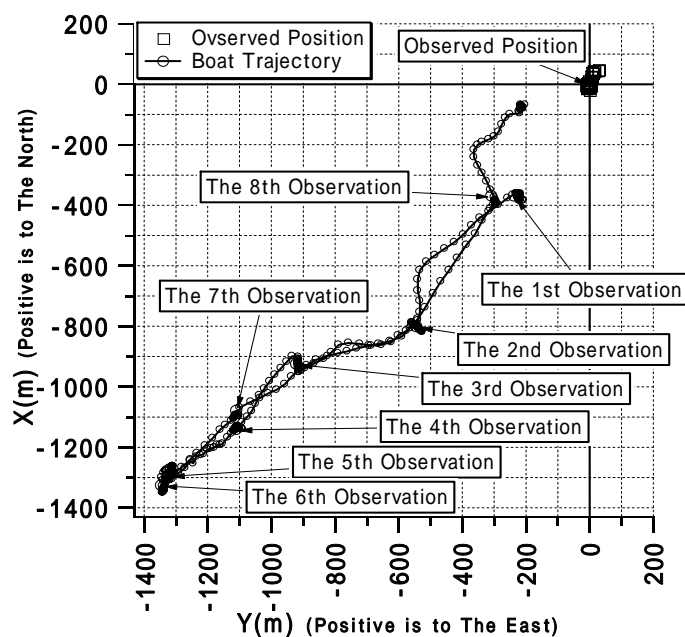
- 0：確認不可能。
- 1：微かに見える。
- 2：弱いが確認できる。
- 3：十分確認できる。

### (3) 夜間の LED の特性と評価結果 ( 19 日夜、曇、風、波平穏 )

計測は、点灯させる LED の個数を 3 灯と 1 灯にして、計 8 回実施した。

以下に実験条件を示す。

実験ケース	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	第8回
LED 個数	3 灯	3 灯	3 灯	3 灯	3 灯	1 灯	1 灯	1 灯
離隔距離	439m	969m	1305m	1592m	1851m	1889m	1548m	481m

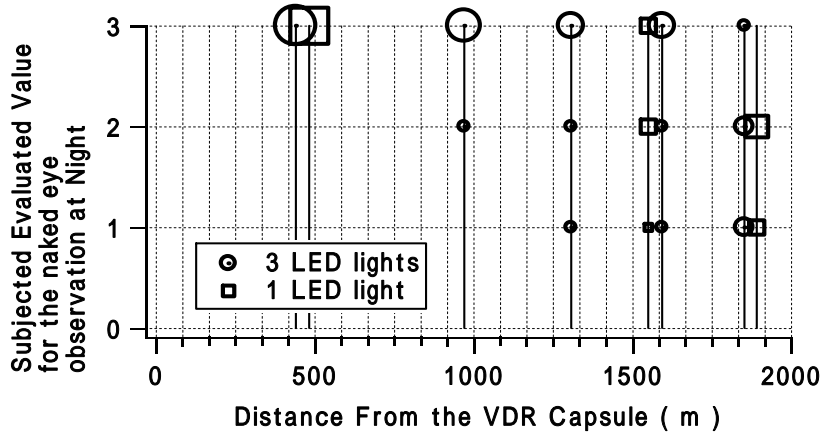


実験時の VDR カプセルの航跡と観測実施位置

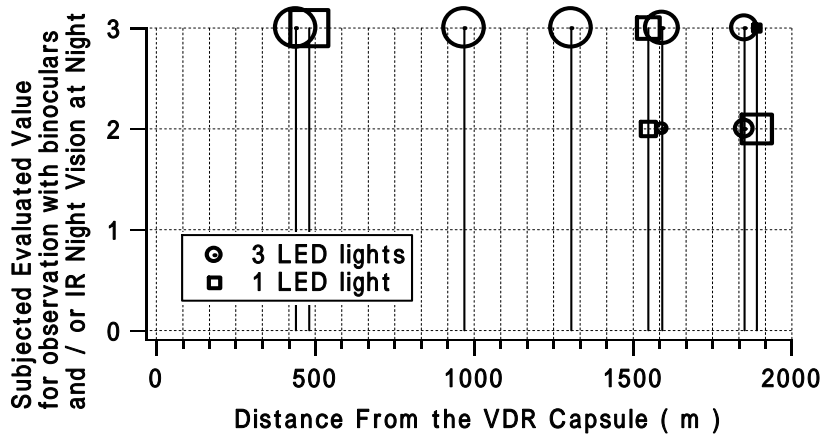
#### 主観的評価結果

評価者による観測においては、裸眼の他、赤外線暗視装置と双眼鏡で評価を行った。

以下に評価結果を示す。



### 肉眼による観測結果



### 搜索支援機器（双眼鏡または暗視装置）による評価結果

- 肉眼では、1800m 辺りから見え難くなり始めている。
- 搜索支援機器としては、主に双眼鏡が用いられた。
- 暗視装置は、近くのもの動向監視には有効と思われたが、拡大機能が無い等で評価が良くなかった。但し、背景光がかなり大きく、その影響がなければもっと良い評価となる可能性がある。
- もう少し距離を取りたかったが、暗礁等の関係で、ここまでが限界だった。

### 搜索支援装置に関する主な意見

#### 双眼鏡

背景の光と重なったためか、目視（双眼鏡）が最も把握が容易であった。

双眼鏡と暗視ゴーグルでの見え方を比較すると、双眼鏡は拡大されると同時に、肉眼よりやや明るく感じられ、かなり見易い（夜間でも）と感じた。

#### 暗視ゴーグル

暗視ゴーグルでは背景と明確に分かれる距離の場合に、双眼鏡と同じ程度であった。

暗視ゴーグルは、確かに全体に明るく見えるのですが、映像の拡大がないため、遠くのもの



を見つけるのは困難で、肉眼と同等にしか見えないと感じました。これは、今回の試験でバックに色々の明かりがあったためと思います。全くの暗闇の中であれば、あるいは肉眼より見えたのかもしれませんが。

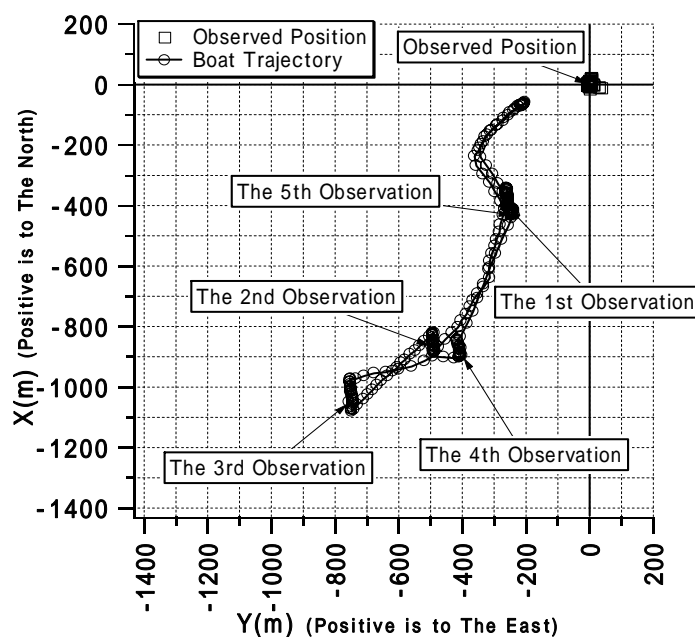
暗視ゴーグル全ての光が緑色になるため、また拡大されないため、陸の光に邪魔され、確認が容易でなかった。視認性は肉眼よりは良いが、双眼鏡よりも劣っていた。真っ暗な闇の中では威力を発揮すると思われる。

#### (4) 昼間の LED の特性と評価結果 ( 20 日昼、晴れ、風少しあり、波平穏 )

計測は、点灯させる LED の個数を 1 灯として、計 5 回実施した。

以下に実験条件を示す。

実験ケース	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回
LED 個数	1 灯	1 灯	1 灯	1 灯	1 灯
離隔距離	478 m	996 m	1293 m	981 m	492 m

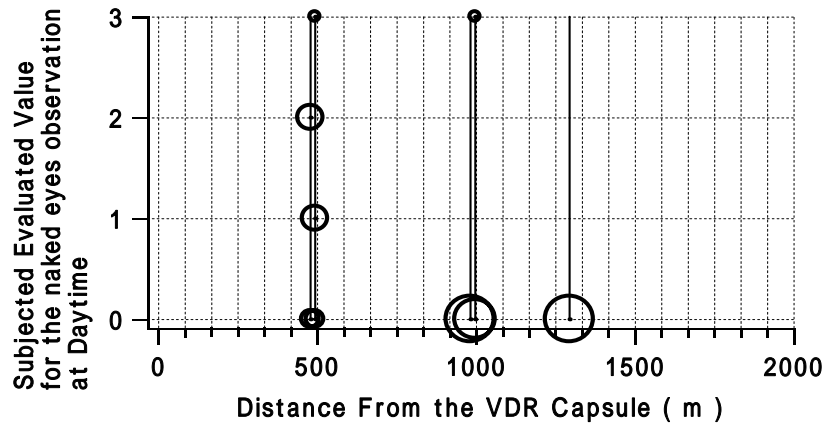


実験時の VDR カプセルの航跡と観測実施位置

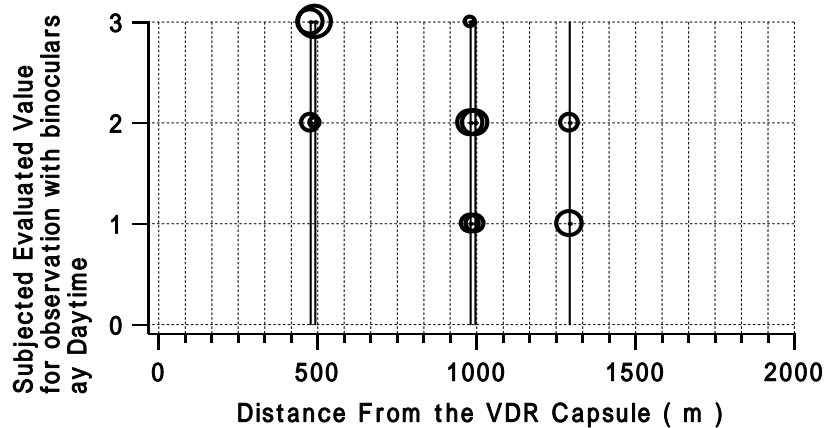
#### 主観的評価結果

評価者による観測においては、裸眼の他、赤外線暗視装置と双眼鏡で評価を行った。

以下に評価結果を示す。



肉眼による観測結果



搜索支援機器（双眼鏡または暗視装置）による評価結果

- 肉眼では、1000mで、ほぼ見えなくなる。
- 双眼鏡を使用すると1300m位までは見ることはできるが、搜索は難しい。
- 暗視装置は、肉眼と同様見えない。
- フィルターの効果は、ほとんど無かった。

#### 搜索支援装置に関する主な意見

##### 双眼鏡

思いの外、よく見えたが、夜間ほどではない。  
視界良好の海域では、望遠鏡の方が効果的な働きをされるとされる。

##### 暗視ゴーグル

暗視ゴーグルは殆ど役に立たなかった。  
背景が明るい場合は本来の機能の威力を感じなかった。

## (5) ビデオ画像の解析

### 赤外線暗視ビデオカメラによる撮影結果

以下に、19日夜間に各観測ポイントにおける赤外線暗視画像の映像を示す。

P1 (距離 439m)



P2 (距離 969m)



P3 (距離 1305 m)



P4 (距離 1591 m)



P5 (距離 1851 m)



P6 (距離 1889m)

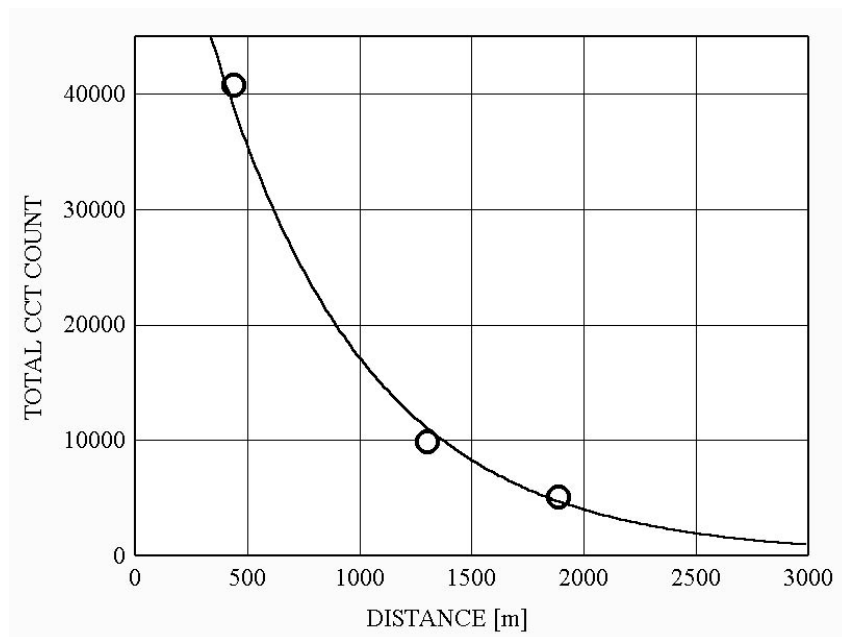


P7 (距離 1548m)



P8 (距離 481m)





観測された累積総輝度値と距離の関係

但し、赤外線暗視ビデオカメラには、感度の自動補正機能があるため、今回は背景光の影響があり正確には計測できなかった。次の機会には、背景光の無い状況で計測したい。

#### 5.1.4.2 LED による捜索回収実験

##### (1) 実験の概要

実験は、以下の要領で実施された。

日時 平成14年11月20日 夜（快晴、風波静穏、月明かり）

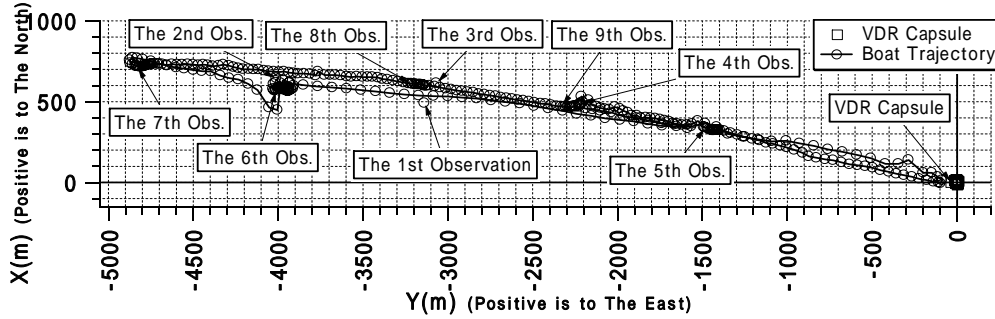
場所 富浦湾沖

##### (2) 実験の手順

視認できない距離から、VDR カプセルに徐々に近づき、赤外線カメラ画像を記録して、信号強度を記録すると共に、赤外線暗視ゴーグルや双眼鏡により目視で捜索し、その有効性や有効距離の主観的評価を行う。具体的には、実験船「おおたか」で、陸岸近くの比較的背景光の少ない所に VDR カプセルをアンカー止めし、位置を記録しておく。このまま、船を見えない距離まで離し、記録した位置に向かって徐々に近づき、適宜船を止めて観測する。そして、VDR カプセルを視認できた地点を記録する。本実験では、これを2度行った。これに合わせて、赤外線画像も記録する。観測時の主観的評価は、海上での LED の特性把握実験と同様である。

実験条件を、以下に示す。

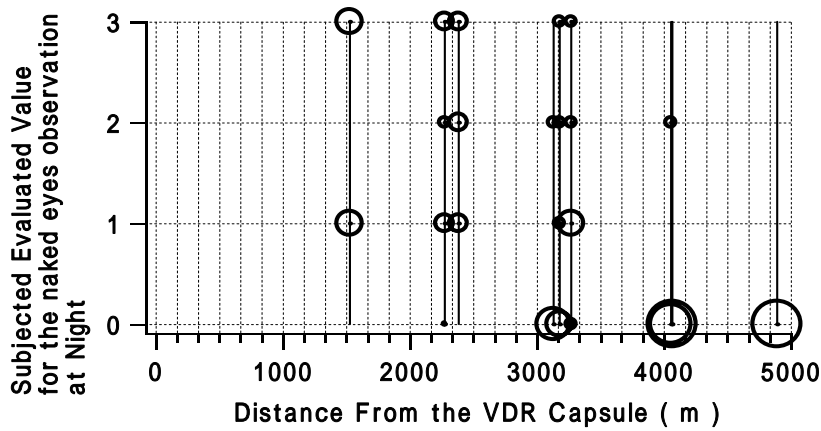
実験ケース	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	第8回	第9回
LED 個数	1灯	1灯	1灯	1灯	1灯	1灯	1灯	1灯	1灯
離隔距離	3176m	4062m	3128m	2272m	1524m	4053m	4887m	3267m	2381m



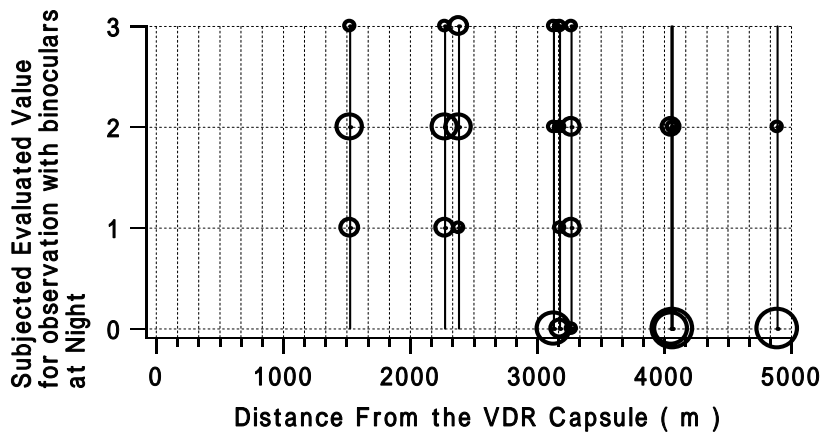
### (3) カプセル検出距離の測定結果

#### 主観的評価結果

評価者による観測においては、裸眼の他、赤外線暗視装置と双眼鏡で評価を行った。以下に評価結果を示す。



肉眼による観測結果



## 双眼鏡による観測結果

- 肉眼では、2500m 辺りから見え難くなり始めている。
- 搜索支援機器としては、主に双眼鏡が用いられた。これにより、3000m を超えても見る事ができた。また、背景光が少なければもっと遠くから視認できると思われる。
- 暗視装置は、有効とはいえなかった。特に、最初は、満月の逆光となったため、海面の反射と背景光で明るすぎた。できるだけ、背景光の少ない所を選んだが、それでも背景が明るすぎた。

### 搜索支援装置に関する主な意見

#### 双眼鏡

1 日目の夜に比べると暗視ゴーグルでの把握が大分改善された。しかし双眼鏡が最も把握容易であった。

#### 暗視ゴーグル

もし背景が真っ暗であれば、暗視ゴーグルはもっと有効になると思われる。次回は背景に考慮して実験をする必要がある。

また、フィルターについては、暗視ゴーグルの性能を少し下げる働きをしたように思われる。



### 5.1.5 浮揚式VDR捜索回収実証実験

SART 及び LED を使用する捜索回収実証実験は、平成15年2月27日に以下の要領で実施した。

#### 5.1.5.1 実験の概要

日時： 平成15年2月27日 昼、夜  
場所： 駿河湾北西海域、清水港付近沿岸

図 5.1.39 に概略を示す。

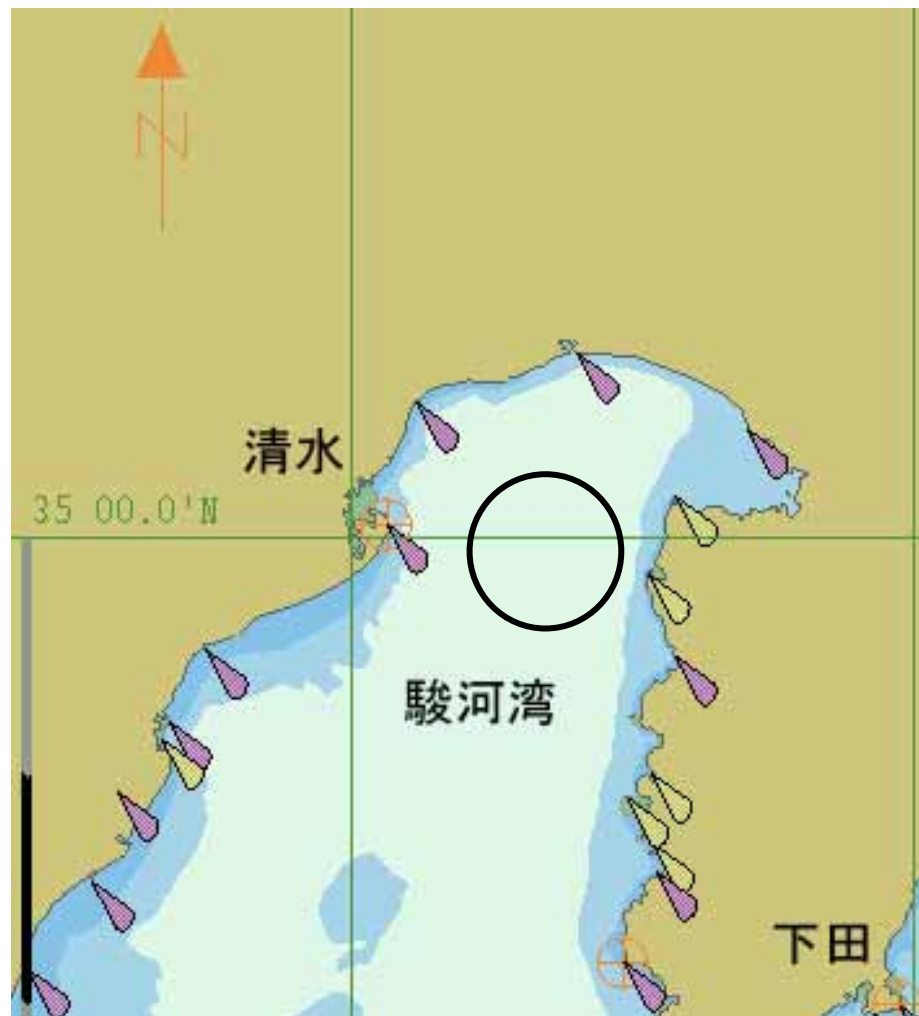


図 5.1.39 概略図

実験船： 巡視船 あしたか (図 5.1.40)  
航空機： MH805・806 スーパーピューマ (図 5.1.41)



図 5.1.40 あしたか



図 5.1.41 MH805・806 スーパーピューマ

### 5.1.5.2 実験スケジュール

13:00	観測船及びブイ操作船清水港出港、観測用ヘリ羽田離陸
14:00	ブイ操作船、VDR カプセルを海上に設置 実験開始
15:00	実験終了、撤収後帰港、観測用ヘリは帰投
16:00	観測用ヘリ羽田着陸
17:45	清水港出港
18:11	実験開始
19:23	実験終了
20:00	清水港帰港

### 5.1.5.3 巡視船における実験の手順

#### (1) 実験項目

浮遊式 VDR カプセルの回収性能の有効性を実証するため、作業船によって設置された浮遊式 VDR カプセルを、レーダ画面上の SART 信号と肉眼（暗視装置等搜索支援機器を用いる場合を含む。）で模擬搜索を行う。模擬搜索においては、SART、肉眼双方で観測できない距離（4 マイル位）から、およそ 0.5 マイル毎に近づき、各距離での SART と肉眼による観測状況を記録する他、可能であれば初認位置測定を行う。

模擬搜索は、昼間と夜間のそれぞれの場合において、各 3 回の模擬搜索実験を行う。

#### (2) 実験要領（以下の(a)～(h)を 1 回の模擬搜索実験とする）

- (a) 作業開始前、巡視船と作業船（浮揚式 VDR カプセルに取り付ける。）それぞれの簡易 GPS 受信機の動作確認を行う。
- (b) 作業船は、所定の位置に移動して、簡易 GPS 受信機を起動して浮揚式 VDR カプセルに取り付けた後、200m 程度のロープをつないで漂流させて、できるだけ浮揚式 VDR カプセルから離れる。なお、夜間の場合は、作業船上の灯火は、必要最小限の灯火以外は消灯する。また、実験の際は、浮揚式 VDR カプセルの状態に注意し、倒れていないことを確認する。
- (c) 実験準備が終了したら、巡視船に連絡する。
- (d) 巡視船は、作業船から十分離れた地点(4 マイル位)で、おおよその作業船の方向に船首を向け、作業船の連絡を待って、実験を開始する。また、作業船から離れる際は、できるだけ背景光が無い状況での実験を行うため、できるだけ背景光の無い方向を背にして離れる。
- (e) 実験開始時には、簡易 GPS 受信機、赤外線ビデオ、通常ビデオ、及びレーダ画像撮影用ビデオを記録開始する。実験期間中、GPS は連続的に船位を記録し、レーダ画像撮影用ビデオは連続

的にレーダ画面を記録する。

- (f) およそ 0.5 マイル毎に停止し、SART の受信状況の評価及び肉眼（暗視装置等搜索支援機器を用いる場合を含む。）での浮遊式 VDR カプセルの視認性の評価を行う。
- (f-1) レーダ画像の受信状況については、下表 5.1.45.1.4 の D～A の分類により評価し記録する。なお、レーダ画面における当該 SART 信号は、約 1.3nm 間隔の直列 4 点のマークである（全長約 3.9nm）。従って、レーダ画面のレンジは 10nm が望ましい。
- (f-2) 肉眼による視認性については、夜間の場合は目視のみ、双眼鏡使用及び暗視装置使用の評価を、昼間の場合は目視のみ、双眼鏡を使用した場合の評価を見えるか見えないかの 2 段階の評価を行った。さらに、最初に視認した時に各人に申告してもらい、その時刻を記録して実験後その時のブイからの距離を求めた。
- (g) 全ての状況で浮遊式 VDR カプセルが確認できる状況まで近づいた後、引き返し、(f)を繰り返し、合計 3 回の模擬搜索実験を行う。
- (h) 3 回の実験が終了後、撮影記録用機材を止め、作業船は、浮揚式 VDR カプセルを回収する。

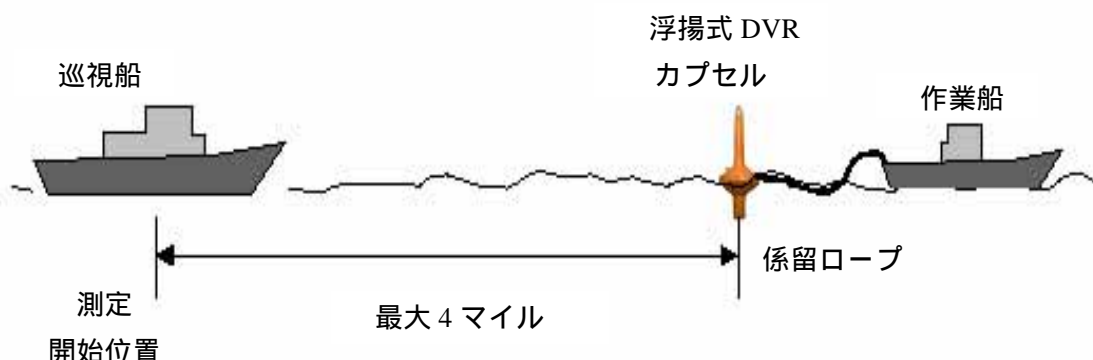


図 5.1.42 実験の概略（巡視船）

表 5.1.4 SART 信号のレーダ画面上での状況の分類

A	SART 信号がはっきり見える。最適レンジで画面ノイズも無い。
a	SART 信号が弱まるが、ゲインを少しあげればまだはっきり見える。
B	SART 信号が弱く、信号が見える最適ゲインでは画面にノイズが載る。
b	SART 信号がかなり薄く、やっと識別できる。
C	SART 信号は注視しないとわからない。
c	ほとんどわからないが、時々かすかに SART 信号が見える。
D	まったく、SART 信号が見えない

### (3) 確認方法

- (a) SART の信号については、画像をビデオとして保存し、表 5.2.1 の状況分類で画面の状況を主観的に評価し、その時の時刻を記録し、実験後各状況の距離を求める。
- (b) 目視についても同様に、各観測点でのブイが見えるかどうかを主観的に判断し、その時の時刻を記録し、実験後各観測点の距離を求める。

#### 5.1.5.4 航空機における実験の手順

##### (1) 実験項目

浮遊式 VDR カプセルの回収性能の有効性を実証するため、作業船によって設置された浮遊式 VDR カプセルを、航空機によりレーダ画面上の SART 信号と肉眼により模擬検索を行う。模擬検索においては、レーダ上の SART をビデオに記録する。

模擬検索は、昼間に行い、異なる方向から模擬検索を行う。検索高度は、3,000ft、500ft の 2 ケースについて実施する。

##### (2) 実験要領

- (a) 作業船は、所定の位置に移動して、簡易 GPS 受信機を起動して浮揚式 VDR カプセルに取り付けた後、200m 程度のロープをつないで漂流させて、できるだけ浮揚式 VDR カプセルから離れる。また、実験の際は、浮揚式 VDR カプセルの状態に注意し、倒れていないことを確認する。
- (b) 実験準備が終了したら、巡視船に連絡し、併せて航空機にも連絡する。
- (c) 離陸開始前、巡視船に連絡し、作業船（浮揚式 VDR カプセルに取り付ける。）が浮揚式 VDR カプセルを設置したことを確認する。また、時計は簡易 GPS 受信機により合わせる。
- (d) 航空機は、SART 信号で浮揚式 VDR カプセルを探知できない距離（10 マイル位）から、あらかじめおおよその位置として巡視船から指示された浮揚式 VDR カプセルに向けて、所定の針路で接近して、上空通過後離れるという行動を実験ケースの順に繰り返す。この際、レーダ画面は継続して撮影する。また、各実験時に浮揚式 VDR カプセルを初認した時の時刻と、できればレーダで観測した浮揚式 VDR カプセルまでの距離を記録する。

### (3) 確認方法

#### (a) 浮揚式 VDR カプセルの SART 信号の視認性確認

視認性の評価は、レーダ画面のビデオ撮影結果より行った。航空機の場合、感度の調整は行わな

ったので、視認性の評価は見える、時々見える、見えないの3段階で評価を行った。また、その時の距離は記録された時刻とブイと航空機の GPS データから算出する。

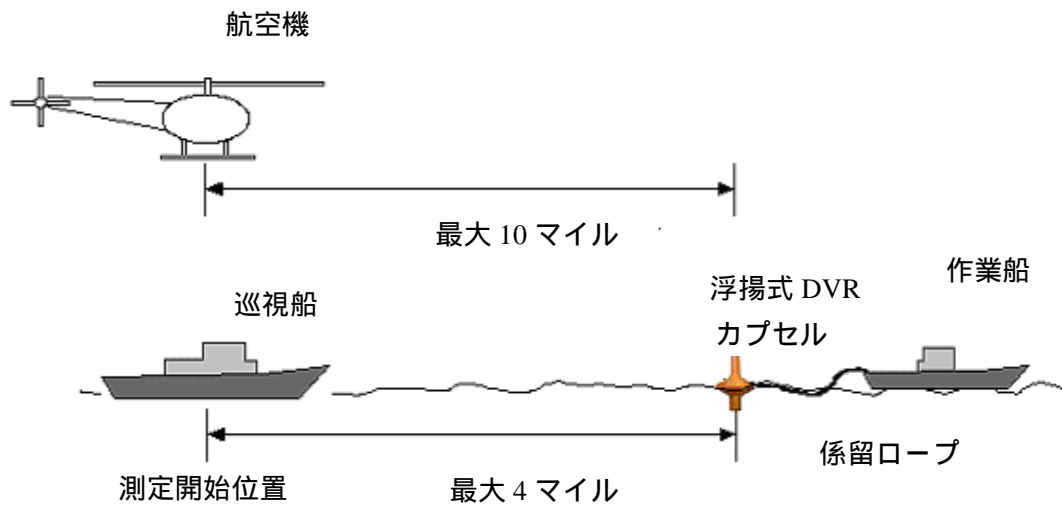


図 5.1.43 実験概略図

#### 5.1.5.5 実験結果

##### (1) 船舶からの SART 信号の視認性の観測結果

##### (a) 昼間の実験結果

昼間の実験は3回実施した。図は、昼間の実験の VDR カプセルと観測船の航跡を示す。この航跡は VDR カプセル及び観測船に設置したハンディ GPS 受信機のデータから作成しており、VDR の投入時の位置を原点として表示している。最初の実験は西から東に、次の実験からは南から北への針路で実験を行った。

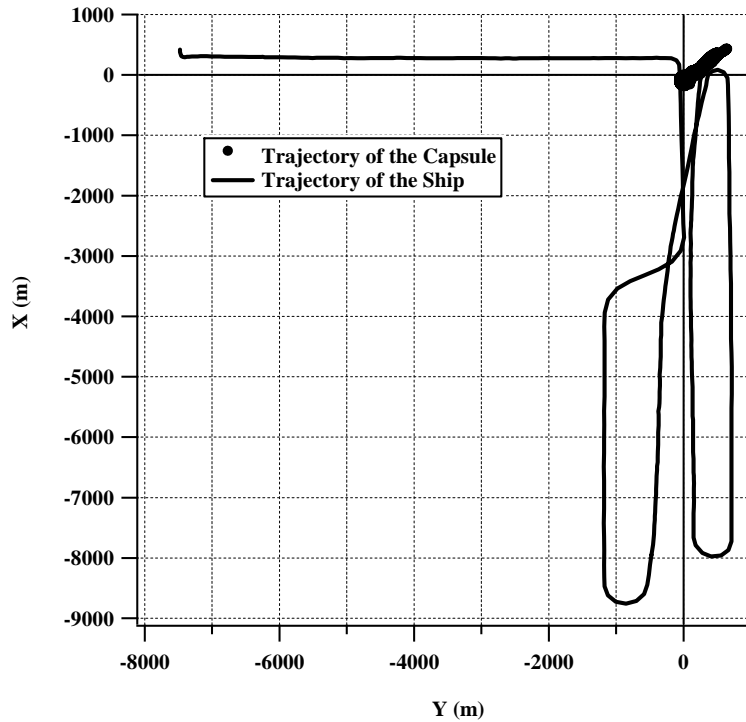


図 5.1.44 昼間実験の航跡図

この時のレーダ画面からの SART 信号の主観的評価結果を図 5.1.45 に示す。この図の縦軸は SART 信号強度の主観的評価レベルを横軸は VDR カプセルからの距離を示す。図中の点は、観測船が移動中に、0.5 マイル毎に設定された観測点で評価したものである。また、比較的良く映っているレーダ画像上の SART 信号の例を図 5.1.46 に示す。

4.7 マイル離れても SART 信号がキャッチできた。しかし SART 信号は弱く 3.5 マイルまで時々見える程度であった。これは、VDR カプセルが波間に隠れるためと思われる。さらに 3.5 マイル以内ではほとんど見え、1 マイル以下ではほぼ確実に見えた。

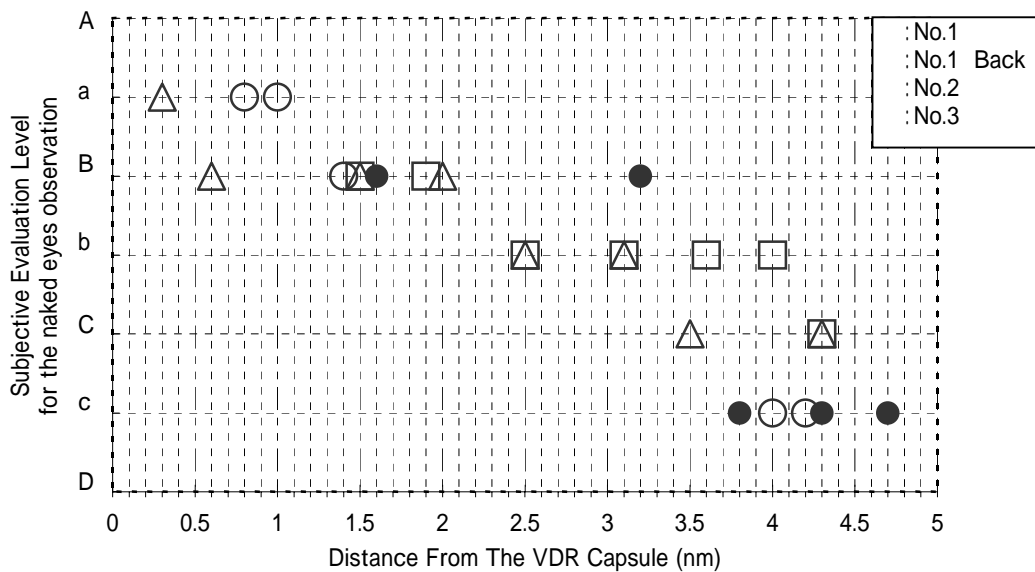


図 5.1.45 昼間の実験の視認性評価結果

注): 図中の (No.1 Back)は 1 回目の実験終了後、VDR カプセルから遠ざかる状態をしめす。

- A: SART 信号がはっきり見える。最適レンジでノイズも無い。
- a: やや SART 信号が弱まるが、ゲインを少しあげればまだはっきり見える。
- B: SART 信号が弱く、信号が見える最適ゲインでは画面にノイズが載る。
- b: SART 信号がかなり薄く、やっと識別できる。
- C: SART 信号は注視しないとわからない。
- c: ほとんどわからないが、時々かすかに SART 信号が見える。
- D: まったく、SART 信号が見えない。

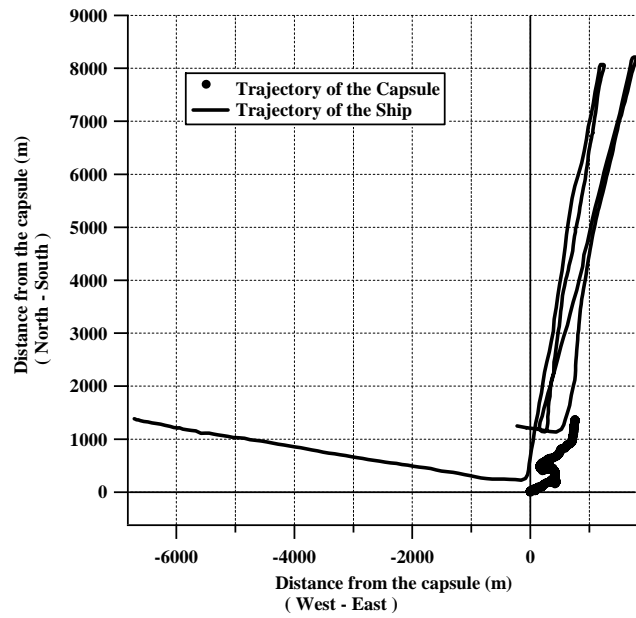


図 5.1.46 レーダ画像上の S A R T 信号の例

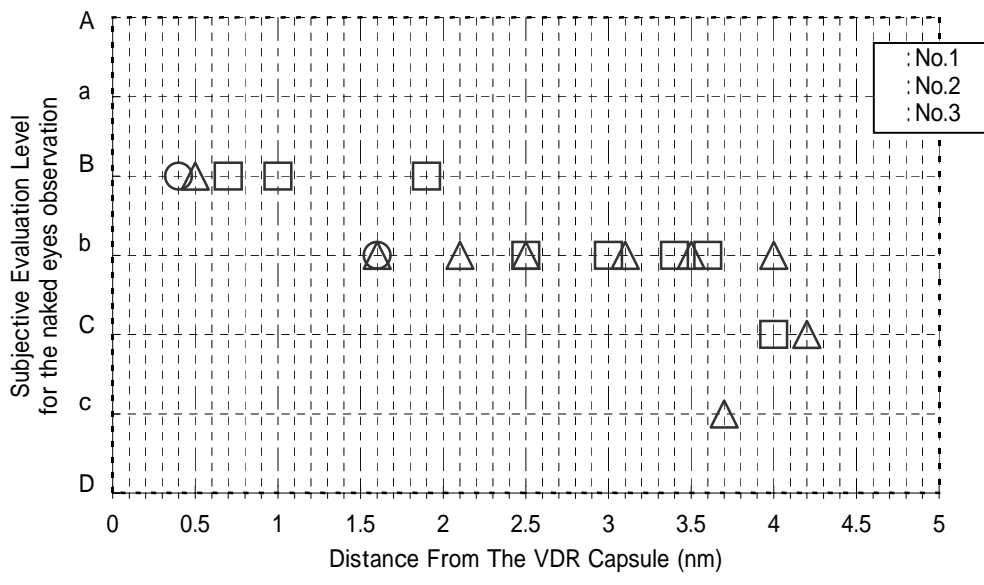


**(b) 夜間の実験結果**

夜間の実験も3回実施した。図 5.1.47 は、夜間の実験の VDR カプセルと観測船の航跡を示す。この航跡も夜間と同様 VDR カプセル及び観測船に設置した GPS 受信機のデータから作成しており、VDR の投入時の位置を原点として表示している。最初の実験は西から東に、次の実験からは背景光の影響を排除するため、北から南への針路で実験を行った。



**図 5.1.47 夜間実験の航跡図**



**図 5.1.48 夜間の実験の視認性評価結果**

夜間の場合、4~2.5 マイルでは時々見える程度で昼間に比べ視認性は悪化していた。ただし、2 マイル以内ではほとんど見えた。これは、昼間の実験結果よりも全体的に SART 信号が弱く受信された結果となった。原因として次のことが考えられる。

A: 夜間のレーダ画面は昼間より暗く、感度が下がった様な感じである。

B: 昼間の実験では波高値が 0.5m 程度であったが夜間は 1~2m あり、VDR カプセルが波間に隠れる時間が長く、また VDR カプセルが殆ど横倒しになるような状態が多く見られたことにより、SART の電波が巡視船の方向へ届かない可能性がある。

### (c) まとめ

以上から、静穏時には約 3 マイルの SART 信号のレーダ画面上での検出距離が得られ、1~2m の波高では、カプセルが波間に隠れたり、横倒しになったり事が多い事から 2 マイルの検出距離が得られる事が判った。このため、検出距離を長くするには、観測船と VDR カプセルのアンテナ位置をできるだけ高くする事が望まれ、さらに横倒しになる事を防ぐため、VDR カプセルを設計する際、復原力を大きめにするよう考慮する必要がある。

## (2) 航空機からの SART の視認性の観測結果

航空機の場合は、SART 信号の影響を検討するという観点から、昼間のみ実験を実施した。実験は海上での実験と同時に実施された。実験時のヘリコプターの航跡を図 5.1.49 に示す。これらのデータも、航空機に設置されたハンディ GPS 受信機のデータを基にプロットしたもので、実験は東西及び南北の方向で数回実施した。また、レーダ画像上の SART 信号受信例を図 5.1.50 に示す。この図では、SART 信号が、画面中央下、4 マイルのところではっきり写っている様子が見える。この受信状況を、「見える」、「時々見える」、「見えない」の 3 段階で評価を行った。

図 5.1.51 と図 5.1.52 にそれぞれ、高度 3,000ft と 500ft のときの評価結果を示す。図の横軸は実験時刻、縦軸は上から、主観的評価レベル、高度、レーダヘッドのチルト角、レーダレンジ、及び VDR カプセルまでの距離をそれぞれ示す。

高度 3,000ft の場合、見え始めるのが約 12km(6nm)、見えなくなったのが 2km(1nm)以下であった。この際、近づくにしたがって、SART 信号が受信できるようレーダヘッドのチルト角を 0 度から 15 度の間を調整した。また、19km(10nm)辺りでも受信できたところもあり、レーダヘッドの調整が重要なファクタであった。

高度 500ft の場合、17km(9nm)辺りから見え始め、1km(0.5nm)から見えなくなった。この時、チルト角はほとんど変更しなくてよかった。

この結果から、航空機からは、約 9nm の所から SART 信号を検出できることがわかった。但し、航空機の場合、レーダヘッドのチルト角の影響が大きく、実用に供する場合は更なる事前検討を行い適切なチルト角の選択が必要である。

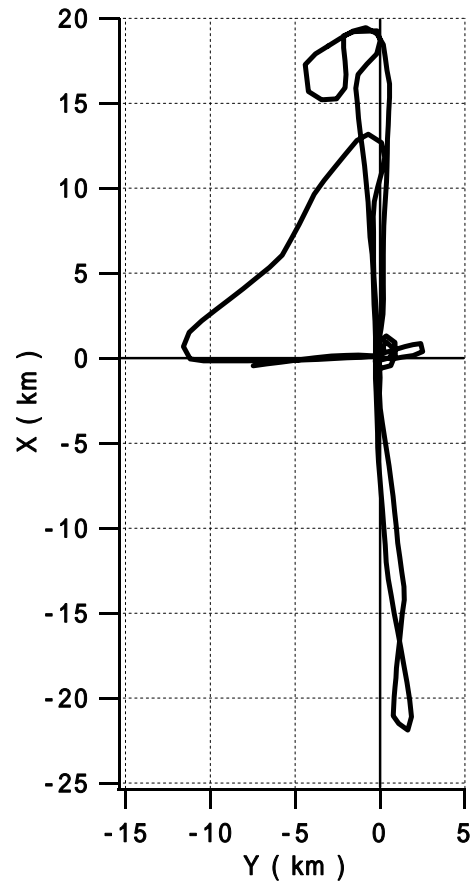


図 5.1.49 実験時の航空機の航跡



図 5.1.50 航空機によるレーダ画像の例

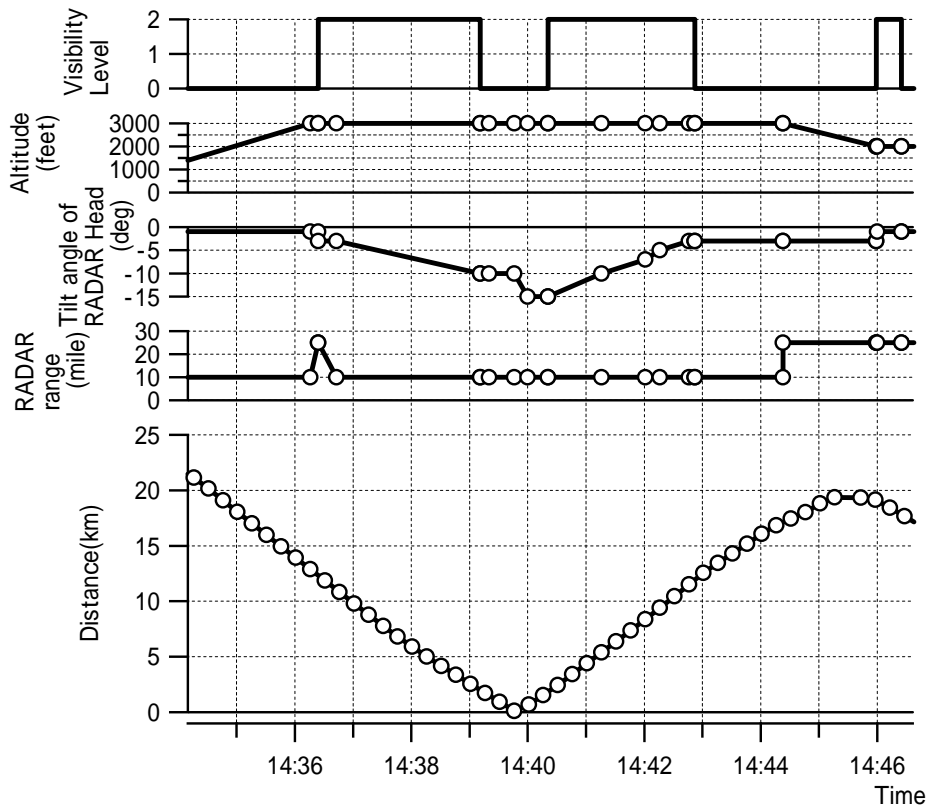


図 5.1.51 高度 3,000ft における SART 信号の視認性評価結果

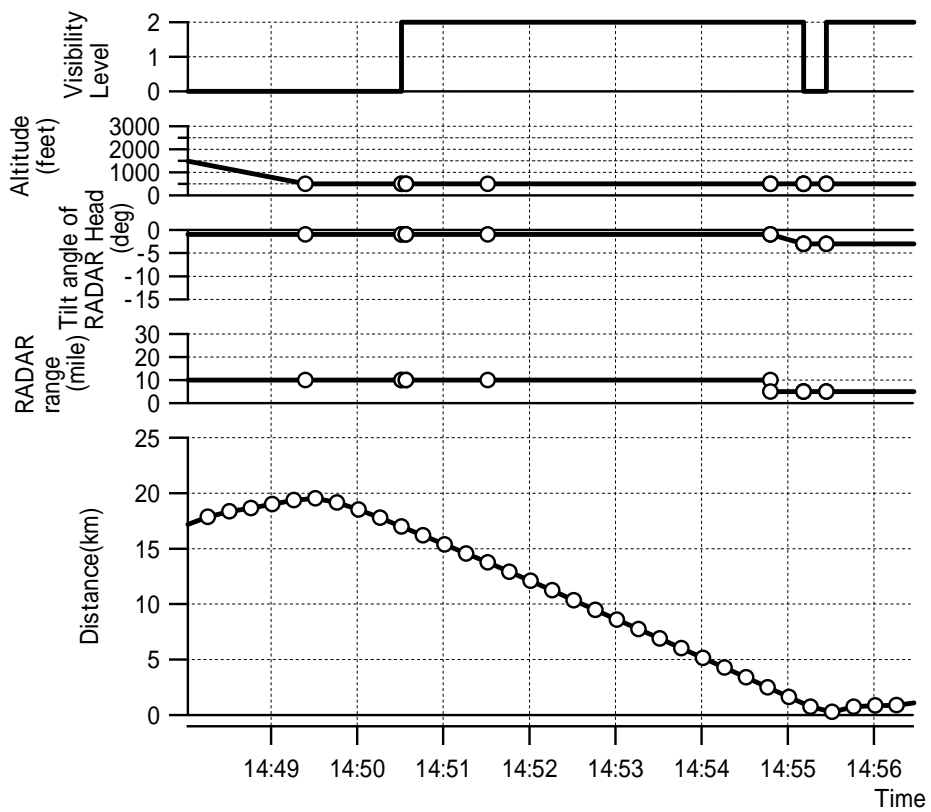


図 5.1.52 高度 500ft における SART 信号の視認性評価結果

### (3) 船舶からの目視による視認性の観測結果

#### (a) 目視による視認性の主観的評価結果

目視による VDR カプセルの観測は、昼夜 2 回行われた。この際、昼間は双眼鏡が、夜間は双眼鏡と暗視ゴーグルが使用された。VDR カプセルの視認性の評価は、見えたか見えないかの何れかで評価する事とした。

目視の評価は、捜索活動の専門家 1 名、研究参加者 2 名で実施し、各実験での観測点及び最初に見えたところを記録し、その度数を視認性の主観的評価として記録した。図 5.1.53 と図 5.1.54 にそれぞれ昼間の肉眼及び双眼鏡を使用した場合の視認性の主観的評価結果を示す。この結果から、昼間は肉眼であれば 0.5nm の所で約半数の人が見えていた。また、双眼鏡を用いれば、0.8nm で半数の人が見えていた。この VDR カプセルの認識には、背景光に比べて小さい LED 発光体の関与は少なく、肉眼、双眼鏡どちらも胴体部のオレンジ色で認識されていた。

ただし、いずれの場合も、そちらの方向にあるはずだという情報があった場合に見える距離で、どちらの方向にあるかわからない場合はもっと短くなる。このため、いずれにしてもレーダトランスポンダ等、捜索船から直接 VDR カプセルがある方向を示す機器が必要である。

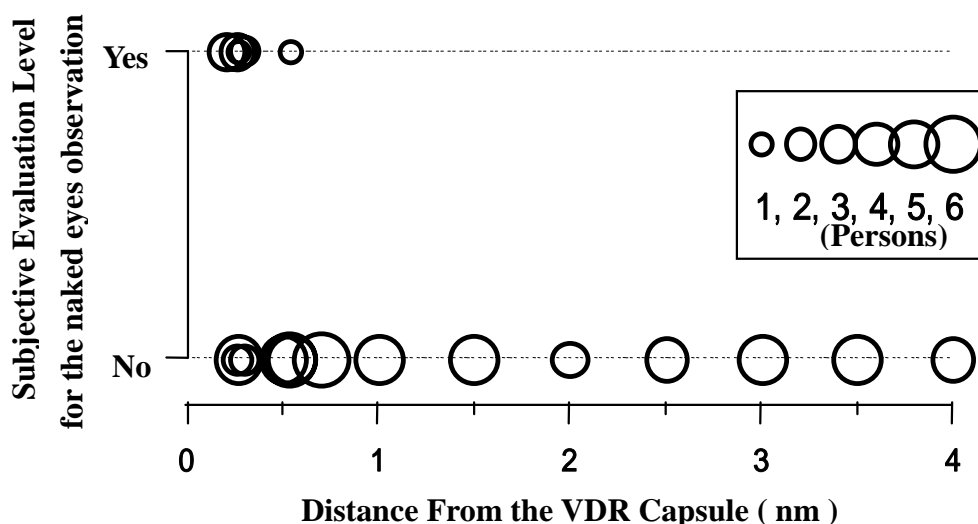


図 5.1.53 昼間の肉眼による視認距離

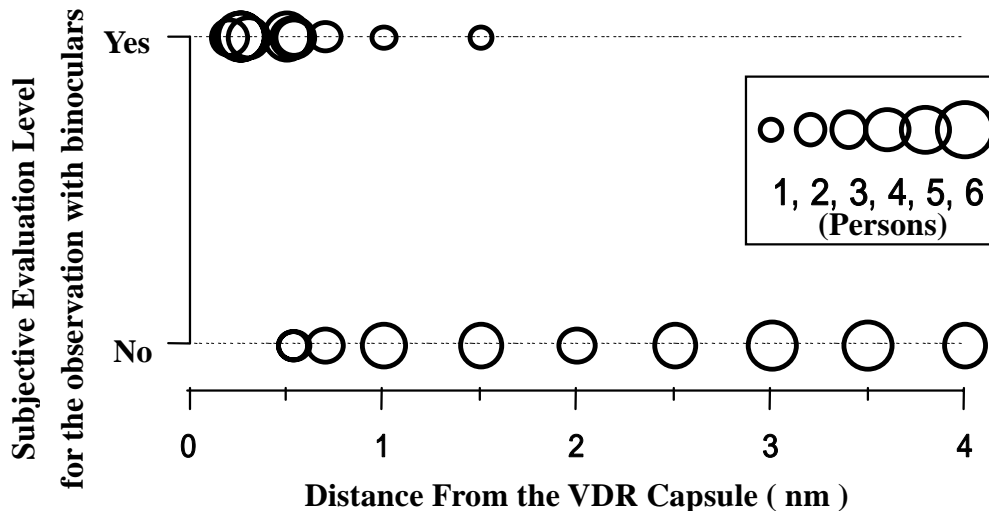


図 5.1.54 昼間の双眼鏡を用いた時の視認距離

また、図 5.1.55 と図 5.1.56 にそれぞれ夜間の肉眼、双眼鏡、暗視装置を使用した場合の視認性の主観的評価結果を示す。夜間の場合、目視で 1.8nm、暗視装置及び双眼鏡を使用して 3nm の所で、半数の人が見えていた。

暗視装置は背景光が無い場合には有効であった。また、捜索には望遠機能が重要との意見があった。今回使用した暗視装置は望遠能力が無かった。このため、双眼鏡と同等またはそれ以下の評価を受けることがあった。

ただし、夜間の場合も、今回の評価結果はそちらの方向にあるはずだという情報があった場合に見える距離で、どちらの方向にあるかわからない場合はもっと短くなる。このため、いずれにしてもレーダトランスポンダ等、捜索船から直接 VDR カプセルがある方向を示す機器が必要である。

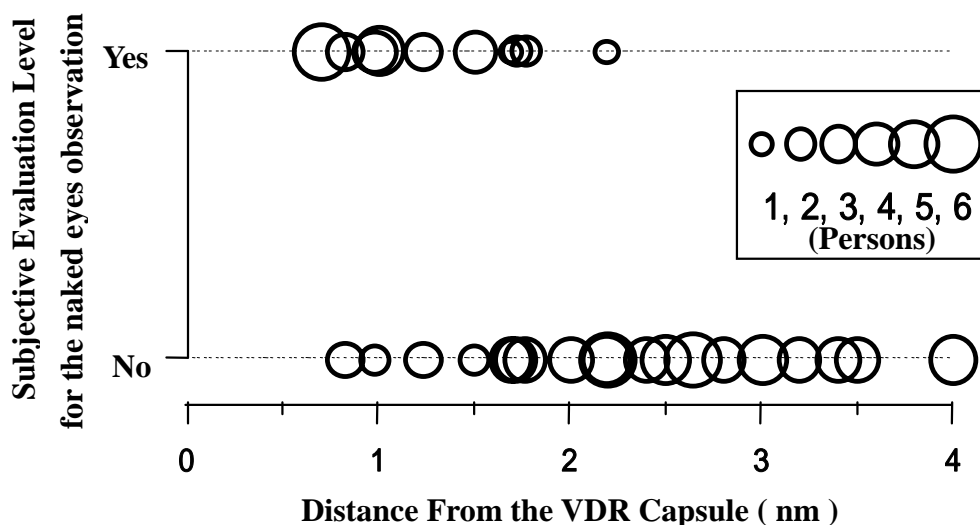


図 5.1.55 夜間の肉眼による視認距離

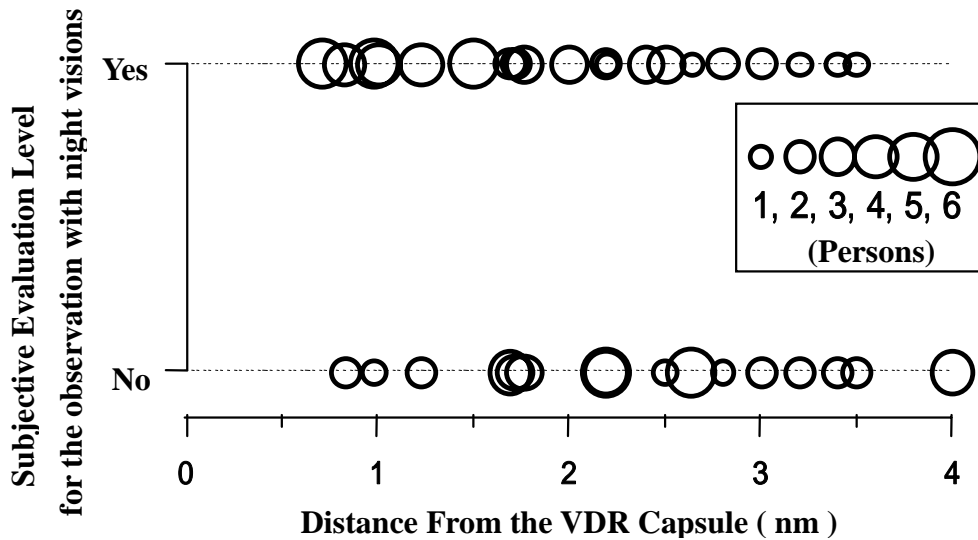


図 5.1.56 夜間の暗視装置等による視認距離

(4) 暗視ビデオカメラによる観測結果

(a) 暗視ビデオカメラの基本機能仕様

観測に使用した暗視ビデオカメラの外観を図 5.1.57 に示し、そのカメラモジュールの基本機能仕様を表 5.1.5 に示した。使用した暗視ビデオカメラは、図 5.1.57 に示したようにカメラモジュールとレンズを完全に防水ケースに格納した型式であり、屋外での使用を十分に満足するものとなっている。またカメラモジュールは最低被写体照度 0.0005 [lx]を実現した高性能であると同時に小型軽量であり、実用上優れた能力を持つものである。しかし言うまでもなく、暗視ビデオカメラは可視より近赤外域までの広波長帯での感度を持ってはいるがパッシブ画像センサであるため、完全なゼロルクス環境下での撮像は困難である。



図 5.1.57 暗視ビデオカメラの外観

ゼロルックス環境に対する方策としては、近赤外投光器などとの併用が現実的な選択と考えられる。現在では、長距離投光を実現した機器や LED を用いたものなども開発されていることから、このような近赤外投光器との併用によって暗視ビデオカメラのアクティブセンサ的な活用も十分に可能となっている。

使用したレンズ系は、近赤外透過性を考慮したものであり、カメラモジュールの撮像性能を十分に生かすことが考慮されている。また、レンズ系においてはオートフォーカス機能が装備されていることから、より高い実用性が達成されている。加えて、カメラコントロールの全ての機能は遠隔操作が可能であることから、その実用性の高さは明らかである。

表 5.1.5 暗視ビデオカメラ・モジュールの基本性能

撮像素子	1/3 インチサイズ CCD イメージセンサ
有効画素数	768 (H) * 494 (V)
水平解像度	水平 570TV 本以上
最低被写体照度	0.0005 lx
AGC	ON/OFF/HIGH/LOW
外形寸法及び質量	W50mm*H56mm*W47.8mm 約 120g

#### (b) 暗視ビデオカメラを用いた LED 発光器の夜間観測結果

夜間観測実験において、モニタ上の目視判断により LED 発光器を判別し得た最遠距離（約 3nm）時の暗視ビデオカメラ画像を図 5.1.59 に、そして近距離（約 0.5nm）時の画像を図 5.1.58 に示した。近距離観測の場合は、図 5.1.58 で明らかなように LED 発光器の判別はとても容易であり、映像の大きさや点滅状態からその存在を間違えることなく見分けることができる。一方、遠距離観測の場合には近傍の実験作業船映像を手がかりとして位置を推定することによって判別ができる程度であった。



図 5.1.58 遠距離観測結果画像



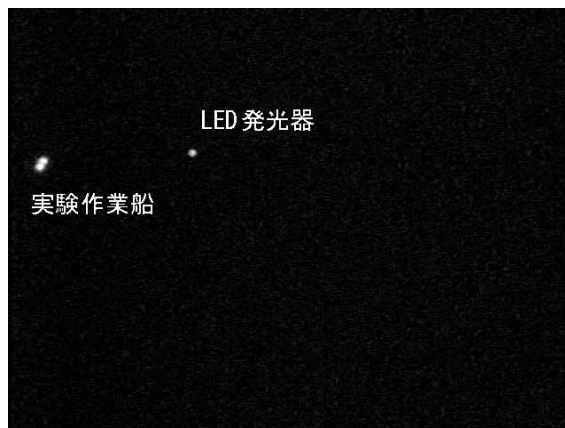


図 5.1.59 近距離観測結果画像

モニタ上の目視判断により、目標物である LED 発光器の映像反応と判別された画素数を観測距離別に示したものが図 5.1.60 である。使用したレンズ系では距離 5000[m]付近で目標物の大きさは  $4 \times 4$ [pixel]程度と推測されるものであり、モニタ監視での目視判別の限界と考えられる。ズームングにより拡大監視することは可能であるが、視野の狭まりやブレの発生などの問題が生ずることを考えなければならない。

図 5.1.61 には、LED 発光器の映像反応と判別された画素の持つ量子化された輝度値 (0 ~ 255) の総計を観測距離別に示した。この総計輝度値は、いわば目標物の放射エネルギーを示すものと考えられる。図 5.1.60 と同様に、特に画像処理を施さず、モニタ上の目視判断により LED 発光器の判別を行う場合は、距離 5000[m]以内で観測が可能であることが明らかとなった。

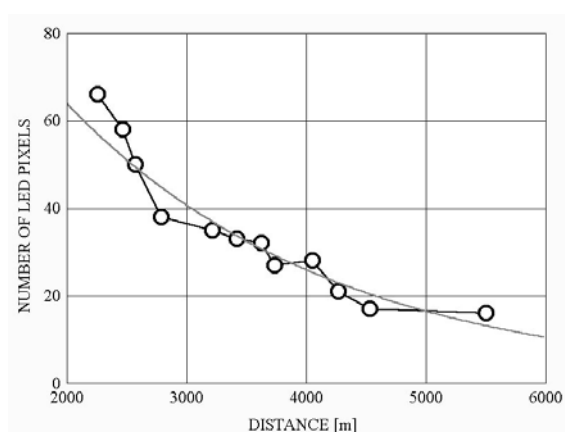


図 5.1.60 観測距離と目標物構成画素数

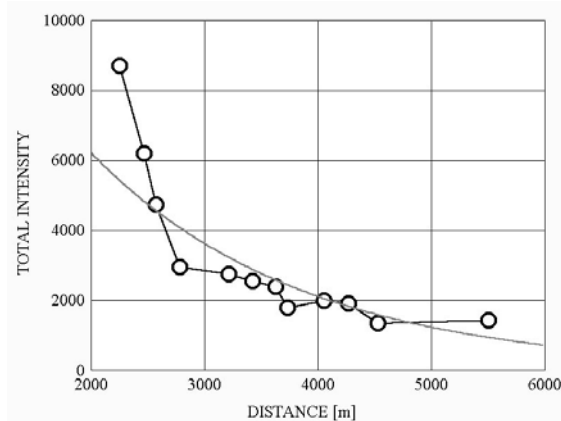


図 5.1.61 観測距離と目標物総輝度値

### (c) 暗視ビデオカメラを用いた LED 発光器の自動搜索の検討

図 5.1.58 に示されたように、暗視ビデオカメラを用いても遠距離からの観測は非常に困難なものである。しかし、人間の目視判別が困難であっても、LED 発光器の映像を画像処理によって強調し、自動抽出することは、観測画像に LED 発光器の映像の情報が含まれている限りにおいては決して不可能ではない。この観点より、観測画像の基本的な特性評価を実施した。

図 5.1.58 の遠距離観測画像の基本特性を統計値として計算した結果を以下に示す。

計測画素数：	307200 [pixel] ( W640 * H480 )
平均輝度値 A：	6.53
標準偏差 (STD)：	7.18

平均輝度値と標準偏差の大きさから検討するならば、対象画像が多数の暗い部分に微少の明るい要素(実験作業船と LED 発光器)を含んだものであることが推定される。ここで、この輝度分布をヒストグラムとして図 5.1.62 及び図 5.1.63 に示した。図 5.1.63 は、図 5.1.62 の高輝度部分を拡大したものに对应する。図 5.1.63 に現れた高輝度の画素の存在が、実験作業船と LED 発光器によって生じる微少の明るい要素を示したものである。従って、この高輝度の画素要素を強調することによって搜索対象である LED 発光器を判別することが実現できるものと考えられる。

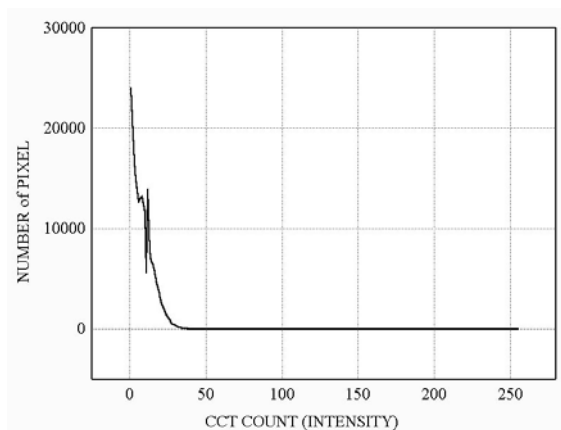


図 5.1.62 画像の輝度ヒストグラム

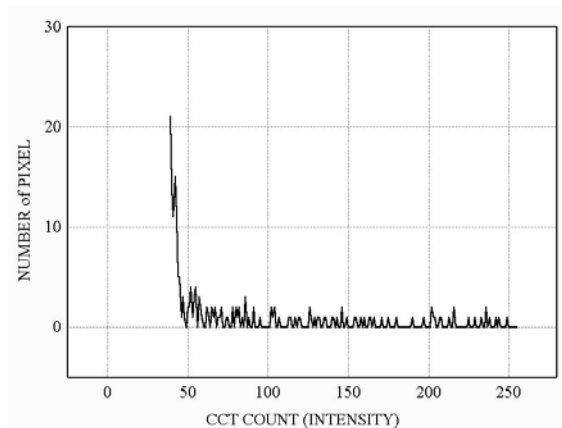


図 5.1.63 画像の輝度ヒストグラム（拡大）

対象物の輝度強調を目的として画像処理を施した事例を図 5.1.63 に示した。ここでは、LED 発光器の映像反応が中間輝度域にあることを推定して、図を原画像として中間輝度域に輝度強調の作用を持つガンマ補正を実行したものである。

ガンマ補正による輝度強調処理の結果、LED 発光器の映像反応はより明確となっているが、同時に中間輝度域に散在する雑音要素の反応も強調されている。しかし、LED 発光器に比較してこれらの雑音要素は輝度レベルが低く、そして散在することも明らかであることから、この特徴を評価することによって雑音除去が可能であることが推測される。

得られた暗視画像の特性から、LED 発光器の映像反応を抽出するための画像処理手順を以下に整理して示す。

- 雑音要素軽減のフィルター処理
- しきい値処理による雑音要素除去
- 輝度強調（あるいは 2 値化）処理による搜索対象の抽出



図 5.1.64 ガンマ補正による強調処理結果

観測画像図 5.1.58 及び図 5.1.59 を原画像として、これらの手順によって画像処理を実施した事例を図 5.1.65 及び図 5.1.66 に示し、さらに処理結果の輝度値を縦軸として描画した 3 次元図を図 5.1.67 及び図に示した。画像処理の効果は明らかであり、雑音処理と搜索目標の強調効果も十分に得られるものとなっている。また、処理の時間やコンピュータに対する計算負荷も軽いことから、2 ~ 3 [frame/sec.]での連続リアルタイム処理も可能なものである。モニタの目視観測者の支援を考慮するならば、さらに膨張処理などによって、微少反応を強調することも考えられる。

自動判別の実行には、図及び図における雑音除去効果や目標である LED 発光器の大きさや点滅条件を考慮することによって充分達成可能な範疇にあるものと考えられる。

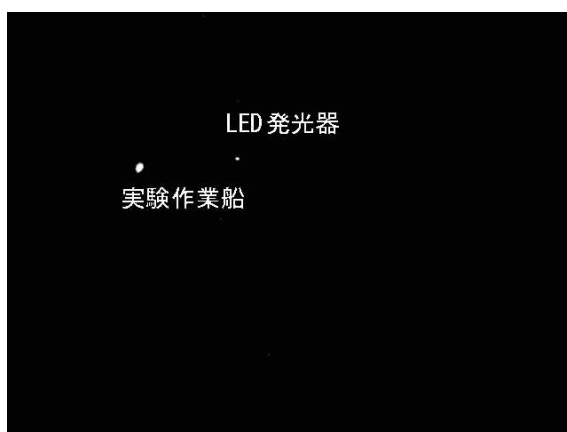


図 5.1.65 画像処理結果

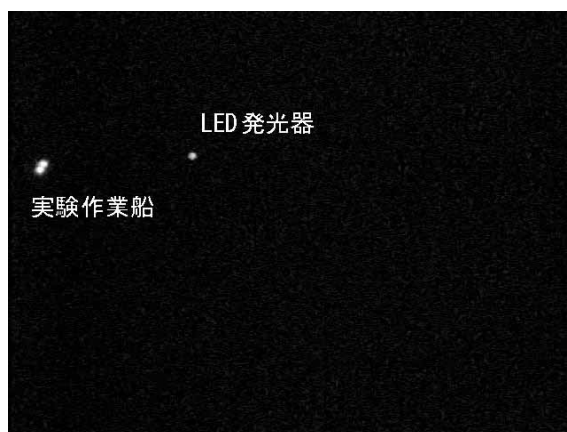


図 5.1.66 画像処理結果

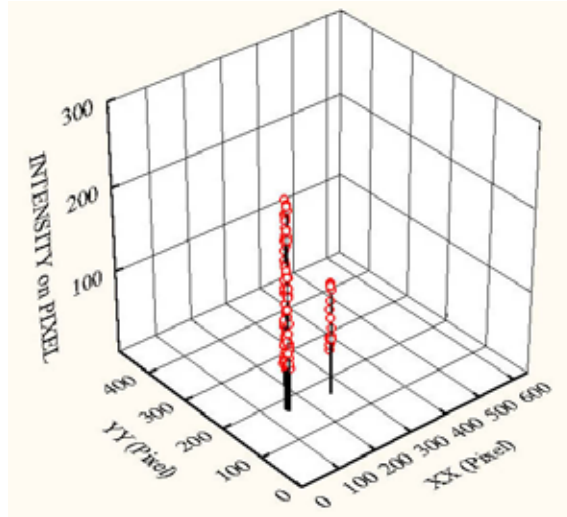


図 5.1.67 画像処理結果

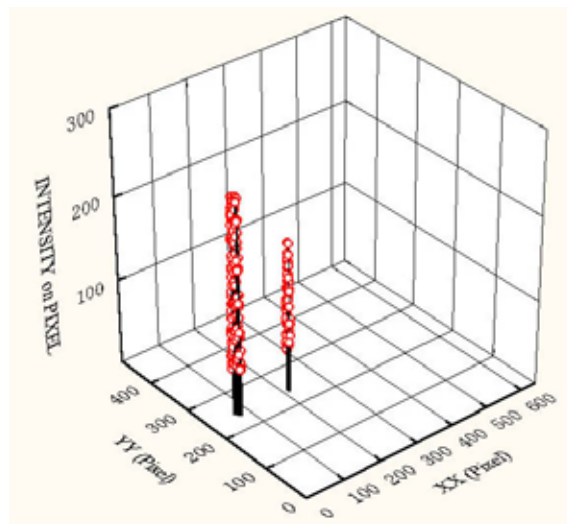


図 5.1.68 画像処理結果

### 5.1.5.2 まとめ

EPIRB、レーダトランスポンダ (RT) 及び LED 発光体を用いた浮揚式 VDR カプセルの試設計と捜索回収シナリオは適切で現実的なものであった。各機器の検出可能距離を図 5.5.1.69 に示す。太線で示した距離直線の右端が VDR カプセルの位置を示し、距離直線の上部が EPIRB の捜索可能距離を、下部がレーダトランスポンダ及び目視による捜索可能距離を示す。また各機器の検出可能領域を図 5.5.1.70 に模式的に示す。図中の 2 つの点線の円は EPIRB が 86.6% 及び 91.6% の確率で存在する範囲を示しており、それぞれ 10km、20km の直径である。影部分はレーダトランスポンダでの検出距離 3nm での検出可能領域を示しており、ハッチング部分は夜間の目視による検出距離 1.8nm、中央の円は昼間の目視による検出距離 0.5nm での検出可能領域を示している。さらに、双眼鏡や暗視装置の利用により検出範囲はさらに大きくなる。この図から分かるとおり、EPIRB での存在確率 86.6% の領域を、レーダトランスポンダがほぼカバーしていることが分かる。

また、図には無いが、航空機ではレーダトランスポンダにより 9nm からの検出が可能でレーダトラ

ンスポンダは VDR カプセル近傍での検出機器として有効であり、浮揚式 VDR カプセルに装備すべきである。

LED 発光体は、特に夜間に VDR カプセルを目視により捜索するために有効な手段である。さらに、暗視ビデオカメラを使用した自動検出の可能性も本実験で示すことができ、中間輝度領域の強調と点滅周期による差分画像取得等により、5,000m 以内での浮揚式 VDR の検出が可能と推定される。

以上の結果から、浮揚式 VDR カプセルは、十分回収可能と思われる。

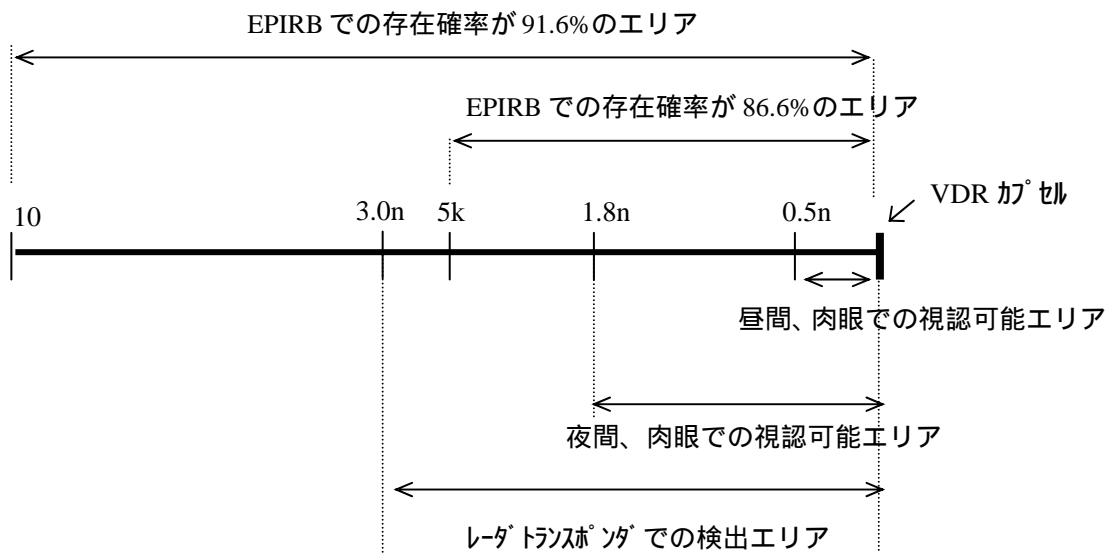


図 5.1.69 センサ毎の検出可能距離の関係

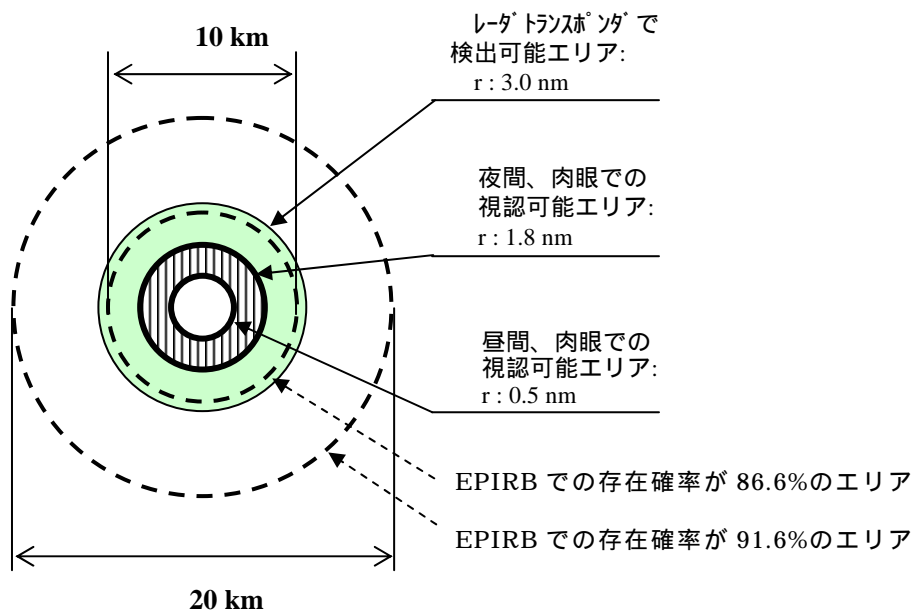


図 5.1.70 センサ毎の検出可能領域の関係

**謝辞：**

本研究は、日本財団の助成事業の1つである（社）日本造船研究協会のRR-S602 航海データ記録装置（VDR）に関する調査研究の一環として、RR-S602 との共同研究の一部として行われたものです。

また、実験に協力頂いた、東京商船大学 今津教授、同大学船舶実習実験センター及び付属臨海実習施設の皆様、さらには、海上保安庁第3管区海上保安本部、清水海上保安部及び羽田航空基地の海上保安官の皆様に、紙面をかりて深く御礼申し上げます。

## 5.2 機能要件に係る実証試験

### 5.2.1 環境試験

IEC/TC80 では、VDR の IEC 規格である IEC 61996 に、S-VDR に関する基準を ANNEX として盛り込む作業をすでに開始している (COMSAR8/5/4 参照)。その内容は、EPIRB に関する IMO の性能基準である A.810(19)及び A.812(19)に準拠したものであり、また一般指針 A.662(16)及び再帰反射材の基準 A.658(16)並びに救命設備に関する基準 MSC Res.81(70)を取り入れたものである。

今回実施した S-VDR に関する環境試験は、A.810(19)及び A.812(19)に準拠して実施した。これらの試験により S-VDR の機能、特に記憶装置への影響を試験を通して調査・検討した。

#### 5.2.1.1 試験の概要

EPIRB と VDR 機能を持たせた浮揚型 VDR カプセル及び自動離脱装置を用意し、EPIRB の試験法案に定義される温度、振動環境下におけるデータ保持能力、水中離脱能力等の実証試験を実施する。

#### 5.2.1.2 試験用浮揚型 VDR カプセル

##### (1) 構成

図 5.2.1 に示すように浮揚型 VDR カプセルと自動離脱装置及び非接触給電装置で構成される。

浮揚型 VDR カプセル内に CPU ボード、無線 LAN カード、フラッシュメモリ等で構成されたデータ記録装置を内蔵し、データ転送は無線 LAN を介して行う。

データ記録装置への給電は電磁誘導方式を用いる予定であるがこの部分は次年度に構築するため、本年度はこの部分を仮に作成して離脱試験を行う。

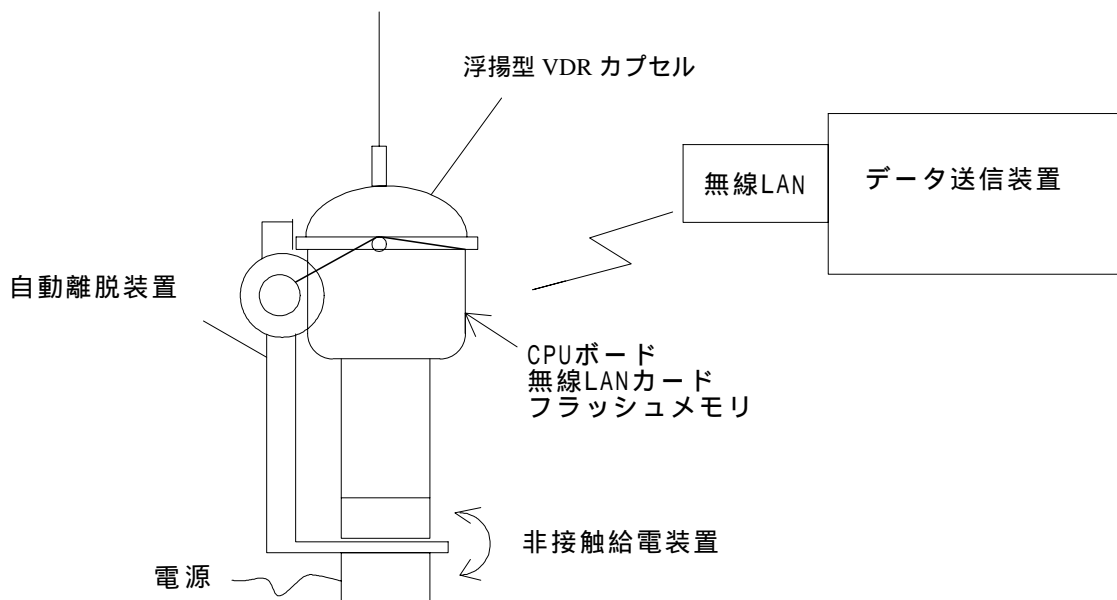


図 5.2.1 浮揚型 VDR カプセルへのデータ転送、給電システム構成

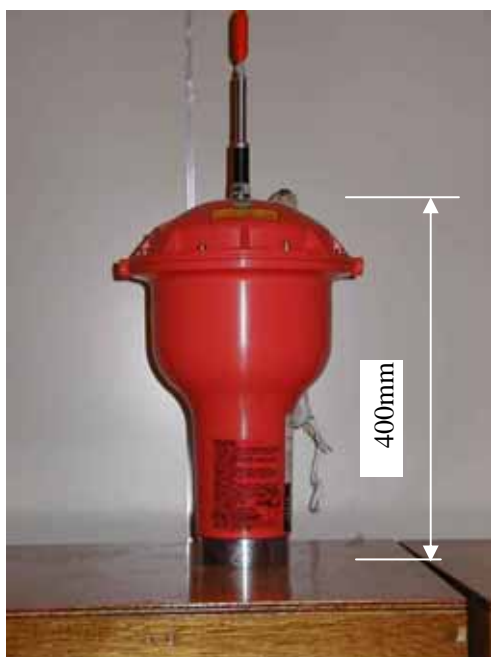


## (2) 各構成部の詳細

### (a) 浮揚型 VDR カプセル

VDR 機能を組むことが出来る市販の EPIRB を検討したが、市販の EPIRB は小型に作られているため搭載するスペースが無い。そこで製品安全評価センターで所有する 10 年ほど前の EPIRB を整備し、これに VDR 機能を搭載することとした。

使用する EPIRB を図 5.2.2 に示す



Model : JQE-2A

寸法 : 直径 245mm

高さ 870mm

重量 : 5.5kg

図 5.2.2 EPIRB 外観

### (b) 自動離脱装置

図 5.2.3 に自動離脱装置を示す。

本体、水圧センサ、浮揚型 VDR カプセルを固縛するためのワイヤー等で構成されている。

図 5.2.4 に浮揚型 VDR カプセルをセットした状態を示す。



図 5.2.3 自動離脱装置



図 5.2.4 浮揚型 VDR カプセルをセットした状態

(c) VDR 機能を構成する CPU ボード、無線 LAN カード、フラッシュメモリ等

データ転送のための CPU ボード及び LAN カード、データ保持に使用する各種メモリを 2 社の製品について用意した。

メモリについては現在市販されている中で記憶容量が最大のものを用意した。

図 5.2.5 ~ 図 5.2.8 に使用する各製品を示す。



図 5.2.5 CPU ボード A 社製

MODEL: HT1070

CPU: ARM720T

OS: Linux

外形サイズ 90.2 × 95.9 × 15.2mm

電源 5V 200mA



図 5.2.6 CPU ボード B 社製

MODEL: PCM-3350FCE

CPU: NS GX1-300

OS: WindowsCE

外形サイズ 90.2 × 95.9 × 15.2mm

電源 5V 1.04A

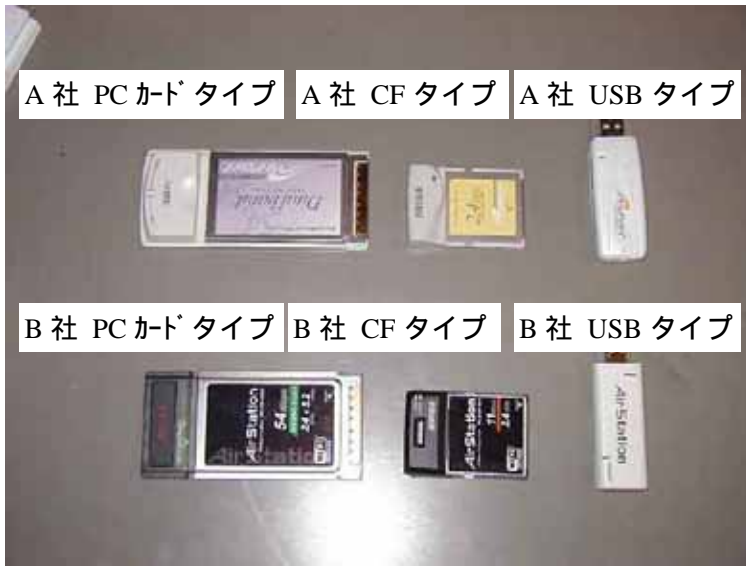


図 5.2.7 無線 LAN カード



図 5.2.8 各種メモリ

### (3) EPIRB への VDR 機能、給電装置の搭載

今年度は CPU ボード、無線 LAN 及びフラッシュメモリ等は単独で環境試験を行うこととし、EPIRB への搭載は次年度に行う。

また非接触給電装置も次年度に搭載する予定であるが本年度はダミーの給電装置を EPIRB の底部へ取り付けこの状態で自動離脱試験を行う。

図 5.2.9 にダミーの給電装置を取り付けた状態を示す。オリジナルの EPIRB よりも全長が 50mm 長くなっている。

給電装置は図 5.2.10 に示す構成となる。



図 5.2.9 EPIRB の改造

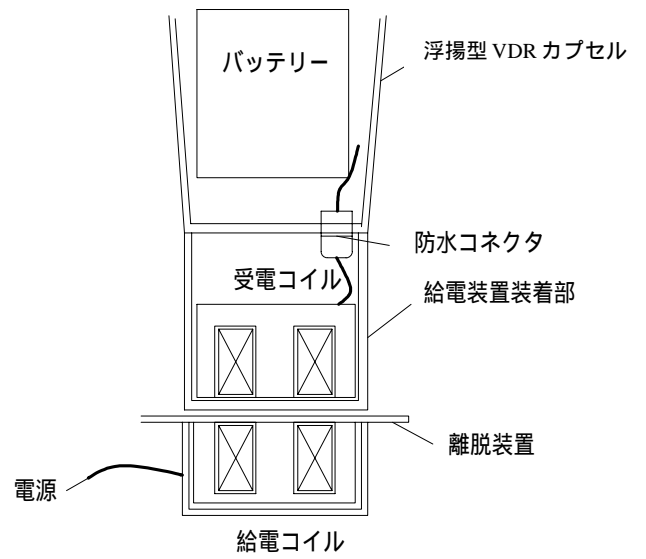


図 5.2.10 給電装置

#### (4) 自動離脱機構モデルの試作

市販の EPIRB 用の自動離脱装置を入手し、これを基に浮揚型 VDR カプセル用を試作する。

EPIRB の全長が 50mm 長くなるため、そのままでは EPIRB 用の自動離脱装置を利用することができない。そこで同じ離脱機構とし、離脱装置本体を 50mm 長くしたものを製作した。

図 5.2.11 はオリジナルの自動離脱装置、図 5.2.12 は製作した自動離脱装置である。



図 5.2.11 オリジナルの自動離脱装置

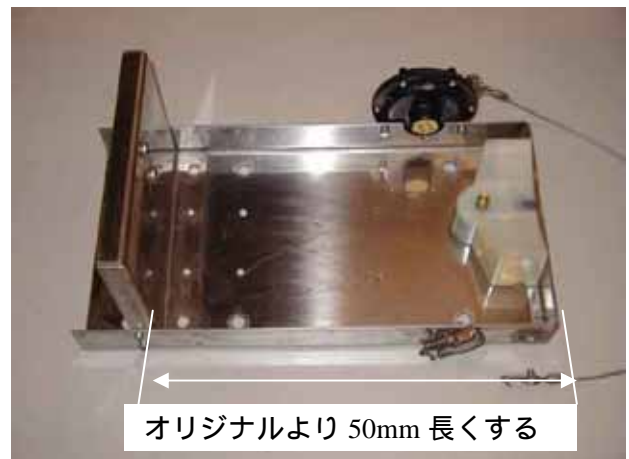


図 5.2.12 製作した自動離脱装置

### 5.2.1.3 試験内容

#### (1) 浮揚型 VDR カプセルに使用するフラッシュメモリのデータ保持能力実証試験

- 30 から+65 の環境下におけるデータ保持能力を実証するため、フラッシュメモリにデータを記録し、実験終了後、データが正しく保持されているか試験する。試験は以下に示す 3 モードで行う。

- ・ 高温試験

+65 で 10 時間保持、その後+55 で 2 時間保持、その後実証試験を行う。

- ・ 温湿度試験

温度+40 、 相対湿度 93%の条件で 10 時間保持、その後実証試験を行う。

- ・ 低温試験

- 30 で 10 時間保持、その後 - 20 で 2 時間保持,その後実証試験を行う。

#### (2) CPU ボード、LAN カードの温度環境下における動作試験

- 30 から+65 の環境下における動作能力を実証する試験を行う。試験は 4.2.3 項と同じように 3 モードで行う。

### 5.3.1.4 試験手順及び試験結果

#### (1) フラッシュメモリのデータ保持能力試験

##### (a) 試験セットアップ

各フラッシュメモリをノートパソコンの USB ポートへ接続する。USB メモリは直接、CF メモリ及び SD メモリはカードアダプダを介して接続する。

3 種類のメモリに対し、ノートパソコンから擬似データを同時に書き込み、その後読み込む。

図 5.2.13 ~ 図 5.2.15 に試験のセットアップを示す。

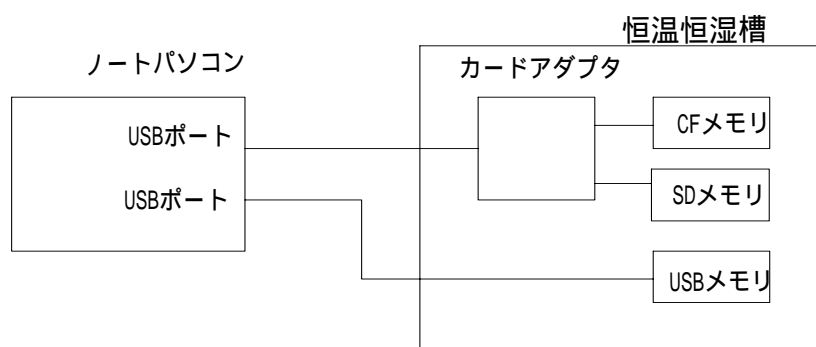


図 5.2.13 フラッシュメモリのデータ保持能力試験セットアップ



図 5.2.14 恒温恒湿槽内の状況



図 5.2.15 データ送受のためのノートパソコン

(b) 試験実施

図 5.2.16 に示す試験用ソフトウェアを作成し、試験を行った。

予め擬似データを試験前にメモリへ書き込み、また試験の最後の期間でメモリへ定期的書き込み、読み込みを行ってデータの変化の有無を検証した。

送信データ

受信データ

インジケータ

データ保持性能試験

高温試験

データ送受間隔 60 秒 CFメモリ F USBメモリ J SDメモリ I

データ比較 開始 終了 Label6

送信データ		受信データ		インジケータ	
項目	値	項目	値	項目	値
年月日	2004-01-08	年月日	2004-01-08	年月日	2004-01-08
時刻	16:05:32	時刻	16:05:32	時刻	16:05:32
船名	VDR	船名	VDR	船名	VDR
船首方位	0 ~ 36000	船首方位	0 ~ 36000	船首方位	0 ~ 36000
速力	0 ~ 10000	速力	0 ~ 10000	速力	0 ~ 10000
風向	0 ~ 36000	風向	0 ~ 36000	風向	0 ~ 36000
風速	0 ~ 10000	風速	0 ~ 10000	風速	0 ~ 10000
緯度	0 ~ 9000	緯度	0 ~ 9000	緯度	0 ~ 9000
経度	0 ~ 36000	経度	0 ~ 36000	経度	0 ~ 36000
ファイル数	52	エラー積算値	0	エラー積算値	0
ファイル名	高温試験1_51.txt			エラー積算値	0

アクセス状況

時間 分 回数 52 バイト数 45396 KB

図 5.2.16 試験プログラム画面

データ送受間隔： 1つのデータブロック(約900kB)をメモリへ書き込み、そして読み込む1連の動作を繰り返すインターバル時間。

送信データ： メモリへ書き込む擬似データ。この中で船首方位、速力等の擬似データは0から最大値まで一つずつ数値を増やしてメモリへ書き込んだ。

エコーバックデータ： 同一の擬似データを3種類のメモリへ書き込み、直後に書き込んだデータを読み込んで比較を行う。データが一致しない場合はグリーンインジケータが赤色に変化し、エラー積算値にカウントされる。

### (c) 試験結果

表 5.2.1 に結果を示す。

メーカーが保証する動作環境を超えた試験条件であったがすべてのメモリでデータは正常に読み書き出来た。

表 5.2.1 試験結果

メーカー	メモリの種類	高温試験	温湿度試験	低温試験	動作環境(仕様)
社製	CFメモリ (工業用)				-40~85 70%以下
	USBメモリ				0~45 10~90%
	SDメモリ				0~55 20~80%
B社製	CFメモリ				0~60 10~80%
	USBメモリ				0~40 20~80%
	SDメモリ				0~55 ----

注) 表中の □ は正常に読み書き出来たことを示す。

## (2) CPUボード、LANカードの温度環境下における動作試験

2種類のCPUボード、6種類のLANカードを温度環境下に置き、正常な動作の有無を検証する。

### (a) 試験セットアップ

#### a. CPUボード

A社製のCPUボードはRS232Cを介してノートパソコンと接続し、CPUボードの立ち上げをノートパソコンで確認する。

B社製のCPUボードはボード自身にモニタへの表示回路(VGA)があるため、VGA端子を外部のモニタに接続し、立ち上げを確認する。

図 5.2.17 に試験のセットアップを示す。

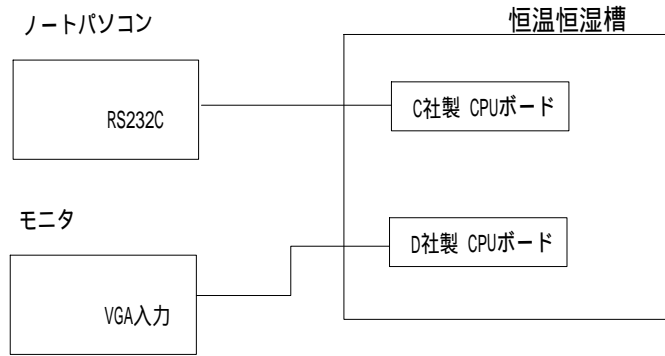


図 5.2.17 CPU ボードの試験セットアップ

**b. 無線 LAN カード**

USB タイプの無線 LAN カードは試験槽外に置かれたノートパソコンの USB ポートへ USB 延長ケーブルを使用して接続し、別のノートパソコン間で無線 LAN により動作を確認する。

その他の無線 LAN カードは単独で試験槽へ設置する。

図 5.2.18 に試験のセットアップを示す。

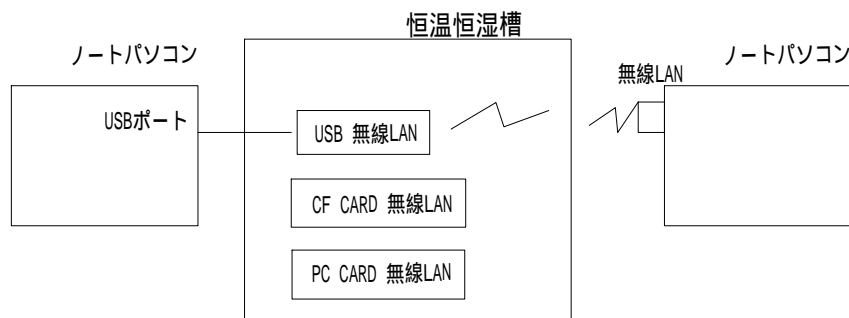


図 5.2.18 無線 LAN カードの試験セットアップ

**(b) 試験実施**

CPU ボードはプリント基板上の IC 類のピン間隔が大変狭いため、湿気によってそれらの個所が短絡する恐れがある。そこで予め試験前に防湿塗料とシール材を基板に塗布し、防湿対策を行った状態で試験を実施した。使用した防湿塗料は以下のとおりである。

シール材は防湿塗料がコネクタ等の接点部分に流れ込むのを防ぐためコネクタの周辺に塗布した。

防湿塗料	タフイー	TF1141	日立化成工業製
シール材	シリコンシーラント	5211	スリーボンド製

CPU ボードについては CRT モニタまたは、RS232C ポートを使用して、CPU ボードの BIOS が立ち上がることを検証した。

無線 LAN カードについては USB タイプのものは USB ケーブルで試験槽の外に設置したノート



パソコンに接続し、動作を検証した。

しかし PC カード及び CF カードタイプは延長ケーブルが存在しないため、試験槽に入れた状態では動作の確認をすることが出来ない。そこで温度試験の直後に試験槽から取り出し、すばやくノートパソコンに接続し、動作を検証した。

### (c) 試験結果

試験結果を表 5.2.2 に示す。

A 社製の CF タイプと USB タイプの無線 LAN カードが高温試験時に動作不良となった。

室温に戻したら正常に動作した。メーカーの保証する動作環境を超えたことにより、不具合が出たと考えられる。

湿度及び低温環境ではメーカーの保証する動作環境を超えても動作に異常は見られなかった。

表 5.2.2 試験結果

	メーカー	種類	高温試験	温湿度試験	低温試験	動作環境 (仕様)
無線 LAN カード	A 社製	PC カード				5 ~ 35 10 ~ 85%
		CF タイプ	×注			0 ~ 40 20 ~ 80%
		USB タイプ	×注			---- ----
	B 社製	PC カード				0 ~ 55 20 ~ 80%
		CF タイプ				0 ~ 40 20 ~ 80%
		USB タイプ				0 ~ 55 20 ~ 80%
CPU ボード	C 社製				---- ----	
	D 社製				0 ~ 60 0 ~ 90%	

注) 高温時に動作不能となった。室温に戻した後、動作は正常となった。

## 5.2.15 まとめ

### (1) フラッシュメモリのデータ保持能力試験

今回 EPIRB の型式承認試験基準に基づいて温度試験を実施した。試験条件はメーカーが保証する動作環境より厳しいものであった。しかし、いずれのフラッシュメモリも正常に読み書き出来た。

しかし、安定したデータの保持能力を確保するためには動作環境の範囲が広いフラッシュメモリを選定することが必要である。試験したフラッシュメモリの中で A 社の CF メモリ (工業用) が動作環境範囲 (温度) が試験温度に対し、マージンがあるのでこのフラッシュメモリを使用することが良いと考える。

湿度に対してはマージンが無いが、湿度対策は防湿塗料等を使用して防湿処理をすれば問題はないと思われる。

### (2) CPU ボード、無線 LAN カードの温度環境下における動作試験

#### (a) CPU ボード

2 種類の CPU ボードはいずれも試験温度環境下で問題なく動作した。

C 社の CPU ボードについてはメーカーの保証する動作環境が不明であるが、一般用途用の電子部品を使

用していると思われ、D社の動作環境と大差が無いと考える。

浮揚型 VDR カプセルに搭載する CPU ボードは消費電力が少ないことを考慮し、C社の製品を使用する予定である。

### (b) 無線 LAN カード

A社のCFタイプとUSBタイプの無線LANカードが高温試験時に動作不良となった。無線LANカードの無線関係の回路が温度の影響を受けやすいためと考えられる。

この結果から搭載する無線LANカードは、出来るだけ動作環境範囲が広い製品を選定する必要がある。今回試験した製品の中ではB社のPCタイプまたはUSBタイプの無線LANカードを使用する予定である。

### (3) 非接触給電装置の電力容量

次年度で非接触給電装置を搭載する予定であるが、電力容量を決める必要がある。

表 5.2.4 は今回試験した製品の消費電力を示している。この表を基に網掛け部分の製品を使用した場合、VDR 機能を持たせるための必要な電力は以下のとおりである。

表 5.2.4 試験した製品の消費電力

		A社製	B社製	C社製	D社製
フラッシュメモリ	CFメモリ	5V 60mA	5V 100mA	-----	-----
	USBメモリ	5V 250mA	5V 200mA	-----	-----
	SDメモリ	5V 100mA	5V 100mA	-----	-----
無線LANカード	PCカードタイプ	5V 710mA	5V 600mA	-----	-----
	CFタイプ	5V 250mA	3.3V 340mA	-----	-----
	USBタイプ	5V 320mA	5V 310mA	-----	-----
CPUボード		-----	-----	5V 200mA	5V 1.04A

CFメモリはメモリ容量が512kBであるが仮に全容量を2GBとした場合4枚必要となる。このことを考慮し、消費電力を計算すると

$$60\text{mA} (\text{CFメモリ}) \times 4 + 600\text{mA} (\text{無線LANカード}) + 200\text{mA} (\text{CPUボード}) = 1040\text{mA}$$

必要な電力は  $5\text{V} \times 1.04\text{A} = 5.2\text{W}$  となる。

従って6W程度の電力容量を持った非接触給電装置であれば重量及び寸法等に関して今回使用した浮揚型VDRカプセルに搭載出来るものと考えられる。

## 5.2.2 自動離脱試験

### 5.2.2.1 浮揚型 VDR カプセル自動離脱性能試験

浮揚型 VDR カプセルの搭載及び離脱機構モデルを試作し、その自動離脱性能を実証する試験を行う。

#### (1) 環境試験

- ・ 温度試験

- 30 から +65 の環境下で手動による離脱性能を実証する。

- ・ 振動試験

- 以下の振動中における離脱機構の誤作動を検証する。

- 0 ~ 12.5 Hz (全振幅 3.2 mm)

- 12.5 ~ 25 Hz (全振幅 0.76 mm)

- 25 ~ 50 Hz (全振幅 0.2 mm)

- の振動を上下、左右及び前後方向に各 15 分間加えた後、

- 12.5 Hz ~ 50 Hz で加速度一定 ( $10 \text{ m/s}^2$ ) の振動を上下、左右及び前後方向に各 30 分間加える。

#### (2) 水中離脱試験

浮揚型 VDR カプセルを取り付けた自動離脱装置を試験水槽に設置した試験装置に取り付け、水深 4m まで沈めて各姿勢における離脱性能を実証する試験を行う。

#### (3) 試験手順

##### (a) 環境試験

以下の環境下における離脱機構を実証する試験を実施する。試験条件は自動離脱装置の型式試験基準に従う。図 5.2.19 に試験槽内へのセットアップを示す。

- ・ 高温試験

- +65 で 10 時間保持、その後 +55 で 2 時間保持、その直後に手動で離脱試験を行う。

- ・ 温湿度試験

- 温度 +40、相対湿度 93% の条件で 10 時間保持、その直後に手動で離脱試験を行う。

- ・ 低温試験

- 30 で 10 時間保持、その後 - 20 で 2 時間保持、その直後に手動で離脱試験を行う。



図 5.2.19 試験槽へのセットアップ

・ 振動試験

以下の振動中における離脱機構の誤作動を検証する。

0 ~ 12.5 Hz (全振幅 3.2 mm)

12.5 ~ 25 Hz (全振幅 0.76 mm)

25 ~ 50 Hz (全振幅 0.2 mm)

の振動を上下、左右及び前後方向に各 15 分間加えた後、12.5 Hz ~ 50 Hz で加速度一定 ( $10 \text{ m/s}^2$ ) の振動を上下、左右及び前後方向に各 30 分間加える。

図 5.2.20 にセットアップ状況を示す。



図 5.2.20 振動試験のセットアップ

(b) 水中離脱試験

浮揚型 VDR カプセルを取り付けた自動離脱装置を試験水槽に設置した試験装置に取り付け、水深 4 m まで沈めて離脱性能を実証する試験を実施する。

浮揚型 VDR カプセルの試験時の姿勢を図 5.2.21 及び図 5.2.22 に、試験装置を図 5.2.23 に示す。

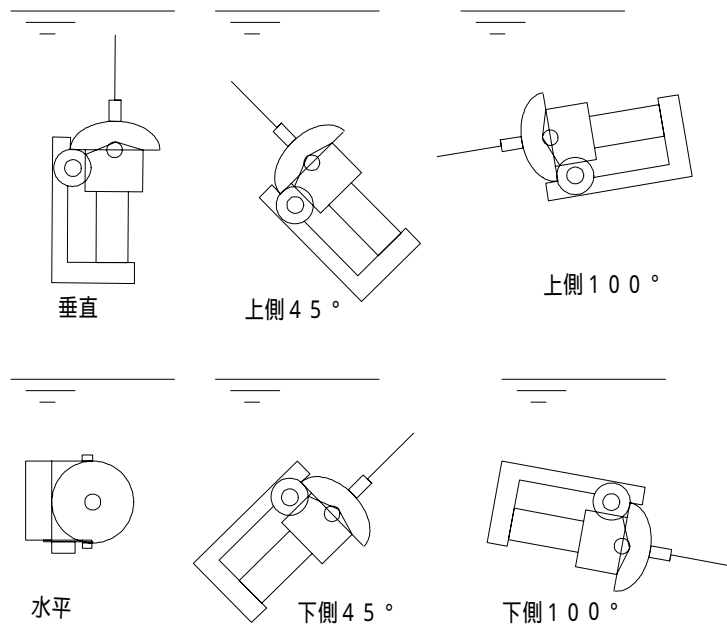


図 5.2.21 試験装置の側面から見た姿勢

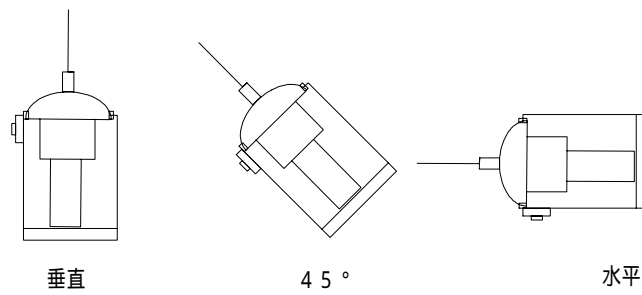


図 5.2.22 試験装置の正面から見た姿勢



図 5.2.23 離脱試験装置

#### (4) 試験結果

##### (a) 環境試験

- ・高温試験、温湿度試験及び低温試験

いずれの温度、湿度環境下においても手動による離脱は問題なく動作した。

- ・振動試験

上下、前後及び左右の3方向で試験したがいずれも離脱装置が誤作動することはなかった。

##### (b) 自動離脱試験

試作した離脱装置はオリジナルの離脱装置よりも50mm長い構造である。50mm長くなったことにより、離脱機能が十分に得られないことも予想された、そこでより確実に離脱できるように水圧センサが作動したときに浮揚型VDRカプセルを押し出すようにするため、図5.2.24で示す部品（カプセルをワイヤによってセットするときに受け止める部品）に図5.2.25及び図5.2.26のようにスプリングを利用した押し出し機構（押し出し荷重約50N）を設けて試験を行った。

表5.2.3に各姿勢における離脱水深結果を示す。

各姿勢はEPIRB用自動離脱装置の型式承認試験基準に従ったものである。

いずれの姿勢においても4m以内に離脱することが出来た。

図5.2.27は上側100°、図5.2.28は下側100°の状態における試験状況を示す。

図5.2.29は離脱後に浮揚型VDRカプセルが水面に浮かんだ状況を示している。



図 5.2.24 押し出し機構がない場合

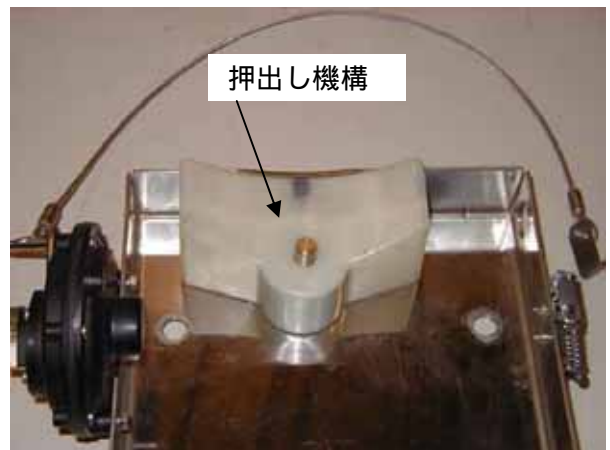


図 5.2.25 押し出し機構

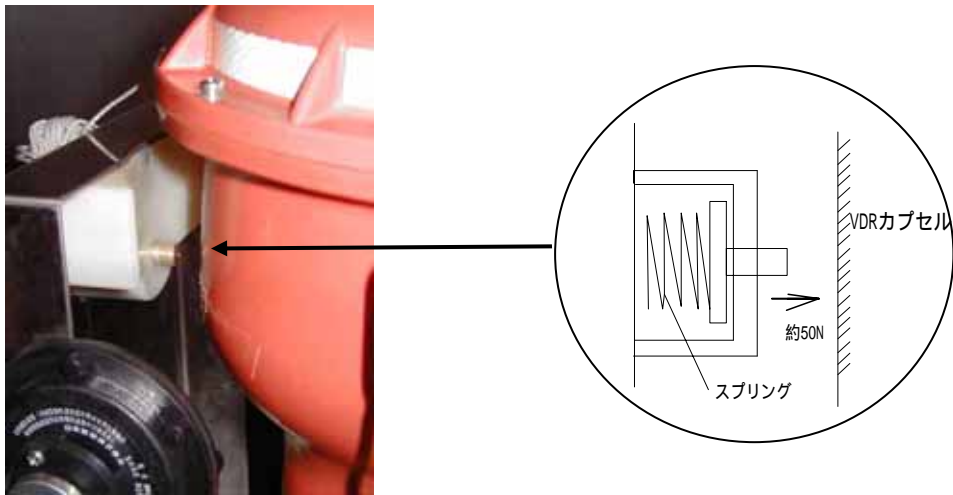


図 5.2.26 押し機構

表 5.2.3 各姿勢における離脱水深

単位：m

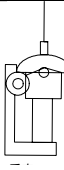
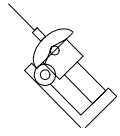
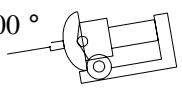
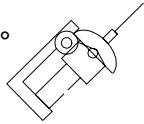
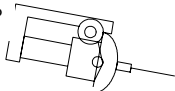
離脱試験装置の側面から見た姿勢	離脱試験装置の正面から見た姿勢		
	垂直	45°	水平
垂直 	2.5	3.1	2.5
上側 45° 	2.3	2.9	2.4
上側 100° 	2.6	2.8	2.4
下側 45° 	2.9	3.0	2.7
下側 100° 	2.8	2.8	3.2



図 5.2.27 上側 100° の状態



図 5.2.28 下側 100° の状態



図 5.2.29 水面に浮かんだ状態

#### (4) まとめ

オリジナルの EPIRB の全長を 50mm 長くし、それに伴い自動離脱装置を試作したが温度、振動環境下及び、水中離脱試験でも問題なく試験基準を満足することが出来た。

従って離脱機構モデルの試作は本年度で終了し、次年度に予定する実証実験に本離脱装置を使用する予定である。

### 5.2.3 海上離脱試験用浮揚型 VDR カプセル

#### 5.2.3.1 構成

図 5.2.30 に示すように浮揚型 VDR カプセルと自動離脱機構及び非接触給電装置で構成される。

浮揚型 VDR カプセル内に CPU ボード、無線 LAN カード、フラッシュメモリ等で構成されたデータ記録装置を内蔵し、データ転送は無線 LAN を介して行う。



データ記録装置への給電は電磁誘導による非接触給電装置により行う。

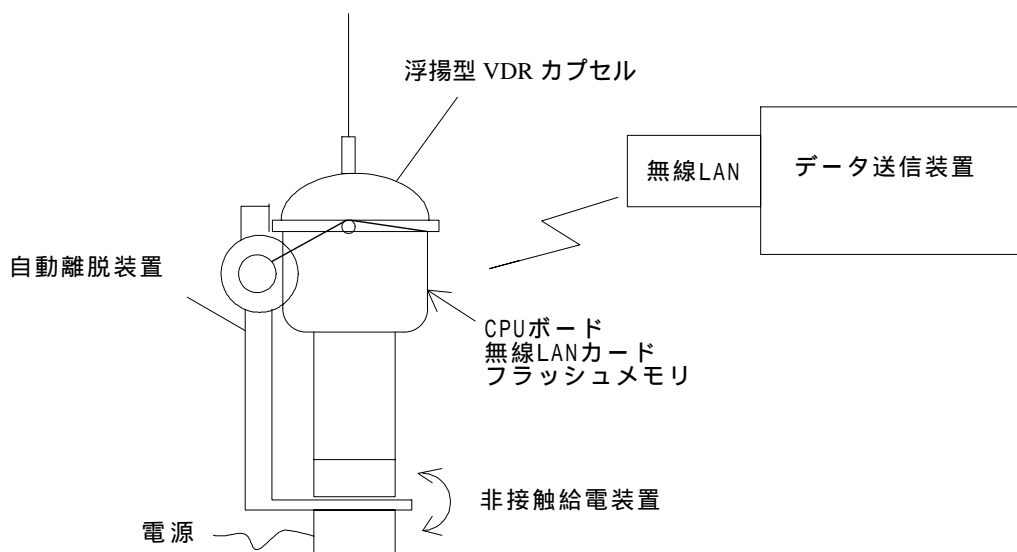


図 5.2.30 浮揚型 VDR カプセルへのデータ転送、給電システム構成

### 5.2.3.2 各構成部の詳細

#### (1) 浮揚型 VDR カプセル

図 5.2.31 に示す EPIRB 内に CPU ボード、CF メモリ、無線 LAN 及び非接触受電装置を組み込んで VDR カプセル機能を構築した。なお、浮揚型 VDR カプセルは、予備も含め 2 機製作した。



Model : JQE-2A

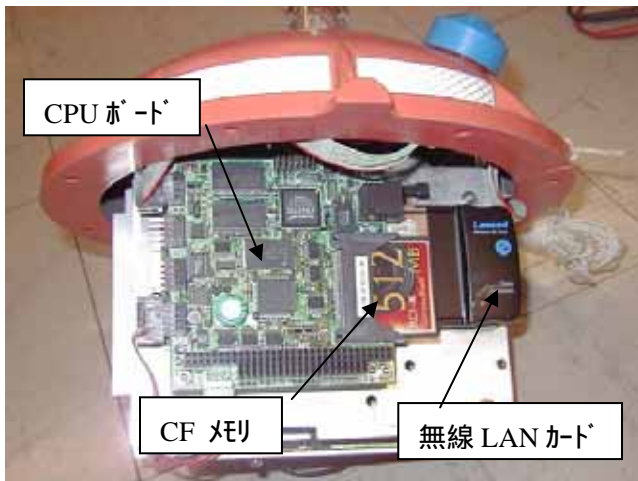
寸法 : 直径 245mm  
高さ 870mm

重量 : 5.5kg

図 5.2.31 EPIRB 外観

#### (2) VDR 機能を構成する CPU ボード、無線 LAN カード、フラッシュメモリ等

データの受信及びその動作管理のための CPU ボード及び無線 LAN カード、データ保持に使用するメモリの仕様と VDR カプセル内への取り付け状況を図 5.2.32 に示す。



**CPUボード**      MODEL: HT1070  
                          CPU: ARM720T  
                          OS: Linux  
 外形サイズ    90.2 × 95.9 × 15.2mm  
 電源            5V    200mA  
  
**無線LANカード**    Laned LD-WL11/PCC  
                          規格    IEEE 802.11b  
  
**CFメモリ**        容量    512MB

図 5.2.32 CPUボード

### (3) 電力制御回路

非接触給電装置の受電部からの約 15kHz の AC 電圧約 6V を整流し、CPU ボードおよび無線 LAN カードへ供給するための DC5V の安定化電源を作る。さらに受電部からの電源が切れても CPU ボードが安全に終了するために、約 1 分間 DC5V を供給するバックアップ回路を備えている。図 5.2.33 に取り付け状況を示す。

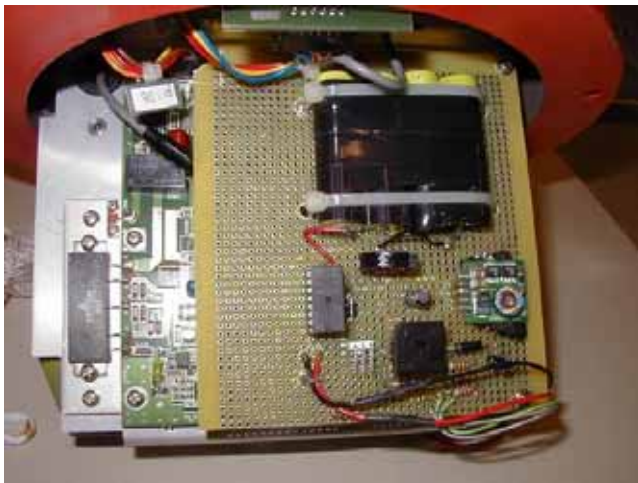


図 5.2.33 電源制御回路

### (4) 非接触給電システム

VDR カプセルへ電源を供給するための非接触給電システムを図 5.3.34 に示す。電磁誘導による給電システムである。

商用周波数であっても電磁誘導による給電は可能であるが、より小型化するために、インバータ回路を設けて、発振周波数を約 15kHz にし、鉄心はフェライトコアを使用した。

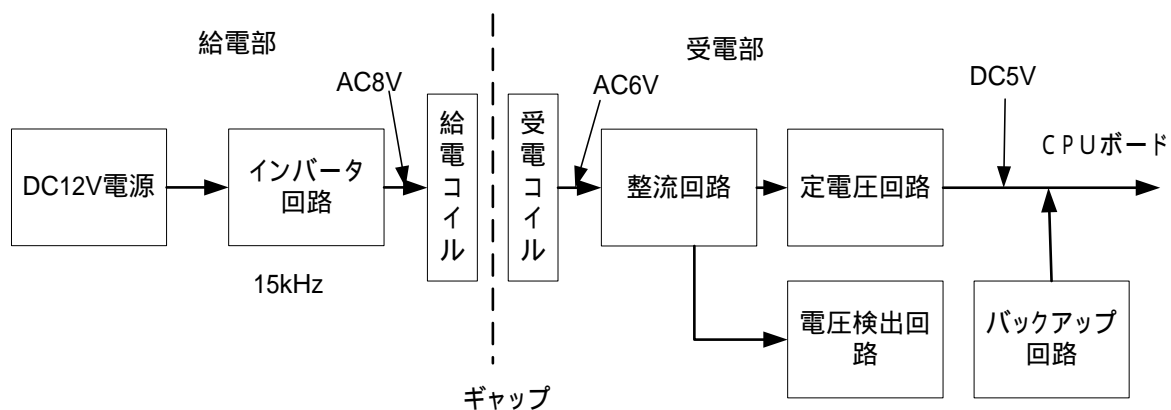


図 5.2.34 非接触給電システム図

給電部は自動離脱機構へ取り付け、受電部は VDR カプセルの底部へ取り付け、電力の供給を行う。VDR カプセルを自動離脱機構へ取り付け、た時の給電部と受電部間のギャップは約 1mm とした。図 5.2.35 ~ 図 5.2.37 にその状況を示す。

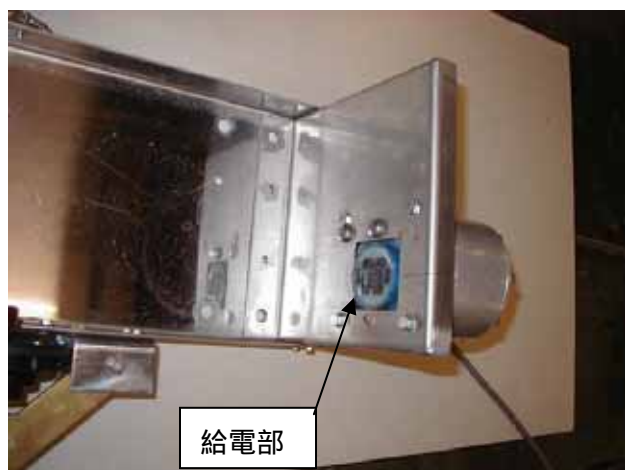


図 5.2.35 自動離脱機構への給電部の取り付け状況

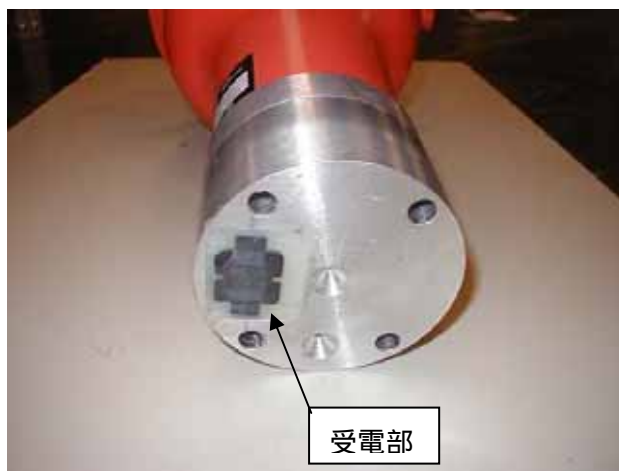


図 5.2.36 VDR カプセル底部の受電部

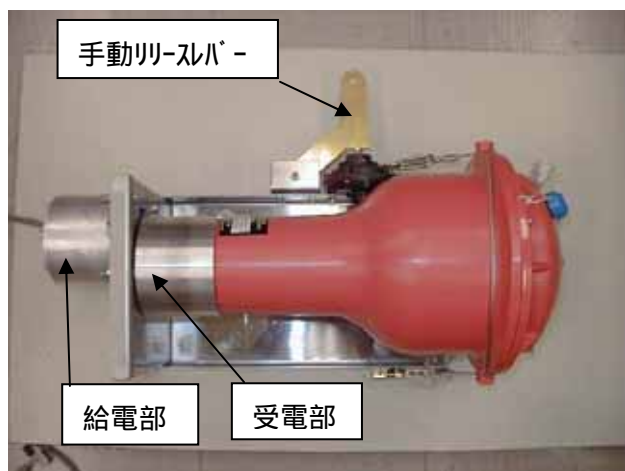


図 5.2.37 VDR カプセルを自動離脱機構へ取り付け、た状態

## (5) VDR 離脱装置

実験船から VDR カプセルを海中に沈め、その後、離脱させるために図 5.2.38 に示す離脱装置を用意した。これを深江丸の右舷に取り付け、実験を行った。

離脱装置は梯子部とそれに沿ってスライドするベッド、上げ下げのための手動ウィンチで構成され、ベッドに自動離脱機構を取り付ける。

VDR カプセルを図 5.2.39 に示す自動離脱機構にセットし、手動ウィンチにより、海中に沈める。

自動離脱機構は水深 3m ほどで VDR カプセルを自動離脱する構造であるが、今回は水中で離脱出来れば良いので、手動によるリリース機構を取り付け、水深約 1 m で離脱させ、実験を行う。



図 5.2.38 離脱装置

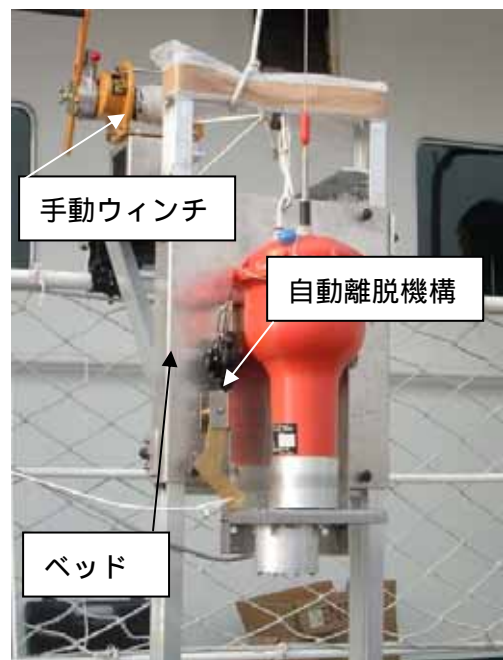


図 5.2.39 手動ウィンチ

## 5.2.4 落下試験

海面より 20m 高さの位置から海面へ落下させた場合のデータ保持能力を検証するために落下試験を行った。

### 5.2.4.1 試験要領

落下試験塔と水槽を使用し、水面上 20m の高さから落下させ、その後、VDR カプセルから CF メモリを取り出し、試験前の CF メモリの内容と比較する。VDR カプセルの落下時の姿勢は正立、横置き及び逆さの 3 方向とし、それぞれ 2 台の VDR カプセルについて行う。

図 5.2.40 に使用した落下試験塔を示す。



図 5.2.40 落下試験塔

#### 5.2.4.2 試験結果

いずれの落下姿勢においても、CFメモリの内容に変化は無く、VDR機能も正常に働いた。

図 5.2.41 は水面上 20m の位置へ VDR カプセルを上げた状態、図 5.2.42 は水面上へ落下時の状況を示す。



図 5.2.41 水面上 20m の VDR カプセルの状況



図 5.2.42 落下時の状況

#### 5.2.5 EMC 試験（放射性エミッション試験）

VDR カプセルは甲板上に設置するために EMC の基準を満足する必要がある。

EMC 試験は IEC60945 では 8 項目の試験があるが、ここでは最も厳しいと思われる放射性エミッション試験を行った。

##### 5.2.5.1 試験要領

VDR カプセルを電波暗室内に置き、距離 3m の位置の電界強度を測定する。周波数は 150kHz ~ 2GHz とする。

尚、2 台の VDR カプセルは全く同じ構成であるため、差異は無いと考え、1 台のみで試験を行っ



た。 図 5.2.43 に試験の状況を示す。



図 5.2.43 放射性エミッション試験状況

#### 5.2.5.2 試験結果

図 5.2.44 ~ 図 5.2.46 に結果を示す。いずれの周波数においても IEC60945 の限度値を超えることはなく、基準を満足するものであった。

# Results of Radiated Emission

COMPANY : VDR TRADE NAME : MODEL NAME : SERIAL NO. : POWER : DESCRIPTION : REMARKS : 放射性エミッション MEMO :	REPORT NO. : DATE : REGURATION : IEC60945 DISTANCE : ATTNUTER : 0 OPERATOR : M. fujiyoshi
--	--

LIMIT :

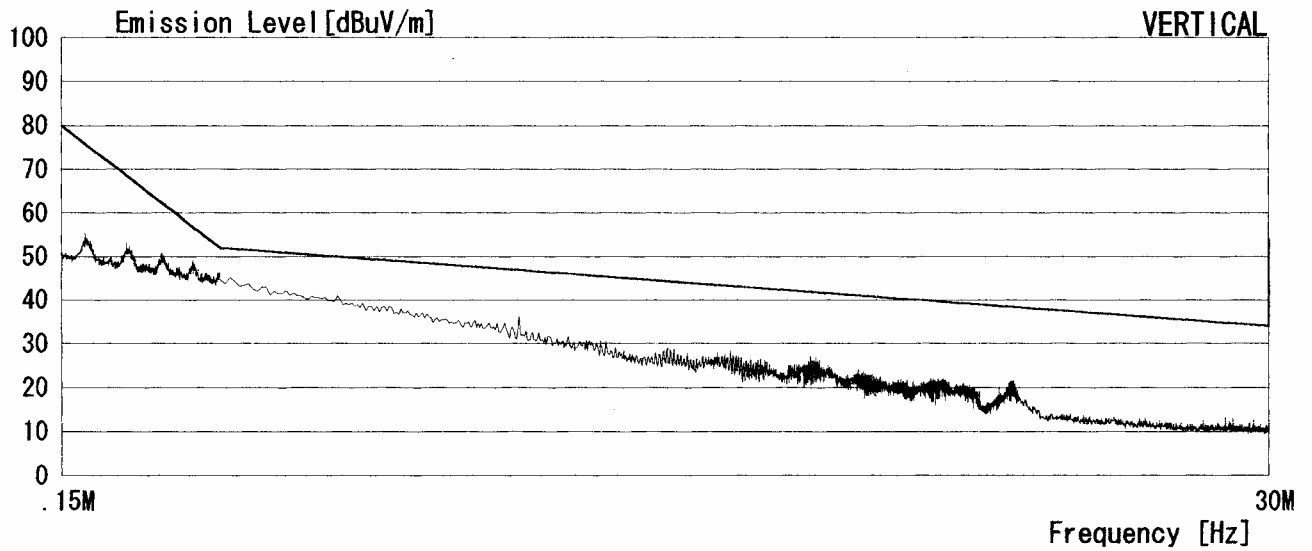
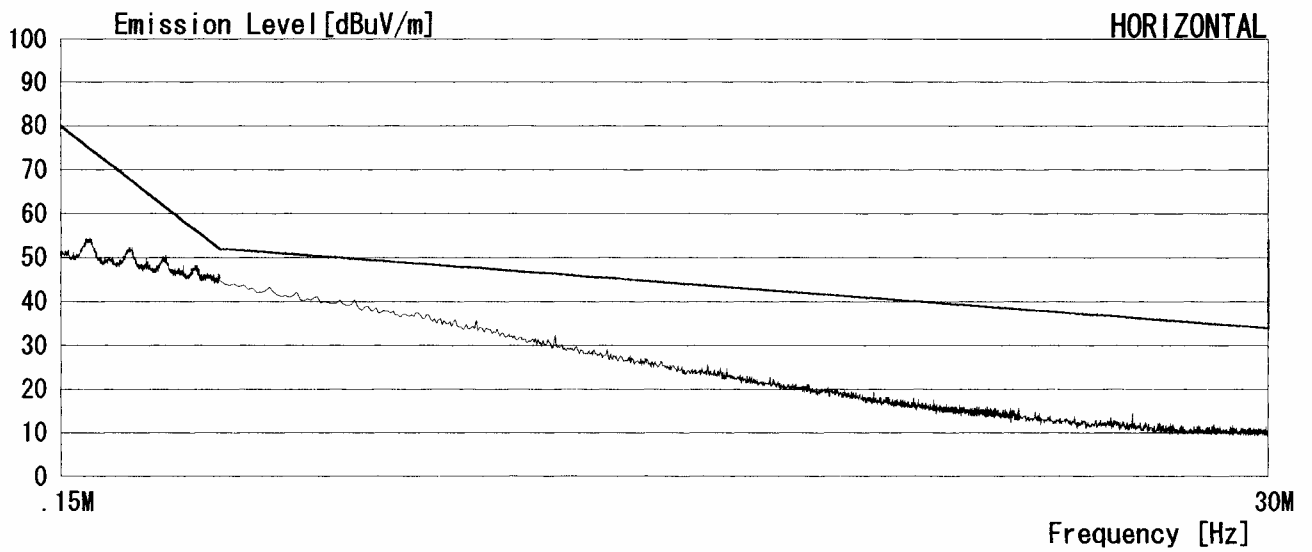


図 5.2.44 放射性エミッション (150kHz ~ 30MHz)

# Results of Radiated Emission

CAMPANY	: VDR	REPORT NO.	:	:
TRADE NAME	:	DATE	:	:
MODEL NAME	:	REGURATION	:	IEC60945
SERIAL NO.	:	DISTANCE	:	:
POWER	:	ATTNUTER	:	0
DESCRIPTION	:	OPERATOR	:	M. fujiyoshi
REMARKS	: 放射性エミッション			
MEMO	:			

LIMIT :

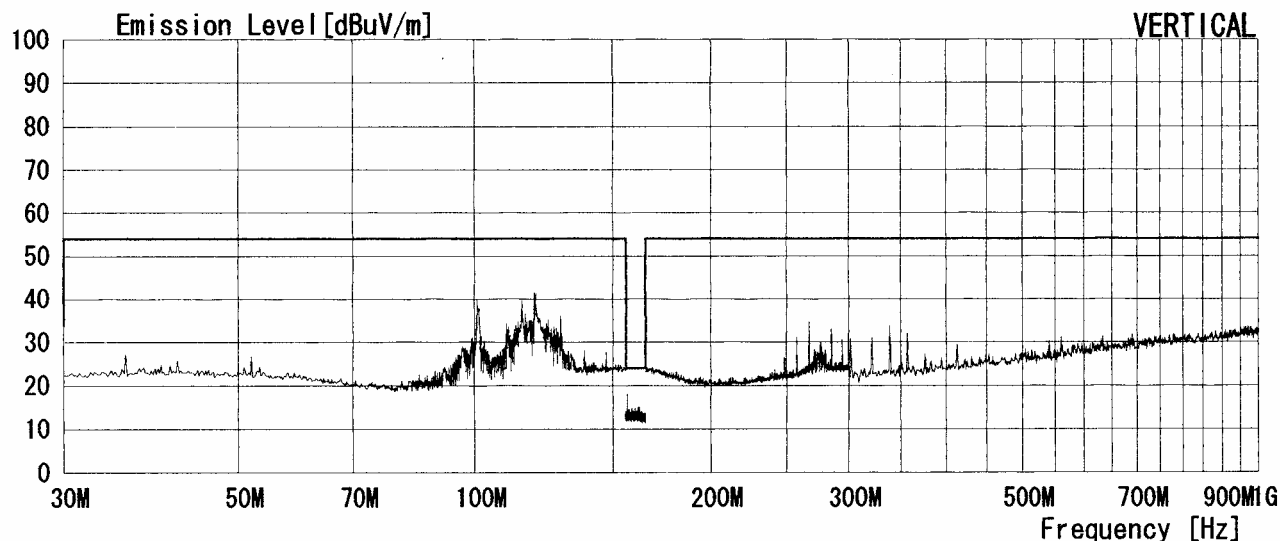
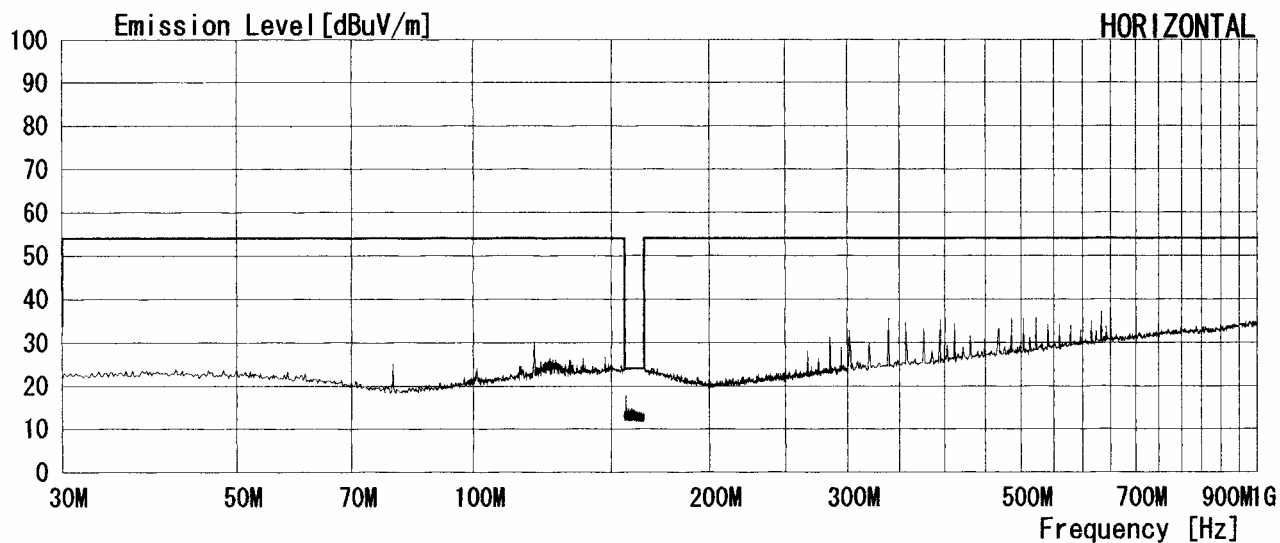


図 5.2.45 放射性エミッション (30MHz ~ 1GHz)



# Results of Radiated Emission

CAMPANY	: VDR	REPORT NO.	:
TRADE NAME	:	DATE	:
MODEL NAME	:	REGURATION	: IEC60945
SERIAL NO.	:	DISTANCE	:
POWER	:	ATTNUTER	: 0
DESCRIPTION	:	OPERATOR	: M. fujiyoshi
REMARKS	: 放射性エミッション		
MEMO	:		

LIMIT :

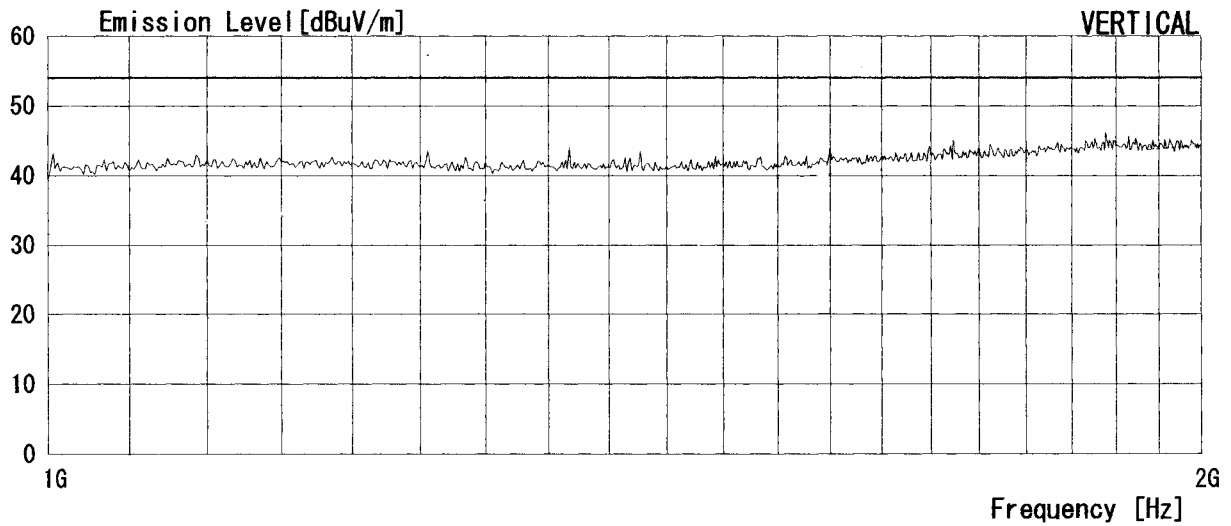
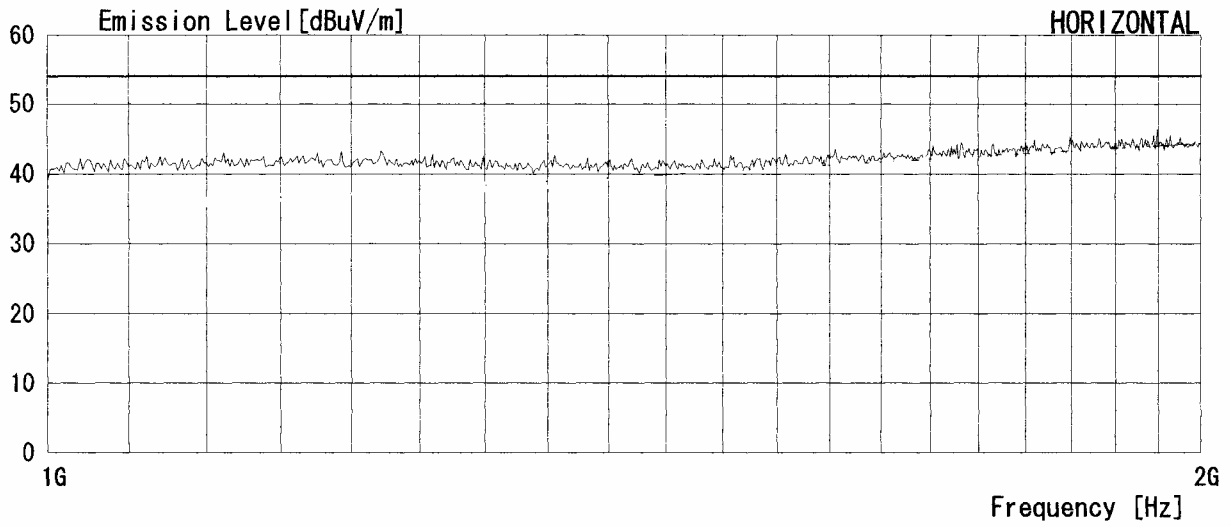


図 5.2.46 放射性エミッション (1GHz ~ 2GHz)

## 5.3 海上離脱実験

### 5.3.1 実験の概要

深江丸に設置した離脱装置に VDR カプセルをセットして電力を供給する。さらに深江丸の船内データを無線 LAN を介して VDR カプセルに送信する。これらを継続した状態で、VDR カプセルを水中に没し、離脱したときの離脱状況、データの保持状況を観測する。

VDR カプセルはカプセル番号 C1 及び C2 の 2 台を用意した。

図 5.3.1 に実験に使用した深江丸を、図 5.3.2 に離脱装置の設置状況を、図 5.3.3 にデータ送信装置、電源装置を示す。データ送信装置は離脱装置の近傍に設置し、USB 型の無線 LAN アダプタと延長コードを使用して VDR カプセル間の通信を確実に出来る位置に配置した。



船名 : 深江丸  
全長 : 49.95m  
垂線間長さ : 45.00m  
型幅 : 10.00m  
総トン数 : 449 トン

図 5.3.1 実験に使用した深江丸



図 5.3.2 離脱装置の設置状況

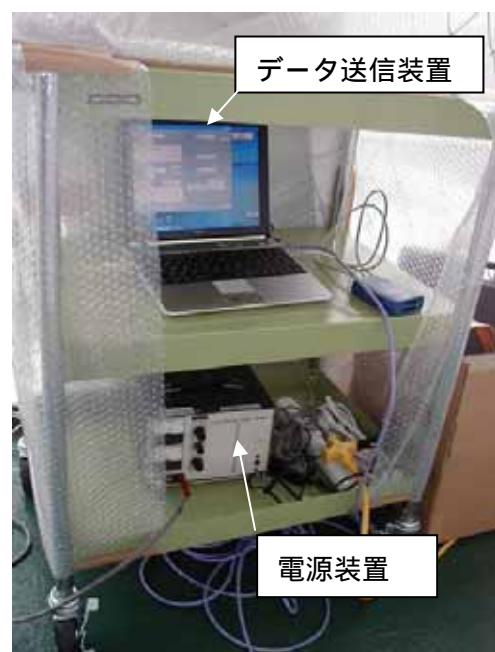


図 5.3.3 データ送信装置、電源装置

### 5.3.2 データ通信プロトコル

図 5.3.4 に深江丸船内 LAN からデータ送信装置及びデータ送信装置から VDR カプセルへの送信プロトコルを示す。VDR カプセルの無線 LAN カードは IEEE802.11b 規格のものを使用し、毎秒 33kB のデータの受信を行う。

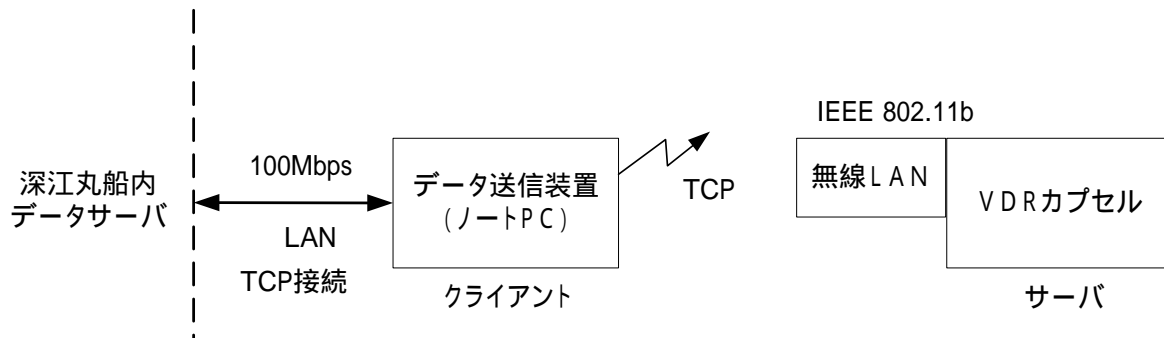


図 5.3.4 データ通信プロトコル

#### (1) データ送信装置の送信手順

データ送信装置は深江丸の船内 LAN と有線で接続し、VDR カプセルとは無線 LAN で接続する。手順は以下のとおりである。

深江丸航海・機関データを船内 LAN で受け取り、ASCII データに変換する。

以下のデータを ASCII 文字で送信する

- 1) 送信するデータ長 16 進 4 桁
- 2) 送信管理番号 1 秒毎にカウントアップする値 10 進 8 桁
- 3) 日時データ YYYY/MM/DD\_hh:mm:ss 19 バイト ASCII 文字列
- 4) データ 上記 の航海・機関データとダミーデータ合わせて合計 33kB

の 2)～4)を送信データとして保存する。

データの送信、保存は 1 秒毎に行う。

10 回に 1 回程度、送信したデータがエコーバックされると仮定し、エコーバックされたデータを受信し、送信管理番号とデータの最初の一部を表示する。

VDR カプセルからのエコーバックが 30 秒間受信されない場合は VDR カプセルが水没したと判断し、終了する。

#### (2) VDR カプセルの受信手順

サーバとして動作し、TCP プロトコルでデータ送信装置と通信する。

電源投入後、受信待機状態とし、データ送信装置からの信号を待つ。

データを受信し、データの先頭にある送信バイト数を受信し、CF メモリへ記録する。

常に電源電圧を監視し、水没等で電源が供給されなくなったら、バックアップ電源（ニッカド電池）に切換え、CF メモリの内容が変化しないように終了動作をする。

約 1 分後にバックアップ電源がオフになる。

### 5.3.3 実験要領

実験は以下の要領で行った。

日時 平成 16 年 12 月 20 日 晴れのち曇り、気温 15.7 湿度 83% 風波静穏  
場所 大阪湾

### 5.3.4 実験の手順

以下の ~ の手順を 2 台の VDR カプセルについて行い。データの保持能力、離脱状況を実験する。

VDR カプセルを離脱装置にセットする。

電力を供給し、VDR カプセルが受信待機状態になったら、データ送信装置から船内データを送信する。

5 分以上データを送信した後、離脱装置の手動ウィンチにより、VDR カプセルを水中に沈める。

手動リリースレバーを引き、VDR カプセルを離脱させる。

VDR カプセルを引き上げ、内部にある CF メモリを取り出す。

CF メモリのデータを保存し、送信データと比較する。

CF メモリをクリアし、再び VDR カプセル内へセットする。

### 5.3.5 実験結果

実験は表 5.3.1 に示す場所と時刻で 2 台の VDR カプセルを使用し、計 8 回行った。

表 5.3.1 実験場所と時刻

実験番号	実験場所	時刻	使用 VDR カプセル
1	岸壁停泊時	10:27	C2
2		10:53	C1
3	出港時	13:10	C2
4	湾内停泊時	14:30	C2
5		14:45	C1
6		15:06	C1
7		15:15	C2
8	帰港時	15:29	C1

図 5.3.5 に水没した状況を、図 5.3.6 に離脱後の浮揚状況を示す。



図 5.3.5 水没状況



図 5.3.6 離脱後の浮揚状況

### 5.3.6 データ保持能力

データ転送が終了するタイミングは VDR カプセル側では離脱したとき、送信側では VDR カプセルからのエコーバックが 30 秒間無かったときにそれぞれ終了するようにソフトが作られている。従って、VDR カプセルが水没して受信動作を終了しても、送信側は最大で 30 秒間長くデータの送信と送信側でのデータの記録が行われる。このため終了時間がそれぞれ異なり総データ数に違いが出た。

このままでは送信データと受信データが一致しないため、それぞれの総データ長を合わせて比較した結果、8 回の実験全てにおいてデータは一致し、データ保持能力が確認された。

付図 1～付図 30 は約 500 項目ある深江丸船内データの中からデータの数値が変化しているものについて送信及び受信データを比較したものである。

これらのデータの中で出港時及び帰港時の受信データから機関の状況や船速等をまとめて図 5.3.7 及び図 5.3.8 に表した。

図 5.3.9 は出港時及び帰港時の航跡を VDR カプセルが受信した船内 LAN の GPS データから求めたものである。

### 5.3.7 海上実験のまとめ

以上の実験で非接触給電装置と無線 LAN により構成された VDR カプセルにより、実際の船内データを VDR カプセル内の記憶媒体に記録し、それを送信データと比較して過不足なく通信できたことが確認できた。今回の実験では神戸大学 練習船深江丸を使用し、船内 LAN から提供される航海、機関等の実際のデータを記録した。これにより、浮揚式 VDR カプセルの離脱時に問題となるデータ転送用のケーブル扱いの心配無く有効なデータ転送ができることが示された。また、船内 LAN によるデータ提供体制が確立されていれば、容易に組み込むことができる事が確認できた。

また、課題としては、システム起動時の通信開始処理ができないという不具合があった。この原因として次のことが考えられる。

電力供給を電磁誘導による非接触給電装置で行っているが、給電部と受電部間のギャップの大きさの影響を受け易く、ごみ等の付着により広がったギャップにより、電解強度が弱くなり、十分な給電ができなくなった。そのため、受電部側の電圧が低下し、CPU及び無線LANカードの動作が不

安定になる。☞に、この不安定な動作により、TCP/IPのポートが不正にクローズした場合、一時的に接続が困難になり、起動ができなくなったと考えられる。

今回使用した非接触給電装置は電力に余裕がないため、ギャップが広がると必要な電力を供給出来なくなる。従って多少のギャップの増加でも十分な電力を供給できる容量の非接触給電装置を組み込む必要がある。

また、実際に運用する場合は電磁結合部にゴミや潮が付かないようにゴム等で保護する必要があると考えられる。さらに、一時的な接続困難は、今回の実験のように、接続・切断を頻繁に行う場合は問題となるが、VDRは、頻繁な接続・切断は行わないため、実質上問題無いと思われる。

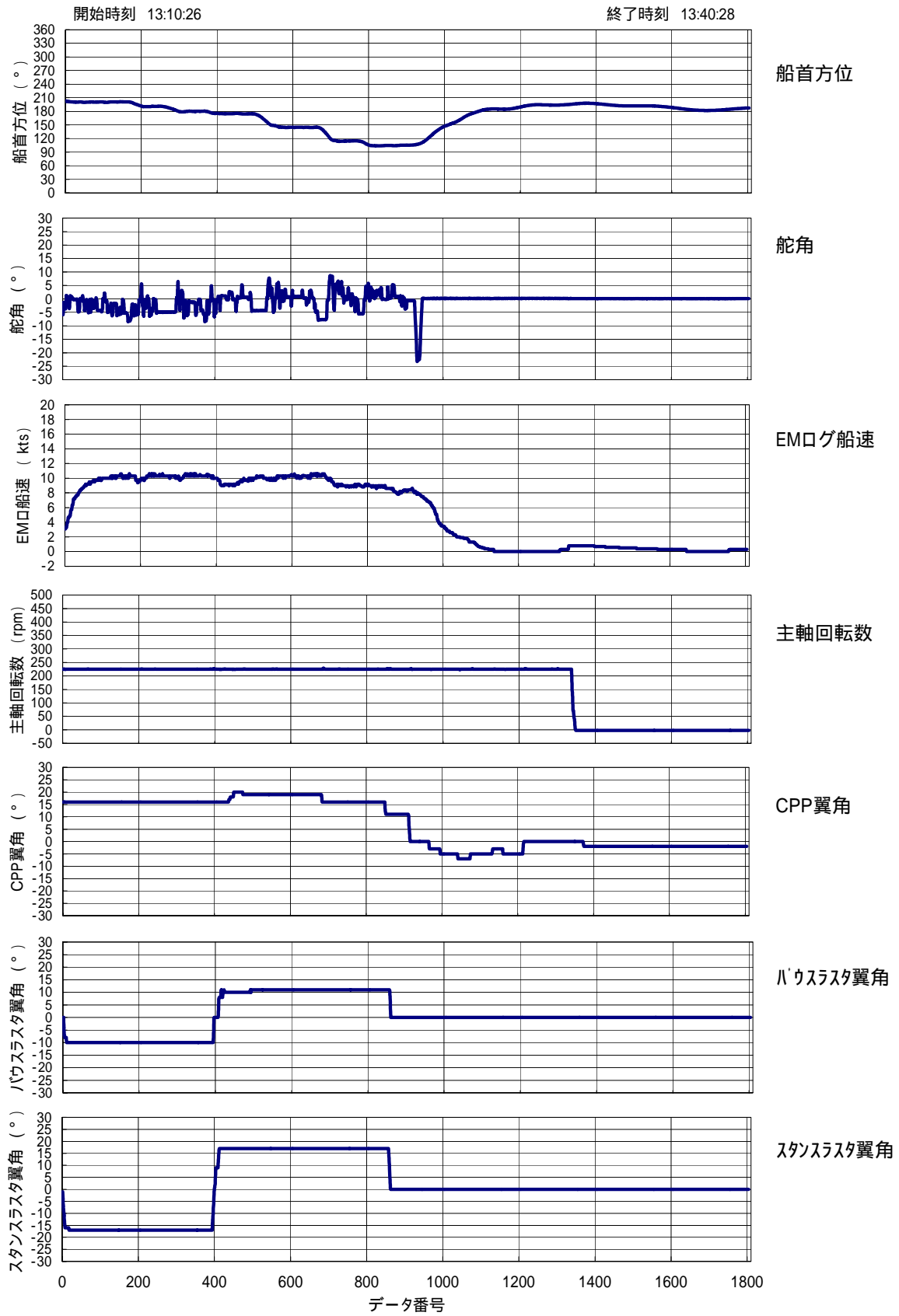


図 5.3.7 出港時の受信データ (実験番号 3)

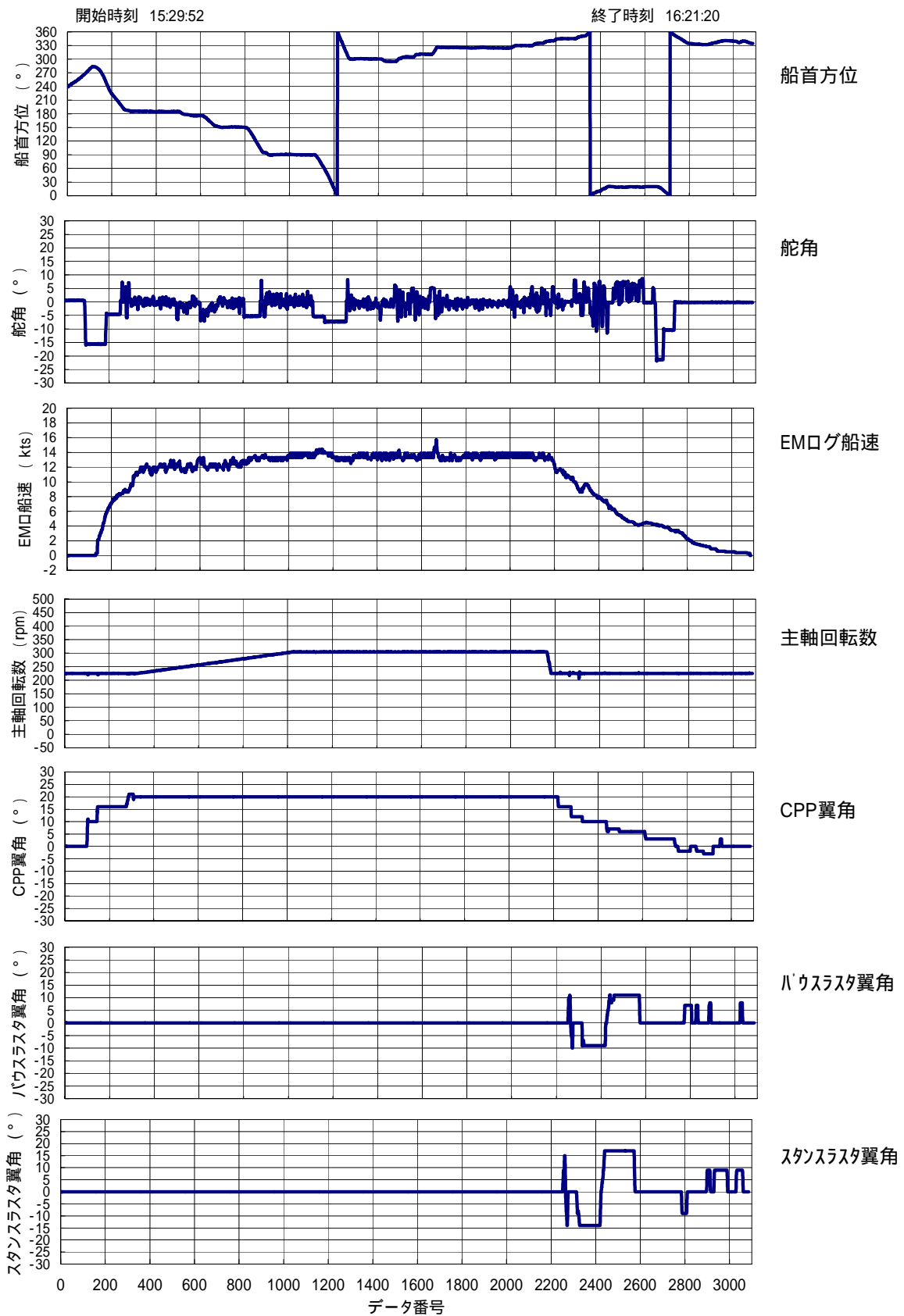


図 5.3.8 帰港時の受信データ (実験番号 8)



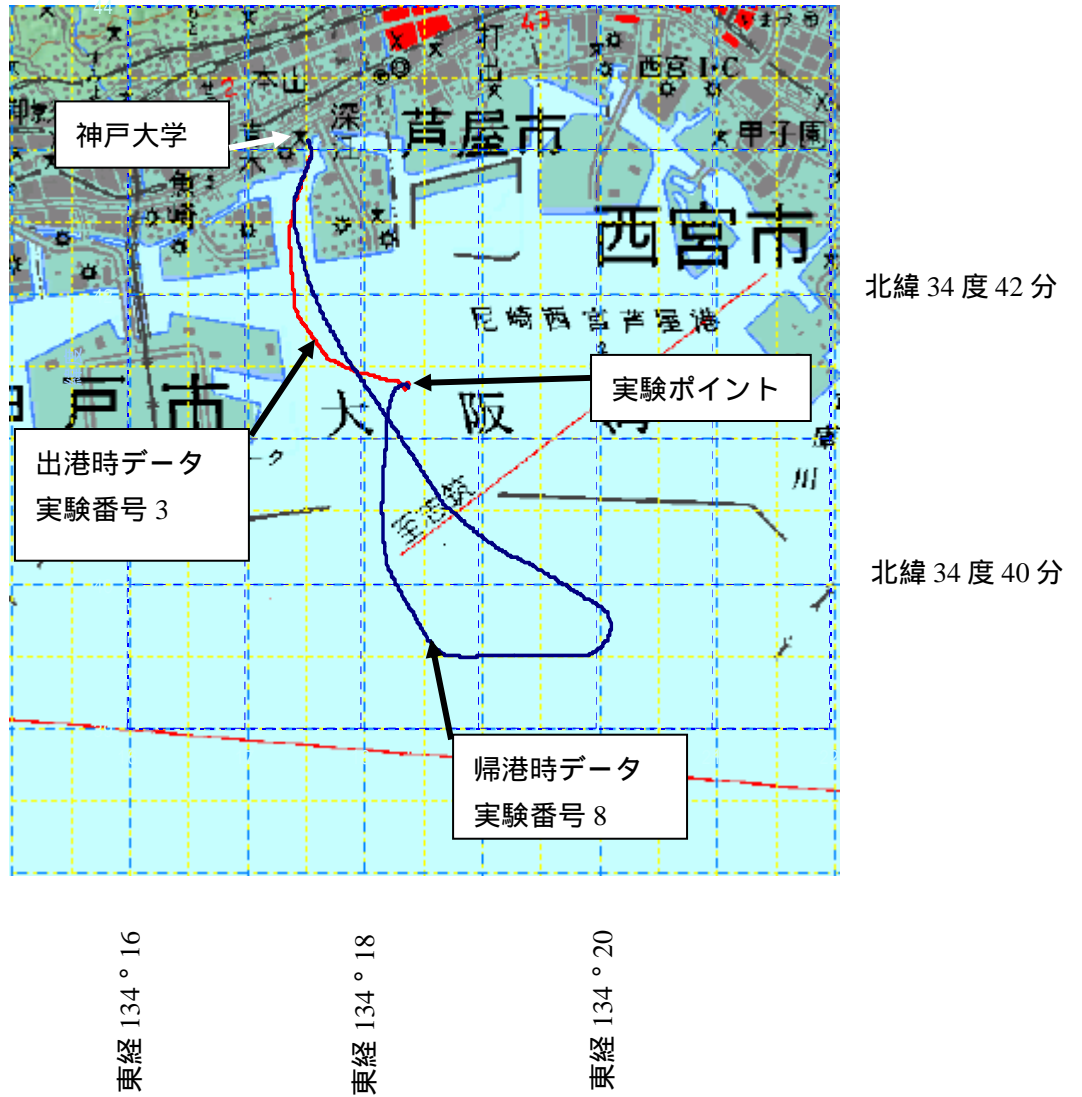
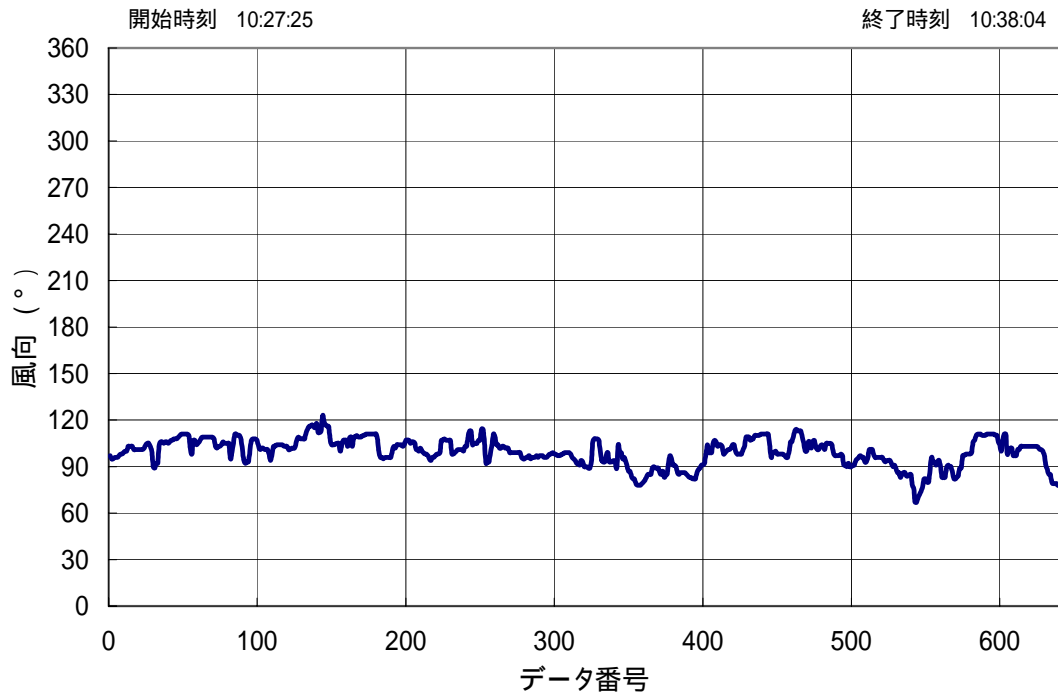
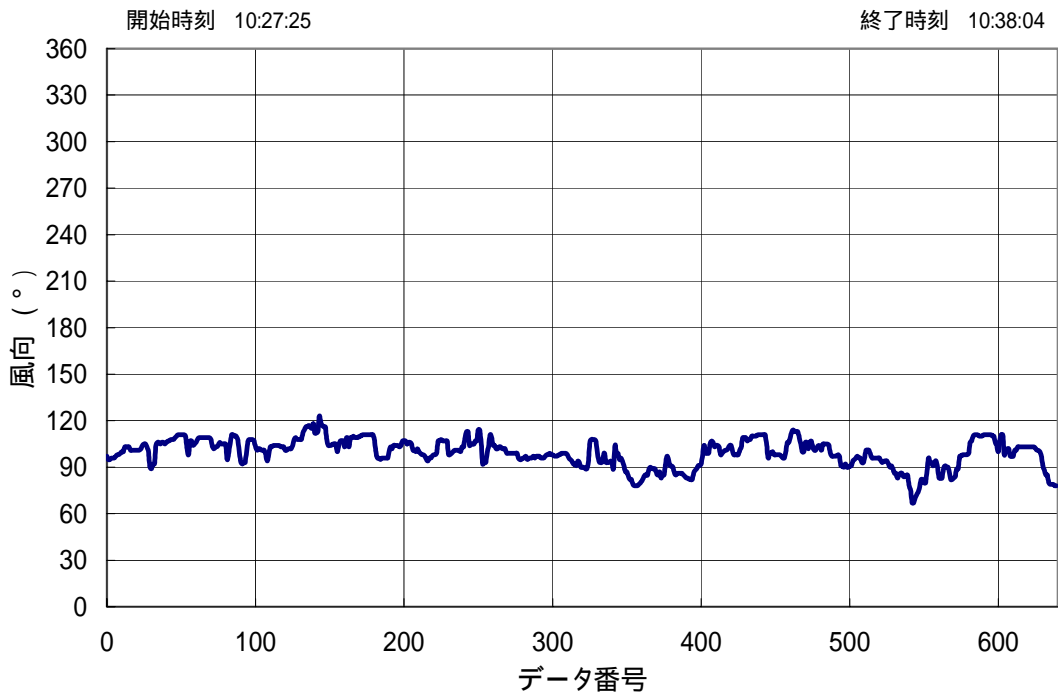


図 5.3.9 出港時、帰港時の深江丸の軌跡

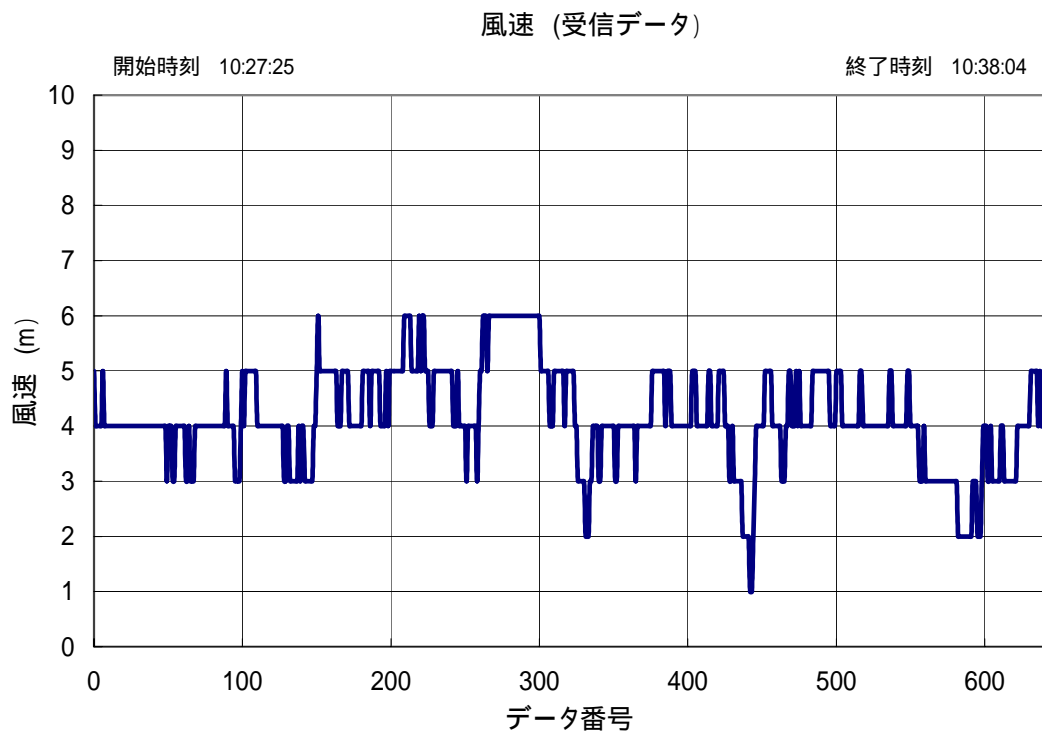
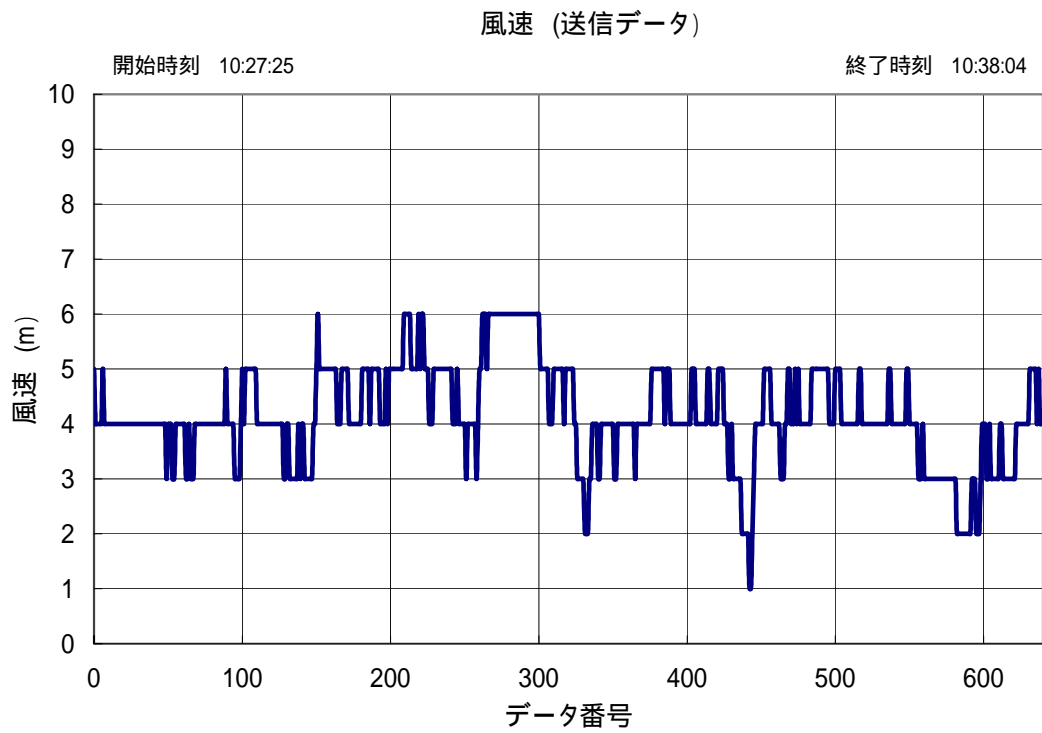
風向 (送信データ)



風向 (受信データ)

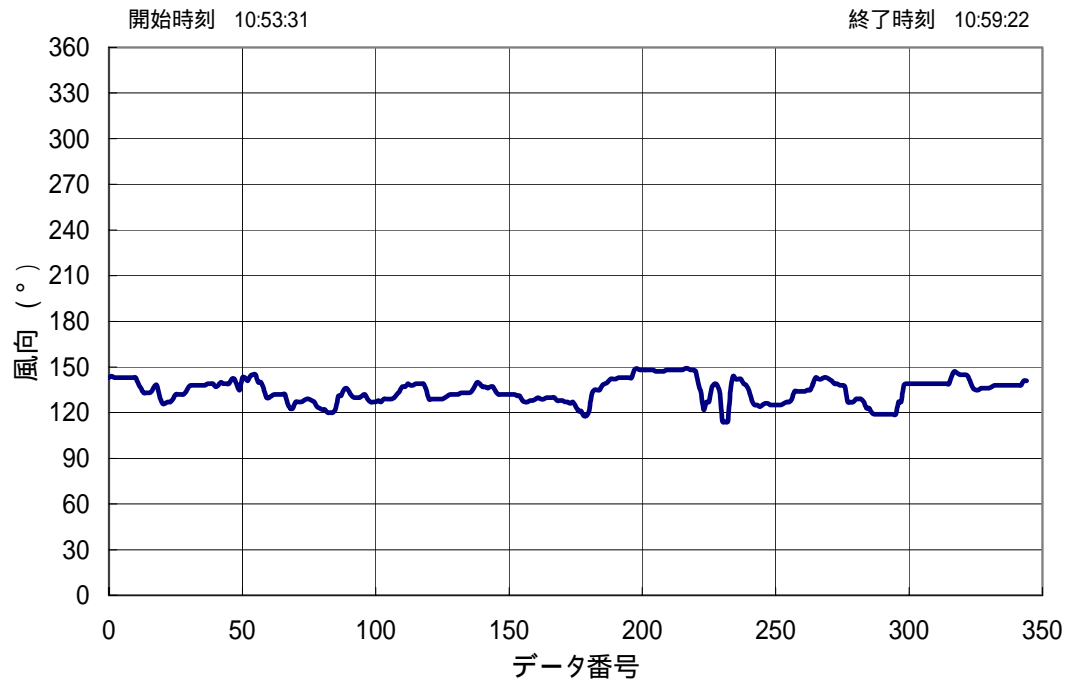


付図 1 実験番号 1 岸壁停泊時：風向

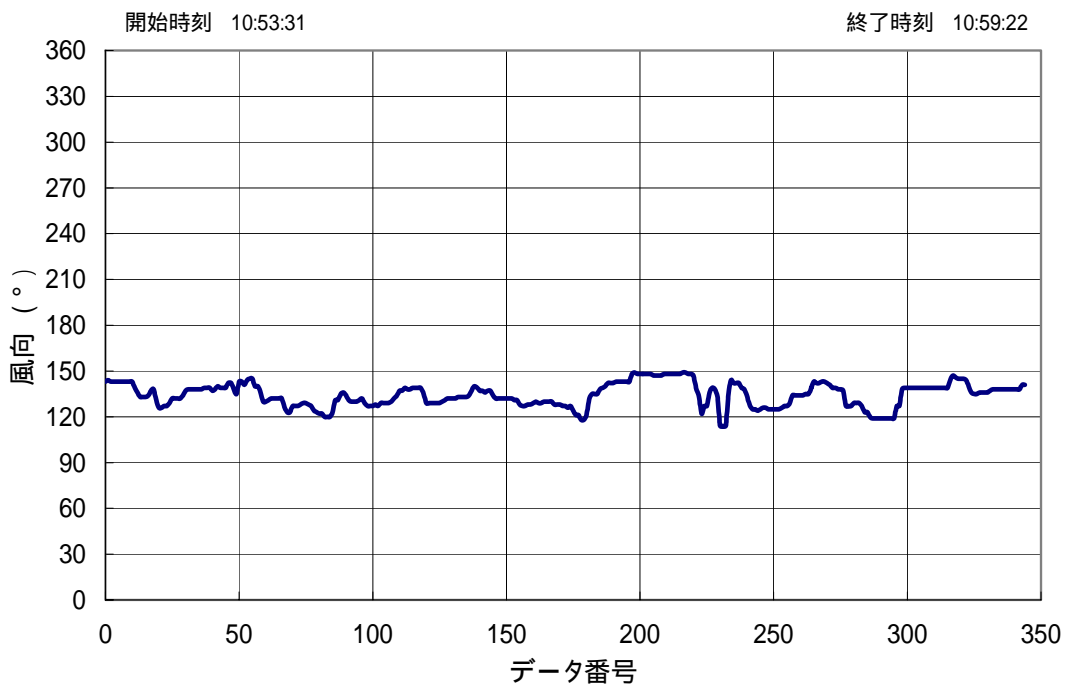


付図 2 実験番号 1 岸壁停泊時：風速

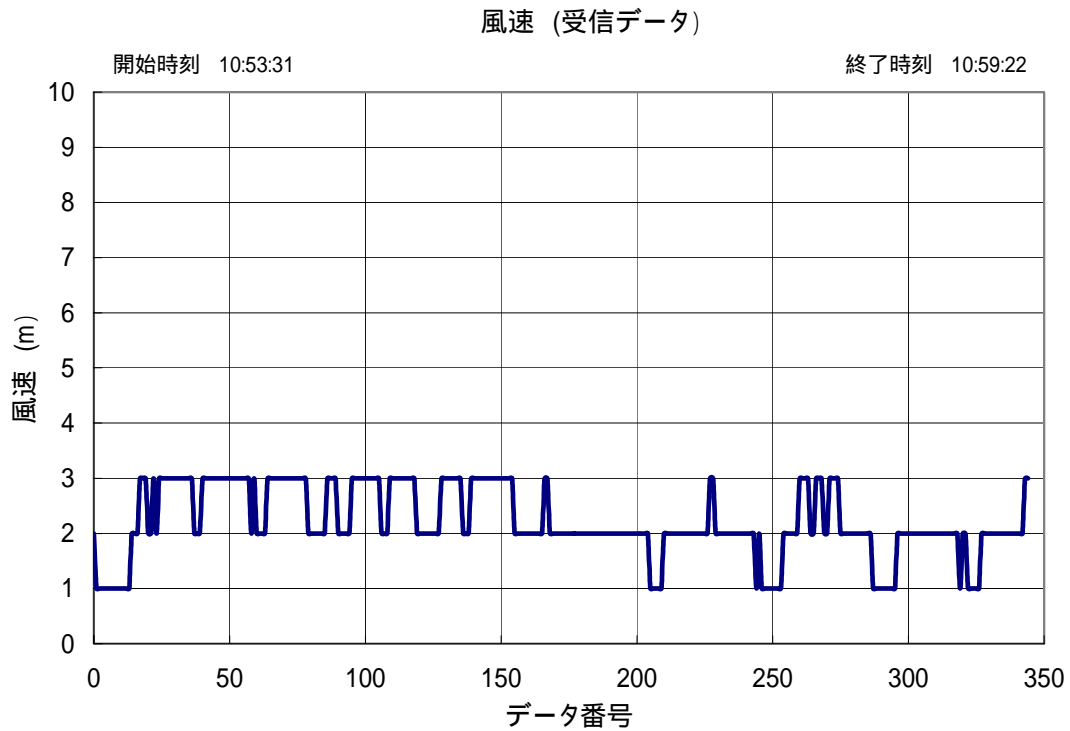
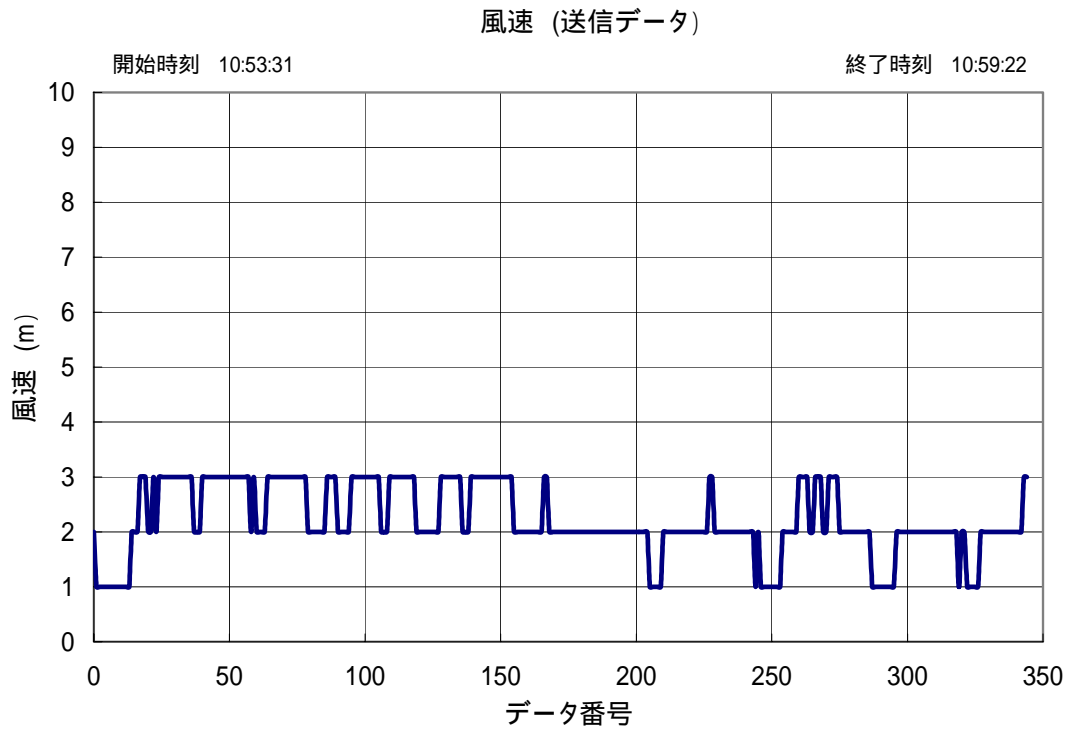
### 風向 (送信データ)



### 風向 (受信データ)

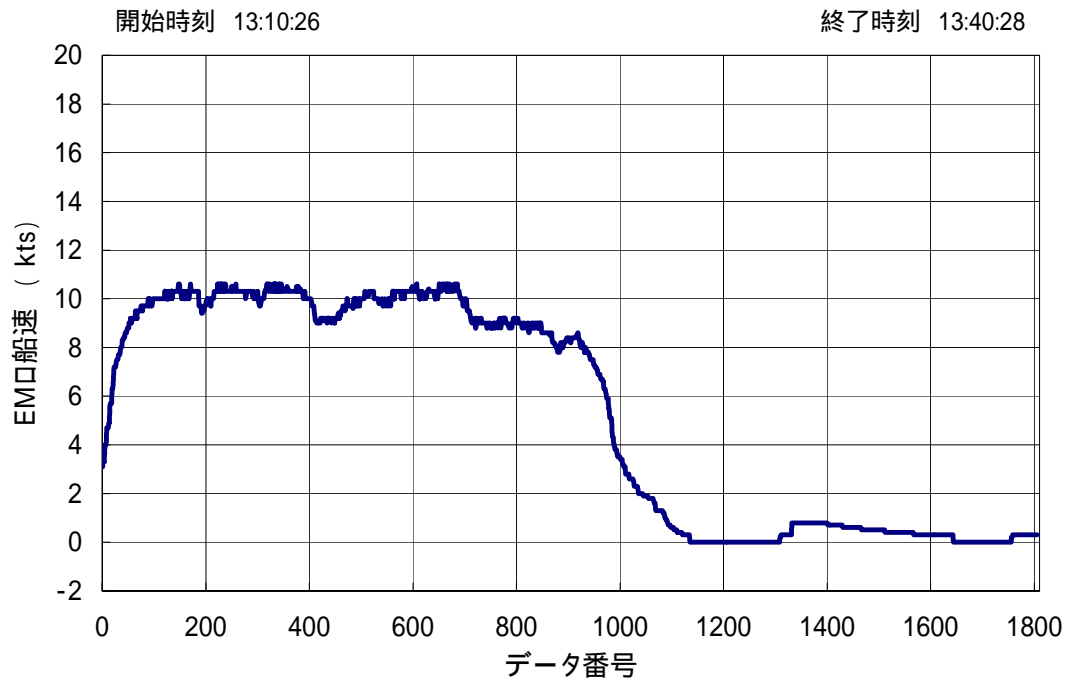


付図 3 実験番号 2 岸壁停泊時：風向

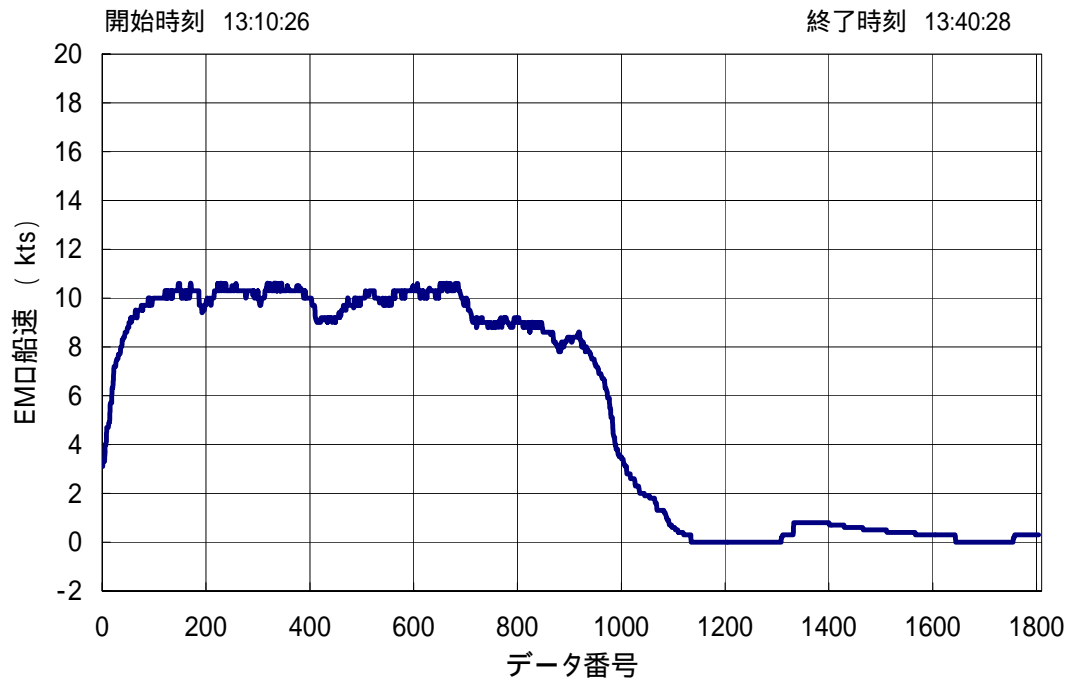


付図 4 実験番号 2 岸壁停泊時：風速

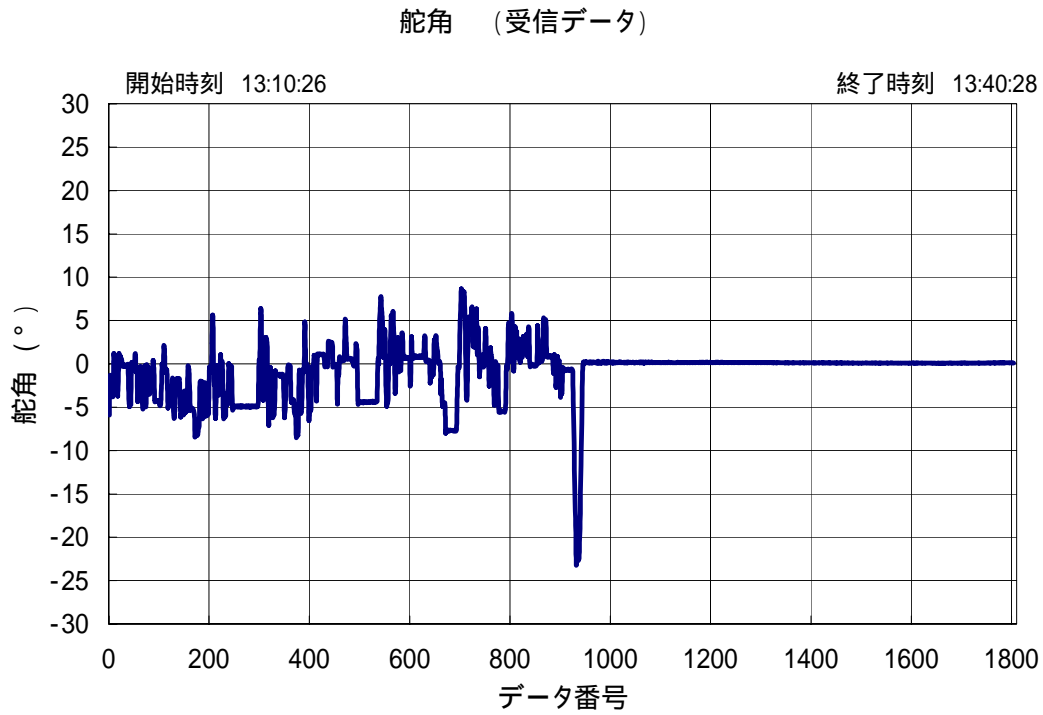
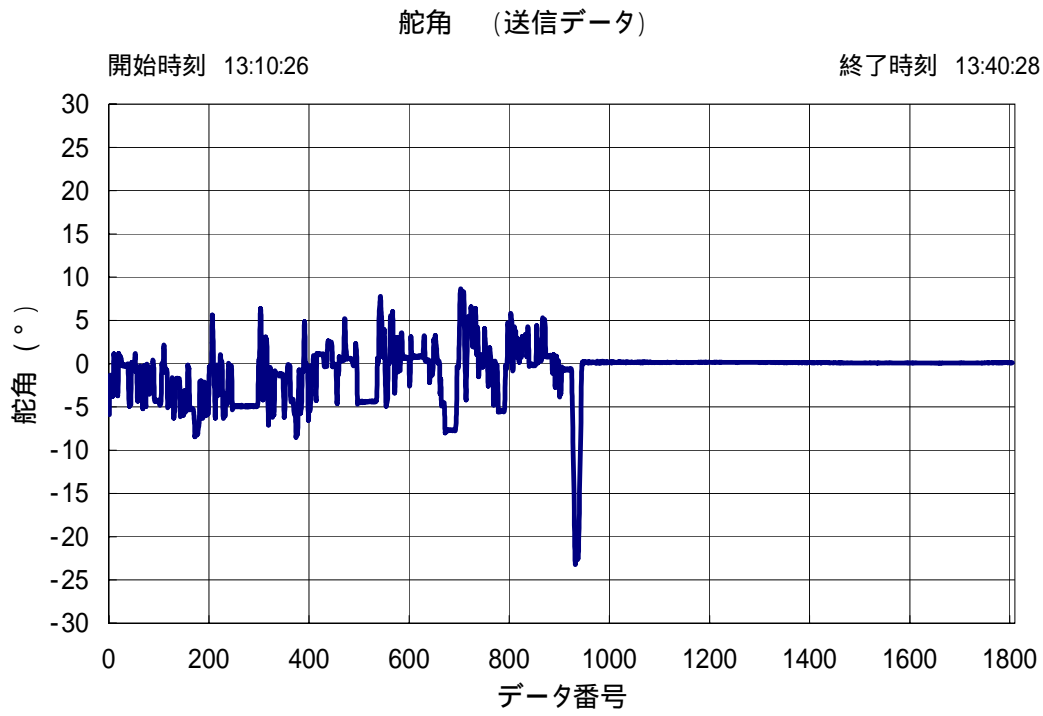
### EMログ船速 (送信データ)



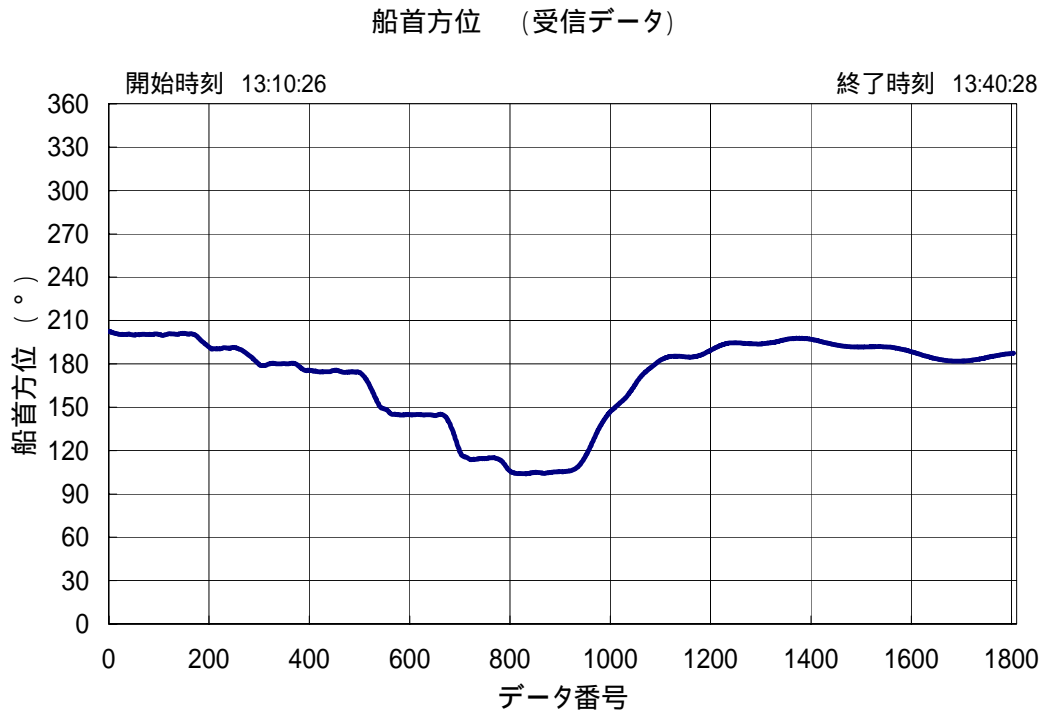
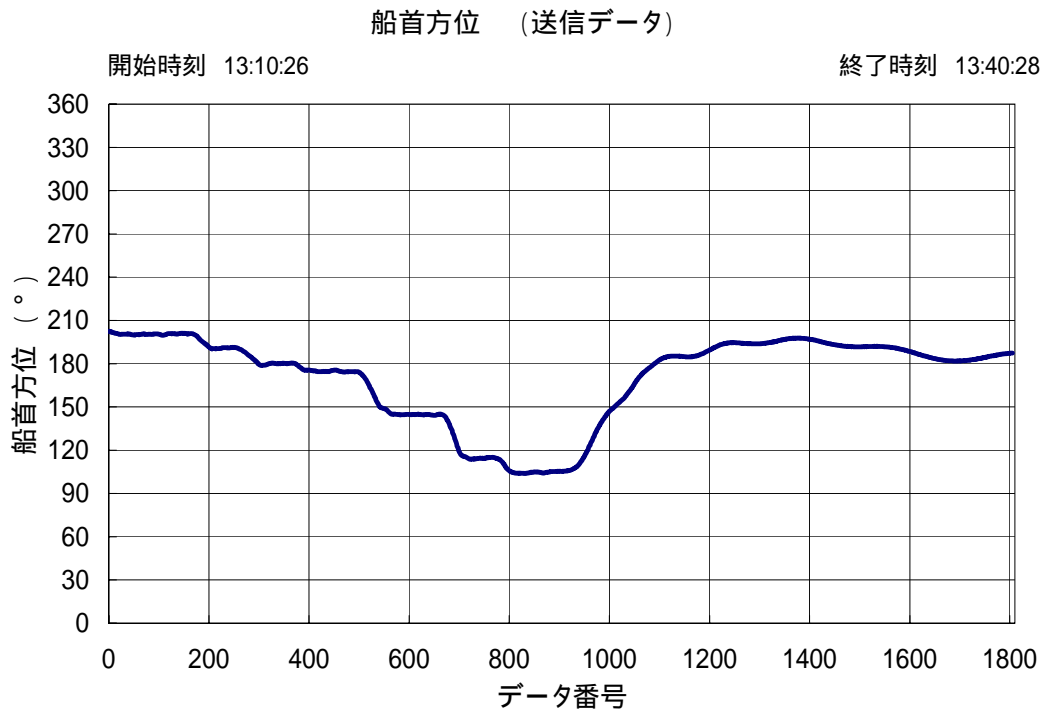
### EMログ船速 (受信データ)



付図 5 実験番号 3 出港時：EMログ船速

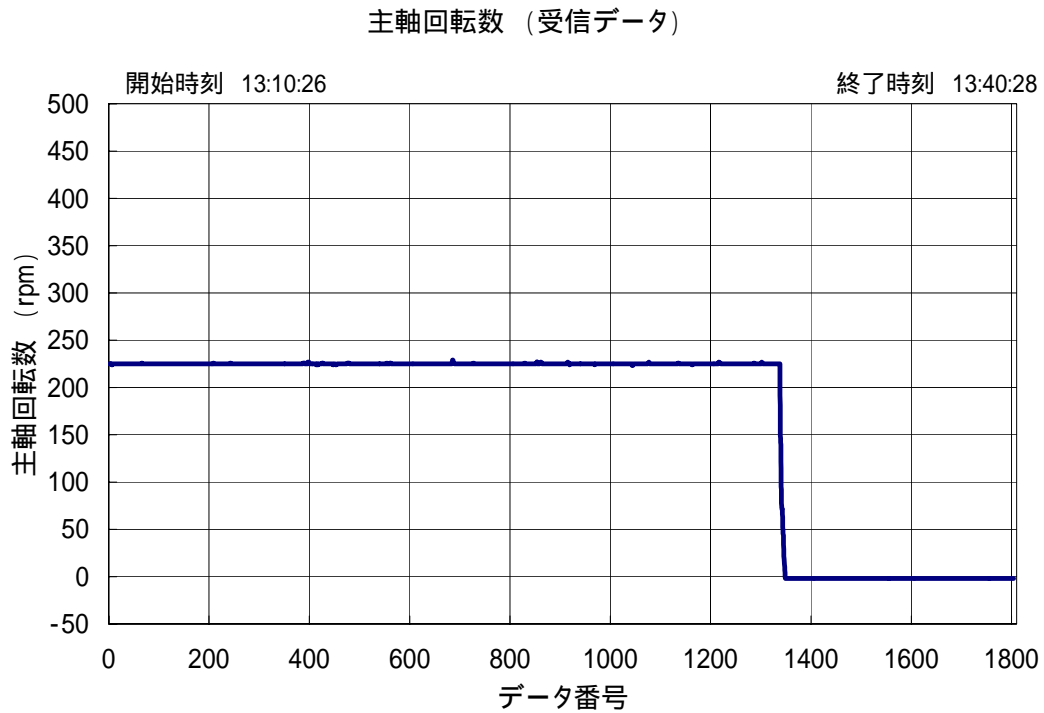
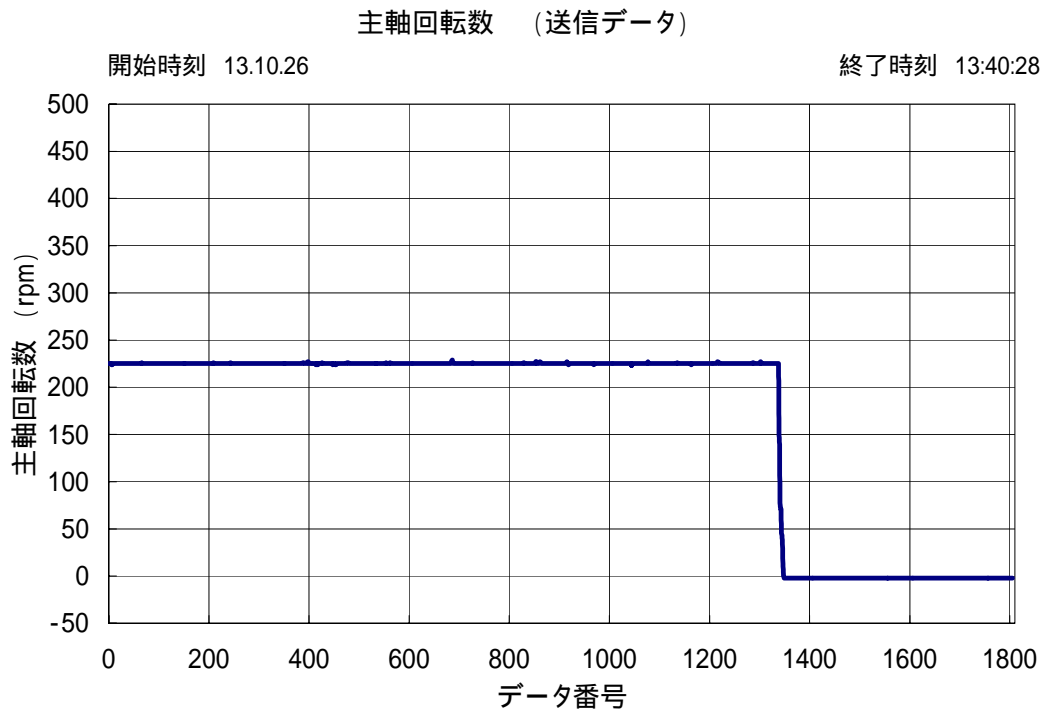


付図 6 実験番号 3 出港時：舵角

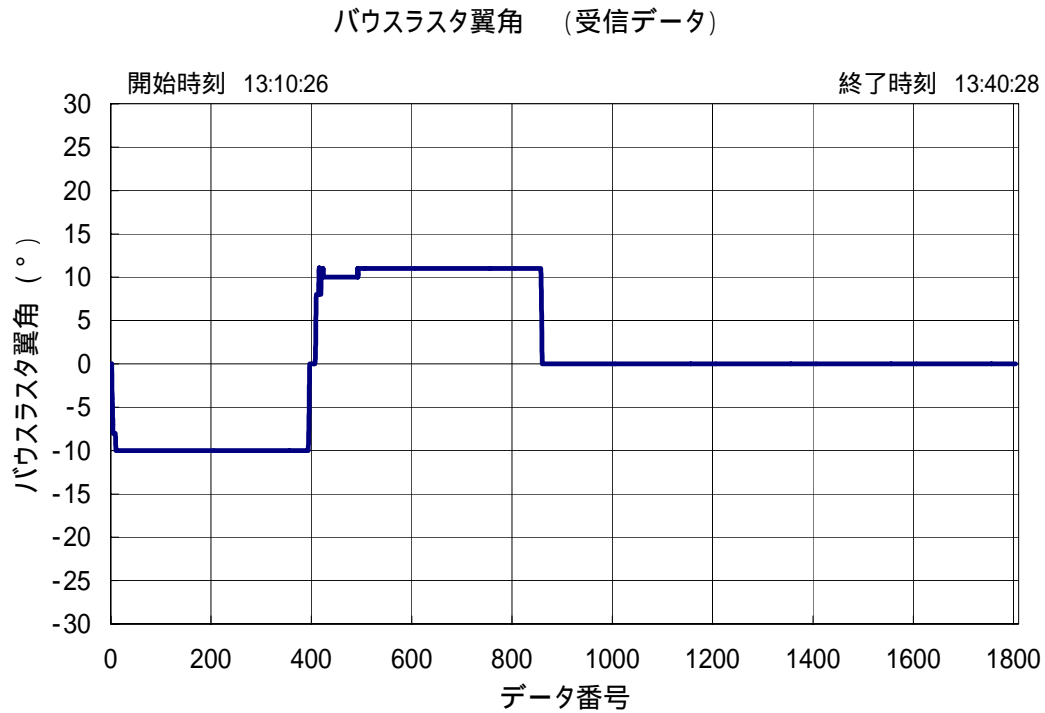
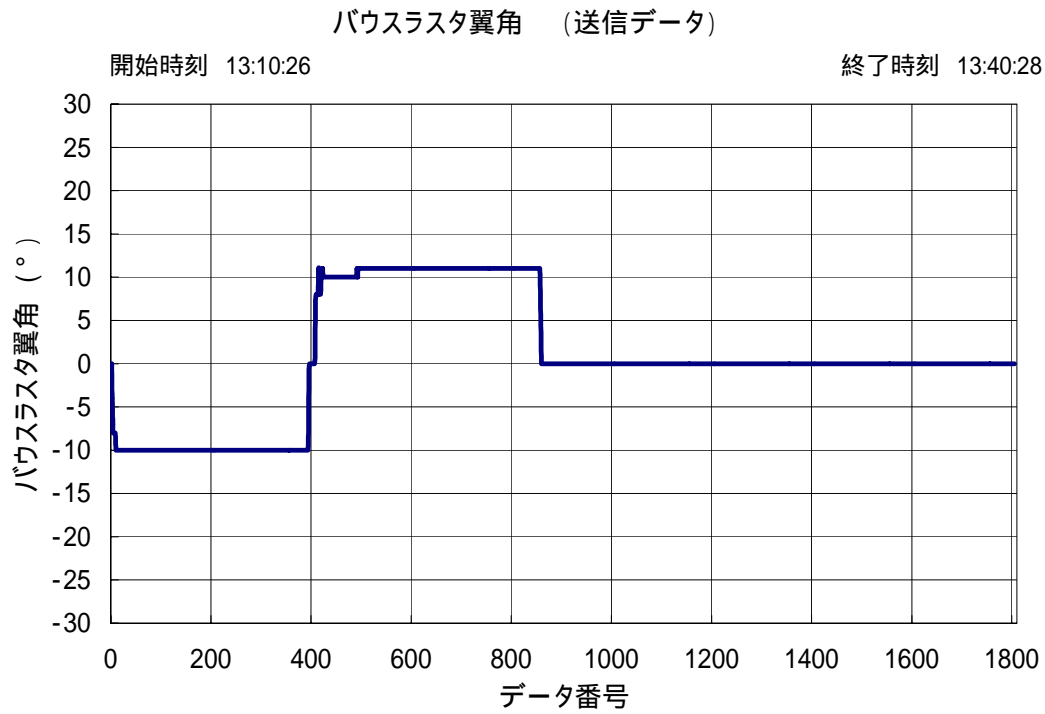


付図 7 実験番号 3 出港時：船首方位

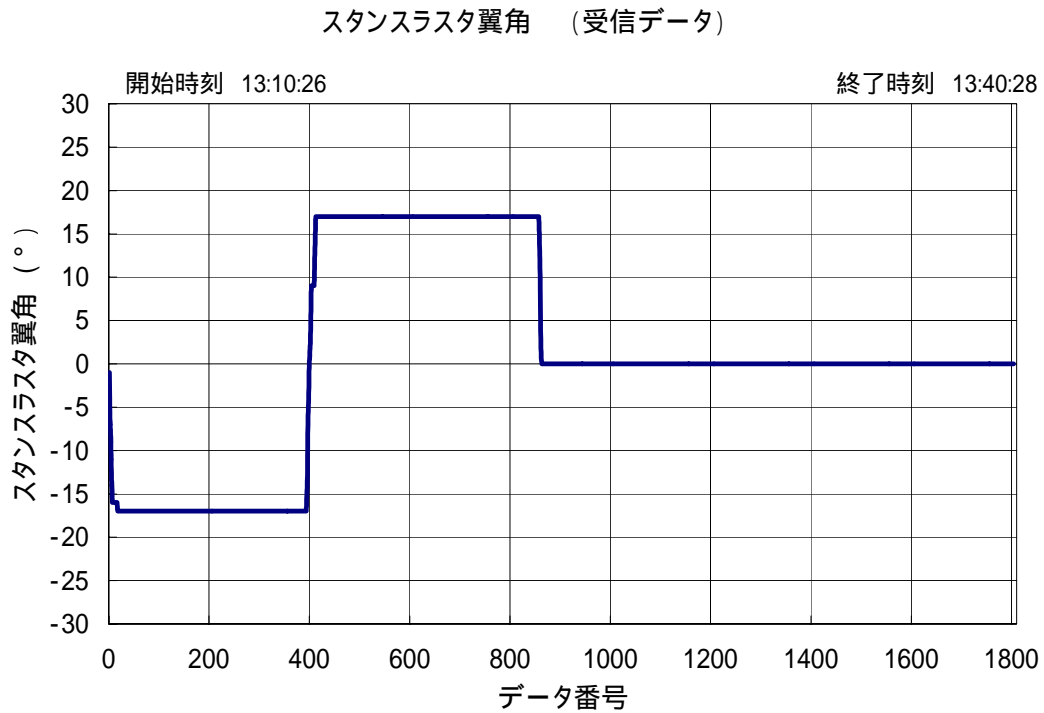
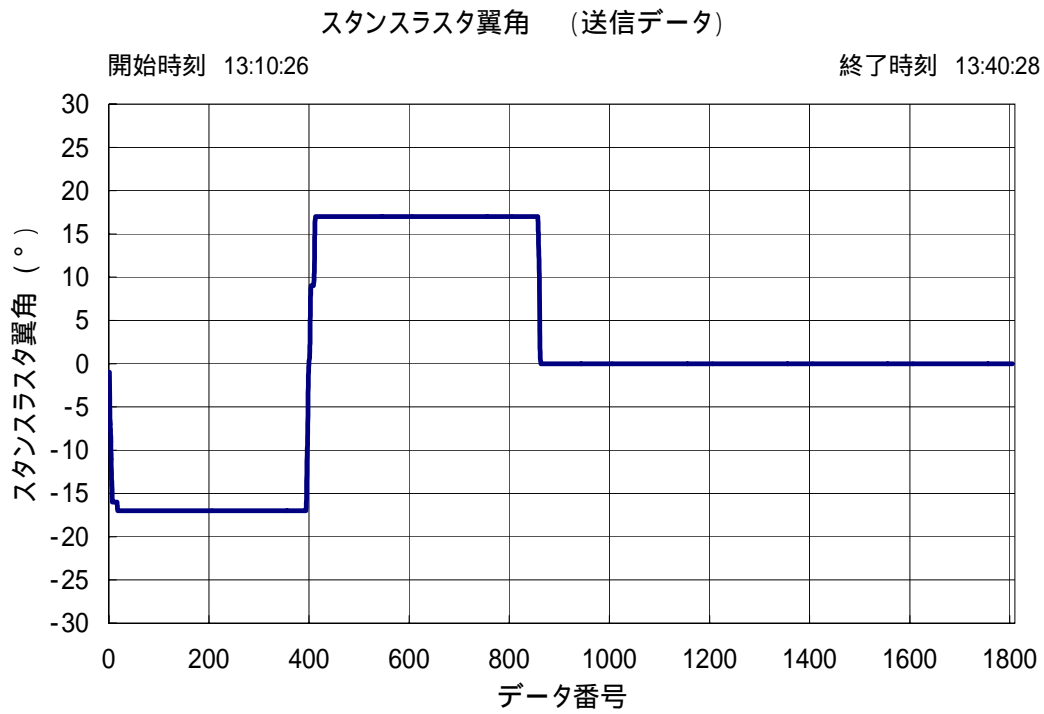




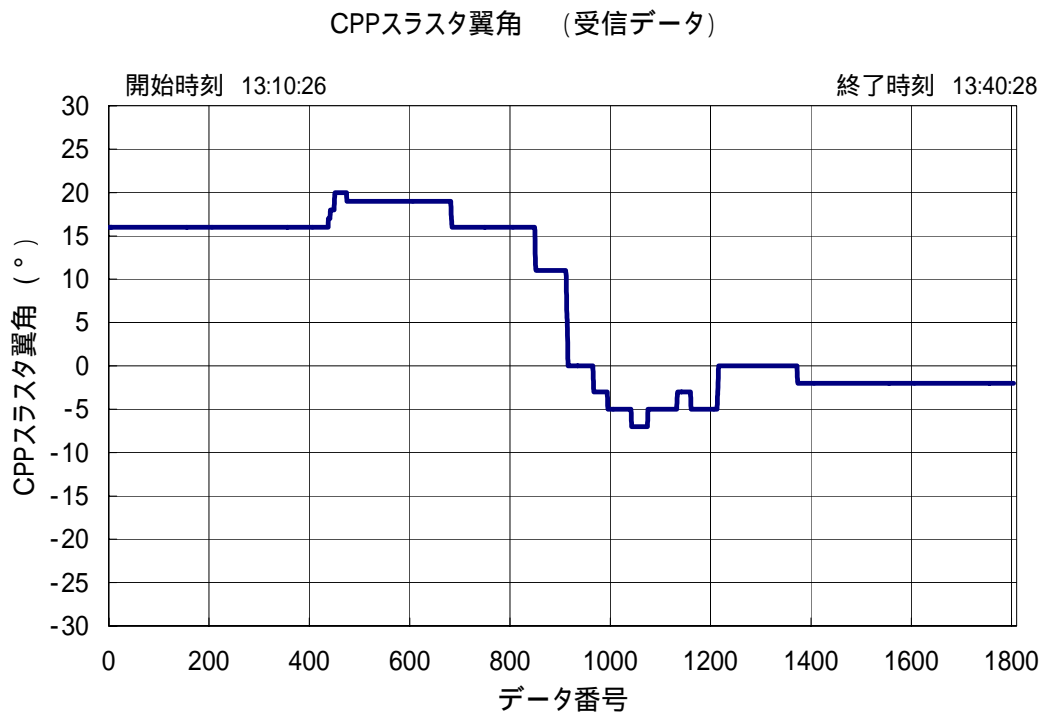
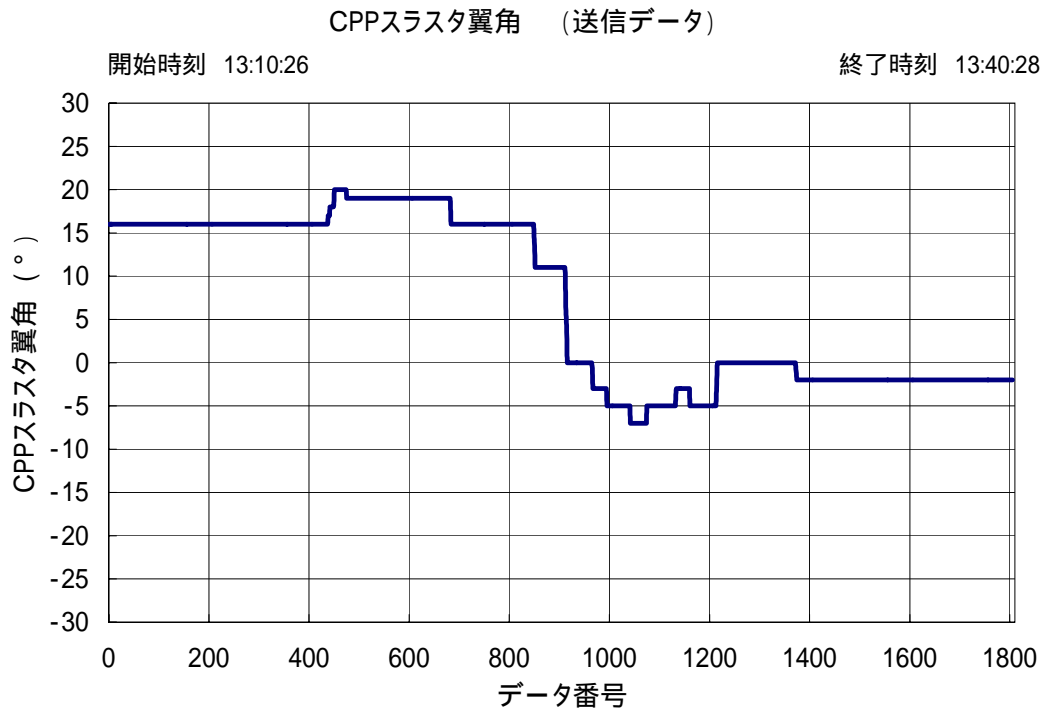
付図 8 実験番号 3 出港時：主軸回転数



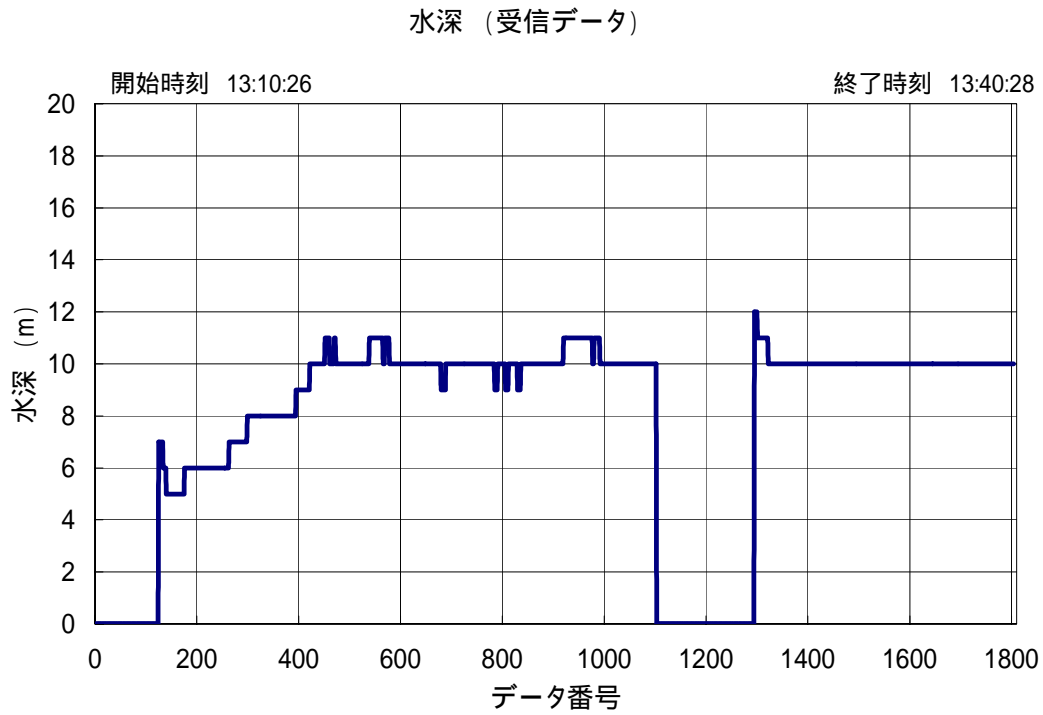
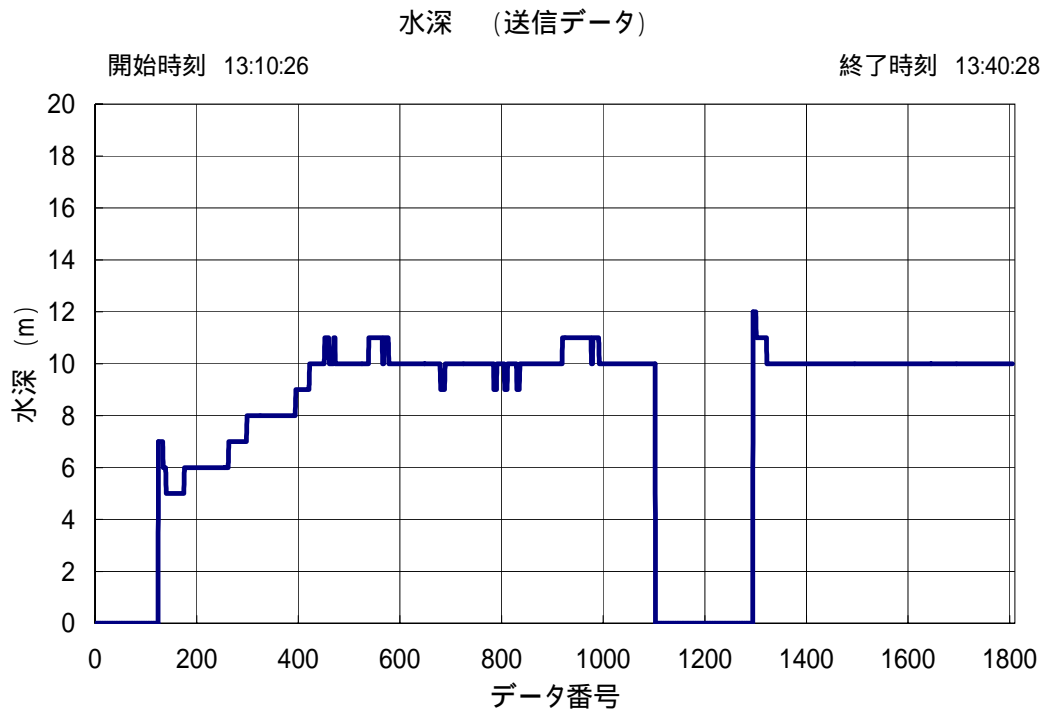
付図 9 実験番号 3 出港時：バウスラスト翼角



付図 10 実験番号 3 出港時: スタンスラスト翼角

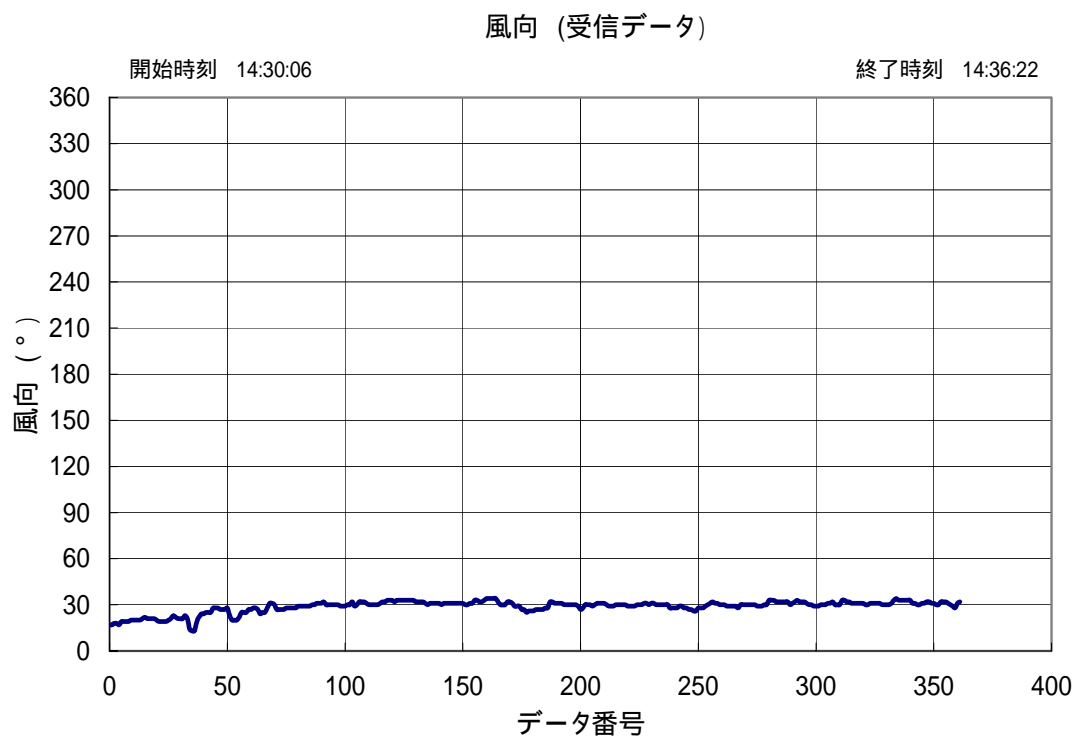
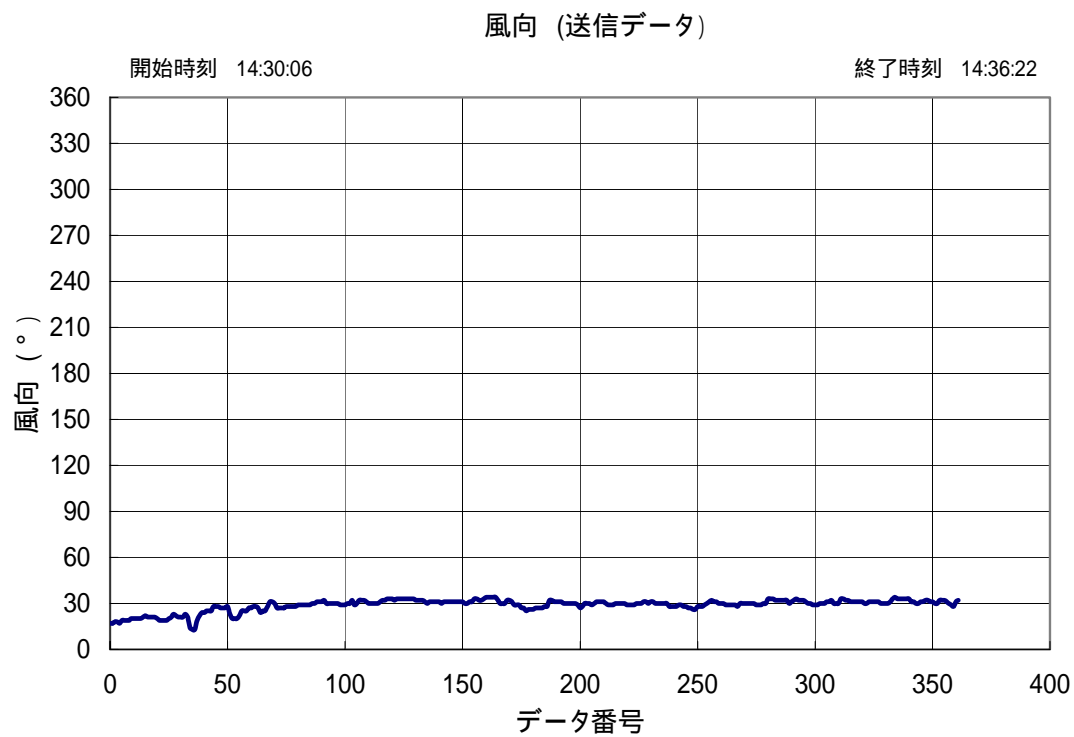


付図 11 実験番号 3 出港時 : CPP 翼角

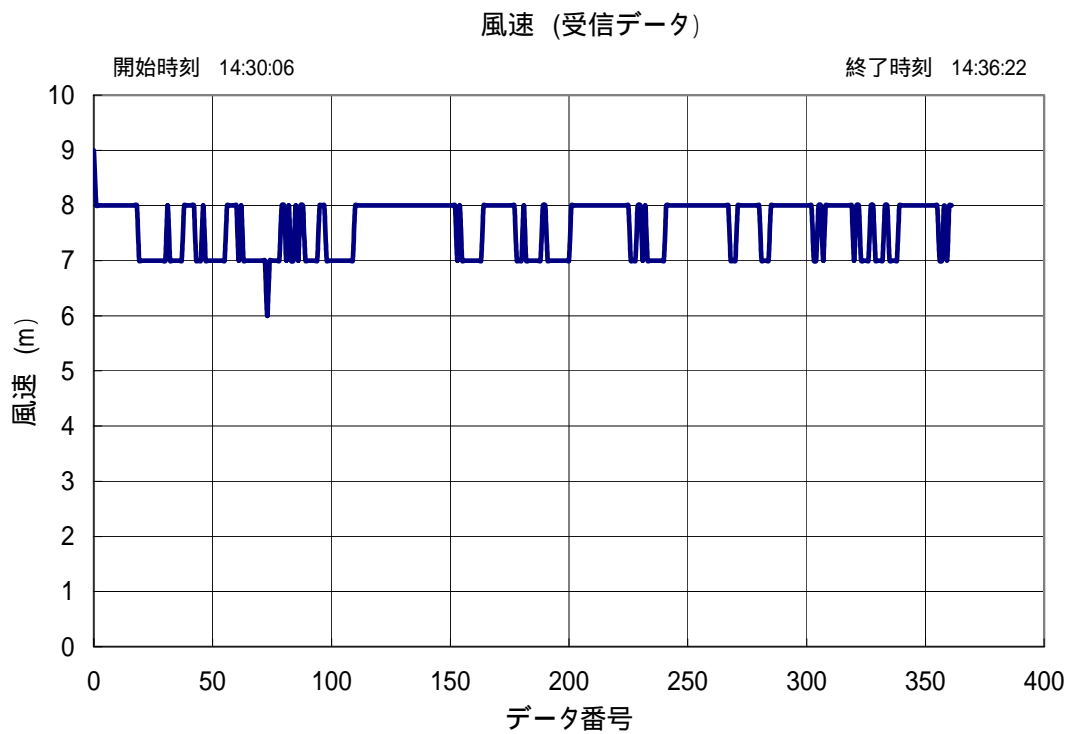
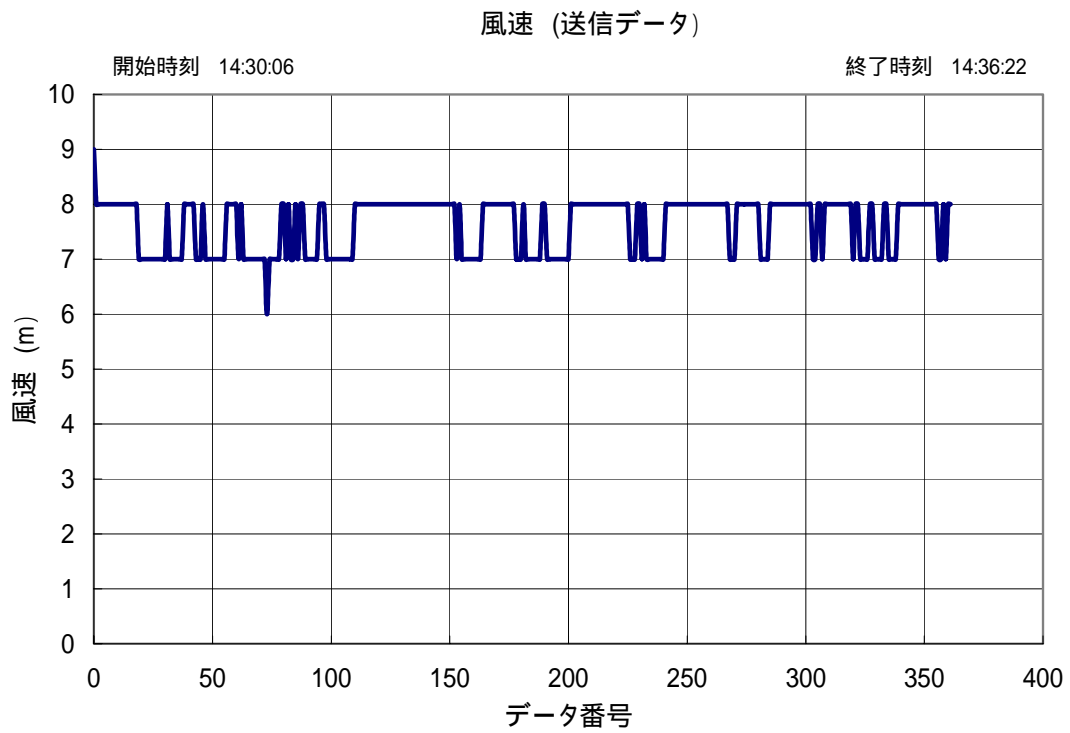


付図 12 実験番号 3 出港時：水深





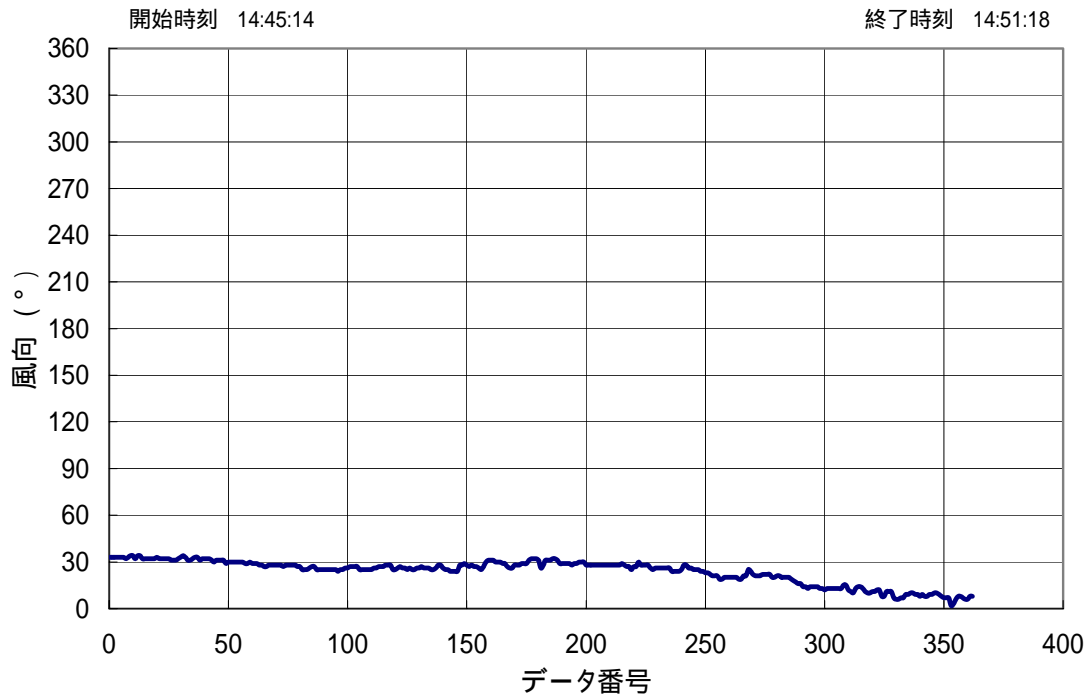
付図 14 実験番号 4 湾内停泊時：風向



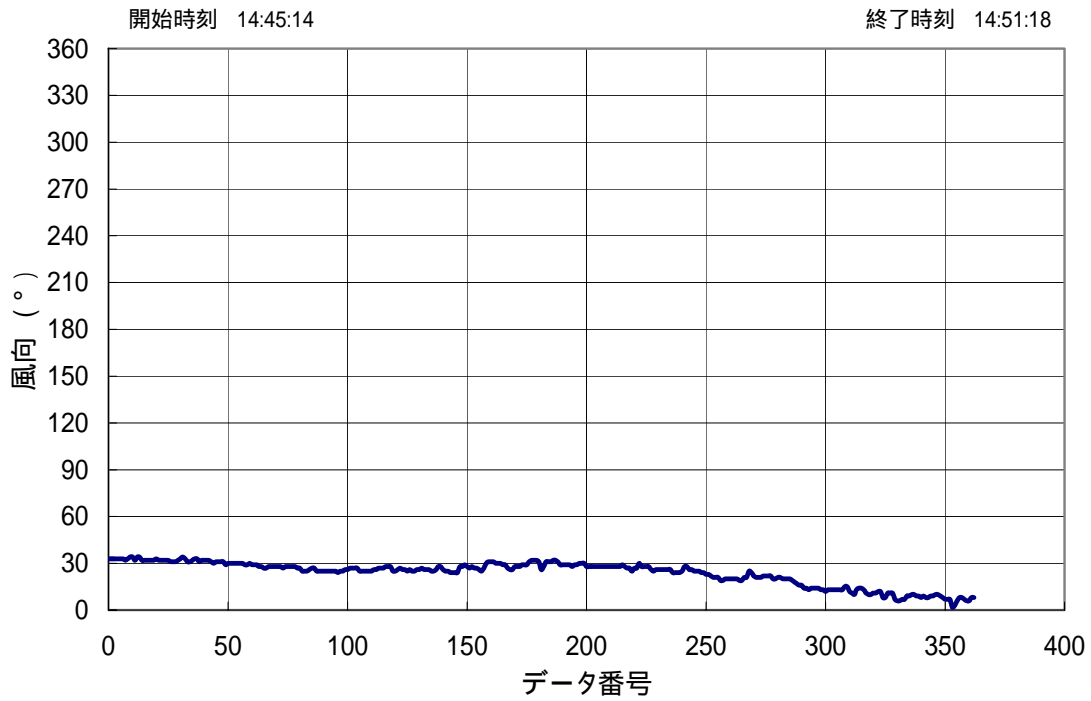
付図 15 実験番号 4 湾内停泊時：風速



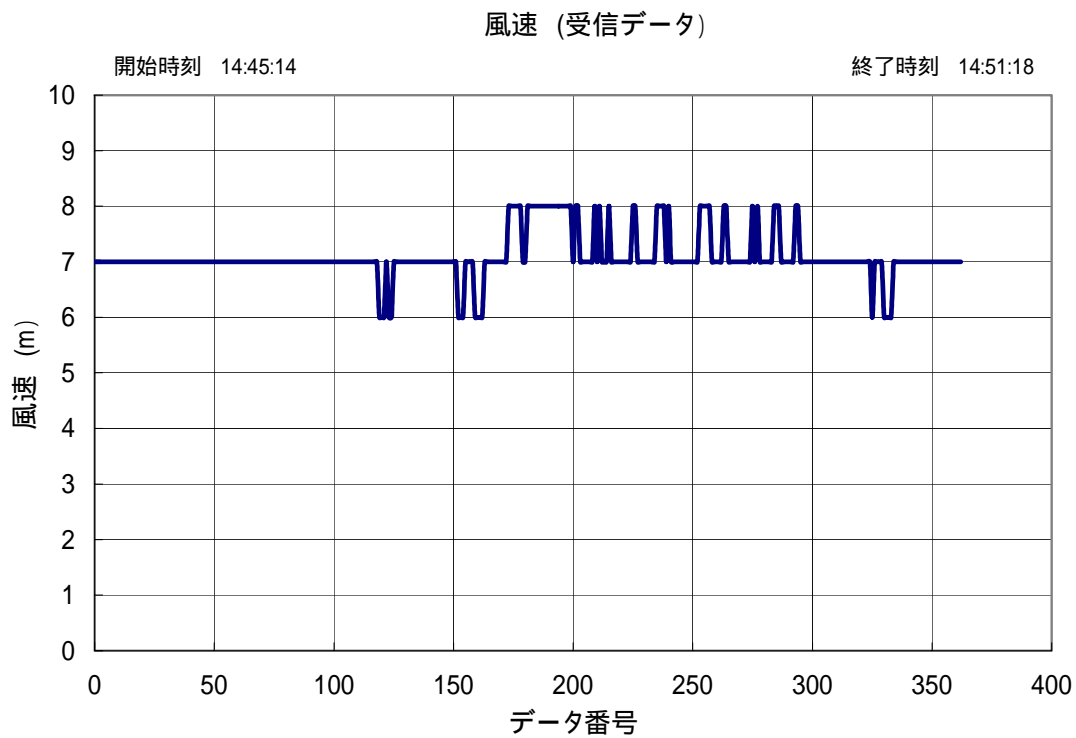
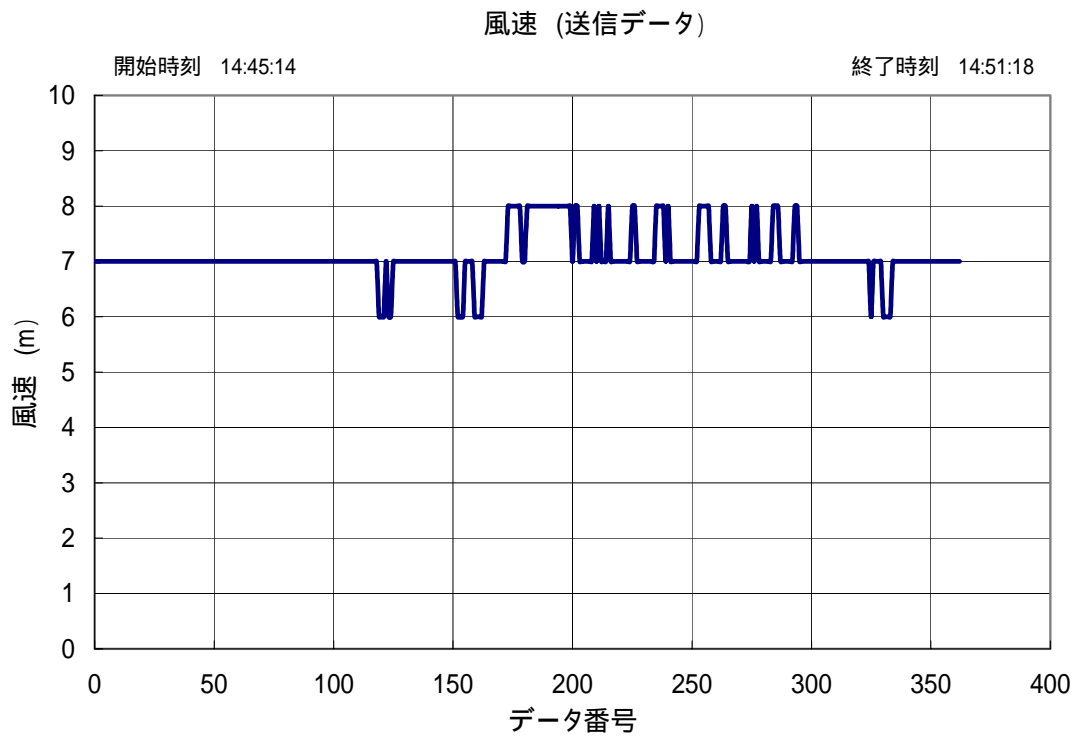
風向 (送信データ)



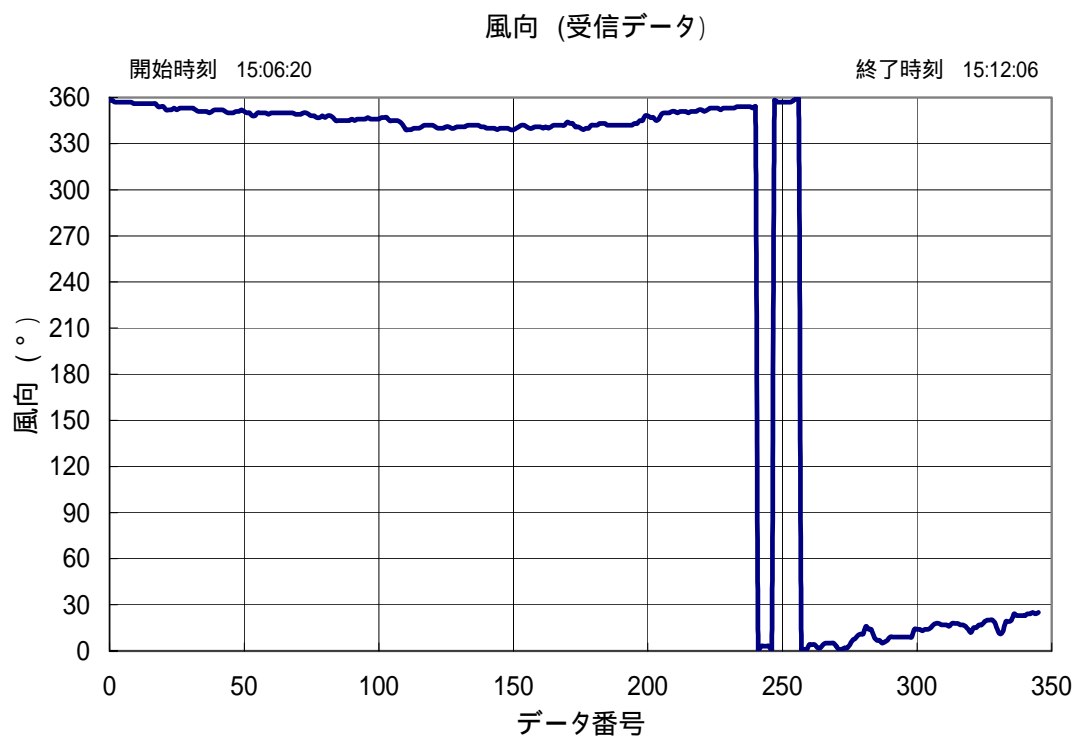
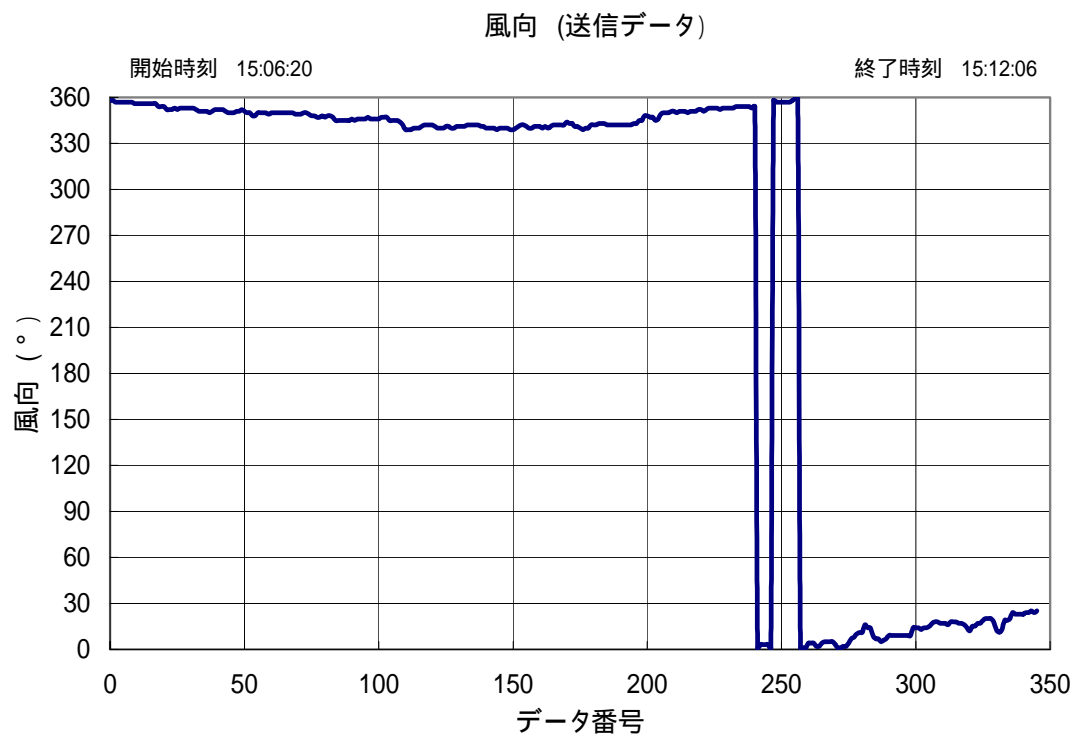
風向 (受信データ)



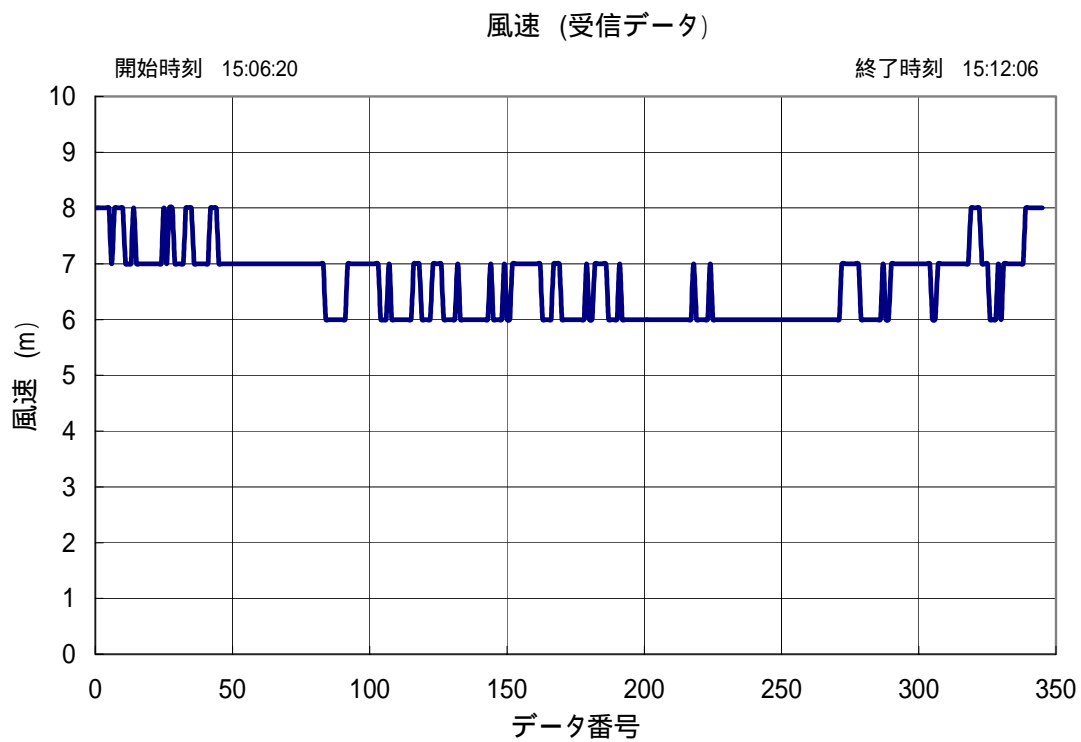
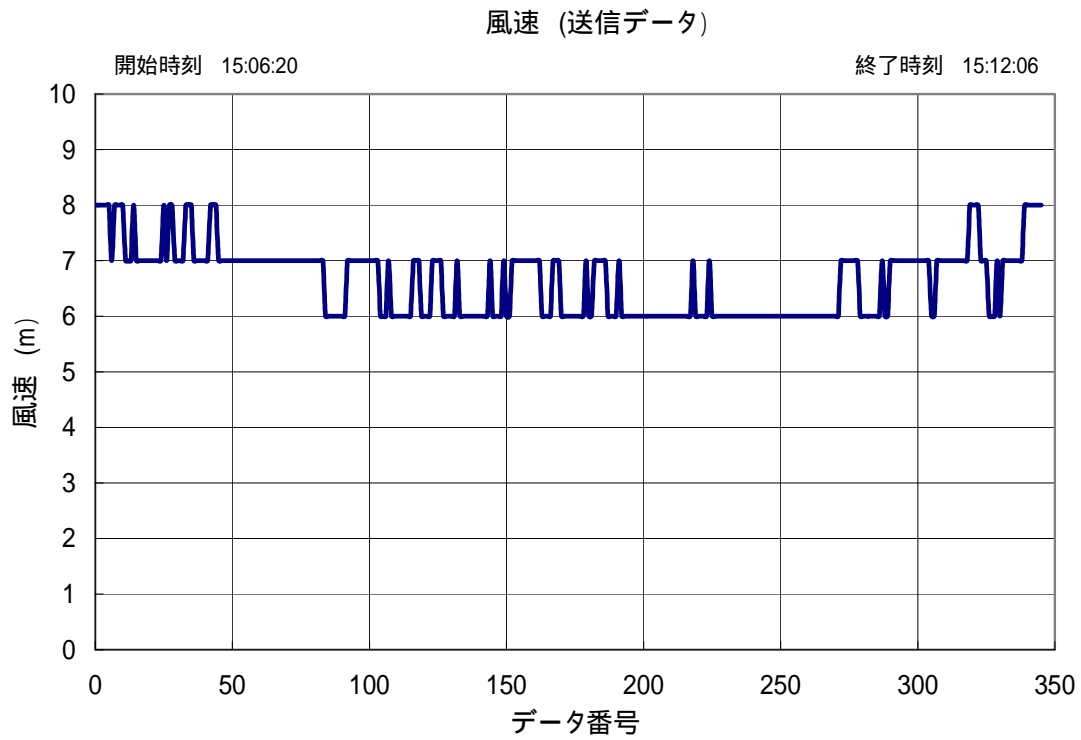
付図 16 実験番号 5 湾内停泊時：風向



付図 17 実験番号 5 湾内停泊時：風速

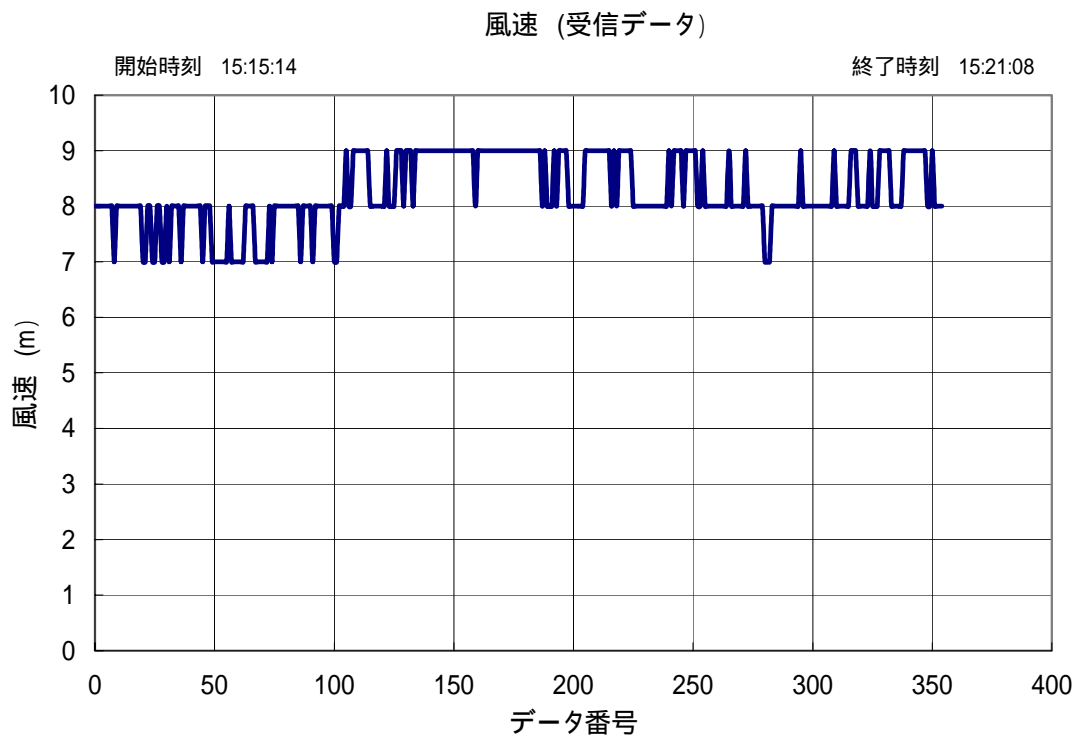
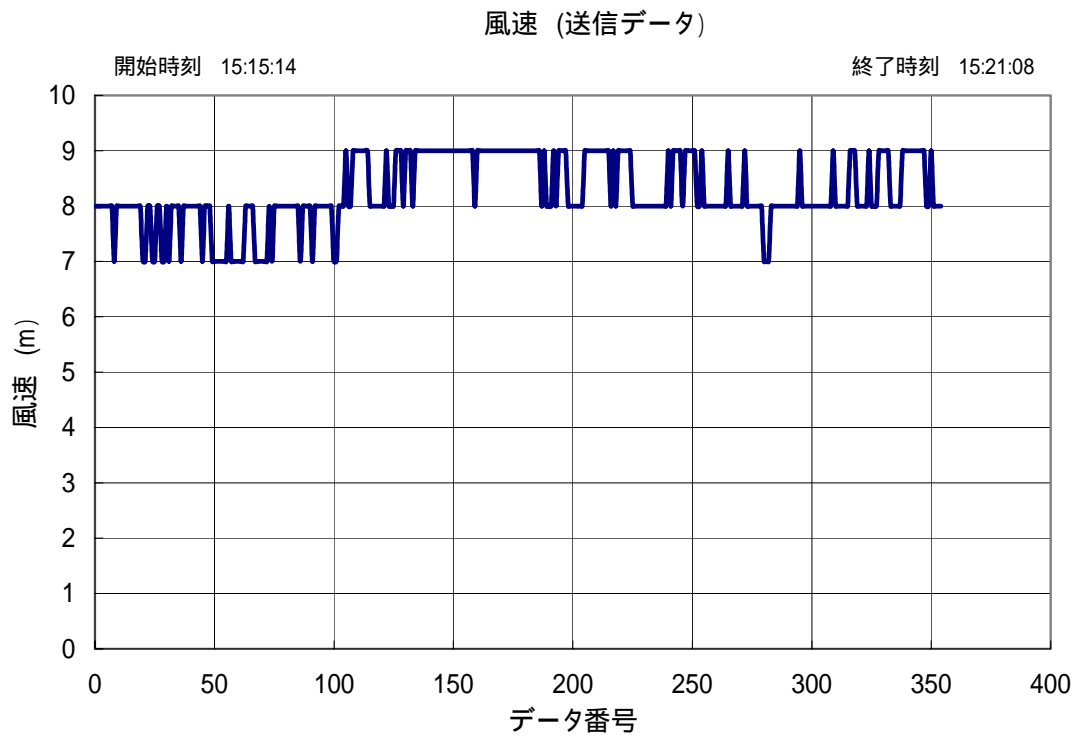


付図 18 実験番号 6 湾内停泊時：風向



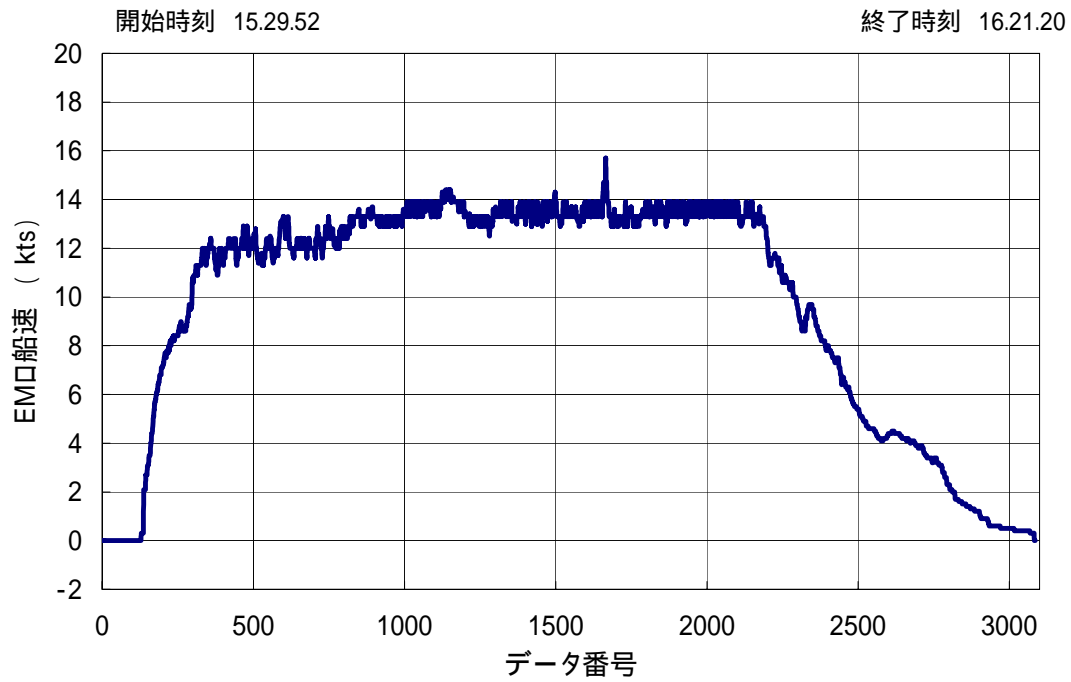
付図 19 実験番号 6 湾内停泊時：風速



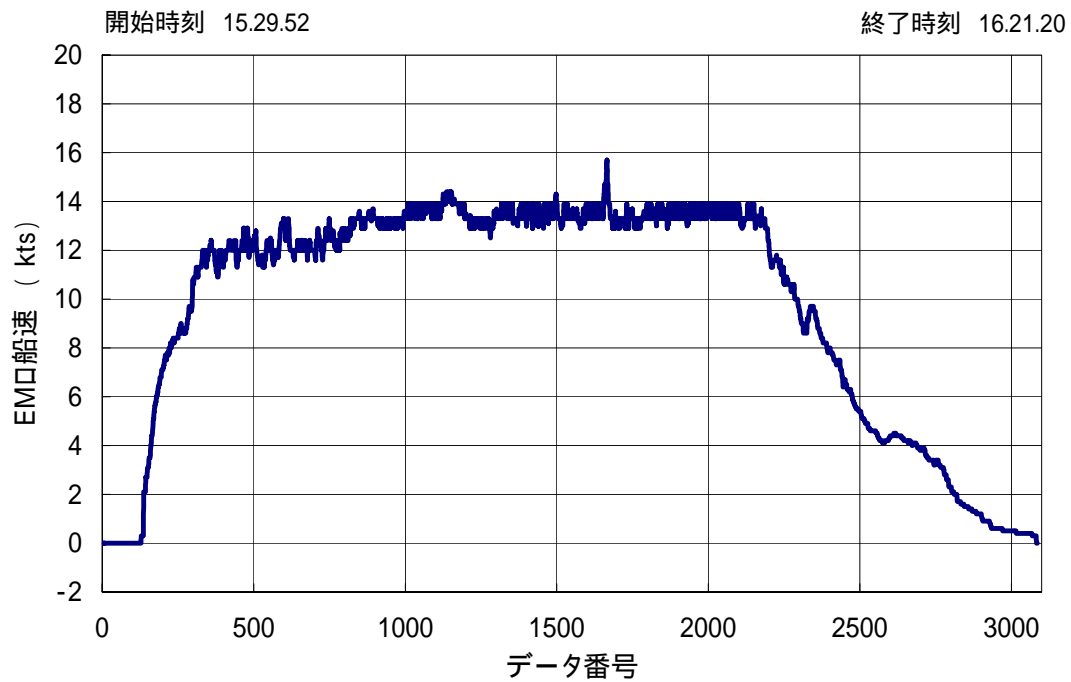


付図 21 実験番号 7 湾内停泊時：風速

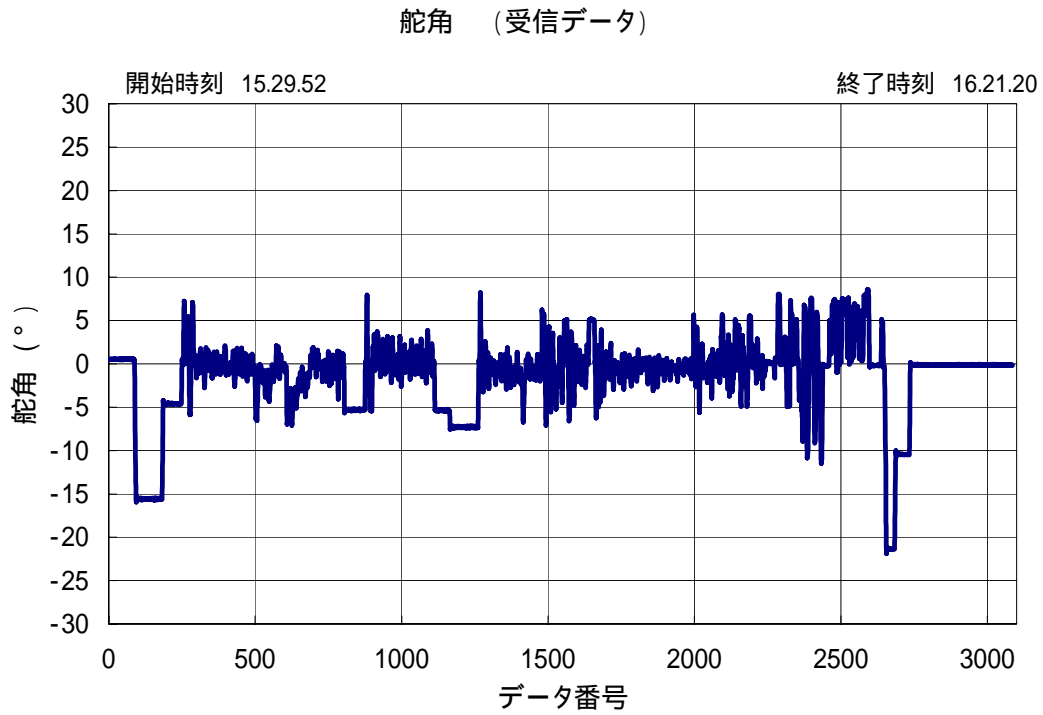
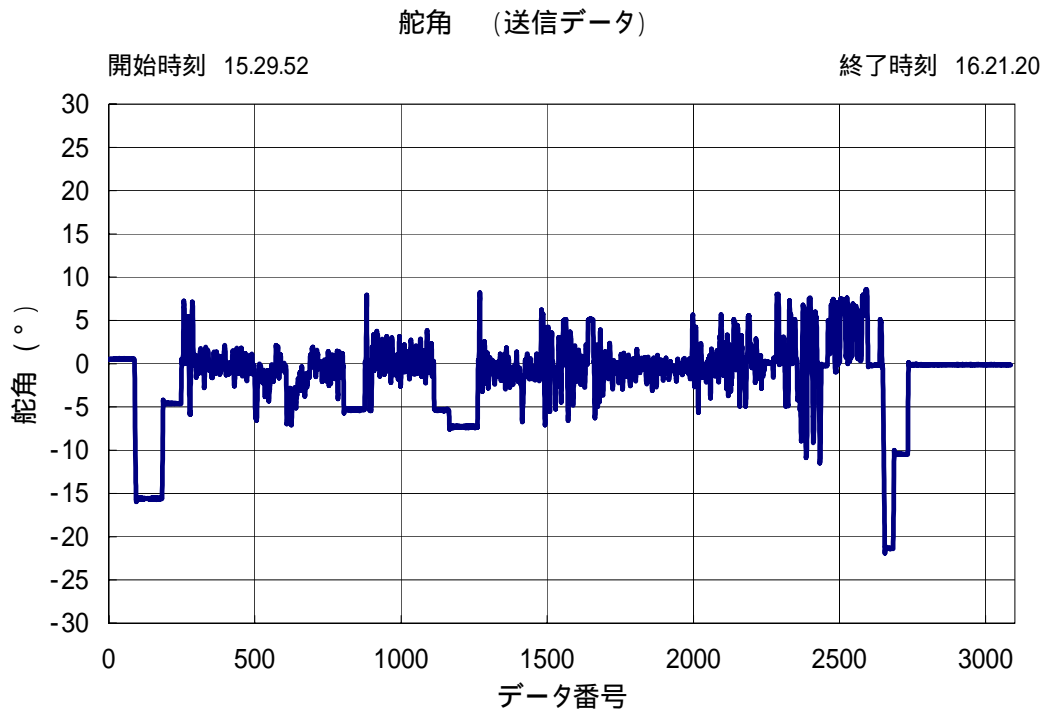
### EMログ船速 (送信データ)



### EMログ船速 (受信データ)

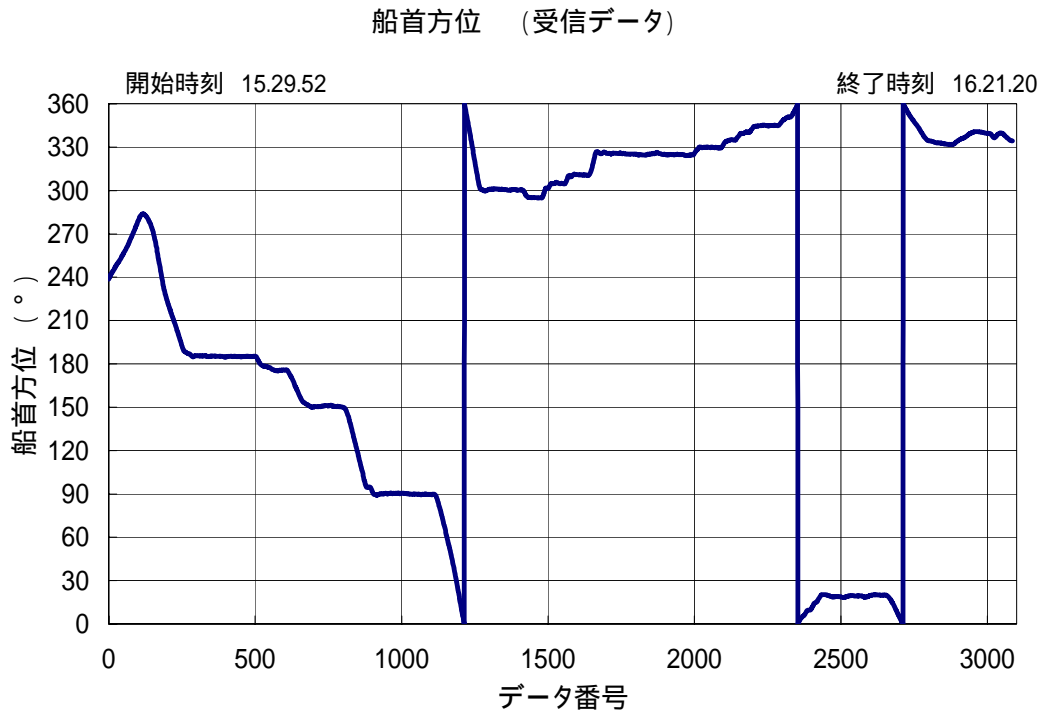
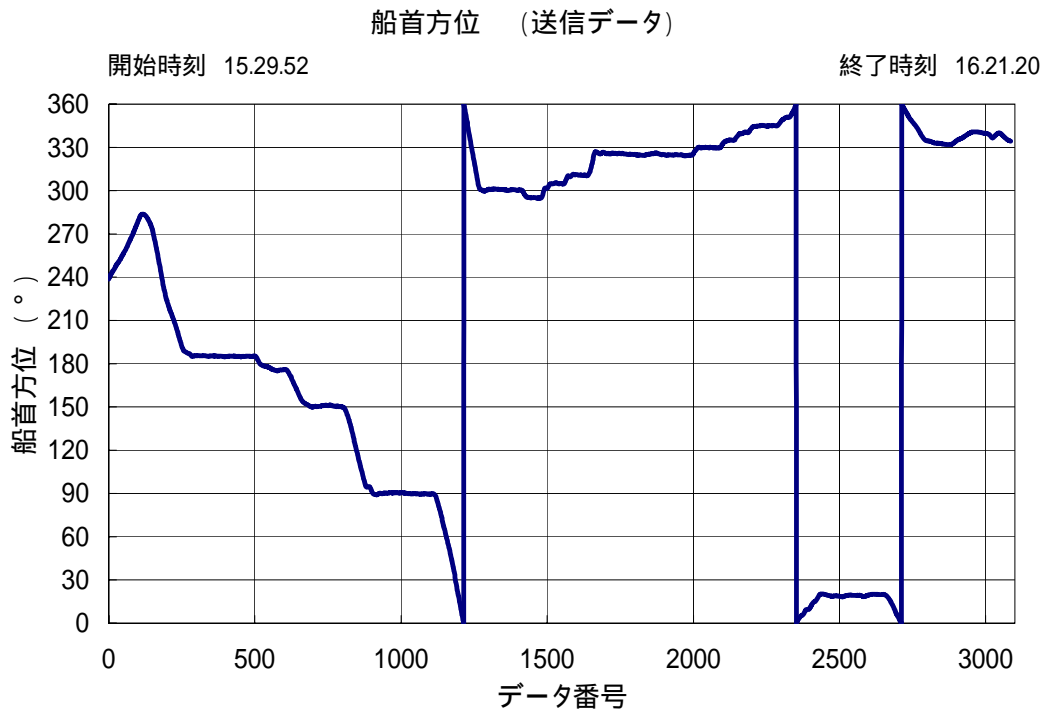


付図 22 実験番号 8 帰港時：船速

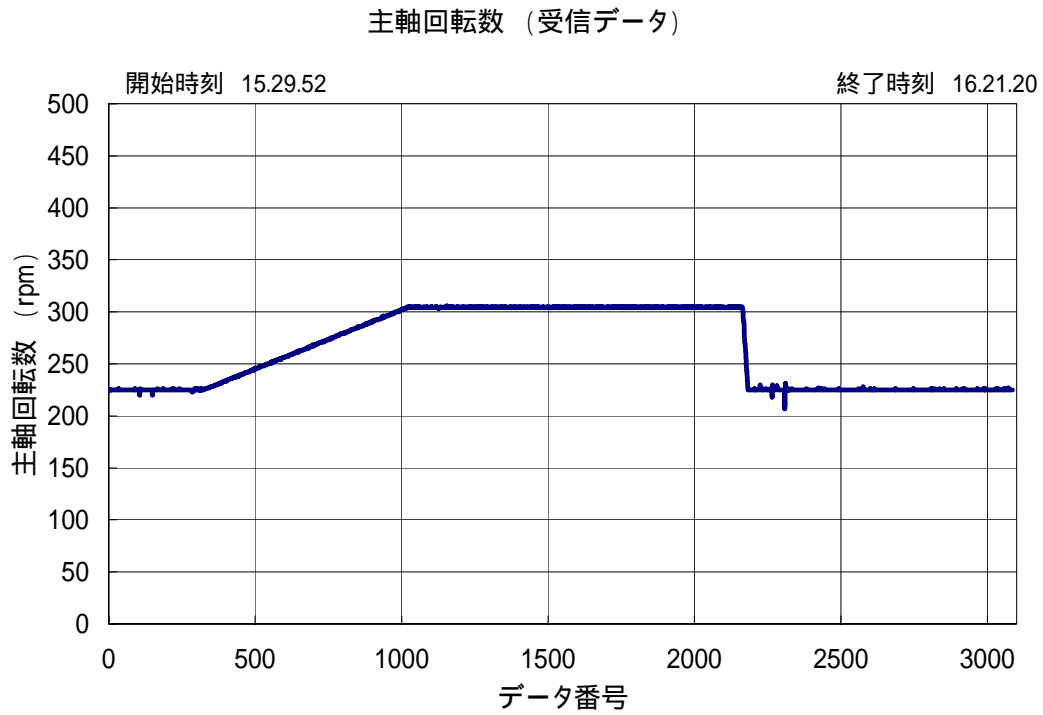
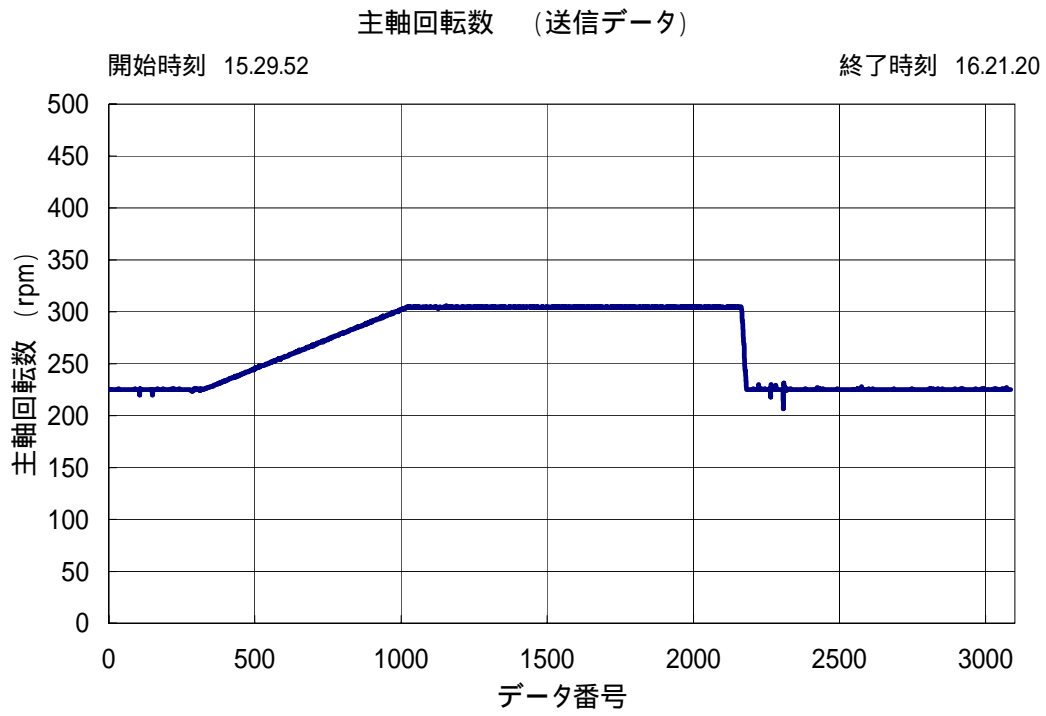


付図 23 実験番号 8 帰港時：舵角

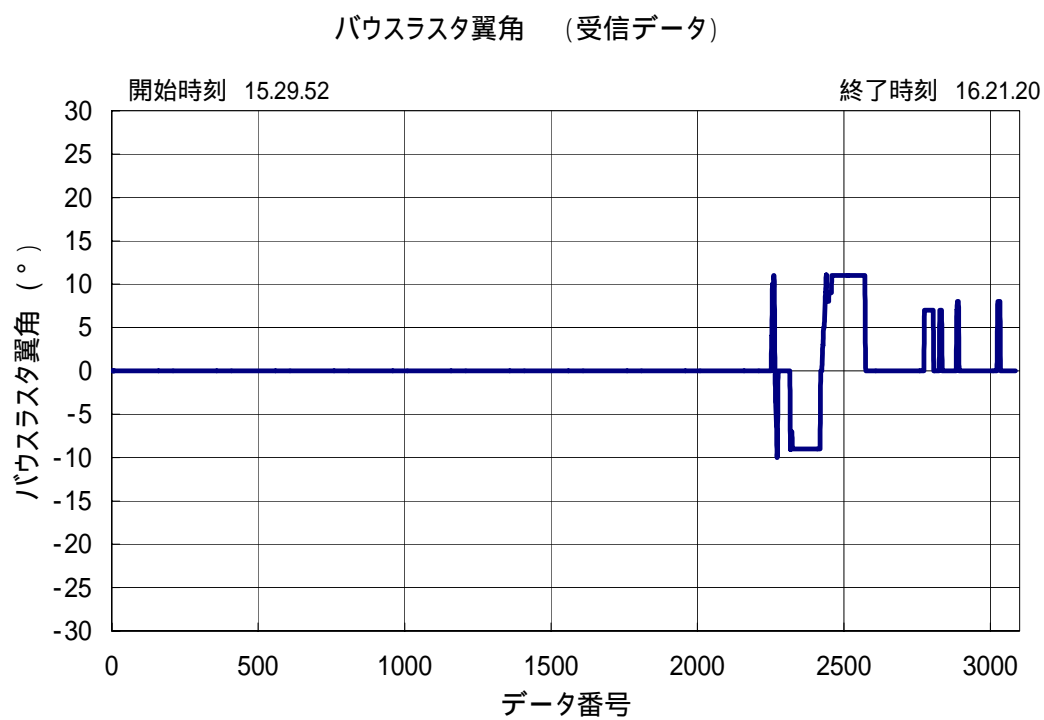
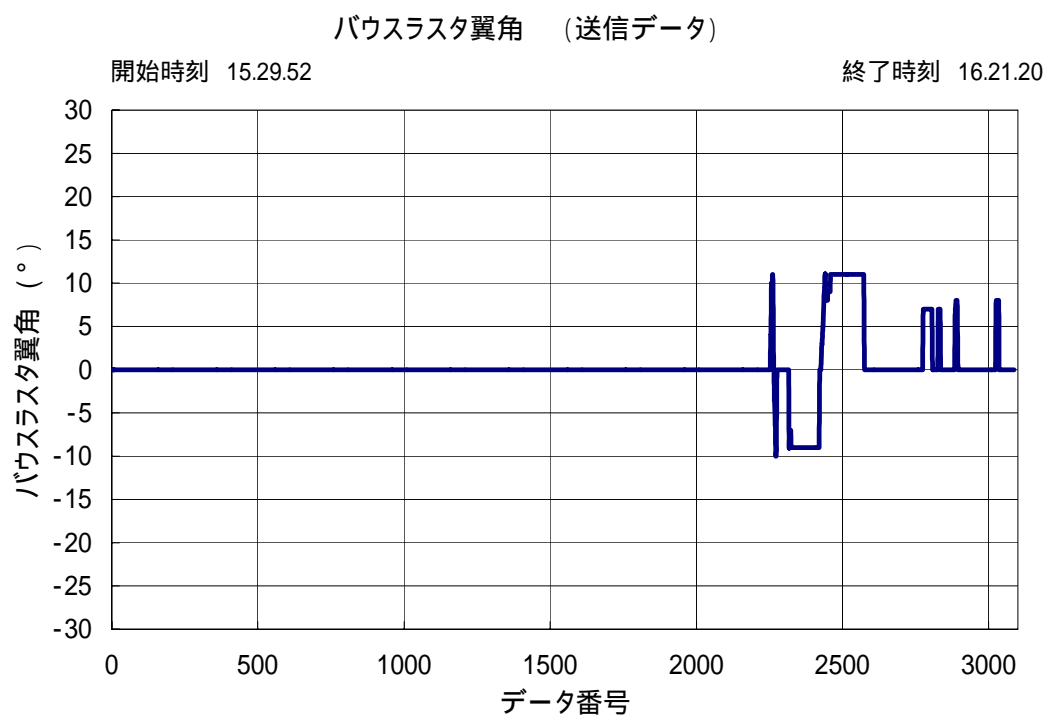




付図 24 実験番号 8 帰港時：船首方位

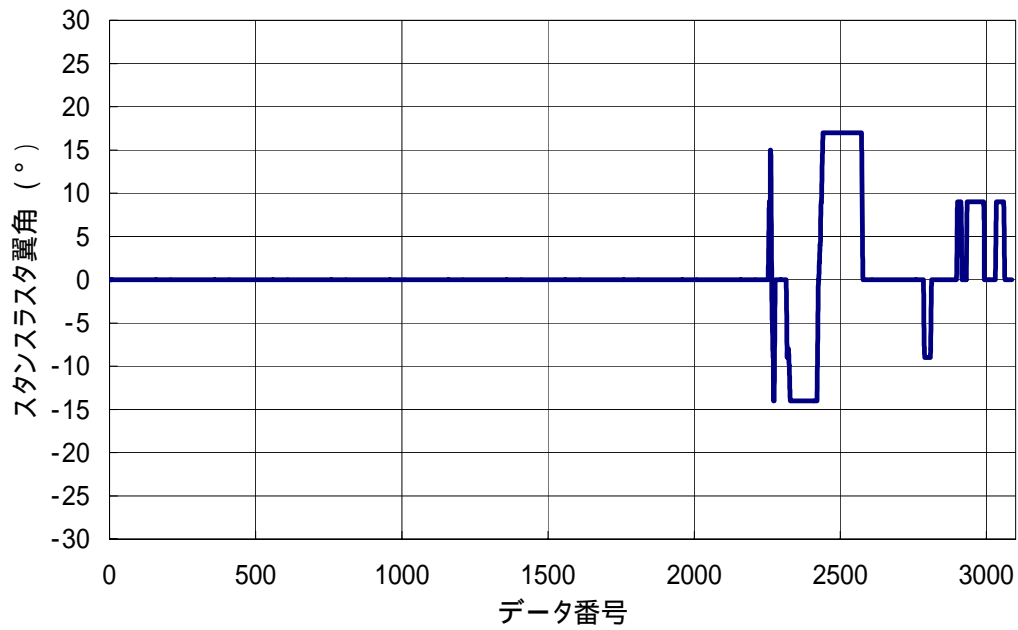


付図 25 実験番号 8 帰港時：主軸回転数

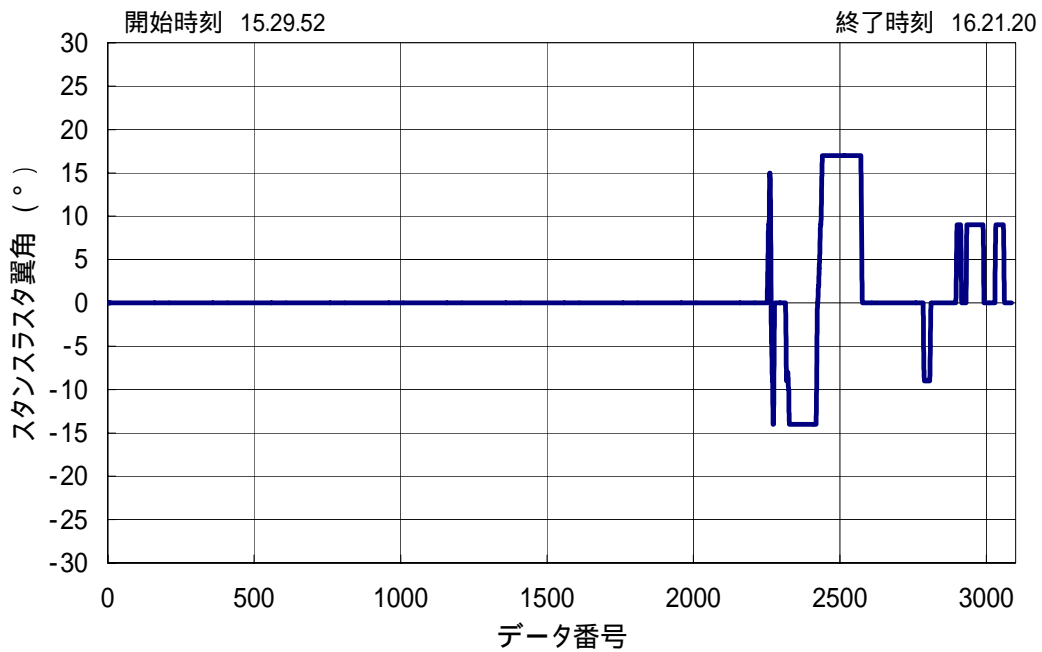


付図 26 実験番号 8 帰港時 : バウスラスト翼角

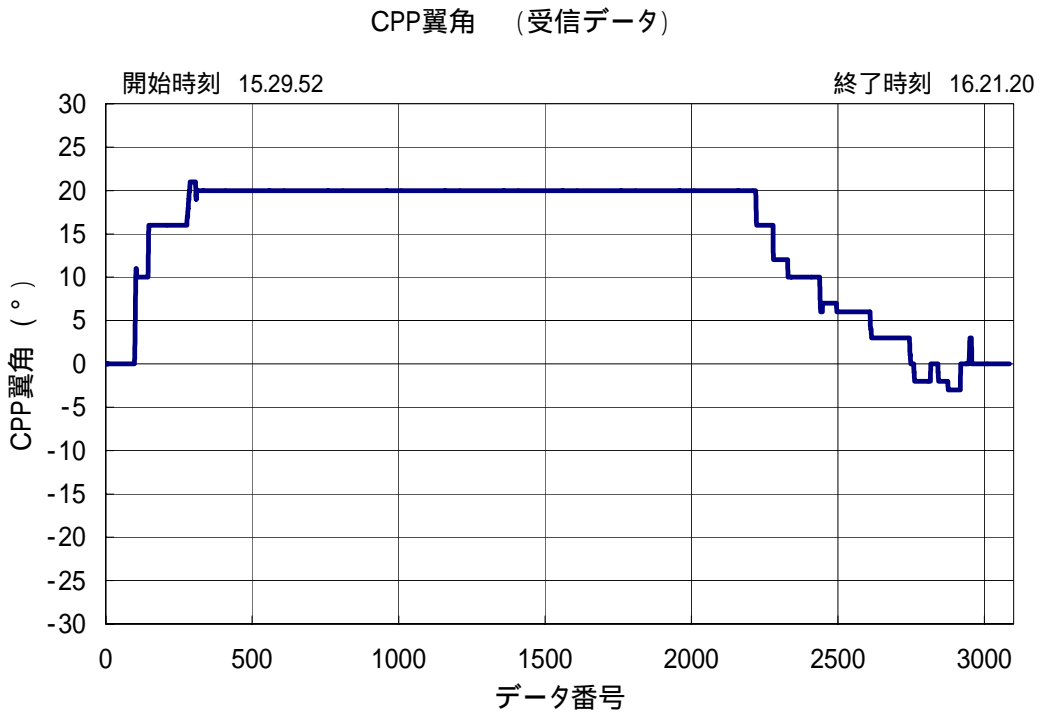
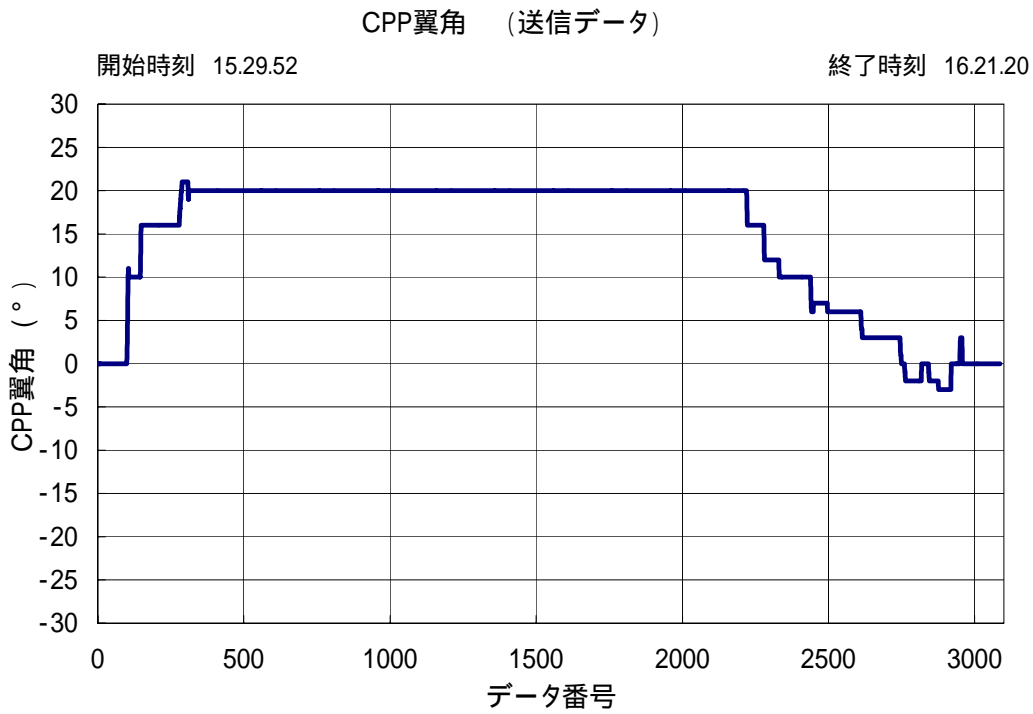
開始時刻 15.29.52      スタンスラスト翼角 (送信データ)      終了時刻 16.21.20



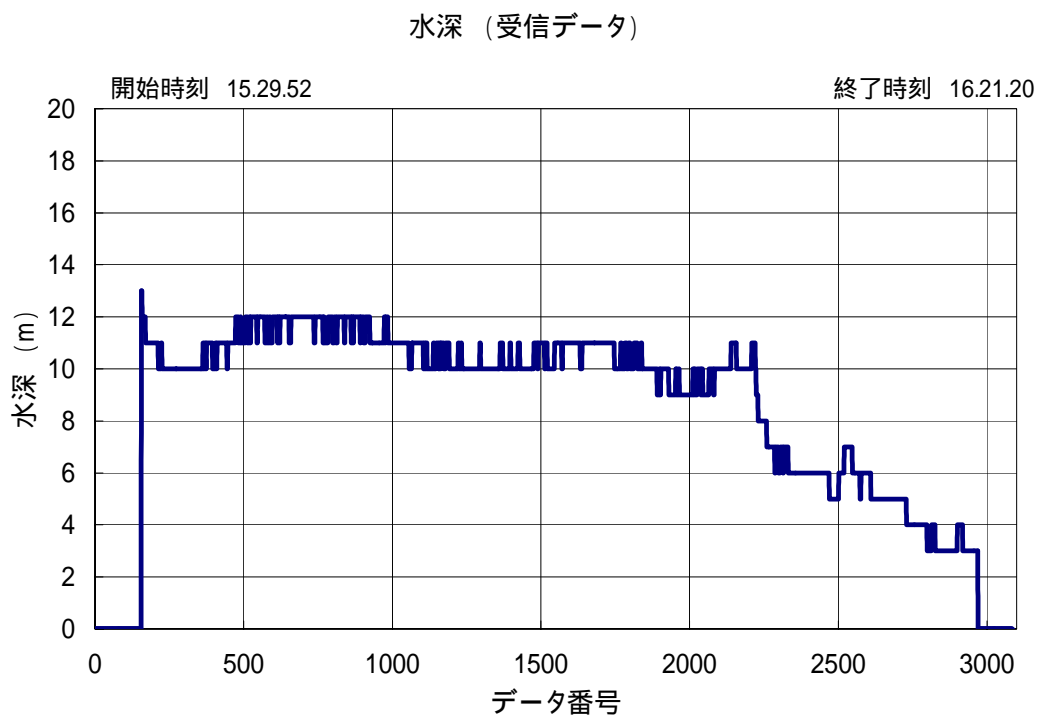
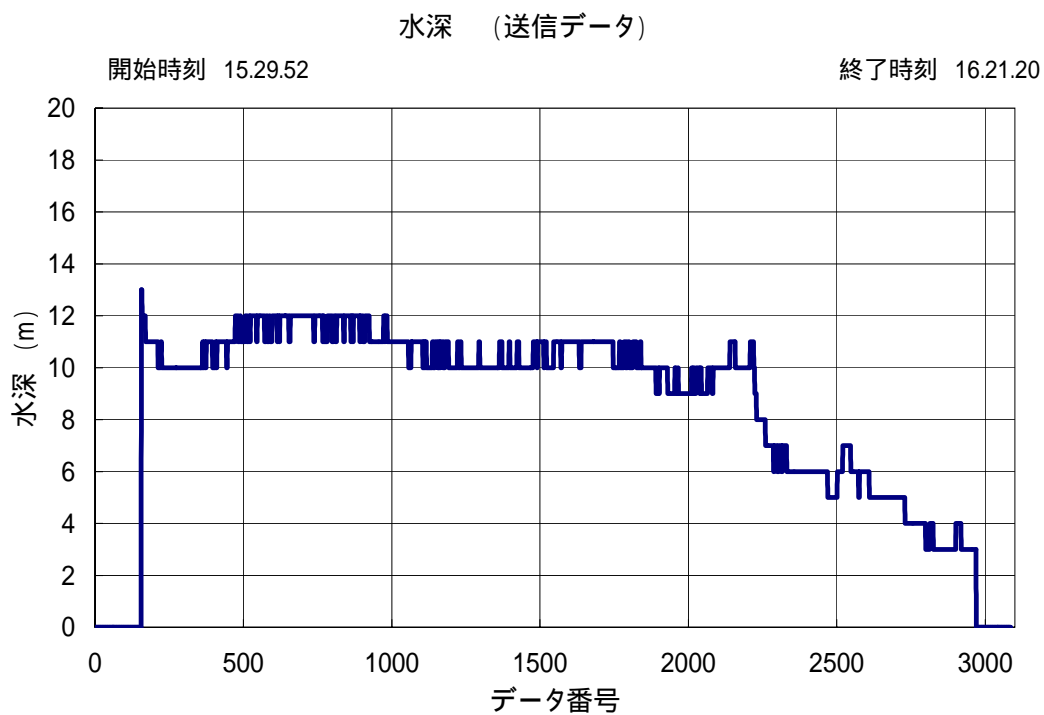
スタンスラスト翼角 (受信データ)



付図 27      実験番号 8      帰港時：スタンスラスト翼角



付図 28 実験番号 8 帰港時 : CPP 翼角

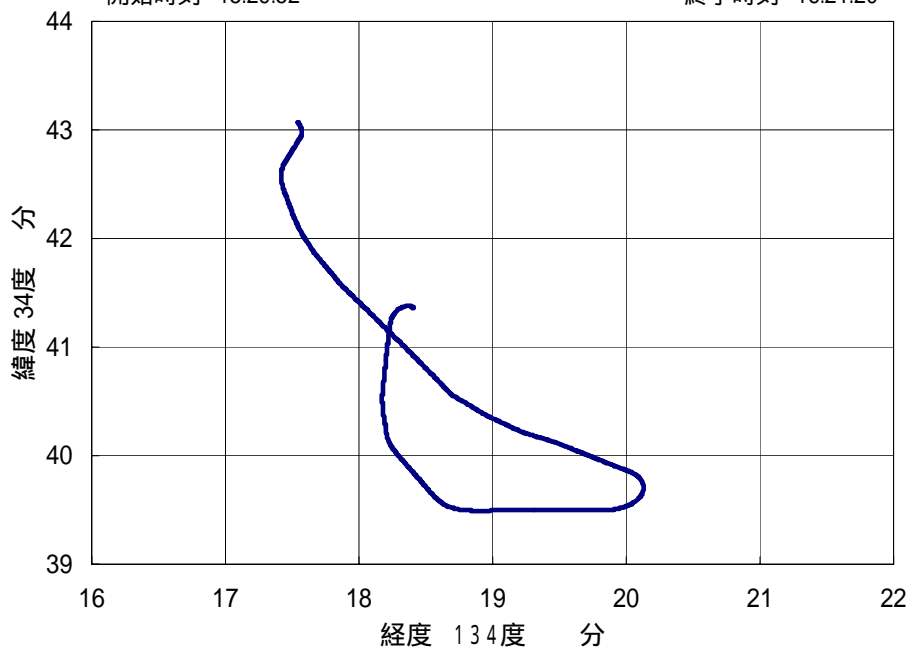


付図 29 実験番号 8 帰港時：水深

GPSデータ (送信データ)

開始時刻 15.29.52

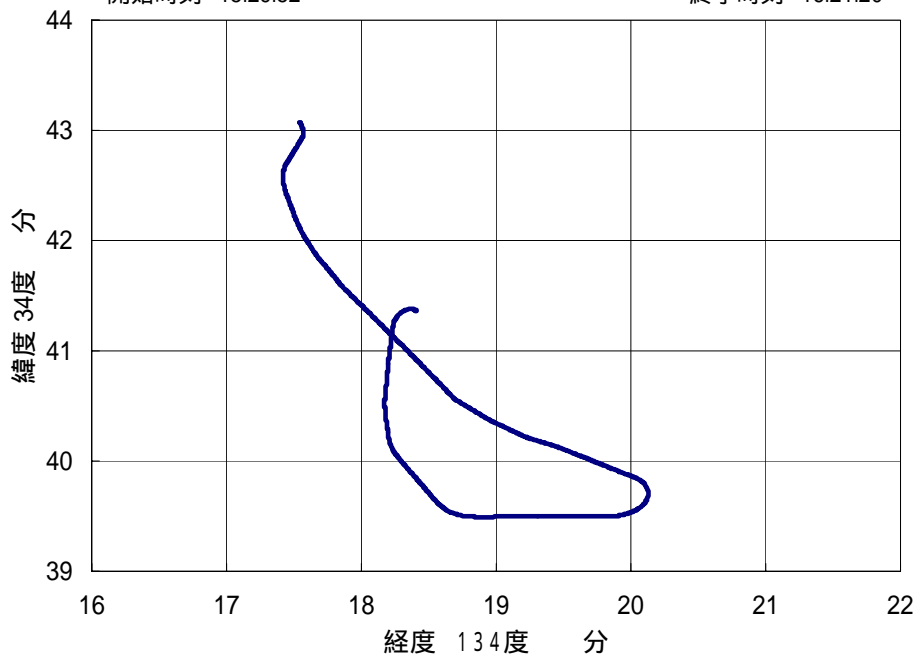
終了時刻 16.21.20



GPSデータ (受信データ)

開始時刻 15.29.52

終了時刻 16.21.20



付図 30 実験番号 8 帰港時 : GPSデータ

## 6．今後の構想

### 6.1 IMOでの検討

IMOでは、S-VDRに関する性能基準の採択(MSC決議165(78))及び現存貨物船への搭載要件のSOLAS条約第V章第20規則改正の採択(MSC決議170(79))により、S-VDRに関する作業は終了した。

なお、平成16年度にSP7が実施した研究の成果は、情報(information paper)としてNAV51会議(2005年6月)に公表されることとなっている。

IMO NAVではS-VDRに関する作業項目を閉じたため、今後の作業は予定されていない。

一方、船舶が沈没しない場合であっても、VDRに記録されたデータが事故原因究明のために利用されるケースが、ロイド・リスト、Safety at Sea Magazine等のメディアに紹介されている。

### 6.2 新船用VDRとしての発展

S-VDRに関する性能基準の検討及び種々の実験の過程で、S-VDRは新船へも利用できるのではないかという意見が出始めた。

新船のVDRの場合、記録すべきデータについては、A.861(20) Performance Standards for Shipborne Voyage Data Recorders (VDRs)の規定を守るべきであろう。理由は、現存船について記録すべきデータ項目を見なおした理由は、現存の航行機器とのインタフェースが問題となることが理由であったが、これは新船には当たらないためである。一方で、カプセルについては、自動浮揚式を新船のVDRでも採用できるであろう。これはVDRのコストダウンをもたらす可能性がある。

すなわち、A.861(20)の記録データ項目要件を保持しつつ、自由浮揚式のカプセルを採用した新しいVDR(浮揚式VDR:F-VDR)の構想の開発が求められるであろう。このようなF-VDRの実用性がある程度証明できれば、IMOへ提案することも可能であろう。



## 7．終わりに

浮揚式簡易 VDR (S-VDR) は、VDR の現存貨物船への備え付けを可能とするものとして、日本から IMO へ提案し、SOLAS 条約の改正、IMO 等の性能基準の制定を通して実現したものであり、日本からの IMO への特筆すべき貢献のひとつである。これは、RR602 及び SP7 関係者のみならず、実験及び IMO における主張を支えていただいた海上保安庁、東京海洋大学、神戸大学海事科学部、国土交通省海事局及び装置メーカーの関係者の努力の賜物である。ここに深く感謝の意を表するものである。

これらの助力の上に立って、日本造船研究協会の3年間の本件に係る活動 (RR602 及び SP7) は、大きな成果を上げることができた。

当報告書の作成にあたっては、この3年間の RR602 及び SP7 の活動と成果を、できるだけ詳細に記録するように努力した。この報告書が、当成果の記録として残るとともに、将来の VDR の構想の発展にも助けとなることを願うものである。



## VDRに関連した IMO, IEC 文献リスト

	頁
IMO 日本提出文書 (添付)	
(1) NAV47/7/6 Voyage Data Recorders for existing cargo ships	193
(2) NAV47/7/7 Proposal on the performance standard of Voyage Data Recorders for existing cargo ships	194
(3) NAV47/7/8 Voyage Data Recorders	197
(4) NAV 48/8/1 Proposal for draft text of Performance Standard for Shipborne Simplified Voyage Data Recorders (S-VDRs) for Existing Cargo Ships	199
(5) NAV48/INF5 Studies on specification of a shipborne simplified VDRs (S-VDRs) based on a casualty database	207
(6) NAV49/7/1 Revised proposal for draft text of Performance Standard for Shipborne Simplified Voyage Data Recorders (S-VDRs) for Existing Cargo Ships	213
(7) NAV49/INF8 Report of On-Sea Trial of Retrieving float-free VDR	220
(8) MSC78/11/8 Implementation date for retrofitting of S-VDR	227
S-VDR 関連文書 (文献名)	
(9) MSC78/26/Add.2 ANNEX 26 MSC resolution 163(78) Performance Standards for Shipborne Simplified Voyage Data Recorders (S-VDR)	
(10) MSC79/23/Add.1 ANNEX 3 MSC resolution 170(79) Adoption of Amendments to the International Convention for the Safety of Life at Sea 1974, as Amended	
IEC 文書 (文献名)	
(11) IEC 61996-2-PAS: MARITIME NAVIGATION AND RADIOCOMMUNICATION EQUIPMENT AND SYSTEMS - Shipborne voyage data recorder (VDR), Part 2:- Simplified voyage data recorder (S-VDR) Performance requirements - Methods of testing and required test results	





SUB-COMMITTEE ON SAFETY OF  
NAVIGATION  
47th session  
Agenda item 7

NAV 47/7/6  
27 April 2001  
Original: ENGLISH

## NAVIGATIONAL AIDS AND RELATED MATTERS

### Voyage Data Recorders for existing cargo ships

Submitted by Japan

#### SUMMARY

- Executive summary:** This document provides an example of the result of feasibility study for existing cargo ships
- Action to be taken:** Paragraph 4.
- Related documents:** MSC 73/21/Add.2

#### Introduction

1 At its seventy-third session, the Maritime Safety Committee instructed the NAV Sub-Committee to carry out a feasibility study on the mandatory carriage of Voyage Data Recorders (VDRs) on existing cargo ships and for the study to be finalized by 1 January 2004.

2 After MSC 73, Japan also carried out a feasibility study. The conclusion was that it is difficult to require the carriage of VDRs on existing cargo ships, since it would cost some US\$ 150,000 to 300,000 for VDR main equipment and interface module and it would take from 5 to 7 days to install such equipment on a ship. The costs compared with ship build prices are very high, with the result that it would have a major influence on the ship owner economy. Furthermore, it would find some technical difficulties in installation of interface, including the replacement of equipment already installed on ships, such as navigational radar. Accordingly, at this point in time, without discussing the compelling needs for existing cargo ships, Japan is unable to approve the mandatory carriage of VDRs on existing cargo ships.

3 Nevertheless, Japan fully understands the purpose of mandatory carriage of VDRs in reducing casualties and recognizes that satisfactory effect of the carriage of VDRs could only be realized when VDRs are widely used. Japan is studying an alternative, practical and reasonably priced VDR that could be used by many ships. The outcome of this study will be reported to the Sub-Committee in due course.

#### Action requested of the Sub-Committee

4 The Sub-Committee is invited to consider the proposals and take action as appropriate.

For reasons of economy, this document is printed in a limited number. Delegates are kindly asked to bring their copies to meetings and not to request additional copies.





SUB-COMMITTEE ON SAFETY OF  
NAVIGATION  
47th session  
Agenda item 7

NAV 47/7/7  
27 April 2001  
Original: ENGLISH

## NAVIGATIONAL AIDS AND RELATED MATTERS

### Proposal on the performance standard of Voyage Data Recorders for existing cargo ships

Submitted by Japan

#### SUMMARY

<i>Executive summary:</i>	This document provides proposal on the performance standard of Voyage Data Recorders (VDRs) for existing cargo ships
<i>Action to be taken:</i>	Paragraph 7
<i>Related documents:</i>	MSC 73/21/Add.2, NAV 47/7/6, MSC 73/3/20, MSC 73/11/1, A.861(20), IEC 61996

#### Introduction

1 Japan believes that wide use of VDRs, which could be achieved through reducing the cost of installation of VDRs as much as possible, would contribute towards the reduction of maritime casualties.

2 Data required by the performance standard of VDR (resolution A.861(20)) could be available and assessable from sources other than the equipment envisaged in the performance standard. The VDR should be made float-free in a similar manner to EPIRBs.

By so doing the cost of VDRs could be reduced considerably from those required for passenger and new cargo ships without reducing the performance needed for finding the cause of maritime casualties. Making VDRs float-free would improve their recovery rate as well.

3 The purpose of a new chapter V of SOLAS is to use the functional approach in equipment requirements and not to require specific equipment.

#### **Skeleton of a Performance Standard of VDRs for existing cargo ships EPIRB-like equipment stored AIS data stream and Bridge Audio**

4 Recordings of AIS data and bridge audio would provide enough information to analyse the cause of almost all maritime casualties, except very special and rare cases.

For reasons of economy, this document is printed in a limited number. Delegates are kindly asked to bring their copies to meetings and not to request additional copies.

4.1 AIS data covers requirements of paragraphs 5.4.1 to 5.4.4 of the Performance Standard, i.e. date and time, ship's position, speed and heading.

4.2 Data not directly available from recording of AIS information can also be derived:

.1 Communications Audio (paragraph 5.4.6)

Bridge Audio (paragraph 5.4.5) covers.

.2 Radar data, post-display select (paragraph 5.4.7)

AIS data stream provide information not only on its own ship but also nearby ships which have AIS. And, AIS stations and VTS stations on land also cover this information data. AIS data also covers the names of the ships,, their destinations and types of ship.

.3 Echo sounder (paragraph 5.4.8)

Ship's position data provided AIS and a charge would provide the depth of water information.

.4 Main Alarm (paragraph 5.4.9)

Bridge Audio covers (paragraph 5.4.5).

.5 Rudder order and response (paragraph 5.4.10)

Bridge Audio and AIS data can cover (paragraph 5.4.5).

.6 Engine order and response (paragraph 5.4.11)

Bridge Audio and AIS data can cover (paragraph 5.4.5).

.7 Wind speed and direction (paragraph 5.4.15)

Ship's position and data and time data provided AIS and weather chart covers.

### **Protective capsule (paragraph 5.1.3)**

5 Technical standard IEC 61996 concerning the protective capsule is unreasonable for a ship. This is a most important point in making VDR costly. Therefore, modifying protective capsule requirements similar to those for EPIRB or keeping VDR data in EPIRB would reduce the cost as well as improve the chance of recovery in cases of casualties.

#### **Reason**

#### **Performance of pressure-resistance**

.1 The IEC standard requires pressure resistance performance of 6000m/24 hour and 3m/30 days. In order to identify the cause of an incident, it is essential to recover the VDR within the period of time safety of the data guaranteed. But, actually, it



is almost impossible to recover the VDR from ocean depth within such a short time. Even in the case of sinking in comparatively shallow sea, recovery of the VDR within the time limit depends on the availability of a practiced salvaging company and favourable weather conditions.

- .2 It is impossible to develop the capsule to protect data in any condition and any situation forever. The higher the performance requirements, the more costly it will become and it is unrealistic to make it more robust.

#### **Performance of fire-protection**

- .3 There is no reason to institute unreasonably severe performance of fire-protection because of almost no sinking accident caused by fire. As suggested in paragraph 5 above, if float type, a VDR could be thrown into the sea by the crew for later recovery (Transponder may be incorporated for easy recovery.). If the bridge is burnt, there may be possibilities of losing the evidence, nevertheless it is possible to try to find the cause by testimonies of the crew. In the case of fire disaster, it is possible to take measures to prevent recurrence of similar accidents, if the cause of the fire were established.

#### **Performance of impact and performance of against-penetration**

- .4 Technical standard IEC 61996 is required performance equal to those for aeroplanes and it is unreasonable and unnecessary for ships.

#### **Conclusion**

6 As mentioned above, Japan considers that the equipment storing AIS data and Bridge Audio in a protective capsule like EPIRB is a most practicable and reasonable VDR. Such a VDR satisfies the purpose of the A.861(20) performance standard. If the VDR proposed in this paper could be accepted as effective at this meeting, it may be worthwhile for the Sub-Committee to study the use of this VDR on all ships including new ships in the future.

#### **Action requested of the Sub-Committee**

7 The Sub-Committee is invited to consider the proposals and take action as appropriate and, in particular, to:

- .1 recognize that the VDR proposed by Japan as a practicable and reasonable alternative to existing and commercially available VDRs;
- .2 study application of this VDR to all ships including new ships in the future, if this VDR is recognized as an effective one at this meeting.





SUB-COMMITTEE ON SAFETY OF  
NAVIGATION  
47th session  
Agenda item 7

NAV 47/7/8  
10 May 2001  
Original: ENGLISH

## NAVIGATIONAL AIDS AND RELATED MATTERS

### Voyage Data Recorders

#### Submitted by Japan

#### SUMMARY

- Executive summary:** This document provides Japan's comment on the requirement of a protective capsule of VDRs.
- Action to be taken:** Paragraph 5
- Related documents:** NAV 47/7/7 (Proposal on the performance standard of VDR for existing cargo vessels submitted by Japan)

1 This document provides comments on the document NAV 47/7/7 (Japan) and is submitted in accordance the provisions of paragraph 46.5 of the Guidelines on the Organization and Method of Work of the MSC and the MEPC and their Subsidiary Bodies (MSC/Circ.931/MEPC/Circ.366)

2 According to Regulation 20 of the new SOLAS chapter V, VDRs will be mandatory to certain type of ships and the performance standards for VDRs are described in A.861(20). Japan has a comment on the requirements for a protective capsule (paragraph 5.1.3.2 of A.861(20)). This requirement says as follows:

“5.1.3 The final recording medium should be installed in a protective capsule which should meet all of the following requirements:

- .2 maximize the probability of survival and recovery of the final recorded data after any incident;”

3 Regarding a protective capsule, Japan understands that there are 2 types, fixed type and float-free type, and both types should be approved if those capsules satisfy the above mentioned performance standard (paragraph 5.1.3.2 of A.861(20)).

For reasons of economy, this document is printed in a limited number. Delegates are kindly asked to bring their copies to meetings and not to request additional copies.

4 Japan thinks that the floating type VDR is preferable in view of easy recovering and reasonable cost, which are explained in the document NAV 47/7/7 (Japan). For this float-free type capsule, Japan is of the opinion that the performance standards of EPIRB are appropriate and should be applied to the capsule of VDRs.

**Action requested of the Sub-Committee**

5 The Sub-Committee is invited to note the Japanese view regarding the requirement for a protective capsule of VDRs.

---



SUB-COMMITTEE ON SAFETY OF  
NAVIGATION  
48th session  
Agenda item 8

NAV 48/8/1  
1 May 2002  
Original: ENGLISH

## FEASIBILITY STUDY ON CARRIAGE OF VDR ON EXISTING CARGO SHIPS

### Proposal for draft text of Performance Standard for Shipborne Simplified Voyage Data Recorders (S-VDRs) for Existing Cargo Ships

Submitted by Japan

#### SUMMARY

**Executive summary:** This document propose draft text of Performance Standard for Shipborne Simplified Voyage Data Recorders (S-VDRs) for Existing Cargo Ships based on the result of Japanese studies.

**Action to be taken:** Paragraph 4

**Related documents:** NAV 47/7/6, NAV 47/7/7, NAV 47/7/8, NAV 48/INF.5 (all documents submitted by Japan), NAV 47/13, A.861(20) and IEC 61996

#### Introduction

1 With regard to the feasibility study on the mandatory carriage of Voyage Data Recorders (VDRs), Japan proposed the concept of float-free type simplified VDRs (S-VDRs) for existing cargo ships to NAV 47 and it was supported by many members.

#### Proposal for draft text of performance standard for S-VDR

2 Since NAV 47, Japan has continued studies on the S-VDRs taking into account outcome of the sub-Committee. Japan recognizes that most important items for further consideration on the S-VDRs are “Data item to be recorded” and “Specification of the protective capsule”. As its detailed studies are described in NAV 48/INF.5, Japan considers that the basic concept of these items are as follows:

##### .1 Data item to be recorded

At NAV 47, Japanese proposal, that the storing of AIS data and Bridge Audio would be reasonable for VDRs, was supported by many members with some addition of the input data to VDRs, which are “Rudder order and response” and “Engine order and response”. Japan in principle agrees to include these data, in case that the interfacing between S-VDRs and such data source equipment is available.

For reasons of economy, this document is printed in a limited number. Delegates are kindly asked to bring their copies to meetings and not to request additional copies.

.2 Specification of the protective capsule

At NAV 47, Japanese proposal, that protective capsule specifications similar to those for EPIRB would be reasonable for float-free type S-VDRs, was also supported by many members. Also, as the result of Japanese studies on performance of fire-resistance required by IEC reveals, Japan considers that this performance should not be always necessary for S-VDRs. Because the problem of fire could be avoided by keeping away the installation positions of S-VDRs from cargo areas and machinery spaces where most of the fire occurred. Even if a fire was spread, particularly, the “float-free type” S-VDRs could be thrown into the sea by crew or could be taken with crew to safe place.

3 Taking into account the above considerations, Japan prepared a draft text of performance standard for both fixed and float-free type S-VDRs set out in the annex.

**Action requested of the Sub-Committee**

4 The Sub-Committee is invited to consider the proposals and take action as appropriate.

\*\*\*

## ANNEX

### **DRAFT TEXT OF RECOMMENDATION ON PERFORMANCE STANDARDS FOR SHIPBORNE SIMPLIFIED VOYAGE DATA RECORDERS (S-VDRs) FOR EXISTING CARGO SHIPS**

#### **1 PURPOSE**

The purpose of a simplified voyage data recorder (S-VDR) for existing cargo ships is to maintain a store, in a secure and retrievable form, of information concerning the position, movement, physical status, command and control of a vessel over the period leading up to and following an incident having an impact thereon. Information contained in a S-VDR should be made available to both the Administration and the shipowner. For the purpose of reducing casualties, this information is for use during any subsequent investigation to identify the cause(s) of the incident.

#### **2 APPLICATION**

A VDR with capabilities not inferior to those defined in these performance standards is required to be fitted to ships, other than passenger ships engaged on international voyages, of [3,000] gross tonnage and upward constructed before 1 July 2002.

#### **3 REFERENCES (IMO resolutions)**

- A.694(17) General Requirements for Shipborne Radio Equipment Forming Part of the Global Maritime Distress and Safety System and for Electronic Navigational Aids
- A.810(19) Performance Standards for Float-free Satellite Emergency Position-Indicating Radio Beacons Operating on 406 MHz
- A.861(20) Performance Standards for Shipborne Voyage Data Recorder (including references)

#### **4 DEFINITIONS**

4.1 *Simplified Voyage data recorder (S-VDR)* means a complete system, including any items required to interface with the sources of input data, for processing and encoding the data, the final recording medium in its capsule, the power supply and dedicated reserve power source.

4.2 *Sensor* means any unit external to the S-VDR, to which the VDR is connected and from which it obtains data to be recorded.

4.3 *Final recording medium* means the item of hardware on which the data is recorded such that access to it would enable the data to be recovered and played back by use of suitable equipment.

4.4 *Dedicated reserve power source* means a secondary battery, with suitable automatic charging arrangements, dedicated solely to the S-VDR, of sufficient capacity to operate it as required by 5.2.6.

## **5 OPERATIONAL REQUIREMENTS**

### **5.1 General**

The S-VDR should continuously maintain sequential records of data items relating to the navigation, command and control of the ship, using the data resources normally available on the ship and should be capable of reproducing events during an incident. The equipment should be so designed that, as far as is practical, it is not possible to tamper with the selection of data being input to the equipment, the data itself nor that which has already been recorded. The data to be recorded, performance of main unit and final recording medium should comply with the following functional requirement.

### **5.2 S-VDR**

#### **5.2.1 Signal process**

The S-VDR should process the sensor signal specified in 5.4 for continuous output to memory in the final recording medium.

#### **5.2.2 Automation**

The S-VDR should be designed to operate automatically in normal conditions.

#### **5.2.3 Co-relation in data and time**

The method of recording should ensure that the various data items can be co-related in date and time.

#### **5.2.4 Checks and alarms**

The recording method should be such that each item of the recorded data is checked for integrity and an alarm given if a non-correctable error is detected.

#### **5.2.5 Power supply**

The S-VDR should be capable of operating from the ship's emergency source of electrical power. If the ship's emergency source of electrical power supply fails, the S-VDR should continue to record Bridge Audio (see 5.4.5) from a dedicated reserve source of power for a period of 2 h. At the end of this 2 h period all recording should cease automatically.

#### **5.2.6 Continuity of operation**

Recording should be continuous unless ships in a dry dock or others. The time for which all stored data items are retained should be at least 12 h. Data items which are older than this may be overwritten with new data.



### 5.2.7 Environmental condition

The design and construction, which should be in accordance with the requirements of resolution A.694(17) and international standards acceptable to the Organization\*, should take special account of the requirements for data security and continuity of operation.

### 5.3 The final recording medium

5.3.1 The final recording medium should be installed in a protective capsule which should meet all of the following requirements:

- .1 be capable of being accessed following an incident but secure against tampering;
- .2 be of a highly visible colour and marked with retro-reflective materials; and
- .3 be fitted with an appropriate device to aid location.

5.3.2 The protective capsule may be of float-free or fixed whichever type should be meet all of the following requirements.

5.3.2.1 Float-free type protective capsule should:

- .1 be fitted with adequate means to prevent inadvertent activation;
- .2 be capable of floating upright in calm water and have positive stability and sufficient buoyancy in all sea conditions;
- .3 be capable of being tested, without using the satellite system, to determine that the protective capsule can send radio signals;
- .4 be provided with equivalent radio equipments, including its operating time, as set out in resolution A.810(19). These radio equipments should be automatically activated 12 hours after floating free;
- .5 be designed to release itself and float-free before reaching a depth of 4m at a list or trim of any angle. The releasing arrangement should be capable of manual release, to move a protective capsule to a safe place by the crew;
- .6 be provided with a luminous signal (e.g., Light Emitting Diodes (LED)) which should be automatically activated after float-free and should continue to operate from a dedicated battery for [7] days;
- .7 be provided with a radar transponder which should be automatically activated after float-free and should continue to operate from a dedicated battery for [2]days;

---

\* Refer to publication IEC 60945-Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems - General requirements, methods of testing and required test results.

- .8 be capable of being dropped into the water without damage from a height of 20m;
- .9 be designed to be capable of functioning without reduction of its performance after immersion at a depth of 10m for at least 5 minutes; and
- .10 including an automatic releasing arrangement should be so designed as to operate under any of the following environmental conditions.
  - (a) ambient temperatures of -20 °C to +55 °C;
  - (b) icing;
  - (c) relative wind speeds up to 100 knots; and
  - (d) after stowage, at temperatures between -30 °C and +70 °C.

5.3.2.2 Fixed type protective capsule should be complied with the requirements set out in resolution A.861(20).

#### **5.4 Data items to be recorded**

Data items to be recorded should be supplied by electronic signal information from existing data resource equipment without degrading accuracy of sensor.

##### **5.4.1 Date and time**

Date and time should be referenced to UTC. The recording method should be such that the timing of all other recorded data items can be derived on playback with a resolution sufficient to reconstruct the history of the incident in detail.

##### **5.4.2 Ship's position**

Latitude and longitude, and the datum used, should be derived from an electronic position-fixing system (EPFS). The recording should ensure that the identity and status of the EPFS can always be determined on playback.

##### **5.4.3 Speed**

Speed through the water[ or speed over the ground, including an indication of which it is,] derived from the ship's speed and distance measuring equipment.

##### **5.4.4 Heading**

As indicated by the ship's compass.

##### **5.4.5 Bridge Audio**

One or more microphones positioned on the bridge should be placed as followings:

- .1 at the position near the helm or engine telegraph to be capable of capturing voice of command and response
- [.2 at the position to be capable of capturing voices from VHF radio installations]

#### **5.4.6 Radar data, post-display selection, AIS data [or other data]**

This should include electronic signal information from within one of the ship's radar installations which records all the information which was actually being presented on the master display of that at the time of recording. The radar data may be substituted by AIS data specified in the attachment \*\* or other data from suitable data source.

#### **5.4.7 Rudder order and response**

If the interfacing between S-VDR and data source equipment were available \*\*\*, this should include rudder angle ordered and/or response and the status and settings of auto-pilot if fitted.

#### **5.4.8 Engine order and response**

If the interfacing between S-VDR and data source equipment were available \*\*\*, this should include the positions of any engine telegraphs or engine revolutions.

#### **5.4.9 Others**

The following data items required by A.861(20) may be optionally recorded. If recorded, relevant standards of A.861(20) should be applied.

- .1 Communications Audio;
- .2 Echo sounder;
- .3 Main alarms;
- .4 Hull openings status;
- .5 Watertight and fire door status;
- .6 Accelerations and hull stresses; and
- .7 Wind speed and direction.

## **6 OPERATION**

The unit should be entirely automatic in normal operation. Means should be provided whereby recorded data may be saved by an appropriate method following an incident, with minimal interruption to the recording process.

---

\*\* The attachment is to be developed. Japan considers that following ship's AIS data items relating to other ships within range of [3] nautical miles should be recorded at intervals of [2] seconds.

- .1 IMO number, call sign or name of ship;
- .2 Ship's position;
- .3 Date and time;
- .4 Bearing;
- .5 Speed over the ground;
- .6 Heading; and
- .7 Rate of turn, if available.

\*\*\* Japan will continue to study the difficulty level of the interfacing between S-VDRs and data source equipment, and will submit judgment index on this issue to next session of this sub-committee.

## **7 INTERFACING**

Interfacing to the various sensors required should be in accordance with the relevant international interface standard, where possible. Any connection to any item of the ship's equipment should be such that the operation of that equipment suffers no deterioration, even if the VDR system develops faults.

---



SUB-COMMITTEE ON SAFETY OF  
NAVIGATION  
48th session  
Agenda item 8

NAV 48/INF.5  
1 May 2002  
ENGLISH ONLY

## FEASIBILITY STUDY ON CARRIAGE OF VDR ON EXISTING CARGO SHIPS

### Studies on specification of a shipborne simplified VDRs (S-VDRs) based on a casualty database

Submitted by Japan

#### SUMMARY

**Executive summary:** This information paper describes the Japanese studies on specifications of shipborne simplified voyage data recorders (S-VDRs) based on a casualty database.

**Action to be taken:** Paragraph 16

**Related documents:** NAV 48/8/1

#### Introduction

1 Japan has studied on shipborne simplified voyage data recorders (S-VDRs), aiming to verify the possibility of its application to existing cargo ships and to reduce its introduction cost, and proposes a draft text of performance standard to this sub-committee (NAV 48/8/1). This paper describes (1) data items to be recorded for the S-VDRs, (2) what kind of accidents is analysable from the data, (3) the rate of casualties to which S-VDRs have been applicable based on a casualty database. It is also discussed the specifications of the protective capsule for S-VDRs.

#### The relation between VDRs data and casualty analysis

2 The purpose of VDRs is to retrieve recorded data from the medium, in order to provide information for cause investigation after a casualty. In Table 1, data items to be recorded by a current VDRs and a proposed S-VDRs are listed. The current VDRs should be required 15 items to be recorded. As the information of ships around, Japan consider to add AIS data to S-VDRs in place of radar data, if applicable. The AIS also covers the data of position, speed and heading of own ship. It is expected that proper use of AIS data reduces devices to be recorded and total volume of record. In the performance standard for S-VDRs, Japan allow to select radar data or AIS data as information of ships around. In Table 1, the column for data for S-VDRs has two columns in order to describe record items in both cases.

3 Table 1 also shows the items' purpose and applicable casualty types for cause investigation. Casualty types used are collision (CN), grounding (GR), hull or machinery damage (HM), foundered and capsized (FD), and fire and explosion (FR). The data recorded by both VDRs include "Voice" along with basic information such as date, time, and position, which enables us to recognize the state of affairs in the bridge when casualty occurred. In collision and grounding, navigational status such as position, speed, and heading of own ship and other ships enables to play back situations while cause investigation. With regard to other casualty types, however, required data is either not recorded or recorded optionally, VDRs are hardly helpful in investigating the causes.

Table 1 Data items to be recorded for VDRs

Data item	VDRs	Simplified VDRs		Purpose (Identification of)	Applicable casualties
		with AIS	w/o AIS		
Date and time	Req.	Req.	Req.	Date and time	All
Ship's position	Req.	from AIS	Req.	Position	All
Speed	Req.	from AIS	Req.	Navigational status	All
Heading	Req.	from AIS	Req.	Navigational status	All
Bridge Audio	Req.	Req.	Req.	Maneuvering status	All
Communications Audio	Req.	from Voice	from Voice	Maneuvering status	All
Radar data	Req.	Opt.	Req.	Info. of ships around	CN, GR
Echo sounder depth	Req.	Opt.	Opt.	Water depth	GR
Main alarms	Req.	Opt.	Opt.	Alarm status	CN, GR, FR
Rudder order and response	Req.	Opt.*	Opt.*	Maneuvering action	CN, GR, HM, FD
Engine order and response	Req.	Opt.*	Opt.*	Maneuvering action	CN, GR, HM, FD
Hull openings status	Brdg.	Opt.	Opt.	Hull openings status	FD
Watertight and fire door status	Brdg.	Opt.	Opt.	Watertight and fire prevention doors status	FR, FD
Acceleration and hull stress	Opt.	Opt.	Opt.	Hull load condition	HM, FD
Wind speed and direction	Opt.	Opt.	Opt.	Weather condition	HM, FD
AIS data		Req.	Opt.	Other ships status	CN, GR

Req.: Item that should be recorded

Brdg.: Item that should be recorded if it is under display requirement in the bridge

Opt.: Item that may be recorded if possible or optional.

\* This should be recorded if the interfacing between S-VDRs and data source equipment is available

## Casualty database

4 To examine the specification of a protective capsule for VDRs, Japan have obtained the frequency of casualties with which capabilities of pressure-resistance and that of fire-resistance would be effective. LMIS (Lloyd's Maritime Information Services Limited) casualty database contains details of all reported serious casualties from 1978 to 2000 that amount to 27,299 records. For this analysis, Japan selected cases with ships of 3,000 gross tonnages and above, namely, VDRs are assumed to be applied to, and the ships were in service. Records that meet these conditions amount to 11,432 records. The database has a field named category code, which shows the rough type of each casualty, and field s named initial code and basic code that show the characteristics of up to five major events arose in the casualty according to the actual sequence. The analysis was executed by counting up the records that matched to the queries that express specific conditions. Table 2 shows the number of casualties by category code.

Table 2 Casualty numbers by category code

Category Code	Number of cases
Collision	1,496 (13.1%)
Contact	870 (7.6%)
Foundered	534 (4.7%)
Fire/Explosion	1,608 (14.1%)
Hull/Machinery damage	3,810 (33.3%)
War Loss/Damage during Hostilities	454 (4.0%)
Missing	35 (0.3%)
Wrecked/Stranded	2,562 (22.4%)
Miscellaneous	63 (0.6%)
Total	11,432

**The outline of analysis**

5 In order to consider the specifications of a protective capsule for VDRs, required degree of pressure-resistance and of fire-resistance should be settled. Firstly, Japan made a rough investigation into foundered casualties that pose the requirements to pressure-resistance. Secondly, to settle the requirements to fire-resistance, Japan investigated the rate of fire and explosion casualties. Table 3 shows casualty numbers by presumed causes out of 809 foundered cases. The number of founder cases is counted by summing up records of following 3 conditions. (1) The ship is 3,000 gross tonnages and above, (2) The category code does not include “War Loss” and “Miscellaneous” and (3) At least one basic code includes “Foundered” entry. The figures in parentheses show the ratio to the total number of foundered ships. Among them, with the cases of flood and capsized, the data to be available for analysis is only “Voice”. Also, with the cases of grounding and contact, the capsules can be collected at the occurrence time of the accident and there are few possibilities of going under deep water. With the case of collision, data that expresses the traffic environment, such as own ship’s position and radar image, is available. Therefore, Japan focused on collision in foundered casualty. From this point of view, Japan examined with following three scenarios:

Table 3 Foundered ship numbers by cause

Presumed cause	Number (Ratio)
Flood	255 (31.5%)
Collision	111 (13.7%)
Grounding	69 (8.5%)
Capsized	67 (8.3%)
Explosion	65 (8.0%)
Fire	45 (5.6%)
Contact	37 (4.6%)
Unknown	160 (19.8%)

- Scenario 1: Collision -> Fire -> Foundered,
- Scenario 2: Explosion -> Foundered
- Scenario 3: Fire -> Foundered.

**Scenario 1: Collision -> Fire -> Foundered**

6 In this scenario, a sequence of three events Collision, Fire, and Foundering is examined. Presence of collision, fire and founder with each casualty are presumable from category codes, initial codes and basic codes in the database. Figure 1 shows the rate of casualties. The figures in parenthesis show the rate of ships per year.

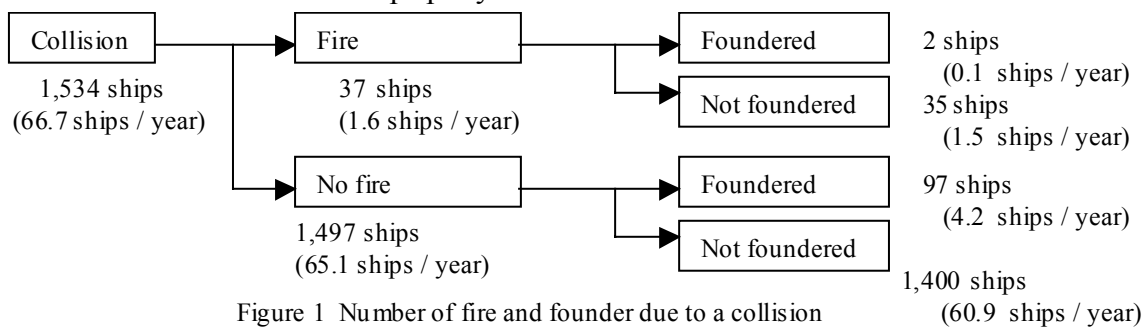


Figure 1 Number of fire and founder due to a collision

7 The number of foundered ships is also low rate of 4.3 ships per year, which Japan regard as rare occasions. Table 4 shows the number and rate of collision accidents, which has records of both ship. In case of a collision casualty, it is possible to analyze the cause if either of the ships keeps the data. It is estimated that the rate of the cases that both ships foundered is only 1% of collision casualty. As the rate is so small, Japan conclude that the performance of pressure-resistance against deep sea condition of current VDRs required by IEC would be not always necessary specification for S-VDRs .

Table 4 Number of foundered ships due to a collision

Foundered ships due to a collision	Number of cases
0	363 (92%)
1	29 (7%)
2	2 (1%)

## Scenario 2: Explosion -> Foundered

8 In this scenario, a sequence of two events, Explosion and Foundering, is treated. To classify explosion, casualties are classified according to basic codes that belong to their five events. Firstly, Japan defined an explosion casualty as a casualty that includes at least one “Explosion” entry in the five basic codes. Therefore, the total number of the ships is much larger than that of explosion casualties by category code mentioned above. Secondly, Japan aggregated the numbers by the area the explosion is happened, since required degree of fire-resistance capability of a VDRs depends on the place where it is installed. Japan classified the casualty in cargo area if the casualty’s record has at least one basic event that have both “Explosion” entry in basic code and “Cargo area” entry in compartment and component code. The rest of the areas, such as “Bridge”, “Accommodation”, “Engine room”, “Navigation spaces”, are classified to other areas.

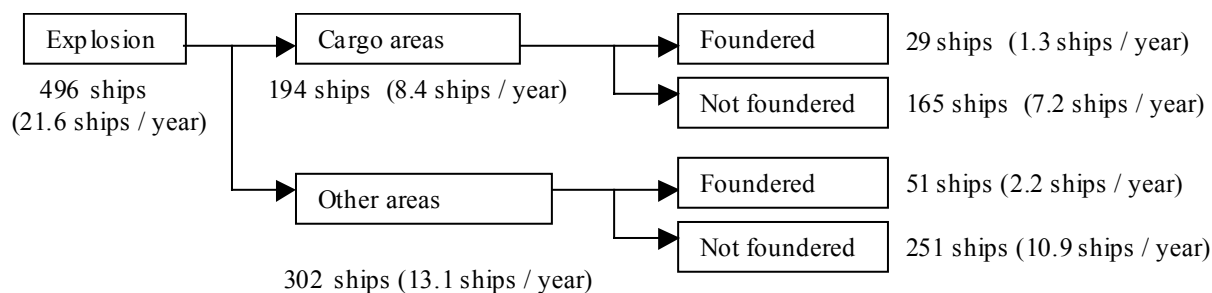


Figure 2 Relations between location of explosion and foundering

9 The rate of the ships that have an explosion in cargo area and foundering at the end is 1.3 ships per year, while the one of that have an explosion in other area is 2.2 ships per year. Moreover, recorded data include few information about explosion, therefore, Japan conclude that capabilities of water pressure-resistance in deep sea after an explosion is an unreasonable demand for a capsule. In addition, it is possible to mitigate the influence of an explosion in a cargo area or in an engine room, which occupies 58% of the whole explosion, by keeping away the installation place of VDRs from cargo areas and engine rooms. With consideration of the install place of the VDRs, deregulation of performance of fire- resistance and impact- resistance for S-VDRs would be reasonable.

## Scenario 3: Fire -> Foundered

10 Japan also analysed the case of fire in the same procedure as the case of explosion. Similar to the result of explosion scenario, the rate of fires in cargo area with foundering is only 0.1 ships per year and the rate of fires in other areas with foundering is 2.2 ships per year. Therefore, Japan conclude that the performance of pressure-resistance against deep sea condition of current VDRs required by IEC would be not always necessary specification for S-VDRs. In addition, it would be also possible to mitigate the influence of a fire by keeping away the installation place from cargo area and engine room. So that, deregulation of performance of fire-resistance for S-VDRs would be reasonable.



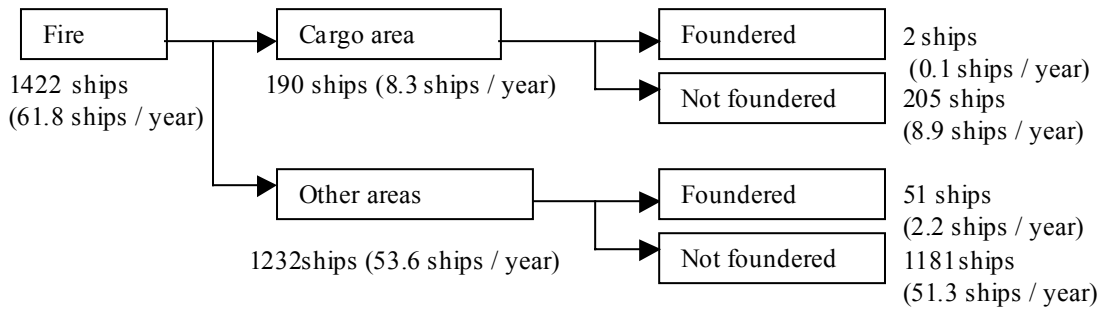


Figure 3 Relation between the location of fire and foundering

### Specifications of a protective capsule for S-VDRs

11 In order to use data after a casualty, it is necessary to consider the data containment system, taking into consideration of foundering and fire. Table 5 shows the capsule specifications of a protective capsule for current VDRs applied to IEC and proposed float-free type S-VDRs. The main differences between them are whether it is float-free type or fixed type, and degrees of performance of pressure-resistance and fire-resistance. The IEC specification of the protective capsule is based on that for aircrafts, since it requires capabilities for impact-resistance and perforation-resistance along with high capabilities for pressure-resistance and fire-resistance. On the other hand, float-free type has the advantage of easiness in recovery, in case of foundering, even though it has a difficulty in finding location.

Table 5 Specification of a protective capsule for VDRs

Model of protective capsule	Feature
Fixed type: (IEC required), Performance of pressure-resistance (6,000m depth) Performance of fire-resistance (1 hour with $\leq 1,100^{\circ}\text{C}$ , 20 hours with $\leq 260^{\circ}\text{C}$ )	It is maintained by the ship, and it is recovered after the accident. The capsule stands the high temperature at a fire and the hydraulic pressure of 6000m.
Float-free type: Performance of pressure-resistance (20m depth) No special fire-resistance function	It floats when the ship sinks like EPIRB. However, there is a possibility of losing data when exposed to the high temperature because it does not have special fire-resistance function. It is also necessary to strengthen the function for easy searching of it.

12 Based on IEC specifications, the protective capsule is required to endure 60Mpa, which corresponds to the hydraulic pressure of 6000m. On the other hand, the performance of pressure-resistance of a protective capsule for float-free type S-VDRs seems to be enough in same performance of 20m depth like EPIRB.

13 For the impact, it seems that the impacts due to going into the water and the explosion are related to the performance of impact-resistance and perforation-resistance of the capsule. The effects of impact due to the explosion may be avoided by selecting proper installation location. Therefore, for the protective capsule for float-free type S-VDRs, it seems that the performance of impact-resistance and perforation-resistance of EPIRB is enough for that of the S-VDRs.

14 It is thought that a present performance of fire-resistance is excessive because following reasons. (1) Frequency of a fire at cargo area is few. (2) The data for finding cause of a fire is not included in the record item of VDRs. (3) The VDRs may avoid a situation in which the high temperature continues for a long time by selecting proper installation location. Moreover, it also

seems that the influence of a sea surface fire is a little because the diffusion of the combustible is very fast and the absorption of the temperature under the surface of the water is also large.

15 The float-free type S-VDRs has problems of difficulty in finding it. To overcome the problems, Japan schedules to make a prototype of float-free type S-VDRs, which equipped with infrared ray LED (light-emitting diode) lamps with low electric power and a transponder, to evaluate effectiveness and cost of it.

**Action requested of the Sub-Committee**

16 The Sub-Committee is invited to take note of foregoing the information.

---



SUB-COMMITTEE ON SAFETY OF  
NAVIGATION  
49th session  
Agenda item 7

NAV 49/7/1  
25 April 2003  
Original: ENGLISH

## FEASIBILITY STUDY ON CARRIAGE OF VDR ON EXISTING CARGO SHIPS

### Revised proposal for draft text of Performance Standard for Shipborne Simplified Voyage Data Recorders (S-VDRs) for Existing Cargo Ships

Submitted by Japan

#### SUMMARY

**Executive summary:** This documents proposes a draft text for a Performance Standard for Shipborne Simplified Voyage Data Recorders (S-VDRs) for Existing Cargo Ships based on the result of the feasibility studies in the Correspondence Groups of IMO

**Action to be taken:** Paragraph 7

**Related documents:** NAV 47/7/6, NAV 47/7/7, NAV 47/7/8, NAV 48/8/1, NAV 48/INF.5, NAV 47/13, A.861(20) and IEC 61996

#### Introduction

1 With regards to the feasibility study on the mandatory carriage of Voyage Data Recorders (VDRs) for existing Cargo Ships, Japan proposed a draft text for a Performance Standard for Shipborne Simplified Voyage Data Recorders (S-VDRs) for Existing Cargo Ships to NAV 48.

2 Since NAV 48, the Correspondence Group on the feasibility for the carriage of VDR on existing cargo ships has continued the studies on the S-VDRs taking into account the outcome of the Sub-Committee.

3 Following the discussion at the Correspondence Group, Japan developed a revised proposal for a Draft text for a Performance Standard for Shipborne Simplified Voyage Data Recorders (S-VDRs) for Existing Cargo Ships as set out in the annex to this document under the result of the experiment for S-VDRs.

#### Action requested of the Sub-Committee

4 The Sub-Committee is invited to consider the proposals and take action as appropriate.

\*\*\*

For reasons of economy, this document is printed in a limited number. Delegates are kindly asked to bring their copies to meetings and not to request additional copies.



## ANNEX

**DRAFT TEXT OF RECOMMENDATION ON PERFORMANCE STANDARDS FOR SHIPBORNE SIMPLIFIED VOYAGE DATA RECORDERS (S-VDRs) FOR EXISTING CARGO SHIPS****1 PURPOSE**

The purpose of a simplified voyage data recorder (S-VDR) for existing cargo ships is to maintain a storage, in a secure and retrievable form, of information concerning the position, movement, physical status, command and control of a vessel over the period leading up to and following an incident having an impact thereon. Information contained in a S-VDR should be made available to both the Administration and the ship owner. For the purpose of reducing casualties, this information is for use during any subsequent investigation to identify the cause(s) of the incident.

**2 APPLICATION**

[To be considered ]

**3 REFERENCES (IMO resolutions)**

- A.694(17) General Requirements for Shipborne Radio Equipment Forming Part of the Global Maritime Distress and Safety System and for Electronic Navigational Aids
- A.802(19) Performance Standards for Survival Craft Radar Transponders for use in Search and Rescue Operations
- A.810(19) Performance Standards for Float-free Satellite Emergency Position-Indicating Radio Beacons Operating on 406 MHz
- A.861(20) Performance Standards for Shipborne Voyage Data Recorder (including references)

**4 DEFINITIONS**

**4.1** *Simplified Voyage data recorder (S-VDR)* means a complete system, including any items required to interface with the sources of input data, for processing and encoding the data, the final recording medium in its capsule or handy carriage case, the power supply and dedicated reserve power source.

**4.2** *Sensor* means any unit external to the S-VDR, to which the S-VDR is connected and from which it obtains data to be recorded.

**4.3** *Final recording medium* means the item of hardware on which the data is recorded such that access to it would enable the data to be recovered and played back by use of suitable equipment.

**4.4** *Dedicated reserve power source* means a secondary battery, with suitable automatic charging arrangements, dedicated solely to the S-VDR, of sufficient capacity to operate it as required by 5.2.4 and 5.4.2.

## **5 OPERATIONAL REQUIREMENTS**

### **5.1 General**

The S-VDR should continuously maintain sequential records of data items relating to the navigation, command and control of the ship, using the data resources normally available on the ship and should be capable of reproducing events during an incident. The equipment should be so designed that, as far as is practical, it is not possible to tamper with the selection of data being input to the equipment, the data itself nor that which has already been recorded. The data to be recorded, performance of main unit and final recording medium should comply with the following functional requirement.

### **5.2 S-VDR**

#### **5.2.1 Signal process**

The S-VDR should process the sensor signal specified in 5.5 for continuous output to memory in the final recording medium. The S-VDR should be designed to operate automatically in normal conditions.

#### **5.2.2 Co-relation in data and time**

The method of recording should ensure that the various data items could be co-related in date and time.

#### **5.2.3 Checks and alarms**

The recording method should be such that each item of the recorded data is checked for integrity and an alarm given if a non-correctable error is detected.

#### **5.2.4 Power supply**

The S-VDR should be capable of operating from the ship's emergency source of electrical power. If the ship's emergency source of electrical power supply fails, the S-VDR should continue to record Bridge Audio (see 5.5.5) from a dedicated reserve source of power for a period of 2 h. At the end of this 2 h period all data recording should cease automatically.

#### **5.2.5 Continuity of operation**

Recording should be continuous unless interrupted briefly, for instance when the ships in a dry dock or for similar reasons. The time for which all stored data items are retained should be at least 12 h. Data items which are older than this may be overwritten with new data.

#### **5.2.6 Environmental condition**

The design and construction, which should be in accordance with the requirements of resolution A.694 (17) and international standards acceptable to the Organization\*, should take special account of the requirements for data security and continuity of operation.

---

\* Refer to publication IEC 60945 - Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems - General requirements, methods of testing and required test results.

### 5.3 The final recording medium

The final recording medium should be installed in a protective capsule which should meet all of the following requirements:

- .1 be capable of being accessed following an incident but secure against tampering;
- .2 be of a highly visible colour and marked with retro-reflective materials; and
- .3 be fitted with an appropriate device to aid location.

### 5.4 Protective capsule

The protective capsule may be of a fixed, float-free or portable type.

**5.4.1** Fixed type protective capsule should be complied with the requirements set out in resolution A.861 (20).

**5.4.2** The float-free type protective capsule

**5.4.2.1** The float-free type protective capsule should:

- .1 be fitted with adequate means to prevent inadvertent operation;
- .2 be capable of floating upright in calm water and have positive stability and sufficient buoyancy in all sea conditions;
- .3 be provided with the equivalent radio equipments as set out in resolution A.810(19) to aid to find location, which should be automatically activated after floating free;
- .4 be capable of being manually released in order to be carried by a crew to a safe place; and
- .5 comply with the environmental and float free requirement specified in resolution A.810(19).

**5.4.2.2** The float-free type protective capsule may:

- .1 be provided with a luminous signal (e.g., Light Emitting Diodes (LED)) to aid to find location which should;
  - automatically be activated after float free,
  - flash at a interval preferably approximately [2] s,
  - continue to operate for [4] d with a dedicated battery.
- .2 be provided with a radar transponder aid to find location, which should;
  - be automatically activated after float-free,
  - be operation in stand-by mode for [4] d and in transmission mode for [8] h with a dedicated battery,
  - have the antenna of at least [0.5]m above sea-level,

- operate correctly when interrogated at a distance of up to at least [3] nm by a navigational radar with an antenna height of [10] m. It should also operate correctly when interrogated at a distance of up to [10] nm by an airborne radar with at least 10 kW peak output power at a height of 3,000 ft.

#### **5.4.3** The portable type protective capsule should;

- be of waterproof type
- be co-located with the main control panel of the S-VDR
- be removable and capable of being carried to ashore or to a survival craft after an accident
- Withstand drops on to a hard surface from a height of 1m.

### **5.5 Data items to be recorded**

Data items to be recorded should be supplied by electronic signal information from existing data resource equipment without degrading accuracy of sensor.

#### **5.5.1 Date and time**

Date and time should be referenced to UTC. The recording method should be such that the timing of all other recorded data items can be derived on playback with a resolution sufficient to reconstruct the history of the incident in detail.

#### **5.5.2 Ship's position**

Latitude and longitude, and the datum used, should be derived from an electronic position-fixing system (EPFS). The recording should ensure that the identity and status of the EPFS could always be determined on playback.

#### **5.5.3 Speed**

Speed through the water [or speed over the ground, including an indication of which it is,] derived from the ship's speed and distance measuring equipment.

#### **5.5.4 Heading**

As indicated by the ship's compass.

#### **5.5.5 Bridge Audio**

One or more microphones positioned on the bridge should be placed as followings:

- .1 at the position near the helm or engine telegraph to be capable of capturing voice of command and response
- .2 at the position to be capable of capturing voices from VHF radio installations



### **5.5.6 Radar data, post-display selection, and other means**

This should include electronic signal information from within one of the ship's radar installations, which records all the information which was actually being presented on the master display of that at the time of recording with a recording interval not more than 30 s.

**5.5.7** Alternatively, for the data from radar display, following AIS data items relating to other ships within range of 3 nm may be recorded at intervals of 2 s.

- IMO number, call sign or name of ship
- Ship's position;
- Date and time;
- Heading
- Bearing;
- Speed over the ground; and
- Rate of turn, if available.

### **5.5.8 Other items**

Any additional data items listed by IMO with the requirements set out in resolution A.861 (20) may be recorded when the data format is available in the international digital interface standards.\*\*

## **6 OPERATION**

The unit should be entirely automatic in normal operation. Means should be provided whereby recorded data may be saved by an appropriate method following an incident, with minimal interruption to the recording process.

## **7 INTERFACE**

Interfacing to the various sensors required should be in accordance with the relevant international interface standard, where possible. Any connection to any item of the ship's equipment should be such that the operation of that equipment suffers no deterioration, even if the S-VDR system develops faults.

---

\*\* Refer to publication IEC 61162-2





SUB-COMMITTEE ON SAFETY OF  
NAVIGATION  
49th session  
Agenda item 7

NAV 49/INF.8  
25 April 2003  
ENGLISH ONLY

## FEASIBILITY STUDY ON CARRIAGE OF VDR ON EXISTING CARGO SHIPS

### Report of On-Sea Trial of Retrieving float-free VDR

Submitted by Japan

#### SUMMARY

**Executive summary:** This document provides a summary of on-sea trial of retrieving float-free type VDR conducted by Japan in February 2003. The results show the high and sufficient capability of retrieving floating VDR by ships, thus the feasibility of such type of VDR for existing cargo ships

**Action to be taken:** See paragraph 3

**Related documents:** NAV 48/19

#### Introduction

1 The Sub-Committee, at its forty-eighth session, following the consideration on the feasibility of carriage of VDR on existing cargo ships, established a correspondence group on this regard and gave a task to the group, among others, to review the merits of employing a float-free capsule or combination with EPIRB with additional materials being researched on practical experiences. And it was suggested that a trial of recovering float-free capsules might be scheduled (NAV 48/19).

#### On sea trial of retrieving float-free type VDR

2 Following the suggestion made at the forty-eighth session of the Sub-Committee, Japan conducted a series of on-sea trial of retrieving a prototype float-free VDR capsule in February 2003, and obtained extensive amount of data on the capability of retrieving float-free type VDR. The annex of this document gives the summary report of the on sea trial.

#### Action requested of the Sub-Committee

3 The Sub-Committee is invited to note the report and its conclusions attached in the annex of this document for its examination on feasibility of carriage of VDR on existing cargo ships.

\*\*\*

For reasons of economy, this document is printed in a limited number. Delegates are kindly asked to bring their copies to meetings and not to request additional copies.



## ANNEX

## Summary of the report of on-sea trial retrieving float-free type VDR

## 1. Background

The Sub-Committee, at its forty-eighth session, following the consideration on the feasibility of carriage of VDR on existing cargo ships, established a correspondence group on this regard and gave a task to the group, among others, to review the merits of employing a fixed capsule, float-free capsule or combination with EPIRB and other additional materials being researched on practical experiences. It was also suggested that a trial of recovering float-free capsules might be scheduled. In conjunction with this instruction, Japan expressed its plan of conducting on-sea trial of retrieving float-free type VDR capsule. The trial was conducted in February 2003 in a Japanese territorial sea. This annex gives the summary of the report on the on-sea trial.

## 2. Purpose of the trial

The purpose of this trial was to investigate the capability of retrieving the float-free VDR capsule from sea by search and rescue parties. The capability of data recording and recovering will be further examined in 2003 separately.

## 3. Model of float-free VDR used on the trial

Float-free type VDR capsule should have following fundamental functions:

- (a) Record and keep required data of navigation,
- (b) Capable of being released automatically from the ship when the ship sinks, and of floating,
- (c) Capable of being retrieved while floating on sea, and
- (d) Capable of being carried by a crew into a survival craft when crew can take it in distress case.

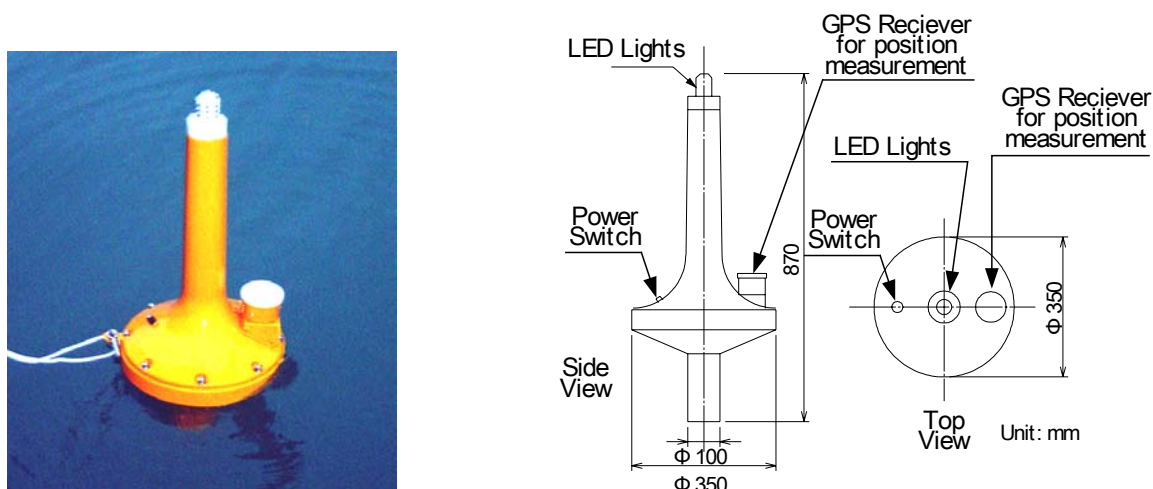


Figure 1 Prototype of float-free VDR used in the trial

In order to meet such requirements, a capsule was developed as shown in Figure 1, which can accommodate a COSPAS-SARSAT 406MHz Emergency Position Indicating Radio Beacon (EPIRB), a RADAR Transponder (RT), an LED (Light Emitting Diodes) light signaling system, a data recording system and a battery. Because the purpose of this trial was to investigate the capability of retrieving the capsule from sea, the data recording system was not put into the capsule during this trial. Furthermore, because the accuracy of locating the position of EPIRB

has been already tested and documented, the trial omitted the locating activities using COSPAS-SARSAT system.

Therefore, the float-free model of VDR capsule used in the trial contained a RT, an LED light signaling system and a battery. The total height is 0.8 m, and total mass is 6.9 kg.

#### **4. Searching system for float-free VDR**

##### **4.1 Searching scenario**

At the first stage, an EPIRB is used to narrow the searching area. As mentioned below the area is narrowed to almost 5 km diameter circle. Then a radio signal transmitter is used to fine the capsule on RADAR screen if available. At this stage, watch officer searches the capsule with one's naked eyes with/without visibility enhancement aids such as a normal binoculars and night vision.

##### **4.2 EPIRB**

An EPIRB is to be used for narrowing searching area of the capsule. The accuracy of locating the EPIRBs reported to IMO by document COM35/INF.29 on the on-sea trials from Japan. According to the report, a reported position through COSPAS-SARSAT system is within 5 km (about 2.7 nm) from the real position of EPIRB with the probability of 86.6 % and 10 km with 91.6%. This distance would be well within the range of locating capability of the RTs and watch officers.

##### **4.3 RADAR Transponder**

Signals from RT would appear on RADAR screen as a series of dot mark. In this trial, a modified SART is used with the antenna height 0.45m. Because of the physical limitation of the capsule, this antenna height is the maximum to this capsule. As the maximum radio-communication distance between a RT and a RADAR depends on the antenna heights of the RT and the RADAR from the sea level, the consideration of the antenna height is important. In order to distinct the RT signal of actual distress (12 dots), the RT signal used has changed to 4 dots in the trial.

##### **4.4 LED light signaling system**

The VDR capsule shall be pointed out and found on sea. The light signal system using LED, which signal frequency covers a range from visible to near infra-red area, can be found by human eyes and it also enhances the visibility by using infra-red video cameras and night vision binoculars. It is also expected that the LED light consumes less electricity than ordinary flashing lights. Therefore, it has been proposed to facilitate the LED light signaling system to the VDR capsules for the purpose of being found out. High intensity white light LEDs and near infra-red LEDs have been installed at the top of the prototype VDR capsule. The LEDs flashed for about 1 second in every 2 seconds. Two sets of night vision cameras and several sets of night vision binoculars were used in the trial to find out the LED light signal of the capsule.

#### **5. Outline of the trial**

To evaluate retrievability of the VDR capsule, a series of simulated experiments for searching it was carried out. In the experiments, subjects searched for the capsule with naked eyes with/without a normal binocular in daytime, a night vision binocular at night and then they evaluated the visibility subjectively. 9GHz RADAR of the ship and airborne RADAR of a helicopter were used to monitor RT signal to detect it and the detectivity is also evaluated. A night vision video camera was also used to detect the capsule by using image processing technology.

The test date and conditions are as following;

Date: February 27th, 2003

Place: In the middle of Suruga Bay, Japan, 35.00 N, 135.40 E

Vessel employed: "Ashitaka", 160 ton, a search and rescue vessel of Japan Coast Guard  
RADAR Antenna Height  $\approx$  9 m

Aircraft employed: a search and rescue helicopter of Japan Coast Guard

Sea condition: Wave height  $\approx$  1 to 2 m, Wind  $\approx$  5 m/s, Air temperature  $\approx$  10 to 14 °C

Every trial started from almost 5 nm apart from the capsule position, with an assumption that location of VDR had been obtained by EPIRB through COSPAS-SARSAT system within 5 km from the real position. The trial was conducted in both daylight hours and night.

### 5.1 Search by ships

The position of VDR was, at first, searched by RADAR to find out the RT mark on the RADAR screen. Then, the ship approached toward to the VDR capsule while observing RT signal on RADAR screen and LED signal by watch officers with / without night vision binoculars and normal binoculars. During the approaches, followings were observed: (1) Visibility of RT signal on 9GHz RADAR screen, (2) Visibility of LED signal by watch officer (by naked eyes with an ordinal binoculars), (3) Visibility of LED signal by night vision video cameras and night vision binoculars at night.

### 5.2 Search by aircraft

9GHz Radar of the aircraft was used to detect the RT signal to find the position. The search was conducted in two altitudes (500 ft and 3000 ft) to investigate the effect of the searching altitude.

## 6. Results

### 6.1 Visibility of the RT signal by ships

The visibility of the RT signal on the RADAR screen was observed and categorized in six degree as shown in Table 1. The result of the trial was that the RT signal could be identified on the RADAR screen at the distance of 4.5 to 4.0 nm and could be clearly seen at the distance of about 3 nm. Figure-2 shows the results of the observation. The RT signal could be seen but sometime disappeared in the distance of 3 to 4.5

Table 1 Ratings for RT signal visibility

"A"	: the signal is clearly seen without any noise.
"a"	: the signal is clearly seen in a optimized gain condition.
"B"	: the signal is weakly seen.
"b"	: the signal is seen and identified thinly.
"C"	: the signal is seen thinly and sometime disappeared.
"c"	: the signal is seen faintly sometime.

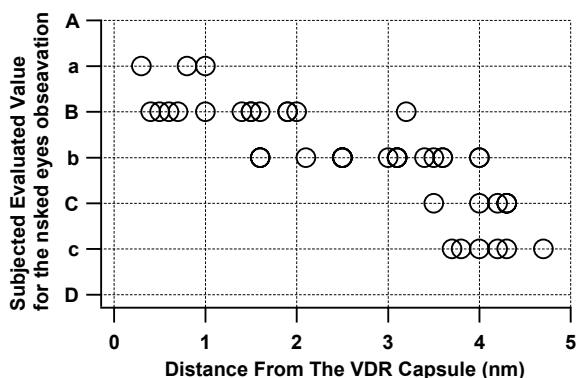


Figure-2 Results of the observation of visibility of RT signal on RADAR screen



Figure-3 RT signal

nm, because the VDR capsule was hid in the waves from the view of the ship. Figure-3 presents an example of RT signal on RADAR screen.

### 6.2 Visibility of RT signal by aircraft

The RT signal could be seen on the screen of the RADAR of the aircraft after adjusting the range and gain of the RADAR. At the altitude of 3000 ft, the RT signal could be observed from the distance of about 7 nm from the VDR, but became to be hardly seen at the distance of 1 nm. At the altitude of 500ft, the RT signal could be clearly seen in the distance of 9 nm to 0.5 nm from the RT. During the trial, it is found that when approaching closely to VDR capsule, the tilt angle of the RADAR head should be further down or altitude should be lowered. Figure-4 shows the appearance of the RT signal on the screen of the aircraft RADAR at 3000ft height.

### 6.3 Visibility of LED of VDR by naked eyes, normal binoculars and night vision binoculars

Because the direction of floating VDR capsule is known by RT signal on the RADAR screen, the VDR capsule was searched in that direction by naked eyes, normal binoculars and night vision binoculars. Because waves at sea hide the capsule from the view of the ship, the wave condition affects to the visibility of floating VDR capsule. The trial was carried out in 1 to 2 m wave height condition.

In the daylight hours, the VDR capsule could be seen from the distance of 0.8 nm by normal binoculars and 0.5 nm by naked eyes. The LED flashing light signal helped to visibility of the VDR.

In the night, the LED signal could be seen from 3 nm by night vision binoculars and 1.8 nm by naked eyes. The visibility of LED by human eyes at night was much better than that in day light hours. It can be said that the VDR capsule incorporating LED-signaling system can be found out even in the night.



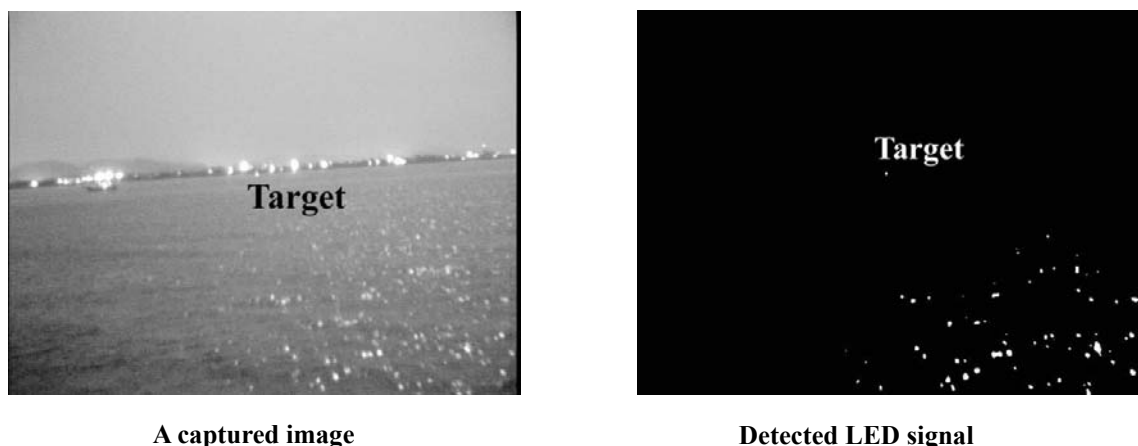
at altitude of 3000 ft

Figure-4 RT signal on screen of aircraft RADAR

### 6.4 Visibility of LED signal of VDR by night vision video cameras

An automatic LED signal detection system using image processor technology was applied. The system is composed of a near infra-red video camera and a computer with a video capture board. First, the images of the infra-red video camera is captured every 1 second. The images are processed to reduce the noise and to enhance the light signal effectively. Then two continuous images are compared to detect deference pattern. As the LED light turns on and off alternatively, if the interval selected adequately, the LED signal appears in the difference image of continuous two images. Figure 5 is an example of captured image and the difference image. This system detected the signal just below the character 'T' from the captured image. The background lights were eliminated effectively and the signal was detected clearly. The detected distance by using this system was almost 3 nm.



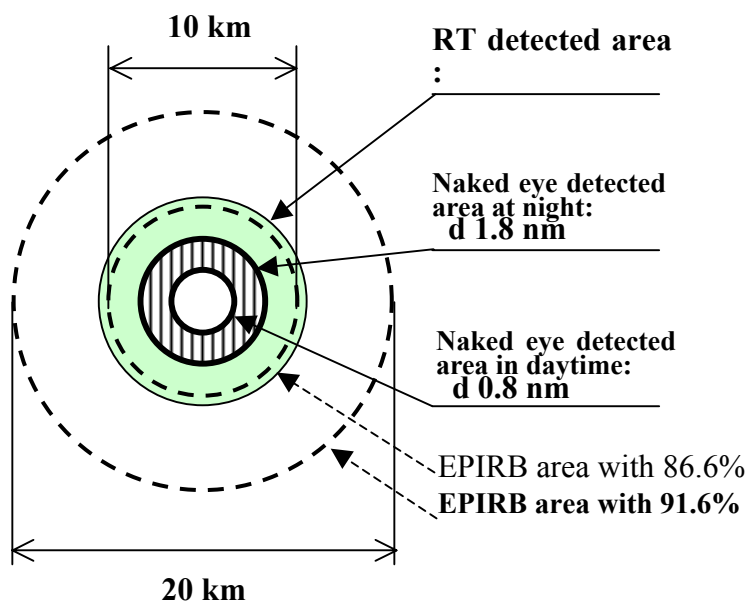


**Figure 5 An example of detected LED signal**

### 7. Conclusions

Followings have been concluded through the on-sea trial of retrieving float-free type VDR.

(a) The scenario for retrieving a floating VDR capsule using an EPIRB, a RT and a LED light is adequate and realistic. The ranging areas for each sensor are shown in Figure 6. Two dotted circles are narrowed areas with EPIRB in probability of 86.6% and 91.6%, shadowed area is RT detectable area, hatched lines area is detectable area for watch officers eyes at night and center circle is that in daytime. The figure shows that the narrowed area with EPIRB is small enough to detect RT signal and LED light signal.



**Figure 6 Ranging areas for each sensor**

- (b) The position of floating VDR can be found easily by a RT using ordinal 9GHz RADARs of ships and aircrafts. Therefore, it is recommended to include RT into float-free VDR capsules.
- (c) LED light signal is very useful for pointing the VDR capsule, in particular, in the night or darkness. It also gives great help in the daytime. Therefore, it is recommended to equip with a LED light signaling system into the floating VDR capsule.
- (d) The float-free type VDR should be feasible for carriage in existing cargo ships and for retrieving after released by float-free mode.

### Additional Information

The full report of the on-sea trial can be found at the Internet web site: <http://www.nmri.go.jp>.





MARITIME SAFETY COMMITTEE  
78th session  
Agenda item 11

MSC 78/11/8  
19 March 2004  
Original: ENGLISH

## SAFETY OF NAVIGATION

### Implementation date for retrofitting of S-VDR

Submitted by Japan

#### SUMMARY

**Executive summary:** This document contains Japanese comments on the implementation date for retrofitting of S-VDR. Japan is of the opinion that it is necessary to take an appropriate preparation period for retrofitting of S-VDR taking into account the large numbers of existing cargo ships and complicated work for fitting

**Action to be taken:** Paragraph 7

**Related documents:** MSC 78/11, paragraph 2.5; NAV 49/19, section 7 and annex 9

#### Introduction

1 This document is submitted in accordance with the provisions of paragraph 4.10.5 of the Guidelines on the organization and method of work of the Maritime Safety Committee and the Marine Environment Protection Committee and their subsidiary bodies, as amended (MSC/Circ.1099 – MEPC/Circ.405).

2 The Sub-Committee on Safety of Navigation, at its forty-ninth session, concurred with the conclusion of the report of the Correspondence Group that retrofitting of existing cargo ships with VDR was feasible and desirable and that a simplified VDR (S-VDR) could be specified for existing cargo ships. The Sub-Committee therefore finalized its report to respond the instructions of resolution MSC.109(73) on Carriage of voyage data recorders (VDRs) on existing cargo ships, prepared a draft MSC resolution on Performance standards for shipborne simplified voyage recorders (S-VDRs) and prepared draft amendments to regulation V/20 of the SOLAS Convention, given in annex 9 to the document NAV 49/19.

3 In the proposed draft amendments to regulation V/20, cargo ships of 20,000 gross tonnage and upwards shall be fitted with a VDR not later than [1 January 2007], which is only 6 months later from the entry into force of the amendments and cargo ships of 3,000 gross tonnage and upwards but less than 20,000 gross tonnage shall be fitted not later than [1 January 2008].

For reasons of economy, this document is printed in a limited number. Delegates are kindly asked to bring their copies to meetings and not to request additional copies.

## Comments

4 Japan is of the opinion that the implementation date for retrofitting S-VDRs to existing cargo ships should be decided taking into account the following facts:

- .1 according to the LRF database, the number of existing cargo ships of 20,000 gross tonnage and upwards is about 8,000, and the number of 3,000 gross tonnage and upwards but less than 20,000 gross tonnage is about 13,000;
- .2 availability of S-VDR supply including technicians for such amount of the existing cargo ships is not clear at the moment;
- .3 cable work of retrofitting S-VDRs in a navigation bridge should be carefully done because the work has a possibility of suffering damages to important navigation equipments already installed;
- .4 from the experience in retrofitting of VDRs to existing passenger ships, the fitting work for existing cargo ship seems to be necessary to take at least 2 or 3 days and this means that existing cargo ships have to be off-hire for these days if preparation period is too short;
- .5 after retrofitting work, the ship should be verified and certified for not only S-VDR but also navigation equipment connected to S-VDR by the Administration or the Recognized Organizations. It takes normally half or one day;
- .6 the fitting work including hot work on the vessel is strictly prohibited in some ports; and
- .7 VDRs will not directly enhance the safety level of the ship to which a VDR is fitted.

5 Japan is of the opinion that the preparation period of 6 months from the entry into force of the amendments, which means [1 January 2007], is too short taking into account that the large number of existing cargo ships and complicated cable work of fitting and others listed above, and the implementation date in square brackets in the proposed draft amendments should be decided at the Committee so as to be practicable and feasible.

6 The Japanese proposal is that fitting work of S-VDRs should be concurrent with dry docking because it is suitable for reliable fitting works, especially for cable works in a navigation bridge. The proposed amendments to the draft amendments to SOLAS V/20 are attached to the annex to this document.

## Action requested of the Committee

7 The Committee is invited to consider the above comments and the proposed amendments and to take action, as appropriate.

\*\*\*

## ANNEX

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

**CHAPTER V**

**SAFETY OF NAVIGATION**

**Regulation 20 – Voyage data recorders**

1 Add a new paragraph 2 as follows:

“2 To assist in casualty investigations, the existing cargo ships, when engaged on international voyages, subject to the provisions of regulation 1.4, shall be fitted with a VDR which may be a simplified voyage data recorder (S-VDR)<sup>\*</sup> as follows:

- .1 in the case of cargo ships of 20,000 gross tonnage and upwards constructed before 1 July 2002, ~~not later than [1 January 2007]~~ at the first scheduled dry-docking after [1 July 2006] but not later than [1 July 2009];
- .2 in the case of cargo ships of 3,000 gross tonnage and upwards but less than 20,000 gross tonnage constructed before 1 July 2002, ~~not later than [1 January 2008]~~ at the first scheduled dry-docking after [1 July 2007] but not later than [1 July 2010]; and
- .3 Administrations may exempt cargo ships from the application of the requirements of paragraph 2.2 when such ships will be taken permanently out of service within two years after the implementation date specified in subparagraphs .1 and .2 above.”

2 Renumber the existing paragraph 2 as paragraph 3.

---

\* Refer to resolution MSC.[...](78) – Performance standards for shipborne simplified voyage data recorders (S-VDRs).



## 添付

### RR-S602 (VDR 平成 14～15 年度) 調査検討委員会名簿 (順不同、敬称略)

委員長	村田 康一	(日本海事協会、平成 14～15 年度)
委員	今津 隼馬	(東京商船大学、平成 14～15 年度)
	片山 瑞穂	(片山海事技研事務所、平成 14～15 年度)
	吉田 公一	(海上技術安全研究所、平成 14～15 年度)
	福戸 淳司	(海上技術安全研究所、平成 14～15 年度)
	山田豊三郎	(高等海難審判庁、平成 14～15 年度)
	中川 欣也	(日本船主協会、平成 14 年度)
	宮坂 真人	(日本船主協会、平成 15 年度)
	上村 宰	(日本舶用品検定協会、平成 14 年度)
	木村 佳男	(日本舶用品検定協会、平成 15 年度)
	藤吉 正俊	(製品安全評価センター、平成 14～15 年度)
	吉田 英次	(日本舶用工業会、平成 15 年度)
	越水 豊	(日本郵船、平成 14～15 年度)
	小徳 義之	(日本郵船、平成 15 年度)
	日比野雅彦	(商船三井、平成 14 年度)
	岩谷 宏	(商船三井、平成 14～15 年度)
	那口 行輝	(アイ・エイチ・アイ マリンユナイテッド、平成 14～15 年度)
	田北 順二	(日本無線、平成 14～15 年度)
大杉 正三	(トキメック、平成 14～15 年度)	
河野 高樹	(トキメック、平成 15 年度)	
山下 博英	(古野電気、平成 15 年度)	
関係官庁	今出 秀則	(国土交通省海事局安全基準課、平成 15 年度)
	丹羽 康之	(国土交通省海事局安全基準課、平成 14 年度)
	竹子 春弥	(国土交通省海事局安全基準課、平成 15 年度)
事務局	松井 裕	(日本造船研究協会 IM0 担当、平成 14 年度)
	梶田 智弘	(日本造船研究協会 IM0 担当、平成 14～15 年度)
	西村 新次	(日本造船研究協会、平成 14～15 年度)





執筆担当者 (RR-SP7)

片山瑞穂	丹羽康之	福戸淳司
藤吉正俊	村田康一	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。