海中転落者のための救助システムについて-III. - 運航管理システムとの融合 -

和田雅昭*・天下井清**・木村暢夫**・岩森利弘***

A Rescue System for Man-Overboard-III. -A Fusion of the Rescue System and the Monitoring System-

Masaaki WADA, Kiyoshi AMAGAI

Nobuo KIMURA and Toshihiro IWAMORI

Abstract

The global maritime distress and safety system GMDSS has been in operation all over the world, however, it is not adequate for man-overboard accident because the object is not for the man but for the vessel. Moreover the global system such as GMDSS and the Japan coastal emergency call 118 often cause a misinformation problem.

We have reported and evaluated a rescue system for man-overboard accident. In our previous papers, we proposed a local rescue system to avoid the misinformation and evaluated the mobile devices, which can send the emergency signal with the position information. Although this rescue system is very useful, it is not employed widely, since the priority for such a rescue system is lower than the other day-use system.

In this paper, we propose a fusion of the rescue system and the monitoring system, which has been in operation, to put the rescue system to practical use. The experimental results show that the monitoring system is suited for the rescue system and it is very effective to combine the mobile device and the safety jacket.

Keywords: Rescue, Man-Overboard, Personal, Monitoring System, Fusion

キーワード: 救命、海中転落、個人、運航管理システム、融合

1. はじめに

本研究では海中転落事故における生存救出を目的として、救助活動を支援するためのシステムを考案し評価を行っている。海上における遭難および安全に関する世界的な制度としては GMDSS が、また、国内では海の 118 番通報が制定され大きな役割を果たしているものの、誤報が多く正確な情報の把握に時間を要するといった問題を抱えている。しかしながら、IMO 船舶搜索救助便覧によると 10℃未満の海水温度における生存可能時間は 180 分以下、4℃未満では 90 分以下とされ

ていることから、生存救出のためには事故の正確な情報を速やかに入手することが不可欠である。また、最低限の条件として、海中転落者が海面に浮いていることが挙げられる。そこで、本研究では、

- ・船舶ではなく“個人”を対象とした救助システム
- ・小規模なシステムの構築による情報の信頼性向上
- ・常時着用型の安全衣と携帯端末の一体化

の 3 項目を実現することにより、海中転落者のための救助システムの実用化を提案する。

第一報⁽¹⁾では携帯端末の小型化、軽量化が、第二報⁽²⁾では位置精度の向上、サービスエリアの拡大が課題と

* 学生会員 北海道大学大学院水産科学研究科 (〒041-8611 函館市港町 3-1-1) wada@fish.hokudai.ac.jp

** 正会員 北海道大学大学院水産科学研究科 (〒041-8611 函館市港町 3-1-1)

*** 正会員 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター (〒041-8611 函館市港町 3-1-1)

なった。また、共通の課題としてシステムの運用体制の確立といった問題を残している。そこで、GPS 内蔵型携帯電話を携帯端末として利用することにより、小型化、軽量化、並びに位置精度、サービスエリアの問題を解決し、さらに、DLP (DoCoMo Location Platform) サービス⁽³⁾を基盤とすることにより、小規模の運用体制を確立することで、従来の問題解決を図ることを考案した。

国内において、救助システムの普及が遅れている理由として、日常利用される作業機器の導入が優先され、利用機会が少ない救助システムの導入が後廻しにされていることが挙げられる。そのため、救助システムを単独のシステムとして構築するのではなく、日常利用する船舶の運航管理システムと組み合わせることにより導入を推進することを考案し、洋上実験とプール実験により評価を行った。なお、プール実験では第二報の安全衣を改良した専用の安全衣を着用している。また、第一報より課題としてきた、携帯端末の自動起動装置の開発にも取り組んだ。

2. 救助システムの概要

2.1 DLP サービスの概要

DLP サービスとは、GPS 内蔵型携帯電話を利用した移動体の位置情報提供サービスであり、インターネットを経由してアクセスすることで目的とする移動体の位置情報を取得できることから、システムの構築が容易に行えるという特徴を持っている。この特徴は本研究において目的とする、小規模システムの構築に適している。また、DLP サービスを基盤とした事業者単位の運航管理システムの導入事例も報告されており、システムの構築及び導入、運用が容易であることから、洋上における移動体の位置管理システムの基盤として、今後急速に普及していくことが予測される。

もう一つの特徴として、DLP サービスは規格化された統一プラットフォームにより運用されていることが挙げられる。これにより、本研究により構築する救助システムと、全く独立して構築された運航管理システムを容易に融合することが可能となる。このことから、DLP サービスは本研究における救助システムの基盤として適したサービスであると言える。

2.2 洋上における携帯電話の可能性

洋上における携帯電話のサービスエリアは、地域により条件が異なるため定量的な数値は明記されていない。しかしながら、800MHz 帯を利用する TDM 方式の携帯電話は、理論限界が基地局から約 26 マイルとされて

おり、また、GPS 内蔵型携帯電話による実績として、ヨットレースにおいて基地局から約 20 マイル離れた洋上における利用が報告⁽⁴⁾されている。本研究では、これまでの北海道内浦湾（噴火湾）や津軽海峡における実験の結果、並びに安全率を考慮して、陸上から 12 マイルまでの範囲を本システムにおけるサービスエリアとして設定した。

海上保安庁の統計資料によると、平成 14 年における海の 118 番通報のうち、半数以上が通信手段として携帯電話を利用している。また、平成 14 年の要救助海難発生地点別の内訳では 12 マイル以内での発生が全体の 93%を占めている。これらのことから、携帯電話は洋上における救助システムの通信手段として大変有効であると言える。

2.3 救助システムの構築

Fig. 1 は構築を行った救助システムのブロック図である。携帯端末である GPS 内蔵型携帯電話へのアクセスは DLP サーバのみが行うことができ、携帯端末の位置情報は DLP サーバへアクセスすることにより間接的に取得することができる。そして、救助システムでは位置情報取得サーバと配信サーバの 2 つのサーバを管理センターに設置した。位置情報取得サーバは配信サーバと DLP サーバの間に設置され、携帯端末の位置情報をデータベースとして蓄積する。

通常、位置情報取得サーバでは予め設定した一定時間毎に DLP サーバへ各携帯端末の位置情報取得要求を行う。DLP サーバではこの位置情報取得要求により携

Fig. 1 Block Diagram of the Rescue System

帯端末へアクセスを行い、取得した位置情報を位置情報取得サーバへ返信する。配信サーバではクライアント PC から位置情報取得要求があると、位置情報取得サーバに該当携帯端末の位置情報を問い合わせ返信する。その他の機能として、携帯端末に配置されたボタンを押すことにより、携帯端末から DLP サーバに対して位置情報を送信することも可能である。

現在、DLP サービスではトラフィックを制限する目的から、同一の携帯端末に対する位置情報取得要求を 5 分間に 1 度までと制限している。そのため、位置情報取得サーバは DLP サーバに対して設定範囲の下限値である 5 分毎に位置情報取得要求を行うよう設定した。その結果、事故の発生の通報からクライアント PC での事故の確認までに要する時間は最大で 5 分程度となるものの、救助システムとして有効であると考えられることから実験による検証を行なった。

3. 実験

3.1 実験の目的

実験は、自動起動装置による海中転落事故の自動通報と救出までの位置追跡を洋上実験により検証すること、並びに専用に開発を行った安全衣に装備した携帯端末が機能することをプール実験により検証することを目的としている。携帯端末にはセイコーエプソンの HGU7000 を用いた。HGU7000 は通知ボタンを有しておりこのボタンを押すことにより、DLP サーバに対して自動的に位置情報を送信することが可能であることから本研究の目的に合致している。Table 1 は HGU7000 の仕様を表している。HGU7000 はタバコ箱サイズの寸法であり第一報における漁業者への聞き取り調査による携帯端末の許容サイズを満たしている。

Table 1 Specification of HGU7000

PDC	Frequency	800MHz
	Power	0.8W
GPS	Frequency	1575.42MHz (L1)
	Sensitivity	-153dBm
	Accuracy	5m max.
Size		93×54×22mm
Weight		115g
Battery		3.7V 1035mAh
Continuation		240h max.

3.2 自動起動装置の開発

HGU7000 は通知ボタンを有していることから、手動操作による起動は可能であるものの、海中転落を自動的に検出して起動することが望ましい。そのため、自動起動装置の開発を行った。

海水を検出する自動起動装置は、膨脹式の救命胴衣や救命筏などで実用化されている。これらの用途では、ガスボンベを打ち抜く大きな力が必要であり、化学反応とバネ材を組み合わせた物理的な機構が採用されている。しかしながら、本システムでは、自動起動装置の電源を確保できることから、電子式の検出装置の開発を行った。電子式とすることで、小型化が可能となり、また検出装置の再利用が可能となる。

HGU7000 は外部インタフェースコネクタを有しており、通知ボタンに相当する接点を引き出すことが可能である。この接点を 1 秒以上 GND に短絡させることにより、HGU7000 は起動し位置情報を DLP サーバに通報する。起動後は DLP サーバからの位置情報取得要求により位置情報を取得することが可能である。

海水の検出には、海水の電導性を利用して露出させた 2 本の電極間に流れる電流を検出する方式を用いた。また、接点を確実に短絡させるため、低消費電力のマイクロコンピュータを採用している。最初に、海水の抵抗値を測定するため洋上実験の対象海域から採取してきた海水を用いてテスターにて計測を試みた。しかしながら、抵抗値は $k\Omega$ から $M\Omega$ の範囲で大きく変動し安定することがなく、直接抵抗値を計測することはできなかった。これは海水に含まれる不純物を含む物質の密度が様でないため、抵抗値が変動したものと考えられる。次に、海水に入れた 2 本の電極間に流れる電流を計測する方法を試みた。マイクロコンピュータの電源電圧が約 3V になることから、電極間に 3V を加えたところ、100mA 前後の電流が流れ、陰極から水素が発生した。そのため、10k Ω の抵抗を直列に挿入したところ、210 μA で安定した電流が計測された。

そこで、Fig. 2 の回路を設計した。マイクロコンピュータは microchip 社の PIC16F84 を用いた。基板サイズは 36mm×26mm である。また、Photo 1(a) は試作した自動検出装置である。HGU7000 内部では接点はプルアップ処理がされている。そのため、通常時に電解コンデンサに電気を蓄え、接点の短絡時には電解コンデンサに蓄えられた電源でマイクロコンピュータを動作させる構造とした。マイクロコンピュータには海水を検出すると接点を 3 秒間短絡するようプログラムしている。なお、この回路における消費電流は 10 μA 以下である。HGU7000 のバッテリー容量は 1035mAh であり、最大の連続動作時間が 240 時間であることから、平均で

Fig. 2 Circuit of the Auto Starter

Photo 1(a) Auto Starter (left)

Photo 1(b) A Trial of Auto Start (Right)

4mA 以上の電流が流れていることになる。これと比較すると回路の消費電流は 1% 以下であることから、HGU7000 の動作時間に与える影響はないと言える。

次に、自動検出装置を防水加工するため円筒のプラスチックケースに入れシリコンで密封した。この状態において Photo 1(b) のように海水に浸したところ、HGU7000 は正常に起動した。なお、HGU7000 の起動は LED (発光ダイオード) の点灯により確認できる。

3.3 洋上試験

洋上試験は、平成 15 年 7 月 15 日に函館湾七重浜の防波堤沖にて実施した。当日の天候は曇り、南南西の風 3m/s、気温は 19.3℃であった。クライアント PC は防波堤上に仮設している。最初に、HGU7000 を装備した救命胴衣を漂流させ、クライアント PC にて救命胴衣の位置を確認し洋上にてシステムが機能していることを確認した。次に自動起動装置による自動通報を確認するため、船上から自動起動装置を海中に沈めたところ、HGU7000 は起動しなかった。予備として用意した HGU7000 においても同様であり、自動起動装置の故障が原因とされた。

持ち帰った自動起動装置を確認したところ、マイクロコンピュータのプログラムが書き換えられていることが判った。また、繰り返し試験を行うことで再現性のあることが確認できた。プログラムが書き換えられる原因としては、3 秒間の接点短絡時に電源電圧が低下しマイクロコンピュータの動作が不安定な状態になることが想定される。そのため、接点の短絡時間を 1.5 秒と短縮し、更にマイクロコンピュータを PIC16F84 の上位互換である PIC16F628 に変更した。PIC16F628 は

Photo 2 Safety Jacket with Equipment

Photo 3 Field Test

ライトプロテクトの機能を有しているため、不安定な電源電圧時においてもプログラムが書き換わることがない。改良を行った自動起動装置では繰り返し試験においても確実に起動することを確認した。

平成 15 年 7 月 16 日、再度洋上試験を実施した。当日の天候は曇り、南西の風 2m/s、気温は 15.9℃であった。この実験では HGU7000 と自動起動装置を安全衣に装備した被験者が擬似的に海中転落することにより、クライアント PC にて事故の発生と位置を確認することを目的としている。なお、当日の海水温度は約 17℃と低く、被験者の安全を考慮し実験時間は 15 分間としている。Photo 2 のように自動起動装置は被験者の前腰部に、HGU7000 は左胸部の内ポケットに装備している。

被験者は 12 時 18 分に海中転落し (Photo 3)、すぐに自動起動装置による HGU7000 の起動を確認した。DLP サーバのログでは 12 時 18 分 31 秒に携帯端末の位置情報を受信している。そして、クライアント PC では 12 時 20 分の位置情報取得要求により事故の発生を確認することができた (Fig. 3)。その後、被験者を救助し

Fig. 3 Client PC Screen

た 12 時 31 分までの間に位置情報は 3 度更新されている。この実験により DLP サービスを基盤とした救助システムが海中転落者のための救助システムとして機能することが確認できた。

3.4 追跡実験

追跡実験は洋上における海中転落者が救助までの間に潮流により流されることを想定して、事故発生から 1 時間、海中転落者の位置を追跡することを試みた。なお、水温が低いことから、自動起動装置と HGU7000 を救命胴衣に装備し、漂流させている。また、位置精度の検証を行うため、記録式の GPS を合わせて装備した。

実験は 2 回目の洋上実験に先立って実施した。10 時 40 分に船上から救命胴衣を海中に投入し 11 時 40 分までの 1 時間に渡り漂流させた。DLP サーバのログを確認すると、10 時 40 分 59 秒に携帯端末の位置情報を受信していることから、ここでも自動起動装置が海中転落と同時に機能していることが確認できた。

Fig. 4 は救命胴衣の航跡をプロットしたものである。

Fig. 4 Wake points

記録式の GPS による航跡に対して、本システムによる航跡は蛇行して記録されている。DLP サーバでは携帯端末において GPS による測位が行えなかった場合には、携帯電話の基地局情報を利用した測位を行う機能を有しているが、精度は GPS に比較して低くなる。そのため、基地局情報を利用した測位が行われた可能性が考えられる。その場合には、測位に数分の時間を要することから DLP サーバのログを確認したところ、位置情報取得要求から 1 分以内に位置情報を取得しており、GPS による測位であったことが裏付けられた。

GPS の測位精度を低下させる理由としてはマルチパスの影響が考えられる。そして、HGU7000 の GPS アンテナが海面から 10cm 程度しか離れていないことから、波浪による海面反射の影響でマルチパスが生じ、測位精度が低下したものと考えられる。なお、GPS における L1 周波数である 1575MHz 帯の電波に対して、海水は十分な導体として作用する。本システムにおける航跡は、記録式 GPS による航跡と比較して、最大で約 50m の誤差が確認された。

3.5 安全衣の改良

第二報の安全衣に用いていた浮力材（東レ：ペフマック）の製造中止に伴い、安全衣の改良を行った。従来の安全衣は、裏地（東レ：テトニット）が弱く浮力材が丸まり着心地を損ねる、フードに浮力材を入れているため作業中に引っ掛けを生じるといった課題を有していた。Fig. 5(a)は従来の安全衣のデザインである。試作した安全衣の素材は環境問題を考慮して塩化ビニルからウレタンへと変更している。浮力材（エクセレント PE）は 4mm 厚で 1m²当たりの浮力は 4.0kg とされている。また、裏地には強度の高いポリエステル材を用いた。この安全衣の浮力を測定したところ、5.0kg であった。安全衣の浮力は小型船舶用浮力補助具の要

Fig. 5(a) Design of Old Safety Jacket

Fig. 5(b) Design of New Safety Jacket

件として掲げられている 5.85kg が必要であることから、試作品の見直しを行った。

試作品では従来の安全衣より少ない、32 個のブロックに区分けし、11cm 四方の浮力材を 3 枚ずつ配置している。そのため、浮力材 1 枚当たり約 52g の浮力となることから、112 枚以上の浮力材を配置する必要がある。そこで、Fig. 5(b)に示すように 30 個にブロック分けし、各ブロックに 4 枚の浮力材を配置するデザインとした。なお、試作品において、両脇下に位置するブロックの浮力材が作業時に身体に干渉し違和感を覚えることから、このブロックの浮力材を排除している。

改良を行った安全衣の浮力は 5.9kg であり、作業性も良好であった。また、左胸部には本システムにおける携帯端末を収納するためのポケットを配置した。

3.6 安全衣を用いたプール実験

プール実験は携帯端末を装備した安全衣を着用することにより、海中転落時に事故の発生と位置を通報することを想定して、北海道大学水産学部において平成 15 年 8 月 1 日に実施した水難訓練の一部として行った。また、これまでのように水難訓練に馴染んだ被験者ではなく、水難訓練に初めて参加する 10 人の被験者を対象に行った。実験では、左胸部に携帯端末を装備した安全衣を着用した被験者がプールサイドから落水し (Photo 4(a))、通知ボタンを押すことで (Photo 4(b)) 事故の発生と位置を通報し、クライアント PC 上に表示されるまでの時間を計測した。なお、被験者には予め実験の目的と携帯端末の機能を説明している。また、通知ボタンは 1 回のみ押すことを条件とした。ここで、洋上実験において開発した自動起動装置は、電気伝導率の低い淡水では機能しなかったことから、プール実験では携帯端末の起動を手動で行っている。

実験の結果、10 人中 7 人が携帯端末を起動することができた。落水から DLP サーバにおいて通報を確認するまでに要した時間は最小で 12 秒、最大で 145 秒と被験者による差が大きかった。なお、平均は約 60 秒であった。各被験者ともに落水から通知ボタンを押すまでに要する時間に大きな差がなかったことから、携帯端末が起動してから測位に要する時間に差があったと考

えられる。これは、GPS に関する知識を有する被験者は、測位を補助するため携帯端末に水の被らないよう配慮していたことに対し、GPS に関する知識の少ない被験者は同様の配慮をしない傾向が見られたことから推測される。

なお、プール実験では 10 人中 3 人が携帯端末を起動できなかったことから、自動起動装置の必要性が改めて確認された。

4. 考察

実験の結果、GPS 内蔵型携帯電話を携帯端末として安全衣に装備し、DLP サービスを基盤とした救助システムを構築することにより、個人を対象とした救助システムとして有効に機能することが確認できた。

現在、DLP サーバでは通信区間のトラフィックをコントロールするため、同一の携帯端末に対する位置情報取得要求は 5 分間に 1 度までと制限していることから、クライアント PC における事故発生の確認には時間差が生じている。事故の発生を迅速に把握するためには、位置情報取得要求の間隔を狭めるようシステム的设计を変更する方法も考えられるが、トラフィックの増大を招くことから、現実的な方法とは言えない。そのため、DLP サーバでは携帯端末から緊急通報を受信した場合には、セレクトキングにより位置情報取得サーバに事故の発生を通報するようシステム的设计を変更することが有効である。そして、位置情報取得サーバでは配信サーバを経由して事故の発生をブロードキャスト配信することにより、迅速かつ的確な救助活動を要請することができる。事故の発生を確認した後は位置情報取得要求により救助までの追跡が可能である。

なお、携帯端末による海中転落者の測位では最大で 50m の誤差が確認された。夜間や荒天時の救助活動を考慮した場合には測位誤差は 10m 以下であることが望ましい。しかしながら、波浪によるマルチパスを防ぐことは難しいことから測位結果をフィルタリングすることにより、見た目の測位精度を高める工夫が必要と考える。

携帯端末に関しては、自動起動装置との一体化と防水処理が急務である、開発した自動起動装置は海中転落を瞬時に検出し有効に機能した。海中転落事故は意識を失った状態においても生じることから、また、手動による起動では操作ミスを生じる場合のあることから、自動起動装置は携帯端末には不可欠である。なお、現在の自動起動装置は伝導性の低い淡水では機能しなかった。一般に海水の電気伝導率は約 4S/m であり、第二報における洞爺湖での電気伝導率は 0.11S/m である

Photo 4(a) Overboard Test-I. (left)

Photo 4(b) Overboard Test-II. (Right)

ことから、淡水の電気伝導率は海水に比べて 1/40 程度となる。そのため、電流を検出するトランジスタを 40 倍の増幅率を持つトランジスタによりダーリントン接続（2 段接続）することで淡水においても十分検出が可能であると考ええる。

防水性に関しては、現在国内では防水型の携帯電話は製造されていない。しかしながら、携帯電話は国内最大級の通信手段であり、今後も洋上における緊急時の通信手段として利用される機会が増えることが想定されることから、携帯電話事業者は防水性を有した機種を提供することを法により義務付けするなど、国の支援が必要であると考ええる。

また、通信手段としては本研究における携帯電話に、第二報における特定小電力無線機を組み合わせることで、より自由度の高いシステムの構築が可能となる。

安全衣に関しては、デザインの改良を行ったことで着用時の作業性が向上した。また、左胸部に装備した携帯端末は海中転落時に水面上に位置し、はじめての被験者であっても通知ボタンを押すことにより事故の発生と位置の通報を行うことができた。海中転落事故における生存救出のためには、携帯端末と一体化した安全衣の常時着用が大変有効であると言える。

5. おわりに

海中転落者のための救助システムは、運航管理システムに代表される洋上の既存システムとの融合により最も効率的に導入、運用が図れるものと考えられる。救助システムを単独のシステムとして構築するのではなく、日常利用されるシステムとの融合を図ることにより、システムの導入にあたっての敷居は取り払われた。次のステップとして、携帯端末の常時携帯を促進していく必要がある。携帯端末もまた救助システムと同様、利用頻度の高い作業機器コントローラと融合するなど付加価値を持たせる工夫をすることで導入が大いに促進されることが期待できる。

また、これまでの研究により、携帯端末は安全衣との組み合わせにより効果的に機能することが検証されている。今後は、「救助システムを備えた安全衣」とすることにより常時携帯と常時着用を推し進めて行く。

謝辞

運航管理システムとの融合のご提案をいただき、システムの利用と実験補助をいただきました東亜建設工業株式会社、携帯端末の技術指導と実験補助をいただきましたセイコーエプソン株式会社、DLP サービスの

技術指導と実験補助をいただきました株式会社 NTT ドコモ東海、安全衣の開発に技術指導をいただきました鈴木総業株式会社、安全衣の開発と製造を担当いただきました弘進商事株式会社の皆様に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- (1)和田雅昭・天下井清・木村暢夫・岩森利弘：海中転落者のための救助システムについて，日本航海学会論文集，No.108，pp.181-187，2002
- (2)和田雅昭・天下井清・木村暢夫・岩森利弘・西澤直晃：海中転落者のための救助システムについて-II.，日本航海学会論文集，No.109，pp.105-112，2003
- (3)DLP サービス，<http://www.dlp-service.jp/>
- (4)鳥羽パールレース，
<http://www.daysys-net.com/toba/pearl-race/>

質疑応答

奥田成幸（海技大学校）：

50m 誤差が発生したとのことですが、どのようにして確認されたのでしょうか。

和田雅昭：

携帯端末では 5 分毎に測位を行っているのに対し、比較対象となる記録式 GPS では 1 秒毎に測位を行い記録しています。また、記録式 GPS の航跡はフィルタリングを行っておりますので、記録式 GPS の測位結果を真とした場合の同時刻における携帯端末の測位結果との差を誤差と表現しております。

村山義夫（海上労働科学研究所）：

DLP サービスを利用する管理システムの普及の現状と将来見通しをうかがいたい。

和田雅昭：

現在、中部国際空港島の建設工事に従事する船舶管理のため建設事業者が独自に運用を行っている事例など数例が報告されています。事業者単位での運用は、小規模システムの良い事例であると考えられます。DLP サービスを用いた洋上における移動体の管理システムはシステムの構築及び導入、運用が容易であることから、今後急速に普及していくものと予測されます。

村山義夫（海上労働科学研究所）：

将来の研究課題とされた GPS 受信機の小型化と DLP サービスを利用する方法との関連はどのようなものですか。

和田雅昭：

今後の研究では、小型 GPS を第二報において報告を行いました特定小電力無線機との組み合わせにより活用することを考えております。このシステムでは海中転落者から船舶を経由して遭難信号を発信するリレー方式を採用します。従いまして、船舶を対象とした DLP サービスを用いた運航管理システムと個人を対象とした小型 GPS 及び特定小電力無線機から構成される携帯端末との組み合わせにより実用的な救助システムを提案します。