

小型船舶救急連絡システムの実証実験

1 実験の概要

- ① 船員が携帯する漁船員用救急発信器は、水センサ又は手動スイッチで救急信号を発信の確認。
- ② 船舶の受信制御器が救急信号を受信すると、次の制御を確認
 - ・ 27MHz 無線機より船舶名、海中転落位置などの救急支援通報を送信
 - ・ 発光器の点滅、サイレンの鳴動
 - ・ エンジン停止
- ③ 海岸局では、救急支援通報を受信すると、次の動作を確認
 - ・ 27MHz 無線機が救急信号処理器にデータを送出
 - ・ 救急信号処理器が救急支援通報を解読し、救急内容表示機（PC）で表示可能なデータ形式に変換してデータを送出
 - ・ 救急内容表示機では救急支援通報の内容から船名、位置を特定し画面に表示（外部ネットワークへの救急情報の出力は可能）
 - ・ サイレンの鳴動



八戸港での実証実験模様(平成 19 年 9 月 28 日)

2 小型船舶救急連絡装置の実証実験

検討会では、通信プロトコル（データの内容、通信手順）については、総務省本省での検討を見守ることとし、小型船舶救急連絡システムの1つのシステムとして開発された全国漁業無線協会のシステム（以下「小型船舶救急連絡システム」という。）を実際に動作させ、電波伝搬状況の調査（青森県八戸市、宮城県七ヶ浜町、岩手県釜石市）を主に行った。

八戸市での実験は主に当該システムの動作確認を、宮城県では、牡鹿半島大草山（海拔約400m）に海岸局を設置した場合の27MHz漁業用無線の音声サービスエリアに関しての理論値と実測値の比較評価を行った。

釜石市の実験では、①27MHz漁業用無線機から海岸局間の音声及びデータに関する電波伝搬、②海中転落者が携帯する発信器から漁船の受信機（制御装置）までの電波伝搬状況について確認を行った。

3 実証実験の結果について

（ポイント）

- 「小型船舶救急連絡システム」のデータ通信のサービスエリアは、音声通信のサービスエリアの7割～8割が通信可能領域となる。
そのため、データ通信エリアを音声通信エリア同様に確保するためには、更に置局の検討が必要である。
- 海中転落者が携帯する発信器は、転落地点から機器が動作し漁船が停止するまでの距離（150m程度）を考慮した場合、特定小電力程度の空中線電力が必要である。

4 釜石市の電波伝搬調査の目的

音声通信の場合、会話の一部が欠落しても全体の文脈からおおよその内容が把握できるが、データ通信の場合は、一部データの欠落によってもデータの再現はできない。そのため、船員が海中転落する直前に音声通信により陸上との連絡が音声通信明瞭度評価でメリット3程度が確保されている場合でも、海中転落した時点で小型船舶救急連絡システムからのデータ通信が陸上側で受信できないことが想定される。

そこで、岩手県釜石市の実験では、雑音や混信などの電波障害が比較的少ない岩手県リアス式海岸部の山陰を利用し、漁業用海岸局から遠方にある漁船間の通信状況をおおよそ再現し、音声通信とデータ通信の所要電界強度の測定、それぞれの通信可能範囲の検証を行った。

また、船員が海中転落した際に、携帯する発信器からの漁船までの電波の有効通達距離を測定した。

5 音声通信とデータ通信の所要電界強度の測定結果

測定は、釜石漁業用海岸局に 27MHz 漁業用無線機と電界強度測定器を設置して基準（基地局）とし、同様に漁船に 27MHz 漁業用無線機と地線なしホイップアンテナ等を搭載して移動し、音声、データ通信の通信可能範囲を測定した。

図1、表1に、1～9の測定ポイントに漁船を移動させた場合の電界強度測定結果及び通信結果を示す。

本報告書には、紙幅の関係で詳細データを掲載していないが、掲載外のデータ含めて通信結果と電界強度をグラフにまとめると図2のようになる。

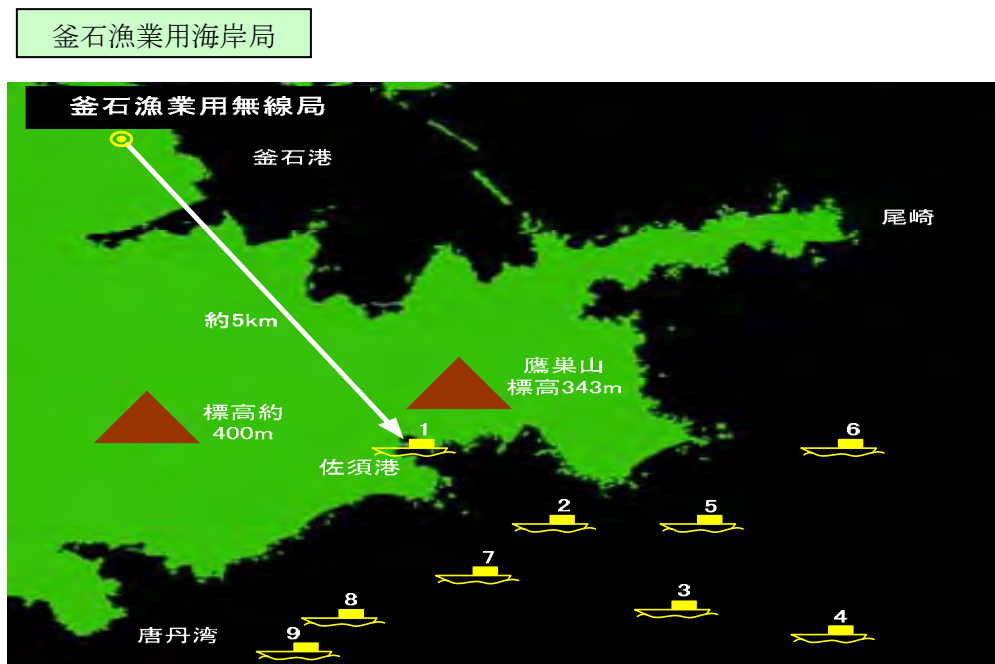


図1

測定場所	時間	電界強度 [dB μ V/m]	音声通信の明瞭度 (5段階判定)	データ通信の確度※1
1	10:18	21	5	10
2	10:33	20	5	10
3	10:38	22	5	10
4	10:43	28	5	10
5	10:58	15	5	10
6	11:07	35	5	10
7	13:16	12	3	5
8	13:24	11	3	2
9	13:37	10	2	0

受信が安定している領域 受信が不安定な領域

※1 漁船から救急信号を10回送信した場合に、誤り無く基地局で受信できる回数

表1 電界強度測定結果及び通信結果

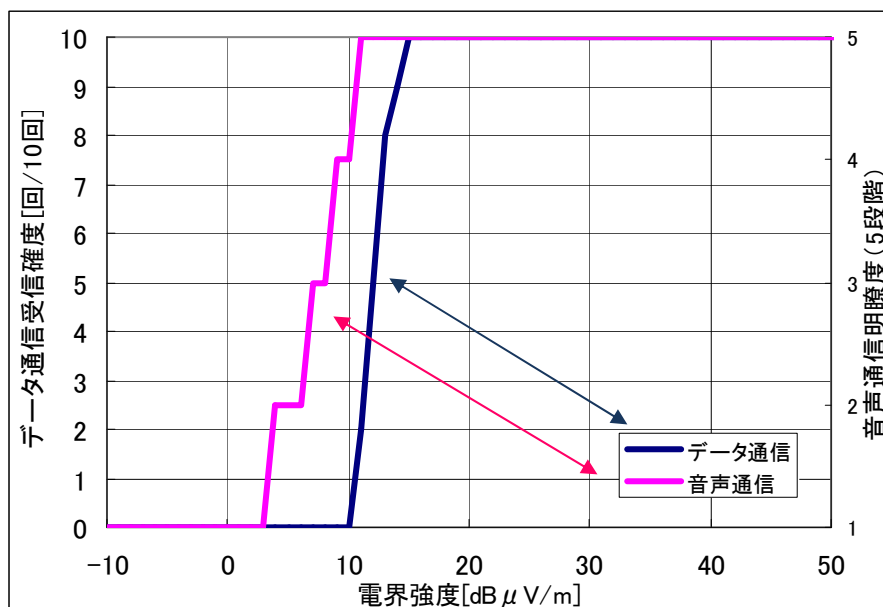


図2 電界強度と通信結果の関係

表1、図1から、音声通信の通信可能エリアは、音声通信の電界強度は10~11dB μ V/m以下であっても音声通信の明瞭度はメリット2~3は確保できるものの、今回の実験結果から判断すると、データ通信の場合は、データ通信の確度(10回送

信、10回受信の確度)を考慮した場合、電界強度14~15dB μ V/m以上が必要であることが分かった。ただし、これは雑音や混信などの電波障害が少ない状況のものであり、電波障害が発生するとこれ以上の電界強度が必要になる。

この結果は、データ通信エリアは、音声通信エリアより狭くなることを意味する。

6 データ通信エリアの確保

データ通信のカバーエリアが、音声通信より狭くなる原因は、①小型漁船救急支援システムでは、短時間にデータ(1200bps)を送信しているため、ごく短い時間の通信妨害であってもデータ不良が生じ正確な受信ができない、②伝搬経路上での電波の反射や回折等のマルチパスによる影響を受けて、距離が近く電界強度が十分にある状態で音声通信が正常に認識される場合でも通信が確保できない場合があるためと考えられる。

そのため、データ通信エリアを確保するためには、音声通信エリアによる置局に比べ更に細かな置局を行い、受信率の向上を高めることが必要である。

実際のサービスエリアは、以下の参考に記載した様々な要因によっても大きく変化するため、データ通信エリア内であっても受信ができない場合、エリア外であっても受信ができる場合がある。

(参考) 通信の妨害となる要因

(1) フェージング(干渉)

地表波と大地反射波など経路の違う電波が到来したときに互いに弱めあう現象。逆に強めあう現象も発生する。

(2) 電離層反射

電離層反射により、遠くの通信が到来し受信機に妨害を与える。

釜石漁業用海岸局での微弱電波による救助は、逆にこの電離層反射の現象によってなされた。

(3) 太陽活動による影響

太陽からの紫外線・荷電子粒子が電波伝搬に影響を与える。

(4) 空電による影響

雷、雲間放電等によって大気中に生じる電磁波により影響を受ける。

(5) 都市雑音

陸上のさまざまな機器から放射される雑音や船に装備された機器から発生した雑音等による影響を受ける。

(6) 振幅変調特有の妨害現象

振幅変調(AM/DSB)の電波型式同士にのみ起こる現象で、目的信号に強力な

妨害信号の変調が混じり、同時に聞こえてくる現象。

(7) 大陸側からの電波到来

大陸側からの 27MHz 帯の電波到来による妨害。特に西日本の日本海側に顕著な現象。東北管内の青森では特に問題は生じていない。

7 宮城県牡鹿半島大草山の電波伝搬調査結果とデータ通信エリア

宮城県牡鹿半島大草山に 27MHz 漁業用海岸局を設置した場合の音声通信のカバーエリアについて理論値と実測値で確認を行った。その結果、音声通信のカバーエリアの理論値と実測値がほぼ同様の結果を示していることから、釜石市におけるデータ通信の電波伝搬実験結果を反映させると、同条件下におけるデータ通信カバーエリアは、一般的に音声通信範囲内の 70%~80%になるものと推測され、おおよそ約 50km~55km 半径程度と見込まれる。

その結果、音声通信のカバーエリアを確保するためには、一つの漁業用海岸局を牡鹿半島に設置すれば済むものの、データ通信エリアを確保するためには、県北部、県南部に更に 2 局の漁業用海岸局の設置が必要となる。

宮城県のサービスエリア図

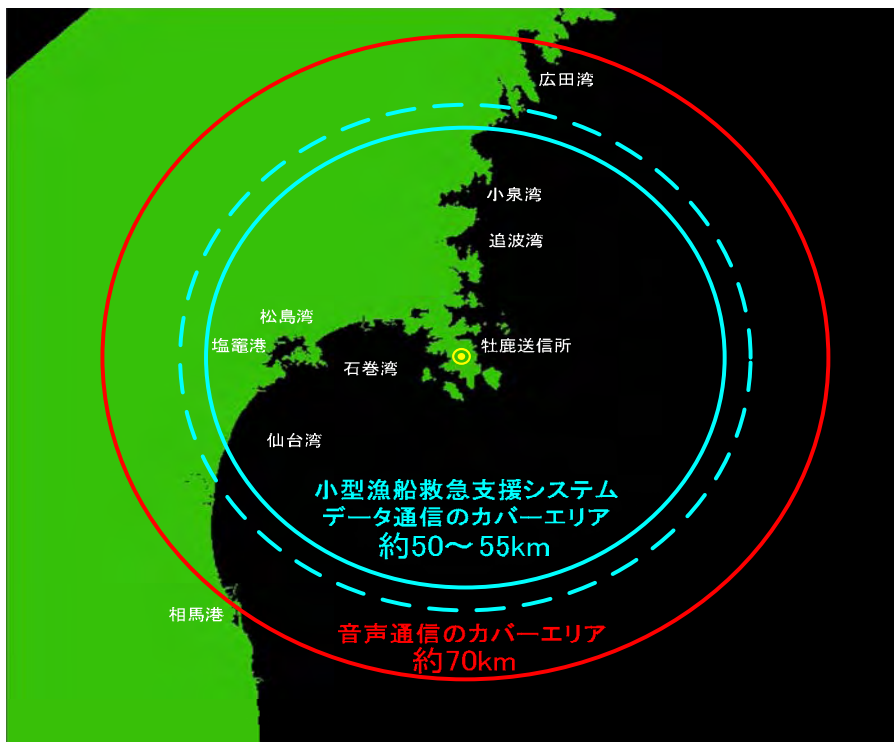


表 宮城県内 27MHzDSB 推測カバーエリア

距離 [km]	電界強度 理論値 [dB μ V/m]	電界強度 実測値 [dB μ V/m]	釜石での実験結果を加味した 推測カバーエリア
10	41		音声通信とデータ通信が安定通信 可能と思われるエリア
20	32		
30	25	12	
40	20	19	
50	16	18	
60	13	4※	音声通信は可能であるがデータ通 信は微妙と思われるエリア
70	10	9	
80	8		音声通信が微妙であり、データ通 信が難しいと思われるエリア
90	6		
100	4		通信が難しいと思われるエリア

※60km 測定場所は障害物があり、海岸局との見通しが確保できなかった。

8 船員用小型発信器の使用可能距離

小型船舶が速度 20 ノットで航行中に船員が転落して、10 秒後に発信したとすると、それまでに小型船舶が走行する距離は、 $D[m]=V[m/s] \times t[sec]$ となる。ここで、 $V[m/s]$ は $20 \times 1852m/3600 \div 10.29m$

よって、 $10.29 \times 10 = 102.9m$ の通達距離は最低必要となる。さらに、船は急に停止できないため 50m から 100m 程度のマージンを見込む必要があることから、150m から 200m 程度の通達距離を満足するか否かについて特定小電力を用いて実験を行った。

表 1. 船員用小型発信器の通達実験結果

船舶からの距離 [m]	判 定
100	良
150	良
200	良
250	良／否（波の状況・船の動揺で不良となる場合がある）
300	否

表 2. 電界強度の測定結果及び理論値

距離 [m]	電界強度 [dB μ V/m]	波高 3cm 理論値 [dB μ V/m]	波高 4cm 理論値 [dB μ V/m]	波高 5cm 理論値 [dB μ V/m]
50	46.6	45.2	47.7	49.7
100	34.5	33.3	35.8	37.7
150	30.1	26.3	28.8	30.7
200	25.5	21.3	23.8	25.7
250	21.1	17.4	19.9	21.8
300	17.3	14.2	16.7	18.7

9 結果

小型船舶用発信器として使用した機器（小電力セキュリティシステム）の特性から通信が成立するために必要な電界強度を 24[dB μ V/m]としたとき、200mの有効通達距離を保つためには、0.1mW以上の空中線電力が必要である。

10 船員用小型発信器の条件

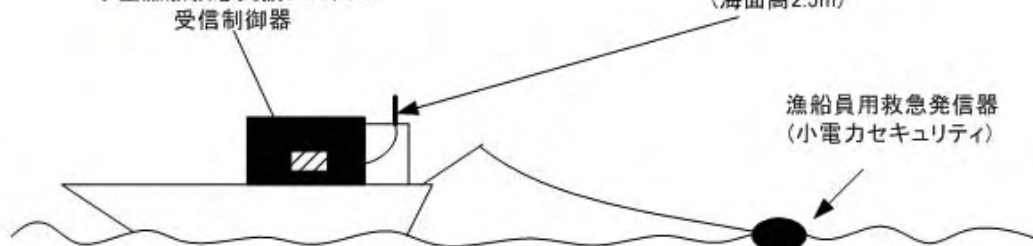
- ①免許手続が不要
- ②非常時に対応するためキャリアセンスを排除
- ③0.1mW以上の空中線電力が必要



小型漁船救急支援システム
受信制御器



小電力セキュリティ受信用アンテナ
(海面高2.5m)



漁船用救急発信器
(小電力セキュリティ)



11 当該システムの評価及び課題

今回の実証実験により、海中転落時における当該システムの有効性は認められたが、以下の改善点があげられる。

12 データ通信の受信確度の向上

今回の実験で使用した実験用無線機は、1回の救急信号（船舶 ID、緯度・経度等）を約 0.5 秒間隔で 3 回繰り返し送信（これを約 45 秒間隔で再送信）を行っているが、このデータ送信回数を増やすことでデータ通信の受信確度の向上が見込まれるとともに、場合によっては、受信時に好影響を与えるフェージングにタイ

ミングがあり、想定以上の通達距離が確保される可能性もある。

また、転覆時、衝突時の沈没までの僅かな時間内に確度の高いデータ通信を行うためには、発信器からの第一報時にできるだけ多く、繰り返しデータ送信を行うことの検討も必要である。

そのため、データ通信に使用する周波数の占有時間を考慮しつつ、データ通信の送信時の回数、送信時間、送信時間間隔等を十分に検証すべきである。

13 注意信号（2100Hz）付加の必要性

釜石漁業用海岸局の微弱な遭難通信のワッチによる救援活動は、27MHz 漁業用海岸局に設置された注意信号（2100Hz）受信機のアラーム発呼を契機として開始されている。この注意信号は、音声通信に含まれるもので、小型船舶救急支援システムのデータ通信には含まれていない。

一般的に音声通信によるサービスエリアより狭くなるデータ通信のデメリットを解消するためには、当該システム発呼時に注意信号を付加して送信することの検討が必要である。

14 船上復帰を容易にする方策の検討

実証実験の見学者から、当該システムにより停船させることは可能となっても船上復帰するためにはかなりの体力を要し、高齢者等は船上復帰が困難ではないかとの指摘がなされている。

そのため、発信器からの発信と連動させた簡易ウィンチ等の検討も今後必要である。

15 エンジン停止機能の確認

今回の実験では、エンジン停止機能の確認を一部のエンジンメーカーに限定して実施したため、他メーカーのエンジンについては検証されていない。

そのため、実用化の際には、他メーカーのエンジン停止機能の確認を行う必要がある。

16 小型船舶救急連絡装置の導入について

（1）4時間ワッチ体制との連携

漁業用海岸局の運用時間はほとんどの場合漁協就業時間内であり、就業時間外には運用されていないケースが多いため、仮に小型船舶救急連絡装置の陸上側設備を導入したとしても24時間ワッチ体制がなければ、当該装置の有効活用は図られない。

また、当該装置の陸上側設備を各漁協単位で導入することも可能であるが、各

漁協単独で導入したとしても同様の状況となれば有効活用が図られないことになる上に、単独導入はコスト高を招く要因ともなる。

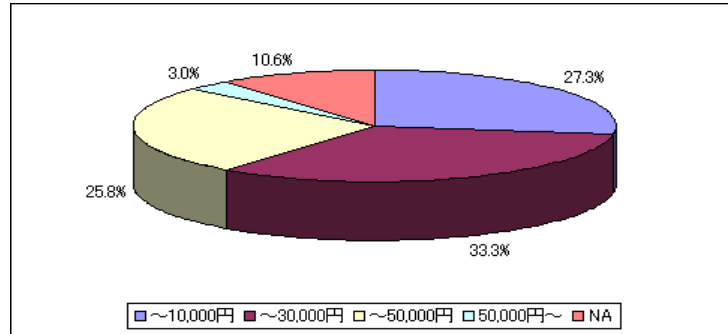
そのため、小型船舶救急連絡装置関連設備の導入は、24時間ワッチ体制が確立された組織による一元的な管理・運営体制の基に整備されることが効率的・経済的である。

(2) 導入費用について

各漁船が設置する小型船舶救急連絡装置の購入金額についてのアンケート結果では5万円以下の意見が多い。この金額は工事費込みの値段と理解することが妥当と考える。今後メーカーが製品化するにあたっては、このアンケート結果を参考とされることを期待したい。

小型船舶救急連絡装置を導入すると仮定した場合、1隻当たりの費用はどれ位であれば導入可能でしょうか。

- ア 10,000円未満
- イ 10,000円以上 30,000円未満
- ウ 30,000円以上 50,000円未満
- エ 50,000円以上



	~10,000円	~30,000円	~50,000円	50,000円 ~	NA	合計
局数	18	22	17	2	7	66

(4) 購入費用
5万円以下（工事費を含む。）が多い。

救急連絡通信用周波数の発射状況調査

小型船舶救急連絡装置における発射周波数について、遭難・緊急通信用である 27,524kHz の全国共通波 1 波を対象として、特定の周波数のみで小型船舶救急連絡装置を運用した場合の周波数呼量状況について調査を行った。

調査にあたっては、同 27MHz 帯の周波数において、近隣諸国の使用している電波の影響を受けやすい地区（長崎）を調査場所として、九州総合通信局において調査を実施した。

1 調査期間

平成 19 年 11 月 28 日 14 時から同年 12 月 7 日 7 時まで

平成 19 年 12 月 12 日 14 時から平成 20 年 1 月 18 日 9 時まで

2 調査機器設置場所

長崎県長崎市柿泊町 2496 番地

長崎県漁業無線局（海岸局）

3 使用機器

電波発射状況調査システム（メジャーリングレシーバー・パソコン）

27MHz 帯ホイップアンテナ（海岸局空中線借用）

4 調査内容

電波発射状況調査システムにより対象周波数を連続測定する

5 測定条件

対象周波数：27,524MHz（全国共通周波数）

掃引時間：1.4 秒から 1.8 秒まで

通過帯域幅：8kHz

閾値：0dB μ V/m（現地で聴取した結果、0dB μ V/m 未満は音声として入感しないことから、当該値を閾値とした。）

6 調査結果

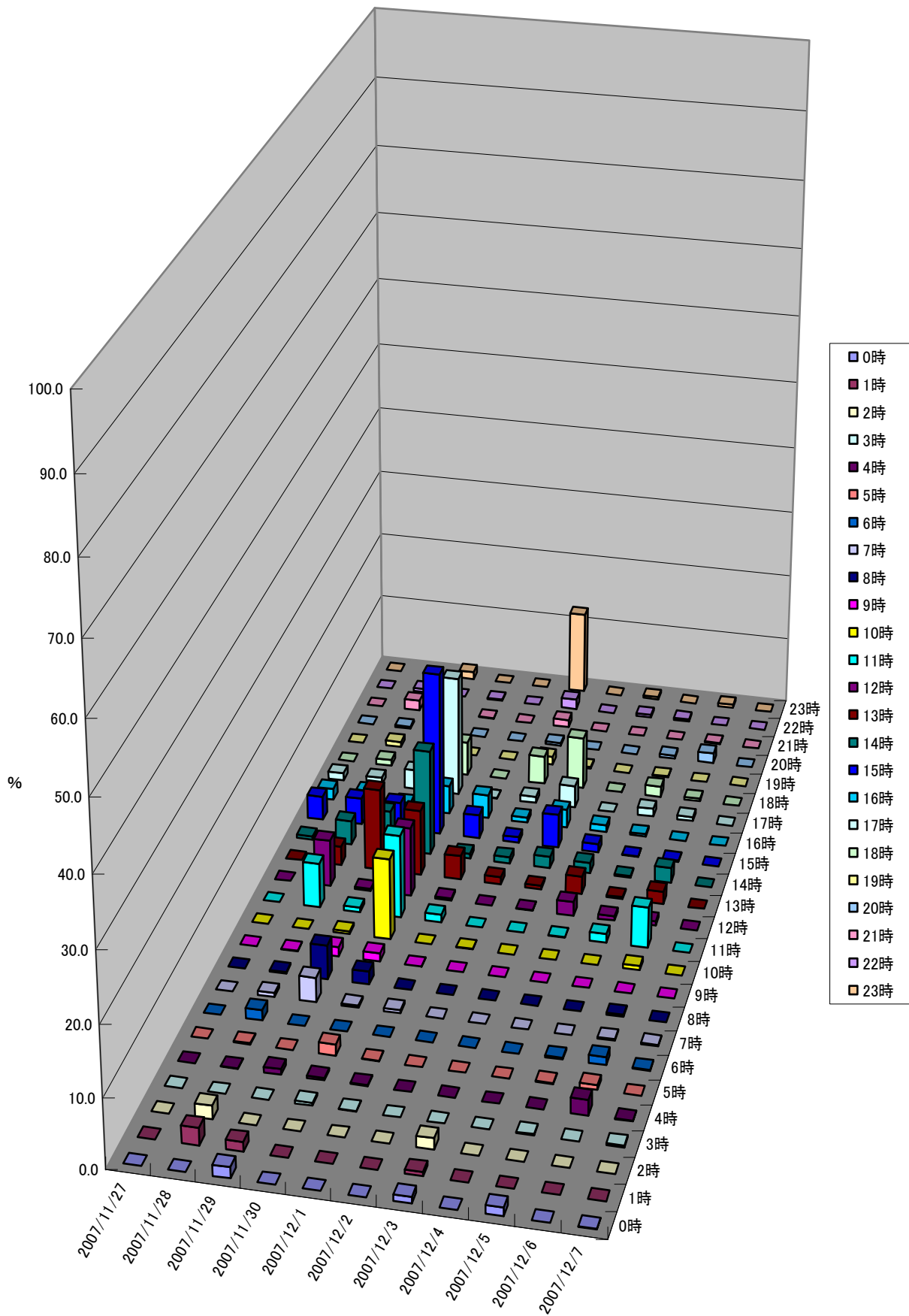
入感時間から 1 時間毎の呼量を一覧表として調査結果を示す。また、呼量一覧（一日毎の呼量表を含む）をグラフにした。調査期間を 2 回に分けて実施した。

調査結果は、一覧表にあるとおり 1 時間毎の呼量が 10%以上（赤字の箇所）であり、ほぼ毎日 11 時～17 時において入感していることが確認できた。また、時期によっては、最高 78%も入感しており、全体的に高い呼量であると判断される。

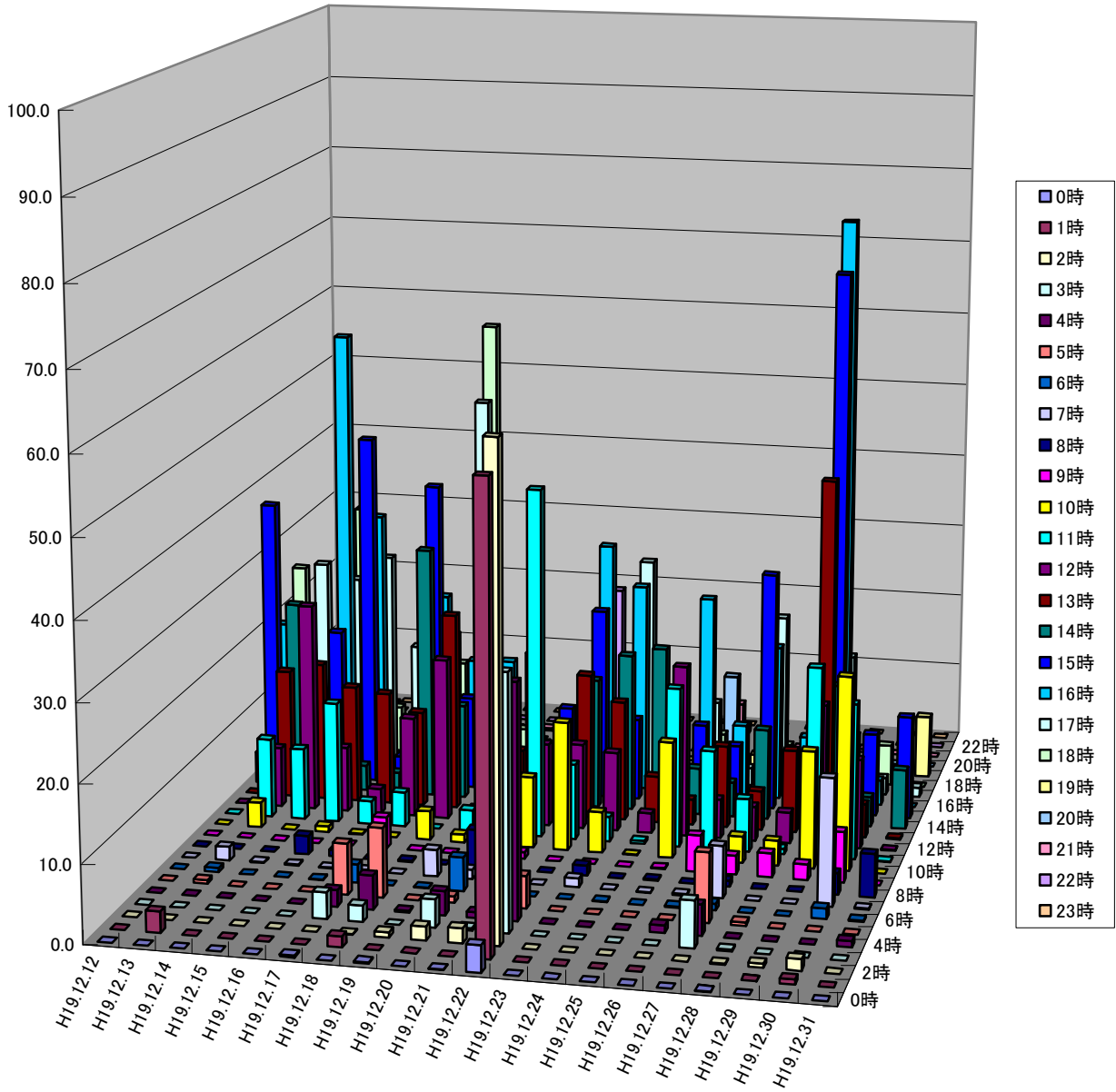
7 所見

異常に呼量の高い時間帯については、雑音の可能性もあると思われるため、入感時の電界強度で確認した。そのほとんどが $3\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 以上であり、現地で確認した音声入感時の電界強度がほとんど $1\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 以上（ $1\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 以下の場合には音声を確認できない場合がある）であったことを考慮すれば、本調査結果はほぼ正確に入感状況を表しているものと判断される。なお、 $1\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 以下のデータは全体の 11%程度であり、仮に $1\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 以下を雑音と考えた場合でもかなりの入感があると判断される。よって、小型救急連絡装置における発射周波数については、全国共通波を基準とするものの、システムの導入にあたっては、特定の周波数に限定せず、地域の周波数状況にあった任意の周波数（例えば陸船波など）でも柔軟に対応できるようにすることが望ましいと考える。

長崎市・27, 524 kHz 呼量



長崎市・27,524kHz呼量



長崎市・27524kHz呼量

