

平成23年度 調査研究活動成果報告書

遭難システムとしての
携帯電話活用方法

株式会社 三光エンジニアリング

1. 提案者 兼 調査研究代表者

株式会社 三光エンジニアリング

営業グループ長 平野 正幸

2. 調査研究協力者

- ・愛媛大学 大学院理工学研究科 都築准教授 様
- ・高知工科大学 情報システム工学科 濱村准教授 様
- ・(株) NTTドコモ R&D研究所 殿
- ・(株) NTTドコモ四国支社 殿
- ・松山市東消防署 殿

3. 調査研究期間

平成23年8月1日 ~ 平成24年3月31日

4. 調査研究活動の概要

東日本大震災では、防災や発災後を想定して構築した有・無線システムや情報通信網は壊滅的な打撃を受け、地域において情報共有や発信などを行うことができず残念ながら被災者の避難、救命・救助活動に有効なインフラと成り得なかった。

そこで、こうした被災時に救援活動等を有効に支援するひとつのシステムとして、唯一、手元や身近にあるであろう携帯電話に着目した災害救援システムについて調査研究を行った。

具体的には、携帯電話を遭難発信（生存信号発信）装置として有効活用できるかどうかについて、操作性、探知方法、電波到達の適正距離、携帯電話の防水・耐ショック能力、電池容量、法的制限等の面から検証を行った。

5. 実施内容

5.1 目的

被災時の救援活動を有効に支援するために、被災者が携えている可能性の高い携帯電話に着目した災害救援システムについて調査研究する。

5.2 実施事項

5.2.1 携帯電話機の機能調査

有識者の意見を仰ぐことを目的に、大学、通信事業者等を訪問

訪問日等

① 高知工科大学 濱村准教授 (8月3日)

基地局消滅時にアップリンクの電波が存在しえるのかについて見解を頂いた

- ・ 探査に有効なアップリンクチャンネルは存在しない
- ・ パイロットチャンネルが受信出来なくなった携帯電話機はセルを捜す受信動作のみとなり、その内に節電のためセルサーチも止めてしまう

② 愛媛大学 都築准教授 (8月30日)

携帯電話機から電波を出す方法があるのかという事と電波を頼りに探索することが可能かどうかについて見解を頂いた

- ・ 携帯電話機から電波を出さずには疑似基地局が必要
- ・ 拡散された弱い電波で探知は出来るだろうが、どの程度有効かは実験で確かめる必要あり
- ・ 電波による探知よりも着信音を鳴らして耳で探索する方がよいのではないか、携帯電波だとマルチパスとパワーコントロールの影響を受ける

- ③ NTTドコモ四国支社 泉岡課長 (9月13日)
愛媛大学の都築准教授の見解をふまえ、有効な機能はないか相談
- ・エリア・メール機能が有効ではないかとの助言
 - ・探索実験についても、協力を申し出で頂いた
- ④ 四国総合通信局 青野上席企画監理官、仙波企画監理官
初回打合せということで、進捗状況と実験内容について助言を頂いた
- ・探索実験の方法について精査
 - ・防水、防塵、耐ショック機能についても調査が必要

5.2.2 探索実験

実機を使って、電波と着信音により行方不明携帯電話機を探索出来るかどうかを目的として実施

実験実施日等

- ・実施日 : 2011年11月2日
- ・場所 : 松山野外活動センター内グラウンドにて実施
- ・内容 :
 1. 絨毯走行探索
 2. ホーミング探索
 3. 三角法による探索
 4. 音による探索
- ・共同実験者 : (株)NTTドコモ四国支社 泉岡課長
- ・立会者 : 愛媛大学 都築准教授
四国総合通信局 竹田課長補佐

探索実験

機材 : スペアナ — Anritsu MS2723B spectrum Master
S/N1027068
空中線 — 八木アンテナ 2GHz TELEWAVE Inc.
ANT2045Y12-WRANR 25209020190
八木アンテナ 800MHz
ANT850Y10-WRAN 24808070146
ホイップアンテナ

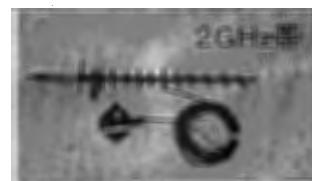
1. 絨毯走行探索

1) 実験風景



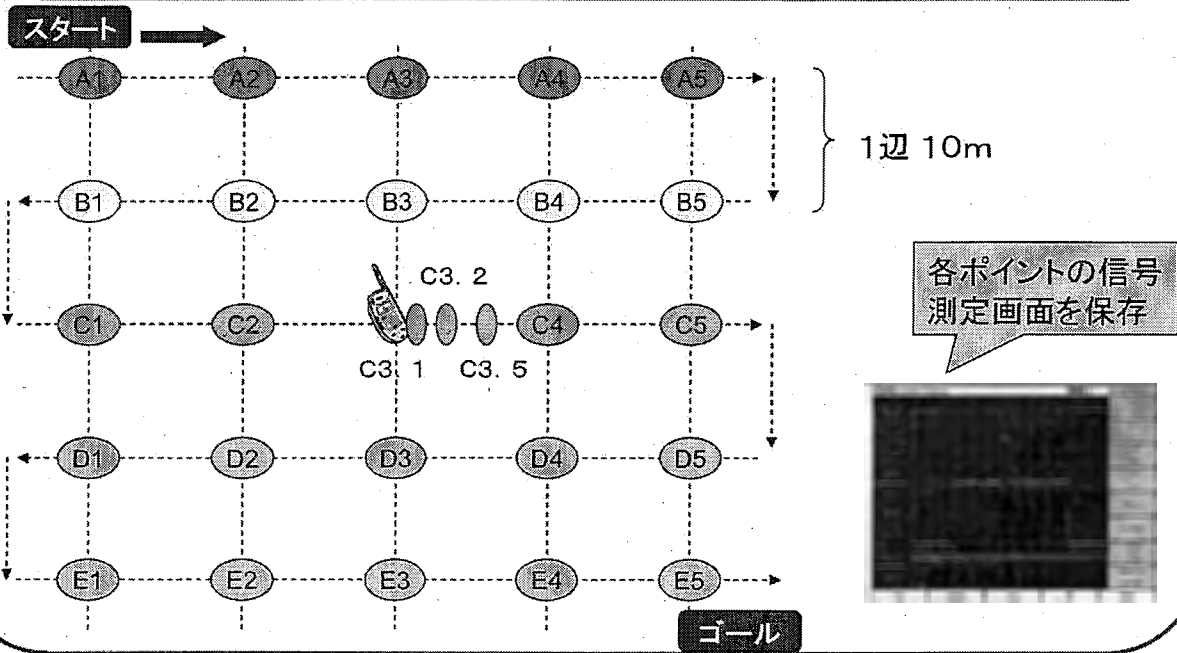
無指向性アンテナ
を使って絨毯走行
を行い、電界強度
を測定

位置を絞り込む

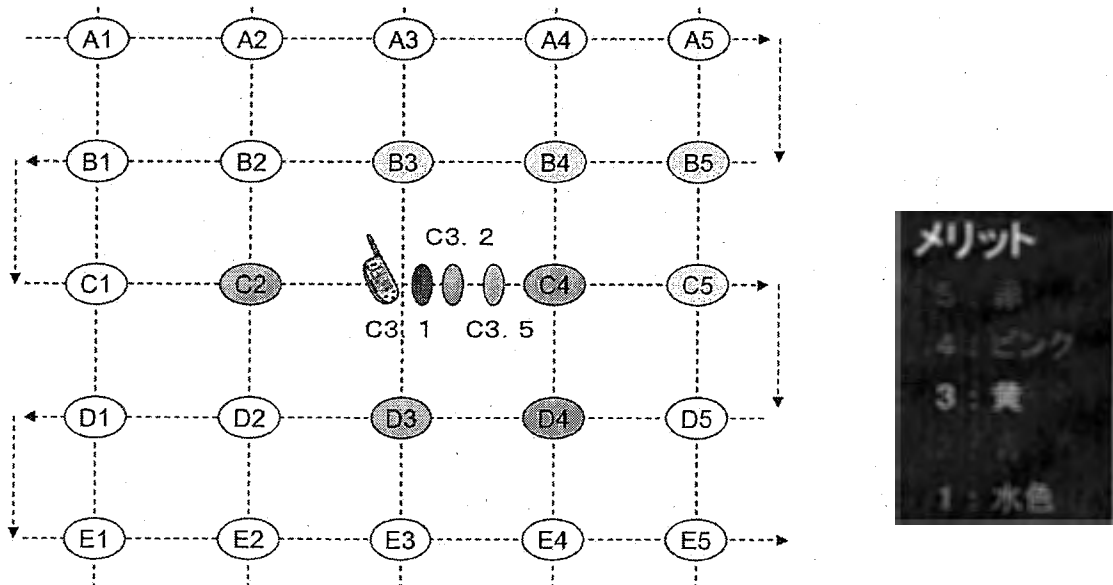


上段: 指向性アンテナ
下段: 無指向性アンテナ

2) 走行と測定ポイント



3) 測定結果



4) 考察

- ① アップリンク電波を復調(逆拡散)しなくてもスペアナで測定可能であることが実証出来た
- ② 無指向性アンテナでの探索可能距離は約10m
- ③ アップリンク電波の発射条件
基地局停波時にはセルサーチの受信動作のみで送信はしない
ダウンリンク電波が見つければ送信して位置登録
- ④ 課題
マルチパスと探索対象が複数台ある場合の影響

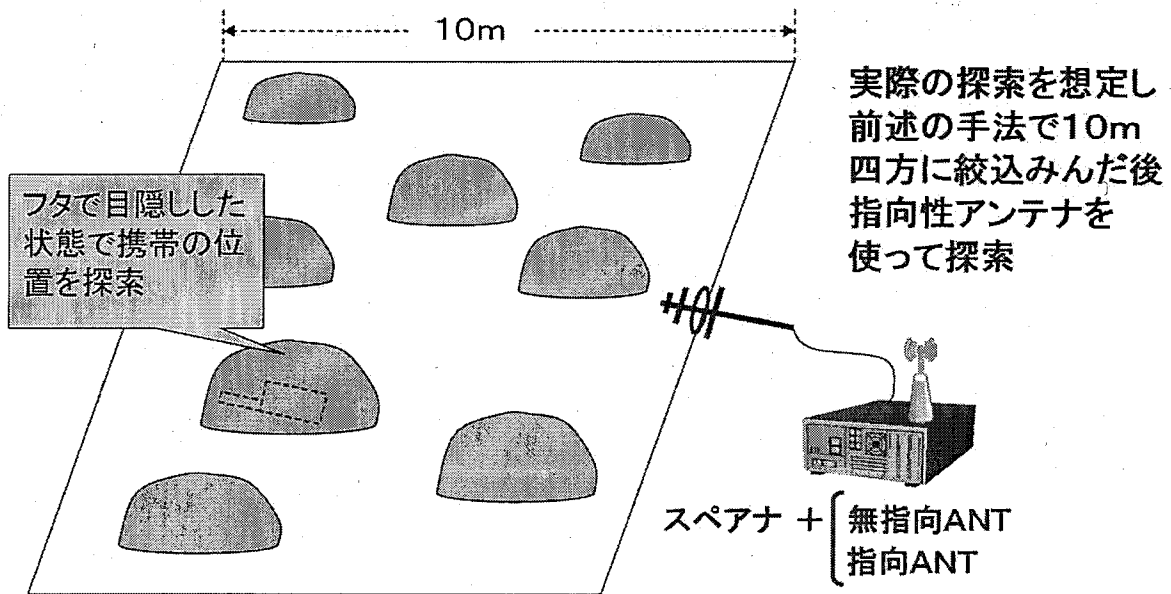
2. ホーミング探索

1) 実験風景

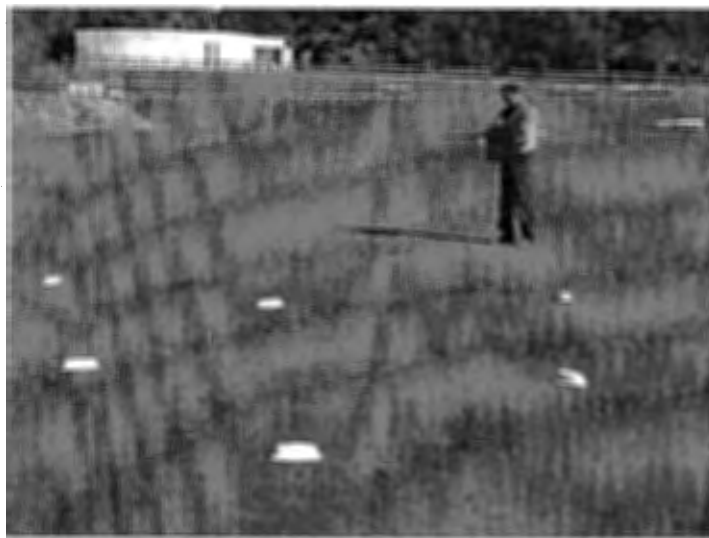


指向性アンテナを使ってホーミング

2) 探索方法



3) 探索結果



探索者を変えて
所要時間を計測
全員が到達

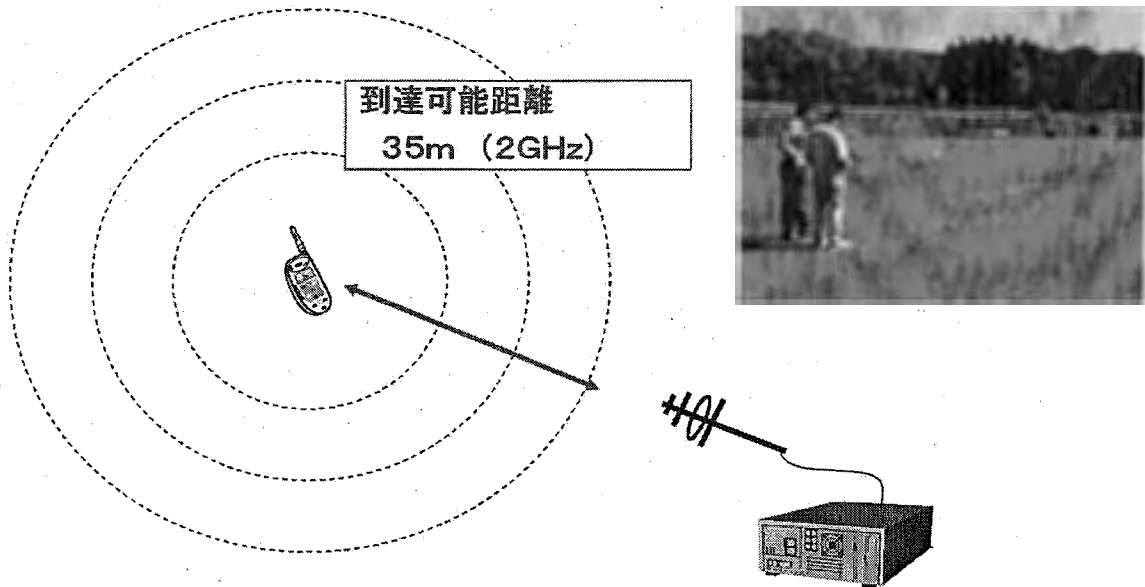
探索所要時間

A : 1分38秒

B : 56秒

C : 1分24秒

4) 補足実験(到達可能距離測定)



5) 考察

- ① 不慣れな状態でも時間を掛ければ必ず探索可能
- ② 指向性アンテナの利得により探索範囲が 約30mに拡大
- ③ 課題

マルチパスと探索対象が複数台ある場合の影響

3. 三角法探索

1) 実験風景

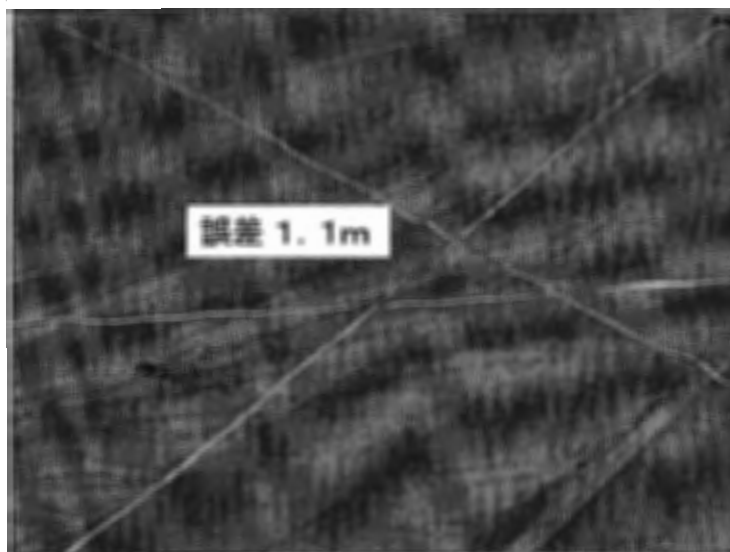


ブルーシートの下に
携帯電話を隠す

周辺3ヶ所から電界
強度が最大になる
方向を探り、その交
点から位置を特定



2) 探索結果



身長以下の誤差
で探索可能

3) 考察

① 対象が1台であれば着実に特定可能

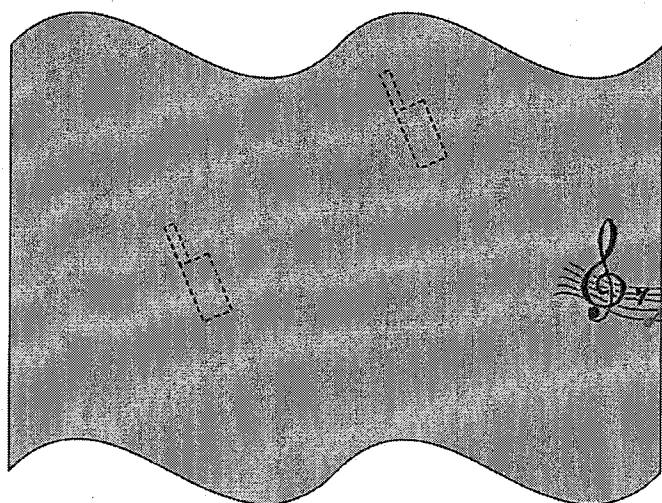
② 課題

マルチパスが大きく影響すると思われる

対象が複数台ある場合は混乱する

4. 音による探索

1) 実験概要



ブルーシートの下に携帯電話を隠す

エリアメールを想定して着信により探索

2) 探索結果



人体の身長以下の誤差で探索可能



3) 考察

- ① 探索のための無線装置が不要で、探索精度も高い
- ② 複数台あっても対応可能
- ③ メガホン等を集音器として使えばより効果的
- ④ 救助される側での動作が一切不要
- ⑤ 課題

基地局停波時において着信音を鳴らす探索機が必要

〔 → 搜索範囲内にある携帯電話にエリアメールを送る装置の開発 〕

5.2.3 耐性実験

津波による水没あるいは埋没を想定して、携帯電話機の耐性を確かめることを目的として実施

但し、実験サンプル数が極小であるため、あくまで目安としての報告となります

実験実施日等

- ・実施日 : 2011年12月5日
- ・場所 : (株)三光エンジニアリング本社にて実施
- ・内容 : 5. 水没に対する耐性試験
6. 電池の寿命試験

携帯電話耐性実験

機材 : 防水型携帯電話 — NTTdocomo N-03C
(防水:IPX8、防塵:IP5X)

普通携帯電話 — NTTdokomo SH901IC、SH904i
N901iS

au W44K、W45T
W51T、W43SA

SoftBank 840P

5. 水没に対する耐性試験

1) 試験方法



津波を想定して、
海水に沈め機能
保持の耐久時間
を測る



2) 試験結果



耐久時間

- ① 30秒
- ② 10秒
- ③ 5秒
- ④ 1秒

防水携帯 (IPX8) 30分以上

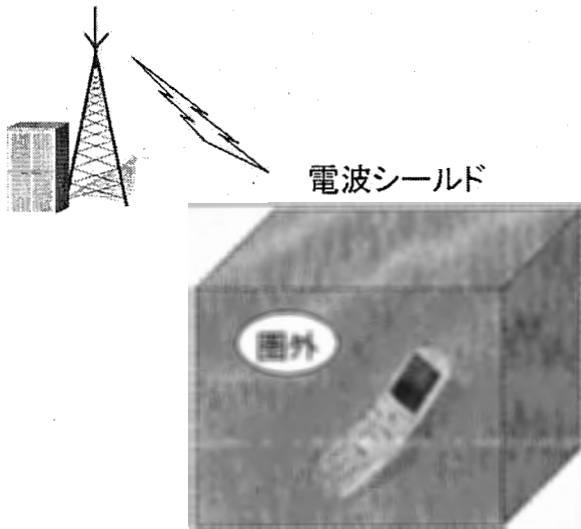


3) 考察

- ① 防水仕様による機能差は顕著、津波が寄せてから引くまでの小一時間耐え得ることが望まれる
- ② 鞆に入った状態なら耐力は少し高まると思われる
- ③ 水没地域では排水後まで耐える必要がある

6. 電池の寿命試験

1) 試験方法

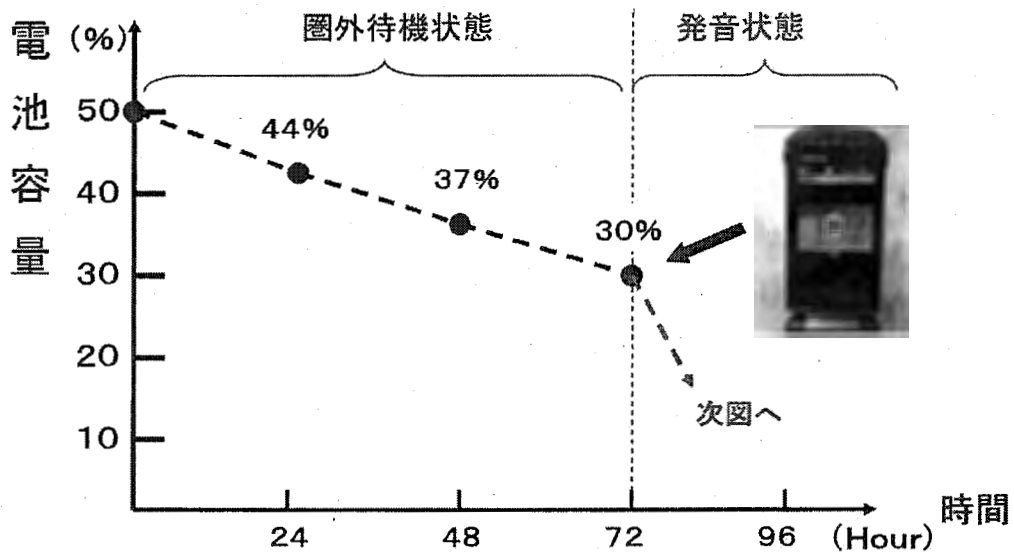


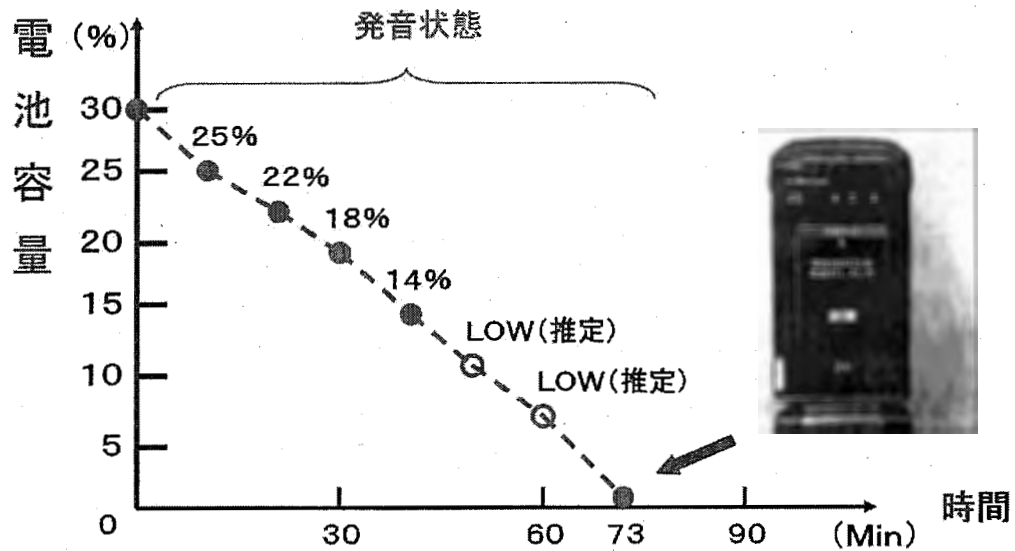
基地局の電波が届かない状態にして電池の寿命を測定

電池容量50%で生存限界である72時間保持出来るかどうかを検証



2) 試験結果





3) 考察

- ① 日々充電していれば、ほぼ生存限界の間はカバー出来る
- ② 発音状態での電池消費は大きく、長くとも1時間以内での発見が求められる
- ③ 基地局が見つからなければセルサーチの間隔を長くして電池の消費を防ぐ機能は有効

5.2.4 災害現場情報の収集

携帯電話機を頼りに探索する手法が実用的であるかどうか、実際に現場で救助活動に当たられた方の意見を伺うところを目的に聞き取り調査を実施

調査実施日等

- ・実施日 : 2011年12月19日
- ・場所 : 松山市東消防署
- ・応対者 : 向井署長
後藤副署長（愛媛隊として現場へ赴任）
- ・内容 : 1. 通信・連絡事情と問題点
2. 携帯電話の活用案に対するご意見
- ・立会者 : 四国総合通信局 宮内上席企画監理官
竹田課長補佐

① 通信・連絡事情と問題点

- ・携帯電話は、サービス停止で利用不可、衛星携帯が有効ではあったもののタイムラグに慣れる必要があった
- ・消防無線は、場所により届き難いことがあったが概ね利用可能であり、他県の隊との混信を避けつつ使用した
- ・ヘリの騒音については、飛来時のみであり拡声機を使っでの捜索に大きな支障はない
- ・携帯電話機にトランシーバー機能があれば被災者との連絡が可能となるかもしれない

② 携帯電話機の活用案に対するご意見

- ・自力で救助の意志を示すことが出来ない被災者には有効
- ・遺体捜索時には大変有効

5.2.5 研究者の所見

基地局倒壊時に携帯電話機に電波を発信させるための装置が技術的に実現可能であるかの裏付けと示唆を得る目的で訪問

実施日等

- ・実施日 : 2012年3月7日
- ・場所 : (株)NTTドコモ R&D研究所 (YRP)
- ・対応者 : 小田主幹研究員、沈研究主任

① エリア・メールの実状

- ・購入時には起動する設定になっている
- ・関東エリアでは余震の影響で頻繁に送信されることで、エリア・メールに対する緊張度が薄れつつある
- ・鳴るのは10秒程度、繰り返し発呼は可能
- ・携帯電話側で手動解除が可能
- ・送信には根幹システムとのリンクが必要
- ・セル単位での制御は可能

② 疑似基地局の可否

- ・衛星中継車をコンパクト化することは可能
- ・根幹システムとリンクなしにエリア・メールだけを受信させるにはかなりの改良を要す

③ 他に利用出来そうな機能

- ・最近の携帯電話機が備えているBluetoothは到達距離も数十mあり、検討の余地があるのではないか
- ・技術的には無線LANの方がいろんなバリエーションを作り易い
- ・おさいふ携帯に使われてるICタグにも目を向けてみてはどうか

6. 結論

6.1 検証結果

携帯電話を遭難発信（生存信号発信）装置として有効活用できるかどうかについての検証結果を項目ごとに記す。

検証事項

① 操作性

当初は遭難信号（SOS）をボタン操作により発信することを想定していたが、携帯電話側の操作で救助信号を発生させるよりも、搜索側からのトリガーで携帯電話に救助のための動作を起こさせる方が実用的であるという結果を得た

そうすることで、遭難者サイドでの操作が一切不要となる

② 探知方法

携帯電話機から電波を発射させることが出来れば、簡易なアンテナと測定器を用い受信電波を頼りに探索が可能であることは実証できた

しかし、装置の独占性と複数ヶ所からの電波を受けた場合の混乱を考えると実用的でない

音による探索が非常に有効であり、搜索範囲内に限って着信音を鳴らすことが出来れば多人数を動員しての一斉探索が可能となる

特に遺体探索の場では威力を発揮するものと思われる

③ 電波到達の適正距離

実際の探索を想定して行った実験で、復調して利得を稼がなくとも拡散された状態で探索に必要な数十mの距離で受信可能であることを確認できた

④ 携帯電話の防水・耐ショック能力

防水能力は低いものが多く、特に海水に対しては脆弱である
多種多様な機種が市販されており、目安としての実験しか行えていないが防水性能の高いものとそうでないものとの差は歴然であることは確認できた

耐ショック能力に関しては、特殊な用途以外には要求されることがないため標準装備化の敷居は高いと思われる

参考規格：米軍採用品規格

・MIL-STD-810 : 1.52mの高さから鉄板へ26回落下しても耐える

⑤ 電池容量

電池容量については、日々充電しておけば生存限界の間はカバー可能である

基地局電波の停波時は、自動的に節電モードに切替わるため遺体の探索時においても反応するものがあると思われる

⑥ 法的制限

携帯電話機に電波を送信させるための擬似基地局は指示のための電波を送信するので電波法の対象となる

但し、探索範囲を十数mまでと仮定すると、数mWの出力で十分カバー出来るので微弱電波の範疇に収まり制限対象外の扱いになるかと思われる

⑦ その他

既存インフラですぐに出来る方法としては、衛星中継車からのエリア・メール発信による捜索がある

※エリア・メール：

災害・避難情報を提供する（株）NTTドコモのサービス
今回の震災対策として他キャリアも追随の見込み

6.2 提言事項

6.2.1 住民への啓蒙

災害時に携帯電話機を有効に機能させるため、消防・各自治体が防災訓練などを通して下記事項を住民に啓蒙することを提言する

啓蒙事項

- ① 通話不可状態でも手放さず保持して救助を待つ



- ② 携帯電話機の充電を怠らない

- ③ 津波被災のおそれがある地域に住む方には、防水機能付き携帯を推奨する

救命胴衣の配布を検討している自治体もあり、水没さえ避けることが出来れば防滴程度でも機能する可能性が高いので、濡らさないことを意識させる

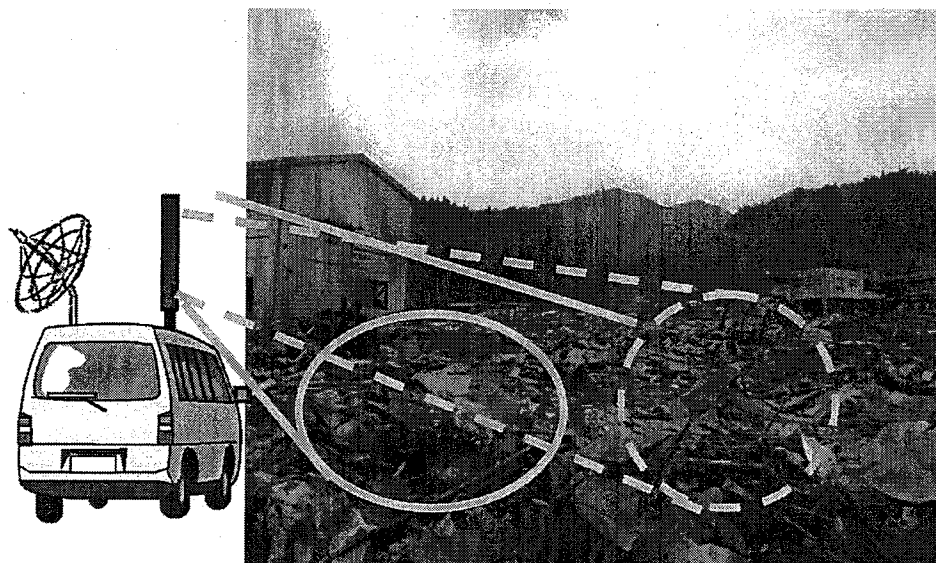
推奨規格：防水IPX8、防塵IP5X

- ・ I P X 8 : 常温で水道水の水深1.5mのところを携帯を沈め、約30分間 放置後に取り出したときに電話機としての機能を有すること
- ・ I P 5 X : 保護度合いを指し、直径75 μ m以下の塵埃が入った装置に携帯 を8時間入れてかくはんさせ、取り出したときに電話機としての機能を有し、かつ安全を維持すること

6.2.2 被災者救助のために開発が望まれる事項

既存システムの改良で開発出来そうなもの

- ① 搜索範囲を限定してエリア・メールを受信させるため、指向性アンテナを備え送信出力低減が可能な衛星中継車



- ② 夜間の搜索を想定して、エリア・メール受信時は携帯画面を間欠発光させる機能

将来開発が望まれるもの

③ エリア・メールの緊急度レベル設定機能

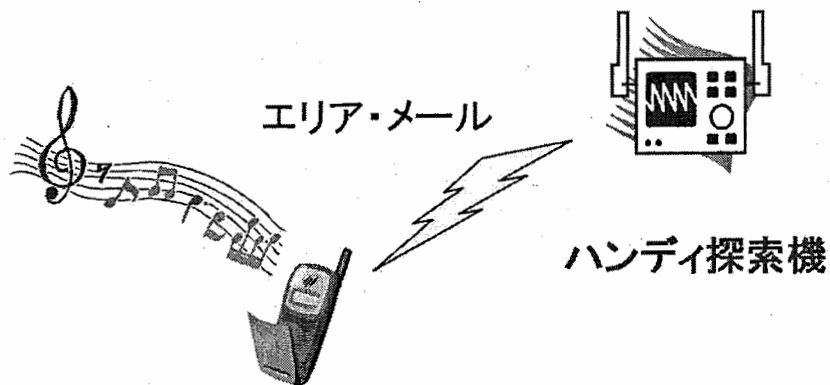
関東エリアでは余震の影響で、エリア・メールが頻繁に送信されることで、エリア・メールに対する緊張度が薄れつつある。一刻を争う避難指示、その場で安全確保を促す地震速報などの使い分けが必要となる。

通話中でも着信可能となる、次世代のETWS (Earthquake and Tsunami Warning System) に盛り込むべきと考える。

④ 捜索範囲内にある携帯電話機を鳴らすハンディ探索機

根幹システムと独立して位置登録にも依存せず作動でき、同報チャンネルにより捜索範囲内の携帯電話機を鳴らす装置。消防・自衛隊・自治体などに予め配備しておける小型のもの。微弱電波（免許不要）の機器として開発が可能と思われるため、被災現場での機動的な運用が可能。

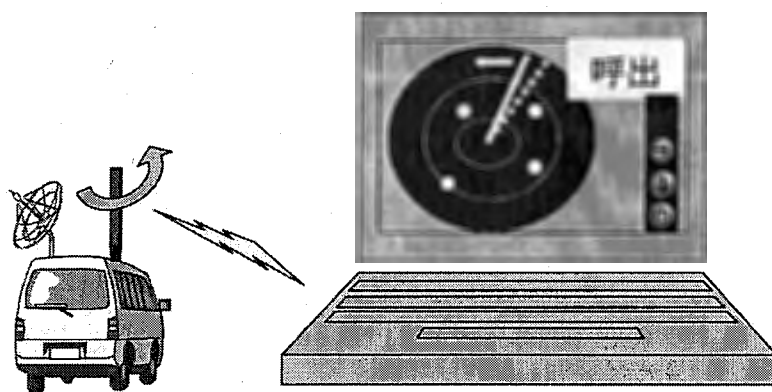
例えていうなら、金属探知機とか地雷探知機といったイメージ。



⑤ 小仮設基地局でエリア内にある携帯電話の情報を収集し分布図・所有者を表示させて1台ずつ着信音を鳴らし検索を行えるシステム

探索範囲内にある複数の携帯電話機を一斉に鳴らすよりもターゲットを絞って検索する方が効率的であり、かつ余分な電池の消費を避けることができる

エリア・メールを受信した時に、直近のGPS位置情報を返信する機能を予め携帯電話機側に搭載しておく必要あり



6.3 反省と謝辞

関係者の方々から多くの示唆を頂きながら、知識不足から提言にまでまとめあげることがかなわなかった案件が残ってしまった。この点を反省し、引き続き研究は継続して参ります。

本調査研究に対して、四国情報通信懇談会をはじめ関連の皆様より暖かいご支援・ご協力を頂戴しましたことに、深く感謝申し上げます