

# 隊員安全管理システムの研究開発 (第1報)

Studies on safety management system for firefighters

三好和人\*  
大塚吉男\*\*  
稲村武敏\*  
吉村延雄\*  
鈴木幸之\*

## 概要

本研究開発では、災害現場に到着している消防小隊名および災害現場で活動中の全隊員の氏名と、その隊員が所属している小隊名等を現場指揮本部において掌握し、また、隊員に緊急事態が発生した場合には、隊員の携帯する機器から自動的に緊急信号を現場指揮本部へ電波により送信して、緊急事態に陥っている隊員の識別データを現場指揮本部においていち早く把握することにより、隊員の安全管理、消防活動の効率化を図るデータ通信システムについて検討を行い、試作機を製作した。

We researched and developed a new safe management system for fire fighters. This system is composed of a portable computer, data record machine and several transmitters. In a disaster scene, a commanding officer of fire service watches a base station of this system. Then, each fire fighter carries a transmitter while working. This base station grasps all fire fighter name, platoon name and the other data.

When a fire fighter encounters a dangerous situation, a transmitter that the fire fighter carries transmits an emergent signal by electric wave automatically.

Then a base station displays his data and can emit an alarm, as it receives an emergent signal.

## 1 はじめに

消防活動現場における隊員の安全管理は、指揮者を中心とした組織活動による人的努力で行われており、補助的に隊員が一定時間静止状態を続けることを危険信号とした携帯警報器を使用するに止まっている。

しかし、しばしば発生する隊員の受傷事故により、隊員の緊急事態を自動的に各級指揮者が把握でき、いち早く救出活動態勢を取ることを可能にする消防活動支援システムの開発が求められた。

本研究は、複雑な構造の建築物や地下構造物等で活動する消防隊員の個人識別情報(氏名、所属小隊名等)を指揮本部で掌握し、隊員に緊急事態が発生した場合には指揮本部において緊急事態に遭遇している隊員の識別情報を自動的に把握し、速やかな対応を図る等、消防活動を支援するシステムに関する研究・開発である。

平成8年度は、隊員の安全管理に必要な機能等の検討を行い、この検討に基づいて構築したシステムを実現して改善点の抽出等を行うために、試作機を開発したので報告する。

## 2 開発の基本構想と方針

(1) システムの開発にあたっての、基本的な構想は次のとおりである。

ア 隊員の安全管理および部隊活動の効率化に確実に貢献できるものとする。

イ 災害現場での設営を考慮し、原則として無線方式を採用する。

ウ 将来的な科学技術の発達を展望し、今後の機能拡張への対応も念頭に置く。

エ 人事異動に柔軟に対応できるものとする。

オ 各機器は災害現場の使用に耐えるものとする。

カ 署における維持管理を考慮し、できるだけメンテナンスフリーとする。

(2) 基本構想を踏まえ、開発方針は次のとおりとした。

ア システム機器は、災害現場で人間が操作する範囲が少なくなるよう自動化を進める。

イ 隊員が装着する機器は隊員に過度の負担をかけない形状、重量にする。

ウ 本システムの主要な用途の一つである地下構造物災害でも通信障害を起こさずに使用出来るものとする。

\*第一研究室 \*\*予防部査察課

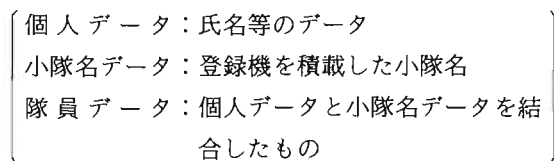
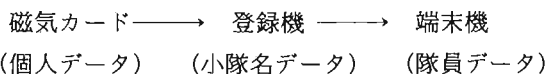
- エ 災害現場に到着した小隊名および隊員データが指揮本部において全て掌握できるものとする。
  - オ 隊員の緊急事態を感知するセンサーは、実績のある携帯警報器に倣って静止センサーを採用するものとし、他の感知方式の可否の検討も行う。
  - カ 電池で動作する機器については、過去の災害事例を参考に、十分な連続使用可能時間を設定する。
  - キ 隊員が携帯する端末機はデータ用無線機と携帯警報機を組み合わせた機能を有するものとする。
  - ク 人事異動等の際のソフトウェア・データの修正が最小限ですむよう、個人データ（氏名等）と小隊名等を分離する。
- なお、これらに加え過去に検討・試作された同様の目的の機器の反省点を見直し、その機能を取捨選択して盛り込むこととした。

### 3 システムの構築

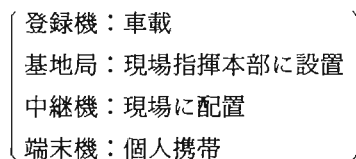
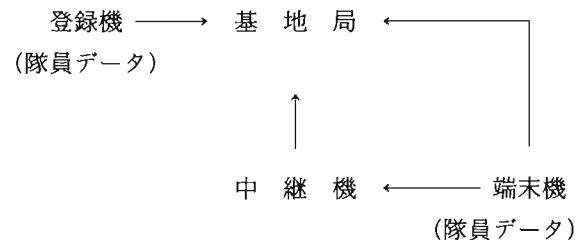
#### (1) 構成

システムの構成とデータの流れは次のとおりとした。

##### ア 消防署大交替



##### イ 災害現場



#### (2) 機器の機能

##### ア 基地局

現場指揮本部または前進指揮所に置き、出場隊、活動隊員の管理を行う。緊急信号を受信すると、緊急事態にある隊員データを自動的に表示し警報音を

発する。

##### イ 登録機

各消防小隊の車両に搭載し、次の3つの機能を持たせる。

- (ア) 磁気カードの個人データを読み取る。
  - (イ) 個人データに登録機自身が持つ小隊名データを結合して隊員データを作り、端末機へ転送するとともに登録機自体のメモリで記憶・蓄積する。
  - (ウ) 蓄積している隊員データを電波で発信する。
- ##### ウ 端末機

携帯警報機に無線送信機と隊員データを記憶するメモリを付加したもので、指揮者を含む全隊員が携帯する。

##### エ 磁気カード

隊員の個人データを記憶したカード。指揮者を含む全隊員が携帯し、現用の隊員カードの代替とする。

##### オ 中継機

電波の届きにくい場合に適宜配置し、端末機と基地局間の通信を中継し、通信経路を確保する。

#### (3) 使用周波数帯域

試作段階では、申請手続き、出力等を勘案し電波法第38条の2第1項に定める特定無線設備のうち小エリア無線通信システムの周波数帯域（347.7MHzを超え351.9MHz以下）を使用することとした。

この通信システムの技術基準は、社団法人電波産業会においてSTD-44「小エリア無線通信システムの無線設備」（以下「小エリア無線」という）として標準規格が策定されている。

小エリア無線標準規格に掲げられている技術的条件の概要は次のとおりである。

##### ア 一般条件

- (ア) 通信方式 単信又は単向方式
- (イ) 変調の型式 周波数変調
- (ウ) 周波数 348.5625MHzから348.8MHzまで（12.5kHz間隔）

##### イ 空中線電力

1W以下

##### ウ 制御部

識別番号を記憶できる自動識別装置を備えること。

##### エ 識別番号

電波の発射を開始するときに自動的に送出されること。

##### オ 空中線

利得が2.14dB以下の筐体一体型のものであること。

#### (4) データ登録

消防署の大交替時に端末機および登録機に隊員データを登録するため、次の操作を行う。

- ア 携帯する端末機の端子を登録機の端子へ接触させる。

イ 磁気カードを登録機へ通して読ませると、登録機は隊員データを端末機へ転送し、かつ、登録機自体に記憶・蓄積する。

(5) 災害出場時の機器の動作

ア 登録機

- ㍿ 隊員は出場と同時に登録機の電源を入れる。
- ㍿ 登録機は、電源が入れられた後、基地局および他小隊登録機からの電波の有無の監視（キャリアセンス）を開始する。
- ㍿ 基地局の電波を受信した後、他小隊の登録機の電波が無いことを自動的に確認して登録機自体に蓄積してある隊員データの送信を開始する。
- ㍿ データ送信完了後、キャリアセンス等の動作は自動的に終了する。

イ 基地局

- ㍿ 基地局は、指揮本部に設営され起動すると直ちに各小隊からのデータ受信を開始し、隊員データを基地局自体に登録するとともに、到着している小隊名をディスプレイに表示する。
- ㍿ 後着隊からのデータを受信すると、その都度隊員データを登録し小隊名をディスプレイ表示に追加する。
- ㍿ 登録機からのデータを受信中であっても、間欠的に端末機からの緊急信号に備え受信を行う。
- ㍿ 端末機からの緊急信号を受信した場合は、その隊員の隊員データを表示し警報音を発する。
- ㍿ 一定時間毎に中継機に対し接続を要求する信号を送信し、中継機からの応答があった場合は、応答があった中継機の台数および電波状況を自動的に判断してネットワーク構成を更新する。

ウ 端末機

- ㍿ 隊員は出場と同時に端末機の電源を入れる。
- ㍿ 端末機の静止センサーは、端末機が静止状態にあるかどうか監視する。
- ㍿ 静止状態が25秒間継続した場合は、予備警報音を発し注意を促す。
- ㍿ 予備警報音は5秒間継続するが、予備警報中であれば端末機を振動させることにより、予備警報が解除される。
- ㍿ 予備警報が解除されることなく5秒間経過した場合は、警報音を発し、同時に電波により、メモリに記憶されている隊員データを緊急信号として送信する。

(注) 予備警報音、警報音および緊急信号は自動発報の他、手動で操作が可能である。

エ 中継機

- ㍿ 災害現場に配置され、電源が入ると直ちに基地局

および他の中継機と自動的に通信を行い、ネットワークに参入する。

- ㍿ 端末機からの緊急信号を受信した場合は、ネットワーク構成に応じて基地局または基地局に近い中継機へ緊急信号の中継を行う。
- ㍿ 付加機能として、登録機から基地局への隊員データ登録通信についても、障害物等により登録機と基地局の間の通信に障害が起きている場合には、登録機からの隊員データを中継機で受信し、基地局と中継機で構成されるネットワークを活用して基地局へ中継することが可能である。

#### 4 電波伝搬実験

隊員安全管理システムの通信可能範囲を推定する基礎資料として、ビル街、建物の地下階等で電波の伝搬状況を把握するための実験を行った。

実験に使用した周波数帯は、小エリア無線およびアマチュア無線（430MHz帯）である。

(1) 小エリア無線による実験

ア 目的

小エリア無線によるビル街、市街地、耐火建築物内と他の耐火建築物内の間、耐火建築物内部相互間におけるデータ伝送の状況を調査する。

イ 実施日と場所

㍿ 平成8年12月2日（市街地の実験）

場所 神奈川県川崎市高津区坂戸1丁目周辺  
状況 工場、倉庫等と民家が混在する市街地

㍿ 平成8年12月2日（耐火建築物内部相互間の実験）

場所 神奈川県川崎市高津区坂戸1-17-3  
(株)富士通電装アール・アンド・ディー  
建物内

状況 地下1階地上7階耐火建築物

㍿ 平成8年12月20日（耐火建築物内と他の耐火建築物内との間の実験）

場所 渋谷区幡ヶ谷1-13-20  
東京消防庁消防科学研究所（地下1階地上6階）及び消防学校訓練施設（地下2階地上8階）

状況 消防科学研究所と消防学校訓練施設の間、約70メートル。

㍿ 平成9年3月18日（耐火建築物内部相互間の実験）

場所 千代田区大手町1-3-5  
東京消防庁本部庁舎

状況 地下3階地上14階耐火建築物

㍿ 平成9年3月18日（ビル街の実験）

場所 千代田区大手町1、2丁目

状況 オフィスビルが立ち並ぶ街区

ウ 実験方法

無線機にモデムを介してパソコンを接続したものを2セット用意し、1セットを移動させてデータ通信を行い通信状況を確認する。

エ 使用資器材

(ア) 小エリア無線の無線設備

EUM-01CR/M (日立電子株式会社) 2台

(イ) モデム

TD25H (タスコ電機株式会社) 2台

(ウ) パソコン

FMV-5150NA/X (富士通株式会社) 2台

(エ) スペクトラムアナライザー

MS2602A (アンリツ株式会社)

(平成8年12月2日の実験を除く。なお、測定用の標準アンテナが準備出来なかったため、測定値は概ねの値)

オ 実験条件

(ア) 周波数 348.5625MHzから348.775MHzまでのうち1波

(イ) 変調方式 MSK (Minimum Shift Keying)

(ウ) データ伝送速度 2400bps

(エ) 通信データ長 256ビット

(オ) エラー訂正なし

カ 実験結果

(ア) 平成8年12月2日 (市街地の実験)

実験結果は、表1のとおり。

表1 市街地の実験結果

番号	子機の位置	通信状態
1	図1の①	×
2	図1の②	×
3	図1の③	×
4	図1の④	×
5	図1の⑤	×
6	図1の⑥	×
7	図1の⑦	○
8	図1の⑧	○

注) 通信状態は、256ビット全データに誤りがない場合を○とした。

(イ) 平成8年12月2日 (耐火建築物内相互間の実験)  
実験結果は、表2のとおり。

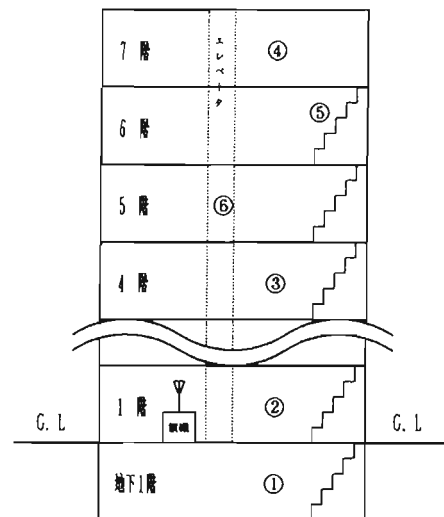


図2 (株)富士通電装アール・アンド・ディー建物概要図

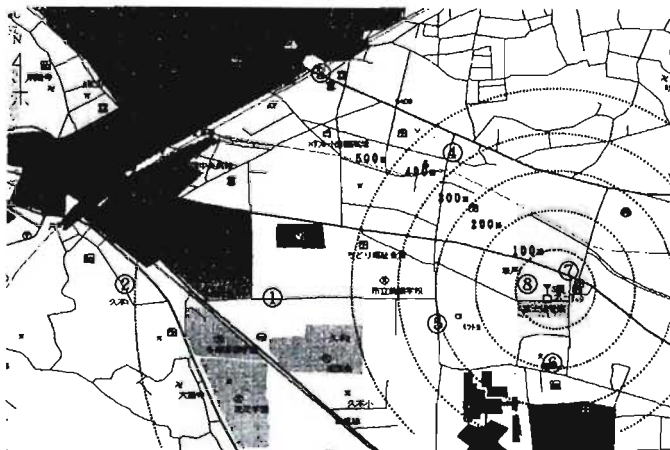


図1 川崎市高津区坂戸1丁目周辺図

注) 無線機、モデム、パソコンを組みあわせたもの2セットのうち、一方を親機、他方を子機と称する。

表2 耐火建築物内相互間の実験結果

番号	子機の位置	通信状態
1	図2の①	○
2	図2の②	○
3	図2の③	○
4	図2の④	○
5	図2の⑤	○
6	図2の⑥	○

注) 通信状態は、256ビット全データに誤りがない場合を○とした。



(ウ) 平成8年12月20日(耐火建築物内と他の耐火建築物内との間の実験)(表3、表4 グラフ1参照)実験結果は、表3、4のとおり。

表3 耐火建築物内と他の耐火建築物内との間の実験結果(実験1)

番号	親機の位置	子機の位置	電界強度(dB)	通信状態
1	図4の 実験1 の親機 (ロビー内)	図4の①	-68.78	○
2		図4の②	-59.26	○
3		図5の③	-102.62	×
4		図5の④	-89.03	×
5		図5の⑤	-90.17	×

注) 通信状態は、256ビット全データに誤りがない場合を○とした。

表4 耐火建築物内と他の耐火建築物内との間の実験結果(実験2)

番号	親機の位置	子機の位置	電界強度(dB)	通信状態
1	図4の 実験2 の親機 (ロビー前)	図4の①	-75.11	○
2		図4の②	-66.14	○
3		図5の③	-94.10	×
4		図5の④	-84.34	○
5		図5の⑤	-86.42	○

注) 通信状態は、256ビット全データに誤りがない場合を○とした。

(エ) 平成9年3月18日(耐火建築物内部相互間の実験)(表5 グラフ2、3参照)実験結果は、表5のとおり。

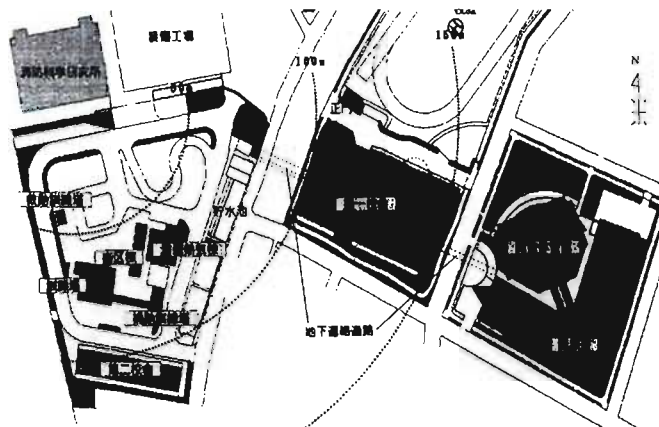


図3 消防科学研究所周辺図

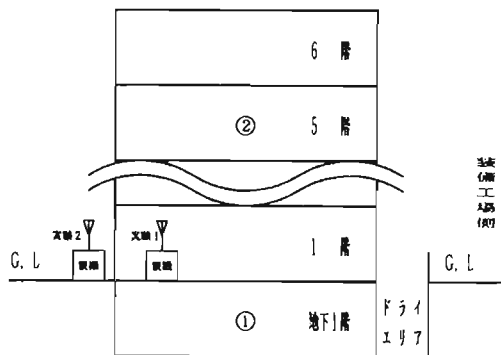


図4 消防科学研究所建物概要図

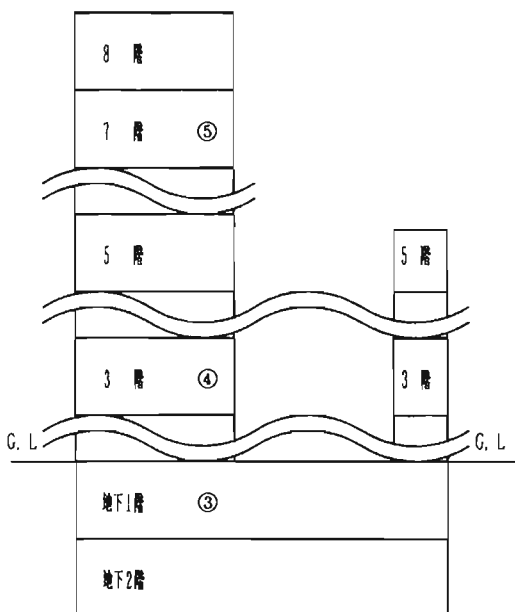


図5 消防学校訓練施設概要図

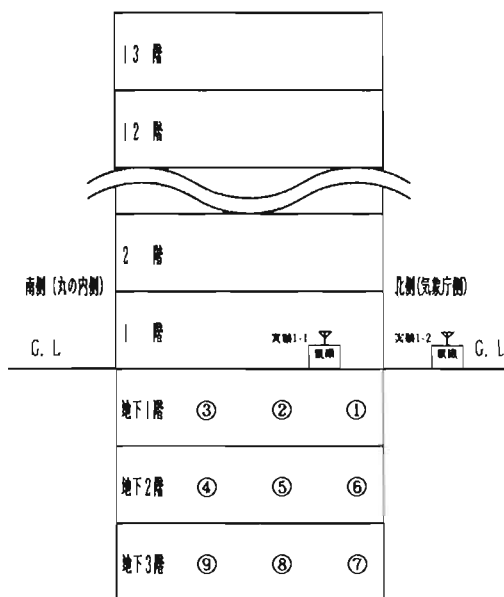


図6 東京消防庁本部庁舎建物概要図

表5 耐火建築物内部相互間の実験結果  
(実験1-1及び1-2)

実験1-1 (親機は本部庁舎1階ロビーに設置)

実施番号	子機の位置	通信の状況		電界強度 d Bm	備考
		子機→親機	親機→子機		
1	地下1階廊下北端	○	○	-72.55	
2	" 中央	○	○	-70.40	
3	" 南端	○	○	-79.99	
4	地下2階廊下南端	○	○	-84.28	
5	" 中央	○	○	-65.16	
6	" 北端	○	○	-81.04	
7	地下3階廊下北端	△	△	-82.84	変電室の前
8	" 中央	○	○	-82.56	
9	" 南端	×	△	-89.31	
10	" 北端	×	○	...	実験7番の再実験

実験1-2 (親機は本部庁舎北側地上に設置)

実施番号	子機の位置	通信の状況		電界強度 d Bm	備考
		子機→親機	親機→子機		
1	地下1階廊下北端	○	○	-48.76	
2	" 中央	○	○	-60.19	
3	" 南端	○	○	-73.60	
4	地下2階廊下南端	○	○	-84.42	
5	" 中央	○	○	-73.40	
6	" 北端	○	○	-65.25	
7	地下3階廊下北端	○	○	-64.64	変電室の前
8	" 中央	△	●	-89.27	
9	" 南端	×	×	...	電界強度測定なし

評価基準

- ：データ伝送できた。
- ：データ伝送できた回数が1/2以上であった(○の場合を除く)
- △：データ伝送できた回数が1/2未満であった(×の場合を除く)
- ×：データ伝送できなかった。

(オ) 平成9年3月18日(ビル街の実験)

(表6 グラフ4参照)

実験結果は、表6のとおり。

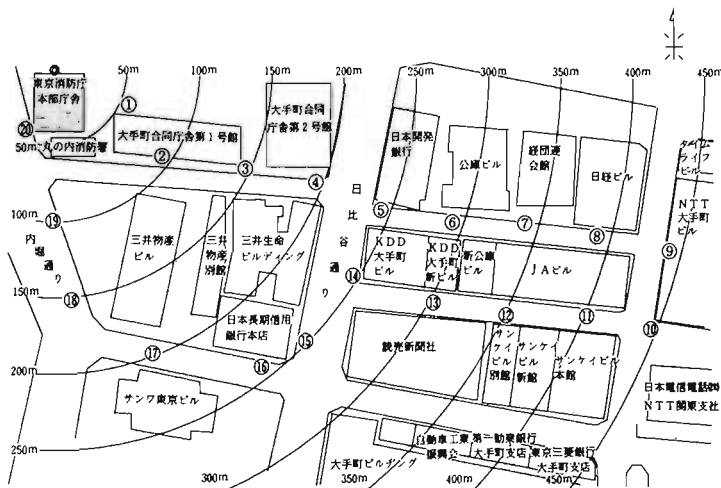


図7 東京消防庁本部庁舎周辺図

(2) アマチュア無線による実験

ア 目的

UHF帯の電波を用いて、地上と洞道間の伝搬状況を調査する。また、建物等の障害物による電界強度の低下状況の把握および電波の遮蔽効果等のために電界強度が低下して通信困難になる箇所へ電波を誘導する方策について基礎資料を収集する。

表6 ビル街の実験結果

子機の位置	通信の状況		親機で測定した子機の電界強度dBm	備考
	子機→親機	親機→子機		
1	○	○	-63.18	
2	○	○	-81.96	
3	○	○	-69.69	
4	○	○	-80.85	
5	●	○	-86.48	
6	○	○	-87.03	
7	○	○	-86.77	
8	○	○	-83.57	
9	△	●	-89.91	
10	●	○	85.56	
11	●	○	-90.38	
12	●	●	-82.95	
13	○	○	-88.74	
14	△	●	-84.64	
15	●	●	-80.60	
16	×	×	-88.74	
17	○	○	-89.43	
18	○	○	72.76	
19	○	○	-72.86	
20	○	○	-69.20	

評価基準

- ：データ伝送できた。
- ：データ伝送できた回数が1/2以上であった(○の場合を除く)
- △：データ伝送できた回数が1/2未満であった(×の場合を除く)
- ×：データ伝送できなかった。

イ 実施日と場所

(ア) 平成8年12月25日(地上と洞道間の実験)

場所 渋谷区幡ヶ谷1-13-20

東京消防庁消防科学研究所及び消防学校地下連絡通路

(イ) 平成8年12月26日(障害物による電界強度低下の測定、電界強度の低い箇所へ電波を誘導する実験)

場所 渋谷区幡ヶ谷1-13-20

東京消防庁消防科学研究所シールドルーム(電波の遮蔽措置を施した室)および同研究所周辺

ウ 実験方法

無線機を2台用意する。1台は移動して搬送波を送出し、他の1台のSメーター(通信相手局の電界強度を表示するメーター)で測定する。なお、無線機のSメーターは読みとり精度が低いため、概ねの値として記録した。また使用した無線機は電界強度に対するメーター指示値の直線性が十分でなかったため、測定後数値補正を行ってある。

エ 使用資器材

(ア) アマチュア無線用無線機

FT736M(八重洲無線株式会社)及びC620(日本マランツ株式会社)

(イ) アンテナ 5/8波長2段コリニア(FT736Mで使用)及び1/4波長ホイップ(C620で使用)

オ 実験条件

(ア) 周波数 432.02MHzから433.98MHzまでのうち1波

- (イ) 電波型式 周波数変調 (ただし測定は搬送波で実施した)
  - カ 実験結果
  - (ク) 平成8年12月25日 (地上と洞道の間の実験)
- 実験結果は、図8のとおり。

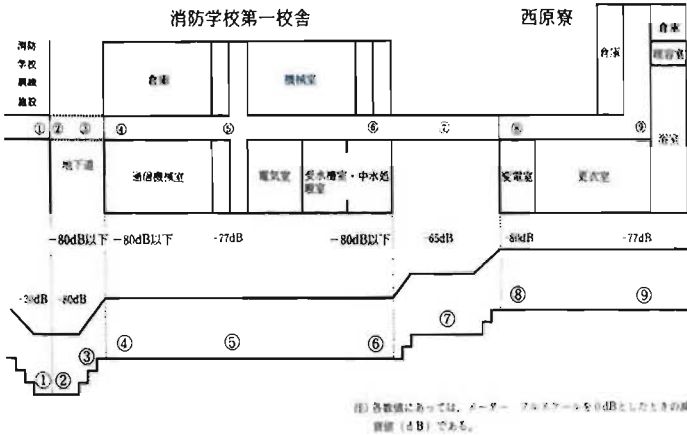


図8 消防学校等概要図及び実験結果

- (イ) 平成8年12月26日 (建物等の障害物による電波強度の低下状況の把握)
- 実験結果は、図9のとおり。

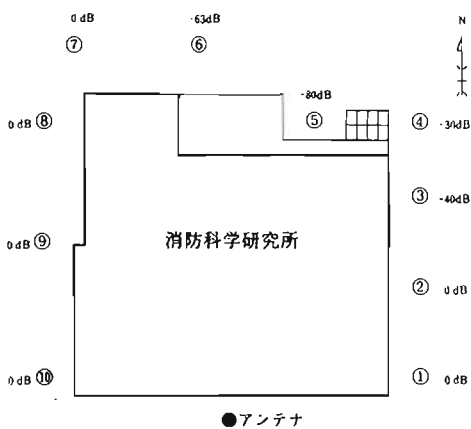


図9 消防科学研究所概要図及び実験結果

- (ウ) 平成8年12月26日 (電界強度の低い箇所へ電波を誘導する実験)
- 実験結果は、図10のとおり。

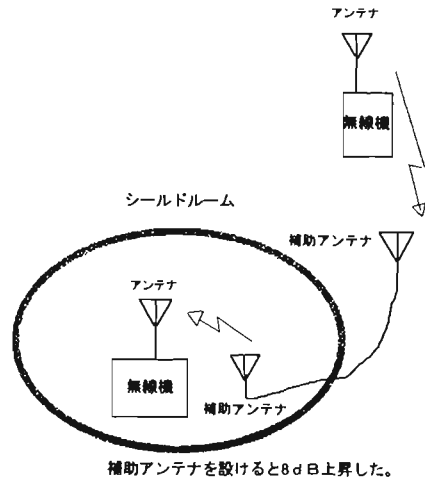


図10 シールドルーム概要図及び実験結果

(3) 実験結果総括

それぞれの実験を通じて確認された特徴的な事項は次のとおりである。

- ア 民家の多い市街地より、ビル街の方が通信可能な距離が大きかった。
- イ ビル街では、直線的な道路に沿って通信可能な距離が伸びる傾向があった。
- ウ 地上の親機とビル内の子機との通信では、親機を同ビルの屋内へ設置した方が屋外に設置するよりも電界強度が上昇する場合と、顕著な差異が見られない場合があった。
- エ 耐火建築物内部の1階と地下各階の通信では、出力1Wで地下2階までは通信可能であったが、地下3階では通信可能な場所と不能な場所があった。
- オ 電界強度が-85dBmを下回り-90dBm程度になると通信エラーが発生する頻度が高くなった。
- カ 電界強度が-65dBm程度であっても特定の場所で通信エラーが発生することがあった。
- キ 地上(屋外)と洞道内との間では洞道の途中にある鉄扉が閉鎖され密閉状態になると、開放されている場合に比較し60dBの電界強度低下があった。
- ク 地表からの深さが同一でも、洞道より耐火建築物の地下階で3dB以上、同じ地下階でもドライエリアの直近では15dB以上電界強度が上昇した。
- ケ 耐火建築物が間にあつて障害になっている場合、10m以内の移動で50dB以上電界強度が上昇することがあった。
- コ シールドルームの内と外との通信では、補助アンテナの設置により8dB電界強度が上昇した。

(4) 考察

ア 前(3) ア、イについて

オフィスビルの立ち並ぶビル街と、民家や工場などが混在する市街地との通信可能距離の差について

参 考：dBと電圧比の関係

dB	倍 数
80	10,000
60	1,000
40	100
20	10
0	1
-20	1/10
-40	1/100
-60	1/1,000
-80	1/10,000

は、ビル街における電波伝搬では道路に沿って伝搬するRG波（road guided wave）と建物の上端部で回折するBD波（building diffraction wave）が合成された伝搬モデルによって伝搬損失特性が明らかにされている。

RG波：道路に沿って伝搬し、見通しがあればほぼ自由空間伝搬損失に近い形で低損失に伝搬する。道路の曲がりにより見通しが無くなると、損失が数十dB大きくなる。

BD波：基地局を中心にほぼ無指向性で伝搬する。基地局アンテナより建物が十分高い場合は回折損が自由空間伝搬損失より数十dB大きくなる。

このことから、今回行った実験のようにアンテナ高が1.5m程度の場合は周囲のビルの反射でRG波が支配的になり、直線の道路に沿って通信可能距離が伸び、これに対し、民家、工場等の混在する市街地では顕著なRG波が存在せず、かつ、アンテナより民家の方が高かったためBD波も大きな回折損があって、結果としてビル街の方が通信可能距離が大きくなったものと判断される。

実験では受信のアンテナ系が簡素なホイップ型であり、データのエラー訂正も行わなかったため、最も厳しい条件で得られた実験結果であり、ダイバーシティアンテナの採用やエラー訂正等の対処で改善が見込まれる事項である。

イ 前(3) ウ、エ、オ、カについて

基地局とビル内の端末機との通信では、基地局と端末機との間の通信経路が確保されることが重要であり、たとえ基地局が屋外にあっても建物内へ有効に電波を送り込むことが出来れば機能は確保される。そのためには換気ダクトの前面、大きなガラス窓、地下駐車場出入口付近等に基地局を設置することが有効であると考えられる。なおこのことについてはダクト等の電波の減衰特性について継続して調査す

る必要がある。

また、地上と地下階の通信については、地下2階までは確実に通信ができ、地下3階でも場所を選べば通信可能なことが確認された。この実験の結果は、本システムの中継機を配置する場合の有効なデータである。

ただし、現在のところ建物内の伝搬経路が明確ではなく、発災に伴う階段の防火戸やダクトのダンパー閉鎖により、実験と異なった状況となることが考えられるため、さらに調査が必要である。

電界強度が弱くなると、周囲からの雑音及び無線機に使用している半導体素子自体から発生する雑音のため、完全な受信ができなくなり、通信エラーが発生するようになるが、実験から-85dBmから-90dBmが実用上の限界と見ることができる。

これに対し、建物内の一部の場所で電界強度が十分に高いにもかかわらず通信エラーが発生したことについては、原因としてマルチパスによる信号の歪みが推定される。電波は壁体で反射されるが、反射して受信アンテナへ達した電波は、直接受信アンテナへ達した電波より伝搬距離が長い。このため、位相のずれた複数の電波が干渉し、波形の乱れを生じる。このことによって、特にデジタル通信は障害を受けやすく、一般的には、この障害を避けるために指向性アンテナ、ダイバーシティアンテナの使用、データエラーの訂正などが行われる。これらの対処により、エラー発生が回避できるかどうか確認が必要である。

ウ 前(3) キ、コについて

洞道で出入り口の金属扉が閉鎖されている等、電波が遮蔽される環境では極端な伝搬損失があり、中継機などを用いても通信が不能になることが予想されるが、扉の開放により数十dBの電界強度上昇が予想され、通信経路の確保が期待できる。

消防活動の作戦上扉閉鎖が必要な場合は、実験に使用したような補助アンテナを設置することにより通信経路の確保が可能である。

エ 前(3) ク、ケについて

耐火建物などが障害物となり、至近距離でも通信が出来ない箇所が生じる場合のあることが判明した。

このような場合でも、数メートル離れた場所では十分な電界強度があることから、基地局側の対応として基地局から数メートル離れた位置に中継機を配置することによりこのような状況を回避する可能性のあることが示唆される。

また、地上から地下階への通信においては、ドライエリアが大きく寄与する事が把握され、中継機の



配置方法等の検討資料として活用できるものである。

## 5 試作機概要

- (1) 基地局 (写真1参照)  
高さ145mm×幅330mm×奥行き265mm 重さ7.5kg  
ダイバーシティ方式のアンテナ系を搭載。
- (2) 端末機 (写真2参照)  
高さ63mm×幅138mm×奥行き31mm 重さ296g (バッテリー含む)
- (3) 登録機 (写真3参照)  
高さ285mm×幅350mm×奥行き88mm 重さ4.0kg  
ダイバーシティ方式のアンテナ系を搭載。
- (4) 中継機 (写真4参照)  
高さ210mm×幅330mm×奥行き100mm 重さ4.5kg  
(バッテリー含む)  
ダイバーシティ方式のアンテナ系を搭載。

## 6 まとめ

電波伝搬状況の把握や、アンテナの設置を事前に行うことが不可能な災害現場で電波による情報伝達を行う場合は、通信障害の回避が重要な課題である。

実験から、屋外における通信可能な距離は周囲の建物等に大きく影響を受け、通信可能範囲が半径何百メートルであるかという表現が出来ない状況であることが分かった。また逆に、通信不能な場所でも数メートル移動すれば通信ができる可能性が大きいことも判明した。

本システムは変化する電波状況を自動的に判断してデータ通信を開始する機能があり、その点では走行中の車両からの送信の方が、電波状況の悪い場所に停車してしまった車両より条件は良い。

地上と地下階の通信については、地下2階までは支障無く、地下3階においても一部をのぞき可能であったことから、実用的には中継機の受信表示を確認しながら配置する事により中継機1台につき3階層づつ通信可能範囲を拡大できることになる。

無線設備は、電波法令の規制を受けるものであり、規制の範囲内で計画することが要求される。本試作機に採用した小エリア無線はアンテナが筐体と一体型でなければならず、基地局や中継機のアンテナ高は地上から1～2m程度しか見込めない。この点については、筐体とアンテナを分離出来る周波数帯を使用すれば、通信障害の発生防止に関して相当の改善が見込まれる。ただし、アンテナは地上高が低くなるにつれ伝搬時の損失が増加し、アンテナが自由空間にある場合に比べ地上高10mの場合で10dB、地上高5mの場合で15dBもの損失が生じ

ることが明らかになっており、他の周波数を使用してアンテナを分離したとしても通信障害の問題が完全に払拭されるわけではない。

また、市街地では電波の伝搬損失に関し、測定値から距離特性を求めるのが困難なほどの大きなばらつきがあるとの研究報告もあり、災害現場での設営・運用状況を勘案すると、電波の届きにくい場所が有り得るという前提で、中継機の柔軟かつ効果的な運用が必要になるものとする。

## 7 おわりに

本研究は、平成6年度に開催された消防科学化推進委員会（現在は、東京消防庁消防科学の研究及び開発等に関する規程第13条の「消防科学推進委員会」という）において、警防部から研究開発の要望がなされたのを受け、平成7年度の基礎調査、予算の編成等を経て平成8年度から本格的に開発に着手したものであり、東京消防庁と富士通電装株式会社との共同研究という形で警防部警防課、同救助課の方々にも参画を得て検討を進め、試作機の開発に至ったものである。

本試作機は第1回目の試作として、検討してきた成果を具現化し、機能の見直しや性能の確認をすることを主眼として製作したものである。

平成9年度はこの試作機による実験を行い、その結果を反映させて第2回目の試作機である訓練や実際の消防活動での試験的使用に耐えられる改良型試作機の開発を行う予定であり、その検討を進めている。

また、特に危険な場所へ隊員を進入させる場合の局所的な管理支援システムとして「隊員進入管理盤（仮称）」の検討・開発にも着手しており、今回紹介したシステムの一部として機能させる予定である。

## 参考文献

- 1 移動通信ハンドブック 斉藤忠男、立川敬二 オーム社
- 2 市街地の路上に置かれた低基地局アンテナ高による伝搬特性 小園茂 田口朗 電子情報通信学会論文誌  
B-II Vol.J72-B-II No.1 1989年1月
- 3 都市内移動通信におけるUHF帯平均電界強度の推定 佐藤定夫 樋口伊佐夫 森田和夫 武井博 電子情報通信学会論文誌  
B-II Vol.J72-B-II No.4 1989年4月



写真1 基地局



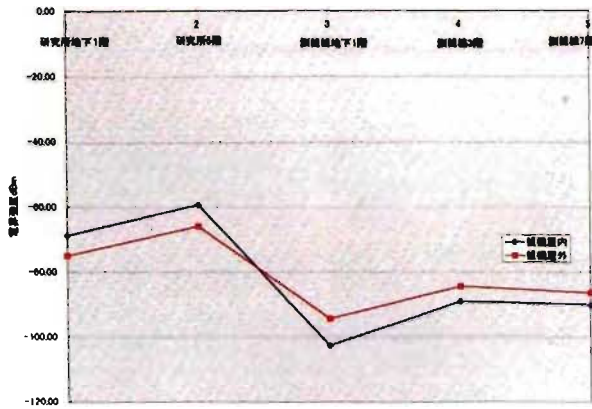
写真3 登録機



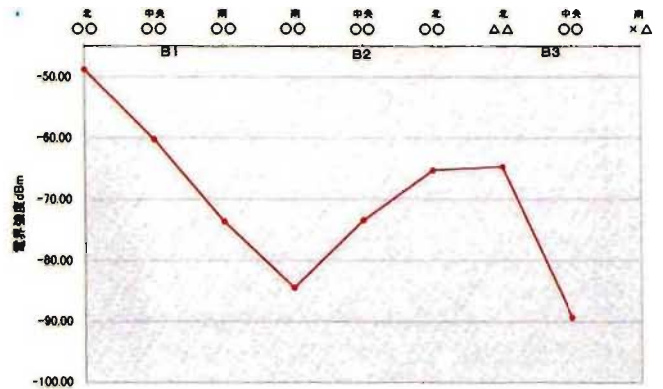
写真2 端末機



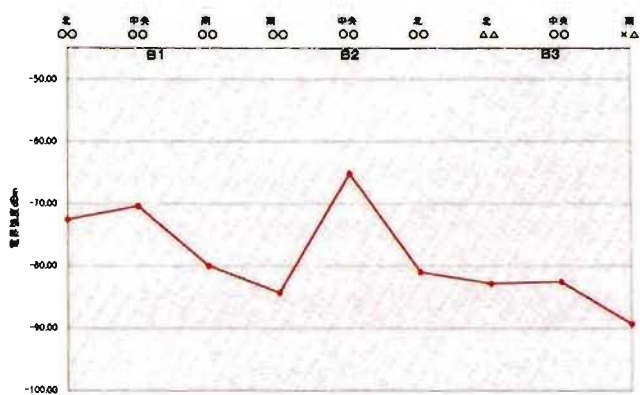
写真4 中継機



グラフ1 耐火建築物内と他の耐火建築物内  
の間の実験結果 (実験1、2)



グラフ3 耐火建築物内部相互間の実験結果  
(実験1-2)



グラフ2 耐火建築物内部相互間の実験結果  
(実験1-1)



グラフ4 ビル街の実験結果