

# 災害対応ロボット・機器の概要

2013/6/28

株式会社 日立製作所

平成23年3月に発生した東日本大震災等を受け、災害時の情報伝達の重要性が改めて認識された。中でも、石油化学コンビナートでの大規模火災や、原子力発電所で災害が発生した場合など、人が立ち入って作業ができないような場所において、ロボット・機器を投入し、建物内の状況を確認し、温度や放射線量、映像を取得、伝送するために無線システムを利用するニーズが高まっている。

通常は、こういった災害対応ロボット・機器については、2.4GHz帯や5GHz帯等の無線が利用されているが、一度に多くのロボット・機器に同一の周波数が利用された場合に電波が輻輳する可能性があることや、建物が入り組んでいる場合に電波が届かない等の問題が発生する場合がある。一般的に周波数が低い方が電波の伝搬距離が長いことや、回り込みがあるといった特徴を生かして、従来の帯域に追加して、地デジのホワイトスペースを利用する。

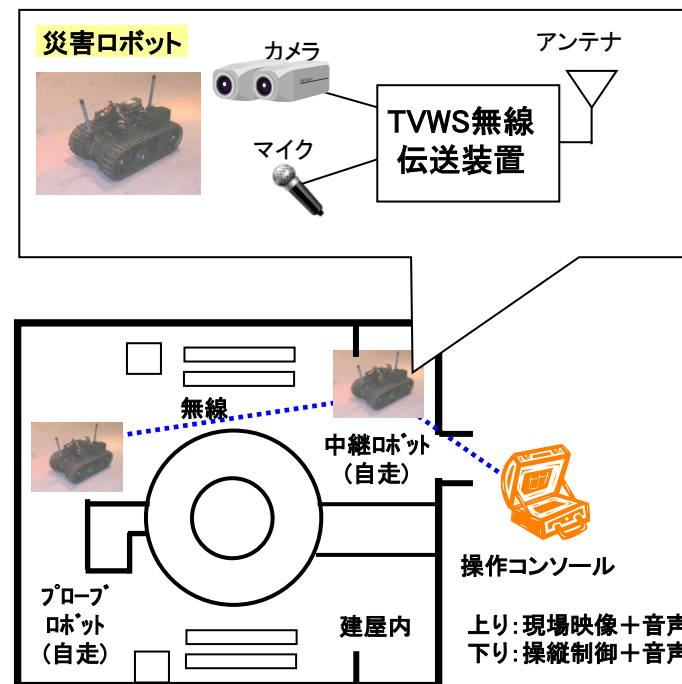
# 災害対応ロボット・機器の概要

災害発生時等に立ち入り制限されている環境(屋内等)で、救助や災害地の情報の取得を行う機器である。

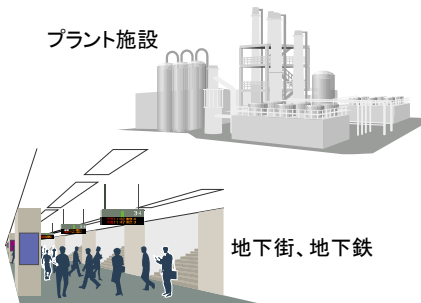
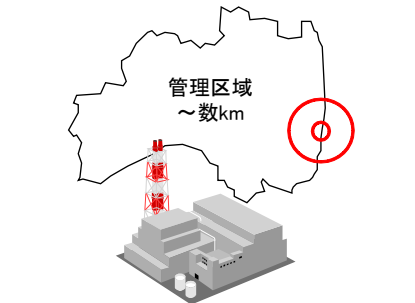
災害発生時等に立ち入り制限される環境とは、

- 化学プラント事故災害等では、危険物質の漏洩が疑われる場所。
- テロ災害では、化学剤等の散布が疑われる場所。
- 地下設備事故等では、現場が低酸素状態の可能性がある場所。
- 原発事故等では、放射能等などにより人の活動時間が制限されることが予想される場所。
- また、それ以外に、消防隊員や救助者の侵入が困難な現場も想定される場所。

## 災害ロボット向けシステム



使用環境: 立ち入り制限区域  
(例: 発電・産業プラント等の災害現場、屋内)

|          | ケース1                                                                                                               | ケース2                                                                                                             | ケース3                                                                                                      |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 利用場所     | 準屋内                                                                                                                | 屋内通常                                                                                                             | 屋内大規模                                                                                                     |
| 利用場所の特徴  | 開口部のある、又は電波の減衰率が10dB以上見込めない建物内部                                                                                    | 構造上10dB以上の減衰が見込める建物内部、地下等                                                                                        | 災害時の立ち入り制限エリアにおいて30dB以上の減衰が見込める建物内部、地下等                                                                   |
| 利用場所イメージ | 開口部の多い建物、オフィスやマンション等の消防訓練施設                                                                                        | 大規模エリアで災害発生時に周辺に数百mの立入りが禁止される場所、化学プラント、地下1階の地下街や地下鉄等                                                             | 原子力発電所など災害発生時に数kmのエリアが立入りが禁止される場所、地下2階より深い地下街や地下鉄等                                                        |
|          |  <p>オフィス・マンション</p> <p>消防訓練施設</p> |  <p>プラント施設</p> <p>地下街、地下鉄</p> |  <p>管理区域<br/>～数km</p> |

- 災害ロボットが適用される災害現場は屋内を前提としているが、屋内と屋外の区別が付きにくい場所、壁や天井が破損している可能性もある。また、通常の工場やオフィスビルの場合には、ドア、窓等の開口部がある。

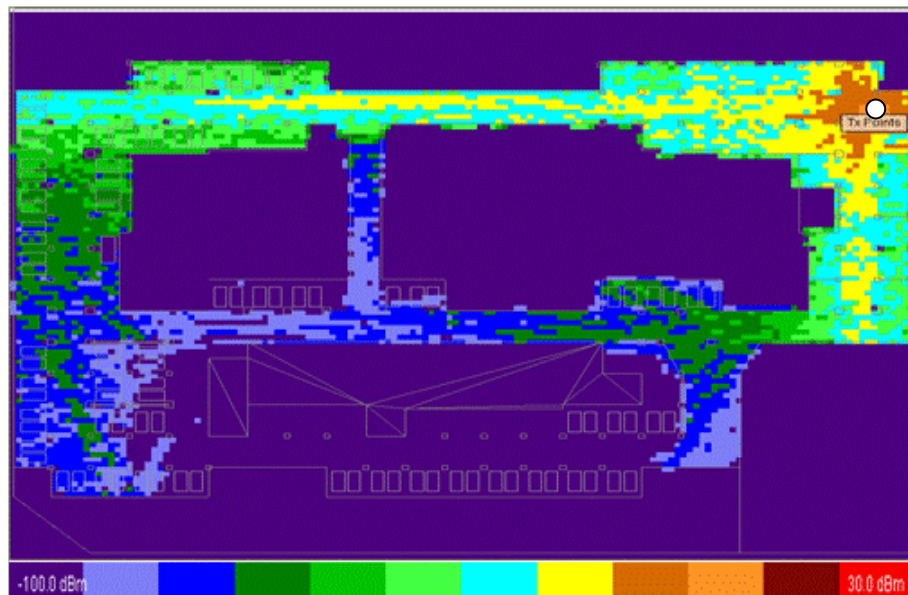
## ・災害対応ロボット・機器の利用場面ごとの運用形態の整理

| 利用場面  | 運用形態                                                                      |
|-------|---------------------------------------------------------------------------|
| 訓練時   | 訓練施設                                                                      |
| 事前確認時 | 災害発生時に使用が予想される施設の屋内(対象とすべきプラント、工場、発電所、地下街などをあらかじめ特定)                      |
| 災害発生時 | 災害発生した屋内(プラント、工場、発電所、地下街)で危険物質の漏洩などで立入禁止区域や管理区域が設けられ、消防隊員を含む人の立入が不可能な災害場所 |

- ・災害発生時での運用のほかにこうした事態に備えた訓練が必要であるため、消防訓練施設や災害が想定される場所での利用も必要である。

## ● 地下駐車場での電波伝搬シミュレーション結果例

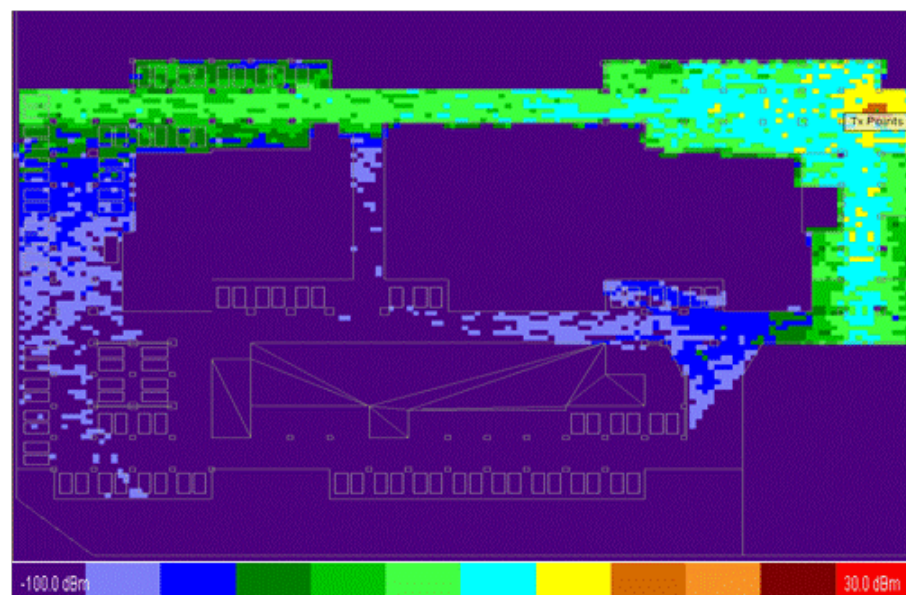
UHF帯  
テレビホワイトスペース帯域  
 $f=587\text{MHz}$



△  
-80dBm

△  
+10dBm

ISM帯  
無線LANシステム  
 $f=2400\text{MHz}$



△  
-80dBm

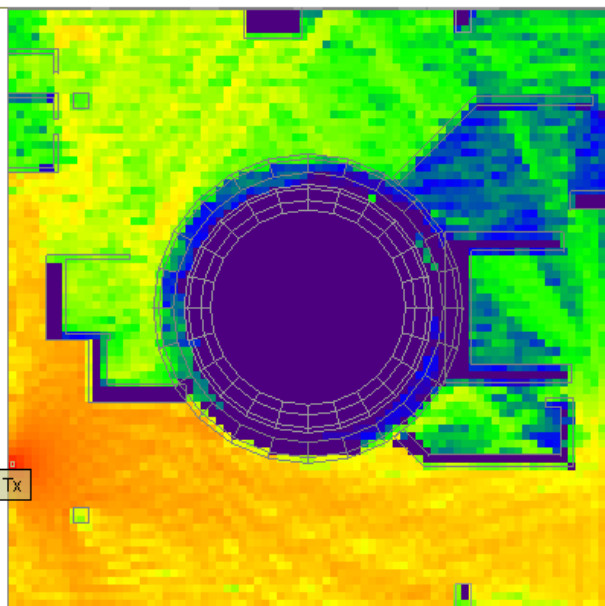
△  
+10dBm

Tx power=+30dBm  
アンテナ高さ=0.45m, 垂直偏波

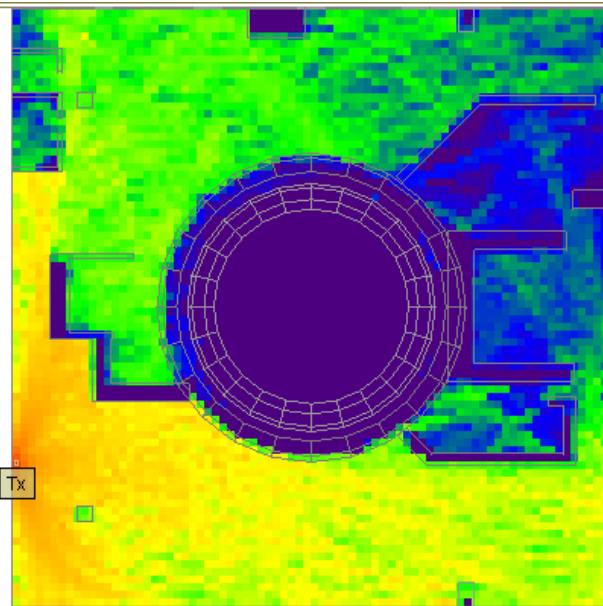
# VHF帯を用いたシステム例

- 模擬的な建屋データで行った電波伝搬シミュレーション結果例

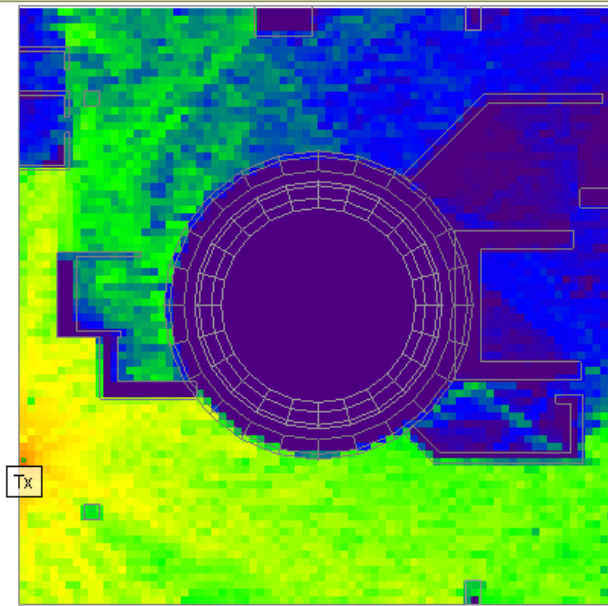
VHF帯  
公共用広帯域移動通信システム  
 $f=200\text{MHz}$



UHF帯  
テレビホワイトスペース帯域  
 $f=593\text{MHz}$



ISM帯  
無線LANシステム  
 $f=2400\text{MHz}$



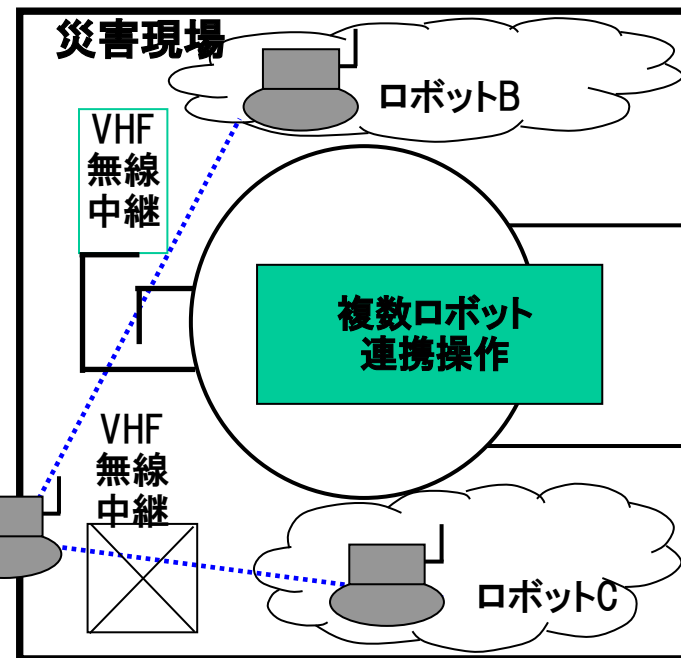
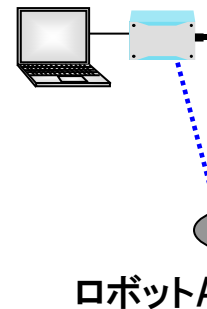
Tx power=+30dBm  
アンテナ高さ=0.45m, 垂直偏波



- 複数ロボット間で無線中継させて見通し外のロボットの操作の検証実験
  - 無線LANの1/4モード(占有帯域4.5MHz)+周波数変換(180/200MHz)
  - 無線LANベースのアドホックマルチホップ中継
  - 実験試験局(福島第一原子力発電所内、H24年度～H28年度)
    - 無線伝搬環境調査、ロボット操作検証、復興作業支援展開



操作コンソール  
(モニタ端末)  
コンソール通信機



## ■ 公共ブロードバンド移動通信システムの使用周波数帯に準拠

