



# TVホワイトスペースを活用した センサーネットワークの周波数共用技術の検討

平成24年6月12日

マスプロ電気株式会社

## 背景

- スマートグリッドシステムや河川などの遠隔モニタリングシステムの実現が環境問題への対応として期待されており、これらのシステムは特定のエリアにおいてセンサーネットワークを構築することで実現が可能。
- 一方、ホワイトスペースは地理的に利用可能な周波数であり、特に地上テレビジョン放送用周波数帯におけるホワイトスペースを活用するニーズが高いことから、これを上記のシステムに活用することが電波の有効利用に資すると期待されている。

## 調査目的

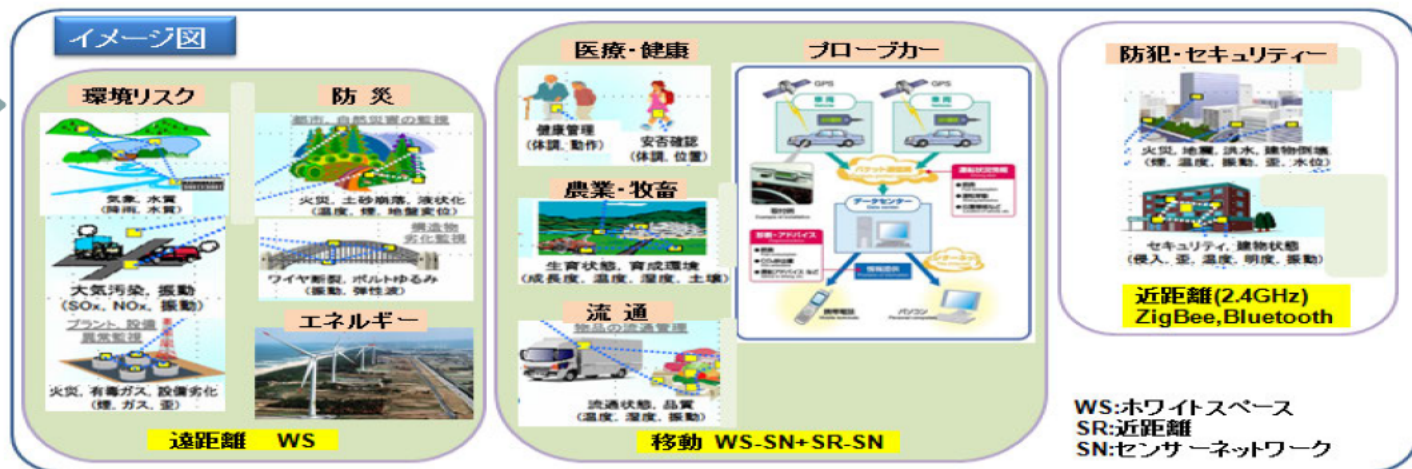
地上デジタルテレビジョン放送用周波数帯におけるホワイトスペースを活用したセンサーネットワークを実現するため、周波数の共用に関する所要の技術的な検討を行い、無線設備の技術基準の策定に資することを目的とする。

## 昨年度の実施概要

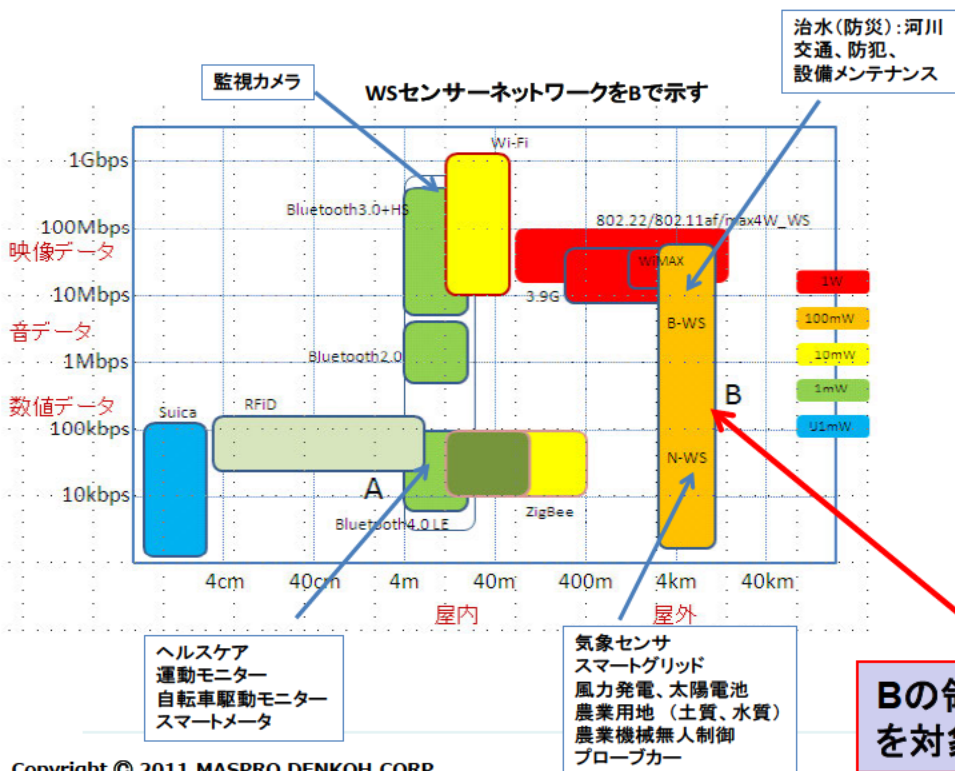
- ① 無線設備の技術的条件の検討  
サービスの調査および日本における適切なサービスの検討,試験装置の仕様検討,部分試験等
- ② 他の無線システムとの周波数共用条件に関する検討  
基本検討およびデータの収集
- ③ 電波伝搬特性の検討  
基本的な伝搬試験および伝搬モデルの検討

# センサーネットワークの分類

センサーネットワークを  
遠距離と近距離、固定局と  
移動局という視点から分類



センサーネットワークを  
通信距離と伝送速度の  
観点から分類



## システム要求仕様

項目	長距離・広帯域(B)センサーネットワーク
サービスエリア(伝搬距離)	最大15km
伝送速度	最大30Mbps
ノード数	1:31
周波数帯	470~710MHz
周波数利用効率	最大1bit/sec/Hz以上を含む

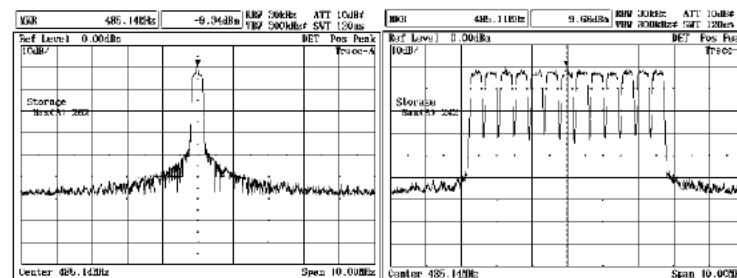
センサーネットワークの使用が望まれる条件で、システムの技術仕様をまとめた。

## BSNのシステム概要と技術的仕様

項目	BSN機器の目標性能	備考
使用周波数帯域	470～710MHz	
占有周波数帯幅	429kHz～5.7MHz(最大)	【429kHz × n(n≤13)】
信号方式	OFDM	
変調方式	BPSK,QPSK,16QAM, 64QAM/OFDM	
伝送速度	10Mbps (30Mbps)	6MHz帯域幅 (複数のチャンネルを 連結して使用した場合)
ノード数	1:31	
周波数利用効率	1bits/Hz/sec以上	
空中線電力	50mW以下	ERPで500mW以下 5.7MHz帯域とする
スペクトルマスク	55dBマスク	
最大連結 セグメント数	13	1チャンネル帯域内
その他の機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スペクトル センス</li> <li>・CSMA/CA 機能</li> <li>・データベース参照機能</li> <li>・中継機能</li> </ul>	

## 信号方式

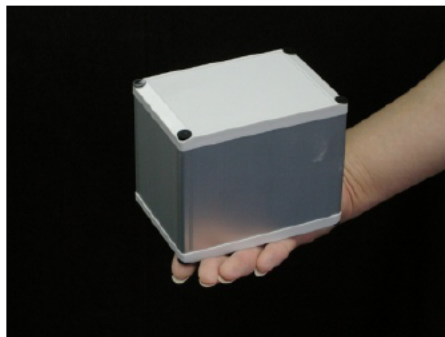
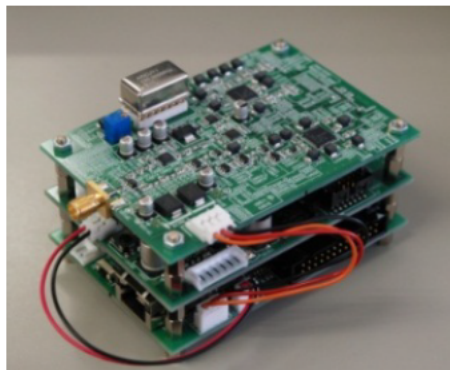
周波数利用効率が良いOFDMを使用。  
マルチキャリアのためガードインターバルの挿入が容易。地上デジタルテレビジョン放送の信号形式と同様のセグメント単位で構成を実現でき、同一チャンネル内での周波数有効利用が実現し易いことから選択。



## 占有周波数帯幅

ワンセグメント帯域幅を基本として、それを複数結合することで実現する帯域幅とした。最大でも13セグメントで5.7MHzとした。

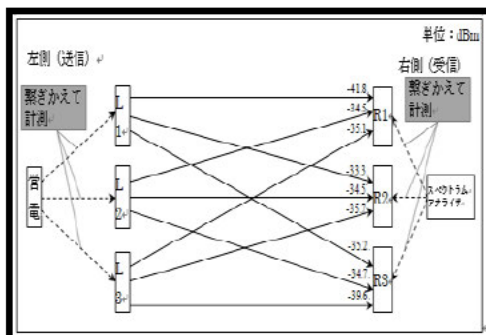
## 試作機の外観



## 検討により得られた主な技術的検証結果

項目	確認結果
伝送速度	429kHz幅で最大938kbpsを実現
ノード数	1:2通信で300ミリ秒間隔で送受信
周波数帯域幅	セグメント幅を基本とし、任意の複数のセグメントを結合
周波数利用効率	64QAMで2.19bits/sec/Hzを実現
変調方式	BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM を確認
空中線電力 (ERP)	-7dBm(0.5mW)において実験を実施
その他の機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ スペクトルセンス : 電力検知を実装し、スペクトルを検出</li> <li>・ CSMA/CA 機能 : CSMA/CA機能 (キャリアセンス) : キャリアセンスを実装し動作を確認</li> <li>・ 中継機能 : 1段の中継を確認</li> </ul>
最低受信感度	-78.5dBmで観測

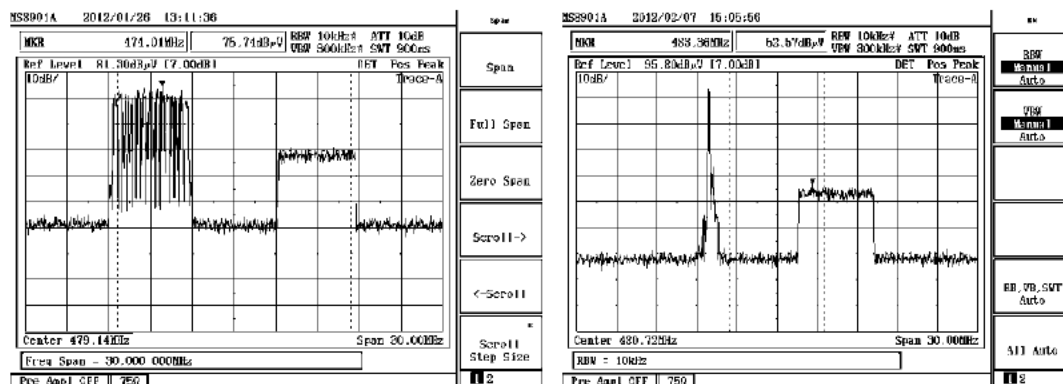
## 電波暗室での測定状況



## センサーネットワークの共用検討

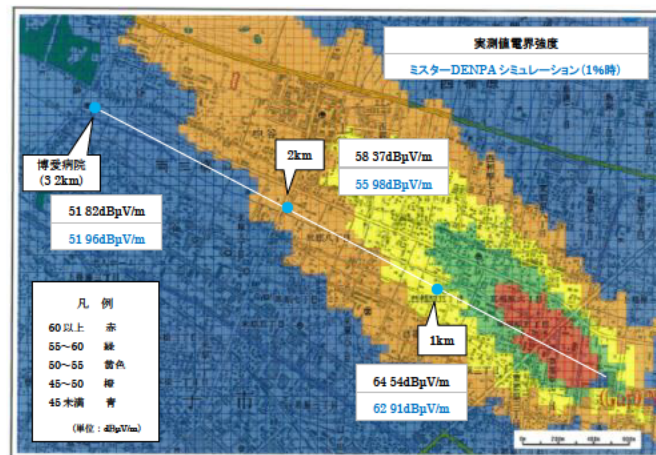
混信保護比の検討と確認実験を実施。

- ・ 地上デジタルテレビジョン放送への与干渉
- ・ エリア放送への与干渉
- ・ 地上デジタルテレビジョン放送のブースター混信



## 電波伝搬試験の実施

適切な伝搬モデルおよびシミュレーション・パラメータの検証



## まとめ

- ① センサーネットワークシステムに要求される条件の整理、無線設備の技術的条件の整理を実施
- ② 他の無線システム(地上デジタル放送)との周波数共用条件に関する検討及び電波伝搬特性の整理
- ③ 今後の課題の抽出  
(チャンネルアグリゲーション技術、他のホワイトスペース利用システムとの共用技術検討)

結論として、いくつかの検討課題が確認されたが、周波数共用技術について基本条件の整理ができた。