

### 3.3.1 ワイヤレスネットワーク研究所 スマートワイヤレス研究室

室長(事務取扱) 矢野博之 ほか22名

#### 通信インフラの質を高めるスマートな無線通信技術の取組

##### 【概要】

飛躍的に増加する端末を収容し、クラウド系のネットワークと協調しながら、平時・災害時における様々な利用シーンに合わせて無線リソースの制御を行い、無線ネットワークを柔軟に構成可能とするスケラブルワイヤレスネットワーク技術を確認する。また、ブロードバンドから低速まで柔軟なワイヤレス伝送を実現するため、利用状況や利用条件等に応じて適切に無線パラメータを変更させ、再構築可能な無線機間ネットワークを実現するスマートブロードバンドワイヤレスネットワーク技術を確認する。具体的には、環境負荷を低減する社会を実現するための環境の監視や制御をワイヤレスネットワークにより実現するに当たり、多様化するアプリケーションの要求仕様条件に柔軟に対応しながら、数百万オダの多数の環境モニタから生じるそれぞれ数百 kbps から数 Mbps オダの速度の膨大な情報を輻輳や遅延がなく伝送するワイヤレススマートユーティリティネットワーク (Wi-SUN) と呼ばれる狭域スケラブル無線構成技術、また、中広域に存在する多数の環境モニタ等に取り付けられた小型スケラブル無線機からの情報を効率よく収容することを可能とするスマートワイヤレスリージョナルエリアネットワーク (WRAN)、スマートワイヤレスメトロポリタンネットワーク (WMAN) と呼ばれる中広域スケラブル無線アクセスネットワーク技術の研究開発を行う。さらに、最大数百 m 程度の範囲内に存在する無線機器間において、VHF 帯以上の周波数を利用し数十 Mbps から最大 10Gbps までの伝送速度を達成する無線技術を用い、様々な利用状況や利用条件等に合わせて適応的に無線ネットワークを構築するスマートワイヤレスパーソナルエリアネットワーク (WPAN)、スマートワイヤレスローカルエリアネットワーク (WLAN) からなる無線機器間再構築可能ブロードバンドワイヤレスネットワーク技術に関する研究開発を行う。これらの研究開発においては、システム検討のみならず高周波領域のアンテナや各種デバイス、回路の開発を行い、実証システムを構築する。また、国際的な標準化への適合性を前提とした上で、当該研究開発成果の効果的な社会展開を目指す。

##### 【平成 26 年度の成果】

#### (1) スケラブルワイヤレスネットワーク技術の研究開発

電源供給が不足した状況でも、無線デバイスを搭載した電気／ガス／水道等の各種メータや、各種センサが取得した情報をメッシュネットワークを介して収集し、データの整理、及び、各種メータのコントロールをネットワーク側から行う省電力無線ネットワークの研究開発を行った。また、宅内エネルギー管理システム (HEMS) における家電ネットワーク (HAN) 対応の Wi-SUN アライアンス認証仕様を策定し、世界初の実装を行った (図 1)。本仕様は、当研究室が策定した IEEE 802.15.4 g/4 e 規格に準拠し、HEMS 用上位層通信プロトコル ECHONET Lite のための下位層無線仕様に関するもので、スマートメータ-HEMS コントローラ間に加え、HEMS コントローラ-家電間の 1 対多無線通信に対応し、更に中継も行う特徴を持つ。また、農業用センサ等の応用を想定し、電池駆動型省電力動作技術の研究開発を行い、単 3 電池 3 本による 10 年以上の動作実証を行った (図 2)。本技術は、各無線端末がスリープ状態を効果的に利用しながらマルチホップ通信を実現することで平均消費電力を低減するものである。さらに、メッシュネットワークの規模拡張が可能な無線端末間効率的な中継経路選択技術を検討し、試作機による実証に成功した。

一方で、中広域規模のサービスエリアを想定し、上記 Wi-SUN 等の狭域メッシュが当該エリア内に点在

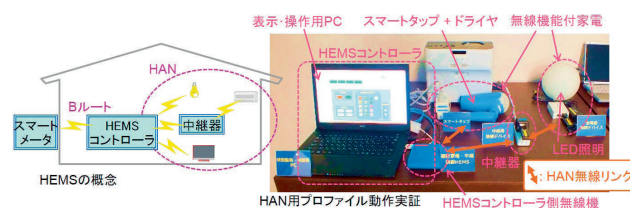


図 1 HAN 対応 Wi-SUN 認証仕様の動作実証

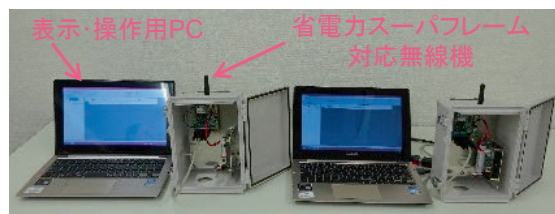


図 2 省電力マルチホップ Wi-SUN 無線機

する状況でも、各狭域メッシュにおける多数の無線機搭載型環境モニタ等からの情報を適切に収容できる中広域メッシュ無線通信システムの研究開発を行った。狭域メッシュにおける伝搬距離が数百 m 程度であるのに対し、本システムでは 10 km 以上の伝送距離を確保できる。加えて、伝送速度は数 Mbps 以上であり、動画像伝送に対応可能であるほか、上記モニタ等により集積されたデータが大容量となった場合にも効果的に動作する。当該システムの無線機を開発し、通信ダイバーシチ技術の適用時や、海上伝搬時等の実運用環境を想定しながら世界で初めての実証を行った(図3)。

## (2) ブロードバンドワイヤレスネットワーク技術の研究開発

最大数百 m 程度の範囲内の無線機器間で、VHF 帯以上の周波数を利用し数十 Mbps から最大 10 Gbps の伝送速度をもち利用状況や利用条件等に合わせて適応的に無線ネットワークを構築する無線機器間再構築可能ブロードバンド通信ネットワーク技術を確立した。当研究室が策定した国際標準規格 IEEE 802.11 af 準拠のホワイトスペース利用 WLAN システムと、同様にホワイトスペースを利用する LTE システムの研究開発、及び装置実装を行った。また、ホワイトスペース利用に関し英国周波数規制当局 (OFCOM) 主催の実験に参加し、上記 IEEE 802.11 af システムを用いた 2 Mbps 超の 3.7 km 固定地点間通信、及び LTE システムを用いた 40 Mbps 高速通信の動作実証を世界で初めて達成した(図4)。この際に当研究室が開発し、一次利用者-二次利用者間の干渉監視を行うホワイトスペースデータベース (WSDB) が OFCOM から正式認定を受けた。他に認定された企業は、Google、Sony 等 8 社である(平成27年3月末現在)。さらに、ホワイトスペース異種二次利用者間共存方式の国際標準規格として、当研究室が策定した IEEE802.19.1 準拠の共存制御サーバの開発に成功した。

一方、最大 10 m 程度の範囲内(見通し内外)に存在する無線機器間において、VHF 帯以上の周波数を利用し数十 Mbps から最大 10 Gbps の伝送速度で利用状況や利用条件等に合わせて適応的に無線ネットワークを構築した。当研究室が策定した国際標準規格 IEEE802.11 ad に準拠する 60 GHz 帯を活用する大容量無線方式の実装について検討し、情報伝送レートの理論上上限値であるシャノン限界に近い特性を達成可能な LDPC 符号・復号器を実装し、見通し外においても HDMI 伝送等を可能とする装置の開発に成功した。さらに、300 GHz 帯を活用する広帯域・大容量無線方式について、アンテナの半導体チップ上の効果的な実装等を検討した(図5)。



試験装置



受信ダイバーシチ試験用アンテナ



高速移動時における受信映像(80km/h)

図3 中広域メッシュ無線通信システムの実証試験

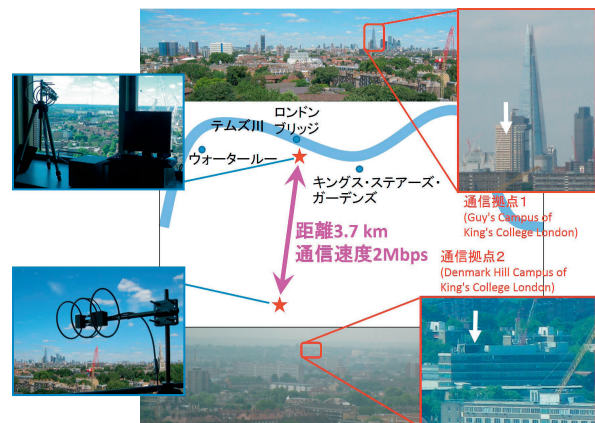


図4 OFCOMによるホワイトスペース実験参加の概略

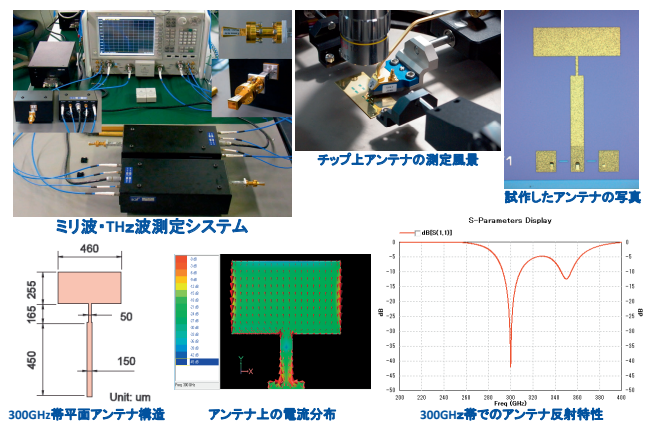


図5 300GHz帯アンテナ実装の検討