

# 東京電機大学 情報通信工学科 ワイヤレスシステム研究室紹介 (その 14)

## Wireless Systems Laboratory, Tokyo Denki University

○西河 遼 小林 岳彦

東京電機大学 工学部 情報通信工学科

〒120-8551 東京都足立区千住旭町 5 電話: 03 5284 5518 Fax: 03 5284 5518

E-mail: nishikawa@grace.c.dendai.ac.jp <http://www.wsl.c.dendai.ac.jp/>

### 1. まえがき

研究室発足から13年が経過し、学部は神田から東京千住キャンパスに移転して2年が経った。おかげさまで研究テーマの幅が広がり、卒業生はそれぞれの就職先で活躍している。学生数は本年4月現在、博士後期課程3名、博士前期課程8名、学部生6名の合計17名である。2013年度には英文原著論文4件、国際会議10件などの成果が上がり、学生が次の賞を受賞した：

- ワイヤレステクノロジー・パーク 2013 優秀発表者 (広瀬幸) 2013.5.29.
- 電子情報通信学会ワイドバンドシステム研究会 学生奨励賞 (広瀬幸) 2013.7.9.
- 第 11 回 TDU アイデアコンテスト 奨励賞 2 名 (Idnin Pasya, 宇賀啓人) 2013.12.15. (本コンテストは 11 年連続受賞)
- *IEEE Radio & Wireless Symposium (RWS 2014)*, Best Paper Award (Idnin Pasya) 2014.1.21.
- 電子情報通信学会東京支部学生研究発表会 学生奨励賞 (三浦巧磨) 2014.3.1.
- 東京電機大学学長賞 大学院情報通信工学専攻 修了生総代 (広瀬幸) 2014.3.18.
- 東京電機大学 丹羽保次郎賞 (広瀬幸) 2014.3.18.

現在の主な研究テーマは次の通りである：

- ① UWB (超広帯域) ワイヤレスシステム
- ② WBAN (ワイヤレスボディエリアネットワーク) の電波伝搬
- ③ 宇宙探査のためのワイヤレスシステム
- ④ 移動通信における基地局-移動局間見通し率
- ⑤ MIMO レーダ
- ⑥ EMC 測定の高高度化
- ⑦ ワイヤレスシステムにおける失敗学の研究

### 2. UWB ワイヤレスシステム

研究室発足時から、実験的研究 (特に UWB) を中心に据えてきた。多くの大学・研究機関のワイヤレス研究がシミュレーション主体である中で実験に固執するのは、特に伝搬や干渉に関しては、実験的評価が必要と考えているからである。自製

の送信機により 2003 年には UWB 実験局免許を国内の大学・研究機関として初めて取得している。引き続き、2009 年に国内の大学として初の Ka 帯 UWB レーダの実験局免許を取得した。UWB には数多くの研究課題があるが、本研究室では、伝搬特性とその測定・解析法、UWB 車載レーダなどを、実験局を活用して研究している。

### 3. WBAN の電波伝搬

UWB 技術は低消費電力およびマルチパス耐性の観点から WBAN (wireless body area networks) への応用が期待されている。WBAN は、端末を人体上に設置することで生体情報の通信を行う近距離無線通信を想定し、医療やヘルスケア分野だけでなく様々な分野での応用を目指して研究開発が進められている。これまで、様々な屋内環境で人体近傍のアンテナ間における UWB 電波伝搬特性を実測評価し、部屋体積依存の人体近傍統計的 UWB チャネルモデルを開発してきた。屋内電波伝搬に関して人体の有無によって伝搬特性は変化する。これは人体によって電波が遮蔽されるためである。そこで人が密集した環境における伝搬チャネルを評価およびモデル化する必要がある。アンテナを装着させた被験者周りの人口密度を変化させた場合の人体近傍 UWB チャネル特性を実測した。それを基に、人口密度をパラメータとする統計的伝搬モデルを提案した[1]。

### 4. 宇宙探査のためのワイヤレスシステム

衛星サブシステム機器の構体内レイアウト自由度拡大や信号ケーブル削減による衛星重量の軽減と高信頼バス接続の両立実現へ向けて、機器間接続の無線化を提案している。衛星内部への無線技術の適用に当たって、回線品質に影響を及ぼす多重波電波伝搬特性を評価する必要がある。この研究では、小型科学衛星の機械環境試験モデルを用いて電波伝搬特性を測定し、UWB 信号と狭帯域信号の周波数領域における伝搬利得、時間領域における遅延プロファイルを求めた。そして現状の狭帯域無線通信システムでは、多重波フェージング環境によって電波の信号強度の落ち込み (デッド

スポット)を生じ、接続の信頼度が低いのに対して、UWB技術は多重波フェージングを克服することができることを示した。さらに実測遅延プロファイルから統計的にチャネルインパルス応答をモデル化した[2]。

## 5. 移動通信における基地局-移動局間見通し率の評価

SISO (single-input single-output) 移動通信の基地局 (BS) と移動局 (MS) の見通し率の BS-MS 間距離依存性モデルは ITU-R Rep.M.2135 に規定されている。これは、IMT-Advanced に対するシステム提案を評価する上で、BS-MS 間の見通しの有無によって、通用する伝搬モデルが異なるからである。近年、隣接する複数基地局を同時に用いる複数基地局協調 MIMO (multiple-input multiple-output) が盛んに研究されている。この場合には、複数の基地局に対してどれだけ見通しか見通し外かが重要になってくる。そこで、本研究室では、都市内や郊外地における複数の基地局に対する見通し率をレイトレース法と建物データベースを組み合わせて検討している。

## 6. MIMO レーダ

従来の SISO レーダと比較し、ターゲットの測角の精度、分解能、検出確率を向上させる技術として MIMO レーダが提案されている。本研究室では、送信信号に M 系列を使用した MIMO レーダの検出確率を求め、位相ジッタの影響を評価した[3]。

狭帯域信号の測角アルゴリズムである MUSIC (Multiple Signal Classification) を、UWB 信号に拡張して各周波数ごとに多数決を取る方式を開発し、MIMO レーダでの測角精度向上をシミュレーションおよび実験によって確認した[4]。

## 7. EMC 測定の高高度化

EMC (electromagnetic compatibility) 試験で使用される電界プローブを校正するため、空間インピーダンスを考慮し、従来式より高精度なアンテナ近傍界における電界強度計算法を提案している。モーメント法によって計算した半波長ダイポールの空間インピーダンスを、Padé近似 (有理関数近似) によって簡易に算出出来る近似式を提案し、実験的に検証した。さらに提案した近似式の係数の  $2l/\rho$  (エレメント長/エレメント半径) 依存性を再び Padé近似によって与える方法を提案した[5]。

## 8. ワイヤレスシステムにおける失敗例の研究

近年、「失敗学」が提唱され、技術上の失敗に

起因する重大事故などさまざまな失敗例の研究が進んでいる。ワイヤレス分野においても、例えば次のような失敗例がある：①技術的には成功しながら商業的には破綻したイリジウム、②メール攻撃による携帯端末誤動作 (意図しない 110 番通報等)、③携帯端末に頻発した不具合、④アナログハイビジョン放送、⑤PDC の国際標準化失敗、⑥衛星モバイル放送。このような事例収集と要因分析を行い、どこで技術、ビジネスモデルあるいは市場予測が躓くのかについて、教訓を汲み上げたいと考えている。

## 9. その他の活動

JAXA 宇宙科学研究所宇宙工学委員、総務省情報通信技術審議会移動通信システム委員会 UWB 作業班アドホックグループ主任、IEC TC107 国内委員会委員 (PT 62232: 基地局周辺の電磁界評価主査)、総務省や日本学術振興会の評価委員などとして、国の施策に協力した。

## 10. むすび

社会人大学院生や企業派遣研究生を積極的に受け入れている。また、本学の研究推進社会連携センターを通じての技術移転を行っている。産・官・学との強い連携を今後とも保ってゆきたいと考えているので、一層のご支援を賜わることができれば幸甚である。本 WTP の前身である YRP 移動体通信産学官交流シンポジウム以来のアカデミアセッションにおける毎年の発表が、簡潔な年次報告になってきたことに感謝する。

## 参考文献

- [1] M. Hirose, and T. Kobayashi, "Analyses and modeling of ultra-wideband on-body propagation channels depending on population density within an elevator cabin," *IEICE Trans. Fundamentals*, vol. E97-A, no. 1, pp. 94-100, Jan. 2014.
- [2] M. Hirose and T. Kobayashi, "Stochastic modeling of ultra wideband propagation channels within a small spacecraft," in *34th Progress In Electromagnetics Research Symp. (PIERS)*, Stockholm, Sweden, Aug. 12-15, 2013.
- [3] I. Pasya and T. Kobayashi, "Detection performance of an M-sequence-based MIMO radar system considering jitter influence," *Journal of Selected Areas in Telecommunication (JSAT)*, vol. 3, issue 9, Sep. 2013.
- [4] I. Pasya and T. Kobayashi, "Joint direction-of-departure and direction-of-arrival estimation in an ultra-wideband MIMO radar system," in *IEEE Radio & Wireless Symposium (RWS 2014)*, Newport Beach, CA, USA, Jan. 19-22, 2014.
- [5] M. Nakayama and T. Kobayashi, "New computation method of electric field strength in close vicinity of half-wavelength dipole antennas," in *2013 IEEE Internat. Symp. on Electromagnetic Compatibility (EMC2013)*, Denver, Colorado, USA, Aug. 5-9, 2013.