

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 16)

Wireless Systems Laboratory, Tokyo Denki University

○小澤 亮太 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: ozawa@wsl.c.dendai.ac.jp <http://www.wsl.c.dendai.ac.jp/>

1. まえがき

研究室発足から15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4年が経った。おかげさまで研究テーマの幅が拡がり、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2名、博士前期課程3名、学部生11名、企業派遣研究生2名の合計18名である。2015年度には英文原著論文2件、国際会議8件、特許出願1件などの成果が挙がり、学生が次の賞を受賞した：

- 第 13 回 TDU アイデアコンテスト優秀賞、および奨励賞 (各 1 名)
- 平成 27 年度東京電機大学学術振興基金発明賞
- 一般社団法人電子情報通信学会東京支部学生研究発表会 学生奨励賞
- 東京電機大学 平成 27 年度学長賞
- 東京電機大学 平成 27 年度丹羽保二郎賞
- 東京電機大学大学院平成 27 年度工学研究科委員長賞 (2 名)

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 宇宙探査のためのワイヤレスシステム
- ③ 超小型深宇宙探査機 PROCYON 搭載アンテナの電気特性実測評価
- ④ UWB MIMO レーダによる測位
- ⑤ 空洞共振器摂動法による廃家電プラスチックの選別
- ⑥ 車載レーダの相互干渉抑圧

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 : 超広帯域) 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・解析法などを、実験局を活用して研究している。

3. 宇宙探査のためのワイヤレスシステム

人工衛星内部のハーネス削減による衛星重量の軽減やサブシステム機器のレイアウト自由度拡大へ向けて、機器間接続の無線化を提案している。導体に囲まれた閉鎖空間である衛星内部で狭帯域無線通信システムを用いる場合、多重波フェージングによって電波の信号強度の落ち込み (デッドスポット) が生じる。また、長い遅延はシンボル間干渉 (ISI) を引き起こし、データの伝送速度を劣化させる。これに対して、UWB と直交周波数分割多重 (OFDM) を組み合わせることで、デッドスポットや ISI を克服し、衛星の制御やデータ伝送に必要な高信頼かつ高速な通信が可能となる。小型衛星内部における電波伝搬特性を実測した。また、伝搬データを使用したシミュレーションによって UWB-OFDM 伝送特性を評価した [1, 2]。提案したシステムが衛星内部においてデッドスポットなく高速通信が可能であることを確認した [3, 4]。

4. 超小型深宇宙探査機 PROCYON 搭載アンテナの電気的特性評価

2014 年 12 月に JAXA が打ち上げた超小型深宇宙探査機 PROCYON には 3 種類の X 帯アンテナが搭載されている。アンテナ単体および探査機を模擬したモックアップに搭載した状態での電気的特性を実測し、利得測定の不確かさを評価した。低利得アンテナをモックアップに取り付けて測定したところ、軸比の劣化や放射指向性の変化が確認された [5]。

5. UWB MIMO レーダによる測位

MIMO (multiple-input multiple-output) 技術は複数の送信アンテナからそれぞれ独立な波形を送信し、複数の受信アンテナで受信する技術である。MIMO レーダでは、複数のターゲットの同時測位が可能になる点や複数ターゲットが近距離に配置されている場合でも互いを分離して認識出来る分解能の高さなどの利点がある。一方、複数のターゲットによる反射波の間に相関がある場合には、正確な測位が不可能となる。空間平均法を用いることでこの問題は改善されるが、測位可能最大ターゲット数が減少する。そこでこの最大数を減少させずコヒーレントターゲットを測位することを目的とし、送受信アンテナアレーに仮想アンテナを外挿する空間平均法を提案した[6, 7].

6. 空洞共振器摂動法による廃家電プラスチックの選別

廃家電製品等のリサイクルにおいては、混在する複数種のプラスチック(ABS, PS)を選別する必要があるが、従来手法では高精度に選別することは困難であった。そこで、空洞共振器摂動法を用いた新たな選別手法を提案している。有極性であるABSはマイクロ波帯において配向分極の寄与により誘電損が発生するが、無極性のPSは配向分極が発生せず、損失は小さい。そのため、試料を空洞共振器内に挿入した際に発生する共振特性の偏移量はABSの方が大きくなる。偏移量の違いを測定することで高精度な選別が可能であることを明らかにした[8].

7. 車載レーダの相互干渉抑圧

UWB 車載レーダは近距離において死角がなく全天候で使用できることから、車両周辺の監視目的に好適である。しかし、複数の車載レーダが近接して同一周波数で運用されると、干渉によりターゲットの検知性能が劣化する。そこで、車両のすれ違いにより測距信号が干渉した場合を想定し、M系列およびゴールド系列の自己および相互相関特性を利用して干渉波を抑圧し所望信号を検出する効果を検証した。誤警報確率および検出確率をシミュレーションにより求めた[9].

8. その他の活動

一般社団法人電子情報通信学会の総務理事に就任し、2017年に100周年を迎える同会の100周年記念事業実行委員会幹事などを務めている。また、JAXA宇宙科学研究所宇宙工学委員、IEC TC107国内委員会委員(PT 62232:基地局周辺の電磁界評価PT 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。

9. 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, "Experimental evaluation of UWB propagation in a closed box for replacing wired interface buses in spacecrafts," in *2015 URSI-Japan Radio Science Meeting (URSI-JRSM 2015)*, Tokyo, Japan, Sep. 3-4, 2015.
- [2] T. Matsushita, A. Tomiki, and T. Kobayashi, "Highly reliable UWB-OFDM transmission within a small spacecraft," in *1st URSI Atlantic Radio Science Conference (URSI AT-RASC)*, Gran Canaria, Spain, May 18-22, 2015.
- [3] T. Matsushita, A. Tomiki, and T. Kobayashi, "Simulation and experiments of ultra-wideband radio propagation within closed boxes for replacing wired interface buses in spacecrafts," in *2015 IEEE Int. Conf. on Wireless for Space and Extreme Environments (IEEE WiSEE2015)*, Florida, USA, Dec. 14-16, 2015.
- [4] M. Hirose and T. Kobayashi, "Measurements of UWB propagation and transmission for wireless links in spacecrafts," in *Int. Conf. on Advances in Satellite and Space Communications (SPACOMM 2016)*, Lisbon, Portugal, Feb. 21-25, 2016.
- [5] 玉木雄三, 小林岳彦, 富木淳史, "超小型深宇宙探査機PROCYON搭載アンテナの電気特性測定結果," 第21回信学会東京支部学生会研究発表会, Mar. 5, 2016.
- [6] R. Nishikawa and T. Kobayashi, "Localization of coherent targets in a multiple-input multiple-output radar employing spatial smoothing between virtual antennas extrapolated from real antennas," in *2015 URSI-Japan Radio Science Meeting (URSI-JRSM 2015)*, Tokyo, Japan, Sep. 3-4, 2015.
- [7] 小林岳彦, 西河遼, "MIMO レーダシステム, および信号処理装置," 特願 2015-252486.
- [8] Y. Mori, T. Kobayashi, and K. Tahara, "Sorting of acrylonitrile-butadiene-styrene and polystyrene plastics by microwave cavity resonance," *Int. Journal of Wireless and Microwave Technologies*, vol. 6, no. 2, pp. 1-9, Mar. 8, 2016.
- [9] I. Pasya, H. Kato, and T. Kobayashi, "Interference suppression performance of automotive UWB radars using pseudo random sequences," *Radioengineering*, vol. 24, no. 4, pp. 932-939, Dec. 2015.