

IOT時代のEMC

大学院工学研究系 准教授 松嶋 徹



1、はじめに

2018年2月より大学院工学研究系電気電子工学研究系准教授に就任しました松嶋徹です。私が着任する前に在籍されていた桑原伸夫名誉教授（現、客員教授）が使われていた電波無響室や高周波測定機器を受け継ぎ、パナソニックとの共同研究講座の福本幸弘特任教授と協力して研究室を運営しております。研究テーマとしては、家電機器や通信システムの電磁的両立性（EMC）に関する課題解決です。今回、紙面をお借りしていくつかの研究テーマを紹介いたします。

2、EMC…電磁的両立性

まず、研究室全体のキーワードであるEMCを説明します。IoT技術の応用として自動運転やファクトリーオートメーションなどが着目され、それらを実現するためのセンサーや通信の高信頼性が求められています。また、パワーエレクトロニクスの発展により、電源の小型化高機能化が図られる中で、電源が放出する電磁雑音が広帯域化しております。例えば、車内環境では、自動運転のための重要な通信網のすぐそばで、モーターなどを駆動するためのインバータ回路が動作し、通信網が電磁雑音に曝される環境となっております。

そのような環境下においても、通信の信頼性を損なうことなくシステムの完全性を担保する技術が必要です。つまり、右記の例のように電磁雑音源となりうる電機システムと被害を受けうる通信システムの複数の

システムが電磁的に両立する（電磁的両立性）必要があります。そのような能力をEMC性能と呼びます。我々の研究室では、様々な機器やシステムのEMC性能向上方法や評価手法の研究を行っています。

以降では、EMCに関する具体的な研究テーマについて説明します。

3、電力線通信（PLC）

電力線を通信線として活用する電力線通信（PLC）という技術が知られています。近年のIoT技術の普及により、工場などの電磁雑音が

大きな環境において、高い信頼性の通信方式として再び着目されています。しかし線路が通信線として設計されていないため不要な電磁放射を発生する可能性があり、利用範囲が限られていました。

このIoT通信技術の応用範囲拡大のために、①工場内で使用されている3相配電網へのPLC適用を目的とした電磁雑音発生メカニズムの解明および定式化、②スマートシティなど大規模な構造にPLCを適用した場合のEMC性能評価を目的としたスケールモデルの開発、③インフラ点検ロボットへの適用のための1キロメートルを超える長距離通信技術に関して研究を行っています。これらの技術課題に対して、実験や電磁界シミュレーションなどの基礎研究にとどまらず、企業や自治体と協力して実環境における測定データの分析や実証実験を行っています。

今後発展していく5Gの無線通信網と協調して、IoT技術を支える通信網の構築を行っていきます。

4、車載通信のノイズ評価技術

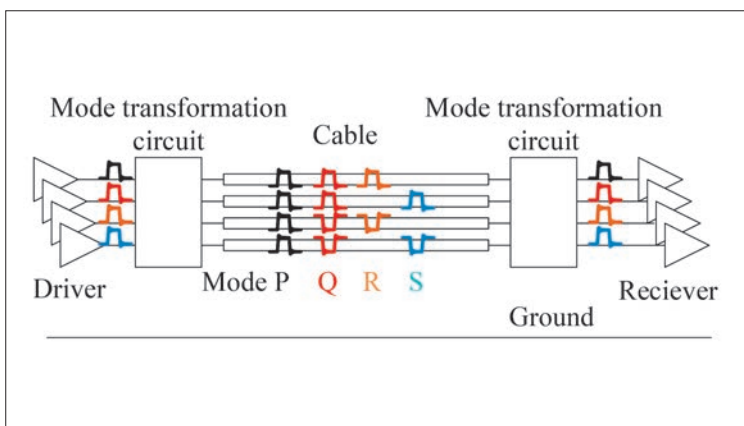
自動運転や先進運転支援システムが更に発展していくためには、車内



電波無響室での実験風景

通信網の高速化・大容量化が必須であり、その中で Ethernet を車載に転用する技術開発が進んでいます。通信されるデータはインフォテイメント系の動画や情報だけでなく、車外カメラなどの画像です。そのため、高い信頼性が求められます。一方、前述の通り E/V/H E/V の普及に伴い、車内の電磁雑音環境は従来に比べて厳しいものとなっています。

本研究室では、このような車載通信技術に対して、EMC 性能を評価する新しい測定技術を開発しています。特に、①インバータ系から生じる妨害波を模したパルス波に対する Ethernet 通信品質の評価、②試験用高圧パルス性妨害波の生成回路、③コモンモードフィルタなどの EMC 性能を向上させる部品の設計や選択のための指標および簡易評価法について取り組んでおり、自動運転技術の実現に向けて、通信の物理層の高信頼化という立場から協力しています。さらに今後、1 GHz を超える周波数の妨害波を想定し、外来から到達する放射電磁妨害波に対する電磁雑音耐力の評価を行っていく予定です。



モード多重伝送方式による多チャンネル伝送

5、多導体線による通信の大容量化

USB4.0 のような高速有線通信では 2 対の信号線を 2 本並べてケーブルとして通信の高速化を図っています。しかし、一方の信号線に流れている信号がケーブルを伝わる間に他の信号線に漏れ出すクロストークという現象が生じます。その結果、通信品質が劣化し、想定通信速度が達成できないといった問題が生じます。また、2 対 2 本の計 4 本の導体

を使って 2 信号を送るため、さらに高速化を図るためには 2n 本の導体線が必要になります。

これらの課題に対して、我々の研究室ではモード多重伝送方式という新しい通信方式を提案しています。提案する方法では、多導体の通信ケーブルに対し、互いに直交する電磁界を印加することにより、クロストークが発生しない信号伝送を実現するものです。また、クロストークフリーな通信を実現することで、n + 1 本の導体線に対して n チャンネルの信号を印加でき、さらなる通信容量の増加を実現できます。現在は、①実際のケーブルを用いた伝送実験、②信号ドライバの開発、③プリント回路基板上の信号配線への適応について検討しています。

6、おわりに

電機システムの EMC という工学分野は、これまで製造の最終段階において所定の EMC 性能（低雑音・耐雑音）を達成するために行われてきました。一方で、さらに進む設計開発期間の短縮化や EMC 性能に対する要求が高まる中、設計の上位段階で EMC を考慮した設計（EMC

設計）をする必要があります。

今後、紙面で説明したような EMC に関する研究開発はもちろんのこと、複数システムにまたがる電磁的な課題を解決できる人材を育成することにも注力したいと考えております。研究室は、2020 年 4 月現在、桑原客員教授も含めて教員 3 名、博士後期課程 3 名（社会人）、博士前期（修士）課程 10 名、学部学生 11 名で活動しております。お近くにお越しの際は、お立ち寄りください。



電波無響室にて 2019 年度 4 年生と