

VCCIだよりの連載記事の執筆者・ 徳田の研究略歴（その3）

～通信装置のEMC研究～

徳田 正満

5. 通信装置のEMC研究

(1) 通信装置のEMC問題

通信センタと加入者宅の間にはメタルケーブルが敷設されているが、それがアンテナの役割をしてしまい、外来妨害波を誘導して自家内の放送受信機に受信障害を発生させるか、もしくは、逆にメタルケーブルから妨害波を放射して隣家の放送受信機に受信障害を発生させる場合がある。それらの通信ネットワークに存在するEMC問題の例を図7に示す^{17), 18)}。通信装置に対する妨害波で最大の問題は昔も今も雷サージである。通信線近傍に雷撃し、それが通信線に誘導し、通信線を伝搬して通信装置を破壊または誤動作させる場合が最も多い。通信線や通信センタに雷が直撃する場合もあり、特に通信センタに直撃した場合は、大きな障害に発展することがある。そのような障害を防止するために、通信センタの建物や装置を含めた全体の接地構成を新しいタイプに変更してきている。

次に大きな問題は、違法CB（市民バンド）、アマチュア無線、放送送信所等から放射される電波が

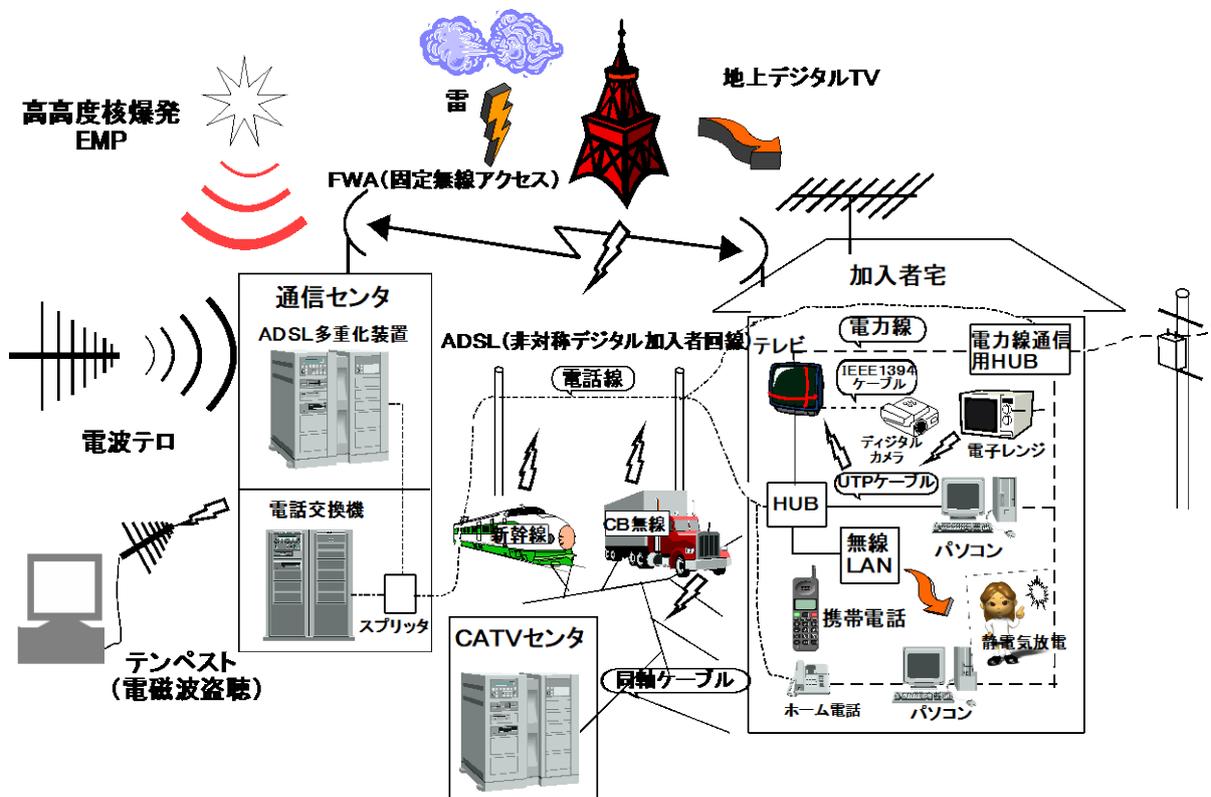


図7 通信ネットワークにおける EMC 問題^{17), 18)}

通信線に誘導して通信装置に障害を発生させるケースである。特に、トラックに搭載された違法CBから放射される電波は極めて強いため、ホームテレホンのドアホンを鳴動させるか、もしくは、電柱の上に設置された伝送装置を誤動作させる等の問題が多発していた。これと類似の問題であるが、北朝鮮が核爆弾の実験をしていたが、高高度の上空で核爆発すると強い電磁パルスHigh altitude nuclear electromagnetic pulse (HEMP) が発生するという問題もある^{17), 18)}。

上記の問題は、通信線に妨害波を誘導して通信装置に悪影響を及ぼす問題であるが、その逆の問題、すなわち通信装置から妨害波を放射して他の装置に悪影響を及ぼすエミッション問題もある。特に、通信装置がデジタル化し、広帯域の妨害波を放出するようになり問題化したが、CISPR 22の規格に準拠したVCCIの規制により、妨害波に基づくエミッション問題はほとんど発生していない。

無線通信装置では、上記のような妨害波ではなく、意図的に発射する電波により他の電気・電子機器に悪影響を及ぼす可能性がある。今では社会生活において不可欠な存在となった携帯電話の発射する電波はそれ程大きくはないが、小型で携帯可能であり、かつ電波に対する知識の無い人が使用するため、極めて近接して使用されることがある。典型的な例が満員電車の中で心臓ペースメーカを装着した人に携帯電話を持っている人が密着するケースである。携帯電話の発射する電波で心臓ペースメーカが誤動作し、最悪の場合は心臓が止まる可能性もある¹⁹⁾。このような問題を避けるために、混雑した電車の優先席付近では携帯電話の電源を切るようにJR等は以前求めていた。また、飛行機や病院でも、装置が誤動作すると人命に係わるために、携帯電話の電源を切るように求めていた。

筆者は、通信線経由で誘導される妨害波によって装置自体が誤動作するイミュニティ問題や、通信線経由で放射される妨害波が他の装置に影響を及ぼすエミッション問題に関する研究を世界に先駆けて行った^{17), 18)}。

(2) 通信線経由の妨害波に対するEMC問題とEMC規格

情報技術装置のエミッションを規定する国際規格 (CISPR 22) の第2版までは、装置から直接空間に放射される筐体ポートと電源線経由で放射される電源ポートの妨害波のみが規制の対象であったが、その情報技術装置に長い通信線を接続すると、通信線を経由して放射される妨害波が問題となるため、1985年にCIS/Gが設立されたときに検討が開始された。筆者の研究グループ (主として雨宮氏と桑原氏) では、エミッション試験法に対してすでに開発していたISN (インピーダンス安定化回路) を提案したが、ドイツの提案と双璧をなしていた。その後、オランダとオーストラリアがタスクフォースに参加して、平衡度やコモンモードインピーダンス等の特性が比較検討されたが、最終的に各国のISNを併記することになった。一方、エミッション許容値に関しては、通信線から放射される電磁界とコモンモード電流値の相関性が議論になったが、筆者の研究グループが提供したデータがエミッション許容値の決定に多大な貢献をした。これらの案をベースにしたCISPR 22の第3版が1997年に発行されて、現在はその後継規格であるCISPR 32第2版が、欧州や日本を始め、世界中で、通信線経由で放射される情報技術装置の妨害波に対する強制規格として採用されている。

情報技術装置のイミュニティを規定する国際規格 (CISPR 24) の検討が1993年に開始されたが、筆者のグループ (主として雨宮氏と桑原氏) は上記のISNを参考にして作成したCDNをベースにして通信システムに関するイミュニティ試験法の原案を作成した。その際、一般の電子機器に適用されてい

る無線電波に対するイミュニティ試験の許容値をそのまま電話機の可聴雑音に適用した場合、非常に厳しい許容値になり、実際の可聴雑音障害を模擬していないことを世界で初めて指摘した²⁰⁾。そのため、各国が自国で使用されている電話機に対してイミュニティ試験をしたところ、日本と同じ状況になっていることが判明したため、緩和した許容値を検討することになった。これらの検討結果を反映したCISPR 24の第1版が1997年に発行されたが、欧州では、情報技術装置の市場適合性を保証するCEマークの取得条件に組み込まれている。また、米国や日本では、情報技術装置関連の工業会における自主規制に引用されており、世界中でCISPR 24は適用されている。

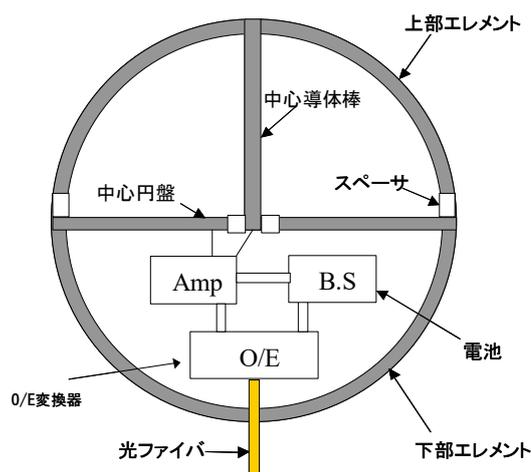


図8 球状ダイポールアンテナ²²⁾

(3) EMCに対する光ファイバ技術の応用

筆者はEMCの研究に移行する前は、光ファイバ通信の研究開発を行っていたので、1986年にEMCの研究を開始した直後に、それらの境界領域に関する研究を世界に先駆けて開始した。特に、電磁界を測定するアンテナには、バランや同軸コードが使われているが、広帯域なバランを構成することが難しく、かつ、同軸コードが被測定電界を乱して高精度な測定ができないという問題があった。それに対して筆者は同軸コードの代わりに光ファイバを用いることにより、上記の問題を解決できると着想し、図8に示すような光/電気 (O/E) 変換器を内蔵した球状ダイポールアンテナや、光変調器を利用した電界センサ等を世界に先駆けて開発した²¹⁾。なお、球状ダイポールアンテナの開発は主として村川氏が担当し²²⁾、電界センサの開発は、主として桑原氏が担当した²³⁾。球状ダイポールアンテナは、キャビネットのシールド効果測定法に関する国際規格として1999年に策定されたIEC TS 61587-3において、標準波源として採用されている。光変調器を利用した電界センサに関しては、放射電磁界イミュニティ試験を規定した国際規格IEC 61000-4-3における電界校正用のセンサとして利用されている。

(4) 九州工業大学における電波無響室と博士課程

筆者は、1995年12月にNTT通信網総合研究所を退職して、1996年1月に九州工業大学工学部電気工学科電子工学教室に異動した。当時電子工学教室の主任であった下村教授は、筆者の異動に対して、1997年に建設予定の電気工学科新棟に電波無響室を建設することを約束してくれ、かつ実行してくれた。新棟の5階と6階をぶち抜いた3 m法の放射妨害波が測定可能な本格的な電波無響室である。図9に電波無響室と電波吸収体の構造を示す。(a)では、電波無響室の床面が金属の電波半無響室の構造を示しているが、この電波無響室は、床面も電波吸収体を敷いた電波全無響室も構成可能な構造になっている。この電波無響室は、九州工業大学OBの石井氏がリーダーを務めているリケンエレテックが施工したが、電波吸収体には(b)に示すようにリケンが開発した発泡フェライトが使用されている²⁴⁾。筆者の研究室では、木村氏と猪ノ口氏が中心になってレイトレーシング法、また瀧口氏がFDTD法による電波

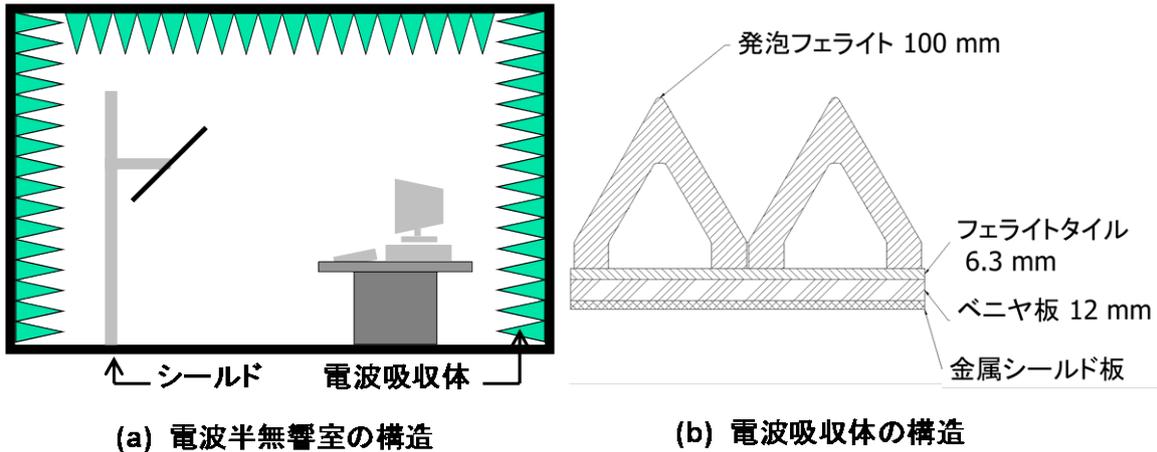


図9 九州工業大学の電波無響室と電波吸収体の構造²⁴⁾

無響室の特性解析をそれぞれ研究していた。

九州工業大学では、社会人博士を3名出しているが、最初の社会人博士は、NTT茨城電気通信研究所の線路施設研究室に所属しており、その後熊本電波工業高等専門学校（現熊本高等専門学校）に異動した古賀氏からの依頼で、熊本電波工業高等専門学校に所属していた下塩先生が、「平衡通信線・電源線に生じる電磁雑音の特性と対策に関する研究」というタイトルで1999年に学位を取得している²⁵⁾。次の社会人博士は、福岡県工業技術センタ機械電子研究所に所属していた石田氏で、「CISPR測定系を用いた電子機器の放射妨害波源探知法に関する研究」というタイトルで2001年に学位を取得している²⁶⁾。最後の社会人博士は、下塩先生と同じ熊本電波工業高等専門学校に所属していた山本先生で、「ツイストペアケーブルの構造を考慮した伝送特性と誘導特性に関する研究」というタイトルで2001年に学位を取得している²⁷⁾。

(5) 武蔵工業大学における電波無響室と博士課程

筆者は、2001年4月に九州工業大学から武蔵工業大学工学部電子通信工学科に異動した。武蔵工業大学でも、EMCの研究に不可欠な電波無響室を建設したが、九州工業大学の時とは異なり、自力で建設しなければならなかった。適切な建設場所の探索には、武蔵工業大学の事務部が積極的に探してくれ、以前、音に関する無響室として使われていた場所を見つけてくれた。また、建設費に関しては、科研費、武蔵工業大学からの補助、武蔵工業大学電子通信工学科OBからの寄付をベースとして、残りの半分以上の建設費は、九州工業大学の電波無響室を建設したリケンエレクトックの援助により2005年12月に完成した。武蔵工業大学の電波無響室に関する配置図を図10に示すが、電波無響室の本体は五角形の形状をしており、

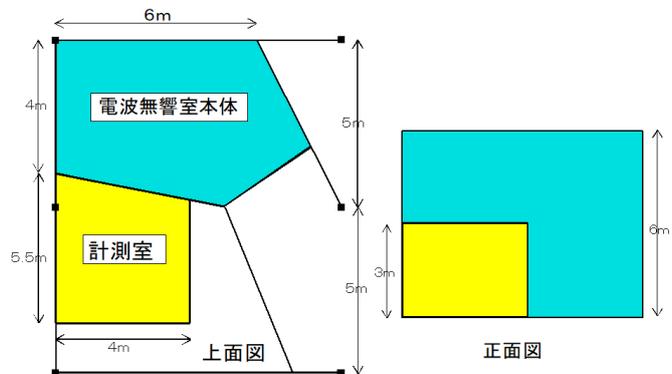


図10 武蔵工業大学の電波無響室に関する配置図

床面の最大幅は約7 m、最大奥行きは5 m、そして高さが6 mの大きさで、3 m法での妨害波測定が可能な電波無響室である。五角形と非対称の形状をしているため、電波無響室の特性としては極めて良好である。また、床面が金属の電波半無響室も床面が電波吸収体の電波全無響室も構成可能である。なお、電波吸収体は、九州工業大学と同じピラミッドフェライトとフェライトタイルで構成されているが、ピラミッドフェライトは特性を改善するために、形状を変化させている。上記のように苦労して建設した電波無響室であるが、2019年の台風19号で発生した多摩川の大水害で、電波無響室が完全に水没してしまい、特性がかなり悪化した。その修復ができていない状況であり、大変残念なことである。

武蔵工業大学では、渡邊氏が課程博士を「電力線通信用伝送路の伝送特性と漏洩電磁界の解析法に関する研究」というタイトルで2007年に取得し²⁸⁾、宮崎氏は社会人博士を「デジタル機器から発生する電磁妨害波の予測に関する研究」というタイトルで2006年に取得し²⁹⁾、石塚氏は社会人博士を「電波無響室の電波伝搬特性の数値解析法ならびに電波吸収体の設計法に関する研究」というタイトルで2009年に取得し³⁰⁾、また樋熊氏は社会人博士を「設備機器分野におけるユビキタスネットワークシステムの構築技術ならびに解析技術に関する研究」というタイトルで2009年に取得した³¹⁾。

(6) 高速電力線通信システムの実用化³²⁾

既設の電力線に短波（3-30MHz）の信号を流して、エネルギーの供給ばかりでなく、200 Mb/sもの高速の信号を伝送する高速電力線通信システムが、2003年頃に社会的な関心を集めた。ところが、短波には既存の無線通信システムが存在するため、それらのシステムとの共存が重要な問題となるため、総務省は2005年に「高速電力線搬送通信設備に関する研究会」を開催した。その研究会での最大の問題が、敷設された電力線からの放射電波メカニズムの解明と放射電波の計算方法の確立であった。電力線通信システムの原理を図11に示す。筆者の研究室の渡邊氏は、通信線で長年培ってきた電磁妨害波の放射に関する研究手法を電力線に適用することを試みた。しかし、通信線と異なり、電力線には多数のコンセント用の分岐が存在し、かつ、照明機器用のスイッチ分岐のように、2本の線の片線だけ

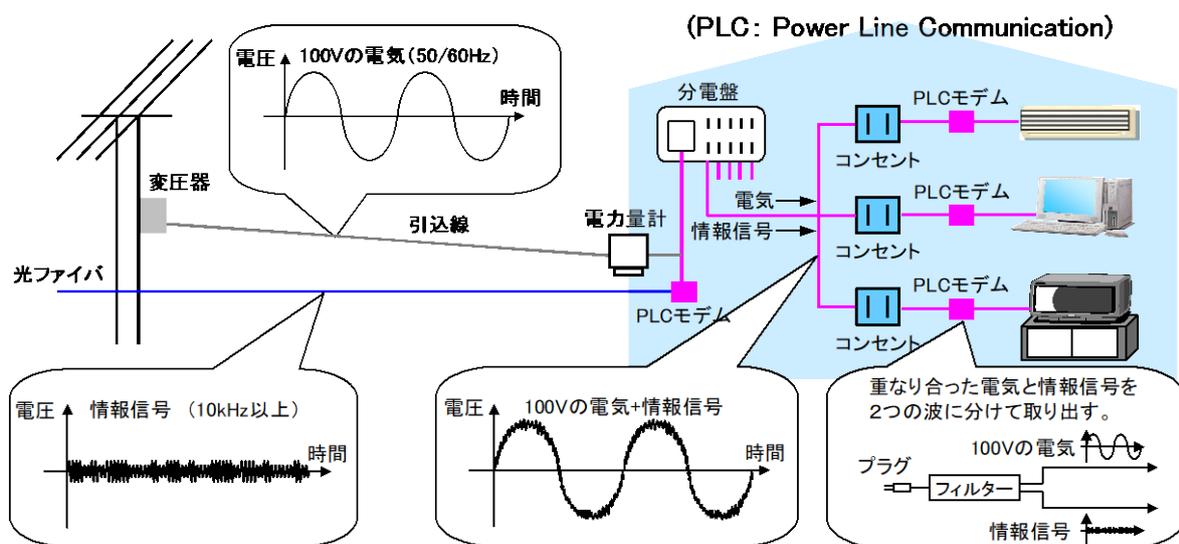


図 11 電力線通信システムの原理³²⁾

が長くなるという問題が存在する。この問題に対して、渡邊氏は通信線の計算方法で確立していた4端子回路網理論を最初に適用した結果、コンセント用分岐に関しては、測定値とほぼ一致することを確認した³³⁾。しかし、片線だけが長いスイッチ分岐に対しては問題があったため、電磁界解析の一般的な手法であるモーメント法による計算方法を渡邊氏は検討し、電力線と平衡度、コモンモード電流及び放射電界を定量的に計算する手法を世界に先駆けて確立した。この方法を駆使して各種の電力線モデル近傍の放射電界を計算することにより、平衡度とコモンモード電流が同じであれば、電力線と通信線を等価的に扱っても良いことが明確になった³⁴⁾。

上記研究会の結論を受けて、2006年2月に、情報通信審議会情報通信技術分科会CISPR委員会（総務省）の中に高速電力線搬送通信設備小委員会が設置されて、技術基準の検討が開始された。2006年6月末に情報通信審議会の審議が終了し、周波数15-30 MHzでコモンモード電流を30 dB μ A から20 dB μ A に厳しくすることが決定された。その後、電波監理審議会で制度整備に関する審議が行われていたが、設備設置許可の慎重な審査や混信対策を徹底することを条件に、2006年9月に高速PLCの解禁を容認する答申が出された。その後、省令改正の手続きを実施し、2006年10月初旬に官報に公示された。これにより、高速PLCの実用化が開始され、12月初旬に高速PLCモデムに対する国産1号機の販売が開始された³⁵⁾。これらの取り組みに対して、筆者は、2013年に高速電力線通信推進協議会から、高速電力線通信推進協議会設立十周年表彰を受賞している。

(7) 太陽光発電システムからの放射妨害波³⁶⁾

カーボンニュートラル実現の一手段として、またVPP（Virtual Power Plant：仮想発電所）やマイクログリッドに欠かせない設備として、太陽光発電システムの普及が進み、我々にとって身近な存在となっている。ところが、太陽光発電システムでは、図12に示すように太陽電池で発電された直流電流を交流電流に変換するパワーコンディショナで電磁妨害波を発生し、太陽電池モジュールやそれへの配線系を經由して外部に放射される可能性がある。電気を使用する全ての機器は、CISPRで電磁妨害波に対する規格が定められ、ほとんど全ての国で規制が実施されている。しかし、太陽光発電システムの放射妨害波に対するCISPR規格が存在しないために、2005年に開催されたケープタウン会議で、CIS/B（工業、科学及び医療用高周波装置および他の工業用装置、架空電力線、高電圧装置及び電気鉄道に関わる妨害）のWG 2（架空電力線、高電圧装置及び電気鉄道からの妨害）コンビナーであった故富田氏（電力中央研究所）がGCPC（Grid Connected Power Converter：系統連系パワーコンバーター）に対する規格化の必要性を提起した。その後、2008年に開催された大阪会議で、CIS/Bの

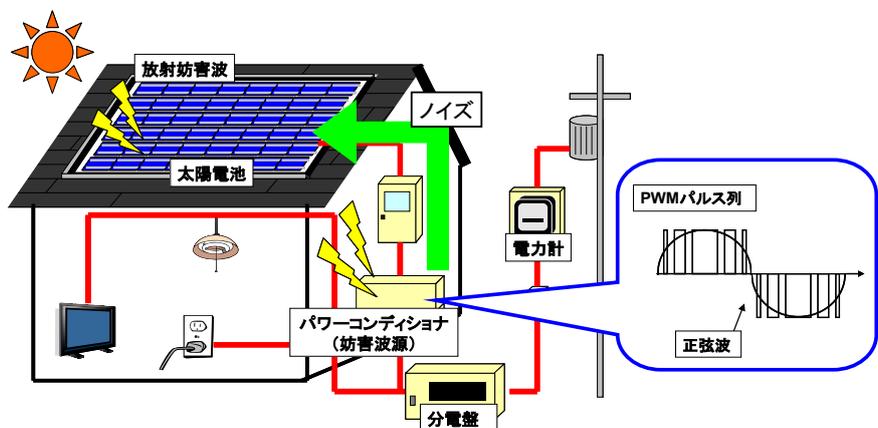


図12 太陽光発電システムからの放射妨害波³⁶⁾

WG1に日本の井上氏をリーダーとするMT（Maintenance Team：メンテナンスチーム）-GCPCを設置することが決定された。それに対応するため、2008年から2010年までに、産業界（電機工業会とその会員企業）、学界（東京都市大学、首都大学東京）、行政（経済産業省、総務省、NEDO〔（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構〕）の協調により、太陽光発電システムのエミッション規格に関するプロジェクトが推進されていた^{36), 37)}。

それに対応するために、2009年度からNEDOの助成を受けて、日本電機工業会の中に分散型電源EMC標準化委員会が組織された。筆者の所属する東京都市大学は、日本電機工業会と連名でNEDOの助成を受けており、太陽光発電システムから放射される妨害波の発生メカニズムやCISPR妨害波規格に関する基本的な考え方、及び太陽光発電システムからの放射妨害波に対する電磁界シミュレーションを担当していた。上記の課題は、富沢氏、長谷川氏等の学生が検討し、その成果が電気学会論文誌Aに掲載されている³⁸⁾。

2011年10月にソウルで開催されたMT-GCPCで、GCPCのDCポートにおける許容値と測定法に関して、日本とドイツも含めた各国の提案が審議され、その結果を反映したCD文書が2012年4月に配布された。また、そのCDV文書が2014年1月に配布され、2014年6月に了承されている。このCDV文書をCISPR 11の第6版に組み込んだFDIS文書が2015年3月に配布され、2015年5月に了承された。その結果、GCPCのDCポートにおける許容値と測定法に関する初めての国際規格が、CISPR 11の第6版に含まれる形で2015年6月に発行された。上記の取り組みに対して、上記の分散型電源EMC検討委員会は、2015年に「太陽光発電用パワーコンディショナ直流側伝導妨害波の測定方法及び限度値の国際規格（CISPR 11）への反映」というタイトルで日本電機工業会から、平成27年度電機工業技術功労者表彰 優秀賞を受賞している。

(8) リニア中央新幹線近傍に存在する通信線への電磁誘導

超電導磁石を用いて鉄道車両を浮上させて走行するリニア中央新幹線が建設されているが、その近傍に通信線が存在すると、超電導磁石からの磁束が通信線を鎖交して誘導電圧が発生する。その誘導電圧をCOMSOLという電磁界シミュレーションで計算するために、筆者は東京工業大学の西方先生の研究室に2018年4月から1年間在籍して、自分自身で計算を行った。山梨実験線で使用されている超電導リニア車両の外観写真を図13に示すが、先頭車両の前部と後続車両の境界に超電導磁石が配置されている³⁹⁾。

超電導コイルからの磁束が、周囲に存在する通信線を鎖交するが、その超電導コイルが高速で移動すると、ファラデーの電磁誘導の法則によって通信線に誘導電圧が発生する。この誘導電圧をCOMSOL Multiphysicsという電磁界シミュレーションで計算している。最も厳しい条件でも、ループ状の通信線への誘導電圧、すなわちコモンモードの誘導電

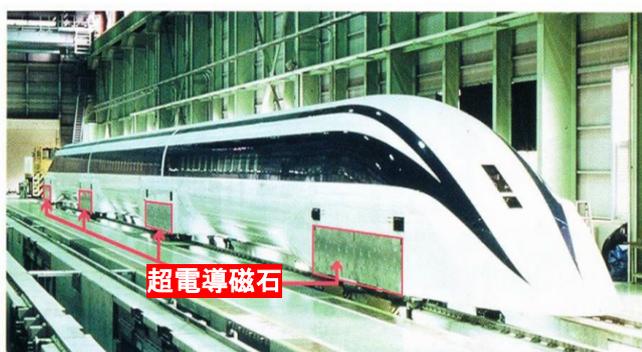


図 13 超電導リニア車両の外観写真³⁹⁾

圧は数V程度であり、実際の通信に影響を及ぼすディファレンシャルモードの誘導電圧は、数十mV程度になるため、実際の通信信号への影響は無視できることが明らかになった⁴⁰⁾。

(9) EMC関連の標準化活動の概要

電気電子機器の国際標準化機関としてIEC（国際電気標準会議）が存在するが、その中でEMC関連規格を作成している主要な水平委員会として、TC 77とCISPR（国際無線障害特別委員会）が存在しており、EMCに関する基本規格や共通規格を作成している。それに対して、TC 9（鉄道用電気設備とシステム）、TC 22（パワーエレクトロニクス）、TC 62（医用電気機器）、TC 69（電気自動車及び電動産業車両）等の製品委員会が存在し、EMC関連の製品群・製品規格を作成している。一方、TC 77とCISPRの所掌範囲を調整するとともに、製品TCとの関係を調整する機関として、ACEC（電磁両立性諮問委員会）がIECのSMB（標準管理評議会）の下に組織されている。IEC以外のEMC関連国際標準化機関としては、自動車（TC 22）や航空機（TC 20）等の規格を作成しているISO（国際標準化機構）と、電気通信設備の規格を作成しているITU-T（国際電気通信連合の電気通信標準化セクタ）がある。ISOのTC 22では、自動車等の路上走行車に対するEMC規格を作成しており、イミュニティ試験法に関しては、各種の妨害波印加法に関する規格が存在する。ITU-Tは、国際連合の一組織であるITU（国際電気通信連合）の常設機関であり、SG 5（環境と気候変化）がEMC関連の規格を作成している⁴¹⁾。

筆者は、1987年7月にNTT通信網総合研究所の通信EMC研究グループリーダーになったが、その際、EMC関連の標準化に対する担当者を決めた。CISPRでは、通信線経由の妨害波に関する規格を作成しようとしていたため、電話機のEMCに興味のあった雨宮氏をCISPRの担当にした。雨宮氏は、最近までCIS/1の日本代表として活躍してきたが、数年前に雨宮氏の後任として秋山氏がCIS/1の日本代表として活躍している。また、雨宮氏はCISPR運営委員会の委員としても長年活動している。一方、ITU-TのSG 5でも、通信機器のEMC規格を作成していたため、それまで担当していた井手口氏を引き続き担当にした。ところが、井手口氏は1997年頃にNTT通信網総合研究所を退職したため、服部氏が井手口氏の後任として活躍している。また、高谷氏はSG 5の副議長を2016年11月から務めており、2024年まで務める予定である。なお、筆者は通信EMC研究グループのリーダーとして活動していたため、1987年当時で比較的負担の少なかったTC 77を担当することにした。その後、CISPR、ACEC等でも活動したため、それらの状況を以下で紹介する。

(10) TC 77での筆者の活動⁴¹⁾

1974年9月に開催されたTC 77の第1回会議には、東京大学の宮川教授が参加され、1975年10月に電気学会の電気規格調査会にTC 77国内委員会が設立された。初代のTC 77国内委員長は宮川教授であったが、1985年に宮川教授が亡くなられたため、その後すぐに東京大学の正田教授（当時）がTC 77国内委員長を引き継いだ。筆者は、1988年にTC 77国内委員会の委員に就任し、同時にTC 77のWG 6（電磁環境のクラス分類を担当）の委員になった。1992年にはTC 77国内委員会の幹事になり、1993年にはSC 77B国内委員会（高周波における電気電子装置のEMC規格を担当）が設立されたが、その初代の委員長に就任した。1998年にはTC 77国内委員会の委員長になり、その時SC 77B国内委員会の委員長を辞任した。また、筆者は2006年にTC 77の国際議長に就任したため、東京大学の崎教授がTC 77

国内委員会の委員長に就任した。筆者の前任までのTC 77国際議長は、全て欧州出身者であったので、欧州以外でTC 77国際議長になったのは、筆者が初めてである。さらに、筆者は2011年にTC 77国際議長を辞任して大崎教授を後任のTC 77国際議長に推薦したところ、無事認められ、大崎教授は2020年までTC 77国際議長を務めた。

TC 77が作成していたEMC規格をJISにするため、1996年にJIS/EMC制定委員会（電気学会）が設立されたが、筆者はその幹事に就任するとともに、IEC 60050-161（EMCに関するIEV用語）、イミュニティ試験法を規定したIEC 61000-4シリーズの一部及びEMC共通規格を規定したIEC 61000-6シリーズのJISを作成した第1分科会の主査に就任した。その後、2006年にJIS C 61000-6-1、JIS C 61000-6-2原案改正委員会（電気学会）が組織されたが、筆者はその委員長に就任した。これらの活動により、2001年にIEC-APC（IEC活動推進会議）からIEC-APC 10周年記念表彰を受賞するとともに、2003年には経済産業省から工業標準化事業功労者として経済産業大臣賞を受賞した。

(11) CISPRでの筆者の活動⁴¹⁾

CISPRに関する国内審議団体は、電気通信技術審議会CISPR委員会（郵政省）であるが、筆者は1990年に第4分科会（妨害波の試験サイトに関する審議）の委員になった。一方、CISPRでは、電気電子装置から放射される電磁妨害波に対する共通規格を検討するために、WG 1を1992年に設置したが、筆者はその委員に就任した。国内では、CISPR委員会の中に情報技術装置のEMC規格を審議する第4分科会が1992年に設置されたが、筆者はその副主任に就任した。また、1992年にエミッション共通規格を審議する第5分科会がCISPR委員会の中に設置されたが、筆者はその委員に就任した。一方、CISPR委員会第4分科会の中に情報技術装置のEMCに関する国内規格案を作成する作業班が1996年に設置されたが、筆者はその主任に就任した。

CISPR委員会には、家電製品及び照明機器のEMC規格を審議するF分科会が1998年に組織されたが、筆者はその主任に就任した。そのF分科会が2001年にFグループに名称変更したが、筆者は引き続きその主任になった。

エミッション共通規格を作成するため、2002年にCIS/Hの中にWG 1を新規に設置したが、筆者はその委員に就任した。それに伴って、国内では、2004年にCISPR委員会のHグループ（妨害波許容値の根拠）の主任に就任した。これらの活動に対して、郵政省から1997年に平成9年度情報通信功績賞（EMC技術の開発・標準化）を受賞している。

経済産業省が所掌する電気用品安全法で規定する安全に関する整合規格は、原則として、民間又は国がJISを作成し、それが採用されることで整合規格となるが、電波雑音などについては、民間の規格作成団体が作成するJIS以外の民間基準を整合規格として採用することになっている。この基準を作成する目的で、2016年にCISPR J電波雑音委員会が設立され、筆者が初代の委員長に就任した。本委員会では、情報通信審議会国内答申に準拠した整合規格案を作成し、電気用品調査委員会より国に提案することになる。最初に、CISPR 15（照明機器からのエミッション規格）とCISPR 32（マルチメディア機器のエミッション規格）の整合規格を審議し、それぞれCISPR J 15:2017とCISPR J 32:2017を電気用品安全法の技術基準の解釈 別表 第十二に提案することを2017年1月に開催されたCISPR J電波雑音委員会で決定した。そして2017年12月に、電気用品の技術上の基準を定める省令の解釈が一部改正

され、上記2つの規格が正式に整合規格として採用された⁴¹⁾。

(12) ACECでの筆者の活動⁴¹⁾

1973年にTC77がIECの中に設立されたが、1934年に設立されていたCISPRとの調整を図るために、1986年にACECがIECの諮問委員会の一つとして設立された。そのACECに対して、日本のIEC活動推進会議は、ACECへのアプローチを強化するため、1992年にACEC分科会（日本規格協会）を設置して、筆者が初代の分科会長になった。このような情勢の時に、東京大学の正田教授が1993年にIEC理事会の推薦としてACECの委員になったため、その時から正田教授がACEC分科会の分科会長に就任し、筆者は副分科会長になった。その後2000年に正田教授の後任としてIECのSMB推薦として筆者がACECの委員に就任したため、2001年に、筆者がACEC分科会の分科会長に就任した。その後、筆者は2006年にTC 77国際議長に就任したため、SMB推薦のACEC委員は辞任したが、2009年にTC 77国際議長が職制としてACECの委員になることになったため、2009年からTC 77国際議長を辞任する2011年までACECの委員に就任した。ただし、筆者がSMB推薦のACEC委員を辞任した2006年からは、ACEC分科会の分科会長は拓殖大学の澁谷 昇教授が務めることになった。

謝 辞

「EMC 国際標準化組織の概要」というタイトルで、VCCI だより No.117（2015年7月発行）に掲載してから、CISPR、TC77、ACEC等のEMC関連国際標準化組織、それらが作成する各種のEMC関連国際規格と国内規制、自動車関連のEMC国際規格（IEC規格ばかりでなく、ISO規格とR10による規制も含む）、自動車EMC規格に必須の半導体デバイス関連EMC規格、JISを保有するEMC製品規格、JISを保有しないEMC製品規格、ITU-T/SG5関連勧告等を紹介してきた。その後、筆者の略歴を紹介してきたが、今回でそれも終了し、この連載を終了する。このような機会を与えていただいた「VCCI だより」の関係者に感謝するとともに、筆者の記事をお読みいただいた読者の方々に心より謝意を申し上げます。

【参考文献】

- 17) 徳田正満：「電子情報通信学会レクチャシリーズ D-16 電磁環境工学」、電子情報通信学会、コロナ社、pp.2-3 (2021)
- 18) 徳田正満：「EMC 設計・測定試験ハンドブック」、科学情報出版、pp.5-6 (2021)
- 19) 豊島 健、野島俊雄：「心臓ペースメーカーと携帯電話とのEMC」、電子情報通信学会誌、Vol.84、No.12、pp.895-897 (2001)
- 20) M. Tokuda, R. Okayasu, Y. Akiyama, K. Takagi and F. Amemiya: "Proposed changes to radiated RF-field immunity test method to better measure acoustic noise in telephone", IEICE Trans. Comm. Japan, Vol.E79-B, No.4, pp.528-533 (1996)
- 21) M. Tokuda and N. Kuwabara: "Recent Progress in Fiber Optic Antennas for EMC Measurement", IEICE Trans. Commun. Vol.E75-B, No.3, pp.107-114 (1992)
- 22) 村川一雄、前田裕二、増田秀寿、井手口 健、徳田正満：「球状ダイポールアンテナを用いた電磁界分布推定法の提案」、信学技報、EMCJ92-83 (1993)
- 23) 桑原伸夫、倉本昇一、佐藤正治、徳田正満：「光学結晶を用いた電界アンテナの特性」、信学技報、EMCJ88-90 (1988)
- 24) 徳田正満、島田一夫、石井博義：「九州工業大学に建設された電波無響室の仕様と特性（その1）」、電子情報通信学会技術研究報告、EMCJ98-16、pp.41-48 (1998)
- 25) 下塩義文、三好正純、古賀広昭、徳田正満、高井朋昭：「任意の位置に不平衡が存在する平衡ケーブルの対地平衡度特性とその計算法」、信学論B-II、Vol.J81-B-II、No.9、pp.883-891 (1998)

- 26) 石田康弘、村川一雄、山下浩二、徳田正満：「CISPR測定系を用いた放射妨害波源探知法における探知精度の向上」、信学論 B、Vol.J82-B、No.8、pp.1569-1577 (1999)
- 27) 山本直樹、下塩義文、古賀広昭、徳田正満：「近接起誘導線により生じる非シールド形ツイストペアケーブルの誘導特性」、信学論 B、Vol.J84-B、No.3、pp.551-561 (2001)
- 28) 渡邊陽介、徳田正満、森田淳士：「分岐のない電力線モデルの対地平衡度と漏えい磁界」、信学論 B、Vol.J90-B、No.3、pp.288-297 (2007)
- 29) 宮崎千春、岡尚人、内田雄、徳田正満、仁田周一：「信号線からの放射エミッション予測のためのデジタル IC 用出力等価モデル」、信学論 B、Vol.J86-B、No.7、pp.1308-1317 (2003)
- 30) 石塚一男、徳田正満、海淵住男、吉原 勝：「イメージング法による電波暗室のサイトアッテネーション解析」、電学論 A、130 巻、5 号、pp.433-444 (2010)
- 31) 樋熊利康、渡邊陽介、徳田正満：「空調金属配管を伝送媒体に用いた伝送システムの EMC 特性」、電学論 C、128 巻、9 号、pp.1422-1430 (2008)
- 32) 電気学会ホームネットワークと EMC 調査専門委員会編 (委員長：徳田正満、幹事：岡野好伸)：「ホームネットワークと EMC」、オーム社 (2006)
- 33) Y. Watanabe, H. Shiozawa and M. Tokuda: "Calculation of radiated emission from the power Line with four-port network theory"、電気学会論文誌 A、125 巻、10 号、pp.791-798 (2005)
- 34) 渡邊陽介、徳田正満、牧 昌弘：「分岐を有する電力線の対地平衡度と漏えい磁界の計算」、電子情報通信学会論文誌 B、Vol.J90-B、No.6、pp.601-611 (2007)
- 35) 電気学会高速電力線通信システムと EMC 調査専門委員会編 (委員長：徳田正満、幹事：牧 昌弘)：「高速電力線通信システム(PLC)と EMC」、オーム社 (2007)
- 36) 徳田正満：「解説論文 スマートグリッドにおける EMC 課題」、電気学会論文誌 A、Vol.138、No.6、p.285 (2018)
- 37) 社団法人 日本電機工業会、東京都市大学：NEDO (独立行政法人新エネルギー産業技術総合開発機構) 平成 21 年度成果報告書 標準化フォローアップ事業「太陽光発電システムより生じる電波雑音の 測定方法及び限度値に関する標準化事業」(2010)
- 38) 長谷川良輔、富沢万里子、徳田正満：「大地上に存在する太陽電池モジュールからの放射電界」、電気学会論文誌 A、130 巻、8 号、pp.724-732 (2010)
- 39) 大島浩：「IV 超電導リア技術の概要」、日本機械学会誌、第 120 巻、第 1179 号、pp.22-29 (2017)
- 40) 徳田正満、酒井芳将、鎗田純輝、西方敦博：「磁気浮上鉄道から通信線への電磁誘導における線路構成依存性」、電気学会論文誌 A、139 巻、12 号、pp.663-671 (2019)
- 41) 徳田正満：「EMC 設計・測定試験ハンドブック」、科学情報出版、pp.69-166 (2021)

*図番号および参考文献番号は 153 号の連載からの通し番号としております。



徳田 正満 (とくだ まさみつ)

1967年 北海道大学工学部電子工学科卒業
 1969年 北海道大学大学院工学研究科電子工学専攻修了
 日本電信電話公社に入社し電気通信研究所に配属
 1987年 NTT通信網総合研究所通信EMC研究グループリーダー
 1996年 九州工業大学工学部電気工学科教授
 2001年 武蔵工業大学工学部電子通信工学科教授
 2010年 東京都市大学 名誉教授
 東京大学 大学院 新領域創成科学研究科 客員共同研究員

主要な受賞

1986年 電子通信学会業績賞を受賞
 (光ファイバケーブル設計理論と評価法の研究)
 1997年 平成9年度情報通信功績賞受賞 (郵政省)
 (EMC技術の開発・標準化)
 2003年 工業標準化事業功労者として経済産業大臣賞を受賞
 2004年 電子情報通信学会フェロー
 2007年 IEEE Fellowに昇格