無断転載禁止

電波利用技術とEMC <6>

～ NICT/EMCの社会展開と今後の展望 ～

NICT/EMC の社会展開としてCISPR 標準化活動とNICT/EMC-net について紹介し、これまでの歴史を踏まえて今後のEMC 研究について展望する。

国立研究開発法人情報通信研究機構
電磁波研究所　電磁環境研究室
マネージャー
山中 幸雄

<1>電波利用と電磁的両立性、NICT の EMC 関連研究と成果の社会展開
<2>無線用測定器やアンテナの較正技術と較正サービス（較正）
<3>電磁妨害波による無線への影響評価と妨害波許容値の算出法（妨害波）
<4>無線機器からの不要電波（船舶用レーダスプリアス）の測定技術（型検）
<5>電波ばく露に対する人体防護とばく露評価技術（生体）

本シリーズの構成

はじめに

本シリーズでは、電磁環境/EMC に関する最近の NICT の研究活動をなるべくやさしくお伝えし、読者の皆様にこの分野に興味を持って頂くことを目的としてきた。

冒頭の図はこれまでに掲載された記事の概要である。

最終回である本稿では、まず NICT における EMC 関連研究成果の社会展開活動を 2 つ紹介する。一つの柱は国際標準化活動であるが、ここでは妨害波の許容値と測定法について審議している CISPR（国際無線障害特別委員会）での活動について紹介する。

次いで、EMC に関する産官学連携フォーラムである NICT/EMC-net についても紹介する。これは、NICT が主催して行ってきたもので NICT の成果を発信するとともに産業界のニーズをくみ上げるためのものであり、2006 年にスタートし既に 10 年以上の実績を有する。

最後に、本シリーズのまとめとして、これまでの電磁環境の課題と NICT での研究テーマの歴史的変遷を辿り、5 回までの紹介内容も含め、これまでの EMC 研究の位置づけを整理し、これらを踏まえて今後の展望についても簡単に紹介することとしたい。

国際無線障害特別委員会（CISPR）標準化活動への取り組み

CISPR は 1934 年に設立された組織で、当初は複数の国際機関の合同委員会であったが、1950 年からは IEC（国際電気標準会議）の特別委員会となっている。その目的は、無線障害の原因となる各種機器からの不要電波（妨害波）に関し、その許容値と測定法を国際的に合意することによって国際貿易を促進することであり、構成員は電波監理機関、大学・研究機関、産業界、試験機関、放送・通信事業者などからなる各国代表（現在、構成国は 41 カ国（うち 18 カ国はオブザーバー））と、無線妨害の抑制に関心を持つ国際機関である。現在は図 1 に示すような組織構成であり、B・I 小委員会の幹事国は我が国が務めており、また、運営委員会のメンバーに我が国の専門家が加わるなど、

図 1　国際無線障害特別委員会（CISPR）の組織

表１　CISPR 審議結果に基づく国内法令化の例

機器の種類	規制法令等
高周波利用設備	電波法（型式制度・個別許可）【総務省】
家電・照明機器	電気用品安全法（法定検査・自主確認）【経産省】
医療機器	医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律（承認・認証）【厚労省】
マルチメディア機器	VCCI技術基準（自主規制）【VCCI】

CISPR 運営において我が国は主要な役割を担っている［1］。

NICT はこれまで妨害波測定装置・測定法の審議を行っている A 小委員会のプロジェクトリーダ（APD 測定装置［2］・測定法［3］、EMC フィルタの特性測定法［4］、アンテナ校正法［5］）を務めるなど、審議に大きく貢献しておりそれらの成果が標準化され規格が発行されている。また H 小委員会で審議されている無線保護のための許容値算出モデルの検討・見直しを主導し、継続的に寄与している。

さらに、ISM 機器（工業、科学、医療及び家庭用の高周波利用機器）の妨害波許容値を扱っている B 小委員会にも参加し、特に電子レンジ妨害波の APD 測定法［6］の導入のプロジェクトリーダを務め、これについても既に標準化が完了している。その他、F 小委員会や I 小委員会については国内委員会メンバーとして参加して審議に寄与している。

なお、特別委員会の「特別」の意味は、構成員の各国代表の中に電波監理機関と国際機関が含まれているところであり、他の IEC の TC（技術委員会）に比べて電波監理機関（政府等）との距離が近い（審議結果が規制に直結する）ところと理解している。例えば我が国においては CISPR で策定された各規格は、総務省情報通信審議会電波利用環境委員会において審議、答申された後、表１のとおり国内規制に反映される。

CISPR の総会･小委員会全体会議は年１回開催され、今年は 10 月 14 日から 25 日までの間、中国・上海において開催され、筆者も日本代表団（団長）として参加予定である。審議結果は来年 2-3 月頃に電波技術協会も構成員となっている EMCC（電波環境協議会）［7］にて報告予定であるので、興味のある方は是非聴講頂きたい。

産学官連携フォーラム NICT/EMC-net

NICT/EMC-net は EMC の様々な課題について、会員及び NICT 職員が、研究会などを通じて情報交換や意見交換を行い、さらに測定調査や見学実習を行うことによって、EMC 関連技術に関する理解を深め、併せて、我が国の EMC 関連技術の向上に役立てることを目的としている。2006 年 11 月に発足し、課題ごとの研究会と年１回のシンポジウムを開催している。研究会については統合、新設の結果、現在の組織の概要を図２に示す。主な研究会の活動内容は以下のとおり。

図２　NICT/EMC-net の概要

1）EMC 測定法研究会

本研究会では、CISPR で検討されている放射・伝導妨害波測定法、および IEC TC77（電磁両立性技術委員会）で検討されているイミュニティ試験法を対象として、規格策定・改定審議における技術的背景や要点を紹介し、これらの測定法・試験法の問題点や現場での対応策・改善策等につき、幅広い議論・意見交換を行う。

2）EMC 校正法研究会

現在 CISPR/SC-A で NICT が議論を主導している放射妨害波測定用アンテナの校正法や妨害波測定場の評価法、高周波測定器や電磁界プローブの校正技術について国際動向や技術的課題を紹介し、uncertainty 評価や実際の校正における問題点などについて広く意見交換を行う。

3）人体の電磁界ばく露評価研究会

携帯電話、RFID や無線電力伝送技術等、近年の電波利用環境の普及・拡大に伴い、製品開発においても電波防護指針や国際ガイドラインへの適合性確認が重要になってきている。本研究会では電磁界への人体ばく露に関する研究・開発動向や規制動向等を紹介し、幅広く意見交換を行う。

なお、研究会（会費：無料）では、NICT 職員・会

員・外部講師による講演、および情報交換や意見交換を行い、個々の問題に関して調査測定や見学実習を行う。開催時期は研究会によって異なるが、各研究会とも年1～2回程度開催している。申し込みはNICT/EMC-netホームページ［8］まで。

また、今年度のシンポジウムは、コネクテッドカーや自動運転などの最新技術におけるEMC問題を取り上げる予定で、2020年2月末に開催予定である。こちらもご関心のある方に聴講をご案内する次第である（参加費無料）。詳細は上記NICT/EMC-netホームページに掲載予定である。

NICTにおけるEMC研究の系譜と今後の展望

これまでのEMC関連課題とNICTでの研究の変遷を図3に示す。

現在のNICTにおける電磁環境研究の大きな流れは、大きく分けて4つある。1番目は最も古く、戦前から行われている無線機器の型式検定（1935年開始）であり、これは<4>で紹介した「無線機器からの不要電波（船舶用レーダスプリアス）の測定技術」につながっている。次に戦後の電波研究所発足と同時にスタートした無線用測定機器の較正（1952年開始）であり、これは<2>の「無線用測定器やアンテナの較正技術と較正サービス」として現在も綿々と続いている。3番目は1970年頃から開始されたCISPR妨害波測定器及び妨害波測定法の研究であり、一部は<3>で紹介した「電磁妨害波による無線への影響評価と妨害波許容値の算出法」である。そして4番目の柱は1983年の電磁環境研究室発足前から開始された大電力放送局周辺の電磁環境調査を契機とする人体防護関連の研究であり、その一部は<5>「電波ばく露に対する人体防護とばく露評価技術」で紹介した。

最初に<1>で述べたようにEMCとは「装置やシステムが、置かれた電磁環境の中で、同じ電磁環境中の他のあらゆるものに許容できない妨害を与えずに満足に動作する能力」であるが、古くは無線雑音とか受信障害と言われるように、被害者は通信・放送、加害者は雷などの自然雑音と人工雑音（CISPRが対象とする電磁妨害波、単に妨害波）であり、影響を与える方向は主に単方向であった。

1960年代前後は、まだ放送もラジオが全盛期であり、戦後急速に普及した高周波利用設備や各種の電気機器・設備からの障害が大きな課題となっており、当時の郵政省電波技術審議会（1949年設置）において妨害波の許容値と対策の審議を継続的に行って、我が国独自の規格（例えば妨害波測定器の充放電時定数）を定めていた。

その後、1970年代になり我が国の家電機器や自動車の輸出が盛んになると国際規格であるCISPR規格への変更が産業界から強く求められるようになり、電波研究所ではCISPR測定器の研究を開始した。その研究成果は、準尖頭値型検波器や平均値型検波器のパルス応答の理論値としてCISPR規格に反映されている［9］。

1980年代後半からマイクロプロセッサの普及が進み、PCやゲーム機が市販されるとそのクロック信号の高調波によるTV受信障害が大きな問題となってきた。そのため、NICT（当時の郵政省電波研究所）では1983年に電磁環境研究室－私が入所した年でもあり、日本で初めての電磁環境の名を関した専門的組織であったと思う－を発足させ、電磁環境の調査、不要電波（妨害波のことを当時はそのように呼んでいた）の測定法等の研究開発を本格的に開始することとなった。その結果として

図3　EMCの主な課題の変遷とNICTにおける取組

は、例えば放射妨害波（30M～1,000MHz）の測定場の良否を判定するサイトアッテネーションの理論値を導出し、CISPR に大きく貢献した［9］。また、電磁環境の調査結果は 1990 年の我が国初の電波防護指針の基準値と測定法の基本理念の確立に大きく寄与した。

その後、1990 年代になり携帯電話の普及により、通信に使われる電波が加害側（医療機器の誤動作、生体への影響の懸念）としても捉えられるようになり、電波を介した影響は双方向となり、エミッション・イミュニティを含む EMC の考え方が本格的に重要になってきた。このため NICT では GTEM セルや反射箱等、イミュニティの試験装置の研究を開始し、高周波イミュニティの基本測定法の標準化を行っている IEC／SC77B の規格化にも貢献した。

2000 年代には通信・放送ともにディジタル化が進み、さらに PC クロックの高周波化、携帯周波数の高周波化に伴い GHz 帯の EMC 問題がクローズアップされてきた。このため、GHz 帯の妨害波測定法の研究を行い、測定サイトの評価法など CISPR 測定法の確立及び我が国の IT 機器・マルチメディア機器の規制を行っている VCCI の活動にも設立時より大きく貢献してきている。

さらに 2011 年の東日本大震災を契機に省エネルギー化の機運が社会に拡がり、このための技術としてインバータや低消費電力の LED の普及が急速に進んだため、これらから発生する妨害波の増加が課題になっている。さらには近年､無線電力伝送技術（WPT）の開発普及に伴い 30MHz 以下の放射妨害波の測定や防護指針値への適合性評価が喫緊の課題となっている。このため、30MHz 以下の放射妨害波測定場の評価法、アンテナの較正法、自動車用 WPT の防護指針値への適合性評価等の研究を行い、CISPR や IEC／TC106 等の標準化活動に寄与を続けている。

以上述べてきたように、通信放送技術の発展と、一方で妨害波発生原因となる様々な家電機器、産業機器の開発・普及とに伴い、電磁環境・EMC の課題も大きく変遷し、それに応じて NICT の研究も柔軟に対応させてきた。また、その成果を国際標準化や国内の法規・技術基準に寄与してきた。EMC の向上並びに良好な電磁環境の維持発展においては、適切な技術基準の設定と確認法（測定方法）、さらにはその結果の確かさを裏付ける較正、認証が極めて重要である。この分野に対する NICT に対する期待は高く、中立的で総合的な機関の果たすべき使命としても重要なものと考えている。

今後は 5G の無線システムの利用開始・普及により、ミリ波帯の EMC の課題がさらに重要になるであろう。また IoT 等の進展に伴い、無線デバイスと（妨害波発生）機器の間隔が狭くなるのでシステム内 EMC の課題が重要になるとともに、数が増えることにより相互干渉の事例が増えることも予想される。このように各種システムの高度化に伴い EMC の課題もさらに複雑化し、許容値や測定法についても新たな取り組みが必要となることが予想される。

NICT では 2001 年からの独立行政法人化により、5 年ごとの中長期計画により、目標を立てて研究開発を行っており、来年度は第Ⅳ期の最終年度になる。今後の EMC 課題を正確に予測するのは困難であるが、これまでの変遷を踏まえ、また産官学の皆様のご意見も参考にさせて頂き、これからの社会の変化に対応して適切な課題の設定と持続的な研究活動を行って、より良い電磁環境の維持・発展に引き続き貢献する所存である。読者諸氏のご理解とご協力（特に NICT／EMC に関心のある研究者・技術者の参加）をお願いして本シリーズを終えることとしたい。

＜文献＞
[1]CISPR　総務省電波利用ホームページ　https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/inter/cispr/
[2]CISPR 16-1-1, Clause 8, Measuring receivers for the frequency range 1 GHz to 18 GHz with amplitude probability distribution (APD) measuring function
[3]CISPR 16-2-3, Section 7.6.6.3, Measurement using APD (statistical) function
[4]CISPR 17:2011, Methods of measurement of the suppression characteristics of passive EMC filtering devices
[5]CISPR16-1-6, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-6: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - EMC antenna calibration
[6]CISPR 11, Section 9.4.4.2.3, APD weighting according to Table 15
[7]EMCC（電波環境協議会）ホームページ https://www.emcc-info.net/
[8]NICT/EMC-netホームページ http://emc.nict.go.jp/emc-net/index.html#meeting
[9]杉浦，藤井，”EMC測定評価技術の研究開発－妨害波計測技術－”，電子情報通信学会論文誌，Vol.J100-B, No.9, pp.593-601, 2017

❖❖ 筆者紹介 ❖❖

山中　幸雄

● 略歴：
1983年 郵政省電波研究所（現、国立研究開発法人情報通信 研究機構） 入所。
1990～ 92年 郵政省通信政策局技術開発企画課 課長補佐（兼務）
1992～ 93年 米国商務省 NIST訪問研究員
1997年 郵政省通信総合研究所横須賀無線通信研究センター電磁環境 研究室長
2006～ 11年 NICT電磁波計測研究センター EMCグループリーダー
2012～ 15年 一般社団法人情報通信技術委員会（TTC）業際イノベーション本部長（出向）
2015～ 16年 NICT電磁波計測研究所長
2016～ 18年 NICTオープンイノベーション推進本部 主管研究員
2018年～現在 NICT電磁波研究所電磁環境研究室 マネージャー
この間、雑音の統計量測定、1GHz超の妨害波測定法 などのEMC計測技術の研究に従事、博士（工学）
1996年～ CISPR国際会議に参加（2011-2018は不参加）
2019年～ 情報通信審議会電波利用環境委員会主査代理

● EMCの研究を始めたきっかけ：
研究所に入って電磁環境研究室に配属されたこと。大学院時代は地球磁気圏内の自然雑音の研究をやっていたので最初は違和感があったが、当時の杉浦室長（東北大名誉教授）の薫陶を受け早や 35年超。いつかは南極に行きたいと思っていたが見果てぬ夢となった。

● 趣味：
スポーツ全般。学生時代は体育会でバレーボール。入所後は登山と山スキーにのめり込み、国内 3,000m峰は全て踏破。富士山頂上からのスキー滑降、5月連休の槍（北鎌尾根）、立山から穂高までのスキー縦走が記憶に残っている。最近では健康のためテニスを続けており、多摩地区の社会人団体戦に NICT郵政チームの一員として参加中。