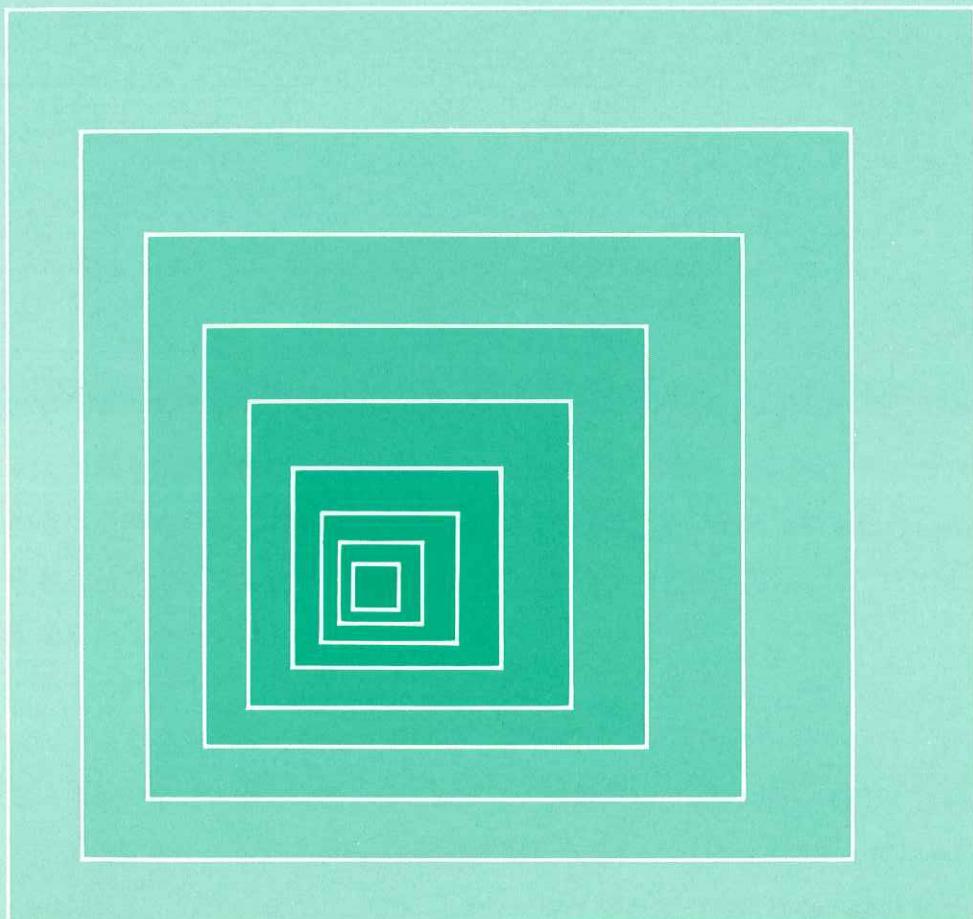


EMCC レポート



不要電波問題対策協議会

第 6 号
平成 3 年 12 月発行

EMCC レポート第6号 目次

○ 不要電波と必要電波 (鈴木 務)	1
○ 不要電波問題対策協議会第9回講演会	
日欧不要電波問題セミナー	2
欧洲の EMC に関する動向 (M. C. Vrolijk)	3
「パネルディスカッション」: EMC の今後について (M. C. Vrolijk、佐藤 利三郎、高木 相、菊池 紳一、岡村 万春夫、杉浦 行)	13
○ アメリカにおける EMC の概要 (仁田 周一)	20
○ 韓国における EMC 事情と旅行記 (徳重 寛吾)	22
○ 平成2年度における不要電波障害の申告状況について	27
○ 編集後記	

不要電波と必要電波



電気通信大学教授

不要電波問題対策協議会

イミュニティ委員会委員長

鈴木 務

電気・電子機器から種々の電磁波を発生している。その中には雑音や干渉波のように不要なものと信号のように必要なものが含まれている。不要か必要かは利用者が勝手に決めることが主観的である。雑音や干渉波は EMC 研究者にとっては信号である。電波の発生源は無数にある。利用者も無数にいる。EMC 技術の必要性は無数にあり、エンドレスでもある。EMC 関係者にとって仕事が無限に続くことは幸福でもあり不幸でもある。

近年になって EMC フィーバーといえる程、EMC 市況は燃えている。展示会や研究会には人々が群れをなし、知識を求めている。暫くはこの状況が続くとみられるが、最近になって人々は少しづつ、冷静を取り戻しつつある。それはイミュニティについてのガイドラインや規格を検討する段階に達したからである。イミュニティは個々の利用者にとって到来波が不要か必要（許容）かを決定する能力でもある。従来から個々の利用者は現場において EMC 対策をとってきた。秘策ともいえる技術を競合ってきた。イミュニティの国内外におけるガイドラインや規格は、公平で統一的な考え方を導入しようとするものであるが現場との距離はなかなか近づかない。

イミュニティの評価は測定方法を決め、印加する電圧、電流、電界、磁界のレベル、方向、偏波などを決め、許容できる出力レベルや動作から判定している。これらは主として国外において規定した方法に従っている。無数の電気・電子機器の種類があり、無数の利用者が無数の場所で利用しているのに有限の方法でしかイミュニティ評価が出来ない。そこで約束事としてのイミュニティ評価が行われることになる。

元来 EMC は特別の学問ではない。電気回路、電磁気学などの基礎理論の組合せである。問題は無限にある境界条件をいかによく整理して解くかということにある。イミュニティ評価の規格は主として国際的な IEC や CISPR などによるものであるが、これらを生み出した根拠についての知識が知らされていない従うことは信仰のようであり学問に従事している者にとっては消化不良となっている。解析的方法は単純モデルを考えて理論解析をなし、組合せで複雑化する方法がとられるが、EMC のように無数の組合せが存在するとゴールが見えなくなり、手が出せなくなる。このようなミクロ的手法と国際規格のようなマクロ的手法とのギャップを埋めるのにファジィ理論や人工知能的手法が有用かも知れない。不要電波か必要電波かの分類だけで判断をする評価の方法が EMC に導入されると無限に悩まされることから軽減されるかも知れない。

不要電波問題対策協議会第9回講演会

日欧不要電波問題セミナー

CENELEC SC-110A議長 M. C. Vrolijk氏による

欧洲の不要電波規制の近況及び今後の不要電波問題についての意見交換



〈森本電気通信局長による挨拶の様子〉

不要電波問題対策協議会では、昨年に引き続き、海外(オランダ)から EMC に関する専門家 (M. C. Vrolijk 氏) を招聘し、平成 3 年 9 月 11 日 (水) に日本プレスセンターホールにおいて、第 9 回講演会「日欧不要電波問題セミナー」を開催いたしました。

講演をいただいた M. C. Vrolijk 氏は、オランダのアイントホーヘンにある Philips 社に勤務され、対外規格マネージャーとして、国内外の規格との調整を行っているかたわら、CENELEC (欧洲電気技術規格調整委員会) 110A 小委員会の議長及び CISPR-F の幹事を務められており、EC における EMC 問題の一任者として御活躍されている方です。

講演に引き続き、Vrolijk 氏、佐藤利三郎氏 (東北学院大学工学部長、不要電波問題対策協議会副会長)、高木相氏 (東北大学工学部教授、CISPR 国内委員会委員長)、菊池紳一氏 (郵政省電気通信局電波部監視監理課長)、岡村万春夫氏 (財)機械電子検査検定協会理事)、杉浦行氏 (郵政省通信総合研究所標準測定部長)

の 6 名の EMC 関係専門家によるパネルディスカッションを開催いたしました。

パネルディスカッションでは EMC の教育、コミュニティ及び放射について、EC 各国と日本の状況を相互に述べていただくとともに、会場にお越しのお客さまから貴重な御意見をいただき、それぞれについての意見交換が行われました。

講演会の参加者も 200 名を上回り、好評を博したと共に、日本における EMC 問題に対する関心が深まっているものと伺えます。

なお、セミナー終了後に開催したレセプションパーティーにおいても多数の方の御参加をいただき、Vrolijk 氏との交流が図られました。

本紙面をお借りして、セミナー及びレセプションに御参加いただきました皆様に感謝すると共に、ここにセミナーの概要を御紹介いたします。



〈レセプションパーティーの様子〉

欧洲の EMC に関する動向

CENELEC SC-110 A 議長

M. C. Vrolijk



まず本題に入る前に、今回、日本に招聘していただき、またこのように皆様に対し EMC に関して講演する機会を得ましたことに関して大変光栄に思います。

本日の講演では時間が限られているために、いくつか主要な項目に限定して話を進めていきます。

講演では主として電気通信の分野をお話いたしますが、医療機器や家庭用機器等についても関心があれば、ディスカッション時に御質問をいただきたいと思います。

まず第1部としては、一般的な欧洲の概況、つまりいかに国内法がまとめられて、特に EC 委員会が一つの方向に各国の国内法をコントロールしはじめられているのかを話したいと思います。

そして、規格または規格化標準化機構が欧洲でどういう役割を担っているのかを話したいと思います。そして、製造メーカーに対するガイドラインが少々ありますので、法制化そして規格化に関して話したいと思います。

そして第2部では、具体的な電気通信の機器に関する規格について、現状とこれから数年間の動向について話したいと思います。

I 欧州指令の動向

1 組織について

まず、言葉の定義について述べます。

指令というものは実際はルールのことであり、EC 委員会が作ったものです。EC 委員会では、全ての分野及び EC の考え方に関する発言権を發揮し、EC 全体(12ヶ国)の規制等を取りまとめた後、それを実現する機関であります。意志決定や決議などを取りまとめることもできます。これらの拘束力は指令よりもっと強固なものです。

指令というものは、もっと低いレベルで作られるものです。しかし、ブリュッセルで作られるほとんどの法律というのは、実際は指令(Directive)という形

をとっています。この指令が最終的なプロセスの後に認められて指令が決まると、各国の政府がとるべき行動の指針を示します。

つまり各国の政府が現行の法律を修正するように指示されることとなります。そして現行の法律、法制は、多くの分野において各国間、加盟国間で相互に違いがあり、また決議、決定も違ってきます。現行の国の法律と指令が異なる場合には、一定のテーマに関しては現行のものをやめて、全ての国が統一した法律をいずれ導入しなければならないということになります。すなわち、法律改正を行うことになります。そして、指令と矛盾しないように整合性を持たせることになります。

EC 委員会は、この指令案を作ります。また、その指令案を作る際には、全ての関係当事者と綿密な協議をします。例えば使用者団体、労働組合、消費者団体または政府の専門家グループのことであり、これらの当事者は、アドバイスを出したり、指令案を検討したりしてコメントを出します。

EC 委員会でこのような意見を聞くと、それを考慮し閣僚評議会に意見を出します。閣僚評議会とは加盟国の閣僚が参加する会議であり、それぞれの分野に応じて担当する閣僚が参加するものです。電気通信の分野で言えば、各国の郵政大臣等、つまり担当の大臣が参加して閣僚評議会が形成され、そこで草案を検討します。そして意見を出すこと無しにそのコピーをまず欧洲議会へ提出し、もう一部のコピーの方は、経済及び社会会議に提出します。つまりメーカー側は、その国の代表者に直接意見を申し述べ、影響を及ぼすことができると共に欧洲議会へも影響力を及ぼすことができます。経済及び社会会議には、製造メーカーの代表及び消費者団体の代表も入っているため、この場を通してメーカー側が影響力を行使でき、つまり指令の形成に影響を及ぼすことができる訳です。

もう一つ申し上げたいことは、製造メーカーは非常に強い立場にあることです。特に経済及び社会会議の

中では、代表者が入っているので影響力が大きいと言えます。

また、欧洲議会の議員は、国民が選挙を行って決定するため、どちらかというと消費者志向となります。しかし最終的にはこの両組織の意見がEC委員会に入り、そこで修正等が行なわれます。そしてコメントを考慮し、または拒否されることも有り得るさらなる審議を行ないます。

その後、草案を各政府の代表者に渡し、政府の専門家による検討を依頼します。そして専門家による技術的検討を経て常任代表者会議へ送ります。この常任代表者会議というのは、専門家の委員会ですが、閣僚評議会の丁度下のレベルに当たりますから、大臣にどのように投票するべきかアドバイスを行ないます。その後に再び閣僚評議会が行なわれ、共通の見解がまとめられ、公表されます。そしてそれが指令になります。

欧洲議会においてコメントが特に無い場合、自動的にその草案が指令として正式に認められます。その中には時間的な予定等も含まれており、各加盟国には通常1年間あるいは1年半という時間が与えられ、その猶予期間の間に草案を自国語に翻訳して、自国の法律という形でそれを採択、改正する時間を与えられます。その後にもう1年間、発効するまでの猶予期間として与えられますが、これには問題が生じる可能性があります。

つまり最終期日だけが決まっているからです。このため最終的に有り得る状況としては次のような場合が考えられます。

ある国において、政府の専門家グループが非常に迅速に作業を進め、2~3ヶ月のうちに準備ができて、国内法も整備できたかもしれない。しかし他のEC加盟国では、最終期日直前になってやっと準備ができるか、あるいは遅れてしまって後になってできたということになるかもしれない。従ってその間は、国内法のバラツキは存在したままということになりますが、製造メーカーとしては将来的にどのようになるかという動向は知っていることになります。

2 EMC指令(89/336/EEC)について

ここで、EMC指令(89/336/EEC)に関し若干触れてみたいと思います。

まず全ての電気製品機器が対象になるということであり、これには無線エネルギーを発生するもの、ある

いは放射エネルギーにより影響を受けるものが対象となります。ほとんどの電気・電子機器は何れかの種類に入るわけですが、一つだけ例外があります。それは白熱灯です。

通常は、非常に安いエレクトロニクス時計や複雑な医療機器など、エレクトロニクスが使われた全ての機器はこの指令の対象となります。もちろん、少々例外はありますが、例えば無線送信機です。全ての国では、無線送信機について強制的に試験をしなければなりません。

もう一つは、TTE指令で棄却されたもので、これは電気装置の端末装置部であり、EMCの指令から部分的に除去されています。

次に、要件に関してですが、放射に関する基準とイミュニティに関する基準があります。そして、機器が認証を受けるため、メーカーあるいは輸入業者は、それらの機器を市場に持っていく、その時に製造業者の宣言を付ければ良い訳です。

これにはもう一つ新しい強制的な試験というものがあります。これは認可済の試験機関が行なうことになります。しかし、こうした正しい試験を自分で実施することはメーカーの責任です。

もう一つの手段は、独立した第三者の機関で試験を実施し、報告書を作成してもらうことです。しかし試験成績書は事前に提出する必要はありません。例えば日本人であってもヨーロッパに来て、一枚の紙さえ提出していただければ容易に日本製品を輸入できます。つまり、ある型式番号のものが必要要件を満たすことを記載し、日付とサインがあればそれで十分です。

これについては、製造業者が責任を持ち、製造者宣言を出さなければなりません。そうすれば、全てのEC加盟国政府は、警察機能のようなものにより各市場へ行き、製品を日々手に入れチェックを行ない、これらの機器が製造者宣言を遵守し、また合致していないということになれば、サインをした人が問題となります。勿論それに携わった輸入業者も問題となる訳です。

標準規格が無い場合には、状況はもっと複雑になります。つまり規格が無い場合は、いつも認可済試験機関に行かなければなりません。これらの要件はECで定められているものですが、第3者の試験機関によって試験を行なう必要があります。これは機器の種類によって試験を行い、測定項目を明らかにして技術的宣言を書いてもらいます。その時はメーカー側の

技術的ファイルの中の製品に関する記述、あるいは取扱説明書、また製造業者が既に行なった様々な測定値、例えばEMCに関するフィルター等の測定値等そういう全てを記載したものを加盟国の一つで提出しなければなりません。

つまり、ヨーロッパにおいては、輸入業者は EMCに関する一連の書類を備えておかなくてはなりません。これは日本語ではだめであり、言語は全て EC 加盟国で認められている中の一つである必要があります。その技術文書が9ヶ国語全てである必要は無くその内の1ヶ国語だけで良い訳です。

3 TTE 指令 (91/263/EEC) について

今年の5月に電気通信端末装置に関して特別な TTE 指令 (91/263/EEC) が採択されました。これは日本の郵政省にも送付いたしております。この指令の中では特に電気通信端末装置に関連した要求事項が網羅されており、従ってこの指令で全ての EMC の要求がカバーされている訳ではありません。例えば皆さんの会社で簡単な電子メモ付きの電話機を開発したとします。そうすると電気通信機能は、第三者が試験しなくてはなりませんが、電子メモ機能は電気通信機能ではないので機器の一部と見なされ、EMC 指令の適用となります。従って電気通信機能の部分に試験が強制されますが、電子メモ機能に関しては、製造業者または輸入業者が製造者宣言をしなくてはなりません。

もう一つの例で自動留守番電話機ですが、電話応答装置に時計が付いております。従って単にテープで会話及び相手方のメッセージが聞けるだけでなく、何時にメッセージが残されたかも表示されます。その場合には、電話機能は強制的な試験によりますが、他の機能に関しては電話端末機能ではなくなるので、これは TTE と EMC 指令に分割され、両者が個別に適用されることになります。TTE 指令の中では、可能性として第三者の型式試験を回避することができます。これは国際的な品質評価があればのことです。

II 欧州委員会の政策動向

1 CENELEC

欧州には、3つの欧州規格化委員会があります。その中でも CENELEC が一番古い規格化委員会になります。



CENELEC というのはフランス語の名称であり、欧洲—電気—機器—技術—規格化委員会の略称です。

2つ目の機関は CEN であり、これは ISO に対応します。それから ETSI がありますが、これは特に電気通信機器に関連しております。

CENELEC は、18の加盟国で構成され、このうち12カ国が EC 加盟国で、残りの6カ国（アイスランド、ノルウェー、スウェーデン、フィンランド、スイス、オーストリア）が EFTA からの加盟国です。

CENELEC の標準化で特に重要な点としては、IEC 規格との関係で、もし IEC の規格が公布されたならば殆どの国において、これが追加的な規格となります。製造業者はこの規格を使用しても良く、また無視しても良いものです。そのまま独自の国内規格に準拠することもできます。EC 12加盟国においては、それぞれこの分野で既に12の規格が存在し、製造業者は長年に渡りこの規格に従ってきています。どの製造業者も独自の製造過程を変更してまで IEC 規格に準拠しようとしない訳です。

そのため、18カ国の標準化機関が合意に達し、即ち IEC 規格が公布された後で、これがもし特に重要なものであるのなら、各国の標準化機関は、全ての既存の相反する規格は撤回することになりました。これは整合（一致）の過程であり、この12カ国+EFTA の6加盟国間で対立する内容が無くなる（整合する）ということです。それ以降はどこの国も同じ状況となります。

多くの加盟国（ドイツ、フランス、イギリス等）の法律においては、独自の国内規格を制定しております。しかしここで国内規格が撤回され、代わりに IEC 規格が施行されることになると、各の政府は、以前使われていた国内規格の代わりに IEC 規格を参照し

て規則を変更しなければなりません。

最近になって、新たにポーランド、チェコスロバキア、そしてハンガリーが加盟国として発表されました。これらの国々はすぐに受け入れられている訳ではなく、現在待っているような状態です。そういう状態においては、低いレベルでのみに関連メンバーとして受け入れられています。その代わり、加盟料は低くて済む訳です。そして全ての新しい規格を享受することができるということですが、しかし意志決定の過程に対する寄与は、他の加盟国と比べて低くていいということになります。

投票に関して、フランス、イギリス、ドイツ、イタリアの影響力は同等のものですが、他の加盟国は前者に比べ低めです。

2 ETSI

ETSI というのは、欧州電気通信規格協会で欧州の電気通信主管庁が設立したものです。加盟国は CENELEC の場合とほぼ同じですが、数カ国加盟国が多く、全部で23ヵ国です。

CENELEC の場合には18の標準化機関で構成されていますが、ETSI の場合は違って、製造業者及び電気通信主管庁等の組織が加盟し、現在270のメンバーを持っています。

当初、新しい規格の採択はメンバーによる投票によって行なわれていましたが、メンバーの数が非常に増え、投票が複雑になってしましました。従って、ETSI も CENELEC のように各国が国内綱領を制定し、加重投票の形で意志決定を行うようになりました。

ETSI では、71% を上回る投票が無いと規格は受け入れられません。CENELEC ではこの基準は少し違いますが、基本的な考えは同じです。

CENELEC と ETSI の作業区分ですが、お互いの作業の重複が無いように決められています。ある一つのテーマにおいて、二つの異なった規格 (CENELEC と ETSI) ができては困りますので、作業区分を設けてあります。基本的に全ての無線通信装置は ETSI の担当、基本規格及び共通規格は CENELEC、電気通信回線網に無線で接続されない電気通信端末装置（電気、光学的結合、光伝送）に関しては CENELEC、CATV は CENELEC の担当です。

3 規格化の問題点

このような法制化の進捗状況、また標準化機関と規格化機関の相互協力はとても良いことだと思います。

しかし、製造業者の一員である私としましてはかなりの問題があると思います。また、困難も多々あるのではないかという気もいたします。

最大の問題は、現在のところ、大半の機器においては具体的な既存の規格が無いことです。例えば、放射とイミュニティに関する規格が無い訳です。イミュニティというものは去年位から出てきましたが、限られた機器の分野にしかイミュニティ規格はありません。ですから EMC 指令にだけ的を絞ってみても、殆どの機器について、製造業者が試験機関に行き、強制的な型式試験をしなければなりません。また、10万以上の多項目に及ぶ試験が新しい型式試験には必要ですし、試験機関の数が少ないと実情がありますので、そこには組織運営上の大きな問題があると思います。つまり、製造業者は何年も待ち、新しい機器の試験をしてもらわなければならないということです。

第 2 の問題としては、どの現象が関係するかということです。我々技術者としては多くの現象を考え、そしてそれぞれの現象が別々に発生することもあります。しかし、同時に複数の現象が起きた場合どのように対処するのでしょうか。つまり、どの現象がイミュニティに重要なものとして選択するのかという点が、まだ大きな課題として残っています。

第 3 の問題としては、今まで製造業者は、イミュニティに関して殆ど経験が無かったということです。例えば過去にユーザーからの苦情がありました。これは具体的には特定の機器のみに限っていました。また、一般の人々の中でイミュニティの問題（例えば、掃除機のイミュニティや、電磁界による影響力等）について知識のある方は殆どいません。

掃除機が実際に、電磁場に関して試験あるいは調整すべきかどうか、そのことも良く分からぬのです。また、掃除機を電磁場に関して試験を行なうことは、本当に意味があるのでしょうか。こうした課題、問題が残っており、各製造業者がそうした問題に直面しています。

それからもう一つ大きな問題が残っております。欧州は非常に広大な地域です。それ故各国で違った伝統があります。皆さんの大半もご経験があると思いますが、強制型式試験の解釈の問題があり、イギリス、ド

イツ、デンマーク等のヨーロッパ北部の地域と、ヨーロッパの南部の地域（ギリシャ、スペイン、ポルトガル、イタリア等）は、その運用や解釈についてかなり異なります。今後もこの問題は続くことでしょう。

更に伝導性妨害波に関して問題があります。これは、電源ケーブルと機器の電源端子のみに限定した現象で、信号に関して（エネルギーの供給に関して）特にネットワークにおける信号の問題があります。例えば街路灯を点けるというような信号を与える場合ですが、信号方式は国によって異なります。国によって特別な周波数（2kHz～12kHz）を使用しますし、電圧も国によってバラバラで、また電圧変動の問題もあります。

電圧降下が生じた場合、機器が独自の規定仕様、また機能を維持できるのか、照明機器のような場合は、この答えは明らかです。例えば白熱灯について供給電圧が下がった時、多くの技術者は正確に照度の低下のレベルを計算できるでしょう。そして、供給電圧が上がった場合の照度も計算できる訳です。しかし蛍光灯の場合はもっと複雑になります。というのは、電圧が下がりすぎると照明は消えてしまいます。そしておよそ15分間、温度が下がって点灯できる状態になるまで待たなくてはならないというように色々の違いがあります。

それからアンバランスの問題、電力周波数変動の問題、DC-AC回線網における直流の問題及び高調波の問題等があります。この他の現象もあるかと思います。

更に複雑なものとして放射妨害波現象があります。例えば電界・磁界、そして遠方電界・近傍電界についての問題です。また、持続波（AM及びFM変調）、そしてパルス波についての問題です。周波数帯域についても各国で様々な取り扱いがなされています。殆どの国において電界測定は150kHz以上から始めますが、ドイツでは9kHzから始まる訳です。理論的には光領域まで上げることができ、或いは400GHzで止めることもできるでしょう。例えばITUに則って無線周波数軸の最後のところで止めることもできます。しかし、そのような高い周波数を測定できる機器が無いため、そのようにあまり上げることはナンセンスかもしれません。ですから、最高周波数として測定すべき値というのは未だ定義されていない訳です。

また、偏波面が縦、横そして円形のものがあるでしょう。それから物理的な方向等も重要です。機器の

試験をするには、前後方向、さらに上下方向ということもあります。つまり機器の置く方向によって動作が違ってくると思います。

アンテナを使用する場合にはFCCの規制があり、空中線の高さを1～4mの範囲で変化させなければならないということがあります。これが適切なんでしょうか。全ての試験（例えば、1mmの単位或いはもっと小さい単位でシフトさせるのであれば、何年も試験に時間を費やしてしまう。）を実施するのが適切なのでしょうか。測定場所として、サイト（金属プレート）を使用するべきか電波無反射室（電波吸収材で囲まれた場所）を使用するべきか、そのような問題もありますし、テーブルトップの機器かフロアスタンドの機器かという問題もあります。これは地上との結合度合いの違いがあるからです。

それから校正の問題があります。つまり同一の校正の方法に合意できないのであれば、法律と供試機器が同じであっても校正方法自体が異なるため、結果は違ってしまいます。

また、試験を行なう機器の配置の問題があります。例えば配置は放射妨害波測定に関して最大のものを想定すべきか、あるいは影響を受けるという点でイミュニティに関して最大のものを想定すべきかについてです。それから周波数に対応して配置（接続ケーブル等）を変えるべきでしょう。相互接続のためのケーブルを二つのユニット間で考える訳ですが、これは周波数によって最適化する必要があるためです。これもナンセンスとなるでしょう。そんな事をやれば、時間もお金もかかり過ぎてしまいます。これは非常に複雑な問題です。

イミュニティは非常に複雑な問題で、その現象の選択方法は次のような形であるべきです。まず、製造業者の要求として、ある現象を標準化された測定条件下で試験するべきということが言われています。そうでなければメーカーは受け入れられないということになります。我々メーカーとしては、現実の機器における動作の話をしているのではなく、試験は実験室の中で実施したいだけで、適切に再現性がある試験ができるという事が望ましい訳です。それからもう一つ期待している事は、現象に関する要件は一問題に一つのみ話したいだけで、複数の現象を組み合わせたものは検討したくありません。複数を組み合わせてしまうと情報が増え過ぎてしまい、試験はもっと複雑になります。

私供にとって試験は、再現性があつてのみ受け入れられるのです。

私ごとですが、幾つかの政府の関係者と話をしましたが、我々が長年に渡り再現性があると思われない方法で実施してきた国もありました。

試験は機器以上にお金がかかり過ぎず、安価で容易に適用できなければならぬ訳です。

それから非常に大きな問題として、前述の掃除機等に関し機能レベルの定義（どの位の機能レベルを維持すべきか）が非常に困難です。時には機能レベルの定義ができない事もあります。そこで動作機能の劣化をどの程度許容できるかを考えなくてはなりません。

もう一つの問題は、全ての運用形態において試験を実施しなければならないという事です。簡単な洗濯機の場合はどうでしょう。それには10のプログラムがあります。そうしますと様々な現象を試験しなければならないことになります。つまり10の形態の運用全てを試験すると、洗濯機一台で何ヵ月も試験に期間を要してしまい、ばかげています。

4 現行の欧州規格とその問題点

低い周波数の妨害波について話たいと思います。そして現行の欧州規格についても話したいと思います。

ここでの問題は、どの基準・規格が既に存在するのか、そして EMC の指令として既に存在するのかどうか、また部分的に電気通信端末機器用として存在するかどうかです。

低周波の妨害について考える場合、IEC-555-2 があります。そしてそれに修正の 1 があります。お気付きのように IEC の 2 は、ア mendement の 2 も採択されておりますが、これは CENELEC では却下されました。欧州規格においては、60555-2 は IEC-555-2+ア mendement の 1 のみが述べられておりますが、これは、今までのところ家庭用電気機器を対象としています。もし、私の作っているものが、電気通信機器であるということであれば、全く高調波は関係ないということになりますが、この規格の作成段階で変更があり、高調波と電圧変動に関して家庭用電気機器のみならず、電源に接続される消費電力が 3.5kW 以下のもの全てが対象になることとなりました。電源に機器が接続されることであれば、将来的には高調波及び電圧変動に関する要件を遵守しなくてはいけなくなる訳です。

次に無線周波妨害に関してですが、CISPR 規格11、13、14、15、22については、皆さん御存知のことだと思います。これらの規格は全てはもう既に欧州規格として受け入れられており、そして EMC 指令として発効することになります。情報技術装置をヨーロッパ各国に輸出する場合には EN55022 に準拠しなくてはなりません。

次にイミュニティ規格に関してですが、今のところ欧州で受け入れられている唯一の規格は EN55020 です。これも CISPR 規格20に関連しておりますが、幾つかの違いがあります。何故ならこの規格は CISPR がラジオやテレビのイミュニティに取り組む前から実施されていました。この規格ですが、放送用受信機及び関連装置を網羅しておりますが、これは放送機能のみということです。先程の例ですが、ラジオ／テレビ或いはテレビ+電子クロック装置、そして電子メモリーが付いている場合には、選局する際であっても放送機能のみの試験を実施するのがこの規格です。クロック機能或いはメモリー等は、この規格には記述されておりませんが、後でこういう問題が生じてくるかもしれません。EN55020 にはこれからもりこまれることでしょう。これは情報技術装置に関連しているからです。

ここまで、現行の規格の紹介を致しました。しかし他に準備中の規格（案）がいくつかあります。いわゆるドラフトスタンダードであります。

まず、共通妨害波規格 (Generic Emission) がありますが、これは新しい用語です。これを少し説明いたします。前述のとおり、まだまだ規格が足りない訳です。そして標準化機関、製造業者及び政府当局は、数年前から1992年1月1日以前に全ての異なった製品に、各々の製品独自の規格を作成するのは無理であるという結論を出しています。そこで共通の見解として、全ての機器に適用できる一般的な要件で、特定の製品を対象としない規格が必要となり、今年の10月までに共通妨害波規格が配布されます。この実質的な内容は後で述べますが、もしこれが受け入れられると、全ての機器（装置）は、共通イミュニティ規格に準拠しなくてはいけません。

もし、メーカーとして、製造する機器（装置）がこれに準拠できないということになると、選択の自由は残っています。

国内委員会において活発に活動し、また独自の製品

のための特別な製品規格を開発する。或いは加盟国の一国が認めている、独立した権限のある機関に行って、うちの製品は共通規格には準拠できない状況を説明する訳です。例えば、非常に安価な機器（例えばカードラジオ）と、Hi-Fi ラジオとを比較するわけにはいきません。そこで安価な使い捨ての機器（装置）の場合には、この製品を(EN55020)に関して試験を実施することもできない訳です。こんな簡単なそして安価な機器（装置）に関しては、独立した試験場に行って状況を説明します。すると権限のある当局の機関としては、特定の製品規格がその製品に関しては無く、そして共通規格は一般的なものであるがその製品については適用が不合理であるとの結論が出れば、我々が試験して、しかも Hi-Fi 仕様に準拠していなくても販売しても良いという結論が出される訳です。

共通規格は各々住宅／商業／軽工業環境用と工業環境用の2種類があります。

それから、共通イミュニティ規格があります。これも同様に住宅／商業／軽工業環境用と工業環境用の2種類があります。

住宅／商業／軽工業環境用は10月まで投票、そして工業環境用の方は最初のドラフトが先月出たばかりで、最初の討議が10月にブリュッセルで開催されます。従ってこの規格が受け入れられるまでに、あと1～2年かかると見込まれます。

また、情報技術装置に関するイミュニティ規格は、二つの規格が現在投票中です。双方とも CISPR-G で討議されている規格と全く同じものです。最初の静電気放電に関する規格は CISPR-G (Central Office 10) と同等です。それからもう一つ、放射電磁界に関しては、CISPR-G (Central Office 文書はまだ配布されていないが、15番か16番になるはず。) がまもなく告示されるでしょう。

それから、ETSI では電気通信関係の機器に関して作業を進めており、ISDN に対するイミュニティ及びエミッションの規格は各々、ETS-300-126. ETS-300-127 があります。ETS-300-127 については、物理的に大型のシステムに関してのものです。もう既に申しましたが、EMC 指令においては幾つかの限られた項目が除外されています。即ち、無線装置、送信機及び電気通信等の幾つかの分野です。

また、今のところは EMC 指令に入っていませんが、将来は特定の指令で個別に対応されることになります。

す。その一つは医療用機器です。

ここで少しアドバイスをさせて頂きたいと思います。ヨーロッパに輸出しようという場合には、低周波そして無線周波に関し少なくとも、それぞれ一つ放射妨害規格を選ばなければなりません。現在はあまり多くの規格はありませんが、将来的にはもっと多くの規格が低周波の分野、そして無線周波の分野に出てくるでしょう。

二つめのアドバイスとしては、自分の製品に関連したイミュニティの規格を選んで下さい。特定の規格がある場合には、その方が共通規格を優先します。専用の規格が自動的に共通規格を優先する訳です。

また、メーカーとしてのもう一つの問題として、新しい規格が出てきますと全ての規格に関して、規格の変更のために、約2年間の移行期間が設けられています。従って、例えば明日の段階で新しく修正されたものが告示されたなら、次の日には全ての要件を満たさなければならないということではありません。移行期間が2年間ありますから、その間に開発、そして生産ラインを変更し適合させることができ、新しい規格に準拠させることができます。

そして、更に述べなくてはならないのは、型式試験は特定のサンプルによって行ないますが、多くの製品を試験したことと同等であるということを言わなければなりません。

従って別の品質評価を製造段階で行なわなくてはなりません。自分のところのシステムでも良いですが、ここで言っておかなければならぬのは、試験したサンプルは、量産品を代表するものであると言わなければなりません。これが EN45014 です。

考慮事項ですが、今いろいろなものが作成されておりますので、メーカーとして気をつけなければならぬのは、新しい情報をタイムリーに入手しなければならないということです。日本には EC 評議会がありますので、必ずこういった機関を通じて日本の業界、メーカーが新しい変更等の情報に関して適時の情報を入手して頂かなくてはなりません。それは、ある組織の一人が知っているだけではだめです。なぜなら、組織の全ての人が知っていないなければならないからです。

ここで組織として情報が適切な場所へ、例えば開発、製造及び管理職へと到達するように確保しなければなりません。EMC の場合には、往々にして担当者が決まっていないことが多い訳です。殆どの企業におい

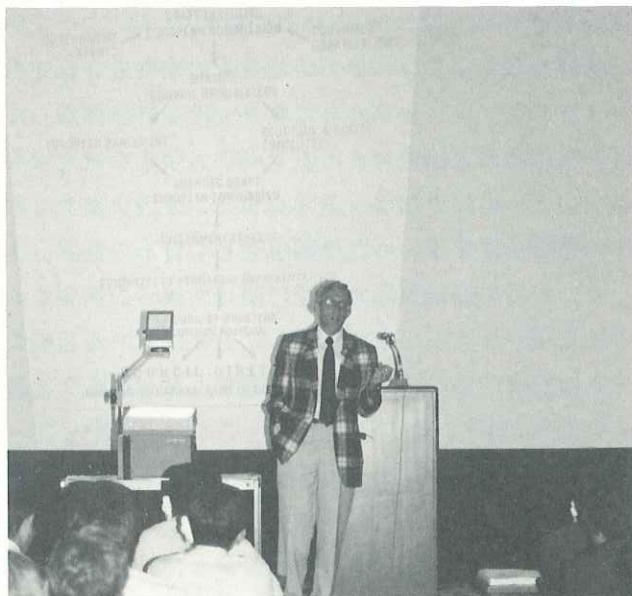
では、安全性担当者が一人、そして安全性に関して試験を行なう人がいますが、EMCの場合には、多くの企業においてそれほど目立ったテーマではありません。私の意見ですが、企業においては安全性の試験と同じように少なくとも一人の人間がEMC試験の担当をしなくてはいけないと思います。そして全てのメーカーが自分のところで全て試験をするべきか、或いは外部に依頼すべきかというバランスを取らなければいけないと思います。これは企業次第ですが、一番コストが安くつくのはどれか、ベストな方法はどれかという考慮が必要と考えます。

最後にもう一つ重要な点があります。果たして規格が自分のところの製品に適切なものであるかということですが、もし適切でないということになれば、国際的な機関である CISPR を通じてプッシュし、新しい規格を使うことができないか、CISPRにおいても新しい規格が採択されるのであれば、これは自動的にヨーロッパの CENELEC に行き、ヨーロッパのルートを通じて整合化が図られます。

III 電気通信のための EMC 規格

電気通信のための EMC 規格がどのようにになっているかという話をいたします。

EN-55022 があります。また、低周波数に関するものがあります。イミュニティ規格としては 2 つあります。まず静電放電のもの、そして電界に関してのものです。そしてこれらの共通イミュニティ規格と ISDN に対応するものとがあります。



1 EN 55022 (CISPR 22)

まず最初に CISPR 22 は、皆さんにもお馴染みの規格であると思います。しかしこの規格を適用するためには幾つかの欠陥があることにお気付きのことと思います。

ITE すなわち情報技術措置という言葉の定義が満足できるものでないことがお分かりいただけると思います。例えばこの定義に電気通信端末装置が含まれるのかどうかとすると、答えは出なく議論が始まります。また一方で電気通信端末装置と外部に接続線で接続される装置というもので比較すると、その区別がありません。

また、端子電圧測定に関する要求事項も決まっていません。これは長年に渡り議論されてきましたが、明確な進捗はありません。本当は直ちにこの答えが必要なのであります。

それから準尖頭値測定 (QP 値測定) ですが、これは時間がかかります。準尖頭値というのは、特にオーディオ機器、放送用機器等の保護の観点からも重要な値です。イミュニティ問題に関して特にデジタル機器等のことを考えてみると、私の意見では、準尖頭値測定よりも尖頭値測定の方が適切であると思います。しかし現在は準尖頭値測定だけになっております。

最悪の条件となるよう機器を配置して測定を行うことについてですが、これは技術的にナンセンスであると思います。これも妥協の産物であると思います。本当に配置の最適化を各測定周波数毎に望むのであれば、非常にコスト及び時間がかかるでしょう。

また、基準アンテナは、平衡型のダイポールになっていますし、また、電波無反射室の使用に関する規定は現在のところありません。非常にお金がかかり、こうした試験場所、つまりオープンフィールドと同じ特性を持つものということで、まだ明確な規定は決められておりません。また、物理的に大型の装置に関しての規定もまだ明確化されておりません。

次に、伝導妨害波についてお話しします。幾つかの許容値が出されております。周波数は 30MHz までで、最大端子電圧妨害の値です。30MHz 以下では端子電圧をループで測定します。静電容量を通して接地に至るまでを測定する訳です。そして電流がケーブルを流れることになりますが、ケーブルからの輻射の可能性があります。

30MHz から 1GHz までとすると放射妨害波がありま

すが、クラスAとB双方とも10mの距離測定することとなっております。ここでも準尖頭値測定となっております。これはアンテナが1mから4mの高さで縦横方向各々に偏波面を変えて測定しております。またこの機器の測定に関しては、360度回転して測定しなければなりません。ですからもしこれを規定通り実施すると、準尖頭値で測定を行なうとすると時間がかかり過ぎてしまいナンセンスなこととなります。このため一般的な慣行として製造メーカーは、迅速に尖頭値を測定し、特定のスポットだけチェックする形で測定をする訳です。しかしもしかしたら最大放射は、前述の測定で見失っているかもしれません。その点だけは誰にも分からることとなります。

2 ETS 300 127 (物理的に大型のシステムの放射妨害波測定)

次にETS-300-127の話をいたします。

では、物理的に大型のシステムとは何か、なぜこれが必要なのかというのを考えてみます。CISPR 22で見ていただきますと、まず測定しなくてはいけないものはテストサイトに於いてのもの、そして設置場所における測定です。そして非常に巨大な機器(例えば交換機)の場合には、それを設置場所において測定することの方が良い訳です。そうしないと最初にテストサイトで作らなくてはいけないし、また後でそれを設置場所で作らなくてはならないということになります。

交換機が大きなビルの10階にあったと想定しましょう。そうすると困難が生じます。つまり、10mの距離においてこの機器の周りを測定することは困難です。これは空中にぶら下げる(ビルの外につるす)ということになります。これは測定する人にとっても安全上問題があります。

ですからこのようなシステム(交換機等)の場合にそうなのですが、物理的に大型という定義をしており、これらの機器はモジュールで構成されるということを想定します。つまり、同じグループで何回かそれを組合せるという形(モジュール構造)を想定します。更に物理的に大型のシステムというのは、その設備の時点で完了していないと考えます。もしかしたら1年、2年、或いは3年後になって追加のモジュールとして付け加わるかもしれないと思います。前述の交換機等がそうなるでしょう。つまり加入者の数が増えることにより、更に交換機の規模を拡張する必要がでてきま

す。その時は同じモジュールがあってそれを幾つかくっつければ良い訳ですから問題ありません。

それからもう一つ想定していますのは、物理的に大型のシステムというのは、ターンテーブルに乗せるには大き過ぎると思う訳です。優れた交換機であれば既に大型ですから、ターンテーブルには乗せられないということになります。

ETSIにおいて、どうやってこういうものを試験するのか、そしてこの問題をどう対処するかを審議して参りました。その結果、一番良い方法として考えられるのはまず最低の代表システムを定義するということです。少なくとも一つのモジュールを各タイプ毎に考え、それを組み合わせることによって最初の代表的なシステムは何かを定義します。この最初のシステムを使用して放射妨害波を測定し、そしてその機能を測定する訳です。そして第二のステップとしては、一つのモジュールを付け加えるということです。そしてもう一度それがどう変化するかを測定します。それは急速に変化するかもしれません。この測定をすれば、もう一つのモジュールを更に追加した時には放射妨害波が一般的に直線的に増大するのではなく、頭打ちになるということを計算できる訳です。

そうであれば、更にどういう事が起きるのか予測もできる訳です。

第2点目に、実験室でモジュールを別々に測定をするという方法があります。ここでの目的ですが、これは予測をする為の計算式を作ることにあります。これについてはもちろん理論であり、実際には部分的にしか実施されておりません。従ってこれはまだ草案としての規格です。そして今後第1回目の結果が出てきた後(11月頃)このような形のものが検討されることでしょう。この種の研究は必要なことであると思います。つまり大きなシステムの測定をすることは難しいからです。特に多くの場合、CISPR-22に応じて大型のシステムの測定ができないからです。これが政府間の当局において、そして顧客においても認められることが望れます。

また他の規格に関して情報を提供したいと思います。EN-60555-2に高調波に関する規格がありますが、高調波というものは50Hzの主要周波数に関係があります。機器のインピーダンスが不平衡の場合はもっと複雑になります。この555-2の規格には、概説が出されています。これは単なる草案であり、まだ審議さ

れているところです。CENELECと同様ですし、またIEC-77Aでも検討されています。

今回のIEC及びCENELECでの投票において、このような考え方を受け入れられると思われます。つまり全てのITE機器のメーカーというのは、このような規定をしなければいけませんし、フィルターとか、或いは新しいデザインを設定する必要がある訳です。つまり、AC-DCコンバーターにそういう規格を設ける必要がある訳です。

私が知る限りでは、通常のAC-DCコンバーターというのは、このような要件は満たしません。ですからこの辺を注意して頂きたいと思います。

3 イミュニティ規格

次にイミュニティの基本規格ですが、これはIECそしてCENELECで同じような状況となっております。つまり測定法が規定されている訳です。

IEC-65においては次の規格が検討され、受け入れられました。いわゆる801の規格シリーズです。

一方IEC-77の方でも、この技術委員会がIECの中央から一般規格を作成するように要請されました。IEC-65ではプロセス制御機器に関して策定していました。これら一連の規格(801-X)シリーズですが、IEC-TC-77により、より一般的なものになります。即ち一般的なものとして単にプロセス制御機器にのみ対象となるのではなく、全ての装置で電源ケーブル回線網に接続可能なもののが対象となる訳です。

いま801-1の要件で、皆さん御存知かもしれませんのが将来的にこれが一般規格として(1000-4-Xという形で)公布されることでしょう。IEC 1000-4-XでこのXの部分が1~6までの数字に対応します。他の規格は既に作成中で、例えば7番(電圧変動に関する規格)とか他にも作成中のもの8番(低周波電磁界に関する規格)がありますが、もっと出てくるかもしれません。というのは、創造力がある分だけイミュニティ試験についていろいろな現象が出てくるかもしれないからです。

それでは要求事項(欧州共通規格の要件)は何でしょうか。まず、共通規格から始めます。商業、住宅、そして軽工業環境に関してですが、これで殆どの装置がカバーされます。一方、工業用環境の規格があ

ります。

共通規格に対して製品イミュニティ規格の方が優先されます。又、新しい製品規格は共通規格に取って代ります。

ここで、試験結果の違いを区別してみます。要求事項Aの場合は、試験中において動作の劣化が無いことを意味しており、要求事項Bの場合は、試験後にあっても機器が意図した動作を続けることを意味しています。

したがって、例えば静電気放電試験等短時間の試験を行う場合には、静電気放電の持続している間の機器の機能を見る必要は有りません。

また、機器の全ての動作及び配置について感受性が最大になるよう試験をする必要があります。

現行の静電気放電要求は、ライフトайムが5n秒、パルス期間が30n秒となっております。放射電界試験は27MHzから500MHzまで要求されています。将来は1GHzまでになる予定ですが現行はそのようになっていません。

その他、IEC 801-4の基準によりトランジエント試験が、信号・制御線、入出力線、電源線の各々に実施することとしています。

1991年10月、Generic規格が多分採択されるでしょう。ただしこの規格には付加部分があり、政府及び多くのメーカーは50Hzにおける磁界に対する試験を追加する方向にあります。

伝導イミュニティ試験については、既に電流注入法で150kHzを下限にして実施されており、上限を100MHzまでとするのであれば、放射電界試験を80MHzを下限にするという妥協案も検討されています。

ETSIが作成しているISDN用の規格については、ETS 300-011とETS 300-012に記載されており、しばらくすると入手することができます。

静電気放電の要求は4kVと6kVの2種類有りますが、6kVの接触試験は非常に厳しいものであります。

その他にファーストトランジエント、サージ、放射電界も試験されます。

まだ、検討中の試験として電流注入があります。

オランダでは、話すということは銀を散りばめているようなものだといいます。しかし、沈黙は金ともいいますので、この辺で私の話を終わらせてもらいます。

「パネルディスカッション」：EMC の今後について



〈佐藤 利三郎 先生〉

佐藤 ただ今まで、フローリックさんの御講演をいただき大変参考になったことと思います。

このフローリックさんの講演を参考にしながら、EMC の教育、イミュニティ、妨害波の各々の問題について 6 名のパネリストによるパネル討論会を開催したいと思います。

まず、最初に高木先生の方から EMC に関する教育、研究活動の状況についてお願ひいたします。

(1) EMC 教育について

高木 フローリックさんの講演を聞きながら我が国の状況を客観的に眺めてみると、欧州は地理的に入り組んでおり動きも激しく長い歴史の積み上げを感じますが、我が国が明治になって欧洲の文明を取り入れ、国際社会に寄与できるようになってから、まだ、20~30年でございます。

立派なものを作るには、本当に人の為になる、利便性を提供するために製品を作り、そして使ってもらうという姿勢がないと欧洲のような形にならないだらうと日頃感じておりましたが、今日の講演を伺ってその感をより強くいたしました。

まず最初に、EMC に関する学会の活動について、IEEE では、アンテナ関係、コンピュータ関係、CHMT (Component Hybrid Manufacturing Technology) 、IM (Instrumentation and Measurement) で行われています。また、国際的なシンポジウムについてはボ

座長：東北学院大学工学部長

佐藤 利三郎

パネリスト：CENELEC SC-110A 議長

M. C. Vrolijk

東北大学工学部教授

高木 相

郵政省電気通信局電波部監視監理課長

菊池 紳一

郵政省通信総合研究所標準測定部長

杉浦 行

財機械電子検査検定協会理事

岡村 万春夫

ーランドのプロツラフ大学で始められたプロツラフシンポジウムやスイスのチューリッヒを主体に行っているシンポジウムがございます。

また、米国、英国、フランス、ドイツ、インドでも活発な活動が行われています。

最近では、中国が強い関心を持っています。また、日本では、EMCI が活動を行っています。

このように EMC について学会で学問的に取り組まれていますが、しかし、現場では学問的取り組みの比重は小さくなり、今困っていること、差し当たりどのように対策すべきかということが求められます。

そして、EMC 教育について考えてみると、EMC の対象分野は広範囲で、これを取り扱うには、まず初めに分類が必要となります。EMC に関する種々の状況が相互にどのような関係にあるかという分類を十分に行う必要があります。

現場は即座の対応が求められ、理屈なんかどうでもいい、とにかく何とか解決することが求められ、電磁気学や回路学の本を読めば良いといつても間に合わない。その辺から持ってきたデバイスをくっけてみる、そして色々やっていると何とかなるといった状況があると思います。

このノイズの問題は喉元過ぎれば熱さ忘れるといいますが、どうしてうまくいったのかを議論することが非常に難しいということは、この分類ができるないことに原因があると思います。このような歴史



〈高木 相 先生〉

的背景が、ノイズの問題は学問ではないといってしまえばそれまでですが、現在はそのようなわけにはいかなくなつており、現実を直視しなければならなくなっています。

そこで大学のようなところでどのように教育を施すべきかについては議論するわけですが、その第一として教科書が必要となります。

EMCの教科書としては、学問的なものも必要だしノウハウ集的な要素も必要となります。そのため将来的の教育という観点からはノウハウ集にセオリーをプラスしていく努力すなわち分類学を導入することになるわけである。

最近の状況としまして、電子通信学会から赤尾先生の「環境電磁工学の基礎」が出版されています。英語の本では、ファオ先生が執筆された「EMC Fundamental」といった意味の本があります。

また、清水先生(東工大)やEMCJの徳田さん(NTT)が中心となって情報通信に関するEMCの本が出来上がりつつあります。私自身も最近執筆しまして通信工学という本の中で、妨害波の測定に準尖頭値を用いることについて、アナログのラジオやオーディオ機器にはよく対応するがデジタルにはむしろピークがいいとか、デジタルにおける符号誤り訂正をEMCに活用するとかいうことが記述される予定です。

この本が出来上りますと私のクラスでEMCの教育をこの本を用いて行うつもりです。

佐藤 有難うございました。次に、フローリックさんから欧州の企業や大学等における教育の現状説明をお願いいたします。

フローリック 先程、高木教授は歴史について言及されました。日本は技術の歴史特にエレクトロニクス関係の歴史は浅く、欧州は非常に長く複雑な歴史が

あると御指摘されました。

もしかしたらそうかも知れません。しかし逆に考えてみると我々欧州の者は何百年という歴史を考えますが、日本の場合は何千年という歴史があるわけです。文化があまりにも違います。例えば、質問されたときにノーと言わなければならないときに「良い提案ですね。考えさせてください。もしかしたら明日お返事できるかも知れません」と答えるのと、もっと欧洲式に「ダメだ」と一言で断るのとどっちがいいでしょうか。文化の違いによりこれだけの差があります。

欧洲におけるEMC教育の現状ですが、残念ながら悪い状態です。電子工学技術者や物理技術者にEMCに関する知識が十分ではありません。オランダでは一般的な教育しか実施されていません。

近年におきましては、EMCに関する本が発表されるようになりました。私が知っている中で一番良い教科書としては、フィリップスの社員で、CISPR/SC-Aで活躍されている、Mr. J. J. Goedbloedが書かれたものと思います。

5年前からフィリップス社内の教育をこの先生が始まられました。いくつかのビデオテープも教材として作成されています。このテープを使ってフィリップスの組織においてEMCの基本を教育しています。

この教材は社外でも評判がよく、オランダの2つの大学においても用いられることになりました。

EMC教育について、ほとんどの技術者は原則は分かっています。各々の学生が既に大学に入ってくる時点で電流によりかならず電磁界が発生することは分かっているわけです。また、大学においてもそういうことを学ぶのです。しかし、電子技術者として教育が終わって回路基盤を設計しはじめる段階では、学んだことは忘れてします。

回路のことばかり考えてこの回路基盤上の各電流が電磁界を発生するということを忘れてしまうわけです。こんな単純な基本的なことを実地に適用しなくてはいけないことを知らなくてはいけません。

もう一つ学生から誰でも知っていることですが、電流はクローズドループでしか流れることができないということです。

したがって試験機器において一つの線路に電流があった場合は、この電流は戻ってこなければならぬわけです。すなわちクローズドループが必要です。そうでないと電流は発生しません。ところが多

くの学生は、これを忘れてします。

単に設計の際に、線路内の電流だけを考えるわけです。電位放射などは計算しますが、この電流はかならず戻ってこなければならないということを忘れてしまいます。

基本的な事項をたたきこむ必要があります。この物理学的な原則を知らないと日々の仕事ができません、これができれば EMC はもはや問題にならないと思います。

佐藤 有難うございました。フィリップスでは EMC の社内教育用の教科書を作つておられるとのことでした。日本における EMC 教育について日本電気の鈴木さんに一言お願いいたします。

鈴木 日本電気の鈴木と申します。私のところでは、EMC に関する定期的な教育は行つていないのですが、ある程度新入社員がまとまった時点、2年とか3年とかの間隔で半日か一日程度の EMC 教育を実施しています。

その教育にたずさわっていたときに感じたのですが、技術者からの質問は基本的な技術的な質問より、規格がいつ強制されるかという質問がかなり多くあります。EMC 対策として基礎的なことを何も理解していなくて、付け焼き刃的なことをやっている。それがまず問題ではないかと思います。たしかに EMC というのは広い学問分野を扱っていますので、得手不得手があるのは事実なんですが、その基礎をもっと勉強してくれば良かったと思うことがあります。

また、教える側の立場でも、実際全ての分野についてよく分かっているわけではないので、できれば会社で教育にたずさわっている人を教育してくれるようなセミナーとか、大学で特別な講座をもつていただければ企業内でも、また、再教育の場でも使えるのではないかと思います。

佐藤 有難うございました。その他ご意見はございませんか。はい、NTT の徳田さんどうぞ。

徳田 NTT の徳田です。高木先生、フローリックさんそして鈴木さんからお話しをお聞きしまして、実際に EMC 関係の仕事をして、教育がたいへん重要であると考えています。

NTT でも EMC の社内教育として完全に確立しているわけではありませんが、規格等に関してはガイドラインを作つて一冊の本にまとめ、関係者に

配っています。

そういう観点での努力は学会でも行つていますし、セミナー等で実際に EMC にたずさわる人への教育は結構行われており、やっていないようでも結構行われているような気がします。

それで、教育というものを考えた場合に一般の人々への教育ということも大事ではないかと考えております。

特に、フローリックさんのお話で、EMC 指令という形で欧洲全体の中をイミュニティや妨害波といった EMC 関係の規格を整備していくときに、その意味を関係者ばかりではなく、その商品を購入する人も認識していることが規格の実際の運用に当たって重要であると考えます。その点についてパネラーの皆様のご意見をお聞きしたいと思います。

佐藤 有難うございました。EMC 教育について各種のご意見をいただきました。いま一般の人々への教育について問題提起が行われましたが、その点について郵政省のご意見をお願いいたします。

菊池 いま、座長の方から問い合わせられたわけですが、私自身この問題を担当して日が浅いんですが、この問題の入り口をのぞいたら、全然奥が見えてこない、しかも先ほど高木先生がおっしゃったように幅が広く、社会現象を電気に置き換えたものが全て EMC となり、その一つ一つが専門的であると同時に、非常に幅広くたいへんな問題であるという感想を持った次第です。

さきほど NTT の徳田さんから私が逆に問題提起をしたいと思っていた部分をしていただきました。私どもに対してこの問題は地方電気通信監理局に設けている相談窓口にいわゆるトラブルの苦情相談のような社会現象として現われてきており、その相談



〈菊池 紳一 先生〉

が段々と増えてくることを考えますと、規格・規制を行うとともに EMC に関する周知、啓発が重要となってくると思われます。

EMC の問題を社会現象として一般に理解していたくにはどのようにすれば良いか、より専門的な部分を追求していくと同時に社会に対してこの問題を認識してもらうという、その両方の観点から対応することが重要と思っております。

不要電波問題対策協議会でも今回の講演会のような広報活動は種々行っていますが、一般の人々の理解を深める点では模索している段階であり、皆様のお知恵を拝借したいなという気持ちで一杯でございます。

佐藤 有難うございました。時間もかなり経過しましたのでまとめさせていただきます。EMC の問題は範囲が広くてあらゆる産業に関係しております。また、EMC 問題は体験を通して解決をしていくことに重点があり、もっともっと経験を積む必要があります。だから大学の先生もおおいに経験を積んでもらう必要があります。

また、基礎学問をしっかりマスターする必要がある。これも非常に難しい問題で、今までの学問は、物を大量生産するための学問を教えたわけですが、こういう環境問題についての学問的基礎は究めてないわけで、そういう点が非常に困難な問題だろうと思います。

そうしているうちにどんどんノイズが増えてきます。この間、都内の一週間分のノイズを全部連続的に測定し、そのピークを見てみると放送電界より高くなっている。昔は低かったんですが、現在は瞬間的であるが放送にも妨害が起きているわけです。瞬間的ですがだんだん電磁環境が悪くなっていることがはっきりしました。郵政省にも環境の把握をおおいに行ってもらう必要があります。

また、EMC に関するトラブル事例を集大成し、大学で整理・分析していく必要があります。ケンタッキー大学の教授も EMC の教科書を書いておりまし、昨年イタリアを訪問したときには、ナノ教授から教科書をもらってまいりました。そして、フィリップス社でも本があるということでそのようなものをを集め、勉強し、当協議会で整理することも必要です。

そして、技術者を訓練する学校を作ることもこれを機会により前向きな対応が必要と考えます。

次に妨害波の規制についてどのように取り組めば

いいか、杉浦さんからお願ひいたします。

(2) 妨害波規制について

杉浦 我が国の妨害波規格は CISPR 規格を基本的に導入する方向にあり、電波法、電気用品取締法で法規制、VCCI 規制により自主規制を行っております。

これからますます国際化していくますが、輸出入を円滑にするには規格の統一化が重要であり、まず技術基準の統一をし、次に規制方法の統一があります。



〈杉浦 行先生〉

今年 8 月に米国で EMC のシンポジウムが行われましたが、その時に FCC のウォール氏からここにいらっしゃる岡村さんがお聞きになったそうですが、米国は EMC 規制の相互認証に関して必要となれば海外の機関からのデータも受け入れます。日本では自主規制を行われていますが、なんらかの形で政府が関与しないと他の国と話すときに問題があるのでないですかという話がありました。

私にも結論は無いのですが、EC から見ると自主規制というものがどのように見えるか、VCCI で合格したものが EC でそのまま通るか、今後、相互認証の問題でかなりこれから問題が発生するかもしれません。フローリック氏はどのようなご意見をお持ちか教えて戴きたいと思います。

フローリック もちろん、私は業界の代表としてまいりましたが、同時に欧州における立法化の傾向も観察しつづけてまいりました。

イミュニティに対する業界の対応については、イミュニティは品質に関連しており、政府に関連したことではなくあくまでも企業同士でオープンな形で競合すべきであり、品質の問題であるとの認識です。

しかし、テレビ、ラジオやそれに類似したものが

市場で大規模に使用されると苦情が大々的に増えてまいりました。そのとき、苦情に対応したのは政府でした。

政府の専門家が苦情が寄せられた家庭を訪れ、調査し妨害発生源を調べたわけですが、多くの国では政府自ら調査費用を負担しなければなりませんでした。そして、妨害源が見つかっても往々にして、妨害波は CISPR や国内の許容値内がありました。

そうしますと、政府としては業界に紳士協定を結ぶように働きかけをするようになりました。テレビ、ラジオの苦情を低減するため、最低限のイミュニティを持つように相談が持ちかけられ、それは妥当性があるということになりました。だから先ほど申しました、政府は関係無いとはテレビ、ラジオ以外は関係無いということになりました。

次の分野として苦情が増大してきたのは、情報技術装置でした。例えば通りの向かいの店でキャッシュカードを使う度に銀行のコンピュータのメモリーが無くなるということが起こりました。そこで、再び政府の方から業界に依頼し、このまま放置はできないので、自主協定を結びました。そして、イミュニティの規制がテレビ、ラジオだけではなく情報技術装置にも適用になったわけです。

現在では、どのような電化製品にもマイクロプロセッサーが使われる時代ですので、次の段階は他の分野にもイミュニティの要件が必要となるでしょう。

例えば、移動電話ですが、非常に大きな電界を発生します。住宅、企業、病院等ありとあらゆるところで電磁界が発生します。そういうときには最低限のイミュニティに関する要求事項が出てくるわけです。もし企業がその要求を満足しなければデメリットがそれなりにあります。というのは妨害が出てくるからです。妨害を防ぐ手段を講じない企業は市場から除外されてしまいます。

私は、企業の立場として少なくとも政府による最低基準の設定が必要だと思います。全世界的に最低基準は必要だと思います。そして、それを上回るところで競争し、性能、コストで競争するわけです。

佐藤 菊池さんはこの問題についてどうお考えですか。

菊池 先程の杉浦さんから提案された妨害波規制の問題でございますが、日本としては CISPR の国際規格を取り入れて最低限の物は強制規制になっているわけです。果たして強制規定だけでは全て解決でき

るのかという問題も確かにあります。

先ほどフローリックさんからイミュニティの話がありましたが、科学技術は急速に進歩していくので普遍的なことは極めて難しいですが、ある程度の期間に亘ってきちっと守っていかなければいけないベーシックな問題があると思います。しかし、それ以上の部分を強制していくと世の中がどんどん変わるのでその規格だけがとり残されるという現象が起きるかも知れません。そのため、関係機関から意見を聞きながら、妨害波の問題は従来の延長線上で対処したいと考えております。

また、イミュニティ一般については、我々も取りかかったばかりで、国際基準もこれから進んでいく分野でありますので、よく様子を見ながら対処しようと思っています。

佐藤 有難うございました。この問題はなかなか難しい問題でございます。時間も迫ってきましたのでこの辺でしめくくらせて頂きます。次にイミュニティの問題に入りたいと思います。

先ほど、フローリックさんからも非常に重要な問題であるから最低限のレベルは決めなければならないというご指摘がございました。最近のイミュニティ問題について岡村さんからご意見をお願いいたします。

(3) イミュニティについて

岡村 イミュニティ問題は果たして政府が関与する問題かどうかという点があります。

例えばテレビの送信機があつて 10km と 40km の地点で妨害を受ける受信機があった場合、同じ妨害レベルであれば D/U が違うことから、送信アンテナに近い位置で受信するテレビジョン受信機では、イミュニティ・レベルが低くとも問題は少ないと考えられる。このような事実から全ての受信機に十分なイミュニティ能力を持たせるための費用をかけるのは、どうであろうか。

それから、受信機以外のものと、静電気放電や放射電磁界、伝導性等色々あるが、それらに対する誤動作判定基準はどうするのか、使用する環境。例えば、伝導性の床の上で使う場合には、静電気放電特性が多少悪くても大丈夫と考えられる。そのような性能問題から考えると、製品を選ぶのはユーザであるからとの判断から、市場において淘汰、決定されるので



〈岡村 万春夫 先生〉

ないかと考えられます。イミュニティについては、そのような問題を総合的に勘案する必要があります。

佐藤 有難うございました。この問題について、聴衆の方からお願ひいたします。古河電工の遠藤さんお願ひいたします。

遠藤 古河電工の遠藤でございます。私の所にこの問題が来るとは思ってもみなかったのですが、私が日頃思っていることをお話させて頂きます。

先ほど、フローリックさんがお話されたことは非常に良く分かります。というのはイミュニティの問題は性能の問題であるから、メーカの問題であるということについて良く理解できます。それに対して種々のクレームがあるから国として最低限のアプローチが必要になってきたというお話を伺いしたわけです。

私は、イミュニティの規格も国際整合が重要ですしメーカ側も関心を持ってイミュニティの問題を勉強しているわけですが、イミュニティの規格を全ての製品に100%適用させることを行えば相当コストが必要になると思います。国内で考えた場合、いったいクレームというものがどれだけあるのだろうか、国際規格ができたから100%フォローし、それを基に国内規格が決まりますと100%真面目にフォローする社会ですから、例えば1000円のラジオを試験するためにいったいどれだけのイミュニティ試験をすることになるのだろうか、基本はもちろん国際整合ですが、国内でイミュニティでどれだけ困っているかというところからスタートすべきであると思います。イミュニティ問題は測定法をはっきりさせてどのくらいのレベルであればイミュニティは大丈夫かなということを行う。そしてガイドラインの様な資料が出てくれればそれから考えればいいのではな

いかと個人的には思っています。

佐藤 有難うございました。この問題について、再度、岡村さんからお願ひいたします。

岡村 この問題について、諸外国では様々な対応を行っています。

米国はテレビ受信に対して妨害がないのであれば業界の自主基準に任せる。もし何かあれば政府が対応するという形になっています。カナダは、まず電磁環境の調査を十分実施して我々の生活環境にどれくらいの電磁波レベルが存在するかを調査し、これに耐える装置を製造するよう要望しております。ただし、生命、財産に直接影響するような装置は多少シビアな基準を満足する必要があるという形となっています。ドイツは比較的厳しい基準を作っております。

基本的には一つのガイドラインがあって、仮に何か問題が起こった場合を想定しますと、妨害発生源が無線局の場合は周波数、レベルが管理されていることから、そのような管理されている電磁環境のなかに物を置いて誤動作を起こすものであると問題となる筈です。即ち、ある程度業界が自主的に基準を作り、その規格をクリアするものを作ってくださいということはフローリックさんがおっしゃるように必要かも知れません。したがって問題が起こらないように業界が対応してくれることが一番です。それでも対応できない場合は何らかの形で政府が関与しなければならないのかなあと言う感覚は持っていますが、まず業界が問題の無いものを作ることが最初だと考えております。

佐藤 有難うございました。この問題について、高木先生、何かございますか。

高木 イミュニティ問題には種々の側面があり、どのような規制をする必要があるかの議論がありますが、その前にイミュニティを評価する技術を確立することが重要であると思います。共通の土俵があると競争が成り立つと思います。

イミュニティを規制すると技術の競争原理という面では楽になることもあります、また逆の場合もありますが、根源的には測定法つまりイミュニティをいかに評価し得るかということが基本的な問題だと思います。

佐藤 有難うございました。この問題について、フローリックさんからご意見をお願いいたします。

フローリック 私は、このような議論のなかで一般大

衆も EMC について理解を深めるようにすべきであると聞きましてうれしく思いました。これはとても良いことだと思います。というのは、安全性を考えた場合、台所にあるミキサーといった家電製品を電源につながったままで水の中に入れる人はいません、誰でもそれが危険であると知っています。ある程度電気についての安全性という観点から理解しているわけです。こういった中でメーカーとしても一般の人々に EMC 問題を意識してもらう必要があります。例えば使用説明書に述べられるべきです。



〈M. C. Vrolijk 先生〉

例えば携帯電話は世界中で使われていますが、マイクロプロセッサーを内蔵している洗濯機に対して使用してもいい距離はいくらなのか、これを知りたいわけです。最低基準があるとしたら、携帯電話で高い電界を発生するものは他の電気機器の近くで使うことは賢明で無いということが分かるわけです。

例えば、タクシーでも移動無線を使っていますが、タクシーが病院のすぐそばにあり、壁の向こうには ICU 等の救命に関する医療機器が設置されているかも知れません。そのためあまり近いところでは無線を使ってもらいたくないわけです。したがって何らかの形で一般の人々に、電気・電子機器を使う場合にどの用な影響が出てくるかを啓発すべきです。また、同時にデザイナーやエンジニアもこれを行うことによって EMC 問題の認識がさらに高まると思います。

佐藤 有難うございました。杉浦さんからもご意見をお願いいたします。

杉浦 これからの電子機器は、多分、無線機が周囲でどんどん使われる状況になりますから、従来のようにあまりイミュニティ問題を考えなくて良かったという状況は無くなると思います。

そして、ご承知のように皆様お持ちのテレフォンカードを磁石のそばに置いたらだめだということはわかつておられるわけで、これだけ一般教育ができる。ところが EMC に関してはどうもできない。できる前に製品がどんどん増えてきたように思います。

そうするとイミュニティはある程度決めておき、政府若しくは工業会ベースで行わないとたいへんことになるかも知れません。

これから、無線機が急速に増加しました電子機器も急速に普及しておりますので不意にコンピュータが誤動作して暴走するかということは十分可能性はあるように思います。そのため、一般教育と、イミュニティの基本レベルの確保する手段を考えなくてはならないと思います。

佐藤 有難うございました。たいへん有意義なご意見をいただきましたが時間も来ましたので終わらせていただきたいと思います。

この電磁環境問題は悪化の一途を辿っており、障害も増えてきているわけです。昔は日本の水ぐらいおいしい水はないといったのでありますが、最近各家庭には浄水機が取り付けられています。それ位に日本の環境は悪くなっているわけです。電波も同じで、政府もメーカーも対策を行わないのであれば、自分で判断してシールドルームでも作って住まなければならぬということも考えている人もいるわけです。ですからコンピュータをたくさん持っている会社などは自らシールドルームを作る必要があると思っているところもあるようで、問題はたくさんあるわけです。

科学技術は役に立つんだけれども、かならず期待を裏切ることがあります。ある程度は自分のことは自分で身を守らなければならないというような面もあるし、そのようなことをしなくとも十分に暮らせる様にしなくてはならないということもあり問題は複雑です。

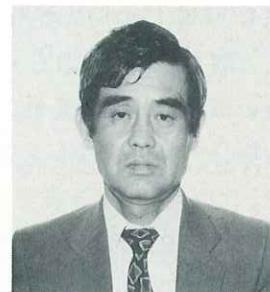
この問題はますます悪化すると思いますが、そのため当協議会においてもこの問題を前向きな方向で取り扱って一歩一歩前進していただきたいと思います。

最後にフローリックさんを始めパネラーの先生方並びに討論に参加していただいた方々に感謝いたします。

アメリカにおける EMC の概要

東京農工大学工学部教授

仁田 周一



今年の7月と8月、文部省の短期在外研究員として、コロラド大学ボルダー校に約40日間滞在した後、ニュージャージー州、チエリーヒルで開催されたIEEEのEMCシンポジウムでの論文発表、聴講、および2~3の大学訪問をした。

ここに、アメリカでのEMC研究の一端を紹介し、私の感じたことを述べてみたい。

従来、アメリカのEMCは、軍の主導による研究の推進とコンサルタントによる実務面での指導が主たる活動であった。このことは、シンポジウムの開催・運営におけるコンサルタントの役割分担が大きいことからも伺える。

本来、EMC技術は、ラジオの受信障害、計測信号の精度低下および機器やシステムの誤動作などを抑制するイミュニティ向上であったものが、半導体技術の進歩、特に高密度実装とそれに伴う高速化・小型化および低価格化などによるデジタル機器の普及が促進され、そこから放出される不要電磁波が社会生活に影響を与えたことから、放射ノイズにその中心が移ってきたことと、その規制値制定が産業界のEMCへの関心を引き起し、また、EMCビジネスが盛んになるにつれ、主たる活動が必ずしも軍やコンサルタントだけではなく、産業界、研究所、大学が研究や技術開発に参画したことにより、広範な研究が行われているのが現在のアメリカの状況だと言って差支えないと思う。

以下に個々の項目を挙げ、現状と問題点を紹介する。

○ EMC 問題のコンピュータによる解析

大型・高速のコンピュータが広範囲で使えるようになり、EMCの数値解析モデルの発展にはめざましいものがある。

すでに、有限要素法を使った電磁界解析用ソフトウェアが多く発売されており、モーメント法を使ったEMC問題の数値解析例も数多く発表されている。

EMI源のモデル化、シールドや電波吸収体の評価およびESDのモデル化など、多数のソフトウェアが提

案され、使用可能な状況にある。

今後、どのようなモデルがEMC問題に適用可能か?、どのようなコンピュータ解析技術がEMC問題のそれぞれに特有な問題に適用可能か?などの議論が展開されよう。

アメリカの大学のEMCへの貢献は、この数値解析の分野に対して極めて大きい。

筆者の訪問した大学でのEMC研究は、コンピュータによる数値解析が主であり(シンポジウムの論文からも、大学関係の研究は数値解析関係が多いことが判る)、研究室にはワークステーションがずらりと並び、その前で大学院生や研究生が懸命に頑張っている。しかし、大学にはEMCの実験・計測設備は見えない。現状では、EMCに関する実験・計測データが充分、積み上った段階にあるとは思えないが、これらのデータは官の研究所や産業界で積み上げられ、大学での入力データとして利用され、解析結果は、また産官で実証されるという役割分担がはっきりしているように見える。

今更、言うまでもないが、アメリカでの产学の結びつきは強く、お互いに深く入りこんでいることはEMCの世界とて例外ではない。

○ トランジェント・オーバストレスの問題

EMCの研究が放射ノイズとイミュニティに中心があることは言を待たないが、オーバストレスによる素子故障やシステム故障への関心が高まってきたことは喜ばしいことである。特に、素子検査やシステム試験時のオーバストレス、落雷などによる強電界へのシステムの暴露は内部に潜在故障を残し、故障の発生が、後になって表われることが多く、故障の原因究明が困難になることが多い。

信頼性工学分野では故障解析／良品解析技術の研究成果の発表は多く、地道な研究努力が行われている。

信頼性屋とEMC屋が協力し、“EMCと故障”的研究が推進されることを期待する。

○スペクトラム管理と EMC

昨年、ワシントン D.C. で開催された IEEE の EMC シンポジウム開会式における基調講演はスペクトラム管理と決定に関するものであった。(米国商務省の美人の法律家による講演が、印象に残っている)

スペクトラム管理・決定が EMC 問題に、どのような影響を与えるかのケース・スタディが行われている。

今後、新しい周波数帯域を選択し、決定するに際し、現状および将来の RFI/EMC 問題の解決方法を考えておく必要があろう。

○MIL STD 461/462/463

一昔前、機器やシステムのイミュニティ・レベルを測定し、判定する唯一の拠り所であった MIL-STD 461 ~3 にも改訂の波が押し寄せてきた。改訂は、限度値と試験方法を含んで、全体について行われ、他の規格との整合も配慮されている。

このようなことにも、軍主導であった EMC が産官学へ移りつつあることが伺える。

○タイムドメインと周波数ドメイン

ノイズによる機器やシステムの誤動作は、最終的にはノイズの波高値や立上り／立下り時間によって影響される。

我国でも、電気学会に“電磁波雑音のタイムドメイン計測技術調査専門委員会”(委員長：東北大大学、高木相教授)が本年度に設立され、活動を開始している。

現在、放射ノイズの測定・評価は周波数ドメインで行われているが、アメリカでも、EMC 解析の基本に帰って、タイムドメイン信号の影響を周波数ドメイン上でどのように解析すべきかを検討している。

○素子・部品への関心の高まり

従来、IC など部品そのものの EMC についての関心はあまり高くなかった。

しかし、昨年あたりから、MMIC (Microwave Monolithic Integrated Circuit) や VLSI から放射ノイズに関する研究が見られるようになり、ASIC (Application Specific IC) や ECL (Emitter Coupled Logic) などの EMC に関する研究が、本年、発表された。

我国では、IC からの放射ノイズや IC のイミュニティに関する研究は、従来から行われているが、アメリカでも、このような地道な研究が見えだしたこと

は、喜ばしいことである。

○シールドとケーブル

シールド室のシールド効果測定法や推定法、すき間や穴のある箱のシールド効果、複合材料のシールド性能の評価、シールド理論の盲点の追求など、また、ケーブルでは、多芯編組シールドのトランスファ・インピーダンスや同軸ケーブルへの EMP 結合など、個々の実例を対象とした研究が盛んに行われている。

シールドは古くて新しい問題で、現在でも、シールド理論からは説明できないような現象が発見されており、新しい材料の開発とともにこのテーマは当分続いているであろう。

○ESD (静電気放電)

このテーマも古くて新しい問題であり、静電気に対する耐力テストの再現性、宇宙船がプラズマのなかに置かれた場合の誘電体表面やインタフェイスでの電荷の発生と放電に伴うエレクトロニクスの誤動作、家具からの ESD のシミュレーション、ESD 多発の場合のモデル化など、ケース・スタディが盛んに行われている。

○プリント基板 (PWB)

PWB のイミュニティ向上よりも、むしろ PWB からの放射ノイズへの関心が強く、種々の形をした PWB について数値解析と実験をもとにした放射ノイズの予測が研究されている。

高密度実装化や回路による対策技術の発展とともに、このテーマも、今後長く続くであろう。

○測定場としての TEM セル

オープンサイトや電波暗室に代って測定場としての TEM セルに関心が集まっており、GTEM セルに加え、ワイヤ TEM セルのような新しいものが提案されている。

○その他

本年 3 月、チューリッヒで開催された EMC シンポジウムでは、フィルタとバイオに関するセッションがあり、それぞれで多くの研究成果が発表された。

IEEE の EMC シンポジウムでは、昨年フィルタの発表が 2 件あったものの、本年はなく、また、バイオの

発表も見られなかった。

フィルタについては、問題がほぼ解析したと考えてよいのか？

また、バイオについては、研究が緒についたばかりで、顕著な成果が表れていないということか？

この2つの話題については、セッションが設けられなかつた理由は、全く異なつた背景によるものだろう。

以上、チェリーヒルでのシンポジウムを中心に、アメリカのEMCの概要について述べた。

今後、学問としてのEMCの体系化が強力に推進されるであろうが、一方、個々のケーススタディも長く続くであろう。

いつも感じることであるが、アメリカ人のタフさには感心させられる。

今回、チェリーヒルのシンポジウムではテクニカルセッションの最終日にアトランティックシティへのツアーアリ、ツアーエンド後のホテル到着は午前1時半であった。その前にはレセプションが夜遅くまであつたが、彼等は、ツアーエの翌朝7時には、ケロッとした顔でやってくる。

我々も、このタフさを身につけたいものであるが、なかなか真似ができない。

これについては、まさに脱帽である。

韓国におけるEMC事情と旅行記

郵政省 通信総合研究所

総合通信部 電磁環境研究室長

徳重 寛吾

1 はじめに

韓国電子通信研究所(ETRI: Electronics and Telecommunication Research Institute)の電磁波研究室長、崔翼權博士からイミュニティに関して同所で講義するよう依頼を受け、さらに韓国電磁波技術協会(KEES: Korea EMC/EMI Society)の大会で電磁環境に関する講演を行うよう要請があった。本年9月に一週間同国を訪問し、同協会で講演をするとともに電子通信研究所の崔氏の研究室の方がたとイミュニティを含めEMCに関して意見交換ができた。電磁波技術協会での講演、電子通信研究所の概要や研究所での講義のようす、電磁波研究室の研究者との意見交換や会食をしながらの語らい、研究所に近い古都の旧跡を案内してもらったときやソウルとETRIまでの往復時の印象、私が聞いた韓国の電磁環境に関する研究体制や取り組みの状況などについて述べてみたい。

2 韓国電磁波技術協会での講演

今回参加したこの大会は、社団法人「韓国電磁波技

術協会」が主催、通信部および韓国電波産業振興協会の後援によるもので、1991年9月25日から28日までソウルの建設会館で開催された。初日は通信部長官(日本の郵政大臣に相当)や当協会の会長のあいさつなどの式典があり、その後特別講演に入った。式典には長官自ら出席されることからみて、政府がこの協会やEMC行政・研究・産業育成にいかに力を入れているかが察せられる。特別講演者は私のほか、この協会の主要構成員である大学教授、研究機関の研究管理者および企業の代表者の合わせて5名であった。特別講演用の立派な体裁の予稿集(約80ページ)と演題、スケジュールを示すパンフレットが準備され、出席者全員に配付されていた。会場には200名近くの聴衆がいた。式典後、最初に私が講演することになっていて、与えられた講演時間は40分であった。私は「日本国における電磁環境の調査研究」と題して、これまでわれわれの研究室が実施してきた代表的な電波利用施設について、その周辺地域(空間)の電磁環境測定と推定結果についてまとめたものを発表した。日本語で発表するのを逐次韓国語に翻訳してもらった。通訳には今春まで早稲田大学通信工学科に留学し、卒業後、父親が経営

する EMC 関連会社の部長として活躍している黄亨在氏が当たってくれた。彼がうまく訳してくれたお陰で発表もスムースにいき、聴衆は満足げであったと後で黄氏が感想をもらしてくれた。次の講演者である漢洋大学校の李中根教授が、とても興味のある話であったといって下さったのがお世辞にもうれしかった。韓国でも電磁環境の実態を把握する研究は、5、6の大学で検討していることを ETRI の研究者から知らされ、演題の選定が的外れではなかったようなので安心した。式典が始まるまで控え室で休憩されていた通信部長官や通信部電波管理局局長、通信部電波研究所所長など政府幹部および協会幹部と同席した私のそばに黄氏がついてくれ、そこで交わされている会話を逐次通訳してくれた。韓国の要人が電磁環境に真剣に取り組んでいるようすがよくわかった。午前中に私の講演が終わり崔室長、室員、黄氏らと食事をしていたら、韓国電波研究所の職員が来られ、電磁環境の測定方法などについて熱心に質問された。昼食後の休み中に、尹賢普協会会长（東国大学校教授）、慎哲宰学術分科委員長（亞洲大学校教授）、朴成得電波監理局長、林延宰電波研究所所長、李中根教授、鄭樂三韓国標準研究所電気研究部長、電子通信研究所の崔室長ほかの皆さんと一緒にに入って頂き、会場となった建設会館正面で記念写真を撮った。〈写真1：協会幹事の皆さんと〉

この協会の沿革、現在の状況について崔室長が説明してくれたところによれば、韓国には歴史的に最も古い「電子工学会」があるが、これとは別に ETRI を中心に韓国の研究機関、大学関係者で EMC/EMI に関心をもつ人達が、EMC 企業体を啓蒙、教育しようとしてこの学会の前進である「電磁波工業会」を4年前に発足させた。一昨年の末に、工業会寄りではなくもっと

学会色を強めようとする動きが出て、昨年から現在の協会名になった。しかし、企業が本当に解決して欲しい EMC 問題、EMC 技術に対し、大学側が適切に対応しきれないところに企業側の不満があることや、通信部はこの協会をさらに発展させてさらに学術的な「電波工学会」にしたい意向もあるとのことであった。現在の会長は亞洲大学校の慎哲宰教授である。昨年は協会の大会を一回開催し、日本からは、アクゾ・ジャパン株式会社の海渕住男氏が招待され、EC の最近の動向について特別講演を行った。本年は既に春にも大会を開催した。この学会の会員数は400名程度で、参加組織の内訳と割合は企業 60%、大学 20%、研究所が 20% である。代表的な企業としては三星、金星、現代などがあり、通信会社には、韓国通信、移動通信、データ通信などがある。代表的な研究所は、電波研究所 (RRL)、電子通信研究所 (ETRI)、標準研究所 (KSRI)、生産技術研究院 (KAITECH) などが含まれている。幹事会員は40名で、各組織に割当があり ETRI、KSRI はそれぞれ 2 名である。

3 韓国電子通信研究所での講義

韓国電子通信研究所 (ETRI) はソウルから鉄道で約 170km 南下した忠清南道の道庁所在地大田 (テジョン) 市に属している。大田駅から西北へ約 10km の所に、韓国でも代表的な温泉街である儒城 (ユソン) がある。ここからさらに 2、3km 北東に学園都市が造られている。ユソンから学園都市に入ると最初に韓国工科大学 (KIT) があり、その他数ヶ所に散在する研究所らしき建物を通過したその一郭に ETRI がある。韓国標準研究所 (KSRI) も ETRI から徒歩で 5 分位の所にある。学園都市全体としてはまだ建設中で、道路の舗装もまだ完全ではない所がある。ここで 1993 年に万国博覧会の開催が予定されている。まわりには遠く山が見え落ちついた雰囲気である。冬には零下 25 度になり雪も相当積もるそうである。

さて、ETRI は 1976 年に商工部の基に設立された韓国電子技術研究所 (KIET : Korea Institute of Electronics Technology) と 1977 年に通信部の基に設立された韓国通信研究所 (KTRI : Korea Telecommunications Research Institute) が合併して 1985 年に科学技術処の基に設立された。ETRI は政府の支援によって、電気通信、コンピュータ、自動制御、半導体等の分野を



写真1：学会幹事の皆さんと

総合した高度情報技術の開発研究を目指している。研究資金は、科学技術処、通信部、通信部が資本の過半数を保有する企業「韓国通信」、その他の企業から出ており、従ってこの研究所の職員は国家公務員ではない。ちなみに、同じこの学園都市にある韓国標準研究所も科学技術処から大半の予算が出ているがこの研究所も純粋の国立機関ではない。国家公務員よりも待遇を良くして人材を広く求めようとしている意図がうかがえる。ETRI の全職員数は1800人程度である。研究棟は6棟あり敷地はかなり広い。

今回訪問した電磁波研究室 (Radio Science Section) は電気通信技術部に属しており、室長の崔翼権博士ほか8名の室員で構成されている。このうち5名がEMC関係、3名が移動通信伝搬関係を担当している。EMCのグループでは①測定法及び自動測定、②雑音、妨害波低減（シールド、接地）、③電波防護指針関連、④電磁界解析等をテーマにしている。現在、通信部からEMC関連測定法を開発するよう要請があり、来年度からは新たにイミュニティの研究予算が付くようである。通信部からの信頼も厚く、EMCに関しては韓国内で最も実力があると崔室長は自負していた。室員全員が修士で、研究もよくやっているようであった。例えばある室員は、私がTEMセル内のパーソナルコンピュータのイミュニティについて講義をすると、その後TEMセル内の電磁界分布をモーメント法で解析した自分の論文をくれたり、高い周波数でイミュニティが低下する原因の可能性を示す最近の外国文献を紹介してくれたりした。

一方移動通信伝播関係のグループでは、大都市における800MHz～1GHz帯の人工雑音測定調査を行い、振幅確率分布、交叉率等のパラメータで評価する構想をもっている。また移動通信伝搬では、伝搬損失特性と多重路伝搬特性の測定実験を検討中である。後者については、われわれの研究所の水野通信系研究室長が今春ETRIに招かれ、移動通信伝搬を講義したことが大いに参考になっているのであろう。

私の講義は三日間であったが、初日の半日は旧跡を案内してもらったり、後の半日はETRIの電波暗室の見学や土曜日であったこともあり、実質の講義はまる二日間であった。ETRIの要請により、イミュニティに関して、国際基準の動向 (IEC、CISPR、CCITT、ECなど)、日本の関係工業会の動向、測定法および測定の実際上の問題点等の解説を行った。しかし、とても

この期間中に消化することはできなかった。幸いこれらの資料をあらかじめ準備して差し上げていたので、時間が足りなくなった部分は概略説明し、後でよく検討して頂くことにした。韓国はIECには加盟しているが、ETRIにはCISPRも含め、国際機関の情報は入らないようで、準備した資料は大変喜んでもらえた。初日の半日は黄氏が同伴してくれたが、彼はその日の内にソウルへ帰らなければならない予定があるので、二日目からはすべて私の慣れない英語による発表となった。英語がすぐさま思い浮かばない、「諮詢」とか「答申」とか「聴聞」といった術語は漢字で紹介した。ほぼ理解してもらえたようで、近い文化をもつ国であるだけに、こちらもかなり助かった。講義室は研究室と隣接する別棟にあり立派な施設であった。講義室が幾つもあってそれらがいつも利用されているようで、研究活動が活発であることが窺えた。初日はちょうどETRIの電波暗室の特性評価試験の検査に來ていた韓国電波研究所の職員数名の参加や、物珍しさのためか他の研究室の参加もあって、約20数名が出席した。彼らは熱心に聴いてくれ、また多くの質問をしてくれた。わざわざKSRIから三日間通じて出席して下さった研究者には、頭の下がる思いがした。〈写真2：崔室長および電波研究所の検査職員と〉

一方研究室内部のようすについて述べると、個人の席はそれぞれボックス型のコーナになるよう、しゃれた書棚と机で仕切られており、各人の席には一台ずつパソコンがあった。部屋には研究補助員と思われる若い女性がいて、彼女にコピーとかワープロ打ちを隨時頼めるようであった。私が訪問する二ヵ月前に、要請に応じて送付した我が国の電波防護指針を韓国語に翻訳し、立派な体裁の本に仕上げていたことは、この研



写真2：崔室長および電波研究所の検査職員と



写真3：研究棟の玄関前で、研究室の方がたと

究室の活発さをよく現している。また我が国の電気用品取締法令の細かい図面までよく見ていることにも驚かされた。〈写真3：研究棟の玄関前で、研究室の方がたと〉

最終日にETRIの電波暗室を見学させてもらえないかと崔室長に頼んだら、電波暗室等がある一郭は機密の場所であるため前日までに申し込んでおかなければだめだが、何とか掛け合ってみることであった。許可が降りたので入り口に行き、臨時に発行してもらったIDカードを差し込み二重の扉を開きやっと建物中に入ることができた。いかにも、ものものしい感じがした。電波暗室は地下二階に設置されており、10m法が測定できる規模の大きさのものであった。

われわれの研究所では普段、施設の出入りにあまりチェックを受けないので、余計にそう感じたのかもしれない。毎朝、研究所の正門の詰め所でパスポート番号などを書かれた伝票と棟に着用する外来者用札を、運転免許証または身分証明書と引換にもらい、さらに訪問した棟の入り口でも、この伝票により行き先、面会人等の再チェックを受けた。職員も全員胸に写真入りの名札を着用していたことを考えればこんなことは至極当たり前のことなのかも知れない。

4 韓国他の研究機関

ソウルの協会の下でお会いした二三の研究所の方から、日本の電波防護指針の資料が欲しいと頼まれた。韓国でも電波防護指針に対する関心は相当高いようである。

ERTIでお会いした韓国電波研究所の検査職員の話

によれば、韓国電波研究所は、近いうちに電磁波研究所、宇宙通信研究所など合わせて6つの研究所で構成される「電波研究院」に昇格し、本部はソウルに置く計画があるとのことである。また、電磁波研究所はソウルから80km離れた場所に30万坪の土地が既に確保されており、オープンサイトの建設も今年度から開始する予定であると聞いた。

ETRIのそばにあるKSRIを見学したかったが、ETRIに招待されている以上、そのことをこちらからは言い出せなかった。最後の日、KSRI前を車で通ってもらったときにちらっと見た感じでは、全体に建物の規模はETRIに比べこぢんまりしている印象を受けた。その他、韓国には通信部に関係する通信開発研究院(KISDI)、商工部が管轄する生産技術研究院(KAITECH)、科学技術処の管轄と思われる電気研究所など多くのEMC関連の研究所があるようである。機会があれば、改めて系統立て組織を調べてみたい。

5 韓国の旧跡、田園風景、食べ物

ETRI訪問の初日の午後は、室員二人に案内されて、ユソンから約20km西北にある公州市の武寧王陵と国立公州博物館を訪れた。公州(コンジュウ)市のはずれをとうとうと流れる錦江(川)に沿って南西に30km程度下った所にある扶餘(ブヨ)の町とともに百濟の王都であったと、車中で聞かされた。とっさに井上靖の小説「額田王」のなかに日本と百濟の連合軍が唐・新羅連合軍に白村江(はくすきのえ)の海戦で打ち破られたことがあったことを思いだし、そのことを話したら、彼らも承知していた。この錦江の河口が白村江であったのであろう。6世紀の百濟武寧王陵(古墳)は市の中心街からすこし離れた小高い山の中腹にあった。この王陵は20年前に発見されたもので、学術的にも価値が高いらしい。小学生の一歩に出合いにぎやかであった。〈写真4：武寧王陵の正門で、筆者〉

公州博物館は公州近郊で発見された遺物のみ対象としているのか、小さな建物であったが、古墳時代の精巧な装飾品、仏像などかなりの国宝級の展示物があった。

さて、話を戻す。協会の大会終了後、ソウルからユソンまでは黄氏の車で向い、途中サービスエリアで休憩した。ウーロン茶を探したがどの自動販売機にも売っていない。やはり日本と違うのだなあと思う。黄



写真4：武寧王陵の正門で、筆者

さんが熱々の胡桃入りあんこの一口饅頭を売店で買ってきてすすめてくれた。それがとてもうまい。この饅頭だけは韓国のどこのサービスエリアに行っても必ず売っているそうである。それを頬張りながら、夕焼け空にくっきりと映えた韓国の山並を見ていると、美しく穏やかな所だなあと多少感傷的になる。途中いくつもの田圃と農家を見た。農家の屋根がそり上がり、母屋を中心に左右に別棟が寄り添っている。これが韓国なのだと感じる。夜ユソンの街に到着した。翌朝早く黄氏とホテルの地下にある温泉大浴場に入って見た。湯量も多くとてもいい湯であった。

最終日の帰路は大田駅から終点ソウル駅まで韓国鉄道庁ご自慢の特級セマウル号に崔室長とともに乗つ

た。架線が見当たらない。機関車はジーゼルらしい。しかし1時間半の快適な旅であった。ここでも十分に韓国の田園風景を満喫できた。

韓国で困ったのは、ハングル文字が全く読めないこと、ほとんどの食べ物が香辛料が利きすぎでて口の中がまるで火事場になることであった。しかし、韓国に来ている間は、ガイドブックを参考に本場料理に挑戦するように心がけたが、ハングルは頭が固いため、ポケット会話集は役立たずに終わった。

6 おわりに

はじめて一人で韓国を訪問し、ETRIの人びとはもちろん多くの人達から、好意をもって迎えてもらえたことは、私にとってとてもよい印象を受けた。研究室の室員はみんな誠実で律儀だった。空港に出迎えてくれた崔室長とは再びここで別れることになったが、別れ際に今後とも協力しあいましょうと堅い握手をされたとき、来た甲斐があったとの想いとともに目頭が熱くなった。

韓国の「韓国電磁波技術協会」は、日本でいえば「不要電波問題対策協議会」に近い性格のものではないかと思う。いろいろ共通した話題があり、互いに参考になることが多いのではないか。今回訪問したことが今後両者間に交流ができる切っ掛けになれば望外の喜びである。



平成 2 年度における 不要電波障害申告状況について

郵政省電気通信局
電波部監視監理課
電磁環境対策室

郵政省では、各地方電気通信監理局等に寄せられた不要電波に関する苦情申告について定期的に本省に対し、その障害の概要と件数についての報告がなされており、本省及び各地方の電磁環境対策室においては、その把握と各種の対策を講じております。

EMCC レポートでは、毎年その申告の概要と件数について状況報告と共に考察を混じえ掲載してきたところですが、第 6 号では、障害の概要をより実情に近い項目に整理して、平成 2 年度におけるまとめを表に示しました。

もちろん表に計上されている申告件数につきましては、全国の不要電波障害の全てを表すものではなく、障害を受けたユーザーが、自主的に申告を寄せたものであり、当然のことながら国内における不要電波障害の総件数を表してはいないものです。潜在的には、かなりの障害があるものと思料されることから、表に示した申告件数は、まさに氷山の一画にしか過ぎないものと思われます。

さて障害事例と申告件数をみてみると、例年のごとく、電話機に対する障害が全申告数の約 5 割を占め、次いでラジオやテレビ等の放送受信機に対する障害が多いことがわかります。原因は、不法ハイパワー CB 無線やアマチュア無線等の電波が混入したり、これらの電波によって本来の機能を維持できなくなり誤動作を引き起こす事例が、そのほとんどであるようです。

電話機に対する障害申告の内訳をみると、中でも無線局間の通信（会話）が直接受話器から聞こえるというものが一番多く、次いで電話機の機能の誤動作（かってに呼出音が鳴る、回線が断となる等）が多いようです。

また、テレビ・ラジオ等の放送受信機に対する障害では、電話機と同じように無線局間の通信（会話）が

聞こえたり、テレビ画像の亂れが主であるようです。

これらの障害申告件数が多いのは、例年同一傾向であり、依然として解決されていない状況が伺えます。

これらの障害申告事例の他には、オーディオ機器等のアンプ関係への障害申告、有線放送等への障害申告、また各種電子制御機器への障害申告が多数計上されており、電話機及び放送受信機への障害申告と併せて不要電話障害申告の主な部分を占めています。

障害申告の総件数については、昭和 63 年度が 501 件、平成元年度が 755 件、そして平成 2 年度については 874 件と増加の傾向を示しておりますが、障害申告の事例についても各種電子機器の複雑化・高性能化によって、その形態も多種多様化してきているようです。

このような状況に鑑み、不要電波問題対策協議会では、現在電話機に対する障害削減策構築のため、イミュニティ委員会において電話機イミュニティ測定作業班を開催し、イミュニティの測定法の検討を進めておりますが、さらに郵政省では平成 3 年 10 月に「電磁環境の統計的把握に関する調査研究会」を開催し、具体的にある地点（当面東京都内）における各種の電子機器あるいは通信機器がさらされるであろう電磁環境を把握し、それらの機器に要求される適性イミュニティレベルの基礎データを得ることとしております。これらの検討によって、イミュニティ向上のための取り組みがより一層強化されることにより、不要電波による障害の軽減が図れるものと考えられます。

郵政省では、不要電波問題対策協議会での取り組みに併せ、監視調査部門による根本的な対策である不法無線局（27MHz 帯ハイパワー CB、不法アマチュア無線等）の取締りを更に強化し、少しでも不要電波の抑制に力を入れることとしております。

電磁環境対策室では、今後も上記の取り組みにおける障害申告の推移状況を分析しながら活動を進めてま

いりますが、未だ増加傾向にある不要電波に関する苦情・相談等につきましては、引き続き次に示す各地方電気通信監理局または沖縄郵政管理事務所内の電磁環境対策室まで御連絡をいただきますようお願い申し上げます。

北海道電気通信監理局内電磁環境対策室

☎ 011-709-2311 (代表)

東北電気通信監理局内電磁環境対策室

☎ 022-221-0641 (直通)

関東電気通信監理局内電磁環境対策室

☎ 03-3214-1610 (直通)

信越電気通信監理局内電磁環境対策室

☎ 0262-34-5119 (直通)

北陸電気通信監理局内電磁環境対策室

☎ 0762-33-4441 (直通)

東海電気通信監理局内電磁環境対策室

☎ 052-971-9107 (直通)

近畿電気通信監理局内電磁環境対策室

☎ 06-942-8533 (直通)

中国電気通信監理局内電磁環境対策室

☎ 082-222-3332 (直通)

四国電気通信監理局内電磁環境対策室

☎ 0899-36-5051 (直通)

九州電気通信監理局内電磁環境対策室

☎ 096-368-6863 (直通)

沖縄郵政管理事務所内電磁環境対策室

☎ 0988-65-2308 (直通)

平成2年度不要電波障害申告まとめ

(郵政省に対する障害申告から不要電波に関するものについて抜粋)

障 害 事 例	申 告 件 数
【一般的なもの】	
1 電話機に対する障害	
内訳(1) 不法CB無線、アマチュア無線及びその他の無線の声が通信に混入する。	3 3 2
(2) 通話中に異音またはノイズが混入する。	4 5
(3) 通話中にラジオ・テレビ等の放送波が混入する。	8
(4) 電話機の機能が誤動作を起こす。	4 6
2 オーディオ機器、カラオケ機器、エレクトーン等のアンプ機器に無線等の音声又はノイズが混入する。	6 7
3 テレビやOA機器等のCRTモニタに縞模様等の映像障害を生じる。	3 3
4 テレビやラジオ等の放送波受信機に無線等の音声又は雑音が混入する。	9 4
5 インバータエアコン、ファンヒーター、自動給湯器、インバータ式蛍光灯等の家庭用電子制御機器が誤動作を起こす。	2 7
6 自動ドア又はシャッターが開閉等の誤動作を起こす。	1 5
7 漏電遮断機、ブレーカーが断続となる。	2 0
8 パソコン、ワープロ、コピー機、FAX等の機器が誤動作を起こす。	3 1
9 ポケベルが誤動作を起こす。	1
10 インターホンへ無線の音声が混入する。	1 6
11 玄関チャイムが勝手に鳴る。	1 2
12 警報装置、防犯ベル、非常ベル等が誤動作を起こす。	1
13 測定系への障害。(誤指示、誤動作等)	5
14 ラジコン制御に関する誤動作	2
15 有線電気通信設備に対する障害	4 9
16 無線通信設備への混信	3 1
【安全に関わるもの】	
17 工場用機器の誤動作。(NC旋盤、ロボット等)	1
18 クレーンの誤動作。	3
19 その他	3 5
総 件 数	8 7 4

編集後記

- 前回のEMCCレポート第5号の発刊（平成3年1月発刊）から、人事異動等による事務局繁忙のため長期間を要しましたが、ようやく第6号の発刊となりました。
- 今号では、去る9月に開催しました不要電波問題対策協議会第9回講演会の概要を主要記事として、掲載いたしました。昨年は、イギリスからCISPR委員長であるG.A.Jackson先生を招聘しましたが、今年度については、オランダからECにおけるEMCの専門家であるCENELEC-SC110A議長のM.C.Vrolijk氏を招き、欧洲における不要電波問題について御講演をいただきました。講演に引き続き、日本におけるEMCの専門家を含めたパネル討論会が行われ、記事として、講演と討論会の概要についてまとめてあります。なお、講演会開催にあたり、御協力、御参加いただきました皆様には、失礼とは存じますが、当紙面を借りましてお礼を申し上げます。
- またトピックスとして、海外（アメリカ及び韓国）におけるEMCの現状について、最近行かれましたお二人に、寄稿していただきましたので、HOTな情報として掲載いたしました。
- EMCCレポート第6号の編集にあたり、事務局では、多数の方々に御協力をいただきました。事務局

として心から感謝の意を表す次第です。

今後においてもできるかぎり皆様方の要望に応えますよう努力してまいりたいと思いますので、何とぞよろしくお願い申し上げます。

- * 人事異動により次のとおり事務局長が変更となりました。
監視監理課長 石原秀昭 → 監視監理課長 菊池紳一
- * 以下の不要協資料に余裕がありますのでご希望の方は、下記までお問い合わせ願います。
 • 「不要電波問題に関する海外実態調査報告書」
 (平成2年7月版)
 ¥1,500(非会員)／¥1,000(会員)
- 「CISPRヨーク会議報告書」(平成2年12月版)
 ¥1,500(非会員)／¥1,000(会員)
- EMCCレポート第2号～第5号
 無料(郵送料実費)

お問い合わせ先

〒140 東京都品川区八潮5-7-2
 (財)無線設備検査検定協会内
 不要電波問題対策協議会 事務局 沼口/渡辺
 TEL 03-3799-0053 FAX 03-3799-9053

—無断転載を禁ず—

EMCCレポート第6号

平成3年12月18日 発行

編集発行 不要電波問題対策協議会

Electromagnetic Compatibility Conference Japan

〒140 東京都品川区八潮5-7-2 (MKKビル)

(財)無線設備検査検定協会 内

不要電波問題対策協議会 事務局

TEL 03-3799-0053

FAX 03-3799-9053

