KEC情報

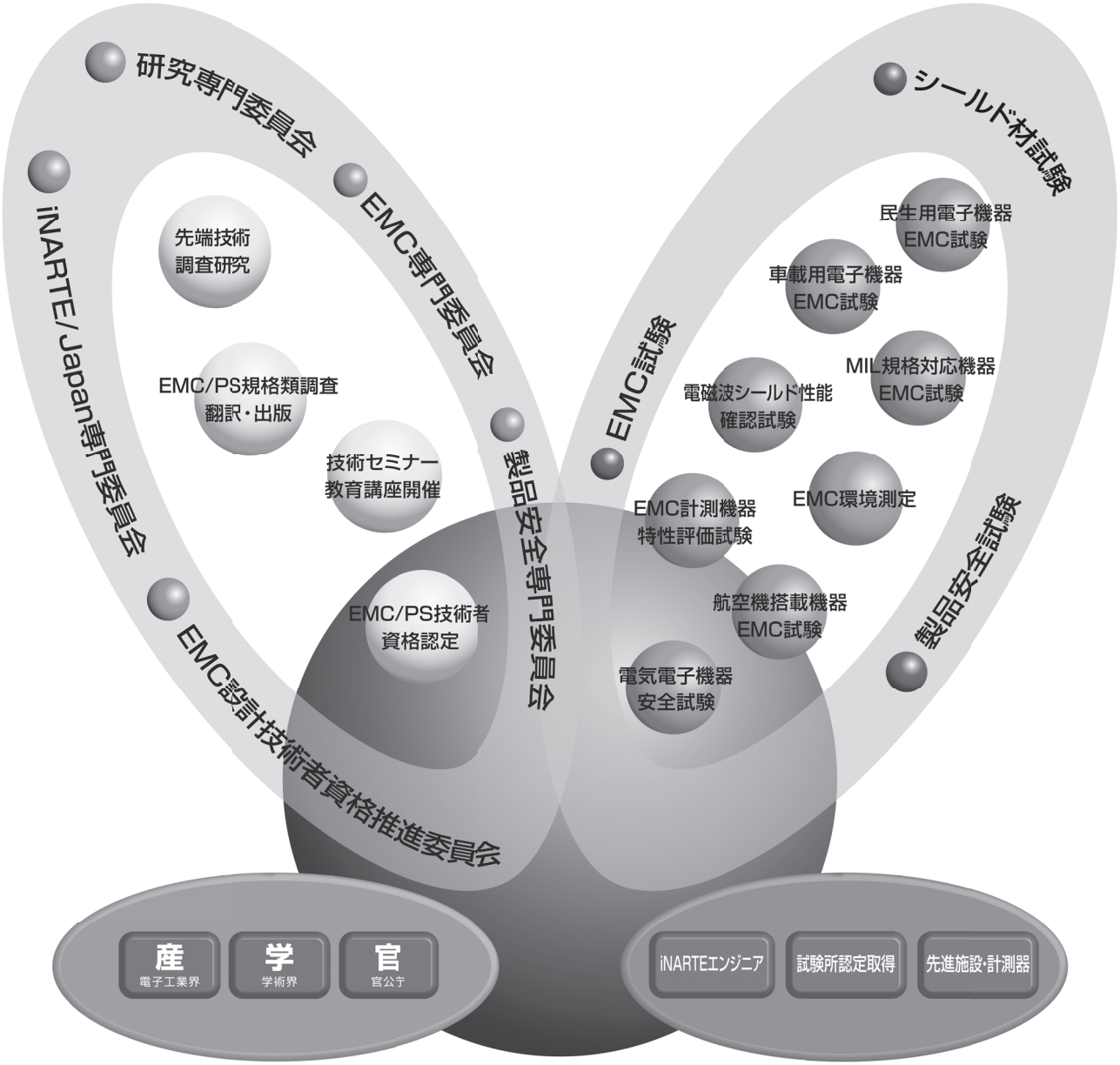
No. 265
Apr. 2023

「EVバッテリー高電圧化に伴う課題と新規試験法」

- 連続波妨害イミュニティ規格の最新動向
- パワエレ機器のEMIへ測定設備が及ぼす影響
- リバブレーションチャンバ法の分析および放射イミュニティ評価法との比較

一般社団法人KEC関西電子工業振興センター

ソフト＆ハード両面で
電子業界の技術力向上を支援します



委員会事業

委員会活動は、広く産・学・官の方々のご協力を得て、電子関連の先端技術の調査・研究や各種セミナー・技術講座の開催及び規格解説書・ガイドブック出版等を通じ、電子業界の技術力向上や人材育成を支援しています。

EMC・製品安全試験事業

試験事業部は、試験品質システム規格であるISO/IEC 17025に基づく試験所認定を取得しており、世界に認められたEMC総合試験機関として充実した設備群を有し、ご利用者の製品開発におけるEMC及び安全試験を支援しています。

一般社団法人KEC関西電子工業振興センター

KEC Electronic Industry Development Center

https://www.kec.jp/

KEC情報

No. 265
Apr. 2023

今回の特集記事は、2022年10月に開催したEMC関西2022**「EVバッテリー高電圧化に伴う課題と新規試験法」**です。
次号(7月号)は、2月に開催した製品安全フォーラム「DX時代の製品安全の取組み」の特集を企画しています。

目　次

○ トピックス

■ 試　験　事　業 ---------- 1

■ 委 員 会 活 動 ---------- 3

○ EVバッテリー高電圧化に伴う課題と新規試験法

■ 連続波妨害イミュニティ規格の最新動向
株式会社東陽テクニカ　中村 哲也 ------- 8

■ パワエレ機器のEMIへ測定設備が及ぼす影響
オムロン株式会社　藤田 浩志 ----- 15

■ リバブレーションチャンバ法の分析および放射イミュニティ評価法との比較
株式会社デンソー EMC エンジニアリングサービス　貝山 光雄 ----- 23

○ センターニュース

■ 委員会等の動き ---------- 29

○ お知らせコーナー

■ 出版物のご案内 ---------- 41

■ 会 員 一 覧 ---------- 45

■ 2023年度 KEC行事予定 ---------- 48

2023年度 EMC技能試験（試験所間比較）実施のご案内

2023年度のEMC技能試験は、2022年度に実施した技能試験の6項目に、新規プログラムとして、FCC Part 15, 18, CISPR 11, 14-1で測定が行われている9kHz～30MHzの磁界測定に対応した「RE-磁界（放射エミッション ループアンテナ法3m 距離：9kHz～30MHz）」を加え実施します。

技能試験とは、同一の供試品（仲介器）を事前に定めた評価方法に従って、複数の参加試験所が測定を実施し、その測定結果に対して、事前に定めた統計処理を行い、参加試験所間での比較を行うものです。
EMC技能試験は、EMC試験所の試験設備や測定方法、試験結果に関する妥当性の確認が主たる目的です。

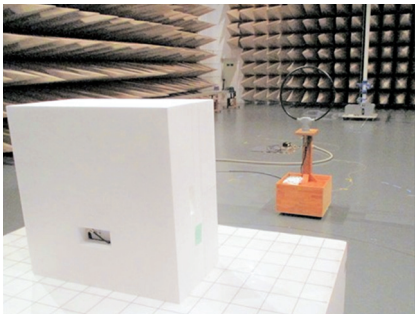
KECでは、技能試験への参加試験所から提出いただいた測定データの集計結果をもとに「zスコアによる評価結果についてのコメント、パフォーマンス改善のための助言」を作成し、「技能試験報告書」に記載させていただき、報告書の価値を高めています。

技能試験への参加は、ISO/IEC 17025（JIS Q 17025）による試験所認定の維持や取得といった目的のみならず、EMC試験の品質管理や改善にも役立ちますので、積極的なご参加をお願いいたします。

なお、本技能試験は、ISO/IEC 17043（JIS Q 17043）【技能試験に対する一般要求事項】認定に基づき、確かな品質と技術の提供を行っています。

仲介器（RE-MHz）

仲介器（RE-CISPR 25）


仲介器（RE-磁界30MHz以下）

2023年度　EMC技能試験スケジュール

種　類	参加申込 受付期間	回付試験実施期間 （予定）	試験報告書発行 （予定）
RE-MHz （放射エミッション:30MHz-1000MHz）	4月5日～	6月上旬～1月下旬	2024年2月
RE-GHz （放射エミッション:1GHz-6GHz）	4月5日～	6月上旬～1月下旬	2024年2月
RE-CISPR 25 （放射エミッションALSE法:0.15MHz～1GHz）	4月5日～	6月上旬～1月下旬	2024年2月
CE-CISPR 25 （伝導エミッション:0.15MHz～108MHz/245MHz）	4月5日～	6月上旬～1月下旬	2024年2月
CE-ACポート （伝導エミッションAMN法:0.15MHz～30MHz）	4月19日～	7月上旬～2月上旬	2024年2月
CE-通信ポート （伝導エミッションAAN法:0.15MHz～30MHz）	4月19日～	7月上旬～2月上旬	2024年2月
RE-磁界 （放射エミッション ループアンテナ法 3m 距離:9kHz～30MHz）	4月19日～	6月下旬～1月下旬	2024年2月

※参加料金:各試験とも132,000円(税込)【KEC非会員は165,000円(税込)】
※予定数になり次第、締切ります。

お問い合わせ先
一般社団法人KEC関西電子工業振興センター
試験事業部　技能試験運営チーム
TEL 0774-29-9139　FAX 0774-93-4573
E-mail:ptemc@kec.jp

2023年度　技術講座・セミナー・資格試験について

技術者の育成と地位確立を支援します
最新技術の提供で新規事業の創出に貢献します

KECでは対象者に合わせた「狙い」「目的」の各種講座、セミナーを開催しています。

若手技術者向けの講座では、基礎(基盤)となる技術の強化や実演・実習の充実を図るとともに、中身を見直しながら現場にお役立ちできるよう改善を行っています。

セミナー、フォーラムでは、新規事業や事業拡大のヒントとなるよう、第一線で活躍の講師を招き、最新の技術情報を提供しています。

また資格試験については、世界に通用する国際資格のiNARTE(※)を国内で展開し、技術者の地位確立を支援しています。

(※)iNARTE:International Association for Radio, Telecommunication and Electromagnetics

以下に、これらの全体像をまとめてご紹介します。

狙い	目的	対象者	技術分野と講座・セミナー・資格試験		
			EMC	製品安全	注目分野
若手技術者の育成支援	設計・評価に役立つ実践力の養成	設計技術者	設計者向けEMC技術講座	製品安全基本教育講座	次世代ワイヤレス技術講座
		試験技術者	EMC試験法講習会		
技術者のステータス強化	資格試験(技術力の評価)	資格試験受験予定者(実務経験者)	iNARTE EMC資格試験 KEC/iNARTE EMC設計技術者資格試験	iNARTE PS資格試験	
	試験合格支援		iNARTE EMC講習会	iNARTE PS受験講習会	
最新技術紹介	実用・応用技術紹介	技術・研究者 経営者・他全般 (企画部門) (開発部門) (品質部門)	EMC関西	KEC製品安全フォーラム 信頼性セミナー	KECセミナー KECテクノフォーラム 光・電波フォーラム
	新規事業創出・事業拡大のヒント提供				

(凡例)　緑色:講座・講習会　青色:セミナー、フォーラム　黄色:資格試験

【講習会・セミナーの概要と特長】

名称	概要と特長	開催日	日数	会場
設計者向け EMC技術講座	EMCに対する考え方から、EMCの原理・原則、試験法、開発に役立つ「EMC設計」技術まで、EMCを意識した設計・モノづくりができる技術を講義と実習を通じ総合的に学習	7月～ 2024年2月	1日 ×11回	オンライン ※実習のみリアル
EMC試験法 講習会	EMC試験に関する基礎技術や規格を解説すると共に、実際の試験法をKECの試験設備を使用して実習	（予定） 10月25～27日	3日	KEC
製品安全 基本教育講座	製品安全に対する考え方から、世界の安全法規、事故事例、リスクアセスメント手法、製品規格まで、安心安全な製品開発に必要な技術を講義と実演を通じ総合的に学習	8月～ 2024年3月	1日 ×7回	オンライン
次世代ワイヤレス 技術講座	無線の基礎（アンテナ、伝搬、変調、信号処理、解析、測定等）とその応用、標準化の動向について学習	5月19日～ 2024年3月15日	1日 ×6回	オンライン
iNARTE EMC資格試験（エンジニア/テクニシャン）	EMCの原理・原則を理解し、それを土台に社会に信頼されるEMC評価結果を導き出せる技術力を中心に、EMC測定環境の構築や一部の対策技術を評価	（試験日予定） 11月	1日	オンライン
KEC/iNARTE EMC設計技術者資格試験（標準/シニア）	EMCの原理・原則を理解し、それを土台に開発上流段階（設計段階、モノづくり前）でEMC品質を作り込む「EMC設計」の技術力を評価	（試験日予定） 第1回 8月 第2回 2024年1月		オンライン
iNARTE PS資格試験（エンジニア/テクニシャン）	製品の設計、製造、安全審査、評価、試験等に携わる製品安全技術者を対象に、製品安全対策の技術や製品安全規格の知識、試験法、運用の技術力を評価	（試験日予定） 9月1日		オンライン
iNARTE EMC講習会	専門技術の講義と試験問題を模擬した問題演習を通じ、試験合格に必要な事項を学習	6月～7月	5日	オンライン
iNARTE PS受験講習会		6月26、27日	2日	オンライン
EMC関西	EMC測定評価技術に焦点を絞り、最新の技術や規格の動向、課題対策事例について、その道の第一人者を招いて講演	（予定） 10月13日	1日	ハイブリッド（会場未定）
KEC製品安全 フォーラム	製品安全の実現に向けた新しい考え方から、最新の技術動向、規格・規制、国際標準化の動き等を紹介	（予定） 2024年2月	1日	ハイブリッド（検討中）
信頼性セミナー	KEC信頼性分科会での研究内容を発表	（予定） 7月	1日	ハイブリッド（検討中）
KECセミナー	エネルギー分野、エレクトロニクス分野及びそれらの融合分野から話題のトピックを第一線で活躍の講師陣を招いて講演 （実施例：カーボンニュートラル、AI、ビッグデータ、エコカー、リチウムイオン電池、他）	7月7日	1日	オンライン
KECテクノフォーラム	新規成長分野の先端技術、応用展開、事業化状況等の情報を第一線の研究者・技術者を招いてタイムリーに提供 （実施例：量子コンピュータ、CASE、自動運転、MaaS、マイクロナノマシン、ロボット、他）	（予定） 2024年1月	1日	オンライン
光・電波フォーラム	これからの暮らしや環境問題の改善に貢献する光・電波技術をテーマに光・電波の応用技術、最先端技術をその道の第一人者を招いて講演 （実施例：半導体、センシング、量子暗号通信、LiDAR、他）	（予定） 11月	1日	オンライン

（注）最新情報・詳細は当センターウェブサイトでご確認ください。

2023年 KECセミナー

『ネイチャーポジティブ』

～2030年までに生物多様性の状態を回復軌道に乗せる世界目標達成に向けて～

生物多様性の損失を食い止め、回復させていくことを意味する「ネイチャーポジティブ」という概念はビジネスを継続していく上で急速に重要性を増しています。「ネイチャーポジティブ」の達成には政府、企業の取り組みが不可欠です。今回のセミナーでは、この概念に対する世界及び日本の動向、企業に求められること、個人にできることなどについて、各分野の第一線でご活躍の方々を講師にお迎えし、ご講演いただきます。

日　時	2023年7月7日［金］ 13:00～17:00	開催場所	Zoomによるオンライン （全国どこからでも参加可能）
主　催	一般社団法人 KEC関西電子工業振興センター	参 加 費	無料

プ ロ グ ラ ム

13:00	開催の挨拶　KECセミナー企画ワーキンググループ　主査　佐藤 和郎
13:05～14:05	［基調講演］ **2025年までに準備したいネイチャーポジティブエコノミー ～ビジネスと生物多様性～** PwCコンサルティング合同会社 テクノロジーデジタルコンサルティング事業部　シニアマネージャー　服部 徹 氏 ビジネスにおける生物多様性は、気候変動と共に、今すぐ取り組むべき重要な地球環境問題（サステナビリティのテーマ）である。2023年よりTCFD同様に、本格的にリスクのアセスメント（TNFD）がはじまり、2025年までにネイチャーポジティブエコノミーへ向けた準備が望まれている。
14:10～15:00	**ネイチャーポジティブ経済に向けたNECの取組み** NEC　サステナビリティ推進部　プロフェッショナル　金成 かほる 氏 満を持して、世界がネイチャーポジティブを目指し動き出した。NECはICT企業としてこのグローバル課題に貢献すべく取組んでいる。自社の活動内容や、経験からの学びを紹介する。
	――――――――― 休憩（15分）―――――――――
15:15～16:05	**生態系に配慮されたバイオマス原料への転換の取組み ～セルロースファイバー「kinari」開発～** パナソニック ホールディングス株式会社 マニュファクチャリングイノベーション本部　生産・環境技術研究所　部長　名木野 俊文 氏 世界的に注目され経済活動の重要な指針となる「ネイチャーポジティブ」において、原料調達においても、生態系への影響回避が強く求められるようになる。そこで、植物由来かつ植物廃材なども活用できるバイオマス原料であるセルロースに着目し、環境負荷の小さい軽くて強いセルロースファイバー成形材料「kinari」の開発、導入実績など紹介する。
16:10～17:00	**生物多様性ビッグデータを活用したネイチャーポジティブの実現 ～TNFDに対応した事業戦略の立案～** 琉球大学　理学部　海洋自然科学科　教授　久保田 康裕 氏 自然関連財務情報開示タスクフォース（TNFD）の発足により、個々の企業は事業活動における自然関連のリスクと機会を把握し、それらの情報を開示することになる。本講演では、生物多様性ビッグデータとAIの活用に基づいて、TNFDに沿った情報開示とネイチャーポジティブに向けた事業戦略の立案プロセスを解説する。

※プログラムは、事情により変更になる場合があります。あらかじめご了承ください。

問い合わせ先
一般社団法人KEC関西電子工業振興センター
専門委員会推進部　事務局　内橋 健二
〒619-0237　京都府相楽郡精華町光台3丁目2番地2
TEL　0774-29-9041／FAX　0774-93-4564
E-mail　publication01@kec.jp

2023年度 次世代ワイヤレス技術講座

ワイヤレス技術は今や通信や放送だけでなく、社会のあらゆるところで欠かせない技術となっており、その重要性は増すばかりです。本講座は、各企業の研究・開発技術者及び学生の皆様を対象に、IoT社会のニーズに応えるべく、ワイヤレス分野に関わる部品・デバイスからシステム・方式・規格に至るまで幅広くテーマを選択し、企画したセミナー形式の教育講座です。

講師陣は、この分野の第一線でご活躍中の方々であり、基礎から応用まで幅広い分野の最新技術を学ぶことができる講座であると自負しております。皆様の受講をお待ちしております。

講座長：岡田 実（奈良先端科学技術大学院大学 教授）

概　　要

	開催日時	講義項目	講師
1	2023年 5月19日(金)	5G技術とBeyond5Gに向けた戦略	三瓶 政一 氏　大阪大学 名誉教授
2	7月21日(金)	無線通信の基礎 ～アナログ・ディジタル情報を電波に乗せる方法とは～	太郎丸 眞 氏　福岡大学 教授
3	9月15日(金)	移動通信システム設計のための伝搬チャネルモデル ～基本モデルから5Gチャネルモデルまで～	今井 哲朗 氏　東京電機大学 教授
4	11月17日(金)	5Gの現状と今後の進化、ユースケース展開	藤岡 雅宣 氏　エリクソン・ジャパン株式会社 チーフ・テクノロジー・オフィサー
5	2024年 1月26日(金)	異種電波利用システム間の周波数共用	高田 潤一 氏　東京工業大学 教授
6	3月15日(金)	成層圏通信プラットフォーム（HAPS）を活用したBeyond 5G移動通信システム	長手 厚史 氏　ソフトバンク株式会社 基盤技術研究室 室長
		衛星を含む非地上系ネットワークによる次世代無線通信技術	辻 宏之 氏　情報通信研究機構 宇宙通信システム研究室 室長

※プログラムは、事情により変更になる場合があります。予めご了承ください。

開催期間・時間

2023年5月19日(金)～2024年3月15日(金)
（原則、奇数月の金曜日 全6回）　時間13:30～17:00

会場

Zoomによるオンライン（全国どこからでも参加可能）

受講対象

研究・開発技術者、学生から企画担当者、管理者まで

講師陣

岡田講座長の企画による最先端でご活躍の講師陣

定員

先着30名（定員になり次第募集締切）

受講料（税込）　KEC会員価格、[ ]内は非会員価格

・1回のみ受講　：1名　6,600円 [8,800円]
・通年（全6回）　：1名　22,000円 [33,000円]
※ただし、請求書発行後の申込みや分割請求には適用されません。

申込方法

KECウェブサイトの申込みフォームからお申込みください。
請求書をご送付いたします。期日までに請求書記載の指定銀行口座に受講料をお振込みください。
受講証の発行はしておりません。

申込先（4月上旬 公開予定）

https://www.kec.jp/seminar/jisedai23/

問い合わせ先
一般社団法人KEC関西電子工業振興センター
専門委員会推進部　事務局　内橋 健二
〒619-0237　京都府相楽郡精華町光台３丁目２番地２
TEL 0774-29-9041／FAX 0774-93-4564
E-mail publication01@kec.jp

2023年度 iNARTE PS(製品安全)資格「受験講習会」「資格試験」開催案内

iNARTE PS(製品安全)資格は、製品安全対策技術や製品安全規格の知識・見識を有している事を示す客観的な証明に有用です。KECが米国のiNARTE(Exemplar Global, Inc)と連携し、渡米することなく国内で取得できる技術者資格です。

【2023年度 iNARTE PS(製品安全)受験講習会】

製品安全規格の基本を習得する講習会ではございません。
iNARTE PS(製品安全)資格試験受験者を対象とした受験対策講習会です。
実際の資格試験の形式に準拠した例題を中心に講義を行います。

- **開催日時**：2023年 6月26日(月) 13:00～17:00
  6月27日(火) 10:20～16:30
- **会　　場**：オンライン(Zoomウェビナー)
- **受 験 料**：会員 16,500円(消費税込)／非会員 26,400円(消費税込)
- **募集人数**：50名
- **募集期間**：2023年 4月 3日(月)～6月 1日(木)(定員に達し次第、締切りとさせていただきます)

時間配分・講義内容・講師陣(予定)(講師は、都合により変更となる場合があります)

月日	時　間	講義内容	講　師	
6/26(月)	13:00～13:20	iNARTE PS資格制度 及び 試験概要	iNARTE Japan PS分科会	事務局(石住)
	13:30～15:10	安全規格と認証制度	パナソニック オペレーショナル エクセレンス株式会社	東海林 衛 氏
	15:20～17:00	電気的安全(絶縁の種類、感電保護、絶縁距離、絶縁の損傷、他)	IEC/TC108 HBSDT/MT2 エキスパート	柴田 恵 氏
6/27(火)	10:20～12:00	機器の安全設計(機器設計、設計のレビュー、危険性の分析、他)	一般財団法人 電気安全環境研究所	近藤 孝彦 氏
	13:00～14:40	危険の回避「前編」(電源接続、接地構造、機械(物理)的危険、他)	株式会社コスモス・コーポレイション	山口 哲矢 氏
	14:50～16:30	危険の回避「後編」(難燃性能、温度上昇、漏れ電流、異常試験、他)	株式会社コスモス・コーポレイション	竜田 純 氏

【2023年度 iNARTE PS(製品安全)資格 オンライン試験】

場所を問わず、全国から受験可能なオンライン試験の形態で実施します。

- **試験日時**：2023年 9月 1日(金)　受付時間 8:00～9:00　試験時間4時間 又は 13:00まで
- **会　　場**：オンライン(ご自宅又はご勤務先等、パソコン/ネット環境のある場所から受験いただきます)
- **受 験 料**：16,500円(消費税込)
  なお、合格された方は別途、認証料13,200円が必要です。
- **募集期間**：2023年 4月 3日(月)～7月28日(金)

iNARTE-オンライン試験を受験いただくには、スマートフォンとカメラ付きパソコンが必要です。

詳細は2023年4月上旬頃に当センターウェブサイト(https://www.kec.jp/)に掲載いたします。

連続波妨害イミュニティ規格の最新動向

株式会社東陽テクニカ
ワン・テクノロジーズ・カンパニー シニアエキスパート
中村 哲也

IECの小委員会 SC 77BのワーキンググループWG 10が扱う連続波妨害イミュニティ試験規格について、動きのある規格を中心に概要とその最新動向を解説する。IEC 61000-4-3は、主として不確かさの内容を更新した改訂版を数年内に発行するべく審議中である。IEC 61000-4-6は、2023年2月中に最終ドラフトを発行する予定で、これが可決されれば5月頃には新しい第5版となる。この他、新しい通信システム5 Gの信号に対する評価に関連する可能性のある新規格IEC 61000-4-41の審議を開始した。遅くとも年内に委員会原案を発行する予定である。

1. はじめに

近年無線通信システムは大きな進歩を遂げ、広帯域化、高周波化も著しく、電子機器はあらゆる場所で通信信号に曝されている状況にある。IEC(国際電気標準会議)では、このような無線周波に対する電子機器のイミュニティ試験(連続波妨害イミュニティ試験)規格が、IEC 61000-4シリーズの中で規定されている。

本稿では、これらのうち、次版のため審議中のIEC 61000-4-6、5 Gにも関連する新しい規格IEC 61000-4-41など、現在動きのある連続波妨害イミュニティ規格について、その概要及び最新動向を紹介する。

2. IEC 61000-4シリーズの主な規格

IEC 61000-4シリーズで扱う妨害源は、主として無線通信信号などを対象とした連続波と、静電気、雷などを対象としたインパルスがある。IEC 61000-4シリーズの主な規格と現在効力のある版、最新版を表1に示す。これらの規格は基本規格なので、これを引用する製品群規格の一部として取り扱わなければならない。最近では、IEC 61000-4-3と、IEC 61000-4-20が更新されている。

表1　IEC 61000-4シリーズの主な規格と最新版

規格番号(版)	規格名	発行年
IEC61000-4-2(Ed.2)	静電気放電イミュニティ試験	2008年12月
IEC61000-4-3(Ed.4)*	放射無線周波電磁界イミュニティ試験	2020年9月
IEC61000-4-4(Ed.3)	電気的ファストトランジェント／バーストイミュニティ試験	2012年4月
IEC61000-4-5(Ed.3)	サージイミュニティ試験	2014年5月
IEC61000-4-6(Ed.4)	無線周波電磁界によって誘導する伝導妨害に対するイミュニティ	2013年10月
IEC61000-4-31(Ed.1)	意図的/非意図的広帯域妨害源による伝導イミュニティ	2016年7月
IEC61000-4-39(Ed.1)	近接放射電磁界イミュニティ	2017年3月

CISPRとジョイントタスクフォースを立ち上げて発行した規格

規格番号(版)	規格名	発行年
IEC61000-4-20(Ed.3)	TEM（横方向電磁界）導波管のエミッション及びイミュニティ試験	2022年2月
IEC61000-4-21(Ed.2)	反射箱試験法	2011年1月
IEC61000-4-22(Ed.1)	全電波無響室（FAR）における放射エミッション及びイミュニティ試験	2010年10月

3. 連続波妨害イミュニティ規格の動向

表1に示す規格の内、妨害源が連続波であるイミュニティ規格で現在動きのある規格の概要と動向を紹介する。

3.1 IEC 61000-4-3 放射無線周波電磁界イミュニティ試験[1]

この試験法は、送信アンテナを使用してEUTに電磁波を照射する試験法(図1参照)で、原則80 MHz以上の周波数範囲で、1 kHzの正弦波による変調度80 %の振幅変調波を妨害源として用いる。この規格は、2020年9月に第4版が発行された。ここからは、前版からの変更点として主なものをいくつか紹介する。

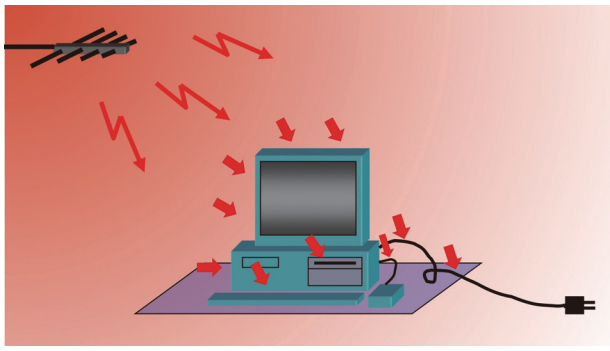


図1　放射無線周波電磁界イミュニティ試験（概念図）

（1）床置き装置の下方に照射する試験レベルの明確化

この試験法の試験電界はUFA（Uniform Field Area）と呼ぶ基準面に発生する電界強度で規定するが、前版では卓上装置と共通の位置に構築していたが、このUFAの高さ規定を撤廃し、床置き装置の下方に対しても規定に準じた電界を照射できるUFAを構築する要求が追加された。ただし、下方にも試験電界と同様に強い電界を発生させることは現実的に困難な面もあるため、図2に記載したようにEUTの下部がUFAの規定に納まらない場合には、追加の位置の電界強度の測定を行いレポートに記載する旨の条件も明記した。

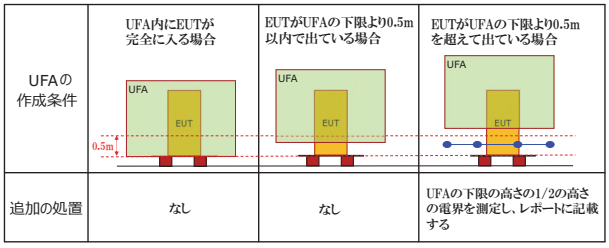


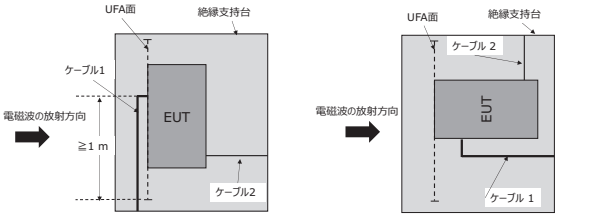
図2　EUTの下部がUFAに納まらない場合の対応

（2）試験面を変える場合のケーブルの敷設方法の明確化

この試験はEUTの向きを変えて、試験面（電磁波の照射面）を変えながら試験を行うが、その際のケーブルの敷設方法について具体的な図と共に明記した（図3参照）。特にここで要求していることは以下の通りである。

- 対象となるケーブルについて、一度はUFA面に1 m以上配置する
- 一度配置したケーブルは別の面においてわざわざ電界にさらす必要はなく、電界に影響のない配置をしても良い

また、この要求と差異がある場合はレポートに記載することと明記し、重くてかたいケーブルなど1 mさらすのが困難なものを特別の方法を講じてまでやる必要はない。



（a）EUTの正面を照射する場合のケーブル配置（上面図）　（b）EUTの側面を照射する場合のケーブル配置（上面図）

図3　試験面を変えるときのケーブルの配置例

（3）重量のある大型EUTのレイアウトの明確化

前版では大型のEUTを試験する場合のことはほとんど記載していなかったが、第4版ではセットアップ例を図で示しながら具体的に明記した（図4参照）。ここで要求していることは、

- 実際の設置の際に、一般的にケーブルトレイなどを使用する場合は、試験の時もなるべくその通りに配置する。
- 電源線などに太くてかたくて重いケーブルが使用されている場合は、わざわざ通常の設置では行わない敷設方法で、無理にUFA内に持ち上げる必要はない。床を這わしたり、EUTの底面を這わしたり、設置時の典型的な方法で敷設する。

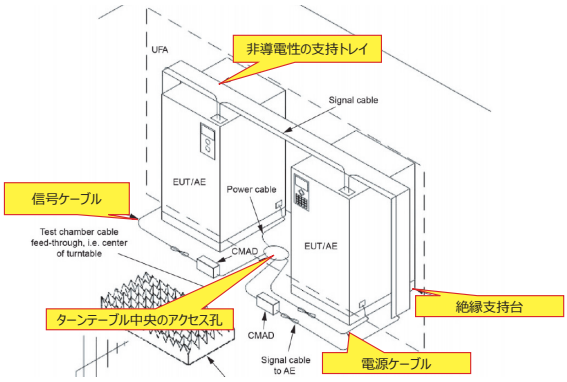


図4　重量のある大型EUTのレイアウト例

この規格は今後不確かさの内容の更新を主として数年内に改定版を出す予定である。

3.2 IEC 61000-4-6 無線周波電磁界によって誘導する伝導妨害に対するイミュニティ [2] [3]

この試験法は、通称“伝導イミュニティ”と呼ばれ、図5に示すように妨害をケーブルに注入して行う試験であるが、表題の通り“無線周波電磁界によって誘導する…”で、IEC 61000-4-3と同様の無線通信信号を主な対象としている。

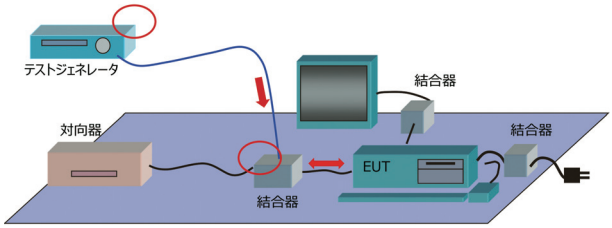


図5　“伝導イミュニティ”試験(概念図)

この規格は、2013年10月に第4版が発行されて現在(2022年10月)に至るが、次版のための審議が進んでおり、2023年2月には最終規格原案を各国に配信する予定で、これが可決されれば2023年5月頃には、この原案は正式に第5版となる。この最終規格原案の現行版に対する変更点をいくつか紹介する。

(1) 試験を省略できるケーブル長1 mを0.4 mに変更

本来複数ユニットで構成しているEUTの場合、個々のユニット毎にEUTと見立てて試験する必要があるが、その代替措置として、“EUTに接続しているケーブルの内1m以内の短いケーブルは、EUTの内部ケーブルの一部として扱ってよい。”としていたが、“1 m”の場合30 MHz以上で無視できない長さになるので、“0.4 m以内”に変更する。

(2) ケーブルを1本しか接続しないEUTのセットアップ方法の明確化

現行版でもケーブルを1本しか持たないEUTについて記載されているが、リターン経路について言及はなく、わかりにくい記載となっていた。例えば電源ケーブルしか持たないようなEUTの場合を図6に示す。ケーブルに印加用のCDNを取り付けた後は、筐体の接地などはメーカの指示に従う。実際は接続しないケーブルを用いてまでリターン経路を形成する必要はない。その場合はEUTとリファレンスグラウンドプレーンとの間の浮遊容量、又は擬似手を使用する場合、その擬似手がリターン経路となる。

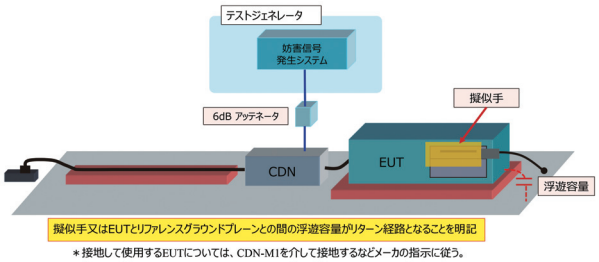


図6　ケーブルを1本しか接続しないEUTのセットアップ方法

(3) デカップリングネットワークの仕様の明確化

シールドケーブルに直接印加する場合や、試験しないケーブルに使用するデカップリングネットワークについて、仕様が明記された(図7参照)。第4 版対応と記されたデカップリングネットワーク以前に販売されたものはこの仕様を満たさないものがあるので注意が必要である。特にCISPR 16で特性定義されていて、エミッション測定で使用されている通称“CMAD”と呼ばれるデカップリングネットワークは30 MHz以上で使われるものなので適合しない。

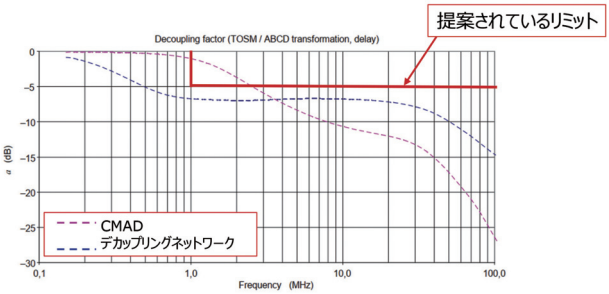


図7　デカップリングネットワークのデカップリング特性

3.3 IEC 61000-4-31 AC電源ポートに対する広帯域妨害源による伝導妨害に対するイミュニティ [4]

この規格は、CISPR Subcommittee Iから電力線通信信号に対するイミュニティ試験規格の制定を依頼されたことが発端である。その後PLTに限らず非意図的な広帯域ノイズ源も含めてイミュニティ耐性が必要として各国からの合意を得て2016年7月に制定された。試験信号は図8に示すような広帯域信号で、周波数帯域を制限したホワイ

トノイズを使用する。

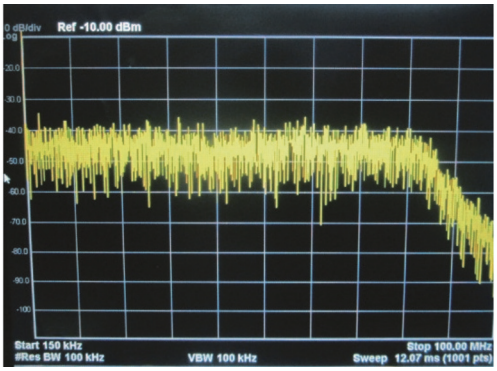


図8　IEC 61000-4-31の試験信号

注入方法は、電力線通信信号の伝送を考慮して、平衡モード(ディファレンシャルモード)で注入するが、コモンモードに変換される成分もあることを想定して、一部をコモンモードで注入することとした。これを実現するために特別に規定した通称CDNDを使用する(図9参照)。

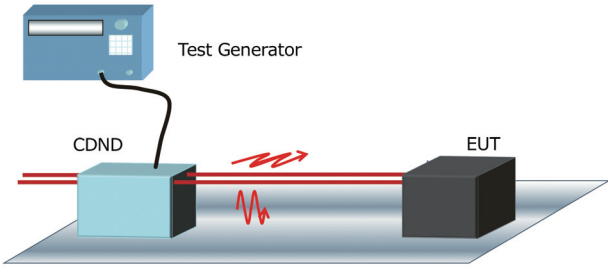


図9　ディファレンシャル(平衡)モードとコモン(不平衡)モードでの注入イメージ

注入する試験レベルは、パワースペクトラム密度[dBm/Hz]で表す。試験セットアップはIEC 61000-4-6と同じ方法で行う(図10参照)。

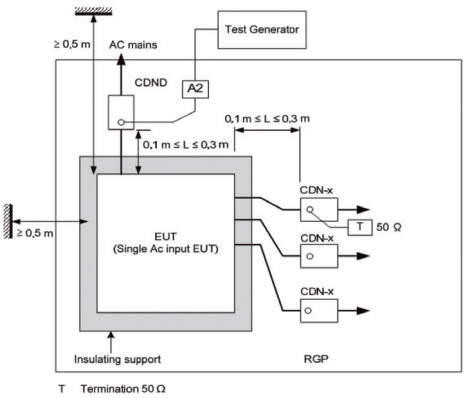


図10　IEC 61000-4-31試験セットアップ

現時点(2022年10月)でこの規格を引用する製品群規格はないが、JIS C 61000-6-2:2019[5]の共通規格の附属書に“将来考慮される、又は特定の製品群に対するイミュニティ試験”として記載があり、“交流電源からの周波数150kHzを超える妨害に感受性のある装置に対し考慮することが望ましい”と記載されている。

この規格の次版のメンテナンスを始める時期はまだ決まっていない。

3.4 IEC 61000-4-39 近接放射電磁界イミュニティ試験[6]

この規格は近接した信号源から放射されたRF電磁界にさらされる電気・電子機器のイミュニティを評価するための試験方法、印加レベルを規定する。医用電子機器に対するEMC規格を規定しているIEC SC 62Aからの要請が発端で2017年3月に新設した規格である。近年病院内で医療用テレメータなど医療情報のやり取りに無線を利用することが必須になってきた背景が要因となっている。

適用周波数範囲は9 kHz～6 GHzと非常に広いが、全周波数帯域を試験する必要はなく、製品群規格の該当する製品が近接電磁界にさらされる無線システムの周波数帯に応じて、試験周波数を決定する。

イミュニティ試験方法は図11に示すように試験周波数に応じて規定している。

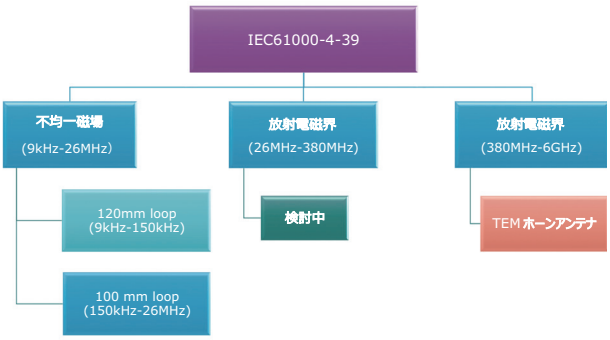


図11　近接放射電磁界イミュニティの試験方法

アンテナをEUTに近接させて、妨害を印加する方法は共通であるが、周波数帯に応じて最適なアンテナを規定している。

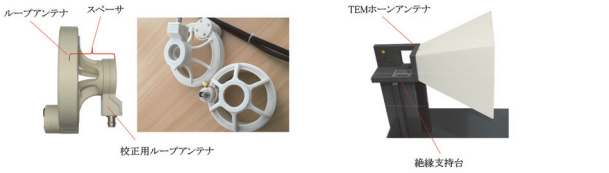
9 kHz-26 MHzでは、ループアンテナを使用して妨害を印加する。この帯域をさらに二つに分けて9 kHz-150 kHz

では直径120 ㎜、150 kHz-26 MHzでは直径100㎜のループアンテナを使用する。低周波領域では磁界を発生させる方が効率的で、実際の無線通信システムも磁界を利用していることが多い。

26 MHz-380 MHzの帯域は、まだ検討中で初版では試験法は規定していない。

380 MHz-6 GHzの帯域では特別なアンテナTEM-HORNアンテナを使用する。

アンテナを近接させて試験するため、類似の特性でも異なった形状のアンテナでは、結果が異なる恐れがあるため使用するアンテナは“規定”しているのである。

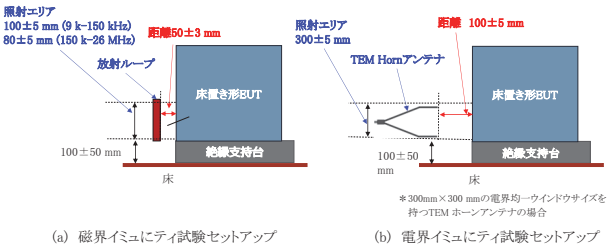


(a) 磁界試験用ループアンテナ(9 kHz～26 MHz)　(b) 電界試験用TEMホーンアンテナ(380 MHz～6 GHz)

図12　近接放射電磁界イミュニティ試験に使用するアンテナの例

試験に使用する妨害信号のタイプも周波数によって異なり、9 kHz～150 kHzの帯域では80 %のAM変調、150 kHz～26 MHzの帯域では2 Hz又は1 Hzのパルス変調、380 MHz-6 GHzは2 Hz、217 Hz、1 kHzのパルス変調の信号を使用する。

試験セットアップを図13に示す。アンテナとEUTとの距離は磁界試験の場合は5 cm、電界試験の場合は10 cmに近接させて配置する。



(a) 磁界イミュニティ試験セットアップ　(b) 電界イミュニティ試験セットアップ

図13　磁界及び電界イミュニティ試験のセットアップ例

この試験はアンテナを近接させて行うため、既定の磁界・電界を発生させるエリアはEUTの大きさに比べて小さいことが多い。したがって、試験方法はEUT全体に規定の試験を行うために以下の手順で行う。

① 試験するすべての面をアンテナの照射エリアに従った大きさの格子に分割する(図14参照)。

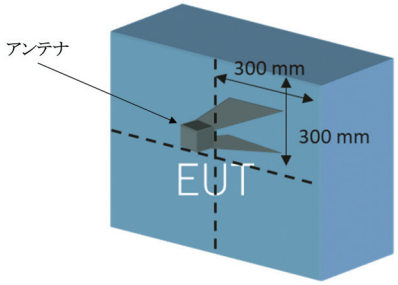
② アンテナは、各々のセルの中心から50 mm(電界試験の場合は100 mm)に配置する。EUTの形状より距離の確保が不可能な場合は、最も重要と考える位置を基準にして配置する。

③ 一つの面の位置で必要な周波数範囲をスキャンさせながら全周波数印加する。その際それぞれの周波数の照射時間はEUTが十分反応する時間とする。

④ 電界試験の場合は偏波を切り替えてもう一度周波数スキャンを行い、水平と垂直の両偏波で試験する。

⑤ ①で分割したEUTの全試験面に対して、それぞれの正面にアンテナを移動させながら②～④を繰り返して、順に照射していく。

大きなEUTの場合には時間のかかる試験法ではあるが、金属板に覆われている部分など、試験を不要とするエリアも記載しているので活用する。



＊TEMホーンアンテナで、均一エリアを300 mmとした場合の分割例

図14　イミュニティ試験時はEUTの試験面を分割して実施する

この規格は現時点においてIEC 60601-1-2の第 4.1版[7]の近接磁界イミュニティ試験で引用されている。要求の主なものを表2に示す。

表2　IEC 60601-1-2の近接磁界イミュニティ試験要求

想定する妨害源の例	試験周波数	変調方式	イミュニティ試験レベル
IH調理器、家電製品、オーブン	30kHz	CW	8 A/m
RFID /万引き防止システム(EAS)	134.2KHz	PM Duty 50% 2.1kHz PRF	65 A/m
RFID	13.56MHz	PM Duty 50% 100 kHz PRF	7.5 A/m

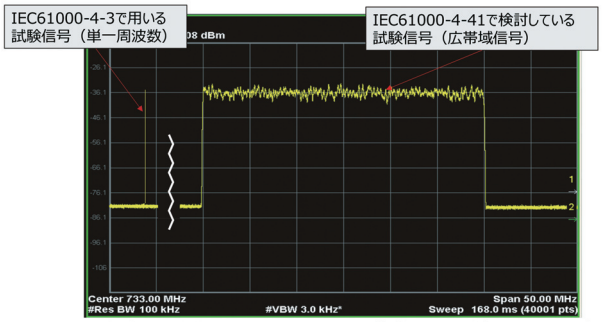
この規格はまだ試験法が決まっていない帯域があり、改訂版又は新版を発行する必要があるが、次版のメンテナンスを始める具体的な時期はまだ決まっていない。

3.5 IEC 61000-4-41 広帯域放射イミュニティ試験

この規格は2019年ごろから審議をはじめたばかりで、まだ国際規格として発行されていない。

昨今のLTE、5 Gなどに代表される無線通信システムは広い周波数帯域にわたってスペクトラムが広がっている広帯域信号を用いている。以前からIEC 61000-4-3のメンテナンスの際もデジタル通信信号のような広帯域信号で試験を実施すべきという意見があったが、従来の試験信号と様々な状況下で相関を取ることは困難であり、また、従来の試験で合格した機器がデジタル無線通信信号で耐性を有しているケースも否定できないとして、採用されることはなかった。しかしながら、2019年の5 Gシステムが普及するタイミングで、各加盟国からの賛同を得、IEC 61000-4-3とは独立した新しい規格として審議することになった。

この規格では、デジタル無線通信信号を模した広帯域信号を試験信号として用いる(図15参照)。



＊特定の周波数幅にわたってスペクトラムが存在する広帯域信号を用いる案

図15　IEC 61000-4-41で用いる試験信号案

これ以外の規定はまだ何も決まっていない。今検討されている内容を以下に列記する。

- Scopeに記載する周波数範囲は80 MHzからと記載するが、試験レベルなどは 600 MHzから6 GHzを規定する。ただし、この規格発行年を考えると6 GHzを超える周波数範囲を含める必要があるかもしれない。
- テスト信号は、帯域幅を制限したホワイトノイズで、必要に応じてパルス変調(デューティサイクルは50％)を行う。
- 規定するテストレベルの単位はスペクトラム密度[dB(μV/m/MHz)]とする。
- IEC 61000-4-3の記載をベースに、既定の信号が出力できる信号発生器及びスペクトラム密度確認用の周波数選択性のある測定器(スペクトラムアナライザまたはレシーバ)が必要
- IEC 61000-4-3の性能基準を満たし、IEC 61000-4-41の規定を満足する試験施設。IEC 61000-4-41の規定を満足する試験施設とは、例えば暗室内は、100 MHz 幅のテスト信号に適当な平坦度を持つなど。
- セットアップはIEC 61000-4-3と同等とする。
- レベル設定はCW信号を用いて、試験信号の中心周波数をステップして実施する。

今年(2023年)の秋ごろまでには、最初の委員会草案(CD文書)を発行できるように準備している段階である。

4. おわりに

以上、各規格の概要、及び最新動向を今後の予定も含めて紹介した。

なお、IEC 61000-4-6で紹介した変更点、IEC 61000-4-41のように、規格原案に関する紹介については、まだ、正式な規格の要求ではないことにご留意いただきたい。特にIEC 61000-4-41で列記した内容はまだ“意見”のレベルであることにもご注意いただきたい。

参考文献

[1] IEC 61000-4-3:2020 Testing and measurement techniques-Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test.

[2] IEC 61000-4-6:2013 Testing and measurement techniques-Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields.

[3] 77B/856/CDV Testing and measurement techniques-Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields.

[4] IEC 61000-4-31:2016 Testing and measurement techniques-AC mains ports broadband conducted disturbance immunity test.
[5] JIS C 61000-6-2:2019 電磁両立性-第6-2部:共通規格-工業環境におけるイミュニティ規格 附属書 A P.P 12.
[6] IEC 61000-4-39:2017 Testing and measurement techniques-Radiated fields in close proximity-Immunity test.
[7] IEC 60601-1-2:2014+AMD:2020 CSV Consolidated version Medical electrical equipment-Part 1-2:General requirements for basic safety and essential performance -Collateral Standard:Electromagnetic disturbances-Requirements and tests.

中村 哲也(なかむら てつや)

1981年　東陽通商(現東陽テクニカ)入社
EMC計測システム開発、EMC計測ソフトウエアの開発、テクニカルサポートに携わり、現在に至る。

2010年　IEC SC77B WG10に日本からエキスパートとして参加。IEC 61000-4シリーズの規格の規定、改定に携わる。

この他、SC77B国内委員会に参加し、EMCに関連するJIS規格の原案作成、また、総務省 電波利用環境委員会のCISPR A作業班に参加し、総務省の答申原案の作成、及びCISPR A関連規格の審議を行っている。

パワエレ機器のEMIへ測定設備が及ぼす影響

オムロン株式会社
インダストリアルオートメーションビジネスカンパニー
技術開発本部 第3技術部
藤田 浩志

パワエレ機器は一般機器と比較し電力が大きく、複数の電源線が接続される。このため、EMC評価結果に測定設備が意図しない影響を及ぼす場合がある。本稿ではパワーコンディショナを取り上げ、EMC専門委員会パワーエレクトロニクスEMC規格対応WG活動での検証結果をもとに、パワエレ機器のEMI測定における問題点と対処法について述べる。

1. はじめに

気候変動問題は人類共通の喫緊の課題として重要視されるようになり、脱炭素に向けた動きが世界的に加速している。世界各国・地域は2050年等の年限を区切ったカーボンニュートラルの実現を表明し、日本もこうした世界的な状況をふまえ、2050年カーボンニュートラルを宣言した。カーボンニュートラル実現に向けて、エネルギー消費効率の改善に加えて、脱炭素化された電力による電化を進めることを取り組みの方向性として示している。[1]

電力の供給サイドでは太陽光発電や風力発電による脱炭素化、需要サイドでは鉄道や自動車、産業機械、家電製品の電化やエネルギー消費効率改善が求められ、このうち自動車では新車販売の電動率100%の実現を目標に掲げている。[2]

電動化に伴い、電力変換を支えるパワーエレクトロニクス機器(以下、パワエレ機器)の重要性は増してきており、課題となる電磁ノイズへの対処と評価方法への関心が高まっている。

2. パワエレ機器の特徴とEMC評価法

2.1 パワエレ機器の特徴

パワエレ機器とは、電気エネルギーの変換を主目的とした装置やユニットの総称である。パワエレ機器では、直流と交流の変換、直流同士の変換、交流同士の変換を、主に半導体を用いた制御技術によって実現する。

一般民生機器と比較すると、電力変換が主目的のため、扱う電力は大きくなり、また複数の電力線に接続することが通常である。一般機器の例であるIT機器(パソコン)と、パワエレ機器の例であるパワーコンディショナの特徴の比較を表1に示す。

表1　一般機器とパワエレ機器の特徴

機器	一般機器 例. パソコン	パワエレ機器 例.パワーコンディショナ
電力	小電力 (数十～数百W)	大電力 (数kW ～)
電源 入出力	AC入力のみ	・AC入出力(系統線) ・複数のDC入出力 (蓄電池、太陽光パネル等の複数接続)

パワエレ機器は電力変換回路から高いレベルのノイズが発生し、複数の入出力へ流出するため、電磁ノイズに対する課題感が大きい。特に、外部へのノイズ妨害であるエミッションが問題となる。

2.2 パワエレ機器のEMC評価法

一般機器と同様に、パワエレ機器においても電磁両立性に関する要件を満たす必要がある。基本となるのはIEC(国際電気標準会議)規格と、IECの特別委員会であるCISPR(国際無線障害特別委員会)規格である。これらの規格等をもとにした各国・地域の法規制やルールに適合することが、パワエレ機器に求められる電磁ノイズの要件である。

規格には大きく分けて基本規格、共通規格、製品群規格、製品規格の4種類があり、後になるほど適用の優先順位が高い。パワエレ機器であるパワーコンディショナの代表的な適用規格を表2に示す。

表2　パワーコンディショナの適用規格

基本規格	CISPR 16, IEC 61000-3, -4など
共通規格	IEC 61000-6など
製品群規格	CISPR 11 など
製品規格	IEC 62920 など

このうち、パワエレ機器に幅広く適用・参照される製品群規格のCISPR11[3]は、複数の入出力を持つ場合のエミッションの試験方法についても規定している。CISPR11では、図1のとおり、エミッション測定のため擬似回路網(AN ※1)やコモンモード吸収デバイス(CMAD ※2)を使用することが規定され、規格に準じた評価環境ではノイズ評価の再現性担保のためにフィルタなどが多数接続されることが一般的である。

※1　AN:Artificial Network

※2　Common-Mode Absorbing Device

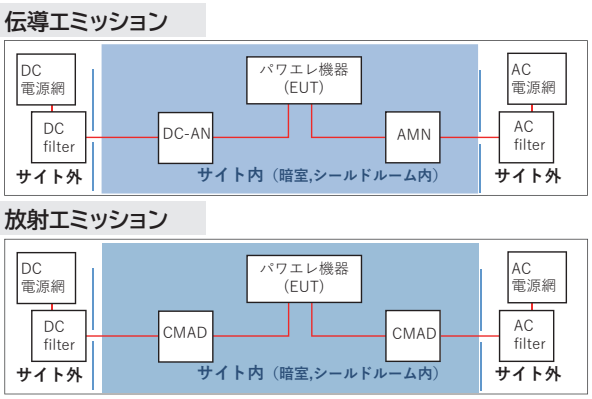


図1　パワエレ機器のエミッション評価環境

2.3 パワエレ機器のEMC評価における課題

パワエレ機器のエミッション評価では複数の擬似回路網やフィルタなどが連続して接続され、これらの測定機器や設備はインダクタンス(L)、キャパシタンス(C)等の成分を含む。L成分やC成分を含む場合、条件によっては意図しないインピーダンスの変化を発生させることがある。

3. 伝導エミッション測定の問題点と対策方法

測定設備の組み合わせによって、伝導エミッションが悪化する原因と対策方法について述べる。

3.1 測定の問題点

パワーコンディショナの伝導エミッションにおいて、CISPR11要求事項であるDC-ANを使用することで伝導エミッションが悪化することがある。実際に、DC-ANを接地させて用いたときに、AC側の伝導エミッションが60dB以上悪化し、ClassAの許容値を大幅にオーバーする事例が報告されている。

3.2 原因

図2のように、測定機器や設備の組み合わせにより、測定環境のアースを通じたコモンモードのノイズ経路が形成される。これをコモンモードループと呼ぶことにする。コモンモードループ上には、DCにDC-ANやサイトフィルタ、AC側にAMNや同じくサイトフィルタが含まれ、これらのL成分やC成分が共振の原因となる。

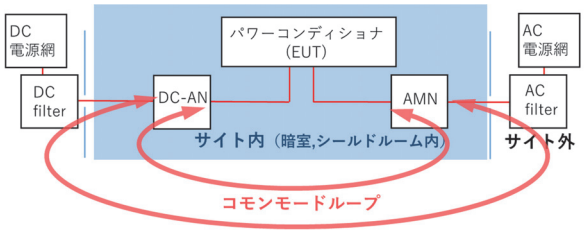


図2　測定環境におけるコモンモードループ

共振によってコモンモードループのインピーダンスが低い周波数が生まれ、これにEUT動作周波数が重なることで大電流がコモンモードループに流れる。大電流に

よってEUT内のフィルタのCMCC(※3)が飽和すると、伝導エミッション値は劇的に悪化する。以降の3.2.1から3.2.3で、検証結果をもとに原因について述べる。

※3　CMCC:Common-Mode Choke Coil

3.2.1 コモンモードループのインピーダンス特性

まず、コモンモードループにおける共振の存在を、経路のインピーダンスを計測することで確認した。計測にはインピーダンスアナライザを用いて、図2のEUTの代わりに接続した。このとき、ポート1をDC側、ポート2をAC側とし、DC電源やAC電源は供給せずに無通電の状態とした。また、DC線やAC線は、複数線を短絡させて一括での計測とした。

上記のようにしてEUTからみたDCとACの間のインピーダンスを計測すると、図3のような特性が得られた。実線はインピーダンスの絶対値、破線はインピーダンスの位相である。

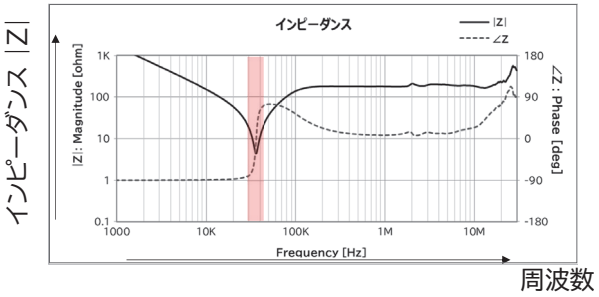


図3　コモンモードループのインピーダンス特性

図3の結果から、EUTからみたDCとACの間のインピーダンスに、値が低い点が存在することが分かる。インピーダンス値は4.4Ωであり、周波数は36kHzであった。同時に、位相が負から正へ回転していることから、LCの共振周波数であると推定した。

共振周波数ではDCとAC間のインピーダンスが低くなるため、他の周波数と比べてコモンモードループに電流が流れやすくなる。

3.2.2 パワーコンディショナのスイッチング電流

つぎに、図2の環境において16kHzのスイッチング動作を行うパワーコンディショナをEUTとして用いて、EUTとDC-AN間に流れる電流を高周波電流プローブによって測定した。プローブはDCの＋線、-線に対して一括で挿入した。これにより、図4のコモンモード電流のスペクトルを得た。ただし、プローブの補正値やdBmから電流値への換算を行っていないため、全体の傾向のみを確認した。

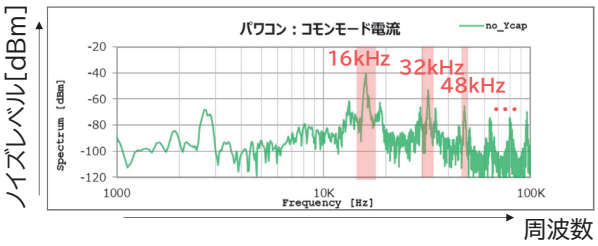


図4　EUTを動作させたときの電流スペクトル

図4より、コモンモードループにはEUTのスイッチング動作周波数(16kHz)とその高調波(32kHz, 48kHz、…)が流れることが確認できた。

3.2.3 コモンモードループにおける電流の増加

3.2.1、3.2.2より、コモンモードループにおいて経路の共振周波数の存在とEUTの動作周波数をもつ電流が確認できた。

コモンモードループにおいて両者の周波数が一致したとき、流れる電流は増加する。図2の測定環境において、コモンモードループの共振周波数とEUTの動作周波数を一致させたときの検証結果を図5に示す。ただし、動作周波数を調整するためにEUTにはコムジェネ(基準発振器)を用いて、3.2.2と同じ電流プローブによる方法で測定を実施した。

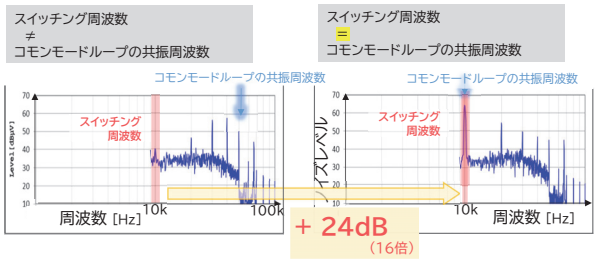


図5　コモンモードループにおける電流の増加

このことから、コモンモードループの共振周波数と

EUTの動作周波数を一致させたとき、動作周波数におけるノイズが大きく悪化することが確認できた。

コモンモードループに流れる動作周波数の電流は、経路であるEUT内にも流れる。電流が増加すると、EUT内のフィルタによっては、飽和によってその効果が減少することがある。測定環境によって発生するこれまでの一連の現象を、以下の図6に示す。

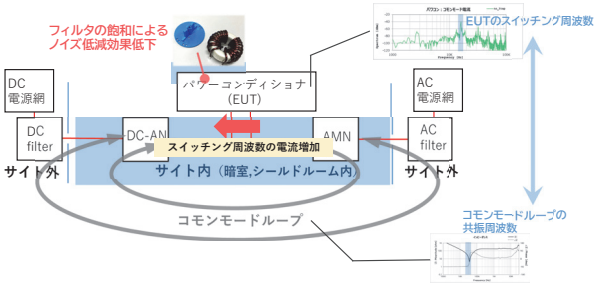


図6　電流増加によるEUT内フィルタ効果の減少

パワエレ機器内おけるEMCフィルタには、CMCCと呼ばれる、コモンモードに高インピーダンスを持たせることによってコモンモードノイズの流出を抑制する部品が通常用いられる。CMCCは磁性材料を使用したコアを使用しているため、大きな電流が加わると磁気飽和を起こし、インダクタンス(L)値は部品定格値から著しく低下する。[4]

実際のパワーコンディショナで使われているCMCCが飽和する例を示す。図7はCMCCのコモンモードインダクタンスの周波数特性をインピーダンスアナライザで測定した結果である。CMCCのコアに流す電流を0A、0.1A、0.2A…と増加させていくと、インダクタンス値が低下する結果が得られた。このCMCCでは、コアに流れる電流(＝コモンモード電流)が1Aになると、ほぼワイヤーのみのインダクタンスまで低下し、その特性は飽和に達していることが分かった。

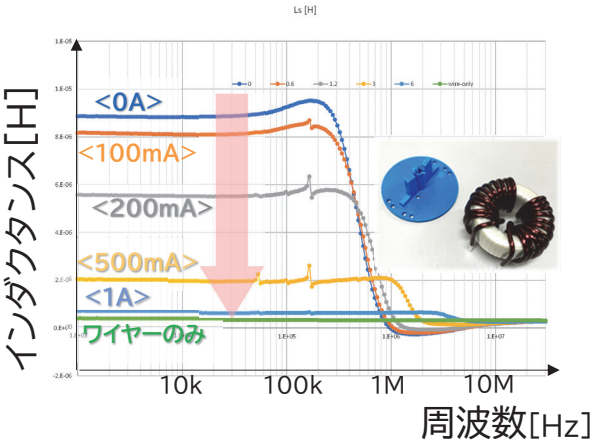


図7　CMCCに電流を重畳したときのインダクタンス

CMCCのインダクタンスが低下し飽和状態にあるとき、CMCCの効果はほぼ無いに等しい。このとき、実際のパワーコンディショナのフィルタ効果がどれだけ悪化するかを、CMCCありの状態と、CMCCなし(ショート)の状態で比較した。

コモンモードループに大きな電流が流れてEUT内のフィルタのCMCCが飽和すると仮定したとき、図8の結果からAC側、DC側の伝導エミッション値はともに悪化した。特に、今回の検証で用いたEUTはAC側のフィルタが2段であるため、DC側と比較してノイズの悪化が大きい結果となった。

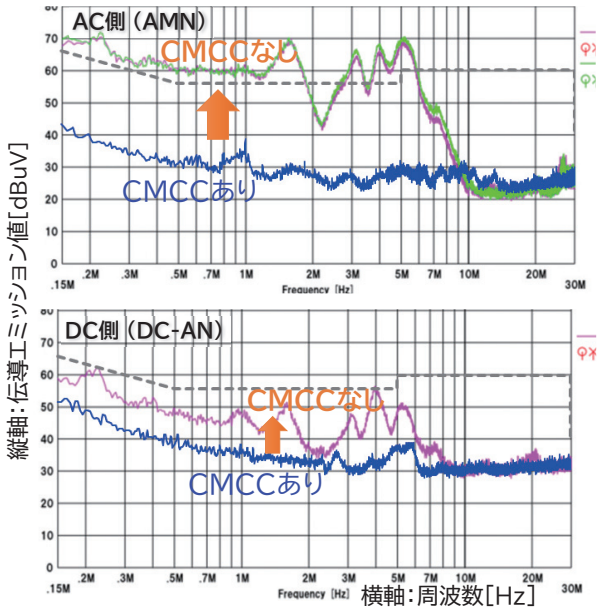


図8　CMCCあり・なしでの伝導エミッション比較

3.3 対策方法

3.2節より、コモンモードループの共振周波数とEUTの動作周波数を一致させないことが対策の重要な観点である。ただし、EUTの動作周波数を変更することは設計上難しいことが多く、コモンモードループの共振周波数の変更が汎用的な対策方法となる。

コモンモードループの共振周波数を変更するには、

DC-ANのAE側において、表3のとおり①R成分、②L成分、③C成分を挿入する方法がある。①は共振周波数自体は変化しないが、ダンピングによって共振エネルギーを低減させることができる。②③は共振周波数を低域へシフトさせる。

表3　コモンモードループの共振周波数の変更

観点	具体的な対策方法
①Rの挿入	DC側のサイトフィルタのアースと測定系のアースの間に、数Ω～数10Ω程度の抵抗を入れる。
②Lの挿入	DC-ANのAE側へ接続するケーブルへCMCCやリングコアを挿入する。値はmHオーダーがよい。
③Cの挿入	DC-ANのAE側へYコンを挿入する。(+)～アース間、(-)～アース間の両方にコンデンサを挿入し、値は数100nF～数uFオーダーがよい。

表3の①②③すべての対策において、EUTの動作周波数のスペクトルが低減することを確認している。図9に、②ケーブルへのL成分の挿入、①DC側サイトフィルタアースへのR成分の挿入を実施し、動作周波数のノイズが低減した結果を示す。

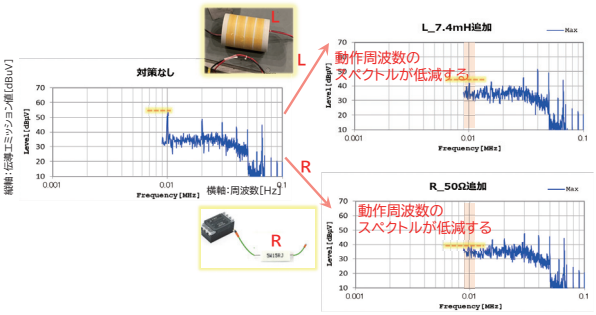


図9　ループの共振周波数変更による対策

4. 放射エミッション測定の問題点と対策方法

CMADを挿入するポートの違いによって放射エミッションの測定結果が変化する原因と対処方法について述べる。

4.1 測定の問題点

CISPR11ではCMADを挿入することが要求され、測定距離3mにおいてテストボリュームを超える場合は必須となる。ケーブルが3本以上を超える場合は最大エミッションが期待される3ポートを選定して、CMADを挿入することになる。[3]

しかし、4ポート以上の複数ポートを有するパワーコンディショナにおいて最大エミッションをもつ3ポートを選定する明確な基準はない。実際に、CMADを挿入するポートの違いによって放射レベルが変化し、全ポートにCMADを挿入しないと評価結果の再現性がとれない事例が報告されている。

4.2 原因

EUTに接続する周辺機器や測定設備を含めた測定系のインピーダンスによって、放射エミッション評価結果が変化することが原因である。

EUTとなるパワエレ機器は、ケーブルを介して系統模擬負荷や供給電源などの周辺機器に接続する。一般的には上記の周辺機器に直接接続せずに、不要ノイズの分離や測定環境の安定化を目的としたサイトフィルタやトランスなどを経由して周辺機器に接続されることが多い。これらのEUTからみた外側の機器を総称して「終端」と呼ぶことにする。EUTや終端を含む放射エミッション評価の模式図は図10の通りである。

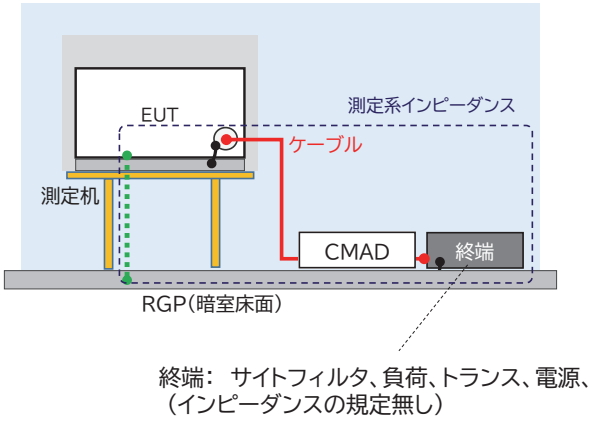


図10　EUTから見た終端とCMAD

EUTやケーブルの配置の再現性が取れていたとしても、終端のインピーダンス特性が異なると放射エミッションの評価結果の再現性が低下する。CMADが終端の手前(EUT側)に挿入される場合は、再現性の低下は発生しない。ただし、CMADの効果は規定されている30～230MHzの周波数範囲に限定される。

以降の4.2.1から4.2.3で、検証結果をもとに原因について述べる。

4.2.1 終端とEUTから見た測定系のインピーダンス

まず、終端の種類によってEUTから見た測定系のコモンモードのインピーダンスが異なることを確認した。

図10の測定セットアップにおいて、図2のEUTの代わりにインピーダンスアナライザを接続し、インピーダンスプローブを用いてEUTから見たケーブルとアース間の周波数対インピーダンス特性を計測した。EUTのポートは1ポートのみとした。

図11に示す通り、終端の種類によって、計測される測定系のインピーダンス特性が大きく異なる結果が得られた。縦軸のインピーダンスは絶対値で、後述の放射エミッションとの比較のため、縦軸の方向は上側の値が低く、下側の値が高くなるグラフとした。

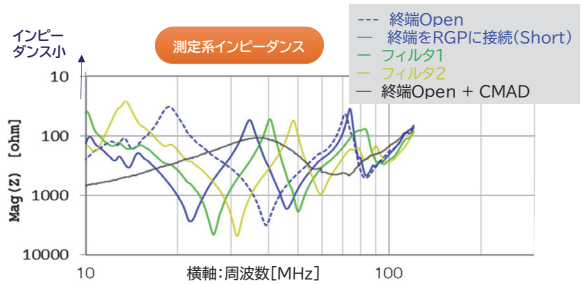


図11　異なる終端条件による測定系のインピーダンス

CMADを挿入すると、30MHz以上の放射エミッション帯域のインピーダンスは、終端条件の違いに対して変化しなくなる。

図12は、8個の異なる終端条件に対して、CMADなしのときとCMADありのときのインピーダンスを測定し比較した結果である。CMADを挿入すると、終端条件にかかわらずインピーダンスが同じになる結果が得られた。

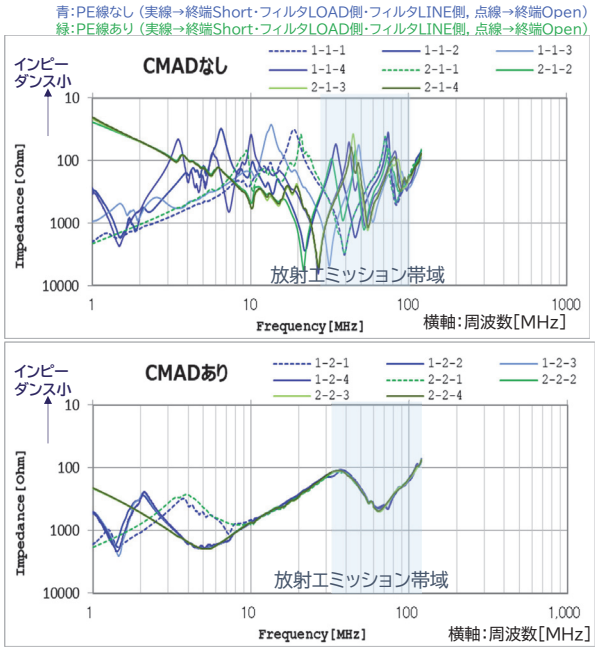


図12　CMAD有無による測定系のインピーダンス

4.2.2　測定系のインピーダンスと放射エミッション

つぎに、EUTからみた測定系のインピーダンスにおける低い周波数と、放射エミッションのピーク周波数が対応していることを確認した。

図10の測定セットアップにおいて、EUTにコムジェネ（基準発振器）を用いて、1ポートの放射エミッションを測定した。図13の上のグラフに放射エミッションの水平・垂直最大値の測定結果を示す。

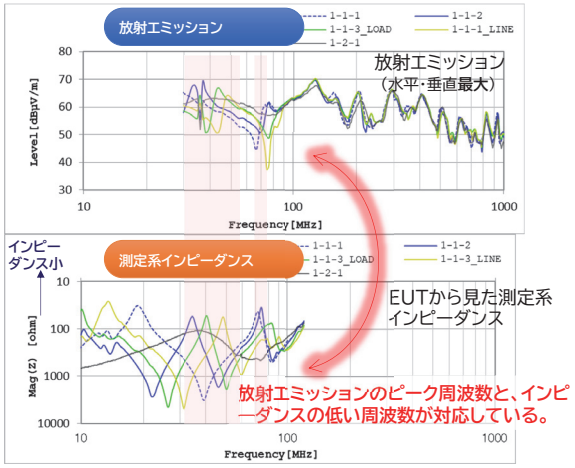


図13　放射エミッション結果と測定系インピーダンス

図13より、どの終端条件においても、放射エミッションのピーク周波数と、EUTからみた測定系インピーダンスの低い周波数が対応している結果が得られた。これは、

測定系のインピーダンスが低いほど、EUT(コムジェネ)の出力インピーダンス50Ωとの整合条件に近くなり、測定系へ伝わるノイズ電力が大きくなることで放射エミッション値が増加するためと考えられる。

4.2.3 複数ポートを持つ場合のインピーダンス

4.2.2の結果から、測定系のインピーダンスが低い周波数は放射エミッションが大きくなる。複数ポートを持つ場合も同様で、各ポートで発生するEUT内部のノイズレベルやEUT内のインピーダンスが同一レベルであるとき、複数ポートのうち最も低いインピーダンス特性をもつ周波数が放射エミッション結果にもピークとなって現れる。

たとえば、3ポートの合成インピーダンスZ_{ALL}は、単体の各ポートのインピーダンスZ_1, Z_2, Z_3を使って以下の式で表すことができる。ただし、計算の簡易化のため、インピーダンスの絶対値のみを考慮する。

$$\frac{1}{Z_{ALL}} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} \qquad (1)$$

式(1)より、実際に測定した終端のインピーダンス特性をZ_1, Z_2, Z_3に代入すると、その3ポートの合成インピーダンスZ_{ALL}は以下の図14のグラフの結果になった。

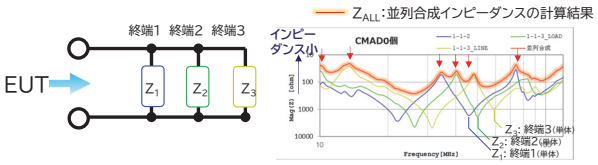


図14　3ポートの合成インピーダンス

図14より、各終端条件のインピーダンスの低い周波数が、全体のインピーダンスにも現れていることが分かった。この周波数は、放射エミッションでピークとなって現れると推測できる。

CMADを挿入すると、4.2.1で確認したCMADの効果によって、最も低いインピーダンス特性をもつ周波数の影響を抑えることができるが、CMADを挿入しないポートについてはこの影響を抑えることができない。

図15に、式(1)のZ_1, Z_2にCMADを挿入した実測の終端のインピーダンス特性を、Z_3にCMADがない実測の終端のインピーダンス特性を代入し、その3ポートの合成インピーダンスZ_{ALL}を計算した結果を示す。

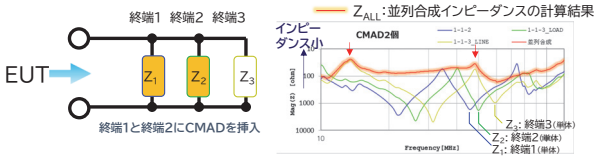


図15　2ポートにCMADがある合成インピーダンス

図15から、全体の合成インピーダンスの低い周波数は、CMADを挿入していないZ_3の影響が支配的であることが分かった。

このことから、CMADをすべてのポートに使用しないと、終端違いによる全体のインピーダンスの変化を抑えることができず、放射エミッションの測定結果の再現性がとれないといえる。

4.3 対策方法

測定系の終端条件の違いによる放射エミッションの差異を防ぐには、CMADをすべてのポートに入れることで対処できるが、規格要求は3箇所までである。そのため、CMADを挿入しない3箇所以外のポートの終端のインピーダンス特性が放射エミッションのピークとなって表れてしまう。

評価結果の再現性を取るためには、特にCMADを挿入しないポートの再現性が必要であり、サイト外も含めた周辺機器や設備を統一し、設置方法や配線を同一にすることが対策方法になる。

5. おわりに

本稿では、EMC専門委員会パワーエレクトロニクスEMC規格対応WG活動での実機検証結果をもとに、パワエレ機器のEMI測定における問題点と対処法について述べた。規格要求や原則に従うことが第一であるが、同時に規格要求で明記されていない測定設備のインピーダンスによる悪影響に注意しなければならない。

パワエレ機器の多様化や電磁ノイズに関する環境の複雑化により、EMC規格の標準化は進行中である。本稿で取り上げた問題点だけでなく、今後も様々な問題が生じ

ることが予想される。

引き続きWG活動を通じて、規格動向を収集し不明点や問題点の検証を行い、規格に対する問題提起や改善提案に繋がるよう、有意義な検証を継続していきたい。

参考文献

[1] 経済産業省、第6次エネルギー基本計画、pp.4、2021年.

[2] 内閣府、2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略、4.重要分野における「実行計画」(5)自動車・蓄電池産業、2021年.

[3] CSIPR 11、「工業・科学及び医療用装置からの妨害波の許容値及び測定法」、2019年.

[4] 山村英穂、「改訂新版 定本 トロイダル・コア活用百科」、1.2 インダクタとコア、CQ出版社、2010年.

藤田 浩志(ふじた こうじ)

2011年　オムロン株式会社入社

2011年～ 2017年

社内EMCサイト運営や、パワエレ商品の開発とEMC設計業務に従事。

現在　EMCシミュレーションを軸として設計現場の開発力革新を推進。

また、2018年よりKEC EMC専門委員会 パワーエレクトロニクスEMC規格対応WGに参加し、現在に至る。

リバブレーションチャンバ法の分析および放射イミュニティ評価法との比較

株式会社デンソー EMC エンジニアリングサービス
車載機器計測精度分析ワーキンググループ 主査
貝山 光雄

車載機器計測精度分析ワーキンググループ(略称:車載WG)では、近年設備導入が進んでいる車載機器EMC評価用のリバブレーションチャンバ(RC)法(ISO 11452-11)の、ワーキングメンバー企業内で保有している試験設備の特性評価を行っている。その結果、RCのサイズやスターラー形状が異なっていてもストレス特性は類似することがわかった。本稿では、アンテナ照射法(ISO 11452-2)との比較結果ならびに、RCの電磁界解析との比較結果を報告する。

1. はじめに

車載機器計測精度分析WG(略称:車載WG)は、車載EMC計測に従事する日本国内メンバー(サプライヤ、部品メーカー、計測器メーカー、システムインテグレータ、EDAベンダ、EMC試験所他)から構成されており、試験所間相関(ILC:Inter-laboratory comparison)活動を中心に、試験法や計測器の精度分析を主に実施している。これまでの活動実績としては、2014年にプリアンプ飽和にともなうスペクトル歪の分析とその対処法を、2015年には間欠周期ノイズの計測手法分析および間欠ノイズ周期計測ソフトウェアの開発がある。その後、2016年～2018年には車載機器放射エミッション評価のILC計測および分析を、2019年からは車載機器放射イミュニティ評価分野にも範囲を広げ、現在も進行中である。

2. エミッション評価におけるILC活動

ILCとは、異なる試験所で同一サンプルを試験し、結果を比較することにより参加試験所の信頼性を評価することで、とりわけ試験繰り返し比率の高い車載EMC試験所にとって重要な活動の一つである。車載機器のエミッション評価方法と限度値を規定した国際規格CISPR 25[1]に暗室妥当性評価およびILCに関する項目(Annex J)が追加されたことに伴い、ロングワイヤアンテナ(LWA)を同一測定対象とした暗室間相関評価を車載WGメンバー内の試験設備で実施した。図1に、アクティブロッドアンテナを使用した150kHz～30MHzの帯域の結果を示す。

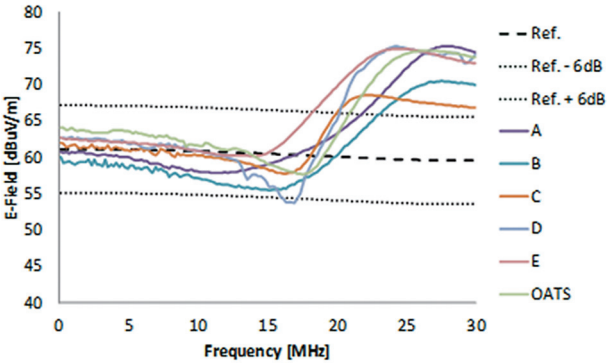


図1　エミッションILC結果(150kHz～30MHz)

図1に示すようにすべての試験所で国際規格に規定されているリファレンス値の±6dBを逸脱する結果となった。そこで、このリファレンス値を導出するためのシミュレーションモデルが実際の測定セットアップと異なることから、あえてオープンエリアテストサイト(OATS)にて同一セットアップでの測定を実施したところ、その結果が規格のリファレンス値に近しくなることが確認できたため、図1に示したように、リファレンス値の許容値に収まらない理由が各試験所の実測定環境と異なることが原因であることを実証した。この結果から、LWA法における測定

系の改良方法やアンテナケーブルの配策に関する課題等について分析をすすめ、それらの結果について国際学会等で発表を行った。(3件)[2][3][4]

3. イミュニティ評価におけるILC活動

前項での報告のとおり、車載部品機器のエミッション測定規格では、LWA法を用いた暗室間相関や妥当性の評価方法に基づいた分析を進めてきたが、一方、イミュニティ試験法の国際規格であるISO 11452シリーズには、暗室間相関や妥当性の評価法が規定されていない課題がある。そこで本WGでは、従来規格として利用されているISO 11452-2[5]に規定されているALSE法に準拠しDUT(Device Under Test)とその負荷シミュレータ、ならびにそれらを接続するワイヤーハーネスを模擬する治具を考案した。この治具はLWAをベースに、ISO 11452-2準拠とするためにアンテナエレメント長を1700mmとし、エレメント両端から100mmの位置で90度ベントした。当WGではこのアンテナを、エレメントを延長したLWAであることから、ロングロングワイヤアンテナ(LLWA)と命名(図2)し、このLLWAを用いたイミュニティ試験の妥当性確認をWG間でラウンドロビンテスト(RRT)を実施し、相関評価を行った。

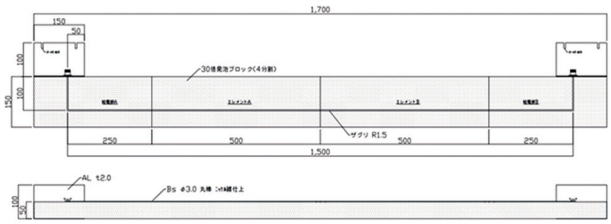


図2　ロングロングワイヤアンテナ(LLWA)

RRTにおける相関評価の測定順序は以下のとおり。

■ 手順1:基準電界校正

ISO 11452-2に準拠した点(※)における基準電界照射時の進行波電力の大きさ(P_{fwd})を計測し記録する。

※ グランドプレーンから150mmの高さ(ビーム中心より上方50mm、エッジより100mm地点)

■ 手順2:アンテナ間結合度測定

ネットワークアナライザを用いてアンテナ間の結合係数(S_{21})を計測する。ポート1は電界照射アンテナに、ポート2はLLWA端、LLWAのもう片端に50Ω終端を接続し、フル2ポート計測を行い、タッチストーン形式にてデータを記録する。(図3参照)

■ 手順3:ポスト処理(DUT端印加電圧)

先の2つの測定結果を用い、基準電界照射時におけるDUT端電圧Pdutは、以下の式で算出する。

$$P_{dut} = P_{fwd} + S_{21}$$

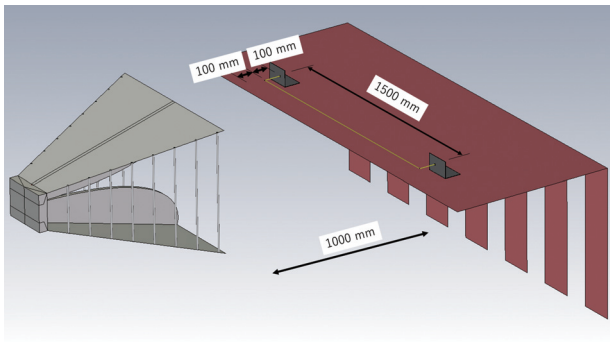


図3　アンテナ間結合度測定

先の手順1から3に従い、基準電界強度を100V/mとしたときのDUT端電圧の測定結果について図4に示す。

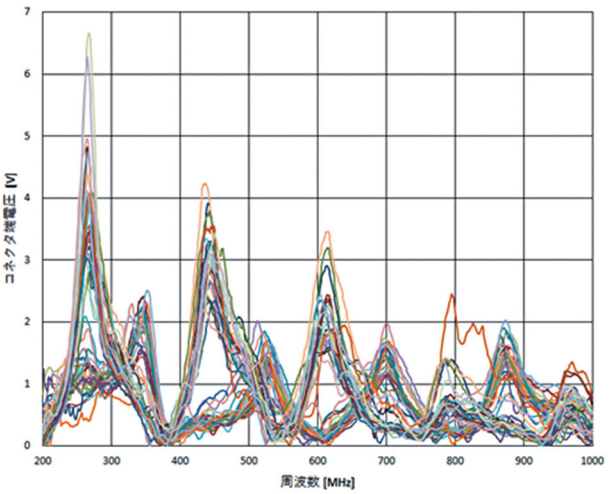


図4　DUT端出力電圧

上記結果のうち、多数を占めるETS-Lindgren製3106Cと同じ開口面積のダブルリッジガイドアンテナによるシミュレーション解析結果を比較(図5)したところ、よく一致することがわかる。

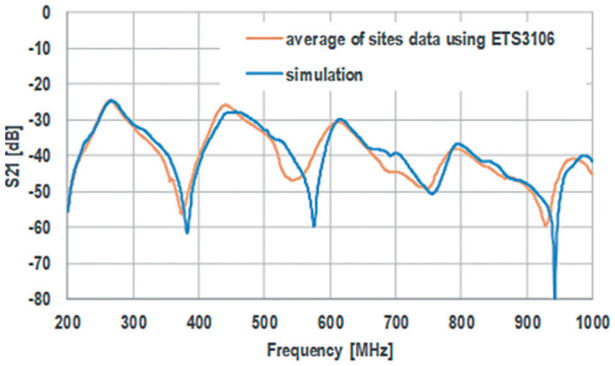


図5　シミュレーション結果と実測結果の比較

このように、車載機器の放射イミュニティ評価のサイト妥当性を評価する方法としてLLWA法を提案し、20のサイトの計26の電波暗室で、RRT評価を実施した。その結果、電界照射用アンテナの種類がサイト間相関を決める要因であること、照射時のDUT端電圧に鋭い周波数特性が存在すること、また、アンテナ種類を定めることでリファレンス値をシミュレーション解析により算出可能であることがわかった。このようなILC活動の結論として、アンテナの種類を決めることで高い相関が出ることを確認した。

ただし、試験系が持つ周波数特性については、規格毎の分析が必要であるため、ここ近年、WGメンバー内の試験設備で導入が始まっているリバブレーションチャンバ(RC)法についても分析を行うこととなった。

ALSE法とRC法のアンテナとLLWA間の結合係数(S_{21})の評価比較を図6に示す。 ただし、この評価においてRCは連続回転動作であり、測定値は計測器のマックスホールド機能を用いて複数掃引時の最大値を記録したものでISO 11452-11[6]に準拠した計測法ではない。サイトA、BのRC法とALSE法の200～1000MHzの比較では、ALSE法でみられるLLWAの共振に伴う周波数特性の変動が、RC法では小さく観測されている。前述の様に図6の計測は規格に準拠したものではないため、RCにおける規格準拠計測時のDUT端電圧評価をRRTにて改めて実施することにした。

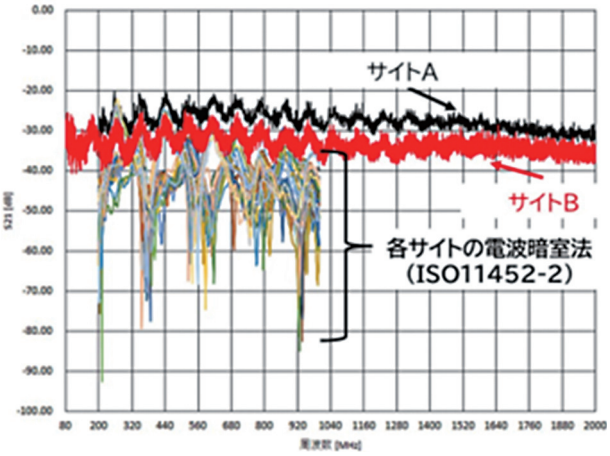


図6　ALSE法とRC法の結合係数比較

4. リバブレーションチャンバ(RC)評価

RC評価については、以下の項目について実施した。

① チャンバゲインについて

② ローディングファクタについて

③ 100V/m照射時のDUT端電圧について

4.1 チャンバゲイン

G_{RC}の導出方法は文献7[7]より以下の式による。

$$G_{RC} = \frac{1}{3N}\sum_{i=1}^{N}(E_{Xi} + E_{Yi} + E_{Zi})$$

$$E_{Xi} = \frac{e_{Xi,\ max}}{\sqrt{P_{Forw,\ avg}}}$$

ここで、

i：電界プローブのポジション位置(x, y, z)

$P_{Forw,\ avg}$：スターラ1回転の平均進行波電力

E_{Xi}：各ポイントX軸における正規化最大電界強度

$e_{Xi,\ max}$：各ポイントのX軸の電界強度の最大値

今回、3か所のサイトでデータを取得した。それらのデータに基づき算出したG_{RC}を図7～9に示す。

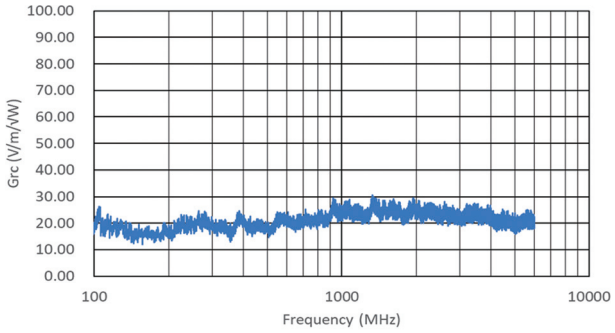


図7　サイトAのG_{RC}

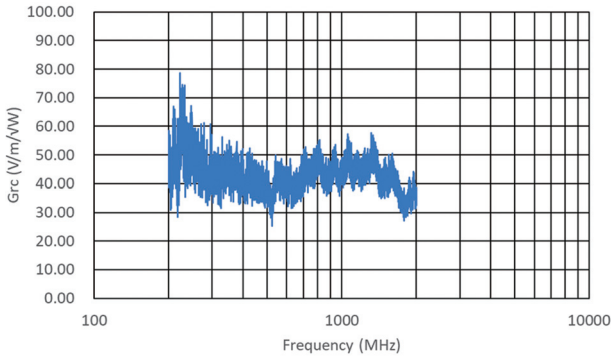


図8　サイトBのG_{RC}

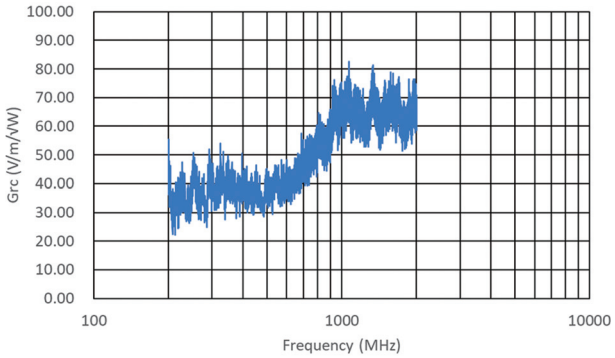


図9　サイトCのG_{RC}

このように、各サイトのG_{RC}に違いが生じていることについて考察をした。文献[7][8]によるとチャンバゲインにおけるQの要因は以下の4つである。

Q_1：壁での損失

Q_2：チャンバ内の負荷

Q_3：開口部の漏れ

Q_4：受信アンテナの負荷

$$\frac{1}{Q}=\frac{1}{Q_1}+\frac{1}{Q_2}+\frac{1}{Q_3}+\frac{M}{Q_4}$$

（M:チャンバ内のアンテナの本数）

Q_2とQ_3の影響は無いものとして、Q_1、Q_4のみを考えると、

$$Q_1=\frac{3V}{2\mu_r\delta A}=\frac{3V\sqrt{\omega\mu_0\sigma_w}}{4A}=\frac{3V\sqrt{2\pi f\mu_0\sigma_w}}{4A}$$

$$Q_4=\frac{16\pi^2V}{m\lambda^3}=\frac{16\pi^2Vf^3}{mc^3}$$

ここでμ_w、σ_wは壁の比透磁率と比導電率であり、$\mu_w \simeq 1$

また、Aは壁の面積、Vはチャンバの体積で、mはアンテナミスマッチ、ηはアンテナ効率である。

VとQの要因を加味し正規化すると各サイトのG_{RC}はかなり近づき、理論通りの振舞いをしていると考える。

4.2 ローディングファクタ

このファクタは、試験品やテストベンチをワーキングボリューム（図10）内に配置することによって電界強度が低下するため、RCへ入力する電力の補正係数である。事前検証にて取得するワーキングボリューム内が空の状態での送受信電力（8ポイント）の比の平均を（$A_{ACF,empty}$）、試験開始前に取得するDUTセットアップ後の送受信電力の平均を（A_{CCF}）と定義すると、ローディングファクタ（F_{CLF}）は以下の式で導出される。

$$F_{CLF}=\frac{A_{ACF,empty}}{A_{CCF}}$$

この式から、F_{CLF}は負荷がある時と負荷が無い時の比率を示していると言える。

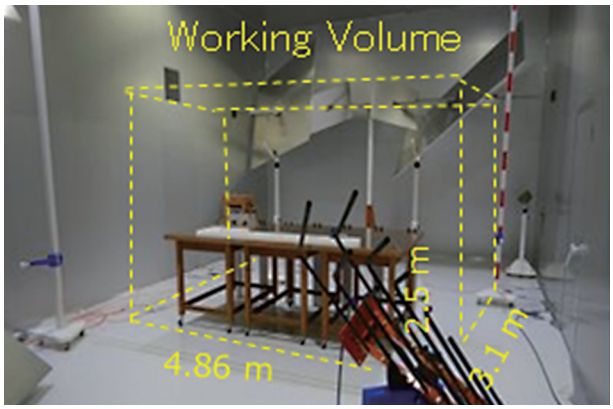


図10　ワーキングボリューム

車載部品評価では電流経路としてグラウンドプレーン(GP)が必要なため、サイトAにおいてGP上にLLWAを配置し測定した。その際のデータおよび、発泡スチロール製の机の上にLLWAを配置し測定したデータを図11に示す。

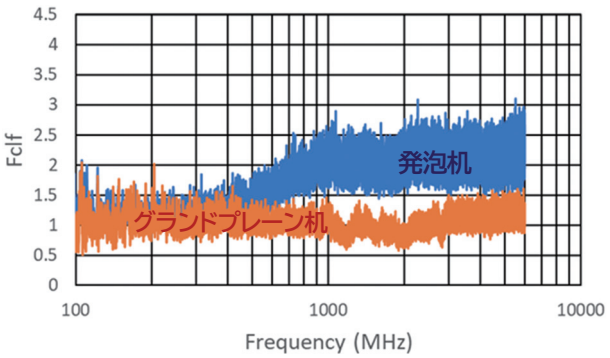


図11　発泡机とGP机によるローディングファクタの違い

この結果より、400MHz以上で発泡机の強い影響がみられ、ファクタ値が1.5～3(同一照射電力なら電界強度として20～40%に相当)となっていることがわかる。これは、発泡机によりチャンバ内のエネルギーが吸収されていると考えられる。また、グランドプレーン机による条件では全帯域でファクタが1に近く、チャンバの負荷としては発泡スチロールより影響が小さい。車載部品評価試験ではリターン電流経路としてGPが必要なため、影響が大きいGPの有無についてはテストプラン等で指示するなどの検討が必要である。

4.3 LLWA法によるDUT端電圧

RCのスターラーを30度回転毎に12ステップさせて取得したデータを基に、基準電界強度(100V/m)照射時相当のLLWA端出力電圧を算出した。取得データについては、特性を見やすくするために移動平均処理を施した。そのグラフを図12に示す。サイト間および、机の構造(発泡スチロール or GP)に依らず、出力電圧は近しい値となっているため、サイトの設備が異なっていても、DUTにかかるストレスの大きさの差は小さいと考えられる。

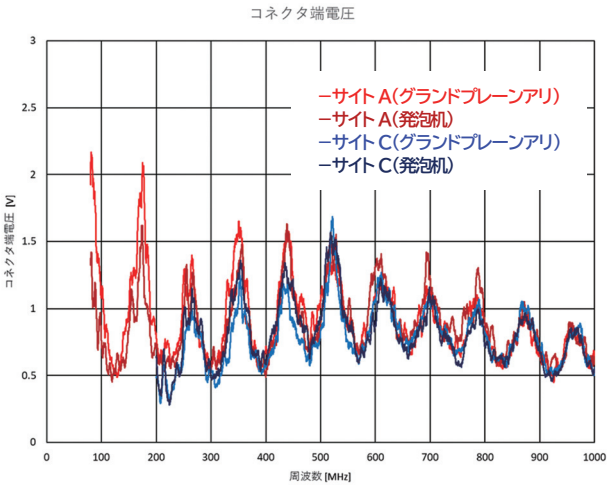


図12　発泡机とGP机によるDUT端出力電圧の違い

4.4 まとめ

計3か所のサイトで、保有するチャンバサイズやメーカーの異なるRCに対してRRTを実施、評価してきた結果を以下にまとめる。

● チャンバゲイン

試験室寸法が大きい場合、小さくなる傾向を確認したが、一部不明点が残っているため分析を継続する。

● ローディングファクタ

発泡台の影響(エネルギーの吸収)を確認したが、この現象は受信アンテナによるエネルギー吸収量に左右されるもので、DUTへの印加ストレスはローディングファクタ補正により、ほぼ同一のストレス印加が可能と考える。

● LLWA端電圧

異なるメーカーやサイトであっても、帯域幅があるイミュニティ評価であれば近しい実効電力が印加できる。CWの場合は、高Qな測定系由来の再現性課題が懸念される。

● ALSE法との比較

ALSE法の水平／垂直偏波でLLWAに照射される状態を、RC法では一度に照射できること、ALSE法で確認したストレスのかからない周波数(ヌル点)においてもストレス印加が出来ることを確認できた。また、実評価にあたり、高Q値がもたらす弊害(再現性の乏しさ、周波数特性のピーキーさ)については、他の評価方法を含めた継続的な比較分析が必要である。

5. おわりに

実験の実施にあたり、多くの方々や関係機関のご協力を賜ったことに感謝いたします。また、RRT評価の度に、光電界センサー式を貸与して頂いた株式会社精工技研殿のご協力に心より感謝いたします。

参考文献

[1] CISPR 25:Edition 5.0 2021-12.

[2] 鵜生、前田、田中、奥田、和田:“車載機器用EMC試験サイトの相関評価～CISPR25 Annex Jリファレンスデータの妥当性検証～”、信学技報、EMCJ 2017-86.

[3] T.Uno, et al., “A study on characteristics of 10 MHz to 30 MHz in CISPR 25 ALSE method:CISPR 25 Annex J reference data verification of long-wire method,” 2018 IEEE Int. Sympo., pp. 584-589.

[4] T.Uno, et al., “Quantitative Interlaboratory Comparison of Radiated Immunity Test for On-board Equipment,” 2021 APEMC, 2021, pp. 1-4.

[5] ISO 11452-2:Edition 3.0 2019-01.

[6] ISO 11452-11:Edition 1.0, 2010-09.

[7] HILL, DA., Electromagnetic theory of reverberation chambers, National Institute of Standards and Technology (US) Technical Note 1506, Dec. 1998.

[8] A.Cozza, “Power Loss in Reverberation Chambers by Antennas and Receivers”, IEEE Trans. Electromagn. Compat., vol. 60, no. 6, pp. 2041-2044, Dec. 2018.

貝山 光雄(かいやま みつお)

1988年　工学院大学　工学部　電子工学科　卒業
2003年　株式会社アイピーエス　入社
2017年　株式会社アイピーエス東海　転籍
2021年　ビューローベリタスジャパン株式会社　転籍
2022年　株式会社デンソー EMCエンジニアリングサービス　入社
現在、試験所の技術管理業務に従事

iNARTE認定EMCエンジニア
第1級陸上無線技術士

委員会等の動き（2022年12月～2023年2月）

（各議事録より抜粋。所属等は記載日時の情報）

◇◇◇◇◇　研究専門委員会活動　◇◇◇◇◇

(1) 研究専門委員会　　委員長　岡村 康行（国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構）

［2022年度第3回研究専門委員会］　2023年2月10日(金)　DKビル8Fオフィス

1. 第26回KECテクノフォーラム実施報告
2. KEC状況報告（次世代ワイヤレス技術講座、他）

［第26回KECテクノフォーラムの開催］　2023年1月26日(木)　オンラインセミナー

テーマ：「量子コンピュータの最前線　～全体像とビジネスでの活用～」

参加者：22名

No.	題　　目	講　師	所　属
1	世界が注目!? 量子コンピュータの最新動向と未来	嶋田 義皓 氏	国立研究開発法人 科学技術振興機構（JST）
2	ITロードマップ：量子コンピュータ ～ビジネス活用に向けた期待と課題～	藤吉 栄二 氏	株式会社 野村総合研究所

(2) 次世代ワイヤレス技術講座　　講座長　岡田 実（奈良先端科学技術大学院大学）

［次世代ワイヤレス技術講座第5講の開催］　2023年1月20日(金)　オンラインセミナー

参加者：28名

No.	題　　目	講　師	所　属
5	無線ネットワーク指向の分散的機械学習技術	西尾 理志 氏	東京工業大学

(3) KECセミナー企画WG　　主査　佐藤 和郎（地方独立行政法人大阪産業技術研究所）

［2023年KECセミナーの企画］

日　　程：2023年7月7日(金)

場　　所：オンライン開催

テーマ案：「ネイチャーポジティブ」

～ 2030年までに生物多様性の状態を回復軌道に乗せる世界目標達成に向けて～

No.	題　　目	講　師	所　属
1	［基調講演］ 2025年までに準備したいネイチャーポジティブ エコノミー～ビジネスと生物多様性	服部 徹 氏	PwCコンサルティング 合同会社
2	ネイチャーポジティブ経済に向けたNECの取組み	金成 かほる 氏	NEC

No.	題　　目	講　師	所　属
3	生態系に配慮されたバイオマス原料への転換の取組み ～セルロースファイバー「kinari」開発	名木野 俊文 氏	パナソニック ホールディングス株式会社
4	生物多様性ビッグデータを活用した ネイチャーポジティブの実現（仮題）	久保田 康裕 氏	琉球大学

◇◇◇◇◇　EMC専門委員会活動　◇◇◇◇◇

(1) EMC専門委員会　　委員長　和田 修己（京都大学）

［2022年度第2回EMC専門委員会］　2023年1月18日(水)　オンライン会議

1. 報告事項
   (1) 事務局報告（全体の活動状況、予算執行状況、2023年度WGテーマ起案状況）
   (2) 各WG主査からの報告
      ・2022年度の活動状況（進捗・費用等）
      ・2023年度のWG継続・更新の意向
2. 審議事項
   (1) WG起案テーマの採択審議
   (2) 予算配分
   (3) WG参加募集方法の再確認

(2) EMCラウンドロビンテストWG　　主査　浅地 康志（株式会社村田製作所）

［12月度WG］　2022年12月6日(火)　DKビル8Fオフィス＋オンライン会議

1. 10月実験結果考察
2. Sharedミーティング資料分担検討

［2月度WG］　2023年2月7日(火)　DKビル8Fオフィス＋オンライン会議

1. HQ会議報告
2. 2023年度テーマ起案書、WG名称について
3. Sharedミーティング発表資料準備

(3) 車載機器計測精度分析WG　　主査　貝山 光雄（株式会社デンソー EMCエンジニアリングサービス）

［12月度WG］　2022年12月8日(木)　オンライン会議

1. 11月実験データ整理

［1月度WG］　2023年1月16日(月)　オンライン会議

1. Sharedミーティング資料内容検討

［2月度WG］　2023年2月20日(月)　DKビル8Fオフィス＋オンライン会議

1. Sharedミーティング発表資料準備

［EMCJ発表］　2022年12月7日(水)　名古屋工業大学＋オンライン

No.	題　目	発　表	所　属
1	異なるリバブレーションチャンバ（RC）設備を持った試験所間比較と、RC法とALSE法の比較分析	貝山 光雄 氏	株式会社デンソー EMCエンジニアリングサービス

(4) 新規EMC規格対応WG　主査　中尾 優作（ダイキン工業株式会社）

［12月度WG（実験）］　2022年12月1日(木)、2日(金)　KECけいはんな試験センター＋オンライン会議

1. IEC 61000-6-3（伝導エミッション）実験

［12月度WG］　2022年12月21日(水)　オンライン会議

1. 11月、12月実験結果共有
2. Sharedミーティング資料分担検討
3. 2023年度テーマ検討
4. 規格動向共有

(5) パワーエレクトロニクスEMC規格対応WG　主査　井渕 貴章（大阪大学）

［2月度WG（実験）］　2023年2月24日(金)　KECけいはんな試験センター＋オンライン会議

1. 伝導エミッション（9kHz～150kHz）におけるノイズ源及びノイズ発生モードの特定

(6) EMC欧米規格 調査出版WG　主査　臼井 崇（ヤマハ株式会社）

［1月度WG］　2023年1月12日(木)　DKビル8Fオフィス＋オンライン会議

1. 情報共有（国際関係、EU関係、米州関係）
2. ETSI EN 303 645 V2.1.1（IoT機器のサイバーセキュリティ）規格翻訳作業について
3. IEC 61000-4-3（放射イミュニティ試験）勉強会開催（参加者：35名）

(7) EMCアジア圏規格 調査出版WG　主査　麻場 智明（株式会社アドバンテスト）

［12月度WG］　2022年12月6日(火)　DKビル8Fオフィス＋オンライン会議

1. 情報共有（中国、韓国、台湾、オーストラリア、インド、南アフリカ、日本）
2. 台湾BSMI情報交換会報告

［2月度WG］　2023年2月7日(火)　DKビル8Fオフィス＋オンライン会議

1. 情報共有（中国、韓国、台湾、インド、ベトナム、日本）

(8) EMC関西企画WG

［12月度WG］　2022年12月26日(月)　オンライン会議

1. 第27回EMC関西2022開催報告
2. 第28回EMC関西2023テーマ／開催形態検討

(9) 設計者向けEMC技術講座

［設計者向けEMC技術講座第8講の開催］　2022年12月2日(金)　オンラインセミナー

参加者:39名

No.	題　　目	講　師	所　属
11	EMC設計1;実装、外部との関係	渋谷 和也 氏	SGSジャパン株式会社

［設計者向けEMC技術講座第9講の開催］　2022年12月14日(水)　オンラインセミナー

参加者:36名

No.	題　　目	講　師	所　属
12	EMC設計2;プリント基板設計、ノイズ評価	堀田 雅志 氏	三菱電機 エンジニアリング 株式会社

［設計者向けEMC技術講座第10講の開催］　2023年1月13日(金)　オンラインセミナー

参加者:39名

No.	題　　目	講　師	所　属
13	EMC設計におけるシミュレーション技術とその実践	原田 高志 氏	株式会社トーキンEMC エンジニアリング
		金子 俊之 氏	株式会社 オーツー・パートナーズ

［設計者向けEMC技術講座第11講の開催］　2023年2月2日(木)　オンラインセミナー

2023年2月7日(火)、8日(水)、9日(木)

ローデ・シュワルツ・ジャパン

参加者:38名

No.	題　　目	講　師	所　属
14	計測器の基礎および実習	吉本 修 氏	ローデ・シュワルツ・ ジャパン株式会社

◇◇◇◇◇　製品安全専門委員会活動　◇◇◇◇◇

(1) 製品安全専門委員会

［第4回KEC製品安全フォーラムの開催］　2023年2月20日(月)　オンラインセミナー

テーマ:「DX時代の製品安全の取組み」

参加者:60名

No.	題　　目	講　師	所　属
1	[基調講演] DX時代の製品安全と未然防止 --- TQMと信頼性工学の視点より ---	鈴木 和幸 氏	電気通信大学
2	Safety-IとSafety-IIからみた製品安全	小松原 明哲 氏	早稲田大学
3	コンクリート構造物の維持管理へのAI活用	中村 秀明 氏	山口大学
4	大型蓄電池の安全性に関する国際標準化とその動向	本多 啓三 氏	一般財団法人 電気安全環境研究所

[製品安全共通技術セミナーの企画]

日　程:2023年3月23日(木)

場　所:オンライン開催

テーマ:「製品安全の根幹である絶縁と樹脂材料の基礎」

No.	題　　目	講　師	所　属
1	低電圧機器の絶縁協調について	住谷 淳吉 氏	一般財団法人 電気安全環境研究所
2	樹脂材料の基礎知識と特性評価方法の解説	有森 奏 氏	株式会社UL Japan

[製品安全基本教育講座第5講の開催]　2022年12月16日(金)　オンラインセミナー

参加者:27名

No.	題　　目	講　師	所　属
5	IEC 62368-1の要求 (機器別IEC規格要求:AV・IT・CT機器)	近藤 孝彦 氏	一般財団法人 電気安全環境研究所

[製品安全基本教育講座第6講の開催]　2023年2月1日(水)　オンラインセミナー

参加者:29名

No.	題　　目	講　師	所　属
6	機器別IEC規格要求:電化機器	氏田 良太 氏	パナソニック オペレーショナル エクセレンス株式会社

(2) 信頼性分科会　主査　藤本 恵一（エスペック株式会社）

［12月度定例会］　2022年12月8日(木)　オンライン会議

1. 勉強会
   - ・信頼性を獲得するための工程能力指数
2. 2023年度事業計画について
3. 2023年信頼性セミナーの企画検討

［1月度定例会］　2023年1月12日(木)　オンライン会議

1. 勉強会
   - ・2023年信頼性セミナー発表原稿検討
     1) ケーブル屈曲寿命予測、従来手法と機械学習の比較
2. 2023年信頼性セミナー準備について

［2月度定例会］　2023年2月9日(木)　オンライン会議

1. 勉強会
   - ・2023年信頼性セミナー発表原稿検討
     1) ケーブル屈曲寿命予測、従来手法と機械学習の比較
     2) 公開データを用いた機械学友による寿命評価へのトライ
2. 2023年信頼性セミナー準備について

(3) 安全規格分科会　主査　坂口 申康（株式会社島津製作所）

［1月度定例会］　2023年1月25日(水)　オンライン会議

1. リチウムイオンバッテリーに係る解釈基準の現在について
2. IEC 62368-1試験手引書の講義資料レビュー
3. 2023年度事業計画について
4. 第4回製品安全フォーラムの状況報告

(4) 安全技術研究会　主査　内田 徳昭（任天堂株式会社）

［12月度定例会］　2022年12月21日(水)　オンライン会議

1. 各委員からの情報共有
   - ・第21回失敗学会年次大会参加報告
   - ・リチウムイオン電池の低温時内部抵抗特性について
   - ・EU低電圧指令の整合規格リスト更新に伴うX線機器規格改廃について
   - ・IEC 62368-1規格動向紹介

   等
2. 2023年度事業計画について
3. 第4回KEC製品安全フォーラムの状況報告

［1月度定例会］　2023年1月18日(水)　オンライン会議

1. 各委員からの情報共有
   - ・海外に出荷する製品に搭載する電池の実装について
   - ・過去トラブルのデータベース活用について
   - ・NITE講座紹介
   - ・経産省「第1回消費生活用製品の安全確保に向けた検討会」参加報告
2. 第4回KEC製品安全フォーラムの状況報告
3. 2023年度事業計画について

◇◇◇◇◇　iNARTE/Japan専門委員会活動　◇◇◇◇◇

(1) KEC/iNARTE (Exemplar Global, Inc.) 会議

［2022年度第4回会議］　2023年1月17日(火)　オンライン会議

1. EMC資格試験 (11/15, 17) 実施報告
2. 2022年度第2回EMC設計技術者資格試験 (1/27) 準備状況報告
3. 資格試験制度改善・拡充に関する議論

(2) iNARTE/Japan EMC分科会　主査　関口 秀紀 (国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所)

［分科会］　2023年2月9日(木)　オンライン会議

1. 分科会新メンバー紹介
2. 2022年度EMC講習会/EMC資格試験実施報告
3. 2023年度EMC講習会/EMC資格試験実施予定

◇◇◇◇◇　EMC設計技術者資格推進委員会活動　◇◇◇◇◇

(1) EMC設計技術者資格推進委員会　主査　福本 幸弘 (九州工業大学)

［2022年度第2回EMC設計技術者資格試験の実施］　2023年1月27日(金)　オンライン試験

受験者：41名 (標準：37名、シニア：4名)

新試験棟建設状況

当センターのけいはんな拠点(精華町)の南方約350mの距離にある約8,000m^{2}の土地に、第15電波暗室と第16電波暗室の10m法電波暗室2基を備えた新試験棟の建設を進めています。

SDGsを牽引する脱炭素社会の核となる、パワーエレクトロニクス応用機器(パワエレ応用機器)のEMC試験強化を目的とし、大型・大重量の試験品及び大電力に対応するとともに、最新の国際規格にも対応する10m法電波暗室です。国際規格化が進められている「30MHz未満の放射エミッション測定」や工業・科学及び医用機器の国際規格CISPR 11にて大幅に拡大する試験項目にも対応することで、日々進化するパワエレ応用機器の最新EMC国際規格に対して高品質で信頼性の高い試験を提供し、脱炭素エネルギーインフラの拡充に貢献します。

2022年6月に建設工事を開始し、基礎杭工事を含む建屋の基礎工事は11月末に完了、2基の電波暗室を含む電波暗室南棟(南棟)の鉄骨主部材の組立工事は12月末に完了しました。南棟の壁面工事や屋根工事と並行して、2023年1月中旬からは事務所棟の建設工事を開始しました。

購入した計測器の設置や、生駒第1試験サイトからの設備移動を含めた電波暗室の建設工事を行い、2023年12月頃に新試験棟が竣工する予定です。2024年3月に竣工式を実施するとともに、2024年春の操業開始を目標として稼働準備を進めます。

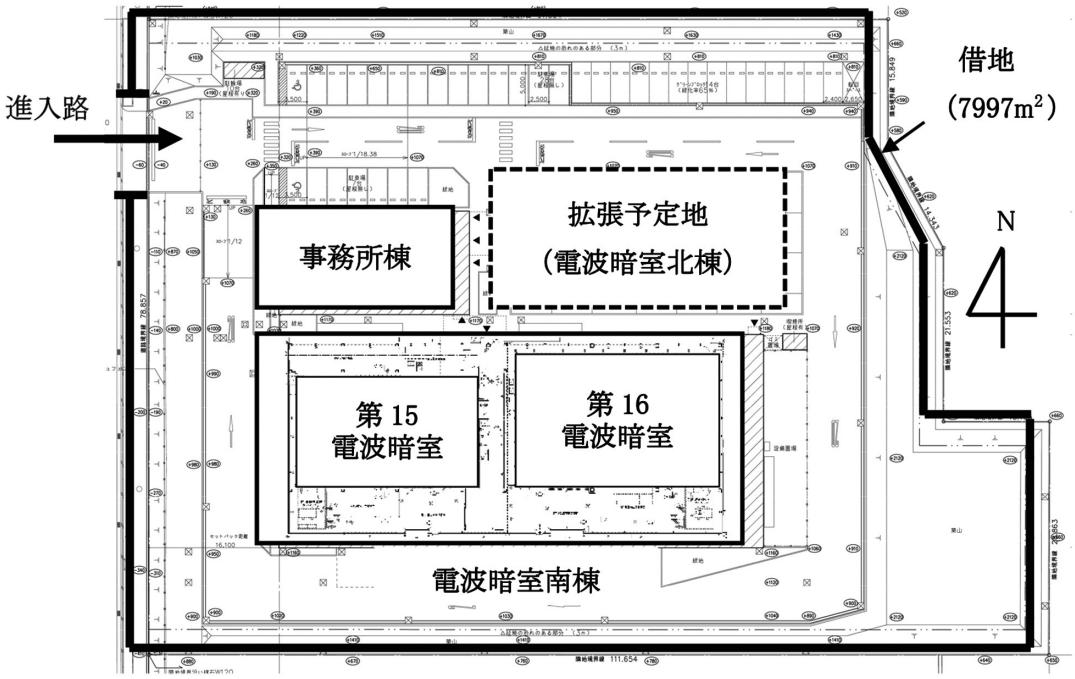


図1　新試験棟の平面図

写真1　南棟の基礎工事の様子(2022年11月末)

写真2　南棟の北側全景(2022年12月末)

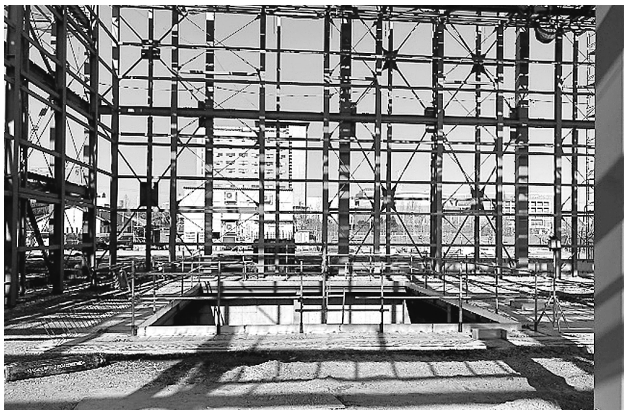


写真3　第16電波暗室(2022年12月末)

写真4　第15電波暗室(2023年2月中旬)

写真5　事務所棟(2023年2月中旬)

コンサルティングサービス（技術サポート）のご案内
【会員企業限定】

会員企業のEMC試験業務を円滑に遂行いただくための技術サポートとして
『コンサルティング サービス』を行っています

内部監査員を派遣します！（対象：ISO/IEC17025認定試験所様）

ISO/IEC 17025認定取得のサポートをいたします！

EMC試験設備導入のサポートをいたします！

EMC規格・試験法の出張セミナーを承ります！

その他、EMC試験業務運用に関するお困り事などがございましたら相談に応じます。
KECが今まで培ってきた技術・技能・品質を提供させていただきます。

技術者育成

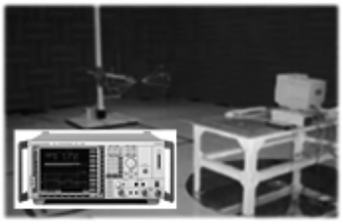
1. EMC基礎
2. 規格・規制
3. 測定・試験法
4. 技能試験

など

試験設備 導入・管理

1. 仕様策定・確認
2. 設備運用
3. 業者紹介
4. 特性評価

など



品質システム（マネジメント）

1. 文書管理
2. 設備管理
3. 要員（教育・権限）
4. 業務フロー
5. 妥当性確認
6. リスクマネジメント
7. 内部監査

など

※製品のEMC設計・対策は適用外です。

技術者育成	個別訪問による座学セミナー、実習の実施 （EMC規格・規制動向、会員企業所有のEMC試験設備による実習等）
試験設備導入･管理	試験施設導入のサポートから特性評価（NSA, SVSWR）まで
品質システム	品質システム構築に関するアドバイス、内部監査実施（職員派遣）等

詳細は、下記ウェブサイトをご参照願います。

https://www.kec.jp/testing-division/consulting/

「第4回KEC製品安全フォーラム」を終えて
＜テーマ：DX時代の製品安全の取組み＞

2023年2月20日（月）に、Zoom Webinarオンライン形式によって、第4回KEC製品安全フォーラムを開催しました。昨今、デジタル技術を駆使した様々な取組みがとりざたされ、企業戦略においてもDX化を打ち出す企業も多くみられます。このような時代に製品安全の確保のためにどのような取組みを図るか、考えていただくために、今回のフォーラムでは、各分野の第一線でご活躍の講師を迎えてご講演いただきました。全国から60名の受講をいただき、ZoomのQ&A機能を利用した質疑応答も活発になされ、盛会のうちに終了することができました。

基調講演では、品質工学の第一人者であります電気通信大学 名誉教授・特任教授の鈴木先生から、「DX時代の製品安全と未然防止－TQMと信頼性工学の視点より－」と題して講演をいただきました。特にデジタル技術を駆使し、社会ニーズ、生産者プロセス、社会満足度のデータを収集、分析、活用し、メカニズム探求型アプローチにより、信頼性・保全性・安全性のマネジメントを実施することが重要であると示されました。

早稲田大学 教授の小松原先生からは、安全の考え方として規定・信頼性を守ることで得られる安全性Safety－Ⅰと危険回避の能力（レジリエンス）による安全性Safety－Ⅱを原子力発電所と航空機運航の安全確保に例えて解説していただき、AIやIoTによる製品の多様が進む中、DX時代にレジリエンスを考慮した製品安全の取組が必要と示されました。

山口大学 教授の中村先生から、コンクリート構造物の保全について、画像のAI・機械学習による保全の実例を示していただきました。受講者からは開発環境や教師データの入手方法等の質問もあり製品安全への取組みへの可能性も期待されます。

最後に一般財団法人電気安全環境研究所の本多様からリチウム蓄電池のレーザ照射による安全試験について解説をいただきました。リチウムイオン電池の輸送中の火災、EV自動車、メガファクトリの延焼事故等を紹介いただきました。釘刺し試験に代わるレーザ照射による安全試験方法の国際標準化の動向を解説していただきました。

いずれの講演も受講者から製品安全を考えるうえで、非常に参考となると感想が寄せられました。

最後にご多忙の中、ご講演をいただきました講師の皆様に厚く御礼申し上げます。テーマと講演者は下記の通りです。

開催の挨拶	一般社団法人KEC関西電子工業振興センター 専務理事 柳川 良文
①「基調講演：DX時代の製品安全と未然防止－TQMと信頼性工学の視点より－」	電気通信大学 名誉教授・特任教授 鈴木 和幸 氏
②「Safety－ⅠとSafety－Ⅱからみた製品安全」	早稲田大学理工学術院 創造理工学部 教授 小松原 明哲 氏
③「コンクリート構造物の維持管理へのAI活用」	山口大学大学院 創成科学研究科 教授 中村 秀明 氏
④大型蓄電池の安全性に関する国際標準化とその動向	一般財団法人電気安全環境研究所 技師長 本多 啓三 氏

出版物のご案内

◆ 不要輻射ハンドブック FCC規格集 2020年版 FCC Part2/Part15/Part18/MP-5(対訳版)

2016年以降、2020年4月までの追記を含めたFCC Part 2、15、18の主要部分と、Part 18が引用しているMP-5(測定法)を掲載

価　　格	会員 35,640円 (本体価格 32,400円)　　非会員 46,332円 (本体価格 42,120円)
発　行　日	2021年3月19日
体　　裁	A4判　578頁　製本

◆ 欧州ETSI規格対訳版 ETSI EN 303 413 第1.1.1版(2017-06)

全地球航法衛星システム(GNSS)などで、周波数範囲が1,164-1,300MHzと1,559-1,610MHzで動作する受信機;
指令2014/53/EUの第3条2の必須要求事項に適用する整合規格。
GPSやBDS、GLONNASSなどの受信器に対する技術特性、測定方法の要求事項

価　　格	会員 15,400円 (本体価格 14,000円)　　非会員 20,020円 (本体価格 18,200円)
発　行　日	2019年3月28日
体　　裁	A4判　68頁　製本

◆ 韓国国立電波研究院 告示 第2018-17号/公告 第2018-128号/告示 第2018-29号(邦訳版)

『韓国国立電波研究院 告示2018-17号 放送通信機資材等の適合性評価に関する告示』、『韓国国立電波研究院 公告2018-128号 電磁両立性試験方法に関する公告』、『韓国国立電波研究院 告示2018-29号 電磁両立性の基準に関する告示』邦訳版です。原文と併せてご利用ください。

価　　格	会員 66,000円 (本体価格 60,000円)　　非会員 85,800円 (本体価格 78,000円)
発　行　日	2019年3月20日
体　　裁	A4判　366頁　製本

◆ 米国IEEE/ANSI C63.5-2017 対訳版

9kHz ～ 40GHzまでの範囲で電磁干渉(EMI)コントロールにおける放射エミッション測定を行うために使用されるアンテナファクタ(AF)及びアンテナの関連パラメーターの決定方法

価　　格	会員 44,000円 (本体価格 40,000円)　　非会員 57,200円 (本体価格 52,000円)
発　行　日	2018年4月
体　　裁	A4判　282頁　製本

◆ 欧州ETSI規格対訳版 ETSI EN 301 893 第2.1.1版(2017-05)

5GHz RLAN;指令2014/53/EUの第3条2の必須要求事項に適用する整合規格
RLAN装置を含む5GHzワイヤレスアクセスシステム(WAS)に対する技術特性、測定方法及びスペクトラムアクセスの要求事項

価　　格	会員 44,000円 (本体価格 40,000円)　　非会員 57,200円 (本体価格 52,000円)
発　行　日	2018年3月31日
体　　裁	A4判　238頁　製本

◆ 欧州ETSI規格対訳版 ETSI EN 300 328 第2.1.1版(2016-11)

電磁的両立性及び無線スペクトル事項(ERM);広帯域送信システム;2.4GHzのISM帯域で運用し広帯域変調技術を使用するデータ送信装置;指令2014/53/EUの第3.2条の必須要求事項を満たす整合規格

価　　格	会員 33,000円 (本体価格 30,000円)　　非会員 42,900円 (本体価格 39,000円)
発　行　日	2017年12月25日
体　　裁	A4判　222頁　製本

出版物のご案内

◆ 欧州ETSI規格対訳版 ETSI EN 301 489-1 第2.1.1版(2017-02)

電磁的両立性及び無線スペクトル事項(ERM);無線装置及びサービスの電磁的両立性(EMC)規格;パート1:共通技術要求事項;指令2014/53/EUの第3条1(b)及び指令2014/30/EUの第6条の必須要求事項を満たす整合規格

価　　格	会員 16,500円 (本体価格 15,000円)　　非会員 21,450円 (本体価格 19,500円)
発　行　日	2017年12月15日
体　　裁	A4判　90頁　製本

◆ 欧州ETSI規格対訳版 ETSI EN 301 489-17 第3.1.1版(2017-02)

電磁的両立性及び無線スペクトル事項(ERM);無線装置の電磁的両立性(EMC)規格;パート17：広帯域データ送信システムのための特別条件;指令2014/53/EUの第3条1(b)の必須要求事項を満たす整合規格

価　　格	会員 11,000円 (本体価格 10,000円)　　非会員 14,300円 (本体価格 13,000円)
発　行　日	2017年12月15日
体　　裁	A4判　46頁　製本

◆ 欧州官報L41 UNECE規則第10号 Ver.5(対訳版)

2012年9月20日に発行されたL254/L257(UN/ECE R10.04)の改訂版で、電気自動車等の充電モードによる試験条件が追加となっております。

価　　格	会員 27,500円 (本体価格 25,000円)　　非会員 35,750円 (本体価格 32,500円)
発　行　日	2017年7月1日
体　　裁	A4判　280頁　製本

◆ MIL-STD-461G 2015年(邦訳版)

米国軍用機器のEMC規格翻訳版
米軍国防総省インターフェース規格
サブシステム及び機器の電磁妨害特性の管理についての要求事項

価　　格	会員 33,000円 (本体価格 30,000円)　　非会員 42,900円 (本体価格 39,000円)
発　行　日	2017年3月10日
体　　裁	A4判　252頁　製本

◆ 不要輻射ハンドブック 北米編(FCC規定集)2016年版 FCC Part2/Part15 対訳版

2016年6月末日までに発行されたFCC Rule Part2 sub-part I, J と Part15 sub-part A to H の翻訳を行い、英語/日本語の対訳版として発行いたしました。

価　　格	会員 33,000円 (本体価格 30,000円)　　非会員 42,900円 (本体価格 39,000円)
発　行　日	2016年10月15日
体　　裁	A4判　470頁　製本

◆ 米国IEEE/ANSI C63.4-2014 対訳版

9kHzから40GHzの範囲における低電圧電気電子機器からの無線雑音エミッションの測定方法に関する米国規格。
本規格書はFCC規則の基で規制対象となる無線周波機器の試験方法として必須の規格書です。

価　　格	会員 33,000円 (本体価格 30,000円)　　非会員 42,900円 (本体価格 39,000円)
発　行　日	2015年3月31日
体　　裁	A4判　342頁　製本

出版物のご案内

◆ 不要輻射ハンドブック(無線受信機、デジタル機器、低電圧無線通信等)北米編(インダストリーカナダ規定集)2015年版 対訳版

2013年9月末日までに発行されたインダストリーカナダ, ICES-003, RSS-Gen, RSS-102, RSS-210, RSS-310の翻訳を行い、英語/日本語の対訳版として発行いたしました。

価　　格	会員 27,500円 (本体価格 25,000円)　非会員 35,750円 (本体価格 32,500円)
発　行　日	2015年3月29日
体　　裁	A4判　300頁　製本

◆ IEEE/ANSI C63解釈集 対訳版

C63シリーズ規格で規定される測定機器の仕様や試験方法等に関する各方面からC63委員会に寄せられた質問に対するC63委員会の回答を対訳版で翻訳・出版したものです。

価　　格	会員 16,500円 (本体価格 15,000円)　非会員 21,450円 (本体価格 19,500円)
発　行　日	2014年5月29日
体　　裁	A4判　174頁　製本

◆ 欧州ETSI規格対訳版 ETSI EN 300 330-1 第1.7.1版(2010-02)

電磁的両立性及び無線スペクトル事項(ERM);短距離機器(SRD);9kHz ～ 25MHzの周波数範囲の無線装置及び9kHz ～ 30MHzの周波数範囲の誘導ループシステム;パート1：技術特性及び試験方法

価　　格	会員 19,800円 (本体価格 18,000円)　非会員 25,740円 (本体価格 23,400円)
発　行　日	2014年3月28日
体　　裁	A4判　132頁　製本

◆ 欧州ETSI規格対訳版 ETSI EN 301 489-3 第1.6.1版(2013-08)

電磁的両立性及び無線スペクトル事項(ERM);無線装置及びサービスの電磁的両立性(EMC)規格;パート3：周波数9kHz ～ 246GHzで運用する短距離機器(SRD)のための特別条件(短距離装置及び付随する補助装置の適切な試験条件、性能評価及び性能基準を規定している規格です)

価　　格	会員 8,800円 (本体価格 8,000円)　非会員 11,440円 (本体価格 10,400円)
発　行　日	2014年3月28日
体　　裁	A4判　40頁　製本

◆ EMC用語集 -第3版-

EMC技術分科会の委員企業の技術者の執筆により、EMC全般(電気回路、高周波、伝送、規則、規格、略語)に関する用語を簡潔にまとめたもので、これからEMCに関係される設計者や試験技術者にとっての手引き書となるものです。

価　　格	会員 2,200円 (本体価格 2,000円)　非会員 2,860円 (本体価格 2,600円)
発　行　日	2013年4月1日
体　　裁	A5判　284頁　製本

◆ UL規格実用ガイドライン UL6500/60065 PAG(翻訳版)

UL規格UL6500, 60065, 60950の解説書『Practical Application Guideline(PAG)』を翻訳、編集し、『UL規格実用ガイドライン UL6500/60065PAG(翻訳版)』としてまとめたものです。

価　　格	会員 6,820円 (本体価格 6,200円)　非会員 －(日本規格協会よりお求めください)
発　行　日	2011年9月
体　　裁	A4判　38頁　製本

出版物のご案内

◆ UL規格実用ガイドライン UL60950 PAG(翻訳版)

UL規格UL6500, 60065, 60950の解説書『Practical Application Guideline(PAG)』を翻訳、編集し、『UL規格実用ガイドライン UL60950(翻訳版)』としてまとめたものです。

価　　格	会員 59,400円 (本体価格 54,000円)　　非会員 ー (日本規格協会よりお求めください)
発　行　日	2011年9月
体　　裁	A4判　423頁　製本

◆ IEC対応 安全規格ガイドブック(第2版)-第1版以降に発行されたCTL決定文書-

情報機器(IEC60950-1)、AV機器(IEC60065)、電化機器(IEC60335-1)の最新CTL決定文書について、内容を調査し、各国のCB試験機関間で合意された運用等をまとめたものです。

価　　格	会員 6,380円 (本体価格 5,800円)　　非会員 8,294円 (本体価格 7,540円)
発　行　日	2010年10月
体　　裁	A4判　68頁　製本

◆ MIL-STD-461F 2007年

米国軍用機器のEMC規格翻訳版

価　　格	会員 33,000円 (本体価格 30,000円)　　非会員 49,500円 (本体価格 45,000円)
発　行　日	2008年3月25日
体　　裁	B5判　287頁　製本

◆ IEC対応 安全規格ガイドブック -CTL決定書の解説を含む-

情報機器(IEC60950-1)、AV機器(IEC60065)、電化機器(IEC60335-1)についてCTL決定文書の中身を製品安全のエキスパートが内容を調べ、製品への影響等をまとめたものです。

価　　格	会員 6,380円 (本体価格 5,800円)　　非会員 9,570円 (本体価格 8,700円)
発　行　日	2007年6月
体　　裁	A4判　82頁　製本

一般社団法人KEC関西電子工業振興センター　書籍問い合わせ窓口
E-mail:publication01@kec.jp　　TEL:0774-29-9041

会　員　一　覧

2022 年 10 月 20 日　現在

【正　会　員】　168社

株式会社アート1
アール・ビー・コントロールズ株式会社
アイコム株式会社
株式会社アイシン
愛知時計電機株式会社
IDEC株式会社
株式会社アイピーエス
飛鳥メディカル株式会社
株式会社アドバンテスト
アメテック株式会社
アルプスアルパイン株式会社
アンシス･ジャパン株式会社
株式会社EMCシステムズ
株式会社イー・エム・シー・ジャパン
株式会社イー・オータマ
株式会社イシカワ
イシダメディカル株式会社
インターテックジャパン株式会社
株式会社インタフェース
株式会社ウインブルヤマグチ
株式会社Wave Technology
EIZO株式会社
エイミック株式会社
株式会社エスアンドエー
エスペック株式会社
株式会社エヌエフ回路設計ブロック
合同会社NKYM
株式会社エフ・エム・アイ
株式会社エム・システム技研
株式会社エンベデッドテクノロジー
オーエムプランニング株式会社
株式会社大阪サイレン製作所
オムロン株式会社
株式会社オリエントマイクロウェーブ
オリジン工業株式会社
加賀FEI株式会社
加美電子工業株式会社
関西ガスメータ株式会社
キーサイト・テクノロジー株式会社
菊水電子工業株式会社
北川工業株式会社
キヤノン株式会社
株式会社キューセス
株式会社共進電機製作所
株式会社京都科学
京都電測株式会社
旭光電機株式会社
株式会社きんでん
株式会社クボタ
株式会社ケーイーアイシステム
株式会社小糸製作所
株式会社高工社
コーセル株式会社
コーンズ テクノロジー株式会社
株式会社コスモス・コーポレイション
国華電機株式会社
株式会社コベルコ科研
株式会社サワーコーポレーション
株式会社三社電機製作所
株式会社サン・テクトロ
サンデン株式会社
株式会社サンフレム
三洋テクノソリューションズ鳥取株式会社
株式会社GSユアサ
株式会社島津製作所
株式会社シマノ
シャープ株式会社
ジョイソン・セイフティ・システムズ・ジャパン株式会社
新コスモス電機株式会社
真生印刷株式会社
スペクトロニクス株式会社
住友精密工業株式会社
住友電気工業株式会社
セイコーエプソン株式会社
星和電機株式会社
象印マホービン株式会社
双信電機株式会社
ソリッド株式会社
ゾンデックス株式会社
タイガー魔法瓶株式会社
ダイキン工業株式会社
ダイハツ工業株式会社
株式会社ダイヘン
ダイヤモンドエレクトリックホールディングス株式会社
株式会社竹中製作所
タチバナテクノス株式会社
株式会社ダックス
多摩川精機株式会社
株式会社テイ・アイ・シイ
TOA株式会社

ディーシージェイ株式会社
TDK株式会社
株式会社テクトロン
株式会社テクノサイエンスジャパン
株式会社デバイス
テュフ ラインランド ジャパン株式会社
テュフズードジャパン株式会社
寺崎電気産業株式会社
株式会社テラモト
株式会社電研精機研究所
株式会社デンソー EMCエンジニアリングサービス
株式会社デンソーテン
東海電装株式会社
東洋ガスメーター株式会社
株式会社東陽テクニカ
東洋メディック株式会社
株式会社トーキンEMCエンジニアリング
株式会社トータス
株式会社トーヨーコーポレーション
株式会社戸上電機製作所
ナブテスコ株式会社
ニチコン株式会社
NISSHA株式会社
日新電機株式会社
日本オートマティック・コントロール株式会社
日本航空電子工業株式会社
日本シールドエンクロージャー株式会社
日本ジッパーチューピング株式会社
日本電音株式会社
日本特殊陶業株式会社
任天堂株式会社
ネクステム株式会社
株式会社ノイズ研究所
パーソル エクセル HR パートナーズ株式会社
株式会社ハイレックスコーポレーション
白光株式会社
パナソニック ホールディングス株式会社
浜松ホトニクス株式会社
株式会社ピーマックス
有限会社光電子設計
日立 Astemo 阪神株式会社
ビューローベリタスジャパン株式会社
フィトンチッドジャパン株式会社
富士インパルス株式会社
富士フイルム ビジネス イノベーション株式会社
船井電機株式会社
プライム プラネット エナジー &ソリューションズ株式会社
プライムアースEVエナジー株式会社
フリュー株式会社
古野電気株式会社
北陽電機株式会社
ホシデン株式会社
星野楽器株式会社
ボッシュ株式会社
株式会社堀場製作所
株式会社ミクニ
三菱重工業株式会社
三菱電機株式会社
三菱ロジスネクスト株式会社
村田機械株式会社
株式会社村田製作所
矢崎総業株式会社
ヤマトクリエイト株式会社
ヤマハ株式会社
山本電機工業株式会社
株式会社山本電機製作所
ヤンマーホールディングス株式会社
株式会社UL Japan
ラトックシステム株式会社
株式会社リード
株式会社リケン環境システム
レシップ株式会社
株式会社レスターコミュニケーションズ
ローデ・シュワルツ・ジャパン株式会社
ローム株式会社
ローランド株式会社
ローランド ディー .ジー .株式会社
ワイエイシイエレックス株式会社

【賛助会員】　38社

あいち産業科学技術総合センター
地方独立行政法人岩手県工業技術センター
地方独立行政法人大阪産業技術研究所
岐阜県産業技術総合センター
京都府中小企業技術センター
滋賀県工業技術総合センター
静岡県工業技術研究所 浜松工業技術支援センター
島根県産業技術センター
千葉県産業支援技術研究所
中部エレクトロニクス振興会
一般財団法人直鞍情報・産業振興協会
一般財団法人電気安全環境研究所
株式会社電磁環境試験所認定センター
一般社団法人電子情報技術産業協会
徳島県立工業技術センター
地方独立行政法人鳥取県産業技術センター
富山県産業技術研究開発センター
長野県工業技術総合センター
奈良県産業振興総合センター
一般財団法人日本ガス機器検査協会
一般財団法人日本自動車研究所
公益財団法人日本適合性認定協会
一般社団法人日本電気計測器工業会
一般財団法人日本電子部品信頼性センター
一般財団法人日本品質保証機構
一般社団法人ビジネス機械・情報システム産業協会
兵庫県立工業技術センター
株式会社広島テクノプラザ
一般財団法人VCCI協会
福井県工業技術センター
福岡県工業技術センター
一般財団法人ふくしま医療機器産業推進機構
福島県ハイテクプラザ
三重県工業研究所
公益財団法人南信州・飯田産業センター
地方独立行政法人山口県産業技術センター
山梨県産業技術センター
和歌山県工業技術センター

【特別会員】　37社

アコース株式会社
E&Cエンジニアリング株式会社
エフティテクノ株式会社
オムロン ソーシアルソリューションズ株式会社
オムロンヘルスケア株式会社
サイレックス・テクノロジー株式会社
株式会社ジーエス･ユアサ テクノロジー
ダイヤゼブラ電機株式会社
TOAエンジニアリング株式会社
テラメックス株式会社
ニチコン亀岡株式会社
ニチコン草津株式会社
パナソニック株式会社
パナソニック インダストリー株式会社
パナソニック エナジー株式会社
パナソニックエンターテインメント＆コミュニケーション株式会社
パナソニック オートモーティブシステムズ株式会社
パナソニック オペレーショナルエクセレンス株式会社
パナソニック コネクト株式会社
パナソニックSNエバリュエーションテクノロジー株式会社
パナソニック サイクルテック株式会社
株式会社パナソニック システムネットワークス開発研究所
パナソニック プロダクションエンジニアリング株式会社
株式会社フルノシステムズ
ホシデン精工株式会社
株式会社堀場エステック
マイクロウェーブファクトリー株式会社
三菱重工機械システム株式会社
三菱重工サーマルシステムズ株式会社
三菱電機エンジニアリング株式会社
三菱電機特機システム株式会社
矢崎エナジーシステム株式会社
矢崎部品株式会社
ヤンマーアグリ株式会社
ヤンマーエネルギーシステム株式会社
ヤンマーパワーテクノロジー株式会社
ラボテック・インターナショナル株式会社

備考：会員一覧についてはKECにて一般の閲覧に供しております。

新型コロナウイルス感染症の対応のため感染拡大状況によっては
開催を中止、または延期させていただく場合がございます。

2023年度 KEC行事予定

2023年4月

月	日	曜日	行事名	備考（会場等）
2023年				
5	11	木	第270回理事会	
	19	金	次世代ワイヤレス技術講座①	オンライン開催
6	9	金	第64回通常総会／第271回理事会	
	26	月	iNARTE PS受験講習会①	オンライン開催
	27	火	iNARTE PS受験講習会②	オンライン開催
6月			iNARTE EMC講習会①～④	オンライン開催(4日)
7	7	金	KECセミナー	オンライン開催
	21	金	次世代ワイヤレス技術講座②	オンライン開催
7月			設計者向けEMC技術講座①、②	オンライン開催(2日)
7月			信頼性セミナー	ハイブリッド開催(予定)
7月			iNARTE EMC講習会⑤	オンライン開催
8月			設計者向けEMC技術講座③	オンライン開催
8月			製品安全基本教育講座①	オンライン開催
8月			2023年度第1回EMC設計技術者資格試験	オンライン試験
9	1	金	iNARTE PS資格試験	オンライン試験
	15	金	次世代ワイヤレス技術講座③	オンライン開催
9月			設計者向けEMC技術講座④	オンライン開催
9月			製品安全基本教育講座②	オンライン開催
10	5	木	第202回運営部会	
	12	木	2023年度第1回アドバイザリー委員会	
	13	金	EMC関西2023	ハイブリッド開催(会場未定)
	19	木	第272回理事会	
	25	水	EMC試験法講習会(座学)	リアル開催(予定)
	26	木	EMC試験法講習会(実習：車載機器コース)	けいはんな試験センター
	27	金	EMC試験法講習会(実習：民生機器コース)	けいはんな試験センター
10月			設計者向けEMC技術講座⑤	オンライン開催
10月			製品安全基本教育講座③	オンライン開催
11	17	金	次世代ワイヤレス技術講座④	オンライン開催
11月			設計者向けEMC技術講座⑥、⑦	オンライン開催(2日)
11月			製品安全基本教育講座④	オンライン開催
11月			光・電波フォーラム	オンライン開催
11月			iNARTE EMC資格試験	オンライン試験
12月			設計者向けEMC技術講座⑧、⑨	オンライン開催(2日)
12月			製品安全基本教育講座⑤	オンライン開催
2024年				
1	10	水	関西電子業界新年賀詞交歓会	NCB会館(予定)
	26	金	次世代ワイヤレス技術講座⑤	オンライン開催
1月			設計者向けEMC技術講座⑩	オンライン開催
1月			製品安全基本教育講座⑥	オンライン開催
1月			KECテクノフォーラム	オンライン開催
1月			2023年度第2回EMC設計技術者資格試験	オンライン試験
2月			設計者向けEMC技術講座⑪	オンライン開催
2月			設計者向けEMC技術講座⑪(実習)	東京(予定)
2月			KEC製品安全フォーラム	ハイブリッド開催(予定)
3	7	木	第203回運営部会	
	14	木	2023年度第2回アドバイザリー委員会	
	15	金	次世代ワイヤレス技術講座⑥	オンライン開催
	21	木	第273回理事会	
3月			製品安全基本教育講座⑦	オンライン開催

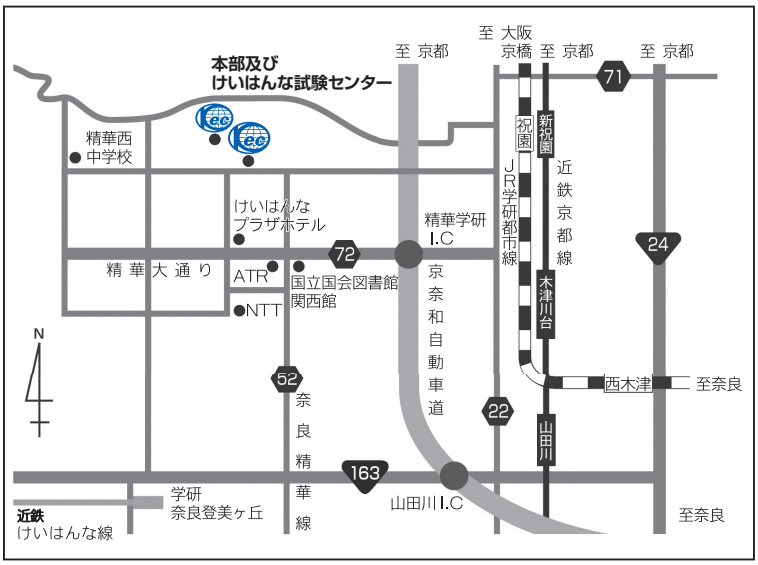
Ｋ Ｅ Ｃ 情 報 No. 265

2023年4月1日　発行

本誌記事からの無断転載、無断引用を禁じます。

発　　行　一般社団法人KEC関西電子工業振興センター
発行責任者　専務理事　柳川 良文
編 集 委 員　荒木 將文(株式会社島津製作所)　岩本 篤(パナソニック ホールディングス株式会社)
峯 啓治(ホシデン株式会社)　加藤 千晴(株式会社村田製作所)
事 務 局　竹下 伸夫　岸本 隆　内橋 健二　奥田 早苗
印　　刷　株式会社昭和プリント

KEC Electronic Industry Development Center



一般社団法人KEC関西電子工業振興センター

https://www.kec.jp/

〒619-0237 京都府相楽郡精華町光台3丁目2番地2

TEL：0774-93-4563　FAX：0774-93-4564