

# KEC情報

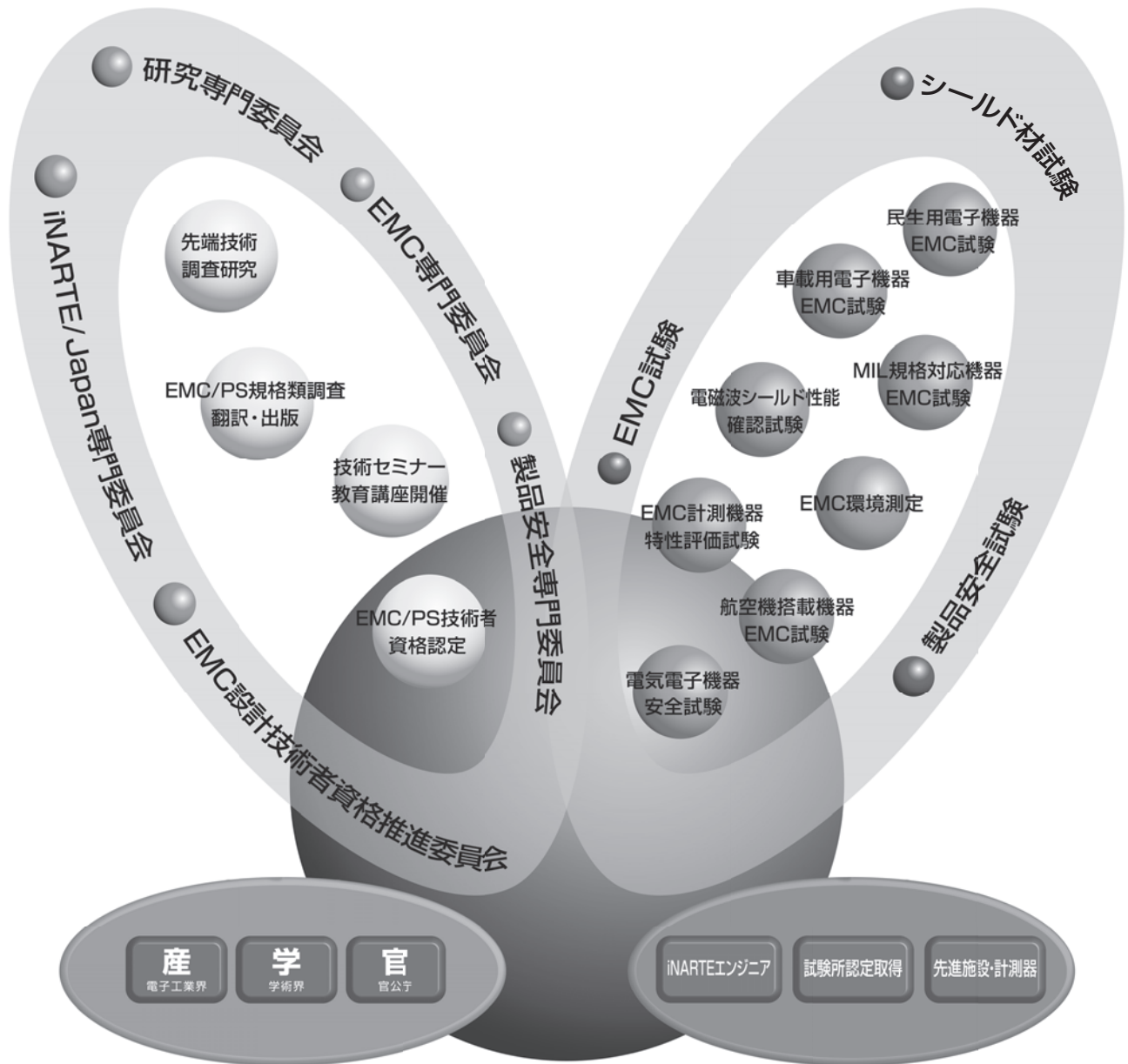
No. 269

Apr. 2024

## 「コネクテッド社会を支えるEMC技術と課題」

- 車載イーサネットとIEEE 802.1TSN
- FA機器ならびに産業用ロボットにおける  
EMC対策への取組み
- CISPRの標準化における将来課題の審議状況  
－CISPR運営委員会の審議動向より－
- IEC 61000-4-6: RF伝導イミュニティ試験方法の最適化  
～水平高架基準グラウンドプレーンを用いた試験について～

# 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/>

今回の特集記事は、10月に開催したEMC関西2023「**コネクテッド社会を支える  
EMC技術と課題**」です。

次号(7月号)は、2023年7月に開催した信頼性セミナー「**信頼性評価におけるソフ  
トウェア技術の活用**」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 ----- 9

### ○コネクテッド社会を支えるEMC技術と課題

- 車載イーサネットとIEEE 802.1TSN  
名古屋工業大学大学院 伊藤 嘉浩 ----- 15
- FA機器ならびに産業用ロボットにおけるEMC対策への取組み  
三菱電機株式会社 関本 安泰 宇田 寿人 ----- 21
- CISPRの標準化における将来課題の審議状況－CISPR運営委員会の審議動向より－  
雨宮EMCコンサルティング 雨宮 不二雄 ----- 27
- IEC 61000-4-6:RF伝導イミュニティ試験方法の最適化  
～水平高架基準グラウンドプレーンを用いた試験について～  
株式会社堀場エステック 高倉 洋 ----- 35

### ○センターニュース

- 委員会等の動き ----- 42

### ○お知らせコーナー

- 出版物のご案内 ----- 51
- 会員一覧 ----- 55
- 2024年度 KEC行事予定 ----- 58



## けいはんな試験センター新試験棟E3ラボ 第15電波暗室・第16電波暗室のご紹介

KECでは最新EMC国際規格に適合した電波暗室を備えた新試験棟「E3ラボ」をけいはんな学研都市に4月より新たにオープンいたします。

近年、交通系ICカードや非接触充電器の普及、パワーエレクトロニクス応用機器の複雑化・多様化、産業機器の大型化・大電力化が進んでいます。このような状況を受けて30MHz未満の磁界エミッション規制に関する国際規格が2023年に発行されました。KECでは新国際規格への対応とともに、様々な製品のEMC試験へのご要望にお応えするために既存の試験サイトに加えて新たに10m法電波暗室2基の運用を開始いたします。

### 大型装置の確実なEMC試験

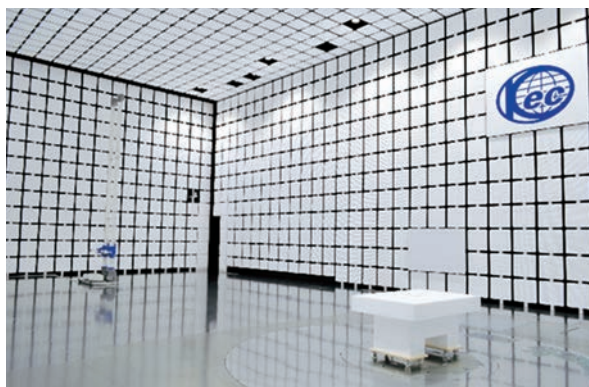
第15電波暗室は、E1棟第10電波暗室と同寸法ですが、電波暗室の特性に影響を与えることなく吸収体の長さを2.4mから1.2mに短縮し有効寸法を広くしました。

第16電波暗室は国際規格CISPR 16-1-4で新たに規定された30MHz以下の磁界エミッション測定に対応し、かつ大型・大重量装置に対応可能とするために搬入口・回転台・電波暗室寸法を大型化しました。

回転台サイズは大型化しながらも、角度分解能は0.1度単位で制御でき、回転速度も可変できます。メンテナンス性に優れた導通コンダクタも全周で行い、安定で確実なノイズ測定が可能になりました。

第15、16電波暗室寸法

諸元	第15電波暗室	第16電波暗室
暗室シールド寸法(m)	24.2(L)×15.2(W)×9.6(H)	27.2(L)×18.2(W)×11.8(H)
電波暗室有効寸法(m)	20.4(L)×12.4(W)×7.9(H)	22.7(L)×13.8(W)×9.1(H)
大回転台直径/耐荷重 小回転台/耐荷重	5.0m / 5.0t 2.0m / 3.0t	7.0m / 10.0t 2.0m / 3.0t
搬入口寸法(m)	3.0(W)×3.0(H)	4.5(W)×4.5(H)



第15電波暗室



第16電波暗室

## 第16電波暗室は交流3相360kVA・直流1500V、80kWまでの大電力が供給可能

大型化する普通自動車用急速充電器や大型車両用や自動搬送装置用非接触充電器、太陽光発電用インバータ、半導体製造装置など、大電力が必要となる試験品にも対応した交流電源と直流電源を導入しました。

第16電波暗室では、交流は最大3相360kVAまで供給が可能で、100%逆潮流にも対応していますので抵抗負荷の準備が不要となり、準備の手間や搬送コストが低減できます。また交流モータ始動時や停止時に発生する逆起電力にも対応しています。

直流は1500V、80kW(将来拡張160kW)まで供給が可能です。360kVAの交流と同様に100%逆潮流にも対応しています。また従来から準備している太陽光発電用直流電源も600V、30Aのフィルタを4系統準備しています。最新の半導体素子を活用しコンパクトでありながら大電力に対応した最新鋭の電源設備を導入しました。

これらの大電力を安定に、安全かつ確実に回転台上の接続ボックスに供給するために、回転台には同心円状に配置された環状の電路とブラシを介して電力を供給可能な長寿命で耐久性の高いスリップリングを用いており、大電力を安全で確実に供給可能にしています。

### 第15、16電波暗室の電源供給能力

施設	電源	電源能力
第15電波暗室	交流	CVCF(3φ):100～240V, 50/60Hz, 72kVA(線間440V) CVCF(3φ):0～320V, 50/60Hz, 18kVA(線間500V) ※単相三線出力時12kVA スライダック(1φ2W):0～240V, 60Hz, 6kVA スライダック(3φ):0～480V, 60Hz, 34.6kVA
	直流	DC(2系統 最大30A):0～500V 16A 2ユニット PV模擬電源 0～240V 10A 12ユニット ※DCについてはお持ち込みいただいたDC電源の接続も可能です
第16電波暗室	交流	CVCF(3φ):0～320V, 50/60Hz, 360kVA(線間553V) ※単相二線出力時120kVA、単相三線出力時240kVA CVCF(3φ):0～320V, 50/60Hz, 18kVA(線間500V) ※単相三線出力時12kVA CVCF(1φ2W):0～277V, 50/60Hz, 10kVA スライダック(1φ2W):0～240V, 60Hz, 6kVA スライダック(3φ):0～480V, 60Hz, 42kVA
	直流	DC:0～1500V, 80kW 回生可能 DC(4系統 最大30A):PV模擬電源 0～240V 10A 12ユニット ※DCについてはお持ち込みいただいたDC電源の接続も可能です



360kVA対応 交流電源



DC1500V対応 直流電源



スリップリング内部

### 付帯設備の充実により試験可能製品を拡大

多様な製品のEMC試験に対応するために付帯設備も充実させました。

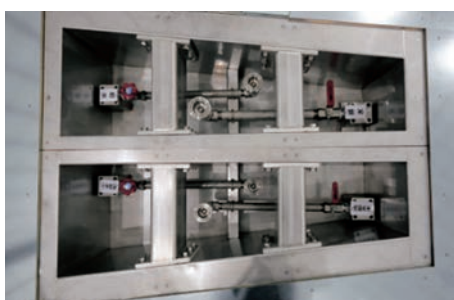
複雑化するイミュニティ試験における試験品動作を監視するための監視カメラはFULL HD化を採用しました。また大型モニターによる一括監視が可能となっており、試験中の動画も記録できます。

また冷却や給排水が必要な製品や、燃焼による排気ガスが発生する製品、エアによる駆動が必要な製品、及び製品を動作させるために必要となる対抗装置の規模が大きくなる製品にも対応するために付帯設備も充実させています。

試験品を動作させるために必要となる対抗装置も地下ピットに配列が可能です。地下ピットへのアクセスは階段により安全に昇降できます。また地下ピットリフターを設けておりますので対抗装置は最大1トンまで昇降が可能です。

#### 第15、16電波暗室付帯設備の概要

諸元	第15、16電波暗室共通
監視カメラ	Full HDカメラ(30倍ズーム)、固定2台、可動式1台 45インチ液晶カラーモニター (AHDレコーダー付)
給排水能力	給水能力/排水能力 供給流量 100L/h、配管サイズ 20A相当 排水流量 100L/h、配管サイズ 25A相当 循環水配管(地下ピットへのチラー配置) 流量 100L/h、配管サイズ 20A相当
排気ガス対応	排気能力 900m <sup>3</sup> /h、ダクトサイズφ125×2本
エア能力	エア出力 83L/min. 0.6MPa, コネクタサイズ 8φ
地下ピットリフター	耐荷重1t, 扉寸法1.85m(H) × 1.0m(W) リフター内サイズ 2.4m(W) × 1.2m(D) × 3.5m(H)



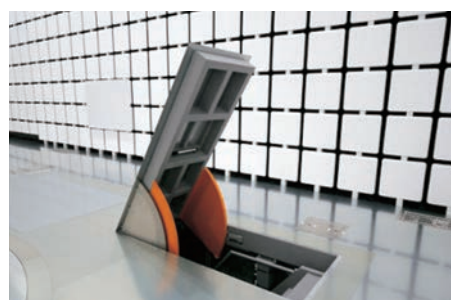
給排水ダクト(回転台上)



排気ガスダクト



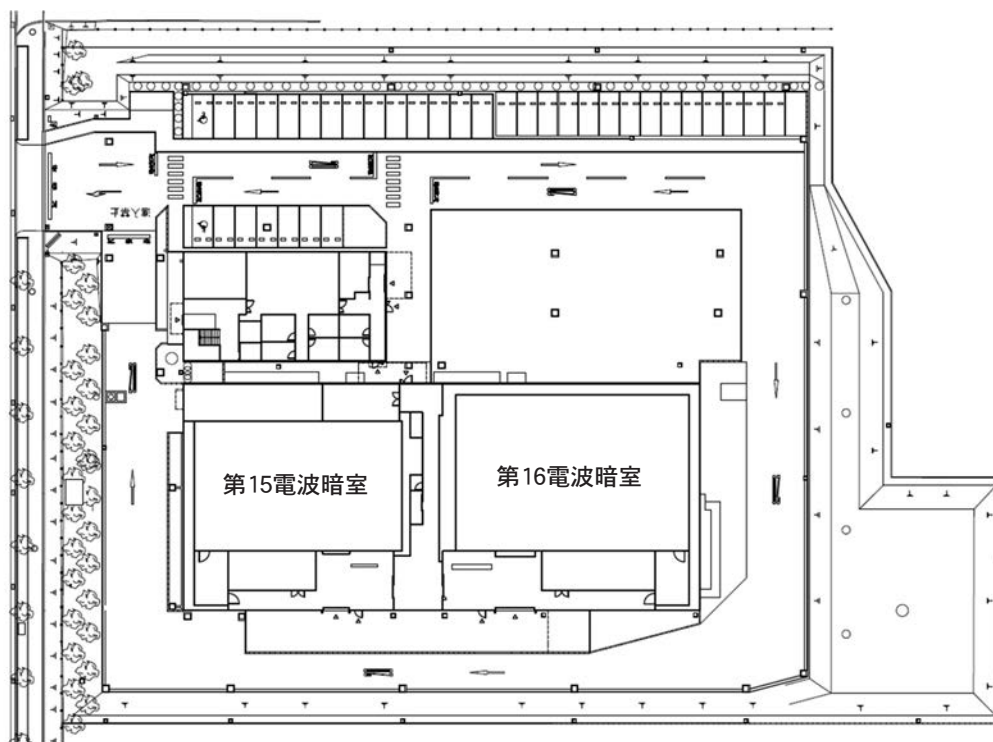
地下ピットリフター



地下ピット入口

## 各電波暗室が独立した構造

第15、16電波暗室は通路を隔てて独立した構造となっています。入口は全て専用セキュリティカードが無ければ出入りが出来ないため、安心してご利用いただけます。敷地内道路は10トントラックが余裕をもって通行可能な構造であり、敷地内にトラックを待機させることも可能ですので、大型装置の搬入や搬出に、ゆとりを持って対応いただくことが可能です。



けいはんなE3ラボの平面図

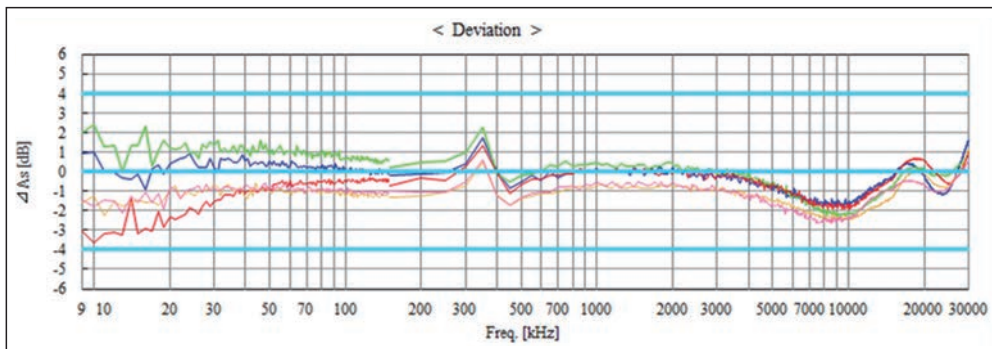
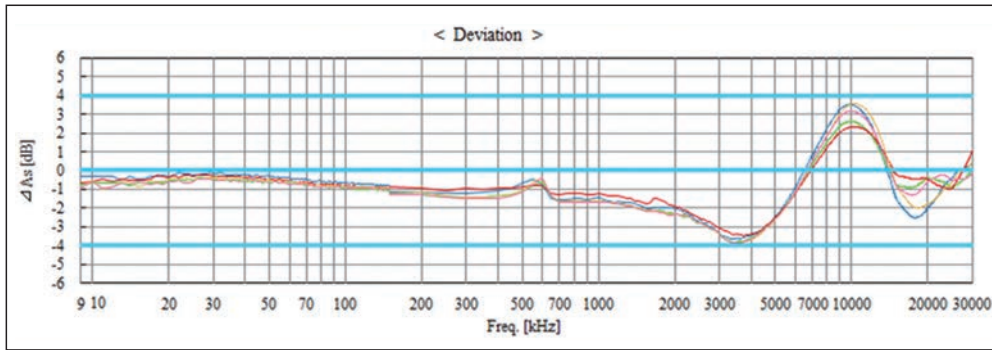
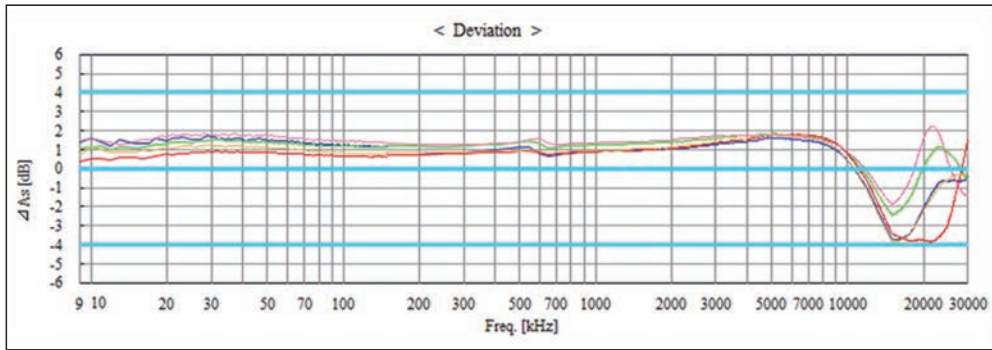
## 電波暗室の特性

2023年に発行されたCISPR 16-1-4では30MHz未満の電波伝搬特性が規定されました。交通系ICカードや非接触充電器など30MHz未満で動作する通信や無線装置の増加、パワーエレクトロニクス応用機器から発生する、この周波数帯域の規制を強化する目的等で追加された内容です。

第16電波暗室は、この30MHz未満の電波伝搬特性NSIL(Normalized Site Insertion Loss)の規定を、商用電波暗室としては国内初で満足した性能を有しております。従来からのEMC測定だけでなく、最新の国際規格に定められたEMC規格にも安心して信頼のおける確実な試験を実施することが可能です。

第15、16電波暗室ともに、従来から要求されている、30MHzから1,000MHzのNSA特性、1GHz超のSVSWR特性も18GHzまで特性を満足しており、将来を見越し更に高周波まで対応した吸収体を使用しており、安心かつ確実な測定データを取得することが可能です。





第16電波暗室NSIL評価結果

2024年4月以降、KECではE3ラボに新設した10m法電波暗室2基と既存のけいはんなE1棟及びE2棟の設備を合わせて10m法電波暗室が計3基、3m法電波暗室2基、シールド室2基の計7基の設備体制による民生機器EMC試験サービスを提供します。これまで以上に様々な製品のEMC試験のご要望にお応えし、皆様の製品開発にお役立ていただけるようになりました。ぜひご活用ください。

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 EMC製品安全グループ EMC第1チーム  
 E-mail:inquiry@kec.jp TEL:0774-29-9139

## けいはんな試験センター新試験棟E3ラボ 見学会及び記念ミニセミナー開催のご案内

けいはんな試験センター新試験棟E3ラボが、2024年4月より運用開始いたします。  
E3ラボの竣工を記念し、見学会及び記念ミニセミナーを下記の通り開催いたします。  
菊水電子工業、ネクステム、テクノサイエンスジャパン、東陽テクニカの展示会及び商談会並びに下記の記念ミニセミナーを同時開催いたしますので、ぜひご参加ください。

### 開催日時・場所

【日時】 2024年4月26日(金) 13:00～16:30

【場所】 けいはんな試験センター E3ラボ  
(京都府相楽郡精華町光台2丁目2番地6)

### 見学会・展示会・商談会

13:00～16:30の間、E3ラボ内をご自由に見学いただけます。

#### 【記念ミニセミナープログラム】

14:00-14:30	ローデ・シュワルツ・ジャパン株式会社	先着20名様
15:00-15:30	菊水電子工業株式会社	先着20名様
16:00-16:30	株式会社リケン環境システム	先着20名様

### 参加費用

無料

### 受付開始日時／締切日時

【開始日時】 2024年3月25日(月) 9:00

【締切日時】 2024年4月12日(金) 17:00

- \*定員になり次第、受付は終了させていただきます。
- \*お申し込みの際、ご希望のセミナーを第3希望までお選びください。

### お申込み先

KECウェブサイトに申込みフォームを開設しております。  
みなさまのご参加をお待ちしております。

### 注意事項

- ・イベントの内容やスケジュールは変更になる場合がございます。変更の際は、事前にお知らせいたします。
- ・お申込みいただいた方には、受付完了後にメールにて参加確定のご連絡をいたします。
- ・自然災害等、やむを得ない事情により開催を中止する場合がございます。その際は、事前にお知らせいたします。
- ・セミナー時の録音／録画はご遠慮ください。
- ・駐車場には限りがございますので、公共交通機関の利用にご協力ください。
- ・駐車場が満車の場合は近隣の駐車場(有料)をご案内いたします。予めご了承ください。

### 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  
TEL:0774-29-9139 <https://www.kec.jp/>



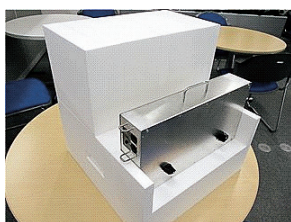
## 2024年度 EMC技能試験(試験所間比較)実施のご案内

EMC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基づき複数の参加試験所が測定を行い、その測定結果に対して事前に定めた統計処理を施し、参加試験所間での比較を行うものです。EMC技能試験は、主として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に関する確認を目的としています。

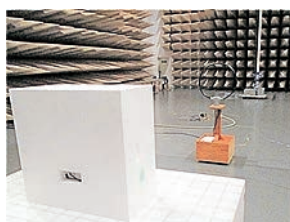
EMC技能試験への参加は、ISO/IEC 17025(JIS Q 17025)に基づく試験所認定の維持や取得だけではなく、EMC試験の品質管理や改善、さらには新入職員への教育にも役立ちますので積極的なご参加をお願いいたします。

なお当センターが開催するEMC技能試験は、技能試験提供者に対する一般要求事項ISO/IEC 17043(JIS Q 17043)認定に基づいた、確かな品質と技術をもとに提供いたしております。

2024年度のEMC技能試験(試験所間比較)は、以下の4項目について実施いたします。



放射エミッション磁界測定  
(30MHz-1000MHz)



放射エミッション磁界測定  
(ループアンテナ法:  
30MHz以下)



CISPR 25  
放射エミッション測定  
(ALSE法:~1GHz)



CISPR 25  
伝導エミッション測定  
(電圧法及び電流法)

### 2024年度 EMC技能試験スケジュール

項目	受付開始日	回付期間(予定)	報告書発行(予定)
放射エミッション磁界測定 (30MHz-1000MHz)	4月3日(水)	6月上旬~1月下旬	2025年2月下旬 ~3月中旬
放射エミッション磁界測定 (ループアンテナ法:30MHz以下)			
CISPR 25 放射エミッション測定 (ALSE法:~1GHz)			
CISPR 25 伝導エミッション測定 (電圧法及び電流法)			

※ 参加料金:各試験とも132,000円(税込) 【非会員:165,000円(税込)】

※ 予定数になり次第、受付は終了させていただきます。

※ 回付開始後のお申込みは別途調整となります。

### 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  
E-mail : ptemc@kec.jp TEL:0774-29-9139

## GMW 3097(2022)の認証更新のお知らせ

2023年12月12日付でGeneral Motors社のGMW3097(2022)に適合していることが確認され、認証範囲を拡大しました。

これにより、従来から認証されている2015年度版、2019年度版に加え、2022年度版が下記の通り更新されました。

認証範囲に含まれるEMC規格は下記の通りです。

項番	試験内容	GM 表記	GMW3097
3.3.1	放射エミッション	RE	2015 2019 2022
3.3.2	伝導エミッション	CE-V	
3.3.4	放射エミッション ハイブリッド E&H	RE Hybrid E&H	
3.4.1	BCI	BCI SUB	
3.4.2	放射イミュニティ レーダー帯域以外	RI ALSE NON-RADAR	
3.4.2	放射イミュニティ レーダー帯域	RI ALSE RADAR	
3.4.4	近接照射イミュニティ	RI Neat Field Portable	
3.4.5	磁界照射イミュニティ (*1)	RI MAG Fields	2019
3.5.1 3.5.2 3.5.3 3.5.4 3.5.5	トランジェントイミュニティ 電源線	CI Power Line and Coupling Clamp Transients	2015 2019 2022
3.5.4	トランジェントイミュニティ I/O	CI I/O	
3.6	ESD(*2)	ESD	
-	H/V Supply Capable		

(\*1):放射ループを使用した RI Mag Field L2 2015 バージョンのみ対応

(\*2):GMW3097に従ってESD(静電気放電)を実施できますが、GMW3172要求事項であるパラメトリックテスト機能はありません。全てのパラメトリックテストを実施するには、サプライヤーまたは代替ラボを使用する必要があります。

今後も、安心かつ高精度な新たな試験サービスをご提供するとともに納期短縮に努め、皆様の製品開発をサポートできればと考えています。ご質問やご相談がありましたら、お気軽にご連絡ください。

### 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  
TEL:0774-29-9139 <https://www.kec.jp/>

## 2024年度 技術講座・セミナー・資格試験について

## 技術者の成長と地位確立を支援します

## 最新技術情報を提供し、新規事業の創造に貢献します

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<sup>(※)</sup>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
若手技術者の成長支援	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	iNARTE PS 資格試験	/
	試験合格支援		EMC設計技術者 資格試験	iNARTE PS 受験講習会	
		iNARTE EMC 講習会			
	EMC設計技術者 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	KECセミナー
	新規事業創出・事業拡大の ヒント提供			信頼性セミナー (隔年) 2024年度非開催	KECテクノ フォーラム
					光・電波 フォーラム

(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～ 2025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	10月23～ 25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～ 2025年1月	1日 ×6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17日～ 2025年3月21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		オンライン
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) 第1回 8月23日 第2回 2025年 1月21日	1日	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) 8月30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6日～ 7月10日	6日	オンライン
iNARTE PS受験講習会		6月24、25日	2日	オンライン
EMC設計技術者講習会	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	第1回 5月～6月 第2回 10月～11月	各3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	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) 2025年2月	1日	ハイブリッド (会場未定)
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スを第一線で活躍の講師陣を招いて講演(実施例:ネイチャーポジティブ、カーボンニュートラル、AI、エコカー、他)	7月12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:Society 5.0、量子コンピュータ、自動運転、マイクロナノマシン、ロボット、他)	(予定) 2025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:テラヘルツ波、半導体、センシング、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。



# 2024年 KECセミナー

## 『未来を創るAI ビジョンと挑戦』 ～生成AI・ロボティクス・機械学習・画像解析の最新動向～

国や地域、組織の大小も関係なく、スピード感と技術力を頼りに様々な企業や研究機関が参画し、AIは驚異的な進展を遂げています。日本においても、AIに関して人材育成、研究開発、社会実装が積極的に進められています。そこで、本セミナーでは、デジタル革命の先駆けとなる技術の可能性と将来展望について、生成AI、ロボティクス、マテリアルズ・インフォマティクス、深層学習を用いた画像解析において、各分野の第一線でご活躍の方々に講師にお迎えし、ご講演いただきます。

日時	2024年7月12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	<p><b>[基調講演]</b> <b>生成AI時代の認知とロボティクス</b> 京都大学大学院 情報学研究科 教授 立命館大学 総合科学技術研究機構 客員教授 谷口 忠大 氏</p> <p>2022年のChatGPTの発表から世界は生成AIの時代へ突入した。一方で、人間の認知や発達に学び、それを理解する認知ロボティクスは身体性に重きを置いてきた。講演者の開拓してきた記号創発ロボティクスでは言語は身体に基づき創発すると考える。本講演では身体を持った認知システムの視点から生成AI時代におけるロボティクスの展開と展望について議論する。</p>
14:10 ～ 15:00	<p><b>マテリアルズ・インフォマティクスを活用した電力機器向け絶縁樹脂探索</b> 東芝インフラシステムズ株式会社 インフラシステム技術開発センター 産業システム・材料開発部 絶縁システム・材料技術開発担当 スペシャリスト 豎山 智博 氏</p> <p>近年、サーキュラーエコノミーや環境調和が大きく注目され、あらゆる製品・材料の環境対応が求められてきている。本講演では、電力機器向けの絶縁樹脂材料を例にとり、材料探索における課題やマテリアルズ・インフォマティクスを活用した代替材料探索の事例について紹介する。</p>
----- 休憩 (15分) -----	
15:15 ～ 16:05	<p><b>住友電工における計測インフォマティクスの取組み</b> 住友電気工業株式会社 解析技術研究センター 主席 部門スペシャリスト 星名 豊 氏</p> <p>製造業では研究開発・設計・量産等あらゆる工程において種々の「計測データ」から有用な知見を引き出すデータ解析技術が重要である。住友電工の主力製品である電線ケーブル等の実製品について、深層学習等のデータ解析手法を用いて課題解決につなげた事例を紹介する。</p>
16:10 ～ 17:00	<p><b>生成AIの進展と活用可能性</b> 株式会社松尾研究所 取締役 経営戦略本部ディレクター 株式会社MK Capital 代表取締役社長CEO・マネージングパートナー 金 剛 洙 氏</p> <p>本講演では、生成AIの最新動向に焦点を当て、特にChatGPTを含む大規模言語モデル(LLM)の技術進展について紹介する。これに加えて、企業や組織でのLLMの実用事例や、今後数年間で予想される生成AIの発展の方向、さらに日本における戦略的な取組みについて述べる。</p>

※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。

案内詳細・申込先(4月中旬公開予定) ▶ <https://www.kec.jp/seminar/kec24/>

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 河上 茜

〒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@cec.jp



## 2024年度 次世代ワイヤレス技術講座

ワイヤレス技術は従来の人間を対象とした放送・通信にとどまらず、IoTやセンサネットワーク、自動運転車やドローン制御など、Society 5.0を実現するための重要な技術となってきており、その研究開発が活発に進められています。KECでは、ワイヤレス分野の基礎となる電磁界・伝送理論からシステム・規格に至るまで幅広く学ぶことができるセミナー形式の教育講座を、第一線で活躍されている技術者・研究者を講師陣としてお招きして開講いたします。企業の技術者・研究者、および、学生の方が最新のワイヤレス技術を学ぶまたとない機会となっておりますので、皆様の受講を心より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 2024年 5月17日(金)	プラットフォーム時代を支える Beyond 5G/6Gネットワーク	原田 博司 氏 京都大学 教授
2 7月19日(金)	次世代無線システムの実現に向けた MIMO無線通信技術	安達 文幸 氏 東北大学 名誉教授
3 9月20日(金)	無線通信のためのアンテナの基礎 ～基礎技術から設計思想、評価まで～	長 敬三 氏 千葉工業大学 教授
4 11月15日(金)	空間伝送型ワイヤレス給電システム開発の ための技術概要と世界の研究開発状況	篠原 真毅 氏 京都大学 教授
5 2025年 1月17日(金)	放送システム～UHDTV放送をめざした 技術開発とWRC-23の結果～	正源 和義 氏 株式会社放送衛星システム (B-SAT)コンサルタント
6 3月21日(金)	5Gの発展とBeyond 5G/6Gに向けた 最新動向とKDDIの取り組み	小西 聡 氏 株式会社KDDI総合研究所 先端技術研究所 所長

※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

2024年5月17日(金)～2025年3月21日(金)(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・開発技術者及び学生、企画担当者、管理者など

## 講師陣

岡田講座長のご推薦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 23,100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いません。

## 申込先 (4月上旬 公開予定)

<https://www.kec.jp/seminar/jisedai24/>

## 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 河上 茜

〒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@cec.jp



## 2024年 iNARTE-EMC講習会ご案内



EMC関連業務に従事する方を対象にした資格試験予測問題解説とEMC知識習得を目的とした講座です。

- ・会場：オンライン(Zoomウェビナー)
- ・受講料：会員 44,000円(消費税込) / 非会員66,000円(消費税込) 全11講座一括/テキスト代込
- ・募集人数：50名
- ・募集開始：2024年4月2日(火)～2024年5月10日(定員に達し次第、締切とさせていただきます。)

【講座内容・講師(予定)】 (講座内容・講師は都合により変更となる場合があります)

開催日	講座名	講師
6月6日 (木)	電気回路 I	三菱電機株式会社 渡邊 陽介 氏
	電磁気 I	近畿大学 森本 健志 氏
6月13日 (木)	電気回路 II	九州工業大学 松嶋 徹 氏
	電磁気 II	国立研究開発法人情報通信研究機構 山中 幸雄 氏
6月20日 (木)	電子回路	株式会社東陽EMCエンジニアリング 原田 高志 氏
	通信方式	和歌山大学 宮本 伸一 氏
6月27日 (木)	対策技術 I	株式会社村田製作所 坪内 敏郎 氏
	対策技術 II	国立研究開発法人産業技術総合研究所 石居 正典 氏
7月4日 (木)	プリント基板のEMC	株式会社オーツー・パートナーズ 金子 俊之 氏
	実務管理とEMC規格基礎	パナソニック ホールディングス株式会社 有田 賢司 氏
7月10日 (水)	計測技術	ローデ・シュワルツ・ジャパン株式会社 吉本 修 氏
	iNARTE資格試験概要	iNARTE-Japan EMC分科会 事務局(稲岡)

## 【2024年iNARTE-EMC資格 オンライン試験】

2024年11月上旬、全国から受験可能なオンライン形式の試験を実施します。

詳細は7月上旬に弊センターウェブサイト(<https://www.kec.jp>)に掲載予定です。

## ・Associate(アソシエイト)資格のご案内

2024年度から業務経験年数不問のAssociate資格を導入します。

資格名	合格基準	最終学歴	業務経験年数
Associate Engineer	70点以上	高等学校卒、高等専門学校卒、短期大学卒 学士学位取得、修士学位以上取得	N/A
Engineer	70点以上	高等学校卒	9
		高等専門学校卒、短期大学卒	7
		学士学位取得	5
		修士学位以上取得	4
Associate Technician	70点以上	高等学校卒、高等専門学校卒、短期大学卒 学士学位取得、修士学位以上取得	N/A
Technician	70点以上	高等学校卒	6
		高等専門学校卒、短期大学卒	4
		学士学位取得	2
		修士学位以上取得	1

受験資格 ① EMC業務に従事していること

② 3名の推薦が必要

業務経験年数未達の方は受験時に本資格または、Associate資格の何れかを選択して受験してください。

Associate資格者は本資格授与に要する業務年数に達した時点で本資格に切替わります。

本資格を選択し、合格された方は必要な業務経験年数に達し次第で本資格認証書を取得できます。



## 2024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。

### 【2024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：2024年 6月24日(月) 13:00～17:00  
6月25日(火) 10:20～16:30
- ・会場：オンライン(Zoomウェビナー)
- ・受講料：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：2024年 4月 1日(月)～5月31日(金)(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ございます)

月日	時間	講義内容	講師	
6/24 (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	電氣的安全(絶縁の種類、感電保護、絶縁距離、絶縁の損傷、他)	IEC TC108 HBSDT エキスパート	柴田 恵 氏
6/25 (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・ コーポレーション	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・ コーポレーション	竜田 純 氏

### 【2024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形式の試験を実施します。

- ・試験日時：2024年 8月30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：2024年 4月 1日(月)～7月31日(水)

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。

2024年度から業務経験年数不問の準資格(Associate資格)を導入します。

詳細は2024年4月上旬に弊センターウェブサイト(<https://www.kec.jp>)に掲載いたします。

# 車載イーサネットとIEEE 802.1TSN

名古屋工業大学大学院  
工学研究科工学専攻

伊藤 嘉浩

本稿は、近い将来の自動車産業を支える技術の一つであるイーサネットベースの車載ネットワークと、これと併用されるIEEE 802.1TSN規格を紹介するものである。レベル4以上の完全自動運転やモビリティを活用したMaaSなどの新しいサービスを実現するために、高速かつ高信頼なイーサネットベースの車載ネットワークの採用が進められている。イーサネットベースの車載ネットワークでは、これまで目的別に別れていたネットワークが統合されるため、安全性に関するデータを低遅延かつ高信頼に伝送するためのQoS(サービス品質)制御の併用が必須となる。このようなQoS制御として、IEEE 802.1TSN規格の採用が検討されている。IEEE 802.1TSN規格は単一の規格ではなく、時刻同期やQoS制御、ネットワーク管理など多様な目的を持つ規格群から構成される。したがって、IEEE 802.1TSN規格を用いて、適切なネットワークを構成するためには、目的に応じたIEEE 802.1TSNのプロファイルが必要である。現在、自動車のためのIEEE 802.1TSNプロファイルも策定中であり、IEEE 802.1TSNはこれからの自動車産業において重要な技術となる。そこで、本稿では、イーサネットベースの車載ネットワークとIEEE 802.1TSN規格を解説する。

## 1. はじめに

現在、レベル4以上の完全自動運転のみならず、新しいモビリティサービスであるMaaS(Mobility as a Service)の実現に向けて、世界中で様々な技術開発が進められている。その中で、ソフトウェアを適宜更新することで、販売後でも新しい機能を追加可能な自動車であるSDV(Software Defined Vehicle)のような新しいコンセプトも検討され始めている。

上述の新しいサービスを実現するためには、例えば、完全自動運転においては、周囲の車両や歩行者の有無、道路状況など、現在の状況を把握するために莫大な量の情報が必要となる。例えば、このような情報の一つとして、車に搭載された4Kカメラから得られる高解像度映像がある。この映像情報を用いて、リアルタイムに歩行者などを識別するためには、映像情報の圧縮によって生じる処理遅延は避けなければならない。その結果、そのピッ

トレートは、6(Gbit/s)以上にもなる。しかしながら、CANやLINを始めとした従来の車載ネットワークは、伝送可能な帯域が高々10(Mbit/s)に過ぎず、次世代のサービスに対応する車載ネットワークとはなり得ない。

以上の状況を鑑み、現在、次世代の車載ネットワークとして、イーサネットベースのものが検討されている。イーサネットは我々の身近で有線LANとして広く利用されているものであり、すでに、JASPAR<sup>[1]</sup>やAUTOSAR<sup>[2]</sup>、OPEN alliance<sup>[3]</sup>などの自動車関連団体や自動車メーカー各社も、イーサネットを次世代の車載ネットワークとすべく検討を進めている。イーサネットは、400ギガビット/秒以上の高速な伝送速度を提供することができるだけでなく、フレーム交換型の方式であることから、イーサネットフレームにデータをカプセル化することで、様々な種類の情報を同一回線上で伝送することができる。したがって、現在は目的ごとに分割されている車載ネット

ワークをイーサネットに統合することができる。これにより、車載機器数の増加に伴う車載ネットワークの配線量を軽減でき、車両の軽量化と低コスト化、および、省エネルギー化を実現できる。さらに、イーサネットの採用により、これまでIT分野などで蓄積されたイーサネットに関する莫大な技術を継承でき、開発コストを抑えることができる。

しかしながら、車載ネットワークへイーサネットを採用する際には、新しい技術課題が生じる。自動車の走行においては、ブレーキやステアリングの制御信号などの安全性に関わる情報も車載ネットワーク上で伝送され、これらに対しては、低遅延でフェールセーフな伝送が必須となる。ここでフェールセーフとは、車載ネットワークの障害時でも情報の伝送が維持されることを意味するものとする。先述したように、イーサネットベースの車載ネットワークは、目的の異なる複数のネットワークが統合され、これまで個別の車載ネットワークで伝送されていた安全性に関わる情報と、これ以外のものとが同一のイーサネット上で伝送されるため、これらのトラヒックが相互に干渉する可能性が生じる。したがって、イーサネットを車載ネットワークとして採用するためには、ネットワークが輻輳した状況においても、安全性に関わる情報を低遅延かつ確実に伝送するためのネットワーク制御の併用が必要である。このような制御として現在、検討されているものが国際標準であるIEEE 802.1TSN (Time-Sensitive Networking)<sup>[4]</sup>規格である。

本稿では、車載イーサネットと共に、次世代の車載ネットワークに必須となるIEEE 802.1TSN規格を紹介する。

## 2. イーサネットベースの車載ネットワーク

### 2.1 プロトコルスタック

次世代のイーサネットベースの車載ネットワークにおいて想定されるプロトコルスタックを図1に示す。車載ネットワークの開発においては、自動車業界全体で協調して進める協調領域と、各社間で競争すべき競争領域が存在する。イーサネットベースの車載ネットワークでは、物理層とデータリンク層が協調領域となる。ただし、IPv4/v6が想定されるネットワーク層も協調領域となり得

る。そして、一般的には、トランスポート層以上が競争領域となる。

現在のイーサネットの規格は、物理層とデータリンク層の下位副層であるMAC副層から構成され、これらはIEEE 802委員会の802.3ワーキンググループ(WG)において現在も標準化が進められている。一方、イーサネットに関連するデータリンク層の規格としては、同委員会の802.1WGにおいて、イーサネットや無線LANなどの802ネットワークを運用・管理するための規格を検討している。

## 2.2 物理層

IEEE 802.3WGで策定されている車載ネットワーク用のイーサネットは、通信メディアとして銅線を用いる車載電気イーサネットと光ファイバを用いる車載光イーサネットに大別できる。車載電気イーサネットと車載光イーサネットとしては、それぞれ、10(Mbit/s)から25(Gbit/s)までの規格と1ギガビット/秒から50(Gbit/s)の規格が検討されている。現在の自動車においては、100(Mbit/s)程度の通信速度で充分であるため、コストなど点から車載電気イーサネットを採用するケースが多いが、先述したように、将来必要な伝送帯域が広くなるにつれて、車載光イーサネットを採用するケースも増加していくことが予測される。

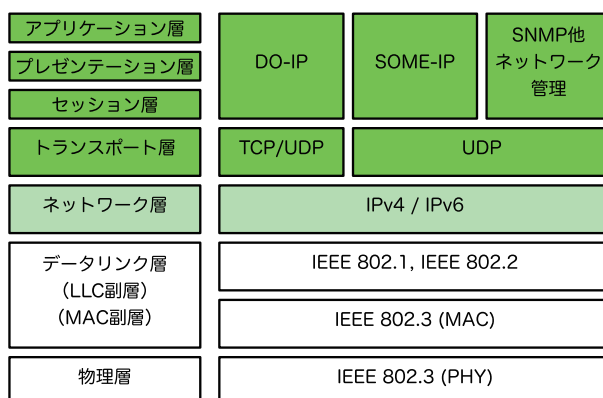


図1 次世代車載ネットワークのプロトコルスタック

## 3. IEEE 802.1TSN

### 3.1 概要

原稿はIEEE 802.1 WGは、IEEE 802ネットワークを対

象として、LAN/MANアーキテクチャ、LAN/MAN/WAN間の相互接続、セキュリティ、ネットワーク管理などに関するデータリンク層の標準化を行っている。2024年3月現在、802.1WGには、特定の課題を扱う3つのタスクグループ(TG)(Maintenance TG、Security TG、Time-Sensitive Networking(TSN)TG)があり、これらタスクグループの下で、20以上のプロジェクトが現在も進行中である。

上記の3つのTGの一つであるTSN TGの目的は、イーサネットや無線LANなどのIEEE 802委員会が標準したネットワーク上で、決定的な通信サービスを提供し、時間制限のあるデータ通信のサービス品質を保証することである。決定的な通信サービスとは、低遅延、低遅延ジッタおよび低フレーム損失率を保証したフレームの伝送を意味する。したがって、このTSN TGが定義したIEEE 802.1TSN規格がイーサネットベースの車載ネットワークの高品質化および高信頼化を実現する技術として採用が進められている。

IEEE 802.1TSN規格は単一の規格ではなく、複数の規格群から構成される。これらの多くは車載ネットワークにおいて有用なものと考えられているが、本稿では、特に車載ネットワークでの採用が見込まれるものの例として、IEEE 802.1AS<sup>[5]</sup>、IEEE 802.1CB<sup>[6]</sup>、IEEE 802.1Q<sup>[7]</sup>を、以下に紹介する。

### 3.2 IEEE 802.1AS

IEEE 802.1ASは、装置間で時刻同期をとるための規格であり、IEEE 1588規格で定義された時刻同期のためのプロトコルであるPTP (Precision Time Protocol)のプロファイルであるgPTP(generalized Precision Time Protocol)を用いて時刻同期を行う。なお、IEEE 802.1ASには発行した年によって異なるバージョン(IEEE 802.1AS-2011、IEEE 802.1-2020)が存在する。現在、多くの機器はIEEE 802.1AS-2011にのみ準拠しているが、今後は、より機能が抱負なIEEE 802.1AS-2020に対応した機器も増えていくことが予想される。

2024年3月現在においても、IEEE 802.1ASに関しては、様々なプロジェクトが標準化を進めている。IEEE P802.1ASdmプロジェクトは、時刻同期におけるホット

スタンバイを検討している。IEEE P802.1ASdnプロジェクトは、IEEE 802.1ASにおけるネットワーク管理のためのYANGデータモデルを検討している。また、IEEE P802.1ASdsプロジェクトは、車載向けの半二重イーサネット規格の一つである10BASE-T1Sのための時刻同期を検討中である。

### 3.3 IEEE 802.1CB

IEEE 802.1CBは、データを冗長化してデータすることにより、データ伝送の信頼性を向上する制御であるFrame Replication and Elimination for Reliability(FRER)を定義している。FRERでは、入力側のスイッチ(複製スイッチ)は、入力されたフレームを複製し、これらを別々の経路を経由して出力側のスイッチ(削除スイッチ)へ送る。そして、削除スイッチは、先に届いたフレームを伝送して、後から届いた同一のフレームを破棄する。このようにして、データ伝送の信頼性を向上させることができる。

### 3.4 IEEE 802.1Q

IEEE 802.1Qはブリッジ接続された複数のネットワーク上で、仮想的なLAN(VLAN)を構築するための規格であり、優先制御などのサービス品質(QoS)を制御するための方式も多く定義されている。これらのQoS制御の中で、車載ネットワークでの採用が見込まれる制御をいくつか以下に紹介する。

はじめに、IEEE 802.1Qで定義された制御の中で、最も基本的なものはStrict Priority Queueing(SPQ)である。これはPriority Code Point(PCP)と呼ばれる0~7の優先度ごとに対応する待ち行列を持ち、送出される各フレームは、フレームのヘッダ内に保持されたPCPの値に応じて各待ち行列に振り分けられる。ある優先度の待ち行列内にあるフレームは、自分より高い優先度の待ち行列の中にフレームが存在すると、自身の待ち行列から取り出されることはない。そして、すべての自分より優先度の高い待ち行列が空になっている時のみ、そのフレームは取り出されて送信される。SPQの動作概要を図2に示す。図2において、状態Aが高い優先度のフレームの待ち行列が空でない状態であり、状態Bはこれが空の状態を

表している。

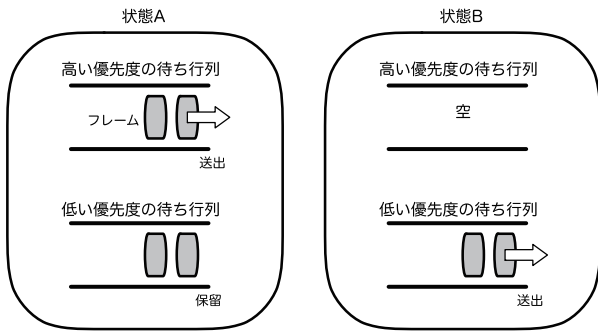


図2 SPQの動作概要

次に、CBSはIEEE P802.1Qavプロジェクトで検討されたSPQを拡張した制御である。現在は、IEEE 802.1Q規格に統合されているが、慣習的に、Qavと呼ばれることも多い。SPQでは高い優先度のトラヒックのみが回線を独占する可能性があるが、CBSでは、優先度ごとの待ち行列に対して、*credit*と呼ばれる変数を持たせることで、これに対応している。待ち行列からフレームが取り出されると*credit*は*sendSlope*という変数で定義された速度で減少し、クレジットが負になるとその待ち行列からフレームを取り出すことはできない。逆に、待ち行列内でフレームが送信を待機している間は、*idleSlope*という変数で定義された速度でクレジットは増加する。なお、*sendSlope*は*idleSlope*の値によって一意に決まるため。ネットワークの管理者は*idleSlope*のみを管理することになる。

一方、他の制御よりも高い精度でQoSを保証できる制御が、Time-Aware Shaper(TAS)である。これは、IEEE P802.1Qbvで標準化が進められたものである。CBSと同様の理由で、Qbvとも呼ばれることも多い。TASの概要を図3に示す。TASは、スイッチ内の待ち行列に対して、出力(Egress)ポートにゲートを設け、このゲートの開閉により、フレーム送出を制御する。ゲートの開閉は、Gate Control List(GCL)と呼ばれる設定リストに基づいて行われる。GCLは、その各行が、ある時刻における待ち行列のゲートの状態を示す。

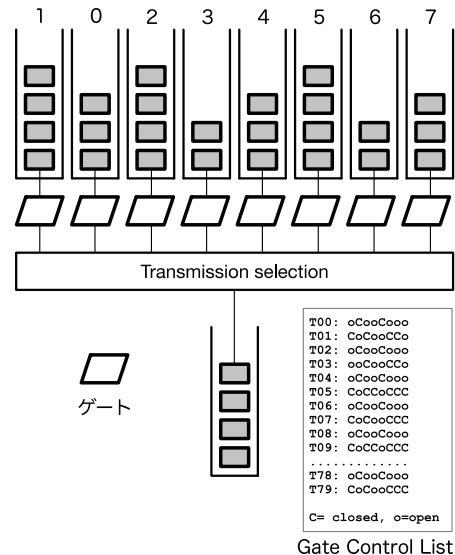


図3 TASの動作概要

最後に、Frame Preemption(FP)は、IEEE 802.1Q(IEEE P802.1Qbuプロジェクトが検討)とIEEE 802.3brの二つで規格化されている。FPでは、すべてのフレームは、優先度の高いExpressフレームか、優先度の低いPreemptableフレームのどちらかに分類される。SPQやCBSによる制御を行ったとしても、優先度の低いフレームの処理中に、そのフレームよりも優先度の高いフレームが到着すると、処理中のフレームの処理が終わるまでは、高い優先度のフレームを送出できない。これに対して、FPは、Preemptableフレームの処理中にExpressフレームが到着すると、Preemptableフレームをそこで分割して、その処理を中断し、Expressフレームを先に送信する。Expressフレームが送信された後で、Preemptableフレームの残りが送信される。そのため、高い優先度のフレームの遅延を抑制することが可能である。

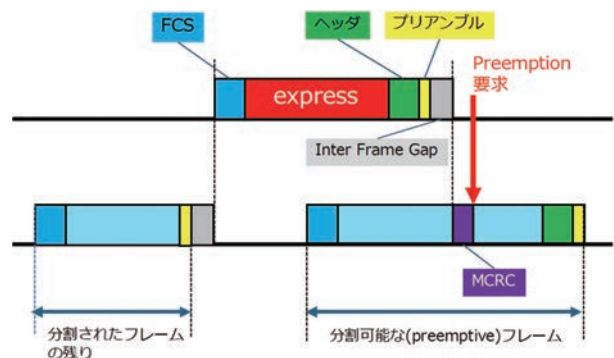


図4 FPの概要

#### 4. IEEE P802.1DG

前述したように、IEEE 802.1TSNは多くの規格群から構成され、どの規格を選択してネットワークを構成し、またそれらをどのように適用すべきかなどは、目的や環境によって大きく異なる。そこで、IEEE 802.1TSNの規格を利用するための様々なプロファイルがTSN WGで議論されている。例えば、工場用ネットワークなどの産業用のプロファイルはIEC/IEEE P60802合同プロジェクトが標準化を進めている。また、航空機用のものはIEEE P802.1DPプロジェクトが検討中である。そして、車載ネットワーク向けのTSNプロファイルの標準化は、2019年3月よりIEEE P802.1DGプロジェクトによって進められている。

IEEE P802.1DGにおいては、2019年9月にドラフト1.0が公開された後、これを基に検討が続けられ、2021年12月にドラフト1.4が公開された。しかしながら、本ドラフトは、2023年5月に公開されたドラフト2.0で大きく修正され、これを基にして、2023年8月にドラフト2.1が公開された。2024年2月末現在、ドラフト2.4が公開されている。

#### 5. 日本の対応

現在、日本におけるイーサネットベースの車載ネットワークは、一般社団法人JASPAR (Japan Automotive Software Platform and Architecture) が検討を進めている。JASPARは2004年9月に、高度化・複雑化する車載電子制御システムのソフトウェアやネットワークの標準化及び共通利用による、開発の効率化と高信頼性確保を目指し設立された組織であり、筆者はJASPARの学会会員の一人である。JASPARは、IEEE P802.1DGの設立当時から継続して会合に参加しており、IEEE P802.1DGに対して、これまで多くの寄書を行っている。

2022年7月にカナダのモントリオールで開催された802.1WGの全体会議におけるIEEE P802.1DGのセッションでは、JASPARから、車載ソフトウェアの共通化を目指して設立された団体であるAUTOSARが提唱する車載イーサネットのプロファイルとIEEE P802.1DGが策定しているプロファイル間の不整合の是正を要求する報告が行われ

た。これを受けて、タイのバンコクで同年11月に開催された全体会合では、IEEE P802.1DGプロジェクトは、時刻同期に関するプロファイルをIEEE 802.1AS-2020ベースのものから、AUTOSAR仕様に準拠するように方針を転換している。しかしながら、AUTOSARの仕様に準拠することに対する反対意見も根強く残っており、結局、現在のドラフト2.4では、特定の時刻同期のプロトコルを標準とするのではなく、ネットワークの利用者がその責任において、時刻同期プロトコルを選択するものとなっている。

#### 6. おわりに

本稿では、次世代のイーサネットベースの車載ネットワークと、これと併用されるIEEE 802.1TSN規格を紹介した。イーサネットベースの車載ネットワークは、これまでの車載ネットワークの概念を根本から変えるものであり、IT分野における情報ネットワークと近い形で構成されていくものと考えられるが、自動車の分野においては、他の分野では見られない多くの制約や条件などが存在する。また、自動車のためのIEEE 802.1TSN規格のプロファイルにおいても、まだその動向は不透明な部分も多い。ただし、これまでの車載ネットワークとは異なり、次世代のイーサネットベースの車載ネットワークでは、国内外の企業が協調して進めるべき協調領域がより大きな意味を持つことは明確であり、その技術の標準化は継続して調査すべきである。

#### 参考文献

- [1] <https://www.jaspar.jp/>
- [2] <https://www.autosar.org/>
- [3] <https://opensig.org/>
- [4] <https://1.ieee802.org/tsn/>
- [5] IEEE Std 802.1ASTM, IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks--Timing and Synchronization for Time-Sensitive Applications, June 2020.
- [6] IEEE Std 802.1CBTM, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks--Frame Replication and Elimination for Reliability, Oct. 2017.

[7] IEEE Std 802.1QTM, IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks–Bridges and Bridged Networks, July 2018.

## 略歴

伊藤 嘉浩 (いとう よしひろ)

1993年 国際電信電話株式会社(現KDDI) 入社

インターネットに関する研究に従事

2001年 名古屋工業大学電気情報工学科 助手

2023年 同大大学院工学研究科 教授

情報ネットワークに関する研究に従事



# FA機器ならびに産業用ロボットにおける EMC対策への取組み

三菱電機株式会社 名古屋製作所  
開発部 電子制御技術グループ 専任 関本 安泰  
ロボット製造部 開発第一課 専任 宇田 寿人

製造業では、生産力向上・品質管理強化の観点からFA機器や産業用ロボットの需要が伸長している。その一方で、多くの製造装置が混在する工場環境においてEMCの性能を確保することは重要な課題の一つとなる。ここでは、産業用ロボットを中心に三菱電機におけるEMC対策への取組みについて紹介する。

## 1. はじめに

製造業では、少子高齢化に伴う労働力不足に加えて、デジタル技術を活用した生産性向上への期待から自動化・省人化の動きが加速している。例えば、生産活動において発生する様々なデータを収集・分析・活用することで、受注や生産の計画、生産数や品質の管理、設備の故障に繋がる異常の検知など、生産プロセス全体を常に最適に保つような事例が挙げられる。

このように、生産現場におけるデータを活用した自動化・省人化が進むにつれ、ネットワークに接続された設備やセンサ等の情報がリアルタイムかつ高精度に伝送されることを前提に、多くの製造装置が混在する工場環境下においてEMCの性能を確保することは重要な課題の一つとなる。本稿では、当社におけるFA機器ならびに産業用ロボットにおけるEMC対策への取組みについて述べる。

## 2. FA機器ならびに産業用ロボットについて

### 2.1 FA機器

図1に当社FA機器のラインナップを抜粋して示す。近年の労働力不足やデジタル化、脱炭素化などの様々な社会的課題の解決に貢献するため、また、多様な生産現場のニーズに対応するため、図1の他にも多岐にわたるFA機器をラインナップしている<sup>[1]</sup>。さらに、図2に示すFA技術とIT技術を連携したFA-IT統合ソリューション“e-F@ctory”

を提供し、リードタイム短縮、品質向上、コスト削減など生産現場における改善活動を支援している<sup>[2]</sup>。



図1 FA機器のラインナップ(抜粋)



生産現場、エッジ、ITシステムで構成されるe-F@ctoryは、ものづくり全般にわたるトータルコストを削減し、工場のスマート化を支援。

図2 FA-IT統合ソリューション e-F@ctory

## 2.2 産業用ロボット

これまでに述べた、自動化・省人化に対するニーズの高まりに加えて、ロボット技術の向上などにより、産業用ロボットの需要は拡大基調で推移している<sup>[3]</sup>。

当社では、人に代わって様々な作業を高速、高効率で行う産業用ロボットをラインナップすると共に、クリーン仕様、防水仕様などへの対応も進めている。また、AIやIoTなどの技術を活用して、ロボットの導入・立ち上げや、より高度な作業の実現を支援する機能を拡充している。さらに、技術仕様書ISO/TS 15066<sup>[4]</sup>に準拠し、安全柵を使わずに人と一緒に作業できる協働ロボットを展開することで、更なる生産性の向上、安全性の確保などのニーズに対応したソリューションを提供している<sup>[5]</sup>。

## 2.3 EMC規制・規格への対応

当社では、生産拠点のグローバル化に追従して各国(地域)のEMC規制・規格に対応するため、国際規格に適合した大型電波暗室をはじめとする品質保証設備を保有している。これらの設備を活用したEMC試験のほか、工場環境を想定した各種の試験によって、FA機器の信頼性や安全性の確保に努めている。

また、製品開発におけるEMC品質の確保を効率的に実現するために、開発の初期段階から品質を作りこむEMC設計フローを構築し設計に適用しているほか、プリント基板設計におけるチェック作業の効率化などに取組んでいる。

次章では、産業用ロボットにおけるEMC規格への対応について述べる。

## 3. 産業用ロボットにおけるEMC対応

### 3.1 EC指令への適合

ここでは、産業用ロボットにおけるEMC対応の一例として、EC指令によって要求されるEMC指令および機械指令への適合について述べる。

図3に適合性評価までの基本的な手順を示す。

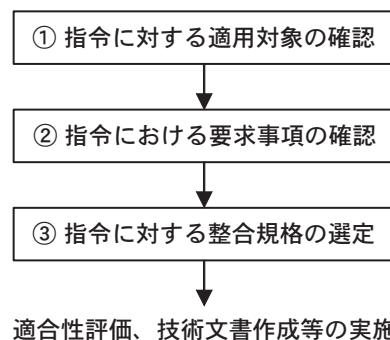


図3 適合性評価までの基本的な手順

EMC指令における適用対象の確認では、EMC指令2条およびEMC指令3条の定義に従い、(1) エンドユーザ向けであること、(2) 電子回路を有しており、電磁妨害を発生しやすく、また電磁妨害の影響を受けやすいこと、(3) 単一の機能ユニットとして市場で入手できる完成した機器であることから、産業用ロボットをEMC指令の対象としている。

EMC指令では、機器から発生する電磁妨害が他の機器の動作を妨害しないこと(エミッション)、意図した用途において機器が電磁妨害に対する耐性を有すること(イミュニティ)が要求される。しかし、電磁妨害の限度値や電磁障害に対する耐性については、具体的なレベルが示されていないため、EMC指令13条に従い整合規格への適合を図ることでEMC指令の要求事項を満たすものと推定している。

EMC指令の整合規格に産業用ロボットに特化したものが無いことから、工業環境での使用を想定して表1に示す一般規格を選択している。なお、産業用ロボットはコントローラとモータからなる調整可能な速度の電力駆動システムを含んでいることから、認証機関との協議も踏まえてEN 61800-3<sup>[6]</sup>も適用している。

表1 産業用ロボットが選択する一般規格

規格番号	使用環境	分類
EN 61000-6-2	工業環境	イミュニティ
EN 61000-6-4	工業環境	エミッション

機械指令についても、EMC指令と同様に図3の手順に沿った作業を実施している。産業用ロボットは機械指令の対象となることから、整合規格への適合を図ることによって機械指令で要求される必須健康安全要求事項を満たすものと推定している。

機械安全に関する規格は表2に示すように分類されるが、産業用ロボットにおいてはタイプC規格に該当するISO 10218-1<sup>[7]</sup>の要求事項に対応している。また、産業用ロボットは、安全関連部である非常停止機能を有しているため、ISO 13849-1<sup>[8]</sup>で規定された要求安全度水準の標準レベル(PL=d、カテゴリ3)にも対応していることから、安全関連機能を持つ機器のイミュニティについて定めたIEC 61326-3-1<sup>[9]</sup>のEMC要求についても対応している。

表2 機械安全に関する規格の分類

規格のタイプ	規格の概要
タイプA (基本安全規格)	全ての機械類に適応できる基本概念、設計原則および一般的側面を規定する規格
タイプB (グループ安全規格)	広域な機械類に適用できる安全面または安全防護物を規定する規格
タイプC (個別機械安全規格)	個々の機械または機械群の詳細な安全要求事項を規定する規格

### 3.2 産業用ロボットにおけるEMC試験

図4にEMC試験の例を示す。EMC試験においては、産業用ロボットの他にセンサやオプション機器等を接続した状態で、要求事項に対する適合性評価を実施している。また、一部のEMC試験においては、工場環境下で使用されることを踏まえて、規格の要求基準よりも厳しい条件で試験を実施し、信頼性・安全性の確保に努めている。なお、規格適合に関する情報は当社のウェブサイトで開催している<sup>[10]</sup>。

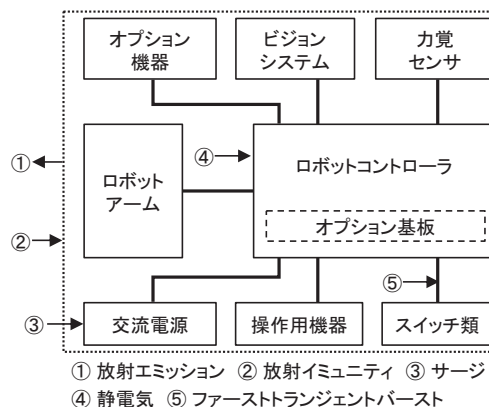


図4 EMC試験の例

### 3.3 産業用ロボットにおけるEMC対策例

3.2節で述べた試験によりEMCの要求事項に適合することを確認しているが、実際に産業用ロボットが使用される環境においては、システムの構成、制御盤の構造、配線の引き回しなどによって表3に示すEMC対策が必要となる場合がある。また、これらの対策については、図5のように取扱説明書などに記載している。

表3 EMC対策例

項目	対策内容	主な対策箇所
ノイズの遮断	シールドケーブル	ロボットアームケーブル
筐体の接地	ガスケット	ロボットコントローラ
ノイズの減衰	フェライトコアフィルタ	ロボットアーム ロボットコントローラ

**[注意]** 非常停止配線ケーブル、停止専用入力配線ケーブルは、**シールドケーブル**をご使用下さい。また、ノイズによる影響を受けやすい環境下でのご使用の場合は、シールドケーブルに**フェライトコア**を取り付けて下さい。

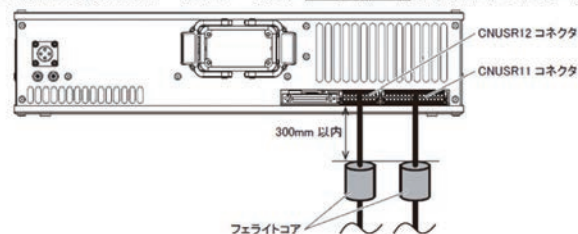


図5 取扱説明書への記載例

次章では、FA機器におけるEMC設計の概要とプリント基板設計を対象とした開発効率化と品質確保を両立するための取組みについて述べる。

## 4. FA機器におけるEMC対策の取組み

### 4.1 EMC設計の概要

近年、FAシステムではデジタル化の進展や産業用ネットワークおよび無線通信の利用拡大が急速に普及している。これに伴う機器の小型化・高密度実装化や高信頼性への要求などによって、広帯域かつ高周波までの電磁妨害の抑制や電磁妨害への耐性強化など、EMCの課題は複雑で難易度の高い傾向にある。

このような課題に対して、製品開発の初期段階からEMCの品質を作りこむ設計が重要と考え、図6に示す設計フローを構築し、製品開発に適用している。

はじめに、製品に対する要求仕様および構想設計から予想されるEMCのリスクを抽出し、シールド構造やグラウンドの接続方法、対策部品の配置などを検討すると共に、設計変更点なども確認して基本的な設計方針をまとめる。

次に、設計方針に基づいた対策を詳細設計(回路・基板・機構)で具体化する。例えば、回路設計ではノイズ源と想定される部品に対するフィルタ回路の配置および回路定数の調整などがある。各設計工程において具体化した対策は、レビューやシミュレーション等による検証を実施して効果を確認する。

このような取組みを設計初期段階から進め、組立・評価試験での追加対策や開発の手戻りを防止している。

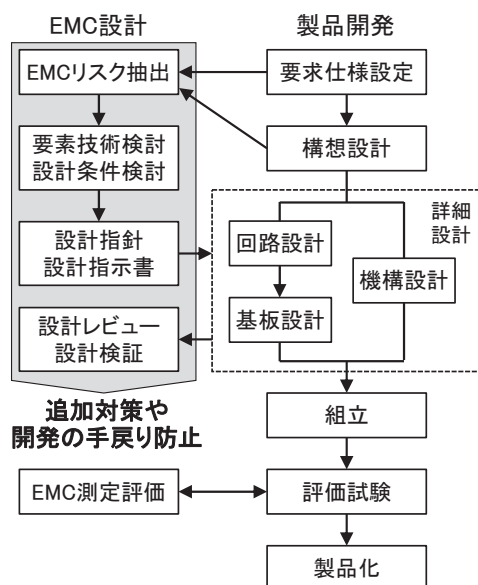


図6 製品開発とEMC設計のフロー

図6のEMC設計フローにおいて、コンデンサの実装や高速信号の配線など汎用性のある設計ルールで対応できるものは、製品開発の工程(構想設計・詳細設計)や製品の構成要素(電源・グラウンド・信号など)に沿って体系的に技術基準を整備している。これらの技術基準を基に、製品の特徴に応じて作成した設計ガイドラインに従って、詳細設計にEMC対策を反映していく。

EMC対策の内容は、汎用性のある設計ルールで対応できるものから制約条件を考慮しながら部品配置や配線レイアウトなどの調整を要するものまで多岐にわたるので、設計工程ごとにチェックリストを活用したレビューを実施し品質の作りこみを図っている。

しかし、市場動向やユーザ要求の高まりなどによってチェック項目が増加し、チェック作業やエビデンス作成の工数増加、チェックの抜け・漏れが開発効率化および品質確保に向けた課題となっている。

そこで、回路図面や基板図面を作成するCADデータの活用に着目し、表4に示す対策によってレビューの効率化と品質確保の両立に向けた取組みを実施している。本取組みでは、図面作成の環境や設計フローに留意して対策を実現するためのツールを独自に構築している。

表4 開発効率化・品質確保に向けた対策

課題	対策
チェック作業の工数増加	チェックを自動化するスクリプトの作成
エビデンス作成の工数増加	チェック結果からレポートを自動作成する機能の構築
チェックの抜け・漏れ	CADデータから部品やネットをリスト化しチェック項目に割付け

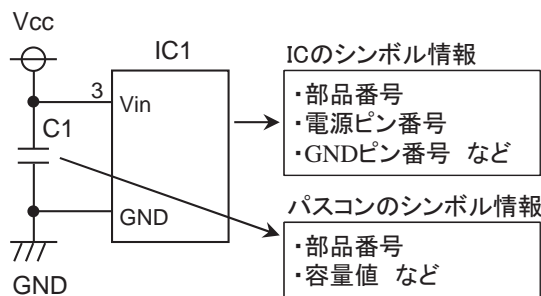
### 4.2 プリント基板設計におけるチェック作業

本節では、バイパスコンデンサ(以下、パスコン)の実装を例に、表4の取組みについて具体例を示す。

ノイズ源と想定される部品のEMC対策や電位安定化に使用するパスコンには、4.1節で述べた設計基準やガイドラインによって、部品とパスコンとのピン間距離、配線

長、配線幅などのチェック項目を設定している。図7にパソコンのチェック作業を示す。

### ① 図面（絵）の情報をデータ化



### ② 部品やネットをリスト化してチェック項目に割付け

【パソコンチェックのリスト】

部品	ピン	ネット
IC1	C1	3 1 Vcc GND
IC2	C2	3 1 Vcc GND
IC2	6	Vdd GND
IC3	C4 C5	4 1 Vdd GND

この例では、IC2の6番ピンにパソコンが接続されていないことが確認できる。  
 チェック対象をリスト化することで、チェックの抜け・漏れを防止する。

### ③ スクリプトによるチェックの自動化

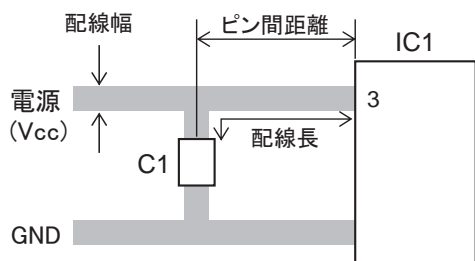


図7 パソコンのチェック作業

はじめに、CADで作成した回路図面からチェック項目に応じたシンボル情報を抽出する。シンボル情報には、図面で使用する部品やネットに関する様々な諸元が含まれているため、パソコンチェックに必要な部品やネットの情報だけを選択してデータ化している。

次に、データ化した情報を部品やネットごとに分類し、チェック項目に応じたリストを作成する。このリストを基に、ノイズ源と想定される部品に対して適切にパソコンが接続されることを確認する。

さらに、回路図面やリストを基に作成した基板図面では、チェック項目として設定したピン間距離、配線長や配線幅をスクリプトによって計測し、判定値に対する合否を出力する。

図7で実施したチェック作業の結果を記録するために、図8に示すレポートを自動生成する。図9のレポートには基板図面のCADデータが紐づけされており、結果の合否とチェック対象を相互に確認することで、作業の効率化やチェックの抜け・漏れ防止を図っている。

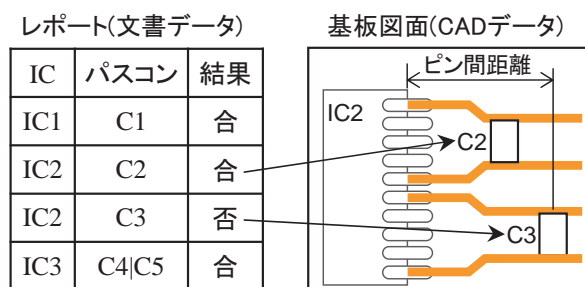


図8 チェック作業のレポート

図9に表4における対策の効果を検証した事例として、パソコンチェックの工数を比較した結果を示す。ここでは、図7の①および②を準備作業、図7の③をチェック作業、図8をレポート作成として対策前と対策後の工数を集計した。また、検証にはICが13個、パソコンが70個実装された4層貫通基板を使用した。図9の結果から、CADデータを活用したチェック自動化の効果を確認した。

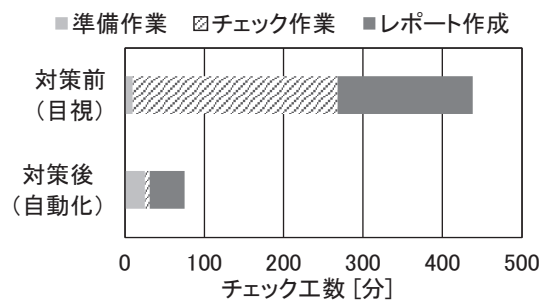


図9 パソコンチェックの工数比較

## 5. おわりに

本稿では、FA機器ならびに産業用ロボットにおけるEMC対策について述べた。引き続き、産業用ロボットならびにFA機器における信頼性・安全性の向上やEMC設計

技術力の強化に取り組む。

## 参考文献

- [1] 三菱電機株式会社、「三菱電機 機器総合カタログ」、2023。  
<https://www.mitsubishielectric.co.jp/fa/general-catalog/index.html>
- [2] 三菱電機株式会社、「e-F@ctoryのご紹介」。  
<https://www.mitsubishielectric.co.jp/fa/solutions/efactory/index.html>
- [3] 一般社団法人日本ロボット工業会、「ロボット産業需給動向2023年度版」、2.ロボット産業の動向、2023.
- [4] ISO/TS 15066:2016 Robots and robotic devices-Collaborative robots.
- [5] 寺田大祐、市岡紘平、鉢木稔浩、「協働ロボット“MELFA ASSISTA”」、三菱電機技報、Vol.95・3、pp.36-39、2021.
- [6] EN 61800-3:2004/A1:2012 Adjustable speed electrical power drive systems-Part 3:EMC requirements and specific test methods for PDS and machine tools.
- [7] ISO 10218-1:2011 Robots and robotic devices-Safety requirements for industrial robots-Part 1: Robots.
- [8] ISO 13849-1:2023 Safety of machinery-Safety-related parts of control systems-Part 1:General.
- [9] IEC 61326-3-1:2017 Electrical equipment for measurement, control and laboratory use-EMC requirements -Part 3-1:Immunity requirements for safety-related systems and for equipment intended to perform safety-related functions(functional safety)-General industrial applications.
- [10] 三菱電機株式会社、「製品情報」。  
<https://www.mitsubishielectric.co.jp/fa/products/index.html>

## 略歴

- 関本 安泰 (せきもと やすひろ)
- 2002年 三菱電機株式会社 入社
- 2002年～2006年  
パワーエレクトロニクス、モータ制御などの要素技術開発に従事
- 2007年～2009年  
FA機器におけるEMC対策技術、シミュレーション技術の研究開発に従事
- 2010年 FA機器におけるEMC設計技術力強化、製品開発支援、人材育成などに従事、現在に至る

## 略歴

- 宇田 寿人 (うだ ひさと)
- 2008年 三菱電機株式会社 入社
- 2008年～2014年  
産業用ロボットの構造設計、性能評価、回路設計などに従事
- 2015年～2017年  
産業用ロボットが関連する法令や規格類への対応に従事
- 2018年～2019年  
産業用ロボットの生産移管に従事
- 2020年 産業用ロボットが関連する法令や規格類への対応、品質改善などに従事、現在に至る

# CISPRの標準化における将来課題の審議状況 －CISPR運営委員会の審議動向より－

雨宮EMCコンサルティング代表  
(IEC/CISPR運営委員会委員)

雨宮 不二雄

本稿では、国際無線障害特別委員会(CISPR)の運営委員会(CISPR Steering Committee)で審議されてきている課題との幾つかについて、各課題が何を背景とし、どのような方向を目指した審議が行われているのかという視点で、審議状況の現状を報告する。

## 1. はじめに

CISPR運営委員会(以下CISPR/Sと略)は、これまでCISPR合同委員会のFace to Face(F2F)会議が開催された際に半日程度開催され、CISPR総会及びCISPRの各SC総会の審議結果と今後の課題の報告に基づいてCISPR全体に関わる共通的な案件の抽出・整理や、新たに顕在化した課題についての検討の進め方(検討の分担や課題解決の目標時期等に関する議論、更には関連するCISPR以外の関連標準化機関との連携の必要性等)の審議が行われてきている。しかしながら、CISPR合同委員会が開催された際に半日程度開催されてきたCISPR/SのF2F会議のみでは審議時間が十分とは言えず、CISPRを取り巻く多くの課題を審議して、解決に向けた代替案の抽出・整理や、CISPRと関係が深い機関への回答案等を準備するためには更なる検討及び審議を必要とする場合が少なからず発生していた。このため、筆者がCISPR/Sのメンバに指名された頃より、CISPR/SはF2F会議以外に、国際電話会議を年に5～6回(多い年は9回)開催して審議を継続してきている。

このような状況を踏まえ、本稿では2023年11月16日と17日に開催されたCISPR総会での審議に先立ち、予めCISPR/Sで審議されてきたCISPR全体に関わる新たな案件ならびにCISPRの関連機関との協調に関わる重要案件のうち、以下に示す5件について、各課題が何を背景とし、どのような方向を目指して審議されてきているのかという

視点からみた審議状況の概要を紹介する。

- (1) 無線機能組込型機器のエミッション
- (2) 機器の増加とエミッション
- (3) ロボットのEMC規格
- (4) 公共DC電源網のエミッション
- (5) 新たに検討が開始されている課題

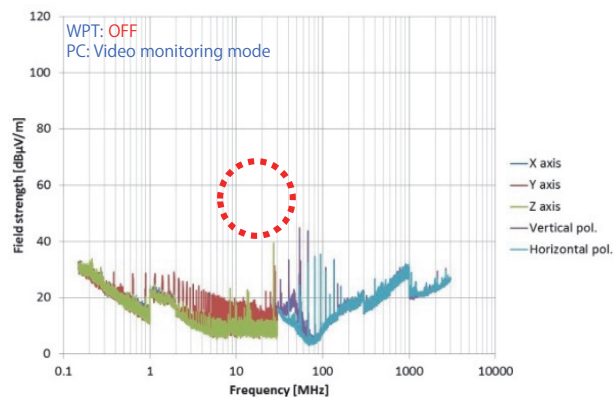
なお、上記(1)と(2)はKEC News Letter EMCの2023-01-31のNo.82<sup>[1]</sup>で、また(3)と(4)は同No.83<sup>[2]</sup>で審議動向を報告している。このためこれらについては本稿では、審議状況の概略の紹介にとどめているため、詳細は上記の各KEC News Letter EMCを参照して戴ければ幸いである。

## 2. 無線機能組込型機器のエミッション

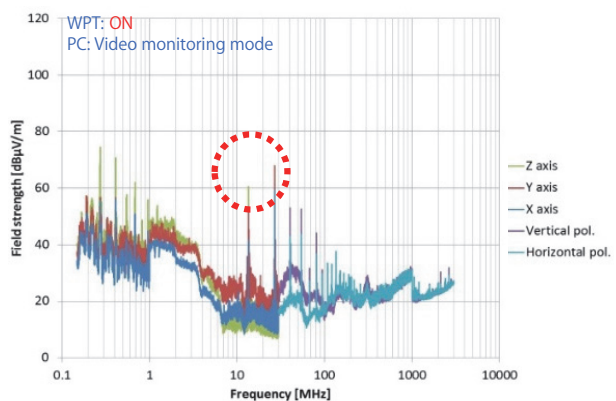
近年、Wi-Fi等の無線通信機能を組み込んだ機器や、無線電力伝送(Wireless Power Transfer:WPT)により充電or給電を行う機器が市場に普及してきている。このような機器を、無線機能を同時に動作させて使用する場合や、WPTで給電しながら動作させた場合、これらの機器の無線機能部を除く部分から放射されるエミッションと無線機能部やWPT給電波より出力される電磁波との間の相互変調により、新たな(場合によっては強い)エミッションが発生する可能性が指摘された。

図1は筆者が2014年のCISPR/I/WG2フランクフルト会

議にWPTによる受電機能を有するタブレット端末(PC)を、WPT給電で動作した場合に発生するエミッションの測定結果を報告した例である。<sup>[3]</sup>



(a) PCが内蔵電池で動作時のエミッション測定例



(b) PCがWPT給電で動作時のエミッション測定例

図1 PCが内蔵電池で動作及びWPT給電で動作した時のエミッションの測定例

同図より、図1-(b)の結果には、図1-(a)では観測されていない相互変調に起因する強いエミッションや、レベルは低いが夥しい数のエミッションが重畳されていることが観測されていることが分かる。図1-(b)の破線の円で示しているエミッションは極めてレベルが高いが、これはタブレット端末内部回路での共振により発生しているものと想定された。図1の例は無線機能を機器内に直接組み込んだ場合ではないが、電気・電子機器へ組み込まれた無線機能が同時に動作する場合については、設計・開発段階で予めこのような強いエミッションの発生の有無を確認し、必要によりエミッション対策設計を講じておく必要性が認識された。

その後CISPR/Sでは、本案件はCISPRの製品委員会(SC/B、

SC/D、SC/F及びSC/I)に共通する課題であることを念頭に、近年の無線機能を組み込んだ電気・電子装置の増加(普及)に伴い、これらの機器の意図放射波(Wanted Radio Signal)と、機器が電池動作時に発生するエミッションとの間の相互変調で発生するエミッションをどのように扱い、その許容値と測定法をCISPR規格にどのように盛り込むべきかの議論を進めてきた。その結果、無線機能を組み込んだ機器の動作時には、意図放射波と機器の無線機能以外からのエミッションとの相互変調によって発生する新たな(付加的な)エミッションを無視すべきではないことが認識され、最初に無線機能組込機器の定義、次いで同機器に対するエミッション要求についての考え方を整理して、CISPRの製品規格のScope(適用範囲)に以下の文章を追記(原文で示す)することが合意されている。<sup>[4]</sup>

“The emission requirements in this standard are not intended to be applicable to the intentional transmissions from a radio transmitter as defined by the ITU, nor to any spurious emission related to these intentional transmissions.”

### 3. Increasing Number of Devices (エミッション発生源の増加)とエミッション評価

近年、省エネルギー化を目的としたスイッチング電源(Switch mode power supply: SMPS)の多用化やLED照明器具等が大幅に普及してきており、それらの機器、装置で発生するスイッチングノイズに起因するエミッション発生源の増加が、電磁環境リスクの増加をもたらしているのではないかと懸念が、国際アマチュア無線連盟(IARU)の代表委員よりCISPR/Sに提起され、CISPR/Sで長期間にわたる審議が行われてきている。そして、その審議経過がCISPR文書(CISPR/1446/DC)<sup>[5]</sup>として取りまとめられて、CISPRに参加している各国の国内委員会(National Committee: NC)に意見照会された。

本文書では、上述したSMPSの多用化やLED照明器具の大幅普及に加え、パソコン、タブレット、Wi-Fi、PLC等や、電源スイッチの無い常時動作モード機器の普及・増加も、今後の電磁環境リスクの増加に拍車をかけているのではないかと懸念を示すと共に、EMC問題はノイズ源と無



線受信機との距離、時間、周波数の一致だけの単純な世界ではなく、様々なノイズの加算については、遠方界と近傍界との違いや、両者の重畳も考慮した更なる検討の必要性も指摘されている。

本文書を各国NCに意見照会した結果、General CommentとTechnical Commentを併せて131件ものコメントが提出され、本課題に対し各国NCが強い関心を有していることが表明された。紙面の都合もあり、本稿では主要なコメントを取りまとめて表1に示す。

表1 CISPR/1446/DC文書に対する各国NCからの主要なコメント

区分	コメントの内容 (Ge: General comment, Te: Technical comment)
Ge	WiFiやIoTは意図放射が存在するradio equipmentであり、CISPRのScope外である
Ge	自家中毒は対象とすべきではない
Te	Increase number of device とNumber of interference case との相関性については今後検討が必要である
Te	Total radiated powerは、interference potentialの重要なfactorとは言えないのではないか
Ge, Te	無線サービスが感度を上げた際、他のデバイスがemissionを減らすのは困難ではないか
Te	妨害波レベルの増加は多数のデバイスのcoincidence of frequency, amplitude, phase of each distanceを考慮すべきで、単純な加算ではない
Ge	EMI問題はwanted radio emissionでも発生する。今回の検討では抜けている
Ge	多用されている家電機器は、古きも新しきも今後とも同一許容値でOKか
Ge, Te	CISPR 32が採用している2 dBルールは、マルチポートを有する一つのEUTに対するルールであり、今回のようなIncreased Number of Devicesへ単純に適用できない
Ge	Fixed Installationは製品規格よりはむしろRegistrationで規定してはどうか

各国NCから提出されたコメントについての吟味と回答案の準備は、CISPR/S内部に構築されたタスクフォース(TF)で進められており、本TFでの検討結果は、数か月に一度開催されるCISPR/Sの場に度々提示され議論されてきている。しかしながら、本案件は単にエミッション発生源が増加していることを考えるという単純な案件ではないため、現時点でもCISPR/Sでホットな議論が継続されている課題の一つとなっている。今後のCISPRでの議論や検討に際し考慮する必要があると目されている案件は、以下の3件である。

- ア. 妨害波発生源の数の増加のみならず、無線受信機も増加しており、両者間の保護距離の減少に関する検討も必要ではないか。
- イ. 複数の妨害波発生源を同時に動作させた場合の電磁界強度は、必ずしも個々の妨害波強度の単純和とは

ならないと考えられ、統計的手法を用いた検討・評価が必要であろう。

- ウ. 同一種類のEUTが、複数台同一場所に設置され動作する場合と、複数種類のEUTが、複数台同一場所に設置され動作することによる問題の両者を検討する必要がある。

#### 4. ロボットのEMC規格について

近年、製造分野はもとより、交通・運輸、医療・介護、ハウスキーピング等々の多くの分野に様々なロボットが導入されるとともに、ロボットのEMC問題の重要性が認識され、ロボットのエミッション規格及びイミュニティ規格の整備(標準化)が喫緊の課題となってきている。

このような状況下で2017年10月にウラジオストクで開催されたCISPRの総会に、ロボットに関するEMCの規格を検討する新たな小委員会を設立して検討を推進してはどうかとの提案が出され、これが契機となってCISPRでロボットのEMC規格に関する検討が本格的に開始されることになった。

##### (1) CISPR総会ウラジオストク会議の審議結果

ロボットのEMCを担当する新たな作業班の設立提案については、作業班を設立するか否かに関する議論に先立ち、まずはロボットのエミッション測定法とイミュニティ試験法の両者の明確化が最優先事項であることが合意されたが、作業班を設立する必要性については結論が得られず、CISPR/Sでの継続審議案件となった。

##### (2) CISPR/Sでの継続審議の概要

CISPR/Sでは、最初にロボットの分類・定義に関する作業ベース的な議論が行われ、次いでEMC規格の策定をどのように進めるかについての議論が継続して行われた。そして審議の結果、本案件に関する基本的なスタンスを以下のように合意した。

- ① ロボットのための新たなCISPR規格の策定は行わず、多種多様なロボットの全てが、既存のCISPR規格の対象に含まれるものとする。
- ② CISPR/Sは各SCが、ロボットに対する要求条件を既存の規格に追加する際に役立つよう、アドホックグループを設立して規格策定に向けたガイダンス文書

を作成する。

- ③ 上記②に基づき、CISPR/S内にガイダンス文書の作成を担当するCISPR/S/AHG3(以後S/AHG3と略)が設立された。メンバ構成は以下の通りである。

コンビーナ:CISPR副議長

メンバ:CISPRのSC//B、SC/D、SC/F、SC/Iの議長及びYoon委員(韓国)、雨宮委員(日本)

- ④ S/AHG3の担当業務の確認と承認が行われ、ガイダンス文書を完成させる目標期日を以下のように決定した。

- ・担当業務:ロボットのEMCに関するガイダンス文書案の準備。
- ・ガイダンス文書を準備する目標期日:2018年8月31日

(3) CISPR/SでのロボットのEMC規格の審議状況

その後CISPR/Sでは、S/AHG3が中心となって以下に示す3件の文書案を準備し、いずれの文書もCISPR/Sでの審議を経て情報提供文書(INF文書)として各国NCへ情報提供されている。

(a) CISPR/1412/INF:ロボットのEMCガイダンス<sup>[6]</sup>

(b) CISPR/1421/INF:ロボットの分類と各ロボットのEMC規格を担当するCISPRの小委員会<sup>[7]</sup>

(c) CISPR/1438/INF:ロボットのEMC規格を検討する際に考慮すべきロボットの特徴の解説<sup>[8]</sup>

表2に、CISPR/1421/INF文書で提示されているロボットの分類と、それらのロボットのEMC規格を担当するCISPRの小委員会と並びに該当するCISPR規格を一覧表で示す。

表2 ロボットの分類とEMC規格を担当するCISPRの小委員会(CISPR/1421/INF文書より)

No	Type of Robot		SC	Standards involved	Notes
1	Industrial robot	Industrial robots -Rectangular robot, -Cartesian robot, -SCARA robot, Spine robot, -Parallel link robot, -Collaborative robot, -Articulated robot	CISPR/B	CISPR 11	Work in the assembly line
2	Industrial robot / special robot	AGV	CISPR/B	CISPR 11	Work in the industrial environment
3	Special robot	Inspection robot	CISPR/B	CISPR 11	
4	Special robot	Security robot	CISPR/B	CISPR 11	
5	Personal service robot	Domestic helper robot	CISPR/F	CISPR 14-1 CISPR 14-2	Domestic helper robots, such as household cleaning Robots are already in CISPR14-1. Immunity requirements are not yet given in CISPR 14-2, but could be added if necessary.
6	Personal service robot	Education entertainment service robot	CISPR/I	CISPR 32 CISPR 35	Education entertainment service robot (excluding a humanoid toy) are similar with the audio & video products, which CISPR/I has in its scope.
7	Personal service robot	Old-age support service robot	CISPR/B	CISPR 11	Old-age support service robot, (usually helps old people to eat or move.
8	Personal service robot	Personal transport service robots, such as self-balancing human transporters.	CISPR/D	No standard	To be determined by new IEC TC 125: Personal e-Transporters (PeTs)
9	Personal service robot	Personal safety robots or intelligent housekeeper	CISPR/F	CISPR 14-1 CISPR 14-2	Personal safety robots or intelligent housekeeper are similar to mobile web cameras as a mobile web cameras.
10	Public service robots	Hotel service robot	CISPR/F	CISPR 14-1 CISPR 14-2	All these kinds of robots are used in the light industrial business environment. So IEC 61000-6-2/-6-4 may be used, but for the test status and test set-up should be researched. If IEC 61000-6-2/4 are used, CISPR/H will need to work on these items.
11	Public service robot	Bank service robot	CISPR/F	CISPR 14-1 CISPR 14-2	
12	Public service robot	Venue service robot	CISPR/F	CISPR 14-1 CISPR 14-2	
13	Catering service robot	Catering service robot	CISPR/F	CISPR 14-1 CISPR 14-2	
14	Personal service robot	Underwater robot	CISPR/D	No standard	
15	Special robot	Flying robot	TBD	No standard	Aircraft EMC issues need to be worked by the appropriate committee
16	Special robot	Power robot	CISPR/B	CISPR 11	
17	Special robot	Military police robot	TBD	No standard	Suggest not to research
18	Special robot	Medical robot	CISPR/B	CISPR 11	Suggest not to research
19	Any robot not listed above	Robot operated in a residential environment	CISPR/H	IEC 61000-6-3	Catch-all function of generic emission standard
20	Any robot not listed above	Robot operated in a commercial or light industrial environment	CISPR/H	IEC 61000-6-8	Catch-all function of generic emission standard
21	Any robot not listed above	Robot operated in an industrial environment	CISPR/H	IEC 61000-6-4	Catch-all function of generic emission standard

本稿では紙面の都合もあり、上記の各文書の概要紹介については割愛する。詳細はKEC News Letter EMCの2023-01-31<sup>[2]</sup>のNo.83で紹介した審議動向を参照して戴ければ幸いである。

#### (4) ロボットのEMC規格の発行に向けた審議動向について

CISPRのロボットのEMCガイダンス文書の発行後、CISPRの各製品SCは検討を割り振られたロボットのEMC規格の策定を担当することになったが、各SCの取り組み状況には差異があり、例えば、SC/Bでは工場等で使用されるロボットのエミッション規格の策定をいち早く開始し、CIS/B/779/CDV文書<sup>[9]</sup>が賛成多数で承認されたことを受けて、CISPR 11への導入を進めるステージとなっている。一方、教育とエンターテインメントのロボットを割り当てられたSC/Iでは、検討を進めるための作業グループの設立が難航しており、まずは具体的にどのようなロボットを対象として規格化を検討する必要があるのかを、各国NCに意見照会中である。<sup>[10]</sup>このような状況であるため、CISPRにおけるロボットのEMC規格については、各SCの審議動向を注視して戴ければ幸いである。

### 5. 公共DC電源供給網に関するエミッション規格について

本案件がCISPR/Sで議論され始めたのは、2017年に開催されたCISPR合同委員会ウラジオストク会議の時であり、この時はSC/H議長呼びかけで、会議の合間に本案件に関心の高いCISPR/Sメンバが集まり臨時のアドホック会議(筆者も参加)を開催し、今後の検討課題等についての意見交換が行われている。その後目立った動きはなかったが、IEC内のSystem Committeeの一つとして設立されていたSYS LVDC(LVDC: Low Voltage DC Current)が「Back to the future-DC Public Grid again!」と題しAcademy Webinarを開催(2021年3月24日)<sup>[11]</sup>したこともあり、CISPRでも公共DC電源供給網に関するエミッション規格の検討が、CISPR/Sからバトンタッチする形でEMCの共通エミッション規格を担当しているSC/Hで開始される運びとなった。

本稿では、最初に何故今、公共DC電源供給網なのかという背景について紹介し、次いでCISPR/Sから引き継ぐ形

で検討を継続しているSC/Hでの審議状況の概要を紹介する。

#### (1) 今何故、公共DC電源供給網なのか

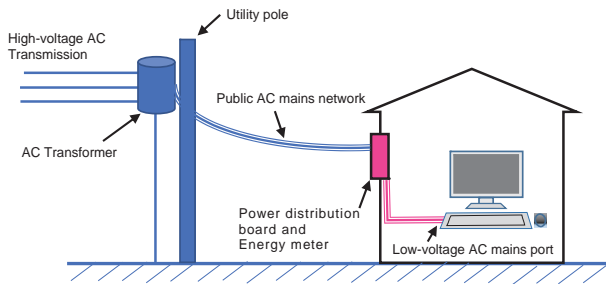
上述したIECのAcademy Webinarでの情報によれば、1890年以降、公共電源供給網はACとDCの両者が共存していたが、DC給電は変圧設備が高価、短距離伝送では損失が大との理由で、1950年以降はAC電源供給網が主流となり、現在に至っている。その後、長距離送電ではDC給電の方が損失小、DC/DCコンバータ技術の発展や、近年の太陽光発電による大容量DC発電・給電装置の増加、DC電力を使用する電気自動車(EV)やLED照明の大幅な普及等を勘案すると、現在、AC→整流・平滑→DC電流のAC/DC変換を必要としている機器への給電をDCで直接行うことで省エネルギー化が一層図れると考えられるため、AC challengedと機運が高まっているとのことである。

#### (2) 公共DC電源供給網のエミッション規格の検討課題について

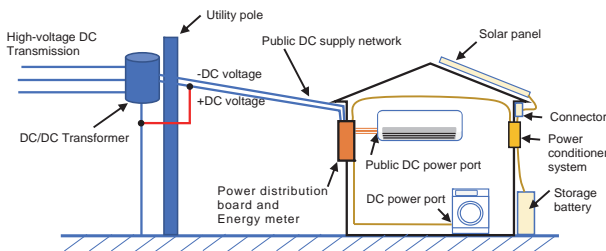
筆者は、SC/HのWG1会合に出席した際、上述したCISPR/Sの審議状況を勘案した上で、AC電源供給網とDC電源供給網との差異(下記に示す図2参照)を指摘した上で、DC電源供給網で検討すべきEMCに関係する課題として以下に示すコメントを提出してきている。<sup>[12]</sup>

- ① DC電源供給網では電力送電の際や需要家に電力供給する際の電圧変換に、DC/DCコンバータが必要となる。このため、これらのコンバータで発生する妨害波も考慮すべきである。
- ② DC電源供給網に接続される電気・電子機器の腐食防止のため、DCケーブルの+極性の接地が必要である。(筆者注:公衆電気通信の場合、通信センタとお客様宅間を接続している通信線には、DC48Vが重畳されているが、この通信線に接続される通信設備の腐食を防止のため通信センタ内で、通信線の平衡度(LCL)の劣化に影響を与えない措置を施した上で+極性が接地されている。)

公共DC電源供給網についても上述した通信線の場合と同等の措置をとり、設備的には腐食の防止を、EMCの面ではDC線の+極性接地によるLCL劣化の防止対策を導入して妨害波問題の発生を未然防止する必要がある。



(a) AC mains power distribution network



(b) Public DC power distribution network

図2 AC電源供給網とDC電源供給網との差異

- ③ EMC問題ではないが、DC電圧の場合60 V超は人体危険電圧であることに留意が必要である。

### (3) 今後の展望について

本案件は、現在SC/Hが担当しているエミッション共通規格の一つであるIEC 61000-6-3(住宅環境機器の妨害波共通規格)第3.0版の改定に向けた課題の一つ(Fragment 4)として検討が進められており、今後上述したAC電源網との差異を考慮しながら検討が本格化するものと考えられる。

## 6. 新たに検討が開始されている課題について

CISPR/Sでは、IEC全体のEMCに関係する規定等で見直しを必要とする案件や、各国NCから新たに提案された課題等を継続して審議してきているが、ここでは全ての課題の審議動向を紹介できないため、本稿では装置を設置し稼働を開始した後の電磁環境の迅速な評価を行うためのガイダンス文書の策定と、CISPRの電磁環境区分の見直しに関する議論についての審議状況を紹介します。

### 6.1 電磁環境の迅速な評価を行うためのガイダンス文書の策定

本件はノルウェーNCから、「CISPRは装置の設置前後

の設置場所のEMC状況を確認・評価するための、迅速(簡便)な測定法のガイダンス文書を用意すべきではないか」との提案に基づいて検討が開始され、CISPR/Sでの予備的な審議を経て2021年のCISPR総会での審議の結果、正式課題として検討を開始することが合意された案件である。

#### (1) 合同作業班の設立と審議の開始

本課題は関連の強いSC/A、SC/B、SC/Hによる合同作業班(JWG9)が設立され、2023年7月5日～6日に第1回のJWG9が開催された。以下に同JWG9の審議状況を紹介します。

- ① CISPRより各国NCに意見照会された文書<sup>[13]</sup>に対するコメントをReviewした結果、多くのコメントを継続審議すべきであることが確認された。
- ② CISPR規格に準拠したエミッション測定器の代替として手頃な価格の測定器と、それらを用いた測定結果の例が紹介された。本紹介に関連し、測定器のセットアップに必要な時間、設置場所で使用する簡便な測定器の性能バラツキ、検波方式はピーク検波に限定してはどうか等の質問、コメント、提案が有り、今後の審議の参考情報に位置づけられた。
- ③ 今後予定: 今回のJWG9の審議結果と今後の課題を整理し、次回会議を2024年2月にシドニーで開催する予定となった。

## 6.2 CISPRとTC 77が発行しているPublication(刊行物)の電磁環境区分について

### (1) CISPR/Sに問題提起された経緯

現在のCISPR及びTC 77のPublicationでは、機器が設置され使用される電磁環境区分をクラスAとクラスBに区分し、エミッション許容値及びイミュニティ限度値の両者とも、各環境に設置される機器に区分して制定されている。

本件に関し2023年9月に開催されたCISPR/Sにおいて、現在の電磁環境区分の概念が全ての機器を包含しているとは限らないとの意見が提起され、その理由として以下の2点が補足説明された。

- ア. 現在使用されている概念は、固定設置された機器、同一電磁環境区分内のみ存在する機器を想定している。接続される電源の定義も狭いのではないかと。

イ.異なる電磁環境間を移動する製品、電力供給網に接続されていない製品も考慮した電磁環境区分が必要である。

## (2) CISPR/Sにおける本案件の審議状況

その後CISPR/Sでは、本案件はエミッションとイミュニティの両者を考慮する必要があり、検討を円滑に進めるためにはCISPRとTC 77との間にJWGを設立することが望ましいとの結論に至った。次いでCISPRは、CISPRとTC 77との間にJWGを設立して検討する案を各国NCに諮った(CIS/1501/Q文書)結果、本提案が合意されたため、CISPRはTC 77に対しJWG設立について打診することを合意した。

## (3) 電磁環境区分のその後の審議状況について

本件については、2024年2月時点で、TC 77よりJWG設立に関する回答が届いていないため、現時点でJWGを設立して電磁環境区分の見直し議論を開始するの可否か未定となっている。

## 7. おわりに

本稿では、CISPR運営委員会(CISPR/S)で審議が継続して行われている課題のうち、下記に示す5件を取り上げ、各課題が何を背景とし、どのような方向を目指した審議が行われているのかという視点で、審議状況の概要を報告した。

- ① 無線機能組込型機器のエミッション
- ② 機器の増加とエミッション
- ③ ロボットのEMC規格
- ④ 公共DC電源網のエミッション
- ⑤ 新たに検討が開始されている課題(装置の設置場所での迅速なエミッション測定法、環境区分の見直しの2件)

本稿が、CISPRにおける標準化活動に関心をお持ちの方々に少しでもお役に立てば幸いである。

## 参考文献

- [1] KEC News Letter 2023-01-31-No.82, “特別寄稿:CISPRの標準化における将来課題の審議状況(その1)”.
- [2] KEC News Letter 2023-03-31-No.83, “特別寄稿:CISPRの標準化における将来課題の審議状況(その2)”.
- [3] CIS/I/WG2(Amemiya, Akiyama)14-02, Oct. 2014.
- [4] CISPR/1432/INF, Exclusion of emission requirements in radio enabled devices, 2019-09-20.
- [5] CISPR/1446/DC, “Increasing number of devices”, 2020-10-02.
- [6] CISPR/1412/INF, CISPR Guidance document on EMC of Robots, 2018-09-14.
- [7] CISPR/1421/INF, List of Robots covered by CISPR, 2019-05-31.
- [8] CISPR/1438/INF, Unique features of robots related to EMC.
- [9] CIS/B/779/CDV, Fragment 4:Requirements for measurement of robots, 2021-10-15.
- [10] CIS/I/672/DC, Robot EMC-Call for devices to be covered, 2024-01-19.
- [11] IEC Academy Webinar, “Back to the future-DC Public grids again”, 2021-03-24.
- [12] CISPR/H/WG1(Erlangen/Amemiya, Shimasaki)23-01, August 2023.
- [13] CISPR/1476/DC, Rapid emission checks on installations, 2022-03-18.

## 略歴

雨宮 不二雄 (あめみや ふじお)

- 1971年 東北大学工学部通信工学科 卒業
- 1973年 東北大学大学院電気及通信工学専攻修士課程  
修了
- 1973年 電電公社武蔵野通研に入所  
電話機の電子化、ISDN用電話機の研究実用化  
及びISDN実験システムの運用と評価
- 1988年 NTT通信網総合研究所に異動  
通信EMCの研究とCISPR標準化
- 1992年 NTT技術協力センタに異動  
EMC故障対策とCISPR標準化
- 1996年 NTT通信網研究所に異動  
ITSの通信網の研究とCISPR標準化
- 2000年 NTT-AT社へ転籍・EMC試験評価と対策コン  
サル及びCISPR標準化
- 2019年 NTT-AT社を退職・雨宮EMCコンサルティン  
グを設立、現在に至る

# IEC 61000-4-6:RF伝導イミュニティ試験方法の最適化 ～水平高架基準グラウンドプレーンを用いた試験について～

株式会社堀場エステック 開発3部  
〔一般社団法人KEC関西電子工業振興センター〕  
EMC専門委員会 新規EMC規格対応WG  
高倉 洋

高い位置に試験対象ポートを持つ大型機器に対してIEC61000-4-6試験を実施する場合、結合・減結合回路網(以下、CDN)をリファレンスグラウンドプレーン(以下、RGP)上に配置するとCDN～試験対象ポート間の配線長が印加周波数の波長に対して無視できなくなり、CDN位置からみたコモンモードインピーダンスが非常に高くなることがある。IEC61000-4-6(附属書F)<sup>[1]</sup>に規定される水平高架基準グラウンド(以下、EGP)を用いた手法を適用することでCDN～試験対象ポート間の配線長を短縮しコモンモードインピーダンスの上昇を抑えられることを確認したが、一方でコモンモードインピーダンスが著しく低下する周波数が現れた。本稿では、このコモンモードインピーダンス低下要因について実測および回路シミュレーション原因解析を行い、また改善手法について提案する。

## 1. はじめに

IEC61000-4-6(附属書F)において、高い位置に試験対象ポートをもつ大型機器を対象としたEGPを用いる試験方法が示されている。高い位置に試験対象ポートを持つ大型機器の場合、CDN～試験対象ポート間の配線長などの要素からEGPを用いる方が安定した試験が実施出来ると推察される。そこで、そのような大型機器に対する最適試験手法の構築について印加CDN/終端CDNともにEGP上に設置する場合にて留意点を検討する。

## 2. 評価手法

### 2.1 評価パラメータ

評価は注入CDN設置位置から注入配線を含めて供試装置(以下、EUT)側をみた場合のコモンモードインピーダンスにより行う。今回、注入CDNは使用せず、図1のように治具およびベクトルネットワークアナライザ(以下、VNA)を接続しS11を観測する。得たS11からインピーダンス値へ換算する。

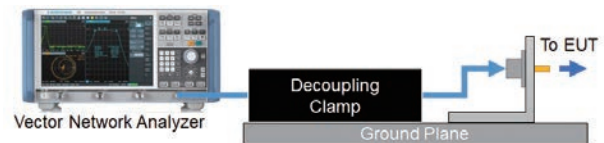


図1 VNA接続図

### 2.2 擬似EUT

内部回路:ショート状態の擬似EUTを用いる。内部回路は注入ポートおよび終端ポートであるバナナソケット間を短距離でショートする(図2)。また、終端ポート側バナナソケット部は筐体パネルに導通させる。本擬似EUTをシステムラックに組み込むことにより、擬似大型EUTとする。

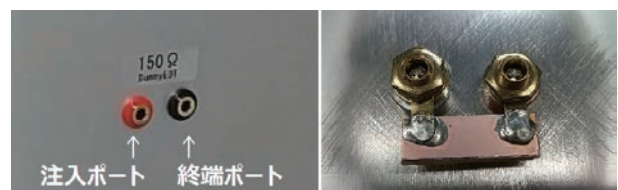


図2 擬似EUT

### 3. 課題

EGPを使用する場合に考えられる懸念点を検討する。RGP～EGP間を接続する接地ラインについて、IEC61000-4-6(附属書F)中では安全上の理由から必要であり高周波観点では重要ではない旨の記載がある。これは印加CDN/終端CDNともにEGP上に設置していることから、高周波電流ループはEGP上で完結しているという考えのもと述べられている。しかし実際には図3に示すとおりEUT～RGP間やRGP～EGP間に生じる静電容量などが存在することから、これらや接地ラインも高周波電流ループを形成すると考えられ、接地態様などに留意点が存在する可能性が高い。

そこで、回路シミュレーションおよび実測を用いて留意点の把握と最適化検討を行う。

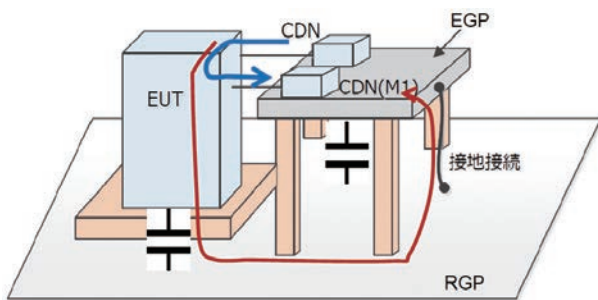


図3 EGP使用時敷設

## 4. シミュレーション

### 4.1 ツール

回路シミュレーションにはAnalogDevices社が無償提供するLTSpiceを用いる。

### 4.2 擬似EUTのモデル化

回路シミュレーションに実装するため、擬似EUT単体での特性を採取のうえ回路モデル化を行う。注入ポート～終端ポート間のS11を採取し、インピーダンスへ換算する。インピーダンスの周波数特性より回路構成およびパラメータを同定する。

今回は遺伝的アルゴリズムを用いた。得た回路モデルを図4に示す。

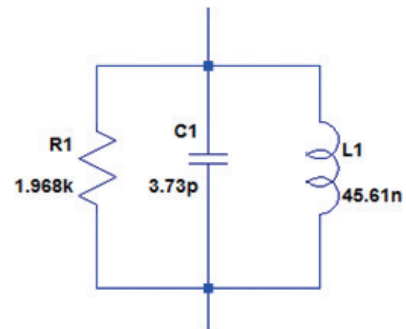


図4 擬似EUT回路モデル

### 4.3 配線のモデル化

回路シミュレータ上で配線要素を表現するために、図5に示すLCラダーによる擬似伝送線路モデルを用いる。各L・Cパラメータは特性インピーダンスから導出し設定する。また、ランプ状の変化も表現できるようパラメータに重みづけも可能なものとした。回路シミュレータ上では擬似伝送線路モデルをブロック化し使用する。

注入・終端配線は図6に示すように配置される。特性インピーダンスを決定づけるグラウンドプレーンからの高さから特性インピーダンスを求めると図7のようになる。これを上述の擬似伝送線路モデルで表現するために、3ブロックで表現した。

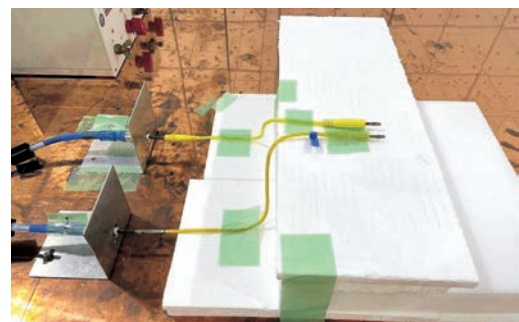


図6 注入・終端配線敷設

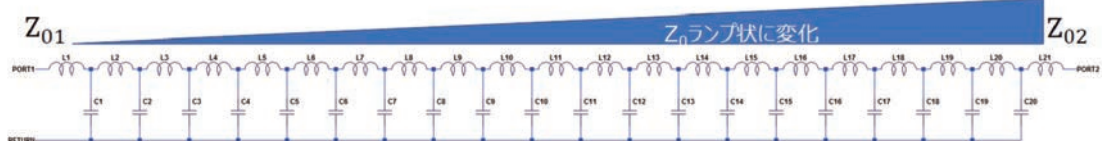


図5 擬似伝送線路モデル



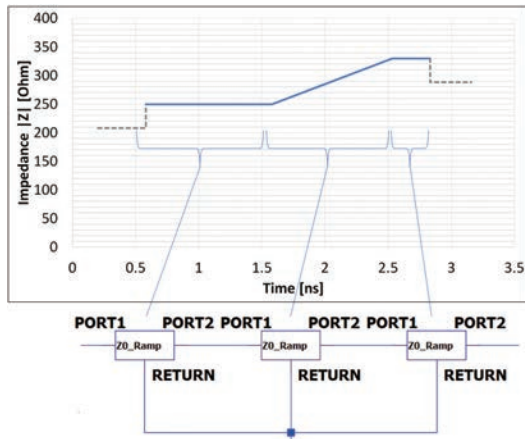


図7 注入・終端配線のシミュレーション回路表現

次にRGP～EGP間接続配線をモデル化する。実際に敷設しタイム・ドメイン・リフレクトメトリー（以下、TDR）計測を行ったところ、図8に示すように150～230Ωの山なりのインピーダンス特性であった。そこで、擬似伝送線路モデルを2ブロック使用して伝送線路を表現する。

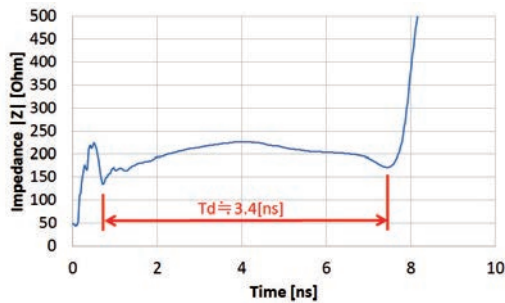


図8 RGP～EGP間接地ラインTDR計測結果

また、接地線からの電気力線を推測すると、図9のように下半分はRGPに・上半分はEGPに対して生じていると考えられることから、図10のようにそれぞれをリターン経路とする。

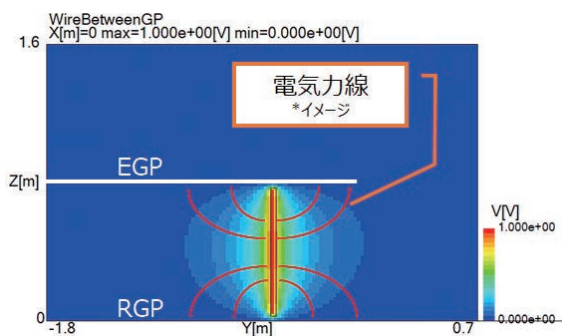


図9 接地ライン周辺の電気力線イメージ

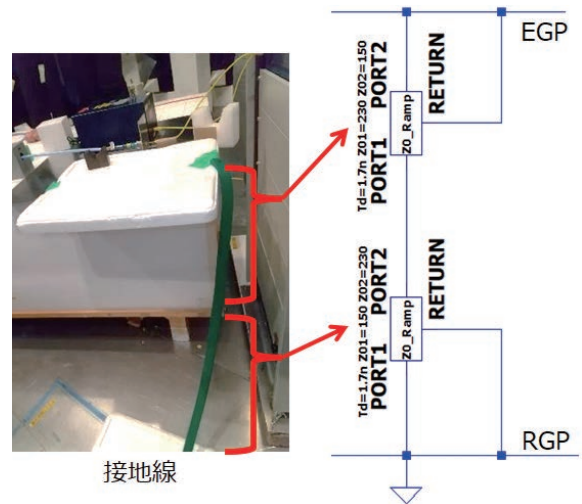


図10 接地ラインのシミュレーション回路表現

#### 4.4 試験系全体回路

前項までにモデル化した内容を盛り込み、試験系全体の回路としては図11のようになる。以降、実測とシミュレーションの比較を行いシミュレーションの妥当性を確認する。

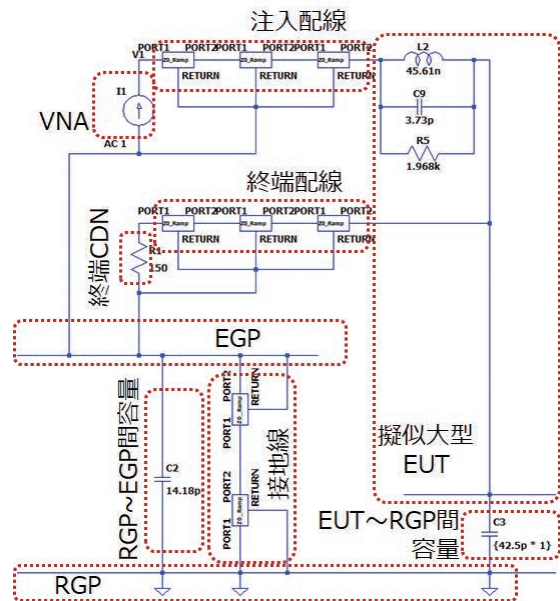


図11 シミュレーション回路

### 5. 検証

#### 5.1 シミュレーションおよび実測

ここでは、各種パラメータを変化させた場合のインピーダンス特性を採取・比較し、以下の検証を行う。

- ・シミュレーションと実測の相関性の確認
- ・インピーダンス特性の懸念点検討

### 5.1.1 EUT底面Plate面積による変化

EUT底面Plate面積の違いによりEUT底面～RGP間の浮遊容量成分が変化し、インピーダンス特性に影響する可能性を確認した。変化パラメータは以下EUT底面Plate数である。

【EUT底面Plate数】

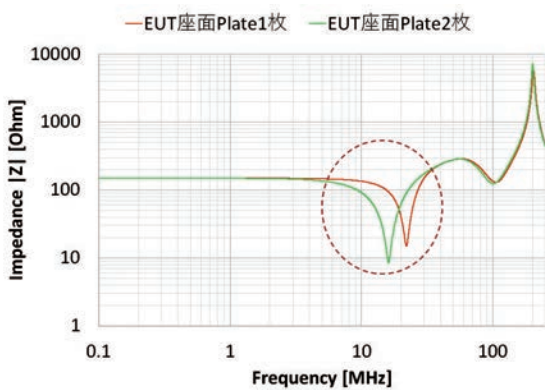
600mm × 800mm × 1枚 / × 2枚

【その他条件】

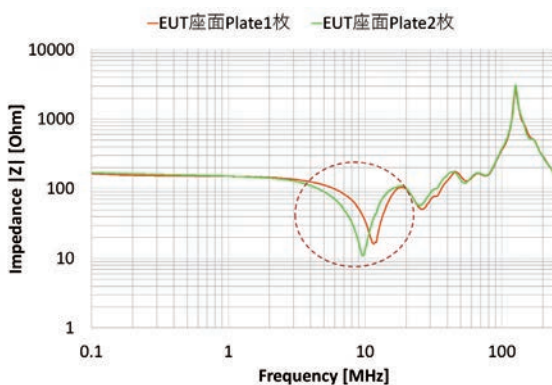
EGP: 1600mm × 800mm

接地線: 編組線1本

シミュレーションおよび実測の結果を図12に示す。周波数としては異なるものの、赤破線に示すインピーダンスの変化傾向が類似していることが分かる。また、インピーダンス特性にディップが認められ、過剰印加のリスクがあるといえる。



(a)シミュレーション



(b)実測

図12 インピーダンス特性  
～EUT底面Plate面積による変化～

### 5.1.2 接地態様による変化

接地態様の違いによりインダクタンス成分が変化し、インピーダンス特性に影響する可能性を確認した。変化パラメータは以下接地態様である。

【接地態様】

編組線1本

編組線2本

接地プレート

接地線なし

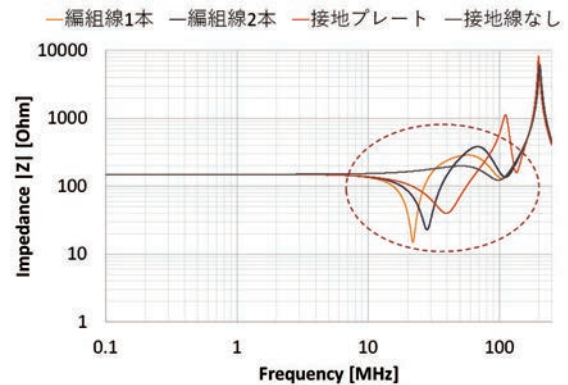
【その他条件】

EUT底面Plate数: 600mm × 800mm 1枚

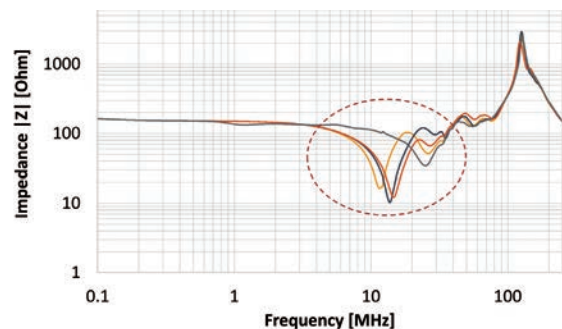
EGP: 1600mm × 800mm

シミュレーションおよび実測の結果を図13に示す。周波数としては異なるものの、赤破線に示すインピーダンスの変化傾向が類似していることが分かる。

また、接地線なしのシミュレーションを除きインピーダンス特性にディップが認められ、過剰印加のリスクがあるといえる。



(a)シミュレーション



(b)実測

図13 インピーダンス特性  
～接地態様による変化～

ここまで様々なパラメータを変化させた際のシミュレーションと実測を行った結果、以下を把握することが出来た。

- ・特定の周波数でインピーダンスのディップが生じ、ノイズが過剰印加されるリスクがある。
- ・インピーダンス特性に生じる変化の傾向がシミュレーションと実測で類似している。

これらよりEGPを用いた場合、インピーダンスディップの軽減が求められ、また当該ディップの発生原因を調査することに回路シミュレーションを適用可能であると判断した。

## 5.2 インピーダンスディップ原因調査

シミュレーションおよび実測ともに見られたインピーダンスディップについて原因調査を行う。要素を切り分けるべく、はじめに注入・終端配線部の要素を排除するためにシミュレーション上で配線長を1/1000としてインピーダンスをシミュレーションした。その結果、図14に示すとおり注入・終端配線長を1/1000とした場合でもインピーダンスディップが生じている。このことから注入・終端配線部ではなく、EUT～RGP～EGP間の経路での共振が生じているものと考えられる。

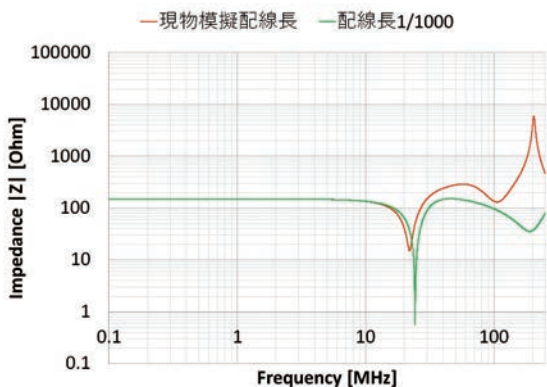


図14 インピーダンス特性(シミュレーション)  
～注入・終端配線長1/1000～

そこで、図15に示す青矢印間:EUT～EGP間インピーダンスおよび紫矢印間:RGP～EGP間インピーダンスのシミュレーションを行った。図16に示す通り、EUT～EGP間インピーダンス(青線)はディップを呈している一方RGP～EGP間(紫線)にはディップが見られない。ここか

ら、EUT～EGP間の経路に含まれる静電容量成分と接地ラインによる直列共振であると考えられる。インピーダンスディップを改善するためには、この直列共振を緩和することが必要だが、EUTの形状寸法により発生する静電容量を変化させることは難しい。そのため接地態様による改善を検討する。

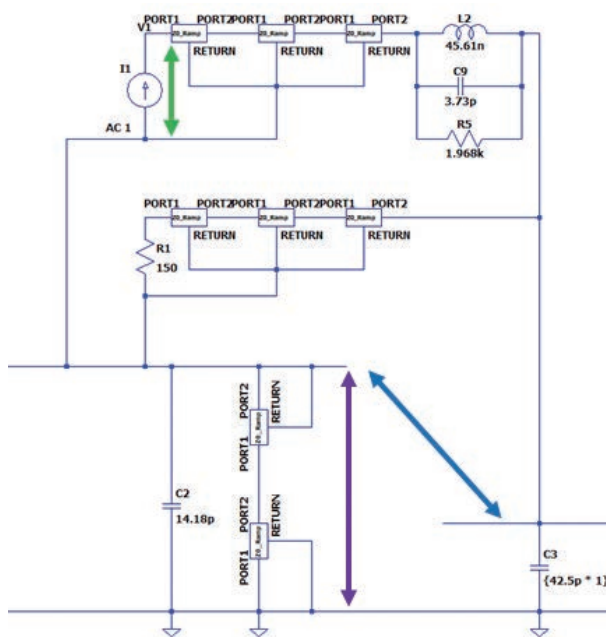


図15 各部インピーダンスシミュレーション

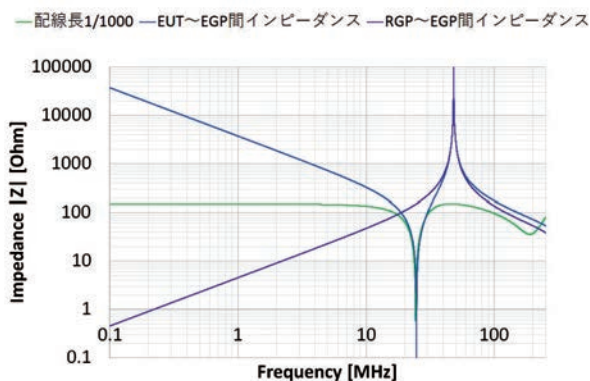


図16 インピーダンス特性(シミュレーション)  
～各部インピーダンス～

## 6. 改善提案

### 6.1 RGP～EGP間デカップリングによる効果

インピーダンスディップに対し、RGP～EGP間接地態様による改善を試みる。直列共振が原因であるので、接地箇所のインピーダンスを上昇させるべく図17のとおり入力ポート開放状態のCDN-M1を接続し、インダクタ

ンスを挿入する。実測の結果、図18に示すとおり接地なしと同程度まで改善できていることを確認した。

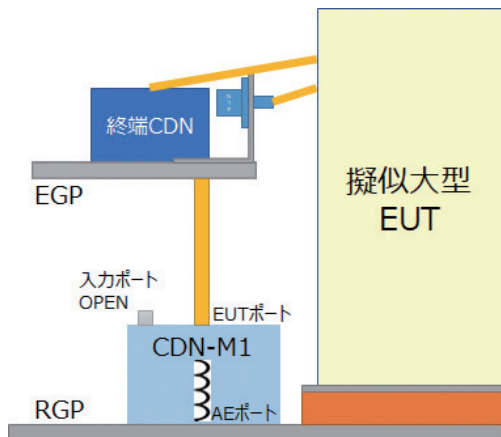


図17 接地CDN-M1挿入

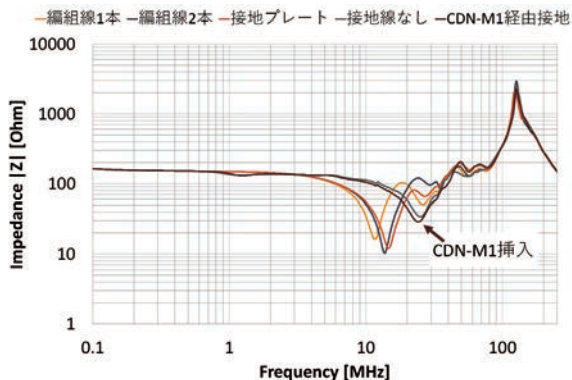


図18 接地CDN-M1挿入時インピーダンス特性  
～ショートEUT/底面Plate1枚～

## 6.2 安全面について

IEC61000-4-6(附属書F)では接地ラインを“安全上の理由で”必要であると述べていることから、安全面の考察を行う。CDN-M2等では、CDNに設けられた各ライン～筐体間の静電容量によりリーク電流が発生する。これを十分低インピーダンスでRGPへ逃がさなければEGPに電圧が発生し感電の恐れがある。そのため、RGP～EGP間接地ラインにCDN-M1を挿入しても感電の恐れがないことの確認が必要である。ここでは回路シミュレーションを用いて検証を行う。リーク電流の想定条件および許容値は以下の通りとする。

【リーク電流想定条件】

- ・ L相:240Vrms N相:0Vrms
- ・ 最高周波数:1000Hz

【許容値】

JIS C 62368-1:2018に定められるES1(クラス1電気エネルギー源)レベル<sup>[2]</sup>を準用する。以下の条件を満たす場合、危険な活電状態となる。

- ・ 予測接触電圧:30Vrms
- ・ タッチカレント:正弦波に対し0.5mArms

また、タッチカレントはIEC 60990の回路(規格内図4)<sup>[3]</sup>を回路シミュレータ上で挿入しシミュレーションした。その結果、図19に示すように予測接触電圧・タッチカレントともに許容値に対し十分に低い値となることを確認した。

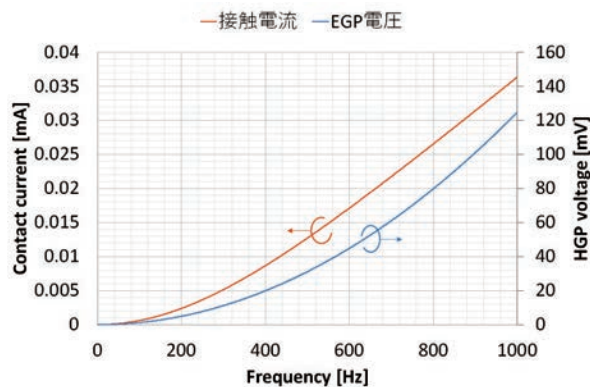


図19 EGP電圧・接触電流シミュレーション結果

以上より、安全観点でも接地ラインにCDN-M1を挿入することに問題はないことを確認した。

## 7. おわりに

擬似大型EUTに対しEGPを適用しIEC61000-4-6試験実施する場合において、RGP～EGP間の接地態様によりコモンモードインピーダンスが変化する要因を検証し、改善手法を検討・提案した。また、この改善手法が安全観点でも問題ないことを確認した。本内容は次回IEC61000-4-6改版時に提案を行う予定である。

## 参考文献

- [1] IEC 61000-4-6:2023.
- [2] JIS C 62368-1:2018.
- [3] IEC 60990:1999.



高倉 洋（たかくら ひろし）

## 略歴

- 2005年 舞鶴工業高等専門学校 専攻科  
建設・生産システム工学 卒業  
同年 株式会社堀場エステック入社  
マスフローコントローラの開発・設計・検証業  
務に従事
- 2018年 iNARTE EMC Engineer 取得
- 2019年 iNARTE Product Safety Engineer 取得  
四重極質量分析器の開発・設計・検証業務に  
従事、現在に至る
- 2022年 EMC Senior Design Engineer 取得

## 委員会等の動き(2023年12月～2024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(大阪大学)

[2023年度第2回研究専門委員会] 2023年12月21日(木) DKビル8階オフィス

1. KEC事務局交代連絡
2. 第27回KECテクノフォーラム状況報告
3. KEC状況報告(第14回光・電波フォーラム、次世代ワイヤレス技術講座等)

[第27回KECテクノフォーラムの開催] 2024年1月16日(火) オンラインセミナー

テーマ:「Society 5.0を実現するレーザー加工技術」

受講者:57名

No.	題 目	講 師	所 属
1	レーザー加工のサイバーフィジカルシステム	小林 洋平 氏	東京大学
2	超スマート社会(Society 5.0)実現に向けたフォトリック結晶レーザー技術の進展	野田 進 氏	京都大学

#### (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] 2024年1月26日(金) オンラインセミナー

受講者:25名

No.	題 目	講 師	所 属
5	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

#### (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)

[2月度WG] 2024年2月6日(火) オンライン会議

1. 2024年KECセミナー企画検討(日程、テーマ、講師等)
2. KEC状況報告(第27回KECテクノフォーラム、次世代ワイヤレス技術講座)

[2024年KECセミナーの企画]

日 程:2024年7月12日(金)

場 所:オンライン開催

テーマ:「未来を創るAI ビジョンと挑戦」～生成AI・ロボティクス・機械学習・画像解析の最新動向～

#### (4) 光・電波技術融合企画WG 主査 永妻 忠夫(大阪大学)

[12月度WG] 2023年12月12日(火) DKビル8階オフィス

1. KEC事務局交代連絡

2. 第14回光・電波フォーラム実施報告
3. 第15回光・電波フォーラム企画検討(テーマ、講師について)
4. KEC状況報告(第27回KECテクノフォーラム)

[2月度WG] 2024年2月16日(金) オンライン会議

1. KEC状況報告(第27回KECテクノフォーラム、次世代ワイヤレス技術講座)
2. 2024年KECセミナー状況報告
3. 第15回光・電波フォーラム企画検討(テーマ、講師について)

## ◇◇◇◇◇ EMC専門委員会活動 ◇◇◇◇◇

### (1) EMC専門委員会 委員長 和田 修己(名古屋工業大学)

[2023年度第2回EMC専門委員会] 2024年1月17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、2024年度WGテーマ起案状況)
- (2) 各WG主査からの報告
  - ・2023年度の活動状況(進捗・費用等)
  - ・2024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
- (4) 今後のWG活動について

### (2) EMCラウンドロビンテストWG 主査 橋本 寛次(株式会社リケン環境システム)

[12月度WG] 2023年12月5日(火) DKビル8階オフィス+オンライン会議

1. 10月度実験結果考察
2. 今後の予定検討

[2月度WG] 2024年2月6日(火) DKビル8階オフィス+オンライン会議

1. HQ会議報告
2. 実験計画検討

[2月度WG(実験)] 2024年2月15日(木)、16日(金) コーセルR&Dセンター+オンライン会議

1. ループアンテナ測定における測定条件(フェライトコアの有無/間隔/種類等)による影響確認(測定サイト追加)

[2月度WG(実験)] 2024年2月29日(木)、3月1日(金) ローランド都田試験センター+オンライン会議

1. ループアンテナ測定における測定条件(フェライトコアの有無/間隔/種類等)による影響確認(測定サイト追加)

## センターニュース

### (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] 2023年12月14日(木) オンライン会議

- 11月度実験結果報告
- 1月度実験計画検討
- 学会発表準備状況報告
- 今後の予定検討

[1月度WG (実験)] 2024年1月17日(水)、18日(木) ADOX福岡+オンライン会議

1. ALSE法 (アンテナ照射法) とRC法 (リバブレーションチャンバー法) の比較
2. BCI法 (ハーネス励磁法) におけるワイヤーハーネスへの注入方法の違いによる効果検討

[EMCJ発表] 2024年1月19日(金) 熊本市民会館

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 (その2) ~ワイヤーハーネスとグラウンドプレーンの影響についての考察~	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

[2月度WG] 2024年2月9日(金) オンライン会議

1. 高周波回路シミュレータ (QucsStudio) の使い方解説
2. BCI法実験データまとめの担当選出

[2月度WG] 2024年2月28日(水) DKビルA会議室+オンライン会議

1. 実験データ整理
2. Sharedミーティング資料準備
3. 2024年度活動に向けた希望調査

### (4) 新規EMC規格対応WG 主査 石原 悠司 (株式会社ノイズ研究所)

[12月度WG] 2023年12月20日(水) DKビルA会議室+オンライン会議

1. 2024年度テーマ検討
2. 勉強会
  - ・ ESD試験規格の放電電流波形の変遷とその背景及び規格改正における審議
  - ・ IEC 61000-4-6の新版及びIEC 61000-4シリーズの連続波妨害関連規格の最新動向の紹介

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

[1月度WG (実験)] 2024年1月19日(金) KECけいはんな試験センター+オンライン会議

1. パワエレ機器における磁界エミッション (30MHz以下) の影響調査 (追加実験)
  - ・ 負荷線、筐体の影響調査
  - ・ シミュレーション用データ取得 (Sパラメータ測定)



**(6) EMC欧米規格 調査出版WG** 主査 白井 崇 (ヤマハ株式会社)

[1月度WG] 2024年1月18日(木) DKビル8階オフィス+オンライン会議

1. 情報共有 (国際関係、EU関係、米州関係)
2. EMCC技術講演会参加報告
3. FCC規格翻訳作業について

[2月度WG] 2024年2月22日(木) DKビル8階オフィス+オンライン会議

1. FCC規格翻訳作業

**(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] 2023年12月5日(火) DKビル8階オフィス+オンライン会議

1. 情報共有 (中国、台湾、韓国、インド、タイ、日本)
2. マレーシア現地調査報告

[2月度WG] 2024年2月6日(火) DKビル8階オフィス+オンライン会議

1. 情報共有 (中国、韓国、インド、エジプト、日本等)
2. 2024年度活動案報告

**(8) EMC関西企画WG**

[12月度WG] 2023年12月25日(月) DKビル8階オフィス

1. 第28回EMC関西2023開催報告
2. 第29回EMC関西2024講演テーマ検討

**(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] 2023年12月8日(金) オンラインセミナー

受講者:21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] 2023年12月20日(水) オンラインセミナー

受講者:22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

## センターニュース

[設計者向けEMC技術講座第10講の開催] 2024年1月19日(金) オンラインセミナー

受講者:19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 金子 俊之 氏	株式会社東陽EMC エンジニアリング 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] 2024年2月7日(水) オンラインセミナー

2024年2月13日(火)、14日(水)

ローデ・シュワルツ・ジャパン

受講者:23名(講義)、20名(実習)

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5回KEC製品安全フォーラムの開催] 2024年2月21日(水) グランフロント大阪ナレッジキャピタル  
+オンライン

テーマ:「製品のデジタル化に伴う製品安全確保の新たな潮流」

受講者:130名

No.	題 目	講 師	所 属
1	[基調講演] 製品安全行政の概要と今般の動向	神沢 吉洋 氏	経済産業省
2	製品のIoT化に係る電気用品安全法の技術基準解釈	住谷 淳吉 氏	一般財団法人 電気安全環境研究所
3	製品事故の現状とリスクアセスメント	酒井 健一 氏	独立行政法人 製品評価技術基盤機構
4	欧州デジタル規制と製品安全規格	神余 浩夫 氏	三菱電機株式会社

[製品安全基本教育講座第4講の開催] 2023年12月1日(金) オンラインセミナー

受講者:21名

No.	題 目	講 師	所 属
4	機器別IEC規格要求:IT機器 (IEC 60950)	柴田 恵 氏	IEC TC108 HBSDT エキスパート

[製品安全基本教育講座第5講の開催] 2023年12月22日(金) オンラインセミナー

受講者:24名

No.	題 目	講 師	所 属
5	機器別IEC規格要求:AV・IT・CT機器 (IEC 62368-1)	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] 2024年2月2日(金) オンラインセミナー

受講者:19名

No.	題 目	講 師	所 属
6	機器別IEC規格要求:電化機器 (IEC 60335)	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] 2023年12月14日(木) オンライン会議

1. 勉強会
  - ・ PythonとR言語の比較
  - ・ 確率分布について
2. 2024年度事業計画について

[1月度定例会] 2024年1月11日(木) 大学共同利用施設UNITY

1. 今後の運営について
2. 勉強会
  - ・ ベイズ推論に基づく信頼性・保全性解析

[2月度定例会] 2024年2月8日(木) オンライン会議

1. 前回勉強会「ベイズ推論に基づく信頼性・保全性解析」の内容復習

**(3) 安全規格分科会** 主査 後藤 英二 (パナソニック株式会社)

[1月度定例会] 2024年1月24日(水) オンライン会議

1. トピックス:一般財団法人日本ガス機器検査協会 (JIA) 大阪検査所紹介
2. 調査・研究テーマ報告
  - ・ UL認証登録等の不正行為について
3. IEC 62368-1試験手引書策定について
4. 2024年度事業計画について

**(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] 2023年12月27日(水) オンライン会議

1. 各委員からの情報共有
  - ・ FDA Notice No.50失効対応について

## センターニュース

- ・リン系難燃剤の難燃メカニズム解析について
- ・近年のリコール案件紹介
- ・制御システムのセキュリティリスク分析ガイド第2版紹介等

### 2. 2024年度事業計画について

[1月度定例会] 2024年1月17日(水) DKビル8階オフィス

1. 各委員からの情報共有
  - ・製品安全設計基準の運用について
  - ・ソフトウェアのリスク低減効果/機能安全とリスクアセスメント/セキュリティリスクにおける脅威について
  - ・計測機器のR-Map利用について

## ◇◇◇◇◇ iNARTE/Japan専門委員会活動 ◇◇◇◇◇

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

[2023年度第4回会議] 2024年1月31日(水) オンライン会議

1. KEC主導試験監督検討
2. 2023年度第2回EMC設計技術者資格試験（'24/1/26）実施報告
3. 資格試験制度に関する議論
4. Associate資格運用確認

### (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] 2024年2月2日(金) DKビル8階オフィス+オンライン会議

1. 2023年度EMC講習会/EMC資格試験実施報告
2. 2024年度EMC講習会/EMC資格試験予定報告
3. Associate資格紹介

## ◇◇◇◇◇ 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)

[2023年度第2回EMC設計技術者資格試験の実施] 2024年1月26日(金) オンライン試験

受験者:44名 (標準:41名、シニア:3名)

# 「第5回KEC製品安全フォーラム」を終えて <テーマ：製品のデジタル化に伴う製品安全確保の新たな潮流>

2024年2月21日(水)に、第5回KEC製品安全フォーラムを開催しました。初めての試みでリアル会場とZoomオンライン併用のハイブリッド形式で開催しました。リアル会場受講者45名、オンライン受講者85名と、全国から多くの方にご参加をいただきました。昨今、IoT化、AI搭載により製品のデジタル化が進み製品が多様多様になってきています。このような状況下で、製品安全の確保をどのように取り組むかを考えていただくために、今回のフォーラムでは、各分野の第一線で活躍の講師を迎えてご講演いただきました。

基調講演では経済産業省 製品安全課 神沢吉洋様から「製品安全行政の概要と今般の動向」と題して、製品安全4法、重大製品事故とリコール、インターネット取引、技術基準等の見直し等の製品安全行政をわかりやすくご説明いただきました。一般財団法人電気安全環境研究所の住谷淳吉様から、「製品のIoT化に係る電気用品安全法の技術基準解釈」と題して、2023年に発行されたIoTガイドラインに即して電気用品安全法の技術基準解釈をご説明いただきました。独立行政法人 製品評価技術基盤機構の酒井健一様から「製品事故の現状とリスクアセスメント」と題して、製品事故の未然防止の観点から、国内外での製品事故の実態と製品事故リスクを許容可能なレベルとするリスクアセスメント手法を解説いただきました。三菱電機株式会社 神余浩夫様から「欧州デジタル規制と製品安全規格」と題して、EUの機械指令(Machinery Directive)が機械規則(Machinery Regulation)に格上げされ2027年には強制発効される状況やこれらに関する技術法規を解説していただきました。

会場参加、オンライン参加の受講者を含めて活発な議論がなされ、受講者から製品安全を考える上で非常に参考となるとの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は厚く御礼申し上げます。



リアル会場の様子



講演者

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：製品安全行政の概要と今般の動向」 経済産業省 商務情報政策局 産業保安グループ 製品安全課	神沢 吉洋 氏
②「製品のIoT化に係る電気用品安全法の技術基準解釈」 一般財団法人電気安全環境研究所	住谷 淳吉 氏
③「製品事故の現状とリスクアセスメント」 独立行政法人製品評価技術基盤機構	酒井 健一 氏
④「欧州デジタル規制と製品安全規格」 三菱電機株式会社	神余 浩夫 氏

## 精華町立精華西中学校「施設見学」を終えて

試験事業部

2月2日に精華町立精華西中学校1年生の生徒7名が、けいはんな試験センター E1棟に「施設見学」のため来所されました。

精華西中学校のキャリア教育の一環として、生徒が「関西文化学術研究都市」内で事業を行っている研究所や事業所の施設の概要を理解し、文化・学術・研究・産業への興味や関心を深めるとともに、生活している地域を見直し、働いている人々や施設のすばらしさを知ることが目的です。

当日は、KECの事業概要や、日常生活で無意識に多くの電波を使用していることを説明し、実際に電子レンジから発射される電波をスペクトラムアナライザで見いただきました。その後、けいはんな試験センター E1棟内の3m電波暗室の見学を行い、電波暗室の扉を完全に閉めると電波が届かなくなることや、回転台に家電製品を設置して発射される電磁波を見ることで、電波暗室で何を測定しているのかを体験していただきました。

見学後、KECウェブサイトを見た際の質問も含め、働く楽しさ、この仕事に就いた理由や今後の目標等の質問に回答し見学会を終えました。生徒7名はとても素直で明るく元気で、質問をする生徒も多く、意識の高さに驚かされました。

3月に施設見学の学習発表会がプレゼンと新聞の形式で、精華西中学校で開催されました。今後も地域社会への貢献活動として、これらの活動にも対応してまいります。



事業概要を説明している様子



3m電波暗室での測定体験の様子

## 出版物のご案内

### ◆ 不要輻射ハンドブック FCC規格集 2023年版 FCC Part2/Part15/Part18/MP-5(対訳版)

2020年以降、2023年4月までに追加/改訂されたFCC Part2、Part15、Part18とPart18が引用しているMP-5(測定法)の英語/日本語対訳版で、Wi-Fi 6E関連等が主な追加部分です。

価 格	会員 42,900円(本体価格 39,000円) 非会員 56,100円(本体価格 51,000円)
発 行 日	2024年3月14日
体 裁	A4判 598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、GLONASS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

### ◆ 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

### ◆ 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



## 出版物のご案内

### ◆ 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

### ◆ 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 - (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

## 出版物のご案内

### ◆ 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	

### 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 書籍問い合わせ窓口  
E-mail: publication01@kec.jp TEL: 0774-29-9041

## 【正 会 員】 172社

株式会社アート1	京都電測株式会社
アール・ビー・コントロールズ株式会社	株式会社きんでん
アイコム株式会社	株式会社クボタ
株式会社アイシン	株式会社ケーイーアイシステム
愛知時計電機株式会社	株式会社小糸製作所
IDEC株式会社	株式会社高工社
株式会社アイピーエス	コーセル株式会社
飛鳥メディカル株式会社	コーンズ テクノロジー株式会社
株式会社アドバンテスト	株式会社コスモス・コーポレーション
アメテック株式会社	国華電機株式会社
アルプスアルパイン株式会社	株式会社コベルコ科研
アンシス・ジャパン株式会社	株式会社サワーコーポレーション
株式会社イー・エム・シー・ジャパン	株式会社三社電機製作所
株式会社イー・オータマ	株式会社サン・テクトロ
株式会社イシカワ	サンデン株式会社
インターテックジャパン株式会社	株式会社サンフレム
株式会社インタフェース	株式会社GSユアサ
株式会社ウインブルヤマグチ	株式会社島津製作所
株式会社Wave Technology	株式会社シマノ
EIZO株式会社	シャープ株式会社
エイミック株式会社	Joyson Safety Systems Japan合同会社
株式会社エスアンドエー	新コスモス電機株式会社
エスペック株式会社	真生印刷株式会社
株式会社エヌエフ回路設計ブロック	スペクトロニクス株式会社
合同会社NKYM	住友精密工業株式会社
株式会社エフ・エム・アイ	セイコーエプソン株式会社
株式会社エム・システム技研	星和電機株式会社
株式会社エンベデッドテクノロジー	象印マホービン株式会社
オーエムプランニング株式会社	双信電機株式会社
株式会社大阪サイレン製作所	ソリッド株式会社
沖エンジニアリング株式会社	ゾンデックス株式会社
株式会社オートネットワーク技術研究所	タイガー魔法瓶株式会社
オムロン株式会社	ダイキン工業株式会社
株式会社オリエントマイクロウェーブ	ダイハツ工業株式会社
オリジン工業株式会社	株式会社ダイヘン
加賀FEI株式会社	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
加美電子工業株式会社	株式会社竹中製作所
関西ガスメータ株式会社	タチバナテクノス株式会社
キーサイト・テクノロジー株式会社	株式会社ダックス
菊水電子工業株式会社	多摩川精機株式会社
北川工業株式会社	株式会社テイ・アイ・シイ
キヤノン株式会社	TOA株式会社
株式会社キューセス	ディーシージェイ株式会社
株式会社共進電機製作所	TDK株式会社
株式会社京都科学	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	ビューローベリタスジャパン株式会社
株式会社デバイス	フィトンチッドジャパン株式会社
テュフ ラインランド ジャパン株式会社	富士インバルス株式会社
テュフズードジャパン株式会社	富士フィルム ビジネス イノベーション株式会社
寺崎電気産業株式会社	船井電機株式会社
株式会社テラモト	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
株式会社デンケン	プライムアースEVエナジー株式会社
株式会社電研精機研究所	フリーユ株式会社
株式会社デンソー EMCエンジニアリングサービス	古野電気株式会社
株式会社デンソーテン	株式会社放送通信機器
東海電装株式会社	北陽電機株式会社
東洋ガスメーター株式会社	ホシデン株式会社
株式会社東陽テクニカ	星野楽器株式会社
東洋メディック株式会社	株式会社ホタルクス
株式会社トーキンEMCエンジニアリング	ポッシュ株式会社
株式会社トータス	株式会社堀場製作所
株式会社トーヨーコーポレーション	株式会社ミクニ
株式会社戸上電機製作所	三菱重工業株式会社
ナブテスコ株式会社	三菱電機株式会社
ニチコン株式会社	三菱ロジスネクスト株式会社
NISSHA株式会社	村田機械株式会社
日新電機株式会社	株式会社村田製作所
日本オートマティック・コントロール株式会社	矢崎総業株式会社
日本航空電子工業株式会社	株式会社安川電機
日本シールドエンクロージャー株式会社	ヤマトクリエイイト株式会社
日本ジッパーチュービング株式会社	ヤマハ株式会社
日本電音株式会社	山本電機工業株式会社
日本電子株式会社	株式会社山本電機製作所
日本特殊陶業株式会社	ヤンマーホールディングス株式会社
株式会社ニューライトポタリー	株式会社UL Japan
任天堂株式会社	ラトックシステム株式会社
ネクステム株式会社	株式会社リード
株式会社ノイズ研究所	株式会社リケン環境システム
パーソル エクセル HR パートナーズ株式会社	株式会社LIMNO
株式会社ハイレックスコーポレーション	レシップ株式会社
白光株式会社	株式会社レスターコミュニケーションズ
パナソニック ホールディングス株式会社	ローデ・シュワルツ・ジャパン株式会社
浜松ホトニクス株式会社	ローム株式会社
株式会社ピーマックス	ローランド株式会社
有限会社光電子設計	ローランド ディー . ジー 株式会社
日立 Astemo 阪神株式会社	ワイエイシイエレックス株式会社

## 【賛助会員】 39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 一般財団法人直轄情報・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 名古屋市工業研究所 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】 40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 オムロン阿蘇株式会社 オムロンヘルスケア株式会社 株式会社キューヘン 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 株式会社GSユアサライティングサービス 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 三菱電機ディフェンス&スペーステクノロジー株式会社 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。

# 2024年度 KEC行事予定

2024年4月

月	日	曜日	行事名	備考(会場等)
2024年 5	16 17 23	木 金 木	第274回理事会 次世代ワイヤレス技術講座① 2024年度第1回EMC設計技術者講習会①	オンライン開催 オンライン開催
6	6 13 14 20 24 25 27	木 木 金 木 月 火 木	iNARTE EMC講習会① iNARTE EMC講習会② 第65回通常総会 iNARTE EMC講習会③ iNARTE PS受験講習会① iNARTE PS受験講習会② iNARTE EMC講習会④ 2024年度第1回EMC設計技術者講習会②、③	オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催(2日)
7	4 10 12 19	木 水 金 金	iNARTE EMC講習会⑤ iNARTE EMC講習会⑥ KECセミナー 次世代ワイヤレス技術講座② 設計者向けEMC技術講座①、②	オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催(2日)
8	23 30	金 金	2024年度第1回EMC設計技術者資格試験 iNARTE PS資格試験 設計者向けEMC技術講座③ 製品安全基本教育講座①	オンライン試験 オンライン試験 オンライン開催 オンライン開催
9	20	金	次世代ワイヤレス技術講座③ 設計者向けEMC技術講座④ 製品安全基本教育講座②	オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催
10	3 10 17 23 24 25	木 木 木 水 木 金	第204回運営部会 2024年度第1回アドバイザー委員会 第275回理事会 EMC試験法講習会(実習:車載機器コース) EMC試験法講習会(座学) EMC試験法講習会(実習:民生機器コース) EMC関西2024 設計者向けEMC技術講座⑤ 製品安全基本教育講座③ 2024年度第2回EMC設計技術者講習会①	けいはんな試験センター けいはんなプラザ(予定) けいはんな試験センター ハイブリッド開催(会場未定) オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催
11	15	金	次世代ワイヤレス技術講座④ 設計者向けEMC技術講座⑥、⑦ 製品安全基本教育講座④ 光・電波フォーラム iNARTE EMC資格試験 2024年度第2回EMC設計技術者講習会②、③	オンライン開催 オンライン開催(2日) オンライン開催 オンライン開催 オンライン試験 オンライン開催(2日)
12月 12月			設計者向けEMC技術講座⑧、⑨ 製品安全基本教育講座⑤	オンライン開催(2日) オンライン開催
2025年 1 1月 1月 1月	8 17 21	水 金 火	関西電子業界新年賀詞交歓会 次世代ワイヤレス技術講座⑤ 2024年度第2回EMC設計技術者資格試験 設計者向けEMC技術講座⑩ 製品安全基本教育講座⑥ KECテクノフォーラム	NCB会館(予定) オンライン開催 オンライン試験 オンライン開催 オンライン開催 オンライン開催
2月 2月 2月			設計者向けEMC技術講座⑩ 設計者向けEMC技術講座⑩(実習) KEC製品安全フォーラム	オンライン開催 東京(予定) ハイブリッド開催(会場未定)
3	6 13 21 21	木 木 金 金	第205回運営部会 2024年度第2回アドバイザー委員会 第276回理事会 次世代ワイヤレス技術講座⑥	オンライン開催

K E C 情 報 No. 269

2024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 将文(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	時岡 秀忠 竹下 伸夫 岸本 隆 奥野 美郷
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