2020 OEGセミナー

車載EMCにおける磁界領域の信頼性確保

～磁界領域試験のポイント～

2020年11月6日

沖エンジニアリング株式会社
EMC事業部
山本　直樹

© Copyright 2020 Oki Engineering Co., Ltd.

目　次

1　EMCと磁界
1.1　EMCとは
1.2　磁界とは
1.3　車載EMCにおける磁界の影響
1.4　磁界の人体への影響
1.5　次世代自動車と磁界試験の今後
2　磁界試験の項目と周波数範囲
3　磁界領域のエミッション試験
3.1　放射エミッション(13.3cmループアンテナ)
3.2　放射エミッション(60cmループアンテナ)
3.3　人体暴露
4　磁界領域のイミュニティ試験
4.1　2種類のコイルの特徴
4.2　2種類のコイル磁界分布
5　まとめ

© Copyright 2020 Oki Engineering Co., Ltd.

1.1　EMCとは

EMC試験とは

- EMC：電磁的両立性（Electromagnetic Compatibility）
  - エミッション　：電磁妨害（EMI：Electromagnetic Interference ）
    ⇒ 電子機器から発生したノイズが、他に影響を与えること
  - イミュニティ：電磁耐性（EMS：Electromagnetic Susceptibility）
    ⇒ 外部からのノイズで、電子機器が影響を受けること

電磁波試験には「電界」と「磁界」の２つの試験があり、
本セミナーでは「磁界」のご紹介をいたします

© Copyright 2020 Oki Engineering Co., Ltd.

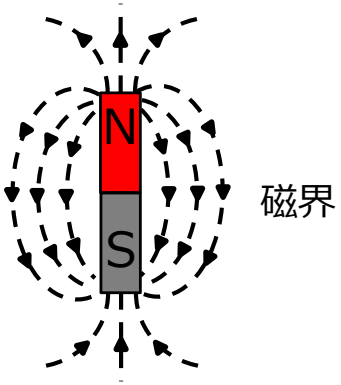
1.2　磁界とは

磁界とは、空間に磁力の力が働いている状態であり、電流が大きいほど強くなる

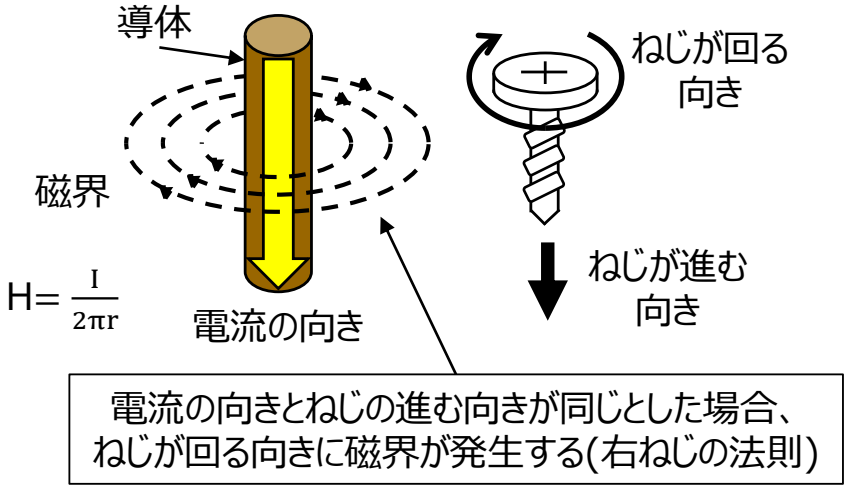
磁界

- 空間に磁力が働いている状態
- 磁石の周りや、電流が流れている導体の周りに発生する
- 磁界の強さは、電流が大きいほど強い
- 使用するアンテナはループアンテナとなる
- 単位はA/m(磁界強度)、T(磁束密度、テスラ)が主に使用される

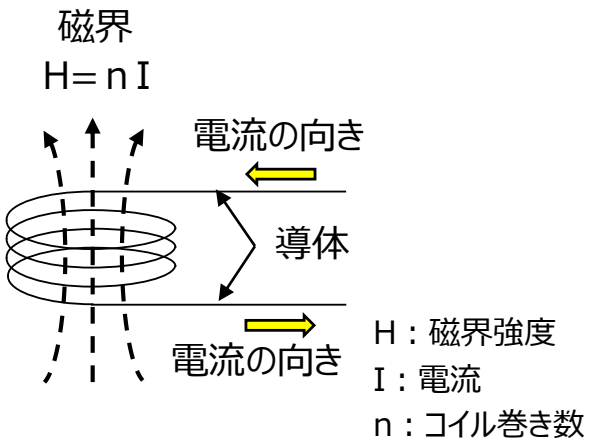
【磁石より発生する磁界】



【導体に流れる電流より発生する磁界】



【コイル(ループアンテナ)より発生する磁界】



磁界の強さは電流が重要なパラメータとなる

© Copyright 2020 Oki Engineering Co., Ltd.

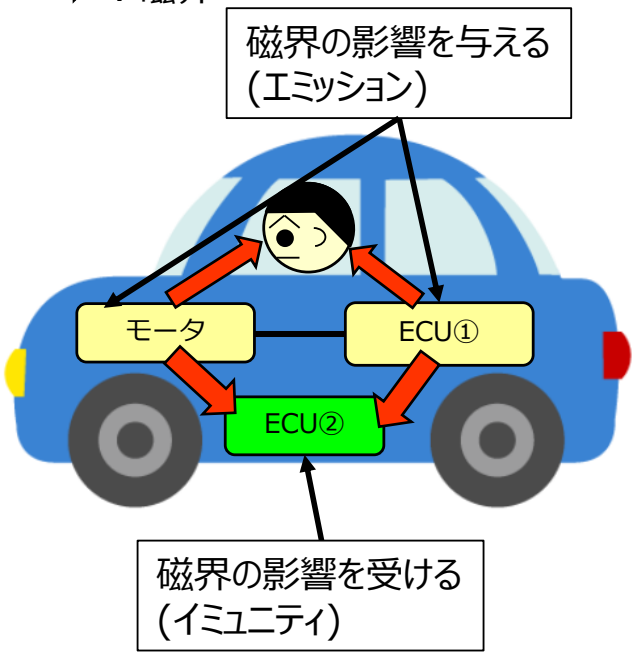
1.3　車載EMCにおける磁界の影響

- **車載電装製品全般が対象**(モータやECU等)
  (特に磁界の特性を利用する部品(電流検出用のホール素子等)を搭載している製品)
- **製品単体及びそのハーネスが評価対象**
- **大電流を流す部品はシステム全体として評価する必要がある**

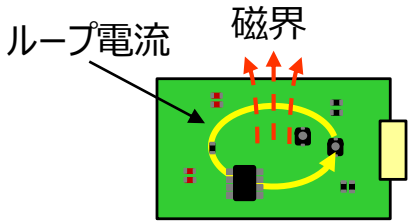
【磁界影響のイメージ図】

ECU：Electronic Control Unit
(電子制御装置)

➡：磁界

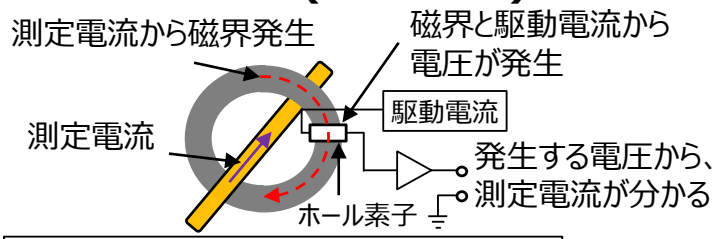


【基板から発生する磁界】



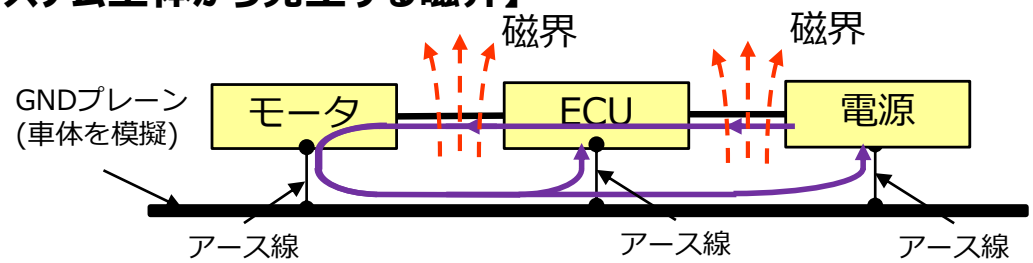
電流は必ず出た所に戻る
⇒電流ループができる⇒磁界発生

【ホール素子の例(電流センサ)】



他から発生する磁界の影響
⇒電流検出機能に影響⇒誤作動

【システム全体から発生する磁界】



GNDプレーンを介し、コモンモード電流が流れる
⇒大きなループ電流が発生　⇒磁界が発生

© Copyright 2020 Oki Engineering Co., Ltd.

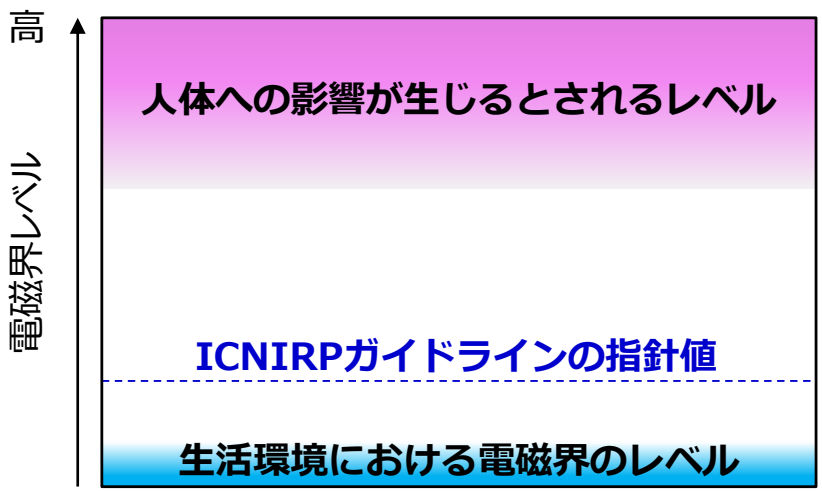
1.4　磁界の人体への影響

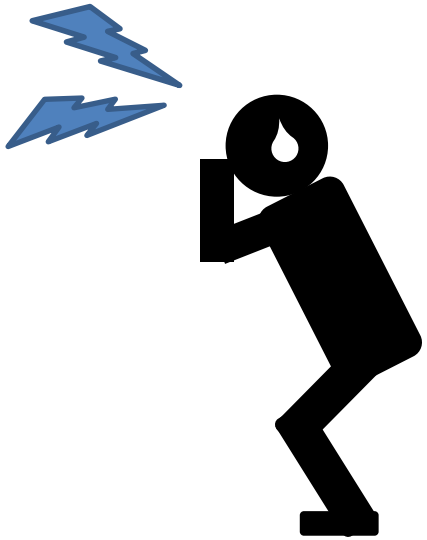
- **非常に強い電磁界に人体が暴露されると、健康影響が生じる恐れがある**
- **人体暴露制限の目安として、ICNIRPがガイドラインの指針値を公表している**
- **ICNIRPガイドライン指針値を基に、規制が行われている**

非常に強い電磁界の人体への影響

- 静電磁界(0Hz)：不快感や痛み、めまいや吐き気
- 10MHzまで：神経や筋に影響を及ぼす「刺激作用」⇒網膜におきる閃光現象等
- 100kHz以上：温度を上昇させる「熱作用」⇒熱に敏感な組織(眼・睾丸等)に熱的損傷

【日本の生活環境中の電磁界レベル】





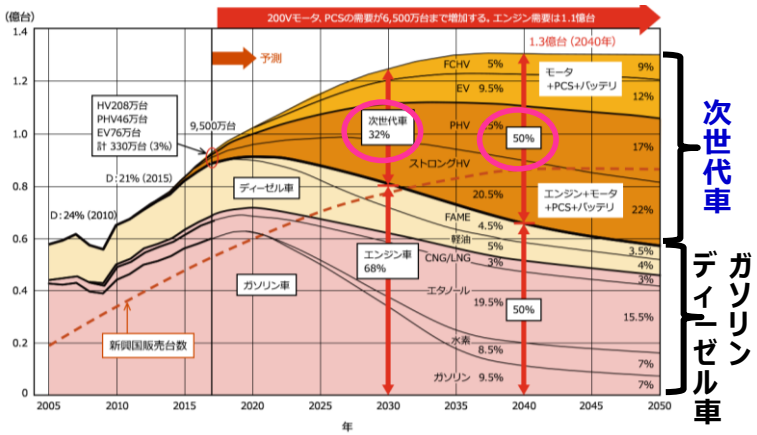
人に近接する製品は特に影響確認が必要

© Copyright 2020 Oki Engineering Co., Ltd.

1.5　次世代車と磁界試験の今後

- EV/HVは、大電流を流すモータやインバータ等の部品が搭載されている
- 年々EV/HVの市場割合は増えている
- 将来的には急速EV充電スタンドやワイヤレス給電の普及により磁界影響確認が増える可能性がある

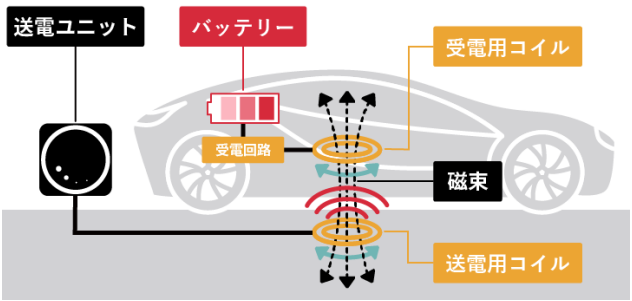
【EV/HV等販売台数推移】



※PwC Japan Group
自動車の将来動向：EVが今後の主流になりうるのか より抜粋

【磁界試験の受託数推移】

【ワイヤレス給電システム】



※Technology Geeksより抜粋

EV：Electric Vehicle（電気自動車）
HV：Hybrid Vehicle（ハイブリッド自動車）

磁界影響を確認する試験の需要が増えている

© Copyright 2020 Oki Engineering Co., Ltd.

2　磁界試験の項目と周波数範囲

・エミッションは軍事・民生機器の規格を参考に実施
・イミュニティは車載用電子機器の国際規格がある

CISPR：国際無線障害特別委員会　　MIL-STD-461G：米軍国防総省インターフェース規格
ICNIRP：国際非電離放射防護委員会　　ISO：国際標準化機構

分類	試験項目	参照規格	周波数	電界　or　磁界
エミッション	放射エミッション	CISPR25	150kHz～2.5GHz	電界
	放射エミッション	**MIL-STD-461G　RE101**	**30Hz～100kHz**	**磁界**
	放射エミッション	**CISPR25(CISPR16-2-3)**	**9kHz～30MHz**	**磁界**
	人体暴露	**IEC62311(ICNIRP)**	**1Hz～400kHz**	**磁界**
イミュニティ	ALSE法 アンテナ照射法	ISO11452-2	80MHz～18GHz(OEG設備は6GHzまで)	電界
	TEMセル法	ISO11452-3	10kHz～400MHz(10kHz～400MHz)	電界
	ストリップライン法	ISO11452-5	10kHz～400MHz	電界
	低周波数磁界	**ISO11452-8**	**DC、15Hz～150kHz**	**磁界**
	可搬型送信機法	ISO11452-9	26MHz～5.85GHz	電界

電磁界の種類	静電磁界	超低周波磁界	中間周波電磁界	高周波電磁界		
周波数	0(DC)	0～300Hz	300Hz～10MHz	10MHz～300MHz	300MHz～3GHz	3GHz～3000GHz
車載EMC試験の適用範囲	↔ 磁界		↔	電界	↔	

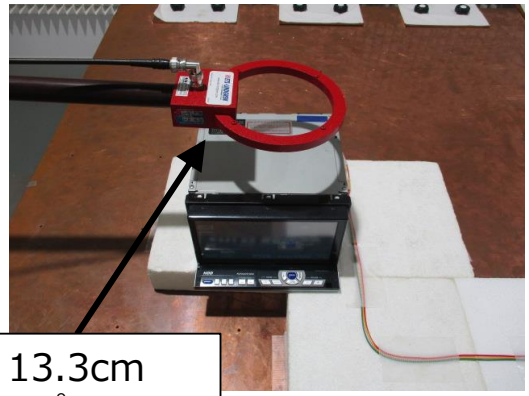
© Copyright 2020 Oki Engineering Co., Ltd.

3　磁界領域のエミッション試験

・**MIL-STD-461G参照**　⇒供試品、ハーネスから磁界を測定
・**CISPR25(CISPR16-2-3)参照**⇒供試品、ハーネス、負荷を含めたシステムから発生する磁界を測定
・**IEC62311(ICNIRP)参照**　⇒人体への影響度確認

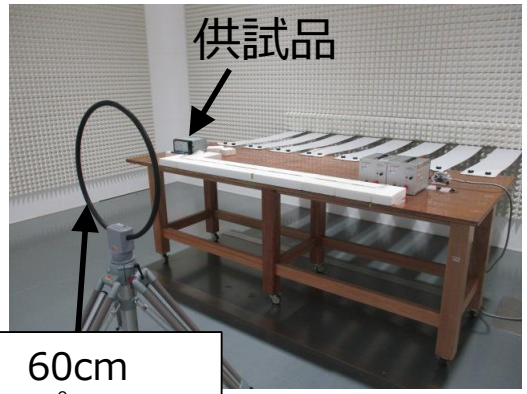
試験項目	参照規格	周波数	使用アンテナ	アンテナ位置
放射エミッション	MIL-STD-461G RE101	30Hz～100kHz	13.3cmループアンテナ	供試品、ハーネスから7cmの位置で測定
放射エミッション	CISPR25(CISPR16-2-3)	9kHz～30MHz	60cmループアンテナ	ハーネスから100cmの位置で測定
人体暴露	IEC62311(ICNIRP)	1Hz～400kHz	100cm^{2}等方性アンテナ	供試品、ハーネスから0cmの位置で測定

【参照規格：MIL-STD-461G】



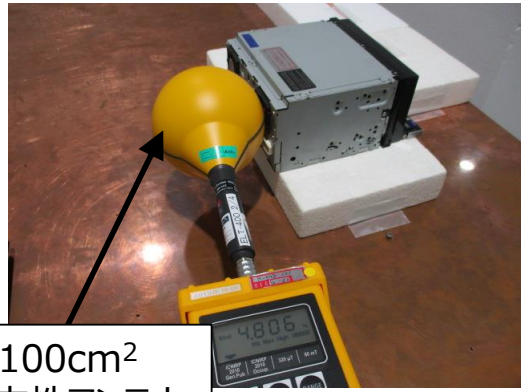
13.3cm
ループアンテナ

【参照規格：CISPR25(CISPR16-2-3)】



60cm
ループアンテナ

【参照規格：IEC62311】



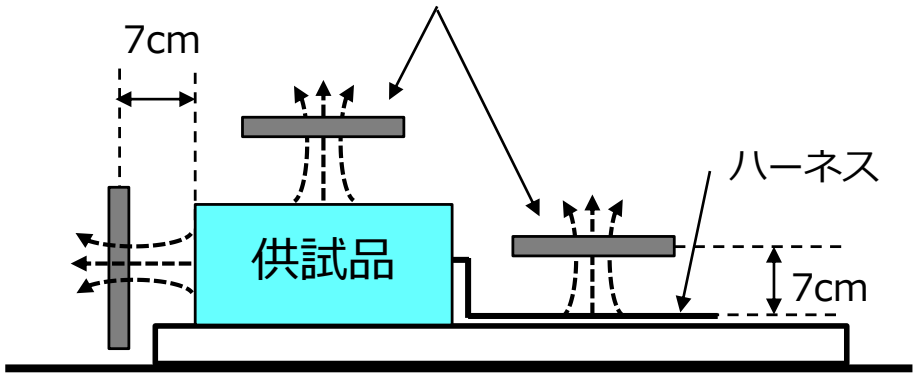
100cm^2
等方性アンテナ

© Copyright 2020 Oki Engineering Co., Ltd.

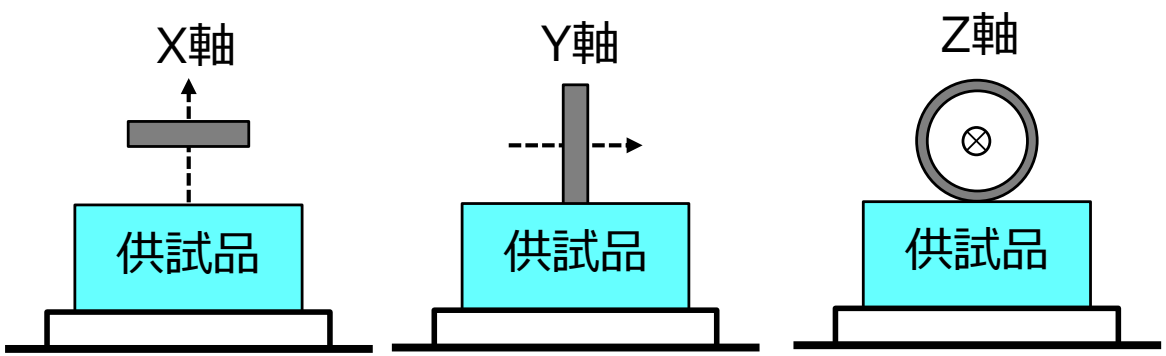
3.1　放射エミッション(13.3cmループアンテナ)

- 周波数は30Hz～100kHz
- 測定アンテナは13.3cmのループアンテナで測定
- アンテナ距離は7cm
- 磁界に方向があるため、測定面・アンテナ方向別で測定する必要がある

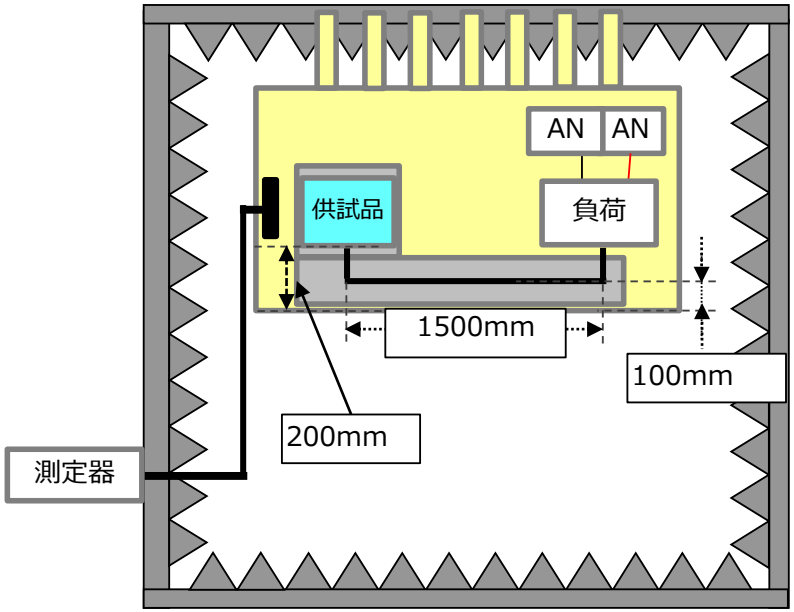
【製品測定面】



【アンテナ向き】



【セッティング例】



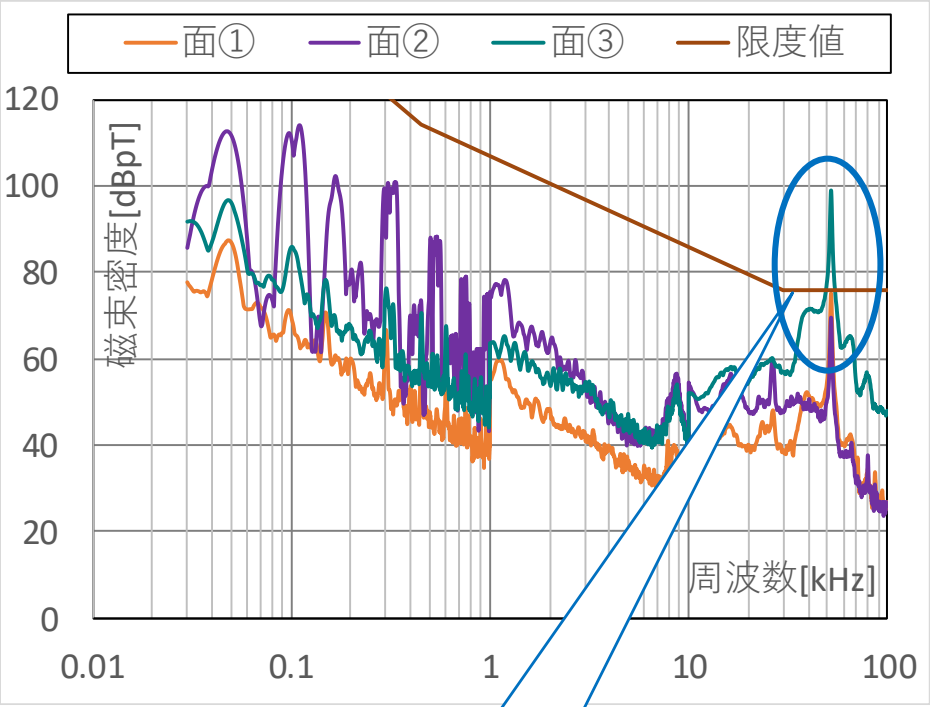
AN：疑似回路網

© Copyright 2020 Oki Engineering Co., Ltd.

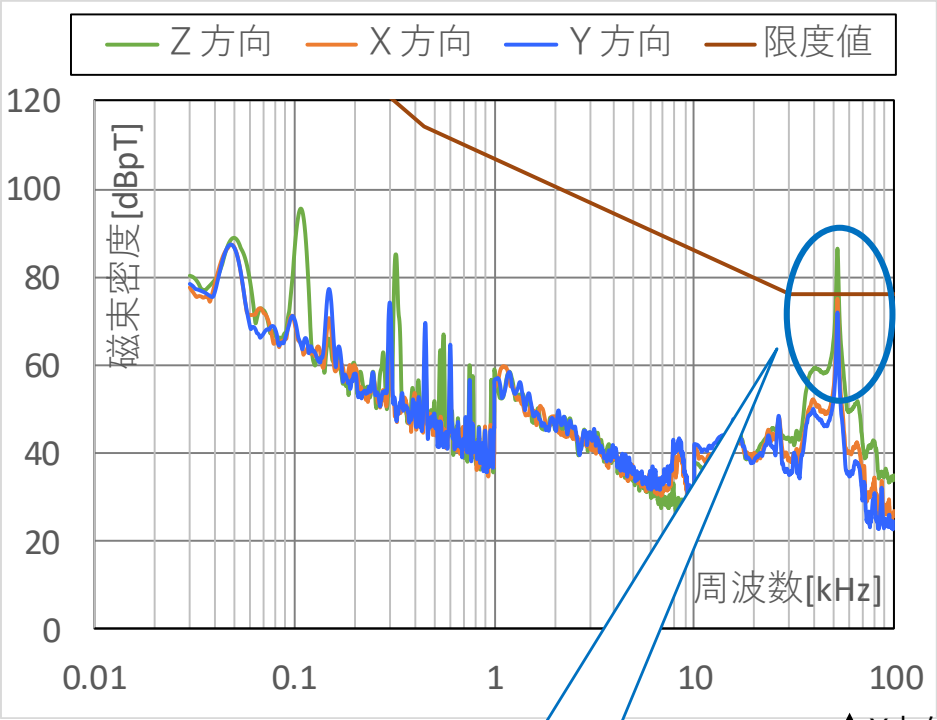
3.1　放射エミッション(13.3cmループアンテナ)

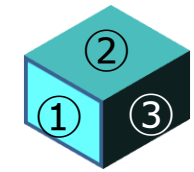
実際に測定した磁界強度の一例

【供試品面別測定結果】



【アンテナ方向別測定結果】

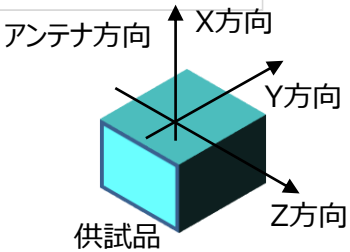




供試品

面③が
限度値を超えている

Z方向が
限度値を超えている

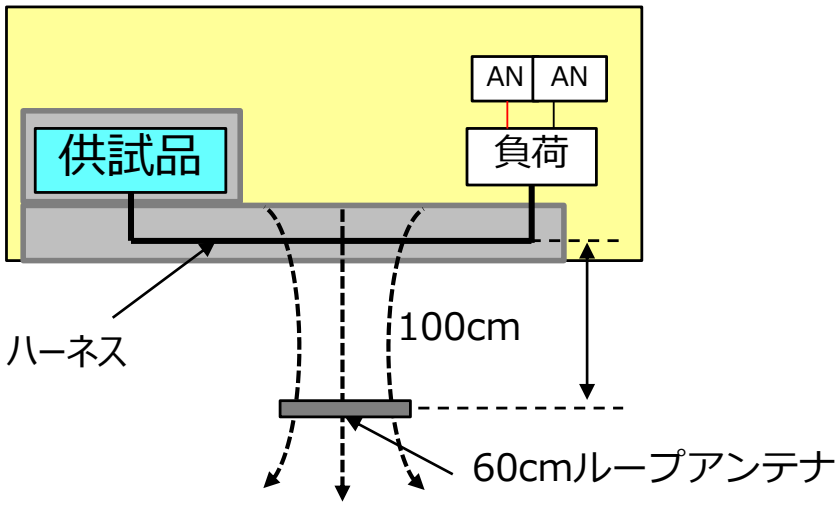


供試品面別、アンテナ方向別で測定する必要がある

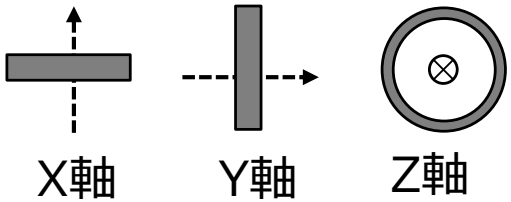
© Copyright 2020 Oki Engineering Co., Ltd.

3.2　放射エミッション(60cmループアンテナ)

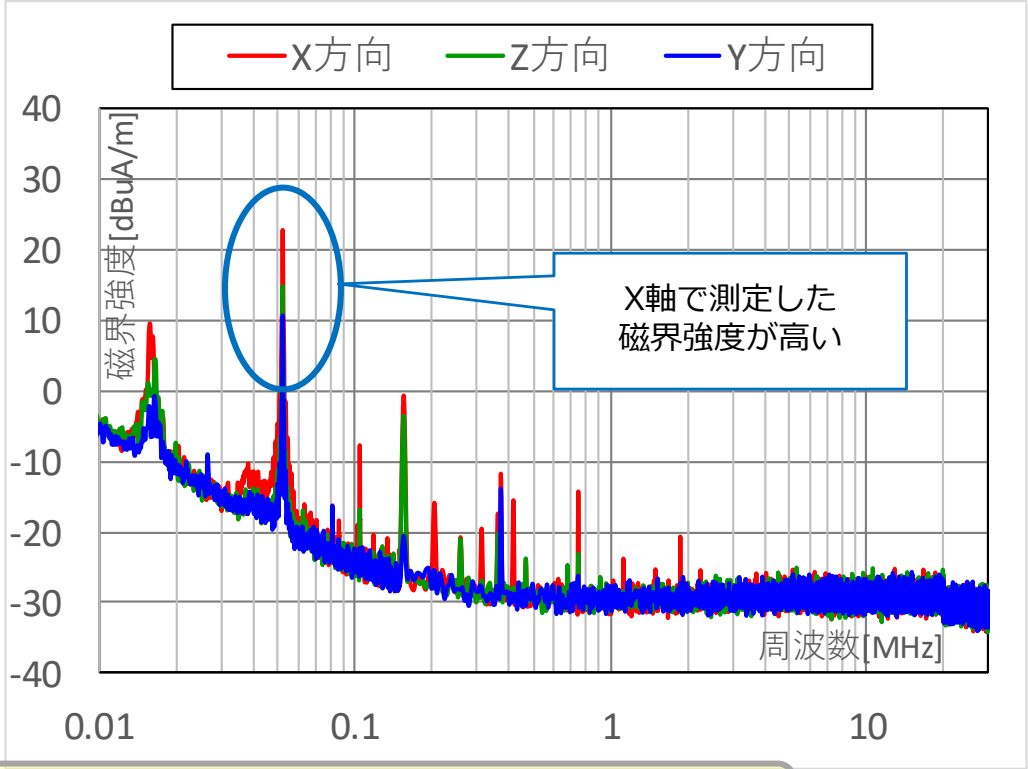
- 周波数は9kHz～30MHz
- 測定アンテナは60cmのループアンテナで測定
- アンテナ距離は100cm
- システム全体からの磁界強度を測定



【アンテナ向き】



【アンテナ方向別測定結果】

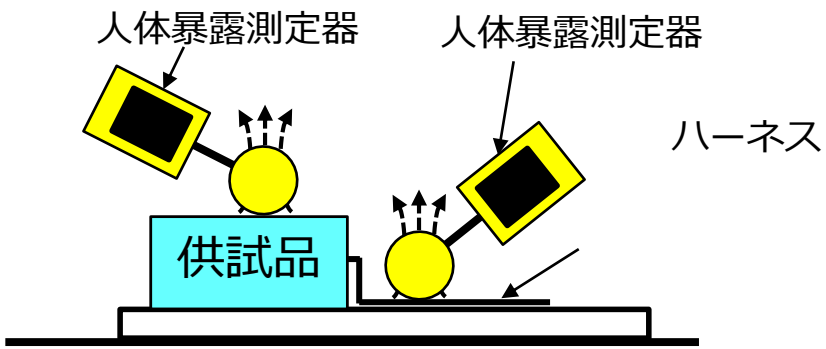


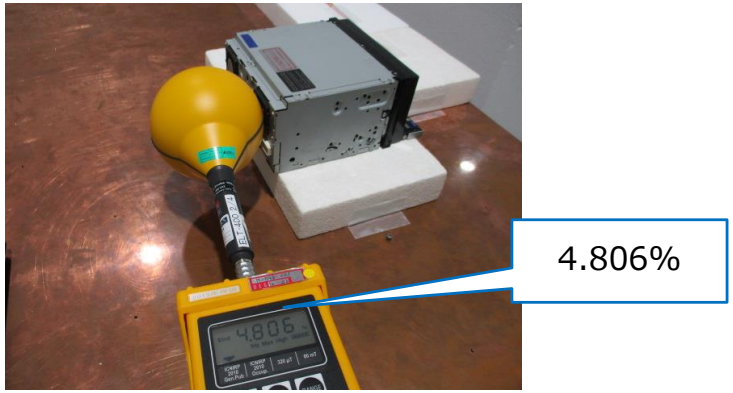
磁界の向きに合わせた、アンテナ方向で測定する必要がある

© Copyright 2020 Oki Engineering Co., Ltd.

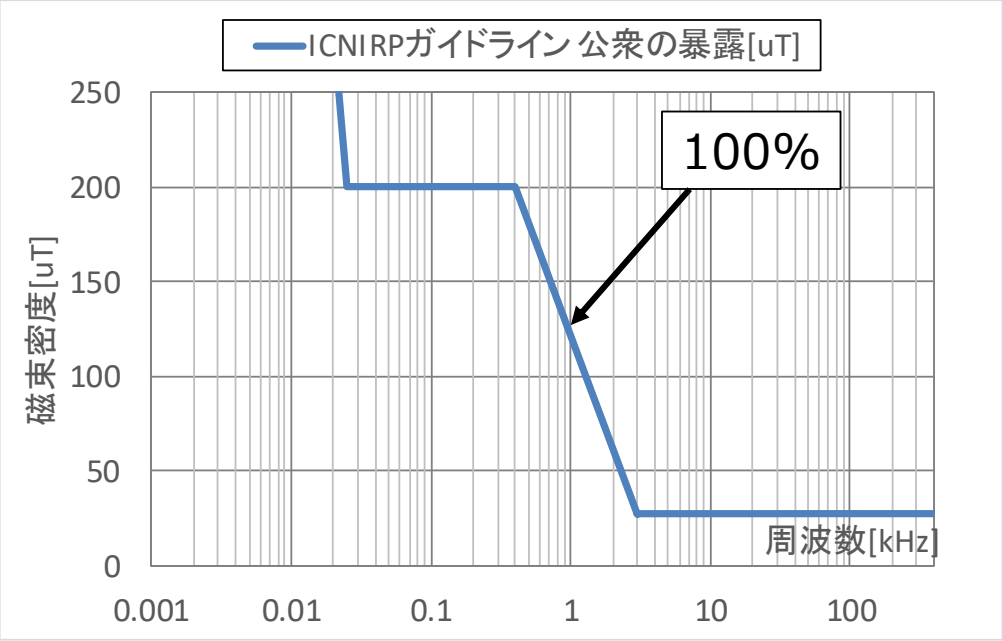
3.3　人体暴露

- 周波数は1Hz～400kHz
- 測定アンテナは100cm²等方性アンテナで測定
- アンテナ距離は0cm
- 人体への影響度を確認する為、磁界エネルギーの総量を測定





【ICNIRPガイドライン指針値】



結果はガイドライン指針値を100%とし、割合(%)で表示

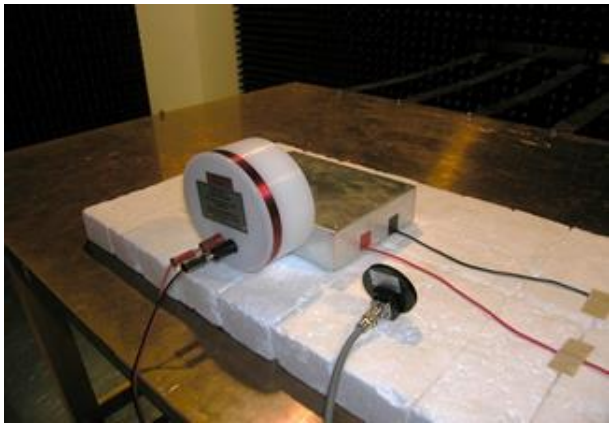
© Copyright 2020 Oki Engineering Co., Ltd.

4　磁界領域のイミュニティ試験

- 製品が磁界に曝された際の影響を確認する試験
- 試験方法は国際規格ISO11452-8に基づく
- ループコイルとヘルムホルツコイル２種類のコイルが規定されている

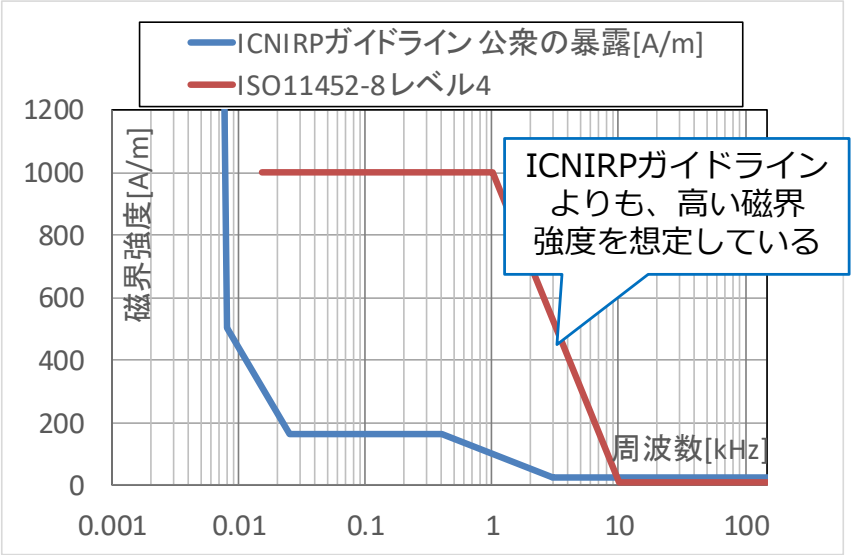
試験項目	規格	周波数	使用アンテナ	アンテナ位置
低周波数磁界	ISO11452-8	・DC ・15Hz～150kHz	・ループコイル ・ヘルムホルツコイル	・ループコイル 供試品,ハーネスから5cmの位置 ・ヘルムホルツコイル 供試品の両サイド

ループコイル



ヘルムホルツコイル

【ICNIRPガイドライン指針値と磁界印加強度比較】



© Copyright 2020 Oki Engineering Co., Ltd.

4.1　2種類のコイルの特徴

磁界に曝された際の影響を確認する。2種類のコイルのメリットは以下の通りである

・ループコイルのメリット

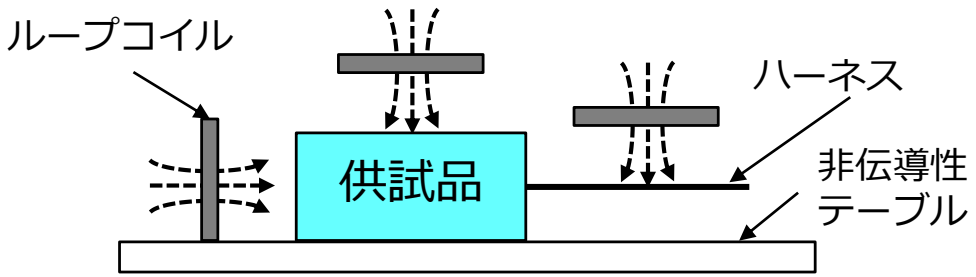
小型から大型の供試品各面に対して、照射可能

・ヘルムホルツコイルのメリット

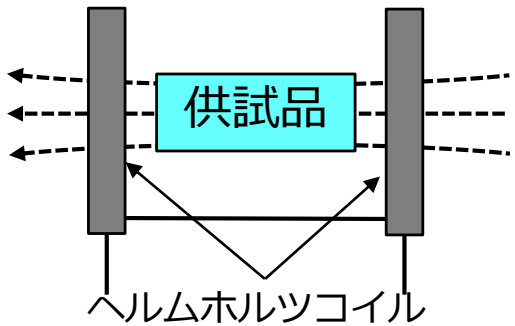
供試品に対して均一な磁界を照射可能

コイルの特徴	ループコイル	ヘルムホルツコイル
メリット	・小型から大型の供試品の各面に対して照射可能 ・ハーネス側への照射が容易	・供試品に対して均一な磁界を照射可能 ・供試品全体が曝されるような状況が試験可能
デメリット	・供試品の面に対して照射するので、供試品に対し均一な磁界を照射できない	・供試品の大きさ制限がある

ループコイル



ヘルムホルツコイル

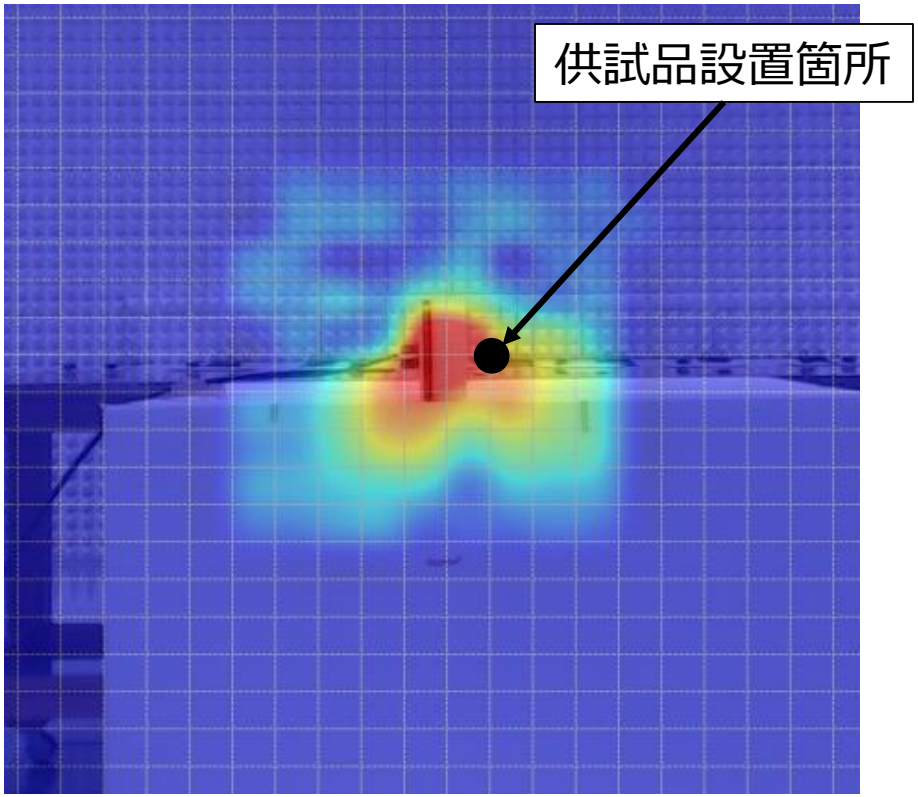


© Copyright 2020 Oki Engineering Co., Ltd.

4.2　2種類のコイル磁界分布

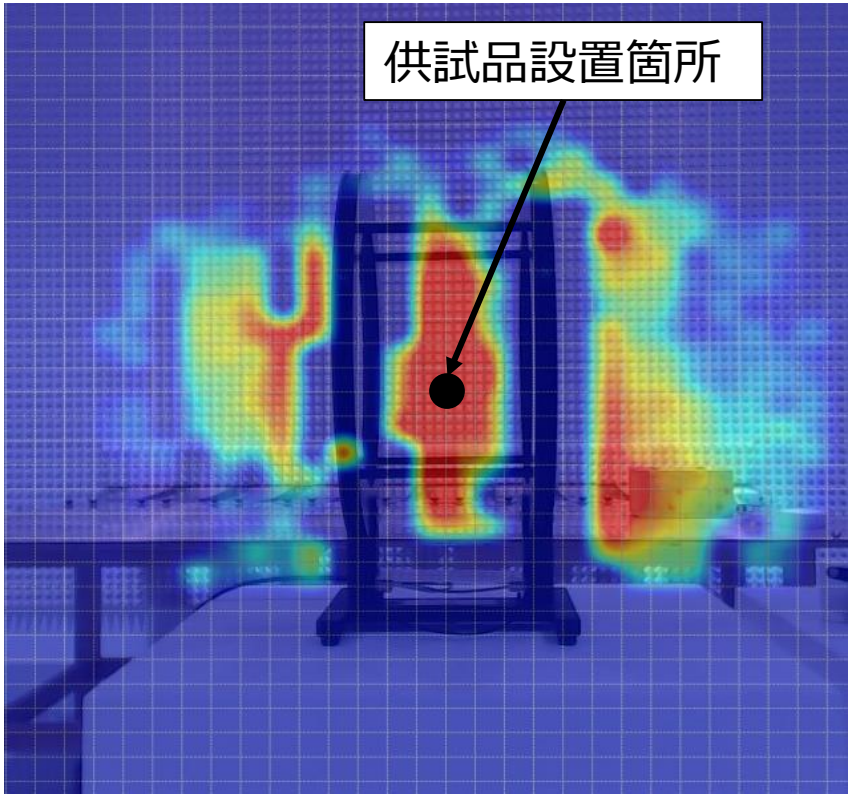
2種類のコイルから発生する磁界強度を測定し、磁界強度を可視化

【ループコイル】



磁界強度

【ヘルムホルツコイル】



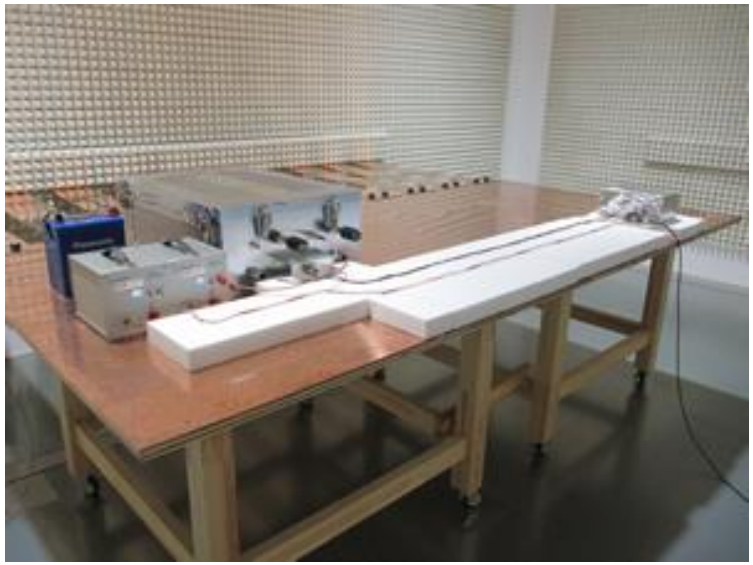
ループコイル：供試品面に照射されている
ヘルムホルツコイル：コイル間の磁界が均一になっている

© Copyright 2020 Oki Engineering Co., Ltd.

5　まとめ

ご紹介した通り、車載EMCは目的に応じた磁界領域の試験があります。
これらの試験を実施し、磁界領域の信頼性も確保する必要があります。
OEGでは用途に応じた試験設備を揃えており、今後も車の発展に伴う
必要な試験設備を構築し、お客様のニーズに応えてまいります。

8/13　プレスリリース
EV・HV搭載機器向け設備　高電圧遮へい電源システムによるEMC試験



沖エンジニアリング株式会社
沖電気工業株式会社

EV・HV搭載機器向けの高電圧遮へい電源システムによるEMC試験サービス開始

EV・HV向け高電圧電源製品の評価方法を定めた国際規格CISPR25：2016 Annex Iに対応

高電圧遮へい電源システム

OKIグループで信頼性評価と環境保全の技術サービスを展開するOKIエンジニアリング（社長：橋本 雅明、本社：東京都練馬区、以下OEG）は、EV（電気自動車）やHV（ハイブリッド車）に搭載される車載機器を対象とした高電圧遮へい電源システムによるEMC試験(注1)サービスを8月14日より開始します。EV・HVの開発を行うお客様を支援する新しいサービスとして、今年度1,000万円の売り上げを目指します。

環境への配慮からEV・HVなどの電動車へのシフトが進む中、電動車のコア技術であるモーター、バッテリー、インバーター、DC-DCコンバーター、コントロールユニットなどは、効率良くエネルギーを使用するために高電圧化が進んでいます。特にバッテリー電圧については、現在の400Vから800Vに引き上げる取り組みが始まっています。こうした車載機器の高電圧化に伴い、電源供給や信号通信に用いられる車載用のハーネスも従来の低電圧対応のものに加えて高電圧対応のものが使用されるようになり、高電圧側のハーネスから発生する電気的ノイズ（エミッション）が低電圧側のハーネスに干渉することによって車載機器に与える影響を調べるEMC試験の需要が増加しています。

https://www.oki.com/jp/press/2020/08/z20028.html

© Copyright 2020 Oki Engineering Co., Ltd.

ご清聴いただき、ありがとうございました

Open up your dreams

沖エンジニアリング株式会社
□ EMC事業部　車載グループ
□ 担当　　：山本直樹
□ TEL　　：0495-22-8412
□ E-mail ：oeg-emc-div-car@oki.com
□ URL　　：https://www.oeg.co.jp/

© Copyright 2020 Oki Engineering Co., Ltd.