

非常に厳しい!? 車載機器のEMC対策事例

～車載機器のノイズ対策勘所～

TDK株式会社
電子部品ビジネスカンパニー
製品&アプリケーションコラボレーション (PAC)

菊池 浩一

はじめに

本講座では短い時間になりますが、現在車載搭載機器に求められるEMC要求について触れ、より厳しい車載システムにおけるEMCレベルについて対策の勘所をお話いたします。

そのような極小さなノイズに対して対策事例としてお話し、一般的なルールはもとより、状況に応じて効果が異なる勘所に関して紹介いたします。

お願い

本書の全部または一部について、無断で転載、複写等による複写複製、電子的装置への入力等を禁止いたします。

本書を複写される場合は、弊社、担当部署までお問い合わせ下さい。

TDK株式会社 電子部品ビジネスカンパニー マーケティング戦略グループ

製品&アプリケーションコラボレーション(PAC) EMCコンサル課

菊池 浩一

272-8558 千葉県市川市東大和田 2-15-7

Tel : 047-378-9802 Fax : 047-378-9787 E-mail:Koichi.Kikuchi@tdk.com

AGENDA

1. TDK株式会社について
2. なぜ車載機器はノイズ的に厳しいのか？
3. 車載機器におけるノイズ対策の勘所
4. 5Gをも見据えた新しい測定方法

まとめ

TDK株式会社について

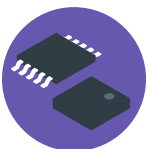
TDKは、スマート社会における電子デバイスソリューションのリーディングカンパニーを目指しています。

TDKは各種エレクトロニクス機器において幅広く使われている電子材料の「フェライト」を事業化する目的で設立されました。
独自の磁性素材技術とそのDNAとし、最先端の技術革新で未来を引き寄せ、社会の変革に貢献していきます。

事業



受動部品



センサ応用
製品



磁気応用
製品



エネルギー応用
製品



その他

製品ブランド



InvenSense



tronics



TDK-Lambda



設立



1935年12月7日

上場証券取引所



東京証券取引所

連結売上高



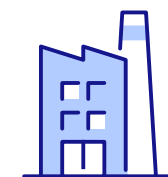
21,808億円

連結従業員数



102,908人

拠点数



30以上の国・地域に
250以上

主な市場

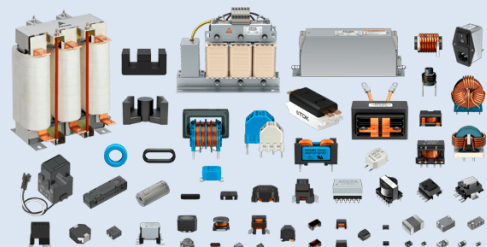


自動車
ICT
産業機器・エネルギー

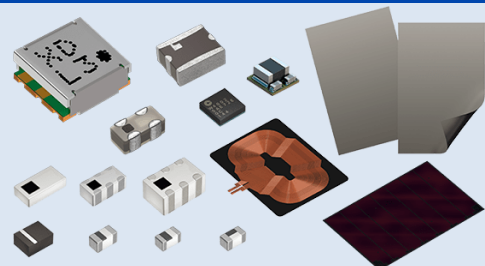
(2023年3月期)

TDK製品カテゴリー

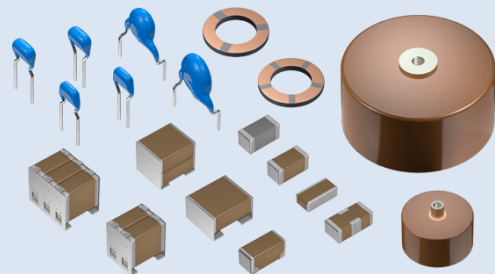
受動部品



インダクティブデバイス



高周波部品



セラミックコンデンサ



アルミ電解・フィルムコンデンサ



圧電材料部品・回路保護部品

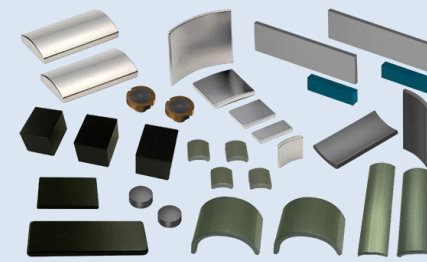


センサ/MEMS

磁気応用製品



HDD用磁気ヘッド・サスペンション



マグネット

エネルギー応用製品

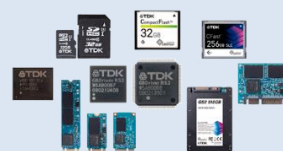


エネルギーデバイス



電源

その他



フラッシュメモリ
応用デバイス



EMC・電波技術



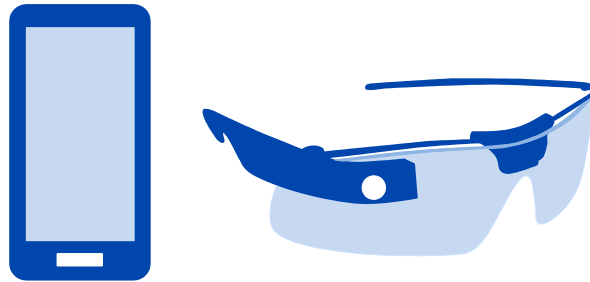
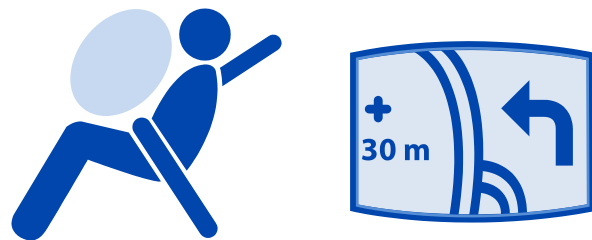
マイクロアクチュエータ
ソリューションズ・
その他



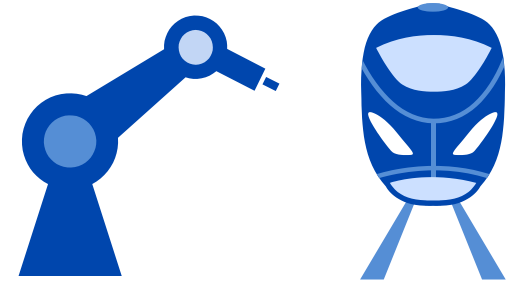
ソフトウェア



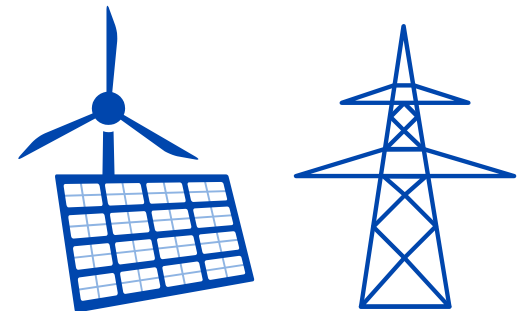
自動車



ICT



産業機器 &
エネルギー



製品ポートフォリオ EMC・電波技術

- EMC¹試験システム
- 電波暗室
- 電波吸収体



¹ Electromagnetic Compatibility



AGENDA

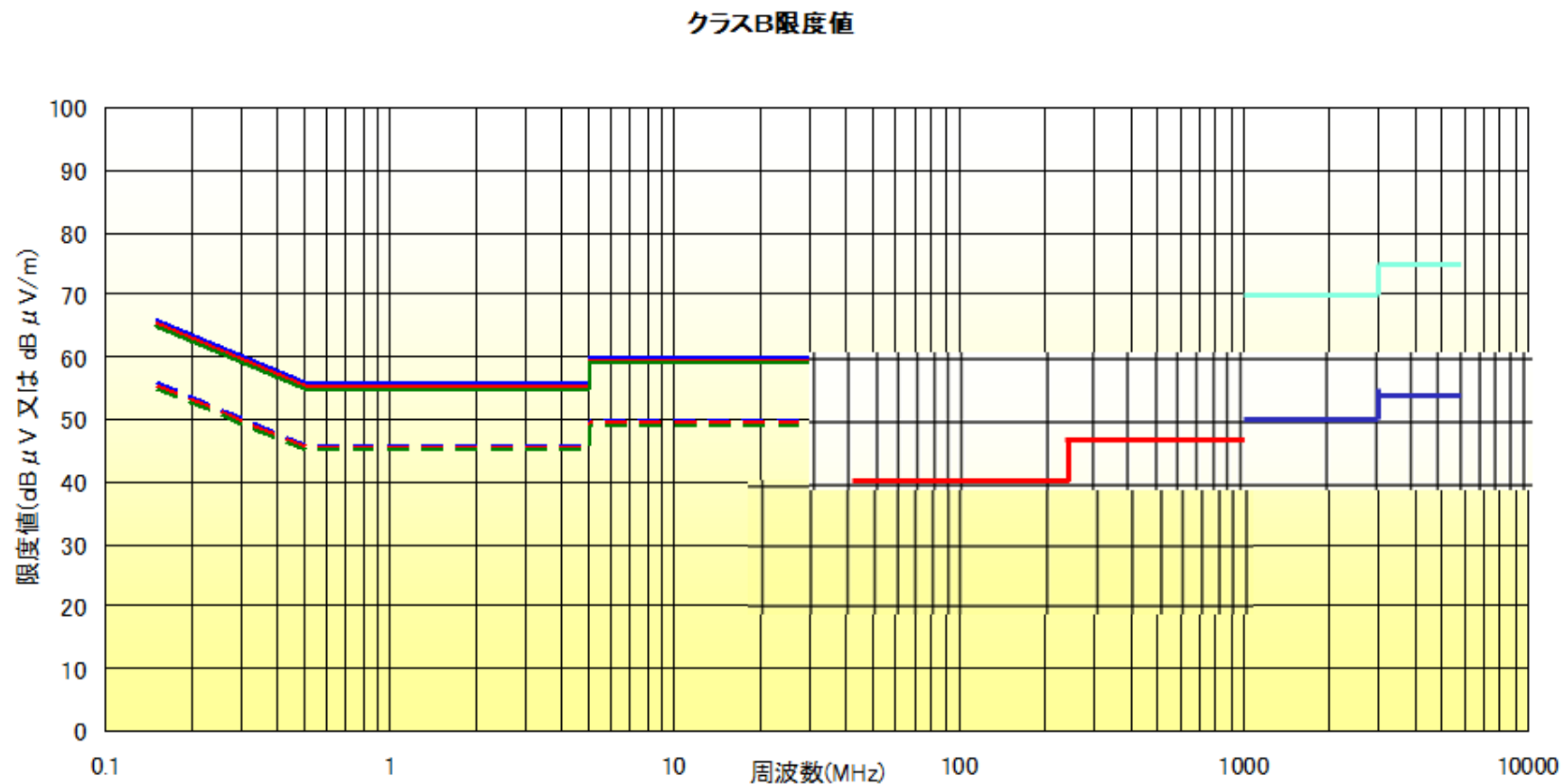
1. TDK株式会社について
2. なぜ車載機器はノイズ的に厳しいのか？
3. 車載機器におけるノイズ対策の勘所
4. 5Gをも見据えた新しい測定方法

まとめ

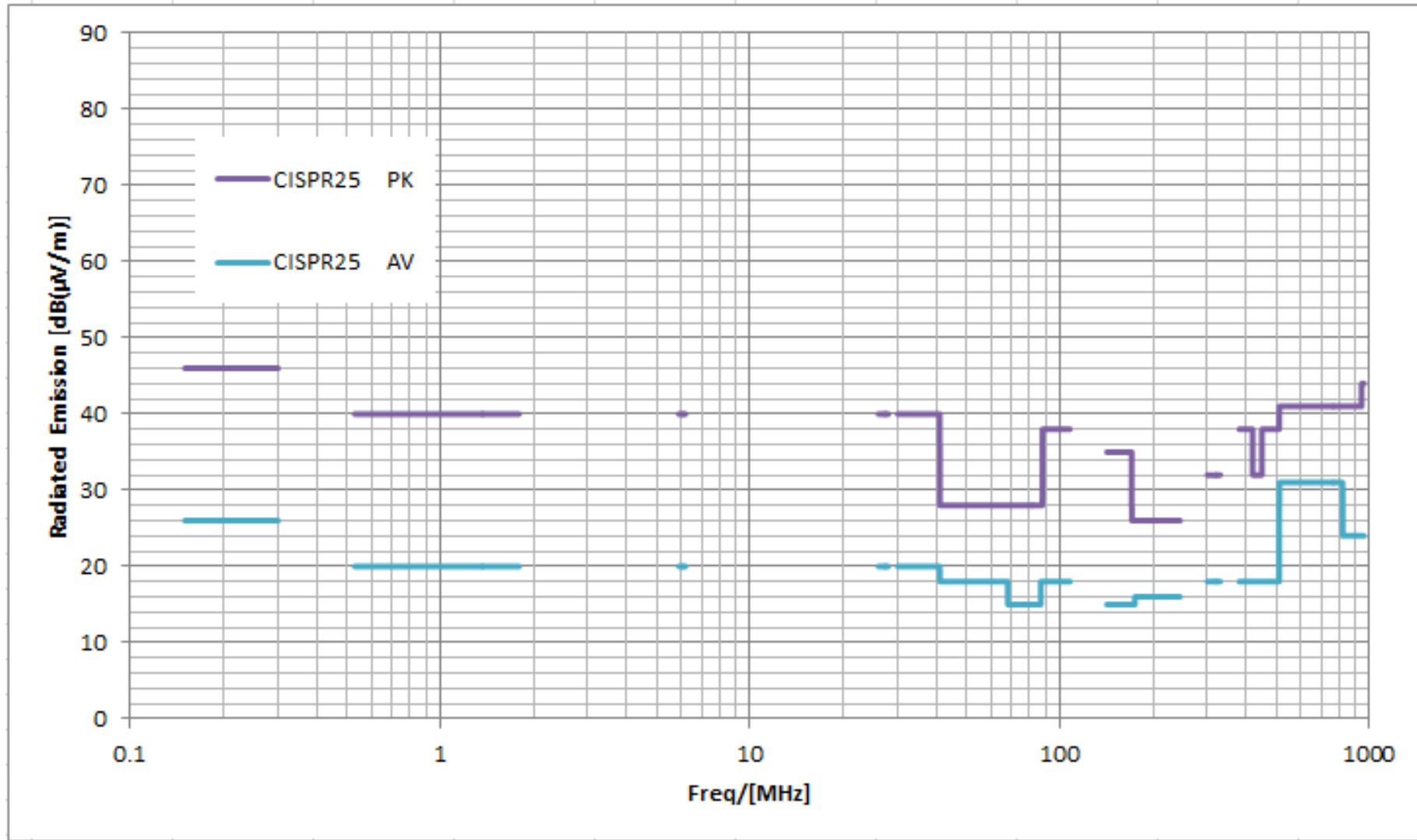
2. なぜ車載機器はノイズ的に厳しいのか？

ノイズレベルが小さい！？

CISPR32 雑音端子/3m法

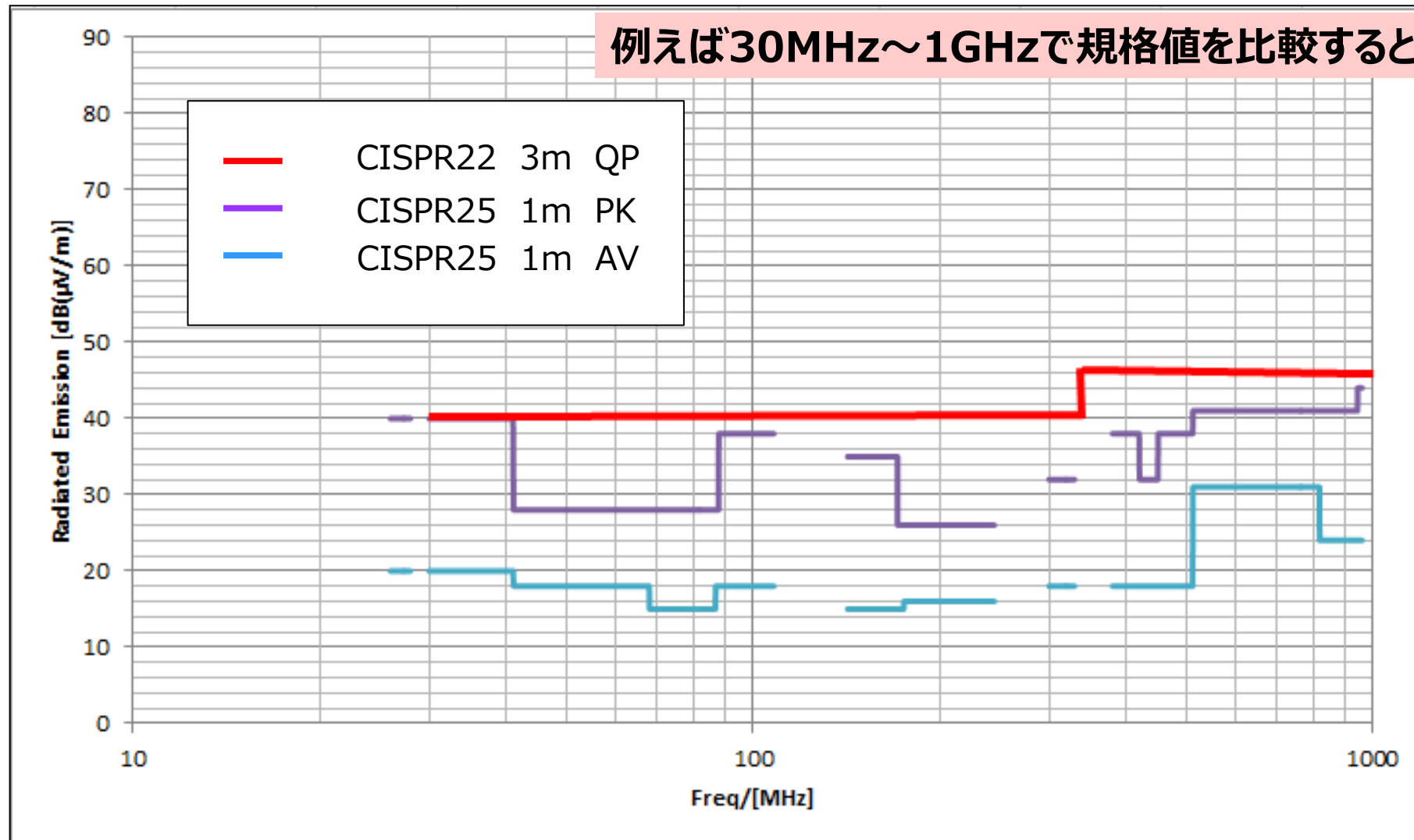


規格の厳しさについて



規格の厳しさについて

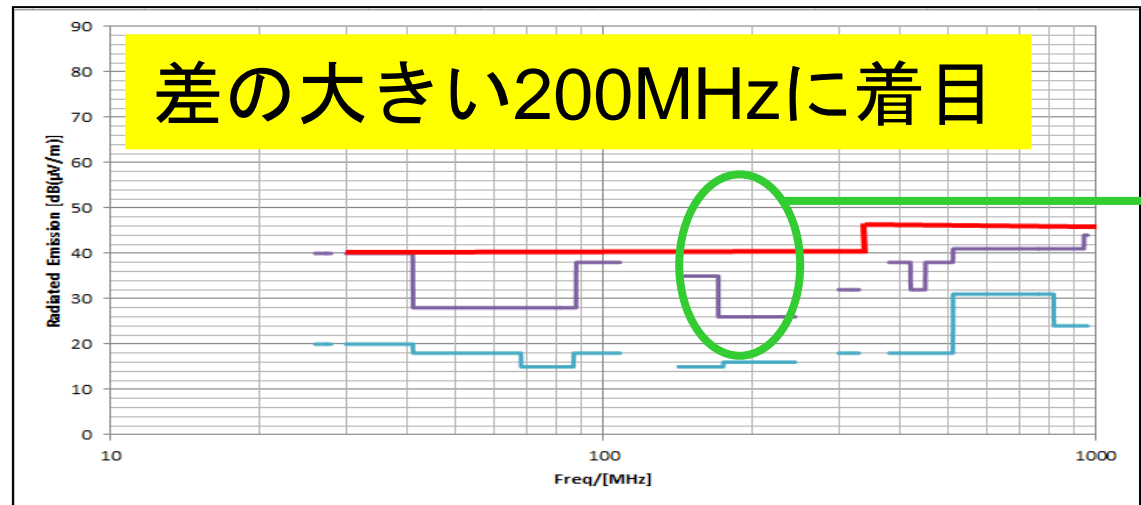
例えば30MHz~1GHzで規格値を比較すると



現在の車載規格の厳しさについて

規格のdBについて考える
 遠方電界なので今回の場合検討は電圧比
 ※わかりやすくdBにて比較
 (本来はdB μ V/m)

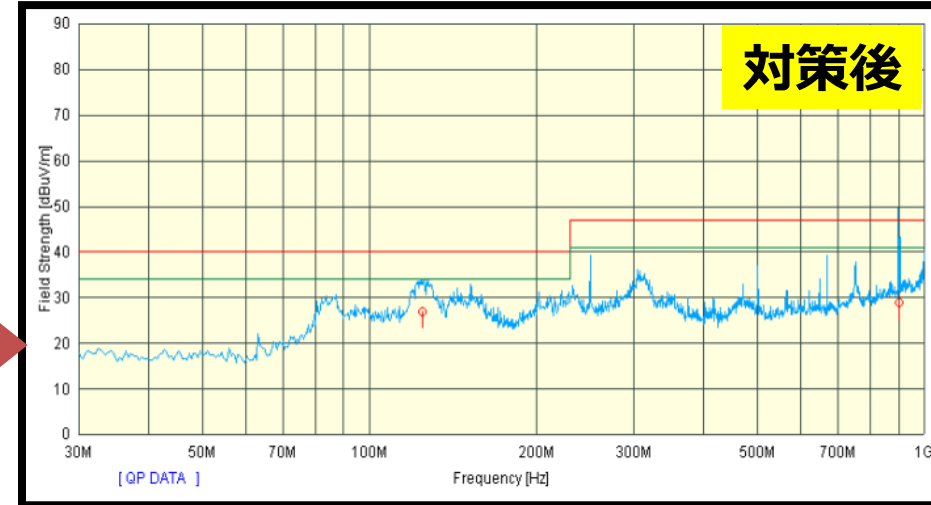
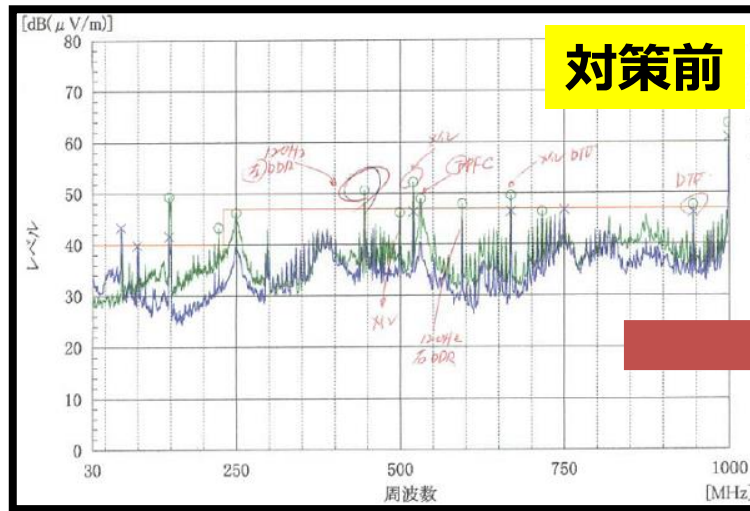
倍	電圧比	電力比
x1	0dB	0dB
x2	6dB	3dB
x10	20dB	10dB
x100	40dB	20dB



14dBもの差がある
 = 電圧比で5倍
 アンテナ長の差、3倍を考慮すると
 = 15倍
 更にピーク値、QP値の考慮が必要

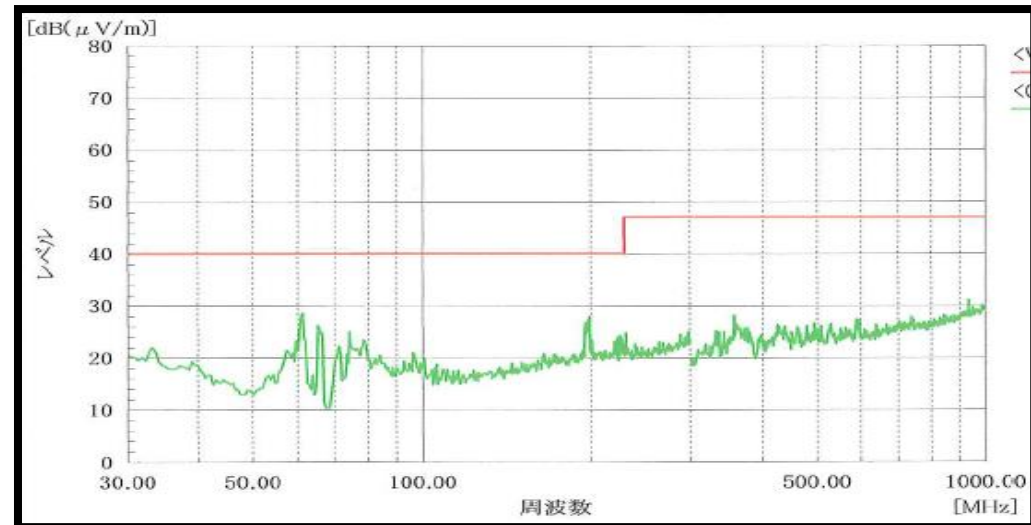
規格の厳しさについて

民生品の事例

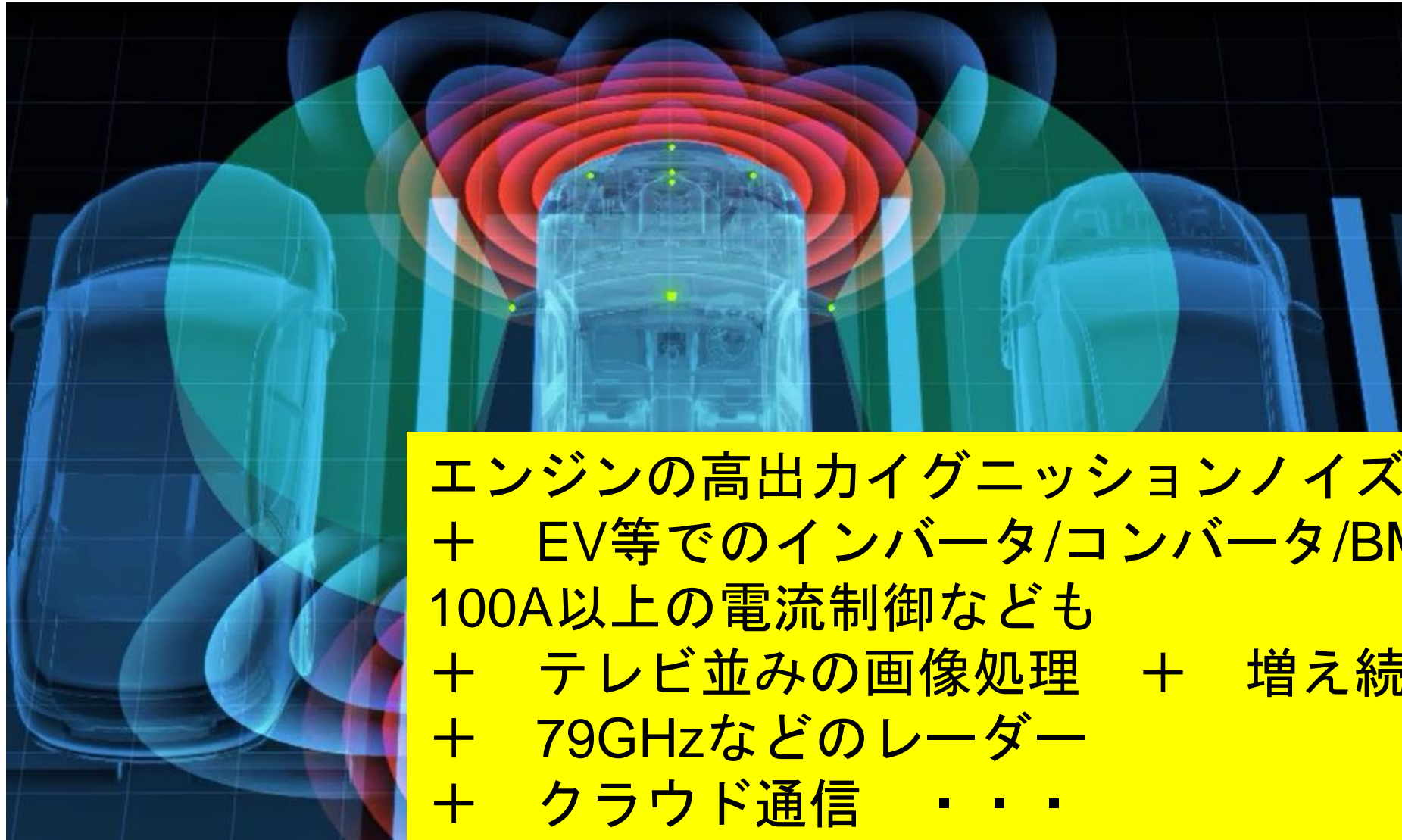


車載機器

民生品に比べほとんど暗ノイズレベル
になっているにも関わらず、規格には入
らないほどレベルが小さい (厳しい)



機器の機能（使用周波数）が広範囲！？



- エンジンの高出力イグニッションノイズ
- + EV等でのインバータ/コンバータ/BMSなど
- 100A以上の電流制御なども
- + テレビ並みの画像処理
- + 増え続けるカメラ
- + 79GHzなどのレーダー
- + クラウド通信 . . .

AGENDA

1. TDK株式会社について
2. なぜ車載機器はノイズ的に厳しいのか？
3. 車載機器におけるノイズ対策の勘所
4. 5Gをも見据えた新しい測定方法

まとめ

3. 車載機器におけるノイズ対策の勘所

そもそも風邪ではない

風邪かと思って飲んだ薬が効かない、もしくは効いても多少熱が落ちる程度
この薬効かないなあ～なんて思っていないでしょうか？

原因がわかっていないのに、闇雲に薬を飲んでも効果はありません。
EMC対策部品も、そのノイズの主原因が本当にそこなのか
確認する必要があります。

逆に原因がわかってしまえば、80%ノイズ対策が完了したと
個人的には思っています。

まずは原因を明確にしましょう！

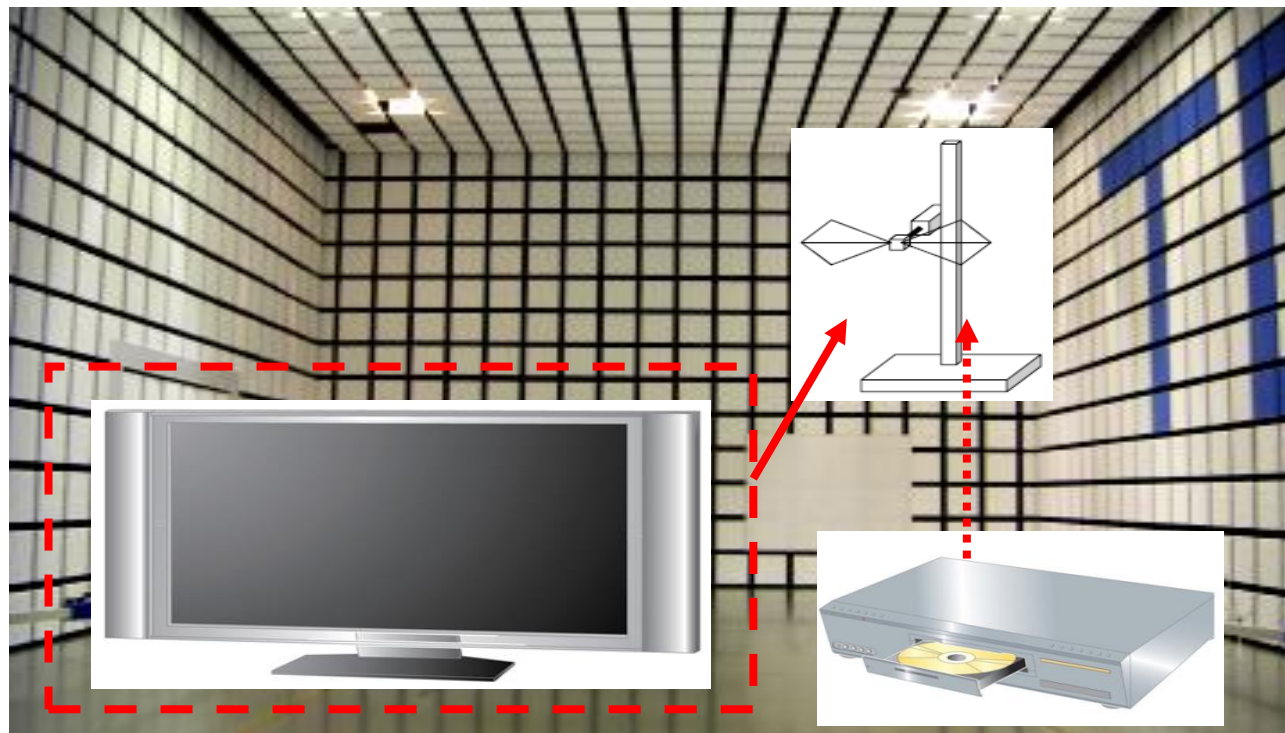


原因模索へのアプローチ

(めちゃくちゃな対策でもまずは一回規格を満足しよう！)

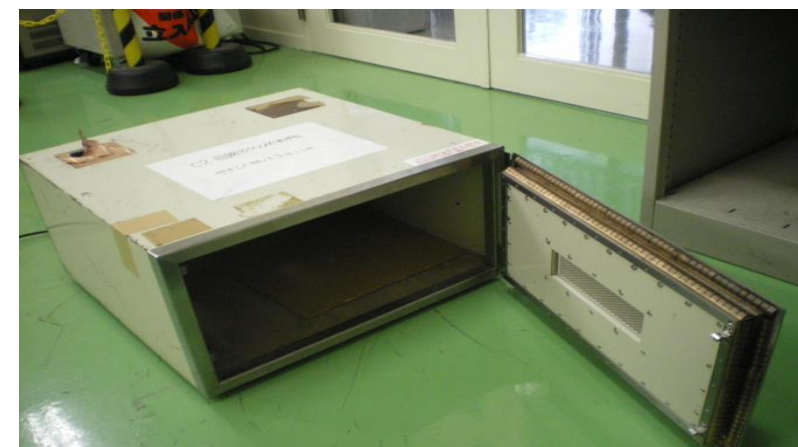
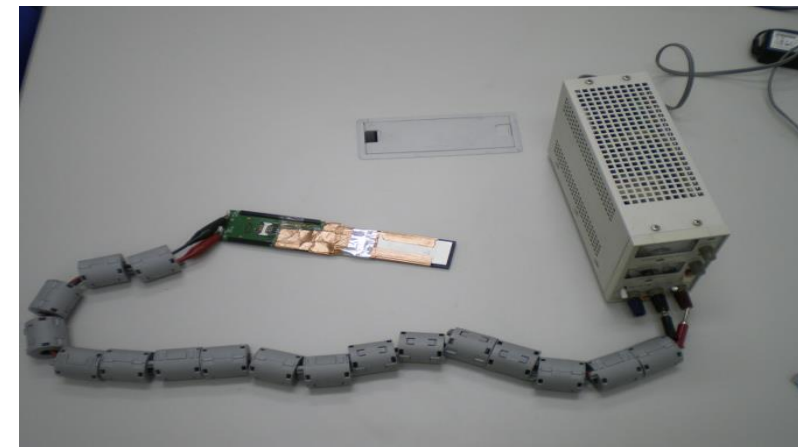
もし制御基板だった場合

余計なところが影響しないようにした上で、制御基板内の原因を探しましょう

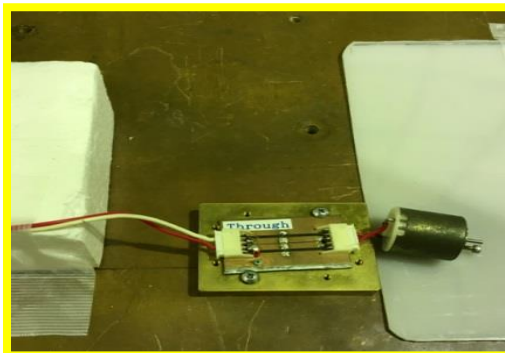
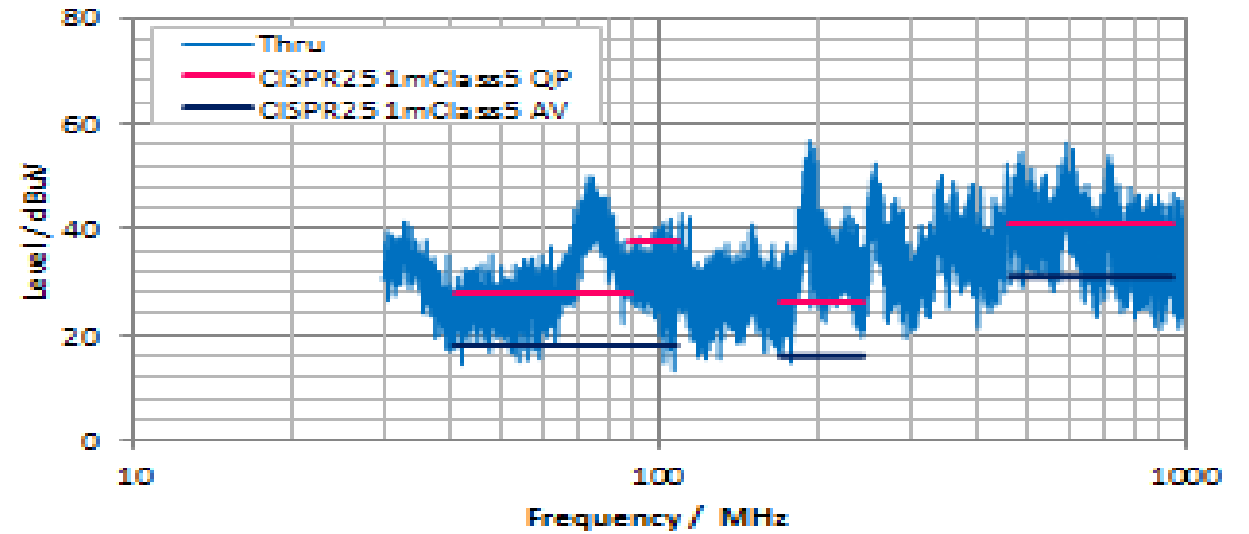
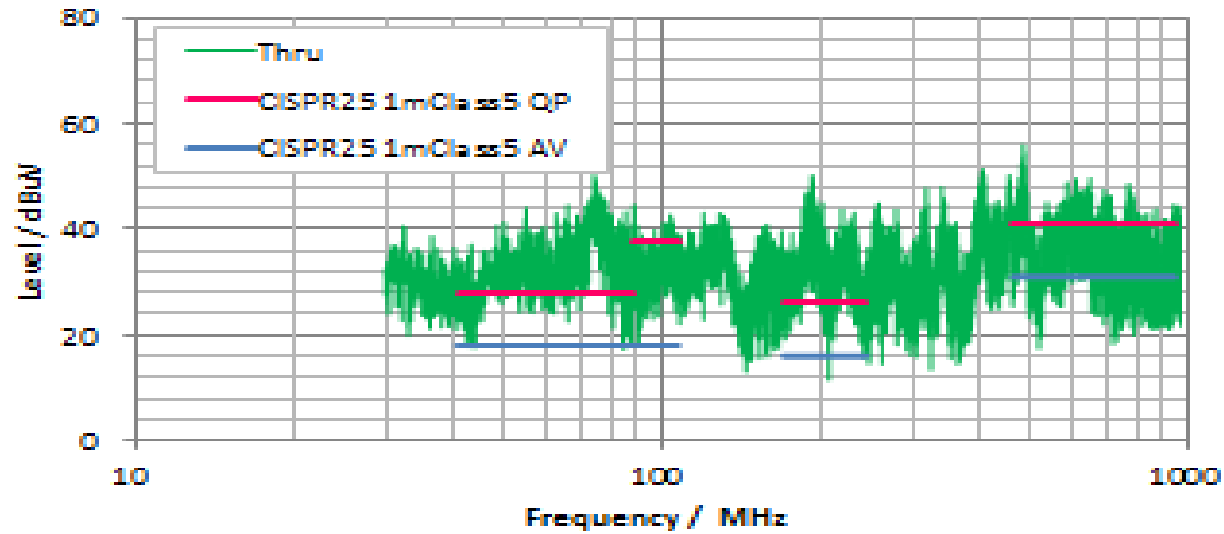


対策したいもの

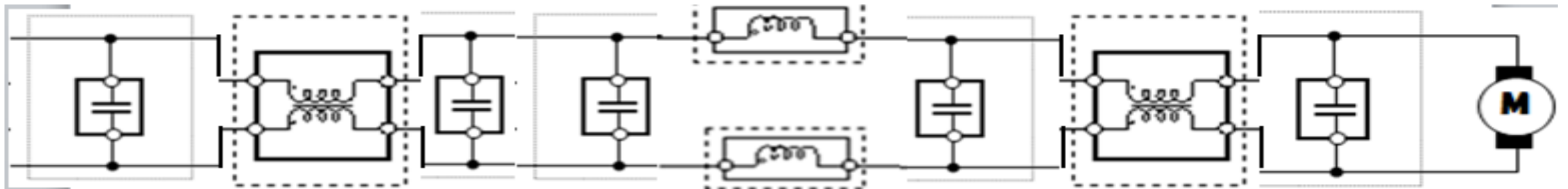
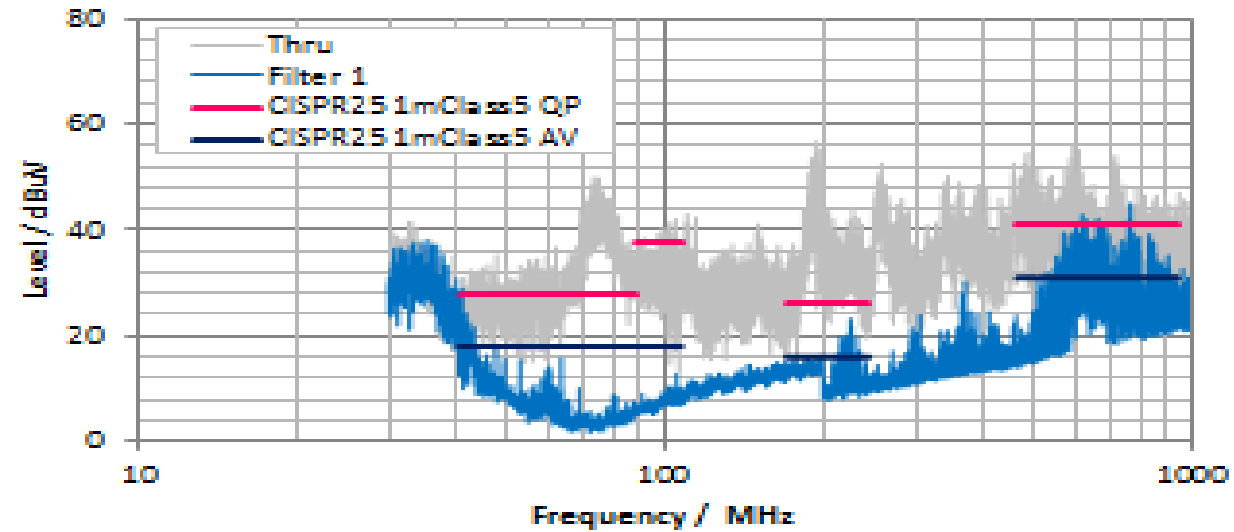
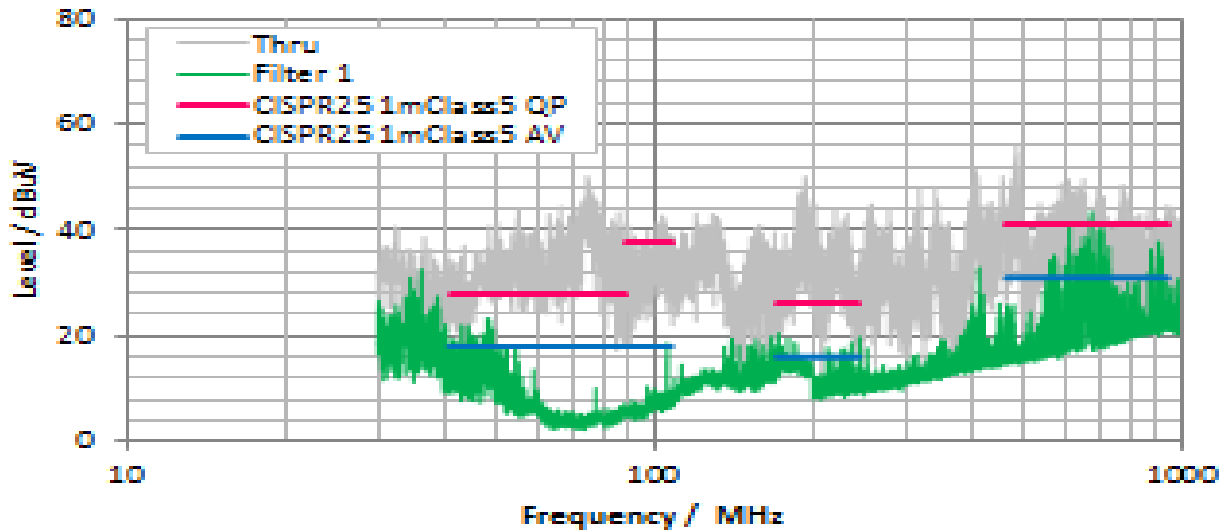
動作上必要でも今回の測定データには関係のないもの



ベース波形 水平垂直



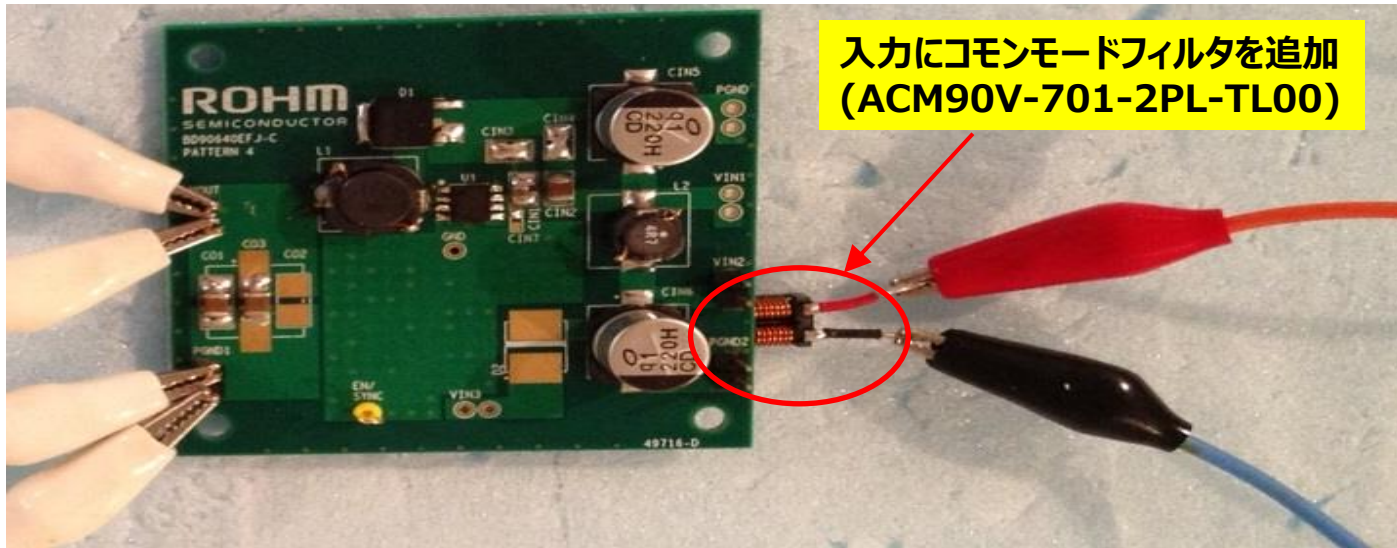
**Xコンデンサ1000pF + ACM70V + Xコンデンサ1000pF
 + Xコンデンサ0.1uF + CLF10060NIT-2R2N-D
 + Xコンデンサ1000pF + ACM70V + Xコンデンサ0.1uF**



対策内容の勘所 1

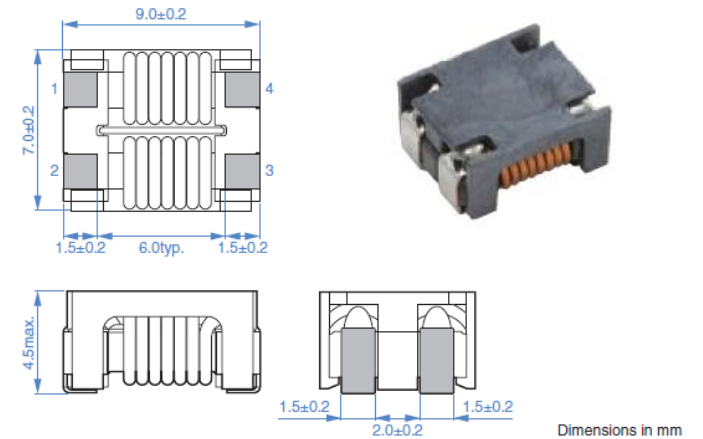
DCDCコンバータにおけるGNDの取り方の注意点

ROHM様 ご提供実験事例のご紹介

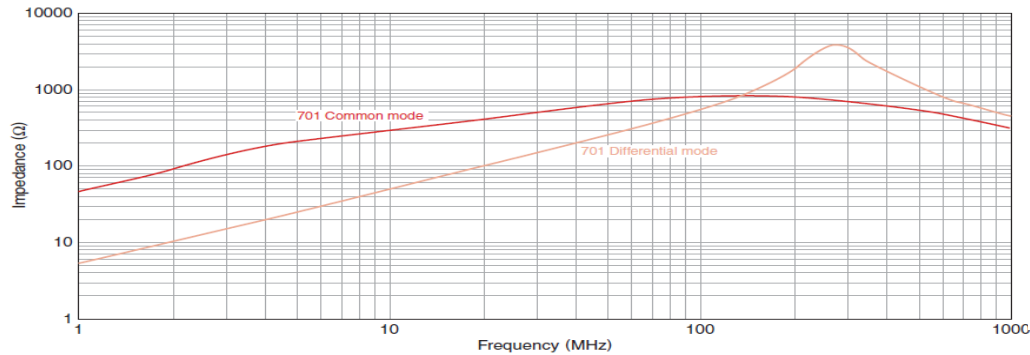


入力にコモンモードフィルタを追加
(ACM90V-701-2PL-TL00)

■形状と寸法



□インピーダンス周波数特性



□特性規格表

コモンモードインピーダンス [at 100MHz]	直流抵抗	定格電流	定格電圧	絶縁抵抗	品番
(Ω) min.	(Ω) typ.	(mA) max.	(V) max.	(MΩ) min.	
500	700	10	80	10	ACM90V-701-2PL-TL00

○測定器

測定項目	型番	メーカー
コモンモードインピーダンス	4991A	Agilent Technologies
直流抵抗	4338A	Agilent Technologies
絶縁抵抗	4339A	Agilent Technologies

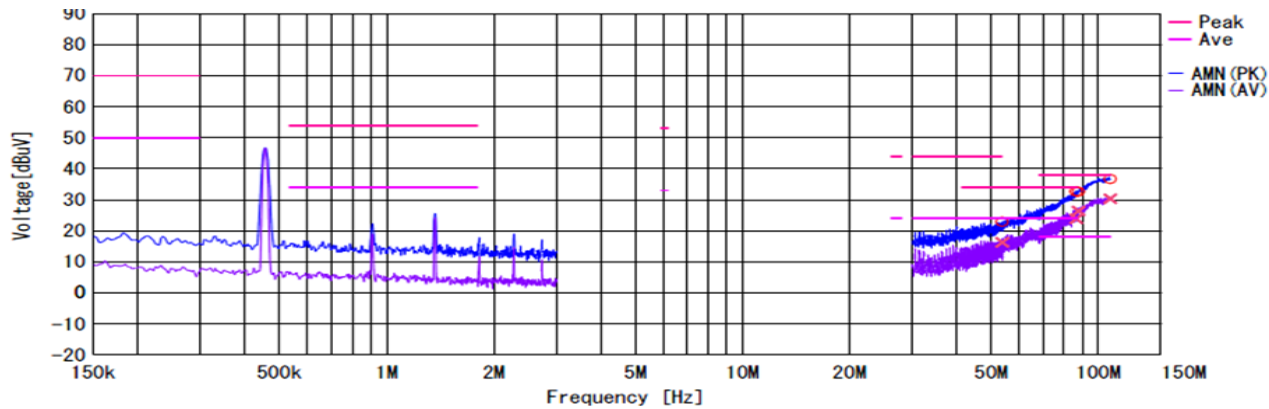
* 同等の測定器を使用する場合があります。

ROHM様 ご提供実験事例のご紹介

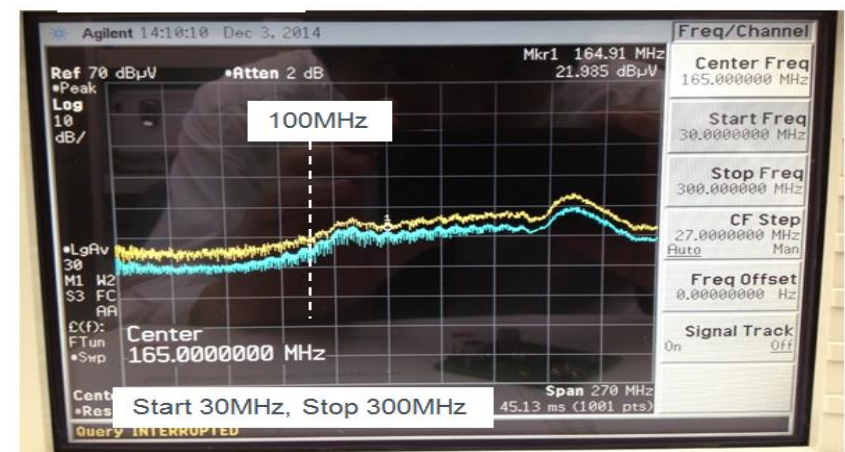
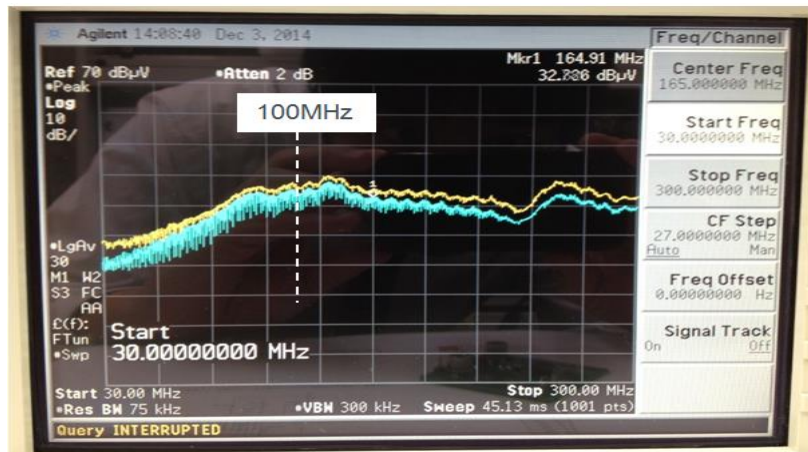
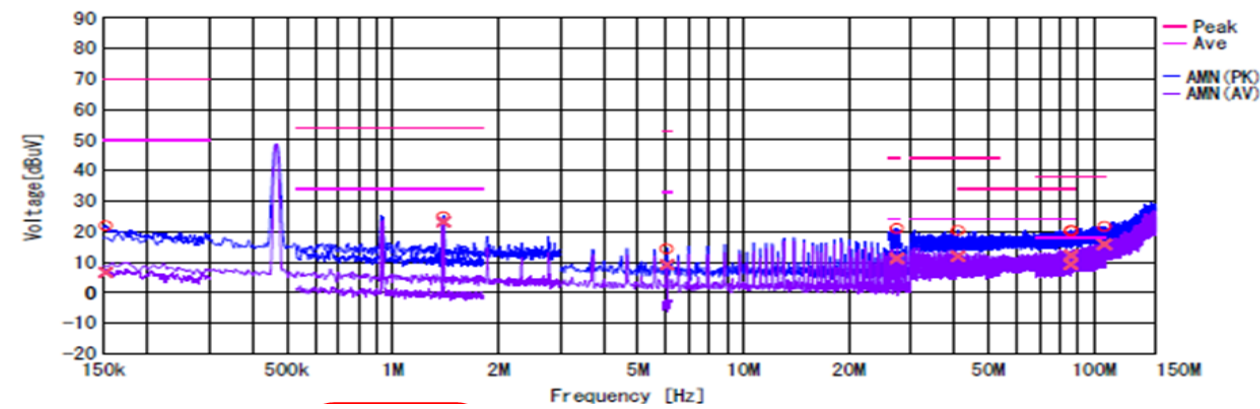
コモンモードフィルタを追加することで、
100MHz付近のノイズレベルを改善できる。



コモンモードフィルタなし



コモンモードフィルタあり

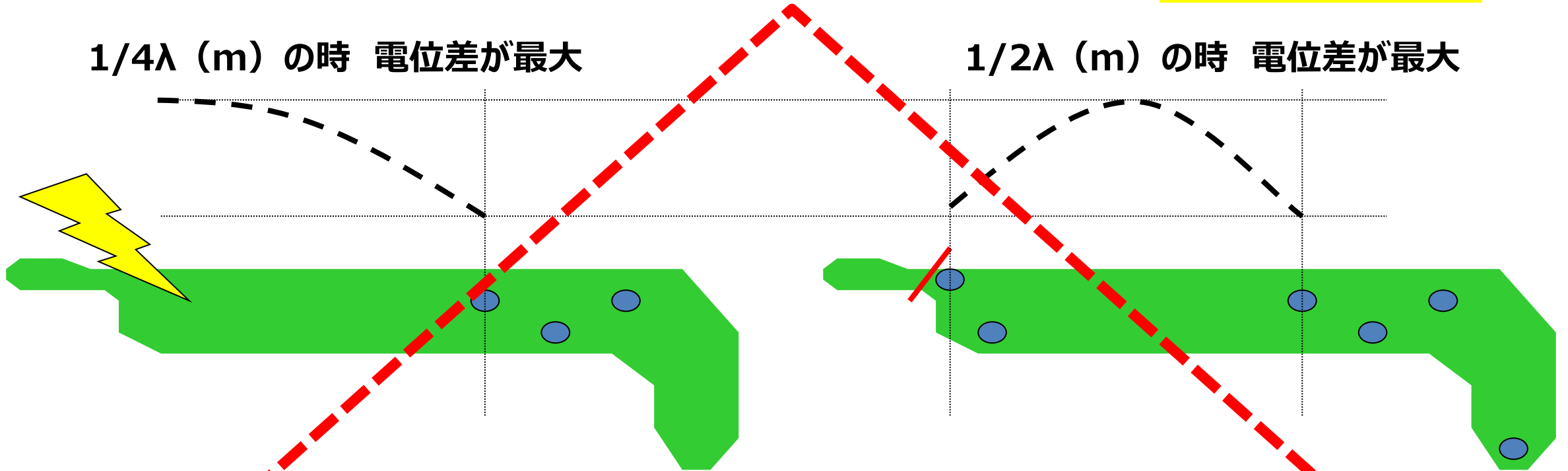


波長と定在波電圧について

※ イメージです

$1/4\lambda$ (m) の時 電位差が最大

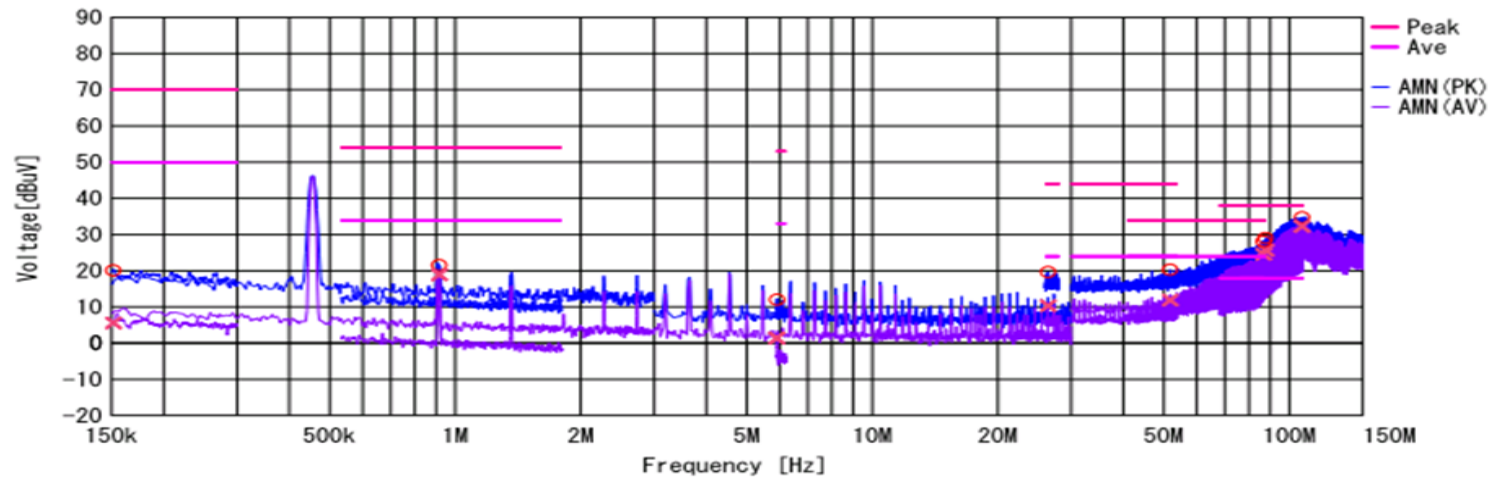
$1/2\lambda$ (m) の時 電位差が最大



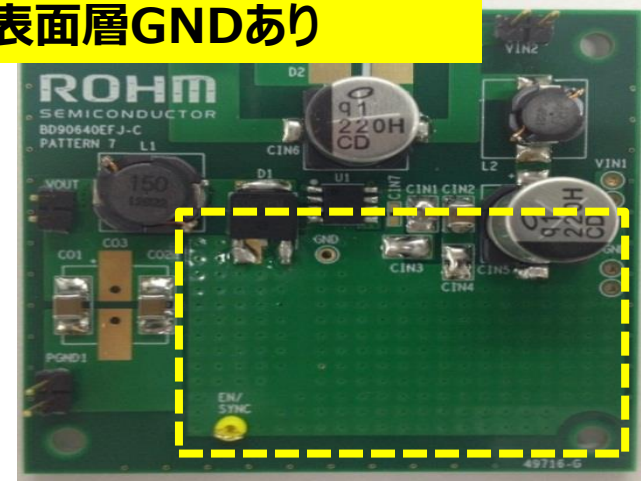
島・半島を作らない
GNDビアは端点に打つ
ある程度の間隔でGNDビアを打つ
ビアの打てないGNDはカットする

ROHM様 ご提供実験事例のご紹介

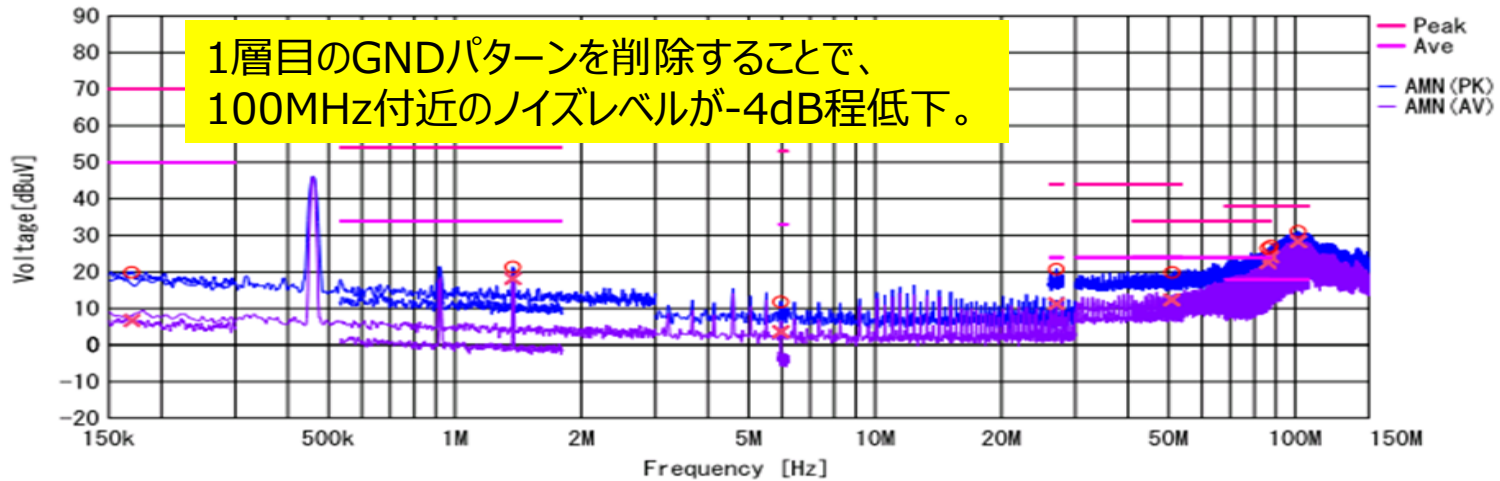
表面層GNDあり



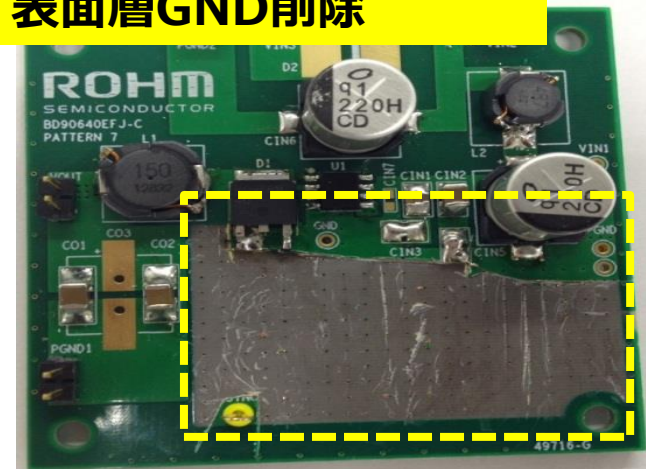
表面層GNDあり



表面層GND削除



表面層GND削除



対策内容の勘所 2

EMS試験において、モードをしっかり考慮する

BCI試験条件 (CAN)

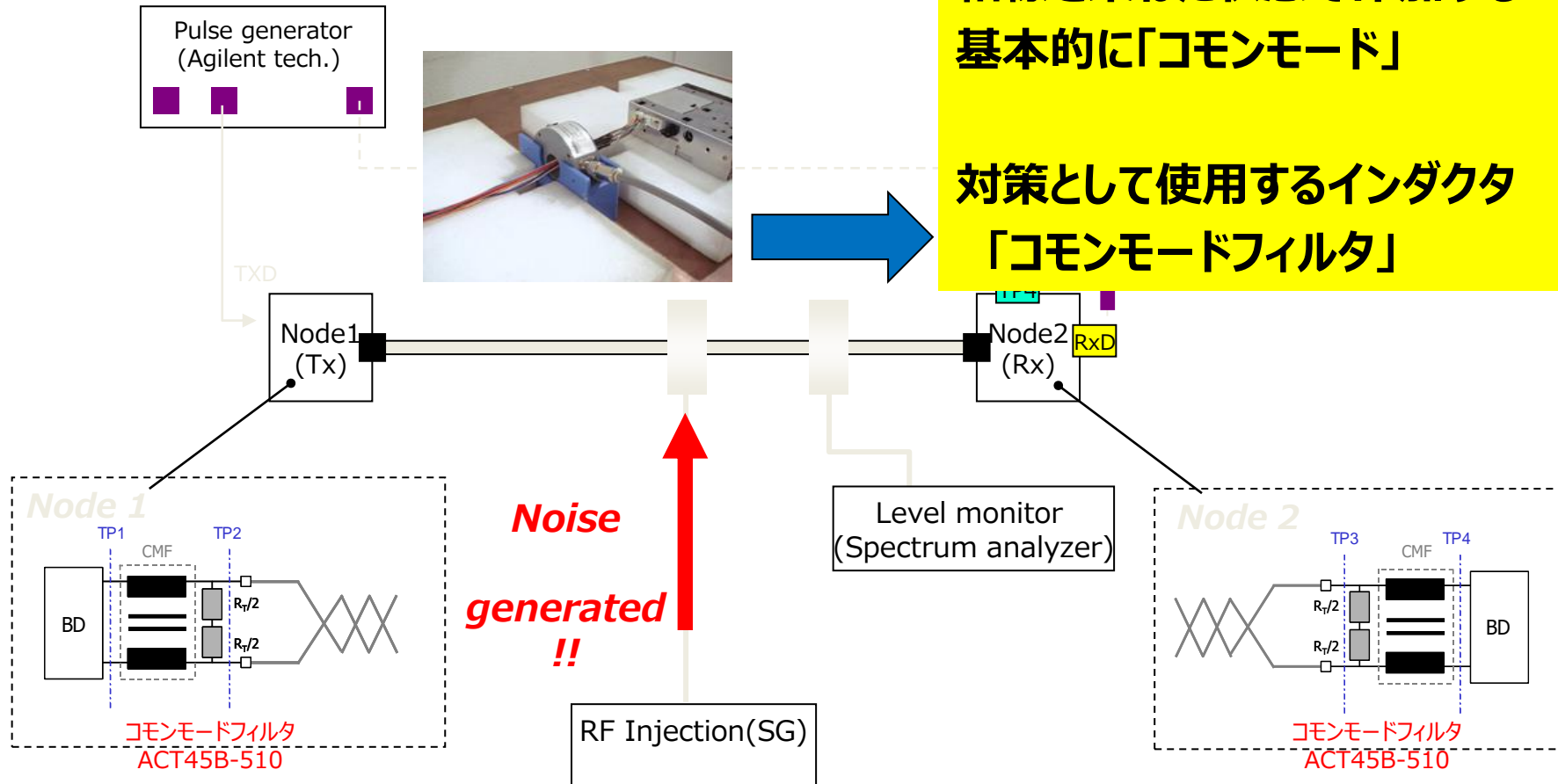
BCI(Bulk Current Injection)

TP4: Differential signal on receiver side ($V_{diff} = BP - BM$)

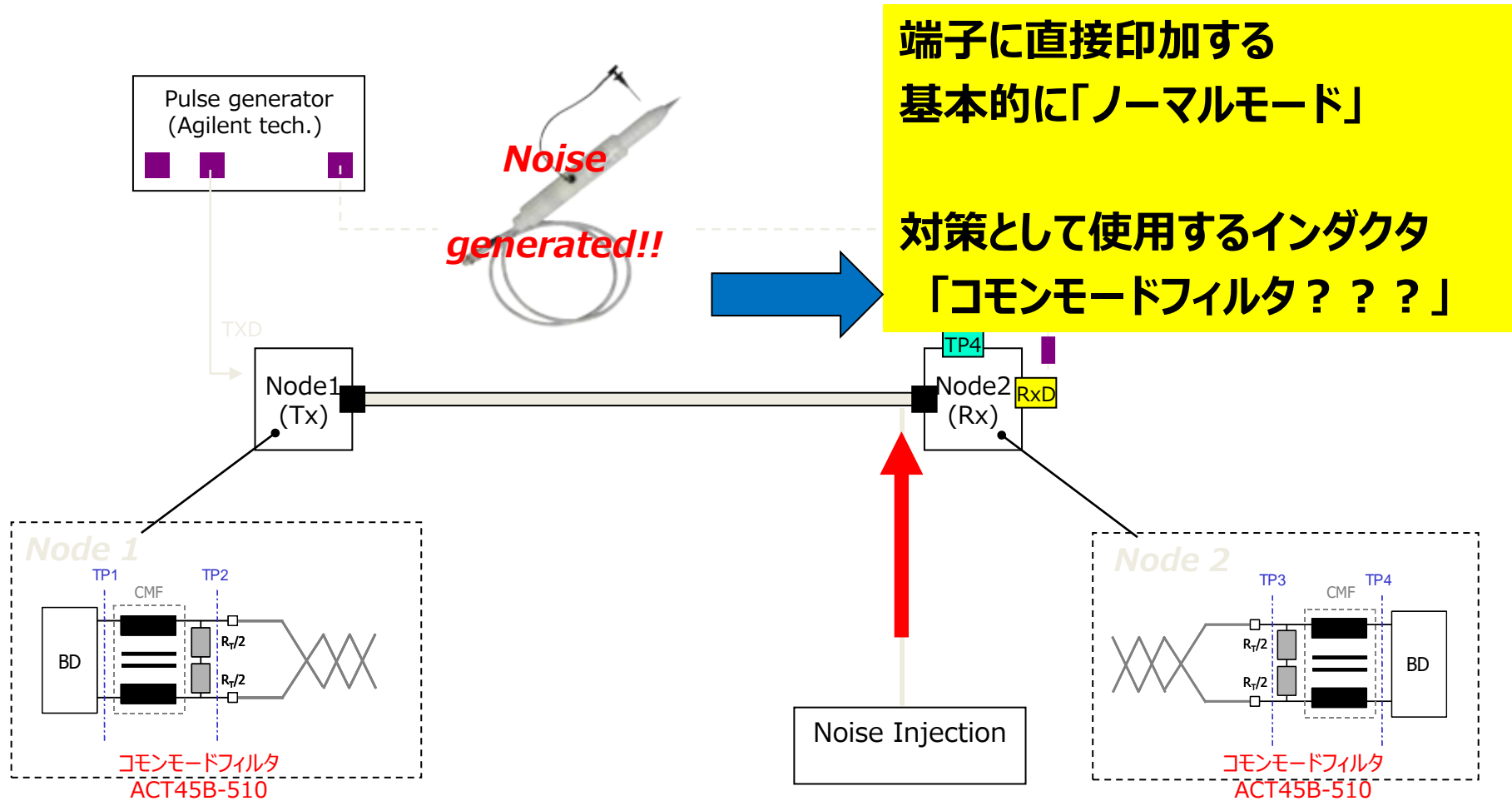
RxD: Output

結線を束ねた状態で印加する
基本的に「コモンモード」

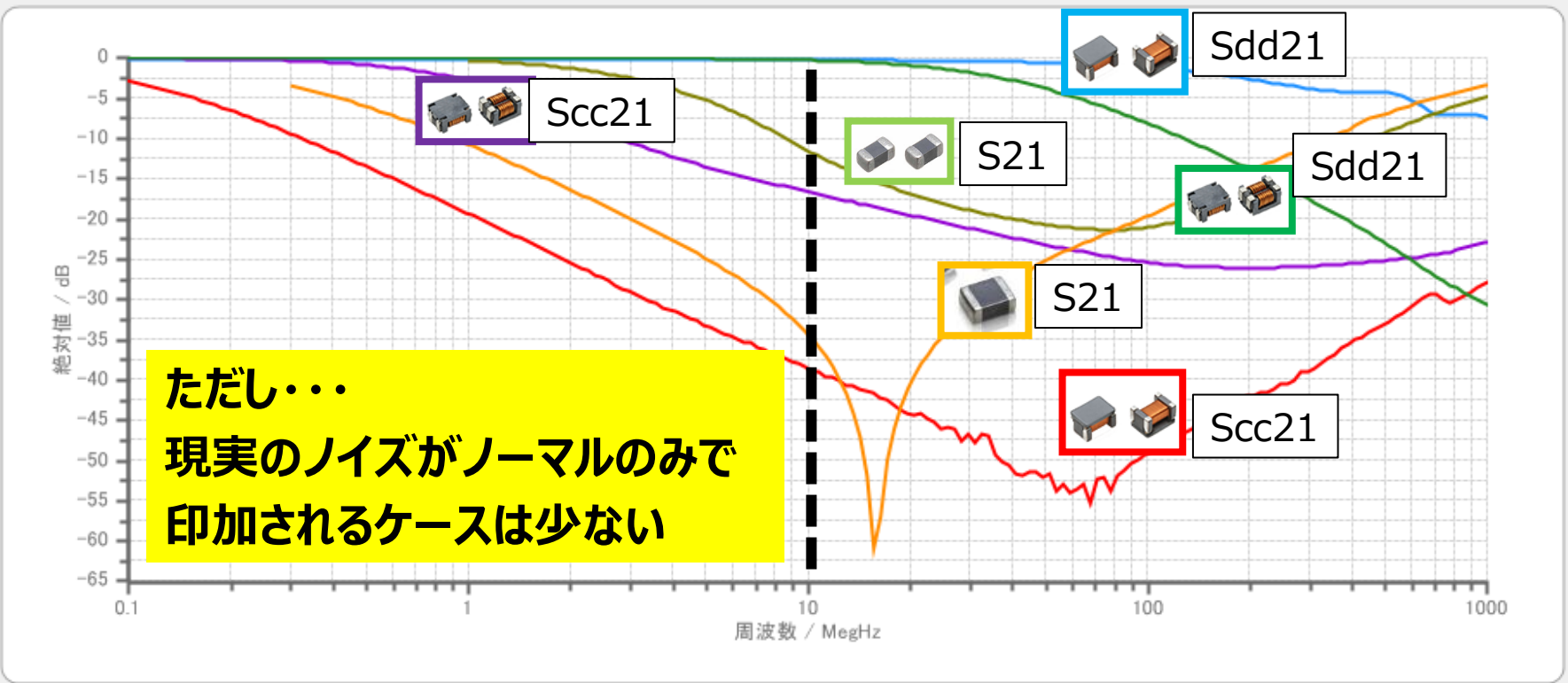
対策として使用するインダクタ
「コモンモードフィルタ」



直接注入試験



フィルタ特性をモード考慮で比較検討しましょう



グラフリスト

[[Scc21]]	- ACT45B-101-2P (Series-thru : Bias=0A : Temp=25°C)
[[Sdd21]]	- ACT45B-101-2P (Series-thru : Bias=0A : Temp=25°C)
[[Scc21]]	- ACM70V-701-2PL (Series-thru : Bias=0A : Temp=25°C)
[[Sdd21]]	- ACM70V-701-2PL (Series-thru : Bias=0A : Temp=25°C)
[[S21]]	- MPZ2012S102ATD25 (Series-thru : Bias=0A : Temp=25°C)
[[S21]]	- MLZ2012M470WTD25 (Series-thru : Bias=0A : Temp=25°C)

ALSE法 vs RVC法

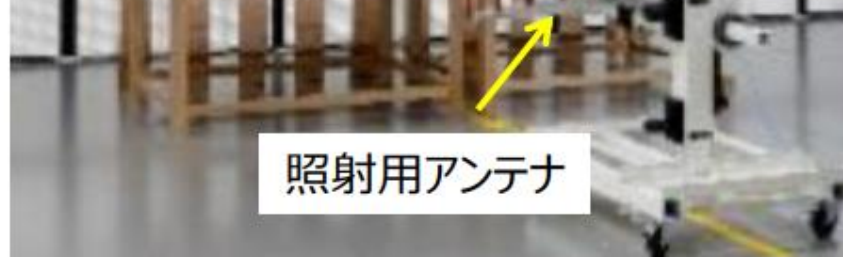
従来電波暗室法



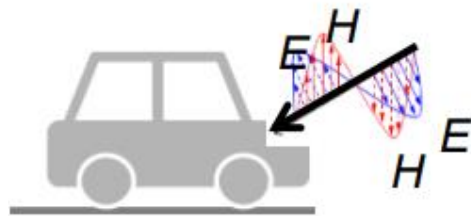
リバブレーションチャンバー法



それでは・・・リバブレーションチャンバー法では？

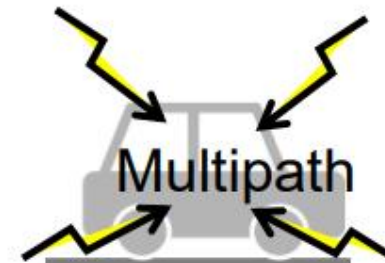


1軸直接照射試験



✓ 車両や車載部品
への照射にムラ

全偏波全角度照射試験

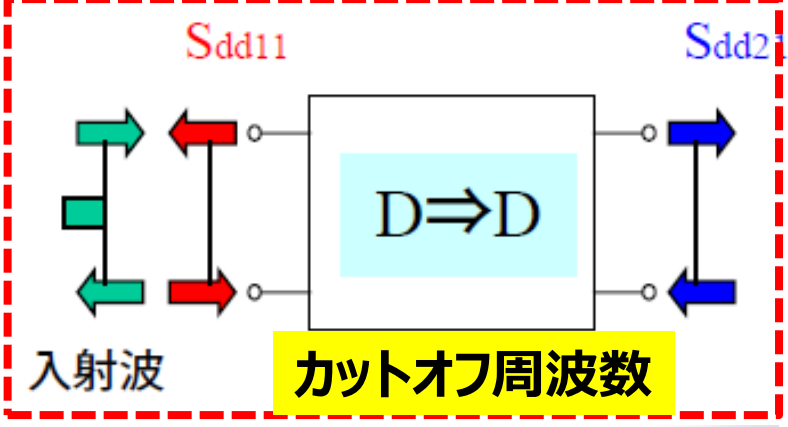
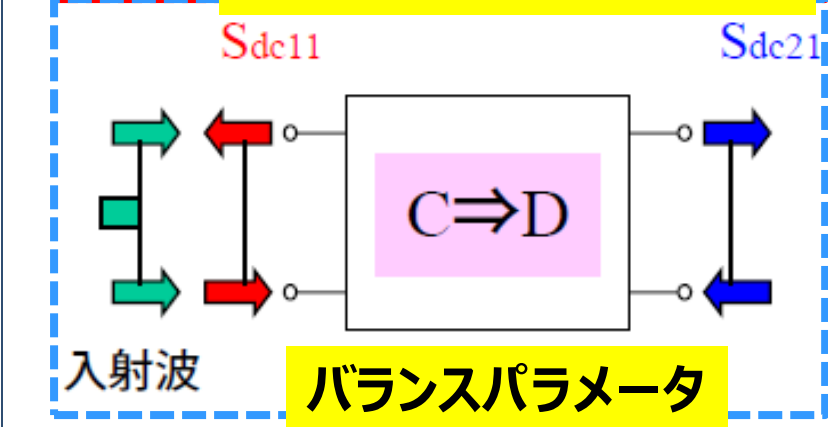
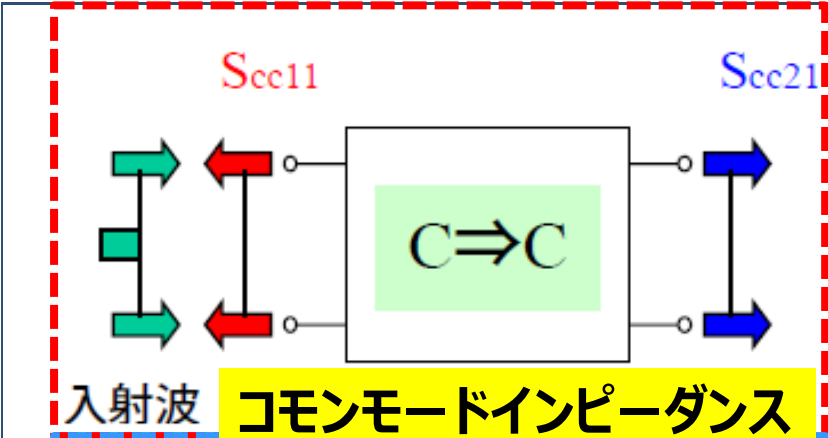


✓ 車両や車載部品が実際
に晒される電磁環境に近い状態

対策内容の勘所 3

こんなところまで！？ミックスモードパラメータとバランス特性

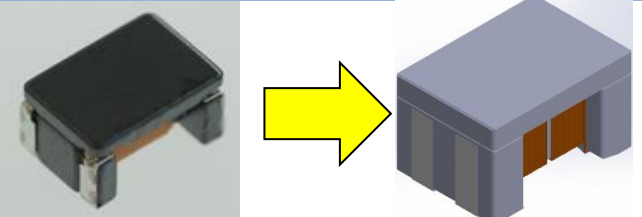
まず、ミックスモードSパラメータを考える！？



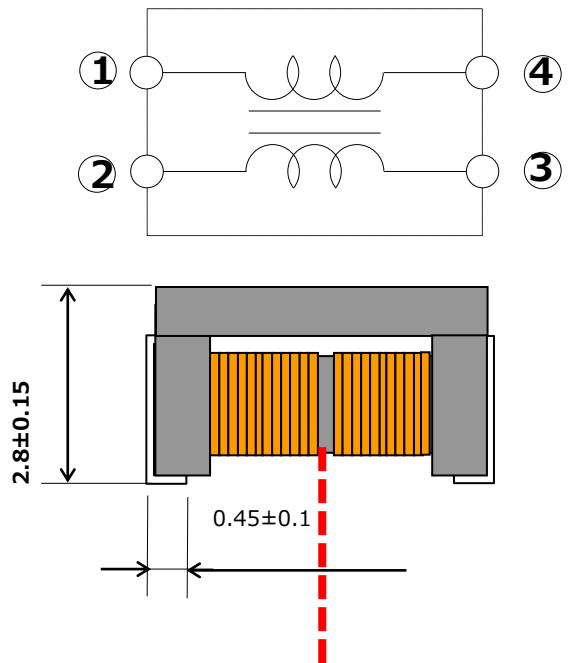
$$S' = \begin{bmatrix} S_{cc11} & S_{cc12} & S_{cd11} & S_{cd12} \\ S_{cc21} & S_{cc22} & S_{cd21} & S_{cd22} \\ S_{dc11} & S_{dc12} & S_{dd11} & S_{dd12} \\ S_{dc21} & S_{dc22} & S_{dd21} & S_{dd22} \end{bmatrix}$$



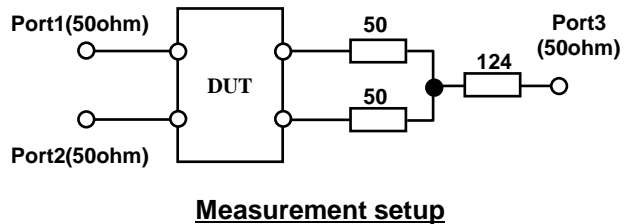
$S_{cc21} = S_{cc12}$, $S_{cd21} = S_{dc12}$,
 $S_{dc21} = S_{cd12}$, $S_{dd21} = S_{dd12}$
 が成り立ちます。



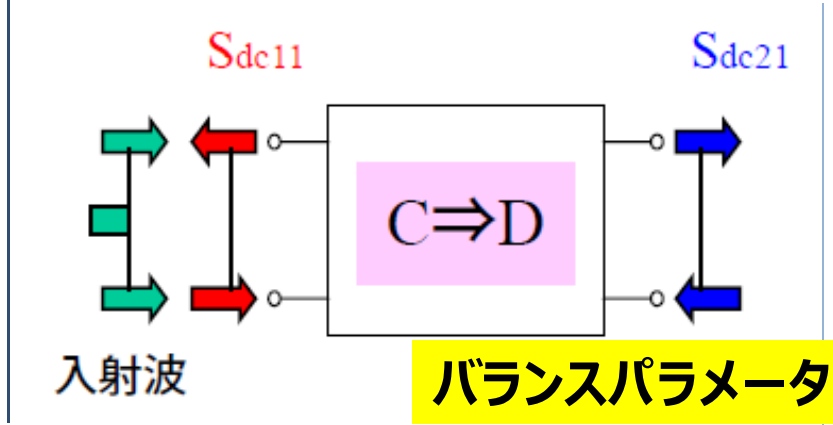
部品の進化：バランスパラメータを考慮する



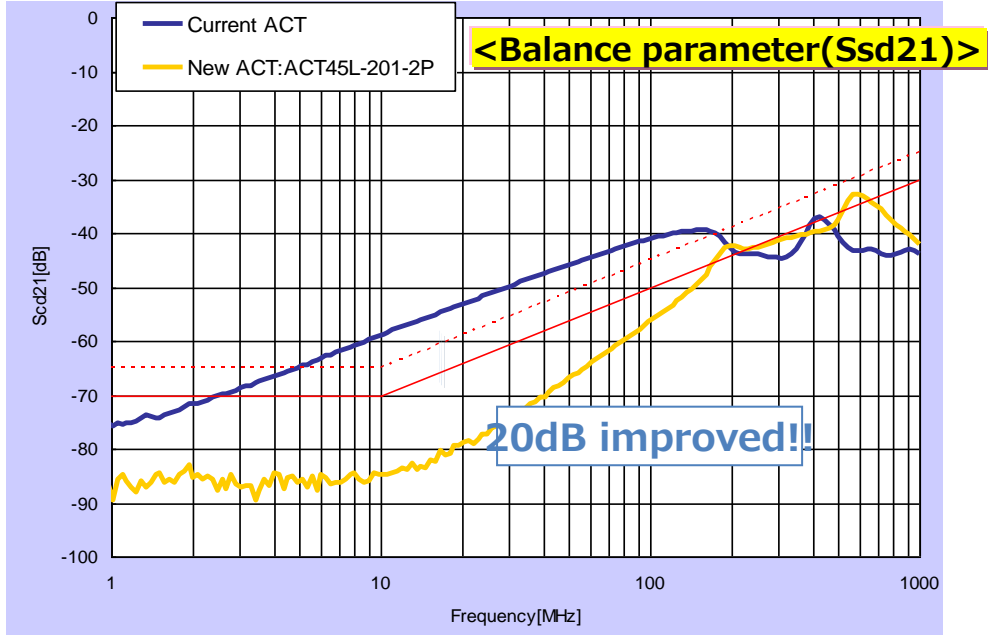
対称性が高くなる巻き方



Measurement setup



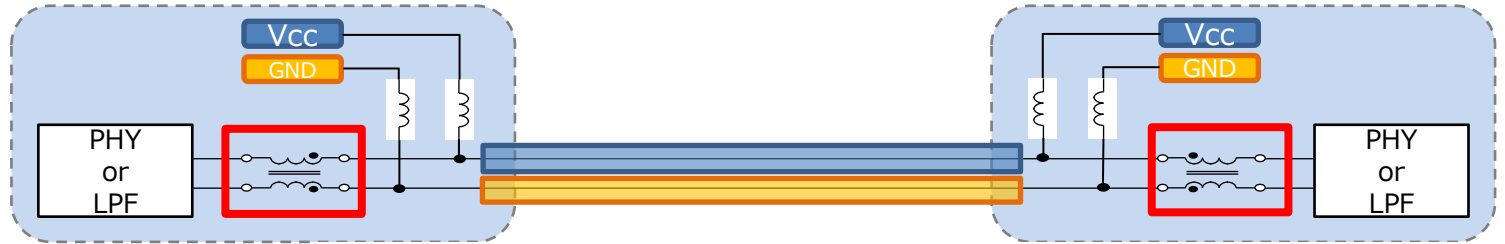
バランスパラメータ



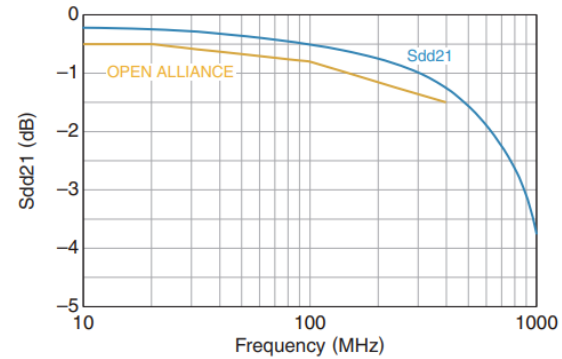
車載イーサネット向けCMF

AEC-Q200

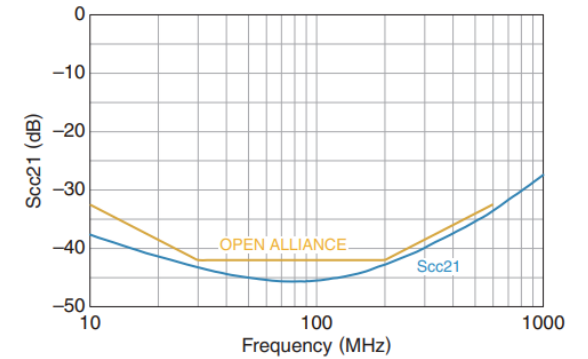
ACT1210G type



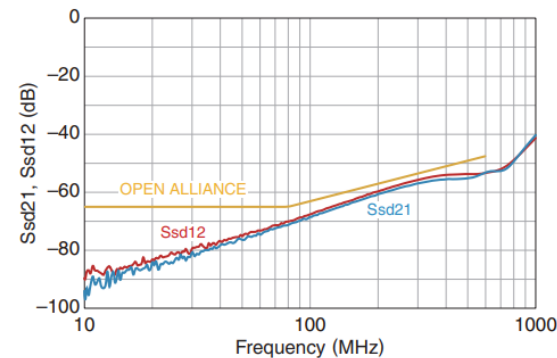
■ Sdd21



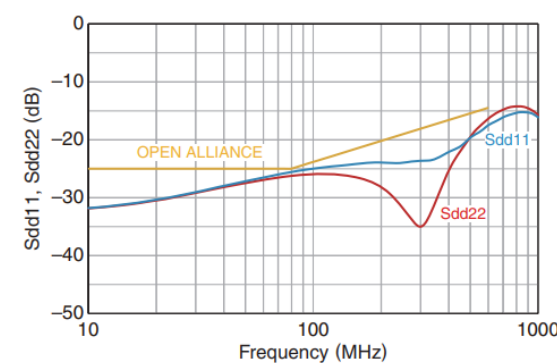
■ Scc21



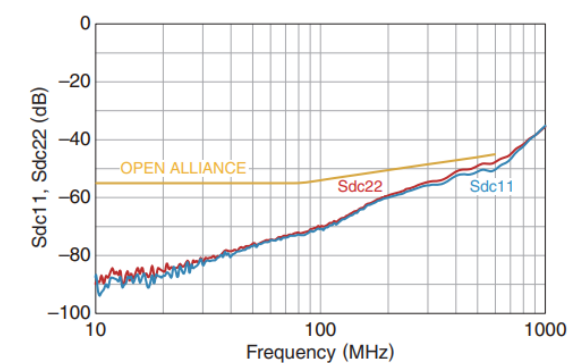
■ Ssd21, Ssd12



■ Sdd11, Sdd22



■ Sdc11, Sdc22



FEATURES

- Common mode filters for automotive Ethernet 1000BASE-T1, compatible with an operating temperature range of -40 to +125°C.
- This product is equivalent to the conventional product (ACT1210L-201) compatible with 100BASE-T1.
- This product achieves high S-parameter while realizing high reliability by metallizing terminals and laser welding using a propriert method.
- Operating temperature range: -40 to +125°C
- OPEN ALLIANCE 1000BASE-T1 response
- Compliant with AEC-Q200

APPLICATION

- Ethernet system.

車載対応製品は 民生品でも使用可能です

現に製品ライフサイクルが長期必要な製品は
車載対応部品から選別いただいています

信頼性も民生品に比べ高い基準（AEC-Q200など）で
規定しています

なので・・・
部品の選択肢は少なくなります
（温度/信頼性/価格など）

AGENDA

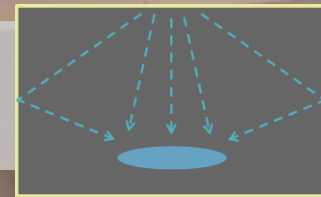
1. TDK株式会社について
2. なぜ車載機器はノイズ的に厳しいのか？
3. 車載機器におけるノイズ対策の勘所
4. 5Gをも見据えた新しい測定方法

まとめ

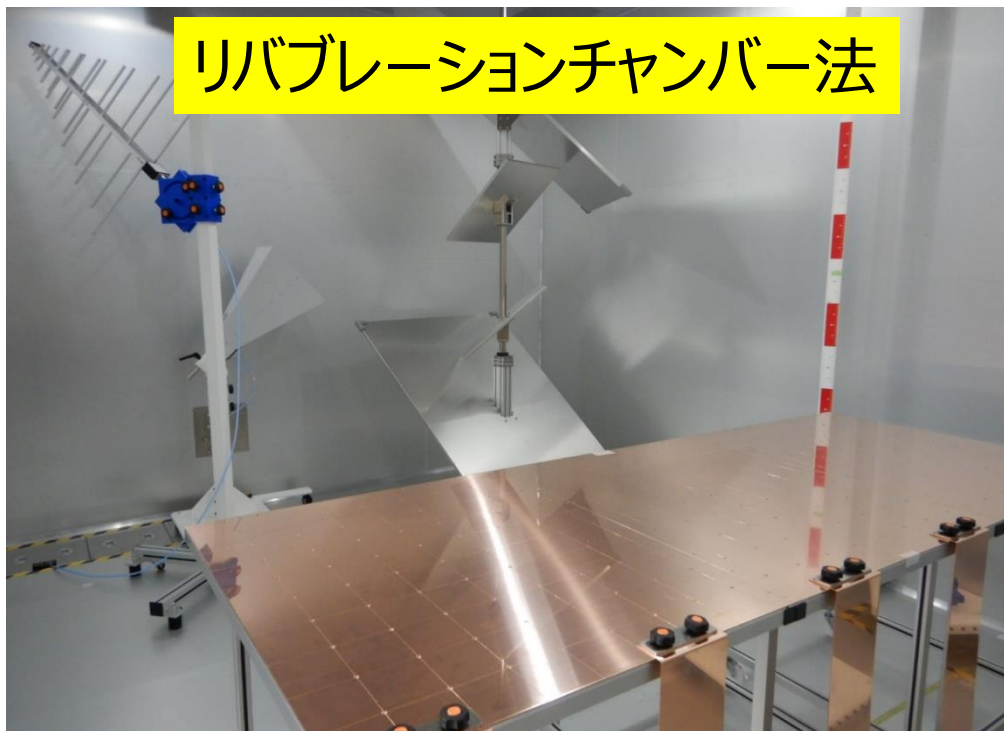
2. 5G環境をも見据えた新しい測定法

都市部の電磁環境を模擬する 試験装置

- 金属の壁面によりマルチパス環境を生成
- 攪拌装置により電波強度の変動を模擬

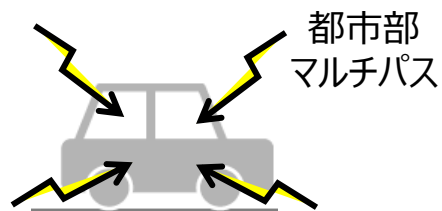


2. 5G環境をも見据えた新しい測定法

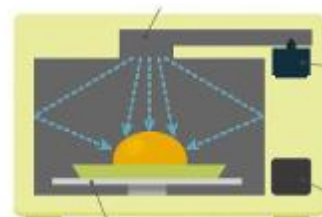


リバレーションチャンバー法

全偏波/全角度試験



イメージ：電子レンジ



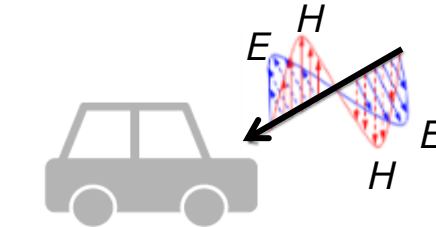
マグネトロン

ランダム照射



電波暗室法

水平垂直偏波/ 1角度試験



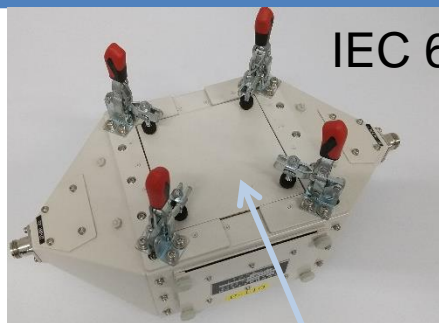
イメージ：直火



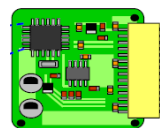
直接照射

2. 5G環境をも見据えた新しい測定法

チップ搭載基板レベルでの試験



TEM-Cell法



ECU

車載部品レベルでの試験



電波暗室法

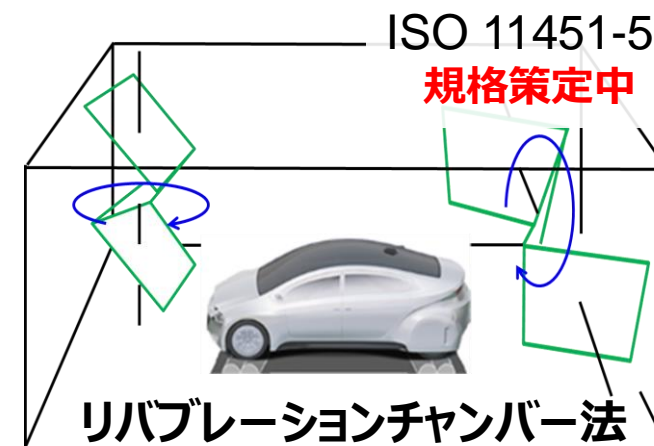
実車レベルでの試験



電波暗室法



リバレーションチャンバー法



リバレーションチャンバー法

まとめ

車載機器におけるノイズ対策の勘所と題しまして、
昨今の市場状況から今後の新しい測定方法としてRVCについて触れ
またなぜ車載機器のノイズが厳しいと言われるのかを解説し
車載機器で対策する際の勘所を、3つ解説いたしました。

EMC的な必要な点をしっかりと見据えながら、測定方法なども考慮して
日々対策のお役に立てれば幸甚です

