

キクスイの車載EMCソリューションオンラインセミナー

車載EMCとは?(入門・基礎)

菊水電子工業株式会社
市場企画部 部長 茂戸藤 寛

2020年9月24日 (木)



目次

1. 自動車のEMCとは
2. 自動車のノイズ源は？

EMCの基礎
初心者向け

所要時間
35～40分程度

3. ISO7637-2規格 概要
4. ISO7637-3規格 概要

EMC関連
中級者向け

5. 車載電子機器の電源変動試験とは
6. キクスイのISO7637関連製品ご紹介
7. 質疑応答

所要時間
20～25分程度

EMCとは

- EMC : Electro Magnetic Compatibility(電磁環境両立性)



出所：富士フィルム

https://sp-jp.fujifilm.com/future-clip/reading_keywords/vol12.html

EMCとは

■ EMC : Electro Magnetic Compatibility(電磁環境両立性)

$$\boxed{\text{EMC}} = \boxed{\text{EMI}} + \boxed{\text{EMS}}$$

- ①他のシステムに電磁的障害を与えない
- ②他のシステムから電磁的影響を受けない
- ③自分自身に電磁的障害を与えない

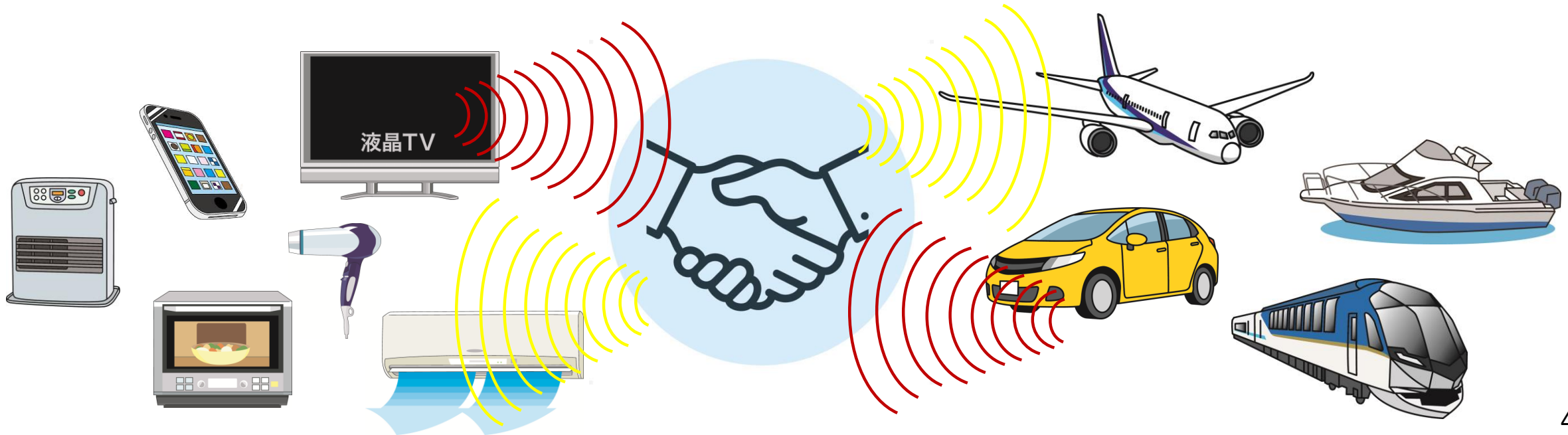


この3要素を満たせば、電磁的に適合していると言える。
発生ノイズと侵入ノイズの両方のノイズを対策することがEMC対策。

EMCとは

■ EMC : Electro Magnetic Compatibility(電磁環境両立性)

「Compatibility」 = 「相手を思いやり、仲良くする」
各種機器・システムが電磁的に仲良くし、共に生きる。



EMCとは

■ EMI : Electro Magnetic Interference

「電磁妨害波 = Emission(エミッション)」

自己の機器から電磁妨害波を規定以上に出さない。

※以前はEMC=EMIと認識。CISPR,VCCI,FCC等で計測方法規制がある。



(図表)電磁界の種類

電磁界の種類	非電離放射線						電離放射線
	静電磁界	超低周波電磁界	中間周波電磁界	高周波電磁界		光	放射線
周波数	ゼロ	300Hz以下 (50/60Hz: 電力設備) 超低周波	300Hz~10MHz (20~90kHz: IH調理器) 中間周波	10MHz~300MHz	300MHz~3GHz (2.45GHz: 電子レンジ) マイクロ波	3GHz~3000GHz (3THz)	3THz~3000THz 3000THz以上
波長	なし	長 10^3 10^2 10^1 10^0 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4} 10^{-5} 10^{-6} 10^{-7} 10^{-8} 10^{-9} 10^{-10} 短					
主な発生源や利用例	・地磁気 ・磁石 ・MRI	・電力設備 ・家電製品電源	・IH調理器 ・テレビ ・パソコンモニター	・ラジオ放送 ・テレビ放送	・電子レンジ ・携帯電話	・BS(衛星放送) ・太陽光	・レントゲン

出典：電磁界情報センター

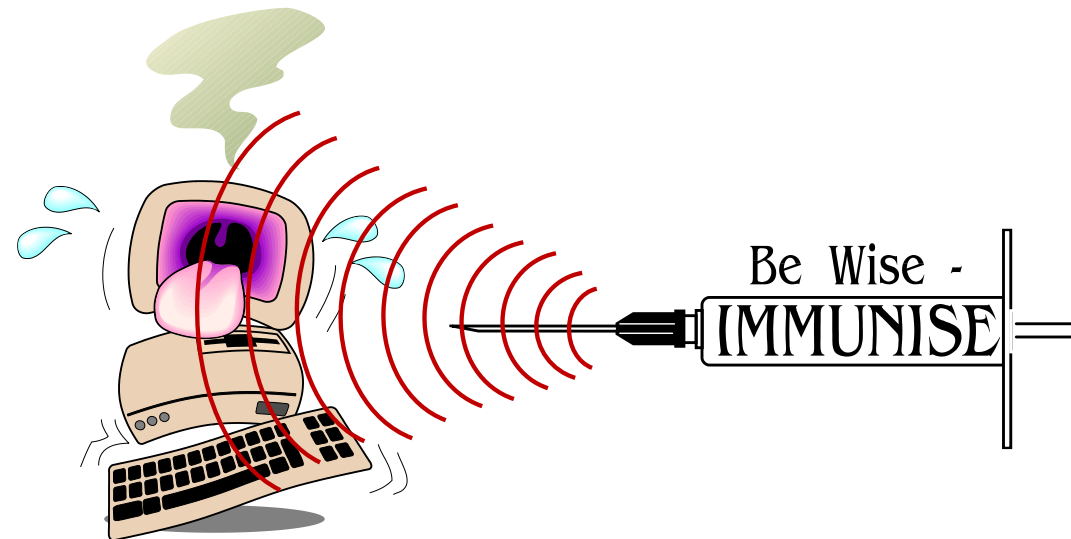
EMCとは

■ EMS : Electro Magnetic Susceptibility

「電磁界感受性 = Immunity(イミュニティ)」

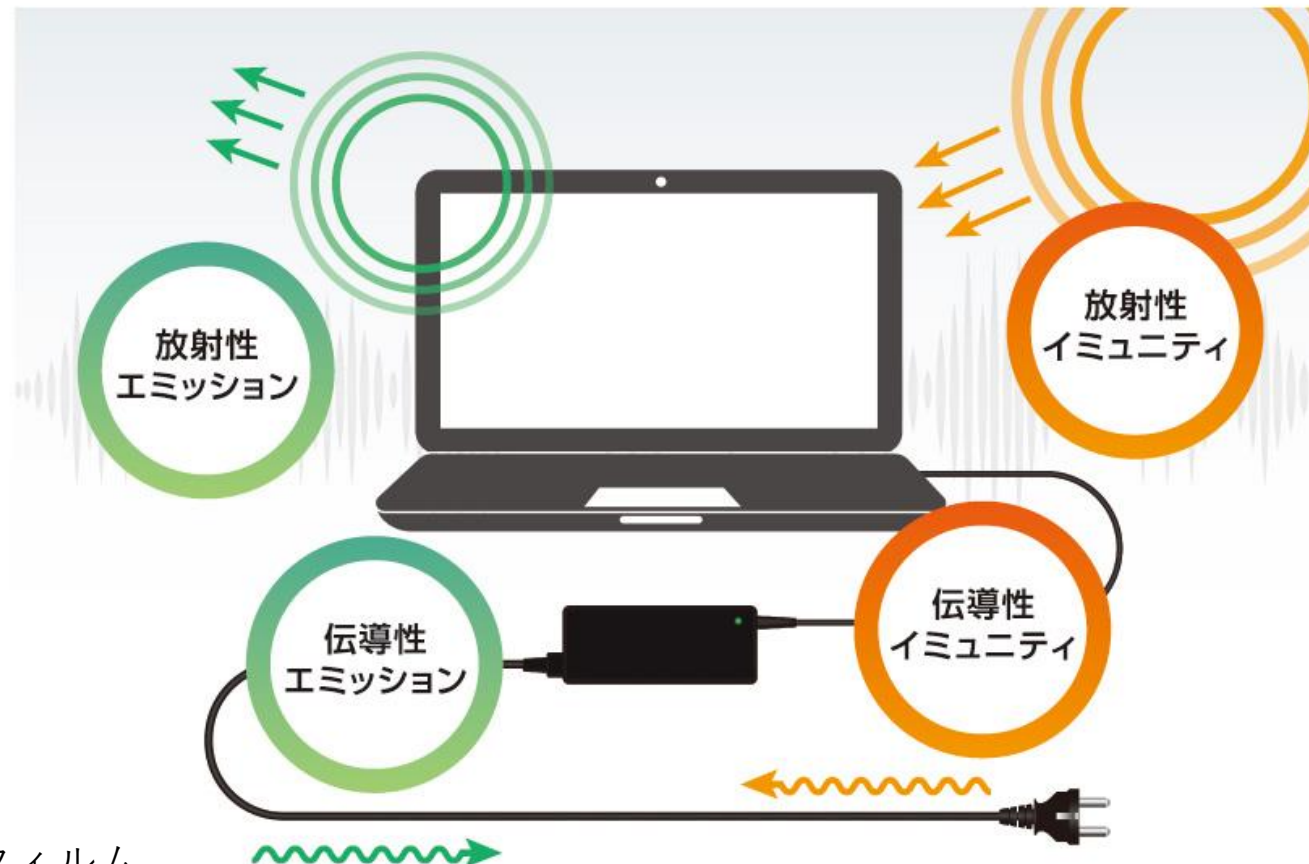
他の機器からの影響を受けない免疫性（耐量）を持つ。

EMCのイミュニティ試験は、破壊試験ではない。



EMSとEMIの関係性

■ 機器へのノイズ進入とノイズ放出



出所：富士フィルム

https://sp-jp.fujifilm.com/future-clip/reading_keywords/vol12.html

なぜEMCが必要なのか？

■ EMCが欠如してしまうと…

各種機器・システムが電磁的に不仲になり共存出来ない。つまり、何らかの電磁的干渉が発生してしまっていることを意味します。

干渉すると言う事は…

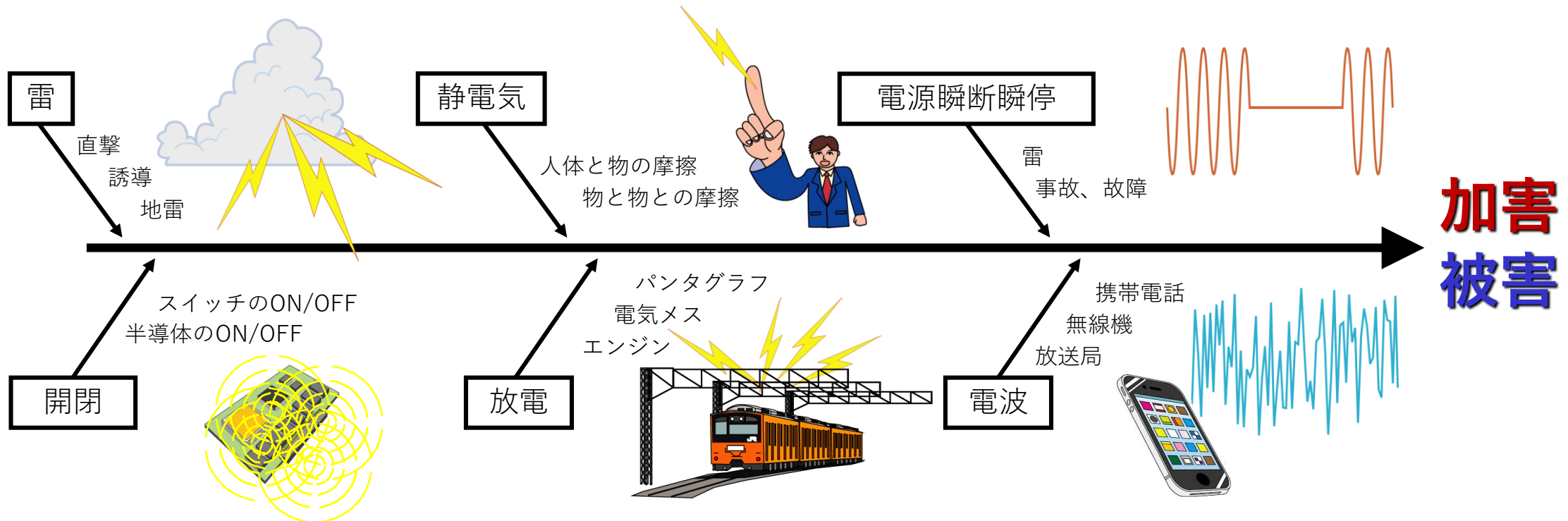
- ラジオから雑音が聞こえる
- 電子レンジを使ったら無線LANの通信が遅くなった
- 電気ストーブが車載無線機の影響で勝手にオンした など

電磁妨害による機器の誤動作のみならず、誤動作の結果として重大な事故を引き起こしてしまう可能性がある。

なぜEMCが必要なのか？

■ ノイズの発生源は多く存在している

ノイズの発生源は、電気機器のみならず、雷に伴う電磁界やサージ、人体からの静電気放電などもあり、他のものへの干渉を引き起こす可能性（＝加害）、また妨害によって干渉を受ける可能性（＝被害）を持っている。



なぜEMCが必要なのか？

■ 電磁干渉問題の例

- 近くで無線送信機が使用された時に電動車椅子が暴走した
- クレーンが電磁干渉に伴って吊り荷を切り離し、作業員が圧死した
- 携帯電話からの電磁界によりペースメーカーが誤動作した
- 軍艦が僚艦のレーダー・ビームの影響で操舵不能となり、衝突を起こしかけた
- ガス衣類乾燥機が内部での静電気による誤動作に伴う過熱事故を生じ、リコールされた
- 車載無線の使用によって、カーナビがフリーズした

EMC規制

■ 各国の認証規格をクリアする必要

“法的強制力をもたない”

IEC規格

CISPR規格



CCC（中国）

EN（欧州）

VCCI（日本）

“地域別（国別）法規から参照されることで強制力を発揮”

EMC=EMI／EMS試験が必要

CCC : Federal Communications Commission 連邦通信委員会

EN : European Norm 欧州統一規格

VCCI : Voluntary Control Council for Interference by Information Technology Equipment 情報処理装置等電波障害自主規制協議会

EMC規制

■ 各国の法的規制(例)

日本

電気用品安全法 (電安法) ^[1.3]	指定されたカテゴリの機器	主にエミッション
電波法	無線機器、高周波利用設備	エミッション
医薬品医療機器等法 (薬機法)	医療機器	エミッション、イミユニティ
道路運送車両の保安基準	車両、車載機器	エミッション、イミユニティ
計量法	特定の計量器	イミユニティ

EU

EMC 指令 ^[1.1]	ほぼ全ての電子/電気機器	エミッション、イミユニティ
無線機器指令 ^[1.2]	無線機器	エミッション、イミユニティ
自動車指令 (ECE R10 ^[1.15])	車両、車載機器	エミッション、イミユニティ
医療機器規則	医療機器	エミッション、イミユニティ

アメリカ

FCC 規則 ^[1.4]	ほぼ全ての電子/電気機器	エミッション
FDA 規則	医療機器	エミッション、イミユニティ

出典：e・オータマ

EMC規制

■ 法的規制に違反した際の罰則(例：CEマーク)

EU圏内で輸出販売する際に必要となる「CEマーキング」。CEマーキングを取得せずにEU圏内へ対象商品を輸出した際の罰則は？

- 出荷、販売の停止
- 製品回収
- 不正のあった製造業者の公開
- 罰金
- 適合宣言書にサインした人物の拘置処置



製品だけでなく企業としての信頼を失墜し、
大きな損害となってしまおう！

1. 自動車のEMCとは

■ 従来の自動車は、
機械的な制御方法や油圧で動作する物が多数を占有

■ 現在の自動車は、
マイコン技術の進化とともに機械式制御は電子式制御に移行
+

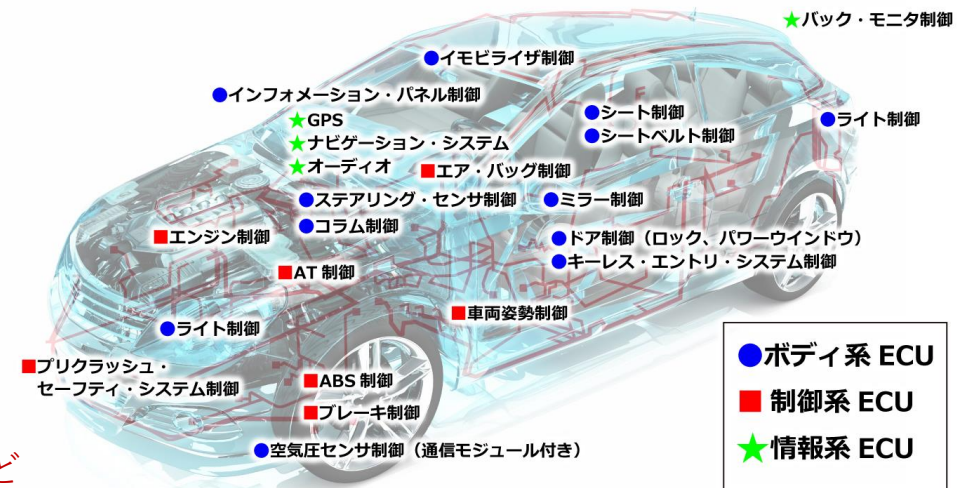
走行性能以外にインテリアの充実度
(便利な機能) の要求は年々高まり、
電装部品は更に多く搭載される傾向

電子制御

搭載されるECUの総数：30～70個
ECU：Electronic Control Unit

電子ネットワーク

CAN,LIN,MOST,FlexRay,Opticalなど



1. 自動車のEMCとは

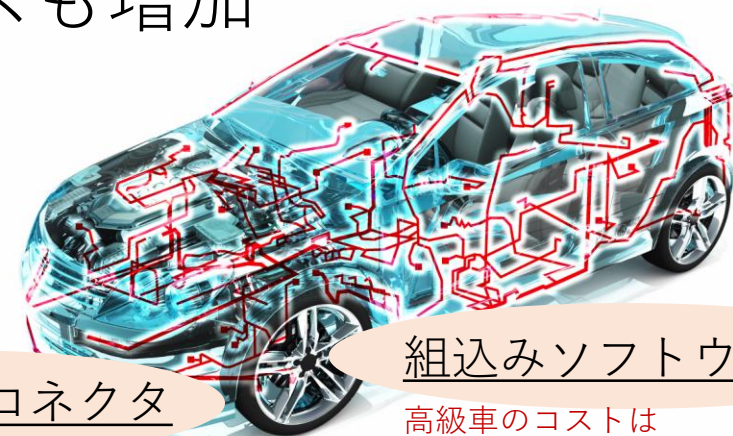
■ さらに現在の自動車は、

ADAS（運転支援システム）の標準化も進んでおり、
自動車に搭載されるカーエレクトロニクスが急激に進化
ADAS/自動運転用センサの搭載個数は増加し、多機能・高性能化が急加速



- ECU搭載個数の増加 ⇒ ワイヤーハーネスも増加
- 自動車内部の電源事情

バッテリーから電気が供給されますが、エンジン始動時や電気回路のチャタリング等で、電源としては不安定となる要素が多く存在。不安定となる要素は電装部品の増加による影響も少なからず影響を及ぼしている。



ハーネス・コネクタ

車両1台当り：ハーネス質量40kg
800を超えるワイヤの総延長距離3km
1800のコネクタ

組込みソフトウェア

高級車のコストは
35%~40%がソフトウェアと
電装システム

1. 自動車のEMCとは

■ 一般民生品と自動車のEMCはどう違うのか？

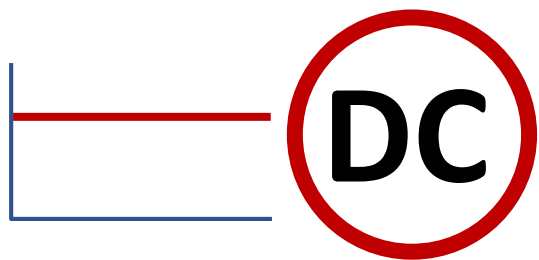
- 移動する = 環境が変化する



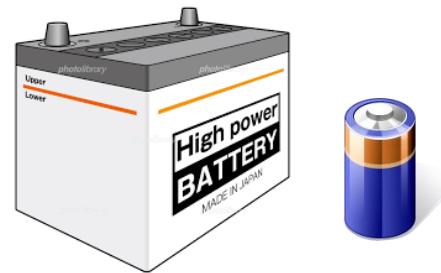
1. 自動車のEMCとは

■ 一般民生品と自動車のEMCはどう違うのか？

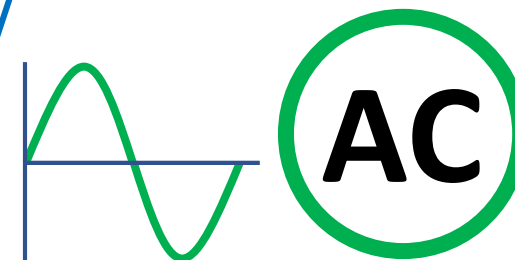
- DC(直流)で駆動する（交流とは異なる条件）
 バッテリーを通じて電力の消費と充電を繰り返し、多数の電装品の電源を供給する→自動車内部で電力環境の変化＝電源電圧変動が起きている



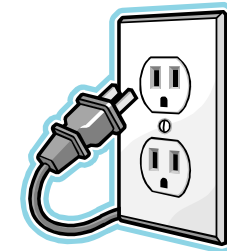
Direct Current



まっすぐな電流 = 「直流」と呼びます。
 > バッテリーなどで使用される電気



Alternating Current

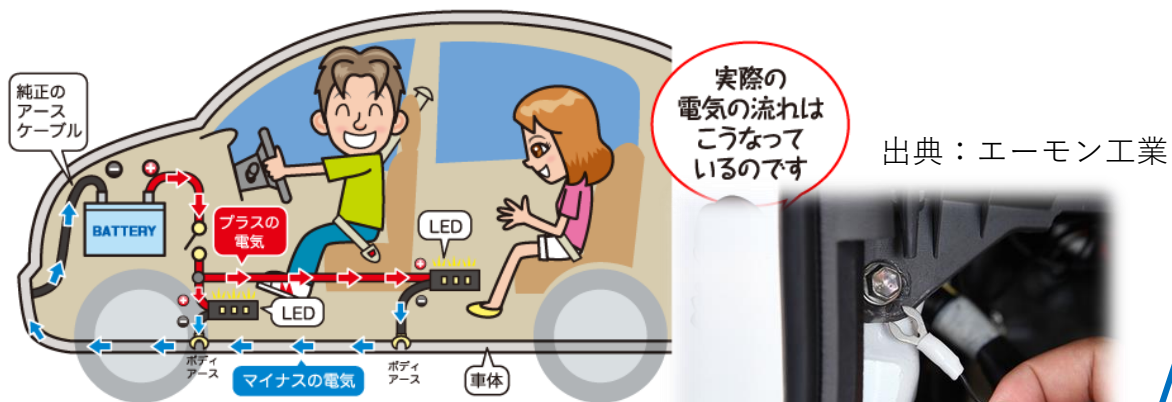


交互に替わる電流 = 「交流」と呼びます。
 > コンセントで使用される電気
 ※1秒間に50サイクル変化すると50Hz

1. 自動車のEMCとは

■ 一般民生品と自動車のEMCはどう違うのか？

- 自己ノイズが多い
アースが共通（スパーク、発電、クロックなど）

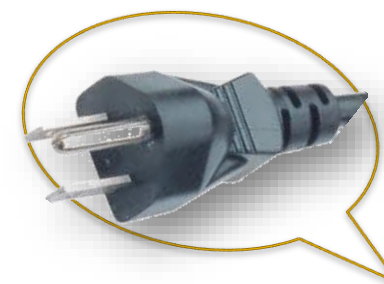


自動車のボディアースは、

家電のアースとは目的が異なります。「アース」と言っているが、そもそも大地につないでいるわけではない。自動車が地面に接地しているのはタイヤだけであり、タイヤはゴムなので電気を通さない。大地からは絶縁状態にある。つまり、**車体に接地させる**と言う事！

家電のアースとは？

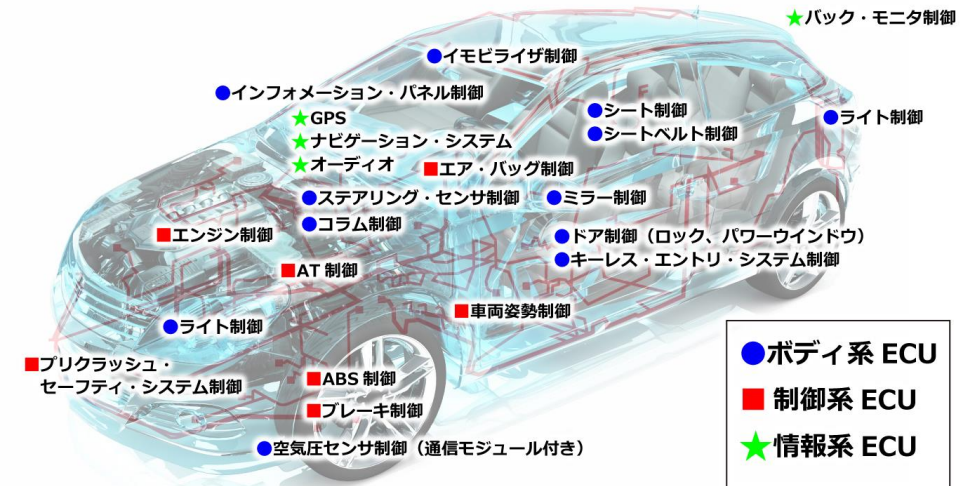
アースといえば、電子レンジや冷蔵庫などの大型家電にくっついている**緑色の配線**！漏電や過電流などのトラブルが起きた場合、アース線が電気を逃がす役割を果たす、つまり「**保護接地**」がアース。最終的に**大地につながる**。



1. 自動車のEMCとは

■ 一般民生品と自動車のEMCはどう違うのか？

- 集積密度が高い（フロントパネルに集中）
CPUが増加（30～100個/台）＝一箇所に集中 ※最近では各所に散在



1. 自動車のEMCとは

■ 自動車のEMCはなぜ必要なのか？

- ラジオにノイズが乗る → クレームになる
- 制御機器が誤動作 → 事故・故障



EMC試験は自動車メーカーの基本環境試験要求

1. 自動車のEMC規格

- ISO7637 過渡電気伝導妨害試験
- ISO11452 RF放射イミューニティ試験
- ISO16750 電源電圧変動、環境試験
- ISO10605 静電気試験

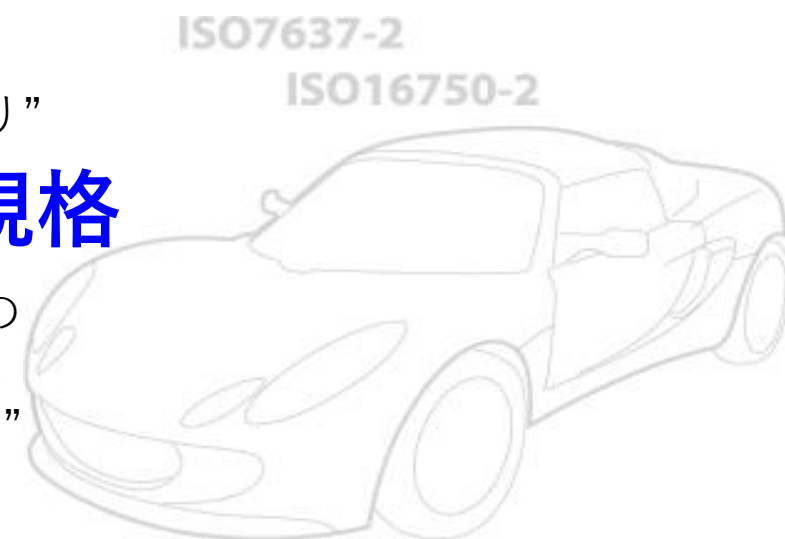
“法的強制力をもたない”

- SAE,JASO,EN 各国の規制

“地域別（国別）法規から参照されることで**強制力**を発揮する場合あり”

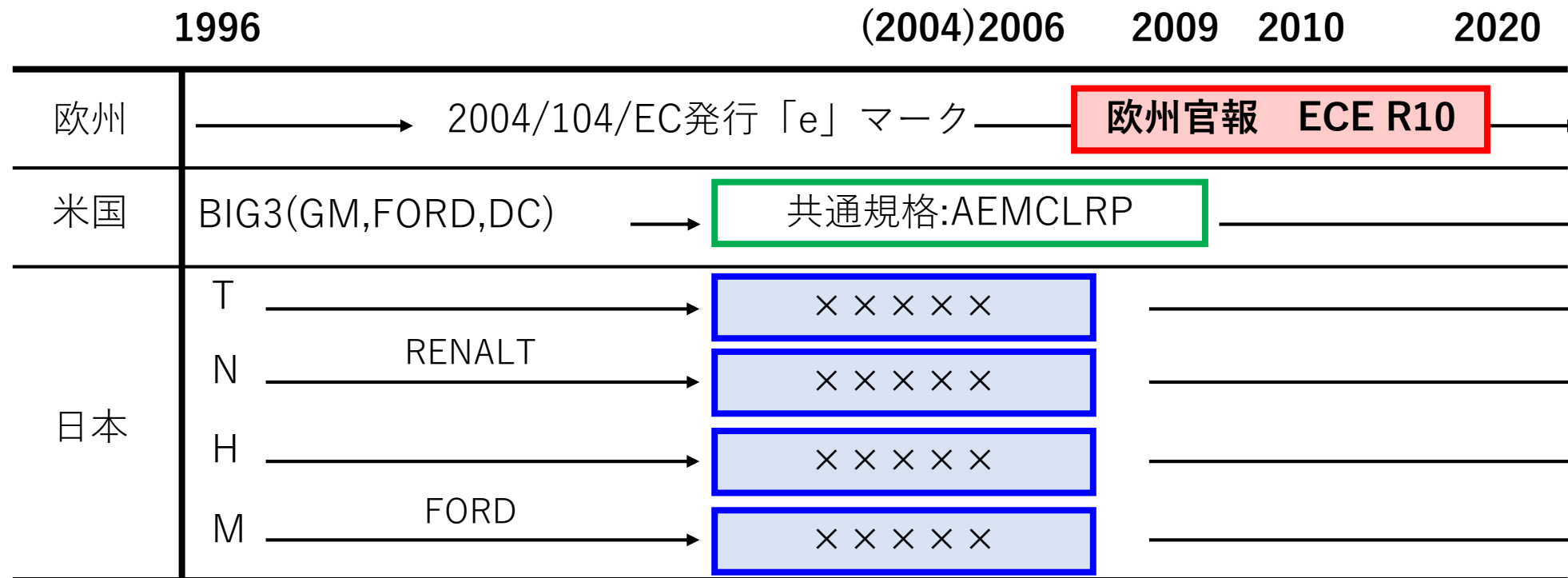
- **その他 各自動車メーカー独自規格**

“法的な規制がない場合であっても、製品の納入先から特定の基準への適合が求められる場合、その要求に従わなければ製品が受け入れられないような、**実質的に強制力を持つ**要求が定められていることもある”



1. 自動車のEMC規格

■ 国内外の規格動向



ISO規格を順次導入し運用中

AEMCLRP: Automotive Electromagnetic Compatibility Testing Laboratory Recognition Program
 米国自動車メーカーのクライスラー社、フォード社およびゼネラルモーター社(OEMs)は、
 共同で自動車EMC試験所承認プログラム(AEMCLRP)を運用。AEMCLRPの承認をEMC試験所が受ける
 際には米国のA2LAまたは日本ではJABの認定を受ける必要がある。

1. 自動車のEMC規格

■ ECE R10規格とは 車と家庭環境における国際連合が発行したEMC試験要求

EV/PHV では全てのクリアが必要



“法的強制力を持つ”

ECE Regulation No.10 (ECE R10) は、車両等の相互承認に関する国際的な協定（1958 年協定）に基づいて国際連合が発行した自動車や自動車への取り付けを意図したデバイスのEMCに関する規則。

名前にECE（UNECE：国際連合欧州経済委員会）が含まれているものの、ECE R10は、欧州以外の複数の国でも受け入れられています。

車両



ECU

モーター
インバータ



1. 自動車のEMC規格

■ ECE R10規格に違反した際の罰則(例：eマーク/Eマーク)

欧州自動車EMC指令においては、指令に基づく基準を満たすことを証明するEU型式認証を行っており、基準を満たすことで、型式認証マーク（eマーク/Eマーク）が付与され、欧州での流通を可能にしている。eマーク/Eマークを取得せずにEU圏内へ対象商品を輸出した際の罰則は？

- 出荷、販売の停止、製品回収(リコール)
- 不正のあった製造業者の公開
- 各EU加盟国の法律のもとで、罰金
- 責任者の収監のようなペナルティ



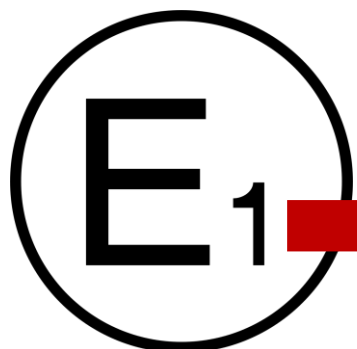
企業としての信頼を失墜・大きな損害！

1. 自動車のEMC規格

■ eマーク/Eマーク

ECE Regulationもしくは欧州自動車EMC指令の要求事項に適合した自動車部品に対して、E + 数字(試験および認可した機関の国番号)を表した適合性マークしたもの。

- eマーク：自動車EMC指令2004/104/ECの要求事項準拠
→2014年11月に2004/104/EC廃止により、ECE R10へ移行
- Eマーク：自動車EMC指令ECE R10の要求事項準拠



許可発行の国番号

(E1:ドイツ、E2:フランス・・・E43:日本)

1. 自動車のEMC規格の分類

■ 自動車のEMC規格は「実車試験」と「部品試験」に分類

実車試験は、完成車の状態で実施する試験：エミッション規格においては「CISPR12」として規定。

部品試験は、一般的な電子部品ではなく、電装品（ECU）単位で実施される試験：エミッション規格はCISPR規格の「CISPR25」として規定。

対象	分類	国際規格	項目
部品	EMI	CISPR25	広帯域放射エミッション
			狭帯域放射エミッション
		ISO7637	伝導過渡エミッション
	EMS	ISO11452-2	アンテナ照射イミュニティ
		ISO11452-3	TEMセルイミュニティ
		ISO11452-4	BCIイミュニティ
		ISO11452-5	ストリップラインイミュニティ
		ISO7637	伝導過渡イミュニティ

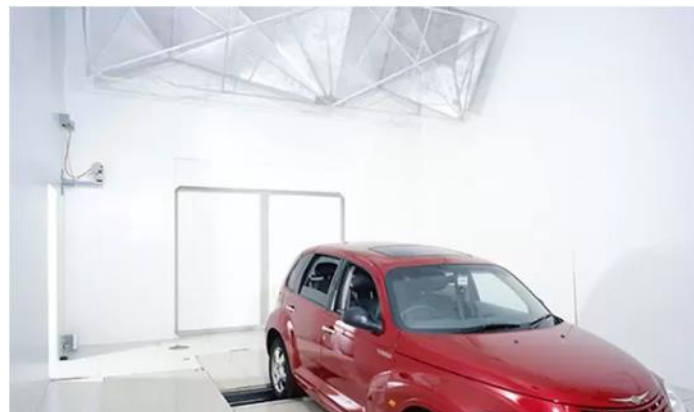
対象	分類	国際規格	項目
実車	EMI	CISPR12	広帯域放射エミッション
			狭帯域放射エミッション
	EMS	ISO11451-2	アンテナ照射イミュニティ
		ISO11451-4	BCIイミュニティ

1. 自動車のEMC規格の分類

■ 自動車のEMC規格は「実車試験」と「部品試験」(イメージ)



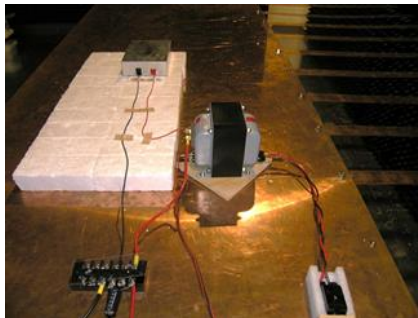
実車試験 (CISPR12)
出典：東陽テクニカ



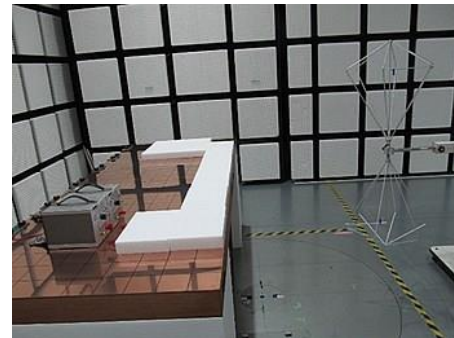
実車試験 (イミュニティ試験)
出典：ETSリンドグレン



部品試験 (イミュニティ)
出典：UL JAPAN



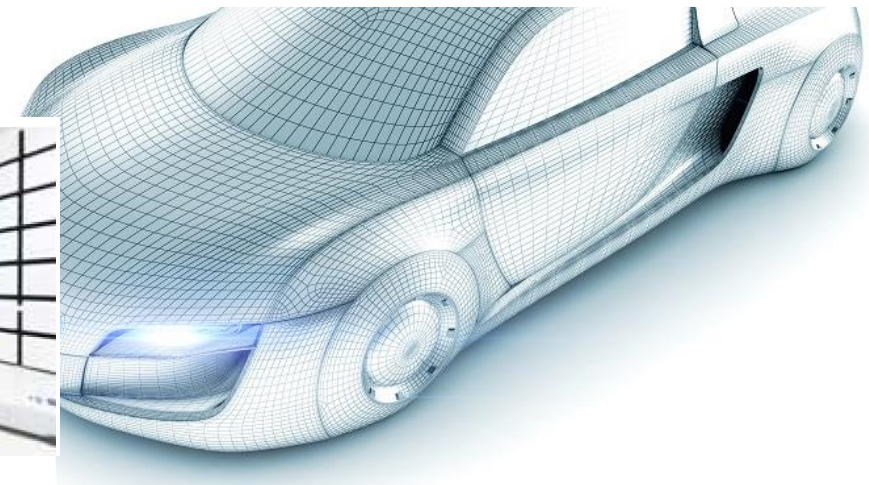
部品試験 (ISO11452-10)
出典：沖エンジニアリング



部品試験 (CISPR25)
出典：JQA



部品試験 (エミッション)
出典：e・オータマ



1. 自動車のEMC性能

■ 車載電子機器へのEMC対策

EMI = エミッション
Electro Magnetic Interference

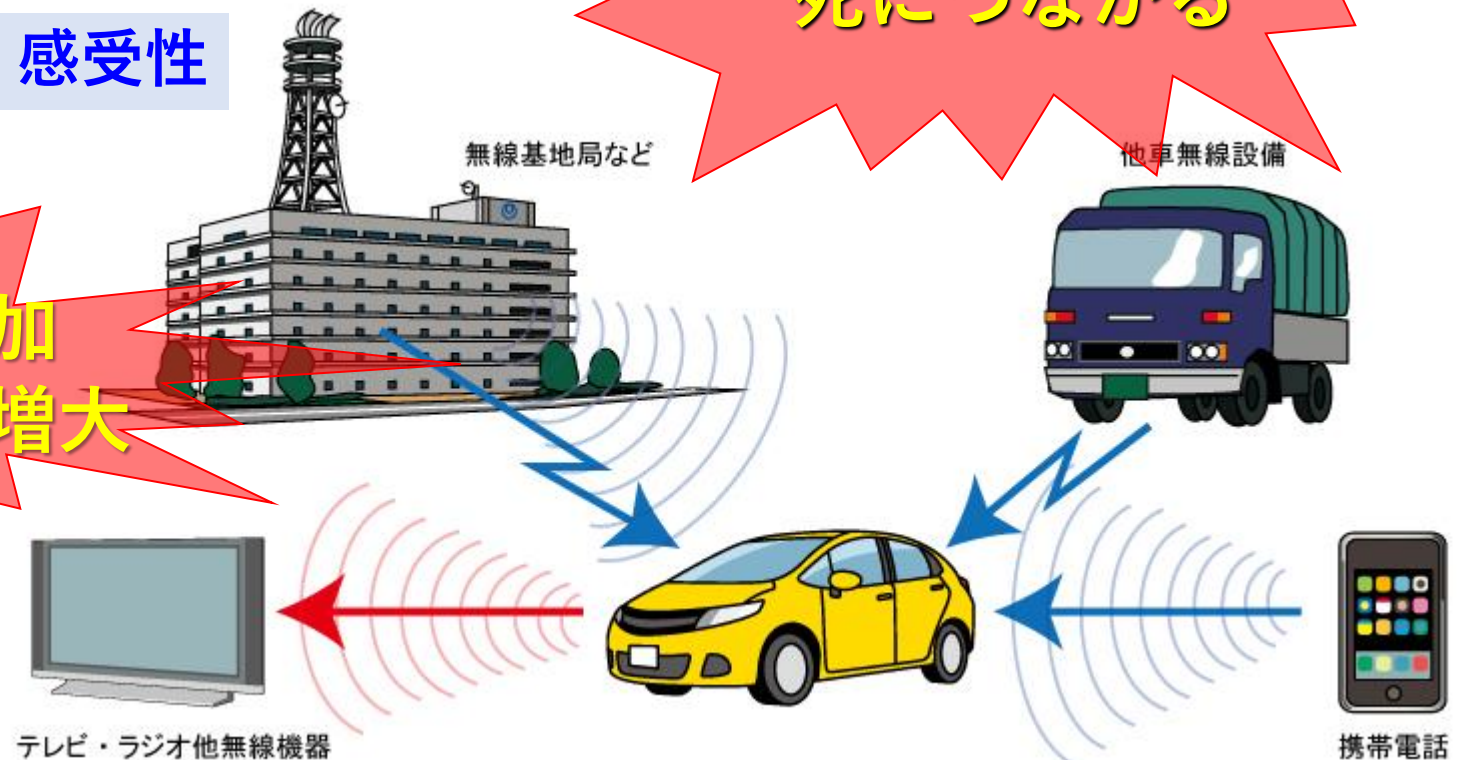
妨害

EMS = イミュニティ
Electro Magnetic Susceptibility

感受性

人命に関わる問題
死につながる

伝導性ノイズの増加
妨害波の発生原因が増大

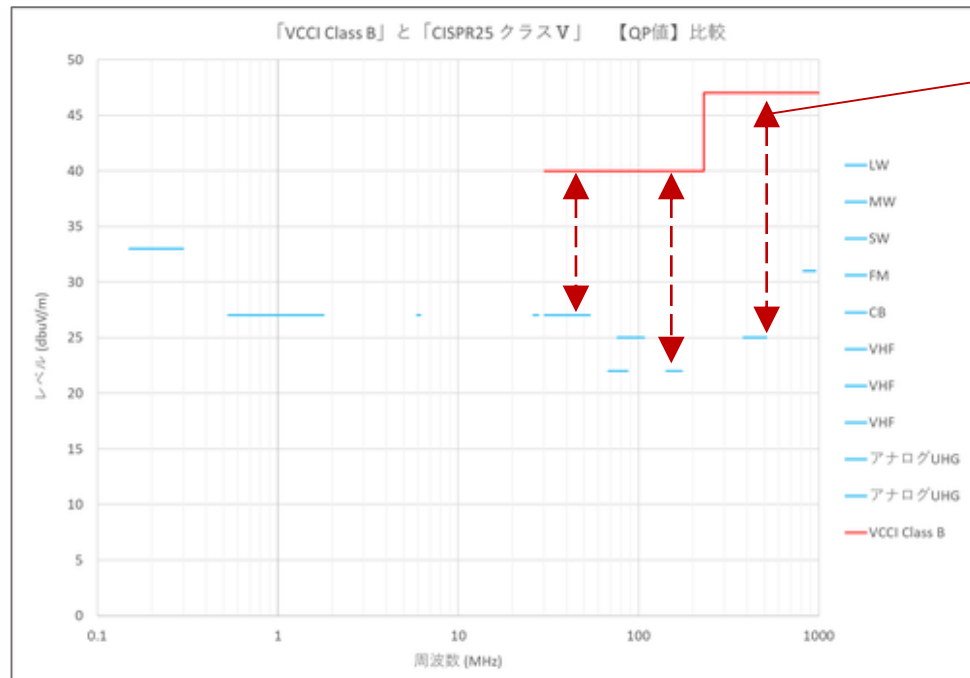


1. 自動車のEMC性能

■ エミッション試験の重要性

自動車は、ノイズの影響で妨害を与えたり、誤動作することは許されないため、各ECUにはエミッション性能を非常に厳しく規制する必要がある。

一般民生機器のエミッション規格と比較すると・・・VCCI規格、CISPR15、電気用品安全法等よりも遥かに低いノイズレベルが要求される。



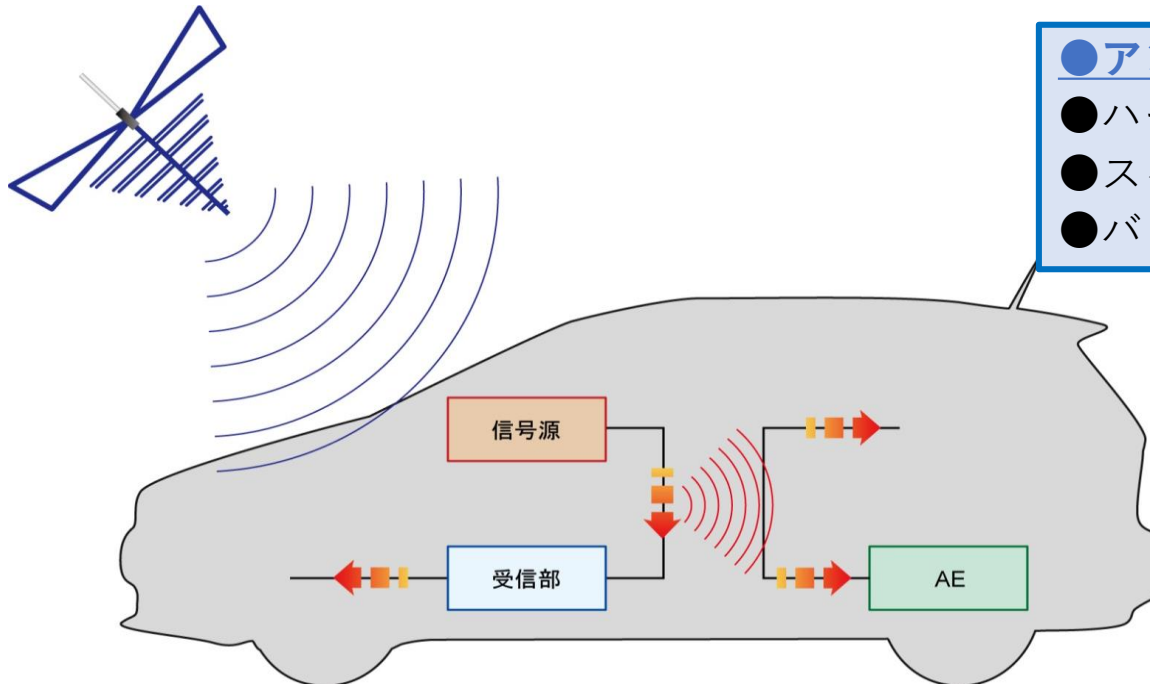
同じ周波数帯域で比較すると「VCCI規格」よりも車載機器のエミッション規格である「CISPR25」の限度値のほうが10dB以上低い値

しかもこの限度値は、VCCI規格が測定距離「3m」に対してCISPR25は測定距離が「1m」とさらに近い距離

1. 自動車のEMC性能

■ イミュニティ試験の重要性

自動車内部のECUの数は増え続けるとともに、EV/HEVの普及によって自動車の内部は、ますます「電磁ノイズ」まみれの状況。つまり、エミッション試験同様にイミュニティ試験も重要。一般民生機器のイミュニティ規格「IEC61000-4-3：10V/m」と自動車EMC規格「ISO11452-4：100V/m」を比較すると・・・単純比較で「10倍」違います！



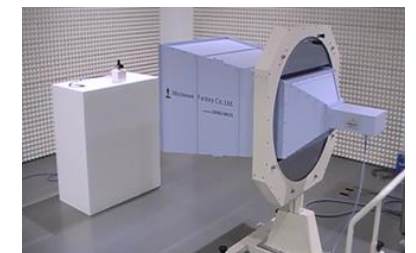
● アンテナや基地局等からの直接放射試験

- ハーネスからの輻射や接続されたハーネスからの伝導
- スイッチの開閉過程で発生する過渡現象
- バッテリ：消費と充電＝電源電圧変動

「レーダーパルス試験」

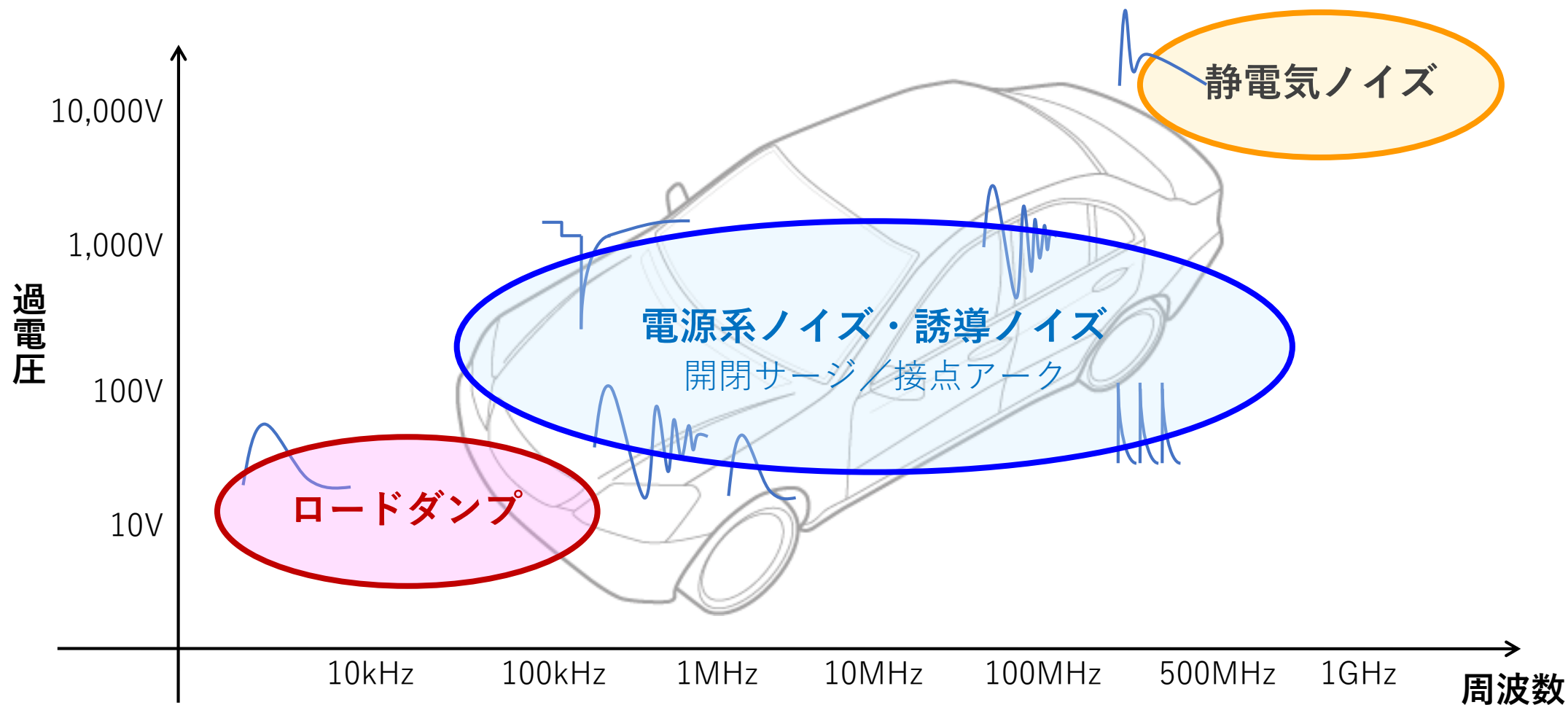
- ・ 航空監視レーダーを模擬
- ・ 電界強度が「600V/m」

レーダーパルス専用アンテナ
出典：沖エンジニアリング



2. 自動車のノイズ源は？

■ 低電圧系統でのサージ・ノイズの種類

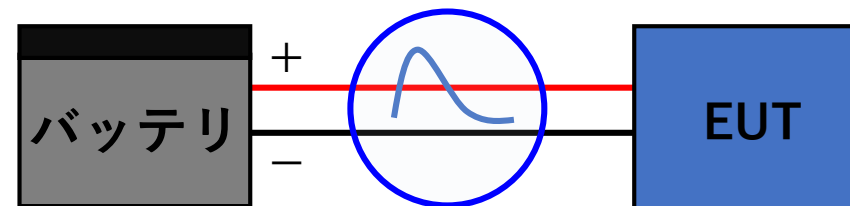


2. 自動車のノイズ源は？

■ 低電圧系統でのサージ・ノイズの種類

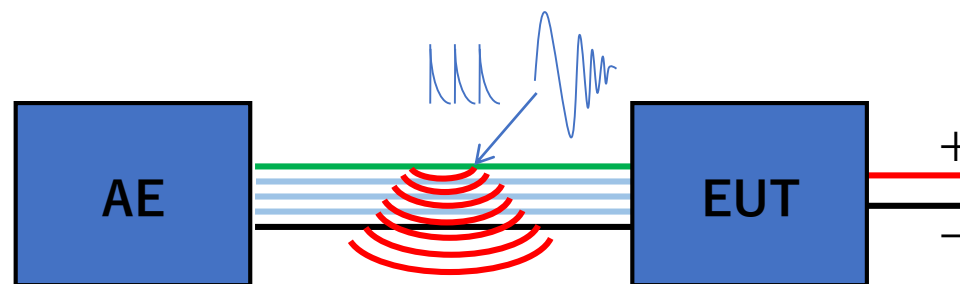
電源系ノイズ

12V,24Vの電気系統を装備した乗用車及び軽商用車上に搭載された機器の伝導性電氣的過渡現象の両立性を確保するための試験。



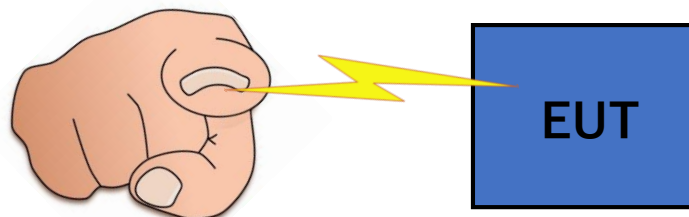
誘導ノイズ

12V,24V,42Vの電気系統を装備した乗用車及び軽商用車上に搭載された機器の電源線以外の線を経由する容量性及び誘導結合による過度電気伝送試験。



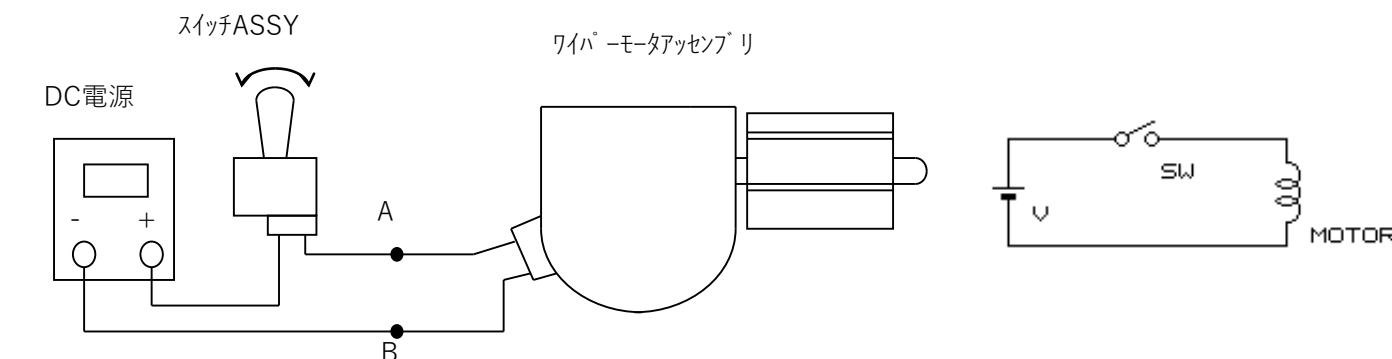
静電気ノイズ

人体や物体などに帯電したエネルギーが、電子機器へ放電した際の耐性を評価するEMC試験。

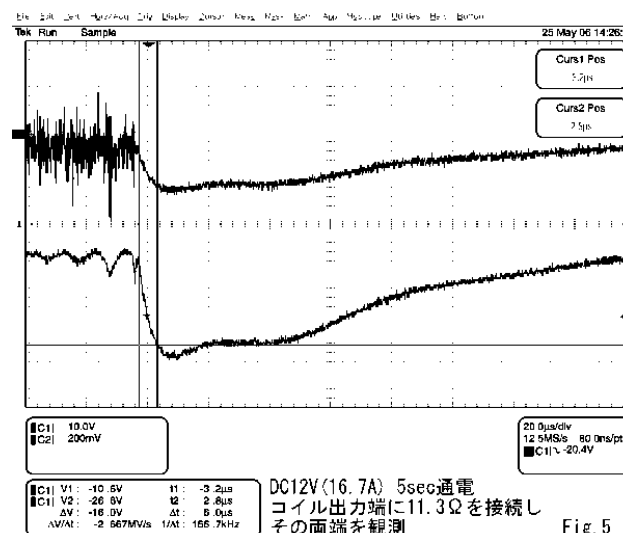
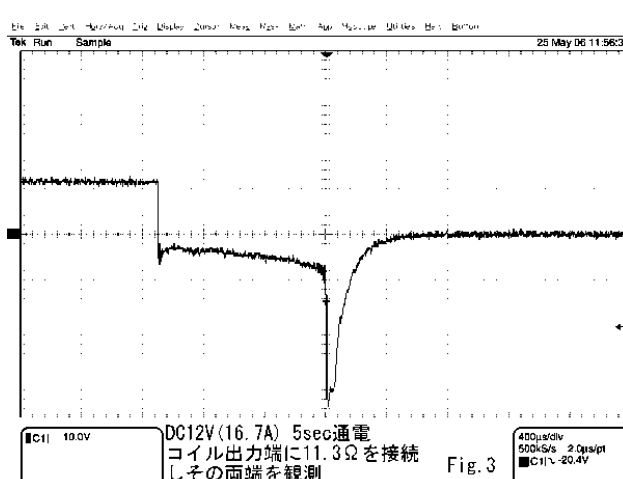
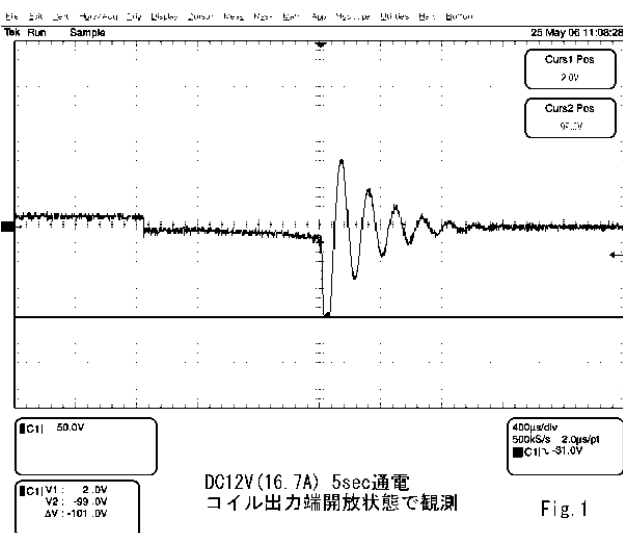


2. 自動車のノイズ源は？

■ ワイパーモータから発生するノイズ[誘導ノイズ]

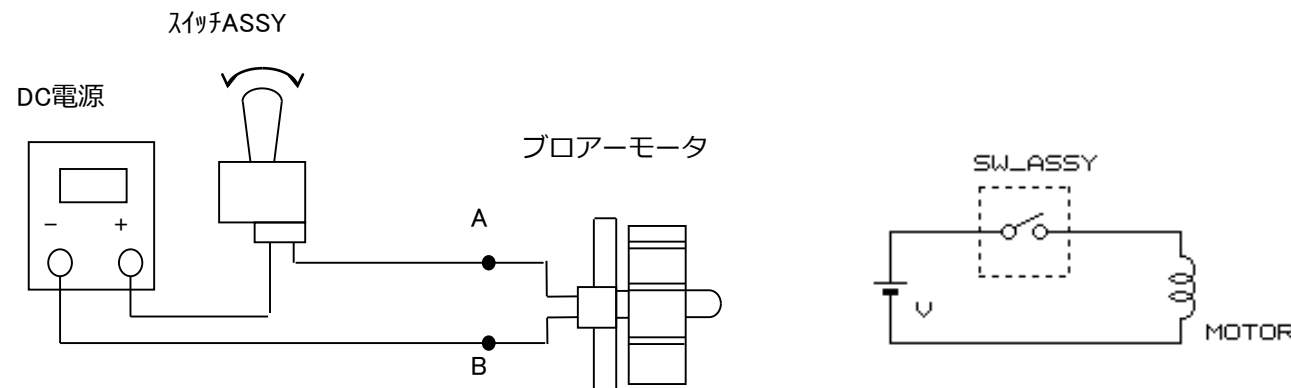


ワイパーモータアセンブリに、スイッチASSYを経由してDC電源を供給。DC電源をスイッチASSYにて遮断し、逆起サージ(A-B間)を観測する。

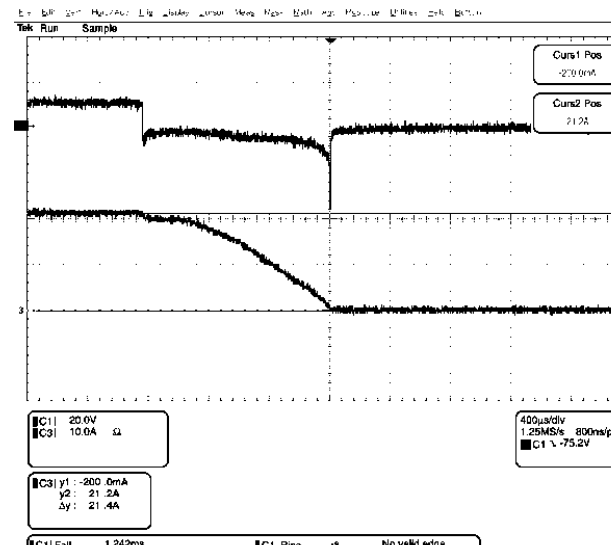
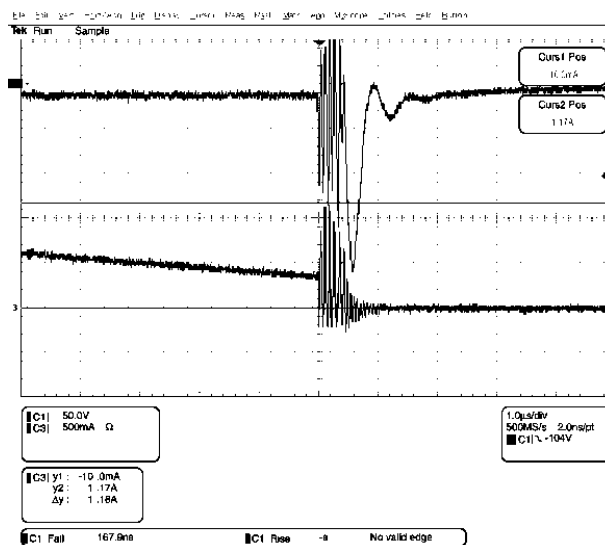
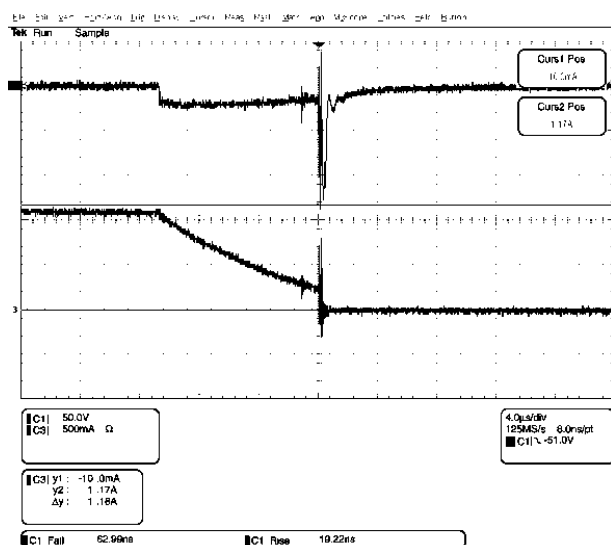


2. 自動車のノイズ源は？

■ ブロアーモータから発生するノイズ[誘導ノイズ]



ブロアーモータアセンブリに、スイッチASSYを経由してDC電源を供給。DC電源をスイッチASSYにて遮断し、逆起サージ（A-B間）を観測する。

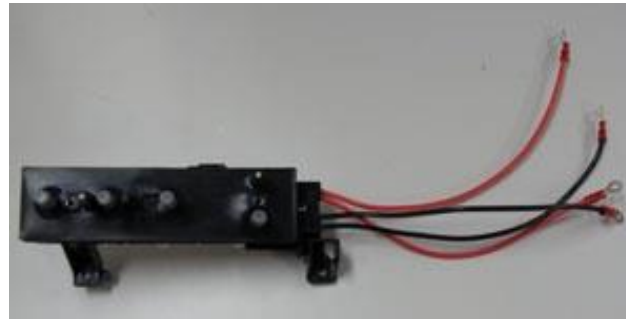


2. 自動車のノイズ源は？

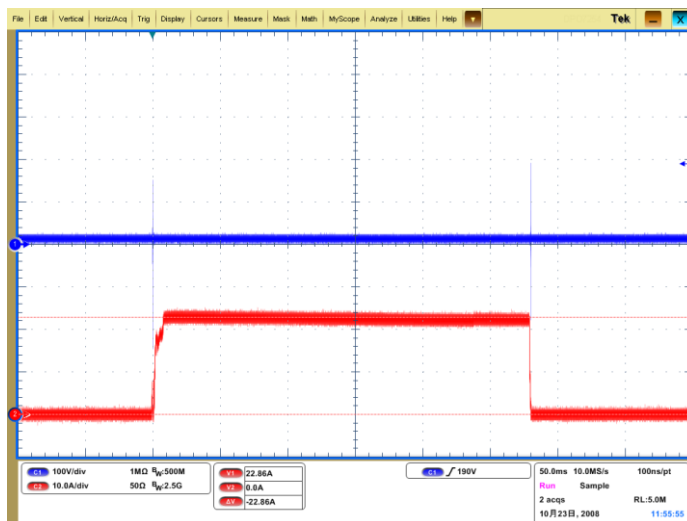
■ シートモーターから発生するノイズ[誘導ノイズ]



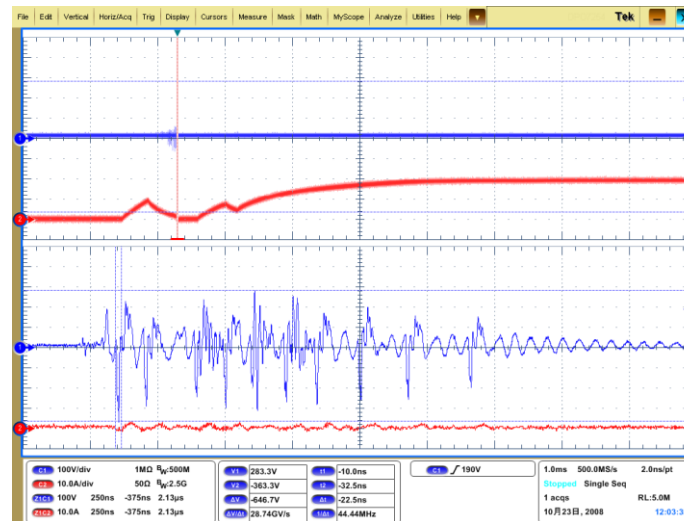
パワーシートモータ



シートスイッチ



ロック電流は約23A



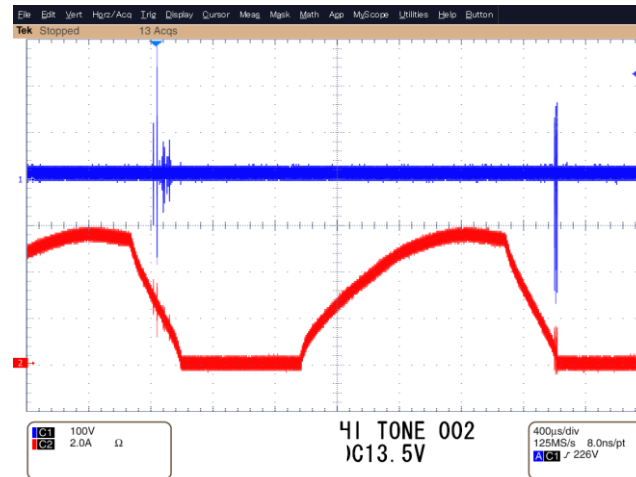
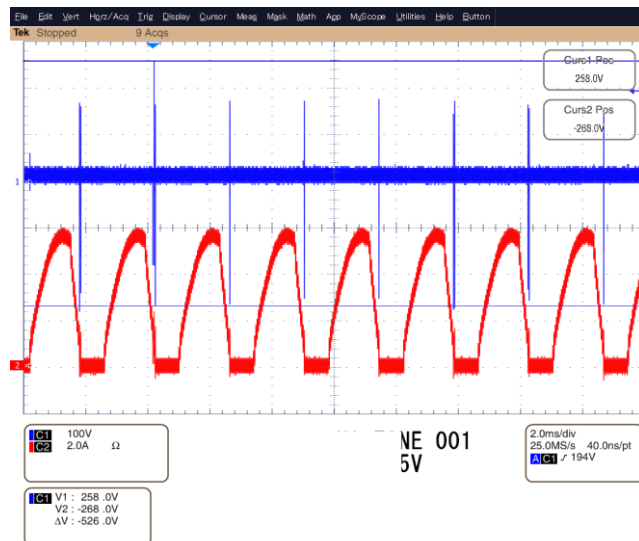
Turn-ON時
サージ電圧：約650Vp-p



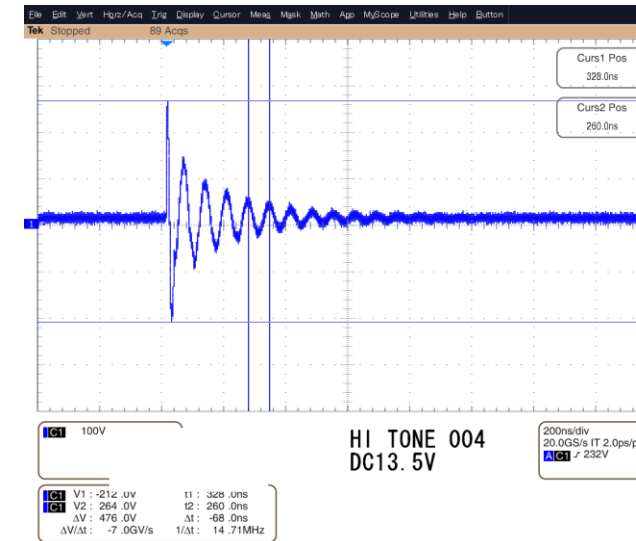
Turn-OFF時
サージ電圧：約520Vp-p

2. 自動車のノイズ源は？

■ ホーンから発生するノイズ[誘導ノイズ]



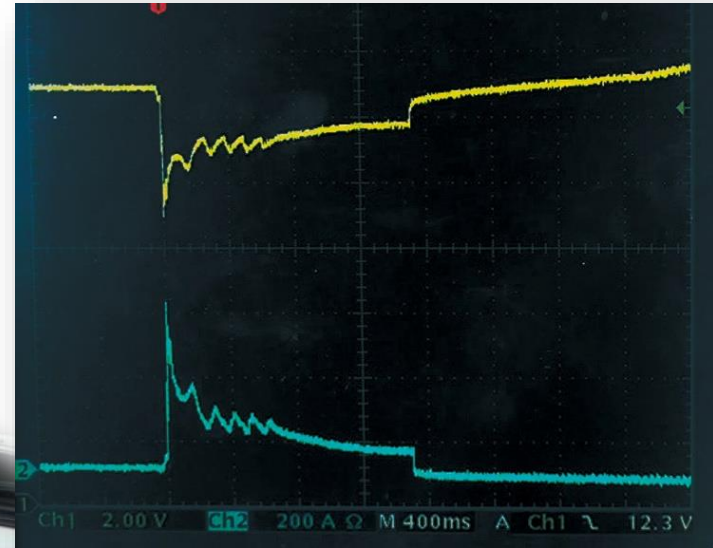
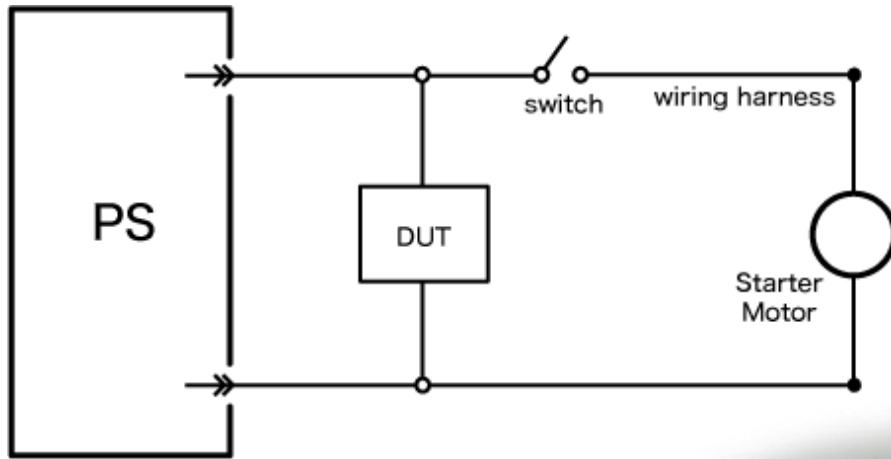
ピーク電流は約5.8A



サージ電圧：約480Vp-p

2. 自動車のノイズ源は？

■ スタータモータから発生するノイズ[電源電圧変動]



1章と2章のまとめ

■ なぜEMCが必要なのか？

他の機器への干渉を引き起こす可能性（=加害）を、またそのような妨害によって干渉を受ける可能性（=被害）を未然に防ぐため

■ 自動車のEMCはなぜ必要なのか？

走行に関わる制御機器がノイズによって誤動作は人命にかかわる大きな問題・・・EMC試験は、自動車メーカーの基本環境試験要求！

■ EMCの欠如(不適合)だと？

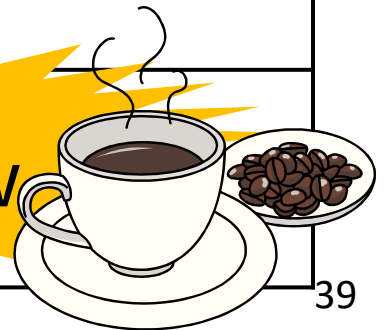
製造物責任や社会的責任を問われ、企業としての信頼を失い、リコールだけでは済まない大きな損害→最悪、会社自体を失う可能性もある

EMCをクリアすると言う事は、自動車の信頼だけでなく、
会社の信頼・信用を担保する、勝ち取るために必要不可欠な事！

コーヒーブレイク (EVの歴史①)

1894年	Emil E. Kellerは電気自動車を発明、特許 (us523354) を取得。実用的な電気自動車の製造が始まる。
1897年	英国のロンドンと米国のニューヨークで電気自動車がタクシーに使用。
1900年4月14日	Ferdinand Porscheは一定回転のガソリンエンジンで発電して電池に充電し、電動機で車輪を駆動するハイブリッド車 (hybrid vehicle) をパリ万国博覧会に出展。
1908年	フォード (Henry Ford) が安価 (電気の半値以下) なガソリン自動車 (Model T) を開発。エンジンスタータの開発が、ガソリン自動車の普及に拍車。
1912年頃	電気自動車の生産は減少。
1920年頃	市場から姿が消える。

EVの誕生
ガソリン車より古いEV



コーヒーブレイク (EVの歴史②)

それから約80年間、トヨタ自動車がハイブリッド車プリウス（Prius）を市販、ガソリンエンジンとモーター（ニッケル水素電池で駆動）を併用して、低燃費・低排出ガスなどの環境性能を向上させ、力強い走りを達成したことから、電気自動車が再び注目を集める。

1997年	トヨタ、プリウス発売
2002年	トヨタ・ホンダ、燃料電池自動車リース販売開始
2009年	三菱、i-MiEV発売
2010年	日産、リーフ発売

2020年、これから登場するEVは・・・

Honda e、LEXUS UX300e、TOYOTA RAV4 PHV、日産アリア
Mazda MX-30、・・・T × S 電動SUVエヴォルティス？



3章に入る前に…

1章「自動車のEMC規格」、2章「自動車のノイズ源は？」では、主にEMCに関して初心者の方向けの内容とさせて頂きました。

3章からは、EMCに従事されている技術者や開発者の方向けに、具体的な車載電装品に対するEMC規格「ISO7637-2規格」や「ISO7637-3規格」の概要についてご説明させて頂きます。

3. ISO7637-2規格概要

■ ISO7637-2規格とは

スイッチの開閉などに伴って車両の公称電圧12Vや24Vの直流電源線上に生じる過渡エミッションの測定の方法、また直流電源線上の過渡妨害に対するイミュニティ（耐性）の試験の方法。この規格は車両の12 Vや24 Vの直流電源への接続が意図された機器に適用されるもので、ECE Regulation No. 10.06でも参照され、広く用いられている。

現在の最新版は、2011-03-01 Third edition になります。
Third edition発行から7年が経過しており、
全体的な見直し作業が進められています。

日本では、JSAE（自動車技術会）CISPR分科会が
改訂作業に携わっています。

3. ISO7637-2規格概要

■ 過渡サージ & 電源電圧変動試験要求

【試験の目的】

自動車配線網の電源線や信号線で観測されるパルス、例えばモータからの誘導性雑音、エンジン始動や負荷投入に際しての電源のドロップアウト、オルタネータの回転中にバッテリーが切り離された時に発生するパルスなどを想定した車載電子機器の耐性を評価する。

【規格概要】

Pulse1	電源を誘導負荷から切り離すことで生じる過渡電圧に対する機器の耐性を試験する。誘導負荷に並列に接続されている状況で自動車に実際に搭載される供試品が適用される。
Pulse2a	ワイヤリングハーネスのインダクタンスに流れる電流の突然の遮断によって生じる過渡電圧に対する機器の耐性を試験する。
Pulse2b	電源がオフされた状態で、直流モータが発生器として動作する時の過渡現象をシミュレートしています。
Pulse3a/3b	スイッチングのプロセスによって生じる過渡電圧に対する機器の耐性を試験する。ワイヤリングハーネスのインダクタンスやキャパシタンスにより影響する。
Pulse4	エンジンのスタータモータ回路の起動によって発生する電源電圧の低減をシミュレートする。
Pulse5a/5b	バッテリー切断時にオルタネータから発生するロードダンプサージに対する機器の耐性を試験する。5aはオルタネータに内部保護機能(ツェナーダイオード)がついていない時に印加、5bはオルタネータに内部保護機能がついている時に印加する。

※Pulse4とPulse5a/5bはISO16750-2:2010に移行

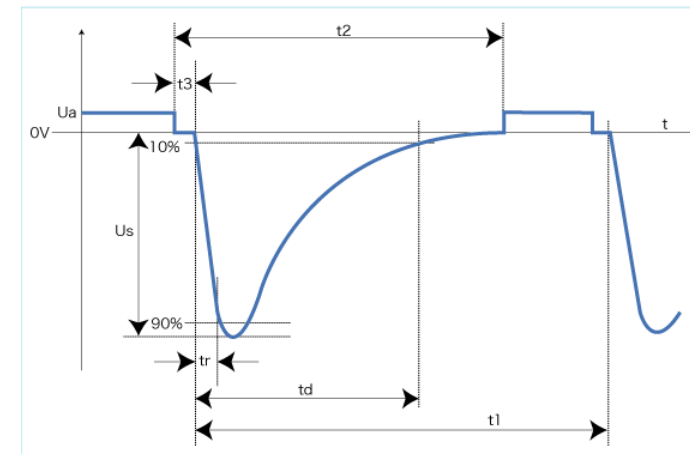
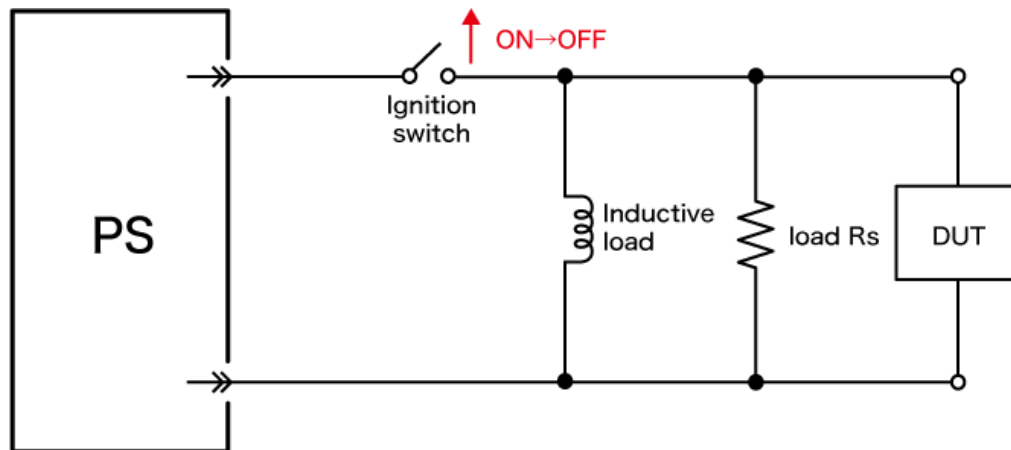
3. ISO7637-2規格概要

■ 過渡サージ & 電源電圧変動試験要求

① Pulse1[電源系ノイズ]

スイッチ(例えばイグニション・スイッチ)の開放時や、ヒューズが熔断時に誘導性負荷への電流が遮断された時、誘導性負荷が発生する逆起電力が電源ラインに高い逆電圧を生じさせる可能性があります。

Pulse1はDUTの電源入力へのそのような過渡的な逆電圧サージの印加を模擬します。

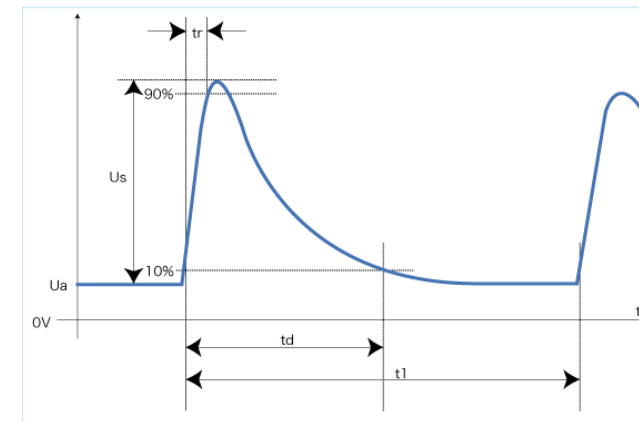
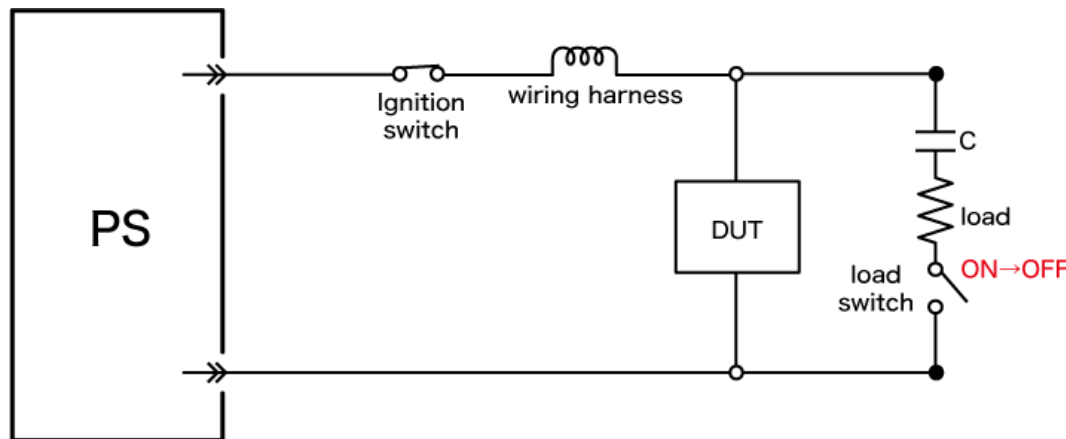


3. ISO7637-2規格概要

■ 過渡サージ & 電源電圧変動試験要求

②Pulse2a[電源系ノイズ]

DUTと並列の大きな負荷が遮断された時、配線のインダクタンスが電源ラインに一時的に高い過電圧を生じさせる可能性があります。Pulse2aは、DUTの電源入力へのそのような過渡的な過電圧の印加を模擬します。これはPulse1と極性が逆となるだけでなく、一般に配線は誘導性負荷ほど大きなインダクタンスを持たないと想定されることから、パルス幅もPulse1よりもかなり小さいものとなっています。

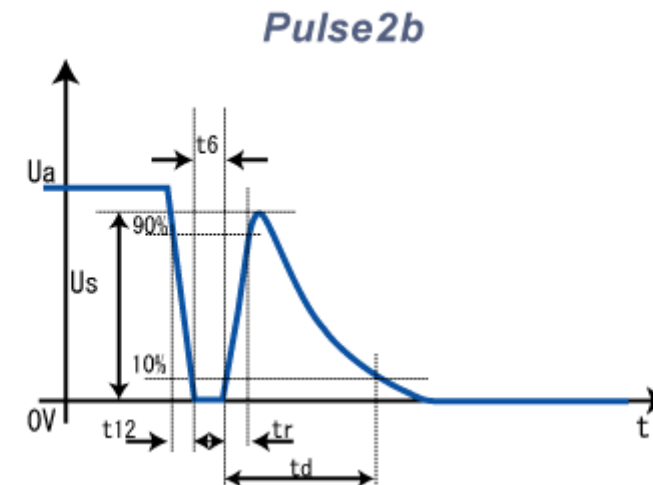
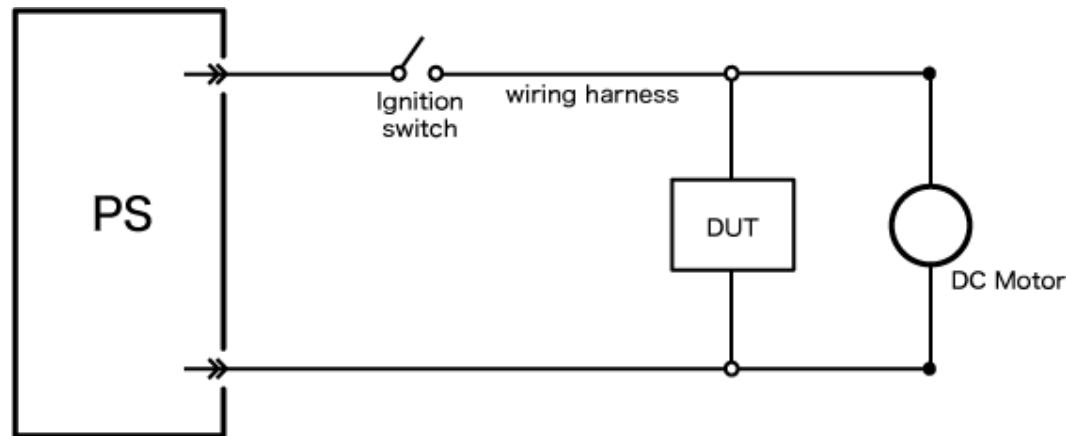


3. ISO7637-2規格概要

■ 過渡サージ & 電源電圧変動試験要求

③Pulse2b[電源電圧変動]

直流モータが回転している間にイグニションスイッチの切断などによってモータへの電流が遮断された場合、その回転が止まるまでのあいだモータが発電機として働き、電源ライン上に電圧を発生させることがあります。Pulse2bはそのような現象の模擬を意図したもので、電源の切断後、一度規定の電圧（通常動作電圧の範囲内にある）まで上昇した後、0Vまで緩やかに低下する波形が用いられます。

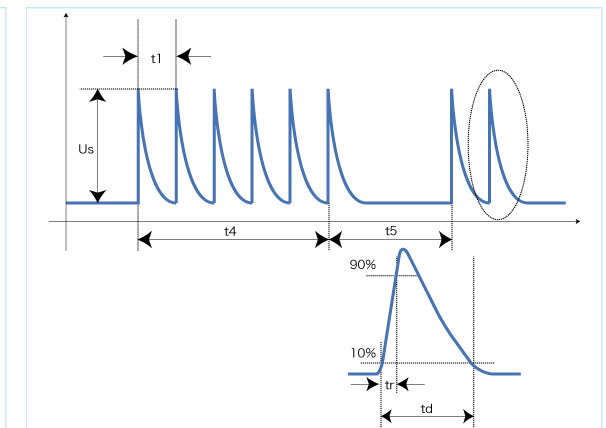
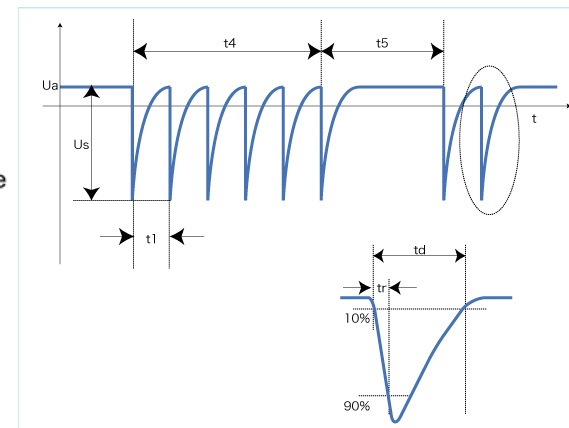
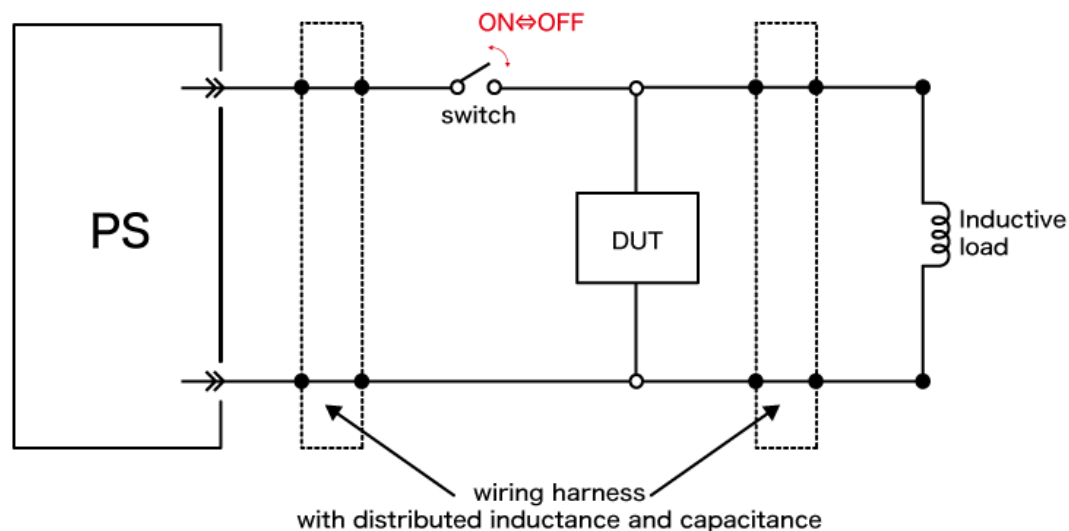


3. ISO7637-2規格概要

■ 過渡サージ & 電源電圧変動試験要求

④ Pulse3a/3b[電源系ノイズ／誘導系ノイズ]

スイッチの開閉に際して、配線の分布容量と分布インダクタンスなどに起因する、立ち上がりの早い高電圧のパルスのバーストが発生することがあります。Pulse3a (負極性)、及びPulse3b (正極性) はこのような現象を模擬するもので、他のパルスが単発のパルスとして印加されるのに対して、立ち上がりが早くパルス幅が短いパルスのバーストとして印加されます。

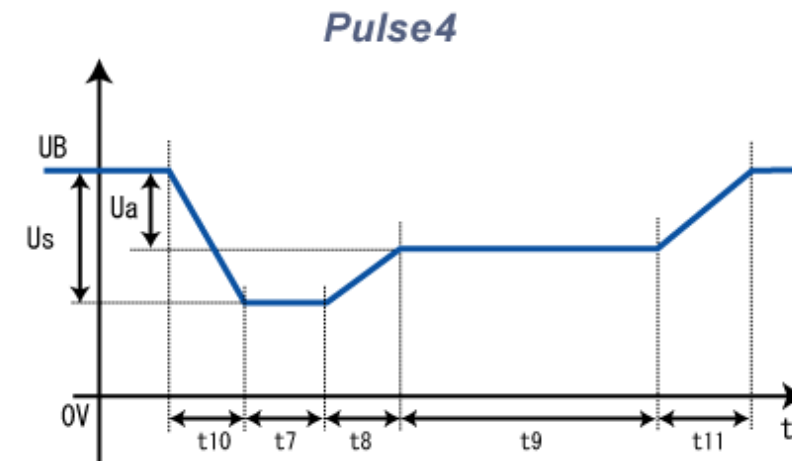
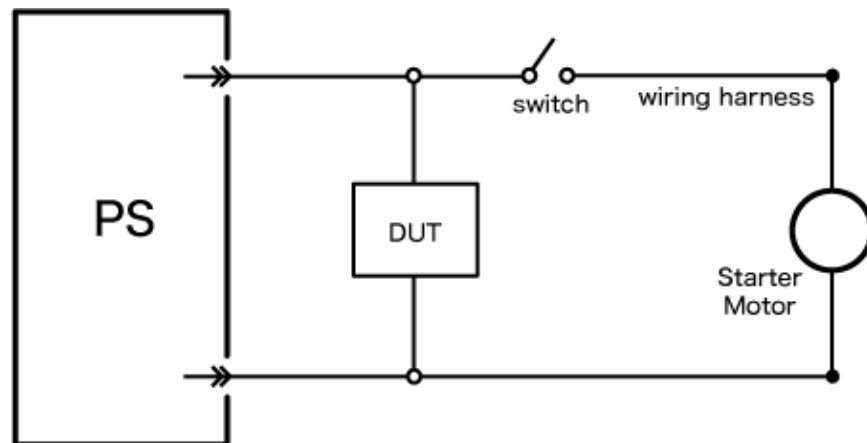


3. ISO7637-2規格概要

■ 過渡サージ & 電源電圧変動試験要求

⑤Pulse4[電源電圧変動]

エンジンの始動のためにセルモーター(スターター)が動作時、セルモーターが回転を始める時にはその大きな始動電流のために著しい電源電圧の低下を生じ、セルモーターが回転している間、電源電圧の低下が持続する。Pulse4はそれを模擬するような形で電源電圧を変化させるものとなります。



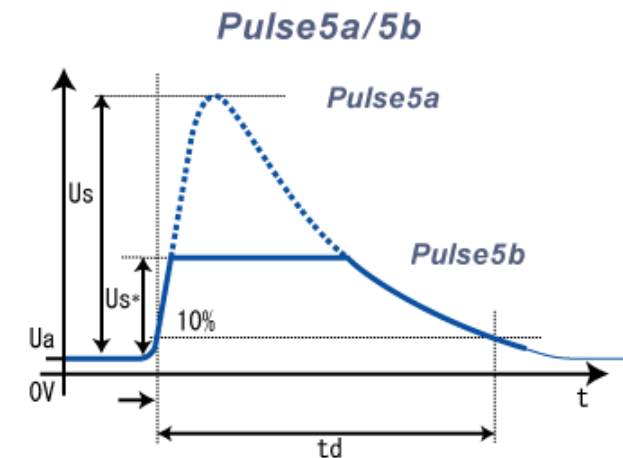
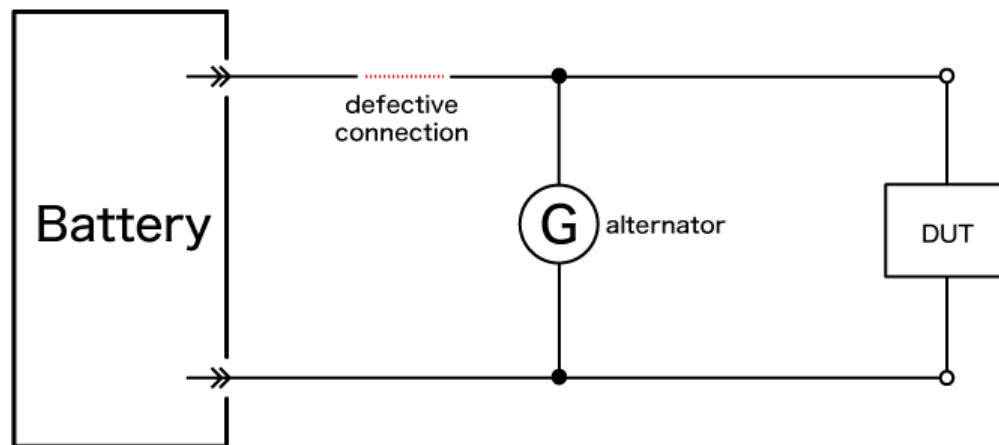
※Pulse4 は、ISO7637-2:2011では削除されています。ISO16750-2規格には、Pulse4と似ているが、セル・モータの定常回転期間にエンジンの圧縮/排気サイクルを模擬するようなリップルが加えられた試験波形が含まれています。

3. ISO7637-2規格概要

■ 過渡サージ & 電源電圧変動試験要求

⑥Pulse5a/5b[電源系ノイズ]

Pulse5a/5bは動作中のオルタネータからバッテリーが遮断された時に発生する過渡電圧をシミュレートします。過渡電圧の抑制器を持つオルタネータはPulse5b、持たないものはPulse5aが発生されます。この現象はロードダンプ(load dump)と呼ばれ、発生源のインピーダンスが低く、持続時間が長いことから、その電源ラインに接続された電子機器にとって非常に過酷なものとなります。



※Pulse5a/5b は、ISO 7637-2:2011 では削除されています。ISO 16750-2 には、パルス5a/5b と同様の試験波形が含まれています。

4. ISO7637-3規格概要

■ ISO7637-3規格とは

ISO7637-2規格で想定されているようなスイッチの開閉などに伴って電源線上に発生した過渡妨害が近傍の電源以外の線に結合した状況を模擬する（容量性及び誘導結合）による過渡電気伝送。

現行最新版は 2016-07-01 Third edition になります。
Second edition は 2007-07-01 に発行されています。

4. ISO7637-3規格概要

■ 過渡サージ試験要求

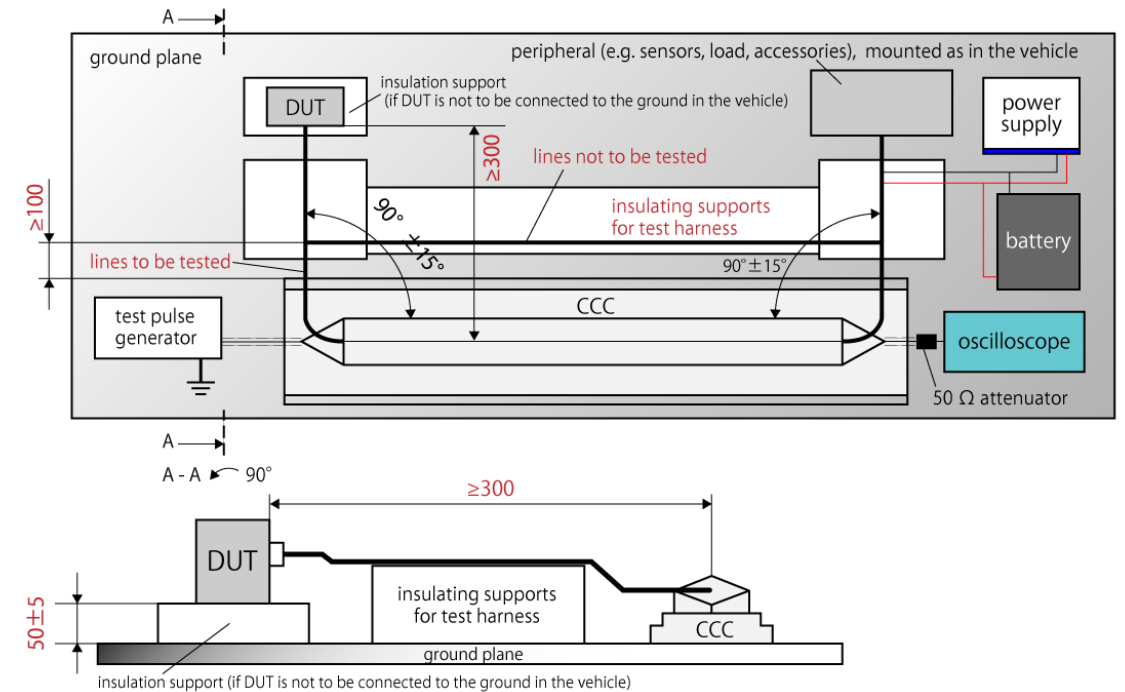
【試験の目的】

スイッチの開閉操作(誘導性負荷の開閉、リレーの接点のはね返り等)によって引き起こされる過渡現象をシミュレートし、その容量性及び誘導性結合に対する車載電子機器の耐性を評価する。

【試験方法と試験パルス】

Slow transient pulse Negative 2a & Positive 2a		= ISO7637-2 Pulse2a positive & negative	
Fast transient pulse 3a/3b		= ISO7637-2 Pulse3a/3b	
Transient type	CCC method	DCC method	ICC method
Slow(PulseN2a/P2a)	—	○	○
Fast(Pulse3a/3b)	○	○	—

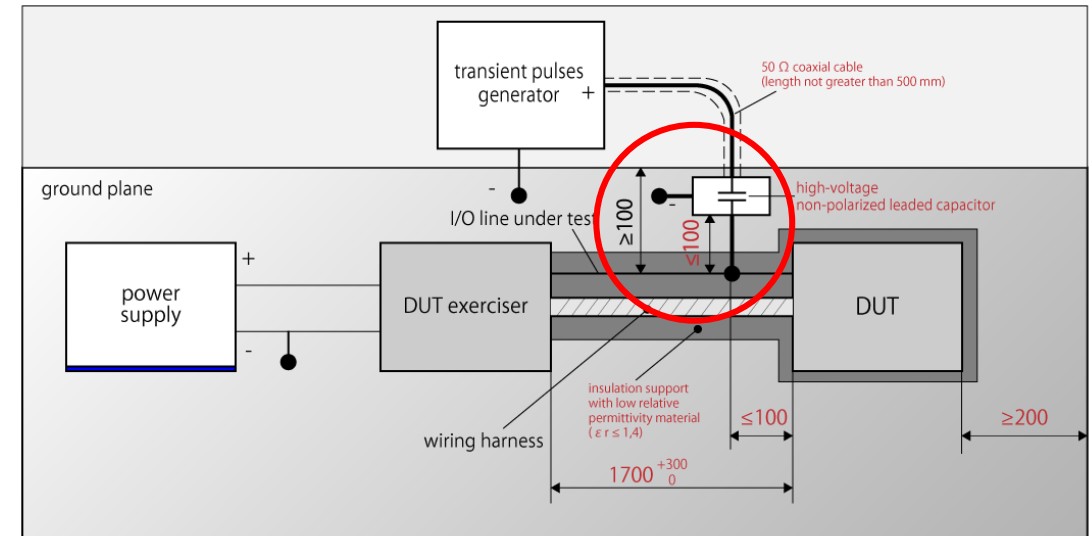
CCC法：Capacitive coupling clamp(Pulse3a/3b)



4. ISO7637-3規格概要

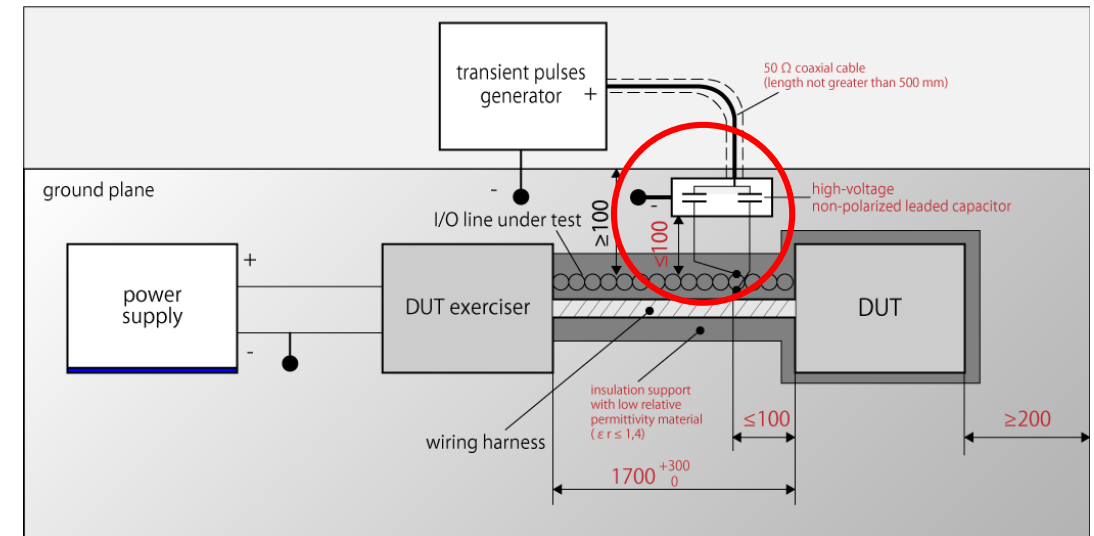
■ ISO7637-3試験方法

DCC法： Direct capacitive coupling： I/Oライン



Test Pulse	Capacitive
Slow(PulseN2a/P2a)	0.1 μ F
Fast(Pulse3a/3b)	100pF

DCC法： Direct capacitive coupling： CAN BUS ライン

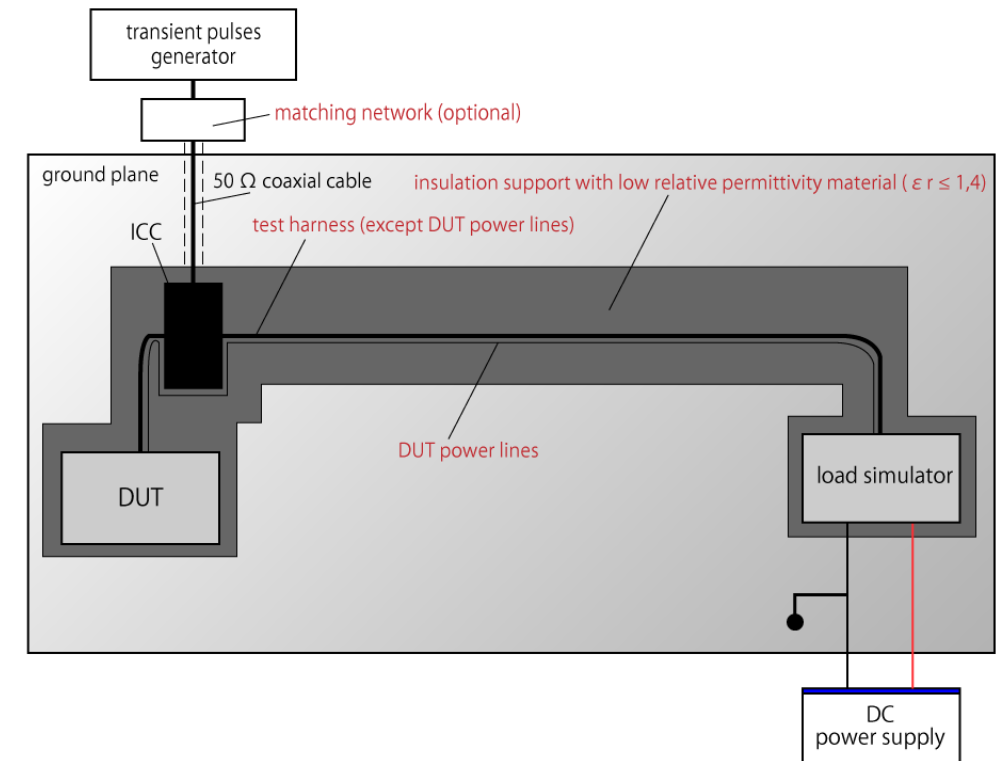
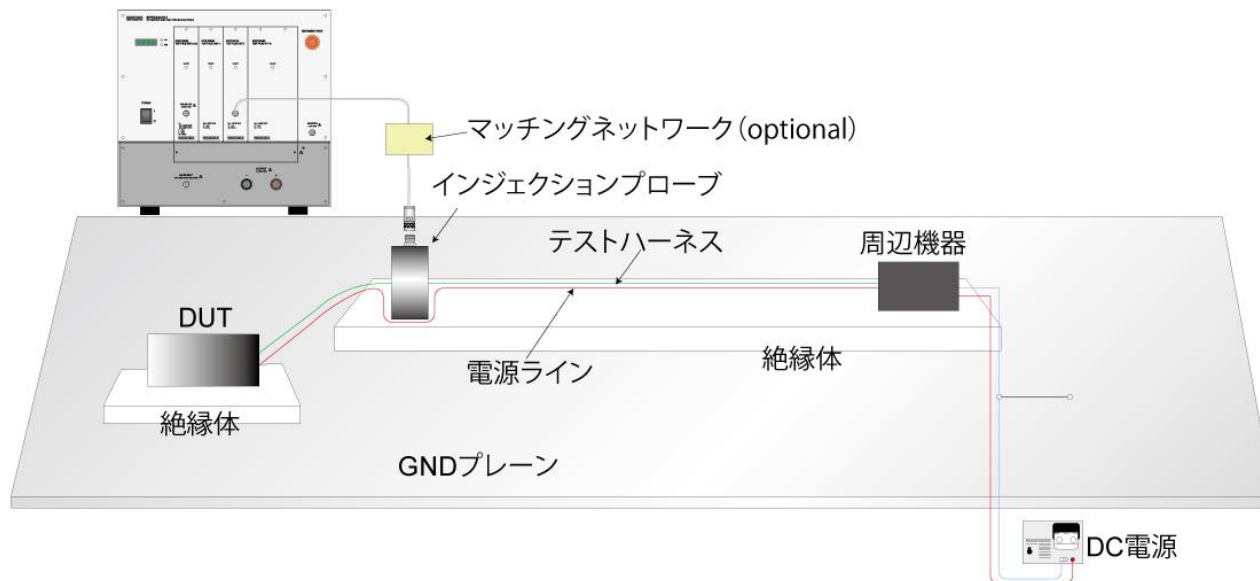


Test Pulse	Capacitive
Slow(PulseN2a/P2a)	470pF
Fast(Pulse3a/3b)	100pF

4. ISO7637-3規格概要

■ ISO7637-3試験方法

ICC法： Inductive coupling clamp



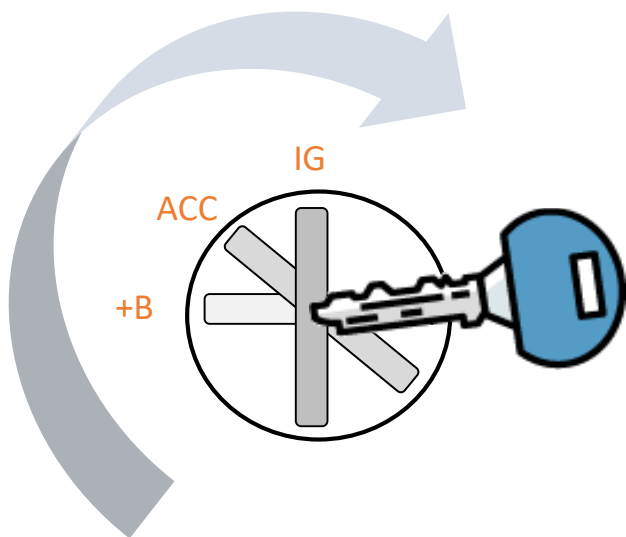
ISO11452-4で規定されるインジェクションプローブを使用。(FCC社 F-120-8など)

5. 車載電子機器の電源変動試験とは

■ 電源変動試験の必要性

電源変動

この場合の電源とは、家庭用のAC100Vや自動車のDC12V/24V/42Vのことを差します。自動車の場合、バッテリーから電気が供給されますが、エンジン始動時や電気回路のチャタリング等、電源としては不安定要素が多いので、これらを起因とする電源の瞬断等を想定し、電源変動波形を任意にプログラムし評価します。それらをシミュレーションするために電源変動試験を行います。



①+B

+Bとは、機器に入力させる電源のうちで、バッテリーから常時供給される電源または信号を言う。

②ACC

ACCとは、機器に入力させる電源のうちで、イグニッションスイッチのACC接点を経由して、機器に入力される電源または信号を言う。

③IG

IGとは、機器に入力させる電源のうちで、イグニッションスイッチのIG接点を経由して、機器に入力される電源または信号を言う。

5. 車載電子機器の電源変動試験とは

■ 電源変動試験の分類

車載電子機器に要求される電源変動試験

(1) スタータモータによる電源変動試験

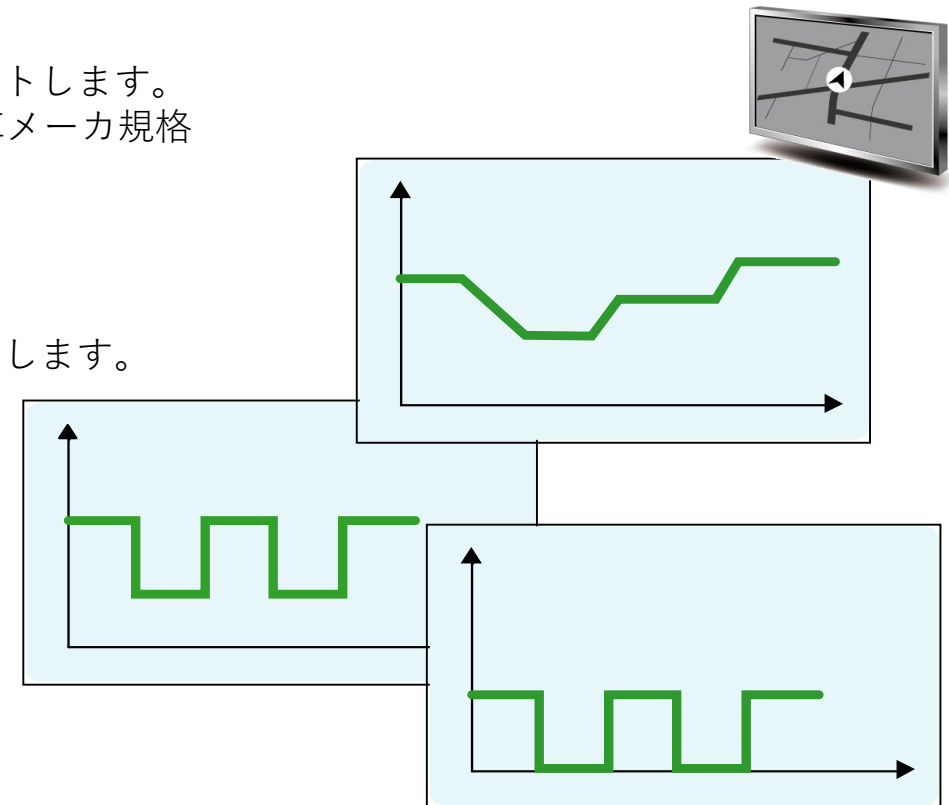
エンジンスタート時の電源電圧変動による電子機器への影響をシミュレートします。
【参考規格】 ISO 7637-2、SAE J1113 - 11、JASO D001, D007、各自動車メーカー規格

(2) 電源瞬断試験

車載電子機器への電源供給が電気回路のチャタリング等により瞬断を起こします。
このときの車載電子機器への影響をシミュレートします。
【参考規格】 JASO D001、各自動車メーカー規格

(3) 電源瞬停試験

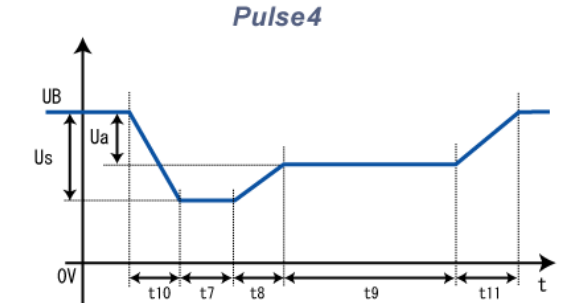
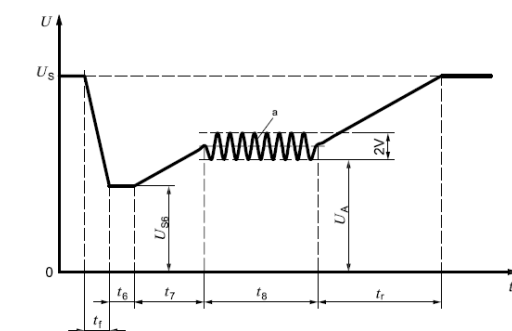
電子機器の電源入力に何らかの影響で電圧変動が起こり、
電子機器への影響をシミュレートします。
【参考規格】 ISO 16750-2、JASO D001、各自動車メーカー規格



5. 車載電子機器の電源変動試験とは

■ 代表的な電源変動試験

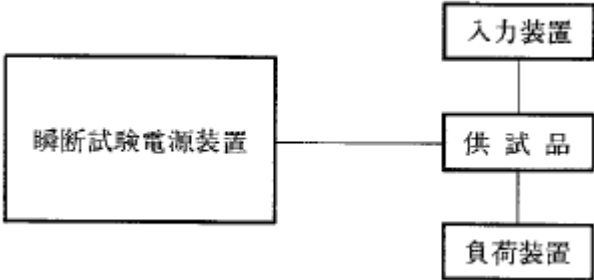
国際規格

国際規格	波形名	イメージ
ISO7637-2:2004	Test Pulse4	 The graph shows a voltage pulse starting at U_B, dropping to U_s for a duration t_{10}, then to a lower level for t_7, rising for t_8, staying constant for t_9, and finally rising back to U_B for t_{11}. The voltage difference between U_B and U_s is labeled U_a.
ISO16750-2:2012	Starting Profile	 The graph shows a voltage profile starting at U_s, dropping to a minimum for t_1, then rising for t_6 to a level U_{s6}. It then shows a noisy transition for t_7 to a level U_A, followed by a constant level for t_8, and finally a rise for t_r to a higher level. The voltage difference between U_s and the minimum is U_{s6}, and the difference between U_A and the minimum is $2V$.

5. 車載電子機器の電源変動試験とは

■ 代表的な電源瞬断試験

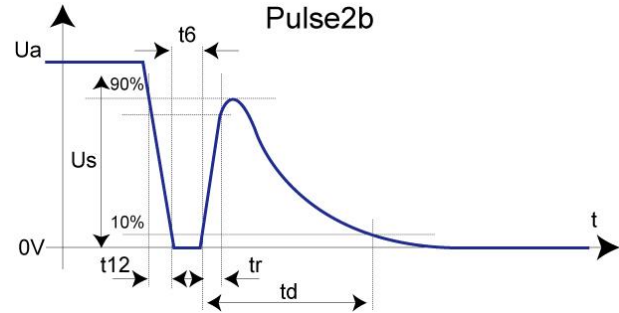
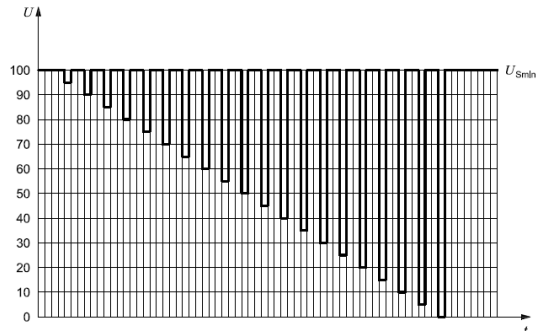
国内規格

国内規格	波形名	イメージ
JASO D001-94	電源瞬断試験5.3 (1ms間瞬断)	

5. 車載電子機器の電源変動試験とは

■ 代表的な電源瞬低試験

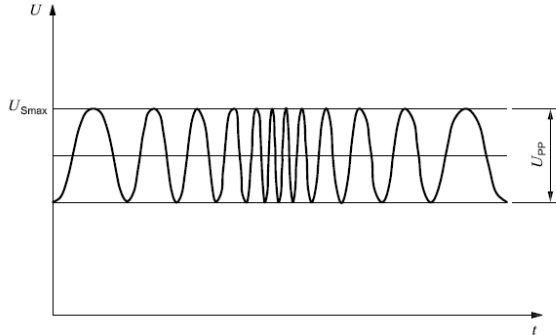
国際規格

国際規格	波形名	イメージ
ISO7637-2:2011	Test Pulse2b	
ISO16750-2:2012	Reset behavior at voltage drop	

5. 車載電子機器の電源変動試験とは

■ 代表的な電源リップル試験

国際規格

国際規格	波形名	イメージ
ISO16750-2:2012	Superimposed alternating voltage	

12V system: $V_{p-p}=1V, 2V, 4V$

24V system: $V_{p-p}=10V$

F: 50Hz to 25kHz (or 50kHz)

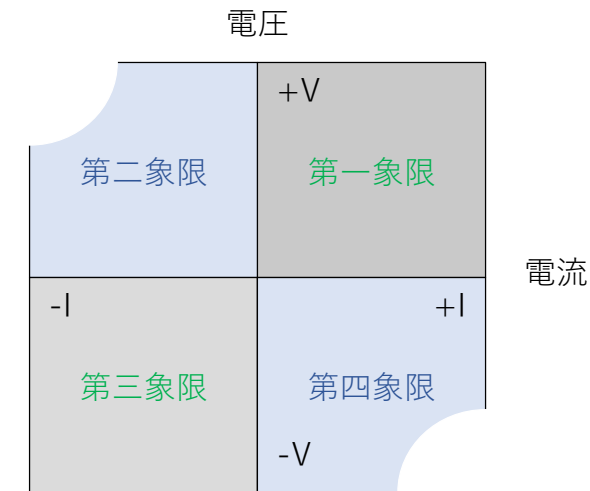
5. 車載電子機器の電源変動試験とは

■ 電源変動試験に使用する電源 高速応答性・高電流のバイポーラ電源

車載電子機器はワイヤーハーネスが長い上に、モータなどインダクティブなものや入力とグランド間に大容量のコンデンサが接続されていて負荷としてキャパシティブな特性を示すものが多く存在します。この場合、一般の直流電源では線形の動作範囲を超えてしまい、設定通りに波形出力が得られなくなってしまう可能性があります。これらを考慮して、車載電子機器の電源変動試験には高速応答性、高電流のバイポーラ電源を使用するのが一般的です。

バイポーラ電源とは

バイポーラ電源は、4象限の動作領域を持つ出力電圧、電流共に両極性の電源装置のことです。

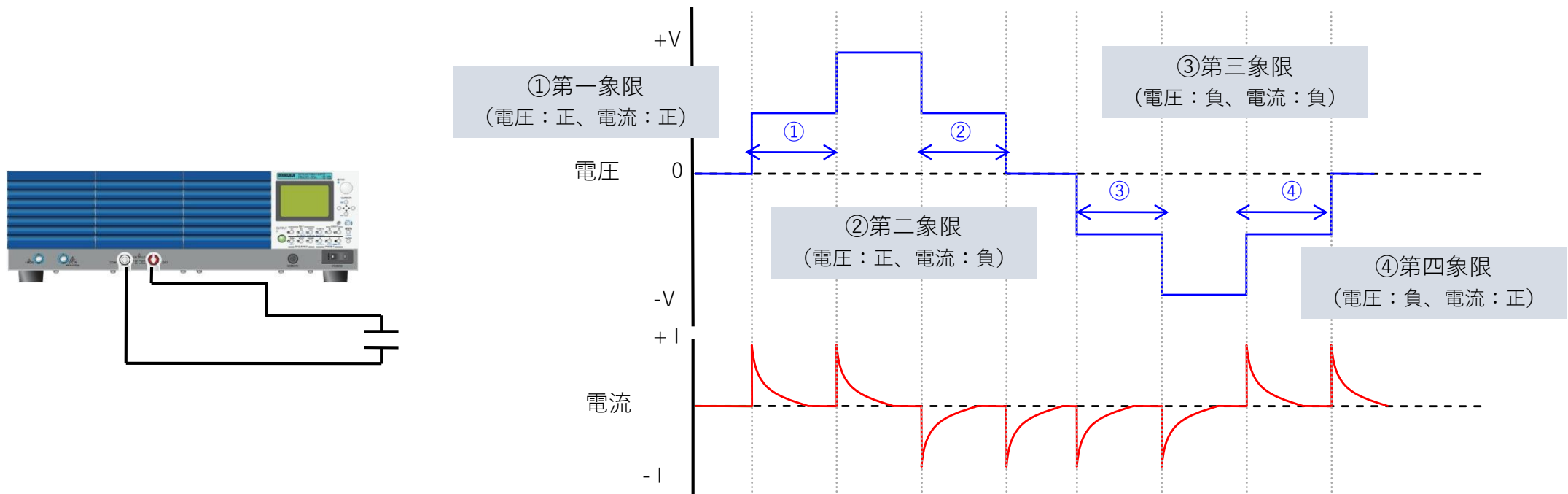


- : 電圧と電流の向きが同じ(source)
- : 電圧と電流の向きが反対(sink)

5. 車載電子機器の電源変動試験とは

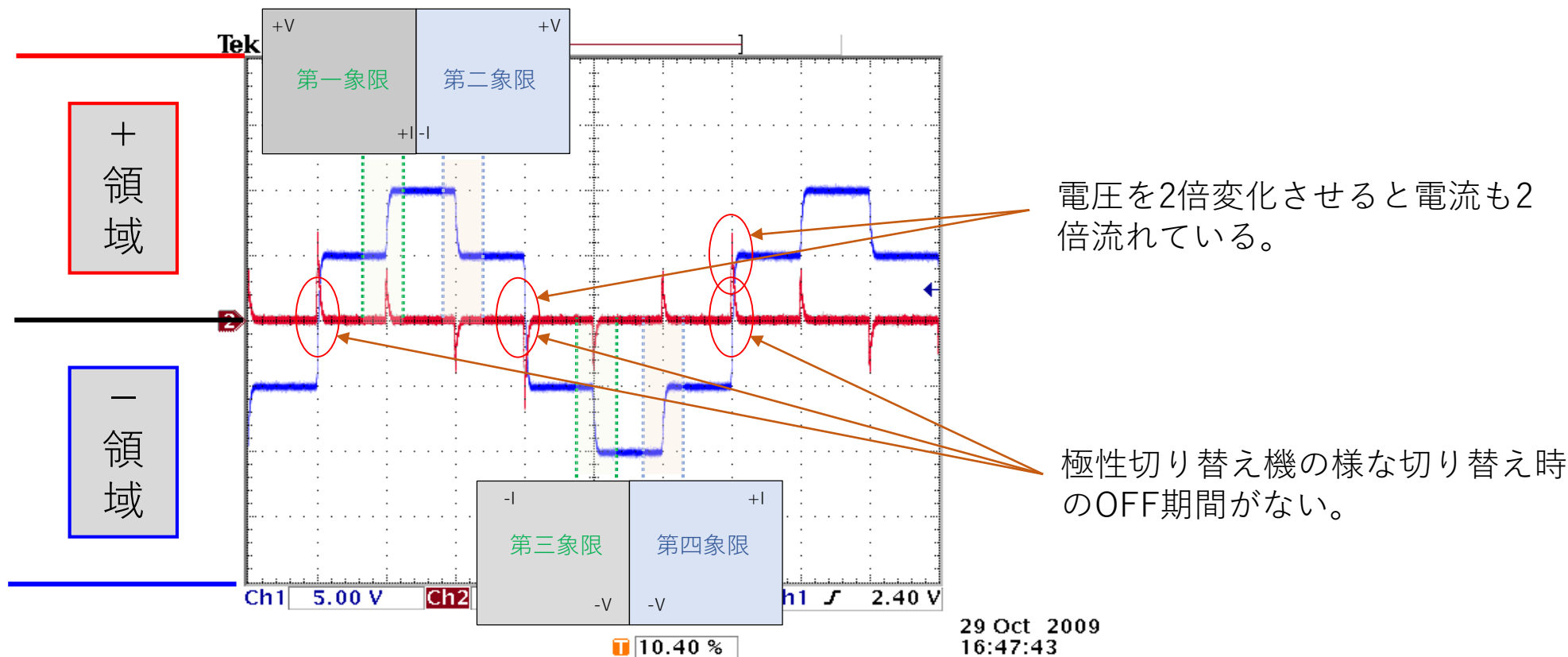
■ 電源変動試験に使用する電源 バイポーラ電源の四象限の動作(イメージ)

具体的な4象限の動作例として、バイポーラ電源にコンデンサを接続し、下記階段状の電圧を加えた時の電圧、電流波形を観測します。



5. 車載電子機器の電源変動試験とは

■ 電源変動試験に使用する電源 バイポーラ電源の四象限の動作(実波形)



5. 車載電子機器の電源変動試験とは

■ 電源変動試験に使用する電源 その他の重要なファクター

- 利得特性（周波数特性）
- インピーダンス特性
- t_r/t_f （立上り／立下り時間）
- 電源リップルノイズ

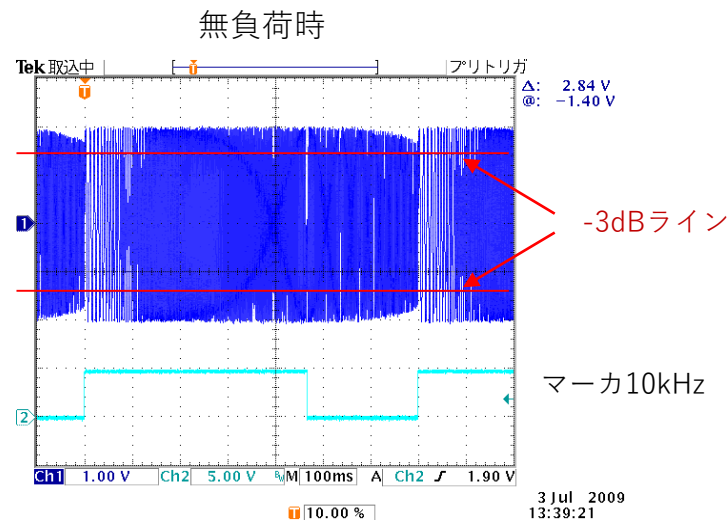
5. 車載電子機器の電源変動試験とは

■ 電源変動試験に使用する電源

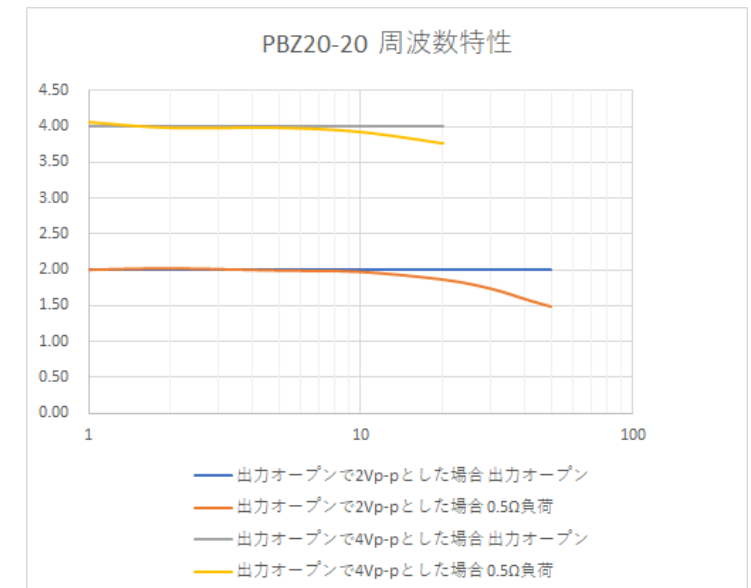
その他の重要なファクター

- 利得特性（周波数特性）

独自の高速アンプ技術の採用により、周波数特性はDC～100kHz（-3dB）を実現



正弦波形 4 Vp-p、LOGスweep、スweep時間0.7s、
スタート周波数100Hz、ストップ周波数100kHz、
レスポンス3.5us



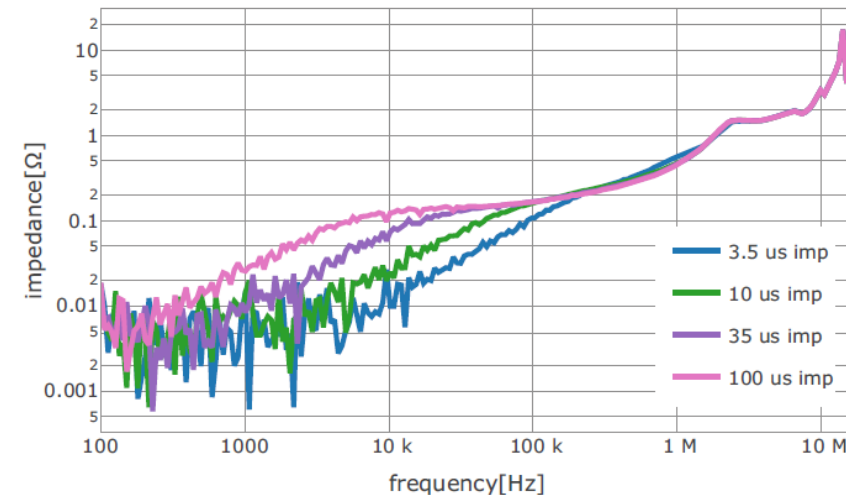
5. 車載電子機器の電源変動試験とは

■ 電源変動試験に使用する電源

その他の重要なファクター

- インピーダンス特性

ISO7637-2規格において試験に使用される電源の内部インピーダンスは、DC～400Hzにおいて「10mΩ以下」と規定されています。また同規格においてPulse2bでは「0Ω to 0.05Ω」、Pulse4では、「0Ω to 0.02Ω」と規定されています。



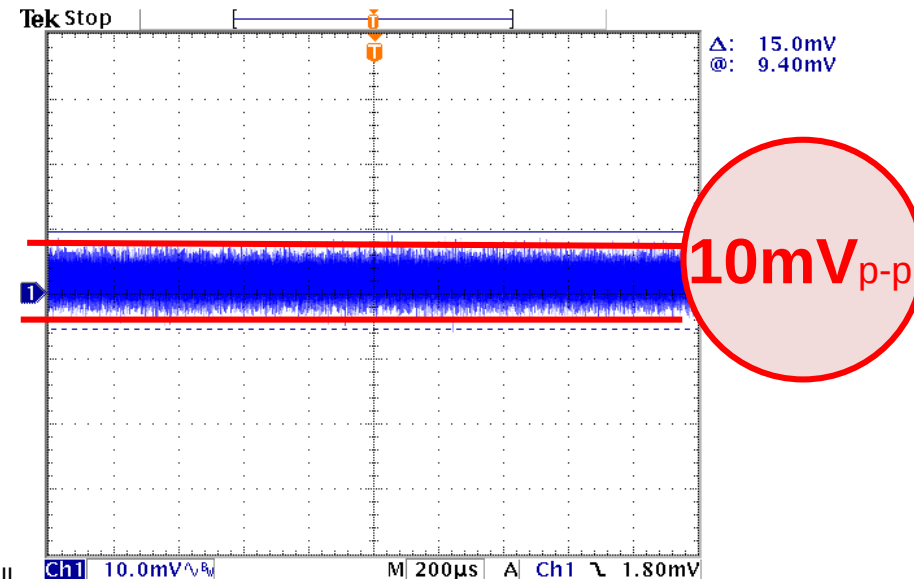
5. 車載電子機器の電源変動試験とは

■ 電源変動試験に使用する電源

その他の重要なファクター

- 電源リップルノイズ

ISO7637-2規格において試験に使用される電源のリップルノイズは、
「 $V_{p-p} < 200\text{mV}$ 」と規定されています。また自動車メーカー規格では、
「 $V_{p-p} < 100\text{mV}$ 」を要求する場合があります。



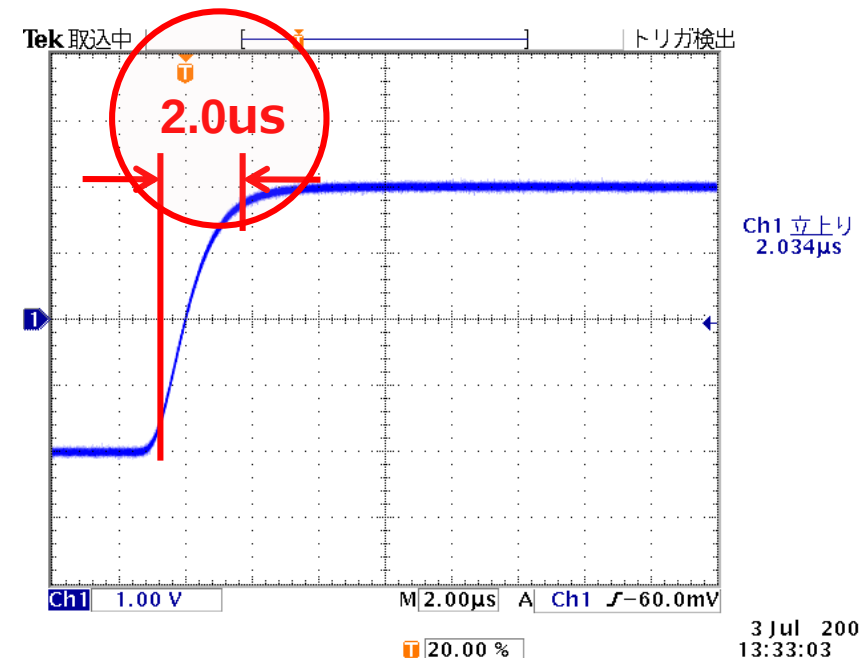
5. 車載電子機器の電源変動試験とは

■ 電源変動試験に使用する電源

その他の重要なファクター

- t_r/t_f (立上り／立下り時間)

立上り／立下り時間の応答速度は、各自動車メーカーが要求するリレーの動作試験や瞬低試験に対応します。



3章～5章のまとめ

■ 車載電装品に対するEMC試験は？

ISO7637-2規格やISO7637-3規格等で、過渡サージ試験や電源変動試験がある

■ 自動車メーカーでも必要なのか？

ECU単体での評価は、納入業者（＝サプライヤー）の領域

→多数ECUが電源、負荷に接続されたネットワーク（＝車両）状態で評価するのは自動車メーカー（OEM）領域・・・評価する価値があるはず！

EMCをクリアするという事は、自動車の信頼だけでなく、
会社の信頼・信用を担保する、勝ち取るために必要不可欠な事！

6. キクスイのISO7637関連製品ご紹介

車載電子機器用過渡サージ試験システム KES7700シリーズ

ISO7637-2.2004、ISO7637-2.2011、
ISO7637-3.2007、ISO16750-2.2010完全適合



- Pulse5b用ロードダンプサプレッサーを用意
- ユニット方式でコンパクトな筐体を実現
- 出力端子はISO7637-2規格で規定されている高さ50mmに設定
- CDNは60V/50Aと60V/100Aの2種類をご用意
- 専用ソフトウェア（日本語対応）にて、条件の設定、試験器の制御が可能
- JASO D001-94 パルスユニットを用意

6. キクスイのISO7637関連製品ご紹介

車載電子機器用電源変動試験システム

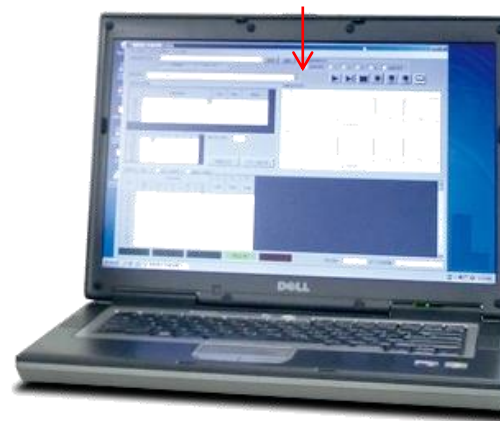
ISO規格から各車載メーカープライベート規格まで柔軟に対応！

PBZ Series



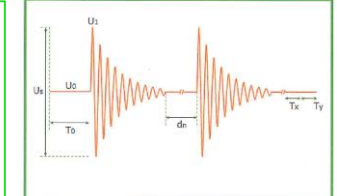
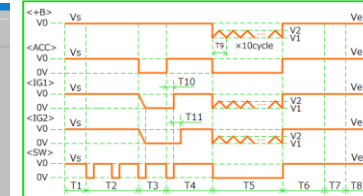
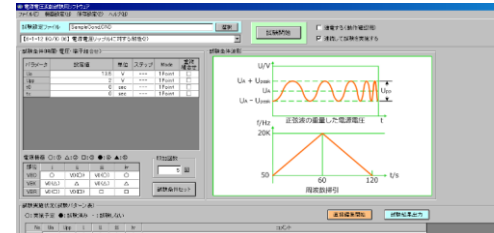
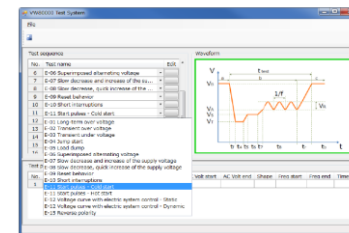
車載メーカー規格専用
スイッチBOX

アプリケーションソフトウェア



バイポーラ電源PBZシリーズの出力(最大5系統)を、車載メーカー専用スイッチBOXと、PBZのシーケンス動作を制御するアプリケーションソフトを組み合わせることにより、複数ラインの電源変動試験システムを構築する事が出来ます。

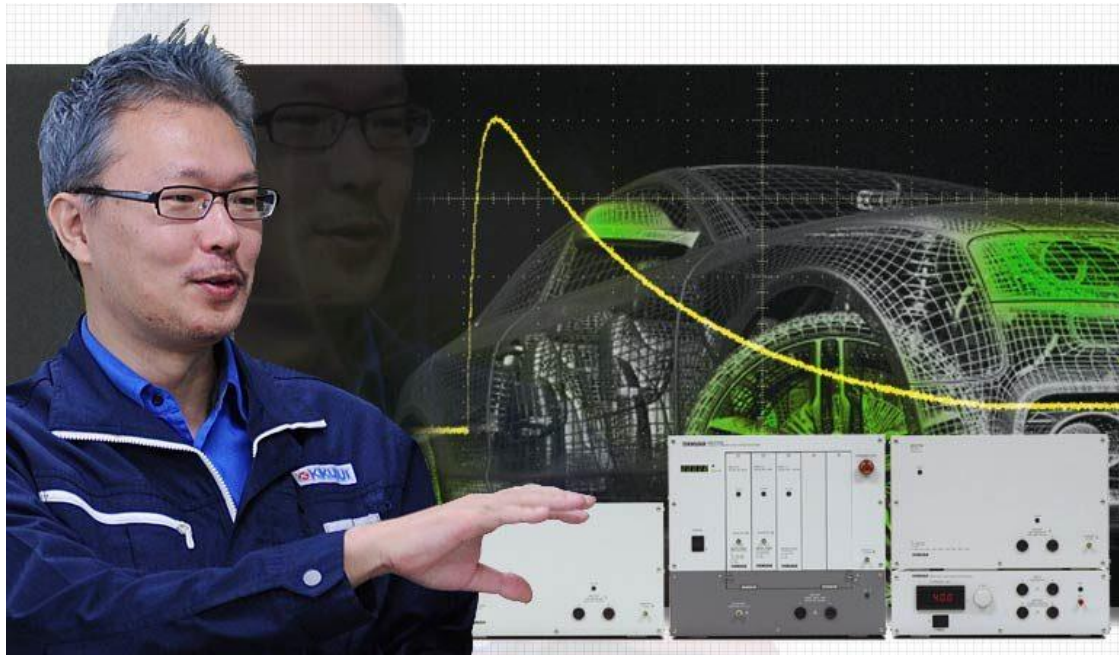
メインフォーム



KIKUSUI mag



車載電子機器用 過渡サージ試験システム 車載電装品テストソリューション



ソリューション開発部
システム技術課 主任
新垣 史朗

信頼のおけるテストであることが肝心です

<https://mag.kikusui.co.jp/solution/1285/>

車載電子機器用 電源変動試験システム 車載電装品テストソリューション

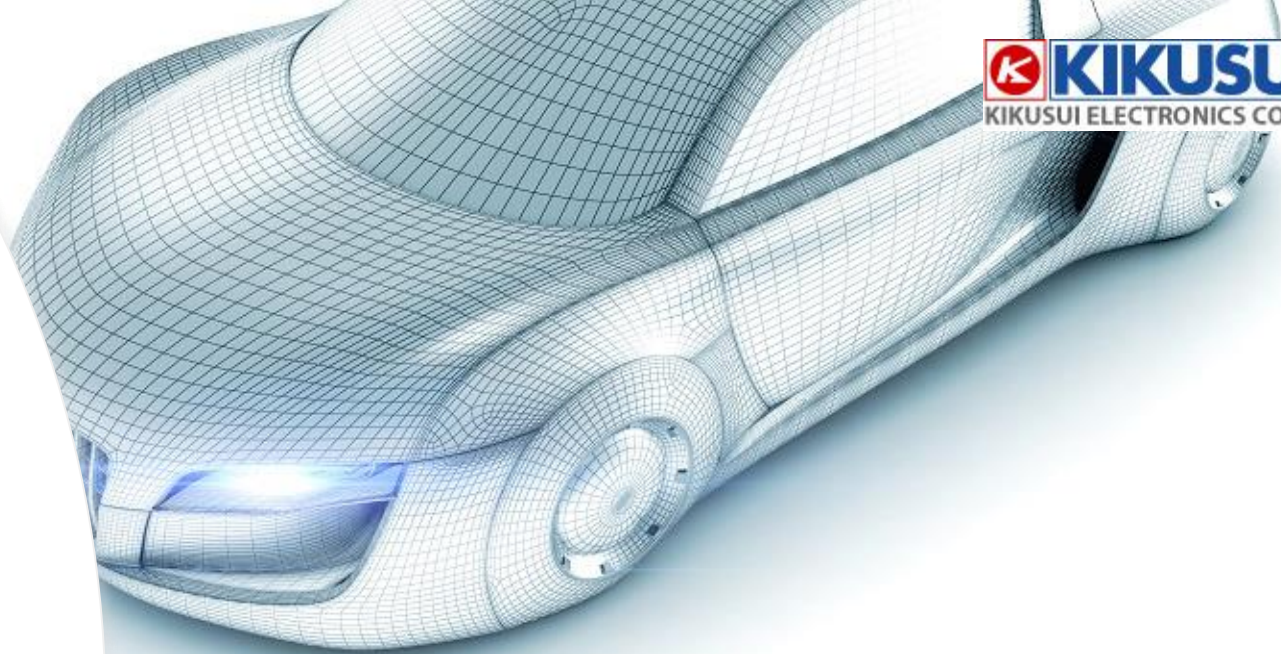


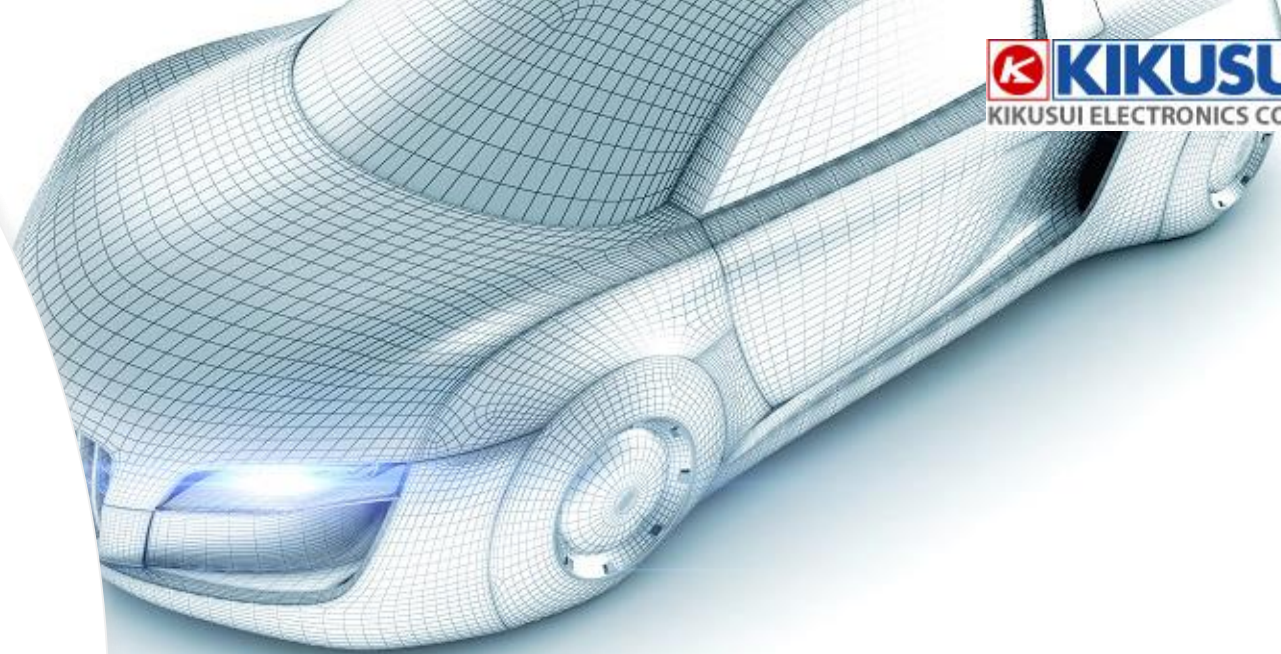
ソリューション開発部
ソリューション開発課
千葉 祐樹

ニーズを捉えて素早い開発をしてゆきたい

<https://mag.kikusui.co.jp/solution/3163/>

7. 質疑応答





ご清聴 ありがとうございました。

菊水電子工業株式会社
市場企画部
2020年9月24日（木）

