

# EMCの概要

## TIプレジジョン・ラボ - アイソレーション

Presented by Gina Hann

日本語版講師：宮崎 仁

# EMCの概要

このセクションは以下の疑問に答える：

- EMCとは何か?なぜ重要なのか?
- どのEMC規格が設計に必要なか?
- エミッションとイミュニティの違いは何か?
- EMCのカテゴリは何か?

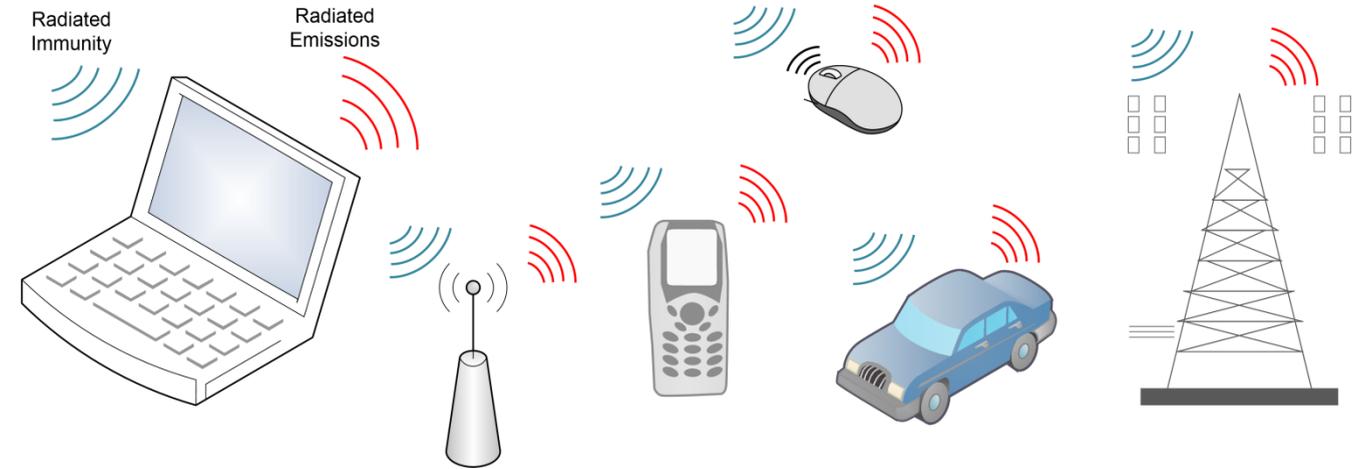
# EMCとは何か？

電磁両立性 (コンパチビリティ) – デバイスは、電磁的な妨害を発生し、かつ妨害を受ける

市販のあらゆる電子機器にはEMCの問題がある

要件：

- 地域に依存する
- 最終製品ごとに異なる



EMC規格	ドイツ	欧州	世界
イミュニティ項目			
ESD	DIN EN 61000-4-2	EN 61000-4-2	IEC 61000-4-2
電磁界	DIN EN 61000-4-3	EN 61000-4-3	IEC 61000-4-3
バースト	DIN EN 61000-4-4	EN 61000-4-4	IEC 61000-4-4
サージ	DIN EN 61000-4-5	EN 61000-4-5	IEC 61000-4-5
高周波誘導	DIN EN 61000-4-6	EN 61000-4-6	IEC 61000-4-6
磁界	DIN EN 61000-4-6	EN 61000-4-6	IEC 61000-4-6
電圧低下	DIN EN 61000-4-11	EN 61000-4-11	IEC 61000-4-11

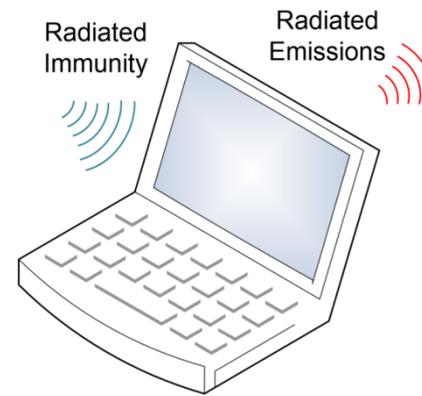
製品分野		IEC/CISPR 規格	EN 規格	FCC 規格
内燃機関搭載の車両、船舶、機器	Off-board receivers	EN 61000-4-2	IEC 61000-4-2	-
	On-board receivers	CISPR 25	EN 55025	-
マルチメディア機器		CISPR 32	EN 55032	Part 15
ISM (工業/科学/医療)		CISPR 11	EN 55011	Part 18
家電機器、電動工具など		CISPR 14-1	EN 55014-1	-
照明機器		CISPR 15	EN 55015	Part 15/18
特定の製品規格で規定されない機器	Commercial/light-industrial	IEC 61000-6-3	EN 61000-6-3	-
	Heavy – industrial	IEC 61000-6-4	EN 61000-6-4	-

# EMCとは何か？

電磁両立性 (コンパチビリティ) – デバイスは、電磁的な妨害を発生し、かつ妨害を受ける

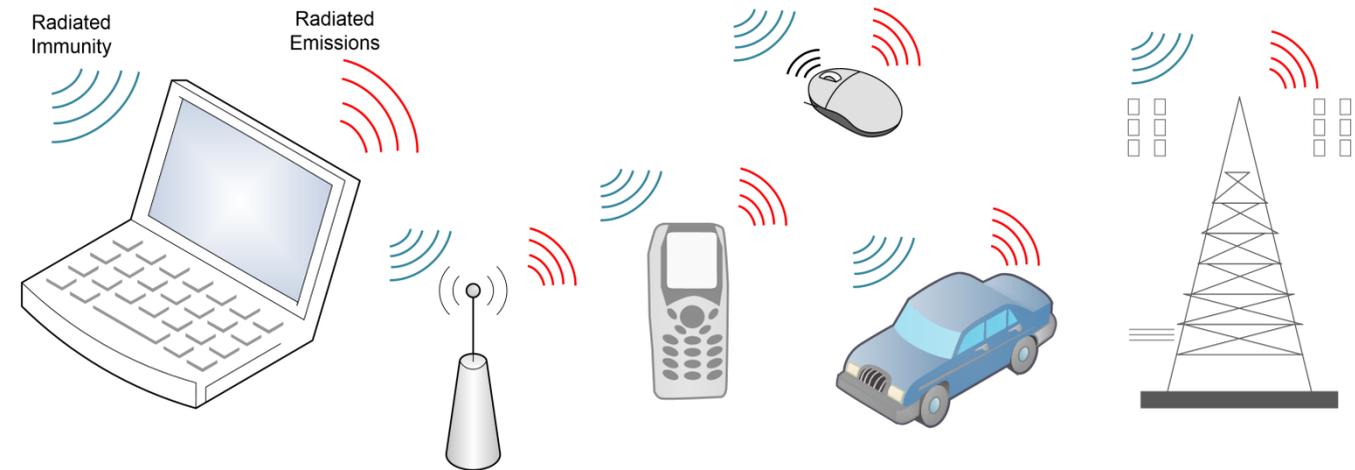
# EMCとは何か？

電磁両立性 (コンパチビリティ) – デバイスは、電磁的な妨害を発生し、かつ妨害を受ける



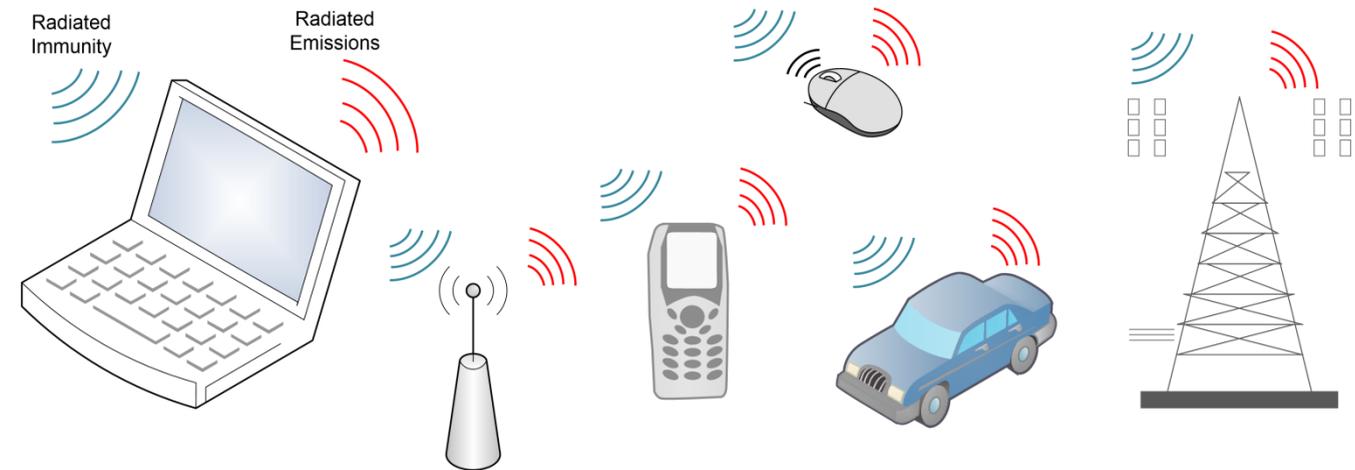
# EMCとは何か？

電磁両立性 (コンパチビリティ) – デバイスは、電磁的な妨害を発生し、かつ妨害を受ける



# EMCとは何か？

電磁両立性 (コンパチビリティ) – デバイスは、電磁的な妨害を発生し、かつ妨害を受ける



EMC規格	ドイツ	欧州	世界
<b>イミュニティ項目</b>			
ESD	DIN EN 61000-4-2	EN 61000-4-2	IEC 61000-4-2
電磁界	DIN EN 61000-4-3	EN 61000-4-3	IEC 61000-4-3
バースト	DIN EN 61000-4-4	EN 61000-4-4	IEC 61000-4-4
サージ	DIN EN 61000-4-5	EN 61000-4-5	IEC 61000-4-5
高周波誘導	DIN EN 61000-4-6	EN 61000-4-6	IEC 61000-4-6
磁界	DIN EN 61000-4-6	EN 61000-4-6	IEC 61000-4-6
電圧低下	DIN EN 61000-4-11	EN 61000-4-11	IEC 61000-4-11

製品分野		IEC/CISPR 規格	EN 規格	FCC 規格
内燃機関搭載の車両、船舶、機器	Off-board receivers	EN 61000-4-2	IEC 61000-4-2	-
	On-board receivers	CISPR 25	EN 55025	-
マルチメディア機器		CISPR 32	EN 55032	Part 15
ISM (工業/科学/医療)		CISPR 11	EN 55011	Part 18
家電機器、電動工具など		CISPR 14-1	EN 55014-1	-
照明機器		CISPR 15	EN 55015	Part 15/18
特定の製品規格で規定されない機器	Commercial/light-industrial	IEC 61000-6-3	EN 61000-6-3	-
	Heavy – industrial	IEC 61000-6-4	EN 61000-6-4	-

# EMCとは何か？

電磁両立性 (コンパチビリティ) – デバイスは、電磁的な妨害を発生し、かつ妨害を受ける

市販のあらゆる電子機器にはEMCの問題がある

要件：

- 地域に依存する
- 最終製品ごとに異なる



EMC規格	ドイツ	欧州	世界
イミュニティ項目			
ESD	DIN EN 61000-4-2	EN 61000-4-2	IEC 61000-4-2
電磁界	DIN EN 61000-4-3	EN 61000-4-3	IEC 61000-4-3
バースト	DIN EN 61000-4-4	EN 61000-4-4	IEC 61000-4-4
サージ	DIN EN 61000-4-5	EN 61000-4-5	IEC 61000-4-5
高周波誘導	DIN EN 61000-4-6	EN 61000-4-6	IEC 61000-4-6
磁界	DIN EN 61000-4-6	EN 61000-4-6	IEC 61000-4-6
電圧低下	DIN EN 61000-4-11	EN 61000-4-11	IEC 61000-4-11

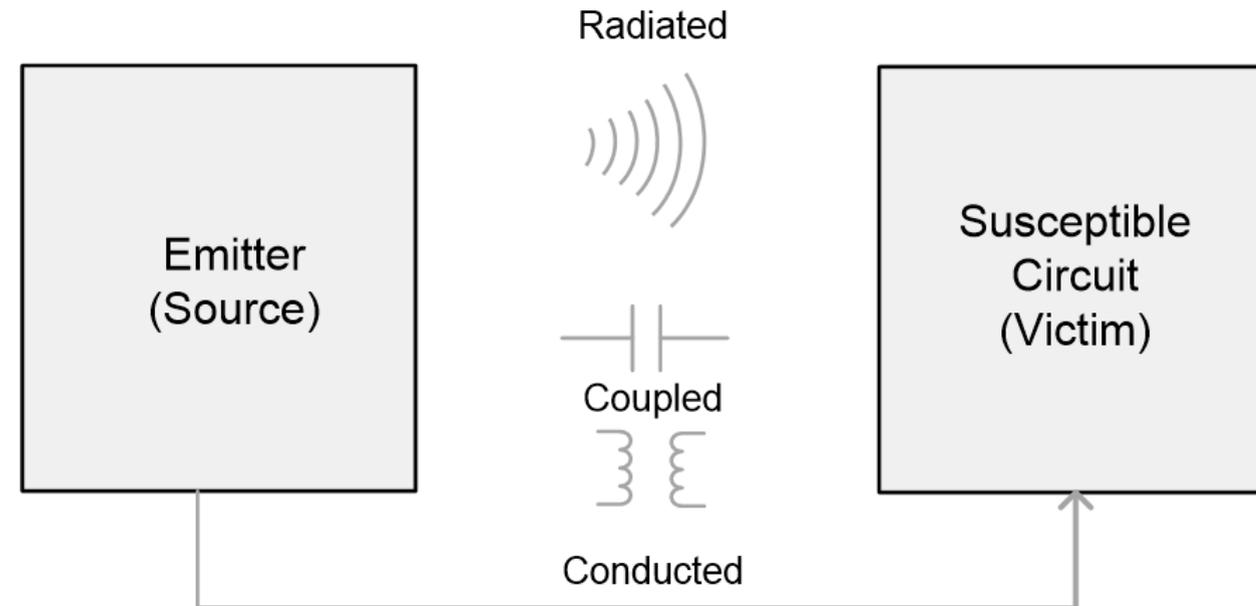
製品分野		IEC/CISPR 規格	EN 規格	FCC 規格
内燃機関搭載の車両、船舶、機器	Off-board receivers	EN 61000-4-2	IEC 61000-4-2	-
	On-board receivers	CISPR 25	EN 55025	-
マルチメディア機器		CISPR 32	EN 55032	Part 15
ISM (工業/科学/医療)		CISPR 11	EN 55011	Part 18
家電機器、電動工具など		CISPR 14-1	EN 55014-1	-
照明機器		CISPR 15	EN 55015	Part 15/18
特定の製品規格で規定されない機器	Commercial/light-industrial	IEC 61000-6-3	EN 61000-6-3	-
	Heavy – industrial	IEC 61000-6-4	EN 61000-6-4	-

# EMIとは何か？

## 電磁妨害 (インターフェランス)

– 他のデバイス (ソース) が生成した電磁界で、被害デバイスの適切な動作が妨げられる

- 放射 (電磁界)
- 容量結合 (電流)
- 電磁結合 (磁界)
- 電気伝導 (電流)



EMCの要件を順守するには、エミッションが低くイミュニティが高いことが必要

# EMIとは何か？

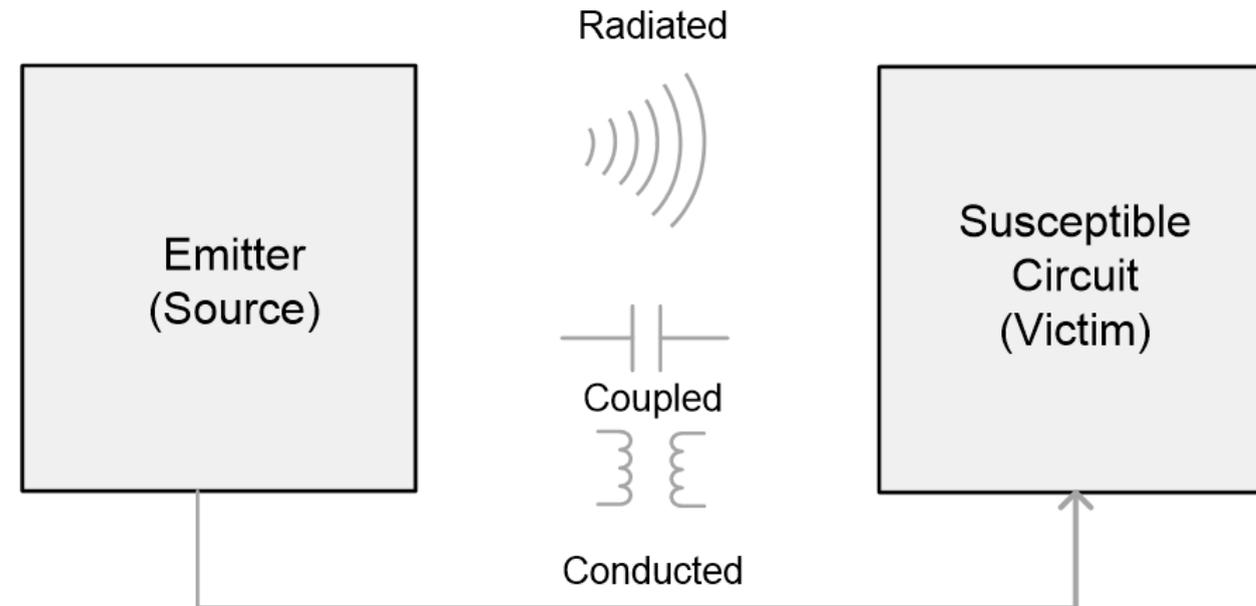
## 電磁妨害 (インターフェランス)

- 他のデバイス (ソース) が生成した電磁界で、被害デバイスの適切な動作が妨げられる

# EMIとは何か？

## 電磁妨害 (インターフェランス)

- 他のデバイス (ソース) が生成した電磁界で、被害デバイスの適切な動作が妨げられる

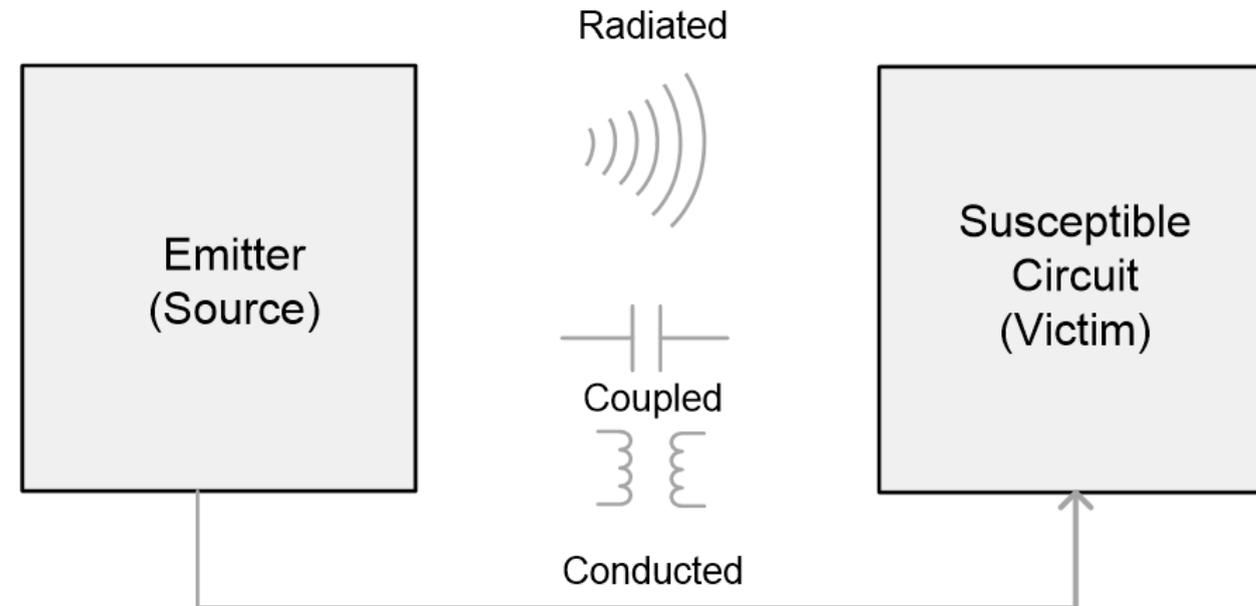


# EMIとは何か？

## 電磁妨害 (インターフェランス)

– 他のデバイス (ソース) が生成した電磁界で、被害デバイスの適切な動作が妨げられる

- 放射 (電磁界)
- 容量結合 (電流)
- 電磁結合 (磁界)
- 電気伝導 (電流)

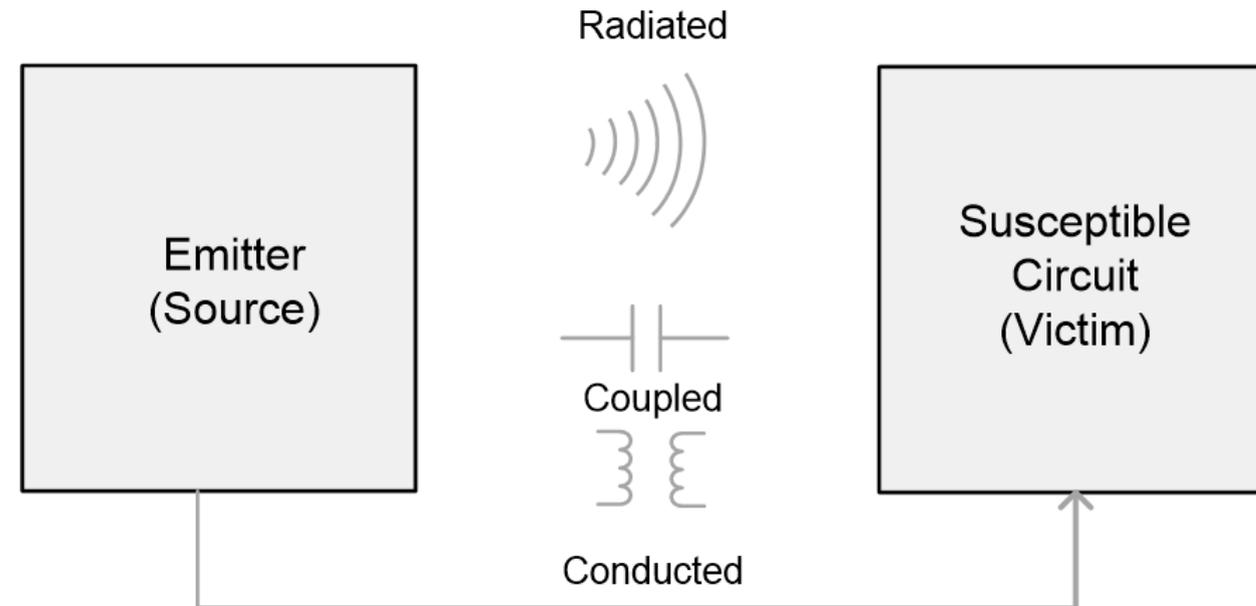


# EMIとは何か？

## 電磁妨害 (インターフェランス)

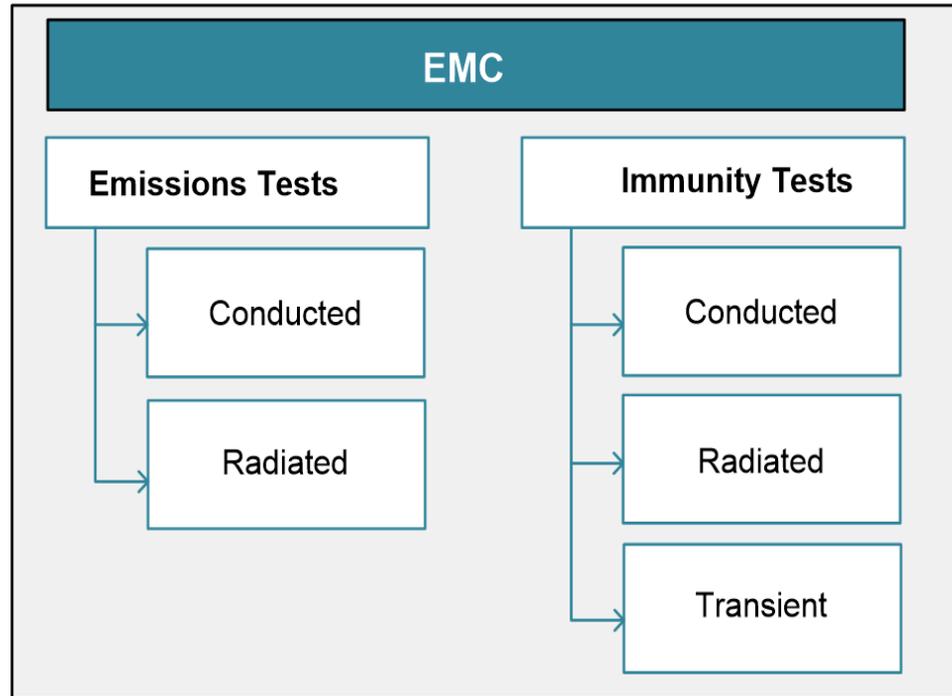
– 他のデバイス (ソース) が生成した電磁界で、被害デバイスの適切な動作が妨げられる

- 放射 (電磁界)
- 容量結合 (電流)
- 電磁結合 (磁界)
- 電気伝導 (電流)



EMCの要件を順守するには、エミッションが低くイミュニティが高いことが必要

# エミッションとイミュニティ

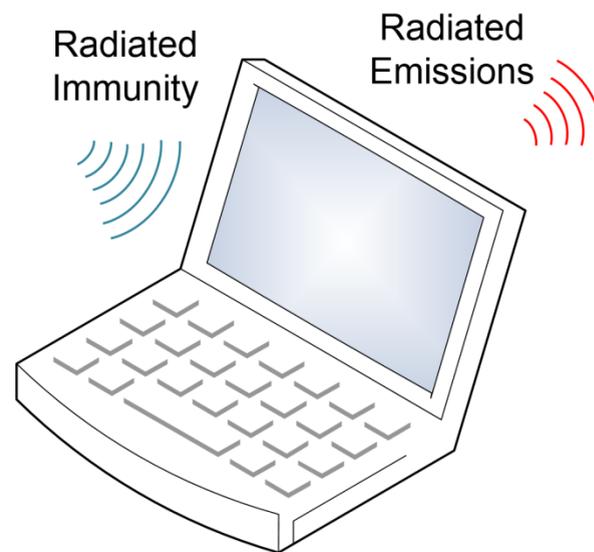


## エミッション

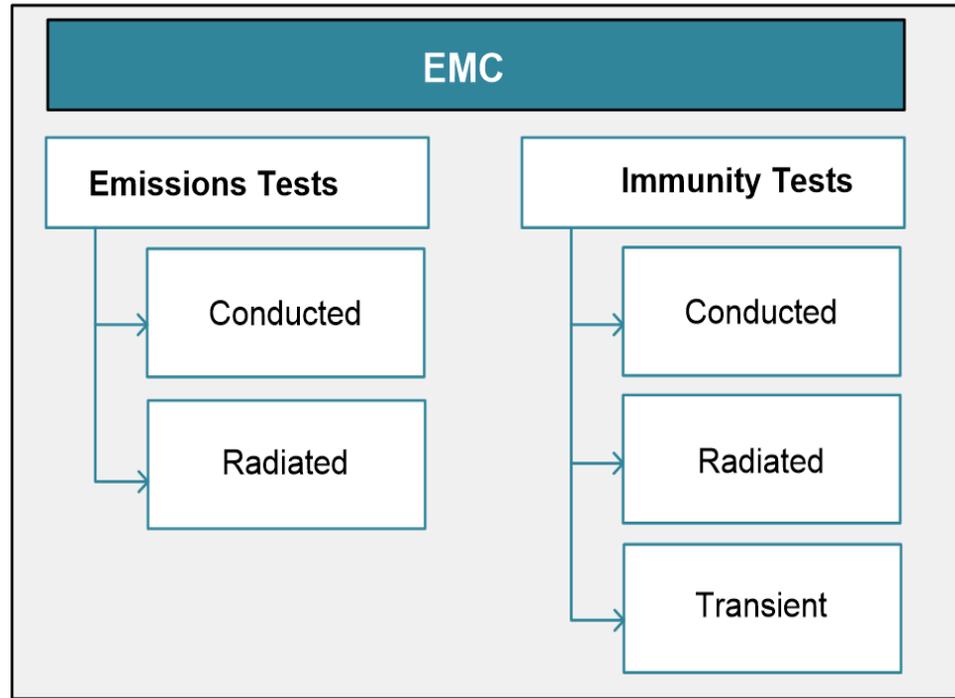
- 電子機器の動作によって放出される不要な電磁エネルギー

## イミュニティ

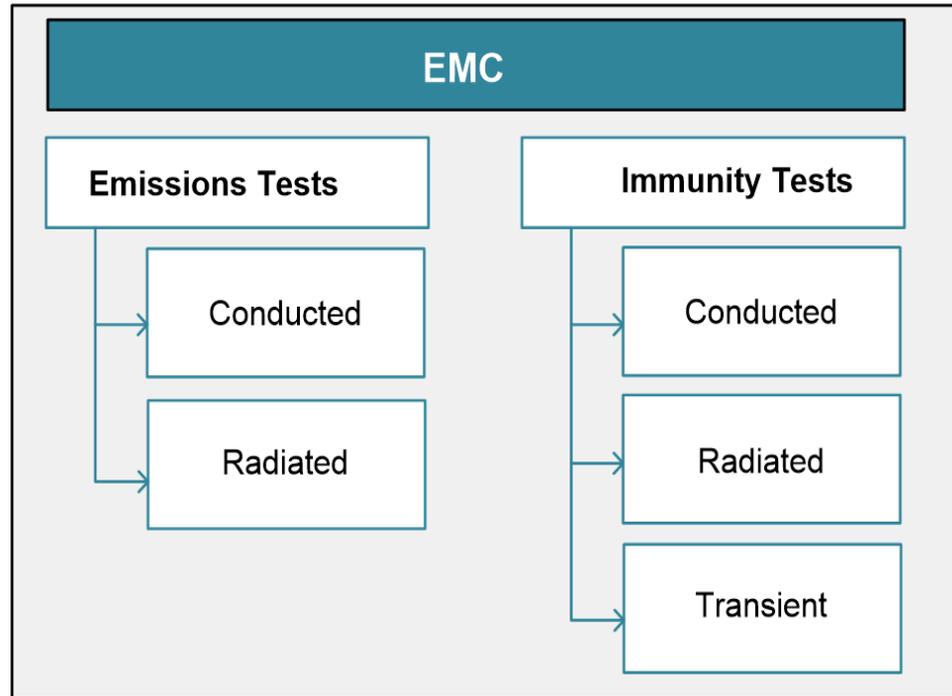
- 電磁エネルギーの存在下で、エラーなく動作する機器の耐性



# エミッションとイミュニティ



# エミッションとイミュニティ



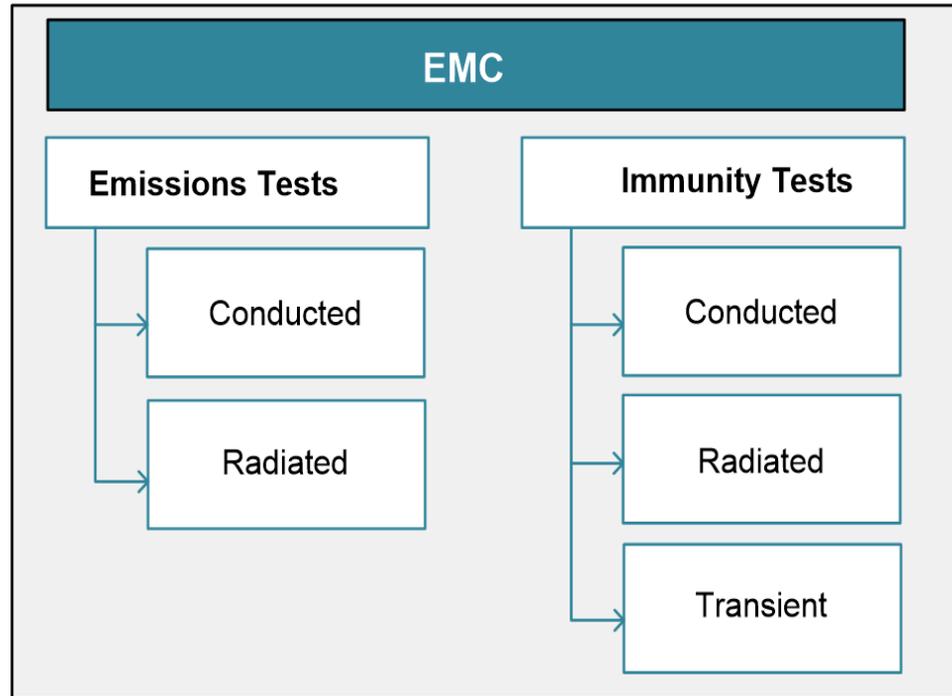
## エミッション

- 電子機器の動作によって放出される不要な電磁エネルギー

## イミュニティ

- 電磁エネルギーの存在下で、エラーなく動作する機器の耐性

# エミッションとイミュニティ

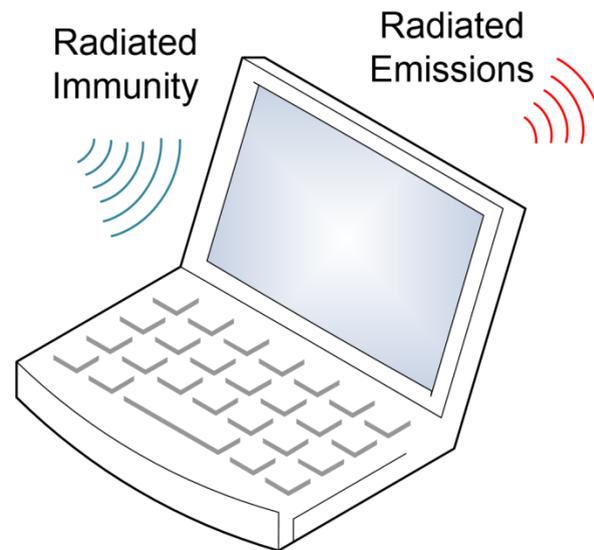


## エミッション

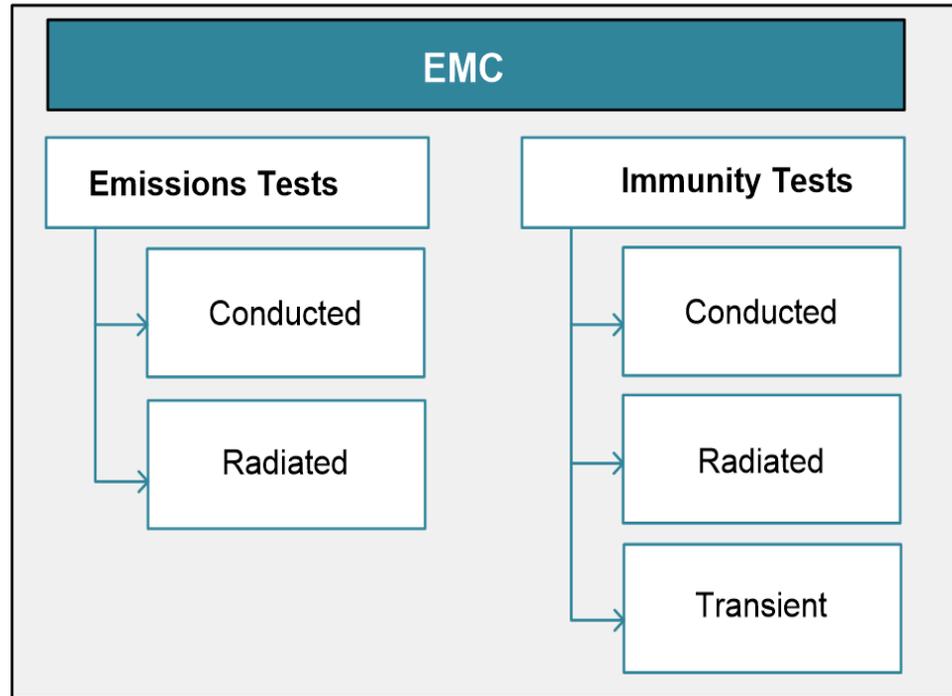
- 電子機器の動作によって放出される不要な電磁エネルギー

## イミュニティ

- 電磁エネルギーの存在下で、エラーなく動作する機器の耐性



# エミッションとイミュニティ



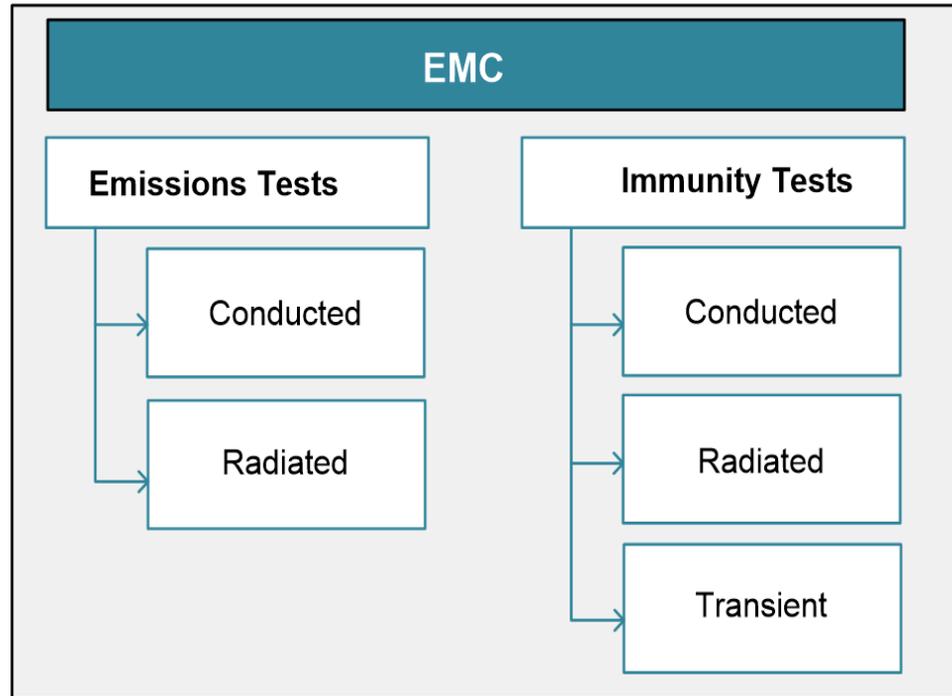
## エミッション

- 電子機器の動作によって放出される不要な電磁エネルギー

## イミュニティ

- 電磁エネルギーの存在下で、エラーなく動作する機器の耐性

# エミッションとイミュニティ



## エミッション

– 電子機器の動作によって放出される不要な電磁エネルギー

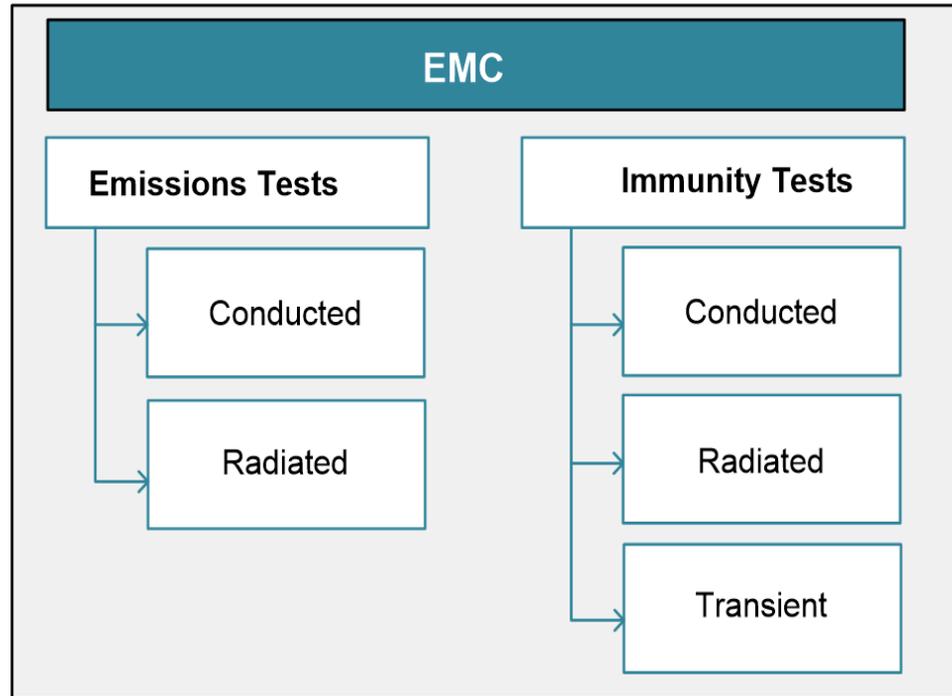
## イミュニティ

– 電磁エネルギーの存在下で、エラーなく動作する機器の耐性

エミッションに影響を与えるのは何か？

- アーキテクチャ
- 電源スイッチング、高周波スイッチング
- レイアウト - 電流ループ、配線の近接

# エミッションとイミュニティ

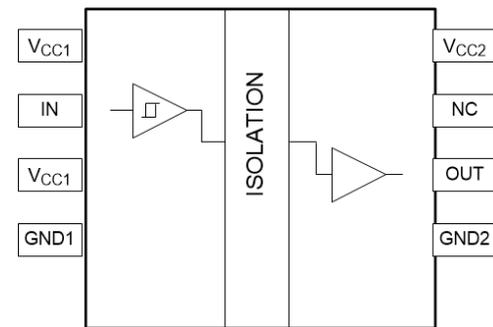


## エミッション

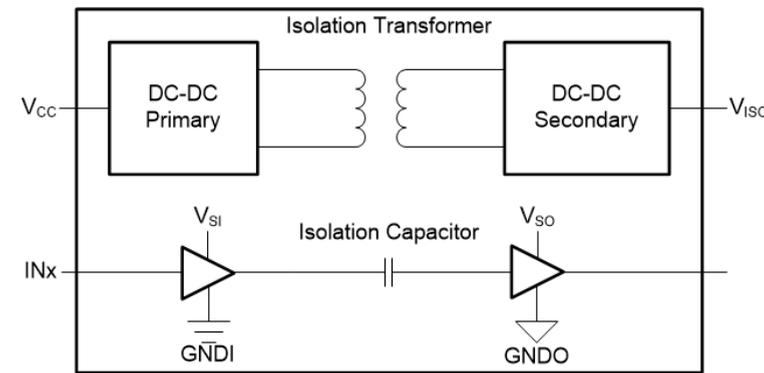
– 電子機器の動作によって放出される不要な電磁エネルギー

## イミュニティ

– 電磁エネルギーの存在下で、エラーなく動作する機器の耐性



Digital isolator

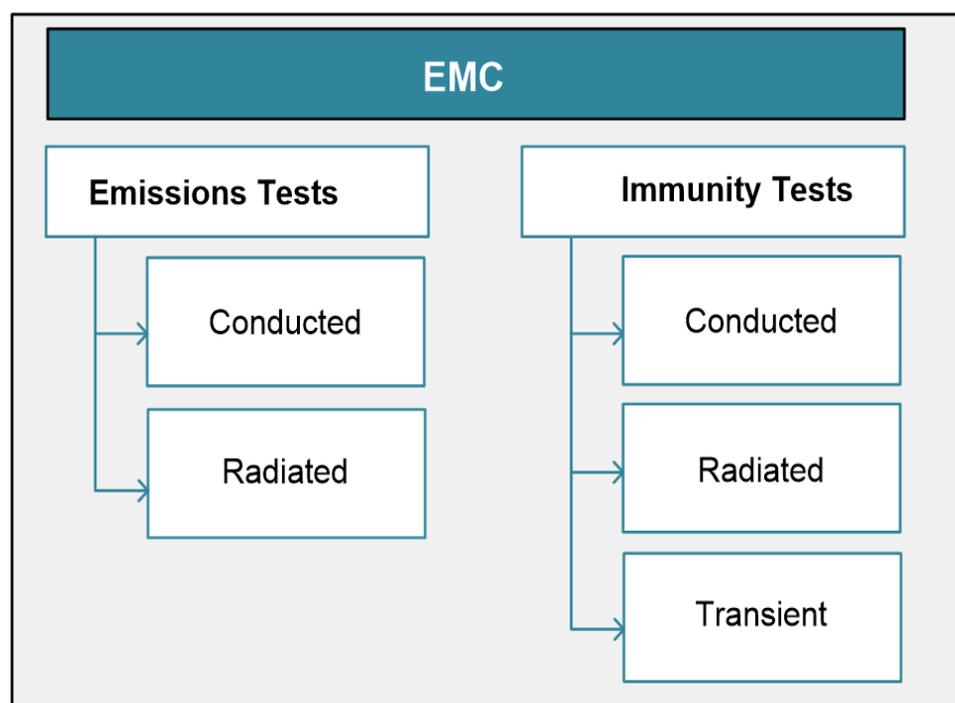


Isolator with integrated power

エミッションに影響を与えるのは何か？

- アーキテクチャ
- 電源スイッチング、高周波スイッチング
- レイアウト - 電流ループ、配線の近接

# エミッションとイミュニティ



## エミッション

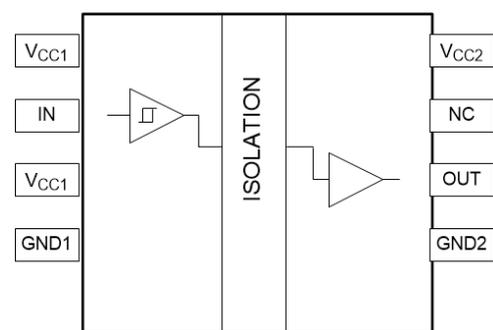
- 電子機器の動作によって放出される不要な電磁エネルギー

## イミュニティ

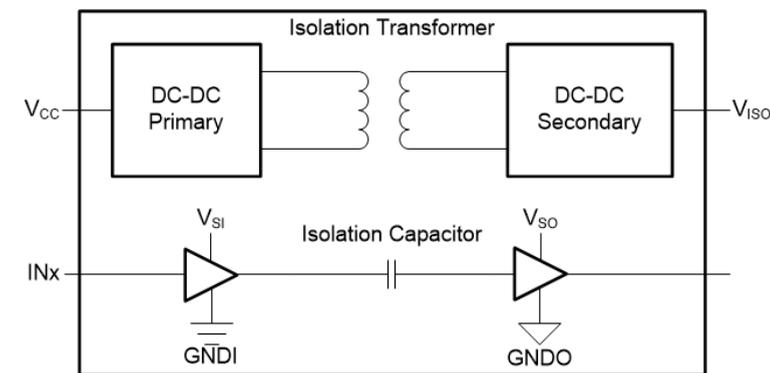
- 電磁エネルギーの存在下で、エラーなく動作する機器の耐性

## エミッションを最小化するには:

- 良好なレイアウト、加害側と被害側の分離、コモンモードチョーク
- グラウンドループを最小化し、アンテナとして働くのを防ぐ
- 潜在的なエミッション発生源を特定

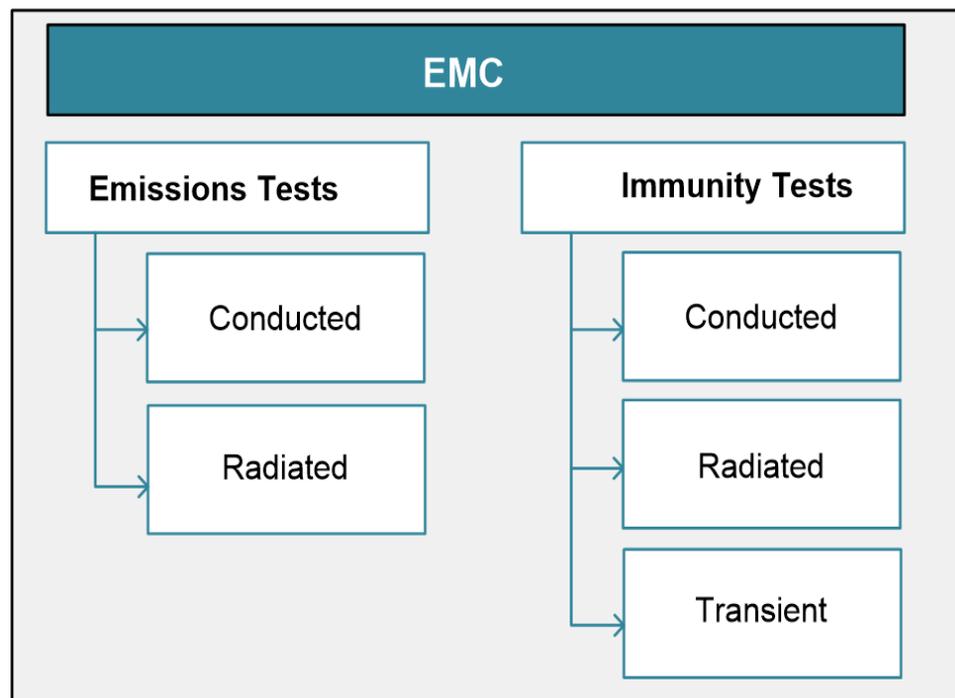


Digital isolator

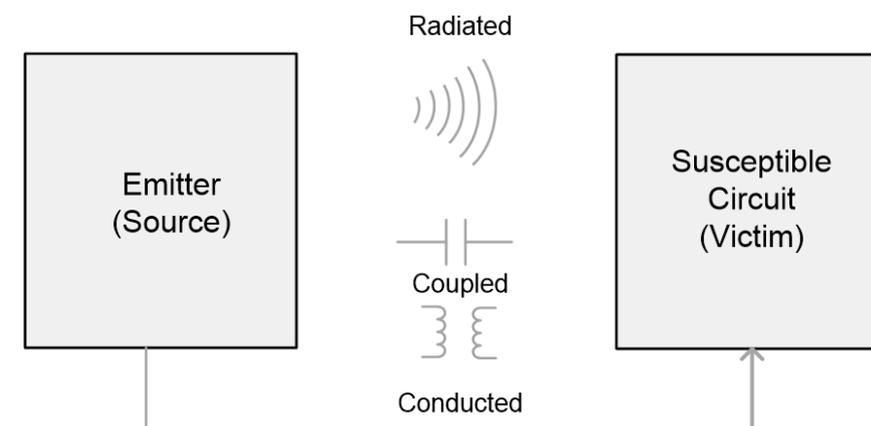


Isolator with integrated power

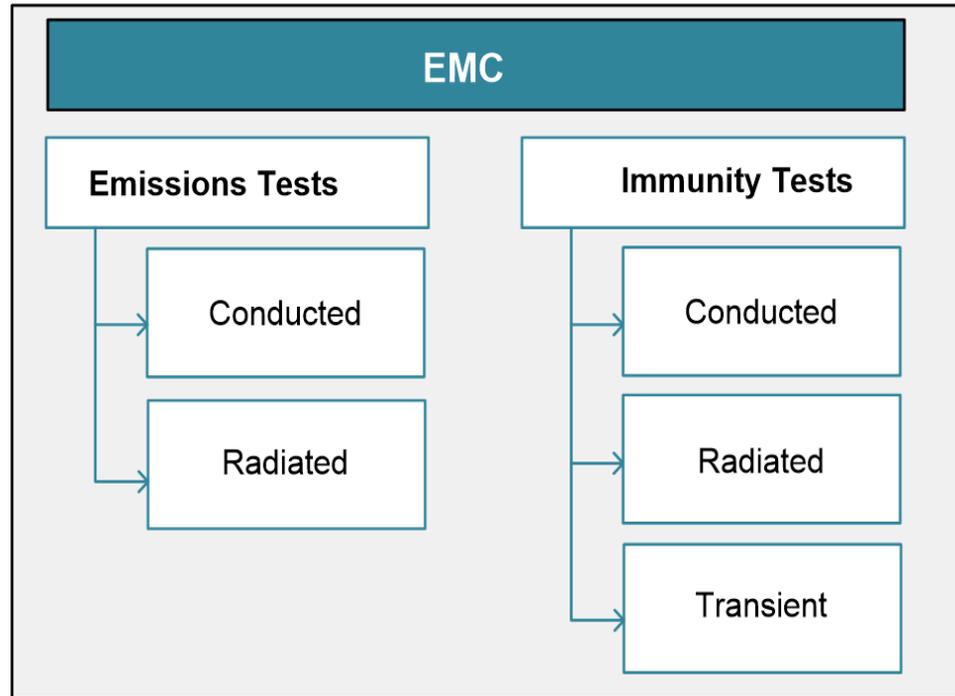
# 放射エミッション



放射エミッション - 電界、磁界、または電磁界としてコンポーネントから漏れ出す意図しないエネルギー

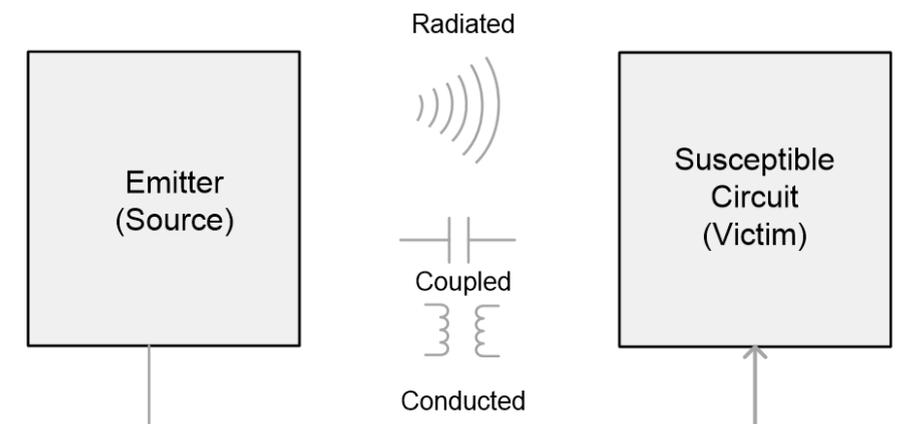


# 放射エミッション

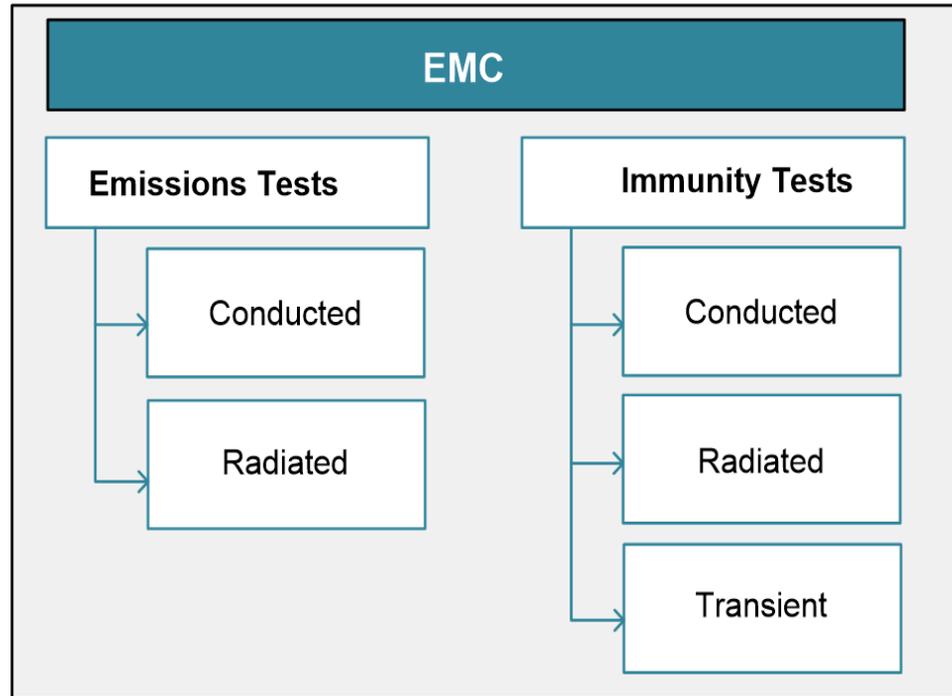


放射エミッション – 電界、磁界、または電磁界としてコンポーネントから漏れ出す意図しないエネルギー

Product sector		IEC/CISPR standard	EN standard	FCC standard
Vehicles, boats & devices with internal combustion engines.	Off-board receivers	EN 61000-4-2	IEC 61000-4-2	-
	On-board receivers	CISPR 25	EN 55025	-
Multimedia equipment		CISPR 32	EN 55032	Part 15
ISM		CISPR 11	EN 55011	Part 18
Household appliances, electric tools & similar apparatus		CISPR 14-1	EN 55014-1	-
Luminaires, lightening equipment		CISPR 15	EN 55015	Part 15/18
Equipment with no product-specific standard	Commercial/light-industrial	IEC 61000-6-3	EN 61000-6-3	-
	Heavy – industrial	IEC 61000-6-4	EN 61000-6-4	-



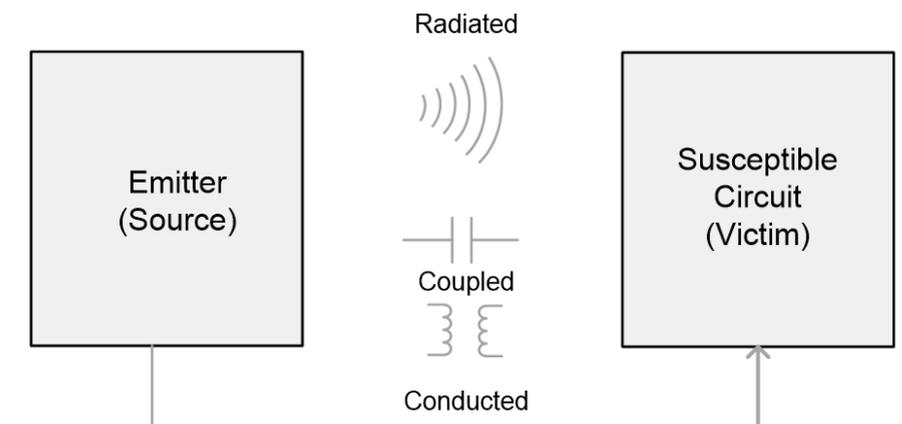
# 放射エミッション



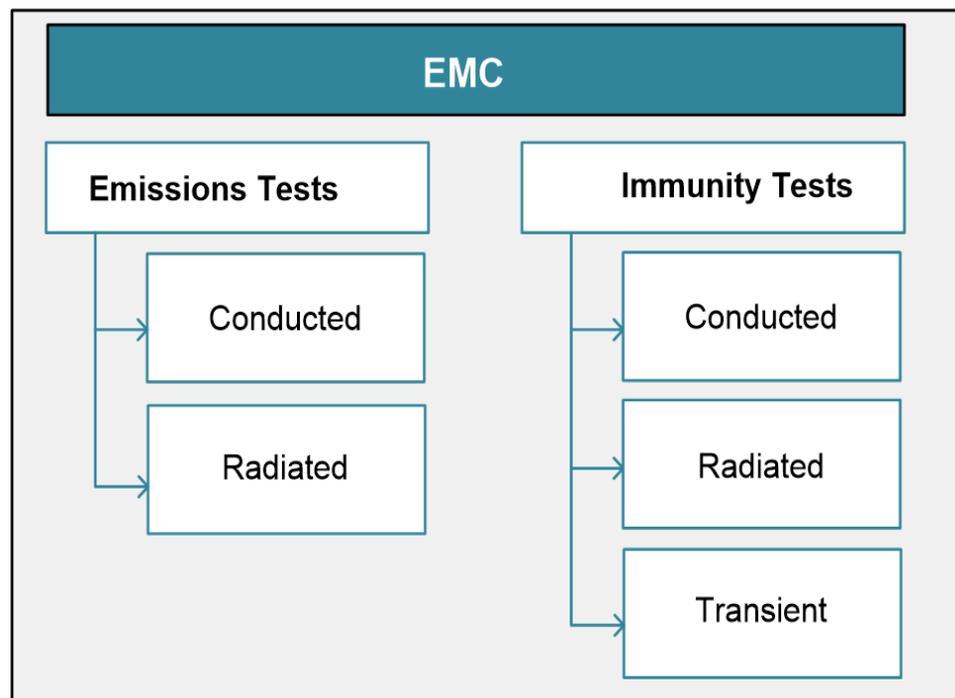
**放射エミッション** – 電界、磁界、または電磁界としてコンポーネントから漏れ出す意図しないエネルギー

**伝導エミッション** – 電力線や信号線を通して伝わる意図しないエネルギー

Product sector		IEC/CISPR standard	EN standard	FCC standard
Vehicles, boats & devices with internal combustion engines.	Off-board receivers	EN 61000-4-2	IEC 61000-4-2	-
	On-board receivers	CISPR 25	EN 55025	-
Multimedia equipment		CISPR 32	EN 55032	Part 15
ISM		CISPR 11	EN 55011	Part 18
Household appliances, electric tools & similar apparatus		CISPR 14-1	EN 55014-1	-
Luminaires, lightening equipment		CISPR 15	EN 55015	Part 15/18
Equipment with no product-specific standard	Commercial/light-industrial	IEC 61000-6-3	EN 61000-6-3	-
	Heavy – industrial	IEC 61000-6-4	EN 61000-6-4	-



# 放射エミッション

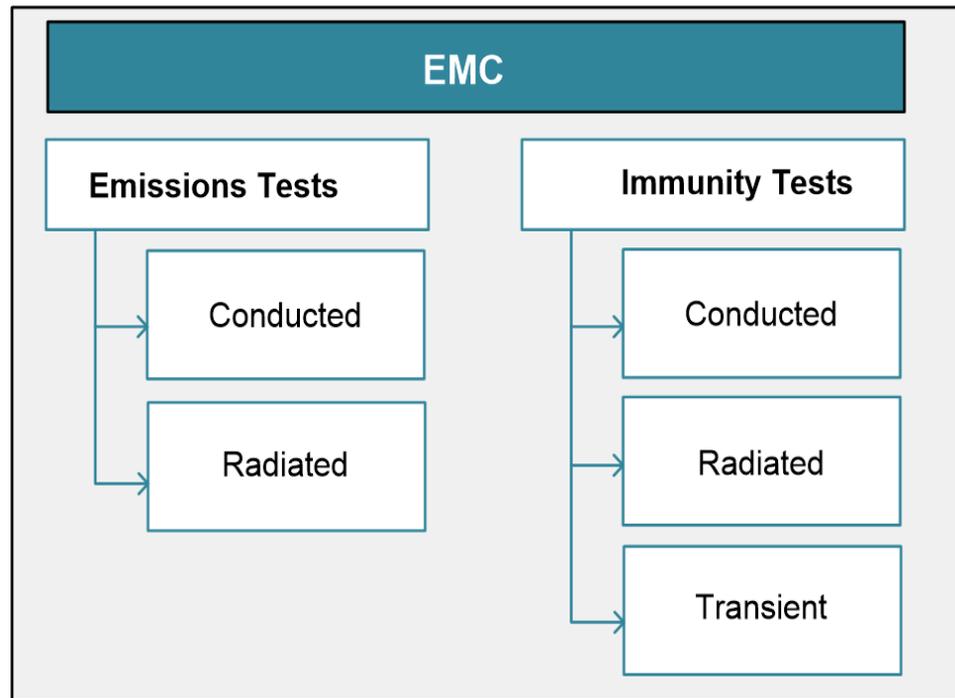


**放射エミッション** – 電界、磁界、または電磁界としてコンポーネントから漏れ出す意図しないエネルギー

**伝導エミッション** – 電力線や信号線を通して伝わる意図しないエネルギー

EMI for ISM Equipment (CISPR 11)	Group 1 ISM without RF	Group 2 ISM with RF
<b>Class A</b> Industrial	Unintended RF emitters , industrial	Intentional RF emitters, industrial
<b>Class B</b> Residential	Unintended RF emitters , domestic	Intentional RF emitters, domestic

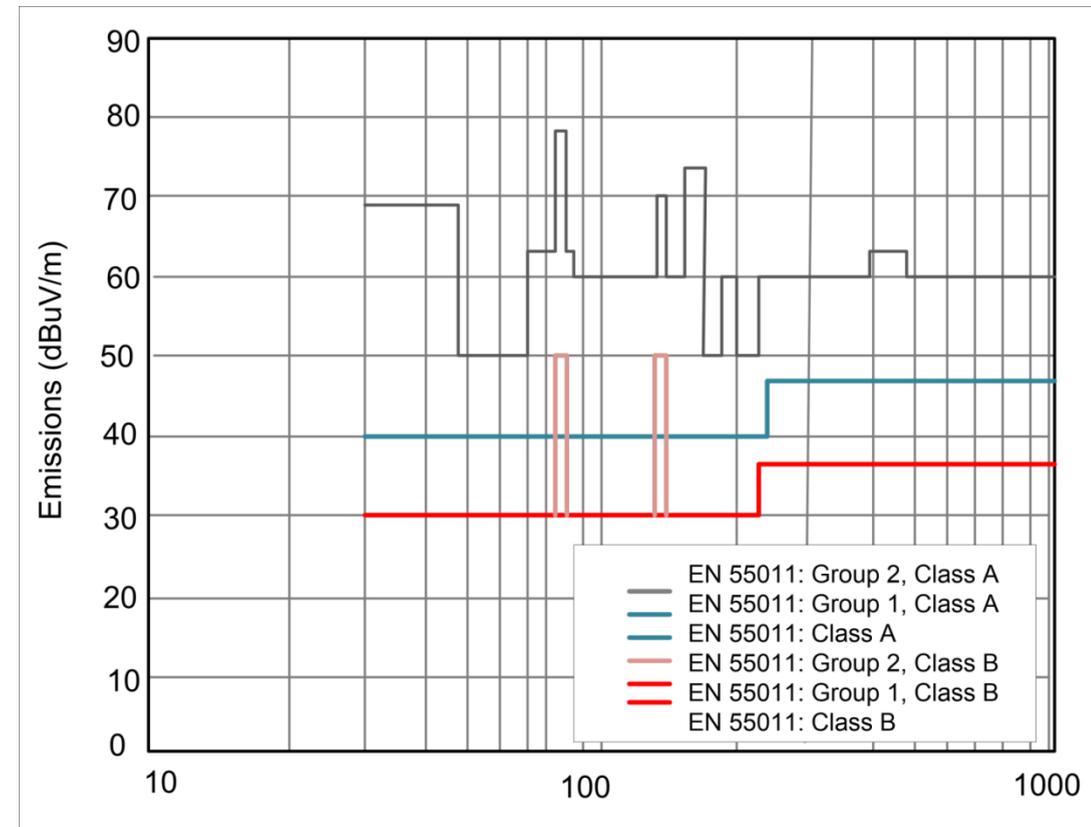
# 放射エミッション



**放射エミッション** – 電界、磁界、または電磁界としてコンポーネントから漏れ出す意図しないエネルギー

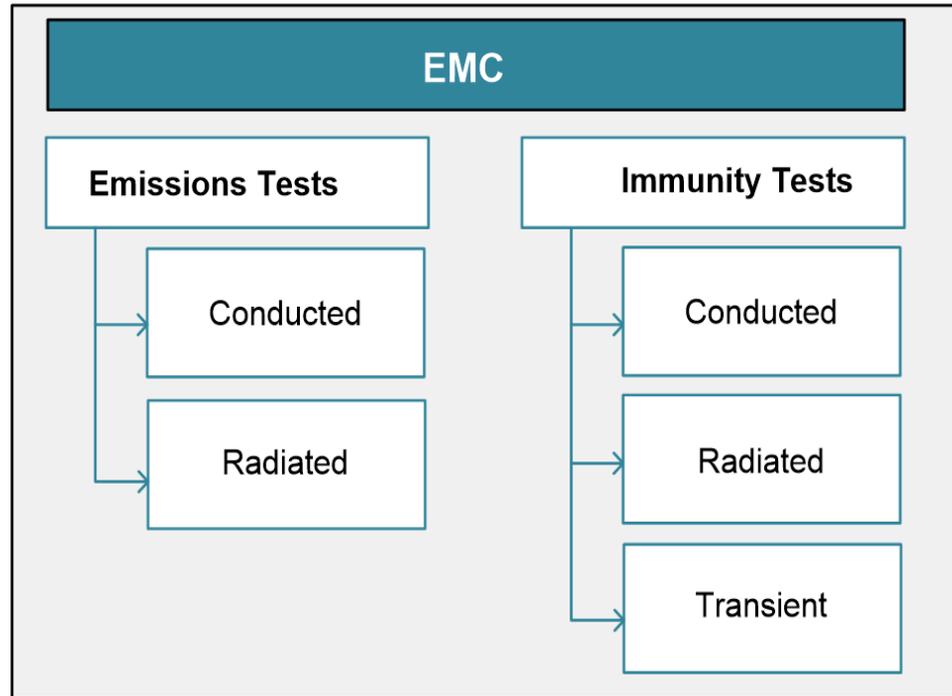
**伝導エミッション** – 電力線や信号線を通して伝わる意図しないエネルギー

EMI for ISM Equipment (CISPR 11)	Group 1 ISM without RF	Group 2 ISM with RF
<b>Class A</b> Industrial	Unintended RF emitters, industrial	Intentional RF emitters, industrial
<b>Class B</b> Residential	Unintended RF emitters, domestic	Intentional RF emitters, domestic



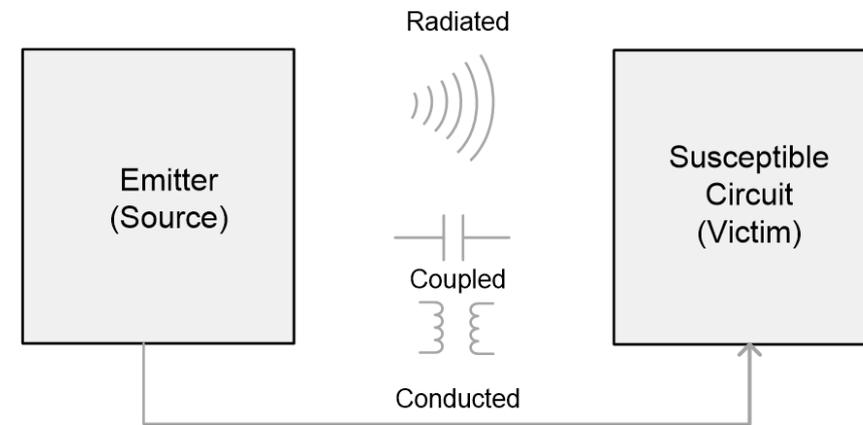
Radiated emissions standards limit lines – EN55011

# イミュニティ試験



## イミュニティ

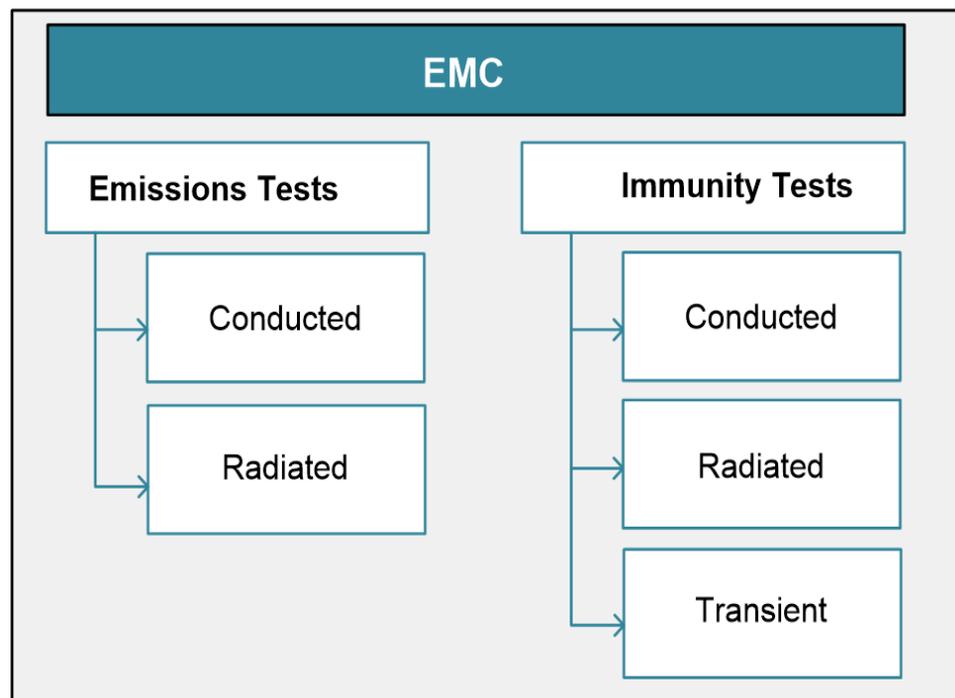
– 電磁エネルギーの存在下で、エラーなく動作する機器の耐性



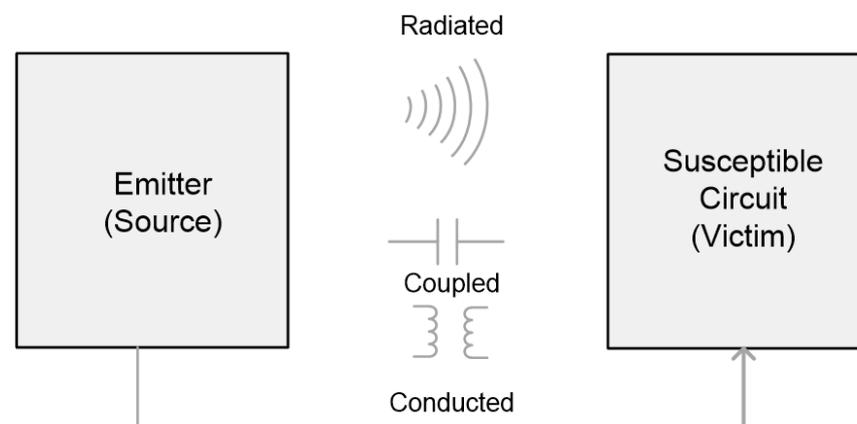
**連続試験**：連続的、反復的なエミッションをシミュレートし、伝導イミュニティと放射イミュニティをテスト

**トランジェント試験**：破壊的なエネルギーをもつ短時間のバーストをシミュレート

# 放射イミュニティ



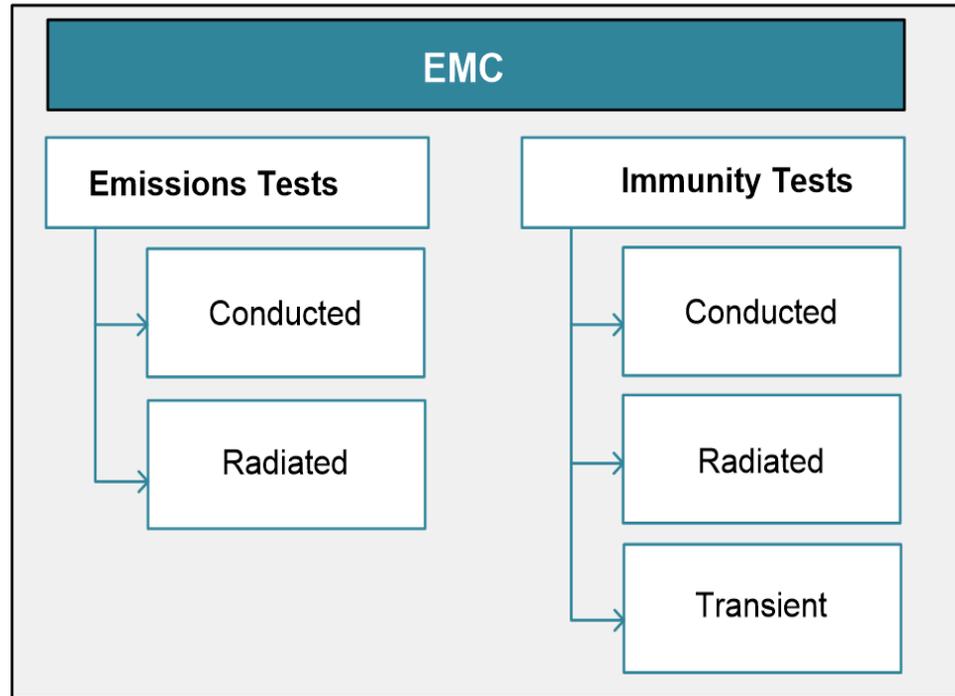
放射イミュニティ – さまざまな外部電界にさらされたときに、中断することなく機能するデバイスの能力



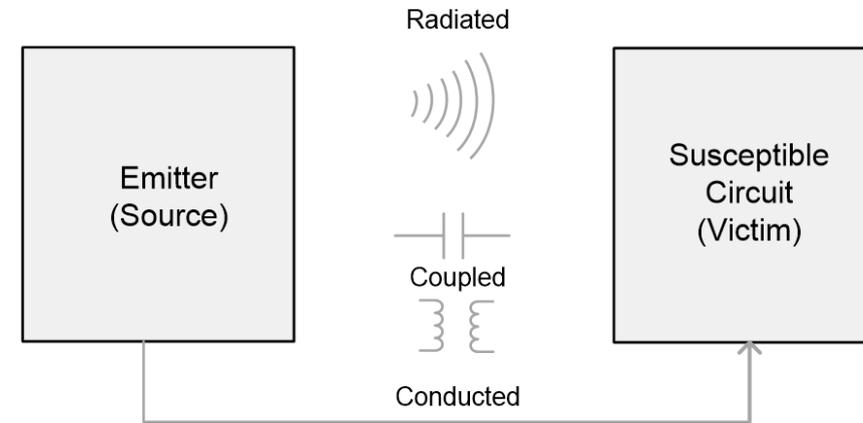
Level	Test field strength (V/m)
1	1
2	3
3	10
4	30
X	Special

Immunity to radiated disturbances (IEC-61000-4-3)

# 伝導イミュニティ



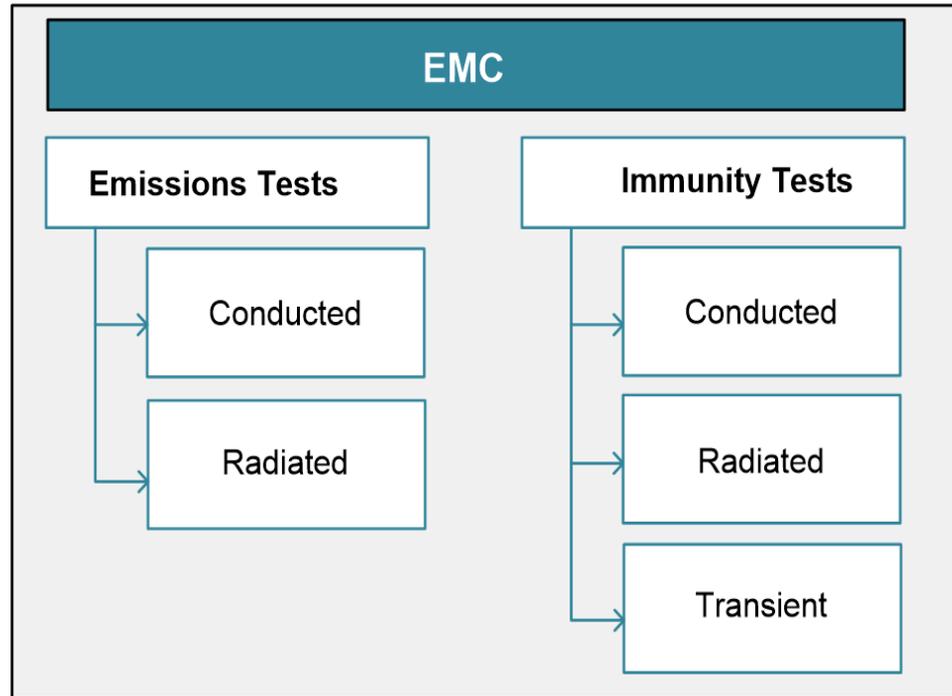
伝導イミュニティ – 通常の動作中に、電源線および信号線からの妨害にさらされたときに、動作を継続する能力



Frequency range 150kHz – 80MHz		
Level	Voltage level (e.m.f.)	
	dB(uV)	V
1	120	1
2	130	3
3	140	10
X	Special	

Immunity to conducted disturbances (IEC61000-4-6)

# トランジェントイミュニティ



**トランジェントイミュニティ試験**：破壊的なエネルギーをもつ短時間のバーストをシミュレート

**電気的高速トランジェントイミュニティ (EFT)** 誘導性負荷の遮断、リレー接点のバウンスで引き起こされるスイッチングトランジェントをシミュレート

- 電源線、信号線、グラウンド線で実行される

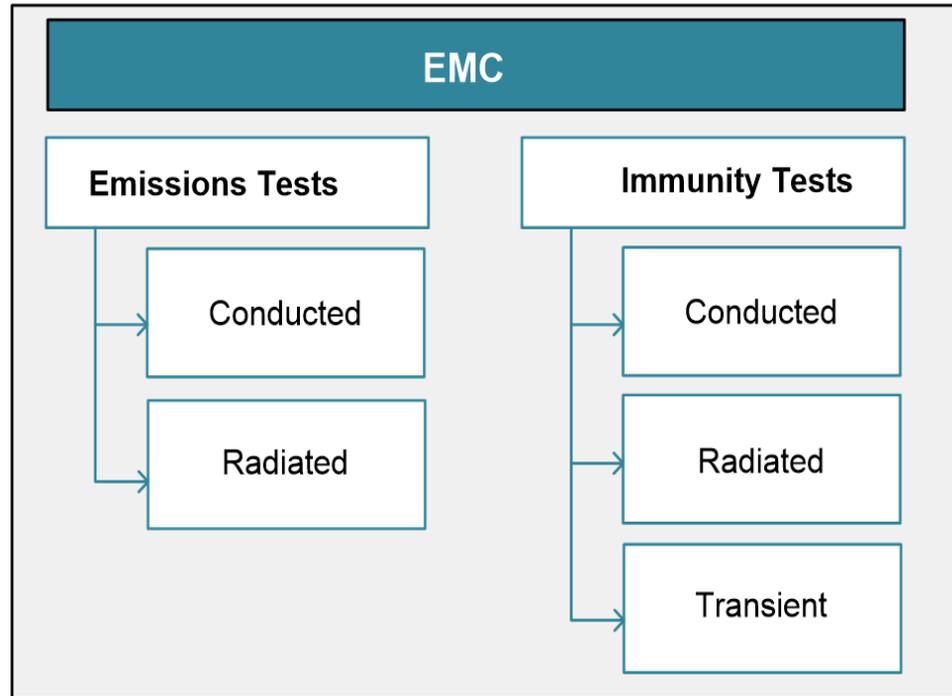
**静電気放電 (ESD)** 誘導性負荷の遮断、リレー接点のバウンスで引き起こされるスイッチングトランジェントをシミュレート

- 電源線、信号線、グラウンド線で実行される

**サージ** 雷撃のように、短時間の非常に高い電圧レベルに対する耐性を検証

- サージピーク電圧は外部規格も要求：IEC 61000-4-5 & VDE 0884-11

# トランジェントイミュニティ

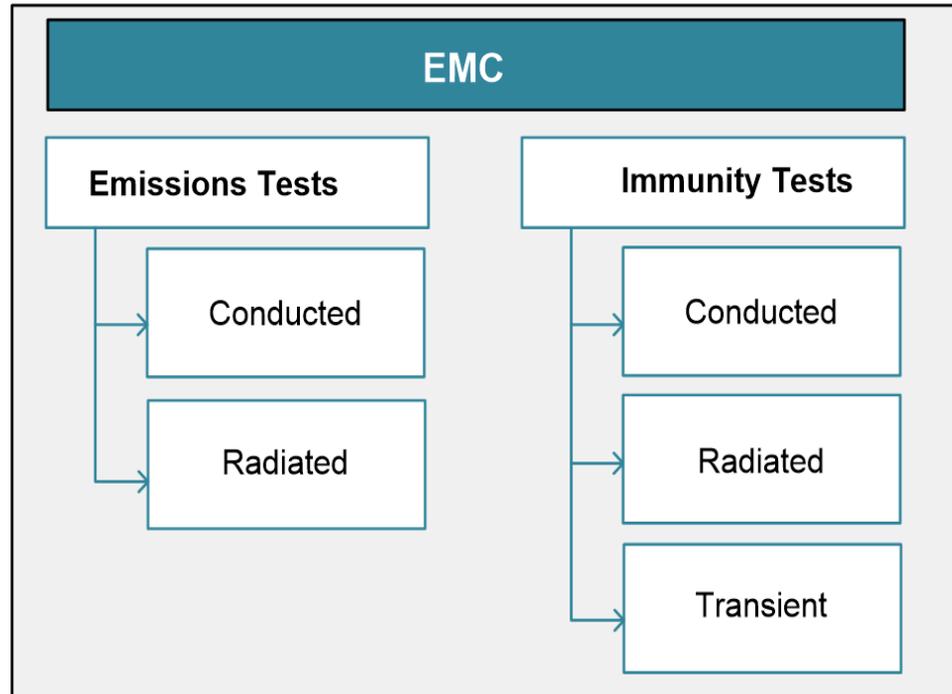


**トランジェントイミュニティ試験**：破壊的なエネルギーをもつ短時間のバーストをシミュレート

**電気的高速トランジェントイミュニティ (EFT)** 誘導性負荷の遮断、リレー接点のバウンスで引き起こされるスイッチングトランジェントをシミュレート

- 電源線、信号線、グラウンド線で実行される

# トランジェントイミュニティ



**トランジェントイミュニティ試験**：破壊的なエネルギーをもつ短時間のバーストをシミュレート

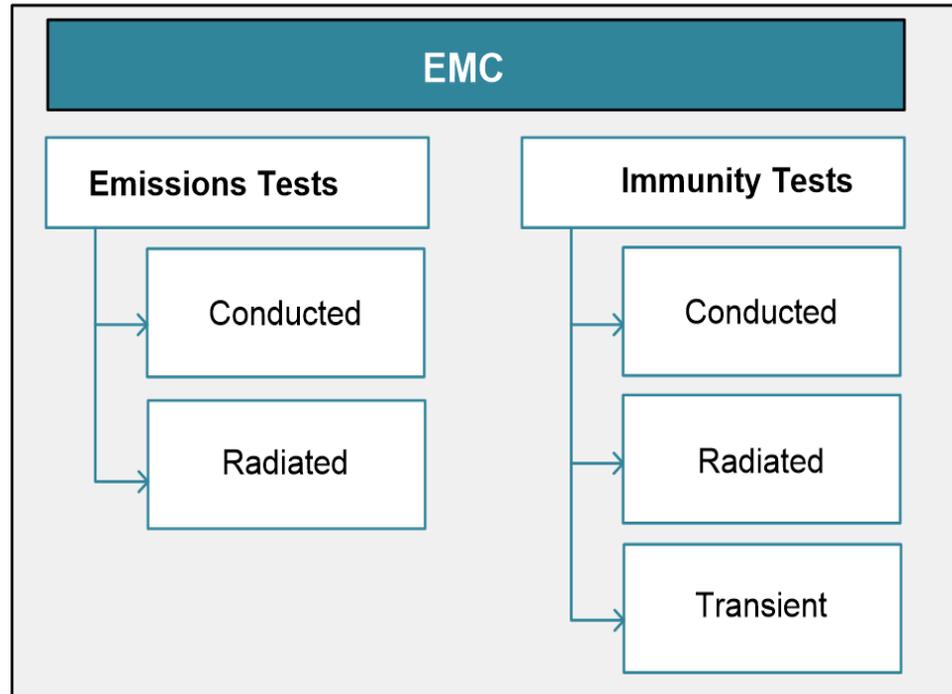
**電気的高速トランジェントイミュニティ (EFT)** 誘導性負荷の遮断、リレー接点のバウンスで引き起こされるスイッチングトランジェントをシミュレート

- 電源線、信号線、グラウンド線で実行される

**静電気放電 (ESD)** 誘導性負荷の遮断、リレー接点のバウンスで引き起こされるスイッチングトランジェントをシミュレート

- 電源線、信号線、グラウンド線で実行される

# トランジェントイミュニティ



**トランジェントイミュニティ試験**：破壊的なエネルギーをもつ短時間のバーストをシミュレート

**電気的高速トランジェントイミュニティ (EFT)** 誘導性負荷の遮断、リレー接点のバウンスで引き起こされるスイッチングトランジェントをシミュレート

- 電源線、信号線、グラウンド線で実行される

**静電気放電 (ESD)** 誘導性負荷の遮断、リレー接点のバウンスで引き起こされるスイッチングトランジェントをシミュレート

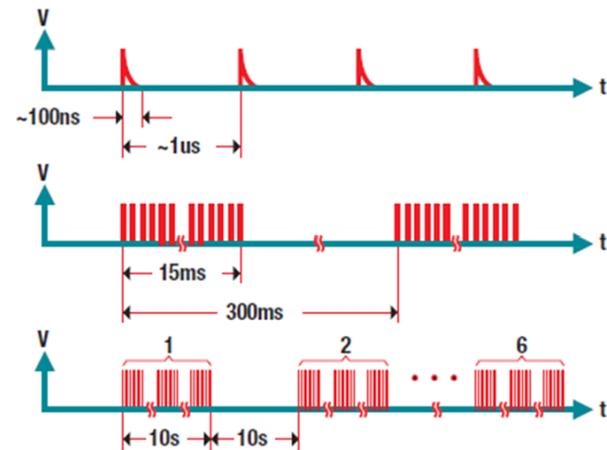
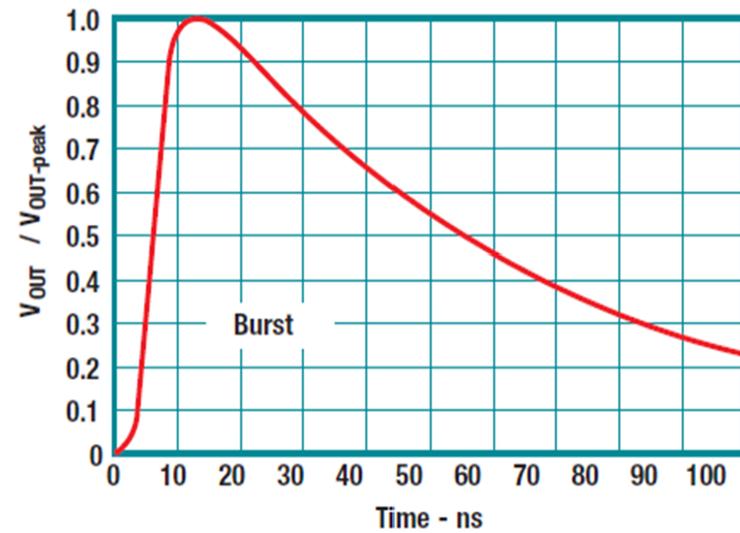
- 電源線、信号線、グラウンド線で実行される

**サージ** 雷撃のように、短時間の非常に高い電圧レベルに対する耐性を検証

- サージピーク電圧は外部規格も要求：IEC 61000-4-5 & VDE 0884-11

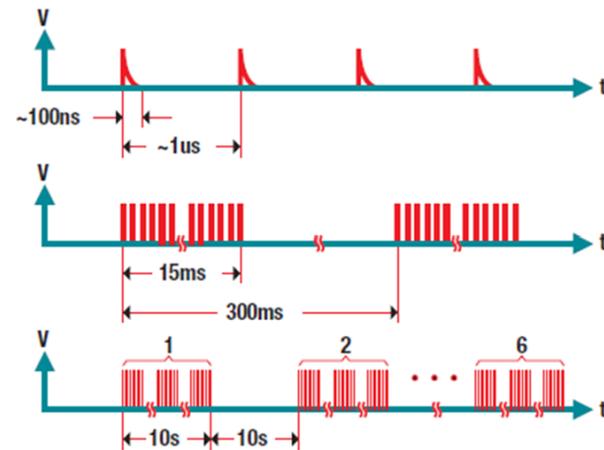
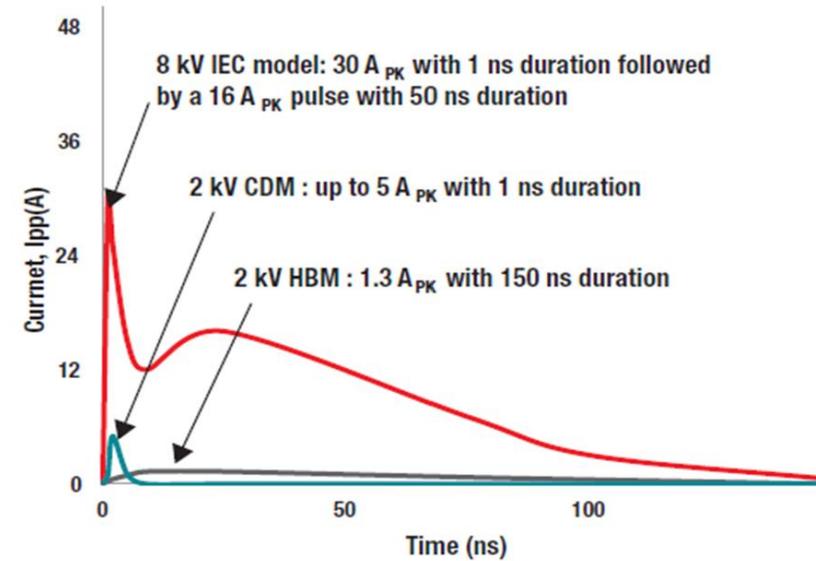
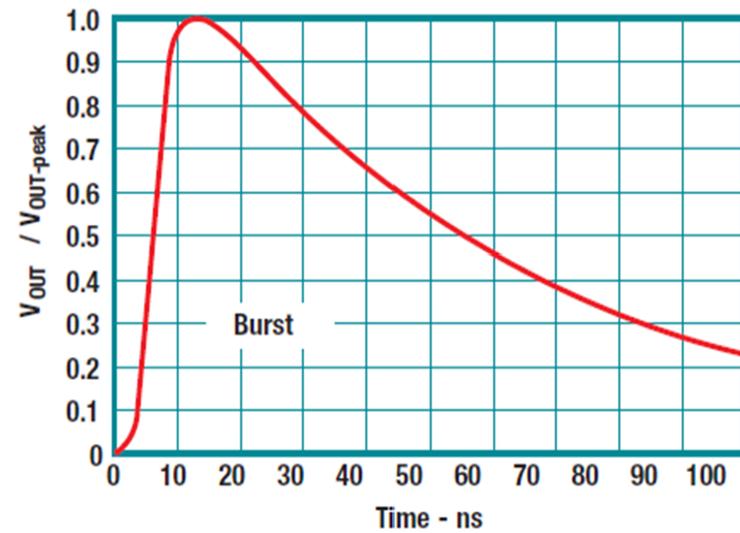
# トランジェントイミュニティ試験 - EFT, ESD, サージ

電気的高速トランジェントイミュニティ (EFT) 誘導性負荷の遮断、リレー接点のバウンスで引き起こされるスイッチングトランジェントをシミュレート - 電源線、信号線、グラウンド線で実行される



# トランジエントイミュニティ試験 – EFT, ESD, サージ

静電気放電 (ESD) 誘導性負荷の遮断、リレー接点のバウンスで引き起こされるスイッチングトランジエントをシミュレート - 電源線、信号線、グラウンド線で実行される

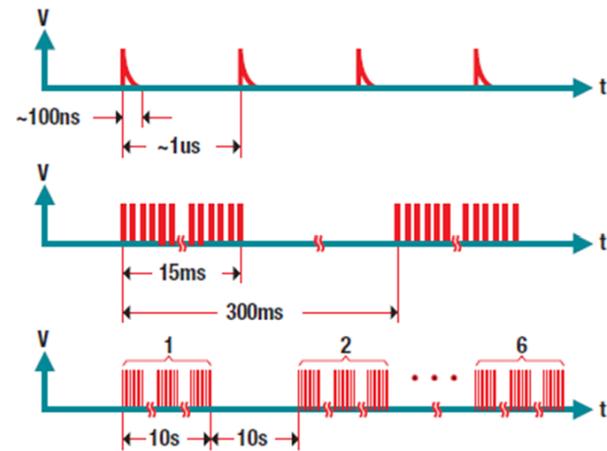
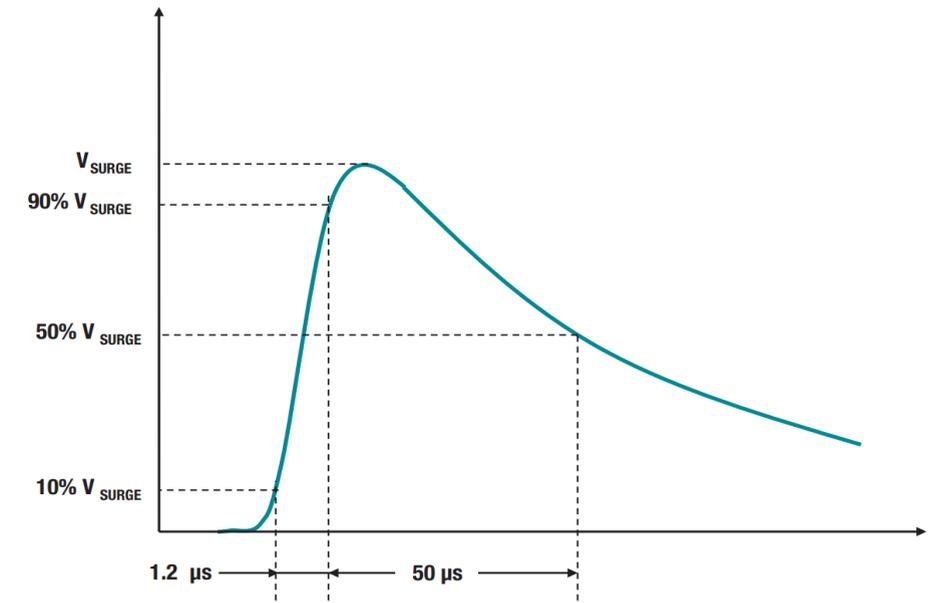
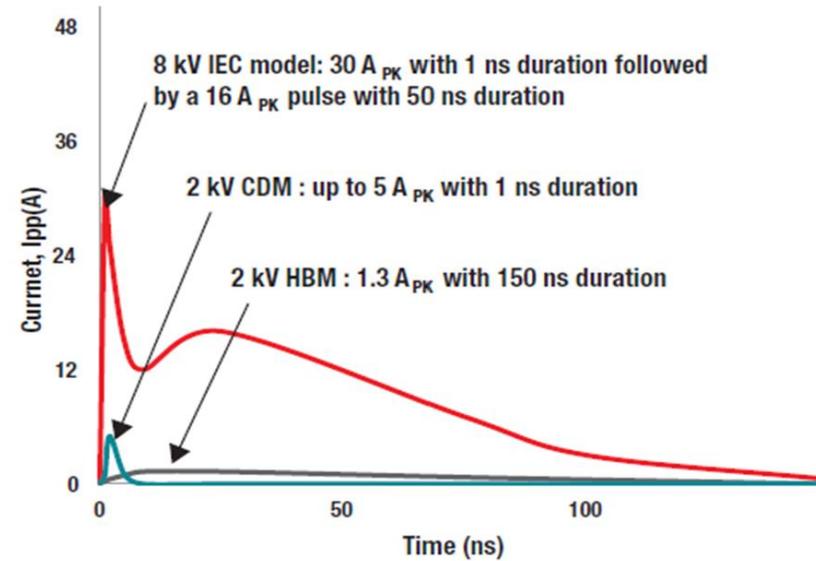
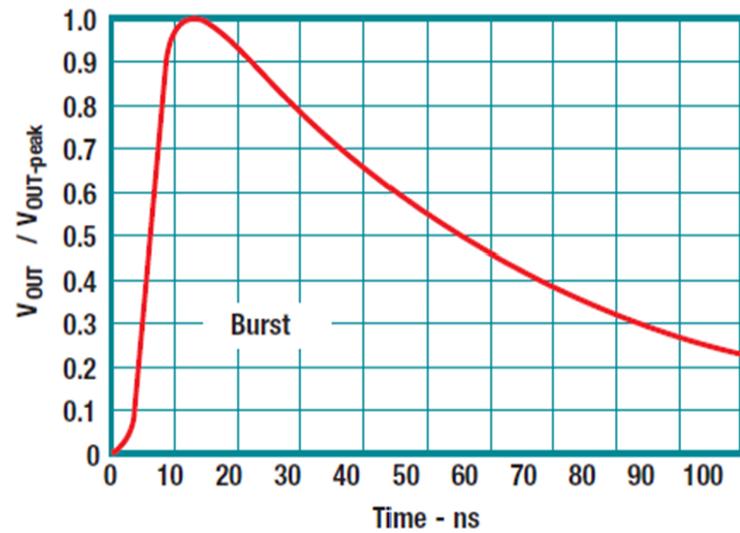


Contact discharge		Air discharge	
Level	Test voltage kV	Level	Test voltage kV
1	2	1	2
2	4	2	4
3	6	3	8
4	8	4	15
X (1)	Special	X (1)	Special

Note 1: "X" is an open level. The level must be specified in the dedicated equipment specification. If higher voltages than those are specified, special test equipment may be required.

# トランジェントイミュニティ試験 - EFT, ESD, サージ

サージ 雷撃のように、短時間の非常に高い電圧レベルに対する耐性を検証 - サージピーク電圧は外部規格も要求 : IEC 61000-4-5 & VDE 0884-11

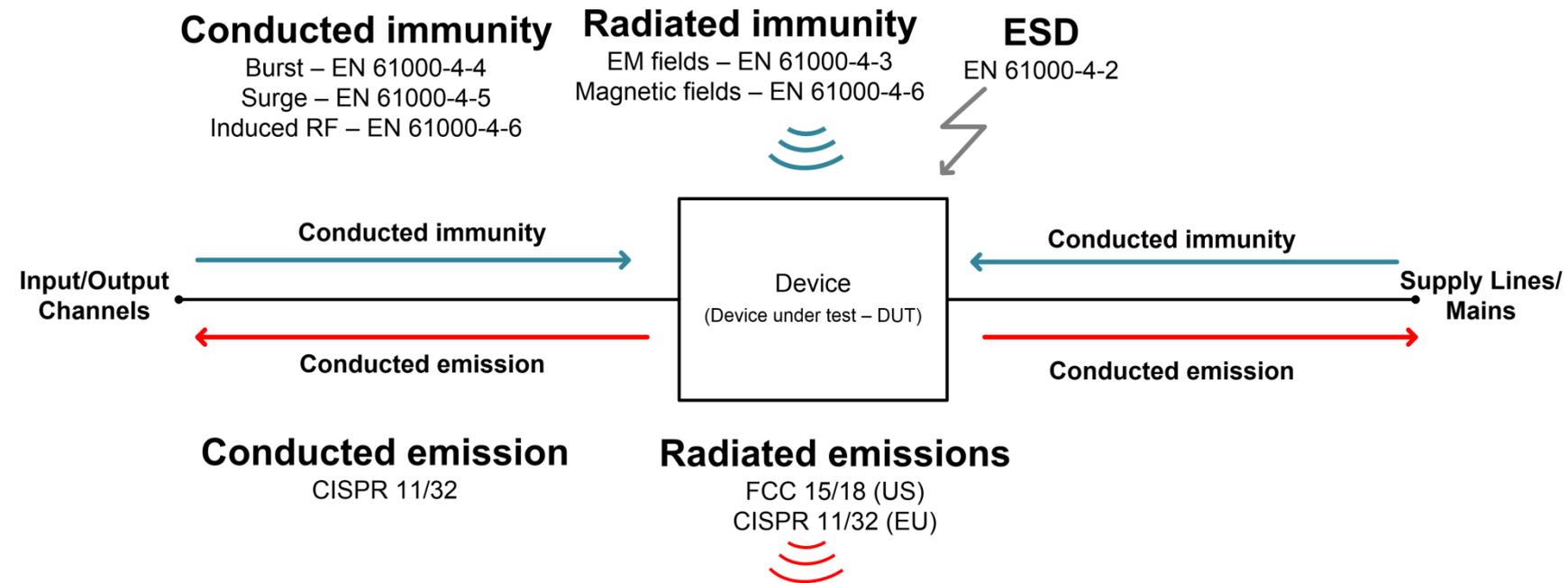


Contact discharge		Air discharge	
Level	Test voltage kV	Level	Test voltage kV
1	2	1	2
2	4	2	4
3	6	3	8
4	8	4	15
X (1)	Special	X (1)	Special

Note 1: "X" is an open level. The level must be specified in the dedicated equipment specification. If higher voltages than those are specified, special test equipment may be required.

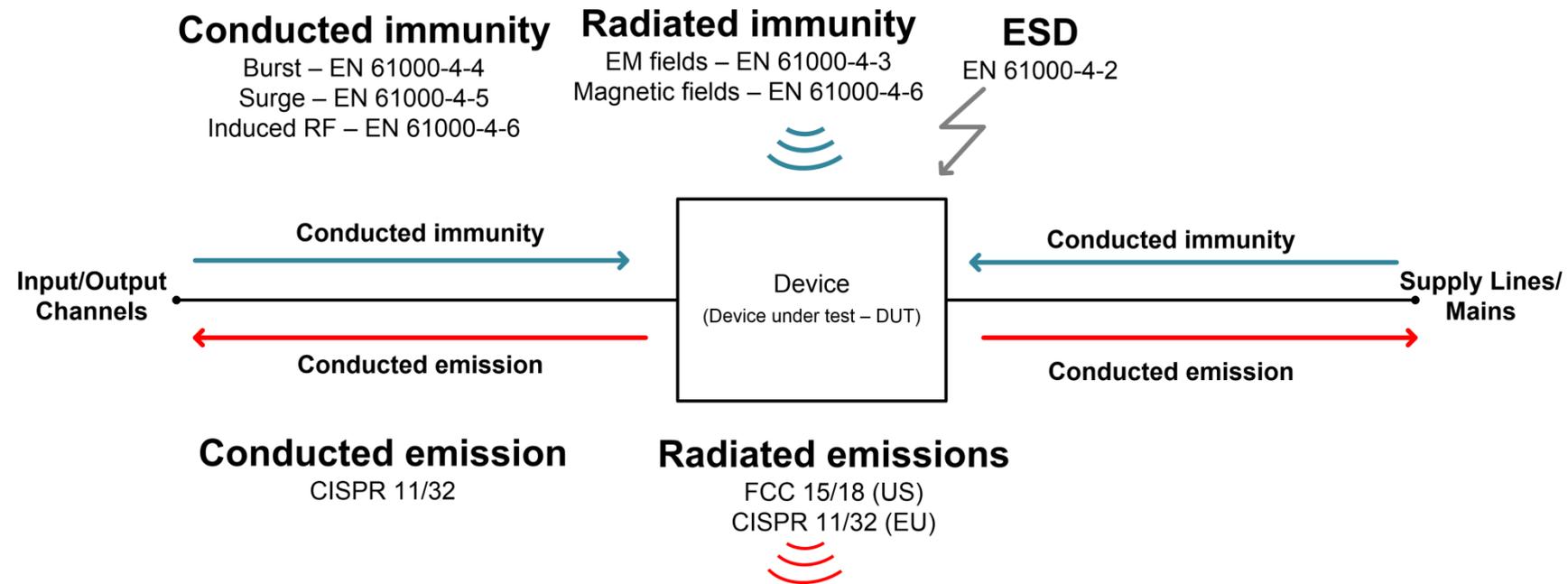
Learn more about high voltage testing in the TI whitepaper: [Enabling high voltage signal isolation quality and reliability](#)

# EMCの概要



- EMCは、デバイスのエミッションとイミュニティを測定

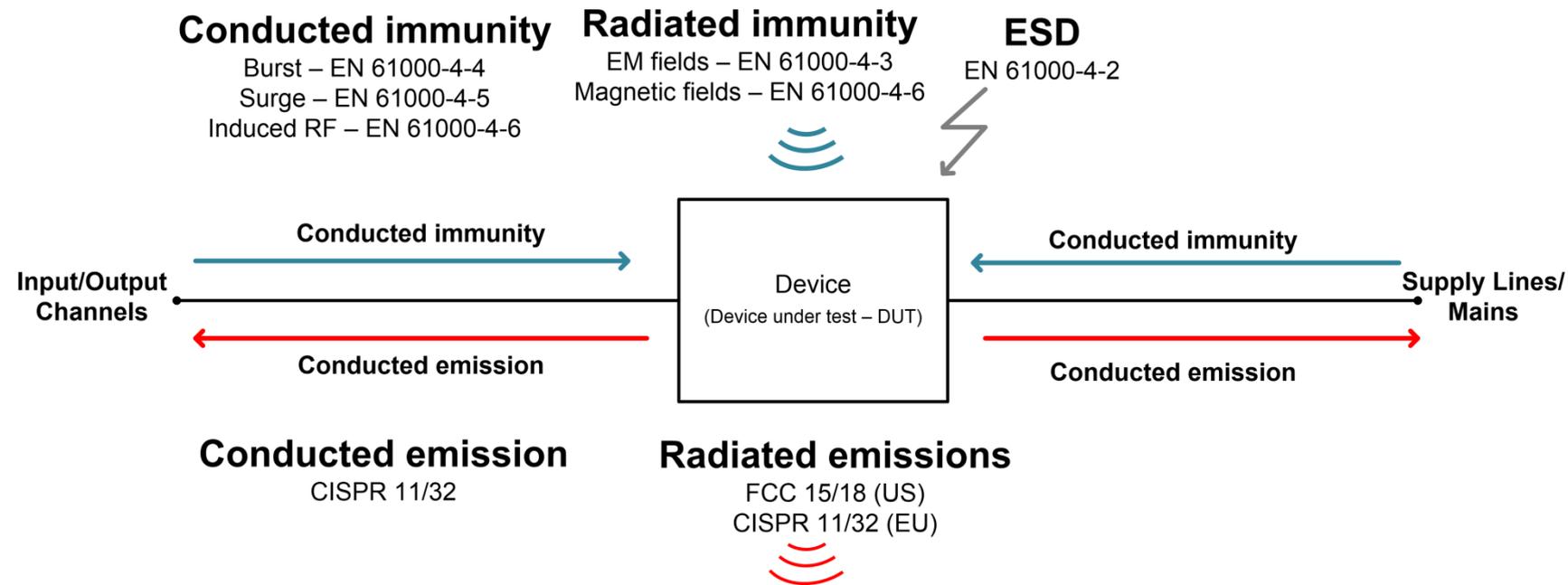
# EMCの概要



EMC規格	ドイツ	欧州	世界
<b>イミュニティ項目</b>			
ESD	DIN EN 61000-4-2	EN 61000-4-2	IEC 61000-4-2
電磁界	DIN EN 61000-4-3	EN 61000-4-3	IEC 61000-4-3
バースト	DIN EN 61000-4-4	EN 61000-4-4	IEC 61000-4-4
サージ	DIN EN 61000-4-5	EN 61000-4-5	IEC 61000-4-5
高周波誘導	DIN EN 61000-4-6	EN 61000-4-6	IEC 61000-4-6
磁界	DIN EN 61000-4-6	EN 61000-4-6	IEC 61000-4-6
電圧低下	DIN EN 61000-4-11	EN 61000-4-11	IEC 61000-4-11

製品分野		IEC/CISPR 規格	EN 規格	FCC 規格
内燃機関搭載の車両、船舶、機器	Off-board receivers	EN 61000-4-2	IEC 61000-4-2	-
	On-board receivers	CISPR 25	EN 55025	-
マルチメディア機器		CISPR 32	EN 55032	Part 15
ISM (工業/科学/医療)		CISPR 11	EN 55011	Part 18
家電機器、電動工具など		CISPR 14-1	EN 55014-1	-
照明機器		CISPR 15	EN 55015	Part 15/18
特定の製品規格で規定されない機器	Commercial/light-industrial	IEC 61000-6-3	EN 61000-6-3	-
	Heavy – industrial	IEC 61000-6-4	EN 61000-6-4	-

# EMCの概要



- EMCは、デバイスのエミッションとイミュニティを測定
- EMC試験は地域の標準化団体が策定し、IECガイドラインに基づいて認定された施設でテストが行われる
- エミッション試験には、放射エミッションと伝導エミッションが含まれる
- イミュニティは連続試験とトランジェント試験でテストされ、EFT、ESD、サージが含まれる
- <https://e2e.ti.com/support/isolation> で直接のサポート、さらに進んだ設計上の情報が得られる

TIのアイソレーションに関する技術資料の閲覧、  
製品の検索は  
[ti.com/isolation](https://www.ti.com/isolation)をご覧ください。

# 設計ツールとオンライン購入



PSpice® for TI

## PSpice® for TI 設計シミュレーション・ツール

- 業界標準の PSpice シミュレータ
- 5,700以上のモデルの同期ライブラリ
- システムレベルでのシミュレーションが可能
- 設計のサイズは無制限
- モンテカルロ解析やワーストケース解析を含む最先端の機能
- プリント基板レイアウトと試作への移行が容易
- データシート、関連リファレンス・デザイン等の設計リソースに簡単にアクセス、選択したデバイスはそのままオンラインでの購入も可能

[ti.com/tool/jp/PSPICE-FOR-TI](https://ti.com/tool/jp/PSPICE-FOR-TI)

## TI オンラインでの購入

- 日本語で注文、日本円で支払いが可能
- 55,000 以上の幅広い正規 TI 製品から選べて、試作から量産まで対応
- 実装機で使用できるカスタムリールをご用意、前後にリーダーとトレーラ付きで量産を簡素化
- 最小注文数の設定がなく、1 個から購入可能
- 量産開始前の TI デバイスを購入できる唯一のサイト
- BOMをアップロードして、まとめてカートに追加可能

[ti.com/store/ti/ja-jp/](https://ti.com/store/ti/ja-jp/)