

ISO/TC22 で作成されている 自動車関連のイミュニティ規格

徳田 正満

1. まえがき

自動車関連のエミッション規格は、CISPR（国際無線障害特別委員会）の SC-D で作成されているが、自動車関連のイミュニティ規格は、ISO（International Organization for Standardization：国際標準化機構）の TC22（Road vehicles：路上走行車）で作成されている。また、電気自動車用充電器の EMC 規格に関しては、IEC（国際電気標準会議）の TC69（電気自動車及び電動産業車両）で作成している^{1,2)}。本稿では、ISO/TC22 で作成されている自動車関連のイミュニティ規格を紹介する。

2. 自動車のイミュニティ試験規格¹⁾

無線周波数の電磁界に対する自動車のイミュニティ試験は、ISO において 1990 年代初めに審議が開始され、1994 年から 1995 年にかけて ISO 11451 が 4 パート構成で発行された。これら 4 パートの最新情報を表 1 に示す。

表 1 ISO 11451 : Road vehicles – Vehicle test methods for electrical disturbances
from narrowband radiated electromagnetic energy –

規格番号 [最新版:発行年月]	パートのタイトル	概要
ISO 11451-1 [Ed.4.0:15-06]	Part 1: General principles and terminology	用語の定義、各試験の共通事項など
ISO 11451-2 [Ed.4.0:15-06]	Part 2: Off-vehicle radiation sources	アンテナによる照射試験
ISO 11451-3 [Ed.3.0:15-06]	Part 3: On-board transmitter simulation	車載無線機による照射試験
ISO 11451-4 [Ed.3.0:13-04]	Part 4: Bulk current injection (BCI)	BCI プローブによる電流印加試験

ISO 11451-1 は、この規格で使われる用語の定義や各パートに共通な試験条件などを規定している。また、ISO 11451-2 は広く一般に使われているアンテナによる照射法である。パート 1 とパート 2 は、2015 年版にて電動車の充電モードの規定が完了し現在改定の動きはない。パート 3 は車載無線機による照射試験であるが、ISO 11452-9 の試験アンテナの議論が済み次第、それに合わせた試験アンテナの変更が行われる見込みである。パート 4 は BCI（Bulk current injection）プローブによる電流印加試験であるが、3 GHz までの試験周波数拡張の提案を日本が行い、2023 年度の発行を目指し作業が行われている。規格名称が、部品試験の ISO 11452-4 と同じ“Harness excitation method”となる。車両試験用反射箱法（Reverberation chamber）は、パート 5 として 2019 年 4 月に新規提案（NWIP）が承認され審議が開始された。

3. 自動車部品のイミュニティ試験規格¹⁾

車載部品のイミュニティ試験は、表 2 に示す ISO 11452 のシリーズに規定されている。パート 7 までは ISO 11451 と同じ時期に並行して作業が行われ、1990 年代半ばに初版が発行された。その後、試験法が増え現在では 11 パート構成となっている（但し、パート 6 は 2002 年に廃止されている）。

表 2 ISO 11452 : Road vehicles – Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy –

規格番号 [最新版:発行年月]	パートのタイトル	概要
ISO 11452-1 [Ed.4.0:15-06]	Part 1: General principles and terminology	用語の定義、各試験の共通事項など
ISO 11452-2 [Ed.3.0:19-01]	Part 2: Absorber-lined shielded enclosure	アンテナによる照射試験
ISO 11452-3 [Ed.3.0:16-09]	Part 3: Transverse electromagnetic (TEM) cell	TEM セルによる試験
ISO 11452-4 [Ed.4.0:11-12]	Part 4: Harness excitation methods	BCI 及び TWC による電流(電力) 印加試験
ISO 11452-5 [Ed.2.0:02-04]	Part 5: Stripline	ストリップラインによる試験
ISO 11452-6 (廃止 2002 年)	Part 6: Parallel plate antenna	—
ISO 11452-7 [Ed.2.1:13-06]	Part 7: Direct radio frequency (RF) power injection	電力注入試験
ISO 11452-8 [Ed.2.0:15-06]	Part 8: Immunity to magnetic fields	コイルによる低周波磁界試験
ISO 11452-9 [Ed.1.0:12-05]	Part 9: Portable transmitters	可搬型無線機による照射試験
ISO 11452-10 [Ed.1.0:09-04]	Part 10: Immunity to conducted disturbances in the extended audio frequency range	低周波伝導性試験
ISO 11452-11 [Ed.1.0:10-09]	Part 11: Reverberation chamber	反射箱による照射試験

ISO 11452-1 は、この部品試験で使われる用語の定義や各パートに共通な試験条件などを規定している。試験信号の変調に対する Peak Conservation など規定の多くは自動車の ISO 11451-1 と共通する。

図 1 は、パート 2～パート 11 の試験法の概略図である。パート 2 は照射法である。供試品をグランドプレーン上に車載と同じようなグランディング条件で設置する。アンテナは、1 GHz まではハーネス中央から 1 m の距離に置きハーネスめがけて照射し、1 GHz 以上では供試品の正面から 1 m の距離にアンテナを置き供試品めがけて照射する。パート 3 は TEM セル法である。供試品を TEM 波に晒して試験する。パート 4 は、試験信号をハーネスに直接印加する方法である。従来からの BCI 法と新しく追加された TWC (Tubular wave coupler) 法の 2 つの方法が規定されている。BCI 法が試験レベルを電流で規定す

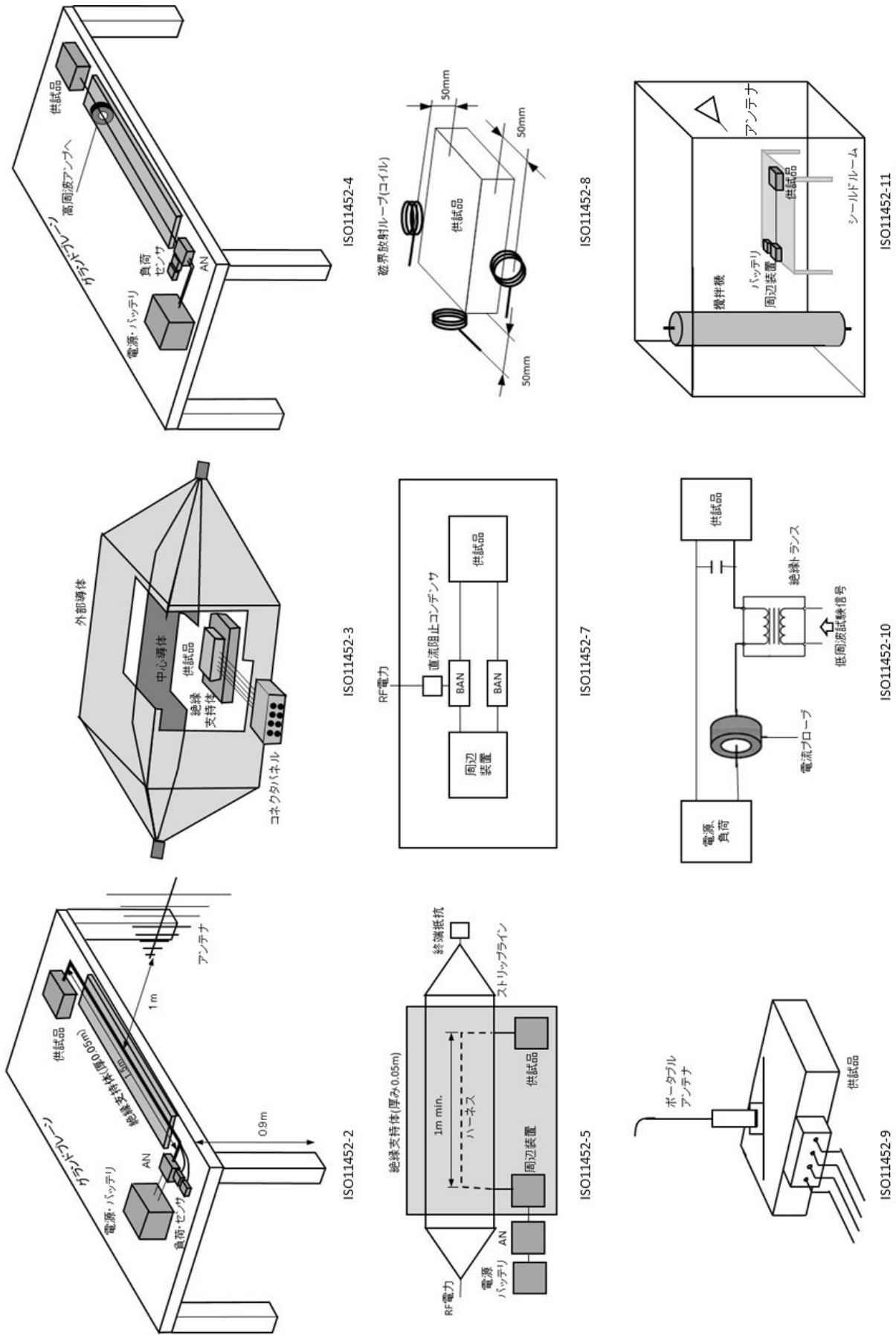


図1 車載部品のイミュニティ試験法

るのに対し、TWC 法は試験レベルを 150 Ω の校正治具を用いて電力で規定する。適用できる周波数範囲は、それぞれ 1 MHz～400 MHz、400 MHz～3 GHz となっている。パート 5 は、ストリップライン法である。TEM セル法と同様に TEM 波を生成して試験する方法であるが、TEM セル法とは違い、一般的に供試品はストリップラインの外に置きハーネスのみに電磁波を印加することが多い。パート 7 は、BAN (Broadband artificial network) を用いた電力注入法である。供試品のコネクタ端子に直接妨害波を印加する伝導性のイミュニティ試験である。パート 8 は、低周波磁界に対する試験法である。鉄道や送電線の磁界、車載モータから発生する磁界を想定している。試験磁界の発生には、小さな放射用ループ (MIL STD 461 F の放射ループの使用が推奨されている) か、ヘルムホルツコイルを用いる。パート 9 は、自動車に装着される無線機や携帯電話などの可搬タイプの無線機を想定した試験である。実際の無線機を用いる場合もあるが、信号発生器と高周波アンプを用いて試験を行う場合が多い。パート 10 は、オルターネータや車載のパワエレ機器が動作したときに発生する伝導性の妨害波を想定した、可聴周波数を中心とした低周波域における試験である。絶縁トランスを用いて供試品のハーネスに結合させる方法が用いられる。SAE (Society of Automotive Engineers) J1113-2 から ISO に導入された試験である。パート 11 は、反射箱法である。パート 2 の照射法のように照射方向が固定である試験法とは違い、方向、偏波、位相がランダムな電磁環境を作ることができるため、ハーネスだけでなく供試品 (PCB: printed circuit board) の様々な形状や向きの違いにも対処できる、特に高周波域で有効な手法である。

電動車の高電圧部品への対応は、パート 1、パート 2、パート 4 が完了し、パート 9 が DIS (国際規格原案) の段階であり現在審議中となっている。

4. 静電気放電試験¹⁾

静電気放電 (ESD) 試験は表 3 の ISO 10605 で規定されている。自動車試験と車載部品試験の両方が規定されている。車室内での乗員の摩擦帯電による放電、乗員が車両から降りたときに生じる放電、工場での部品梱包時の放電、工場での組み付け時の放電などが想定されている。ESD 試験機の放電抵抗が、初版では 2000 Ω のみであったが、第 2 版では 330 Ω が追加となったため、静電容量との組み合わせは 4 つになる：150 pF / 330 Ω、330 pF / 330 Ω、150 pF / 2 000 Ω、330 pF / 2 000 Ω。静電容量 150pF は車外用に、330pF は車室内用に使われることを想定している。放電方法に関しては、自動車ではインテリア材に樹脂部材が多く使われているため接触放電だけでなく気中放電の規定もされている。規格の推奨試験レベルの最大値は、接触放電が ±15 kV、気中放電が ±25 kV となっている。ISO 10605 は、電動車とその高電圧部品の試験織り込みなど第 3 版に向けた改正審議に 2019 年より入っている。

表 3 ISO10605: Road vehicles — Test methods for electrical disturbances from electrostatic discharge

規格番号 [最新版:発行年月]	タイトル	概要
ISO 10605 [Ed.2.1:14-04]	Test methods for electrical disturbances from electrostatic discharge	静電気放電試験

5. 過渡電圧（サージ）試験¹⁾

表4のISO 7637では、車載のモータやソレノイドなどの誘導負荷部品がON・OFFしたときに発生する過渡電圧を対象としている。自動車外部からやってくる過渡電圧は対象としていない（EV充電時に外部からやってくる過渡電圧に対してはIEC 61000-4-4、5を用いる）。パート2では、車載誘導負荷部品の代表波形として、マイクロ秒オーダーの比較的低速のパルスと、リレーなどの機械的接点を持つスイッチやリレーにより生じるナノ秒オーダーの高速のパルスを規定している。一方、自動車の場合、過渡電圧の発生側となる誘導負荷部品やスイッチも車載部品であるため、それらから発生する過渡電圧レベルを測定する方法も規定されている。車外に発生源があり発生レベルをコントロールできない外来電圧波や静電気とは違って、自動車の過渡電圧試験は、サージ発生源が車載部品であるため、その発生レベルは自動車としてコントロールすることができる。そのため電子機器への試験レベルは、発生レベルを考慮したうえで決められる。

パート2は電源線に結合する過渡電圧を、パート3は電源線以外の通信線や制御線に結合する過渡電圧を扱っている。対象部品は現在、12Vと24V部品であるが48V部品も対象に加えるためのスコープ変更が承認されたのを受け4版に向けた審議が行われており現在CDとなっている。パート3は通信線や制御線への試験方法を規定している。カップリングクランプを用いるCCC法、コンデンサを用いるDCC法、BCIプローブを用いるICC法の3つの試験法の規定がある。第4版ではそのうちDCC法の校正法と試験法が改正された。パート4は、電動車に使用されるインバータなどの高電圧部品に適用される規格である。NWIPではIS化する計画で作業に入ったが、技術的な困難さから十分なコンセンサスが得られずTS（Technical Specification）として発行することになった。現在DTSであるが審議の時間が取れていなく発行は2019年から1年遅れの2020年となる見込みである。パート5はパート2、3で規定している試験機の校正法に追加の校正条件を規定したTR（Technical Report）である。試験の再現性向上を目的としているがTR扱いであるため、パート2の校正法が優先される。

表4 ISO 7637: Road Vehicles – Electrical disturbance by conduction and coupling

規格番号 [最新版:発行年月]	タイトル	概要
ISO 7637-1 [Ed.3.0:15-10]	Part 1: Definitions and general considerations	用語の定義、各試験の共通事項など
ISO 7637-2 [Ed.3.0:11-02]	Part 2: Electrical transient conduction along supply lines only	電源線への過渡電圧試験
ISO 7637-3 [Ed.3.0:16-07]	Part 3: Electrical transient transmission by capacitive and inductive coupling via lines other than supply lines	電源線以外の線への過渡電圧試験
ISO TS 7637-4 [Ed.1.0:20-04]	Part 4: Electrical transient conduction along shielded high voltage supply lines only	シールドされた高電圧電源線への過渡電圧試験
ISO TR7637-5 [Ed.1.0:16-11]	Part 5: Enhanced definitions and verification methods for harmonization of pulse generators according to ISO 7637	過渡電圧試験機の校正方法

【参考文献】

- 1) 塚原 仁：VI. 自動車と充電器に関する EMC 規格と規制, 特別企画「世界の EMC 規格・規制 (2019 年度版)」、日本能率協会、p.38-48, 2019.4.
- 2) 徳田正満：ISO/TC22 (路上走行車) と UN 規則 No.10 (R10) の歴史、VCCI だより、No.123、pp.10-12、2017.1.



徳田 正満 (とくだ まさみつ)

1967年 北海道大学工学部電子工学科卒業
1969年 北海道大学大学院工学研究科電子工学専攻修了
日本電信電話公社に入社し電気通信研究所に配属
1987年 NTT 通信網総合研究所通信 EMC 研究グループリーダー
1996年 九州工業大学工学部電気工学科教授
2001年 武蔵工業大学工学部電子通信工学科教授
2010年 東京都市大学 名誉教授
東京大学 大学院 新領域創成科学研究科 客員共同研究員

主要な受賞

1986年 電子通信学会業績賞を受賞
(光ファイバケーブル設計理論と評価法の研究)
1997年 平成9年度情報通信功績賞受賞 (郵政省)
(EMC 技術の開発・標準化)
2003年 工業標準化事業功労者として経済産業大臣賞を受賞
2004年 電子情報通信学会フェロー
2007年 IEEE Fellow に昇格