

講演 3. 自動車 EMC 基準 R 1 0 の最新動向と審査施設の整備状況

自動車安全研究領域 ※伊藤 紳一郎

自動車審査部 小林 敬史

1. まえがき

自動車の EMC (ElectroMagnetic Compatibility 電磁両立性：外部の通信等に妨害を与えず、かつ、外部の電磁波により誤作動しないこと) に関する国際基準として、国連協定規則第 10 号 (R10) がある。R10 は、2008 年 7 月 11 日に R10-03 シリーズが発効し、2011 年 10 月 28 日に、充電状態における自動車の EMC 要件を追加することが主な改正点である R10-04 シリーズが発効し、さらに、2014 年 10 月 9 日に、自動車の充電回路部品の EMC 要件を追加することが主な改正点である R10-05 シリーズが発効した。

わが国は、R10-03 シリーズの国内導入を 2011 年 5 月 31 日に公布し、2011 年 8 月 1 日に施行した。また、04 シリーズ及び 05 シリーズについては、それぞれの発効と同時に国内に公布、施行している。

そこで、国内的にはいくつかの適用除外と経過措置があるものの、現時点で適用が義務付けられている最新基準である R10-05 シリーズの概要について報告する。ただし、国内的な適用除外や経過措置についてはここでは触れないこととする。

さらに当研究所では、現在、EMC に関する審査施設「電磁両立性試験棟」の整備を鋭意進めており、その概要についても報告する。

2. R 1 0 - 0 5 シリーズ概要

2. 1. 適用範囲

カテゴリ L (二輪、三輪車等)、M (乗用車)、N (貨物車)、O (被牽引車) の自動車及びそれに搭載される部品 (ESA : Electrical/electronic Sub-Assembly) に適用される。

2. 2. 型式認可

型式認可には、車両として型式認可を受けるものと ESA として認可を受けるものがある。

車両として型式認可を受ける場合は、申請できるのは自動車メーカーであり、その手法としては、車両全体として R10 の規定を満足することを確認する方法と、該当する全ての ESA について R10 適合の型式認可を受けた上でそれらの認可証を添えて申請する方法がある。

ESA として型式認可を受ける場合は、申請できるのは自動車メーカーまたは ESA メーカーであり、その手法としては、R10 の ESA に関する規定を満足することを確認するものである。

型式認可を受けた場合は、車両組み込み部品を除いて、図 1 に示すような表示をすることが義務付けられている。

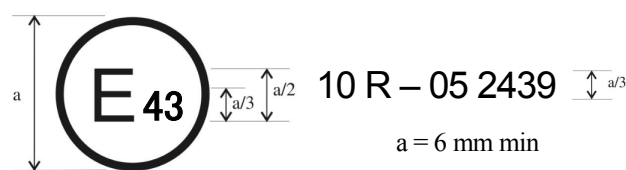


図 1 型式認可番号例

2. 3. 技術的要件

技術的要件 (試験方法及び限度値等) は、充電回路の有無にかかわらず全ての車両及び ESA に適用されるものが R10 本文の第 6 章に、充電状態の車両及び ESA に追加して適用されるものが R10 本文の第 7 章に記載されている。

具体的な試験方法は R10 の附則が参照され、さらに、かなりの部分は関連する国際規格が発行年及び版を指定して直接参照されている。

全ての車両及び ESA に適用される試験項目を表 1 に、充電状態の車両及び ESA に追加して適用される試験項目を表 2 に示す。表 2 の試験項目は R10-04 シリーズ及び R10-05 シリーズで追加されたものである。

なお、本報告で使用している主な用語、略語の一覧を表 3 に示す。

表 1 全ての車両及びE S Aに適用される試験項目

測定項目		車両に適用		E S Aに適用		主な引用規格
		測定方法	限度値	測定方法	限度値	
広帯域放射エミッション	車両	附則 4	本文 6.2.			CISPR 12 第 5 版(2001)改訂第 1 版(2005)
	E S A			附則 7	本文 6.5.	CISPR 25 第 2 版(2002)修正票(2004)
狭帯域放射エミッション	車両	附則 5	本文 6.3.			CISPR 12 第 5 版(2001)改訂第 1 版(2005)
	E S A			附則 8	本文 6.6.	CISPR 25 第 2 版(2002)修正票(2004)
伝導エミッション	E S A			附則 10	本文 6.7.	ISO 7637-2 第 2 版(2004)
放射イミュニティ	車両	附則 6	本文 6.4.			ISO 11451-2 第 3 版(2005)
	E S A			附則 9	本文 6.8.	電波暗室法 : ISO 11452-2 第 2 版(2004) TEM セル法 : ISO 11452-3 第 2 版(2001) B C I 法 : ISO 11452-4 第 3 版(2005)修正票 1(2009) ストリップライン法 : ISO 11452-5 第 2 版(2002) 800mm ストリップライン法 : 附則 9 の 4.5.
伝導イミュニティ	E S A			附則 10	本文 6.9.	ISO 7637-2 第 2 版(2004)

表 2 充電状態の車両及びE S Aに追加して適用される試験項目

測定項目		車両に適用		E S Aに適用		主な引用規格
		測定方法	限度値	測定方法	限度値	
広帯域放射エミッション	車両	附則 4	本文 7.2.			CISPR 12 第 5 版(2001)改訂第 1 版(2005)
	E S A			附則 7	本文 7.10.	CISPR 25 第 2 版(2002)修正票(2004)
伝導エミッション	E S A			附則 10	本文 7.17.	ISO 7637-2 第 2 版(2004)
A C 電源線に発生する高調波エミッション		附則 11	本文 7.3.	附則 17	本文 7.11.	IEC 61000-3-2 第 3.2 版(2005)改訂第 1 版(2008) 改訂第 2 版(2009) IEC 61000-3-12 第 1.0 版(2004)
A C 電源線に発生する電圧変化、電圧変動、フリッカ		附則 12	本文 7.4.	附則 18	本文 7.12.	IEC 61000-3-3 第 2.0 版(2008) IEC 61000-3-11 第 1.0 版(2000)
AC/DC 電源線に発生する無線周波数伝導エミッション		附則 13	本文 7.5.	附則 19	本文 7.13.	CISPR 16-2-1 第 2.0 版(2008) IEC 61000-6-3 第 2.0 版(2006)
ネットワーク・通信アクセスの無線周波数伝導エミッション		附則 14	本文 7.6.	附則 20	本文 7.14.	CISPR 22 第 6.0 版(2008) IEC 61000-6-3 第 2.0 版(2006)
放射イミュニティ	車両	附則 6	本文 7.7.			ISO 11451-2 第 3 版(2005)
	E S A			附則 9	本文 7.18.	電波暗室法 : ISO 11452-2 第 2 版(2004) B C I 法 : ISO 11452-4 第 3 版(2005)修正票 1(2009)
伝導イミュニティ	E S A			附則 10	本文 7.19.	ISO 7637-2 第 2 版(2004)
AC/DC 電源線からの伝導ファーストトランジェント／バースト妨害イミュニティ		附則 15	本文 7.8.	附則 21	本文 7.15.	IEC 61000-4-4 第 2.0 版(2004)
AC/DC 電源線からの伝導サージイミュニティ		附則 16	本文 7.9.	附則 22	本文 7.16.	IEC 61000-4-5 第 2.0 版(2005)

表3 用語、略語一覧

用語／略語	英語名称	解説
IEC	International Electrotechnical Commission	国際電気標準会議、同会議が発行する規格を指すこともある。
CISPR	International Special Committee on Radio Interference	国際無線障害特別委員会(IECの組織)、同委員会が発行する規格を指すこともある。
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構、同機構が発行する規格を指すこともある。
TEM Cell	Transverse Electromagnetic Mode Cell	横電磁界モードセル、筐体内にある平板導体と筐体間に垂直方向のみの電界を発生させる装置。
ストリップライン	Stripline	2つの平行平板に高周波電流を流し、それらの間に TEM モードの電磁界を発生させる装置。
BCI	Bulk Current Injection	バルク電流注入、クランプ式の BCI プロープによりワイヤハーネス等に高周波電流を注入すること。
放射エミッション	Radiated Emission	空間を伝播して放射される電磁波のこと。
伝導エミッション	Conducted Emission	ワイヤハーネス等の導体を伝導して放出される電磁波のこと。
放射イミュニティ	Radiated Immunity	空間を伝播してくる電磁波に対する耐性のこと。
伝導イミュニティ	Conducted Immunity	ワイヤハーネス等の導体を伝導してくる電磁波に対する耐性のこと。
スプリアス放射	Spurious Emission	無線機から送信される電磁波のうち、中心周波数の上下に必要な周波数帯幅の2.5倍の周波数よりも外側に放射される電磁波のこと。

また、主な試験方法及び限度値の例を以下に記載する。

2. 3. 1. 充電状態でない車両の要件

広帯域放射及び狭帯域放射エミッションは、車両から10mまたは3m離れた位置にアンテナを設置して測定する。狭帯域放射エミッションでは、簡易測定法も許容されている。1例として10m離れた位置で準尖頭値検波モードで測定したときの限度値を図2に示す。

放射イミュニティは、車両に対して周波数範囲20MHz~2000MHz、電界強度30V/mの電磁波を照射したときに誤作動が発生しないことを確認する。

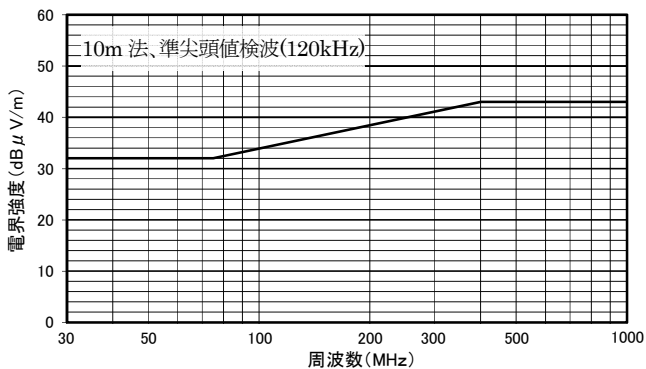


図2 車両広帯域放射エミッションの限度値例

2. 3. 2. 充電状態でないESAの要件

広帯域放射及び狭帯域放射エミッションは、台上に設置したESAから1m離れた位置にアンテナを設置して測定する。1例として準尖頭値検波モードで測定したときの広帯域放射エミッションの限度値を図3に示す。

放射イミュニティは、ESAに対して周波数範囲20MHz~2000MHzの電磁界を照射したときに誤作動が発生しないことを確認するものであるが、申請者は、電波暗室法、TEMセル法、BCI法、ストリップライン法、800mmストリップライン法の中から自由に組み合わせて選択することができる。試験法ごとに照射する電磁界の強度要件が定められている。

なお、800mmストリップライン法はR10独自の試験方法であり、使用頻度は高くないものと考えられる。

伝導エミッション及び伝導イミュニティは、型式認可を受けた車両にESAを追加搭載する場合を考慮した試験で、12Vまたは24Vの電源線を通じて相互干渉が発生しないことを確認するものである。

なお、12Vまたは24Vの電源線を通じて車両内部で発生する相互干渉については、自動車メーカーが型式認可を受ける段階で対策を講じていると考えられるため、伝導エミッション及び伝導イミュニティは車両には適用されない。

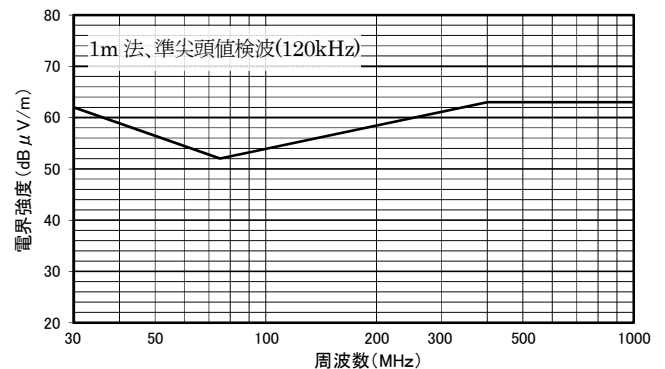


図3 ESA広帯域放射エミッションの限度値例

2. 3. 3. 充電状態の車両に追加される要件

広帯域放射エミッションは、車両の状態が充電状態であるということを除いて、試験方法及び限度値は充電状態でない場合と同じである。図4に充電状態における車両及び試験設備の設置状況の例を示す。

放射イミュニティは、車両の状態が充電状態であるということ及び合否判定基準が「車両が移動しない」ということを除いて、試験方法及び限度値は充電状態でない場合と同じである。

狭帯域放射エミッションは、適用しない。

これ以外に、充電状態においては、AC または DC の電源ケーブルを介して電力系統と接続されていることから、電力系統との間で相互干渉が発生しないことを確認するための試験として、一般的に家電 EMC 規格と呼ばれている IEC 61000 系の試験の一部が追加されている。これは、欧州において、車両側に適用される基準である R10 と電力系統側に適用される低電圧指令との切り分けを明確化して、車両側における基準は R10 に一本化し、二重規制を防ぐためのものである。

その試験項目は、AC 電源線に発生する高調波エミッション、AC 電源線に発生する電圧変化、電圧変動、フリッカ、AC/DC 電源線に発生する無線周波数伝導エミッション、ネットワーク・通信アクセスに発生する無線周波数伝導エミッション、AC/DC 電源線からの伝導ファーストトランジェント/バースト妨害イミュニティ、AC/DC 電源線からの伝導サージイミュニティである。

1 例として、図5に AC 電源線に発生する無線周波数伝導エミッションの限度値の例を示す。

なお、充電制御の通信が電源線を利用している場合や DC 充電装置との間の充電ケーブルが 30m 未満の

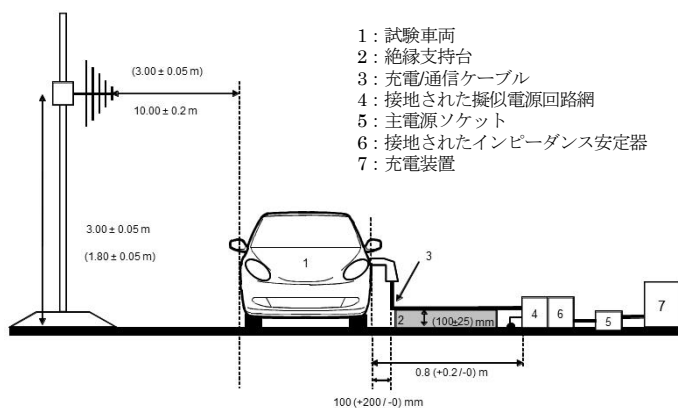


図4 広帯域放射エミッション試験の配置例

場合や DC 充電装置が一般に開放されない専用のものである場合等には一部の試験項目が除外される。

2. 3. 4. 充電状態のESAに追加される要件

広帯域放射エミッションは、ESA の状態が充電状態であるということを除いて、試験方法及び限度値は充電状態でない場合と同じである。

放射イミュニティは、ESA の状態が充電状態であるということ及び合否判定基準が「過電流や過電圧等の不正な充電状態にならない」ということを除いて、試験方法及び限度値は充電状態でない場合と同じである。なお、選択可能な試験方法は、電波暗室法と BCI 法に限定されている。

狭帯域放射エミッションは、適用しない。

伝導エミッション及び伝導イミュニティは、ESA の状態が充電状態であるということを除いて、試験方法及び限度値は充電状態でない場合と同じである。

電力系統との間の相互干渉を防止するための試験項目である、AC 電源線に発生する高調波エミッション、AC 電源線に発生する電圧変化、電圧変動、フリッカ、AC/DC 電源線に発生する無線周波数伝導エミッション、ネットワーク・通信アクセスに発生する無線周波数伝導エミッション、AC/DC 電源線からの伝導ファーストトランジェント/バースト妨害イミュニティ、AC/DC 電源線からの伝導サージイミュニティについては、ESA の状態が充電状態であるということ及びイミュニティ試験の合否判定基準が「過電流や過電圧等の不正な充電状態にならない」ということを除いて、試験方法及び限度値は充電状態の車両の場合と同じである。

1 例として、図6に AC/DC 電源線に発生する無線周波数伝導エミッション試験の配置例を示す。

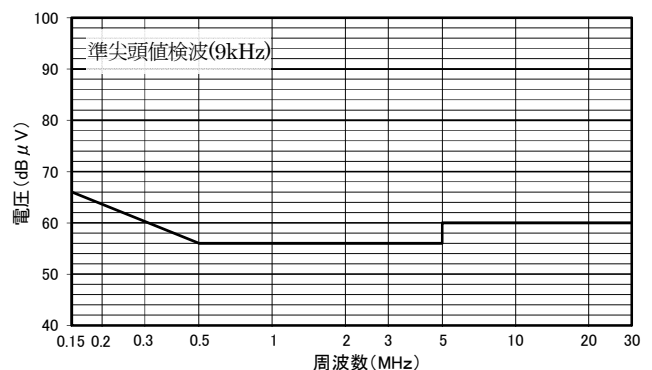


図5 AC 電源線に発生する無線周波数伝導エミッションの限度値例

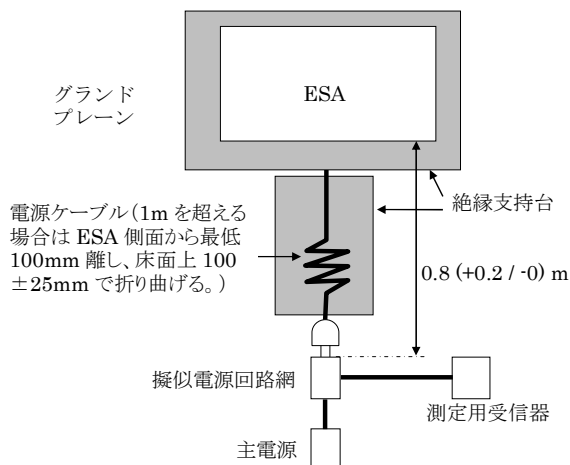


図6 AC/DC 電源線に発生する無線周波数伝導エミッション試験の配置例（充電状態のESA）

2. 3. 5. 例外条件

車両に対する要件においても、ESA に対する要件においてもいくつかの例外規定が設けられている。

主なものとしては、静電気放電試験は適用しないこととされている。有害な静電気放電が発生するのは乗員の乗降時であって、乗降時の車両は停止しているので、仮に何かあったとしても問題ないとされているからである。

また、最近では様々な送受信機が搭載されているが、送信機の場合は、必要帯域と帯域外放射は R10 のエミッション規制から除外され、スプリアス放射のみ規制の対象となる。また、受信機の場合は、受信機の帯域内においてイミュニティ試験で受信機能に誤作動があっても許容されることになっている。

2. 4. その他の規定

その他の規定として、型式の拡大や変更に関する規定、量産段階における性能維持に関する規定、基準に適合しない場合の罰則規定、製造中止に関する規定、基準適用に関する過渡規定等がある。

過渡規定では、既に R10-03 シリーズを使用した新規の型式認可は取得できなくなっている。また、2017 年 10 月 9 日以降、R10-04 シリーズでの型式認可が取得できなくなる。

また、R10-04 シリーズ以前の規定に基づいて型式認可を受けた車両についても、その車両が充電回路を有するかどうかによって、型式認可がいつまで有効かが異なっている。詳細については、R10-05 シリーズの第 13 章を参照されたい。

なお、国内における過渡規定については、2011 年

の国内導入時のわが国独自の過渡規定がまだ一部有効となっており、注意が必要である。

2. 5. R10 を取り巻く EMC 動向

近年、電気自動車や電気式ハイブリッド自動車の普及等パワーエレクトロニクス技術の飛躍的な進展により、30MHz 以下の周波数における電磁波が放射される機会が多くなっている。そこで 30MHz 以下の周波数におけるエミッションの発生を抑えるために CISPR 規格を作成する作業が始まっており、自動車分野では CISPR36 を新規に作成するための検討が行われている。CISPR36 には、測定方法、許容値、測定場所の検証方法等についても盛り込まれる予定である。CISPR36 が制定されれば、いずれは R10 に取り込まれるものと考えられる。

また、R10-05 に適合させるためには膨大な量の試験を実施する必要があるが、安全性を損なうことなく簡素化することができないか検討する必要があると考えられる。

3. EMC 審査施設の整備状況

当研究所では、2016 年 3 月までの第 3 期中期（5 ヶ年）計画の中において、2011 年の R10 国内導入に伴う国内の経過措置の最終期限である 2016 年 7 月までに稼働するように電磁両立性試験棟の施設整備を鋭意進めている。

車両用電波暗室の図面を図 7 に、ESA 用電波暗室の図面を図 8 に示す。

車両用電波暗室の有効寸法は 30m×20m×10m、シャシダイナモメータを搭載するターンテーブルの直径は 10m である。また、ESA 電波暗室の有効寸法は 9m×7m×5m である。

それぞれ、R10 に規定されているエミッション試験、イミュニティ試験を実施することが可能である。

当初、車両用電波暗室と ESA 用電波暗室は同一の建物内に設置する予定であったが、建築コストの増大に伴い、ESA 用電波暗室は既存の建物内に設置することとなり、両者は完全に分離して使用することが可能である。

図 9 に電磁両立性試験棟完成予想図を示す。また、図 10 及び図 11 に 2015 年 10 月時点での工事状況を示す。外壁及び屋根工事は完成し、内装工事としてシールド工事を実施しているところである。

4. あとがき

R10-05 シリーズでは、試験方法のかかなりの部分が ISO 規格、IEC 規格、CISPR 規格を参照することにより規定されている。実際に試験を実施するにあたっては、これら膨大な量の参照規格を熟知しておく必要がある。

また、これら引用規格は発行年、版数を指定して引用されている。引用規格が改訂された場合には、新旧どちらの規格を参照すべきか検討したうえで、必要ならば新規格を参照するように R10 を改訂する必要がある。

なお、現在建設中の電磁両立性試験棟は間もなく完成する予定であるが、自動車または ESA の EMC 性能向上のために有効活用していく予定である。

参考文献

UN Regulation No. 10 : Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to electromagnetic compatibility, 16 October 2014.

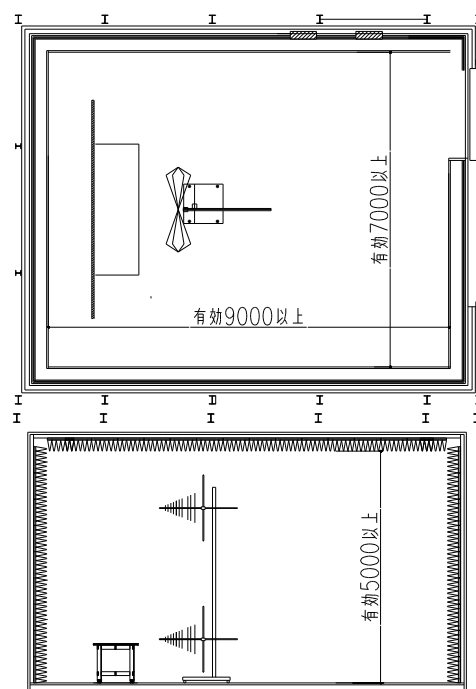


図8 ESA用電波暗室図面



図9 電磁両立性試験棟完成予想図

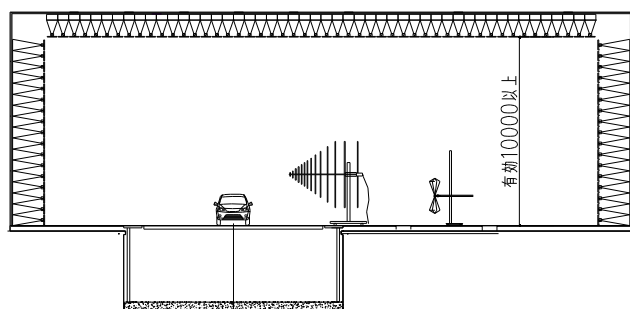
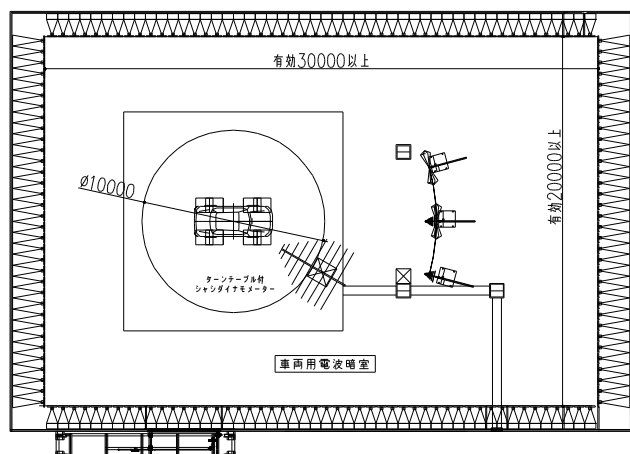


図7 車両用電波暗室図面

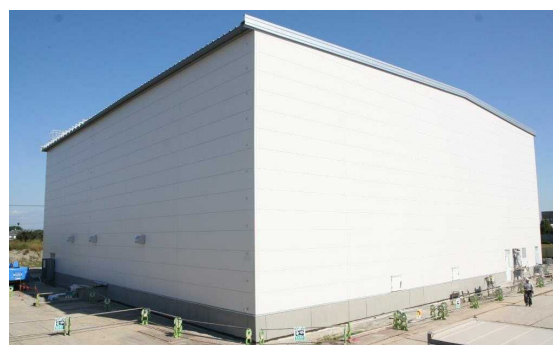


図10 電磁両立性試験棟外観(2015/10/07)



図11 電磁両立性試験棟内装工事状況(2015/10/07)