

電磁適合特性試験設備 ユーザーズマニュアル

2025 年 4 月 0V 改訂

宇宙航空研究開発機構
環境試験技術ユニット

目次

1	はじめに.....	1
2	設備概要.....	1
2.1	システム概要.....	3
2.1.1	試験装置.....	3
2.1.2	シールドルーム.....	14
2.1.3	付帯設備.....	18
3	ユーザインターフェース.....	19
3.1	レイアウト.....	19
3.2	RF パネル（供試体用と設備用とに分離されています）.....	20
3.3	グラウンドプレーン.....	20
3.4	供試体用電源.....	23
3.5	組立準備室.....	23
3.6	その他.....	23
4	試験実施.....	25
4.1	試験作業フロー.....	25
4.2	試験実施フロー.....	26
4.3	試験条件要求書.....	28
4.4	特記事項.....	28
4.4.1	試験スケジュール.....	28
4.4.2	シールドルームのノイズ.....	28
4.4.3	強電界放射.....	29
添付 A	データ出力例.....	A-1
添付 B	MIL-STD-461C の抜粋.....	B-1
添付 C	MSFC-SPEC-521B の抜粋.....	C-1
添付 D	MIL-STD-461D の抜粋.....	D-1
添付 E	試験条件要求書.....	E-1

図目次

図 2-1	筑波宇宙センター平面図.....	1
図 2-2	衛星試験棟平面図.....	2
図 2-3	感受性系構成図（CS01/02、RS101 システム構成図）	6
図 2-4	感受性系構成図（RS03/10kHz～18GHz、CS114 システム構成図）	7
図 2-5	感受性系構成図（RS03/18GHz～40GHz システム構成図）	8
図 2-6	雑音系構成図.....	9
図 2-7	本設備の外観（立面図）	16
図 2-8	本設備の外観（平面図）	17
図 2-9	作業用台車.....	18
図 3-1	本設備のレイアウト.....	19
図 3-2	供試体用 RF パネル.....	20
図 3-3	グラウンドプレーン（作業台）	22
図 4-1	試験作業フロー.....	25
図 4-2	試験実施フロー.....	26
図 4-3	装置設置例.....	27

添付 A

図 A-1	データ出力例（1/2）	A-2
図 A-1	データ出力例（2/2）	A-3

添付 C

図 C-1	RE04 の試験規格値（MSFC-SPEC-521B）	C-2
-------	-----------------------------------	-----

添付 D

図 D-1	CS114 の規格値.....	D-2
図 D-2	RS101 の規格値.....	D-2

表目次

表 2-1	本設備で実施可能な試験項目	5
表 2-2	感受性系試験装置一覧 (1/2)	10
表 2-2	感受性系試験装置一覧 (2/2)	11
表 2-3	雑音系試験装置一覧.....	12
表 2-4	アクセサリ一覧.....	13
表 2-5	シールドルーム主要性能.....	14
表 3-1	供試体用電源一覧.....	23
表 4-1	ステップ周波数及び電界強度または電圧の添付資料例.....	28

添付 B

表 B-1	MIL-STD-461C (1/4)	B-2
表 B-1	MIL-STD-461C (2/4)	B-4
表 B-1	MIL-STD-461C (3/4)	B-6
表 B-1	MIL-STD-461C (4/4)	B-8

添付 E

表 E-1	電磁適合特性試験設備試験条件要求書	E-2
-------	-------------------------	-----

1 はじめに

本ユーザーズマニュアルは、衛星試験棟内にある電磁適合特性試験設備（以下「本設備」という）を利用して試験を行うユーザに必要な情報を提供するものです。本ユーザーズマニュアルに記載されないもので必要な情報は個別に問い合わせ願います。

2 設備概要

本設備は図2-1、図2-2に示す衛星試験棟のほぼ中央に位置し、宇宙機等に搭載する電子機器等の電磁的相互干渉による機能低下の有無を確認する事を目的として整備されています。

一般に複数の電子機器が接近して配置されている場合、発生電磁波によって相互干渉が起こり、その度合いによっては機能障害を来します。本設備では、このような有害干渉の源となる発生電磁波の強度及び有害干渉を受けた場合の機器の耐性について試験する事が出来ます。

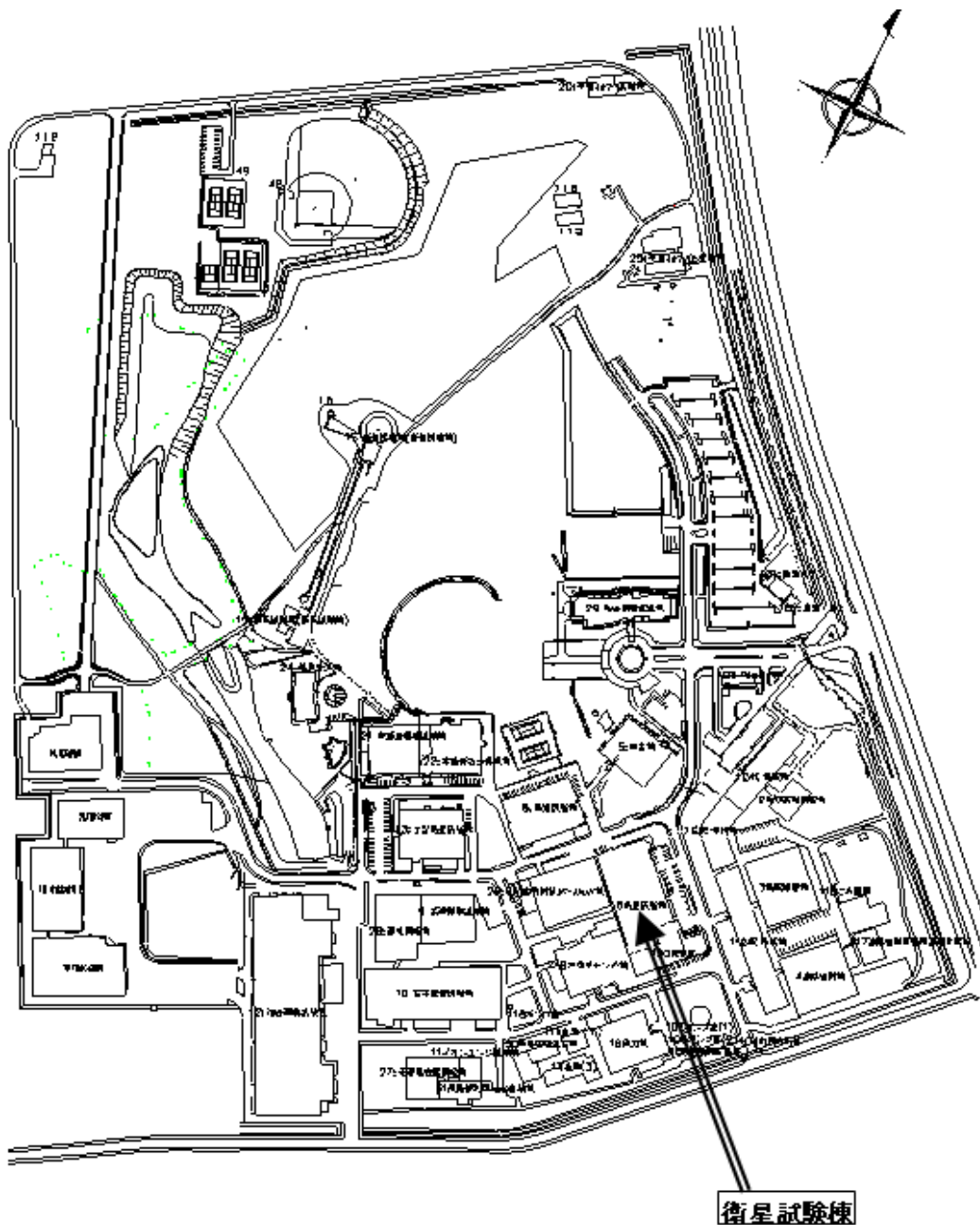


図2-1 筑波宇宙センター平面図

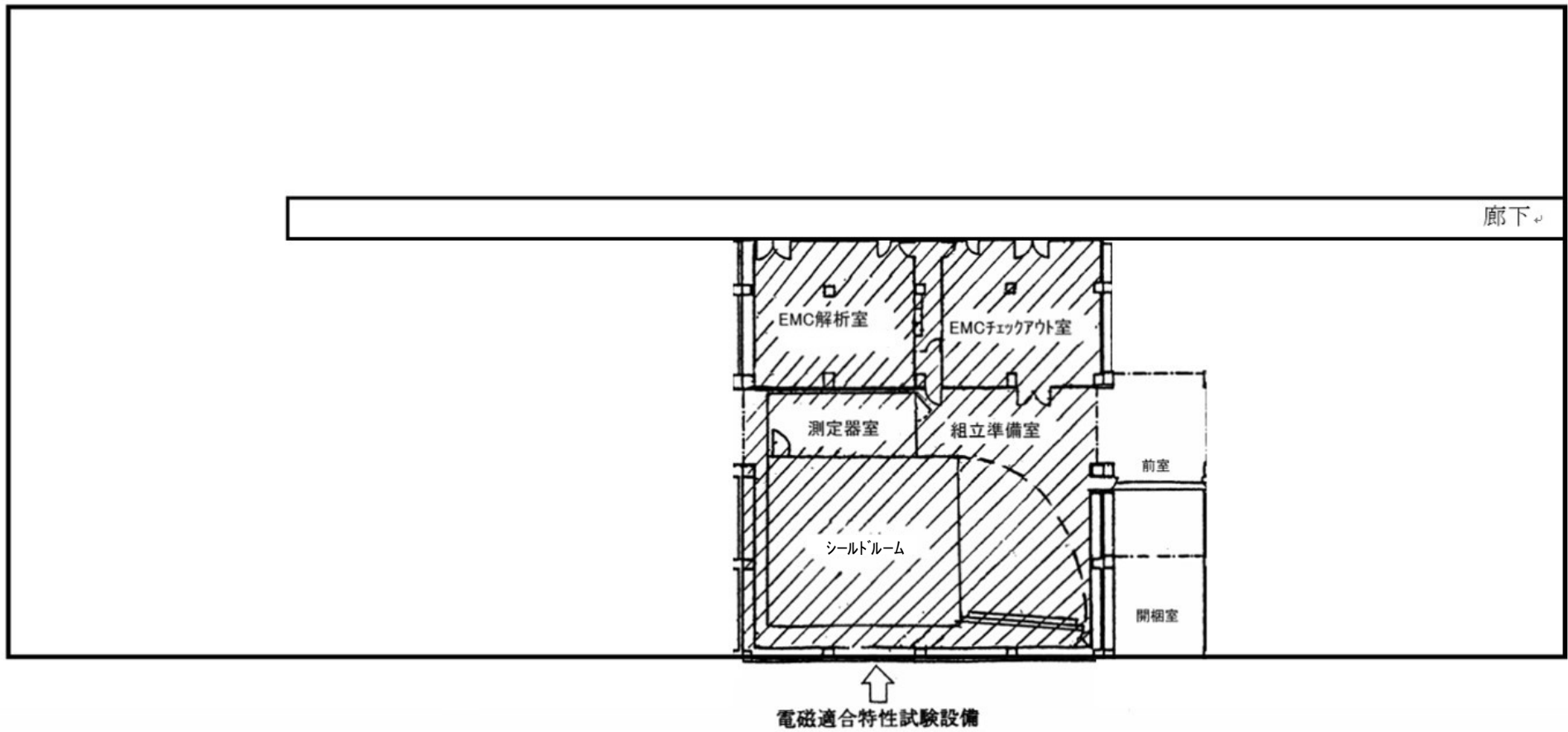


図2-2 衛星試験棟平面図

2.1 システム概要

本設備の主要構成である試験装置、シールドルーム、及び付帯設備について以下に詳細をまとめます。

2.1.1 試験装置

試験装置は感受性系と雑音系に大別され、それぞれ供試体との間で電磁波の放射や測定を行うためのアンテナ、信号発生器、EMIレシーバ及び電力増幅器等から構成されます。

(1) 感受性系

(a) 信号発生器

供試体に与える信号を発生させるものです。

(b) 電力増幅器

規定の電界強度または電圧を得るために信号発生器からの出力を増幅するもので、周波数帯毎に各種用意されています。

(c) アンテナ、トランス、ハイパスフィルタ

アンテナは RF パネルを介してシールドルーム内に給電した高周波信号を供試体に放射するもので、周波数帯毎に各種用意されています。

トランスやハイパスフィルタは高周波信号を供試体の電源ライン等に重畳する際に使用するものです。

(d) PC コントローラ

信号発生器が発生する高周波信号の周波数や電力値の設定、電力増幅器の切替制御等を行うものです。アンテナの交換以外は全て自動試験が可能です。RS では電界センサの電界強度が、CS では印加中の電圧が、それぞれ許容範囲になるようフィードバック制御を行います。

なおCS01においては、電圧値が目標レベルに未達成で電力値が50Wになった場合は、現在の値で印加するか再度フィードバックを行うかの選択になります。CS02で電力値が1Wになった場合も同様です。

(2) 雑音系

(a) アンテナ、プローブ

供試体から発生する雑音電磁波を捉えるもので、周波数帯毎に各種用意されています。

(b) 高周波増幅器

アンテナ等で捉えた信号は微弱であるため増幅する必要があります。本設備では各周波数帯域で高周波増幅器（プリアンプ）を使用する事が出来ます。

(c) 受信器

高周波増幅器で増幅された信号は EMI レシーバでスペクトルを観測します。1 スパンにおけるサンプリング個数は EMI レシーバに依存して固定となります。そのためスパンを広帯域にすると分解能 (RBW) を上げてサンプリング間隔が粗くなります。スペクトルの詳細観測が必要な場合はユーザ指示によりその都度スパン帯域を狭めて測定する事が出来ます。

EMI レシーバが破損する可能性があるため、供試体より通信などで 1W(EMI レシーバ内部アッテネータ 0dB 時 0.1W) 以上の電力で放射を行う場合は事前にご相談ください。

(d) PC コントローラ、プリンタ

感受性系と同様、雑音系の試験装置はこの PC コントローラで自動制御出来ます。また c 項の受信器で観測したスペクトルは PC コントローラのモニタ画面に表示され、さらにカラープリンタに試験結果を出力する事が出来ます（添付 A データ出力例参照）。

また取得したデータのうち数値データは csv 形式、スペクトル画面は jpg 形式で保存、閲覧出来ます。

(3) 試験項目

本設備では表 2-1 に示す規格に沿った試験が可能です。SSP30237D は MIL-STD-461C に準拠した範囲であれば履行可能ですが、それ以外の規格に基づく試験については個別に調整をお願いします。感受性系試験装置の構成及び雑音系試験装置の構成を図 2-3～2-5、図 2-6 に示します。また試験装置一覧を表 2-2、2-3 に示します。

表2-1 本設備で実施可能な試験項目※

試験項目				規格		備考	
電磁適合特性試験	感受性	伝導感受性	CS01	電源ライン		MIL-STD-461A/B/C	30Hz～50 kHz
			CS02	電源ライン			50 kHz～400 MHz
			CS06	電源ライン		MIL-STD-461C	スパイク印加 0.15、10.0 μs 6～10 pps 規格に近似した波形での印加となります（矩形波は不可）。
			CS114	接続ライン		MIL-STD-461D	10 kHz～400 MHz
		放射感受性	RS02	磁界放射感受性		MIL-STD-461C	スパイク印加 0.15、10.0 μs 6～10 pp 規定に近似した波形での印加となります（矩形波は不可）。
			RS03	電界放射感受性		MIL-STD-461A/B/C	10 kHz～40 GHz MIL-STD-461A NOTICE3 の印加電界強度の高い方（200 V/m）は不可。
			RS101	磁界放射感受性		MIL-STD-461D	30Hz～100 kHz
		ESD 試験		静電アーク放電		MIL-STD-1541	10 kV（事前に装置の校正及び保守が必要ため、試験開始の 3 ヶ月前までにご連絡下さい）。
	雑音	伝導雑音	CE01	電源ライン		MIL-STD-461A/B/C	30Hz～15 kHz
			CE03	電源ライン	狭帯域		15 kHz～50 MHz
				広帯域	15 kHz～50 MHz		
		放射雑音	RE01	磁界放射		MIL-STD-461A/B/C	30Hz～50 kHz
			RE02	電界放射	狭帯域	MIL-STD-461A/B/C MIL-STD-1541	14 kHz～40 GHz（26.5 GHz～40 GHz については事前に装置の校正及び保守が必要なため、試験開始の 3 ヶ月前までにご連絡下さい）。
				広帯域	MSFC-SPEC-521B	14 kHz～10 GHz（MIL-STD-461C PART3 では 1 GHz までを規定）	
			RE04	磁界放射		MSFC-SPEC-521B	50Hz～50 kHz

※本表の MIL-STD-461C は、すべて Part 3 とする。

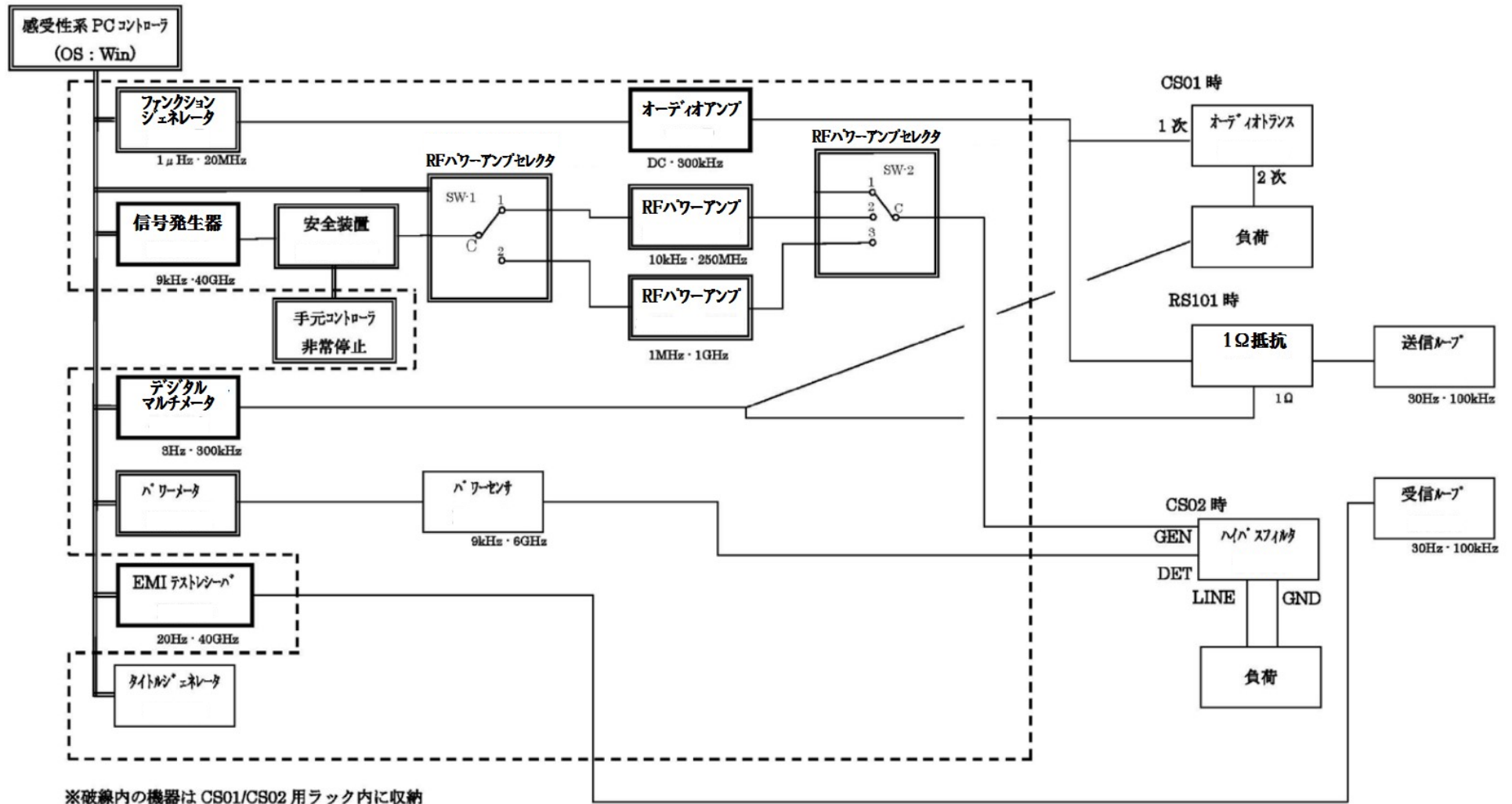


図2-3 感受性系構成図 (CS01/02、RS101システム構成図)

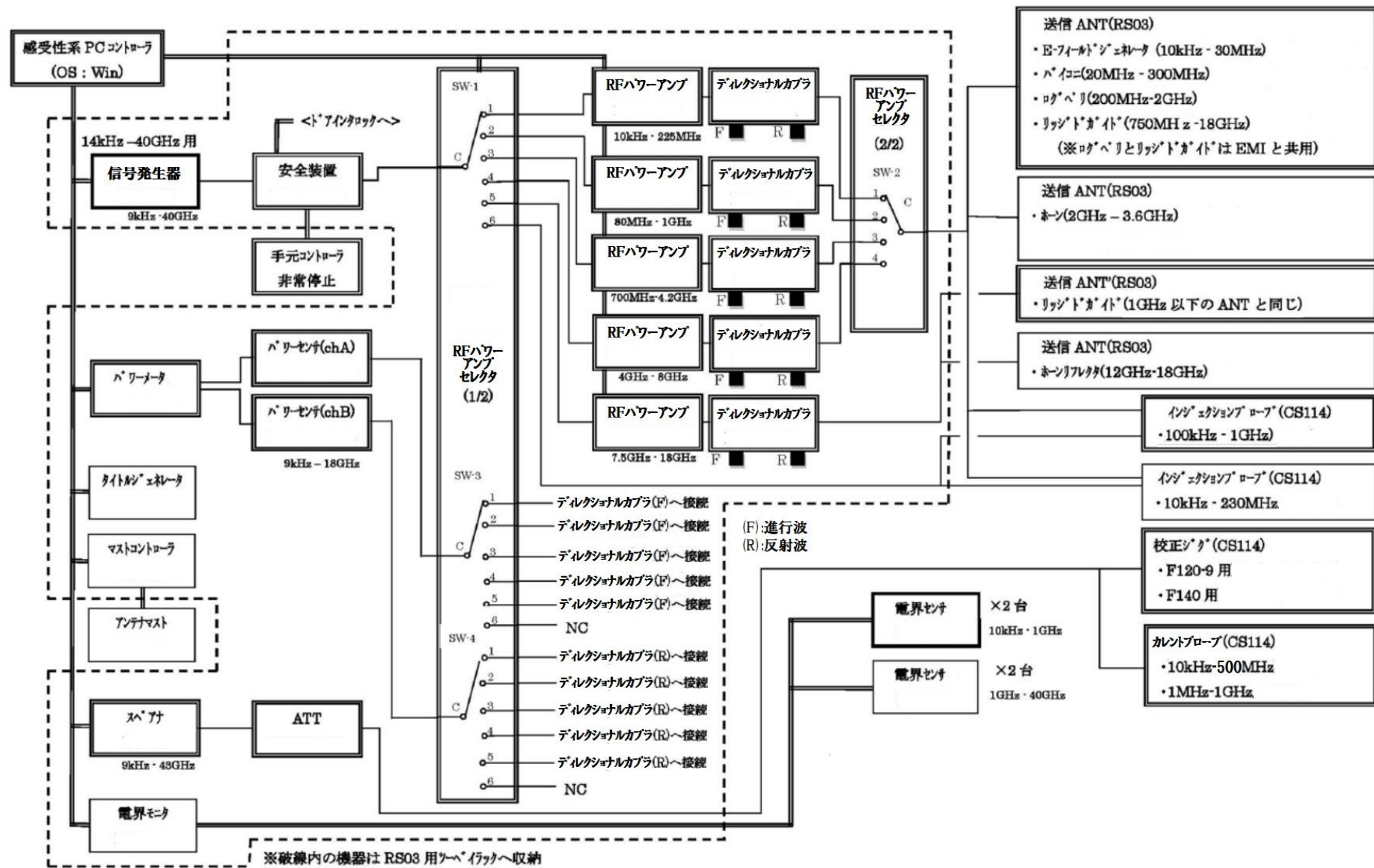


図2-4 感受性系構成図 (RS03/10kHz~18GHz、CS114システム構成図)

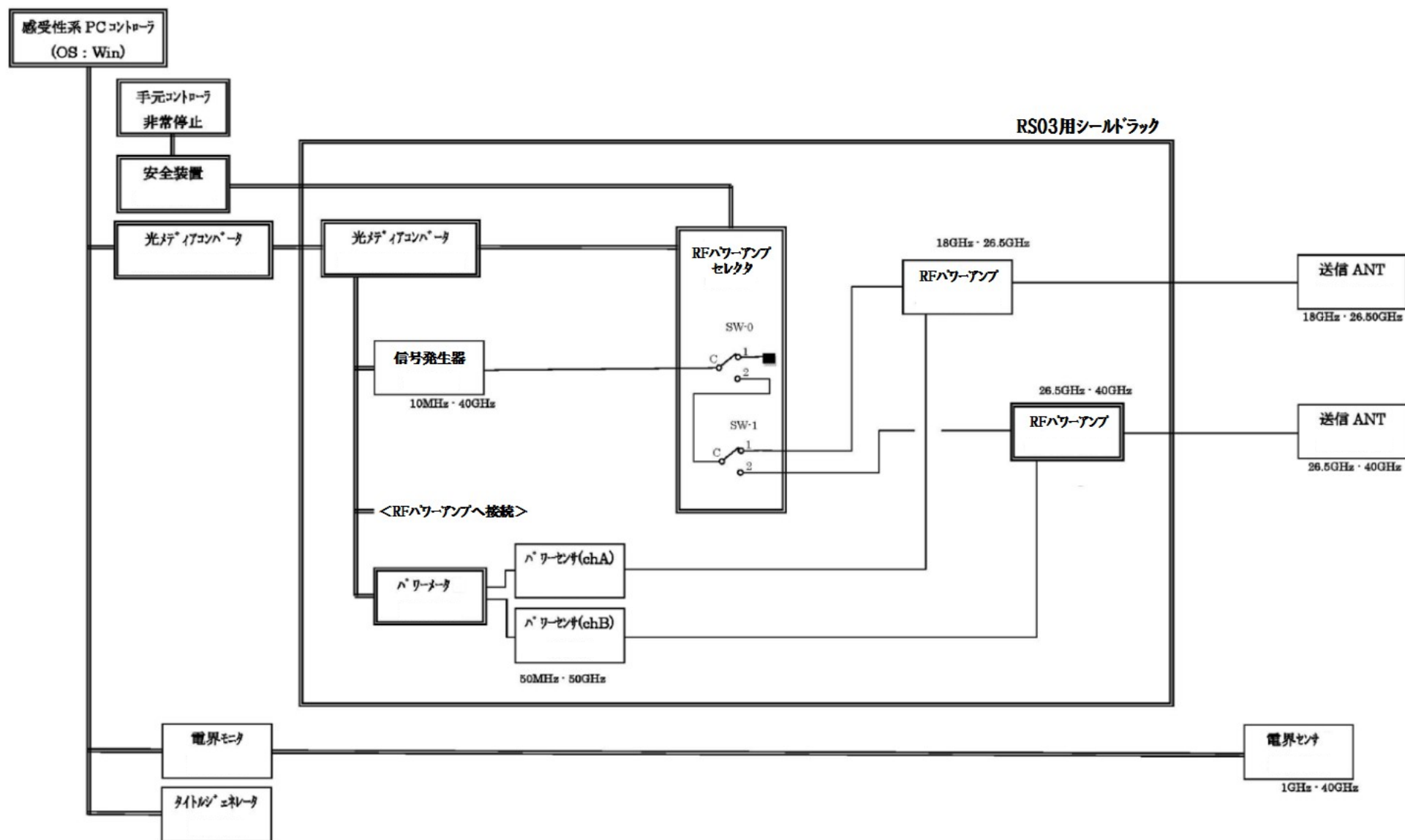


図2-5 感受性系構成図 (RS03/18GHz~40GHzシステム構成図)

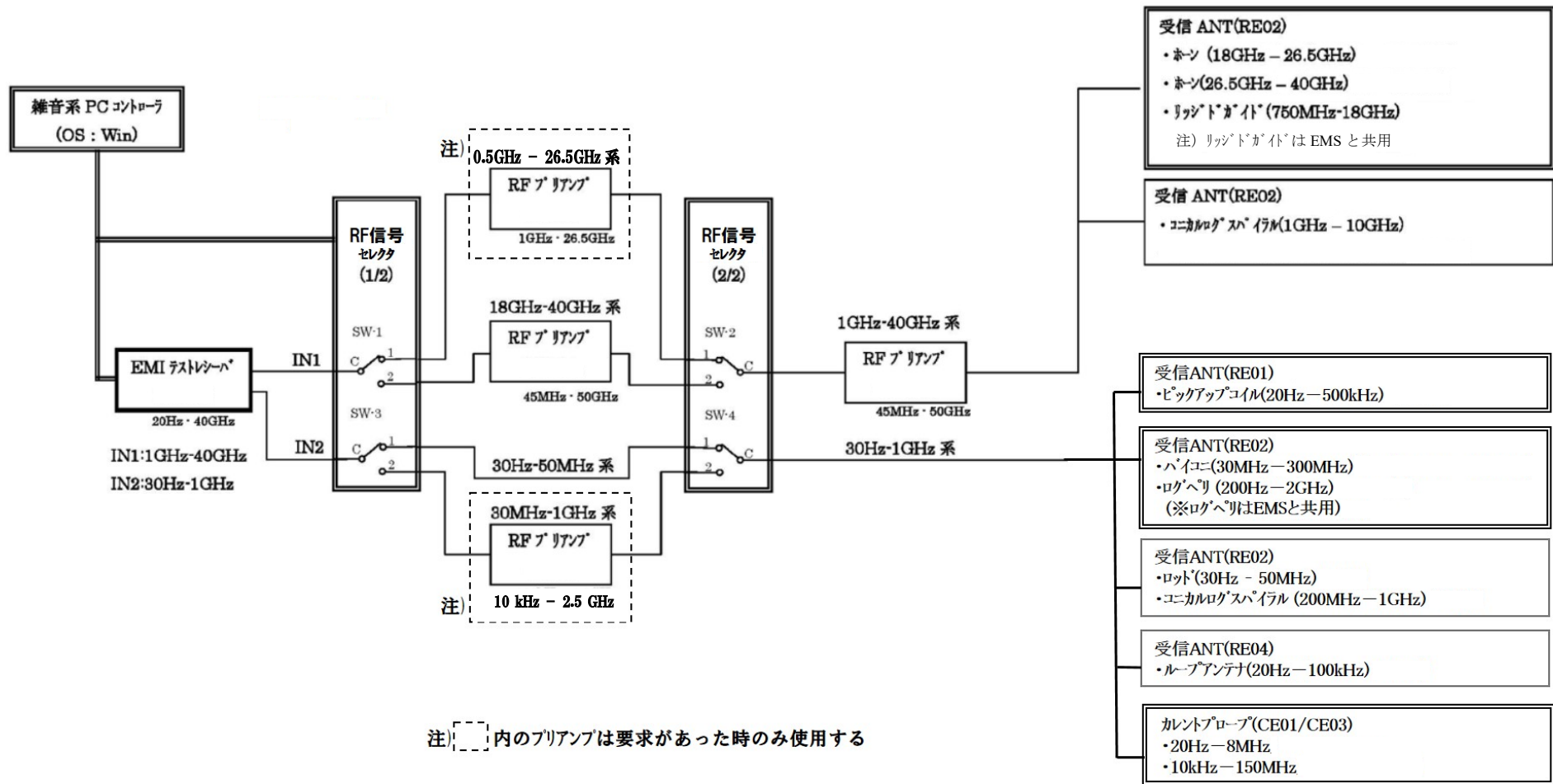


図2-6 雑音系構成図

表2-2 感受性系試験装置一覧 (1/2)

No	装置名	単体性能・仕様	試験法						
			CS01	CS02	CS06	CS114	RS02	RS03	RS101
1	貫通コンデンサ (10 個)	10 μ F	○		○		○	○	
2	アイソレーショントランスフォーマー	50Hz~400Hz			○				
3	オーディオトランスフォーマー	30Hz~250 kHz/1mH	○		○				
4	ハイパスフィルタ	50 kHz~400 MHz		○					
5	デジタルオシロスコープ	200 MHz			○		○		
6	PC コントローラ	—	○	○		○		○	○
7	カラープリンタ	—	○	○		○		○	○
8	プリンタ	—			○		○		
9	感受性試験ソフトウェア	PC コントローラ内蔵	○	○		○		○	○
10	信号発生器	9 kHz~40 GHz				○		○	
11	信号発生器	9 kHz~40 GHz	○	○					
12	RF パワーアンプセクタ	—	○	○					
13	RF パワーアンプセクタ	—				○		○	
14	RF パワーアンプセクタ	—						○	
15	デジタルマルチメータ	—	○						○
16	オーディオアンプ	DC~300 kHz	○						○
17	RF パワーアンプ	10 kHz~250 MHz		○					
18	RF パワーアンプ	1 MHz~1 GHz		○					
19	トランジェントパルスジェネレータ	0.15,5.0,10.0 μ S 0.5~50pps			○		○		
20	ファンクションジェネレータ	1 μ Hz~20 MHz	○						○
21	信号発生器	1 GHz~40 GHz						○	
22	パラレルエレメントアンテナ	10 kHz~30 MHz						○	
23	バイコニカルアンテナ	20 MHz~300 MHz						○	
24	ログペリオディックアンテナ	200 MHz~2 GHz						○	
25	リジッドガイドアンテナ	750 MHz~18 GHz						○	
26	ホーンアンテナ	18 GHz~26.5 GHz						○	
27	ホーンアンテナ	26.5 GHz~40 GHz						○	
28	ホーンアンテナ	2 GHz~3.6 GHz						○	
29	ホーンリフレクタアンテナ	12 GHz~18 GHz						○	
30	(94614-1 用リフレクタ)	—						○	
31	RF パワーアンプ (SSPA)	10 kHz~225 MHz				○		○	
32	RF パワーアンプ (SSPA)	80 MHz~1 GHz				○		○	
33	RF パワーアンプ (SSPA)	700 MHz~4.2 GHz						○	
34	RF パワーアンプ (TWTA)	4GHz~8 GHz						○	
35	RF パワーアンプ (TWTA)	7.5 GHz~18 GHz						○	
36	RF パワーアンプ (TWTA)	18 GHz~26.5 GHz						○	
37	RF パワーアンプ (TWTA)	26.5 GHz~40 GHz						○	
38	スペクトラムアナライザ	9 kHz~43 GHz				○			
39	電界モニタ	—						○	
40	電界センサ	10 kHz~1 GHz						○	
41	電界センサ	10 kHz~1 GHz						○	
42	電界センサ	80 MHz~40 GHz						○	
43	電界センサ	80 MHz~40 GHz						○	

表2-2 感受性系試験装置一覧 (2/2)

No	装置名	単体性能・仕様	試験法					
			CS01	CS02	CS114	RS03	RS101	ESD
44	光ファイバケーブル	10m				○		
45	光ファイバケーブル	10m				○		
46	光ファイバケーブル	10m				○		
47	プローブスタンド	—				○		
48	プローブスタンド	—				○		
49	パワーメータ	9 kHz～110 GHz		○				
50	パワーメータ	9 kHz～110 GHz			○	○		
51	パワーメータ	9 kHz～110 GHz				○		
52	パワーセンサ	9 kHz～6 GHz		○				
53	パワーセンサ	9 kHz～6 GHz		○				
54	パワーセンサ	9 kHz～18 GHz			○	○		
55	パワーセンサ	9 kHz～18 GHz			○	○		
56	パワーセンサ	50 MHz～50 GHz				○		
57	パワーセンサ	50 MHz～50 GHz				○		
58	ディレクショナルカプラ	10 kHz～250 MHz			○	○		
59	ディレクショナルカプラ	80 MHz～1 GHz			○	○		
60	ディレクショナルカプラ	700 MHz～4.2 GHz				○		
61	ディレクショナルカプラ	4 GHz～8 GHz				○		
62	ディレクショナルカプラ	7.5 GHz～18 GHz				○		
63	送信ループ*	30Hz～100 kHz					○	
64	受信ループ*	30Hz～100 kHz					○	
65	1Ω 抵抗	1Ω					○	
66	インジェクションプローブ*	10 kHz～230 MHz			○			
67	インジェクションプローブ*	100 kHz～1 GHz			○			
68	カレントプローブ*	10 kHz～500 MHz			○			
69	カレントプローブ*	1 MHz～1 GHz			○			
70	校正治具 F-120-9 用*	10 kHz～400 MHz			○			
71	校正治具 F-140 用*	10 kHz～1 GHz			○			
72	アッテネータ*	10dB (200W)			○			
73	アッテネータ*	20dB (150W)			○			
74	アッテネータ*	30dB (25W)			○			
75	フレキシブル導波管	18 GHz～26.5 GHz				○		
76	フレキシブル導波管	26.5 GHz～40 GHz				○		
77	ESD 試験器*	0.2 kV～30 kV						○
78	CS01/CS02 用ラック	—	○	○				
79	RS03 用ツープイラック	—			○	○		
80	RS03 用シールドラック	—				○		

* 使用する場合は校正を行うため、試験開始の3ヶ月前までに試験条件要求書（添付 E）に記入し、試験設備管理室（試験設備利用の手引き参照）へ連絡して下さい。

表2-3 雑音系試験装置一覧

No	装置名	単体性能・仕様	試験法			
			CE01 CE03	RE01	RE02	RE04
1	貫通コンデンサ (10 個)	10 μ F	○	○	○	○
2	PC コントローラ	—	○	○	○	○
3	カラープリンタ	—	○	○	○	○
4	雑音試験ソフトウェア	PC コントローラ内蔵	○	○	○	○
5	RF 信号セクタ	—	○	○	○	○
6	プリアンプ	45 MHz $\sim$ 50 GHz/23dB			○	
7	プリアンプ	45 MHz $\sim$ 50 GHz/23dB			○	
8	DC バイアス	HP83051A 用電源			○	
9	DC バイアス	HP83051A 用電源			○	
10	EMI テストレシーバ	20Hz $\sim$ 40 GHz	○	○	○	○
11	カレントプローブ	20Hz $\sim$ 8 MHz	○			
12	カレントプローブ	10 kHz $\sim$ 150 MHz	○			
13	ピックアップコイル	20Hz $\sim$ 500 kHz		○		
14	プリアンプ	0.5 GHz $\sim$ 26.5 GHz /25dB			○	
15	プリアンプ	10 kHz $\sim$ 2.5 GHz /38dB			○	
16	アクティブロッドアンテナ	10 kHz $\sim$ 30 MHz			○	
17	バイコニカルアンテナ	30 MHz $\sim$ 300 MHz			○	
18	ログペリオディックアンテナ	200 MHz $\sim$ 2 GHz			○	
19	リジッドガイドアンテナ	750 MHz $\sim$ 18 GHz			○	
20	コニカルログスパイラルアンテナ*	200 MHz $\sim$ 1 GHz			○	
21	コニカルログスパイラルアンテナ*	1 GHz $\sim$ 10 GHz			○	
22	ホーンアンテナ	18 GHz $\sim$ 26.5 GHz			○	
23	ホーンアンテナ*	26.5 GHz $\sim$ 40 GHz			○	
24	ループアンテナ*	50Hz $\sim$ 50 kHz				○

* 使用する場合は校正を行うため、試験開始の3ヶ月前までに試験条件要求書（添付E）に記入し、試験設備管理室（試験設備利用の手引き参照）へ連絡して下さい。

表2-4 アクセサリー一覧

No	装置名	単体性能・仕様	備考
1	アッテネータ	3dB (2W)	
2	アッテネータ	6dB (2W)	
3	アッテネータ	10dB (2W)	
4	アッテネータ	20dB (2W)	
5	アッテネータ*	10dB (50W)	
6	アッテネータ*	20dB (50W)	
7	アッテネータ*	40dB (500W)	
8	アッテネータ*	3dB (2W)	
9	アッテネータ*	6dB (2W)	
10	アッテネータ*	10dB (2W)	
11	アッテネータ*	20dB (2W)	
12	ファンクションジェネレータ	1 μHz～20 MHz	保守用備品
13	パワーメータ	9 kHz～110 GHz	保守用備品
14	パワーセンサ (2 式)	10 MHz～18 GHz	保守用備品
15	ディレクショナルカプラ	18 GHz～26.5 GHz	保守用備品
16	ディレクショナルカプラ	26.5 GHz～40 GHz	保守用備品
17	ダミーロード	18 GHz～26.5 GHz	保守用備品
18	ダミーロード	26.5 GHz～40 GHz	保守用備品
19	ダミーロード	DC～2 GHz	保守用備品
20	ダミーロード	2 GHz～18 GHz	保守用備品
21	電力増幅器用ダミーロード	DC～2.4 GHz	保守用備品
22	プローブスタンド		
23	LISN (2 式) *	150 kHz～100 MHz	
24	LISN (2 式) *	100 kHz～150 MHz	

* 使用する場合は校正を行うため、試験開始の 3 ヶ月前までに試験条件要求書（添付 E）に記入し、試験設備管理室（試験設備利用の手引き参照）へ連絡して下さい。

2.1.2 シールドルーム

外来雑音電磁波を遮蔽し、その天井及び全壁面には電波吸収体が貼り付けられています。また床面用に、供試体の大きさに対応出来るよう移動可能な電波吸収体が準備されています。シールドルームの仕様を表2-5、寸法及び耐荷重エリアについての詳細を図2-7、2-8に示します。

表2-5 シールドルーム主要性能

室内有効寸法	高さ 8.7 m × 幅 9.8 m × 奥行き 9.8 m
機材搬入扉寸法	高さ 8.5 m × 幅 7.0 m
シールド効果	電界 10 kHz～40 GHz 100dB 以上
	磁界 150 kHz～200 kHz 85dB 以上
電波吸収体	壁面：発泡スチロール基材電波吸収体＋フェライトタイル 機材搬入扉：発泡ポリエチレン基材電波吸収体 MIL-STD-461G 対応
接地	1 点アース方式 (10Ω 以下)
構造	合板 (20 mm 厚) の両面に 0.6 mm の亜鉛メッキ鋼板を接着したものを 1 枚のパネルにし、特殊金属を使用して接続したパネル工法
清浄度	ISO 14644-1 Class 8 (クラス 10 万)
空調	試験期間中、シールドルームは以下の空調を行います。 ・温度：23±3℃ (目標) ・湿度：30～60% (目標) 原則として、組立準備室は空調を行いません。

注) シールドルームの耐荷重より前室及び開梱室の耐荷重が小さくなっています。そのため供試体を搬入する際はご注意ください。特に耐荷重を超過する恐れのある場合は、ユーザ側で荷重分散板を準備する等の対策を施して下さい。

シールドルームの耐荷重：15.7 kPa (1,600 kg/m²)

シールドルーム内 A 域の耐荷重：2.45 kPa (250 kg/m²)

前室、開梱室、組立準備室及び計測器室の耐荷重：4.9 kPa (500 kg/m²)

(1) 前室シャッター

組み立て準備室への供試体の搬入は前室シャッターを介して行われます。シールドルームの機材搬入扉と比較して前室シャッターは開口寸法が狭くなっています。そのため供試体を搬入する際はご注意ください。

前室シャッター寸法：高さ 5.3 m × 幅 4.8 m

(2) 機材搬入扉

シールドルーム内への供試体の搬入は、機材搬入扉を介して行われます。組立準備室の床

面との段差がないため、シールドルームへの供試体の搬入出を円滑に行う事が出来ます。必要なシールド効果を得るために、ドアヒンジ部にもシールドが施されています。機材搬入扉の開閉は電動により行います。

機材搬入扉寸法 : 高さ 8.5 m × 幅 7.0 m

(3) 人用扉

人用扉はその大きさが高さ 2.0 m × 幅 1.5 m あり、シールド処理が施されています。アンテナ交換等のセットアップ変更時に作業者の出入りのために使用されます。

(4) 照明

シールドルーム内の照明はハロゲンランプを使用しており、それぞれの器具に対してもシールドが施されています。

(5) ITV カメラ

天井に 2 台設置されており、全試験モードにおいて常時モニタが出来ます。(必要に応じて移動用 1 台を設置出来ます。)

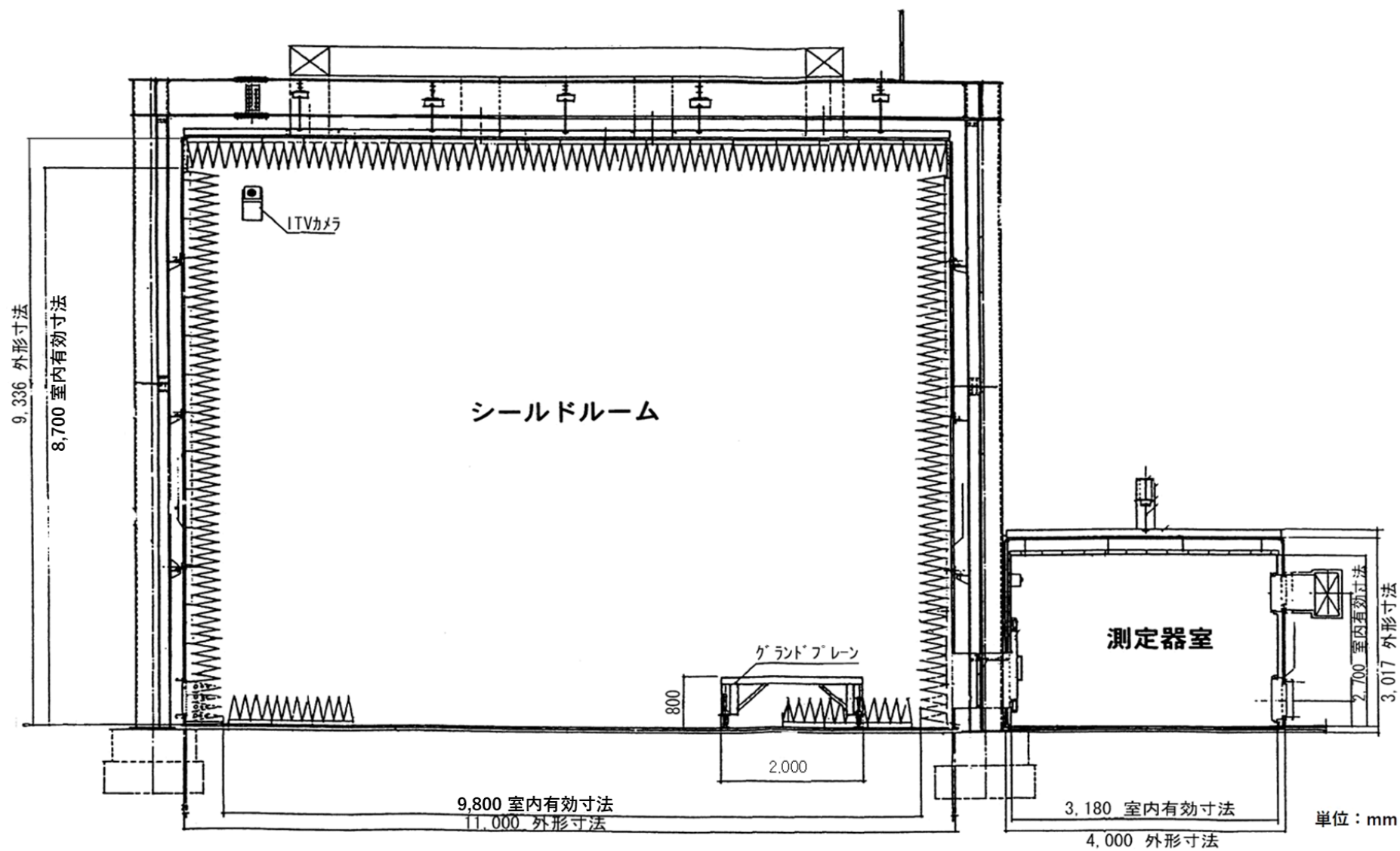


図2-7 本設備の外観（立面図）

2.1.3 付帯設備

高所作業に使用する伸縮式の作業用台車があります（図2-9参照）。

- ・ 全伸長：約 8m
- ・ 揚程荷重：約 150 kg
- ・ 作業床寸法：約 0.65m×約 0.9m

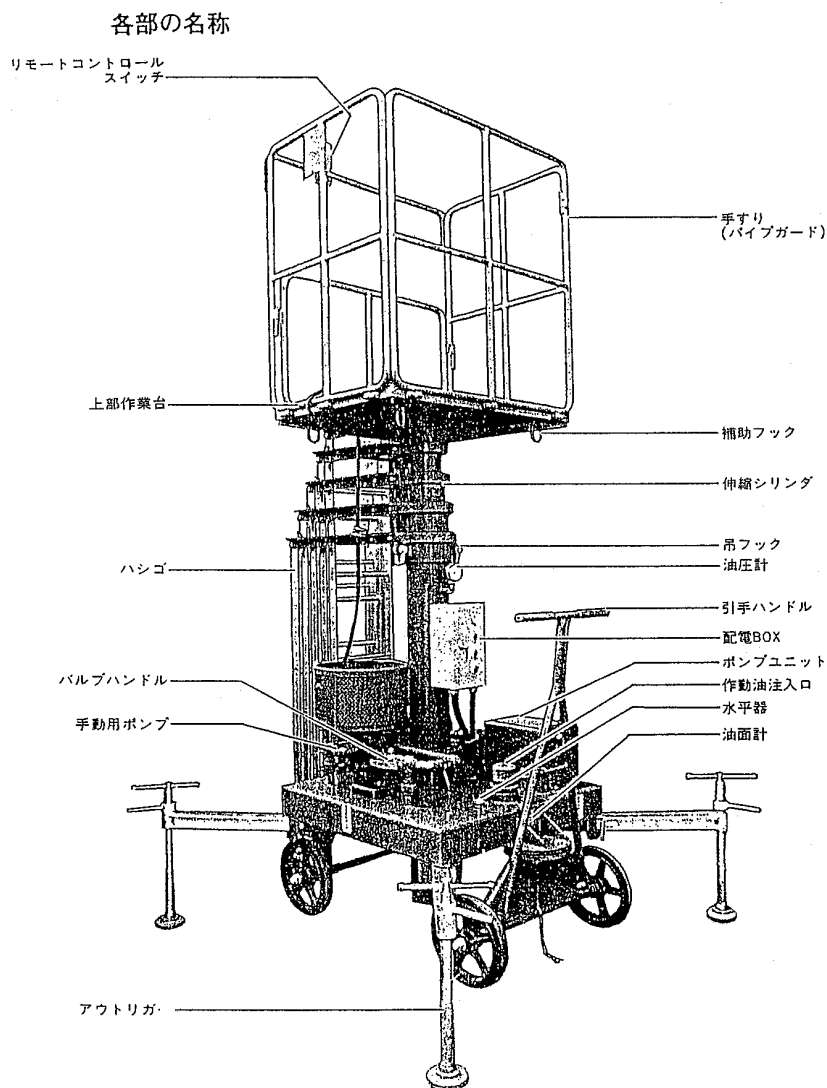


図2-9 作業用台車

3 ユーザインターフェース

3.1 レイアウト

本設備には、シールドルームの他に測定器室、組立準備室、EMC解析室、EMCチェックアウト室、前室及び開梱室があります。供試体及び周辺装置等の開梱は開梱室で行う事になります。本設備のレイアウトならびにコンセント及びインターホンの位置等を図3-1に示します。シールドルーム内、測定器室及び組立準備室間でインターホンによる通話が可能です。

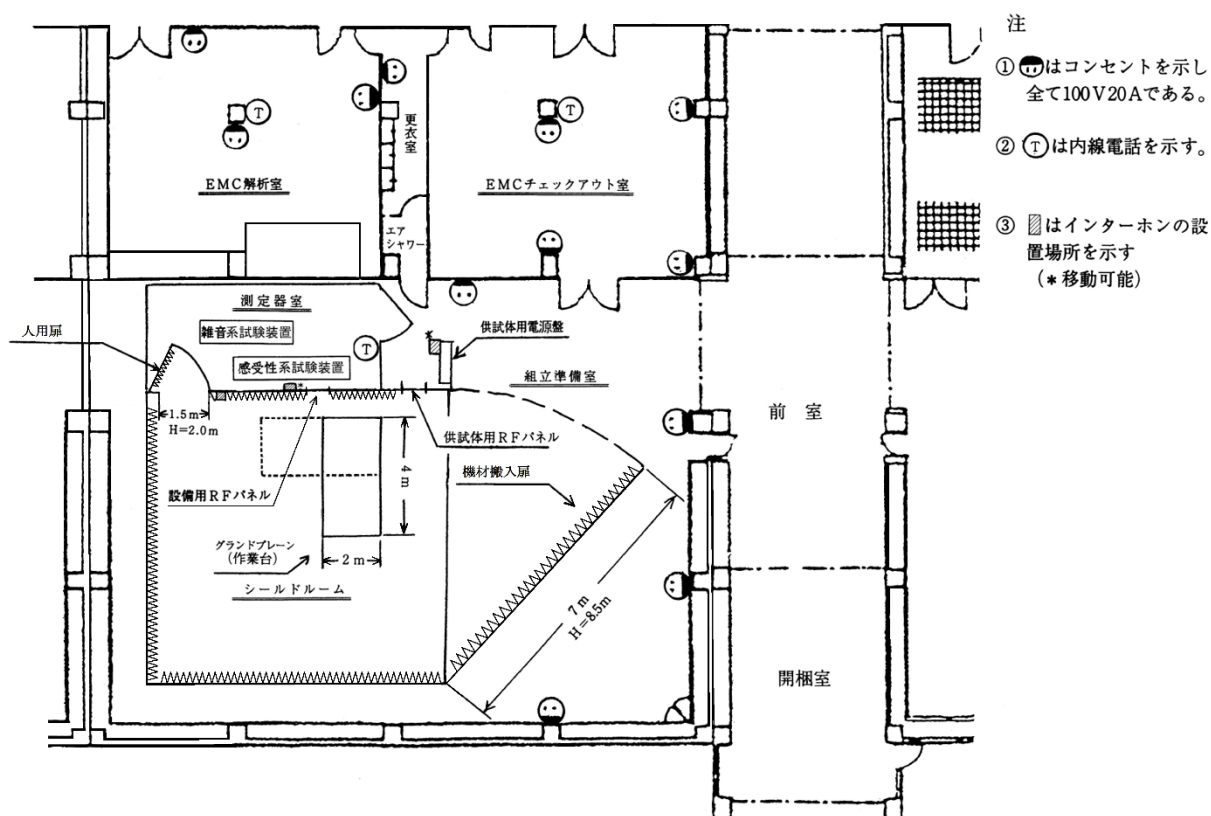


図3-1 本設備のレイアウト

3.2 RF パネル（供試体用と設備用とに分離されています）

シールドルーム内の供試体とチェックアウト装置及び各種試験装置等を接続するケーブル類はこのRFパネルを介して接続されます。RFパネルの詳細を図3-2に示します。供試体用RFパネル使用時には、ケーブルを通した後の貫通穴をシールド材で塞いで下さい。その際のシールド材（アルミホイルやアルミテープ等）はユーザ側で準備願います。

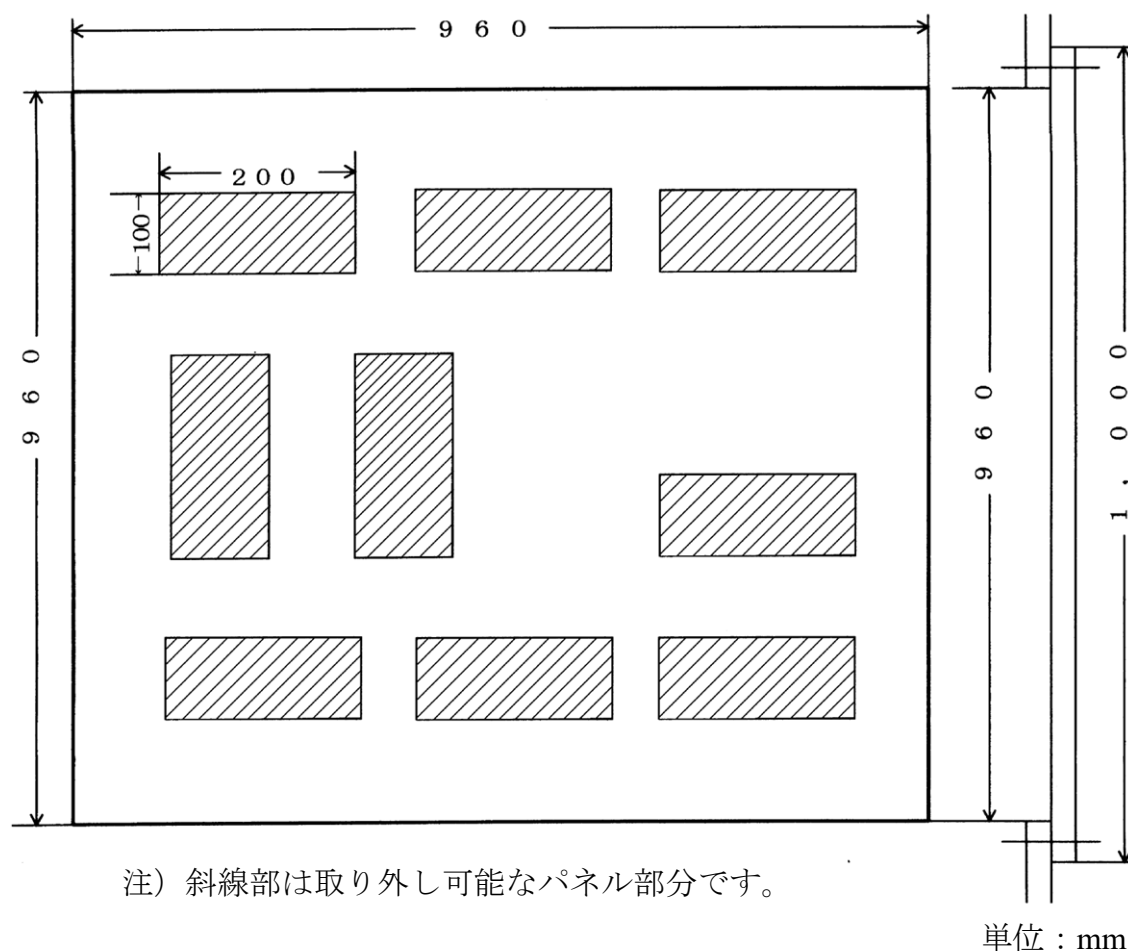
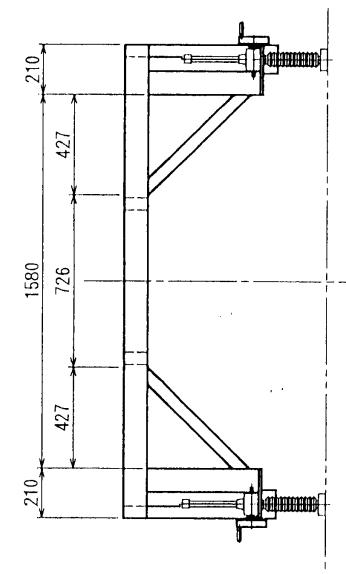
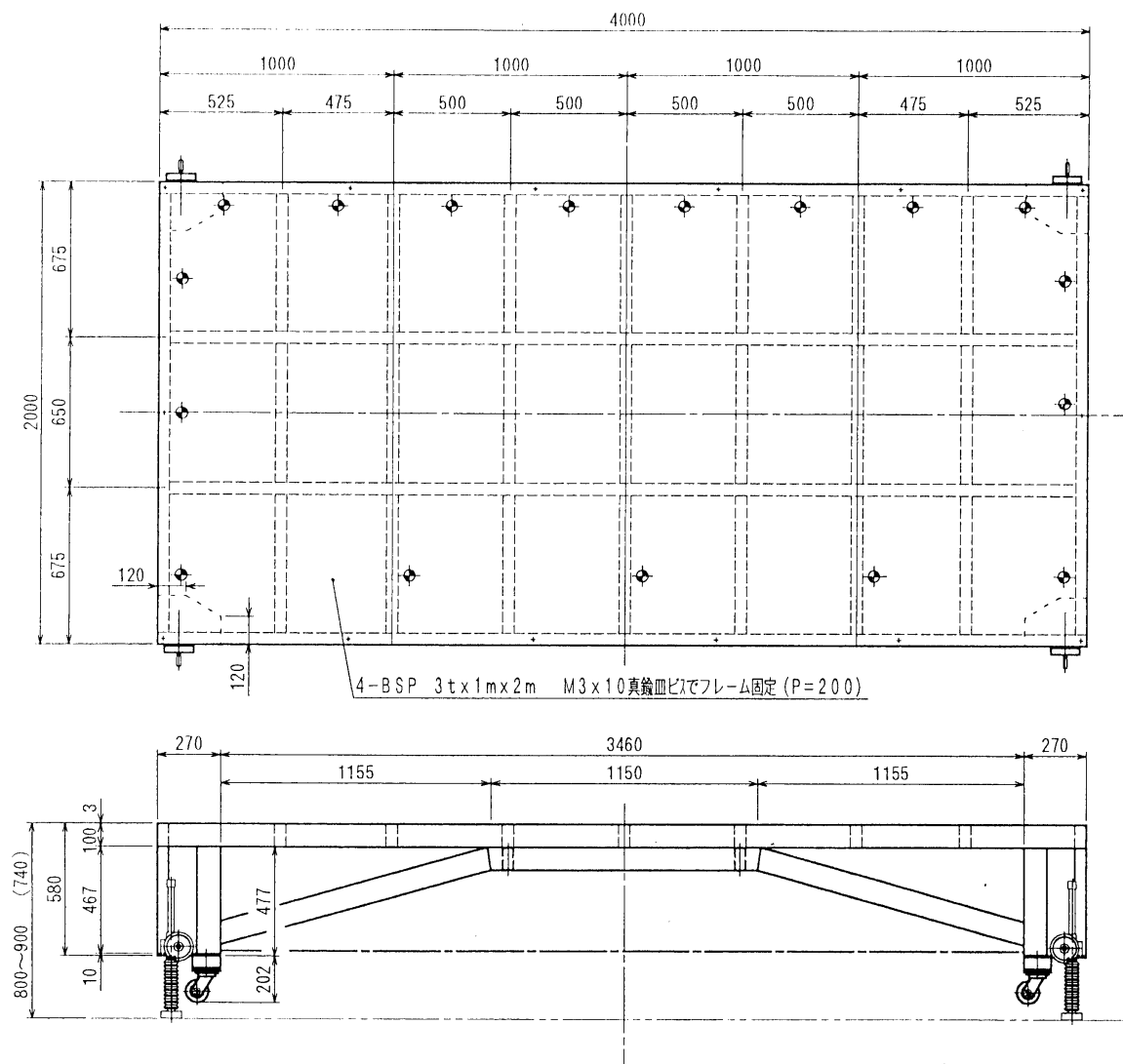


図3-2 供試体用RFパネル

3.3 グランドプレーン

通常、供試体は図3-3に示すグランドプレーン上に設置して試験を行います。グランドプレーン上面には厚さ約3mmの真鍮接地板が貼り付けてあり、8本のボンディングストラップで接地されています。図3-1の点線部のように向きを変えて設置する事も可能です。グランドプレーン搭載重量は最大750kgです。集中荷重にならないよう力を分散して搭載して下さい。大型供試体の場合はシールドルーム床に設置して下さい。

供試体の接地抵抗を低減する必要がある場合は、1,000番程度のサンドペーパーを用意してグランドプレーン上面の接地箇所付近を磨いて下さい。磨く際は塵埃の飛散を防止するために試験設備備え付けの掃除機で吸い取りながら行って下さい。



グラウンドプレーン耐荷重 : 750kg

⬢ : アース用ネジ穴箇所 φ7mm

単位 : [mm]

注 記

1. 主要構成部材はAL□パイプ100×50×3を使用。

図3-3 グランドプレーン（作業台）

3.4 供試体用電源

供試体RFパネルの脇に供試体用電源盤が設置されています。絶縁トランスを介して商用電源と接続されており、さらにフィルタを通してシールドルーム内に引き込まれています。詳細を表3-1に示します。供試体用電源盤とコンセントの位置を図3-1に示します。MCB1～14の電極端子サイズはM6です。また、MCB7及びMCB14の出力側にはACアウトレット（接地極付きコンセント）が取り付けられています。

表3-1 供試体用電源一覧

ブレーカ No.	電圧	電流
MCB 1	200V 3φ 4W*	100A
MCB 2		各 50A
MCB 3		
MCB 4		
MCB 5	115V 1φ 2W	
MCB 6		
MCB 7		20A（コンセント）
MCB 8	100V 1φ 2W	各 50A
MCB 9		
MCB 10		
MCB 11		
MCB 12	機材搬入扉電源につき使用不可	
MCB 13	100V 1φ 2W	30A
MCB 14		20A（コンセント）

* 200V 3φ はスター（Y）結線です。

3.5 組立準備室

ここにはGSE（地上設備）の類として供試体電源部及び供試体制御装置等を設置します。XY型の2トン天井クレーンがあり、供試体等をシールドルームの機材搬入扉付近まで移動する事が出来ます。

3.6 その他

- (1) 供試体から設備側装置に接続するケーブルはユーザ側で準備して下さい。貫通コンデンサ、トランスの電極端子サイズはM6です。ハイパスフィルタ、トランジェントパルスジェネレータへの接続に丸型端子は使用出来ません。
- (2) RS02にて、供試体に沿わせる又は巻付けるケーブルはユーザ側で準備して下さい。
- (3) CS06/RS02のケーブル両端にはオシロスコープを接続する事を考慮して下さい。
- (4) CS06/RS02で使用するトランジェントパルスジェネレータは電源を投入する30分前に設置し静置させておく必要があるため注意して下さい。
- (5) ユーザ側でグラウンディングを行う場合は回り込み等が発生しないよう、充分注意して行って下さい。

- (6) CS114 の実測法における印加開始条件は、測定 FWD 電力値が校正 FWD 電力値になるように制御する事が優先され、下記 3 通りから決定されます。
- (a) 測定 FWD 電力値が校正 FWD 電力値を超えた場合、校正 FWD 電力値になるように SG 出力を下げます。
 - (b) 測定 FWD 電力値が校正 FWD 電力値範囲内の場合、その時の測定電流値を読み込んだ後、測定を開始します。この際の電流値に制限はありません。
 - (c) 測定 FWD 電力値が校正 FWD 電力値未満の場合はさらに下記 3 通りから決定されます。
 - ① 測定電流値が目標限度値を超えた場合、目標限度値になるよう SG 出力を下げます。
 - ② 測定電流値が目標限度値範囲内の場合、印加を開始します。
 - ③ 測定電流値が目標限度値未満の場合、測定 FWD 電力値が校正 FWD 電力値になるか測定電流値が目標限度値になるよう SG 出力を上げます。

4 試験実施

4.1 試験作業フロー

以下に試験作業フローの一例を示します。また本設備内での装置設置例を図4-3に示します。

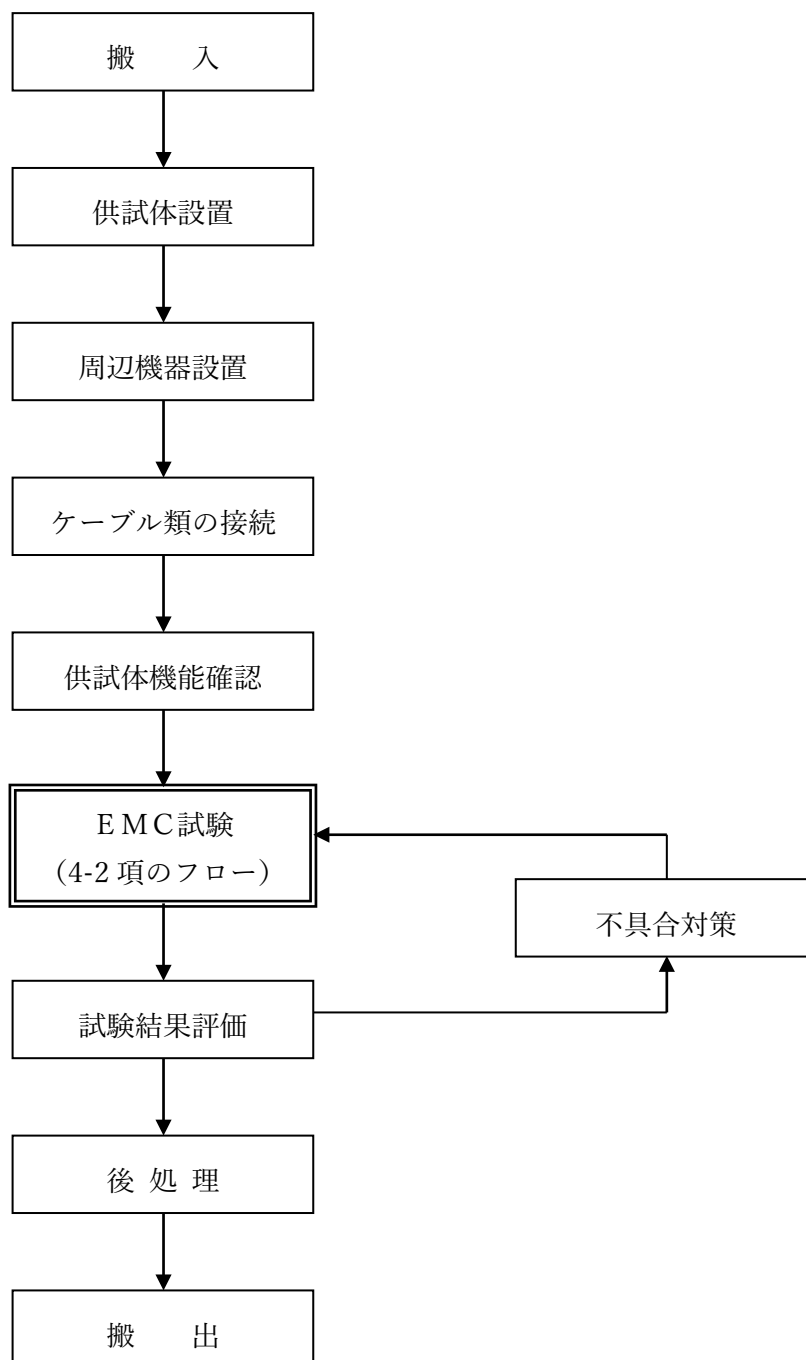


図4-1 試験作業フロー

4.2 試験実施フロー

全ての試験において、電源投入後1時間程度の準備作業が必要です。日毎の作業スケジュールにはあらかじめ時間的な余裕を見込んで下さい。また、RE02/RS03では正味の試験時間だけでなく、バックグラウンドノイズの確認や出处の切り分け等、試験環境を整える作業を見越して少なくとも数時間以上長めに見積もって下さい。これは例えばユーザが持ち込む周辺装置（試験用のインタフェース基板等）から発生するノイズの評価や対策に想定以上の時間を要する事例が見受けられるためです。試験実施例を以下のフローに示します。

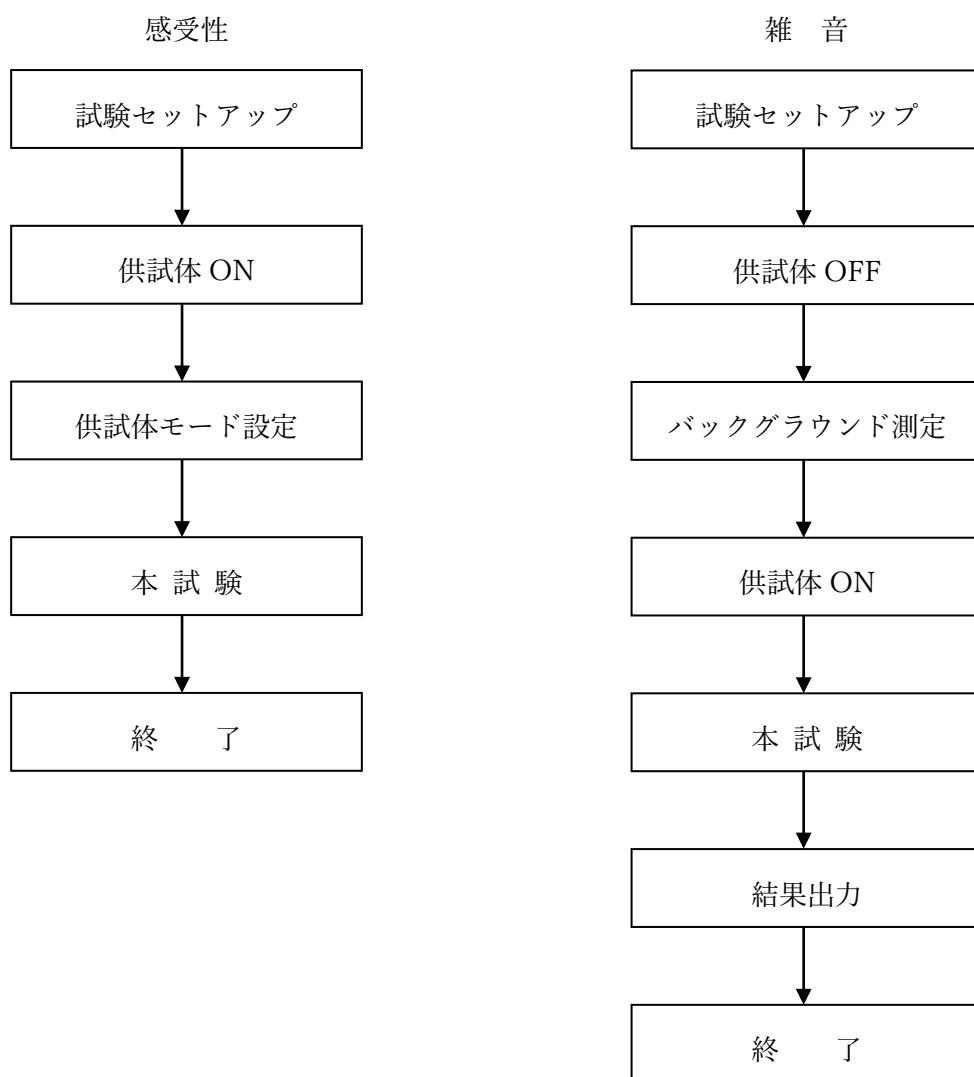


図4-2 試験実施フロー

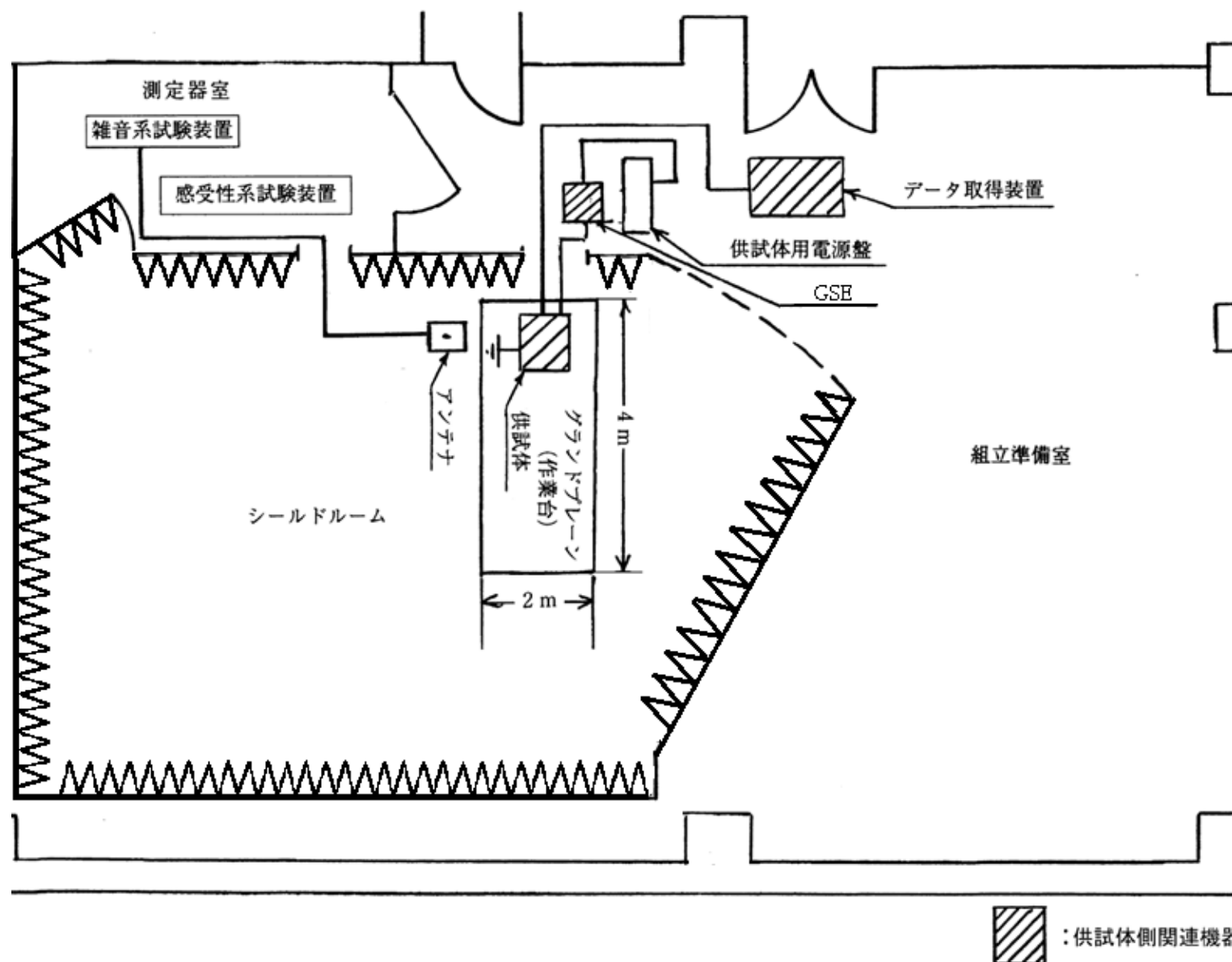


図4-3 装置設置例

4.3 試験条件要求書

円滑な試験を実施するため、ユーザは供試体の大きさ、重量、必要な電力（電流、電圧）、試験項目、試験スペック等を明確にした条件要求書（添付E）を作成し提出して下さい。本設備にて実施可能な試験項目等については表2-1を参照して下さい。

＜試験条件要求書記入時の注意事項＞

(1) 供試体形状

供試体形状図を添付して下さい。

(2) 雑音測定

リミットラインの資料を添付して下さい。

(3) 偏波面

RS03、RE02 の偏波面選択で、水平+垂直両偏波は 30 MHz 以上で規定されます。

(4) 分解能帯域幅（雑音測定）

指定ありを選択する場合、設定資料を添付して下さい。

(5) ステップ周波数及び電界強度または電圧の指定（感受性測定）

放射感受性（RS）及び伝導感受性（CS）の周波数ステップサイズ及び対応する電界強度または電圧の規格値を指定し、別紙として資料を添付して下さい。添付資料は表 4-1 を参考にして下さい。なお、周波数のスイープは出来ません。

表4-1 ステップ周波数及び電界強度または電圧の添付資料例

試験項目	周波数	試験規格	測定周波数
RS03	14 kHz～200 MHz	5 V/m	14 k、100 k、500 k、1 M、5 M、10 M、50 M、100 MHz
	200 MHz～8 GHz	60 V/m	200 M～1 GHz：200 MHz ステップ
			2 G～8 GHz：1 GHz ステップ
	8 GHz～10 GHz	20 V/m	9 G、10 GHz
	2.2 GHz	161 V/m	2.2 GHz
	8.5 GHz	79 V/m	8.5 GHz
	13.7 GHz～15.2 GHz	250 V/m	13.7 G、15.2 GHz

(6) 電源関係

試験にて使用する電源について記入して下さい。

4.4 特記事項

4.4.1 試験スケジュール

スペックアウト時の供試体の対策、再試験等の時間を考慮して、日単位の日程で計画するようにして下さい。

4.4.2 シールドルームのノイズ

シールドルーム天井の非常灯に内蔵されている充電器からは低周波帯のノイズが発生します。そのため雑音測定を行う際はこの充電器につながるブレーカをOFFとし、測定後はONに戻します。充電器がOFFの間、非常灯は内蔵電池により点灯します。

4.4.3 強電界放射

シールドルームのシールド効果（表2-5参照）は平成18年総務省告示第173号の要件を満たしています。そのため通常放射レベルの試験であれば無線局免許は不要です。

但し強電界放射を行う場合は事前に外部への漏洩レベルを確認する必要があります。

またシールドルーム内には各種扉やRFパネルが存在していることから、シールドが不十分となる万一の場合を考慮し、これらへの直接放射は避ける配慮が必要です。

強電界放射を行う場合は試験開始の3ヶ月前までに試験条件要求書フォーマットに記入し、試験設備管理室（試験設備利用の手引き参照）へ連絡して下さい。

<外部への漏洩レベル>

電波法施行規則第6条第1項第1号（免許を要しない無線局の定義）に則り、当該試験設備（シールドルーム）の外部における電界強度を当該無線設備（供試体）からの距離に応じて3m法から換算した値が、上限値よりも下回る事を確認して下さい。

例えばシールドルームの中心付近から大扉方向に強電界を放射する場合、距離が10mとなる地点（組立準備室）における電界強度を供試体から3mに換算した値が上限値以下となる事を計算により確認する具体例を以下に示します。

例）周波数：3 GHz（波長：0.1m）、EIRP（尖頭値）：10 kW（70 dBm）の場合

シールドルーム中心から10m地点での電界強度をEIRP（実効等方放射電力）から距離減衰、シールド効果（100dB）及び電波吸収体の性能（45dB）で予測します。ここで放射波がパルス波の場合の送信電力は尖頭値を用います。

当該地点での電界強度は、次式により算出します。

$$E[\text{dB}\mu\text{V/m}] = P[\text{dBm}] + AF[\text{dB}(1/\text{m})] + 107 \cdots \textcircled{1}$$

<P[dBm]について>

放射点から10m地点での電力を算出します。

$$\begin{aligned} P[\text{dBm}] &= 40[\text{dBm}] - [20\log\{(4 \times \pi \times 10[\text{m}]) / 0.1[\text{m}]\}] + 100[\text{dB}] + 45[\text{dBm}] \\ &= -166.98 \cdots \textcircled{2} \end{aligned}$$

<AF[dB(1/m)]について>

AFはアンテナファクタと呼ばれ、次式から得ます。

$$AF[\text{dB}(1/\text{m})] = 20\log(f[\text{MHz}]) - 29.77$$

ここで-29.77という値は、アンテナの放射抵抗 $Z=50[\Omega]$ とした時の等方性アンテナが取り出せる電力の関係式から算出されたものです。

なお、本例題においては $AF=39.78[\text{dB}(1/\text{m})] \cdots \textcircled{3}$ となります。

<107について>

受信アンテナの放射抵抗が $Z[\Omega]$ である場合における電力 $P[\text{W}]$ から電界強度 $E[\text{V/m}]$ への基本的な換算式は下記となります。

$$E[V/m]=AF[1/m]\times\sqrt{(P[W]\times Z[\Omega])}$$

上記式をデシベル換算すると、次式となります。

$$E[dB\mu V/m]-20\log 106=AF[dB(1/m)]+10\log P[W]-10\log 103+10\log Z[\Omega]$$

ここで、放射抵抗Zを50[Ω]とし、上記を整理すると、

$$E[dB\mu V/m]=P[dBm]+AF[dB(1/m)]+107$$

上述の様にして107という値を得ます。

上記を踏まえ、①に②及び③を代入し、放射点から10m地点での電界強度を得ます。

$$\begin{aligned} E[dB\mu V/m]&=-166.98[dBm]+39.78[dB(1/m)]+107 \\ &=-20.2 \end{aligned}$$

予測された放射点から10m地点での電界強度を電波放射点から3m地点へ換算します。

$$-20.2[dB\mu V/m]+20\log (10[m]/3[m]) = -9.74[dB\mu V/m]$$

322MHz～10GHz での上限値は、35[μV/m]=30.9[dBμV/m]であるので、

$$-9.74[dB\mu V/m] < 30.9 [dB\mu V/m] \therefore \text{上限値以下}$$

なお、電波法施工規則第21条の3.1項にある通り、同時に複数周波数帯で電波放射を行う場合の電界強度は、周波数毎の電界強度とその基準値の割合を、全ての電波について自乗和したものが1を超えないようにしなければなりません。

添付 A データ出力例
データ出力例

宇宙航空研究開発機構

Model Name :
Model No. :
Serial No. :
Test Mode :

Temp/Humi :
Operator : AES
Memo :
Date : 10/01/2004 14:35:18

Limit : SSP30237 RE02

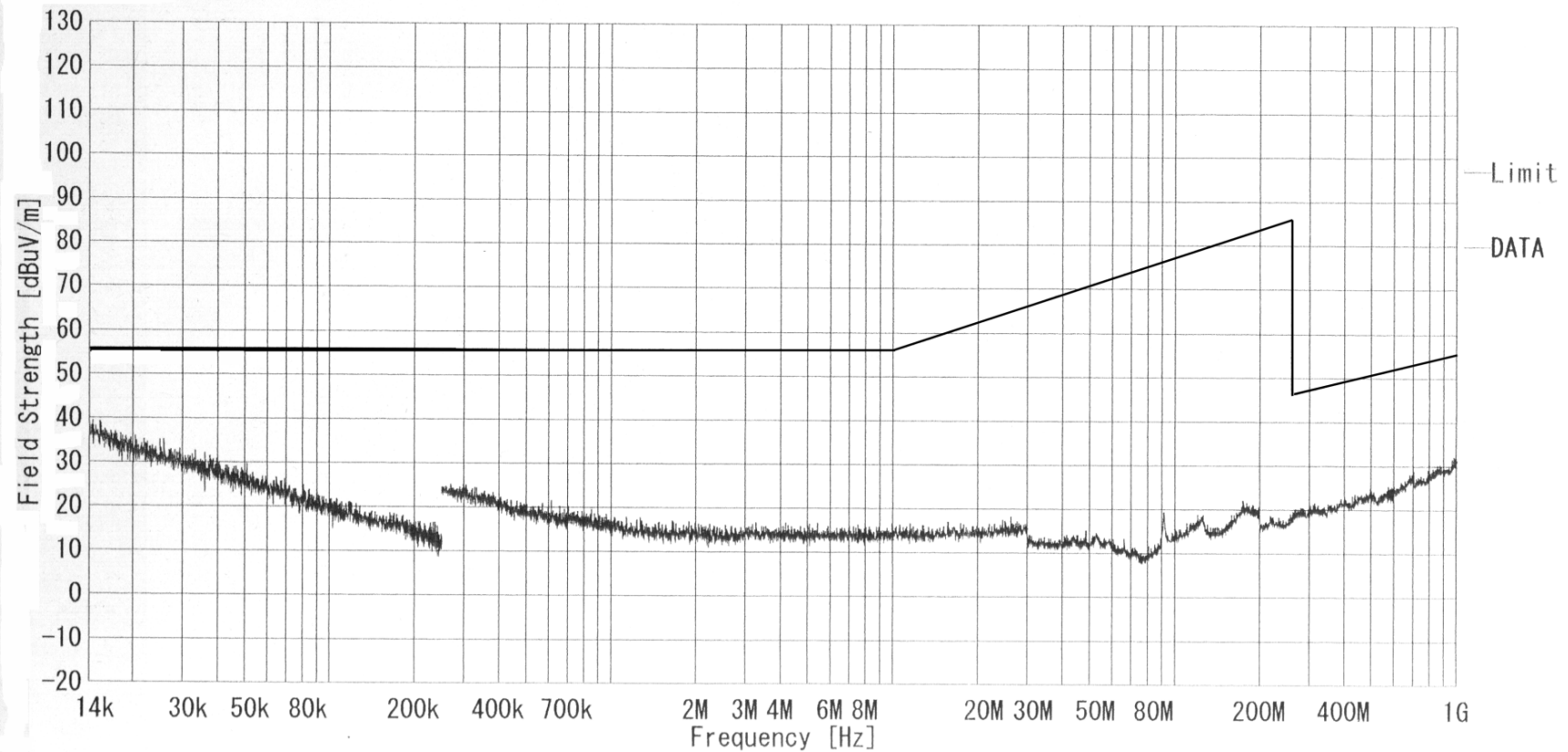


図 A-1 データ出力例 (1/2)

宇宙航空研究開発機構

Model Name :
Model No. :
Serial No. :
Test Mode :

Temp/Humi :
Operator : AES
Memo :
Date : 10/01/2004 14:55:06

Limit : SSP30237 RE02

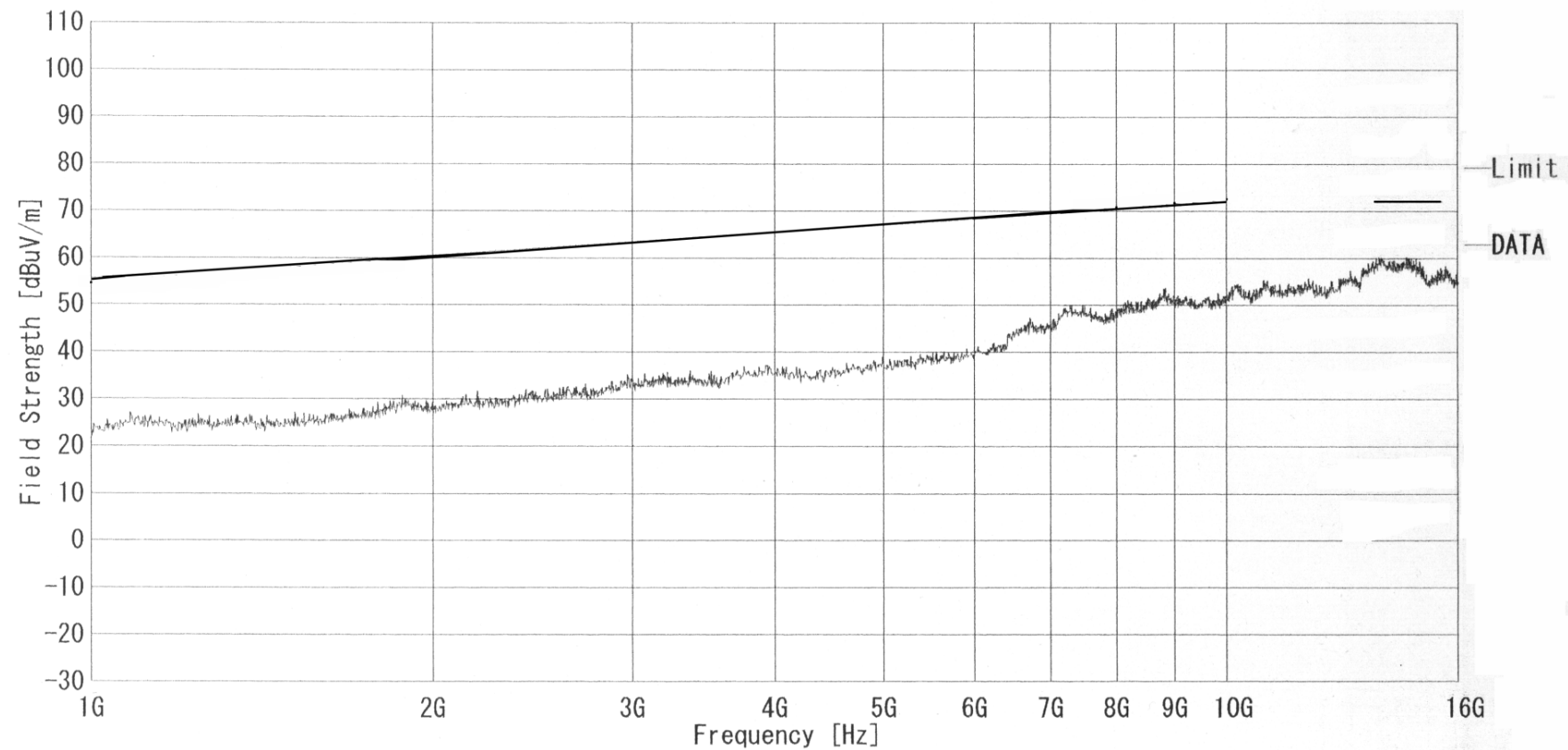


図 A-1 データ出力例 (2/2)

添付 B MIL-STD-461C の抜粋
MIL-STD-461C の抜粋

表 B-1 MIL-STD-461C (1/4)

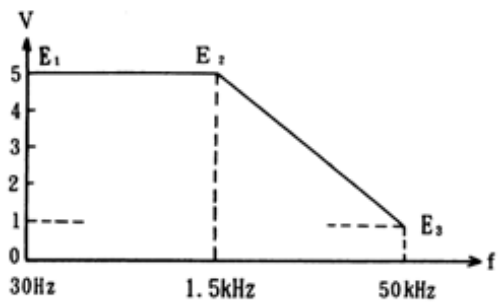
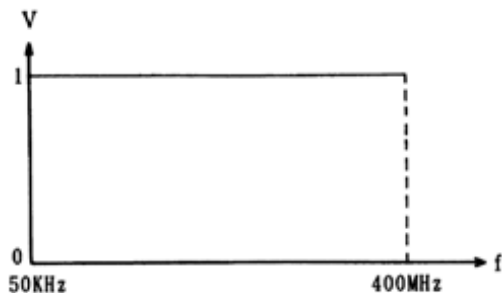
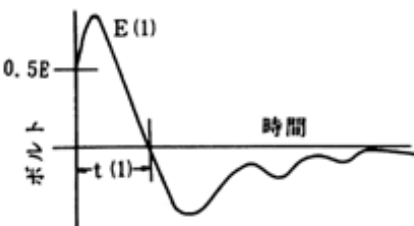
要 求 事 項	適 用 範 囲	限 度 値
CS01	AC, DCリード線 30Hz~50kHz	 $E_1 \sim E_2$に引いた線 (30Hz~1.5kHz) は、電源電圧の10パーセントか、または5 V (r. m. s.) のうちいずれか小さい方とし、ただし、1 V (r. m. s.) 以上であること。
CS02	AC, DCリード線 50kHz~400MHz	
CS06	AC, DCリード線	下図の波形を有する試験スパイクが各位相位置において1分~15分の間AC, DCリード線に加えられた時、機能不良、性能の低下あるいは、個々の機器又は、サブシステムの仕様書に示される許容値を超えてはならない。 $E(1) = 200 \text{ V}$ $t(1) = 10 \mu\text{s} \pm 20\%$ くりかえし = 6 ~ 10 p. p. s. 

表 B-1 MIL-STD-461C (2/4)

要 求 事 項	適 用 範 囲	限 度 値
CE 0 1	AC, DCリード線 30Hz~15kHz 狭帯域エミッション ACリード線：一次電源 f に、その20%を加えた f の有効帯域幅 DCリード線：75Hzを超え ない有効帯域幅を用いる	狭帯域 dB μ A 130 86 30Hz 2 kHz 15kHz
CE 0 3	AC, DCリード線 15kHz~50MHz 狭帯域エミッション 広帯域エミッション	狭帯域 dB μ A 86 20 15kHz 2 MHz 50MHz 広帯域 dB μ A/MHz 130 50 15kHz 2 MHz 50MHz

表 B-1 MIL-STD-461C (3/4)

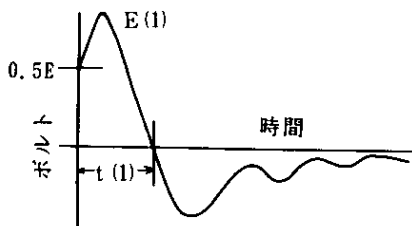
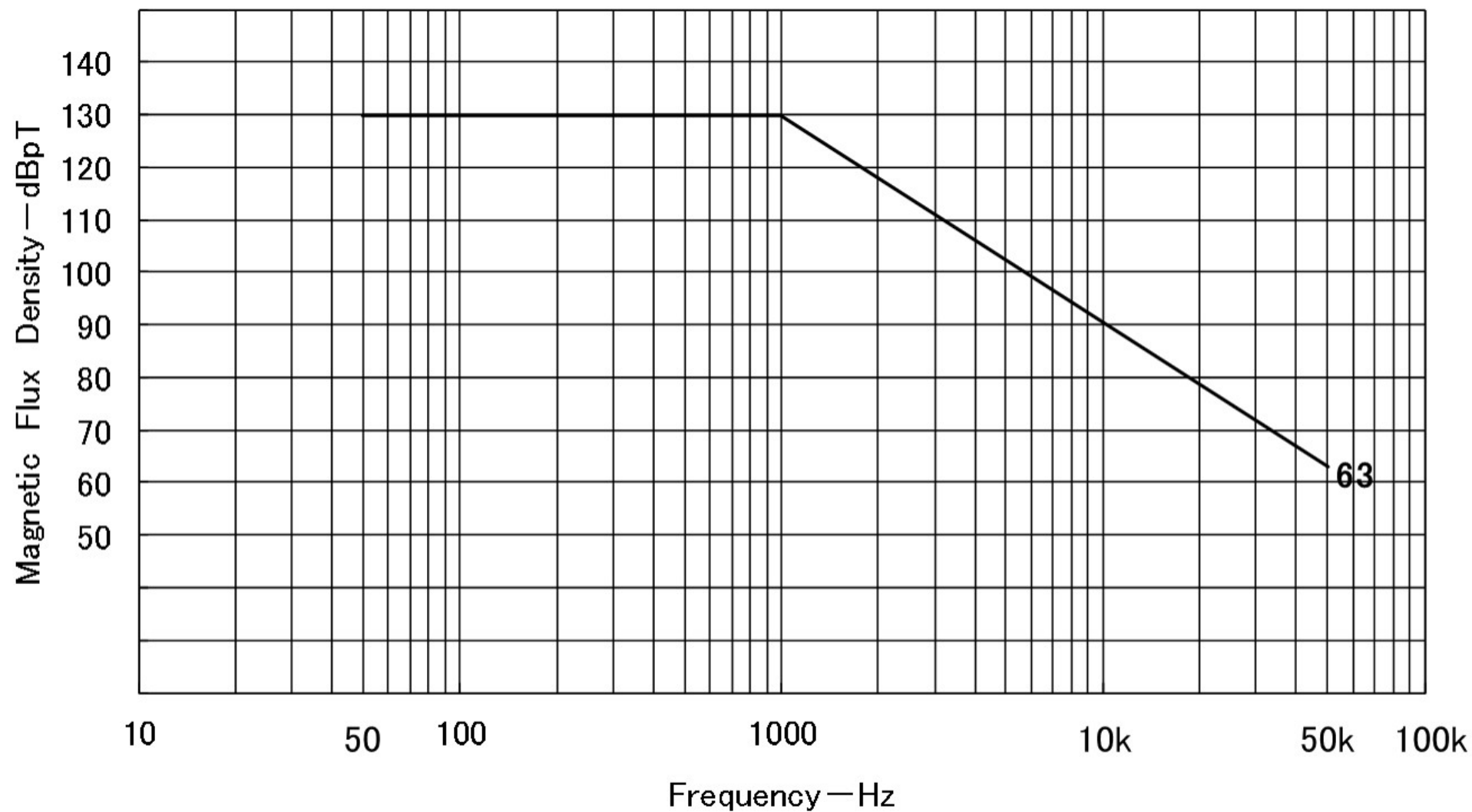
要 求 事 項	適 用 範 囲	限 度 値								
RS02 (誘導磁界)	すべての機器及びサブシステム	項目－Ⅰ（スパイク） ①下記に示される波形を有する試験スパイクを受けた時に、機能不良、機能低下又は個々の機器又はサブシステムの仕様書に示される許容値を超える規定指示値からのずれを示してはならない。 $E(1) = 200\text{V}$ $t(1) = 10\mu\text{s} \pm 20\%$  項目－Ⅱ（電源周波数） ②供試機器の電源周波数においてテスト線に20Aの電流を流した場合、許容範囲からはずれたり、誤動作したり、性能低下が発生したりしてはならない。								
RS03	すべての機器及びサブシステム 14kHz～(10GHz)	<table><tr><th>周波数範囲</th><th>電界（V/m）</th></tr><tr><td>14kHz～30MHz</td><td>10</td></tr><tr><td>30MHz～10GHz*</td><td>5</td></tr><tr><td>10GHzを超える周波数*</td><td>20</td></tr></table> * 水平、垂直の両方又は円偏波 10GHzを超える周波数では、宇宙船または打ち上げロケットの周知の放射装置のあらゆる計算による発生周波数でのみ適用される。	周波数範囲	電界（V/m）	14kHz～30MHz	10	30MHz～10GHz*	5	10GHzを超える周波数*	20
周波数範囲	電界（V/m）									
14kHz～30MHz	10									
30MHz～10GHz*	5									
10GHzを超える周波数*	20									

表 B-1 MIL-STD-461C (4/4)

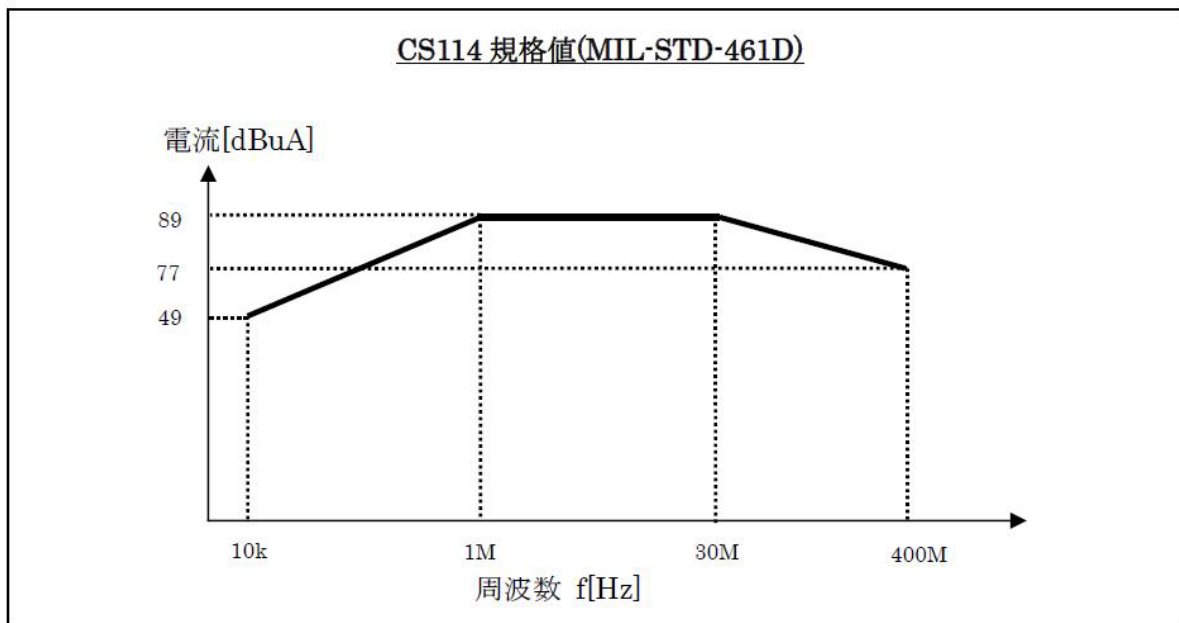
要 求 事 項	適 用 範 囲	限 度 値
RE 0 1 (磁 界) 限 定 適 用	①機器、サブシステム、ケーブルおよび供試機器の相互接続線 30Hz～50kHz (461 A, B では～30kHz) ②基本周波数及び高調波を含むスプリアスエミッション (アンテナからの放射に関して適用せず)	1 ピコテスラを基準とした dB 値 dBpT
RE 0 2 (電 界)	①機器、サブシステム、ケーブルおよび供試機器の相互接続線 14kHz～10GHz ②基本周波数及び高周波数を含むスプリアスエミッション (アンテナからの放射に関して適用せず) 30 MHzより高い周波数では、水平および垂直偏波両方	狭帯域 14kHz～10GHz dB μ V/m 広帯域 14kHz～1GHz dB μ V/m/MHz

添付 C **MSFC-SPEC-521B の抜粋**
MSFC-SPEC-521B の抜粋

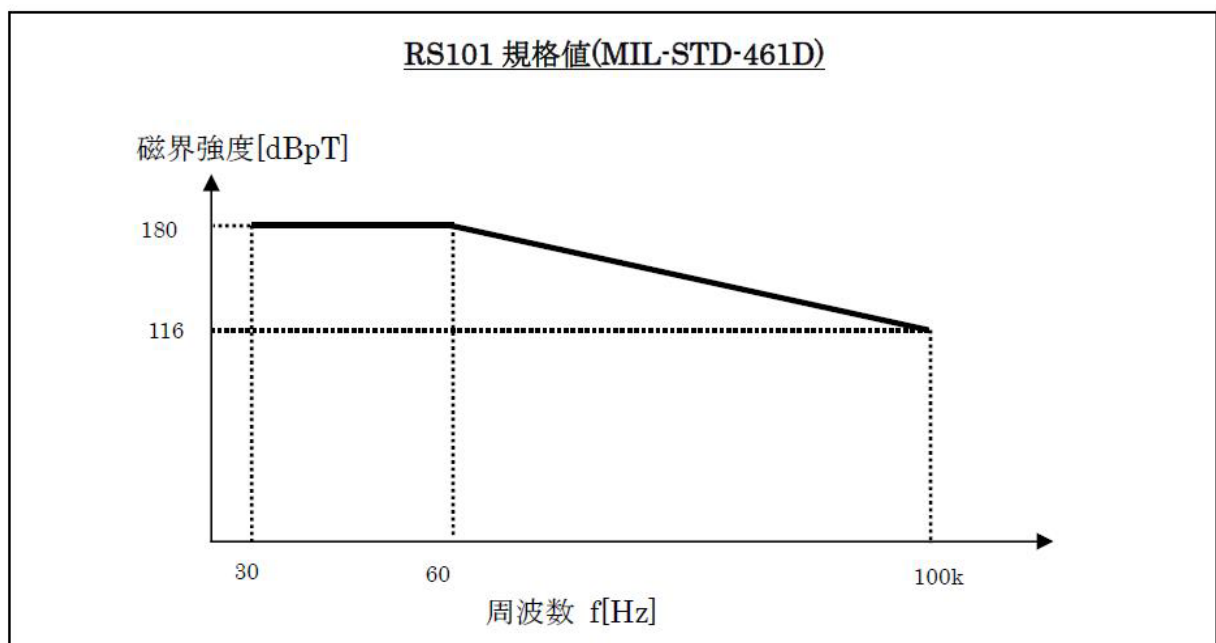


図C-1 RE04の試験規格値 (MSFC-SPEC-521B)

添付 D MIL-STD-461D の抜粋
MIL-STD-461D の抜粋



図D-1 CS114の規格値



図D-2 RS101の規格値

添付 E 試験条件要求書

(注) 使用にあたっては事前に最新版を確認して下さい
記載以外の試験条件等を必要とする場合は具体的に要求して下さい。

試験条件要求書

表 E-1 電磁適合特性試験設備試験条件要求書

供試体名		供試体形状		備考
		大きさ(mm)	(W) × (D) × (H)	
		重量(kg)		
		形状		
		供試体レベル	☐ EM ☐ PFM ☐ FM	
		その他		
測定モード		測定周波数帯域		その他
☐	CE-01	Hz ～ kHz		
☐	CE-03	kHz ～ MHz		
☐	RE-01	Hz ～ kHz		
☐	RE-02	kHz ～ GHz		
☐	RE-04	Hz ～ kHz		
☐	CS-01	Hz ～ kHz		印加時間：
☐	CS-02	kHz ～ MHz		印加時間：
☐	CS-06	パルス数: pps 印加電圧: V パルス幅: μsec		印加時間：
☐	RS-02	パルス数: pps 印加電圧: V パルス幅: μsec		印加時間：
☐	RS-03	kHz ～ GHz		印加時間：
☐	CS114	kHz ～ MHz		印加時間：
☐	RS101	Hz ～ kHz		印加時間：
☐				
項番	試験要求事項		試験条件（あてはまる項目に✓して下さい。）	
①	偏波面	放射感受性(RS03)	☐ 水平 ☐ 垂直 ☐ 水平+垂直両方(30MHz～) ☐ 円偏波(200M~10GHz)	
		放射雑音(RE02)	☐ 水平 ☐ 垂直 ☐ 水平+垂直両方(30MHz～) ☐ 円偏波(200M~10GHz)	
②	データ取得方法(RE02・CE03)		☐ 狭帯域のみ ☐ 狭帯域+広帯域	
③	分解能帯域幅(雑音測定)		☐ 指定あり（設定資料を添付） ☐ 指定なし	
④	供試体からの電力放射(0.1W以上)の有無 (雑音測定時)		供試体からの電力放射 ☐ あり ☐ なし	
⑤	ステップ 周波数及び電界強度または電圧の指定 (感受性測定)		測定周波数及び電界強度または電圧の規格値(Vrms)の 添付 ☐ あり ☐ なし	
⑥	CS06/RS02印加電圧		☐ 5Ω校正値を印加 ☐ 実測値を印加	
⑦	電源関係	電圧(V)	☐ 100V ☐ 115V ☐ 200V 3φ ☐ 電池駆動	
		電流(A)、容量(W)		
⑧	グラントプレーンの使用		☐ 使用する ☐ 使用しない	
⑨	ESD試験器のCRネットワーク		☐ 150pF/330Ω(標準) ☐ 150pF/150Ω(オプション)	
備考：				

電磁適合特性試験設備試験条件要求書（記入例）

供試体名		供試体形状		備考
電源インタフェース部		大きさ(mm)	300 (W) × 200 (D) × 100 (H)	
		重量(kg)	35	
		形状	試験計画書参照	
		供試体レベル	☐ EM ☐ PFM ☒ FM	
		その他		
測定モード		測定周波数帯域		その他
☒	CE-01	30 Hz ~	15 kHz	リミットラインについては 試験計画書参照。
☒	CE-03	15 kHz ~	50 MHz	
☐	RE-01	Hz ~	kHz	
☒	RE-02	14 kHz ~	10 GHz	
☐	RE-04	Hz ~	kHz	
☐	CS-01	Hz ~	kHz	印加時間:
☐	CS-02	kHz ~	MHz	印加時間:
☒	CS-06	パルス数: 3 pps 印加電圧: 200 V パルス幅: 10 μsec	印加時間: 20 sec	
☐	RS-02	パルス数: pps 印加電圧: V パルス幅: μsec	印加時間:	
☒	RS-03	14 kHz ~	10 GHz	印加時間:
☐	CS114	kHz ~	MHz	印加時間:
☐	RS101	Hz ~	kHz	印加時間:
☐				
項番	試験要求事項		試験条件 (あてはまる項目に✓して下さい。)	
①	偏波面	放射感受性(RS03)	☐ 水平 ☐ 垂直 ☒ 水平+垂直両方 (30MHz~) ☐ 円偏波(200M~10GHz)	
		放射雑音(RE02)	☐ 水平 ☐ 垂直 ☒ 水平+垂直両方 (30MHz~) ☐ 円偏波(200M~10GHz)	
②	データ取得方法(RE02・CE03)		☒ 狭帯域のみ ☐ 狭帯域+広帯域	
③	分解能帯域幅(雑音測定)		☐ 指定あり ☒ 指定なし	
④	供試体からの電力放射(0.1W以上)の有無 (雑音測定時)		供試体からの電力放射 ☐ あり ☒ なし	
⑤	ステップ周波数及び電界強度または電圧の指定 (感受性測定)		測定周波数及び電界強度または電圧の規格値(Vrms)の 添付 ☒ あり ☐ なし	
⑥	CS06/RS02印加電圧		☐ 5Ω校正値を印加 ☐ 実測値を印加	
⑦	電源関係	電圧(V)	☒ 100V ☐ 115V ☐ 200V 3φ ☐ 電池駆動	
		電流(A)、容量(W)	200V 2ヶ所	
⑧	グラントプレーンの使用		☒ 使用する ☐ 使用しない	
⑨	ESD試験器のCRネットワーク		☐ 150pF/330Ω(標準) ☐ 150pF/150Ω(オプション)	
備考:				