

2015 年 6 月 15 日
Draft ver0.1

WPMc測定手順書（案）

目次

1. 測定の構成	．．．．．3
2. 送電デバイス・受電デバイスの準備	
2.1 受電デバイスの準備	．．．．．5
2.2 送電デバイスの準備	．．．．．6
3. 送電コイルと受電コイル間の距離の定義	．．．．．8
4. 距離特性の測定	
4.1 測定のセッティング	．．．．．9
4.2 測定ケーブルの接続	．．．．．10
4.3 距離-給電特性の測定事例	．．．．．11
5. 負荷特性の測定	
5.1 測定のセッティング	．．．．．13
5.2 測定ケーブルの接続	．．．．．13
5.3 負荷特性の測定事例	．．．．．14

1. 測定の構成

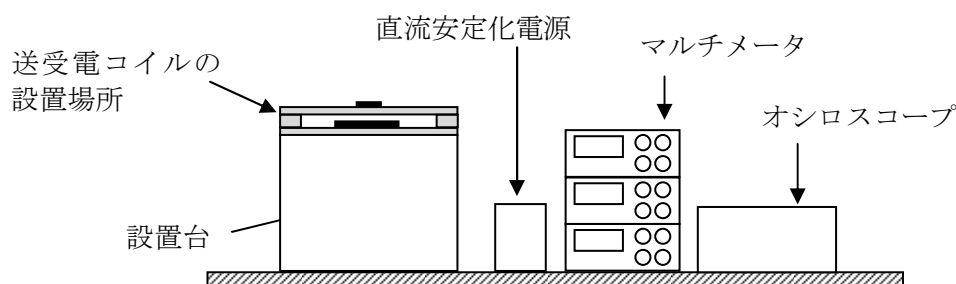


図 1. 測定構造の概要

【測定器】

- ① 直流安定化電源：1 台
送電デバイスへの+5V 供給に使用。
※安定化電源の出力電流は 0.4A で制限。
- ② マルチメータ：3 台
受電デバイスの受電電圧、送電デバイスの入力電圧と入力電流の測定に使用。
- ③ オシロスコープ：1 台
送電デバイスと受電デバイスの電圧・電流波形の測定に使用。
プローブ：ディファレンシャルプローブ 1 個、電流プローブ 1 個。

※推奨スペック

オシロスコープ本体：サンプリング 2GS/s 以上、帯域幅 100MHz 以上。
 測定プローブ：100:1（先端の寄生容量が少ないもの）、帯域幅 100MHz 以上。
 電流プローブ：帯域幅 100MHz 以上

【測定治具】

- ① 設置台（発泡スチロール、ダンボールなど）
測定テーブル面からの高さを確保に使用。（縦 500mm×横 500mm×高さ 300mm 程度）
※送電・受電コイルをテーブル等の金属体から遠ざけるために使用。金属体がコイルの周囲にあると特性に影響を与えるため、測定時に影響がないか確認すること。
- ② ポリプロピレン板
送電デバイスと送電デバイスの設置板、送電コイルと受電コイルの間の距離調整に使用。
※ポリプロピレン板は誘電正接が小さく、入手が容易かつ安価であるためコイルの設置板に使用。

表 1. 樹脂特性の参考値

	測定周波数	誘電率	誘電正接
ABS	1kHz	3.03	0.0066
アクリル	1MHz	2.9～3.2	0.032～0.06
ポリカーボネート	1MHz	3	0.009～0.06
ポリプロピレン	1MHz	2～2.3	0.0002
ポリエチレン	1MHz	2.3	0.0002
塩ビ	1MHz	3	0.01
PET	1MHz	3.2	0.0021
ジュラコン	1MHz	3.7	0.007
テフロン	1MHz	<18.6	<0.0002

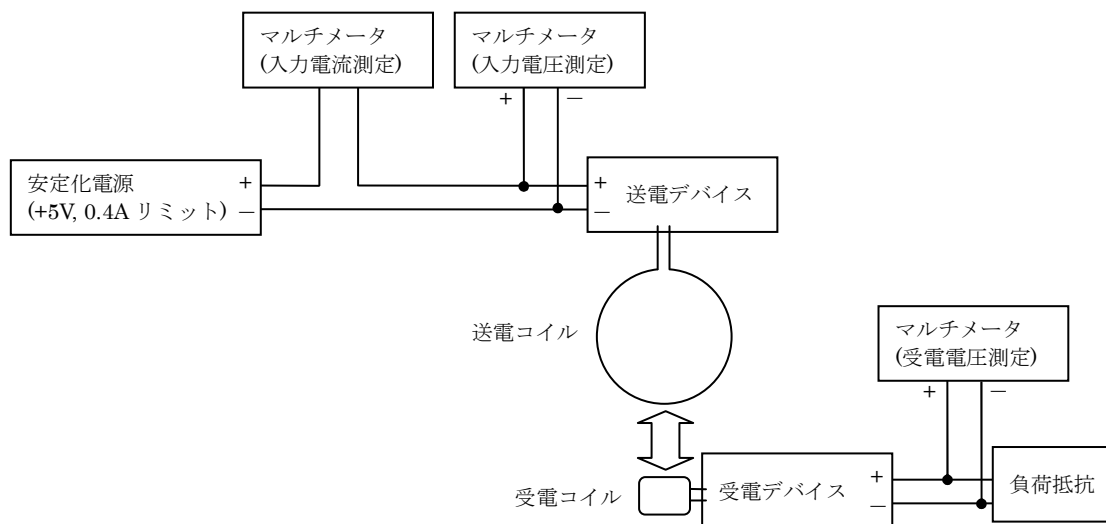


図 2. 測定ブロック図

2. 送電デバイス・受電デバイスの準備

2.1 受電デバイスの準備

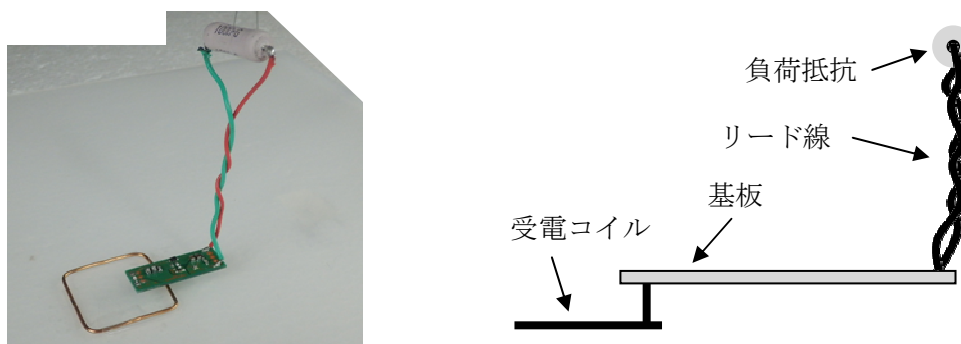


図 3. 受電コイル構成図

① 電コイルの準備

受電コイルを作製する。作製方法は*****を参照。

② 受電コイルの取付け

受電デバイスの基板に対して受電コイルを平行に取付ける。共振キャパシタンスの調整をし易くするために、受電コイルの取付け面は基板の裏面とする。

③ 共振キャパシタンスの取付け

共振キャパシタンスを基板に実装する。容量値の調整は 6.78MHz での実測値で実施。共振キャパシタンスの容量の決め方は別資料参照。(WPMc 共鳴調整設計書)

※本利用手順書では 6500pF を使用。

「受電デバイスの共振キャパシタンスの要求仕様」

- ・耐 圧：100V 以上
- ・温度特性：C0G (GRM2165C2A シリーズ、GRM1885C2A シリーズ等)

④ 負荷抵抗の取付け

負荷抵抗を AWG24 線長 80mm (ツイストペア処理前の長さ) のリード線で受電デバイスに接続する。リード線や負荷抵抗が受電コイルに近づくとも伝送特性に影響を与える為、図 3 のように受電デバイスの基板に対して 90 度上に向けて半田づけして、受電コイルとの距離をできるだけ離す。負荷抵抗には最大で 2W が供給されるため、定格電力に注意して負荷を選定すること。

※注意) 受電デバイスにデモンストレーション用の LED および負荷抵抗が実装されている場合は取り外すこと。(図 4 参照)

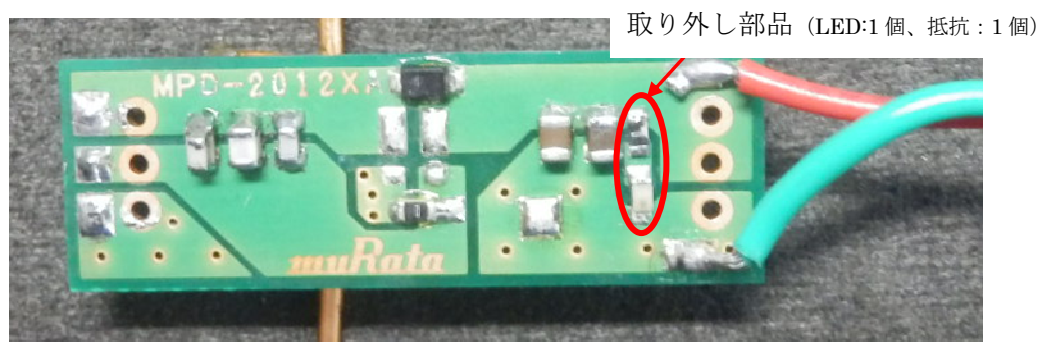


図 4. デモンストレーション用 LED および負荷抵抗の取付け位置

2.2 送電デバイスの準備

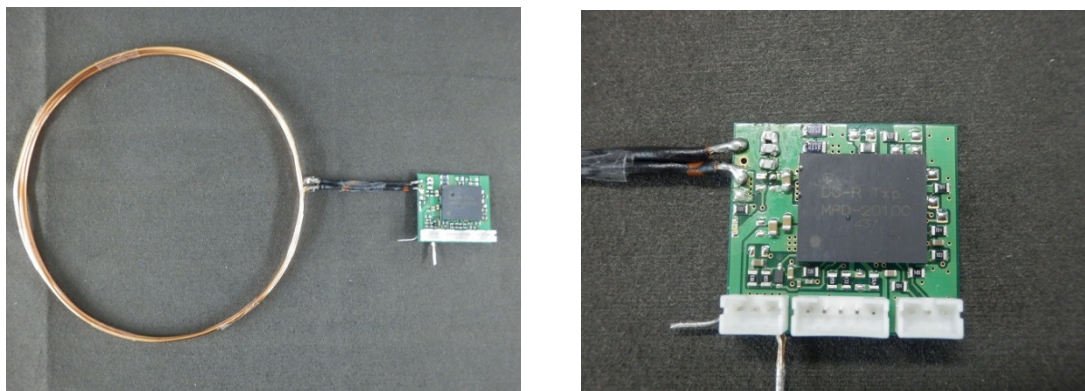


図 5. 送電コイルと送電デバイス

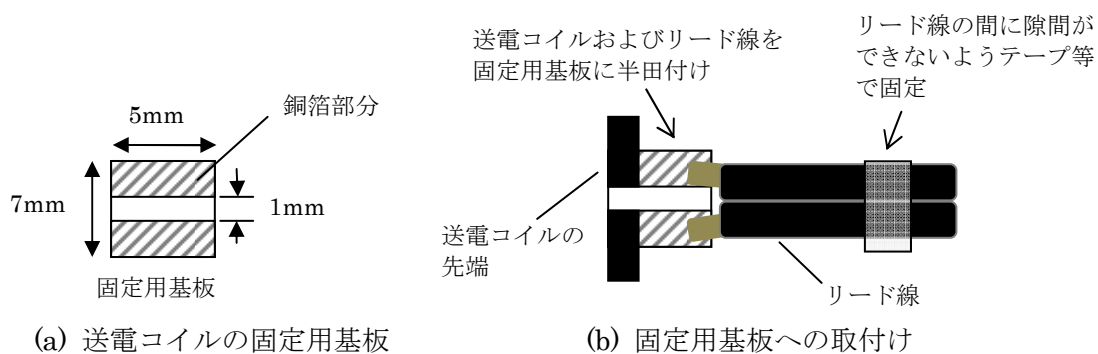
①送電コイルの準備

送電コイルを作製する。作製方法は*****を参照。

(本測定手順書では 1 ターンおよび 3 ターンの 2 種の測定を実施)

②送電コイルの取付け

測定時にコイルの径 (形状) に変化がないように送電コイルの先端を図 6(a)の固定基板に固定する。送電デバイスと送電コイルを接続するリード線は AWG20 の 50mm とし、図 6(b)のようにリード線の間に隙間ができないようにセロハンテープ等で並列に固定する。



(a) 送電コイルの固定用基板

(b) 固定用基板への取付け

図 6. 送電コイル固定用基板部



図 7. 送電コイルの取付け例

④ 共振キャパシタンスの取付け

共振キャパシタンスを基板に実装する。容量値の調整は 6.78MHz での実測値で実施。共振キャパシタンスの容量の決め方は別資料参照。(WPMc 共鳴調整設計書)

※本測定手順書では 1T コイルは 1220pF 、 3T コイルは 205pF を使用。

「送電デバイスの共振キャパシタンスの要求仕様」

- ・耐 圧：200V 以上
- ・温度特性：C0G (GRM31B5C2 シリーズ、GRM21A5C2 シリーズ等)

④送電デバイスの駆動

電源コネクタ部に直流安定化電源から+5V を供給する。デバイスの保護のため電流は 0.4A で制限する。オシロスコープで電源コネクタ部の電圧波形を測定し、入力電力が最も高くなると推定される条件で波形にリップルがないか確認する。電源コネクタ部に測定プローブを接続し難い場合は、図 8 のように電源コネクタ部分に測定ピンを取付けて測定する。電圧波形にリップルがある場合は、図 9 のように数 μ F 程度の低インピーダンス (ルビコン ZL、日本ケミコン KZE など) のキャパシタンスを接続して電圧を安定化させる。実際の測定において最も入力電力が高い条件で、再度リップルを確認する。

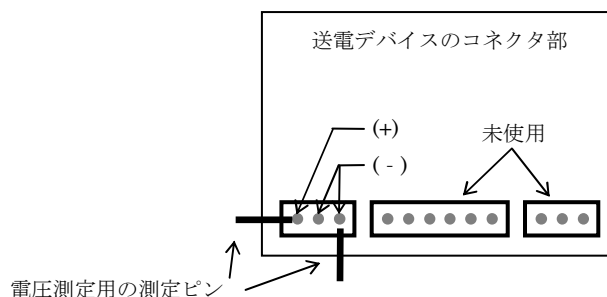


図 8. 送電デバイスの+5V 供給

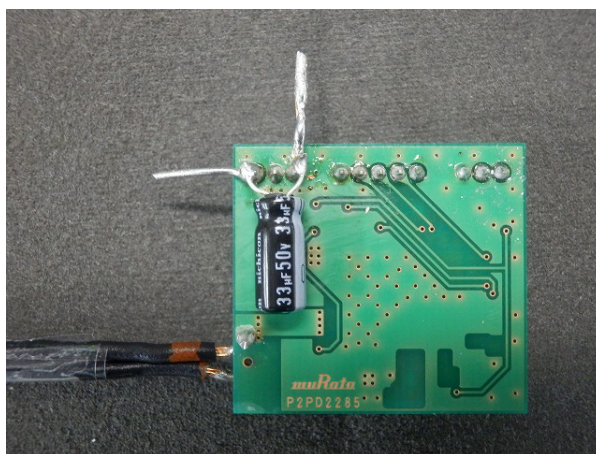


図 9. 電圧安定化キャパシタンスの取付け例

3. 送電コイルと受電コイル間の距離定義

コイルの間の距離は送電コイル設置板の上面から、受電コイル設置板の上面までとする。コイル間の距離の調整は距離調整板を図 10 のように挟み込んで行う。

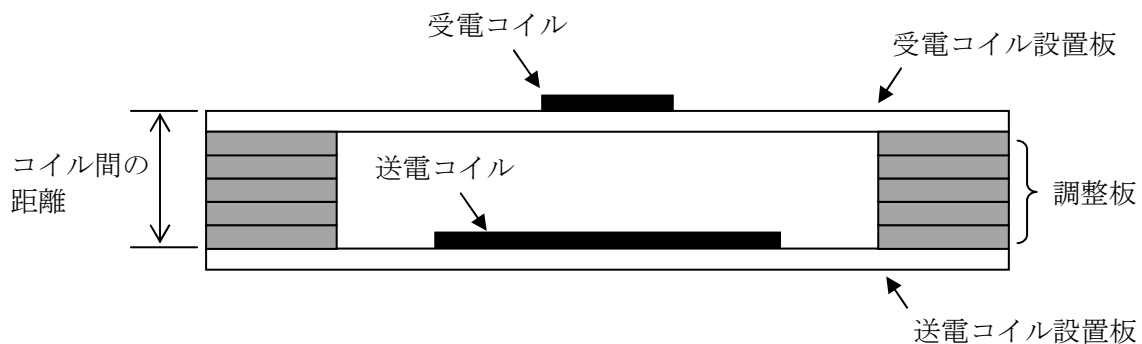


図 10. 送電コイルと受電コイルの間の距離の調整

4. 距離特性の測定

【測定内容】

送電コイルと受電コイルの間の距離を変化させて、距離変化に対する入力電圧・入力電流・受電電圧・総合効率の測定を行う。各電圧および電流の測定にはマルチメータを使用する。また、総合効率は以下の式で算出する。

$$\eta = \frac{\frac{V_{out}^2}{R_l}}{V_{in} \times I_{in}}$$

V_{out} : 受電電圧
 R_l : 負荷抵抗
 V_{in} : 入力電圧
 I_{in} : 入力電流

【使用機器】

直流安定化電源：1 台
マルチメータ：3 台

【測定条件】

入力電圧：5V（0.4A で制限）
 送電コイル：1T コイル、3T コイル
 負荷抵抗：100Ω
 測定距離：2mm ～ 20mm を 1mm 間隔で測定
 20mm ～ 40mm を 2mm 間隔で測定
 40mm ～ 50mm を 5mm 間隔で測定

4.1 測定のセッティング

図 11 のように送電コイル設置板の上に送電コイルと距離調整板を置く。送電コイルと受電コイルの中心を合わせながら距離調整板の上に受電コイルを載せた設置板を置く。

※測定時に規定の間隔となっているか確認を行うこと。

※送電、受電コイルは位置が動かないようポリプロピレンテープで設置板に止めておく。

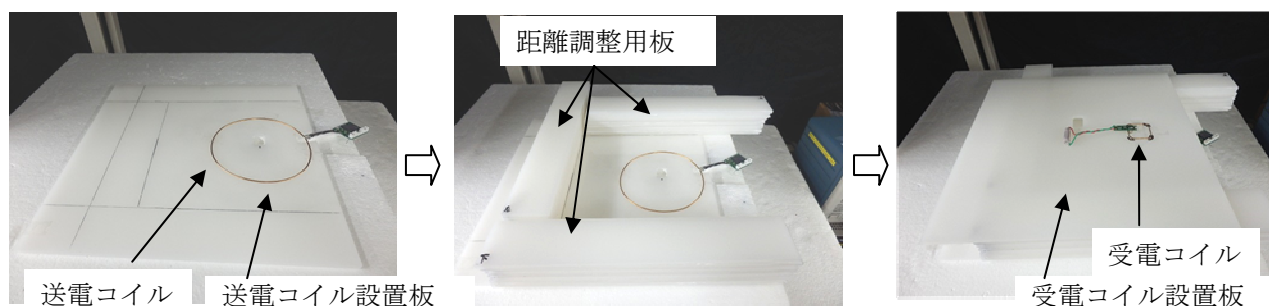


図 11. 測定セッティング状態

距離調整板にたわみがある場合は、コイルの特性が変化しないよう送電コイルや受電コイルから離し図 12 のようにおもりを設置する

おもりは距離調整板の
上の四隅に乗せる。

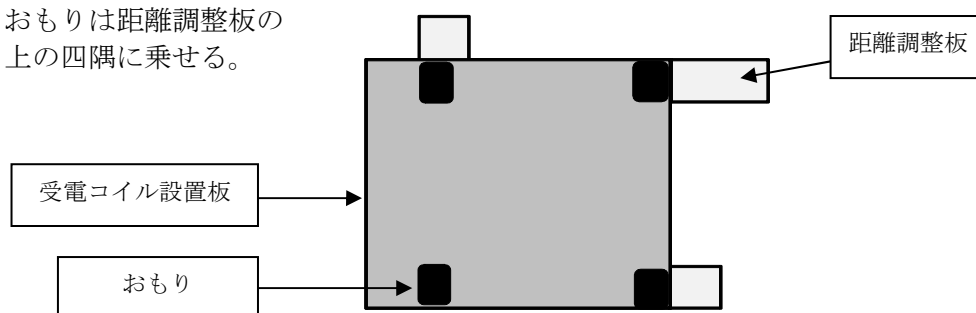


図 12. おもりの設置位置

4.2 測定ケーブルの接続

入力電圧の測定は図 13 のように送電デバイスの近傍で行う。受電電圧の測定は測定ケーブルの影響を無くすために、図 12 のように測定ケーブルを上面からたらして行う。5V 印加直後に測定するのではなく、特性が安定することを確認してから測定を行う。

注意) 測定にあたり、受電電圧が 40V に達した場合はその距離で測定を終了する。

測定時に 2.2 節④ (6 ページ) に従い、入力電圧にリップルがないか確認すること。

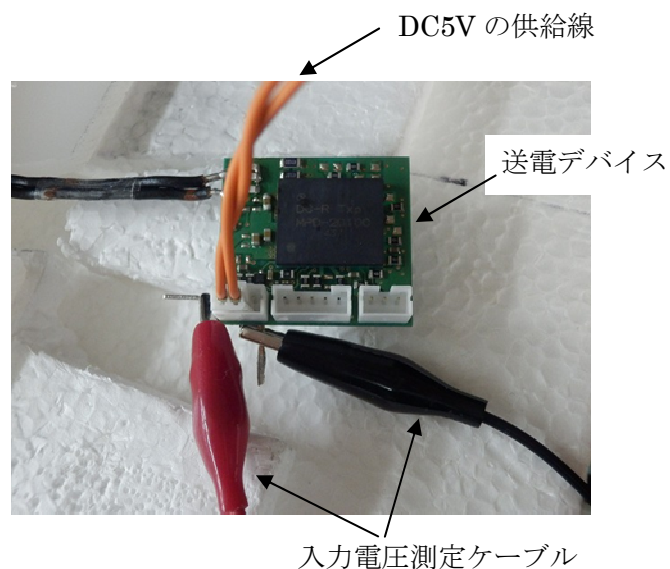


図 13. 送電デバイスの入力電圧測定の事例

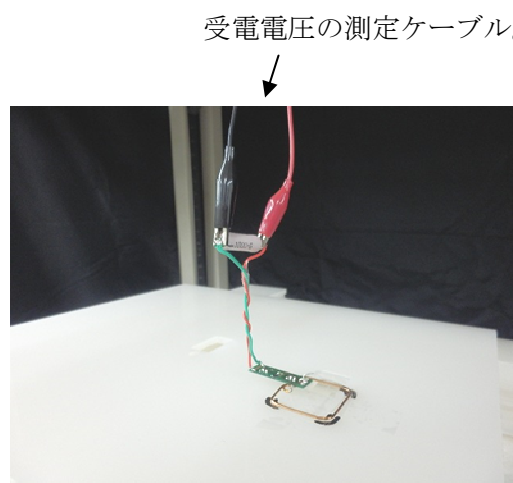


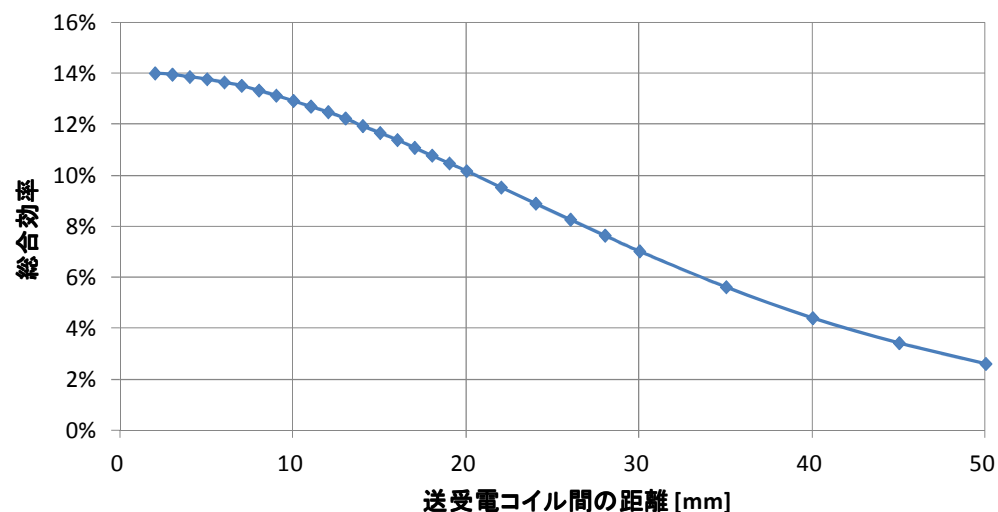
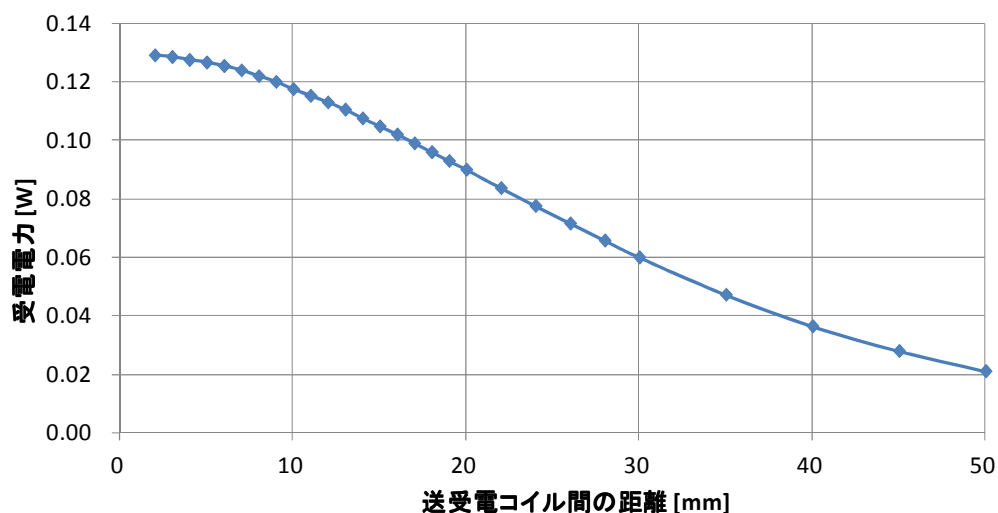
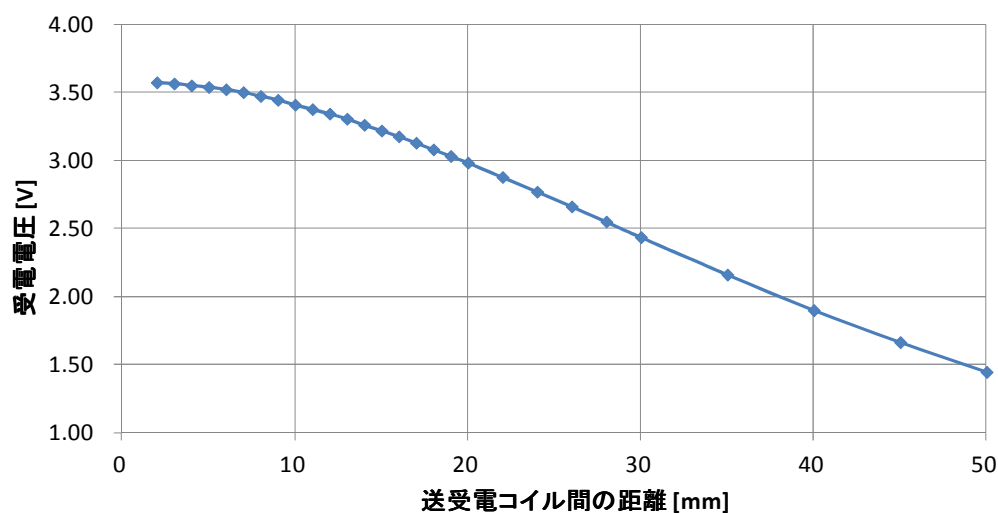
図 14. 受電電圧の測定状態

4.3 距離-給電特性の測定事例

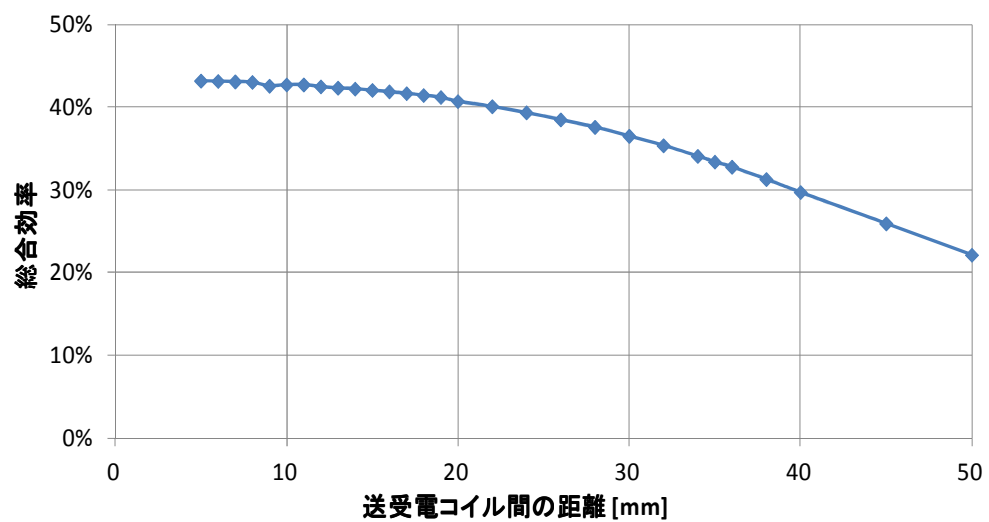
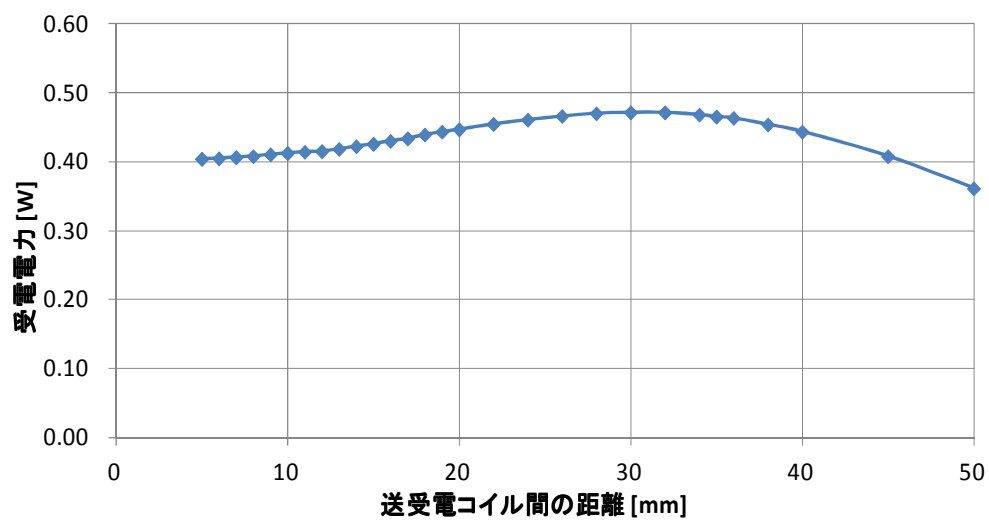
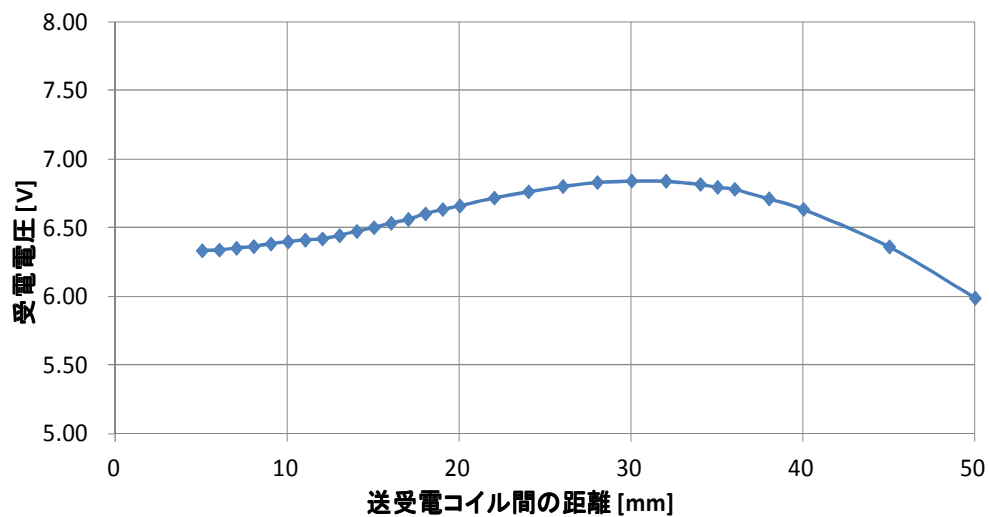
表 2. 受電デバイスに実装したキャパシタンス

使用したキャパシタンス	測定値
GRM2165C2A332JA01D	6496pF
GRM2165C2A222JA01D	
GRM1885C2A821JA01D	
GRM1885C2A101JA01D	
GRM21A5C2E330JW01D	

①1T の送電コイル使用時の測定結果



②3T の送電コイル使用時の測定結果



5. 負荷特性の測定

【測定内容】

受電デバイスに接続する負荷抵抗を変えて、負荷抵抗に対する入力電圧・入力電流・受電電圧・総合効率の測定を行う。各電圧および電流の測定にはマルチメータを使用する。また、総合効率は以下の式で算出する。

$$\eta = \frac{\frac{V_{out}^2}{R_l}}{V_{in} \times I_{in}}$$

V_{out} : 受電電圧
 R_l : 負荷抵抗
 V_{in} : 入力電圧
 I_{in} : 入力電流

【使用機器】

直流安定化電源：1 台
 マルチメータ：3 台

【測定条件】

入力電圧：5V（0.4A で制限）
 送電コイル：3T コイル、1T コイル
 負荷抵抗：82Ω, 100Ω, 220Ω, 330Ω, 440Ω, 750Ω, 1kΩ, 10kΩ, 100kΩ, 1MΩ
 送受電コイル間の距離：3T コイル＝5mm
 1T コイル＝2mm








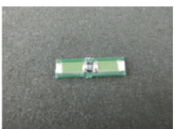

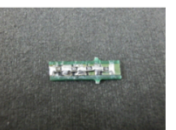
82Ω (MOS5C820G)	100Ω (MOS5C101J)	220Ω (AC05000002200JAC00)	330Ω (ERG5SJ331)
			
440Ω (AC05000002200JAC00 × 2)	750Ω (ERG5SJ751)	1kΩ (MOS5C102J)	10kΩ (RG2012N-103-W)
			
100kΩ (RG2012N-104-W)	1MΩ (RG2012N-104-W + RG2012N-304-W × 3)		
			

図 15. 測定に使用した負荷抵抗の一覧

5.1 測定のセッティング

距離・給電特性の測定と同様に送電コイルおよび受電コイルのセッティングを行う。

5.2 測定ケーブルの接続

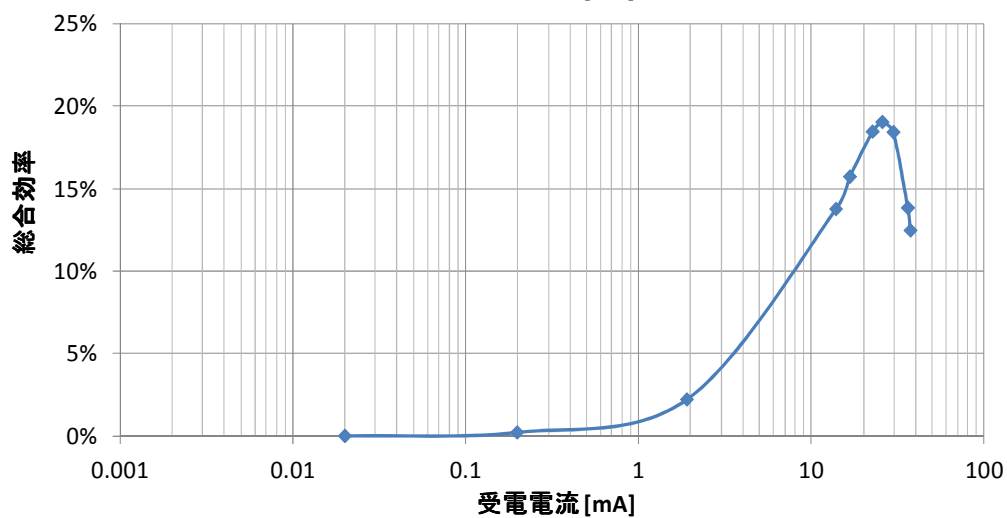
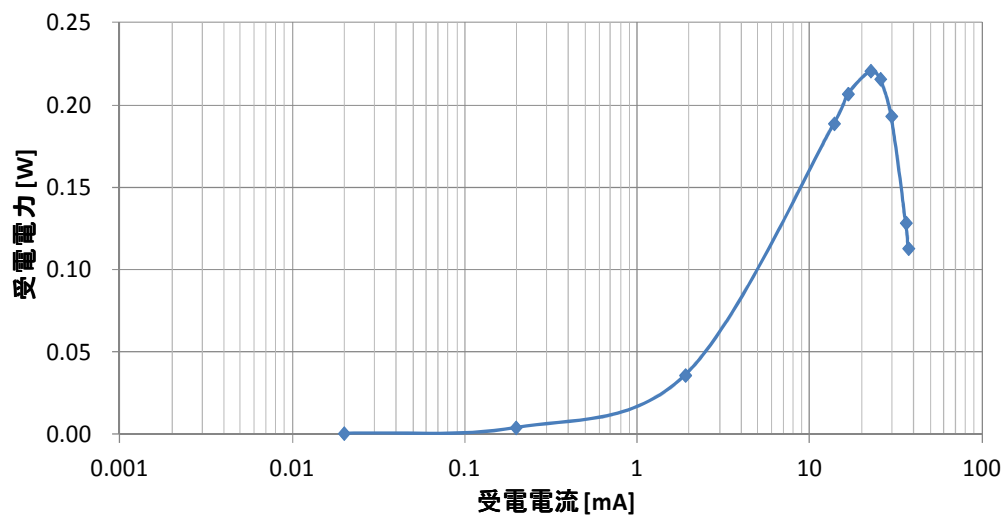
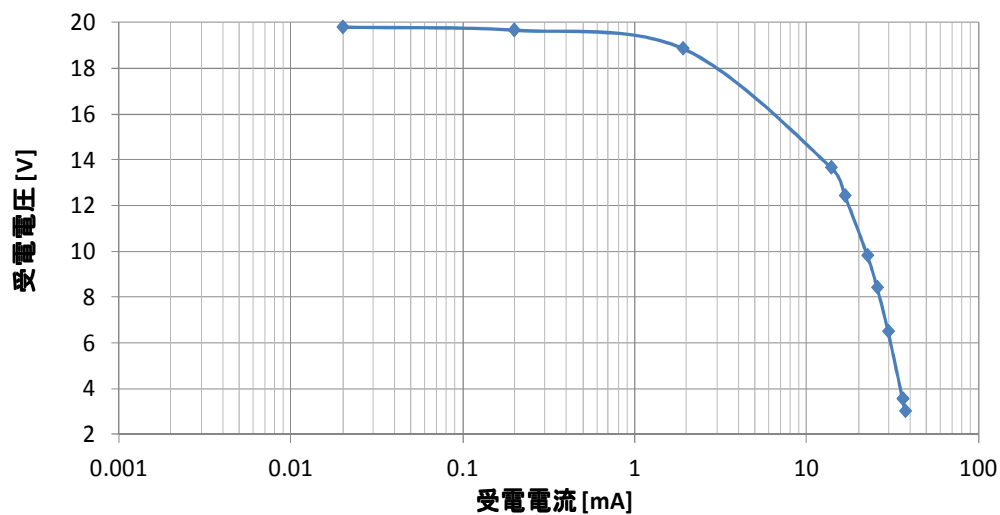
距離・給電特性の測定と同様に測定ケーブルを接続して測定を行う。

5.3 負荷特性の測定事例

表 3. 受電デバイスに実装したキャパシタンス

使用したキャパシタンス	測定値
GRM2165C2A332JA01D	6496pF
GRM2165C2A222JA01D	
GRM1885C2A821JA01D	
GRM1885C2A101JA01D	
GRM21A5C2E330JW01D	

①1T の送電コイル使用時の測定結果



②3T の送電コイル使用時の測定結果

