

# FM 放送波に対して PV モジュールが受信アンテナ化する可能性

## The Possibility of PV Modules acting as Receiving Antennas for FM Broadcast Waves

高橋夏生  
指導教員 米盛弘信

サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 産業応用研究室

キーワード：PV モジュール，放送波，受信感度

### 1. 緒言

近年、顕在化している地球温暖化が現状のまま続けば、2030 年代に最大 1.5 °C を超える温度上昇につながると考えられており、CO<sub>2</sub> 排出量を削減が必須である。このことから環境問題に対する意識が高まり、SDGs に示されている持続可能な開発目標の達成が急務になっている。同問題に対する解決策として再生可能エネルギーが注目されており太陽光発電へのエネルギーシフトが急速に進んでいる。その中で、2050 年までに日本の電力需要度の 30 % を太陽光発電で発電した電力で供給する計画がある[1]。しかし、PV モジュールが受信アンテナ化することにより周囲の雑音を受信し、太陽光発電設備周辺にノイズが集中してしまうことが報告されている[2]。これは、PV モジュールの P V セル同士を接続する導線（以下、バスバー）からノイズが周囲に放射され、周囲の様々な電子機器などに電磁障害を与える事例である[2]。

本稿では、PV モジュールが発電時、および非発電時に着目して FM 放送波 (76.5 MHz ~ 95.0 MHz) が PV モジュールでどの程度受信されるか確認したので報告する。

### 2. 実験方法

図 1 に実験構成のイメージを示す。PV モジュールから 1.2 m 離れた場所にダイポールアンテナを設置して、シグナルジェネレータから出力した信号をアンプで -3 dBm まで増幅した信号を送る。先

行研究[3]にて 93.0 MHz にピークがある可能性が示唆されており 93.0 MHz 周辺の測定を行った結果、先行実験[4]における測定下限周波数 87.5 MHz 以下にピークがある可能性を確認できた。そのため今回は、76.5 MHz から 500 kHz ずつ変化させて 95.0 MHz まで測定を行う。ダイポールアンテナは送信する信号周波数の波長に合わせて 2 エレメントの長さを変化させる。受信側には、PV モジュールを受信アンテナとして用い、PV モジュールとスペクトラムアナライザを同軸ケーブルで接続する。受信した信号をスペクトラムアナライザで記録する。照明はハロゲン灯を用いて光が PV モジュールへ均等に当たるようにする。ハロゲン灯の電源は、スライダックで電圧調整を行い、PV モジュール上の任意の 1 点の明るさが 457 W/m<sup>2</sup> になるようにした。測定は外部のノイズによる影響を避けるため電波暗室内で行う。同一な実験条件で、PV モジュールに光を照射して明るさを 457 W/m<sup>2</sup> にした場合と光を当てない場合の受信状態をそれぞれ 3 回ずつスペクトラムアナライザで記録する。そして、測定した信号強度の絶対値を取り、各点の平均値を求める。また、PV モジュールをアンテナと仮定した場合アンテナの特性の指標となる電圧定在波比をベクトルネットワークアナライザで測定する。さらに、電圧定在波比（以下、VSWR）と受信強度の相関性があるか確認する。

### 3. 実験結果

図2は、PVモジュールに光を照射して日射強度を $457\text{ W/m}^2$ にした場合と光を照射していない場合の信号の受信強度の測定結果である。図3はVSWRの測定結果を示す。 $457\text{ W/m}^2$ にした場合：77.5 MHz、光を照射していない場合：77.0 MHzで信号強度が最大となり、 $457\text{ W/m}^2$ にした場合も光を当てていない場合も77.5 MHz以下では受信強度が-39.2 dBm付近に集中している。このことから周波数が低いほど受信される信号強度が高くなることがわかった。また、発電の有無が信号の受信に影響を与えないことも確認された。したがって、PVモジュールは昼夜を問わず外来の信号による影響を受け続けると考えられる。このことから、受信感度が最も高い周波数は、本実験で測定した最低周波数である76.5 MHz付近、もしくは76.5 MHz以下に存在していると推測される。本実験では受信強度とVSWRの相関性は認めることができなかった。周波数を変化させると信号強度が変化することやVSWRが周波数によって異なることはバスの長さが影響している可能性がある。

### 4. 結言

本稿では、PVモジュールが受信アンテナ化するか調査するために、ダイポールアンテナから電波を放射した際に、PVモジュールが受けたノイズの受信強度を報告した。その結果、PVモジュールは明るさと関係なく受信アンテナ化し、昼夜を問わず影響を受けることが明らかとなった。また、今回の実験では電圧定在波比と受信強度の相関性は認められなかった。

今後、バスの長さを変化した場合、特性に変化が起きるか調査するため大きさの異なるPVモジュールで実験を行う必要がある。

### 参考文献

- [1] 一般社団法人太陽光発電協会：「感染症の危機を乗り越え、あたらしい社会へ「太陽光発電の主力電源化への道筋」、JPEA PV OUTLOOK 2050, <https://www.jpea.gr.jp/document/handout/> (参照:2023/10/23)
- [2] 中部電気保安協会太陽光プロジェクトチーム：「第10回周囲のラジオにノイズが！ 原因は“パネル内配線のア

ンテナ化”」, <https://xtech.nikkei.com/dm/article/FEATURE/20140603/355862/> (参照:2023/10/23)

- [3] 興太月, 米盛弘信：「PVモジュールのノイズ受信感度と高調波ノイズの関係」, サレジオ工業高等専門学校機械電子工学科令和4年度卒業論文, p.54, (2022)
- [4] 高橋夏生, 米盛弘信：「放送波に対してPVモジュールが受信アンテナ化する可能性」, 2023年(第41回)電気設備学会全国大会講演論文集, p.3, (2023)

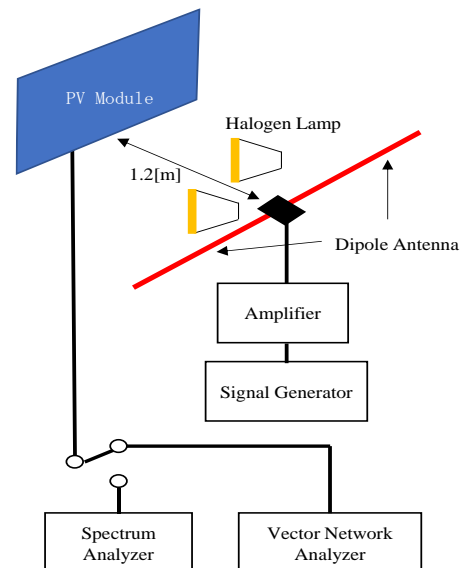


図1 実験構成

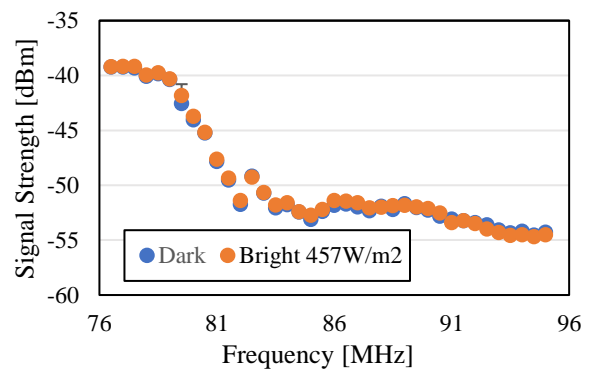


図2 各周波数における受信強度

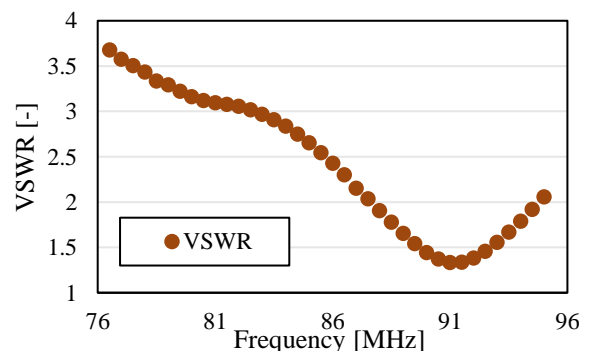


図3 各周波数における電圧定在波比