

## 演習(宿題) No.1

学生番号 \_\_\_\_\_ 氏名 \_\_\_\_\_

by Miyatake with p<sup>L</sup>A<sup>T</sup>E<sup>X</sup> 2<sub>ε</sub>

### 必修問題

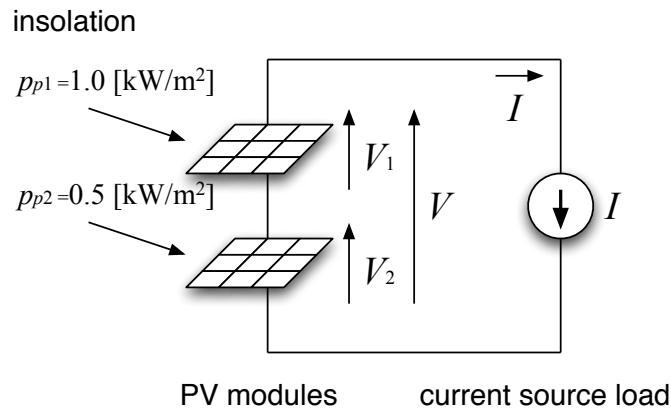


図 1: 直列接続された太陽電池モジュール

図 1 に示すように、2 枚の太陽電池モジュールが直列に接続されている。下側のモジュールには薄い影がかかっており、日射量は上側の半分となっている。簡単のため、負荷を電流源とみなし、電流を自由に設定できるとする。

モジュール 1 枚の  $V$ - $I$  特性は、(1) ~ (3) 式で表されたとする。基本は (1) 式だが、電圧・電流が負にならないようにダイオードを挿入しているため、(2),(3) 式を考慮する必要がある。なお、この式は一例であって、モジュールによって異なる。

$$I = -8.66 \times 10^{-5} \exp(0.482V_i) + 3.281p_{pi} \quad (I \leq 3.281p_{pi}, V_i \leq \frac{1}{0.482} \ln \frac{3.281p_{pi}}{8.66 \times 10^{-5}}) \quad (1)$$

$$V_i = 0 \quad (I > 3.281p_{pi}) \quad (2)$$

$$I = 0 \quad (V_i > \frac{1}{0.482} \ln \frac{3.281p_{pi}}{8.66 \times 10^{-5}}) \quad (3)$$

ただし、 $V_i, I$  の単位はそれぞれ  $V, A$  である。また、 $p_{pi}$  は太陽光のエネルギー密度であり、上側は  $p_{p1} = 1.0 \text{ [kW/m}^2\text{]}$ 、下側は  $p_{p2} = 0.5 \text{ [kW/m}^2\text{]}$  とする。

この時、2 枚のモジュール合計の電圧-電流 ( $V-I$ ) 特性、および電圧-電力 ( $V-P$ ) 特性をグラフに描け。ただし、縦軸を  $I$ 、横軸を  $V$  とし、第 1 象限のみ考える。

また、陰の全くない  $p_{p1} = p_{p2} = 1.0 \text{ [kW/m}^2\text{]}$  の時の特性も同じグラフ上に表し、最大電力を比較し、それを考察せよ。

## 解き方

2枚のモジュールに流れる電流  $I$  は共通である。そこで、電流  $I$  が流れている場合のモジュール電圧  $V_1, V_2$  を (1) ~ (3) 式から求め、その和を取ればよい。すなわち、(4) 式である。

$$V = V_1 + V_2 \quad (4)$$

なお、(1) 式では、 $I$  から  $V$  を求めるので、逆関数を計算しなくてはならない。逆関数は、(5) 式である。

$$V_i = \frac{1}{0.482} \ln \frac{3.281p_{pi} - I}{8.66 \times 10^{-5}} \quad (5)$$

さらに書くと、

$$V_1 = \frac{1}{0.482} \ln \frac{3.281p_{p1} - I}{8.66 \times 10^{-5}}, \quad V_2 = \frac{1}{0.482} \ln \frac{3.281p_{p2} - I}{8.66 \times 10^{-5}} \quad (6)$$

である。ここで、(2) 式の存在を忘れてはならない。よって、次のように修正する。なお、下記の関数  $\max$  は、2つの要素の中で、大きい方を選択するという意味である（電圧は常に 0 以上）。

$$V_1 = \max \left( \frac{1}{0.482} \ln \frac{3.281p_{p1} - I}{8.66 \times 10^{-5}}, 0 \right) \quad (7)$$

$$V_2 = \max \left( \frac{1}{0.482} \ln \frac{3.281p_{p2} - I}{8.66 \times 10^{-5}}, 0 \right) \quad (8)$$

(4), (7), (8) 式から特性を求めることができる。

なお、(3) 式は  $I > 0$  の範囲で考えれば問題なく、 $I = 0$  の場合は曲線が横軸正の方向に伸びていくだけのことである。

結果については、Excel 等、表計算ソフトでグラフを描かせるのが一番容易だろう。電流から電圧を計算する形となる。ただし、電圧が急変化する所（グラフが水平に近い部分）では電流を細かく取らないと綺麗なグラフにならない。

## 発展問題

余裕があれば、次について考えてみよ。

- (1)  $p_{p2}$  は陰の濃さによって変わる。 $V - P$  特性に現れる 2つの極大点の電力が同じになる  $p_{p2}$  を求めよ。
- (2) 3枚以上のモジュールをつないだ場合の  $V - I, V - P$  特性はどうなるか？
- (3) 2枚のモジュールを並列につないだ場合の  $V - I, V - P$  特性はどうなるか？

## 提出

10月30日(月) 本授業開始時(9:15)とする。教室で回収する。結果と、それに対する考察のみ書けば良い。学生番号・名前を忘れず記入すること。