

宿題 No.1

学生番号 _____ 氏名 _____

by Miyatake with pLATEX 2ε

次回までに2週間あるため、簡単な宿題を出すこととした。

必修問題

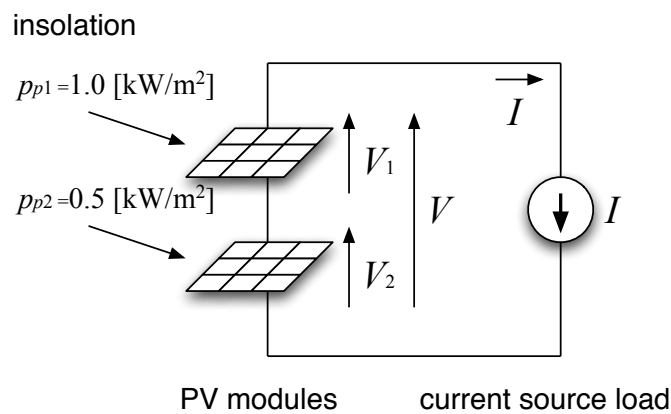


図 1: 直列接続された太陽電池モジュール

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 $p_{p1} = 1.0 [kW/m^2]$ 、下側は $p_{p2} = 0.5 [kW/m^2]$ 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。

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可能性がある。

選択問題

次のうち、最低 1 問を解答すること。

- (1) $p_{p2} = 1.0 [\text{kW}/\text{m}^2]$ の時の最大電力も求め、必修問題で求めた $p_{p2} = 0.5 [\text{kW}/\text{m}^2]$ の時の最大電力と比較せよ。
- (2) 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。
- (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

11月8日(月) 本授業開始時(9:20)とする。教室で回収する。結果と、それに対する考察のみで良い。学生番号・名前を忘れず記入すること。