

需要変動を考慮した太陽光発電システムの設計方法に関する研究

環境計画研究室 福永 剛士

1 背景と目的

本研究では、50 人程度の集落において太陽光発電システムのみで電力を賄う場合に必要となる太陽光パネルの規模、バッテリー容量、コストなど求めた。これは、電力を賄うために重油などを船で運び主に火力発電で電気を賄っている離島や、長い送電距離の先にある集落などを想定しての検討である。

2 研究方法

太陽光発電システムの発電量は日射量に大きく影響される。日射量は天気により規定されることから、天気を晴、曇、雨の 3 つに分類し、それぞれの天気ごとに日射量を関連させ固定値とした。天気の変動はマルコフ連鎖を用いた。

太陽光発電システムのみで電力をすべて賄う場合、電力需要量の変動を考慮する必要がある。東京電力の電力需要実績データをもとに、sin 関数を用いた近似曲線を描き、そこに正規分布を与えることで変動を与えた。上記の条件のもと、太陽光パネルとバッテリーの容量を任意に設定し、1 日ごとに計算した。前日までの蓄電量と当日の発電量および当日の電気需要量を求めた。この計算を 100 年間分を行った。

前日までの蓄電量と当日の発電量が当日の電気需要量を下回った場合を停電とし、平均年間停電回数を求めた。太陽光パネルとバッテリーの容量を変更して上記計算を繰り返していき、応答曲面法によって停電回数を太陽光パネル容量とバッテリーの容量で表す関数を求めた(図 1)。その後、停電回数が年間 1 回以下となる太陽光発電システムの設置コストを求めた。

3 結果と考察

太陽光パネルの容量とバッテリーの容量を設定し、停電回数が 1 回程度となる設備の設置コストを求めた。図 2 より、定格容量 360 kW から 370 kW のあたりに、最も安くなる設備規模があることが分かり、パネル容量が 349 kW から 371 kW、バッテリー容量を 544 kWh から 756 kWh の範囲で応答局面を求めた。その結果、停電回数を太陽光パネル容量とバッテリーの容量で

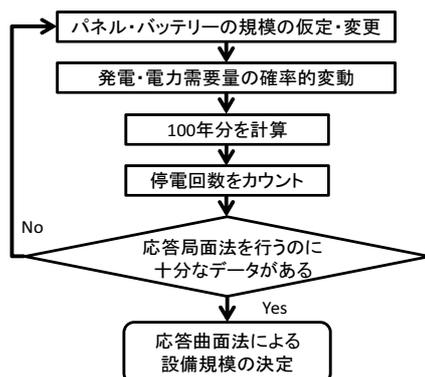


図 1. 設備規模を算出する際におけるフロー図

表した関数は式 (1) と図 3 のようになった。

$$Z=0.775-0.674\times P-0.596\times Bb+0.230\times P\times Bb+0.288\times P^2+0.265\times Bb^2\cdots\cdots\text{式(1)}$$

P はパネル容量, Bb はバッテリー容量である。

図 3 において、停電回数が 1 回となる太陽光パネルおよびバッテリー容量の関係に対し、それぞれの設備費および土地代を考慮して太陽光発電システムの導入費用を求めた (図 4)。人口 50 人の集落に対して年間 1 回の停電を許容する設備仕様は、太陽光発電のパネル容量が 361 kW、バッテリー容量が 602 kWh となり、費用は 2 億 8 千 2 百万円という結果となった。

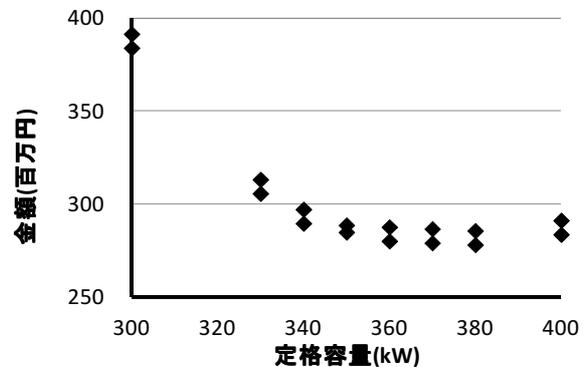


図 2. 停電回数が 1 回に近い設備にかかる金額

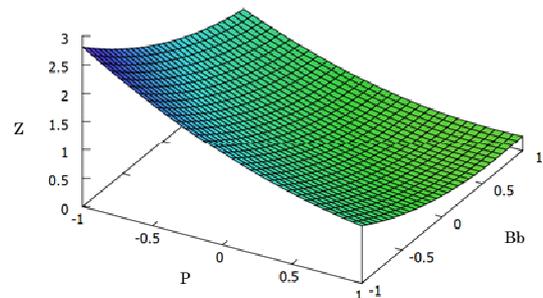


図 3. 停電回数と設備の関係を表した曲面

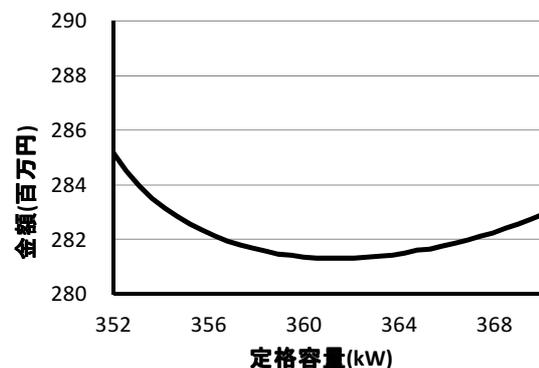


図 4. 停電回数 1 回の設備にかかるコスト