

太陽光発電アレイシミュレーション

松川 洋 (B4)

1. 導入

今後、太陽電池の大量普及に伴い、需要家のニーズも多様化し、太陽光発電アレイはあらゆる場所に設置されると予想される。具体的には、壁面、傾斜した屋根、寄せ棟、北側を向いた面など、同じシステム内に複数の傾斜角や方位角を持つシステムが考えられる。しかし、それらのシステムの電気的特性ははっきりしていないのが現状である。

そこで、異平面アレイの発電特性を明らかにするために、モジュール1枚1枚の電流電圧特性(I-V カーブ)を結線方法に従って合成していく手法を考察した。シミュレーションによって、発電特性を予想し、あらゆる太陽光発電システム設計時の指針とすることが本研究の目的である。

2. 研究方法

2.1 実験

シミュレーションのための予備実験として、JQA ソーラーテクノセンター(静岡県浜松市)にある、アレイ多姿勢模擬試験設備において実験を行い、異平面アレイを直列接続したシステムの基礎データを取得した。図1がその概略図である。この装置は、モジュールと日射計が6方位、計13組あり、あらゆる設置形態が模擬できる。

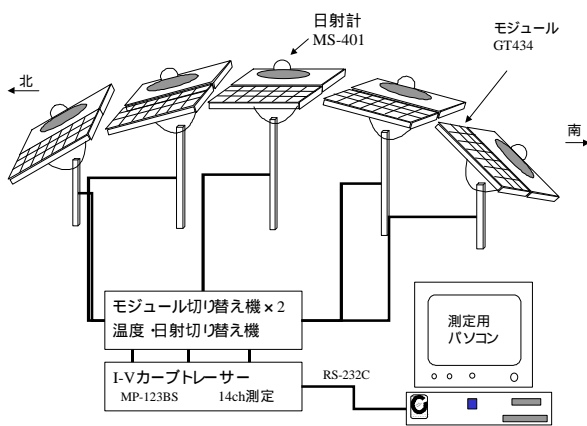


図1. アレイ多姿勢模擬試験設備

2.2 シミュレーション

シミュレーションは以下の項目から計算される。

モジュール定格

V_{oc} : 解放電圧[V]、 V_{pmax} : 最適動作電圧[V]
 I_{sc} : 短絡電流 [A]、 I_{pmax} : 最適動作電流[A]
 m : 1モジュール内の直列セル枚数[枚]

各モジュールごとの変動量

G_A : 日射強度[kW/m²]、 T : セル温度[]
 これらを下に式(1)から I-V カーブを算出する。^[1]

$$I = I_{ph} - I_0 \left[\exp \left\{ q \left(\frac{V + R_s I}{m n k T} \right) \right\} - 1 \right] - \frac{(V + R_s I)}{R_{sh}} \quad (1)$$

I : 電流[A]、 V : 電圧[V]、
 I_{ph} : 光起電流[A]、 I_0 : 飽和電流[A]、
 R_s : 直列抵抗[]、 R_{sh} : 並列抵抗[]、
 n : ダイオード因子、
 k : ボルツマン定数[J/K]

I-V カーブは式(1)を Newton-Raphson 法によって収束計算を行って算出する。理論的な I-V カーブは、各モジュールごとに算出し、それらを配線に従って直並列に合成していく。その際、バイパスダイオード、ブロッキングダイオードの有無も考慮する。これらのシミュレーションの概要は図2のようになる。現在のところ、METPV^[2]などの気象データベースを利用していないが、将来的に図2のように導入する予定である。

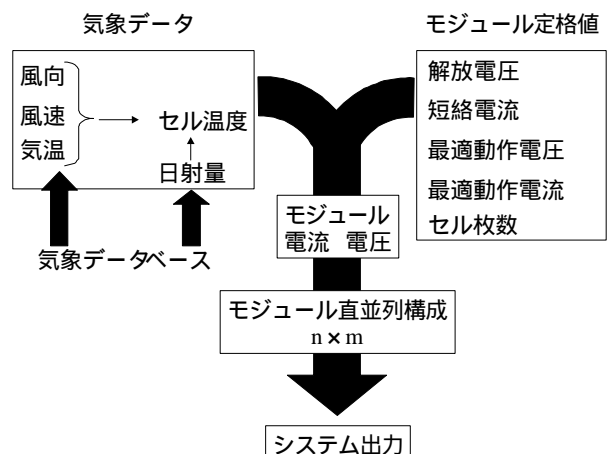


図2.シミュレーションの概要

実験結果とシミュレーションでの計算値を比較したのが図3である。図3は傾斜角の異なる3枚のモジュール(0°, 10°, 20°)を直列接続させたものである。

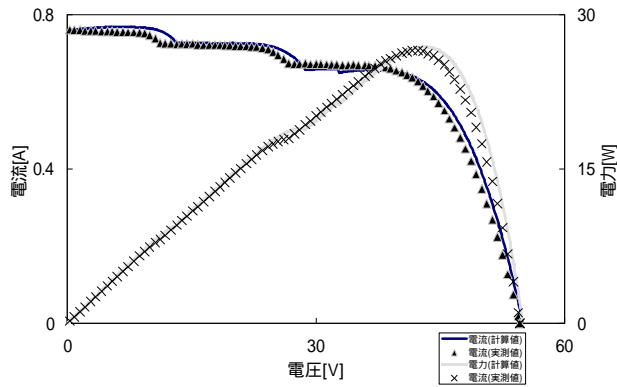


図3. 傾斜角の異なるモジュール3枚を直列接続した際のシミュレーションと測定値の比較

結果として比較的高い精度でシミュレーションすることができたと思われる。JQA のデータでは誤差率を 10% 以内に収めることができた。しかし、計算結果から大きくはずれるものもあった。現段階のシミュレーションではモジュールに照射される日射量とセル温度から、出力特性を算出するため、種々の損失(影、汚れ、直流回路損失、入射角依存性など)が考慮されていない。これらを考慮に入れることで、より正確なシミュレーションができると思われる。しかし、ここでは、日射強度が重要なパラメータとなっており、これを正確に推定または定義することが課題となる。また、物性的な理論式では必ずしも精度が上がらないため、現在提案されている幾つかの換算式を検討、導入し、正確なシミュレーションを行っていくことも必要であると思われる。

2.3 今後の予定

今後はシミュレーションをより精度を上げていくと共に、データベースなどを利用し、より汎用性の高いものにしていく予定である。

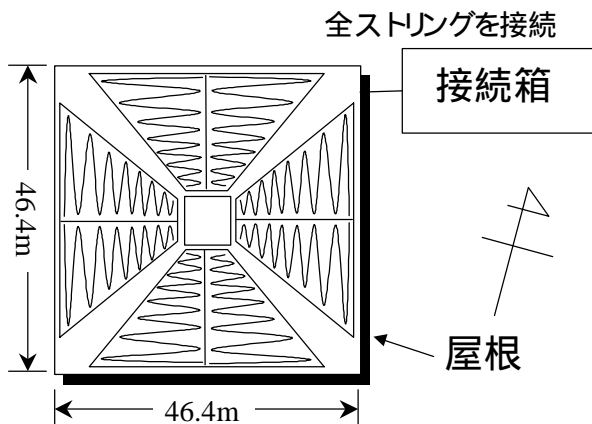


図4. 鳳凰高校武道館システム概略図³⁾

また、現在、シミュレーションのケーススタディとして、異平面アレイの代表的なサイトである、鹿児島県加世田市の鳳凰高等学校武道館

システムでの測定実験を関係各機関と計画している。図4は鳳凰高校武道館システムの概略図である。このシステムは4方位を向いているのに加え各面が垂直方向に曲面を帯びているため、実験結果には大変興味がある。また、図5はシミュレーションモデル全体の概要である。

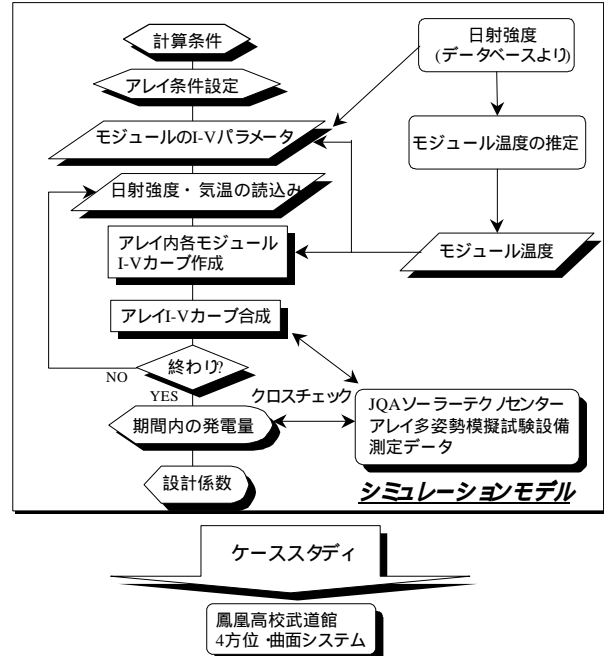


図5. シミュレーションモデル³⁾

3. まとめ

このシミュレーションはモジュールごとの I-V カーブを定格値と日射強度、温度から求めるものである。そのため、任意面日射量予測、直散分離、入射角依存性などの各種損失の推定などの技術を検討することにより、あらゆる場所とシステムの出力特性を推定できると思われる。このことにより、システム設計はもとより、システムの運営・管理・保守、発電量予測などにも役立つと思われる。

参考文献

- [1]渡辺他,「日陰を考慮した発電推定法に関する検討」,太陽/風力エネルギー講演論文集(1998)
- [2]板垣他,「太陽光発電システムシミュレーション用データ METPV の整備」,太陽/風力エネルギー講演論文集(1996)
- [3]松川,黒川他「太陽電池を複数の方位角、および傾斜角に設置した太陽光発電アレイのシミュレーション」,太陽/風力エネルギー講演論文集(1998)