

# システム解析

片岡 克成 (M1) 川口 博嗣 (B4)

## 1. はじめに

エネルギーの有効利用には、エネルギー技術の評価をミクロからマクロな視点で行う必要がある。このような評価はシステムの設計において重要なファクターである。

本研究では太陽エネルギーの有効利用法の一つである独立型太陽光発電システムの分析とグローバルなエネルギーシステム評価を行っている。

## 2. 独立形PVシステムシミュレーション

### 2.1 研究背景・目的

独立形太陽光発電システムは、小規模でも発電が可能、燃料輸送が不用等といった特徴がある。特に、発展途上国や離島では、発電所を含めた電力網の整備を考えると、小規模である場合、貯蔵システムのあるこのシステムが普及すると考えられる。システムを設計する上で、シミュレーションはシステム容量や運用モードを決定するために重要な役割を果たす。本研究では、実在のシステムをモデルにしたシミュレーション結果と実際の運転データと比較し、シミュレーションの妥当性を明らかにすることが目的である。

### 2.2 システム構成

シミュレーションの対象にした独立形システムは、図1に示すように太陽電池アレイ出力に鉛蓄電池とインバータを介した負荷が並列に接続されたシステムである。

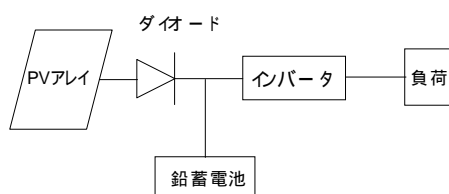


図1.システム構造図

太陽電池の出力はダイオードを介して鉛蓄電池に接続される。そのため、アレイの動作電圧は鉛蓄電池の充電状態によって決まる。蓄電装置は、発電電力の安定化や負荷パターンの適合には必要であり、コストが安くて技術的に確立している鉛蓄電池が用いられている。本研究では、JQA（財）日本品質保証機構）の浜松ソーラーテクノセンターに設置されているシステムを用いて、アレイ出力特性のシミュレーション

を行った。

### 2.3 研究結果

現在のシミュレーションは、アレイの出力特性に8%の誤差が生じている。その誤差を修正するため、各セルパラメータを用いて、感度解析を行い、セルへの影響を調べた。その結果、汚れによる損失や配線の接続による損失が大きかった。そこで、これらの損失を考慮すると2%まで誤差を修正することができた。

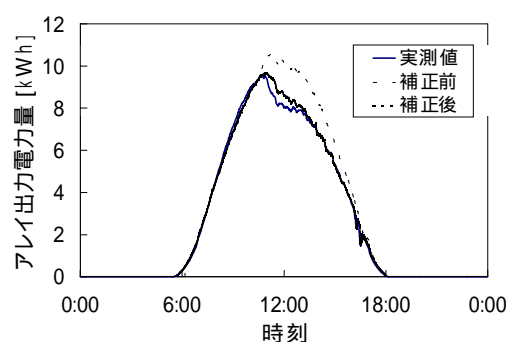


図2.アレイ出力電力量

### 2.4 まとめ・今後の課題

今回のシミュレーションは、主にアレイ出力特性を一致させることが目的であった。その結果、2%まで誤差を修正することができた。

今後の課題として、蓄電池の過放電、過充電の制御のあるチャージコントローラを挿入したシステムを検討する。1kW未満のアレイに合った蓄電池を用いて、蓄電池の寿命や劣化を早めないように最適な負荷を選択するシミュレーションを行う。

また、コンバータをシステムに組み込むことで、どの程度、電力量の向上が見込めるかを検討し、モンゴルの実測データと比較し、検討を行う予定である。

## 3. エネルギーシステムの分析

本研究では、モデルを使い、エネルギーシステムの分析・評価をマクロな視点で行う。

### 3.1 モデルの概要

エネルギーシステム解析に使用するモデルは、長期多地域型エネルギーモデル GOAL (Global Optimal Assessment Links) である。このモデルは以下のような特徴を備えている。

・モデル対象地域はアジア - 日本、中国、インドネシア、マレーシア、シンガポール、タイ、

フィリピンの7ヶ国である。地域性を表すために広大な面積を持つ中国に対しては東北・北部、東部・中南部、西北・西南部の3地域に、島であるインドネシアを内島部、外島部に分割している。

- ・10年を1期として、1990年（基準年）を中心とする期（1986年～1995年）から2050年を中心とする期（2046年～2055年）までの7期70年間を分析期間とする。

- ・対象とするエネルギーシステムは採掘部門、輸送部門、転換部門と分類する。システムの構造は各国（地域）の特徴を表現できるようになっている。基本的な地域エネルギーシステムのモデル図を図3に示す。

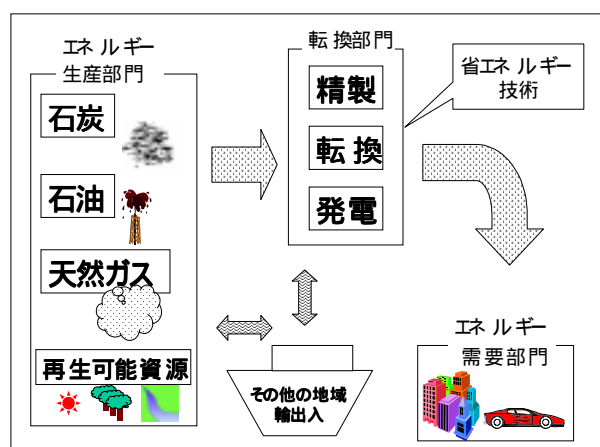


図3 地域エネルギーシステムのモデル図

- ・採掘資源に対する埋蔵量と採掘量を考慮している。生産量は確認

- ・最適化の目的関数は以下のものである。

$$\text{目的関数} = \text{総システムコスト} + K \times \text{総環境負荷排出量} \\ \text{最小化}$$

K：重み係数

この重み係数 K は炭素税にあたり、0.01 で 10ドル/ton となる。

- ・総システムコストは国別のエネルギーシステムコストと対象国どうし間のエネルギー輸送費用の総和として計算する。国別のエネルギーシステムコストは採掘・転換・サブ地域間輸送の各段階における設備建設費用・運転保守費用・エネルギー費用・その他の世界（ROW）とのエネルギー輸出入費用の総和である。

- ・環境負荷として二酸化炭素、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、ばいじんの排出量を採掘・輸送・転換の各段階で計算する。モデルに組み込んだ技術は40種類の発電技術、約10種類の燃料転換技術、約8種類のエネルギー長距離輸送技術、約40種類の省エネルギー技術である。

### 3.2 CO<sub>2</sub>排出量抑制効果

GOAL モデルを用いて、CO<sub>2</sub> 排出量を抑制に対する SO<sub>x</sub> の排出推移について評価する。最適化条件として、目的関数の重み係数を変化させモデル上で排出抑制する場合としない場合の SO<sub>x</sub> 排出量の推移を計算した。結果は図4に示すとおりである。

1990年から2000年の期間では排出量の差が小さいが、2010年以後、SO<sub>x</sub> の排出量は抑制なしであるなら増加し続け、抑制することで排出量も減少させることができる。

このような推移を示す理由はまず、化石燃料の利用量に依存すると考えられる。抑制なしの場合には総システムコストが最小という目的で最適化が行われている。すると、コストが安価な石炭の需要が大きく伸びる結果となる。しかし、抑制することによって SO<sub>x</sub> 排出量が減少する理由は排出抑制費用を大きく設備に投資することができるので、環境負荷の大きな化石燃料の利用は押さえられ、その他の天然ガス、原子力、再生可能エネルギーの利用されるようになる。

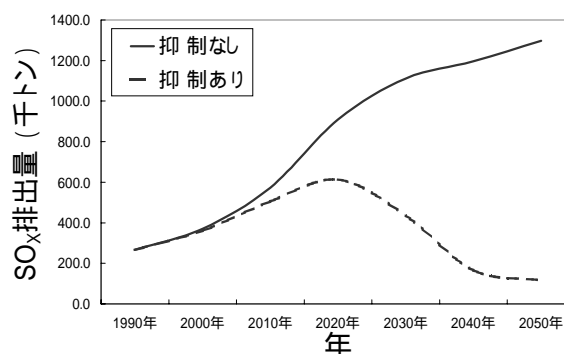


図4 CO<sub>2</sub>排出量抑制効果

### 3.3 今後の課題

アジア地域の発電部門における環境問題とエネルギーについてモデル解析を行った。この結果ではCO<sub>2</sub>排出量の削減のみの条件で最適化を行ったが、環境問題はその他の環境排出物によっても起こる。他の条件での環境問題の分析を行っていく。

### 4.まとめ

システム解析により、エネルギー技術の定量的な評価を行うことができる。現段階で想定されているシステム評価の要素にさらにデバイスの要素、システムの要素、経済的要素などを加え、パーソナルなモデルを構築していく。