

農業経営を踏まえた営農型太陽光発電の導入計画策定手法の開発  
Development of planning method of agrivoltaic system installations  
based on agricultural management

○高柳洋人\* 栞原良樹\*\* 林雅秀\*\*

○Hiroto TAKAYANAGI\* Yoshiki KUWABARA\*\* Masahide HAYASHI\*\*

## 1. はじめに

日本では脱炭素社会の実現や低いエネルギー自給率の解決を担う主力電源として、再生可能エネルギーの導入が拡大している。中でも農地の上部空間に太陽光発電設備を設置し、営農を継続しながら発電を行う営農型太陽光発電(以下、AV)は、発電電力の自家利用や販売による農業経営の改善が期待できる。AVは健全な営農が前提となるが、AV設置は生産物の減収や作業効率の低下など、営農に影響を及ぼすことが想定されるため、農業経営に合わせた適切な導入計画が必要になる。

斉藤・磐田(2024)<sup>1)</sup>は、固定価格買取制度(以下、FIT)や太陽光発電設備の第三者所有モデル等の各事業モデルにおけるAVの収益性を分析しているが、農業経営は考慮されていない。本間ら(2016)<sup>2)</sup>は太陽光パネルの遮光による減収のみを考慮し、FITによる売電を想定した収益性を試算しているが、農業経営と発電事業を包括的に分析した研究は見当たらない。

そこで本研究では、農業経営におけるAVを導入した場合の会計モデルを構築し、発電事業における適切な販売単価と販売数量の関係性を推定することで、適切な導入計画の策定手法を提案することを目指す。

## 2. 研究方法

農家がAVを導入した場合の会計モデルは、農業部門と発電部門の会計収支の合算が年間の経営体全体の会計収支となる構造

とした。各部門の会計収支構造を式(1)～(3)に示す。

$$PQ = VQ + F + G \cdots (1), \quad G = MQ - G \cdots (2),$$

$$P - V = M \cdots (3)$$

$PQ$ : 売上(= $P \times Q$ ),  $VQ$ : 変動費(= $V \times Q$ ),  
 $MQ$ : 限界利益(= $M \times Q$ ),  $F$ : 固定費,  
 $G$ : 利益,  $Q$ : 販売数量,  $P$ : 販売単価,  
 $V$ : 原価,  $M$ : 粗利益

種苗費や肥料費等の販売数量に比例する費用は変動費に、減価償却費や事務管理費等の販売数量に比例しない費用は固定費に分類した。

健全な経営の目標値として、損益分岐比率(= $F/MQ$ )を経営的に健全な範囲の境界値とされる90%に設定する。そのうえで、AV設置の影響を考慮した両部門の固定費の合計に基づき、この損益分岐比率を達成可能となる発電部門の販売単価と販売数量を算出する。

AVの導入対象として、日本農業の基幹作物である水稻の単一経営を想定し、作付面積は経営体系に差があると考えられる大規模農家50ha、中規模農家15haの2通りを設定した。機械利用下限面積や作業可能時間から農機具の性能や台数を設定し、作業体系モデルを構築した。農業部門の販売単位を作付面積10aとし、単収は統計資料を基に設定した。費用は作業体系モデルや農機具取得価格等を基に算出した。農業部門での利益は大規模農家で-184万円、中規模農家で-66万円となった。

\*山形大学大学院農学研究科 Graduate School of Agricultural Sciences, Yamagata University

\*\*山形大学農学部 Faculty of Agriculture, Yamagata University

キーワード: 営農型太陽光発電・農業経営・シミュレーション

太陽光発電の発電量や設置面積は発電規模に比例するものとした。発電量の推定には、発電事業に不利だと考えられる日射量の少ない秋田県の日射量データを使用した。遮光率は、AVの継続要件である地域の平均収量の8割以上を確保込みのある20%とした。減収による損失の推定に、本間ら(2016)<sup>2)</sup>の収量推定式を一部加工し使用した。

AVの導入方法として、農家自身でSSを設置し、売電収入を得るケース1、発電事業者がAVを設置し、農家が土地賃借料を得るケース2を設定し、分析を行った。

### 3. 結果と考察

#### ケース1：農家自身でのAV設置

シミュレーション結果を図1に示す。販売単価を売電価格、販売数量を発電規模・初期投資額に変換している。FIT売電の場合(2024年度の売電単価は発電規模50kW以上で9.2円/kWh、50kW未満で10円/kWh)、適切な発電規模は大規模農家で117kW、中規模農家で33kWであった。この時必要な初期投資額はそれぞれ2,922万円、820万円となり、AV未導入時の営業キャッシュフロー増額分のそれぞれ5.5倍、3.4倍に相当するため、大規模農家では特に資金調達が容易でないことが予測される。

そこで大規模農家における営業キャッシュフロー増額分に対するAVへの投資額を中規模農家と同程度の3.4倍とした場合、AVへの初期投資額は1,838万円となる。この時設置可能な発電規模は74kWで、適切な売電単価は13円/kWhとなった。この売電

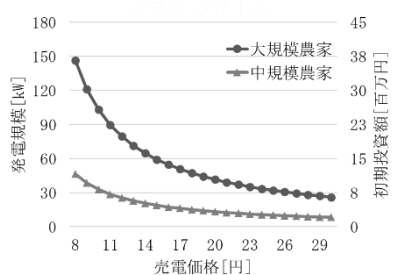


図1 シミュレーション結果-ケース1  
Simulation Results-Case1

単価はFIT価格より高いため、その実現には蓄電池を設置し、市場の売電上がる夜間に売電する等の工夫が必要だと考えられる。

#### case2：発電事業者によるAV設置

シミュレーション結果を図2に示す。販売単価を土地賃借料に、販売数量を発電規模・圃場設置面積に変換している。土地賃借料を一般的な太陽光発電の土地賃借料と同様の15万円/10aと設定した場合、適切な設置規模は大規模農家で3.2MW、中規模農家で1.0MWとなり、設置面積はそれぞれ5.8ha、1.8haと大規模な設備になる。営農への大きな支障を避けるため、経営改善目標を損益分岐比率100%とすると、適切な設置規模は大規模農家で939kW、中規模農家で334kWとなり、設置面積はそれぞれ1.7ha、0.6haと設置規模を縮小することができた。

### 4. おわりに

本研究で構築した農家がAVを導入した場合の会計モデルを用いることで、採用する売電形式や投資可能額など農家の経営状況に合わせた適切なAVの導入規模を示すことができた。よって、本手法は経営計画の策定に有効だと考える。

今後の課題として、農業の複合経営や、太陽光パネルの性能や設置方法を複数検討した場合のシミュレーションを可能とすることで、手法の実用性の向上が期待できる。

#### 【引用文献】

- 1) 齊藤健吾, 磐田朋子 (2024) : ソーラーシェアリングの事業形態における組み合わせ最適化の検討, エネルギー・資源学会論文誌, 45巻1号, p.11-22.
- 2) 本間優, 土肥哲哉, 吉田好邦 (2016) : 水稲栽培における営農型太陽光発電の実証とシミュレーション, エネルギー・資源学会論文誌, 37巻6号, p.23-31.

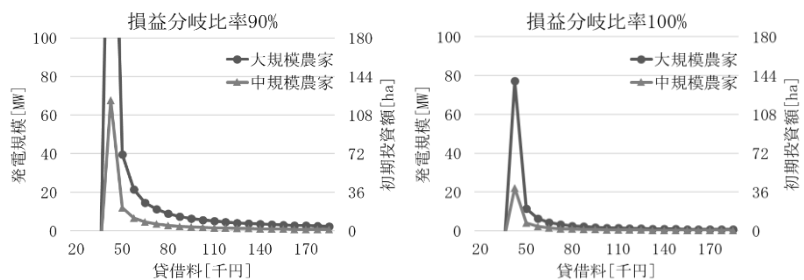


図2 シミュレーション結果-ケース2  
Simulation Results-Case2