

令和5年度
修士論文

営農型太陽光発電の
自家消費と地域利用に関する
事業主の意向と課題

三重大学大学院生物資源学研究科
共生環境学専攻 農業土木学講座
応用地形学研究室

学籍番号 522M219
氏 名 杉村桂伍
指導教員 森本英嗣

目次

1. はじめに.....	3
1.1. 第6次エネルギー基本計画と再生可能エネルギーの導入	3
1.2. 営農型太陽光発電	5
1.3. 先行研究より	8
2. 目的	10
3. 手法	11
3.1. 仮説モデルの作成	12
3.2. 質問票の作成	15
3.3. 質問票調査	18
3.4. ヒアリング調査	18
4. 結果	19
4.1. 質問票調査	19
4.1.1. 回答者の属性	19
4.1.2. 営農型太陽光発電の将来の運用意向について	21
4.1.3. 継続要因	23
4.1.4. 継続阻害要因	25
4.1.5. 自家消費・公共利用先	27
4.1.6. 自家消費阻害要因	29
4.2. ヒアリング調査	31
4.2.1. 事業主 A	32
4.2.2. 事業主 B	35
4.2.3. 事業主 C	38
4.2.4. ヒアリング調査のまとめ	41
5. 考察	44

5.1. 結果より考察	44
5.2. 営農型太陽光発電の自家消費についての検討	45
5.3. 営農型太陽光発電の地域利用についての検討	47
6. まとめ	49
謝辞	51
引用文献	52
【付録 1】 質問票	55
【付録 2】 質問票調査結果	60
【付録 3】 修論発表会要旨	69

1.はじめに

1.1. 第6次エネルギー基本計画と再生可能エネルギーの導入

令和3年10月に気候変動問題への対応と、日本エネルギー需給構造の抱える課題の克服という二つの大きな視点を踏まえて、第6次エネルギー基本計画が閣議決定された〔経済産業省, 2021〕。第6次エネルギー基本計画は、2050年カーボンニュートラルに向けた長期展望と、それを踏まえた2030年度に温室効果ガスを2013年度から46%削減するという目標に向けた政策対応により構成されており、今後のエネルギー政策の進むべき道筋を示している。

第6次エネルギー基本計画の中で、電力部門においては、再生可能エネルギーや原子力といった実用段階にある脱炭素電源が存在するため、これらの電源を用いて着実に脱炭素化を実現することが求められている。2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、電化の促進、電源の脱炭素化が鍵となる中で再生可能エネルギーに関しては、S+3E(安全性 Safety+安定供給 Energy Security・経済効率性 Economic Efficiency・環境適合 Environment)を大前提に、2050年における主力電源として最優先の原則の下で国民負担の抑制と地域との共生を図りながら最大限の導入に取り組むとしている。

再生可能エネルギーの一つ、太陽光発電の日本における導入量は着実に伸びており、2021年度末累積で6,935万kWに達した〔経済産業省, 2023〕。しかし、2030年度の温室効果ガス削減目標を踏まえた水準では、再生可能エネルギーの導入を合計3,360~3,530億kWh程度(電源構成では36~38%)を目指すことが掲げられており、さらなる導入が求められている〔経済産業省, 2024〕。太陽光発電については、国土面積に占める平地面積が世界の主要国の中でも小さいながらも、国土面積当たりの設備導入容量が世界一位で、ドイツの2倍となり、再生可能エネルギーの主力として世界第3位の累積導入量となった。しかし、近年の急激な導入拡大によって地域でのトラブルが発生したことや、再生

可能エネルギー発電設備の設置に抑制的な条例の制定が増加するなど、導入拡大に向けた制約が大きくなり、太陽光発電事業を実施できる適地が不足している。そのため、第6次エネルギー基本計画では、「地域と共生した導入を推進する観点から、～中略～農地についても、優良農地の確保を前提に、荒廃農地を再生利用する場合の要件緩和、再生困難な優良農地の非農地判断の迅速化や農用地区域からの除外の円滑化について国が助言することなどにより、営農が見込まれない荒廃農地への再生可能エネルギーの導入拡大や発電と営農が両立する営農型太陽光発電などによる導入の拡大を進める。」としている。

1.2. 営農型太陽光発電

営農型太陽光発電(別名「ソーラーシェアリング」)は 2003 年に長島が発案し、「農地に降り注ぐ太陽光を作物生産に必要な量を確保して営農を継続しながら、作物生育に害になる強烈な光線や、成長に利用できない太陽光で発電を行うこと」と定義している [長島彬, 2015]。また、農林水産省では、「一時転用許可を受け、農地に簡易な構造でかつ容易に撤去できる支柱を立てて、上部空間に太陽光発電を設置し、営農を継続しながら発電を行う取り組み」としている [農林水産省, 2023]。

第 6 次エネルギー基本計画で、営農型太陽光発電について言及されたのと同様に、2022 年に閣議決定された、食料・農業・農村基本計画にも域経済循環の拡大の一つとして営農型太陽光発電が挙げられている [農林水産省, 2020]。食料・農業・農村基本計画では、営農型太陽光発電を含めた再生可能エネルギーについて、「農村の所得の向上・地域内の循環を図るため、地域資源を活用した～中略～営農型太陽光発電等の再生可能エネルギーの導入、地域が主体となった地域新電力の立上げなどによる再生可能エネルギーの活用を促進する。また、農村を含めた地域における災害時のエネルギーの安定供給を図るため、大規模電力のみに依存しない、地域の再生可能エネルギーを用いた分散型エネルギーシステム構築に向けた技術開発、普及を行う」としている。

第 6 次エネルギー基本計画、そして、食料・農業・農村基本計画にも明記されていることから、営農型太陽光発電は今後の農業の健全な発展と再生可能エネルギーの導入の促進の観点で普及・拡大が期待されている。

一方で、過度な営農型太陽光発電の普及によって農地が過度に減少しないよう、営農型太陽光発電を行うために必要な農地の一時転用について、以下の条件が課されている。2018 年に営農型太陽光発電における農地転用許可の取扱いについて明確化された [農林水産省, 2018]。営農型太陽光発電では、農地全体

を転用するのではなく、太陽光発電設備の支柱の基礎部分に一時転用許可が必要とある。一時転用許可は農業委員会に申請を行い、転用のための条件が設けられている。まず、一時転用期間が一定の期間と定められている。その期間は一般的には3年となっているが、認定農業者等の担い手が下部の農地で営農を行う場合、荒廃農地を活用する場合、第2種農地または第3種農地を活用する場合10年以内となる。次に、下部の農地での営農の適切な継続が確実であることが条件となっている。これは、営農が行われていること、生産された農作物の品質に著しい劣化が生じていないこと、生産された農作物の品質に著しい劣化が生じていないこと、下部の農地の活用状況が営農の適切な継続の基準となる。

このような条件の中でも、営農型太陽光発電の取組は年々増加している。営農型太陽光発電設備を設置するための農地転用許可実績は、2021年度までに4,349件で図1からも年々増加していることがわかる〔農林水産省, 2023〕。そして、営農型太陽光発電設備の取組面積も年々増加しており、2020年度には873 haとなった〔農林水産省, 2023〕。

また、現状、営農型太陽光発電は固定価格買取制度(以下、FIT 制度)を用いた売電が一般的に行われている。FIT 制度は、2012年に制定され、再生可能エネルギーで発電した電力を、電気会社が一定価格で買い取ることを定めた制度である〔経済産業省, 2012〕。この制度は、再生可能エネルギーの導入に向けて、再生可能エネルギーの高いコストも回収の見通しが立ちやすくなることを目指して制定したものである。2012年に整備されてから、FIT 制度の買取価格は年々減少傾向にあり、FIT 制度の調達価格は10kW未満の太陽光発電で2012年には42円/kWhであったが、2023年には、16円/kWhと約3分の1となっている。

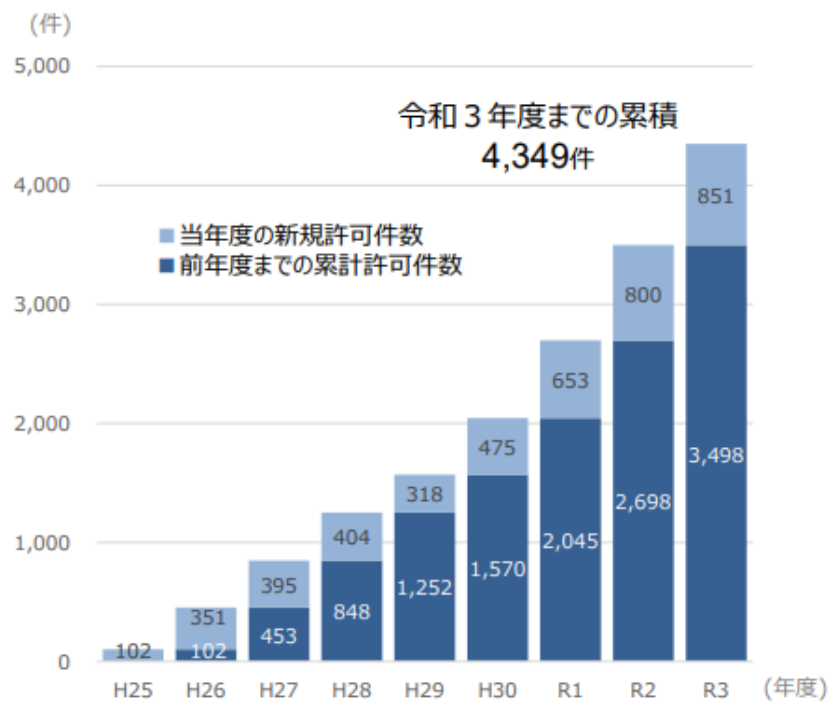
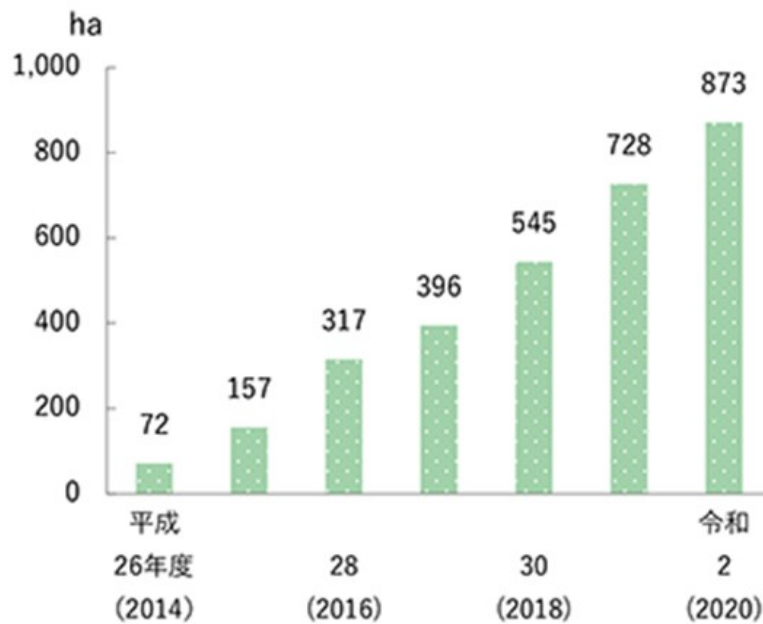


図 1 営農型太陽光発電設備を設置するための農地転用許可件数
(令和5年 営農型太陽光発電についてより抜粋)



資料：農林水産省作成

図 2 営農型太陽光発電の取り組み面積(令和4年度 食料・農業・農村白書より抜粋)

1.3. 先行研究より

2015 年に長島によって提案された営農型太陽光発電では農業法人、自治体を対象にした研究が行われている。

野津は、全国の農業法人を対象として、農業の営農型太陽光発電の実施意向に影響を与える要因について分析した [野津喬, 2018]。営農型太陽光発電を未実施の農業者が営農型太陽光発電に期待することとして、「売電収入」、「自家利用」、「作物の高付加価値化」が有意に農業法人の営農型太陽光発電を開始したいという意向を高めていると述べている。そのため、農業者が営農型太陽光発電を開始する目的として、「売電収入」、「自家利用」、「作物の高付加価値化」が大きいということが分かった。

一方で、柴田らは、市町の自治体を対象に、営農型太陽光発電の導入に対する自治体の意向と導入促進に向けた課題を考察した [柴田ら, 2021]。自治体は、営農型太陽光発電に対して、推進するかどうかの明確な判断を保留している状況であることがわかった。また、自治体は、営農型太陽光発電による農業振興性に疑問を抱いており、推進・抑制ともに判断ができないという考えが多数であった。

野津、柴田らより、農業法人は営農型太陽光発電に期待しているのに反して、市町の自治体は営農型太陽光発電に対して懐疑的であることがわかる。一方で、営農型太陽光発電を行っていない法人、自治体について調査した研究は多いが、実際に営農型太陽光発電を行っている事業主に対して調査を行っている研究は少ない。

次に、営農型太陽光発電は現状 FIT 制度を利用していることを 1.2 で述べた。しかし、FIT 制度は調達期間が営農型太陽光発電では 20 年と定められており、2012 年の制度導入から約 10 年経過した今日、FIT 制度終了後(以下、FIT 後)の展望を検討していく必要がある。

重藤・大島は低炭素社会移行のための脱 FIT の事業の構想を行った。再生可能エネルギーについての検討を行い、その中で、営農型太陽光発電事業の可能性についても検討した。営農型太陽光発電事業が FIT の買取価格が下がっている中で、普及するためには自家消費、あるいは地消を軸に検討するべきであると述べている。そして、それらの課題として営農型太陽光発電事業主の意向が課題であると述べている。また、再生可能エネルギーを中心とした電力グリッド変革の展望がすぐには見えないため、まず地域やミクロレベルで脱 FIT の自家消費型事業モデルを早急に確立し、小規模でも自発的に再生可能エネルギーが普及・拡大していく道筋を開拓することが現実的であると述べている。

このように、脱 FIT に向けた事業の構想が検討されており、これは FIT 後を見通した時に同様の課題を持っていると考えられる。しかし、自家消費、地消には営農型太陽光発電事業主の意向が課題であると述べられているが、事業主を対象とした文献は少ない。

2.目的

1.はじめにより営農型太陽光発電が脱炭素の観点から注目、期待されていることがわかる。再生可能エネルギー生産と営農を同時に行うことができ、農業の土地利用、農地保全の点においても有効であることが考えられる。

一方で、FIT 制度が 2012 年に制定されてから 10 年以上経過し、調達期間が 10 年である住宅用太陽光発電では FIT 制度が終了する事業も出始めている。営農型太陽光発電では調達期間が 20 年となっているものの、残り 10 年になっている事業もあり、FIT 後の検討が必要な時期となっている。

さらに、先行研究では、営農型太陽光発電を現在、実際に行っている事業主に対して調査した研究は少なく、彼らの所有する営農型太陽光発電事業において発電した電力の自家消費、地域利用について調査した研究も少ない。

そこで、本研究の目的は、現在営農型太陽光発電を行っている事業主を対象に FIT 後の営農型太陽光発電の運用意向と、営農型太陽光発電事業における電力の地域利用に対する意向と課題を調査することとする。

なお、本研究における「自家消費」とは、営農型太陽光発電事業主が所属する企業、法人、家庭等で発電した電力を自ら消費することを指し、「地域利用」とは、営農型太陽光発電事業を行っている集落内の行政、一般家庭、企業等で発電した電力を利用することを指す。

3.手法

本研究の目的に対して、以下の項目について調査、検討を行う。

- ①FIT 後、営農型太陽光発電をどのように運用していく予定なのかを調査する。
- ②営農型太陽光発電から撤退する要因が何かを調査する。
- ③営農型太陽光発電において自家消費を導入する場合に事業主はどのような課題があると認識しているのかを調査する。
- ④①～③の調査から見つけられた課題について検討する。

①～④を行うために、質問票調査とヒアリング調査を実施した。

3.1. 仮説モデルの作成

まず、質問票調査を行うにあたって、仮説モデルを作成した(図 3)。現在、営農型太陽光発電事業を行っていることを前提とし(「現状」の事象)、「FIT 後の営農型太陽光発電の継続」の事象、「営農型太陽光発電における自家消費」の事象につながると仮定した。

その中で、「現状」から「営農型太陽光発電の継続」の事象につながることを阻害する要因として継続阻害要因を設定した。同様に、「営農型太陽光発電の継続」の事象から、「営農型太陽光発電における自家消費」の事象につながることを阻害する要因として、自家消費阻害要因を設定した。

継続阻害要因は、「売電収入に係る要因」、「設備に係る要因」、「農業生産に係る要因」の3要因に分類されるとした。

「売電収入に係る要因」は、FIT 後、それまで安定して得られていた売電収入が、減収や不安定な収入となり、営農型太陽光発電から撤退する要因として挙げられるため設定した。現在、営農型太陽光発電で FIT 制度による売電が一般的である。しかし、FIT 制度の調達価格は減少傾向にあり、さらに、FIT 後継続して電力会社に売電を続けると調達価格に比べると、安価な価格で電力の売電が行われる。つまり、FIT 後で売電収入が下がってしまうと考えられ、営農型太陽光発電事業の継続を阻害する要因となり得ると考えた。

「設備に係る要因」は、太陽光発電で起こる修理や整備などと同時に、営農型太陽光発電は一般的な野立ての太陽光発電とは違い比較的地面から高い場所で発電を行うにあたり、営農型太陽光発電特有の継続阻害要因もあると考えた。特に、営農型太陽光発電は農地の上空に太陽光パネルを設置するため、強風や豪雪などの自然災害により倒壊する可能性が高いと考えられた。また、太陽光発電には、雷による電気系統の故障、修理などもあると考え、その両方の要因が営農型太陽光発電事業から撤退する要因となりうると思った。

「農業生産に係る要因」は、営農型太陽光発電は農業と太陽光発電を同時に行うものであり、一時転用の許可に「営農の適切な継続」が必要であると考えられるためである。「営農の適切な継続」には営農が行われていることや、生産された農作物の品質に著しい劣化が生じていないこと、そして同年の地域の平均的な単収と比較しておおむね2割以上減少していないことが挙げられる。そのため、農業生産によって、営農型太陽光発電の一時転用許可を得られないことや、事業主の営農型太陽光発電の実施意思を削ぐ可能性があると考えられた。

次に、「営農型太陽光発電の継続」の事象から、「営農型太陽光発電における自家消費」の事象につながることを阻害する要因として、自家消費阻害要因を設定した。

自家消費阻害要因は、「制度に係る要因」、「コストに係る要因」、「場所に係る要因」の3つの要因に分類した。

「制度に係る要因」は、営農型太陽光発電で自家消費を実施する際に、自家消費の支援をする制度が少ないことや、期待している自家消費の方法には制度によって実施に大きな課題があるのではと考えられたためである。

「コストに係る要因」は、営農型太陽光発電において自家消費を実施する際に、初期費用、自家消費に関連する設備の維持費、蓄電池の価格が阻害要因となりうると考えたためである。営農型太陽光発電は現状、売電が一般的であり、そこから自家消費を導入するためには、既存の売電に関連する電気系統から自家消費専用の電気系統に変更する必要がある、それらに変更するための初期費用、維持費用が発生すると考えた。また、自家消費には蓄電池を導入し、現状では蓄電池の価格が高価であることが導入を妨げていると考えたためである。

「消費場所に係る要因」は、営農型太陽光発電が農地で太陽光発電を行うという特性を持つため、電力を消費する場所から遠いことが課題となると考えたためである。電力は輸送によりロスが生じるものであり、一般家庭等の多量の

電力を消費する場所と営農型太陽光発電を行っている農地の距離が遠くなると、電力のロスだけでなく、電線、電柱などの輸送コストも高くなるため、自家消費阻害になると考えた。

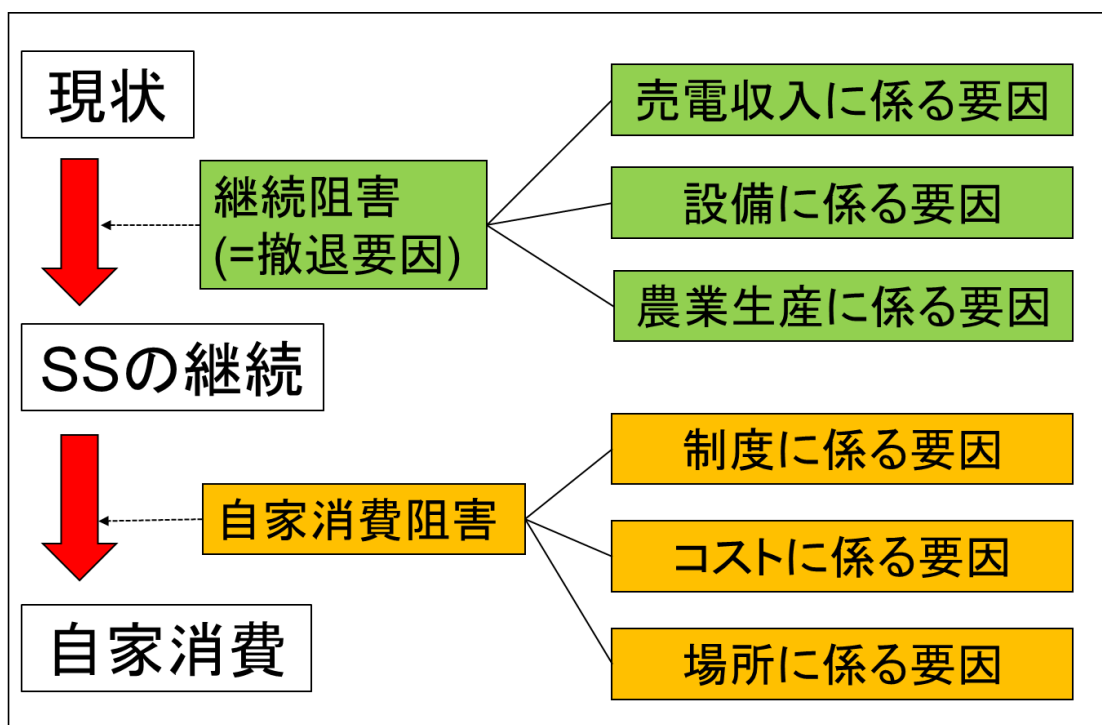


図 3 本研究における仮説モデル

3.2. 質問票の作成

3.1 で作成した仮説モデルを基に、質問票を作成した。質問票調査は、「FIT 後の運用期間、自家消費、売電方法について」、「FIT 後の継続要因」、「FIT 後の継続阻害要因」、「発電した電力の自家消費・公共利用先」を中心に作成した。
(【付録 1】質問票)

継続する要因についての設問を作成した。野津は農業者が営農型太陽光発電に期待している項目を挙げており、これを参考に、継続する要因について 6 項目を作成した(表 1) [野津喬, 2018]。また、各設問に対して 5 点法を用い、「よくあてはまる」、「少しあてはまる」、「どちらでもない」、「あまりあてはまらない」、「まったくあてはまらない」の 5 点を作成した。

仮説モデルで設定した継続阻害要因は、「売電収入に係る要因」、「設備に係る要因」、「農業生産に係る要因」の 3 つに分類されている。それぞれの要因で設問を作成し、全部で 9 項目の設問を作成した(表 2)。各設問に対して 5 点法を用い、「よくあてはまる」、「少しあてはまる」、「どちらでもない」、「あまりあてはまらない」、「まったくあてはまらない」とした。

次に、発電した電力の自家消費・公共利用先として考える箇所について 7 項目を作成した(表 3)。各設問に対して 5 点法を用い、「よくあてはまる」、「少しあてはまる」、「どちらでもない」、「あまりあてはまらない」、「まったくあてはまらない」とした。

また、仮説モデル設定した自家消費阻害要因は、「制度に係る要因」、「設備に係る要因」、「農業生産に係る要因」3 つに分類されている。それぞれの要因で設問を作成し、全部で 5 項目を作成した(表 4)。継続阻害要因と同様に、各設問に対して 5 点法を用い、「よくあてはまる」、「少しあてはまる」、「どちらでもない」、「あまりあてはまらない」、「まったくあてはまらない」とした。

表 1 継続要因の項目

売電収入の獲得
自家消費による光熱費の低減
非常時の緊急用電源の確保
社会貢献や環境保全等のアピール
生産物や消費の高付加価値化
生産物の価格の安定

表 2 継続阻害要因の項目

継続阻害要因	設問
売電収入に係る要因	売電収益が少なくなる。
設備に係る要因	設備、施設の更新時期になった時。
	被災し、設備が故障した時。
	点検や修理の頻度が多いと感じる。
農業生産に係る要因	パネル下の作物がうまく育たない。
	作物の価格が下落する。
	一時転用の延長の手続き、作物の収益の提出が大変であると感じる。
	地権者が撤退する意向を示した時。
	営農者がいなくなる。

表 3 自家消費・公共利用先に期待する項目

EV 充電(V2H システムも含む)
所有する工場や事務所などの電源
温度センサー、遠隔カメラなど ICT 設備の電源
電動農機具の充電
自宅での電源
集会所、街頭などの公共施設の電源
鳥獣害対策設備の電源

表 4 自家消費阻害要因の項目

自家消費阻害要因	設問
制度に係る要因	発電事業に係る法整備
コストに係る要因	自家消費に必要な設備投資
	自家消費に必要な施設の維持・管理費
	蓄電池の価格
消費場所に係る要因	電力の消費場所の確保

3.3. 質問票調査

作成した質問票を基に、三重県の営農型太陽光発電を実施している事業主を対象とし、質問票調査を行った。

質問票調査の実施期間は、2023 年 7 月 2 日～同年 8 月 30 日に実施した。対面、または、Google form を利用して質問票調査へ回答していただき、質問票を回収した。また、対面で質問票調査を行った営農型太陽光発電事業主には、質問票調査に関して簡単なヒアリング調査を行った。

3.4. ヒアリング調査

3.3 で、質問票調査を行ったが、回答数が少なく、作成した仮説モデルは統計的な分析を行うことができなかった。そこで、質問票調査で回答してもらった、営農型太陽光発電事業主 3 者を対象にヒアリング調査を行った。この事業主 3 者は、事業形態、開始年度の異なる 3 者を選択した。ヒアリング調査は、2023 年 10 月 13 日、2023 年 10 月 16 日、2023 年 10 月 24 日に実施した。

質問票調査から、継続阻害要因、自家消費阻害要因、発電した電力の自家消費・公共利用先について、回答頂いた営農型太陽光発電事業主の傾向をつかむことができた。そこで、ヒアリング調査は「営農型太陽光発電事業から撤退する最大の要因」、「仮説モデルにおける継続阻害要因、自家消費阻害要因の重要度について」、「営農型太陽光発電における自家消費への考え、課題について」を中心に行った。

4.結果

4.1. 質問票調査

4.1.1. 回答者の属性

質問票調査を行い、8 件配布、8 件回収を行い、回収率 100%であった。

表 5 より、回答者は、営農型太陽光発電事業の運営を個人事業主が 2 人、法人が 6 人であった。また、表 6 より、回答者の年齢分布は 60 代が最も分布していた。

表 7 より、本研究では発電事業の運営体制は全営農型太陽光発電事業主が、発電事業者・営農者・地権者の 3 者が同一であった。

表 5 事業主体

	人数	%
個人事業主	2	25
法人	6	75
合計	8	100

表 6 回答者(事業主)の年齢

年齢	人数	%
20 代	0	0
30 代	1	12.5
40 代	1	12.5
50 代	2	25
60 代	3	37.5
70 代	1	12.5
合計	8	8

表 7 営農型太陽光発電の運営体制

運営体制	人数	%
発電事業者・営農者・地権者が同一	8	100
営農者と発電事業者のみ同一	0	0
営農者と地権者のみ同一	0	0
発電事業者と地権者のみ同一	0	0
発電事業者・営農者・地権者の3者が別	0	0
合計	8	100

4.1.2. 営農型太陽光発電の将来の運用意向について

FIT 後の営農型太陽光発電事業主の継続について、表 8 より FIT 後に 10 年間継続を考えている事業主が最も多かった。FIT 直後に撤退する予定である事業主はいなかった。また、FIT 後に 20 年、30 年以上続けることを想定している事業主もいることがわかった。FIT 後に 10 年間継続を考えている事業主が最も多かった原因として、一般的に太陽光発電パネルの寿命が 25～30 年とされていることが理由であると考えられる [農林水産省, 2018]。営農型太陽光発電は FIT において調達期間が 20 年であることからその後、10 年営農型太陽光発電を行い、太陽光発電パネルの寿命となれば営農型太陽光発電事業から撤退する可能性の事業主がいると考えられた。

FIT 後、営農型太陽光発電における自家消費の運用について、表 9 より自家消費は予定していない事業主が最も多かった。また、一方で、蓄電池を導入して自家消費を考えている事業主もいることが分かった。

また、FIT 後の売電先について、複数回答で回答してもらった(表 10)。現状と同様に電力会社へ売電するという事業主が最も多かった。また、回答者の半数が企業へ直接売電するという方法も考えていることが分かった。

表 8 発電事業の継続年数の意向

年	人
0 年	0
10 年	4
20 年	1
30 年以上	1
わからない	2
合計	8

表 9 FIT 後の自家消費の運用について

	数	%
蓄電池を導入済みで自家消費する	0	0
蓄電池を導入して自家消費する	2	25
蓄電池を導入せず自家消費する	0	0
自家消費しない	4	50
その他	2	25
合計	8	100

表 10 FIT 後の売電先について

売電手法	人数/8 人
電力会社へ売電する	6
企業へ直接売電する	4
アグリゲーターを通して売電する	2
売電は予定していない	0

4.1.3. 継続要因

FIT 後、営農型太陽光発電の継続要因について、5 点法で質問し、5 点を「よくあてはまる」、4 点を「あてはまる」、3 点を「どちらでもない」、2 点を「あまりあてはまらない」、1 点を「あてはまらない」とし、それぞれの項目で点数が高くなるほどあてはまる傾向があるとした。各項目の平均値、標準偏差、分散、最小値、最大値を表 11 に表す。

営農型太陽光発電事業主は継続要因として、「売電収入の獲得」の平均値が高いことが図 4 からわかる。このことから、営農型太陽光発電事業主は FIT 後に「売電収入」を目的と考えているということがわかった。

次に、「社会貢献や環境保全などのアピール」の平均値が高くなった。「自家利用による光熱費の低減」の平均値が低いことがわかった。「光熱費の低減」は営農型太陽光発電における自家消費に関連しており、4.1.1 の FIT 後の自家消費についての運用予定の結果からも、本研究では、営農型太陽光発電事業主は自家消費をあまり考えていない傾向にあると考えられる。

表 11 継続要因の統計量

項目	平均値	標準偏差	分散	最小値	最大値
売電収入の獲得	4.75	0.463	0.214	4	5
自家利用による光熱費の低減	3.43	1.272	1.619	2	5
非常時の緊急用電源の確保	4.14	1.069	1.143	2	5
社会貢献や環境保全などの アピール	4.25	1.035	1.071	3	5
生産物や商品の高付加価値	4.00	1.225	1.500	2	5
生産物の価格の安定	3.71	1.254	1.571	2	5

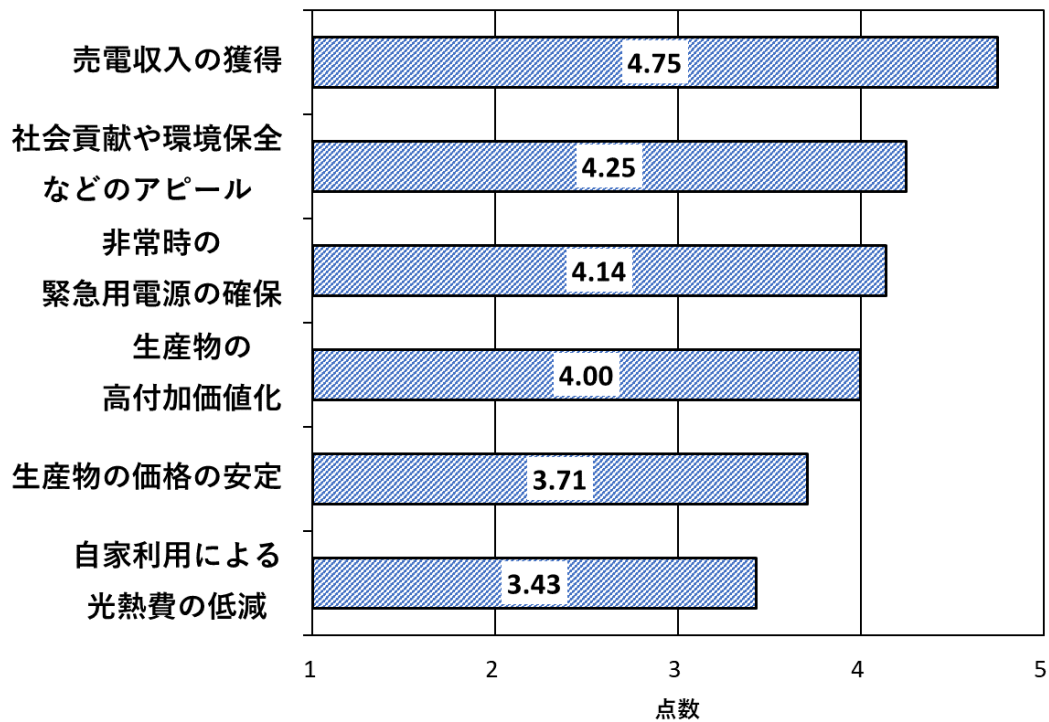


図 4 継続要因の平均値を表した図

4.1.4. 継続阻害要因

FIT 後、営農型太陽光発電の継続阻害要因について、5 点法で質問し、5 点を「よくあてはまる」、4 点を「あてはまる」、3 点を「どちらでもない」、2 点を「あまりあてはまらない」、1 点を「あてはまらない」とし、それぞれの項目で点数が高くなるほどあてはまる傾向があるとした。各項目の平均値、標準偏差、分散、最小値、最大値を表 12 に表す。

継続阻害要因は、図 5 より「点検や修理の頻度が多い」、「営農者がいなくなる」の平均値が高い傾向に見られた。次に「売電収入が減少する」の項目であった。継続要因では「売電収入」の平均値が高い傾向に見られたのに対し、継続阻害要因では「点検や修理の頻度が多い」、「営農者がいなくなる」の平均値が高くなった。

一方で、「地権者の意向」の平均値が低くなった。これは、4.1.1 より本研究では回答者の属性として、全事業主が「発電事業者・営農者・地権者の 3 者が同一」であることから、「地権者の意向」という項目を継続阻害要因として営農型太陽光発電事業主はあまり考えていないと考えられた。

次に、仮説モデルで継続阻害要因は、「売電収入に係る要因」、「設備に係る要因」、「農業生産に係る要因」に分類した。項目別に見ると、3 つの要因すべてで、平均値が 3 点以上の項目が 1 項目以上あることがわかった。また、「売電収入に係る要因」は 3.71 点、「設備に係る要因」は 3.58 点、「農業生産に係る要因」は 2.84 点であり、要因別に見ると、「売電収入に係る要因」が最も当てはまる傾向にみられた。

しかし、回答数が少なく、マンホイットニーの U 検定を行ったが、有意な差が見られなかった。

表 12 継続阻害要因の統計量

項目	平均値	標準偏差	分散	最小値	最大値
売電収益が少なくなる	3.71	0.951	0.905	2	5
設備、施設の更新時期になった	3.63	1.408	1.982	1	5
被災し、設備や施設が故障した	3.13	1.126	1.268	2	5
点検や修理の頻度が多いと感じる	4.00	0.926	0.857	2	5
パネル下の作物がうまく育たない	2.57	0.787	0.619	2	4
作物の価格が下落する	2.57	1.272	1.619	1	5
一時転用の延長の手続き、作物の 収益の提出が大変であると感じる	2.88	1.458	2.125	1	5
地権者が撤退する意向を示した	2.29	1.496	2.238	1	5
営農者がいなくなる	4.00	1.195	1.429	2	5

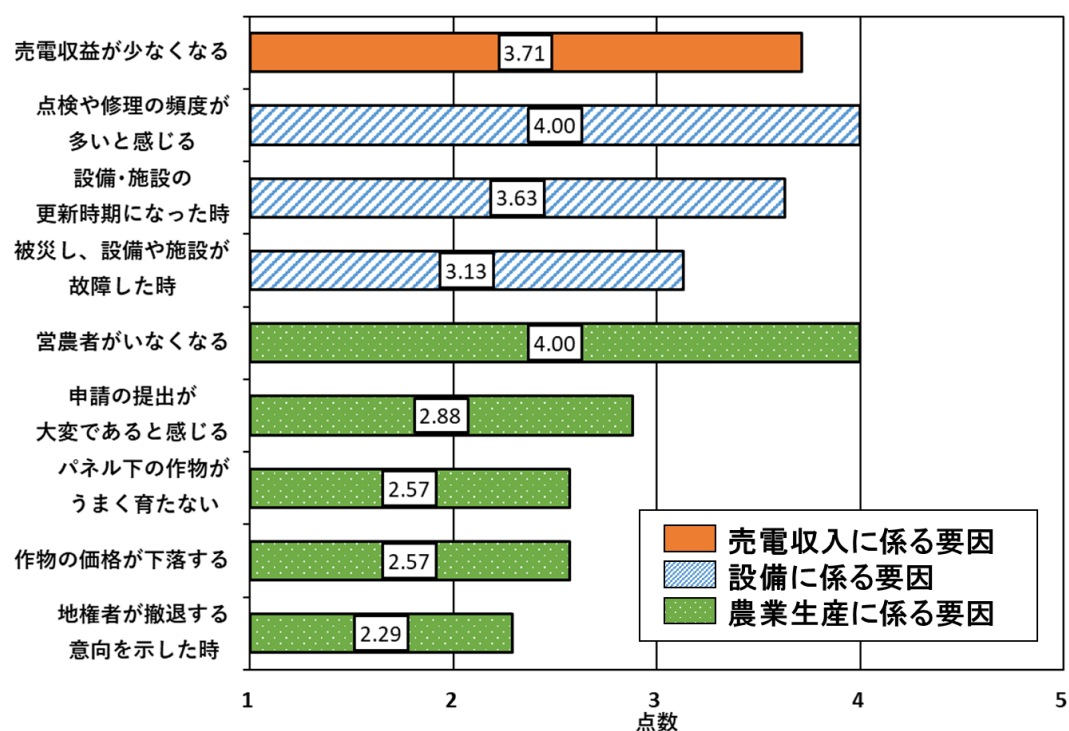


図 5 継続阻害要因の平均値を表した図

4.1.5. 自家消費・公共利用先

営農型太陽光発電において、電力の自家消費・公共利用先についても、5点法で質問し、5点を「よくあてはまる」、4点を「あてはまる」、3点を「どちらでもない」、2点を「あまりあてはまらない」、1点を「あてはまらない」とし、それぞれの項目で点数が高くなるほどあてはまる傾向があるとした。各項目の平均値、標準偏差、分散、最小値、最大値を表 13 に表す。

図 6 から平均値の点数が高い順では、「温度センサー、遠隔カメラなど ICT 設備の電源」、「電動農機具の充電」、「鳥獣害対策の電源」であった。この 3 項目は、本研究の、自家消費・公共利用先の項目の中で、農業の施設・機器に関連する項目であることがわかる。このことから、本研究では営農型太陽光発電事業主は自家消費について農業に関連した自家消費に期待していることが考えられた。

表 13 自家消費・公共利用先に関する統計値

項目	平均値	標準偏差	分散	最小値	最大値
EV 充電(V2H システムも含む)	2.50	2.070	4.286	0	5
所有する工場や事務所などの電源	3.00	1.852	3.429	0	5
温度センサー、遠隔カメラなど ICT 設備の電源	3.75	1.282	1.643	1	5
電動農機具の充電	3.25	1.488	2.214	1	5
自宅での電源	1.75	1.669	2.786	0	5
集会所、街灯などの公共施設の電源	2.38	1.923	3.696	0	5
鳥獣害対策設備の電源	3.25	1.282	1.643	1	5

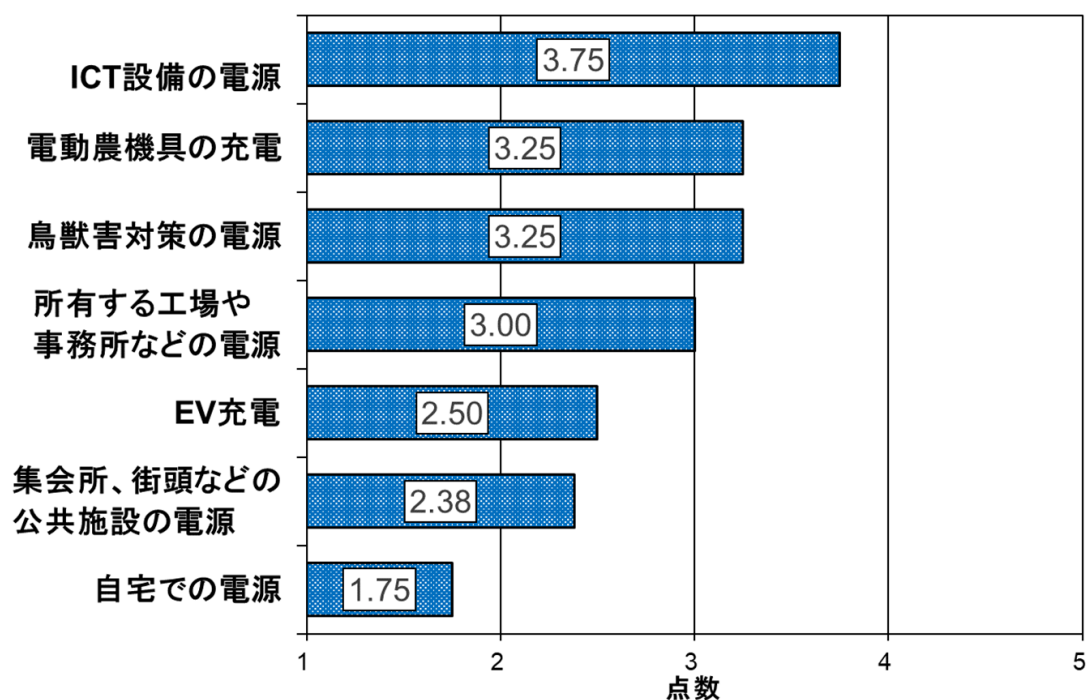


図 6 自家消費・公共利用先の平均値を表した図

4.1.6. 自家消費阻害要因

FIT 後、営農型太陽光発電の自家消費阻害要因について、5 点法で質問し、5 点を「よくあてはまる」、4 点を「あてはまる」、3 点を「どちらでもない」、2 点を「あまりあてはまらない」、1 点を「あてはまらない」とし、それぞれの項目で点数が高くなるほどあてはまる傾向があるとした。各項目の平均値、標準偏差、分散、最小値、最大値を表 14 に表す。

全ての項目で平均値が 4 点以上となり、当てはまる傾向がみられた(図 1 図 7)。そのため、自家消費阻害要因の項目については「制度に係る要因」、「コストに係る要因」、「場所に係る要因」の要因別の判断が難しい。

表 14 自家消費阻害要因の統計量

項目	平均値	標準偏差	分散	最小値	最大値
発電事業に関する法整備	4.71	0.488	0.238	4	5
自家利用に必要な設備投資	4.25	1.165	1.357	2	5
自家利用に必要な施設の 維持・管理費	4.25	1.165	1.357	2	5
蓄電池の価格	4.86	0.378	0.143	4	5
電力の消費場所の確保	4.63	0.744	0.554	3	5

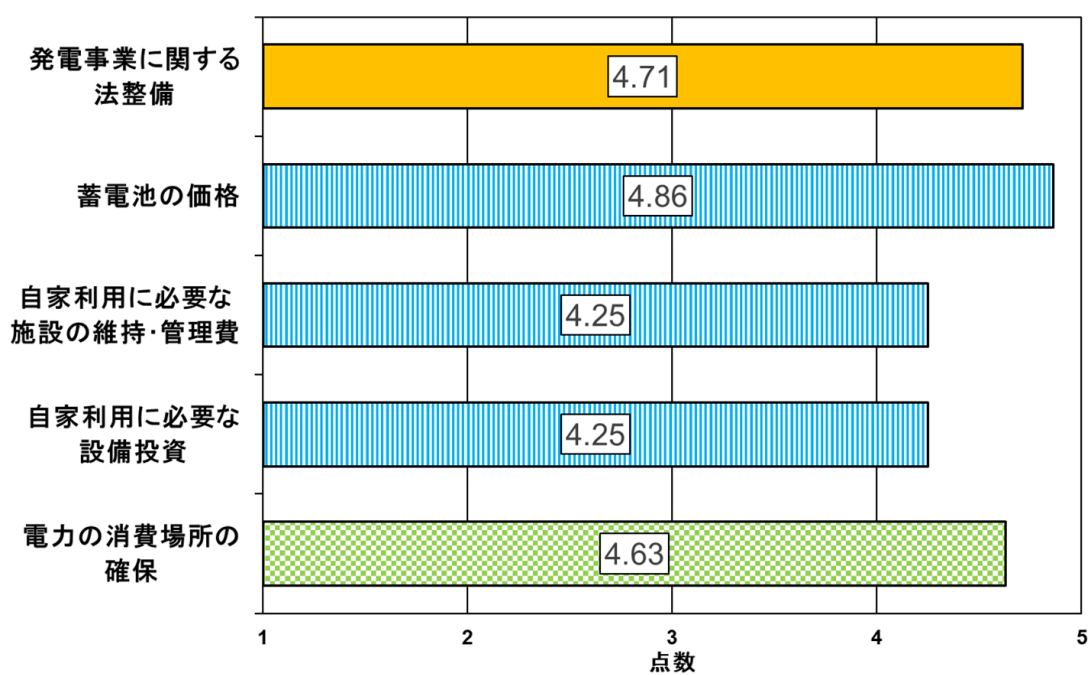


図 7 自家消費阻害要因の統計量

4.2. ヒアリング調査

3.1 の質問票調査では、仮説モデルについてマンホイットニーの U 検定を行ったが、有意な差が得られなかった。これは回答数が少ないことが原因であると考えられた。

そこで、継続阻害要因と自家消費阻害要因について具体的な解決順序を調査するために、営農型太陽光発電の事業形態、開始年度の異なる事業主 3 者(以下、A、B、C)にヒアリング調査を行った。

3.1 の質問票調査から発見した内容、傾向を中心に、「営農型太陽光発電事業から撤退する最大の要因」、「仮説モデルにおける継続阻害要因、自家消費阻害要因の重要度について」、「営農型太陽光発電における自家消費への考え、課題について」の内容についてヒアリングを行った。

4.2.1. 事業主 A

A は個人事業主として営農型太陽光発電を行い、同時に野立ての太陽光発電も行っている。営農型太陽光発電を 2012 年に開始しており、FIT 制度直後に営農型太陽光発電を開始した。営農型太陽光発電を開始した目的は、再生可能エネルギーを使用したエネルギー生産に注目しており、比較的簡単な太陽光発電を開始しようと考えた。その中で、太陽光発電と農業を同時に行うことができる営農型太陽光発電を知り、開始した。そのため、FIT の調達価格は 40 円/kWh と高い買取価格で売電が行われている。

A は営農型太陽光発電の FIT 後の運用について継続していく意思を示した。また、蓄電池を導入した自家消費も考えていた。

営農型太陽光発電には、営農と発電を同時に行うことができるという部分を期待していた。一方で、営農型太陽光発電において最も懸念している部分は、自然災害によって設備が破壊されることであった。そのため、自然災害により設備が破壊され、修理が難しい場合、営農型太陽光発電事業から撤退することを考えていた。また、他事業者の営農の部分にも懸念を示していた。営農がよろそかになることで、農地の有用な使用ではなく、改廃してしまい、農業が衰退してしまうのではないかと懸念していた。

継続阻害要因としては、「設備に係る要因」、「売電収入に係る要因」、「農業に係る要因」の順で重要度が高いと述べていた。

「設備に係る要因」は、設備の修理、故障が頻繁におこっており、これがさらに頻繁に起こると撤退する可能性が高くなると述べていた。A の営農型太陽光発電の支柱や柱は、50 年維持可能で設計しているものの、パワーコンディショナーや太陽光パネルなどの電気関連の設備、機器では故障や修理、交換が必要不可欠である。特に、雷による故障が多く、保険に入っているものの、現状太陽光発電の保険料が高くなっていることも「設備に係る要因」の重要度が高

くなった理由の一つである。

「売電収入に係る要因」について、FIT 制度策定当初に営農型太陽光発電を開始したことから買取価格も高く、安定した収入が見込めている。そのため、太陽光発電の売電収入により、収入が安定し、従業員の給料を支払うことができている。一方で、営農型太陽光発電を開始するにあたって、営農型太陽光発電の初期費用を金融機関から融資を受け、売電のみで返済を計画している。そのため、FIT 後、営農型太陽光発電で得られる売電収入が減少すると、収入の不安定化、減少が考えられるため、重要である。

「農業生産に係る要因」は、重要度が低くなった。A はタマリユウを栽培しており、日照、遮光率、栽培作物の生産量を計算し設計を行った。しかし、開始から 2 年目に作物の生育不良が起き、遮光率を減らす改良を行った。営農型太陽光発電の下部での営農は実際に行ってみないとわからないこともあると述べていた。また、設計時に軽トラが入れる、スプリンクラーを設置するなども行った。作物の生産量に関して、一般的な農地でするより、遮光によって作物の生育がうまくいかないと同時に支柱の部分は栽培ができないので作物の収穫量が大幅に減少すると述べていた。そして、後継者について A は営農を行う後継者がいるが、周囲の農家は後継者がおらず移住してしまうので行政の農業への支援が必要であると述べていた。

自家消費阻害要因としては「消費場所に係る要因」、「制度に係る要因」、「コストに係る要因」の順であった。

「消費場所に係る要因」は、農地周辺で電力の消費場所がないという理由が得られた。さらに、農村で発電した電力を都市部に送ると、電力のロスが大きくなるので、太陽光発電、営農型太陽光発電設備の所属する集落、区域で発電した電力を消費するなどの工夫が必要であると述べていた。

「制度に係る要因」は、10 年後、20 年後も営農型太陽光発電を継続していけ

るような制度を作る必要があると述べていた。また、国、行政が安易に営農型太陽光発電を推進してしまうと、現在起きている、山地を切り開いて太陽光発電所にするなどの事象が発生するので適切な制度整備が必要であると考えていた。

「コストに係る要因」はについて、営農型太陽光発電に関連した、銀行や行政の補助金、税制の優遇などで支援されると自家消費に積極的になる可能性がある」と述べていた。一方で、現状では蓄電池への支援は必要ないと考えていた。その理由として、現状での蓄電池の技術であれば、蓄電池としても利用可能なEV車を導入したいと考えていた。



図 8 事業主 A の営農型太陽光発電施設の様子

4.2.2. 事業主 B

B はグループ会社で、グループ会社で営農型太陽光発電を行っており、「営農者=発電事業主=地権者」であるものの、グループ会社内で発電事業、営農、地権者が異なっている。営農型太陽光発電を 2022 年に開始した。営農型太陽光発電を開始した目的は、太陽光発電事業を行う中で、太陽光発電と農業を同時に行える営農型太陽光発電を知り、興味を持ったことである。また、太陽光発電事業で発電を行う土地を管理する不動産業も行っており、地権者から「農業の継続が難しいため、山とともに田畑も購入してほしい」という意見から農地を引き取り、農地の有効活用について検討していた。

B はグループ会社で営農型太陽光発電を行っているため、発電事業者、営農者、地権者すべての視点を持っていた。発電事業者の視点として、太陽光発電を安全に行うことが可能な、土地の確保、再生可能エネルギーのニーズの助長に期待していた。また、営農者と地権者として期待することは、荒廃農地の活用と持続可能な農業を行うことができるという点である。一方で、営農型太陽光発電に懸念する部分は行政と農業委員会の理解が異なるときがあり、それらを統一してほしいという懸念点があった。

営農型太陽光発電から撤退する最大の要因として、自然災害による設備の破壊を挙げていた。

「継続阻害要因」として、「設備に係る要因」、「農業生産に係る要因」、「売電収入に係る要因」の順に重要であるとしていた。

「設備に係る要因」について、撤退する最大の要因と同様に、災害による破壊で設備が破壊されると普及は難しくなると述べていた。また、破壊されたときに加入している保険の保険料が年々高くなっていることも継続阻害要因であると述べていた。

「農業生産」に係る要因は、農業の維持と適切な管理が阻害要因となりうる

と述べていた。農業の維持は営農型太陽光発電に必要不可欠であり、一時転用許可条件となっているため、これが挙げられた。また、営農型太陽光発電において、今後、生産物販売、売電収入等の経済性と同時に生産力向上のために農業の効率性を重視していくべきであると考えていた。

「自家消費」については、導入を考えていなかった。FIT 後は、企業に直接売電することを考えており、一般家庭向けの電気の小売り事業は当分考えられないであろうという考えであった。また、農業現場での電力の自家消費を行うのは難しく、電気を使う農業の事例があるのか疑問に感じていた。そして、農地の電力を消費場所に送電するには、送電網がまだ発達していない農地もあるので、自家消費・地域利用を行うのであれば選定が必要であると述べていた。

自家消費阻害要因としては「制度に係る要因」、「コストに係る要因」、「場所に係る要因」の順であった。

「制度に係る要因」として、自家消費を推進するのであれば、国や行政がさらに政策的に支援する必要があると述べていた。例えば、現在、農業委員会を通して一時転用許可をもらうといった体制だけでなく、荒廃農地の活用であれば容易に一時転用許可を行うといった政策である。

「コストに係る要因」として、農地には市街に比べると電線が発達しておらず、送電網を確立するためには多額の費用が必要となり、それらが自家消費の阻害要因となっている。

「場所に係る要因」は農業現場で電気を使用しないという意見が得られた。



図 9 事業主 B の営農型太陽光発電施設の様子

4.2.3. 事業主 C

Cは有限会社として営農型太陽光発電を行い、同時に野立ての太陽光発電も行っている。営農型太陽光発電を2016年に開始し、有限会社内に、植木部と発電部があり、発電部では、営農型太陽光発電と野立て、住宅用の太陽光発電も行っている。また、下部では植木の苗を栽培しており、苗は日陰で栽培すると背丈が高くなるという、営農型太陽光発電の社交を利用した作物である。

営農型太陽光発電には、売電収入を期待していた。銀行から融資を受けて設置した設置した。FITの調達期間は20年であり、太陽光パネルの寿命が約25～30年とされているため、融資の返済後の長期的な収入に期待を寄せていた。

また、営農型太陽光発電から撤退する最大の要因として、自然災害によって設備が著しく破壊されることであった。太陽光発電を行う中で、保険に入っており、自然災害により設備が破壊されても、設備の修繕費や発電できない期間での作業保障などは受けられる。しかし、近年の太陽光発電をめぐる事故などから年々保険料が高価となっており、保険への加入の継続が難しくなることを懸念していた。また、太陽光発電パネルが寿命となった時、営農型太陽光発電事業から撤退すると述べていた。

継続阻害要因としては、「売電収入に係る要因」、「農業生産に係る要因」、「施設に係る要因」の順で重要度が高いと述べていた。

「売電収入に係る要因」は太陽光発電によって収入が安定したため、収益がなくなることは最大の要因となると述べていた。現在では、農業生産の植木のみで生計を立てることが困難であり、太陽光発電は生活に必要不可欠な収入源となっていることがわかった。

「設備に係る要因」でえあ、自然による破壊、修理について懸念していると述べていた。支柱などの材料は、ステンレスや鉄を使用しており、25年以上維持できるように設計されている。しかし、自然災害による破壊は予測できない

ことも多く、懸念している。

「農業生産に係る要因」では、農業生産の後継者が育たないことを懸念していた。植木だけでは、十分な収入を得られず、太陽光発電で収入を得ている現状からも、あまり後継者に薦めることはできないと述べていた。また、営農に関してCは農福連携で行っている。障害を持つ方に草取りなどの仕事場の提供をし、販売で得られた収入の半分以上を給料として渡している。営農型太陽光発電は一般的な農業と比べて太陽光パネルによる日陰ができる。そのため、太陽光がさえぎられて一般的な農地に比べると比較的楽に草取りができ、営農者への負担が少ないと述べていた。営農活動も、機械での作業、手作業の両方を行えるように設計してあるので不便性はないと述べていた。

Cは自家消費については導入を考えていなかった。その理由としては農業に電気を使わないということであった。

また、Cは収入の現金化についても述べていた。Cは現在売電によって収益を得ている。しかし、発電した電力を自家消費として利用する場合、電気代の削減として利益を得ることができるが、現金として手元に入ることはない。そのため、売電収益を利用して従業員に給料を支払っている企業の場合、電力の自家消費を行うと従業員に十分な給料を払えなくなる可能性が出てくる。これらのことから、発電した電力の自家消費を行う場合でも、余剰電力の売電などにより、事業主の手元に十分な収益が来るような仕組みづくりがないと、自家消費については考えられないと述べていた。



図 10 事業主 C の営農型太陽光発電の様子

4.2.4. ヒアリング調査のまとめ

4.2.1～4.2.3 の事業主 A、B、C をまとめると、表 15 となる。

A、B、C ともに、FIT 後も継続して営農型太陽光発電を行う意思が見られた。しかし、A、B は FIT 後も太陽光パネルの交換や電気系統の修理をしながら営農型太陽光発電を継続していく意思が見られたが、事業主 C は太陽光パネルが寿命となったら営農型太陽光発電から撤退するという違いが見られた。

営農型太陽光発電から撤退する最大の要因は、A、B、C ともに、自然災害により営農型太陽光発電の電気機器、太陽光パネル、支柱などの設備が破壊され、修理も困難であれば営農型太陽光発電から撤退するという意見が得られた。また、A、B、C は、自然災害による故障、修理は保証される保険に入っているが、現状保険料が高くなっているという意見も共通してみられた。

営農型太陽光発電の FIT 後の継続阻害要因の重要度は、事業主ごとにそれぞれ違った。これは、営農型太陽光発電の事業形態や営農型太陽光発電を開始した目的等によって違うため異なる重要度の順になったと考えられる。

A は継続阻害要因で「設備に係る要因」が最も重要であると考えていた。これは、設備自体が壊れないようにせつけいしているため、修理不可能なほど破壊されると復帰が難しいと考えているからである。また、A の開始目的が営農型太陽光発電の農地で再生可能エネルギーを生産できることに注目し、開始したため、「農業生産に係る要因」は低くなったと考えられる。または、農業生産は営農型太陽光発電を行っていくうえで前提条件と考えているため低くなった可能性も考えられる。

B は継続阻害要因の重要度として「設備に係る要因」が最も順が高かった。これに対して、修理不可能なほど破壊されてしまうと、年々高額となっている保険に改めて加入することが難しいことを理由として挙げていた。また、B は営農型太陽光発電を始めた目的が社会への貢献、アピールであり、これはしっ

かりと営農型太陽光発電を行うことが条件となる。そのため、「設備に係る要因」、「農業生産に係る要因」が「売電収入に係る要因」より上位になったと考えられる。

Cは継続阻害要因で「売電収入に係る要因」が最も重要であると考えていた。Cは太陽光発電も行っており、その過程で営農型太陽光発電を始めた。どちらも売電収入を目的としているため、「売電収入に係る要因」が最も高くなったと考えられる。

以上より、継続阻害要因については解決する優先順位を示すことは難しい。また、営農型太陽光発電を、営農を主で行っているのか、売電を主で行っているのかで変わってくると考えられた。

自家消費の導入について、Aは積極的に自家消費を導入する、Bは条件によって自家消費を導入する、Cは導入を考えていないことが分かった。

農業現場での自家消費について、A、B、Cは自家消費の導入は考えていなかった。この理由として、農業に電気を使わないという意見が、A、B、Cに共通していた。また、発電した電気を十分に消費する場所がないという意見も得られた。

Aは営農型太陽光発電の自家消費・地域利用について、営農型太陽光発電の10年後、20年後考慮すると、自家消費・地域利用は必要不可欠であると述べていた。

Bは自家消費について蓄電池等の技術的な課題があり、まずは、蓄電池を利用せず電力を地域で利用してもらうことが重要であると考えていた。

Cは企業として自家消費・地域利用をするのであればそれを通じて利益を挙げたいと考えており、それを実現するためには農業の電化やそれによって現金化して手元に収入が入るような仕組みづくりが課題であると述べていた。

以上より、ヒアリング調査からは、営農型太陽光発電事業主の継続阻害要因

の考える重要度は 3 事業主で異なっていた。また、3 事業主の自家消費についての課題で、「農業に電力を使わない」という意見が共通していた。

表 15 ヒアリング調査の結果

事業主		A	B	C
事業形態		個人事業主	グループ会社	有限会社
		発電事業主＝営農者＝地権者		
SS 開始年度		2012 年	2022 年	2016 年
SS 発電出力(合計)		600kW	150kW	850kW
SS 農地面積(合計)		0.70ha	0.76ha	0.89ha
SS パネル設置面積		0.47ha	0.28ha	0.23ha
発電パネル下の 栽培作物		タマリユウ 野菜	キクラゲ ブルーベリー	花木
SS 開始目的		再エネ	社会アピール	太陽光発電収入
FIT 後の運用予定		継続		
最大の撤退要因		自然災害により SS の破壊が著しく継続が難しい時		
継続阻害 要因の 重要度	①	設備	設備	売電収入
	②	売電収入	農業生産	農業生産
	③	農業生産	売電収入	設備
FIT 後の自家消費		導入	導入(条件)	導入しない
		農業現場での自家消費は考えていない		
自家消費の課題		農業に電力消費がない		
		消費場所が近くない		-
自家消費・地域利 用への考え		将来必要不可欠	地域で電力を 利用	農業の電化が 必要

5. 考察

5.1. 結果より考察

質問票調査、ヒアリング調査より以下のことが分かった。

本研究の調査では、現在、営農型太陽光発電を行っている事業主は、自家消費を行っている事業主はいなかった。

また、FIT 後、営農型太陽光発電を 10 年間継続する意向の事業主が多く、FIT 後、すぐに撤退する意向である事業主はいなかった。一方で、自家消費の導入を考えている事業主は少なかった。

営農型太陽光発電事業主が、「自家消費・公共利用先」として、「ICT 設備の電源」、「電動農機具の充電」、「鳥獣害対策の電源」の本研究では農業に関連している施設・機器の電源として期待していることが分かった。

また、ヒアリング調査より、営農型太陽光発電における自家消費の課題として、「農業現場の電力需要がない」、「営農型太陽光発電周辺に電力の消費場所がない」という点が挙げられた。

これらのことから、営農型太陽光発電の自家消費について、事業主は農業に関連した施設・機器への利用を期待している一方で、「農業現場の電力需要がない」、「営農型太陽光発電周辺に電力の消費場所がない」という点を課題として持っていた。つまり、営農型太陽光発電の自家消費には、営農型太陽光発電事業主の意向と実情にギャップがあることが分かった。

このギャップを埋めるため、農業現場での自家消費について、電力の地域利用について考察、検討を行う。

5.2. 営農型太陽光発電の自家消費についての検討

本研究より、既存の営農型太陽光発電事業主は、自家消費に消極的であることが考えられる。その一つの課題として、「農業現場の電力需要がない」ということが挙げられる。

しかし、事例として農業現場での自家消費の事例は存在している。千葉・エコエネルギー(千葉県)では、営農型太陽光発電で発電した電力を電動農機具や農業に関連する施設の電力に利用する等、発電した電力を農業で最大限活用できるように試みている[農林水産省, 2021]。また、太陽光発電において、スマートブルー(静岡県)が蓄電池を導入し、太陽光発電設備を農業ハウスと一体化し、水耕栽培に必要な空調設備や自動で水をくみ上げるポンプ等の電力を賄う設備を導入している、さらに、農業法人のツブ(東京都)では、農業ハウスに太陽光発電設備を導入し、フォークリフトを鉛蓄電池搭載の電動フォークリフトに変更して消費電力を賄っている[香遠, 2023]。このように、まだ自家消費の事例数としては少ないが、農業現場で電力の自家消費としてハウス栽培の空調設備や電動農機具の需要があるということがわかる。そのため今後、電力の自家消費を普及していくには、ICT 設備やスマート農業等の拡大が必要であることが分かる。

今回の研究では示されなかった営農型太陽光発電の自家消費の課題として、技術的な課題とコストの課題があると考えられる。

まず、技術的な課題に関して、バッテリー、蓄電池のエネルギー密度が低いということがある。現在の技術では、電動農機具などを動かすにはエネルギー密度が低いため、農作業に十分な出力と稼働時間を得ることができないため、温室効果ガスを排出しないという理由だけでは既存の農業機械に代替して普及することは困難である、と塚本は述べている[塚本, 2022]。

次に、コストの課題としては、自家消費の導入コストと蓄電池の価格がある。

自家消費の導入コストについては、既存の営農型太陽光発電では自家消費を導入するのが難しく、電気系統の変更が必要となる。そのため、売電で整備した設備を自家消費に再度整備しなおす必要があり、そのコストを営農型太陽光発電事業主が出すことは難しいと考えられる。また、蓄電池のコストの価格が高い点について、重藤は、一般事業者が太陽光発電を導入する際には、～中略～蓄電池をあえて組み合わせるよりは、そのコストを再エネによるさらなる自給率アップに充て将来的な蓄電池の大幅なコストダウンを待つ方が賢明であろう、と述べている [重藤 大島, 2019]。

これらのことから、営農型太陽光発電の目的が売電収入である既存の営農型太陽光発電が今から自家消費に変更することは困難であると考えられる。そのため、営農型太陽光発電の自家消費を考える際は、今後営農型太陽光発電を新たに行うものに対し、開始当初より自家消費システムをふくめた事業計画が必要であることが考えられる。

5.3. 営農型太陽光発電の地域利用についての検討

次に、営農型太陽光発電における電力の地域利用について考察する。

質問票調査より、FIT 後の売電方法について継続して電力会社に売電を考えている事業主が最も多く、次いで、企業に直接売電を考えている事業主がみられた。

小林は、再エネは需要のあるところで生産し、余剰を供給するという考え方の小規模分散に向いていると述べている [小林, 2012]。これから、営農型太陽光発電についても、再生可能エネルギー電源の地域利用の拠点として期待されることがわかる。

しかし、地域利用の課題として、需要先と供給のマッチングが挙げられます。現状では、FIT 制度を利用した大手電力会社を通じた供給ですが、本研究では FIT 後について企業へ直接売電を予定している事業主もあり、地域利用を行う場合、発電事業から需要先へ直接送電するという需要と供給の直接的なマッチングが難しいのが現状である。

既存の営農型太陽光発電の地域利用について、企業に直接売電することを支援する方法の一つとして、マッチングを支援する企業、法人が仲介に入るというものがある。例えば、みんな電力は再生可能エネルギーの供給地と電力を購入したい企業を仲介する事業を行っている [みんな電力, 2024]。

近年、脱炭素社会を目指すため、企業は再生可能エネルギーの電力を使用したいと考えている。そのような企業に、営農型太陽光発電は、再生可能エネルギーの供給地として選択してもらうには、企業自身のメリットがないと企業は選択をしない。営農型太陽光発電において企業側が選択するメリットとして、食料生産や農地保全等の観点から適切な営農を行っていることが条件となると考えられる。しかし、実際には営農をおろそかにしている営農型太陽光発電事業主も見受けられる。そのような事業は今後企業から再エネ供給地として選択

されないことが考えられる。このことから、今後企業に直接売電を考えている事業では、適切な営農の継続が条件となってくることは間違いない。

次に、新規の営農型太陽光発電の地域利用を考えた場合、行政、公共施設への供給も一つの方法として挙げられる。長野県飯田市では、地元住民、地域の金融機関に出資してもらい、太陽光発電を設置し、保育園や公民館などに電力を供給し、余剰電力を売電し、得られた利益を事業に出資した地元住民、地域の金融機関に還元するという事例がある。

営農型太陽光発電においても住民、地元金融出資型の事業を行うことで、本研究で課題として挙げられた、電力の消費場所については、行政や公共施設が確保することができる。さらに、住民、地元金融の出資により、事業主自身の出資する初期コストの削減を見込むことができ、コストの課題についても解決を見込むことができる。

この事例を研究した西城戸は、地域の住民金融機関から融資を得られたということは、事業に対して地域の一定の理解が得られたと述べている〔西城戸, 2015〕。一方で、野津は、農業者の営農型太陽光発電の課題認識に地域の合意形成があると述べていた〔野津喬, 2018〕。このことから、営農型太陽光発電の課題の一つ、地域の合意形成についても住民、地元金融出資型の方法をとると新たに営農型太陽光発電を開始することができると予想できる。

6.まとめ

本研究は、現在営農型太陽光発電を行っている事業主を対象に、FIT 後の運用方針を調査し、発電した電力の自家消費の導入意向を把握し、自家消費・地域利用に向けた課題を整理し、検討した。

質問票調査より、営農型太陽光発電事業主は、FIT 後、10 年間継続する予定の事業主が最も多かった。しかし、太陽光発電パネルの寿命は 25～30 年と言われており、太陽光発電パネルの寿命により撤退する可能性があることが考えられた。

継続阻害要因は、営農型太陽光発電事業主によって異なることが分かった。そのため、本研究からは、継続阻害要因について一般化し、解決すべき要因の順序を判断することは困難であった。一方で、継続阻害要因が異なった要因として、事業主の営農型太陽光発電の目的が関係していると考えられた。

営農型太陽光発電の自家消費・地域利用について事業主に共通した課題は農業に電気を使わないこと、さらに電力の消費場所がないことが挙げられた。しかし、営農型太陽光発電の自家消費について期待している部分に、「温度センサー、遠隔カメラなど ICT 設備の電源」、「電動農機具の充電」、「鳥獣害対策の電源」等の農業に関連した施設・機器というものがあつた。

このことから、営農型太陽光発電の自家消費について、事業主は農業に関連した施設・機器への利用を期待している一方で、「農業現場の電力需要がない」、「営農型太陽光発電周辺に電力の消費場所がない」という点を課題として持っていた。つまり、営農型太陽光発電の自家消費には、営農型太陽光発電事業主の意向と実情にギャップがあることが分かった。この課題を解決するために、本研究では農業現場での自家消費の拡大、営農型太陽光発電の供給と電力の需要先となる施設・機関とのマッチングの考察を行った。

今後の課題として、営農型太陽光発電の太陽光発電パネルの寿命後も継続す

るかどうかを調査すること、そして、継続阻害要因について一般化し、解決すべき要因の順序を抽出することが挙げられる。

本研究では、FIT 後の運用に限定して調査を行い、太陽光発電パネルの寿命まで継続する意向であることが予想された。しかし、持続可能な営農型太陽光発電事業を行うためには、太陽光発電パネルを交換、設備の修理を行い継続することが必要であると考え。そのため、FIT 後に限定せず、長期間の運用予定を調査することが課題である。

また、質問票調査の回答数が少なく、統計的に一般化し、比較することが困難であった。そのため、質問票調査の回答数を増やし、統計によって比較することが今後の課題である。

これまでの営農型太陽光発電は、売電収入に期待して開始した事業が多い。そのため、営農型太陽光発電の継続の判断は経済指標によるところが大きいと考える。本研究においても、自然災害などによる倒壊や破損に伴う費用負担が継続阻害要因として挙げられた。自家消費や地域利用に関しても大きな転換期には来ていない。現状、蓄電池の初期費用の負担、農業生産における電力需要の小ささ、さらには電力の系統接続などの経済的・政策的素地が十分整っていない。FIT 制度の継続性を考えると、今後営農型太陽光発電による経済メリットはこれまで多くはないと予想できる。FIT 制度の導入から今年で 12 年となる。これまで設置されてきた営農型太陽光発電を活用した再エネ利用の仕組みづくりは、スマート農業やスマートビレッジ等の ICT のための電力供給拠点としての可能性を持っている。営農型太陽光発電のメリットには、再生可能エネルギー生産であることと、それを利用した温室効果ガス排出の削減がある。今後、これらメリットを生かした営農型太陽光発電事業並びに電力の地域利用を含めた地域計画が求められる。

謝辞

この論文を終えるにあたり、多くの方々に支えられ、助けられましたことに深く感謝いたします。

まず、指導教員である森本英嗣先生に心からの感謝を申し上げます。森本先生の専門知識と経験によるご指導のおかげで、この論文を完成させることができました。また、日々の励ましやアドバイスにより、自分自身の成長を感じることができました。

次に、質問票調査に協力、ならびに本研究にアドバイスを頂いた方々に心からの感謝を申し上げます。皆様の貴重なご意見や助言がなければ、この論文の完成は困難でした。

最後に、家族や友人、同期、後輩、お世話になった教授の方々に心からの感謝を申し上げます。彼らの絶え間ないサポートと励ましのおかげで、この論文を完成させることができました。

最後に、改めて多くの方々に心からの感謝を申し上げます。皆様のおかげで、この論文を完成させることができました。

ありがとうございました。

引用文献

- みんな電力. (2024 年 2 月 20 日). みんな電力. 参照日: 2024 年 2 月 20 日, 参照先: <https://minden.co.jp/>
- 経済産業省. (2012 年 7 月 1 日). 制度の概要-FIT・FIP 制度-. 参照先: 資源エネルギー庁 : な っ と く ! 再 生 可 能 エ ネ ル ギ ー : https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/surcharge.html
- 経済産業省. (2021 年 10 月 21 日). エネルギー基本計画について. 参照先: 経済産業省資源エネルギー庁 エネルギー基本計画について: https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/
- 経済産業省. (2023 年 6 月 6 日). 経済産業省資源エネルギー庁. 参照日: 2024 年 2 月 9 日, 参照先: 令和 4 年度エネルギーに関する年次報告(エネルギー白 書 2023): <https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2023/pdf/>
- 経済産業省. (2024 年 2 月 7 日). 経済産業省. 参照日: 2024 年 2 月 9 日, 参照先: 調達価格等算定委員会「令和 6 年度以降の調達価格等に関する意見」に つ い て : https://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/20240207_report.html
- 香遠優太. (2023). 解説! 非 FIT 営農用太陽光ビジネス. 著: PV eye : アジアを洞察する太陽エネルギーの月刊誌 (第 135 巻, ページ: p.30-33).
- 自然エネルギー財団. (2020 年 8 月 6 日). 自然エネルギー財団. 参照日: 2024 年 2 月 9 日, 参照先: 2030 年エネルギーミックスへの提案(第 1 版): <https://www.renewable-ei.org/activities/reports/20200806.php>
- 柴田直弥, 西澤滋雄, 長岡篤, 村山武彦. (2021). ソーラーシェアリングの導入実態に関する自治体の意向 (第 35 巻). 一般社団法人 環境情報科学セ

- ンター.
- 重藤さわ子, 大島隆. (2019). 脱 FIT の事業構想-低炭素型地域社会移行への現実的な道筋の検討. (2), 13-22.
- 小林久. (2012). 自然エネルギーを供給する農山村の可能性と課題. 農村計画学会誌, 30(4), p.573-577.
- 西城戸誠. (2015 年 3 月). 長野県飯田市における市民出資型再生可能エネルギー事業の地域的展開. 15(2), p.15-46.
- 長島彬. (2015). 日本を変える、世界を変える!「ソーラーシェアリング」のすすめ. リック.
- 塚本隆行. (2022). 農業機械の電動化と農業用ロボット. 75(7), p.16-23.
- 農林水産省. (2018 年 7 月 24 日). スペシャルコンテンツ. 参照先: 経済産業省
資源 エ ネ ル ギ ー 庁 :
<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/taiyoukouhaiki.html>
- 農林水産省. (2018 年 5 月 15 日). 支柱を立てて営農を継続する営農型太陽光発電設備等についての農地転用許可制度上の取扱いについて. 参照先: 農
林 水 産 省 :
<https://www.maff.go.jp/j/nousin/noukei/totiriyo/attach/pdf/einogata-1.pdf>
- 農林水産省. (2020 年 2 月 31 日). 食料・農業・農村・基本計画. 参照日: 2024
年 2 月 13 日 , 参 照 先 : 農 林 水 産 省 :
https://www.maff.go.jp/j/keikaku/k_aratana/attach/pdf/index-13.pdf
- 農林水産省. (2021 年 12 月). 再生可能エネルギーで目指す 持続可能な農業
～ 営 農 型 太 陽 光 発 電 ～ . 参 照 先 : 農 林 水 産 省 :
https://www.maff.go.jp/j/pr/aff/2112/spe1_03.html

農林水産省. (2023 年 10 月). 営農型太陽光発電について. 参照先: 農林水産省:

<https://www.maff.go.jp/j/shokusan/renewable/energy/einou.html>

農林水産省. (2023 年 5 月 26 日). 令和 4 年度 食料・農業・農村白書 第 1 部第

3 章第 4 節 農村における所得と雇用機会の確保. 参照日: 2024 年 2 月

13 日, 参照先: 農林水産省:

https://www.maff.go.jp/j/wpaper/w_maff/r4/r4_h/trend/part1/chap4/c

[4_4_00.html?words=%E5%96%B6%E8%BE%B2%E5%9E%8B#d0438](https://www.maff.go.jp/j/wpaper/w_maff/r4/r4_h/trend/part1/chap4/c4_4_00.html?words=%E5%96%B6%E8%BE%B2%E5%9E%8B#d0438)

野津喬. (2018). 農業者の営農型太陽光発電の実施意向に関する分析 (第 37(3) 巻). 農村計画学会.

【付録 1】 質問票

1. あなたについて教えてください。

(ア)発電事業は個人事業主として行っていますか。法人として行っていますか。

- ①個人事業主 ②法人 ③その他()

(イ)年齢を教えてください。法人の方は代表の方の年齢を教えてください。

- ①20 代 ②30 代 ③40 代 ④50 代
⑤60 代 ⑥70 代 ⑦80 代以上

(ウ)個人事業主の方にお聞きします。農業は現在専業ですか。兼業ですか。

- ①専業 ②兼業 ③わからない。

(エ)法人の方にお聞きします。

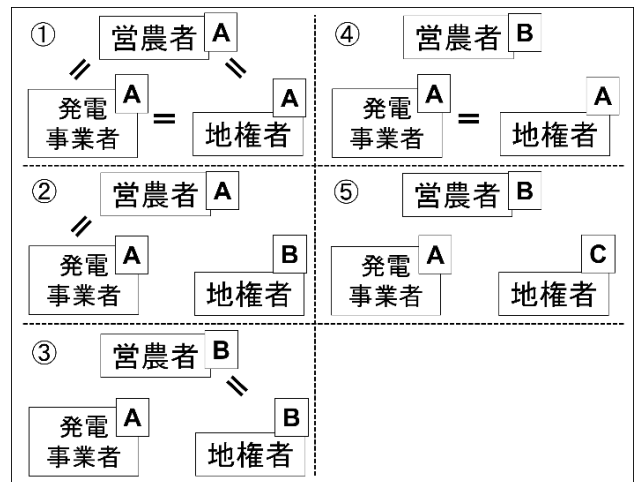
農業法人を持っていますか。または、作る予定はありますか。

- ①すでに持っている。 ②現在持っていないが今後作る予定である。
③現在持っておらず、作る予定はない。

(オ)発電事業の運営体制についてお聞きします。

あなた(A)が当てはまるものを選択してください。

- ①発電事業者・営農者・地権者が同一
②営農者と発電事業者のみ同一
③営農者と地権者のみ同一
④発電事業者と地権者のみ同一
⑤発電事業者・営農者・地権者の3者が別
⑥その他()



2. 貴発電事業について教えてください。

(ア)最初の発電事業は何年度に開始しましたか。複数事業を実施している場合は最初の事業の年度を教えてください。

_____ 年度

(イ)発電事業数について低圧発電事業(50kW 未満)はいくつ行っていますか。

_____ 事業数

事業数

①水田 ②畑地 ③樹園地
④牧草地 ⑤その他()

①コメ、ムギ、ダイズ等の土地利用作物 ②野菜 ③果樹
④鑑賞作物 ⑤その他()

	わからない	よくあてはまる	少しあてはまる	どちらでもない	あまりあてはまらない	まったくあてはまらない
	0	1	2	3	4	5
(例)	◎	●	●	●	●	●
①パネルで影ができて体感温度が下がった。	●	●	●	●	●	●
②支柱があるので作業がしにくい。	●	●	●	●	●	●
③トラクター等の農機具を動かすにくい。	●	●	●	●	●	●
④パネルから落ちる水滴によって生育しにくい。	●	●	●	●	●	●
⑤鳥害が気になる。	●	●	●	●	●	●

⑥その他、気になる項目として挙げられるものがあれば教えてください。

()

3. FIT 制度、FIP 制度の調達・交付期間終了後について教えてください。

(ア)FIT・FIP 制度の調達・交付期間終了後、発電事業を何年続けることを想定していますか。以下から一番近いものを選んでください。

- ①0 年(調達・交付期間後すぐに撤退する。)
- ②10 年(調達・交付期間 20 年 + 10 年)
- ③20 年(調達・交付期間 20 年 + 20 年)
- ④30 年以上(調達・交付期間 20 年 + 30 年以上)
- ⑤わからない。

(イ)FIT・FIP 制度の期間の終了後、自家利用についてどの方法で運用していく予定ですか。(複数回答可)

- ①蓄電池は導入済みで自家利用する。
- ②蓄電池を導入して自家利用する。
- ③蓄電池を導入せず自家利用する。
- ④自家利用は予定していない。
- ⑤その他()

(ウ)FIT・FIP 制度の期間の終了後、売電についてどの方法で運用していく予定ですか。(複数回答可)

- ①電気会社へ売電する。
- ②企業へ直接売電する。
- ③アグリゲーターを通して売電する。
- ④売電は予定していない。
- ⑤その他()

(エ)FIT・FIP 制度の期間終了後、発電事業を継続する要因について教えてください。

以下の項目についてそれぞれ5段階で評価してください。項目以外の継続する要因があればその他にご記入ください。

	わからな い	よく あてはま る	少し あてはま る	どちらで もない	あまり あてはま らない	まったく あてはま らない
	0	1	2	3	4	5
①売電収入の獲得	●	●	●	●	●	●
②自家利用による光熱費の低減	●	●	●	●	●	●
③非常時の緊急用電源の確保	●	●	●	●	●	●
④社会貢献や環境保全などのアピール	●	●	●	●	●	●
⑤生産物や商品の高付加価値化	●	●	●	●	●	●
⑥生産物の価格の安定	●	●	●	●	●	●

⑦その他、継続する要因として挙げられるものがあれば教えてください。

()

(オ)FIT・FIP 制度の期間終了後、発電事業から撤退する要因についての質問です。

撤退する要因として考えられる以下の項目について、それぞれ5段階で評価してください。項目以外の撤退する要因があればその他にご記入ください。

	わからな い	よく あてはま る	少し あてはま る	どちらで もない	あまり あてはま らない	まったく あてはま らない
	0	1	2	3	4	5
①売電収益が少なくなる。	●	●	●	●	●	●
②設備、施設の更新時期になった時。	●	●	●	●	●	●
③被災し、設備や施設が故障した時。	●	●	●	●	●	●
④点検や修理の頻度が多いと感じる。	●	●	●	●	●	●
⑤パネル下の作物がうまく育たない。	●	●	●	●	●	●
⑥作物の価格が下落する。	●	●	●	●	●	●
⑦一時転用の延長の手続き、作物の収益の提出が大変であると感じる。	●	●	●	●	●	●
⑧地権者が撤退する意向を示した時。	●	●	●	●	●	●
⑨営農者がいなくなる。	●	●	●	●	●	●

⑩その他、撤退する要因として挙げられるものがあれば教えてください。

()

4. 発電した電力の自家利用あるいは公共利用について教えてください。

(ア) FIT・FIP 制度の期間終了後、自家・公共利用先として考えられる、以下の項目についてそれぞれ5段階で評価してください。項目以外の利用先があればその他にご記入ください。

	わからない 0	よく あてはまる 1	少し あてはまる 2	どちらで もない 3	あまり あてはま らない 4	まったく あてはま らない 5
①EV 充電(V2H システムも含む)	●	●	●	●	●	●
②所有する工場や事務所などの電源	●	●	●	●	●	●
②温度センサー、遠隔カメラなど ICT 設備の電源	●	●	●	●	●	●
④電動農機具の充電	●	●	●	●	●	●
⑤自宅での電源	●	●	●	●	●	●
⑥集会所、街灯などの公共施設の電源	●	●	●	●	●	●
⑦鳥獣害対策設備の電源	●	●	●	●	●	●

⑧その他、利用したいものとして挙げられるものがあれば教えてください。

()

(イ) 自家利用に関する課題について以下の項目を挙げました。以下の項目に関するハードルの高さについてそれぞれ 6 段階で評価してください。項目以外の課題があればその他にご記入ください。

	わからない 0	よく あてはま る 1	少し あてはま る 2	どちらで もない 3	あまり あてはま らない 4	まったく あてはま らない 5
①発電事業に関する法整備 ※制度で考えているような自家利用ができない	●	●	●	●	●	●
②自家利用に必要な設備投資	●	●	●	●	●	●
③自家利用に必要な施設の維持・管理費	●	●	●	●	●	●
④電力の消費場所の確保 ※発電場所と消費場所が遠い	●	●	●	●	●	●
⑤蓄電池の価格	●	●	●	●	●	●

⑥その他、自家利用に対する課題として挙げられるものがあれば教えてください。

()

【付録 2】 質問票調査結果

1.あなたについて教えてください。

(ア)発電事業は個人事業主として行っていますか。法人として行っていますか。

表 16 1-(ア)の統計量

	数	%
個人事業主	2	25
法人	6	75
合計	8	100

(イ)年齢を教えてください。法人の方は代表の方の年齢を教えてください。

表 17 1-(イ)の統計量

代	数	%
20	0	0
30	1	12.5
40	1	12.5
50	2	25
60	3	37.5
70	1	12.5
合計	8	8

(ウ)個人事業主の方にお聞きします。農業は現在専業ですか。兼業ですか。

表 18 1-(ウ)の統計量

項目	数
専業	2
兼業	2
わからない	0

(エ)法人の方にお聞きします。農業法人を持っていますか。または、作る予定はありますか。

表 19 1-(エ)の統計量

農業法人	数
すでに持っている。	6
現在持っていないが今後作る予定である。	1
現在持っておらず、作る予定はない。	0

(オ)発電事業の運営体制についてお聞きします。あなた(A)が当てはまるものを選択してください。

表 20 1-(オ)の統計量

運営体制	人数	%
発電事業者・営農者・地権者が同一	8	100
営農者と発電事業者のみ同一	0	0
営農者と地権者のみ同一	0	0
発電事業者と地権者のみ同一	0	0
発電事業者・営農者・地権者の3者が別	0	0
合計	8	100

2.貴発電事業について教えてください。

(ア)最初の発電事業は何年度に開始しましたか。複数事業を実施している場合は最初の事業の年度を教えてください。

表 21 2-(ア)の統計量

年度	度数	%
2012	1	12.5
2016	2	25
2018	1	12.5
2020	2	25
2021	1	12.5
2022	1	12.5
合計	8	100

(イ)発電事業数について低圧発電事業(50kW 未満)はいくつ行っていますか。

表 222-(イ)の統計量

機	度数	%
0	2	25
1	2	25
2	2	25
3	1	12.5
4	0	0
5	1	12.5
合計	8	100

(エ)発電事業数について高圧発電事業(50kW 以上)はいくつ行っていますか。

表 23 2-(エ)の統計量

機	度数	%
0	3	37.5
1	2	25
2	0	0
3	1	12.5
4	1	12.5
5	1	12.5
合計	8	100

(オ)発電事業を行っている土地の耕地種類を教えてください。(複数回答可)

表 24 2-(オ)の統計量

耕地種類	人/8 人
水田	1
畑地	5
樹園地	3
牧草地	0

(カ)パネル下で栽培している作物について教えてください。

表 25 2-(カ)の統計量

栽培作物	人/8 人
土地利用作物(コメ・ムギ・ダイズ)	0
野菜	0
果樹	2
鑑賞作物	0
その他	5

※その他の作物「お茶、植木、タマリユウ、キクラゲ」

(キ)営農を行っている方に質問します。発電事業による農業生産活動への影響について教えてください。以下の項目をそれぞれ 5 段階で評価してください。項目以外の影響があればその他にご記入ください。

表 26 2-(キ)の統計量

項目	平均値	標準偏差	分散	最小値	最大値
パネルで影ができて 体感温度が下がった	4.88	0.354	0.125	4	5
支柱があるので 作業がしにくい	3.75	1.165	1.357	2	5
トラクター等の農機具を 動かしにくい	3.63	1.061	1.125	2	5
パネルから落ちる水滴に よって生育しにくい	3.38	1.685	2.839	1	5
鳥害が気になる	2.75	1.282	1.643	0	4

3.FIT・FIP 制度の調達・交付期間終了後について教えてください。

(ア)FIT・FIP 制度の調達・交付期間終了後、発電事業を何年続けることを想定していますか。以下から一番近いものを選んでください。

表 27 3-(ア)の統計量

年	数	%
0	0	0
10	4	50
20	1	12.5
30	1	12.5
わからない	2	25
合計	8	100

(イ)FIT・FIP 制度の期間の終了後、自家利用についてどの方法で運用していく予定ですか。(複数回答可)

表 28 3-(イ)の統計量

	数	%
蓄電池導入していて自家消費する	2	25
蓄電池を導入して自家消費する	0	0
蓄電池を導入せず自家利用する	0	0
自家利用は予定していない	4	50
その他	2	25
合計	8	100

(ウ)FIT・FIP 制度の期間の終了後、売電についてどの方法で運用していく予定ですか。
(複数回答可)

表 29 3-(ウ)の統計量

	人/8 人
電気会社へ売電する	6
企業へ直接売電する	4
アグリゲーターを通して売電する	2
売電は予定していない	0

(エ)FIT・FIP 制度の期間終了後、発電事業を継続する要因について教えてください。
以下の項目についてそれぞれ 5 段階で評価してください。項目以外の継続する要因があればその他にご記入ください。

表 30 3-(エ)の統計量

項目	平均値	標準偏差	分散	最小値	最大値
売電収入の獲得	4.75	0.463	0.214	4	5
自家利用による光熱費の低減	3.43	1.272	1.619	2	5
非常時の緊急用電源の確保	4.14	1.069	1.143	2	5
社会貢献や環境保全等のアピール	4.25	1.035	1.071	3	5
生産物や商品の高付加価値化	4.00	1.225	1.500	2	5
生産物の価格の安定	3.71	1.254	1.571	2	5

(オ)FIT・FIP 制度の期間終了後、発電事業から撤退する要因についての質問です。

撤退する要因として考えられる以下の項目について、それぞれ5段階で評価してください。項目以外の撤退する要因があればその他にご記入ください。

表 31 3-(オ)の統計量

項目	平均値	標準偏差	分散	最小値	最大値
売電収益が少なくなる	3.71	0.951	0.905	2	5
設備、施設の更新時期になった	3.63	1.408	1.982	1	5
被災し、設備や施設が故障した	3.13	1.126	1.268	2	5
点検や修理の頻度が多いと感じる	4.00	0.926	0.857	2	5
パネル下の作物がうまく育たない	2.57	0.787	0.619	2	4
作物の価格が下落する	2.57	1.272	1.619	1	5
一時転用の延長の手続き、作物の収益の提出が大変であると感じる	2.88	1.458	2.125	1	5
地権者が撤退する意向を示した	2.29	1.496	2.238	1	5
営農者がいなくなる	4.00	1.195	1.429	2	5

4.発電した電力の自家利用あるいは公共利用について教えてください。

(ア)FIT・FIP 制度の期間終了後、自家・公共利用先として考えられる、以下の項目についてそれぞれ 5 段階で評価してください。項目以外の利用先があればその他にご記入ください。

表 32 4-(ア)の統計量

項目	平均値	標準偏差	分散	最小値	最大値
EV 充電(V2H システムも含む)	2.50	2.070	4.286	0	5
所有する工場や事務所などの電源	3.00	1.852	3.429	0	5
温度センサー、遠隔カメラなど ICT 設備の電源	3.75	1.282	1.643	1	5
電動農機具の充電	3.25	1.488	2.214	1	5
自宅での電源	1.75	1.669	2.786	0	5
集会所、街灯などの公共施設の電源	2.38	1.923	3.696	0	5
鳥獣害対策設備の電源	3.25	1.282	1.643	1	5

(イ)自家利用に関する課題について以下の項目を挙げました。以下の項目に関するハードルの高さについてそれぞれ 6 段階で評価してください。項目以外の課題があればその他にご記入ください。

表 33 4-(イ)の統計量

項目	平均値	標準偏差	分散	最小値	最大値
発電事業に関する法整備	4.71	0.488	0.238	4	5
自家利用に必要な設備投資	4.25	1.165	1.357	2	5
自家利用に必要な施設の 維持・管理費	4.25	1.165	1.357	2	5
蓄電池の価格	4.86	0.378	0.143	4	5
電力の消費場所の確保	4.63	0.744	0.554	3	5

【付録 3】 修論発表会要旨

営農型太陽光発電の自家消費と地域利用に関する事業主の意向と課題

応用地形学研究室 522M219 杉村桂伍

指導教員:森本英嗣

1. はじめに

令和 3 年、気候変動問題への対応と日本のエネルギー需給構造の抱える課題の克服という視点を踏まえて第 6 次エネルギー基本計画が定められた。ここでは再生可能エネルギーに最優先の原則で取り組み、国民負担の抑制と地域との共生を図りながら最大限の導入を促すことが位置付けられている。2021 年度末時点、太陽光発電は 6,935 万 kW 導入されているが、設置可能な土地は年々減少している。そのため第 6 次エネルギー基本計画では農地への太陽光発電の導入拡大が明記されている。

近年、農地で太陽光パネルを使って日射量を調節し、太陽光を農業生産と発電で共有して取り組む営農型太陽光発電事業(SS)が注目されている。SS の多くは、固定価格買取制度(FIT)を利用している。したがって、脱炭素社会へは SS の継続が重要であるが、FIT 期間終了後(FIT 後)は売電の収入が不安定になり、SS からの撤退が予想される。

野津(2018)によると、SS 未実施の農業者は、SS に対して「売電収入」、「自家利用」を期待している。また、重藤・大島(2019)は FIT 後の SS について今後は自家消費、地消を軸に検討せざるを得ず、事業主の電力利用方法が課題であると述べている。しかしながら、SS を行っている事業主(SS 事業主)に FIT 後の運用や自家消費・地域利用の意向について調査研究は少ない。

2. 目的

本研究の目的は SS 事業主の FIT 後の運用方法を明確にするとともに、SS 事業主の自家消費・地域利用の意向、課題を整理することである。なお「自家消費」とは、SS 事業主が所属する企業、法人、家庭等で発電した電力を自ら消費することを指し、「地域利用」とは集落内の行政、一般家庭、企業等で発電した電力を利用することを指す。

3. 手法

3.1. 仮説モデル作成

現状の SS から FIT 後も SS を継続し自家消費につながることを仮定し、仮説モデルを作成した(図 1)。各事象が発生する際に、SS の継続には継続阻害要因、自家消費には自家消費阻害要因が存在すると仮定した。継続阻害要因には、「売電収入」、「設備」、「農業生産」に係る要因が含まれ、自家消費阻害要因には、「制度」、「コスト」、「場所」に係る要因があるとした。

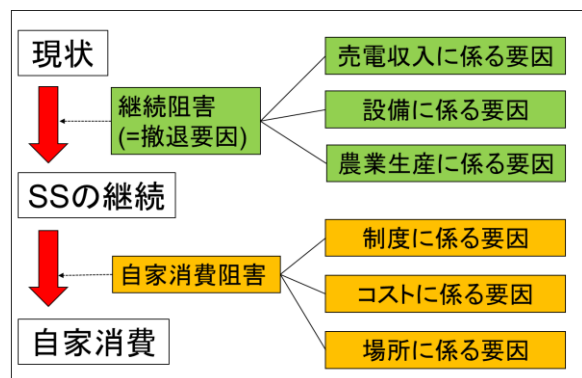


図 11 仮説モデル

3.2. 質問票調査

仮説モデルに基づき、質問票を作成し、質問票調査を行った。

表 1 継続要因の項目

継続要因
売電収入の獲得
社会貢献や環境保全等のアピール
非常時の緊急用電源の確保
生産物の高付加価値化
生産物の価格の安定

表 2 継続阻害要因の項目

継続阻害要因	項目
売電収入	売電収益の減少(売電収入)
設備	設備、施設の更新時期(更新時期) 被災し、設備が故障(故障) 点検や修理の高頻度(修理)
農業生産	パネル下作物の成長不良(成長不良) 作物の価格の下落(価格下落) 延長申請等の提出労力(手続き) 地権者の撤退意向(地権者) 営農者の不在(営農者)

表 3 自家消費阻害要因の項目

自家消費阻害要因	項目
制度	発電事業に係る法整備
コスト	自家消費の設備投資 自家消費施設の維持・管理費 蓄電池の価格
消費場所	電力の消費場所の確保

表 4 自家消費・公共利用先の項目

自家・公共利用先
ICT設備
電動農機具
鳥獣害対策
所有する工場や事務所
EV
集会所や街灯などの公共施設
自宅

質問票調査は三重県の SS 事業主を対象に、2023/7/2～2023/8/30 まで実施した。対面と Google form を利用して回収を行った。

主な質問項目は「FIT 後の運用期間、自家消費、売電方法について」、「継続要因」、「継続阻害要因」、「自家消費阻害要因」、「自家消費・公共利用先」である。

「継続要因」は SS 事業主が FIT 後も継続する要因に関する項目であり、野津(2018)を参考に 6 項目作成した(表 1)。「継続阻害要因」は SS 事業主が SS から撤退する要因に関する項目(表 2)、「自家消費阻害要因」は SS 事業主の自家消費意思を阻害する要因に関する項目(表 3)、「自家消費・公共利用先」は SS 事業主が自家消費・地域利用を考える際、電力の利用方法や供給先についての項目とする(表 4)。これらの 4 つの設問に関して、項目に対して「よくあてはまる」「少しあてはまる」「どちらでもない」「あまりあてはまらない」「全くあてはまらない」の 5 点法で回答してもらい、点数が高いほどその項目があてはまるとして分析を行った。

3.3. ヒアリング調査

また、事業形態、開始年度の異なる 3 者を対象に SS 事業主の具体的な意向を調査するためヒアリング調査を行った。主なヒアリング内容は「SS の継続阻害要因の重要度について」、「SS における自家消費・地域利用の意向、課題について」である。

4. 結果

4.1. 質問票調査

8 件配布し、全て回収した(回収率 100%)が、回答数が少ない結果となった。

FIT 後の運用に関して、多くの事業主が 10 年間の継続を予定していることが明らかとなった。これは、太陽光パネルの寿命が一般的に 25～30 年とされるため、パネル寿命時に SS から撤退する可能性があるためと考えられる。FIT 後の自家消費について、事業主は導入に消極的であり、多くの事業主が電気会社に売電を継続することを予定していると回答した。一方で、企業に直接売電する予定の事業主もみられた。

表 5 ヒアリング調査の結果

事業主	A		B	C
事業形態	個人事業主		グループ会社	有限会社
	発電事業主＝営農者＝地権者			
SS 開始年度	2012 年		2022 年	2016 年
SS 発電出力(合計)	600kW		150kW	850kW
SS 農地面積(合計)	0.70ha		0.76ha	0.89ha
SS パネル設置面積	0.47ha		0.28ha	0.23ha
発電パネル下の栽培作物	タマリユウ 野菜		キクラゲ ブルーベリー	花木
SS 開始目的	再エネ		社会アピール	太陽光発電収入
FIT 後の運用予定	継続			
最大の撤退要因	自然災害により SS の破壊が著しく継続が難しい時			
継続阻害 要因の 重要度	①	設備	設備	売電収入
	②	売電収入	農業生産	農業生産
	③	農業生産	売電収入	設備
FIT 後の自家消費	導入		導入(条件)	導入しない
	農業現場での自家消費は考えていない			
自家消費の課題	農業に電力消費がない			
	消費場所が近くない			-
自家消費・地域利用への考え	将来必要不可欠		地域で電力を利用	農業の電化が必要

継続要因に関して、売電収入が最も重要視されている一方で、自家消費は重要視されていない。野津(2018)は、農業者は SS に自家利用の期待があると述べているが、本研究では SS 事業主は継続要因として考えていないことが示された。

継続阻害要因は、「売電収入」、「設備」、「農業生産」の順に重要視されている傾向で、項目別では、修理、営農者が最も重要視されている結果だった。

自家消費に関しては、自家消費阻害要因がすべての項目で影響がある傾向がみられた。また、自家・公共利用先について、農業関連の施設・機器で消費することに期待していた。

4.2. ヒアリング調査

事業形態、開始年度の違う事業主 A、B、C にヒアリング調査を行った(表 5)。FIT 後の運用に関してすべての事業主が継続する意向が共通していたが、事業主 C は太陽光パネルの寿命によって撤退することを示した。

最大の撤退要因として、自然災害による SS の破壊が共通して挙げられた。また、継続阻害要因の重要度については A、B、C とともに異なっており、これは SS の開始目的に関連していると考えられる。A は再エネ利用を目的としているため、「農業生産」の重要度は低くなったと考えられる。B は社会貢献やアピールを目的としており、実現するために SS を適切に行うことが条件となる。そのため、「設備」、「農業生産」が「売電収入」より重要度が高くなったと考えられる。C は売電収入を目的であり、「売電収入」の重要度が最も高くなったと考えられる。

FIT 後の自家消費の導入に関して、3 者とも異なる意向を示したが、農業現場での自家消費は考えていないことが共通した。自家消費の課題としては、「農業に電力消費がない」という共通点があり、また、「消費場所が近くにない」という点も挙げられた。

5. 考察

以上の両結果より、SS の自家消費において SS 事業主は農業に関連した施設・機器で消費することに期待している。一方で、農業現場の電力消費がない点、SS 周辺に電力の消費場所がない点が課題といえる。事業主の意向と実情にはギャップがあることが明らかとなった。このギャップを埋めるために「農業現場の自家消費」と「電力の地域利用」について考察する。

5.1. 農業現場での需要

本研究より SS 事業主は自家消費には消極的であり、農業の電力消費がないという課題が明らかとなった。千葉県では充電バッテリー式の作業機の電源や広島県では水耕栽培ハウスの揚水ポンプの電源に SS の電力が利用されている。これらの事例から、今後スマート農業等が進展すると、SS の農業現場での電源利用が拡大していく可能性が考えられる。

しかし、SS の自家消費にはいくつかの課題がある。例えば、農機具の電源としての利用に塚本(2022)はバッテリーのエネルギー密度が低いという問題を指摘している。また、自家消費に移行する工事のコストや蓄電池がいまだ高価であるというコスト面の課題も挙げられる(重藤・大島、2019)。そのため、既存の SS が自家消費に変更するのは困難である一方で、新規の SS は当初から自家消費システムを含めた事業計画を誘導する必要があることが考えられる。

5.2. 電力需要先とのマッチング

質問票調査より、FIT 後の売電方法として SS 事業主は電力会社に継続して売電と、企業へ直接売電も考えていた。再エネは需要のあるところで生産し、余剰を供給するという考え方の小規模分散に向いている(小林、2012)。SS に関しても地域利用の拠点として期待されるが、地域利用への課題としては需要の供給のマッチングが難しいことが挙げられる。

既存の SS では、需要先と供給のマッチングを支援する企業、法人が仲介する方法がある。今日、脱炭素社会のために多くの企業が再エネ電力の利用を考えている(飯野、2018)。ただし、企業に選択してもらうには企業側にメリットが必要である。そのため、FIT 後は農地で適切な営農がされることで、再エネ生産だけでなく食料生産や農地保全など持続型社会へ貢献している SS が優先的に選択される可能性がある。

新規の SS では、住民出資の SS を行い、行政や公共施設への供給を行う方法がある。例えば、長野県飯田市では、住民や地元金融機関に出資による太陽光発電事業を行い、保育園や公民館等に電力の供給を行う事例がある。この事例を参考に新規に SS を実施すると、「電力の消費場所」の課題は、行政・公共施設への利用で解決され、さらに、事業主自身の出資する初期コストも削減を見込める。また、西城戸(2015)は、地域の住民や地元金融機関から一定程度の理解が得られたため出資を受けられたと述べている。一方で、野津(2020)は農業者が SS に対する課題認識に地域の「合意形成」があると述べており、それも解決できると考えられる。

6. まとめ

本研究では、SS 事業主の FIT 後の運用方法を調査し、また、SS 事業主の自家消費・地域利用の意向、課題を整理した。多くの SS 事業主が FIT 後も継続を予定しており、自家消費の導入は消極的であることが明らかとなった。これは、SS 事業主に自家消費への期待と課題のギャップが存在することが原因であると考察した。このギャップを埋めるため、農業現場での自家消費や電力需要先とのマッチングについて検討を行った。

今後の課題として、太陽光発電パネルの寿命後の運用予定の調査や、本研究で困難であった、SS の継続阻害要因の一般化と解決順序の検討が挙げられる。

参考文献

飯野晃,再エネ加速化・最大化と脱炭素経営の推進による、我が国経済社会の脱炭素イノベーションの実現について,2018,日本風力エネルギー学会,42 巻 2 号,p.174-181 小林久,自然エネルギーを供給する農山村の可能性と課題,2012,農村計画学会誌,30 巻 4 号,pp.577 重藤さわ子・大島隆,脱 FIT の事業構想,事業構想研究,2019,2 巻,p.18-19 塚本隆行,農業機械の電動化と農業用ロボット,2022,Vol.75,7 巻,p.16-23 西城戸誠,長野県飯田市における市民出資型再生可能エネルギー事業の地域的展開,人間環境論集,2015,15 巻 2 号,pp.22 野津喬,農業者の営農型太陽光発電の実施意向に関する分析,農村計画学会誌,2018,37 巻.3 号,pp.309 野津喬,太陽光発電の自家消費に関する農業者の認識,2020,農業経営研究,2020,58 巻 2 号,p35-40