



## その2

# 営農型太陽光発電で農業・再エネを同時振興

東京大学大学院工学系研究科教授

吉田好邦

農地における太陽光発電といえば、休耕地や放棄地を農地転用により太陽光パネルを設置するケースが思い浮かぶが、近年になり営農型太陽光発電に注目が集まっている。営農型太陽光発電とは、圃場<sup>ほじょう</sup>で作物を栽培しながら、同じ圃場に太陽光パネルを設置して栽培とともに発電を行う仕組みで、ソーラーシェアリングともよばれている。先進的な農家による導入事例が増加しつつある一方で、農地に構造物を導入することへの抵抗を感じる農家もある。また農地法による国の規制もある。本稿では、営農型太陽光発電のこれまでの導入実績、またエネルギーの観点からの太陽光発電の今後の可能性を述べ、営農型太陽光発電が農業振興と再生可能エネルギー（再エネ）拡大の同時達成のための大きな潜在力があることをお伝えしたい。

## 営農型太陽光発電の現状

農地法による規制により、本来の農業以外の用途での農地の使用は禁止されてきた。しかし2013年に農地法の改正が行われ、農業用途以外での農地の使用が可能となり（1）、営農型太陽光発電が認められるようになった。ただし無制限に認められたわけではなく、営農型太

陽光発電をしない場合と比べて8割以上の収量を確保し、著しい品質劣化が生じていないという設置継続条件が課せられている。また設置には併せて地域の農業委員会の承認も必要である。

このような状況下で、営農型太陽光発電の2018年度までの累計認可件数は1314件に達している（全国営農型発電協会調べ）。地域別にはかなり偏りがあり、千葉県で200件、静岡県、群馬県、徳島県で100件を超える認可事例がある一方で、認可件数がゼロの都道府県もある。というのは、地域によっては農業委員会が保守的で営農型太陽光発電に消極的なため、設置が進まない地域がかなりあるからである。

導入された発電規模の分布を図1に示す。50<sup>キワット</sup>未満の小規模なものが過半を占めるが、中には1000<sup>キワット</sup>を超える太陽光パネルの発電導入事例も数%ある。これらの規模の分布から概算すると、2018年度での累積設備導入量は数十万<sup>キワット</sup>に及ぶと推計される。栽培されている主な作物の内訳は、みょうが（145件）、柿<sup>かき</sup>（111件）、きのこと類（61件）、茶（59件）のように耐陰性の強い作物が多く栽培されてい

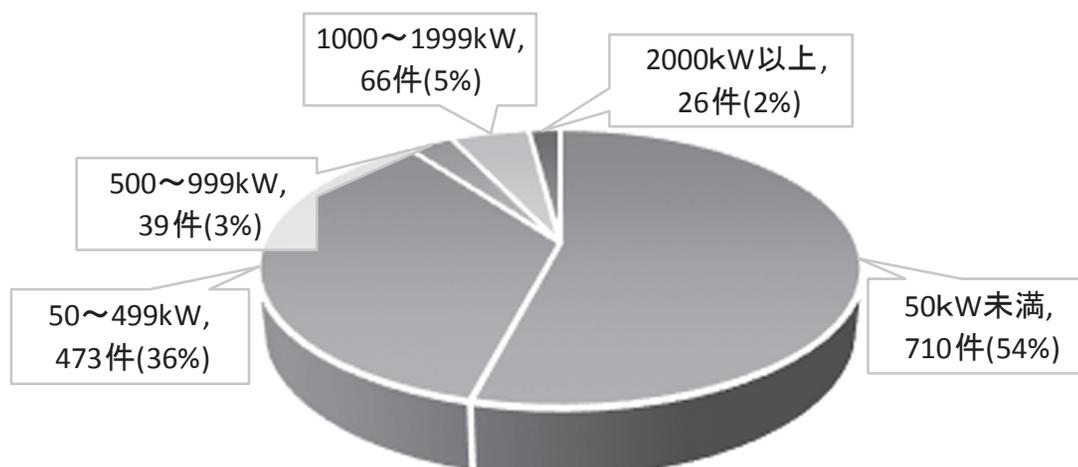


図1 営農型太陽光発電規模と累計認可件数(2018年現在)

る一方で、必ずしも耐陰性が強いとはいえない水稲（63件）もかなり多く栽培されている。

植物の耐陰性は営農型太陽光発電の作物選択の際の重要な指標である。植物は日射量が多ければ多いほど生育するわけではなく、ある一定以上の光量では植物の光合成速度が飽和することが知られている。長島（2）によると光量増加に伴い、光合成速度の飽和が早期に生じる「強耐陰性」の植物や、逆に飽和しにくい「弱耐陰性」の植物がある。強耐陰性の作物は弱光でも十分に生育量が保たれ、弱耐陰性の作物は光を与えるほど生育量が増加する。そのため営農型太陽光発電の多くは強耐陰性の農作物を採用する傾向にある。

また、実用上の問題として、圃場への太陽光パネルの設置によって農機の使用などの作業に支障があるのではないかと懸念があるが、パネルを高さ3メートル程度に十分高く設置することで農機の稼働の空間を確保できるため、実使用面での問題は無い。一方で、営農型太陽光発電についての学術的研究は不足しており、事業者が遮光条件下の生育状況についての見通しを立てることが困難であり、農作物収量の不確実性が潜在的なリスクとなっている。

## 太陽光発電の経済性

2012年に導入された再エネの固定価格買取制度（FIT）は太陽光発電の普及を後押しし、累積の設備規模を倍増させた。FITのもとで導入された営農型太陽光発電の発電電力は20年間にわたり固定価格で買い取られている。

このため売電収入の変動リスクが限定されて、投資判断がしやすいメリットになる。一方で、太陽光パネルの量産効果による価格低下は期待できるものの、FITの終了を想定した将来における経済性は、他の太陽光発電と同様の不確実性を持つ。

ただ再エネ賦課金として電気料金に上乗せされる消費者の負担は、標準世帯で年間9000円まで増加しており、制度を終了して自立的に再エネが増加するための手段が模索されている。今後は規模の大きい発電の買い取りから順に入札制となり、営農型太陽光発電の大部分を占める低圧の50キロワット未満の規模では当面固定価格での買い取りが続くものの、将来的には入札制に移行することになるだろう。ただ入札には基準価格が設定され、落札価格がそれを下回る場合には国による補填が受けられるとされ、制度としてはしばらく事実上の買い取り補償が続くと捉えることもできる。

## 再エネの社会的価値

FITは太陽光発電を中心とする再エネの普及に繋がった。個別にみると住宅用の太陽光発電は、設置者の電気代を下げる効果とともに、環境貢献の意識向上にも寄与しているだろう。一方で、メガソーラーの一部には山を切り開いて土地を確保するなど、自然環境を犠牲にした景観を損ねたりする負の効果を生じるものもある。このようにエネルギーを生む装置としての太陽光発電としては同じでも、設置条件などの違いにより社会的な価値が異なる場合があ

る。営農型太陽光発電についてはどうだろう。農業は特に食料自給の観点から長年特別な産業に位置づけられ、土地利用や貿易などの様々な点で政府によって管理されてきた。なかでも米は基幹作物として国の手厚い保護を受けている。一方で、農業従事者の高齢化と後継者の不足、中小規模の農家の経営の困難さといった現実の課題が山積している。もし営農型太陽光発電によって、農業を持続しながら発電収入で農家の経営を支援することができれば、農業のみならず国益に繋がるメリットといえるのではないだろうか。これまで太陽光発電には設置条件によらず一律の買い取り価格がFITで設定されていたが、再エネ設備の社会的な価値の違いを考えるとこれは合理的ではないともいえる。FIT制度は終了に向かうが、その社会的な価値を考慮し営農型太陽光発電による電力を、他の太陽光発電よりも高く買い取る、あるいは出力抑制の対象から外すなどの優遇措置があってもよいであろう。また将来的には、エネルギー利用で化石燃料を使用しない「非化石価値」を取引する市場・制度ができる可能性がある。再エネの「非化石価値」は、上述のように同じ太陽光発電であっても一様ではない。そのような取引においては、営農型太陽光発電のもつ、エネルギー以外の便益を含む非化石価値（再エネ属性）が市場で高く評価されることを期待したい。

## 農業振興と再エネ拡大の同時達成

一方で、社会全体を俯瞰的にみてお金の流れ

を考えると違った姿がみえてくる。図2は日本におけるFIT開始以降の再エネ買い取り額への推移、ならびに農業生産者への補助金等の政府支援額の推移を示したものである。農業への政府支援額は2017年に4.4兆円であり、農業従事者の収入に占める割合で見ると49%に相当する(3)。一方でFITによる2017年度の再エネ電力の買い取り費用は2.7兆円であり、2019年度には3.6兆円に達すると見込まれている。FITによる再エネの国民負担が農業への政府支援額に相当するほどに大きくなってきたことが分かる。

これを踏まえ、もし仮に農業への政府支援額の一部を減らし、同額を農家への営農型太陽光発電の電力の買い取りに充てると理屈上、農業従事者の収入を減らすことなく、再エネを導入できることが分かる。全国の水田面積の1%程度に太陽光パネルを設置すると仮定しよう。このとき水田での発電規模はおよそ1000万<sup>キワット</sup>となる(2015年の太陽光発電の国内累積導入量は約4000万<sup>キワット</sup>)。営農型太陽光発電の社会的価値を考慮して買い取り価格に多少割高な20円/<sup>キワット</sup>時を仮定するときの買い取り費用の総額は、1年あたり約0.2兆円と試算される。農業への政府支援0.22兆円を営農型太陽光発電1000<sup>キワット</sup>の発電電力の買い取りに振り替えれば、農家は政府支援の代わりに発電による収入を手に入れることができ、政府はもともとあった農業への政府支援の予算で1000<sup>キワット</sup>分の太陽光発電を普及させることができる。0.2兆円の費用も図2の費用スケール

ルからみれば十分に可能な水準にある。営農型太陽光発電の導入で農業への政府支援が減額すると、その影響として国産農産物の価格下落と輸入農産物の流通増加が懸念されるが、無用な心配であろう。結果的に農業従事者の収入を減らさず、かつ消費者は安価な食品を享受できる。国産の農産品の輸出競争力の強化にも繋がるだろう。さらに輸入関税の引き下げ

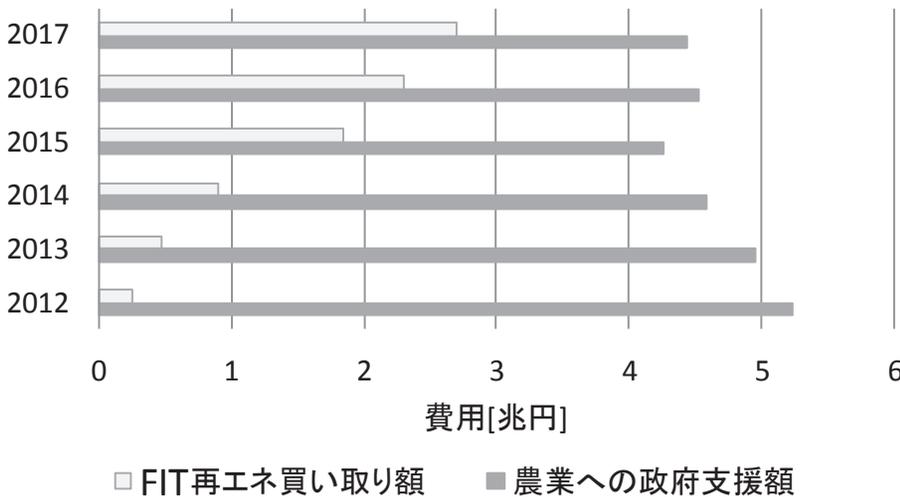


図2 農業生産者への政府支援額と再エネ買い取り額の推移

出典：文献(3)等に基づき著者作成

のオプションは多国間貿易交渉のカードの一つとしても使える可能性がある。ただ以上は経済全体を俯瞰したマクロな議論であるから、社会全体でプラスサムの帰結であつても、実際にはすべてのステークホルダーが便益を得られるとは限らない。すなわち、現状で採算がとれていない中小規模の農業従事者では、発電収入が代替するだけでは採算が改善せず、その場合には全体として再配分の仕組みを検討する必要がある。また営農型太陽光発電の導入による作物の大きな減収がないことも必要となる。

しかし、以上のように農業従事者は売電収益が得られることにより現在よりも安い原価の農産物を生産でき、補助金や輸入品への関税に頼らずとも、国際競争力を持つことが可能になる。同時に農地の再エネの拡大は、温室効果ガスの削減対策として貢献し、農業の振興と地球温暖化対策を両立させることができる。国策としての農業を保護すべき立場がある一方で、農業のこれまでの保護は経済的な効率性を欠くものであり、保護政策の転換を求める声も存在する。営農型太陽光発電はこれらのどちらの立場からみても、優れた戦略となり得るのである。

### 水稲栽培における実証実験

最後に著者が静岡県立大学、スマートブルー株式会社との共同研究として、東京大学生態調和農学機構(東京都西東京市)の圃場で行っている水稲栽培の遮光実験を紹介したい。これは2016~2018年の3年間にわたり、営農

型太陽光発電を模擬した木製のパネルによる、遮光下での水稻栽培の実証実験を行ったものである。14m<sup>2</sup>×24m<sup>2</sup>の圃場を東西方向に強遮光区、弱遮光区、無遮光区の3区分、南北方向に多施肥、中施肥、少施肥の3区分の計9処理区を2反復する計18処理区を設定した。

営農型太陽光発電で水稻の採用件数は2018年時点で作物の中では3番目に多い。しかしながら水稻は日射の耐陰性は強くなく、太陽光パネルの遮光によって、残念ながら収量が減少する傾向がある。一方で、近年その消費量が減少しているものの、米は作付面積が150万haに及ぶわが国の農業の基幹作物である。仮に国内の水稻作付面積の数%にPVパネルを設置するだけで、日本のPVの累積導入量に匹敵する規模になり、再エネ普及の観点からの潜在量が極めて大きい。このような背景より、水稻の生育が遮光によってどの程度の影響を受けるのか、また遮光の影響をどのように緩和することができるのかをテーマに、水稻の遮光試験を行っている。

これまでの結果であるが、遮光による収量の減少はいずれの年でも観察された。遮光によって収量の減った主な要因は穂数の減少であり、穂数の減少を防ぐことが鍵となることが示唆された。また施肥を増やすことによる収量の増加は観察されず、窒素の施肥量の追加によって遮光影響を緩和する結果は得られなかった。農林水産省の基準である、無遮光時と比べて8割の収量を確保できる上限パネル面積は、パネル面積の作付面積に対する割合にして25%前後が上

限と見積もられた。以上の結果を受け、水稻の場合には遮光の影響を緩和する技術・方策を検討することがこれからの課題となっている。

### さらなる普及拡大に向けて

現状で営農型太陽光発電は、再エネにおけるマイナーな存在に過ぎない。営農型太陽光発電への人々の理解が深まり、社会が受け入れてくれることが必須である。代々受け継いだ農地に

太陽光発電のような人工物を設置することに農家が抵抗を持つことはやむを得なくもあり、営農型太陽光発電が農業をなおざりにするのではなく、農業と再生可能エネルギーの両立を実現する仕組みであることを粘り強く説明していく必要がある。エネルギーの立場でみると営農型太陽光発電の潜在量は確かに魅力的である。加えて農業の立場からも営農型太陽光発電が農業に活力を与えることができることをしっかりとアピールし、学術研究の蓄積を政策へ還元することによって、その普及拡大を実現したい。



2017年の実証実験（左側が強遮光区、右側が弱遮光区、中央が無遮光区）

（謝辞）本稿は、JSPS科本稿の執筆にあたり全国営農型発電協会より統計情報を頂きました。実証実験では、静岡県立大学の谷見教授、スマートブルー株式会社、東京大学の土肥哲哉客員連携研究員との協同の下、圃場の管理において東京大学生態調和農学機構技術部のサポートを頂きました。また三井物産環境基金、ならびにヤンマー資源循環支援機構の助成を頂きました。ここに記して謝意を表します。

#### 参考文献

- (一) 農林水産省…支柱を立てて営農を継続する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、2014  
<http://www.maff.go.jp/j/press/noushin/noukei/pdf/130401-01.pdf>（アクセス日2019.11.1）
- (二) 長島彬、ソーラーシェアリングの開発経緯とその展望、太陽エネルギー、Vol.40, No.6, 11-16(2014)
- (三) OECD Agricultural Policy Monitoring and Evaluation 2018