

# 茶とブドウ栽培におけるIT農業への取り組み

## IT Farming Initiatives in Green Tea and Muscat Cultivation

後藤 繁生 GOTO Shigeo

カネヘイ後藤製茶工場 カネヘイファーム  
KANEHEI FARM

橋本 昌嗣 HASHIMOTO Masatsugu

デジタルハリウッド大学大学院 教授  
Digital Hollywood University, Graduated School, Professor

岡村 昌一 OKAMURA Masakazu

JTP株式会社  
JTP Co.,Ltd.

為田 光昭 TAMEDA Mitsuaki

JTP株式会社  
JTP Co.,Ltd.

窪山 祐蔵 KUBOYAMA Yuzo

双日株式会社  
Sojitz Corporation

飲料水の多様化により急須で煎じて飲む煎茶の需要が著しく低迷している。茶農家および製茶業は非常に苦しい経営状況が続いており、農業所得を下げない施策が急務となっている。本取り組みでは、所得を下げないために再生可能エネルギーの導入およびITの活用の実証を行った。また、天候不順による収量減少や相場下落のリスクも視野に入れ、新しい作物としてブドウの生産にも挑戦し、緑茶から高収益な作物への転換も実施した。再生可能エネルギーの取り組みは、農地の上に太陽光パネルを設置する営農型太陽光発電を導入した。ITの活用は、各圃場をネットワークでつなぎリモートセンシングを行える環境を構築した。長期に蓄積されたデータを用いることで、積算日射量や積算温度から作物の生育上の転換点を捉えやすくなり、適切な施肥や防除ができ、効率の良い圃場管理を実現した。

## 1. はじめに

### 1.1 緑茶生産を取り巻く環境

農林水産省発表の統計によると2023年の静岡県産一番茶の荒茶生産量が過去最低を更新し記録的な収量減となっている。急須で煎じて飲む煎茶の需要が低迷していることが要因とされ、相場下落による販売不振を理由に離農する茶農家が後を絶たない状況にある。茶農家が農業を持続するためには所得を下げない施策が急務であり、本論ではその一つの解消方法として再生可能エネルギーとITの活用を組み合わせた施策について述べ、実証およびその結果について報告する。

### 1.2 再生可能エネルギーと農業の関係

農地に太陽光パネルを設置し農地を有効活用しながら再生可能エネルギーを生産する営農型太陽光発電の枠組みが2013年に農林水産省による通知（「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」〔平成25年3月31日付け24農振第2657号〕）によって認められた。これにより農家は営農型太陽光発電によって売電するという新たな収入の手段を得た。緑茶は日影に強い作物であるため、太陽光パネル下でも生育上影響が少ないと考え、この通知の翌年の2014年に茶園に営農型太陽光発電を設置した。設置に当たり農業委員会による農地一時転用の許可を必要としたが、当時は事例が全くなくどう進めて良いか戸惑ったが、農業委員と役所担当者とともに丁寧に資料の作成を行い許可となった。

## 2. 目的

本取り組みでは、農業を持続させるために農業所得を下げない施策を検討し、それを実証することを目的とするが、次の3つの観点に注目しながら進めていった。a) 農業経営の安定化、b) 生産性の向上、c) イノベーションへの挑戦

## 3. 農業経営の安定化

安定した農業経営を行うためには、本来の営農による収入に加えて新たな収入源を確保することが重要である。これを満たすために営農型太陽光発電設備を導入した（図1）。



図1：営農型太陽光発電設備の茶畑

これにより従来の営農による収入に加えて売電による収入も得られ、年間の収入額は増額となり、結果、所得も増え経営が安定した。

売電を収入源とした際のメリットは、年間を通じて安定して売上が立つことである。売電は経済産業省が管轄するFIT固定価格買取制度に従って行い、決められた調達価格で電力会社と売電契約を結ぶ。この時、電力会社は固定された調達価格で電気を買い取るため、売電収入の変動は年間を通じて少なく安定している。病虫害の発生や天候不順による収量減、相場価格の下落といった変動のリスクがなく、安定した収入が見込める。

#### 4. 生産性の向上

実証を通じて判明した生産性を上げる要素を大別すると、1) 営農型太陽光発電設備によるもの、2) ITの活用によるもの、の2つでありこれらについて考察する。

##### 4.1 営農型太陽光発電設備による生産性の向上

営農型太陽光発電設備の導入は、売電収入が得られるメリットの他に、農産物の生産面についても以下に挙げるメリットが得られた。

###### a) パネル下の影による収量減がない

緑茶は日影に強い陰性の作物であるため、営農型太陽光発電設備の遮光率を50%としたが、慣行栽培の茶園と変わらない収量が得られ、当該設備の導入による影響がほとんどないことが分かった。

複数年に渡り収量調査を行っているが、営農型太陽光発電の継続に問題のないレベル（概ね2割以上減収しないこと）で生産が行えている（表1）。

###### b) 玉露栽培が可能

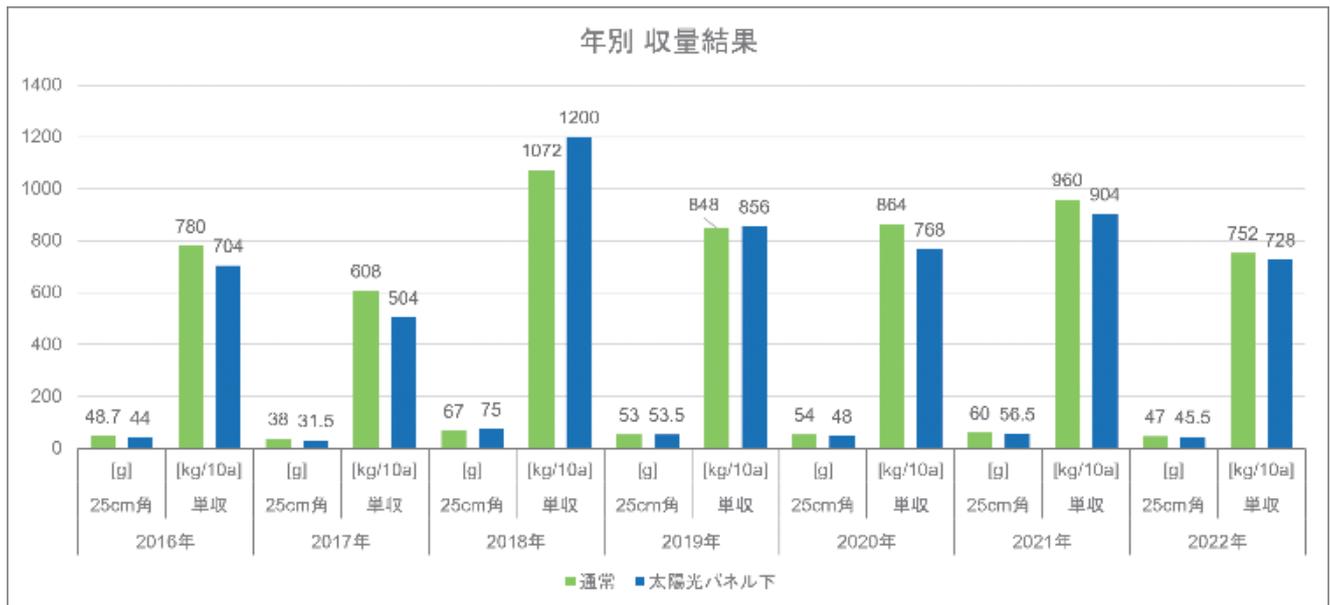
玉露の生産には専用の玉露の棚を設ける必要があり、その費用が200万～600万円/10aと高額になるが、営農型太陽光発電設備の架台は玉露の棚としても機能し、高単価な玉露の生産が可能と

なった（図2）。営農型太陽光発電設備の導入は同時に玉露の棚を導入したことにもなり、導入コストを全く意識せず玉露の栽培が可能となった。また、玉露は高級煎茶に位置づけられ、市場価格も一般の煎茶の2倍程度を見込めるため高収益につながった<sup>[1]</sup>。



図2：玉露生産のため寒冷紗で被覆した状態

表1：年別収量調査結果



圃場	2016年		2017年		2018年		2019年		2020年		2021年		2022年	
	25cm角	単収												
	[g]	[kg/10a]												
通常	48.7	780	38	608	67	1072	53	848	54	864	60	960	47	752
太陽光パネル下	44	704	31.5	504	75	1200	53.5	856	48	768	56.5	904	45.5	728

c) 茶葉の成分の高品質化

玉露は煎茶と比較して成分分析において極めて高品質な結果を示した。表2は、2023年の一番茶（荒茶）について成分分析を依頼し得られた結果である。緑茶の評価において見るべき指標は3つあり、全窒素、繊維、評価（点）である。全窒素は旨みと相関性があり数値が高いほど旨みが強く高級に分類される。繊維は茶葉の柔らかさを示し値が小さいほど柔らかく評価が高い。評価（点）は検査システムの独自指標となるが数値が高い方が高級とされる。この結果から、玉露として栽培したさえあかりが、3つの指標のどの数値も最も高い評価となり高品質な茶葉であることが分かる。

この評価は単価にも連動し、高単価な茶葉として取り扱われ生産性の向上につながった。

表2：各種品種の成分分析

【2023年一番茶 荒茶成分分析結果表】							
		さえあかり (玉露)	やぶきた	さえみどり	しずかおり	ゆめするが	目標値
測定値[%]	水分	2.9	6.3	3.7	5.3	5.9	
	全窒素	6.7	6.0	6.3	5.9	5.9	5.5%以上
	遊離アミノ酸	5.1	4.2	4.2	4.0	4.1	3.0%以上
	テアニン	2.9	2.4	2.4	2.2	2.3	1.5%以上
	繊維	15.6	17.0	16.3	18.0	18.6	20.0%以下
	タンニン	12.5	14.2	13.0	13.8	12.6	
	カテキン	12.2	13.9	13.3	13.1	12.8	
	カフェイン	3.2	3.0	2.9	2.9	2.8	
ビタミンC	0.45	0.57	0.53	0.57	0.49	0.4%以上	
評価項目	評価（点）	107	71	75	61	61	AFスコア
	ランク	1	1	1	1	1	ランク1が最も優れる

d) 雑草の抑制

太陽光パネル下では一年を通じて日影が形成されるため雑草の生育を抑える効果があり、除草作業にかかる時間が大幅に削減された。

夏季7月中旬において10a当たりの草取りの時間を比較した所、慣行栽培の茶園は1時間程かかったのに対し、営農型太陽光発電設備の茶畑では15分程度と大幅な時間短縮となった。また、パネル下では適度に日影となるため、真夏の炎天下での作業と比較して体感的に楽に作業ができるメリットもあった。

e) 遅霜の防止

防霜ファンを設置した慣行栽培の茶畑と営農型太陽光発電設備の茶畑において、茶樹の中に温度計を設置し地表面の温度を測定した結果、営農型太陽光発電設備の茶畑の方が温度が高く遅霜の影響を受けにくいことが分かった（図3）。

防霜ファンは地表面付近の温度が氷点下にならないようにするために稼働させるものであるが、この測定時において、防霜ファンが稼働したにもかかわらず氷点下（-2.0℃）となり、慣行栽培の茶畑は遅霜の影響を受けて壊滅的な被害となった。一方、営農型太陽光発電設備の茶畑は全く影響がなかった。

営農型太陽光発電設備は遅霜の防止についても効果があり、パネル下では温度の変動が少なく防霜ファンを設置するよりも効果があることが分かった。

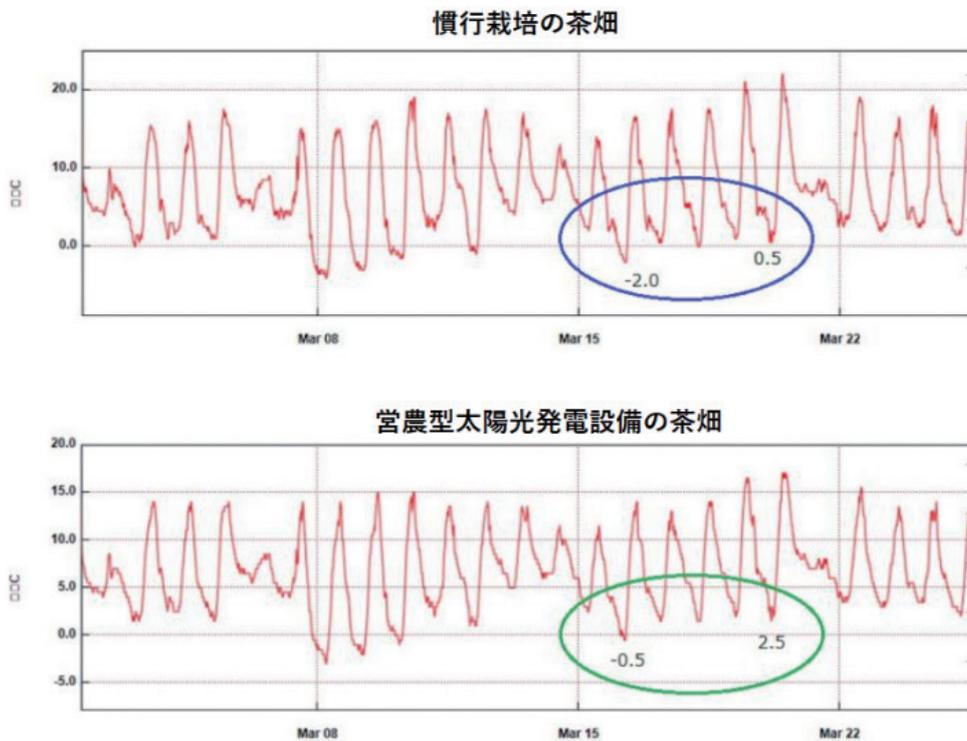


図3：茶畑の地表面の温度比較

#### f) 農薬の削減

新しい取り組みとして営農型太陽光発電設備でブドウ栽培を行ったが、太陽光パネルは雨よけとして機能し、結果、疫病が減り農薬の散布を減らせる効果があった(図4)。

パネル下では降雨による水滴が葉につかないため疫病が減り、農薬散布の頻度も少なくなるため、資材コストが削減され生産性の向上につながった。



図4：雨よけとして機能する太陽光パネル

#### g) 品質の維持

営農型太陽光発電設備とブドウ栽培を組み合わせた際、日射量が十分に確保できるのかと指摘されることがあったが、出荷基準を十分満たすブドウが収穫できた(図5)。圃場内に真夏時に直射日光を受け続ける房があったが、その房は赤く焼けてしまう現象に見舞われた。この点において、太陽光パネルは日よけとしても機能し、真夏時の果粒の日焼けを防ぎ果房の品質維持に効果があった。



図5：太陽光パネルの日よけ下で育つブドウ

### 4.2 ITの活用による生産性の向上

#### a) リモートセンシングシステムの構築

各圃場をネットワークでつなぎリモートセンシングを行える環境を構築した(表2)。

計7か所の圃場に温度計、湿度計、日照計などの装置を設置し、各圃場からのデータを自宅のサーバに転送し蓄積するシステムを構築した。

表2：リモートセンシングシステムの構成

環境センサ	OMRON 2JCIE-BL01 (Weathernews WxBeacon2)	4,798円/1台 *1
データロガー	Raspberry Pi 4 Model B/4GB	8,000円/1台 *1
プログラミング言語	Python3	オープンソース
時系列DB	Influxdb	オープンソース
データ可視化	Grafana	オープンソース
自宅サーバ	Ubuntu 22.04.1 LTS	オープンソース (仮想環境で用意)
拠点間ネットワーク	長距離無線データ伝送 TP-Link CPE510	13,220円/1台
Wi-SUNモジュール	TESSERA RL7023 Stick-D/IPS (Bルートサービス)	10,000円/1台

\*1: 2021年10月時点の価格

昨今ではスマート農業をうたう農業ITシステムが多数登場しているが、導入や継続的な利用においては高コストなことが多く導入するにはハードルが高い。できるだけ低コストとするためにRaspberry Piとオープンソースを活用してシステムを構築した。

環境センサにOMRON製2JCIE-BL01を利用したのは、この装置だけで温度、湿度、気圧、照度等のデータが取得できコストパフォーマンスが良かったからである。自宅サーバはVMwareの仮想環境で用意しOSはRaspberry Piと同じdebian系のUbuntuを使用した。

#### b) モニタリングシステムの構築

蓄積したデータはブラウザでグラフ化し日々の環境変化を直感的に把握できるようにした(図6)。

データベースにInfluxDBを利用したのは、データベースとしての特性が時系列データベースでありログの取得に好適だったからである。ブラウザ上にデータを可視化できるGrafanaはインターネット上に豊富に事例情報があつたため利用した。

データを可視化し日々モニタリングできるようになったことで農作業の段取りや計画を立てやすくなった。それまでの勘に頼った迷いながらの作業から、可視化したデータから判断し効率的に作業ができるようになったことで、無駄がなくなり生産性の向上につながった。また、長期に蓄積されたデータからは積算日照量や積算温度を得ることができ、これにより作物の生育上の転換点を捉えやすくなって適切な施肥や防除ができ、効率の良い圃場管理が行えるようになった。

#### c) 発電モニタリングシステムの構築

リモートセンシングシステムとは別に営農型太陽光発電の状況をモニタリングするシステムも同時に構築した(図7)。

管轄の電力会社に電力メーター情報発信サービス(Bルートサービス)を申し込むと、スマートメーターの情報を取り出すことが可能となる。Raspberry Piから指示を出してデータを取得し、そのデータを自宅サーバに転送するようにした。



図6：Grafanaによる蓄積したデータの可視化



図7：Bルートサービスによる発電状況のモニタリング

#### d) 拠点間ネットワークの構築

管理している圃場は各々場所が離れているが、自宅の近隣に集中しているため、無線が届く距離の圃場については長距離Wi-Fiで接続するようにした(図8)。

こうすることでネットワークを組むのに各々回線契約をする必要がなくなり、通信コストの削減につながった。また、カメラの映像を参照する時など、大容量なデータ通信となる場合でも、通信コストを気にせず参照することが可能となった。



図8：拠点間ネットワークに長距離Wi-Fiを利用

## 5. イノベーションへの挑戦

先に述べたように、再生可能エネルギーの導入およびITの活用を実践して農業経営が徐々に改善し安定化したことで、経営に関するさまざまなリスクに対して深く考えることができる心理的な余裕が生まれた。こうした中、さまざまなリスクを解消できるよう、新規に高収益なブドウの生産にも挑戦し、緑茶から新たな作物への転換を実施した。

### 5.1 新規作物の生産（シャインマスカット）

これまで緑茶専業の農家であったが、天候不順や相場下落によって年収への影響が大きかったため、売上の変動リスクを抑えるために、緑茶の生産に加えて、新規に別の作物を作付けすることを計画し実施した。

緑茶と収穫時期が被らず、かつ、高収益な作物として、ブドウ（シャインマスカット）を選択した。また、緑茶と同様、営農型太陽光発電とITを組み合わせた作付けとした。

さらに、ブドウの栽培においては可能な限り圃場内の作業を自動化したかったため、先進技術である根域制限栽培の手法をとり入れ、鉢植えによる栽培方法とした（図9）。



図9：根域制限栽培のブドウ（1年目苗）

全国的に見ても営農型太陽光発電とブドウの根域制限栽培の組み合わせはほとんど事例がないが、それでも、新しい手法を取り入れ新しい作物に挑戦しようとした背景には、経営面が安定していることが大きく影響している。

### 5.2 先進農業技術の取り込み（根域制限栽培）

近年、高品質な野菜や果樹を生産するために、土壌水分や肥料成分、pHなどを細かくコントロールしながら栽培する事例が増えている。この時、水分や肥料成分を効率的に根に届かせる必要があり、これを可能とする栽培方法が根域制限栽培である。根域制限栽培は、植物の根が限られたスペース内に収まるため、水や肥料の使用が効率的になり、かつ、根が広がることなく必要な水や栄養素を集中的に供給できる。この特性は、水分や肥培管理が自動化された灌水システムで行う場合に相性が良く、本取り組みでも、根域制限栽培と自動灌水システムを組み合わせた栽培とする。

栽培を開始してから3年目となるが、自動灌水システムについては時間の兼ね合いで未実装である。現在、灌水や肥培管理は手動によるものとなっているが、試行錯誤の結果、3年目の樹において出荷基準を満たせるブドウを収穫することができた。

灌水においては手動ではあるものの、土壌水分計の状態がカメラによってリモート監視できるようになっている（図10）。

また、これ以外にも複数のカメラにより、枝葉の成長の様子や土

壌水分の状況をリモートで観察することが可能となっている。これにより圃場への移動回数が減り時間と燃料コストを削減する効果があった。



図10：土壌水分計とモニタリング用カメラ

これまで3年に渡って行ってきた農作業の工程は、リモートセンシングシステムで蓄積したデータがあることにより、双方を照らし合わせて、作業の適切さや無駄を検証することができるようになった。これにより、ブドウ栽培に適した段取りが徐々に無駄のないものとなってきている。樹齢とともに蓄積とフィードバックを繰り返していくことにより、より精度の高いブドウ栽培の技術となっていくことに期待している。

## 6. まとめ

農業所得を下げずに経営を安定化させる実証として、営農型太陽光発電設備を導入しITを活用してスマート農業を実践したケースについて得られた知見をまとめた。経営が安定すれば新しい作物の生産に挑戦したり、生産性を上げるために積極的な設備投資をしたりすることが可能となるため、本取り組みが参考となれば幸いである。

## 7. 今後の課題

現時点で未完全な機能があり、特に自動灌水システムは高品質なブドウ栽培に欠かせないため、農閑期となる冬の間に機能実装を行いたい。

また、新しい事業として抹茶の生産にも取り組みたい。抹茶の原料となる碾茶は玉露の栽培とほとんど同じであるため、玉露の生産で得た知見を抹茶の生産にも応用し展開していきたい。

他に、農業ゆかりの電気をできるだけ地元に戻し提供できればと考えている。具体的には行政と連携をしながら、公共施設や農業関連施設等に電気を届けて地元へ貢献したい。

### 参考文献

[1] 営農と発電の両立の道② 支柱に遮光シート 単価倍の玉露を生産 日本農業新聞 2023年8月23日