

ソーラーシェアリングを活用し耕作放棄

地を減少させる:

食料とエネルギーの安全保障を目指して

武藤俊作 稲葉雄一 平賀仁

(大森正之 環境経済学ゼミナール 3年共同)

【目次】

はじめに

- 1 日本が抱えている食料とエネルギーの安全保障上の課題
 - 1-1 食料自給率の低下
 - 1-2 耕作放棄地の拡大
 - 1-3 太陽光発電の不適切な普及
- 2 ソーラーシェアリング普及の可能性の検討：
仮説の設定と根拠
 - 2-1 仮説の設定
 - 2-2 仮説の根拠
- 3 ソーラーシェアリングの普及可能性の検証
 - 3-1 仮説1の検証
 - 3-2 仮説2の検証
- 4 ソーラーシェアリングの普及可能性の検討
 - 4-1 ソーラーシェアリングへの補助金の妥当性
 - 4-2 農業部門における脱炭素化
- 5 ソーラーシェアリング普及を促す政策の提言
 - 5-1 ソーラーシェアリング農産物に対する環境認証マーク付与への支援
 - 5-2 農業による脱炭素化に対する補助金
 - 5-3 農業施設及び機器の電力化に対する補助金

おわりに

【注釈】

【参考 URL・文献】

【調査協力団体】

はじめに

2022年現在、食料供給の不安定化に伴う生活不安から日本の食料自給率の向上が望まれている。これは、気候変動で国内外の食料生産が不安定となったことにある。さらに、2019年以降ではこのことに加え新型コロナウイルスによるパンデミック、ロシアによるウクライナ侵攻が起これ、エネルギー価格の高騰と海外からの食料供給の不安定化が危惧されている。その結果、国産食料および輸入食料の価格が高騰している。そのため日本国内の食料生産を拡大しなければならないが、耕作放棄地が拡大しているという矛盾がある。

また、現状の日本の電力供給の大半は火力発電であり、電力部門で多くのCO₂を排出している。そのため、再生可能エネルギーの普及が急務となっている。2015年に採択されたパリ協定では、2050年までに脱炭素社会の実現を要請している。こうした持続可能な社会に向けた国際的な動向と比較したとき、日本は地球環境対策に対して遅れをとっている。

これに対し、政府は2050年までに農林水産業においてCO₂ゼロエミッション化を目標とした「みどりの食料システム戦略(2021)」を策定した。これらの現状から私たちは、国内の食料生産の増加と再生可能エネルギーの普及を目指しつつ、脱炭素を始めとするエネルギーの持続可能性に配慮し、耕作放棄地を有効利用できる農業を普及すべきであると考えた。こうした農業の担い手として耕作放棄地にソーラーシェアリング⁽¹⁾を導入している事業体に着目した。

本稿の構成は以下である。まず1章で、日本の抱える食料とエネルギーの安全保障上の課題を整理する。2章では、エネルギー問題と食料問題を同時に解決する手段としてのソーラーシェアリングの妥当性に関する仮説を設定する。3章では2章で設定した仮説に関する検証を行うために、現行のソーラーシェアリング導入事業体の経営分析を行う。4章ではその検証結果を踏まえ、ソーラーシェアリングに対する補助金など現状の政策に対する考察を行う。5章では4章の考察を踏まえ、今後ソーラーシェアリングの普及のために追加的な政策や制度が必要であるかを述べる。

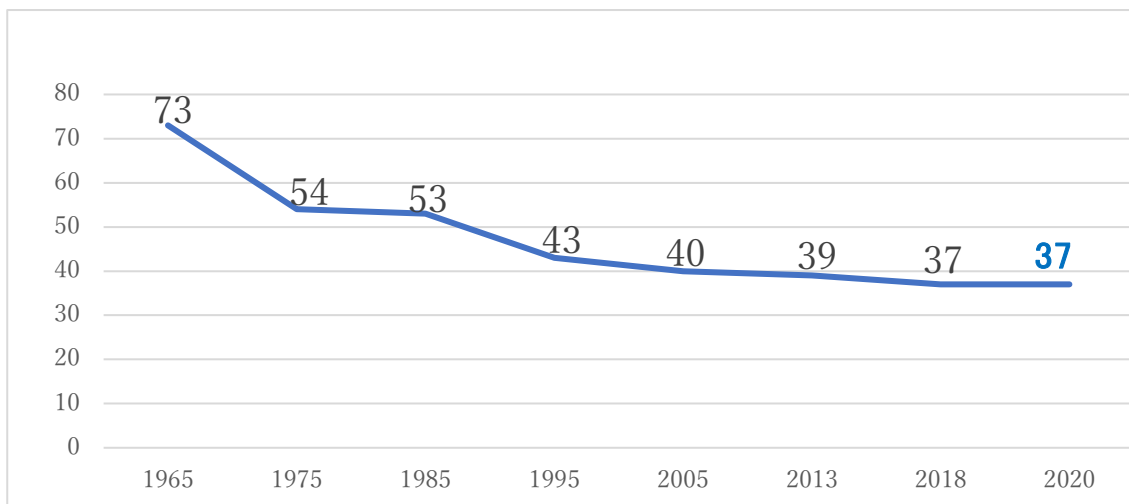
1 日本が抱えている食料とエネルギーの安全保障上の課題

1-1 食料自給率の低下

まず、図1に日本における食料自給率の推移を示した。これによると、日本のカロリーベース⁽²⁾の総合食料自給率は73% (1965) から37% (2020) までに年々低下している。1960年代後半以降、日本の食料安全保障政策が十分に機能せず、安い輸入食料が増加した。これは、日本の産業構造の転換と消費構

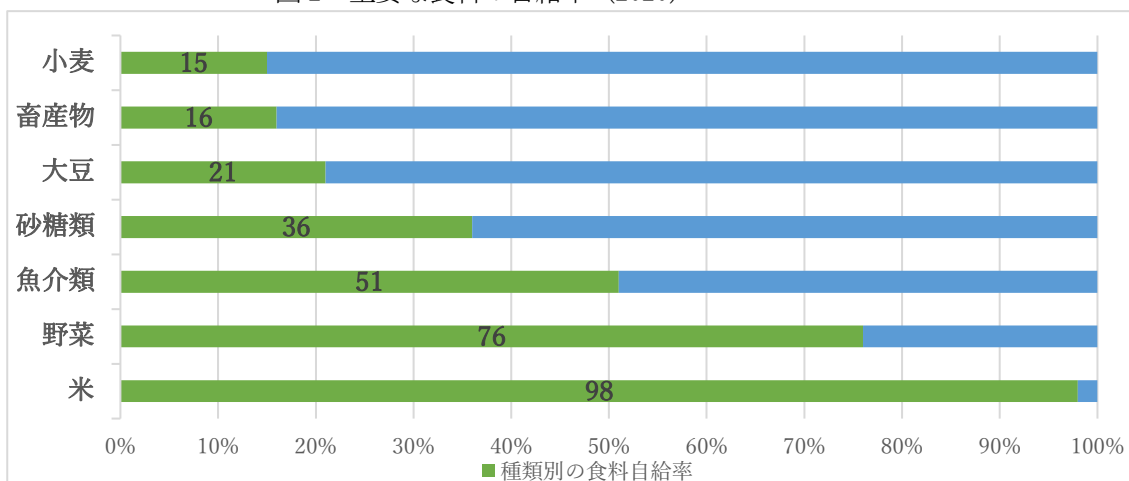
造の変化によるものと考えられる。その結果、小麦や大豆など輸入に頼る消費が増加し、食料自給率がより低下した。実際に図2の主要な食料の自給率(2020)では、食料安全保障政策により供給を輸入に頼っている、大豆、畜産物(飼料を含む)は自給率が低くなっており、特に小麦の自給率は15.0%と著しく低い。そのため、安定供給を確保するには自国での生産が望まれる。

図1：食料自給率の推移 (%)



参考：農林水産省 (2020) 「食料自給率について」

図2 主要な食料の自給率 (2020)



参考：農林水産省 (2020) 「食料自給率について」

1-2 耕作放棄地の拡大

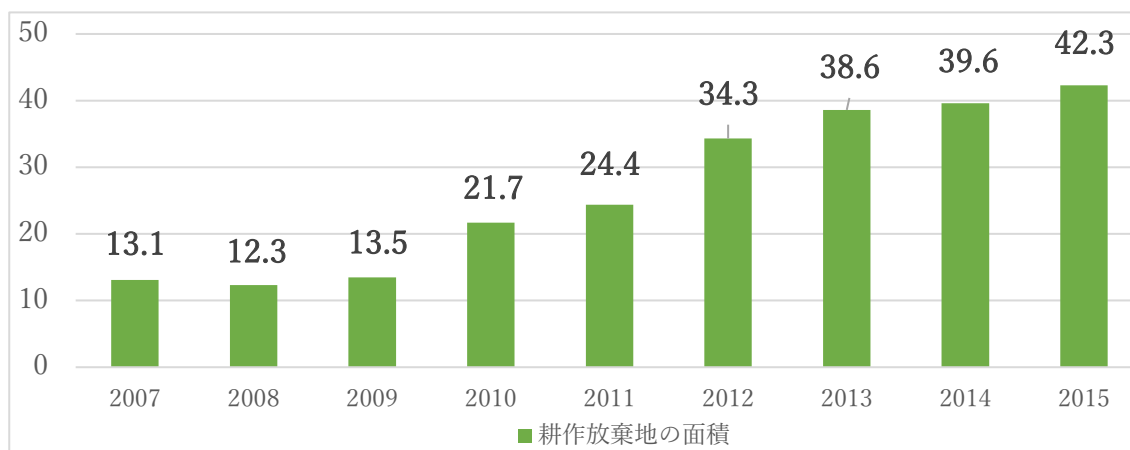
まず、図3に日本における耕作放棄地⁽³⁾の面積の

推移を示した。耕作放棄地の面積は年々拡大し続け、2015年時点で42.3万haにまで達している。次に、

図4に日本の荒廃農地⁽⁴⁾面積の推移を示した。荒廃農地の面積は2015年時点で28.4万haであり、そのうち再生利用可能なものが約半分の12.4万haであった。それ以降は、荒廃農地それ自体の面積は変化していないが、そのうちの再生利用可能な土地は

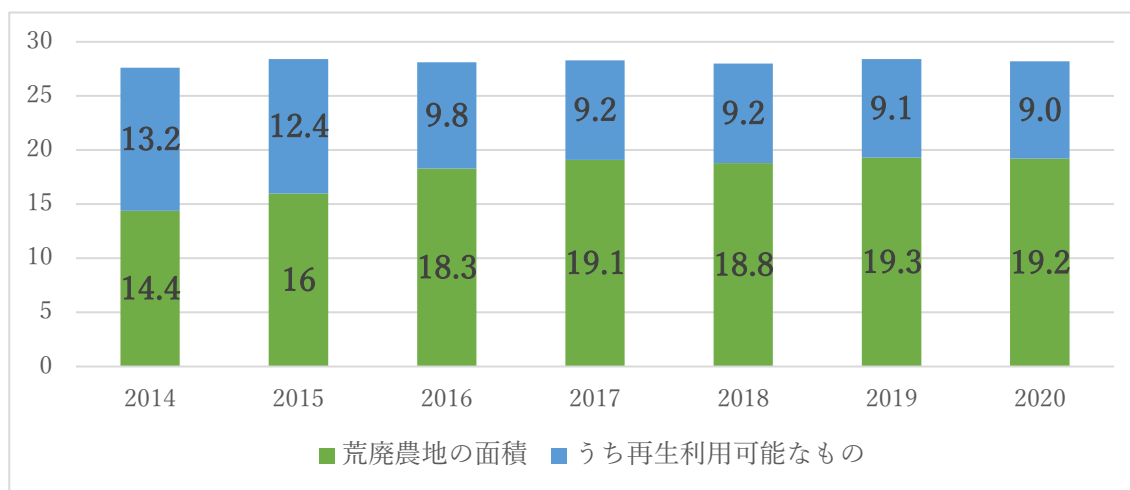
9.0万haと減少している。これらのデータから、耕作放棄地の拡大を食い止めるためには、再生利用可能な土地(9.0万ha)をいち早く活用することが急務であることが分かった。

図3：耕作放棄地の面積の推移(万ha)



参考：農林水産省(2016)「荒廃農地の発生・解消状況に関する調査」

図4：荒廃農地の面積の推移(万ha)



参考：農林水産省(2020)「荒廃農地の発生・解消状況に関する調査」

1-3 太陽光発電の不適切な普及

日本では、山を切り開いた斜面に太陽光パネルを設置する野立てと呼ばれる方法や、営農を行わず農地に太陽光パネルのみを設置する方法で太陽光発電が普及している。野立てでは、森林が本来持っている保水力が失われる。これにより土砂災害が引き起こされ、周辺住民の財産・身体を危険にさらすこと

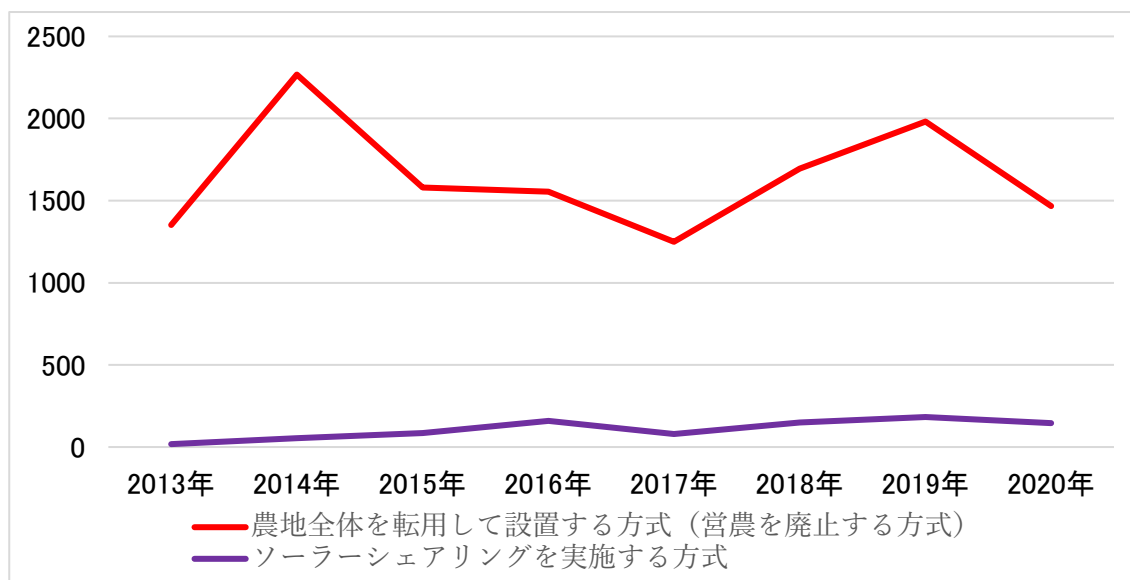
に繋がる。つまり、野立ての太陽光発電では外部負経済を伴う。

図5に2013年から2020年にかけての太陽光発電設備を設置するための農地転用許可実績を示した。これによると、営農を廃止し、太陽光発電設備のみを設置する転用方式が大部分である一方、営農を実施するソーラーシェアリングのための農地転用は極

端に少ない。また、既述の図2より2020年時点で、
 荒廃農地の約3分の1が再生利用可能な農地であっ
 た。そのため、この農地転用許可実績のうち、約3
 分の1が栽培可能な土地と予測される。しかし、本
 来営農できる土地で営農をしない状況は電力問題の

解決にはなるが食料自給の問題の解決にはならない。
 以上より、上述した2つの発電方法の普及は持続可
 能な社会に不適切だと分かる。

図5：太陽光発電を設置するための農地転用許可実績 (ha)



参考：農林水産省（2021）「太陽光発電を設置するための農地転用許可実績について」

2 ソーラーシェアリング普及の可能性の検討： 仮説の設定と根拠

2-1 仮説の設定

私たちは、食料問題とエネルギー問題を同時に解決する手段としてのソーラーシェアリングの妥当性を考察するうえで、以下の2つの仮説を立てた。

仮説1：耕作放棄地でのソーラーシェアリングにおいては同一農法の農業経営体以上の収益性を確保でき、かつ太陽光発電施設が一定規模を超えた場合に十分な採算性を確保できる、そうした農業事業者が存立可能である。

仮説2：耕作放棄地へのソーラーシェアリング導入の全国展開は、食料自給と脱炭素の問題を同時に解決できる。

2-2 仮説の根拠

仮説1について私たちは、ソーラーシェアリングでは同一農法の農業経営体と比べ収量が著しく低下せず、農業の利益は維持されると考えた。さらに、ソーラーシェアリングでは農業の利益に太陽光発電によって得られる売電利益が加算される。そのため、一定規模以上のソーラーシェアリング施設の場合では特に同一農法の農業経営体より多くの合算利益を得ることができると思われる。

仮説2については、耕作放棄地にソーラーシェアリングを普及させることで、小麦など国内の食料自給率が低い作物の食料供給を増加させることができると考えた。さらに、再生可能エネルギーの利用を普及させることで、その使用と売電によりCO₂の排出が削減されると思われる。

これらを検証するために、国内外の文献とソーラーシェアリングに関する資料の分析、ソーラーシェアリングを行う事業者への視察とデータの収集と分析を行った。

3 ソーラーシェアリングの普及可能性の検証

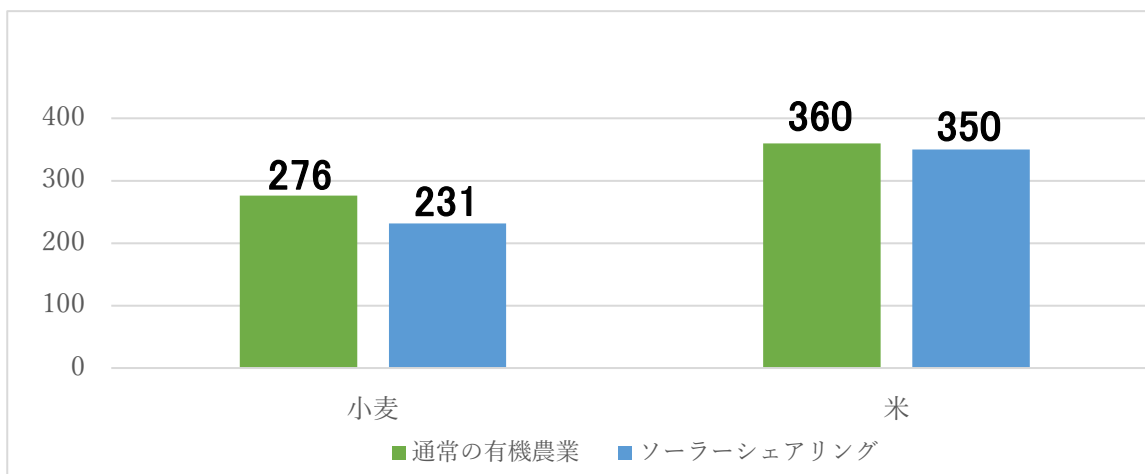
3-1 仮説1の検証

私たちが実際に訪問したソーラーシェアリング事業体G社（以下G社）から農業部門、発電部門についてデータを得た。以下では、それをもとにして同一農法の農業経営体との比較を行い、収益性の分析を行った。なお、同一農法とは有機農業⁽⁵⁾である。

農業部門については、耕作放棄地の下でのソーラ

ーシェアリングと通常の農業経営体を収量、売上、純利益の3点で比較し、仮説の検証を行った。まず、両者の10a当たりの米麦の収量について比較の結果を図6にまとめた。図より、ソーラーシェアリングは同一農法の農業経営体と比べ小麦が83%、米が97%の収量を確保していることが分かる。このことから、収量だけを見た場合、米麦のソーラーシェアリングは同一農法の農業経営体と比べ、得られる利益はほぼ同等であると考えられる。

図6：通常の有機農業とソーラーシェアリングの収量の比較（kg/10a）

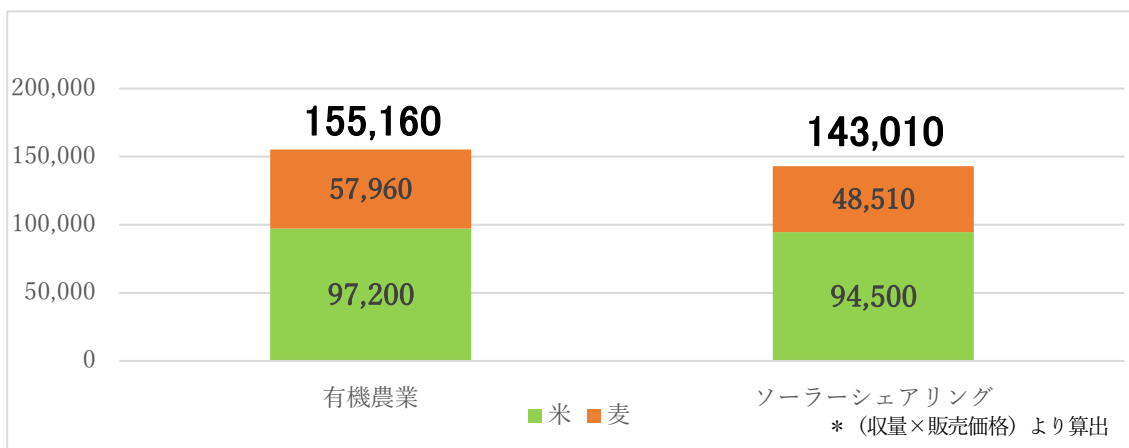


G社への調査から著者作成

次に、両者の10a当たりの米麦の売上の比較結果⁽⁶⁾を図7にまとめた。図より、ソーラーシェアリング

の米麦を合算した売上は、同一農法の農業経営体と比べ92.1%であり、著しい格差がないことが分かる。

図7：営農形態の違いによる売上の差*（円/10a）

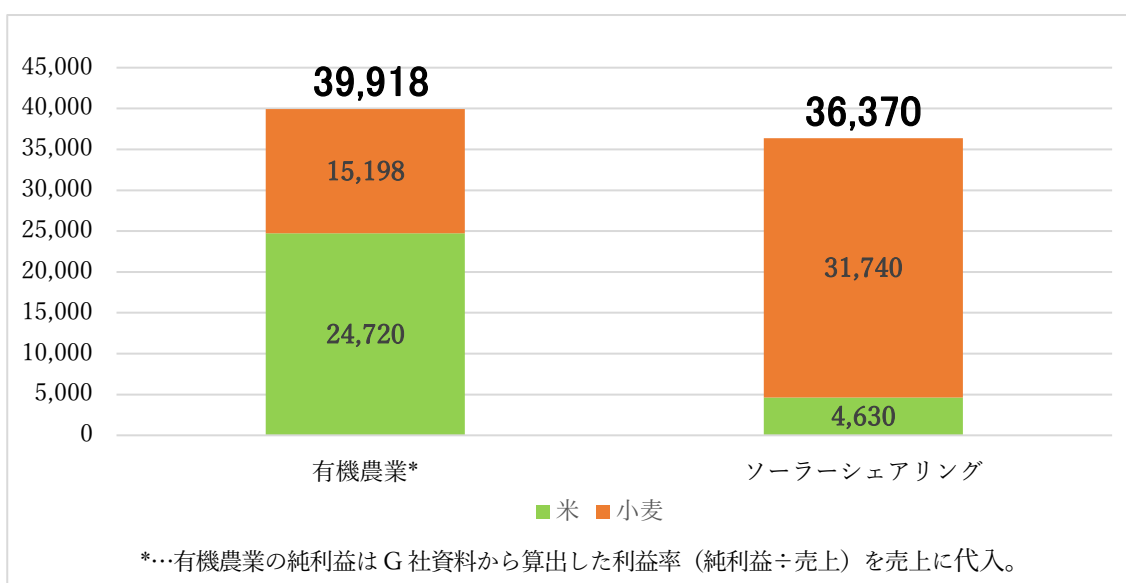


G社への調査を参考に著者作成

次に、両者の 10a 当たりの米麦の純利益について比較結果⁽⁷⁾を図8にまとめた。図より、ソーラーシェアリングの米麦を合算した純利益は、通常の農業経営体と比べ大きな差は生じていないことが分かる。しかし、調査を行った G 社は補助金⁽⁷⁾で純利益を出しているのが現状であった。10a 当たりの補助金 102,452 円を除けば、米は 10a 当たり 8,350 円、小

麦は 10a 当たり 57,732 円の赤字が生じている。以上から、耕作放棄地でのソーラーシェアリングは通常の農業経営体に比べ、収穫量、売上、純利益において大きな差は見られなかったが、純利益に関しては補助金によって赤字を補っているのが現状であった。

図8：営農形態の違いによる純利益の差（円/10a）



G 社への調査より著者作成

次に G 社の発電部門についての仮説の検証結果を表1にまとめた。表より G 社の発電部門における純利益は 10a 当たり 536,180 円であることが分かった。しかし、これは FIT 制度⁽⁸⁾により純利益が確保されているのが現状であった。FIT 制度の売電価格は 20 円/kwh だが、電力会社からの買電価格 11 円/kwh で

計算を行った場合、実際の発電部門の収支は 10a 当たり 277,893 円の赤字であった。以上の検証の結果、ソーラーシェアリング事業体 G 社は農業部門の補助金と FIT 制度の存在によって農業利益に売電利益が加算され、同一農法の経営体よりも多くの収益を確保していることが分かった。

表1：ソーラーシェアリング事業における売電利益（円/10a/年）

X：売電収入*	A：発電システム維持費（人件費）	B：発電システム設備費（減価償却費）	C：資材、その他フローの費用	Y：支出の合計（Y=A+B+C）	Z：純利益（Z=X-Y）
1,809,045	231,156	703,518	338,191	1,272,865	536,180

*：このソーラーシェアリング事業体の 10a あたり年間発電量は 90452KWh であった。
G 社への調査より著者作成

3-2 仮説2の検証

3-1 より、G 社では農業利益に売電利益が加算され、同一農法の農業経営体より多くの利益を得ていることが分かった。ここでは、こうしたソーラーシェアリング事業を我が国の再生利用可能な荒廃農地（9.0 万 ha）で実施した場合の自給率への影響と脱炭素化への貢献についての仮説を検証する。

自給率への影響について、既述の図2で15.0%と最も自給率が低かった小麦で検証を行った。G 社の1haあたりの小麦の収量は図6より2.31tである。したがって、再生可能な荒廃農地9.0 万 ha すべてでソーラーシェアリングによる小麦栽培を行ったと仮定した場合、小麦の収量を $2.31 \text{ (t/ha)} \times 90000 \text{ (ha)} = 20.79 \text{ 万 (t)}$ 増加させる。これを2021年の日本全国の小麦の収量94.9 万 (t)と合わせると115.69 万(t)となり、小麦の自給率を15.0%から17.7%まで増加可能であると分かった。しかし、9.0 万 ha すべての土地で小麦の栽培を行うのは現実的ではない。そのため、その半分である4.5 万 ha の土地で行ったと仮定し、上記の方法と同様に算出した。その結果、小麦の収量を10.40 万 (t) 増加させ、自給率を15.0%から16.4%まで増加可能であると分かった。

次に、脱炭素化への貢献について検証する。ソーラーシェアリング事業体S社（以下S社）は3.2haの土地で1424MWh/年を発電し、CO₂を年間982t削減⁹⁾している。このとき、1haあたりの年間CO₂削減量は307tと算出される。自給率への影響と同様に再生可能な荒廃農地9.0 万 ha すべてでソーラーシェアリングを行った場合、年間CO₂削減量は $307 \text{ (t/ha)} \times 90,000 \text{ (ha)} = 2,763 \text{ 万 (t)}$ となる。これによって、発電部門の年間CO₂排出量は6.5%減少することが分かった。この検証においても同様に、現実的な面積である半分の4.5 万 ha で実施した場合でも年間CO₂排出量を1381 万 t 削減し、発電部門の年間CO₂排出量は3.3%減少することが分かった。以上より、ソーラーシェアリング事業は経営体として実際に成り立っており、再生利用可能な荒廃農地で営農を行うことにより小麦の自給率を増加させ、太陽光発電の使用により発電部門でのCO₂排出を削減できることが分かった。

4 ソーラーシェアリングの普及可能性の検討

4-1 ソーラーシェアリングへの補助金の妥当性

仮説1の検証結果から、ソーラーシェアリングの農業部門では補助金、発電部門ではFIT制度の存在により同一農法の経営体よりも多くの収益を確保していることがわかった。しかし、ソーラーシェアリングを全国展開した場合、今よりも多額の補助金が必要になることから補助金の妥当性が疑問視される。

ソーラーシェアリングはCO₂の排出削減に貢献しているという点から補助金以上の付加価値（環境付加価値）を有している。グリーン電力証書¹⁰⁾では、1kWh当たり7円の環境付加価値が付与される。G社では10a当たり年間90452kWh発電しているため、633,164円分の環境付加価値が生産されていることになる。これにより、補助金がない場合の農業部門の赤字額66,082円と発電部門の赤字額277,893円を上回る環境付加価値を生産可能であり、289,184円の純利益を確保することができる。また、G社の発電量を基準にしてソーラーシェアリングを再生利用可能な荒廃農地（9 万 ha）すべてで行った場合、5698億4760万円分の環境付加価値を生み出す。そのため、現状の補助金は適切かつ妥当であると考えられる。

4-2 農業部門における脱炭素化

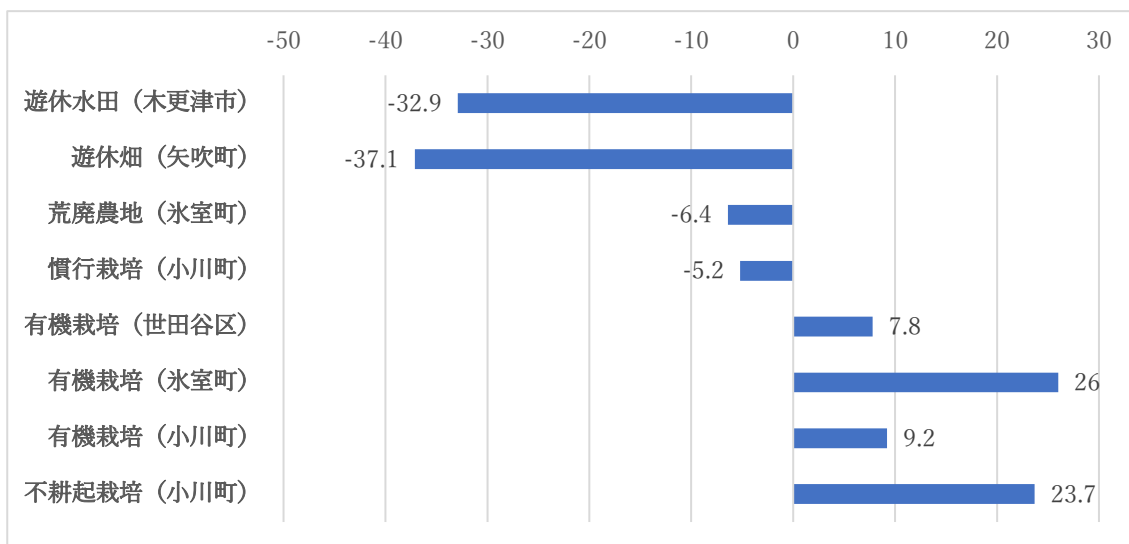
図9に地域標準炭素量と比較した荒廃・遊休農地¹¹⁾の土壌炭素量と農法転換による土壌炭素量の増減率を示した。この図から、荒廃農地と遊休農地は地域標準炭素量と比べ土壌炭素量が少ないことが分かる。これに対して、有機農業や不耕起栽培¹²⁾には炭素を貯留する効果があり、農法転換により脱炭素化を推し進めることができると分かる。さらに、これらを調査した企業は、日本の農地の約半分が炭素を貯留する農法に切り替わった場合、農地から放出されるCO₂を上回る炭素吸収源になると推定している。しかし農業部門での脱炭素化に対する環境付加価値への評価は2022年現在、存在していない。

さらに、ソーラーシェアリング事業で発電した電気を電動農機に対し使うことで、よりCO₂の排出削減に貢献することができる。S社では、トラクターの燃料にてんぷら油をリサイクルしたものを使用するなど、農業機械での脱炭素化に対し関心を持っている。

る。G 社では、ガソリンを燃料としたトラクターを使用しているが、今後は電動農機を活用していきたいと述べていた。そして、電動農機の開発を進めている企業⁽¹³⁾は近年販売を開始すると発表している。こうした企業やソーラーシェアリング事業体の動き

を踏まえると、ソーラーシェアリングで発電した電力を農業施設や電動農機で利用することへの補助が急務であるといえる。

図9：地域標準炭素量と比較した荒廃・遊休農地の土壌炭素量と農法転換による土壌炭素量の増減率（%）



G 社より提供されたデータより著者作成

5. ソーラーシェアリング普及を促す政策の提言

5-1 ソーラーシェアリング農産物に対する環境認証マーク付与への支援

私たちが調査を行ったソーラーシェアリング事業体では補助金がなければ、農業部門で赤字が生じていることが分かった。また、赤字を防ぐために農産物に付加価値をつける場合、有機 JAS マークなどの認証マークを申請する必要がある。しかし、認証を受ける費用と手間がかかるため、申請する意欲が減退する。

そこで、私たちはソーラーシェアリング下で栽培した農産物に対する環境認証マーク付与とそれへの支援を提案する。これにより、ソーラーシェアリングの下で採れた農産物に環境付加価値が付き、需要が喚起され農業部門の経営安定につながる。また、有機 JAS マークを申請には、無農薬での営農の実施の判断に多くの時間と手間がかかるが、ソーラーシェアリング下での栽培を判断する時間と手間は有機農

業の申請に比べて少ないと考えた。さらに、この費用を負担することで申請の意欲が向上すると考えた。

5-2 農業による脱炭素化に対する補助金

有機農業や不耕起栽培に関する補助金については、農業事業体への調査から環境保全型農業直接交付金によって適切に補助されていることがわかったため、私たちは新たな補助制度は不要と考えた。しかし、4-2 で述べたように 2022 年現在、農法転換による土壌中の炭素の貯留を評価する環境付加価値の付与は存在しない。農業による脱炭素化をいっそう推し進めるためには、これらの農法を普及させる必要がある。2022 年現在 J クレジット制度⁽¹⁴⁾において「バイオ炭の農地施用」により炭素を土壌に固定化させ、炭素貯留量をクレジットとして認証できるようにする政策が策定されている。そのため、私たちは現行の補助制度に加えてさらに有機農業や不耕起栽培による土壌中の炭素の貯留に対しても J クレジットによる環境付加価値付与の対象として認証すべきだと

考える。これにより農業部門でも新たな環境付加価値が評価され、ソーラーシェアリングの経営がいつそう安定する。また、ソーラーシェアリングに対する経済的な阻害要因も取り除かれ、ソーラーシェアリングへの新規参入も進むと考えたためである。

5-3 農業施設及び機器の電力化に対する補助金

私たちは農業施設及び機器の電力化に対する補助制度を考えるうえで、現行の環境省の「再エネ電力と電気自動車や燃料電池自動車等を活用したゼロカーボンライフ・ワークスタイル先行導入モデル事業」の電気自動車の事例を参考にした。大型の電動農機に対しては購入者に上限 80 万円までの補助金を出す。さらに、充放電設備を設置する場合はその設備費にかかる費用の 1/2 を補助し、その上限を 75 万円とする。これにより、再生可能エネルギーを活用した電力の自家消費と電動農機の普及が促され、脱炭素化を押し進められると考えた。

おわりに

日本は国土面積の 7 割を山地が占めている。そして、耕作放棄地の半数以上が中山間農業地域である。こうした土地の大半は作業効率が悪く、また、運送コストが大幅にかかり、大型の農業機器を導入できない。このように、耕作放棄地の中には農業の生産が不利な土地も存在する。

そこで私たちは、こうした土地の活用方法として畜産によるソーラーシェアリングを提案したい。これには、太陽光パネル下での家畜の放牧で除草などにかかる管理コストを大幅に削減する効果がある。また、施設内で育てた家畜と比べ太陽光パネル下で放牧された家畜の健康状態が改善される効果⁽¹⁵⁾もある。さらに、解放的な畜産を伴うソーラーシェアリングはアニマルウェルフェア⁽¹⁶⁾に貢献し、持続可能な社会に適した飼育方法といえる。我々が調査した栃木県 G 社では実験的にパネル下での豚と羊の放牧を行っていた。しかし、実際に生産、販売に至っている事業体を視察することはできなかった。そのため、畜産によるソーラーシェアリングが経営体として成り立つかどうかを検討することが今後の研究課題と言える。

また、私たちが調査した事業体は約 3ha の土地でソーラーシェアリングを行っており、双方とも経営は成り立っていた。しかし、これらの調査から仮説

1 で設定した「一定規模以上」に関する明確な基準を導くことができなかった。これを明らかにするには、より多くのソーラーシェアリング事業体を調査する必要がある。

世界でもソーラーシェアリングに対する関心は高まっている。実際にインドでは 7ha の土地で実験的にソーラーシェアリングを行っていた⁽¹⁷⁾。その結果、女性を含む雇用を農村に創出し、都市部への移住を減少させた。このように、ソーラーシェアリングは農村地域での雇用促進が期待できる。

最後に、本論文作成にあたりご協力頂いた全ての農業事業体の方々に感謝の意を示し、この論文を結ぶ。

【注釈】

1. 太陽光パネル下で作物を栽培する営農形態のことを指す。パネルを高く設置することで遮光率を下げ、陽光を確保し、大型の農業機器を導入させつつ、小麦、稲、葉物類などの作物を栽培している。海外文献上では「Agrivoltaic system」と英訳される。
2. 基礎的な栄養価であるエネルギーに着目して、国民に供給される熱量に対する国内生産の割合を表す指標のこと。
3. 過去 1 年以上作物を栽培せず、この数年の間に再び栽培する意思のない土地のことを指す。
4. 現に耕作されておらず、耕作の放棄により荒廃し、通常の農作業では作物の栽培が客観的に不可能となっている農地を指す。
5. ソーラーシェアリングのような環境に配慮した農業を行う農業事業体では、有機農業を行っている事業体が多い。
6. 売上、純利益の比較では、有機農業ではない通常の農業経営体との比較も行ったが、いずれにおいても大きな差は見られなかった。
7. 有機農業に対する補助金と耕作放棄地の活用に対する補助金が多くを占めていた。
8. 再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度 (Feed-In Tariff) の略称。一般家庭や事業者が再生可能エネルギーで発電した電気を、電力会社が一定価格で買い取ることを国が約束する制度。電力の市場価格に影響されない。
9. 火力発電の CO₂ 排出係数の平均を 0.69kg/KWh として計算。(産総研調べ)

10. 再エネにより発電された電気の環境価値を証券化したもの。「グリーン電力証書」を購入する企業・自治体が支払う費用は、発電設備の維持・拡大などに利用されている。
11. 「かつて農地だったが現在農地として利用されておらず、今後も農地として利用される可能性も低い土地」と「農地ではあるが周辺の農地と比較した時に利用の程度が著しく低い土地」の両方を指す。
12. 田畑を耕さずに作物を栽培する方法のこと。
13. ヤンマーは 2025 年までに、トラクターや野菜収穫機など小型の電動農機の発売を発表している。クボタは 2024 年に 20 馬力のトラクターの国内市場への投入を発表した。さらに、30 年にかけて中小型の機種で電動農機のラインナップを増やしていくとも発表している。
14. 省エネルギー機器の導入や森林経営などの取組による、CO₂などの温室効果ガスの排出削減量や吸収量を「クレジット」として国が認証する制度のこと。
15. 悪性の寄生虫量が減少したことによる。
16. 動物の生活とその死に関わる環境と関連する動物の身体的・心的状態を快適に保つこと。
17. Beena Patel ら (2018) 「Co-Generation of Solar Electricity and Agriculture Produce by Photovoltaic and Photosynthesis-Dual Model by Abellon, India」 P. 4 参照。

【参考 URL】

1. 農林水産省 (2021) 「みどりの食料システム戦略」
<https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/midori/attach/pdf/team1-153.pdf>
2. 農林水産省 「食料自給率とは」
https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/zikyu_ritu/011.html
3. 農林水産省 「食料自給率の推移」
https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/zikyu_ritu/012.html#:~:text=2.%E9%A3%9F%E6%96%99%E8%87%AA%E7%B5%A6%E7%8E%87%E3%81%AE,%E3%81%A7%E6%8E%A8%E7%A7%BB%E3%81%97%E3%81%A6%E3%81%84%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%82
4. 内閣府 (2016) 「農地・耕作放棄地面積の推移」
https://www5.cao.go.jp/Keizai-Shimon/kaigi/special/2030tf/281114/shiryo_ul_2.pdf
5. 農林水産省 「耕作放棄地、荒廃農地とは」
<https://www.maff.go.jp/hokuriku/kokuei/shinacho/attach/pdf/koho-35.pdf>
6. 農林水産省 「農地に関する統計」
<https://www.maff.go.jp/j/tokei/sihyo/data/10.html>
7. 農林水産省 (2021) 「太陽光発電設備を設置するための農地転用許可実績について」
<https://www.maff.go.jp/j/nousin/noukei/toriyo/attach/pdf/einogata-4.pdf>
8. 農林水産省 (2022) 「麦の参考資料：麦の需給に関する見通し」
https://www.maff.go.jp/j/seisan/boueki/mugi_zyukyu/attach/pdf/index-142.pdf
9. 農林水産省 (2022) 「米の相対取引価格」
<https://www.maff.go.jp/j/seisan/keikaku/soukatu/attach/pdf/aitaikakaku-75.pdf>
10. 農林水産省 (2021) 「令和 3 年産水稲の全国農業地域別・都道府県別 10 a 当たり平年収量」
<https://www.maff.go.jp/j/press/tokei/seiryu/attach/pdf/210323-2.pdf>
11. みんなの太陽光発電 (solar-energy.site) 「東京電力の売電価格 おすすめプランと申込方法【卒FIT】」
<https://www.solar-energy.site/column/tepc/>
12. 産総研 「太陽光発電の特徴 1 : AIST 太陽光発電技術開発」
https://unit.aist.go.jp/rpd-envene/PV/ja/about_pv/feature/feature_1.html
13. 環境省 (2021) 「脱炭素社会移行推進室・国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス 2020 年度温室効果ガス排出量 (確報値) 概要」
<https://www.env.go.jp/content/900445424.pdf>
14. 環境省 「再エネ電力と電気自動車や燃料電池自動車等を活用したゼロカーボンライフ・ワークスタイル先行導入モデル事業」等の補助要件等について

- https://www.env.go.jp/air/post_56.html
15. 新電力ネット「グリーン電力証書について」
https://pps-net.org/green-energy_price
 16. 農林水産省「有機 JAS マークとは」
https://jp.fsc.org/jp-ja/About_FSC
 17. NPO 法人 有機農業認証協会「有機 JAS マークにかかる費用」
https://yuukinin.org/hiyou_info.html
 18. FSC ジャパン「FSC 認証マークとは」
https://jp.fsc.org/jp-ja/About_FSC
 19. 農林水産省「日本の農業の現状」
https://www.maff.go.jp/kanto/nouson/sekkei/no_nippon/02.html
 20. 農林水産省「中山間地域等の重要性」
https://www.maff.go.jp/j/study/other/cyusan_siharai/matome/ref_data2.html
 21. 農林水産省「アニマルウェルフェアについて」
https://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/animal_welfare.html

【参考文献】

1. 田畑保 (2018)『農業・地域再生とソーラーシェアリング』 筑波書房
2. 板垣勝彦 (2018)「〈論説〉ソーラーパネル条例をめぐる課題—太陽光発電設備のもたらす外部不経済の解消に向けて—」
3. 赤坂卓美 (2019)「耕作放棄地利用に関する生物多様性と経済活動の両立:忘れられた草地生態系への考慮」
4. 小田切徳美 (2015)「地域再生の課題—農山村を中心に—JIAM 全国市町村国際文化研修所」
5. 生源寺眞一 (2021)『21 世紀の農学—持続可能性への挑戦』 培風館
6. Beena Patel ら (2018) Co-Generation of Solar Electricity and Agriculture Produce by Photovoltaic and Photosynthesis-Dual Model by Abellon, India
7. 谷晃 (2021)「営農型太陽光発電における電力生産と作物生産の両立」
8. H. Marrou ら (2013) Microclimate under agrivoltaic systems: Is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels?
9. 公共財団法人 日本学術協力財団 大杉立 (2021)

『日本の食卓の将来と食料生産の強靱化について考える』

10. Tomekde, Pontibert, RijkMartin, K. van Ittersum (2012) The crop yield gap between organic and conventional agriculture
11. 霧村 雅昭 (2021)「栽培と太陽光発電を組み合わせたソーラーシェアリング」
12. 馬上丈司 (2021)『地域密着型電源としてのソーラーシェアリングへの期待』
13. 柴田 直弥、錦澤 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』
14. North Carolina Clean Energy Technology Center (2017) Balancing Agricultural Productivity with Ground-Based Solar Photovoltaic (PV) Development
15. 農林水産省大臣官房環境バイオマス政策課再生可能エネルギー室 (2021年3月)『営農型太陽光発電について』

【調査協力企業】

1. 千葉県匝瑳市 S 社
(訪問日 2022年5月23日)
2. 栃木県宇都宮市 G 社
(訪問日 2022年7月16日)