

## 地方都市の将来のためのソーラーシェアリング

DUKE-NUS MEDICAL SCHOOL  
Research Fellow

福田 正裕

COMMUNITY CREATION COMPANY CFO  
PVFOUNDRY Senior Advisor

吉村 一男



福田 正裕



吉村 一男

### 1. 弱体化する地方

日本は少子高齢化が進行し続け、2008年をピークに人口減少が続いている。地方では限界集落（地域人口の半数以上が65歳以上）どころか、集落での最若年者が既に65歳以上で人口の大半が75歳以上の集落も珍しくはない。地方都市で既に消滅してしまった集落も数多いが、近未来には自治体すら消滅する可能性も指摘されている<sup>1</sup>。現在においてすら、多くの市町村では続く人口減少・高齢化のため鉄道やバスといった地域住人のライフラインである公共交通機関が維持できない、商店街が衰退・百貨店が撤退し買い物難民が増加する、空き家や耕作放棄地の増加により地域の安全性が脅かされる、祭礼・郷土食など地域文化の継承が途絶える、といった対処困難な問題が続発している。これらはただ個々の問題自体が深刻であるだけでなく、より人口減少を加速させる要因となってしまう地域に対して負の循環をもたらす。

「不便で貧しい」地方から人口が減少して「便利で豊か」な大都会に人が集まることは合理的ではないか？という指摘は成立しうる。しかし、地方が衰退してしまった場合「国土の有効活用」「日本文化を支える地方の伝統文化」「食料・工業製品の生産力（一次・二次産業）」「自然災害に対するリスクヘッジ」といった、日本社会全体を持続させるための重要な基盤が失われてしまう。例えば都会において大災害があった際には、都市在住の多すぎる人口に必要な物資をすぐに供給することは明らかにできず、人口の疎開先としての選択肢も必要である。

グローバル経済華やかなりし頃は「必要なモノ・サービスは必要に応じて安い外国から輸入すれば良い」という考え方が主流であったが、現下の不安定な世界情勢のもと貿易に一旦何か深刻な問題が生じたならば地方が衰退してしまった日本にはリスクヘッジの方法が無い、ということになる。

地方の製造業の衰退の結果、2020年に始まったコロナ禍において日本では人々が今まさに必要としていながらも、マスクや消毒用アルコール程度のもが入手困難となっていた。農林業が儲からなくなったため、戦後大量に植林されたものの放置された杉林やあるいは耕作放棄地に繁茂するブタクサなどの雑草から放出される大量の花粉により、多くの日本人は毎年花粉症に苦しむことになっている。2024年1月1日に能登でM7.6の大地震が生じ、建物の倒壊、火事、津波で数多の犠牲者が出た。能登半島の道路は寸断され孤立集落が多く生じたが、体力のある若年者が少なかったため避難どころか救援を要請する連絡すらままならない集落が多く報告された。

地方再生のためには定住人口増加が必要であり、定住人口増加のためには在住者に十分な定期収入が必要である。

インターネットやE-Commerceが発達した現在、都会と地方で得られるものは「体験」を除けば「情動的」「物質的」には異ならないはずである。地方へのIターン、Uターン希望者はそれなりに存在しその中で農業を志向する人々もいるであろうが、移住後の収入および生活の不安定性に対する不安から一歩が踏み出せない人々は多いと考えられる。

農業で高収入をあげること、農作物に付加価値を

付与することは、現在の日本でも多くの人々が日々努力していることである。その方法は、高品質の作物を作る、果物・花卉など高付加価値な農産物を栽培する、一次農産品をそのまま出荷するのではなく、ジュースや菓子などに加工（二次産業）・農家レストランや民泊といったサービス提供（三次産業）による高付加価値化（六次産業化）など多岐にわたる。しかし六次産業化は難しく、食品加工やレストラン運営にもノウハウと初期投資が必要でありしかも必ずしも成功の保証がない。ご当地レトルトカレーなど初期投資が少なく参入障壁の少ない理想的な解決法は現在なかなか見当たらない。

確かに日本の果物や日本酒は海外で高く評価を受けており、これらの高品質産物を海外へ輸出することは経済発展のために重要であるが、全ての農業関係者に可能なことではない。IT技術・農業技術を用いた省力化・高品質化も提案されているが<sup>2</sup>、主食となるコメや日常消費される野菜類などはどれほど高品質化したとしても日本の消費者の購買力には限界がある。「営農規模の拡大」以外、専業農家にとって収入を増加させる選択肢は極めて少ないものの、農業規模の拡大は現実的には「論理」ではなく「政治」と「その地域の間人関係」が大いに影響するため、IターンやUターン者など地域の新参者にすぐに可能な方法であるとは考えにくい。

## 2. 地方衰退に対する処方箋としてのソーラーシェアリング

そこで、農業収入を安定させ、同時に地域のエネルギー安定供給にも寄与する「ソーラーシェアリング」について紹介する。ソーラーシェアリングとは、根本的には「その土地の生産性を太陽光発電で底上げする」という考え方でもある。これが地方における農業収入を安定させ、継続可能な収益を上げることのできる魅力的な事業でありうることを提示する。

日本における農業は儲からない産業である、と一般には考えられている。単純な算数の問題として、1 kCalのエネルギーを労働に投入して1 kCal未満の収穫しか得られなければ、どれほど熱心に労働しようと餓死が待っているように<sup>3</sup>、例えば1000円を投資して1000円より多くの収入をあげられなくては

経済活動としては持続可能性がない。

現代の慣行農業は、石油で動く農機具、その生産に石油を必要とする合成肥料や農薬を必要とし、出荷された作物はまた石油を使いつつ消費地に運ばれる。事実上現代の農業は「石油の上に浮いている」とさえ言えてしまい、農産物の売り上げによらず農業を継続するだけで出費は嵩む。自然農法<sup>4</sup>は農作業へ投入する労働量を限界まで下げて農産物を生産しようとするものだが、無農薬・低農薬・減肥料・無肥料などの付加価値がつくものの、極言してしまえば「壮大な家庭菜園」に過ぎず<sup>5</sup>、安定した営利事業として発展させることは極めて難しい。例えば、不耕起栽培、無肥料・無農薬、天日乾燥のコメを作っている人々は、日本中で生産されている「コメ」に経済商品として高い付加価値を付与するために莫大な労働力を投入しており、その生産は生産者本人たちの健康と情熱によってのみ支えられており、誰でも参入可能な「システム」として成立しているわけではない。自給自足生活といった自然とともに暮らす生活に憧れる人々が多いが、現金収入なしに現代社会を生きることは不可能である。「農業は重要である」とどれほど叫ばれようと、十分な収入が得られなければ人々が続けていける理由は存在しないからこそ、日本全国で休耕地・耕作放棄地が増え続けているのである。

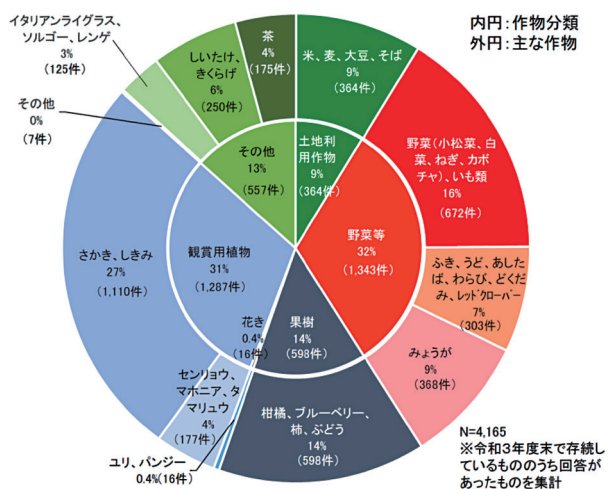
「儲からない」と考えられている農業を、儲かるようにし持続可能性を付与するための一案として、「ソーラーシェアリング」を紹介する。農作物は太陽光を100%利用できるわけではなく、ある一定以上の太陽光は光合成につながらない（光飽和点）。また植物はその生育に適切な光量があり、過剰な太陽光はむしろ有害になりうる。ソーラーシェアリングとは、農地の一部を太陽光パネルで覆い太陽光発電と農作物育成を同時に行うという、2003年に長島 彬氏によって発明された仕組みであり<sup>67</sup>、日本の行政においては「営農型太陽光発電」と呼ばれている。農業が主体であり、太陽光発電による売電は農業収入の安定性を向上させることを目的とする。

農地に太陽電池を設置して農業と太陽光発電を同時に行う、という考え方自体は1981年に提唱されており<sup>8</sup>、海外ではagrivoltaicsと呼ばれる。ソー

ラーシェアリングを包含する考え方だが、根本的には「農地に太陽電池を設置する」ことだけを基本とし「光飽和点」の考え方が無いagrivoltaicsに対し、ソーラーシェアリングは「営農をメインに考え農地の一部だけを覆う」ことが違いである。

ソーラーシェアリングにおいては、ソーラーパネルは作物にとって余剰な太陽光を利用し発電するためのものであって、「作物と発電で太陽光をシェアする」という考え方である。太陽光パネルは細めのパネル（実例参照）が農作業を邪魔しない高さ（2m以上、実際には農作業を邪魔しない高さ）に設置され、下では水田、イモ類、野菜、果樹、茶など様々な作物が生産できる（下図）<sup>9</sup>。作物は太陽光パネルによって部分的に覆われるが、減収は基本的には少なく、逆に茶のように増収となる作物も存在する。

そもそも農地は日当たり良好な農業好適地に作られるものであり、現在休耕地・耕作放棄地となっていたとしてもその土地への日照条件自体が変化したわけではない。「農地から一定の収入を保証する」という仕組みであるため、その土地における農作物生産だけでは十分な収入をあげることができず耕作放棄地となっている土地でも農業が遂行可能となり、農地を再生させることができる。



資料【9】より引用

ソーラーシェアリングは農地に太陽光パネルを立てることから「農地転用」の一種であり、当初はむしろ農業を阻害するものと考えられ規制の壁は高かった。実現は困難ではないものの周囲の慣行農業

の8割以上の収穫が「毎年」必須であることや、農地の一時転用許可を3年おきに出さなくてはならないため、事業の継続性に疑義がもたれ得るため初期投資に対し銀行融資を受けることが困難なこと、そもそも申請自体に大量の書類を準備ししかも地域ごとに申請方法が異なる、など莫大なコストがかかり新規参入のためのハードルはかなり高かった。しかし多くの人々の努力の結果日本政府も推進する方向となり<sup>10</sup>、条件によっては転用許可期間を3年ごとではなく10年以内に延長する、おおむね8割以上の単収を確保する要件は課されない、など新規参入の障壁はかなり下がってきている<sup>11</sup>。加えて、近年の環境やSDGsに対する意識の高まり、2020年に日本政府から「2050年までのカーボンニュートラル宣言」が出されたことなど、日本全体での自然エネルギーによる発電の推進はソーラーシェアリングの拡大にとり追い風となっている。

### 3. ソーラーシェアリングの実例

ソーラーシェアリングについては、日本で多くの先駆者がそれぞれの経験および苦勞の報告をしている<sup>6,7,11,12</sup>。また、多くのソーラーシェアリングを応援する会社やNGOが結成されている。千葉県匝瑳市では地域を挙げて応援しており（下写真）、千葉県は300か所以上と全国一のソーラーシェアリング施設が存在する。雇用創出や地方の活性化といったさまざまな利点が生まれている。農林水産省の資料<sup>9</sup>にも多くの実例が示されている。



合同会社匝瑳おひさま発電所 (Photo: Mr. Koji Nishi)

海外でも agrivoltaics は広がっており、多くの会社はその技術や設備一式を農業者に販売している。agrivoltaics のもとでは植物栽培しかできないわけではなく、酪農・牧畜とも組み合わせることができる。日陰ができることで動物たちの休息場所が生まれる、牧草の育成自体にはほぼ影響なく太陽光発電と放牧を組み合わせることができる。加えて agrivoltaics の考え方は先進国のみならず、発展途上国の農業者にも多大な利益を与えるため、世界中に広がっている。

#### 4. ソーラーシェアリング・プロジェクトの採算性

ソーラーシェアリングは農地をダブルインカム化することによりその低付加価値故に構造的衰退を続ける農業を再興し、日本の危機的低水準にある食料自給率（カロリーベースで38%ながら肥料や種子などの輸入比率の高さを勘案すると実態は10-20%）を改善し、11%しかないエネルギー自給率も併せて引き上げるゲームチェンジャーである。その有効性はプロジェクト採算性に依存する。

ソーラーシェアリングの採算性は本来の農業収益と太陽光発電収益に分解できる。ここで農業収益は太陽光パネル設置によっても光飽和点までの光合成は妨げない前提のため、太陽光パネル設置前の農業収益と変わらない。プロジェクト収益性の鍵を握るのは太陽光発電によって上乘せとなる収益である。

太陽光発電部分の収益性は他の分散型太陽光発電（例えば屋根置き型や駐車場活用型）と概ね同じとなるが、例えば高コスト国シンガポール（一人当たりGDPは日本の2.5倍）における分散型太陽光発電の事例ではプロジェクトIRR 8-10%、70%レバレッジをかけたエクイティIRR 12-15%が平均的な水準となる。

太陽光発電の収入は発電量と売電価格によって決まる。発電量は当該農地に設置可能な太陽光パネル容量と日射量によって決まる。そこで日本の平均日射量と遮光率（農地面積に対しパネルによって太陽光を遮る面積）40%程度、日本の北海道を除く都府県の農家平均耕地面積約2.2ha、及び売電価格は現在の電気代を大幅に下回るkWh当たり16円で試算

してみよう。因みに遮光率40%は光飽和点までの光合成を妨げない平均的比率である。

仮に農家の平均耕地面積の半分（1.1ha）の40%（0.44ha）に最新の太陽光パネルを設置した場合の発電容量は約1MW（1000kW）であり、東京都多摩市や茨城県水戸市の日射量を用いて算出すると、初年度の売電収入は1kWh16円の売電価格で1800万円程度と試算される。単位耕地面積当たりの収入は農業のみの場合に比べて3-5倍になる。また収益面でも農業の低収益性や天候などによる収穫リスクに対して、太陽光発電は安定的な収益が予想できる。農家の平均耕地面積（除く北海道の都府県）2.2haで従来の農業収入に追加的収入が3600万円あるとすれば、農業に対する見方は一変するのではなかろうか。

#### 5. 結語

人間が利用できるエネルギーは原子力と地熱（地球中心核における崩壊熱由来）を除けば、石炭・石油を含め太陽光、風力などすべてが太陽光由来である。太陽光は地球上にあまねく降り注いでおり、人類の利用している化石燃料すらも過去の地球に降り注いだ太陽光に由来する。人類がおよそ1万年前に開始した「農業」とは、大地に降り注ぐ太陽エネルギーを人間が利用可能なカロリーに変える営みであった。ソーラーシェアリングは、作物では利用しきれない余剰な太陽光を利用し、より多くの太陽光エネルギーを人間が利用可能な形に変える試み、すなわち「農業の進化」と言える。

少子高齢化が進み人口が収縮し続けている日本は、貴重な財を費やししながら大量に食料と化石燃料を輸入し続けている。輸入した化石燃料は燃焼させ発電に費やしてしまっており、エネルギーの自給率も極めて低い。しかし単純計算で日本の農地（耕地面積4,349,000 ha）を遮光率20%の太陽電池パネルで覆うと日本の必要な全電力が賄えてしまい、工夫次第で日本がエネルギー自給を達成できない理由はない。太陽光発電の問題点は日中および晴れの日しか発電できず、安定した電力供給には向かないという点である。しかし現行の電力供給の不安定性に関

する問題点は、植物の光合成に影響しない緑色光だけを利用し発電する透過型太陽電池や、曇りの日でも発電できるペロブスカイト太陽電池といった太陽電池自体の改良、揚水発電や蓄熱発電・蓄電池を含む蓄電方法の進化<sup>13</sup>、省エネ技術の発展、他の発電方法との組み合わせなどの技術革新によって改善されていくと考えられる。またソーラーシェアリングは、農業との組み合わせだけではなく、水耕栽培と栽培漁業の組み合わせであるアクアポニックスにも組み合わせることが出来る。エネルギー源および生産物の多様な組み合わせにより、適用範囲、太陽光の利用効率は広がると考えられる。

江戸時代、農村に住んでいる農業者は都市住人に対する独占的な薪炭（=エネルギー）供給者でもあり、実はかなり豊かであったという<sup>12</sup>。ソーラーシェアリングによって再び農業者がエネルギー供給者となり、農業が高収入な魅力的な産業となることで、地域社会の再生ひいては新たな地域コミュニティの創生、食料自給率の改善、日本全体のさらなる発展も期待できる。

（筆者は本文に挙げた会社・団体とはいかなる関係もありません）

#### <参考文献>

- 1 増田 寛也「地方消滅 東京一極集中が招く人口急減」中公新書, 2014
- 2 竹下 正哲「日本を救う未来の農業」筑摩書房, 2019
- 3 Marvin Harris「食と文化の謎 (岩波現代文庫)」岩波書店, 2001
- 4 福岡 正信「自然農法 わら一本の革命」春秋社, 2004
- 5 松下 明弘「ロジカルな田んぼ」日経BPマーケティング, 2013
- 6 田畑 保「農業・地域再生とソーラーシェアリング」筑波書房, 2018
- 7 長島彬「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」」リックテレコム, 2015
- 8 Goetzberger, A.; Zastrow, A. "On the Coexistence of Solar-Energy Conversion and Plant Cultivation". International Journal of Solar Energy. 1 (1): 55-69. doi:10.1080/01425918208909875..
- 9 農林水産省「営農型太陽光発電設備設置状況等について」<https://www.maff.go.jp/j/nousin/noukei/totiriyo/attach/pdf/einogata-9.pdf>, 2023
- 10 農林水産省「営農型太陽光発電について」<https://www.maff.go.jp/j/shokusan/renewable/energy/einou.html>, 2023
- 11 中村 鉄哉「里山発電---地方の未来を変えるソーラーシェアリング」ダイヤモンド社, 2014
- 12 小山田 大和「食エネ自給のまちづくり」田園都市出版社, 2022

13 稲田 雄二「脱炭素社会に向けて開発進む蓄熱発電」  
[https://www.mitsui.com/mgssi/ja/report/detail/\\_icsFiles/afieldfile/2021/03/02/2102m\\_inada.pdf](https://www.mitsui.com/mgssi/ja/report/detail/_icsFiles/afieldfile/2021/03/02/2102m_inada.pdf), 2021

#### 執筆者氏名

福田 正裕 (ふくだ まさひろ)

#### 経歴

東大医学部卒業後、日本赤十字社医療センターおよび東京大学医学部附属病院にて初期研修医修了。東京大学大学院医学系研究科単位取得退学。現在は Duke-NUS Medical School Research Fellow、熊本大学 IRCMS Visiting Assistant Professor、がん研究所客員研究員。専門は神経科学および生体イメージング。

[mfukuda-ky@umin.ac.jp](mailto:mfukuda-ky@umin.ac.jp)

#### 執筆者氏名

吉村 一男 (よしむら かずお)

#### 経歴

東大経済学部卒業後、日本興業銀行でニューヨーク駐在シニアエコノミスト、香港投資銀行のダイレクターなど歴任。官民インフラファンド等プロジェクトファイナンスによる開発金融に幅広く携わる。ベンチャー企業ファイナンスや地方創生事業も実践。1996年からシンガポール在住。現在、地方創生株式会社共同代表、PvFoundry Pte Ltd Senior Advisor など。

[k-yoshimura@kd.kyd.co.jp](mailto:k-yoshimura@kd.kyd.co.jp)