参考資料４

気候適応型・都市農業エネルギー共生モデル構想

― 発電・遮光・集水・蓄電・環境制御を統合する東京型都市農業の提案 ―

2026 年 7 月 25 日

筑波大学名誉教授　鈴木雅和

はじめに

東京都環境審議会において，私は猛暑下の都市農業と再生可能エネルギーを一体的に捉える「都市農地発電モデル」を提案しました。東京都からは，暑熱環境に適応できる作物の選択や栽培方法の検討について回答がありましたが，気候変動の進行を踏まえれば，作物を過酷な環境に適応させるだけでなく，農業環境そのものを能動的に転換する視点が必要だと考えます。

都は，2035 年までに太陽光発電設備 400 万 kW の導入を目標としており，現状から大幅な上積みが求められます。建築物の屋根・壁面や次世代型太陽電池の導入を進める一方，これまで発電可能空間として十分に検討されてこなかった都市農地の上部空間を，農業生産を維持しながら活用する可能性を検証すべき時期に来ています。

本構想は，農地を発電所へ転換するものではありません。農地には食料生産だけでなく，グリーンインフラとしての機能があります。それを削ってまで，有休農地を有効利用するという名目で発電所に転換をするものでもありません。都市農地を太陽光発電機能を備えた農業環境制御施設として再定義し，適度な遮光，雨水の集水・貯留，養液管理，蓄電，自家消費，必要に応じた温度・光環境制御を組み合わせるものです。太陽と水によって農作物と電気を栽培する，新しい都市農業は後継者・新規参入者に希望を与えるでしょう。水収支や温熱環境を含めたグリーンインフラの機能も向上する余地があります。

私は，東京大学農学部の助手時代に田無農場と二宮果樹園に研究室を置き，4 年間，農業研究と実際の栽培現場に接してきました。また，経済産業省の環境審査顧問として 8 年間，水力，風力，火力，地熱，太陽光，原子力の各発電事業の環境影響評価（環境アセスメント）の方法書・準備書・評価書の審査を行いました。本提案は，この二つの経験を背景に，都市農業とエネルギー政策を横断的に考えたものです。

東京都が全体のコーディネーターとなり，大学・研究機関，農業者，農業団体，設備事業者，金融機関，流通事業者，区市町村等を結び，まず可能性調査と小規模実証から着手することを提案します。本書は，その検討のたたき台として，現時点の構想を整理しました。

本構想は，一研究者・研究所・大学・企業・農家などが単独レベルで行うことは困難です。都が独自に開発することもできないでしょう。しかし，私がこれまで環境審議会で都の施策立案とその実行力と成果を拝見するにつけ，都がコーディネートすることにより，各組織の連携によって，独自で先端的なモデルを構築できると確信しています。

なお，本件は私の机上の企画であり，現時点でいかなる個人，組織との関係はありません。

1. 構想の背景と基本理念

1-1　東京都の太陽光発電目標と新たな発電可能空間

東京都は 2035 年までに太陽光発電設備 400 万 kW の導入を掲げている。2024 年度実績は約 96 万 kW であり，今後約 300 万 kW の追加導入が必要となる。

住宅・業務建築物の屋根，壁面，物流施設，駐車場，公共施設等への導入に加え，軽量・柔軟な次世代型太陽電池の普及が期待される。しかし，導入目標の規模を考えれば，既存用途を維持したまま発電機能を重ねられる，新たな都市空間の開拓が必要である。

都市農地は，食料生産，緑地，防災，雨水浸透，環境教育等の機能を持つため，単純な発電用地への転換は避けるべきである。一方，低木果樹や草本作物の上部空間は，営農を継続しながら太陽光発電を導入できる可能性がある。これは「農業か発電か」という平面的な二者択一から，地表を農業，上部空間をエネルギー生産に用いる立体的・複合的土地利用への転換である。

1-2　猛暑に適応する農業環境への転換

従来の暑熱対策は，耐暑性品種の選択，播種・収穫期の変更，灌水方法の改善等，与えられた気象条件の中で農業側が適応する取組が中心であった。これらに加え，今後は日射，温度，水分，養分，作業環境そのものを調整し，農業環境を能動的に気候変動へ適応させる必要がある。

作物や品種によって差はあるが，最適温度を超える高温と光飽和点を超える強光は，葉温上昇，気孔閉鎖，光合成低下，開花・結実不良，果実の日焼け等を通じて収量・品質を損なう可能性がある。適度な部分遮光が，作物の生育だけでなく，農作業者の暑熱負担，土壌・培地からの水分蒸発，灌水需要の軽減にも寄与する可能性を検証する。

1-3　基本理念

本構想の中心理念は，次の三点である。

- 農地を発電所に転換するのではなく，農業生産を主，発電を従とする。
- 太陽光設備を「農地上の発電設備」から「発電機能を備えた農業環境制御施設」へ再定義する。
- 発電・遮光・集水・貯留・蓄電・給液・温度制御・光環境制御をモジュール化し，作物と経営形態に応じて組み合わせる。

これにより，再生可能エネルギー，気候変動適応，都市農地保全，水循環，農業経営，防災，健康，産業振興を結び付ける東京都の「カケル（×）」型施策を形成する。

2. 初期実証モデルと統合技術パッケージ

2-1　初期実証作物

（1）ブルーベリーのポット養液栽培

初期実証作物として，ポットによる養液栽培が導入されているブルーベリーを有力候補とする。地植えでは土壌条件，根域，過去の施肥履歴等のばらつきが大きいが，ポット栽培では培地量，根域，水分，養分条件を統一しやすい。また，ポットの配置を変更できるため，無遮光区，パネル直下区，パネル間区等の試験区を柔軟に設定でき，遮光条件の影響を比較しやすい。

・品種・樹齢・樹体サイズをそろえた比較が可能

・給液量，排液量，EC，pH，液温等を測定・制御しやすい

・配置換えにより試験区の再編や反復が容易

・観光農園，直売，高付加価値化との親和性が高い

・多年生果樹として複数年の効果を検証できる

（2）東京都育成品種等との組合せ

東京都が育成した露地栽培用イチゴ「東京おひさまベリー」等も候補とする。東京都の既存研究成果を活用でき，草本性作物として単年度での比較試験が行いやすい。ブルーベリーと組み合わせることで，多年生低木果樹と草本果菜，複数年評価と単年度評価を並行して実施できる。試験の焦点は，日照を不足させることではなく，生育に必要な光を確保しながら，猛暑期の過剰な日射と高温をどこまで緩和できるかに置く。

2-2　発電・遮光・集水一体型設備

太陽光パネルを発電面・遮光面・雨水集水面として複合利用する。設備は，農業機械や作業動線を妨げない高さと柱間隔を確保し，作物位置での実測日射量を基準として遮光率を設定する。固定式に限定せず，角度調整型，季節可変型，透過型，両面発電型等を比較する。

・無遮光・低遮光・中遮光・季節可変区の設定

・パネル間隔・角度・方位と作物光環境の関係把握

・台風・強風・降雹等に対する安全性と耐候性の検証

・景観，反射光，近隣への影響の評価

2-3　雨水回収・貯留・養液利用

パネルに降った雨水を集水し，初期雨水分離，スクリーン，沈殿・ろ過等を経て，地上型・半地下型・地下型の貯留槽へ導く。雨水は養液栽培の原水または灌水の一部として利用し，上水・井水と切り替え又は混合できる構成とする。

・雨水回収量，上水削減量，豪雨時の一時貯留効果を測定

・pH，EC，水温，濁度等を継続監視

・鳥ふん，粉じん，架台由来成分等を考慮した水質管理

・必要に応じて消毒・ろ過・排液再利用を検討

初期実証では，施工・点検が容易な地上型タンクから開始し，遮熱・断熱，パネル下配置，夜間放熱等の受動的対策を優先する。その上で，実農家モデルでは地下・半地下貯留の費用対効果，景観，保守性，農地制度上の取扱いを比較する。

3. 発電電力の自家利用と農業環境制御

3-1　売電中心から農業利用中心へ

本モデルでは，発電電力を系統へ販売することのみを目的とせず，農業生産に優先的に利用する。余剰電力を売電する構成とし，売電価格や系統接続条件だけに依存しない事業性を目指す。

自家利用の基本的な優先順位は次のとおりとする。

・第 1 群：給液・循環ポンプ，環境センサー，自動制御，通信，停電時の最低限の灌水

・第 2 群：養液温度調整，送風・ミスト，養液調製，収穫物の予冷・保冷，日長制御用照明

・第 3 群：電動農機・運搬車，選果・包装，直売・観光農園設備，作業者休憩施設

・第 4 群：災害時の地域電源，近隣施設との連携，余剰売電

3-2　蓄電システム

蓄電池は，太陽光発電の変動を平準化し，昼間の発電と早朝・夕方の灌水，夜間の照明・冷却等との時間差を埋める。また，停電時にも灌水，循環，計測，通信，保冷等の最低限の機能を維持し，都市農地に分散型防災電源の機能を付加する。

・用途別の消費電力量と自家消費率の把握

・蓄電容量・充放電損失・非常時継続時間の評価

・系統への逆潮流抑制とピークカット効果

・農業用設備と地域防災利用の優先制御

3-3　養液温度の制御

地上型貯留槽は施工・維持管理に優れるが，夏季の液温上昇が課題となる。槽をパネル下に配置し，遮熱，断熱，十分な貯水量，夜間放熱，必要に応じた地中熱交換等を組み合わせ，なお不足する場合に蓄電電力を用いたヒートポンプ等の能動的温度制御を行う。電気冷却を前提とせず，受動的対策を優先した上でエネルギー収支を検証する。

3-4　人工照明・日長制御

人工照明は太陽光を全面的に代替するものではなく，少ない電力で農業効果が期待できる用途に限定する。作物特性に応じ，日長処理による花芽形成・開花時期の調整，育苗，早朝・夕方の短時間補光，曇天時の補助等を検討する。ブルーベリーでは品種別の休眠・低温要求等を踏まえ，イチゴや花卉等を含めて適用可能性を評価する。

3-5　モジュール型システム

農地・作物・経営条件によって必要機能は異なるため，単一仕様を一律に普及させない。発電主体型，遮光・暑熱緩和型，集水・節水型，養液管理型，温度制御型，日長制御型，保冷型，防災電源型，観光・教育型等のモジュールを準備し，必要な機能を選択・組合せできるシステムとする。

4. 実証体制，評価方法及びロードマップ

4-1　東京都の立ち位置

東京都は設備開発や営農を直接担うのではなく，全体のコーディネーターとして，環境，農業，産業，都市計画，防災等の庁内横断調整を行う。共通の目的，仮説，評価方法を設定し，大学・研究機関，農業者，農業団体，設備事業者，金融・保険機関，流通・小売事業者，区市町村を結ぶ。

・可能性調査・候補地調査・発電ポテンシャル評価
・協力機関・農家・企業の公募とコンソーシアム形成
・農地法，生産緑地，建築・電気・景観・水利用等の制度調整
・実証費，設備費，計測費への支援
・データ仕様の共通化，公開，第三者評価
・成果に基づく設計指針，融資・リース・補助制度，認証・表示制度の構築

4-2　主な参加主体

・大学・研究機関：実験設計，作物生理，栽培，環境計測，データ解析
・協力農家：実営農，作業性，維持管理，収益性，改善提案
・太陽光・蓄電・環境制御企業：設備設計，安全性，制御，エネルギー管理
・農協等：農家調整，栽培助言，共同利用，普及，販売
・金融・保険機関：投融資，リース，自然災害・設備・作物リスク
・流通・小売・飲食・観光事業者：市場評価，販路，ブランド化，消費者受容性
・区市町村：都市農地制度，地域調整，防災・環境施策との接続

4-3　評価項目

・農業生産：生育，開花・結実，収量，糖度，酸度，着色，日焼け，商品化率，翌年花芽
・環境：日射，気温，湿度，葉温，培地温，土壌水分，風，給排液量，EC，pH，水温
・労働：WBGT，作業可能時間，作業効率，機械動線，安全性・快適性
・水：雨水回収量，貯留量，上水削減量，排液再利用，水質，流出抑制
・エネルギー：発電，蓄電，用途別消費，自家消費率，購入電力削減，余剰売電，非常時継続時間
・経営・社会：設備・維持費，減収回避，農産物・発電収入，投資回収，景観，近隣・消費者受容性
・環境性能：農産物単位当たりの水・エネルギー使用量，CO2 削減，ライフサイクル影響

4-4　段階的ロードマップ

第 1 段階　可能性調査・基本構想（6 か月～1 年）
　・国内外事例，技術，制度，都内農地分布・作物・日照・系統条件の調査
　・候補作物・候補地・協力主体の選定
　・発電可能容量と農業適合性の概算
　・仮説，評価指標，設備仕様，事業費，実施体制の確定
第 2 段階　研究圃場での基礎実証（3 年程度）
　・大学附属農場又は公的研究圃場に比較試験区を設置
　・ブルーベリー，東京おひさまベリー等で遮光・給液・水温・発電条件を比較
　・安全性，耐候性，雨水利用，蓄電，自家消費の基礎検証
第 3 段階　協力農家での実用実証（3～5 年）
　・複数地域・複数作物で実際の農作業，収益，維持管理，地域受容性を評価
　・金融，流通，ブランド化，防災利用を含む事業性実証
第 4 段階　東京モデルの制度化・普及
　・作物別設計指針，標準仕様，安全・景観・営農継続基準の策定
　・融資・リース・補助，認証・表示制度，区市町村への展開

4-5　当面の提案

企画政策部会において，直ちに大規模事業を決定するのではなく，まず「気候適応型・都市農業エネルギー共生モデル可能性調査」を立ち上げることを提案する。東京都が場をつくり，異分野の主体を集め，東京に適した技術と制度を共同開発する。

「作物と電気を栽培する！」新しい都市農業システムの東京モデルを構築する。