

① これまでの自社の取り組みの経緯と内容

(1) 営農型太陽光発電

当社は創業 50 年になるが、後半の 20 年間は太陽光発電の研究と普及に取り組んで来た。しかし特筆するのは最近 10 年間の耕作放棄地における営農型太陽光発電の開発である。営農型太陽光発電は、ソーラーシェアリングと呼ばれる手法が一般的である。隙間を空けて太陽光パネルを設置して、太陽光を発電と栽培で分ける(シェアする)消極的な遮光の農業である。しかしその方法を取ると、太陽光が十分作物に届かず、十分な収穫とはならない。そこで当社は消極的に遮光するソーラーシェアリングを排し、積極的に遮光して、パネル下で直射日光を嫌う菌類(シイタケ)を栽培することに成功した。この方法はソーラーパネルを施設栽培用の建屋の屋根に、架台を柱や壁として利用できる利点もある。



図 1 ソーラーシェアリング



図 2 ソーラーシェーディングシイタケプラント

(2) ソーラーシェーディングシイタケプラントの普及に欠かせない課題

廃菌床の処理と化石燃料依存農業からの脱却

(2)-1 廃菌床の処理

再エネとして太陽光発電とシイタケ栽培で発生する廃菌床を燃料としたバイオマスエネルギーを組合わせた農業用の分散型熱電供給施設を開発して販売する計画を実施している。

当社が経営するシイタケプラントの規模は $50 \text{ m}^2 \times 6 \text{ 棟} = 300 \text{ m}^2$ である。6 棟を 1 プラントとすると、1 プラントから年間 72,000 本の廃菌床が排出されるが、その殆どが産業廃棄物として処理されているのが現状である。その処理代と環境負荷は大きな問題である。



図 3 廃菌床

(2)-2 化石燃料に頼るハウス農業

ハウス農業は化石燃料である石油に依存している。それは大きな環境問題と同時に農家の存亡にかかわる経済問題である。

当社の 1 プラントの場合年間 10,000 リッターの灯油を必要とする。現在、原油高騰の影響で灯油価格は 1 リッター 100 円を上回っている。その年間の暖房費は 100 万円以上である。

(2)-3 廃菌床の処理と化石燃料依存の課題の 2 つをエコロジカルに解決する

2021 年 8 月に認可された経営革新テーマ{太陽光発電を基礎とした再エネの農業施設の製造販売}(3 産労商支第 938 号)に添って、当社はシイタケ栽培で発生する廃菌床を燃料としたバイオマスエネルギーをシイタケハウスに組み合わせた農業用の分散型熱電併給施設を開発している。

大量に排出される廃菌床が同一敷地内で燃料として処理されて、それがシイタケ栽培に必要なエネルギーになると、再エネとリサイクルが同時に実現することになる。まさに SDGs 事業である。しかしこれまで、農業廃棄系バイオマスを利用した、小型で使い勝手の良い熱電併給は全く普及していなかった。同じバイオマスでも、いわゆる木質系バイオマス利用では、木質原料を山林から伐採・搬出する手間・コスト、水分・熱量・配分のバラつき、サイズの統一化(チップ化やペレット化を含む)、木材に含まれる配分、タール分、

燃焼時に発生するクリンカ等が装置に及ぼす悪影響等、様々な問題が山積していて実用化は困難だった。そこで当社はシイタケ発生後に廃棄物となる廃菌床に注目した。研究を進めると、廃菌床はとん挫していた小型分散バイオマス熱源の燃料問題をすべて解決することが分かった。当社では現在毎年約 10,000 リットルの灯油を必要としているが、年間処分する廃菌床 72,000 本でその大半が賅えることを発見した。

廃菌床灯油の水分含有量を 25%以下にすると、同一に規格された同品質の燃料となる。その燃料は同一施設内に存在する。未利用材としての自然木と廃菌床を燃料として見た比較表を下記に作成した。

表 1 木質燃料と廃菌床

	自然木	廃菌床
存在場所	多くは山中の森林	シイタケプラントの敷地内
供給体制	不安定で恒常的に不足している	安定
材質	様々	均一
サイズ	様々	均一
タール含有量	多い	ほとんどない

(2)-4-1 今回の補助事業で機械装置等を取得しなければならない必要性

栽培規模 $50 \text{ m}^2 \times 6 = 300 \text{ m}^2$ のシイタケプラントでは、1年間に投入されて廃菌床となる本数は 72,000 本である。この量があれば当プラントが必要な暖房が賅える。さらにそこに、ソーラーパネルをこのシステムに組込むことで発電を可能にする。ここに廃菌床をバイオマス燃料とした再エネで稼働する熱電併給の農業用小型分散シイタケプラントが誕生するのである。

尚、公募申請時は、スターリングエンジンによる発電の計画であったが、今年になって世界情勢が不穏になり、同エンジンが軍事目的に転用される可能性が生じ、入手が極めて困難になったため、代替システムを検討した。その結果、当社の得意分野の太陽光発電システムで賅うことにした。

(2)-4-2 実施場所を変更した理由

スタッフと話し合った結果、当初計画地の隣地の方が場所を確保できるため変更した。

(2)-5 課題の解決に不可欠な開発内容とそれを可能にする材用と機械装置

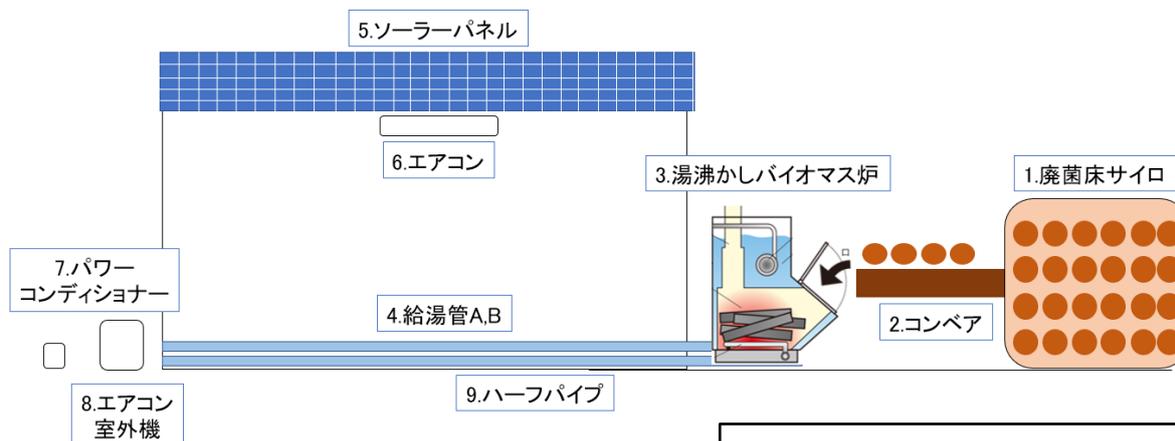
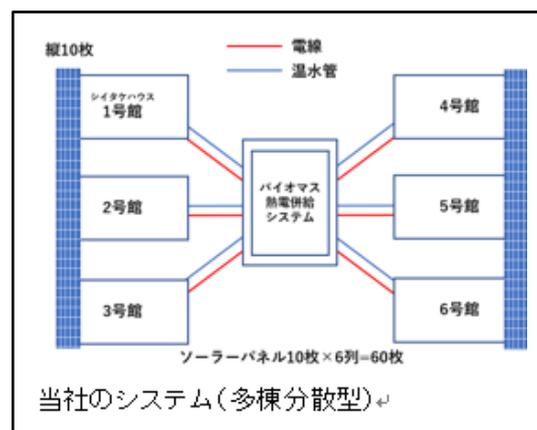


図 5 廃菌床燃焼バイオマス&ソーラー熱電併給システム

図 5 の装置は廃菌床が砕かれコンベアーから燃焼炉に落ちて温水を発生する状況を示した。

冷却水が 80°Cまで熱せられてから配水される線は赤色で示される。

全体のシステムは右記の通り。



(2)-5-1 湯沸かしバイオマス炉(廃菌床燃焼器)

この装置を選択した理由と特徴、能力は以下の通りである。

① 湯沸かし装置を内蔵する排菌床燃焼炉

高い熱効率を持つ炉が第一の選択理由であるが、貯湯タンクが一体になっているため、出火しづらい構造となっていることも特徴である。一般的な木質業務用燃焼炉は燃料をペレット化したり、粉碎する必要があるものが多いが、本燃焼炉は、廃菌床の含水率が 25%以下であれば、加工せずにそのまま投入できる利点がある。したがって木材破砕機やペレット製造機などを購入したり、破砕工場やペレット製造工場に搬入搬出する運搬費が不要となり、地産地消が実現出来て経済的に有利である。

環境を考え化石燃料に頼らない再エネ率 100%のエコ農業が出現すると同時に、資源を持たない我が国のエネルギー安全保障の一翼を担うモデルとなることは必定である。

N-500NSB II

外形寸法 (mm)

710 (幅) × 1,510 (奥行) × 1,620 (高さ)

薪吹き室 (mm)

560 (幅) × 1,100 (奥行) × 750 (高さ)

投入口 (mm) 560 × 450

薪吹き室容積 (ℓ) 500

貯湯容量 (ℓ) 450

必要燃料 (kg/h) 約 30

熱源能力 (kcal/h) 約 57,375~82,875

Av. 70,125 (Av81.5kw)

伝熱面積 (㎡) 3.67

最大蒸発量 (ℓ) 約 57

煙突 (mm) φ165 (径)

4,000 (高さ)

本体乾燥重量 (kg) 約 230

付属品

煙突φ165mm 1m×4本・陣笠・温度計・送風機・ボールタップ・灰かき棒

② 温水装置と温水循環装置

沸かし装置は廃菌床燃焼炉と一体になっているので、廃菌床が燃焼している間は約 80℃前後の湯が湧いている状態が保持される。

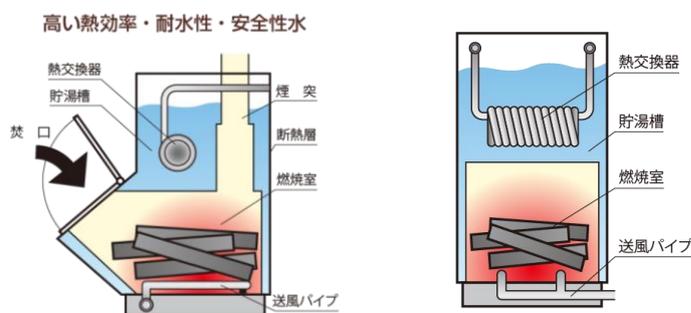


図 7 温水装置と温水循環装置



図 6 廃菌床燃焼器

③ 温水循環図

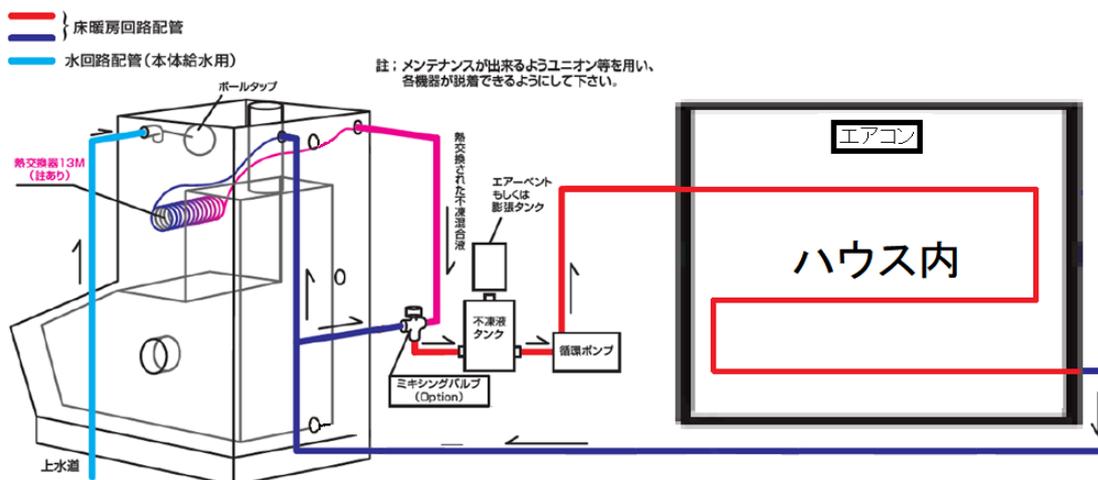


図 8 温水循環図

エロフィン配管でシイタケハウス内に温水を運び(赤線)、温度が下がった水をハウス内から運び出す(青線)。

④ エロフィン配管

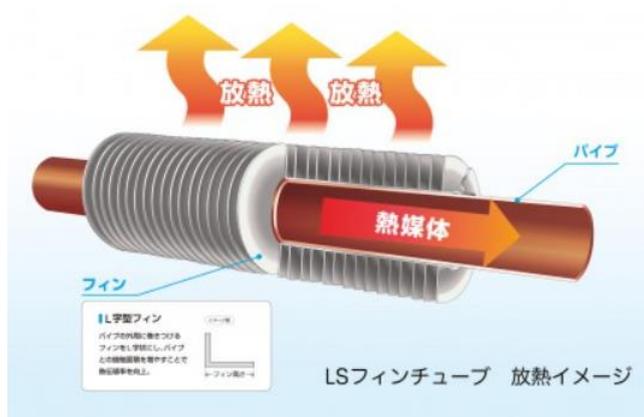


図 9 エロフィン配管

※エロフィン熱交換器はパイプ(管)にフィン(放熱板)が付いたもので『プレートフィン』と『エロフィン』に分かれる『プレートフィン』とは、プレート(板状)のフィンにパイプ(管)を差し込んだ形状になっている。『エロフィン』とは、パイプ(管)にフィン(リボン)を巻き付けた形状になっている。

⑤ 湿度管理

ハウス内湿度を 80%以上に保つ必要があるので B 管はボイラーからオーバーフローして流れる湯をハープパイプに流して湿度を 80 度以上に保つ。

(2)-5-2 ソーラー発電システム(ソーラーパネル、パワコン)

1.8kw のエアコンを 6 台とのソーラー発電を設置する。

① ソーラーパネル トリナ社 TSM-400DE09

パワコン オムロン社製 KPV-A55-J4

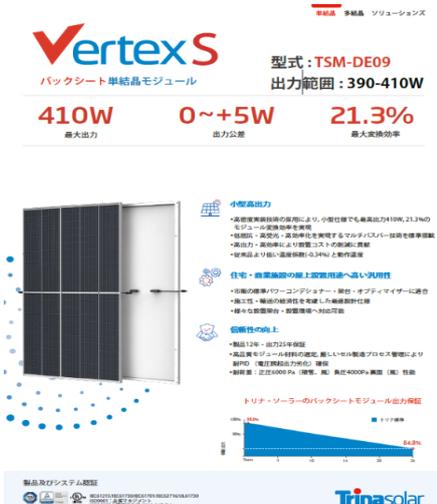


図 10 ソーラーパネル

<ソーラーパネルの特徴>

単結晶

最大出力:410W

出力交差:0~+5W

最大変換効率:21.3%

製品 12 年・出力 25 年保証

世界の常にトップを走ってきたトリナも日本の小型パワコンの先駆者のオムロンも弊社が 10 年以上も付き合っただけで切磋琢磨してきた間柄であるので、当プロジェクトもその実績を踏まえてその両社を選定した。



図 11 パワコン

<パワコンの役割と特徴>

単相用屋外設置型

高発電効率

スーパー過積載で実発電量を大幅アップ

10 年保証

② 照度管理

ハウス内の照度をシイタケ栽培に適する 500 ルクス以下に保つ。

冬場は断熱をより厳重にすることから照度不足となるので、光量子量 $10.5 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ の青色 LED をソーラーパネルからの電源で照射する。

③ ソーラーが果たす冷房システムとバイオマス暖房のバックアップ

本システムのソーラーは大手電力会社の系統に連結しているの、常時安定した電力が得られる、しかしバイオマス暖房は均一した燃料と言えども投入時期が一定でなくなる場合もあるし、燃料の乾燥具合が必ずしも均一とは限らない。よってタイマーが付いた電気による冷房システムのバックアップが必要なのである。

④ エアコン 東芝エアコン



図 12 エアコン



図 13 エアコン室外機



図 14 LED ライト

(2)-5-3 ハウス

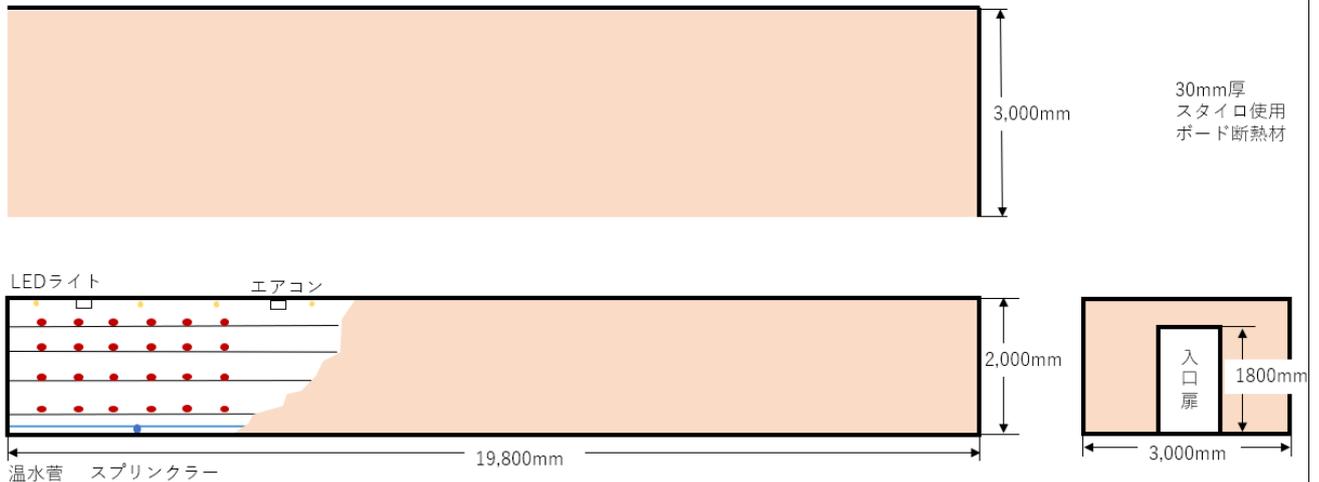


図 15 ハウス

(2)-6 具体的な目標及びその具体的な達成手段

本件で試作する「熱電併給装置」は、①廃菌床燃焼器＋②排熱回収温水器＋③ソーラーパネルの3つ同社設計図を山梨県内の藤精機(株)に提供して制作する。

一方、「シイタケ栽培ハウス用温水配管」としてハウス用冷温水※エロフィンという熱交換性能の高いパイプを試験用ハウス内に設置する。これは、上述の熱電併給装置の有効性を、実際の栽培環境で評価するための物で、菌類温室の配管・配線・設置工事はシステム設計業者の指導の下、グリーンテック(株)にて施工する。性能の検証とバイオマスエネルギー的評価、排ガス環境評価には、1)早稲田大学大学院：納富教授らの指導を仰ぐ。事業終了までに最低1回の委員会を開く事とする。

(2)-7 目的

本装置の目的は、菌床からシイタケが発生し、成長しやすい環境を整えることである。それは温度、湿度、光量の管理である。

温度

燃料である廃菌床の投入量を調節しながら、昼は 20℃以上、夜は 10℃以上に保つようにして安定させる。

湿度

各棟に配管された排水用ハーフパイプからの水蒸気と一棟4カ所に配備された加湿器で排水が霧となり常にハウス内の湿度を 80%以上に保つ。

光量

寒冷紗を使用して、冬至は寒冷紗を上げて、夏至には寒冷紗を下げて光量を調節して、光飽和点は 15KLX、光補償点は 0.3KLX 以上を保つ。

きのこの発生



図 16a 計量器

適切な管理のもとでは夏場は 3 日程度、冬場でも 4 日程度で発生する。発生しない場合は、冬場では施設の温度を少し(1-2℃程度)上げたり、夏場では少し(1~2℃)下げしてみるなどの調整は必要だが。温度、湿度、光量を保持する事により菌は1時間に1ミリくらいの速度で成長し、柄が太くて短い上質なシイタケが育成される。1本の菌床から 3 カ月間に 3 回の収穫が期待される。



図 16b シイタケの発生

1 本の菌床から 3 カ月間で 600 グラムのシイタケが収穫で切れば成功である。

(2)-8 スケジュール

検証方法と目標を表にまとめる。

表 2 椎茸育成の検証

No	検証項目	検証方法	目標	検証結果	評価
1	温度の確認	90 日間稼働させ、 昼 20 度以上 夜 10 度以上になっているか確認	昼 20 度±5 度 夜 15 度±5 度 以内であること		
2	湿度の確認	90 日間稼働させ、 80%以上であるか 確認	80%以上		
3	光量の確認	90 日間稼働させ光 飽和点は 15KLX、 光補償点は 0.3KLX 以上か確 認			
4	シイタケの収穫	1 本の菌床から 3 カ 月間で 600 グラム のシイタケを収穫	600 グラム以 上		

表 3 本件の目標に向けた具体的スケジュール

2022年9月	試験用温室を完成
9月	実験機運用、データ取得(菌床 6000本、栽培実証)
9月~12月	シイタケ発生状況観察
2023年1月	データ整理と報告書作成

(2)-9 実施体制

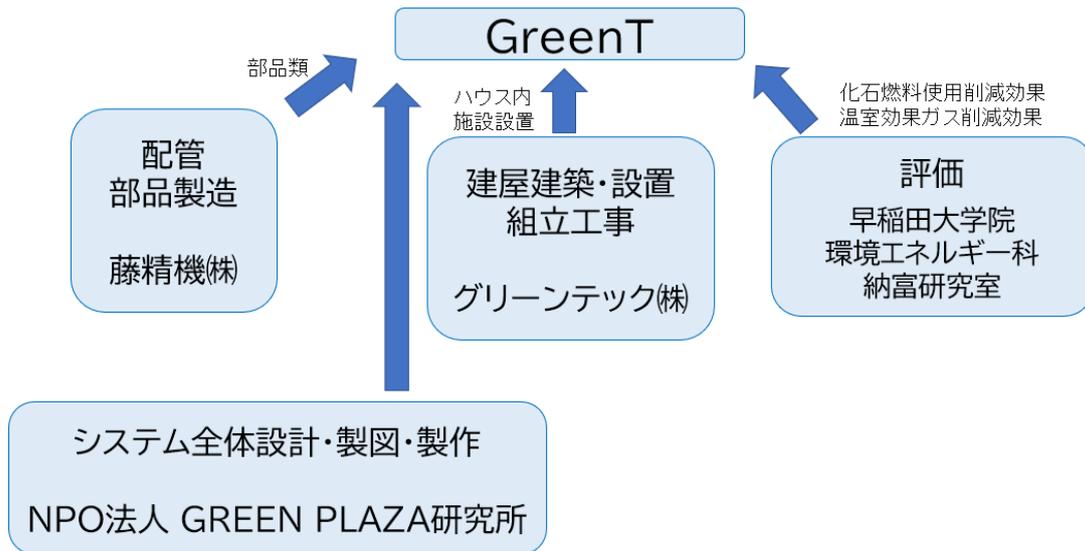


図 17 本件の開発・設計・製作・運用体制と役割分担

②他の製品との差別化と競争力強化

独占的に先行する A 社のシイタケハウスと当社のシイタケハウスの比較

② -1 病原体、青カビ対策

A 社のハウスの形状が従来のビニールハウスの設計を踏襲しているのに対して、当社のプラントは 6 棟に分散されたシイタケ栽培施設がバイオマス熱電供給装置から放射状に配置されている。これはシイタケの大敵青カビ対策のためである。A 社の製品は完全な密閉型である。大型の建屋に大量の菌床を集中して収納するため青カビが発生するとたちどころに伝播して全滅してしまう。当社は 6 棟に分散することで、青かびの危険を分散させている。分散型は外気に接する外壁の面積も相対的に大きく、換気も容易である。

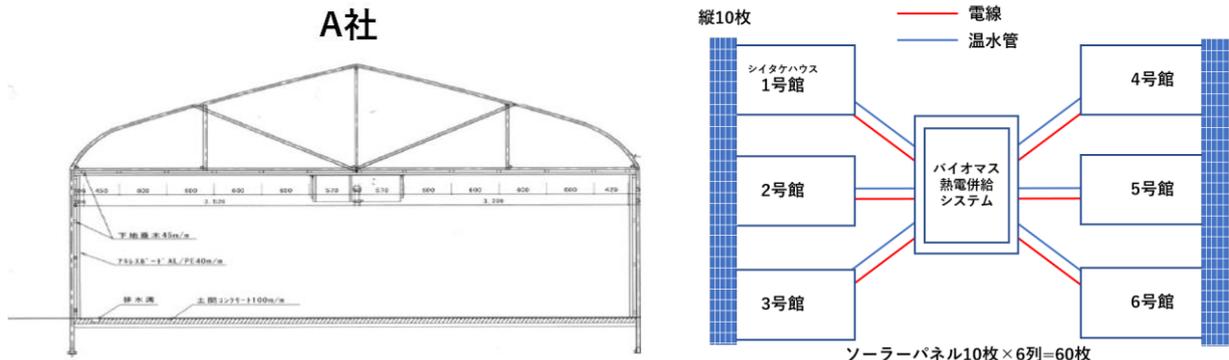


図 18 A 社のシステム(一棟型) 当社のシステム(多棟分散型)

② -2 バイオマスエネルギーで稼働する完全リサイクルのシイタケ熱電併給プラントの独創性

現在日本で、シイタケの菌床に対する投資のビジネスは有るが、実際に購入者が営農し販売するシイタケ栽培のプラントを販売しているのは一社だけである。その独占的な一社は埼玉県内に椎茸栽培ハウスを二棟販売している。その内の一棟の年間シイタケ生産量は 12 トンである。本事業の試作プラントも年間生産量は 12トンのため、両者のプラントを経済性と環境性で比較する。

表 4 他社製シイタケハウスとの比較

		A 社のシイタケハウス	本事業のシイタケプラント
経済		電気代を大手電力会社から購入している	ソーラー発電における自家発電により 0 円
	暖房費	灯油代年間 3,000,000 円	0 円
環境負荷	電力	大半を火力発電所に依存	再エネ自家発電
	暖房	灯油を燃やすことによる CO ₂ が発生している	バイオマス暖房でゼロエミッションとなる
	廃菌床処理	産業廃棄物として処理	廃菌床有効利用

ハウス 6 棟の屋根はソーラーパネルを搭載できるように設計にされているから、併設される農家住宅や事務所、休憩場、梱包などの作業場の電気もすべて再エネで供給できる。将来を見据えると、電化された農場に職住隣接コミュニティーが出現する礎になる可能性もある。