

農林漁業における 再生可能エネルギー・マテリアル活用事例

2023年3月

再生可能エネルギーの活用方法

再生可能エネルギー由来の発電事業による売電収入だけでなく、
電力・熱・副産物など様々な活用法が考えられる

電気

- 売電
 - ・整備費や維持管理費に充てる
(経営改善)
- 自家消費
 - ・施設や農機具の電力使用
(電気代の節約)
- 電力供給
 - ・電力網がないところでの電力供給
(鳥獣被害対策、遠隔監視、電気自動車)
- 防災対策
 - ・通常時は売電し、非常時は電源確保

熱

- 暖房
 - ・ハウスの熱源
 - ・農産物加工施設の暖房
- 冷房
 - ・農作物の保管
- 乾燥
 - ・農業残渣の乾燥
 - ・木材の乾燥

その他

- 副産物の活用
 - ・消化液や残さを肥料に
- ブランド
 - ・環境負荷低減をアピール
- 作業道の整備
 - ・農業が活性化
- 環境整備
 - ・にょいの削減
 - ・新たな漁礁
 - ・日陰の活用

再生可能エネルギー活用事例のポイント

再生可能エネルギーの生産および利用により、光熱費等のエネルギーコスト低減、畜産糞尿の処理、耕作放棄地の有効活用、新ブランドの立上げや雇用創出といった農山漁村における様々な課題の解決や活性化に貢献している

エネルギーの有効活用

➤ エネルギーコストの低減

- ・農業残渣を活用してエネルギーを生成し、エネルギーコストを低減
- ・未利用材を活用してエネルギーを生成し、エネルギーコストを低減

➤ 未利用エネルギーの活用

- ・自然エネルギー（太陽光、風力、水力、地中熱など）の活用
- ・未利用熱（工場廃熱、温度差熱など）の活用

➤ 新たなエネルギーの活用

- ・水素を活用する

農山漁村の困り事解決

➤ 処理コストの削減

- ・農業残渣の処理コストを削減する
- ・畜産廃棄物の処理コストを削減する

➤ 農林漁業の再生

- ・耕作放棄地において、売電収益による経営を下支えしながら農業の再生を行う
- ・林業の活性化のために、廃木材や間伐材を買い取る

➤ 地域課題の解決

- ・地域課題（地域の高齢化、鳥獣害被害など）の解決に活用する

農山漁村の活性化

➤ 農林漁業の高付加価値化

- ・環境をブランドとして打ち出す

➤ 新たな作物の創出

- ・再生可能エネルギーを活用し、新たな農作物を創出する
- ・再生可能エネルギー生成時に発生する排熱を農林漁業に活用する

➤ 新たな雇用の創出

- ・新たな事業として農林漁業を行う
- ・再生可能エネルギーの運用事業を始める

活用事例一覧①

No.	場所	事業実施主体	産業	活用エネルギー	エネルギー源	エネルギー活用先	マテリアル活用先
1	石川県白山市	んなーから上野営農組合	稲作	小水力発電	用水路	施設園芸	—
2	三重県多気町	立梅用水土地改良区、(一社)ふるさと屋	稲作	小水力発電	用水路	近隣施設	—
3	石川県羽咋市	(株)JAアグリはくい	稲作	太陽光発電	太陽光	売電	—
4	富山県射水市	いみず野農業協同組合など	稲作	粃殻ボイラー	農業残渣	穀物乾燥、施設園芸	肥料など
5	千葉県千葉市	千葉エコ・エネルギー(株)	畑作	太陽光発電	太陽光	売電	—
6	千葉県千葉市	ガイヤファーム、日新商事(株)	施設園芸	太陽熱、太陽光発電	太陽光	施設園芸	—
7	富山県富山市	富山市、(株)健菜堂	施設園芸	温泉熱、太陽光発電	温泉	施設園芸	—
8	栃木県宇都宮市	OHYA UNDERGROUND ENERGY(株)	施設園芸	地下水熱	地下水熱	施設園芸	—
9	神奈川県横須賀市	げんき農場、(株)アグリクラスター	栽培きのこ	地中熱利用	地中熱	空調	—
10	岩手県久慈市	久慈バイオマスエネルギー(株)、越戸きのこ園	栽培きのこ	バイオマス熱供給	木材	空調	チップ販売
11	宮崎県串間市	くしま木質バイオマス(株)	林業	木質ガス化発電、熱	木材	売電、ペレット製造	木質燃料販売
12	大分県日田市	(株)グリーン発電大分	林業	バイオマス発電、熱	木材	売電、施設園芸	—
13	北海道浜中町	浜中町農業協同組合	酪農	太陽光発電	太陽光	近隣施設	—
14	北海道中標津町	LLCほっかいどう新エネルギー事業組合	酪農	廃熱利用	牛乳廃熱	殺菌洗浄	—
15	北海道興部町	興部町、(同)オコッペバイオエナジー	酪農	メタン発酵発電、熱	牛糞尿	売電	敷料
16	山形県飯豊町	東北おひさま発電(株)	養牛	メタン発酵発電、熱	牛糞尿	売電、乳房殺菌など	敷料、液肥
17	愛知県田原市	ゼネック(株)、(株)G・ファーム	養豚	メタン発酵発電、熱	豚糞尿	売電、施設園芸	堆肥
18	鹿児島県垂水市	(株)ジャパンファーム	養鶏	燃焼発電	鶏糞	近隣施設、売電	肥料

活用事例一覧②

No.	場所	事業実施主体	産業	活用エネルギー	エネルギー源	エネルギー活用先	マテリアル活用先
19	宮城県石巻市	石巻市、石巻魚市場(株)	漁業	太陽光発電	太陽光	近隣施設	—
20	鳥取県境港市	三光(株)	漁業	燃焼	廃棄物	近隣施設	—
21	沖縄県久米島町	沖縄県、久米島町、沖縄県内民間企業および団体	漁業	温度差発電	海洋熱	近隣施設	近隣施設
22	長崎県五島市	五島市、五島フローティングウインドパワー(同)	漁業	風力発電	洋上風力	売電	—
23	富山県富山市	(株)富山環境整備	その他	焼却処理発電	廃棄物	近隣施設、施設園芸	—
24	—	参考: バガス発電	畑作	バガス発電	バガス	近隣施設	飼料、堆肥など
25	—	参考: 木質ペレット	その他	—	建築廃材	—	火力発電

本事例集は、農林水産省の以下補助事業を活用し作成されたものです。最終頁の留意事項をご覧ください。

- ・令和4年度みどりの食料システム戦略推進総合対策のうち地域資源活用展開支援事業専門家によるワンストップ対応型
- ・平成31年度、平成30年度農山漁村6次産業化対策事業のうち持続可能な循環資源活用総合対策事業のうち循環資源活用支援事業（地域資源活用展開支援事業のうち全国的な推進・情報提供支援）地域循環資源の活用に関する情報発信）
- ・平成29年度農山漁村6次産業化対策事業のうち農山漁村活性化再生可能エネルギー総合推進事業（農山漁村活性化再生可能エネルギー事業化サポート事業のうち計画実現支援及び理解醸成活動支援）

No.1:石川県白山市:小水力発電の概要

場所	石川県白山市(県内の自治体で最大の面積を有し、人口は金沢市に次いで2番目に多い。) ◆面積:754.9km ² 、人口:11万3千人、世帯数:4万3千世帯(平成30年7月31日現在) ◆主な産業:広い耕地と豊富な水を活かした稲作が平野部を中心に盛ん。北部は扇状地であり、手取川の豊富な伏流水を活用した繊維や食品、精密機械などの工場が多い。	
事業実施主体	・北菱電興株式会社 ・株式会社別川製作所 ・んなーがら上野営農組合	
主要導入設備	➤ 小水力発電 設備容量 10kW	
概要	農業用水を利用した小水力発電。ハウス内の暖房に電気を充てるだけでなく、水を温めて土壌の保温や屋根の融雪に利用している。栽培したイチゴは摘み取り体験用として新たな観光資源として活用。	



イチゴ摘み取り体験施設の様子



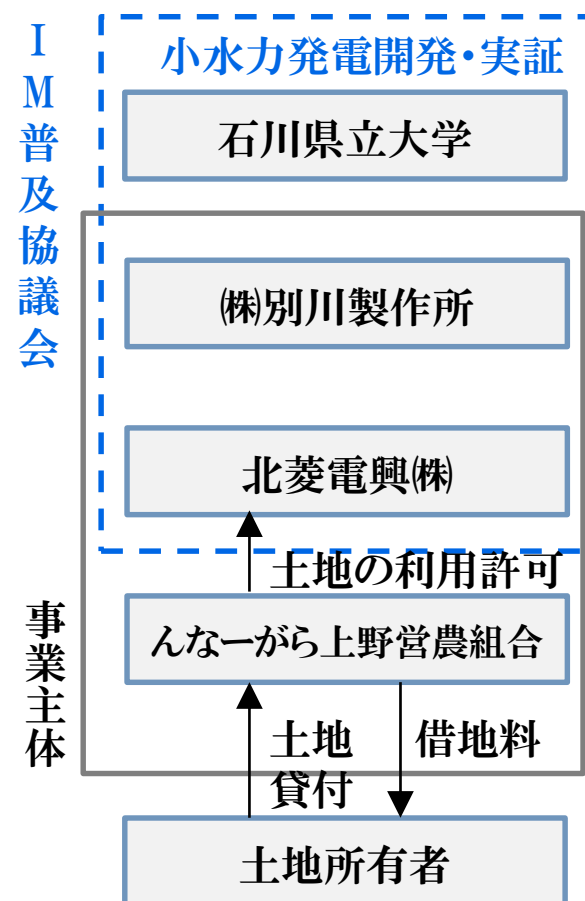
発電所からハウスへの送電線
©2023 JMA Consultants Inc.



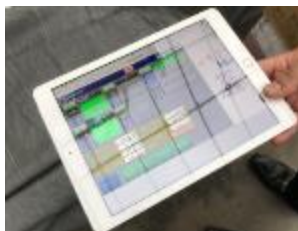
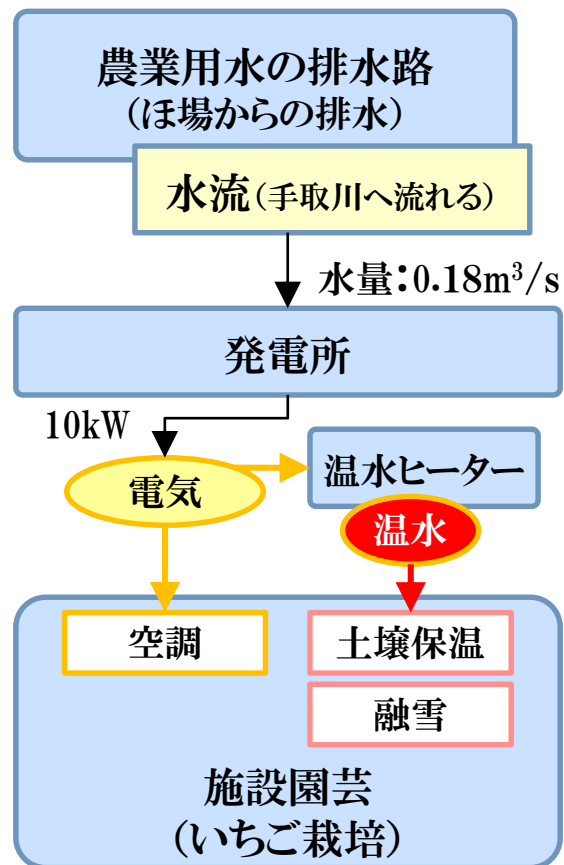
小水力発電設備の外観

■産学官連携による取り組み

- 2013年4月、石川県立大学、地元企業の北菱電興株式会社、株式会社別川製作所の三者により「IM普及協議会」を設立。「IM」は「いしかわモデル」を表し、石川県から全国に、魅力ある製品・事業・ブランドを普及させることがミッション。
- IM普及協議会では、石川県の豊かな水資源を有効活用すると共に、その魅力を伝える為に小水力発電の研究開発を最初の一歩とした。出力20kW未満のマイクロ水力発電の開発に着手し、これまで着目されてこなかった設置場所の多様な条件（流量変動など）に柔軟に対応できる構造の水車発電機の開発に成功する。
- 地域の農業団体“んなーがら上野営農組合”から紹介していただいた導入候補地で実証試験がスタート。
- 営農ハウス施設では、北菱電興株式会社の持つノウハウを活かした省力技術で低農薬イチゴを栽培し、摘み取り体験事業を開始。
- 通常は小水力発電の電力を優先的に使用しながら、不足分は購入電力を使用。年間を通じて60%以上の電力を小水力発電で賄う。
- 小水力発電の建設費約2000万円は、導入によって得られる電気代の節約換算により約20年で投資回収できる見込みである。
- なお、蓄電設備を保有していないため、余剰電力が生じた際にはヒーターによる温水加温や系統連系による逆流により対応している。（余剰売電は実施していない。）

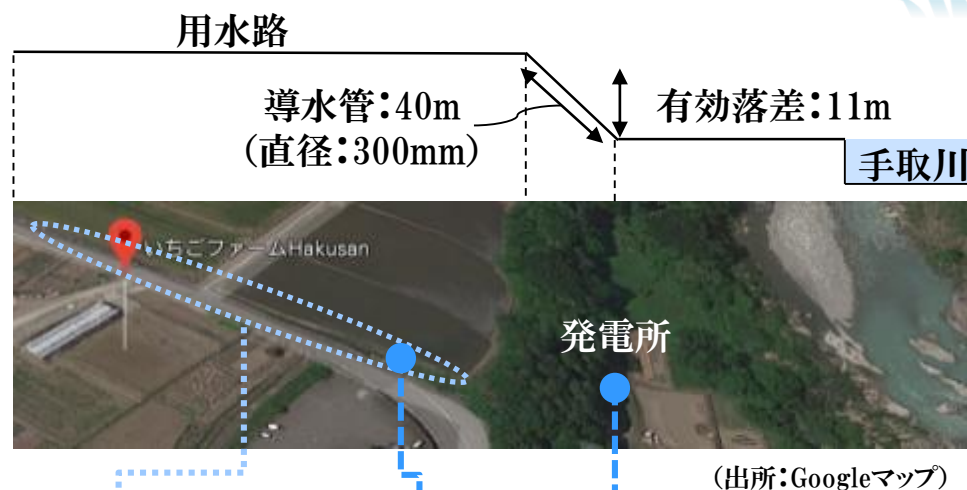


小水力発電の仕組み



遠隔地からの監視・制御

◆地形と標高のイメージ図



農業用水
排水路



排水路取水点



発電機

再生可能エネルギー活用のポイント

■マイクロ水力発電を通じたエネルギーの地産地消と地域振興

◆出力10kWの電源が電力使用量の60%以上に寄与

通常時 自家消費として商用電源の使用削減に貢献

非常時 自立電源の確保として貢献

◆観光資源としての活用

交流人口増加による地域経済の活性化
(2018年は県内外から3,500人が集まる)

北陸電力



有効落差11mを利用した
マイクロ水力発電



施設園芸



イチゴ摘み取り体験施設の様子

◆地元の農業振興

積雪地における冬場の施設園芸実現による新たな雇用創出
および年間を通じた農業収入の実現

No.2:三重県多気町:小水力発電などの概要

場所	三重県多気郡多気町(三重県のほぼ中央に位置している内陸の町、平成18年に多気町と旧勢和村が合併) ◆面積:103.06km ² 、人口:14,837人、世帯数:5,645世帯(平成29年10月31日現在) ◆主な産業:シャープ三重工場が経済を牽引、農業はカキ、ミカン、モモなどの果物や伊勢茶、伊勢芋、松阪牛などの沢山の特産品がある	
事業実施主体	立梅用水土地改良区、一般社団法人ふるさと屋(株式会社協和コンサルタンツ、九州工業大学など)	
主要導入設備	➢ 小水力発電 800Wh ➢ 太陽光発電 10kWh ➢ 小型モビリティ 4台(走行距離50km、満充電6時間) ➢ 蓄電池 5kW×3台	
概要	用水路の水流を活用した小水力発電を導入し、近隣施設や小型モビリティへの電力供給を行なうことで、地産地消型のエネルギー活用に取り組んでいる。	



西村彦左衛門の銅像前で記念撮影



立梅用水



波多瀬発電所

■用水の多面的利用・・・小水力発電

- 100年前には、落差25m、4t/秒の水流を活用した波多瀬発電所を建設。当初は田畑が水を必要とする時期はかんがい用に、それ以外は発電するという全国的にも例のない水力発電所であった。（現在は年中通して発電している。）
- 平成24年度から下流において、0.2t/秒の水流を活用した地産地消型小水力発電（彦電）を導入した。

■農村福祉事業への展開・・・再生可能エネルギー（小水力+太陽光）の活用

- 立梅用水土地改良区と関連会社 一般社団法人ふるさと屋が連携し、再生可能エネルギー（小水力+太陽光）を活用した「農村福祉事業」を進めている。
- 小水力発電は、近隣の農産物加工施設に電力供給を行ない、6次産業活性化を図る。又、外灯（8灯）及び雨量計を設置し、地域生活と防災にも役立てる。
- 太陽光発電は、事務所を防災避難所にする為に、非常時即応を実現する。
- 小水力と太陽光の2局を電源基地として、小型モビリティを活用した農村福祉事業を実現する。

一般社団法人ふるさと屋・・・立梅用水の地域用水機能や文化価値を活用し、地域の皆様が安心して暮らせる「農村福祉の充実」を目指して、再生可能エネルギーを活用した獣害パトロール、防災パトロール、立梅用水を暮らしに役立てるための管理などの『生活サポートサービス』を行っている。また、将来の展望として、高齢者宅の見守りや買物支援などの福祉サービスの提供も行いたいと考えている。それらの活動を継続していくために、地域の方々と連携を図りながら、地域の農産物を活かした新たな特産物の開発や販売、都市と農村の交流を立梅用水の祖、西村彦左衛門の生家を拠点に財源確立を目指している。

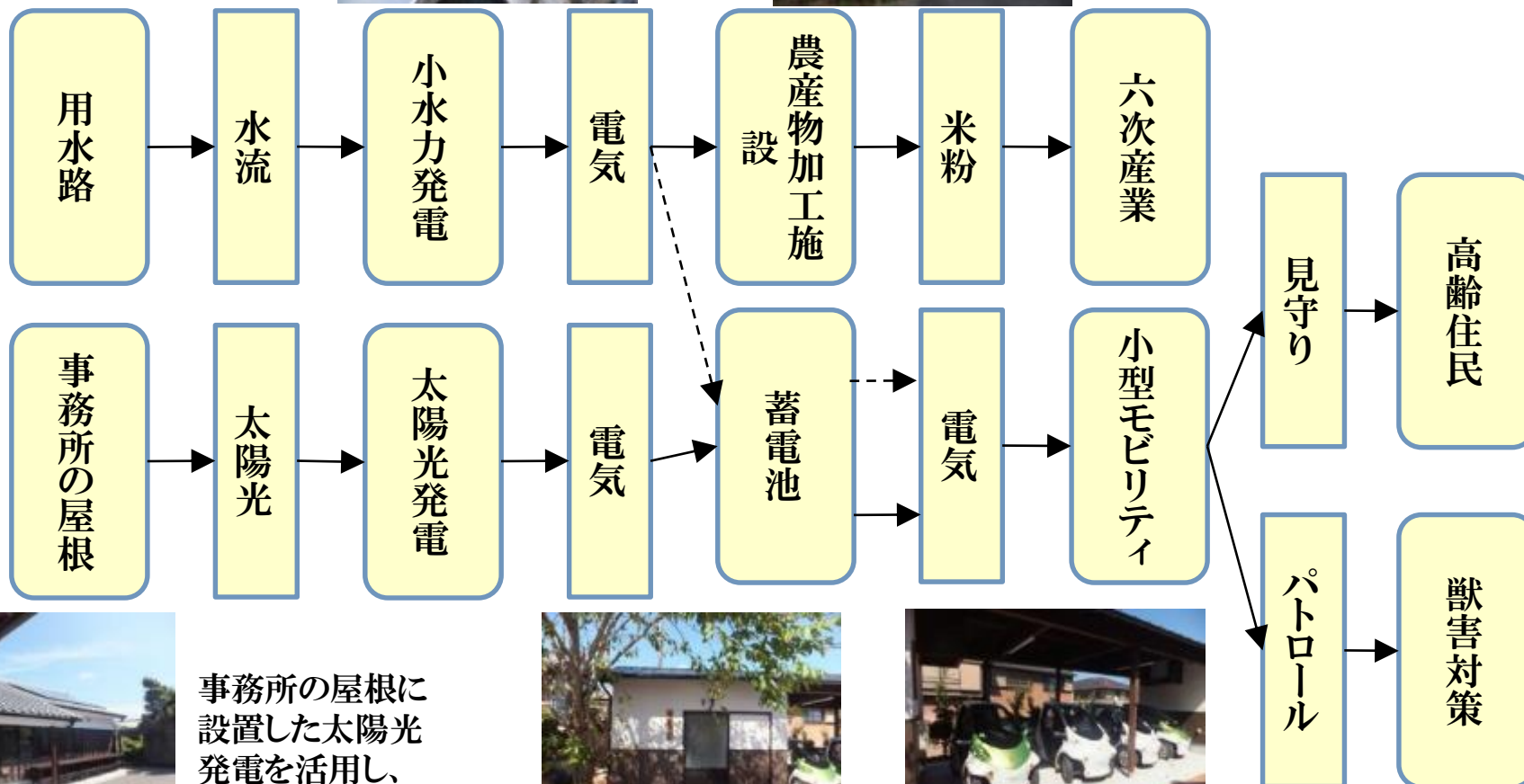
小水力発電などの仕組み



0.2t/秒の水流に対し、50cmの小落差を活用し発電



生成した電力を近接の農産物加工施設に供給

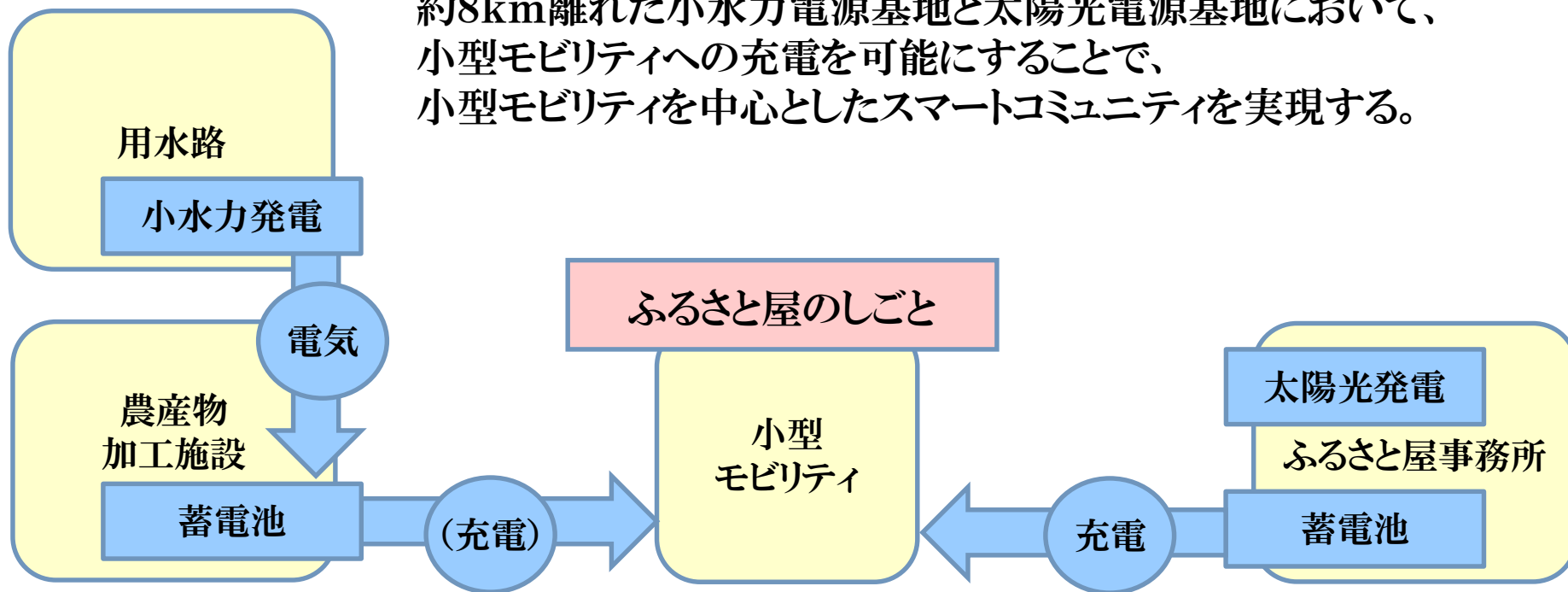


事務所の屋根に設置した太陽光発電を活用し、小型モビリティを充電



再生可能エネルギー活用のポイント

約8km離れた小水力電源基地と太陽光電源基地において、
小型モビリティへの充電を可能にすることで、
小型モビリティを中心としたスマートコミュニティを実現する。



地元特産品を活用した米粉などの農産物加工などを行なう。又、外灯(8灯)及び雨量計を設置し、地域生活と防災にも役立てる。

小型モビリティを活用し、

- ・獣害パトロール
- ・防災パトロール
- ・用水管理、活用
- ・高齢者買い物支援
- ・独居老人見守り
- ・都市と農村の交流

ふるさと屋には綺麗な井戸水(10t貯留)あり、防災避難所として、非常時即応を可能にする。

No.3:石川県羽咋市:太陽光発電の概要

場所	石川県羽咋市滝地区 (北陸地方の西部に位置し、西は日本海に面する) ◆ 面積:81.85km ² 、人口:22,115人、世帯数:8,534世帯 (平成29年11月1日現在) ◆ 主な産業:農業は主に水稲を中心とするほか、イチジク、ブドウ、小菊、スイカ、ネギ等の生産も行われている。	
事業 実施主体	株式会社JAアグリはくい (石川県、羽咋市、滝地区ほ場整備推進協議会)	
主要 導入設備	太陽光発電 ➤ 発電出力:2,000kW ➤ 発電電力量:200万kWh/年 ➤ 建設費:約6億1千万円(造成費含む) ➤ 運転開始時期:平成28年4月	
概要	太陽光発電の売電収益により、耕作放棄地の再生を行なう。	



取り組みの背景

- 滝地区は、市の西側の海沿いに位置し、約50ha のまとまった農地が広がっていたが、古来より漁業が盛んな地域であることに加え、農業用水が不足がちであることや小區画(8a)で生産性が低いこと等が原因で、徐々に耕作放棄地が増加し、平成6年の大干ばつを機に地区の9割以上が離農し、平成25年時点の水稲作付面積は4.3haとなった。
- また、世界農業遺産「能登の里山里海」の玄関口に位置することから、景観上の観点からも耕作放棄地の解消が喫緊の課題となっていた。
- こうしたことから、耕作放棄地の解消に向け、県・市・JA等関係機関が連携し、地元地権者と協議・調整を重ねた結果、農地の有効利用への機運が高まり、ほ場整備事業(受益面積44ha)により農地を再生し、農地中間管理事業を活用して、地区内農地のまとまった面積を農業生産法人等へ貸し付けることにつながった。



ほ場整備事業前の農地



ほ場整備事業後の農地

参考:農林水産省 農地中間管理機構の取組地区に関する優良事例集 <http://www.maff.go.jp/j/keiei/koukai/kikou/attach/pdf/index-4.pdf>
農林水産省 農地中間管理事業を活用した農地集積事例の紹介 http://www.maff.go.jp/hokuriku/kokuei/nishihoku/pdf/07_51.pdf

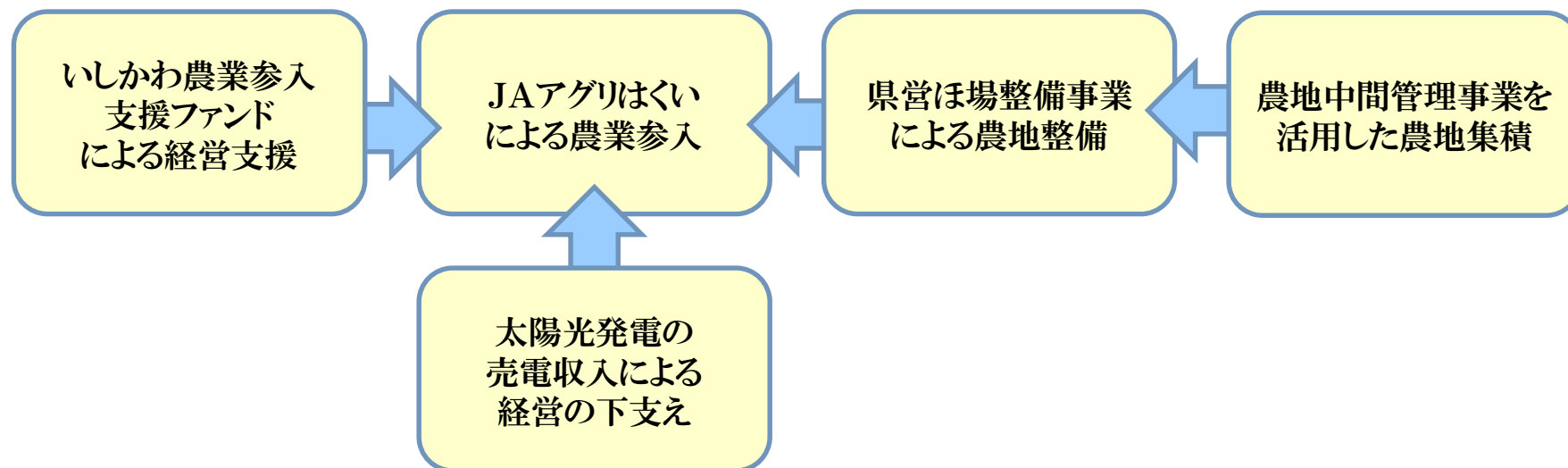
- 事業実施主体：(株)JAアグリはくい発電事業用地面積：3.2ha
- 設備容量：2,000kW
- 発電開始：H27年12月
- 農山漁村再エネファンドの活用

農林中央金庫およびJA共済連が、農山漁村における地域活性化に資する再生可能エネルギー事業の立ち上げを支援する全国規模のファンドで、(株)JAアグリはくいへの投資が、このファンドの全国第1号となった。



再生可能エネルギー活用のポイント

- ① JAはくいが出資した(株)JAアグリはくいの農業参入と、農地中間管理事業を活用したまとまった形での農地集積
 - ② 県営ほ場整備事業による耕作放棄地の再整備、農業参入支援ファンドによる担い手の経営支援
 - ③ 太陽光発電(売電収入)による経営下支え
- 等、施策を総動員することにより、地区の農業再生を図る



No.4: 富山県射水市: もみ殻循環施設の排熱利用

場所	富山県射水市 (富山県のほぼ中央部に位置する市) ◆面積: 109.43km²、人口: 93,447人 (平成30年2月時点) ◆主な産業: 第一次産業としては、射水平野の豊かな田園にコシヒカリを始めとした水稻、大麦、大豆などが栽培されており、農業経営の中心となっている。そのほか、枝豆、こまつな、白ネギ、キャベツなどの園芸作物の生産拡大を図っている。また、新湊漁港では300種類もの魚が水揚げされ、代表的なものは白エビ、ベニズワイガニがある。併せて、トラフグやサクラマスなどの養殖にも取り組んでいる。	
事業 実施主体	【もみ殻循環プロジェクトチーム】 いみず野農業協同組合、射水市産業経済部、北陸テクノ(株)、早稲田大学理工学術院 (一社) 地域環境資源センター 【もみ殻循環施設運営者】 いみず野農業協同組合	
主要 導入設備	◆もみ殻処理炉 粃殻処理能力: 190kg/hr 粃殻発熱量: 3,300kcal/kg 設備寸法(炉体・保持室): 6500L × 2800W × 5500H 温水ボイラー交換熱量: Approx. 142kW	
概要	毎年大量に発生するもみ殻の有効利用のため、もみ殻の焼却灰に含まれる鉬物のシリカを活用した製品開発を推進。また、製品開発に適した焼却灰を生産しかつ熱エネルギーの農業利用を可能にするもみ殻処理炉を開発・導入し、射水市では希少ないちこの施設園芸を行っている。	

■もみ殻循環施設の建設に至った経緯

- ・もみ殻の野焼きが地域の環境問題化したことや、処理業者が減少したこともあり、10年前からその有効活用を検討し始めた。もみ殻を燃やすと、20%がシリカ（二酸化ケイ素）として残る。
- ・平成17年11月に1市3町1村が合併して射水市が誕生し、平成21年1月に射水市がバイオマスタウン構想を公表した。構想のうち、もみ殻の有効利用として、富山県立大学ともみ殻燃焼灰に含まれるシリカを半導体や太陽光パネルの原料として利用する研究を開始したが、純度99%以上のシリカの取り出しが難しいということで断念した。
- ・その後、もみ殻循環プロジェクトチームを立ち上げ、もみ殻シリカ灰を肥料化する研究に着手。もみ殻を燃やした時に出るエネルギーは12月～3月に収穫できるいちごの施設園芸ハウスへの温水暖房として利用することにした。地元企業の協力の下もみ殻処理炉が開発された。
- ・平成26年11月に射水市がバイオマス産業都市の認定を受け、また国の平成29年度農山漁村6次産業化対策整備事業の1/2補助、市の補助1/6補助の支援を受け、農協の自己資金8千万円により、総事業費1億9千万円をかけてもみ殻循環施設を建設。平成30年5月に竣工した。

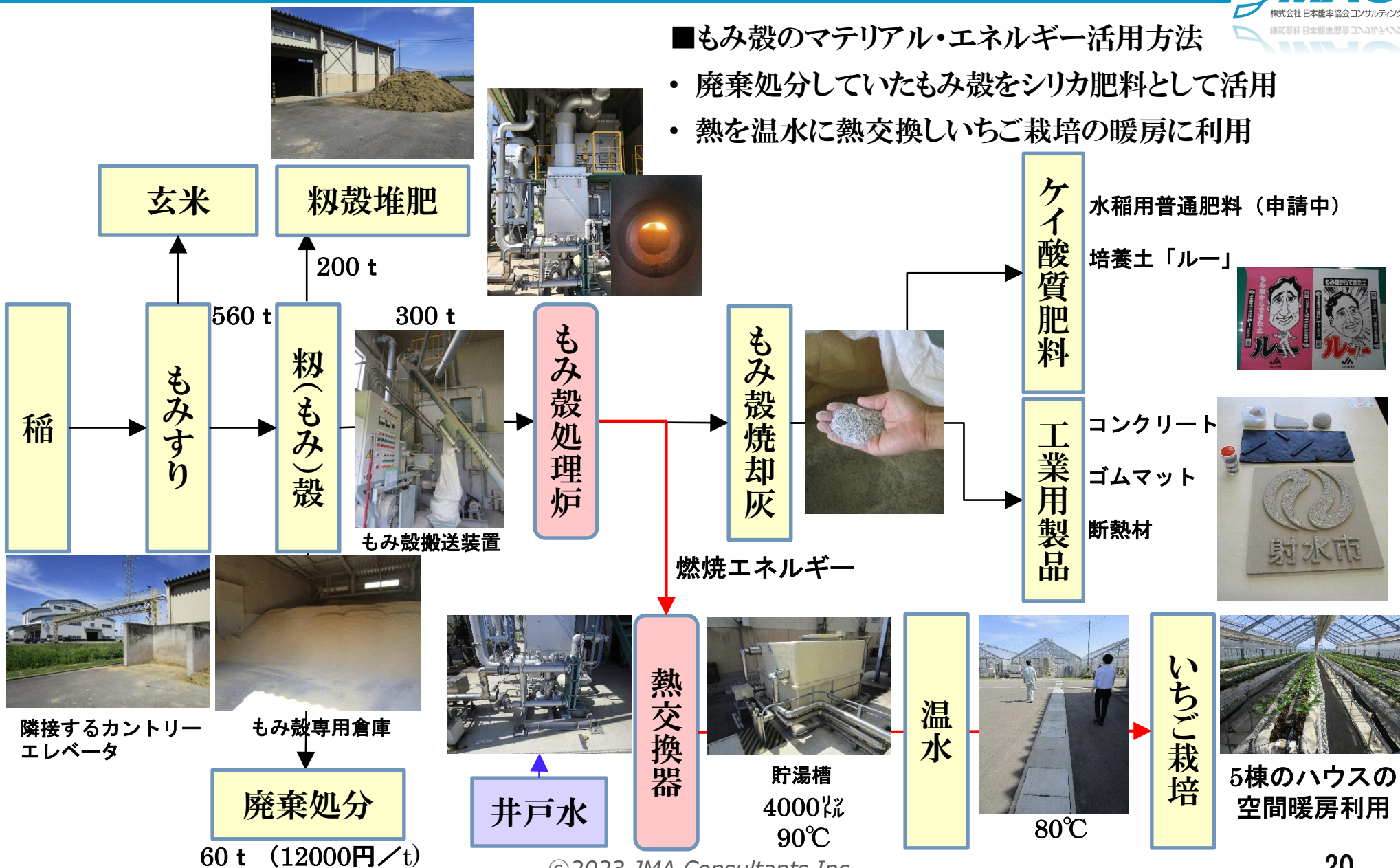
■もみ殻循環施設の核となるもみ殻処理炉開発の概要

- ・シリカは約900℃で結晶化が始まり、エネルギー利用に仕向けると1000℃に達しクリンカーという固形物ができて燃焼障害を起こす。水稲用肥料として利用するには水溶性（非晶質）の灰を製造する必要がある、これらの課題解決温度帯（500-600℃）で燃やす制御技術を地元企業の北陸テクノ（株）が開発し、もみ殻処理炉が完成した。

もみ殻循環施設の仕組み

■もみ殻のマテリアル・エネルギー活用方法

- ・ 廃棄処分していたもみ殻をシリカ肥料として活用
- ・ 熱を温水に熱交換しいちご栽培の暖房に利用



1. もみ殻のシリカ成分に着目し、焼却により発生する燃焼灰と熱を有効利用しようと考え、燃焼炉の導入・運営に強みのある地元企業や産官学との連携により、中長期的に焼却時発生するクリンカー（シリカが原因となる灰の塊）を発生させない制御技術開発に取り組んだこと
2. 500-600℃での安定した焼成方法を見出し、肥料や、水ガラス、吸着剤等への適用が可能なシリカ灰の取り出しと熱利用を実現したこと。
3. 水稻の兼業農家が主である射水市において、生産量が少ないイチゴの施設園芸にもみ殻循環施設の熱を利用することにより、付加価値の高い農作物の生産拡大に向けた取り組みを行っている。
4. もみ殻の比重が軽く輸送効率が悪いため、もみ殻が集積するカントリーエレベーターに隣接した場所に焼却施設を設置することで運搬面の課題を解決し、かつカントリーエレベーター施設の光熱費およびCO₂排出量削減にも寄与するモデル展開が可能である
5. 今後、もみ殻シリカ灰が水稻用普通肥料として国の認可が下りた場合には、全国で毎年約50万tが廃棄処分されているもみ殻について、稲由来の自然循環を損なわないマテリアル利用の観点と、また、再生可能エネルギーの観点の両面で全国的な有効活用の道が開ける。

No.5:千葉県千葉市:営農型太陽光発電の概要

場所	千葉県千葉市 (千葉市は千葉県のほぼ中西部に位置し、東京都心へおよそ40km。) ◆面積:271.77km ² 、人口:977,312人、世帯数:434,267世帯 (平成30年9月1日現在) ◆主な産業:若葉区や緑区、花見川区北部には広大な農地が広がる。 落花生やニンジンなどの畑作が中心だが、ブドウや梨などの 果樹栽培もある。酪農も盛んで、飼養頭数、産出額は県下2位である。	
事業 実施主体	千葉エコ・エネルギー株式会社	
主要 導入設備	➤ 太陽光発電 625kW/年間約920,000kWh ➤ 支柱 高さ:約4m・間隔:約4.5m ➤ 面積 100a	
概要	『千葉市大木戸アグリ・エナジープロジェクト』・・・千葉県千葉市緑区大木戸町で持続可能な農業とエネルギーを創出するプロジェクト。新規就農者が営農しやすいように、農作物とエネルギーの両輪で生産する新しい農場のモデルを構築しようとしている。	



アグリ・エナジー1号機



営農型太陽光発電



移動可能な太陽光架台

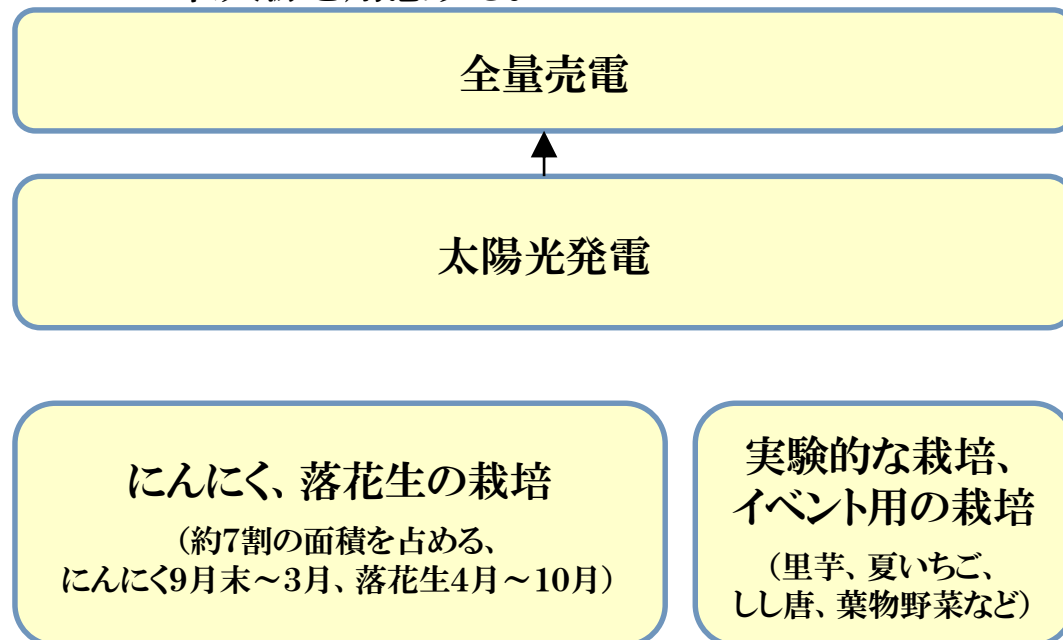
- 千葉県の農業生産は、昔は全国2位の生産量であったが、従事者の高齢化が進み、農業の効率化もできず、全国4位まで下がってしまった。
- 千葉市は、気候的には穀物・野菜・果実などが生産でき、生産・加工して東京に運ぶにも2時間以内と農業のポテンシャルが高い地域である。
- 一方、再生可能エネルギーの活用として、太陽光発電が普及しているものの、農地転用など自然環境にマイナスの形が増えて来ている。
- そこで、農地活用と太陽光発電を組み合わせた形で農業再生につなげることを目指し、千葉県匝瑳市(大麦・大豆など)や秋田県(水稻)の農業事業者ともに営農型太陽光発電に取り組んできた。
- 更に若手の新規就農者を増やす為に、都市近郊で、農業とエネルギー創出の両輪で農業を行なう形を模索していた。
- 現在農業している場所は、かつて人参やごぼうなどを育てる畑で、別の事業者が農地転用してメガソーラーを設置予定だったが、事業化が停滞していた為、自社保有・自社営農のプロジェクトとして組成した。
- そして、設備設置費用に約1億5千万円かけ、営農型太陽光発電に取り組み始めた。

営農型太陽光発電の仕組み

農業を化石燃料から解放する低炭素・循環型農業を目指している。

【現在】

現在、生成した電気は固定価格買取制度を活用した全量売電。まずは、新規就農者を増やす為に、再エネと農業の2つの収入源を用意する。

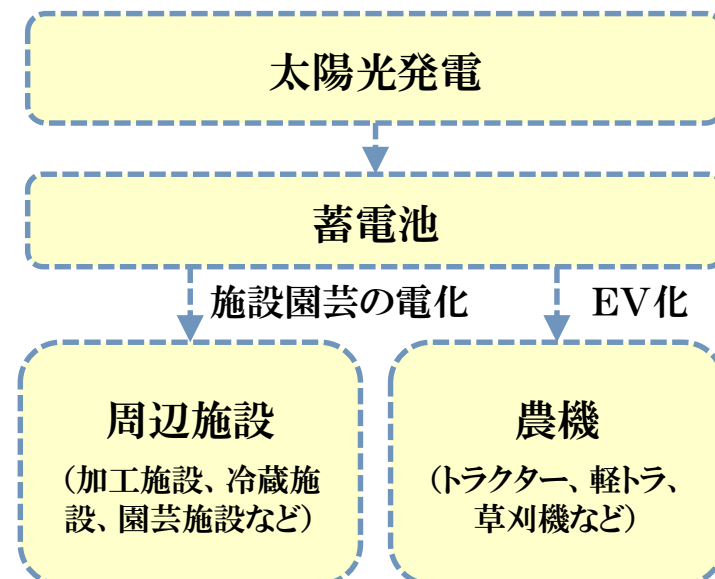


周辺農家(人参、ごぼう、トマト、からし菜)と重複しなくて、営農型太陽光に向いている農作物を選定

実験の結果・・・
里芋:収穫が増えた
葉物野菜:霜が降りにくい

【将来】

今後、更に農地を広げ、再エネも太陽光発電・バイオマス発電・蓄電池を組み合わせて自家消費型を目指す。



➤ 新たな農業モデルの構築

- ✓ 営農型太陽光発電により、農業と再エネの2つの収入源を確保し、新規に就農しやすくする。
- ✓ 自然エネルギーを創出するだけでなく、農業施設への電力供給や、ドローン・EV・IoTセンサーなどの実践的な活用を目指す。

➤ 営農型太陽光発電に適した農作物の選定

- ✓ 作業性(架台が邪魔にならない、栽培しやすいかどうか)
- ✓ 品質面(品質が悪くならない、遮光率により品質が良くなる)
- ✓ 周辺農家と重複しない(市場や周辺農家のバランスを崩さない)

➤ 周辺住民との関係性

- ✓ 雑草の種を飛ばさない、虫や病気などの害が出ないようにする。
- ✓ 地域のイベントに参加、収穫イベントの開催など積極的なコミュニケーションを図る。

No.6:千葉県千葉市:太陽光ハイブリッドパネルの概要

場所	千葉県千葉市 (千葉市は千葉県のほぼ中西部に位置し、東京都心へおよそ40km。) ◆面積:271.77km ² 、人口:977,312人、世帯数:434,267世帯 (平成30年9月1日現在) ◆主な産業:若葉区や緑区、花見川区北部には広大な農地が広がる。 落花生やニンジンなどの畑作が中心だが、ブドウや梨などの 果樹栽培もある。酪農も盛んで、飼養頭数、産出額は県下2位である。	
事業 実施主体	・ガイヤファーム(観光農園) ・日新商事(株)	
主要 導入設備	➢ 太陽光ハイブリッドパネル (発電140W・集熱400W) × 60枚 ➢ 蓄電池 9.8kWh(63Ah, 155.4V)	
概要	イチゴ栽培におけるランニングコストの削減を目的として、太陽光ハイブリッドパネルにより、電気と熱を取り出し、電照やイチゴ栽培の土壌の加温に活用している。将来的には、電気・熱・食料を提供可能な災害時の避難拠点としての構想も検討している。	



ガイヤファーム



観光農園での収穫体験



太陽光ハイブリッドパネル

■太陽光および熱を活用した光熱費削減検討の経緯

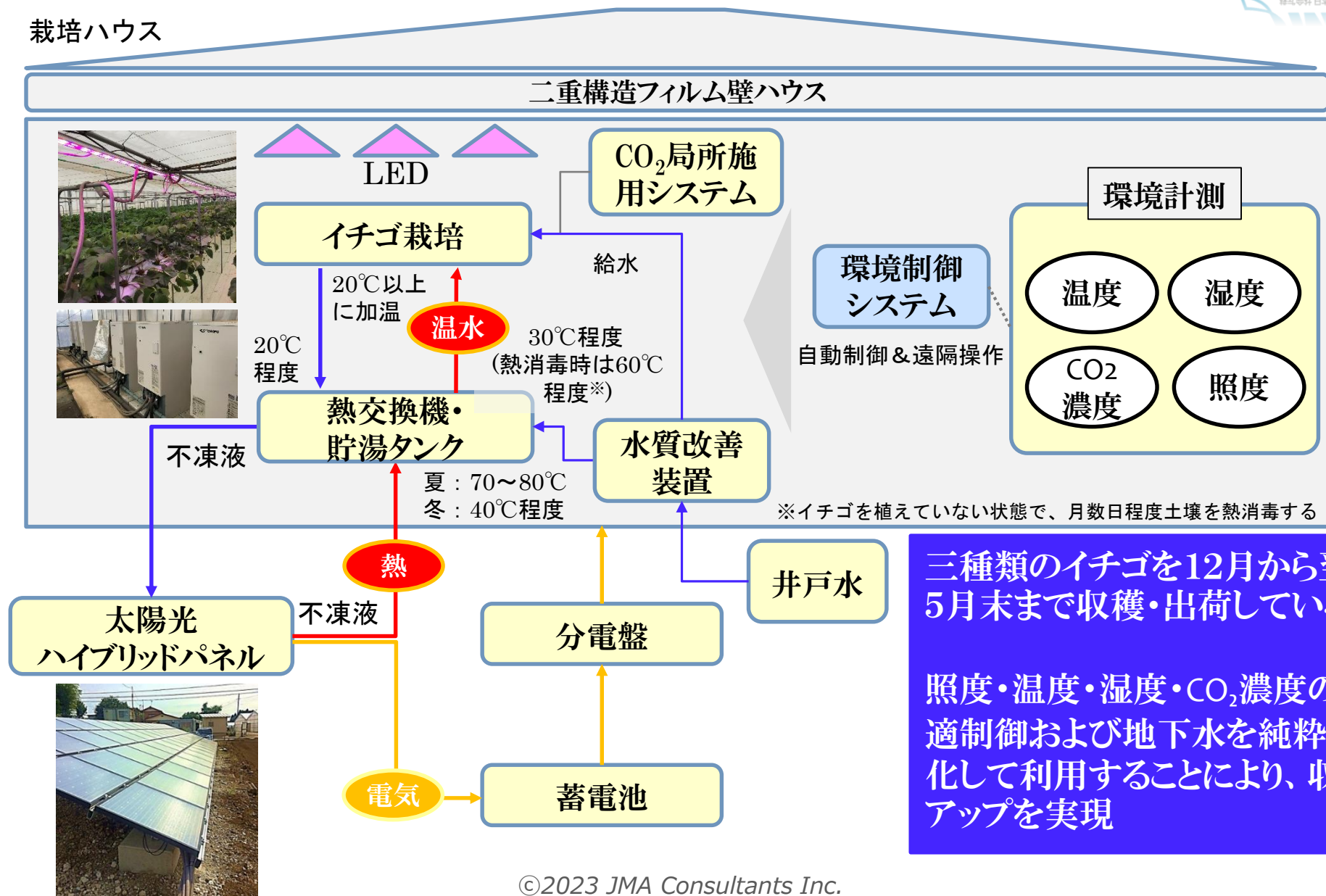
- ガイヤファームでは40年以上前からイチゴのハウス栽培を行っていたが、一時期、経営が悪化し、当時のガーデニングブームにのり、作物転換して花を栽培していたことがある。
- しかし、ガーデニングブームが去り、その後、不運にも雪害によりハウスがつぶれ、花の栽培ができなくなった。再び観光農園としてイチゴ栽培を始めたが、電照栽培や暖房等の光熱費を始めとしたランニングコストの低減が課題であった。
- 一方、日新商事では、再生可能エネルギーの固定価格買取制度を活用した太陽光発電事業を推進していたが、同時にスマートアグリシステムについてもマーケット調査を行っていた。他社にはない優位性のある「再生可能エネルギーを利用したスマートアグリシステム」ができないか模索、太陽光で発電した電気や太陽熱の農業への直接利用の検討を始めていた。
- 2016年に、展示会にてガイファームと日新商事が出会い、日新商事が提案する太陽光ハイブリッドパネルを利用した電気・熱活用による光熱費削減やイチゴの生育環境の最適制御による収量アップを目的とした実証試験を行うために、共同で検討を行うことになった。

■太陽光ハイブリッドパネルシステムの導入

- 太陽光発電を行うと同時に熱を取り出しお湯をつくることのできるハイブリッドパネルシステムを利用。電気は、使いたいタイミングで利用できるよう蓄電池に一旦貯めて利用。
- 太陽光ハイブリッドパネルシステム設置のためには、通常農地転用が必要であるが、観光農園の駐車場用の敷地に設置し、ハウス栽培施設を傍に配置することで電気と熱の同時供給を実現
- 太陽光ハイブリッドパネルに加えハウス内の環境制御システム設備投資については、スマートアグリシステムのソリューション開発を日新商事が自己資金で行い、3年間で構想から設備導入まで至った。

太陽光ハイブリッドパネルシステムの仕組み

栽培ハウス



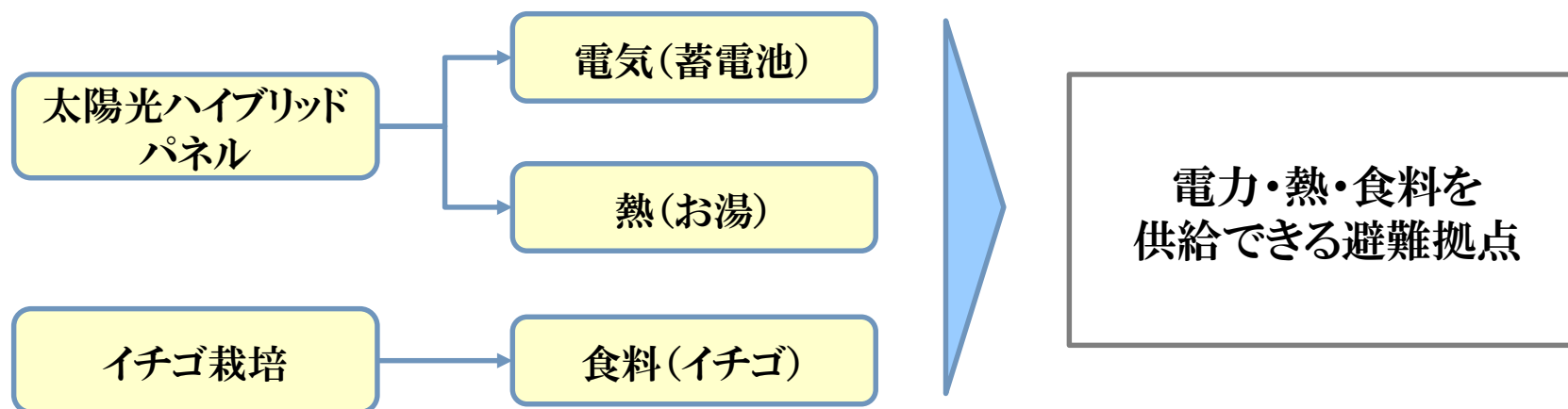
再生可能エネルギー活用のポイント

■太陽光の電気・熱の効率的な活用

- 太陽光からの電気と熱の両方を回収し、施設内のLED照明や、イチゴの加温に効率的に利用している
- 特に、1～3月の冬季では、電気では前年比60%程度、ガス使用量は前年比40%程度削減に貢献している。

■将来的な災害時の避難拠点としての活用

- 将来的には、電気・熱およびイチゴの資源を活用して、災害時には避難拠点としての活用も構想を検討している



No.7: 富山県富山市: 温泉熱・太陽光発電の植物工場利用

場所	富山県富山市 (富山県のほぼ中央から南東部分までを占める) ◆面積:1,241.77km²、人口: 416,175人 世帯数:179,938世帯 (住民基本台帳 令和元年9月末現在) ◆主な産業:近年は環境、バイオ、IT関連産業の育成に努めるとともに、立山連峰や越中おわら風の盆といった観光資源を活かした観光産業の発展にも取り組んでいる。		
事業実施主体	【事業実施主体】富山市 【事業運営主体】株式会社健菜堂(地元企業4社共同出資)		
主要導入設備	◆植物工場 4段式湛液型水耕栽培 全灯植物用LED(赤、青、白、遠赤) 計2,354本 温泉熱を利用した暖房設備 50kW×2台、両面受光太陽光パネル 表面15.6kW+裏面α 約20kW		
概要	富山市における雇用創出と健康長寿都市実現に向けた、牛岳温泉という山田地域の特性を活かした植物工場の設立と、えごまの特産品化に向けた取り組みを行っている		



牛岳温泉植物工場



両面受光型太陽光発電パネル
©2023 JMA Consultants Inc.



えごまの葉(新芽)栽培

■富山市山田地域における再生可能エネルギーを活用した植物工場整備の経緯

- ・ 富山市では、少子高齢化による高齢者中心のコミュニティ化、都市の低密度化による市街地の空洞化、公共交通機関の利用減少や行政コストの増加といった課題に対処するために、鉄軌道をはじめとする公共交通を活性化させ、その沿線に住居、商業、業務、文化等の都市の諸機能を集積させることにより、**公共交通を軸とした拠点集中型のコンパクトなまちづくり**を目指している。
- ・ 平成23年12月に国が関連予算の集中や規制改革等の支援により**環境や超高齢化等の地方都市が抱える課題解決モデルづくりを支援する「環境未来都市」**に富山市が選定された。
- ・ 森林面積が市域の約7割を占め中山間地域においても人口減少や高齢化に起因する農業の課題が散在しており、その一つである山田地域においても、農業就業人口が平成12年～22年の間に3分の1まで減少したほか、富山市全体と比較し農業就業者の高齢化も高く推移していた。そこで、**「えごま」の特産品化**を図るとともに、生産、加工、流通販売までを一体的に行う6次産業化を推進し地域における雇用創出と健康長寿都市の実現を目指すため、環境未来都市のプロジェクトとして、温泉熱や太陽光を活用した植物栽培工場を整備した。

■えごまの特産品化に向けた取り組みの概要

- ・ 富山市内の貝塚でえごまが見つかったり、ある地域ではえごま料理を祭の際に振る舞う風習があった。また、富山短期大学の研究結果などから、生活習慣病への予防効果やがん治療への効果が期待されていることから富山県の主要産業の一つである医薬産業の民間事業者が加わり、**えごまの葉や油を活用した健康食品の開発・生産・流通販売**による6次産業化が推進されている。

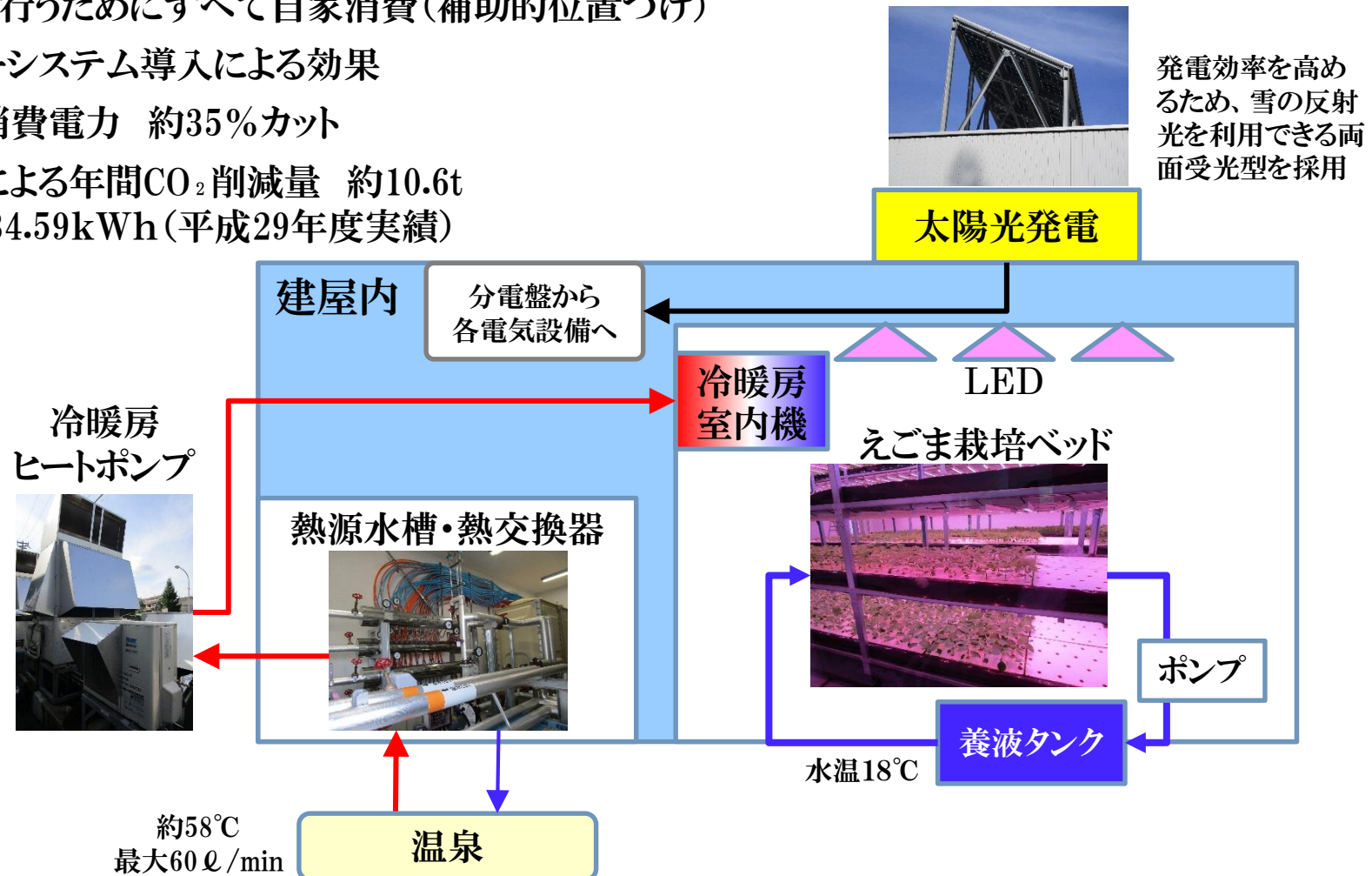
牛岳温泉植物工場におけるエネルギー利用の仕組み

■エネルギーの活用方法

- 室温を25℃に保つため、冬場に温泉熱を熱交換し暖房に利用
- 太陽光発電由来の電力は、365日室内のLED照明・空調・養液冷却・ポンプ送水を行うためにすべて自家消費(補助的位置づけ)

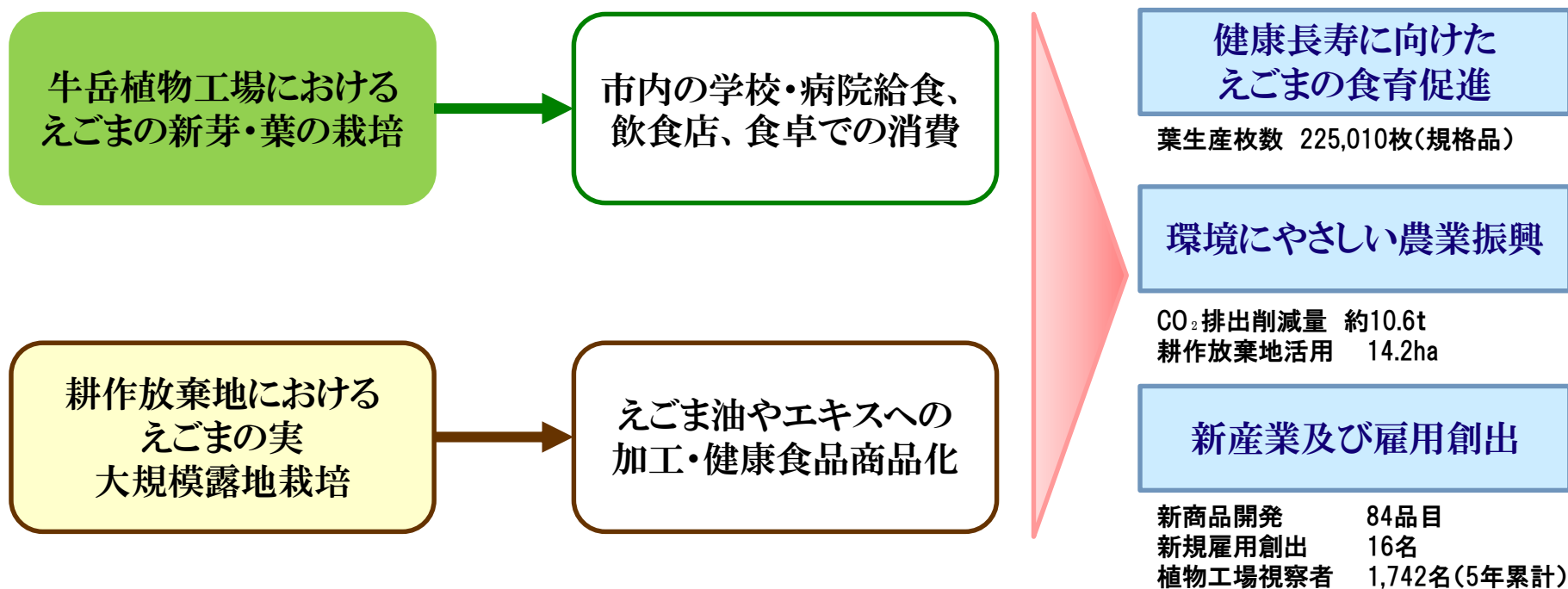
■本エネルギーシステム導入による効果

- 冬場の暖房消費電力 約35%カット
- 太陽光発電による年間CO₂削減量 約10.6t
発電量 17834.59kWh(平成29年度実績)



再生可能エネルギー活用のポイント

1. 地域課題である雇用の創出および健康長寿都市の実現に向けて市が主導する“えごまの特産化”に着目して、環境未来都市の観点から再生可能エネルギーを活用した植物工場整備に取り組む
2. 再生可能エネルギーを活用した植物工場の視察受入れにより、富山えごまのブランド認知と地域の温泉施設や観光施設利用による経済波及効果創出の同時実現をしている



No.8: 栃木県宇都宮市: 地下水熱活用による夏イチゴ栽培

場所	栃木県宇都宮市(栃木県の中部に位置する市。栃木県の県庁所在地及び最大の都市である。) ◆面積:416.9km ² 、人口:51万5千人、世帯数:23万4千世帯 (令和4年12月1日現在) ◆主な産業:農村部では豊かな自然環境の中で、米・野菜・花き・果樹・畜産など、多様な農業が展開され、市内東部では清原工業団地などを中心に高度技術産業の工場や研究所が集積する。	 宇都宮市
事業 実施主体	・OHYA UNDERGROUND ENERGY (株) 【出資者:八千代エンジニアリング(株)川崎地質(株)クラフトワーク(株)】 ・CDPフロンティア株式会社、JBファーム株式会社 他	
主要 導入設備	➤ 揚水ポンプ ➤ 地下水から温熱をつくるためのヒートポンプ	
概要	大谷採石所跡地に貯留した地下水の熱を利用し、夏に栽培する夏いちご「なつおとめ」を栽培している。夏いちごの栽培時期はおおよそ3月～11月ごろであり、盛夏は地下水の冷熱を熱交換することにより、ハウス室内の温度上昇を抑制している。一方で、秋・冬季は地下水を熱源とする冷温熱ヒートポンプを活用してハウス内を適温に保っており、これにより夏いちごを非化石燃料由来の熱で栽培している。	



取り組みの背景

■課題①大谷石採石場跡地の貯留水の有効利用

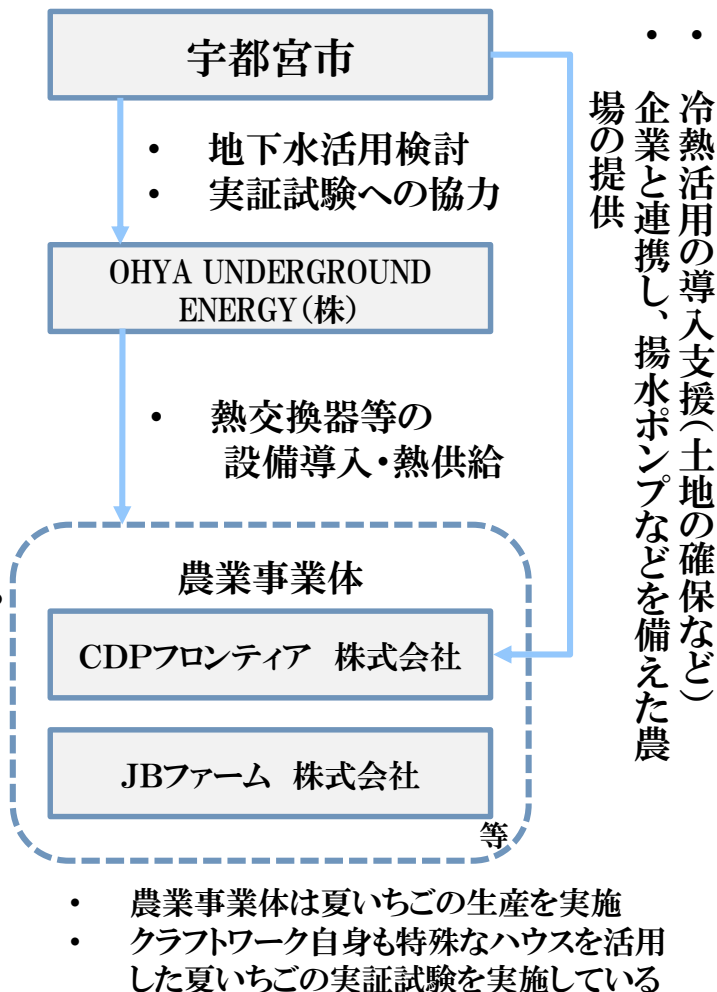
宇都宮市大谷地区は古くから大谷石の採石が盛んで、地下に採石場がいくつも存在する。大谷石の採石終了後、採石場は放置され地下水が貯留しており、宇都宮市としてその活用方法を模索していた。

■課題②栃木県の農業振興 ～夏いちごの栽培・普及～

「とちおとめ」をはじめとしたいちごの収穫量・作付面積・産出額が日本一の栃木県では、通常栽培に適さない5～11月に収穫が可能な品種「なつおとめ」を開発した。しかしながら、温度管理が難しく栽培している農家は那須高原など夏場に涼しい一部の地域に限られていた。

■課題解決に向けた取り組み

- 2014年より 年間を通じて5-10℃を保つ採石場跡地の貯留水をくみ上げ、「なつおとめ」の栽培に利用する実証実験をCDPフロンティア(株)と共に開始
2015年産官学による大谷エリア創再生エネルギー研究会発足
- 2017年 熱供給会社OHYA UNDERGROUND ENERGY(株)設立
- 2019年 JBファーム(株) なつおとめ栽培開始



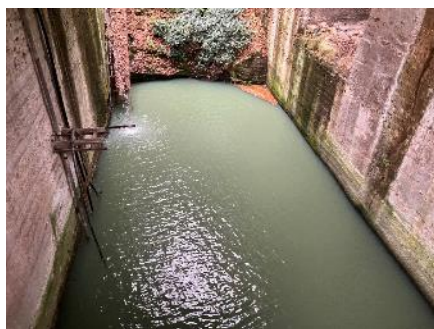
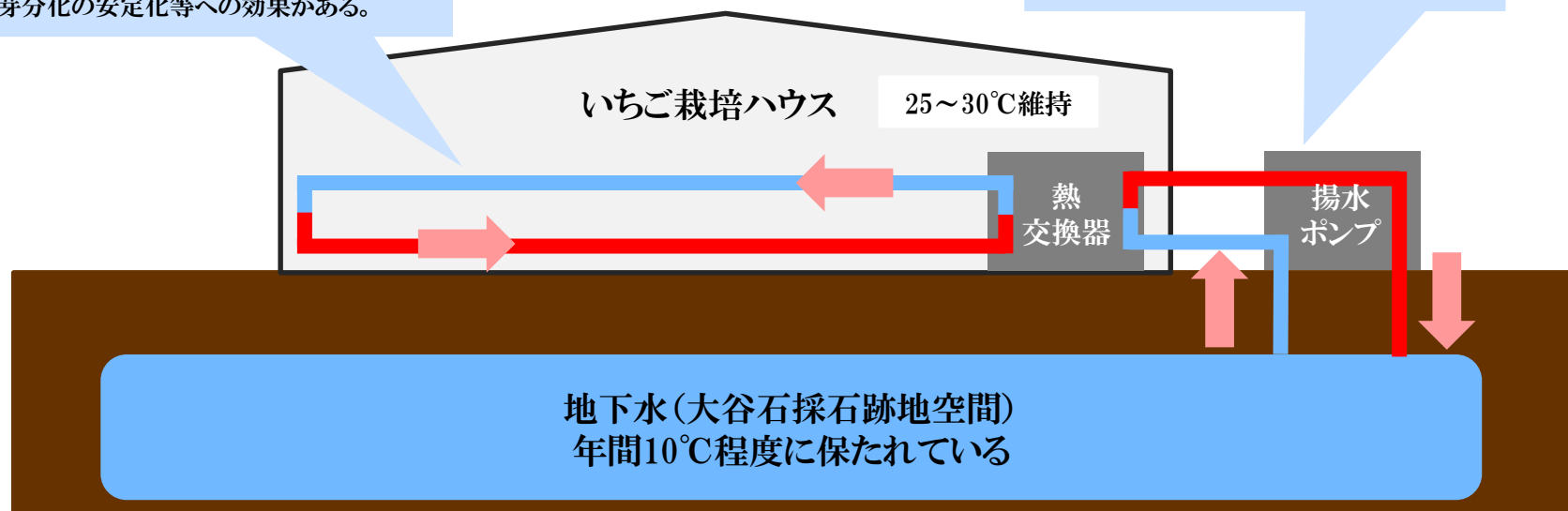
地下水熱を利用した夏いちご栽培の仕組み

【クラウン冷却による夏いちご栽培】

冷水が循環しているパイプを苗のクラウン（芽株）の部分に接触しながら這わせ、イチゴの生育をコントロールする苗のクラウン部分を冷却することで、夏場における花芽分化の安定化等への効果がある。

【大谷石採石跡地内貯留水の活用】

貯留水をポンプで吸い上げ、各ハウス内を通り、再度地下へ戻して循環させている。貯留水が持つ年間10℃前後の冷熱エネルギーを活用する。



採石跡空間の貯留水



クラウン冷却部分



揚水ポンプ

■豊富に存在する地下水熱の利用と熱収支の維持

豊富な地下水脈があり、かつ夏季の気温が高い地域において施設園芸を行う上で参考になるモデルである。夏季は地下水の冷熱をハウス内に通すことによって、外気熱を吸収し一時的に水温が上昇する。一方で冬季はハウス内に地下水を通すことによって地下水の温度が外気熱によって一時的に低下する。この熱収支が年間で均衡をとれるようにすることが継続的な地下水熱利用にとって重要であり、継続的にモニタリングしていく必要がある。

■さらなる効率的な熱利用を実現するハウス構造の改良及び実証試験

盛夏の最高気温が35℃を超えるような地域では、クラウン冷却だけでは夏いちごの適切な生育温度まで下げることができない。そこで、地中熱ヒートポンプシステムを手掛け、夏いちご栽培における熱供給事業に参画しているクラフトワーク株式会社では、ハウスの構造から見直して、効率的な熱利用実現のための実証実験を宇都宮市協力の下行っている。



半地下ハウス



木材の骨組

実証対策例

- ・ 半地下ハウスによる外部からの熱の遮断
- ・ ハウス内部に大谷石の壁を置くことによる輻射熱の活用と湿度の適正化
- ・ 熱伝導率が鉄よりも低い、木材を利用したハウス骨組による温度上昇の抑制

など

大谷石の石壁

No.9:神奈川県横須賀市:地中熱利用の概要

場所	神奈川県横須賀市 (神奈川県南東部の三浦半島に位置する都市である。中核市に指定されている。) ◆面積:100.82km²、人口:397,736人(平成30年4月1日現在) ◆主な産業:市内の行政・経済的都市機能が集中する東京湾岸には大工場や住宅群がひしめきあうが、相模湾岸には自然が多く残され農業も盛んである。農業の大規模化が難しく、塩害などの被害が起こることがある。	
事業実施主体	【事業者】 げんき農場、株式会社アグリクラスター	
主要導入設備	◆ヒートポンプ 11kW×2台 ◆全熱交換機 1000m³/h	
概要	井戸水を活用した燃費のよい地中熱暖房機器、およびネットワークカメラ、温度センサーなどを取り入れ、全自動運転で温度や湿度、二酸化炭素濃度をキクラゲ生育に最も適した環境にするシステムを導入した。地中熱を活用することで、電気空調設備と比較して、コストを4分の1に圧縮した。	



地中熱を活用したキクラゲ栽培施設



白キクラゲの栽培



キクラゲを取り入れた青汁

■横須賀市における農業の課題とキクラゲ栽培の経緯

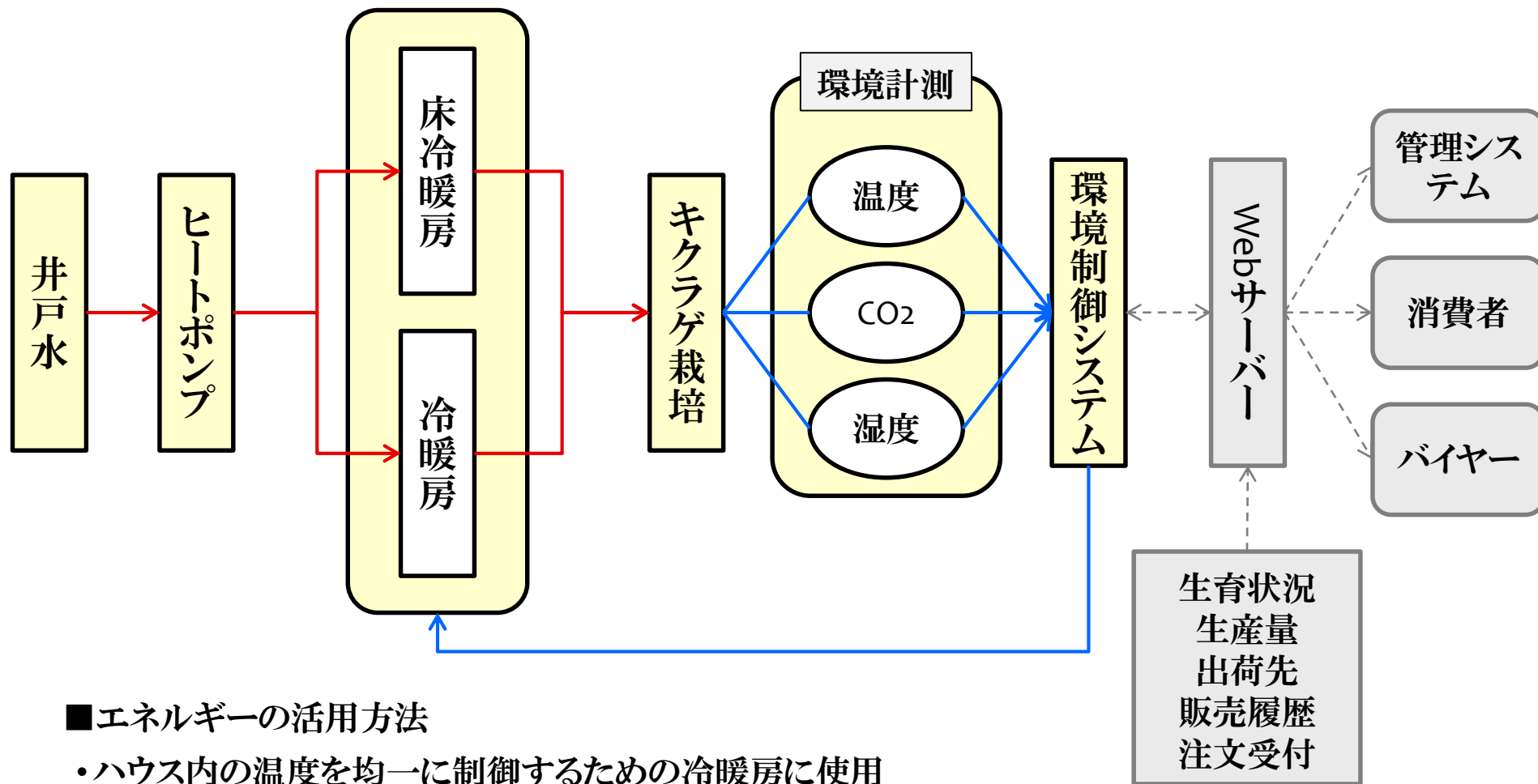
- 後継者不足や耕作放棄地の増加の現状を目の当たりにして、農業の収益性を高めて地域課題を解決するために、地元の土木建築会社の社長が異業種である農業へ参入。
- 収益性をあげるために、様々な作物の模索を検討した中で、収益性が高い「白キクラゲ」に着目した。
- しかし、白キクラゲの育成には、棚の上と下で、通年での24℃前後の温度維持、100%の湿度維持の上に風のない環境が必要であり、これらの条件を満たすためには技術ハードルも高く、冷暖房の費用も膨大に必要であった。

■キクラゲ栽培での地中熱活用

- 井戸水を活用した燃費の良い地中熱暖房機器、および高度な環境制御システムを導入することで、キクラゲを栽培する環境を実現できるだけでなく、冷暖房によるランニングコストも電気と比べて4分の1に低減することができた。



地中熱利用の仕組み

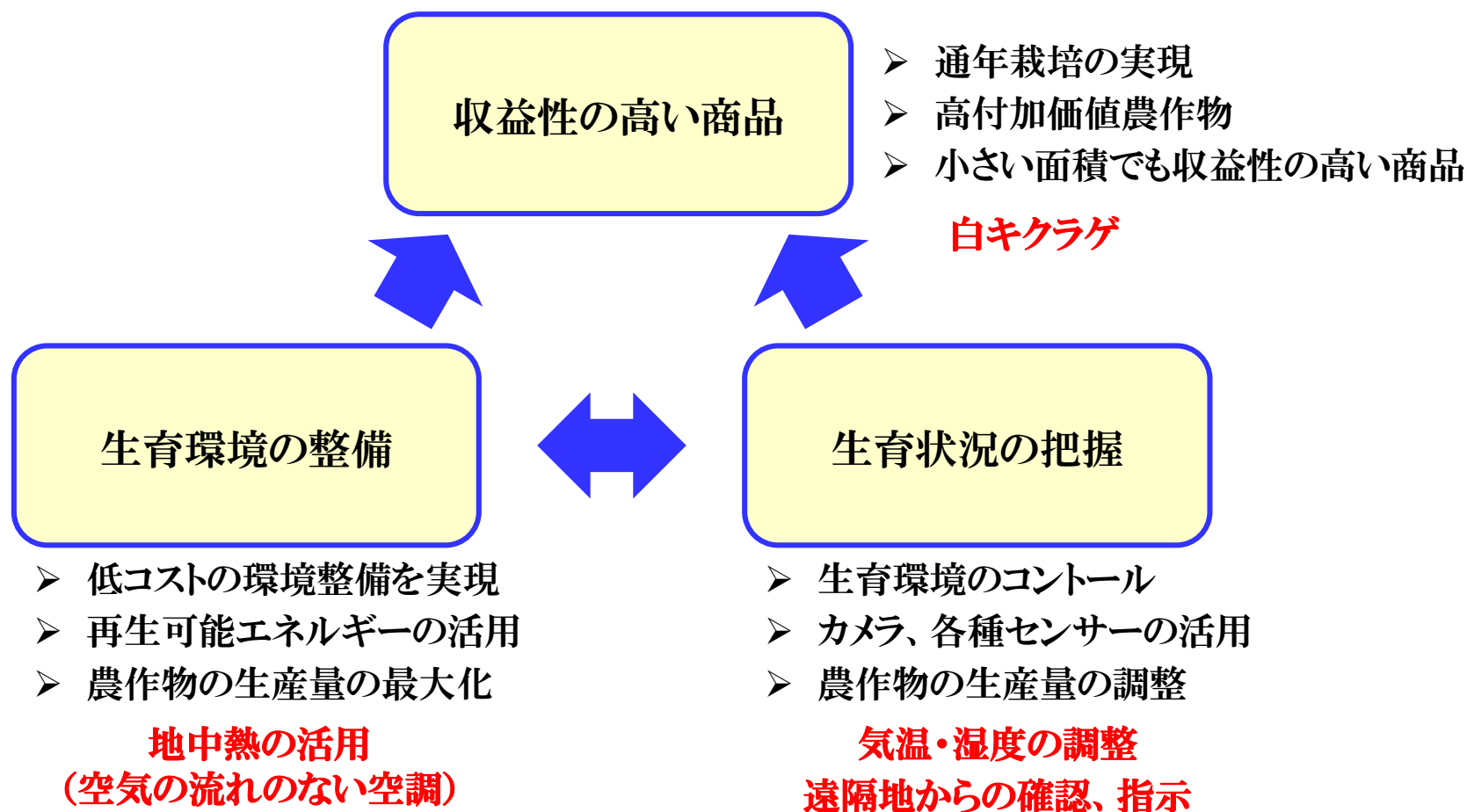


■エネルギーの活用方法

- ハウス内の温度を均一に制御するための冷暖房に使用
- 地中熱を効率的に活用することで、電気での冷暖房に比べてコストを4分の1に圧縮

再生可能エネルギー活用のポイント

- ◆ 温度変化や風に弱い白キクラゲの栽培に対して、高度な環境管理システムを構築しながら、地中熱利用によりランニングコストを低減
- ◆ 高度な環境制御を行うことで、無農薬で安心・安全な国産のキクラゲを消費者へ提供



No.10:岩手県久慈市:木質バイオマス熱供給の概要

場所	岩手県久慈市 (岩手県北東部に位置する) ◆ 面積:623.50km ² 、人口;35,692人、世帯数:15,573世帯 (平成29年10月5日現在) ◆ 主な産業:農業(ほうれんそう)、漁業(さけ・ます・うに) ◆ 朝ドラ『あまちゃん』の舞台となったことで注目され観光客が増加	
事業 実施主体	久慈バイオマスエネルギー株式会社、越戸きのご園 (マルヒ製材、東芝、サンハイツ、久慈地方森林組合)	
主要 導入設備	◆ バイオマス温水ボイラ:1162kW(温水供給温度50℃) ◆ バイオマス蒸気ボイラ:690kg/h(0.68MPa飽和) ◆ 空冷ヒートポンプ ◆ 埋設熱導管:敷設距離約2.3km	
概要	処分に困っている木の皮(バーク)や山に捨てられている枝葉を活用したバイオマス施設を導入し、大規模園芸団地への熱供給を行なうことで光熱費の削減を行なう。	



あまちゃんのロケ地



越戸きのご園



バイオマス設備

■木材を活用した事業展開の検討

- ・ 地域内の未利用資源(木質バイオマス)を活用したエネルギーソリューション提供の仕組みを検討
- ・ 原料調達からエネルギー供給し、エネルギーを活用するまでのスキームを地域一体で構築
- ・ 蒸気や温水の活用先として、きのこ園の冬場の暖房や菌床ブロック生産を選定
- ・ また、近隣エリアへの熱供給だけでなく、遠隔地にも熱を供給する仕組みとして、乾燥チップを供給することによるオフライン熱輸送を実現

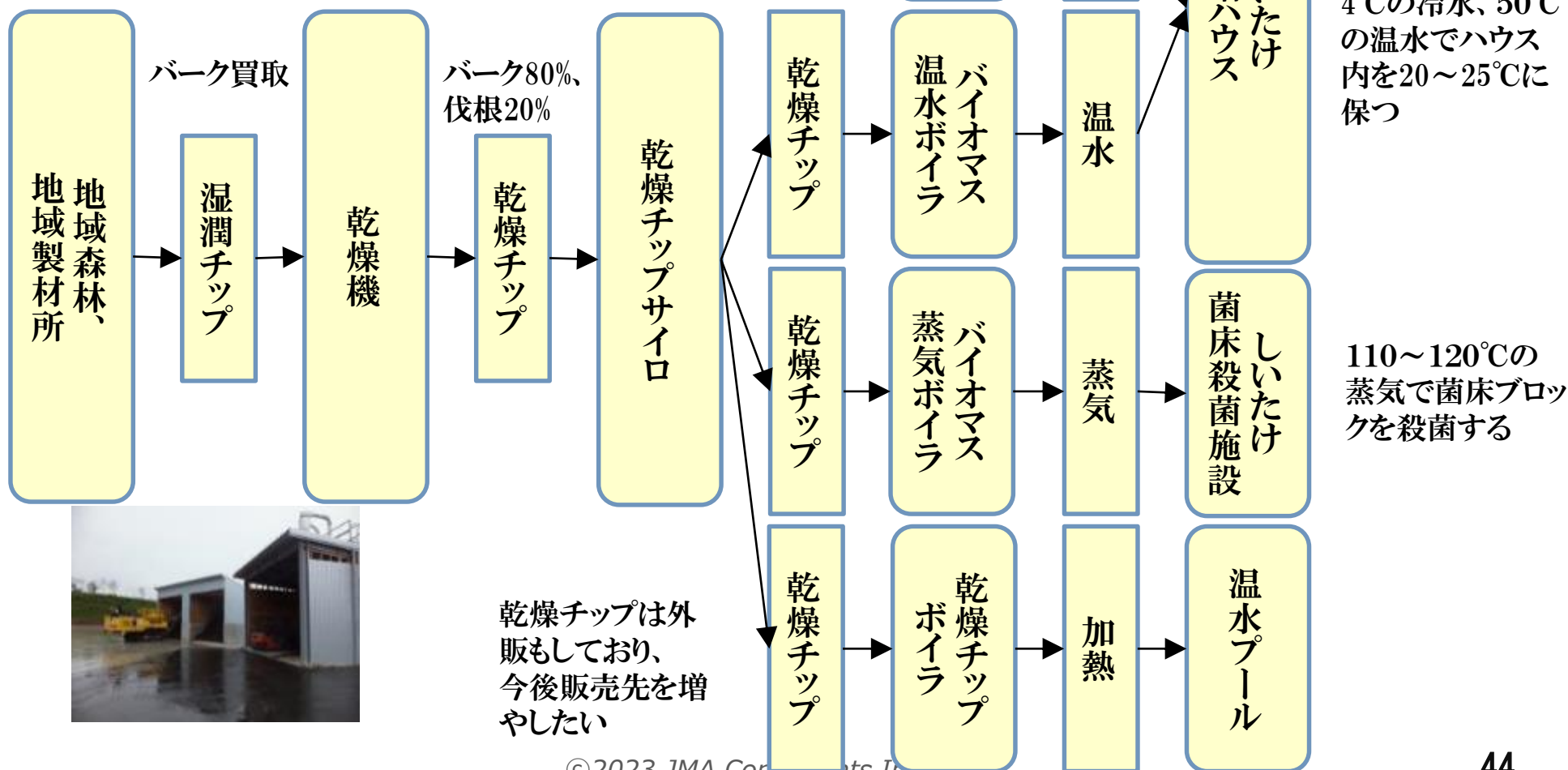
■しいたけ農家における課題

- ・ 80坪に60棟の栽培ハウスで年間700～1000トンのしいたけを栽培している。
- ・ 平均温度を20～25℃に保つ必要があり、従来は灯油などの費用負担が大きい。
- ・ また、年間160万個の菌床ブロックを100～120℃の蒸気で殺菌している。
- ・ 従来は重油ボイラーで殺菌を行っていた。



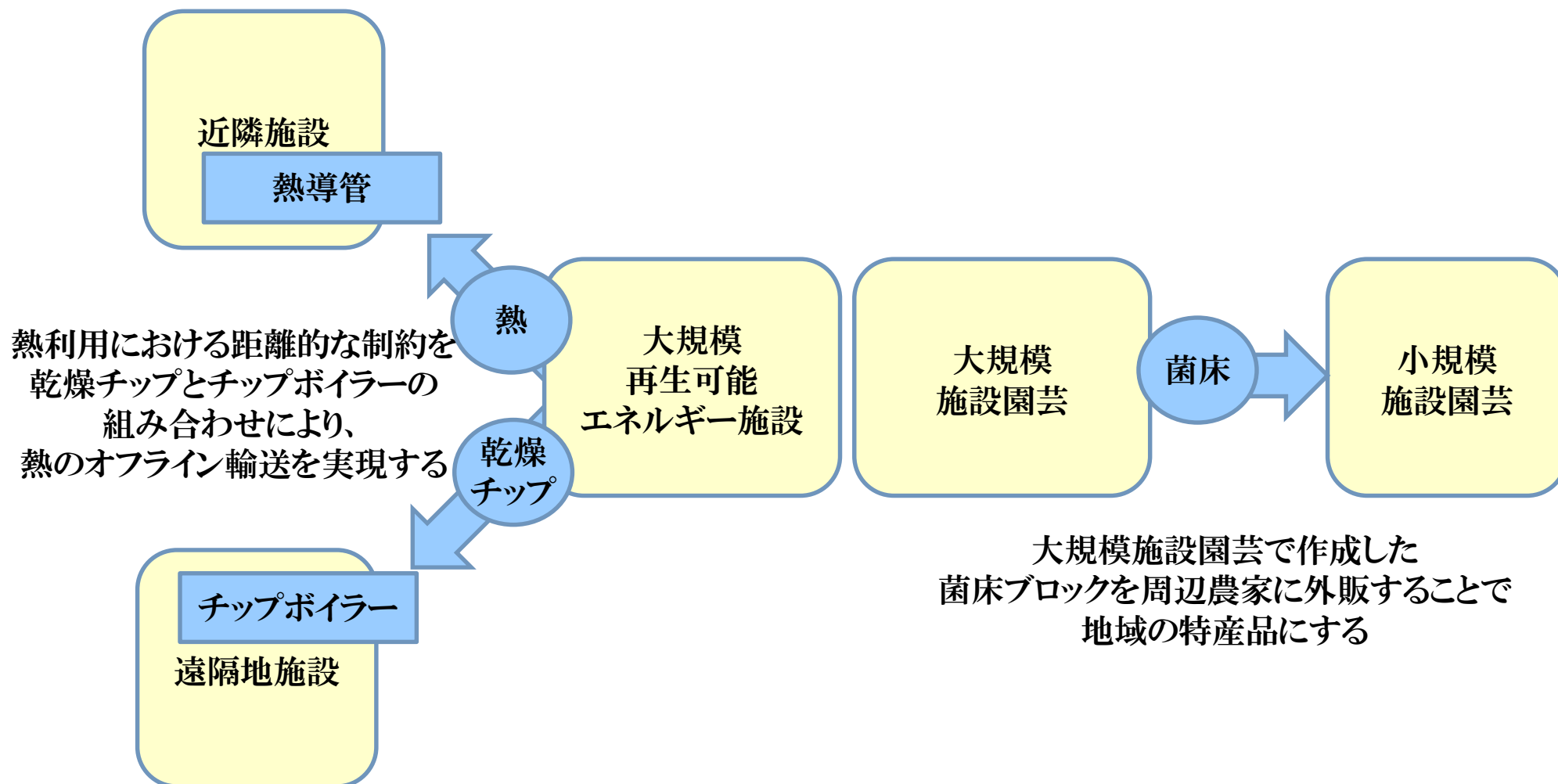
木質バイオマス熱供給の仕組み

赤松の製材時に発生する剥いた皮:バーク
(夏場:5t/日、冬場15t/日発生)や伐根、
放置された枝葉を活用



再生可能エネルギー活用のポイント

地域における生産拠点(エネルギー／農作物)を大規模化し、
地域全体への面的な利活用につなげることで、地域全体の活性化を実現する。

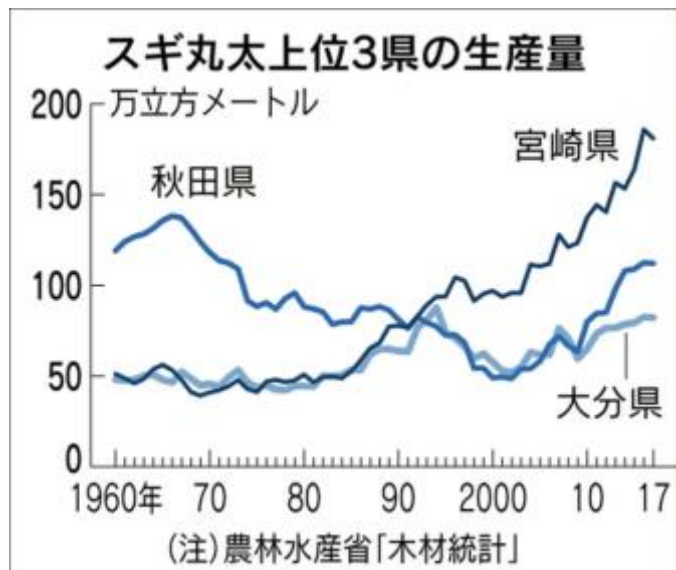


No.11:宮崎県串間市:木質ガス化発電の概要

場所	宮崎県串間市 (宮崎県の最南端、県都宮崎市の南南西約70kmの場所に位置。 市域全体において、あまり平坦ではなく、丘陵地帯が多い。) ◆面積:295.16km²、人口:17,781人、世帯数:7,818世帯 (平成30年8月1日現在) ◆主な産業:都井岬などを訪れる観光客が多いほか、第一次産業(畜産を含む農業、水産業)とそれを生かした食品加工業が盛んである。 ◆農業:コメ、さつまいも、キンカン、マンゴー ◆林業:宮崎県は杉の出荷一位。串間市は特に生産量が多い。	
事業 実施主体	【運営事業体】くしま木質バイオマス株式会社 【設計・施工】シン・エナジー株式会社(旧洗陽電機)	
主要 導入設備	➢ 発電設備の構成:ブルクハルト社製(独)のORC方式小型高効率木質バイオマスガス化熱電併給システム 10基、アクセスエナジー社製(米)の温水バイナリー発電システム 1基 ➢ 原木(未利用材)年間買取量:約19,000t/年 ➢ 発電設備容量:1,940kW ➢ 稼働時間:約8,000時間	
概要	■地域への影響 ペレット(燃料)製造・発電は同敷地内工場にて行い、また、南那珂森林組合等串間市近隣から集めた地元材を買取・活用することで発電所の新規雇用創出と林業振興を可能にしている。 ■熱の利用 間伐材や製材端材等未利用木材を加工した木の幹のみを活用するホワイトペレットを発電燃料として利用し、発電時の排熱や木材加工時の端材処理により発生する熱をバイナリー発電や燃料となるペレット加工時の乾燥に活用することで、発電所運用費用削減に向けた効率的なカスケード利用を実現	

■地元林業への貢献

- 宮崎県はスギ丸太の生産量が1991年から27年間に亘り全国1位であり、串間市も林業は主要産業である。そのため、地域に全国的に林業の課題である森林保全に向けた間伐材の切り出しやその活用による地域林業の振興のために何かできないかと考えていた。
- そこで、廃木材や間伐材を利用して発電を行うことで、二酸化炭素の排出量を抑制すると共に、林業や製材業の振興にも繋がると期待される木質バイオマス発電事業に着目。
- 地元林業従事者が安定した収入を確保できるようにするため、串間市内に木質バイオマス発電およびその原料である木質ペレット製造施設の建設を考案。
- 詳細な事業計画が出来上がる前から精力的に電力会社に趣き、精力的に活動を推進し、実現に至る。(2018年3月竣工)

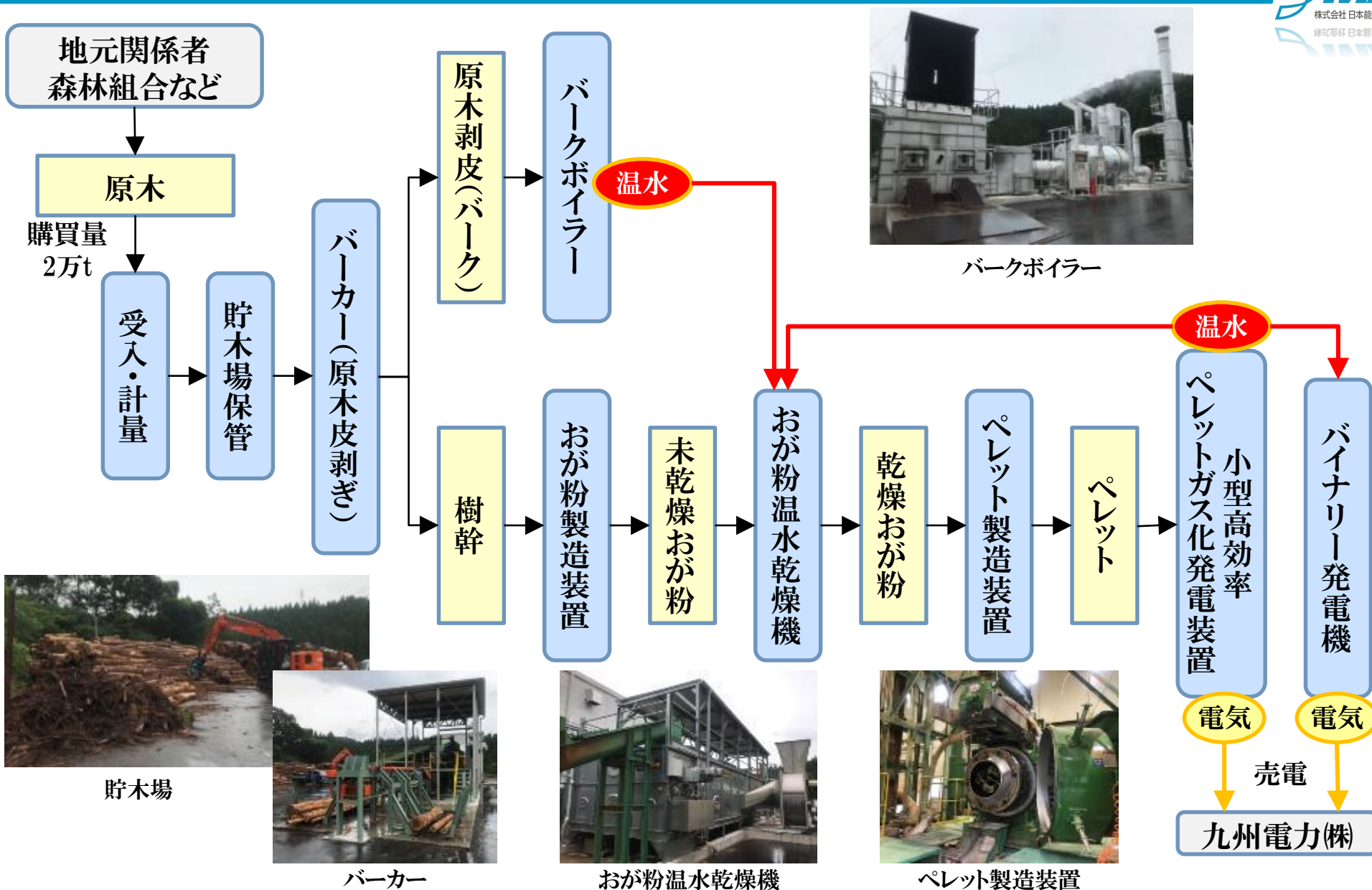


スギ丸太上位3件の生産量
(出典)日本経済新聞2018年7月2日付



大生(おおば)黒潮発電所の外観

木質ガス化発電の仕組み



バークボイラー



貯木場



バーカー



おが粉温水乾燥機



ペレット製造装置

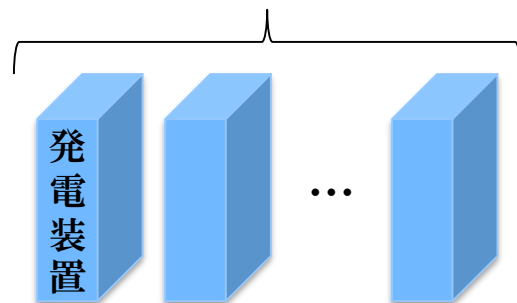
再生可能エネルギー活用のポイント

◆小型発電設備の連結運用



小型高効率ペレットガス化発電装置
(定格165kW)

小型高効率ペレットガス化発電装置を10台連結

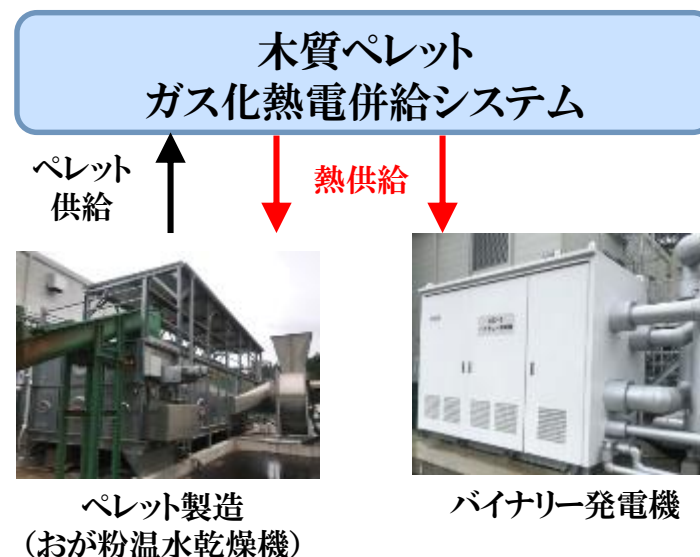


メリット

- 木質バイオマス量に応じて増設対応ができるため過剰設備導入リスクを抑制
- 故障に強い
(一部の装置が故障しても他の装置で発電が可能のため、電力の安定供給が可能)

◆排熱の有効利用

- バークボイラー、小型高効率ペレットガス化発電装置からの排熱を温水に変え、ペレットの製造工程(おが粉の乾燥)で利用することで、工場の運用コストを低減している。
- さらに、余剰分はバイナリー発電機で発電し、排熱を余すことなく有効活用している。



No.12:大分県日田市:木質バイオマス発電の概要

場所	大分県日田市(北部九州のほぼ中央、大分県の西部に位置する) ◆面積:666.03km ² 、人口:66,982人、世帯数:27,399世帯 (平成29年10月31日現在) ◆主な産業:市域の70%が森林であり、林業や製材業を中心とする木材産業	
事業実施主体	株式会社グリーン発電大分	
主要導入設備	事業内容:木質バイオマス発電事業 ▶ 発電出力:5,700kW 内5000kW(約10,000世帯分に相当)は市内に送電、700kWは発電所内にて自家消費 ▶ 発電所敷地面積:27,000m ² ▶ 発電:燃焼式 発電効率26%(25トン/時間蒸気を発生) ▶ 燃料:山林未利用材(年間約6.7万トン)が持ち込まれる	
概要	山間未利用材を利用した木質バイオマス発電の排温水を利用し、近隣農家のイチゴ栽培の光熱費を削減	

木質バイオマス発電の流れ



受入検査・計量



在庫



未利用材粉碎



チップ貯蔵



火力発電

■日田市における林業の課題と木質バイオマス発電開始の経緯

原木価格の長期的な低迷、林業従事者の高齢化により利用期の多くの人工林資源が放置されてきた。グリーン発電大分先代社長の強い思いとリーダーシップにより、素材生産業者、原木市場など6社が、未利用林地残材の活用について議論を始めたことから始まった。半径50km圏内で活用できる未利用材の量に応じて発電事業の計画を立て事業化へ

■近隣の山間部で発生する山間未利用材を利活用

- ・ 素材生産業者、森林組合、運送会社など計36社で日田木質資源有効利用協議会を形成
- ・ 1日260tの未利用材が本発電所に持ち込まれる
- ・ 林地残材の品質保持のため納入形態、方法、産地表記や証明に関するバイオマス証明書を提出。納入材毎に書類審査実施

■近隣イチゴ農園にバイオマス発電の排温水利活用

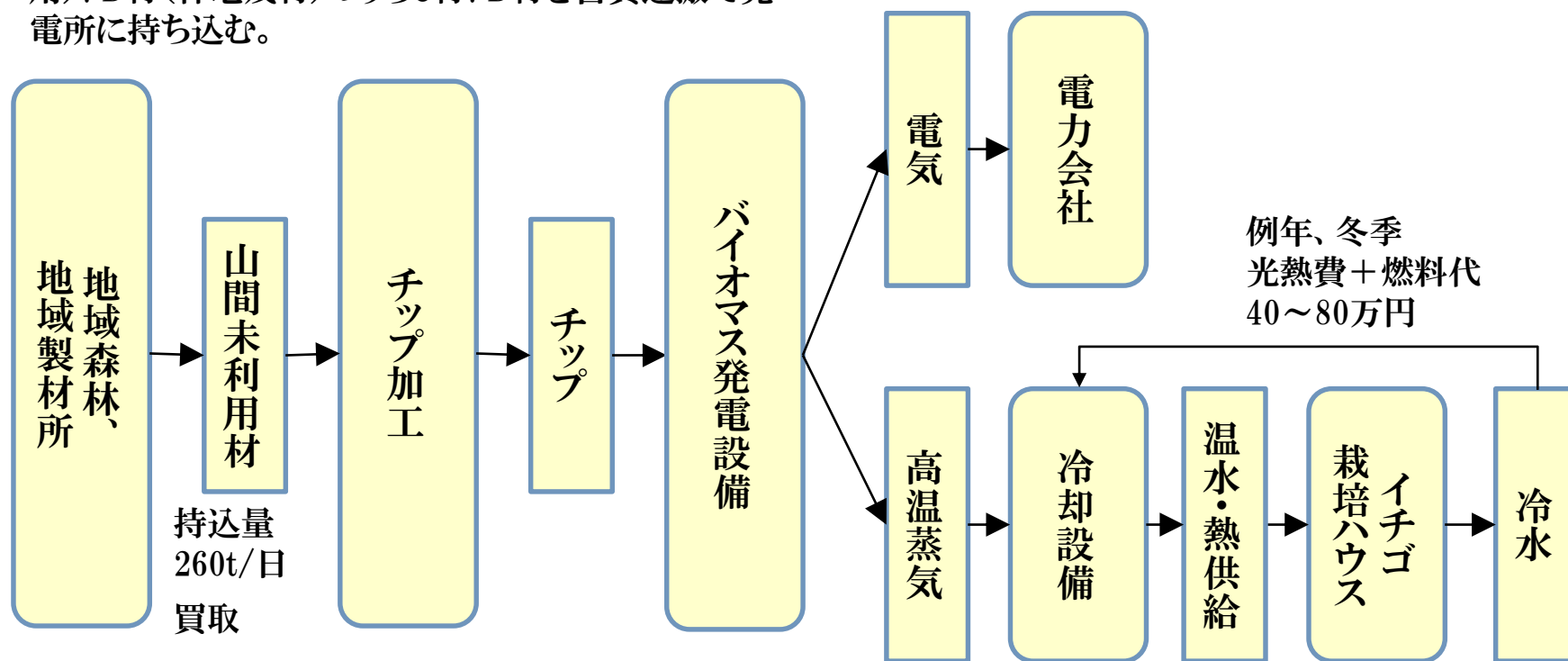
- ・ 発電設備から排出された高温の蒸気を真水で冷却し、温水80～100ℓ/分が20m離れたハウスへ送水可能
- ・ 冬季、イチゴは5℃以上で栽培する必要があるが、昨年最低気温8℃で保温することができた
- ・ 例年、気温が-6～8℃ほどになる冬季には光熱費および燃料代は40～80万円程度かかるが排温水利利用を行うことで、2.5万円程度で納まった



木質バイオマス発電の仕組み

素材生産業者、森林組合、運送会社など計36社で
日田木質資源有効利用協議会を形成

各事業者が、A材(製材)、B材(集成材)C材(チップ
用)、D材(林地残材)のうちC材、D材を自費運搬で発
電所に持ち込む。



発電設備から排出された高温の蒸気を真水で冷却し、温水80～100ℓ/分が20m離れたハウスへ送水できる。

冬季、イチゴは5℃以上で栽培する必要があるが、最低気温8℃で保温することが可能

1. 発電規模5,000kWh級の汽力(蒸気)発電のケースとして、以下のような木質バイオマス発電の事業化可能性調査が実施されている。
 - ① 半径50km圏内に未利用材が十分にあるかどうか ⇒ 1日260t持ち込まれる(20tトラックで13台分)
 - ② 売電収益がどれほど得られるか ⇒ 稼働日330日×24時間(年間稼働率90%)
 - ③ 地盤はしっかりしているか
 - ④ 冷却用の水が十分にかつ安価に手に入るか ⇒ 600～1,000t/日必要
2. 地域の民間企業主導の取り組みであること
→ 素材生産業者、原木市場、運送業者等事業に関わる6社の参画があった
3. 林業者に確実にお金が還流する持続的な仕組みがある。
→ 購入量の調節は行うが、購入価格については現状維持できるように努力する事を周知
4. 林地残材の品質を保つために、納入形態、方法、産地表記を記載したバイオマス証明書を作成し、納入材毎に書類審査をしている。
5. 地域貢献の観点から蒸気冷却用水の余剰熱を公募した農家に安価に提供することで、農業振興にも寄与する先進的なモデルとなっている。

No.13:北海道浜中町:太陽光発電の概要

場所	北海道厚岸郡浜中町 (北海道東部、釧路市と根室市のほぼ中間に位置する) ◆面積:428 km ² 、人口:6,000人、世帯数:2,494世帯(2017年9月末現在) ◆主な産業:漁業(沿岸の昆布漁、沖合のサケ・マス漁など) 農業(酪農)、商工観光(霧多布湿原や霧多布岬など) ◆「ルパン三世」の作者:モンキーパンチ氏の故郷であり、毎年、声優などが参加するフェスティバルが開催されている。 ◆霧多布湿原には数百種の草花が群生し、エゾシカやヒグマが生息する。	
事業実施主体	JA浜中町農業協同組合	
主要導入設備	➤ 太陽光発電10kW×105戸(検討当時)	
概要	自然と酪農の調和をめざし、主要産業の一つである約200戸ある酪農家のうち、105戸が牛舎や事務所の電力に太陽光発電のエネルギーを活用し、高品質な「エコ牛乳」としてPRしている	



ルパンの町 浜中町



霧多布岬



高品質なエコ牛乳

■北海道・浜中町の農業

北海道は夏涼しく、冬天気が良い気候条件から、酪農が盛んである。生乳出荷量は、北海道だけで全国の生乳出荷量の約半数強、浜中町、別海町など含む釧路・根室地域では全国の18%ぐらいであり一大酪農地域である。浜中町には搾乳農家が約200戸ある。1戸あたり平均50～60頭飼っている。300頭の農家もある。牛は親：子＝6：4ぐらいの割合で合計23,000頭ほどいる。

■浜中町の酪農

浜中は、昭和55年頃生産調整により、牛乳の生産量が減少し、そのタイミングで大手乳業メーカーが撤退。その後、タカナシ乳業が浜中に拠点を置いてくれて、タカナシ乳業の生乳がハーゲンダッツのアイスクリームに採用された過去をもつ。

大手乳業メーカーが撤退した後、酪農家がかんばって復興した経緯がある。生産基盤維持とともに雇用創出、地域経済の活性化に向け、酪農に関わる地元企業を中心に出資を呼びかけ、農協としては全国初の酪農人材育成を目的とした農協出資型酪農生産法人を平成21年に設立。その他、子牛哺育や圃場作業などについて労働や投資の負担軽減を目的とした分業制度の確立などJA浜中町が中心となり積極的な農業が進められている。

■太陽光発電システムの酪農家一帯導入への取り組み

自然環境と調和した生乳生産の実現とエネルギーコストの削減に向けた取組みに力を入れており、その活動の一環として、町内の酪農家105戸において、各農家に10kWの太陽光発電システムが導入されており、平成23年5月より牛舎や事務所の電力として活用している。

太陽光発電の仕組み

■太陽光発電システム概要

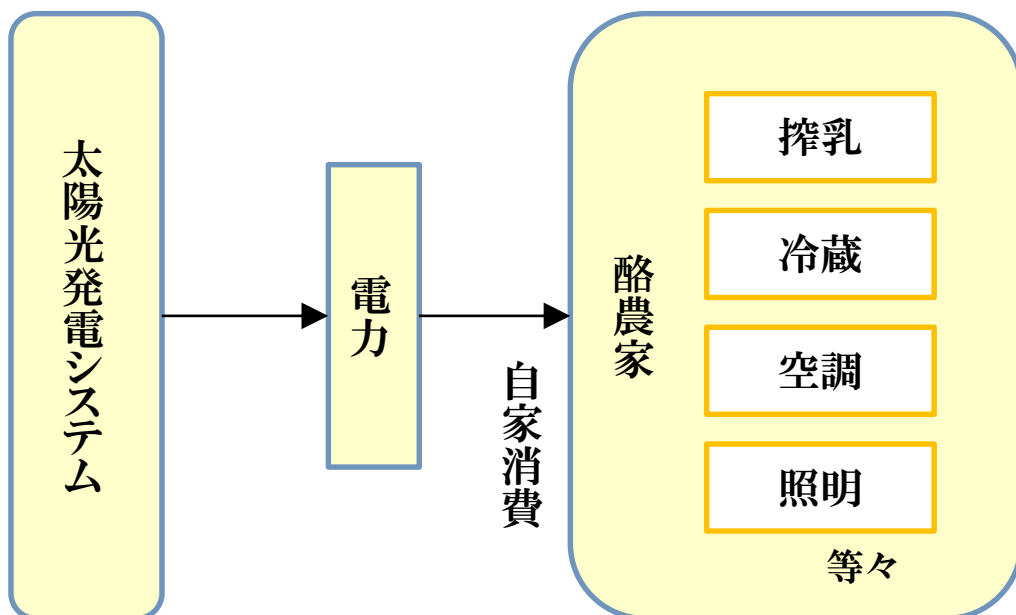
- ・システム 10kWの太陽光発電システム
- ・導入数 約5,000枚の太陽電池モジュール
奥行き3メートル、幅18メートル
- ・設備容量 合計1.05MW
- ・年間発電電力量 約1,210,000kWh
- ・導入の効果
 - 電気代 約3,000万円相当農家に相当し1戸当たりで年間約20万円の電気料金削減に値
 - CO2削減量 約380t、森林面積約107ヘクタールに相当



■エネルギーの活用方法

平成21年11月1日より開始された、太陽光発電の余剰買取制度を活用し、日中発電した電気を牛舎や事務所の設備の動力や照明などに活用している。

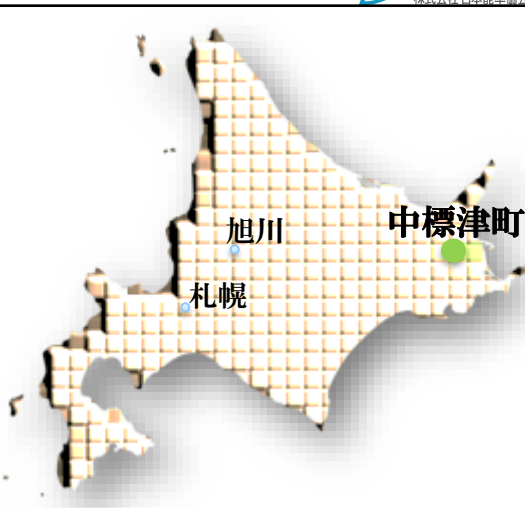
当初、災害時の営農のための電力利用も検討していたが、技術が未成熟の為断念。また、搾乳のタイミング(早朝と夕方)と太陽光発電のタイミングが異なるため、蓄電池等の利用が課題。



1. 大手乳業メーカーの撤退を機に酪農産業と地域の活性化に、地元の農協、企業が一体となった取り組みを行ってきた中で、再生可能エネルギー（太陽光）利用アイデアが生まれた
2. 技術的な裏付けなど未成熟な時期に情報もあまり持ち合わせていなかったが「とにかくやってみよう」というチャレンジ精神で農協が主導して進めた
3. 農家の費用負担を減らす努力※をしたことで、結果的に全農家の半数強が導入した

※中山間地域向けの国の交付金や再生可能エネルギー導入設備への助成金に加え、農業金融機関による融資を準備

No.14:北海道中標津町:排熱利用の概要

場所	北海道中標津町 (北海道根室管内の北部に位置する) ◆面積:685 km ² 、人口:23,691人、世帯数:11,110世帯 (2017年9月末現在) ◆主な産業:酪農中心。乳牛は39,000頭、生産される生乳の一部は飲用向けになり、多くはナチュラルチーズ向け原料。 ◆耕地は23,400haの牧草地と1,100haの馬鈴しょ、てんさい大根の作付けされる畑がある。	
事業 実施主体	合同会社ほっかいどう新エネルギー事業組合 (有限会社柳田電気、株式会社ナカセツ)	
主要 導入設備	➤ ミルクヒートポンプシステム	
概要	酪農家が搾乳した牛乳を冷却する際、牛乳の熱を熱交換器にて取り出し、搾乳施設の洗浄のためのお湯に活用し、冷却水と洗浄用の給湯燃料の節約を実現している	



観光スポット 開陽台より
出所:中標津町ホームページ



雄大な牧草地



自由に放牧されている牛

■酪農家の抱える課題

- 牛乳は細菌の繁殖を防ぐため、搾乳後すぐに冷やし冷蔵する必要がある。また、牛や搾乳設備も常に清潔に保つ必要があり、設備の洗浄に高温のお湯を必要とするため、電気や灯油等のエネルギーコストが高い。
- 牛は暑さに弱い。近年、夏冷涼な気候の北海道でも、30℃を超える日があるため、牛舎の温度を下げるために電気容量2.2kWレベルの大型換気扇を何十台も入れているところもあり電気代は増えつつある。
- 酪農の担い手は減少傾向であり、今後、農場の集約による大規模農場経営が増える可能性が高い。その場合、広範囲の農場や多数の牛の飼育を少ない人員で管理・運営する必要があり、牛の体調の遠隔監視や搾乳を始めとした作業設備のロボット化などが課題となり、電気代が増える可能性がある。

■ミルクヒートポンプ開発の背景

- 酪農家を顧客に持つ地元企業が、搾乳時の生乳の冷却に大量の水を使い、また、搾乳後の設備や施設の洗浄のために大量の高温水を作り利用している無駄に着目し、生乳が持つ熱を活用して温水をつくるミルクヒートポンプを開発した。

ミルクヒートポンプの仕組み

■ミルクヒートポンプシステム概要

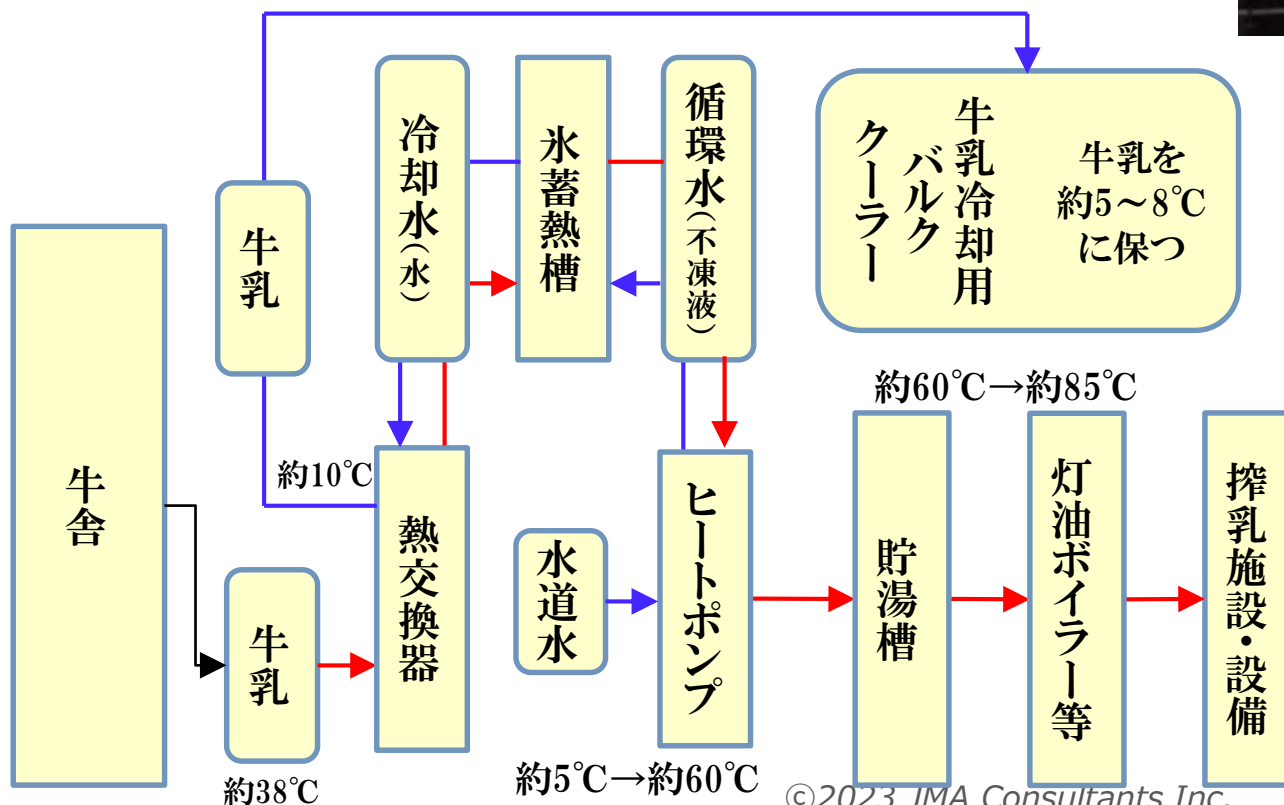
- ・ 構造 屋内自立型
- ・ 電源 3φ3W 200V 50Hz
- ・ 圧縮機圧力 5HP (3.75kW)
- ・ 表蓄熱タンク容量 1000L
- ・ 冷却液種類 水道水
- ・ 冷却水温度 0℃以上
- ・ 給湯流量 2～10ℓ／分(動作環境による)



熱交換器



パーラー方式
搾乳設備



■エネルギーの活用方法

- ・ 牛乳の温熱を搾乳施設・設備洗浄用の給湯の予熱に利用
- ・ 搾乳タイミングにヒートポンプを作動させると電力使用がピークとなるため、搾乳以外の時間帯にヒートポンプを動かし氷とお湯をつくることで電気代の削減を実現

1. 牛乳の搾乳作業に関わる水やエネルギーの使用方法の無駄に、民間企業（第三者）が気づいたこと
2. 牛乳の持つ再生可能エネルギー（熱）に着目したこと
3. ミルクヒートポンプの開発・導入により、実際の搾乳作業に応じたエネルギーの効率的な使用方法に変換したこと
4. 上記1～3の実践により、プレートクーラーを使用している酪農牛舎において以下の効果が得られたこと
 - ① 冷却に利用する水道水の大幅な削減
 - ② 牛乳熱を利用した予熱による給湯用ボイラーの灯油使用量削減
 - ③ 氷蓄熱槽を採用することで、システムの安定稼働による安定した牛乳品質並びに電気契約基本料金の据え置きを同時に実現

No.15:北海道興部町:メタン発酵発電の概要

場所	北海道興部町 (道東オホーツク海沿岸中央部に位置する。北見山脈を源としてオホーツク海に注ぐ5つの河川とその支流の流域に農用地が広がる。) ◆面積:362.54km²、人口:3,821人、世帯数:1,798世帯 (平成31年1月末) ◆主な産業:1次産業の就業人口が約15%と高く、酪農業、水産業が盛んな地域。特に、牛乳出荷量は5万t/年を超え、北海道オホーツク管内でも有数の酪農地帯である。	
事業実施主体	興部町、合同会社オコッペバイオエナジー	
主要導入設備	集中型バイオガスプラント ➢ 利用農家:6戸(たい肥:3戸、スラリー:3戸) ➢ 消化液貯留槽:3基(構内:1基、サテライト:2基) ➢ 原料処理量:約40t/日 ➢ 発電機:170kW×1機 ➢ 発酵方式:嫌気性中温発酵(42℃、30日間)	
概要	乳牛ふん尿の適正処理に向けて町内6戸の酪農家が参加する町営の集中型バイオガスプラント。消化液、戻し堆肥敷料を製造する。産出されるバイオガスは参加農家主体の売電会社オコッペバイオエナジーが再生可能エネルギー固定価格買取制度(FIT)を利用して売電している。	



施設外観



消化液貯留槽



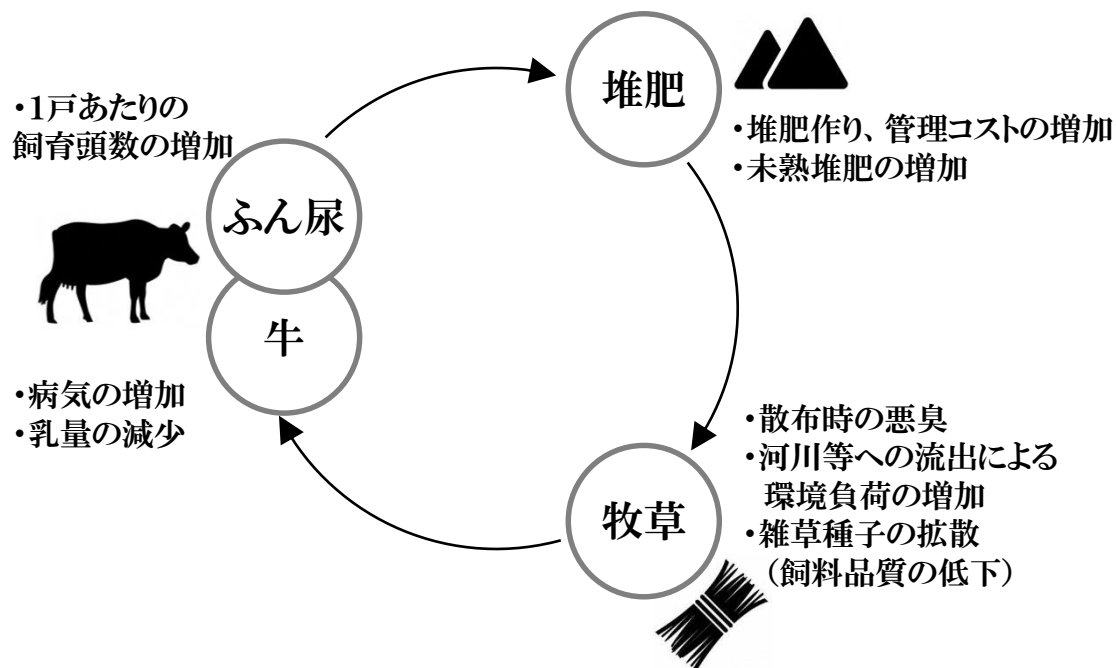
戻し堆肥敷料

取り組みの背景

■乳牛ふん尿の適正処理に向けたバイオガспラントの導入

- ・興部町では乳牛ふん尿の全量を堆肥化し牧草地に散布して還元利用していた。
しかし、経営規模の拡大による乳牛ふん尿のスラリー利用、高泌乳牛の増加や濃厚飼料の給餌による軟便化などから、堆肥が完熟に至る前に利用されるケースが発生。その結果、未熟たい肥の悪臭問題、雑草種子の拡散による植生の悪化や雑草率の上昇による飼料品質の低下が問題となった。
- ・上記酪農業の課題解決を図るため、平成12年の新エネルギービジョン策定以来、町をあげてバイオマス事業を推進。平成26年にはバイオマス産業都市に認定される。
- ・興部北興バイオガспラントは地域バイオマス産業化整備事業を活用し総工費約8億円をかけて竣工。興部北興地区の15戸の農家から参加を募り、6戸が参加を決めて事業を開始した。

◆酪農業における家畜ふん尿処理が抱える問題



◆興部町のバイオガспラント建設の変遷

(3基で町内の23%のふん尿を処理)

平成18年

はせくら
支倉牧場バイオガспラント稼働開始
(民営、個別型)

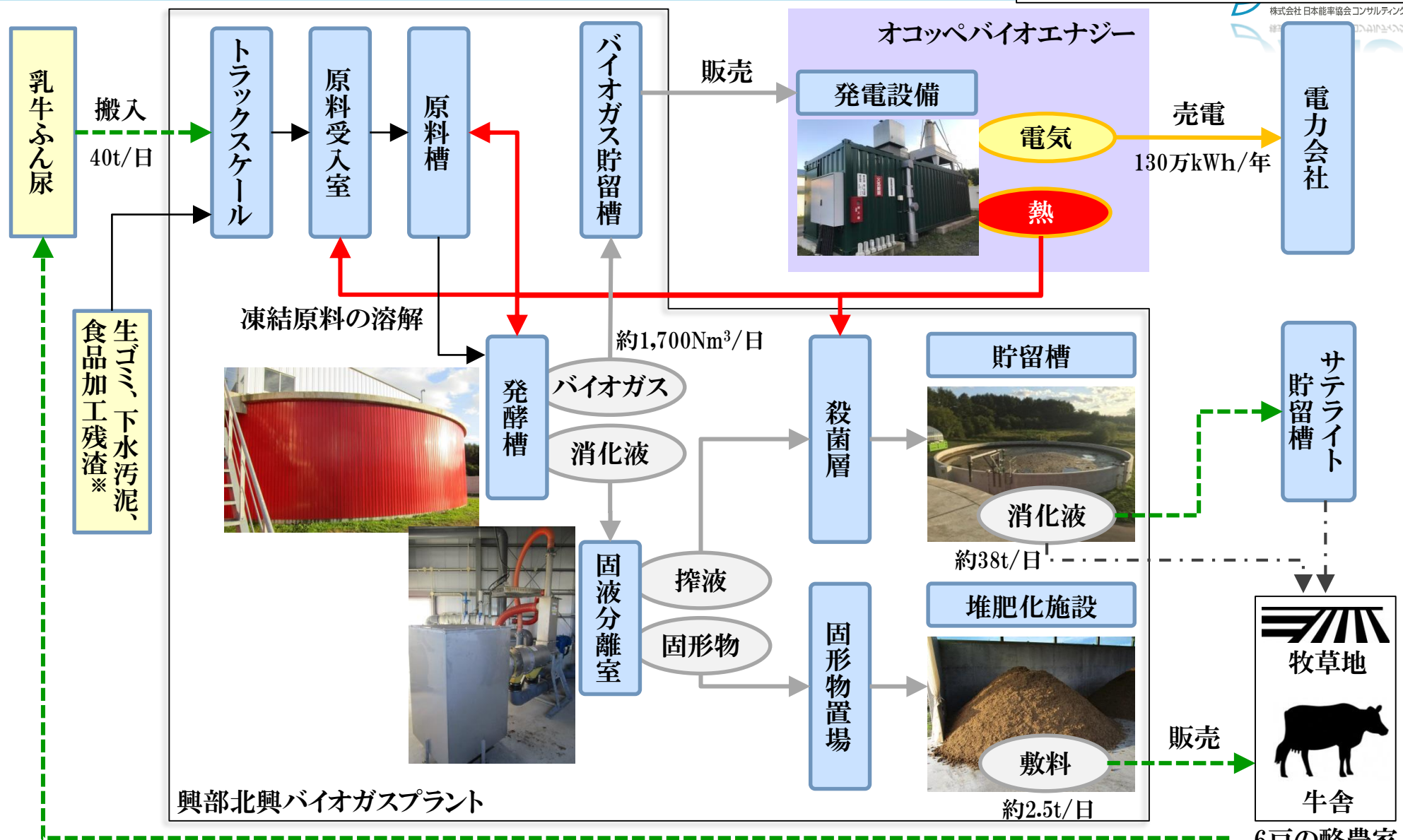
平成27年

パインランドディーリィバイオガспラント稼働開始(民営、個別型)

平成28年

興部北興バイオガспラント稼働開始
(町営、集中型)

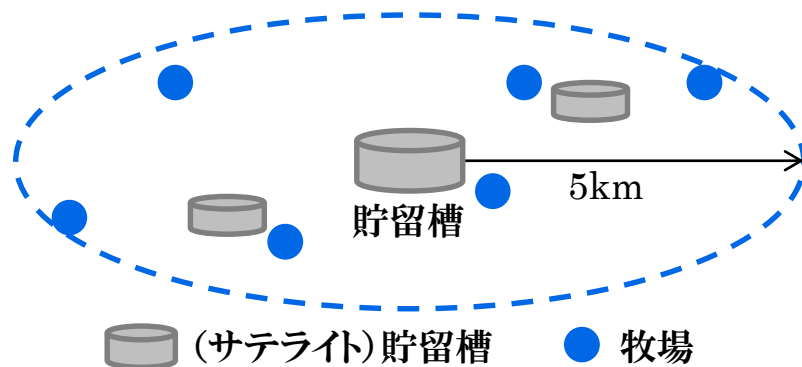
メタン発酵発電の仕組み



※原料の大部分を乳牛ふん尿が占めるが、バイオマス資源の有効活用のため、町内全体の生ゴミ700kg/日、町内下水汚泥700kg/日、食品加工残渣9kg/日の処理も行っている。

■地元酪農業の実態に合わせた集中型バイオガスプラントの選択

◆バイオガスプラントの設置イメージ



・個別型バイオガスプラントで経済性が得られる規模の農家は少ない

・町内の酪農家は点在して存在するが、興部北興地区は農家が集約

→集中型プラントが適していると判断

・バイオガスプラントを中心とした半径5km圏内の農家を巻き込んだコンパクトなモデル設計

→年間維持費の削減

(年間維持費の約半分は収集・運搬費が占める)

■酪農家の主体性を促す事業モデル

地域エネルギービジョンの提示やステークホルダーの理解醸成など、導入時は町が主体的にリーダーシップを取っていたが、運用時は参加農家が主体的に関わる仕組みを構築

・バイオガスプラントは町の所有であるが管理は町・参加農家による利用組合に委託費を払い一任

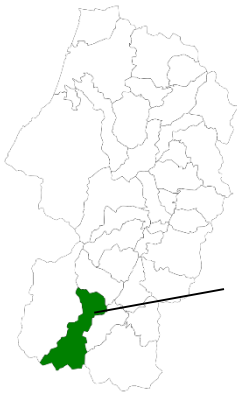
・ガスは、参加農家が出資しかつ発電事業運営するオコッペバイオエナジーが電力会社に売電

・生産した消化液は各農家が使い切る管理条例規則の制定

(使用者は、自らが提供した原料に相当する量の消化液を、使用しなければならない。)

・散布農地が集中している地域にサテライト貯留槽を設置し、酪農家が消化液を運搬・使用しやすい環境を構築

No.16:山形県飯豊町:肉用牛メタン発酵発電の概要

場所	山形県西置賜郡飯豊町 ながめやまバイオガス発電所 (山形県の南西部に位置し、ブランド和牛(米沢牛)で有名な地域である。) ◆面積:329.41km ² 、人口:6,538人、世帯数:2,309世帯 (令和4年11月末日現在) ◆主な産業:丘陵地では肉牛の畜産が盛んで米沢牛の4割を生産。	 飯豊町	
事業 実施主体	東北おひさま発電株式会社 (肉牛由来排せつ物の提供:株式会社田中畜産など)		
主要 導入設備	◆バイオガスプラント 原料処理量:約16,800t/年(うち家畜排せつ物 約12,000t/年 動植物性残渣物 約4,800t/年) ◆コージェネレーション発電設備 発電規模:500 kW(250kW×2基) 発電量:約10,000 kWh/日		
概要	町内の畜産排せつ物(牛糞尿)による悪臭や水質汚染などの問題を解決するために建設されたバイオガスプラント。大規模肉牛肥育農家と小規模繁殖肉牛農家等の牛舎からパイプラインを使って家畜排せつ物を流し、投入している。事業計画段階で目標の発電量と処理する原料畜産排せつ物量が決まっており、現在は副資源との混合比率を最適化した結果、安定して目標の電力をつくり出せる電源となっている。売電収入は現在1億3,000万円/年。動植物性残渣処理に関し2,000万円/年の収入がある。		



肉用牛舎



施設外観



発酵槽

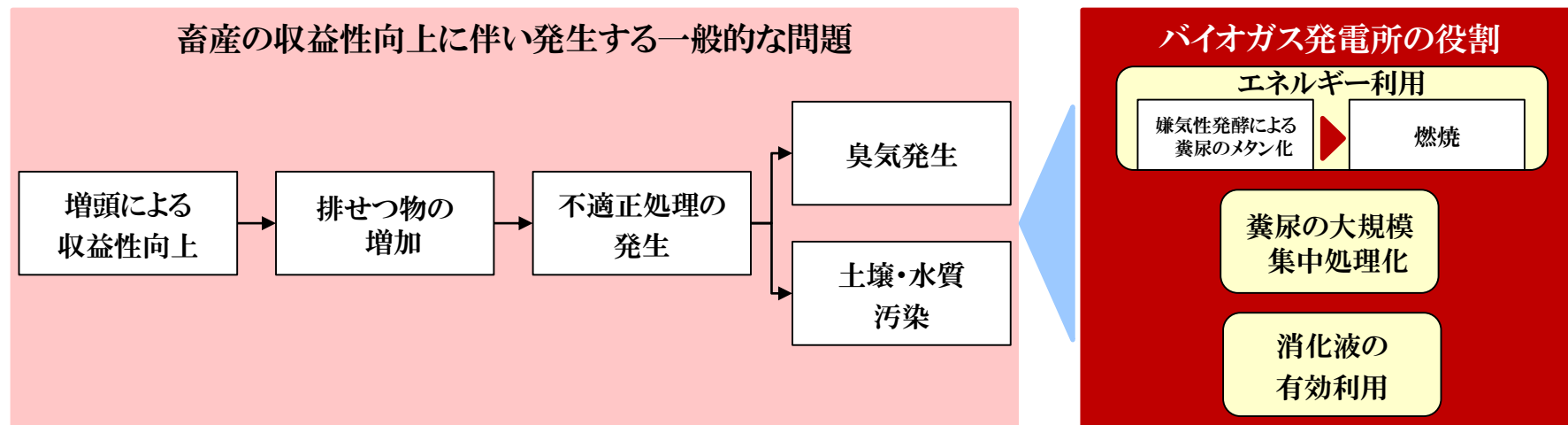


発電機

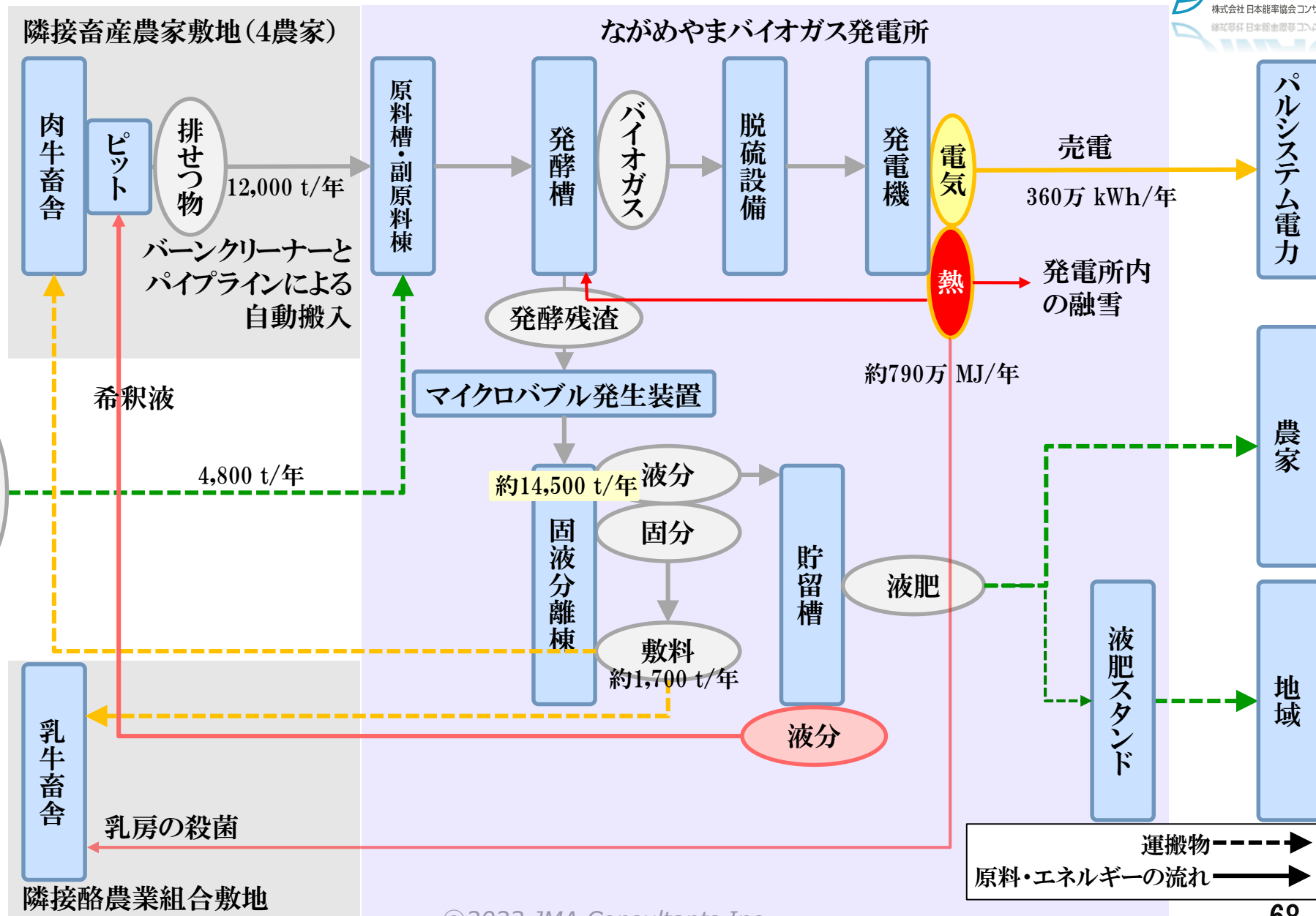
■町内の畜産排せつ物による悪臭や水質汚染など環境問題の解決

- ・飯豊町出身の東北おひさま発電株式会社の代表は、東京で40年の会社員勤めの後、地元に戻り、副町長として行政の仕事に従事することになった。その間、東日本大震災を経験し、災害時のエネルギー確保の重要性と再生可能エネルギーへの可能性を感じ、同社を立上げた。
- ・2012年に開始された再生可能エネルギー固定価格買い取り制度を活用し、太陽光発電事業を開始し、その後は農業用水を用いた小水力発電など、小規模でも地域で活用できる分散型の仕組みを目指した事業化に取り組むようになった。副町長時代に町内では畜産排せつ物の悪臭や水質汚染など環境問題が発生していることを知り、その課題解決に資する地域主体のバイオガス発電事業の検討に至った。
- ・バイオガспラントの先進地域の一つである帯広へ視察に行ったり、地域関係者や畜産農家と勉強会を行いながら進め、国のバイオマス産業都市に選定され、県や町も巻き込んだ形で協議会を発足し具体化につなげた。当初は畜産農家も半信半疑であったが、3年の月日を経て、その意義や必要性の合意に至り、その後建設は1年ほどで行われた。
- ・バイオガス発電所建設には約10億円の費用を要した。
- ・畜産農家側も別事業を導入し、畜舎を改築した。本取り組みにより、臭気抑制ならびに土壌・水質の改善につながった。

◆畜産の収益性向上と糞尿の適正処理の両立に貢献するながめやまバイオガス発電所

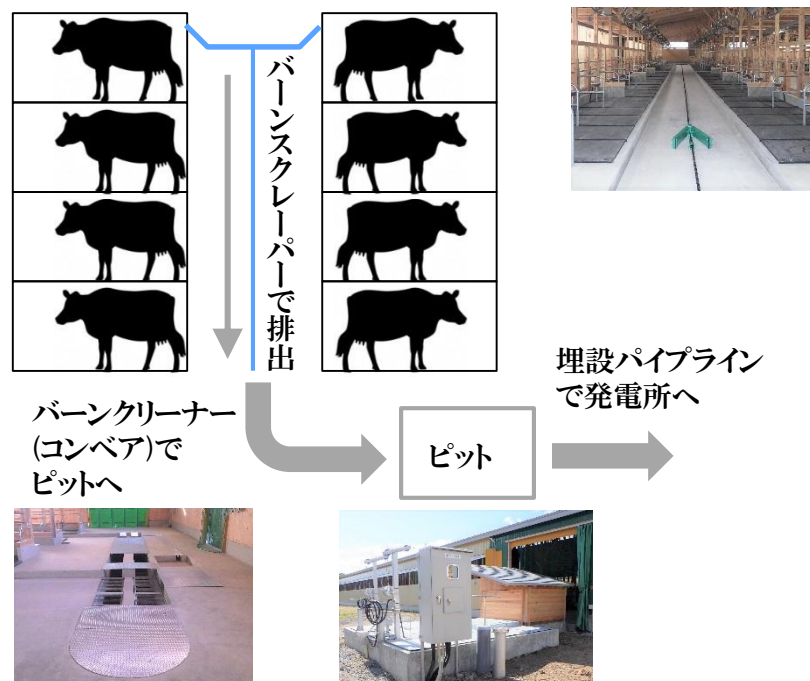


バイオガス発電の仕組み



再生可能エネルギー活用のポイント

■肉用牛でもメタン発酵に向く含水率の高い排せつ物を供給するための工夫



- ・1頭あたりの肉用牛のふん尿は乳用牛の約半分であり含水率も低いためメタン発酵には不向きと言われる

工夫点

- ①メタン発酵後の発酵残渣の液分をピットに戻し、水分量を調整
→副次効果： 廃水処理の必要性なし
- ②1頭ごと繋ぎ飼いにした、対尻式牛舎の牛房間にバーンスクレーパー(ふん尿排出機)とバーンクリーナー(ベルトコンベア)を設置することで排せつ物収集、搬出を完全自動化し含水率の高いふん尿を収集
→副次効果： 人力による排せつ物収集工程の解消
- ③埋設専用パイプラインによって排せつ物をプラントに運搬することで周辺への悪臭漏洩を抑制

■効率よくメタン発酵するための、排せつ物と副原料の混合比率最適化

- ・排せつ物と副資源としての動植物性残渣(食品残渣やお米の加工残渣など)の混合比率を最適化することで、メタン発酵効率を良くし、排せつ物量に対して目標の発電量に限りなく近づけることができています。
- ・残渣は1つの業者に委託し、収集・運搬を行っている。そのため残渣の成分や分量が把握しやすく、委託業者及び発電所の社員による打ち合わせを月1回設けることで、最適化検討の体制を確立している。

No.17:愛知県田原市:メタン発酵発電の概要

場所	愛知県田原市 (愛知県南端、渥美半島にある市) ◆面積:191.12km²、人口:63,112人、世帯数:22,186世帯 (平成29年9月30日現在) ◆主な産業:電照菊・ガーベラ等の花き、キャベツ・ブロッコリー等の野菜、肉用牛・豚などを中心に農業が営まれている。 ◆全国でもトップレベルの養豚農家が多く、本当に安全で美味しい豚肉を消費者に留める為に愛知県三河地区の養豚生産者と関連事業者が集まり結成している三河トコ豚極め隊が存在する。	 名古屋 田原市
事業 実施主体	ゼネック株式会社、株式会社G・ファーム (豊橋技術科学大学、イーパワー株式会社など)	
主要 導入設備	メタン発酵システム ➢ メタン発酵槽:300m³×2槽 ➢ ガスバック室:150m³ ➢ 発電機:30kW×2機、発電量:15,000kWh/月(17年8月現在) ➢ 建設費:約1億円	
概要	豚糞尿をメタン発酵し、メタンガスから発電することで売電収益を得るとともに、副産物の排熱や消化液を活用し、フルーツの生産や田畑の肥料としての利用を図る	

■豚糞尿を対象とした小型バイオガス発電システムの事業化

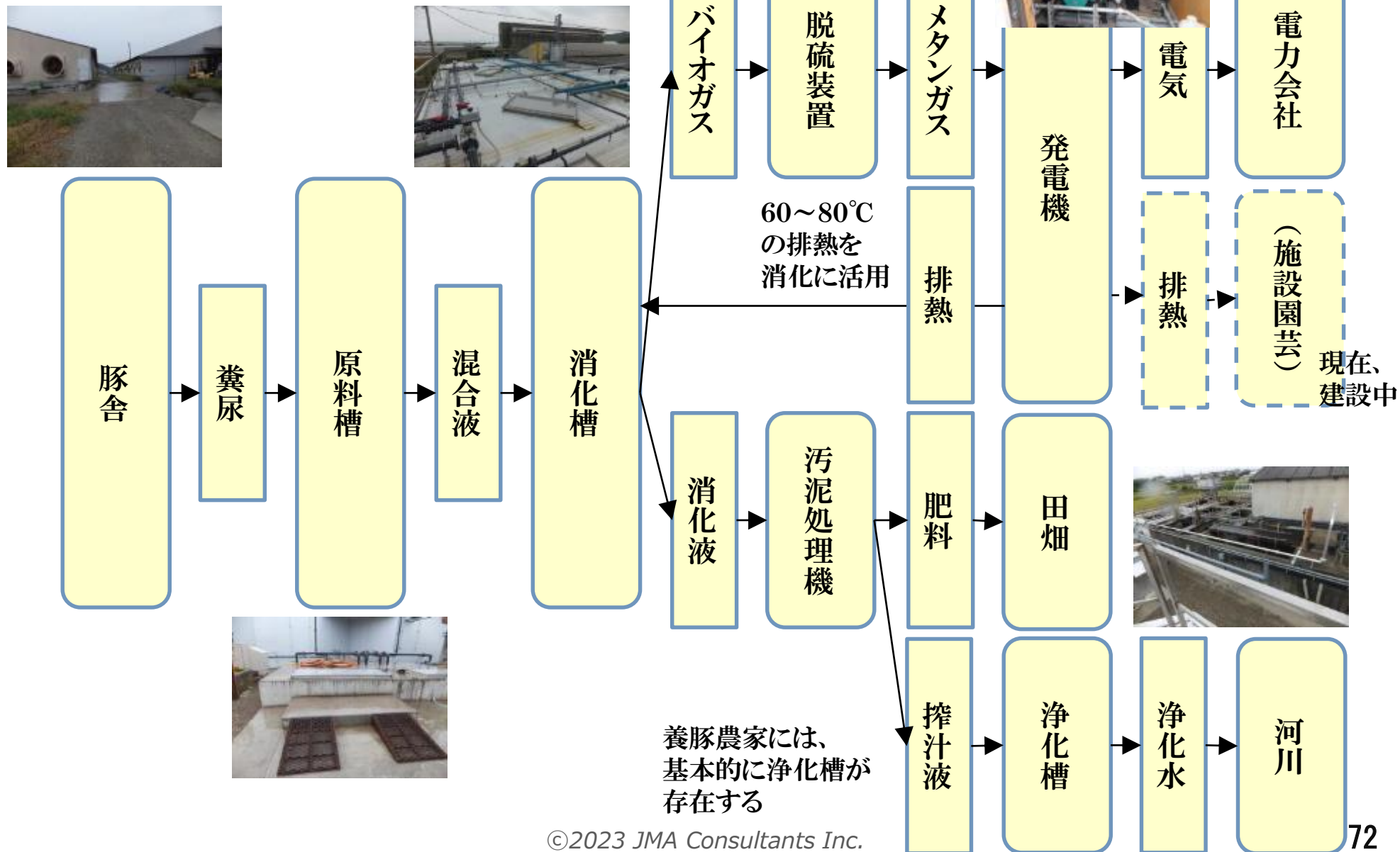
- 従来のメタン発酵によるバイオガス発電システムは、高仕様で導入費用が高く、大規模・集約型の事業を対象としたものがほとんどであった。
- 一方、養豚農家において、大量に発生する糞尿に対して処理コストが発生していたり、豚舎の臭気に悩まされていた。
- そこで、豚舎や浄化槽技術を持つゼネック㈱(イクナム研設グループ)とメタン発酵に関する知見を持つ豊橋科学技術大学が、中小養豚農家に見合ったバイオガス発電システムを構築した。

■副産物の活用

- 消化液は固形分と浄化槽の汚泥を堆肥化し、田畑の肥料に活用可能である。
- また、熱の利用先として、現在トロピカルフルーツ(アテモヤ)の園芸施設を建設中である。



メタン発酵発電の仕組み



1. 1日20トン出る糞尿に対する処理コストが発生していたが、糞尿からエネルギーを回収することで、新たな収入源を得ることができた。
2. 発酵臭をタンクに閉じ込めることができ、臭いを減少することができた。
3. 養豚農家には基本的に浄化槽が存在する為、浄化槽設置の初期コストが不要となった。
4. そして、新たなエネルギーの循環型モデルの構築を検討している。
 - ・ 消化液から得た肥料を活用した農業
 - ・ 排熱を活用した施設園芸

No.18:鹿児島県垂水市:鶏糞を活用した電熱供給

場所	鹿児島県垂水市 (垂水市は鹿児島県の中部、大隈半島の北西部に位置する市。) ◆面積:161.9km ² 、人口:14,427人、世帯数:6,701世帯 (平成30年8月1日現在) 主な産業:ブリ・カンパチの養殖、インゲンマメ・きぬさやえんどうなどの野菜、ビワ・ポンカンなどの果物、豚や鶏などの畜産が盛ん。	
事業実施主体	株式会社ジャパンファーム	
主要導入設備	タクマN-1200F流動層ボイラー ・最高使用圧力:2.06MPa ・最大蒸発量:35,000kg/h ・使用燃料:鶏糞バイオマス燃料 ・蒸気タービン型式:復水タービン ・発電端出力:3,000kW	
概要	・年間に4000万羽の鶏を生産。1時間当たり約10tの鶏糞を燃料として利用し、35t/hの蒸気を発生させ、最大3,000kWの発電を行う。 ・発電で得た電気と蒸気の熱は、鶏舎の空調設備や化製品工場で利用し、垂水事業所内のエネルギー消費の80%を鶏糞によるバイオマス発電で賄っている。 ・発生した焼却灰は、有効なミネラル分を含む肥料の原料として外部へ販売。	



バイオマス発電設備



発電設備と工場を繋ぐ蒸気のパイプライン



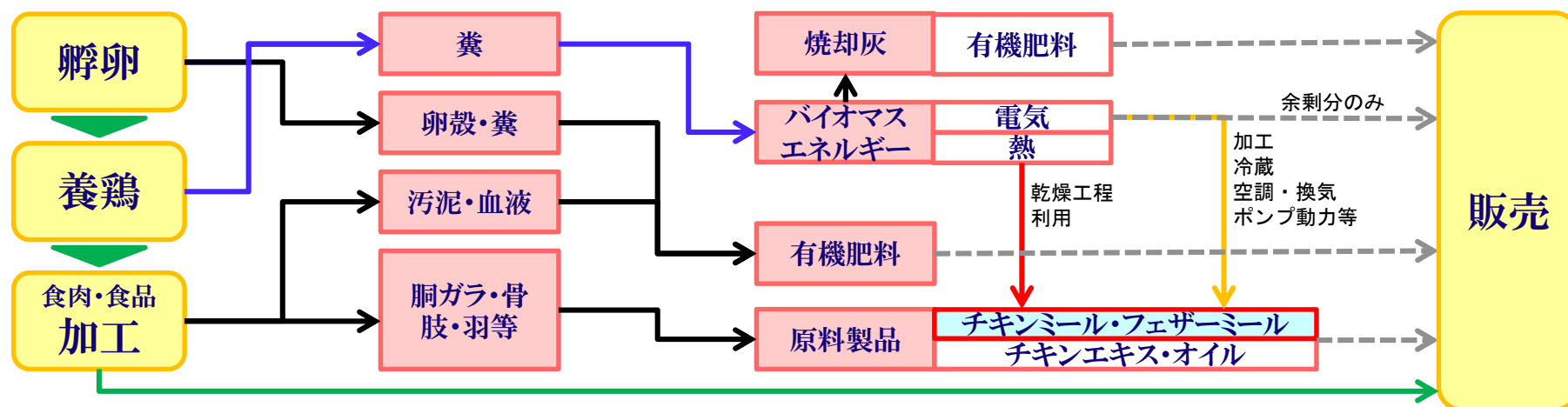
焼却灰

取り組みの背景

■鶏糞処理の課題と鶏糞バイオマス発電開始の経緯

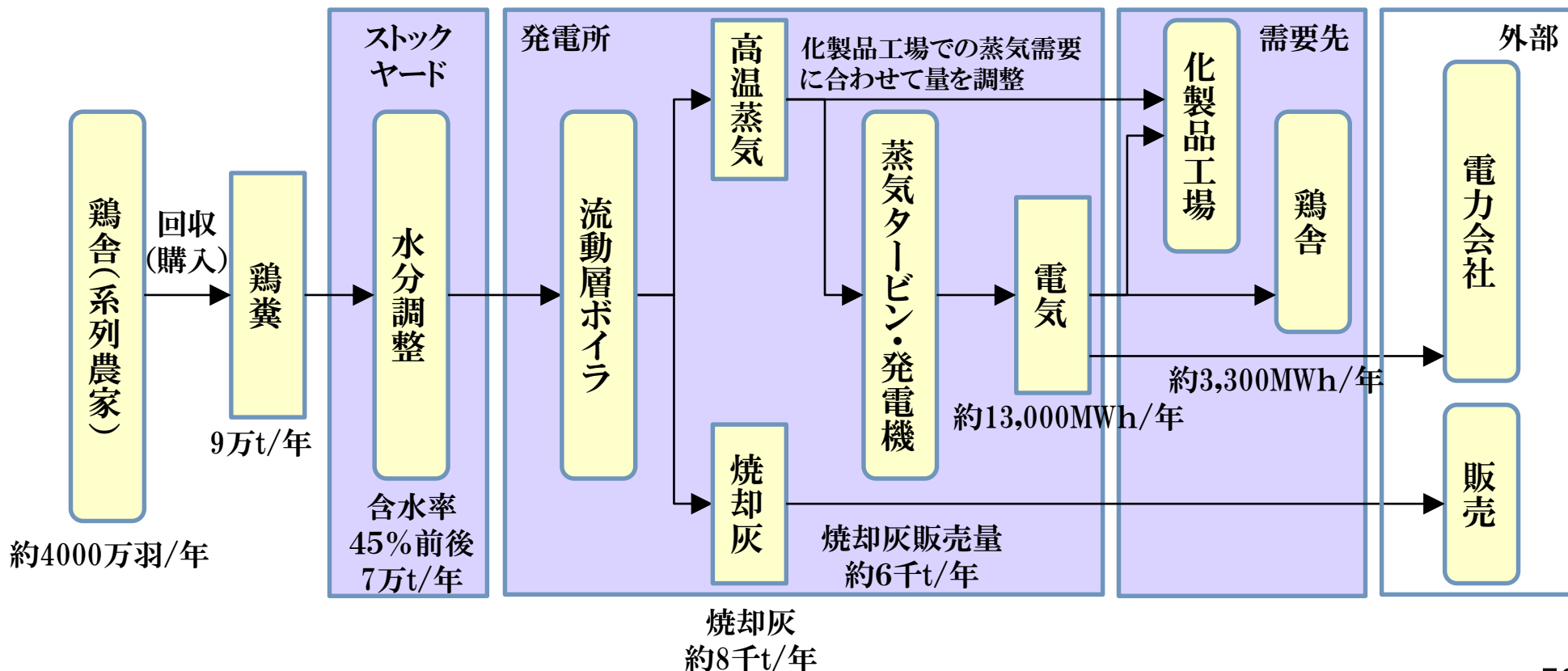
- ・鹿児島県で養鶏業を営むジャパンファームは年間4000万羽の肉用鶏を出荷している。
- ・十数年前から鶏糞を堆肥化し年間約9万トンを南九州に販売。鹿児島県、熊本県における他業者からの堆肥供給が増加し、春と秋の販売時期に売り切れず、堆肥の置き場がなくなる可能性があった。リスク管理経営の観点から、鶏糞処理の見直しを図る。
- ・そこで、鹿児島県に相談の上、宮崎県のみやざきバイオマスリサイクル発電所や南国興産社の畜ふん発電ボイラー等の先進事例を参考に鶏糞のバイオマス発電事業の検討を開始。
- ・固定価格買取制度(FIT)は期間が限られ持続性に難があるため自家消費を前提に事業スキームを考案。
- ・自社で排出した鶏糞を燃料に自社の事業活動においてエネルギーを活用する設備投資のため、自己資金で事業化を推進。建設費は約30億円。
- ・発電に関する知識・技術の勉強から始め、検討・準備に5年を要し、2015年5月に運転を開始した。

■養鶏事業と副産物利用の概要



鶏糞バイオマス発電の仕組み

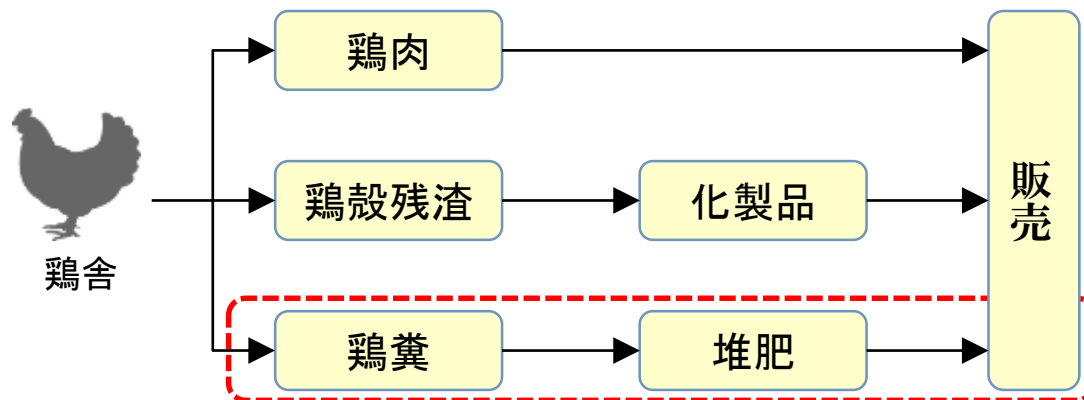
- 大崎地区および垂水地区の孵卵農場(17農場)・肥育農場(41農場)から協力会社が鶏糞を回収し、大崎地区にあるストックヤードに集め、含水率を45%程度に調整する。
- 垂水地区に立地する自社のバイオマス発電所に輸送し、1日250tの鶏糞を発電原料として利用。
- 発電した電気は、主に発電所内や隣接する肥育農場や食肉工場・化製品工場の換気・空調・冷蔵・加工に利用され、熱は高温蒸気として化製品工場の乾燥工程で利用される。利用後は60℃の温水にて発電所に戻る。
- 流動層ボイラから出た焼却灰は、リンやカリウムが豊富な有機肥料として海外向けに販売される。



再生可能エネルギー活用のポイント

■経営リスク低減を目的としたバイオマスエネルギー・マテリアルの有効利用

発電事業開始前

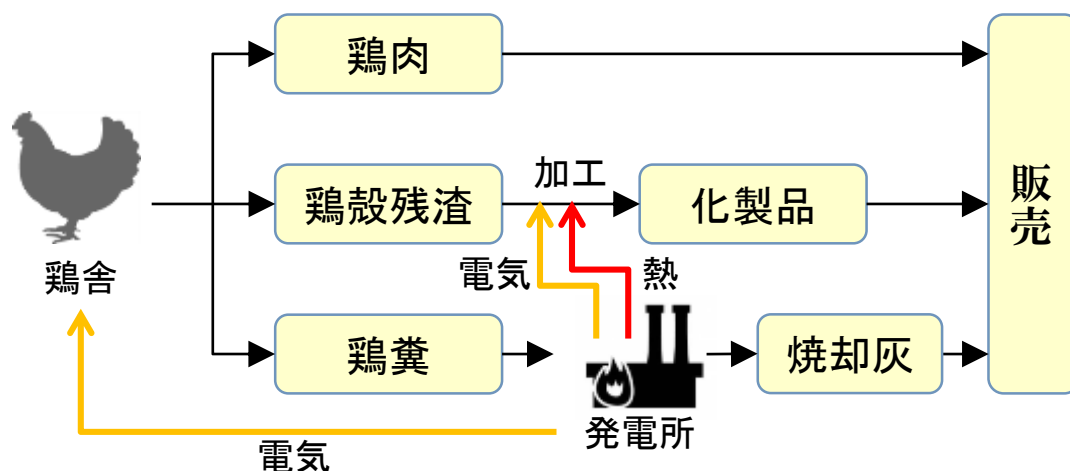


堆肥化処理の将来的な行き詰まりに対する危機感

地域の関係者との丁寧なコミュニケーションによる具体化の検討

- ・廃棄物処理方法や手続きについて鹿児島県と1年かけて協議
- ・地域住民への説明会を垂水市の協力を得て年間4回実施
- ・先導的鶏糞バイオマス発電事業運営者のアドバイスによる農水省の再エネ法の活用

発電事業開始後



バイオマスエネルギー・マテリアルの有効活用

先導的な取り組みやそのノウハウを最大限に活用した発電所の自主運営

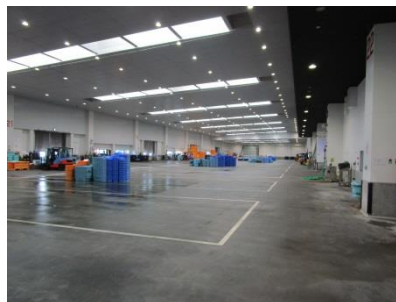
- ・立上にあたり宮崎県において先導的に行われている鶏糞バイオマス発電所の運営者の協力によるノウハウの活用
- ・発電所の運営にあたり16名を新たに採用し、地域雇用に貢献

No.19:宮城県石巻市:先進魚市場における再エネの有効利用

場所	宮城県石巻市(北上川の河口に位置し、世界三大漁場の一つに数えられる金華山沖漁場に近接する漁業のまち) ◆面積:554.59km²、人口:143,147人、世帯数:61,546世帯 (令和元年8月末日現在) ◆主な産業:漁業(金華さば・金華かつお・金華ぎんなどのブランドが有名)、市が推進するマンガランド構想の中核施設となる「石ノ森萬画館」がある。大手製紙会社や素材メーカー等の工場も集積している。	石巻市 仙台市
事業 実施主体	石巻市、石巻魚市場株式会社	
主要 導入設備	➢ 太陽光発電 549.5kW(パネル2198枚)、蓄電池 484kW 各パワーコンディショナー500kW、エネルギー管理システム ➢ 非常用発電機(重油) 500kVA ➢ 小型風力発電 5W	
概要	2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)により震度6強の揺れと大津波が石巻市を襲い、行方不明者含め3277名の方が犠牲になった。石巻魚市場にも津波が押し寄せ全壊したが、2015年9月に、復興のシンボルとして最新鋭の衛生管理のしくみ及び太陽光や風力由来の電力による効率的なエネルギー利用システムを完備した新たな魚市場施設が完成し運用を開始した。	



石巻魚市場の外観



広大な1階荷さばき施設



屋根に張り巡らされた太陽光パネル

取り組みの背景

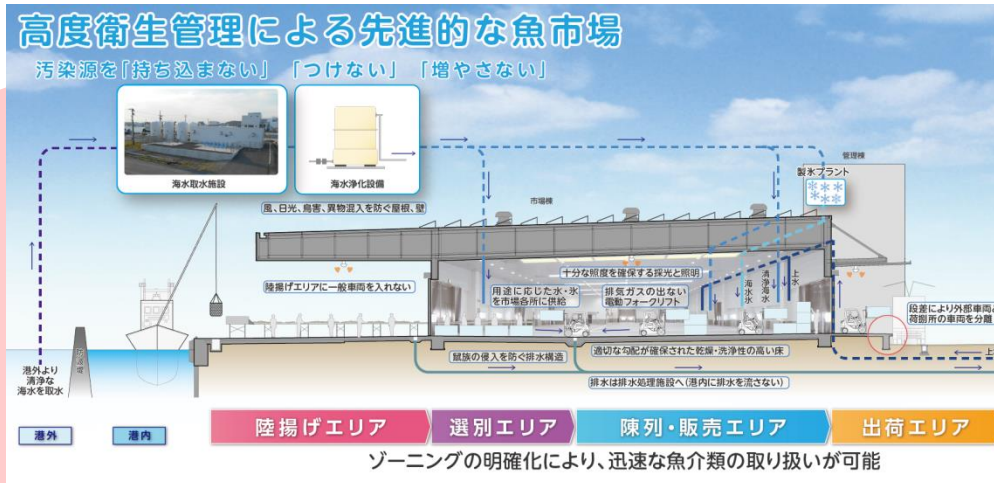
■世界の三大漁場の玄関口：石巻漁港の復興ならびに新時代の魚市場のシンボルへ

- 世界に多数存在する漁場の中でも特に漁獲種の多い優良な漁場として、ノルウェー沖、カナダ・ニューファンドランド島沖のグランドバング、そして三陸・金華山沖が世界三大漁場と呼ばれている。その玄関口である石巻漁港は、平成30年の漁港水揚高が全国7位(106,616t)であり、その魚種は200種を超え、ブランド魚として三陸・金華山沖で漁獲された金華さば・金華かつお・金華ぎん(さけ)が有名である。
- 2011年3月11日の東日本大震災により、魚市場内の幅654mの水揚棟は全壊した。震災からの復興と新時代に相応しい国内最先端の高度衛生管理型産地卸売魚市場のシンボルとして幅を880mに拡張し、水産庁支援の下、復興予算(総工費191億円)により整備された。独自の放射能検査設備・体制も敷き、魚の安全を届ける魚市場として石巻市が主体となり運営されている。

陸揚げから出荷まで
明確なゾーニング

殺菌された海水・氷・
殺菌力のある電解海
水の供給・浄化排水

魚体温度、水温、室
温、衛生管理運用の
記録と管理基準徹底



鳥獣やほこりの侵入を
防ぐ閉鎖型施設・電動
フォークリフト利用

太陽光パネルへの鳥
害防止用鳥避け装置

ID認証による人の入
退管理と手洗い・手消
毒・長靴洗浄の徹底

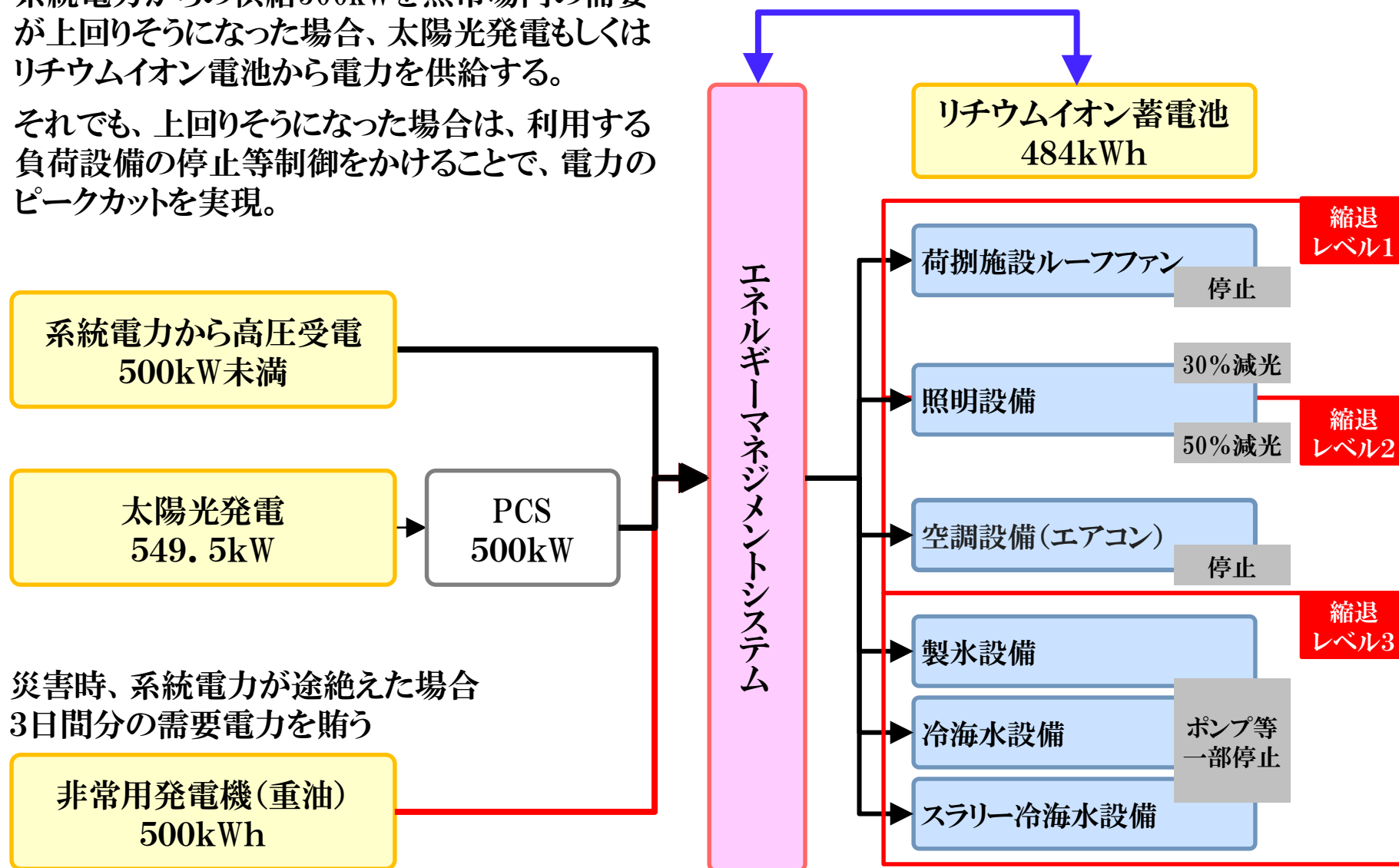
ナンバー認証による車
両の入退管理と入場
前タイヤ洗浄の徹底

映像記録や各管理
システムの統合管理

太陽光発電およびエネルギーマネジメントの仕組み

系統電力からの供給500kWを魚市場内の需要が上回りそうになった場合、太陽光発電もしくはリチウムイオン電池から電力を供給する。

それでも、上回りそうになった場合は、利用する負荷設備の停止等制御をかけることで、電力のピークカットを実現。



災害時、系統電力が途絶えた場合
3日間分の需要電力を賄う

再生可能エネルギー活用のポイント

■太陽光発電と蓄電池の運用による電力需要ピークカットによるコストダウン

- ◆早朝AM4～6時頃のピーク電力を太陽光発電や蓄電池からの放電により賄い、ピークカットを実現し、系統電力の契約基本料を年間840万円削減している

具体的な運用イメージ(夏場)

時間帯		0～2時			3～5時			6～8時			9～11時			12～14時			15～17時			18～20時			21～23時			
水揚作業	まき網漁																									
	定置網漁																									
	底引網漁																									
魚種の選別																										
セリ・入札																										
太陽光							発電																			
蓄電池		系統電力蓄電				放電									太陽光発電 電力蓄電									系統電力蓄電		

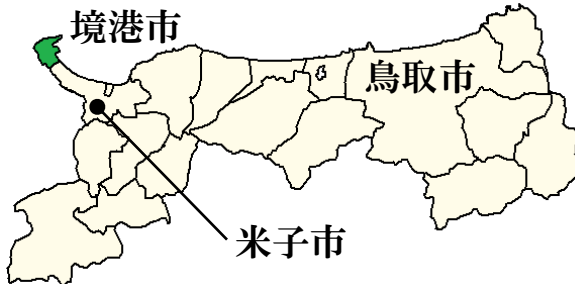
■小型風力発電を利用した鳥避け装置の運用による安定的な太陽光発電の実現

- ◆カモメ等の糞が太陽光パネルに付着すると発電効率が下がる為、小型風力発電設備を電源とする鳥が嫌がる音を立てる装置及びシステムを開発し運用。

目立ったパネルへの糞の付着もなく、安定的に太陽光発電を実現している



No.20:鳥取県境港市:工場排熱活用の概要

場所	鳥取県境港市 (鳥取県の北西端に形成された砂州である弓浜半島の北端に位置する。) ◆面積:29.10km²、人口:33,919人、世帯数:15,158世帯 (平成31年3月末現在) ◆主な産業:水産資源に恵まれ一時は水揚げ日本一を誇る。漫画家の水木しげる氏の出身地であり、「水木しげるロード」をはじめ「鬼太郎」「妖怪」をテーマとした観光業にも力を入れる。	
事業実施主体	三光株式会社(各種産業廃棄物や一般廃棄物の収集・リサイクル事業を行う)	
主要導入設備	➤ 小型蒸気発電機(160kW) ➤ 掛け流し式水槽(4t×3基)、閉鎖循環式水槽(4t×3基)、半循環式水槽(4t×2基)	
概要	産業廃棄物の処理工場から出る排熱を利用して海水温を約25度に保ち、山陰で「アコウ」「アカミズ」と呼ばれるキジハタ5,000匹を養殖。2,000円/kg前後で地元や東京の飲食店に販売している。	



水木しげるロードの鬼太郎オブジェ



潮見工場

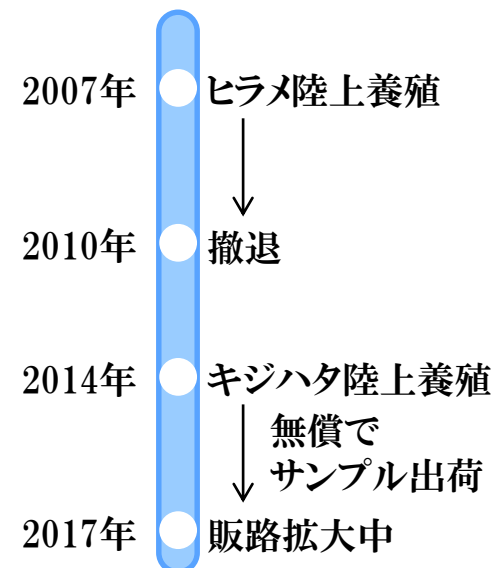


陸上養殖するキジハタ

■工場排熱の有効活用

- 三光株式会社は各種産業廃棄物や一般廃棄物の収集・リサイクル事業を行い、鳥取県内4ヵ所と島根県松江市に計5工場を保有。年間10万トン进行处理する。
- 現代表取締役社長の三輪昌輝氏が発電所温排水を利用したアワビの飼育施設を見学し、自社工場の排熱でも同じことができないか？と考えたのが発端となり陸上養殖事業に取り組む。
鳥取県水産試験場に相談し、県魚であるヒラメの飼育を潮見工場の敷地内で2007年に開始。
- しかし、排熱利用のモデルルーム的位置づけだったため、2010年の潮見工場拡充工事に伴い撤退。
- 一方、キジハタの漁獲量が減少していることを受け、鳥取県栽培漁業センターでは、2008年から種苗生産と放流技術の開発に取り組む。陸上養殖の対象魚としての可能性も検証するため、2013年に三光(株)に声をかけた。なお、キジハタは20～25度の温かい水温を好む。
- 三光(株)は下水汚泥を炭化するウェストバイオマス工場を立ち上げたばかりであり、新工場の目玉になると考え、製品倉庫であったところを「陸上養殖試験室」に改修。
- 2014年1月にキジハタ稚魚約2000尾(全長約10cm)を収容し、工場排熱を活用した陸上養殖を開始。

◆陸上養殖事業の沿革



株式会社 日本能率協会コンサルティング
株式会社 日本能率協会コンサルティング



再生可能エネルギー活用のポイント

■高効率なサーマルリサイクル※と陸上養殖システムのコスト低下

- ・ 排熱を発電に利用するだけでなく発電後の余剰熱も余すことなく活用
- ・ 井戸海水の加温に排熱を利用することで、養殖システムのコスト低下を実現

※CO₂削減と消費電力の削減の効果が認められ、産業廃棄物業界では国内初となる「CO2国内クレジット制度」の認証を経済産業省より取得している

■魚介類の飼育経験ゼロからスタートしたチャレンジ精神

- ・ 2014年にヒラメの陸上養殖をスタートした時点では魚介類の飼育経験は持ち合わせていなかったが、持ち前のチャレンジ精神を武器に県の水産試験場の協力を得ながら事業を開始。
- ・ キジハタの飼育においても、天然魚のようなオレンジ色の体色を示さないなどの課題に直面するが、一つ一つ解決しながら事業を推進。

■地域産業と連携した販路開拓

- ・ 鳥取県産業推進機構の支援を受け、同市外江町の食品製造販売「こめや産業」と連携しキジハタの炊き込みご飯を開発。
- ・ 鳥取県内の観光・販売会社が運営するネットモール「大山望」での通販
- ・ 鳥取県産食材にこだわったイタリアンレストランでのメニュー化



キジハタの炊き込みご飯「赤めし」



様々なキジハタ料理

No.21: 沖縄県久米島町: 海洋温度差発電／冷熱利用

場所	沖縄県久米島町 (沖縄本島の西側にある県内で5番目に大きい島。) ◆面積:63.21km²、人口:7,912人、世帯数:4,010世帯 (平成30年7月末現在) ◆主な産業:さとうきび作を中心に、肉用牛、野菜(ゴーヤー、さやいんげん、さといも等)、花き類(電照菊等)を生産。他にかんきつ類及びマンゴー等の熱帯果樹も栽培。近年では栽培漁業やクルマエビを代表とした育てる漁業に力を入れている。	 久米島 那覇
事業実施主体	・沖縄県 ・久米島町 ・沖縄県内民間企業および団体	
主要導入設備	沖縄県海洋深層水研究所、深層水配水導管、 海洋温度差発電実証設備(100kW)、冷熱利用施設群(研究用～商用)	
概要	水深600mの海底から引き上げた冷たい海洋深層水と温かい表層水の温度差を利用し、沸点の低い媒体を気化させることでタービンを回し発電する。また、海洋深層水の冷熱を利用し、クルマエビや海ぶどうの養殖、ほうれん草、みず菜等の栽培を行う。	



海洋温度差発電実証プラント外観



沖縄県海洋深層水研究所
©2023 JMA Consultants Inc.



海水の冷熱を利用した地中冷却栽培

■海洋深層水とは

- ・水深200m以深の海水を海洋深層水と呼ぶ。太陽光は海水の表層部にしか届かないため、深層部は表層部と異なる特徴を持つ：①低温性、②富栄養性、③清浄性。

■海洋深層水利活用における久米島選定の経緯

- ・陸地から水深600mの地点までの距離が短い①沖縄本島辺戸岬(3.2km)、②粟国島(1.6km)、③久米島(2.3km)の3つの候補地から、後背地の確保、交通の便、リゾート等の整合性、離島振興、地元の協力などを勘案して久米島が選定された。

■海洋温度差発電の経緯

- ・エネルギー源の多様化とエネルギー自給率向上を目指す沖縄県は「沖縄県エネルギービジョン・アクションプラン」を策定。2012年から久米島に海洋温度差発電の実証実験施設を建設し、技術検証を進める。

■水産業と農業の地域課題

・クルマエビ

体内に卵を持った天然母エビを漁獲して卵を産ませる方法が一般的だが、天然エビの病気の持込み等に課題があった。そこで、海洋深層水の清浄性を活かしたウィルスフリーなクルマエビ養殖に成功する。

・農業

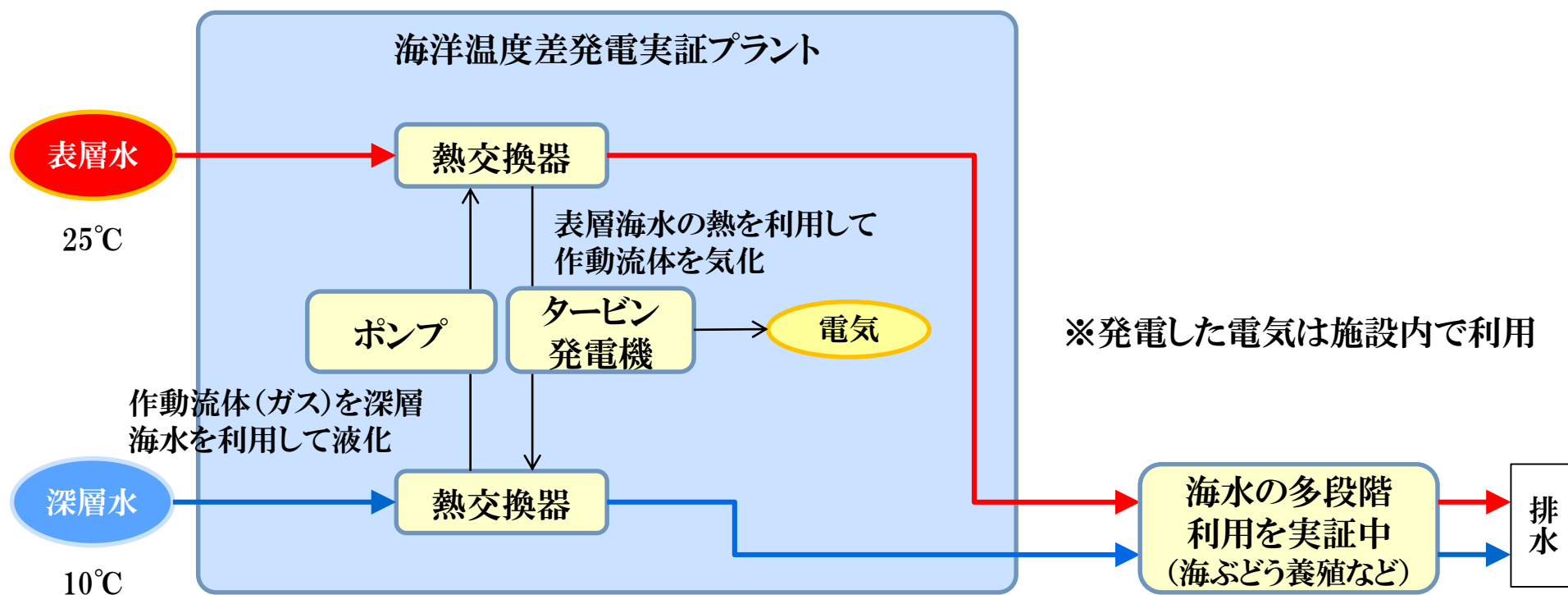
比較的冷涼な気候で育つ野菜の栽培は露地栽培が困難であった。地中に張った送水管を通して冷たい深層水で熱交換した真水を流す方法で栽培に成功する。

＜沖縄における海洋深層水利活用の沿革＞

- | | | |
|-------|---|---------------------------------|
| 1995年 | ● | 沖縄型海洋深層水総合利用システム施設の設置を久米島に決定 |
| 1997年 | ● | 整備開始 |
| 2000年 | ● | 開所 |
| 2002年 | ● | クルマエビ母エビ養成の成功 |
| 2003年 | ● | 海ぶどうの陸上養成の成功 |
| | | |
| 2013年 | ● | 「海洋温度差発電実証プラント」試験運転開始 |
| 2015年 | ● | 「海洋深層水冷熱利用野菜栽培実証事業」開始 |
| 2016年 | ● | 「海洋温度差発電における発電後海水の高度複合利用実証事業」開始 |

海洋温度差発電の仕組み

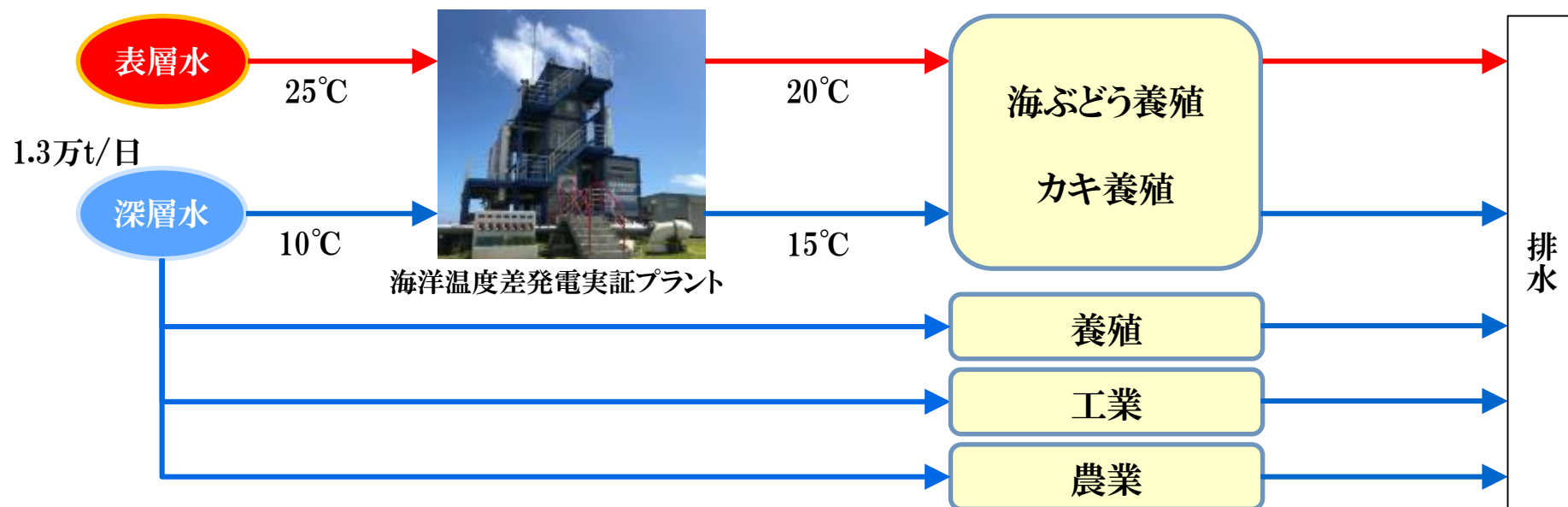
- 温かい表層水と冷たい深層水との温度差を利用し、沸点の低い媒体を気化させ続けることでタービンを回して発電する。
- 表層水と深層水の温度は年間を通じて安定しており、安定した電気の供給が可能。



再生可能エネルギー活用のポイント

■海水の多段階利用

- ・海水は発電に使われた後も産業で利用できる可能性がある。
- ・海ぶどう養殖やカキ養殖では発電後の海水利用を実証中。



- ・海洋深層水の農業利用では、地中に張った送水管を通して冷たい深層水で熱交換した真水を流す方法で比較的冷涼な地域で栽培される作物の育成に成功。



地中冷却栽培をするハウス



アイスプラントの地中冷却栽培の実験

No.22:長崎県五島市:洋上風力発電の概要

場所	長崎県五島市 (九州の最西端、長崎港の西方約100kmに位置する) ◆面積:420.91km²、人口:37,809人、世帯数:20,067世帯 (平成29年10月31日現在) ◆11の有人島、52の無人島から構成される ◆冬は暖かく夏は比較的涼しいといった海洋性の気候 年平均気温 16.8℃ 年間降水量 2642mm(平成28年度) ◆産業:農林水産業(肉用牛、葉タバコ、ブロッコリー、中玉トマト、高菜、アジ、サバ、ブリ等) ◆バラモンキングと呼ばれるトライアスロン大会やタヤけマラソンなど島の地形を活かした観光・商業イベントが行われている	 五島市 長崎
事業 実施主体	五島市、五島フローティングウインドパワー合同会社(戸田建設株式会社の100%子会社)	
主要 導入設備	崎山沖2MW浮体式洋上風力発電所(はえんかぜ) ➢ 所在地:長崎県五島市下崎山町崎山漁港の沖合(約5.0km) ➢ 所有者:五島市 ➢ 運転管理者:五島フローティングウインドパワー合同会社 ➢ 風力発電機:日立製作所	
概要	国内初の2MW級浮体式洋上風力発電設備の導入を実施。地元の方々、漁業関係者の皆様等のご理解・ご協力のもと、五島市杵島沖に設置(現在は福江島崎山沖へ移動)。 発電に加え、設備自体が漁礁としての機能を持つ可能性があり、現在検証中。	

■環境・新エネルギー産業の創出支援・育成への取り組み

- 五島市総合計画(平成23年度～27年度)の基本方針「地域の特性を活かした自立的な産業の育成」の一環として、環境・新エネルギー産業の創出のため、電気自動車の導入、浮体式洋上風力発電、陸上風力および太陽光発電の推進を行ってきた。
- 平成27年度～32年度の「五島市まち・ひと・しごと創生人口ビジョン・総合戦略」に基づき、海洋再生可能エネルギーの地産地消と実用化の推進プロジェクトが進行している。
- 再生可能エネルギーの導入実績について、平成28年度の市内の仮想電力自給率(再エネ発電量／市内消費電力)は36.4%となっている。
- 平成28年度 農林水産省 農山漁村再生可能エネルギー地産地消型構想支援事業の採択を受け、地域新電力事業化に向けた調査を実施中

■浮体式洋上風力発電の余剰電力による水素の製造・貯蔵・利活用検証への取り組み

- 五島市にある杵島(100kW)、奈留島(500kW)向けの浮体式風力発電(2000kW)の余剰電力を使い、水道水から水素を電気分解し、杵島での直接利用(燃料電池船に水素充填)とMCH(メチルシクロヘキサン)にして福江島へ常温輸送・貯蔵を行い、発電・給湯利用する実証を平成27年度環境省の事業により実施。
- 今回の先進事例視察では、実証後の浮体式風力発電設備の利用方法について視察・ヒアリングを行った。

水素を利用した「世界初」の取り組み

～余った電力を使った水素の製造・貯蔵・利活用～



① 海洋再生可能エネルギーを、電線を使わずに別の場所に運んで活用



風車電力

② 水素を、特殊な機材を使わずに定期船を使って運ぶこと



水道水

水素製造

圧縮水素充填

MCH製造

危険物貯蔵庫

トルエン貯造

MCH貯造



水素自動車
(燃料電池)

梶島

海上運搬



海上運搬



水素船
(燃料電池)

トルエン貯造

MCH回生水素消費
(発電・給湯)

MCH貯造

危険物貯蔵庫

福江島

梶島で浮体式洋上風力発電設備の余剰電力で発生させた水素にトルエンを加え、MCH(メチルシクロヘキサン)を製造し、常温で海上輸送し、福江島にて水素回生し発電・給湯として利用し、残ったトルエンを梶島に海上輸送する実証を行った。

海洋再生可能エネルギー活用のポイント

1. 技術実証用の浮体式洋上風力発電設備を五島市が譲渡を受け、発電事業用に事業者に貸与している
2. 平成31年より新たに10基程度を計画しているが、景観、漁業への影響などの課題解決に向けて、五島市再生可能エネルギー推進協議会の中に浮体式洋上風力発電実用化部会を立ち上げ、各種検討を行った
3. 本検討の中で、海洋再生可能エネルギーと漁業共生との可能性調査を行っており、良好な結果が得られている



出所: 戸田建設HP <http://www.toda.co.jp/news/2016/20160415.html>
五島市HP <http://www.city.goto.nagasaki.jp/>

No.23: 富山県富山市: 廃棄物の焼却処理発電の概要

場所	富山県富山市 (富山県の中央部から南東部にかけて位置する。富山平野、呉羽丘陵、飛騨高地、北アルプス立山連峰を有する。) ◆面積:1,241.77km²、人口:421,953人、世帯数:159,151世帯 (平成30年7月31日現在) ◆主な産業:近年は環境、バイオ、IT関連産業の育成に努めるとともに、立山連峰や越中おわら風の盆といった観光資源を活かした、観光産業の発展にも取り組む。	
事業実施主体	株式会社 富山環境整備	
主要導入設備	➤ 発電併用焼却施設 ゴミ処理能力:144t/日、発電設備容量:1500kW	
概要	地域から持込まれた廃棄物を焼却発電施設にて処理し、生み出された電気・熱エネルギーを利用し、高品質で競争力のある農作物を生産し、市場や独自の販路を通じて各ご家庭へ送り届けられる循環型農業を実現。	



発電併用焼却施設の外観
(出所:富山環境整備HP)



園芸施設



栽培するトルコギキョウ

取り組みの背景

■産業廃棄物処理の課題と発電事業、次世代施設園芸事業の経緯

- ・富山県で産業廃棄物処理事業を営む(株)富山環境整備は、廃棄物の選別から中間処理、最終処分までを同一敷地内で行い、年間約30万トンを取り扱う。
- ・事業の持続性担保の観点から焼却による最終処分廃棄物の減容化が必要であり、2008年に発電併用焼却施設を設置。「廃棄物は資源である」との思いから、焼却時の廃熱を利用して発電を行うサーマルリサイクルに取り組む。
- ・また、2001年から最終処分場の埋立地を利用していちご栽培を開始し、施設園芸のノウハウを蓄積。2014年には農林水産省の「次世代施設園芸導入加速化支援事業」の富山拠点に参画。発電併用焼却施設で発生する電気や熱を活用した次世代施設園芸を始め、現在、トマトや花卉の栽培に取り組む。

2001年



・いちごハウス栽培開始



フルーツトマト(出所:富山環境整備HP)

2008年



・発電併用焼却施設設置



ロータリーキルン炉
(出所:富山環境整備HP)

2014年



・農林水産省「次世代施設園芸導入加速化支援事業」



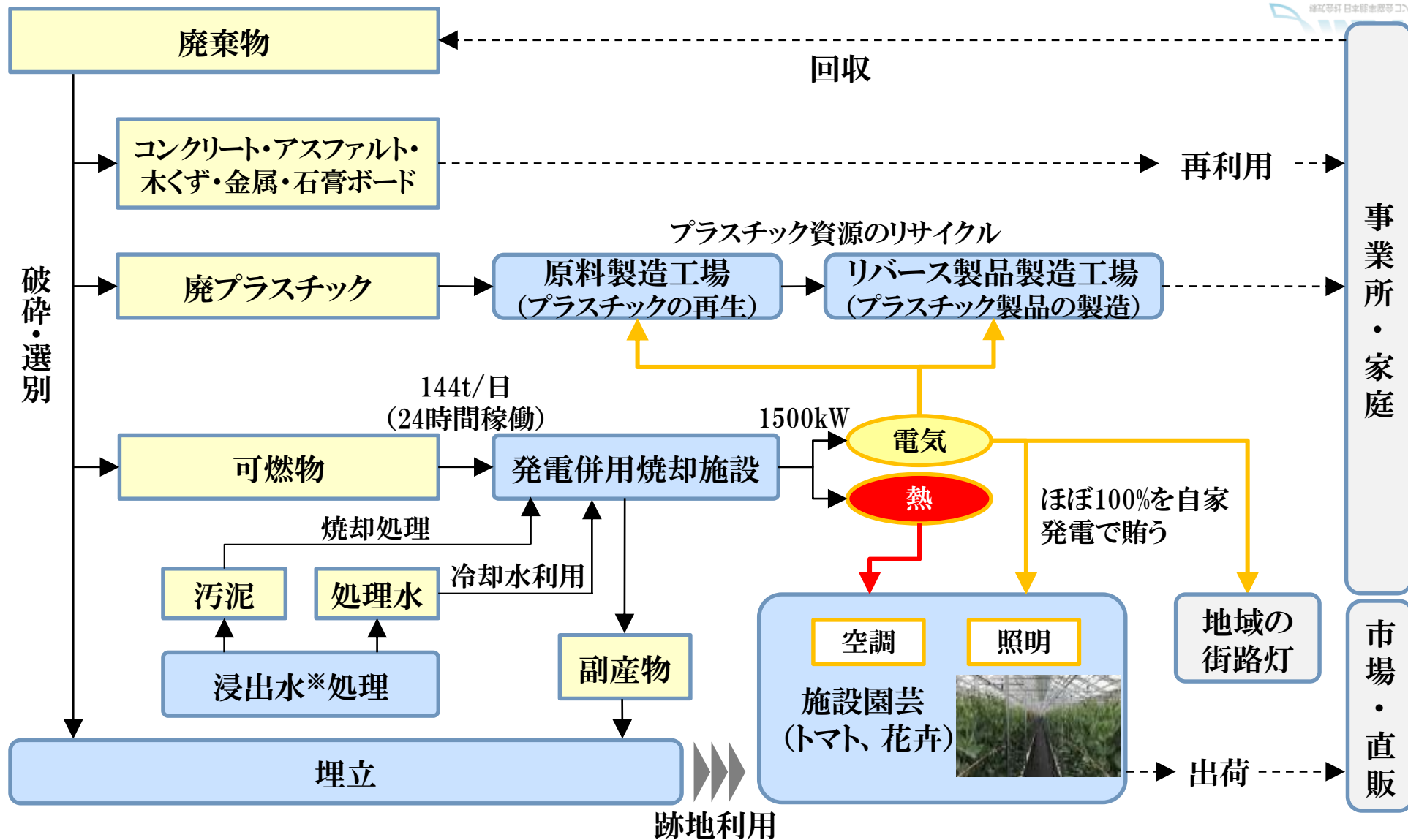
トルコギキョウ(出所:富山環境整備HP)

2015年



・次世代施設園芸施設竣工

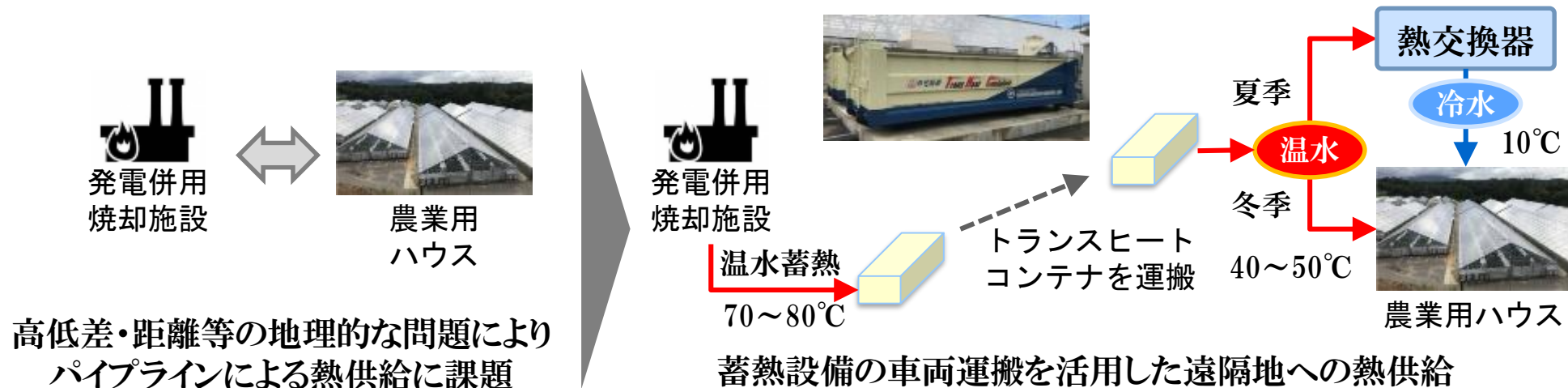
廃棄物処理と発電・熱利用の仕組み



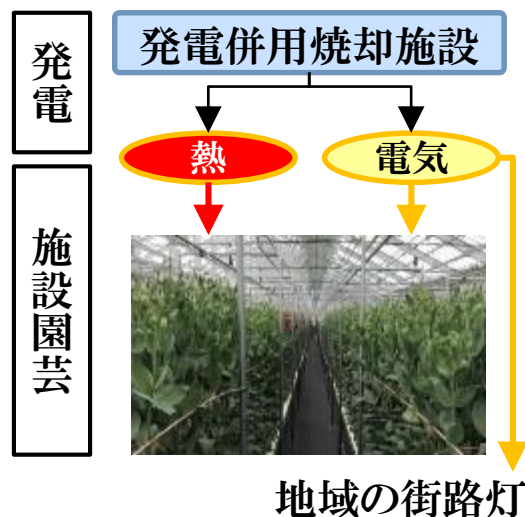
※浸出水とは廃棄物に触れた雨水のこと。

再生可能エネルギー活用のポイント

■パイプラインの設置困難な場所への熱の輸送および有効利用



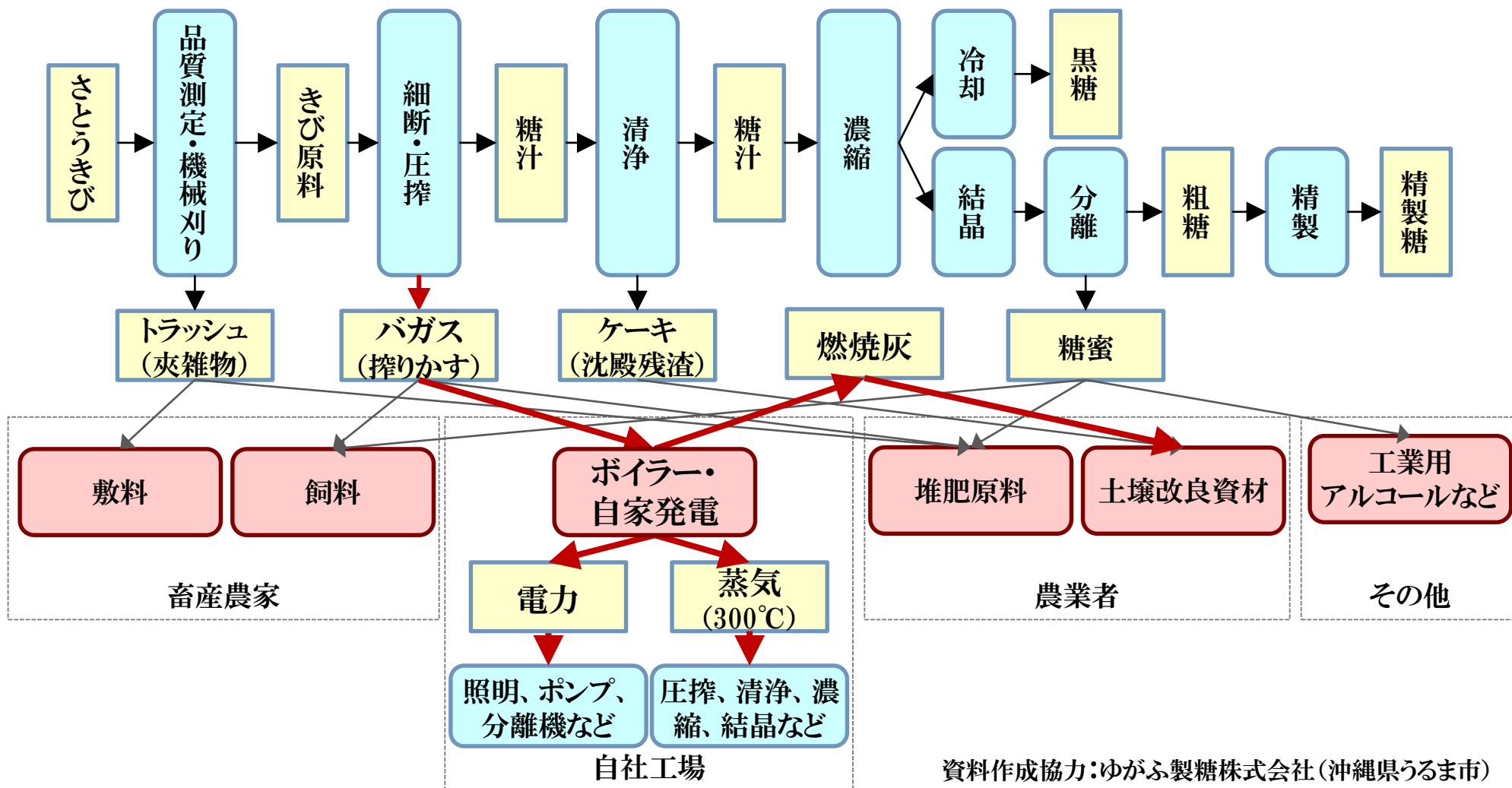
■経営課題解決と地域社会貢献の両立



- ・埋立地の長期利用に向けた廃棄物の減容化
- ・電気と熱を農業用ハウスの照明や空調に利用し生産コストを削減
- ・活用が難しい埋立地の新たな有効利用方法の提示
- ・農業の開始により新たな地域雇用創出(100名弱)
- ・電気の一部を地域の街路灯に利用し防犯対策に貢献

No.24:参考) バガス発電

さとうきびから砂糖を作る過程で出る絞りかす(バガス)をボイラーの燃料として活用。
発電した電力や蒸気を自社工場内で利用している。
また、バガス発電だけでなく、残渣をフル活用している。



資料作成協力: ゆがふ製糖株式会社(沖縄県うるま市)

再生可能エネルギー活用のポイント

◆自家消費型の再生可能エネルギー活用

- ・ さとうきび加工におけるエネルギー消費量が多い為、製糖工場には基本的にバガス発電を併設して、エネルギーコストの低減が図られている。
- ・ 加工工場の稼働時期は12月中旬から3月末のみであり、その他は設備整備が行なわれている。バガスが出るのも稼働時期のみである為、時期限定のエネルギー源であるものの、産出と消費のタイミングが合っている。

◆副産物を地域農業の活性化などにフル活用

- ・ トラッシュ(夾雑物)・・・圃場における敷草や畜舎の敷料、堆肥の原料に再利用
- ・ バガス(搾りかす)・・・約9割がボイラー燃料に、残りの余剰バガスは堆肥原料や畜産飼料として再利用。また、ボイラーの燃焼灰は堆肥原料や土壌改良資材に用いられる。
- ・ ケーキ(沈殿残渣)・・・堆肥原料や土壌改良資材として再利用
- ・ 糖蜜・・・畜産飼料の添加剤、堆肥原料や土壌改良資材、工業用アルコールの原料、有用微生物の培地などに再利用



資料作成協力: ゆがふ製糖株式会社(沖縄県うるま市)

No.25:参考) 沖縄県うるま市:木質ペレット製造の概要

場所	沖縄県うるま市 (沖縄本島中部に所在する市)	 那覇うるま市
事業 実施主体	株式会社バイオマス再資源化センター	
主要 導入設備	➢ 異物除去装置、衝撃式粉碎乾燥装置、造粒装置 ➢ 製造能力 99t/日(12時間) ➢ 製造計画 20,000t/年	
概要	沖縄県内の製造所や建設会社などから建築廃材等の木質系廃棄物を受入れている。その後、金属などの異物を除去し、水分調整を行なった後、木質ペレットに加工して化石燃料である石炭の代替燃料として電力会社に販売している。	

【取り組みのポイント】

◆廃棄物の有効活用

- ・沖縄県内の木質系廃棄物は管理型最終処分場が満杯状態となっているため、処分が困難な状況にあった。一方で、電力会社では、地球温暖化対策の一環としてバイオマスの利活用のニーズがあった。
- ・そこで、電力会社の発電設備に不具合を与えないレベルまで異物を除去し、水分調整などにより燃料品質を確保して、木質ペレットの安定供給を図ることで、木質系廃棄物の有効活用を実現した。

◆電力料金の負担軽減

- ・昼間は、あまり電力を必要としない破碎・磁選工程のみを実施し、廃木材を破碎し、鉄・磁性金属を除去して原料となるチップ(25mm)を生成する。
- ・夜間は、深夜電力を活用し、異物除去・粉碎乾燥・造粒工程を実施し、チップから製品ペレットを生成している。

木質ペレット製造の仕組み

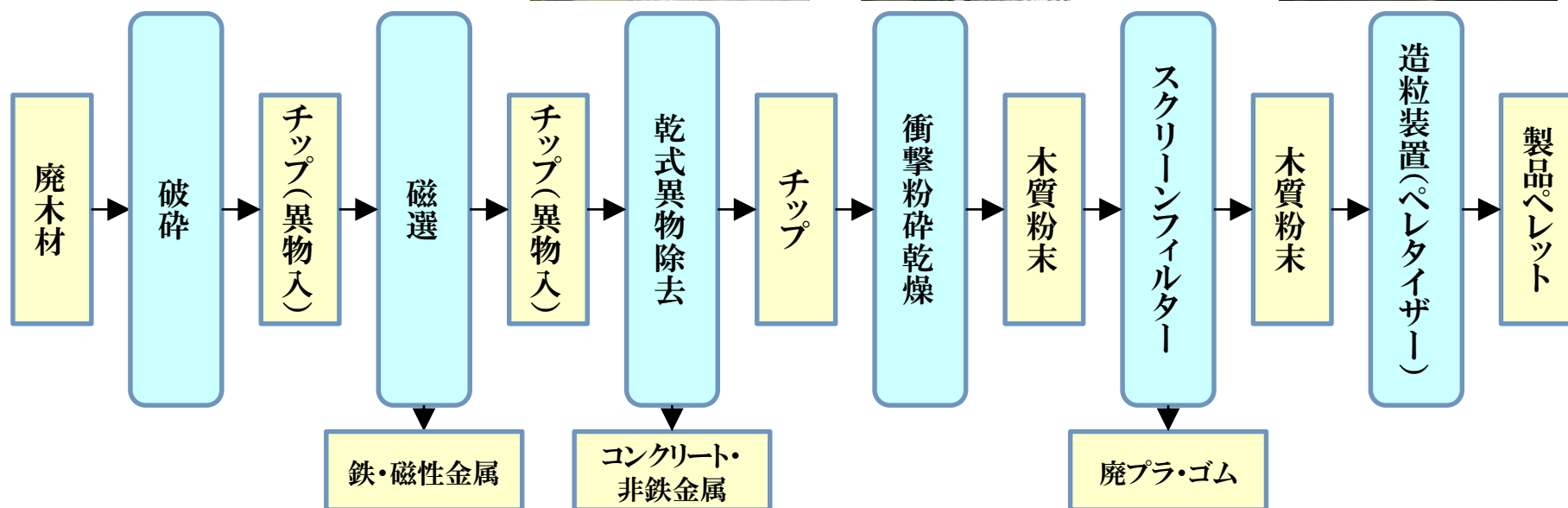
内部循環する
空気の流れで軽
量物と重量物
に選別する



回転翼及び
衝突壁との
衝突で粉碎
する。



粉末化し
た木屑を
ペレット
化する。



本資料に関するお問い合わせ先

株式会社日本能率協会コンサルティング
農エネプロジェクト 野田、江原

〒105-0011

東京都港区芝公園3丁目1番22号 日本能率協会ビル7階

TEL:080-3258-0696 FAX:03-4531-4318

E-mail: energy_jmac@jmac.co.jp

エネルギー産業支援ホームページ

<http://www.jmac.co.jp/column/industry/energy/>

※本資料は以下の利用条件を十分ご確認の上ご利用ください。

1. 本資料に関する著作権、商標権、意匠権等を含む一切の知的財産権は、株式会社日本能率協会コンサルティングに帰属しています。
2. 株式会社日本能率協会コンサルティングの事前の書面による承諾を受けた場合をのぞき、本資料の一部又は全部を複製、転載、転用、翻案することは禁止されています。

