

(2) 一般廃棄物系バイオマスと資源作物を主原料とした固形燃料化

① 事業概要

フェーズ2（5年以内）の段階で、現在一般廃棄物として焼却処理されている廃棄物から、より多くのバイオマス資源を活用する処理スキームを構築していきます。

一般廃棄物系バイオマス（家庭系厨芥類、紙ごみ、草木系廃棄物）や水産廃棄物系バイオマス（水産加工残さ（魚アラ等）、へい死魚（養殖魚）、害獣（シカ、イノシシ等）については、亜臨界水処理装置を活用し低分子化します。

亜臨界水処理物は、エリアンサスやもみ殻、破碎したタンス等の木質家具・木くず等と混練後に半炭化させ固形燃料にします。

水処理設備から固液分離にて発生する夾雑物（し渣・沈砂等）や汚泥については亜臨界水処理装置に投入し処理していきます。

自然災害により町が罹災した場合も生産された固形燃料を活用することにより避難所に電気や熱エネルギーが供給できるよう、固形燃料を活用したボイラー発電タービンを積載した車両の導入についても検証を進めています。

なお、森林木質バイオマスは、林道未整備地域が多く、木材の切り出しに係る作業や運搬が困難な状態であるため、5年以内は検討の対象外としています。

今後、森林環境譲与税の活用により、これまで手入りが十分に行われてこなかった森林の整備がある程度可能になったフェーズ3（10年以内）の段階で固形燃料化の資源として追加することを検討しています。

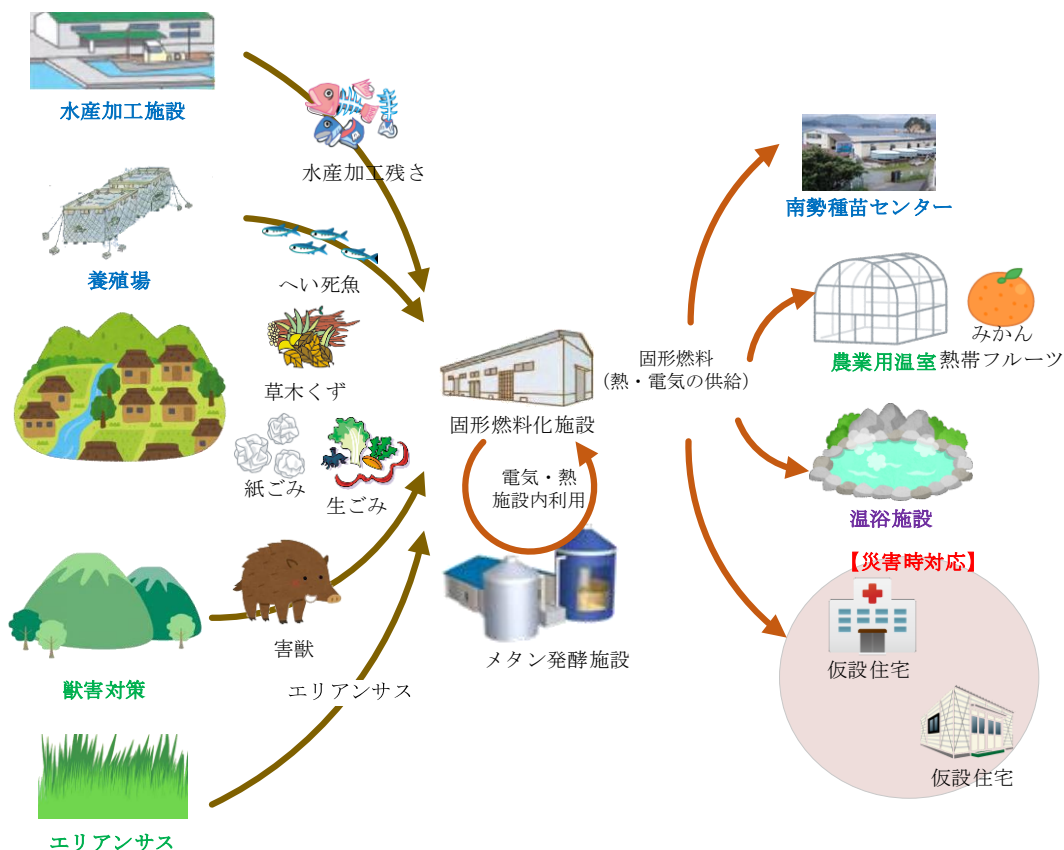


図 4-3 一般廃棄物系バイオマスと資源作物を主原料とした固形燃料化のイメージ図

② 事業主体

南伊勢町(固形燃料施設の運営、資源作物の副資材活用)

町内の障がい者福祉サービス事業所(資源作物栽培)

③ 計画区域

南伊勢町 全域

④ 原料調達計画

固形燃料化の原料調達計画は下表のとおりです。

表 4-11 固形燃料化の原料調達計画

バイオマスの種類		t/年	原料調達計画
廃棄物系バイオマス			・ 「家庭系一般廃棄物」はこれまで「燃やすごみ」「燃えないごみ」「資源ごみ」の3種類にて排出していたものから新たな分別を住民の方に負担させず、より多くのバイオマスを活用することを目的にごみ質性状に応じた前処理機を導入します。 ・ 現状の水産廃棄物の清掃施設への搬入は、排出事業者又は運搬業者がペールバケツに入れ平ボディ車にて魚アラ等の廃棄物をごみピットへ投入しており分別作業は不要な性状となっていることから、現状の受け入れを維持することとします。 ・ ごみ質性状に応じた前処理機を活用することにより「燃やすごみ」については新たな分別負担を住民の方に強いことなく、これまでどおりの収集体制を維持、受入します。
食品廃棄物			
家庭系厨芥類	557.1		
水産加工残さ	81.7		
へい死魚	66.0		
草木系廃棄物			
木・竹・わら・植物類	455.8		
道路除草	129.0		
紙ごみ	2,179.7		
未利用バイオマス			・ 現在、きりはらコンポストセンターで堆肥化している同量分を同様に調達します。これまでどおり伊勢農業協同組合(J A伊勢)のライスセンターより資源物として無償にて受入、町役場の現業職員が搬送します。 ・ わなにより捕獲された害獣は、地元猟友会、有害獣駆除隊が持ち込むこととします。
もみ殻		99.6	
害獣(シカ、イノシシ等)	84.3		
資源作物(エリアンサス)		300.0	・ 高齢化に伴う離農や野生動物の食害により耕作放棄された農地を、公益財団法人三重県農地中間管理機構の協力を仰ぎながら集積・集約化を図り、資源作物を町内障がい者福祉サービス事業所、シルバー人材センターと連携して栽培します。



写真 4-4 水産加工残さの持ち込み状況

⑤ 施設整備計画

より多くの一般廃棄物系バイオマス（家庭系厨芥類、紙ごみ、草木ごみ等）、水産廃棄物系バイオマス（水産加工残さ、へい死魚）、害獣（シカ、イノシシ等）を活用するため、バイオマスの性状に応じた前処理機を導入します。

これにより「原料調達の期別変動に対応しうる施設」として稼働することができ、地域のごみ
質割合の変動等の情勢に応じた安定した稼働を実現します。

亜臨界水処理物は、トロンメルにより不適物を取り除かれ、乾燥工程を経てエリアンサスやもみ殻、破碎したタンス等の木質家具、木くず等と混練後に、半炭化させ固形燃料化します。

生産された固形燃料は場内のエネルギー利用の他、次頁に記載する場外の様々な施設にて化石燃料からの移行を担う代替燃料として活用します。

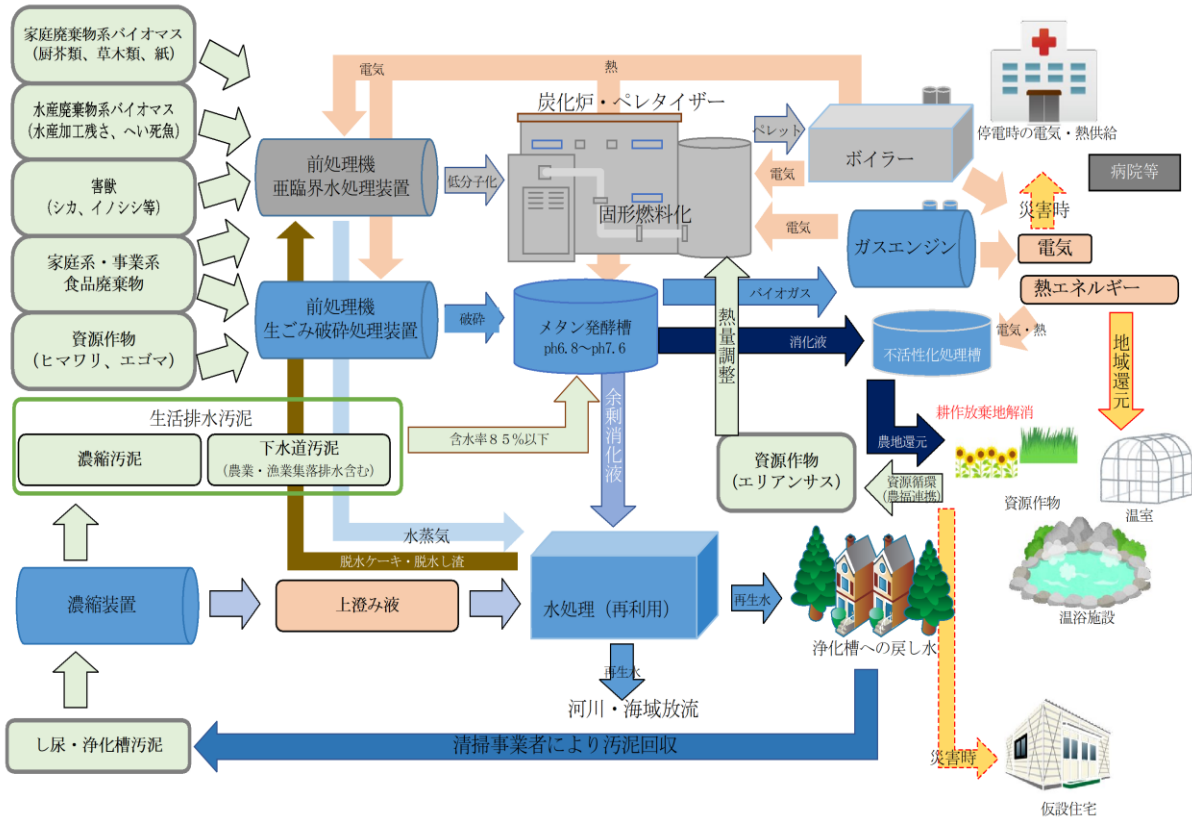


図 4-4 固形燃料化施設の概要図

表 4-12 固形燃料化施設の構成概要※

設備区分	系統	設備内訳
受入設備	共通設備	車両計量設備(トラックスケール)
	ペレット	受入ピット
	共通設備	エアカーテン(エアダクト等場内負圧管理設備等含む)
前処理設備	ペレット	廃棄物破碎装置
	ペレット	木質家具用破碎装置
	ペレット	金属探知機・磁選機(混入不適物除去)
	ペレット	手選別コンベア(混入不適物除去)
	ペレット	亜臨界水処理装置(低分子化処理)
	ペレット	磁選装置付きトロンメル(混入不適物除去)
生産設備	ペレット	炭化炉
	ペレット	ペレタイザー
利用設備	ペレット	固形燃料ガス化発電装置
臭気設備	共通設備	生物脱臭装置
	共通設備	薬液脱臭装置
	共通設備	活性炭脱臭装置
管理棟	共通設備	施設管理設備(電気計装設備等含む)
その他設備	ペレット	固形燃料ガス化発電装置(車載型)

※ 本表はバイオマス発電事業に係る主要機器を記載したものであり、施設機器の全てを網羅するものではありません。

■亜臨界水処理

本町では、従来型の廃棄物破碎装置の他、「廃棄物処理法に基づく感染性廃棄物処理マニュアル(環境省環境再生・資源循環局 平成 30 年 3 月)」に医療廃棄物の処理方法の 1 つとして記載されていた亜臨界水処理技術を用いた『高圧蒸気滅菌装置(以下、「亜臨界水処理装置」と言う。)]に着目し、北海道三笠市役所、国立大学法人三重大学、公立大学法人熊本県立大学等の関係機関の協力を得ながら同装置の実機(5m³/バッチ・1.5h)を用いた有機性廃棄物の低分子化試験を行いました。

亜臨界水処理装置には、布類、厨芥類、紙ごみ(ティッシュペーパー、キッチンペーパー、封筒、包装紙等の紙類)、植物類(割り箸、菜箸、竹串等の厨房ごみ等)、特殊紙類(紙おむつ)などを南伊勢町可燃ごみ焼却施設クリーンセンターなどで焼却処理している「ごみ質割合」にて投入したところ低分子化され、固形燃料前処理機として有望な処理方法であることが確認されました。

本町では複数回の試験を行い、生成物は液体や含水率 80%～40%程度の固体(調整可能)など温度と圧力、時間の調整により様々な性状で排出が可能であることも確認されました。

この処理技術を活用し、これまで活用されず焼却処理されてきた全ての有機性廃棄物を低分子化することにより、より多くのバイオマス資源を回収することができる仕組みを構築します。

また、バイオマス発電事業の検討で、高齢化率 50%超となっている町であることから、最重要課題となっていた住民の方への「ごみの分別作業」の複雑化(細分別化)に関する負担を求めることなく、未利用資源を活用することができるため、新たな収集・運搬方法を用いる必要もありません。



写真 4-5 亜臨界水処理

コ ラ ム

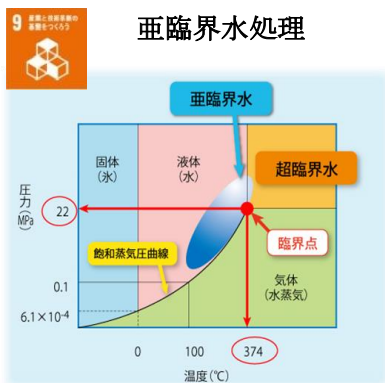


図 4-5 水の状態

水の温度・圧力を 374℃、22MPa 以上まで上げると、水（液体）でも水蒸気（気体）でもない状態となります。

この点を水の臨界点といい、臨界点より上の領域を超臨界水と呼びます。臨界点よりもやや低い近傍の領域を亜臨界水と呼びます。亜臨界水の特徴は、「有機物の溶解作用」と「強い加水分解作用」があります。

この溶解作用と加水分解作用を得ることができる領域で有機物を低分子化する処理を亜臨界水処理と言います。

■ トロンメル

亜臨界水処理装置にて低分子化された生成物は、有機物は分解されますが、厨芥類に誤って混入したスプーンやフォーク、衣類等の布類に付着し取り外しが困難なボタンやチャック等の金属類が分解されず混入している状態であるため、トロンメル（横型ふるい）にかけ、固形燃料不適物を除去します。

除去された金属類はこれまで同様に「その他 雑鉄」としてリサイクル業者に引き渡し資源循環させます。



写真 4-6 磁選装置付きトロンメル

■混練・半炭化・固形燃料化

磁選装置付きトロンメルにより、鉄類等の不適物を取り除かれた亜臨界水処理物(生成物)は、炭化工程の前に副資材(エリアンサス、もみがら、タンス等の破碎木質家具)と混練し、農業利用しやすいよう発熱量を調整します。

副資材と混練された生成物は半炭化させ、容易に運搬が可能な性状であるペレット成形することにより、固形燃料化します。



写真 4-7 混練装置

■固形燃料の性能

実証試験において生産された固形燃料は石炭同等の高い熱エネルギー量を有しており、その原料や色、性状、高い熱量からブラックペレット、カーボンペレット、人工石炭など様々な呼び方をされていますが、本書ではブラックペレットと呼ぶこととします。

本町が実機を使用した実証試験で生産した固形燃料は、塩素濃度 0.02%未満(試験方法の定量限界未満)で、副資材を混練していない状態の熱量は低位発熱量 26.6MJ/k g (水蒸気のままで凝縮潜熱を含まない発熱量)、高位発熱量(総発熱量)28.4MJ/k gでした。

J I S規格の「廃棄物由来の紙、プラスチックなど固形化燃料R P F (JIS Z7311)」に基づく塩素濃度はAグレード 0.3%以下～Cグレード 2.0%以下とされており実証試験では、この規格をクリアしています。

また、石炭輸入一般炭の熱エネルギー量が、高位発熱量 25.97MJ/k g (資源エネルギー庁総務課が平成 30 年 8 月 30 日に公表した「エネルギー源別標準発熱量一覧表」名目総発熱量参照)であることから、石炭並の熱エネルギー量に押さえることで高い熱量に耐える専用のボイラーを用意しなくても、石炭用のボイラーをそのまま使用できるため経済的です。



図 4-6 固形燃料化フロー図

⑥ 製品・エネルギー利用計画

■電気・熱

固形燃料は、亜臨界水処理装置にて水蒸気を発生させるためのボイラーの熱源、発酵槽の加温、消化液中の種子の不活性化槽を活用した液肥製造に係る熱エネルギー源として場内活用します。

また、運搬や保管が容易である利点を活かし、柑橘類ハウス栽培、南国フルーツのアテモヤ栽培に係る温室内の暖房用燃料、熱エネルギーを活用した新たな農産物の栽培、南伊勢町営南勢種苗センターにてアワビやカサゴの種苗生産や中間育成に係る水温管理燃料として、第1次産業の振興に資する目的の他、神津佐桜山温泉の温浴施設で活用します。

なお、災害時には病院や避難場所等にて固形燃料を活用した発電や熱利用ができるよう固形燃料ガス化発電装置をコンテナに積載した車両の導入検討も進めます。

コ ラ ム



レジリエントなインフラと持続可能なまちづくり

近年では非常に大きな勢力のまま上陸する台風もあり、2018年9月台風24号では静岡県、神奈川県などを中心に1都2府15県 254万戸の停電や停電戸数は2018年9月台風24号の2/5程度ですが、2019年台風15号では千葉県、茨城県などを中心に1都6県93万戸が停電し、鉄塔倒壊、複数の電柱がなぎ倒されるなどの被害により復旧までに約280時間を有した事例もあります。

亜臨界水処理物の固形燃料化技術は、車載型スタンドアロンインフラとしての検証も現在進められており、災害ごみを被災地で再資源化するとともに、電気や熱エネルギーを被災地に供給する新しいインフラとして注目されています。

本町も表4-12 その他設備のとおりボイラー・タービン車載型(図4-7 3号車)の導入を検討しており、罹災後の町立南伊勢病院に対する電力供給や地域の実情に応じた避難所等への電力・熱エネルギー供給の仕組みを検証していきます。

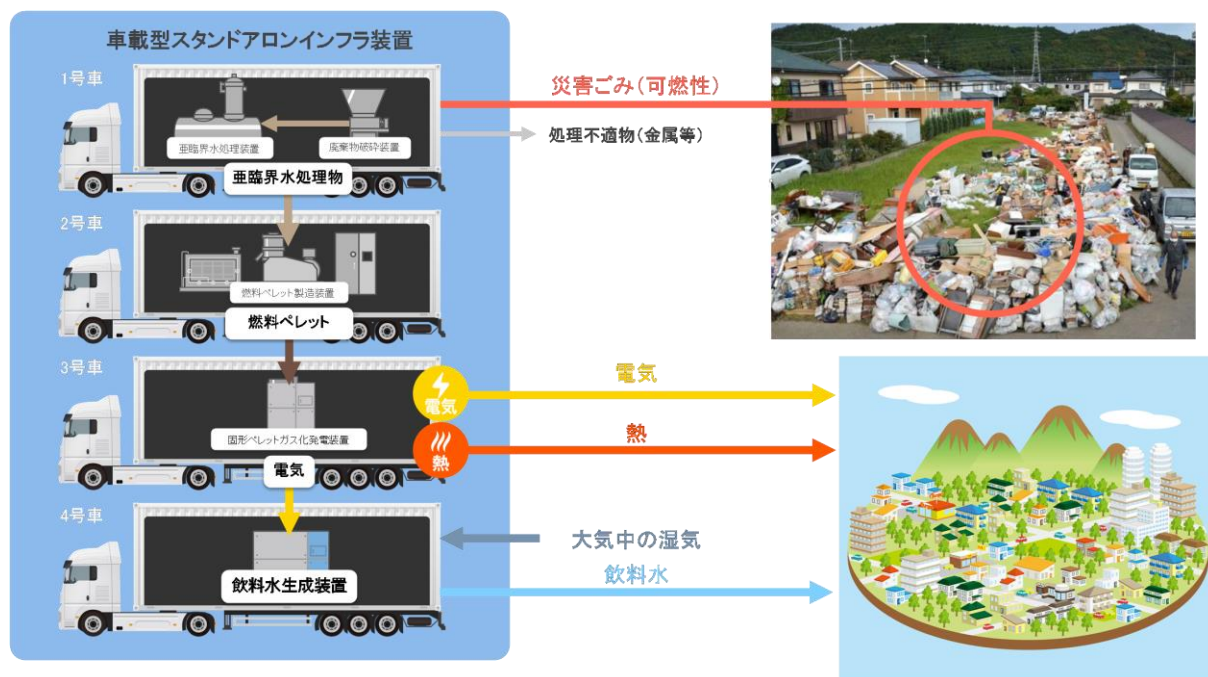


図 4-7 車載型スタンドアロンインフラ(参考)

表 4-13 固形燃料化により発生する電気・熱

バイオマス	賦存量 (湿潤量) t/年 ①	減容化 (ペレット化) 割合 ②	ペレット 生産量 t/年 ③=①×②	熱 エネルギー 量 MJ/年 ④=③×23×1000	ペレット 発電量 原単位 kwh/kg ⑤	タービンボイラー による 発電量 kwh/年 ⑥=③×⑤×0.1	タービンボイラー による 熱回収量 MJ/年 ⑦=④×0.8
廃棄物系バイオマス	3,469.3		1,561	35,909,900		983,619	28,727,920
食品廃棄物	704.8		317	7,295,600		199,836	5,836,480
家庭系厨芥類	557.1	0.45	251	5,766,100	6.3	157,941	4,612,880
水産加工残さ	81.7	0.45	37	846,400	6.3	23,184	677,120
へい死魚（養殖魚）	66.0	0.45	30	683,100	6.3	18,711	546,480
草木系廃棄物	584.8		263	6,053,600		165,816	4,842,880
木・竹・わら・植物類	455.8	0.45	205	4,717,300	6.3	129,213	3,773,840
道路除草	129.0	0.45	58	1,336,300	6.3	36,603	1,069,040
紙ごみ	2,179.7	0.45	981	22,560,700	6.3	617,967	18,048,560
未利用バイオマス	292.3		132	3,024,500		82,845	2,419,600
農作物非食部	208.0		94	2,152,800		58,968	1,722,240
もみ殻	208.0	0.45	94	2,152,800	6.3	58,968	1,722,240
獣害（シカ、イノシシ等）	84.3	0.45	38	871,700	6.3	23,877	697,360
資源作物	300.0		135	3,105,000		85,050	2,484,000
草本系資源作物	300.0		135	3,105,000		85,050	2,484,000
エリアンサス	300.0	0.45	135	3,105,000	6.3	85,050	2,484,000
合計	4,061.6		1,828	42,039,400		1,151,514	33,631,520

■南伊勢町営種苗センターのアワビ・カサゴ種苗生産・中間育成に係る水温管理燃料

『持続可能な水産資源の確保』を目的として町が運営している南伊勢町営南勢種苗センター（カサゴの種苗生産・アワビの稚貝生産、中間育成及び放流事業等を実施）にて現在は、A重油を利用し水温が低下する冬場（例年1月から4月頃まで）の水温管理を行っています。

このため、固形燃料を重油代替燃料として活用することで既存施設の石油系燃料使用量を削減することができます。

表 4-14 南伊勢町営南勢種苗センター現状の重油使用量とペレット必要量

年間A重油使用量	熱エネルギー量原単位	年間使用 熱エネルギー量	固形燃料必要量
A	B	C=A×B	D=C/(23MJ/kg×80%)※
6,900L/年	38.9MJ/L	268,410MJ/年	14.6t/年

熱エネルギー量原単位：資源エネルギー庁 エネルギー源別総発熱量当炭素排出係数

A重油 89 円/L (614,100 円/年) の削減効果が見込まれます。

※ 固形燃料はエリアンサス・もみがら・破砕タンス等の木質家具等の副資材の混練炭化により熱エネルギー量を 23MJ/kg まで調整します。熱損失は 20%を想定し、80%を乗じることとします。（以降表 4-15 及び 4-16 固形燃料の熱エネルギー量準用）



写真 4-8 南伊勢町営 南勢種苗センター

コ ラ ム



14 つくり育てる水産業の推進

南伊勢町営南勢種苗センターでは、アワビ、カサゴの種苗生産、中間育成、種苗放流を実施し、「つくり育てる水産業の推進」を三重外湾漁業協同組合、漁業者とともに取り組んでいます。

南勢種苗センターで孵化し、中間育成体長 5cm 以上となったカサゴは小学生に、アワビは漁業者により放流され、豊かな水産資源が持続しています。

■温州みかんハウス栽培、南国フルーツのアテモヤ栽培に係る温室内の暖房用燃料

農業分野では、南伊勢町の特産品である温州みかんのハウス栽培、近年では、町内の若い就農者が、新たな特産品として、熱帯フルーツのアテモヤ等の農産物の熱帯温室栽培も実施されており、これらは現在、灯油によりハウス内の温度管理を行っています。しかし、国際社会の情勢による燃料費の高騰が、若い農業者のチャレンジを脅かす事態となっており、安定した価格の燃料供給が求められています。

表 4-15 農業者の熱エネルギー活用状況と固形燃料必要量

農産物名称	栽培面積	年間灯油 使用量 A	熱エネルギー量 原単位 B	年間使用 熱エネルギー量 C=A×B	固形燃料 必要量 D=C/(23MJ/kg×80%)
温州みかん	1,500m ²	21,450 L/年	38.04MJ	815,958MJ/年	44.5 t/年
アテモヤ	200m ²	2,152 L/年		81,862MJ/年	4.5 t/年

熱エネルギー量原単位：資源エネルギー庁 エネルギー源別総発熱量当炭素排出係数

農業者へのヒアリングでは、温州みかん 100m²/年の栽培に必要な灯油量は 1,430L/年であったことから、平均灯油価格 93 円/L を乗じると 132,990 円/年・100m²、アテモヤの場合は、100m²/年の栽培に必要な灯油量は 1,076L であったことから、同灯油価格を乗じると 100,068 円/年・100m²の経費が必要となっています。



写真 4-9 施設栽培

■桜山温泉の温浴施設燃料

当町では桜山温泉と呼ばれる温泉があります。一部の民宿・旅館等が活用する程度であり有効活用がなされていない現状です。この桜山温泉の加温や電力供給を固形燃料が担う地域還元施設を建設し、健康増進や新たなコミュニティを創出します。

表 4-16 温浴施設の熱エネルギー活用状況と固形燃料必要量

用途名称	時間当たり必要 エネルギー A	年間利用 熱エネルギー量 $B = A \times 12\text{h/日} \times 25\text{日/月} \times 12\text{カ月}$	固形燃料必要量 $C = B / (23\text{MJ/kg} \times 80\%)$
温浴施設	3,560MJ/h	12,816,000 MJ/年	696.9 t/年

温浴施設 5m×10×2 箇所(シャワー8基×2箇所)

表 4-17 温浴施設イニシャルコスト

項目	金額	備考
温浴施設	28,800 万円	栃木県さくら市「市営もとゆ温泉」参考
造成費	0 万円	平地のため造成不要
合 計	28,800 万円	

表 4-18 温浴施設運営側の収支

項目	金額	備考
収入	2,100 万円/年	
温浴施設利用料金収入	2,100 万円/年	300 日×140 人×500 円
支出(経費)	1,261 万円/年	
固形燃料焼却灰運搬費	12 万円/年	1 万円/月(自動車損料・燃料油脂等)
循環設備等維持費	290 万円/年	消毒設備維持費・ボイラー保守含む
温泉運搬費	36 万円/年	3 万円/月(自動車損料・燃料油脂等)
温泉利用料	0 万円/年	桜山温泉活用
人件費	917 万円/年	873 円×14h×25 日×12 ヶ月×2.5 人
雑材消耗品費	6 万円/年	5 千円/月(清掃用具費・備品交換費他)
利益	839 万円/年	
うち、入湯税	630 万円/年	300 日×140 人×150 円
投資回収年	34 年	28,800 万円÷839 万円/年

■利用先別の年間利用熱エネルギー量、固形燃料使用量

固形燃料の利用先別の年間利用熱エネルギー量、固形燃料使用量は下表のとおりです。

表 4-19 利用先別の年間利用熱エネルギー量

利用先	利用用途	年間使用 熱エネルギー量	固形燃料 使用量
南伊勢町営南勢種苗センター	水温管理燃料	268,410MJ/年	14.6t/年
温州みかんハウス 1,500m ²	ハウス暖房用燃料	815,958MJ/年	44.5t/年
アテモヤ温室 200 m ²	温室暖房用燃料	81,862MJ/年	4.5t/年
桜山温泉温浴施設	温泉加温燃料	12,816,000MJ/年	696.9t/年
メタン発酵・固形燃料化施設 (緊急時用備蓄含む)	電気・熱	—	1,067.8t/年
計			1,828t/年

⑦ 事業費

約 21 億 5,000 万円(内、フェーズ 2 : 14 億 5,000 万円※)

※ 建設費 14 億円・造成費 5,000 万円

⑧ 事業性

現在稼働している「クリーンセンターなんとう(一般廃棄物処理施設)」については基幹改良工事の時期に差し迫っています。

フェーズ 1 でメタン発酵施設が供用開始されれば、食品廃棄物、下水道汚泥を堆肥化処理している「きりはらコンポストセンター」もメタン発酵施設に集約化することができます。

また、し尿・浄化槽汚泥を広域処理している「鳥羽志勢クリーンセンター」への施設利用割に基づく分担金削減等の効果があります。

フェーズ 2 では、現在の燃やすごみとして排出される事業・産業系食品廃棄物以外の廃棄物系バイオマスの前処理機として廃棄物破碎装置や亜臨界水処理装置を用いることで、廃棄系バイオマスを低分子化し、炭化原料に適した均一性状にした上で炭化炉、ペレタイザーにて固形燃料化

します。

このことにより、地域の情勢に応じた「ごみ質の変動に対応しうる施設」となることにより、従来よりも、より多くのバイオマス資源を活用することができます。また、廃棄物の分別細分化を行わないため、新たな分別品目の増加による住民負担を強いることなく、今以上に収集運搬回数を増やすこともありません。そのため、従来どおりの収集運搬回数を維持することができ、収集運搬業務の増額もありません。

これらより、コスト比較をごみ焼却場の耐用年数 20 年間で勘案すると約 15 億円の経費削減に繋がります。

表 4-20 バイオマス利活用施設と既存清掃施設のコスト比較

比較対象		バイオマス利活用施設	既存清掃施設(3施設分※ ¹)
イニシャルコスト	建設費※ ²	20 億 5,000 万円	25 億 3,829 万円
	メタン発酵施設	6 億 5,000 万円	-
	固形燃料化施設	14 億円	-
	造成費	1 億円	0 円
	計	21 億 5,000 万円	25 億 3,829 万円
ランニングコスト	電気代他	1 億 2,000 万円	1,837 万円
	重油		982 万円
	整備費・薬品代		1,698 万円
	人件費		0 円
	その他経費		699 万円
	修繕費		3,989 万円
	分担金	0 円	8,634 万円
	1 年分計	1 億 2,000 万円	1 億 7,839 万円
	1 年分計×20 年	24 億円	35 億 6,780 万円

※1 既存清掃施設(3施設分)は、「きりはらコンポストセンター」及び「鳥羽志勢クリーンセンター」並びに「クリーンセンターななとう」を指しています。

※2 きりはらコンポストセンターは竣工メーカーの事業撤退に伴い基幹改良工事が出来ないため建設費は 0 円としています。(施設の基幹部に重大な損傷が発生した場合は対応できない)

※2 鳥羽志勢クリーンセンターの建設費については現在の建設分担金同額を掲載しているが、実際に基幹改良工事を実施する際は鳥羽志勢広域連合規約に基づき人口割により額が確定します。表 4-20 では、現在の人口割を適用する建設分担金 7 億 2,879 万円としています。

※2 クリーンセンターななとうの建設費は既存施設の基幹改良工事に伴う費用として竣工したプラントメーカーより参考見積を徴収したところ 18 億 950 万円でした。