

5. 木質バイオマス原料および製品燃料等の輸送システムの検討

製品チップの貯蔵 および配送にかかる工程について検討し、必要な設備等の仕様や経費を試算します。また、輸送車両や保管庫等の必要なインフラや、効率的な運用方法等について検討します。

「木質チップ燃料工場」の建設は、間伐材等の林地未利用材の山土場への搬出と中間集積場（貯木場）の確保が出来れば、後は破砕機の導入で実現できることは前述しました。

5. 1 原料の輸送

1) 伐採現場から山土場までの搬出

伐採現場から山土場までの搬出は、森林組合の協力などが考えられます。

2) 山土場から中間集積場までの輸送

これについては、興味深い先行事例があります。

「高知県仁淀川流域エネルギー自給システムの構築」（NEDO「バイオマスエネルギー地域システム化実験事業」、NHK、2016年7月）では、中山間地域において、林地残材を地域エネルギーとして活用するため、間伐残材等の収集・運搬方法及び土場の場所による収益性の違いについての報告があります。

表5.1に示す、代表的な4つの収集運搬方法で林地残材を集めたとき、その収益がどのように異なるか、町近郊の大規模土場へ集約して運搬する場合と、廃校を利用した小規模土場（中間土場）へ分散して運搬する場合とで、収益性がどのように変化するか、これらについての調査報告です。

表5.1 4つの代表的な収集運搬方法

	積込	運搬・荷下ろし
方法1	人力	軽トラック
方法2	小型グラブ	2tトラック
方法3	ユニック付き4tトラック	クレーン付き4tトラック
方法4	グラブ	4トントラック

3) 収益性

図に、木質バイオマスの収集運搬方法の違いによる収益性を示します。

最も小規模な方法1で収集し、2種類の土場へ持ち込んだときの時間当たりの収益図が示されています。

軽トラックのように積載容量が小さいものは、近郊の土場へ運搬する距離によって収支の差が明確に表れましたが、中間土場を利用した場合には、ほとんどの地域で黒字化できることが分かりました。

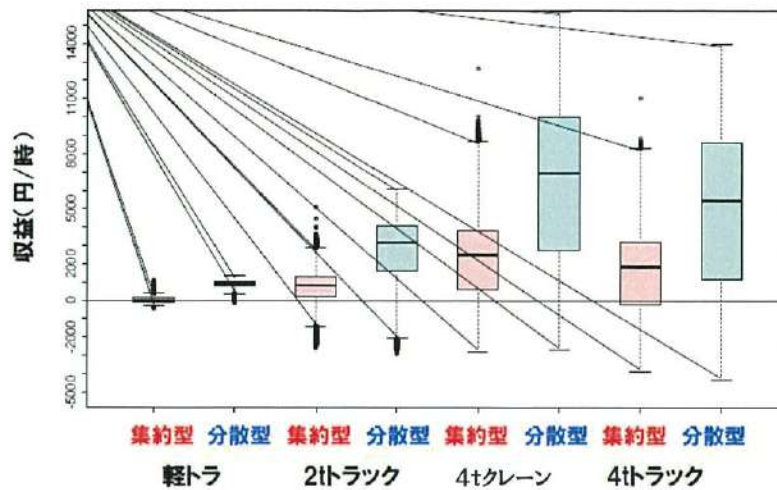


図5.1 木質バイオマスの収集運搬方法の違いによる収益性

これまで、林地残材のエネルギー活用は望まれていても、収益が見込めないことが課題となっていました。しかし、中間土場を設け、身近な重機や軽トラック等を利用することで、手軽に林地残材を出荷でき、収益が見込める可能性がみえてきました。

本町の場合、路線沿いの2つの適所に、集積場（中間土場）（候補地）を設けることを検討します。（図5.2）

<旧足寄町立上利別中学校跡地>



<旧中足寄小学校跡地>



図5.2 2つの路線沿いの中間土場（貯木場）候補地

5. 2 製品の間集合積場から客先までの輸送

1) チップの場合

中間土場の2か所から芽登ペレット工場までは、それぞれ約30Kmです。(国道利用)
山土場と中間土場は、中間土場を中心に半径25Km以内(概ね足寄町の行政区域までの範囲)とします。

2) ペレットの場合

運送距離は、チップと同じです。

3) 輸送車両

輸送車両は、一般に、次のようなルートが考えられます。

1) 山土場から集積場までの運搬

山土場への林道の状況次第で、軽トラからダンプトラックまで幅広く対応できます。山土場や集積場に、グラブが常設されていない場合は、クレーン車が不可欠です。

2) 集積場から「木質バイオマス燃料工場」への運搬

山土場や集積場に、グラブが常設されていない場合は、クレーン車が不可欠です。

3) 製品の客先への運搬

基本的には、保管庫から客先の燃料庫に、ダンプトラックで運搬することになります。留意点としては、保管庫からダンプトラックへの積込はパワーショベルで行います。

4) 運搬車(トラック)や重機は電動式が望ましいです。

EVトラックを開発する主なメーカーは、以下の6つです。

- ・いすゞ自動車 / ・日野自動車 / ・三菱ふそうトラック・バス / ・ボルボ / ・リヴィアン / ・テスラ

※木質チップ燃料の保管庫は、自然発火による火災を含め、全国で毎年100件程の火災事故が発生しており、防火対策が必要になります。

表5.2 EV車のメリット・デメリット(課題)

デメリット(課題)	今後の方向
航続距離が短く長距離輸送が難しい(最長でも400km)	町域輸送では問題にならない
充電に長い時間がかかる/充電施設の整備	急速充電可能/集積場・燃料工場に充電器完備
バッテリーは劣化するため寿命が短い	
メリット	
二酸化炭素排出量の削減	
騒音問題の解消(エンジン音や排気音が発生しない)	
企業価値向上が期待できる	

5.3 運送コスト

原材料購入費 林地残材（カラマツ）

3,000 t/年 5,000 円/t 15,000 千円/年

3ヶ所に運送 1ヶ所 1,000 t/年 5,000 千円/年

- 山土場～中間集積場（A、B）及び燃料製造工場 3ヶ所とも同一条件

距離 半径 25Km 以内

軽トラック 4t車 250回/年（10t/者 100回/年） 1回/日

運送コスト 移動チップー利用

生産量 min. 0.5 t/時 4時/日 250日/年

Max. 2.0 t/時 4時/日 125日/年

チップ化

人件費 燃料工場雇用（運転手 A・補助者・現地非常勤者）

燃料費 電気代

維持管理費

一般管理費

- 燃料製造工場

チップ化

人件費 燃料工場雇用（運転手・助手・現地非常勤者）

工場長 1名@360万円

技術者 1名@240万円

運転手 1名@240万円

補助者 1名@180万円

現地非常勤者 1名@150万円 合計 1,170万円

燃料費

チップー

運搬車

グラップル

電気代（チップ製造のみ）

6. 地域内エコシステムの経済的検討

地域資源としてのバイオマスによる持続的な地域内経済循環を構築するため、適切な取引価格、運営主体のあり方について検討するとともに、コスト試算や経営収支のシミュレーションを行います。

この業務内容は、「足寄町におけるペレット製造と燃焼熱利用事業調査報告書」（平成16年）において、総合的に明らかにしました。その報告書は、ペレット製造の黎明期でもあり、その後の進歩・発展を踏まえて、本事業では、この今日版を作成することになります。

持続的な地域内経済循環の構築には、伐採現場から山土場への搬出作業及び山土場から燃料工場までの輸送、作業レベルごとのコスト等の検討の結果として「原料調達費」を明らかにし、これを踏まえた上で、燃料工場の建設費、運転経費及び資本費を考慮した「燃料製造コスト」を算定し、最終的には、「事業収支」の検討を行う必要があります。

これらの検討結果に基づき、「木質バイオマス燃料工場」の事業体として、「とかちペレット協同組合」を中軸とした、関係諸団体・機関との協力・共同を強めたSPC（特別目的会社）に発展させることも検討します。

このSPCは、第9章で詳述しますが、最終形態は、木質バイオマス燃料（チップ・ペレット）を生産する「木質バイオマス燃料工場」と自家消費型の「バイオガス発電所」を両輪とした「エネルギー供給事業体」であり、これを下支えする「地域インフラ会社」、「エンジニアリング会社」そして「地域の金融機関」等による連携体制となります。

この結果、地域の総意としての事業体が生れ、地域内経済循環を推し進め、新たな雇用創出＝生産人口増に繋がる原動力を生み出します。

本事業においては、原料については、山土場に搬出された林地残材（有価物）として、付与されるものとします。

基本仕様としては、中間集積場、工場予定地、建物、機械装置に関して提示します。

以上に加えて、生産コストの算定、地域経済への波及効果及びCO₂削減効果、ロードマップも明らかにします。

6. 1 中間集積場

1) 場所 2ヶ所

候補地：廃校跡の屋外運動場利用 造成工事は不要

2) 平面図と施設配置図

貯木場 面積 10,000m²

土間：アスファルト

3) チップ保管庫

テント倉庫

4) 重機 … 電動式

移動式チップパー
グラッブル・ パワーショベル

6. 2 木質チップ燃料製造工場

1) 場所

2ヶ所の間集合積場と燃料製造工場

2) 平面図と施設配置図

貯木場 面積 10,000m² 土間：コンクリート

3) チップ保管庫

テント倉庫（あるいは既設の施設の利用）

4) 重機

電動式移動チップパー → 燃料工場：保管・管理
グラッブル・ パワーショベル … 電動式

6. 3 木質ペレット製造ライン

1) ペレット製造工場の基本仕様

ペレット製造工場建設に係る基本仕様を以下にまとめます。

①建設予定地

- ・場所：芽登の現工場を候補地とします。
- ・面積：指定されたものとします。
予定地：平地で、造成工事は不要。

※工場敷地等の概略占有面積

- ・貯木場：1年間自然乾燥可能な面積
貯蔵量：W100m×L100m×H2m=20,000m³
W100m×L50m×H2m=10,000m³

※ペレットの将来の最大生産量を 1,000 t / 年とした場合、歩留まり 80%として、1,250 t を確保する必要があります。

- ・工場及びヤードの配置図
面積：W150m×L100m=1,500m² → 余裕を見て 1.3 倍として 1,950m²
(1,000 t 生産、歩留り 80%、貯留量 1,250 t、かさ比重 0.3 として、10,000m³)
- ・搬入路：車廻り
- ・凍結防止のロードヒーティングが不可欠
- ・小河川と用地の高低さによっては、低地の水害対策が必要（湧水対策は不要）

②建物

- ・耐震設計：軽量鉄骨造
- ・屋根：太陽光パネル敷設、太陽熱利用システムを近接地に設置。
- ・敷地面積：機械装置が十分収まる配置を提示する。
※工場建屋敷地面積 W30m×L17m=510m² → ~1,500m²
- ・作業性を重視し、作業員・重機の動線などを考慮したスペースに配慮する。
- ・極寒地（冬期に-30℃になること）を考慮し、暖房対策を施す。

③機械装置

- ・当面の年間生産量 1,000 t を保証する容量を備える。
- ・処理過程：機械装置の併用可能にする。
- ・ペレット製造過程は、可能な限りコンパクトなシステムとする。

④生産コストの算定

- 以上の基本仕様に基づく基本設計を行い、土地造成費・建築工事費・設備導入費・運転経費等を明らかにし、各種条件下での生産コストを算定する。

⑤地域経済への波及効果及びCO₂削減効果

- 地域内経済循環による経済効果を示す。
- CO₂削減量を算定する。

⑥ロードマップ

- 実施設計・建設工事・生産開始・ペレット燃料の供給までのロードマップを作成する。

2) チッピング

- 電動式移動チッパー 化石燃料は使用しない
- 品質規格：表 4.5「燃料用木質チップの品質規格」（一社日本木質バイオマスエネルギー協会）
「木質ボイラーに発生する故障やトラブルの8割は、燃料の品質とボイラ機能とのミスマッチが原因」
- 寸法基準：表 4.2

6. 4 ペレット製造設備

国内メーカー5社に見積依頼を実施した結果、E社から回答があり、その結果でまとめます。

5社の対応は以下のとおり：

- ② A社：中古機の紹介。
- ② B社：直近では2,000tクラスの設備を受注して設計製造。
- ③ C社：1,000tを超えるものは扱っていない。
- ④ D社：無回答。
- ⑤ E社：仕様・見積が提示された。… 以下に紹介します。

1) ペレット製造工場内の機械装置配置

- 概要図

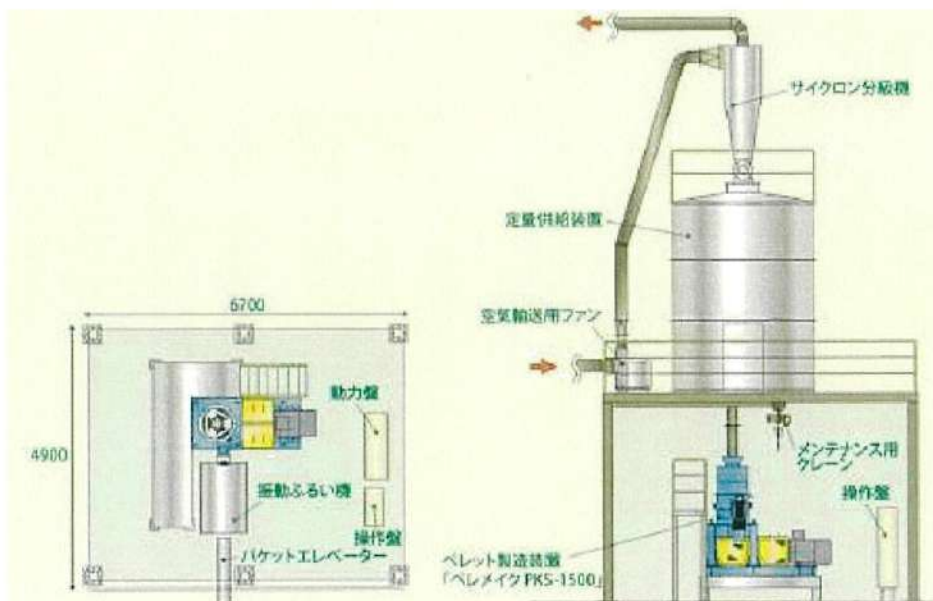


図 6.1 E社のペレット製造装置

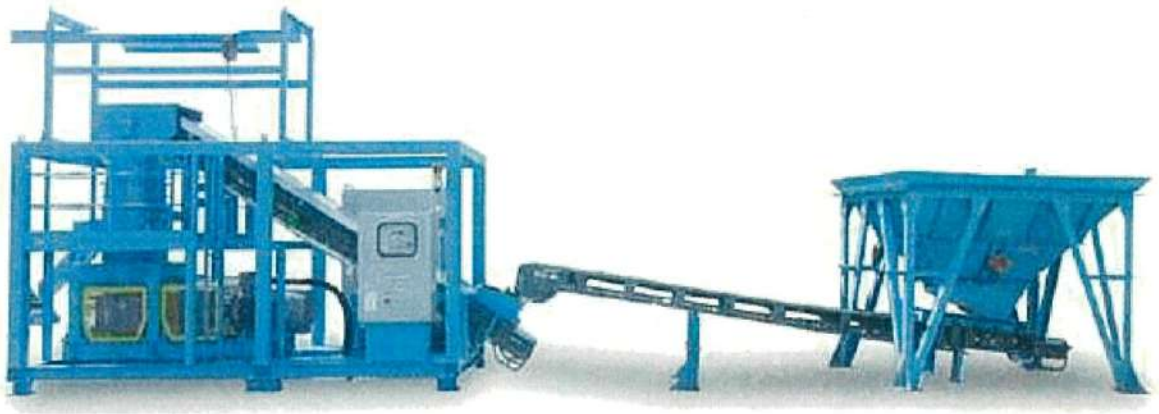


図 6.2 E社のペレット製造設備

2) ペレット成型機の基本仕様

- 能力：min800～1500kg/時
- ペレタイザーの成形方式：フラットダイ方式
- ペレタイザーの諸元：下表

表 6.1 ペレタイザーの諸元

型式	PKS-1500	備考： 屋内仕様 原料供給・製品搬送設備等は 打合せにて計画
製造能力	800～1500kg/時	
ペレット成形方式	フラットダイ方式	
ペレットサイズ	φ7mm、L：約 20mm	
動力	110kW	
電源	AC200/220V、50/60Hz	

3) 配置図

a) 平面図

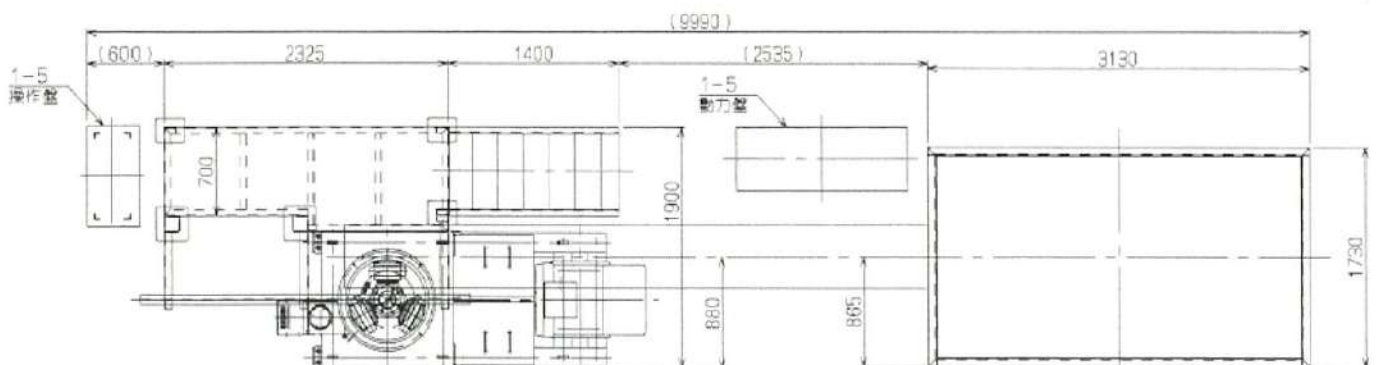


図 6.3.1 PKS-1500 の平面図

b) 立面図

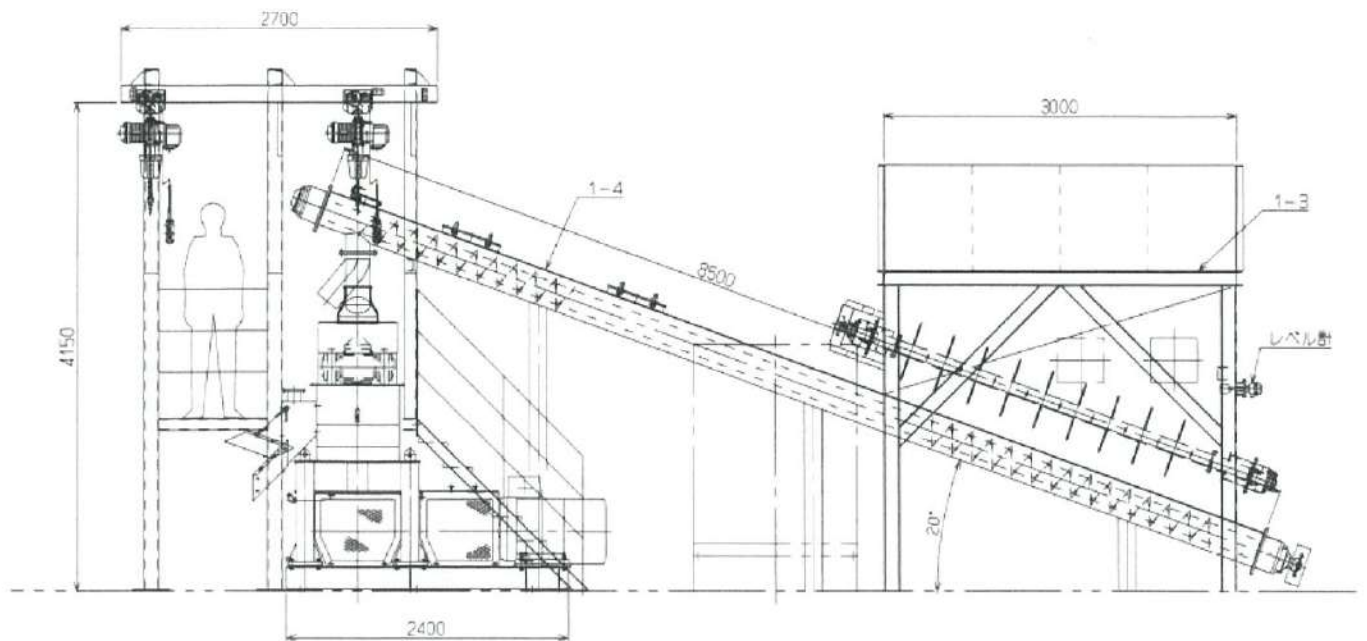


図 6.3.2 PKS-1500 の立面図

c)

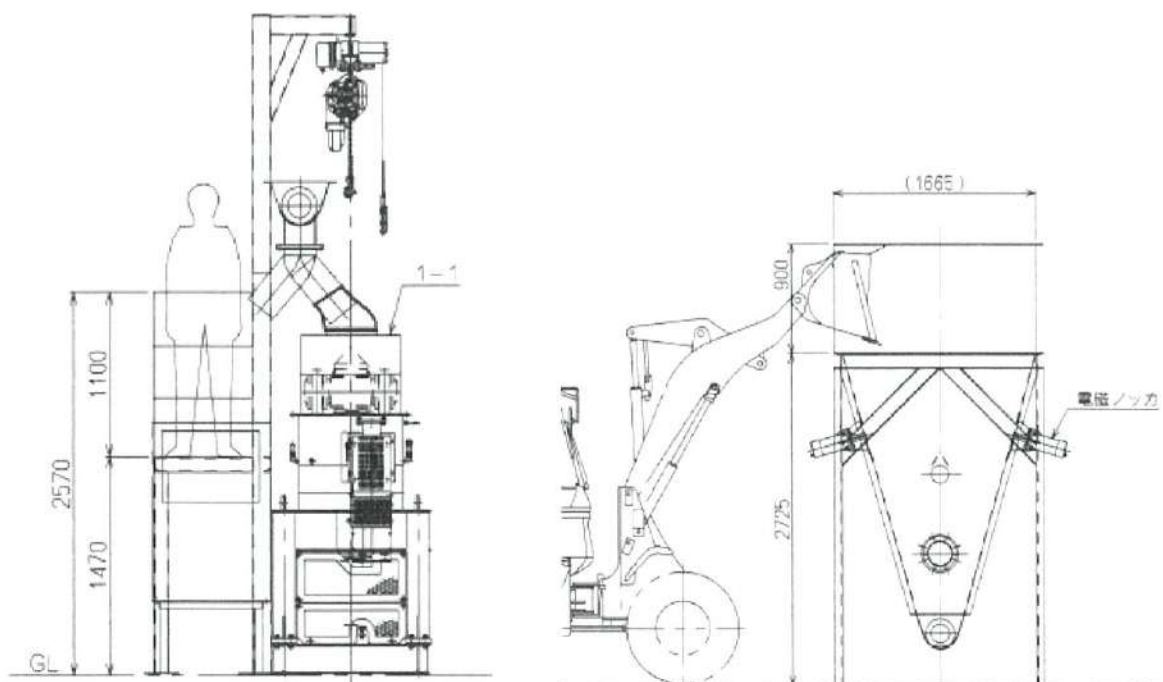


図 6.3.3 PKS-1500 の側面図

4) 基本仕様

ペレット製造装置の基本的な仕様を下表に示します。ペレット製造能力は 600～1000kg/時間、使用電力は 120.1kW (200V/50Hz) となっています。

表 6.2 ペレット製造装置

符号	名称	仕様	動力	台数
1-1	ペレタイザー [フラットダイ方式]	PKS-1500 (600～1000kg/h)	110kW	1
		ダイス温度「異常状態」検出		
		点検架台		
1-2	メンテナンス用クレーン	電動トオリ電気式チェンブロー	0.9kW (0.5+0.4)	1
		DAM-0.49		
1-3	材料投入ホッパー	水張り容器 4.5m ³ 板厚 6.0 t 内貼りなし 脚 アーチンブレーカ 電磁ノック レベル計	GM 3.7kW インバータ制御	1
1-4	スクリーコンベア	U字型スクリー U400×8.5m	GM 5.5kW	1
			インバータ制御	
1-5	操作 動力盤	外扉に操作スイッチ		1
		ペレット製造 材料切出し 供給 ON/OFF		

5) 価格

ペレット製造装置の価格を以下に示します。

- ・ 材料投入ホッパー+定量供給装置+ペレメイク本体
- +動力/制御盤込 合計 ¥60,000,000
- ・ 据付工事と送料 ¥10,000,000
- ・ その他 ¥10,000,000 総計¥80,000,000

6. 5 乾燥装置

ペレット製造を行うにあたり、木質チップをおが粉にし、乾燥させることが必要です。以下におが粉製造装置とおが粉乾燥装置の寸法図を示します。

1) おが粉化装置

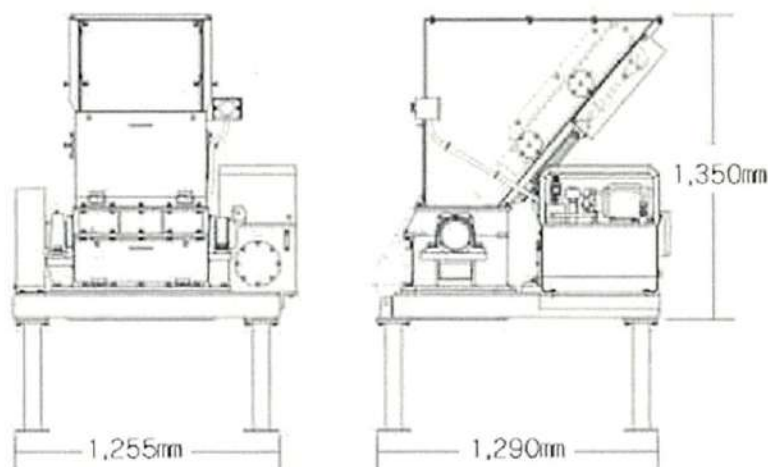


図 6.4 おが粉製造装置の正面図と側面図

2) おが粉乾燥装置

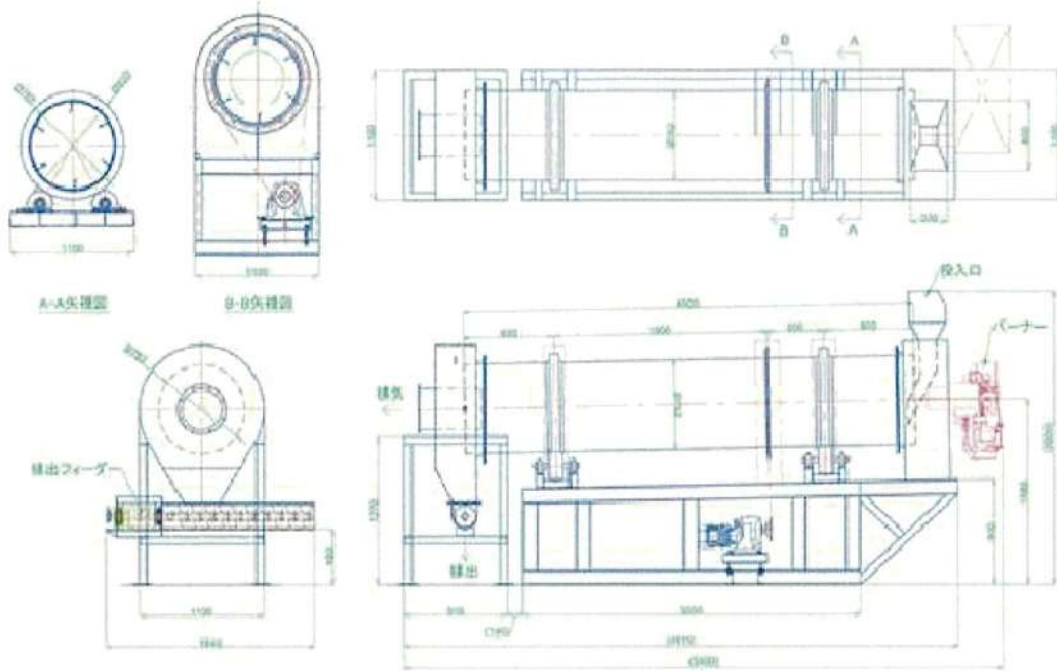


図 6.5 おが粉乾燥装置として使用予定のキルン（炉）

6. 6 建設工事費及び機械設備費

建設工事費及び機械設備費に関して、下図に示すチップ製造及びペレット製造工場の機械配置概要図を基に試算を行います。

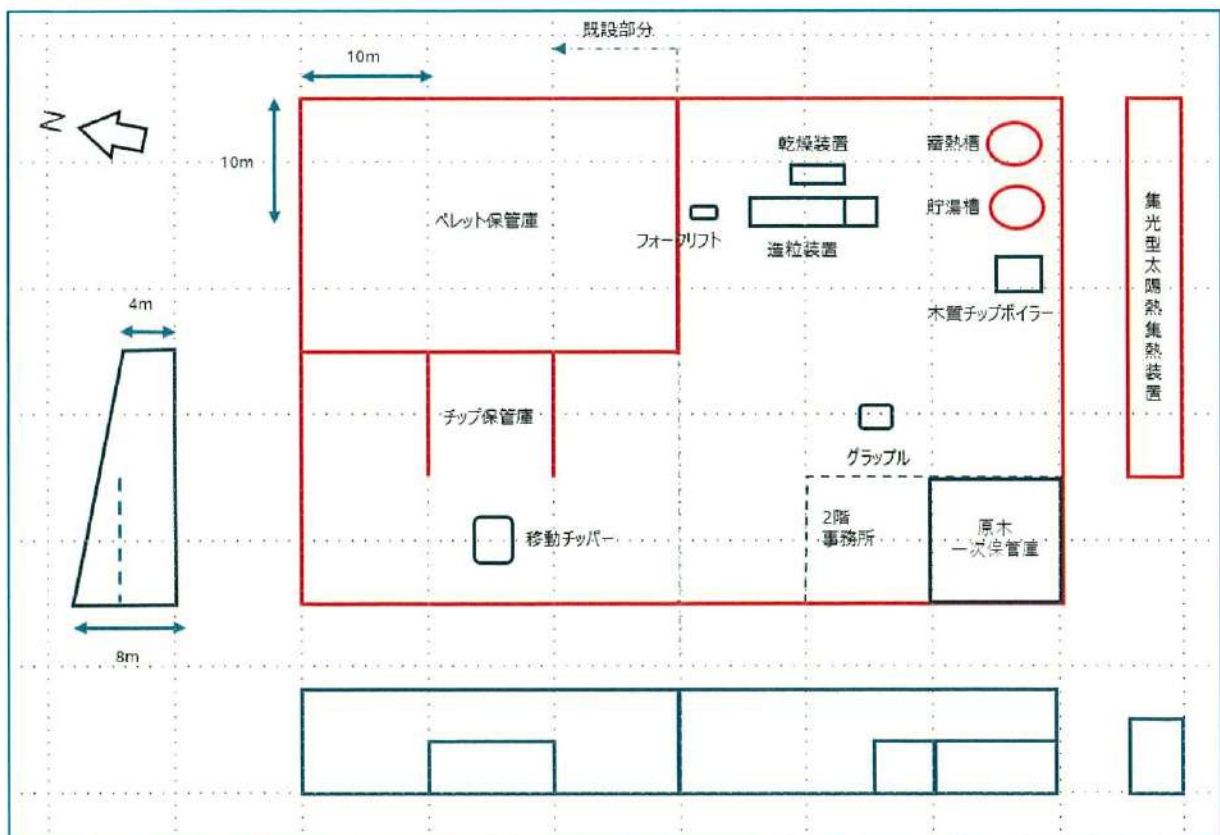


図 6.6 チップ製造とペレット製造工場の機械装置の配置概要図

6. 6-1 総事業費

木質バイオマス燃料工場建設の事業費を下表に示します。

表 6.3 足寄町木質バイオマス燃料製造工場の事業費

項目			内 訳	金額 (千円)	
木質バイオマス燃料製造工場					
1.	土地	既設ペレット工場	町有地	～100m×200m	無償貸与
	造成			アスファルト工事 @5千円/m ²	100,000
	建屋	工場		軽量鉄骨 @300×40m×30m	360,000
		保管庫		修理費	
	校舎解体費			アスベスト除去費を含む	189,000
	中間土場	土地：2ヶ所	町有地	アスファルト工事 +チップ保管庫	
					649,000
2.	重機	電動式・移動式		補助残：リース	
	チップパー				40,000
	グラブ				2,000
	フォークリフト				1,000
	運搬車				1,500
					44,000
3.	ペレット製造				
	ペレット造粒装置	フラットダイ方式		1,000 t/年 @一式	80,000
	おが粉製造装置	一軸破碎機		1,000 t/年 @一式	30,000
	太陽光発電	蓄電池付		200kW	50,000
	おが粉乾燥装置	太陽熱集熱型		40kW @一式	50,000
	木質バイオマスボイラー	薪ボイラー		80kW @一式	5,000
		貯湯槽			
					215,000
	合計①	2 + 3			259,000
	総計②	1 + 2 + 3			908,000

6. 6-2 事業性試算

木質バイオマス燃料製造工場建設の損益計算を前項の総事業費（1+2+3）及び総事業費から土地や建屋にかかる費用を除いた費用（2+3）について損益計算を行った結果を以下に示します。

表 6.4 木質バイオマス燃料製造工場建設の損益計算書（表 6. 3、合計①の場合）

項目		数 t	千円/t	販売量 t/年	金額 千円
----	--	--------	------	------------	----------

収入	木質チップ		1,000	15	1,000	15,000
	ペレット		1,000	50	1,000	50,000
	補助金		40%			103,800
計						168,800

項目		数	@	販売量		金額
				千円	千円	千円
支出	原木（林地残材）	2,000	5	2,000		10,000
	人件費	工場長	1	3,600	3,600	10,800
		職員	3	2,400	7,200	
	機械装置償還	ふるさと融資	60%	259,000	155,400	17,266
	保守管理費		7%			18,130
	保険料		2%			5,180
	金利		0%			0
	減価償却費		15年			17,266
計						78,642
売上利益						90,158

表 6.5 木質バイオマス燃料製造工場建設の損益計算書（表 6. 3、総計②の場合）

項目		数 t	@ 千円	販売量		金額
				t/年	千円	
収入	木質チップ	1,000	15	1,000		15,000
	ペレット	1,000	50	1,000		50,000
	補助金	40%				363,200
計						428,200

項目		数	@	販売量		金額
				千円	千円	千円
支出	原木（林地残材）	2,000	5	2,000		10,000
	人件費	工場長	1	3,600	3,600	10,800
		職員	3	2,400	7,200	
	機械装置償還	ふるさと融資	60%	908,000	544,800	60,533
	保守管理費		7%			63,560
	保険料		2%			18,160
	金利		0%			0
	減価償却費		15年			60,533
計						223,586
売上利益						204,614

以上から、（2+3）（表 6. 3、合計①）の場合、売上利益 9,016 万円となり、（1+2+3）（表 6. 3、総計②）の場合、売上利益 2 億円超となり、いずれも事業性は認められます。

6. 6-3 資金計画

町の協力を受けて、民間事業者が中心になって準備します。

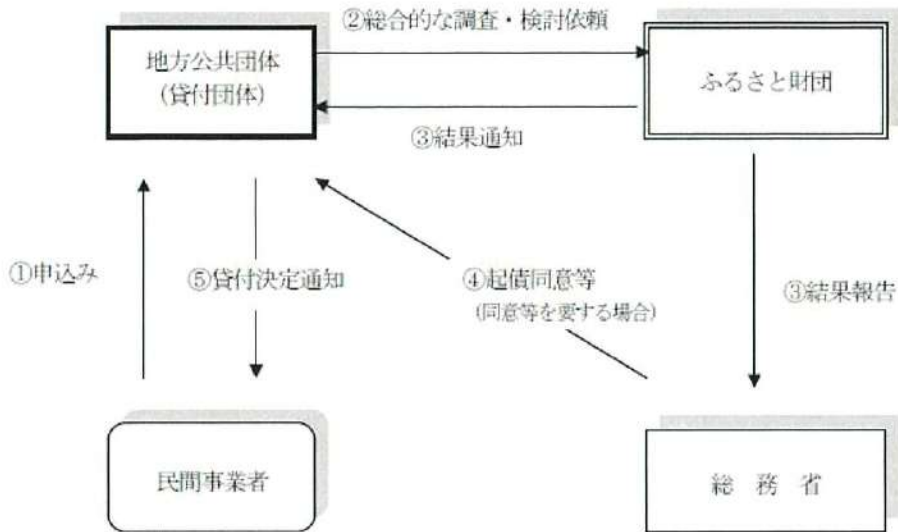
次ページにふるさと融資による事業費貸付手続きの流れを掲載していますが、このような方法が一例として考えられます。

表 6.7 資金計画

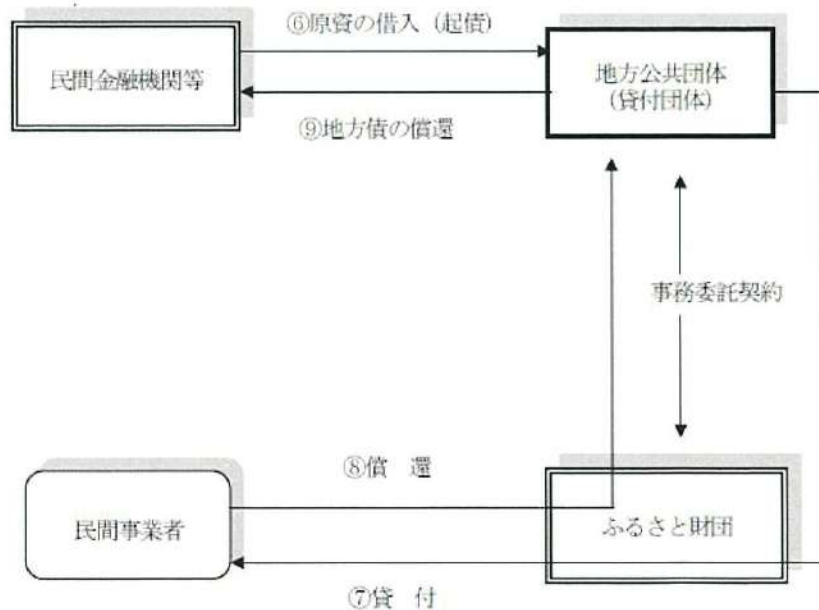
基本的な考え方	民間事業者による調達 + 行政側の手続等の支援をベースにする	
補助金	導入事業補助金	自治体と共同

ふるさと融資	ふるさと財団	過疎地域	上限30億円・無利子	自治体 → 民間
VC投資				
リース				

融資の適否の決定までの手続き



貸付実行と償還の流れ(資金の流れ)



⑦及び⑧は、「貸付事務・括委託契約」に基づき、ふるさと財団の口座を経由して実行します。

図 6.7 ふるさと融資の仕組み

7 バイオガスプラントの建設—湿潤バイオマス—

本町における湿潤バイオマスに関して、畜産排せつ物や食品廃棄物等は、バイオガス化することで地域資源として有効活用できます。最新のバイオガスプラントは、これまでの技術では容易に実現できなかった高繊維質原料など多くの原料に対応可能です。

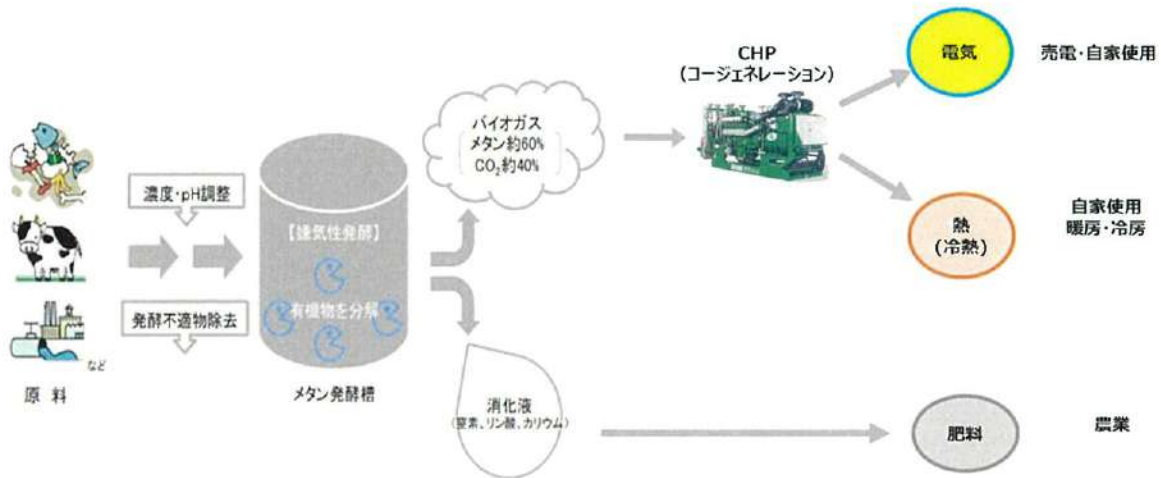


図7.1 バイオガスプラントの模式図

7. 1 バイオガスプラントの進歩

7. 1-1 最新のバイオガスプラントが切り拓く新たな可能性

最新のバイオガスプラントは、これまでプラントの発酵槽機能を2段階に分けることで、バイオガスの発生量が多くなることから、従来のプラントを比較的容易に改善できます。即ち、これまでのプラントの受入槽と発酵槽の間に、「加水分解・酸性化槽」を設置することで、既設プラントの性能が改善されます。

この結果、最新のバイオガスプラントは、多くの点で、これまでのプラントの性能を凌駕出来ます（表7.1）。

表7.1 従来のバイオガスプラントとの比較表

項目	最新のバイオガスプラント	従来のバイオガスプラント	
方式	湿式、マルチステージ（多段）方式	湿式、ワンステージ（一段）方式	
機械装置			
前処理段階	受入槽	チョッパー（微塵切）・混合、懸濁液化	
	加水分解槽	温度 55℃以上、2種類の攪拌	無
	酸性化槽	温度 60℃、24時間保持（殺菌）	無
	処理時間	2日～4日	—
発酵槽	温度	中温：43℃～55℃	中温：38℃～40℃
	滞留時間	前処理を含めて、全原料で16～18日	60～120日

	分解率	原料によるが最大 98%	20~30%台
	容積	従来型の 1/3~1/6、必要面積が小さい	
貯留槽	温度	発酵槽と同じ：43℃~55℃	常温
	付帯設備	浮遊層(スカム)溶解混合ユニット設置	無
固液分離機		貯留槽に近接	
ガスホルダー	設置位置	発酵槽と貯留槽上部を被覆	貯留槽上部無
	耐温度	-25℃~80℃	
建設コスト		装置全体が小さく、安価（1,000k の資本費約 200 万円/kW）	資本費 243 万円/kW
性能			
原料	多様性	75 種類の有機物	単一原料
	高繊維質原料	ワラ・馬ふん等可	不可
	高アンモニア	鶏ふん（ワラと混合）可	不可
	原料の交換	日変わり原料可	原料の日変わり不可
	安定化時間	2 日	1 週間~10 日
全滞留時間		20 日	60~120 日
バイオガス発生量		従来型より最小 30%多い	
排出物	液状排出物	循環利用可能	消化液として利用
	固体排出物	肥料成分を含む“土”、敷料使用可能	堆肥
	消化液	貯留槽の上澄み = 肥料	
	再循環水	貯留槽の上澄みの消化液、循環利用	無

最新のバイオガスプラントは、下図に示すような、バイオガスの新たな利用可能性が出ています。

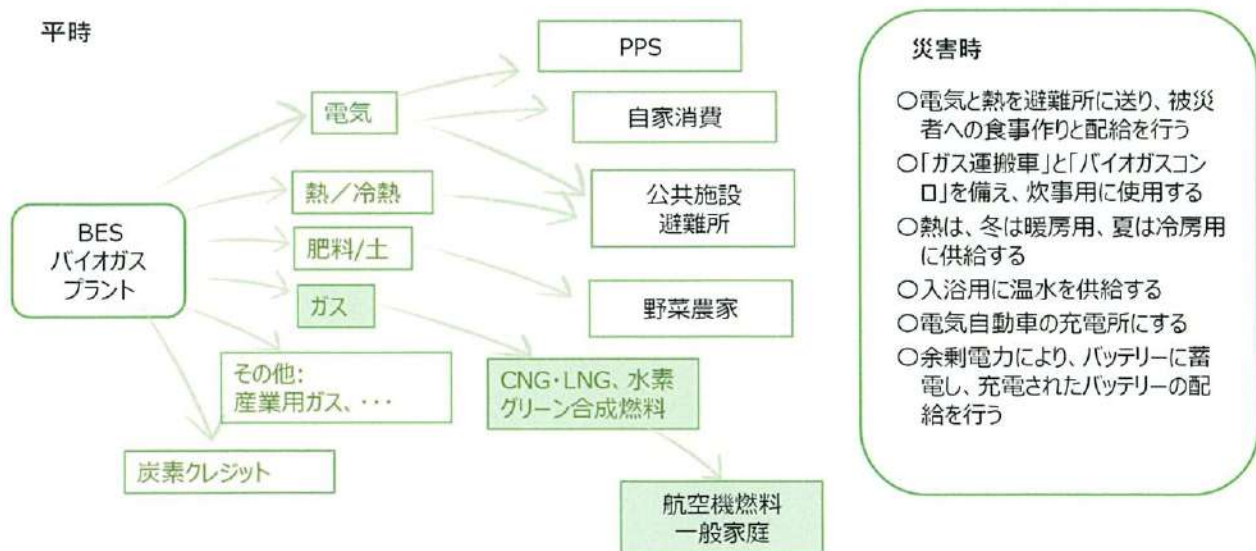


図 7.2 最新のバイオガスプラントが切り拓く新たな可能性

7. 1-2 バイオガスからの水素製造

バイオガスから水素を製造する事例として、ドイツの事例を紹介します。

ドイツ Krefeld 市の「BioH2Ref」プロジェクトでは、Lefkeshof 農場の乳牛 250 頭から 100kg の H₂ を製造しています。

導入理由は FIT 期間が終了したことで事業収支が赤字に転換してしまったためであり、水蒸気改質の H₂ 製造キットを追加導入したことで、再び黒字に転換しました。

製造した水素は水素トラクター・水素バス用のボンベをガス卸業者に直接販売しています。

a)



b)

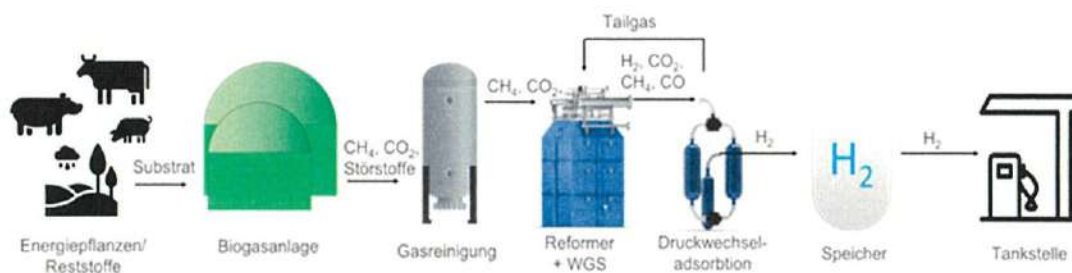


図 7.3 a) 水素製造の原理、b) コンテナ収納装置



図 7.4 農家に導入された水素製造装置 (ドイツ)

7. 2 既設プラントの増強

本町には既設のバイオガスプラントが2基あります。これらのプラントを最新のプラントに改良した場合の収支を検討します。

7. 2-1 既設プラントAの状況と増強方法

既設プラントAは2019年にJAあしよろバイオマスセンターとして芽登地区に設置され、1,000頭規模のふん尿を処理し、発電を行う施設です。ふん尿は、同地区の大型酪農家3戸を中心に近隣農家から受け入れており、1日当たり約80tを処理する計画となっています。発電は1日約6,600kWhを試算し、固定価格買い取り制度（FIT）を活用して売電を行っています。



図7.5 既設プラントA（バイオ燃料法 認定事例より）

1) 当初計画

- 原料供給量：29,039 t/年
（家畜排せつ物、使用済み敷料、農産加工残さ）
- 燃料製造量：1,221,290 Nm³/年（バイオガス）
- 発電量：2,408,400 kWh/年
- バイオ液肥製造量：25,623 t/年

表7.2 当初計画値との比較

項目	単位	計画値	実績(R4年)	リフォーム後
乳牛	頭	1,000	716	1,000
農産物加工残渣		利用計画あり	5,518	追加可能
原料（ふん尿、敷料等）	t/年	29,039	37,320	23,725
原料	t/日	80	102	65
バイオガス量	m ³ /年	1,221,290	1,174,301	2,841,608
発電量	kWh/年	2,408,400	2,069,981	6,038,985
発電容量	kW	279	243	772
稼働時間	h/年	8,640	8,520	8,500
液肥	t/年	25,623	29,292	10,840
再循環量		-	-	25,744
固分量	t/年	2,847	-	7,657
稼働率		100%	100%	100%
FIT売電（単価39円/kWh）	千円	78,750	73,271	229,744

更新コスト	千円	1,350,000		600,000
-------	----	-----------	--	---------

※「農林漁業バイオ燃料法 認定実績」（農林水産省）単価 35 円/kWh

2) 増強計画

増強方法

図7.6に示すように、「原料受入棟」の前に、2基の「加水分解・酸性化槽」を追加し、一連の配管計及び制御システムを更新します。

増強費用は、概ね6億円程度と推測します。



図7.6 プラントの改良計画
● 追加された「加水分解・酸性化槽」

7. 2-2 既設プラントBの状況と増強方法

「足寄町次世代エネルギーパーク」計画書には、処理能力250頭規模（1日あたり18tを処理）、メタンガス発生量165,000m³/年（8,209t/年）、メタンガス濃度は99%に精製可能と紹介されています。

「内発協ニュース」（2009年10月）には、次のように紹介されています。（※内発協：日本内燃力発電設備協会）

「足寄町螺湾地区（奥足寄）のN牧場では平成14年度から牛ふんを発酵し抽出したメタンガスを燃料に利用している。牛300頭から日量18tの牛ふん等を回収し、55℃で発酵し嫌気処理して日量525m³のメタンガスを製造し、ガスと軽油のデュアルフューエル燃料式30kWコージェネシスシステム×1基、140kWボイラー×1基に供給している。熱は加温用に利用している。」

1) 当初計画

- 原料供給量： t/年
(家畜排せつ物、使用済み敷料、農産加工残さ)
- 燃料製造量： N m³/年 (バイオガス)
- 発電量： kWh/年
- バイオ液肥製造量： t/年

表7.3 プラントBの情報

乳牛	頭	300	
原料	t/日	18	
ガス発生量	m ³ /日	542.5	
発電量	kWh/年		
	kW	30	
ボイラー	kW	140	
稼働時間	h/年		
発酵槽排出量	t/日		
循環量	t/日		
貯留槽送り量	t/日		

表7.4 エネルギー収支計算書

	単位	夏場	冬場
		数量	数量
バイオガス量	t/年	525	525
発電用ガス	m ³ /日	288	162
発電時間	時	16	9
発電量	kWh	480	270
使用電力	kWh	270	270
余剰電力	kWh	210	0
ボイラー用ガス	m ³ /日	0	363
ボイラー発生熱	Mcal/日	0	1,638
発酵液戻し熱		208	132
発電機廃熱	Mcal/日	768	432
回収熱合計	Mcal/日	976	2,202
原料昇温	Mcal/日	865	909
ふん尿解凍	Mcal/日	0	1,125
消費熱計	Mcal/日	865	2,035
余剰熱量	Mcal/日	111	167
稼働率		100%	
FIT売電 (単価39円/kWh)	千円	89,716	
維持管理費	千円		

2) 増強方法

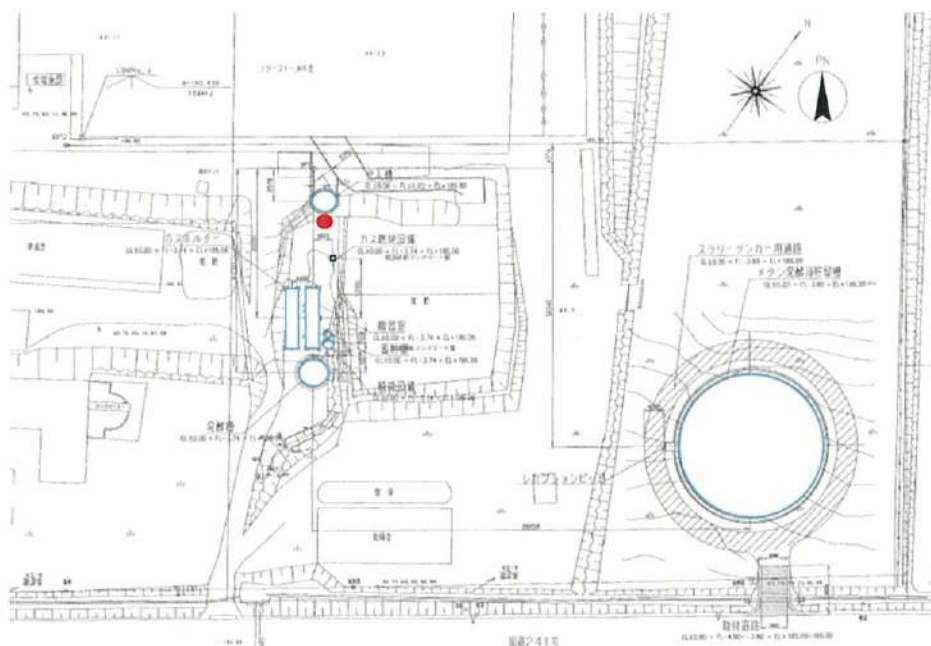


図7.7 プラントBの平面図

3) 増強予測

図7.7の●丸の位置に、「加水分解・酸性化槽」を追加した結果を示します。

表7.5 頭数を180頭及び100頭の場合の性能

乳用牛	頭	180	100
CH ₄ 発生量	m ³ /年	281,319	156,288
バイオガス量	m ³ /年	511,489	284,161
総発熱量	kWh/年	2,813,192	1,562,884
総発電量		1,069,013	593,896

売電可能電力	kWh/年	1,069,013	593,896
CHP 容量	kW	126	70
FIT 低圧	kWh/年	425,000	425,000

売電単価	円/kWh	35	35
売電収入	万円/年	1,488	1,488
自家消費量	kW	76	20
	kWh/年	644,013	170,000
従量電力料金	円/kWh	30	30
電気代節減分	万円/年	1,932	510
総電力収入	万円/年	3,420	1,998

熱生産量	kWh/年	1,125,277	625,154
自己熱消費量	kWh/年	337,583	187,546
売熱可能量	kWh/年	787,694	437,608
売熱単価	円/kWh	12.3	12.3
売熱収入	万円/年	967	538

総収入	万円/年	4,387	2,536
建設単価	万円/年	243	500
建設費	万円	30,561	27,948
建設費/総収入	年	7.0	11.0

表 7.6 損益計算書

建設費	万円	30,561
融資金	万円	30,561
収入・売電収入	万円	3,420
・売熱収入	万円	967
・肥料代	万円	
・CO2 クレジット	万円	
収入計	万円	4,387
支出・人件費：0.5人	万円	150
・保守・修理	1.75%	535
・サービス契約		100
・保険料	0.50%	153
・利息	無利子	0
・減価償却	15年	2,037
支出計	万円	2,975
税引前利益	万円	1,412
税金	10%	141
税引後利益	万円	1,270

キャッシュフロー(=減価償却+税引後利益)		3,308
回収期間	年	9.2

7.3 プラントの新設

モデルプラントの新設の検討は、乳牛 1,000 頭、肉牛 1,000 頭の場合について以下に示します。

表 7.7 成牛 1,000 頭当りのエネルギー発生量

		乳用牛	肉牛
原料量	t/年	23,725	11,169
CH ₄ 発生量	m ³ /年	1,562,884	
バイオガス量	m ³ /年	2,841,608	
総発電量	kWh/年	6,564,114	3,015,247

CHP 容量	kW	772	362
従量電力料金	円/kWh	30	30
電気代節減分	万円/年	19,692	9,307
熱生産量	kWh/年	6,564,114	3,015,247
売熱単価	円/kWh	12.3	12.3
売熱収入	万円/年	8,074	3,709

総収入相当額	億円/年	2.8	1.3
建設費	億円	18.8	8.8
建設費/総収入相当額	年	6.7	6.8

表 2.2 から、本町の成牛換算頭数は、乳牛 7,118 頭、肉牛 7,660 頭となります。

表 7.8 成牛換算頭数

	頭	t/日	kg/(頭/日)
乳用牛	7,118	427	60
肉牛	7,660	306	40

総収入相当額は、乳牛 $2.8 \times 7.1 = 19.9$ 億円/年、肉牛 $1.3 \times 7.66 = 10.0$ 億円/年となり、牛ふん尿からのエネルギーは、毎年 30 億円になります。

8. 地域のバイオマス産業を担う人材育成の検討

地域経済循環の創造による雇用創出を図り、新たに創出される再エネの分野で働くために必要なスキルと知識を身につけた人材育成を行う内容を紹介します。

地域資源を最大限活かした事業活動は、地域を豊かにすることに間違いありませんが、その事業活動を持続・発展させることは簡単ではありません。

地域に、「バイオマス産業」を支える専門家を養成する仕組みを創り、全国（東南アジアを視野に）に呼び掛け、人を呼び込み、その中から本町に魅力を持って住み続ける人を作り出す必要があります。

こうした事例は、いろいろな分野で先進的に進められています。

再エネ分野について見れば、本町は、既に「次世代エネルギーパーク」に選定されており、人材育成に役立つ実例があり、また今後の進展も期待されます。

本町が既にそうした条件を持っていることを、全国の先行事例を紹介する中で、明らかにできると考えます。

人が生活するためには、エネルギー（生き物の食料と産業エネルギー）が不可欠です。現在、再エネ社会への転換が進んでいます。再エネ社会を支える、エネルギーについての従来の常識が使われなくなり、新しい知識や技術的対応が必要になっています。

8. 1 本町の可能性

脱炭素化の流れの中、地域での再エネ導入の重要性は強く認識されています。しかし、単に再エネを増やすだけでは地域の利益に結びつきません。重要なことは、地域に利益をもたらす再エネ事業を推進し、地域が抱える課題を同時に解決していくことです。これにより、地域循環共生圏の実現など、地域活力の創出につながっていきます。

本町においては、豊富な地域資源を原料として、エネルギーの自立活用ができる潜在力があります。しかし、地域資源をエネルギー化するには、技術的な克服（機械装置）が必要です。このために、エネルギー化工場を創ることで、地場産業として地域に位置づき、安定な雇用を生み出すことが可能になります。

本事業では、数多くの原料となる地域資源の中から、2種類の地域資源（「木質バイオマス」と「家畜排せつ物」）を統合させて利用することを考えています。

このためには、既にエネルギー化工場の建設による前駆的状況が生れていますが、更に深化することで、2つの異なる事業を包括的に統合し、エネルギー需要に見合う「地域エネルギー供給事業体」を設立することが必要です。

1) 地域に利益をもたらす再エネ事業の重点—1

- ①地域の雇用・資本
- ②利益の社会投資

③熱などの副産物、地域内未利用資源の活用

④地域事業者による施設設備・維持管理

⑤再エネの地産地消

2) 地域に利益をもたらす再エネ事業の重点一2

①雇用・産業の創出による地域経済の活性化

②林業・農業（畜産業）などの地域産業への付加価値の提供

③エネルギー自給構造の実現

④防災レジリエンスへの強化など

8. 2 先進的人材育成の取組

「地域再エネ事業の持続性向上のための地域中核人材育成事業事例集」（事例集地域循環共生圏構築を目指し地域再エネ事業の中核人材を育てる Actions & Models 地域中核人材育成事例 & 先進事例 活躍する地域中核人材、環境省、令和3年度）には、以下のような研修を実施した活動団体の概要と、その研修を受けた地域の「受講成果」や「再エネ事業導入に向けた取り組み」などが紹介されています。

1) 地域中核人材を育てる

地域に利益をもたらす再エネ事業を進めるには、「地域での合意形成」や「行政内部での調整」「ビジョン・ビジネスモデルの構築」など、直面するさまざまな課題を克服しなければなりません。

そうした課題に挑戦する「地域中核人材」を育成することを目的とし、「地域再エネ事業の持続性向上のための地域人材育成事業」を実施したことが詳しく紹介されています。

人材育成に関するさまざまな専門性を持つ活動団体が、それぞれの強みを生かし、全国各地で実践的な人材育成研修を進めました。

研修は、専門家による講義、ワークショップ、先進地視察、課題学習など、各活動団体の専門性を生かしたカリキュラムで構成されています

2) 求められる3タイプの中核人材

「地域に利益をもたらす再エネ事業の推進」に欠かすことのできない「リーダー」「コーディネーター」、そして「専門家」という3タイプの地域中核人材の育成を目指しています。

候補者は、どの地域にもいます。その方々に気づきを与え、育成することが重要です。

リーダー人材	地域再エネ事業のビジョンを描き、地域全体をけん引する人材
コーディネーター人材	地域内外の関係者をつなぎ、合意形成などの地域内調整を担う人材
専門人材	再エネ事業に必要な技術的な知識や、経営・会計などの専門知識を持つ人材

3) 再エネ導入に向けた地域の取り組みステップを確認

本事例集を参照するにあたり、それぞれの地域がどのステップに位置するか確認の上、参考とされることをお勧めします。

ビジョン・方針策定	地域の現状・課題整理、地域再エネポテンシャル整理、情報収集、ロードマップ策定など。
体制づくり/合意形成	官民による地域主体の推進体制づくり、地元民間への協力要請など。
事業計画策定/主体形成	地域共生型ビジネスモデルの検討、法人登記・組織・役割分担など。
事業運営⇒推進・発展	脱炭素計画策定、他地域とのネットワークづくりなど。

※『地域エネルギー』とは、再生可能エネルギーやコージェネレーションシステム（熱電併給システム：発電装置によって作り出された電気と、発電時に排出される熱を回収して給湯や暖房などに利用する方法）、蓄電池など、地域内で安定的かつ効率的に活用する分散型エネルギーシステムの総称です。

※ 電力・石油・ガスの3業種が筆頭となり、太陽光や風力、バイオマス、地熱発電といった再生可能エネルギーなどもエネルギー業界に含まれます。

※ 自立・分散型エネルギーシステムとは、従来の大規模集中的な発電所に代わって、分散した小規模の発電システムを地域に設置することで、地域が自立的に電力をまかなうシステムのことで、

4) 自治体の重要な役割

現在、ゼロカーボンシティを表明した自治体の数は、1,227（2024年12月27日時点）になっています。盛り上がるゼロカーボンシティの自覚をもって、地域発展につなげることが重要です。

そのためには、次の地域人材が必要です。

①地域内のハブとなる自治体職員

②脱炭素を地域主体で実施できる地域企業経営者・職員

が必要です。

（「脱炭素を地域発展につなげる地域人材」((一社)ローカルグッド創成支援機構、2023)

8.3 バイオマス燃料工場における人材育成

木質バイオマス燃料工場においては、木質燃料（チップとペレット）製造が行われます。この時の動力源は、再エネ電力と熱が使われ、燃料が製造されます。

電力：集光型太陽熱おが粉乾燥装置

木質チップボイラー

畜産バイオマスを原料とする「バイオガスプラント」は、電気と熱が製造され、副生成物として肥料（液体と固体の肥料）が生成します。

こうした事業を進める「仕事」は、地域の全ての産業分野の連携が必要であると共に、とりわけ、建設業がその担い手として位置づく必要があります。その内容を改めて整理し表8.1示します。

表8.1 自然エネルギーの種類と建設業関係者の関与

自然エネルギーの種類	特徴	地場技術の関与の度合い	建設業が関連する仕事
太陽エネルギー			建築構造物として設置
太陽光発電	半導体技術はハイテク		小型分散になればなるほど多くの仕事生まれる
太陽熱発電	全体技術はローテク	町工場でも製作・据付・保守管理できる	大規模化は基礎工事が必須
太陽熱利用	全体技術はローテク		運送道路・据付・基礎工事
風力エネルギー			

バイオマスエネルギー				
	木質バイオマス	林地残材の収穫が焦点	地域のあらゆる分野の雇用を生み出す	ダンプトラックやクレーン、ブルドーザー等の重機の活用
	バイオガス	コンクリート製発酵槽	全ての地域で可能	寒冷地は基礎工事と一体化
水力エネルギー		用水路に注目集中	町工場でも製作・据付・保守管理できる	設置にクレーン等が必要
雪エネルギー		雪山造成	除排雪利用	ブルドーザー等重機が必要
その他：応用面		地域産業・社会の再構築		
	災害対策	自然エネルギー活用の研究	地域内の総力で対処	
	地場産業育成	地域における富の循環		

「自然エネルギーが生み出す地域の雇用」より

大地震や水害等で地域が孤立し復旧に長期間を要する例が多々あります。一般に災害復興に建設機械がフル動員することはごく当たり前ですが、自然エネルギーの活用という面では、災害復興にほとんどその努力がなされていません。それは、これまでの自然エネルギー技術が、建築構造物として実現されるために、それ自体が破壊されるためでもあります。災害対策としての自然エネルギー利用については、もっと研究される必要があります。

例えば、100%地場技術で作られる装置であれば、仮に壊れても直ぐに直す事もできます。何よりも災害対策については、地域内連携体制の構築が重要です。こうした視点で、今一度自然エネルギー技術を見直すことが大切です。そして、この分野における建設業の役割は今後ますます重要になって行くことは間違いないと思われれます。

8. 4 雇用創出効果が大きい木質バイオマス

種々の自然エネルギー産業のなかで、雇用創出効果の最も大きいのは労働集約型関連分野が多岐に渡る木質バイオマス分野で、この利活用に大きな期待が寄せられています。

「地域産業・社会の再構築」の視点から、木質バイオマスを活用することによって、「地域に生み出される雇用」の可能性と「地域における富の循環」について考えていく必要があります。

林地残材や間伐材等を利用する木質バイオマスのエネルギー利用は、森林造成、林業の振興を促し、雇用の創出をもたらすことによって、農山村の活性化の力に成り得ると期待されます。

本町における検討では、雇用確保に結びつく木質バイオマスを利用する産業振興・産業創出は、地域に以下のような仕事を生み出すと考えられています。すなわち、

- ①森を育てる仕事
- ②林地残材・間伐材・丸太作り、運搬の仕事
- ③チップ・ペレット・薪などの木質バイオマス燃料を製造・販売する仕事
- ④エネルギー化（発熱・発電・給湯・コージェネ）施設の建設・運転・管理の仕事

- ⑤地域暖房システムを経営する仕事
- ⑥製材工場の廃木材等を利用したエネルギー化の仕事
- ⑦建築廃材を集めてチップ化する仕事
- ⑧里山の雑木林の皆伐や間伐でチップを作る仕事、等々。

こうした仕事によって、雇用創出を伴う人材育成が期待されます。

バイオマスの多面的利活用を基礎とした地域循環経済の仕組みづくりの意義は大きいものがあります。木質ペレット燃料生産工場の他、林地残材を原料とする木質チップ燃料生産工場、農業用廃プラと農業残渣物を原料とした高カロリーバイオマス燃料生産工場など、バイオマス燃料生産工場の建設を進めることは「地域における富の循環」＝地域外に流出していたお金を地域内に留め、地域が豊かになる、という成果を目指した取組みであると言えます。

このように地域の宝ものである自然エネルギーを上手に使うことによって、「地域に仕事を作り出す」（地域産業を創造する）とともに、「地域内の富の循環を実現」し、地域が豊かになるのです。これは、これまでなかなか定着しづらかった「地産地消」を、「エネルギーの地産地消」として確実に定着させることを意味することになります。

9 事業体

9.1 「地域エネルギー供給事業体」の確立

新たに地域に準備される地場産業は、下図に示されるような事業体から構成されます。本町の場合は、林業関係者と農畜産業者の「農畜林連携」を確立する観点から、前者の関係では「木質バイオマス燃料工場」、後者の関係では「バイオガス発電所」の建設を基礎として、需給体制の安定化を図るために、この2つの事業体を統合した「地域エネルギー供給事業体」を確立することを目指します。

「地域エネルギー供給事業体」は、町内各団体、関係者の参加を得たSPC（特別目的会社）として設立することも検討します。

自治体の他に、資金的支援を担う金融機関、必要なインフラを整備する事業体（地域エネルギーインフラ会社）、需要先の機器・設備を取扱う（設置・保守・管理）事業体（地域の設備会社）及びこれらの事業全体を統括・管理する事業体（事業運営会社としてのエンジニアリング会社）等々との協力・連携が不可欠です。

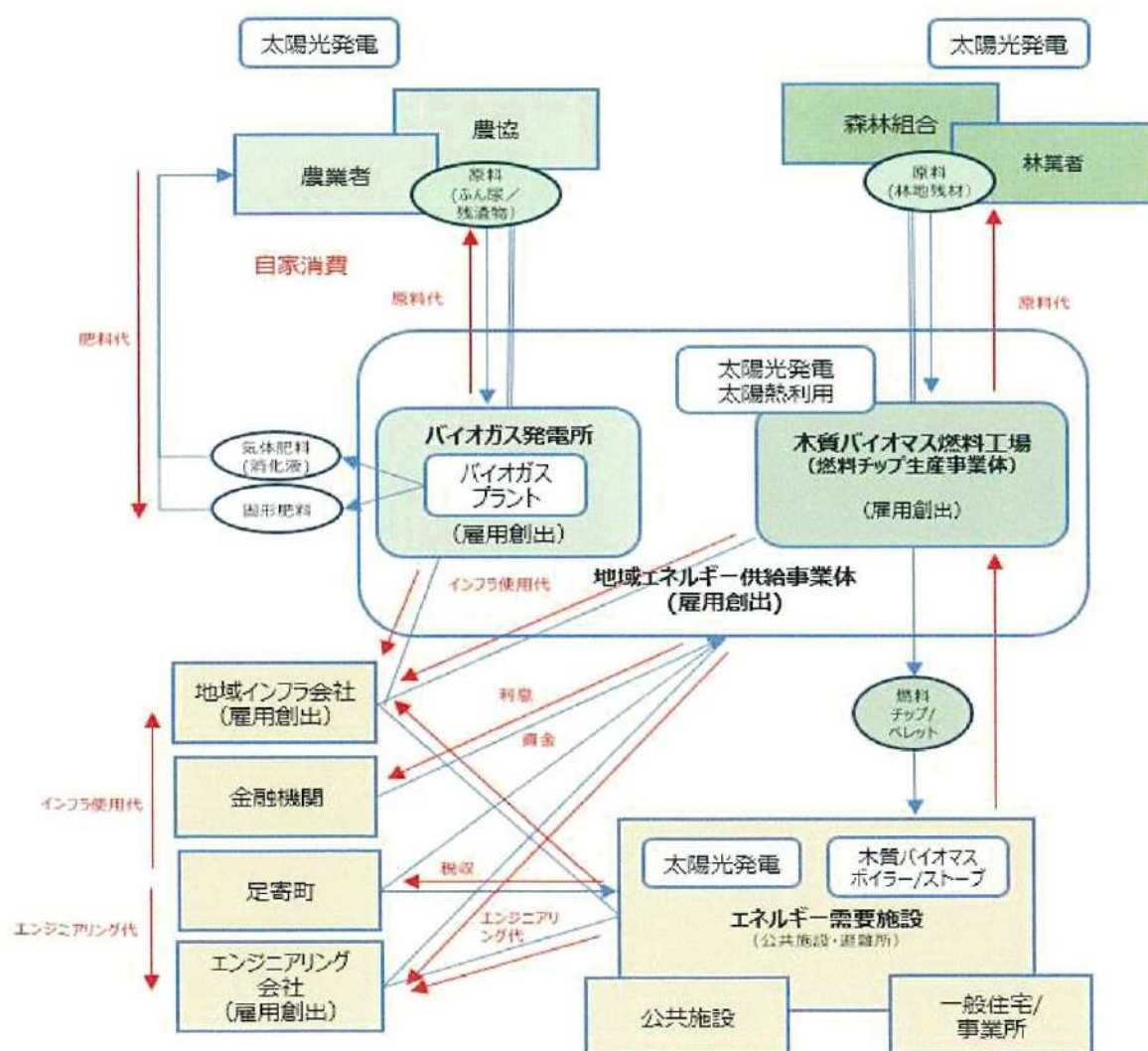


図9.1 「地域エネルギー供給事業体」

9. 2 SPC「バイオマスエネルギー公社」(仮称) 設立にむけて(案)

9. 2-1 名称

本町のバイオマスを一手に担う新会社の設立とし、木質バイオマスを主体としながら畜産バイオマス、太陽熱エネルギーの利活用、新技術導入(水素活用・木質ガス活用・次世代型太陽光発電)などGX 確立に向けた調査研究を推進し、本町からの内外への普及を図る事業体「地域エネルギー供給事業体」(仮称)の設立を行います。

9. 2-2 木質燃料製造工場事業体の事業組織体制

- 1) 木質燃料製造工場事業体は、とちちペレット協同組合(15社)を中心とします。資金や需要供給への担い手に、民間企業の参加と国や北海道からの支援を受けるためにも、本町との連携が不可欠です。
- 2) 企業参加は、とちちペレット協同組合に加えて、十勝管内の石油等の供給を担うエネルギー事業者を想定しており、エネルギー需要先としては十勝管内大手スーパー3民間事業者を中心に連携を図ることを検討します。
- 3) 資金調達は、ふるさと融資を基本とし、補助残を含め本町の支援も含めて検討します。
- 4) 足寄町森林組合は、民有林事業の推進と林地未利用材の供給先とします。町有林は、町内林業関係企業の育成と人材雇用促進の原資となるべき事業推進を計画とします。

9. 2-3 畜産バイオガスエネルギー事業体の事業組織体制

- 1) バイオガス生産事業体は、民間事業者の力を基礎に設立を進めます。
- 2) 企業参加は、バイオガスプラントの設立を行う者及び設立に関心を持つ者を中心として、畜産バイオガスからの水素利用やメタン利用に精通している事業者が想定されます。また、エネルギー需要先としては、十勝管内大手スーパーの事業者との連携を図ることが考えられます。
- 3) 畜産バイオマスは、JA あしよろが有力な担い手と考えられており、既存施設の有効活用と、町内酪農家へのエネルギーによる支援と飼料作物生産基盤の確立を目指します。
- 4) 資金調達は、国庫補助を基本とし、補助残を含め本町の支援も含めて検討します。併せて、企業等からは、地方銀行との連携のもと融資資金の受け皿とします。
- 5) 当初は、2ヶ所の既存プラントのリフォームが可能かどうか検討します。その後、各路線沿いの畜産農家に新規展開します。

9.3 ロードマップ

表 9.1 「バイオマスエネルギー公社（仮称）（SPC）」の建設にむけた工程表（案）

プロジェクト	導入設備	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年	2029年	2030年	2031年～2050年
1. 木質燃料工場建設と再エネによるエネルギー自立化プロジェクト									
事業体の設立									
用地確保									
資金計画	ふるさと融資		木質事業体設立 町有地・造成						
	民間資金		協議開始						
建屋建設	工場建屋		着工	完成・試運転 購入（リース）	操業開始				
重機									
中間集積場						2ヶ所の確保			
再エネ： 太陽エネルギー	発電パネル 蓄電装置		詳細計画・設計	実施設計 実施設計	屋上・野立て 併設				
	熱利用システム			着工 設置	運用開始				
木質バイオマス	チップ(薪)ボイラー バイナリー発電								導入検討
2. バイオガスプラント導入プロジェクト									
事業体の設立									
資金計画			詳細計画・設計	VC等の資金	事業体設立				
用地確保									
建屋建設	施設A			AJリフォーム					
	施設B								
	路線A (or B)				BJリフォーム				
						導入開始			
3. 脱炭素促進プロジェクト									
太陽光	発電パネル +蓄電池								
	屋根・駐車場等への 設置								
木質バイオマス	熱利用								
	チップボイラー ペレットボイラー								
4. 需要者側のプロジェクト									
太陽光	発電パネル +蓄電池		詳細計画						
	一般住宅・事業所								
木質バイオマス	熱利用(ペレット)								
	一般住宅・事業所								

10 事業の実施体制

10.1 自治体内部の体制

本プロジェクトを実施するにあたっての自治体内部の体制について、以下の庁内体制をベースとして事業を実施します。

なお、必要に応じて、外部有識者、民間業者等を加えるなど体制を変更することもあります。

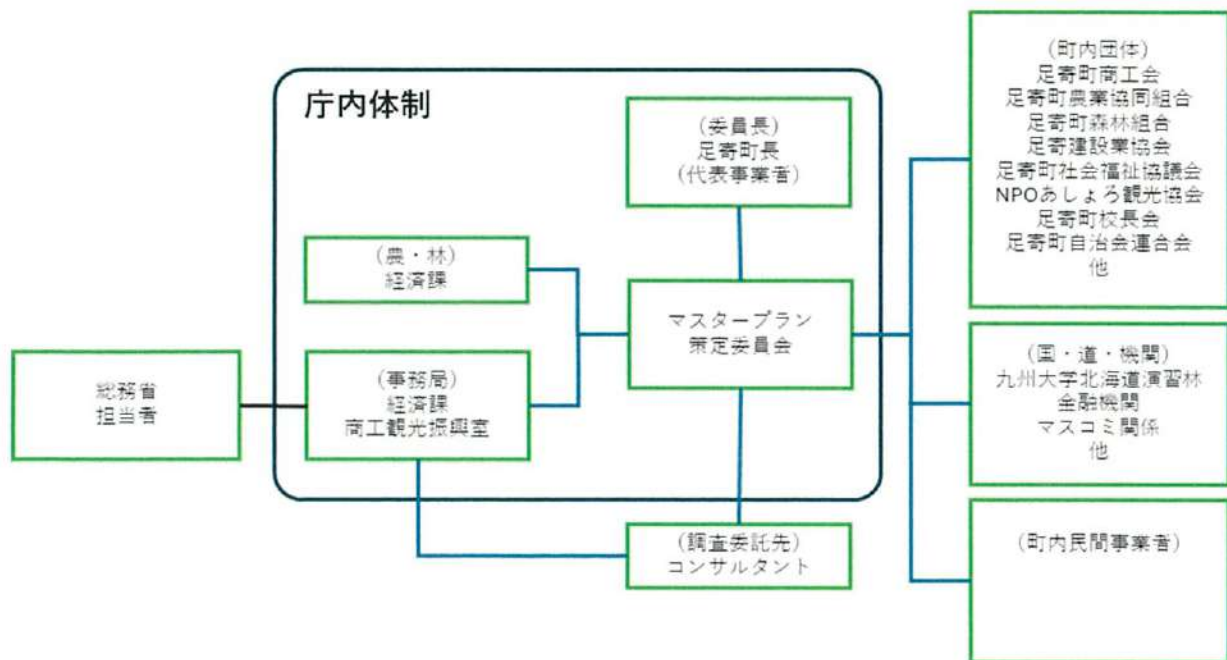


図10.1 事業の実施体制

10.2 地域における合意形成のための体制

本プロジェクトにおいて、地域における合意形成を行うための体制については、本町では、これまでの取り組みにおいて以下のような体制を構築してきました。

必要に応じて個別に町内団体及び町内民間事業者等との関係主体と協議することで地域における合意形成を図って行きます。

脱炭素化の取組を進めるための方法論として、バックカスティング方式に基づくPDCA サイクルを採用します。

PDCA とは、Plan (計画)・Do (実行)・Check (評価)・Action (見直し) のサイクルを繰り返し回すことで、適宜改善を図ることで、事業の展開を図るものです。

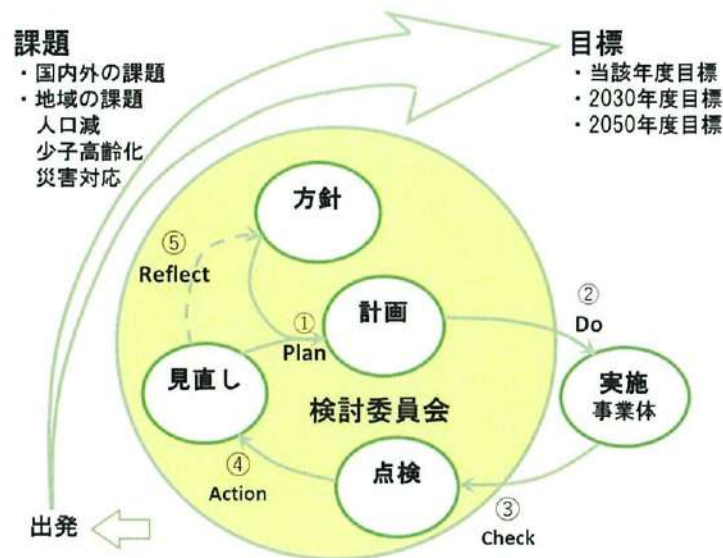


図 10.1 取組を進める方法論としてのPDCA サイクル

【目的・目標】

まず、PDCA サイクルを回すための最も基本となる大切なことは“目的”（あるいは“目標”）の設定にあります。この点については、本町の上位計画、とりわけ「医療」「産業振興」が大きな課題として設定されています。

課題の解決を図るための現時点での目標が、例えばエネルギーインフラ整備の視点から見れば、「地球循環共生圏」ということになります。より具体的には、例えば、2050年に「ゼロカーボン」を実現することが目標となります。この大きな目的・目標に向けて、本事業が出発します。

例えば、2050年のゼロカーボンの最終年の最終到達を見通すことは難しいため、中間点（2030年）の目標を定めて、とりあえずその目標実現を目指します。

【計画と方針（P）】

本町の上位計画に位置づく内容を踏まえて、本事業で提起された「マスタープラン」を「検討委員会」に付議することで出発することになります。

【実行（D）】

事業毎に、事業を展開する町と民間事業者が中心となった事業体を立ち上げ、事業展開が開始されます。

【評価（C）】

設定した目標に対して、どれくらい達成されたか、これを見定めることが必要になります。

達成度を数値化するときのベースになる代表的な考え方が、KPI（Key Performance Indicator）と呼ばれる「目標を達成するための重要な業績評価の指標（重要業績評価指標）」が有ります。事業毎にこのKPIを設定し、目標値達成度を評価します。

例えば目標値達成度を、100とした場合、KPI値がこれに満たない場合には、取組が当初想定の方角に向かっていないことを意味し、修正が必要になります。

【見直し（A）】

修正は、KPI評価項目の内容の検討を通して、設定した目標そのものの修正にまで及ぶこともあり得ます。この評価に基づき、再びP→D→C→Aを繰り返します。

分散型エネルギーインフラプロジェクトマスタープラン報告書
農畜林連携構想に基づく再生可能エネルギーの持続的活用による
地域産業の創出

令和 7 年 2 月

発 行 足寄町経済課商工観光振興室
〒089-3797 北海道足寄郡足寄町北 1 条 4 丁48 番地
TEL.(0156) 25-3863 FAX.(0156) 25-5706

委 託 先 株式会社NERC（自然エネルギー研究センター）