

下妻市再生可能エネルギー導入計画（素案）

令和4年1月

目次

第1章 計画の基本的事項	1
1-1 背景・目的	2
1-2 計画の基本的な考え方	2
第2章 基礎情報の収集と現状分析	4
2-1 基礎情報の整理	5
2-1-1 地勢・気象の状況	5
2-1-2 人口の動向	6
2-1-3 河川及び水路の状況	7
2-1-4 産業の状況	9
2-1-5 土地利用状況	10
2-1-6 ごみの排出・処理	11
2-1-7 下水道の状況	12
2-1-8 地域経済循環分析	13
2-2 各種上位・関連計画	15
2-2-1 第6次下妻市総合計画	15
2-2-2 下妻市環境基本計画 2013年度～2022年度	16
2-2-3 環境アクションプラン（2021年2月策定）	18
2-2-4 第3次下妻市役所地球温暖化対策実行計画（事務事業編）	19
2-3 再生可能エネルギーのポテンシャル	20
2-3-1 対象とする再生可能エネルギー	20
2-3-2 太陽光発電	21
2-3-3 風力発電	26
2-3-4 小水力発電	27
2-3-5 太陽熱	29
2-3-6 木質バイオマス	30
2-3-7 廃棄物系バイオマス	33
2-3-8 地中熱	40
2-3-9 再生可能エネルギーのポテンシャルのまとめ	41
2-3-10 再生可能エネルギーの可能性評価	41
2-4 有機性廃棄物の処理・利用実態に関するアンケート調査結果	43
2-4-1 アンケート調査の概要	43
2-4-2 乳牛・肉用牛・養鶏農家のアンケート調査結果	45
2-4-3 耕種農家の状況のアンケート調査結果	54
2-5 有機性廃棄物の処理・利用実態に関するヒアリング調査結果	61
2-5-1 食品廃棄物堆肥化事業者へのヒアリング結果	61

2-5-2 養豚事業者へのヒアリング結果	63
第3章 将来の温室効果ガス排出量に関する推計	66
3-1 温室効果ガス排出量推計に関する基本事項	67
3-1-1 基準年度	67
3-1-2 目標年度	67
3-1-3 対象となる温室効果ガス	67
3-2 温室効果ガス排出量の将来推計（現状趨勢）	68
3-2-1 温室効果ガス排出量算定方法	69
3-2-2 推計する活動量	70
3-3 温室効果ガスの排出実態等	71
3-3-1 温室効果ガスの排出量の推移	71
3-3-2 温室効果ガス排出量の部門別傾向	71
3-3-3 現状趨勢（BAU）での将来推計結果	72
3-4 公共施設の温室効果ガス排出量推計	74
3-4-1 現況の温室効果ガス排出量推計	74
3-4-2 公共施設の統廃合計画	77
3-4-3 現状趨勢（BAU）による温室効果ガス排出量推計	78
第4章 温室効果ガスの将来推計を踏まえた地域の将来ビジョン・脱炭素シナリオの作成	79
4-1 温室効果ガス排出量の将来推計を踏まえた地域の将来ビジョン・脱炭素シナリオの作成 ..	80
4-2 将来ビジョンの検討	81
4-3 将来ビジョンの実現に向けて必要となる施策	83
4-3-1 必要となる施策の一覧	83
4-3-2 各施策の内容	84
4-4 脱炭素シナリオの検討	91
4-4-1 脱炭素シナリオの検討手順	91
4-4-2 将来の温室効果ガス排出量のパターン設定	92
4-4-3 脱炭素シナリオの検討	93
4-4-4 各施策削減量推計方法（脱炭素パターン）	94
4-4-5 各施策削減量（先導パターン）	105
第5章 再エネポテンシャルや将来のエネルギー消費量を踏まえた再エネ導入目標の作成	109
5-1 地域の再エネポテンシャル	110
5-2 将来のエネルギー消費量の推計	110
5-3 再エネ導入目標	111
第6章 重要な施策に関する構想の策定	112
6-1 重点プロジェクトの検討	113

6-2 重点プロジェクト① バイオガス発電の導入可能性検討	114
6-2-1 バイオガス発電の導入シナリオ設定	114
6-2-2 簡易事業採算性評価：中規模養豚業者向け個別型プラント	116
6-2-3 簡易事業採算性評価：多様な地域資源による複合集約型プラント	122
6-2-4 実現に向けた課題	128
6-3 重点プロジェクト② 遊休地や調整池を活用した再生可能エネルギー発電の推進	133
6-4 重点プロジェクト③ 地域資源を活用した堆肥のブランド化、固形燃料化の推進	134
6-4-1 もみ殻の固形燃料化	134
6-4-2 もみ殻循環プロジェクト	135
6-4-3 その他取組事例	137
6-5 活用可能な補助金の検討	139
第7章 地域の関係者等と合意形成を行うための専門的知見を要する会議等の開催	140
7-1 令和3年度バイオマス専門部会	141
7-1-1 令和3年度バイオマス専門部会メンバー	141
7-1-2 第1回バイオマス専門部会	141
7-1-3 第2回バイオマス専門部会	142
第8章 市民意識調査アンケート	143
8-1 市民意識調査アンケート実施概要	144
8-2 市民意識調査アンケート結果	145

第1章 計画の基本的事項

1-1 背景・目的

下妻市（以下「本市」）は、環境基本計画の基本目標に設定した「循環型社会へのまちづくり」を推進するため、廃棄物として処理していた地域の未利用資源をバイオマス資源として利活用できないか検討を行い、環境アクションプランを策定しました。

環境アクションプランでは、未利用資源を再生可能エネルギー施設の原料として活用し、電力等を地域へ還元することにより、自立・分散型低炭素エネルギー社会の構築を目指しています。

この構想を実現するため、本市特有の地域課題を解決する再生可能エネルギー活用の可能性について、地域のエネルギー消費量の推計、再生可能エネルギーポテンシャルの把握及び費用対効果を含めた導入モデルの検討等を行い、「下妻市再生可能エネルギー導入計画」（以下、「本計画」）を策定するものです。

なお、本計画の策定にあたっては、2020年度（第3次補正予算）二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金（再エネの最大限の導入の計画づくり及び地域人材の育成を通じた持続可能でレジリエントな地域社会実現支援事業）を活用しています。

1-2 計画の基本的な考え方

(1) 本市の自然的・経済的・社会的条件を踏まえた区域内の温室効果ガス、再生可能エネルギーの導入又は温室効果ガス削減のための取組に関する基礎情報収集と現状分析

気象条件、河川や水路の状況、産業の状況（農畜産業、製造業等）、遊休農地や土地利用状況、人口の推移、ごみ排出状況、下水道の整備状況、公共施設の整備状況、地域経済循環分析（環境省）、各種の上位・関連計画等について情報収集及び整理を行います。

再生可能エネルギーのポテンシャルについては、文献調査やヒアリング等を基に、以下の事項について把握を行います。

太陽光発電：既設及び計画中の太陽光発電所、住宅・公共施設・遊休地・ソーラーシェアリングによるポテンシャル等

木質バイオマス：木質バイオマス（間伐材、剪定枝、建設廃棄物等）の発生量及び利用可能量（あわせて、熱需要を有する公共施設を整理）

水力発電：マイクロ水力発電の候補地、発電規模、発電量の試算

風力発電：候補地の把握及び発電規模、発電量の試算

廃棄物系バイオマス：各バイオマス（家畜排せつ物、稲わら・もみ殻、生ごみ）の発生量、発電規模、発電量、事業性の試算

特にバイオマス資源については、文献調査やヒアリング、アンケートの実施により、詳細に賦存量や現状の課題の把握を行います。

(2) 将来の温室効果ガス排出量に関する推計

本市の特性や温室効果ガスの排出状況を踏まえ、BAU パターンについて推計するとともに、温室効果ガス排出量の削減対策の効果を踏まえた将来（2030年、2040年、2050年）の温室効果ガス排出量を複数のパターンで推計します。なお、推計にあたっては、環境省「区域施策編策定・実施マニュアル算定手法編」及び「地方公共団体における長期の脱炭素シナリオ作成方法とその実現方策に係る参考資料」に基づくものとします。

また、公共施設については、本市の集計結果から現状を把握し、2050年までの将来予測を行います。

(3) 温室効果ガスの将来推計を踏まえた地域の将来ビジョン・脱炭素シナリオ

市域の温室効果ガス排出量の将来推計の結果を踏まえて、排出量実質ゼロを達成した社会の実現に必要な技術・施策・事業・行動変容等を明らかにした市の将来ビジョンを作成します。なお、将来ビジョンの作成にあたっては、市民や事業者にとってわかりやすく、地域課題が解決される方向性が描けるよう、対策別（省エネ・再エネ等）及び部門別（家庭・業務・産業・運輸等）に具体的な対策を設定します。

具体的には、バイオマス利活用については、バイオマス発電施設のプラント規模や事業性も踏まえたビジネスモデルの構築、消化液の活用方法についても検討するとともに、堆肥の製造やもみ殻等の固形燃料化について検討します。

また、太陽光については、土地利用状況を踏まえた適地について検討するとともに、PPAモデルによるビジネスモデルを検討します。

(4) 再生可能エネルギーポテンシャルや将来のエネルギー消費量を踏まえた再生可能エネルギーの導入目標

地域の再生可能エネルギーポテンシャルや将来のエネルギー消費量の検討結果を踏まえた意欲的な再生可能エネルギー導入目標を設定します。特に、2050年の目標だけでなく、中間年度の2030年及び2040年に向けた中間目標を設定するとともに、施策ごとに詳細な導入目標を設定します。

(5) 必要な政策及び指標の検討並びに重要な施策に関する構想

本市の自然的・経済的・社会的な特性や解決すべき課題を踏まえるとともに、地域の将来ビジョンや脱炭素シナリオ、再生可能エネルギー導入目標とつながりのある政策の方向性や具体的施策（対策別・部門別）について実現可能性を考慮して検討するとともに、重点的に取り組むべき施策を検討します。

また、施策に関連する補助金等について整理を行います。

第2章 基礎情報の収集と現状分析

2-1 基礎情報の整理

2-1-1 地勢・気象の状況

本市は、茨城県南西部、東京から約 60 km 圏に位置し、北は筑西市、南は常総市、東はつくば市と筑西市、西は結城郡八千代町にそれぞれに接しています。

東経 139 度 58 分、北緯 36 度 11 分に位置し標高 23.40 m で、緑と水に恵まれた田園都市です。総面積は 80.88 km² で、正方形に近い矩形をしています。その大半は、比較的肥沃な土地で形成され、中央に砂沼、東に小貝川、西に鬼怒川と水資源も豊かです。

夏の平均気温は 24 ℃、冬の平均気温は 4 ℃ で、降水量は夏平均 175 mm 内外、冬平均 40 mm 内外となっており、海から 50 km 以上離れているため、やや内陸型の性格の強い温暖な気候です。



図 2-1 下妻市地図

(出典：下妻市 HP 下妻市の概要)

2-1-2 人口の動向

(1) 人口の現況

本市における人口の状況を以下に示す。2013年度～2018年度にかけて、総人口は減少傾向にあります。

表 2-1 下妻市の人口推移の状況（2013年度～2018年度）

	世帯数	総人口	男	女
H25年度	15,079	43,829	21,923	21,906
H26年度	15,203	43,511	21,790	21,721
H27年度	15,036	43,293	21,603	21,690
H28年度	15,250	42,996	21,464	21,532
H29年度	15,415	42,705	21,379	21,326
H30年度	15,664	42,309	21,202	21,107



図 2-2 下妻市の人口推移の状況（2013年度～2018年度）

（出典：下妻市 HP 人口）

(2) 将来人口推計

「下妻市まち・ひと・しごと創生人口ビジョン・総合戦略（2016年3月）」より、国立社会保障・人口問題研究所の推計値に準拠すると、本市の総人口は2030年には38,153人、2050年には29,482人になると推計されています。

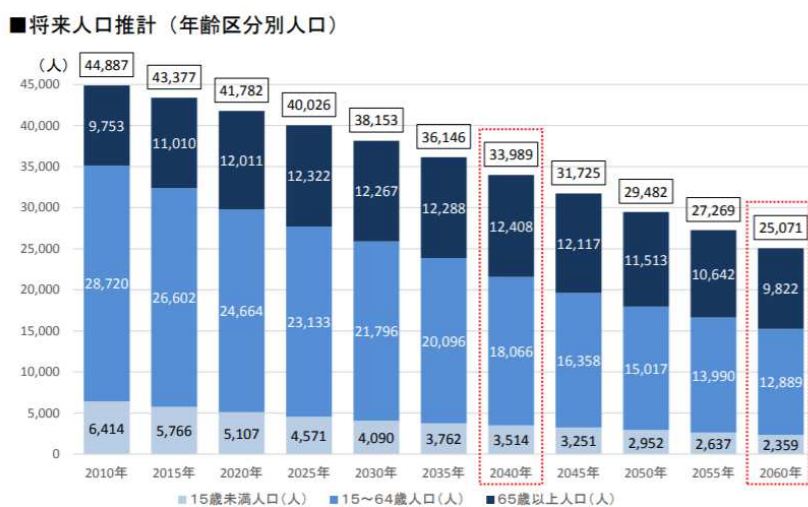


図 2-3 将来人口推計

（出典：下妻市まち・ひと・しごと創生人口ビジョン・総合戦略（2016年3月））

2-1-3 河川及び水路の状況

鬼怒川は、栃木県と群馬県境の鬼怒沼を水源とし、茨城県守谷市において利根川に合流しています。源流部は、溪谷を流下する急流となっており、栃木県日光市（旧今市市）付近で奥日光から流れ来る大谷川と合流した後、川幅が広く雄大な流れとなっています。左岸幹線用水路は鬼怒川から農業用水を取水し、鬼怒川と小貝川に挟まれた広大な水田地帯を灌漑しています。

小貝川は、栃木県那須烏山市を水源とし、茨城県利根町で利根川に合流しています。源流部は、比較的なだらかで平野に近く、蛇行している箇所も多く見られます。

表 2-2 鬼怒川・小貝川 概要

河川・水路名	水源	幹川流路延長	全流路延長	全流域面積
鬼怒川	栃木県、群馬県境の鬼怒沼	176.7 km	746.0 km	1,760.1 km ²
小貝川	栃木県那須烏山市の小貝ヶ池	111.8 km	474.5 km	1,043.3 km ²
左岸幹線用水路	鬼怒川	—	—	—

出典：国土交通省 HP 鬼怒川・小貝川を知る



图 2-4 左岸幹線用水路全体图

2-1-4 産業の状況

(1) 農畜産業

本市の農業は、水稻を軸に、果樹（梨、ぶどう、柿）・園芸（スイカ、キュウリ、メロン等）・畜産（養豚、養鶏、肉用牛等）を組み合わせた複合経営が主体となっています。

表 2-3 水稻の生産状況

	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度
生産目標数量	11,318 t	11,049 t	10,928 t
生産実績数量	10,897 t	10,778 t	10,262 t
作付率	96.2%	97.5%	93.9%

出典：下妻市 HP （出典：H28 下妻市の農業）

(2) 製造業

2018 年における本市の製造業の製造品出荷額等は前年比 3.7 % 増の 2,174.9 億円であり、3 年連続で増加しています。2002 年以降では当年が最大となっています。2018 年において最も出荷額等が多い業種は、金属製品製造業の 559.0 億円（製造業全体の 25.7 %）であり、次いではん用機械器具製造業（448.8 億円、20.6 %）、輸送用機械器具製造業（401.1 億円、18.4 %）、食料品製造業（184.1 億円、8.5 %）、鉄鋼業（126.3 億円、5.8 %）、業務用機械器具製造業（79.8 億円、3.7 %）、ゴム製品製造業（69.2 億円、3.2 %）となっています。

下妻市(茨城県)の製造品出荷額等の推移

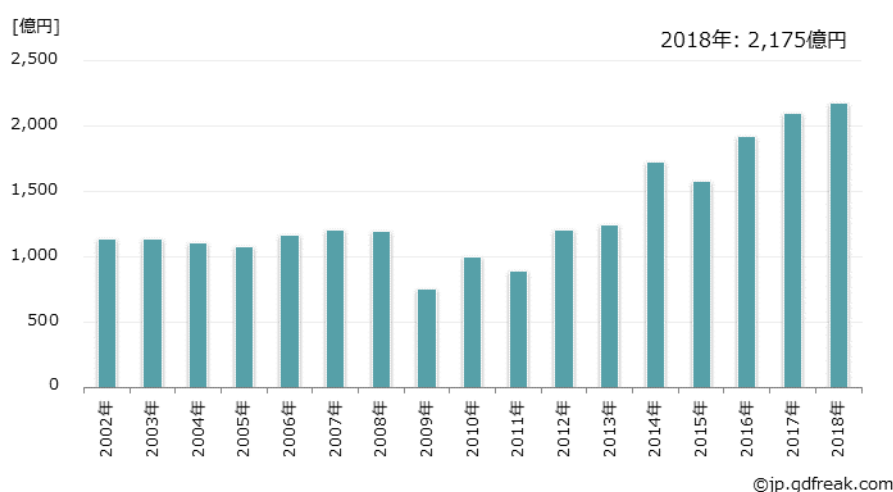


図 2-5 下妻市製造品出荷額等の推移

出典：経済産業省 工業統計(市区町村編)を基に GD Freak!が作成

2-1-5 土地利用状況

本市の土地利用状況について、以下のとおり整理しました。

(1) 土地利用状況

建物用地の他、農用地、田が市域の多くを占めています。

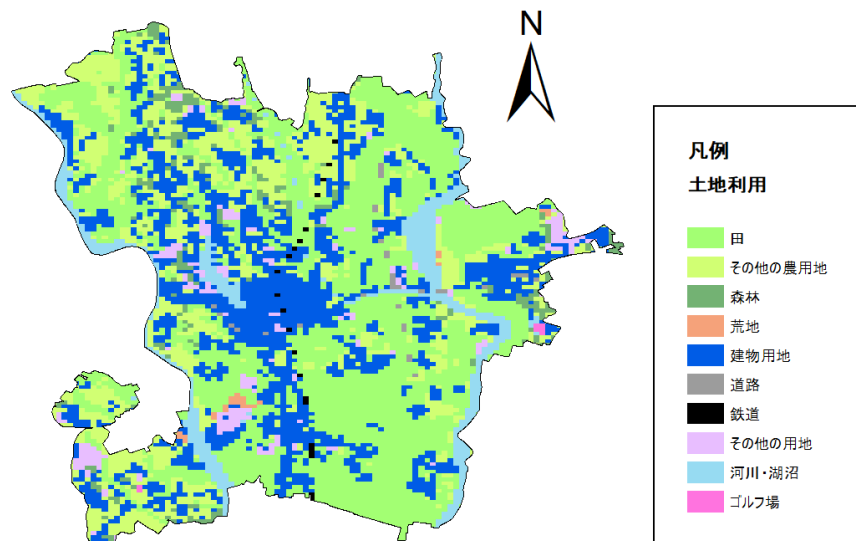


図 2-6 下妻市における土地利用状況

(2) 農業地域・農用地区域

農業地域・農用地区域の状況を以下に示します。市域の多くを農業地域・農用地区域が占めています。

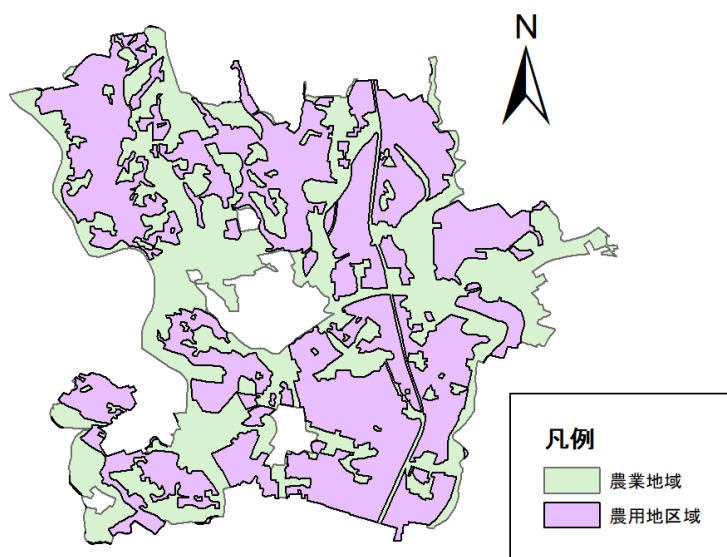


図 2-7 下妻市における農業地域・農用地区域

2-1-6 ごみの排出・処理

本市では、1997年より1日当たり200tのごみを処理できる全連続式のごみ焼却施設と、1日当たり45t処理できる粗大ごみ処理施設（クリーンポート・きぬ）が運転しています。

表 2-4 ごみ処理施設概要

名称	クリーンポート・きぬ
所在地	茨城県下妻市中居指 1100 番地
敷地面積	37,333.44 m ²
着工	1994年8月10日
竣工	1997年3月31日
処理能力	ごみ焼却施設 100 t/24 h×2 炉
	粗大ごみ処理施設 45 t/5 h
総事業費	10,079,719 千円
設計施工	日立造船株式会社
設計施工	日本技術開発株式会社（現：株式会社エイト日本技術開発）
○主要施設	
ごみ焼却施設	鉄筋コンクリート造及び鉄骨造 地下1階、地上3階
	建築面積 3,054 m ²
	延床面積 6,394 m ²
粗大ごみ処理施設	鉄筋コンクリート造及び鉄骨造 地下1階、地上3階
	建築面積 2,492 m ²
	延床面積 4,162 m ²
管理棟	鉄筋コンクリート造 2階
	建築面積 632 m ²
	延床面積 1,100 m ²
煙突	外筒 鉄筋コンクリート造 直径 6.6 m
	内筒 鋼板製 2本 直径 1.9 m
	高さ 59 m

出典：クリーンポート・きぬ HP 概要

2-1-7 下水道の状況

本市の下水は主に下水道終末処理場「きぬアクアステーション」で処理されています。下妻市、筑西市（旧関城町）、常総市（旧石下町）、八千代町の3市1町から排出される下水を処理し、処理水は鬼怒川に放流しています。

また、し尿はし尿処理施設「城山公苑」で処理されています。下妻市（旧千代川村含）、八千代町、常総市（旧石下町分）の2市1町から排出されるし尿を処理しています。

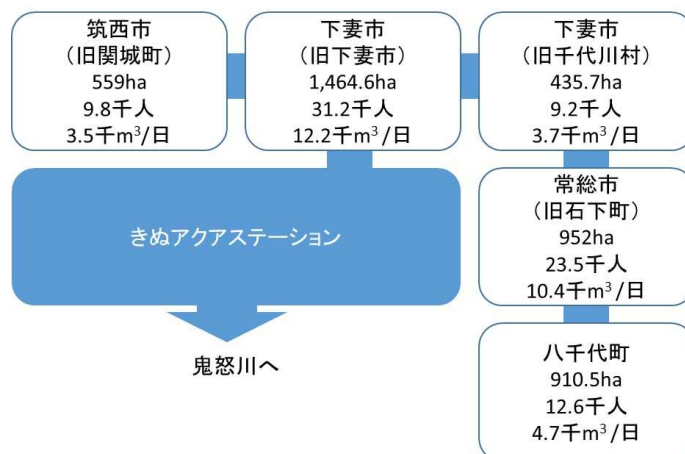


図 2-8 きぬアクアステーション概要（出典：茨城県 HP）

表 2-5 処理場施設概要

名称	きぬアクアステーション	城山公苑
画像		
所在地	茨城県下妻市中居指 933-1	茨城県常総市馬場 364 番地
敷地面積	147,000 m ²	31,876.22 m ²
処理能力	43,000 m ³ /日	130 kl/日
処理方式	標準活性汚泥法	高負荷脱窒素処理方式（I Zジェットエアレーションシステム）

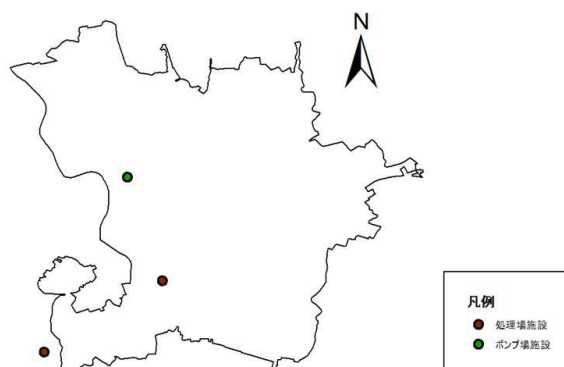


図 2-9 下妻市における下水道関連施設位置

2-1-8 地域経済循環分析

経済状況は市の規模としては夜間人口 1 人当たりの所得が全国平均と比較し高い水準である一方で、エネルギー代金の域外への流出が約 74 億円（GRP の 4.2 %）程度あり、再生可能エネルギーの活用等、エネルギーの地産地消の更なる展開が求められます。

また、CO₂ 排出量は、産業、民生、運輸部門のうち産業部門が最も多く、374 千 tCO₂ となっています。大規模工業団地が連なり、工業製品出荷額が比較的高い傾向にあることが影響していると考えられ、CO₂ 排出量や水質汚染が全国平均と比較して高い水準であり、環境に配慮した生活環境の維持向上が必要となります。

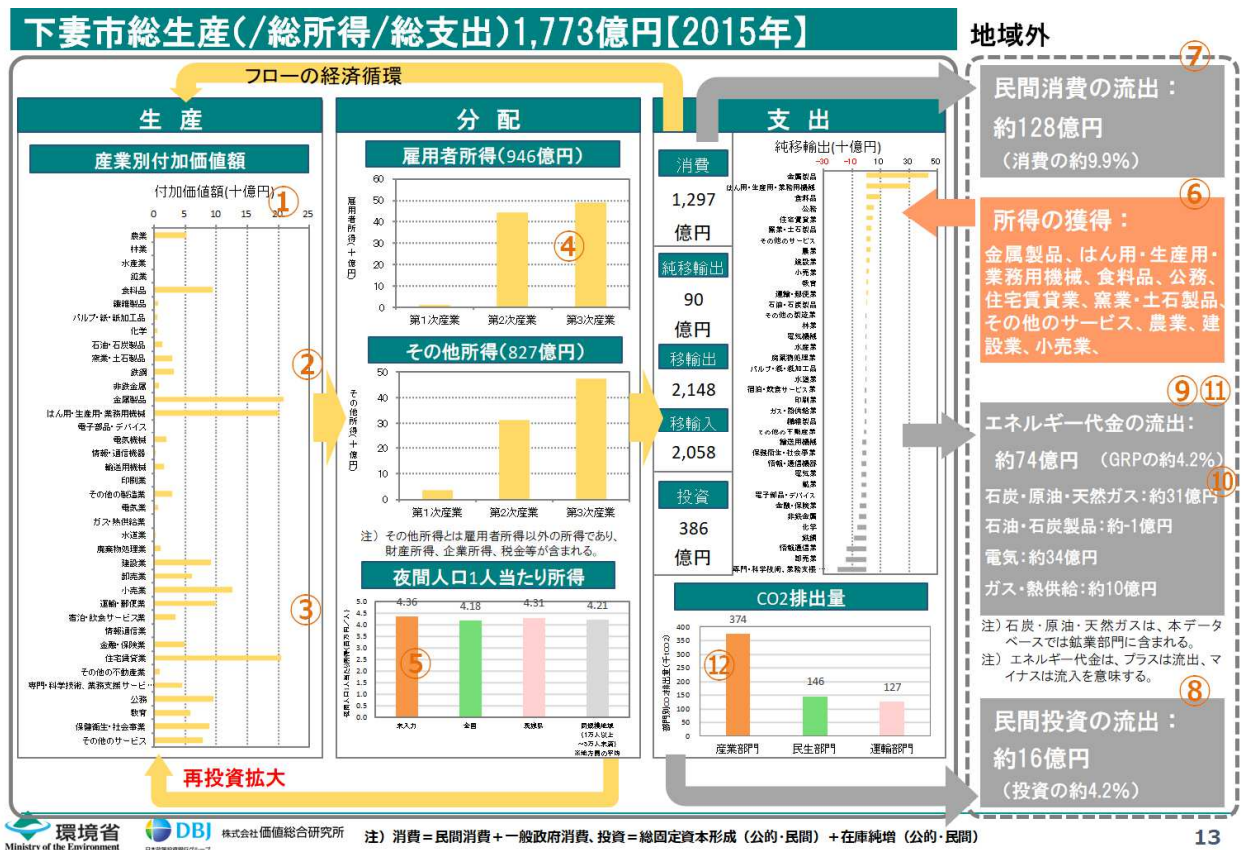


図 2-10 環境省地域経済循環分析自動作成ツールより作成

※「住宅賃貸業」は地価や宅地面積等の数値を用いて推計しており、持ち家の帰属家賃も含まれています。

	地域の特徴①	分析内容
生産	① 下妻市では、金属製品が最も付加価値を稼いでいる産業である。 ② 第2次産業では、金属製品が最も付加価値を稼いでおり、次いではん用・生産用・業務用機械、食料品が付加価値を稼いでいる産業である。 ③ 第3次産業では、住宅賃貸業が最も付加価値を稼いでおり、次いで小売業、運輸・郵便業が付加価値を稼いでいる産業である。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 域内の事業所が1年間で域内でどれだけ付加価値を稼いだか ■ 付加価値とは、売上から原材料を除いた売上総利益である
分配	④ 下妻市では、第3次産業の雇用者所得への分配が最も大きい。 ⑤ 下妻市の夜間人口1人当たりの所得は4.36百万円/人であり、全国平均と比較して高い水準である。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 生産面で稼いだ付加価値が賃金・人件費として分配され、地域住民の所得(夜間人口1人当たり所得)に繋がっているか否か
支出	⑥ 下妻市では、金属製品、はん用・生産用・業務用機械、食料品が域外から所得を稼いでいる。 ⑦ 消費が域外に流出しており、その規模は地域住民の消費額の1割未満である。 ⑧ 投資は域外に流出しており、その規模は地域住民・事業所の投資額の1割未満である。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 域内の産業で、域外から所得を稼いでいる産業は何か ■ 地域内で稼いだ所得が地域内の消費や投資に回っているか否か
エネルギー・CO2	⑨ 下妻市では、エネルギー代金が74億円域外に流出しており、その規模はGRPの約4.2%である。 ⑩ エネルギー代金の流出では、電気の流出額が最も多く、次いで石炭・原油・天然ガスの流出額が多い。 ⑪ 下妻市の再生可能エネルギーのポテンシャルは、地域で使用しているエネルギーの約0.03倍である。 ⑫ 下妻市のCO2排出量は、産業、民生、運輸部門のうち産業部門が最も多く、374千tCO2である。夜間人口1人当たりのCO2排出量は14.94tCO2/人であり、全国平均と比較して高い水準である。	<ul style="list-style-type: none"> ■ エネルギー代金の支払いによって、住民の所得がどれだけ域外に流出しているか ■ 域内に再生可能エネルギーの導入ポテンシャルがどれくらい存在するか ■ CO2がどの部門からどれだけ排出されているか

	地域の特徴②	分析内容
生産販売	① 下妻市では、1,773億円の付加価値を稼いでいる。 ② 労働生産性は820.2万円/人と全国平均よりも低く、全国では483位である。 ③ エネルギー生産性は33.5百万円/TJと全国平均よりも低く、全国では1,605位である。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 域内で労働生産性とエネルギー生産性が両立できているか ■ エネルギー生産性は、エネルギー消費1単位あたりの付加価値である
分配	④ 下妻市の分配は1,887億円であり、①の生産・販売1,773億円よりも大きい。 ⑤ また、本社等への資金として153億円が流出しており、その規模はGRPの8.7%を占めている。 ⑥ さらに、通勤に伴う所得として100億円が流入しており、その規模はGRPの5.6%を占めている。 ⑦ 財政移転は168億円が流入しており、その規模はGRPの9.5%を占めている。 ⑧ その結果、下妻市の1人当たり所得は435.8万円と全国平均よりも高く、全国で669位である。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 生産面で稼いだ付加価値が賃金・人件費として分配され、地域住民の所得(夜間人口1人当たり所得)に繋がっているか否か ■ 本社等や域外からの通勤者に所得が流出していないか ■ 財政移転はどの程度か
支出	⑨ 下妻市では買物や観光等で消費が128億円流出しており、その規模はGRPの7.2%を占めている。 ⑩ 投資は16億円流出しており、その規模はGRPの0.9%を占めている。 ⑪ 移出入では30億円の流入となっており、その規模はGRPの1.7%を占めている。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 地域内で稼いだ所得が地域内の消費や投資に回っているか否か ■ 消費や投資が域内に流入しているか否か ■ 移出入で所得を稼いでいるか否か
エネルギー	⑫ 下妻市では、エネルギー代金が域外へ74億円の流出となっており、その規模はGRPの4.2%を占めている。	<ul style="list-style-type: none"> ■ エネルギー代金の支払いによって、住民の所得がどれだけ域外に流出しているか

図 2-11 環境省地域経済循環分析（自動作成ツールより作成）

2-2 各種上位・関連計画

2-2-1 第6次下妻市総合計画

2018年度に策定された第6次総合計画において、本事業に関連する施策を以下に整理します。

施策		施策の内容	
目標3 観光、産業振興にぎわいと活力を生み出す「活力あるまち」	基本施策1 農業の振興 (農業)	分野施策1 農業経営	<ul style="list-style-type: none"> ● 国の農業構造改革に沿い、担い手農家や集落営農を積極的に支援するとともに、消費者ニーズの多様化や環境に配慮した、減農薬、減化学肥料栽培による「安全・安心」な循環型農業の振興に努めます。 ● 農薬の適切な処理や、衛生指導等、周囲の住環境との調和を図ります。
目標4 生活、環境環境にやさしく災害に強い「安全なまち」	基本施策1 生活・衛生環境の向上 (生活環境、衛生)	分野施策1 公害	<ul style="list-style-type: none"> ● 公害発生対策として、市民や事業者に対し、周辺環境への迷惑行為を含む公害を発生させない生活様式や事業活動を推進させる一方、水質汚濁発生の際は、関係機関及び専門機関と連携しその対応にあたります。 ● 河川等の水質検査を公表し、自然環境を守る市民意識を高めるとともに、水質汚濁防止の啓発を図ります。 ● 市民や事業所に対し、広報やチラシ等の各種の方法により公害防止意識の普及啓発を図ります。 ● 市民協働により、ボランティア監視員の協力を得て廃棄物の不法投棄(野外焼却含む)の発見、通報等監視体制の強化を図り、下妻警察署、茨城県等の関係機関と連携し取り締まりを行います。
		分野施策3 ごみ対策、リサイクル	<ul style="list-style-type: none"> ● 課題となっている排出・分別方法の徹底、ごみ減量に対する理解の向上、不法投棄の防止、抑止に向けた取組を継続し、市民の衛生意識の向上を図ります。
目標5 都市基盤自然と都市が共生する「快適なまち」	基本施策4 自然・環境の保全(自然、環境)	分野施策1 自然、環境	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境共生社会を実現するため、環境に与える負荷の軽減と、環境保全への貢献について、市民、事業者、行政が各々の立場や役割分担に応じて、相互に連携、協力し、自主的、積極的に参加できる体制づくりを目指し、環境意識啓発に取り組みます。 ● 良好な生態系の維持・形成を実現するため、貴重な自然を慈しみ、身近な自然環境を維持・保全するとともに、自然動植物の保護・管理、生物多様への対応等に取り組みます。 ● 地球温暖化防止対策に取り組むほか、省エネルギーの啓発を図るとともに、自然環境や市民生活に支障を来すことがないよう配慮し、太陽光発電等自然エネルギーの活用を促進します。 ● 事業者は、地球的規模で環境に配慮した事業活動を行い、温室効果ガスの排出抑制等地域や地球にやさしいまちづくりに積極的に取り組みます。
		分野施策1 公共交通	<ul style="list-style-type: none"> ● 市内の路線バスは、下妻駅と土浦駅を結ぶ路線と下妻駅とつくばセンター(つくばエクスプレス線つくば駅)を結ぶ2路線が主体で、関東鉄道と関鉄パープルバスが運行しています。 ● 「高齢者福祉タクシー利用料金助成事業」及び「障害者福祉タクシー利用料金助成事業」を実施しており、高齢者や障害者の移動手段としてタクシーが活用されています。

施策		施策の内容
		<ul style="list-style-type: none"> ● コミュニティバス事業として、ピアスパークしもつまから中心市街地及び下妻駅を經由し、小貝川ふれあい公園までの約9 kmを1日当たり8往復16便で、2017年1月から実証運行を開始しています。 ● 鉄道対策では、沿線自治体と連携する各種協議会、期成同盟会等に参画し、公共交通の整備促進・利用促進を推進するとともに、国、県に対し要望活動等を実施しています。 ● 路線バス対策として、沿線自治体やコミュニティバスとの連携を図りながら、現状路線の維持・確保に努めます。 ● コミュニティバスの市民ニーズに合わせ、運行ルートや時刻表を適宜変更して、本格運行を目指すとともに、市民の日常生活の移動を確保する地域公共交通について調査・検討しています。 ● 鉄道やバスから乗り継いで広い範囲を移動できるようにコミュニティサイクル(レンタサイクル)の整備、拡充を図ります。

2-2-2 下妻市環境基本計画 2013年度～2022年度

2018年度に策定された下妻市環境基本計画において、本事業に関連する施策を以下に整理します。

施策		施策の内容
基本目標1 快適な住環境の まちづくり	1. 3 環境に配慮した 交通	<ul style="list-style-type: none"> ● 日常生活や産業活動に必要な幹線道路を整備し、渋滞緩和による温室効果ガスの軽減等快適に移動できる道路整備を推進します。 ● 大気汚染の原因となる排気ガス削減のため、地域の特性に適した移動手段を確保し、移動の利便性向上を図るとともに、徒歩、自転車、公共交通の利用と次世代自動車の普及を進めます。 ● 次世代自動車 の普及促進や「エコ通勤」・「エコドライブ」等の啓発活動と公共交通の利用促進等、市民のライフスタイルを見直す取組を進めます。 (自転車交通の安全を確保する道路環境の整備、公共施設への駐輪場整備等) ● コミュニティバスの導入やコミュニティサイクル(レンタサイクル)の整備、拡充を契機として、「過度に自動車に頼る状態」から自発的に公共交通や自転車、徒歩等へ転換してもらえるように、多様な手法でモビリティ・マネジメントを実施し、公共交通の利用を促進します。 ● 時差通勤を促し、渋滞の解消に努めます。 ● 通勤時における公共交通機関の利用・促進を図ります。
	2. 4 環境に配慮した 河川整備	<ul style="list-style-type: none"> ● 河川改修等にあたり生態系への配慮等、河川環境への負荷低減及び維持に努めます。
基本目標2 みどりと 清流 のまちづくり	2. 5 自然環境共生型 農業	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境保全型農業への理解と支援、環境に配慮した持続可能な農法への転換を推進します。 ● 農地や山林での開発事業等に当たっては、生態系への配慮や自然景観と調和した整備について指導します。

施策		施策の内容
基本目標 3 循環型へのまちづくり	3. 1 景観・環境美化	<ul style="list-style-type: none"> ● 良好な景観形成に向けたルールづくりに努めるとともに、市民、事業者が身近な景観を認識しながらそれぞれの役割を理解し、景観に配慮した開発や住環境づくりに取り組むための体制づくりに努めます。
	3. 3 廃棄物の適正処理と5Rの推進	<ul style="list-style-type: none"> ● 循環型社会を実現するため、環境負荷の少ないごみ処理体系の形成を目指すとともに、効果的、効率的なごみ処理体制の構築を進めます。 ● 事業系一般廃棄物の排出量を抑制するため、事業所へ再資源化に関する協力を呼び掛けます。
	3. 4 新エネルギー導入の推進	<ul style="list-style-type: none"> ● 家庭・工場及び事業所における太陽光発電システムの普及・促進を図ります。(補助制度を活用した施策の普及等) ● 住宅におけるエネルギーの効率化や有効活用を図るため、定置用リチウムイオン蓄電システム(蓄電池)の設備導入に対し、補助金を交付します。 ● 公共施設における太陽光発電等の新エネルギーの率先した導入を進めます。(庁舎や教育機関への新エネルギー機器の導入や、新エネルギー由来の電力の購入等) ● 地域で実用可能な新エネルギーや国等の支援制度を調査・研究し、市民等に情報を提供します。(地勢に適した新エネルギーや国のエネルギー政策に関する情報の収集・提供等)
	3. 5 地球温暖化対策	<ul style="list-style-type: none"> ● 公共交通機関や自転車の利用拡大を進めるとともに、燃料消費を抑えたエコドライブを推進します。また、公用車での次世代自動車の導入を進め、市民や事業者への普及を推進します。(エコドライブの啓発、モビリティ・マネジメントの推進等) ● 市民が積極的に地球温暖化対策を始めとする環境保全活動に参加、実践できるよう推進します。(省エネ製品の普及促進等) ● 身近な地球温暖化対策の取組や温室効果ガスの排出量の実態について、広報紙等を活用し、分かりやすく紹介します。(子どもを中心とした環境教育の推進、市民が実践できる省エネルギー方法の研究等) ● 地球温暖化防止策に取り組むほか、エネルギー利用の効率化を図ります。 ● 省エネルギーに関する診断の実施を検討するなど、省エネルギー・省資源の取組を推進します。 ● 新エネルギー設置等の支援策の情報を収集し、導入に努めます。

2-2-3 環境アクションプラン（2021年2月策定）

2021年度に策定された環境アクションプランにおいて、本事業に関連する施策を以下に整理します。

(1) 計画策定の背景及び趣旨

環境基本計画では、「快適な住環境のまちづくり」、「みどりと清流のまちづくり」、「循環型へのまちづくり」の3つの基本目標を設定しています。

下妻市環境アクションプランは、これら目標の進行管理を市民や事業者に見える形で実践・検証することを目的として策定しました。また、特に推進すべき課題を重点事業として位置付けし、市民や事業者と市が連携しながら、それぞれの環境保全に向けた具体的な行動計画を設定しています。

(2) 重点事業

重点事業	内容	環境基本計画の基本施策
砂沼の水質向上と自然環境の保全	本市の貴重な観光資源でもある砂沼の水質向上に取り組みます。 また、砂沼に生息・生育する希少な動植物の生態系を保全し、その活動を通して環境学習につなげます。	1.1 環境に配慮した都市形成 2.1 生物多様性の保全 2.2 公園等の適正な維持管理・緑化 2.6 エコツーリズム 3.1 景観・環境美化 3.2 環境教育・環境学習
地域循環共生圏の実現に向けたバイオマス活用	食品残渣、家畜排せつ物、稲わら、もみ殻及び果樹剪定枝等の未利用資源をバイオマス原料として活用し、循環型社会の構築を目指します。	2.5 自然環境共生型農業 3.3 廃棄物の適正処理と5Rの推進 3.4 新エネルギー導入の推進

(3) バイオマス環境アクションプラン

バイオマス活用に関する本市の概要を以下に示します。

■本市の課題

- ・もみ殻や稲わらの野焼きによるばい煙、悪臭問題
- ・果樹剪定枝の処分の問題
- ・堆肥化した際の臭気問題、堆肥が余ってしまう余剰堆肥の問題
- ・ごみの分別がされておらず、有価資源も可燃ごみとして焼却されている問題

■本市のバイオマス資源の活用方法

本市の課題をもとに以下の3つの方向性を設定しました。

方向性	内容
下妻ブランドの作成	<p>市内で生産した堆肥をブレンドし、下妻市でオリジナルの堆肥を製造します。野菜や稲作に最適な配合の堆肥を数種類用意し、地元の農家に格安で販売します。</p> <p>■ 実施に向けた課題</p> <p>① 堆肥の配合実験場所や堆肥の保管場所はどこにするのか ② 耕畜連携のシステム化をどの様に図るか ③ 施設建設にかかる費用はどうするのか ④ 事業主体はどこになるのか</p>
メタン発酵施設、バイオマス発電施設	<p>メタン発酵施設やバイオマス発電施設を建設し、余剰堆肥や食品残渣、剪定枝、市民が出すごみを分別収集して発電施設の原料とし、発電した電力を地域に還元します。</p> <p>■ 実施に向けた課題</p> <p>① 原料の調達に関して季節変動が生じる可能性があり、通年で安定供給が出来るか ② 地域に合った適正規模の処理施設の建設 ③ 家畜排せつ物を施設に運搬する際、家畜伝染病等の蔓延防止対策が必要となる ④ 汚水処理が大掛かりなものとなるため、地域の下水道処理施設との連携等が必要な場合がある ⑤ 施設建設の費用はどうするのか ⑥ 事業主体はどこになるのか</p>
固形燃料化	<p>市内のもみ殻・稲わらと、紙類・プラスチック類・ビニール類の分別を市民の皆さんに協力してもらい、これらを原料として固形燃料を製造し、販売します。</p> <p>■ 実施に向けた課題</p> <p>① 固形燃料化する際の原料の水分調整が必要。原料の含水率を下げる必要があるため、どの様に原料を管理するか ② 固形燃料の品質はJIS規格で定められている。窒素や硫黄の含有率も注意して観察しなければならないため、品質のモニタリングが必要である ③ 原料の調達に関して季節変動が生じる可能性があり、通年で安定供給が出来るか ④ 紙類、プラスチック類、ビニール類を原料として使用するため、市民に分別収集に協力してもらう必要がある ⑤ 施設建設にかかる費用はどうするのか ⑥ 事業主体はどこになるのか</p>

2-2-4 第3次下妻市役所地球温暖化対策実行計画（事務事業編）

2018年度に策定された第3次下妻市役所地球温暖化対策実行計画（事務事業編）において、本事業に関連する施策を以下に整理します。

■温室効果ガス削減に向けた取組

動力の使用、自家発電（電気使用量の削減）	● 新エネルギー発電システムを導入します。
公用車の使用 （ガソリン・軽油使用量の削減）	<ul style="list-style-type: none"> ● 自転車の利用を推進します。 ● 低公害車や環境負荷の少ない車を導入します。 ● 公共交通機関を利用します。
生ごみ等の再資源化（廃棄物の削減）	● 残渣等生ごみの堆肥化等を検討します。
家庭での取組	<ul style="list-style-type: none"> ● ノーマイカー運動を推進します。 ● 日頃のライフスタイルを見直し、省エネ・省資源に心がけます。

2-3 再生可能エネルギーのポテンシャル

2-3-1 対象とする再生可能エネルギー

新エネルギーとは、日本の法律において、「技術的に実用化段階に達しつつあるが、経済性の面での制約から普及が十分でないもので、石油代替エネルギーの導入を図るために特に必要なもの」と定義されています。現在、太陽光発電や風力発電、バイオマス等 10 種類が指定されています。



図 2-12 再生可能エネルギーの定義（出典：日本原子力文化財団 HP）

本市の状況を踏まえて、ポテンシャルを把握する再生可能エネルギーについては、以下のとおりとします。なお、ポテンシャルについては、理論的に確保できる賦存量ではなく、制約要因を踏まえた利用可能量を算出します。

表 2-6 対象とする再生可能エネルギー

分類		小分類
電力利用	太陽光発電	公共系
	風力発電	陸上風力
	中小水力発電	
	バイオマス	家畜排せつ物バイオマス
熱利用	太陽熱	公共系
	バイオマス	木質系バイオマス
		廃棄物系バイオマス
	地中熱利用	

表 2-7 再生可能エネルギーの賦存量と利用可能量

区分	内容
賦存量	種々の制約要因（法規制、土地用途、利用技術等）を考慮しない場合に理論的に取り出すことができるエネルギー資源量のこと。
利用可能量	エネルギー資源の利用・採取に関して制約要因を考慮した場合に取り出すことのできるエネルギー資源量のこと。

2-3-2 太陽光発電

太陽光発電の概要を以下に示します。

- 太陽光発電は、シリコン半導体等に光が当たると電気が発生する現象を利用し、太陽の光エネルギーを太陽電池（半導体素子）により直接電気に変換する発電方法です。
- エネルギー源が太陽光であるため、基本的には設置する地域に制限がなく、導入しやすいシステムです。

(1) 市内太陽光発電ポテンシャル

本市における太陽光発電のポテンシャルを以下に示します。

- 国土数値情報によると、市内の全天日射量は 127～128 MJ/m² 程度である。
- 本市に照射される全太陽光の賦存量は 49,380,475,200.00 kW である。

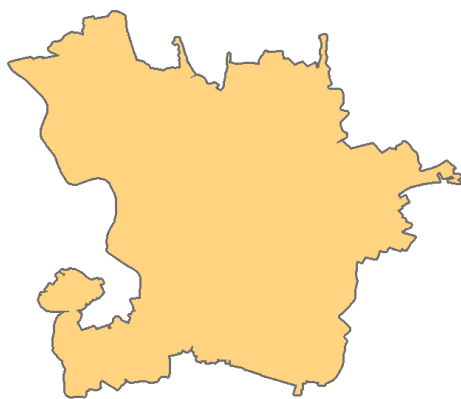


図 2-13 市内太陽光ポテンシャル図

■ 太陽光賦存量算定式

$$\text{賦存量(kW)} = \text{平均日射量 (kWh/m}^2 \cdot \text{日)} \times \text{晴天日数 (日)} \times \text{市域面積 (m}^2\text{)}$$

平均日射量(kWh/m²・日)

3.43 ※NEDO, 日射量データベース

晴天日数(日)

178.00 ※平成29年度茨城県統計年鑑(水戸地方气象台)より

市域面積(m²)

80,880,000.00 ※下妻市公式HP

賦存量(kW)

49,380,475,200.00

(2) 年間発電量の推計

環境省が公表している「再生可能エネルギー情報提供システム（REPOS：Renewable Energy Potential System）」を参照し、本市の太陽光発電の利用可能量を整理しました。

1) 住宅

■算定式

年間発電量(kWh/年) = 設備容量 (kW) × 地域別発電量係数 (kWh/kW/年)
 設備容量 (kW) = 設置可能面積 (m²) × 単位面積当たりの設備容量 (kW/m²)
 地域別発電量係数 (kWh/kW/年) = 市区町村ごとの日射量×365日×総合設計係数+標準日射強度
 ※設備容量は環境省・再生可能エネルギー情報提供システム（REPOS）で算定済み

項目	数値	出典
設備容量(kW)	132,000.00	環境省, 再生可能エネルギー情報提供システム (REPOS)
平均日射量(kWh/m ² ・日)	4.10	NEDO, 日射量データベースMONSOLA-11 による年間最適傾斜角 (40°) の年間平均値 (下妻市)
総合設計係数	0.88	環境省, 令和元年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報等の整備・公開等に関する委託業務報告書
標準日射強度(kW/m ²)	1.00	環境省, 令和元年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報等の整備・公開等に関する委託業務報告書
年間発電量 (kWh/年)	173,833,440.00	

2) 公共

■算定式

年間発電量(kWh/年) = 設備容量 (kW) × 地域別発電量係数 (kWh/kW/年)
 設備容量 (kW) = 設置可能面積 (m²) × 設置密度 (kW/m²)
 地域別発電量係数 (kWh/kW/年) = 市区町村ごとの日射量×365日×総合設計係数+標準日射強度

項目	数値	出典
設備容量(kW)	4,704	環境省, 再生可能エネルギー情報提供システム (REPOS)
平均日射量(kWh/m ² ・日)	4.10	NEDO, 日射量データベースMONSOLA-11 による年間最適傾斜角 (40°) の年間平均値 (下妻市)
総合設計係数	0.88	環境省, 令和元年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報等の整備・公開等に関する委託業務報告書
標準日射強度(kW/m ²)	1	環境省, 令和元年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報等の整備・公開等に関する委託業務報告書
年間発電量 (kWh/年)	6,194,532.69	

表 2-8 下妻市公共施設設備容量推計

施設分類	延床面積(m ²)	設置係数	設置可能面積(m ²)	設備容量(kW)	主な施設
市民文化系施設	11,971.00	0.82	9,816.22	818.02	下妻公民館、千代川公民館、大宝公民館、騰波ノ江市民センター、上妻市民センター、豊加美市民センター、高道祖市民センター、働く婦人の家、勤労青少年ホーム、高道祖本田東集会所、市民文化会館、文化財保全施設
社会教育系施設	6,112.00	0.32	1,955.84	162.99	図書館、ふるさと博物館
スポーツ・レクリエーション系施設	15,428.00	0.54	8,331.12	694.26	総合体育館、千代川体育館、千代川第2体育館、千代川運動公園、柳原球場、東部柔道剣道場、旧蚕飼小学校(体育館)、上妻地区クロッケー場、豊加美地区クロッケー場、ピアスパークしもつま、道の駅しもつま、千代川農産物加工施設、千代川農産物直売所
学校教育系施設	67,679.00	0.43	29,101.97	2,425.16	下妻小学校、大宝小学校、騰波ノ江小学校、上妻小学校、総上小学校、豊加美小学校、高道祖小学校、宗道小学校、大形小学校、下妻中学校、東部中学校、千代川中学校
子育て支援施設	4,272.00	0.46	1,965.12	163.76	大宝幼稚園、騰波ノ江幼稚園、上妻幼稚園、豊加美幼稚園、高道祖幼稚園、ちよかわ幼稚園、下妻保育園、きぬ保育園
保健・福祉施設	4,056.00	0.17	689.52	57.46	保健センター、福祉センター「シルビア」、福祉センター「シルビア別館」、福祉センター「砂沼荘」、心身障害者福祉センター「ひばりの」、心身障害者福祉センター「福祉ふれあいハウス」、障害者福祉作業所
市役所本庁舎	7,320.00	0.23	1,683.60	140.30	下妻市役所、下妻市役所付属施設
市役所支庁舎	3,273.00	0.33	1,080.09	90.01	下妻市役所千代川庁舎
その他行政系施設(倉庫等)	4,685.00	0.32	1,499.20	124.93	消防団車庫兼詰所、水防資材倉庫、防災備蓄倉庫
公園	1,389.00	0.00	0.00	0.00	多賀谷城跡公園、上町公園、三道地公園、陣屋公園、本宿公園、小貝川ふれあい公園、やすらぎの里公園、千代川緑地公園
供給処理施設	734.00	0.44	322.96	26.91	リサイクルセンター、千代川リサイクルセンター、高道祖北部地区排水処理施設、高道祖南部地区排水処理施設
合計	126,919.00		56,445.64	4,703.80	

3) 推計結果まとめ

推計の結果、住宅では 173,833,440.00 kWh/年、公共施設では 6,194,532.69 kWh/年、合計 180,027,972.69 kWh/年の利用可能量があると推計されました。

種別	単位	年間発電量
住宅	kWh/年	173,833,440.00
公共	kWh/年	6,194,532.69
合計	kWh/年	180,027,972.69

(3)ソーラーシェアリングの検討

市内農用地において、ソーラーシェアリングの導入可能性を検討します。
本市における作付エリアを以下に示します。

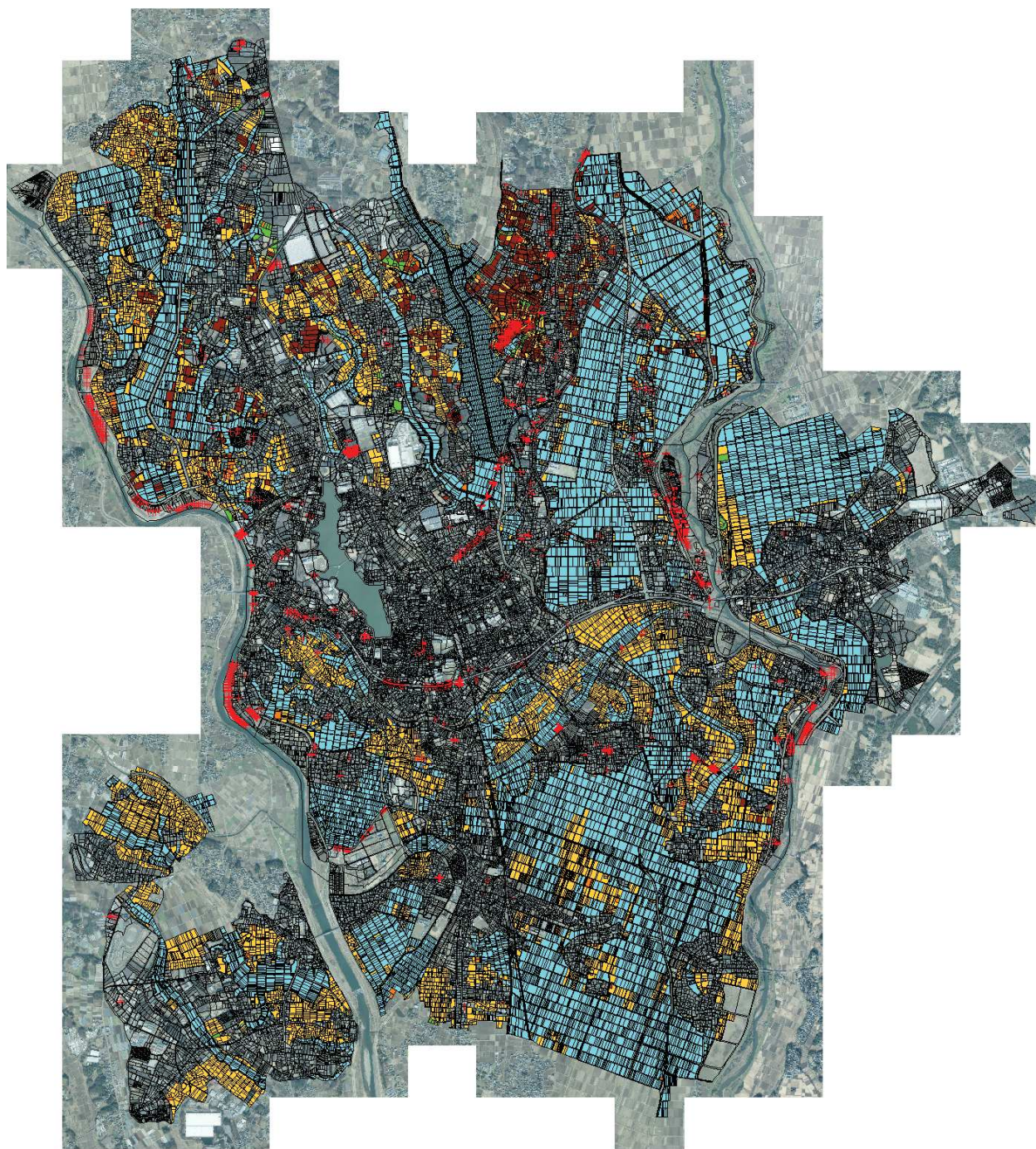


図 2-14 作付エリア




※凡例 黄色：畑、水色：田、茶色：樹園地

(4) 調整池への太陽光発電設置検討

本市は工業団地調整池を3か所保有しています。この調整池を有効活用し、フロート式パネルと架台式のパネルの2つの場合で太陽光発電を実施した場合の発電量、概算費用を検討します。

- 3地点で検討した結果、年間の発電量は以下の表のように推計されました。
 - 〈フロート式〉
 - つくば下妻工業団地調整池 : 発電予想量 887,360.00 (kWh)
予想コスト 435,436,639.13 (円)
 - つくば下妻第二工業団地調整池 : 発電予想量 545,305.00 (kWh)
予想コスト 267,586,761.48 (円)
 - しもつま鯨工業団地調整池 : 発電予想量 1,695,348.00 (kWh)
予想コスト 831,924,538.53 (円)
 - 〈架台式〉
 - つくば下妻工業団地調整池 : 発電予想量 3,428,481.00 (kWh)
予想コスト 1,429,803,679.93 (円)
 - つくば下妻第二工業団地調整池 : 発電予想量 2,106,888.00 (kWh)
予想コスト 878,650,306.11 (円)
 - しもつま鯨工業団地調整池 : 発電予想量 6,550,292.00 (kWh)
予想コスト 2,731,714,926.43 (円)
- 全国の事例を基にフロート式と架台式で出力、コストを比較した結果、出力は架台式が優位であり、コスト面ではフロート式が優位であると想定されました。

表 2-9 調整池太陽光検討内容

名称 所在地		つくば下妻工業団地調整池 茨城県下妻市大木	つくば下妻第二工業団地調整池 茨城県下妻市半谷	しもつま鯨工業団地調整池 茨城県下妻市鯨2379
航空写真およびパネル 設置箇所 (想定)				
設置角度		0度	0度	0度
面積	m ²	16,110.00	9,900.00	30,779.00
設置比率		0.80	0.80	0.80
パネル面積	m ²	12,888.00	7,920.00	24,623.20
面積当たり出力	フロート kW/m ²	0.08	0.08	0.08
	架台 kW/m ²	0.29	0.29	0.29
太陽光発電出力	フロート kW	970.93	596.66	1,855.02
	架台 kW	3,751.39	2,305.32	7,167.22
面積当たり平均日射量	kWh/m ² ・日	3.43	3.43	3.43
損失係数		73%	73%	73%
発電予想量	フロート kWh/年	887,360.00	545,305.00	1,695,348.00
	架台 kWh/年	3,428,481.00	2,106,888.00	6,550,292.00
面積当たり費用	フロート 円	33,786.21	33,786.21	33,786.21
	架台 円	110,940.70	110,940.70	110,940.70
予想コスト	フロート 円	435,436,639.13	267,586,761.48	831,924,538.53
	架台 円	1,429,803,679.93	878,650,306.11	2,731,714,926.43

※面積あたりの平均日射量は、NEDO日射量データベースより
 ※損失係数は、パワコンやセルの温度損失による損失(出典:太陽光発電協会資料)
 ※面積当たりの出力、費用は他事例の平均値より
 ※設置比率は0.8として仮定した

2-3-3 風力発電

風力発電の概要を以下に示します。

- 風の力を利用して風車を回し、風車の回転運動を発電機を通じて電気に変換する発電方法です。
- 風力発電は、大規模に発電できれば発電コストが火力発電並みであることから、比較的経済性が高いエネルギー源です。
- 風車の高さやブレード（羽根）によって異なるものの、風力エネルギーは高効率で電気エネルギーに変換できます。

環境省が公表している「再生可能エネルギー情報提供システム（REPOS）」を参照し、本市における風力発電のポテンシャルを以下に示します。本市において風力発電のポテンシャルはありません。

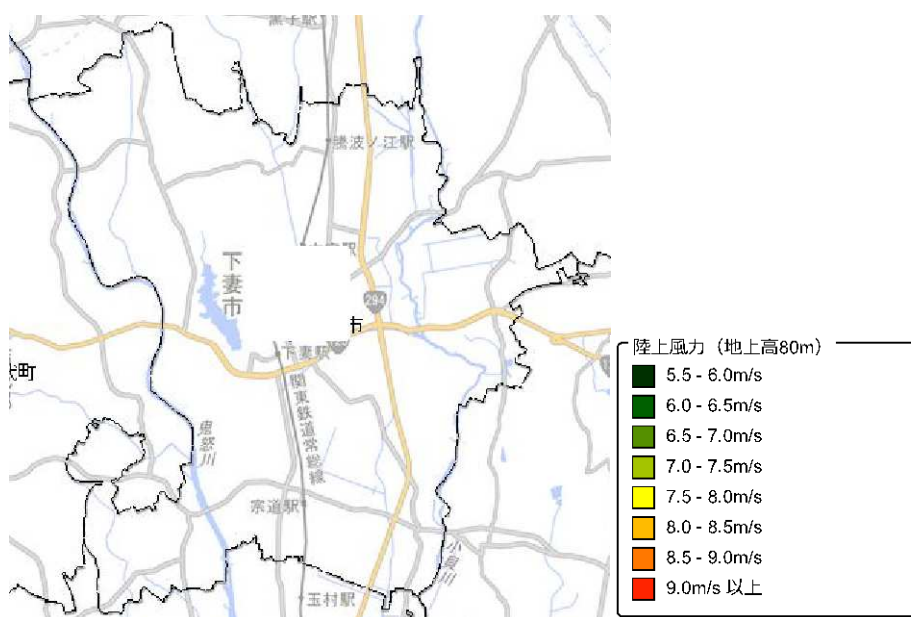


図 2-15 風力発電ポテンシャル状況

2-3-4 小水力発電

小水力発電の概要を以下に示します。

- 小水力発電は、河川、農業用水、砂防ダム等で利用される水のエネルギーを利用し発電する方法であり、一定量の電力を安定的に供給することが可能です。
- 一般的に、最大出力が 1,000 kW 未満のものが小水力発電であるとされています。

(1) 市内小水力発電ポテンシャル

環境省が公表している「再生可能エネルギー情報提供システム (REPOS)」を参照し、本市における小水力発電のポテンシャルを以下に示します。

左岸幹線用水路では 100~500 kW の小水力発電ポテンシャルが見込まれます。

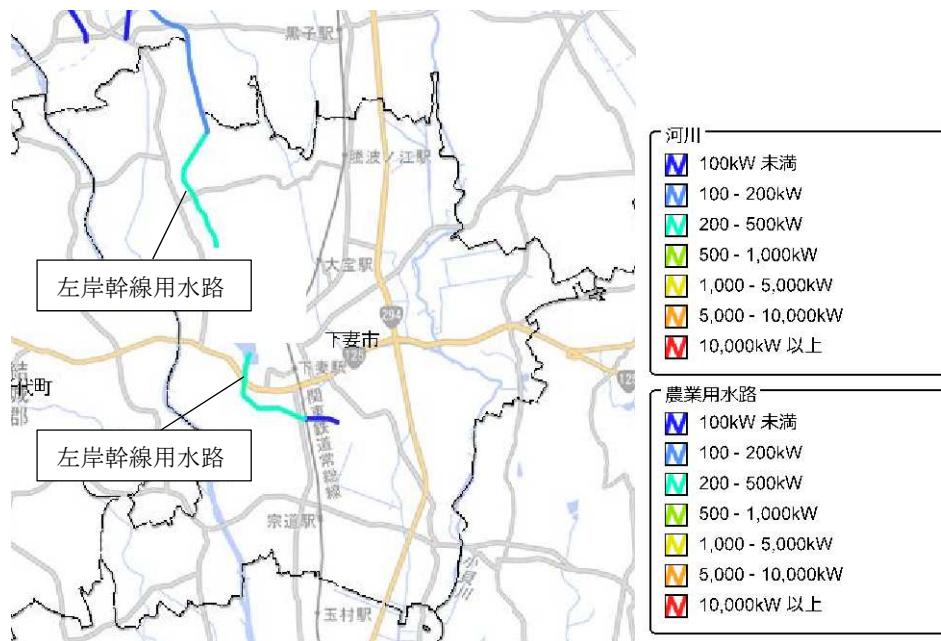




図 2-16 小水力発電ポテンシャル図

(2) 発電量推計

小水力発電を行うためには流量と落差が必要となりますが、市内主要水路は勾配がなだらかであり落差が見込まれないため、主に落差工における小規模な小水力発電を想定して推計を行いました。その結果、発電出力は合計約 10 kW 程度、年間発電量は 47,289.00 kWh/年であると推計されました。

表 2-10 小水力発電量（推計）

地点名	単位	下妻市	下妻市
地区名		今泉	半谷
水路名		左岸幹線用水路	左岸幹線用水路
画像			
位置図			
集水面積	km ²	0.00	0.00
有効落差①（総落差×0.9）	m	1.46	1.49
最大取水量②（豊水流量×0.9）	m ³ /s	1.55	0.73
総合効率③		0.30	0.30
最大出力（①×②×9.8×③）	kW	6.64	3.19
ヘッドタンク標高	m	20.40	30.10
発電所標高	m	18.78	28.45
総落差	m	1.62	1.65
比流量（豊水流量）	m ³ /s/km ²	0.51	0.04
送電線延長	m	0	0
設備利用率	%	58%	58%
稼働率	%	95%	95%
年間発電量（設備利用率0.6）	kWh	31,959.00	15,330.00

2-3-5 太陽熱

太陽熱利用の概要について以下に示します。

- 太陽熱から温水や温風を創り、給湯や冷暖房に利用するシステムです。
- 国内では戸建て住宅用太陽熱温水器が最も普及しており、ホテル、病院、福祉施設等業務用建物でも使用されています。

環境省が公表している「再生可能エネルギー情報提供システム (REPOS)」を参照し、本市における太陽熱のポテンシャルを以下に示します。

市内全域において 268,000 GJ のポテンシャルが見込まれます。

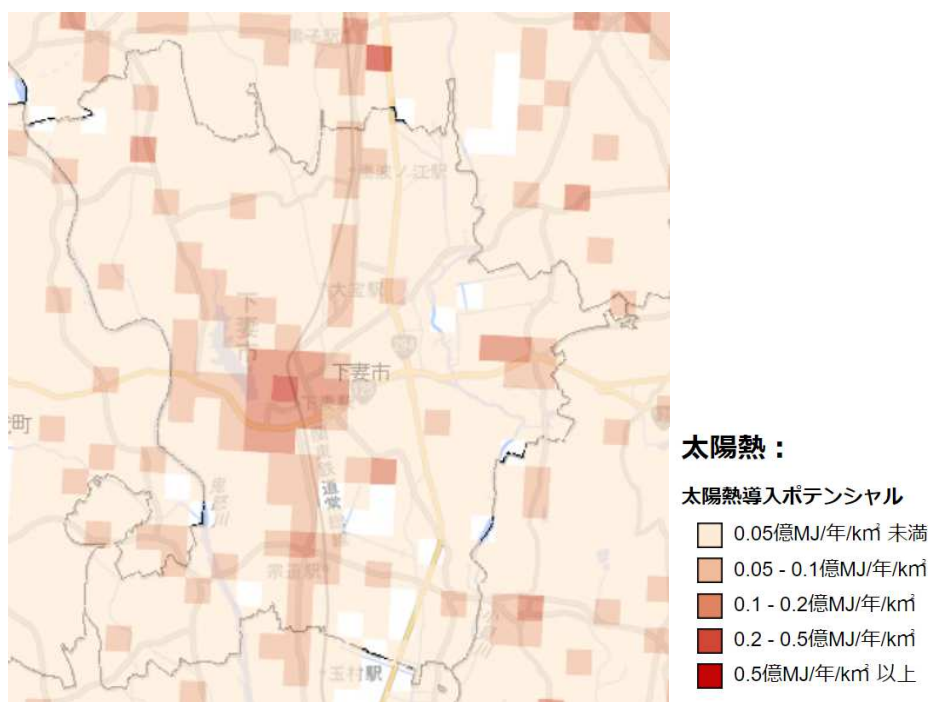


図 2-17 太陽熱利用ポテンシャル図

2-3-6 木質バイオマス

木質バイオマス発電の概要を以下に示します。

- 木質バイオマスとは、「木材に由来する再生可能な資源」のことです。
- 光合成により CO₂を吸収して成長するバイオマス資源を燃料とした発電は「京都議定書」における取扱上、CO₂を排出しないものとされており、カーボンニュートラルとなります。
- 樹木の伐採や造材のときに発生した枝、葉等の林地残材、建築廃材等のほか、街路樹の剪定枝等の種類があります。
- 発生する場所（森林、市街地等）や状態（水分量や異物の有無等）が種類によって異なるため、それぞれの特徴にあった利用を進めることが重要です。

(1) 果樹剪定枝

市内における果樹剪定枝の発生量について、以下の手法で推計を行いました。なお、対象品目は3品目(梨8品種、ぶどう2品種、柿1品種)としました。

推計の結果、梨が生産面積、剪定枝発生量ともに最も大きく、年間約400 tの剪定枝が発生すると推計されました。熱利用を想定した場合、熱利用可能量は1,112,278.3 kWh/年と推計されました。

果樹剪定枝賦存量 (t/年) = 果樹生産面積 (ha) × 発生原単位 (t/ha)

有効利用可能量 (t/年) = 果樹剪定枝発生量 (t/年) × 利用可能率 (%)

熱利用可能量 (kWh/年) = 有効利用可能量 (t/年) × 低位発熱量

■ 賦存量

※発生原単位は平成19年度東北バイオマス発見活用促進事業より

品目	生産面積 (ha)	発生原単位 (t/ha)	剪定枝発生量 (t/年)
梨	99.80	4.40	439.12
ぶどう	2.80	2.80	7.84
柿	0.70	3.40	2.38
合計			449.34

■ 有効利用可能量

利用可能率 76.4% NEDO「バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」を一部抜粋

品目	剪定枝発生量 (t/年)	有効利用可能量 (t/年)
梨	439.12	335.49
ぶどう	7.84	5.99
柿	2.38	1.82
合計	449.34	343.30

■ 熱利用可能量

低位発熱量 3,240.00 kWh/t ※チップ水分35%時 (他都市実績より)

熱利用可能量 1,112,278.26 kWh/年

(2) 公園剪定枝

市内の公園から発生する剪定枝について、以下の手法で推計を行いました。

その結果、市内 12 箇所、合計 621.3 ha の都市公園から、年間約 1,000 t の剪定枝が発生すると推計されました。また、熱利用を想定した場合、熱利用可能量は 2,454,467 kWh/年と推計されました。

$$\begin{aligned} \text{剪定枝賦存量 (t)} &= \text{都市公園面積 (ha)} \times \text{剪定枝発生原単位 (t/ha)} \\ \text{有効利用可能量 (t/年)} &= \text{果樹剪定枝発生量 (t/年)} \times \text{利用可能率 (\%)} \\ \text{熱利用可能量 (kWh/年)} &= \text{有効利用可能量 (t/年)} \times \text{低位発熱量} \end{aligned}$$

■ 賦存量

剪定枝発生原単位

1.71 t/ha

NEDO「公園剪定枝賦存量・利用可能量の推計方法」より

No.	種別	名称	面積 (ha)	剪定枝発生量 (t/年)
1	広域公園	砂沼広域公園	255.60	437.08
2	総合公園	小貝川ふれあい公園	282.26	482.66
3	近隣公園	やすらぎの里公園	28.99	49.57
4	街区公園	多賀谷城跡公園	12.32	21.06
5	街区公園	上町公園	4.12	7.04
6	街区公園	三道地公園	0.92	1.57
7	街区公園	陣屋公園	0.67	1.15
8	街区公園	本宿公園	1.36	2.33
9	街区公園	つくば下妻工業団地公園	10.18	17.40
10	街区公園	つくば下妻第二工業団地公園	6.52	11.14
11	街区公園	千代川緑地公園	12.91	22.07
12	街区公園	東部中央公園	5.50	9.41
合計			621.34	1,062.48

■ 有効利用可能量

利用可能率

71.30%

利用可能量

757.55 t/年

■ 熱利用可能量

低位発熱量

3,240.00 kWh/t ※チップ水分35%時 (他都市実績より)

熱利用可能量

2,454,466.83 kWh/年

(3) 建築廃材

市内で発生する建築廃材賦存量について、以下の手法で推計を行いました。その結果、本市における建築廃材賦存量は 5,317.34 DW-t/年と推計されました。また、熱利用を想定した場合、熱利用可能量は 63,224.18 kWh/年と推計されました。

- ・ 建築廃材賦存量【DW-t/年】=茨城県賦存量【DW-t/年】×
(下妻市建築着工床延面積【m²/年】/茨城県建築着工床延面積【m²/年】)
- ・ 茨城県賦存量【DW-t/年】=木造建築解体木材量【DW-t/年】+
SRC造建築解体木材量【DW-t/年】+SRC造以外の建築解体木材量【DW-t/年】
- ・ 構造別建築解体木材量【DW-t/年】={R1年構造別建築着工床延面積【m²/年】-
(R1年構造別床延面積【m²/年】-H30年構造別床延面積【m²/年】)}×構造別建築廃材木材発生係数【t/m²】×(100【%】-含水率【%】)

出典：都市由来植物廃材のエネルギー利用手法等に関する技術資料【資料編】

■賦存量

項目		茨城県			下妻市		
		木造	SRC造	SRC造以外	木造	SRC造	SRC造以外
建築着工延床面積(R1)	(m ² /年)	1,649,572.00	2,758.00	1,727,991.00	24,876.00	0.00	17,373.00
	小計			3,380,321.00			42,249.00
床面積(R1)	(m ² /年)	123,341,303.00	3,757,197.00	97,342,463.00	2,334,603.00	2,258.00	1,933,110.00
前年度床面積(H30)	(m ² /年)	126,490,150.00	3,752,638.00	96,066,900.00	2,379,317.00	2,258.00	1,929,327.00
建築廃材木材発生係数	(t/m ³)	0.10	0.01	0.01	0.10	0.01	0.01
含水率	(%)	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
建築解体木材量(R1)	(DW-t/年)	422,260.87	-7.92	3,185.09	6,123.92	0.00	95.67

茨城県賦存量 425,438.04 DW-t/年

下妻市賦存量 5,317.34 DW-t/年

■有効利用可能量

項目		茨城県	
		木造	非木造
建築解体木材量	(DW-t/年)	422,260.87	3,177.17
減量化(縮減)・最終処分率	(%)	6.08%	1.66%
建築解体木材有効利用可能量	(DW-t/年)	25,668.94	52.85
建築解体木材有効利用可能量	(DW-t/年)	1,560.40	0.88

茨城県有効利用可能量 1,561.28 DW-t/年

下妻市有効利用可能量 19.51 DW-t/年

■熱利用可能量

低位発熱量 3,240.00 kWh/t ※チップ水分35%時(他都市実績より)

熱利用可能量 63,224.18 kWh/年

2-3-7 廃棄物系バイオマス

廃棄物系バイオマス発電の概要を以下に示します。

- 廃棄物系バイオマスは、飼料化、堆肥化、メタン（バイオ）ガス化、BDF化等の様々な利活用方法があります。
- 生ごみや家畜排泄物、稲わら・もみ殻等廃棄物を資源として活用することで、地域環境の改善や、その持続的発展を図ることに貢献します。

(1) 生ごみ

市内での生ごみの発生量については、以下の手法で推計しました。その結果、生ごみは1,603.6 t/年発生すると推計されました。

また、発電利用した場合の発電量は248,423.71 kWh/年であると推計されました。

市内生ごみ発生量 (t/年) = 市内一般廃棄物発生量 (t/年) × 厨芥類混入割合 (%)

※厨芥類混入割合は一般廃棄物（ごみ）処理基本計画よりクリーンポートきぬにおけるごみ質測定実績（厨芥類）を用いることとします。

■賦存量推計

項目	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度
下妻市一般廃棄物排出量 (t)	13,471	13,772	13,496	13,588	13,507
厨芥類混入割合 (%)	9.2	17.0	8.9	13.5	10.5

一般廃棄物排出量平均 13,566.80 (t/年)
厨芥類混入割合平均 11.82 %

生ごみ排出量 1,603.60 (t/年)

■発電量推計

バイオガス発生予測単位 100 m³/t
メタン含有率 60%
メタン発熱量 37.18 MJ/m³
発電効率 25%
電力熱量換算係数 3.60 MJ/kWh
バイオガス発生量 160,359.58 m³/年

年間発電量 248,423.71 kWh/年

(2) 稲わら・もみ殻

市内での稲わら・もみ殻の発生量について、以下の手法で推計した結果、稲わらは12,055.46 t/年、もみ殻は2,441.74 t/年発生すると推計されました。熱利用を想定した場合、利用可能量は稲わらが4,935,706.56 kWh/年、もみ殻が1,057,299.64 kWh/年発生すると推計されました。

稲わら量	=	市町村別・品種別作付面積 ①	×	品種別精玄米重 ②	×	稲わら発生源単位 ③
もみ殻量	=	市町村別・品種別作付面積 ①	×	品種別精玄米重 ②	×	稲わら発生源単位 ③

①品種別作付面積

- 市(町村)内の関係部署等のデータを活用します。

②精玄米重、③稲わら発生源単位

- 農業試験場やJA等の関係機関のデータを活用します。
(平成19年度東北バイオマス発見活用促進事業より)

	イ精玄米重 kg/a	わら重 kg/a	もみ重 kg/a	ウ発生源単位(玄米1kg当)			調査機関
				わら	もみ	わら+もみ	
あきたこまち	64.5	78.2	14.9	1.212	0.231	1.443	秋田県 県農業試験場
いわてっこ	54.4	73.9		—	—	1.358	岩手県農産部水田作研究室ほか
こしひかり	52.2	65.4	13.1	1.252	0.252	1.504	JA庄内たがわ
ササニシキ	50.2	82.8		—	—	1.649	宮城県 県古川農業試験場
つがるロマン	59.3	60.7	13.5	1.024	0.228	1.251	青森県農林総合研究センター
はえぬき	60.2	77.7	15.4	1.291	0.256	1.547	JA庄内たがわ
ひとめぼれ	52.5	78.5		—	—	1.495	宮城県 県古川農業試験場
むつぼまれ	67.9	60.1	15.1	0.884	0.222	1.106	青森県農林総合研究センター
めんこいな	70.7	80.4	16.6	1.137	0.235	1.372	秋田県 県農業試験場
ゆめあかり	64.7	60.9	14.8	0.940	0.229	1.169	青森県農林総合研究センター
平均	59.7		平均	1.11	0.24	1.39	
				按分	0.796	0.204	※もみ、わら別の原単位がない場合の按分比

■賦存量

精玄米重 59.7 kg/a
 稲わら発生源単位 0.796 kg
 もみ殻発生源単位 0.204 kg

種別	R3年作付面積 (a)	発生量 (t/年)	
		稲わら	もみ殻
米(稲)	200,490.78	9,527.56	2,441.74
麦	53,195.17	2,527.90	
合計		12,055.46	2,441.74

■熱利用可能量

含水率	15% (稲わら)	※NEDO, 「バイオマス賦存量・有効可能利用量の推計」(2011年3月)
	13.90% (もみ殻)	
低位発熱率(GJ/t)	13.6 (稲わら)	※NEDO, 「バイオマス賦存量・有効可能利用量の推計」(2011年3月)
	14.2 (もみ殻)	
未利用率	15%	※NEDO, 「バイオマス賦存量・有効可能利用量の推計」(2011年3月)
ボイラー効率	85%	※NEDO, 「新エネルギーガイドブック」(2008年)
換算係数	0.0036 GJ/kWh	
熱利用可能量 (kWh/年)	4,935,706.56 (稲わら)	
	1,057,299.64 (もみ殻)	

(3) 家畜排せつ物

市内における家畜排せつ物について、以下の手法により推計した結果、家畜排せつ物系バイオマスのエネルギー賦存量は年間 6,687,368.33 GJ、年間発電量は 46,440.06 MWh であると推計されました。

【牛・豚】

賦存量 (GJ/年) =

排せつ物排出量 (t/頭/年) × 固形物に対する有機物の割合 × 有機物 (VS) 分解率 × 分解VS 当たりのメタンガス発生量 (Nm³-CH₄/t-分解V T S)

※排せつ物排出量 (t/頭/年) = 飼育頭数 (頭) × 発生原単位 (DW-t/日・頭) × 飼育日数 (日/年)

【採卵鶏・ブロイラー】

賦存量 (GJ/年) =

飼育羽数 (羽) × 排せつ物排出量 (DW-t/羽・日) × 飼育日数 (日/年) × 低位発熱量 (GJ/t)

※排せつ物排出量 (t/羽/年) = 飼育羽数 (羽) × 発生原単位 (DW-t/日・羽) × 飼育日数 (日/年)

【発電量】

発電可能量 (MWh/年) = 賦存量 (GJ/年) × 未利用率 (%) × 発電効率/3.6 (GJ/MWh)

■各種条件

飼育頭数 (頭)	下妻市提供資料	
飼育日数 (日/年)	乳用牛、肉用牛、豚、採卵鶏：365日 ブロイラー：59日×4サイクル=236日	
固形物に対する有機物の割合	乳用牛：	0.80
	肉用牛：	0.82
	豚：	0.83
有機物 (VS) 分解率		0.40
分解VSあたりのメタンガス発生量	乳用牛：	500.00
	肉用牛：	500.00
	豚：	650.00
メタンの低位発熱量(GJ/Nm ³)		0.04
ふん燃焼の低位発熱量(GJ/t)	採卵鶏：	11.50
	ブロイラー：	16.30
未利用率		10%
発電効率		0.25

発生原単位 (DW-t/日・頭 (羽))		
項目		計
乳用牛	搾乳牛	0.068
	乾乳牛	0.042
	育成牛	0.036
肉用牛	2歳未満	0.036
	2歳以上	0.040
豚	肉豚	0.053
	繁殖豚	0.083
鶏	採卵鶏	0.00003
	ブロイラー	0.000026

※計算式及び各種条件は NEDO 「バイオマス賦存量・有効可能利用量の推計」(2011.3) より

種別		牛		肉用牛		豚		鶏	
項目	単位	乳用牛	2歳以上	2歳未満	肉豚	繁殖豚	採卵鶏	ブロイラー	
排せつ物量	t/年	665.76	1,668.78	1,211.80	710,116.26	136,478.98	7,747.61	24.54	
熱量	GJ/年	3,834.78	9,852.48	7,154.47	5,516,751.20	1,060,277.86	89,097.48	400.07	
賦存量計	GJ/年								6,687,368.33
発電可能量	MWh/年	26.63	68.42	49.68	38,310.77	7,363.04	618.73	2.78	
発電可能量計	MWh/年								46,440.06

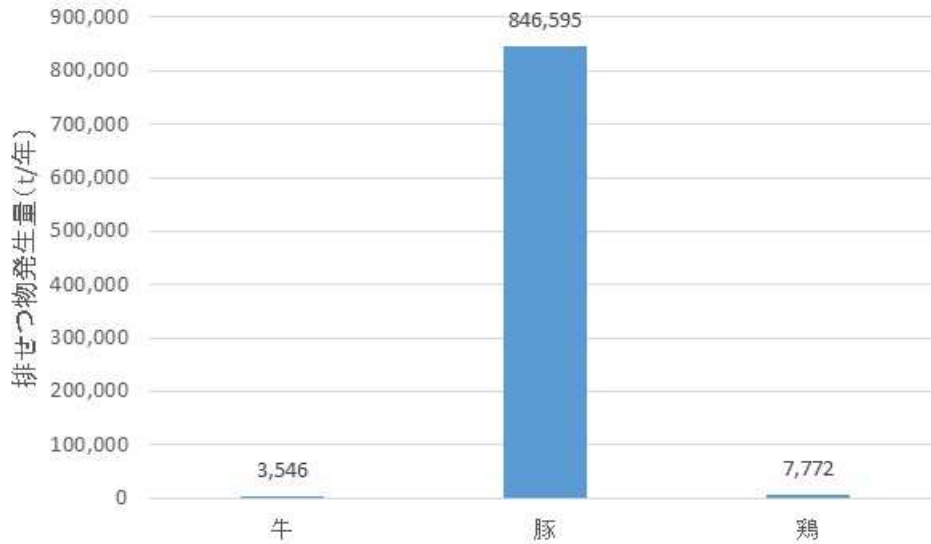


図 2-18 家畜排せつ物発生量 (t/年)

1) 飼育頭数

本市における家畜の飼育頭数は以下に示すとおりです。

表 2-11 牛飼育数

飼育数										
乳用牛				肉用牛						
成牛 (24ヶ月齢以上)	育成牛 (4~24ヶ月齢)	子牛, ホル雌 (10日~4ヶ月齢未満)	乳用牛合計	肉専用種				肉用繁殖牛		肉用牛合計
				肥育前期の牛 (9~24ヶ月齢)	肥育後期の牛 (24ヶ月齢以上)	育成牛 (4~9ヶ月齢)	子牛 (4ヶ月齢未満)	成牛 (24ヶ月齢以上)	育成牛 (4~24ヶ月齢)	
20	11	1	32	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	7	2	0	0	0	0	9
-	-	-	-	24	18	0	0	0	0	42
-	-	-	-	11	0	0	0	0	0	11
-	-	-	-	20	19	0	0	0	0	39
-	-	-	-	35	22	3	2	0	0	62
-	-	-	-	5	6	0	0	10	10	31
-	-	-	-	10	6	0	0	0	0	16
合計			32	112	73	3	2	10	10	210

表 2-12 豚飼育数

飼育数					
飼育豚 (子豚を除く)	子豚 (3ヶ月齢未満)	飼育豚合計	繁殖豚、成豚 (12ヶ月齢以上)	繁殖豚、育成豚 (3~12ヶ月齢)	繁殖豚合計
0	1,500	1,500	260	30	290
1,600	0	1,600	0	0	0
155	156	311	35	5	40
0	15	15	3	4	7
0	0	0	0	0	0
0	25	25	10	4	14
400	650	1,050	150	8	158
200	100	300	35	0	35
1,800	1,500	3,300	300	50	350
0	400	400	0	0	0
5,000	4,000	9,000	803	113	916
0	262	262	125	0	125
2,000	0	2,000	100	20	120
0	1,500	1,500	280	10	290
0	0	0	0	0	0
1,219	0	1,219	0	10	10
0	301	301	182	4	186
202	175	377	63	8	71
242	136	378	50	0	50
950	1,350	2,300	270	15	285
1,000	0	1,000	0	0	0
0	900	900	220	20	240
1,600	1,400	3,000	300	30	330
0	1,252	1,252	320	12	332
0	130	130	32	0	32
0	0	0	18	18	36
0	130	130	30	0	30
110	0	110	29	0	29
0	320	320	0	0	0
2,000	1,500	3,500	375	50	425
178	100	278	42	6	48
30	220	250	52	4	56
合計		36,708			4,505

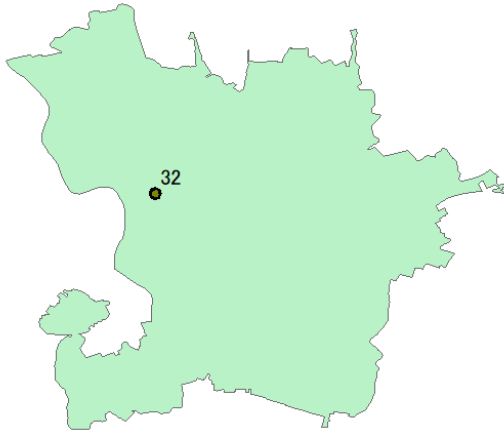
表 2-13 鶏・馬飼育数

飼育数				
鶏				馬
採卵鶏 (150日齢以上)	採卵鶏 (150日齢未満)	採卵鶏合計	肉食鶏	
90	10	100	-	-
19,530	2,000	21,530	-	-
618,717	66,679	685,396	-	-
420	98	518	-	-
-	-	-	4,000	-
-	-	-	-	6
合計 (千羽)		707,544	4,000	6

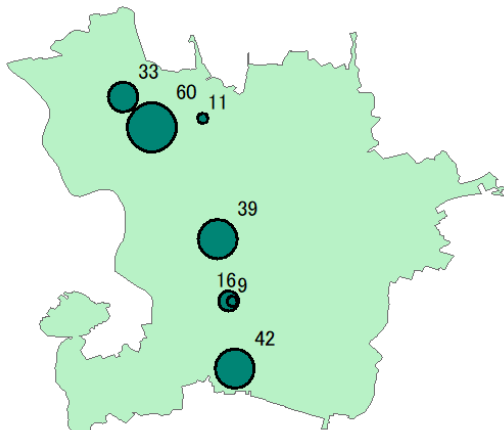
2) 家畜飼育数の分布

市内における畜産業者の家畜飼育頭数の分布を種別ごとに示します。

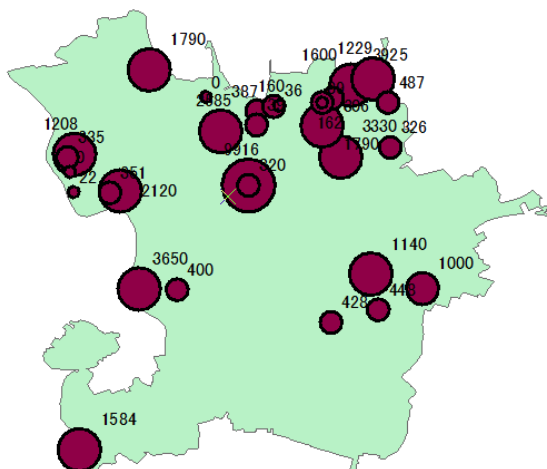
① 乳用牛：1業者



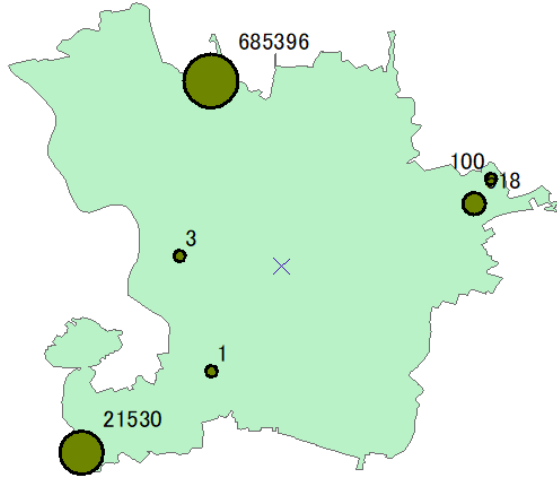
② 肉用牛：7業者



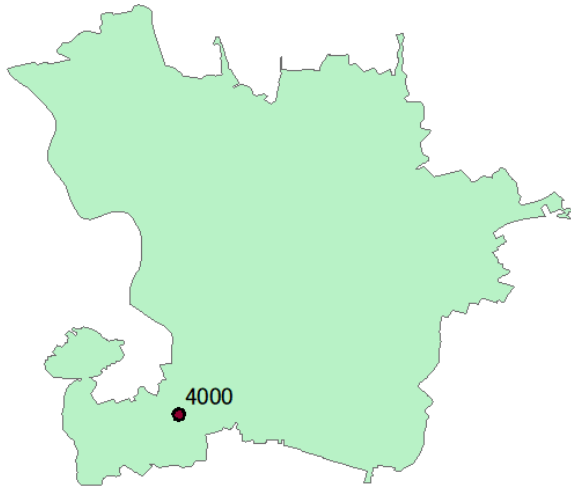
③ 豚：32業者



④ 採卵鶏：6 業者



⑤ 肉用鶏：1 業者



2-3-8 地中熱

地中熱の概要を以下に示します。

- 地中熱とは、浅い地盤中に存在する熱エネルギーです。
- 大気温度に対して、地中の温度は地下 10～15 m の深さになると、年間を通して温度の変化が少なくなります。そのため、夏場は外気温度よりも地中温度が低く、冬場は外気温度よりも地中温度が高いことから、この温度差を利用して効率的な冷暖房等を行うことができます。

環境省が公表している「再生可能エネルギー情報提供システム (REPOS)」を参照し、本市における地中熱のポテンシャルを以下に示します。本市においては 31.69 億 MJ/年の地中熱導入ポテンシャルが見込まれます。県内市町村と比較すると、平均値をやや下回ります。

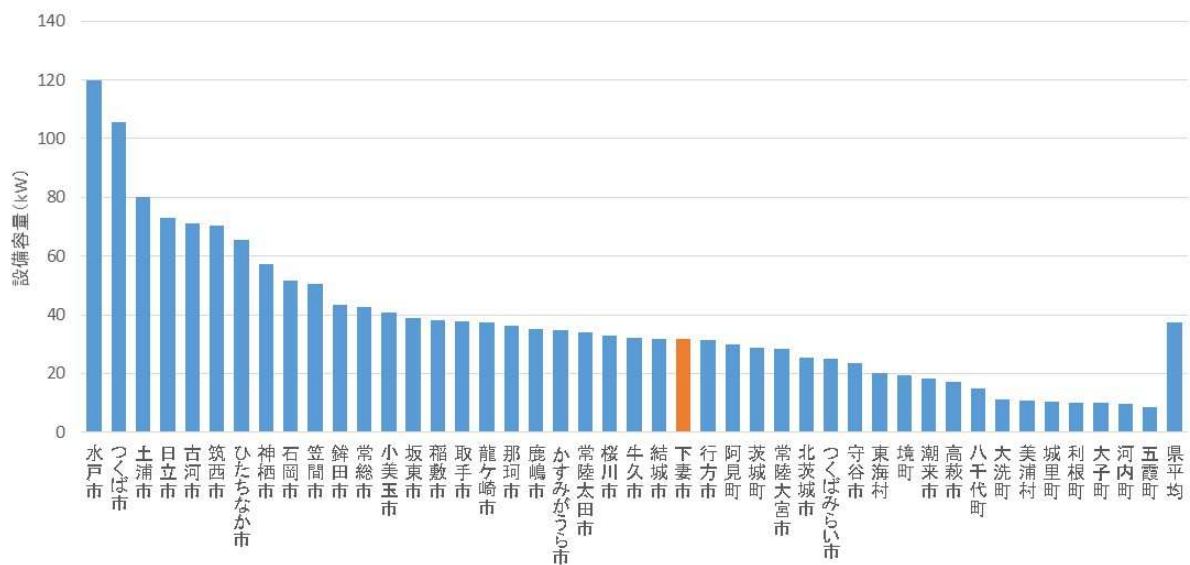
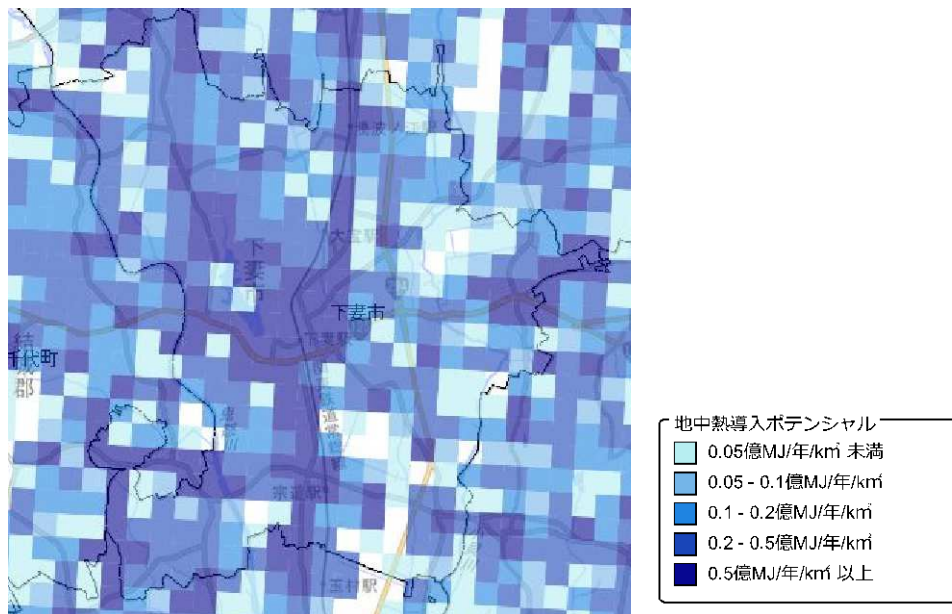


図 2-19 茨城県内市町村の地中熱設備容量

2-3-9 再生可能エネルギーのポテンシャルのまとめ

以下に、各再生可能エネルギーのポテンシャルについて、まとめた結果を示します。市内の再生可能エネルギーについては、太陽光発電、バイオマス（特に、家畜排せつ物）のポテンシャルが大きい状況です。

表 2-14 再生可能エネルギーのポテンシャル

利用形態	中分類	小分類	賦存量	利用可能量	備考	
電力利用	太陽光発電		49,380,475,200.00 kW	180,027,972.69 kWh/年	利用可能量は市内住宅、公共施設に太陽光を導入した場合を想定	
	風力発電	陸上	0.00 kW	0.00 kWh/年		
	小水力発電		100～500 kW	10.00 kWh/年	用水路の落差工などで小規模な発電は可能	
	バイオマス	廃棄物系	生ごみ	1,603.60 t/年	248,423.71 kWh/年	
			家畜排せつ物	6,687,368.33 GJ/年	46,440,060.00 kWh/年	
		合計		226,716,466.40 kWh/年		
熱利用	太陽熱		268,000.00 GJ	-	施設等における省エネに寄与するものとして利用可能量算出対象外とする	
	バイオマス	木質系	果樹剪定枝	449.34 t/年	1,112,278.26 kWh/年	
			公園剪定枝	1,062.48 t/年	2,454,466.83 kWh/年	
			建築廃材	5,317.34 t/年	63,224.18 kWh/年	
			稲わら	12,055.46 t/年	4,935,706.56 kWh/年	
			もみ殻	2,441.74 t/年	1,057,299.64 kWh/年	
	地中熱		31,690,000.00 GJ	-	施設等における省エネに寄与するものとして利用可能量算出対象外とする	
			合計		9,622,975.48 kWh/年	

2-3-10 再生可能エネルギーの可能性評価

以下に示す5つの視点に基づき評価を行い、導入の可能性の高い新エネルギーを明らかにします。その結果、本市においては太陽光発電、バイオマス発電の可能性が高く、熱利用においては太陽熱利用が比較的可能性が高いと評価されました。


表 2-15 再生可能エネルギーの評価の視点

評価視点	評価の方法
a) 市内における利用可能量	利用可能性の大小に応じて3段階評価 (大きいほど高い点)
b) 技術・製品の実用化の程度	成熟の度合いに応じて3段階評価 (成熟しているほど高い点)
c) 導入及び運用に係るコスト	コスト優位性に応じて3段階評価 (コストが安価なほど高い点)
d) 導入に係るその他障害	その他の障害に応じて3段階評価 (障害が少ないほど高い点)
e) 地域活力向上への貢献	地域活力への貢献に応じて3段階評価 (貢献するほど高い点)

※ 3段階評価の配点はそれぞれ3点、1点、0点とした。

表 2-16 再生可能エネルギーの評価結果

利用形態		電力利用			
種別		太陽光	バイオマス	風力	小水力
画像					
評点	a)利用可能量	3 調整池をはじめ、十分な利用可能量がある	3 特に畜産バイオマスにおいて十分な利用可能量がある	0 下妻市においてポテンシャルがない	0 ポテンシャルが小規模である
	b)実用化	3 全国各地で実用化実績がある	3 全国各地で実用化実績がある	3 全国各地で実用化実績がある	3 全国各地で実用化実績がある
	c)コスト	3 低コスト化が進んでいる	3 大規模でなければ導入コストは安価	3 低コスト化が進んでいる	3 小規模のものは導入コストが安価
	d)難易度	3 比較的容易に導入可能	1 臭気や騒音などの影響に配慮が必要	1 小規模であれば比較的容易に導入可能	3 小規模であれば比較的容易に導入可能
	e)地域貢献	1 地域エネルギーの地産地消になる	3 地域で生産される資源を有効活用し、経済循環・活性化につながる	1 地域のエネルギーの地産地消になる	1 地域のエネルギーの地産地消になる
	総合評価		13	13	8

利用形態		熱利用		
種別		太陽熱	バイオマス	地中熱
画像				
評点	a)利用可能量	1 ポテンシャルはある	0 剪定枝等木質バイオマスは発生量が小さい	1 ポテンシャルはある
	b)実用化	3 全国各地で実用化実績がある	1 小規模なバイオマス利用の好事例が少ない	3 全国各地で実用化実績がある
	c)コスト	3 比較的安価	1 規模によるが、それほど高額ではない	0 導入費用が高額である
	d)難易度	3 比較的容易に導入可能	1 臭気や騒音などの影響に配慮が必要	1 十分な設置スペースが必要
	e)地域貢献	1 地域のエネルギーの地産地消になる	3 地域で生産される資源を有効活用し、経済循環・活性化につながる	1 地域のエネルギーの地産地消になる
	総合評価		11	6

2-4 有機性廃棄物の処理・利用実態に関するアンケート調査結果

2-4-1 アンケート調査の概要

(1) 調査概要・目的

市内の畜産事業者及び大規模営農者を対象に、営農・畜産事業及び廃棄物の処理・利活用の実態を把握することを目的として、2021年12月に書面によるアンケート調査を実施しました。

アンケート調査は、次項に示す調査対象者に対して本市担当者がアンケート用紙を配布し、回収する手法で行いました。

(2) 調査対象

- 以下の表 2-17 に示す畜産事業者を調査対象としました。
 - ・ 市内では、100羽以上を常時飼育している肉用鶏（ブロイラー）業者が1者、採卵鶏（レイヤー）業者が4者存在していたほか、一定規模以上の乳牛業者が1者、肉用牛業者が6者、養豚業者が18者営農しており、これらの畜産事業者を調査対象としました。
 - ・ 養豚業者については1業者で複数の養豚場を経営している事例が多くみられました。
- 以下の表 2-18 耕種農家を調査対象としました。
 - ・ 稲作農家及び野菜（施設園芸）農家のそれぞれについて、管理面積の大きい順に25者をピックアップし、調査対象としました。
 - ・ 中には1者で70ha以上を管理する等、大規模に営農する耕種農家も数多く存在することがわかりました。

表 2-17 今回アンケート対象とした市内の主な畜産事業者の飼育畜種及び飼育頭(羽)数

調査 No	飼育畜種	飼育頭(羽)数	調査 No	飼育畜種	飼育頭(羽)数
4	肉用鶏	4.0 千羽	62	豚	1.2 千頭
6	採卵鶏	0.1 千羽	63	豚	0.3 千頭
7	採卵鶏	21.5 千羽	64-65	豚	4.1 千頭
8	採卵鶏	685.4 千羽	66-67	豚	103.0 千頭
9	採卵鶏	0.5 千羽	68-69	豚	3.9 千頭
14	乳牛	32 頭	71-72	豚	1.7 千頭
21	肉用牛	9 頭	73-74	豚	0.9 千頭
22	肉用牛	42 頭	75	豚	2.6 千頭
23	肉用牛	11 頭	76-77	豚	2.1 千頭
24	肉用牛	39 頭	78	豚	3.3 千頭
25	肉用牛	60 頭	79	豚	1.6 千頭
26	肉用牛	33 頭	80-84	豚	0.8 千頭
56-57	豚	3.4 千頭	85	豚	3.9 千頭
58-60	豚	0.4 千頭	86	豚	0.3 千頭
61	豚	0.1 千頭	87	豚	0.3 千頭

表 2-18 今回アンケート対象とした市内の主な耕種農家の作付種類と作付面積

調査 No	作付種類	作付面積	調査 No	作付種類	作付面積
1	稲作 + 麦類作	72.6 ha	26	露地野菜	5.0 ha
2	稲作 + 麦類作	63.1 ha	27	稲作 + 露地野菜	3.7 ha
3	稲作 + 麦類作	46.1 ha	28	稲作 + 露地野菜	3.6 ha
4	稲作 + 麦類作	41.7 ha	29	露地野菜	3.6 ha
5	稲作 + 麦類作	40.6 ha	30	露地野菜	3.6 ha
6	稲作 + 麦類作	37.2 ha	31	露地野菜	3.3 ha
7	稲作 + 麦類作	34.1 ha	32	露地野菜	2.9 ha
8	稲作 + 麦類作	33.2 ha	33	施設野菜	2.9 ha
9	稲作	32.5 ha	34	稲作 + 施設野菜	2.4 ha
10	稲作 + 麦類作	32.2 ha	35	露地野菜	2.3 ha
11	稲作	31.1 ha	36	施設野菜	2.3 ha
12	稲作 + その他の作物	30.2 ha	37	稲作 + 露地野菜	2.1 ha
13	稲作 + 麦類作	30.2 ha	38	稲作 + 露地野菜	2.1 ha
14	稲作 + 麦類作	29.4 ha	39	稲作 + 施設野菜	1.7 ha
15	稲作 + その他の作物	28.8 ha	40	露地野菜	1.7 ha
16	稲作 + 麦類作	27.0 ha	41	稲作 + 露地野菜	1.6 ha
17	稲作 + 麦類作	26.2 ha	42	施設野菜	1.5 ha
18	稲作 + 麦類作	25.9 ha	43	露地野菜	1.5 ha
19	稲作	25.8 ha	44	施設野菜 + その他	1.4 ha
20	稲作 + 麦類作	25.4 ha	45	施設野菜 + その他	1.3 ha
21	稲作 + 麦類作	23.6 ha	46	施設野菜	1.3 ha
22	稲作 + 麦類作	22.5 ha	47	露地野菜	0.8 ha
23	稲作 + 露地野菜	22.5 ha	48	施設野菜 + その他	0.7 ha
24	稲作 + 麦類作	22.1 ha	49	施設野菜	0.5 ha
25	稲作 + 麦類作	22.0 ha	50	露地野菜 + その他	0.2 ha

2-4-2 乳牛・肉用牛・養鶏農家のアンケート調査結果

(1) 回答者数

以下に畜産事業者ごとのアンケート回収結果を示します。今回は非常に短期間でのアンケート調査となりましたが、比較的多くの事業者から協力を得ることができ、アンケートの回収率は約8割となりました。したがって、得られた結果は十分に地域の畜産事業者の意向や状況を反映できているものといえます。

表 2-19 アンケート回答者内訳（畜産事業者）

農家種類		回答数/調査数	回収率
畜産事業者	肉用牛農家	5件/6件	83%
	養鶏業者	3件/5件	60%
	養豚業者	15件/18件	83%
合計		23件/29件	79%

(2) アンケート結果からわかる農家種類ごとの経営状況

■ 肉用牛農家

- 本市の肉牛農家は最大でも飼育頭数60頭程度、1～2名の家族経営が主体である。
- 5件中4件が肥育経営であり、子牛を購入後に肥育して成牛まで育てた上で販売する形態である。
- アンケート回答者のほとんどが60歳以上、中には70歳以上の肉牛農家の方もおられ、将来的（5～10年後）には廃業すると答えた農家も2件あった。

■ 養鶏業者

- 本市の養鶏業者はブロイラー、採卵鶏合わせて5件あるが、うち1件が全国的にみても大規模といえる大手事業者であり、1件は中規模事業者、残りは家族経営かそれに近い規模の養鶏業者である。今回のアンケート調査ではこれら規模の大きな2事業者からも回答を得ている。
- 大規模・中規模事業者は、アンケート回答者も45歳以下と若く、また、数十名規模での雇用を抱えており、今後も中長期的に地域の産業を支えていくことが期待される。
- 一方で家族経営の事業者は、既に経営者が70歳を超えており、将来的には廃業することを考えているとのことであった。

■ 養豚業者

- 本市の養豚業は、飼育頭数 1 万頭前後の比較的大規模な養豚業者が 1 件あるもの、それ以外の事業者は数百頭から 4,000 頭程度の中規模事業者が多い。
- アンケート回答者の年齢構成としては比較的若い年齢層が多く、また、回答者が比較的高齢であっても、多くの事業者が 5～10 名程度の従業員を抱えて事業を営んでいるため、後継者がいることも想定される。
- アンケート調査の中では、15 件中 5 件が将来的には廃業予定と回答しており、今後、本市における養豚はますます衰退していくことが懸念される。
- 廃業予定 5 件のうち 3 件は飼育頭数 500 頭以下の比較的小規模事業者であり、今後養豚業が生き残っていくためには**ある程度の規模拡大・効率経営が必須であることが推察**される。

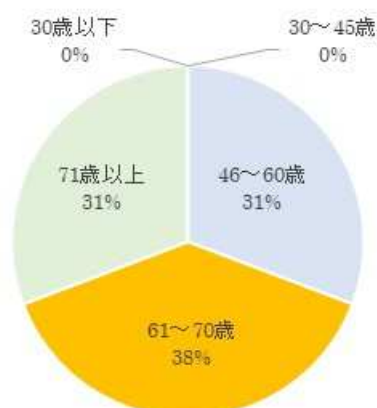


図 2-20 アンケート回答者年齢構成（養豚業者）

(3) アンケート結果からわかる農家種類ごとのふん尿処理状況

■ 肉用牛農家

- 本市の肉牛農家では、牛ふん尿は基本的に堆肥化处理されている。飼育頭数も限定的であるため、いずれの農家でも堆肥の発生量は2 tトラックで月に5~10台程度ということであった。
- 5件中3件が、作った堆肥は農家に無償で提供、残り2件は自前の農地でほぼ全量を利用するという回答であった。
- 処理が少量ではあるものの、「ふん尿処理における課題」として「臭気に対する配慮」と答えた肉牛農家が過半数を占めた。
- 高品質な堆肥の生産について課題を抱えている農家が一定数存在することも確認できた。

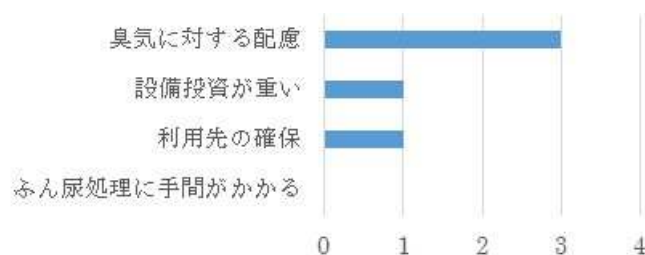


図 2-21 ふん尿処理における課題（複数回答可）（肉牛農家）

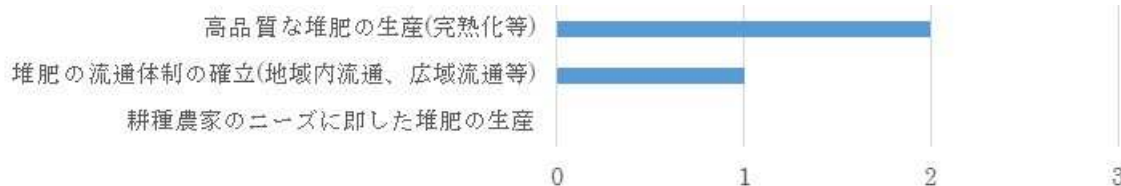


図 2-22 堆肥の利用促進にむけて重要なことはなにか？（複数回答可）（肉牛農家）

■ 養鶏業者

- 家族経営の事業者では、発生量が少量のため自前の畑に施肥しているとのことであった。
- 24 千羽を飼育する中規模事業者では、毎月 2 t トラックで 15 台分ほどの堆肥を生産しており、無償で農地に運搬した上で散布作業までを担っている。
- 800 千羽を飼育する大規模養鶏業者では、機械式の高速堆肥化装置を使って堆肥化を行い、製品ベースで年間 7,000～8,000 t を有料で販売している。
- 既に堆肥に関して安定的な生産・利用/販売ルートを構築済みの中・大規模養鶏事業者であれば、堆肥化についての課題もそれほどないことも予想されたが、図 2-18 に示されるように、いずれの事業者も堆肥化について非常に強い課題意識を示した。
 - ・ 大規模で安定的な畜産経営を支えているのはふん尿処理であり、このふん尿処理をいかに効率的かつ確実に行うかに事業の成否がかかっていることを十二分に認識しているからではないかと推察される。
 - ・ 堆肥利用を推進するために重要なこととして、「焼却等の利用方法も技術開発を含め検討してみても良いと思う」という回答があり、現状に満足することなく、よりよい方法を模索する姿勢が感じられた。
- また、「ペレット化等高品質な堆肥生産への意識」がより強く感じられる結果であったことも、比較的含水率が低く、ペレット堆肥が利用されている事例の多い養鶏業の特徴といえる。

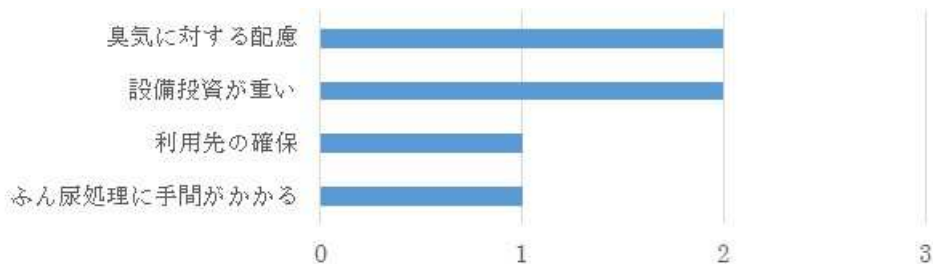


図 2-23 ふん尿処理における課題（複数回答可）
（養鶏業者）

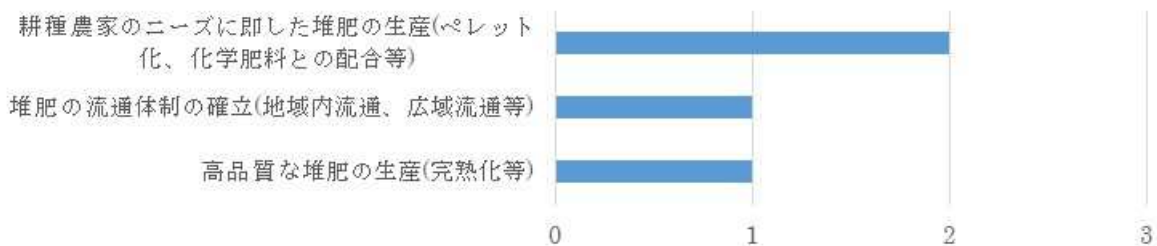


図 2-24 堆肥の利用推進にむけて重要なことはなにか？（複数回答可）（養鶏業者）

■ 養豚業者

- 本市の養豚業者は、そのすべてが豚ふんの処理方法として堆肥化処理を選択していた。
- 15 件中 7 件の養豚業者が、生産した堆肥の過半を有料で販売していたが、自前の畑に散布している 1 件を除く 残り 7 件は無料で農家へ提供していた。
- うち主として農家に取りに来るのが 2 件、農家まで輸送しているのが 4 件、1 件は無償で輸送したうえで散布作業までを請け負っていることが分かった。
- 養豚業者ではふん尿処理に苦勞している様子が伺われ、「ふん尿処理における課題」の問いに対しては、回答を得られたすべての事業者からなんらかの課題意識が寄せられた。
- 「臭気に対する配慮」「設備投資が重いこと」等を筆頭に、幅広い項目に対して課題意識があることが確認できた。
- 半数以上の事業者から「堆肥の流通体制の確立」が利用促進に向けて重要であるという認識が寄せられた。
- 耕畜連携のシステム化をどのように図るのかは、下妻市環境アクションプランの中でも重要な課題項目として認識されており、本市の畜産業を持続可能なものにしていくにあたって、具体的な解決策の検討・実現が強く求められているといえる。

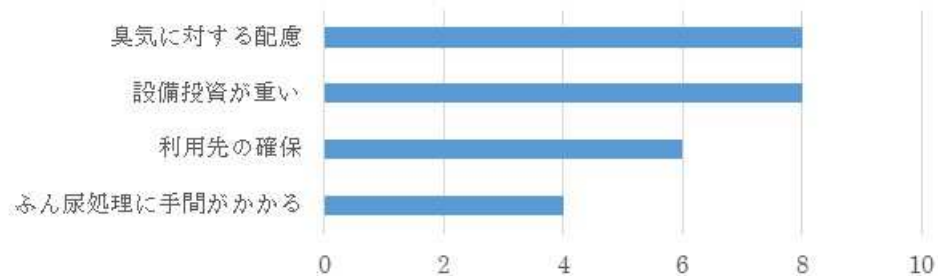


図 2-25 ふん尿処理における課題（複数回答可）（養豚業者）

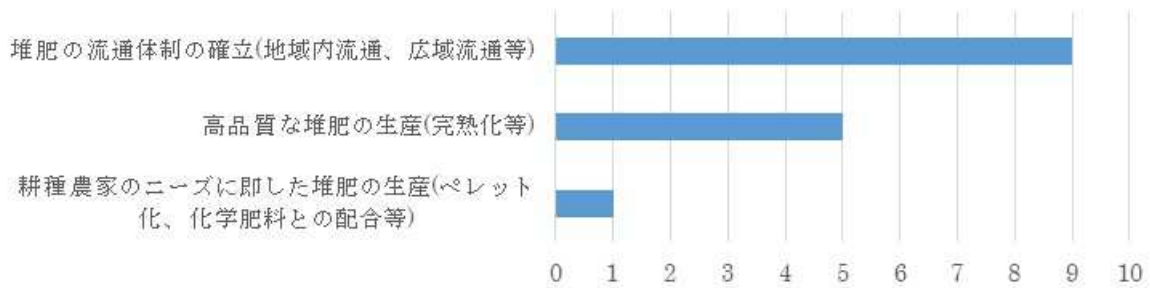


図 2-26 堆肥の利用促進にむけて重要なことはなにか？（複数回答可）（養豚業者）

(4) アンケート結果からわかるバイオガス化や温室効果ガス削減への期待感

今回の調査は、一連のアクションの初期段階における各農家の潜在的な課題意識を把握することを目的としていたため、調査に先立つ形で各農家に対してバイオガス化や堆肥流通等に関する具体的な事業構想の説明は実施できていません。そのため、今後の本市におけるバイオガス化やその他再生可能エネルギー推進に対する期待感を問う質問に対しては、全体として「詳細が分からないと判断できない」という回答が多いものとなりました。そのような中でも、特に中長期的に畜産経営を続けていく予定の事業者からは、バイオガス発電や堆肥化に関する情報へのニーズが寄せられる傾向は見て取れたといえます。

以下、農家種類ごとに寄せられた関心を整理します。

■ 肉用牛農家

- 肉用牛農家は規模が小さく、また、将来的な廃業を視野に入れている事業者も多かったことから、「近隣にバイオガス化施設があれば利用してみたいか」の問いに対して、利用したいと回答したのは5件中0件であった。
- 「畜産農家の取組に関するイベントやセミナー」への興味についても、5件中1件が「堆肥活用」のテーマに興味を寄せたのみであった。

■ 養鶏業者

- 養鶏業者については、バイオガス発電事業そのものに対する興味はあまり寄せられなかった。この背景としては、鶏ふんを原料としたバイオガス発電施設が国内に皆無であること等もあると思われる。
- 一方で、ある事業者からは「(バイオガス発電に) 興味はあります、バイオガス化に限らず、様々な方法を検討する必要があると思います」という回答が得られる等、鶏ふん処理そのものについてのニーズは一定数あるものと思われた。

■ 養豚業者

- 養豚業者は先にまとめたとおりふん尿処理に日ごろから課題意識を持つ事業者が多いものと推察される。
- 養豚業の場合、近年豚流行性下痢（PED）や豚熱（豚コレラ、CSF）といった伝染病の流行が続いており、養豚業者は疫病対策に細心の注意を払っている。そのため、豚ふんを集合処理するようなシステムに対しては懸念の声が挙がるのが想定されていた。
- まだ詳細が分からず、また、防疫の観点からの懸念を示されつつも、バイオガス化を含めたふん尿処理手法そのものに対しての興味を感じられる結果であったといえる。
- バイオガス化に対する興味の強さが伺われるとともに、ふん尿処理に対する課題意識や改善に向けた意欲を感じられる結果となった。

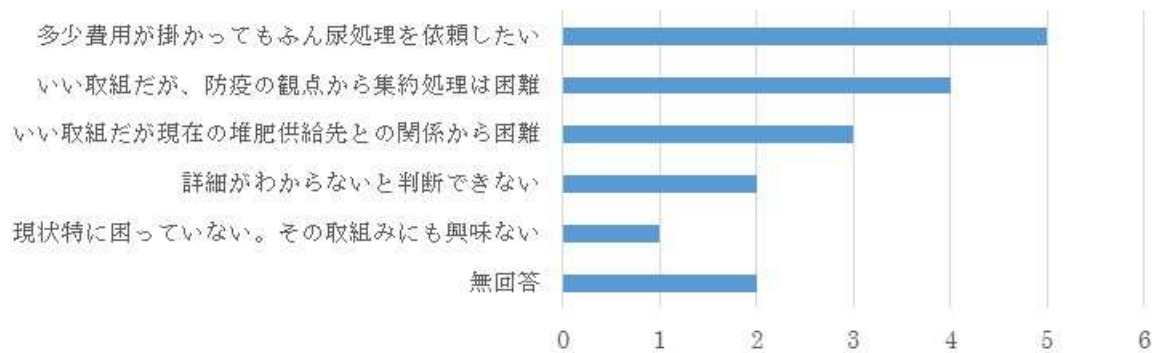


図 2-27 バイオガス化施設が近隣にあれば利用してみたいか？（養豚業者、1 者のみ複数回答）

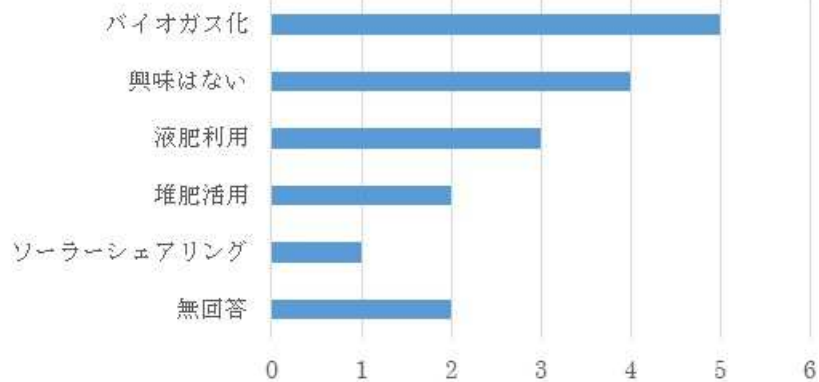


図 2-28 バイオガス化や有機性肥料の利用促進に関するこれらのセミナーへの参加に興味があるか？（養豚業者、複数回答可）

(5)本市の各畜産業を持続可能なものにするための支援方策について

「本市の畜産業を持続可能なものにするためには、どのような支援が必要だと思いますか」という問いに対して、以下のような回答が得られました。(一部抜粋・要約)

農業について	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 手厚い補助事業が多いが、畜産業に関しては圧倒的に少ないと思う。畜産業の施設整備に対しては補助・支援制度が不十分で、新規参入の障壁が大きい。 ✓ 農業にしても畜産業にしても1農家ですべてを用意しなければ何もできないような状況を変えていくことが、新規就農を促すのに重要ではないか。
畜産業について	<ul style="list-style-type: none"> ✓ これから肩身が狭い思いをずっと背負わなくてはいけないのかと疑問に感じることがある。
バイオマス、堆肥化・資源利用について	<ul style="list-style-type: none"> ✓ バイオマスの件は過去で他所での計画の話聞いたことがあり、ぜひチャレンジして欲しい、自社でもできないものかとも考えていた。 ✓ 九州で鶏糞等をバイオマス発電の燃料で使用している話も聞いたことがあり、市内に市が主導する形（やその他の事業者様でも構いませんが）作ってほしいと思っていた。 ✓ 本市のように農業・畜産が盛んな地域であれば、市なりその他事業者でもいいので、共同利用型の堆肥化施設を作って欲しい。 ✓ 鶏糞・牛糞・豚糞等の堆肥を農家の方たちに利用してもらおう仕組みを作り、それを使用してできた野菜をオリジナルブランドとして市場に販売する（ふるさと納税・または坂東のネギみたいなブランドを立ち上げる）ような仕掛けをして欲しい。 ✓ 家畜ふん流通を支援する体制・システム等の整備が必要。 ✓ 堆肥、液肥と農家とのパイプの構築とそれに伴う地場産の作物・畜産の促進。
人材・支援制度について	<ul style="list-style-type: none"> ✓ シルバー人材の方たちに協力してもらい、バイオマスや堆肥化施設の運営作業や堆肥の運搬・散布・耕起を行うような仕組みはできないか。このような取組によって、雇用創出や市内での循環が出来るので、実現のためには大変だとは思いますが、面白い取組になるのではないか。 ✓ 労働力確保の支援が必要ではないか。 ✓ ワクチンやそのほかに対する補助金等を小規模畜産農家にも出してほしい。 ✓ 畜産業では、固定資産税をはじめ多くの税を納めさせて頂いています。環境対策を充実させていくためには施設への設備投資も必要だが、その施設に、また、固定資産税が掛かります。これらを支える支援制度が望まれます。 ✓ 耕畜連携推進に向けたマッチング。 ✓ ふん尿処理に関する施設や機械等の補助（国や県に対して要求することの支援）。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 市民への食糧危機に対する考えを伝えてもらい、畜産業の必要性を認識してもらいたい。

(6) その他自由意見について

「ふん尿処理、敷料利用、地球温暖化防止対策等に関する取組への自由意見・要望」に対して、以下のような回答が得られました。(一部抜粋・要約)

- ✓ 防疫に対する助成が必要。そもそも日本にない病気が入ることが検疫の不備であり、それに対する消毒薬やワクチンの助成が必要であると考えます。
- ✓ 個人的には6次化で廃食油が大量に出るので、廃食油を再生可能エネルギーに有効活用できる設備の導入を考えている。このような設備の導入に対して助成が欲しい。
- ✓ 学校給食での有機農産物の利用等を含めた、耕畜連携による下妻ブランドのオーガニック農産物のまちづくり。
- ✓ 堆肥利用者への助成。
- ✓ 循環型を個ではなく地域の取組として考えてもらいたい。
- ✓ まず現状としてどういった環境リスク要因があるのかを洗い出すことが重要と思います。
(例：堆肥化で発生する温室効果ガス、エネルギー使用量、田畑への過剰施肥等)

2-4-3 耕種農家の状況のアンケート調査結果

(1) 回答者数

表 2-20 には稲作農家及び野菜農家のアンケート回収結果を示します。

非常に短期間でのアンケート調査となったことや、バイオマスの利活用やバイオガスといったテーマへの接点が薄いこと等もあってか、畜産事業者と比較してアンケートの回収率が低い結果となりました。

表 2-21 アンケート回答者内訳（耕種農家）

農家種類		回答数/調査数	回収率
耕種農家	稲作農家	13 件/25 件	52 %
	施設園芸 (野菜農家)	5 件/25 件	20 %
合計		18 件/50 件	36 %

(2) アンケート結果からわかる農家種類ごとの経営状況

■ 稲作農家

- 60代以上で約6割を占めており、高齢化が懸念される状況である。
- ただし、大規模農家ということもあり、多くの農家が複数の従事者（回答者の平均従事者数2.8名）を抱えていることから、後継者が存在する可能性も考えられる。

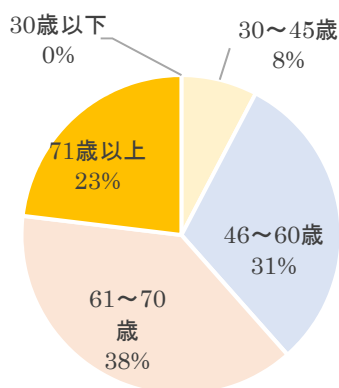


図 2-29 アンケート回答者年齢構成（稲作農家）

農家ごとの管理面積を以下に示します。

- 今回のアンケート調査では、市内でも規模の大きな事業主体をピックアップしたため、約7割が管理面積30 ha以上であり、回答者の平均管理面積は37.5 haであった。

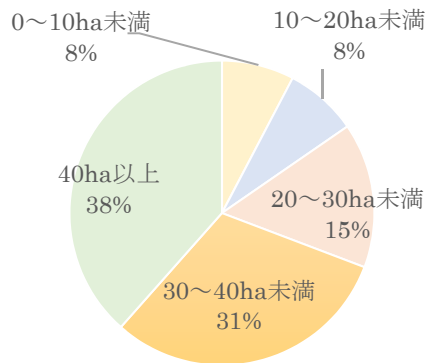


図 2-30 農家ごとの管理面積（稲作農家）

作付品種を以下に示します。

- 稲作農家を対象としたアンケートであるため、当然13件すべてで稲作をおこなっているが、裏作としての麦作も、うち11件で作付けが行われていた。
- また、それ以外でもネギやソバ、ハウレンソウや大豆といった作物が作付けされており、大都市の近郊であることを反映しているといえる。

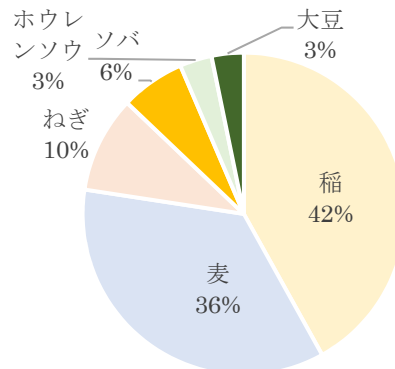


図 2-31 作付品種（稲作農家）

■ 野菜農家

アンケート回答者の年齢構成を以下に示します。

- 総回答数が 5 件と母数が少なく、必ずしも集団を代表した数値とはいえないが、60 代未満が 6 割を占めており、稲作農家と比較して若年層の割合が大きいといえる。

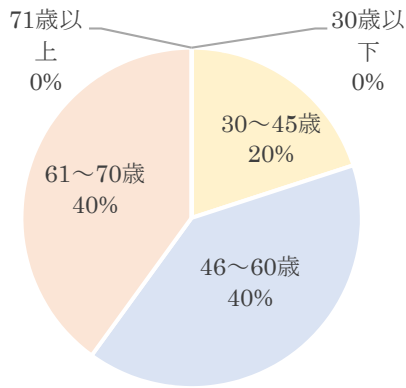


図 2-32 アンケート回答者年齢構成（野菜農家）

農家ごとの管理面積を以下に示します。

- 施設園芸である野菜農家は稲作農家と比較すると管理面積は相対的に小さい。

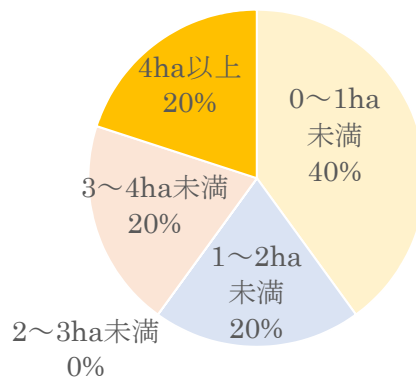


図 2-33 農家ごとの管理面積（野菜農家）

作付品種を以下に示します。

- 回答者が 5 件ではあるが、それぞれの農家でさまざまな品種が作付けされている。

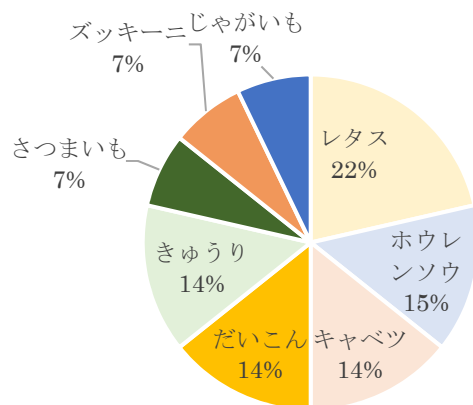


図 2-34 作付品種（野菜農家）

(3) アンケート結果からわかる農家種類ごとの堆肥利用状況

稲作農家における堆肥利用農家の割合、野菜農家における堆肥利用農家の割合をそれぞれ以下に示します。

- 稲作農家・野菜農家ともに多くの農家が堆肥を利用していることが判明し、堆肥を利用した土づくりを重要視していることが推察される。
- 既に利用限度まで精一杯堆肥を利用しているとすると、地域での堆肥利用の余地は少ないといえる。しかし、アンケート調査からは、多くの農家が堆肥と化学肥料、土壌改良剤を併用していると伺われることから、堆肥の利用促進策によって、化学肥料の使用量を減らし、地域内での資源循環をより進めることができる可能性があるといえる。
- そのため、堆肥利用に対する実情についてより深い理解をする必要がある。

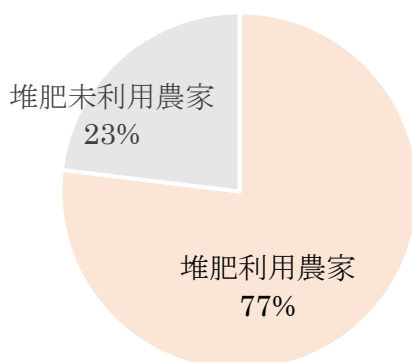


図 2-35 稲作農家の堆肥利用割合 (N=13)

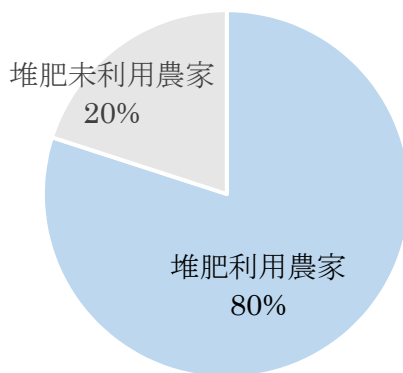


図 2-36 野菜農家の堆肥利用割合 (N=5)

「堆肥を使ってよかったと思うこと（複数回答可）」という問いに対する回答を以下に示します。

- 稲作農家、野菜農家のいずれも、堆肥の利用により作物の品質向上や収量の安定化といった直接的な効果が見込まれるとともに、堆肥利用に伴うブランド化等の付加価値向上につながるという前向きな意見がみられた。
- 一方で、利用にあたっての課題としては、散布の作業負担が大きいこと等が挙げられてはいるものの、特に（課題は）ないという回答も見られ、比較的堆肥の活用そのものに大きな課題があるようには感じられない結果となっている。

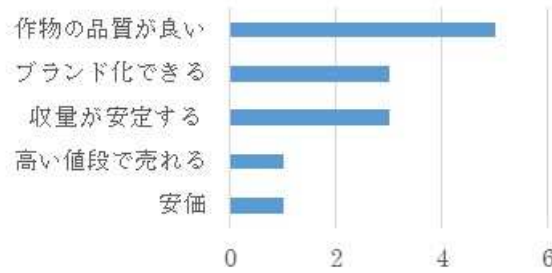


図 2-37 堆肥を使ってよかったと思うこと（稲作農家）

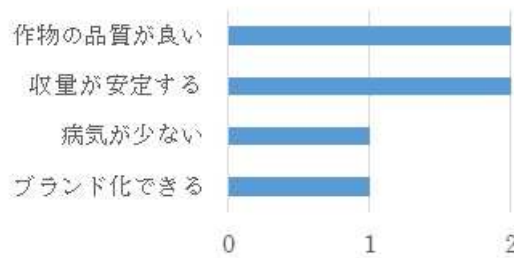


図 2-38 堆肥を使ってよかったと思うこと（野菜農家）

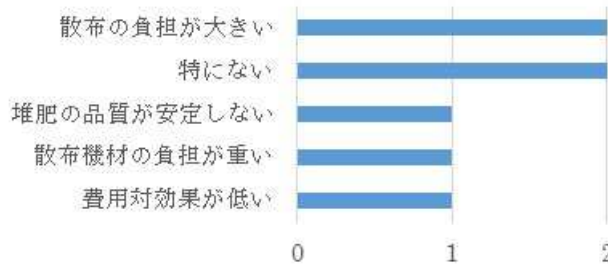


図 2-39 堆肥を使う上での課題（稲作農家）

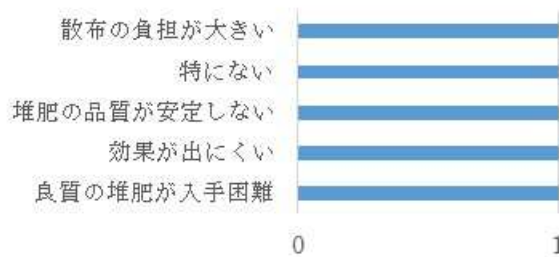


図 2-40 堆肥を使う上での課題（野菜農家）

(4) バイオガス化や有機性肥料の利用促進に関するイベントやセミナーへの興味・関心

「バイオガス化や有機性肥料の利用促進に関するイベントやセミナー」への興味についてのアンケート結果を以下に示します。

- 稲作農家、野菜農家ともに堆肥利用に対する興味が非常に強く、堆肥利用に対する改善意欲の強さが感じられる結果となった。これにより、地域での堆肥流通をより活発にする仕掛けは有効に機能する可能性が示唆されたといえる。
- 稲作農家、野菜農家ともにバイオガス化に対する興味は示されなかった。
 - ・ 基本的に農家からすると直接的な関係性の薄いテーマであることや、バイオガス発電施設の整備が地域における資源循環や CO₂ 削減においてどのような効果をもたらすのかといったことについての事前の説明が全くなされていないことに起因すると思われる。
 - ・ バイオガス化による液肥利用等を地域で推進していく場合には、耕種農家に向けても地域における資源循環の意義やその中のバイオガス発電の効果や役割といったことについて、丁寧に啓発活動を行っていく必要性が示されたといえる。

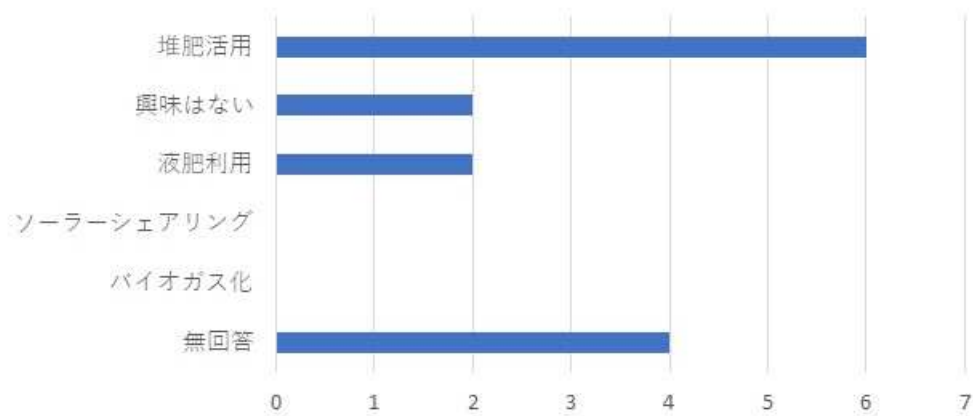


図 2-41 興味のあるセミナーテーマ（稲作農家）

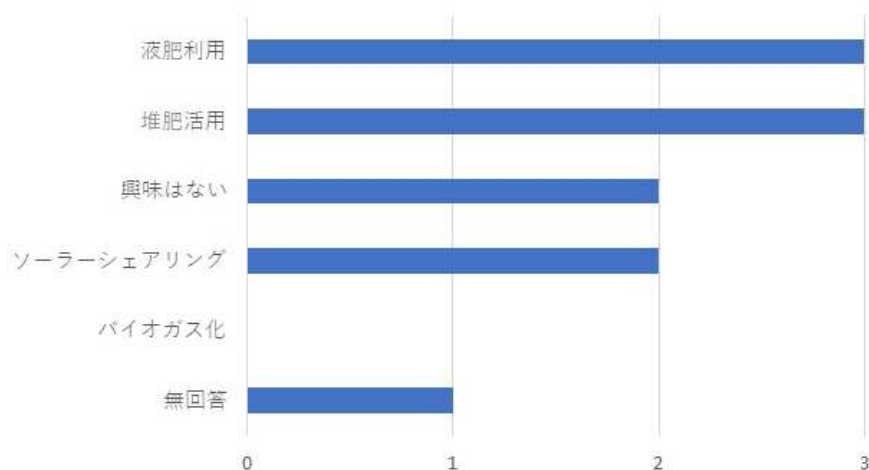


図 2-42 興味のあるセミナーテーマ（野菜農家）

(5)本市の農業を持続可能なものにするための支援方策について

「本市の農業を持続可能なものにするためには、どのような支援が必要だと思いますか」という問いに対して、以下のような回答が得られました。(一部抜粋・要約)

- ✓ もみがら処理施設の建設。
- ✓ 人材派遣（繁忙期のみ）。
- ✓ 補助事業を増してほしい。
- ✓ 堆肥・液肥の提供。
- ✓ 米作に限っては価格の安定化が必要。
- ✓ 遊休農地の整備と後継者の育成支援。
- ✓ 圃場整理とかん水設備の設置。
- ✓ 市で堆肥を生産し、市内の生産者に提供して頂けたら（龍ヶ崎市の有機肥料生産組合のように）。
- ✓ 農業の所得向上のために、生産物や販売手数料等への助成。

(6)その他地球温暖化防止に対する取組に関する自由意見について

「農業において地球温暖化防止に貢献するためにはどのような取組が必要だと思いますか」という問いに対して、以下のような回答が得られました。(一部抜粋・要約)

- ✓ まず農業ではどのようなことができるのか？ ほかではどのようなことを行っているのか？といった資料をもらえれば考えることもできますが、作物を作ることをメインに行っているなかで、唐突に温暖化がどうと言われても難しい。
- ✓ 牛のメタンを減らす。
- ✓ 個々の農業者がというよりは、政府がしっかりとした政策を取ればよい。
- ✓ 耕畜連携による循環型農業に取り組む。
- ✓ 使用済み資材の回収とリサイクル化。
- ✓ 再生可能エネルギーの利用、生ごみの堆肥化。
- ✓ 森林や農地はCO₂を吸収してくれるため適切な管理に対して補助をする。
- ✓ 農地や山林をコンクリートやアスファルトに転換しない。

2-5 有機性廃棄物の処理・利用実態に関するヒアリング調査結果

2-5-1 食品廃棄物堆肥化事業者へのヒアリング結果

(1) 調査概要

市内には、食品廃棄物を回収して堆肥化事業を営んでいる事業者が2者存在しています。堆肥の流通促進策、及びバイオガス施設の設置に関する検討を進める上では、既に市内で有機性廃棄物の処理事業を営んでいる事業者との連携や理解醸成が重要であると考えられます。そこで、両者に対して現在の地域における堆肥流通や廃棄物処理の実情についてヒアリングを行いました。

ヒアリング調査は、2021年12月15日に実施しました。

(2) ヒアリング内容要約

■ 株式会社百姓倶楽部

経緯	✓ 自社で70 haの農地を保有している。この農地で土づくりをするために堆肥が必要であり、堆肥化の事業を始めた。そのため、生産した堆肥は販売せず、自前で利用している。
堆肥化・コストについて	✓ 堆肥化は重機で切り返して好気発酵する方式。ランニングコストは少ないので、何とか事業が回っている。 ✓ リサイクルの順序でいうと、新鮮な生ごみはエコフィールド、次に堆肥化、最後にバイオガス。
近年の経営状況について	✓ 生産した有機米はアメリカに輸出している。
課題	✓ 堆肥化の原料となる食品廃棄物は、市内外の食品工場から。日量10 tを収集し、堆肥化している。堆肥化は、臭気の問題からどうしても立地が山の上等になってしまいがちで、そうすると、運送費が掛かってしまう。もしクレームが来たらすぐ対応するようにしている。 ✓ 生ごみに包丁やフォークが入ってくる。分別の教育を早期に行うことが重要。
バイオマス導入に関して	✓ 仲間内でバイオガスをやっている事業者もいる。市が生ごみを分別回収できれば、バイオガスもできるだろう。本市は場所もあるので良いと思う。

■ 株式会社むかしの堆肥

経緯	<ul style="list-style-type: none"> ✓ もともと、地元の方が主体となって、地元のスーパーから出てくる廃棄物を堆肥化して、地元の農家に還元するループを作りたいという思いで取り組み始めた事業。 ✓ その後、事業主が変わる等紆余曲折を経たが、現在は一般廃棄物処理業と産業廃棄物処理業の許可を取得し、エコスという関東のスーパーマーケットと連携し、スーパーから出る生ごみを堆肥化して、エコス米というブランド米として販売している。 ✓ 現社長の宇野木氏は元々生ごみ処理機の点検修理事業をやられていて、メンテナンスの相談を受ける流れの中で、そのうちに全部任されるようになった。
堆肥化について	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 堆肥化は、重機切り返しタイプであり、作業員3人で運転管理を行っている。最近の燃料費、電気代の高騰は経営に影響があり、ブロワーの電気代で80万円/月、重機の燃料費で30万円/月ほどかかっている。 ✓ 副資材として木材チップを使うが、今年から高くても良いものに切り替える等、品質向上の努力をしている。
近年の経営状況について	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 現在取り扱っている食品廃棄物は、スーパーマーケットや飲料メーカーからのお茶かす等、景気の影響を受けにくい業界であり、コロナの影響もほぼない状況。 ✓ 化学肥料の高騰に伴い、引き合いは増えている。農家への営業は飛び込みしかなく、新規は大変なのであまりやっていない。今はロコミで広がっている状況。 ✓ 下妻市は農家が少ない、主に八千代町や筑西市で販売している。市内では梨園で利用されている。 ✓ 水田では、収量が上がるので人気が高い。ただし、最近の天候の不順により適切な時期に水田に入って散布作業を行うことができず、需要はあっても結局納品できないケースがある。 ✓ 販売7割、散布受託3割。大きな農家は自前でマニュアルスプレッダを保有して散布される。散布は料金を取らず、サービスでやっている。
課題	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 処理能力を増やすのは、許認可手続き上住民の同意が必要で、かつてと違い周辺住民が増えているので、容易ではない。今のところ、老朽化した設備の更新はしても、処理能力の増強までは難しい。 ✓ 臭気が出ないように日々苦心しているが、どうしても市役所経由で来ることがあり、そのたびに対応している。苦情が一番怖い。
バイオマス導入に関して	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 自社でもバイオガスについて導入を検討したことがあり、有機資源協会（JORA）で研修も受講した。土浦の日立セメントがバイオガスプラントをやっている、取引関係があるため時々話を聞くが、一度失敗すると1～2ヶ月止まってしまう等技術的に難しいという印象を持っている。そのため、経験豊富な人がサポートしてくれる前提であれば良いと思う。 ✓ バイオガス事業への参画にも興味はある。単独での事業化は難しいと考えているが、自治体を交えてとかであればやっても良いとは思っている。 ✓ 下妻市や周辺地域における食品廃棄物のポテンシャルはまだ多い。現在も引き合いがあってもお断りしている状況。例えば、近年カット野菜工場が増えている。カット野菜工場は4割が廃棄物になる。

2-5-2 養豚事業者へのヒアリング結果

(1) 調査概要

市内の主要な養豚業者に対してアンケート調査を行いました。書面ではわかり得ない当地の養豚事業やふん尿処理の実情をより詳細に把握することを目的として、養豚事業者 3 者を任意に抽出し、現在の地域における養豚事業や堆肥化・堆肥流通の実情等についてヒアリングを行いました。

ヒアリング調査は、2021 年 12 月 15 日及び 2022 年 1 月 12 日に実施しました。

(2) ヒアリング内容要約

■ 山野商事

<p>近年の経営状況について</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ コロナの影響はそれほどではないが、石油価格の高騰が厳しい。今は電気に変えている。灯油より電気代のほうが安い。 ✓ 豚舎排水を下水道に流す取組が神奈川でやっていて良いと思う。集合処理は病気が心配。お互いの消毒徹底が肝心だろう。 ✓ チャンスがあれば増頭したいという思いはある。ただ、増やしたばかりなので、落ち着いてから。環境（臭気やふん尿処理）や人（労働力確保）の問題がクリアできるなら。
<p>堆肥化の実情について</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 日量 15 t ほどの豚ふんを処理している。 ✓ 堆肥は値段が付かない状況。本当は散布等せず、バイオマスボイラーのような施設で焼却処理したいくらい。 ✓ 各養豚農家の規模が大きくなって、堆肥の引き取り手の確保が難しいという養豚農家の事情と、高い堆肥は買えないという農家さんのニーズの低下が相まって、堆肥の安売り合戦になっており、値が付かない状況となっている。 ✓ そのため、処理する機械を動かすメリットがなく、結果として機械を通す前の質の悪い状態のまま、無料で耕種農家に渡してしまっているのが現状。耕種農家の側で、おが粉やもみ殻と混ぜて調整して使っている。敷料としておが粉は有料だが、もみ殻は無料で手に入る。
<p>バイオガス化施設での豚ふん処理について</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ バイオガス化には興味があり、敷地的にも 9,000 m² 程度の余裕があるので、自社でもやりたいと考えている。 ✓ 実施するかどうかは、投資額と収益性次第。1 億円くらいの投資額、10 年程度の投資回収期間であれば自社単独でも検討しても良いと考えている。導入して、作業が簡素化できるのかも重要。結局手間が掛かるのであればあまり意味がない。 ✓ メーカーや大学の数字はアテにならないとも考えている。埼玉で株式会社セキネが豚ふんのバイオガス化プラントを建設したという話を聞いた。自社の豚舎を建設したのもセキネであり、やるなら実績があり、付き合いもあるセキネのような会社がいいかなと考えている。 ✓ バイオガスをやりたいが、メーカーさんのいう事はあまり信用できない。発電量の半分で償却できるならやりたいと思う。

■ 斉藤養豚場

<p>近年の経営状況について</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 飼料の値上げが厳しい。豚コレラ（CSF）等のワクチン等の衛生費、光熱費、すべてが上がっている。CSF ワクチンは全頭接種。この辺の養豚場では出ていないが、茨城は野生のイノシシから抗体陽性が出ることが多い。 ✓ 本市の養豚業者の8割は30代～40代の後継者がいる。昔はこのあたりで養豚業者が4～500軒あったが、今は30軒程度。納税額も大きく、地域への貢献は小さくないので、地域として育てなければならぬのではないかと。一方で、豚の伝染病のせいで、養豚農家どうしの交流は少なくなってきた。10年前まではもっと頻りに飲み会をやっていた。とはいえ、後継者の世代では今でも交流がある。後継者世代の若手が経営を一生懸命やって、親世代がふん尿処理をやっているような事業者が多いのではないかと。 ✓ 下妻で養豚業者を取りまとめるようなキーマンはちょっと分からない。後継者がいる養豚農家に対して、試しに処理場を作ってやってみるのが良いのではないかと。それ以外にも食品残渣や野菜くず等の利用も考えられるだろう。 ✓ 継続性が重要だ。下妻を耕畜連携の有機農法のまちにしたい。まちぐるみで有機農業のブランディングを行う等を目指したい。マニュアルプレッダを補助で導入するといった施策も考えられるだろう。
<p>堆肥化・ふん尿処理の実情について</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 豚舎もたまに臭いで苦情が来る。コンポスター（密閉型の堆肥化装置）や、餌に乳酸菌を添加する等色々努力はしている。年間100～200万円は掛かる。尿の固液分離機が導入から15年経過し、交換部品がなくなるとのことで買い替えを検討（1,200万円）。修繕費や出張修理費の負担も大きい。 ✓ おが粉、もみ殻を敷料として、混ぜたものを堆肥化処理。農家さんには無料で配布。麦・そばの転作だと、天気次第で撒けない。 ✓ 豚ふんの3/4はコンポスターで堆肥化処理している。電気代、コンポスター2台で月15万、曝気で15万、凝集剤5～6万円。コンポスターの投入と取り出しで人手が必要。 ✓ 袋詰めしたものは有料で販売している。小美玉市でレンコン、筑西市で玉ねぎ等に利用している。これらは栄養要求性が高く、10aあたり5t入れている。近隣では住宅が点在しているので、堆肥を使うと臭いの面で苦情が出る。 ✓ 豚尿は、曝気処理すれば臭いは出なくなるが、それでも畑に撒いていると通報される。放流水の基準は、ほとんど問題ない。季節変動はある。 ✓ 堆肥センターを作って、米に合う堆肥とか、玉ねぎ向けとか、それぞれに合う堆肥を作れば良いのではないかと。農家の汚いというイメージ、近隣住民の苦情等もあるが、基幹産業である養豚業と農家をマッチングする仕組みが欲しい。農協は非協力的。バイオマスが上手くいかないのはペイしないという事だろう。行政には、補助を出して産業を振興し、結果として税収を確保するという、経営者的な視点での施策が求められる。
<p>バイオガス化施設での豚ふん処理について</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 自社ではバイオガス施設への単独投資は、土地の余裕的な側面も含めて困難。集合処理という可能性は検討の余地がある。 ✓ コンポスターもそろそろ寿命であり、設備更新のための投資が必要となる時期も近い。今負担している金額と同程度であれば負担可能。月々28m³（ダンプ7台）でコンポスターの電気代が毎月10万円。

■ 本橋ファーム

<p>近年の 経営状況 について</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ コロナによって生産・消費についてはあまり変わっていないが、飼料の値段が上がっており、かなり経営状況が厳しくなっている。 ✓ 枝肉の卸値は税込 500 円/kg 程度。スーパーでの売価の 1/3~1/4 程度。近年では大手のスーパーチェーンが事実上の価格決定権を持っているような状況となっていて、自由化（20 年ほど）前と比較すると 6 割くらいの価格になってしまっている。そのため、一定の規模を確保しないと継続できなくなってしまった。将来的にも豚価がどのようになっていくかが不安。
<p>堆肥化・ ふん尿処理の 実情について</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 固液分離後、固体は装置を使ってのコンポスト化、液体は水処理している。設備投資は 1 基あたり大きいもので 2,500 万円程度。現状大きいものだけで 4 基ある。本体は 20 年以上持つが、7 年に 1 度は攪拌羽根の交換が必要で、数百万円の費用が掛かる。それ以外もこまごまとしたメンテナンス費用は必要。 ✓ 堆肥そのものの利用について、農家側としては現状特段のメリットはない感じで、堆肥はなんとか使ってもらっているという感じ。循環型の農業による付加価値をもう少しアピールできれば状況も好転すると思われる。 ✓ 製造した堆肥は筑西市や八千代町で使ってもらっている。市内ではあまり使ってもらっていない。
<p>バイオガス化 施設での 豚ふん処理に ついて</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 現状でもそれなりに処分は出来てはいるため、施設の導入によって現状の処理経費がどのくらい軽減されるのかがポイント。個人で投資・運営するのは堆肥や液肥の販売ルート確保等を含めて容易ではなく、市や農協のような大きな団体が主導で、循環型の農業を構築するような形でやってくればありがたい。 ✓ 10 年くらいで投資回収できることが理想的。コンスタントに間違いなく運転出来て収益化できるかどうか重要。

第3章 将来の温室効果ガス排出量に関する推計

3-1 温室効果ガス排出量推計に関する基本事項

3-1-1 基準年度

2013 年度を基本とします。

3-1-2 目標年度

2030 年度、2040 年度、2050 年度を目標の年度とします。

3-1-3 対象となる温室効果ガス

地球温暖化対策推進法第 2 条第 3 項に定められた以下の 7 種類のガスとします。

表 3-1 対象となる温室効果ガス

温室効果ガスの種類		主な排出活動
二酸化炭素 (CO ₂)	エネルギー起源 CO ₂	燃料の使用、他人から供給された電気の使用、他人から供給された熱の使用
	非エネルギー起源 CO ₂	工業プロセス、廃棄物の焼却処分、廃棄物の原燃料使用等
メタン (CH ₄)		工業プロセス、炉における燃料の燃焼、自動車の走行、耕作、家畜の飼育及び排せつ物管理、農業廃棄物の焼却処分、廃棄物の焼却処分、廃棄物の原燃料使用等、廃棄物の埋立処分、排水処理
一酸化二窒素 (N ₂ O)		工業プロセス、炉における燃料の燃焼、自動車の走行、耕地における肥料の施用、家畜の排せつ物管理、農業廃棄物の焼却処分、廃棄物の焼却処分、廃棄物の原燃料使用等、排水処理
ハイドロフルオロカーボン類 (HFCs)		クロロジフルオロメタン又は HFCs の製造、冷凍空気調和機器、プラスチック、噴霧器及び半導体素子等製造、溶剤等としての HFCs の使用
パーフルオロカーボン類 (PFCs)		アルミニウムの製造、PFCs の製造、半導体素子等の製造、溶剤等としての PFCs の使用
六ふっ化硫黄 (SF ₆)		マグネシウム合金の鋳造、SF ₆ の製造、電気機械器具や半導体素子等の製造、変圧器、開閉器及び遮断器その他電気機械器具の使用・点検・排出
三ふっ化窒素 (NF ₃)		NF ₃ の製造、半導体素子等の製造

出典：「地方公共団体実行計画（区域施策編）策定・実施マニュアル（本編）Ver1.1」
（環境省、2021 年 3 月）

また、推計対象部門については以下のとおりとします。

表 3-2 推計対象部門

温室効果ガス	部門・分野		説明
エネルギー起源 CO ₂	産業部門	製造業	製造業における工場・事業場のエネルギー消費に伴う排出
		建設業・鉱業	建設業・鉱業における工場・事業場のエネルギー消費に伴う排出
		農林水産業	農林水産業における工場・事業場のエネルギー消費に伴う排出
	民生家庭部門		家庭におけるエネルギー消費に伴う排出
	民生業務部門		事務所・ビル、商業・サービス業施設の他、他のいずれの部門に帰属しないエネルギー消費に伴う排出
	運輸部門	自動車（貨物）	自動車（貨物）におけるエネルギー消費に伴う排出
		自動車（旅客）	自動車（旅客）におけるエネルギー消費に伴う排出
		鉄道	鉄道におけるエネルギー消費に伴う排出
	エネルギー転換部門		発電所や熱供給事業所、石油製品製造業等における自家消費分及び送配電ロス等に伴う排出
	エネルギー起源 CO ₂ 以外	燃料の燃焼分野	燃料の燃焼
自動車走行			自動車走行に伴う排出。【CH ₄ 、N ₂ O】
農業分野		耕作	水田からの排出及び耕地における肥料の使用による排出。【CH ₄ 、N ₂ O】
		畜産	家畜の飼育や排泄物の管理に伴う排出。【CH ₄ 、N ₂ O】
廃棄物部門		焼却分野	廃棄物の焼却処分に伴い発生する排出。【非エネ起 CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O】
		埋立分野	廃棄物の埋立処分に伴い発生する排出。【CH ₄ 】
代替フロン等 4 ガス分野		金属の生産、代替フロン等の製造、代替フロン等を利用した製品の製造・使用等、半導体素子等の製造等、溶剤等の用途への使用に伴う排出。【HFCs、PFCs、SF ₆ 、NF ₃ 】	

3-2 温室効果ガス排出量の将来推計（現状趨勢）

国、茨城県及び本市の統計データや将来予測データを参考に 2050 年度までの温室効果ガス排出量（現状趨勢）を推計しました。

3-2-1 温室効果ガス排出量算定方法

将来の温室効果ガス排出量（現状趨勢（BAU）ケース）の推計は、環境省「地方公共団体実行計画（区域施策編）策定・実施マニュアル（算定手法編）Ver1.1」を基に行いました。また、将来推計年次は最新の確定年度である2016年度から推計することとしました。

※BAU 排出量は二酸化炭素のみを対象として推計し、その他のガスは排出量割合も小さいため、基準年度と同値のまま推移すると仮定しました。

表 3-3 現状趨勢（BAU）ケースの定義

現状趨勢ケースの定義	<ul style="list-style-type: none"> ● 今後追加的な対策を見込まないケース（現状で実施されている程度の対策は同様に今後も実施されると想定） ● エネルギー消費機器のストック効率が現状横這いで、活動量のみが変化（エネルギー消費原単位に変化はない）
現状趨勢ケースの将来推計の考え方	<ul style="list-style-type: none"> ● 温室効果ガス排出量＝【活動量】×【原単位】×【炭素集約度】 ● 【活動量】は、本市の推計値がある場合はそのデータを採用し、無い場合は県又は国や業界団体等の適切な推計値を参考に設定する。 ● 【原単位】は、原則として現状の値をそのまま適用する。 ● 【炭素集約度】について、電力の排出係数は国の目指す数値（2030年度に0.37 kg-CO₂/kWh）を考慮し、設定する。

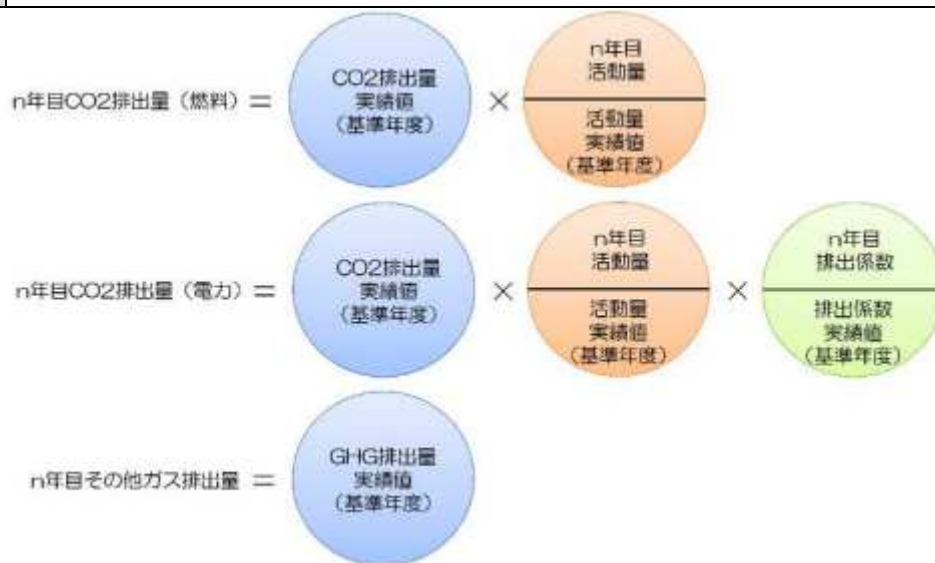


図 3-1 計算式

3-2-2 推計する活動量

推計する活動量は環境省「地方公共団体実行計画（区域施策編）策定・実施マニュアル（算定手法編）Ver1.1」に基づき、以下のとおりとしました。

なお、2030年度など特定の年度の将来推計値のみ示されている場合、その間の数値は直線的に変化したと仮定しました。また、将来推計値のない活動量は実績値を基に回帰直線を導き、推計を行いました。

表 3-4 推計する活動量

部門		活動量	推計方法	単位
産業部門	製造業	製造品出荷額 (下妻市)	2020年は2013～2016年の平均値、2021年以降は就業人口(推計値含む)×平均就業人口一人当たりの製造品出荷額から推計	円
	建設業・鉱業	従業者数 (下妻市)	実績値を基に回帰直線を導き、推計	人
	農林水産業	従業者数 (下妻市)	実績値を基に、2013～2017年の平均値から横ばいで推移すると仮定し推計	人
民生部門	家庭	世帯数 (下妻市)	実績値は統計しもつまより 2021年以降は社人研の県世帯数の減少率を基に推計	世帯
	業務	延床面積 (国全体)	長期エネルギー需給見通しのマクロフレーム、2015年度値が横ばいに推移すると仮定	百万m ²
運輸部門	自動車(旅客)	交通需要 (国全体)	長期エネルギー需給見通しのマクロフレーム	百億人km
	自動車(貨物)	貨物需要量 (国全体)	長期エネルギー需給見通しのマクロフレーム、2015年度値が横ばいに推移すると仮定	百億トンkm
	鉄道	人口 (下妻市)	人口ビジョンより(社人研準拠) 実績値は統計しもつま	人
廃棄物分野	一般廃棄物	発生量	一般廃棄物(ごみ)処理基本計画(H30年3月) 下妻地方広域事務組合より	トン
工業プロセス		製造品出荷額 (下妻市)	2021年以降は就業人口(推計値含む)×就業人口一人当たりの製造品出荷額から推計	円
電力		電力排出係数	東京電力2015年度排出係数0.482から国の目指す0.37まで直線的に排出係数が低減されると仮定する。	kg-CO ₂ /kWh

3-3 温室効果ガスの排出実態等

3-3-1 温室効果ガスの排出量の推移

本市における温室効果ガスの排出量の推移を整理した結果を以下に示します。

2013 年度を基準年度として、2016 年度は温室効果ガスが 1.78 %増加しています。

なお、本市の製造業に関しては、2015 年度の数値がなかったため、この年度の数値は前後の年度の数値より推計しています。

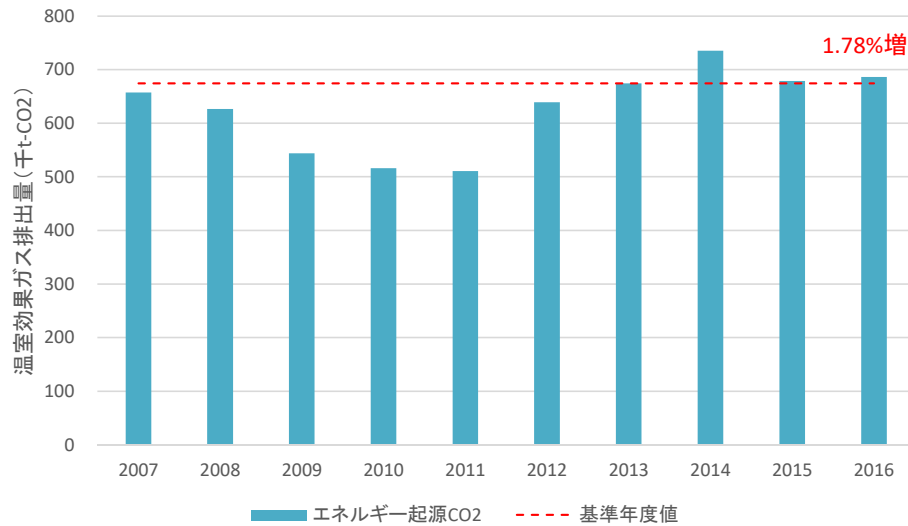


図 3-2 温室効果ガス排出量の推移（2013 年度比）

3-3-2 温室効果ガス排出量の部門別傾向

本市における温室効果ガスの排出量の推移を整理した結果を以下に示します。

製造業は排出量が大きく、傾向のばらつきも大きくなっています。運輸部門（自動車）は 2010 年度以降ほぼ横ばい、やや微増の傾向で推移しています。民生業務部門はほぼ横ばいで推移しています。

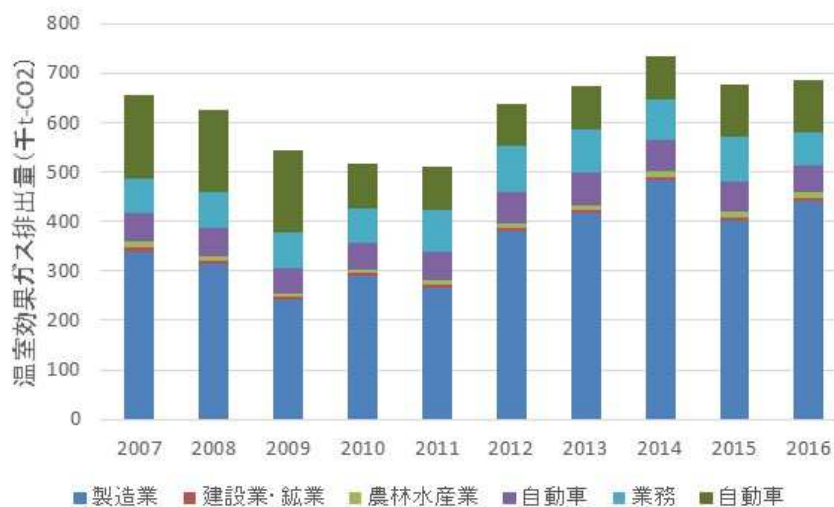


図 3-3 温室効果ガス排出量推移の部門別傾向

3-3-3 現状趨勢（BAU）での将来推計結果

(1) 推計にあたっての前提条件

2016年度を現状年度とし、2050年度までにかけて現状趨勢（BAU）排出量を推計しています。なお、2016年度から2020年度にかけて、産業部門の温室効果ガス排出量推計に係る製造品出荷額が大きく伸びています。2016年度時点で製造品出荷額は1,573万円であり、2019年度には2,175万円と、約38%増加しています。今後、2050年度にかけてこの推移が持続するとは考えづらいため、基準年度とする2013年度から2019年度までの間で平均的な値を現状の排出量として仮定し、現状趨勢ケースの将来推計を行います。

なお、基準年度である2013年度の温室効果ガス排出量は736.85千t-CO₂となります。

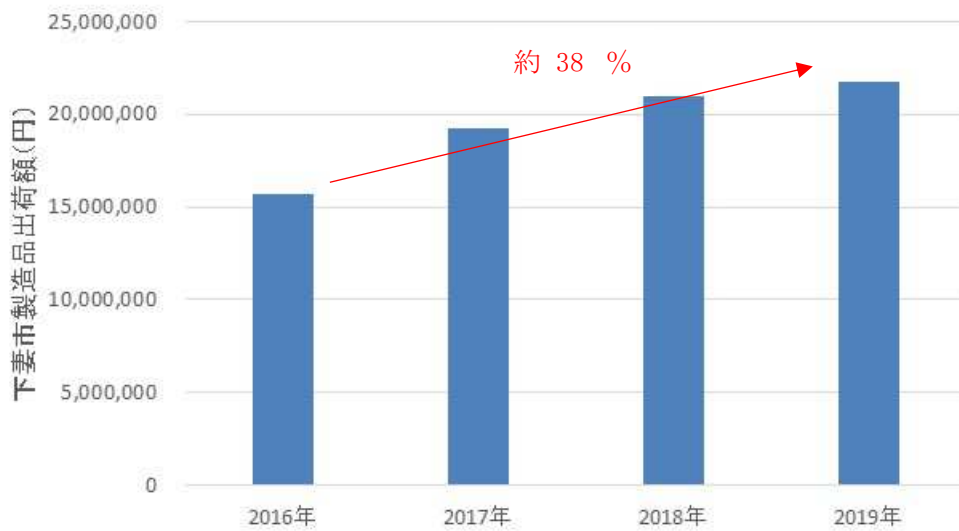


図 3-4 下妻市における製造品出荷額の推移

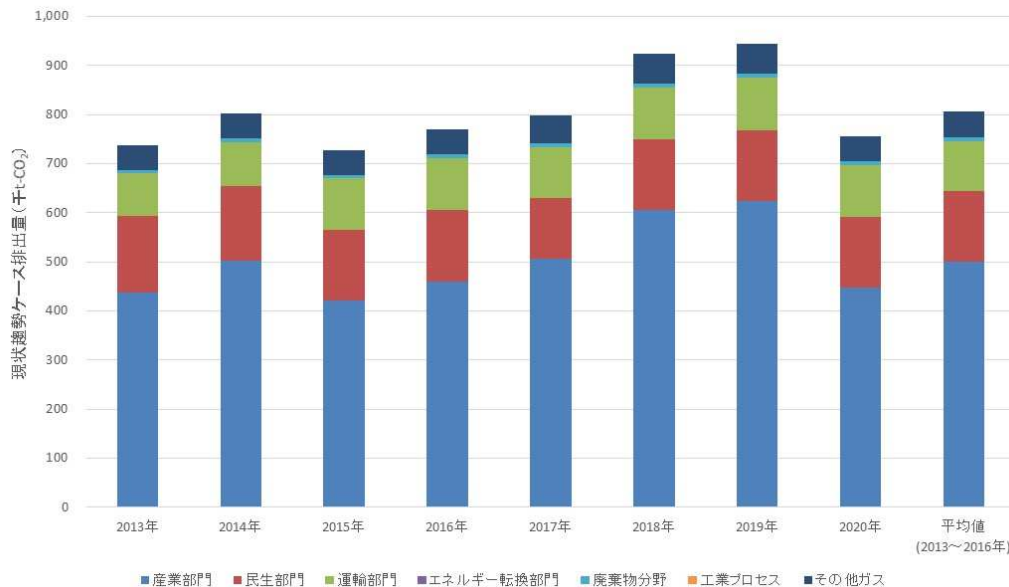


図 3-5 2013年度～2020年度における現状趨勢ケース CO₂ 排出量及びその平均値

現状趨勢（BAU）での将来推計結果を以下に示します。現状のまま推移する場合、温室効果ガス排出量は2030年度には694.52千t-CO₂/年、2050年度には542.72千t-CO₂/年になると推計されました。

部門	単位	平均値 (2013～ 2016年)	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年	2029年	2030年	2031年	2032年	2033年	2034年	
産業部門	千t-CO ₂ /年	500.50	451.10	446.15	441.23	436.33	431.45	426.59	421.49	416.41	411.36	406.34	399.96	394.80	389.67	384.57	
民生部門		144.42	142.01	140.44	138.87	137.31	135.74	134.18	132.63	131.07	129.52	127.97	126.17	124.43	122.70	120.98	
運輸部門		100.73	105.45	105.33	105.21	105.09	104.97	104.85	104.73	104.61	104.61	104.49	104.37	104.37	104.24	104.12	104.00
エネルギー転換部門		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
廃棄物分野		7.88	7.93	7.90	7.87	7.84	7.80	7.98	7.95	7.92	7.89	7.86	7.84	7.81	7.78	7.75	
工業プロセス		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
その他ガス		53.39	50.01	49.79	49.57	49.36	49.14	48.92	48.68	48.45	48.21	47.98	47.98	47.65	47.41	47.16	46.91
合計		806.92	756.50	749.62	742.75	735.92	729.10	722.52	715.48	708.47	701.48	701.48	694.52	685.98	678.69	671.43	664.21

部門	単位	2035年	2036年	2037年	2038年	2039年	2040年	2041年	2042年	2043年	2044年	2045年	2046年	2047年	2048年	2049年	2050年
産業部門	千t-CO ₂ /年	379.49	372.69	367.51	362.36	357.23	352.13	344.67	339.41	334.18	328.98	323.81	316.38	311.27	306.20	301.15	296.13
民生部門		119.26	117.47	115.68	113.90	112.13	110.38	108.88	107.38	105.89	104.40	102.91	101.35	99.79	98.24	96.69	95.15
運輸部門		103.88	103.76	103.64	103.52	103.40	103.28	103.16	103.04	102.91	102.79	102.67	102.55	102.43	102.31	102.19	101.95
エネルギー転換部門		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
廃棄物分野		7.72	7.69	7.66	7.64	7.61	7.58	7.55	7.52	7.49	7.46	7.43	7.41	7.38	7.35	7.32	7.29
工業プロセス		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
その他ガス		46.66	46.30	46.04	45.78	45.52	45.26	44.84	44.57	44.29	44.02	43.74	43.31	43.03	42.76	42.49	42.21
合計		657.02	647.91	640.53	633.19	625.89	618.63	609.09	601.92	594.77	587.66	580.57	571.00	563.91	556.85	549.83	542.72



3-4 公共施設の温室効果ガス排出量推計

3-4-1 現況の温室効果ガス排出量推計

2019年度の公共施設におけるエネルギー使用量を整理した結果を以下に示します。

水道事務所、財政課、千代川公民館、くらしの窓口課等でエネルギーの使用量が大きく、再生可能エネルギー等の導入ポテンシャルが高いと考えられます。

表 3-5 公共施設におけるエネルギー使用状況（2019年度）

エネルギー種	騰波ノ江小学校	介護保険課	保健センター	福祉課	ちよかわ幼稚園	下妻保育園	きぬ保育園	図書館	生涯学習課	宗道小学校	議会事務局	収納課	農政課	大宝幼稚園	ふるさと博物館	下妻公民館	都市整備課	豊加美幼稚園	千代川運動公園	高道祖幼稚園	
ガソリン	GJ	333.64	57,709.32	30,834.80	51,210.06	0.00	4,013.66	4,897.80	15,924.53	27,111.40	0.00	8,094.05	25,600.03	21,849.94	0.00	10,369.46	0.00	9,595.42	0.00	8,067.36	0.00
灯油	GJ	19,707.04	0.00	18,393.24	0.00	26,422.03	25,911.11	10,327.95	0.00	0.00	21,896.71	0.00	0.00	0.00	17,845.82	0.00	6,021.60	0.00	13,138.03	0.00	10,218.47
軽油	GJ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17,818.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
重油	GJ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LPG	GJ	35,754.38	0.00	1,301.98	0.00	22,824.71	13,971.25	12,764.41	0.00	0.00	1,437.19	0.00	0.00	0.00	15.02	0.00	4,607.01	0.00	35.05	1,617.46	731.11
電気	GJ	279.71	0.00	169.93	0.00	0.00	91.13	0.00	1,142.05	0.00	316.50	0.00	0.00	0.00	567.63	391.03	410.28	0.00	235.06	0.00	
合計	GJ	56,074.76	57,709.32	50,699.95	51,210.06	49,246.74	43,987.15	27,990.16	17,066.58	27,111.40	23,650.39	25,912.84	25,600.03	21,849.94	17,860.84	10,937.09	11,019.64	10,005.70	13,173.08	9,919.88	10,949.58

エネルギー種	水道事業所(夜間)	財政課	千代川公民館	くらしの窓口課	生活環境課	建設課	東部中学校	消防交通課	下妻中学校	下妻小学校	水道事務所	総上小学校	高道祖小学校	上妻小学校	大宝小学校	千代川中学校	豊加美小学校	秘書課	下水道施設	
ガソリン	GJ	1,333,136.43	656,395.60	0.00	2,001.83	83,132.52	79,025.44	3,102.83	34,604.91	133.46	0.00	49,935.56	0.00	0.00	0.00	3,192.91	0.00	59,163.98	50,102.38	
灯油	GJ	2,047,050.51	10,218.47	1,018,197.05	565,665.03	0.00	0.00	81,565.25	0.00	16,422.53	19,196.12	0.00	14,597.81	19,342.09	10,692.89	14,597.81	65,690.13	21,896.71	0.00	0.00
軽油	GJ	648,457.07	39,426.54	0.00	0.00	298,076.69	148,789.17	0.00	135,938.64	0.00	2,396.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,537.89	
重油	GJ	622,432.95	622,432.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LPG	GJ	839,832.25	3,855.86	1,867.84	2,879.38	455.69	0.00	103,672.67	0.00	137,904.73	131,399.84	1,847.81	77,047.18	69,906.32	76,100.74	65,224.20	701.07	43,916.79	0.00	2,293.49
電気	GJ	1,935.93	1,606.50	0.00	1,115.10	24.78	398.93	608.20	0.00	952.38	438.29	10,323.77	281.76	308.42	485.98	367.68	688.27	340.48	0.00	283.88
合計	GJ	5,492,845.14	1,333,935.92	1,020,064.89	571,661.34	381,689.68	228,213.54	188,948.95	170,543.55	155,413.10	153,430.88	62,107.14	91,926.74	89,556.83	87,279.61	80,189.68	70,272.39	66,153.98	59,163.98	56,217.64

エネルギー種	大形小学校	サンビーチ	総合体育館	子育て支援課	騰波ノ江幼稚園	やすらぎの里	指導課	勤労青少年ホーム	学校教育課	Waiwaiドームしもつま	大宝公民館	リフレこかい	高道祖南部排水	高道祖北部排水	観桜園	騰波ノ江市民センター	働く婦人の家	千代川体育館	砂沼球場	高道祖市民センター	
ガソリン	GJ	0.00	8,264.21	0.00	4,160.46	0.00	7,947.25	6,442.55	7,433.45	1,838.34	166.82	480.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
灯油	GJ	7,298.90	0.00	0.00	2,627.61	6,204.07	0.00	0.00	0.00	583.91	2,372.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
軽油	GJ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,282.51	0.00	0.00	0.00	0.00	
重油	GJ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
LPG	GJ	886.35	75.11	7,411.27	0.00	1,802.74	7,721.74	0.00	400.61	0.00	2,118.22	1,362.07	766.17	0.00	0.00	275.42	1,467.23	0.00	0.00	831.26	
電気	GJ	275.24	160.39	184.07	144.64	0.00	24.38	67.78	0.00	125.92	152.06	305.06	382.88	375.90	299.39	30.95	59.65	188.66	143.25	31.43	
合計	GJ	8,460.49	8,499.71	7,595.34	6,932.71	8,006.81	7,746.12	7,947.25	6,910.94	7,433.45	4,666.40	4,053.09	1,551.66	382.88	375.90	299.39	2,588.88	1,526.88	188.66	143.25	862.70

エネルギー種	上妻市民センター	豊加美市民センター	柳原球場	千代川庁舎南棟	蚕飼小学校	緑地公園	企画課	市民協働課	総務課	税務課	市民課	保険年金課	商工観光課	改善センター	会計課	農業委員会事務局	上妻幼稚園	千代川第2体育館	旧東部中学校	
ガソリン	GJ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
灯油	GJ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
軽油	GJ	190.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
重油	GJ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LPG	GJ	70.11	380.58	0.00	130.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
電気	GJ	32.11	17.00	18.49	0.00	7.01	5.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合計	GJ	292.42	397.58	18.49	130.20	7.01	5.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

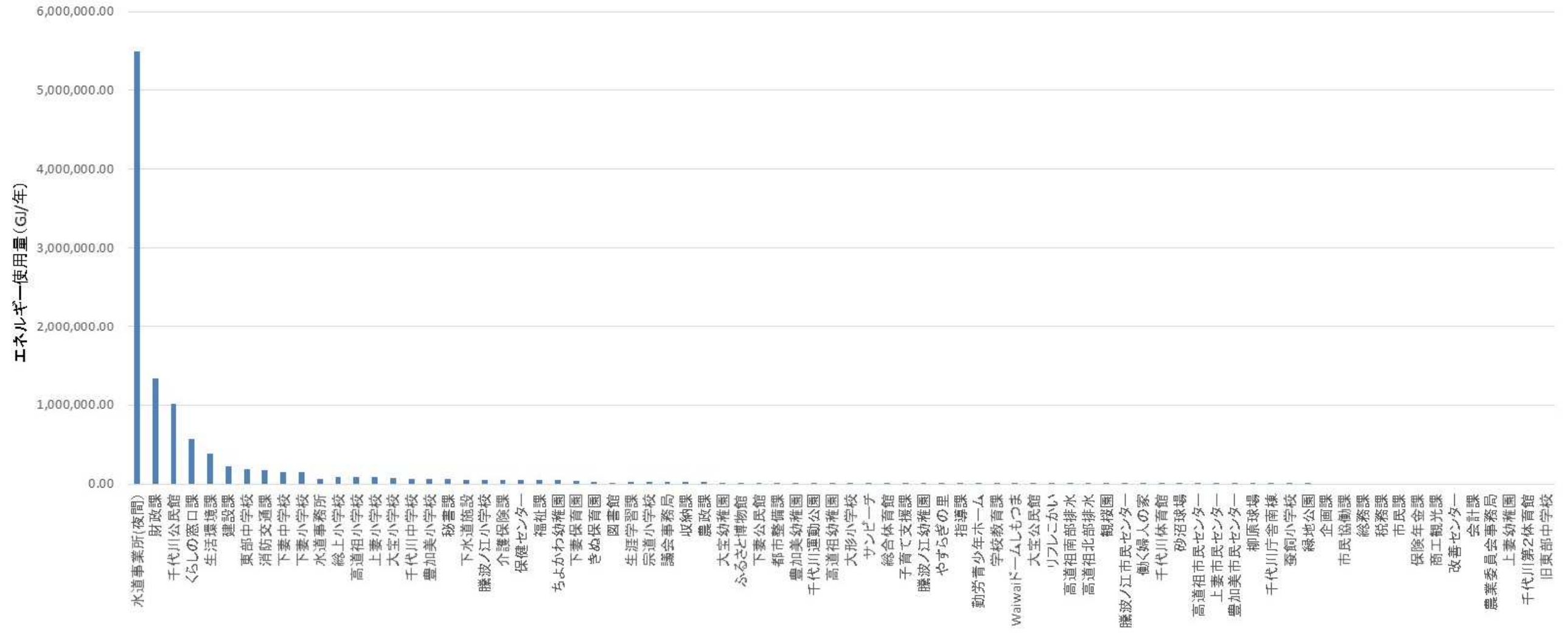


図 3-6 公共施設におけるエネルギー使用状況 (2019 年度)

3-4-2 公共施設の統廃合計画

「公共施設等マネジメント実施計画ロードマップ（令和2年度版）」より、廃止時期が決定している施設を以下に示します。

表 3-6 廃止時期が決定している市内施設

廃止（予定）施設	廃止時期
千代川第2体育館	令和2年度末取壊し済
福祉ふれあいハウス	令和2年度末廃止
福祉センターシルピア別館	令和2年度末廃止
豊加美クローカー場	令和3年度末廃止予定
騰波ノ江幼稚園	令和3年度末廃園予定
豊加美幼稚園	令和3年度末廃園予定
大宝幼稚園	令和4年度末廃園予定
高道祖幼稚園	令和4年度末廃園予定

3-4-3 現状趨勢（BAU）による温室効果ガス排出量推計

公共施設の統廃合計画を踏まえた2050年度までのBAU排出量の算定結果を以下に示します。この結果、温室効果ガス排出量は2030年度には198,781 t-CO₂、2050年度は198,773 t-CO₂になると推計されました。

エネルギー種		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
ガソリン	t-CO ₂	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79
灯油	t-CO ₂	75,740.87	75,740.87	75,383.04	74,863.85	74,863.85	74,863.85	74,863.85	74,863.85	74,863.85	74,863.85	74,863.85	74,863.85	74,863.85	74,863.85	74,863.85	74,863.85
軽油	t-CO ₂	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29
重油	t-CO ₂	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97
LPG	t-CO ₂	27,378.53	27,378.53	27,348.58	27,336.41	27,336.41	27,336.41	27,336.41	27,336.41	27,336.41	27,336.41	27,336.41	27,336.41	27,336.41	27,336.41	27,336.41	27,336.41
電気	t-CO ₂	11.67	11.32	10.96	10.61	10.25	9.90	9.54	9.19	8.83	8.48	8.13	7.77	7.38	6.99	6.61	6.22
合計	t-CO ₂	199,704.12	199,703.77	199,315.63	198,783.92	198,783.57	198,783.21	198,782.86	198,782.51	198,782.15	198,781.80	198,781.44	198,781.09	198,780.70	198,780.31	198,779.92	198,779.53

エネルギー種		2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
ガソリン	t-CO ₂	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79	48,792.79
灯油	t-CO ₂	74,863.85	74,863.85	74,863.85	74,863.85	74,863.85	74,863.85	74,863.85	74,863.85	74,863.85	74,863.85	74,863.85	74,863.85	74,863.85	74,863.85	74,863.85	74,863.85
軽油	t-CO ₂	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29	24,252.29
重油	t-CO ₂	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97	23,527.97
LPG	t-CO ₂	27,336.41	27,336.41	27,336.41	27,336.41	27,336.41	27,336.41	27,336.41	27,336.41	27,336.41	27,336.41	27,336.41	27,336.41	27,336.41	27,336.41	27,336.41	27,336.41
電気	t-CO ₂	5.83	5.44	5.05	4.66	4.27	3.89	3.50	3.11	2.72	2.33	1.94	1.55	1.17	0.78	0.39	0.00
合計	t-CO ₂	198,779.15	198,778.76	198,778.37	198,777.98	198,777.59	198,777.20	198,776.81	198,776.43	198,776.04	198,775.65	198,775.26	198,774.87	198,774.48	198,774.09	198,773.71	198,773.32

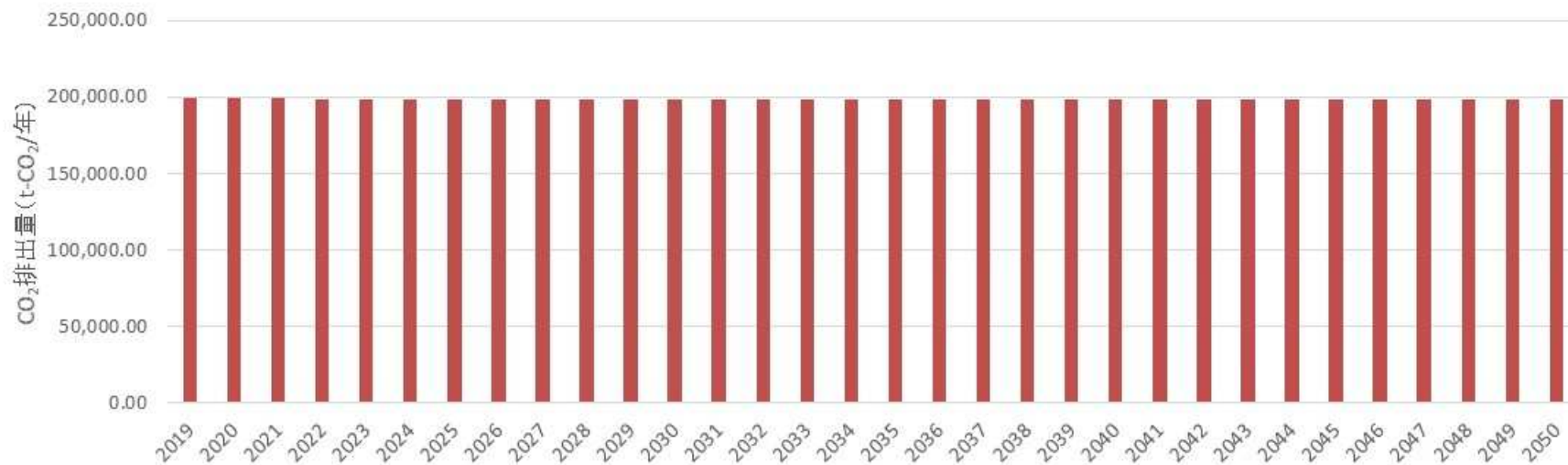


図 3-7 統廃合計画を踏まえた公共施設の CO₂ 排出量推移推計結果 (BAU)

第4章 温室効果ガスの将来推計を踏まえた地域の将来ビジョン・脱炭素シナリオの作成

4-1 温室効果ガス排出量の将来推計を踏まえた地域の将来ビジョン・脱炭素シナリオの作成

地域の将来ビジョン、脱炭素シナリオの作成について、検討内容を以下に示します。

- 本計画は、「第6次総合計画」における将来像（人と自然を活かし、住みよさを創るまち しもつま）を環境面から実現するものと位置づけ、総合計画と連動させて進めていきます。
- 環境基本計画では、「快適な住環境のまちづくり」「みどりと清流のまちづくり」「循環型へのまちづくり」を3つの基本目標としており、「快適な住環境」「自然環境の保全」「循環型社会の形成」を核とした将来像を描きます。
- 環境アクションプラン（2021年2月）では、「砂沼の水質向上と自然環境の保全」「地域循環共生圏の実現に向けたバイオマス活用」を重点事業としており、基本施策として本計画と連動させます。

<地域の将来像>

本市では、人と自然を活かし、住みよさを創るまちづくりとして「快適な住環境」、「自然環境の保全」、「建物・空間の創出」、「循環型社会の形成」を4つの柱として、脱炭素化を推進していきます。

脱炭素化に向けては、地域産業や業務、家庭部門の連携や協力体制を構築しつつ、省エネルギー化や環境保全活動の推進を図っていきます。また、盛んな畜産農業や水資源等の本市の特徴を生かした再生可能エネルギーの導入を加速化させ、地域の脱炭素化とエネルギーの地域循環共生を目指していきます。

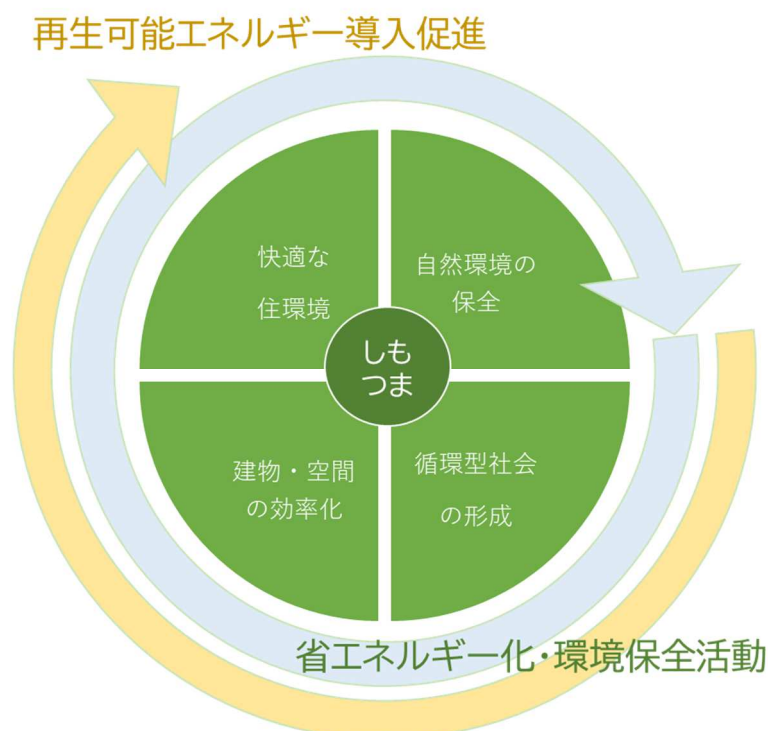


図 4-1 しもつま将来像イメージ

4-2 将来ビジョンの検討

温室効果ガス排出量実質ゼロを達成した社会の実現に必要な技術、事業等を明らかにした将来ビジョンを以下に示します。カーボンニュートラルを実現するためには、それぞれの分野において多様な取組を進める必要があります。

表 4-1 脱炭素シナリオ検討内容

構成要素	2020 年度 (Before)	2050 年度 (After)
エネルギー	限定的な再生可能エネルギー、系統依存による再生エネ出力制限等	・ <u>バイオマス、ソーラーシェアリング</u> 、地産地消の <u>循環型の再生エネ電源利用</u> が拡大し、不安定電源の調整のための蓄電池、需要ピークシフト技術等も普及し出力制限を最小に有効活用
住宅	断熱性能が低く、エネルギー消費効率の向上が課題	・ <u>ZEH</u> に住み、太陽光発電等の再生エネを身近に感じる、光熱費が安い、安心して快適な暮らし、家電は超省エネ型で遠隔制御も可能
建物・空間	断熱性能が低く、エネルギー消費効率の向上が課題	・公共施設、オフィス、飲食店、工場及びその周辺には <u>ZEB</u> が導入、 <u>田園風景も残しながら</u> 、パッシブデザイン等エネルギー利用の観点から工夫された建物が増加
交通	乗用車の利用率は高いが次世代クリーンモビリティへの移行は限定的	・乗用車は全て排ガスが無い <u>EV または FCV</u> となり、 <u>きれいな空気</u> が保たれた街に ・子どもから高齢者まで安心して移動できるグリーンな交通システムへアクセス可能 ・クリーンモビリティによる <u>オンデマンドでの送迎、配達等</u> が拡大、 <u>移動・買い物弱者対策</u>
産業・経済	農業、畜産業、関連加工業が主要産業で CO ₂ 排出、メタン排出等で課題	・先進的なバイオマスエネルギーシステム等の導入により、 <u>炭素による循環型製品のブランド</u> を構築し、産業競争力が強化、地域の観光業等とも連携し、観光商品開発、脱炭素、循環型社会ツーリズムが活況
人・文化	ゆったりとした街並みで“つなぐ”意識が高い	・脱炭素に向けた重点プロジェクト（再生エネ電力の共同調達、畜産、ソーラーシェアリング）等を通じ、 <u>人と人がつながる</u> ことで、 <u>コミュニティが再構築</u> 。 <u>持続可能な形で次世代へと“つなぐ”脱炭素ライフスタイル</u> が新しい文化として定着、共感する人々が都市圏から移住
防災	大雨等災害への対策は必須	・身近な所に <u>自立分散型のエネルギー</u> 供給システムが拡大、強靱な街に

循環可能な形で次世代へと「つなぐ」脱炭素ライフスタイル

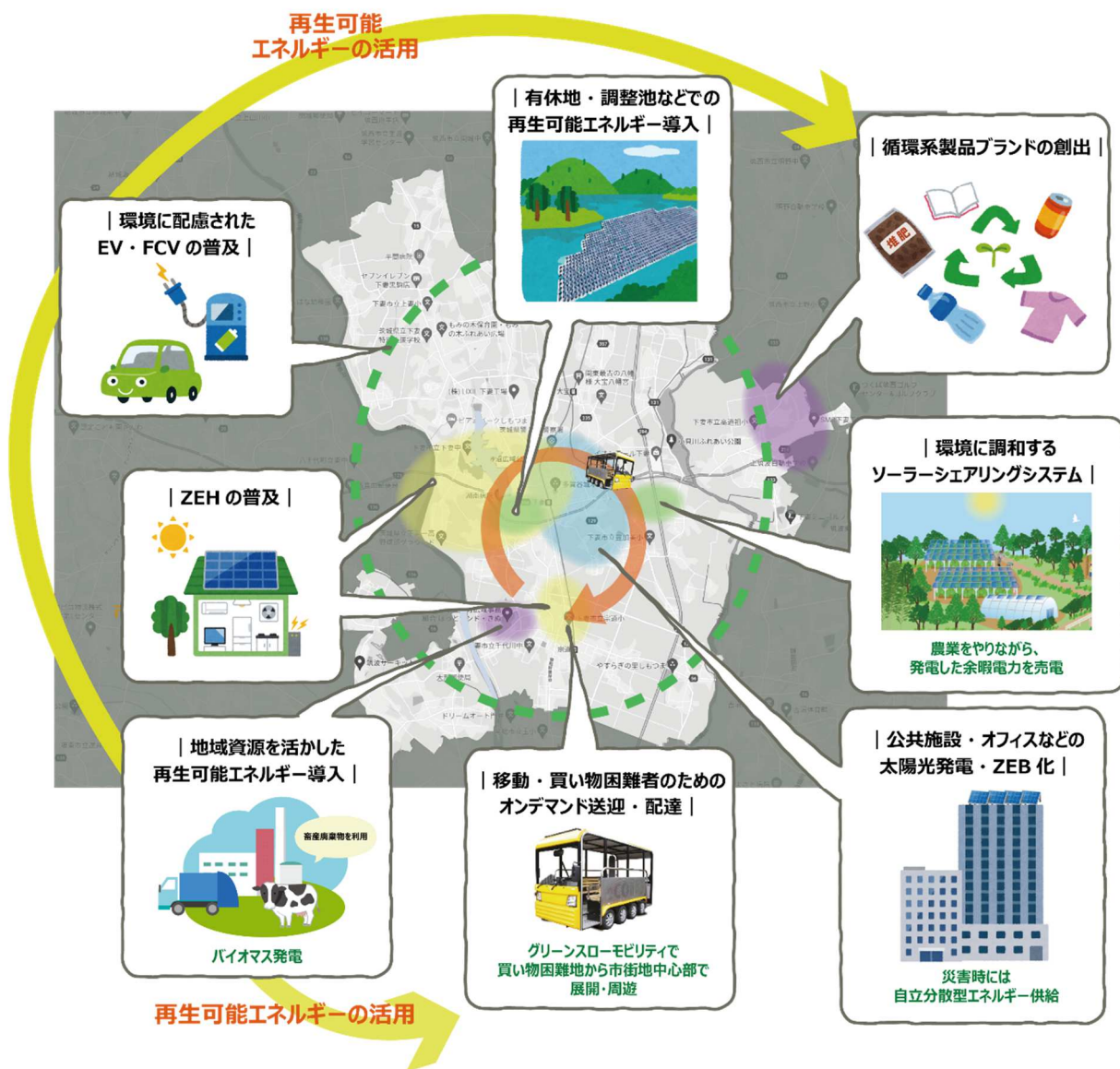


図 4-1 市域における将来ビジョンのイメージ

4-3 将来ビジョンの実現に向けて必要となる施策

4-3-1 必要となる施策の一覧

将来ビジョンの実現に向けて必要であると考えられる施策を以下に示します。

表 4-2 将来ビジョンの実現に向けて必要となる施策一覧

施策体系		基本施策	
省エネルギー化・環境保全活動	快適な住環境	ZEHの促進	
		災害対応型太陽光発電の促進	
		環境活動・教育等の推進	
		省エネ行動の推進	
		公共交通の積極的利用促進	
		COOL CHOICEの推進	
		クールビズ・ウォームビズの促進	
		エコドライブの推進	
		次世代自動車の普及	
	建物・空間の効率化	事業者の省エネ活動推進	
		工場等のモーター・照明効率化	
		モーダルシフト促進	
		ZEBの推進	
		公共施設への省エネ設備等の導入促進	
	自然環境の保全	都市緑化等の維持	
		生物多様性の保全	
	再生可能エネルギー等の導入促進	循環型社会の形成	太陽光発電の促進
			バイオマス発電の推進
小水力発電の推進			
その他再生可能エネルギーの利活用			
バイオマスの堆肥化			
廃棄物の適正処理と5Rの推進			

4-3-2 各施策の内容

再生可能エネルギーの普及と省エネルギー対策の促進に向けた取組として検討した内容を以下に示します。

(1) 快適な住環境

市民の快適な住環境を構築するために、ZEH や災害対応型太陽光発電の推進、市民の環境意識啓発のための環境活動や省エネ行動の実践等を促していきます。

① ZEH（ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス）の推進

ZEH とは、住宅の断熱性能や省エネ性能を向上し、さらに太陽光発電等で生活に必要なエネルギーをつくり出すことにより、年間の一次消費エネルギー量（空調・給湯・照明・換気）をおおむねゼロ以下にする住宅のことです。一般家庭や住宅メーカー等に建物の新築時や改築時に合わせた省エネ設備・機器の導入啓発等を促進し、普及を図っていきます。

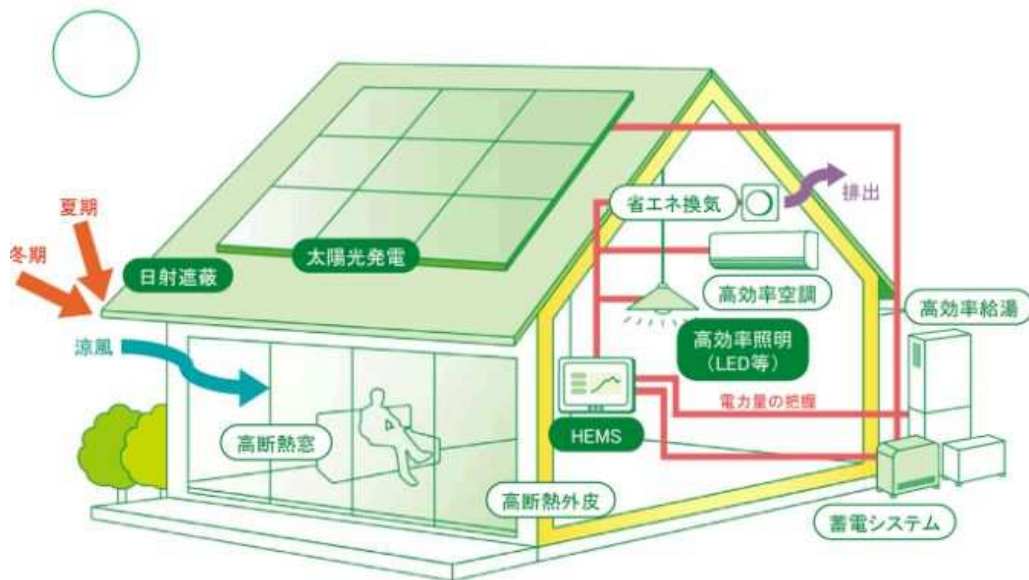


図 4-2 ZEH イメージ図（出典：資源エネルギー庁 WEB サイトより抜粋）

② 災害対応型太陽光発電の促進

太陽光発電は、再生可能エネルギーの中でも特に普及が進み、これまでの売電用から自家消費や災害用等の電源としての有効性が期待されています。

本市でも、昼間に発電を行う太陽光発電等の有効利用として電力を蓄え、停電時や電力需要ピーク時など必要に応じて利用できる蓄電池を普及促進するための補助制度を設けており、市民の快適な住環境確保の観点から継続して促進していきます。

③ 環境活動・教育等の推進

環境教育・環境学習の取組については、広報紙やホームページ、様々なイベントの機会を通じて市民への情報提供を図りつつ、保育園や学校等では、身近で体験的な環境教育・環境学習の機会を提供します。特に、魅力的な水辺空間や緑豊かな本市の貴重な資源である生態系の保全と管理活動等を通じて環境活動を推進していきます。

④ 省エネ行動の推進

家庭で無理のない範囲で取り組む省エネ行動について情報提供を行うとともに、市が率先した省エネ行動を推進していきます。

表 4-3 代表的な省エネ行動（出典：資源エネルギー庁省エネポータルサイトより抜粋）

対策	省エネ行動	省エネ量 (kWh/年)	CO ₂ 削減量 (kg)
照明器具	電球形 LED ランプに取り替える 54 W の白熱電球から 9 W の電球形 LED ランプに交換（年間 2,000 時間使用）	90.00	43.9
エアコン (冷房時)	夏の冷房時の室温は 28℃を目安に 外気温度 31℃の時、エアコン（2.2 kW）の冷房設定温度を 27℃から 28℃にした場合（使用時間：9 時間/日）	30.24	14.8
エアコン (暖房時)	冬の暖房時の室温は 20℃を目安に 外気温度 6℃の時、エアコン（2.2 kW）の暖房設定温度を 21℃から 20℃にした場合（使用時間：9 時間/日）	53.08	25.9
エアコン (全般)	フィルターを月に 1 回か 2 回清掃 フィルターが目詰りしているエアコン（2.2 kW）とフィルターを清掃した場合の比較	31.95	15.6
冷蔵庫	設定温度は適切に 設定温度を「強」から「中」にした場合（周囲温度 22℃）	61.72	30.1
パソコン	使わないときは、電源を切る 1 日 1 時間利用時間を短縮した場合（デスクトップ型の場合）	31.57	15.4
テレビ	テレビを見ないときは消す 1 日 1 時間テレビ（液晶 32 V 型）を見る時間を減らした場合	16.79	8.2

⑤ 公共交通の積極的利用促進

地域内の自動車利用から公共交通に移行するため、関東鉄道常総線やコミュニティバスの利用促進を図るための情報を提供するとともに、二酸化炭素を排出しない自転車利用等を促進していきます。

⑥ 地球温暖化対策のための国民運動「COOL CHOICE」の推進

国においては、2030年度に温室効果ガスの排出量46%削減（2013年度比）を目指すため、脱炭素社会づくりに貢献する製品への買換え、サービスの利用、ライフスタイルの選択など地球温暖化対策に資する「賢い選択」を促すCOOL CHOICE（クールチョイス）を推進していきます。本市においても各種情報を有効に活用し、市民や事業者への行動転換を促進していきます。

⑦ クールビズ・ウォームビズの促進

猛暑や冬場において、家庭での消費電力を抑える行動として、立ち寄りやすい公共施設や商業施設等の協力を得ながら市民の利用を促し、家庭部門等における消費電力の抑制を促進していきます。

⑧ エコドライブの推進

自動車や自動二輪車による温室効果ガス排出を抑制するため、燃料消費を抑制し、安全性の確保できるエコドライブを関係団体とも連携して普及啓発を実施していきます。

表 4-4 代表的なエコドライブ行動（出典：資源エネルギー庁省エネポータルサイトより抜粋）

対策	省エネ行動	省エネ量 (L/年)	CO ₂ 削減量 (kg)
エコドライブ	ふんわりアクセル「eスタート」 5秒間で20 km/h程度に加速した場合	83.57	194.0
	加減速の少ない運転	29.29	68.0
	アイドリングストップ 5秒の停止で、アイドリングストップ。短い時間のエンジン停止	17.33	40.2

⑨ 次世代自動車の普及

環境に優しく、エネルギー効率に優れる電気自動車やハイブリッド車、燃料電池自動車など次世代自動車の導入を促進するとともに、関係団体とも連携して充電スタンドの充実も図っていきます。

(2) 建物・空間の効率化

① 事業者の省エネ活動推進

産業界でサプライチェーン全体の脱炭素を目指す国内外企業が増加する中、物品の供給を行うサプライヤーとなる企業でも脱炭素に向けた取組が求められてきます。省エネ法に基づくエネルギー使用量が一定規模以上の工場等が行う温暖化対策計画書の実施状況や再生可能エネルギー活用などの取組事例について、地域事業者幅広く情報提供を行い、自主的な温室効果ガスの排出削減を促進します。

② 工場等のモーター・照明効率化

本市では、製造業全体の25.7%を占める金属製品製造業が盛んであることから、金属製品製造に不可欠な工作機械に利用するモーター等の効率化について、関係団体とも連携して情報提供を行っていきます。

③ モーダルシフト促進

トラック等の貨物輸送において輸配送の共同化や集約化、また、クリーンな燃料の利用など物流の効率化について地域内関係者へ情報提供を行い、環境負荷の軽減を促進していきます。

④ ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の推進

ZEBとは、快適な室内環境を実現しながら、建物で消費する年間の一次エネルギーの収支をゼロにすることを目指した建物のことで、省エネによって使うエネルギーを減らし、創エネによって使う分のエネルギーをつくることで建物のエネルギー消費量を削減するものです。地域事業者の建物新築時や改築時に合わせた省エネ設備・機器の導入を促進するため、普及啓発を実施していきます。

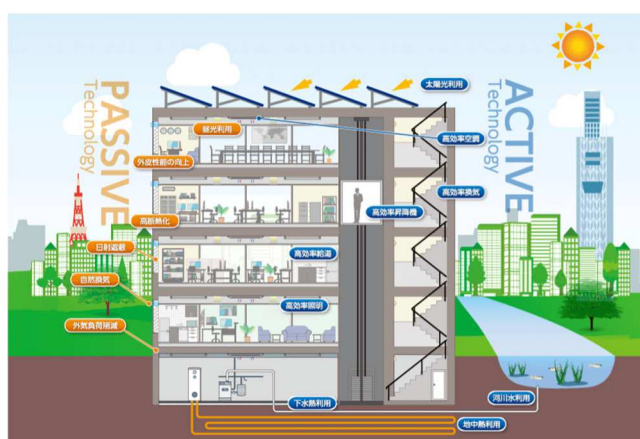


図 4-3 ZEB イメージ図（出典：環境省「ZEB PORTAL」より抜粋）

⑤ 公共施設への省エネ設備等導入促進

公共施設等マネジメント実施計画ロードマップ等に示す廃止等を除く公共施設群について、エネルギー使用状況が高い施設を中心にLED照明や高効率空調等エネルギー効率に優れた省エネ機器を積極的に導入していきます。また、エネルギー負荷の高い施設や避難所として位置づけられる施設では、太陽光発電を積極的に導入し、公共施設全体でのエネルギー消費量の削減を促進していきます。

(3) 自然環境の保全

魅力的な水辺空間や豊かな緑を有する本市において、市民の環境意識啓発のための緑化活動や自然環境、生物多様性の保全活動等の実践を促していきます。

① 都市緑化等の維持

都市公園など市の緑地や砂沼、河川などみどりが豊富な区域は、まちの二酸化炭素吸収を行う重要な役割を担うため、適正な維持管理・保全を進めていきます。

② 生物多様性の保全

良好な生態系の維持・形成を実現するため、貴重な自然を慈しみ、身近な自然環境を維持・保全する活動について、市民はもとより事業者も一体となって取り組んでいきます。

(4) 循環型社会の形成

① 太陽光発電の推進

太陽光発電は、メガソーラーなど大規模な発電所を中心に国内で多く普及してきましたが、固定買取制度の単価下落により大規模な発電所の設置は減少し、新たな利活用方法として企業や家庭でのPPAや農地等でのソーラーシェアリング等が注目されています。本市においても工業団地調整池や遊休農地等での利活用方法について検証を行い、普及促進を図っていきます。



図 4-4 PPA イメージ図 (出典：環境省「再エネスタート」WEB サイトより抜粋)

② バイオマス発電の推進

本市は、緑と水に囲まれ、畜産農業が盛んな地域であり、家畜排せつ物や稲わら、もみ殻及び果樹剪定枝等が多く発生し、ばい煙や悪臭、処分が課題となっています。

この未利用資源をバイオマス資源として有効活用し、循環型社会の構築に向けたメタン発酵施設やバイオマス発電所の導入を目指します。

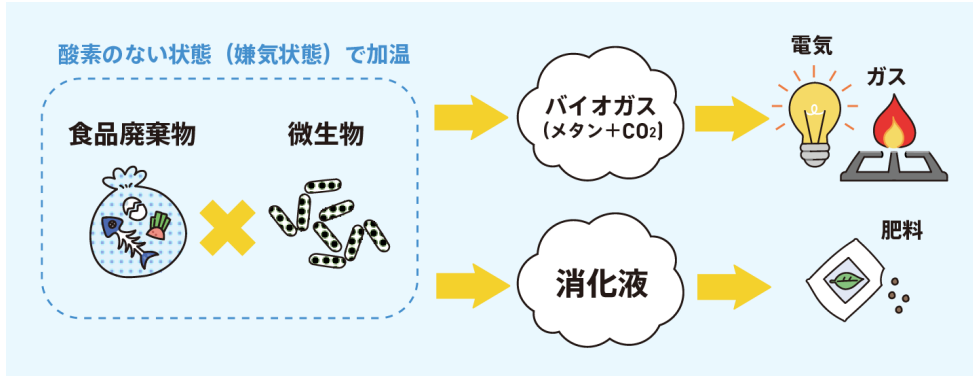


図 4-5 メタン発酵のプロセス（出典：農林水産省 WEB サイトより抜粋）

③ 小水力発電の推進

市内用水路を中心に小水力発電の導入を検討します。

④ その他再生可能エネルギーの利活用

近年、RE100（事業活動で消費するエネルギーを100%再生可能エネルギーで調達）が注目され、国内外の大企業等がRE100に加盟するなど脱炭素化に向けた活動が広がりを見せています。今後は幅広い分野で使用する電力等の再生可能エネルギーへの転換が想定されます。

共同購入方式やリバースオークション方式など新たな調達方法が広がっており、地域内での再生可能エネルギーの調達を検討していきます。

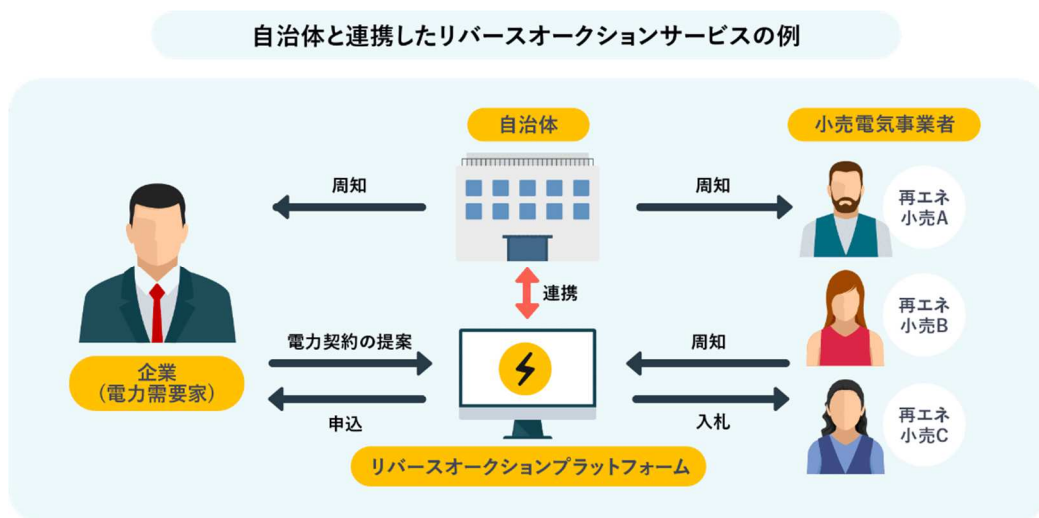


図 4-6 リバースオークションイメージ図

（出典：環境省「再エネスタート」WEB サイトより抜粋）

⑤ バイオマスの堆肥化

市内の家畜排せつ物、生ごみ等の未利用資源及びメタン発酵施設等で原料からバイオガスを除いた後に残る消化液等を堆肥化させ、オリジナル堆肥を製造し、地域で利用することを検討します。

⑥ 廃棄物の適正処理と5Rの推進

循環型社会を実現するため、環境負荷の少ないごみ処理体系の形成を目指すとともに、効果的、効率的なごみ処理体制の構築を進めていきます。また、マイバック運動や分別収集、再資源化によるごみ減量化の徹底を行い、5R(リデュース、リユース、リサイクル、リフューズ、リペア)を推進していきます。

4-4 脱炭素シナリオの検討

4-4-1 脱炭素シナリオの検討手順

以下に、脱炭素シナリオの一般的な検討手順を示します。脱炭素シナリオは、従来の積上げによるフォアキャストによる目標設定ではなく、バックキャストにより目標設定を行い、その目標のために必要な施策を検討するものです。

【脱炭素シナリオの検討手順】

- ① 目標年度や基準年度を決める
- ② 現状の温室効果ガス排出量を算定する
- ③ 温室効果ガスの吸収量を算定する【相殺する】
- ④ 複数パターンで温室効果ガスの排出量を推計する
- ⑤ 将来のエネルギー消費削減量やエネルギーの転換を検討【減らす・変える】
- ⑥ シナリオごとに再生可能エネルギーの導入量を検討【増やす】

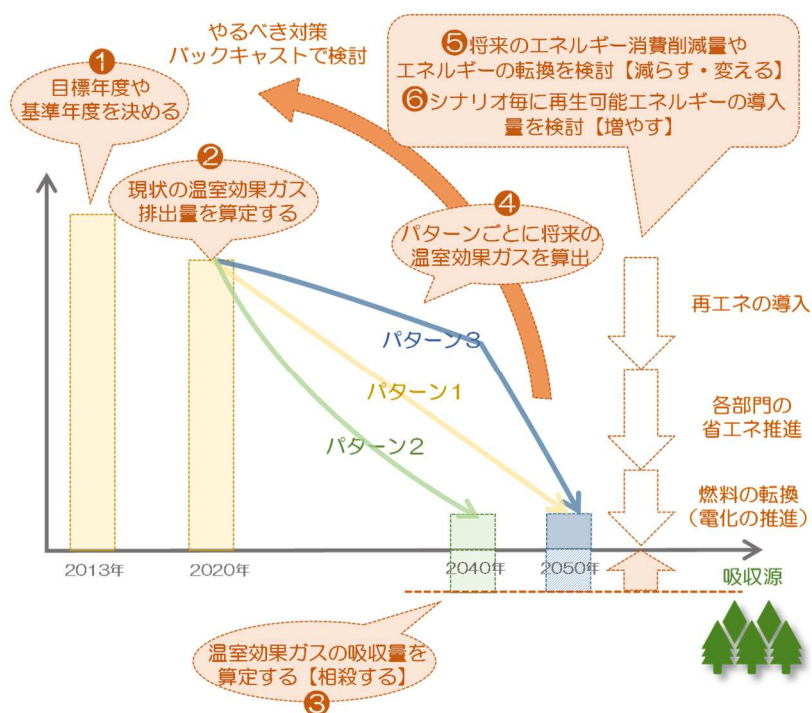


図 4-7 脱炭素シナリオの検討手順

脱炭素シナリオとは…

ゼロカーボン実現に向けた温室効果ガス排出量・吸収量の年毎の推移と、その実現に必要な技術や事業を明らかにしたものです。

4-4-2 将来の温室効果ガス排出量のパターン設定

以下に、将来の温室効果ガス排出量のパターンについて設定します。

ゼロカーボンを実現するパターンとして、2050年度でのゼロカーボン【ア 脱炭素パターン】とともに、早期に脱炭素を実現することで大きな効果も想定されるため、先導パターンとして2040年度でのゼロカーボン【ウ 先導パターン】も想定します。

また、どの程度の対策が必要かを明確にするため、全く対策を行わず人口や産業の動向のみを踏まえた「なりゆき」パターン（BAU）を算出します。

表 4-5 将来の温室効果ガス排出量のパターン

パターン	パターンの概要
ア【脱炭素パターン】	2050年度までにゼロカーボンを実現
イ【BAUパターン】	追加的措置を行わない現状趨勢ケース
ウ【先導パターン】	2040年度までにゼロカーボンを実現

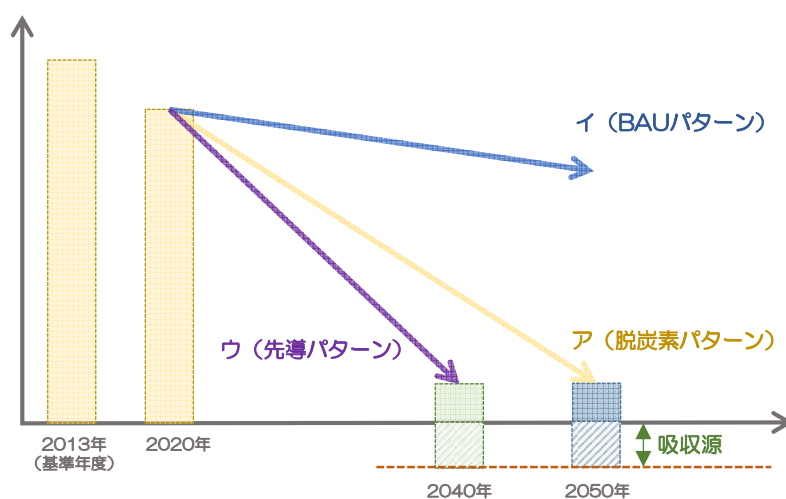


図 4-8 将来の温室効果ガス排出量のパターンのイメージ

4-4-3 脱炭素シナリオの検討

これまでの検討内容を基に作成した脱炭素シナリオのイメージを以下に示します。

なお、2050年度における脱炭素社会の達成に向けては、産業部門の省エネ技術の革新やCO₂回収技術、発電所や化学工場等から排出されたCO₂をほかの気体から分離して集め地中深くに貯留・圧入する技術（CCS）、分離・貯留したCO₂を利用して新たな商品製造やエネルギーに変換する技術（CCUS）といった先進技術の普及、並びに次世代自動車の普及や再生可能エネルギービジネスの拡大が不可欠であると考えられ、2030年度における進捗状況を踏まえた計画・シナリオの見直しを行います。

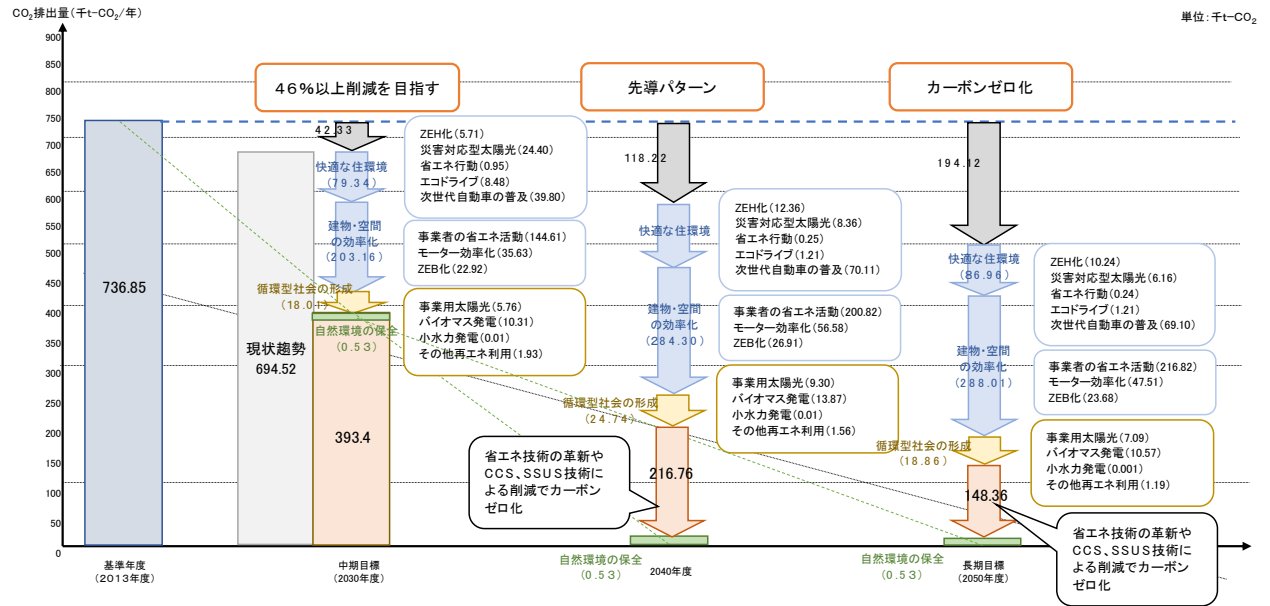


図 4-9 脱炭素シナリオイメージ図

表 4-6 目標年度別削減目標量

基本施策	施策	目標値		2030年度削減目標量
		2030年度	2050年度	
省エネルギー化 環境保全活動	ア) 建物の新築時や改築時に合わせて省エネや再エネを活用したゼロエネルギー住宅(ZEH)を推進します	普及率30% (全世帯中)	普及率80% (全世帯中)	5.71
	イ) 太陽光発電と蓄電池による災害時自立分散型の住宅普及を促進します	ZEH未導入 世帯の50%	ZEH未導入 世帯の80%	24.40
	ウ) 照明器具やエアコン温度設定など家庭で無理なく省エネ行動を促す取組について啓蒙普及を実施します	ZEH未導入の 世帯全て (全世帯中70%)	ZEH未導入の 世帯全て (全世帯中20%)	0.95
	エ) 自動車等の燃料消費を抑制し、安全性を確保するエコドライブの啓蒙普及を実施します	非次世代自動車 (石油) すべて	非次世代自動車 (石油) すべて	8.48
	オ) 電気自動車や燃料電池車など次世代自動車の普及を図るとともに充電スタンドの充実も図ります	次世代自動車 導入率30%	次世代自動車 導入率90%	39.80
建物の省エネ活動	ア) 省エネ法に基づくエネルギー使用量が一定規模以上の事業所等の取組状況などを地域内に広く情報提供を行い、自主的な温室効果ガスの排出削減活動を推進していきます	エネルギー消費原単位の年平均 3%以上の低減を求める		144.61
	イ) 技術革新によるモーターや照明などのエネルギー効率アップなどを地域内に広く情報提供を行い、自主的な温室効果ガスの排出削減活動を推進していきます	2018年度比 エネルギー効率 1.1倍	2018年度比 エネルギー効率 1.2倍	35.63
	イ) 建物の新築時や改築時に合わせて省エネや再エネを活用したゼロエネルギービル(ZEB)を推進します	普及率57% (全事業所中)	普及率75% (全事業所中)	22.92
自然環境の 保全	ア) 二酸化炭素の吸収源となる緑地について都市公園を中心に市の緑地や砂沼、河川など多岐に豊かな区域の適正な維持管理・保全に努めていきます	—	—	0.53
再生可能エネルギー 導入促進	ア) 地域内の有効地を活用してPPAやソーラーシェアリングなど官民連携の太陽光発電を推進します	有効面積の 5割に導入	有効面積 すべてに導入	5.76
	イ) 家畜排せつ物や稲わら、もみ殻等、本市の未利用資源を有効活用したバイオマス発電の推進を図ります	ポテンシャルの 6割が発電利用	ポテンシャル すべてが発電利用	10.31
	ウ) 豊富な水資源を有する地域特性を活かした小水力発電の導入について検討します	ポテンシャルの 5割が発電利用	ポテンシャル すべてが発電利用	0.01
	エ) ゼロカーボン化を目指すため、共同購入方式やリバースオークションなどを活用した地域内外からの再生可能エネルギー調達を検討していきます	公共施設の電力量7割を調達		1.93
合計				301.03

4-4-4 各施策削減量推計方法（脱炭素パターン）

以下に各施策における温室効果ガス排出量削減量の推計方法を示します。推計にあたっては、2030年度での46%削減及び2050年度での100%削減を目標として整理を行います。なお、環境省の「地方公共団体における長期の脱炭素シナリオ作成方法とその実現方策に係る参考資料 Ver1.0（令和3年3月）」を基に本市の施策を踏まえた試算を行います。

このうち(1)事業所における省エネ法から(5)次世代自動車までは、BAU推計時は一定であると仮定したエネルギー消費原単位が、区域において対策・施策を実行し将来のエネルギー消費原単位が低減した場合を想定します。具体的な計算は以下のとおりです。

(計算式)

$$EI_{\text{部門}} = EI_{0\text{部門}} \times EIR_{\text{部門}}$$

記号	定義
$EI_{\text{部門}}$	対策・施策を実行した場合の将来のエネルギー消費原単位（部門別）
$EI_{0\text{部門}}$	現状年度のエネルギー消費原単位（部門別）
$EIR_{\text{部門}}$	現状年度から将来のエネルギー消費原単位の変化率（部門別）

出典：環境省「地方公共団体における長期の脱炭素シナリオ作成方法とその実現方策に係る参考資料」（2021年3月）

また、BAU推計時、対策・施策を実行した場合、それぞれのCO₂排出量は以下のとおり求めることができます。

(計算式)

$$\text{BAU推計時} \quad : EM_{\text{BAU部門}} = DF_{\text{部門}} \times EI_{0\text{部門}} \times CI_{0\text{部門}}$$

$$\text{対策・施策を実行した場合} \quad : EM_{\text{部門}} = DF_{\text{部門}} \times EI_{\text{部門}} \times CI_{\text{部門}}$$

記号	定義
$EM_{\text{BAU部門}}$	将来のとある年度におけるBAU推計時のCO ₂ 排出量（部門別）
$EM_{\text{部門}}$	対策・施策を実行した場合のBAU推計時と同年度のCO ₂ 排出量（部門別）
$DF_{\text{部門}}$	将来のとある年度における活動量（部門別）
$CI_{0\text{部門}}$	現状年度の炭素集約度（部門別）
$CI_{\text{部門}}$	対策・施策を実行した場合の炭素集約度（部門別）

出典：環境省「地方公共団体における長期の脱炭素シナリオ作成方法とその実現方策に係る参考資料」（2021年3月）

このうち、BAU推計時と対策・施策を実行した場合は人口や経済については共通の設定を置き、活動量については同じ値を用います。また、炭素集約度も一定であると想定します。前述の式よりCO₂排出量は活動量、エネルギー消費原単位、炭素集約度の積を推計値として用いるため、将来のとある年度において対策・施策を実行した場合のCO₂排出量は以下の式で求めることができます。

(計算式)

$$EM_{\text{部門}} = EM_{\text{BAU部門}} \times EIR_{\text{部門}}$$

(1) 事業所における省エネ活動

省エネ法では事業者に対してエネルギー消費原単位を中長期的に見て年平均1%以上低減する努力を求めています。区域や国の施策とそれに基づく事業者の対策による現状年度BYから目標年度TYまでのエネルギー消費原単位年平均低減率 $EIAR_{\text{部門}}$ を想定することで、以下の式によって $EIR_{\text{部門}}$ を算出しました。

(計算式)

$$EIR_{\text{部門}} = (1 - EIAR_{\text{部門}})^{(TY - BY)}$$

記号	定義
$EIAR_{\text{部門}}$	エネルギー消費原単位年平均低減率（部門別）
TY	推計対象とする将来の年度
BY	現状年度（2018年度）

出典：環境省「地方公共団体における長期の脱炭素シナリオ作成方法とその実現方策に係る参考資料」（2021年3月）

省エネ法によってCO₂排出量が削減できる部門は産業部門製造業、業務その他部門です。両部門とも $EIAR_{\text{部門}}$ は3%と設定します。

その結果、2030年度の $EIR_{\text{部門}}$ は0.69、2050年度の $EIR_{\text{部門}}$ は0.38となり、排出量推計値、BAU推計時に比べた削減量は以下のとおりとなりました。

排出量推計値（千 t-CO ₂ ）	2030年度	2050年度
産業部門製造業	271.94	107.55
業務その他部門	55.79	23.82

削減量（千 t-CO ₂ ）	2030年度	2050年度
産業部門製造業	119.99	177.50
業務その他部門	24.62	39.32

(2) モーター・照明の高効率化

金属製品製造業の出荷額が本市の製造業全体の 25.7 %を占めるため、金属製品製造に不可欠なモーター等について省エネ法とは別に算出しました。

AIM プロジェクトチームの「2050 年脱炭素社会実現の姿に関する一試算」内で作成された 2050 年 ネットゼロ排出シナリオによると、産業部門のエネルギー効率、そのうち製造業のモーター・照明の効率が 2030 年度で 2018 年度比 1.1 倍、2050 年度で 2018 年度比 1.2 倍になると見込まれています。

その試算より 2030 年度の $EIR_{\text{部門}}$ は 1.1 の逆数である 0.91、2050 年度の $EIR_{\text{部門}}$ は 1.2 の逆数である 0.83 となり、排出量推計値、BAU 推計時に比べた削減量は以下のとおりとなりました。

排出量推計値 (千 t-CO ₂)	2030 年度	2050 年度
産業部門製造業	356.30	237.54

削減量 (千 t-CO ₂)	2030 年度	2050 年度
産業部門製造業	35.63	47.51

(3) ZEB

区域において ZEB の普及が進んだ場合、業務その他部門では将来の ZEB の普及率 $ZEBR$ を想定することで $EIR_{\text{業務その他部門}}$ を算出できます。『ZEB』、Nearly ZEB、ZEB Ready として認められるには、2016 年省エネ基準の基準一次エネルギー消費量から 50 %以上の一次エネルギー消費量削減に適合している必要があります。これを基に従来の建築物が ZEB に置き換わることで 50 %の省エネになるとみなし、以下の式によって $EIR_{\text{業務その他部門}}$ を算出しました。

(計算式)

$$EIR_{\text{業務その他部門}} = 1 - (0.5 \times ZEBR)$$

記号	定義
$ZEBR$	推計対象とする将来年度における ZEB の普及率 (想定)

出典：環境省「地方公共団体における長期の脱炭素シナリオ作成方法とその実現方策に係る参考資料」(2021 年 3 月)

そして、資源エネルギー庁「2030 年度におけるエネルギー需給の見通し (関連資料)」(2021 年 9 月)における ZEB の導入・普及見通しより、2030 年度の $ZEBR$ は 57 %、2050 年度の $ZEBR$ は 75 % と想定しました。

その結果、2030年度の $EIR_{\text{業務その他部門}}$ は0.72、2050年度の $EIR_{\text{業務その他部門}}$ は0.63となり、排出量推計値、BAU推計時に比べた削減量は以下のとおりとなりました。

排出量推計値 (千 t-CO ₂)	2030 年度	2050 年度
業務その他部門	57.49	39.46

削減量 (千 t-CO ₂)	2030 年度	2050 年度
業務その他部門	22.92	23.68

(4) ZEH

区域において ZEH の普及が進んだ場合、家庭部門では将来の ZEH の普及率 $ZEHR$ を想定することで $EIR_{\text{家庭部門}}$ を算出できます。2016 年省エネ基準の基準一次エネルギー消費量から 20 % 以上の一次エネルギー消費量を削減していることが ZEH の条件の一つですが、「エネルギー消費性能計算プログラム 住宅版 Ver2.8.1」を用いて、現状の住宅ストックで最も多いとされる断熱等性能等級 2 相当の住宅のエネルギー消費量を試算し比較すると、ZEH のエネルギー消費量は約 4 割の削減になります。これを基に従来の建築物が ZEH に置き換わることで 40 % の省エネになるとみなし、以下の式によって $EIR_{\text{家庭部門}}$ を算出しました。

(計算式)

$$EIR_{\text{家庭部門}} = 1 - (0.4 \times ZEHR)$$

記号	定義
$ZEHR$	推計対象とする将来年度における ZEH の普及率 (想定)

出典：環境省「地方公共団体における長期の脱炭素シナリオ作成方法とその実現方策に係る参考資料」(2021年3月)

2030年度の $ZEHR$ は30%、2050年度の $ZEHR$ は80%と想定します。2030年度の数値は資源エネルギー庁が公表する「2030年度におけるエネルギー需給の見通し(関連資料)」(2021年9月)におけるZEHの導入・普及見通しの数値を使用しています。

その結果、2030年度の $EIR_{\text{家庭部門}}$ は0.88、2050年度の $EIR_{\text{家庭部門}}$ は0.68となり、排出量推計値、BAU推計時に比べた削減量は以下のとおりとなりました。

排出量推計値 (千 t-CO ₂)	2030 年度	2050 年度
家庭部門	41.85	21.76

削減量 (千 t-CO ₂)	2030 年度	2050 年度
家庭部門	5.71	10.24

(5) 次世代自動車の導入拡大

区域において次世代自動車の普及が進みシェアが拡大した場合、運輸部門自動車では将来の次世代自動車のシェアを想定することで $EIR_{運輸部門自動車}$ を算出できます。車種ごとのエネルギー効率とシェアから平均エネルギー効率 $CAE_{運輸部門自動車}$ を算出し、現状年度の $CAE_0_{運輸部門自動車}$ を推計対象とする将来年度の $CAE_{運輸部門自動車}$ で除することで $EIR_{運輸部門自動車}$ を算出しました。それぞれの計算式は以下のとおりです。

(計算式)

$$CAE_0_{運輸部門自動車} = \sum_{車種} (CE_{0, 部門, 車種} \times CS_{0, 部門, 車種})$$

$$CAE_{運輸部門自動車} = \sum_{車種} (CE_{部門, 車種} \times CS_{部門, 車種})$$

$$EIR_{運輸部門自動車} = \frac{CAE_0_{運輸部門自動車}}{CAE_{運輸部門自動車}}$$

記号	定義
$CAE_0_{運輸部門自動車}$	現状年度の保有自動車の平均エネルギー効率
$CE_{0, 部門, 車種}$	現状年度の自動車のエネルギー効率（車種別）
$CS_{0, 部門, 車種}$	現状年度の自動車のシェア（車種別）
$CAE_{運輸部門自動車}$	推計対象とする将来年度における保有自動車の平均エネルギー効率
$CE_{部門, 車種}$	推計対象とする将来年度における自動車のエネルギー効率（車種別）
$CS_{部門, 車種}$	推計対象とする将来年度における自動車のシェア（車種別）

出典：環境省「地方公共団体における長期の脱炭素シナリオ作成方法とその実現方策に係る参考資料」（2021年3月）

また、自動車のエネルギー効率 $CE_{0, 部門, 車種}$ 、 $CE_{部門, 車種}$ について、数値は以下のとおりです。

$CE_{部門, 車種}$	車種	2018年度	2030年度	2050年度
乗用車（旅客）	石油（内燃機関自動車）	1.0*	1.3	1.5
	電力（電気自動車）	4.0	4.0	5.0
	水素（燃料電池自動車）	2.0	2.0	2.0
貨物車（貨物）	石油（内燃機関自動車）	1.0*	1.1	1.2
	電力（電気自動車）	2.0	2.0	3.0
	水素（燃料電池自動車）	2.0	2.0	2.0

※2018年の内燃機関自動車のエネルギー効率を1とする

出典：環境省「地方公共団体における長期の脱炭素シナリオ作成方法とその実現方策に係る参考資料」（2021年3月）

また、2019年度3月末時点での車種別シェア CS_0 部門,車種は以下のとおりです。

CS_0 部門,車種	乗用車	貨物車
石油（内燃機関自動車）	99.7 %	99.9 %
電力（電気自動車）	0.3 %	0.0 %
水素（燃料電池自動車）	0.0 %	0.1 %

出典：環境省「地方公共団体における長期の脱炭素シナリオ作成方法とその実現方策に係る参考資料」（2021年3月）

2030年度、2050年度の車種別シェア CS 部門,車種は以下のように設定しました。

	車種	2030年度	2050年度
乗用車（旅客）	石油（内燃機関自動車）	70.0 %	10.0 %
	電力（電気自動車）	25.0 %	75.0 %
	水素（燃料電池自動車）	5.0 %	15.0 %
貨物車（貨物）	石油（内燃機関自動車）	70.0 %	10.0 %
	電力（電気自動車）	10.0 %	60.0 %
	水素（燃料電池自動車）	20.0 %	30.0 %

乗用車（旅客）貨物車（貨物）の CAE_0 運輸部門自動車、 CAE 運輸部門自動車は以下のようになりました。

CAE 運輸部門自動車	乗用車	貨物車
2018年度	1.01	1.00
2030年度	2.01	1.37
2050年度	4.20	2.52

以上の CAE_0 運輸部門自動車、 CAE 運輸部門自動車より、2030年度の EIR 運輸部門自動車、2050年度の EIR 運輸部門自動車は以下のとおりとなりました。

EIR 運輸部門自動車	2030年度	2050年度
乗用車	0.50	0.24
貨物車	0.73	0.40

その結果、それぞれの排出量推計値、BAU推計時に比べた削減量は以下のとおりとなりました。

排出量推計値（千 t-CO ₂ ）	2030年度	2050年度
運輸部門自動車（旅客）	25.67	11.70
運輸部門自動車（貨物）	38.89	21.14

削減量（千 t-CO ₂ ）	2030年度	2050年度
運輸部門自動車（旅客）	25.47	37.02
運輸部門自動車（貨物）	14.34	32.08

(6) 家庭での省エネ活動

前述の ZEH では 2030 年度までに 30 %、2050 年度までに 80 % の家庭が ZEH を導入すると仮定しています。それに加えて、残りの家庭（2030 年度で 70 %、2050 年度で 20 %）でも以下に挙げる省エネ活動を行ったと仮定し、2030 年度、2050 年度の CO₂ 排出量の削減量を求めました。

（省エネ活動）

- ・ エアコン温度管理（冷房時）
外気温度 31 °C の時、エアコン（2.2 kW）の冷房設定温度を 27 °C から 28 °C にした場合（使用時間：9 時間／日）
- ・ エアコン温度管理（暖房時）
外気温度 6 °C の時、エアコン（2.2 kW）の暖房設定温度を 21 °C から 20 °C にした場合（使用時間：9 時間／日）
- ・ エアコンフィルター清掃
フィルターが目詰りしているエアコン（2.2 kW）とフィルターを清掃した場合の比較
- ・ 冷蔵庫温度管理
設定温度を「強」から「中」にした場合（周囲温度 22 °C）

出典：資源エネルギー庁省エネポータルサイト

2030 年度の世帯数は活動量より 15,701 世帯とし、その 70 % にあたる 10,990 世帯が、2050 年度の世帯数は同様に 14,098 世帯とし、その 20 % にあたる 2,820 世帯が省エネ活動を行った場合の CO₂ 排出量の削減量は以下のとおりです。

2030 年度

省エネ活動	予測排出削減量 (t/世帯)	対象世帯数	削減量 (t)
エアコン温度管理（冷房時）	0.0148	10,990	162.65
エアコン温度管理（暖房時）	0.0259	10,990	284.64
エアコンフィルター清掃	0.0156	10,990	171.44
冷蔵庫温度管理	0.0301	10,990	330.80
2030 年度削減量合計			949.54

4 つの省エネ活動を通じた削減量の合計は 0.95 千 t-CO₂ です。

2050 年度

省エネ活動	予測排出削減量 (t/世帯)	対象世帯数	削減量 (t)
エアコン温度管理（冷房時）	0.0148	2,820	41.74
エアコン温度管理（暖房時）	0.0259	2,820	73.04
エアコンフィルター清掃	0.0156	2,820	43.99
冷蔵庫温度管理	0.0301	2,820	84.88
2050 年度削減量合計			243.65

4 つの省エネ活動を通じた削減量の合計は 0.24 千 t-CO₂ です。

(7) 都市緑化の維持(吸収源対策)

都市緑化の維持による温室効果ガスの吸収量を推計すると、0.53 千 t-CO₂です。
推計の対象は市内の都市公園とします。具体的な推計式、数値等は以下のとおりです。

(推計式)

$$R_a = A_a \times BI_a \times \left(-\frac{44}{12}\right)$$

記号	名称	定義	数値
R_a	吸収量	対象となる都市緑地 a における生体バイオマス成長に伴う吸収量 (t-CO ₂ /年)	531.74
A_a	緑化面積	対象となる都市緑地 a の面積 (ha)	62.13
BI_a	成長量	対象となる都市緑地 a の単位面積当たりの成長量 (t-C/ha/年)	2.334
	炭素から二酸化炭素への換算係数	炭素 (C : 分子量 12) を二酸化炭素 (CO ₂ : 分子量 44) に換算する係数 (※炭素の増加 (プラス) が CO ₂ では吸収 (マイナス表記) となるため、冒頭にマイナスを付けて計算する。)	$-\frac{44}{12}$

出典：「地方公共団体実行計画（区域施策編）策定・実施マニュアル（算定手法編）Ver. 1.1」（2021年3月）

(8) 住宅向けの災害対応型太陽光発電の普及促進

ZEH を導入する家庭とは別に、ZEH を導入しない住宅向けにも災害対応型太陽光発電について考慮します。

ZEH を導入しない家庭は前述のとおり 2030 年度では 10,990 世帯、2050 年度では 2,820 件です。

蓄電池補助も考慮し、2030 年度に世帯数の 5 割、2050 年度に世帯数の 8 割が太陽光発電を導入したと想定します。一家庭あたりの設備容量は 10 kW とします。その結果、市全体での設備容量は 2030 年度に 54,950 kW、2050 年度に 22,560 kW と推計されます。

設備利用率は資源エネルギー庁「電源種別（太陽光・風力）のコスト動向等について」（2016年11月）より 13.7 % とします。また、2030 年度の排出係数は 0.0003700 t-CO₂/kWh、2050 年度の排出係数は 0.0002277 t-CO₂/kWh と設定しました。

その結果、発電量の推計値と CO₂ 排出量の削減量は以下のとおりです。

	導入率	設備容量 (kW)	1年の長さ (h)	設備利用率	発電量 (kWh)	削減量 (千 t)
2030 年度	50 %	54,950	8,760	13.7 %	65,946,594	24.40
2050 年度	80 %	22,560			27,074,707	6.16

出典（排出係数）：「電気事業における低炭素社会実行計画」

(9) エコドライブ

前述のとおり 2030 年度までに自動車（旅客）シェアの 30 %が電気自動車（電力）、燃料電池自動車（水素）の次世代自動車に、2050 年度までにシェアの 90 %が次世代自動車に置き換わると仮定しています。それに加えて残りのシェア（2030 年度で 70 %、2050 年度 10 %）を占める内燃機関自動車（石油）でも以下に挙げる資源エネルギー庁省エネポータルサイトが提唱するエコドライブを行ったと仮定し、2030 年度の CO₂ 排出量の削減量を求めました。

（エコドライブ）

- ・ エコドライブ（ふんわりアクセル）
5 秒間で 20 km/h 程度に加速した場合
- ・ エコドライブ（加減速の少ない運転）
- ・ エコドライブ（アイドリングストップ）
5 秒の停止

出典：資源エネルギー庁省エネポータルサイト

2030 年度、2050 年度の自動車（旅客）台数は、環境省が公表する「運輸部門（自動車）CO₂ 排出量推計データ」内の 2019 年度の人口と人口 1000 人当たりの自動車（旅客）保有台数から推計した 39,834 台とします。2030 年度はその 70 %にあたる 27,884 台が、2050 年度はその 10 %にあたる 3,983 台がエコドライブを行った場合の CO₂ 排出量の削減量は以下のとおりです。

2030 年度

エコドライブ	予測排出削減量 (t/台)	対象台数	削減量 (t)
エコドライブ（ふんわりアクセル）	0.194	27,884	5,409
エコドライブ（加減速の少ない運転）	0.068	27,884	1,896
エコドライブ（アイドリングストップ）	0.042	27,884	1,171
2030 年度削減量合計			8,477

3つのエコドライブを通じた削減量の合計は 8.48 千 t-CO₂ です。

2050 年度

エコドライブ	予測排出削減量 (t/台)	対象台数	削減量 (t)
エコドライブ（ふんわりアクセル）	0.194	3,983	773
エコドライブ（加減速の少ない運転）	0.068	3,983	271
エコドライブ（アイドリングストップ）	0.042	3,983	167
2050 年度削減量合計			1,211

3つのエコドライブを通じた削減量の合計は 1.21 千 t-CO₂ です。

(10) 遊休農地での太陽光発電

本市にある遊休農地に太陽光発電が導入されたと仮定し、2030年度、2050年度のCO₂排出量の削減量を求めました。

本市の遊休農地は497,892 m²です。2030年度にその5割に、2050年度にそのすべて（10割）に太陽光発電が導入されたと仮定します。

そして単位面積当たりのパネル出力は福島県西白河郡矢吹町・中島村「ユーラス矢吹中島ソーラーパーク」の事例を参考に0.044 kW/m²と設定しました。

また、発電量は農林水産省が公表する「地域資源利用型産業創出緊急対策事業」より、面積当たり平均日射量 (kWh/m²・日) ×総合設計係数×設備容量×365÷標準状態における日射強度 (kW/m²) として推計します。

面積当たり平均日射量、総合設計係数、標準状態における日射強度は「2-3-2 (2) 年間発電量の推計」内で用いた数値を使用しています。また、2030年度の排出係数は0.0003700 t-CO₂/kWh、2050年度の排出係数は0.0002277 t-CO₂/kWhと設定しました。

その結果、発電量の推計値とCO₂排出量の削減量は以下のとおりです。

	導入率	設備容量 (kW)	面積当たり平均日射量 (kWh/m ² ・日)	総合設計係数	発電量 (kWh)	削減量 (千 t)
2030年度	50 %	10,831.8	4.10	88 %	14,264,638	5.28
2050年度	100 %	21,663.6			28,529,276	6.50

(11) 調整池での太陽光発電

本市にある3つの調整池（つくば下妻工業団地調整池、つくば下妻第二工業団地調整池、しもつま鯨工業団地調整池）に、太陽光発電が導入されたと仮定し、2030年度のCO₂排出量の削減量を求めました。

本市の調整池の面積合計は45,431.2 m²です。2030年度にその5割に、2050年度にそのすべて（10割）に太陽光発電が導入されたと仮定します。

そして単位面積当たりのパネル出力を前述と同じく0.044 kW/m²と設定しました。

面積当たり平均日射量、総合設計係数、標準状態における日射強度は前述同様「2-3-2 (2) 年間発電量の推計」内で用いた数値を使用しています。また、2030年度の排出係数は0.0003700 t-CO₂/kWh、2050年度の排出係数は0.0002277 t-CO₂/kWhと設定しました。

その結果、発電量の推計値とCO₂排出量の削減量は以下のとおりです。

	導入率	設備容量 (kW)	面積当たり平均日射量 (kWh/m ² ・日)	総合設計係数	発電量 (kWh)	削減量 (千 t)
2030年度	50 %	988.4	4.10	88 %	1,301,607	0.48
2050年度	100 %	1,976.7			2,603,214	0.59

(12) バイオマス発電

バイオマスの発電量に関して、家畜排せつ物系バイオマスの年間発電量が 46,440 MWh (= 46,440,000 kWh) であると推計されています。2030 年度にはこのポテンシャルの 6 割が、2050 年度にはポテンシャルすべてが発電に利用されていると仮定します。

また、2030 年度の排出係数は 0.0003700 t-CO₂/kWh、2050 年度の排出係数は 0.0002277 t-CO₂/kWh と設定しました。

その結果、発電量の推計値と CO₂ 排出量の削減量は以下のとおりです。

	導入率	年間発電量 (kWh)	削減量 (千 t)
2030 年度	60 %	27,864,000	10.31
2050 年度	100 %	46,440,000	10.57

また、廃棄物系バイオマス発電の設備利用率は資源エネルギー庁が公表する「バイオマス発電について」(2020 年 12 月)によると、平均値が 69.4 %となっています。

この値を以下の計算式に代入することにより設備容量を求めました。

(計算式)

発電出力 (kW) × 365 (日) × 24 (時間) × 設備利用率 (%) = 年間発電量 (46,440,000 kWh)

以上より設備容量は 7,638.86 kW と推計されます。

(13) 小水力発電

小水力発電の発電量に関して、年間発電量が 50,000 kWh であると推計されます。2030 年度にはこのポテンシャルの 5 割が発電に利用されていると仮定します。また、2030 年度の排出係数は 0.0003700 t-CO₂/kWh、2050 年度の排出係数は 0.0002277 t-CO₂/kWh と設定しました。

その結果、発電量の推計値と CO₂ 排出量の削減量は以下のとおりです。

	導入率	年間発電量 (kWh)	削減量 (千 t)
2030 年度	50 %	25,000	0.0093
2050 年度	100 %	50,000	0.0114

(14) 再生可能エネルギーオークション

市内の公共施設の電力をリバースオークション方式で再生可能エネルギーを調達したとします。本市の公共施設電力量は 7,443,108 kWh であり、このうちの 7 割にあたる 5,210,176 kWh をリバースオークション方式で調達したとします。

2030 年度の排出係数は 0.0003700 t-CO₂/kWh、2050 年度の排出係数は 0.0002277 t-CO₂/kWh と設定しました。

その結果、CO₂ 排出量の削減量は以下のとおりです。

	公共施設系統買電量 (kWh)	削減量 (千 t)
2030 年度	5,210,176	1.93
2050 年度	5,210,176	1.19

4-4-5 各施策削減量（先導パターン）

今後、脱炭素シナリオの先導的パターンとして 100 %削減（2050 年度）を 2040 年度に前倒したパターンについての検討も行います。

基本的に導入率、シェア、各施策の目標値は 2050 年度と同様に設定します。世帯数、排出係数は 2040 年度の推計値を使用します。

(1) 事業所における省エネ活動

目標年度を 2040 年度に設定し $EIAR_{\text{部門}}$ は脱炭素パターンと同様 3 %と設定します。

その結果 2040 年度の $EIR_{\text{部門}}$ は 0.51 となり、排出量推計値、BAU 推計時に比べた削減量は以下のとおりとなりました。

排出量推計値（千 t-CO ₂ ）	2040 年度
産業部門製造業	173.69
業務その他部門	36.72

削減量（千 t-CO ₂ ）	2040 年度
産業部門製造業	165.77
業務その他部門	35.04

(2) モーター・照明の高効率化

産業部門のエネルギー効率、そのうち製造業のモーター・照明の効率は 2050 年度で 2018 年度比 1.2 倍になると見込まれていることから、2040 年度時点でも 1.2 倍になると仮定し試算します。その試算より 2040 年度の $EIR_{\text{部門}}$ は 1.2 の逆数である 0.83 となり、排出量推計値、BAU 推計時に比べた削減量は以下のとおりとなりました。

排出量推計値（千 t-CO ₂ ）	2040 年度
産業部門製造業	282.88

削減量（千 t-CO ₂ ）	2040 年度
産業部門製造業	56.58

(3) ZEB

2040 年度の $ZEBR$ は、2050 年度と同様であると仮定し 75 %と想定します。

その結果、2040 年度の $EIR_{\text{業務その他部門}}$ は 0.63 となり、排出量推計値、BAU 推計時に比べた削減量は以下のとおりとなりました。

排出量推計値（千 t-CO ₂ ）	2040 年度
業務その他部門	44.85

削減量（千 t-CO ₂ ）	2040 年度
業務その他部門	26.91

(4) ZEH

2040年度のZEHは2050年度と同様であると仮定し、80%と想定します。

その結果、2040年度のEIR_{家庭部門}は0.68となり、排出量推計値、BAU推計時に比べた削減量は以下のとおりとなりました。

排出量推計値 (千 t-CO ₂)	2040 年度
家庭部門	26.26

削減量 (千 t-CO ₂)	2040 年度
家庭部門	12.36

(5) 次世代自動車の導入拡大

2040年度でのエネルギー効率 $CE_{\text{部門,車種}}$ 、シェア $CS_{\text{部門,車種}}$ は2050年度と同様であると仮定し、以下のように設定します。

	車種	2040 年度 $CE_{\text{部門,車種}}$	2040 年度 $CS_0_{\text{部門,車種}}$
乗用車 (旅客)	石油 (内燃機関自動車)	1.5	10.0 %
	電力 (電気自動車)	5.0	75.0 %
	水素 (燃料電池自動車)	2.0	15.0 %
貨物車 (貨物)	石油 (内燃機関自動車)	1.2	10.0 %
	電力 (電気自動車)	3.0	60.0 %
	水素 (燃料電池自動車)	2.0	30.0 %

乗用車 (旅客) 貨物車 (貨物) の $CAE_0_{\text{運輸部門自動車}}$ 、 $CAE_{\text{運輸部門自動車}}$ も以下のようになります。

$CAE_{\text{運輸部門自動車}}$	乗用車	貨物車
2040 年度	4.20	2.52

以上より、2040年度のEIR_{運輸部門自動車}は以下のとおりとなります。

EIR _{運輸部門自動車}	2040 年度
乗用車	0.24
貨物車	0.40

その結果、排出量推計値、BAU推計時に比べた削減量は以下のとおりとなりました。

排出量推計値 (千 t-CO ₂)	2040 年度
運輸部門自動車 (旅客)	12.00
運輸部門自動車 (貨物)	21.14

排出量推計値 (千 t-CO ₂)	2040 年度
運輸部門自動車 (旅客)	38.03
運輸部門自動車 (貨物)	32.08

(6) 家庭での省エネ活動

前述の ZEH では 2040 年度までに 80 % の家庭が ZEH を導入すると仮定しており、残りの 20 % の家庭でも以下に挙げる省エネ活動を行ったと想定し CO₂ 排出量の削減量を求めました。

2040 年度の世帯数は活動量より 14,579 世帯とし、その 20 % にあたる 2,916 世帯が省エネ活動を行った場合の CO₂ 排出量の削減量は以下のとおりです。

2040 年度

省エネ活動	予測排出削減量 (t/世帯)	対象世帯数	削減量 (t)
エアコン温度管理 (冷房時)	0.0148	2,916	43.16
エアコン温度管理 (暖房時)	0.0259	2,916	75.52
エアコンフィルター清掃	0.0156	2,916	45.49
冷蔵庫温度管理	0.0301	2,916	87.77
2040 年度削減量合計			251.94

4 つの省エネ活動を通じた削減量の合計は 0.25 千 t-CO₂ です。

(7) 都市緑化の維持(吸収源対策)

都市緑化の維持による温室効果ガスの吸収量は同様に 0.53 千 t-CO₂ です。

(8) 住宅向けの災害対応型太陽光発電の普及促進

ZEH を導入しない家庭は 2040 年度では 2,916 世帯です。2050 年度と同様に世帯数の 8 割が太陽光発電を導入したと想定します。一家庭あたりの設備容量は 10 kW とします。その結果、市全体での設備容量は 23,328 kW と推計されます。排出係数は 0.0002987 t-CO₂/kWh と設定しました。

その結果、発電量の推計値と CO₂ 排出量の削減量は以下のとおりです。

導入率	設備容量 (kW)	1 年の長さ (h)	設備利用率	発電量 (kWh)	削減量 (千 t)
80 %	23,328	8,760	13.7 %	27,996,399	8.36

(9) エコドライブ

2050 年度にはシェアの 90 % が次世代自動車に置き換わることから、2040 年度にも同様であると仮定します。シェア 10 % の内燃機関自動車 (石油) でもエコドライブを行ったとして 2040 年度の CO₂ 排出量の削減量を求めました。

自動車 (旅客) 台数は 39,834 台とします。その 10 % にあたる 3,983 台がエコドライブを行った場合の CO₂ 排出量の削減量は以下のとおりです。

2040 年度

エコドライブ	予測排出削減量 (t/台)	対象台数	削減量 (t)
エコドライブ (ふんわりアクセル)	0.194	3,983	773
エコドライブ (加減速の少ない運転)	0.068	3,983	271
エコドライブ (アイドリングストップ)	0.042	3,983	167
2040 年度削減量合計			1,211

3 つのエコドライブを通じた削減量の合計は 1.21 千 t-CO₂ です。

(10) 遊休農地での太陽光発電

2040年度時点で、本市の遊休農地の497,892 m²のうち、2050年度と同様にそのすべて（10割）に太陽光発電が導入されたと仮定します。また、排出係数は0.0002987 t-CO₂/kWhとしました。

その結果、発電量の推計値とCO₂排出量の削減量は以下のとおりです。

導入率	設備容量 (kW)	面積当たり平均日 射量 (kWh/m ² ・日)	損失係数	発電量 (kWh)	削減量 (千 t)
100 %	21,663.6	4.10	88 %	28,529,276	8.52

出典（面積あたり平均日射量）：NEDO 日射量データベース

(11) 調整池での太陽光発電

2040年度時点で、本市の調整池の面積合計45,431.2 m²のうち、2050年度と同様にそのすべて（10割）に太陽光発電が導入されたと仮定します。また、排出係数は0.0002987 t-CO₂/kWhとしました。

その結果、発電量の推計値とCO₂排出量の削減量は以下のとおりです。

導入率	設備容量 (kW)	面積当たり平均日 射量 (kWh/m ² ・日)	損失係数	発電量 (kWh)	削減量 (千 t)
100 %	1,976.74	4.10	88 %	2,603,214	0.78

(12) バイオマス発電

2040年度には、2050年度と同様にポテンシャル（46,440,000 kWh）すべてが発電に利用されると仮定します。また、排出係数は0.0002987 t-CO₂/kWhとしました。

その結果、発電量の推計値とCO₂排出量の削減量は以下のとおりです。

導入率	年間発電量 (kWh)	削減量 (千 t)
100 %	46,440,000	13.87

(13) 小水力発電

2040年度には、2050年度と同様にポテンシャル（50,000 kWh）すべてが発電に利用されていると仮定します。また、排出係数は0.0002987 t-CO₂/kWhとしました。

その結果、発電量の推計値とCO₂排出量の削減量は以下のとおりです。

導入率	年間発電量 (kWh)	削減量 (千 t)
100 %	50,000	0.0149

(14) 再生可能エネルギーオークション

2040年度は2050年度と同様に5,210,176 kWhをリバースオークション方式で調達したと仮定します。また、排出係数は0.0002987 t-CO₂/kWhとしました。

その結果、CO₂排出量の削減量は以下のとおりです。

公共施設系統買電量 (kWh)	削減量 (千 t)
5,210,176	1.19

第5章 再エネポテンシャルや将来のエネルギー消費量を 踏まえた再エネ導入目標の作成

5-1 地域の再エネポテンシャル

本市での再生可能エネルギーのポテンシャル量（利用可能量）は第2章で示すとおり、肥沃な土地を有する本地域では、バイオマスや太陽光発電等のポテンシャルが高くなっています。特にバイオマスでは、家畜排せつ物のエネルギー量の有効性が高くなっています。

表 5-1 再生可能エネルギーポテンシャル量

利用形態		中分類	小分類	賦存量	
電力利用	太陽光発電			49,380,475,200.00	kW
	風力発電	陸上		0.00	kW
	小水力発電			300~600	kW
	バイオマス	廃棄物系	生ごみ	1,603.60	t/年
家畜排せつ物			6,687,368.33	GJ/年	
熱利用	太陽熱			268,000.00	GJ
	バイオマス	木質系	果樹剪定枝	449.34	t/年
			公園剪定枝	757.55	t/年
			建築廃材	5,317.34	t/年
			稲わら	12,055,460.77	t/年
			もみ殻	2,441,737.11	t/年
	地中熱			31,690,000.00	GJ

5-2 将来のエネルギー消費量の推計

本市における将来のエネルギー消費量は、第3章で試算したBAUの推移から、目標年度の2030年度には、694.52千t-CO₂であると推計されます。脱炭素シナリオで掲げた温室効果ガス46%削減を目標とした場合、必要な総削減量は約296.62千t-CO₂となります。

施策の展開として、自然環境の保全による吸収源対策を維持しつつ、地域内全体で一層の省エネルギー化と環境保全活動を推進し、地域内のエネルギー消費量全体の抑制を図りますが、削減目標達成に向けては、地域内での再生可能エネルギーによる自立型エネルギーの形成と、そのエネルギーの地域内利用の地域内循環形成が不可欠となります。

表 5-2 BAU 排出量推計一覧（単位：千t-CO₂）

項目	2013年度排出量 基準年度	2030年度							
		BAU排出量		目標排出量		追加削減量	削減可能量	差	
		基準年度比	基準年度比	基準年度比	基準年度比				
総排出量	736.85	694.52	94.3%	397.90	54.0%	296.62	301.03	4.42	
産業部門	製造業	418.33	391.93	93.7%	225.90	54.0%	166.04	155.62	-10.41
	農林水産業	11.90	10.63	89.3%	6.43	54.0%	4.20	0.00	-4.20
	建設業・鉱業	7.07	3.78	53.4%	3.82	54.0%	-0.04	0.00	0.04
業務その他部門	91.43	80.41	87.9%	49.37	54.0%	31.04	47.54	16.50	
家庭部門	65.11	47.56	73.0%	35.16	54.0%	12.40	31.06	18.66	
運輸部門	自動車（旅客）	48.24	51.14	106.0%	26.05	54.0%	25.09	33.95	8.85
	自動車（貨物）	38.07	53.23	139.8%	20.56	54.0%	32.67	14.34	-18.33
	鉄道	0.00	0.00	—	0.00	—	0.00	0.00	0.00
エネルギー転換部門	0.00	0.00	—	0.00	—	0.00	0.00	0.00	
廃棄物分野	一般廃棄物	6.58	7.86	119.6%	3.55	54.0%	4.31	0.00	-4.31
	産業廃棄物	0.00	0.00	—	0.00	—	0.00	0.00	0.00
工業プロセス	0.00	0.00	—	0.00	—	0.00	0.00	0.00	
その他ガス	50.13	47.98	95.7%	27.07	54.0%	20.91	0.00	-20.91	
部門横断的対策							18.01		
吸収源対策							0.53		

5-3 再エネ導入目標

本市では、2030年度までの短期的施策として2021年に策定しました環境アクションプランで重点事業としたバイオマス発電やその利用を推進します。加えて、市内での工業団地調整池や遊休農地など面的に有効利用可能な用地には、PPA やソーラーシェアリングなど民間の資金やノウハウを活用した太陽光発電等を推進することで自立型エネルギーの形成を図っていきます。

また、2050年度までの長期的施策としては、遊休農地での太陽光発電の更なる推進、省エネ施策での ZEH や ZEB の普及に合わせた地中熱の普及、自立型エネルギーとして不足する分に関してはリバースオークションの活用や環境価値の外部調達等を行い、2050年度のゼロカーボン化を目指していきます。

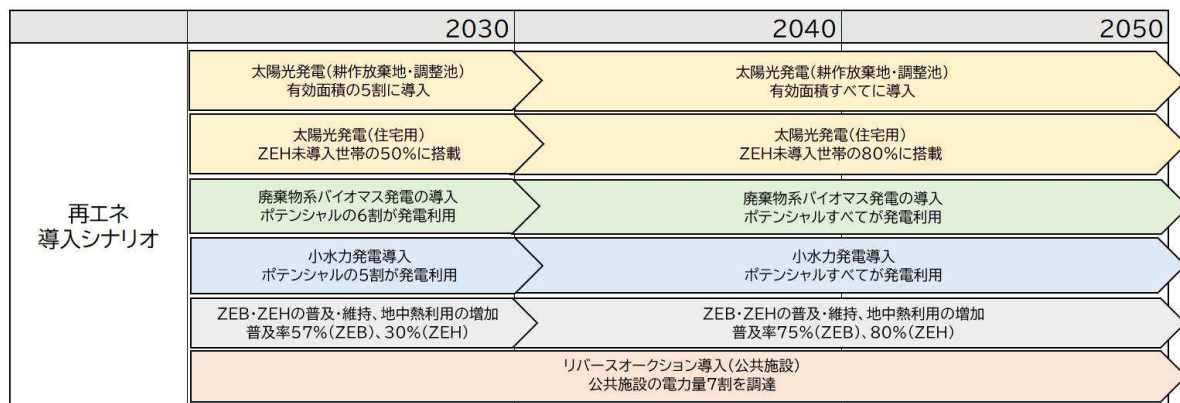


図 5-2 再生可能エネルギー導入目標シナリオ

表 5-3 再生可能エネルギー導入目標一覧

	単位	2030年度	2050年度
事業用太陽光 (遊休農地・調整池)	導入率	50.00%	100.00%
	kW (設備容量)	11,820.19	23,640.38
	kWh (発電量)	15,566,244.96	31,132,489.91
住宅用太陽光 (災害対応型太陽光発電)	導入率 (非ZEB導入家庭中)	50.00%	80.00%
	kW (設備容量)	54,950.00	22,560.00
	kWh (発電量)	65,946,594.00	27,074,707.20
廃棄物系バイオマス	導入率	60.00%	100.00%
	kW (設備容量)	4,583.32	7,638.86
	kWh (発電量)	27,864,000.00	46,440,000.00
ZEB	普及率	57.00%	75.00%
ZEH	普及率	30.00%	80.00%
リバースオークション	(再エネ電力) 調達率	70.00%	70.00%

第6章 重要な施策に関する構想の策定

6-1 重点プロジェクトの検討

以下に、これまでの検討内容から、今後重点的に推進すべきプロジェクトについて整理します。

重点プロジェクト① 地域資源を活用したバイオガス発電事業の推進

地域に多く賦存する畜産排泄物等の地域資源を活用し、バイオガス発電事業を実施することで、再生可能エネルギーの自給率を高めていきます。また、発生する副産物を地域内で利用促進することで、エネルギー・資源の地産地消を実現します。

重点プロジェクト② 遊休地や調整池を活用した再生可能エネルギー発電の推進

地域内で課題となっている遊休地、地域に点在する調整池等を活用し、太陽光発電等を推進し、再生可能エネルギーの自給率を高めていきます。

重点プロジェクト③ 地域資源を活用した堆肥のブランド化、固形燃料化の推進

地域に多く賦存するバイオマス資源（畜産排泄物、もみ殻等）を活用し、堆肥のブランド化を図ることで、地域内での資源循環を図るとともに、地域産業の維持・活性化にも貢献していきます。また、もみ殻の固形燃料化や利活用の研究・推進を図っていきます。

6-2 重点プロジェクト① バイオガス発電の導入可能性検討

6-2-1 バイオガス発電の導入シナリオ設定

(1)シナリオ設定の背景整理

前節までに整理したアンケート・ヒアリング調査の結果より、本市においてバイオガス発電事業を検討するにあたり、以下の観点が浮き彫りとなりました。

■ 発酵原料となる有機性廃棄物のポテンシャルについて

- ▶ 乳牛・肉牛ふん尿については、現在の市内の事業者は大規模なものではなく、また、現状ふん尿処理にそれほど大きな課題を抱えていないものと考えられるため、バイオガス化原料として見込むことは難しい。
- ▶ 鶏ふんについては、市内に大規模・中規模事業者が存在しており、相当量のバイオマスが発生している。現在、いずれの事業者も堆肥化処理を行っており、利用先の確保が出来ている状況ではあるものの、堆肥化以外の処理方法の選択肢についても常に探索・検討している状態。バイオガス化・バイオマス燃料等の原料としての拠出自体に対しては検討の余地がある状況。
- ▶ 豚ふんについては、現在すべての事業者が堆肥化処理を行っているものの、農業者とのマッチングがうまくいっておらず、地域において堆肥が余剰状態にある。堆肥の安売り合戦の様相を呈しており、処理コストを掛けていい堆肥を作っても、半熟堆肥を無償で配布する事業者に利用者を奪われるような「悪貨が良貨を駆逐する」負のスパイラルに陥っている可能性がある。このようなことから、養豚業者としては豚ふん処理に危機感を強めており、バイオガス化に対する期待感も相応見られ、実際に採算性が確保できるのであれば、単独で施設整備を行っても良いという事業者も存在している。一方で、集合処理については伝染病に対する防疫の観点から一定の抵抗感があるのも事実。
- ▶ 食品廃棄物については、現在堆肥化を行っている事業者が2社存在しているものの、いずれも今後当面は事業拡大を行っていく計画はない模様。「むかしの堆肥」については、バイオガス化に対する一定の知見も有しており、地域で新たに事業化を行う際には参画に対して前向きな意向を示している等、事業化に向けた障害にはならない可能性が高い。市内や周辺地域には大型の食品工場や野菜カット工場等が点在しており、まだまだ食品廃棄物原料のポテンシャルはあるものと考えられる。

■ 発酵残渣である液肥や堆肥の流通可能性について

- 市内の大規模な耕種農家は、堆肥の利用に対して積極的であり、また、現状改善に対する意欲も感じられる様子が見受けられる。一方で、市内の畜産農家の堆肥はあまり市内の耕種農家では利用が進んでいない模様。
- 他方、豚ふん堆肥は前述のように地域での資源循環に向けてあまり良い状況にあるとはいえない。また、その他の畜種や食品系堆肥製造事業者の声からも、市内での循環システム作りというよりも周辺自治体の耕種農家へと移送して利用してもらっている様子。
- 農地と住居が比較的近接していることにより、堆肥の持つ臭気に対する苦情が来ることも堆肥の利用促進を妨げている一因となっている可能性も考えられる。半熟堆肥の活用が、このような堆肥への負のイメージを助長している可能性を踏まえ、地域での堆肥生産・流通・利用の現状についてはさらに踏み込んだ調査・検討が必要になると考えられる。
- バイオガス施設を導入した場合においても、発酵残渣として液肥や固形残渣（堆肥）が発生してくるため、いずれにせよ地域における有機肥料の利活用及び資源循環のループづくりが求められる状況といえる。
- 堆肥生産側の畜産農家と利用側の耕種農家の双方から、本市における堆肥流通促進と地域でのブランド化の推進に向けた期待の声が少なからず寄せられており、バイオガス施設導入可否に関わらず、地域での有機性廃棄物の循環システム構築に対する一定のニーズがあることが確認されている。

(2)シナリオ設定

前項で整理した本市の状況を踏まえ、本報告書ではバイオガス発電施設の導入シナリオとして、表6-1に示すように個別型と集約型の2つのシナリオを設定し、それぞれについて簡易事業採算性の評価を実施することとしました。

表 6-1 想定シナリオ案の概要

シナリオ名	主な特徴	想定事業規模
個別型シナリオ： 中規模養豚業者向け 個別型プラント	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 防疫の観点を踏まえ、市内の中規模養豚事業者が自立して運営できる豚ふん処理特化型の施設 ✓ 中規模以上の養豚場に併設させる形で、市内複数個所に点在させる形式を想定 ✓ 既に他地域で事業化されており、実績のある豚ふん向けバイオガスプラントを導入する 	処理能力： 15 t/日 売電規模： 50 kWh/時
集約型シナリオ： 多様な地域資源による 複合集約型プラント	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 収益性を高める観点から、地域の豚ふんに加え、鶏ふんや食品廃棄物、農業収穫残渣といった地域の有機性資源を収集し、1カ所のプラントで処理を実施 ✓ 豚ふんについては防疫の観点への配慮を実施 	処理能力： 45 t/日 売電規模： 約 500 kWh/時

6-2-2 簡易事業採算性評価：中規模養豚業者向け個別型プラント

(1) 先行事例の検証：豊橋バイオガスプラントの情報整理

国内において、豚ふん尿のみを原料とした中小型バイオガスプラントの事例がいくつか存在しています。事業採算性評価に先立ち、まずこれらの先行事例の情報整理を行うこととします。

表 6-2 には豊橋技術科学大学・熱田洋一先生の講演資料で示された、豚ふん尿向け中小型バイオガスプラントの導入事例をまとめました。2016 年以降、母豚 100～500 頭（肥育豚飼育頭数 1,000～5,000 頭）規模のバイオガスプラントが複数建設・運用されています。前項で設定した個別型プラントのシナリオでは、一旦飼育頭数 3,000 頭程度の規模感を想定しているため、プラントコストや発電規模等は、このうちの愛知県田原市のものをベースとすることとしました。

また、豚ふん尿は初期段階で一旦尿とふんとに分離され、尿は既存の排水処理施設で処理が行われます。したがって、バイオガス化の対象はふんを中心とした固形物に一部洗浄排水を混合したものとなります。発酵後の残渣（消化液）は、再度固液分離を受けたのち、液分は尿とともに排水処理設備にて処理が行われ、固体分については堆肥化されるシステムとなっています。したがって、バイオガス化されることで発生量は減少するものの、一定量の堆肥の発生は避けられない点、及び尿処理している従来の排水処理システムに対して新たに発酵残渣由来の液分の処理負荷が追加となり、処理余力が要求される点については留意が必要です。

愛知県田原市のバイオガスプラントについては、処理フロー等の詳細な情報はインターネット上では入手できなかったため、本項では豊橋市と同様の処理フローや収益構造に基づいたものとして取り扱うこととします。

なお、高崎らが豊橋市のプラントの運営状況に関して取りまとめた論文（中規模養豚農家における小規模普及型メタン発酵システムの導入効果）によると、当該プラントの導入によって、①臭気が（感覚的にはあるが）軽減された、②堆肥の生産量が 1/3 程度減少した、といった効果が認められたとしています。また、放流水についても愛知県の排水基準を満たしたことを確認したことも報告されています。

表 6-2 豚ふん尿を原料とした中小型バイオガスプラント事例

（出典：廃棄物のメタン発酵システムの導入と運転維持管理、廃棄物資源循環学会を一部改変）

	1号機(養豚)	2号機(養豚)	3号機(養豚)	4号機(養豚)
				
	愛知県豊橋市	愛知県田原市	静岡県袋井市	三重県
	母豚：100頭規模	母豚：350頭規模	母豚：100頭強規模	
処理可能量	7(10) トン/日	15 トン/日	7 トン/日	20 トン/日
発酵槽	150m ³ ×2槽	300m ³ ×2槽	300m ³ ×1槽	900m ³ ×1槽
発電機	30 kW×1台	30 kW×2台	30 kW×1台	80 kW×3台
売電許可量	30 kWh/時	50 kWh/時	30 kWh/時	150 kWh/時
設備費	0.7億円	1.1 億円	0.7億円	非公開
稼働開始	2016年1月	2017年4月	2017年4月	2019年1月
備考	補助金なし 英国ADBAより 最優秀小型プラント賞 (2017年) 愛知環境賞 優秀賞 (2019年)	愛知県 循環型社会形成 推進事業費補助金 (2016年) 隣接ハウスで排熱を活用 した南国フルーツ（アテ モヤ）を栽培	静岡県 ふじのくに エネルギー地産地消 推進事業費補助金 (2016年)	○ 高圧連系案件 補助金なし

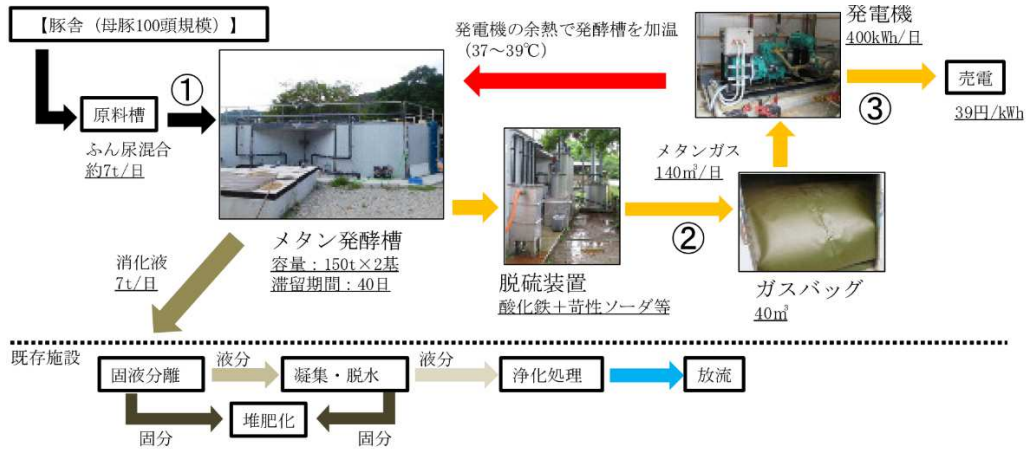


図 6-1 豊橋市の小規模普及型メタン発酵システムの概要図

(出典：養豚農家における家畜排せつ物を用いたバイオマス発電、ネット農業あいち Web サイト)

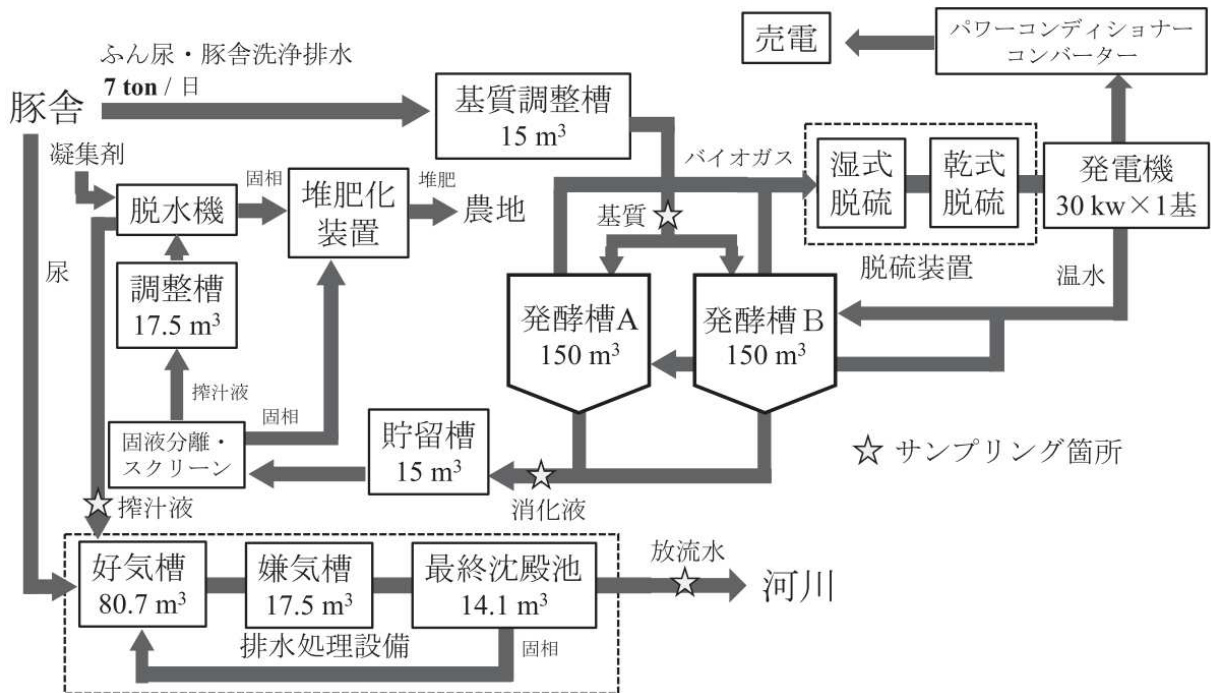


図 6-2 豊橋市の小規模普及型メタン発酵システムの処理フロー詳細図

(出典：高崎ら、中規模養豚農家における小規模普及型メタン発酵システムの導入効果、
廃棄物資源循環学会論文誌、2019)

(2) プラント仕様の設定

前項で整理した事例における諸条件を踏まえ、次項で事業採算性評価を行う前提条件となる、3,500頭規模の養豚場向けとなる個別型バイオガス発電システムの仕様を以下のように規定しました。

表 6-3 3,500 頭規模の養豚場併設型の個別型バイオガス発電の仕様

項目	仕様
対象とする養豚場規模	母豚：350 頭 肥育豚頭数：約 3,500 頭
処理可能量	15 t/日（豚舎洗浄排水等含む）
発酵槽規模	600 m ³
発電機出力	60 kW
売電可能量	50 kWh/時
想定設備費	1.1 億円（うち設備額 37 百万円と設定） ※排水処理は既存施設の流用を想定
施設設置場所	養豚場併設 （養豚場敷地内、土地代は無料）

(3) 簡易事業採算性評価

1) 収入の部

① 売電収入

先に紹介した高崎らの論文によると、肥育豚 1,000 頭のふん尿を対象とした豊橋のバイオガスプラントでは、安定稼働時で平均 9,900 kWh/月の発電を実施できたとしています。これを直線的に当てはめると、今回の 3,500 頭規模では 34,650 kWh/月程度となりますが、一般に発電出力が大きくなるにつれて発電効率も上昇することから、実際にはこれを上回る発電量が期待されます。一方で、発電機や攪拌機等、バイオガス発電に直結する部分で利用する電力として 1 割程度を差し引く形で、残った分を売電する形となること、及び 50 kWh/時までは低圧での接続が可能であること等を考慮すると、売電可能量として 50 kWh/時の設定は妥当な設定であると考えられます。

なお、1 年間は 8,760 時間であるが、このうち 1 割程度は何らかのメンテナンス等で停止することを想定し、事業採算性評価の段階では年間の発電機稼働時間を 8,000 時間と見積もることが一般的です。

また、FIT 価格の設定についても今後不透明な部分もありますが、本試算の段階では現在の FIT 制度下での売電単価 39 円/kWh を設定します。

以上より、年間の売電収入は

$$50 \text{ [kWh/時]} \times 8,000 \text{ [時間/年]} \times 39 \text{ [円/kWh]} \div 100 = \underline{15.6 \text{ [百万円]}}$$

と見積もられます。

② 堆肥関連コスト削減効果

同じく高崎らの論文によると、バイオガス発電の導入により堆肥処理量が 1/3 ほど減少することが示されています。したがって、この分の堆肥生産に要するコスト（設備投資、エネルギーコスト、人件費、輸送費等）を削減することが可能になると想定されます。ヒアリングの中でも、現在堆肥化等に要しているコスト程度の負担は許容可能との声も聞かれていることから、事業採算性評価上はこの堆肥関連コスト削減効果を事実上の事業収入とみなすことができると考えられます。

現時点では、実際の堆肥生産に関するコストの精査には至っていないこと、及び発酵残渣の液分を既存排水処理システムで処理することによるコスト増分の影響等を加味し、ここでは具体的な収入としては計上しないこととしました。

2) 支出の部

① 人件費（運転労務費）

養豚場のふん尿処理ラインからほど近い場所にバイオガスプラントを設置可能であれば、トラブルのない限りはほぼ自動（無人）で稼働させることが可能です。必要な作業としては養豚場スタッフの日常的な点検程度となるため、追加の人件費負担は計上しないものとします。

② 排水処理費

従来の豚尿処理で相応のコストが発生していることが想定されます。3,500 頭規模の養豚場の場合、既存の排水処理施設では 54 t/日ほどの尿処理を行っているものと想定されます。バイオガス化により、処理負荷が数割増加することが想定され、本来であればこの費用増分を計上する必要があります。公開情報からではこのあたりの排水処理の実情に関する資料が得られないため、実際の検討の段階においてはプラントメーカー側に確認することが肝要です。

本試算では、従来の排水（豚尿）処理コストの範囲内で処理できるものとし、追加負担は計上しないものとしました。

③ 消化脱水汚泥処理費

図 6-2 に示されるように、発酵残渣（消化液）は脱水処理後、固形物は堆肥化装置を通過したのちに堆肥利用されます。新規に堆肥化設備を導入するのであればこのプロセスにおけるコストを計上するべきですが、すでに堆肥化設備が整備済みである養豚場においては、収入の項目で触れたように堆肥処理量の減少に伴うコスト負担減が期待されるため、ここではこの消化脱水汚泥の堆肥化コストは計上しないものとしました。

④ 電気代

発酵プロセスに直結しない部分（原料や消化液の移送・脱水作業等）で要する電力については、別途支払う必要があります。厳密には稼働させる機器の消費電力と稼働時間に基づいて必要とする電力量を試算し、電気代の負担額を計算する必要がありますが、ここでは他の事例での数字等を参考に、売上の 2.0 % と設定しました。

$$15.6 \text{ [百万円/年]} \times 2.0 \% \cong \underline{0.3 \text{ [百万円/年]}}$$

⑤ 土地賃借料

養豚場オーナー保有の敷地を活用することを想定し、ここでは土地賃借料は計上しないものとしました。

⑥ 固定資産税

固定資産税は、実際には機器・設備ごとに耐用年数を設定する必要がありますが、簡単のためにプラント価格（1.1億円）の全額について耐用年数を17年と設定し、税率を1.43%として試算しました。

固定資産税額（4年目）：1.2 [百万円/年]

⑦ 修繕費

修繕費は、プラント全体の修繕費と発電機のメンテナンス費から構成されます。

プラントの修繕費は、設備費（他の事例を踏まえ、1.1億円のうち37百万円を設備費と設定。その他は土木・建築費等のため修繕費の発生は限定的と考える）の2.5%と設定しました。

また、発電機のメンテナンス費用はメーカーや規模、立地要件等によって異なりますが、ここでは発電量（kWh）あたり4.0円と設定しました。

プラント修繕費：37 [百万円/年] × 2.5 % ≒ 0.9 [百万円/年]

発電機修繕費：50 [kWh/時] × 8,000 [時間/年] × 4.0 [円/kWh] ≒ 1.6 [百万円]

修繕費 計：2.5 [百万円/年]

⑧ その他経費

その他の発電事業税、保険料等の経費を見込み、売上高の4.0%をその他経費と設定しました。

15.6 [百万円/年] × 4.0 % ≒ 0.6 [百万円/年]

⑨ 減価償却費（目安）

プラントのイニシャルコストは1.1億円と設定しました。また、耐用年数は簡単のため一律17年、定額法での減価償却費として以下のように設定しました。

1,100 [百万円] ÷ 17 [年] ≒ 6.5 [百万円/年]

⑩ 一般管理費

経理、営業、管理等の費用として、売上高の2.0%を一般管理費と設定しました。

15.6 [百万円/年] × 2.0 % ≒ 0.3 [百万円/年]

3) 事業収支

以上の各項目の試算に基づき、運転開始4年目時点での損益計算書、投資回収年数及び20年間のプロジェクトIRRを計算した結果を表6-4に示します。基本的に養豚場併設型とすることによって、人件費や土地代、消化脱水汚泥処理費等の負担額をゼロとするといった前提条件に基づいた結果、投資回収年数が11.8年という数値となりました。事業用の太陽光発電の投資回収年数が一般に10～12年程度と言われていること等を考慮すると、CO₂削減はもちろん、臭気や労力の削減、災害時の電力供給や熱利用の可能性等により十分に検討に値する数値であるといえます。

なお、消化液処理に要する排水処理費用の追加費用（電気代・薬剤費等）について、公開情報では判断できずに特段の計上をしていないことなどの点についても留意が必要です。プラント建設費の裏付けを取るといった意味でも、今後実際のプラント建設会社から具体的な建設費の見積りや実際のプラント稼働状況、メンテナンスコスト等の情報を入手した上で、より精度の高いFS検討を通して、実現可能性の精査が求められます。

表 6-4 運転開始4年目の損益計算書（PL）、投資回収年数及び20年間のP-IRR試算結果

単位：百万円

単年度損益計算	売電売上高	15.6
	堆肥関連コスト削減効果	0.0
	売上高	15.6
	人件費	0.0
	排水処理費	0.0
	消化脱水汚泥処理費	0.0
	電気代	0.3
	土地賃借料	0.0
	固定資産税	1.2
	修繕費	2.5
	その他経費	0.6
	減価償却費	6.5
	売上原価	11.1
	売上総利益	4.5
	販売費及び一般管理費	0.3
	営業利益	4.2
	法人税等	1.4
	純利益	2.8
	営業キャッシュフロー	9.3
投資指標		
投資回収期間（目安）	11.8年	
プロジェクトIRR（20年、税引後）	5.6%	

6-2-3 簡易事業採算性評価：多様な地域資源による複合集約型プラント

(1) 集約型プラントでの処理対象となる発酵原料の設定

本項では、集約型のバイオガスプラントについて事業採算性評価を実施します。本調査により本市で利用可能な畜産ふん尿系バイオマスとして、豚ふんと鶏ふんについてはある程度まとまったポテンシャルがあるということが判明しました。一方で、豚コレラや鳥インフルエンザといった家畜伝染病に対する防疫の観点での配慮が必要であることも示唆され、市内全域から広く収集・混合処理を行うことは容易ではないとも考えられます。

また、地域には既に計 40 t/日の処理規模を持つ食品廃棄物堆肥化業者が存在しつつも、近隣地域ではさらに利用可能な食品廃棄物のポテンシャルがあるという話も聞かれました。

以上を鑑み、一旦事業性が確保できる最小限の規模感という観点から、本項における事業採算性評価にあたって、表 6-5 のように複合集約型バイオガスプラントの原料組成を設定しました。豚ふん 15 t/日は、肥育豚 約 7,000 頭分となり、地域の中規模養豚業者 2~3 件分、本市での豚飼育頭数の 2 割弱となります。また、鶏ふんは飼育羽数から日量 100 t 弱が市内で発生しているものと推定され、今回の設定量を大きく上回るポテンシャルがあります。しかし、鶏ふんは窒素成分の割合が他のバイオマス原料に比べて高く、比率を増やしすぎるとバイオガス化において阻害的に働いてしまう懸念があることから、ここでは日量 5 t の利用に留めました。なお、食品廃棄物の収集ポテンシャルについては、今回の調査では把握しきれなかったことから、引き続き地域の実情に関してより詳細な調査を行う必要があると考えられます。

処理単価についても、現在要しているコストや各業者の規模感、地域の相場観、収集運搬のあり方等さまざまな要因により大きく変わり得るため、ここで設定した数値はあくまで仮定の数値となります。なお、食品廃棄物の処理単価は、本市の事業系一般廃棄物の処理単価と同額としました。

表 6-5 本項の事業採算性評価で設定した複合集約型プラントでの原料性状

項目	年間 受入日数	廃棄物 受入量	夾雑物 割合	固形物 (TS) 濃度	有機物割合 (VS/TS)	バイオガス 発生原単位	バイオガス 発生量	処理単価
	d/年	t/日	%	%	%	Nm ³ /VS-t	Nm ³ /日	
豚ふん	365	15.0	0 %	28.0 %	83 %	400	1,394	1.0
食品廃棄物	365	25.0	5 %	20.0 %	85 %	800	3,230	20.0
鶏ふん	365	5.0	0 %	45.0 %	68 %	550	842	2.0
合計		45.0		25.6 %			5,466	

(2) プラント仕様の設定

前項で設定した原料の性状・量及びバイオガス発生量を踏まえ、事業採算性評価の前提条件となる集約型バイオガス発電システムの仕様を以下のように規定しました。なお、電力の自家利用分は 8 % と設定しました。

表 6-6 本項で設定した集約型バイオガス発電の仕様

項目	仕様
想定処理量 (365 日平均)	豚ふん : 15 t/日 食品廃棄物 : 25 t/日 鶏ふん : 5 t/日
発電機出力	547 kW
売電可能量	503 kWh/時

(3) プラントコストの設定

バイオガスプラントの建設費は、主に受入・前処理部分（受入ホッパー・ピット、破碎・破袋分別機器、ベルトコンベア等の搬送系機器、臭気対策設備、建屋等）の仕様によって大きく左右されます。この仕様は、原料の量や性状、荷姿等を踏まえて最適なものが選定されることとなります。複合原料を受け入れる場合、この受入・前処理部分での柔軟性が要求されるため、計画段階でコストを正確に見積もることは容易ではありません。一般的には受入原料の仕様を仮決めした上で、プラントメーカーに対して見積依頼を行い、概算価格を入手した上で各種の仕様を見直していくといった作業が行われます。

本採算性評価では、このようなプロセスにより正確なプラント建設費を入手する前段階であることから、現存するバイオガスプラントの実際のコスト分析データに基づきプラント建設費を推定することとしました。表 6-7 は、2021 年度の調達価格等算定委員会の資料に示された既存のバイオガスプラントの建設費に関するデータです。この資料より、同じ発電規模では食品残渣を原料とする場合にプラントコストが最も高価になることがわかります。

集約型バイオガスプラントの建設費の設定にあたっては、食品廃棄物や家畜ふん尿等多様な原料を受け入れることから、食品残渣向けプラントと同様の原単位を採用することとしました。

プラント建設費： 547 [kW] × 299.4 [万円/kW] ≒ 1,640 [百万円]

※うち設備費：547 百万円（プラント建設費の 1/3）

表 6-7 バイオガス発電の原料種別のコスト分析

（出典：調達価格等算定委員会、令和 3 年度以降の調達価格等に関する意見、2021）

	家畜糞尿	下水汚泥	食品残渣
資本費 [万円/kW]	205.7 (204.1)	99.3 (95.0)	244.5 (161.4)
実質的な資本費 (注) [万円/kW]	212.5 (209.6)	198.0 (203.4)	299.4 (228.6)
運転維持費 [万円/kW/年]	10.2 (6.2)	6.5 (4.8)	13.8 (5.0)
発酵槽を 新設した案件	47件 /50件	7件 /48件	14件 /27件

（※）それぞれの原料種別を単独で原料としている案件のみを分析の対象とし、原料混合案件は分析対象から除外。資本費、実質的な資本費、運転維持費につき、上段は平均値、下段は中央値。

（注）既存の発酵槽を活用している案件には、発酵槽の費用（116万円/kW）を加えている。

(4) 簡易事業採算性評価

1) 収入の部

① 売電収入

売電可能量を 503 kWh/時と設定したことから、年間の売電収入は

$$503 \text{ [kWh/時]} \times 8,000 \text{ [時間/年]} \times 39 \text{ [円/kWh]} \div 100 = 156.9 \text{ [百万円/年]}$$

と見積もられます。

② 廃棄物処理手数料収入

表 6-5 に示すように、プラントで廃棄物を受け入れる際の廃棄物処理手数料を、豚ふん：1 千円/t、食品廃棄物：20 千円/t、鶏ふん：2 千円/t にそれぞれ設定しました。

これより、廃棄物処理手数料収入の合計は 191.7 百万円/年となります。

	廃棄物受入 日量[t/日]	×	処理単価 [千円/t]	×	年間受入 日数[日]	=		
豚ふん	15	×	1.0	×	365	=	5.5 百万円/年	
食品廃棄物	25	×	20.0	×	365	=	182.5 百万円/年	
鶏ふん	5	×	2.0	×	365	=	3.7 百万円/年	
処理手数料収入 年間 計								<u>191.7</u> 百万円/年

③ 売熱収入

熱電併給型発電機（CHP）にて発電した場合、バイオガスの持つエネルギーの約 4 割が電力に変換されると同時に、ほぼ同量のエネルギーが温水や蒸気といった状態で熱として回収されます。これらの熱の一部は発酵槽の加温に使われますが、北海道等の冬季に極寒になるエリアを除くと、冬季でも半分以上の熱エネルギーが余剰熱となります。これらの熱を近隣の施設園芸等で利用することにより、農業側での冬季の暖房に要する燃料費を大幅に削減することが可能となります。実際に北海道の鹿追町のプラントでは、余剰熱を使ってマンゴーの栽培やチョウザメの陸上養殖が行われているなど、多数の余剰利用事例があります。

本市では施設園芸による野菜栽培も盛んであることから、立地条件が整えば余剰利用を積極的に推進していくことが望まれるといえます。プラント側でも余剰利用によって追加の収入を得ることが可能となります。

なお、本採算性評価においては、余剰利用に伴う売熱収入は一旦見込まないものとししました。

以上より、売上高の合計は

$$156.9 \text{ [百万円/年]} + 191.7 \text{ [百万円/年]} \div 100 = 348.6 \text{ [百万円/年]}$$

となりました。

2) 支出の部

① 人件費（運転労務費）

食品廃棄物系のバイオガスプラントでは、一般にビニール袋やプラスチック容器、金属製の食器といった夾雑物が混入し、処理ラインの機器のトラブルにつながるケースが問題となります。そのため、畜産系のプラントと異なり、原料の受入・処理時は常時運転管理の従業員が現場で作業に当たる必要があります。また、一般に週末や年末年始等の世間的に休暇を取る時期であっても、規模を縮小しつつも処理対応を行う必要があるため、シフトを組み合わせながら対応していくことが求められます。

限られた予算で効率的に運転管理を行うためには、パートやシルバー人材等も活用しつつ、できるだけ労務負荷を低減し、良い作業環境を維持できるようプラント設計時に配慮することも重要です。

本試算では、役割・役職ごとに細かく人件費単価を設定することはせず、一旦6名のスタッフでシフトを組みつつ運転管理を実施することを想定しました。実際には同程度の予算規模を維持しつつ、パートやシルバー人材等を活用して稼働が集中する時間帯に人員を増やすなどの柔軟な人材運用を行うことが想定されます。

$$6 \text{ [名]} \times 5.0 \text{ [百万円/年]} \rightleftharpoons \underline{30.0 \text{ [百万円/年]}}$$

② 消化液（発酵残渣液分）処理費

発酵残渣を固液分離した液分（消化液）は、欧米や北海道では液肥として農地に散布されています。液肥を農地利用することによって、耕種農家側は化学肥料の購入費用を削減することができ、プラント側は処理費用を削減することができます。

しかしながら、消化液の農業利用実現に向けては試験作付け等を通じた耕種農家の理解醸成や液肥散布体制・インフラ構築が必要となり、相応の時間とコストを要します。そのため、近隣を含めてそのような体制が構築されておらず、液肥散布に対する理解醸成から必要とされる地域においては、事業開始当初は処理設備を整備して排水処理することを基本とし、段階的に液肥散布へと移行することによって徐々にランニングコストの低減を図るのが現実的なシナリオといえます。

本試算では、発酵対象量 43.8 t/日（1.2 t/日は夾雑物として別途処分）を 1.8 倍に希釈した約 78.8 t/日に対し、1,600 円/t の排水処理単価で処理ができると仮定して、処理費用を以下のように設定しました。

$$43.8 \text{ [t/日]} \times 1.8 \times 1,600 \text{ [円/t]} \times 365 \text{ [日/年]} \rightleftharpoons \underline{46.0 \text{ [百万円/年]}}$$

なお、実際の排水処理単価は消化液の性状や放流先の排水基準等、採用するメーカーや処理プロセスによって大きく異なります。ここで採用した排水処理単価 1,600 [円/t] は理想的な条件での数値であり、条件により大きく変動しうるため、実際にはメーカーによるラボ試験・実証試験等を通して確認することが肝要です。

③ 消化脱水汚泥処理費

発酵残渣を固液分離した際の固分（消化脱水汚泥）は、堆肥化工程を経て堆肥として利用されます。また、発生する固分の量は、投入する廃棄物原料の分解性が高いほど少なくなるため、原料の性状に影響されます。

ここでは汚泥の発生率を発酵対象量の 30 %、堆肥化から販売までのランニングコストを 5 千円/t と仮定し、以下のように試算しました。安価で堆肥化を行い流通までを実現させることが前提であるため、既存の堆肥化設備や流通システムとの連携が前提となります。

$$43.8 \text{ [t/日]} \times 30 \% \times 5 \text{ [千円/t]} \times 365 \text{ [日/年]} \simeq \underline{24.0 \text{ [百万円]}}$$

④ 電気代

発酵プロセスに直結しない部分（原料や消化液の移送・脱水作業等）で要する電力については、前項と同様に、売上の 2.0 % と設定しました。

$$348.6 \text{ [百万円/年]} \times 2.0 \% \simeq \underline{7.0 \text{ [百万円/年]}}$$

⑤ 土地賃借料

土地賃借料は、建設地の地価や地目等に連動します。ここでは 5.0 [百万円/年] と設定します。

⑥ 固定資産税

固定資産税は、実際には機器・設備ごとに耐用年数を設定する必要がありますが、簡単のためにプラント価格（1,640 百万円）の全額について耐用年数を 17 年と設定し、税率を 1.43 % として試算しました。

$$\text{固定資産税額（4 年目）：} \underline{17.9 \text{ 百万円/年}}$$

⑦ 修繕費

プラントの修繕費は、前項と同様、設備費 547 百万円（プラント全体の 1/3）の 2.5 % と設定しました。また、発電機のメンテナンス費用は前項同様発電量（kWh）あたり 4.0 円と設定します。

$$\text{プラント修繕費：} 547 \text{ 百万円/年} \times 2.5 \% \simeq \underline{13.7 \text{ 百万円/年}}$$

$$\text{発電機修繕費：} 547 \text{ [kWh/時]} \times 8,000 \text{ [時間/年]} \times 4.0 \text{ [円/kWh]} \simeq \underline{17.5 \text{ 百万円}}$$

$$\text{修繕費 計：} \underline{31.2 \text{ 百万円/年}}$$

⑧ その他経費

その他の発電事業税、保険料等の経費を見込み、売上高の 4.0 % をその他経費と設定しました。

$$348.6 \text{ 百万円/年} \times 4.0 \% \simeq \underline{13.9 \text{ 百万円/年}}$$

⑨ 一般管理費

経理、営業、管理等の費用として、売上高の 2.0 % を一般管理費と設定しました。

$$348.6 \text{ 百万円/年} \times 2.0 \% \simeq \underline{7.0 \text{ 百万円/年}}$$

3) 事業収支

以上の各項目の試算に基づき、運転開始4年目時点での損益計算書、投資回収年数及び20年間でのプロジェクトIRRを計算した結果を表6-8に示します。複合集約型にすることで、発電規模が個別型の10倍ほどになり、一般家庭1,050世帯分の電力を供給できる規模となります。

個別型に比べてスケールメリットを享受できる形ですが、一方で人件費、排水処理費や消化汚泥処理費といった発酵残渣の処理費用といった運転管理費用の負担が相応に大きくなり、結果として投資回収年数が12.1年となりました。養豚場運営の合間を縫って運転管理を行うことにより運転経費を最低限に抑える個別型と比べ、多様なバイオマス資源を活用して単独事業として安定的に運営する集約型では、同程度の収益性を確保するためには一定の規模が要求されることがわかります。

また、地域の畜産ふん尿の処理単価設定も難しい問題となります。畜産経営上許容でき、かつ発電施設側の収支を圧迫しない水準に設定できれば、より多くの原料を収集・処理できる可能性があります。

本試算では消化液はすべて排水処理することとし、また、汚泥を堆肥として販売する場合の売却益は見込んでいません。したがって、これらを液肥や堆肥として地域で活用することができれば、プラント運営経費を大幅に削減できるのみならず、地域での資源循環やブランド化の形を構築することができ、地域の耕種農家の所得改善につながることを期待されます。そのような観点からも、地域における液肥・堆肥の流通促進策について具体的な検討や体制構築を進めることは、バイオガス発電の導入可否に関わらず非常に重要な取組であるといえます。

表 6-8 運転開始4年目の損益計算書（PL）、投資回収年数及び20年間でのP-IRR試算結果

単位：百万円

単年度損益計算	売電売上高	156.9
	廃棄物処理手数料	191.7
	売上高	348.6
	人件費	30.0
	夾雑物処理費	11.4
	排水処理費	46.0
	消化脱水汚泥処理費	24.0
	電気代	7.0
	土地賃借料	5.0
	固定資産税	17.9
	修繕費	31.2
	その他経費	13.9
	減価償却費	96.5
	売上原価	282.9
	売上総利益	65.7
	販売費及び一般管理費	7.0
	営業利益	58.7
法人税等	19.4	
純利益	39.3	
営業キャッシュフロー	135.8	
投資指標		
投資回収期間（目安）	12.1年	
プロジェクトIRR（20年、税引後）	5.3%	

6-2-4 実現に向けた課題

前項までの事業採算性評価から、本市のバイオマスを原料とするバイオガス発電所の建設には一定の実現性があることが示されたといえます。今後、施設の具現化及びその後の安定稼働の実現に向けて、さまざまな課題を一つ一つ検討・解決し、不確定要素を可能な限り減らすことが重要となります。

表 6-9 には、NEDO が取りまとめたバイオガス事業の導入要件・技術指針に記載されている、検討段階で留意すべき事項のリストを転載しました。当該指針には、さらに後段の FS 段階で活用するより詳細なチェックリストもまとめられており、これらの資料を活用しつつ、網羅的・段階的に検討を進めることが望まれます。

以下には、主要なチェック項目のうち、本市でのバイオガス発電の導入や資源循環システム構築にあたり、現段階で特に重要であると考えられる項目を特記します。

(1) 事業用地の検討

既存の養豚場に併設する個別型のバイオガスプラントの場合、一般的には既存の養豚場や堆肥化設備の運営にあたって生じる臭気を低減することが可能であり、周辺住民にとっては環境改善につながる投資となります。したがって、実績のある適切な技術を選定し、地域に対して丁寧な説明を心掛けることにより、プラント建設に向けた理解は得られやすいと考えられます。

一方で、集約型のプラントの場合は、廃棄物処理施設の新設案件となり、廃棄物処理法上の許認可取得の対象となることなどから、事業用地の選定に対してより慎重になる必要があります。用地選定にあたっては、以下のような観点に留意が必要となります。

- ✓ 都市計画区域内であれば工業専用地域等であるか、用途地域の指定のない地域であれば開発許可の得られる見込みがあるか
- ✓ 当該建設用地が農地であれば、農地転用が認められる見込みがあるか
- ✓ 公共の管理用地であれば、当該地の利用にあたっての手続的な課題は数年で解消可能か
- ✓ 近隣に住宅地がないか
- ✓ 原料となる廃棄物の搬入にあたっての道路インフラ上で問題はないか（道路幅が充分か、住宅地や通学路を通らないか等）
- ✓ 系統連系が可能か。系統連系が困難な場合、近隣に電力やガスの大口利用先があるか
- ✓ 排水の放流（下水道、河川等）が可能であるか
- ✓ 近隣に液肥利用先となる大規模農地があるか
- ✓ 近隣にビニールハウス等の熱利用先の候補があるか
- ✓ 既存の堆肥化施設や排水処理施設等の有効活用が可能か

(2) 食品系原料ポテンシャルの調査

本市で集約型バイオガス発電施設を検討する場合、地域ニーズを踏まえると豚ふんや鶏ふんといった家畜ふん尿のみを原料とする施設が理想的です。しかしながら、豚ふんや鶏ふんの場合、窒素成分が過多となってしまうメタン発酵を安定的に行えないという技術的な観点に加え、廃棄物処理手数料収入が限定的であること、及び万が一地域で家畜伝染病が発生した場合、原料の安定調達に支障が生じるリスクがあるなど、事業上の採算性や安定性の面でもいくつかの重要な課題が残る形となります。これらのリスクを回避し、安定的な事業を実現する観点でも、地域で食品廃棄物を一定量回収・利用する仕組みの構築が重要となります。

本調査では地域における食品廃棄物の利活用ポテンシャルについての評価は十分には行えていないことから、次年度以降引き続き調査を進め、地域で利用可能な食品廃棄物の量や質について把握し、プラントの仕様設定や設計、事業採算性等へ適切に反映させることが必要となります。

表 6-9 持続可能な事業実施のためのチェックリスト（構想段階）

（出典：バイオマスエネルギー地域自立システムの導入要件・技術指針 第5版、NEDO、2021）

項番号	実施事項	留意事項	チェック	解説
1. I. 1	①事業コンセプトの構築	事業の目的・ねらいが整理できているか？		メタン発酵施設は地域の廃棄物処理インフラとして位置づけられ簡単に止めることはできない。したがって、エネルギー販売に備えず固定価格買い取り制度が終了する20年後においても持続的な事業を意識した中長期的な視点で事業を検討することが必要。
		特定の技術・機器を前提とした計画や規模感になっていないか？交付金や補助金先行の計画となっていないか？		特定の技術の利用や補助金の取得が事業実施の主目的となり、事業実施意義の検討があいまいな状態で進んだ結果、稼働後原料調達を含む関係者の協力が得られず頓挫した事例も存在するため事業実施意義を事業者自ら整理することが必要。
		地域からの反対を受けようとする計画になっていないか？社会的に問題になるような計画になっていないか？		メタン発酵事業は原料の廃棄物収集車両の往来や景観上の問題、水質汚濁、悪臭、騒音などにより住民問題に発展するケースもあるため対策が必要。また、既存の廃棄物業者・再生事業者の収集ルートが乱れトラブルに発展することもある。
1. I. 2	用地の想定	地形、地質に問題はないことを確認したか？		新規に土地を取得する場合は法規制や土地の脆弱性などにより思わぬ制限や造成費などの追加コストが発生することがある。過去の災害の有無、災害危険の可能性、地耐力、過去の土地利用、用水、アクセス道路、その他、周辺住民との関係性についても確認することが望ましい。
		候補地の土地の区分を確認し、許認可（地域区分、用途区分）の必要性の有無を把握したか？		FS段階や設計施工段階になって、想定していた用地が法律上メタン発酵事業が困難なことが判明し、やむを得ず断念したケースが少なくない。特に市街化調整区域（都市計画法）、準工業地域（都市計画法）、農地（農業振興地域に定める「農用地区域」、第1種農地）は実施に制限がある。
1. I. 3	事業主体の検討	ビジョンのみが先行して事業主体が想定できない計画となっていないか？		特に自治体事業の場合は青写真を描いたものの、実施主体をはじめとする5W1Hが想定されていなかったため、FSの事業化に進めなかったケースが数多く存在する。事業主体が明確な場合もFS調査費、初期投資を賄うことができ「資金力」を有するかを確認する必要がある。
1. I. 4	運転開始時期の想定	運転開始時期を想定できているか？		運転開始時期を決定するためには、まず施工メーカーの工期が明確になる必要がある。また、廃棄物処理の場合であれば「業の許可」、FIT売電する場合は「事業認定」など様々な要素を考慮する必要がある。その他、住民との合意形成も運転開始時期のボトルネックになる場合もある。
1. I. 5	①事業の5W1Hの確認 ②事業収支の概略検討	原料調達、エネルギー変換、利用までのプレーヤーや拠点が想定できるか？ 特別な許認可（廃掃法、開発申請など）の必要な事業ではないか？またその取得も想定しているか？		ビジネスモデルを考える際は5W1Hを明確化する。「Why? なぜ事業を実施するか？/Who? 誰が事業を実施するのか？/Where? どこで事業を実施するか？/When? いつ事業を実施するか？（いつまでに事業化判断が必要か？）/Which? どの技術を用いるか？/How? どのようにエネルギー・副生物を利用するか？」 事業者が廃棄物を外部から収集運搬して処理する場合、一般廃棄物もしくは産業廃棄物の処理業の許可が必要となる。新規に許可を取得する場合、相応の人的コストや手続き期間（1～2年）が必要。
		設備単体だけではなくシステム全体での建設費、投資規模は想定できているか？ 収益構造・採算性のターゲットが想定できているか？（処理費低減、売電・売熱、液肥販売など）		メタン発酵事業では他の再生可能エネルギー事業と異なり主設備のメタン発酵設備以外の設備の比重が非常に大きい。設備以外にも系統接続費や土地造成費・開発費などの投資が必要な場合もある。そのため、投資規模の検討の際に、メタン発酵設備のみに着目すると初期費用の見積を誤ることになる。 産業廃棄物系モデルでは、通常エネルギー収益より廃棄物処理収益がメインとなる。畜産系の場合は通常エネルギー販売収入がメインになる他、液肥や堆肥、再生肥料など様々な収益項目が見込まれるが、こうした副生物販売に過度に依存すると稼働後収支計画が崩れるリスクがある。
1. I. 6	①組織内外の事業実施体制・FS実施体制の検討	資金力や実行力も含めた事業主体を想定することができるか？		事業主体が決まっても、専門的知見を有する人物の不在や、中心的担当者不在で、それぞれの担当がバラバラに動いた結果、プロジェクトが予定通り進捗しないことがある。
	②専門家への相談	構想の具体化について専門家や専門機関・支援機関等に相談して助言を受けているか？		FS段階以降の設計や許認可申請に関しては、専門的、技術的な知見を有する企業の助勢なしに進めることはできないため、多くの場合、事業者単独ではなく専門的なアドバイザーが可能なメーカーやコンサルタントが参画することが多い。
	③行政への相談	構想について地元行政に相談や情報提供ができているか？そのうえで行政の協力を得ることが可能か？		メタン発酵事業では地域内の様々な情報の把握や地域関係者の協力を仰ぐ必要があるため行政の協力を得ることで、地域関係者への説明や許認可の取得などを円滑に進めることができる。
1. I. 7	①FS調査の予算獲得	国の補助メニューの活用を含めFS予算を確保できるか？		政府の各省庁や自治体においてCFSに関する補助事業が行われていることがあり、内容な適用要件を確認する。1年のうち申し込み期間に限られることがあるためスケジュール変更が必要な場合もある。
		信頼できる技術力のある専門家・専門機関も交えたFS調査の実施体制を構築できるか？		メタン発酵事業は原料調達や技術選定、エネルギー利用など専門的な知見が要求されるため、多くの場合、企業単独ではなく専門的なアドバイザーが可能なコンサルタントが参画することが多い。
2. I. 1	①原料種候補のリストアップ	原料の種類は特定できているか？それらが有価物が廃棄物か確認できているか？		集中型の場合は構想段階では地域内の調達候補となるバイオマスのLong listを作成する。その際、廃棄物扱いとなるバイオマスの場合は外部から調達するには許認可が必要となる。
3. I. 1	副生物の処理・利用方法の検討	消化液の処理・利用方法を想定できているか？（水処理後に放流または液肥利用）		消化液を水処理し下水または河川に放流する場合は液肥処理より運搬管理費が増大する。ただし、液肥として利用するためには、十分な散布面積や需要家（農家）の理解に加え、液肥品質の確保から投入する原料廃棄物の排出元が限定的で成分が安定していることが条件となる。
		液肥利用に備えて、メタン発酵施設の周辺の農地面積を把握しているか？		液肥は牧草地や農地で利用することになるため、想定されるメタン発酵施設の周りの土地利用状況や現地踏査で把握し、消化液生成量を利用される農地面積が存在するかどうかを見極める必要がある。明らかに面積が小さい場合は、液肥利用という選択肢を断念することになる。
3. I. 2	①エネルギー利用先と供給形態の検討	電気および熱の利用先は想定できているか？		小規模の施設の場合は発電機の冷却水の活用などの廃熱を有効に活用することが経済性を高めるために重要である。メタン発酵槽の加熱以外で余剰熱を活用する事例は少ないが、消化液の殺菌や牛舎の加熱に利用するケースもある。
	②系統接続の検討（広域グリッド型）	電力の系統の容量が逼迫している地域ではないか？		FIT制度下で急増した太陽光発電などの他の再生可能エネルギー発電施設の導入状況によっては、地域の電力系統の容量が逼迫し、メタン発酵施設が建設できなかったケースが多数存在するため、電力会社に確認が必要。
4. I. 1	メタン発酵技術の選定と信頼性の確認	湿式メタン発酵、乾式メタン発酵の技術的特徴および対象原料を理解できているか？		湿式法、乾式法といった技術そのものに注目するのではなく施設の「入口」「出口」、すなわち原料の特徴を踏まえ、さらに発生する残渣（液肥、堆肥）の供給先や処理先の有無などの様々な要素を総合的に検討しシステムを決める必要がある。
		実証ではなく商用ベースでの導入実績のある機器・技術であるか？		実証技術や海外で実績のある技術でも国内の商用化条件で実施したところ安定稼働できない事例が存在する。国内の商用運転の事例の有無を確認し、視察などを行ったうえで選定する必要がある。
4. I. 2	メーカーへの概略検討依頼	付帯設備の条件等、見積り条件を明確にしたうえで、複数のメーカー等からの見積りを比較したか？それらに基づき採算性の検討のうえ、規模選定がされているか？		EPC及び設備の見積依頼を特定の1社に限定すると各設備や全体費用の相関が見えにくいまま投資することになるため時間は掛かるが複数社の比較が望ましい。また、事業費の積算において費目の抜け漏れがあったために計画時点と事業開始後の事業性に乖離が生じたケースも見られる。

(3) 液肥・堆肥の利活用システムの検討

アンケート・ヒアリング調査を通して、堆肥流通促進に対する期待の声が多く聞かれました。バイオガス発電施設を整備する場合であっても、発酵残渣から生じる液肥や堆肥の活用は事業収支を改善するためにも非常に重要となります。

一方で、堆肥流通促進を進める場合、誰が主体的に実施するかが課題となります。近年の自治体を取り巻く状況や求められている役割等を考慮すると、農業が地域の一大産業となっている自治体であっても、自治体が堆肥化や事業実施の主体となるには多くの課題があります。また、もう一つの事業実施主体の候補として考えられる地域農協（JA）についても、化学肥料が取扱商品であることなどから、堆肥流通を主体的に進めることには二の足を踏むことが考えられます。

そのような中、堆肥流通促進を推進する主体として「堆肥生産流通組合」を新設するという手法が近年注目されています。

その一例として宮崎県周辺で活動が進められているひむ華堆肥生産流通組合の連携体制図を図6-3に示します。この組合には、堆肥を生産する畜産事業者と、その堆肥の品質管理や完熟化処理、袋詰め、配送等を行う事業者、販路開拓を行う事業者等、堆肥の生産から販売・利用までの一連のサプライチェーンを担う事業者が参画しています。単独の事業者で堆肥流通のすべてを担うことは不可能に近く、各事業者が連携しながら自らの役割分担に応じた業務を行うことで、全体として堆肥流通が促進される仕組みを構築しています。行政や県畜産協会はこのような取組を後方支援する立ち位置であり、組合の設立当初は補助金等を支出して積極的に支援していました。現在は組合そのものが自立した形で運営されており、補助金を支給することなく資源循環の仕組みが構築されています。

本市においても、このような堆肥生産流通システムの構築可能性について、先行事例による学びを通して検討を進めていくのも一つの方策であるといえます。

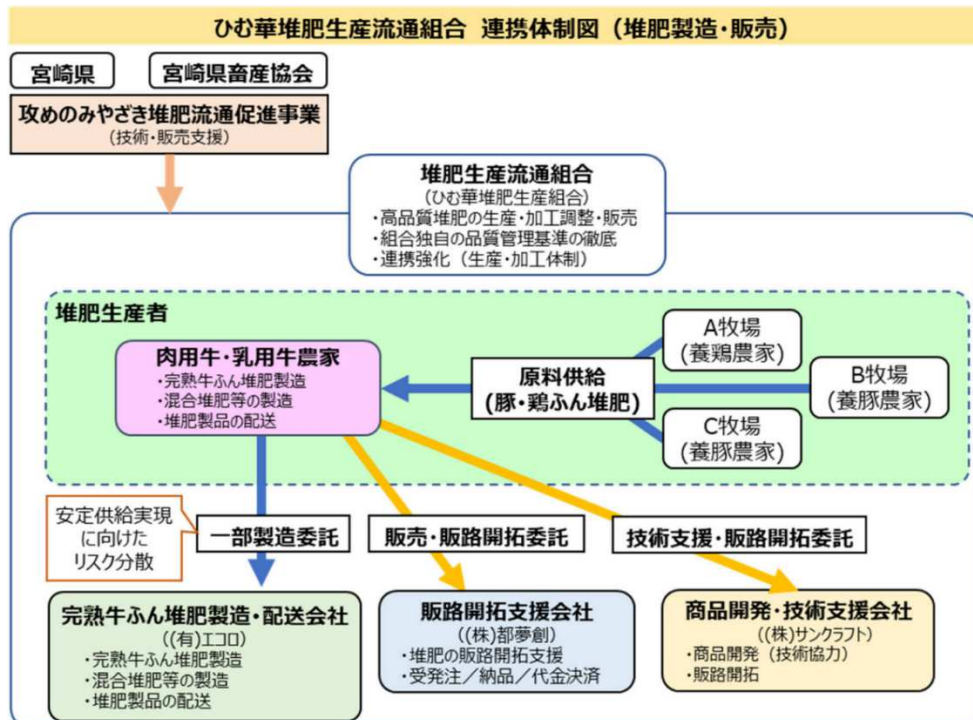


図 6-3 ひむ華堆肥生産流通組合 (宮崎県ほか) 連携体制図 (組合結成当初)
(出典: 畜ふん堆肥の広域利用促進ガイドブック、(公社)中央畜産会、2021)

(4) 事業主体の検討

バイオガス発電施設の整備にあたっては、億単位の投資が必要となります。とりわけ集約型の設備投資は10億円を超える投資になります。一方で、地域には大手の廃棄物処理事業者は存在せず、また最も処理ニーズの強い養豚業者においても中小規模が主体であるため、巨額の投資を伴う事業の担い手の確保は実現に向けた課題の一つとなります。

事業主体の検討にあたっては、行政の関与のあり方も検討項目となります。当該施設は地域での資源循環の拠点になり、また、地域におけるレジリエンス強化やゼロカーボン推進の観点からも比較的公共性の高い施設といえます。また、バイオガス発電において、固定価格買取（FIT）制度を活用するための要件として2022年4月より「地域活用要件」が設定されています。地域一体型の地域活用要件は、以下①～③のいずれかと規定されています。

- ① 災害時に再エネ発電設備で発電された電気を活用することを、自治体の防災計画等に位置付け
- ② 災害時に再エネ発電設備で産出された熱を活用することを、自治体の防災計画等に位置付け
- ③ 自治体が自ら事業を実施するもの、又は自治体が事業に直接出資するもの

これらのことから、行政が直営、もしくは第三セクター的に運営する場合はもちろん、民間主導で事業計画が進む場合であっても、行政は何らかの形で事業に対する後方支援や連携の形が求められることとなります。

昨今の二酸化炭素削減や再生可能エネルギー導入に対する世間的な追い風を受けて、このような施設に対する民間企業の投資意欲は高まっており、前向きな議論を進めやすい環境にあるといえます。引き続き事業体制のあり方、行政関与の程度等について検討を深めることによって、地域の中小事業者や行政が大きな投資負担を強いられることなく事業を実現できる方策の構築にも期待できます。

(5) プラントの仕様及びコストの精査

本節での事業採算性検討は、さまざまな前提条件に基づき試算した結果に基づいています。プラントに求められる仕様やプラント建設を担う事業者、その他さまざまな要件によって採算性は大きく変動します。今後より具体的な検討を進めていくにあたっては、プラントメーカーから既存プラントの稼働状況や運転上での課題、プラント建設に関する見積といった各種情報を集めることにより、その都度事業採算性の精度を高めていくことが肝要です。

6-3 重点プロジェクト② 遊休地や調整池を活用した再生可能エネルギー発電の推進

本市においてポテンシャルが大きいと考えられる太陽光発電について、本市が所有する 3 か所の工業団地調整池において導入することを検討します。

- 3 地点で検討した結果、年間の発電量は以下の表のように推計された。

〈フロート式〉

- つくば下妻工業団地調整池 : 発電予想量 887,360.00 (kWh)
予想コスト 435,436,639.13 (円)
- つくば下妻第二工業団地調整池 : 発電予想量 545,305.00 (kWh)
予想コスト 267,586,761.48 (円)
- しもつま鯨工業団地調整池 : 発電予想量 1,695,348.00 (kWh)
予想コスト 831,924,538.53 (円)

〈架台式〉

- つくば下妻工業団地調整池 : 発電予想量 3,428,481.00 (kWh)
予想コスト 1,429,803,679.93 (円)
- つくば下妻第二工業団地調整池 : 発電予想量 2,106,888.00 (kWh)
予想コスト 878,650,306.11 (円)
- しもつま鯨工業団地調整池 : 発電予想量 6,550,292.00 (kWh)
予想コスト 2,731,714,926.43 (円)

- 全国の事例を基にフロート式と架台式で出力、コストを比較した結果、出力は架台式が優位であり、コスト面ではフロート式が優位であると想定されました。
- 今後、本事業の実施体制（官民連携、民間主導等）を構築し、実現に向けた手法を検討します。

表 6-10 調整池太陽光検討内容

名称 所在地	つくば下妻工業団地調整池 茨城県下妻市大木	つくば下妻第二工業団地調整池 茨城県下妻市半谷	しもつま鯨工業団地調整池 茨城県下妻市鯨2379
航空写真およびパネル 設置箇所 (想定)			
設置角度	0度	0度	0度
面積	m ² 16,110.00	9,900.00	30,779.00
設置比率	0.80	0.80	0.80
パネル面積	m ² 12,888.00	7,920.00	24,623.20
面積当たり出力	フロート kW/m ² 0.08	0.08	0.08
	架台 kW/m ² 0.29	0.29	0.29
太陽光発電出力	フロート kW 970.93	596.66	1,855.02
	架台 kW 3,751.39	2,305.32	7,167.22
面積当たり平均日射量	kWh/m ² ・日 3.43	3.43	3.43
損失係数	73%	73%	73%
発電予想量	フロート kWh/年 887,360.00	545,305.00	1,695,348.00
	架台 kWh/年 3,428,481.00	2,106,888.00	6,550,292.00
面積当たり費用	フロート 円 33,786.21	33,786.21	33,786.21
	架台 円 110,940.70	110,940.70	110,940.70
予想コスト	フロート 円 435,436,639.13	267,586,761.48	831,924,538.53
	架台 円 1,429,803,679.93	878,650,306.11	2,731,714,926.43

※面積あたりの平均日射量は、NEDO日射量データベースより

※損失係数は、パワコンやセルの温度損失による損失(出典:太陽光発電協会資料)

※面積当たりの出力、費用は他事例の平均値より

※設置比率は0.8として仮定した

6-4 重点プロジェクト③ 地域資源を活用した堆肥のブランド化、固形燃料化の推進

6-4-1 もみ殻の固形燃料化

もみ殻の利用方法として近年提案されている手法が、グラインドミルという機械を用いた固形燃料化です。もみ殻 100%を原料とし、すりつぶしたもみ殻を高圧縮して燃料化するものです。この固形燃料は、薪や炭のように薪ストーブで使用することができるほか、石窯やバーベキュー等でも利用することが可能です。

2017年のJICAレポートでは、タンザニア国でこのモミガライトの普及・実証を図った取組がまとめられており、この報告書ではモミガライトに関する詳細な情報が記載されています。グラインドミルは、日本国内で農協や農業生産法人向けに、当該報告書作成時点で約70台の販売実績がありました。

一方で、タンザニア国での普及・実証事業において、

- 火付きが悪い/火力が弱い
- 煙が多い/煙が臭い
- 灰が多い

といったモミガライトの使い勝手の悪さが指摘され、思うように販売が伸びなかったとしています。したがって、固形燃料化については技術的に一定確立されているものの、その用途確保には地域での努力や工夫が求められる可能性が示唆されたといえます。



図 6-4 もみ殻固形燃料「モミガライト」

表 6-11 モミガライトとその他の固形燃料の比較

(出典：タンザニア国もみ殻を原料とした固形燃料製造装置の普及・実証事業業務完了報告書、JICA、2017)

	モミガライト	薪	木炭	木くず 固形燃料	くず炭固形燃料 (練炭)
市場価格/kg	200 (SIDO) ~ 300 (KIDT)	167~882Tsh	357~ 1,161Tsh	350~600Tsh	1,200~ 1,250Tsh
カロリー/kg	3,446kcal	4,000kcal ※	6,800kcal	4,200kcal	不詳
火付き	×	○	○	○	○
火力	△	○	○	◎	○
火持ち	◎	△	○	△	○
煙	× (多い)	×	◎	△	△ (質による)
臭い	×	△	○	△	○
灰残量	× (多い)	○	○	○	△
サイズの揃い	○	×	△	○	○

6-4-2 もみ殻循環プロジェクト

あえて固形燃料化して利用するのではなく、管理下で安定的に焼却処理しつつ、残渣として残るシリカを中心とした灰を有効活用するといった取組も進められています。

富山県射水市で、産学官連携の形で行われている「もみ殻循環プロジェクト」では、もみ殻を燃焼して発生するシリカの有効利用を目的として、以下のような点の研究開発を通して新産業創出を図っています。

- コントロールされた燃焼による残渣の発生しないもみ殻非晶質シリカ灰の創出
- 非晶質シリカ灰、排熱も含めた有効活用による資源循環型農業の実現
- もみ殻燃焼炉の開発・実用化
- 高性能肥料、工業用製品、植物性シリカの開発、製造、販売等

この取組自体は2010年から進められていますが、ブレイクスルーとなった開発は、地元の工業炉メーカーである北陸テクノによる「燃焼障害等を起こさないための燃焼温度や炉内圧力の調節等、きわめて難しい炉の温度コントロールノウハウを確立したこと」であるといわれています。

2018年に設置されたJA いみず野のもみ殻焼却炉は、全国初のもみ殻焼却炉です。JA いみず野のカントリーエレベーター横に設置され、クリーンカーを発生させることなくもみ殻灰を生成することで、水稻をはじめとする農作物の土壌改良肥料として注目される非晶質シリカを抽出することが可能となりました。また、発生した熱を隣接する園芸ハウスの加温に活用し、いちご栽培を行うことも実現したといわれています。

このように、うまくもみ殻を集約させることができれば、必ずしも固形燃料化にこだわらなくても地域でもみ殻を有効活用する手段を構築することも可能であると考えられます。本調査ではいくつかの事例の調査・整理に留まりましたが、今後これらの先行事例に関する具体的な実態調査を行うとともに、地域におけるもみ殻の発生状況や収集可能性等の検討を進めることによって、実現可能性の評価が可能となります。



図 6-5 もみ殻処理炉 (JA いみず野)
(出典：株式会社グリーンプロダクション Web ページ)

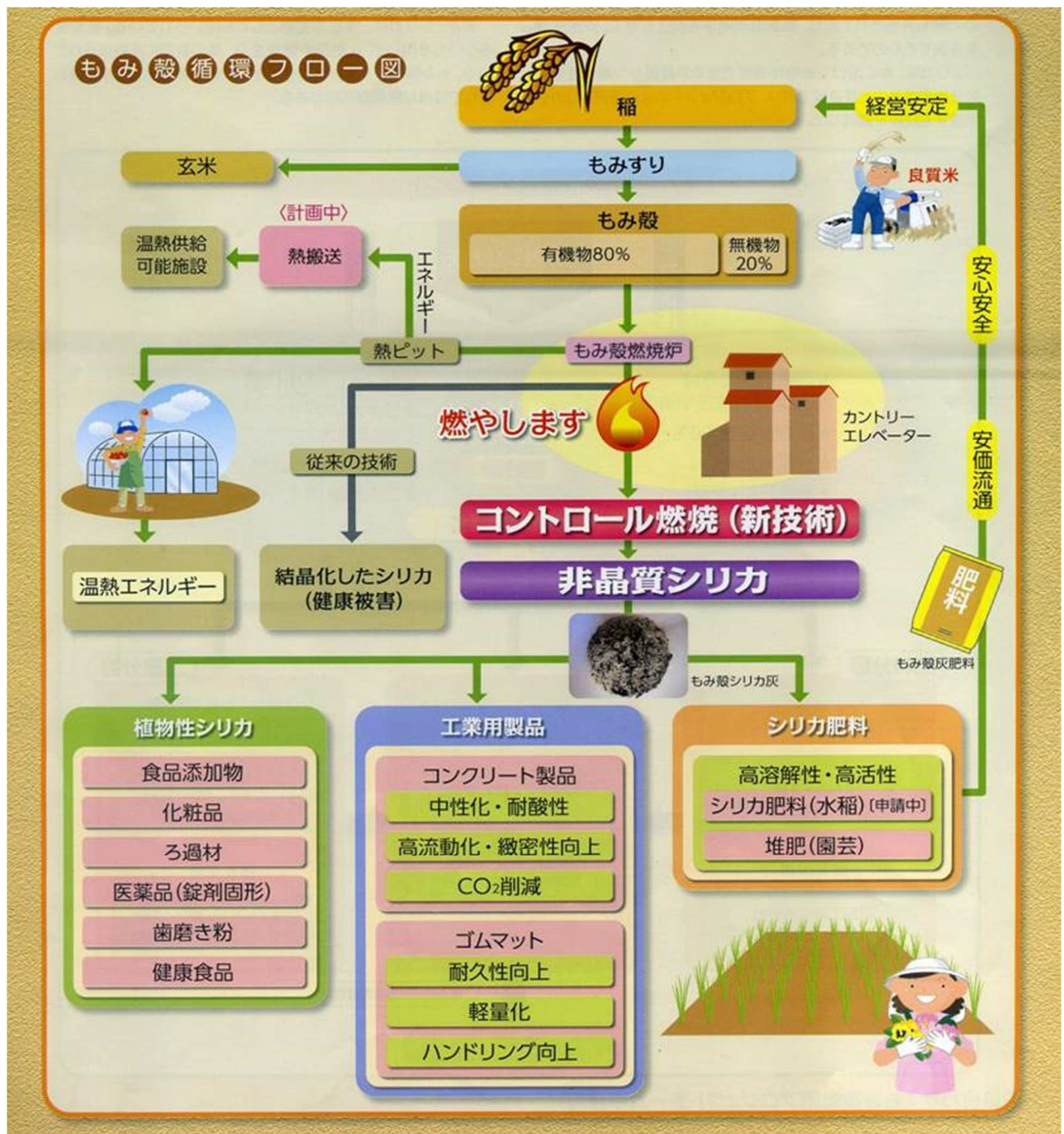


図 6-6 射水市におけるもみ殻循環プロジェクト概要
(出典：株式会社グリーンプロダクション Web ページ)

6-4-3 その他取組事例

バイオマス発電事業を実施した際、より魅力的かつ市内外への波及的なPR効果を持つ取組とするための参考として、バイオマス資源を発電利用以外にも活用している事例を以下に示します。

表 6-12 取組事例①

場所	鹿追町環境保全センター
画像	
規模	中鹿追施設の一日の計画処理量は 94.8 t (成牛換算で 1,300 頭分) 瓜幕施設の一日の計画処理量は 210 t (成牛換算で 3,000 頭分)
発電量	約 14,000 kWh/日 (瓜幕施設) 約 6,000 kWh/日 (中鹿追施設)
取組概要	<ul style="list-style-type: none"> 町内総世帯数 (2,500 世帯) の約 7 割分をカバー。 メタン発酵後の消化液は良質な有機質肥料として町内の畑や牧草地に散布。 ガス精製：バイオガスは精製圧縮することで、メタンガス用の燃焼機器が使用可能になり、用途が大きく広がる。鹿追町では温室ハウス、バイオマス自動車、一般ガス器具での使用を通して調査・研究を行っている。 熱利用：ガス発電機のコージェネレーション及びガス温水ボイラーから得られた熱エネルギーを活用して冬期間の作物栽培試験やチョウザメの養殖を実施。 水素サプライチェーン実証事業：バイオガスに含まれるメタンから水素を製造し、貯蔵、輸送、供給までを含めた実証事業に協力。
発電過程	<ul style="list-style-type: none"> 家畜ふん尿や家庭から出る生ごみを発酵させ、発酵する際に出るメタンガスを利用して発電。 発電機は、発電に伴い本体の温度が上昇し、余剰熱が発生。 これまではその余剰熱の一部しか活用しておらず、多くの熱は屋外へ排出していたが、発電機から生じる余剰熱を貯蔵するため、70 度のお湯を 100 t 貯蔵できる「蓄熱槽」を新規に建設。発電機を冷やすため高温になる冷却水を蓄熱槽まで通し、蓄熱槽内の水を温めて貯蔵する仕組み。
備考	<ul style="list-style-type: none"> 国内最大規模となる 2 基の資源循環型バイオガスプラント。
URL	https://www.town.shikaoui.lg.jp/work/biogasplant/tokucho/ https://www.town.shikaoui.lg.jp/work/biogasplant/yojonetsu/

表 6-13 取組事例②

場所	仁成ファーム（釧路市）
画像	<pre> graph LR A[バイオガス] --> B[コジェネレーション] A --> C[ボイラー燃焼] B --> D[熱利用] B --> E[電気利用] C --> F[熱利用] D --> G[施設利用] D --> H[売電など その他利用] E --> G E --> H F --> G F --> H </pre>
規模	処理能力 65.2 t/日、発電機容量 230 kW
発電量	50 kW
取組概要	<ul style="list-style-type: none"> ・ 家畜排せつ物のメタン発酵によるバイオガス発電の余剰熱でバナナ栽培。 ・ <u>バイオガス発電により温度管理を徹底するとともにバナナを農薬不使用で育てる環境をつくりあげた。</u> ・ 肥溜めで発酵させた牛糞等は堆肥としても活用可能のため、堆肥センターも運営。
発電過程	<ul style="list-style-type: none"> ・ 余剰バイオガスを温室栽培ハウスに送り、ガスボイラー燃焼させ熱源利用。
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2021年12月30日に生産を終了。
URL	https://www.maff.go.jp/j/chikusan/kankyo/taisaku/pdf/2020_sympto_asai.pdf https://946farms.co.jp/work/project5/

6-5 活用可能な補助金の検討

本事業に関して活用可能であると考えられる補助金について、以下に示します。

表 6-14 施設整備に活用可能な補助金例（2022 年度）

補助事業名称	管轄	補助率	最大補助額	申請主体	事業目的等	備考
地域共創・セクター横断型カーボンニュートラル技術開発・実証事業	環境省	1/2	2.5 億円 (単年度)	研究機関 大学 民間企業 独立行政法人 ほか	<ul style="list-style-type: none"> ✓ CO₂排出量削減の推進と将来的な地球温暖化対策の強化に貢献することを目的 ✓ 国内のエネルギー起源 CO₂排出量の削減に貢献するよう、再生可能エネルギーや省エネルギー等の技術開発・実証に限定 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 実証要素が必要 ✓ 実施期間は3年以内
地域レジリエンス・脱炭素化自立分散型エネルギー設備等導入推進事業	環境省	2/3 (市町村)	指定なし	地方公共団体、 民間事業者 ・団体等	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 公共施設への再生可能エネルギー設備等の導入を支援し、平時の脱炭素化に加え、災害時にもエネルギー供給等の機能発揮を可能とする 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ FIT（固定価格買取制度）による売電や FIP 制度の活用不可 ✓ 公共施設のみ対象
脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業	環境省	-	7 千万円	地方公共団体、 民間企業、 独立行政法人 ほか	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 廃棄物エネルギーを活用した地域循環共生圏の構築が進まない技術的な課題を解決するため、レジリエンス強化にも資する熱利用の高度化、未利用バイオマス利活用や大規模メタン化施設等の実証事業を公募 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 採択件数はテーマごとに各1件
地域脱炭素移行・再エネ推進交付金	環境省	3/4 ～1/2	2 億円	地方公共団体等	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 脱炭素事業に意欲的に取り組む地方自治体等を複数年度にわたり継続的かつ包括的に支援するスキームとして交付金を設け、「脱炭素先行地域」で、脱炭素に向かう地域特性等に応じた先行的な取組を実施 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 脱炭素先行地域に選定されていること等
脱炭素イノベーションによる地域循環共生圏構築事業	環境省	2/3 ～1/3	10 億円	地方公共団体、 民間企業（地方公共団体との協働申請に限る）	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 「計画策定事業」で策定した事業実施計画、もしくは事業実施計画と同等と環境省が認めた計画等に基づき、地域の再エネ自給率向上を図る自立・分散型地域エネルギーシステム構築に必要な自営線、太陽光発電設備、蓄電池、太陽熱利用設備、蓄熱槽、ガスコージェネシステム、充放電機等及びこれらの設備を運転制御するために必要な通信・制御機器設備等の導入を行う事業。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 国からの他の補助金（固定価格買取制度による売電を行わないものであることを含む。）を受けていない事業であることが要件
地域経済循環創造事業交付金のうちローカル脱炭素プロジェクトによる事業立上げの重点支援	総務省	1/2～	原則 2.5 千万円	地方公共団体	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 地域脱炭素と持続的な地域経済循環に貢献するため、地方自治体、金融機関、企業、エネルギー等の地域の関係者が連携して立ち上げる、地域の資源と資金を活用した脱炭素に向けた取組を資金面から強力に後押し 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 地域金融機関等から ESG 投資を受ける新規性・モデル性の極めて高い事業が対象

第7章 地域の関係者等と合意形成を行うための専門的知見を要する会議等の開催

7-1 令和3年度バイオマス専門部会

本計画の策定に向けて、学識者、事業者、市民等幅広い視点から計画の検討を図ることを目的として、バイオマス専門部会を実施しました。以下にその概要を示します。

7-1-1 令和3年度バイオマス専門部会メンバー

バイオマス専門部会のメンバーを以下に示します。

表 7-1 令和3年度バイオマス専門部会メンバー

	選任区分	所属団体名等	役職名	委員氏名
1	市民代表	下妻エコの会リポーン	代表	初澤 政枝
2	事業主代表	下妻市認定農業者協議会 (下妻市環境審議会)	副会長 (委員)	岩田 菊夫
3	〃	斎藤養豚場	代表	斎藤 孝夫
4	〃	株式会社 むかしの堆肥	代表取締役	宇野木 政彦
5	〃	株式会社 横浜ファーム 肥料部門	部長	早川 翔吾
6	学識経験者	国立研究開発法人 産業技術総合研究所	上級主任研究員	小寺 洋一
7	〃	新和環境株式会社 経営企画部	部長	川野 秀俊
8	〃	株式会社 早稲田環境研究所	代表取締役	大村 健太
9	〃	とんがりチーム® 研究所	主宰/イノベーション 創発デザイナー	野口 正明
10	行政関係者	下妻市農政課	課長	小島 英之

7-1-2 第1回バイオマス専門部会

第1回バイオマス専門部会は書面により開催しました。以下に概要を示します。

表 7-2 第1回バイオマス専門部会実施概要

第1回	開催日時	2021年9月
	開催場所	新型コロナウイルス感染症拡大防止のため書面開催
協議事項	議事1：令和3年度 事業計画（案） 議事2：下妻市再生可能エネルギー導入計画策定業務実施計画（案）	

7-1-3 第2回バイオマス専門部会

第2回バイオマス専門部会の概要を以下に示します。

表 7-3 第2回バイオマス専門部会実施概要

第2回	開催日時	2022年1月13日(木) 13:30～
	開催場所	下妻市役所本庁舎 大会議室
参加者	<ul style="list-style-type: none">● 新和環境株式会社経営企画部 部長 川野 秀俊 部会長● 下妻エコの会リボン 代表 初澤 政枝 委員● 斎藤養豚場 代表 斉藤 孝夫 委員● 株式会社むかしの堆肥 代表取締役 宇野木 政彦 委員● 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 小寺 洋一 委員● 下妻市農政課 課長 小島 英之 委員	
協議事項	議事1：下妻市再生可能エネルギー導入計画(案)について 議事2：その他	

第8章 市民意識調査アンケート

8-1 市民意識調査アンケート実施概要

本市において、「下妻市環境基本計画」の基本目標の一つとして掲げる「循環型社会へのまちづくり」の実現に向け、新エネルギー導入推進や地球温暖化対策等の施策を推進していく中で、市民の再生可能エネルギー、省エネルギー等の取組に関する考えや思いを把握し、施策のより一層の推進に活用することを目的として、意識調査アンケートを実施しました。以下にその概要を示します。

表 8-1 市民意識調査アンケート実施概要

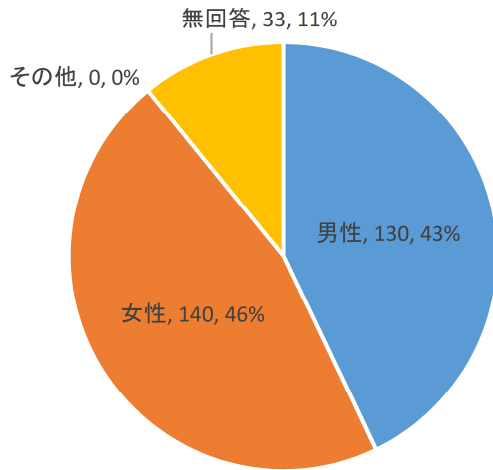
目的	市民の再生可能エネルギー、省エネルギー等の取組に関する考えや思いを把握し、施策のより一層の推進に活用すること
対象	無作為に抽出した 16 歳以上の下妻市民
人数	1,000 人
期間	12 月 21 日～1 月 5 日
回答率	30.3 % (303 通返送)

8-2 市民意識調査アンケート結果

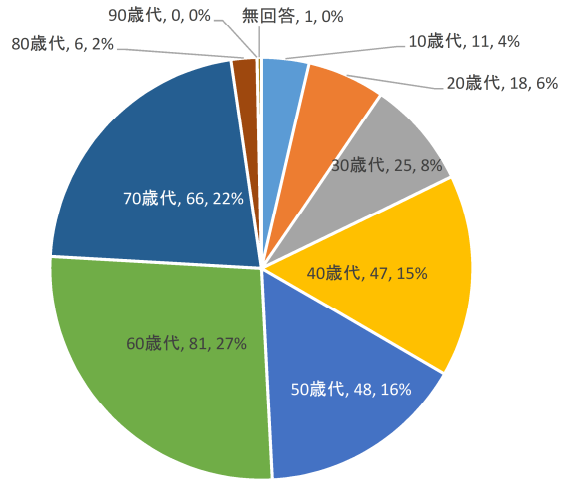
以下に市民意識調査アンケートの結果を示します。

設問1 回答者自身のことについて

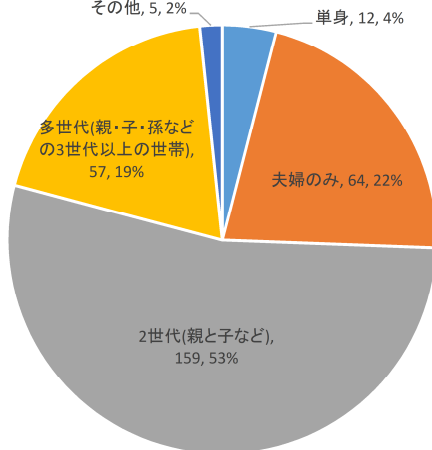
設問1-1 性別 (n = 303)



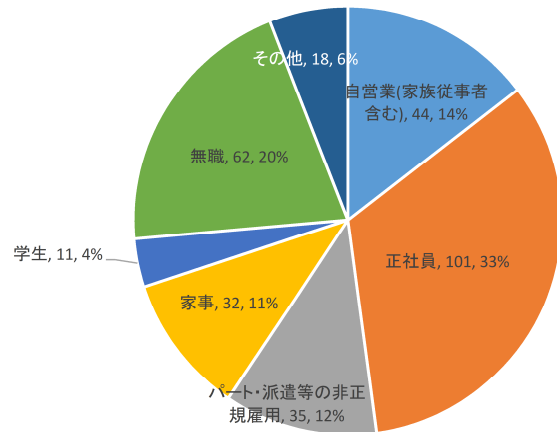
設問1-2 年齢 (n = 303)



設問1-3 世帯構成 (n = 303)

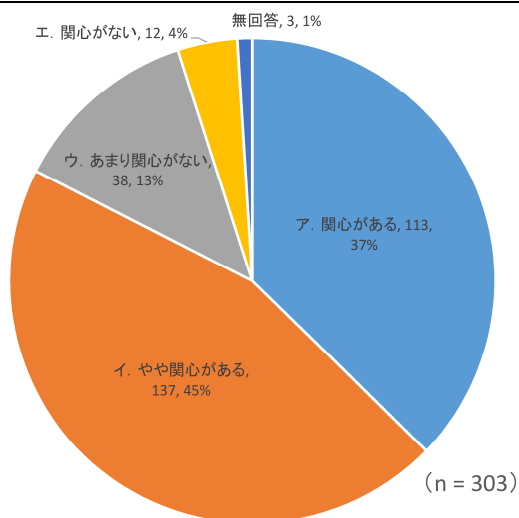


設問1-4 職業 (n = 303)



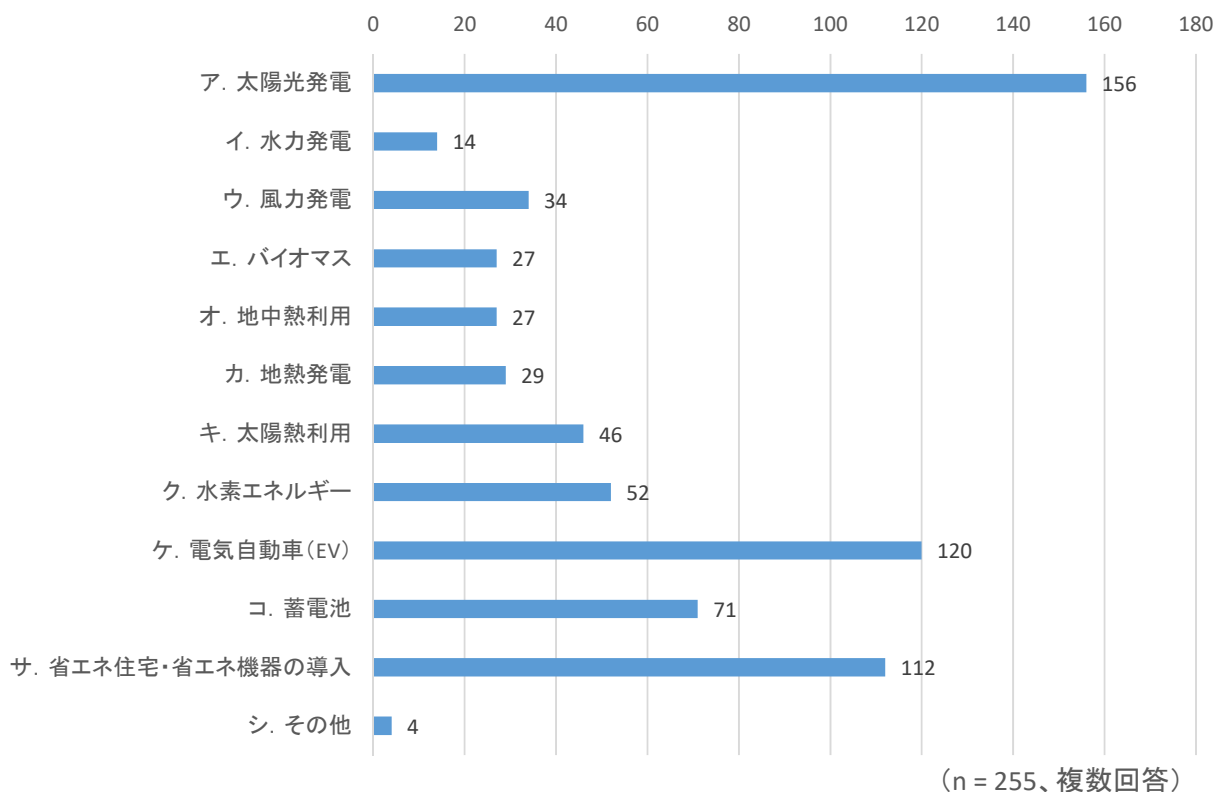
設問2 再生可能エネルギーや省エネルギー等に関する取組への関心

- 関心がある、やや関心があると回答した割合が合計で82%であり、市民の再生可能エネルギーや省エネルギー等に関する取組への関心は高いと言える。



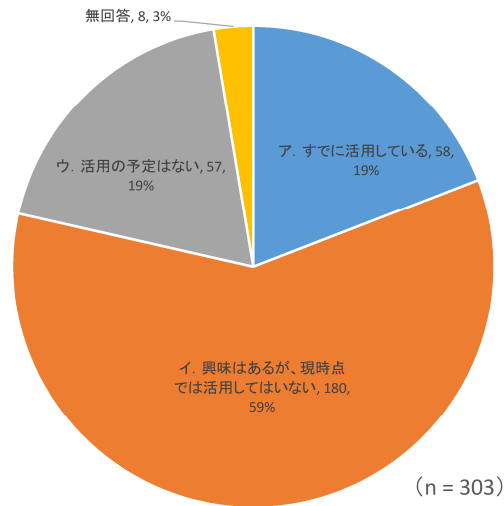
設問3 どのような取組に関心があるか

- 太陽光発電、電気自動車、省エネ住宅・省エネ機器の導入に関心が寄せられている。

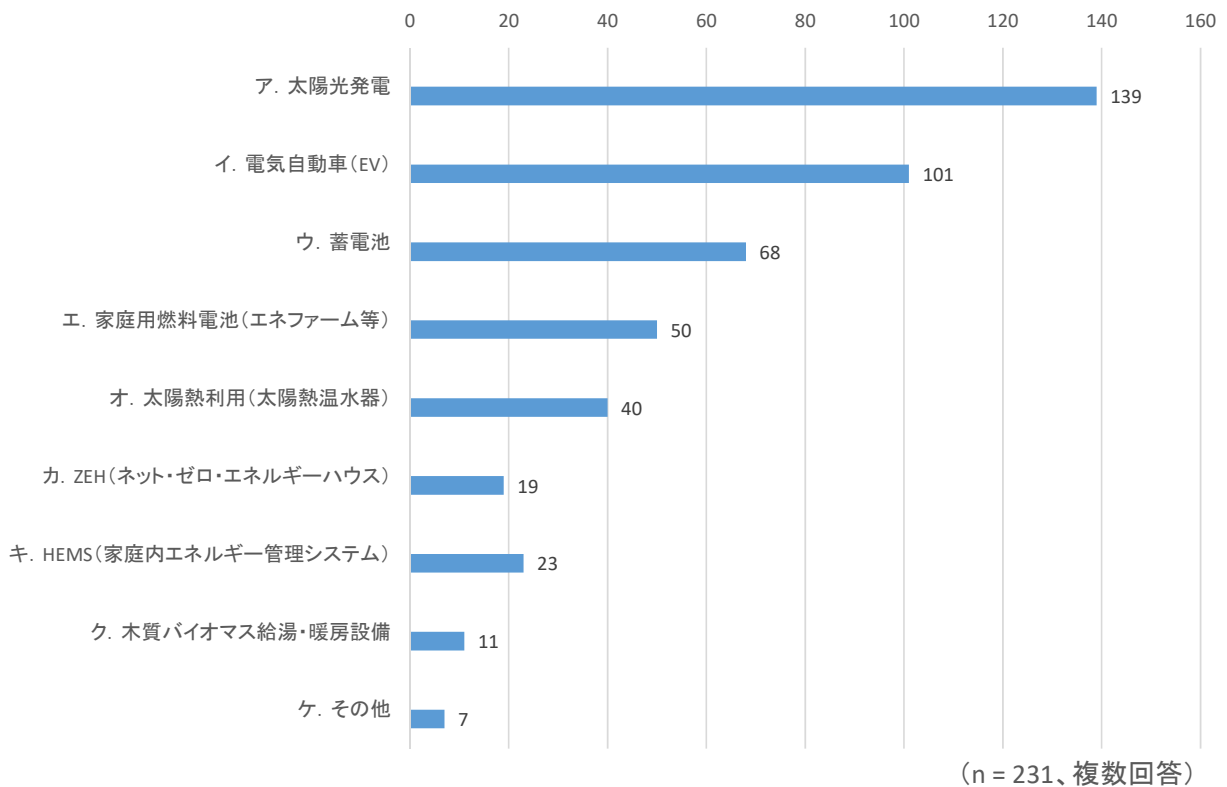


設問4 再生可能エネルギーや省エネルギー設備を活用しているか

- 興味はあるが現時点では活用してはいないと回答した割合は59%である。
- 今後、興味のある市民に対する情報提供等の支援策を講じるほか、活用の予定はないと回答した19%の市民にもアプローチできるような普及啓発に向けた取組が必要であると考えられる。

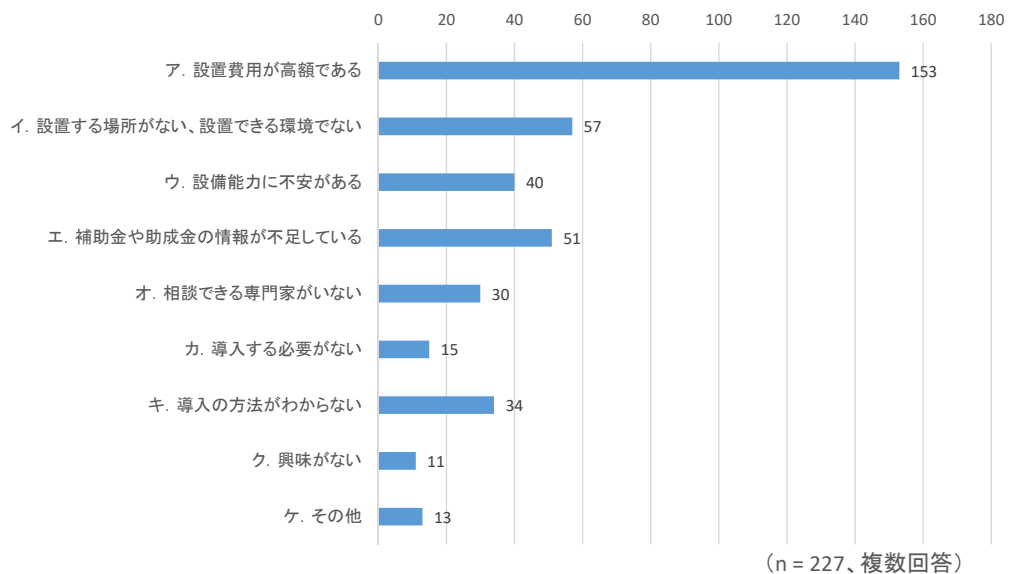


設問5 すでに活用している、または興味を持っている再エネ設備、省エネ設備はなにか

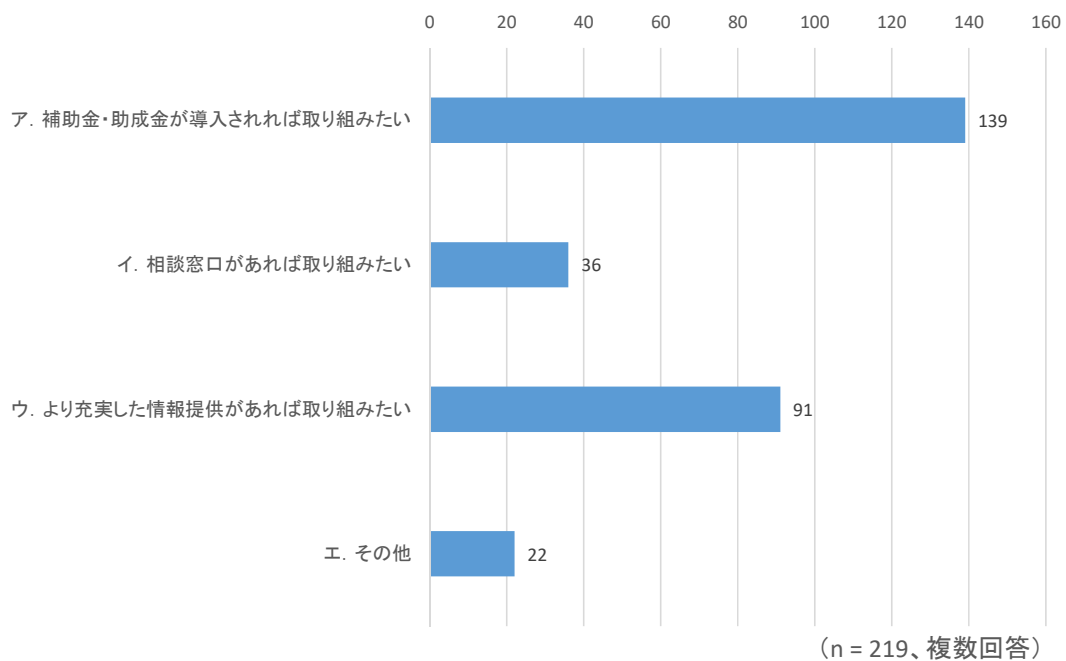


設問6 現在活用をしていない理由

- 設備費用が高額であることが活用していない理由として最も多く挙げられた。
- 補助金制度の充実や情報提供等の取組が求められる。

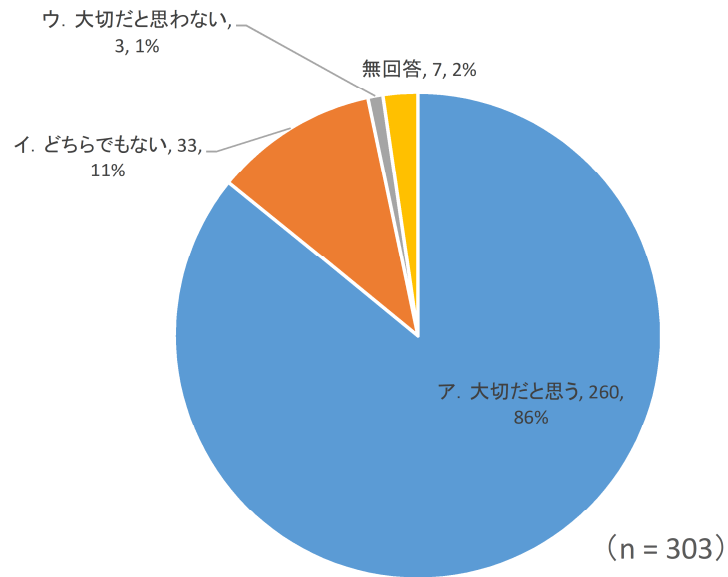


設問7 今後、どのような支援があれば再エネ・省エネに取り組みたいと思うか



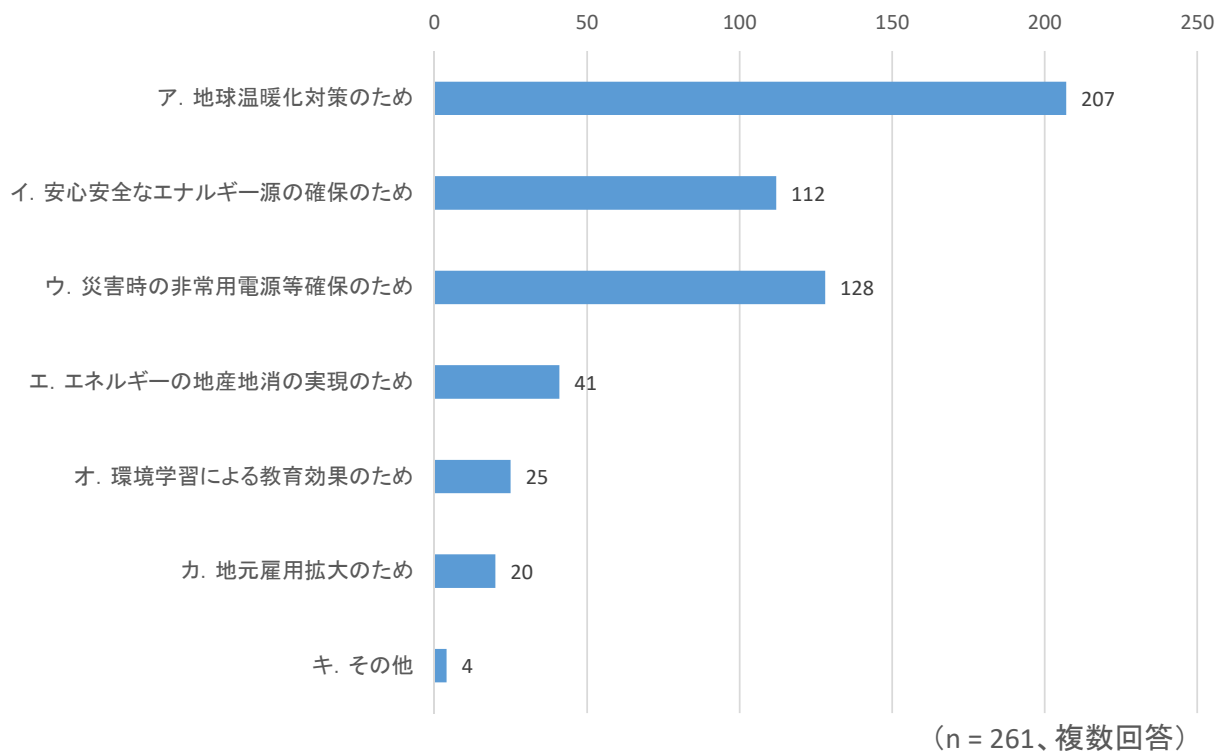
設問8 再生可能エネルギーや省エネルギーに取り組んでいくことは大切だと思うか

- 取組を大切だと思う割合が86%と最も多い。



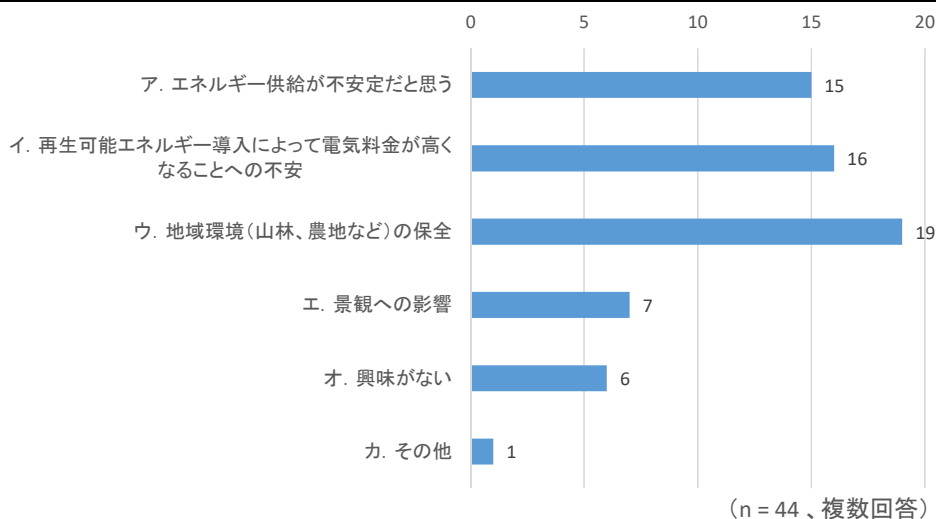
設問9 取組が大切だと思う理由は何か

- 取組が大切だと思う理由として、「地球温暖化対策のため」が最も多く、次いで災害時の「非常用電源確保」が多い。



設問 1 0 取組が大切だと思わない理由は何か

- 取組が大切だと思わない理由として、地域環境の保全、電気料金が高くなることへの不安、エネルギー供給の不安定さに多く票が集まった。
- 今後再エネ、省エネの取組を推進していく上でこれらの不安に対する対応策を講じていくことが必要である。



設問 1 1 環境をより良くするために、重点的に取り組むべきことは何か

- 重点的に取り組むべきこととして、補助金や助成金等の情報周知、再エネ・省エネの取組の推進、そのための体制整備に多く票が集まった。
- 今後、これらの意見を参考に取組を推進していくことが求められる。

