

第3章 温室効果ガス排出量の現況推計及び将来推計

3-1 温室効果ガス排出量の推計対象

温室効果ガス排出量の推計対象とするのは、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。また、次頁に推計対象部門を示します。

表 3-1 対象となる温室効果ガスとその主な排出活動

(出典: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」2023 年 3 月)

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または 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

表 3-2 推計対象部門

種類	部門・分野		算出 対象	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
		船舶	▲	船舶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	▲	燃料の燃焼に伴う排出。【CH ₄ 、N ₂ O】
		自動車走行	▲	自動車走行に伴う排出。【CH ₄ 、N ₂ O】
	工業プロセス分野		▲	工業材料の化学変化に伴う排出 【非エネ起 CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O】 ※統計情報からの算出が困難であるため対象外
	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 】
		排水処理	▲	排水処理に伴い発生する排出【CH ₄ 、N ₂ O】
		原燃料 使用等	▲	廃棄物の焼却、製品の製造の用途への使用、廃棄物燃料の使用に伴い発生する排出【非エネ起 CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O】 ※データ入手が困難であるため対象外
	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 】 ※統計情報からの算出が困難であるため対象外

※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」では、法令による責務や、温室効果ガス排出量の影響度等を考慮し、地方公共団体の区分(都道府県・指定都市・中核市・その他の市町村)に応じて把握が望まれる部門・分野が示されています。その他の市町村に分類される、かすみがうら市において●は特に把握が望まれる、▲は可能であれば把握が望まれる項目です。

3-2 温室効果ガス排出量の推計

❖ 部門別まとめ

本市の温室効果ガス排出量について、基準年度(2013 年度)からの推移を以下に示します。2020 年度の本市における温室効果ガス排出量は 330 千 t-CO₂(基準年度比 17%減)でした。また、温室効果ガス排出量の大部分を占めるエネルギー起源 CO₂ の 2020 年度の排出量は 283 千 t-CO₂(基準年度比 21%減)でした。2013 年度以降の温室効果ガス排出量は減少傾向ではあるものの、2050 年までのゼロカーボンシティ実現に向けて排出量削減の取組を加速させる必要があります。

表 3-3 本市の部門別 CO₂ 排出量

部門	単位	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
		H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2
産業部門	千t-CO ₂	144	121	121	121	118	112	112	113
民生家庭部門	千t-CO ₂	66	64	61	54	58	56	54	52
民生業務部門	千t-CO ₂	62	57	62	46	42	44	43	40
運輸部門	千t-CO ₂	85	83	90	87	86	90	89	78
燃料の燃焼分野	千t-CO ₂	2	2	2	2	2	2	2	2
農業分野	千t-CO ₂	35	35	36	36	37	37	38	38
廃棄物部門	千t-CO ₂	6	5	4	7	5	7	6	6
合計	千t-CO ₂	399	367	375	352	348	348	344	330

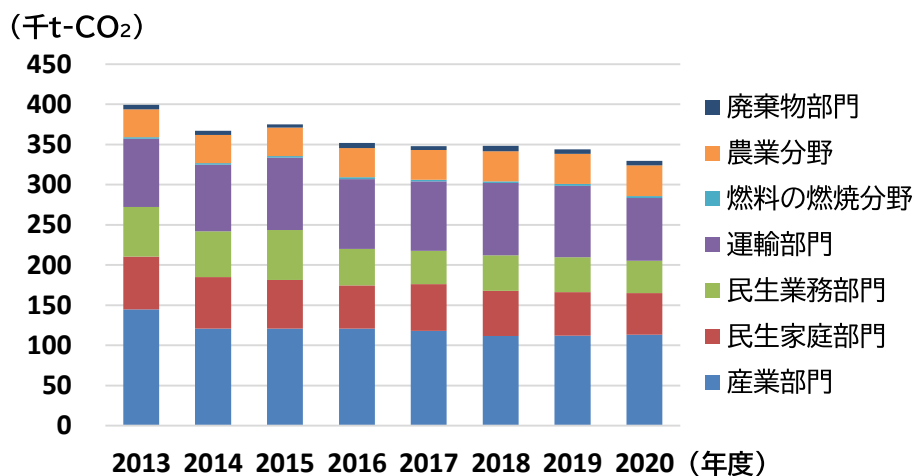


図 3-1 本市の部門別の温室効果ガス排出量

❖ 産業部門

2020 年度の CO₂ 排出量は、113 千 t-CO₂ で、基準年度と比べて 22%減少しています。2014 年度に製造業からの排出量が大きく減少しており、これは特定排出事業所の排出量が大きく減少したことによります。2015 年度以降の CO₂ 排出量は微減となっており、温室効果ガス排出量削減目標の達成には省エネ化やエネルギー転換等の取組が求められます。

表 3-4 産業部門における CO₂ 排出量

産業部門	単位	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
		H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2
製造業	千t-CO ₂	126	102	103	106	105	99	100	99
建設業・鉱業	千t-CO ₂	4	4	4	3	3	3	2	3
農林水産業	千t-CO ₂	15	15	14	12	10	10	10	11
合計	千t-CO ₂	144	121	121	121	118	112	112	113

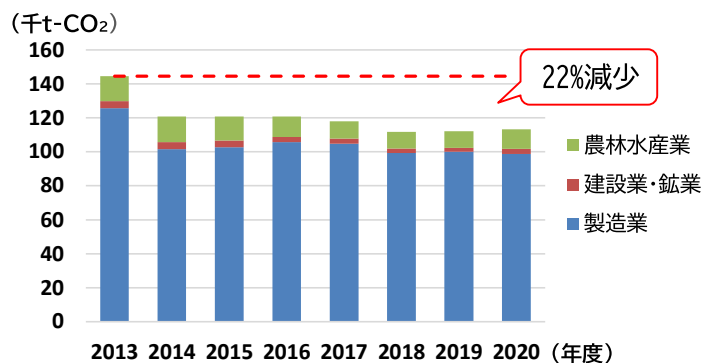


図 3-2 産業部門における CO₂ 排出量

❖ 民生家庭部門

2020 年度の CO₂ 排出量は、52 千 t-CO₂ で、基準年度と比べて 22%減少しています。本市の世帯数がほぼ横ばいで推移している一方で、CO₂ 排出量は減少傾向にあり、本部門において照明、空調、給湯等の機器の省エネ化や電化等の取組が行われたことが分かります。今後は、これらの取組をさらに加速させていく必要があります。

表 3-5 民生家庭部門における CO₂ 排出量

民生家庭部門	単位	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
		H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2
灯油	千t-CO ₂	10	9	8	7	9	8	8	6
LPG	千t-CO ₂	7	7	6	7	7	6	7	7
都市ガス	千t-CO ₂	2	2	2	2	2	2	2	2
電力	千t-CO ₂	47	46	44	38	40	40	37	36
合計	千t-CO ₂	66	64	61	54	58	56	54	52

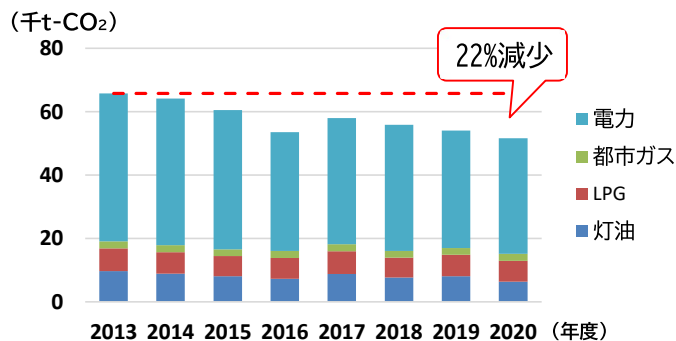


図 3-3 民生家庭部門における CO₂ 排出量

❖ 民生業務部門

2020年度のCO₂排出量は、40千t-CO₂で、基準年度と比べて35%減少しています。本部門の従業者数が増加傾向にある一方で、CO₂排出量は減少傾向にあり、本部門において照明、空調等の機器の省エネ化や電化等の取組が行われたことが分かります。今後は、これらの取組をさらに加速させていく必要があります。

表 3-6 民生業務部門におけるCO₂排出量

民生業務部門	単位	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
		H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2
石炭	千t-CO ₂	7	6	9	0	0	0	0	0
石炭製品	千t-CO ₂	0	0	0	0	0	1	1	1
原油	千t-CO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0
石油製品	千t-CO ₂	7	7	7	6	5	6	5	5
天然ガス	千t-CO ₂	2	2	3	0	0	0	0	0
都市ガス	千t-CO ₂	4	4	5	5	4	4	5	4
電力寄与	千t-CO ₂	41	37	38	35	32	33	33	30
合計	千t-CO ₂	62	57	62	46	42	44	43	40

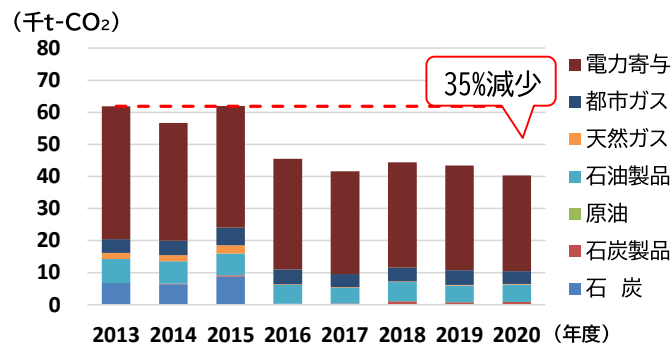


図 3-4 民生業務部門におけるCO₂排出量

❖ 運輸部門

2020年のCO₂排出量は、78千t-CO₂で、基準年度と比べて7%減少しています。本部門のCO₂排出量のうちほぼ全てが、自動車に由来しています。自動車保有台数は増加していますが、燃費の改善によりCO₂排出量が減少したと考えられます。今後は、走行中に温室効果ガスを排出しない電気自動車等への転換が求められます。

表 3-7 運輸部門におけるCO₂排出量

運輸部門	単位	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
		H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2
自動車	千t-CO ₂	84	82	90	87	86	90	88	78
鉄道	千t-CO ₂	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4
合計	千t-CO ₂	85	83	90	87	86	90	89	78

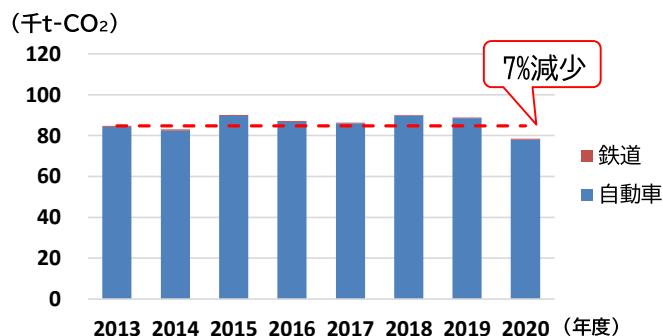


図 3-5 運輸部門におけるCO₂排出量

❖ 燃料の燃焼分野

2020 年の CO₂ 排出量は、2.04 千 t-CO₂ で、基準年度と比べて 5%減少しています。本分野の温室効果ガス排出量は、ほぼ横ばいで推移しており、バイオマス燃料や合成燃料等の脱炭素燃料への転換が求められます。また、走行中に温室効果ガスを排出しない電気自動車等への転換が求められます。

表 3-8 燃料の燃焼分野における温室効果ガス排出量

燃料の燃焼分野	単位	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
		H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2
燃料の燃焼	千t-CO ₂	1.33	1.18	1.25	1.31	1.34	1.28	1.29	1.27
自動車走行	千t-CO ₂	0.81	0.80	0.82	0.84	0.85	0.86	0.84	0.76
合計	千t-CO ₂	2.14	1.98	2.07	2.15	2.19	2.15	2.13	2.04

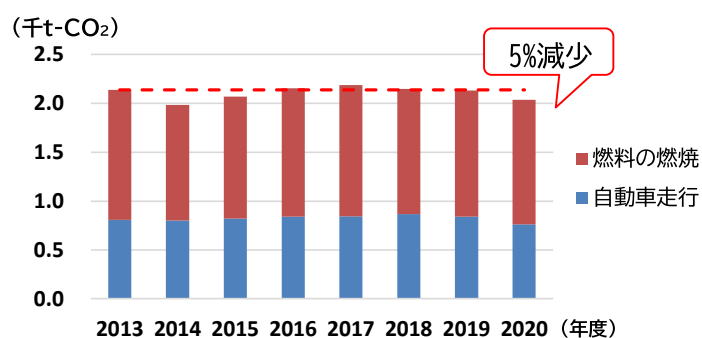


図 3-7 燃料の燃焼分野における温室効果ガス排出量

❖ 農業分野

2020 年の CO₂ 排出量は、38 千 t-CO₂ で、基準年度と比べて 11%増加しています。畜産由来の温室効果ガス排出量の増加は、鶏の飼養羽数の増加によると考えられます。今後は、農業残渣や畜産廃棄物をバイオマス資源として利用する等の取組が求められます。

表 3-9 農業分野における温室効果ガス排出量

農業分野	単位	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
		H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2
耕作	千t-CO ₂	15	15	15	15	15	14	14	14
畜産	千t-CO ₂	19	20	21	22	22	23	23	24
合計	千t-CO ₂	35	35	36	36	37	37	38	38

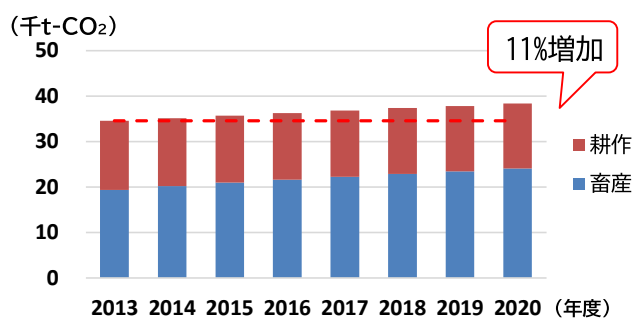


図 3-8 農業分野における温室効果ガス排出量

❖ 廃棄物分野

2020 年の CO₂ 排出量は、5.6 千 t-CO₂ で、基準年度と比べて変化していません。

本分野の温室効果ガス排出量は、ほとんどが焼却によるものであり、2013 年以降ほぼ横ばいで推移しています。今後は、ごみの排出量削減、分別により、焼却されるごみの量を減らしていく必要があります。

表 3-10 廃棄物分野における温室効果ガス排出量

廃棄物分野	単位	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
		H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2
焼却分野	千t-CO ₂	4.9	4.7	3.3	5.8	4.3	5.9	4.9	4.9
埋立分野	千t-CO ₂	0.50	0.47	0.49	0.47	0.37	0.34	0.39	0.48
排水処理	千t-CO ₂	0.29	0.29	0.29	0.26	0.28	0.28	0.28	0.28
合計	千t-CO ₂	5.6	5.4	4.0	6.5	5.0	6.6	5.5	5.6

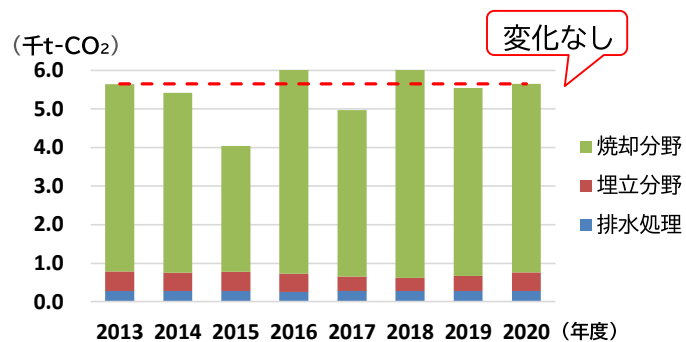


図 3-9 廃棄物分野における温室効果ガス排出量

3-3 温室効果ガスの排出状況及び将来推計

本市の 2050 年度の温室効果ガス排出量は、223 千 t-CO₂/年と想定されます。また、電力排出係数を 2020 年度値から据置とした場合では、263 千 t-CO₂/年と想定されます。2050 年までのゼロカーボンの実現及び市域の活性化に向け、更なる対策を講じる必要があります。

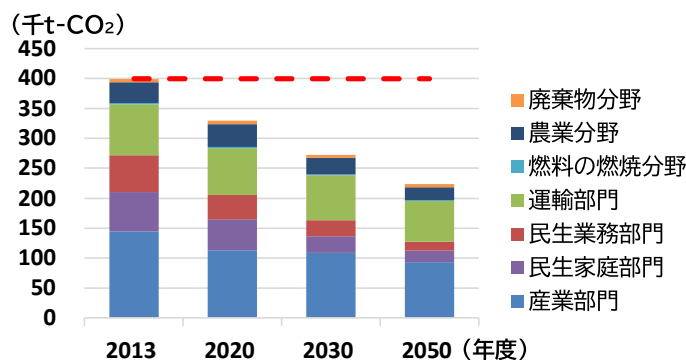


図 3-10 温室効果ガス排出量の現状趨勢(BAU)推計結果

表 3-11 温室効果ガス排出量の現状趨勢(BAU)推計結果

(単位 千t-CO₂)

種類	部門・分野	2013年	2020年	2030年	2050年
エネルギー起源CO ₂	産業部門	144	113	109	93
	民生家庭部門	66	52	28	19
	民生業務部門	62	40	26	15
	運輸部門	85	78	75	68
小計		357	283	238	195
エネルギー起源CO ₂ 以外	燃料の燃焼分野	2	2	2	2
	農業分野	35	38	28	21
	廃棄物分野	6	6	5	5
小計		42	46	35	28
合計		399	330	273	223

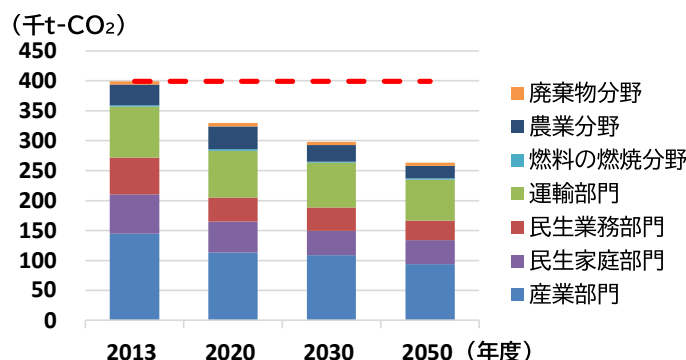


図 3-11 温室効果ガス排出量の BAU 推計結果(電力排出係数据置)

表 3-12 温室効果ガス排出量の BAU 推計結果(電力排出係数据置)

(単位 千t-CO₂)

種類	部門・分野	2013年	2020年	2030年	2050年
エネルギー起源CO ₂	産業部門	144	113	109	94
	民生家庭部門	66	52	41	40
	民生業務部門	62	40	39	33
	運輸部門	85	78	75	68
小計		357	283	263	235
エネルギー起源CO ₂ 以外	燃料の燃焼分野	2	2	2	2
	農業分野	35	38	28	21
	廃棄物分野	6	6	5	5
小計		42	46	35	28
合計		399	330	298	263

第4章 脱炭素シナリオ・将来ビジョン

4-1 脱炭素シナリオ

市の現況、及び将来推計を基に作成した脱炭素シナリオを以下に示します。2050 年ゼロカーボン達成するために、徹底した省エネルギー化の他、化石燃料からの電化を含めたエネルギーの転換、再生可能エネルギーのより一層の導入推進、エネルギー供給側の燃料・電力の脱炭素化等の取組が必要となります。

本市では、これらの取組により、温室効果ガス排出量を 2030 年に 46%削減(2013 年比)することを目標とし、2050 年にはゼロカーボンの実現を目指します。

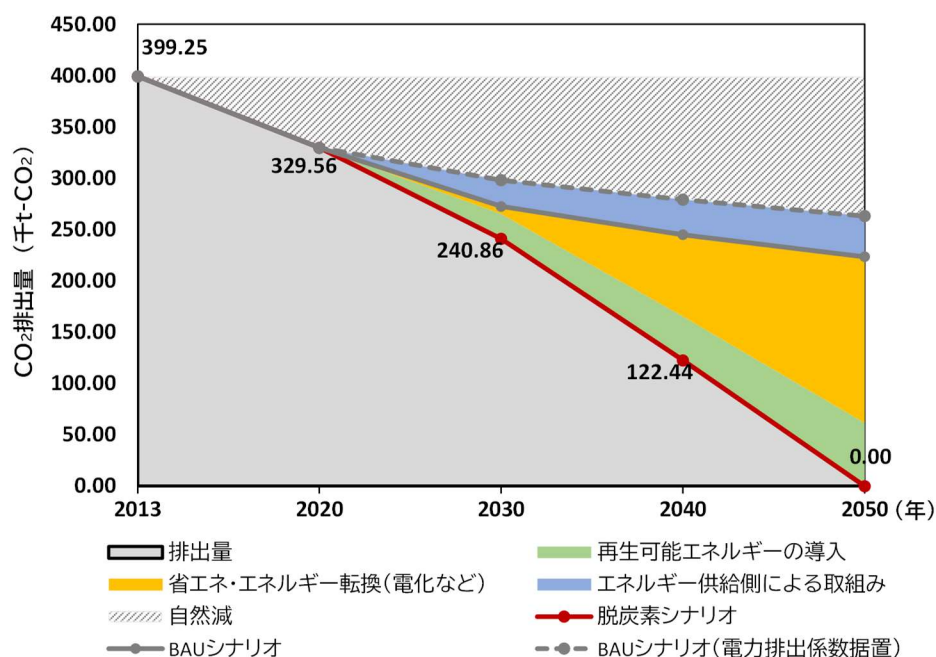


図 4-1 脱炭素シナリオ

表 4-1 CO₂ 排出削減量内訳

	対策	部門	2030年		2040年	2050年
			千t-CO ₂	削減率	千t-CO ₂	千t-CO ₂
削減量 (2013年比)	自然減・ 排出係数低減・ エネルギー転換・ 省エネ等	産業部門	63.9	44%	104.2	141.0
		民生業務部門	27.1	44%	44.5	30.5
		民生家庭部門	29.1	44%	47.5	39.0
		運輸部門	22.6	27%	53.7	84.7
		非エネ部門	15.6	37%	27.0	42.3
	再エネ導入	民生家庭部門	10.7	-	18.7	26.8
		民生業務部門	11.4	-	21.4	31.4
		農業分野	2.1	-	2.8	3.5
合計			182.6	46%	319.7	399.2

4-2 将来ビジョン

2050 年までのゼロカーボンシティ実現に向けて、本市が目指すべき姿を以下に示します。市域全体で、市・市民・事業者が連携して、再生可能エネルギーの導入、省エネルギー化、自然環境の保全、脱炭素に向けた意識の醸成を推進します。そして、素晴らしい自然環境と本市での豊かな生活を将来へと引き継いでいきます。

エネルギー利用

- ZEH、ZEBが普及している
- 建物・設備が省エネ化されている
- 太陽光発電や地中熱ヒートポンプが導入されている
- バイオマス資源が利活用されている
- 電力マネジメントが実施されている
- 農用地にソーラーシェアリングが導入されている

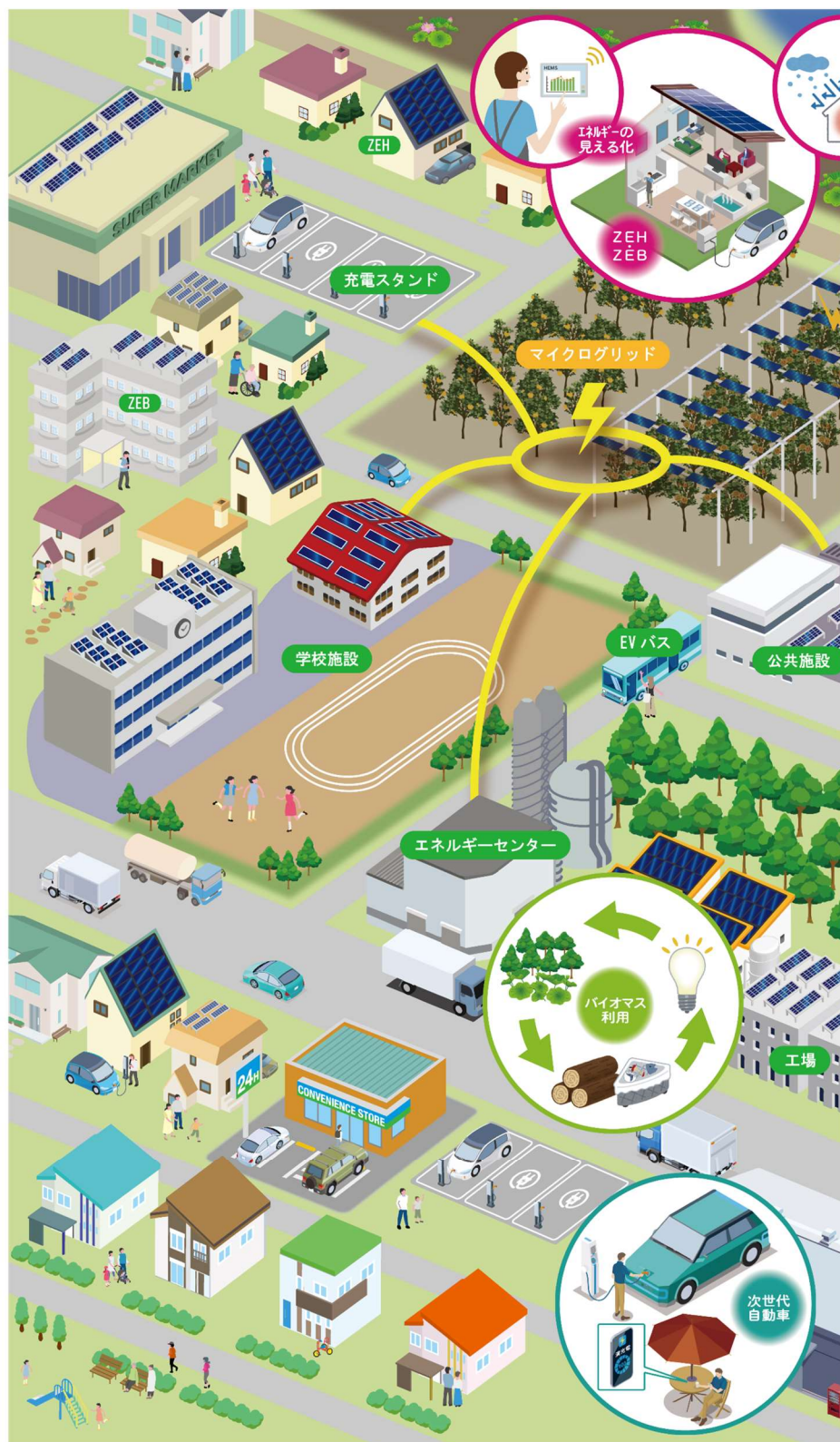


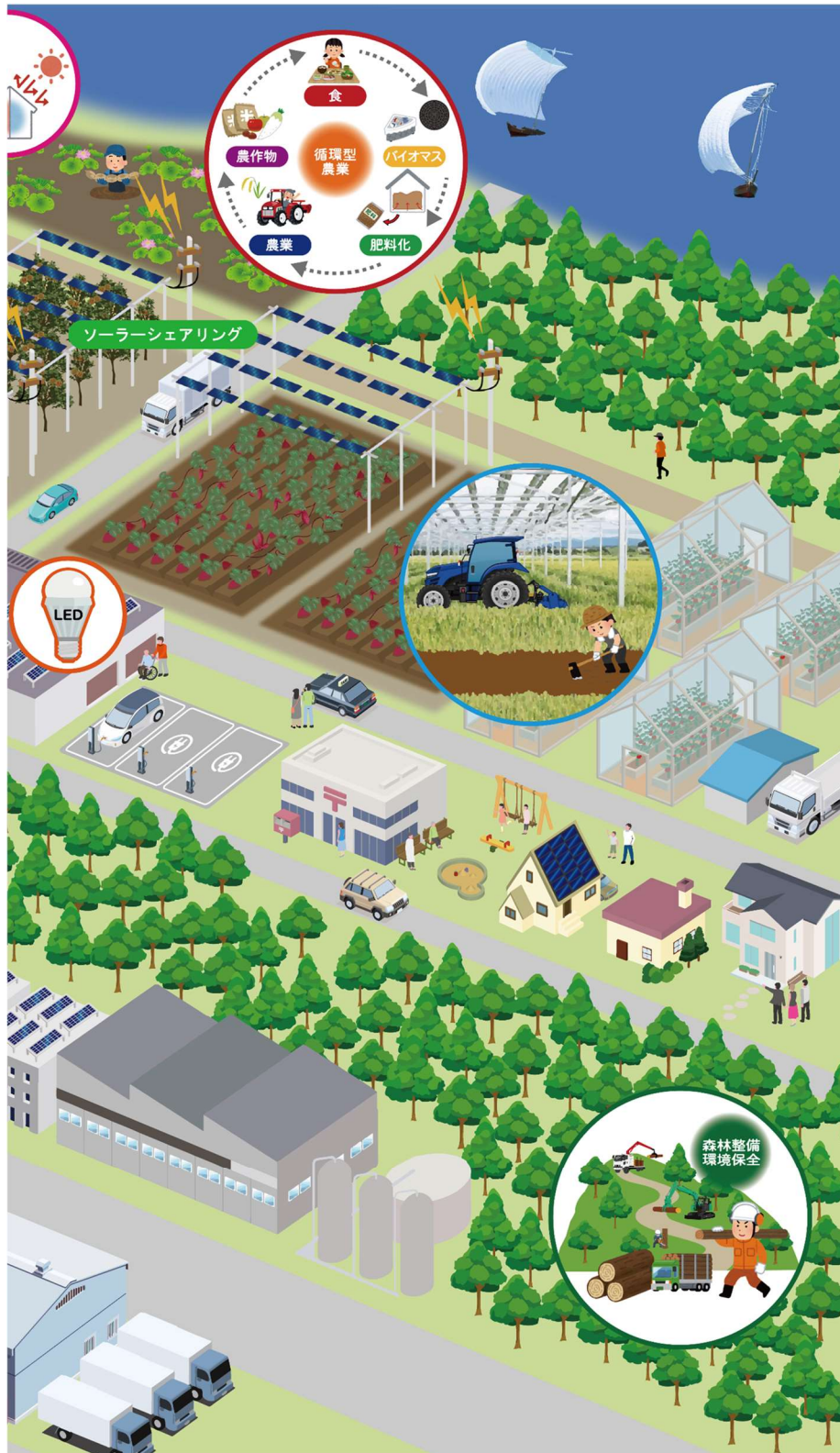
農作業環境の改善
農家の収益増加



教育・体制づくり

- ゼロカーボンシティを担う人材が育っている
- 市民の脱炭素に関する意識が醸成されている
- 脱炭素なライフスタイルが浸透している
- 市や市民、事業者が連携した取組が行われている
- 近隣市町村と連携した取組が行われている





自然環境

- 適切な森林整備が行われている
- 再エネを導入する際に、自然環境が適切に保全されている
- 水辺環境や生物多様性が保全されている

運輸

- EVなどの次世代自動車が普及している
- 公用車の電動化が進んでいる
- バスのEV化等、公共交通が脱炭素化されている
- 十分な充電スタンドが設置されている
- 脱炭素燃料の利用が促進されている

廃棄物

- ごみの排出量が削減されている
- ごみの分別・再資源化が行われている
- バイオマスプラスチックが利用されている



市民生活における将来ビジョン

日々の暮らしの中で、電気のスイッチをこまめに OFF する等の省エネルギー行動や資源のリサイクル、ごみの適切な分別等、自分にできる地球温暖化対策を実施している姿を目指します。

住宅においては、太陽光発電設備や電気自動車、省エネルギー家電等を導入することで ZEH 化を推進し、温室効果ガス排出量を削減するとともに、非常時の電源を確保して暮らしの安全性を向上します。

一人ひとりが地球温暖化問題に対して当事者意識を持って生活し、次世代が安心・安全に暮らせる社会の実現に向けて取り組みます。

市としては、このような市民のライフスタイルの実現に向けて、補助金制度や各種情報提供、環境学習の機会の創出等、取組をバックアップする体制の充実化を図ります。



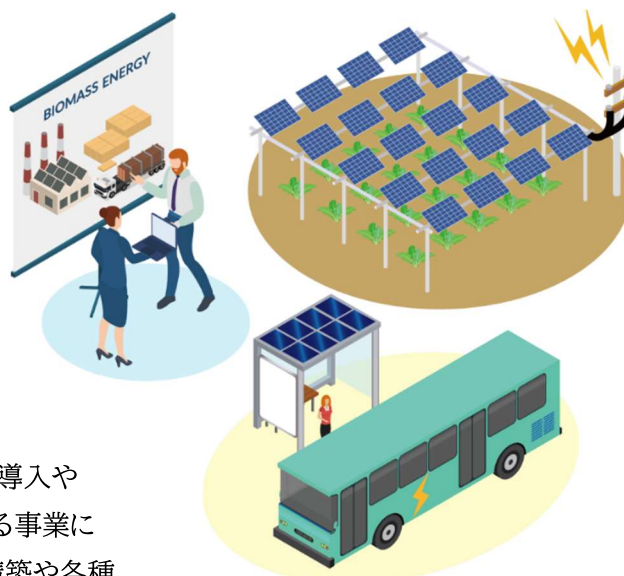
事業活動における将来ビジョン

事業者においては、省エネルギー機器や再生可能エネルギー導入等を適切に実施し ZEB 化を推進することで、光熱費削減による事業活動の効率改善、及び非常時の事業継続性を向上することを目指します。また、次世代自動車への転換等により脱炭素型の交通環境を創出し、市全体での脱炭素化を推進します。

本市の特色ある産業である農業においてはソーラーシェアリングを推進し、脱炭素化だけでなく、売電による収益向上や日陰の創出による従事者の作業環境改善を図ります。

また、本市においてポテンシャルが高いと考えられるバイオマスの利活用では、資源の調達から設備利用まで、多様な主体が関与します。企業間の垣根を越えて連携して取り組むことで、脱炭素化が大いに進展するだけでなく、地域経済が活性化します。

市としては、率先して再生可能エネルギー設備導入や ZEB 化に取り組むとともに、脱炭素化に関連する事業に官民連携で取り組みます。また、補助金制度の構築や各種情報提供、企業の研究開発の支援等、主体としての取組と事業者への支援を両輪で実施します。



4-3 脱炭素ロードマップ

4-3-1 脱炭素ロードマップ

本市の現況及び脱炭素シナリオ、将来ビジョンに加え、国内・世界の情勢や技術開発の見込みを踏まえ、2050年までのゼロカーボンシティ達成に向けたロードマップを以下に示します。赤い星印のついた項目は、行政主導で早期に取り組むべき取組です。

部門	2020年代（中期目標）	2030年代	2040年代（長期目標）
	既存技術による取組	革新的なイノベーションを背景とした取組の加速化	
民生家庭・業務部門	★ZEH、ZEBの普及促進		
	★太陽光発電設備、次世代自動車の普及啓発		
	電化・脱炭素燃料（バイオマス燃料や合成燃料）等の促進		
	★再生可能エネルギー導入の促進		
	★市民・事業者の省エネの促進		
産業部門	事業における作業効率化、設備の高効率化による省エネの促進		
	★ソーラーシェアリング（営農型太陽光発電）の推進		
	★再生可能エネルギー導入の促進		
		水素、メタネーション等の利用、普及促進	
		CCUS（二酸化炭素の分離回収・貯留・有効利用）の検討	
運輸部門	★官民連携の推進		
	★公用車のEV転換、充電設備環境の充実		
	★次世代自動車の普及促進（電気自動車、燃料電池自動車の導入）		
	効率的な公共交通ネットワークの形成		
		脱炭素燃料（バイオマス燃料や合成燃料）等の利用促進	
廃棄物部門	★ごみの排出量抑制（食品ロス・ワンウェイプラスチックの低減）減量及び再資源化の促進		
		バイオマスプラスチックの普及促進	
	廃プラスチックのリサイクル推進		
	★4Rの推進、バイオマス資源など新たな資源ごみの品目追加、焼却残渣の資源化		
再生可能エネルギー	★建物の32%に太陽光発電設備を導入		
	★利用可能な土地（荒地・果樹栽培地等）の15%に太陽光発電設備を導入（果樹栽培地では営農型発電）		
		ペロブスカイト太陽電池を活用した太陽光発電設備（建物系）を導入	
	民生部門の建物の3%に地中熱ヒートポンプを導入		
	★バイオマス活用可能性調査・集積拠点の整備		
		市域のエネルギー消費の1%以上を賄うバイオマス利用の推進	
	再エネ電力購入・活用促進	グリーン水素活用の検討	
		再エネ電力の導入促進（広域連携、市外からの調達を含む）	
自然との共存		次世代電力マネジメントサービスの導入・拡大	
	★森林施業及び公園・緑地整備の推進		
	★再エネ導入適地のゾーニング検討		
	水辺環境・生物多様性の保全の推進		
人づくり・推進体制	★地球温暖化対策、ゼロカーボンシティ担い手の育成		
	★ゼロカーボンに対する理解促進、環境学習の推進		
	生活圏を共有する近隣市町村との広域連携の推進		

4-3-2 脱炭素ロードマップの考え方

各部門における脱炭素ロードマップの考え方について、特に、行政主導で早期に取り組むべきと考えられる取組内容(★)を以下に示します。

部門	取組内容
民生家庭・業務	ZEH・ZEB の普及促進 ★ 今後、建設または改修を予定する施設・建築物においては、官民ともに ZEH・ZEB 化の検討を行います。市としてはそのための情報提供、啓発を行います。 太陽光発電設備、次世代自動車の普及啓発 ★ 住宅・事業所の太陽光発電設備導入及び市民・事業者の次世代自動車購入を推進します。 市民・事業者の省エネの促進 ★ 官民ともに省エネ化を検討・実施し、市としてはそのための情報提供等を行います。
産業	ソーラーシェアリング(営農型太陽光発電)の推進 ★ 基幹産業である農業の収益性及び作業環境の改善につながる、再エネ導入を行います。 官民連携の推進 ★ 市が中心となり分野横断的な官民連携を進め、脱炭素化だけでなく地域活性化にも繋がります。
運輸	公用車の EV 転換、充電設備環境の充実 ★ 公用車の EV 化により EV の PR を行うとともに、充電設備拡充により EV 普及を後押しします。 次世代自動車の普及促進(電気自動車、燃料電池自動車の導入)★ 乗用車、バス、貨物車ともに CO₂ 排出量の少ない自動車への転換を進めます。市としてはそのための情報提供等を行います。
廃棄物	ごみの排出量抑制、減量及び再資源化の促進 ★ ごみの分別の徹底及び使い捨ての生活スタイルの見直しについて市民への啓発を行います。 4R の推進、バイオマス資源等新たな資源ごみの品目追加、焼却残渣の資源化 ★ 市内で発生するごみを有効利用する仕組みづくりを行います。
再生可能エネルギー	建物の 32%に太陽光発電設備を導入 ★ 官民ともに施設・建築物への太陽光発電設備の導入を進めます。 利用可能な土地の 15%に太陽光発電設備を導入 ★ 荒地等への太陽光発電設備の導入を進めます。また、本市に広範囲に広がっている果樹栽培地への営農型太陽光発電設備の導入を進めます。 バイオマス利活用可能性調査・資源集積拠点の整備 ★ 家庭や各種工場、事業所等から排出されるバイオマス資源のエネルギー源としての利活用可能性及び資源を一か所に集めた効率的な利活用方法を検討・実施します。
自然との共存・発展	森林施業及び公園・緑地整備の推進による吸収源拡大 ★ CO₂ 吸収量を増加させるため、森林の維持管理及び荒地等の緑地化を行います。 再エネ導入適地のゾーニング検討 ★ 再エネ促進エリア、環境保全優先エリア等を設定し、適正な再エネ導入を促進します。
環境教育・人材育成	地球温暖化対策、ゼロカーボンシティの担い手の育成 ★ 地球温暖化対策に取り組む市民や市民団体、事業者を広報し、活動の普及・啓発を行います。 ゼロカーボンに対する理解促進、環境学習の推進 ★ CO₂ 削減につながる取組の紹介や、製品購入時の CO₂ 排出量表示の促進等を行います。

※「再生可能エネルギー導入の促進」は分野横断的に取り組むべき共通事項であるため、説明は省略します。

第5章 再生可能エネルギービジョン

5-1 再生可能エネルギー導入ポテンシャルの推計

5-1-1 対象とする再生可能エネルギー

再生可能エネルギーとは、太陽光や太陽熱、水力、風力、バイオマス、地熱といった1度利用しても比較的短期間に再生が可能であり、資源が枯渇せず繰り返し利用できるエネルギーのことです。そのうち新エネルギーは、「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法（以下、「新エネ法」といいます。）」および関連政令において導入の促進が方向づけられており、「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」とされています。現在、太陽光発電や風力発電、バイオマスなど 10 種類が指定されています。



図 5-1 再生可能エネルギーの定義

（出典：電気事業連合会 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。

表 5-1 対象とする再生可能エネルギー

分類	大分類	小分類
電力利用	太陽光発電	建物系、土地系
	風力発電	陸上風力
	中小水力発電	
熱利用	バイオマス利用	木質系
		植物系
		畜産廃棄物系
		食品廃棄物系
		汚泥系
		その他
	地中熱	
	太陽熱	

5-1-2 算出方法

理論的に取り出すことができるエネルギー量としての「賦存量」だけでなく、法令、土地用途等による制約やエネルギーの採取・利用に関する種々の制約を加味した「利用可能量」を算定しました。発電の利用可能量に関しては、土地の傾斜角や土砂災害警戒区域といった地理的な制約条件や、鳥獣保護管理法といった各種法規、都市計画等に基づいて算定しました。一方で、熱利用の利用可能量のうち、特にバイオマスに関しては、再資源化を実施せず廃棄された割合（未利用率）を賦存量に乗ずる、または事業者ヒアリング等に基づいて実際に確保することが可能な資源の量を推定及び加算することで、利用可能量を算定しました。

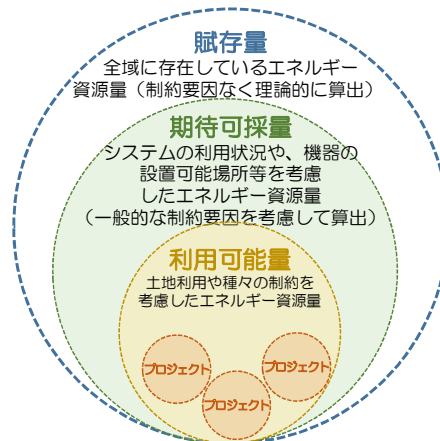


図 5-2 エネルギー賦存量・利用可能量のイメージ

表 5-2 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。

5-1-3 再生可能エネルギーのポテンシャルのまとめ

かすみがうら市における各再生可能エネルギーのポテンシャルについて、まとめた結果を表 5-3 に示します。市内の再生可能エネルギーは、熱量ベースで比較すると、太陽光(土地系)の利用可能量が最も大きく、次いで地中熱、太陽光(建物系)の利用可能量が高くなっています。

表 5-3 再生可能エネルギーのポテンシャルまとめ

分類	大区分	中区分	利用可能量※ ¹	単位
電力利用	太陽光	建物系	1,469,514	GJ/年
			408,198,328	kWh/年
		土地系	4,919,910	GJ/年
			1,366,641,740	kWh/年
		導入実績※ ²	477,494	GJ/年
			132,637,279	kWh/年
		合計※ ³	5,911,930	GJ/年
			1,642,202,789	kWh/年
	風力	陸上風力	14,484	GJ/年
			4,023,264	kWh/年
	中小水力	河川部	0	GJ/年
			0	kWh/年
		農業用水路	0	GJ/年
			0	kWh/年
		合計	0	GJ/年
			0	kWh/年
	再生可能エネルギー(電気)合計		1,628,745	GJ/年
			452,429,243	kWh/年
熱利用	太陽熱		707,884	GJ/年
	地中熱		3,761,533	GJ/年
	バイオマス(独自推計)		46,175	GJ/年
	再生可能エネルギー(熱)合計		4,515,592	GJ/年
かすみがうら市熱需要量※ ⁴			4,297,407	GJ/年
かすみがうら市電力需要量 ※ ⁴			409,380,043	kWh/年

※1 環境省が公表する「再生可能エネルギー情報提供システム」(Renewable Energy Potential System:REPOS)上では「導入ポテンシャル」と記載されていますが、計算方法及び図 3 において比較することを踏まえ、利用可能量としました。

※2 導入事例は、REPOOS で把握されている導入実績分としました。(FIT 導入件数及び設備容量を令和 3 年度分まで合計したもの)

※3 建物系と土地系の合計から、導入実績を減じた値としました。

※4 REPOS より引用しました。

再エネ・バイオマスポテンシャル(熱量換算)[GJ/年]

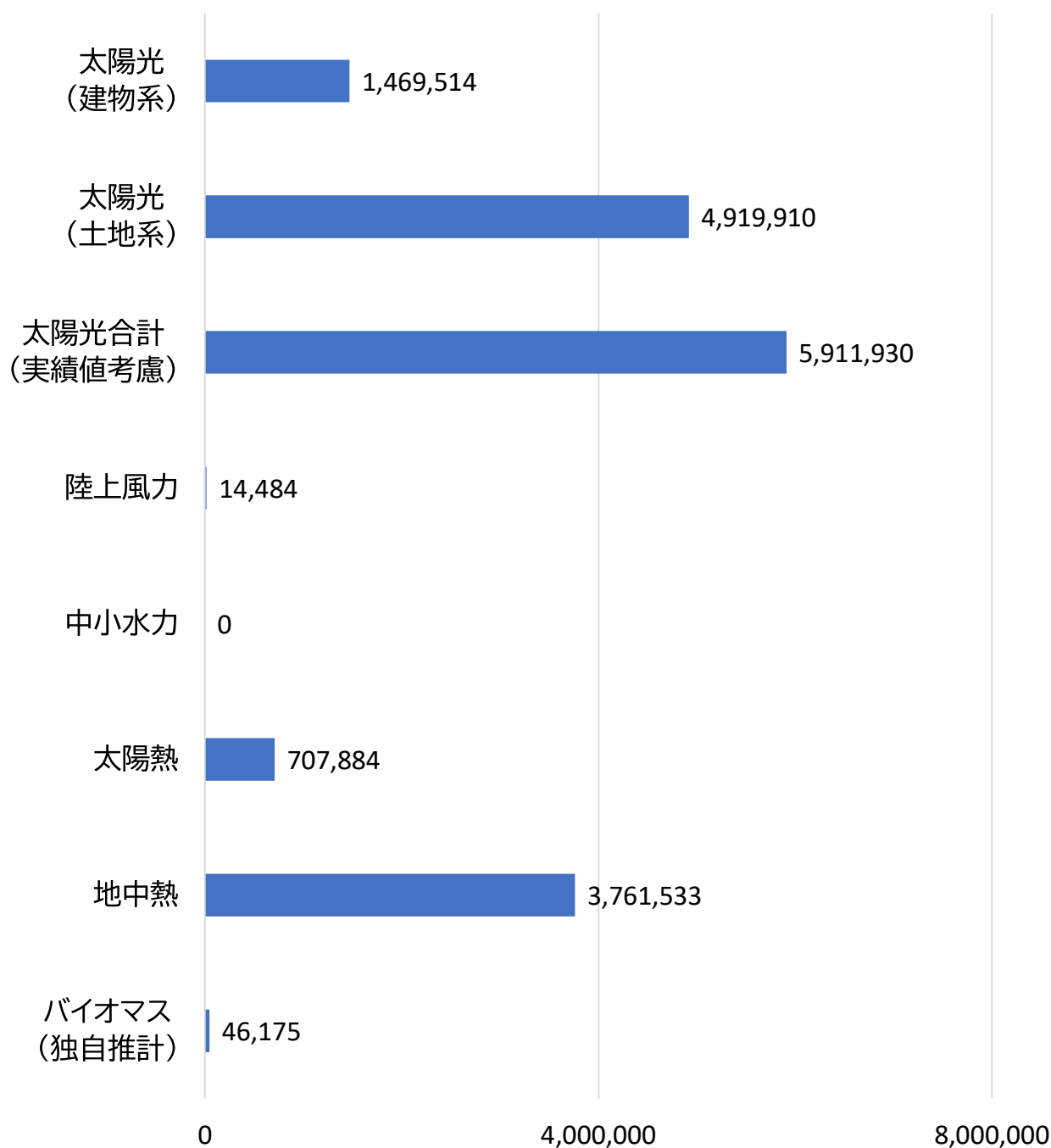


図 5-3 かすみがうら市内における再エネ・バイオマスポテンシャル

5-1-4 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、比較的導入しやすい設備です。

❖ 推計結果

利用可能量を取りまとめた結果を以下に示します。REPOS(再生可能エネルギー情報提供システム)によれば、本市は、既に合計 132,637,279 kWh/年(100,825 kW)の太陽光発電導入実績を有します。また、REPOS で把握されている本市における導入済みの再生可能エネルギーの区分は、太陽光発電のみです。このため、太陽光発電の利用可能量は、既に現状利用されている発電量(換算熱量)を減じたものを示します。

表 5-4 太陽光発電利用可能量

利用形態		利用可能量(kWh/年)	利用可能量(GJ/年)
太陽光発電	建物系	408,198,328	1,469,514
	土地系	1,366,641,740	4,919,910
小計		1,774,840,068	6,389,424
導入済みの太陽光発電※		132,637,279	477,494
合計		1,649,350,224	5,911,930

※ 導入事例は、REPOS で把握されている導入実績分(令和 3 年度)としました。

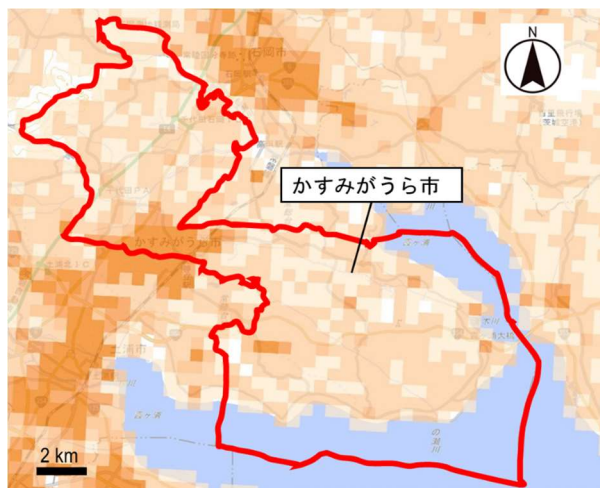


図 5-4 太陽光発電(建物系)ポテンシャル図
(出典:REPOS)

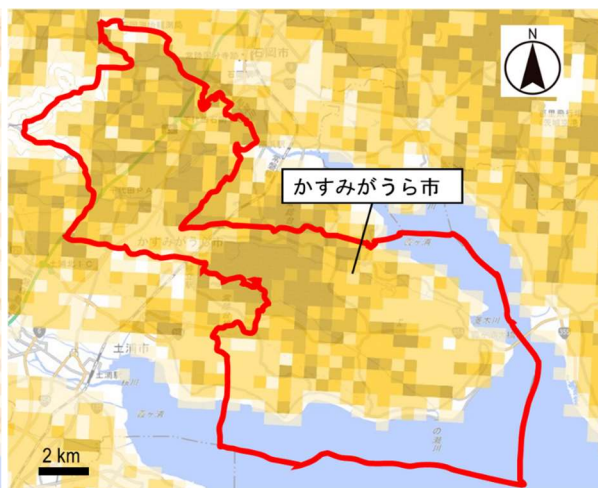


図 5-5 太陽光発電(土地系)ポテンシャル図
(出典:REPOS)

5-1-5 風力発電

風力発電の概要を以下に示します。本市は湖に面していますが、海に面していないため、陸上風力発電についてのみ検討します。REPOS を参照し、本市の陸上風力発電の利用可能量を整理しました。

- 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、一定の風速があれば昼夜を問わず発電が可能です。
- 山間部や海岸部等に設置する陸上風力発電と海上に設置する洋上風力発電があります。
- 季節や気候に左右されやすく、年間を通じて一定の風量がある候補地の選定が必要です。

❖ 推計結果

REPOS を用いて、賦存量分布図に推計除外条件を反映すると、ポテンシャルは市域の北西側、石岡市との境に近い山地部にわずかに認められます。

ただし、当該地域は、水郷筑波国定公園内に存在しており、湧き水の採水スポット(金命水、銀命水)が含まれています。また、三ツ石森林公園近傍(500 m 程度の距離)に存在しています。

設備容量＝1.900 MW
 利用可能量＝452,429,243 kWh/年
 利用可能量(熱量に換算)＝452,429,243 kWh/年×3.6 MJ/kWh(熱換算係数)
 ＝14,484 GJ/年

※REPOS より 2021(令和 3)年推計を抽出



図 5-6 陸上風力発電ポテンシャル図

(出典:REPOS)

5-1-6 中小水力発電

中小水力発電の概要を以下に示します。REPOS を参照し、本市の中小水力発電の利用可能性について、以下の事項を算出条件として整理しました。

- 一般河川、農業用水、砂防ダム、上下水道等を通る水のエネルギーを利用し、「流れ込み式」または「水路式」の発電方式で、貯水せずに水車を回すことで発電する方法です。
- 新エネ法では、1,000 kW 以下を新エネルギーに認定しています。また、厳密な定義はありませんが、10,000 kW～30,000 kW を「中小水力発電」と呼ぶことがあります。
- 昼夜、年間を通じて安定した発電が可能であり、太陽光に比較すると設置面積が小さいというメリットもあり、今後の普及が期待される再生可能エネルギーです。
- 一方で、発電方式から落差と流量がある場所に設置が限られるため、設置場所によっては、河川管理者や水利権者との調整をはじめ、法的な規制や多くの申請を必要とする場合があります。

❖ 推計結果

REPOS より、対象河川等の2022(令和4)年推計を試みた結果、河川・水路ともにポテンシャルを有する箇所は認められませんでした。このため、小規模な水力発電の導入を検討する場合は、REPOS で把握できない箇所(上下水道といった河川・水路以外の流路や、さらに小規模かつ局所的な発電等)について限定的に検討する必要があると考えられます。

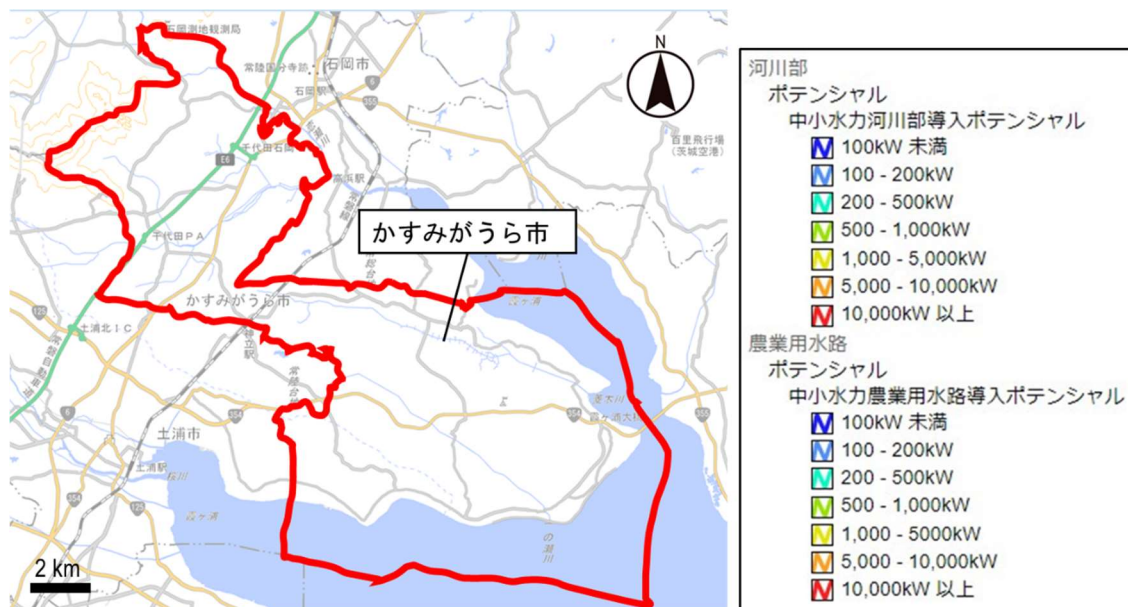


図 5-7 中小水力発電ポテンシャル図(ポテンシャルなし)

(出典:REPOS)

5-1-7 バイオマス利用

バイオマスの概要について以下に示します。

- バイオマスとは、「化石燃料を除く、動植物に由来する有機物である資源」のことです。
- バイオマス資源を燃焼させた際に放出される CO₂ は、化石資源を燃焼させた際に放出される CO₂ とは異なり、生物の成長過程で蓄積された炭素から成るため、実質的に二酸化炭素を排出しない、カーボンニュートラルな資源といわれています。
- 飼料化、堆肥化、メタン(バイオ)ガス化、バイオディーゼル燃料(BDF)化といった、再利用や発電・熱利用に関する様々な利活用方法が挙げられています。

バイオマスは、廃棄物系バイオマスと未利用バイオマスに大別することができ、具体的な品目として下図のような例が挙げられます。

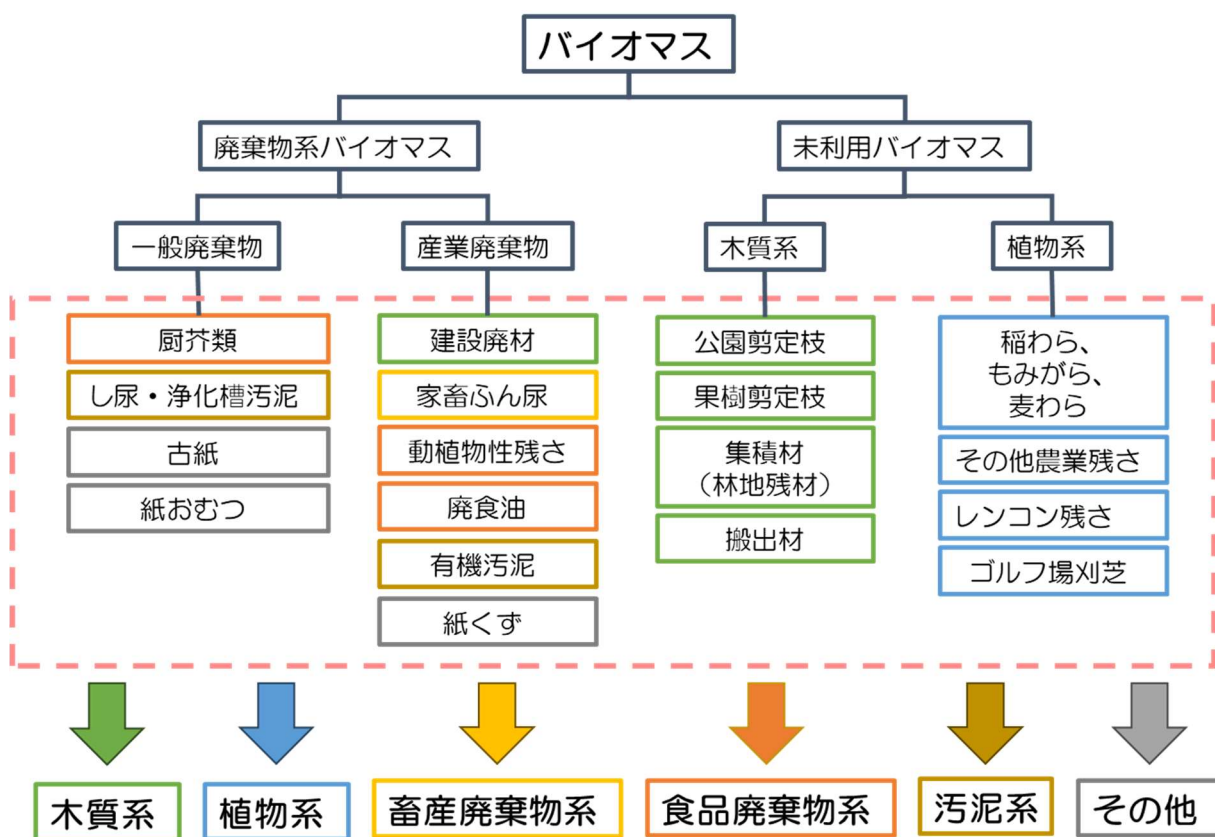


図 5-8 バイオマスポテンシャル評価イメージ図

検討対象は、木質系バイオマス(建設廃材、公園剪定枝、果樹剪定枝、集積材(林地残材)、搬出材)、植物系バイオマス(稲わら・もみがら・麦わら、レンコン残さ、ゴルフ場刈芝)、畜産廃棄物系バイオマス、食品廃棄物系バイオマス(厨芥類、動植物残さ、廃食油)、汚泥系バイオマス(し尿・浄化槽汚泥、有機汚泥)、その他バイオマス(古紙、紙くず、紙おむつ)とします。新エネ法におけるバイオマスの利活用は、発電と熱利用の二つに分けられ、5-1-1 節においては、バイオマスの分類を「熱利用」としましたが、本項における推計では、熱利用量とともに発電量も併記します。

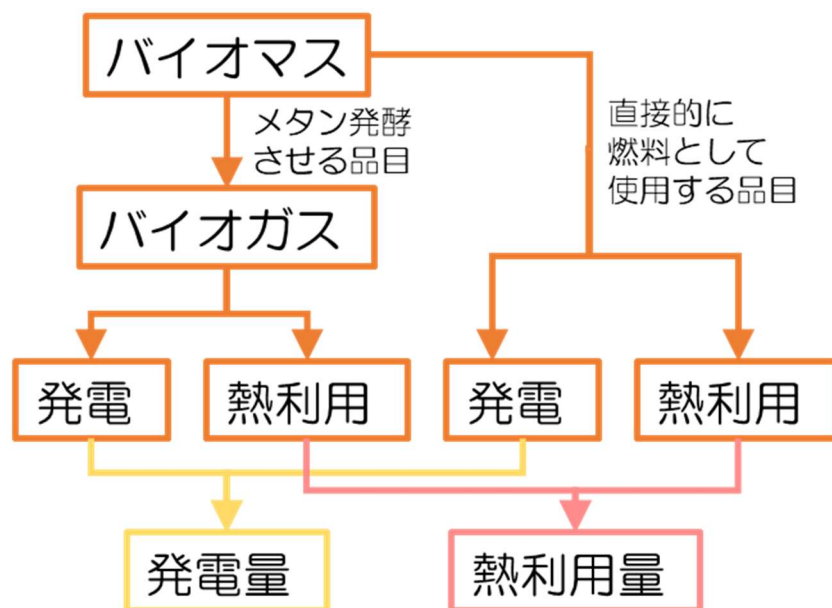


図 5-9 バイオマスポテンシャルの集計イメージ図

本試算においては、メタン発酵によって得たバイオガスを利用することを想定しています。一方で、木質系等、直接的に燃料として使用可能な品目に関しては、燃料としての利用を想定しています。

【留意事項】

- バイオマスの重量について、DW(乾き重量、Dry Weight)の記載がない場合、原則的に湿重量ベースのものであるとします。
- 含水率は湿重量ベースにおける水分の重量比であるとしてします。
- 木材において、一般に「含水率」とは、木材の乾き重量に対する水分の重量比を示す指標であって、湿重量に対する水分の重量比は「水分率」として定義されています。ただし、本推計においては湿重量に対する水分の重量比を「含水率」と称します。
- なお、必要な場合は「乾き重量ベースの含水率」「湿り重量ベースの含水率」と呼び分けるものとします。また、木質バイオマスに関して、乾き重量は全て絶乾重量を示すものとします。

❖ 推計結果

賦存量および利用可能量の推計結果を以下に示します。賦存量および利用可能量のいずれにおいても、木質系の熱利用量が高くなっています。利用可能量としては、果樹剪定枝の熱利用量が大きくなっています。また、森林組合は本市における森林管理を令和 5 年度に初めて申請しており、今後森林管理により発生する間伐材を有効活用していく必要があります。

本市で盛んに栽培されているレンコンの葉や端材についても、事業者ヒアリングを実施し、利用可能性を調査しました。その結果、年間 402 t の利用可能量が見込まれました。地域の特色を生かした事業として、レンコン残渣の利用が期待されます。

表 5-5 バイオマス賦存量分布

分類	品目	重量	含水率	バイオガス発生量	発電量	熱利用量
		t	%	Nm ³ /年	kWh/年	GJ/年
木質系	建設廃材	1,566	15	—	2,090,612	20,070
	公園剪定枝	123	50	—	91,623	880
	果樹剪定枝	2,762	50	—	2,064,851	19,823
	集積材(林地残材)	集計せず				
	搬出材	49,759	50	—	37,204,142	357,160
	木質系合計	54,209	—	—	41,451,229	397,932
植物系	稲わら	7,268	—	617,744	1,059,688	10,173
	もみがら	1,264	—	107,398	184,231	1,769
	麦わら	46	—	3,878	6,652	64
	その他農業残さ	12	—	1,028	1,763	17
	レンコン残さ	402	—	60,225	98,819	949
	ゴルフ場刈芝	3,600	—	306,000	524,918	5,039
	植物系合計	12,590	—	1,096,271	1,876,070	18,010
畜産廃棄物系	家畜ふん尿	92,283	—	941,535	22,831,229	219,180
食品廃棄物系	厨芥類	1,731	—	259,681	426,092	4,090
	動植物性残さ	1,749	—	262,372	430,509	4,133
	廃食油	266	—	—	517,562	1,863
	食品廃棄物系合計	3,747	—	522,053	1,374,164	10,087
汚泥系	し尿・浄化槽汚泥	6,010	—	78,134	139,859	1,343
	有機汚泥	41,228	—	535,958	959,364	9,210
	汚泥系合計	47,238	—	614,091	1,099,223	10,553
その他	古紙	423	—	207,493	355,937	3,417
	紙くず	220	—	107,861	185,027	1,776
	紙おむつ	698	—	—	221,140	2,123
	その他合計	1,342	—	315,354	762,104	7,316
合計		211,409	—	3,489,304	69,394,019	663,077

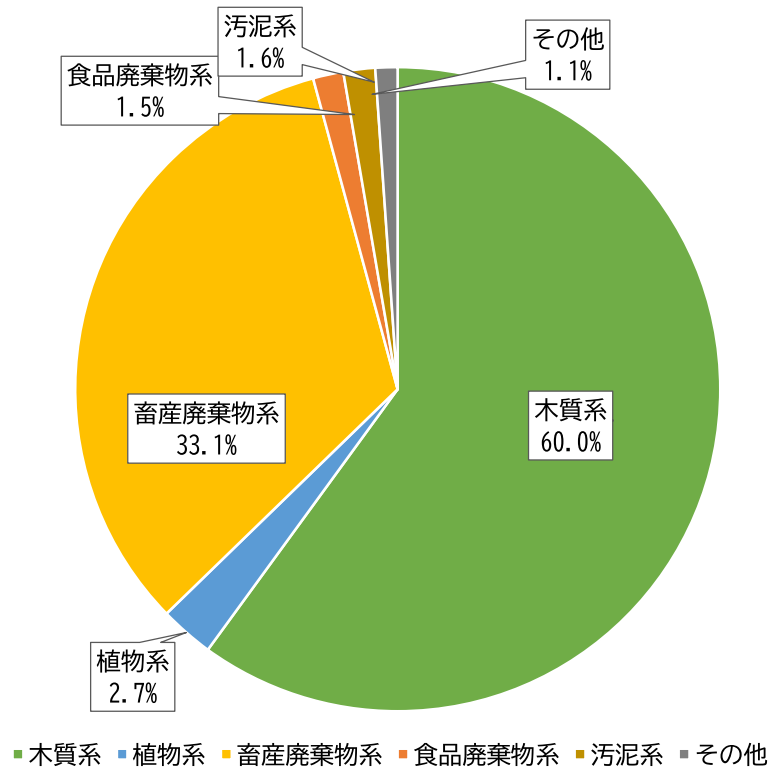


図 5-10 バイオマス賦存量分布(熱利用量ベース)

表 5-6 バイオマス利用可能量分布

分類	品目	重量	含水率	バイオガス発生量	発電量	熱利用量
		t	%	Nm ³ /年	kWh/年	GJ/年
木質系	建設廃材	60	15	—	79,443	763
	公園剪定枝	87	50	—	65,327	627
	果樹剪定枝	1,740	50	—	1,300,856	12,488
	集積材(林地残材)※	集計せず				
	搬出材※	891	50	—	666,144	6,395
	木質系合計	2,778	—	—	2,111,771	20,273
植物系	稲わら	1,090	—	92,662	158,953	1,526
	もみがら	253	—	21,480	36,846	354
	麦わら	7	—	582	998	10
	その他農業残さ	2	—	154	264	3
	レンコン残さ※	402	—	60,225	98,819	949
	ゴルフ場刈芝※	3,600	—	306,000	524,918	5,039
	植物系合計	5,353	—	481,102	820,798	7,880
畜産廃棄物系	家畜ふん尿※	6,648	—	145,419	1,138,101	10,926
食品廃棄物系	厨芥類※	949	—	142,421	233,688	2,243
	動植物性残さ※	87	—	13,119	21,525	207
	廃食油	25	—	—	49,168	177
	食品廃棄物系合計	1,062	—	155,539	304,382	2,627
汚泥系	し尿・浄化槽汚泥	5,882	—	76,467	136,876	1,314
	有機汚泥※	3,745	—	48,690	87,154	837
	汚泥系合計	9,627	—	125,157	224,030	2,151
その他	古紙	0	—	—	0	0
	紙くず	24	—	11,865	20,353	195
	紙おむつ※	698	—	—	221,140	2,123
	その他合計	723	—	11,865	241,493	2,318
合計		26,191	—	919,081	4,840,575	46,175

※の項目は、ヒアリング調査に基づき独自な推計方法により算出

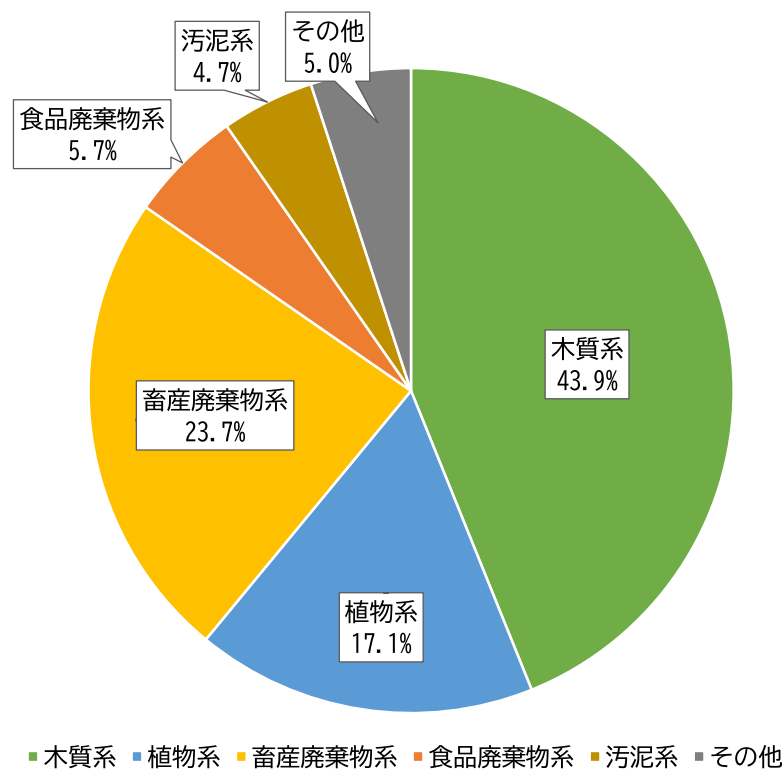


図 5-11 バイオマス利用可能量分布(熱利用量ベース)

5-1-8 太陽熱利用

太陽熱の概要を以下に示します。REPOS を参照し、本市における太陽熱のポテンシャルを推計しました。

- 太陽熱とは、水あるいは空気を熱媒体とし、太陽の光エネルギーを熱エネルギーに変換して利用するものです。
- 主な用途は給湯や暖房です。

❖ 推計結果

推計結果を以下に示します。ポテンシャルは、土浦市の JR 神立駅に接する市街地区・工場地区(下稻吉の南部等)で高くなっています。

ただし、資源エネルギー庁 HP によれば、太陽熱利用の普及は拡大しておらず、特にイニシャルコストの低減及び高効率化が課題として挙げられるとされており、更なる技術開発が望まれるといえます。

年間熱量 = 707,884.426 GJ/年

※REPOS より 2022(令和 4)年推計を抽出

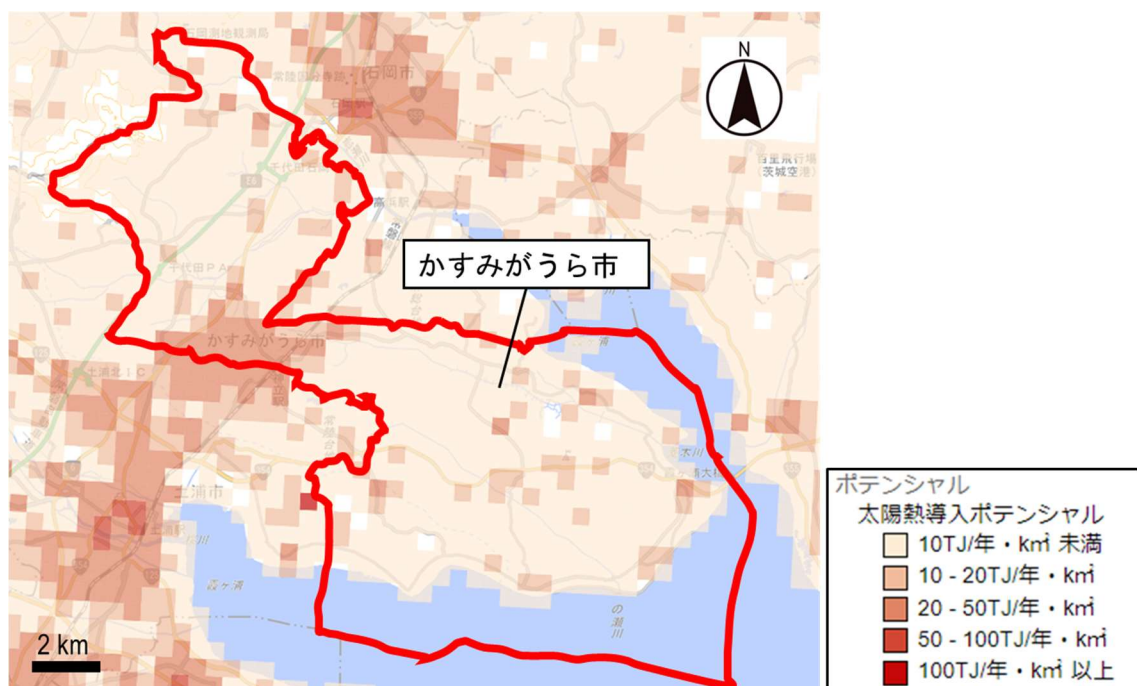


図 5-12 太陽熱ポテンシャル図

(出典:REPOS)

5-1-9 地中熱利用

地中熱の概要を以下に示します。REPOS を参照し、本市における地中熱のポテンシャルを算出しました。

- 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 10～15m 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。

❖ 推計結果

ポテンシャルは市域全体に分布していますが、土浦市の JR 神立駅に接する市街地区・工場地区（下稲吉の南部等）で特に高くなっています。当該地域には公共施設として中央出張所、福祉施設、コミュニティ施設等が存在しています。

一方で、日本の地質・水分環境が複雑であることに起因し、熱交換井の掘削費用が高額化するため、欧米と比較して地中熱利用が難しい状況にあるとされています※¹。本市の場合、常陸台地と呼ばれる洪積台地上に関東ローム層が堆積しており、地中熱利用に適するとされる岩盤とは異なる特徴を持っていることから、地中熱利用が難しい傾向にあると考えられます。

年間熱量 = 3,761,533.271 GJ/年

※REPOS より 2015(平成 27)年推計を抽出

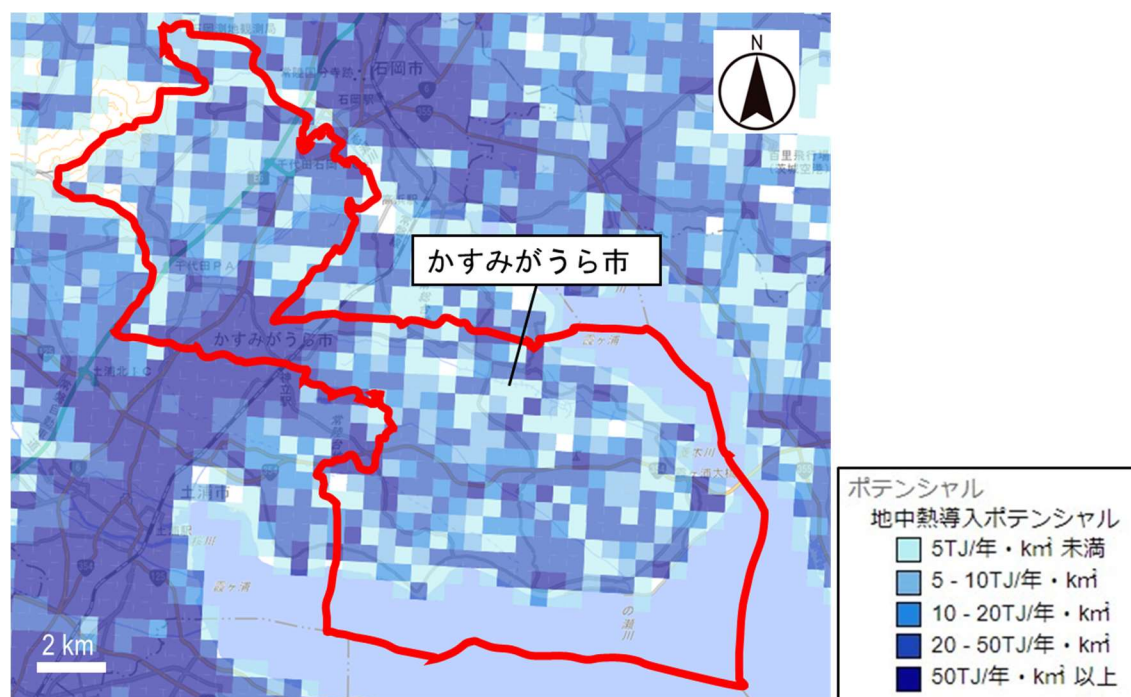


図 5-13 地中熱ポテンシャル図

(出典:REPOS)

※¹ 日本地質学会誌, 吉岡ら, 第 32 号(2010)より

5-2 再生可能エネルギー導入目標

以下に再生可能エネルギーの導入目標を示します。主に太陽光発電、バイオマス、地中熱の導入推進を検討しました。風力、小水力発電はポテンシャルが小さいため、目標の設定対象からは除外します。再エネ全体の目標値のうち、やはり太陽光発電が占める割合が大きいです(ただし、2050年の目標値に対して、約40%程度は導入済み)。また、2050年までのバイオマスの導入目標は、バイオマス導入ポテンシャル(利用可能量)のうち半分程度となっています。

表 5-7 再生可能エネルギー導入目標

カテゴリー			目標設定の考え方	現状(kW)	現状(GJ/年)	目標値(kW)		目標値(MWh/年)		目標値(GJ/年)	
				2021年	2021年	2030年	2050年	2030年	2050年	2030年	2050年
発電	太陽光発電	建物系	2050年までに住宅に32%、住宅以外の建物に22%導入することを目標(国の目標に準拠)	100,825	477,494	30,910	95,657	42,614	131,879	153,411	474,766
		土地系	2050年までに利用可能な土地に対し、15%に導入することを目標(国などの目標に準拠)			104,058	151,292	142,671	207,432	513,617	746,755
	陸上風力		—	—	—	—	—	—	—	—	—
	中小水力発電		—	—	—	—	—	—	—	—	—
	合計			100,825	477,494	135,338	248,359	187,265	348,919	674,154	1,256,107
発電及び熱利用	バイオマス		2050年までにCO ₂ 年間削減量の1%を賄うように導入することを目標			370	1,410	1,980	6,780	7,126	24,407
	地中熱		2050年までに市内の業務・家庭部門の建物の3%に導入することを目標(国などの目標に準拠)	—	—	—	—	—	2,827	—	10,179

また、2050年のエネルギー消費量(推計値)に対して、全て域内の再生可能エネルギーで賄うことは難しく、85%程度を域内で生産する再生可能エネルギーで賄うことを目標としました。

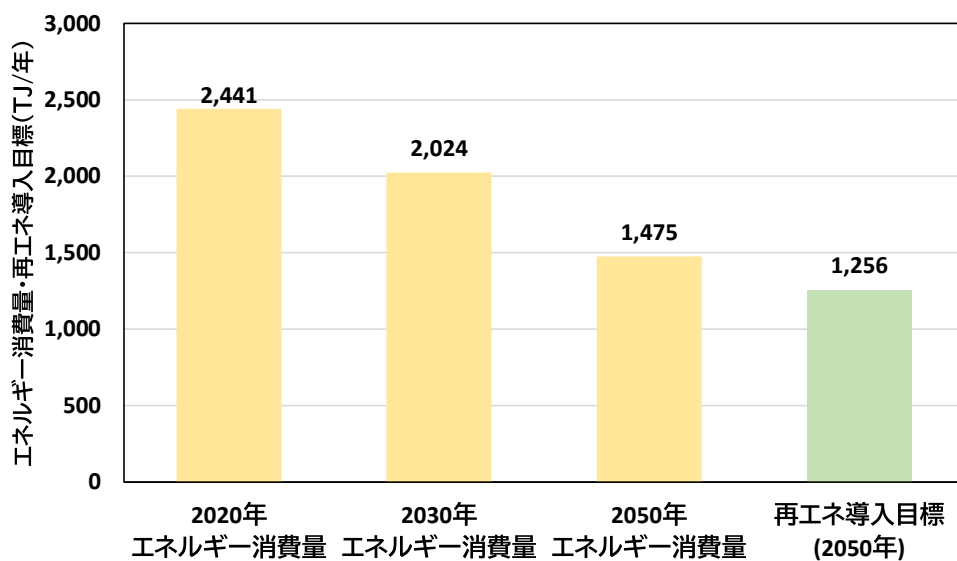


図 5-14 エネルギー消費量と再エネ導入量の比較

5-3 再生可能エネルギー導入による市内の経済波及効果

2030 年と 2050 年に再生可能エネルギーの導入目標をそれぞれ達成する場合、必要となる概算事業費及び設備導入による事業効果を、環境省の「経済波及効果分析ツール」により算出しました。今回推計された事業効果は、事業実施による売上が地域内の売上に繋がり、さらに間接的に波及していく効果です。

事業効果とは

- ✓ 設備導入や売電等の事業実施による事業者の売上を指しています。
- ✓ 事業者の生産活動において必要となる原材料等の調達先の売上も含まれます。
- ✓ ただし、機械設備や原材料等を市外から調達した場合の売上は、事業効果に含まれません。
- ✓ 上記のようにして発生した売上を発端として、その取引先の売上や従業員の所得が増加し、新たな消費に回ることによって発生する売上も含まれます。

本市の再生可能エネルギー導入ポテンシャルでは、太陽光の利用可能量が最も大きく、次いで地中熱、バイオマスの利用可能量が大きくなっています。なお、地中熱及びバイオマス利用については、利用用途として発電・熱の両方が考えられ、さらに導入規模・設備内容が導入対象となる施設の特性に大きく依存することから、推計の対象外としています。

以下に太陽光発電設備導入による市内の経済波及効果を示します。再生可能エネルギー導入目標を達成した場合、2030 年には約 2,513 百万円/年、2050 年には約 8,356 百万円/年の事業効果が生じると推計されます。また、概算事業費も以下の表のとおり算出され、設備の建設を地元企業に委託した場合、この費用が地元企業の売上に繋がるため、市内における経済効果も期待できます。

表 5-8 太陽光発電設備の導入による市内の経済波及効果推計結果

	目標値(kW)	概算事業費	年間事業効果
2030 年	建物系:30,910 土地系:104,058 合計 134,968	約 21,527 百万円	約 2,513 百万円
2050 年	建物系:95,657 土地系:151,292 合計:246,949	約 39,388 百万円	約 8,356 百万円

※目標値、概算事業費および年間事業効果は、導入済みのものを含みます。2021 年までに導入済みの太陽光発電は 100,825 kW です。