

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。)」及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。

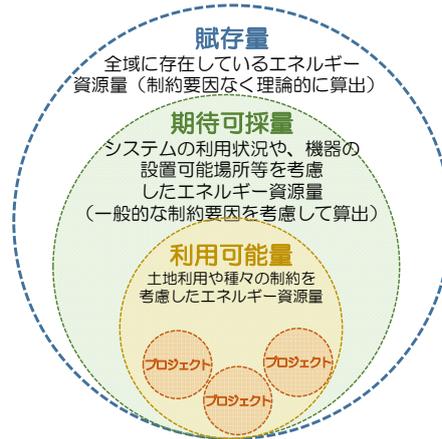


図 5-2 エネルギー賦存量・利用可能量のイメージ

表 5-2 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。

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			
電力利用 合計		5,926,414	GJ/年	
		1,646,226,053	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
	熱利用 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 5-3 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、REPOS 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 2021 年度分まで合計したものを)。

※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。

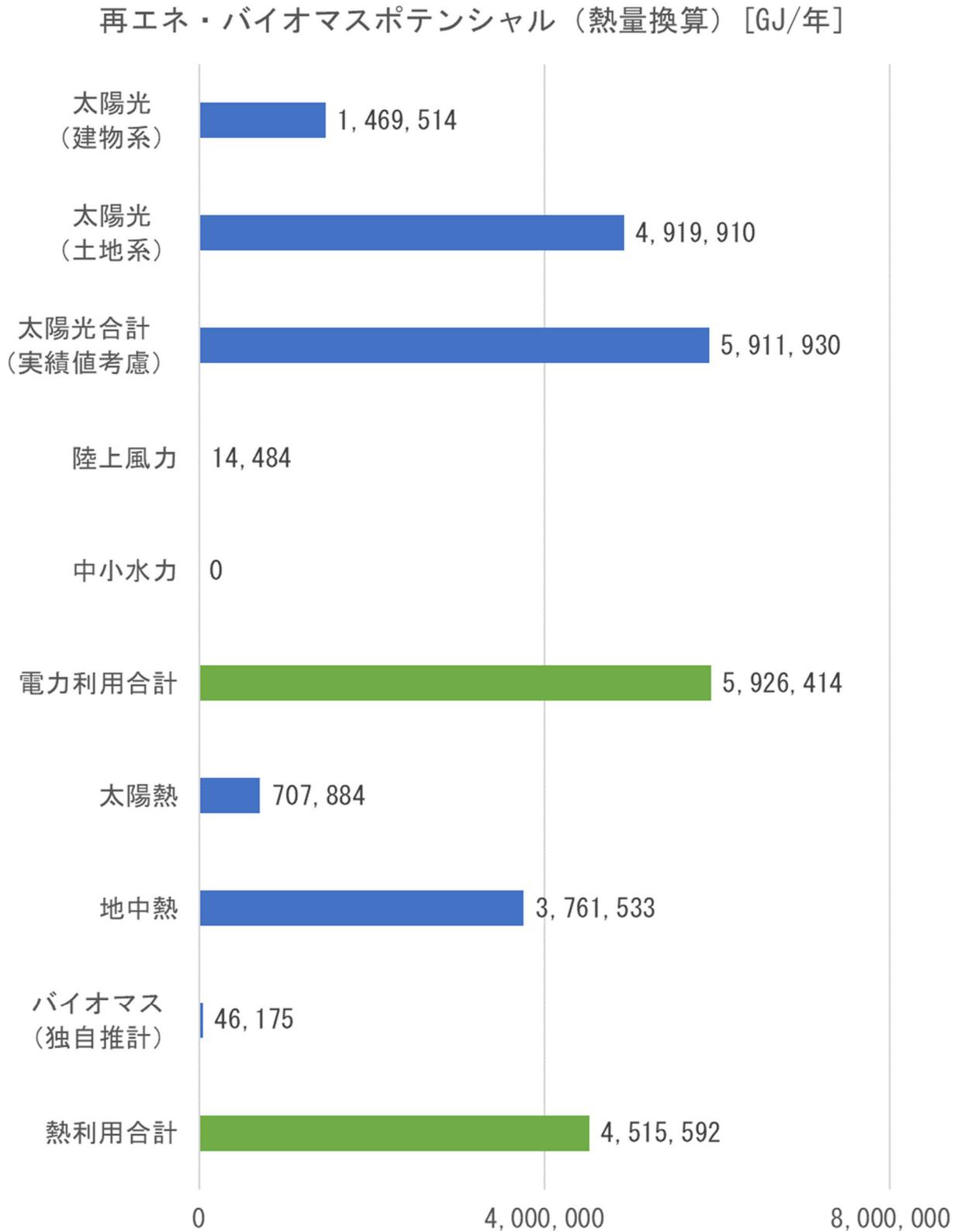


図 5-3 かすみがうら市内における再生可能エネルギー・バイオマスポテンシャル

5-1-4 太陽光発電

太陽光発電の概要を以下に示します。REPOS(再生可能エネルギー情報提供システム)を参照し、本市の太陽光発電の利用可能性を整理しました。

- 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

建物系のポテンシャルは、市街地区・工場地区(下稲吉の南部など)で特に高くなっています。また、市の南部においても、加茂工業団地の地区で部分的に高くなっています。土地系のポテンシャルは、市北部・南部ともに、田畑が集中している地区で高くなっています。また、REPOS によると、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。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性は、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性

利用形態		利用可能性(kWh/年)	利用可能性(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

※REPOS で把握されている導入実績分(2021 年度)としました。

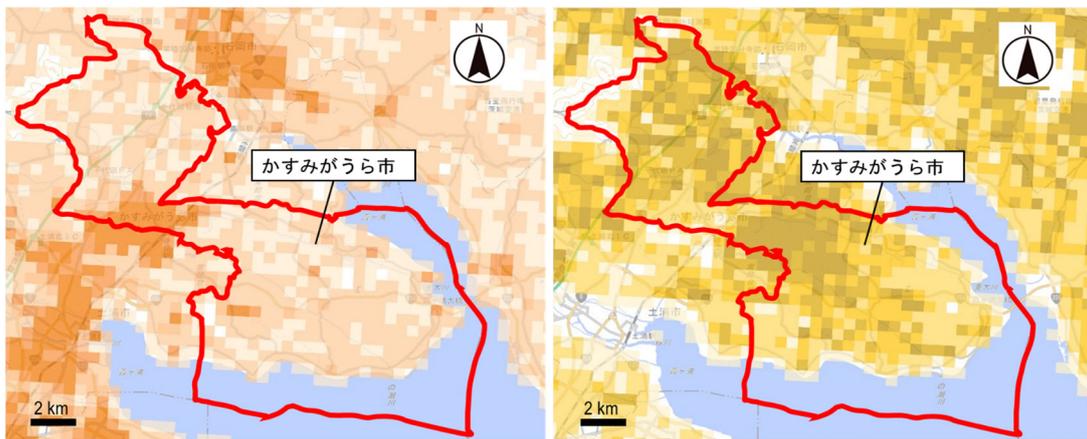


図 5-4 太陽光発電(建物系)ポテンシャル図
(出典:REPOS)

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 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に限られるため、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 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

バイオマス利用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。

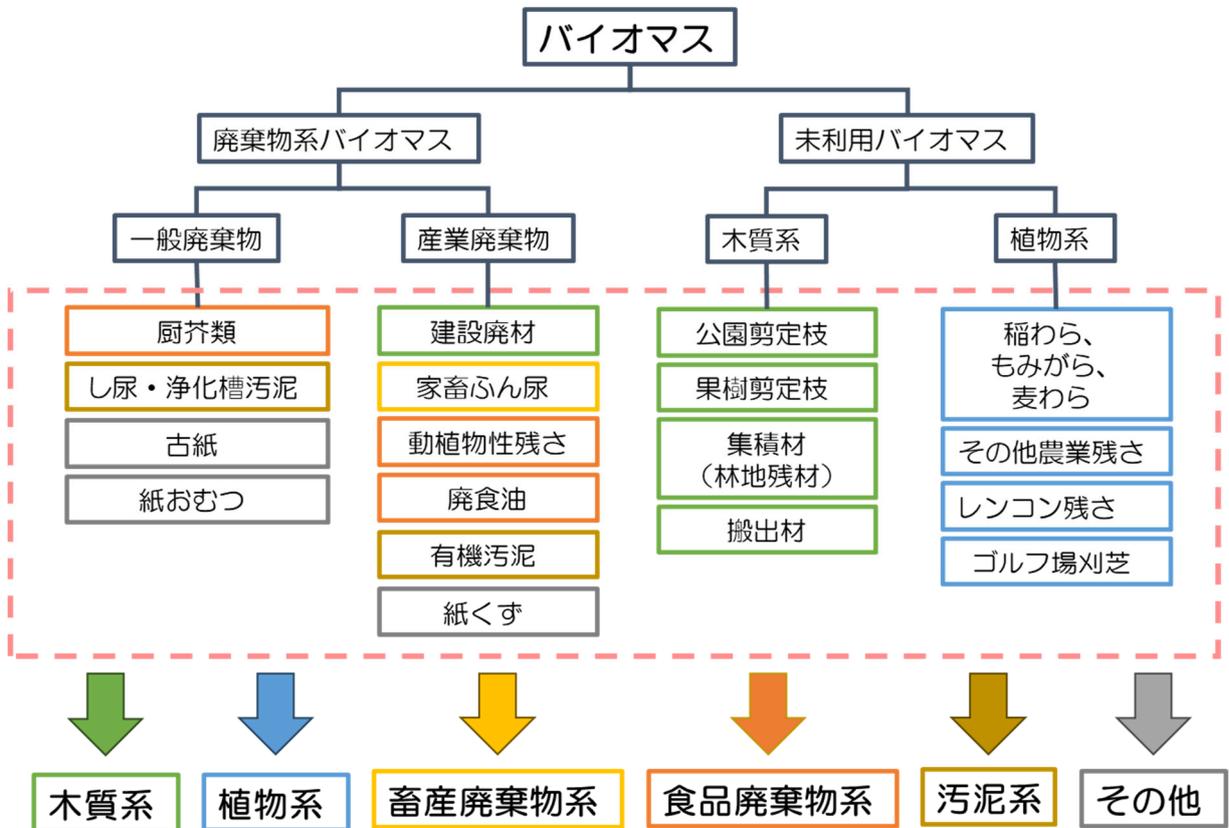


図 5-8 バイオマスポテンシャル評価イメージ図

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、廃食用油)、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。

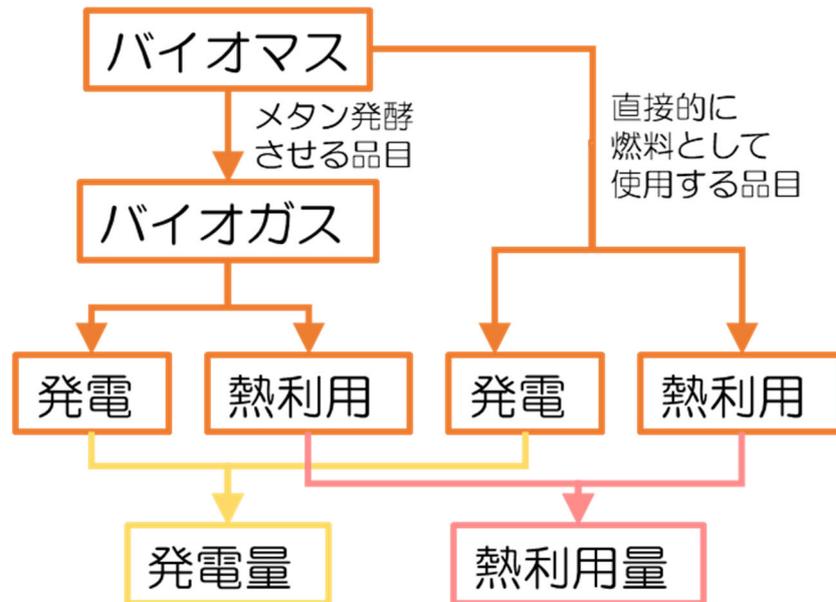


図 5-9 バイオマスポテンシャルの集計イメージ図

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 2023(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

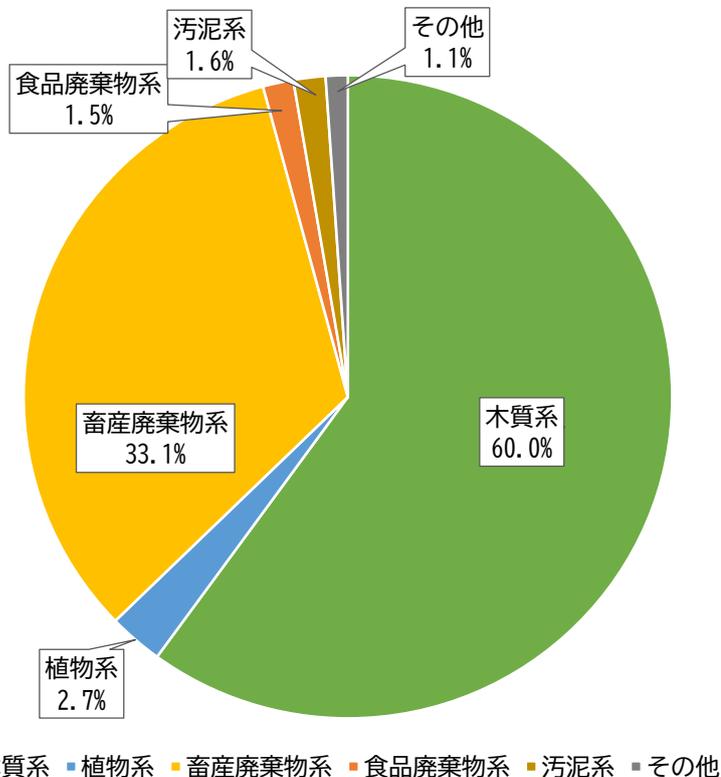


図 5-10 バイオマス賦存量分布(熱利用量ベース)

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

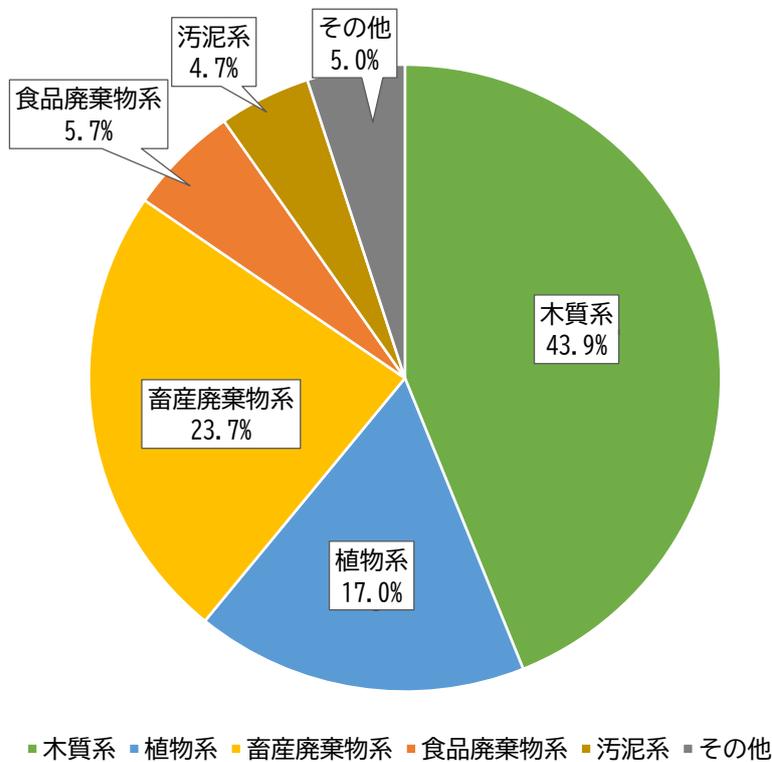


図 5-11 バイオマス利用可能量分布(熱利用量ベース)

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(下稲吉の南部等)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ます。

年間熱量 = 707,884.426 GJ/年

※REPOS より 2022 年推計を抽出。

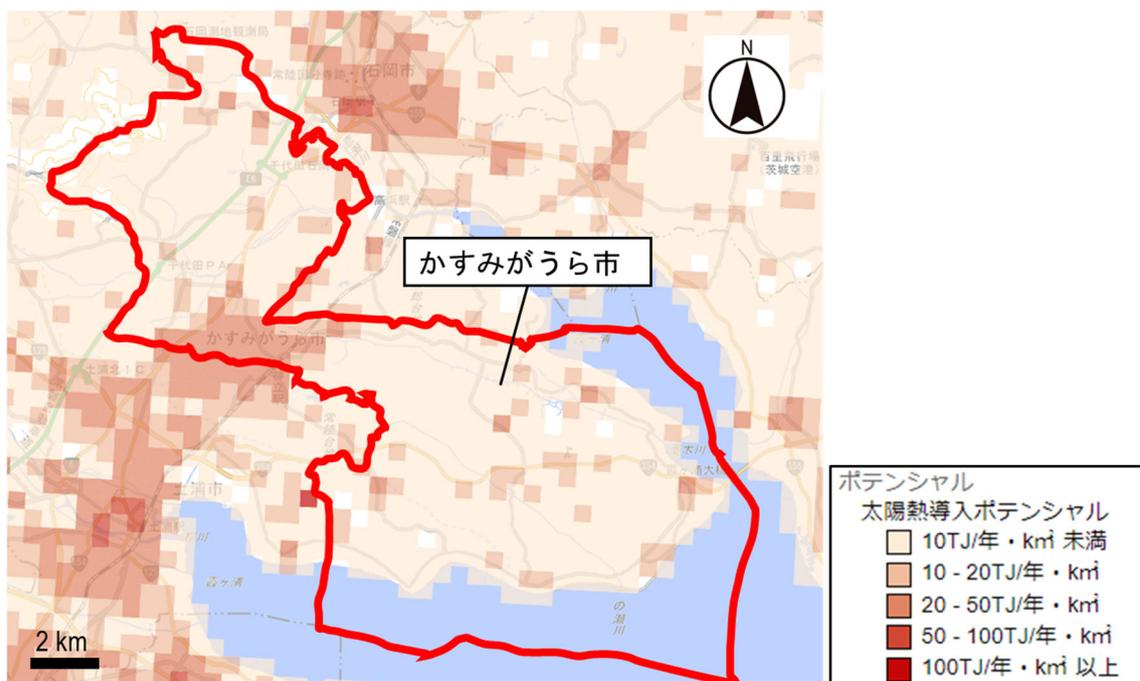


図 5-12 太陽熱ポテンシャル図

(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。
- 大気の温度に対して、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(下稻吉の南部等)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 年推計を抽出。

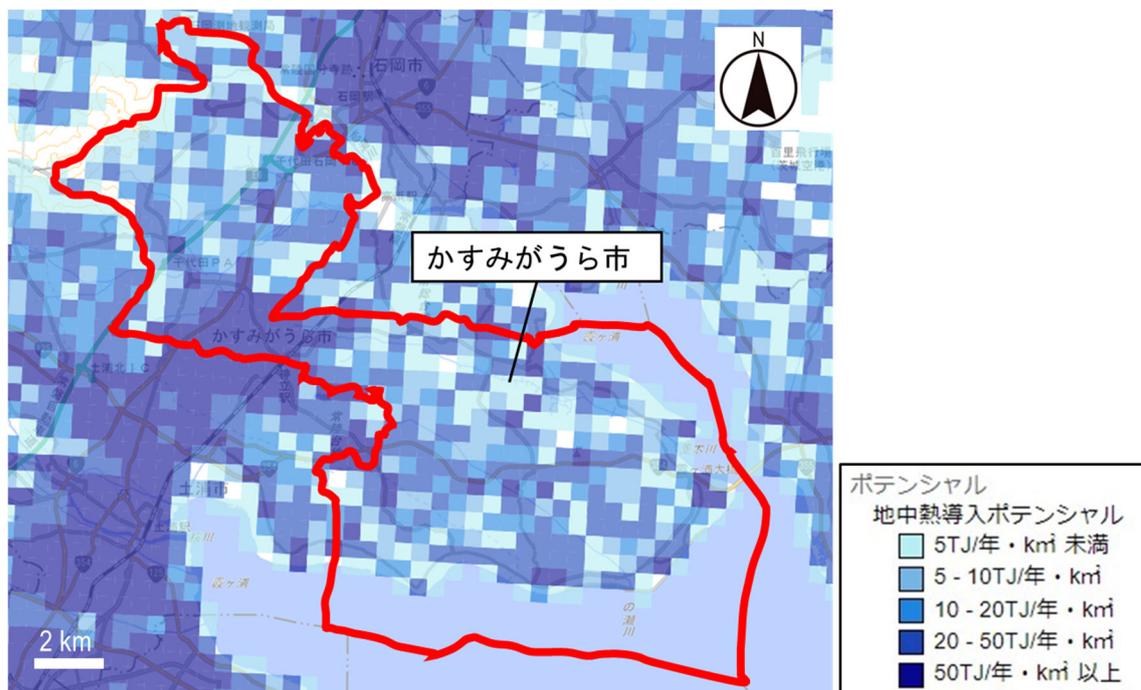


図 5-13 地中熱ポテンシャル図

(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。再生可能エネルギー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		-	-	-	-	-	-	-	-	-
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	
合計				100,825	477,494	135,338	248,359	187,265	348,919	674,154	1,256,107

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。

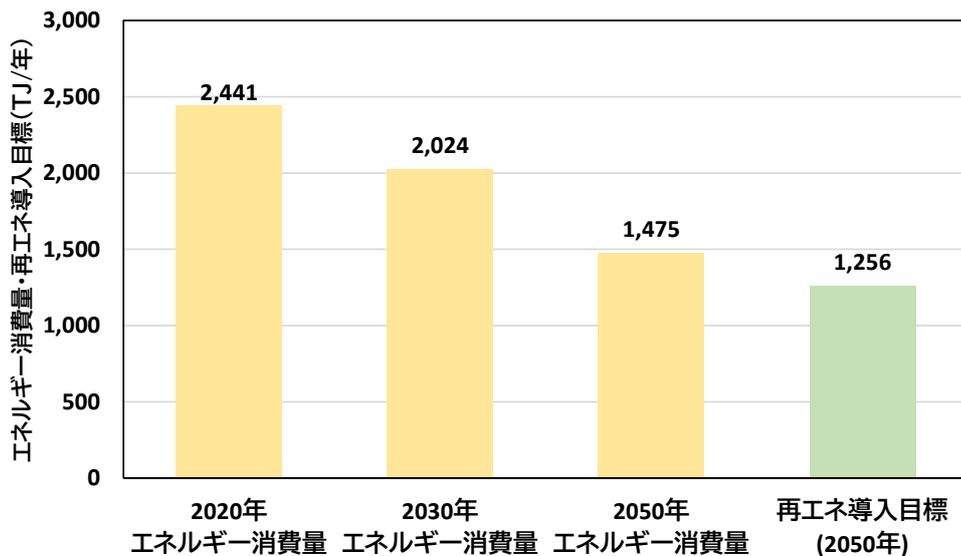


図 5-14 エネルギー消費量と再生可能エネルギー導入量の比較

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。