

5-4-3 畜産廃棄物系バイオマス

畜産廃棄物系には、家畜ふん尿のみが該当します。市内における家畜ふん尿の発生量については、下記の手法で算出しました。

① 推計条件

■算出式（バイオガス化の場合）

熱量または発電量[GJ/年] = 市内家畜ふん尿発生量[t/年] × バイオガス発生原単位[Nm³/t]
 × メタン濃度[%] × メタン低位発熱量[GJ/Nm³] × プラント効率[%]
 市内家畜ふん尿発生量[t/年] = Σ{(各畜種の飼育頭数[頭]) × ふん尿発生原単位[t/頭年]}

■算出式（直接燃焼の場合）

熱量または発電量[GJ/年] = 市内家畜ふん尿発生量[t/年] × (100 - 含水率[%])
 単位発熱量[GJ/DW-t] × プラント効率[%]
 市内家畜ふん尿発生量[t/年] = Σ{(各畜種の飼育頭数[羽]) × ふん尿発生原単位[t/羽年]}

■賦存量合計：かすみがうら市提供資料

畜種		飼育頭数	ふん尿 発生 原単位※1	バイオガス 発生 原単位 ※2	メタン 濃度 ※2	メタン 発熱量	
		頭・羽	t/頭 年	Nm³/t	%	MJ/Nm³	
乳用牛	搾乳牛	258	21.5	19-34 (26.5 で試算)	55-60 (57.5 で試算)	35.8	
	育成牛	109	9				
肉用牛	2才未満	290	8.9	19-34 (26.5 で試算)	55-60 ※2 (57.5 で試算)		
	2才以上	132	9.7				
	乳用種	1,610	9.2				
豚	肉豚	5,472	2.2	19-34 (26.5 で試算)	65-75 (60 で試算)		
	繁殖豚	551	3.8				
採卵鶏 (全体)	採卵鶏 (成鶏)	796,170	49.6	鶏ふん 単位発熱量※3 11.5 GJ/DW-t			
	採卵鶏 (雛)	358,412	21.5				
採卵鶏 (ヒアリング 実施分以外)	採卵鶏 (成鶏)	26,170	49.6	鶏ふん 単位発熱量※3 11.5 GJ/DW-t			
	採卵鶏 (雛)	168,912	21.5				
ブロイラー		121,135	47.5	鶏ふん 単位発熱量※3 16.3 GJ/DW-t			

※1 採卵鶏及びブロイラーの発生原単位の単位は t/1000 羽 年 です。

※2 「廃棄物系バイオマス利活用導入マニュアル」(平成 29 年 3 月/環境省)より引用しました。また、肉用牛の原単位として乳用牛の値を流用しました。

※3 「バイオマス賦存量・利用可能量の推計」(2011/NEDO)より引用しました。

■推計に用いる係数

項目	数値	単位
バイオガス発生原単位	前表に記載	—
メタン濃度	前表に記載	—
メタン発熱量	35.8	MJ/Nm ³
採卵鶏鶏ふん含水率※ ¹	63.7	%
ブロイラーふん含水率※ ¹	40.4	
ボイラー効率	80	%
発電効率	30	%
未利用率※ ¹	乳用牛:0.3 肉用牛:0.1 豚:38.6 鶏:4.4 ブロイラー:16.3	%

※¹ 2022 年度成果報告書 情報収集費/再生可能原料アベイラビリティ調査(NEDO)より引用しました。

■ヒアリング内容

かすみがうら市は鶏の飼育羽数が非常に多くなっているため、市内最大規模の養鶏場(採卵鶏)にヒアリングを実施しました。その結果、当該の養鶏場においては鶏糞の全量を独自に再資源化しているとのことでした。このため、利用可能量の推計においては、当該の養鶏場における飼育羽数を除いたうえ、残りの鶏について未利用率が4.4%であるとしてしました。

② 推計結果

■推計結果（賦存量、バイオガス化）

畜種		ふん尿量	バイオガス発生量
		t/年	Nm ³ /年
乳用牛	搾乳牛	5,547.0	124,807.5
	育成牛	981.0	22,072.5
肉用牛	2才未満	2,581.0	58,072.5
	2才以上	1,280.4	28,809.0
	乳用種	14,812.0	333,270.0
豚	肉豚	12,038.4	319,017.6
	繁殖豚	2,093.8	55,485.7
合計		39,333.6	941,534.8

■推計結果（賦存量、直接燃焼）

畜種		ふん尿量
		t/年
採卵鶏	採卵鶏(成鶏)	17,117.7
	採卵鶏(雛)	17,777.2
ブロイラー		5,753.9
合計		40,648.8

■推計結果（全畜種合計、賦存量）

年間熱利用量	219,179.8 GJ/年
年間発電量	22,831,229.0 kWh/年
年間発電量(熱量換算)	82,192.4 GJ/年

推計の結果、92,283.4 t/年の家畜ふん尿が発生し、それを熱利用した場合の年間熱量は 219,179.8 GJ/年と推計されました。発電利用した場合の年間発電量は 22,831,229.0 kWh/年(熱量に換算すると 82,192.4 GJ/年)と推計されました。

■推計結果（利用可能量、バイオガス化）

畜種		ふん尿量 t/年	バイオガス発生量 Nm ³ /年
乳用牛	搾乳牛	16.6	374.4
	育成牛	2.9	66.2
肉用牛	2才未満	2.6	58.1
	2才以上	1.3	28.8
	乳用種	14.8	333.3
豚	肉豚	4,646.8	123,140.8
	繁殖豚	808.2	21,417.5
合計		5,493.3	145,419.1

■推計結果（利用可能量、直接燃焼）

畜種		ふん尿量 t/年
採卵鶏	採卵鶏 (成鶏)	57.1
	採卵鶏 (雛)	159.8
ブロイラー		937.9
合計		1,154.8

■推計結果（全畜種合計、利用可能量）

年間熱利用量	10,925.8 GJ/年
年間発電量	1,138,100.7 kWh/年
年間発電量(熱量換算)	4,097.2 GJ/年

事業者ヒアリング結果及び未利用率などを考慮した利用可能量は 6,648.1 t/年と推計され、これを熱利用した場合の年間熱量は 10,925.8 GJ/年と推計されました。発電利用した場合の年間発電量は 1,138,100.7 kWh/年(熱量に換算すると 4,097.2 GJ/年)と推計されました。

5-4-4 食品廃棄物系バイオマス

一般家庭や特定事業所に該当しない事業所から排出される生ごみや、産業廃棄物として扱われる動植物性残さについても、賦存量を検討しました。

(1) 厨芥類

市内における厨芥類の発生量については以下の手法で推計しました。厨芥類は生ごみのことであり、一般家庭から可燃ごみに含まれる形で排出される家庭系厨芥類と、飲食業などの事業者から排出され、なおかつ産業廃棄物に該当しない事業系厨芥類の2種類があります。

家庭系については、かすみがうら市の一般廃棄物処理基本計画(令和2年3月)において、搬入ごみに対する組成調査の結果が記載されていることから、この数値を利用して推計しました。

事業系については、公表されている統計調査結果からの推計が困難であったことから、市内の食品加工業者および製造業者に対するヒアリングに基づいて推計しました。

① 推計条件

■算出式(家庭系)

$$\begin{aligned} \text{熱量または発電量[GJ/年]} &= \text{市内家庭系厨芥類発生量[t/年]} \times \text{バイオガス発生原単位[Nm}^3\text{/t]} \\ &\quad \times \text{メタン濃度[\%]} \times \text{メタン低位発熱量[GJ/Nm}^3\text{]} \times \text{プラント効率[\%]} \\ \text{市内家庭系厨芥類発生量[t/年]} &= \text{市内家庭系可燃ごみ量[t/年]} \times \text{厨芥類割合[\%]} \end{aligned}$$

■算出式(事業系)

$$\begin{aligned} \text{熱量または発電量[GJ/年]} &= \text{市内事業系厨芥類発生量[t/年]} \times \text{バイオガス発生原単位[Nm}^3\text{/t]} \\ &\quad \times \text{メタン濃度[\%]} \times \text{メタン低位発熱量[GJ/Nm}^3\text{]} \times \text{プラント効率[\%]} \end{aligned}$$

■賦存量(家庭系)

項目	単位	令和4年度	令和3年度
家庭系可燃ごみ排出量	t	7,913.5	8,509.4
平均値	t	8,211.5	

項目	単位	平成30年度	平成29年度	平成28年度	平成27年度	平成26年度
家庭系可燃ごみに占める厨芥類の割合	%	5.63	7.80	7.70	17.30	9.17
平均値	%	9.52				

家庭系厨芥類発生量 781.7 t/年

■賦存量(事業系)

事業者1. 清掃業者

清掃業者に対するヒアリングより、市内における事業系生ごみの発生量は、20-54 t/月とのことでした。また、食品加工業者より提供された資料に基づき、4年分の月別食品廃棄物排出量について変動の程度を検討したところ、平均値・中央値ともに、最小値～最大値の中間とほとんど一致(±10%以下)していました。このため、事業系の生ごみ排出量を37 t/月と考え、年間値である444 t/年を賦存量として計上しました。

事業者2. 野菜加工業者

食品加工における厨芥類は、食品製造とは異なり、事業系一般廃棄物として排出されます。野菜加工業者に対するヒアリングより、域内の工場において、下記の通りの排出実績が確認されました。ここから、事業系厨芥類として取り扱われている 505.5 t/年を賦存量として計上しました。

項目	排出量[t]
野菜加工後残さ	395.5
うち栗加工後残さ(鬼皮等) ※1	140.0
栗皮除く野菜加工後残さ	255.5
上記以外に、生ごみ処理機による生ごみ処理量	250.0
汚泥 ※2	34.9
有機性残さの総排出量	540.3
事業系厨芥類として計上された量 ※3	505.5

※1 事業分類が食品製造に相当する工程から発生するものであり、産業廃棄物(動植物性残さ)として処理されるものです。

ただし、バイオ発酵に適さない性状であることに鑑み、今回の試算からは除外することとしました。

※2 本項目は、有機汚泥の利用可能量として加算しました。(後述)

※3 「栗皮除く野菜加工後残さ」及び「上記以外に、生ごみ処理機による生ごみ処理量」の合計値に相当しました。

事業系厨芥類発生量 949.5 t/年

■推計に用いる係数

項目	数値	単位
バイオガス発生原単位 ※1	150	Nm ³ /t
メタン濃度 ※1	50-60 (試算では 55 とする)	%
メタン発熱量	35.8	MJ/Nm ³
ボイラー効率	80	%
発電効率	30	%
未利用率	事業系を利用可能量とする	—

※1 「廃棄物系バイオマス利活用導入マニュアル」(平成 29 年 3 月/環境省)より、食品廃棄物の原単位を流用しました。

② 推計結果

■推計結果(賦存量)

厨芥類賦存量(家庭系)	781.7 t/年
厨芥類賦存量(事業系)	
＝厨芥類利用可能量	949.5 t/年
厨芥類賦存量(合計)	1,731.2 t/年

バイオガス発生量	259,680.5 Nm ³ /年
年間熱利用量	4,090.5 GJ/年
年間発電量	426,092.4 kWh/年
年間発電量(熱量換算)	1,533.9 GJ/年

推計の結果、1,731.2 t/年の厨芥類が発生しており、259,680.5 Nm³/年のバイオガスが得られると推計されました。これを熱利用した場合の年間熱量は 4,090.5 GJ/年と推計された。発電利用した場合の年間発電量は 426,092.4 kWh/年(熱量に換算すると 1,533.9 GJ/年)と推計されました。

■推計結果（利用可能量）

バイオガス発生量	142,420.5 Nm ³ /年
年間熱利用量	2,243.4 GJ/年
年間発電量	233,688.3 kWh/年
年間発電量(熱量換算)	841.3 GJ/年

ごみ分別等を考慮した利用可能量は 949.5 t/年と推計され、142,420.5 Nm³/年のバイオガスが得られると推計されました。これを熱利用した場合の年間熱量は 2,243.4 GJ/年と推計されました。発電利用した場合の年間発電量は 233,688.3 kWh/年(熱量に換算すると 841.3 GJ/年)と推計されました。

ただし本市は、石岡市、小美玉市及び茨城町と合同で、ごみ処理の広域化を進めています。これに伴い、本市における一般廃棄物の焼却処理は、令和 3 年度より霞台クリーンセンターみらい(小美玉市)において実施されています。このため、競合するバイオマスの用途はないものの、資源が市外に流出する形になっていることに注意する必要があります。

(2) 動植物性残さ

市内における動植物性残さ(産業廃棄物)の発生量については、下記の手法で算出しました。

① 推計条件

■算出式

熱量または発電量[GJ/年] = 市内動物性残さ発生量[t/年] × バイオガス発生原単位[Nm³/t]
 × メタン濃度[%] × メタン低位発熱量[GJ/Nm³] × 発電効率[%]
 市内動植物性残さ発生量[t/年] = 茨城県内動植物性残さ発生量[t/年] ×
 (かすみがうら市内関連業従業者数[人] / 茨城県内関連業従業者数[人])

※ 茨城県内動植物性残さ発生量については、茨城県産業廃棄物実態調査報告書(平成30年度実績)を参照しました。かすみがうら市／茨城県の関連業従業者数については、経済センサス活動調査(平成28年度)を参照しました。

※ 上記算出式において、関連業として計上した業種は、「食料品製造業」としました。

■推計条件

茨城県関連業従業者数	45,812
かすみがうら市関連業従業者数	871
かすみがうら市内割合	1.90%

■推計に用いる係数

項目	数値	単位
バイオガス発生原単位 ※1	150	Nm ³ /t
メタン濃度 ※1	50-60 (試算では 55 とする)	%
メタン発熱量	35.8	MJ/Nm ³
ボイラー効率	80	%
発電効率	30	%
未利用率 ※2	5	%

※1「廃棄物系バイオマス利活用導入マニュアル」(平成 29 年 3 月/環境省)より、食品廃棄物の数値を流用しました。

※2 2022 年度成果報告書 情報収集費/再生可能原料アベイラビリティ調査(NEDO)より引用しました。「食品廃棄物等の年間発生量及び食品循環資源の再生利用等実施率」(2019/農水省)に基づく推定値です。

■動植物性残さ賦存量・利用可能量推計のまとめ

項目	数値	単位
茨城県動植物性残さ発生量	92,000	t
かすみがうら市動植物性残さ発生量	1,749.1	t
かすみがうら市動植物性残さ利用可能量	87.5	t

② 推計結果

■推計結果 (賦存量)

バイオガス発生量	262,372.3 Nm ³ /年
年間熱利用量	4,132.9 GJ/年
年間発電量	430,509.2 kWh/年
年間発電量(熱量換算)	1,549.8 GJ/年

推計の結果、1,749.1 t/年の動植物性残さが発生し、262,372.3 Nm³/年のバイオガスが得られると推計されました。これを熱利用した場合の年間熱量は 4,132.9 GJ/年と推計されました。発電利用した場合の年間発電量は 430,509.2 kWh/年(熱量に換算すると 1,549.8 GJ/年)と推計されました。

■推計結果 (利用可能量)

バイオガス発生量	13,118.6 Nm ³ /年
年間熱利用量	206.6 GJ/年
年間発電量	21,525.5 kWh/年
年間発電量(熱量換算)	77.5 GJ/年

再利用率等を考慮した利用可能量は 87.5 t/年と推計され、13,118.6 Nm³/年のバイオガスが得られると推計されました。これを熱利用した場合の年間熱量は 206.6 GJ/年と推計されました。発電利用した場合の年間発電量は 21,525.5 kWh/年(熱量に換算すると 77.5 GJ/年)と推計されました。

(3) 廃食油

市内における廃食油の発生量については、下記の手法で算出しました。廃食油は産業廃棄物であるため、茨城県で集計されている食品製造業由来の一般廃油を茨城県の廃食油発生量と考え、市内の従業者数に基づき按分することで推計を行いました。

① 推計条件

■算出式

発電量[GJ/年] = 市内廃食油発生量[t/年] × 廃食油低位発熱量[GJ/Nm³] × 発電効率[%]
 市内廃食油発生量[t/年] = 茨城県内一般廃油(食品製造業)発生量[t/年] ×
 (かすみがうら市内食品製造業従業者数[人] / 茨城県内食品製造業従業者数[人])

※ 茨城県内一般廃油(食品製造業)発生量については、茨城県産業廃棄物実態調査報告書(平成30年度実績)を参照しました。かすみがうら市／茨城県の関連業従業者数については、経済センサス活動調査(平成28年度)を参照しました。

※ 動力機関の燃料として直接的に利用することが想定されるため、発電効率のみ算出しました。

■推計条件

茨城県関連業従業者数	45,812
かすみがうら市関連業従業者数	871
かすみがうら市内割合	1.90%

■推計に用いる係数

項目	数値	単位
廃食油低位発熱量※1	35	MJ/kg
プロセス効率※2	20	%
未利用率※3	9.5	%

※1 「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律第2条第6項の基準を定める省令」より引用しました。

※2 一般的なディーゼルエンジンの効率である30%を基準に、過大評価を回避するため10%減じて設定しました。

※3 2022年度成果報告書 情報収集費/再生可能原料アベイラビリティ調査(NEDO)より引用しました。「UC オイルのリサイクルの流れ図(令和2年度版)」(全国油脂事業協同組合連合会)に基づく推定値です。

■廃食油賦存量・利用可能量推計のまとめ

項目	数値	単位
茨城県一般廃油(食品製造業)発生量	14,000	t
市内廃食油発生量	266.2	t
市内廃食油利用可能量	25.3	t

② 推計結果

■推計結果(賦存量)

年間発電量	517,562.1 kWh/年
年間発電量(熱量換算)	1,863.2 GJ/年

推計の結果、266.2 t/年の廃食油が発生し、これを発電利用した場合の年間発電量は 517,562.1 kWh/年(熱量に換算すると 1,863.2 GJ/年)と推計されました。

■推計結果（利用可能量）

年間発電量	49,168.4 kWh/年
年間発電量(熱量換算)	177.0 GJ/年

再利用率を考慮した利用可能量は 25.3 t/年と推計され、これを発電利用した場合の年間発電量は 49,168.4 kWh/年(熱量に換算すると 177.0 GJ/年)と推計されました。

ただし、廃食油からのエネルギー生産は、近年の合成航空燃料(Sustainable Aviation Fuel:SAF の一種)と需要が強く競合することに注意する必要があります。

5-4-5 汚泥系バイオマス

本市における汚泥系バイオマスとしては、一般廃棄物としてし尿・浄化槽汚泥、産業廃棄物として有機汚泥が挙げられる。下水汚泥については有機汚泥に含まれるものと考えます。

(1) し尿・浄化槽汚泥

市内におけるし尿・浄化槽汚泥については以下の手法で推計しました。

① 推計条件

■算出式

$\begin{aligned} \text{熱量または発電量[GJ/年]} &= \text{市内し尿・浄化槽汚泥発生量[t/年]} \times \\ &\quad \text{バイオガス発生原単位[Nm}^3\text{/t]} \times \text{メタン濃度[\%]} \times \\ &\quad \text{メタン低位発熱量[GJ/Nm}^3\text{]} \times \text{発電効率[\%]} \\ \text{市内し尿・浄化槽汚泥発生量[t/年]} &= \{\text{し尿量[kL]} + \text{浄化槽汚泥量[kL]}\} \times \text{密度[t/kL]} \end{aligned}$
--

■集計結果

項 目	令和 4 年度	令和 3 年度	令和 2 年度	令和元年度	平成 30 年度
し尿量[kL] ※1	795.5	812.4	876.3	1,007.9	1,043.6
浄化槽汚泥量[kL] ※1	5,074.5	5,040.2	5,333.8	4,999.7	5,067.3
合計[kL]	5,870.0	5,852.7	6,210.1	6,007.6	6,110.9
重量合計[t] ※2	5,870.0	5,852.7	6,210.1	6,007.6	6,110.9
重量平均 (賦存量)[t]	6,010.3				
資源化量[t] ※3	—	188.0	154.0	138.0	173.0
利用可能量[t] ※4	—	5,664.7	6,056.1	5,869.6	5,937.9
利用可能量平均[t]	5,882.1				

※1 かすみがうら市提供資料より引用しました。

※2 2022 年度成果報告書 情報収集費/再生可能原料アベイラビリティ調査(NEDO)より、1 kL=1 t で換算しました。

※3 一般廃棄物処理実態調査(環境省)より引用しました。

※4 下水投入実績が 0 であることに鑑み、し尿量+浄化槽汚泥量-資源化量 としました。

■推計に用いる係数

項目	数値	単位
バイオガス発生原単位 ※1	12-14 (試算では 13 とする)	Nm ³ /t
メタン濃度 ※1	57-63 (試算では 60 とする)	%
メタン発熱量	35.8	MJ/Nm ³
ボイラー効率	80	%
発電効率	30	%

※1「廃棄物系バイオマス利活用導入マニュアル」(平成 29 年 3 月/環境省)より、下水汚泥の数値を引用しました。

② 推計結果

■推計結果 (賦存量)

バイオガス発生量	78,133.5 Nm ³ /年
年間熱利用量	1,342.7 GJ/年
年間発電量	139,859.0 kWh/年
年間発電量(熱量換算)	503.5 GJ/年

推計の結果、6,010.3 t/年のし尿・浄化槽汚泥が発生し、78,133.5 Nm³/年のバイオガスが得られると推計されました。これを熱利用した場合の年間熱量は 1,342.7 GJ/年と推計されました。発電利用した場合の年間発電量は 139,859.0 kWh/年(熱量に換算すると 503.5 GJ/年)と推計されました。

■推計結果 (利用可能量)

バイオガス発生量	76,467.1 Nm ³ /年
年間熱利用量	1,314.0 GJ/年
年間発電量	136,876.1 kWh/年
年間発電量(熱量換算)	492.8 GJ/年

資源化量を考慮した利用可能量は 5,882.1 t/年と推計され、76,467.1 Nm³/年のバイオガスが得られると推計されました。これを熱利用した場合の年間熱量は 1,314.0 GJ/年と推計されました。発電利用した場合の年間発電量は 136,876.1 kWh/年(熱量に換算すると 492.8 GJ/年)と推計されました。

(2) 有機汚泥

有機汚泥は、主として下水処理施設、製紙業、食品製造業などから発生する産業廃棄物です。市内における有機汚泥(産業廃棄物)の発生量については、下記の手法で算出しました。

① 推計条件

■算出式

熱量または発電量[GJ/年] = 市内有機汚泥発生量[t/年] × バイオガス発生原単位[Nm³/t]
 × メタン濃度[%] × メタン低位発熱量[GJ/Nm³] × 発電効率[%]
 市内有機汚泥発生量[t/年] = 茨城県内有機汚泥発生量[t/年] ×
 (かすみがうら市内全従業者数[人] / 茨城県内全従業者数[人])

※茨城県内有機汚泥発生量については、茨城県産業廃棄物実態調査報告書(平成30年度実績)を参照しました。各従業者数は、経済センサス活動調査(平成28年度)を参照しました。

■推計条件

茨城県全業種従業者数	1,233,534
かすみがうら市全業種従業者数	14,660
かすみがうら市内割合	1.19%

■推計に用いる係数

項目	数値	単位
バイオガス発生原単位 ※1	12-14 (試算では 13 とする)	Nm ³ /t
メタン濃度 ※1	57-63 (試算では 60 とする)	%
メタン発熱量	35.8	MJ/Nm ³
ボイラー効率	80	%
発電効率	30	%
未利用率 ※2	9	%

※1「廃棄物系バイオマス利活用導入マニュアル」(平成 29 年 3 月/環境省)より、下水汚泥の数値を引用しました。

※2 2022 年度成果報告書 情報収集費/再生可能原料アベイラビリティ調査(NEDO)より引用しました。「廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環利用量実態調査報告書廃棄物等循環利用量実態調査編」(2020/環境省)に基づく推定値です。

■ヒアリング内容

厨芥類(事業系)において記載したとおり、野菜加工業者にヒアリングを実施したところ、34.9 t の汚泥を排出していることが確認されました。当該の汚泥は、産業廃棄物として適正に処理されており、賦存量に含まれる形で既に反映されているといえます。一方で、当該事業者による、バイオマス事業への協力が期待される点に鑑み、34.9 t を利用可能量として別個に加算するものとししました。

■有機汚泥賦存量・利用可能量推計のまとめ

項目	数値	単位
茨城県有機汚泥発生量	3,469,000	t
かすみがうら市有機汚泥発生量	41,227.5	t
かすみがうら市有機汚泥利用可能量(NEDO)	3,710.4	t
かすみがうら市有機汚泥利用可能量(ヒアリング)	34.9	t
かすみがうら市有機汚泥利用可能量(合計)	3,745.3	t

② 推計結果

■推計結果(賦存量)

バイオガス発生量	535,957.7 Nm ³ /年
年間熱利用量	9,209.9 GJ/年
年間発電量	959,364.3 kWh/年
年間発電量(熱量換算)	3,453.7 GJ/年

推計の結果、41,227.5 t/年の有機汚泥が発生し、535,957.7 Nm³/年のバイオガスが得られると推計されました。これを熱利用した場合の年間熱量は 9,209.9 GJ/年と推計されました。発電利用した場合の年間発電量は 959,364.3 kWh/年(熱量に換算すると 3,453.7 GJ/年)と推計されました。

■推計結果（利用可能量）

バイオガス発生量	48,689.5 Nm ³ /年
年間熱利用量	1,045.9 GJ/年
年間発電量	87,154.2 kWh/年
年間発電量(熱量換算)	313.8 GJ/年

再利用率を考慮した利用可能量は 3,745.3 t/年と推計され、48,689.5 Nm³/年のバイオガスが得られると推計されました。これを熱利用した場合の年間熱量は 1,045.9 GJ/年と推計されました。発電利用した場合の年間発電量は 87,154.2 kWh/年(熱量に換算すると 313.8 GJ/年)と推計されました。

5-4-6 その他バイオマス

上記以外のバイオマスとして、紙類(一般廃棄物として古紙、産業廃棄物として製紙関連産業等から発生する紙くず)や紙おむつについても検討しました。

(1) 古紙

市内における古紙の発生量については、下記の手法で算出しました。

① 推計条件

■算出式

熱量または発電量[GJ/年] = 市内古紙発生量[t/年] × バイオガス発生原単位[Nm³/t]
 × メタン濃度[%] × メタン低位発熱量[GJ/Nm³] × 発電効率[%]
 市内古紙発生量[t/年] = 古紙自己搬入量[t] + 古紙委託収集量[t]

■集計結果：かすみがうら市提供資料より

項目	単位	令和 4 年度	令和 3 年度
古紙(自己搬入)	t	9.0	6.7
古紙(委託収集)	t	410.9	411.4
古紙(事業系)	t	6.45	2.5
合 計	t	426.4	420.5
平均(賦存量)	t		423.5

■推計に用いる係数

項目	数値	単位
バイオガス発生原単位 ^{※1}	490	Nm ³ /t
メタン濃度 ^{※1}	55-60 (試算では 57.5 とする)	%
メタン発熱量	35.8	MJ/Nm ³
ボイラー効率	80	%
発電効率	30	%
未利用率	0	%

※1「廃棄物系バイオマス利活用導入マニュアル」(平成 29 年 3 月/環境省)より、紙系廃棄物の数値を引用しました。

② 推計結果

■推計結果（賦存量）

バイオガス発生量	207,493.0 Nm ³ /年
年間熱利用量	3,417.0 GJ/年
年間発電量	355,936.9 kWh/年
年間発電量(熱量換算)	1,281.4 GJ/年

本市における紙類の発生量は 423.5 t/年と推計され、207,493.0 Nm³/年のバイオガスが得られると推計されました。これを熱利用した場合の年間熱量は 3,417.0 GJ/年と推計された。発電利用した場合の年間発電量は 355,936.9 kWh/年(熱量に換算すると 1,281.4 GJ/年)と推計されました。一方で、本市における古紙は、既に全量が製品としてリサイクルされているものと考えられることから、利用可能量は 0 であると考えられます。

(2) 紙くず

紙くずは、製紙業等の一部業種に対しては、産業廃棄物として排出することが義務付けられています。市内における紙くず(産業廃棄物)の発生量については、下記の手法で算出しました。

① 推計条件

■算出式

熱量または発電量[GJ/年] = 市内紙くず発生量[t/年] × バイオガス発生原単位[Nm³/t]
 × メタン濃度[%] × メタン低位発熱量[GJ/Nm³] × 発電効率[%]
 市内紙くず発生量[t/年] = 茨城県内紙くず発生量[t/年] ×
 (かすみがうら市内関連業従業者数[人] / 茨城県内関連業従業者数[人])

※ 茨城県内紙ごみ発生量については、茨城県産業廃棄物実態調査報告書(平成30年度実績)を参照しました。かすみがうら市／茨城県の関連業従業者数については、経済センサス活動調査(平成28年度)を参照しました。

※ 上記算出式において、関連業として計上した業種は、「パルプ・紙・紙加工品製造業」「印刷・同関連業」の2つとしました。

■推計条件

業種	従業者数[人]		市内割合[%]
	茨城県	かすみがうら市	
パルプ・紙・紙加工品製造業	6,365	87	1.37%
印刷・印刷関連業	6,137	85	1.39%
合計	12,502	172	1.38%

■推計に用いる係数

項目	数値	単位
バイオガス発生原単位 ^{※1}	490	Nm ³ /t
メタン濃度 ^{※1}	55-60 (試算では 57.5 とする)	%
メタン発熱量	35.8	MJ/Nm ³
ボイラー効率	80	%
発電効率	30	%
未利用率 ^{※2}	11	%

※1「廃棄物系バイオマス利活用導入マニュアル」(平成 29 年 3 月/環境省)より、紙系廃棄物の数値を引用しました。

※2 2022 年度成果報告書 情報収集費/再生可能原料アベイラビリティ調査(NEDO)より、紙系産業・建設業共通の推計値を引用しました。

■紙くず賦存量・利用可能量推計のまとめ

項目	数値	単位
茨城県紙くず発生量	16,000	t
かすみがうら市紙くず発生量	220.1	t
かすみがうら市紙くず利用可能量	24.2	t

② 推計条件

■推計結果(賦存量)

バイオガス発生量	107,861.1 Nm ³ /年
年間熱利用量	1,776.3 GJ/年
年間発電量	185,026.8 kWh/年
年間発電量(熱量換算)	666.1 GJ/年

推計の結果、220.12 t/年の紙くずが発生し、107,861.1 Nm³/年のバイオガスが得られると推計されました。これを熱利用した場合の年間熱量は 1,776.3 GJ/年と推計されました。発電利用した場合の年間発電量は 185,026.8 kWh/年(熱量に換算すると 666.1 GJ/年)と推計されました。

■推計結果(利用可能量)

バイオガス発生量	11,864.7 Nm ³ /年
年間熱利用量	195.4 GJ/年
年間発電量	20,353.0 kWh/年
年間発電量(熱量換算)	73.3 GJ/年

再資源化率などを考慮した利用可能量は 24.2 t と推計され、11,864.7 Nm³/年のバイオガスが得られると推計されました。これを熱利用した場合の年間熱量は 195.4 GJ/年と推計されました。発電利用した場合の年間発電量は 20,353.0 kWh/年(熱量に換算すると 73.3 GJ/年)と推計されました。

(3) 紙おむつ

市内において、紙おむつは、可燃ごみとして取り扱われています。一方で、今後さらに進行する高齢化社会を念頭に、紙おむつの資源利用に関する事業に取り組む自治体が増加傾向にあります。上述の背景に鑑み、本市における高齢者向け紙おむつの発生量の推計、およびエネルギーとしてのポテンシャルを推計しました。高齢者向け紙おむつの排出原単位は高齢者施設のヒアリングによって推定し、市内の高齢者施設の入居者定員及び施設の利用率を用いて排出量を推計しました。

① 推計条件

■算出式

$\text{熱量または発電量[GJ/年]} = \text{市内紙おむつ発生量[t/年]} \times$ $\text{紙おむつ低位発熱量[GJ/Nm}^3\text{]} \times \text{プラント効率[\%]}$ $\text{市内紙おむつ発生量[t/年]} = \text{紙おむつ発生原単位[t/人日]} \times 365[\text{日}] \times$ $\text{市内高齢者施設入居者定員[人]} \times \text{高齢者施設利用率[\%]}$

■推計条件

項目	数値	単位
施設内紙おむつ排出量(一日)	200	kg/日
施設内紙おむつ排出量(年間)	73.0	t/年
施設内入居者数	80	人
紙おむつ発生原単位	0.912	t/人年
かすみがうら市高齢者施設総入居者定員 ^{※1}	893	人
高齢者施設利用率	85.7	%
かすみがうら市内紙おむつ発生量(賦存量)	698.3	t/年

※1 介護情報ポータルサイトに情報が公開されている入居者数のうち、「自立型のもの」「介護老人保健施設」を除き集計しました。

※2 令和3年度「社会福祉施設等調査の概況」(厚生労働省)より、有料老人ホームの在所率を引用しました。

■推計に用いる係数

項目	数値	単位
紙おむつ低位発熱量 ^{※1}	3,800.00	MJ/t
ボイラー効率	80	%
発電効率	30	%
未利用率	100	%

※1 「2019年8月30日 日本不織布協会 衛生・メディカル分科会 下水道への紙オムツ受入について」(国土交通省)より引用しました。

② 推計結果

■推計結果(賦存量＝利用可能量)

紙おむつ発生量	698.3 t/年
---------	-----------

年間熱利用量	2,122.9 GJ/年
年間発電量	22,114.0 kWh/年
年間発電量(熱量換算)	79.6 GJ/年

推計の結果、698.3 t/の紙おむつが発生し、それを熱利用した場合の年間熱量は2,122.9 GJ/年と推計されました。発電利用した場合の年間発電量は22,114.0 kWh/年(熱量に換算すると79.6 GJ/年)と推計されました。また、紙おむつのリサイクラーは限られており、現在のところ市内に拠点がないことから、利用可能量は賦存量と同量であると考えられます。

5-5 太陽熱利用

① 推計方法

■カテゴリ

ソーラーシステム、太陽集熱器、太陽蓄熱槽、太陽熱利用温水器

出典:「ソーラーシステム・データブック」(2023/一般社団法人ソーラーシステム振興協会)

■算出式

太陽熱の利用可能熱量(MJ/年)
= 設置可能面積(m²) × 平均日射量(kWh/m²/日:都道府県別)
× 換算係数 3.6MJ/kWh × 集熱効率 0.4 × 365 日
メッシュ単位での熱需要量 = Σ (建物種別iの延床面積 × 建物種別iの地域別需要原単位)

上記いずれかの小さい値をポテンシャルと定義する。

出典:「我が国の再生可能エネルギー導入ポテンシャル 概要資料導入編」(令和 4 年 4 月/環境省)

■推計に用いる係数

推計に用いる係数については、「平成 27 年度 再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書」(平成 28 年 3 月/環境省)に詳しく記載されています。

② 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

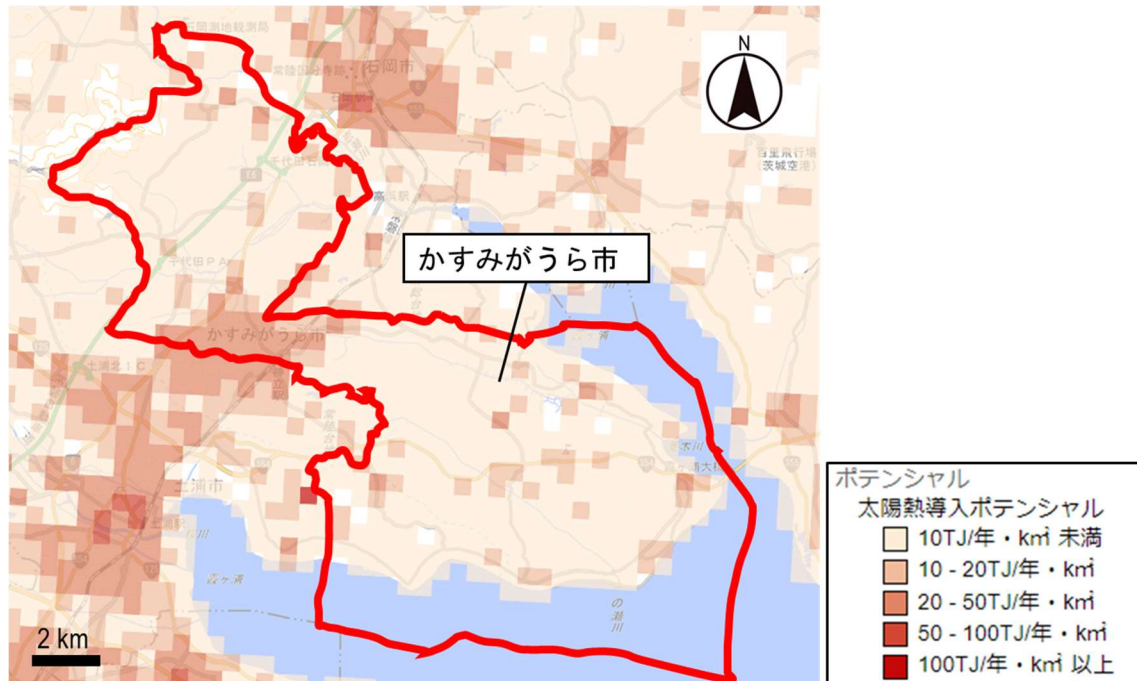


図 5-6 太陽熱ポテンシャル図
(出典:REPOS)

5-6 地中熱利用

① 推計方法

■カテゴリ

クローズドループ

出典:「自治体再エネ情報カルテ」(令和 4 年 4 月/環境省)

■算出式

個別建物における地中熱の利用可能熱量(Wh/年)
=採熱可能面積(m^2) $\times$ 採熱率(W/m)
 $\times$ 地中熱交換井の密度(本/ m^2) $\times$ 地中熱交換井の長さ(m/本)
 $\times$ 年間稼働時間(h/年) $\times$ 補正係数 0.75
メッシュ単位での熱需要量 = Σ (建物種別iの延床面積 $\times$ 建物種別iの地域別需要原単位)

上記いずれかの小さい値をポテンシャルと定義する。

出典:「我が国の再生可能エネルギー導入ポテンシャル 概要資料導入編」(令和 4 年 4 月/環境省)

■推計に用いる係数

推計に用いる係数については、「平成 27 年度 再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書」(平成 28 年 3 月/環境省)に詳しく記載されています。

② 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、熱交換性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

※1 日本地質学会誌, 吉岡ら, 第 32 号(2010)より

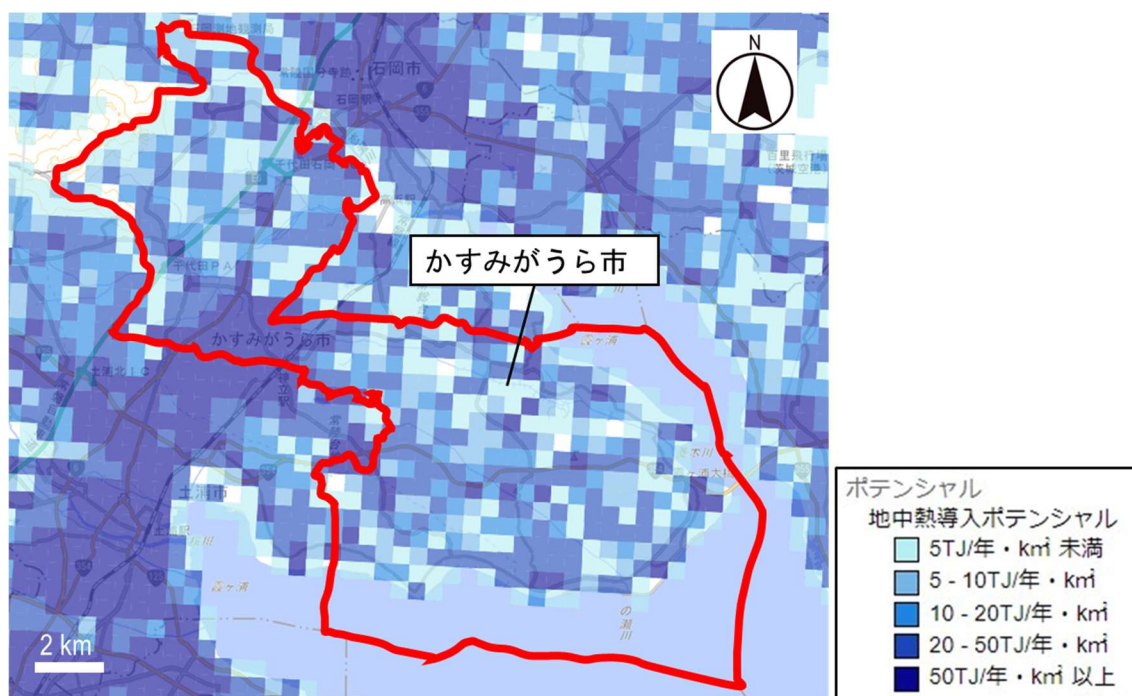


図 5-7 地中熱ポテンシャル図
(出典:REPOS)

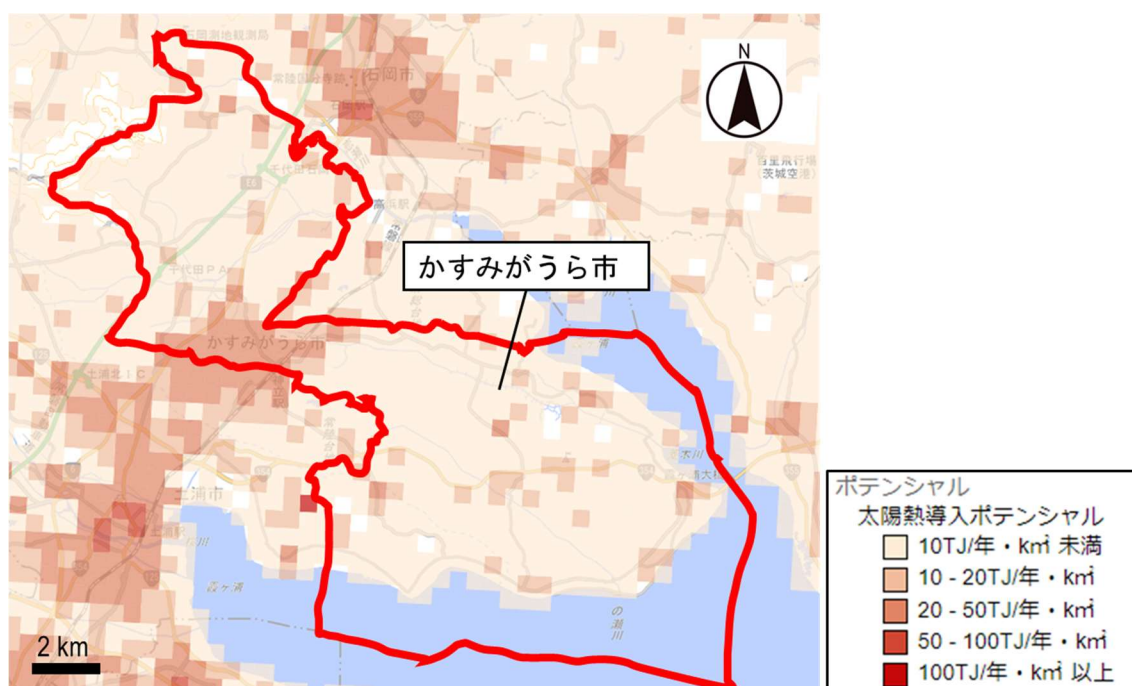


図 5-8 太陽熱ポテンシャル図
(出典:REPOS)

第6章 協議会の実施

本計画の策定にあたり以下のような委員会を開催し、様々な分野の有識者や事業者の方々から助言を頂きました。また、施策の実施に向け意見交換を行いました。

■ 第1回 策定専門委員会

日時	令和5年11月28日
議題	- 計画の基本的な考え方について - 本市の概要について - 温室効果ガス排出量の現況推計及び将来推計について - 再生可能エネルギーポテンシャルについて（途中経過） - アンケート・ヒアリングについて（実施方法）
参加者	○委員長 桑原 祐史 茨城大学 大学院 理工学研究科 都市システム工学領域 教授 ○委員 森 俊貴 環境省 自然環境局 自然環境計画課 課長補佐 佐藤 和彦 ゼロワットパワー株式会社 代表取締役社長 若松 伸司 茨城県環境カウンセラー協会 環境カウンセラー ○事務局 かすみがうら市 市民部環境保全課、地域未来投資推進課 株式会社オリエンタルコンサルタンツ

■ 第2回 策定専門委員会（バイオマスミーティングと合同開催）

日時	令和6年1月16日
議題	- 温室効果ガス排出量の現況推計及び将来推計について（見直し） - 再生可能エネルギーポテンシャルについて（見直し） - アンケート・ヒアリングについて（結果） - 目標達成に向けた施策について（途中経過）
参加者	○委員長 桑原 祐史 茨城大学 大学院 理工学研究科 都市システム工学領域 教授 ○委員 佐藤 和彦 ゼロワットパワー株式会社 代表取締役社長 若松 伸司 茨城県環境カウンセラー協会 環境カウンセラー ○バイオマスミーティングメンバー 大和 幸生 伸栄工業株式会社 雨谷 貴 株式会社せき 樋口 祐三 有限会社千代田衛生 畠山 正寛 株式会社やまたけ 外塚 和人代理 茨城県県南造園土木協業組合 石濱 寛徳 ゼロワットパワー株式会社 山田 昌弘 東京電力パワーグリッド株式会社 下山田 稔 かすみがうら市商工会 立見 純也 地域おこし協力隊 ○内閣府地方創生ゼロカーボン推進業務 木科 大介 シン・エナジー株式会社 歌川 学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 上林 健貴 有限責任あずさ監査法人 ○事務局 かすみがうら市 市民部環境保全課、地域未来投資推進課 株式会社オリエンタルコンサルタンツ

■ 第3回 策定専門委員会

日時	令和6年2月29日
議題	・ 将来ビジョンについて ・ 目標達成に向けた施策について ・ 計画の推進体制について ・ 計画の作成状況
参加者	○委員長 桑原 祐史 茨城大学 大学院 理工学研究科 都市システム工学領域 教授 ○委員 森 俊貴 環境省 自然環境局 自然環境計画課 課長補佐 佐藤 和彦 ゼロワットパワー株式会社 代表取締役社長 ○事務局 かすみがうら市 市民部環境保全課、地域未来投資推進課 株式会社オリエンタルコンサルタンツ