

第3章 新エネルギーの賦存量・利用可能量

1. 対象とする新エネルギー

(1) 調査対象

新エネルギーの賦存量・利用可能量の調査にあたっては、2008年（平成20年）に一部改正された「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法」で定義されている①太陽光発電、②太陽熱利用、③風力発電、④バイオマス発電、⑤バイオマス熱利用、⑥バイオマス燃料製造、⑦温度差熱利用、⑧雪氷熱利用、⑨中小規模水力発電（1,000kW以下）、⑩地熱発電（バイナリ方式）を調査対象とします。また、法改正で定義から除外された「廃棄物熱利用・発電」についても参考として調査対象に加えます。

(2) 新エネルギー賦存量・利用可能量の推計手法

①賦存量の定義

新エネルギー賦存量は、物理的限界潜在量（物理的限界量）とも言い、時間的制約や社会的条件等は考慮されない、純粋に物理的な潜在量を推計したものです。

賦存量

わが国における新エネルギーの潜在力の程度を把握するにあたっては、まず、新エネルギーの導入に係る時間的制約や社会的条件等を捨象した単純な仮定（現実性の裏付けのない仮定）の下での究極的なエネルギー量を「物理的限界潜在量」と定義します。

物理的限界潜在量 = f （物理的条件、技術レベル）

- ・ 物理的条件：土地面積、自然条件（エネルギー密度）
- ・ 技術レベル：利用率、発電効率（現時点及び現時点で想定されるレベル）
- ・ 考慮されない要因：①時間的制約 ②社会的条件等

（出典：NEDOホームページ <http://www.nedo.go.jp/>から）

②利用可能量の定義

利用可能量は実際の潜在量とも言い、各種新エネルギーを利用するにあたり、立地条件や技術的制約等を考慮した、利用可能な（または利用が期待される）エネルギー量を言います。

利用可能量

物理的限界潜在量をベースにして、社会的条件等を念頭においた一定の導入割合に幅を持たせて得られる値を「実際の潜在量」と定義し、比較的現実的に利用が可能と想定される実際の潜在的エネルギー量として試算されます。

実際の潜在量 = 物理的限界潜在量 $\times \alpha$

- ・ α ：社会的条件等を考慮した導入割合
- ・ 考慮されない要因：①時間的制約（導入実現のシナリオ）

（出典：NEDOホームページ <http://www.nedo.go.jp/>から）

③エネルギーの形態と換算

エネルギーには電気エネルギーや熱エネルギー、光エネルギー、化学エネルギー、原子エネルギーなど様々なエネルギーの形態がありますが、新エネルギーとして利用するのは電気エネルギーと熱エネルギーです。

太陽光発電や太陽熱利用など新エネルギーの分類によっては、どちらか一方のエネルギーしか作り出せないため、電気と熱の量をそのまま比較することはできません。そこで、発生したエネルギーの大きさを比較するには、次に示すように電気を熱量換算するか、電気と熱を1次エネルギー換算（同等のエネルギーを化石燃料である原油の量に置き換えること）して、単位をそろえます。

また、既存のエネルギーを新エネルギーに置き換えることで二酸化炭素の排出量が削減できると考えられるため、新エネルギーの賦存量・利用可能量を二酸化炭素排出削減量に換算（二酸化炭素換算）することができます。

電気の熱量換算 (MJ)	=	電気エネルギー (kWh) × 3.6 (MJ/kWh)
電気の原油換算 (L)	=	熱量換算量 (MJ) ÷ 40 (%) ÷ 38.2 (MJ/L)
		↳火力発電効率
熱の原油換算 (L)	=	熱量 (MJ) ÷ 38.2 (MJ/L)
二酸化炭素排出削減量 (kg)	=	原油換算量 (L) × 2.65 (kg-CO ₂ /L)

2. 新エネルギーの賦存量・利用可能量の把握

津山市の新エネルギーの賦存量・利用可能量は

賦存量

熱量換算	:	5,667,396千MJ
原油換算	:	301,302kL
二酸化炭素換算	:	798,450t

利用可能量

熱量換算	:	1,785,182千MJ
原油換算	:	88,429kL
二酸化炭素換算	:	238,090t

となります。以下、それぞれのエネルギーについて推計方法、推計量を示します（表3-1、表3-2）。

表3-1 津山市の新エネルギー賦存量

	賦存量		
	熱量換算 千MJ	原油換算 kL	二酸化炭素換算 t
太陽光発電	1,063,903	69,627	184,512
太陽熱利用	398,853	10,441	27,669
風力発電	2,734,418	178,954	474,228
木質バイオマス	1,063,728	27,846	73,793
農業系バイオマス	265,908	6,961	18,446
畜産系バイオマス	39,136	1,025	2,715
廃棄物熱利用・発電	376,842	9,865	26,142
BDF製造	26,887	704	1,865
小水力発電	96,573	6,320	16,749
クリーンエネルギー自動車	—	—	—
合計※	5,667,396 (5,002,345)	301,302 (242,116)	798,450 (641,607)

※賦存量の合計は、太陽エネルギーとして太陽光発電を採択した場合の数字、()内の数字は太陽熱利用を採択した場合の数字です。

表3-2 津山市の新エネルギー利用可能量

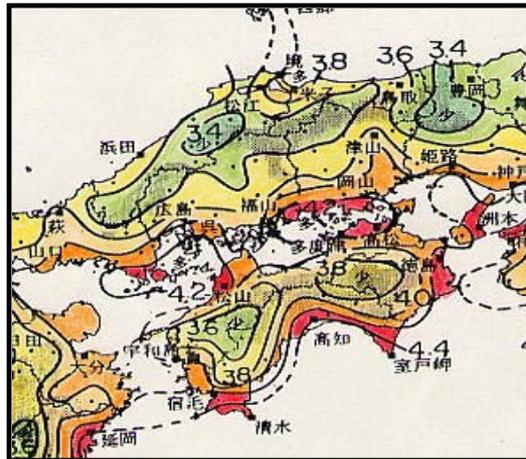
	利用可能量		
	熱量換算 千MJ	原油換算 kL	二酸化炭素換算 t
太陽光発電	319,171	20,888	55,354
太陽熱利用	79,771	2,088	5,534
風力発電	740,591	48,468	128,440
木質バイオマス	425,201	11,131	29,497
農業系バイオマス	5,622	147	390
畜産系バイオマス	3,522	92	244
廃棄物熱利用・発電	188,421	4,932	13,071
BDF製造	20,770	544	1,441
小水力発電	2,113	138	366
クリーンエネルギー自動車	—	—	3,753
合計※	1,785,182	88,429	238,090

(1) 太陽光発電

①推計の考え方

太陽エネルギーは市内全域に広く分布しますが、設置場所を建築物上に限ると仮定して、賦存量の推計に際しては、津山市内の全ての建築物上にそれぞれの規模に応じた太陽電池を設置した場合の発電量を推計します。また、利用可能量の推計に際しては、アンケート調査等の結果から太陽光発電の利用可能率を算出して推計します。

尚、日射量はNEDOのデータより津山市の日射量（3.87 kWh/m²・日）を用いることとします。



(出典：NEDO全国日射関連データより作成)

図3-1 NEDO日射量マップ

②推計式・推計条件

年間発電量は下式により推計します（表3-3）。

$$\begin{aligned} & \text{年間発電量[kWh/年]} \\ & = \text{太陽光発電出力[kW]} \times \text{単位出力あたりの必要面積[m}^2/\text{kW]} \\ & \quad \times \text{最適角平均日射量[kWh/m}^2 \cdot \text{日]} \times \text{補正係数} \times 365[\text{日/年]} \\ & \quad \times \text{導入件数[件]} \end{aligned}$$

表3-3 太陽光発電の賦存量推計条件

太陽光発電出力 [kW]	(1) 一戸建住宅	4	NEDO「新エネルギー関連データ」
	(2) 共同住宅	15	
	(3) 公共施設	35	
	(4) 産業施設	30	
単位出力あたりの必要面積 [m ² /kW]		9	「新エネルギーガイドブック」
最適角平均日射量 [kWh/m ² ・日]		3.87	NEDO「全国日射関連データマップ」
補正係数		0.065	「新エネルギーガイドブック」

③賦存量推計の際の太陽光発電の設置条件

太陽光発電の賦存量を、市域の全ての建築物上にそれぞれの規模に応じた太陽電池を設置したときの発電量とし、市域の建築物数を以下のように仮定します。

- (1) 一戸建住宅… 20,910戸 (総務省統計局 住宅・土地統計調査 (H15))
- (2) 共同住宅… 8,630棟 (総務省統計局 住宅・土地統計調査 (H15))
- (3) 公共施設… 595施設 (津山市提供のデータ)
- (4) 産業施設… 4,124事業所 (事業所・企業統計調査 (H18))

④利用可能量推計の際の太陽光発電の設置条件

補助金制度の再開や電力買い取り価格の引上げ等、導入に追い風となる現在の状況を考慮し、太陽光発電の利用可能率を今後2020年(平成32年)までに30%になると仮定し、利用可能な建築物数を以下のように設定します。

- (1) 一戸建住宅… 6,273戸 (住宅・土地統計調査 (H15)、利用可能率)
- (2) 共同住宅… 2,589棟 (住宅・土地統計調査 (H15)、利用可能率)
- (3) 公共施設… 179施設 (津山市提供のデータ、利用可能率)
- (4) 産業施設… 1,237事業所 (事業所・企業統計調査 (H18)、利用可能率)

⑤賦存量の推計結果

太陽光発電の賦存量は原油換算で69,627kL、二酸化炭素排出削減量で184,512tとなります(表3-4)。

表3-4 太陽光発電の賦存量

導入施設等	規模 kW	1件あたりの 年間発電量 kWh/年	導入件数 件	賦存量			
				発電量 千kWh	熱量換算 千MJ	原油換算 kL	二酸化炭素換算 t
(1) 一戸建住宅	4	3,305	20,910	69,115	248,815	16,284	43,152
(2) 共同住宅	15	12,395	8,630	107,209	385,092	25,202	66,786
(3) 公共施設	35	28,922	595	17,209	61,951	4,054	10,744
(4) 産業施設	30	24,790	4,124	102,235	368,046	24,087	63,830
合計				295,529	1,063,903	69,627	184,512

⑥利用可能量の推計結果

太陽光発電の利用可能量は原油換算で20,888kL、二酸化炭素排出削減量で55,354tとなります(表3-5)。

表3-5 太陽光発電の利用可能量

導入施設等	規模 kW	1件あたりの 年間発電量 kWh/年	導入 件数 件	利用可能量			
				発電量 千kWh	熱量換算 千MJ	原油換算 kL	二酸化炭 素換算 t
(1) 一戸建住宅	4	3,305	6,273	20,735	74,644	4,885	12,946
(2) 共同住宅	15	12,395	2,589	32,091	115,528	7,561	20,036
(3) 公共施設	35	28,922	179	5,163	18,585	1,216	3,223
(4) 産業施設	30	24,790	1,237	30,671	110,414	7,226	19,149
合計				88,659	319,171	20,888	55,354

(2) 太陽熱利用

①推計の考え方

太陽エネルギーは市内全域に広く分布しますが、設置場所を建築物上に限ると仮定して、太陽光発電と同様、賦存量の推計に際しては、津山市内の全ての建築物上にそれぞれの規模に応じた太陽熱温水器を設置した場合の集熱量を推計します。また、利用可能量の推計に際しては、アンケート調査等の結果から太陽熱温水器の利用可能率を算出して推計します。

なお、日射量も太陽光発電と同様、津山市の日射量(3.87kWh/m²・日)を用いることとします。

②推計式・推計条件

年間集熱量は下式により推計します(表3-6)。

太陽熱集熱量[MJ/年]

$$= \text{集熱面積}[\text{m}^2] \times \text{最適角平均日射量}[\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{日}] \times 3.6 [\text{MJ}/\text{kWh}] \\ \times \text{集熱効率} \times 365 [\text{日}/\text{年}] \times \text{導入件数}[\text{件}]$$

表3-6 太陽熱利用の賦存量推計条件

集熱面積[m ²]	(1) 一戸建住宅	3	「新エネルギーガイドブック」
	(2) 共同住宅	3	
	(3) 公共施設	6	
	(4) 業務用施設	6	
	(5) 産業施設	200	
最適角平均日射量 [kWh/m ² ・日]		3.87	NEDO「全国日射関連データマップ」
集熱効率		0.4	「新エネルギーガイドブック」

③賦存量推計の際の太陽熱温水器の設置条件

太陽熱利用の賦存量を、市域の全ての建築物上にそれぞれの規模に応じた太陽熱温水器を設置したときの集熱量とし、市域の建築物数を以下のように仮定します。

- (1) 一戸建住宅… 20,910戸 (総務省統計局 住宅・土地統計調査 (H15))
- (2) 共同住宅… 8,630棟 (総務省統計局 住宅・土地統計調査 (H15))
- (3) 公共施設… 595施設 (津山市提供のデータ)
- (4) 業務用施設… 3,716事業所 (事業所・企業統計調査 (H18))
- (5) 産業施設… 408事業所 (事業所・企業統計調査 (H18))

④利用可能量推計の際の太陽熱温水器の設置条件

アンケート調査の結果から太陽熱温水器の利用可能率を20%と算出し、利用可能な建築物数を以下のように仮定します。

- (1) 一戸建住宅… 4,182戸 (住宅・土地統計調査 (H15)、利用可能率)
- (2) 共同住宅… 1,726棟 (住宅・土地統計調査 (H15)、利用可能率)
- (3) 公共施設… 119施設 (津山市提供のデータ、利用可能率)
- (4) 業務用施設… 743事業所 (事業所・企業統計調査 (H18)、利用可能率)
- (5) 産業施設… 82事業所 (事業所・企業統計調査 (H18)、利用可能率)

⑤賦存量の推計結果

太陽熱利用の賦存量は原油換算で10,441kL、二酸化炭素排出削減量で27,669tとなります(表3-7)。

表3-7 太陽熱利用の賦存量

導入施設等	集熱面積 m ²	1件あたりの 年間集熱量 MJ/年	導入件数 件	賦存量		
				集熱量 千MJ	原油換算 kL	二酸化炭素換算 t
(1)一戸建住宅	3	6,102	20,910	127,597	3,340	8,852
(2)共同住宅	3	6,102	8,630	52,662	1,379	3653
(3)公共施設	6	12,204	595	7,262	190	504
(4)業務用施設	6	12,204	3,716	45,352	1,187	3,146
(5)産業施設	200	406,814	408	165,980	4,345	11,514
合計				398,853	10,441	27,669

⑥利用可能量の推計結果

太陽熱利用の利用可能量は原油換算で2,088kL、二酸化炭素排出削減量で5,534tとなります(表3-8)。

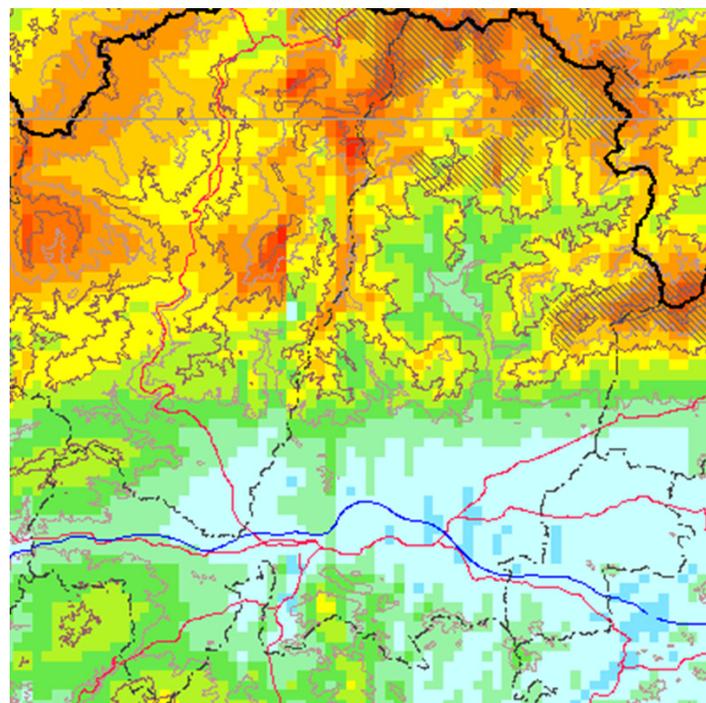
表3-8 太陽熱利用の利用可能量

導入施設等	集熱面積 m ²	1件あたりの 年間集熱量 MJ/年	導入件数 件	利用可能量		
				集熱量 千MJ	原油換算 kL	二酸化炭素換算 t
(1)一戸建住宅	3	6,102	4,182	25,519	668	1,770
(2)共同住宅	3	6,102	1,726	10,532	276	731
(3)公共施設	6	12,204	119	1,452	38	101
(4)業務用施設	6	12,204	743	9,070	237	629
(5)産業施設	200	406,814	82	33,196	869	2,303
合計				79,771	2,088	5,534

(3) 風力発電

①推計の考え方

市北部の山林を中心に風況の良い地域が存在します。地上高が高くなるほど風速が強くなるので、地上高70mにおいて経済的に風力発電が可能な地域における風力発電を想定します(図3-2)。



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 (単位: m/s)

(出典: NEDO局所風況マップより作成)

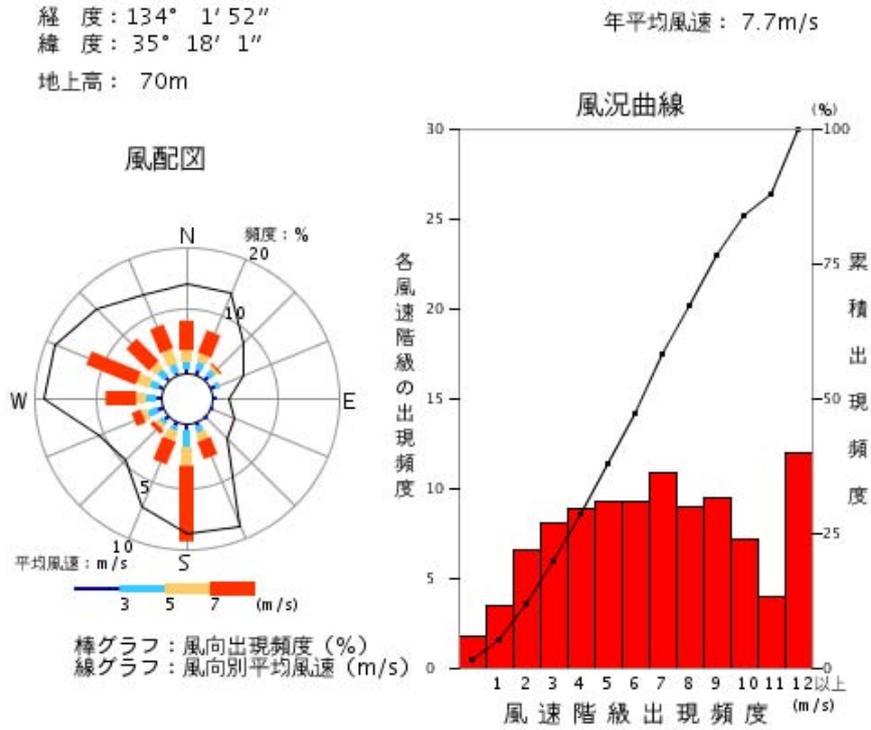
図3-2 地上高70mにおける年平均風速

②推計式・推計条件

年間発電量は下式により推計します（図3-3）。

年間発電量[kWh/年]

$$= \sum_{\text{風速階級}} (\text{風車発電能力[kW]} \times \text{年間出現時間[h]}) \times \text{設置基数[基]}$$



(出典：NEDO局所風況マップ)

図3-3 賦存量推計に用いた風況曲線

上記の市北部の風況のよい地点での風況曲線より、平均風速別の年間出現時間を求め、風車の風速階級別発電能力を考慮して年間の発電量を求めると、1,000kW風車1基で2,571千kWhとなります(表3-9)。

表3-9 風力発電の賦存量推計条件

平均風力			1,000kW規模の風車	
平均風速 m/s	出現頻度 %	年間出現時間 h/年	風車発電能力 kW	発電量 千kWh
4未満	19.9	1,743	0	0
4	8.9	780	20	16
5	9.3	815	55	45
6	9.3	815	110	90
7	10.9	955	190	181
8	9.0	788	300	237
9	9.5	832	445	370
10	7.2	631	595	375
11	4.0	350	745	261
12	4.0	350	870	305
13	4.0	350	975	342
14以上	4.0	350	1,000	350
合計		8,760		2,571

③賦存量推計の際の風力発電の設置条件

風力発電の賦存量を、1,000kW級の発電用風車を設置可能面積に最大限設置した場合の発電量とし、適地率、設置可能面積、1基あたりの占有面積、最大設置基数を以下のように設定します(表3-10)。

表3-10 賦存量推計の際の風力発電の設置条件

適地率 [%]	21	NEDOの風況マップより風速6m/s以上の地域の面積を目視により実測
設置可能面積 [km ²]	106.34	津山市面積(506.36km ²)×適地率(21%)
1基あたりの占有面積 [km ²]	0.36	1,000kW級の発電用風車の設置間隔は直径(60m)の10倍としなければならない(0.6km×0.6km)
最大設置基数 [基]	295	設置可能面積(106.34km ²)÷1基あたりの占有面積(0.36km ²)

④利用可能量推計の際の風力発電の設置条件

風力発電の利用可能量を、2,500kW級の発電用風車を32基設置した場合の発電量とした。(CEF津山ウインドファームの設置数)

⑤賦存量の推計結果

風力発電の賦存量は原油換算で178,954kL、二酸化炭素排出削減量で474,228tとなります(表3-11)。

表3-11 風力発電の賦存量

規模 kW	1基あたりの 年間発電量 千kWh	設置基数 基	賦存量			
			発電量 千kWh	熱量換算 千MJ	原油換算 kL	二酸化炭素 換算 t
1,000	2,571	295	759,561	2,734,418	178,954	474,228

⑥利用可能量の推計結果

風力発電の利用可能量は原油換算で48,468kL、二酸化炭素排出削減量で128,440tとなります(表3-12)。

表3-12 風力発電の利用可能量

規模 kW	1基あたりの 年間発電量 千kWh	設置基数 基	利用可能量			
			発電量 千kWh	熱量換算 千MJ	原油換算 kL	二酸化炭素 換算 t
2,500	6,429	32	205,720	740,591	48,468	128,440

(4) バイオマス熱利用・発電

①推計の考え方

賦存量の推計に際しては、森林木質や農業及び畜産バイオマスを焼却した際の熱を利用する場合について推計します。利用可能量の推計に際しては、木質、農業、畜産バイオマスそれぞれの利用可能量を設定し、そのまま熱として利用する場合と（農業バイオマスは製造したエタノールを熱量に換算）、木質、畜産バイオマスについては発電を行った場合に分けて推計します。

②推計式・推計条件

1) 木質バイオマス熱・発電利用

木質バイオマス賦存量・利用可能量の推計条件は下記のとおりとします（表3-13）。

賦存量（熱利用）は下式により推計します。

$$\begin{aligned} \text{賦存量（熱利用）[MJ/年]} \\ &= \text{木質重量[t/年]} \times \text{発熱原単位[MJ/t]} \times \text{ボイラ効率} \end{aligned}$$

利用可能量（熱利用）は下式により推計します。

$$\begin{aligned} \text{利用可能量（熱利用）[MJ/年]} \\ &= \text{木質バイオマス利用可能量[t/年]} \times \text{発熱原単位[MJ/t]} \times \text{ボイラ効率} \end{aligned}$$

利用可能量（発電利用）は下式により推計します。

$$\begin{aligned} \text{利用可能量（発電利用）[kWh/年]} \\ &= \text{木質バイオマス利用可能量[t/年]} \times \text{発熱原単位[MJ/t]} \\ &\quad \times \text{発電効率} \div 3.6 \text{ [MJ/kWh]} \end{aligned}$$

なお、木質重量は下式により算出します。

$$\begin{aligned} \text{木質重量[t/年]} \\ &= \text{森林面積[ha]} \times \text{森林成長量[m}^3\text{/年} \cdot \text{ha]} \times \text{重量換算[t/m}^3\text{]} \\ &= 35,149 \text{ [ha]} \times 3.6 \text{ [m}^3\text{/年} \cdot \text{ha]} \times 0.5 \text{ [t/m}^3\text{]} \\ &= 63,268 \text{ [t/年]} \end{aligned}$$

表3-13 木質バイオマス賦存量・利用可能量の推計条件

森林面積 [ha]	35,149	「岡山県統計年報（平成19年度）」
森林成長量 [m ³ /年・ha]	3.6	「新エネルギーガイドブック」
重量換算 [t/m ³]	0.5	「新エネルギーガイドブック」
発熱原単位量（針葉樹） [MJ/t]	19,780	「新エネルギーガイドブック」
ボイラ効率	0.85	「新エネルギーガイドブック」
発電効率	0.20	NEDO「新エネルギー関連データ」

2) 農業系バイオマス熱利用・エタノール製造

農業系バイオマスの賦存量・利用可能量の推計条件は下記のとおりとします(表3-14)。

賦存量(熱利用)は下式により推計します。

$$\begin{aligned} & \text{賦存量(熱利用)} [\text{MJ}/\text{年}] \\ & = \text{資源重量} [\text{t}/\text{年}] \times \text{発熱原単位} [\text{MJ}/\text{t}] \times \text{ボイラ効率} \end{aligned}$$

利用可能量(エタノール製造量)は下式により推計します。

$$\begin{aligned} & \text{利用可能量(エタノール製造量)} [\text{L}/\text{年}] \\ & = \text{農業系バイオマス利用可能量} [\text{t}/\text{年}] \times \text{エタノール収率} [\text{L}/\text{t}] \end{aligned}$$

表3-14 農業系バイオマスの賦存量・利用可能量推計条件

米収穫量 [t]	15,254	「津山市統計書(平成20年度)」
麦耕作面積 [ha]	4	「津山市統計書(平成20年度)」
稲わら発生原単位 [kg/米kg]	稲わら: 1.13	新エネルギー財団 「新エネルギー等導入促進基礎調査」
もみ殻発生原単位 [kg/米kg]	もみ殻: 0.23	
麦わら発生原単位 [t/ha]	麦わら: 3	新エネルギー財団 「地域エネルギー導入促進調査」
資源重量 [t/年]	稲わら: 17,237 もみ殻: 3,508 麦わら: 13	収穫量×稲わら発生原単位 収穫量×もみ殻発生原単位 耕作面積×麦わら発生原単位
資源重量合計 [t/年]	20,759	資源重量の合計
発熱原単位 [MJ/t]	15,070	新エネルギー財団 「地域エネルギー導入促進調査」
ボイラ効率	0.85	「新エネルギーガイドブック」
エタノール収率 [L/t]	150	「兵庫県ソフトセルロース利活用プロジェクト」関連データ
エタノール発熱量 [MJ/L]	21.2	NEDO新エネルギー関連データ

3) 畜産バイオマス熱利用・発電

畜産バイオマス熱利用・発電の賦存量・利用可能量の推計条件は下記のとおりとします（表3-15）。

賦存量（熱利用）は下式により推計します。

$$\begin{aligned} & \text{賦存量（熱利用）[MJ/年]} \\ & = \sum_{\text{家畜種類}} \left(\text{飼育頭数[頭]} \times \text{糞尿排出量[kg/頭・日]} \times \text{ガス発生係数[m}^3/\text{kg]} \right. \\ & \quad \left. \times 365[\text{日/年}] \times \text{メタン含有率} \times \text{メタン発熱量[MJ/m}^3] \times \text{ボイラ効率} \right) \end{aligned}$$

利用可能量（熱利用）は下式により推計します。

$$\begin{aligned} & \text{利用可能量（熱利用）[MJ/年]} \\ & = \sum_{\text{家畜種類}} \left(\text{飼育頭数[頭]} \times \text{糞尿排出量[kg/頭・日]} \times \text{利用可能率[\%]} \right. \\ & \quad \left. \times \text{ガス発生係数[m}^3/\text{kg]} \times 365[\text{日/年}] \times \text{メタン含有率} \right. \\ & \quad \left. \times \text{メタン発熱量[MJ/m}^3] \times \text{ボイラ効率} \right) \end{aligned}$$

利用可能量（発電利用）は下式により推計します。

$$\begin{aligned} & \text{利用可能量（発電利用）[kWh/年]} \\ & = \sum_{\text{家畜種類}} \left(\text{飼育頭数[頭]} \times \text{糞尿排出量[kg/頭・日]} \times \text{利用可能率[\%]} \right. \\ & \quad \left. \times \text{ガス発生係数[m}^3/\text{kg]} \times 365[\text{日/年}] \times \text{メタン含有率} \right. \\ & \quad \left. \times \text{メタン発熱量[MJ/m}^3] \times \text{発電効率} \div 3.6[\text{MJ/kWh}] \right) \end{aligned}$$

表3-15 畜産バイオマス熱利用・発電の賦存量・利用可能量推計条件

飼育頭羽数 [頭][羽]	乳用牛： 1,776 肉用牛： 1,991 豚： 302 鶏： 293,900	「津山市統計書（平成20年度）」
糞尿排出量 [kg/頭・日]	乳用牛： 45 肉用牛： 20 豚： 6 鶏： 0.14	「新エネルギーガイドブック」
ガス発生係数 [m ³ /kg]	乳用牛： 0.025 肉用牛： 0.030 豚： 0.050 鶏： 0.050	「新エネルギーガイドブック」
メタン含有率	0.6	「新エネルギーガイドブック」
メタン発熱量 [MJ/m ³]	37.180	「新エネルギーガイドブック」
ボイラ効率	0.9	「新エネルギーガイドブック」
発電効率	0.25	「新エネルギーガイドブック」

③利用可能量推計の際の設定条件

利用可能量推計に際して利用可能率・利用可能量を以下のように設定しました(表3-16)。

表3-16 バイオマス資源ごとの利用可能率・利用可能量

1) 木質バイオマス			
面積あたりの 利用可能量 [t/km ² ・年]	林地残材・間伐材・ 未利用材	36.8	東大総研バイオマス関連資料
	製材廃材・建築廃材	24.4	
利用可能量 [t/年]	林地残材・間伐材・ 未利用材	12,934	津山市の森林面積(35,149ha)×36.8÷100
	製材廃材・建築廃材	12,355	津山市の面積(506.36km ²)×24.4
	木質バイオマス合計	25,290	木質バイオマスの合計
2) 農業系バイオマス			
利用可能率 [%]	稲わら	2.7	農水省(2006) 「国産稲わらの用途別利用状況」
	もみ殻	3.7	農水省(2005) 「生産局統計資料」
	麦わら	3.4	農水省(2002) 「循環型社会形成に関する取組について」
利用可能量 [t/年]	稲わら	465	資源重量[t/年]×利用可能率[%]
	もみ殻	1,298	資源重量[t/年]×利用可能率[%]
	麦わら	4	資源重量[t/年]×利用可能率[%]
	農業系バイオマス合計	1,768	農業系バイオマスの合計
3) 畜産バイオマス			
畜産バイオマス利用可能率	[%]	9	農水省(2004) 「家畜排せつ物の処理・保管状況」

④賦存量の推計結果

バイオマス熱利用の賦存量は、木質、農業、畜産を合わせて原油換算で35,832kL、二酸化炭素換算で94,954tとなります(表3-17)。

表3-17 バイオマス熱利用・発電の賦存量

木質(熱利用)

木質重量 t/年	発熱原単位 MJ/t	ボイラ効率	賦存量(熱利用)		
			発熱量 千MJ	原油換算 kL	二酸化炭素換算 t
63,268	19,780	0.85	1,063,728	27,846	73,793

農業系(熱利用)

資源重量 t/年	発熱原単位 MJ/t	ボイラ効率	賦存量(熱利用)		
			発熱量 千MJ	原油換算 kL	二酸化炭素換算 t
20,759	15,070	0.85	265,908	6,961	18,446

畜産系(熱利用)

	頭羽数 頭・羽	糞尿 排出量 kg/頭・日	ガス発生 係数 m ³ /kg	賦存量(熱利用)		
				発熱量 千MJ	原油換算 kL	二酸化炭素 換算 t
乳用牛	1,776	45	0.025	14,642	383	1,016
肉用牛	1,991	20	0.03	8,754	229	607
豚	302	6	0.05	664	17	46
鶏	293,900	0.14	0.05	15,076	395	1,046
合計				39,136	1,025	2,715

バイオマス合計(熱利用)

	賦存量(熱利用)		
	発熱量 千MJ	原油換算 kL	二酸化炭素換算 t
木質	1,063,728	27,846	73,793
農業	265,908	6,961	18,446
畜産	39,136	1,025	2,715
合計	1,368,772	35,832	94,954

⑤利用可能量の推計結果

バイオマス熱利用・発電の利用可能量は、熱利用（農業バイオマスについては製造したエタノールを熱量に換算）が原油換算で11,370kL、二酸化炭素換算で30,131t、発電利用が原油換算で6,612kL、二酸化炭素換算で17,521tとなります（表3-18）。

表3-18 バイオマス熱利用・発電の利用可能量

木質（熱利用）

利用可能量 t/年	発熱原単位 MJ/t	ボイラ効率	利用可能量（熱利用）		
			発熱量 千MJ	原油換算 kL	二酸化炭素換算 t
25,290	19,780	0.85	425,201	11,131	29,497

木質（発電利用）

利用可能量 t/年	発熱原単位 MJ/t	発電効率	利用可能量（発電利用）			
			発電量 千kWh	熱量換算 千MJ	原油換算 kL	二酸化炭素換算 t
25,290	19,780	0.20	27,791	100,047	6,548	17,351

農業系（エタノール製造）

利用可能量 t/年	エタノール 収率 L/t	利用可能量（エタノール製造）			
		エタノール 製造量 kL	熱量換算 千MJ	原油換算 kL	二酸化炭素 換算 t
1,768	150	265	5,622	147	390

畜産系（熱利用）

	頭羽数 頭・羽	糞尿 排出量 kg/頭・日	利用 可能率 %	ガス発生 係数 m ³ /kg	利用可能量（熱利用）		
					発熱量 千MJ	原油換算 kL	二酸化炭 素換算 t
乳用牛	1,776	45	9	0.025	1,318	34	91
肉用牛	1,991	20	9	0.03	788	21	55
豚	302	6	9	0.05	60	2	4
鶏	293,900	0.14	9	0.05	1,357	36	94
合計					3,522	92	244

畜産系（発電利用）

	頭羽数 頭・羽	糞尿 排出量 kg/頭・日	利用 可能率 %	ガス発生 係数 m ³ /kg	利用可能量（発電利用）			
					発電量 千kWh	熱量 換算 千MJ	原油 換算 kL	二酸化炭 素換算 t
乳用牛	1,776	45	9	0.025	102	366	24	63
肉用牛	1,991	20	9	0.03	61	219	14	38
豚	302	6	9	0.05	5	17	1	3
鶏	293,900	0.14	9	0.05	105	377	25	65
合計					272	978	64	170

バイオマス合計（熱利用・発電利用）

	利用可能量（熱利用）			利用可能量（発電利用）			
	発熱量 千MJ	原油換算 kL	二酸化炭素換算 t	発電量 千kWh	熱量換算 千MJ	原油換算 kL	二酸化炭素換算 t
木質	425,201	11,131	29,497	27,791	100,047	6,548	17,351
農業	5,622	147	390	—	—	—	—
畜産	3,522	92	244	272	978	64	170
合計	434,346	11,370	30,131	28,063	101,026	6,612	17,521

（５）廃棄物熱利用・発電

①推計の考え方

賦存量の推計に際しては、各廃棄物処理施設において可燃物を燃焼させた時に発生する熱量を推計します。利用可能量の推計に際しては、利用可能率を50%と仮定し、燃焼により発生した熱をそのまま熱として利用する場合と発電に利用する場合について推計します。

②推計式・推計条件

賦存量（熱利用）は下式により推計します。

$$\begin{aligned} & \text{賦存量（熱利用）[MJ/年]} \\ & = \sum_{\text{可燃物組成}} \left(\sum_{\text{処理施設}} \text{可燃物組成ごとの処理量[t/年]} \times \text{可燃物発熱量[MJ/t]} \right) \end{aligned}$$

利用可能量（熱利用）は下式により推計します。

$$\begin{aligned} & \text{利用可能量（熱利用）[MJ/年]} \\ & = \sum_{\text{可燃物組成}} \left(\sum_{\text{処理施設}} \text{可燃物組成ごとの処理量[t/年]} \times \text{利用可能率[\%]} \right) \\ & \quad \times \text{可燃物発熱量[MJ/t]} \end{aligned}$$

利用可能量（発電利用）は下式により推計します。

$$\begin{aligned} & \text{利用可能量（発電利用）[kWh/年]} \\ & = \sum_{\text{可燃物組成}} \left(\sum_{\text{処理施設}} \text{可燃物組成ごとの処理量[t/年]} \times \text{利用可能率[\%]} \right) \\ & \quad \times \text{可燃物発熱量[MJ/t]} \times \text{発電効率} \div 3.6 \text{ [MJ/kWh]} \end{aligned}$$

③賦存量・利用可能量推計の際の設定条件

利用可能量推計に際して、条件等を以下のように設定しました（表3-19）。

表3-19 廃棄物発熱量の賦存量・利用可能量推計条件

	津山市環境事業所 廃棄物焼却場 (旧津山市地域・加茂地 域・阿波地域)		津山圏域東部衛生 施設組合ごみ処理 施設 (旧勝北地域)		津山圏域西部衛生 施設組合ごみ処理 施設 (旧久米地域)		合計
可燃物の 処理量 [t/年]	25,698		1,387		1,205		—
可燃物組成[%] 及び組成ごとの 処理量[t]	組成 [%]	処理量 [t]	組成 [%]	処理量 [t]	組成 [%]	処理量 [t]	処理量 [t]
紙・布類	52.5	13,491	50.0	693.5	47.0	566.4	14,751
合成樹脂類	13.1	3,366	18.0	249.7	17.0	204.9	3,821
木・竹・わら類	3.9	1,002	5.0	69.4	1.0	12.1	1,084
厨芥類	23.9	6,142	19.0	263.5	28.0	337.4	6,743
その他	6.6	1,696	8.0	111.0	7.0	84.4	1,891

(環境省ホームページ「廃棄物組成分析データ」・環境事業所資料から作成)

可燃物発熱量 [MJ/t]	紙・布類 : 14,732 合成樹脂類 : 29,871 木・竹・わら類 : 11,068 厨芥類 : 4,953	NEDO「廃棄物発電マニュアル」
利用可能率 [%]	50	NEDO「新エネルギー関連データ」
発電効率	0.20	NEDO「新エネルギー関連データ」

④賦存量の推計結果

廃棄物熱利用・発電の賦存量は、原油換算で9,865kL、二酸化炭素換算で26,142tとなります（表3-20）。

表3-20 廃棄物熱利用・発電の賦存量

可燃物種類	可燃物処理量 (各施設の合計) t	可燃物の 発熱量 MJ/t	賦存量		
			発熱量 千MJ	原油換算 kL	二酸化炭素 換算 t
紙・布類	14,751	14,732	217,316	5,689	15,076
合成樹脂類	3,821	29,871	114,136	2,988	7,918
木・竹・わら類	1,084	11,068	11,994	314	832
厨芥類	6,743	4,953	33,397	874	2,317
合計	—	—	376,842	9,865	26,142

⑤利用可能量の推計結果

廃棄物熱利用・発電の利用可能量は、熱利用の場合は、原油換算で4,932kL、二酸化炭素換算で13,071t、発電利用の場合は、原油換算で2,466kL、二酸化炭素換算で6,536tとなります(表3-21、表3-22)。

表3-21 廃棄物熱利用・発電の利用可能量(熱利用)

可燃物種類	利用可能 可燃物量 t	可燃物の 発熱量 MJ/t	利用可能量(熱利用)		
			発熱量 千MJ	原油換算 kL	二酸化炭素 換算 t
紙・布類	7,376	14,732	108,658	2,844	7,538
合成樹脂類	1,910	29,871	57,068	1,494	3,959
木・竹・わら類	542	11,068	5,997	157	416
厨芥類	3,371	4,953	16,698	437	1,158
合計	—	—	188,421	4,932	13,071

表3-22 廃棄物熱利用・発電の利用可能量(発電利用)

可燃物種類	利用可能 可燃物量 t	可燃物 発熱量 MJ/t	利用可能量(発電利用)			
			発電量 千kWh	熱量換算 千MJ	原油換算 kL	二酸化炭素 換算 t
紙・布類	7,376	14,732	6,037	21,732	1,422	3,769
合成樹脂類	1,910	29,871	3,170	11,414	747	1,979
木・竹・わら類	542	11,068	333	1,199	78	208
厨芥類	3,371	4,953	928	3,340	219	579
合計	—	—	10,468	37,684	2,466	6,536

(6) 廃食油等からのBDF製造

①推計の考え方

賦存量の推計に際しては、全国の廃食油総量40万tを津山市の人口で按分した値、及び津山市内の遊休農地で菜の花を栽培して得られる菜種油から製造できるBDFの熱量として推計します。利用可能量の推計に際しては、利用可能率を設定して推計します。

②推計式・推計条件

BDFの賦存量(熱利用)は下式により推計します。

$$\begin{aligned} & \text{賦存量(熱利用)} [\text{MJ}/\text{年}] \\ & = (\text{廃食油発生量}[\text{L}/\text{年}] + \text{菜種油生産量}[\text{L}/\text{年}]) \\ & \quad \times \text{BDF収率} \times \text{BDF発熱量}[\text{MJ}/\text{L}] \end{aligned}$$

BDFの利用可能量(熱利用)は下式により推計します。

$$\begin{aligned} & \text{利用可能量(熱利用)} [\text{MJ}/\text{年}] \\ & = (\text{廃食油発生量}[\text{L}/\text{年}] \times \text{利用可能率}[\%] + \text{菜種油生産量}[\text{L}/\text{年}]) \\ & \quad \times \text{利用可能率}[\%] \times \text{BDF収率} \times \text{BDF発熱量}[\text{MJ}/\text{L}] \end{aligned}$$

③賦存量・利用可能量推計の際の設定条件

BDF製造の賦存量・利用可能量の推計条件は下記のとおりとします(表3-23)。

表3-23 BDF製造の賦存量・利用可能量推計条件

(1) 全国の廃食油発生量 [kg/年]	400×106	「環境技術」2004年7月号
(2) 津山市の人口比率 [%]	0.087	110,569÷127,767,994 (平成17年国勢調査)
(3) 菜種油の比重 [kg/L]	0.91	NEDO新エネルギー関連資料
(4) 津山市の廃食油量 [L/年]	380,391	(1)×(2)÷100÷(3)
(5) 津山市の遊休農地面積 [ha]	534	岡山県統計年報(H19)
(6) 1haあたりの 菜種油の生産量 [L/ha]	853	関東農政局調査平成17年長野県での実績
(7) 津山市の菜種油生産量 [L/年]	455,502	(5)×(6)
(8) 廃食油、菜種油の合計 [L/年]	835,893	(4)+(7)
(9) BDF収率	0.9	メーカー資料
(10) BDF発熱量 [MJ/L]	35.74	NEDO新エネルギー関連資料
(11) 廃食油利用可能率 [%]	50	回収率を50%と仮定

④賦存量の推計結果

BDF製造の賦存量は、原油換算で704kL、二酸化炭素換算で1,865tとなります(表3-24)。

表3-24 BDF製造の賦存量

資源油の種類	資源油の発生量 L	BDF製造量 kL	賦存量		
			発熱量	原油換算	二酸化炭素換算
			千MJ	kL	t
廃食油	380,391	342	12,236	320	849
菜種油	455,502	410	14,652	384	1,016
合計	835,893	752	26,887	704	1,865

⑤利用可能量の推計結果

BDF製造の利用可能量は、原油換算で544kL、二酸化炭素換算で1,441tとなります(表3-25)。

表3-25 BDF製造の利用可能量

資源油の種類	資源油の発生量 L	利用可能率 %	BDF製造量 kL	利用可能量		
				発熱量	原油換算	二酸化炭素換算
				千MJ	kL	t
廃食油	380,391	50	171	6,118	160	424
菜種油	455,502	100	410	14,652	384	1,016
合計	835,893		581	20,770	544	1,441

(7) 小水力発電

①推計の考え方

水力発電における水の持つエネルギーは、水の流量と落差によって決まります。津山市を流れる吉井川について、流量を国土交通省水文水質データベースより津山観測所での流量、落差を南北の市境界での吉井川の標高差として賦存量を推計しました。

利用可能量については、既設の小田中浄水場の水量発電施設に加え、市内用水路の2mの落差工に10kWの発電機を3箇所設置すると仮定して、推計しました。

②推計式・推計条件

小水力発電の賦存量は下式により推計します。

$$\begin{aligned} & \text{小水力発電賦存量[千kWh/年]} \\ & = \text{重力加速度[m/s}^2\text{]} \times \text{流量[m}^3\text{/s]} \times \text{落差[m]} \times \text{総合効率} \times \text{時間} \div 1,000 \end{aligned}$$

小水力発電の利用可能量は下式により推計します。

$$\begin{aligned} & \text{小水力発電利用可能量[千kWh/年]} \\ & = \text{発電機出力[kW]} \times \text{設置基数[基]} \times \text{時間} \end{aligned}$$

③賦存量の推計結果

小水力発電の賦存量は、原油換算で6,320kL、二酸化炭素換算で16,749tとなります(表3-26)。

表3-26 小水力発電の賦存量

重力 加速度 m/s ²	流量 m ³ /s	落差 m	総合 効率	時間 h	賦存量			
					年間発電量 千kWh	発熱量 千MJ	原油換算 kL	二酸化炭素 換算 t
9.8	14.88	30	0.7	8,760	26,826	96,573	6,320	16,749

④利用可能量の推計結果

小水力発電の利用可能量は、原油換算で138kL、二酸化炭素換算で366tとなります(表3-27)。

表3-27 小水力発電の利用可能量

	出力 kW	設置 基数 基	時間 h	利用可能量			
				年間発電量 千kWh	発熱量 千MJ	原油換算 kL	二酸化炭素 換算 t
小田中浄水場	37	1	8,760	324	1,167	76	202
2mの落差工	10	3	8,760	263	946	62	164
合計				587	2,113	138	366

(8) 雪氷熱エネルギー

①推計の考え方

津山市の面積全体に降る雪が持つエネルギーは大きな値となりますが、10cmの降雪では集めて利用することは現実的でないことから、賦存量・利用可能量としては集計しないこととします(表3-28)。

表3-28 雪氷熱エネルギーの賦存量

津山市の 降雪深 cm	津山市面積 m ²	津山市の 積雪量 m ³	雪の比重 t/m ³	融解潜熱 MJ/t	冷熱量 GJ
10	506,360,000	50,636,000	0.3	334.84	5,086,487,472

(9) 地熱エネルギー

①推計の考え方

津山市では、バイナリー方式の地熱発電に利用する150~200℃の中高温熱水を得ることは困難であると考えられるため、賦存量・利用可能量としては集計しないこととします。

(10) 温度差エネルギー

①推計の考え方

津山市は海に面しておらず、年間を通して温度が安定している大量の水を利用することが困難であることから、賦存量・利用可能量としては集計しないこととします。

(11) クリーンエネルギー自動車（参考）

①推計の考え方

賦存量・利用可能量としては集計しませんが、クリーンエネルギー自動車に置き換えることで削減される二酸化炭素の量について検討します。

津山市の全自動車のうち普通乗用車は30%、その内アンケートの結果より、クリーンエネルギー自動車に20%が置き換えられるとし、置き換えによる二酸化炭素の削減率を20%とすると、運輸部門のエネルギー消費による二酸化炭素排出量のうち1.2%が削減できる（ $30\% \times 20\% \times 20\% = 1.2\%$ ）と仮定して、3,753tの二酸化炭素が削減できるとします（表3-29）。

表3-29 クリーンエネルギー自動車への置き換えによる二酸化炭素の削減量

運輸部門の二酸化炭素排出量 t	普通乗用車の割合 %	クリーンエネルギー自動車への置き換え率 %	置き換えによる二酸化炭素の削減率 %	置き換えによる二酸化炭素の削減量 t
312,758	30	20	20	3,753

3. 新エネルギーの賦存量・利用可能量のまとめ

津山市における新エネルギー利用可能量は原油換算で85,212kLです。風力発電が48,468kLと全体の56.9%を占めて最も多く、次いで太陽光発電が20,888kL(24.5%)、木質バイオマスが11,131kL(13.1%)、太陽熱利用が2,088kL(2.5%)となっています(表3-30、表3-31、表3-32、図3-4)。

表3-30 新エネルギー賦存量・利用可能量の総括(熱量比較)

	賦存量 千MJ	利用可能量		
		熱利用	発電利用	熱・発電どちらか大きい方
		千MJ	千MJ	千MJ
太陽光発電	1,063,903	—	319,171	319,171
太陽熱利用	398,853	79,771	—	79,771
風力発電	2,734,418	—	740,591	740,591
木質バイオマス	1,063,728	425,201	100,047	425,201
農業系バイオマス	265,908	5,622	—	5,622
畜産系バイオマス	39,136	3,522	978	3,522
廃棄物熱利用・発電	376,842	188,421	37,684	188,421
BDF製造	26,887	20,770	—	20,770
小水力発電	96,573	—	2,113	2,113
合計※	5,667,396 (5,002,345)	723,307	1,200,585	1,785,182

※賦存量の合計は、太陽エネルギーとして太陽光発電を採択した場合の数字、()内の数字は太陽熱利用を採択した場合の数字です。

表3-31 新エネルギー賦存量・利用可能量の総括(原油換算比較)

	賦存量 kL	利用可能量		
		熱利用	発電利用	熱・発電どちらか大きい方
		kL	kL	kL
太陽光発電	69,627	—	20,888	20,888
太陽熱利用	10,441	2,088	—	2,088
風力発電	178,954	—	48,468	48,468
木質バイオマス	27,846	11,131	6,548	11,131
農業系バイオマス	6,961	147	—	147
畜産系バイオマス	1,025	92	64	92
廃棄物熱利用・発電	9,865	4,932	2,466	4,932
BDF製造	704	544	—	544
小水力発電	6,320	—	138	138
合計※	301,302 (242,116)	18,935	78,572	88,429

※賦存量の合計は、太陽エネルギーとして太陽光発電を採択した場合の数字、()内の数字は太陽熱利用を採択した場合の数字です。

表3-32 新エネルギー賦存量・利用可能量の総括（二酸化炭素換算比較）

	賦存量 t	利用可能量		
		熱利用 t	発電利用 t	熱・発電どちらか大きい方 t
太陽光発電	184,512	—	55,354	55,354
太陽熱利用	27,669	5,534	—	5,534
風力発電	474,228	—	128,440	128,440
木質バイオマス	73,793	29,497	17,351	29,497
農業系バイオマス	18,446	390	—	390
畜産系バイオマス	2,715	244	170	244
廃棄物熱利用・発電	26,142	13,071	6,536	13,071
BDF製造	1,865	1,441	—	1,441
小水力発電	16,749	—	366	366
クリーンエネルギー自動車	—	—	—	3,753
合計※	798,450 (641,607)	50,177	208,217	238,090

※賦存量の合計は、太陽エネルギーとして太陽光発電を採択した場合の数字、
() 内の数字は太陽熱利用を採択した場合の数字です。

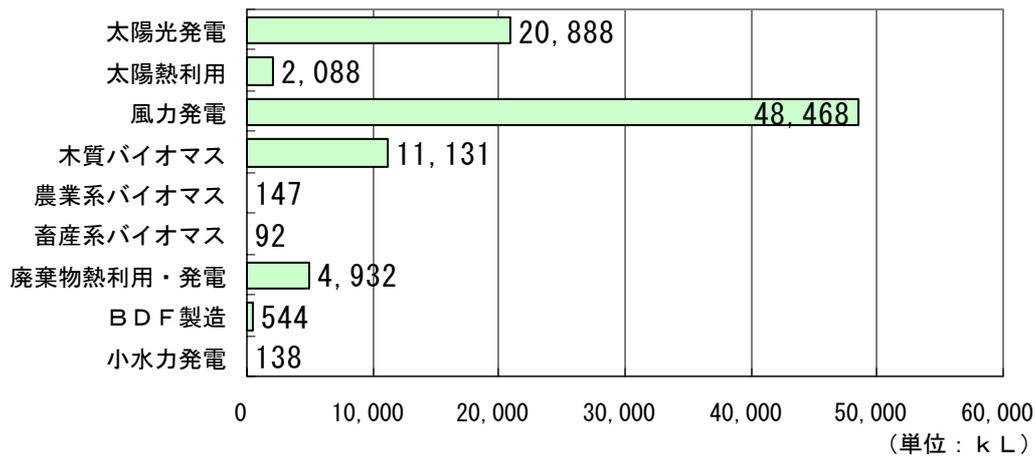


図3-4 新エネルギー利用可能量（原油換算）の比較