

第4章 新エネルギーの導入可能性

4-1 新エネルギーの賦存状況

(1) 賦存量・利用可能量の定義と推計対象とした新エネルギー

別府において利用可能な新エネルギーを検討するため、既存資料から新エネルギーの賦存量・利用可能量を推計しました。

表 4-1 賦存量及び利用可能量の定義



項目	定義
賦存量 	地理・物理的、技術的制約条件等を考慮せずに、理論的に考えられる潜在的なエネルギー資源の総量。
利用可能量 	地理・物理的、技術的制約条件を考慮した上で、 <u>実際に利用可能なエネルギー資源量</u> 。ただし、経済的制約条件は考慮しない。

表 4-2 推計対象とした新エネルギー

エネルギー種	推計状況 ^{※1}	
	賦存量	利用可能量
地熱バイナリー発電	○	○
温泉発電 ^{※2}	○	○
太陽光発電	○	○
風力発電	○	○
バイオマス発電	○	○
中小水力発電:(河川)	○	× ^{※3}
温度差熱利用	○	○
地中熱利用ヒートポンプ	○	○
温泉熱利用	○	○
太陽熱利用	○	○
バイオマス熱利用	○	○

※1 ○:推計を行ったもの ×:推計を行わなかったもの

※2 温泉発電:地熱バイナリー発電のうち、既存の温泉を利用するもの

※3 中小水力発電(河川)の利用可能量については、市内河川では発電に必要な流量・落差の確保が難しいため、推計対象外としました。

(2) 賦存量・利用可能量の推計結果

賦存量及び利用可能量を推計した結果、賦存量については、発電分野では、太陽光発電が最も多く、熱利用分野では、地中熱利用ヒートポンプが最も多くなっています。利用可能量については、発電分野では、地熱バイナリー発電が最も多く、熱利用分野では、地中熱利用ヒートポンプが最も多くなっています。

なお、推計には、いくつかの仮定を設定しているため、推計結果が直ちに利用できるわけではありません。また、温泉発電及び温泉熱利用の推計に用いた湧出量及び泉温のデータは、採掘時の届出に基づくものであり、現状の源泉の状態と乖離している場合があります。

このため、実際に設備導入を検討する場合には、より詳細な調査が必要となります。

表 4-3 新エネルギーの賦存量・利用可能量のまとめ

エネルギー種	賦存量 (GJ/年)	利用可能量 (GJ/年)	利用可能量の推計条件
地熱バイナリー発電	1,027,632	631,307	市内の 53~120℃及び 120~150℃の熱水資源開発導入ポテンシャル
温泉発電	860,775	66,257	泉温 70℃以上の源泉に小型バイナリー発電設備を設置 地熱バイナリー発電の利用可能量の内数
太陽光発電	12,982,914	447,683	新耐震基準に適合、または、耐震化済みの住宅、事業所及び公共施設の屋根に、一般的な設備規模の太陽光発電設備を設置
風力発電	9,240,048	304,641	地上 80m の位置で年間平均風速 5.5m/s 以上の開発可能な地点に、1 万 kW/km ² の割合で風車を設置
バイオマス発電	273,973	21,640	利用可能なバイオマスを直接燃焼または、メタン発酵によって発生するメタンを燃焼させて発電
中小水力発電:(河川)	1,554,211	—	—
温度差熱利用	17,702,731	2,452,025	温泉熱利用と地中熱利用ヒートポンプの合計
地中熱利用ヒートポンプ	15,121,450	1,529,164	市内の空調及び給湯に係る熱需要量
温泉熱利用	2,581,281	922,861	42℃以上の源泉の平均泉温と浴用利用温度の温度差から得られるエネルギー量
太陽熱利用	2,265,722	488,011	新耐震基準に適合、または、耐震化済みの住宅、事業所及び公共施設の屋根に、一般的な設備規模の太陽熱集熱器を設置
バイオマス熱利用	273,973	76,727	利用可能なバイオマスをボイラの燃料として利用

4-2 導入可能性の評価

(1) 導入促進策の検討にあたって

新エネルギーの導入促進策を検討するにあたって、まず、“特有性”、“利用可能量”、“環境への影響”、“技術性”、“コスト”の観点から個別に新エネルギーを評価し、その個別評価の結果を基に導入可能性について総合的に評価しました。

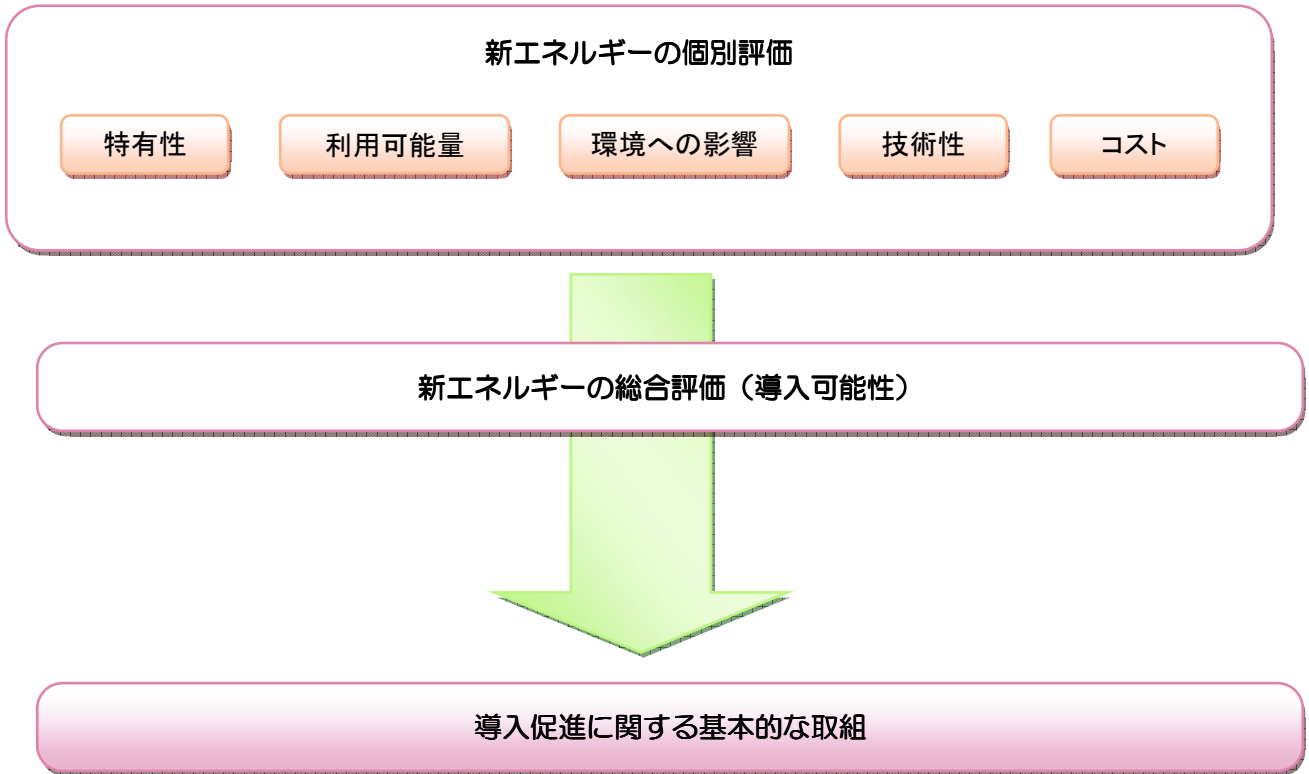


表 4-4 個別評価の考え方

項目	考え方
特有性	別府らしい新エネルギーの導入を追求するため、別府特有のものかどうかについて、2区分に分類し、評価
利用可能量	利用可能量を4区分に分類し、相対的に評価
環境への影響	「基本方針1 環境と調和した新エネルギーの導入」の観点から、環境への影響と負荷低減の可能性を4区分に分類し、評価
技術性	技術の確立状況や、課題の状況から今後の普及可能性を4区分に分類し、評価
コスト	発電・熱利用コストを競合コストと比較し、4区分に分類したうえで、経済性を相対的に評価

(2) 新エネルギーの導入可能性の評価

① 特有性及び利用可能量

【評価の目安】

特有性	あり:3点 なし:0点
利用可能量(TJ/年)	600 以上:3点 600 未満~300:2点 300 未満~1:1点 0 または不明:0点

表 4-5 地域特有性及び利用可能量に関する評価

エネルギー種	評価		特有性・利用可能量の状況
	特有性	利用可能量	
地熱バイナリー発電	3	3	別府特有のエネルギーであり、発電分野では最も利用可能量が多い
温泉発電	3	1	利用可能量は少ないものの、別府特有のエネルギー
太陽光発電	0	2	特有性はないものの、発電分野では2番目に利用可能量が多い
風力発電	0	2	特有性はなく、県内の他自治体と比べて利用可能量は少ない
バイオマス発電			
食品系バイオマス	0	1	市内で最も多いバイオマスは家庭系生ごみであるものの、藤ヶ谷清掃センターで焼却され、焼却熱を利用した発電が行われている
木質系バイオマス	0	1	木質系バイオマスは市内で2番目に多いバイオマスであるものの、県内の市の中で2番目に少ない(日田市の約 1/10)
中小水力発電	0	0	市内河川では流量・落差の確保が難しく、利用可能量は不明
温度差熱利用			
地中熱利用 ヒートポンプ	0	3	特有性はないものの、別府で最も利用可能量が多い
温泉熱利用	3	3	別府特有のエネルギーであり、別府では2番目に利用可能量が多い
太陽熱利用	0	2	特有性はないものの、熱利用分野では3番目に利用可能量が多い
バイオマス熱利用			
食品系バイオマス	0	1	市内で最も多いバイオマスは家庭系生ごみであるものの、藤ヶ谷清掃センターで焼却され、焼却熱を利用した発電が行われている
木質系バイオマス	0	1	木質系バイオマスは市内で2番目に多いバイオマスであるものの、県内の市の中で2番目に少ない(日田市の約 1/10)

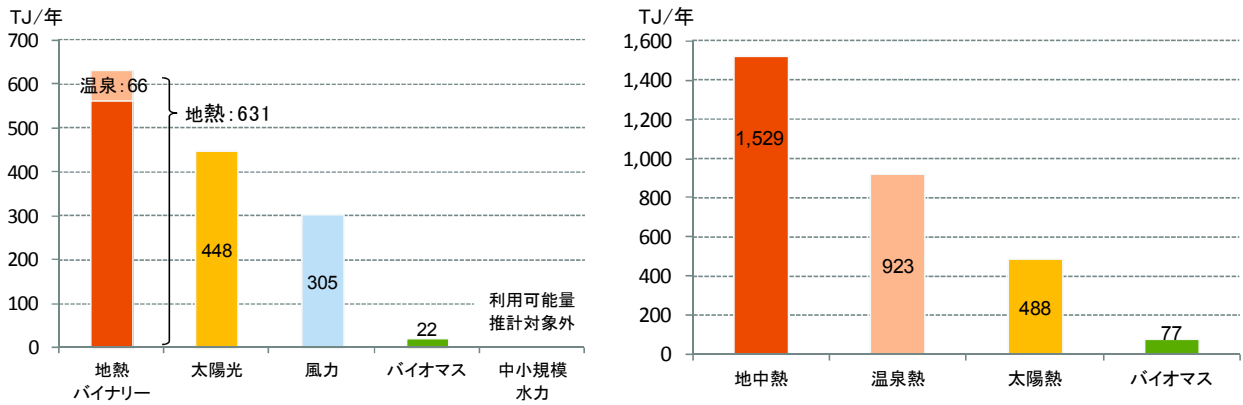


図 4-1 市内の新エネルギー利用可能量(左: 発電分野、右: 熱利用分野)

単位について

○ J (ジュール)

熱量、仕事量を表す単位です。1 J = 0.238 cal (カロリー) です。

○ Wh (ワットアワー)

電力量、仕事量を表す単位です。1 Wh は 1 W の仕事率で 1 時間連続した場合の仕事量です。熱量換算すると、1 Wh = 3,600 J (1 kWh = 3.6 MJ) です。

○ k (キロ)、M (メガ)、G (ギガ)、T (テラ)

数値が大きくなる場合の略記号です。以下のような関係があります。

$$k = 10^3 \quad M = 10^6 \quad G = 10^9 \quad T = 10^{12}$$

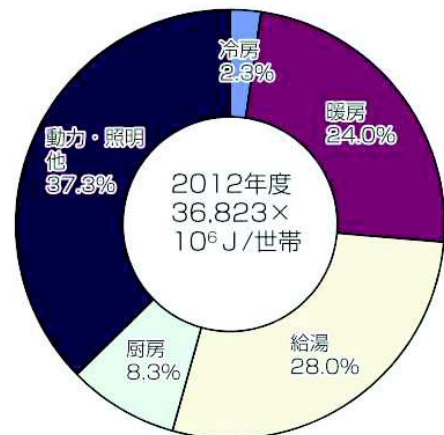
■ 本ビジョンでは電力量を熱量換算して表示していることがあります。

$$\begin{aligned}
 1 \text{ kWh} &= 3.6 \text{ MJ} \\
 1 \text{ TJ} &= 2.78 \times 10^{-4} \text{ TWh} \\
 &= 2.78 \times 10^{-1} \text{ GWh} \\
 &= 2.78 \times 10^2 \text{ MWh} \\
 &= 27.8 \text{ 万 kWh}
 \end{aligned}$$

平成 24 年度における市域の電力消費量は、
61 万 MWh = 6 億 1,000 万 kWh
= 2,200 TJ

これは、地熱バイナリー発電の利用可能量 631 TJ の約 3.5 倍です。

また、1 世帯当たりの年間エネルギー消費量は約 0.037 TJ です。地熱バイナリー発電及び温泉熱利用の利用可能量を合わせると約 1,554 TJ になり、4 万 2,000 世帯分のエネルギー量に相当します。



資料:「エネルギー白書 2014」(経済産業省)
図 4-2 世帯当たりの用途別エネルギー消費量

② 環境への影響

【評価の目安】

環境負荷がほとんどない: 3点
環境負荷の恐れがあるが、対策を講じることにより負荷の低減が可能: 2点
環境負荷の恐れがあるが、技術開発により負荷の低減が可能: 1点
環境負荷の恐れがあり、未然に防ぐことが難しい: 0点

表 4-6 環境への影響に関する評価

エネルギー種	評価	環境への主な影響
地熱バイナリー発電	0	大規模な新規掘削による既存泉源への影響 ⇒規模が大きくなるため、負荷低減は難しい
温泉発電	2	温泉や地下水の過剰採取による既存泉源への影響 ⇒要綱の適正な運用により負荷を低減
太陽光発電	2	反射光による光害の発生 ⇒周辺施設へ配慮した設備配置により負荷を低減
風力発電	大型: 0 小型: 2	大型: 低周波音の発生 ⇒因果関係・対応策については調査段階 小型: 景観への影響 ⇒地域の景観に合致した発電設備の選定が必要
バイオマス発電		
食品系バイオマス	1	メタン発酵後の残さが廃棄物として発生 ⇒需要があれば農地還元、再資源化が可能であるものの、多くは水処理や焼却処理され、コスト増につながっている
木質系バイオマス	2	騒音・ばい煙の発生 ⇒規制基準があるものの、定常的に騒音・ばい煙が発生
中小水力発電	3	農業用水路等の既存施設を利用する場合は、環境への影響は少ない
温度差熱利用		
地中熱利用 ヒートポンプ	2	地中の熱環境の変化 ⇒地中条件の把握、適正な設備規模の設定により負荷を低減 (現段階では環境影響や事故などの事例はない)
温泉熱利用	3	なし(排湯を利用するため、環境負荷は発生しない)
太陽熱利用	2	反射光による光害の発生 ⇒周辺施設へ配慮した設備配置により負荷を低減
バイオマス熱利用		
食品系バイオマス	1	メタン発酵後の残さが廃棄物として発生 ⇒需要があれば農地還元、再資源化が可能であるものの、多くは水処理や焼却処理され、コスト増につながっている
木質系バイオマス	2	騒音・ばい煙の発生 ⇒規制基準があるものの、定常的に騒音・ばい煙が発生

③ 技術性

【評価の目安】

技術的に確立されており、今後も導入が期待される:3点
技術的にほぼ確立されており、いくつかの課題をクリアすることで今後の導入が期待される:2点
技術的にほぼ確立されているものの、導入を図るにはクリアすべき複数の課題がある:1点
技術的な課題が多く、現時点の技術は研究段階にある:0点(該当なし)

表 4-7 技術性に関する評価

エネルギー種	評価	技術的課題等
地熱バイナリー発電	1	発電技術は確立されているものの、坑井掘削位置の選定や、地熱貯留層の評価等の精度に課題があり、開発リスクを抱えている
温泉発電	2	スケール対策等の課題はあるものの、既存の泉源を利用できることから、今後の導入が期待される
太陽光発電	3	高効率化等の課題はあるものの、技術的に確立されており、固定価格買取制度の開始により、飛躍的に導入が進んでいる
風力発電	1	技術的に確立されているものの、大型風力については環境への影響、小型風力については初期コストが高いことから導入が進んでいない
バイオマス発電		
食品系バイオマス	1	メタンガス回収技術が確立されているものの、事業化のためにはさらなるコスト低減が必要とされている
木質系バイオマス	1	経済性向上のために木質系バイオマスの熱利用技術が確立されているものの、事業化のためにはさらなるコスト低減が必要とされている
中小水力発電	1	初期コスト及びメンテナンスコストの削減、水量の確保等が必要とされている
温度差熱利用		
地中熱利用 ヒートポンプ	1	技術的に確立されているものの、事業化のためには、地中の熱環境の把握や、初期コストの低減を図る必要がある
温泉熱利用	2	技術的に確立されているものの、初期コストが高いことから導入が進んでいない
太陽熱利用	2	技術的に確立されているものの、太陽光発電に押され、導入が進んでいない
バイオマス熱利用		
食品系バイオマス	1	メタンガス回収技術が確立されているものの、事業化のためにはさらなるコスト低減が必要とされている
木質系バイオマス	1	技術的に確立されているものの、初期コストが高いことから導入が進んでいない

④ 発電・熱利用コスト

【評価の目安】

競合コスト比=1 倍以下:3点	競合コスト比=1~2 倍:2点
競合コスト比=2~3 倍:1点	競合コスト比=3 倍以上(または不明):0点

表 4-8 発電・熱利用コストに関する評価

エネルギー種	評価	発電・熱利用コスト	競合コスト比	競合コスト
地熱バイナリー発電	3	9.2~11.6 円/kWh	0.95~1.2 倍	石炭火力 9.5~9.7 円/kWh
温泉発電	1	20.26 円/kWh	2.1 倍	
太陽光発電	0	住宅用:33.4~38.3 円/kWh	3.4~4.0 倍	
		メガソーラー:30.1~45.8 円/kWh	3.1~4.8 倍	
風力発電	2	9.9~17.3 円/kWh	1.0~1.8 倍	
バイオマス発電				
食品系バイオマス	—	—	—	
木質系バイオマス	1	木質専焼:17.4~32.2 円/kWh	1.8~3.4 倍	
	(3)	(石炭混焼:9.5~9.8 円/kWh)	(1.0 倍)	
中小水力発電	1	19.1~22.0 円/kWh	2.0~2.3 倍	
温度差熱利用				灯油、都市ガス、LPG など 2.4~4.4 円/MJ
地中熱利用 ヒートポンプ	1	6.6 円/MJ	1.5~2.8 倍	
温泉熱利用	3	2.6 円/MJ	0.59~1.1 倍	
太陽熱利用	1	6.7 円/MJ	1.5~2.8 倍	
バイオマス熱利用				
食品系バイオマス	—	—	—	
木質系バイオマス	1	6.9 円/MJ 山口県下関市「安岡エコタウン」における地域集中冷暖房システムの実績	1.6~2.9 倍	

※地中熱利用ヒートポンプ及び温泉熱利用の熱利用コストは、市営温泉施設のエネルギー使用状況等から設備規模を設定し、そのイニシャル・ランニングコストと設備導入によるエネルギー削減量を基に法定耐用年数内のコストを試算しました。法定耐用年数は地中熱利用ヒートポンプ 15 年、温泉熱利用 13 年に設定しました。

資料:「コスト等検証委員会報告書平成 23 年 12 月 19 日」(エネルギー・環境会議コスト等検証委員会)

「平成 25 年度小規模地熱発電のうち温泉発電導入促進のための手引書」(JOGMEC)

「新エネルギーガイドブック 2008」(NEDO)

「平成 25 年度バイオマスエネルギービレッジ構築可能性調査事業報告書」(農林水産省)

⑤ 新エネルギーの総合評価

“特有性”、“利用可能量”、“環境への影響”、“技術性”、“コスト”の個別評価の結果、総合評価が7点以上のものは別府での導入が期待できるものとして、導入促進に向けた取組の検討・実施を図ります。6点以下のものについては、現時点での導入は難しいと思われるものの、今後の技術動向等を注視しながら、導入可能性を検討していきます。

※別府市としては、新規掘削を伴う大規模な地熱バイナリー発電を積極的には導入促進しませんが、既存泉源や周辺環境への影響がほとんどないと判断できるもののみ、導入促進の対象とします。別府市は既存泉源を利活用した小規模地熱バイナリー発電等を中心に導入促進を図ります。

表 4-9 新エネルギーの導入可能性に関する評価

エネルギー種	個別評価結果					総合評価	
	特有性	利用可能量	環境影響	技術性	コスト		
地熱バイナリー発電	3	3	0	1	3	10	◎*
温泉発電	3	1	2	2	1	9	◎
太陽光発電	0	2	2	3	0	7	○
風力発電	0	2	大型:0 小型:2	1	2	大型:5 小型:7	大型:△ 小型:○
バイオマス発電							
食品系バイオマス	0	1	1	1	—	3	△
木質系バイオマス	0	1	2	1	1	5	△
中小水力発電	0	0	3	1	1	5	△
温度差熱利用							
地中熱利用 ヒートポンプ	0	3	2	1	1	7	○
温泉熱利用	3	3	3	2	3	14	◎
太陽熱利用	0	2	2	2	1	7	○
バイオマス熱利用							
食品系バイオマス	0	1	1	1	—	3	△
木質系バイオマス	0	1	2	1	1	5	△

【記号の意味】

記号	◎	○	△
総合評価	9点以上	8点～7点	6点以下
記号の意味	非常に期待できる	期待できる	あまり期待できない