

別府市地域新エネルギーフィージビリティ調査委託業務

報 告 書

平成 26 年 3 月

別 府 市

目 次

1	新エネルギーについて	1
1-1	新エネルギーの定義	1
1-2	新エネルギーの概要	2
1-3	新エネルギーの導入意義	17
2	地球環境問題や新エネルギーに関する動向	18
2-1	国内のエネルギー需給動向	18
2-2	地球環境問題に関する動向	20
2-3	新エネルギーに関する動向	22
3	別府市の地域特性	23
3-1	別府市の自然条件	23
3-2	別府市の社会条件	27
3-3	別府市のエネルギー動向	33
4	別府市の新エネルギー賦存量・利用可能量	43
4-1	賦存量・利用可能量の推計	43
4-2	地熱バイナリー発電	45
4-3	温泉熱発電	49
4-4	温度差熱利用：温泉熱利用	53
4-5	温度差熱利用：地中熱利用ヒートポンプ	55
4-6	太陽光発電	58
4-7	太陽熱利用	64
4-8	風力発電	67
4-9	中小水力発電（河川）	72
4-10	バイオマスエネルギー	74

1 新エネルギーについて

1-1 新エネルギーの定義

新エネルギーは純国産のエネルギーであるとともに、二酸化炭素を排出しないという優れた環境特性を有していますが、一般的にコストが高く、太陽光、風力などの自然条件に出力が左右されやすいといった課題があります。このため、より一層の技術開発と導入普及を支援するため、日本では、「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法（新エネ法）」が定められ、政府が積極的に導入拡大を図るべき対象として新エネルギーを位置づけています。

新エネ法は、平成 20（2008）年に改正され、新エネルギーは再生可能エネルギーのうち特に導入を促進すべきエネルギー源として整理されました。一方、従来、新エネルギーとして定義されていた、天然ガス自動車、メタノール自動車、電気自動車、燃料電池は新エネルギーの定義より除外され、技術革新の進捗や社会の需要の変化等に応じて、「革新的なエネルギー高度利用技術」として普及促進を図ることとされています。



※ 新エネルギーに属する地熱発電はバイナリー方式のもの、水力発電は未利用水力を利用する1,000kW以下のものに限る。

資料：「新エネルギーガイドブック 2008」(NEDO)

図 1-1-1 新エネルギーの分類

1-2 新エネルギーの概要

(1) 地熱発電（地熱バイナリー発電、温泉熱発電）

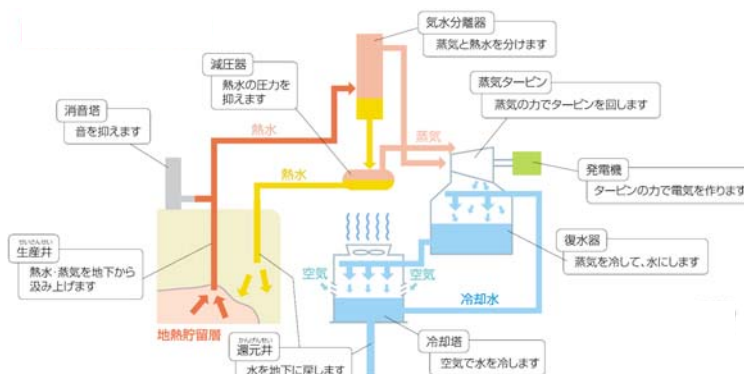
① 概要

火山の近くでは、地下数 km～20km くらいの深さに 1,000℃位のマグマ溜りがあり、まわりの岩石を熱しています。その岩石の割目から雨水が地下に入り、マグマ溜りの熱で加熱された水は高温の熱水や蒸気となり、大量にたまって地熱貯留層が形成されます。そこで熱せられた高温高圧の熱水や蒸気から得られるエネルギーを地熱エネルギーといいます。

実用化されている地熱発電の方式には、広く用いられている「フラッシュ方式」と、比較的最近実用化された「バイナリー方式」があります。新エネルギーとして定義されている地熱発電は「バイナリー方式」に限られます。

◇フラッシュ方式

地熱貯留層から約 200～350℃の蒸気と熱水を取り出し、気水分離器で分離した後、その蒸気でタービンを回して発電する方式です。気水分離器で分離された熱水は、還元井と呼ばれる井戸を通して再び地下に戻されます。日本の地熱発電所のほとんどが、シングルフラッシュ発電方式です。



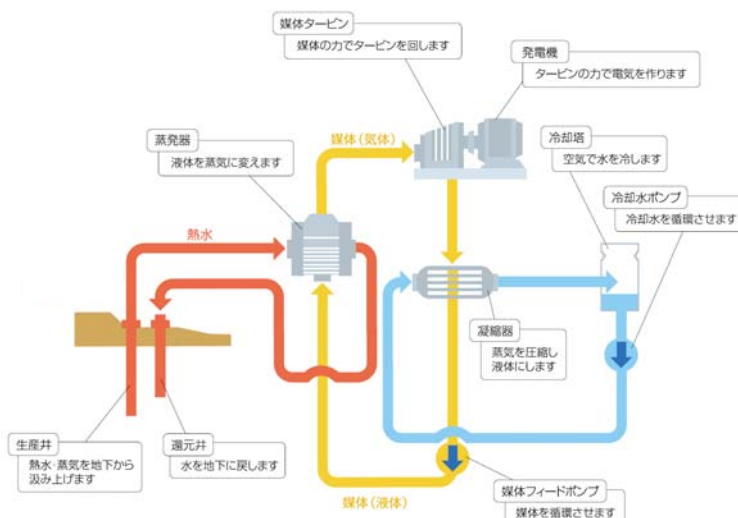
資料：「地球のちから」（資源エネルギー庁）

図 1-2-1 ダブルフラッシュ方式の仕組み

八丁原発電所（九重町）では、気水分離器で分離された熱水を減圧して再度蒸気を発生させ、タービンを回すダブルフラッシュ方式が用いられています。

◇バイナリー方式

一般的に 80～150℃の中高温熱水や蒸気を熱源として低沸点の媒体を加熱し、蒸発させてタービンを回して発電する方式です。媒体には、ペンタン（沸点 36.07℃）などの炭化水素や代替フロン、アンモニア（沸点 -33.34℃）など、沸点が 100℃以下の液体が用いられ、タービンを回した後、凝縮器で液化されて反復使用



資料：「地球のちから」（資源エネルギー庁）

図 1-2-2 バイナリー方式の仕組み

されます。このように、熱水と低沸点媒体がそれぞれ独立した2つの熱循環サイクルを用いて発電することから、バイナリー方式と呼ばれます。

② 特徴

◇日本に豊富かつ広範囲に賦存する純国産エネルギー

「パラダイム転換としての地熱開発推進」（産業技術総合研究所）によると、日本の地熱資源量は2,347万kWで、これは米国（3,000万kW）、インドネシア（2,779万kW）に次ぐ、世界第3位の資源量です。

◇発電後は熱利用が可能

発電に用いた高温の蒸気・熱水は様々な有効再利用が可能で、例えば、植物栽培用の温室、魚の養殖、地域の暖房などに利用されています。直接利用の場合でも、暖房や融雪に温熱供給を行った後、逆に冷熱源として冷熱を供給するシステムを作ることも可能です。

◇エネルギー供給の安定性

太陽光・風力発電と違い、天候に左右されることなく安定した電力供給が可能で、設備利用率は70%程度です。

③ 効果

地熱発電は石油や石炭といった化石燃料を燃焼させることなく発電させるので、環境負荷の少ないクリーンエネルギーの一つとして活用が期待されています。また、再生可能な純国産エネルギーであり、エネルギー資源の輸入依存度低減に貢献し、長期的に安定して利用することができます。

④ コスト

「コスト等検証委員会報告書（平成23年）」（エネルギー・環境会議コスト等検証委員会）によると、地熱発電のコストは、地熱資源量等の調査費用を含まない場合で9.2～11.6円/kWhとされています。「新エネルギーガイドブック2008」（NEDO）によると、調査費用を含む場合、16円/kWhとなっています。

表 1-2-1 地熱発電のコスト

発電コスト	発電コスト比	石炭火力発電単価
9.2～11.6 円/kWh	0.96～1.2 倍	9.5～9.7 円/kWh

※ 発電コスト比は、石炭火力発電の単価を9.6円/kWhとした場合のコスト比。

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

⑤ 課題

日本の開発可能な地熱資源は、既存開発量の5倍以上と推定されています。しかし、発電コストが高いこと、開発リスクが大きいこと、開発可能地域が自然公園法等の制約を受ける地域に多いこと、温泉への影響を懸念する地元関係者との合意形成が困難等の課題があります。

温泉熱発電については、稼働実績が少ないため、スケール防止、耐久性およびメンテナンス性等の検証と対策が今後重要となります。

(2) 温度差熱利用 (温泉熱利用、地中熱利用ヒートポンプ)

① 概要

海や河川の水は、夏期は大気よりも冷たく、冬期は大気よりも暖かく保たれています。この外気との温度差を「温度差エネルギー」といい、ヒートポンプおよび熱交換器を使って、冷水や温水をつくり、供給導管を通じて地域の冷暖房や給湯に利用します。

熱源の水温は、温泉などの高温から、地下水、河川水、下水などの低温度まで様々です。温泉の熱湯などは、そのまま暖房などの熱源として利用できます。熱エネルギーは、温度の高い物質から温度の低い物質に移動し、物質の温度は、圧力を操作することで変えることができます。このような性質を利用し、熱エネルギーを熱源から吸収し、ヒートポンプを用いて、必要な温度に調整して地域熱供給事業などで活用されています。

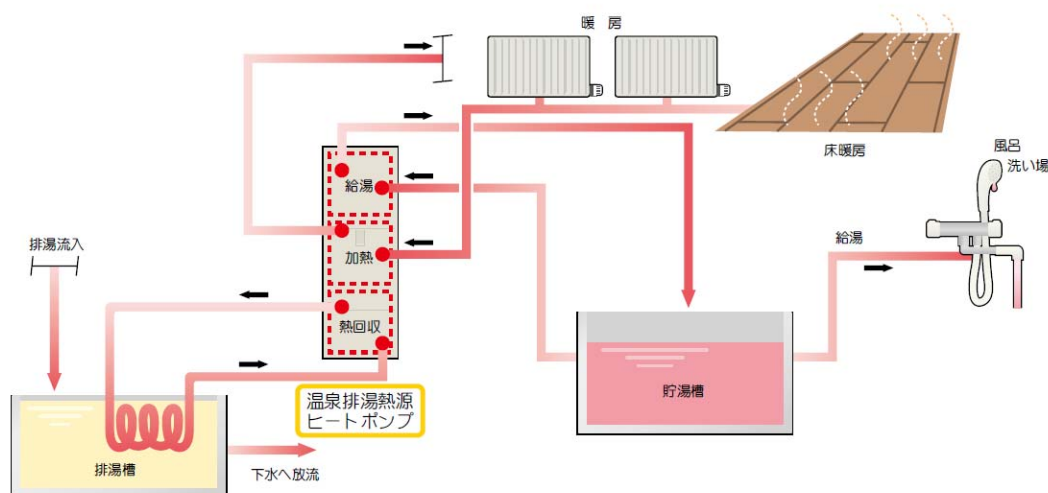


資料：一般財団法人新エネルギー財団HP
<http://www.nef.or.jp/what/whats07.html>

図 1-2-3 温度差エネルギーイメージ

◇温泉熱利用

温泉熱利用は源泉や排湯を熱源とし、ヒートポンプ、熱交換器を用いて温泉の熱を冷暖房や給湯に利用します。この他、イチゴ等の果実栽培や花き栽培、融雪利用等も行われています。比較的複雑なシステムを導入して積極的に利活用する以外にも、温泉熱をそのまま調理へ利用する等の応用例も見られます。



温泉排湯からヒートポンプで熱を回収し、給湯と床暖房に利用。

資料：「おんせん DE ヒーポン！（温泉ホテル省エネモデル集）」（北海道経済産業局）

図 1-2-4 温泉熱利用導入例

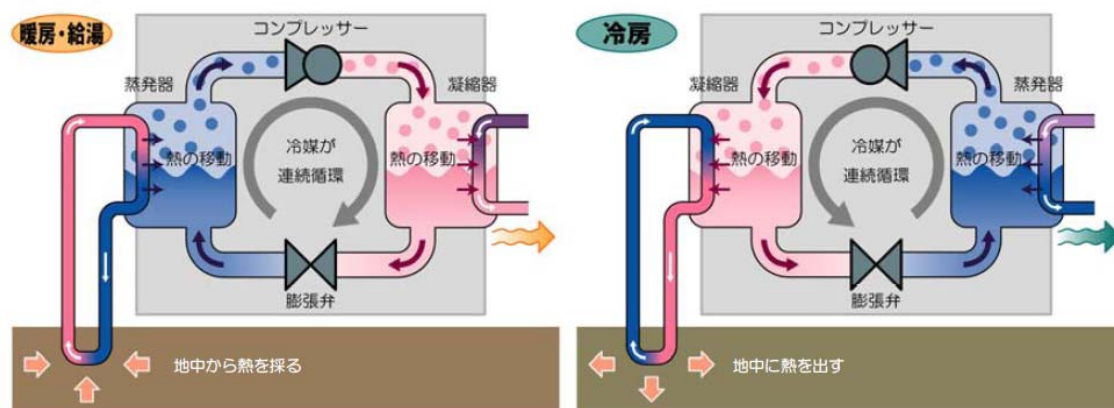
◇地中熱利用ヒートポンプ

地中熱利用ヒートポンプは地中との間で熱交換を行うヒートポンプです。

地中の温度は外気温に比べると年間を通して変化が小さいため、夏は冷熱源、冬は温

熱源として利用できます。

外気温と地中の温度差が大きいこと、空気よりも熱容量の大きな地下水や地盤と熱をやりとりすることにより、空気を熱源とするエアコンや冷蔵庫よりも効率的（10～25%程度）にエネルギーを利用できます。



資料：「地中熱利用にあたってのガイドライン」（環境省）

図 1-2-5 地中熱利用ヒートポンプの仕組み

② 特徴

◇身近な未利用の熱源を利用

河川、地下水、下水など、身近にある未利用の熱源を有効利用することができます。

◇都市型エネルギー

熱源と消費地が近いこと。民生用の冷暖房に対応できることから、新しい都市型エネルギーとして注目されています。

◇多様な活用方法

冷暖房のほか、温室栽培、給湯、融雪用熱源など、多様なエネルギー利用が可能です。

◇メンテナンスフリー（地中熱利用）

地中熱利用ヒートポンプ（クローズドループ方式）は、基本的にメンテナンスフリーです。

③ 効果

○温泉熱利用

【省エネ・CO₂削減効果】

設置規模や利用形態により、省エネ・二酸化炭素削減効果は様々です。

熱交換器やヒートポンプを用いて、源泉や排湯の熱を暖房や床暖房、給湯の熱源として利用することで空調電力やボイラ燃料等を削減することができます。

表 1-2-2 温泉熱利用の省エネ効果

事業者	熱源	システム	利用方法	省エネ効果 (原油換算)	CO ₂ 削減効果
滝川ふれ愛の里「食と健康の養生館」	排湯	ヒートポンプ	暖房・給湯	320 kL/年	1,090 t-CO ₂ /年
湯元湧駒荘「神々の湯」	排湯	ヒートポンプ	床暖房・給湯	60 kL/年	200 t-CO ₂ /年
湖畔の宿 洞爺 かわなみ	排湯	ヒートポンプ	昇温・給湯	60 kL/年	200 t-CO ₂ /年

資料：「おんせん DE ヒーポン！（温泉ホテル省エネモデル集）」（北海道経済産業局）

○地中熱利用

【省エネ効果】

「地中熱利用にあたってのガイドライン」（環境省）によると、空気熱源ヒートポンプ式の冷暖房やガスボイラによる給湯を地中熱利用ヒートポンプに切り替えることで、約 10～30%程度の省エネルギー効果が期待できるとされています。

【ヒートアイランド現象の緩和効果】

地中熱利用ヒートポンプは、夏には排熱を外気に放出しないため、ヒートアイランド現象の緩和が期待されます。環境省の実証事業によると、冷暖房の冷暖房の床面積 1m²あたりで 0.1～0.2GJ（原油換算で約 4～7ℓ、電力換算で約 28～56kWh）程度の人工排熱の削減が確認されています。

④ コスト

温度差エネルギーなどの未利用エネルギーを活用するためには、そのための建設工事が必要となります。未利用エネルギーの種類、未利用エネルギー源と需要家施設との距離など、導入地点の状況によってその工事費等が大きく変動します。

⑤ 課題

○温泉熱利用

システムを構成する各要素（ヒートポンプ、熱交換器、貯湯槽等）の技術は成熟していますが、温泉熱を吸収する蒸発器等でのスケール対策、アンモニアが循環する系内の腐食対策に加え、普及に向けてはさらなる低コスト化が重要です。

○地中熱利用

地中への熱負荷を伴うため、導入に際しては、地中の熱環境の変化や近隣の地下水・地中熱利用への影響に適切に配慮することが求められます。

○共通

熱エネルギーの需要地が近隣にない場合、熱供給配管の整備等の大規模な設備工事が必要なことから、イニシャルコストの低減と、地元地方公共団体との連携による推進体制の整備が課題です。



(3) 太陽光発電

① 概要

快晴時には、1 m²あたり、約1 kWのエネルギーが地上に降り注ぎ、1時間に地球上に降り注ぐ太陽からのエネルギーは、人類が1年間で消費する全エネルギーに匹敵するほど膨大なものといわれています。

太陽光発電とは、シリコン半導体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直接電気に変換する発電方法です。

表 1-2-3 太陽光発電システムの設置タイプと特徴

設置種類	特徴
<p>屋根置き型</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ○住宅やビルなどの屋根に設置されるタイプ。 ○架台に固定するため、モジュールにはガラス基板が用いられる。 ○設置面積に限られるため、発電効率の高い太陽電池を使用し、設置面積あたりの発電量を大きくすることが求められる。
<p>地上設置型</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ○平地に設置されるタイプ。メガソーラーが代表例 ○架台に固定するため、モジュールにはガラス基板が用いられる。 ○広い土地に設置されるため、発電効率が中程度であっても、トータルの発電コストが安くなる太陽電池が用いられる傾向にある。
<p>建物一体型</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ○住宅やビルなどの屋根材や外壁材などと太陽電池モジュールが一体化したタイプ。 ○デザイン性に優れていることや、屋根材とモジュール部材の共有による設備費の削減などのメリットがある。 ○シースルータイプのガラス基板を用いることで、発電と採光／遮光が両立できるガラス建材としても活用が可能。 ○フレキシブル基板を用いることによって、建物の曲面に沿った設置も可能。
<p>集光型</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ○小面積の高効率な多接合太陽電池などにレンズや鏡で集光することによって、高い発電効率が実現可能となる。 ○特に、サンベルト15など豊富な日射量を得られる地域において有効。

資料：「再生可能エネルギー技術白書（平成 25 年）」（NEDO）

② 特徴

◇システム導入の自由度が高い

発電量はシステムの規模と太陽光の強さに比例するため、規模による制約がなく、道

路標識から家庭、大規模施設にまで設置できます。

◇独立電源

他の電力系統に依存しない独立した電源として、道路標識・街路灯・通信アンテナ等災害時のライフライン施設・設備への利用が可能です。

◇メンテナンスフリー

一度設置すると発電などは自動的に行われ、機器のメンテナンスはあまり必要としません。※10年に一度、パワーコンディショナーを交換する必要があります。

◇未利用スペースの活用

屋根、壁などの未利用スペースが活用でき、新たに用地を用意する必要はありません。

③ 効果

◇年間発電能力

地域や設置の方位、傾斜角によって異なりますが、太陽光発電システムの定格出力1kWあたり、年間約1,000kWhの電力を発電します。

定格出力3~4kWで平均的な一般家庭で消費する電力量（年間約3,600kWh）をまかなえます。

◇ピークカット効果

真夏の晴れた日は冷房利用の増加により電力消費量が増加しますが、太陽光発電を設置することで、電力供給量が切迫する時期の購入電力量を抑えることができます。

④ コスト

調達価格等算定委員会の資料によると、太陽光発電システムの価格は、2012年では10kW以下のシステムで42.7万円/kW、10kW以上では28万円/kWとされています。

また、「コスト等検証委員会報告書（平成23年）」（エネルギー・環境会議コスト等検証委員会）によると、発電コストは、住宅用で33.4~38.3円/kWh、メガソーラーで30.1~45.8円/kWhとされています。

表 1-2-4 太陽光発電のコスト

区分	発電コスト	発電コスト比	石炭火力発電単価
住宅用	33.4~38.3 円/kWh	3.5~4.0 倍	9.5~9.7 円/kWh
メガソーラー	30.1~45.8 円/kWh	3.1~4.8 倍	9.5~9.7 円/kWh

※ 発電コスト比は、石炭火力発電の単価を9.6円/kWhとした場合のコスト比。

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

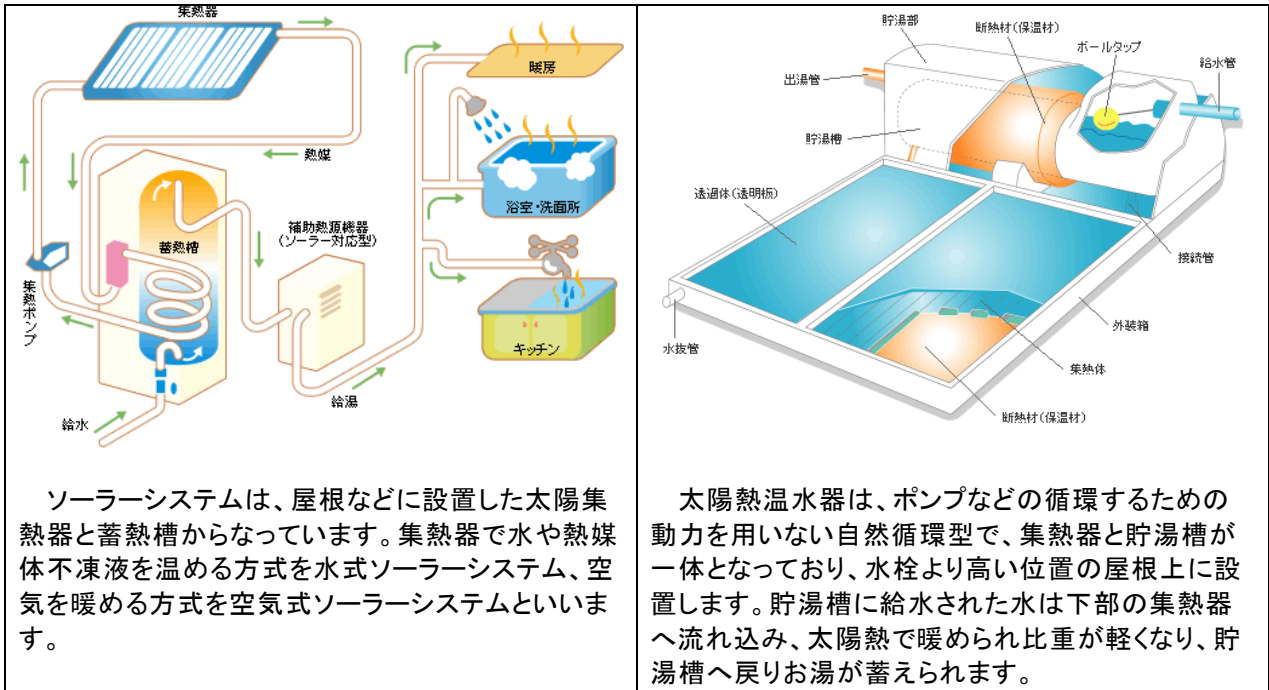
⑤ 課題

気候条件により発電出力が左右されます。また、導入コストも次第に下がってはいるものの、更なる技術開発によるコスト低減が期待されています。

(4) 太陽熱利用

① 概要

太陽熱利用は、太陽の熱エネルギーを屋根などに設置した太陽熱集熱器に集め水や空気を温め、給湯や冷暖房に活用します。太陽熱エネルギーを利用するシステムには、ソーラーシステムと太陽熱温水器があります。



資料：一般社団法人ソーラーシステム振興協会HP <http://www.ssda.or.jp/energy/index.html>

図 1-2-6 ソーラーシステム (左)、太陽熱温水器 (右) の仕組み

② 特徴

◇耐久性が良く安価

太陽熱利用機器は、性能や耐久性が良く、新エネルギーの中でも比較的安価に導入できます。

◇簡単な操作

簡単なシステムであるため、特別な知識や操作が必要なく、一般住宅をはじめ理容・美容院などでも手軽に導入できます。

◇水式と空気式の2タイプ

○水式：温水を溜めておくので、断水などのときでもお湯が使用できます。

寒冷地では冬季に凍結の恐れがあるため、水抜きが必要な場合もあります。

○空気式：夏期は、太陽の直射熱を屋根の通気層が逃がし、夜間の涼気を取り入れて、冷房機の負担を軽減できます。

凍結の恐れがないため、寒冷地でも利用可能です。

空気式ソーラーシステムの一つであるソーラーウォールは、外壁などに設置し、暖められた空気を送風機で室内に送り込むシステムで、運転コストは送風機の電気代程度です。

③ 効果

◇省エネ効果

2010 年末時点で使用されている太陽集熱器から得られる年間集熱量を原油換算すると約 40 万 kL/年に相当します。一日に置き換えると約 1,100kL/日で、ドラム缶 5,500 本分の節約になります。

また、住宅用ソーラーシステム 1 台 (6m²) あたりの省エネ量は、原油換算で 427L/年になります。

◇CO₂削減効果

住宅用ソーラーシステム 1 台 (6m²) あたりの二酸化炭素削減量は、1,119kg-CO₂ になります。

表 1-2-5 太陽光発電システムの省エネ・CO₂削減効果

太陽熱利用機器	集熱面積	年間集熱量	省エネ、CO ₂ 削減効果			
			LP ガス	都市ガス	灯油	深夜電気
ソーラーシステム	6 m ²	1,306 万 kJ	155m ³ 964kg-CO ₂	364.4m ³ 813kg-CO ₂	444.9L 1,108kg-CO ₂	4,535kWh 2,517kg-CO ₂
太陽熱温水器	3 m ²	653 万 kJ	77.5m ³ 482kg-CO ₂	182.2m ³ 406kg-CO ₂	222.4L 554kg-CO ₂	2,267kWh 1,258kg-CO ₂

資料：一般財団法人ソーラーシステム振興協会HP <http://www.ssda.or.jp/energy/merit.html>

④ コスト

太陽熱温水器は、約 30 万円程度（工事費込み）で戸建て住宅に設置することができます。ソーラーシステムでは約 90 万円程度（工事費込み）となっています。

表 1-2-6 ソーラーシステムのコスト

設置コスト	熱利用コスト	熱利用コスト比	灯油、都市ガス、LPG などの熱利用単価
90 万円/台	6.7 円/MJ	約 1.5~2.8 倍	2.4~4.4 円/MJ

資料：「新エネルギーガイドブック 2008」(NEDO)

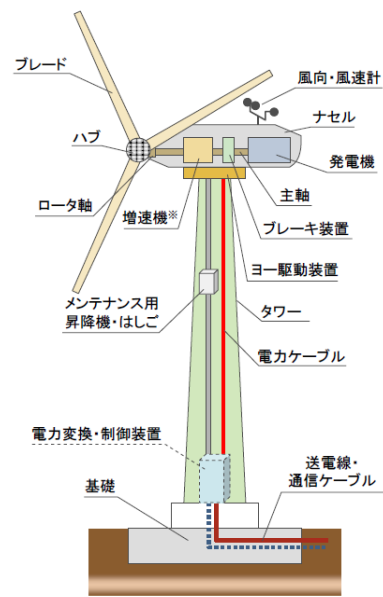
⑤ 課題

他のエネルギーなどとの競合があり、生産台数は減少傾向にあります。しかし、新たな構造によるシステム開発が進んでおり、公共施設など新分野への導入拡大が期待されています。

(5) 風力発電

① 概要

風力発電は、「風」の運動エネルギーでブレード（風車の羽根）を回転することで動力エネルギーに変換し、さらに、この運動エネルギーを発電機に伝えて電気エネルギーへと変換します。現在では、プロペラの直径が70メートル以上にもなる2,000kW級の大型風車が一般的となり、5,000kW級の開発も進められています。最近では、低風速でも発電可能となるよう風速により発電機を切り替え、幅広い風速領域で発電が行える風力発電システムも実用化されています。また、大型の風車だけでなく定格出力が数kW以下の小型風力発電は、補完型の分散電源として利用されています。



資料：「風力発電導入ガイドブック」(NEDO)

図 1-2-7 風力発電システムの概要

 <p>玖珠ウインドファーム 定格出力：11,000kW(1,000kW×11台) 用途：売電事業</p>	 <p>長崎東公園のハイブリッド発電 定格出力：384W(風力200W+太陽184W) 用途：環境啓発、イルミネーション</p>
 <p>シーサイドももち海浜公園(福岡市) 定格出力：9kW(3kW×3台) 用途：園内の照明、携帯電話充電サービス</p>	

資料：左上) JEN 玖珠ウインドファーム株式会社HP <http://jenco.jp/kwf/>

左下) 福岡市HP

<http://www.city.fukuoka.lg.jp/sawaraku/c-shinko/charm/fuusyadehatudenn.html>

右) サイエンスリサーチ株式会社HP

<http://www.ea.ejnet.ne.jp/~em-and-d/hybrid.html>

図 1-2-8 大型風力発電（左上）、小型風力発電（左下・右）の設置例

② 特徴

◇様々な設置条件と用途に対応

出力 1,500kW 級の大型なものから、太陽光発電との小型ハイブリッド式のものまで、設置条件と用途に応じて様々な選択が可能です。住宅には、小型風力発電機が設置されるようになってきています。

◇変換効率が良い

風車の高さやブレード（羽根）によって異なるものの、風力エネルギーは高効率（最大 30～40%程度）で電気エネルギーに変換できます。

◇多目的な導入

地域のシンボルとして、「町おこし」に一役買っています。また、電力会社に売電が可能となり、商業目的での大規模発電事業が増えてきています。

◇夜間も稼働

太陽光発電と異なり、風さえあれば夜間でも発電できます。

③ 効果

◇年間発電能力

1,000kW 規模の風力発電を導入し、設備利用率が 20%の場合、年間で約 175 万 kWh の発電量が期待されます。これにより、一般家庭約 450 軒の電力消費量をまかなうことができます。

④ コスト

「コスト等検証委員会報告書（平成 23 年）」（エネルギー・環境会議コスト等検証委員会）によると、陸上風力のシステム価格は、20～35 万円/kW とされています。また、陸上風力の発電コストは、9.9～17.3 円/kWh とされています。

「平成 24 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」（環境省）によると、陸上風力発電の事業採算性を考慮した場合、年平均風速 5.5m/s 以上が必要とされています。

表 1-2-7 風力発電の発電コスト

発電コスト	発電コスト比	石炭火力発電単価
9.9～17.3 円/kWh	1.0～1.8 倍	9.5～9.7 円/kWh

※ 発電コスト比は、石炭火力発電の単価を 9.6 円/kWh とした場合のコスト比。

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

⑤ 課題

日本特有の地形や台風、落雷などの気象条件に対するより一層の技術開発が求められています。また、風車の大型化や大規模発電事業の普及により、系統連系条件の最適化などの技術的な課題や、希少猛禽類などの生息地、電波障害・航空障害、騒音など自然および住環境に配慮した設置が求められています。

(6) 中小水力発電

① 概要

水力発電は、水の流れ落ちる勢いによって水車を回す発電方法です。水の位置エネルギーと運動エネルギーを電気エネルギーに変換します。電気の出力は落差と水量の積によって決まるので、水の量が多いほど、流れ落ちる高さが高いほど発電量は増えます。最近では、農業用水路や上水道施設など発電以外の目的で使われている設備の未利用エネルギーを利用する小水力発電も行われています。

中小水力発電について厳密な定義はありませんが、出力 10,000kW～30,000kW を「中小水力発電」と呼ぶことが多く、また新エネ法の対象のように出力 1,000kW 以下の比較的小規模な発電設備を総称して「小水力発電」と呼ぶこともあります。「マイクロ水力発電導入ガイドブック」(NEDO)によると、設備容量によって次のとおり分類されています。

表 1-2-8 水力発電の区分

区分	設備容量(kW)
大水力	100,000 以上
中水力	10,000 ～ 100,000
小水力	1,000 ～ 10,000
ミニ水力	100 ～ 1,000
マイクロ水力	100 以下



資料：経済産業省HP <http://www.enecho.meti.go.jp/saiene/renewable/water/index.html>

図 1-2-9 中小水力発電の設置例

② 特徴

◇成熟した技術がある

日本には水力発電に関するノウハウと技術が確立されています。

◇自然の形状などを利用

河川や用水路をそのまま利用する「流れ込み式」では、自然の形状をそのまま利用するため、改めて大規模なダムを作る必要がありません。

◇荒廃した河川環境の改善

河川の未利用水資源を活用することで、河川環境の改善につながります。

◇豊富な水資源の活用

日本は豊富な水資源に恵まれています。中小規模水力に適した場所は未開発の所が多く、全国的に広く分布しています。このため、今後さらなる中小規模水力発電の導入が期待されています。

③ 効果

発電時に二酸化炭素を排出しないクリーンなエネルギーです。再生可能な純国産エネルギーであるため、石油消費量の低減やエネルギー資源の輸入依存度の低減に貢献しています。また、かんがい用水路や溪流、上下水道などを利用した規模の小さな水力発電が、地域農業の振興とともに、町おこし村おこしとして各地方公共団体等で進められています。

④ コスト

「コスト等検証委員会報告書（平成 23 年）」（エネルギー・環境会議コスト等検証委員会）によると、建設コストは、80～100 万円/kW とされています。また、発電コストは、19.1～22.0 円/kWh とされています。

表 1-2-9 中小水力発電の発電コスト

発電コスト	発電コスト比	石炭火力発電単価
19.1～22.0 円/kWh	2.0～2.3 倍	9.5～9.7 円/kWh

※ 発電コスト比は、石炭火力発電の単価を 9.6 円/kWh とした場合のコスト比。

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

⑤ 課題

○地域性

地域が持つ、使用可能な水量や有効落差などの条件に左右されます。

○環境保護

環境保護の観点から魚などの動植物への影響度調査が必要な場合があります。

○経済性

投資に対する回収期間が比較的長くなっています。

○水利権

水利権の取得や河川占有許可（河川利用の場合）など、関係法令に関する手続きが煩雑です。

(7) バイオマス発電・熱利用

① 概要

バイオマスエネルギーは、動植物に由来する有機物であるバイオマスを利用して作るエネルギーです。

バイオマスエネルギーの利用は、古くから薪・木炭や家畜の糞が燃料に使われてきました。現在では、大きく分けて直接燃焼、メタン発酵等の生物化学変換、ガス化などの熱化学変換、化学合成による燃料化などがあります。

◇バイオマス発電

バイオマス発電は、バイオマスのエネルギー変換方法によって、直接燃焼による発電とガス化による発電に分けられます。

直接燃焼は、既設の大型石炭火力発電所による混焼方式、小規模のバイオマス専焼ボイラを用いた方式があり、ボイラで発生した蒸気でタービンを回して発電します。

ガス化は、バイオマスを熱分解するガス化炉で可燃性ガス（合成ガス）を発生させてボイラでの燃焼、ガスエンジン、ガスタービンなどで発電する方式と、バイオマスや廃棄物などの発酵によってメタンガスを作り、ガスエンジンなどで発電する方式があります。



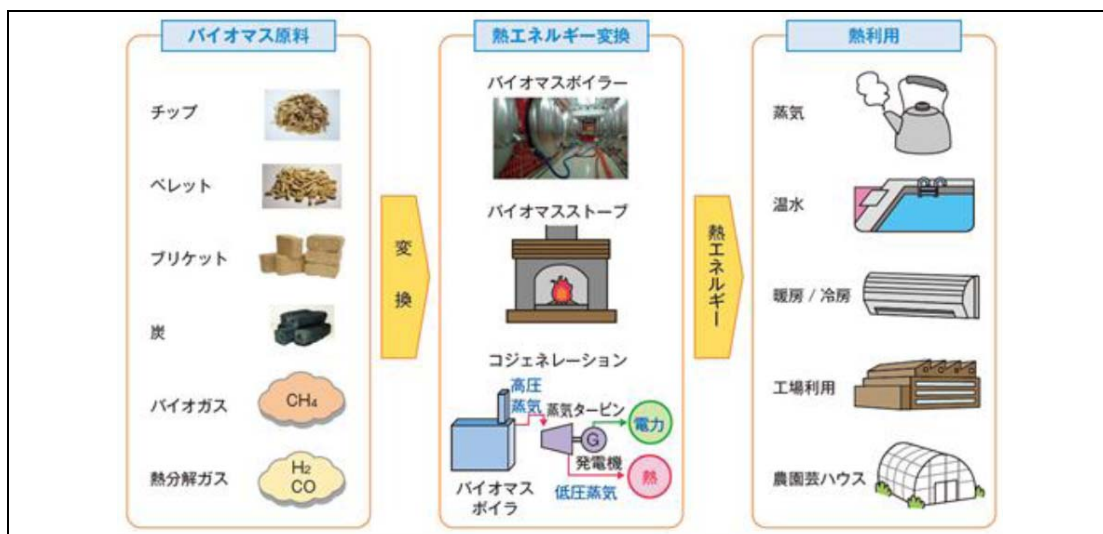
日田ウッドパワー(日田市)
最大出力:12,000kW
木質専焼の発電所。発電効率は約27%

資料：経済産業省HP
<http://www.enecho.meti.go.jp/saiene/renewable/biomass/index.html>

図 1-2-10 バイオマス発電の設置例

◇バイオマス熱利用

バイオマス熱利用は、バイオマス原料を製造し、ボイラやストーブの燃料として利用する技術です。



資料：「再生可能エネルギー技術白書（平成25年）」(NEDO)

図 1-2-11 バイオマス熱利用の流れ

② 特徴

◇再生可能でカーボンニュートラル

バイオマスは成長過程で光合成等により大気中の二酸化炭素を有機物として体内に固定しています。そのため、大気中に再び二酸化炭素が放出されたとしても、エネルギーの消費と生物の育成をバランスよく行うことにより、大気中の二酸化炭素を増加させない「カーボンニュートラル」という特徴があります。

◇保存と運搬が可能

バイオマスは、固体・液体・気体と加工することができるため、保存と運搬が可能です。

③ 効果

◇資源の有効活用

未活用の廃棄物を燃料とすることにより、廃棄物の再利用や減少につながります。

◇農山漁村の活性化

家畜排泄物、稲ワラ、林地残材など、国内の農産漁村に存在するバイオマス資源を利活用することにより、農産漁村の自然循環環境機能を維持増進し、その持続的発展を図ることが可能となります。

◇地域環境の改善

家畜排泄物や生ごみなど、捨てていたものを資源として活用することで、地域環境の改善に貢献できます。

④ コスト

○バイオマス発電

「コスト等検証委員会報告書（平成 23 年）」（エネルギー・環境会議コスト等検証委員会）によると、木質専焼の発電コストは、17.4～32.2 円/kWh とされています。石炭混焼の発電コストは、9.5～9.8 円/kWh とされています。

表 1-2-10 バイオマス発電の発電コスト

区分	発電コスト	発電コスト比	石炭火力発電単価
木質専焼	17.4～32.2 円/kWh	1.8～3.4 倍	9.5～9.7 円/kWh
石炭混焼	9.5～9.8 円/kWh	約 1.0 倍	9.5～9.7 円/kWh

※ 発電コスト比は、石炭火力発電の単価を 9.6 円/kWh とした場合のコスト比。

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

⑤ 課題

バイオマス資源は豊富に存在しますが、その多くは未利用のまま残されています。その要因としては、バイオマスは広く薄く存在し、容積あたりのエネルギー密度が低いため、収集・運搬コストがかかること、施設の大規模化による低コスト化を図れていないこと等が挙げられます。

1-3 新エネルギーの導入意義

新エネルギーは、エネルギーの安定供給の確保、地球温暖化対策に寄与するとともに、新規産業・雇用の創出等にも貢献するなど様々な意義を有しています。

また、東日本大震災による原子力発電所の事故後は、安全性という視点により、新エネルギーに対する期待が高まっています。

○エネルギーセキュリティ

- ▶ 資源制約のない国産エネルギーの確保
- ▶ 燃料節約に資するエネルギー
- ▶ 電源構成の多様化

○地球温暖化対策への貢献

- ▶ エネルギー創出時に二酸化炭素を排出しない

○新規産業・雇用創出

- ▶ 潜在的な市場の拡大が期待される

○分散型エネルギーシステムとしての有効性

- ▶ 既存の系統電力に依存しない自立型エネルギーシステムとしての活用が可能
- ▶ 需要地と近接して設置可能であり、送電時等におけるエネルギー損失の低減が可能

○電力の負荷平準化（ピークカット効果）への貢献

- ▶ 太陽光発電の普及による夏期・昼間等電力需要ピークの低減

2 地球環境問題や新エネルギーに関する動向

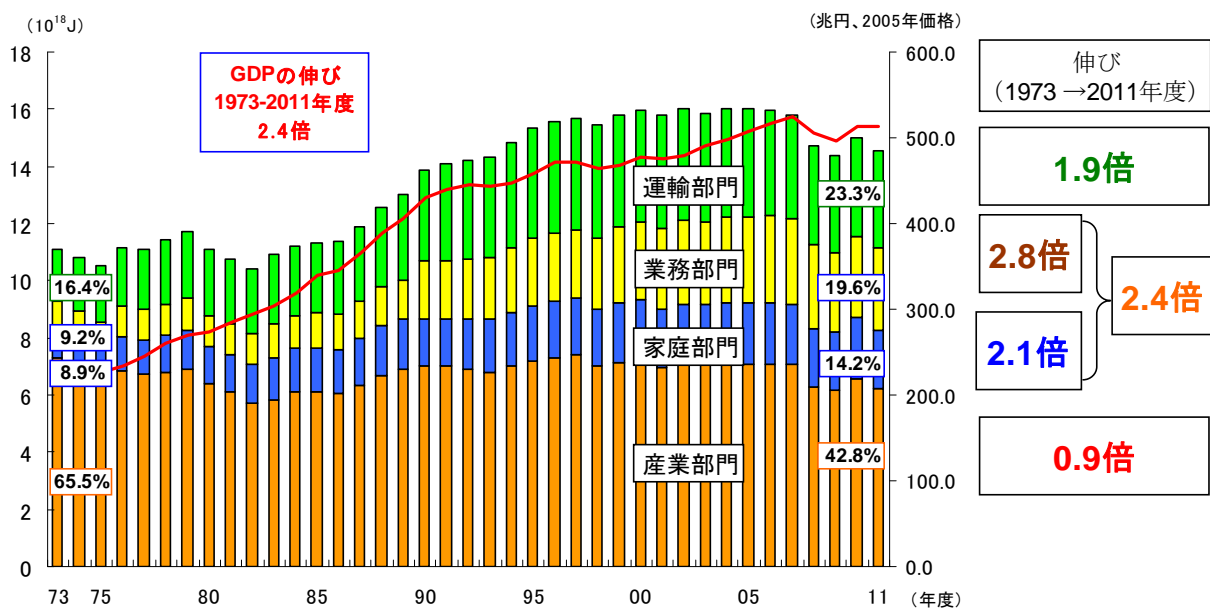
2-1 国内のエネルギー需給動向

(1) 国内のエネルギー消費

日本のエネルギー消費は、1970年代までの高度経済成長期には、国内総生産（GDP）よりも高い伸び率で増加しました。しかし、1970年代のオイルショックを契機に産業部門において省エネルギー化が進むとともに、省エネルギー型製品の開発も盛んになりました。この結果、エネルギー消費をある程度抑制しつつ経済成長を果たすことができました。1990年代を通して運輸部門のエネルギー消費の増加率は緩和しましたが、快適さや利便性を求めるライフスタイルの普及等を背景に民生部門（家庭部門及び業務部門）のエネルギー消費は増加しました。

部門別にエネルギー消費の動向をみると、オイルショック以降、産業部門がほぼ横ばいで推移する一方、民生（家庭部門、業務部門）・運輸部門がほぼ倍増しました。その結果、産業・民生・運輸の各部門のシェアはオイルショック当時の1973年度にはそれぞれ65.5%、18.1%、16.4%でしたが平成23（2011）年度には42.8%、33.8%、23.3%へと変化しました。また、昭和48（1973）年度から平成23（2011）年度までの伸びは、産業部門が0.9倍、民生部門が2.4倍（家庭部門2.1倍、業務部門2.8倍）、運輸部門が1.9倍となっており、産業部門は近年横ばいになりました。

ただし、平成20（2008）年度から平成21（2009）年度にかけては、景気悪化によって製造業・鉱業の生産量が低下し、産業部門のエネルギー消費が大幅に減少したこと等により、最終エネルギー消費は減少傾向にありました。平成22（2010）年度は、景気回復や気温による影響を受け、最終エネルギー消費は大幅に増加しましたが、2011年度は再び減少しました。



※ J(ジュール): エネルギーの大きさを示す指標の一つで、1MJ=0.0258×10⁻³原油換算kl。
資料:「エネルギー白書2013」(資源エネルギー庁)

図 2-1-1 最終エネルギー消費と実質 GDP の推移

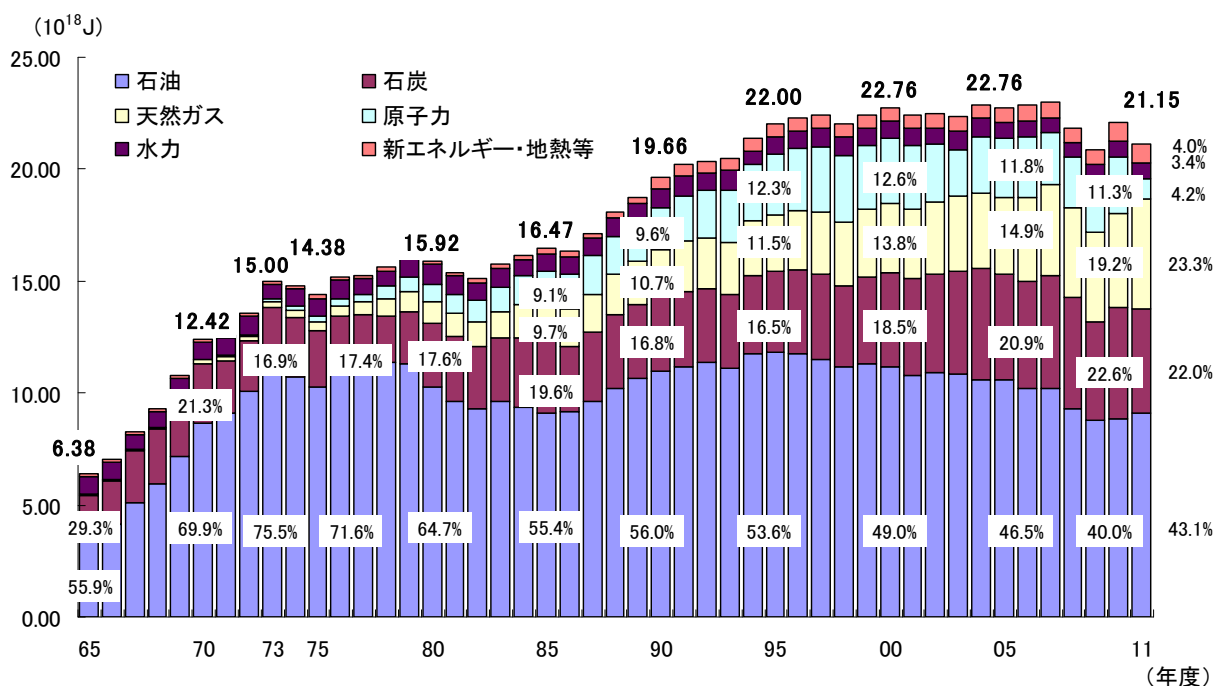
(2) 国内のエネルギー供給

日本は、安価な石油を大量に輸入し、昭和 48（1973）年度には一次エネルギー国内供給の 75.5%を石油に依存していました。しかし、昭和 48（1973）年に発生した第一次オイルショックによって、原油価格の高騰と石油供給断絶の不安を経験した日本は、エネルギー供給を安定化させるため、石油依存度を低減させ、石油に代わるエネルギーとして、原子力、天然ガス、石炭等の導入を推進しました。

その結果、一次エネルギー国内供給に占める石油の割合は、平成 22（2010）年度には、40.0%と第一次オイルショック時の昭和 48（1973）年度における 75.5%から大幅に改善され、その代替として、石炭（22.6%）、天然ガス（19.2%）、原子力（11.3%）の割合が増加する等、エネルギー源の多様化が図られました。平成 23（2011）年度は、原子力の割合が 4.2%まで減少し、原子力の代替発電燃料として化石燃料の割合が増加しました。近年減少傾向にあった石油の割合は 43.1%まで増加しています。

一次エネルギー国内供給に占める化石エネルギーの依存度を世界の主要国と比較した場合、平成 22（2010）年度の日本の依存度は 81%であり、原子力や風力、太陽光等の導入を積極的に進めているフランスやドイツ等と比べると依然として高く、その殆どを輸入に依存している日本にとって化石燃料の安定的な供給は大きな課題となりました。

二次エネルギーである電気は家庭用及び業務用を中心に需要が増加しており、最終エネルギーに占める電力消費量の割合は、昭和 45（1970）年度には 12.7%でしたが、平成 23（2011）年度では 23.1%に達しました。



資料:「エネルギー白書 2013」(資源エネルギー庁)

図 2-1-2 一次エネルギー国内供給の推移

2-2 地球環境問題に関する動向

(1) 地球温暖化の現況と今後の見通し

近年の人間活動の拡大に伴って二酸化炭素、メタン等の温室効果ガスが人為的に大量に大気中に排出されることで、地球が過度に温暖化するおそれが生じています。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が平成 19（2007）年に取りまとめた第 4 次評価報告書によると、世界平均地上気温は 1906～2005 年の間に 0.74（0.56～0.92）℃上昇し、20 世紀を通じて平均海面水位は 17（12～22）cm 上昇しました。

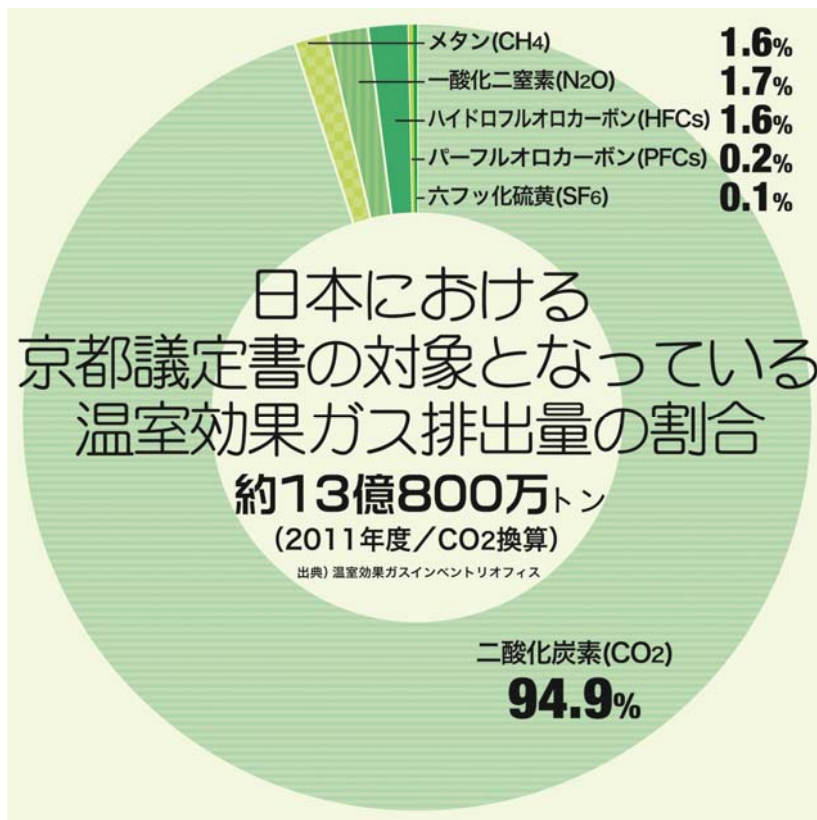
また、最近 50 年間の気温上昇の速度は、過去 100 年間のほぼ 2 倍に増大しており、海面上昇の速度も近年ではより大きくなっています。同報告では、気候システムに地球温暖化が起こっていると断定するとともに、20 世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇のほとんどは人為起源の温室効果ガス濃度の観測された増加によってもたらされた可能性が非常に高いとしています。

また、同報告では、世界全体の経済成長や人口、技術開発、経済・エネルギー構造等の動向について複数のシナリオに基づく将来予測を行っており、1980 年から 1999 年までに比べ、21 世紀末（2090 年～2099 年）の平均気温上昇は、環境の保全と経済の発展が地球規模で両立する社会では、約 1.8（1.1～2.9）℃とする一方、高度経済成長が続く中で化石エネルギー源を重視した社会では約 4.0（2.4～6.4）℃と予測しています。

(2) 日本の温室効果ガスの排出状況

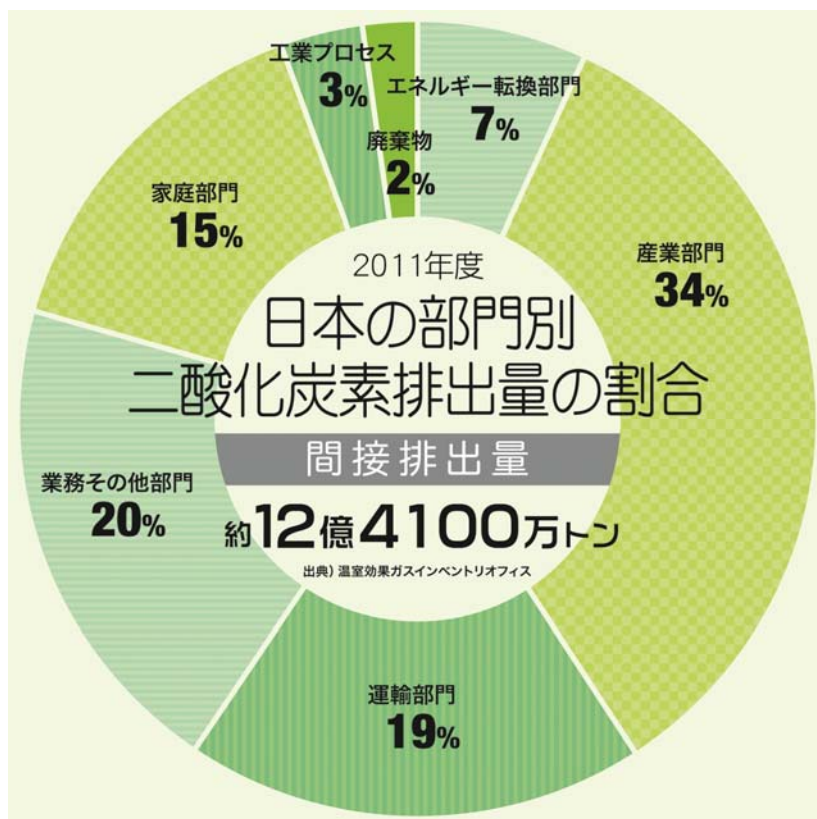
日本の平成 23（2011）年度の温室効果ガス総排出量は、約 13 億 800 万 t-CO₂ でした。京都議定書の規定による基準年（1990 年度。ただし、HFCs、PFCs 及び SF₆ については 1995 年。）の総排出量（12 億 6,100 万 t-CO₂）と比べ、3.7%上回っています。また、二酸化炭素の排出が全体の排出量の約 95%を占めています。

部門別の二酸化炭素排出状況を見ると産業部門からの排出量が最も多く、全体の 34%を占めています。次いで、業務その他部門が 20%、運輸部門が 19%、家庭部門が 15%を占めています。



資料: 全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト(<http://www.jccca.org/>)より

図 2-2-1 日本における温室効果ガス別排出量 (2011 年度)



※ 間接排出量は、電気事業者の発電に伴う排出量を電力消費量に応じて最終需要部門に配分した後の値。

資料: 全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト(<http://www.jccca.org/>)より

図 2-2-2 日本の部門別二酸化炭素排出量 -各部門の間接排出量-

2-3 新エネルギーに関する動向

日本の主要な新エネルギーに関する政策等は表 2-3-1 のとおりです。

日本の基本的なエネルギー政策の方向性については、エネルギー政策基本法に基づく「エネルギー基本計画」で定められています。平成 22 (2010) 年の第 2 次改定では、原子力発電に関して 2030 年までに 14 基以上の新增設を行うこと、再生可能エネルギーに関して 2020 年までに一次エネルギー供給の 10%をまかなうことを目指すとされてきました。しかし、平成 23 (2011) 年の東日本大震災による原子力発電所の事故により、エネルギー基本計画は白紙見直しとなっています。

表 2-3-1 日本の新エネルギーに関する主要な政策

政策等	概要
エネルギー基本計画(平成 15 年) 第一次改定(平成 19 年) 第二次改定(平成 22 年)	「エネルギー政策基本法」(平成 14 年)に基づき策定され、エネルギーの需給に関する施策の長期的、総合的かつ計画的な推進を図ることを目的としている。 第二次改定では、2030 年を視野に入れた具体的施策を明示。原子力発電所については 14 基以上の新增設、再生可能エネルギーについては 2020 年までに一次エネルギー供給の 10%をまかなう目標を設定していたが、東日本大震災による原子力発電所の事故を受け、平成 23 年 10 月より白紙見直し中。
エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律(平成 21 年)	電気やガス、石油事業者といったエネルギー供給事業者による、太陽光、風力等の再生可能エネルギー、原子力等の非化石エネルギーの利用や化石エネルギー原料の有効利用を促進することを目的とする。
バイオマス活用推進基本計画(平成 22 年)	「バイオマス活用推進基本法」(平成 21 年)に基づき策定され、2020 年における目標、バイオマス活用推進に関する施策の基本方針、技術開発の方向性等を定めている。
森林・林業基本計画(平成 23 年)	「森林・林業基本法」(昭和 39 年)に基づき策定され、森林の有する多面的機能の発揮及び林業の持続的かつ健全な発展に向け、森林及び林業に関する施策の総合的かつ計画的な推進を目的とする。同計画では、木材利用の拡大に向けて、木質バイオマス燃料の低コスト生産、木質バイオマス由来のプラスチック等の新たな用途の研究・技術開発を推進するとしている。
電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法(平成 24 年)	再生可能エネルギー源を用いて発電された電気について、国が定める一定の期間・価格で電気事業者が買い取ることを義務付けている。(太陽光発電、風力発電、中小水力発電、バイオマス発電、地熱発電が対象)
エネルギー規制・制度改革アクションプラン(平成 24 年)	「電力システムの改革」、「再生可能エネルギーの導入加速」、「省エネルギーの推進」に関する規制・制度改革について定めている。「再生可能エネルギーの導入加速」に関しては、電気事業法や工場立地法、自然公園法等の規制見直しや要件の明確化を進めるとしている。
規制改革実施計画(平成 25 年)	「日本再興戦略」(平成 25 年)の推進にあたり阻害要因を除去するため、「エネルギー・環境」、「保育」、「健康・医療」、「雇用」、「創業等」を重点分野とした規制改革事項を定めている。エネルギー・環境分野に関しては、エネルギーの安定供給・エネルギーの地産地消の観点から再生可能エネルギー発電事業による地域活性化、ユーザーの主体的な省エネ、創エネを可能にする環境整備を進めるとしている。

3 別府市の地域特性

3-1 別府市の自然条件

(1) 位置・面積

別府市は、大分県のほぼ中央に位置し、東西 13km、南北 14km で、総面積は約 125km²です。

(2) 地勢・土地利用

別府市の東は別府湾に面し、西と南は大平山、鶴見岳、由布岳、雨乞岳が連なり、別府湾にかけてなだらかな丘陵地が広がっています。

土地利用は、市全体の 60.53%をその他が占め、原野が 10.58%、宅地が 10.08%、山林が 9.67%を占めています。

表 3-1-1 土地利用構成

地目	面積(ha)	割合(%)
田畑	637.3	5.09
宅地	1,262.3	10.08
鉱泉地	1.4	0.01
池沼	2.5	0.02
山林	1,210.4	9.67
原野	1,324.8	10.58
雑種地	503.9	4.02
その他	7,580.5	60.53
全体	12,523.0	100.00

※ 端数処理のため、内訳が合計と一致しない場合がある。
資料:「別府市統計書(平成 24 年版)」(別府市)

(3) 気象

① 気温・降水量

気温の平年値(1981~2010年の平均値)をみると、年間の平均気温 16.4℃、最高気温 31.8℃、最低気温 2.2℃となっています。

降水量については、6月、7月、9月に降水量が多く、11月~2月にかけて降水量が少なくなっています。

表 3-1-2 気温の月別平年値

単位:℃

項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
最高	10.5	11.1	14.1	19.3	23.5	26.5	30.6	31.8	28.0	22.9	17.9	13.0	31.8
平均	6.2	6.9	9.7	14.5	18.8	22.4	26.5	27.3	23.9	18.6	13.4	8.5	16.4
最低	2.2	2.7	5.4	9.9	14.5	18.9	23.2	23.8	20.5	14.5	9.1	4.1	2.2

資料:大分地方気象台

表 3-1-3 降水量の月別平年値

単位:mm

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
45.4	65.2	112.1	129.3	150.3	273.8	252.5	172.2	219.5	120.9	69.1	34.4	1644.6

※ 端数処理のため、内訳が合計と一致しない場合がある。
資料:大分地方気象台

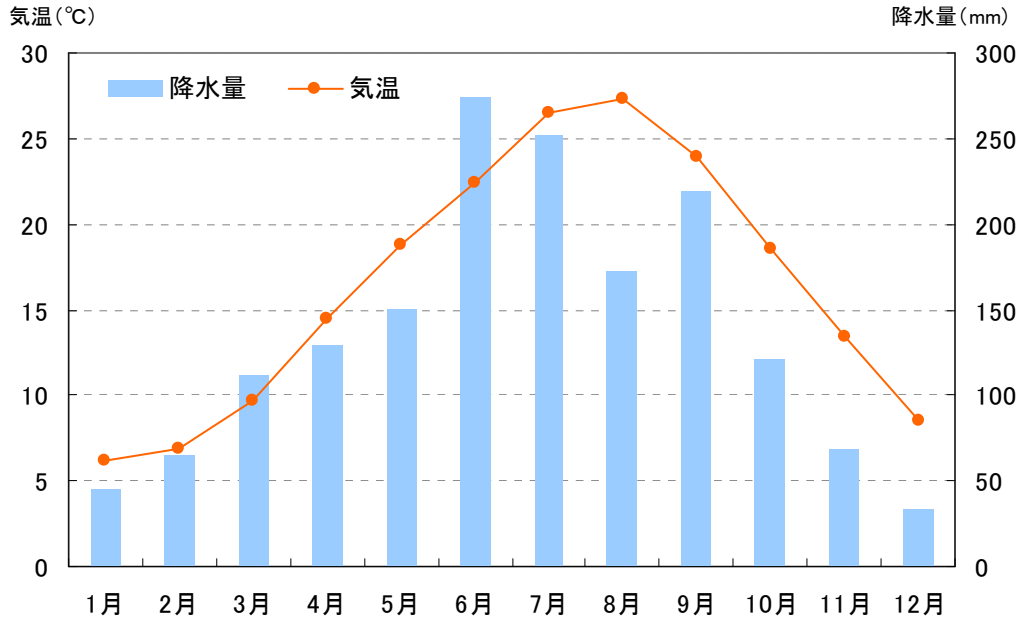


図 3-1-1 気温・降水量の月別平年値

② 日照時間・日射量

日照時間の平年値をみると、年間の日照時間は 2,001.8 時間で、月別では 8 月が 207.3 時間で最も長く、6 月が 146.2 時間と最も短くなっています。

全天日射量については、年間平均が 13.0MJ/m²、月別では 8 月が 17.2MJ/m²で最も大きく、12 月が 8.1MJ/m²と最も小さくなっています。

表 3-1-4 日照時間・全天日射量の月別平年値

項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
日照時間 (時間)	150.1	148.9	164.8	186.0	187.3	146.2	183.6	207.3	154.2	168.0	149.0	156.6	2,001.8
全天日射量 (MJ/m ²)	8.6	10.8	12.8	15.9	16.9	15.2	16.7	17.2	13.3	11.5	9.0	8.1	13.0

※ 端数処理のため、内訳が合計と一致しない場合がある。
資料:大分地方気象台

③ 風況

NEDO の「局所風況マップ」によると、別府市の地上 30m における年平均風速は 6.0m/s となっています。

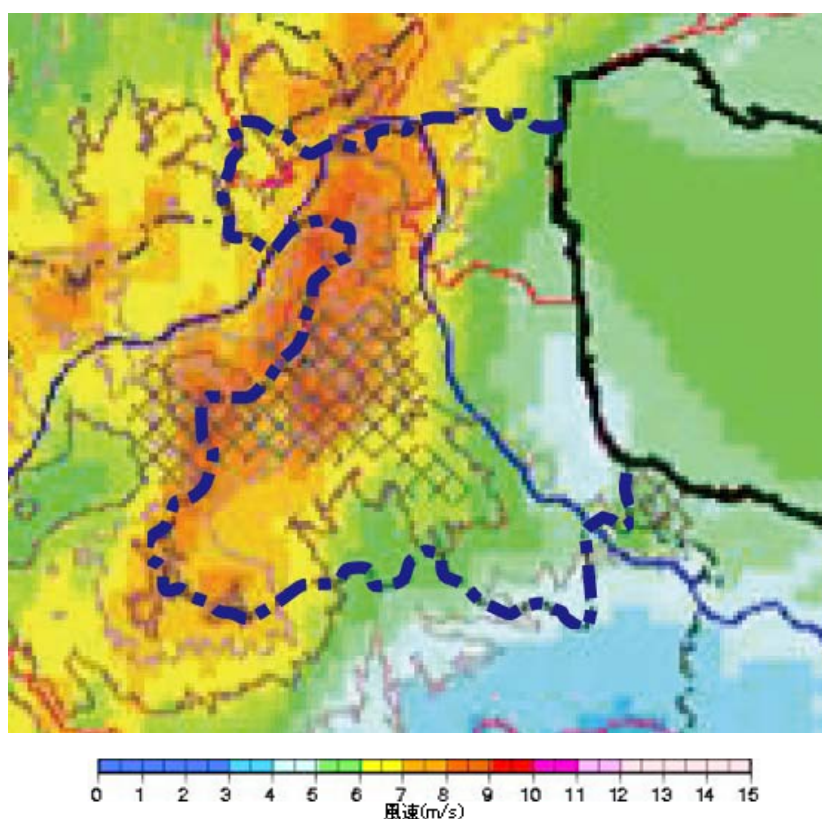
風速階級別では、風速 6～7m/s のエリアが市全体の 33.8%、風速 5～6m/s のエリアが 29.5%、風速 4～5m/s のエリアが 19.4%となっています。

表 3-1-5 地上高さ 30m における年平均風速の分布

区分	風速(m/s)						計	平均風速 (m/s)
	3～4	4～5	5～6	6～7	7～8	8～9		
面積(km ²)	0.00	24.33	37.04	42.38	21.62	0.00	125.38	6.0
構成比(%)	0.0	19.4	29.5	33.8	17.2	0.0	100	

※ 端数処理のため、内訳が合計と一致しない場合がある。

資料:大分地方気象台



※ 図中の  は、国定公園の範囲を示す。

資料:「局所風況マップ」(NEDO)より作成

図 3-1-2 地上高さ 30m における年平均風速の分布図

(4) 温泉

① 源泉数及び湧出量等

「平成 25 年度保健所報」(大分県東部保健所)によると、別府市には 2,293 箇所の源泉があり、その約 79%が 42℃以上の源泉となっています。源泉総数が最も多い温泉地は、別府で、全体の約 33% (748 箇所) の源泉を占めています。

また、「別府市誌(平成 15 年版)」(別府市)によると市内の温泉の湧出量は、最も多い時期(1973～1975 年)で 57 千 t/日とされています。

表 3-1-6 温泉地別源泉数等

温泉地名	源泉総数 (A+B)			利用源泉数 (A)		未利用源泉数 (B)		温度別源泉数				湧出量 (L/分)	
	自噴	動力	合計	自噴	動力	自噴	動力	25℃未満	25℃以上 42℃未満	42℃以上	水蒸気及びガス	自噴	動力
浜 脇	1	11	12	1	10	0	1	0	3	9	0	12	411
別 府	118	630	748	49	454	69	176	0	51	688	9	2,562	23,480
石 垣	3	466	469	2	387	1	79	0	52	416	1	97	19,497
亀 川	59	267	326	49	242	10	25	0	7	319	0	1,303	8,599
内 竈	19	94	113	14	84	5	10	0	35	78	0	505	4,000
野 田	31	75	106	13	52	18	23	0	2	82	22	1,500	2,407
鉄 輪	64	44	108	54	22	10	22	0	9	37	62	3,386	982
鶴 見	121	151	272	102	108	19	43	1	26	139	106	6,018	4,803
南立石	77	55	132	66	35	11	20	0	7	48	77	4,208	2,344
東 山	0	3	3	0	1	0	2	0	1	2	0	0	469
内 成	0	4	4	0	2	0	2	0	3	1	0	0	449
総 数	493	1,800	2,293	350	1,397	143	403	1	196	1,819	277	19,591	67,441

※ 各データは掘削時の届出に基づく。

資料:「平成 25 年度保健所報」(大分県東部保健所)

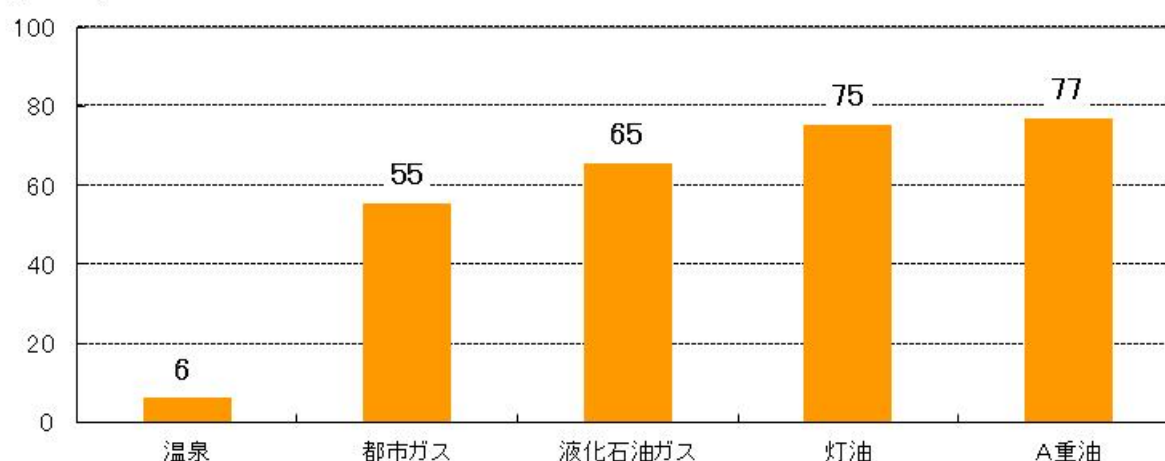
② エネルギーと CO₂ 削減効果

「別府市誌(平成 15 年版)」(別府市)によると市内の温泉から流出する熱量は、最も多い時期(1985~1987 年)で 1 日あたり 30,376 GJ (7,260 百万 kcal) とされており、年間では 11,087,240 GJ となります。

この熱量を燃料に換算すると、都市ガス 約 2 億 4 千万 m³、液化石油ガス 約 22 万 t、灯油 約 30 万 kl、A 重油 約 28 万 kl に相当します。

これらの燃料を燃焼し、温泉と同等の熱量を得ようとする、約 55~77 万 t-CO₂ の二酸化炭素を排出することになります。

万t-CO₂



資料: 温泉 由佐悠紀・野田徹朗・北岡豪一(1975):地熱地域を含む温泉地からの流出水量,熱量および化学成分量—別府温泉の場合—,温泉工学会誌,10 卷 3 号,94-108

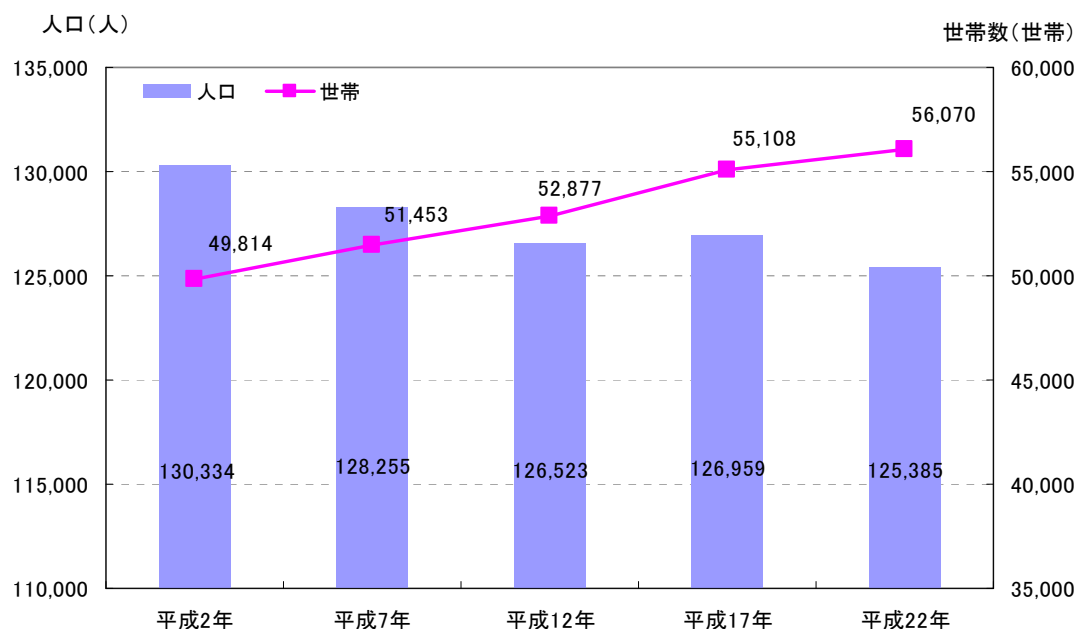
燃料 「総合エネルギー統計」(経済産業省)、「ガス事業年報 平成 23 年度」(経済産業省)及び「地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第 3 条(平成 22 年 3 月 3 日一部改正)」を基に算出。

図 3-1-3 温泉熱エネルギーを化石燃料でまかなった場合に排出される CO₂ 排出量

3-2 別府市の社会条件

(1) 人口・世帯数

別府市の平成22年の人口は、12万5,385人で平成2年に比べて3.8%の減少となっています。一方、平成22年の世帯数は、5万6,070世帯で、平成2年に比べて12.6%の増加となっています。



※ 各年10月1日現在。
資料:「国勢調査」(総務省)

図 3-2-1 人口及び世帯数の推移

(2) 住宅

別府市の平成20年10月1日現在の住宅数は、5万1,440戸で、このうち専用住宅が5万70戸、店舗その他の併用住宅は1,370戸となっています。

建築時期が判明している住宅のうち、現行の耐震基準が導入された昭和56年以降に建築された住宅は、26,320戸で全体(47,830戸)の約55%にあたります。

表 3-2-1 住宅の種類及び建築時期

区分	住宅数 (平成20年10月)	昭和55年 以前	昭和56年 ～平成2年	平成3年～ 12年	平成13年 ～17年	平成18年 ～20年9月
専用住宅	50,070	20,760	10,560	7,680	5,440	2,070
一戸建	24,360	—	—	—	—	—
長屋建	460	—	—	—	—	—
共同住宅	25,220	—	—	—	—	—
その他	30	—	—	—	—	—
店舗その他の 併用住宅	1,370	740	320	120	90	40
総数	51,440	21,510	10,880	7,800	5,530	2,110

注) 住宅数は建築の時期「不詳」を含む。
資料:「平成20年度住宅・土地統計調査」(総務省)

(3) 産業構造

平成22年10月1日現在の別府市の就業者総数は5万5,117人で、第一次産業1.2%、第二次産業13.8%、第三次産業80.0%となっています。

大分県や全国と比べると、第一次産業、第二次産業の割合が低く、第三次産業の割合が高いのが特徴です。

表 3-2-2 就業人口構成（平成 22 年）

分類	別府市		大分県		全国	
	就業者数 (人)	割合 (%)	就業者数 (人)	割合 (%)	就業者数 (人)	割合 (%)
第一次産業	650	1.2	39,813	7.2	2,381,415	4.0
農業	558	1.0	33,765	6.1	2,135,977	3.6
林業	28	0.1	1,866	0.3	68,553	0.1
漁業	64	0.1	4,182	0.8	176,885	0.3
第二次産業	7,627	13.8	129,443	23.5	14,123,282	23.7
鉱業、採石業、砂利採取業	1	0.0	650	0.1	22,152	0.0
建設業	3,746	6.8	48,814	8.9	4,474,946	7.5
製造業	3,880	7.0	79,979	14.5	9,626,184	16.1
第三次産業	44,087	80.0	363,194	66.0	39,646,316	66.5
電気・ガス熱供給・水道業	227	0.4	2,618	0.5	284,473	0.5
情報通信業	661	1.2	6,492	1.2	1,626,714	2.7
運輸業、郵便業	2,391	4.3	25,117	4.6	3,219,050	5.4
卸売業、小売業	9,748	17.7	89,334	16.2	9,804,290	16.4
金融業、保険業	1,224	2.2	11,824	2.1	1,512,975	2.5
不動産業、物品賃貸業	949	1.7	6,709	1.2	1,113,768	1.9
学術研究、専門・技術サービス	1,145	2.1	12,720	2.3	1,902,215	3.2
宿泊業、飲食サービス業	6,290	11.4	33,686	6.1	3,423,208	5.7
生活関連サービス業、娯楽業	2,868	5.2	20,050	3.6	2,198,515	3.7
教育、学習支援業	2,740	5.0	24,282	4.4	2,635,120	4.4
医療、福祉	9,222	16.7	73,758	13.4	6,127,782	10.3
複合サービス業	275	0.5	4,443	0.8	376,986	0.6
サービス業(他に分類されないもの)	3,692	6.7	29,419	5.3	3,405,092	5.7
公務(ほかに分類されるものを除く)	2,655	4.8	22,742	4.1	2,016,128	3.4
分類不能の産業	2,753	5.0	18,001	3.3	3,460,298	5.8
総数	55,117	100.0	550,451	100.0	59,611,311	100.0

資料:「平成 22 年国勢調査」(総務省)

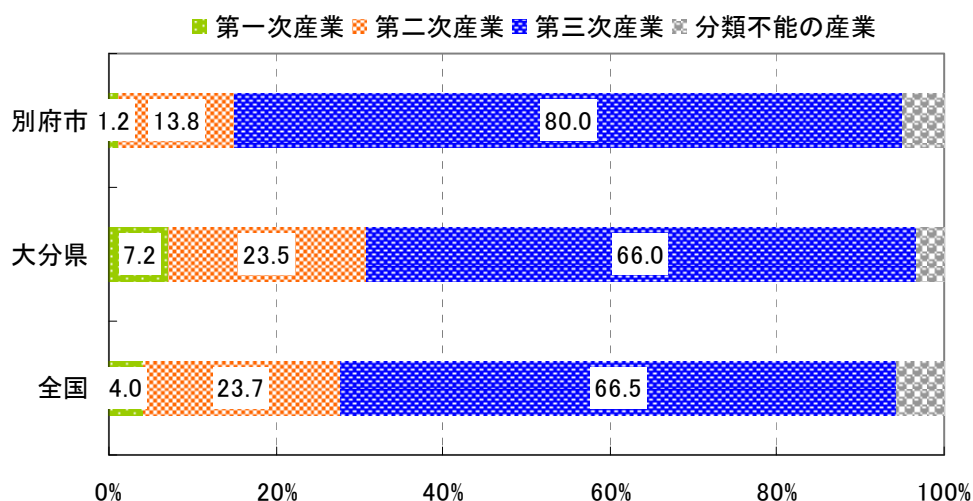


図 3-2-2 産業別就業人口の構成比

(4) 農業

平成 21 年における別府市の農業総生産は、569 百万円で、県内で二番目に低い額となっています。別府市で最も作付農家が多い品目は水稲となっています。また、畜産については、数は少ないものの、酪農、養牛、養鶏が行われています。

表 3-2-3 農業総生産（平成 21 年）

市町村	農業総生産 (百万円)
竹田市	9,129
日田市	6,654
宇佐市	6,514
豊後大野市	6,140
大分市	5,958
杵築市	5,236
豊後高田市	4,402
中津市	4,099
国東市	3,321
佐伯市	3,305
臼杵市	2,995
由布市	2,582
九重町	2,408
玖珠町	2,309
日出町	2,079
津久見市	720
別府市	569
姫島村	12

資料：大分県統計調査課

表 3-2-4 作付農家数の順位 上位 10 品目
(平成 22 年)

作物	作付農家数(戸)
水稲	140
いちご	53
だいこん	46
きゅうり	41
キャベツ	41
ねぎ	39
なす	37
たまねぎ	37
トマト	32
結球はくさい	31

※ 販売農家における作付農家数。
資料：「2010 年農林業センサス」(農林水産省)

表 3-2-5 作付農家数の順位 上位 10 品目

家畜	飼養実農家数 (戸)	飼養頭羽数 (頭・羽)
乳用牛	1	未公表
肉用牛	14	87
豚	-	-
採卵鶏	3	27,000
ブロイラー	1	未公表

※ ブロイラーについては出荷農家数及び出荷羽数。
資料：「2010 年農林業センサス」(農林水産省)

(5) 林業

別府市の森林面積は、国有林と民有林をあわせて 7,856ha であり、県全体の 1.7% となっています。また、別府市の材積は 1,376 千 m^3 で、県全体の 1.2% となっています。

表 3-2-6 森林面積及び森林材積

項目	別府市		大分県 面積(ha) 材積(千 m^3)
	面積(ha) 材積(千 m^3)	県全体に占め る割合(%)	
森林面積合計	7,856	1.7	449,315
国有林	1,401	3.0	46,622
民有林	6,455	1.6	402,694
材積合計	1,376	1.2	113,368
国有林材積	263	2.5	10,688
民有林材積	1,113	1.1	102,680

資料：「大分県林業統計 平成 23 年度」(大分県)

(6) 工業

平成 24 年 2 月 1 日現在において、従業員 4 人以上の事業所数は 79 事業所で、従業員数は 924 人、製造品出荷額等は 89 億 3,008 万円となっています。

分類別の事業所数をみると、製造業全体に占める割合は、食料品が最も多く 39.2%を占めており、次いで印刷 (11.4%)、木材 (10.1%) の順に多くなっています。

表 3-2-7 事業所数・従業者数・製造品出荷額等 (従業員 4 人以上)

中分類	事業所数		従業者数		製造品出荷額等	
	(事業所)	比率(%)	(人)	比率(%)	(万円)	比率(%)
食料品	31	39.2	372	40.3	333,940	37.4
飲料・たばこ	1	1.3	6	0.6	X	-
繊維	2	2.5	13	1.4	X	-
木材	8	10.1	66	7.1	32,612	3.7
家具	5	6.3	56	6.1	44,774	5.0
パルプ・紙	4	5.1	87	9.4	107,885	12.1
印刷	9	11.4	108	11.7	105,043	11.8
化学	3	3.8	15	1.6	11,253	1.3
プラスチック	1	1.3	9	1.0	X	-
窯業・土石	4	5.1	17	1.8	45,657	5.1
金属製品	1	1.3	15	1.6	X	-
生産用機械	1	1.3	9	1.0	X	-
業務用機械	2	2.5	16	1.7	X	-
情報通信	2	2.5	50	5.4	X	-
輸送機器	1	1.3	64	6.9	X	-
その他製品	4	5.1	21	2.3	8,649	1.0
総数	79	100.0	924	100.0	893,008	100.0

※ 事業所数及び従業者数は平成 24 年 2 月 1 日現在。

製造品出荷額等は平成 23 年 1 年間の実績。

資料:「平成 24 年経済センサス-活動調査(確報)」(総務省)

(7) 一般廃棄物

別府市から排出される一般廃棄物は、別杵速見地域広域市町村圏事務組合 (構成市町村は別府市、杵築市、日出町) が運営する藤ヶ谷清掃センターで処理されています。

平成 23 年度における別府市のごみ排出量は 5 万 2,108t で、そのうち約 59%が生活系ごみ、約 41%が事業系ごみとなっています。ごみの処理状況をみると、排出量の約 85%が直接焼却されています。

可燃ごみの組成分析結果をみると、可燃ごみとして排出されているごみの中に最も多く含まれているのは紙・布類で、全体の約 45%を占めています。次いで、ビニール、合成樹脂、ゴム、皮革類 (27.4%)、ちゅう介類 (10.5%) の順に多くなっています。

なお、藤ヶ谷清掃センターは施設の老朽化に伴う更新工事が行われ、平成 26 年 3 月から新しい焼却炉が本格稼働される予定になっています。また、今回の工事に伴い、炉の熱を利用した発電設備が併設されています。

表 3-2-8 ごみ排出状況 (平成 23 年度)

排出量 合計(t)	生活系ごみ排出量(t)					事業系ごみ排出量(t)			
	合計	可燃	不燃	資源	粗大	合計	可燃	不燃	粗大
52,108	30,700	23,855	2,195	4,064	586	21,408	20,390	484	534

資料:「一般廃棄物処理実態調査(平成 23 年度)」(環境省)

表 3-2-9 ごみ処理状況（平成 23 年度）

処理量合計(t)	直接焼却量(t)	焼却以外中間処理量(t)	直接最終処分量(t)	直接資源化量(t)
52,108	44,245	7,737	118	8

資料:「一般廃棄物処理実態調査(平成 23 年度)」(環境省)

表 3-2-10 可燃ごみ組成分析結果（平成 23 年度）

処理施設	ごみ組成分析結果合計(%)						
	合計	紙・布類	ビニール、合成樹脂、 ゴム、皮革類	木、竹、 わら類	ちゅう芥類	不燃物類	その他
藤ヶ谷清掃センター	100.0	44.7	27.4	7.1	10.5	6.1	4.2

※ 別府市、杵築市、日出町から排出された可燃ごみの組成分析結果。

資料:「一般廃棄物処理実態調査(平成 23 年度)」(環境省)

(8) 公共施設

別府市は約 170 施設の公共施設を所有しています。最も施設数が多いのは学校で 39 施設、最も棟数が多いのは公営住宅で 178 棟数となっています。公営住宅及び公園を除く施設の耐震化の状況をみると、約 60%の施設が新耐震基準適合または耐震化済となっています。

表 3-2-11 市所有の公共施設数

分類		施設数 (施設)	耐震化の状況			
			対象 棟数 (棟)	新耐震 基準 (棟)	旧耐震基準 耐震化済 (棟)	耐震化率 (%)
市役所	本庁、出張所	4	3	2	0	66.7
消防	消防本部、出張所	4	4	2	1	75.0
文化	図書館、温泉資料館、美術館、 市民ホール	4	3	2	0	66.7
スポーツ	体育館、球場、運動場、競技場 など	18	17	12	1	76.5
公民館	公民館、人権啓発センター	8	8	3	1	50.0
商工	竹細工伝統産業会館、労働者 福祉センター、勤労者研修セン ターなど	7	25	10	0	40.0
福祉	保育所、児童館、子育て支援セ ンターなど	13	8	4	2	75.0
コミュニティ	コミュニティセンター、国際交流 会館、少年自然の家など	8	9	4	2	66.7
くらし・その 他	リサイクル情報センター、学校給 食共同調理場、し尿処理場など	10	30	9	1	33.3
観光・温泉	温泉、海浜砂場、野営場など	15	15	10	0	66.7
学校	幼稚園	15	18	5	6	61.1
	小学校	15	48	15	21	75.0
	中学校	8	33	9	14	69.7
	高等学校	1	10	2	0	20.0
公営住宅		35	178	-	-	-
公園		6	-	-	-	-
総数		171	231	89	49	59.7

※1 耐震化率は、対象棟数に対する新耐震基準と旧耐震基準耐震化済の棟数の合算値の割合。

※2 対象棟数には、市が借上げている民間建物は含まれない。複合施設については、棟数を代表的な施設に含めた。また、対象棟数の総数には公営住宅は含まれない。

資料:「別府市公共施設白書」(別府市)

3-3 別府市のエネルギー動向

(1) エネルギーの需要状況

① 電力の需要状況

別府市では、年間約 6 億 1 千～6 億 6 千 MWh の電力が消費されています。

表 3-3-1 電力の需要状況

単位：口、MWh

年次	総契約口数	総電力量	業務用	産業用	大口	低圧	電灯	農事	臨時
平成 20 年	85,117	642,525	280,405	25,143	13,890	51,601	270,738	247	501
平成 21 年	85,046	633,816	278,613	23,002	13,389	50,154	267,596	290	773
平成 22 年	84,835	659,935	287,161	21,403	13,210	52,057	285,137	314	653
平成 23 年	84,433	632,005	276,242	19,886	13,268	49,043	272,522	293	750
平成 24 年	84,213	614,290	269,498	18,778	13,438	46,006	265,206	255	1,108

資料：九州電力株式会社 別府営業所

② 都市ガスの需要状況

別府市では、平成 23 年において約 817 万 m^3 の都市ガスが供給されており、主に、家庭用、産業用として消費されています。

表 3-3-2 都市ガスの需要状況

単位：戸、 m^3

年次	供給戸数	総供給量	家庭用	工業用	医療用	産業用	その他
平成 20 年	20,756	8,945,762	3,590,587	20,552	1,245,798	2,784,250	1,304,575
平成 21 年	20,232	8,488,563	3,444,634	10,020	1,263,685	2,542,434	1,227,790
平成 22 年	19,950	8,638,885	3,401,665	10,615	1,339,777	2,530,085	1,356,743
平成 23 年	19,465	8,173,532	3,287,541	13,885	1,156,900	2,425,514	1,289,692

資料：大分瓦斯株式会社

(2) 最終エネルギー消費状況

① 最終エネルギー消費量の推計

別府市の最終エネルギー消費量を各種統計及び電力・都市ガスの販売実績を基に推計しました。推計方法は、表 3-3-3 のとおりです。

表 3-3-3 最終エネルギー消費量の推計方法

部門		推計方法
産業	製造業	石炭系、原油、石油系、再生可能・未活用エネルギー、熱 【県】エネルギー消費量 ¹⁾ ×【別府市】製造品出荷額等 ²⁾ ／【県】製造品出荷額等 ²⁾
		都市ガス・電力 都市ガス販売量 ³⁾ 、電力販売量 ⁴⁾
	農林水産業 建設業・鉱業	石炭系、原油、石油系、再生可能・未活用エネルギー、熱 【県】エネルギー消費量 ¹⁾ ×【別府市】就業者数 ⁵⁾ ／【県】就業者数 ⁵⁾

部 門		推計方法
産業	農林水産業 建設業・鉱業	都市ガス・電力 都市ガス販売量 ³⁾ 、電力販売量 ⁴⁾
	民生家庭	石炭系、原油、石油系、再生可能・未活用エネルギー、熱 【県】エネルギー消費量 ¹⁾ ×【別府市】世帯数 ⁶⁾ ／【県】世帯数 ⁷⁾ 都市ガス・電力 都市ガス販売量 ³⁾ 、電力販売量 ⁴⁾
民生業務		石炭系、原油、石油系、再生可能・未活用エネルギー、熱 【県】エネルギー消費量 ¹⁾ ×【別府市】床面積 ^{8) 9)} ／【県】床面積 ^{9) 10)} 都市ガス・電力 都市ガス販売量 ³⁾ 、電力販売量 ⁴⁾
運輸	自動車	石油系 【国】エネルギー消費量 ¹¹⁾ ×【別府市】自動車保有台数 ^{12) 13)} ／【国】自動車保有台数 ¹⁴⁾
	鉄道	石油系・電力 【JR九州】エネルギー消費量 ¹⁵⁾ ×【JR九州】市内営業距離数 ^{16) 17)} ／【JR九州】全路線営業距離数 ¹⁵⁾
	船舶	石油系 【国】エネルギー消費量(内航) ¹⁸⁾ ×【別府市】入港船舶総トン数(内航) ¹⁹⁾ ／【国】入港船舶総トン数(内航) ¹⁹⁾

資料： 1) 「都道府県別エネルギー消費統計」(経済産業省)

2) 「工業統計調査」(大分県)

3) 大分瓦斯株式会社別府営業所

4) 九州電力株式会社別府営業所

5) 「国勢調査」(総務省)

6) 「別府市統計書」(別府市)

7) 「大分県統計年鑑」(大分県)

8) 「固定資産概要調書」(別府市)

9) 「全国自治体公共施設延床面積データ」(東洋大学 PPP 研究センター)

10) 「固定資産の価格等の概要調書(家屋 都道府県別表)」(総務省)

11) 「エネルギーバランス表」(経済産業省)

12) 九州運輸局大分運輸支局

13) 「市区町村別軽自動車車両数」(社団法人全国軽自動車協会連合会)

14) 「自動車保有台数統計データ」(一般財団法人自動車検査登録情報協会)

15) 「鉄道統計年報」(国土交通省)

16) ハイパーダイヤHP <http://www.hyperdia.com/>

17) 地理院地図HP <http://portal.cyberjapan.jp/>

18) 「交通関連統計資料集」(国土交通省)

19) 「港湾調査」(国土交通省)

② 最終エネルギーの消費状況

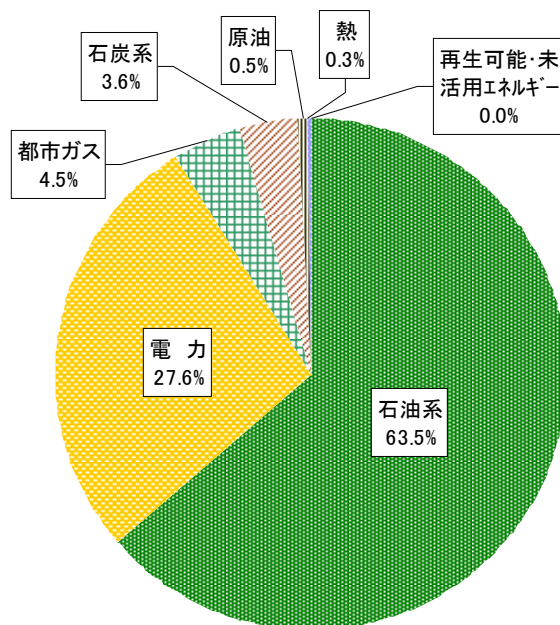
平成 20～23 年度の最終エネルギー消費量は、微減傾向で推移しています。

平成 23 年度のエネルギー種別の消費量の構成をみると、最も割合が多いのは石油系（ガソリン、灯油、軽油、重油等）で、全体の約 64%を占めています。次いで、電力が約 28%を占めています。

また、平成 23 年度における部門別の消費量をみると、運輸部門（自動車、鉄道、船舶）の消費量が最も多く、全体の約 41%を占めます。次いで、民生業務部門（25%）、

民生家庭部門（約 21%）の順に消費量が多くなっています。

平成 23 年度における部門別エネルギー種別の消費量をみると、消費割合が最も大きい石油系は、主に自動車及び船舶の燃料として消費されています。次に消費割合が大きい電力は、主に民生業務部門及び民生家庭部門で消費されています。



※ 石炭系は、石炭及び石炭製品を含む。石油系は、軽質油製品、重質油製品及び石油ガスを含む。

図 3-3-1 平成 23 年度における別府市の最終エネルギー消費の構成（エネルギー種別）

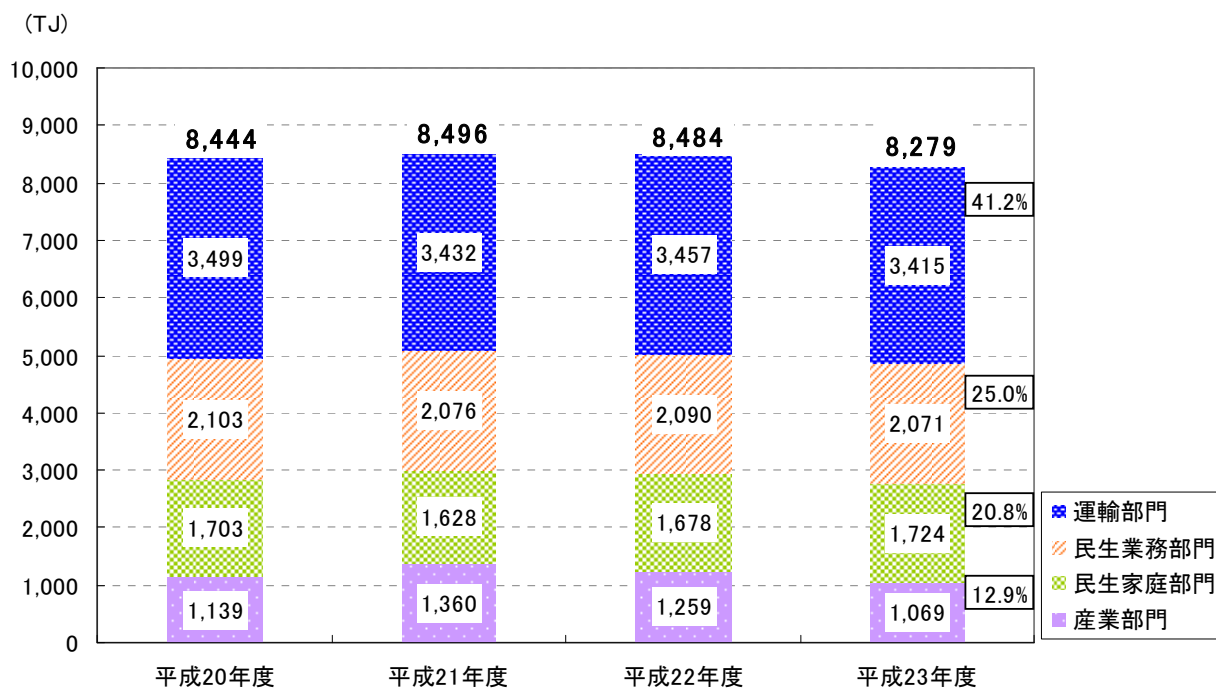


図 3-3-2 別府市の部門別最終エネルギー消費量の推移

表 3-3-4 平成 23 年度における別府市の最終エネルギー消費量（部門別、エネルギー種別）

単位：TJ

部門	石炭系	原油	石油系	都市ガス	再生可能・未活用エネルギー	電力	熱	合計
産業部門	282	38	491	112	1	123	22	1,069
製造業	281	38	276	13	1	81	22	712
農林水産業	0	0	88	0	0	1	0	89
建設業・鉱業	1	0	127	99	0	41	0	268
民生家庭部門	0	0	592	151	0	981	0	1,724
民生業務部門	15	0	772	113	0	1,171	0	2,071
旅館・料亭・待合・ホテル	8	0	409	60	0	620	0	1,097
事務所・銀行・店舗	3	0	150	22	0	228	0	403
劇場・映画館・病院	2	0	98	14	0	149	0	263
公衆浴場	0	0	22	3	0	34	0	59
公務	2	0	92	13	0	140	0	247
運輸部門	0	0	3,405	0	0	10	0	3,415
自動車	0	0	2,656	0	0	0	0	2,656
鉄道	0	0	4	0	0	10	0	14
船舶	0	0	745	0	0	0	0	745
合計	297	38	5,260	376	1	2,285	22	8,279

※1 端数処理のため、合計が一致しない場合がある。

※2 石炭系は、石炭及び石炭製品を含む。石油系は、軽質油製品、重質油製品及び石油ガスを含む。

（3）二酸化炭素排出状況

① 二酸化炭素排出量の推計

別府市の二酸化炭素排出量を各種統計及び電力・都市ガスの販売実績を基に推計しました。推計方法は、表 3-3-5 のとおりです。

表 3-3-5 二酸化炭素排出量の推計方法

部門	推計方法
産業	石炭系、原油、石油系、再生可能・未活用エネルギー、熱 【県】炭素排出量 ¹⁾ ×【別府市】製造品出荷額等 ²⁾ /【県】製造品出荷額等 ²⁾ ×44/12
	都市ガス・電力 都市ガス販売量 ³⁾ ×排出係数 ³⁾⁴⁾ 、電力販売量 ⁵⁾ ×排出係数 ⁶⁾
	石炭系、原油、石油系、再生可能・未活用エネルギー、熱 【県】炭素排出量 ¹⁾ ×【別府市】就業者数 ⁷⁾ /【県】就業者数 ⁷⁾ ×44/12
	都市ガス・電力 都市ガス販売量 ³⁾ ×排出係数 ³⁾⁴⁾ 、電力販売量 ⁵⁾ ×排出係数 ⁶⁾
民生家庭	石炭系、原油、石油系、再生可能・未活用エネルギー、熱 【県】炭素排出量 ¹⁾ ×【別府市】世帯数 ⁸⁾ /【県】世帯数 ⁹⁾ ×44/12

部 門		推計方法
民生家庭		都市ガス・電力 都市ガス販売量 ³⁾ ×排出係数 ³⁾⁴⁾ 、電力販売量 ⁵⁾ ×排出係数 ⁶⁾
民生業務		石炭系、原油、石油系、再生可能・未活用エネルギー、熱 【県】炭素排出量 ¹⁾ ×【別府市】床面積 ¹⁰⁾¹¹⁾ ／【県】床面積 ¹¹⁾¹²⁾ ×44/12 都市ガス・電力 都市ガス販売量 ³⁾ ×排出係数 ³⁾⁴⁾ 、電力販売量 ⁵⁾ ×排出係数 ⁶⁾
運輸	自動車	石油系 【国】エネルギー消費量 ¹³⁾ ×【別府市】自動車保有台数 ¹⁴⁾¹⁵⁾ ／【国】自動車保有台数 ¹⁶⁾ ×排出係数 ⁴⁾
	鉄道	石油系・電力 【JR九州】エネルギー消費量 ¹⁷⁾ ×【JR九州】市内営業距離数 ¹⁸⁾¹⁹⁾ ／【JR九州】全路線営業距離数 ¹⁷⁾ ×排出係数 ⁴⁾
	船舶	石油系 【国】エネルギー消費量(内航) ²⁰⁾ ×【別府市】入港船舶総トン数(内航) ²¹⁾ ／【国】入港船舶総トン数(内航) ²¹⁾ ×排出係数 ⁴⁾

- 資料： 1) 「都道府県別エネルギー消費統計」(経済産業省)
2) 「工業統計調査」(大分県)
3) 大分瓦斯株式会社別府営業所
4) 「算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」(温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度HP <http://ghg-santeikohyo.env.go.jp/calc>)
5) 九州電力株式会社別府営業所
6) 「電気事業者ごとの実排出係数・調整後排出係数等の公表について」(環境省)
7) 「国勢調査」(総務省)
8) 「別府市統計書」(別府市)
9) 「大分県統計年鑑」(大分県)
10) 「固定資産概要調書」(別府市)
11) 「全国自治体公共施設延床面積データ」(東洋大学 PPP 研究センター)
12) 「固定資産の価格等の概要調書(家屋 都道府県別表)」(総務省)
13) 「エネルギーバランス表」(経済産業省)
14) 九州運輸局大分運輸支局
15) 「市区町村別軽自動車車両数」(社団法人全国軽自動車協会連合会)
16) 「自動車保有台数統計データ」(一般財団法人自動車検査登録情報協会)
17) 「鉄道統計年報」(国土交通省)
18) ハイパーダイヤHP <http://www.hyperdia.com/>
19) 地理院地図HP <http://portal.cyberjapan.jp/>
20) 「交通関連統計資料集」(国土交通省)
21) 「港湾調査」(国土交通省)

② 二酸化炭素の排出状況

二酸化炭素排出量は、平成 20～22 年度まではほぼ横ばいで推移していましたが、平成 23 年度は前年度比で約 10%増加しています。これは、発電に伴う二酸化炭素排出量の増加*により、電力の使用による二酸化炭素排出量が増加したためです。

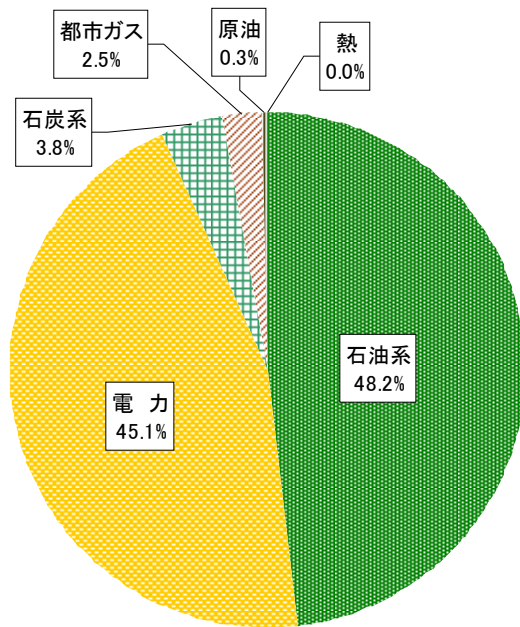
平成 23 年度のエネルギー種別の排出量の構成をみると、最も割合が大きいのは石油系(ガソリン、灯油、軽油、重油等)で、全体の約 48%を占めています。次いで、電力が約 45%を占めています。

また、平成 23 年度における部門別の排出量をみると、運輸部門(自動車、鉄道、船

船)での排出量が最も多く、全体の約 32%を占めます。次いで、民生業務部門(約 31%)、民生家庭部門(約 26%)の順に排出量が多くなっています。

平成 23 年度における部門別エネルギー種別の排出量をみると、民生業務部門及び民生家庭部門では、電力の使用に伴う二酸化炭素の排出割合が特に大きく、民生業務部門の約 74%、民生家庭部門の約 76%を占めています。

*平成 23 年度の九州電力の排出係数は平成 22 年度から約 36%増加。
平成 22 年度 0.385kg-CO₂/kWh、平成 23 年度 0.525kg-CO₂/kWh



※ 石炭系は、石炭及び石炭製品を含む。石油系は、軽質油製品、重質油製品及び石油ガスを含む。

図 3-3-3 平成 23 年度における別府市の二酸化炭素排出量の構成 (エネルギー種別)

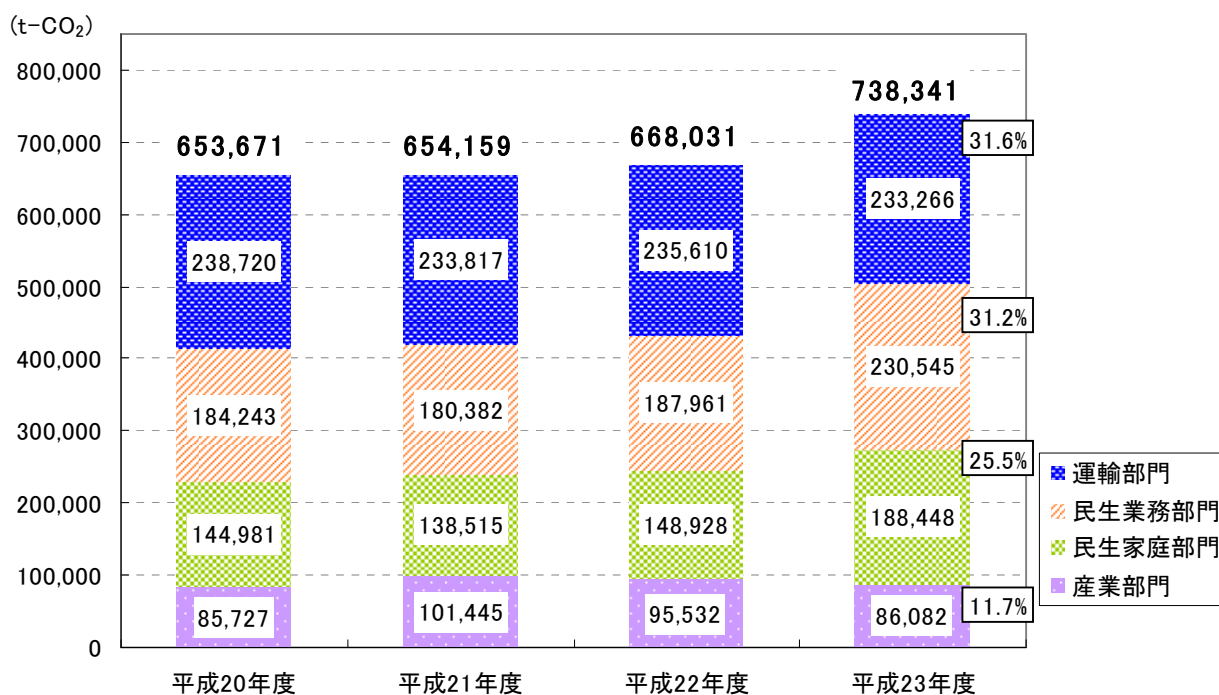


図 3-3-4 別府市の部門別二酸化炭素排出量の推移

表 3-3-6 平成 23 年度における別府市の二酸化炭素排出量（部門別、エネルギー種別）

単位：t-CO₂

部門	石炭系	原油	石油系	都市ガス	電力	熱	合計
産業部門	26,769	2,566	33,192	5,601	17,954	0	86,082
製造業	26,707	2,566	18,376	632	11,853	0	60,134
農林水産業	0	0	6,064	22	154	0	6,240
建設業・鉱業	62	0	8,752	4,947	5,947	0	19,708
民生家庭部門	0	0	37,825	7,549	143,074	0	188,448
民生業務部門	1,411	0	52,741	5,618	170,775	0	230,545
旅館・料亭・待合・ホテル	748	0	27,941	2,976	90,471	0	122,136
事務所・銀行・店舗	275	0	10,277	1,095	33,277	0	44,924
劇場・映画館・病院	179	0	6,707	714	21,717	0	29,317
公衆浴場	41	0	1,520	162	4,921	0	6,644
公務	168	0	6,297	671	20,389	0	27,525
運輸部門	0	0	231,880	0	1,386	0	233,266
自動車	0	0	178,791	0	0	0	178,791
鉄道	0	0	251	0	1,386	0	1,637
船舶	0	0	52,838	0	0	0	52,838
合計	28,180	2,566	355,638	18,768	333,189	0	738,341

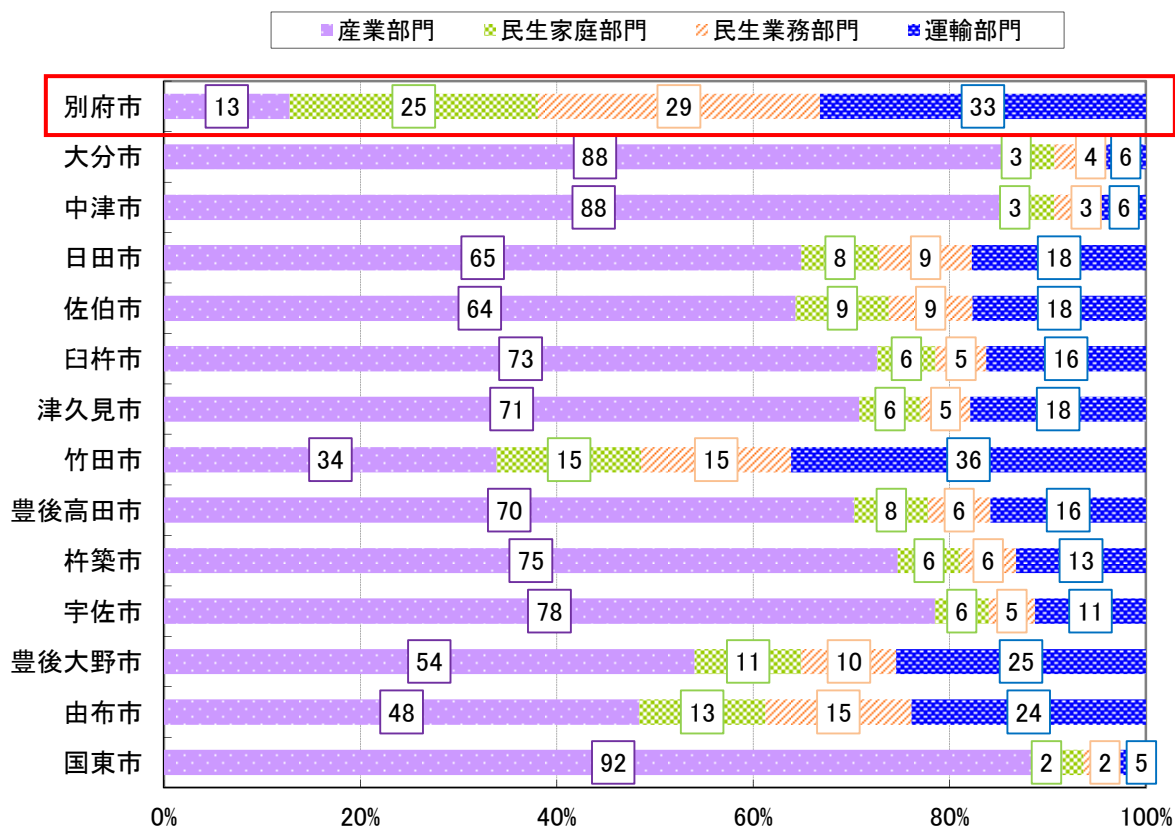
※1 端数処理のため、合計が一致しない場合がある。

※2 石炭系は、石炭及び石炭製品を含む。石油系は、軽質油製品、重質油製品及び石油ガスを含む。

③ 二酸化炭素の排出特性

県内各市における市民 1 人あたりの二酸化炭素排出量の部門別構成比は、図 3-3-5 に示すとおりです。

県内各市と比較すると、別府市は民生業務部門及び民生家庭部門の排出割合が最も高く、産業部門の排出割合が最も低いことが特徴です。また、運輸部門については、竹田市に次いで 2 番目に排出割合が高くなっています。



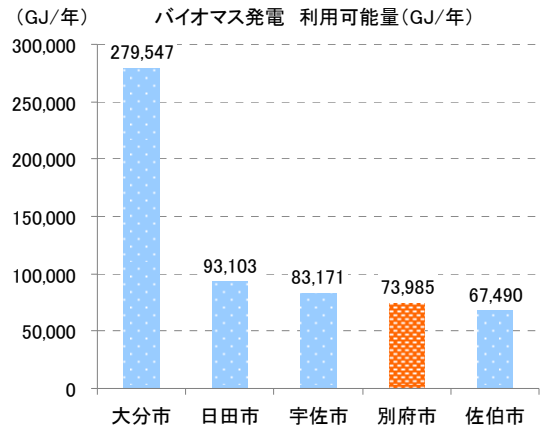
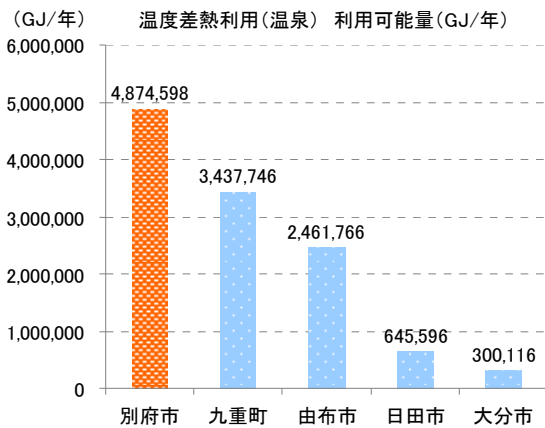
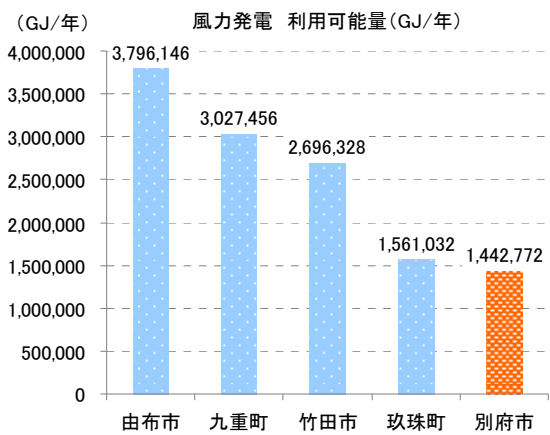
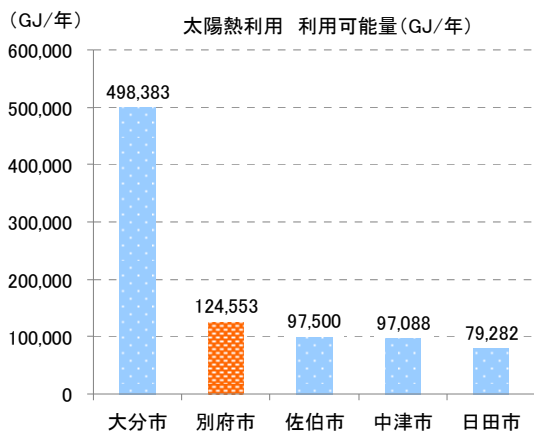
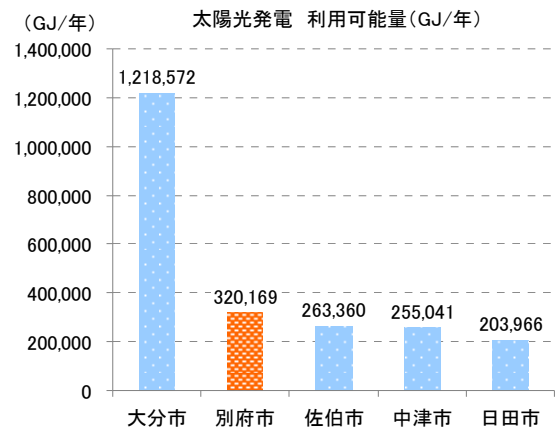
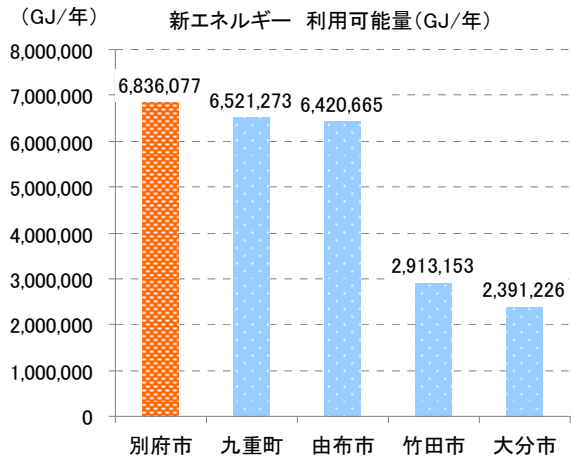
資料:「部門別 CO₂ 排出量の現況推計」(地球温暖化対策地方公共団体実行計画(区域施策編)支援サイト)を基に作成

図 3-3-5 県内各市の二酸化炭素排出量(市民1人あたり)の部門別構成比

(4) 新エネルギー

「大分県新エネルギービジョン 平成23年3月」(大分県)では、県内市町村の太陽光発電、太陽熱利用、風力発電、温度差熱利用(温泉熱利用)、バイオマス発電の利用可能量が推計されています。

図 3-3-6 及び表 3-3-7 のとおり、別府市は県内で最も温度差熱利用(温泉熱利用)の利用可能量が大きいとされています。また、太陽光発電・太陽熱利用の利用可能量は、県内では大分市に次いで2番目に大きく、風力発電については県内5番目、バイオマス発電については県内4番目に利用可能量が大きいとされています。



資料：「大分県新エネルギービジョン 平成 23 年 3 月」(大分県)より作成
 図 3-3-6 県内市町村の新エネルギー利用可能量 (GJ/年)

表 3-3-7 県内市町村の新エネルギー利用可能量(GJ/年)

市町村	太陽光発電	太陽熱利用	風力発電	温度差熱利用 (温泉熱利用)	バイオマス 発電	合計
別府市	320,169 9.1% (県内 2 位)	124,553 9.2% (県内 2 位)	1,442,772 7.8% (県内 5 位)	4,874,598 40.8% (県内 1 位)	73,985 7.5% (県内 4 位)	6,836,077 18.8% (県内 1 位)
九重町	33,179 0.9%	11,520 0.8%	3,027,456 16.4%	3,437,746 28.8%	11,372 1.1%	6,521,273 18.0%
由布市	96,633 2.8%	36,851 2.7%	3,796,146 20.5%	2,461,766 20.6%	29,269 3.0%	6,420,665 17.7%
竹田市	94,049 2.7%	34,138 2.5%	2,696,328 14.6%	46,604 0.4%	42,034 4.2%	2,913,153 8.0%
大分市	1,218,572 34.7%	498,383 36.7%	94,608 0.5%	300,116 2.5%	279,547 28.2%	2,391,226 6.6%
佐伯市	263,360 7.5%	97,500 7.2%	1,395,468 7.5%	0 0.0%	67,490 6.8%	1,823,818 5.0%
日田市	203,966 5.8%	79,282 5.8%	780,516 4.2%	645,596 5.4%	93,103 9.4%	1,802,463 5.0%
玖珠町	50,907 1.4%	18,554 1.4%	1,561,032 8.4%	143,181 1.2%	20,635 2.1%	1,794,309 4.9%
宇佐市	198,493 5.7%	74,174 5.5%	898,776 4.9%	13,044 0.1%	83,171 8.4%	1,267,658 3.5%
豊後大野市	142,143 4.0%	51,461 3.8%	768,690 4.2%	0 0.0%	40,427 4.1%	1,002,721 2.8%
杵築市	109,351 3.1%	41,333 3.0%	662,256 3.6%	7,234 0.1%	40,702 4.1%	860,876 2.4%
中津市	255,041 7.3%	97,088 7.1%	201,042 1.1%	14,918 0.1%	63,402 6.4%	631,491 1.7%
日出町	89,197 2.5%	34,257 2.5%	449,388 2.4%	6,974 0.1%	30,117 3.0%	609,933 1.7%
国東市	117,742 3.4%	43,132 3.2%	260,172 1.4%	671 0.0%	29,360 3.0%	451,077 1.2%
津久見市	73,529 2.1%	26,644 2.0%	331,128 1.8%	0 0.0%	13,846 1.4%	445,147 1.2%
臼杵市	142,681 4.1%	52,999 3.9%	35,478 0.2%	0 0.0%	34,750 3.5%	265,908 0.7%
豊後高田市	92,276 2.6%	33,680 2.5%	70,956 0.4%	4,321 0.0%	35,516 3.6%	236,749 0.7%
姫島村	9,832 0.3%	3,345 0.2%	23,652 0.1%	0 0.0%	1,628 0.2%	38,457 0.1%
合計(A)	3,511,120	1,358,894	18,495,864	11,956,769	990,354	36,313,001

※1 端数処理のため、合計が一致しない場合がある。

※2 各欄の下段の数値は、合計(A)に対する比率を示す。

資料:「大分県新エネルギービジョン 平成 23 年 3 月」(大分県)より作成

4 別府市の新エネルギー賦存量・利用可能量

4-1 賦存量・利用可能量の推計

賦存量・利用可能量の定義は表 4-1-1、推計結果は表 4-1-2 のとおりです。

【別府市における新エネルギーの賦存量】

熱利用分野では、地中熱利用ヒートポンプが最も多く、次いで温泉熱利用となっています。発電分野では、太陽光発電が最も多く、次いで風力発電となっています。

【別府市における新エネルギーの利用可能量】

熱利用分野では、地中熱利用ヒートポンプが最も多く、次いで温泉熱利用となっています。発電分野では、地熱バイナリー発電が最も多く、次いで太陽光発電となっています。

なお、推計には、いくつかの仮定を設定しているため、本調査での推計結果が直ちに利用できるわけではありません。実際に導入を検討する場合には、より詳細な検討が必要となります。

温泉熱発電及び温泉熱利用の賦存量等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、今後、温泉エネルギーの利用検討を進めるには、源泉の状況を詳細に把握する必要があります。

表 4-1-1 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しないで、理論的に考えられる <u>潜在的なエネルギー資源の総量</u> 。
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 4-1-2 賦存量及び利用可能量の推計結果

エネルギー種		賦存量		利用可能量	
		熱量換算 (GJ/年)	割合 (%)	熱量換算 (GJ/年)	割合 (%)
地熱バイナリー発電		1,027,632	2.4	631,307	16.4
温泉熱発電		(860,775)	(2.0)	(66,257)	(1.7)
温度差熱利用	温泉熱利用	2,581,281	6.0	922,861	23.9
	地中熱利用ヒートポンプ	15,121,450	35.3	1,529,164	39.6
太陽光発電		12,982,914	30.3	447,683	11.6
太陽熱利用		(2,265,722)	(5.3)	(488,011)	(12.7)
風力発電		9,240,048	21.6	304,641	7.9
中小水力発電(河川)		1,554,211	3.6	-	-
バイオマス	発電	273,973	0.6	21,640	0.6
	熱利用			(76,727)	(2.0)
合計(温泉発電、太陽熱利用、バイオマス熱利用を除く)		42,781,509	100.0	3,857,295	100.0

※1 端数処理のため、合計が一致しない場合がある。

※2 温泉熱発電の賦存量及び利用可能量は、地熱バイナリー発電の内数となる。

※3 太陽光発電と太陽熱利用については、設備設置場所が競合するため合計には太陽光発電のエネルギー量のみを合算している。

※4 バイオマス発電とバイオマス熱利用については、エネルギー源が競合するため合計にはバイオマス発電のエネルギー量のみを合算している。

※5 中小水力発電(河川)の利用可能量は、ヒアリングにより導入の可能性がある地点が存在しないため、推計対象外とした。

4-2 地熱バイナリー発電

(1) 賦存量

地熱バイナリー発電の賦存量は、「平成 24 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」(環境省)で整備された再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報(GIS データ)から、市内の 53~120℃及び 120~150℃の熱水資源開発賦存量(kW)*を読み取り、推計しました。

*環境省では、53~120℃の熱水資源についてはカーナサイクル発電、120~150℃の熱水資源についてはランキンサイクル発電を想定して調査を行っている。カーナサイクル発電及びランキンサイクル発電ともに、バイナリー発電の一種。

表 4-2-1 地熱バイナリー発電の賦存量

エネルギー種	賦存量(GJ/年)
地熱バイナリー発電	1,027,632

【推計式】

賦存量(GJ/年) = 熱水資源開発賦存量(kW) × 年間稼働時間(h/年) × 標準発熱量(MJ/kWh)
× 単位換算(-)

表 4-2-2 推計に用いた諸元

項目	数値	単位	根拠等
熱水資源開発賦存量 (150℃未満)	32,586	kW	「平成 24 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」(環境省)
年間稼働時間	8,760	h/年	-
標準発熱量	3.6	MJ/kWh	「総合エネルギー統計」(経済産業省)
単位換算	10 ⁻³	-	MJ=0.001GJ

(2) 利用可能量

地熱バイナリー発電の利用可能量は、「平成 24 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」(環境省)で整備された再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報(GIS データ)から、市内の 53~120℃及び 120~150℃の熱水資源開発導入ポテンシャル(kW)*を読み取り、推計しました。

同報告書では、賦存量分布図に GIS 上で各種社会条件を重ね合わせ、地熱発電施設が設置可能な面積を求め、発電コストを考慮しない導入ポテンシャル(kW)を算定しています。同報告書で設定された開発不可能な条件は、表 4-2-5 及び表 4-2-6 のとおりです。

表 4-2-3 地熱バイナリー発電の利用可能量

エネルギー種	利用可能量(GJ/年)
地熱バイナリー発電	631,307

【推計式】

$$\text{利用可能量 (GJ/年)} = \text{熱水資源開発導入ポテンシャル (kW)} \times \text{年間稼働時間 (h/年)} \\ \times \text{設備利用率 (-)} \times \text{標準発熱量 (MJ/kWh)} \times \text{単位換算 (-)}$$

表 4-2-4 推計に用いた諸元

項目	数値	単位	根拠等
熱水資源開発導入ポテンシャル(150℃未満)	28,598	kW	「平成 24 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」(環境省)
年間稼働時間	8,760	h/年	-
設備利用率	0.70	-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省)
標準発熱量	3.6	MJ/kWh	「総合エネルギー統計」(経済産業省)
単位換算	10 ⁻³	-	MJ=0.001GJ

表 4-2-5 53～120℃における開発不可条件

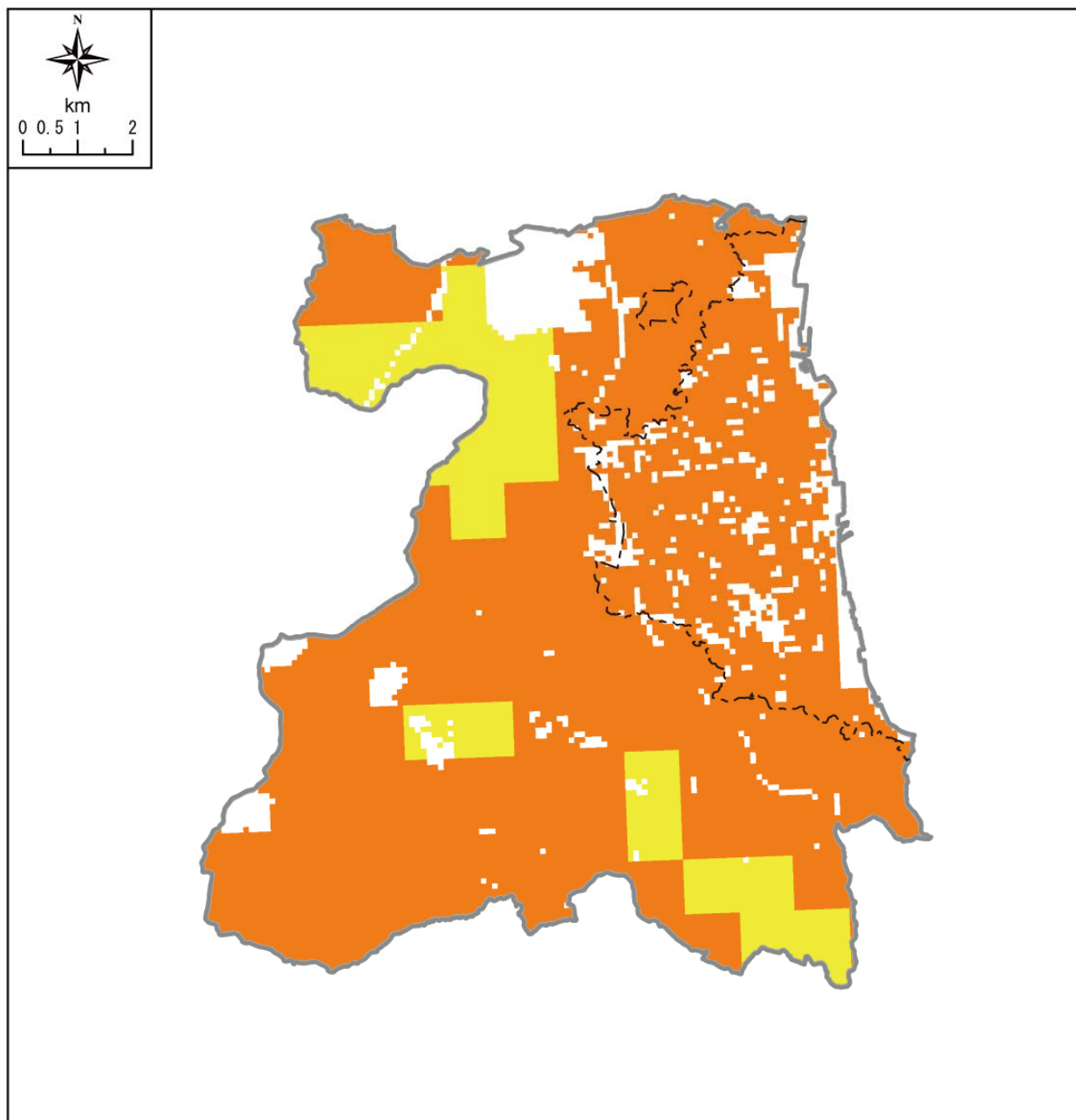
区分	項目	開発不可条件
社会条件: 法制度等	法規制区分	以下の区域の外縁部から 1.5km 以上離れた内側地域 1)国立・国定公園(特別保護地区、第1種特別地域) 2)都道府県立自然公園(第1種特別地域) 3)原生自然環境保全地域 4)自然環境保全地域 5)鳥獣保護区のうち特別保護地区(国指定、都道府県指定) 6)世界自然遺産地域
社会条件: 土地利用等	都市計画区分	考慮せず
	土地利用区分	9.幹線交通用地、A.その他の用地、B.河川地及び湖沼、F.海水域
	居住地からの距離	考慮せず

資料:「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書」(環境省)

表 4-2-6 120～150℃における開発不可条件

区分	項目	開発不可条件
社会条件: 法制度等	法規制区分	以下の区域の外縁部から 1.5km 以上離れた内側地域 1)国立・国定公園(特別保護地区、第1種特別地域、第2種特別地域、第3種特別地域) 2)都道府県立自然公園(第1種特別地域、第2種特別地域、第3種特別地域) 3)原生自然環境保全地域 4)自然環境保全地域 5)鳥獣保護区のうち特別保護地区(国指定、都道府県指定) 6)世界自然遺産地域
社会条件: 土地利用等	都市計画区分	市街化区域
	土地利用区分	7.建物用地、9.幹線交通用地、A.その他の用地、B.河川地及び湖沼、F.海水域
	居住地からの距離	100m 未満

資料:「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書」(環境省)

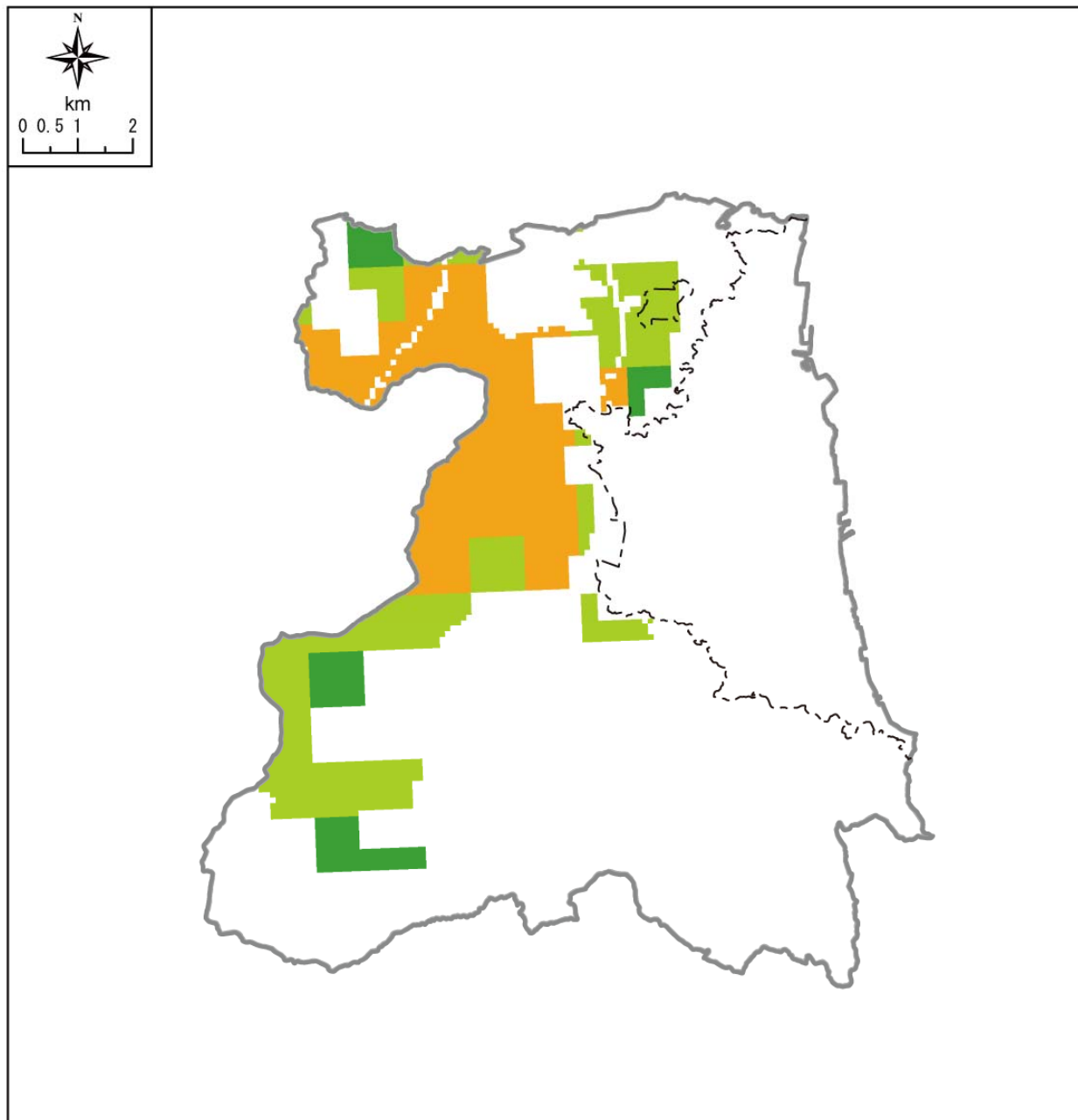


凡例

- 別府市
- 10 - 100kW/km²
- 都市計画区域
- 100kW/km²以上

資料：「平成 24 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」(環境省)
を基に作成

図 4-2-1 熱水資源開発の導入ポテンシャル分布図 53～120℃
(開発可能地域における 53～120℃の地熱資源密度分布図)



- 凡例
- 別府市
 - 都市計画区域
 - 1 - 10 kW/km²
 - 10 - 100 kW/km²
 - 100 - 1,000 kW/km²

資料：「平成 24 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」(環境省)を基に作成

図 4-2-2 熱水資源開発の導入ポテンシャル分布図 120～150℃
 (開発可能地域における 120～150℃の地熱資源密度分布図)

4-3 温泉熱発電

(1) 賦存量

温泉熱発電の賦存量は、「平成 24 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」(環境省)で整備された再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報(GIS データ)から、市内の 53~120℃の熱水資源開発賦存量(kW)を読み取り、推計しました。

表 4-3-1 温泉熱発電の賦存量

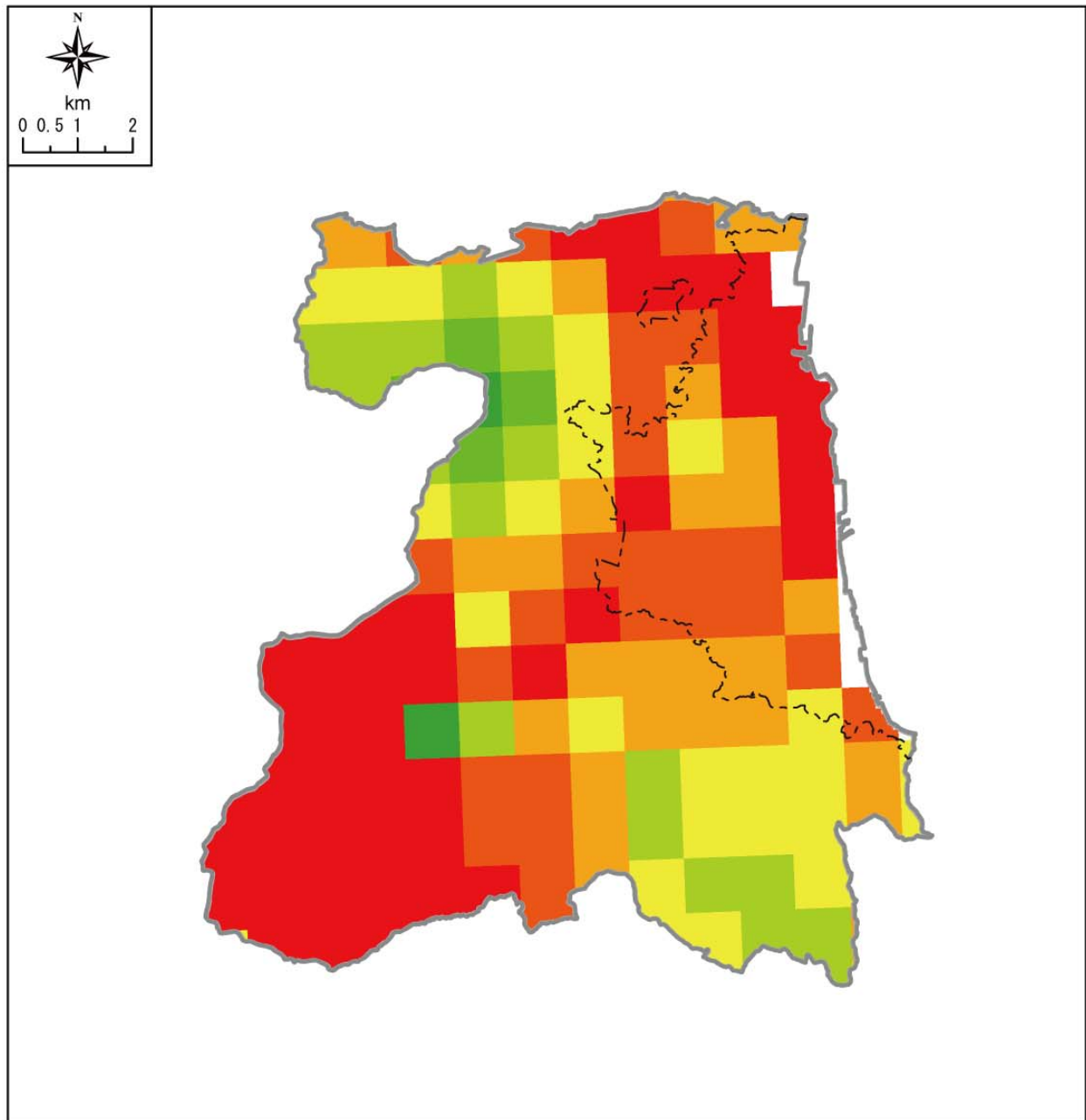
エネルギー種	賦存量(GJ/年)
温泉熱発電	860,775

【推計式】

賦存量(GJ/年) = 熱水資源開発賦存量 × 年間稼働時間(h/年) × 標準発熱量(MJ/kWh)
× 単位換算(-)

表 4-3-2 推計に用いた諸元

項目	数値	単位	根拠等
熱水資源開発賦存量 (120~150℃)	27,295	kW	「平成 24 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」(環境省)
年間稼働時間	8,760	h/年	-
標準発熱量	3.6	MJ/kWh	「総合エネルギー統計」(経済産業省)
単位換算	10 ⁻³	-	MJ=0.001GJ



凡例

□ 別府市

⌋ 都市計画区域

0.1 - 20kW/km²

20 - 50kW/km²

50 - 100kW/km²

100 - 150kW/km²

150 - 200kW/km²

200 - 250kW/km²

250kW/km²以上

資料:「平成 24 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」(環境省)
を基に作成

図 4-3-1 熱水資源開発の賦存量分布図 53~120°C

(2) 利用可能量

温泉熱発電の利用可能量は、泉温 70℃以上*の源泉の平均泉温及び平均湧出量で発電可能な電力量を算出し、それに泉温 70℃以上の源泉数を乗じた電力量としました。

なお、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、今後、エネルギー利用の検討を進めるには、源泉の状況を詳細に把握する必要があります。

*マイクロバイナリー発電機メーカーのカタログより把握した熱源の最低温度。

表 4-3-3 温泉熱発電の利用可能量

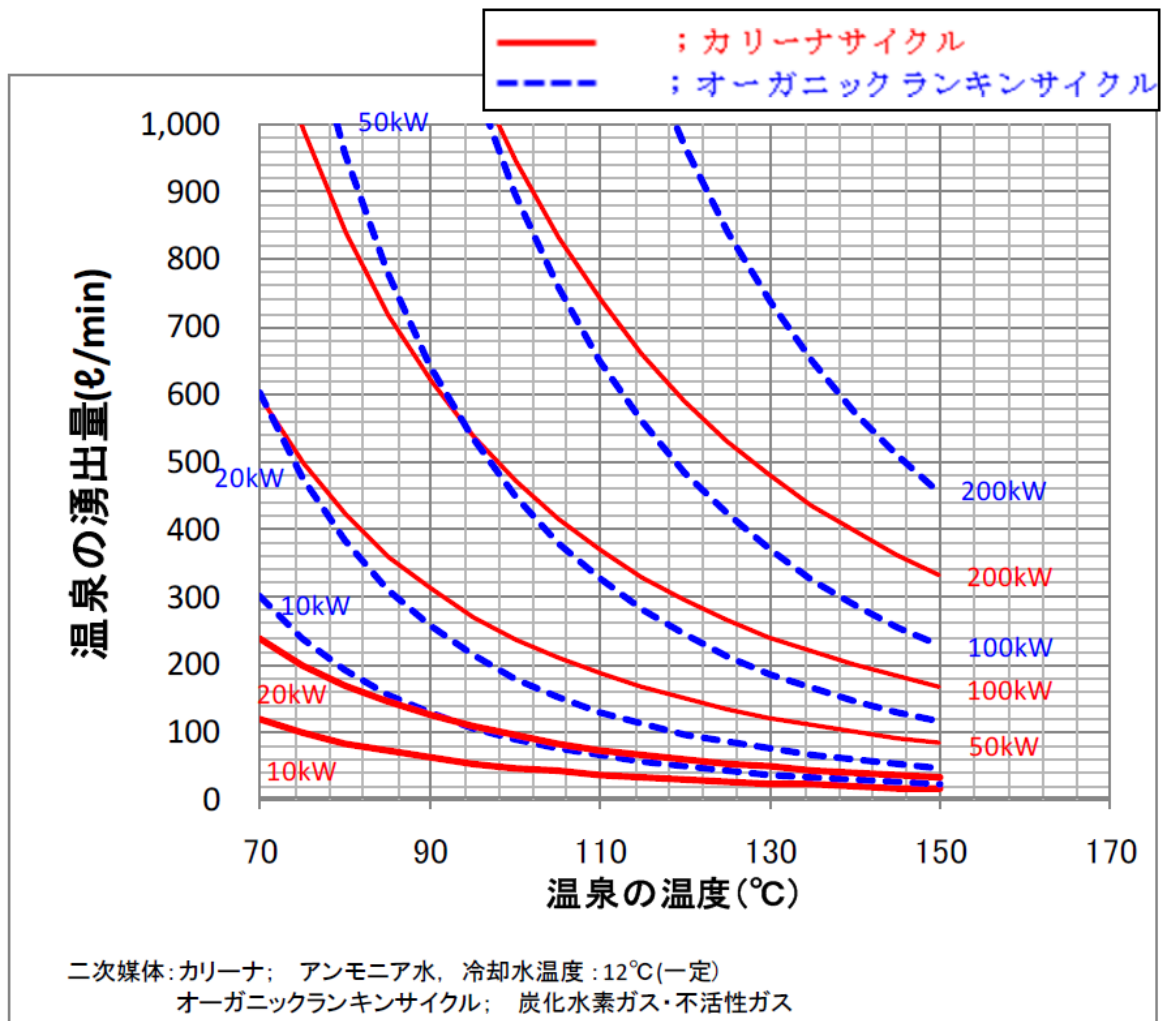
エネルギー種	利用可能量(GJ/年)
温泉熱発電	66,257

【推計式】

利用可能量(GJ/年) = 源泉 1 本あたりの設備容量(kW/本) × 年間稼働時間(h/年)
 × 湧出状態別設備利用率(-) × 泉温 70℃以上の湧出状態別源泉数(本)
 × 標準発熱量(MJ/kWh) × 単位換算(-)

表 4-3-4 推計に用いた諸元

項目	数値	単位	根拠等
源泉 1 本あたりの設備容量	20	kW/本	「平成 24 年度小規模地熱発電及び地熱水の多段階利用事業の導入課題調査手引書平成 25 年 2 月」(独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構) 発電出力毎の泉温と湧出量の関係図(図 4-3-2)から泉温:88.9℃、湧出量:153ℓ/min の条件で導入可能な設備用量を設定。 泉温:88.9℃及び湧出量:153ℓ/min は、「大分県内の地熱バイナリー発電資源量調査報告書平成 18 年 4 月」(西日本技術開発株式会社)から算出した泉温 70℃以上の源泉の平均泉温及び平均湧出量。
年間稼働時間	8,760	h/年	-
湧出状態別設備利用率	自噴	0.70	-
	動力	0.19	-
泉温 70℃以上の湧出状態別源泉数	自噴	59	本
	動力	340	本
標準発熱量	3.6	MJ/kWh	「総合エネルギー統計」(経済産業省)
単位換算	10 ⁻³	-	MJ=0.001GJ



資料:「平成 24 年度小規模地熱発電及び地熱水の多段階利用事業の導入課題調査手引書平成 25 年 2 月」(独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構)

図 4-3-2 発電出力毎の泉温と湧出量の関係図

4-4 温度差熱利用：温泉熱利用

(1) 賦存量

温泉熱利用の賦存量は、泉温と外気温の温度差から得られるエネルギー量としました。

表 4-4-1 温泉熱利用の賦存量

エネルギー種	賦存量(GJ/年)
温泉熱利用	2,581,281

【推計式】

$$\text{賦存量(GJ/年)} = \text{湧出形態別温度帯別年間湧出量(m}^3\text{/年)} \times \text{温度帯別利用可能温度差(}^\circ\text{C)} \\ \times \text{定圧比熱(kJ/kg/}^\circ\text{C)} \times \text{比重(kg/m}^3\text{)} \times \text{単位換算(-)}$$

$$\text{温度帯別利用可能温度差(}^\circ\text{C)} = \text{温度帯別平均泉温(}^\circ\text{C)} - \text{年間平均気温(}^\circ\text{C)}$$

表 4-4-2 推計に用いた諸元

項目		数値	単位	根拠等	
湧出形態別温度帯別年間湧出量	自噴	42℃以上	2,672,079	m ³ /年	「平成 25 年度保健所報」(大分県東部保健所) 同報には、湧出形態別温度帯別の源泉数及び湧出量が地域別に集計されている。自噴の温度帯別年間湧出量は、地域ごとの自噴源泉の湧出量を温度帯別源泉数で按分した値の合算値。
		25～42℃	239,003	m ³ /年	
		25℃未満	0	m ³ /年	
	動力	42℃以上	9,390,929	m ³ /年	「平成 25 年度保健所報」(大分県東部保健所) 「別府市誌(平成 15 年版)」(別府市) 「平成 25 年度保健所報」から自噴源泉と同様に動力源泉の1分あたりの湧出量を算出し、別府流域の水収支における温泉水量(57 千 t/日) (「別府市誌(平成 15 年版)」)を勘案し動力源泉の最大湧出可能量を推計。
		25～42℃	1,112,086	m ³ /年	
		25℃未満	4,956	m ³ /年	
温度帯別平均泉温	42℃以上	65.6	℃	「大分県内の地熱バイナリー発電資源量調査報告書平成 18 年 4 月」(西日本技術開発株式会社)に報告のある泉温 48.5℃以上の源泉の平均泉温。	
	25～42℃	33.5	℃	25℃と 42℃の中間温度と仮定。	
	25℃未満	25.0	℃	不明のため 25℃と仮定。	
年間平均気温		16.4	℃	大分地方気象台 気象庁HP*より年間平均気温の平年値を把握。	
定圧比熱		4.186	kJ/kg/℃	「新エネルギーガイドブック 2008」(NEDO)	
比重		1,000	kg/m ³	「新エネルギーガイドブック 2008」(NEDO)	
単位換算		10 ⁻⁶	-	kJ=0.000001GJ	

※ 気象庁HP <http://www.geohpaj.org/qa>

(2) 利用可能量

温泉熱利用の利用可能量は、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としました。

なお、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、今後、エネルギー利用の検討を進めるには、源泉の状況を詳細に把握する必要があります。

表 4-4-3 温泉熱利用の利用可能量

エネルギー種	利用可能量(GJ/年)
温泉熱利用	922,861

【推計式】

利用可能量(GJ/年) = 泉温 42℃以上の湧出形態別湧出量(m³/年) × 利用可能温度差(℃)
× 定圧比熱(kJ/kg/℃) × 比重(kg/m³) × 単位換算(-)

利用可能温度差(℃) = 平均泉温(℃) - 浴用利用温度(℃)

表 4-4-4 推計に用いた諸元

項目	数値	単位	根拠等
泉温 42℃ 以上の湧 出形態別 湧出量	自噴	2,672,079	m ³ /年 「平成 25 年度保健所報」(大分県東部保健所) 同報には、湧出形態別温度帯別の源泉数及び湧出量が地域別に集計されている。自噴の温度帯別年間湧出量は、地域ごとの自噴源泉の湧出量を温度帯別源泉数で按分した値の合算値。
	動力	5,939,780	m ³ /年 「平成 25 年度保健所報」(大分県東部保健所) 「大分県温泉調査研究会報告第 27 号 昭和 51 年 3 月 別府温泉の現況調査」(大分県温泉調査研究会) 「平成 25 年度保健所報」から動力源泉の 1 分あたりの湧出量を算出した後、「大分県温泉調査研究会報告第 27 号 昭和 51 年 3 月 別府温泉の現況調査」に報告されている 1 日あたりの揚湯時間から年間湧出量を算出。
平均泉温	65.6	℃	「大分県内の地熱バイナリー発電資源量調査報告書平成 18 年 4 月」(西日本技術開発株式会社)に報告のある泉温 48.5℃以上の源泉の平均泉温。
浴用利用温度	40.0	℃	40.0℃と仮定
定圧比熱	4.186	kJ/kg/℃	「新エネルギーガイドブック 2008」(NEDO)
比重	1,000	kg/m ³	「新エネルギーガイドブック 2008」(NEDO)
単位換算	10 ⁻⁶	-	kJ=0.000001GJ

4-5 温度差熱利用：地中熱利用ヒートポンプ

(1) 賦存量

地中熱利用ヒートポンプの賦存量は、宅地の空地に地中熱交換器を設置した場合に得られるエネルギー量としました。

表 4-5-1 地中熱利用ヒートポンプの賦存量

エネルギー種	賦存量(GJ/年)
地中熱利用ヒートポンプ	15,121,450

【推計式】

$$\text{賦存量(GJ/年)} = \text{設置可能面積(m}^2\text{)} \times \text{採熱率(W/m)} \times \text{地中熱交換井の密度(本/m}^2\text{)}$$

$$\times \text{地中熱交換井の長さ(m)} \times \text{年間稼働時間(h)} \times \text{標準発熱量(kJ/Wh)}$$

$$\times \text{単位換算(-)}$$

$$\text{設置可能面積} = \text{【宅地面積(m}^2\text{)} - \text{工場敷地面積(m}^2\text{)}\text{】} \times \text{空地率(-)}$$

$$+ \text{【工場敷地面積(m}^2\text{)} - \text{工場建築面積(m}^2\text{)}\text{】}$$

表 4-5-2 推計に用いた諸元

項目	数値	単位	根拠等
宅地面積	12,622,831	m ²	「別府市統計書(平成 24 年版)」(別府市)
工場敷地面積	36,997	m ²	「平成 22 年工業統計調査(確報)」(大分県)
空地率	0.63	-	「平成 20 年住宅・土地統計調査」(総務省)より、大分県における住宅の平均建ぺい率:0.37 を把握し、これを 1 から引いた値。
工場建築面積	10,764	m ²	「平成 22 年工業統計調査(確報)」(大分県)
採熱率	55	W/m	地中熱利用促進協会HP*より、一般的な採熱率 30~80W/m の中間値
地中熱交換井の密度	0.040	本/m ²	「地中熱利用ヒートポンプの基本がわかる本」(地中熱利用促進協会)
地中熱交換井の長さ	100	m/本	「地中熱利用ヒートポンプの基本がわかる本」(地中熱利用促進協会)
年間稼働時間	2,400	h/年	「地中熱利用ヒートポンプの基本がわかる本」(地中熱利用促進協会)
標準発熱量	3.6	kJ/Wh	「総合エネルギー統計」(経済産業省)
単位換算	10 ⁻⁶	-	kJ=0.000001GJ

※ 地中熱利用促進協会HP <http://www.geohpaj.org/qa>

(2) 利用可能量

地中熱利用ヒートポンプの利用可能量は、賦存量と別府市における空調及び給湯のエネルギー消費量のうち、エネルギー量が少ない方としました。

空調及び給湯のエネルギー消費量を推計した結果、1,529,164GJ/年となり、賦存量よりも少ないことがわかりました。

表 4-5-3 地中熱利用ヒートポンプの利用可能量

エネルギー種	利用可能量(GJ/年)
地中熱利用ヒートポンプ	1,529,164

表 4-5-4 市内の空調・給湯エネルギー消費量

部門	エネルギー消費量(GJ/年)			
	空調	給湯	合計	
産業部門(製造業)	8,910	-	8,910	
民生家庭部門	72,594	487,892	560,486	
民生業務部門	ホテル等	172,229	422,345	594,574
	病院等	56,620	109,934	166,554
	公衆浴場	-	22,000	22,000
	その他	176,640	-	176,640
合計	486,993	1,042,171	1,529,164	

【推計式】

空調のエネルギー消費量(GJ/年)

= 部門別の空調のエネルギー消費量(TJ/年) × 単位換算(-)

産業部門(製造業): 電力消費量(TJ) × 電力消費量に対する空調の割合(-)

民生家庭部門: 電力消費量(TJ) × 電力消費量に対する空調の割合(-)

民生業務部門(ホテル等): エネルギー消費量(TJ) × エネルギー消費量に対する空調の割合(-)

民生業務部門(病院等): 電力消費量(TJ) × 電力消費量に対する空調の割合(-)

民生業務部門(その他)*: 電力消費量(TJ) × 電力消費量に対する空調の割合(-)

給湯のエネルギー消費量(GJ/年)

= 部門別の給湯のエネルギー消費量(TJ/年) × 単位換算(-)

民生家庭部門: エネルギー消費量(TJ) × エネルギー消費量に対する給湯の割合(-)

民生業務部門(ホテル等): エネルギー消費量(TJ) × エネルギー消費量に対する給湯の割合(-)

民生業務部門(病院等): エネルギー消費量(TJ) × エネルギー消費量に対する給湯の割合(-)

民生業務部門(公衆浴場): 石油系エネルギー消費量(TJ)

*その他には、事務所、店舗、公務等が含まれる。

表 4-5-5 推計に用いた諸元

項目	数値	単位	根拠等	
製造業	電力消費量	81	TJ	各種統計より推計
	電力消費量に対する空調の割合	11	%	「節電アクション」(経済産業省)
家庭	電力消費量	981	TJ	各種統計より推計
	エネルギー消費量	1,724	TJ	各種統計より推計
	電力消費量に対する空調の割合	7.4	%	「家庭の省エネ大事典 2012 年版」(省エネルギーセンター)
	エネルギー消費量に対する給湯の割合	28.3	%	「エネルギー白書 2013」(経済産業省)
ホテル	エネルギー消費量	1,097	TJ	各種統計より推計
	エネルギー消費量に対する空調の割合	15.7	%	「ホテルの省エネルギー」(省エネルギーセンター)

項目		数値	単位	根拠等
ホテル	エネルギー消費量に対する給湯の割合	38.5	%	「ホテルの省エネルギー」(省エネルギーセンター)
病院	電力消費量	149	TJ	各種統計より推計
	エネルギー消費量	263	TJ	各種統計より推計
	電力消費量に対する空調の割合	38	%	「節電アクション」(経済産業省)
	エネルギー消費量に対する給湯の割合	41.8	%	「住宅・建築省エネルギーハンドブック2002」((財)建築環境・省エネルギー機構)
公衆浴場	石油系エネルギー消費量	22	TJ	各種統計より推計
その他	電力消費量	368	TJ	各種統計より推計
	電力消費量に対する空調の割合	48	%	「節電アクション」(経済産業省)
単位換算		10 ³	-	TJ=1,000GJ

4-6 太陽光発電

(1) 賦存量

太陽光発電の賦存量は、住宅、事業所及び公共施設の屋根に太陽光発電装置を設置することにより得られるエネルギー量としました。

表 4-6-1 太陽光発電の賦存量

エネルギー種	設置施設	賦存量(GJ/年)
太陽光発電	住宅	12,328,408
	事業所	408,286
	公共施設	246,220
	合計	12,982,914

【推計式】

賦存量(GJ/年) = 月別最適傾斜角における年間平均日射量(kWh/m²/日) × 設置可能面積(m²)
× 年間稼動日数(日/年) × 標準発熱量(MJ/kWh) × 単位換算(-)

住宅の設置可能面積(m²) = 専用住宅数(戸建・長屋建・共同住宅)(戸) × 設備容量(kW/戸)
× 単位出力あたりの必要面積(m²/kW)

事業所の設置可能面積(m²) = 延床面積・建築面積(m²) × 設置係数(-)

公共施設の設置可能面積(m²) = 延床面積・建築面積(m²) × 設置係数(-)

表 4-6-2 推計に用いた諸元

項目		数値	単位	根拠等	
月別最適傾斜角における年間平均日射量		4.15	kWh/m ² /日	「年間月別日射量データベース」(NEDO) ※最寄観測所:大分市	
住宅	専用住宅数	5,040	戸	「平成 20 年住宅・土地統計調査」(総務省)	
	設備容量	5.02	kW/戸	「平成 24 年度住宅用太陽光発電補助金交付決定件数・設置容量データ」(J-PEC) ※平成 24 年度補助金交付実績の県内平均値	
	単位出力あたりの必要面積	9	m ² /kW	「新エネルギーガイドブック 2008」(NEDO)	
事業所	延床面積・建築面積	旅館・料亭・待合・ホテル	551,424	m ²	「固定資産概要調書」(別府市)
		事務所・銀行・店舗	713,413	m ²	「固定資産概要調書」(別府市)
		劇場・映画館・病院	357,736	m ²	「固定資産概要調書」(別府市)
		工場 ※建築面積	10,764	m ²	「平成 22 年工業統計調査(確報)」(大分県)
	設置係数	旅館・料亭・待合・ホテル	0.03	-	「平成 24 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」(環境省) ※宿泊施設のレベル 1 の設置係数
		事務所・銀行・店舗	0.05	-	「平成 24 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」(環境省)※オフィスのレベル 1 の設置係数
		劇場・映画館・病院	0.05	-	「平成 24 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」(環境省) ※商業施設のレベル 1 の設置係数

項目		数値	単位	根拠等	
事業所	設置係数	工場	0.44	-	「平成 24 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」(環境省) ※大規模工場、中規模工場、小規模工場のレベル 1 の設置係数の平均値
公共施設	延床面積・建築面積	庁舎	26,413	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市)
		文化施設	27,563	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市)
		体育館	29,300	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市)
		公民館	7,465	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市)
		商工施設	15,021	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市)
		福祉施設 (保育所) ※建築面積	420	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市) ※2 階建と仮定して延床面積を 1/2 倍した値
		福祉施設 (保健センター、福祉会館など)	9,881	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市)
		コミュニティー施設	10,197	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市)
		廃棄物処理 関連施設 (清掃事務所など)	3,248	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市)
		廃棄物処理 関連施設 (し尿処理場)	15,662	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市) ※2 階建と仮定して延床面積を 1/2 倍した値
		温泉・観光施設	10,346	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市)
		学校 (共同調理場)	3,338	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市)
		学校 (幼稚園) ※建築面積	2,754	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市) ※2 階建と仮定して延床面積を 1/2 倍した値
		学校 (小中学校) ※建築面積	29,748	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市) ※3 階建と仮定して延床面積を 1/3 倍した値
	その他(緑化 植物園)	858	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市)	
	設置係数	庁舎	0.06	-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省) ※本庁、支庁舎ともに同じ値
		文化施設	0.05	-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省)
		体育館	0.23	-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省)
		公民館	0.35	-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省)
		商工施設	0.05	-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省) ※その他の文化施設の係数を代用
福祉施設 (保育所)		0.16	-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省) ※幼稚園の係数を代用	

項目		数値	単位	根拠等	
公共施設	設置係数	福祉施設 (保健センター、福祉会館など)	0.05	-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省) ※その他の文化施設の係数を代用
		コミュニティー施設	0.05	-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省) ※その他の文化施設の係数を代用
		廃棄物処理関連施設 (清掃事務所など)	0.06	-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省) ※庁舎(支所)の係数を代用
		廃棄物処理関連施設 (し尿処理場、浄化センター)	1.02	-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省) ※公共下水の係数を代用
		温泉・観光施設	0.05	-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省) ※その他の文化施設の係数を代用
		学校 (共同調理場)	0.06	-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省) ※庁舎(支所)の係数を代用
		学校 (幼稚園)	0.16	-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省)
		学校 (小中学校)	0.46	-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省)
		その他(緑化植物園)	0.05	-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省) ※その他の文化施設の係数を代用
年間稼働日数		365	日/年	-	
補正係数		0.065	-	「新エネルギーガイドブック 2008」(NEDO)	
標準発熱量		3.6	MJ/kWh	「総合エネルギー統計」(経済産業省)	
単位換算		10 ⁻³	-	MJ=0.001GJ	

(2) 利用可能量

太陽光発電の利用可能量は、新耐震基準に適合、または、耐震化済の住宅、事業所及び公共施設の屋根に一般的な設置規模の太陽光発電装置を設置することにより得られるエネルギー量としました。

表 4-6-3 太陽光発電の利用可能量

エネルギー種	設置施設	利用可能量(GJ/年)
太陽光発電	住宅	423,349
	事業所	15,627
	公共施設	8,706
	合計	447,683

【推計式】

利用可能量(GJ/年) = 年間最適傾斜角における年間平均日射量(kWh/m²/日) × 設置可能面積(m²)
 × 年間稼働日数(日/年) × 補正係数(-) × 標準発熱量(MJ/kWh) × 単位換算(-)

住宅の設置可能面積(m²) = 専用住宅数(戸建・長屋建・共同住宅)(戸) × 新耐震基準適合割合(-)
 × 設備容量(kW/戸) × 単位出力あたりの必要面積(m²/kW)

事業所の設置可能面積(m²) = 延床面積・建築面積(m²) × 設置係数(-)
 × 新耐震基準適合割合(-)

公共施設の設置可能面積(m²) = 新耐震基準適合施設・耐震化済施設の延床面積・建築面積(m²)
 × 設置係数(-)

表 4-6-4 推計に用いた諸元

項目		数値	単位	根拠等	
年間最適傾斜角における年間平均日射量		3.96	kWh/m ² /日	「年間月別日射量データベース」(NEDO) ※最寄観測所:大分市	
住宅	専用住宅数	5,040	戸	「平成 20 年住宅・土地統計調査」(総務省)	
	新耐震基準適合割合	0.55	-	「平成 20 年住宅・土地統計調査」(総務省) ※建築基準法が改正された昭和 56 年以降に建築された専用住宅の割合	
	設備容量	5.02	kW/戸	「平成 24 年度住宅用太陽光発電補助金交付決定件数・設置容量データ」(J-PEC) ※平成 24 年度補助金交付実績の県内平均値	
	単位出力あたりの必要面積	9	m ² /kW	「新エネルギーガイドブック 2008」(NEDO)	
事業所	延床面積・建築面積	旅館・料亭・待合・ホテル	551,424	m ²	「固定資産概要調書」(別府市)
		事務所・銀行・店舗	713,413	m ²	「固定資産概要調書」(別府市)
		劇場・映画館・病院	357,736	m ²	「固定資産概要調書」(別府市)
		工場 ※建築面積	10,764	m ²	「平成 22 年工業統計調査(確報)」(大分県)
	設置係数	旅館・料亭・待合・ホテル	0.03	-	「平成 24 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」(環境省) ※宿泊施設のレベル 1 の設置係数
		事務所・銀行・店舗	0.05	-	「平成 24 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」(環境省)※オフィスのレベル 1 の設置係数
		劇場・映画館・病院	0.05	-	「平成 24 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」(環境省) ※商業施設のレベル 1 の設置係数
		工場	0.44	-	「平成 24 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」(環境省) ※大規模工場、中規模工場、小規模工場のレベル 1 の設置係数の平均値
	新耐震基準適合割合	旅館・料亭・待合・ホテル	0.71	-	「平成 20 年法人建物調査」(国土交通省) ※県内で昭和 56 年以降に建築された建築物数の割合(飲食店、宿泊業を参照)
		事務所・銀行・店舗	0.58	-	「平成 20 年法人建物調査」(国土交通省) ※県内で昭和 56 年以降に建築された建築物数の割合(卸売・小売業、金融・保険業、不動産業を参照)
		劇場・映画館・病院	0.62	-	「平成 20 年法人建物調査」(国土交通省) ※県内で昭和 56 年以降に建築された建築物数の割合(医療、福祉、サービス業を参照)

項目		数値	単位	根拠等	
事業所	新耐震基準適合割合	工場	0.57	-	「平成 20 年法人建物調査」(国土交通省) ※県内で昭和 56 年以降に建築された建築物数の割合(製造業を参照)
公共施設	延床面積・建築面積	庁舎	25,855	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市)
		文化施設	24,171	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市)
		体育館	26,684	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市)
		公民館	1,952	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市)
		商工施設	2,830	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市)
		福祉施設 (保育所) ※建築面積	420	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市) ※2 階建と仮定して延床面積を 1/2 倍した値
		福祉施設 (保健センター、福祉会館など)	8,343	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市)
		コミュニティー施設	5,910	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市)
		廃棄物処理 関連施設 (清掃事務所)	2,613	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市)
		廃棄物処理 関連施設 (し尿処理場)	573	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市) ※2 階建と仮定して延床面積を 1/2 倍した値
		温泉・観光施設	7,510	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市)
		学校 (幼稚園) ※建築面積	2,754	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市) ※2 階建と仮定して延床面積を 1/2 倍した値
		学校 (小中学校) ※建築面積	29,748	m ²	「別府市公共施設白書」(別府市) ※3 階建と仮定して延床面積を 1/3 倍した値
		設置係数	庁舎	0.06	-
文化施設	0.05		-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省)	
体育館	0.23		-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省)	
公民館	0.35		-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省)	
商工施設	0.05		-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省) ※その他の文化施設の係数を代用	
福祉施設 (保育所)	0.16		-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省) ※幼稚園の係数を代用	
福祉施設 (保健センター、福祉会館など)	0.05		-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省) ※その他の文化施設の係数を代用	

項目		数値	単位	根拠等	
公共施設	設置係数	コミュニティ施設	0.05	-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省) ※その他の文化施設の係数を代用
		廃棄物処理関連施設(清掃事務所)	0.06	-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省) ※庁舎(支所)の係数を代用
		廃棄物処理関連施設(し尿処理場)	1.02	-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省) ※公共下水の係数を代用
		温泉・観光施設	0.05	-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省) ※その他の文化施設の係数を代用
		学校(幼稚園)	0.16	-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省)
		学校(小中学校)	0.46	-	「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(環境省)
年間稼働日数		365	日/年	-	
補正係数		0.065	-	「新エネルギーガイドブック 2008」(NEDO)	
標準発熱量		3.6	MJ/kWh	「総合エネルギー統計」(経済産業省)	
単位換算		10 ⁻³	-	MJ=0.001GJ	

4-7 太陽熱利用

(1) 賦存量

太陽熱利用の賦存量は、住宅、事業所及び公共施設の屋根に太陽熱集熱器を設置することにより得られるエネルギー量としました。

表 4-7-1 太陽熱利用の賦存量

エネルギー種	設置施設	賦存量(GJ/年)
太陽熱利用	住宅	1,637,239
	事業所	382,263
	公共施設	246,220
	合計	2,265,722

【推計式】

賦存量(GJ/年) = 月別最適傾斜角における年間平均日射量(kWh/m²/日) × 設置可能面積(m²) × 年間稼働日数(日/年) × 標準発熱量(MJ/kWh) × 単位換算(-)

住宅の設置可能面積(m²) = 専用住宅数(戸建・長屋建・共同住宅)(戸) × 集熱面積(m²/戸)

事業所の設置可能面積(m²) = 延床面積・建築面積(m²) × 設置係数(-)

公共施設の設置可能面積(m²) = 延床面積・建築面積(m²) × 設置係数(-)

表 4-7-2 推計に用いた諸元

項目	数値	単位	根拠等
月別最適傾斜角における年間平均日射量	4.15	kWh/m ² /日	「年間月別日射量データベース」(NEDO) ※最寄観測所:大分市
集熱面積	6	m ² /戸	「新エネルギーガイドブック 2008」(NEDO)
年間稼働日数	365	日/年	-
標準発熱量	3.6	MJ/kWh	「総合エネルギー統計」(経済産業省)
単位換算	10 ⁻³	-	MJ=0.001GJ

※1 専用住宅数、延床面積・建築面積、設置係数については、太陽光発電賦存量の推計に用いたデータと同一とした。

※2 事業所は、旅館・料亭・待合・ホテル、事務所・銀行・店舗、劇場・映画館・病院とし、太陽光発電賦存量で推計対象とした工場は含まない。

(2) 利用可能量

太陽熱利用の利用可能量は、新耐震基準に適合、または、耐震化済の住宅、事業所及び公共施設の屋根に一般的な設置規模の太陽熱集熱器を設置することにより得られるエネルギー量と、別府市における給湯のエネルギー消費量のうち、エネルギー量が少ない方としました。

推計の結果、給湯のエネルギー消費量よりも太陽熱集熱器により得られるエネルギー量の方が少ないことがわかりました。

表 4-7-3 太陽熱利用の利用可能量

エネルギー種	設置施設	利用可能量(GJ/年)
太陽熱利用	住宅	343,878
	事業所	90,554
	公共施設	53,578
	合計	488,011

表 4-7-4 市内の給湯エネルギー消費量

部門		エネルギー消費量(GJ/年)
民生家庭部門		487,892
民生業務部門	ホテル	422,345
	病院	109,934
	公衆浴場	22,000
合計		1,042,171

【推計式】

太陽熱利用によるエネルギー量(GJ/年)

=年間最適傾斜角における年間平均日射量(kWh/m²/日)×設置可能面積(m²)
×年間稼働日数(日/年)×集熱効率(-)×標準発熱量(MJ/kWh)×単位換算(-)

住宅の設置可能面積(m²)=専用住宅数(戸建・長屋建・共同住宅)(戸)×新耐震基準適合割合(-)
×集熱面積(m²/戸)

事業所の設置可能面積(m²)=延床面積・建築面積(m²)×設置係数(-)×新耐震基準適合割合(-)

公共施設の設置可能面積(m²)=新耐震基準適合施設・耐震化済施設の延床面積・建築面積(m²)
×設置係数(-)

給湯のエネルギー消費量(GJ/年)

=部門別の給湯のエネルギー消費量(TJ/年)×単位換算(-)

民生家庭部門:エネルギー消費量(TJ)×エネルギー消費量に対する給湯の割合(-)

民生業務部門(ホテル):エネルギー消費量(TJ)×エネルギー消費量に対する給湯の割合(-)

民生業務部門(病院):エネルギー消費量(TJ)×エネルギー消費量に対する給湯の割合(-)

民生業務部門(公衆浴場):石油系エネルギー消費量(TJ)

表 4-7-5 推計に用いた諸元(太陽熱利用によるエネルギー量)

項目	数値	単位	根拠等
年間最適傾斜角における年間平均日射量	3.96	kWh/m ² /日	「年間月別日射量データベース」(NEDO) ※最寄観測所:大分市
集熱面積	6	m ² /戸	「新エネルギーガイドブック 2008」(NEDO)
年間稼働日数	365	日/年	-
集熱効率	0.4	-	「新エネルギーガイドブック 2008」(NEDO)
標準発熱量	3.6	MJ/kWh	「総合エネルギー統計」(経済産業省)
単位換算	10 ⁻³	-	MJ=0.001GJ

※1 専用住宅数、延床面積・建築面積、設置係数、新耐震基準適合割合については、太陽光発電利用可能量の推計に用いたデータと同一とした。

※2 事業所は、旅館・料亭・待合・ホテル、事務所・銀行・店舗、劇場・映画館・病院とし、太陽光発電利用可能量で推計対象とした工場は含まない。

表 4-7-6 推計に用いた諸元（市内の給湯エネルギー消費量）

項目		数値	単位	根拠等
家庭	エネルギー消費量	1,724	TJ	各種統計より推計
	エネルギー消費量に対する給湯の割合	28.3	%	「エネルギー白書 2013」(経済産業省)
ホテル	エネルギー消費量	1,097	TJ	各種統計より推計
	エネルギー消費量に対する給湯の割合	38.5	%	「ホテルの省エネルギー」(省エネルギーセンター)
病院	エネルギー消費量	263	TJ	各種統計より推計
	エネルギー消費量に対する給湯の割合	41.8	%	「住宅・建築省エネルギーハンドブック 2002」((財)建築環境・省エネルギー機構)
公衆浴場	石油系エネルギー消費量	22	TJ	各種統計より推計
単位換算		10 ³	-	TJ=1,000GJ

4-8 風力発電

(1) 賦存量

風力発電の賦存量は、地上 80m の位置で年間平均風速 5.5m/s 以上の地点に、1 万 kW/km² の割合で風車を設置することにより得られるエネルギー量としました。

年間平均風速 5.5m/s 以上の面積は、「平成 24 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」(環境省)で整備された再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報 (GIS データ) から読み取りました。

表 4-8-1 風力発電の賦存量

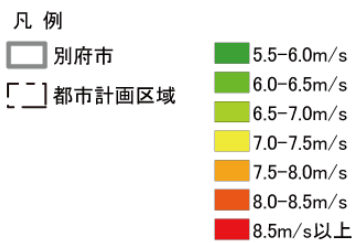
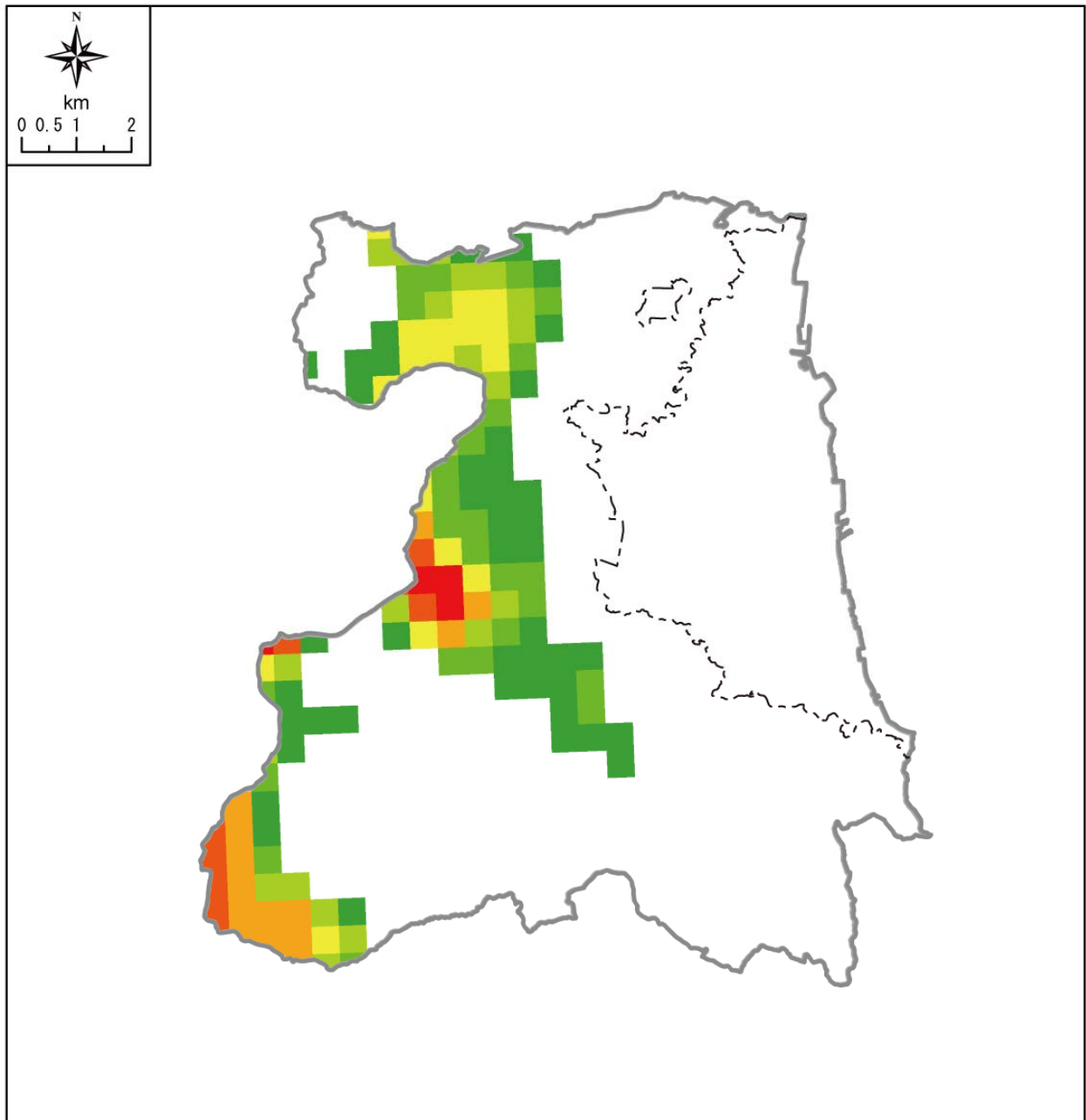
エネルギー種	賦存量 (GJ/年)
風力発電	9,240,048

【推計式】

賦存量 (GJ/年) = 年間平均風速 5.5m/s 以上の面積 (km²) × 単位面積あたりの設備容量 (kW/km²) × 年間稼働時間 (h/年) × 標準発熱量 (MJ/kWh) × 単位換算 (-)

表 4-8-2 推計に用いた諸元

項目	数値	単位	根拠等
年間平均風速 5.5m/s 以上の面積	29.3	km ²	「平成 24 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」(環境省)
単位面積あたりの設備容量	10,000	kW/km ²	「平成 24 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」(環境省)
年間稼働時間	8,760	h/年	-
標準発熱量	3.6	MJ/kWh	「総合エネルギー統計」(経済産業省)
単位換算	10 ⁻³	-	MJ=0.001GJ



資料:「平成 24 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」(環境省)
を基に作成

図 4-8-1 年間平均風速 5.5m/s (地上 80m) 以上の分布図

(2) 利用可能量

風力発電の利用可能量は、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/km² の割合で風車を設置することにより得られるエネルギー量としました。

年間平均風速 5.5m/s 以上の面積は、「平成 24 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」(環境省)で整備された再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報 (GIS データ) から読み取りました。

同報告書では、年間平均風速 5.5m/s 以上の分布図に GIS 上で各種社会条件を重ね合わせ、風力発電施設が設置可能な面積を算定しています。同報告書で設定された開発不可能な条件は、表 4-8-5 のとおりです。

表 4-8-3 風力発電の利用可能量

エネルギー種	利用可能量 (GJ/年)
風力発電	304,641

【推計式】

$$\text{利用可能量 (GJ/年)} = \sum [\text{平均風速別面積 (km}^2\text{)} \times \text{単位面積あたりの設備容量 (kW/km}^2\text{)} \times \text{平均風速別設備利用率 (-)}] \times \text{年間稼働時間 (h/年)} \times \text{標準発熱量 (MJ/kWh)} \times \text{単位換算 (-)}$$

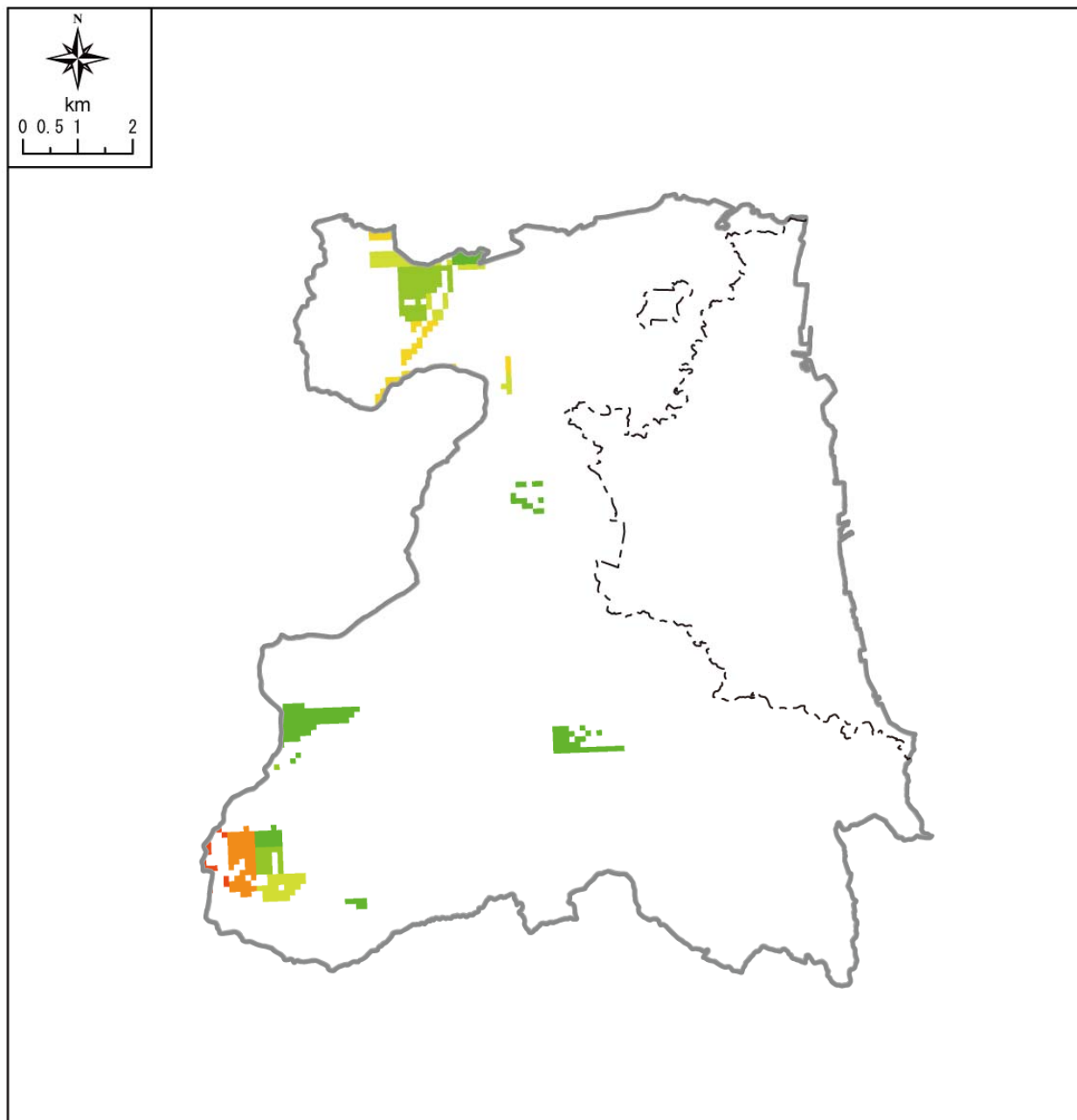
表 4-8-4 推計に用いた諸元

項目	数値	単位	根拠等	
平均風速別面積	風速 5.5-6.0m/s	1.44	km ²	「平成 24 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」(環境省)
	風速 6.5-7.0m/s	0.90	km ²	
	風速 7.0-7.5m/s	0.80	km ²	
	風速 7.5-8.0m/s	0.41	km ²	
	風速 8.0-8.5m/s	0.51	km ²	
	風速 8.5m/s 以上	0.13	km ²	
単位面積あたりの設備容量	10,000	kW/km ²	「平成 24 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」(環境省)	
平均風速別設備利用率	風速 5.5m/s	0.20	-	「風力発電の賦存量とポテンシャルおよびこれに基づく長期導入目標とロードマップの算定」(JWPA)
	風速 6.0m/s	0.20	-	
	風速 6.5m/s	0.24	-	
	風速 7.0m/s	0.27	-	
	風速 7.5m/s	0.31	-	
	風速 8.0m/s	0.35	-	
年間稼働時間	8,760	h/年		
標準発熱量	3.6	MJ/kWh	「総合エネルギー統計」(経済産業省)	
単位換算	10 ⁻³	-	MJ=0.001GJ	

表 4-8-5 風力発電の開発不可条件

区分	項目	開発不可条件
自然条件	風速区分	5.5m/s 未満
	標高	1,200m 以上
	最大傾斜角	20 度以上
	地上開度	75 度未満
社会条件: 法制度等	法規制区分	1)国立・国定公園(特別保護地区、第1種特別地域) 2)都道府県立自然公園(第1種特別地域) 3)原生自然環境保全地域 4)自然環境保全地域、 5)鳥獣保護区のうち特別保護地区(国指定、都道府県指定) 6)世界自然遺産地域 7)保安林
社会条件: 土地利用等	都市計画区分	市街化区域
	土地利用区分	田、建物用地、幹線交通用地、その他の用地、河川地及び湖沼、海 水域、ゴルフ場 ※「その他農用地」、「森林(保安林を除く)」、「荒地」、「海浜」が開発可能な土地利用区分となる
	居住地からの距離	500m 未満

資料:「平成 24 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」(環境省)



凡例

- | | |
|----------|--------------|
| □ 別府市 | ■ 5.5-6.0m/s |
| □ 都市計画区域 | ■ 6.0-6.5m/s |
| | ■ 6.5-7.0m/s |
| | ■ 7.0-7.5m/s |
| | ■ 7.5-8.0m/s |
| | ■ 8.0-8.5m/s |
| | ■ 8.5m/s以上 |

資料:「平成 24 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」(環境省)
を基に作成

図 4-8-2 年間平均風速 5.5m/s (地上 80m) 以上の開発可能地域の分布図

4-9 中小水力発電（河川）

（1）賦存量

中小水力発電の賦存量は、市域の河川の最上流から最下流に流れ落ちることによって発生するエネルギー量としました。

表 4-9-1 中小水力発電の賦存量

エネルギー種	河川	賦存量(GJ/年)
中小水力発電	朝見川	392,103
	春木川	133,014
	新川	155,947
	平田川	176,773
	冷川	147,993
	鳴川	136,823
	石城川	57,272
	挟間川	226,268
	由布川	128,017
合計		1,554,211

【推計式】

賦存量(GJ/年) = Σ 【河川別年間流量(m³/年) × 河川別標高差(m)] × 重力加速度(m/s²) × 水の密度(kg/m³) × 単位換算(GJ/J)

河川別年間流量(m³/年) = 流速(m/s) × 平均川巾(m) × 平均水位(m) × 年間秒数(s/年)

河川別標高差(m) = 最上流標高(m) - 最下流標高(m)

流速についてはマンニング式より

流速(m/s) = $R^{(2/3)} \times I^{(1/2)} \div n$

R(m) : 径深(水理学的平均水深)(=A ÷ S)

I(-) : 動水(水面)勾配(=標高差 ÷ 流路延長)

n(-) : マニングの粗度係数

A(m²) : 通水断面積(=平均川巾 × 平均水位)

S(m) : 潤辺(=平均川巾 × 平均水位 × 2)

表 4-9-2 推計に用いた諸元

項目	数値	単位	根拠等	
平均川巾	朝見川	14	m	「別府市統計書(平成 24 年版)」(別府市)
	春木川	25	m	
	新川	4	m	
	平田川	3	m	
	冷川	5	m	
	鳴川	3	m	
	石城川	6	m	
	挾間川	7	m	
由布川	4	m		
平均水位	朝見川	0.20	m	「別府市統計書(平成 24 年版)」(別府市)
	春木川	0.05	m	
	新川	0.10	m	
	平田川	0.15	m	
	冷川	0.10	m	
	鳴川	0.30	m	
	石城川	0.20	m	
	挾間川	0.25	m	
由布川	0.25	m		
最上流標高	朝見川	345	m	地理院地図(http://portal.cyberjapan.jp/)より読み取り
	春木川	433	m	
	新川	452	m	
	平田川	461	m	
	冷川	412	m	
	鳴川	151	m	
	石城川	242	m	
	挾間川	539	m	
由布川	521	m		
最下流標高	朝見川	0	m	地理院地図(http://portal.cyberjapan.jp/)より読み取り
	春木川	0	m	
	新川	0	m	
	平田川	0	m	
	冷川	0	m	
	鳴川	0	m	
	石城川	133	m	
	挾間川	329	m	
由布川	284	m		
流路延長	朝見川	5,030	m	「別府市統計書(平成 24 年版)」(別府市)
	春木川	6,270	m	
	新川	3,930	m	
	平田川	5,900	m	
	冷川	4,200	m	
	鳴川	1,550	m	
	石城川	3,000	m	
	挾間川	2,700	m	
由布川	6,500	m		
マンシング係数	0.040	-	「建設省河川砂防技術基準(案)同解説・調査編」(建設省河川局) 自然河川の山地流路(砂利、玉石):0.030~0.050 の中間値	
年間秒数	31,536,000	s/年	-	
重力加速度	9.8	m/s ²	-	
水の密度	1,000	kg/m ³	-	
単位換算	10 ⁻⁹	-	J=0.000000001GJ	

4-10 バイオマスエネルギー

(1) 賦存量

バイオマスエネルギーの賦存量は、市内で発生する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することにより得られるエネルギー量としました。

表 4-10-1 バイオマスエネルギーの賦存量

バイオマス種		発生量(DW-t/年)	賦存量(GJ/年)
木質系	林地残材	646	11,699
	切捨間伐材	1,501	27,160
	果樹剪定枝	27	310
	タケ	1,071	13,392
	国産材製材廃材	3,560	64,438
	外材製材廃材	183	3,315
	建築廃材	1,897	34,342
	新・増築廃材	417	7,555
	公園剪定枝	97	1,112
	小計	-	163,324
農業系	稲わら	693	9,423
	もみ殻	94	1,332
	その他	172	1,860
	小計	-	12,615
草本系	ススキ	248	3,378
畜産系	肉用牛ふん尿	151	892
汚泥系	下水汚泥(濃縮汚泥)	1,991	17,793
	し尿・浄化槽余剰汚泥	2	19
	小計	-	17,813
食品系	食品加工廃棄物	85	245
	家庭系厨芥類	1,923	39,465
	事業系厨芥類	1,766	36,242
	小計	-	75,952
合計		-	273,973

資料:「バイオマス賦存量・利用可能量の推計」(NEDO)

【推計式】

木質系・農業残さ・草本系

$$\text{賦存量(GJ/年)} = \text{バイオマス発生量(t/年)} \times \text{低位発熱量(GJ/t)}$$

農業系その他・家畜ふん尿・汚泥・食品系

$$\begin{aligned} \text{賦存量(GJ/年)} = & \text{バイオマス発生量(t/年)} \times \text{固形物に対する有機物の割合(-)} \times \text{有機物分解率(-)} \\ & \times \text{投入・分解有機物あたりのメタンガス発生量(Nm}^3\text{-CH}_4\text{/t)} \\ & \times \text{メタンガス低位発熱量(GJ/Nm}^3\text{-CH}_4\text{)} \end{aligned}$$

表 4-10-2 推計に用いた諸元

項目		数値	単位	根拠等
バイオマス発生量		表 4-10-1 参照	DW-t/年	「バイオマス賦存量・利用可能量の推計」(NEDO)
低位発熱量	林地残材	18.1	GJ/t	
	切捨間伐材	18.1	GJ/t	
	果樹剪定枝	11.5	GJ/t	
	タケ	12.5	GJ/t	
	国産材製材廃材	18.1	GJ/t	
	外材製材廃材	18.1	GJ/t	
	建築廃材	18.1	GJ/t	
	新・増築廃材	18.1	GJ/t	
	公園剪定枝	11.5	GJ/t	
	稲わら	13.6	GJ/t	
	もみ殻	14.2	GJ/t	
	ススキ	13.6	GJ/t	
固形物に対する有機物の割合	農業系その他	0.75	-	
	肉用牛ふん尿	0.82	-	
	下水汚泥(濃縮汚泥)	0.77	-	
	し尿・浄化槽余剰汚泥	0.75	-	
	食品加工廃棄物	0.20	-	
	事業系厨芥類	0.84	-	
有機物分解率	肉用牛ふん尿	0.40	-	
	下水汚泥(濃縮汚泥)	0.52	-	
	し尿・浄化槽余剰汚泥	0.46	-	
	食品加工廃棄物	0.80	-	
	家庭系厨芥類	0.84	-	
	事業系厨芥類	0.84	-	
投入・分解有機物あたりのメタンガス発生量	農業系その他*	400	Nm ³ -CH ₄ /t	
	肉用牛ふん尿	500		
	下水汚泥(濃縮汚泥)	620		
	し尿・浄化槽余剰汚泥	780		
	食品加工廃棄物	500		
	家庭系厨芥類	808		
	事業系厨芥類	808		
メタンガス低位発熱量	0.036	GJ/Nm ³ -CH ₄		

* 農業系その他については、投入有機物あたりのメタンガス発生量。

(2) 利用可能量

バイオマスエネルギーの利用可能量は、バイオマス発生量のうち有効利用分を除いた量（利用可能量）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することにより得られるエネルギー量に発電効率及びボイラ効率を乗じたエネルギー量としました。

表 4-10-3 バイオマスエネルギーの利用可能量

バイオマス種		利用可能量 (DW-t/年)	利用可能量(GJ/年)	
			発電	熱利用
木質系	林地残材	12	55	189
	切捨間伐材	28	129	438
	果樹剪定枝	21	59	201
	タケ	0	0	0
	国産材製材廃材	189	853	2,901
	外材製材廃材	8	37	126
	建築廃材	676	3,058	10,397
	新・増築廃材	54	243	825
	公園剪定枝	69	198	674
	小計	-	4,633	15,751
農業系	稲わら	104	353	1,201
	もみ殻	14	50	170
	その他	80	215	774
	小計	-	618	2,145
草本系	ススキ	248	844	2,871
畜産系	肉用牛ふん尿	15	22	80
汚泥系	下水汚泥(濃縮汚泥)	0	0	0
	し尿・浄化槽余剰汚泥	2	5	17
	小計	-	5	17
食品系	食品加工廃棄物	34	24	87
	家庭系厨芥類	1,923	9,866	35,518
	事業系厨芥類	1,097	5,627	20,258
	小計	-	15,518	55,863
合計		-	21,640	76,727

資料:「バイオマス賦存量・利用可能量の推計」(NEDO)

【推計式】

木質系・農業残さ・草本系

利用可能量(GJ/年) = バイオマス利用可能量(t/年) × 低位発熱量(GJ/t) × 発電・ボイラ効率(-)

家畜ふん尿・汚泥・食品系

利用可能量(GJ/年) = バイオマス利用可能量(t/年) × 固形物に対する有機物の割合(-)
 × 投入・分解有機物あたりのメタンガス発生量(Nm³-CH₄/t)
 × メタンガス低位発熱量(GJ/Nm³-CH₄) × 発電・ボイラ効率(-)

表 4-10-4 推計に用いた諸元

項目	数値	単位	根拠等
バイオマス利用可能量	表 4-10-3 参照	DW-t/年	「バイオマス賦存量・利用可能量の推計」(NEDO)
発電効率	0.25	-	「新エネルギーガイドブック 2008」(NEDO)
ボイラ効率	0.90	-	「新エネルギーガイドブック 2008」(NEDO)

※ 低位発熱量、固形物に対する有機物の割合、有機物分解率、投入・分解有機物あたりのメタンガス発生量、メタンガス低位発熱量については、表 4-10-2 のとおり。