

II 群馬県における再生可能エネルギーの現状と課題

1 群馬県におけるエネルギーの状況

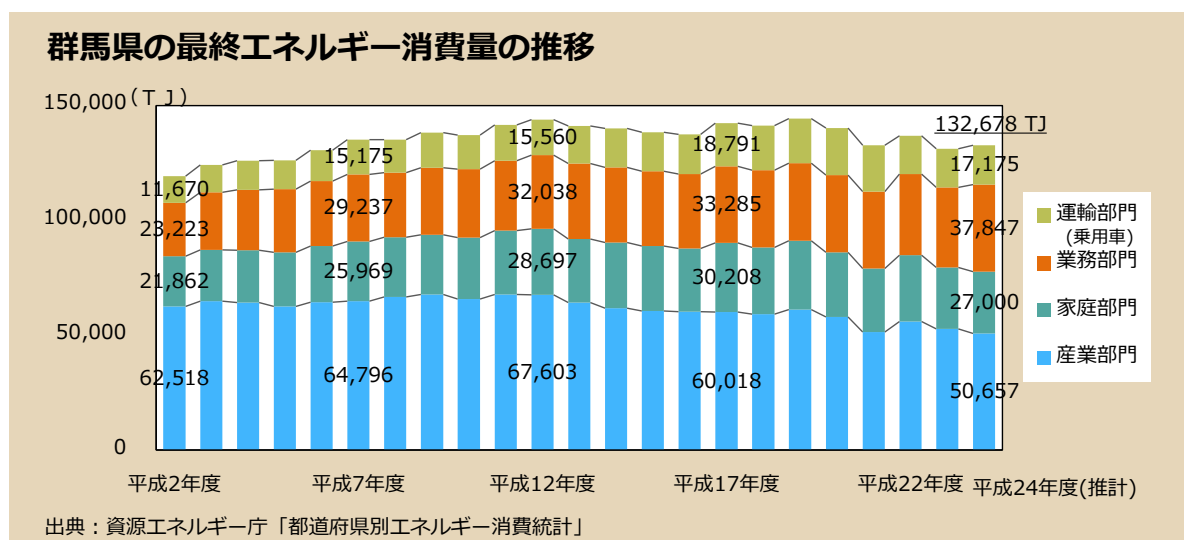
(1) エネルギー消費の状況

産業部門¹、民生部門（家庭部門²+業務部門³）、運輸部門⁴の各部門で実際に消費されたエネルギーの量（電力、石油、石炭、天然ガス等の合計）を「最終エネルギー消費量」と呼びます。

平成2（1990）年度以降の本県の最終エネルギー消費量⁵は、平成12（2000）年度まで増加を続けていましたが、以降は横ばいとなり、平成20（2008）年度以降は減少傾向にあります。

平成24（2012）年度⁶の最終エネルギー消費量は約13万TJ⁶（原油換算値で約342万kl）で、これは平成12年度に比べて約10%少ない値です。

最終エネルギー消費量の減少は特に産業部門において顕著で、平成24年度の産業部門の消費量（約5万TJ）は平成12年度から約25%減少しました。



平成24年度の本県の最終エネルギー消費量を部門別にみると、産業部門が約40%、民生部門が約50%（うち家庭部門が約20%、業務部門が約30%）、運輸部門が約10%となっており、全国と比較して民生部門の割合が高くなっています。

¹ 製造業、農林水産業、鉱業、建設業の合計。

² 自家用車を除く家庭の合計。

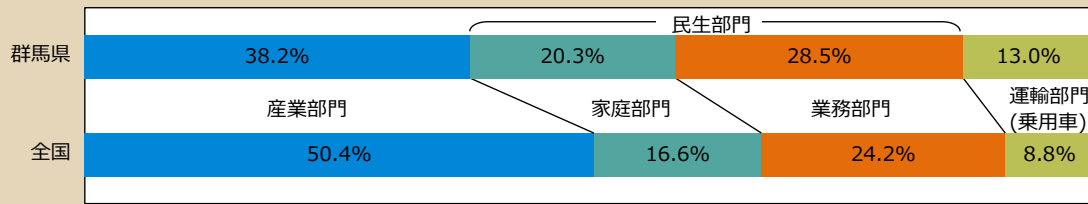
³ 企業の管理部門等の事務所・ビルや、第三次産業等の合計。

⁴ 自家用車を含む旅客、貨物の合計。

⁵ 資源エネルギー庁「都道府県別エネルギー消費統計」では、運輸部門は家計乗用車のみ対象としている。

⁶ エネルギー及び熱量の単位。1TJ（テラジュール）＝1兆J（ジュール）。

部門別最終エネルギー消費量(平成24(2012)年度)



出典：資源エネルギー庁「都道府県別エネルギー消費統計」（都道府県別統計では運輸部門は乗用車のみ対象）

(2) 電力消費と発電の状況

エネルギーのうち電力についてみると、県内の電力消費量は戦後の高度経済成長に伴って増加してきましたが、最終エネルギー消費量と同様に平成13(2001)年頃から横ばいとなり、近年は減少傾向にあります。

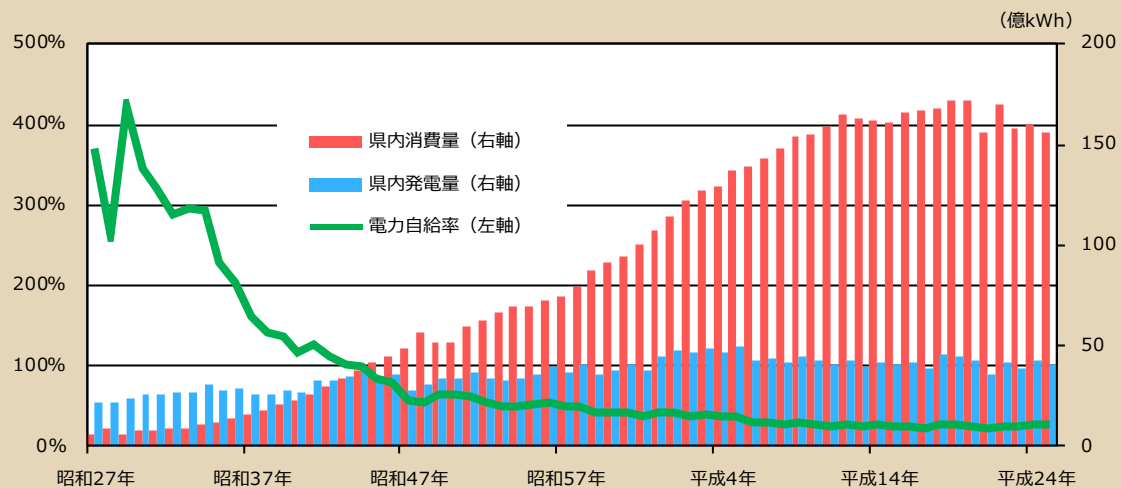
平成25(2013)年の県内電力消費量は約156億kWhで、最も多かった平成20(2008)年の約172億kWhから約9%減少しており、平成10(1998)年と同水準になっています。

一方、水資源に恵まれた本県では古くから水力発電が盛んで、首都圏の電力供給源として重要な役割を果たしてきました。

電力自給率（県内電力消費量に占める県内発電量¹の割合）は、昭和29(1954)年には400%を超えていましたが、電力需要の増加を受けて昭和44(1969)年には100%を割り込み、以降は発電量が電力消費量を下回っています。

平成25年の県内発電量は約40億kWhで、県内電力消費量156億kWhに対する電力自給率は約26%となっています。

群馬県の電力消費量・発電量・自給率の推移



出典：群馬県「群馬県統計年鑑」

¹ 東京電力株式会社、東京発電株式会社、群馬県企業局による発電量で、揚水発電を含む。

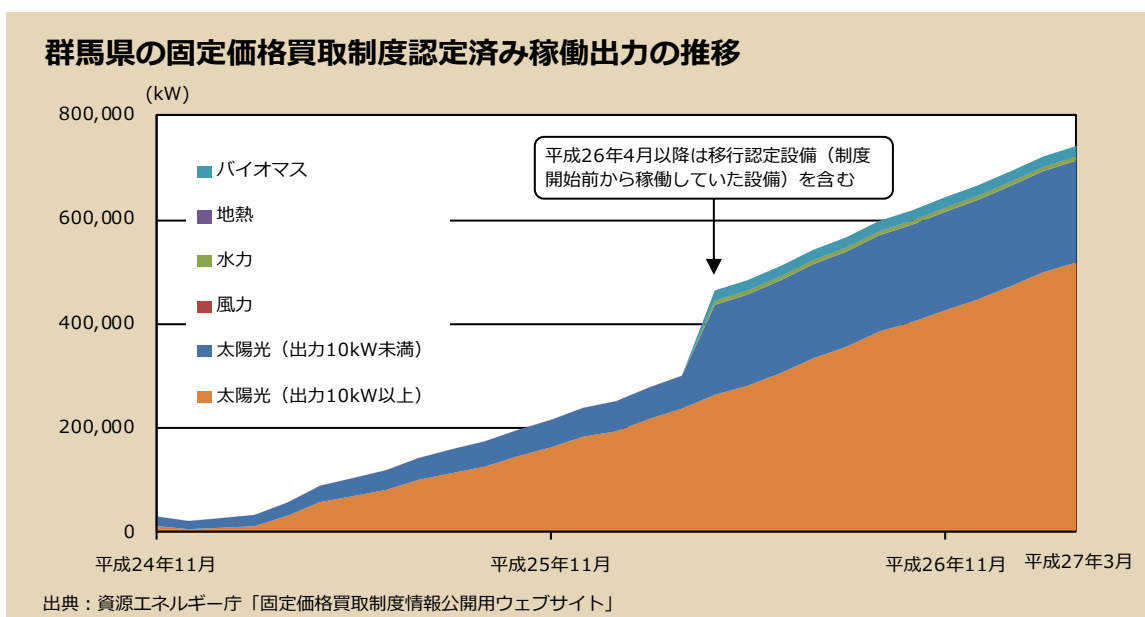
(3) 再生可能エネルギーの導入状況

再生可能エネルギーに対する関心が高まる中、平成 24(2012)年に開始された固定価格買取制度の後押しを受けて、県内でも再生可能エネルギーの導入が進んでいます。

中でも太陽光発電は、比較的場所を選ばずに容易に設置することが可能であるなどの理由により、急速に普及が進んでいます。

県内で固定価格買取制度の認定を受け、稼働している発電設備の設備容量は合計約 74 万 kW（平成 27(2015)年 3 月末現在）で、全国 12 位となっています。

また、同制度の対象とならない大型の水力発電設備や、認定を受けていない公共施設などの発電設備を加えると、設備容量は合計約 153 万 kW と推計されます。



群馬県の再生可能エネルギー導入状況（平成27(2015)年3月末現在）

エネルギー種別	設備容量 (kW)	発電量 (kWh/年)
太陽光発電	716,829	799,176,000
住宅用（出力10kW未満）	195,761	205,784,000
公共施設	10,108	11,511,000
県	3,251	3,702,000
市町村	6,857	7,809,000
事業用	510,960	581,881,000
事業所等（出力10kW以上1,000kW未満）	402,508	458,376,000
大規模発電（出力1,000kW以上）	108,452	123,505,000
小水力発電（出力1,000kW以下）	7,678	40,356,000
バイオマス	33,264	146,692,000
メタン発酵	430	3,013,000
木質	13,965	97,867,000
一般廃棄物・その他	18,869	45,812,000
風力発電	340	596,000
小計（※1）	758,111	986,820,000
大規模水力発電（出力1,000kW超）（※2）	777,360	3,093,570,000
合計	1,535,471	4,080,390,000

出典：資源エネルギー庁「固定価格買取制度情報公開用ウェブサイト」、環境エネルギー課調査ほか

※1 発電量は環境エネルギー課による推計値（一般廃棄物の数値はバイオマス比率を考慮）

※2 発電量は平成24～26年度の平均値

※ 水力発電は揚水発電を含まない

2 再生可能エネルギー資源の状況

本県では前述のとおり、首都圏の水がめとして水資源に恵まれた環境を活かした水力発電が盛んに行われてきました。ほかにも、全国有数の日照時間を誇っていること、関東一の森林面積を有することなどにより、各種の再生可能エネルギー資源が豊富に存在しています。

ここでは、本県に存在する再生可能エネルギーの導入ポテンシャル¹について、環境省の報告書等に基づいて整理します。

本県の再生可能エネルギーの導入ポテンシャルは下表のとおりで、設備容量にして合計約 900 万 kW と推計されます。

なお、風力及び地熱発電の導入ポテンシャルについては、技術の進展など、設定する条件によって推計結果が大きく変わることから、今回は算定せず、今後精査していくこととします。

群馬県の再生可能エネルギー導入ポテンシャル

【電力】

エネルギー種別	設備容量 (万kW)	発電量 (億kWh/年)
太陽光発電	867.0	94.5
公共系等	380.0	43.3
住宅用等	487.0	51.2
小水力発電	29.5	15.5
河川部（既設控除）	29.3	15.4
農業用水路	0.2	0.1
バイオマス発電	5.2	3.6
木質バイオマス	4.7	3.3
畜産バイオマス	0.5	0.3
合計	901.7	113.6

【熱利用】

エネルギー種別	導入ポテンシャル (億MJ/年)
太陽熱利用	106
地中熱利用（ヒートポンプ）	261

（出典及び算定方法は次頁以降のとおり）

¹ 地形、法規制、土地利用など種々の制約による設置の可否を考慮した理論上のエネルギー資源量。採算性などエネルギー事業としての成立要件を考慮していない。

【再生可能エネルギー導入ポテンシャルの出典及び算定方法について】

1 出典について

(1) 太陽光発電、小水力発電、太陽熱利用、地中熱利用

環境省「再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書」（平成 22 年度）及び「再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書」（平成 23、24、25 年度）から引用。

なお、当該報告書は年度ごとに対象エネルギー種別を変えながら精緻化を重ねる手法を取っているため、上の表では以下の各年度報告書の数値を用いている。

- 平成 22 年度：小水力発電（農業用水路）
- 平成 23 年度：小水力発電（河川部（既設控除））
- 平成 24 年度：太陽光発電（公共系等）
- 平成 25 年度：太陽光発電（住宅用等）、太陽熱利用、地中熱利用

(2) バイオマス発電

群馬県「平成 26 年版群馬県森林林業統計書」、「木質バイオマス流通効率化促進事業検証報告書」（平成 26 年度）、「平成 27 年版木材需給の現況」、「群馬県家畜排せつ物利用促進計画」（平成 20 年度）、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「新エネルギーガイドブック 2008」、内閣官房国家戦略室「コスト等検証委員会報告書」（平成 23 年度）

2 算定方法について

(1) 太陽光発電

ア 公共系等

公共系建築物、発電所・工場・物流施設、低・未利用地、耕作放棄地を対象に、次の算式により算定。

設備容量 = (建築面積あるいは延床面積) × 設置係数 (※ 1) × 設置密度 (※ 2)
※ 1 太陽光パネルの設置可能面積を求めるため、施設分類毎に算定。
※ 2 単位面積当たりの出力として、 $0.0667\text{kW}/\text{m}^2$ (= $15\text{ m}^2/\text{kW}$) を採用。

イ 住宅用等

商業系建築物（商業施設、宿泊施設）、住宅系建築物（戸建住宅、共同住宅、オフィスビル）を対象に、次の算式により算定。

設備容量 = (建築面積あるいは延床面積) × 設置係数 × 設置密度 (※ 3)
※ 3 単位面積当たりの出力として、戸建住宅以外は $0.0667\text{kW}/\text{m}^2$ (= $15\text{ m}^2/\text{kW}$)、戸建住宅は $0.1\text{kW}/\text{m}^2$ (= $10\text{ m}^2/\text{kW}$) を採用。

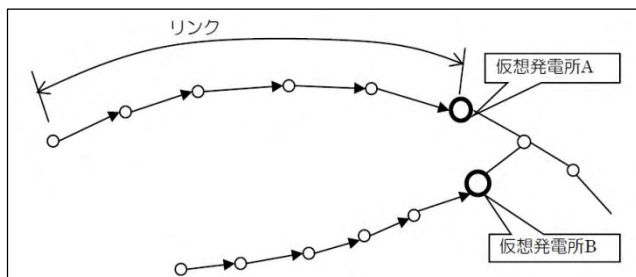
(2) 小水力発電

河川や農業用水路の分流点及び合流点を結ぶ流路（「リンク」と呼ぶ）の上端で取水し、下端に発電装置（「仮想発電所」と呼ぶ）を設置したと仮定した場合の、仮想発電所における賦存量（設備容量）を算定。

上記で作成した賦存量マップに開発不可条件を重ね合わせ、設置可能な仮想発電所の設備容量を算定。

【開発不可条件】

- ・自然条件：最大傾斜角 20 度以上
- ・社会条件 [法制度等]：国立・国定公園（特別保護地区、第 1 種特別地域）、県立自然公園（第 1 種特別地域）、原生自然環境保全地域、自然環境保全地域、鳥獣保護区



- のうち特別保護地区、世界自然遺産地域
- ・経済条件：発電単価 500 円/ (kWh/年) 以上。設備利用率 60%の場合は、建設単価 260 万円/kW に相当

(3) バイオマス発電

ア 木質

人工林における 1 年間の森林資源の成長量を基に、次の算式により、木材の品質分類 (A材～D材) ごとにエネルギー利用可能量を算出した上で、年間発電量及び設備容量を算定。

$$\text{年間エネルギー利用可能量 (材積)} = \Sigma ($$

$$\begin{aligned} & \text{A材利用可能量} = \text{成長量} \times \text{出材率} \times \text{A材率} \times \text{製材残材率} - \text{エネルギー以外の利用,} \\ & \text{B材利用可能量} = \text{成長量} \times \text{出材率} \times \text{B材率} \times \text{製材残材率} - \text{エネルギー以外の利用,} \\ & \text{C材利用可能量} = \text{成長量} \times \text{出材率} \times \text{C材率} - \text{エネルギー以外の利用,} \\ & \text{D材利用可能量} = \text{成長量} \times \text{非出材率} \end{aligned}$$

$$)$$

- ※ 成長量は、群馬県森林林業統計書から引用。
- ※ 木質バイオマス流通効率化促進事業調査結果を参考に、出材率 60%、A・B材率 60%、C材率 40%、製材残材率 40% (製材歩止 60%) と仮定。
- ※ エネルギー以外の利用量は、木材需給の現況から引用。

$$\text{発電量} = \text{エネルギー利用可能量} \times \text{単位発熱量} \times \text{発電効率}$$

- ※ 単位発熱量は、新エネルギーガイドブック 2008 から引用。
- ※ 発電効率は、コスト等検証委員会報告書のモデルプラント諸元に準じ 20%と仮定。

$$\text{設備容量} = \text{発電量} \div 365 \text{ 日} \div 24 \text{ 時間} \div \text{設備利用率 } 80\%$$

イ 畜産

1 年間の家畜排せつ物の発生量 (平成 27 年度見込み量) を基に、次の算式により、畜種 (乳用牛、肉用牛、豚、採卵鶏、ブロイラー) ごとに年間エネルギー利用可能量を算出した上で、年間発電量及び設備容量を算定。

$$\text{年間エネルギー利用可能量 (重量)} =$$

$$\text{家畜排せつ物発生量} - (\text{肥料としての農業利用供給量} + \text{発酵過程等の減量})$$

- ※ 発生量、肥料供給量、発酵減量は、群馬県家畜排せつ物利用促進計画から引用。
- ※ 畜種ごとのエネルギー利用可能量は、畜種ごとの発生量の割合により按分。

$$\text{発電量} = \text{エネルギー利用可能量} \times \text{畜種別ふん尿重量当たりバイオガス発生量}$$

$$\times \text{メタンガス含有率} \times \text{メタン発熱量} \times \text{発電効率}$$

- ※ 発電効率を含む諸係数は、新エネルギーガイドブック 2008 から引用。

$$\text{設備容量} = \text{発電量} \div 365 \text{ 日} \div 24 \text{ 時間} \div \text{設備利用率 } 80\%$$

(4) 熱利用

太陽熱は給湯、地中熱は空調 (冷暖房) に利用すると仮定。
電気エネルギーと異なり輸送が容易ではないことから、500mメッシュ単位の利用可能量 (太陽熱、地中熱) と熱需要 (給湯、空調) をそれぞれ求め、給湯需要を太陽熱利用可能量の上限、空調需要を地中熱利用可能量の上限としてメッシュ単位の導入ポテンシャルを算定。

ア 太陽熱利用

戸建住宅、共同住宅、宿泊施設、医療施設、余暇・レジャー施設を対象に、次の算式

により算定。

利用可能熱量＝設置可能面積×平均日射量×換算係数×集熱効率×365日
メッシュ単位の導入ポテンシャル＝（メッシュ単位の利用可能熱量とメッシュ単位の
給湯熱需要量のいずれか少ない方）

※ 設置可能面積は、施設分類ごとに建築面積あるいは延床面積、設置係数等を用いて算定。

イ 地中熱利用

全建物を対象に、次の算式により算定。

利用可能熱量＝採熱可能面積×採熱率×地中熱交換井の密度×地中熱交換井の長さ×
年間稼働時間×補正係数

メッシュ単位の導入ポテンシャル＝（メッシュ単位の利用可能熱量とメッシュ単位の
空調熱需要量のいずれか少ない方）

※ 採熱可能面積は、建築面積と同等とする。

3 再生可能エネルギーの特色、群馬県の地域特性

(1) 太陽光（発電・熱利用）

特長 ○消費地に近い場所で中小規模の発電・熱供給を行うことが可能で、個人でも取り組める分散型エネルギー

○小型・分散電源の場合は電力系統¹への負担が小さく、非常用電源としても利用可能

○昼間の電力ピーク需要を補うことができる

課題 △設備価格の低下が進んでいるものの、依然として導入コストが高い

△出力が不安定であり、大規模な太陽光発電は出力変動が電力系統に負担を与えるおそれがある

△地域住民の理解や自然環境への配慮、災害を未然に防止するための対策が求められる

△太陽光パネルの適正な処分、リサイクルシステムの構築が必要

《本県の特性》

内陸型の気候で晴天の多い本県は、全国でも有数の日照時間を誇っています。また、全国平均よりも一戸建て住宅の割合が高いこと、平地では冬でも降雪が少ないことなど、太陽光発電の普及にとって好条件が揃っています。

¹ 発電所から変電所や送電線等を通じて需要家に至る、電力供給のネットワーク。出力変動の大きい発電設備が電力系統に多く接続されると、電力の需給バランスが崩れ、電力供給に支障をきたすおそれがあるため、需給を調整する対策が必要となる。

(2) 小水力（発電）

- 特長**
- 渇水の問題を除けば、電力の供給安定性に優れている
 - 運転コストが低く、ベースロード電源としての役割が期待される
 - 流れ込み式水力発電¹は既存の河川や農業用水路を利用でき、環境への影響が比較的少ない

- 課題**
- △ 発電適地の選定が容易ではなく、長期間の流量調査等が必要
 - △ 未開発地点の多くは奥地化、小規模化により開発コストが上がると見込まれるため、低コスト化に向けた技術開発が求められる
 - △ 水利権など水の利用等に関する地元調整が必要
 - △ 高いイニシャルコストを長い事業期間で回収するため、そのリスクから資金調達が容易ではない

《本県の特性》

利根川の源流を持ち、首都圏の水がめとして豊富な水資源に恵まれていること、山間部には急峻な地形が広がっていることなどを背景に、本県では大規模な水力発電所が数多く作られてきました。

小水力発電は低落差、少水量でも発電が可能なおことから、今後は山間部の小河川や平地に張り巡らされた農業用水路など、これまで活用されてこなかったエネルギーの掘り起しが期待されます。

(3) バイオマス（発電・熱利用）

- 特長**
- 地域内の資源を活用することで、新たな産業や雇用の創出など、地域活性化が期待できる
 - 燃料を安定的に確保できれば、出力変動が小さく、稼働率が高い安定電源になる
 - 発電時に生じる余剰熱も暖房等に用いることができ、採算性の向上につながる
 - 未利用資源を有効活用する循環型社会の形成につながる

- 課題**
- △ 地域の資源量やエネルギー需要に応じた発電形態（小規模型、熱電併給型²、自家消費型など）が求められる
 - △ 燃料や技術が多種多様で、それぞれに出力調整の容易さなどが違うため、各バイオマスの特長を踏まえた導入が必要

¹ 河川や用水を流れる水を貯めることなく、そのまま使用する発電方式。

² 発電の際に生じる廃熱を回収して、暖房や給湯などの熱供給を同時に行うエネルギー供給システム。コージェネレーションともいう。

①木質バイオマス（発電・熱利用）

- 特長** ○薪炭材として古くから利用されてきた
○林地残材¹等の未利用材に新たな価値を生むことで、雇用や所得機会の創出、林業の活性化、森林の整備・保全につながる
- 課題** △燃料となる木材の安定供給体制の構築が必要
△発電コストに占める燃料費の割合が大きいため、その低減には原料の搬出、運搬、加工を含めたサプライチェーン全体の効率化が必要

②畜産バイオマス（発電・熱利用）

- 特長** ○家畜排せつ物を有効活用することで、悪臭や水質汚染の防止に貢献できる
○農家に新たな収益が生まれることで、農業の発展につながる
- 課題** △発酵過程で発生する消化液²や、熱の需要先を確保するなど、地域一体となった取組が必要
△発電コストに占める設備費の割合が大きいため、高い初期コストへの対応が求められる

《本県の特性》

県土面積の3分の2が森林である「関東一の森林県」であり、畜産業や食品加工業が盛んな本県は、豊富なバイオマス資源に恵まれています。一方で、木材価格の低下に伴って間伐が十分に進まない地域があることや、余剰堆肥の処理などが課題となっています。

バイオマス発電は間伐材や家畜排せつ物を燃料とするので、本県においては相当な燃料供給量が見込まれるだけでなく、こうした課題の解決を通じて森林の保全、林業の活性化、農村環境の改善などの多面的な効果が期待されます。

(4) 風力（発電）

- 特長** ○大規模に開発できれば発電コストが低く、経済性が確保できる
- 課題** △国内の発電適地は、北海道と東北地方の一部に偏在している
△気象条件により出力が変動するため、電力系統への負担が大きい
△大規模な開発には環境アセスメントが必要で、手続きに3～4年程度かかる
△諸外国と比較すると高コストで設備利用率が低いため、大型化・発電効率向上に向けた技術開発が求められる

¹ 立木を丸太にする際に出る枝葉や搬出されなかった間伐材など、森林内に放置される残材。

² 生ふん尿を発酵処理し、メタンガスを取った後に残る液体。窒素やカリウム等の成分に富むため液肥として農業利用できるが、そのような利用ができない場合は、薬品による浄化処理を行う必要がある。

《本県の特性》

全国と比較すると風力発電の導入ポテンシャルは低く、また、風が一定以上の強さで安定して吹く地域は、北部県境の山間部に限られることが分かっています。こうした地域は施工難易度及び土地利用規制の面から、直ちに発電所を建設することが容易ではないのが現状です。

(5) 地熱（発電・熱利用）

- 特長**
- 浴用のために既に汲み上げている温水を、建物の空調や温室栽培に有効活用できれば、地域活性化にも貢献できる
 - 源泉温度が高い温泉については、入浴に適する温度との温度差で発電できる可能性がある
 - 長期的には発電コストが低く、設備利用率が高い
 - 発電後の熱水利用など、エネルギーの多段階利用も可能
- 課題**
- △小規模な温泉発電については、採算性が確保できるレベルで安定的に運用できるか不確定な部分がある
 - △大規模な開発には環境アセスメントが必要で、手続きに3～4年程度かかる
 - △温泉事業者や自然保護団体などの理解促進、合意形成が必要

《本県の特性》

高温熱源（120℃以上）の分布地域は県北西部の一部に限られ、近隣では温泉による観光が主要な産業となっているため、開発には慎重な対応が求められます。また、低温熱源（53-120℃）は北西部及び中央部に広く分布していますが、低温熱源の事業採算性は低く、活用が進んでいません。