



5. 奈良市の再生可能エネルギー導入ポテンシャル

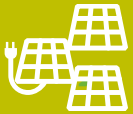
1 再生可能エネルギーについて

(1) 再エネとは




再エネとは、自然界に常に存在し繰り返し使えるエネルギーのことであり、化石燃料とは異なり枯渇せず繰り返し利用することができるため、発電時に CO₂を過剰に排出しません。

本戦略で取り扱う再エネには、具体的に次のようなものがあります。

表 7 本戦略で取り扱う再エネの概要

再エネ種別	特徴	メリット
		デメリット
 <p>① 太陽光発電</p>	<p>太陽光発電は、シリコン半導体等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太陽電池（半導体素子）により直接電気に変換する発電方法。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 家庭の屋根や狭いスペースでも導入可能 • 他の再エネと比較して導入コストが安価 • 営農型太陽光発電（ソーラーシェアリング）、ソーラーカーポートといった他の土地利用との併用が可能
		<ul style="list-style-type: none"> • 天候や時間によって発電量が不安定 • 周囲の環境（建造物や土地の向き）によって発電設備の導入が制限される • 景観への影響や各種規制等により導入が制限される可能性がある • 発電設備の廃棄、リサイクルに関する技術が確立していない
 <p>② 中小水力発電</p>	<p>中小水力発電は、身近にある小さな水の流れを使って水車（タービン）を回し電気に変換する発電方法。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 基本的に落差や流量があれば場所を問わずに発電可能 • 自然条件や時間によらず一定量の電力を安定的に供給可能
		<ul style="list-style-type: none"> • 土砂や落ち葉等による動作不良の可能性がある • 河川の土地利用、水利権の調整等が必要



再エネ種別	特 徴	メリット
		デメリット
 <p>③風力発電</p>	<p>風力発電は、風の力を利用して風車を回し、風車の回転運動を、発電機を通じて電気に変換する発電方法。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 他の再エネと比較しても発電コストが低い • 発電効率が低い
		<ul style="list-style-type: none"> • 風の強さや有無によって発電量が不安定 • 発電設備が景観に影響を及ぼす • 発電には一定以上の風速が必要であり、設備導入場所が限定的 • 発電時の「風切り音」という騒音が発生する
 <p>④木質バイオマス</p>	<p>木質バイオマスは、樹木由来の生物資源のことで、林地残材や間伐材、製材端材、剪定枝、建築廃材等を焼却することで発生する熱の利用やタービンを回す発電方法。</p> <p>光合成によって CO₂を吸収して成長するバイオマス資源を燃料とした発電は CO₂を排出しないものとして考えられる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 廃棄物となる木材資源の活用が可能 • 森林の適切な整備、山村地域の活性化への寄与 • 資源量、エネルギー需要量に応じた設備導入の検討が可能
		<ul style="list-style-type: none"> • 発電効率が低い • 製紙や建材等、他の用途と資源が競合する可能性がある • 燃料材の確保、運搬体制の確立が必要
 <p>⑤廃棄物バイオマス</p>	<p>廃棄物バイオマスは、バイオマスのうち廃棄物として排出されるバイオマスのことで、堆肥や飼料、電気等へのエネルギー利用ができる。</p> <p>廃棄物処理にともなう発電もバイオマス由来とみられ、廃棄物処理施設における発電は CO₂を排出しないものとして考えられる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 廃棄物処理の過程から付加的なエネルギーを生み出す • 自然環境に左右されにくい
		<ul style="list-style-type: none"> • 発電設備導入に大きなコストが必要 • 発電効率が課題



(2) 再エネ導入ポテンシャルとは

再エネ導入の検討のためには、市内の再エネ導入ポテンシャルを把握する必要があります。再エネ導入ポテンシャルとは、全自然エネルギーのうち、技術的に利用が困難な自然エネルギーを除外し、なおかつ法令や土地の制約により設備の導入が困難なものを除いたエネルギー資源量を指します。

本調査では、環境省「再生可能エネルギー情報提供システム」(以下、REPOS という) の情報を基に追加的に推計を加えた結果を示し、本市のゼロカーボンに向けた再エネ導入の検討の基礎とします。

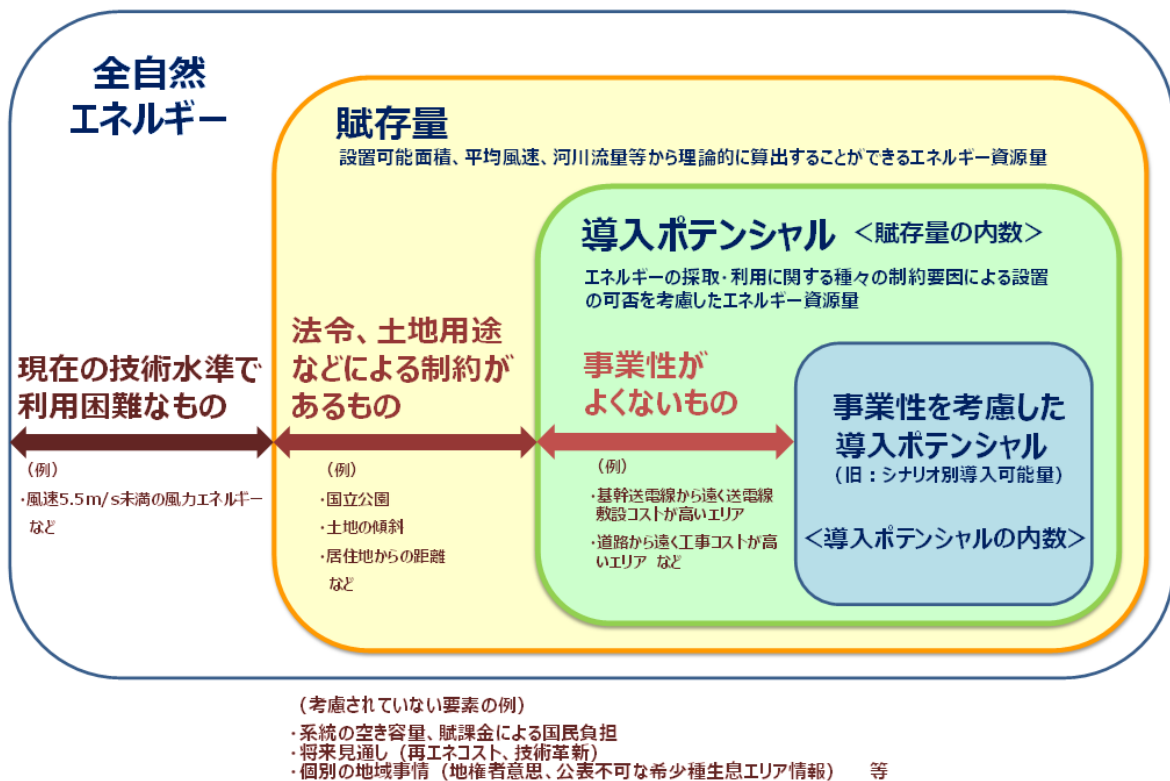


図 26 再エネ導入ポテンシャルについて

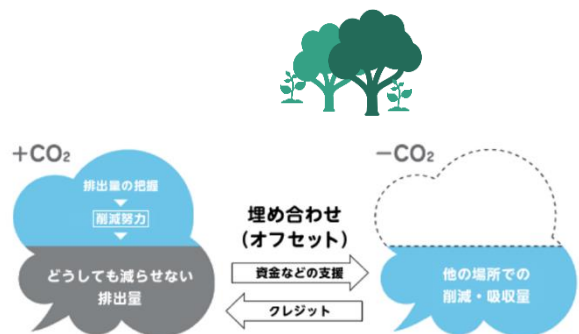
出典) 環境省 REPOS



カーボンオフセットとは？

カーボンオフセットとは、温室効果ガスの排出について、まずできるだけ排出量が減るよう努力し、どうしても排出される温室効果ガスについて、排出量に見合った温室効果ガスの削減活動に投資すること等により、排出される温室効果ガスを埋め合わせするという考えです。

カーボンオフセットに用いる温室効果ガスの排出削減量・吸収量を、信頼性のあるものとするため、「J-クレジット制度」等により国内の排出削減活動や森林整備によって生じた排出削減・吸収量が認証されています。



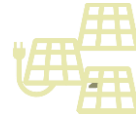
出典) 環境省 HP



2 発電種別の再生可能エネルギー導入ポテンシャル

再エネポテンシャル①

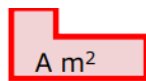
太陽光発電



ポテンシャル把握方法

住宅地図データや農地の GIS データから建物別（住宅、公共施設、商業施設、工場等）、土地区分別（田、畑、荒廃農地、ため池等）の面積を求め、それぞれの設置可能面積係数と単位面積当たりの設備容量、地域別発電係数を乗じて算出します。また、自然公園等の法制度や、歴史的風土特別保存地区などの制限区域などを勘案し、ポテンシャルを算出します。

建物ポリゴン



農地筆ポリゴン

図 28 太陽光発電ポテンシャル把握のイメージ

出典) 環境省 REPOS

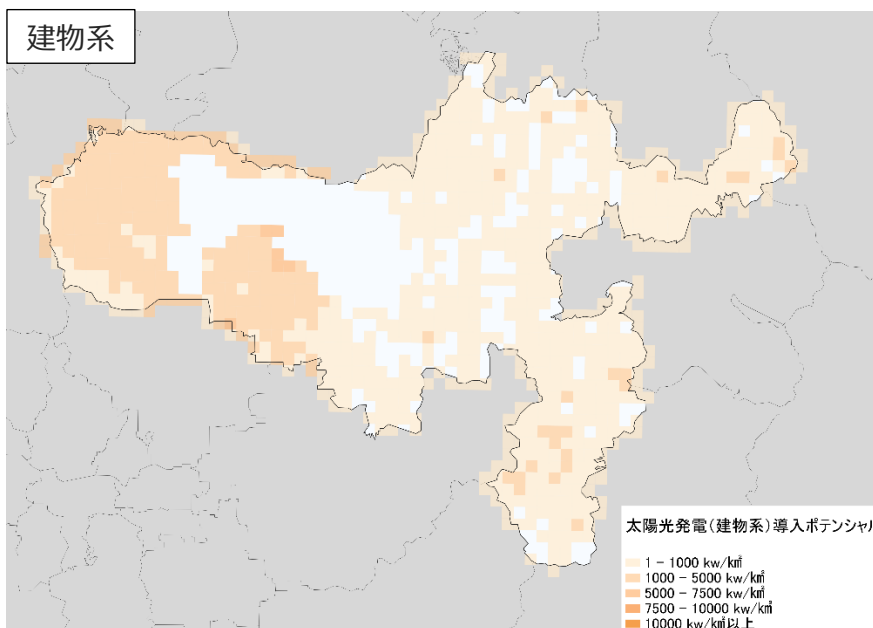
導入ポテンシャル

計 1,751,854MWh/年

(設備容量: 1,723MW

[建物系: 1,180MW、土地系: 543MW])

本市におけるポテンシャルマップ(建物系)





本市におけるポテンシャルマップ(土地系)

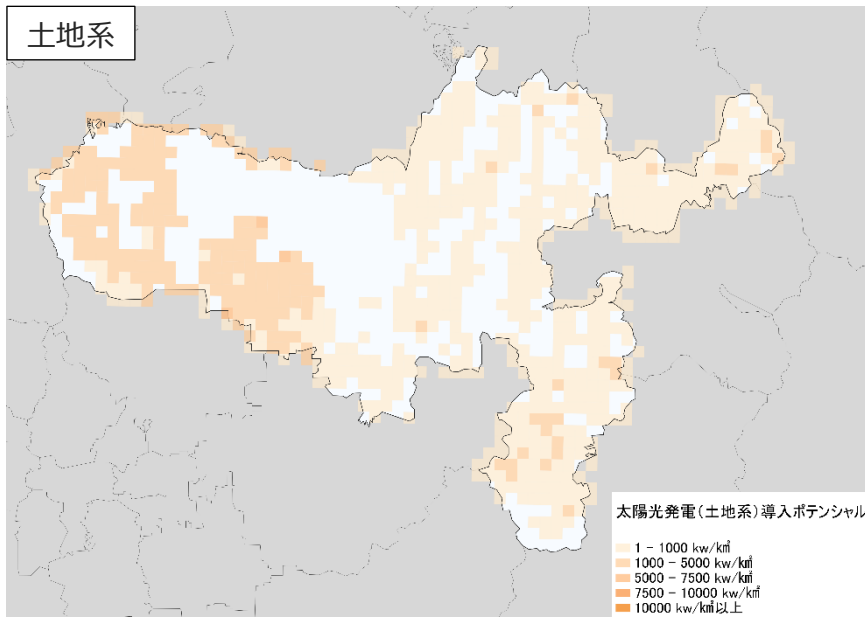


図 29 太陽光発電導入ポテンシャルマップ

出典) 環境省 REPOS

分析

本市の太陽光発電の導入ポテンシャルは 1,723MW で、年間発電量にすると約 175 万 MWh です。これは約 43 万 5 千世帯分の年間消費電力に相当します。⁵

ポテンシャルマップを見ると特に市街地部分における建物系のポテンシャルが高い点が本市の大きな特徴といえます。また、本市の現状の排出量や、産業別のエネルギー利用の特徴をみても、家庭部門や、業務その他部門からの温室効果ガス排出量、エネルギー利用の割合が大きくなっていることから、太陽光発電の導入ポテンシャルにより家庭部門や業務その他部門のエネルギー需要に合わせた導入が可能と考えられます。

ポテンシャルが高い地域には文化財等の観光拠点も多くあり、景観等への配慮も不可欠となります。

導入可能な場所

建物の屋根への導入		屋根置き (公共施設)	
住宅の屋根への導入 	公共施設や商業施設等の屋根への導入 	ソーラーカーポート⁶ (公共施設・商業施設) 	ソーラーシェアリング⁷ (農業) 

⁵ 環境省「令和2年度 家庭部門のCO₂排出実態統計調査(確報値)」地方別世帯当たり年間電気消費量より近畿地方の世帯電気使用量を年間 4,025kWh として試算

⁶写真 出典: ソーラーカーポートの導入について(環境省)

⁷写真 出典: 営農型太陽光発電 高収益農業実証事業(農林水産省)



再エネポテンシャル② 中小水力発電



ポテンシャル把握方法

河川の合流点に仮想発電所を設置すると仮定します。全国約300の河川流量観測地点（国立、国定公園等を除く）の実測値から年間使用可能水量を推計し、仮想発電所毎にポテンシャルを算出します。

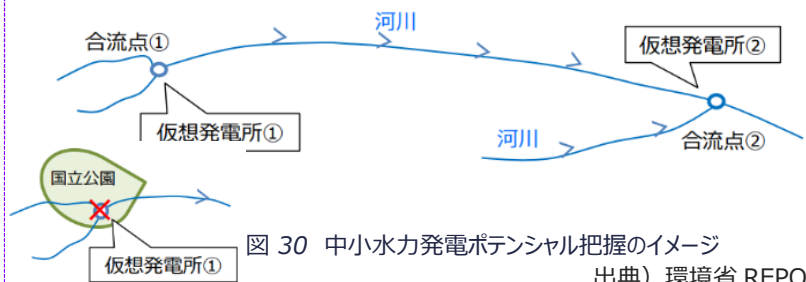


図 30 中小水力発電ポテンシャル把握のイメージ
出典) 環境省 REPOS

導入ポテンシャル

6,710MWh/年

(設備容量：1MW)

本市におけるポテンシャルマップ

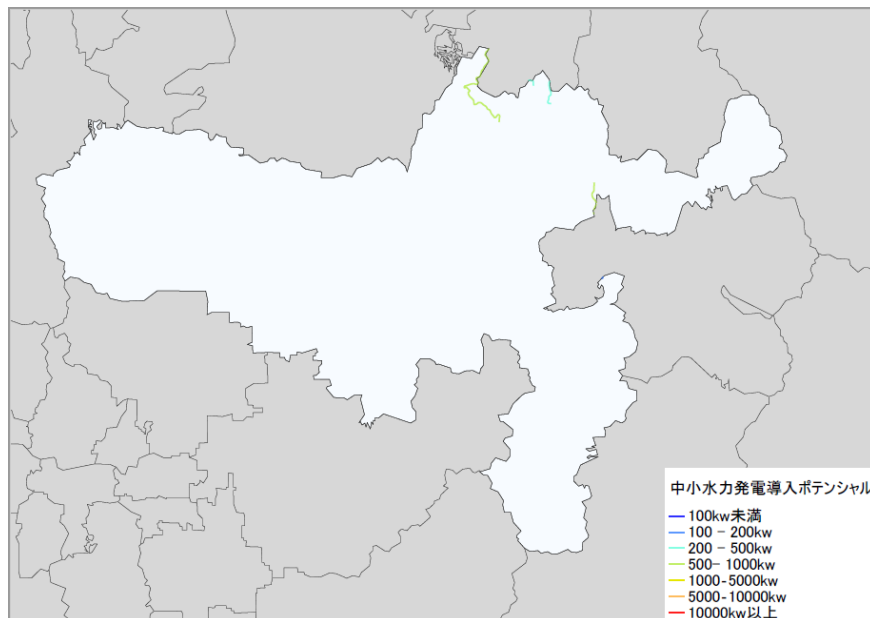


図 31 中小水力発電導入ポテンシャルマップ
出典) 環境省 REPOS



分析

本市の中小水力発電の導入ポテンシャルは 1MW で、年間発電量は約 6,710MWh です。

ポテンシャルマップを見ると、東部山間地域にある河川（白砂川、打滝川、布目川）に中小水力発電のポテンシャルがあることが分かります。東部山間地域に流れる河川は小規模であるが、高効率な水車などを使った発電設備によって十分な発電量を期待することが出来ます。

また、山間部の河川では流量が確保できれば中夜を問わず安定的に発電できることや、発電設備も小屋程度の大きさとなるため、景観に対する影響も少ないと考えられ、本市においては有力なポテンシャルと考えられます。しかし、水利権等の問題等もあるため、周辺住民や河川の管理者等との調整が必要となります。

導入可能な場所⁸

一般河川	砂防ダム、治山ダム	農業用水路	上下水道施設
			



白砂川発電所

わが国では、明治期に入って初めて電灯が普及してきました。以降、東京や大阪といった主要都市に次々と電灯会社が設立されていく中で、奈良の最初の電灯会社である奈良電灯株式会社が設立されたのは明治 27（1894）年のことでした。当初は石炭による火力発電によって電力を供給してきましたが、石炭価格の高騰などを背景に水力発電が主流になりました。

奈良では、奈良電灯の営業権を譲り受けた関西水力電気株式会社が木津川支流の布目川、白砂川にそれぞれ約 300 kW の発電所を作り、電力を供給していました。火力発電から水力発電へと転じたことにより、電灯料金も下がり、奈良における電灯普及に大きく寄与しました。

2つの発電所のうち、白砂川発電所は奈良市内にありましたが、現在は稼働しておらず、付近には当時の史跡が残っています（布目川発電所は京都府笠置町にあり、今も現役で稼働中）。

出典）奈良市史



⁸ 写真 出典）全国小水力利用推進協議会



再エネポテンシャル③

風力発電



ポテンシャル把握方法

全国を 500m メッシュ単位で区切り、高度 90m における風速が 5.5m 以上のメッシュをポテンシャルの対象とします。その上で国立、国定公園等の法制度や居住地からの距離、歴史的風土特別保存地区などの制限区域などを勘案し、算出します。



図 32 風力発電ポテンシャル把握のイメージ
出典) 環境省 REPOS

導入ポテンシャル

125,748MWh/年

(設備容量：64MW)

本市におけるポテンシャルマップ

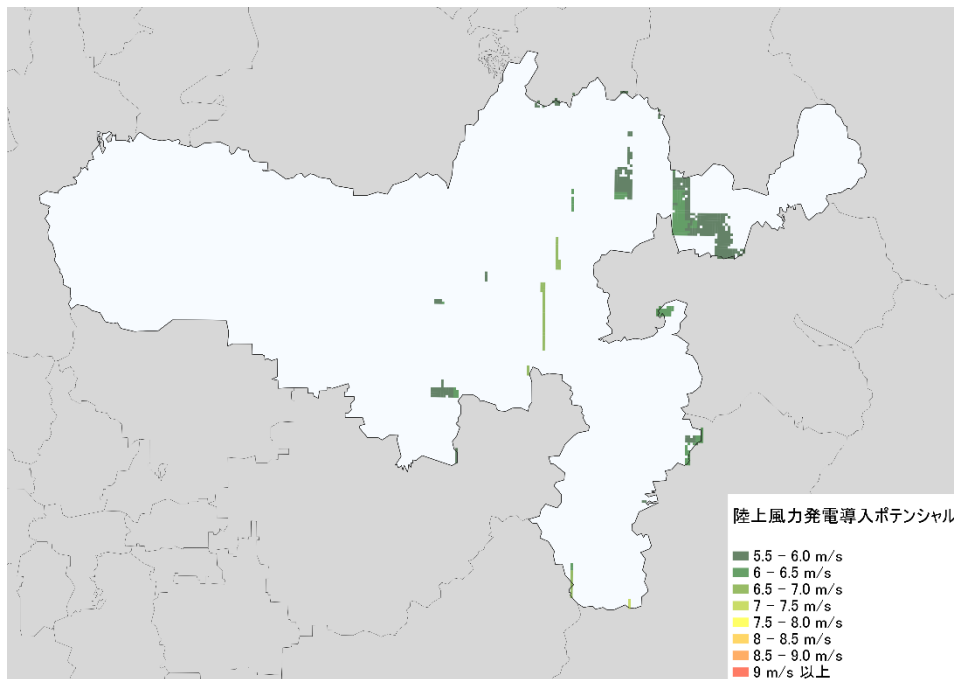


図 33 風力発電導入ポテンシャルマップ

出典) 環境省 REPOS



分析

本市の風力発電の導入ポテンシャルは 64MW で、年間発電量は約 125,748MWh です。

ポテンシャルマップを見ると、ポテンシャルのある地域は東部山間地域を中心に散在しています。しかし、ポテンシャルが高い地域には、月ヶ瀬地区等の自然保護公園や観光拠点である地域の一部も含まれているため、景観への影響や、居住地域から離れているため、系統連系等の課題が多く、大規模な風力発電設備の設置は難しいと考えられます。

優良事例

小型風力発電

風力発電機には、直径数十メートルの風車を回す大型の風力発電と、都市公園や山小屋、場合によっては一般ビルや住宅の屋根に載せて使用する小形の風力発電の大きく分けて 2 種類があります。

発電効率の高い大型風力発電は発電効率の高さが注目され、導入が広がってきていますが、導入場所に制約があるというデメリットもあります。一方、小型風力発電は設置場所の選択肢が広く、再生可能な自立分散電源として注目が集まっています。



出典) 環境省 HP



静岡市にある日本平動物園では、展望広場に小型の風力発電施設「風レンズ風車」を設置しています。「風レンズ風車」は、通常の風車よりも低騒音・高効率を実現する「集風レンズ効果」が特徴としてあり、日本平動物園では、発電された電力を活用し、地球環境問題と希少動物を関連付けて、楽しみながら学習できるプログラムをつくり、環境の意識啓発を実施しています。

出典) 静岡市 HP



再エネ賦存量④

木質バイオマス



賦存量把握方法

本市の山間部における未利用資源発生量、枝条発生量をエネルギー利用可能資源として推計します。なお、木質バイオマスでは法的規制等の考慮が難しいため、木質バイオマス賦存量を資源とした際のエネルギー利用の可能性について推計します。

林野庁が公表している「森林資源現況調査」、「森林・林業統計要覧」、「木材需給報告書」等を利用することで奈良県全体の賦存量について算出した後、森林面積により按分することで本市の木質バイオマスの賦存量について推計します。

導入ポテンシャル

13,667MWh/年

(設備容量：1,726MW)

分析

本市の木質バイオマスの導入ポテンシャルは1,726MWで、年間発電量は約13,667MWhです。

東部山間地域の森林には豊富な木質バイオマス資源が賦存しており、それらを利用した発電やボイラー設備による熱利用等が考えられます。現在でも一部では、薪ストーブが利用されており、木質バイオマスの利用がみられます。

しかし、大規模に資源を利用するためには、定期的に一定量の木材を山間部から伐採し発電設備やボイラーまで運搬する必要があります。伐採にあたる人員の確保や、木材の搬出・搬入路の整備、運搬された木材を資源として利用するための木質チップ、ペレット等へと加工する体制の確立等に課題があることから、ポテンシャルを最大限活用するためには、これらを踏まえて実現可能性調査を実施する必要があります。

本市におけるポテンシャル活用のイメージ

森林は、伐採し建築用材木や木製品等に利用されるとともに、光合成によって大気中のCO₂の吸収、固定を行います。そのため、木材はエネルギーとして燃やすと、CO₂が発生しますが、大気中のCO₂量には影響を及ぼさないカーボンニュートラルな特性があると考えられています。

本市の木質バイオマス利用としては、薪ストーブやボイラーなどで木質バイオマスを直接燃焼させて、暖房や給湯などの熱源に利用するほか、木質バイオマス発電設備による電力利用も考えられます。



出典) 福井県 HP



優良事例

温水プールにおけるチップボイラーの熱利用

岩手県雫石町では、温水プールにチップボイラーを導入し、2007年2月より利用を開始しています。重油ボイラー、ヒートポンプとの併用システムで、施設暖房、給湯、プールの加温などの用途に利用されています。

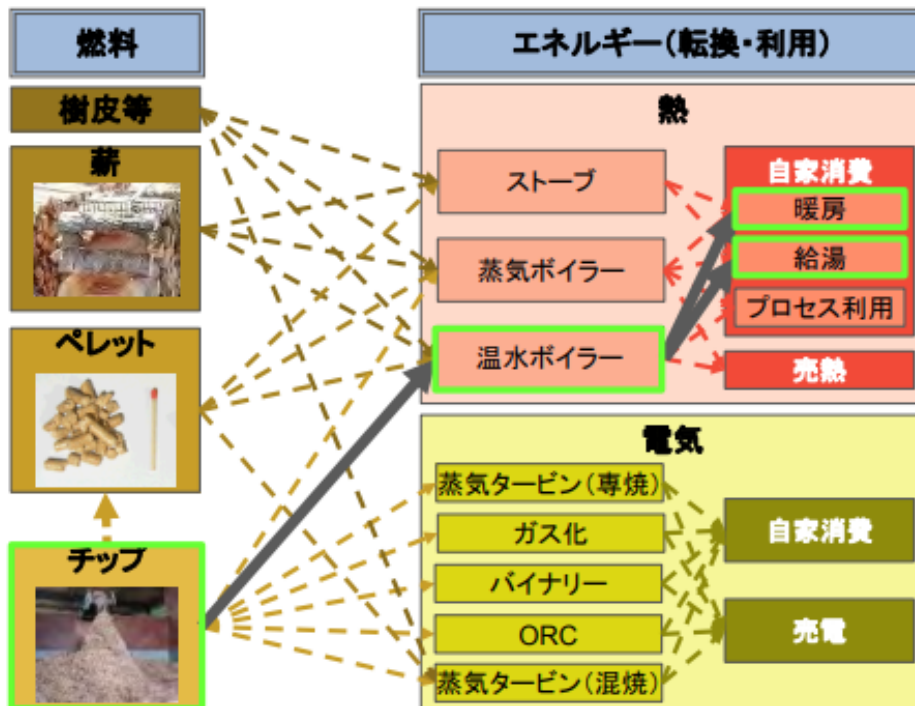
温水プール（50m×10コース、流水プール、幼児用プール）、トレーニングジム、ロビー等の設備に対し、200kWのチップボイラーを2機、100kWのチップボイラーを1機導入しています。チップは隣接する森林組合から供給を受け稼働しています。また、本施設には太陽光発電設備も併設しており、太陽光発電の電力は施設に供給し、照明やプールの過循環に利用しています。



写真：温水プール（左）、施設のロビーとパネルヒーター（右）



写真：ボイラー棟とサイロ（左）、ヒートポンプ（右）



出典）林野庁「木質バイオマスエネルギー利用事例集」



再エネポテンシャル⑤

廃棄物バイオマス



<p>ポテンシャル把握方法</p>	<p>本市の一般廃棄物の処理量や組成、ごみ質等のデータから、新クリーンセンターにおける発電量を発電電力が最大になる条件を仮定し、推計します。</p> <p>発電電力のうち新クリーンセンターの稼働に必要な電力量を差し引いた余剰電力を廃棄物バイオマスの再エネ導入ポテンシャルとします。</p>
<p>導入ポテンシャル</p>	<p>20,000MWh/年</p>

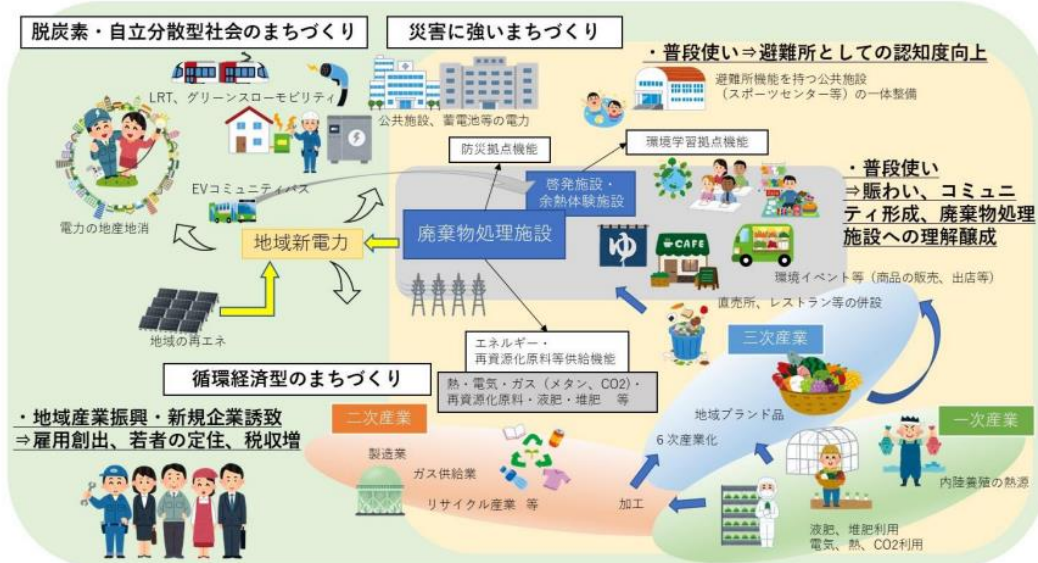
分析

現在多くの廃棄物処理施設では、その焼却の過程で発生する熱を利用し、発電を行っています。本市の現在のクリーンセンターには発電設備が導入されていませんが、新しく建設されるクリーンセンターには発電設備の導入を検討します。本市の廃棄物処理による発電量は 36,000MWh/年と考えられ、新クリーンセンターの施設稼働に必要なエネルギーを除いた余剰電力は、20,000MWh/年と考えられます。

廃棄物バイオマス発電は、私たちの生活に必要不可欠な廃棄物処理の過程で生み出される電力であり、得られた電力を近隣の公共施設や事業所等で利活用することで地域のゼロカーボンに大きく寄与すると考えられます。

本市におけるポテンシャル活用のイメージ

現在国では、多面的価値を創出する廃棄物処理施設整備の促進を進めており、廃棄物処理施設をこれまでの迷惑施設から、地域に貢献し、歓迎される施設へと転換していくことを目指しています。本市でも廃棄物処理技術の動向にも注視し、新クリーンセンターから得られたエネルギーを、再エネとして地域で地産地消をすることにより、地域に多面的な価値を創出するような方策を検討します。



出典) 環境省「多面的価値を創出する廃棄物処理施設整備促進ガイドンス」



優良事例

地域のエネルギー供給拠点化

Report 脱焼却。生ごみが新たな資源に 宮城県南三陸町のバイオガス施設

豊かな自然に囲まれ、地産地消の文化が根付く南三陸町。東日本大震災により大きな被害を受けましたが、復興とともに、**生ごみを資源に利用する取り組み**を進めました。2015年にはバイオガス施設「南三陸 BIO」が完成し、リサイクルへの大きな一歩を踏み出すことに。これまで不要だった**生ごみが100%、電力や農作物を育てる資源に生まれ変わり**、南三陸町を循環しています。



メタンガスに

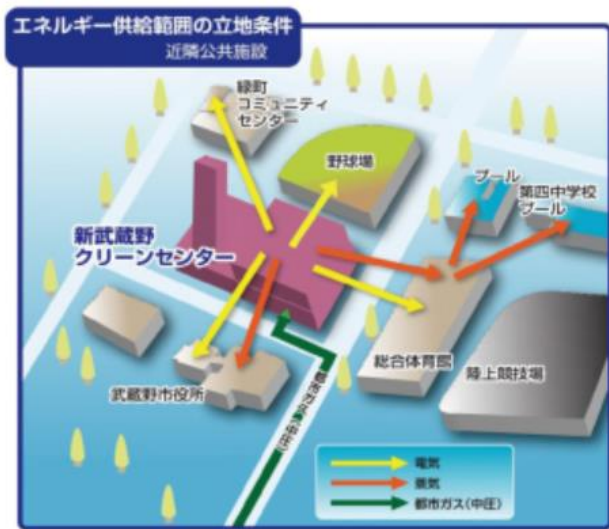
メタンガスは BIO の電力として使用し、余剰分は売電。液体肥料は誰でも使える肥料に。これで育てられたお米は、食の循環を表す「めぐりん米」と命名され、町民・観光客から高評価。

生ごみから新たな資源に



武蔵野クリーンセンターでは、焼却炉でゴミを燃やした熱を利用して、電気と蒸気を生み出し、クリーンセンター内で使用するほか、周辺公共施設にも供給しており、地域エネルギー供給拠点としての役割も担っています。さらに、災害に強い中圧ガス管から供給を受けているガスコージェネレーションを備え、ゴミ発電の補助装置としての機能、災害時の再稼働装置としての機能を持っています。

また、武蔵野クリーンセンターは、CEMS (Community Energy Management System) でエネルギー需要予測及びエネルギー供給計画を立て、需要実績を収集・分析することにより、エネルギーの最適管理を行っています。



出典) 武蔵野クリーンセンターHP



3 再生可能エネルギー導入ポテンシャルまとめ

ここまで整理した太陽光、中小水力、風力、木質バイオマス、廃棄物バイオマスの再エネ導入ポテンシャルについて、以下のように整理します。

再エネ種別	導入実績量	導入ポテンシャル量 ⁹
 ①太陽光発電	144,237 MWh/年	1,751,854MWh/年 うち建物系 1,047,765MWh/年 うち土地系 704,089MWh/年
	【分析】 市街地部分における建物系のポテンシャルに優れており、蓄電池と組み合わせて自家消費することで家庭部門や業務その他部門の主力電源となり得ます。	
 ②中小水力発電	0MWh/年	6,710MWh/年
	【分析】 東部山間地域に流れる河川は小規模であるが、高効率な水車などを使った発電設備によって十分な発電量を期待することが出来ます。	
 ③風力発電	0MWh/年	125,748MWh/年
	【分析】 ポテンシャルのある地域は東部山間地域に散在していますが、景観への影響や系統連系等の課題は多く、設置は難しいと考えられます。	
 ④木質バイオマス	0MWh/年	13,667MWh/年
	【分析】 ポテンシャルの大規模な活用には、木材の伐採における人員の確保や、切り出した木材の運搬体制の整備、木材をチップやペレットへと加工するための体制の確立等の課題が多く、ポテンシャルの活用は難しいと考えられます。	
 ⑤廃棄物バイオマス	0MWh/年	20,000MWh/年
	【分析】 新クリーンセンターにおける廃棄物処理によって得られる電力は、私たちの生活に必要な不可欠な廃棄物処理という行程で得られる電力であるため、導入の優先度は高く、得られた電力は近隣の公共施設や事業所等で利用することが考えられます。	

⁹ 既に導入済みの再エネを含む



再エネ設備の適切な導入について

近年、再エネ設備の価格の低下や、国が2012年7月から開始した固定価格買取制度（FIT制度）により、全国的にも太陽光発電をはじめとする再エネの導入が急速に拡大しています。また、全国的なゼロカーボンの機運の高まりもあり、温室効果ガスの削減に重要な要素となる再エネ導入は更なる広がりを見せると考えられます。

一方、導入された再エネ設備は近年、台風や積雪、豪雨等の自然事象による被害も発生しており、再エネ設備の導入の安全性に対する地域の懸念が高まっています。

地球温暖化の進展による気象災害の危機も高まる中、本市では、安全性も考慮した適切な再エネ導入を推進します。また、再エネ設備の導入は地域の景観や生態系にも影響を及ぼす可能性があるため、地域に配慮した再エネ導入に努めます。



三重県津市にある「メガソーラーはぎの」では近隣に住宅地があるため、自然災害に十分配慮した強度計算のもと、設計するとともに、災害による非常時を想定し、設備内に発電機・災害用備品・非常食等を設置しています。

また、設計段階から地域住民との協議の場を設け、反射光や配水等の問題をひとつひとつ解決しながら進めることにより、地域住民から信頼される発電所づくりを行いました。完成後も地域住民との定期的な意見交換会や施設見学会を開催する等地域に配慮した運営が行われています。



出典) 三重県「太陽光発電施設優良事例集」