# 津和野町地域再エネ導入戦略

## 『津和野町における森里川海連環ゼロカーボン事業』

# 報告書



令和4年9月

# 津和野町

本報告書は「（公財）日本環境協会から交付された環境省補助事業である令和３年度二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金（再エネの最大限の導入の計画づくり及び地域人材の育成を通じた持続可能でレジリエントな地域社会実現支援事業）により作成」されたものです。

# 津和野町地域再エネ導入戦略の策定にあたり



地球温暖化による気候変動が世界各地で甚大な災害をもたらすなど、人類の生活に重要な影響を及ぼし始めております。地球環境問題は、未来に向けて国際社会を構成する全人類に課せられた責任であるとも言えます。

国や島根県においては、2050 年までに二酸化炭素排出量実質ゼロを宣言しており、目標達成に向けた方針が示されている中、本町においても令和４年３月にゼロカーボンシティの実現に向けた取り組みを推進することを宣言いたしました。

本町ではこれまで、平成 28 年に美しい森林づくり条例を制定し、二酸化炭素の吸収及び貯蔵機能を持つ森林の整備を促進する取り組みをもとに、本年には、木質バイオマスガス化発電事業も開始されるなど、地球環境問題の解決に向けた取り組みを実施してまいりました。

この度、本町の脱炭素社会の実現に向けて、再生可能エネルギーの導入を推進する具体的な取り組みの方向性を示す、津和野町地域再エネ導入戦略『津和野町における森里川海連環ゼロカーボン事業』を策定いたしました。町民や関係機関の皆様と連携を図りながら、戦略に掲げた各施策を推進してまいりますので、皆様の一層のご理解とご協力をお願い申しあげます。

結びに、本計画の策定にあたりご尽力を賜りました津和野町地域再エネ導入戦略策定協議会の委員の皆様をはじめ、ご意見、ご提言をいただきました皆様に心からお礼を申しあげます。

令和４年９月

津和野町長　下森　博之

目　次

本編

１．基本的事項 ····· 2

２．津和野町の特徴 ····· 13
２．１　津和野町の現状 ····· 13
２．２　津和野町の林業と木質バイオマス利用に向けたこれまでの取組 ····· 20
２．３　津和野町のエネルギー消費状況 ····· 26

３．津和野町における再生可能エネルギーのポテンシャル ····· 27
３．１　対象とする再生可能エネルギー ····· 27
３．２　木質バイオマス ····· 29
３．３　太陽光発電 ····· 36
３．４　中小水力発電 ····· 45
３．５　農地への炭素固定（農地管理） ····· 51
３．６　森林への炭素固定（森林吸収） ····· 53
３．７　再エネポテンシャルのまとめ ····· 58

４．温室効果ガス排出量の推計 ····· 59
４．１　区域の温室効果ガスの排出状況 ····· 59
４．２　将来の温室効果ガスの排出推計 ····· 62

５．津和野町のゼロカーボンに向けた目標の設定とロードマップ ····· 65
５．１　私たちはゼロカーボンを如何にして目指すか ····· 65
５．２　再エネ導入による 2050 年ゼロカーボンに向けたシナリオ ····· 67
５．３　需要側の状況を考慮した実現可能な再エネの導入量とロードマップ ····· 75
５．４　再エネ導入による排出削減目標 ····· 82

６．再生可能エネルギー導入に向けた取り組み ····· 84
６．１　最大限の導入を目指す再エネと４０の施策 ····· 84
６．２　木質バイオマス ····· 85
６．３　自治体の関与による太陽光発電導入 ····· 113
６．４　中小水力発電 ····· 137
６．５　炭素固定（Negative Emissions Technologies: NETs） ····· 148

６．６　地域裨益型の再エネ導入施策（ソフト事業）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・160
６．７　多様な主体の参加・連携・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・172
６．８　革新的技術・導入を検討すべき技術・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・178
６．９　地域脱炭素化重点区域・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・183

７．官民連携で行う地域再エネ事業の実施・運営体制の構想・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・187
７．１　実施・運営体制・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・187
７．２　進捗管理の指標・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・189
７．３　今後の展開・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・192

参考資料１　津和野町地域再エネ導入戦略策定協議会　名簿・要綱・・・・・・・・・・・・・・・・・196
参考資料２　津和野町地域再エネ導入戦略策定協議会　開催経過・・・・・・・・・・・・・・・・・・・199
参考資料３　津和野町再エネ最大限導入に向けた４０の施策集・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・200
参考資料４　講演会等資料・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・249

# 本　編



## １．基本的事項

**〈地球温暖化対策の動向〉**

近年の気温上昇、自然災害の増加などの気候変動問題は、人類の生存基盤を揺るがす、まさに「気候危機」と呼ぶべき状況になっています。IPCC（気候変動に関する政府間パネル：Intergovernmental Panel on Climate Change）は、2021 年 8 月に公表した第 6 次報告書において、「人間活動が大気・海洋及び陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない」と断定的な表現を用いました。また、世界の平均気温は工業化前と比べて、2011～2020 年で 1.09℃上昇したとしています。この観測値は過去数百年間の推定気温と比べても前例のないものであるとされています。気温の将来予測については、21 世紀半ばに実質 $CO_2$ 排出ゼロが実現する最善のシナリオにおいても 2021～2040 年の平均気温上昇は 1.5℃に達する可能性があるとしています。

2015 年にパリにおいて開催された、国連気候変動枠組条約締約国会議の第 21 回目会議(COP21)では、法的拘束力のある国際的な合意文書となる「パリ協定」が採択されました。パリ協定は、「世界的な平均気温上昇を産業革命以前に比べて 2℃より十分低く保つとともに、1.5℃に抑える努力を追求すること」などを掲げました。また、2021 年には、英国において COP26 が開催され、今世紀半ばでの温室効果ガス実質排出ゼロ及びその経過点である 2030 年に向けて、野心的な緩和策及び更なる適応策を締約国に求める内容となっています。特に、この先の 10 年における行動を加速させる必要があることが強調されています。

我が国では、2020 年 10 月に、2050 年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、**「2050 年カーボンニュートラルの実現を目指す」**ことを宣言しました。2021 年 4 月には、**「2030 年度の温室効果ガスの削減目標を 2013 年度比で 46%削減する」**こととし、挑戦を続けていく旨が公表されました。

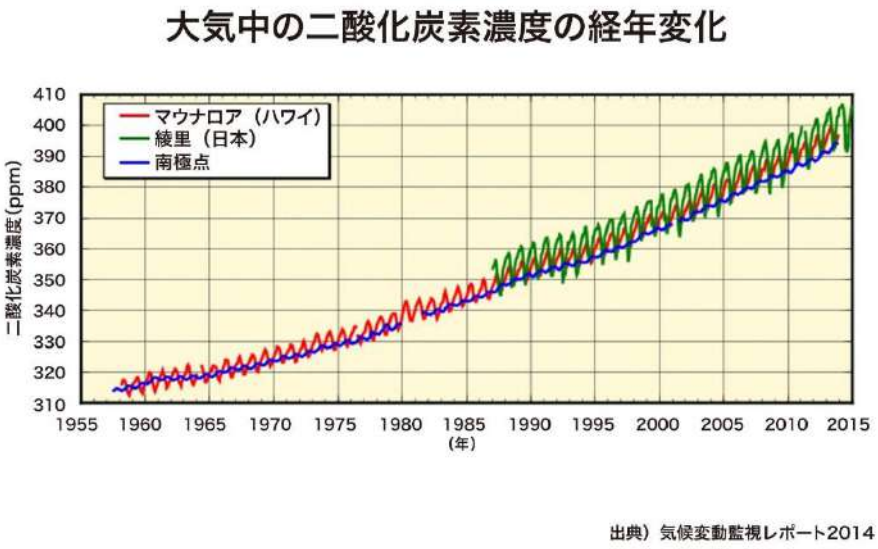



図 1-1　大気中の二酸化炭素濃度の経年変化

出所：一般社団法人地球温暖化防止全国ネットウエブサイトダウンロード版

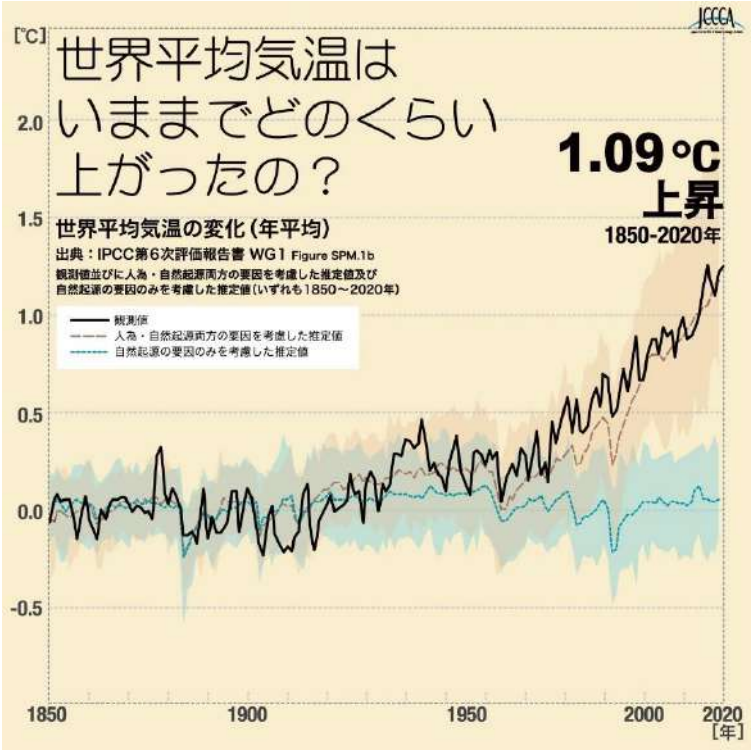



図 1-2　世界の平均気温の変化

出所：一般社団法人地球温暖化防止全国ネットウエブサイトダウンロード版

**〈津和野町における地球温暖化対策の目指すべき姿：地域経済の活性化の機会と捉える〉**

地球温暖化対策の実施が急務となっている一方で、津和野町では、人口減少、地域経済の活性化への対応等、様々な課題に対応することを求められています。このような課題に直面する中で、津和野町における地球温暖化対策は、それ自体が地域の成長戦略となり、再生可能エネルギーなどの地域資源を活用して、地域が抱える課題の解決と**地域経済の活性化を実現する機会**ととらえることが重要です。

これに関連して、これからの地域の地球温暖化対策のあり方として、環境省の提唱する「地域循環共生圏」の考え方が重要です。環境省によると、地域循環共生圏は、各地域が美しい自然環境等の地域資源を最大限活用しながら自立分散型の持続可能な社会を形成しつつ、地域の特性に応じて資源を補完し支え合うことにより、地域の活力が最大限に発揮されることを目指す考え方です。この度の再エネ戦略の策定にあたり、津和野町では、地域資源を活用した地球温暖化対策への貢献を通じて、地域の活性化に資する取り組みを**「津和野町における森里川海連環ゼロカーボン事業」**と呼びたいと思います。

**「津和野町における森里川海連環ゼロカーボン事業」**

〇再生可能エネルギー導入などの脱炭素の取組は、豊富にある地域資源を顕在化させ、新しいビジネスの創出につながるばかりではなく、災害時のエネルギー供給の確保といった様々な裨益を地域へもたらすことが期待されます。

〇津和野町における再エネ導入戦略は、再エネの普及促進策の取りまとめに留まるばかりではなく、町の 9 割を占める森林をはじめとする豊かな資源の活用によって地域経済の活性化を図り、同時に働く場を創り出し都会から若者を呼び寄せことに繋げていくことを目指すものです。

〇この津和野町の挑戦は、日本の明るい将来を創っていくためのモデルとなることを信じています。




環境省地域循環共生圏の概要

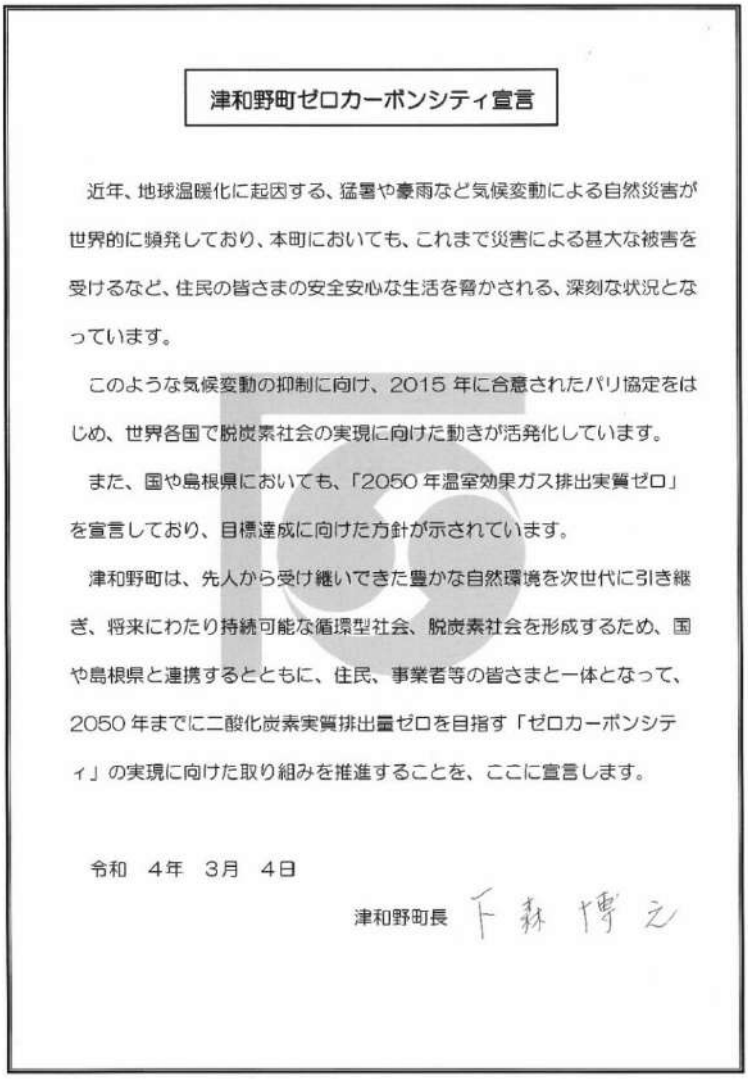
出所：環境省「第五次環境基本計画の概要と地域循環共生圏の概要」2018 年 4 月

**〈津和野町ゼロカーボンシティ宣言〉**

地方公共団体・住民・事業者などの主体が協力して脱炭素の取組を積極的に実施することが、これからの地域の持続的発展に重要となります。

津和野町では、先人から受け継いできた豊かな自然環境を次世代に引き継ぎ、将来にわたり持続可能な循環型社会、脱炭素社会を形成するため、国や島根県と連携するとともに、住民、事業者等と一体となって、2050 年までに二酸化炭素実質排出量ゼロを目指す**「ゼロカーボンシティ」**の実現に向けた取組みを推進することを令和 4 年 3 月 4 日に宣言しました。

ゼロカーボンシティとは、環境省において、「2050 年に $CO_2$ を実質ゼロにすることを目指す旨を首長自らが又は地方自治体として公表された自治体」と定義されております。地球環境問題の解決に向けた、国際社会の一員としての責任を果たしていく意思表明となります。津和野町は、全国で 622 団体目に表明した団体となります。



津和野町ゼロカーボンシティ宣言

近年、地球温暖化に起因する、猛暑や豪雨など気候変動による自然災害が世界的に頻発しており、本町においても、これまで災害による甚大な被害を受けるなど、住民の皆さまの安全安心な生活を脅かされる、深刻な状況となっています。

このような気候変動の抑制に向け、2015 年に合意されたパリ協定をはじめ、世界各国で脱炭素社会の実現に向けた動きが活発化しています。

また、国や島根県においても、「2050 年温室効果ガス排出実質ゼロ」を宣言しており、目標達成に向けた方針が示されています。

津和野町は、先人から受け継いできた豊かな自然環境を次世代に引き継ぎ、将来にわたり持続可能な循環型社会、脱炭素社会を形成するため、国や島根県と連携するとともに、住民、事業者等の皆さまと一体となって、2050 年までに二酸化炭素実質排出量ゼロを目指す「ゼロカーボンシティ」の実現に向けた取り組みを推進することを、ここに宣言します。

令和　4年　3月　4日

津和野町長　下森博之

図 1-3　津和野町ゼロカーボンシティ宣言（令和 4 年 3 月 4 日）

**〈津和野町再エネ戦略の位置づけ〉**

本再エネ戦略は、2050 年までの脱炭素社会を見据えて、再エネ導入目標と具体的な施策を策定するものです。ここで策定された目標は、地球温暖化対策の推進に関する法律に基づく 地方公共団体実行計画 （区域施策編）に反映されるものとなります。そのため、本再エネ戦略の策定は、現行の区域施策編である「津和野町地球温暖化対策地域推進計画」（平成 21 年 11 月策定）の改定を視野に置いたものとして、その基礎資料として位置付けられます。

国、地方公共団体、事業者及び国民による地球温暖化対策の在り方を定めた地球温暖化対策推進法では、同法第 4 条において、地方公共団体の責務について、その区域の自然的社会的条件に応じた温室効果ガスの排出量の削減等のための施策を推進すること等が定められています。加えて、同法第 19 条第 2 項においては、地方公共団体の施策について、その区域の自然的社会的条件に応じて、温室効果ガスの排出量の削減等のための総合的かつ計画的な施策を策定し、及び実施するように努めるものとされており、中核市未満の市町村に対しては、区域施策編の策定に努めることとされています。

また、令和 3 年 6 月に公布された改正地球温暖化対策推進法により、実行計画の実効性を高めるため、再生可能エネルギー利用促進等の施策に関する事項に加え、施策の実施に関する目標の追加や、地域脱炭素化促進事業に関する内容について定めること等が明記されました。

〇改正地球温暖化対策推進法（抄）

（地方公共団体の責務）

第四条　地方公共団体は、その区域の自然的社会的条件に応じ た温室効果ガスの排出の量の削減等のための施策を推進するものとする。

２　地方公共団体は、自らの事務及び事業に関し温室効果ガスの排出の量の削減等のための措置を講ずるとともに、その区域の事業者又は住民が温室効果ガスの排出の量の削減等に関し行う活動の促進を図るため、前項に規定する施策に関する情報の提供その他の措置を講ずるように努めるものとする。

（国及び地方公共団体の施策）

第十九条（１略）２　都道府県及び市町村は、単独で又は共同して、地球温暖化対策計画を勘案し、その区域の自然的社会的条件に応じて、温室効果ガスの排出の量の削減等のための総合的かつ計画的な施策を策定し、及び実施するように努めるものとする。

（地方公共団体実行計画等）

第二十一条　都道府県及び市町村は、単独で又は共同して、地球温暖化対策計画に即して、当該都道府県及び市町村の事務及び事業に関し、温室効果ガスの排出の量の削減等のための措置に関する計画（以下「地方公共団体実行計画」という。）を策定するものとする。

２　地方公共団体実行計画は、次に掲げる事項について定めるものとする。

一　計画期間

二　地方公共団体実行計画の目標

三　実施しようとする措置の内容

四　その他地方公共団体実行計画の実施に関し必要な事項

（３略）４　市町村（指定都市等を除く。）は、地方公共団体実行計画において、第二項各号に掲げる事項のほか、その区域の自然的社会的条件に応じて温室効果ガスの排出の量の等を行うための施策削減に関する事項として前項各号に掲げるものを定めるよう努めるものとする。

〇地球温暖化対策計画（抄）

第３章　目標達成のための対策・施策

第１節　国、地方公共団体、事業者及び国民の基本的役割

２.「地方公共団体」の基本的役割

（１）地域の自然的社会的条件に応じた施策の推進

地方公共団体は、その地域の自然的社会的条件に応じた温室効果ガス排出量の削減等のための総合的かつ計画的な施策を推進する。例えば、再生可能エネルギー等の利用促進と徹底した省エネルギーの推進、脱炭素型の都市・地域づくりの推進、循環型社会の形成、事業者・住民への情報提供と活動促進等を図ることを目指す。

（中略）

その他の地方公共団体も、同様に、地方公共団体実行計画区域施策編を策定し実施するよう努める。さらに、地域の脱炭素化のための、改正地球温暖化対策推進法第２条第６項に定める再生可能エネルギーの利用と地域の脱炭素化の取組を一体的に行うプロジェクト（以下「地域脱炭素化促進事業」という。）が円滑に推進されるよう、地方公共団体実行計画区域施策編において、都道府県は促進区域設定に係る環境配慮の基準を必要に応じ定めるとともに、市町村は地域脱炭素化促進事業に関する事項を定め実施するよう努める。

**〈他の行政計画との関係〉**

地球温暖化対策推進法において、市町村は、地球温暖化対策の推進を図るため、温室効果ガス排出に関係のある施策について、当該施策の目的の達成との調和を図りつつ地方公共団体実行計画と連携して温室効果ガスの排出削減等が行われるよう配慮することが定められています。

本戦略においても、**町の総合計画等の諸施策とも整合性を図ること**が望まれます。例えば、今後策定される関連する行政計画等の中に、可能な限り本戦略の施策を明示的に関連付けていくこと等が考えられます。

表 1-1　主な津和野町の行政計画（策定年度順）

| 計画 | 策定年度 | 計画期間 |
|---|---|---|
| 津和野町観光振興計画 | 令和４年度 | 令和４年度～令和８年度 |
| 津和野町過疎地域持続的発展計画 | 令和３年度 | 令和３年度～令和７年度 |
| 津和野町文化財保存活用地域計画 | 令和３年度 | 令和３年度～令和１２年度 |
| 津和野町国土強靭化地域計画 | 令和２年度 | 令和２年度～令和６年度 |
| まち・ひと・しごと創生<br>津和野町人口ビジョン（改訂版） | 令和元年度 | 平成２７年～令和４２年度 |
| 第２期まち・ひと・しごと創生<br>津和野町　総合戦略 | 令和元年度 | 令和２年度～令和６年度 |
| 第２次津和野町総合振興計画 | 平成２９年度 | ◆基本構想<br>平成２９年度～令和８年度<br>◆基本計画<br>前期と後期に分け、後期基本計画は令和８年度を目標年度 |

**〈本戦略の基準年度と目標年度〉**

津和野町の 2050 年カーボンゼロ実現に向けた、2030 年及び 2040 年の中期目標と 2050 年長期目標の設定を行います。

温室効果ガスの削減率などを算出する上での基準年度は、我が国の地球温暖化対策計画に即する観点から 2013 年度を基準年度とします。

また、温室効果ガス排出量などの現状値は、環境省の自治体カルテの直近の値である 2019 年度を用いるものとします。

津和野町の再エネ戦略では、2050 年の排出量を「ネットゼロ」と定め、そのために何をなすべきかを考える**「バックキャスティング」**の手法により必要な施策を検討していくこととします。

表 1-2　本計画の基準年度、現状年度と目標年度

| | | |
|---|---|---|
| 基準年度 | 2013 年度 | 温室効果ガス〇%削減という場合の基準値となる排出量 |
| 現状年度 | 2019 年度 | 温室効果ガスの現状の排出量 |
| 中間目標年度 | 2030 年度及び 2040 年度 | 目標とする排出量<br>我が国の 2030 年の目標は 2013 年度比 46%削減 |
| 長期目標年度 | 2050 年度 | 目標とする排出量<br>我が国は 2050 年に実質排出ゼロを目指す。 |

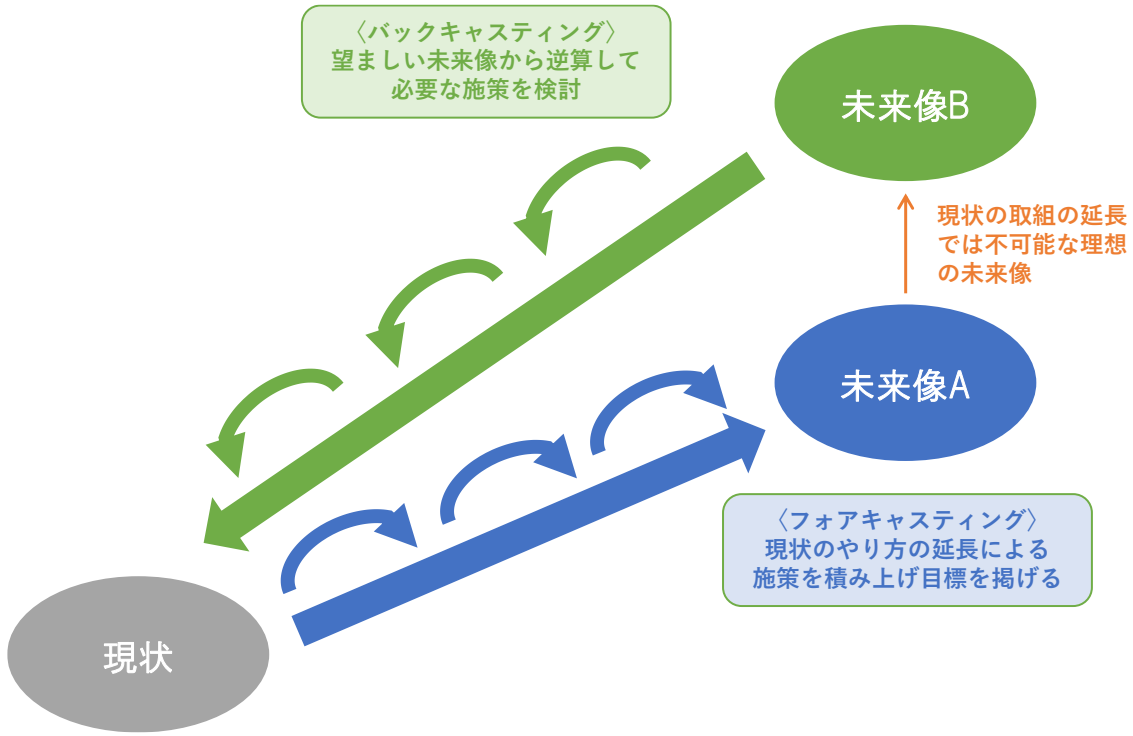
**「フォアキャスティング」と「バックキャスティング」**

〇長期の計画やビジョンを策定する場合のアプローチの仕方には、「フォアキャスティング」と「バックキャスティング」の 2 種類があります。

〇フォアキャスティングは、現状を出発点に趨勢や社会環境から考えられる対策の帰結として考えられる未来像を目標として掲げるものです。他方、バックキャスティングは、将来のあるべき姿を未来像として初めに定め、現状からそこに至る道筋を逆算して導き出すものです。

〇2050 年ゼロカーボンは、現状の取組の延長線では成し得ないものであり、これまでの発想を超えた抜本的な改革と大胆な取組みが必要となります。そのため、国等が定める長期の関連計画においては、2050 年カーボンニュートラルを起点とするバックキャスティング手法が採用されています。

〇津和野町の再エネ戦略においても、2050 年ゼロカーボンを出発点に、そのためにどれだけの再エネが必要になるのか、不足する分を何で補えばよいのか、といったことを逆算で検討していくものとします。




フォアキャスティングとバックキャスティング

**〈本再エネ戦略策定の実施体制と進め方〉**

本再エネ戦略は、津和野町の実情を踏まえた再エネのポテンシャルを把握し、2050 年におけるカーボンゼロ実現を目指すための再エネの最大限導入戦略を策定するものです。戦略策定にあたっては、官民連携による「津和野町地域再エネ導入戦略策定協議会」を開催運営し、関係主体の合意形成を図りつつ進めるものとします。

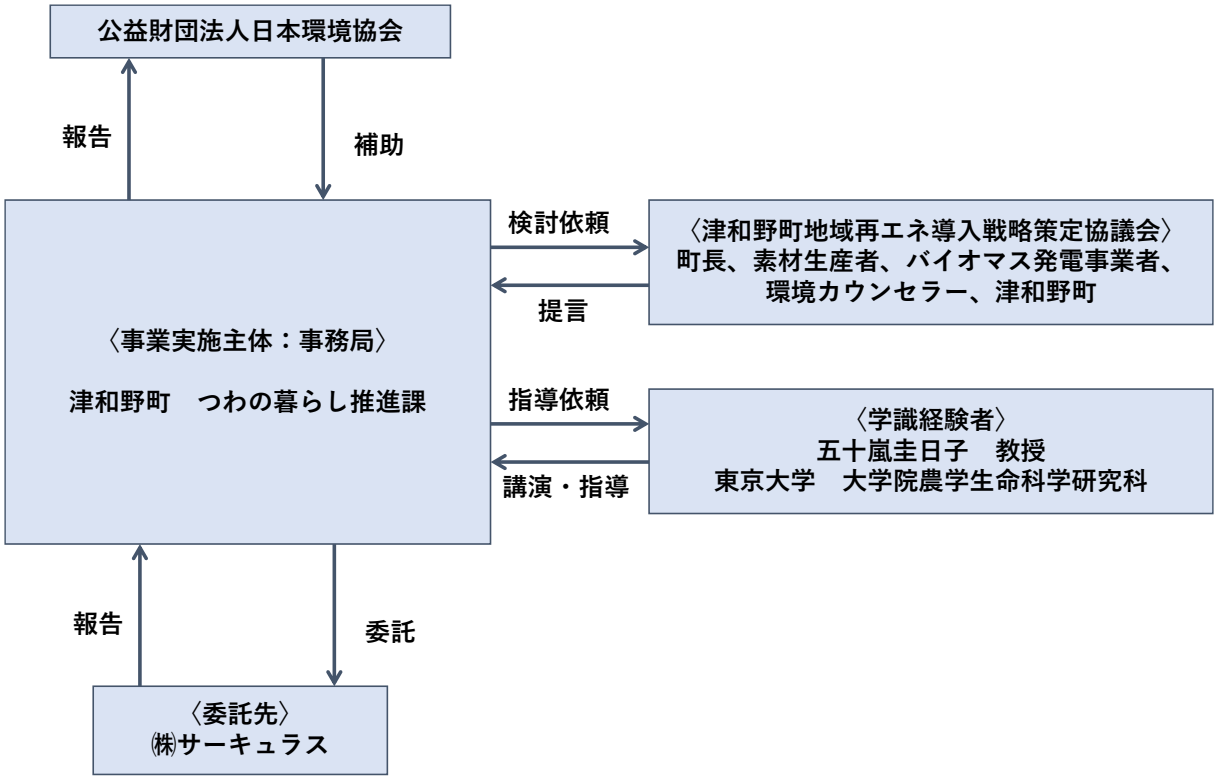



図 1-4　本戦略策定の実施体制

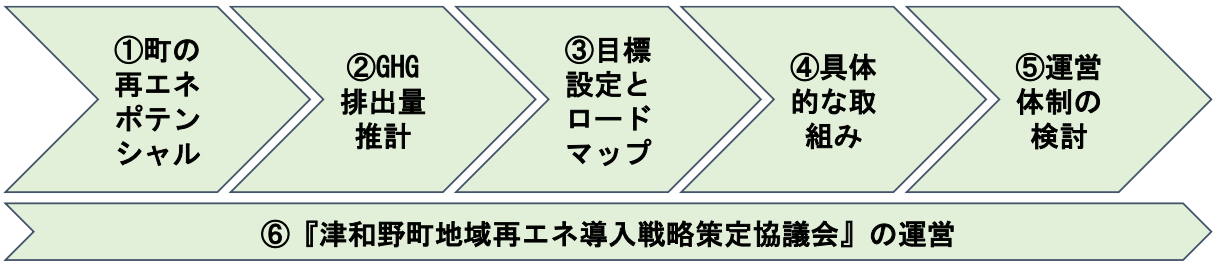



図 1-5　本戦略策定の進め方

## ２．津和野町の特徴

### ２．１ 津和野町の現状

#### ２．１．１　地勢・沿革

津和野町の面積は 307.03㎢ で、東京 23 区の面積の約 1/2 です。その町の面積の約 9 割を森林が占めています。耕地面積は 11.6㎢ で、主な作物は水稲であり耕地面積の半分近くを占めています。また、標高は 40m から 1,260m と起伏に富んでいます。

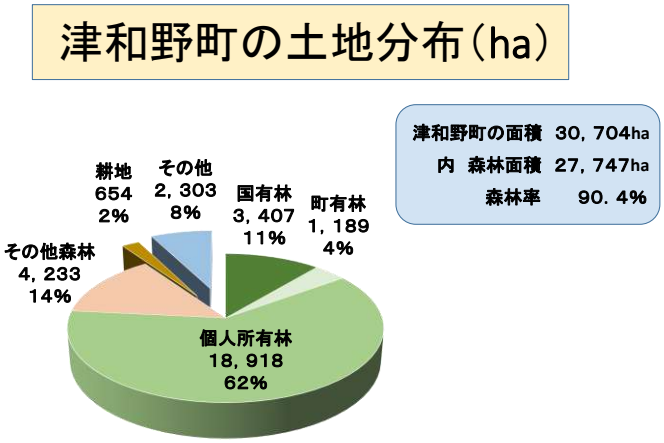



図 2.1-1　津和野町の土地分布

出所：フォレストエナジー㈱久保委員「第 1 回協議会説明資料」

津和野町は平成 17 年に旧津和野町と旧日原町が合併し誕生しました。本町は、島根県の西端に位置し、山あいに赤瓦の家並みがつづく城下町で、歴史を生かしたまちづくりが「日本遺産」として認定されています。歴代藩主は教育の振興に力を注ぎ、森鷗外先生や西周先生等の傑出した偉人を輩出する礎になりました。



図 2.1-2　「日本遺産」津和野の街並み

## ２．１．２　人口・世帯数

津和野町の合併当初 9,500 人であった人口は、令和 2 年には 6,900 人を下回るまでになっています。国立社会保障・人口問題研究所の将来推計によると人口減少傾向は継続し、2025 年には 6,000 人を下回ると予測されています。

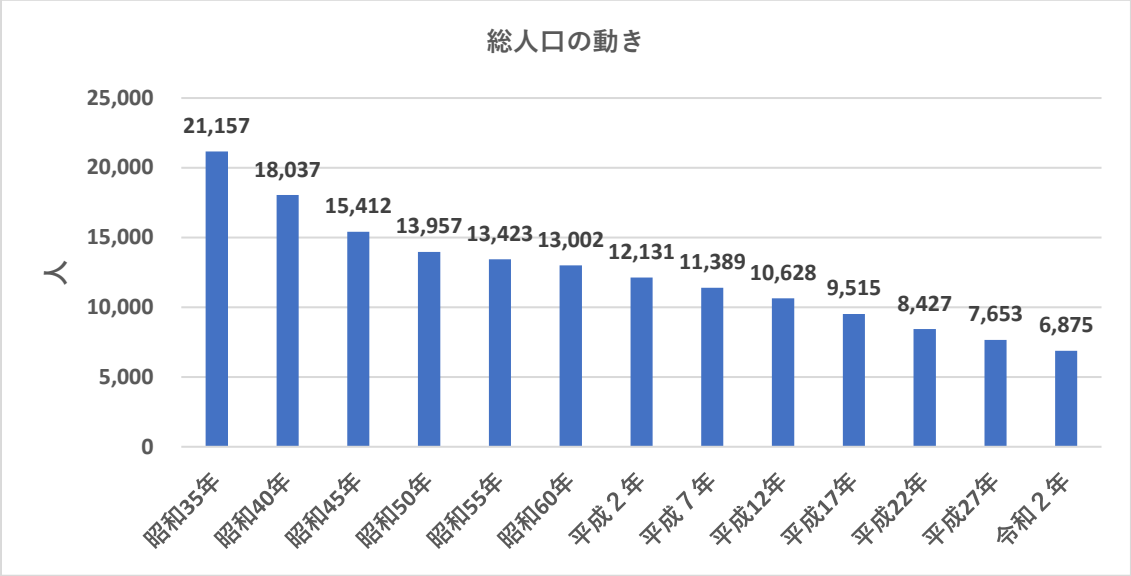



図 2.1-3　総人口の動き

出所：国勢調査（各年 10 月 1 日現在）

*平成 12 年までの数値は「旧津和野町」と「旧日原町の合計値」

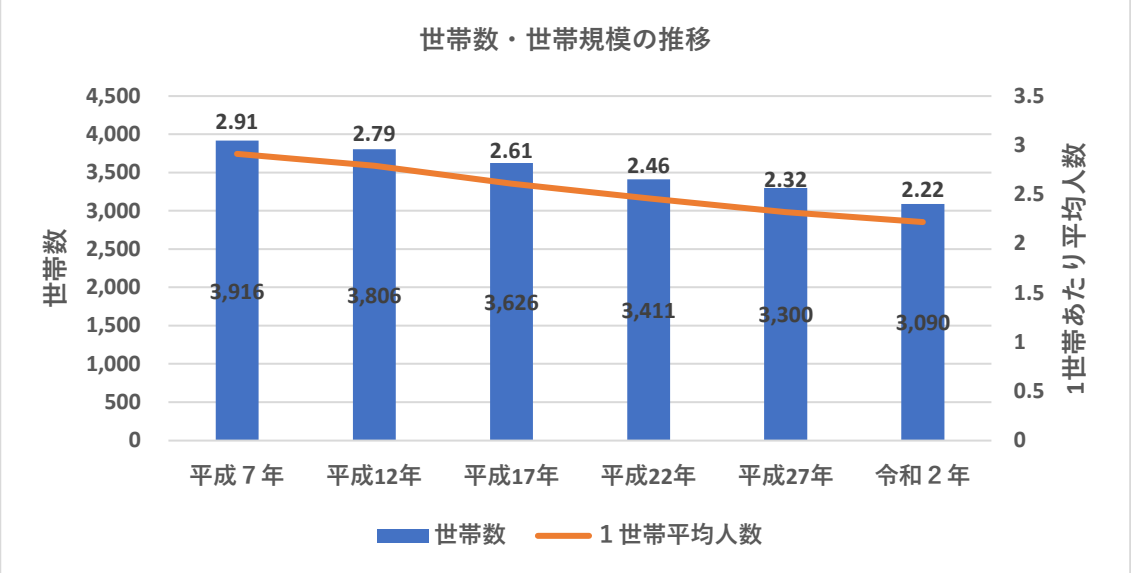



図 2.1-4　世帯数・世帯規模の推移

出所：国勢調査（各年 10 月 1 日現在）

*平成 12 年までの数値は「旧津和野町」と「旧日原町の合計値」

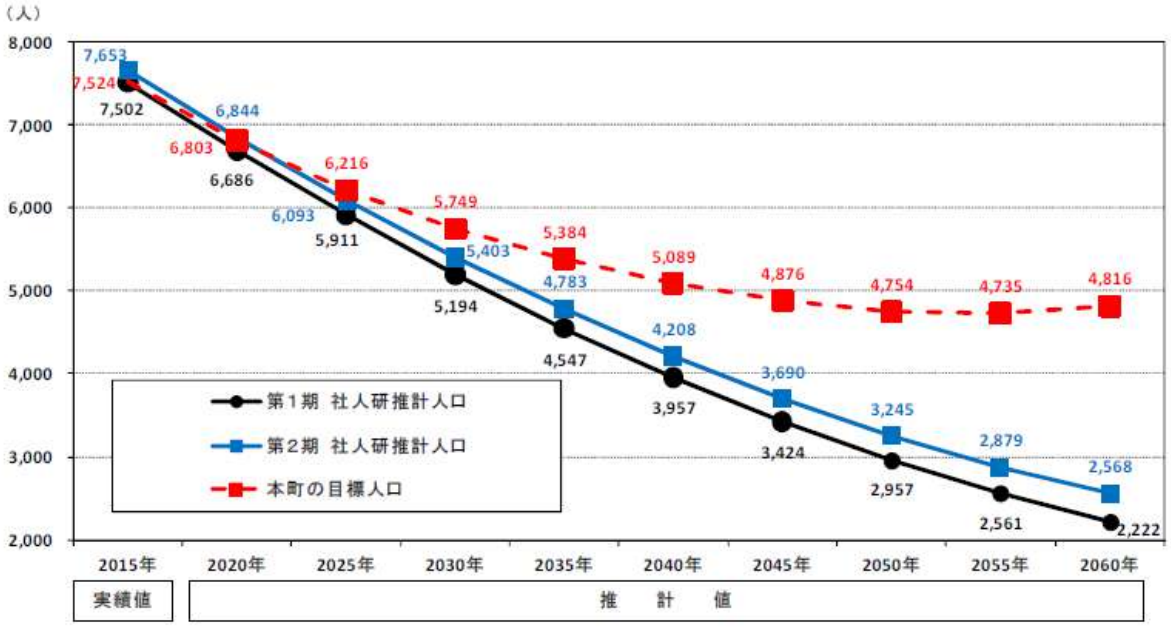



図 2.1-5　人口の将来展望

出所：津和野町「まち・ひと・しごと創生津和野町人口ビジョン（改訂版）」2020 年 3 月

## ２．１．３　気候

津和野町の気候は内陸的気候で比較的温暖です。年間平均気温は 14.3℃、年間平均降水量は 1,900 ㎜です。日照時間は広島と比べて 400 時間ほど少なくなっています。平均風速は 1.3m/s と概して弱めです。

表 2.1-1　津和野と広島の気象データ

津和野平年値（1991～2020年）

| | 平均気温 | 平均風速 | 日照時間 | 降水量 |
|---|---|---|---|---|
| | ℃ | m/s | 時間 | mm |
| 1月 | 3.0 | 1.0 | 70.2 | 127.4 |
| 2月 | 3.9 | 1.2 | 87.5 | 103.7 |
| 3月 | 7.4 | 1.5 | 138.3 | 148.3 |
| 4月 | 12.8 | 1.8 | 178.6 | 127.7 |
| 5月 | 17.8 | 1.8 | 200.4 | 141.0 |
| 6月 | 21.5 | 1.5 | 136.0 | 211.2 |
| 7月 | 25.5 | 1.6 | 150.7 | 309.8 |
| 8月 | 26.3 | 1.4 | 180.4 | 188.9 |
| 9月 | 21.9 | 1.2 | 137.4 | 209.4 |
| 10月 | 15.8 | 1.1 | 148.4 | 120.0 |
| 11月 | 10.2 | 1.0 | 114.1 | 102.2 |
| 12月 | 5.1 | 1.0 | 76.8 | 120.5 |
| 年 | 14.3 | 1.3 | 1,619.2 | 1,908.3 |

広島平年値（1991～2020年）

| | 平均気温 | 平均風速 | 日照時間 | 降水量 |
|---|---|---|---|---|
| | ℃ | m/s | 時間 | mm |
| 1月 | 5.4 | 3.5 | 138.6 | 46.2 |
| 2月 | 6.2 | 3.6 | 140.1 | 64.0 |
| 3月 | 9.5 | 3.8 | 176.7 | 118.3 |
| 4月 | 14.8 | 3.7 | 191.9 | 141.0 |
| 5月 | 19.6 | 3.4 | 210.8 | 169.8 |
| 6月 | 23.2 | 3.1 | 154.6 | 226.5 |
| 7月 | 27.2 | 3.2 | 173.4 | 279.8 |
| 8月 | 28.5 | 3.4 | 207.3 | 131.4 |
| 9月 | 24.7 | 3.9 | 167.3 | 162.7 |
| 10月 | 18.8 | 4.1 | 178.6 | 109.2 |
| 11月 | 12.9 | 3.9 | 153.3 | 69.3 |
| 12月 | 7.5 | 3.7 | 140.6 | 54.0 |
| 年 | 16.5 | 3.6 | 2,033.1 | 1,572.2 |

出所：気象庁「過去の気象データ」

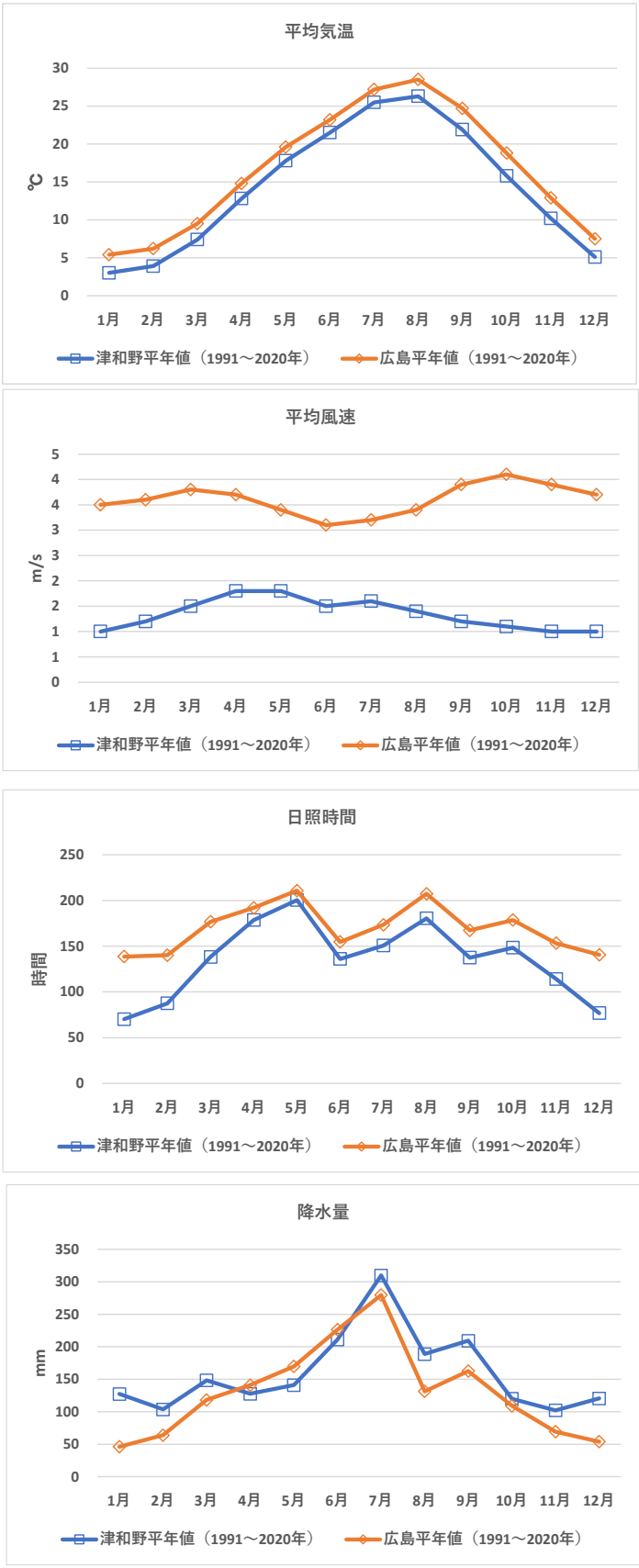



図 2.1-6　津和野と広島の気象データ

出所：気象庁「過去の気象データ」

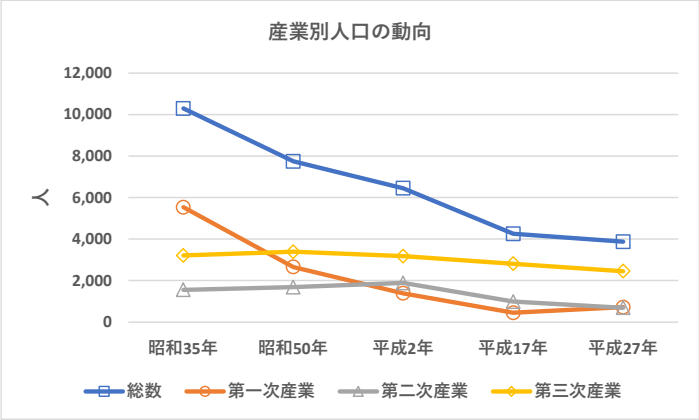
## ２．１．４　産業

津和野町の就業人口は、平成 27 年の国勢調査では 3,873 人で、その構成比は、第一次産業 18.4%、第二次産業 17.7%、第三次産業 63.3%です。昭和 35 年と平成 27 年との比較では、総数で 62.4%の減少となっており全ての産業分野で減少しております。

第一次産業は昭和 35 年との比較では-87.1%と減少率が高くなっていますが、平成 17 年からの比較では、就業人口が町の各種支援や自伐型林業の推進等によって増加する傾向にあります。

表 2.1-2　産業別人口の動向

| | | 昭和35年 | 昭和50年 | 平成2年 | 平成17年 | 平成27年 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 実数 | 実数 | 実数 | 実数 | 実数 | 対昭和35年増減率 |
| 総数 | | 10,291 | 7,743 | 6,445 | 4,255 | 3,873 | -62.4% |
| 第一次産業 | 就業人口 | 5,530 | 2,653 | 1,386 | 446 | 714 | -87.1% |
| | 比率 | 53.7% | 34.3% | 21.5% | 10.5% | 18.4% | |
| 第二次産業 | 就業人口 | 1,555 | 1,684 | 1,881 | 985 | 686 | -55.9% |
| | 比率 | 15.1% | 21.7% | 29.2% | 23.1% | 17.7% | |
| 第三次産業 | 就業人口 | 3,206 | 3,387 | 3,177 | 2,808 | 2,451 | -23.5% |
| | 比率 | 31.2% | 43.7% | 49.3% | 66.0% | 63.3% | |




出所：津和野町過疎地域持続的発展計画（令和３年度～令和７年度）

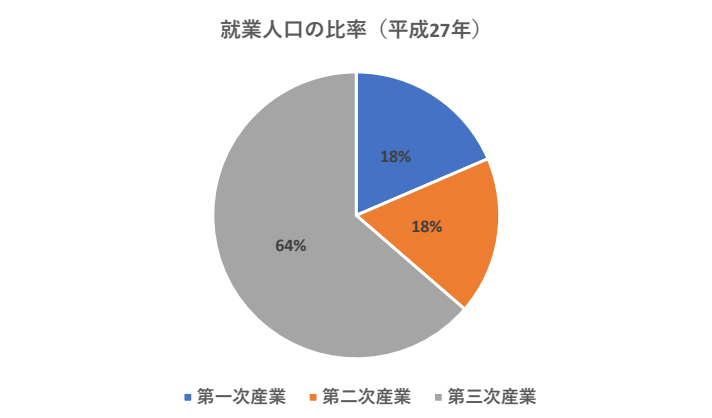



図 2.1-7　就業人口比率

出所：津和野町過疎地域持続的発展計画（令和３年度～令和７年度）

本町の製造業は、経産省の工業統計表では事業所数 11 ヶ所で製造品出荷額は 11.3 億円となっています。

表 2.1-3　津和野町の製造業

| | 事業所数 | 製造品出荷額 |
|---|---|---|
| | 数 | 万円 |
| 津和野町 | 11 | 113,472 |

出所：経済産業省「2020 年工業統計表」

津和野町役場の資料によると、町内の主な製造業は、業種別には特産品であるお菓子やお茶、お酒の製造が多くなっています（経産省の工業統計表の事業所数との整合性はありません）。

表 2.1-4　町内の主な製造業の事業所数

| | 事業所数 |
|---|---|
| コンクリート | 1 |
| 製材 | 1 |
| 製紙 | 1 |
| 菓子製造 | 4 |
| 茶等製造 | 3 |
| 酒製造 | 3 |
| 山菜加工 | 1 |
| 計 | 14 |

出所：津和野町役場調査

津和野町の基幹産業である観光業の状況については、県内の市町村別観光入込客数を見ると、出雲・松江を中心とした県内東部が圧倒的な集客力を誇るものの、津和野町は島根県内の観光入込客数ランキングが上昇傾向にあり、2020 年では順位を上げ県内第 4 位となりました。

表 2.1-5　島根県内の観光入込客数ランキング

| 2018年 | | 2019年 | | 2020年 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 市町村 | 人数 | 市町村 | 人数 | 市町村 | 人数 |
| 出雲市 | 11,618,836 | 出雲市 | 12,488,935 | 出雲市 | 8,788,358 |
| 松江市 | 9,737,345 | 松江市 | 10,459,384 | 松江市 | 5,375,566 |
| 浜田市 | 1,510,321 | 浜田市 | 1,499,065 | 雲南市 | 985,795 |
| 安来市 | 1,490,315 | 安来市 | 1,489,477 | **津和野町** | **945,066** |
| 雲南市 | 1,297,183 | 雲南市 | 1,456,543 | 安来市 | 944,071 |
| **津和野町** | **1,134,738** | **津和野町** | **1,210,788** | 浜田市 | 938,866 |
| 大田市 | 1,113,452 | 大田市 | 1,044,080 | 大田市 | 812,130 |
| 益田市 | 919,892 | 益田市 | 874,399 | 奥出雲町 | 702,068 |
| 奥出雲町 | 801,413 | 奥出雲町 | 873,482 | 益田市 | 596,857 |
| 飯南町 | 424,251 | 飯南町 | 403,593 | 飯南町 | 336,810 |

出所：津和野町観光振興計画（令和 4 年 4 月）

津和野町の観光入込客数の経年推移を見ると、大幅な増減は無いもののゆるやかな減少傾向となっています。宿泊客数は低い水準になっており、通過型・短時間観光になっていることが分かります。

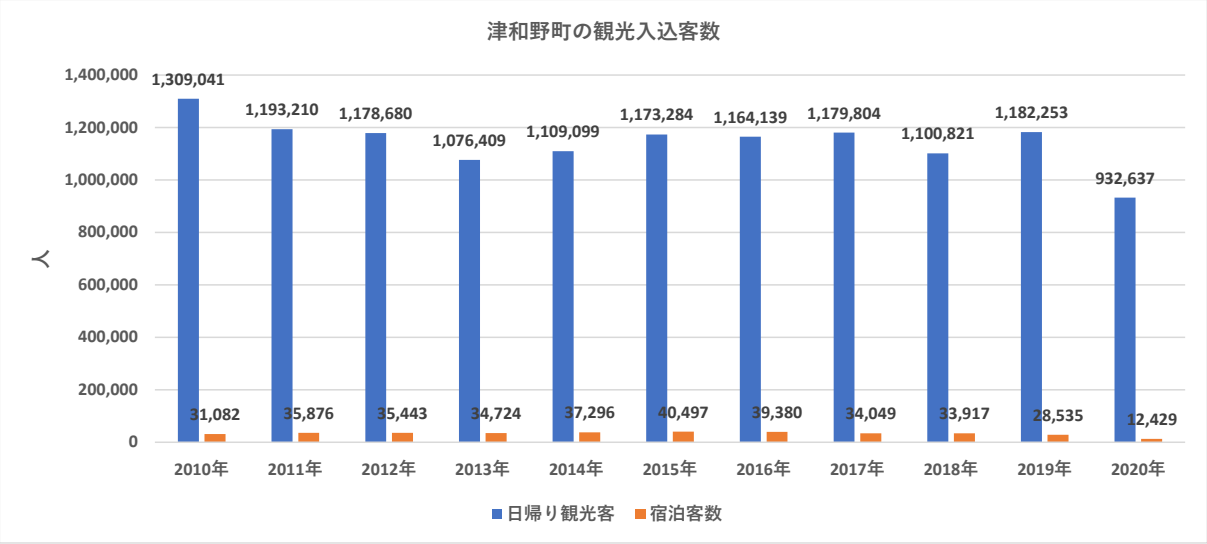



図 2.1-8　津和野町の観光入込客総数

出所：津和野町観光振興計画（令和 4 年 4 月）

## ２．２ 津和野町の林業と木質バイオマス利用に向けたこれまでの取組

### ２．２．１　津和野町の林業

津和野町では豊富な森林資源を背景に、これまで林業が町の主要産業として町の発展に寄与してきましたが、戦後は国内林業の低迷とともに間伐等の適切な手入れが進まず、放置される森林が増加しています。再生可能エネルギー導入拡大の一環として取り組む森林バイオマス資源の活用は、津和野町にとっては林業の再興と地域経済の活性化、及び雇用の増加に向けた効果が期待されます。

町内を流れる一級河川高津川は、水質が日本一として知られ、本流にダムを持たない天然鮎が遡上する清流です。この美しい水質は森によって育まれるものであり、城下町として観光客を集める街並みも、背景を森林によって美しく彩られています。また、森林は二酸化炭素の吸収源としての役割が期待されています。ゼロカーボンを実現する上で林業の活性化は極めて重要であるといえます。



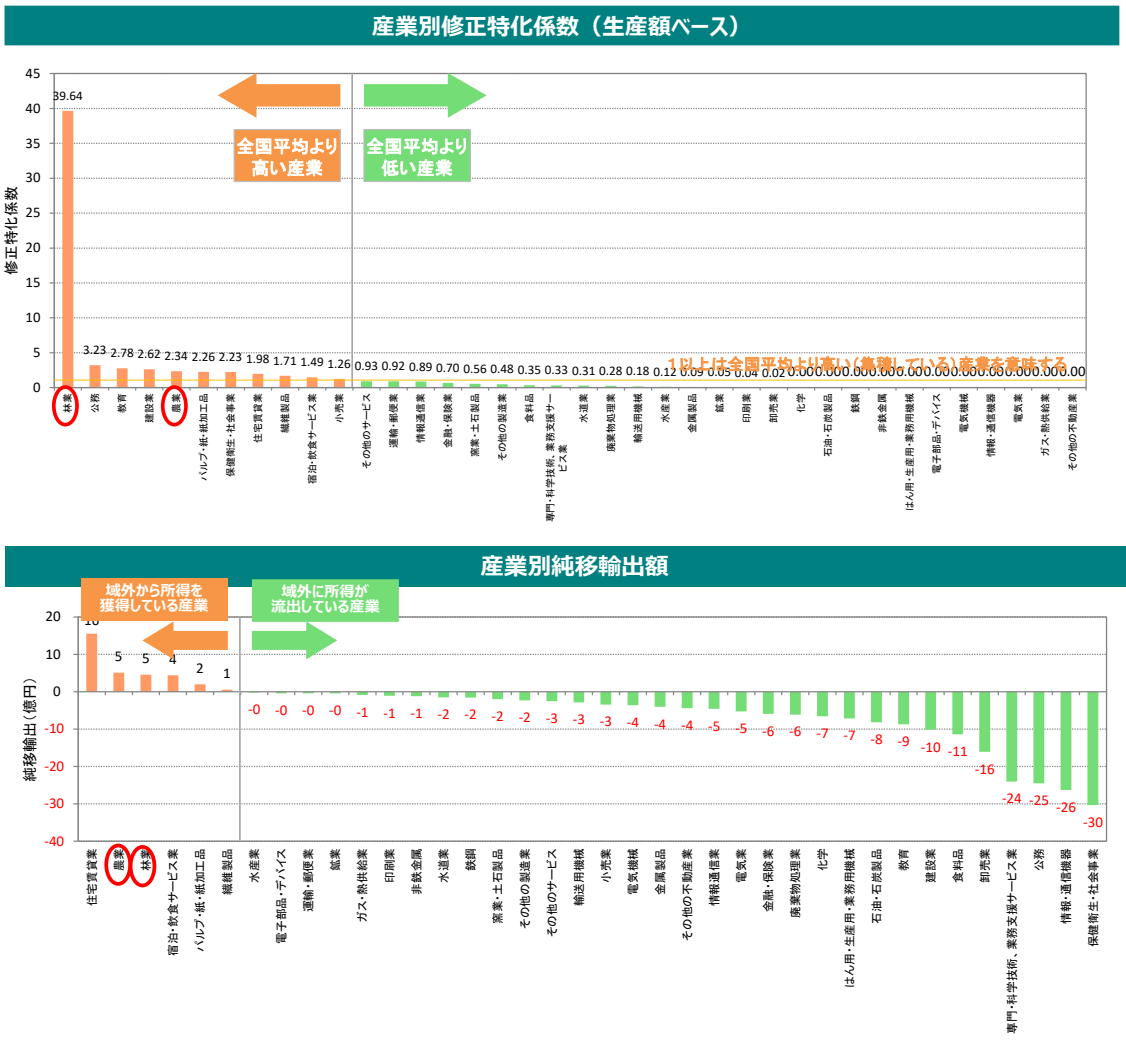
図 2.2-1　美しい高津川の風景

## 地域経済循環分析による津和野町の農林業の特徴

〇環境省は、市町村ごとの資金の流れを俯瞰的に把握するとともに、産業の実態や地域外との関係性等を可視化する分析ツール（地域経済循環分析 2018 年度版）を公開しています。これにより、バイオマスエネルギーの担い手である津和野町の農林業の特徴を見てまいります。

〇産業の集積度を示す修正特化係数により、相対的に優位な産業を見ます。この係数が 1 以上であると全国より集積度が高い産業とみなすことができます。これによると、津和野町の林業、農業は集積度が高く比較的優位にあるとされています。津和野町の主要産業である農林業を、バイオマス利用によりさらに力強く育成することは地域振興にとっても重要です。

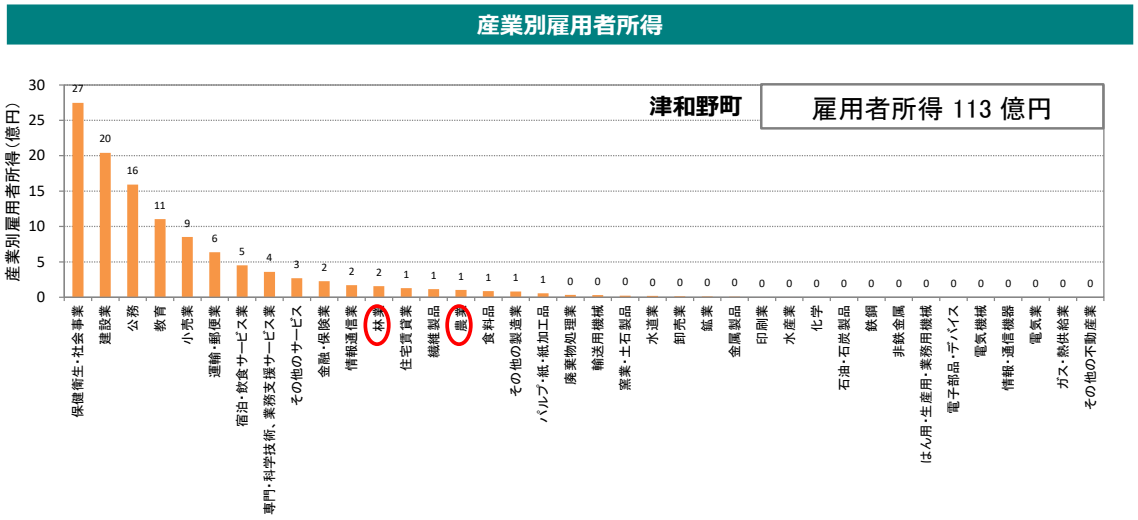
〇同時に、津和野町の農林業は純移輸出額がプラスであり、域外から所得を獲得している産業であると言えます。地域内でのお金の循環をより太くするためには、域外からの所得を獲得することが重要です。




産業別修正特化係数と産業別純移輸出額

出所：環境省「地域経済循環分析 2018 年度版」

〇一方で、農林業は、他産業と比較して雇用者所得の低い業種です。そのような意味からは、「山の宝でもう一杯プロジェクト」などは所得の補填という意味で効果の高い施策であると言えます。




産業別雇用者所得

出所：環境省「地域経済循環分析 2018 年度版」

## ２．２．２　木質バイオマスガス化発電の実現に向けた取り組み

津和野町では、当初より「森の恵みを最大限生かすにはガス化による小型熱電併給が理想」と位置づけ、安定稼働が可能なガス化発電技術と熱の利用方策を模索して参りました。検討開始から 10 年程度を経て、2022 年 8 月に発電所が運転開始しました。




図 2.2-2　津和野町の木質バイオマスガス化発電実現に向けたこれまでの歩み

**津和野フォレストエナジー発電所**

運営会社：津和野フォレストエナジー合同会社

発電規模：480kW

熱供給：1,200kW

燃料：未利用木材（国内間伐材等）約 6,500 ﾄﾝ／年

設備：熱電併給　Volter 40×12 台

　　チップ乾燥機　WoodTek T4Plus

運転開始：2022 年 8 月

住所：津和野町枕瀬



図 2.2-3　津和野フォレストエナジー発電所

出所：フォレストエナジー社ウエブサイトより

## ２．２．３　なごみの里へのチップボイラ導入

津和野町では、平成 21 年度に津和野町地域新エネルギービジョンを策定し、そこで位置づけられた木質バイオマスチップボイラを町営の道の駅温浴施設「なごみの里」に導入し、灯油ボイラの化石燃料消費削減に寄与しています。ただし、現状では、水分を多く含んだ生チップを使用するため熱効率が良いとは言えず、更に化石燃料代替効果を大きくするために、水分率を低下させた乾燥チップの入手が期待されています。



図 2.2-4　道の駅「なごみの里」

## ２．２．４　美しい森林（もり）づくり条例の制定

平成 28 年 6 月には、全ての町民に森林に関心を持っていただき、森林を手入れすることで「美しい森林」として維持していく、「美しい森林づくり条例」を制定しました。

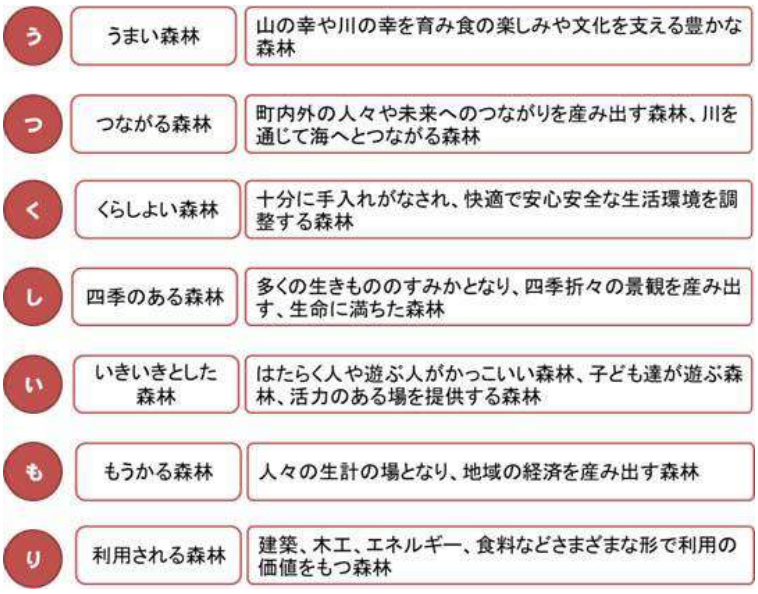



図 2.2-5　津和野町美しい森林（もり）づくり条例

出所：平成 28 年 6 月 22 日　条例第 36 号

## ２．２．５　森林解析のための「航空レーザ計測」導入

平成 29 年には森林台帳整備を目的にレーザ計測を実施しました。山林を活用するためには境界の明確化が必要ですが、これによって机上で作業ができるようになりました。また、林道や作業道のルートを踏査前に設定可能となりました。

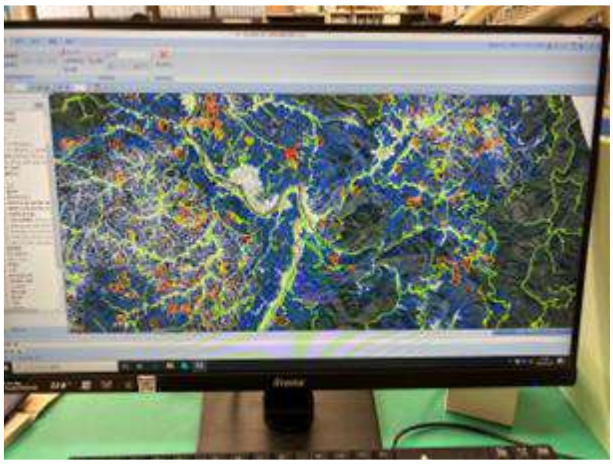


図 2.2-6　航空レーザ計測による森林台帳システム

## ２．２．６　町内の再生可能エネルギーの導入状況（FIT 発電所）

経済産業省のデータベースによりますと、町内の FIT 発電所は、太陽光発電が 2021 年 12 月現在で 10kW 未満が 65 件、10kW 以上が 18 件となっています。合計で 600kW の FIT 太陽光発電が稼働しています。

表 2.2-1　津和野町の太陽光発電導入量（2021.12 現在：FIT 新規認定と移行認定の合計）

太陽光発電

| 10kW未満 | | 10kW以上 | | 合計 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 件 | kW | 件 | kW | 件 | kW |
| 65 | 343 | 18 | 264 | 83 | 608 |

出所：経済産業省　FIT エリア別の認定及び導入量



図 2.2-7　町内にある太陽光発電所

## ２．３ 津和野町のエネルギー消費状況

資源エネルギー庁の都道府県別エネルギー消費統計（島根県）から、島根県と津和野町の 2019 年現在の活動量比により、津和野町の 2019 年現在のエネルギー消費状況を推計しました。

2019 年の津和野町のエネルギー消費量は、108.47GWh と推計されました。消費部門別の内訳をみると、「農林業」のエネルギー消費が最も高く 30.63GWh で 28%、次いで「家庭」の 29.56GWh（27%）でした。

エネルギー種別でみると、「化石燃料等」のエネルギー消費が最も高く、69.75GWh（64%）でした。次いで、「電力」の 36.93GWh（34%）、「再生可能エネルギー」は 1.79GWh（2%）でした。

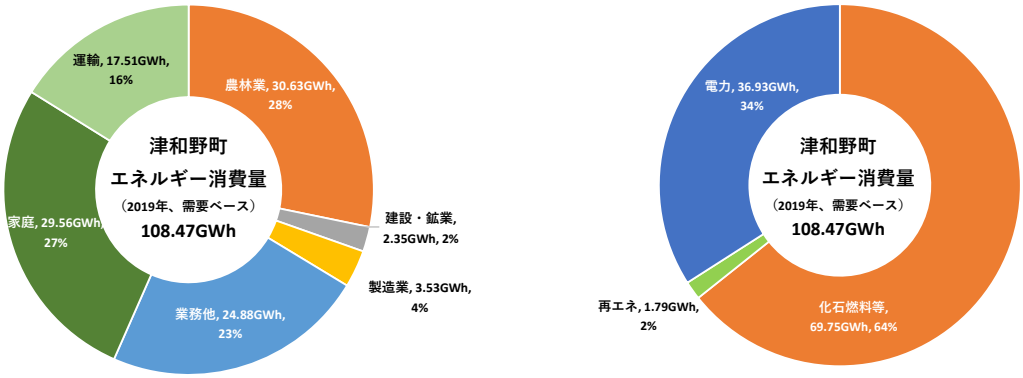



図 2.3-1　津和野町のエネルギー消費量

（左：消費部門別、右：エネルギー種別）

**エネルギー消費量推計の考え方**

○島根県に対する津和野町の活動量比は以下のとおり

農林業：従業者数比　2.8%

建設・鉱業：従業者数比　1.1%

製造業：製造品出荷額比　0.1%

業務他：従業者数比　0.8%

家庭：世帯数比　1.2%

運輸：自動車保有台数比　1.0%

*環境省自治体排出量カルテ（2019 年度）より

○化石燃料等には原典の島根県データの以下が含まれます

石炭、石油、天然ガス、都市ガス、熱供給

## ３．津和野町における再生可能エネルギーのポテンシャル

### ３．１ 対象とする再生可能エネルギー

再エネのポテンシャル調査については、入手可能なものとして環境省の「REPOS」があります。REPOS とは環境省が公表する全国の市町村別に再生可能エネルギーの種別ポテンシャルを推計したデータベースです。これによると、津和野町の再エネのポテンシャルは、太陽光と陸上風力、中小水力（河川）があげられており、合計で 539,205kW とされています。一般的に再生可能エネルギーによる発電は、これ以外にバイオマス発電や地熱発電がありますが、REPOS によると、津和野町では地熱発電のポテンシャルは無いとされています。

REPOS でポテンシャルがあるとされた再エネの内、陸上風力については、風力の適地である山間部の尾根を開発する必要があり、津和野の宝ともいえる森林の保全に相反する恐れがある他、美しいまちの景観を損なう懸念があるため、本戦略で導入を進めるべき再エネの対象から除外します。REPOS でポテンシャルがあるとされた残りの太陽光と中小水力に、森林の木質バイオマスを加えた 3 種の発電利用について、ポテンシャル算定の対象とします。

また、森林面積が 9 割を占める津和野町の特性を活かすために、森林による吸収量も対象とします。更に、木質バイオマス利用に伴って発生するバイオ炭の有効活用の観点から、バイオ炭の農地への固定化（農地管理）も対象とします。

表 3.1-1　環境省 REPOS による津和野町の再エネ発電ポテンシャル

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 太陽光 | | 275,680 | kW | 324,215 | MWh |
| | 建物系 | 64,689 | kW | 75,939 | MWh |
| | 土地系 | 210,991 | kW | 248,276 | MWh |
| 陸上風力 | | 260,200 | kW | 587,538 | MWh |
| 中小水力(河川) | | 3,325 | kW | 21,138 | MWh |
| 合計 | | 539,205 | kW | 932,891 | MWh |



木質バイオマス



太陽光発電



中小水力発電

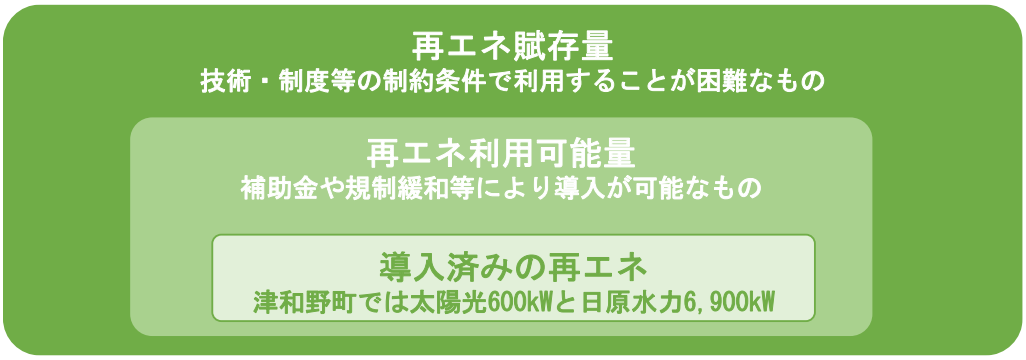
図 3.1-1　対象とする再生可能エネルギー

**賦存量と利用可能量**

本調査では、再エネの「賦存量」と「利用可能量」について、以下のように定義します。

・賦存量・・・技術的・制度的な制約を無視して町内に存在する資源量
・利用可能量・・・賦存量から、技術的・制度的な制約により利用することが困難なものを除いた量
・導入済みの再エネ・・・既に導入されている再エネ。町内では FIT の太陽光発電が 600kW と日原水力発電 6,900kW があります。

再エネ戦略を策定する上で重要になるのが「利用可能量」です。いくら多くの再エネが町内に「賦存」していても、それが何らかの制約によって利用が出来なければ意味がないからです。逆に言えば、町内に賦存している地域資源としての大量の再エネを、様々な施策を講じることで利用可能量に格上げしていくことが必要になります。




*ここでの定義は、環境省等で用いられている用語の定義とは必ずしも一致しません

賦存量と利用可能量の算定方法論の概略を以下に示します。

再生可能エネルギーポテンシャル算定方法

| | 賦存量 | 利用可能量 |
|---|---|---|
| 木質バイオマス | 森林の成長量を全て利用すると仮定<br>熱利用、BTG発電、熱電併給で算定 | 成長量の20%を利用 |
| 太陽光 | REPOSのポテンシャルを使用<br>建物系と土地系 | 住宅、公共施設、駐車場、ため池、農地の5つのカテゴリーで、一定の条件をあてはめ算出 |
| 中小水力 | 河川の主要地点の流量と落差から理論的に算出できる発電量 | REPOSのポテンシャルを使用 |
| 農地管理 | | 木質バイオマスの利用可能量で得られるバイオ炭の量 |
| 森林吸収 | | 森林総研の計算システムを活用<br>林齢・樹種ごとに吸収量を算定 |

### ３．２．１　津和野町の森林資源の材積量と成長量

津和野町の木質バイオマスのポテンシャルを算定するにあたり、津和野町の森林のうち民有林（国有林を除く個人所有林、町有林など）の現状を示します。

津和野町の民有林面積は 2020 年現在で 23,503ha です。樹種別の内訳では、最も面積が多い樹種は「広葉樹」で約 60%を占めています。次いで、針葉樹の「スギ」が約 21%、「ヒノキ」が約 11%、アカマツ・クロマツ等の「その他の針葉樹」が約 9%となっています。林種別の内訳では、「スギ」「ヒノキ」を中心とした「人工林」が約 37%、「広葉樹」を中心とした「天然林」が約 63%です。

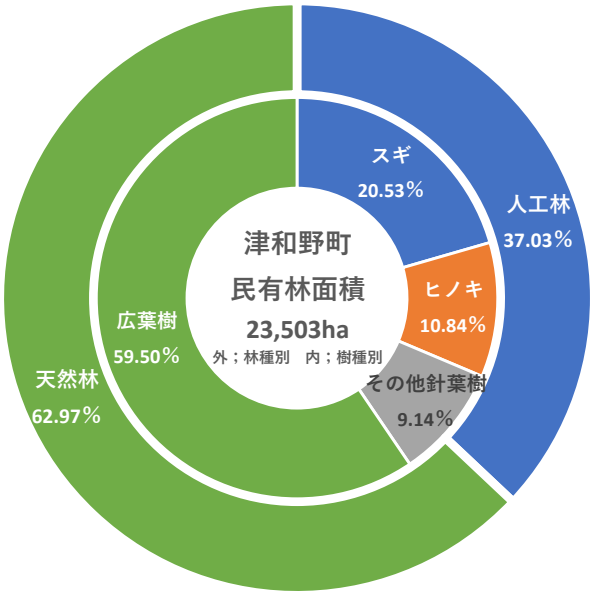



図 3.2-1　津和野町の樹種別・林種別民有林面積の内訳

出所：津和野町データより作成

樹種別の林齢（植樹後の年数）毎の民有林面積をみると、「～5 年生（1 齢級という。齢級は林齢 5 年毎に区切られた級数）」「～10 年生（2 齢級）」の森林が極端に少ないこと、「～55 年生（11 齢級）」「～60 年生（12 齢級）」で広葉樹の面積が多いことが特徴として挙げられます。これらは、津和野町の民有林には「老いた広葉樹」の木質バイオマスが多くあること、ここ 10 年の新規植栽が低調であることを示しています。なお、50 年生以上の面積あたりの材積量は 179㎥/ha です。

| | | |
|---|---|---|
| 50年生以上の材積量 | m3/ha | 179 |

林齢別面積　　単位：ha

| 2020年 | 齢級 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 林齢 | ～5年生 | ～10年生 | ～15年生 | ～20年生 | ～25年生 | ～30年生 | ～35年生 | ～40年生 |
| 林種別 | 人工林 | 23.38 | 78.19 | 178.95 | 291.80 | 554.55 | 676.75 | 1,236.23 | 1,115.47 |
| | 天然林 | 4.63 | 141.77 | 951.75 | 597.44 | 573.92 | 483.92 | 400.73 | 470.85 |
| | 合計 | 28.01 | 219.96 | 1,130.70 | 889.24 | 1,128.47 | 1,160.67 | 1,636.96 | 1,586.32 |
| | 人工林齢級比率 | 0.27% | 0.90% | 2.06% | 3.35% | 6.37% | 7.78% | 14.20% | 12.82% |
| 樹種別 | スギ | 12.95 | 43.30 | 99.10 | 161.59 | 307.10 | 374.77 | 684.59 | 617.72 |
| | ヒノキ | 6.83 | 22.85 | 52.30 | 85.29 | 162.09 | 197.80 | 361.33 | 326.03 |
| | その他樹種 | 8.23 | 153.81 | 979.30 | 642.36 | 659.29 | 588.10 | 591.04 | 642.57 |
| | 合計 | 28.01 | 219.96 | 1,130.70 | 889.24 | 1,128.47 | 1,160.67 | 1,636.96 | 1,586.32 |

林齢別面積　　単位：ha

| 2020年 | 齢級 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15～ | 合計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 林齢 | ～45年生 | ～50年生 | ～55年生 | ～60年生 | ～65年生 | ～70年生 | 71年生～ | |
| 林種別 | 人工林 | 1,266.53 | 1,127.37 | 1,306.50 | 612.14 | 111.37 | 46.62 | 78.07 | 8,703.92 |
| | 天然林 | 668.73 | 1,505.15 | 2,754.72 | 3,016.31 | 1,558.56 | 677.52 | 992.63 | 14,798.63 |
| | 合計 | 1,935.26 | 2,632.52 | 4,061.22 | 3,628.45 | 1,669.93 | 724.14 | 1,070.70 | 23,502.55 |
| | 人工林齢級比率 | 14.55% | 12.95% | 15.01% | 7.03% | 1.28% | 0.54% | 0.90% | 100.00% |
| 樹種別 | スギ | 701.37 | 624.31 | 723.51 | 338.99 | 61.67 | 25.82 | 43.23 | 4,820.00 |
| | ヒノキ | 370.18 | 329.51 | 381.87 | 178.92 | 32.55 | 13.63 | 22.82 | 2,544.00 |
| | その他樹種 | 863.71 | 1,678.70 | 2,955.85 | 3,110.55 | 1,575.70 | 684.70 | 1,004.65 | 16,138.55 |
| | 合計 | 1,935.26 | 2,632.52 | 4,061.22 | 3,628.45 | 1,669.93 | 724.14 | 1,070.70 | 23,502.55 |

**55年生、60年生が中心（伐採が進んでいない）**
**若い齢級が少ない（新規植林が進んでいない）**

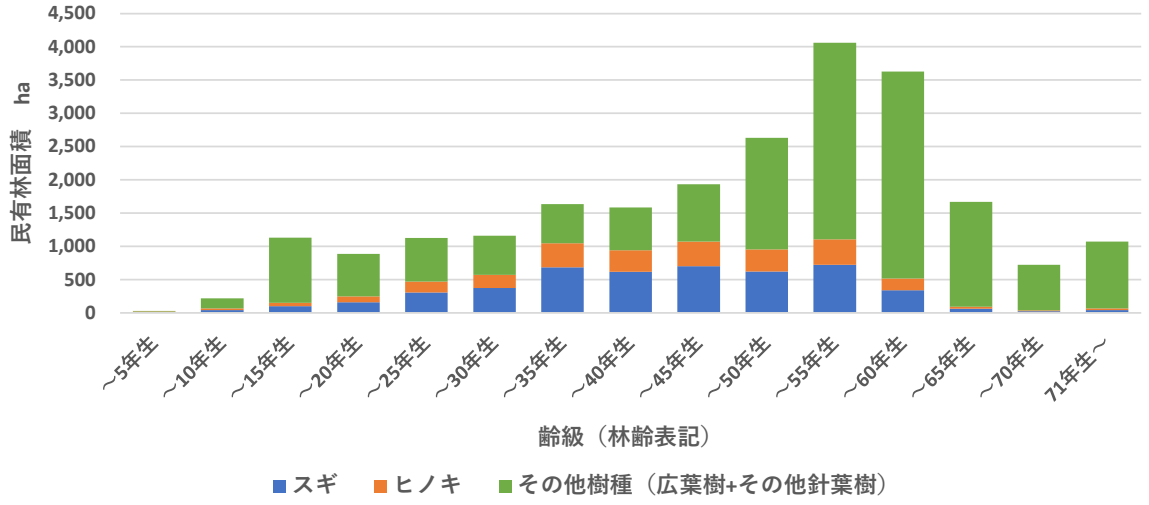



図 3.2-2　津和野町の齢級別・樹種別の民有林面積の内訳

出所：津和野町データより作成

林齢別に木質バイオマス量を把握するため、森林総合研究所が作成した計算シートを使用しました。

「材積量」は、森林のバイオマスの蓄積量を表します。津和野町の民有林全体の「材積量」は4,033 千㎥、重量換算（水分率 50%相当）で 3,987 千ｔです。熱量換算では約 8,985GWh（水分率 50%の低位発熱量ベース）、**原油換算では約 560 万バレルのエネルギーを町内の森林に包蔵**していることに相当します。これは、我が国の全国の製油所で処理する原油処理量（2021 年 3 月現在：350 万バレル/日）の 1.6 日分の量です。

また、森林が大気中の二酸化炭素を吸収しながら 1 年間で成長する量が「成長量」です。津和野町の民有林全体の 1 年間の「成長量」は 74 千㎥/年、重量換算で 71 千ｔ/年となっています。これは、熱量換算で 160GWh、**原油換算で約 10 万バレルのエネルギーを毎年町内の森林が生み出している**ことを意味します。今後の森林伐採と再植林の促進によって、この成長量をさらに増やしていきたいと考えます。

**町内の森林で原油換算で560万バレルのエネルギーを包蔵**
**＊水分率50%の低位発熱量ベース**

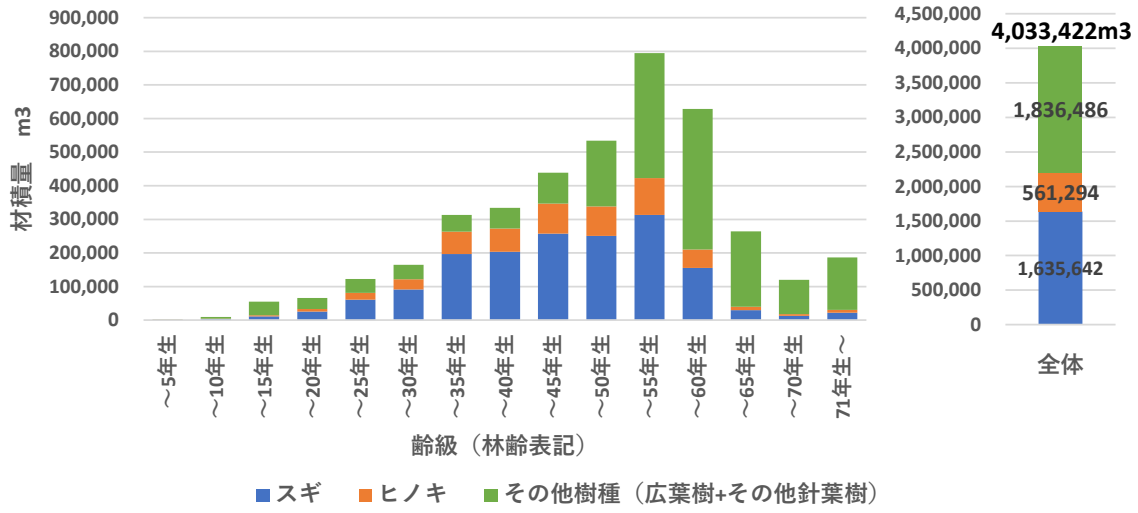



図 3.2-3　津和野町の齢級別・樹種別の材積量の内訳

出所：森林総研計算シートにより算定

**津和野町の森林は、毎年10万バレルのエネルギーを生み出している**
**＊水分率50%の低位発熱量ベース**
**伐採と再植林の促進によって、これをもっと増やしたい！**

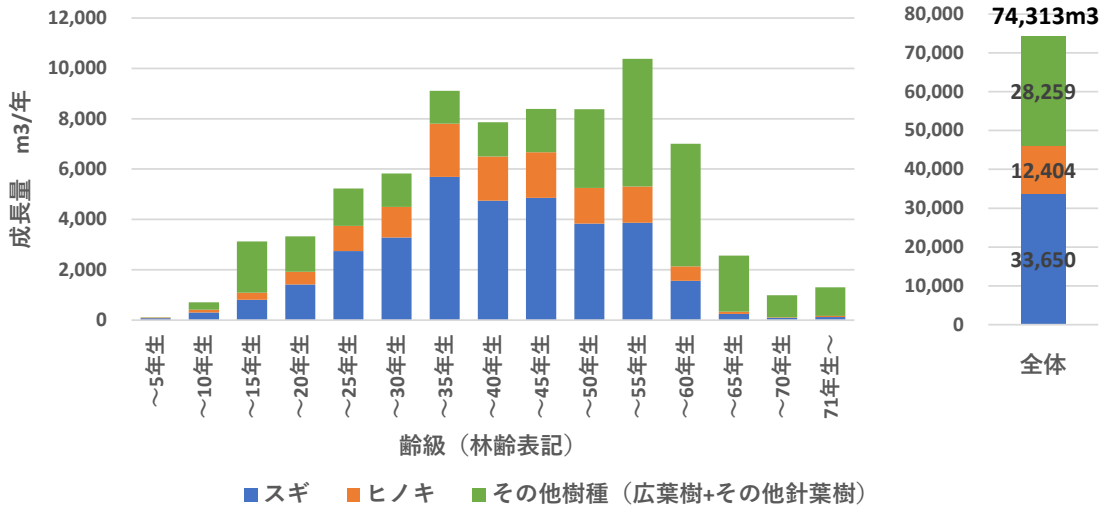



図 3.2-4　津和野町の齢級別・樹種別の成長量の内訳

出所：森林総研計算シートにより算定

**森林材積量・成長量の考え方**

〇比重（原木換算）

針葉樹：0.77t/m$^3$　広葉樹：1.25t/m$^3$　（針葉樹：1.30m$^3$/t、広葉樹：0.80m$^3$/t）

〇低位発熱量（水分率 50%）

針葉樹：8.4MJ/kg　広葉樹：7.9MJ/kg

### ３．２．２　賦存量

木質バイオマスエネルギーの賦存量は、津和野町の民有林の「成長量」を全て利用することを前提に算定しました。算定にあたってはバイオマスの燃焼で「熱利用」する場合、バイオマスの直接燃焼で発電する「蒸気タービン発電方式（BTG 発電)」する場合、バイオマスをガス化させコジェネレーションシステムで「熱電併給」する場合の 3 つの条件で算定しました。

「熱電併給」の賦存量に着目した場合、現在、津和野町に導入されている Volter40（1 台あたり 312,000kWh/年で計算）で換算して約 128 台分となります。また、熱電併給による $CO_2$ 排出削減量 50 千 $tCO_2$ は、津和野町の現状の排出量とほぼ同量であり、仮に成長量の全量を使って熱電併給すれば現状においてゼロカーボンが可能となる量となります。

**木質バイオマス賦存量　算出式**

年間利用熱量・発電量＝成長量×比重×木材低位発熱量×機器効率

成長量：（スギ）33,650$m^3$/年、（ヒノキ）12,404$m^3$/年、（その他樹種）28,259$m^3$/年

（合計）74,313$m^3$/年

比重（水分率 15%）:（スギ）453kg/$m^3$、（ヒノキ）453kg/$m^3$、（その他樹種）735kg/$m^3$

木材低位発熱量（水分率 15%）:（スギ）16.1MJ/kg、（ヒノキ）16.1MJ/kg、（その他樹種）15.3MJ/kg

機器効率：（熱利用）80%　（BTG 発電）20%　（熱電併給）発電 22%、熱利用 56%

*比重は水分率 50%から水分率 15%へ変換

*木材低位発熱量は NEDO「バイオマスエネルギー地域自立システムの導入要件・技術指針」の手引きより

*機器効率は、熱利用及び BTG 発電については REPOS より、熱電併給の効率は「超小型バイオマス熱電併給設備」（フォレストエナジー）より

温室効果ガス排出削減量＝年間利用熱量×A 重油排出係数＋年間発電量×中国電力排出係数

A 重油排出係数：72.9g$CO_2$/MJ-LHV

中国電力電力排出係数（2019 年調整後排出係数）：0.585kg$CO_2$/kWh

表 3.2-1　木質バイオマス賦存量算定結果

**毎年の成長量を全量熱電併給に使用するとVolter40にして128台分相当の資源量**

| | | 賦存量 | | CO2排出削減量 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 熱利用 | スギ | 54,530,896 | kWh/年 | 14,311 | tCO2/年 |
| | ヒノキ | 20,100,702 | kWh/年 | 5,275 | tCO2/年 |
| | その他樹種 | 70,647,928 | kWh/年 | 18,541 | tCO2/年 |
| | **合計** | **145,279,526** | **kWh/年** | **38,127** | **tCO2/年** |
| BTG発電 | スギ | 13,632,724 | kWh/年 | 7,975 | tCO2/年 |
| | ヒノキ | 5,025,175 | kWh/年 | 2,940 | tCO2/年 |
| | その他樹種 | 17,661,982 | kWh/年 | 10,332 | tCO2/年 |
| | **合計** | **36,319,882** | **kWh/年** | **21,247** | **tCO2/年** |
| 熱電併給（熱） | スギ | 38,171,627 | kWh/年 | 10,018 | tCO2/年 |
| | ヒノキ | 14,070,491 | kWh/年 | 3,693 | tCO2/年 |
| | その他樹種 | 49,453,550 | kWh/年 | 12,979 | tCO2/年 |
| | 合計 | 101,695,668 | kWh/年 | 26,689 | tCO2/年 |
| 熱電併給（電力） | スギ | 14,995,996 | kWh/年 | 8,773 | tCO2/年 |
| | ヒノキ | 5,527,693 | kWh/年 | 3,234 | tCO2/年 |
| | その他樹種 | 19,428,180 | kWh/年 | 11,365 | tCO2/年 |
| | 合計 | 39,951,870 | kWh/年 | 23,372 | tCO2/年 |
| 熱電併給（合計） | スギ | 53,167,624 | kWh/年 | 18,790 | tCO2/年 |
| | ヒノキ | 19,598,184 | kWh/年 | 6,926 | tCO2/年 |
| | その他樹種 | 68,881,730 | kWh/年 | 24,344 | tCO2/年 |
| | **合計** | **141,647,538** | **kWh/年** | **50,061** | **tCO2/年** |

### ３．２．３　利用可能量

賦存量の算定結果では、最も $CO_2$ 排出削減効果が高いエネルギー利用形態は「熱電併給」でしたので、利用可能量については「熱電併給」について算定します。

ここでは、成長量の 22%の木質バイオマスを搬出して利用すると仮定して、利用可能量を算定しました。

利用可能量は、現在導入されている Volter40（1 台あたり 312,000kWh/年）に換算して約 28 台相当です。現在整備しているバイオマス発電所（12 台）と単機のバイオマス発電所（3 台）及び第 2 発電所（12 台）を整備することを念頭に置いた量とほぼ同じ資源量になります。

なお、この前提で、燃料材の重量換算で約 5 割が広葉樹となります。

**木質バイオマス利用可能量　算出式**

年間利用熱量・発電量＝賦存量（成長量）×利用率

利用率（仮定）:（スギ）22%、（ヒノキ）22%、（その他樹種）22%

*材の量にして合計 16,349$m^3$/年

生チップ換算で 15,573t/年　（内、針葉樹 7,802t/年、広葉樹 7,771t/年）

温室効果ガス排出削減量＝年間利用熱量×A 重油排出係数＋年間発電量×中国電力排出係数

A 重油排出係数：72.9g$CO_2$/MJ-LHV

中国電力電力排出係数（2019 年調整後排出係数）：0.585kg$CO_2$/kWh

表 3.2-2　木質バイオマス利用可能量算定結果

**成長量の22%を熱電併給に使用するとVolter40にして28台分相当の資源量**

| | | 利用可能量 | | CO2排出削減量 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 熱電併給（熱） | スギ | 8,397,758 | kWh/年 | 2,204 | tCO2/年 |
| | ヒノキ | 3,095,508 | kWh/年 | 812 | tCO2/年 |
| | その他樹種 | 10,879,781 | kWh/年 | 2,855 | tCO2/年 |
| | 合計 | 22,373,047 | kWh/年 | 5,872 | tCO2/年 |
| 熱電併給（電力） | スギ | 3,299,119 | kWh/年 | 1,930 | tCO2/年 |
| | ヒノキ | 1,216,092 | kWh/年 | 711 | tCO2/年 |
| | その他樹種 | 4,274,200 | kWh/年 | 2,500 | tCO2/年 |
| | 合計 | 8,789,411 | kWh/年 | 5,142 | tCO2/年 |
| 熱電併給（合計） | スギ | 11,696,877 | kWh/年 | 4,134 | tCO2/年 |
| | ヒノキ | 4,311,601 | kWh/年 | 1,524 | tCO2/年 |
| | その他樹種 | 15,153,981 | kWh/年 | 5,356 | tCO2/年 |
| | **合計** | **31,162,458** | **kWh/年** | **11,013** | **tCO2/年** |

### ３．３．１　賦存量

環境省の REPOS によれば、津和野町の太陽光エネルギーについて、太陽光発電導入ポテンシャル量（建物系）として、太陽光発電の出力のポテンシャル 64,689kW と推計されています。建物系とは、住宅や、官公庁、学校、工場等の建物への太陽光発電導入が想定されています。次に、太陽光発電導入ポテンシャル量（土地系）として、210,991kW と推計されています。土地系とは、農地や、荒廃農地、ため池、廃棄物処分場などへの太陽光発電導入が想定されています。

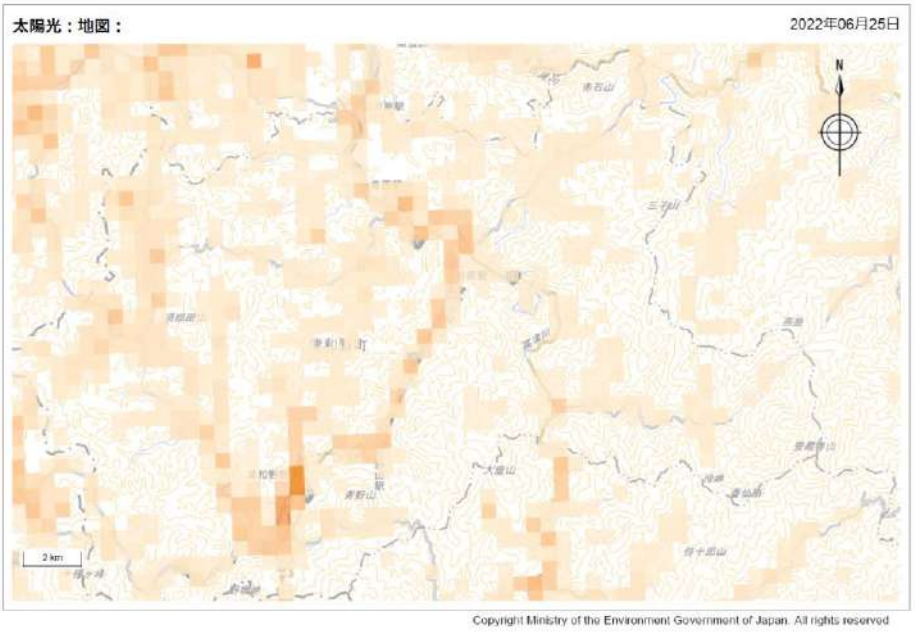



図 3.3-1　津和野町の太陽光発電導入ポテンシャル量分布（500m メッシュ）

出所：環境省 REPOS

太陽光発電の賦存量は、この REPOS の推計を基礎として、年間発電量、温室効果ガス排出削減量を以下のように算定しました。

**太陽光発電賦存量　算出式**

発電出力＝導入ポテンシャル量（建物系）＋導入ポテンシャル量（土地系）

導入ポテンシャル量（建物系）: 64,689kW

導入ポテンシャル量（土地利用系）: 210,991kW

年間発電量＝1kW あたりの年間発電量×発電出力

1kW あたりの年間発電量 : 972kWh

*1kW あたりの年間発電量は NEDO 日射量データベースより効率等を考慮して計算（後述）

温室効果ガス排出削減量＝年間発電量×電力排出係数

電力排出係数（中国電力 2020 年実績）: 0.585kg$CO_2$/kWh

表 3.3-1　太陽光発電賦存量算定結果

| | | |
|---|---|---|
| 発電出力 | 275,680 | kW |
| 発電量 | 267,960,960 | kWh/年 |
| CO2削減量 | 156,757 | tCO2/年 |

### ３．３．２　利用可能量

太陽光発電の利用可能量の算定にあたっては、「住宅」「公共施設」「駐車場」「ため池」「農地」の 5 つの施設・土地利用を対象として、以下の条件を設定しました。

#### （１）住宅

令和 4 年 3 月末時点の津和野町の全世帯数は 3,344 世帯（内、津和野地区 1,091 世帯、津和野地区を除く 2,253 世帯）となっています。この全世帯数に対して設置率を 10%とし、その出力規模は 5kW/世帯として仮定して利用可能量を算出しました。

なお、2022 年 4 月現在の津和野町の課税台帳ベースの建床面積は 413,619㎡となっています。5kW 出力の場合 30㎡（5kW×6㎡）の屋根面積が必要となりますが、1 世帯当たりの建床面積は 123㎡（413,619㎡÷3,344 世帯）ですので、設置率 10%であれば概ね設置可能と想定しました。

#### （２）公共施設

津和野町内の町有施設の建物のうち、太陽光発電施設の設置可能性を考慮し、延床面積 1,000㎡以上の建物を抽出しました。その結果、1,000 ㎡以上の建物は 24 棟、延床面積で 49,630㎡、推定建床面積 19,460㎡（延床面積÷階数）と算定されました。ここに太陽光発電を設置すると仮定し利用可能量を算出しました。

表 3.3-2　延床面積 1,000㎡ 以上の町有施設

| 施　設　名 | 用途名 | 延床面積 m2 | 階数 | 推定建床面積 m2 |
|---|---|---|---|---|
| 津和野共存病院 | 病院 | 5,396 | 3 | 1,799 |
| 津和野町役場本庁舎 | 役場庁舎 | | | 2,075 |
| 日原体育館 | 体育館 | 4,057 | 3 | 1,352 |
| 津和野小学校 | 校舎 | 3,945 | 3 | 1,315 |
| 日原中学校 | 校舎 | 3,434 | 3 | 1,145 |
| 安野光雅美術館 | 博物館 | 2,901 | 3 | 967 |
| 津和野中学校 | 校舎 | 2,673 | 3 | 891 |
| 津和野温泉なごみの里 | その他 | 2,504 | 3 | 835 |
| シルクウェイにちはら | 観光会館 | 1,959 | 1 | 1,959 |
| 清水団地 | 住宅 | 1,870 | 3 | 623 |
| 津和野町コミュニティーセンター | 体育館 | 1,819 | 3 | 606 |
| 定住促進住宅 | 住宅 | 1,815 | 3 | 605 |
| 定住促進住宅 | 住宅 | 1,811 | 3 | 604 |
| 日原小学校 | 校舎 | 1,738 | 3 | 579 |
| 木部小学校 | 校舎 | 1,694 | 3 | 565 |
| 森鴎外記念館 | 博物館 | 1,678 | 3 | 559 |
| 山根団地 | 住宅 | 1,567 | 3 | 522 |
| 津和野町コミュニティーセンター | 集会所 | 1,552 | 3 | 517 |
| 木部中学校 | 校舎 | 1,512 | 3 | 504 |
| 畑迫小学校 | 体育館（学校） | 1,299 | 6 | 217 |
| 青原団地 | 住宅 | 1,182 | 2 | 591 |
| 津和野町伝統文化館 | 博物館 | 1,113 | 4 | 278 |
| 小川体育館 | 体育館 | 1,095 | 6 | 183 |
| 日原小学校 | 体育館（学校） | 1,016 | 6 | 169 |
| 合計 | | 49,630 | | 19,460 |

*青原小学校は上記に含まれますが、既に PV 設置済みであるため除外しました。

出所：津和野町データより作成

（３）駐車場

駐車場については、「しまね観光ナビ（島根県観光連盟)」で町内の施設を検索し、観光客の車両を受け入れている 7 つの駐車場について普通車の駐車台数を抽出しました。駐車場での太陽光発電については、太陽光発電の躯体下部に駐車する「ソーラーカーポート」型の形態を想定し、設置面積として国土交通省の「駐車場設計・施工指針」に提示されている普通乗用車にかかる規格（長さ×幅員＝6m×2.5m）に沿って利用可能量を算出しました。想定面積は、8,190㎡ です。

表 3.3-3　津和野町内の駐車場

| 施設名 | 駐車台数<br>普通乗用車 | 想定面積 |
|---|---|---|
| | 台 | m2 |
| 津和野町役場駐車場 | 45 | 675 |
| 道の駅　津和野温泉なごみの里 | 200 | 3000 |
| あぜみち高岡通り駐車場 | 50 | 750 |
| 多胡駐車場 | 40 | 600 |
| JAしまね西いわみ地区本部　津和野支店 | 25 | 375 |
| 津和野町駅前駐車場 | 30 | 450 |
| 道の駅　シルクウエイにちはら | 156 | 2340 |
| 合計 | 546 | 8,190 |

出所：「しまね観光ナビ（島根県観光連盟）」に掲載の駐車場の駐車台数より

（４）ため池

津和野町内の水面が存在するため池は、68 か所、（計 94,770㎡）あります。これらのうち、太陽光発電施設の設置可能性を考慮し、面積 1,000 ㎡以上のため池 23 か所（計 75,300㎡）を抽出しました。太陽光発電としては水面に太陽光パネルを浮かせるフロート型を想定し、ため池の水位変動やため池設備への影響の最小化を考慮して、太陽光発電施設が被覆する水面の割合を 40%と仮定して利用可能量を算出しました。

表 3.3-4　津和野町内の 1,000㎡ 以上のため池

| 名称 | 所在地 | 面積（単位：㎡） |
|---|---|---|
| 焼ヶ廻 | 田ニ穂 317 | 9,600 |
| 滝ノ上 | 添谷 781 | 9,000 |
| 野峠堤 | 中山 1518 | 7,500 |
| 中ノ堤 | 池村 1227 | 5,800 |
| 才ノ峠 | 池村 1245 | 5,200 |
| セリ生堤 | 田ニ穂 377 | 5,200 |
| 滝ノ下 | 池村 1603 | 4,700 |
| 蔵山 | 池村 | 3,000 |
| 木原堤 | 中川 390 | 2,700 |
| 久留米 | 青原 585 | 2,400 |
| 下谷 | 日原 702 | 2,300 |
| 獄 | 青原 | 2,100 |
| 赤ハゲ | 柳村 160 | 2,100 |
| 水上堤 | 山下 614-1 | 2,100 |
| 岡田 | 添谷 673 | 1,700 |
| 上ノ堤 | 冨田 | 1,700 |
| 嶽ノ上ヱ | 青原 717 | 1,400 |
| 堤迫堤 | 中山 1169-2 | 1,300 |
| 母屋 | 池村 1292 | 1,200 |
| 谷上堤 | 鷲原イ320 | 1,200 |
| 堤ノ溢 | 相撲ヶ原 1226 | 1,100 |
| 下ノ堤 | 冨田 イ533 | 1,000 |
| 棚平堤 | 名賀 1652 | 1,000 |
| 計 | | 75,300 |

出所：「ため池台帳」より作成

（５）農地

農地については、「令和３年産市町村別作物統計調査（農林水産省）」及び「令和３年利用状況調査（農業委員会、津和野町調べ）」より、「耕作地」、「耕作放棄地（遊休農地）」、「再生不可能農地」を抽出しました。これらの面積は合計で、1,223ha です。これに農地分類ごとの設置率を乗じることで、営農型太陽光発電の利用可能量を算出しました。

表 3.3-5　津和野町の農地面積

| 分　類 | 面積（単位：ha） | 出典元 |
|---|---|---|
| 農地面積（耕地面積） | 748 | 令和3年産市町村別作物統計調査 |
| 耕作放棄地（遊休農地） | 35 | 令和3年利用状況調査<br>（農業委員会） |
| 再生不可能農地 | 440 | |
| 合計 | 1,223 | |

出所：津和野町データより

**太陽光発電利用可能量　算出式**

発電出力

＝（住宅）世帯数×家庭用設置率÷１戸あたり発電出力

世帯数：3,344 世帯

家庭用設置率：10.0%（仮定値）

１戸あたり発電出力：5kW（仮定値）

＋（公共施設）1,000$m^2$ 以上施設推定建床面積×設置可能面積算定係数÷kW あたり面積

1,000$m^2$ 以上施設合計推定建床面積　：19,460$m^2$

設置可能面積算定係数：0.499（REPOS の戸建住宅以外）

kW あたり面積：9$m^2$/kW（REROS の戸建住宅以外）

＋（駐車場）普通車駐車場面積×設置可能面積算定係数÷kW あたり面積

普通車駐車場面積（推定）：8,190$m^2$

設置可能面積算定係数　：0.499（REPOS の戸建住宅以外）

kW あたり面積：9$m^2$/kW（REPOS の戸建住宅以外）

＋（ため池）1,000$m^2$ 以上面積×設置可能面積算定係数÷kW あたり面積

1,000$m^2$ 以上ため池合計面積　：75,300$m^2$

設置可能面積算定係数：0.40（REPOS のため池）

kW あたり面積：9$m^2$/kW（REPOS のため池）

＋（農地）農地面積×農地設置率×設置可能面積算定係数÷kW あたり面積

農地面積：（耕作地）748ha　（遊休農地）35ha　（再生不可能農地）440ha

農地設置率（仮定値）：（耕作地）0.5%　（遊休農地）21%　（再生不可能農地）21%

設置可能面積算定係数：0.474（REPOS の営農を前提とした数値）

kW あたり面積：25.00$m^2$/kW（REPOS の営農を前提とした数値）

年間発電量

＝発電出力×1kW あたり年間発電量

年間発電量：972kWh/年/kW

*1kW あたりの年間発電量は NEDO 日射量データベースより効率等を考慮して計算（後述）

温室効果ガス排出削減量＝年間発電量×電力排出係数

電力排出係数（中国電力 2020 年実績）：0.585kg$CO_2$/kWh

太陽光発電の利用可能量は、再生不可能農地の面積が大きいことから農地のポテンシャルが高くなっています。また、住宅やため池のポテンシャルも大きいことが分かります。こうした未利用のスペースの有効活用が太陽光発電の導入促進に向けたカギになります。

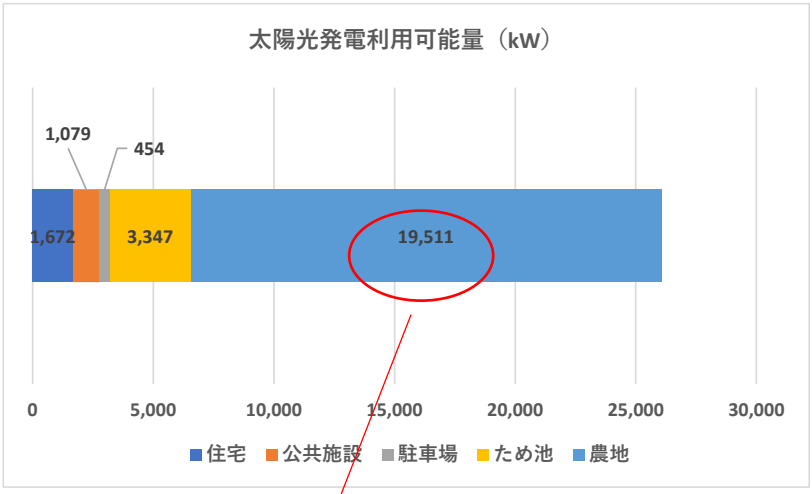
表 3.3-6　太陽光発電利用可能量算定結果

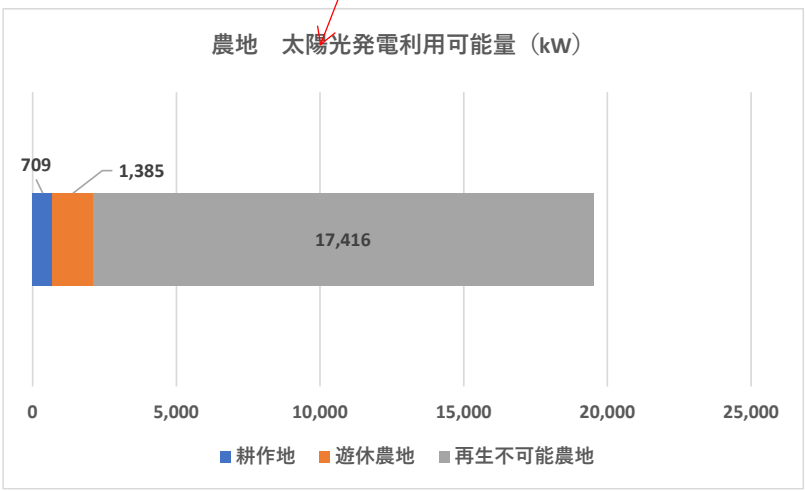
太陽光発電利用可能量内訳

| | 利用可能量 | | | | | | CO2排出削減量 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 住宅 | 1,672 | kW | 5 | kW/箇所 | 1,625,184 | kWh/年 | 951 | tCO2/年 |
| 公共施設 | 1,079 | kW | 45 | kW/箇所 | 1,048,752 | kWh/年 | 614 | tCO2/年 |
| 駐車場 | 454 | kW | 65 | kW/箇所 | 441,375 | kWh/年 | 258 | tCO2/年 |
| ため池 | 3,347 | kW | 146 | kW/箇所 | 3,252,960 | kWh/年 | 1,903 | tCO2/年 |
| 農地 | 19,511 | kW | | | 18,964,698 | kWh/年 | 11,094 | tCO2/年 |
| **合計** | **26,063** | **kW** | | | **25,332,969** | **kWh/年** | **14,820** | **tCO2/年** |

農地内訳

| | | |
|---|---|---|
| 耕作地 | 709 | kW |
| 遊休農地 | 1,385 | kW |
| 再生不可能農地 | 17,416 | kW |
| **合計** | **19,511** | **kW** |



### ３．４．１　賦存量

中小水力エネルギーの賦存量については、高津川及び津和野川の主要地点の流量及び標高データから算定しました。

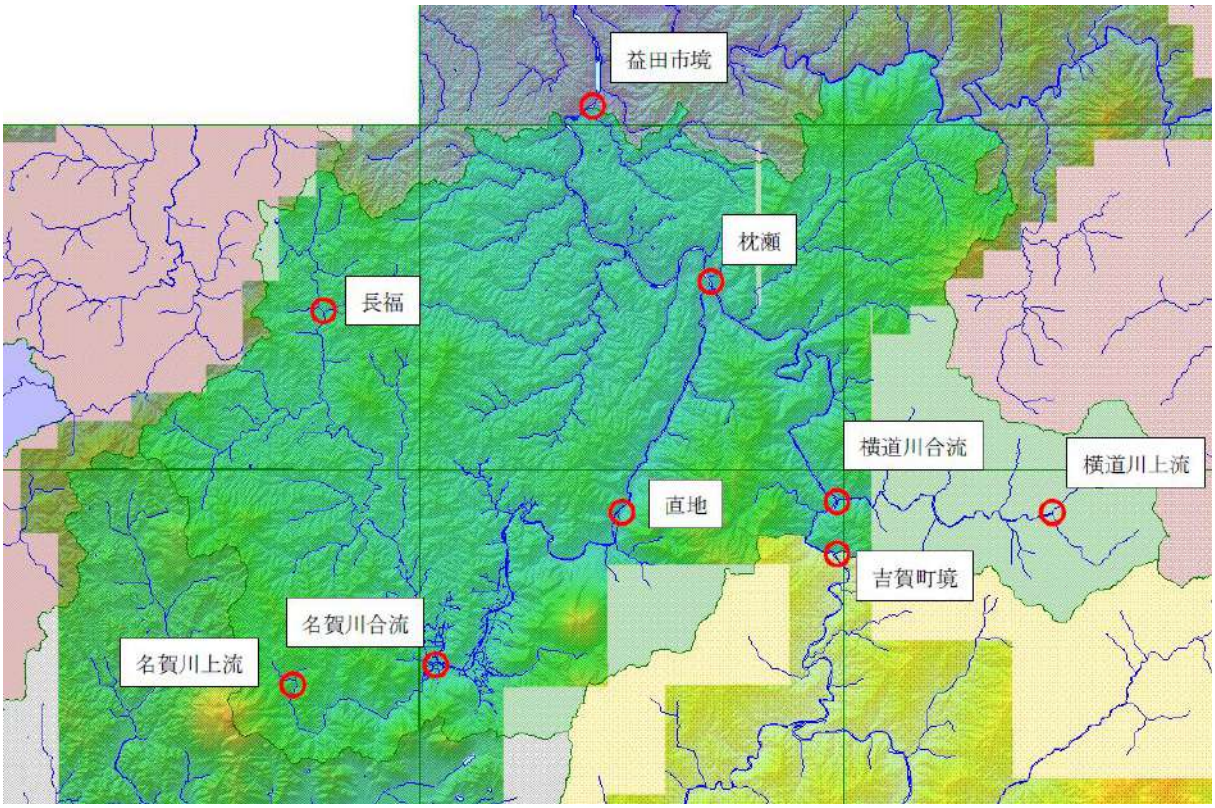



図 3.4-1　流量標高データを取得した地点

出所：国土地理院「基盤地図情報」

国土交通省「水文水質データベース」によれば、高津川の「円の谷」の過去 10 年間（2011 年～2020 年）の平均流量は 12.25㎥/s でした。また、高津川と津和野川が合流する「日原」の過去 10 年間の平均流量は 29.71㎥/s でした。これらの流量より、模式的に主要地点の流量を推定しました。

また、国土地理院の基盤地図情報を用い、各地点における標高を計測し、各地点間の落差を測定し、主要な地点において中小水力発電を行った場合の発電量を賦存量として算定しました。

## 表 3.4-1　津和野町内の河川の過去 10 年の流況（上：円の谷、下：日原）

水系名　　高津川
河川名　　高津川
観測所名　　円の谷　　(m3/s)

| 年次 | 最大流量 | 豊水流量 | 平水流量 | 低水流量 | 渇水流量 | 最小流量 | 平均流量 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2011 | - | 15.62 | 5.11 | 3.51 | 2.19 | 2.0 | 13.44 |
| 2012 | 182.8 | 12.03 | 4.35 | 2.47 | 2.03 | 1.8 | 11.46 |
| 2013 | - | 8.52 | 4.09 | 3.17 | 2.38 | 2.2 | 10.20 |
| 2014 | - | 14.15 | 5.68 | 3.66 | 3.14 | 3.0 | 11.07 |
| 2015 | - | 13.05 | 5.44 | 3.68 | 2.88 | 2.5 | 11.64 |
| 2016 | - | 19.51 | 7.64 | 4.80 | 3.30 | 2.9 | 17.06 |
| 2017 | - | 9.98 | 4.84 | 3.84 | 3.30 | 3.2 | 10.88 |
| 2018 | - | 8.52 | 4.71 | 3.46 | 2.73 | 2.3 | - |
| 2019 | - | - | - | - | - | 1.8 | - |
| 2020 | - | - | - | - | - | 1.9 | - |
| 平均 | 182.8 | 12.67 | 5.23 | 3.57 | 2.74 | 2.4 | 12.25 |

水系名　　高津川
河川名　　高津川
観測所名　　日原　　(m3/s)

| 年次 | 最大流量 | 豊水流量 | 平水流量 | 低水流量 | 渇水流量 | 最小流量 | 平均流量 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2011 | 884.6 | 32.15 | 18.80 | 13.04 | 8.28 | 4.7 | 31.89 |
| 2012 | 289.6 | 25.97 | 15.18 | 9.49 | 6.35 | 3.1 | 23.40 |
| 2013 | 1565.7 | 27.47 | 18.56 | 13.23 | 7.07 | 5.6 | 35.15 |
| 2014 | 560.5 | 30.52 | 20.83 | 11.40 | 6.76 | 5.5 | 25.63 |
| 2015 | 975.5 | 29.59 | 20.30 | 12.89 | 6.97 | 5.9 | 28.50 |
| 2016 | 665.1 | 41.13 | 25.01 | 15.71 | 8.62 | 5.8 | 39.36 |
| 2017 | 409.7 | 30.28 | 19.08 | 11.88 | 7.03 | 6.0 | 27.63 |
| 2018 | 1065.6 | 27.40 | 16.77 | 11.04 | 6.38 | 5.4 | 32.41 |
| 2019 | 845.8 | 20.84 | 13.13 | 9.89 | 6.25 | 4.9 | 24.49 |
| 2020 | 1200.3 | 24.19 | 14.55 | 7.89 | 4.05 | 2.7 | 28.63 |
| 平均 | 846.2 | 28.95 | 18.22 | 11.65 | 6.78 | 5.0 | 29.71 |

出所：国交省「水文水質データベース」

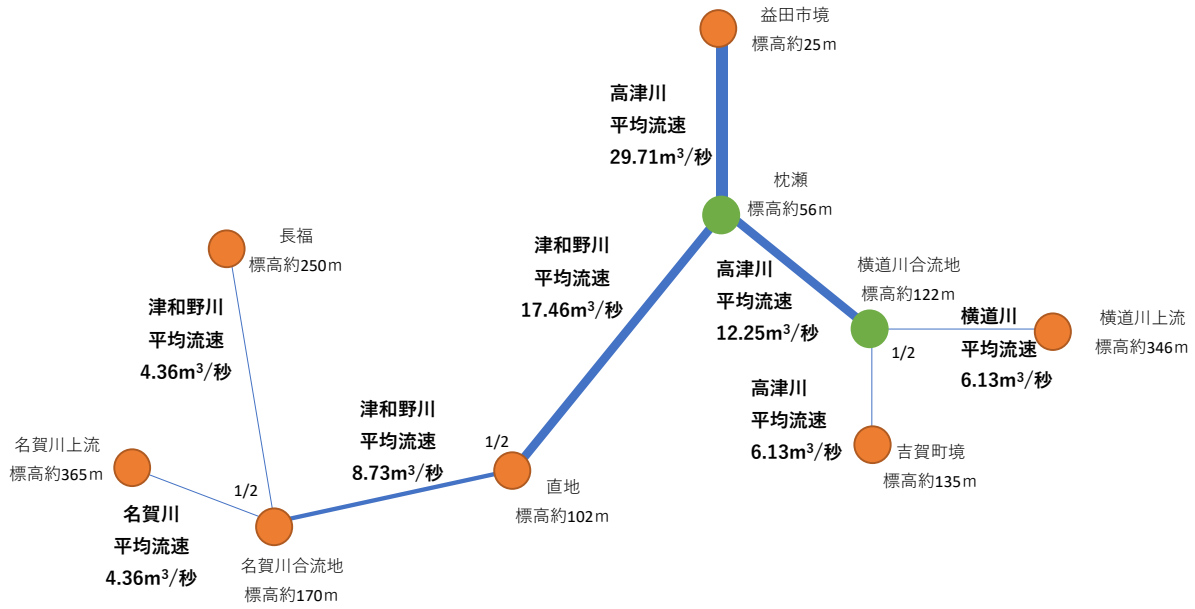



図 3.4-2　津和野町の河川流況推定図

表 3.4-2　津和野町の主な地点の流量と落差（推定）

| | | 標高 | | 標高 | 流量 | 落差 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | m | | m | m/s | m |
| 高津川 | 枕瀬 | 56 | 益田市境 | 25 | 29.71 | 31 |
| 高津川 | 横道川合流地 | 122 | 枕瀬 | 56 | 12.25 | 66 |
| 高津川 | 吉賀町境 | 135 | 横道川合流地 | 122 | 6.13 | 13 |
| 横道川 | 横道川上流 | 346 | 横道川合流地 | 122 | 6.13 | 224 |
| 津和野川 | 直地 | 102 | 枕瀬 | 56 | 17.46 | 46 |
| 津和野川 | 名賀川合流地 | 170 | 直地 | 102 | 8.73 | 68 |
| 津和野川 | 長福 | 250 | 名賀川合流地 | 170 | 4.36 | 80 |
| 名賀川 | 名賀川上流 | 365 | 名賀川合流地 | 170 | 4.36 | 195 |

**中小水力発電賦存量　算出式**

発電出力＝重力加速度×流量×落差×発電効率

重力加速度：9.8m/$s^2$

発電効率：0.72

*発電効率は「農業水利施設等を活用した小水力発電施設導入の手続き」より

年間発電量＝発電出力×8760 時間×稼働率

稼働効率：49.1%（経産省 200kW 未満の小水力発電設備利用率より）

温室効果ガス排出削減量＝年間発電量×電力排出係数

電力排出係数（中国電力 2020 年実績）：0.585kg$CO_2$/kWh

表 3.4-3　中小水力発電賦存量算定結果

| | | 賦存量 | | | | CO2排出削減量 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 高津川 | 枕瀬～益田市境 | 6,498 | kW | 27,950,778 | kWh/年 | 16,351 | tCO2/年 |
| 高津川 | 横道川合流地～枕瀬 | 5,705 | kW | 24,537,154 | kWh/年 | 14,354 | tCO2/年 |
| 高津川 | 吉賀町境～横道川合流地 | 562 | kW | 2,416,538 | kWh/年 | 1,414 | tCO2/年 |
| 横道川 | 横道川上流～横道川合流地 | 9,681 | kW | 41,638,807 | kWh/年 | 24,359 | tCO2/年 |
| 津和野川 | 直地～枕瀬 | 5,667 | kW | 24,373,695 | kWh/年 | 14,259 | tCO2/年 |
| 津和野川 | 名賀川合流地～直地 | 4,188 | kW | 18,015,340 | kWh/年 | 10,539 | tCO2/年 |
| 津和野川 | 長福～名賀川合流地 | 2,464 | kW | 10,597,259 | kWh/年 | 6,199 | tCO2/年 |
| 名賀川 | 名賀川上流～名賀川合流地 | 6,006 | kW | 25,830,818 | kWh/年 | 15,111 | tCO2/年 |
| **合計** | | **40,770** | **kW** | **175,360,388** | **kWh/年** | **102,586** | **tCO2/年** |

### ３．４．２　利用可能量

環境省の REPOS によれば、津和野町の中小水力エネルギーについて、ポテンシャル量は、3,325kW と推計されています。この内訳は以下の通りです。ここでは、この REPOS の導入ポテンシャル量を利用可能量とします。

表 3.4-4　REPOS による中小水力発電が期待できる水系と発電出力内訳

| 出力区分 | 高津川 | 津和野川 | 合計個所数 |
|---|---|---|---|
| 100kW 未満 | ８箇所 | ３箇所 | １１箇所 |
| 100kW 以上　200kW 未満 | ４箇所 | ― | ４箇所 |
| 200kW 以上　500kW 未満 | ５箇所 | ２箇所 | ７箇所 |
| 合計個所数 | １７箇所 | ５箇所 | ２２箇所 |
| 総導入ポテンシャル量 | 3,325kW | | |

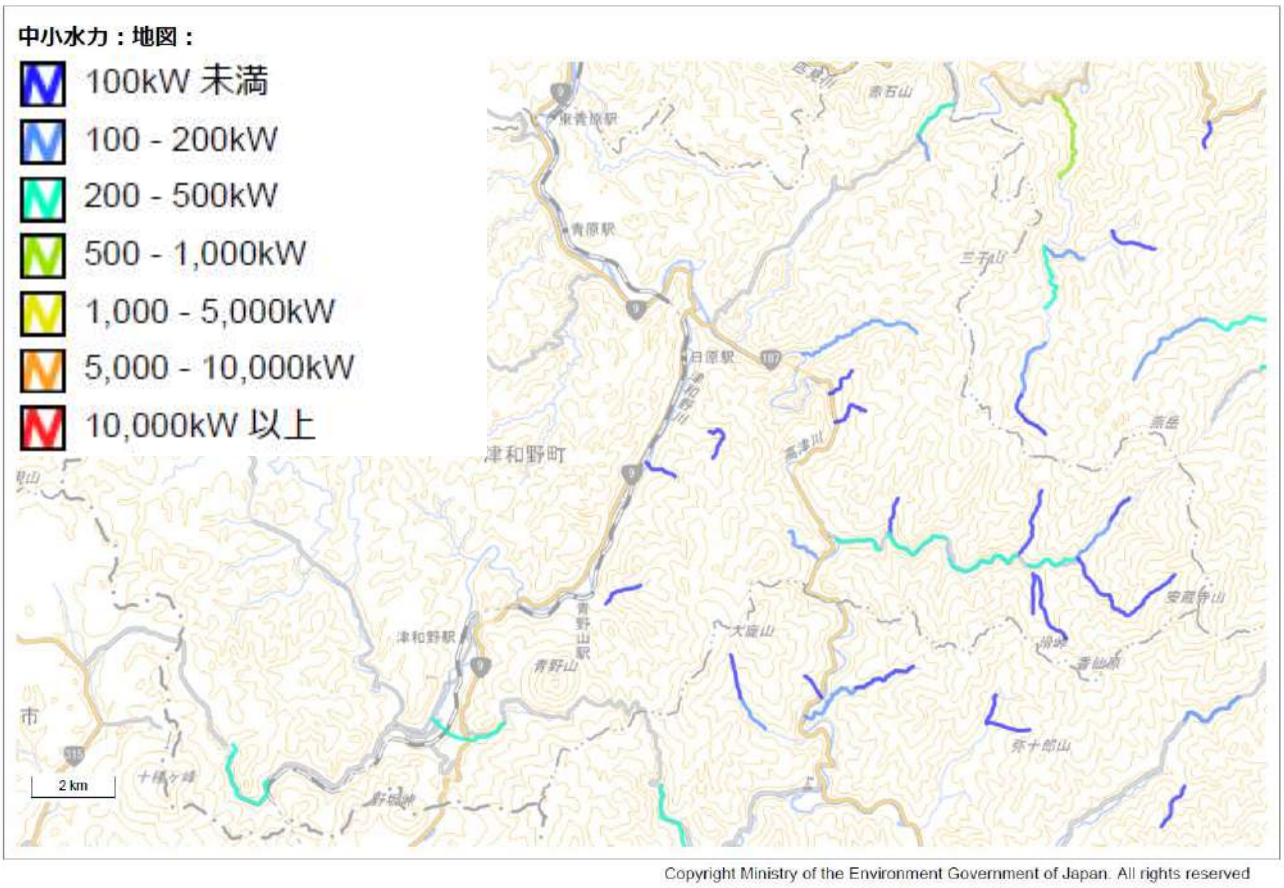



図 3.4-3　REPOS による津和野町の中小水力発電導入ポテンシャル箇所分布

**中小水力発電利用可能量　算出式**

発電出力＝3,325kW（REPOS）

年間発電量＝発電出力×8760 時間×稼働率

稼働効率：49.1%（経産省 200kW 未満の少数力発電設備利用率より）

温室効果ガス排出削減量＝年間発電量×電力排出係数

電力排出係数（中国電力 2020 年実績）：0.585kg$CO_2$/kWh

表 3.4-5　中小水力発電利用可能量算定結果

| | 利用可能量 | | | | CO2排出削減量 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| REPOSのポテンシャル | 3,325 | kW | 14,301,357 | kWh/年 | 8,366 | tCO2/年 |
| **合計** | **3,325** | **kW** | **14,301,357** | **kWh/年** | **8,366** | **tCO2/年** |

木質バイオマスの「熱電併給システム」は、木質バイオマスをガス化してエネルギーとして利用する装置です。この装置では副産物として炭化された木質バイオマスが粉炭として生成されます。この「粉炭」は、通常の炭と同様に「燃料」や「土壌改良剤」として利用することが可能です。近年、このような植物由来の「炭」のことを「バイオ炭」と呼称しています。「バイオ炭」を土壌改良剤として土壌に投入することは、日本では古くから実践されていた農業技術の一つでした。投入された「バイオ炭」は長く土壌中にとどまり土壌に好影響を与え、作物にとって良好な生育環境を与えます。近年、このような長く土壌中にとどまるバイオ炭利用の特徴は、「炭素の土壌貯留」の観点で温暖化対策の一つとして注目されています。

2019 年の「第 49 回気候変動に関する政府間パネル（IPCC）総会」では、「農地・草地土壌へのバイオ炭投入に伴う炭素固定量の算定方法」が、「IPCC 国別温室効果ガスインベントリガイドライン」に追加され、バイオ炭の土壌投入を温室効果ガスの排出削減量として算入することが可能になりました。ここでは、木質バイオマス利用に伴い発生する残渣としてのバイオ炭を、土壌改良剤として農地に投入するものと仮定して炭素固定量を算定しました。

**バイオ炭賦存量　算出式**

炭素固定量＝バイオ炭量×炭素含有率×100 年後の炭素残存率×44/12

バイオ炭量：174t/年（木質バイオマス熱電併給で利用可能とされた Volter40×28 台分）

炭素含有量：77%（J クレジット方法論）

100 年後の炭素残存率 ：80%（J クレジット方法論）

これによると、Volter40×28 台分で年間 393t$CO_2$ の地中貯留が可能とされました。これを貯留するためにはどれだけの面積の農地が必要かを見てみます。

農地面積＝バイオ炭量÷（単位面積あたりバイオ炭施用量目安×粉炭の見かけ比重）

バイオ炭量：174t/年

単位面積あたりバイオ炭施用量目安（水田）：4$m^3$/10a＝40$m^3$/ha

*「土壌改良用バイオ炭の施用目安（初版）：2019 年、日本バイオ炭普及協会」

この資料では、様々な作物の農地へのバイオ炭施用の目安が提示されています。津和野町でも果樹、花き、豆類など様々な作物が栽培されていますが、半数程度が水稲栽培であることから、水田にバイオ炭を施用（全面散布、乾田時耕転）することを前提としました。なお、施用頻度は今のところ、1 農地当たり 1 度でよいものとします。

粉炭の見かけ比重　：0.3t/$m^3$

*バイオ炭の性状（粒状）であることから、活性炭の見かけ比重を採用しました。

計算の結果、バイオ炭の散布に必要な農地面積は 14.5ha/年となりました。令和 3 年産市町村別データによると津和野町の水田は 616ha なので、バイオ炭発生量の約 40 倍の農地固定のポテンシャルを持っていることになります。

なお、土壌散布にあたっては、土壌の pH や電気伝導度の環境を変化させること、物理的特性の継続性が不明であることから今後の検討が必要になります。

さらに、バイオ炭については燃料として取り扱い、化石燃料の代替として使用する方策をとることも可能です。

木質バイオマスの賦存量と同様に、森林総研の計算シートによって吸収量を算出しました。樹木の「成長量」は、大気中の二酸化炭素を植物体内に取り込む炭素吸収のプロセスです。結果、津和野町の二酸化炭素吸収量は 83,049tCO$_2$/年でした。2019 年時点の津和野町の CO$_2$ 排出量が約 50,000 トンですので、これの **1.7 年分の排出量を固定することが可能な量**です。単位森林面積（ha）あたりの二酸化炭素吸収量でみると、全齢級を通じて最も多く炭素を吸収している樹種は「スギ」でした。また、どの樹種においても「～20 年生（4 齢級）」の森林で最大の吸収量を示しており、「～25 年生（5 齢級）」に急激に吸収量が低下し、その後漸減していきます。

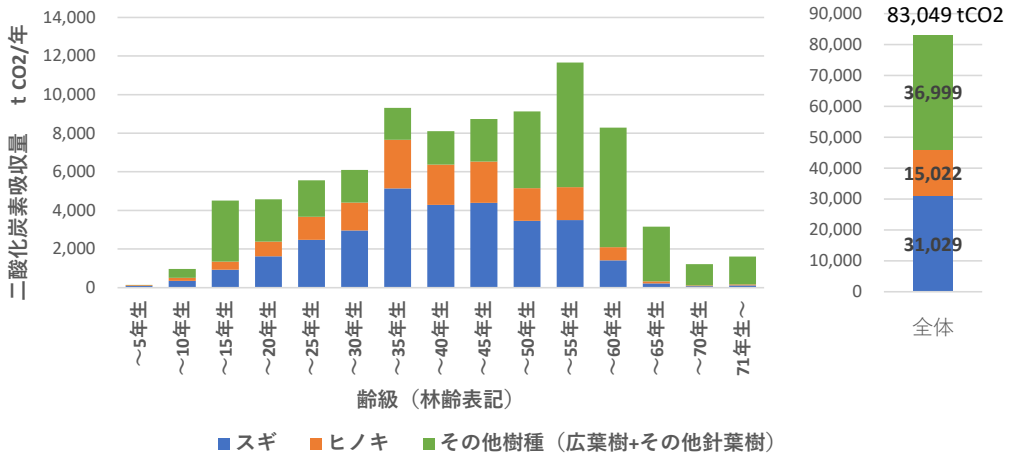



図 3.6-1　津和野町の齢級別・樹種別の二酸化炭素吸収量の内訳

出所：森林総研計算シートにより算定

**森林は20年生をピークに、これを超えると急激に吸収量が減少します。**
**吸収量を増やすためには、森林の若返りが必要です。**

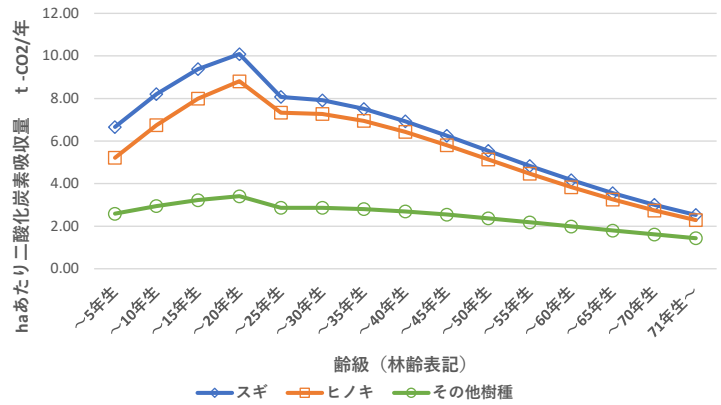



図 3.6-2　津和野町の齢級別・樹種別の ha あたり二酸化炭素吸収量

出所：森林総研計算シートにより算定

ここで、再植林の面積の推移によって、森林固定量がどのように変化するのかを検討してみます。なお、ここでの検討は仮定であって、実際の森林施業においては人材の確保や所有者の情報などが整備され、十分な木材需要が確保されていることが必要です。そのような制約は無視したものであることに注意してください。

仮に、再植林の面積が現在の「～5 年生（1 齢級）」と同程度（2020 年で 28.01ha：推定で成長量の 1.3%程度）で推移し、同じ面積が伐採されたと仮定し、2030 年の森林の二酸化炭素吸収量の推計を行いました。推計の結果、2020 年現在 83 千 $tCO_2$/年であった二酸化炭素吸収量は、2050 年には 50 千 $tCO_2$/年にまで減少します。この推計は今後の森林施業の状況次第で大きく変えることが可能です。森林の若返りを目指した計画的な施業の実施が期待されます。

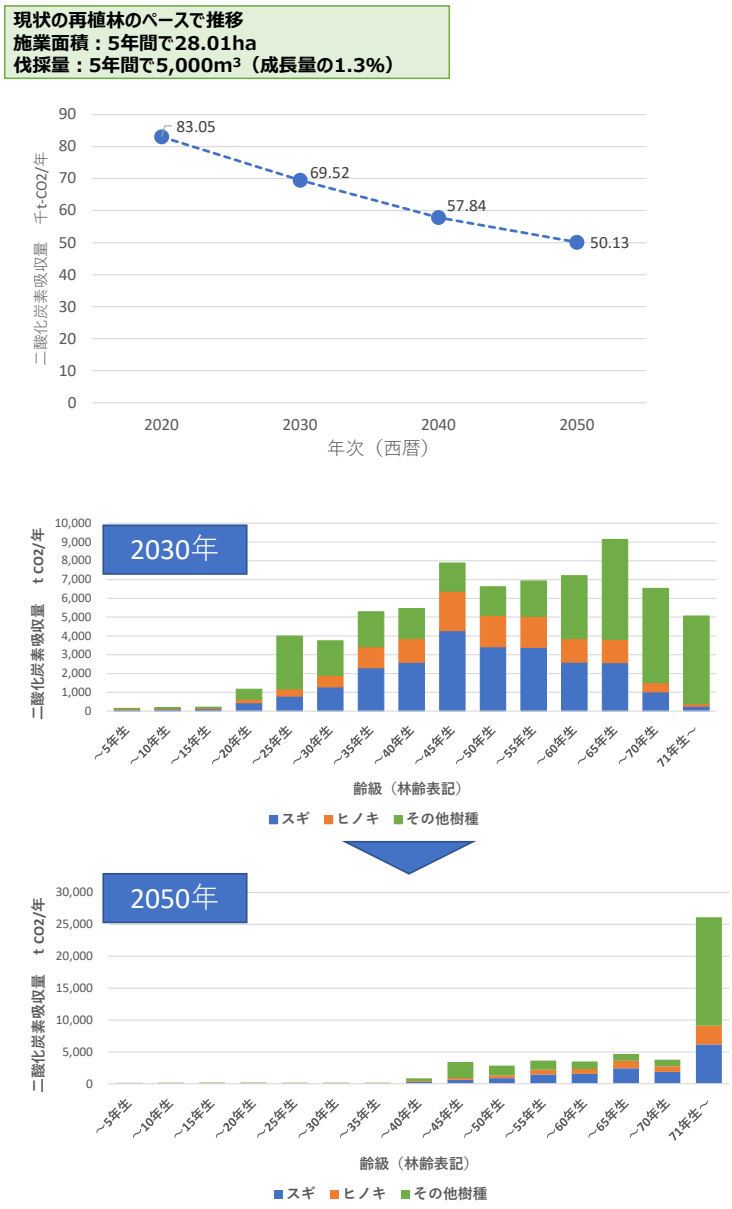



図 3.6-3　森林の炭素吸収量の予測（現状推移）

出所：森林総研計算シートにより算定

次に、枕瀬のバイオマスエネルギーセンターが稼働して、それに必要な材を供給したケース（成長量の 12%、他の用材需要は考慮しません）を考えます。固定量の減少ペースは抑えられますが、2050 年で 53 千トンまで減少します。BEC×1 ヶ所分の材の供給量では、森林を若返られる効果が十分でないことが分かります。

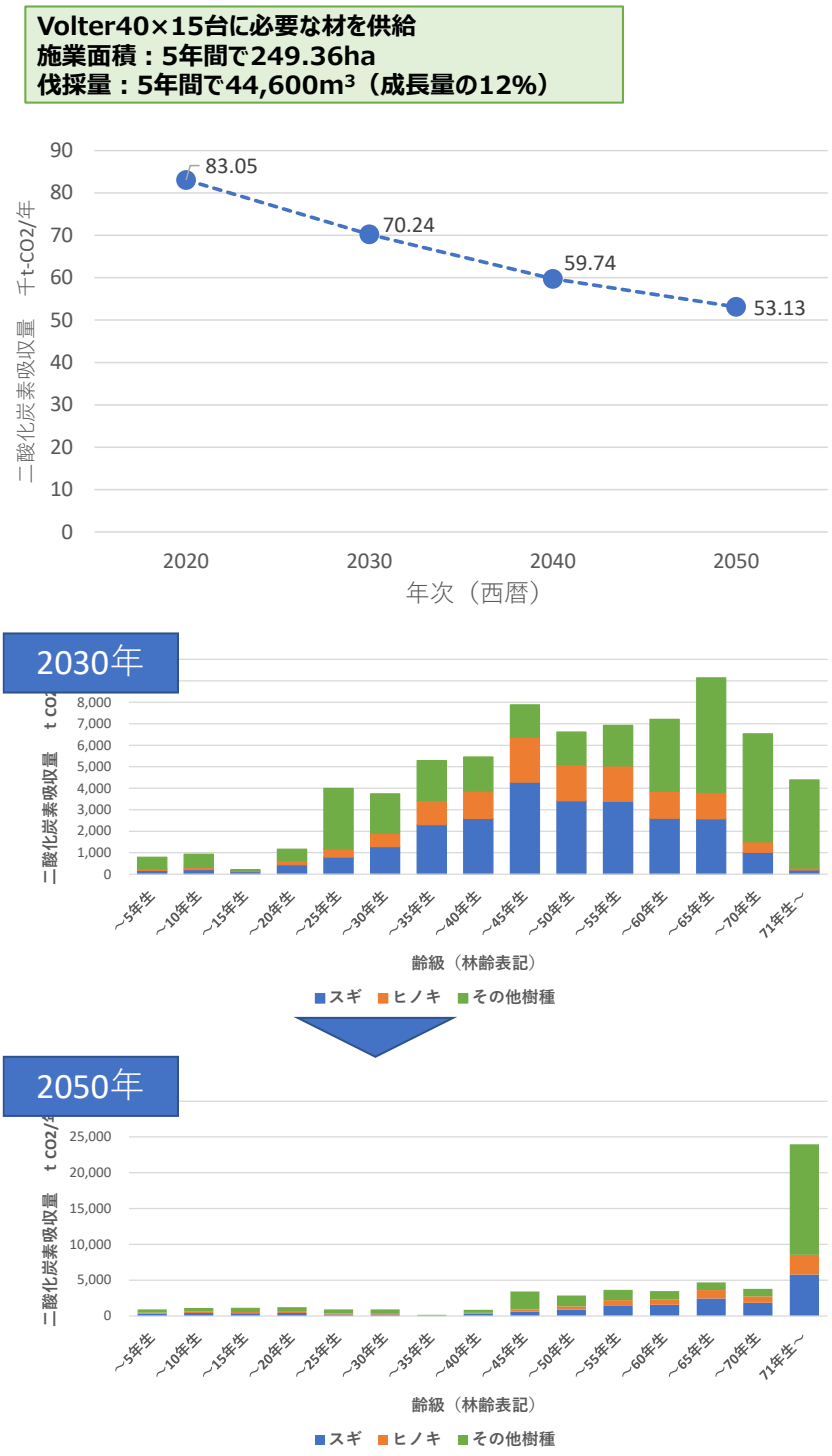



図 3.6-4　森林の炭素吸収量の予測（BEC×1 カ所へ供給）

出所：森林総研計算シートにより算定

更に、枕瀬のバイオマスエネルギーセンターと同規模の発電所を町内の別の場所に稼働させた場合（成長量の 22%、他の用材需要は考慮しません）を想定します。2050 年で 56 千トンまで減少しますが、固定量の減少ペースは抑えられます。

**Volter40×27台に必要な材を供給**
**施業面積：5年間で457.16ha**
**伐採量：5年間で81,800m³（成長量の22%）**

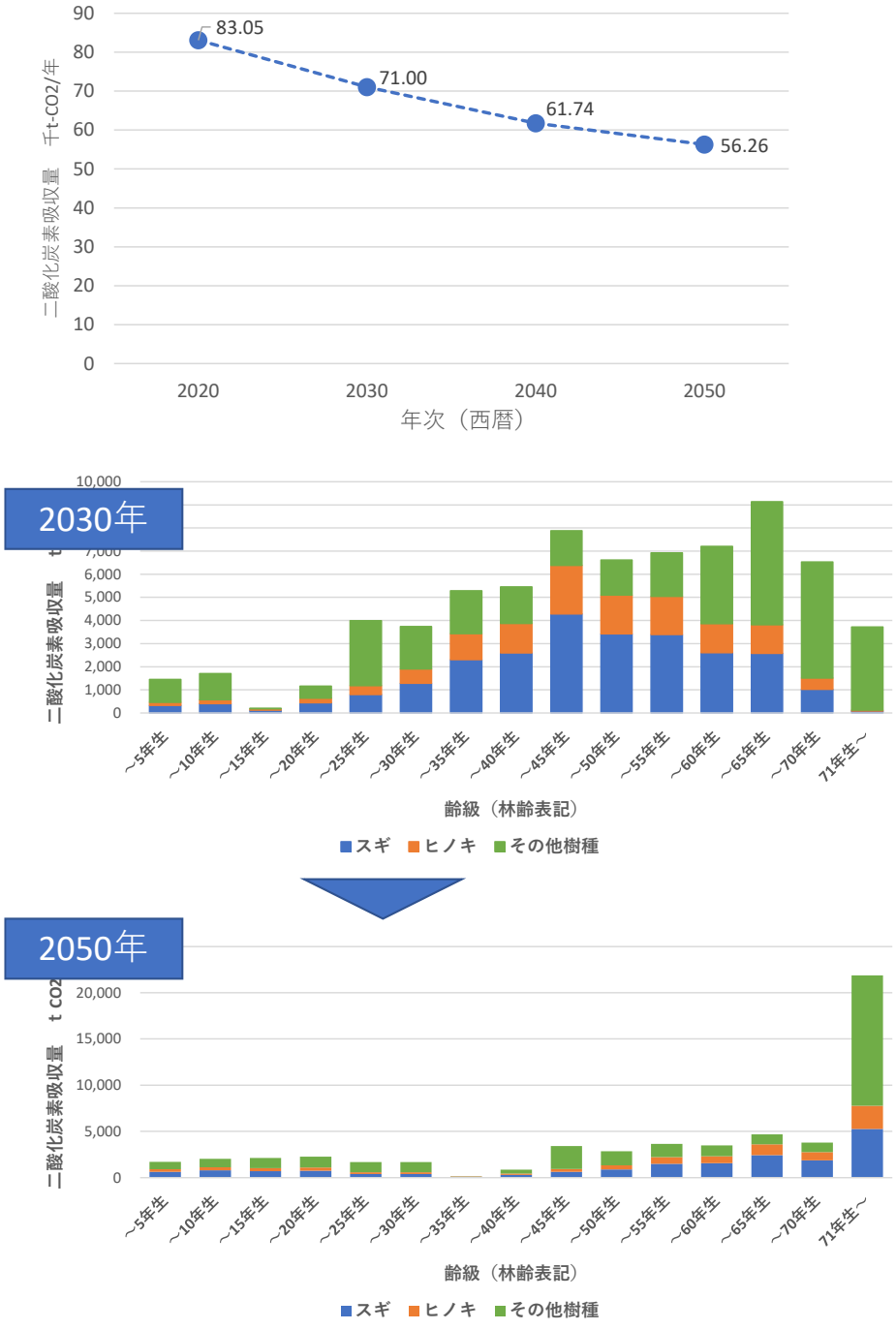
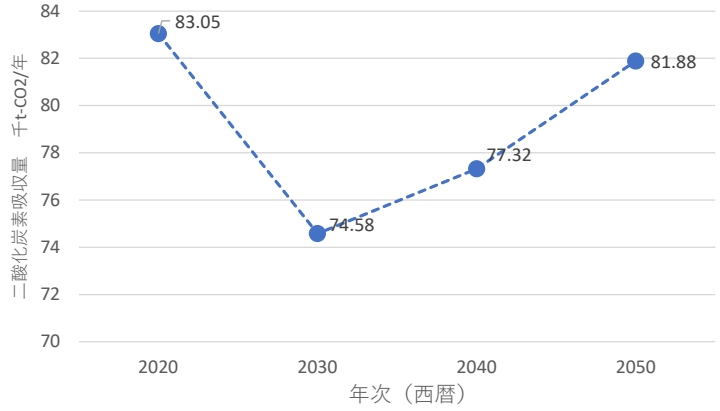



図 3.6-5　森林の炭素吸収量の予測（BEC×2 カ所へ供給）

出所：森林総研計算シートにより算定

また、年間の成長量と同じ量を伐採・再植林した場合を想定します。固定量の減少ペースは抑えられ、2050 年までにほぼ現状の固定量まで回復します。

**年間成長量と同じ量を施業**
**施業面積：5年間で2,078.01ha**
**伐採量：5年間で371,600m³（成長量の100%）**



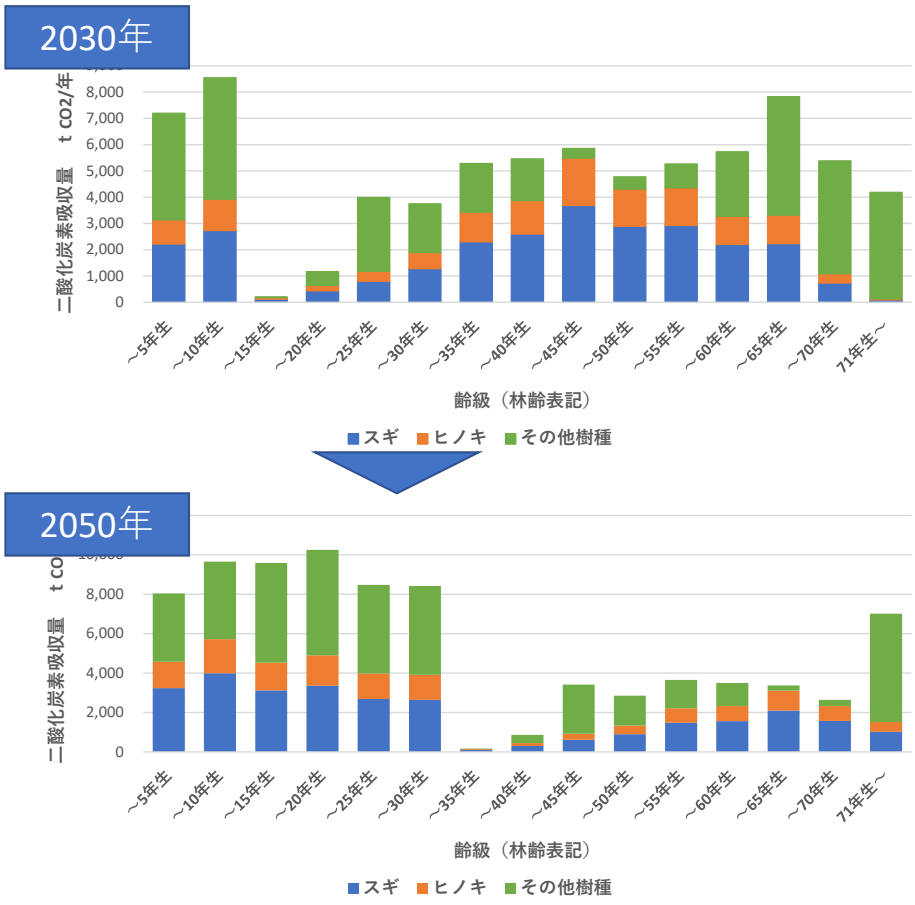




図 3.6-6　森林の炭素吸収量の予測（成長量と同じ量を施業）

出所：森林総研計算シートにより算定

算定の結果、最も多く利用可能なエネルギーは、「木質バイオマスエネルギー」です。次いで、「太陽光」、「中小水力」となっております。

最も多く二酸化炭素削減に寄与するのは、「森林の二酸化炭素吸収」で 83.05 千 $tCO_2$/年でした。森林の吸収量も含めると $CO_2$ 排出削減量は 117.64$tCO_2$/年となっており、津和野町の二酸化炭素排出量を大きく上回るポテンシャルがあることが分かります。なお、「森林の二酸化炭素吸収」を除く二酸化炭素削減量 34.20 千 $tCO_2$/年です。

表 3.7-1　津和野町の再生可能エネルギーの賦存量及び利用可能量のまとめ

| 再生可能エネルギー種別 | | 賦存量 | | 利用可能量 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | エネルギー量 | CO2削減量 | エネルギー量 | CO2削減量 |
| | | GWh/年 | 千tCO2/年 | GWh/年 | 千tCO2 |
| 木質バイオマス | （熱利用） | 145.28 | 38.13 | － | － |
| | （発電） | 36.32 | 21.25 | － | － |
| | （熱電併給） | 141.65 | 50.06 | **31.16** | **11.01** |
| 太陽光 | 計 | 267.96 | 156.76 | **25.33** | **14.82** |
| | 住宅 | | | 1.63 | 0.95 |
| | 公共施設 | | | 1.05 | 0.61 |
| | 駐車場 | | | 0.44 | 0.26 |
| | ため池 | | | 3.25 | 1.90 |
| | 農地 | | | 18.96 | 11.09 |
| 中小水力 | | 175.36 | 102.59 | **14.30** | **8.37** |
| 炭素固定量 | バイオ炭の農地貯留 | | | | **0.39** |
| | 森林の二酸化炭素吸収 | | | | **83.05** |
| 合計 | | 584.97 | 309.40 | **70.80** | **117.64** |
| 合計（森林の二酸化炭素吸収除く） | | | | | **34.20** |

## ４．温室効果ガス排出量の推計

### ４．１ 区域の温室効果ガスの排出状況

温室効果ガス排出量は、原則として「地理的な行政区域内の排出量のうち、把握可能な部門・分野」として、以下の部門から排出される主としてエネルギー起源の $CO_2$ を対象として排出量を把握します。すなわち、津和野町の地理的な境界内における、人の活動に伴って発生する $CO_2$ と、他人から供給された電気を使用することによる排出量を指します。

**対象とする温室効果ガス**

〇対象とする温室効果ガス・・・津和野町内で排出されるエネルギー起源 $CO_2$

〇対象部門・・・「産業部門」「業務その他部門」「家庭部門」「運輸部門」「廃棄物部門」

「産業部門」とは、製造業、建設業、鉱業、農林水産業における排出

「業務その他部門」とは、事務所・ビル、商業・サービス施設のほか、他のいずれの部門にも帰属しない排出

「家庭部門」とは、家庭における排出。自家用自動車からの排出は、「運輸部門（自動車）」で計上します。

「運輸部門」とは、自動車、船舶、航空機、鉄道における排出

「廃棄物分野」は、廃棄物の焼却処分に伴い発生する排出

〇吸収源・・・農地管理と森林の吸収による固定

環境省の自治体排出量カルテによれば、津和野町の 2019 年現在の温室効果ガス排出量は、50.04 千 $tCO_2$ でした。温室効果ガス排出量の推移をみると、2007 年は 81.39 千 $tCO_2$ でしたが、年々減少を続けております。これは人口の減少と比例しています。

一方で、人口一人あたりの排出量は、2007 年では 8.9$tCO_2$/年/人でしたが、2019 年では 6.9$tCO_2$/年/人と減少しています。これは、電気製品や自動車の省エネ等の効果が寄与していることもありますが、製造業などの産業活動の停滞による減少の影響も少なくないと推測されます。

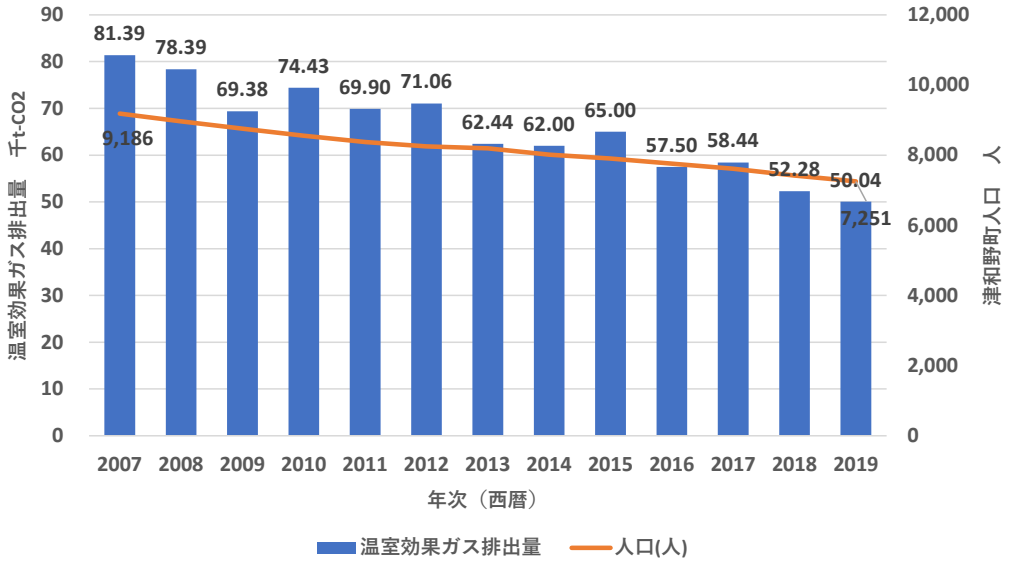



図 4.1-1　津和野町の温室効果ガスの排出量の推移（2007 年～2019 年）

出所：「自治体排出量カルテ（環境省）」より作成

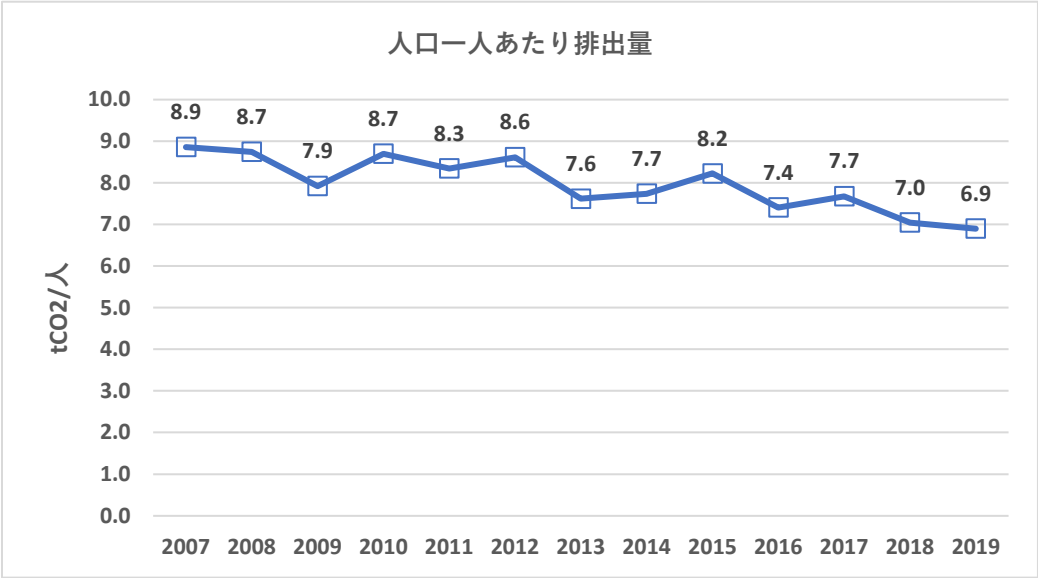



図 4.1-2　津和野町の温室効果ガスの排出量の推移（2007 年～2019 年）

出所：「自治体排出量カルテ（環境省）」より作成

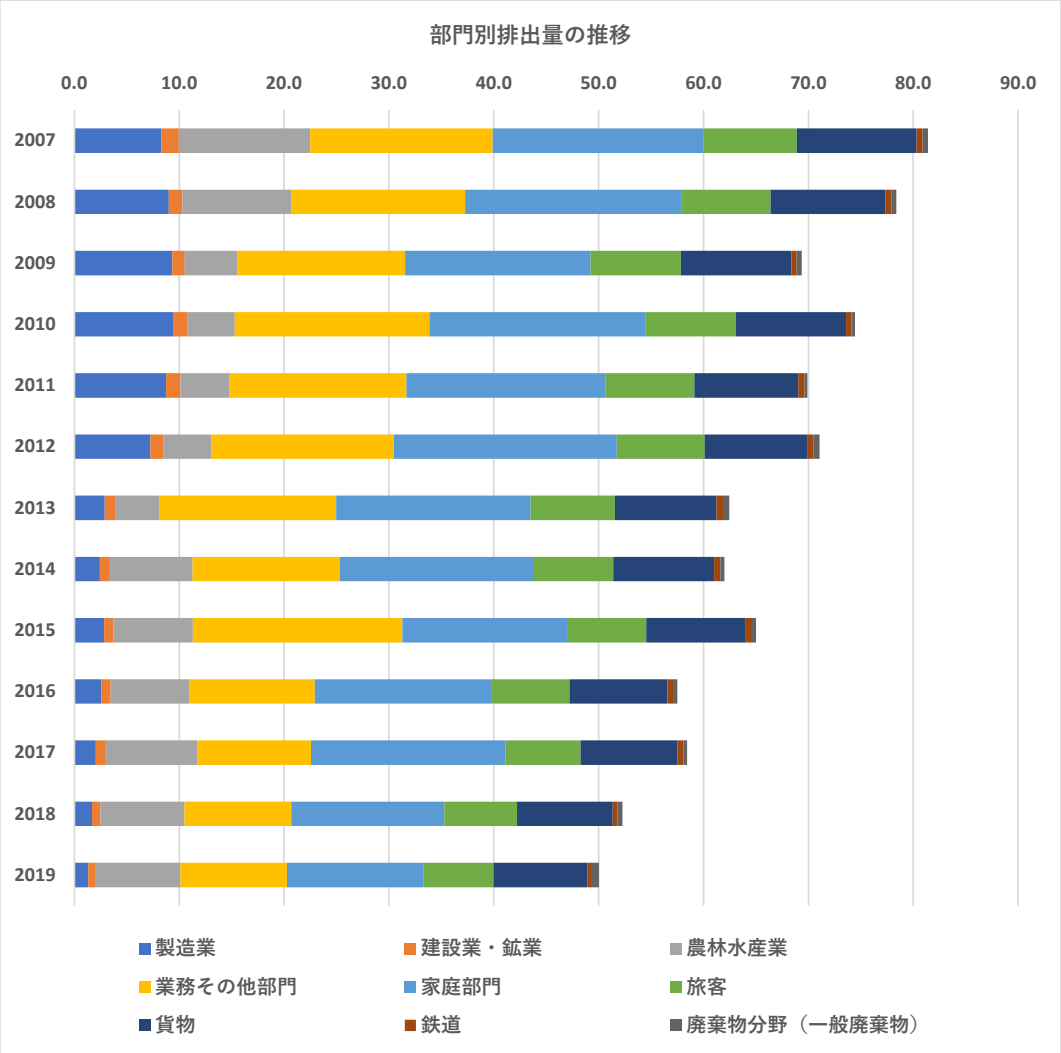


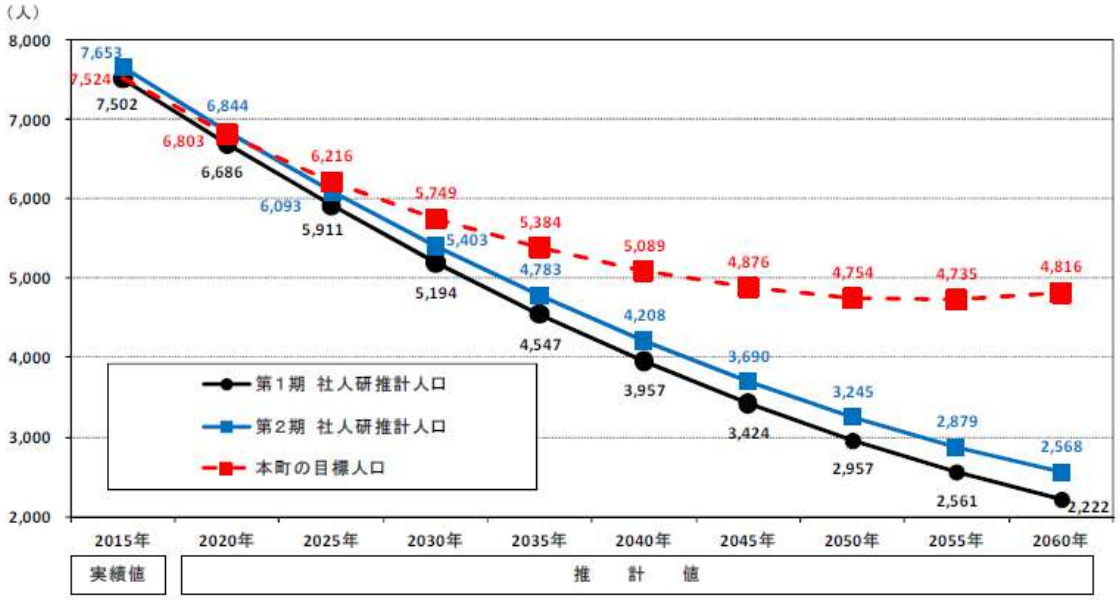

図 4.1-3　部門別排出量の推移

出所：「自治体排出量カルテ（環境省）」より作成

津和野町の温室効果ガスの排出量の推移と人口の推移には比例の関係がみられます。そこで、2050 年を目標年次とした温室効果ガス排出量の推計を行うにあたり、推計をするための活動量を「人口」としました。

津和野町では 2020 年 3 月に「まち・ひと・しごと創生　津和野町人口ビジョン（改訂版）」を策定しています。その中で、「人口の将来展望」として、2060 年までの津和野町の人口を推計しています。それによれば、2060 年の目標人口を 4,816 人としており、少子化対策を中心とした「ひとづくり」、女性の就労環境の改善を中心とした「しごとづくり」、若者の定住・移住、社会環境の改善を中心とした「まちづくり」を重点課題として取り組みながら、人口減少に歯止めをかけることが目指されています。

このような津和野町の将来的な諸施策を反映した形で、津和野町人口ビジョンの 2050 年までの人口推計値を使用して将来の温室効果ガス排出量を推計します。




（単位：人）

| | 2015年 | 推　計　値 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2020年 | 2025年 | 2030年 | 2035年 | 2040年 | 2045年 | 2050年 | 2055年 | 2060年 |
| 第1期　社人研推計人口 | 7,502<br>（推計） | 6,686 | 5,911 | 5,194 | 4,547 | 3,957 | 3,424 | 2,957 | 2,561 | 2,222 |
| 第2期　社人研推計人口 | 7,653<br>（実績） | 6,844 | 6,093 | 5,403 | 4,783 | 4,208 | 3,690 | 3,245 | 2,879 | 2,568 |
| 本町の目標人口 | 7,524<br>（推計） | 6,803 | 6,216 | 5,749 | 5,384 | 5,089 | 4,876 | 4,754 | 4,735 | 4,816 |

図 4.2-1　津和野町の人口推計（2015 年～2060 年）

出所：津和野町「まち・ひと・しごと創生　津和野町人口ビジョン」（2020 年 3 月）

津和野町の人口推計を元に、将来の温室効果ガス排出量の推計を行いました。比較として、温室効果ガス排出量実績のトレンド（指数回帰）による排出量の推計、「国立社会保障・人口問題研究所（以下、社人研）」による人口推計を元にした排出量の推計も行いました。

津和野町人口ビジョンの推計では、2030 年人口 5,749 人、2040 年人口 5,089 人、2050 年人口 4,754 人となっています。この推計人口に、2019 年の人口一人あたり排出量 6.90t$CO_2$/年/人を乗ずることで、将来年次の排出量を算出しました。実際には、省エネ等のさらなる進展で一人あたりの排出量は減少すると考えられますが、その要素はロードマップの項で考慮したいと思います。

結果を以下に示します。2030 年の排出量は 39.67 千 t$CO_2$/年、2040 年で 35.12 千 t$CO_2$/年、2050 年では 32.81 千 t$CO_2$/年となりました。排出量自体は減少傾向となっていますが、社人研人口推計による推移や、排出量実績のトレンドと比較して、2050 年で約 10～14t$CO_2$/年多い予測となっています。これは、人口の維持による津和野町の活動量の増加に伴うものであり、津和野町の将来的な発展の中で、町の活性化のために積極的な再生可能エネルギーの導入を進めていく必要性を示しています。

これ以降のロードマップの検討では、この人口ビジョン推計のモデル（グラフの赤の曲線）をベースとなる BAU（Business-As-Usual：現状推移ケース）として位置付けていきます。

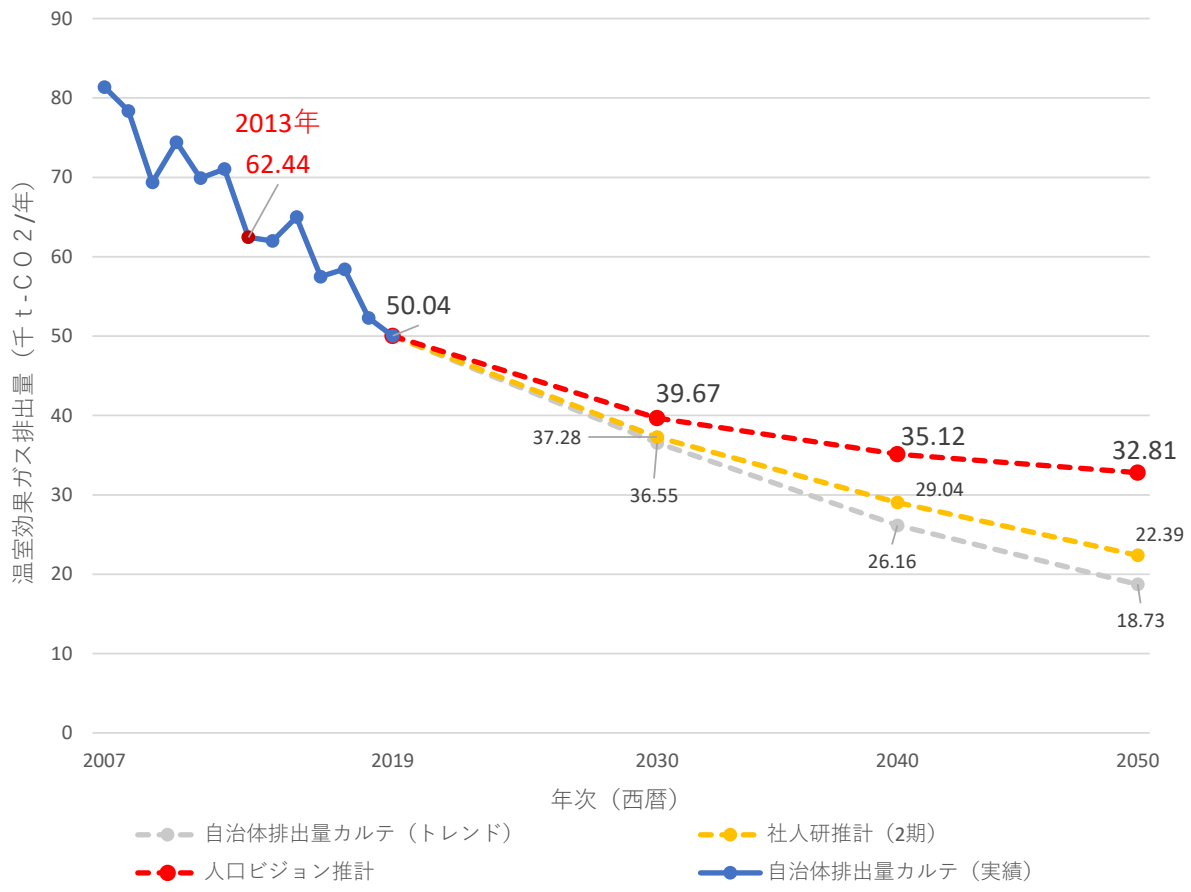



図 4.2-2　津和野町の温室効果ガス排出量の将来予測（2019 年～2050 年）

ここで、基準年である 2013 年度と BAU の比較をしてみます。

現状値である 2019 年度は、対基準年度比で 20%削減、2030 年度（BAU）において基準年度比 37%の削減となっています。これに省エネと再エネの導入により、政府の目標である 2013 年度比 46%以上の削減を目指していくものとします。

表 4.2-1　温室効果ガス排出状況

| | 排出量<br>千tCO2/年 | 対2013年度比<br>削減率 |
|---|---|---|
| 2013年度（基準年） | 62.44 | ー |
| 2019年度（現状値） | 50.04 | 19.9% |
| 2030年度（BAU） | 39.67 | 36.5% |

## ５．津和野町のゼロカーボンに向けた目標の設定とロードマップ

### ５．１ 私たちはゼロカーボンを如何にして目指すか

#### ５．１．１　ネットゼロによるゼロカーボンとは

温暖化対策のためには、化石燃料の使用を減らし、再エネの使用を増やす必要があるということは理解できますが、ゼロカーボンのために、津和野町内では化石燃料の使用をゼロにして再エネだけにエネルギーを依存しなくてはならいないのでしょうか。それは確かに究極の脱炭素の姿なのかもしれませんが、実際には、2050 年時点でも民生部門での灯油や自動車燃料など、一定の化石燃料の消費は残ると考えられます。

これについては、再エネの発電特性を踏まえて**「ネットゼロ：Net Zero」**という言葉で以下のように説明することができます。2050 年までのカーボンゼロに向けたロードマップで示す「排出ゼロ」とは、2050 年までにネットゼロの社会を目指すという意味になります。

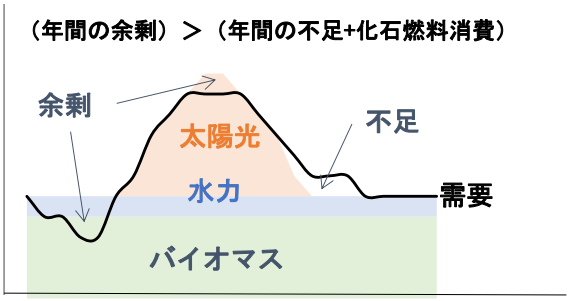
**ネットゼロによるゼロカーボンとは**

〇太陽光などの自然変動型の再エネは、需要変動にあわせた発電ができませんので、発電ができない夜間等に需要側に不足が生じます。一方で、昼間に需要以上の発電をしたことによって余剰が出ることもあります。

〇他方、暖房や自動車用の石油系燃料を完全にゼロにすることはできないと考えます。これら電力の過不足分や止むを得ず使用する化石燃料に起因する $CO_2$ の量を差し引きし、正味での排出量をゼロにすることでカーボンゼロとみなすことを**「ネットゼロによるゼロカーボン」**と呼びます。本戦略では、年単位での総排出量と再エネ等の対策による総削減量のバランスがゼロになることで達成されるものとします。

〇また、津和野町では森林吸収も考慮できますので、排出する $CO_2$ を森林吸収でオフセットすることも考慮します。

〇なお、再エネは町内で発電されたものを基本的には対象としますが、これが町内に還元されるような仕組みが重要になってきます。町内で発電されても、町外に流れてしまっては津和野町のネットゼロには貢献しないからです。ここでは、以降で説明する「新規エネルギーまちづくり会社」の設立を検討し、地産地消のモデルを立ち上げていくものとします。



５．１．２　私たちは如何にして $CO_2$ を減らせばよいのか

それでは、ネットゼロによるカーボンゼロ社会は可能なのでしょうか。私たちは便利な生活を捨てなくてはならないのでしょうか。脱炭素は経済の成長と相反する概念のように捉えられることがありますが、そうではないと考えます。再生可能エネルギー導入の取組は、豊富にある地域資源を顕在化させ、新しいビジネスの創出等といった様々な裨益を地域へもたらすことが期待されます。

私たちは、豊富な地域資源を活用して最大限再エネを導入していくことを通じて、**人口増加・経済成長と脱炭素の両立した社会**を目指すことができます。

**経済活動を縮小せずに $CO_2$ 排出量を減らすには**

〇人口減少等で経済活動が縮小すれば、努力をしなくても $CO_2$ 排出量はある程度まで減少します。しかし、私たちが目指すのは、町の経済振興や人口増加と脱炭素を両立させることです。そのためには、何に力点をおいて努力すればよいのでしょうか。そのヒントは、下の式で説明することができます。

$$CO_2\text{排出量} = \underset{\text{①}}{\frac{CO_2\text{排出量}}{\text{エネルギー消費量}}} \times \underset{\text{②}}{\frac{\text{エネルギー消費量}}{\text{GDP}}} \times \underset{\text{③}}{\frac{\text{GDP}}{\text{人口}}} \times \underset{\text{④}}{\text{人口}}$$

| ① | ② | ③ |
|---|---|---|
| エネルギー消費あたりの$CO_2$排出量 | 経済活動のエネルギー効率 | 人口一人あたりの経済水準 |

出所：資源エネルギー庁　「$CO_2$ 排出量」を考える上でおさえておきたい 2 つの視点
2019.6.27

〇この式は、$CO_2$ を排出する要因を分解して説明したものです。東大名誉教授の茅陽一氏が提示し、世界的にも「茅の恒等式」として有名です。この式によれば、「$CO_2$ の排出量」は、「①エネルギー消費当たりの $CO_2$ 排出量」、「②経済活動のエネルギー効率」、「③人口 1 人当たりの経済水準」、「④人口」のかけ算で表すことができます。
〇$CO_2$ の排出量を減少させるには、まず①の値を低くすること、これは本戦略の主たる目的とするところです。すなわち、再エネ導入でエネルギー供給の低炭素化を進めることで、電力であれば、再エネの利用により kWh あたりの $CO_2$ 排出量（$CO_2$ 排出係数）を下げることです。
〇次に、②の値を低くすること、これは分かり易く言えば「省エネルギー」を進めることです。効率の良いエアコンや燃費の良い自動車に切り替えることで、同じ便益を得るのに必要なエネルギー消費量を削減することです。
〇③×④は人口と経済規模を示しますが、これを下げることによる脱炭素はまちの経済活力の低下を意味します。この式からは、③×④は下げなくても、①と②の値を減らすことで脱炭素を達成できることが分かります。

### ５．２．１　省エネルギーを考慮

前章で、2050 年までの BAU の排出量を推計しました。BAU とは、「追加的な排出削減対策を実施しない場合、この排出量で推移するだろう」という位置づけのものです。

排出削減策としては、再エネ以外に省エネルギーがあります。先述の「茅の恒等式」では②で説明されるものです。家電や自動車の性能向上に伴って、同じ便益を得るために消費するエネルギー量は減少します。生活や経済の質を落とさないで排出量を減らすことができます。

省エネルギーの過去のトレンドを見る上で、製造業の撤退や企業業績の影響を排除するために、人口一人あたりの家庭部門の排出量を見ることにします。下のグラフは 2007 年から 2019 年までの津和野町の家庭部門の人口一人あたりの排出量です。2007 年から 2019 年までに平均 1.6%で減少していることが分かります。省エネ家電や家庭での省エネ意識の高まり等の要因によるものと思われます。同じ傾向はこれ以降も続くと考え、ここでは、BAU から省エネルギーによる削減を一人あたり年率 1%考慮したものを、「省エネルギー考慮ケース」としました。これによりますと、2030 年度は 35.52tCO$_2$/年で、2013 年度比 43.1%減となります。また、省エネを考慮しない場合（2030 年度の BAU）と比較して 2030 年では 10.5%の削減となります。

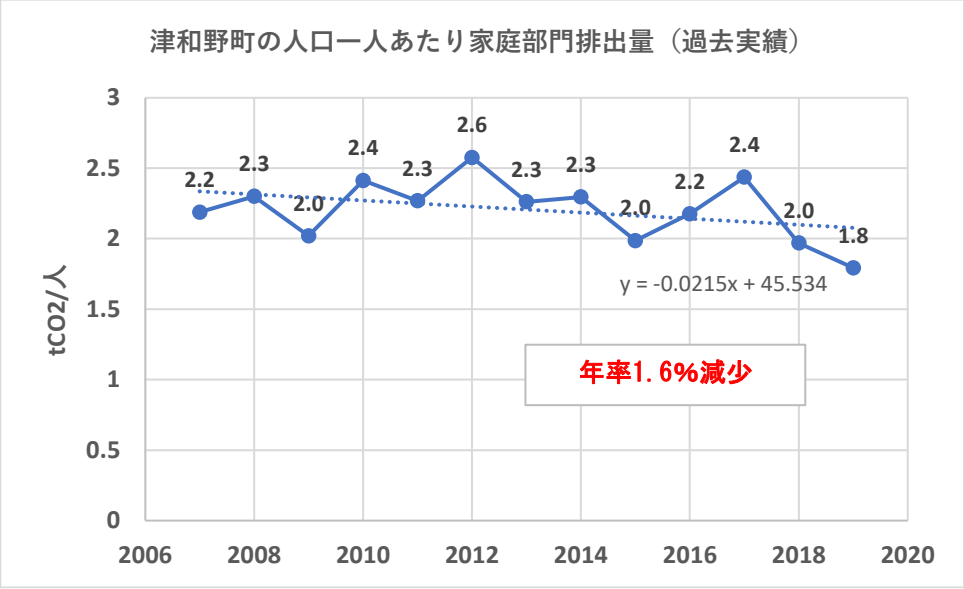



図 5.2-1　津和野町の人口一人あたり家庭部門排出量（実績）

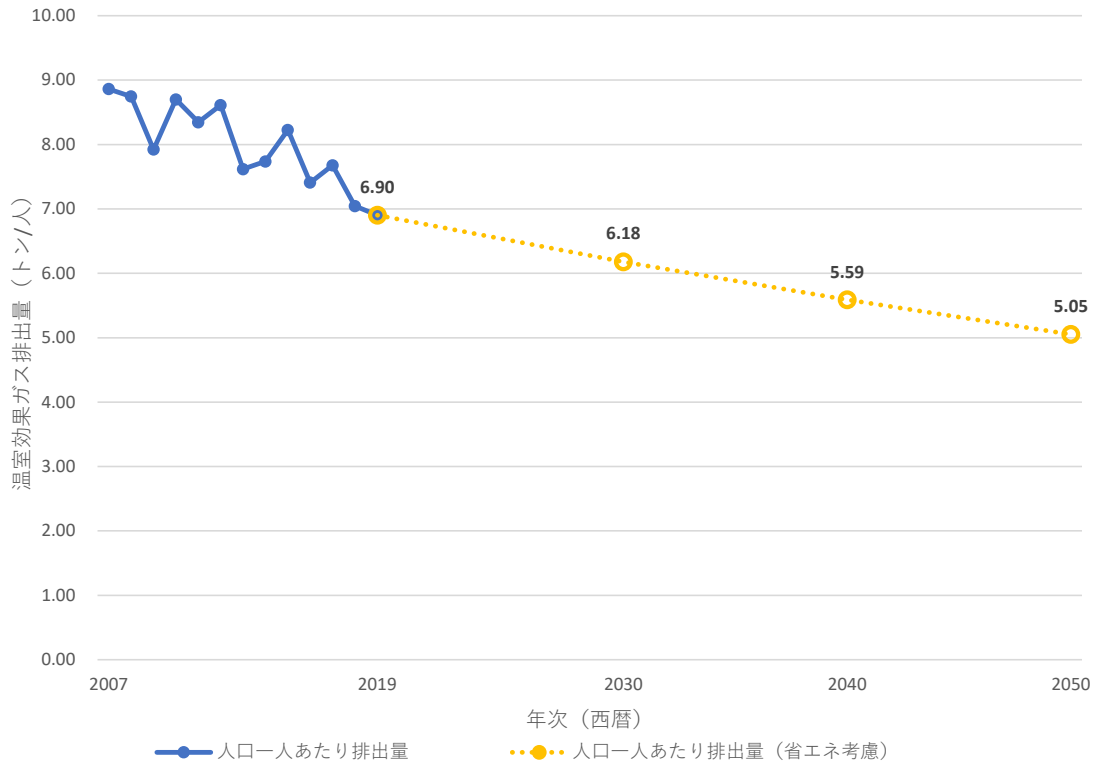



図 5.2-2　人口一人あたり排出量（省エネを考慮した全部門排出量）

**国のエネルギー基本計画に見る省エネルギー**

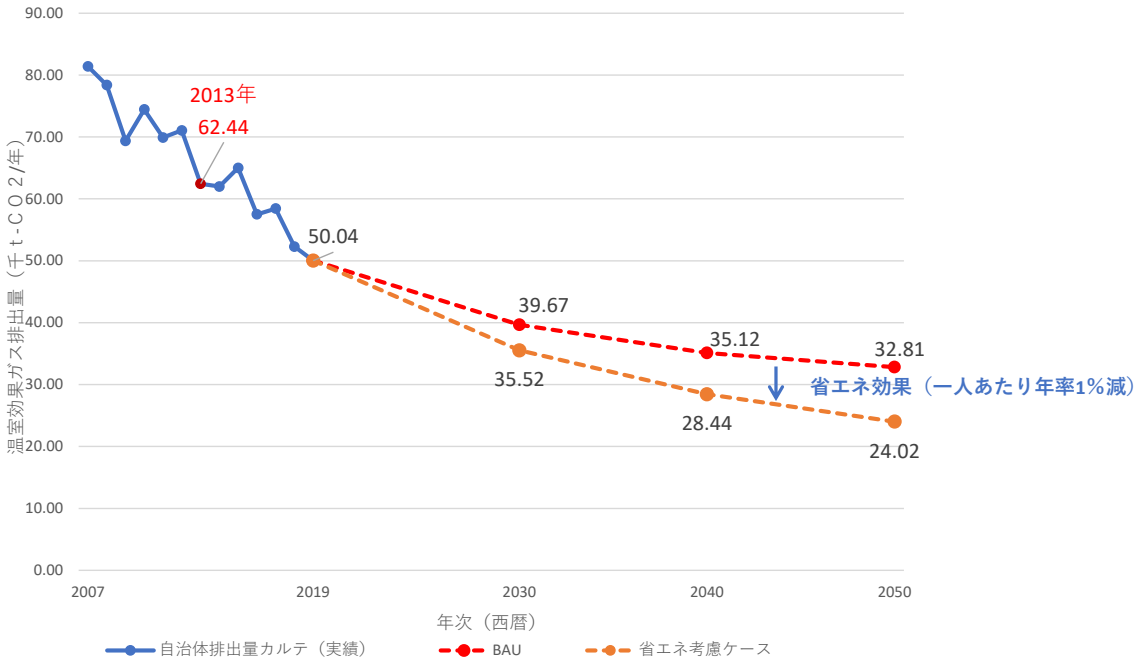
〇令和 3 年 10 月に国の第 6 次エネルギー基本計画が閣議決定されました。ここでは、エネルギー消費量を、2013 年の 363 百万 kL から省エネルギーによって 280 百万 kL まで削減する野心的な目標を掲げています。

〇全部門合計で 2013 年度比 23%削減です。家庭部門では、53 百万 kL→30 百万 kL で、2013 年度比の削減率は 43%、運輸部門は 28%の削減となります。

〇また、省エネ前のシナリオとの比較では、全部門合計で 20%削減、家庭部門では 40%、運輸部門では 25%の削減を見込んでいます。

| [百万kl] | 2013年度 | | 2030年度（省エネ前） | | 2030年度（省エネ後） | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 産業 | 168 | 46% | 約150程度 | 約50%程度 | 約140程度 | 約50%程度 |
| 業務 | 59 | 16% | 約70程度 | 約20%程度 | 約50程度 | 約20%程度 |
| 家庭 | 53 | 15% | 約50程度 | 約10%程度 | 約30程度 | 約10%程度 |
| 運輸 | 83 | 23% | 約80程度 | 約20%程度 | 約60程度 | 約20%程度 |
| 合計 | 363 | 100% | 約350程度 | 100% | 約280程度 | 100% |

第 6 次エネルギー基本計画における省エネルギーシナリオ




| | 排出量<br>千tCO2/年 | 対2013年度比<br>削減率 | 対BAU比<br>削減率 |
|---|---|---|---|
| 2013年度（基準年） | 62.44 | ― | ― |
| 2019年度（現状値） | 50.04 | 19.9% | ― |
| 2030年度（BAU） | 39.67 | 36.5% | ― |
| 2040年度（BAU） | 35.12 | 43.8% | ― |
| 2050年度（BAU） | 32.81 | 47.5% | ― |
| **2030年度（省エネ考慮）** | **35.52** | **43.1%** | **10.5%** |
| **2040年度（省エネ考慮）** | **28.44** | **54.5%** | **19.0%** |
| **2050年度（省エネ考慮）** | **24.02** | **61.5%** | **26.8%** |

図 5.2-3　省エネルギー考慮ケース

省エネ考慮ケースとして、人口一人あたりの排出量を年率 1%としましたが、各部門の活動量あたりの排出量を以下に示します。

毎年 2%以上の活動量あたりの排出量が削減されており、一人あたり 1%の省エネ率は無理のない削減率と想定されます。また、国のエネルギー基本計画と比べても緩い数字と言えます。

家庭部門の世帯あたり排出量が人口一人あたりの排出量より減少率が大きいのは、1 世帯あたりの人口が減っていることによると思われます。

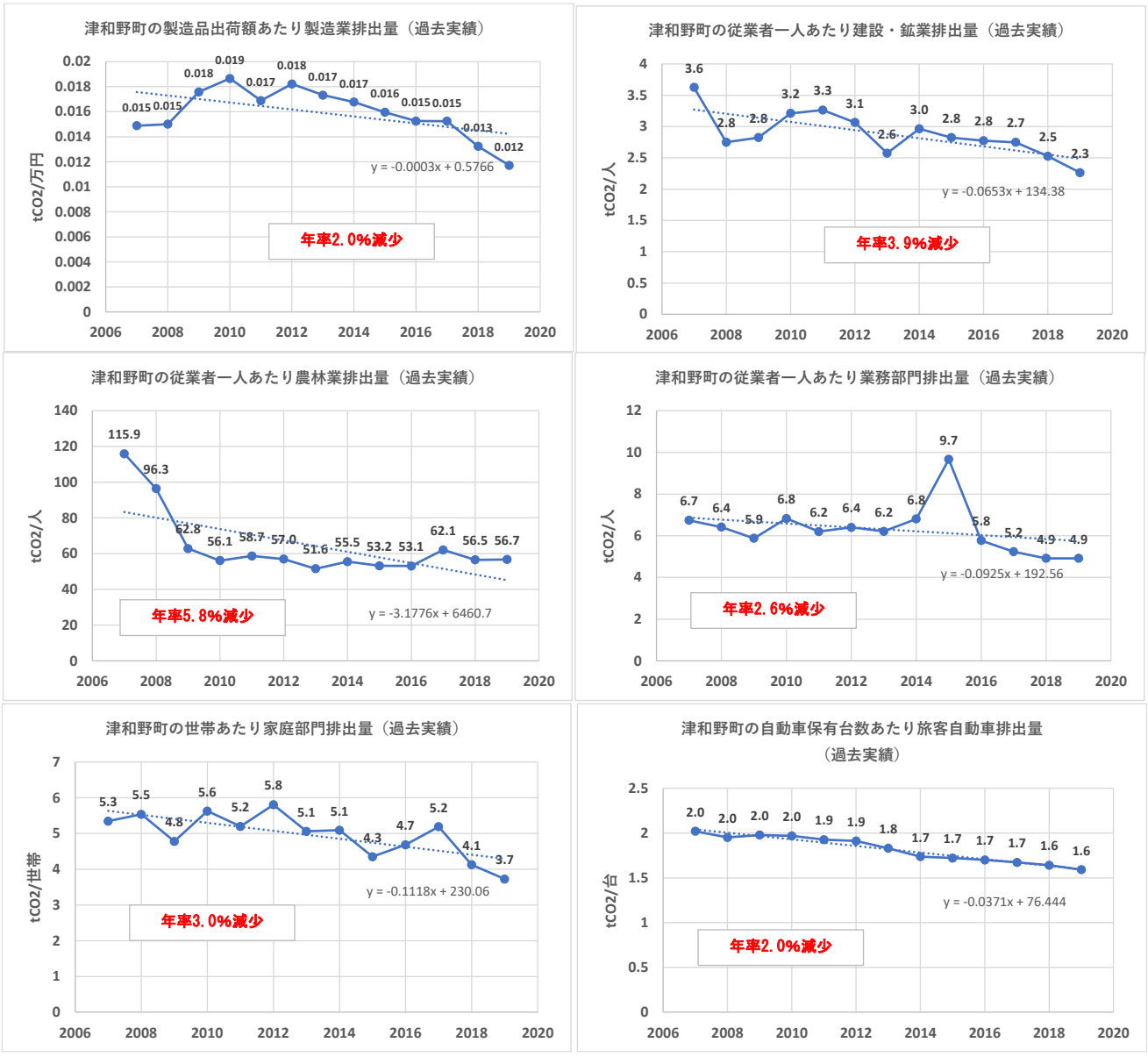



図 5.2-4　各部門の活動量あたりの $CO_2$ 排出量

５．２．２　再エネ最大限導入による削減シナリオ

ここでは、次項で示す「需要側の状況を考慮した実現可能な再エネの導入量」によって期待される $CO_2$ 削減量を算出し、これによる再エネを考慮したシナリオを示します。

詳細は次項で説明しますが、再エネ種別に見た $CO_2$ 削減貢献量は以下のとおりです。なお、**日原水力や既設 FIT の地域還元は、地産地消の観点から検討すべき施策の一つとして位置付けますが、国全体としての再エネの「追加性」がないことから、本シナリオには見込まない**こととします。

2030 年までは豊富な木質バイオマスが中心となります。森林資源はこれ以上に賦存しており、更なる貢献量の上積みは資源量としては可能ですが、現状では、**それを担う人材や所有者情報の不足等があり、ここでは成長量の 22%（5 年間で 460ha）が森林資源を活用できる現段階で想定できる限度**と設定しました。そのようなことから、ゼロカーボンに向けては、2040 年以降の太陽光発電の貢献量が多くなっています。中小水力は、現時点で具体的に期待できるサイトが無いため貢献量が少なくなっています。中小水力のポテンシャルは大きいため、有望なサイトの開発に向けた取り組みが必要です。

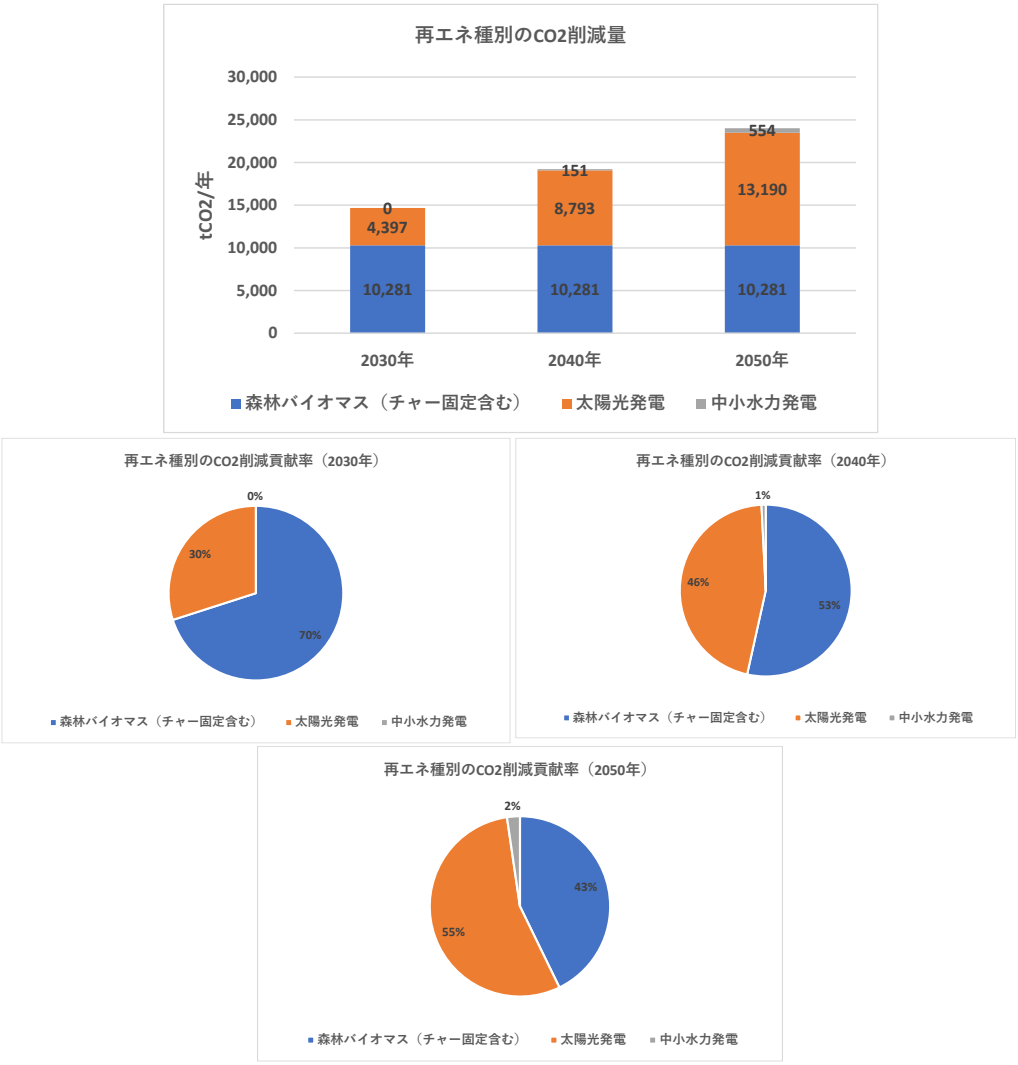
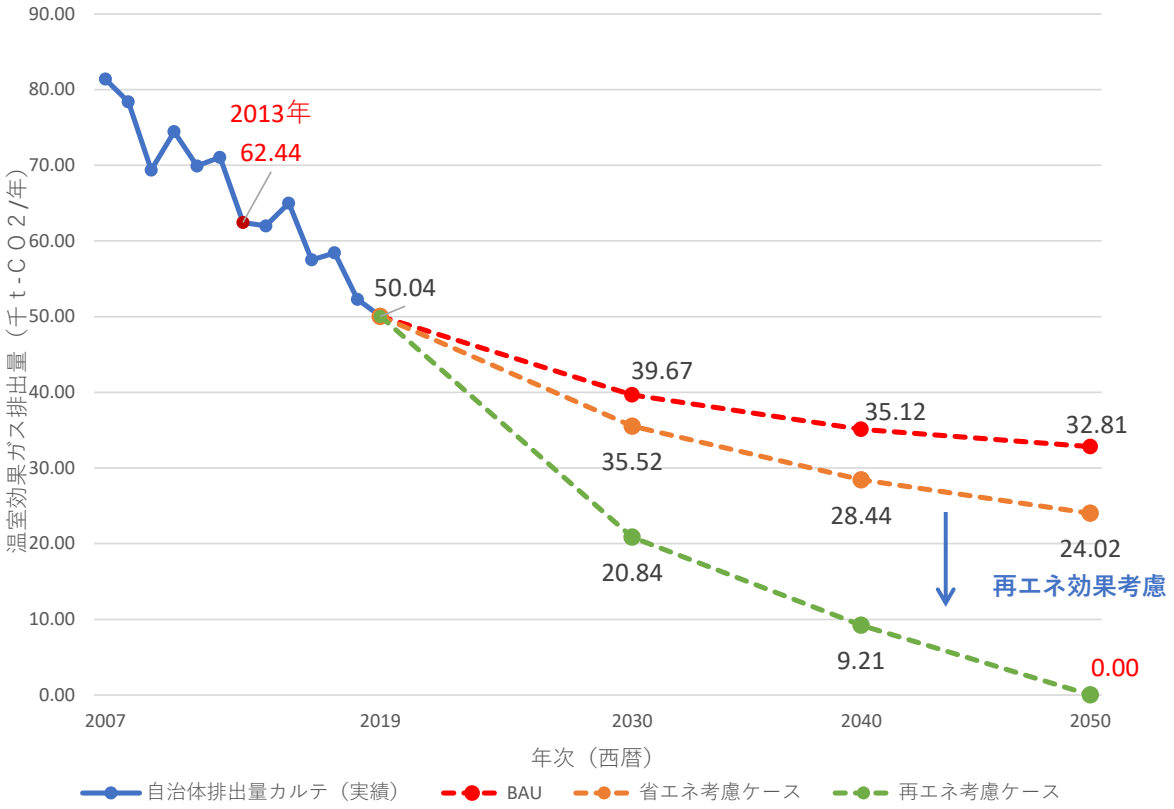



図 5.2-5　再エネ種別の $CO_2$ 削減貢献量

これだけの再エネを導入した場合の削減シナリオを以下に示します。2030 年で省エネと再エネによって 2013 年度比 67%の削減が見込まれます。BAU 比では 2030 年で 47%の削減です。

2040 年度には、2013 年度比 85%削減、**2050 年度には 100%削減となりゼロカーボンは省エネの徹底と再エネの追加的な導入によって可能であり、森林吸収効果を使わないで、2050 年のゼロカーボンが達成可能です。**




千tCO2/年

| | 2013年度 | 2019年度 | 2030年 | 2040年 | 2050年 |
|---|---|---|---|---|---|
| BAU | 62.44 | 50.04 | 39.67 | 35.12 | 32.81 |
| 再エネ考慮ケース | | | 20.84 | 9.21 | 0.00 |
| 対BAU削減量 | | | 18.83 | 25.91 | 32.81 |
| 2013年度比削減率 | | | -67% | -85% | -100% |
| BAU比削減率 | | | -47% | -74% | -100% |

図 5.2-6　再エネ考慮ケース

次に、森林吸収効果を考慮します。成長量の 22%を施業した場合の森林吸収効果を前提とした場合、町内からの排出量を全てオフセットしても、2030 年で 50 千 $tCO_2$、2040 年で 53 千 $tCO_2$、2050 年では 56 千 $tCO_2$ の余剰が生じます。

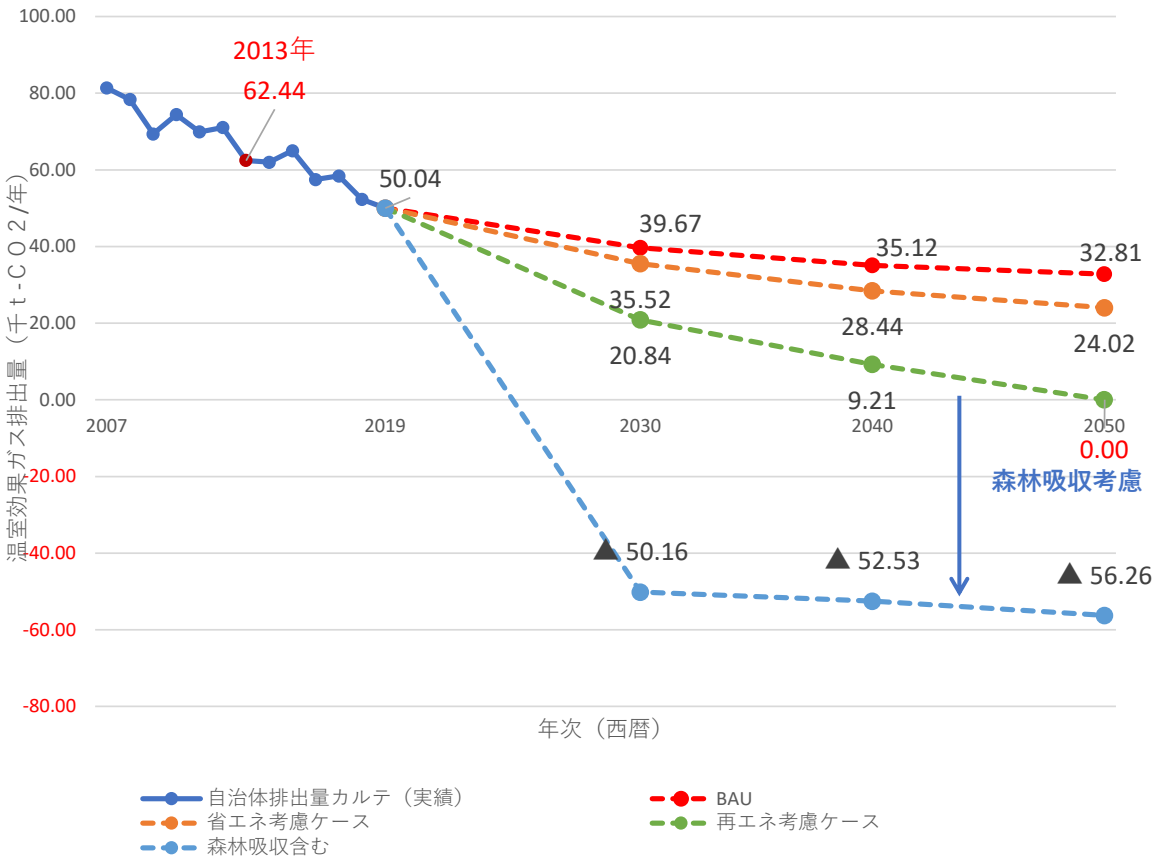



図 5.2-7　森林吸収含むシナリオ（吸収源オフセットは 2030 年以降のみ表記）

先に示した再エネ種別の $CO_2$ 削減貢献量は、木質バイオマスを成長量の 22%利用する前提でしたが、木質バイオマスの資源量は、成長量だけでこの 5 倍近いポテンシャルを有しています。他方、ゼロカーボンに向けては太陽光発電、中でも荒廃農地での営農型 PV への期待が大きくなっていますが、荒廃農地を営農型 PV として利用するためには造成が必要な場合があることや、日照条件も良くない場所が多い等の課題があることも事実です。そこで、今後の林業施策の推進によって施業に要する人材や資金等の制約が解決されたと仮定して、営農型 PV への期待貢献量を減らすことを念頭に、枕瀬の発電所と同規模の第 3 発電所を整備することを想定したシナリオを示します。この場合の施業量は成長量の 32%（5 年間で 660ha）です。こちらのシナリオが、より森林の若返りに貢献することは言うまでもありません、**今後は、林業施策の推進と営農型 PV の利用可能性を具体化することで、あるべき方向性を柔軟に選択する必要があります。**

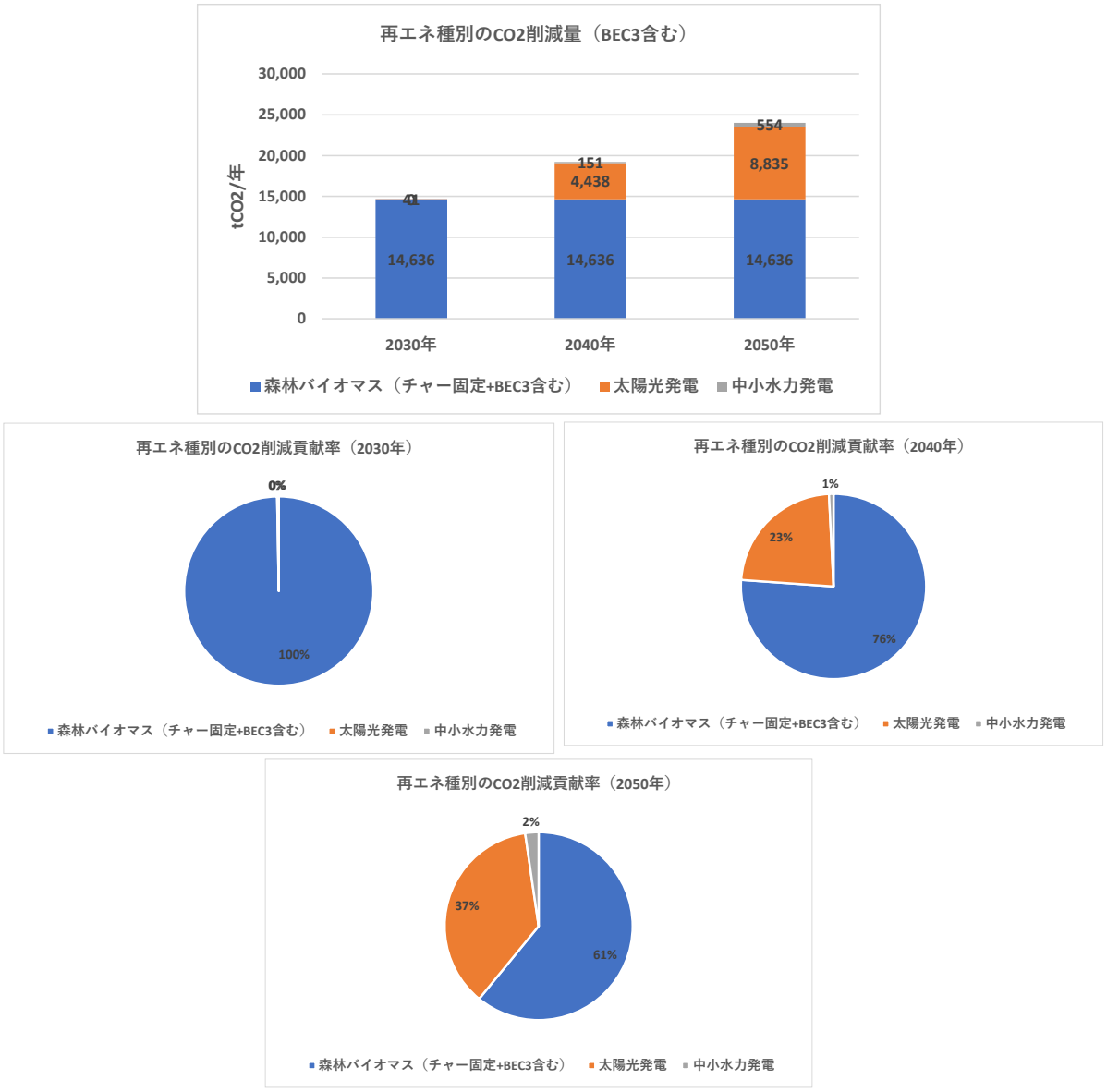



図 5.2-8　再エネ種別の $CO_2$ 削減貢献量（BEC3 含む：成長量の 32%施業）

## ５．３ 需要側の状況を考慮した実現可能な再エネの導入量とロードマップ

再エネの賦存量の項では、供給側の利用可能量を推計しました。しかしながら、実際の現場では需要側の制約（重要量や景観への配慮など）があり、これが全て利用できるということにはなりません。ここでは、需要側の事情を考慮して、実際に導入が出来そうな再エネの量を時系列で提示し、これによる $CO_2$ 排出削減量を整理します。　賦存量を算定した再エネ種別ごとに、実施年次を中間目標の年次に合わせて「フェーズⅠ（2023 年～2030 年）」「フェーズⅡ（2031 年～2040 年）」「フェーズⅢ（2041 年～2050 年）」と分け、それぞれの導入量を検討しました。技術面や制度面で実施可能なものは、速やかに着手することとしてフェーズⅠでの導入を原則としています。

### ５．３．１　木質バイオマスの導入量とロードマップ

木質バイオマスは、本町において資源量の豊富な再エネですが、熱電併給を前提とすれば熱需要が豊富にあるサイトでないと意味がありません。森林資源が大量にあっても、**それを利用する需要が確保されていないと意味が無いということです**。また、**森林資源を切り出して供給する人材や資金が十分でないと森林資源を活用することはできません**。引き続き、これらの課題の解決に向けた取り組みを進めていくことが必要です。

**木質バイオマス**

〇成長量の 22%を利用（継続して更なる利用を目指す）

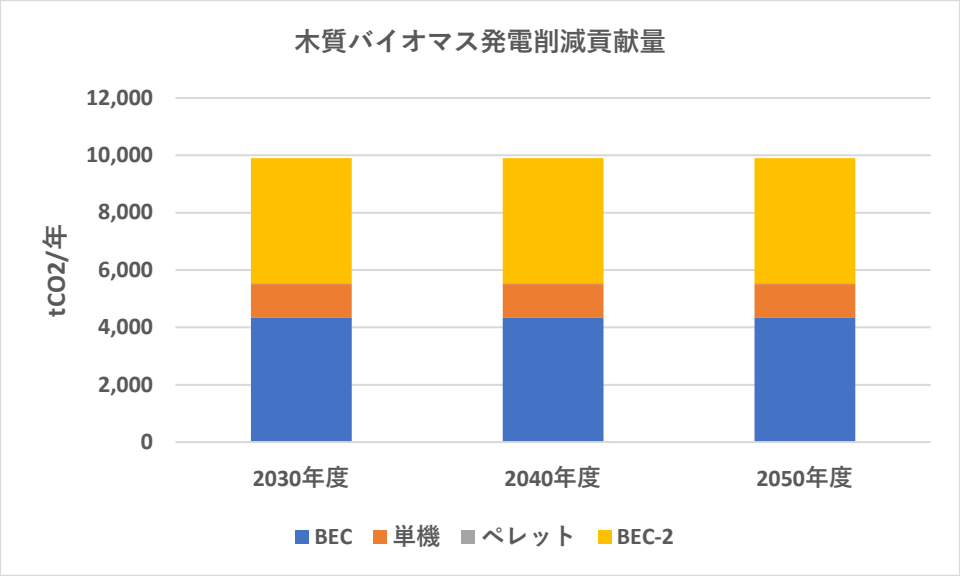
〇枕瀬の発電所（480kW）に続いて同規模の第 2 発電所を整備

表 5.3-1　木質バイオマス導入量

| 施策 | 導入量 | $CO_2$削減量 | フェーズⅠ（2023-2030年）*可及的速やかに着手 | フェーズⅡ（2031-2040年）*社会的技術的情勢を見つつ速やかに着手 | フェーズⅢ（2041-2050年）*現状では諸条件から難しい対策 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.木質バイオマス | | | 削減量9,900t$CO_2$/年 | 削減量9,900t$CO_2$/年 | 削減量9,900t$CO_2$/年 |
| 1-1.BECの整備 | 発電480kW（40kW×12台）熱1200kW（100kW×12台） | 発電と熱利用で4,400t$CO_2$/年 | → | → | → |
| 1-2.単機の発電 | 3か所で単機（40kW）導入 | 3ヶ所合計で1,200t$CO_2$/年 | → | → | → |
| 1-3.なごみの里 | 木質ボイラへ乾燥チップ供給430t/年（生チップ換算） | （1-2に含む） | → | → | → |
| 1-4.ペレット燃料 | 公共施設などへ10台新規導入 | 現状導入量と合わせて30t$CO_2$/年 | → | → | → |
| 1-5.チャー（燃料） | ペレットストーブの燃料などに供給 | （農地固定で計上） | → | → | → |
| 1-6.$CO_2$の植物施用 | 単機の発電所に併設 | 固定化されれば400t$CO_2$/年 | | → | → |
| 1-7.自抜型施業 | | | → | → | → |
| 1-8.広葉樹伐採 | | | → | → | → |
| 1-9.土地所有者・境界 | | | → | → | → |
| 1-10.BEC第2発電所 | 発電480kW（40kW×12台）熱120kW（100kW×12台） | 発電と熱利用で4,400t$CO_2$/年 | → | → | → |

tCO2/年

| | 2030年度 | 2040年度 | 2050年度 |
|---|---|---|---|
| BEC | 4,356 | 4,356 | 4,356 |
| 単機 | 1,160 | 1,160 | 1,160 |
| ペレット | 31 | 31 | 31 |
| BEC-2 | 4,356 | 4,356 | 4,356 |
| 合計 | 9,902 | 9,902 | 9,902 |




供給先別チップ量

| | 湿t/年（水分50%） | 湿t/年（水分15%） | 湿t/年（水分30%） | 材積量換算（m3/年） |
|---|---|---|---|---|
| バイオマスエネルギーセンター　Volter40×12台 | 6,365 | 3,744 | | 6,683 |
| なごみの里　チップボイラー | 433 | | 310 | 455 |
| なごみの里　単機Volter40 | 530 | 312 | | 557 |
| シルバーリーフ　単機Volter40 | 530 | 312 | | 557 |
| 津和野共存病院　単機Volter40 | 530 | 312 | | 557 |
| 合計 | 8,389 | 4,680 | 310 | 8,809 |
| 第二発電所と合わせた合計 | 14,754 | 8,679 | | 15,492 |

図 5.3-1　木質バイオマスの貢献量内訳

## ５．３．２　太陽光発電の導入量とロードマップ

太陽光発電は、ポテンシャルの大きい再生可能エネルギーです。ただし、景観や建築物への影響等を考慮して導入量を設定しました。再生不可能農地を中心とする農業分野での導入が中心を占めることになります。

再生不可能農地は、客観的に見て作物の栽培が不可能となっている農地のことです。程度の差はありますが、見た目に森林のように見えるところもあり、重機を使って伐採や抜根を行う必要がある場合もあります。再生不可能農地を中心とする営農型 PV については、具体的な可能性検討をする必要があります。

**太陽光発電**

〇景観への影響を考慮した整備が必要であることから、住宅、公共施設、駐車場については利用可能量から津和野地区を対象から除外しました。

〇建築物への影響やその他の導入可能性を考慮して、公共施設とため池については、さらに導入率を 50%と設定しました。

表 5.3-2　太陽光発電導入量

| 施策 | 導入量 | $CO_2$削減量 | フェーズⅠ<br>(2023-2030年)<br>*可及的速やかに着手 | フェーズⅡ<br>(2031-2040年)<br>＊社会的技術的情勢を見つつ速やかに着手 | フェーズⅢ<br>(2041-2050年)<br>＊現状では諸条件から難しい対策 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2. 太陽光発電 | 利用可能量で算定した量を3フェーズに分けて導入（津和野地区を除く） | | 導入量7,700kW<br>削減量4,400t$CO_2$/年 | 導入量15,500kW<br>削減量8,800t$CO_2$/年 | 導入量23,200kW<br>削減量13,200t$CO_2$/年 |
| 2-1. 住宅自家消費 | 各フェーズで380kW導入 | 各フェーズで210t$CO_2$/年 | → | → | → |
| 2-2. 公共施設災害対応 | 各フェーズで100kW導入 | 各フェーズで60t$CO_2$/年 | → | → | → |
| 2-3. カーポート | 各フェーズで100kW導入 | 各フェーズで60t$CO_2$/年 | → | → | → |
| 2-4. ため池 | 各フェーズで560kW導入 | 各フェーズで320t$CO_2$/年 | → | → | → |
| 2-5. 営農型 | 各フェーズで6,500kW導入 | 各フェーズで3,700t$CO_2$/年 | → | → | → |
| 2-6. 事業者 | 各フェーズで100kW導入 | フェーズⅠで60t$CO_2$/年 | → | → | → |

tCO2/年

| | 2030年度 | 2040年度 | 2050年度 |
|---|---|---|---|
| 住宅（津和野地区除く） | 214 | 427 | 641 |
| 公共施設（津和野地区除く） | 55 | 110 | 165 |
| 駐車場（津和野地区除く） | 56 | 112 | 168 |
| ため池 | 317 | 634 | 951 |
| 農地 | 3,698 | 7,396 | 11,094 |
| 事業者 | 57 | 114 | 171 |
| **合計** | **4,397** | **8,793** | **13,190** |

kW

| | 2030年度 | 2040年度 | 2050年度 |
|---|---|---|---|
| 住宅（津和野地区除く） | 376 | 751 | 1,127 |
| 公共施設（津和野地区除く） | 97 | 193 | 290 |
| 駐車場（津和野地区除く） | 99 | 197 | 296 |
| ため池 | 558 | 1,116 | 1,673 |
| 農地 | 6,504 | 13,007 | 19,511 |
| 事業者 | 100 | 200 | 300 |
| **合計** | **7,732** | **15,464** | **23,197** |

農地内訳　tCO2/年

| | 2030年度 | 2040年度 | 2050年度 |
|---|---|---|---|
| 耕作地 | 134 | 269 | 403 |
| 遊休農地 | 263 | 525 | 788 |
| 再生不可能農地 | 3,301 | 6,602 | 9,903 |
| **合計** | **3,698** | **7,396** | **11,094** |

農地内訳　kW

| | 2030年度 | 2040年度 | 2050年度 |
|---|---|---|---|
| 耕作地 | 236 | 473 | 709 |
| 遊休農地 | 462 | 924 | 1,385 |
| 再生不可能農地 | 5,805 | 11,611 | 17,416 |
| **合計** | **6,504** | **13,007** | **19,511** |

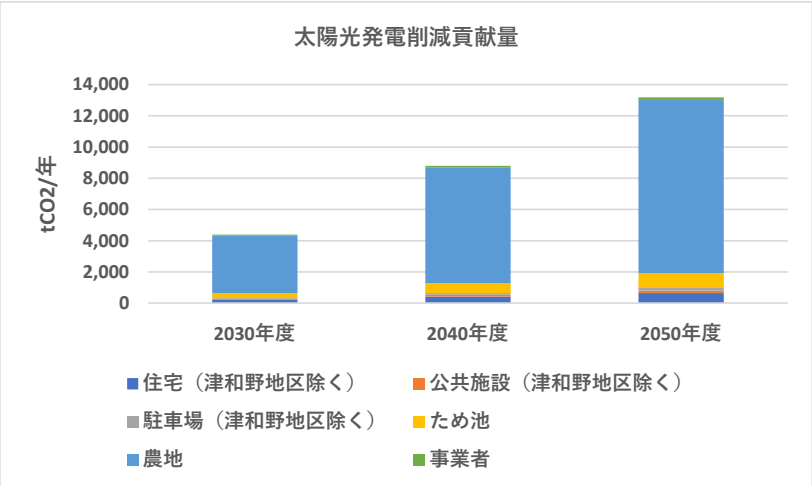



図 5.3-2　太陽光発電の貢献量内訳

## ５．３．３　中小水力発電の導入量とロードマップ

中小水力発電は津和野町の特徴を活かした再エネであり賦存量は多いですが、現時点では具体的な適地が少ないという評価です。今後は、潜在的な資源量を活かすことができる適地の開発に注力することが必要です。ここでは、フェーズⅡ以降に実現を目指したロードマップとしました。

表 5.3-3　中小水力発電導入量

| 施策 | 導入量 | $CO_2$削減量 | フェーズⅠ<br>(2023-2030年)<br>*可及的速やかに着手 | フェーズⅡ<br>(2031-2040年)<br>＊社会的技術的情勢を見つつ速やかに着手 | フェーズⅢ<br>(2041-2050年)<br>＊現状では諸条件から難しい対策 |
|---|---|---|---|---|---|
| 3. 中小水力発電 | | | | 導入量60kW<br>削減量150t$CO_2$/年 | 導入量220kW<br>削減量550t$CO_2$/年 |
| 3-1. 農業水利施設 | フェーズⅡ～フェーズⅢで50kW導入 | フェーズⅡ～フェーズⅢで130t$CO_2$/年 | | → | → |
| 3-2. 河川 | フェーズⅢで100kW導入 | フェーズⅢで250t$CO_2$/年 | | | → |
| 3-3. 水道管 | フェーズⅡ～フェーズⅢで10kW導入 | フェーズⅡ～フェーズⅢで30t$CO_2$/年 | | → | → |

tCO2/年

| | 2030年度 | 2040年度 | 2050年度 |
|---|---|---|---|
| 農業水利施設 | 0 | 126 | 252 |
| 河川 | 0 | 0 | 252 |
| 水道管 | 0 | 25 | 50 |
| 合計 | 0 | 151 | 554 |

kW

| | 2030年度 | 2040年度 | 2050年度 |
|---|---|---|---|
| 農業水利施設 | 0 | 50 | 100 |
| 河川 | 0 | 0 | 100 |
| 水道管 | 0 | 10 | 20 |
| 合計 | 0 | 60 | 220 |

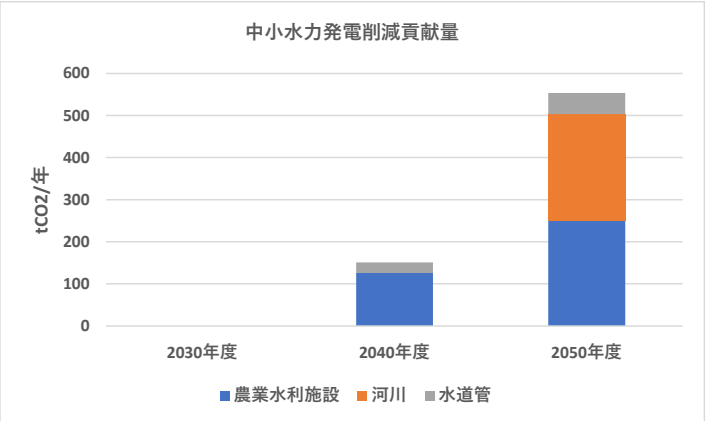



図 5.3-3　中小水力発電の貢献量内訳

### ５．３．４　炭素固定

森林吸収などの炭素固定は、津和野町にとって有望な削減策です。ただし、**再エネの追加的導入によって必要な削減量を確保し、森林吸収源は外部へ供給**し、町の活性化に必要な資金を得るものであるという位置づけとします。

表 5.3-4　炭素固定導入量

| 施策 | 導入量 | $CO_2$削減量 | フェーズⅠ（2023-2030年）*可及的速やかに着手 | フェーズⅡ（2031-2040年）＊社会的技術的情勢を見つつ速やかに着手 | フェーズⅢ（2041-2050年）＊現状では諸条件から難しい対策 |
|---|---|---|---|---|---|
| 4. 炭素固定 | | | | | |
| 4-1. チャー（固定） | 27台分のチャーを固定化 | 380t$CO_2$/年 | → | → | → |
| 4-2. 森の油田化計画 | | 55,000～80,000t$CO_2$/年 | → | → | → |
| 4-3. 地元材利用 | | | → | → | → |
| 4-4. 早生樹 | | | → | → | → |
| 4-5. 森林若返り計画 | | | → | → | → |

### ５．３．５　その他の施策

その他の施策は、再エネの最大限導入を促進するソフト施策が中心です。日原水力や既設のFIT の地域還元による排出削減も期待されますが、再エネの追加性が無いことから、本シナリオでの排出削減にはカウントしないこととします。また、革新的技術として位置付けられているCCU などは、技術動向によっては期待される削減対策ですが、現段階では商用化の目途が立っていないことから、ここでの排出削減としては計上しません。

表 5.3-5　地域裨益型の再エネ導入施策（ソフト事業）

| 施策 | 導入量 | $CO_2$削減量 | フェーズⅠ（2023-2030年）*可及的速やかに着手 | フェーズⅡ（2031-2040年）＊社会的技術的情勢を見つつ速やかに着手 | フェーズⅢ（2041-2050年）＊現状では諸条件から難しい対策 |
|---|---|---|---|---|---|
| 5. 地域裨益型施策 | | | 削減量1,800t$CO_2$/年 | 削減量3,600t$CO_2$/年 | 削減量5,400t$CO_2$/年 |
| 5-1. 新規会社設立 | | | → | → | → |
| 5-2. PPAによる供給 | | | → | → | → |
| 5-3. 可能性調査 | | | → | → | → |
| 5-4. 日原発電所の還元 | 各フェーズで10%（690kW）還元 | 各フェーズで1,700t$CO_2$/年 | → | → | → |
| 5-5. 既設FITの還元 | 各フェーズで20%（120kW）還元 | 各フェーズで70tCO2/年 | → | → | → |
| 5-6. 新たな再エネ投資 | | | → | → | → |
| 5-7. 森里川海連環 | | | → | → | → |

表 5.3-6　多様な主体の参加・連携

| 施策 | 導入量 | $CO_2$削減量 | フェーズⅠ<br>(2023-2030年)<br>*可及的速やかに着手 | フェーズⅡ<br>(2031-2040年)<br>＊社会的技術的情勢を見つつ速やかに着手 | フェーズⅢ<br>(2041-2050年)<br>＊現状では諸条件から難しい対策 |
|---|---|---|---|---|---|
| 6. 多様な主体の参加連携 | | | | | |
| 6-1. 町民への情報発信 | | | → | → | → |
| 6-2. 子供環境学習 | | | → | → | → |
| 6-3. 効果の見える化 | | | → | → | → |
| 6-4. 流域市町との連携 | | | → | → | → |
| 6-5. 都市部との連携 | | | → | → | → |
| 6-6. 大学との連携 | | | → | → | → |

表 5.3-7　革新的技術・導入を検討すべき技術

| 施策 | 導入量 | $CO_2$削減量 | フェーズⅠ<br>(2023-2030年)<br>*可及的速やかに着手 | フェーズⅡ<br>(2031-2040年)<br>＊社会的技術的情勢を見つつ速やかに着手 | フェーズⅢ<br>(2041-2050年)<br>＊現状では諸条件から難しい対策 |
|---|---|---|---|---|---|
| 7. 革新的技術・検討技術 | | | | | |
| 7-1. 水素利用 | | | | → | → |
| 7-2. $CO_2$回収 | | | | | → |
| 7-3. 湿潤系複合処理 | | | | → | → |

以上のことを踏まえ、津和野町における再生可能エネルギーの最大限導入による排出削減目標を以下に示します。

**○再生可能エネルギーの追加的な導入と省エネルギーを推進することで、**
**2030年度：2013年度比67％削減**
**2040年度：2013年度比85％削減**
**2050年度：ネット排出ゼロを目指します**

**○森林資源の活用と適切な管理により森林$CO_2$吸収を最大化し、**
**町外の排出削減に貢献します**

**○木質バイオマスなど地域資源を活用することで地域経済を活性化し、**
**雇用の増加、定住者の増加等に寄与します。**

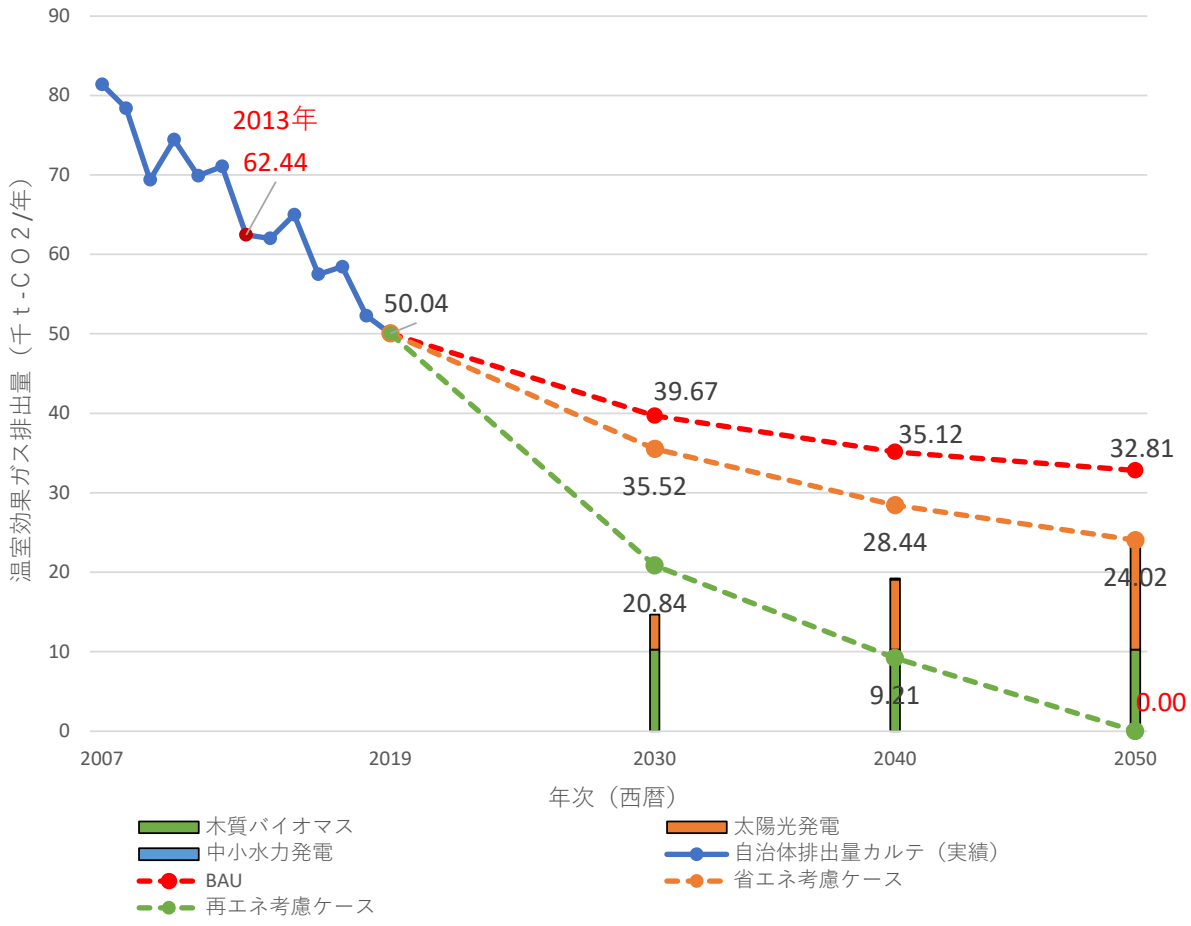



図 5.4-1　2050 年ゼロカーボンシティに向けたロードマップ

**目標の前提となる数値**

〈排出量実績〉

基準年度（2013 年度）　62.44 千 $tCO_2$

現状年度（2019 年度）　50.04 千 $tCO_2$

〈排出量目標〉

中間目標年度（2030 年度）　20.84 千 $tCO_2$　基準年度比 67%削減

中間目標年度（2040 年度）　9.21 千 $tCO_2$　基準年度比 85%削減

長期目標年度（2050 年度）　0 千 $tCO_2$　ネット排出ゼロ

〈省エネによる削減量の前提〉

〇全部門で年率 1%削減

〈追加的な再エネ導入の前提〉

〇木質バイオマス

熱電併給　40kW×27 台（枕瀬 12 台+単機 3 台+第 2 発電所 12 台）

チップ製造販売額　1.3 億円/年（14,700 トン×9,000 円/t）

*町内企業からの供給に限定したものではありません。

*さらに、第 3 発電所を目指した取り組みを進めていきます。

〇太陽光発電

住宅、公共施設、駐車場、ため池、農地、事業者の合計で 2050 年度までに 23,200kW

2030 年までの投資額　約 23 億円（7,700kW×30 万円/kW）

*営農型 PV については、木質バイオマスや中小水力開発等他の施策との全体整合を図りつつ適切に進めていきます。

〇中小水力発電

農業水利施設、河川、水道管等に合計で 2050 年度までに 220kW

*既設の日原水力や町内の FIT 発電所を町内へ還元する施策も進めますが、国全体の追加性が無いためここでの排出削減にはカウントしません。

〈森林吸収の目安〉

5 年間の造林面積 460ha、5 年間の伐採量　82,000$m^3$（成長量の 22%）によって、

55 千 $tCO_2$/年の吸収量が発生。計画的な施業によりクレジット化し町外のゼロカーボンへ貢献

*森林吸収は町外の排出削減に貢献するものとして、町内の排出削減にはカウントしません

# ６．再生可能エネルギー導入に向けた取り組み

## ６．１ 最大限の導入を目指す再エネと４０の施策

津和野町のカーボンゼロの目標に資する、再生可能エネルギーの導入に向けた具体的な**４０の施策**を検討します。検討は以下の再エネの種別ごとに、各主体に期待される対策、町が実施すべき施策、導入量や課題等を整理しました。

表 6.1-1　津和野町再エネ最大限導入に向けた**４０の施策**

| 再エネ種別（施策数） | 施策 |
|---|---|
| 1.木質バイオマス（10） | 1-1.バイオマスエネルギーセンター（BEC）の整備<br>1-2.乾燥チップの供給による単機の木質バイオマス発電導入<br>1-3.チップボイラーへの乾燥チップの供給<br>1-4.ペレット燃料の製造利用<br>1-5.バイオチャーの燃料利用<br>1-6.バイオマス由来$CO_2$の植物施用<br>1-7.自抜型施業の促進<br>1-8.広葉樹の伐採促進<br>1-9.土地所有者・境界の確定<br>1-10.バイオマスエネルギーセンター第2発電所の整備 |
| 2.自治体の関与による太陽光発電（6） | 2-1.住宅への屋根置き自家消費型<br>2-2.公共施設や病院等重要施設への災害対応兼用型<br>2-3.ソーラーカーポート<br>2-4.ため池への設置<br>2-5.営農型の導入（ソーラーシェアリング）<br>2-6.事業者における屋根置きの設置 |
| 3.中小水力発電（3） | 3-1.農業水利施設での導入<br>3-2.河川での導入<br>3-3.水道管や防火用水の利用 |
| 4.炭素固定（NETs）（5） | 4-1.バイオチャーの土壌改良材利用<br>4-2.森林吸収　「緑の油田化」計画<br>4-3.森林吸収　地元材の利用促進<br>4-4.森林吸収　早生樹<br>4-5.森林若返り計画の策定（体系的な森林整備伐採計画） |
| 5.再エネ裨益による地域活性化（ソフト事業）（7） | 5-1.新規エネルギーまちづくり会社の設立<br>5-2.PPAによる電力供給<br>5-3.再エネ適地可能性調査<br>5-4.中国電力日原発電所の地域還元<br>5-5.既設FIT発電所の地域還元<br>5-6.新たな再エネ開発投資の促進<br>5-7.森里川海連環によるまちのにぎわい創出事業 |
| 6.多様な主体の参加・連携（6） | 6-1.町民への情報発信・参加<br>6-2.外部の学識経験者らとの共同による子供環境教育<br>6-3.住民の取組を促す効果の見える化<br>6-4.高津川流域市町との連携<br>6-5.都市部との連携<br>6-6.大学や研究機関との連携 |
| 7.革新的技術・導入を検討すべき技術（3） | 7-1.水素利用<br>7-2.バイオマス発電所からの$CO_2$分離回収<br>7-3.湿潤系複合バイオマス処理センター |

### ６．２．１　木質バイオマス利用の考え方

木質バイオマスによって発電する場合、大きく「蒸気タービン発電方式」と「ガス化発電方式」があります。蒸気タービン発電方式は、木質バイオマス燃料を直接燃焼しボイラで発生させた高温高圧の蒸気で蒸気タービンを回して発電します。ガス化発電方式は、木質バイオマス燃料を熱分解や酸化還元により可燃性のガスを発生させ、ガスエンジン等で燃焼させることによって発電します。それぞれに発電規模や使用する燃料によって適正や一長一短はありますが、より少ない材で発電でき、木質燃料の持つエネルギーを最大限利用するという観点からは「ガス化発電方式による熱電併給」が望ましいと考えます。

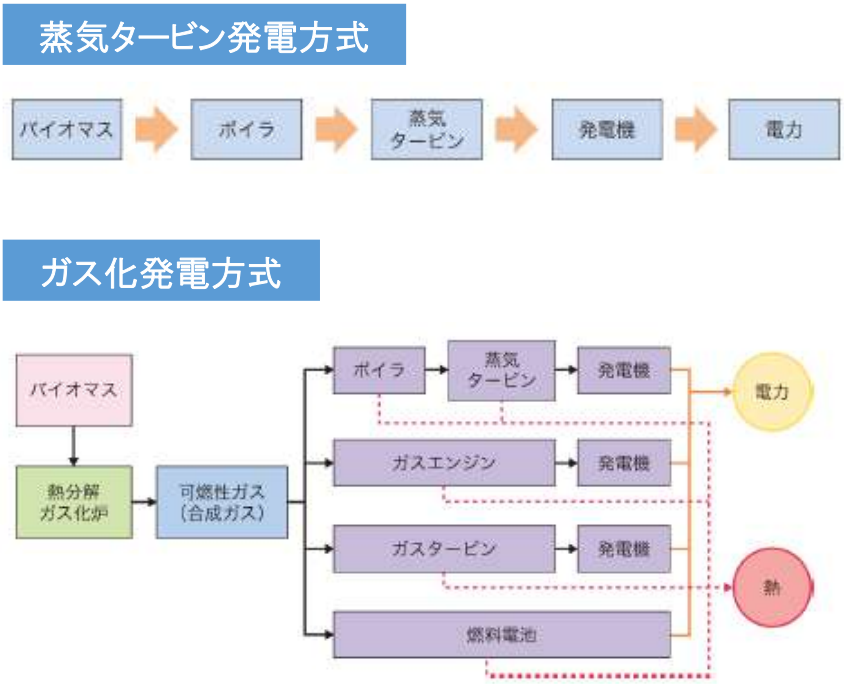



図 6.2-1　蒸気タービン発電とガス化発電

出所：NEDO「再生可能エネルギー技術白書第 2 版」

表 6.2-1　木質バイオマス発電技術の比較

| | ガス化発電方式 | 蒸気タービン発電方式 |
|---|---|---|
| 規模 | 小型（数十kW～） | 大型（最低でも2MW） |
| 効率 | 電気+熱の総合効率7-8割 | 発電効率2-3割 |
| 必要な材 | 少量で良い | 大量に必要 |
| 用水 | 循環利用が可能 | 冷却用水が大量に必要<br>河川や海水に温排水が発生する |

日本で稼働中のガス化発電方式の殆どは「ダウンドラフト式」と呼ばれるタイプですが、津和野町で今年稼働を開始したガス化発電もダウンドラフト式です。ダウンドラフト式は、投入する木質燃料の水分率を 15%以下まで下げることが要件で、この乾燥が十分でないとガス化炉やガスエンジンにタールが付着し故障を生じさせることが、ガス化発電方式で最も顕著な不具合の原因でした。

町内で新たに稼働したバイオマス発電所は、乾燥チップの製造で実績のある英国ウッドテック社の乾燥機を導入し、安定した乾燥チップの供給が可能となりました。乾燥に用いる熱は Volter40 の排熱を用います。

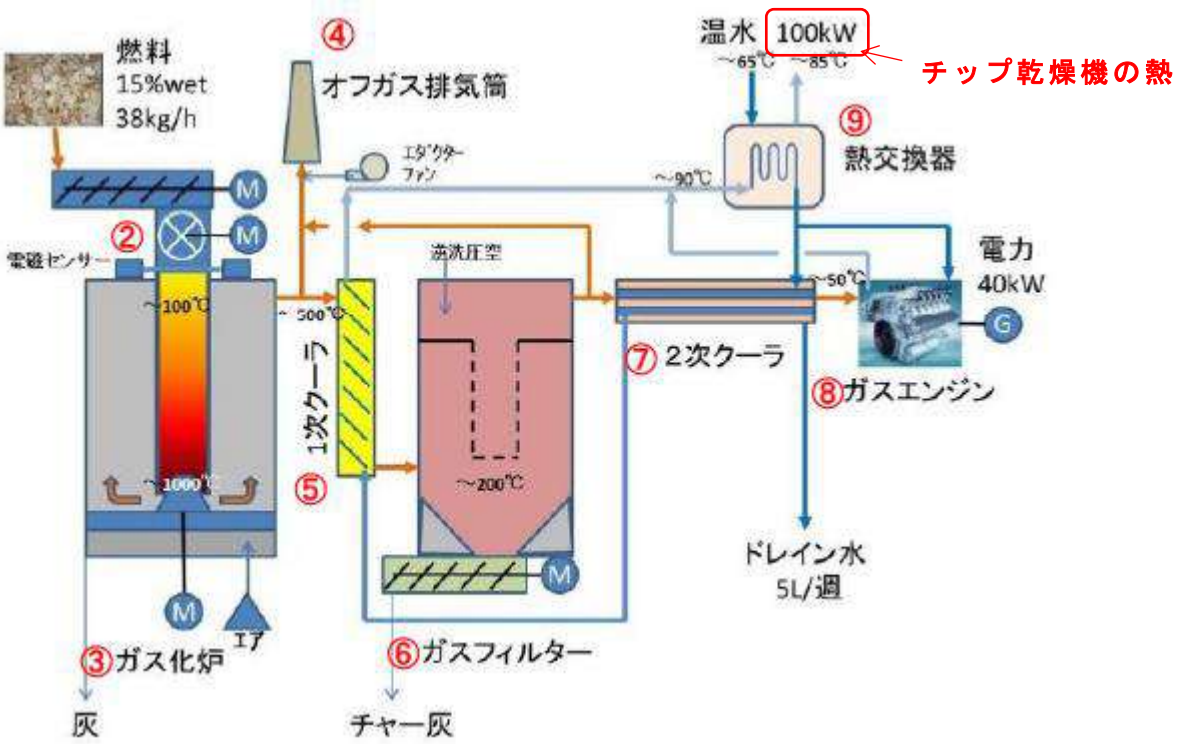



図 6.2-2　Volter40 の概略フロー

出所：NEDO バイオマスエネルギー地域自立システムの導入要件・技術指針 第 5 版　実践編（木質バイオマス）（PEO 技術士事務所提供資料）



図 6.2-3　津和野発電所に導入されたウッドテック社製チップ乾燥機

このようなガス化発電熱電併給とあわせて、これまでは埋立最終処分するしかなかった残渣として発生するバイオ炭（バイオチャー）も利用し、将来的には排ガスの $CO_2$ まで有価物として利用することによって、森の恵みを余すことなく活用する「木質バイオマスエネルギーの高度カスケード利用」を目指します。

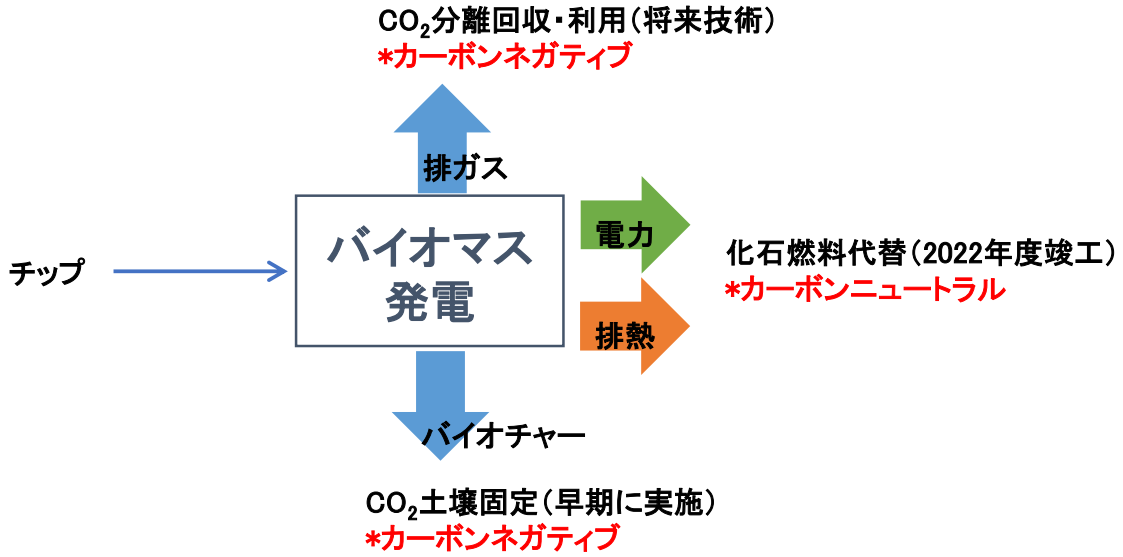



図 6.2-4　木質バイオマスエネルギーの高度カスケード利用

### ６．２．２　バイオマスエネルギーセンター（BEC）

2022 年 8 月に町内で稼働した木質バイオマス発電所は、熱電併給施設として電力だけではなく、排熱を活用した様々なバイオマス資源を町内に供給する施設として、津和野町の森林資源による脱炭素の中核施設（BEC：バイオマスエネルギーセンター）となることが期待されています。

BEC に生チップを供給する切削機とチップストックヤードは町が林野庁の補助を受けて整備し、民間（指定管理者）に運営管理が委託されています。発電所は、民間の発電会社によって運営され、生チップの供給を受けて、チップ乾燥、発電、有価物の供給を行います。エネルギー等の外部への供給は、新たに設立を検討する「エネルギーまちづくり会社」が地域向けに供給し、地域資源の地産地消と地域内経済循環を目指します。

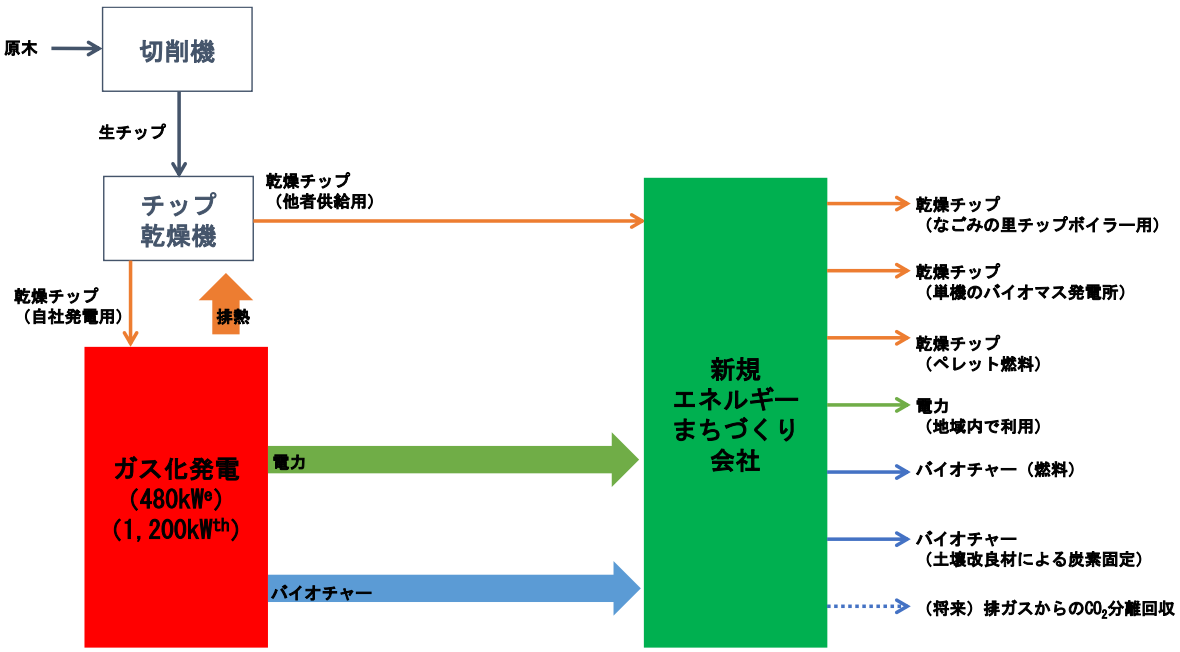



図 6.2-5　バイオマスエネルギーセンター（BEC）

乾燥チップは、生チップ換算で当面は約 8,400t/年の製造量を見込みます。これだけの原木の安定供給が発電所運営のカギとなります。

なお、Volter40×12 台（480kW）からは、1,200kW の排熱が発生しますが、生チップ換算で最大 10,000t/年の乾燥チップが製造可能ではないかと見られています。

また、切削機により生チップを製造する際に、ガス化発電へ供給できない不適物が一定物発生しますが、これらは県内の蒸気タービン発電方式の木質バイオマス発電所へ供給されますので無駄にはなりません。

表 6.2-2　供給先別チップ量

| | 湿t/年（水分50%） | 湿t/年（水分15%） | 湿t/年（水分30%） | 材積量換算（m3/年） |
|---|---|---|---|---|
| バイオマスエネルギーセンター　Volter40×12台 | 6,365 | 3,744 | | 6,683 |
| なごみの里　チップボイラー | 433 | | 310 | 455 |
| なごみの里　単機Volter40 | 530 | 312 | | 557 |
| シルバーリーフ　単機Volter40 | 530 | 312 | | 557 |
| 津和野共存病院　単機Volter40 | 530 | 312 | | 557 |
| 合計 | 8,389 | 4,680 | 310 | 8,809 |

*材積量は針葉樹と広葉樹の割合をそれぞれ 50%として換算（比重は針葉樹 1.3$m^3$/t、広葉樹 0.8$m^3$/t）

**バイオマスエネルギーセンター（BEC）熱電併給の $CO_2$ 削減効果シミュレーション**

〇町内枕瀬において 8 月に稼働したバイオマスエネルギーセンター（BEC）の熱電併給による $CO_2$ 削減効果をシミュレーションしました。

〇熱電併給の排熱利用について、ベースライン（BEC がなかりせばの状態）のチップ乾燥の燃料が化石燃料なのか、廃材などのバイオマス由来のものを使用しているのによって、$CO_2$ 削減の考え方が変わりますが、ここでは灯油代替として計算しました。

〇これによりますと、電力と熱の利用により、年間で 4,400t$CO_2$ の $CO_2$ 排出削減が期待できることが分かりました。

**〈前提条件〉**

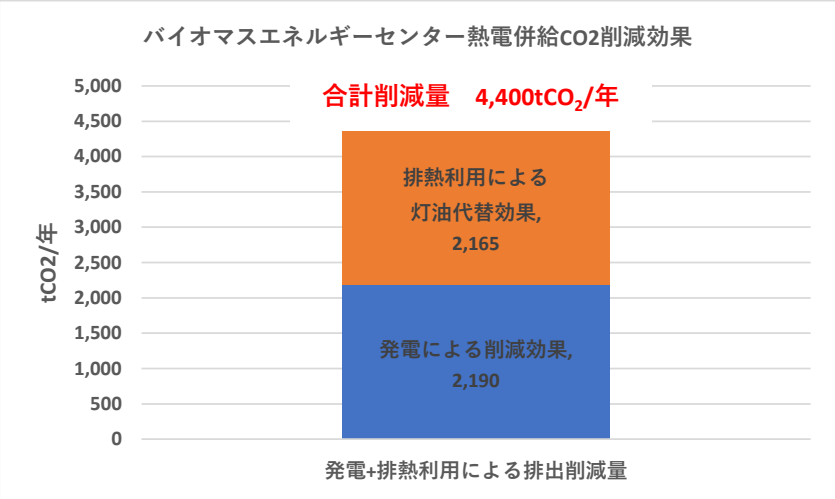
・中国電力排出原単位　0.000585t$CO_2$/kWh

・Volter40 の年間稼働時間　7,800h

・排熱の 90%がチップ乾燥等に活用できたと仮定します（灯油代替とします）。

・原木輸送等、サプライチェーン全体の排出量は考慮していません

| | | |
|---|---|---|
| 発電容量 | 480 | kW |
| 熱出力 | 1,200 | kW |
| 年間発電量 | 3,744,000 | kWh/年 |
| 系統電力CO2削減量 | 2,190 | tCO2/年 |
| 排熱供給量 | 9,360,000 | kWh/年 |
| 灯油換算量 | 868,951 | L/年 |
| 灯油排出削減量 | 2,165 | tCO2/年 |
| 発電+排熱利用による排出削減量 | 4,356 | tCO2/年 |



### ６．２．３　単機の木質バイオマス発電導入

BEC で製造された乾燥チップを、単機での木質バイオマス発電所に供給します。単機の木質バイオマス発電所は、これまで設置サイトにおいて自己の排熱によるチップ乾燥機を持つ必要があり、そのための投資コストが必要でした。また、チップ乾燥に排熱を使ってしまうため排熱をサイトで活用することができませんでした。乾燥チップの供給はこれらの課題を解決し、小型分散型の木質バイオマス発電を普及させることに貢献します。また、BEC の技術や人的リソースを活用することで、単機の発電所の運転管理やバイオチャーの処理利用が容易になるというメリットもあります。

導入にあたっては、排熱が温水需要に使えるサイトが望まれます。ここでは、町内にある熱需要が大きい公共施設として「なごみの里」「シルバーリーフつわの」「津和野共存病院」を対象に導入シミュレーションを実施しました。シミュレーションにあたっては、電力を FIT で外部へ売電するのか、非 FIT で自家消費するのかについて、設備補助金の活用の可能性や使用する材の種類（未利用材か一般材）等から経済性を比較検討する必要がありますが、ここでは比較的コストの高い未利用材を使用することとし、FIT での売電を前提とします。

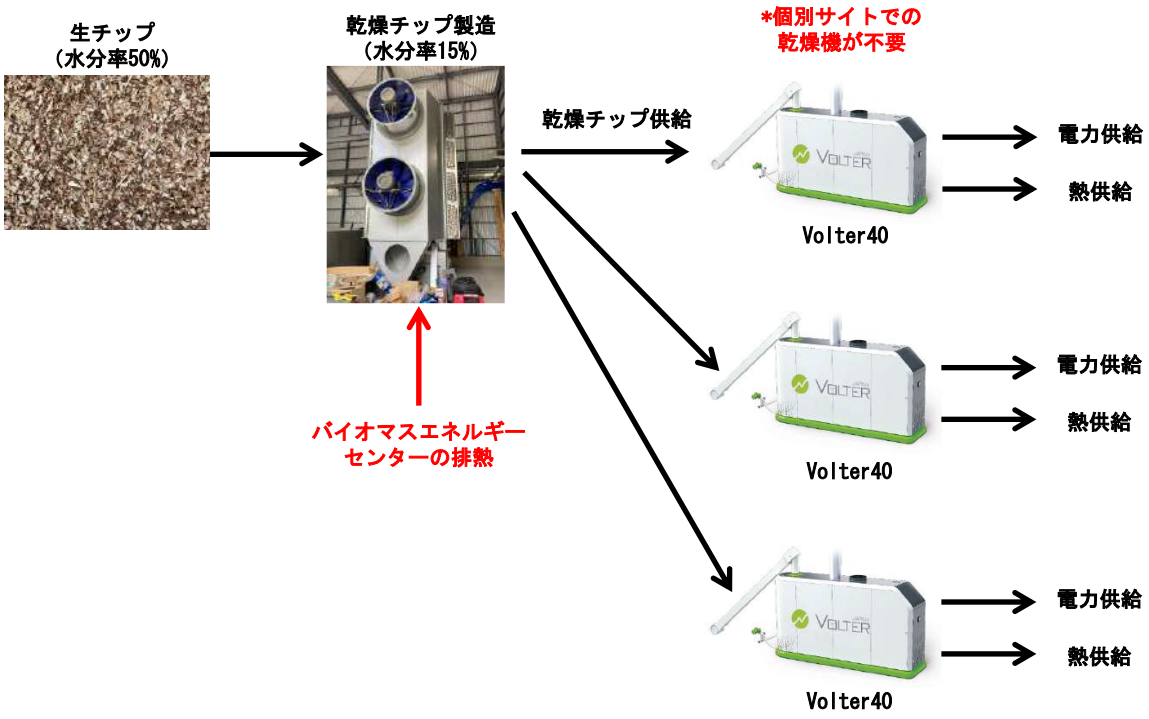



図 6.2-6　単機の木質バイオマス発電への乾燥チップの供給

単機の木質バイオマス発電は、発電設備一式を施設側が投資・所有・運転するという基本的なスキーム以外に、発電設備は発電事業者が投資・所有・運営して、熱を施設側へ供給するという第 3 者所有スキームも考えられます。第 3 者所有スキームは、施設側で運転員を雇用することや専門の技術ノウハウ、メンテナンスを行う必要がないため導入に向けたハードルが下がります。

本町の場合、枕瀬のバイオマスエネルギーセンターの人的リソースが活かせるため、この発電事業者が所有するスキームが特に有望と言えます。

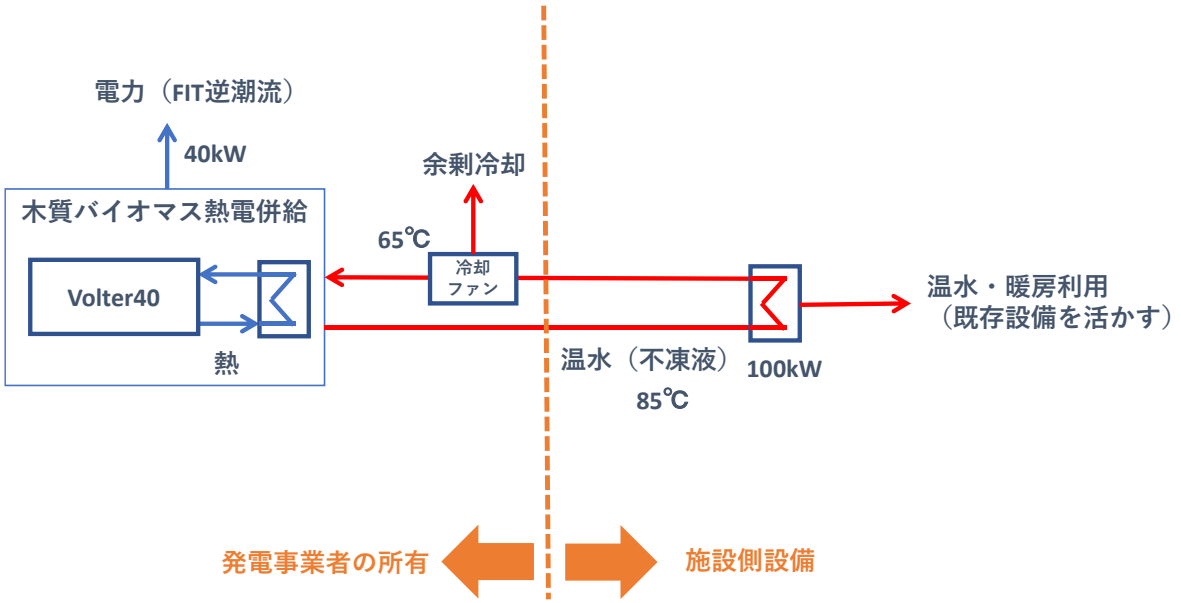



図 6.2-7　単機の木質バイオマス発電のエネルギーフローと発電事業者と施設側の分界点




図 6.2-8　単機の木質バイオマス発電の設置候補

出所：地図データ及び距離計測はグーグルマップより

**シルバーリーフつわのへの木質バイオマス発電導入シミュレーション**

〇シルバーリーフつわのは、社会福祉法人つわの福祉会が運営する特別養護老人ホームです。デイサービスと特養の施設が各 1 棟あり、デイサービスは町が設置した建物で、指定管理者である社会福祉法人つわの福祉会に運営を委託しております。特養に関しては、社会福祉法人つわの福祉会の所有運営です。

〇1997 年竣工。定員は 50 名で職員は 40 名。

〇鉄筋コンクリート 1 階建て 2,342.36$m^2$



シルバーリーフつわの

〇シルバーリーフつわのにおける木質バイオマス熱電併給の導入シミュレーションを行いました。電力を FIT 供給、排熱を給湯に利用し、排熱だけで不足する熱は灯油ボイラでまかないます。

**〈シミュレーションの前提条件〉**

・灯油ボイラは給湯と床暖房の給湯に使用しています。床暖房は概ね 11 月中旬～4 月中旬まで使用します。

・給湯需要は年間を通して一定であり、ベース需要として概ね 1,000L/月と仮定します。

・灯油ボイラ効率　84%

・木質チップの供給単価　23,000 円/t（水分率 15%）

・中国電力排出原単位　0.000585t$CO_2$/kWh

・灯油コスト　110 円/L（11.3 円/kWh）

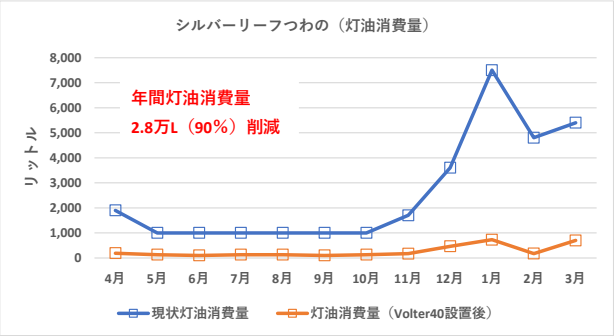
・Volter40 の年間稼働時間　7,800h

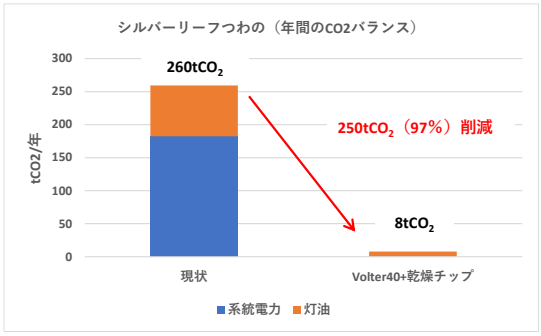
・Volter40　発電 40kW　熱 100kW　乾燥チップ消費 40kg/h

〈灯油消費量と $CO_2$ バランス〉

〇Volter40 の排熱利用によって灯油消費量は 9 割削減できます。

〇系統電力の $CO_2$ 排出量削減とあわせて 97%の排出削減となります。



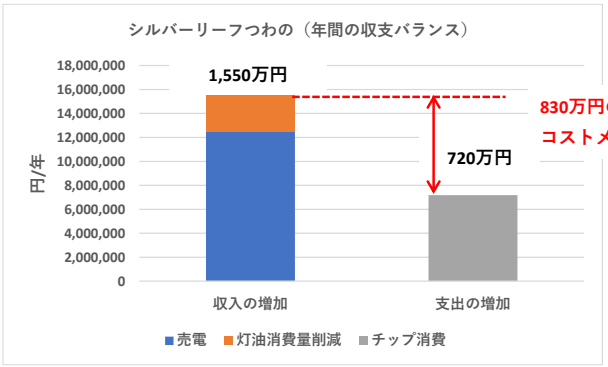




*熱搬送ロスや乾燥チップ輸送に伴う $CO_2$ 等のサプライチェーンでの排出量は無視します

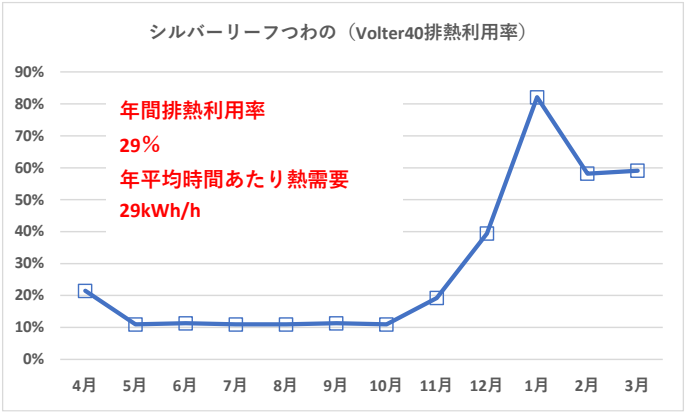
〈収支バランス〉

〇FIT 売電と灯油消費量の削減によって得られるメリットと、新たに発生する木質チップのコストのバランスは年間 830 万円のコストメリットとなります。Volter40 と熱供給設備及び工事費を含む総設備費を 6,000 万円、メンテナンス経費を年間 200 万円と仮定した場合、投資回収年は 9.4 年となります。

〇排熱の利用率は 29%と推定されます。




*運転員の労務費や灰の処分及び固定資産税等は含みません



**〈設置場所〉**

〇シルバーリーフつわのは、敷地にあまり余裕がありません。Volter40 を設置する場合、ボイラ室に近い駐車場の一部を転用することになります。




Volter40 の設置場所の候補

**津和野共存病院への木質バイオマス導入シミュレーション**

〇津和野共存病院（病床数 49 床）は、施設は町が建設し指定管理者（R4 現在は医療法人橘井堂）へ運営を委託しております。

〇平成 3 年 3 月竣工。



津和野共存病院

〇津和野共存病院における木質バイオマス熱電併給の導入シミュレーションを行いました。電力を FIT 供給、排熱を給湯に利用し、不足する熱を A 重油ボイラでまかなうこととします。

**〈シミュレーションの前提条件〉**

・A 重油は入院者向けのお風呂用給湯と冷暖房用の吸収式冷温水機に使用しています。両者の正確な切り分けは不明ですが、お風呂の需要は季節に拠らず一定で、吸収式冷温水機は端境期には使用していないことを考えると、4 月の A 重油消費量である 6,000L を毎月の給湯のベース需要と仮定します。

・A 重油ボイラ効率　84%

・木質チップの供給単価　23,000 円/t（水分率 15%）

・中国電力排出原単位　0.000585t$CO_2$/kWh

・A 重油コスト　110 円/L（10.6 円/kWh）

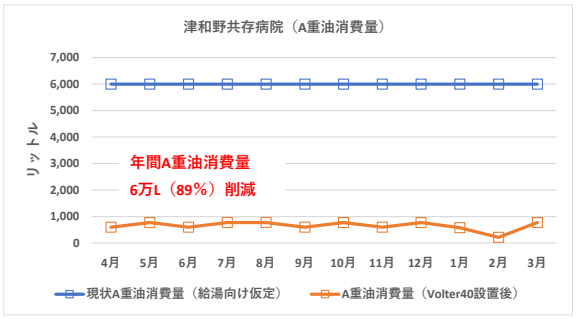
・Volter40 の年間稼働時間　7,800h

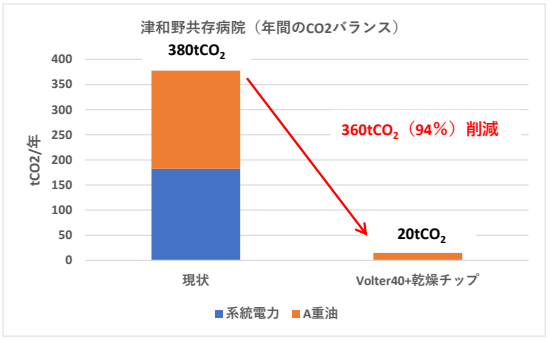
・Volter40　発電 40kW　熱 100kW　乾燥チップ消費 40kg/h

**〈A 重油消費量と $CO_2$ バランス〉**

〇Volter40 の排熱利用によって給湯向け A 重油消費量は 9 割削減できます。

〇系統電力の $CO_2$ 排出量削減とあわせて 94%の排出削減となります。



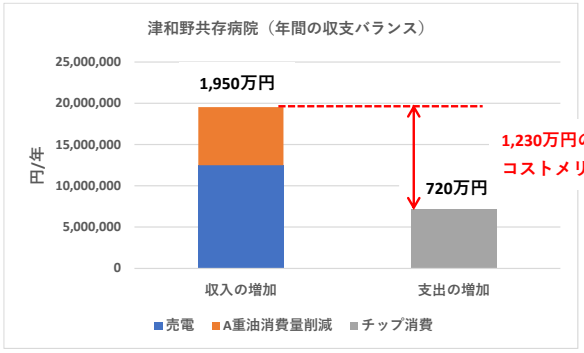




*熱搬送ロスや乾燥チップ輸送に伴う $CO_2$ 等のサプライチェーンでの排出量は無視します

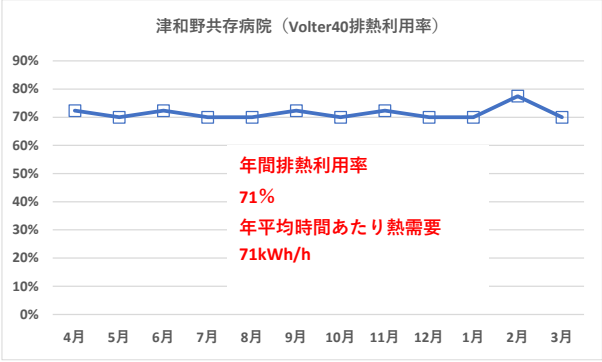
**〈収支バランス〉**

〇FIT 売電と A 重油消費量の削減によって得られるメリットと、新たに発生する木質チップのコストのバランスは年間 1,230 万円のコストメリットとなります。Volter40 と熱供給設備及び工事費を含む総設備費を 6,000 万円、メンテナンス経費を年間 200 万円と仮定した場合、投資回収年は 5.8 年となります。

〇排熱の利用率は 70%と推定されます。

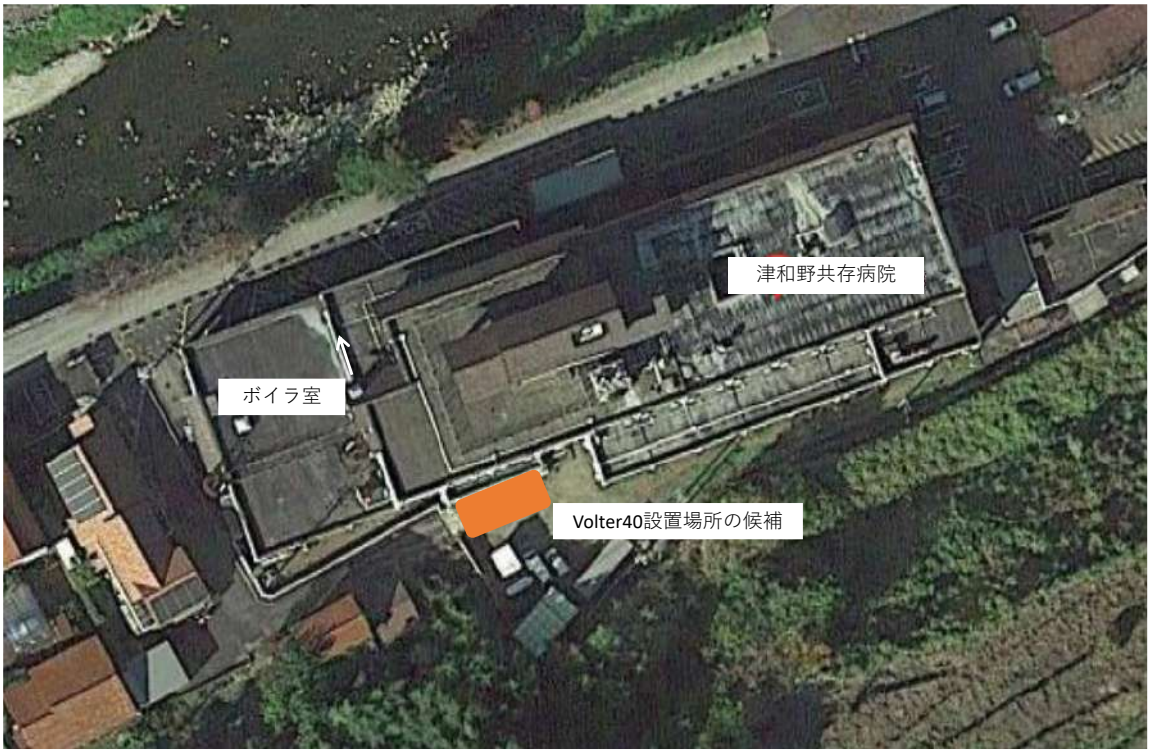



*運転員の労務費や灰の処分及び固定資産税等は含みません



**〈設置場所〉**

〇津和野共存病院では、職員向けの駐車所が Volter40 の設置場所の候補となります。




Volter40 設置場所の候補

６．２．４　チップボイラへの乾燥チップの供給

バイオマスエネルギーセンターで乾燥チップを製造し、なごみの里のチップボイラに乾燥チップを供給します。なごみの里には木質チップボイラが導入されていますが、生チップを乾燥する工程が無いため熱効率が良いとは言えず、十分にその機能を生かし切れていませんでした。

なお、なごみの里には単機でのバイオマス発電所を設置する検討もなされており、単機のバイオマス発電所の排熱と合わせ熱供給すれば、灯油の消費削減効果が大きくなります。

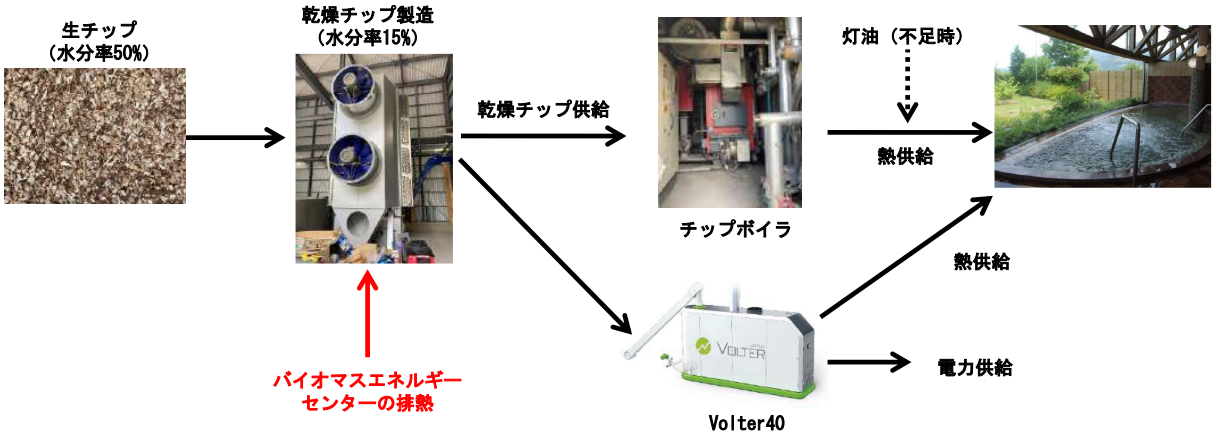



図 6.2-9　チップボイラへの乾燥チップの供給

**なごみの里への木質バイオマス発電導入シミュレーション**

〇津和野温泉 なごみの里は、施設内に天然ラドン温泉、レストラン、野菜市場、お土産販売、体験工房をもつ道の駅です。

〇施設は町が建設し指定管理者（現在は株式会社津和野開発）へ運営を委託しております。



なごみの里

〇ボイラの説明

あさぎりの湯の稼働状況　1 日 11 時間稼働（10-21 時）、週 1 回定休日（木曜日）

灯油ボイラを午前中に稼働させて加温しています（55-70℃の範囲になるように発停）

チップボイラはチップの形状の問題でしばしば停止するので、稼働にばらつきがあります。

灯油ボイラの仕様

出力　581kW×2 台

効率　90%

チップボイラの仕様

出力　200kW

効率　80%（水分率 30%）

標準燃料使用量　78kg/h（11.5MJ／kg の場合）

供給温水温度　80℃



木質チップボイラ



木質チップ

〇なごみの里における木質バイオマス導入のシミュレーションを行いました。なごみの里には、Volter40 単機と稼働中の木質ボイラへの乾燥チップ供給を検討しているため、この 2 つのプロジェクトの組合せによるシミュレーションを行う必要がります。具体的には、Volter40 単機発電機から電力を FIT 供給、排熱を給湯に利用し、不足する熱をまず木質ボイラで供給、さらに不足する熱を灯油ボイラでまかなうこととします。

**〈シミュレーションの前提条件〉**

・灯油と木質チップの消費量は 2021 年度の実績値を使用

・現状は時間帯を決めて温度で発停を繰り返していますが、ボルターからの排熱を 24 時間供給し、排熱の供給熱量が現状の燃料消費量と同量になるように排熱供給量を決めました。なお、これによる熱損失量の変化は考慮していません。

・チップボイラ効率は水分率によらず一定と仮定。

・木質チップの供給単価

木質ボイラ向け　7,500 円/t（水分率 50%換算）*絶乾ベースで 15,000 円/t

19,000 円/t（水分率 30%）

Volter40 向け　23,000 円/t（水分率 15%）

・中国電力排出原単位　0.000585t$CO_2$/kWh

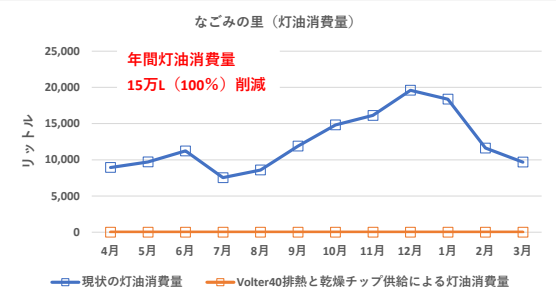
・灯油コスト　110 円/L（11.3 円/kWh）

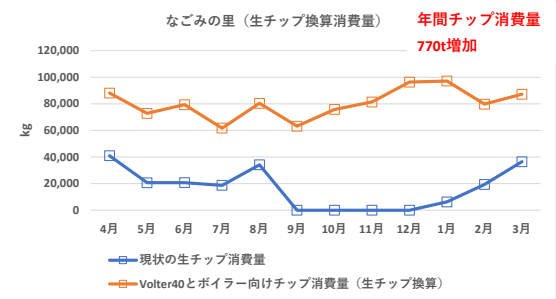
・Volter40 の年間稼働時間　7,800h

・Volter40　発電 40kW　熱 100kW　乾燥チップ消費 40kg/h

**〈灯油消費量とチップ消費量〉**

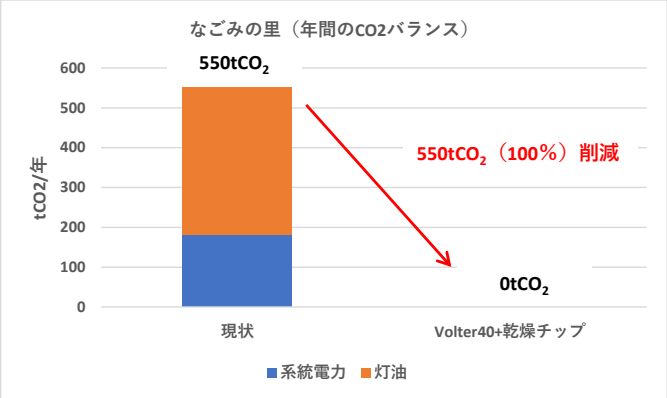
〇Volter40 の排熱利用と乾燥チップ供給によって灯油消費量は全量が削減できます。木質チップは生チップ換算で年間 770t 増加します。



〈$CO_2$ バランス〉

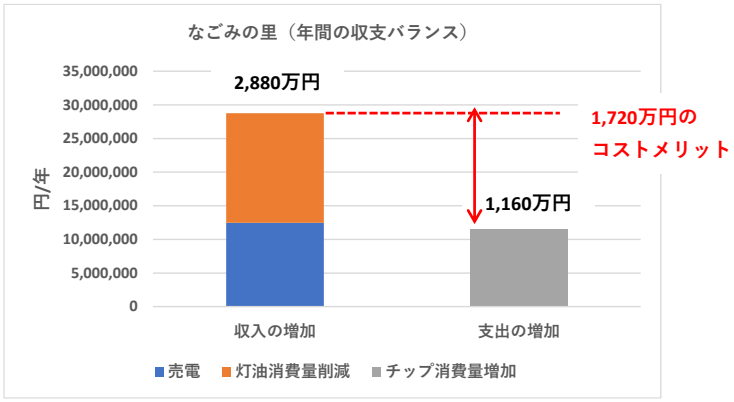
〇灯油の消費はゼロになりますので、系統電力の $CO_2$ 排出量削減とあわせて 550t$CO_2$ の排出削減となります。




*熱搬送ロスや乾燥チップ輸送に伴う $CO_2$ 等のサプライチェーンでの排出量は無視します

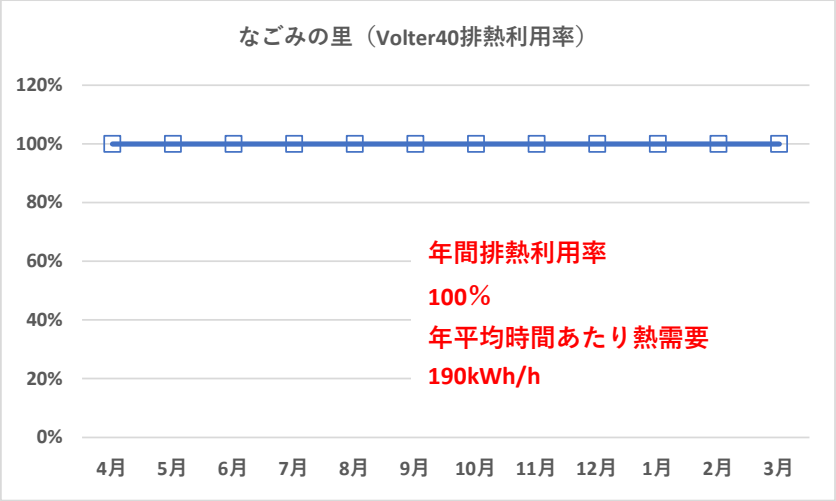
〈収支バランス〉

〇FIT 売電と灯油消費量の削減によって得られるメリットと、増加する木質チップのコストのバランスは年間 1,720 万円のコストメリットとなります。Volter40 と熱供給設備及び工事費を含む総設備費を 6,000 万円、メンテナンス経費を年間 200 万円と仮定した場合、投資回収年は 3.9 年となります。




*運転員の労務費や灰の処分及び固定資産税等は含みません

〇排熱利用率は、高い熱需要を背景に 100%と推定されます。

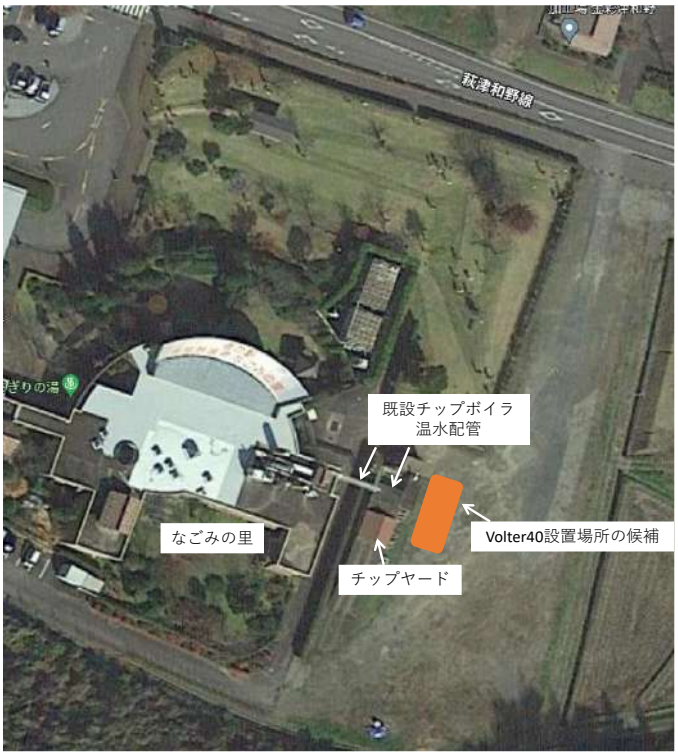



**〈課題〉**

〇Volter40 導入後は、Volter40 の排熱とチップボイラ、灯油ボイラを適切に組み合わせた運転となります。お湯の温度レベルに合わせた最適な運転を行うために、オペレーションの仕組み（温度センサによる自動化など）が必要となります。

**〈設置場所〉**

〇設置場所はなごみの里の隣地の町有地が候補です。現在チップボイラが設置してある場所に隣接して Volter40 を設置することが可能です。




Volter40 設置予定地

### ６．２．５　ペレット燃料の利用

乾燥チップはペレット燃料に加工することができます。すでに農林課と本庁舎にペレットストーブが導入されていますが、現在は山口県の業者からペレットの供給を受けています。輸送距離が長くなると、輸送燃料消費に伴う温室効果ガス排出の増加にもつながりますし、コスト高にもなります。町内で製造された乾燥チップを使って製造されたペレットを燃料に、ストーブの台数を増やしていきたいと考えます。

課題は、ペレット工場の新設です。ペレットの消費量が限られた状況では町内に新設することは難しいですが、できれば高津川流域で１カ所の工場があると普及が容易になります。

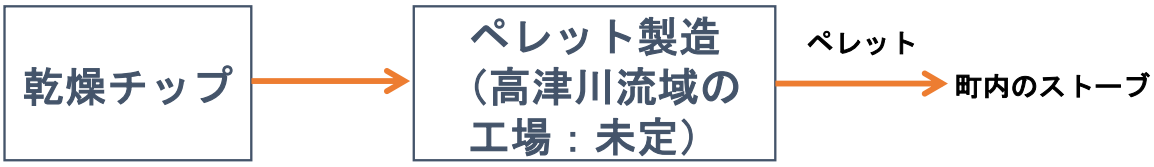



図 6.2-10　乾燥チップによるペレット燃料製造

表 6.2-3　供給先ペレットの量（目安）

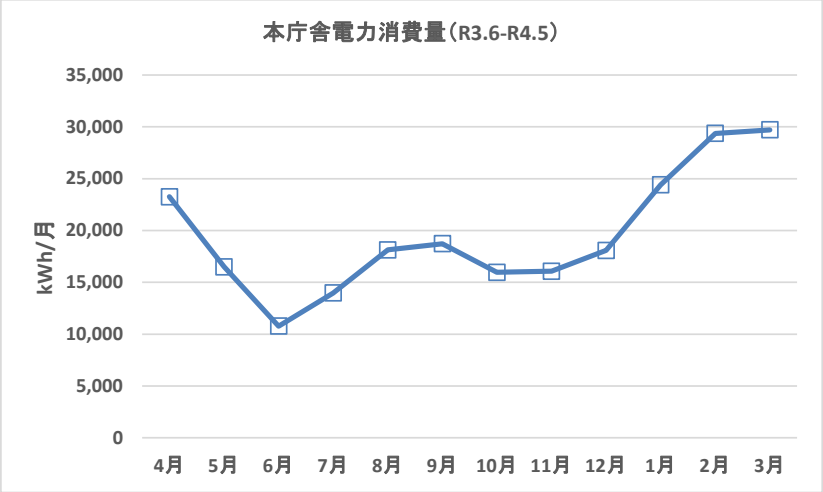
| | 湿t/年<br>（ペレット） |
|---|---|
| 導入済み：本庁舎と農林課に各1台（計2台） | 2 |
| 導入済み：一般家庭（推計10台） | 10 |
| 新規導入：本庁舎に追加・学校・文化施設等（10台程度） | 10 |
| 合計 | 22 |

*家庭は１世帯あたり 1t/年と仮定

## ペレットによる灯油代替効果のシミュレーション

〇ペレットストーブによる灯油代替効果は以下のとおりです。コストは灯油より年間で 2 万円程度高くなりますが、今後の化石燃料価格の高騰により、この差は縮小するのではないかと考えられます。これを本庁舎や学校、文化施設で現状より 10 台程度増やすことで、年間 30t$CO_2$ の削減を目指します。

本庁舎には既に 1 台のペレットストーブが導入されていますが、現在の庁舎に移転してからは冬季の暖房用の電力消費が多く、冬場に電力消費のピークを記録しています。これをペレットストーブの増設によって代替することで、電力消費とコスト削減に寄与することができます。




**〈前提条件〉**

・ペレット低位発熱量　16.5MJ/kg

・ペレット価格　70.4 円/kg（2019 年度実績）

・灯油コスト　110 円/L

・設置場所によりペレットの使用量は異なりますが、これを同じと仮定した場合のシミュレーションです。

ペレットストーブ1台あたり

| | | | |
|---|---|---|---|
| ペレット消費量 | 1,200 | kg/年 | 2019年度農林課実績 |
| 灯油代替量 | 567 | L/年 | 灯油ストーブとペレットストーブの効率は同じと仮定 |
| CO2削減量 | 1.4 | tCO2/年 | |
| ペレットコスト | 84,480 | 円/年 | |
| 灯油コスト | 62,407 | 円/年 | |
| コスト削減 | -22,073 | 円/年 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 現状導入台数 | 12 | 台 | 役場2台　家庭10台(想定) |
| 目標新規導入台数 | 10 | 台 | 学校や文化施設等 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 現状CO2削減量 | 17.0 | tCO2/年 | |
| 目標削減量 | 31.1 | tCO2/年 | |

### ６．２．６　バイオチャーの燃料利用

ガス化発電からは燃え残りであるチャー（炭素分を含む残渣＝炭と同様のもの）が一定量発生します。これを、ペレットストーブの燃料として使用します。

バイオチャーは、水をほぼ含まない粉体の状態で発生するため、これを輸送できる固形燃料として利用するためには、圧縮成型が必要になります。




図 6.2-11　バイオチャーの燃料利用

### ６．２．７　バイオマス由来 $CO_2$ の植物施用

バイオマス発電所から排出される排ガス中に含まれる $CO_2$ を植物に施用し収量を増やすことが検討できます。

排ガスから回収した $CO_2$ を植物に施用している事例としては、佐賀市の取組があります。佐賀市では、清掃工場の排ガスから回収した $CO_2$ が配管によって藻類培養やバジル、きゅうりの栽培用に送られています。$CO_2$ 施用との明確な因果関係は不明であるとしながらも、収穫量の一定の増加が確認されています。

課題は用地の確保にあります。枕瀬のバイオマスエネルギーセンターでは用地は限られているため、なごみの里の隣地の活用などを検討する必要があります。

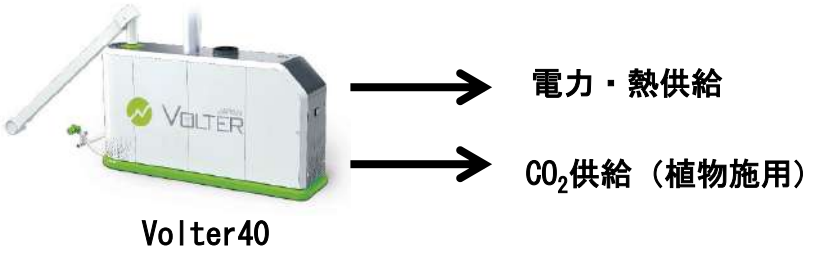



図 6.2-12　バイオマス由来 $CO_2$ の植物施用

**佐賀市の $CO_2$ の植物施用事例**

〇佐賀市では、市の清掃工場のごみ焼却の排ガスから高濃度の $CO_2$ を分離回収し、農業に施用しています。$CO_2$ の利用先の一つであるきゅうり栽培を行う全農 SAGA では、全国平均の 4 倍の収量があったと報告されています。

〇佐賀市では、この取り組みを単なる $CO_2$ 利活用という側面だけではなく、清掃工場周辺に関連農業施設を誘致し経済波及効果と雇用の拡大という地域活性化に目的をおいて取り組んでいます。

注）Volter40 からの $CO_2$ 施用は排ガスを吹くことになりますが、佐賀市では二酸化炭素の濃度を 99%以上に高める二酸化炭素の分離回収装置を併設しています。




佐賀市の二酸化炭素の利用先

出所：一般社団法人廃棄物資源循環学会「令和３年度廃棄物処理システムにおける脱炭素化に向けた普及促進方策に係るシンポジウム」2021 年 11 月 8 日

**Volter40 の排ガスに含まれる $CO_2$ 量**

〇Volter40 の燃料組成から、排ガス中にどれだけの $CO_2$ が含まれるのか試算しました。

〇導入燃料に含まれる炭素は、一部が未燃分としてチャーとして回収されます。これを差し引いた排ガス中の $CO_2$ 量は Volter40×1 台で $420tCO_2$ とされました。植物施用に限らず、今後の CCU（$CO_2$ の分離・回収・利用）技術の進展により、こうした排ガス中に含まれる $CO_2$ も回収利用して排出削減に寄与することができます。

**〈前提条件〉**

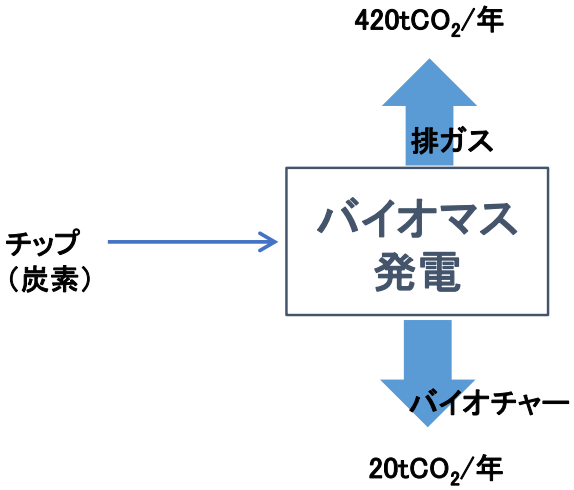
〇燃料中の炭素分　47.1%（乾き基準）

〇燃料使用量　34kg/h（乾き基準）

〇年間稼働時間　7,800h

〇バイオチャーの発生量　19.1kg/日（炭素分 77%）

〇$CO_2$ 回収率　95%




木質チップに含まれる炭素フロー（Volter40×1 台）

### ６．２．８　自抜型施業の促進

平成 23 年度からはじまった「山の宝でもう一杯プロジェクト」では、小規模な自伐林家による間伐材搬出促進のため、間伐材 1t につき地域通貨券の支給を行っています。また、平成 26 年度からは、地域おこし協力隊制度で自伐型林家を育成し、都市部より田舎暮らしを求める若者を受け入れ、作業道開設・伐採・運搬技術を習得し 3 年後に独立を目指す取り組みを推進しています。地域おこし協力隊の任期期間中は「津和野ヤモリーズ」の隊員として町内で林業研修した後、卒業生は林業を生業として町内に定住し森林を維持していくことの大切さを後輩に伝えていきます。こうした取り組みは、森林保全とともに、定住者の増加にも寄与する素晴らしい取り組みですので継続することが必要です。財源として森林環境贈与税を活用し、作業道の設置や機材の購入に補助すること等が考えられます。



図 6.2-13　津和野ヤモリーズの隊員（2022 年 5 月現在）

### ６．２．９　広葉樹の伐採促進

高津川流域の森林は 6 割を広葉樹が占めていることが特徴です。広葉樹は、かつてはタタラの炭の原料として、最近は製紙用として利用されてきましたが、近年は製紙用の需要が減る傾向にあります。また、用材としての用途が少ないため伐採があまり進んできませんでした。そのため広葉樹は伐期以上の蓄積量が多くなっております。この広葉樹の木質バイオマス発電燃料向けの伐採を促進します。伐採量に対する補助金等により広葉樹の伐採を促進します。目安として、バイオマスエネルギーセンターで使用する材の 50%を広葉樹でまかなうこと目指します。

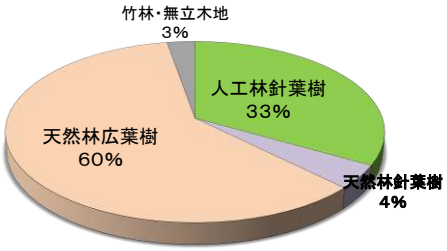



図 6.2-14　高津川流域の森林資源の割合

出所：高津川流域木質バイオマス活用調査検討協議会資料「高津川流域における木材生産の増産体制構築に向けてのアプローチ」

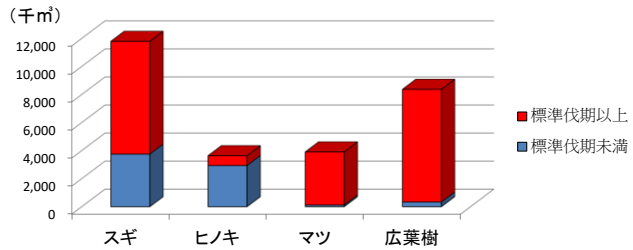



図 6.2-15　高津川流域の樹種別蓄積量

出所：高津川流域木質バイオマス活用調査検討協議会資料「高津川流域における木材生産の増産体制構築に向けてのアプローチ」

## ６．２．１０　土地所有者・境界の確定

森林の施業を行う上では、境界や所有者の確認が大切な作業となります。曖昧なままに伐採し植林すると場合によってはトラブルとなりかねません。森林の境界は、尾根線や沢筋、巨木や巨岩などを目印に決められていることがあります。

津和野町では、地籍調査は 25%終了しています。平成 29 年に森林台帳整備を目的にレーザ計測を実施しました。山林を活用するためには境界の明確化が必要ですが、これによって机上で作業ができるようになりました。このシステムでは、森林の所有者情報が検索でき、連絡をとることができます。所有者情報は毎年税務情報等で更新されています。このシステムを最大限活用すると同時に地籍調査を進めていきます。

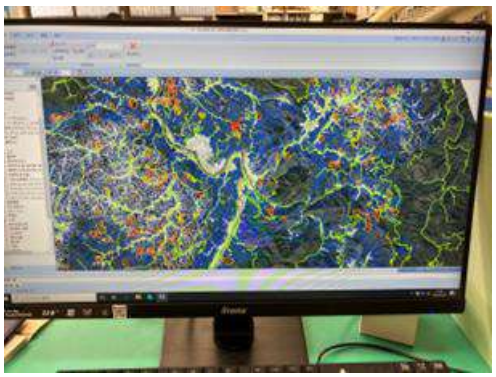


図 6.2-16　森林台帳システムの活用による境界検討（再掲）

### ６．２．１１　バイオマスエネルギーセンター2（第 2 発電所）の整備

津和野町の森林の年間成長量からは、枕瀬の BEC だけでは十分な需要を満たすことができません。森林の伐採と再植林による若返りを実現するためには、木材の利用先としてのバイオマス発電所の整備が必要です。

ここでは、町内に BEC と同じ規模の第 2 発電所（BEC2）の整備を検討します。切削チップは、既設の第 1 発電所から輸送します。課題は、伐採に必要な人材が不足することや、先に挙げた所有者や境界の情報が不足することです。あらゆる施策を総動員して、木材の需要を増やし、森林の若返りに貢献することが望まれます。

需要側の課題としては、熱需要の確保です。乾燥チップを製造し、町外の単機のバイオマス発電所へ乾燥チップを供給することも可能です。




図 6.2-17　第 2 発電所の検討

太陽光発電は、津和野の美しい景観への影響や電力系統の制約等を考慮すれば、メガソーラー等の大型で野立てのタイプは必ずしも望ましくありません。本計画では、屋根置きやため池、耕作放棄地等の未利用のスペースを活用した、小型分散による自家消費型の太陽光発電を中心に導入を進めることとします。また、防災拠点である庁舎や病院などの重要施設には、自立運転機能を持たせた災害対応型太陽光発電として機能させることができます。いずれの場合も、森や川という自然環境と太陽光発電との調和を図るため、導入に向けては自治体が積極的に関与して地域との共生、景観への配慮、住民との合意形成を図りつつ進めることが重要です。

### ６．３．１　住宅への屋根置き自家消費型

家庭への太陽光発電は、蓄電池を設置して昼間の余剰電力を蓄電し、発電量が少ない時間帯に放電することで、太陽光発電でまかなえる電力を増やすことができます（自家消費型）。

電気自動車を導入し、発電した電力を自動車の燃料に使用することで運輸部門の脱炭素にも貢献できます。これを V2H（Vehicle to Home）と呼びます。

家庭への太陽光発電の導入は、津和野町で最大の排出源となる家庭部門の排出削減に寄与します。導入にあたっては、石州瓦で美しく彩られるまちの景観にも配慮する必要があります。

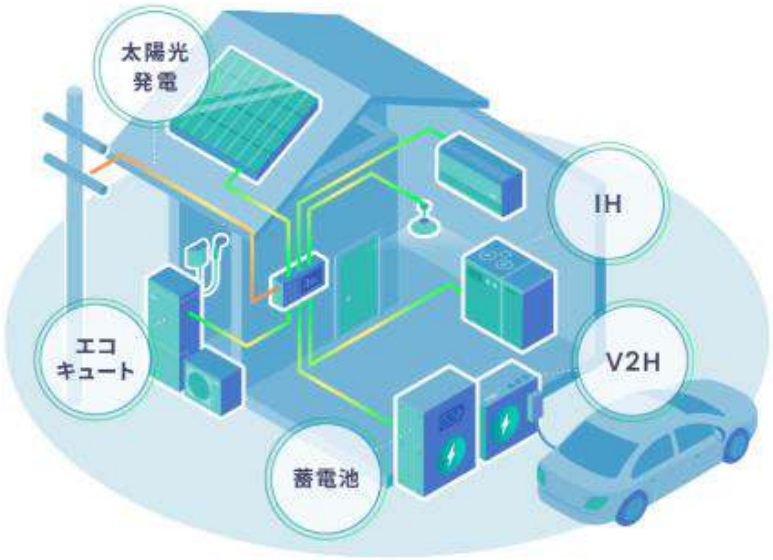



図 6.3-1　自家消費型太陽光発電の概要

出所：図は東京電力グループ TEPCO ホームテックのウエブサイト

**太陽光発電促進のための自治体の関与**

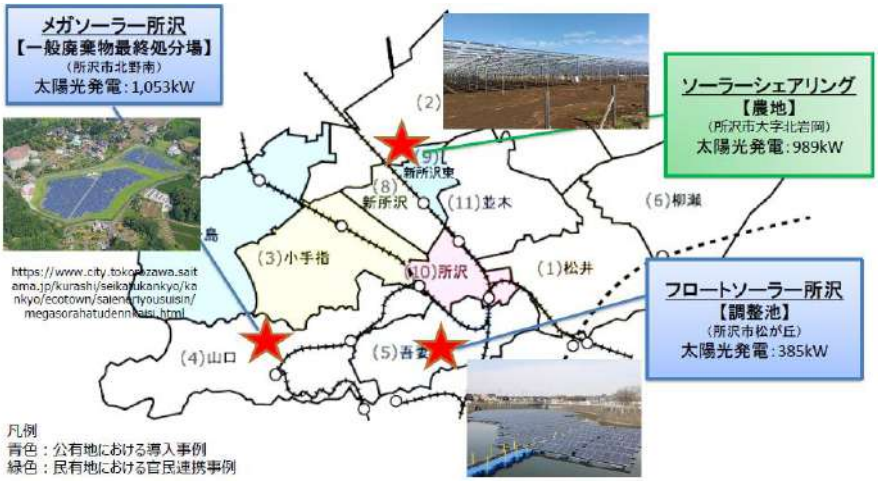
〇再エネの追加導入としては、比較的短期間に設置できる太陽光発電が重要です。その一方で、太陽光発電を巡っては、適地がみつかりにくくなってきていることや地域においてトラブルが生ずる事例も見られるなど、促進していく上での課題も生じています。環境省では、こうした課題に対応しつつ、太陽光発電を促進するため、自治体関与による地域共生型太陽光発電や民間企業、住宅等における自家消費型太陽光発電の促進等に取り組んでいます。




地域でトラブルを抱える例

出所：経済産業省「第 1 回 再生可能エネルギー発電設備の適正な導入及び管理のあり方に関する検討会」2022 年 4 月 21 日

自治体が積極的に関与して太陽光発電を導入するものとしては、ため池等に太陽光発電を設置するにあたり支障の有無を確認し、円滑な利用を促す所沢市の事例があります。所沢市では、市が主体となって再エネ普及推進のために遊休地の活用を検討し、廃棄物最終処分場と調整池、遊休農地への官民連携によるソーラーシェアリングを実現しています。




所沢市の関与した太陽光発電の事例

出所：環境省地球温暖化対策室長「2050 年カーボンニュートラルの実現に向けて　太陽光発電への期待」2021 年 11 月 10 日

### ６．３．２　公共施設や病院等重要施設への災害対応兼用型

公共施設での太陽光発電は、役所の率先行動として導入が進めやすい太陽光発電です。役場や病院など災害時でも業務の継続が求められる重要施設では、災害対応型として機能させることができます。

系統電力が停電した場合でも自立運転機能と蓄電池をもたせることで、災害時の携帯電話の充電、テレビ、ラジオ、冷蔵庫等の電源を確保することができます。平成 30 年 9 月に発生した北海道胆振東部地震における停電発生時には、停電発生と同時に太陽光発電を自立運転に切替え、最低限のコンセントや電灯に電力を供給できたという実績があります。

町内では、青原小学校に蓄電池併設の災害対応型太陽光発電（PV10kW、蓄電池 15kWh）が設置されています。



図 6.3-2　津和野町役場本庁舎

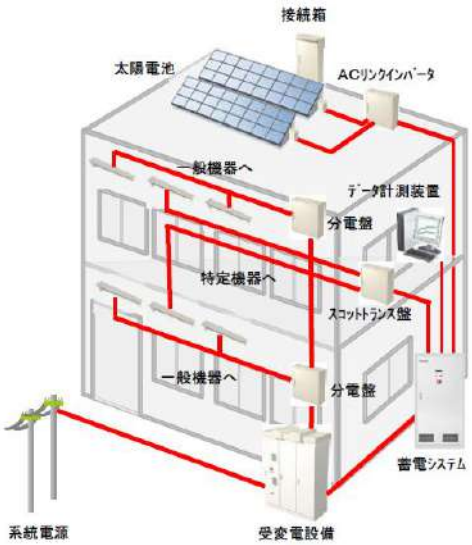



図 6.3-3　青原小学校の蓄電池併設災害対応型太陽光発電（10kW）

出所：津和野町資料より





図 6.3-4　青原小学校の PV（10kW）と蓄電池

**北海道胆振東部地震における太陽光発電と蓄電池の稼働状況**

〇北海道胆振東部地震による大規模停電においては、太陽光発電や蓄電池によって電源を確保できた事例が報告されています。

〇高齢者向け住宅（入居戸数：21 戸）では、新築時に、非常時に備え太陽光発電設備が電気を建物内事務所の壁コンセントで使えるように設計していました。地震発生直後に停電となりましたが、事前に策定していたマニュアルに従い対応したことで、設計通り、携帯電話・スマホ等の充電、テレビ、ラジオ、冷蔵庫の電源を確保できました。




高齢者向け住宅における事例

出所：経済産業省「北海道胆振東部地震等における電力需給の状況について」2018 年 10 月

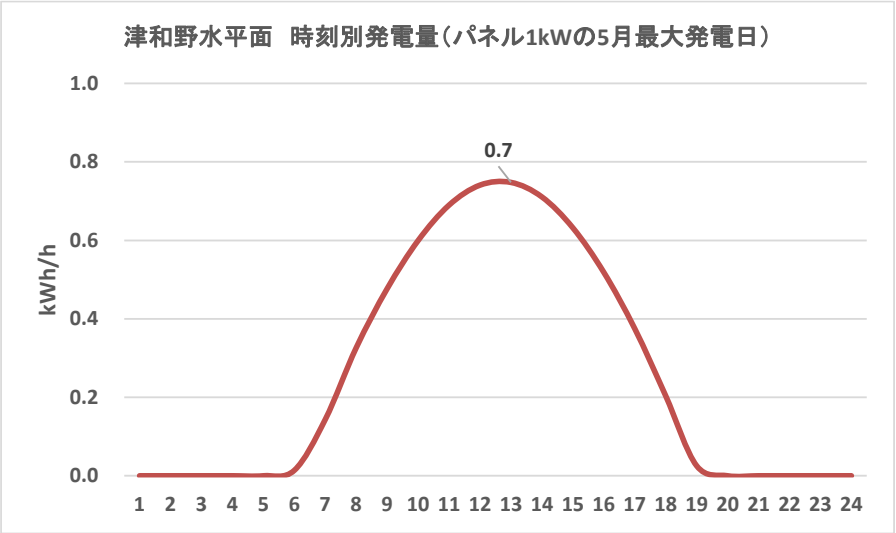
ここでは、NEDO の年間時別日射データベースである METPV-11 から得られた津和野の日射データ（水平面・平均年）から、津和野の 1kW の太陽光発電の時別発電量をシミュレーションしました。これによると津和野の年間発電量は 972kWh と算出されました。

**〈前提条件〉**

〇温度補正係数　1-3 月　0.90
　　4-5 月　0.85
　　6-9 月　0.80
　　10-11 月　0.85
　　12 月　0.90

〇パワコン効率　0.99

〇その他効率　0.99



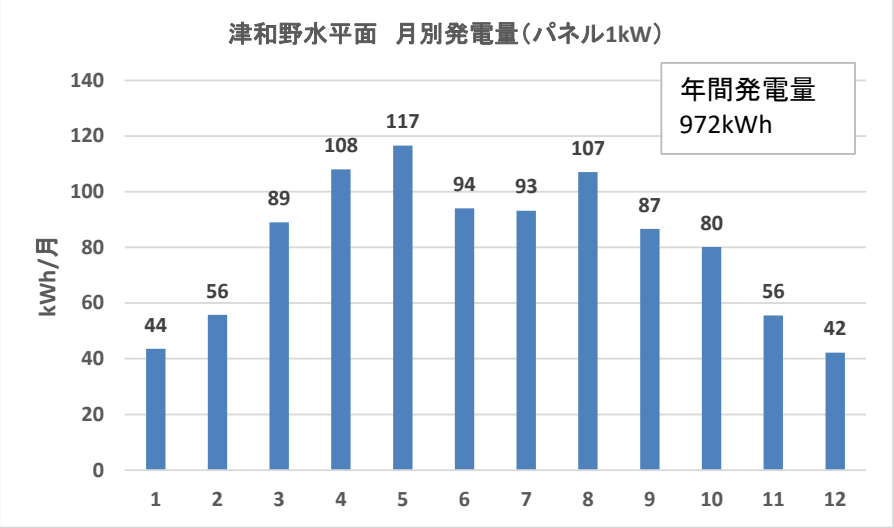




図 6.3-5　津和野の日射データによる太陽光発電モデル

参考までに、「公共・産業太陽光発電システム手引書（一般社団法人　太陽光発電協会：2013年4月発行)」における太陽光発電システム1kWあたりの年間予想発電量を示します。島根県（松江）における、発電量は949kWh/年/kWとされています。先に算出した津和野の年間発電量予測（972kWh/年/kW）と大きな差はありませんが、太平洋側の地点と比べて松江の太陽光発電量が少ないことが分かります。

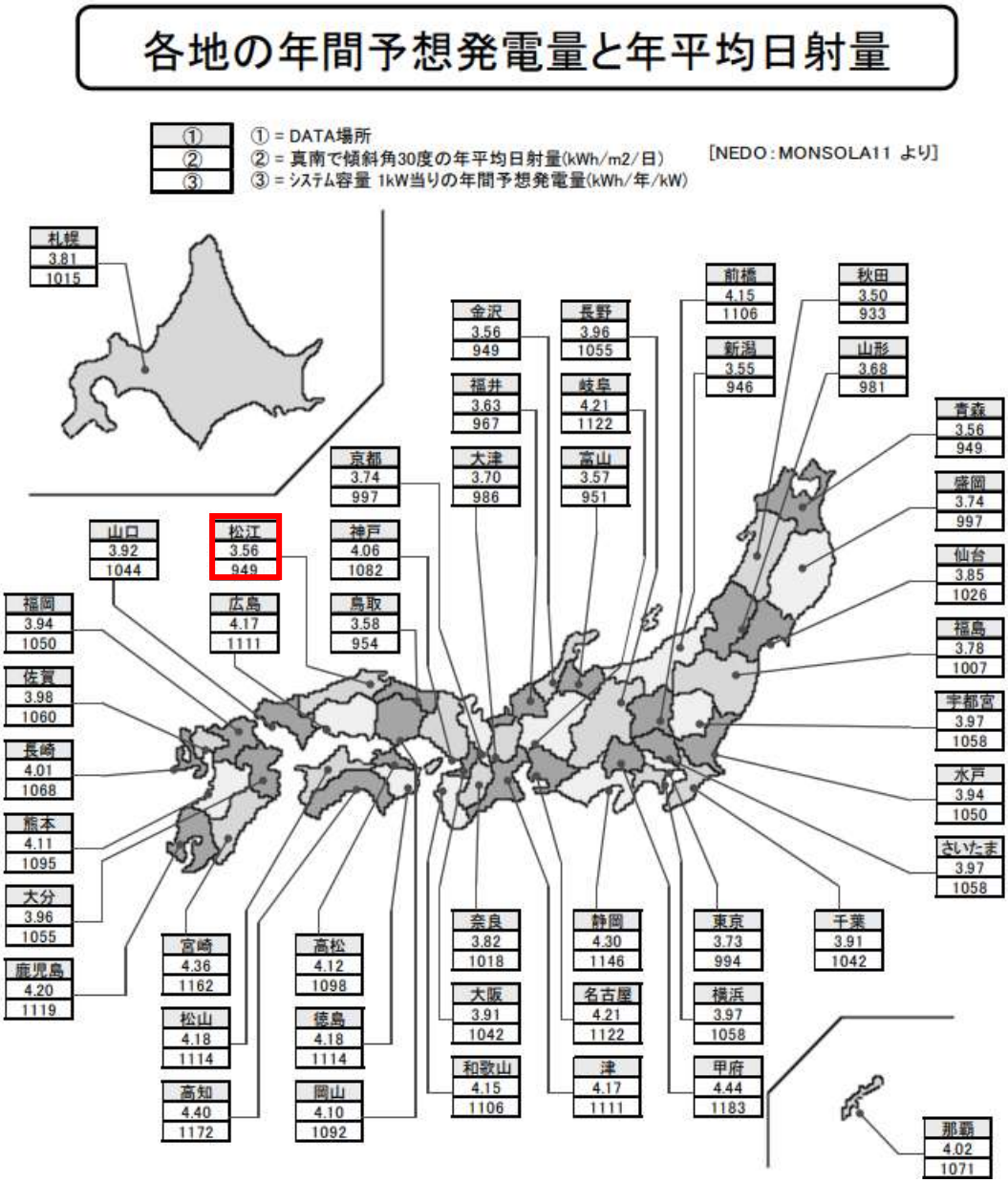



図 6.3-6　日本各地の年間予想発電量と年平均日射量

出所：一般社団法人　太陽光発電協会「公共・産業太陽光発電システム手引書」2013年4月

**津和野の日射データによる太陽光発電モデルを使った自家消費型 PV 導入シミュレーション**

〇津和野の日射データを用いて推計した太陽光発電モデルを使用して、主要な公共施設へ太陽光発電を設置した場合の設置容量や $CO_2$ 削減量などの検討を行いました。

〇自家消費型太陽光発電の導入検討にあたっては、需要側の時刻別の負荷データや建築構造等を考慮して、パネルやパワコン及び蓄電池の容量等を決め設備の最適化を図りますが、ここでは前提条件を一律にあてはめシミュレーションを行いました。従って、あくまでも目安としての値です。

〇電力データと建物面積データが入手でき、一定の電力需要がある比較的大きな施設を対象としていますが、ここで対象とされていない小規模の施設での導入も可能です。

**〈シミュレーションの前提条件〉**

・電力需要データ　以下を除く施設は H30 年度の実績による。

教育委員会の所管する施設　H29 年度

本庁舎　R3.4-R4.5

津和野庁舎　R1 年度

津和野共存病院とシルバーリーフつわの　R3 年度

*日原中学校は日原体育館と合算

電気料金は、個別の電気料金データが未入手であるため、R3.6-R4.5 の役場本庁舎の従量料金と再エネ賦課金、燃料調整費の合計から 18.12 円/kWh を算出し一律に適用

・最大電力需要

契約電力のデータが得られなかったので電力需要量と下記の想定負荷率から想定

観光・博物館 30%、庁舎 20%、病院 40%、小中学校 20%、公民館 30%

・PV 設置容量

公共施設の延床面積データを階数で除した面積と、太陽光発電 kW あたり設置面積（$9m^2/kW$）から設置容量を算出。設置容量が最大需要を上回る場合は最大需要で置き換え。

*設置可能面積算定係数　$0.499m^2/m^2$（REPOS 戸建て住宅以外）

*同じ条件で青原小学校の PV 設置容量を算出すると 10kW となり実績と同量であり、シミュレーションとしては適当な値であると推測されます。

・蓄電池は PV 設置容量と同じ容量と仮定。太陽光の余剰（逆潮流）は無いものと仮定。

・中国電力排出原単位　$0.000585tCO_2/kWh$

・導入コスト

太陽光発電設備　300,000 円/kW

蓄電設備　200,000 円/kWh

補助金　2/3

〇5 つの施設カテゴリー別に、14 施設について設置前の系統受電量と太陽光発電による発電量を整理しました。あくまでも目安の導入量ですが、概ね平常時の電力の使用量に対して、10-40%の電力を自給できることになります。

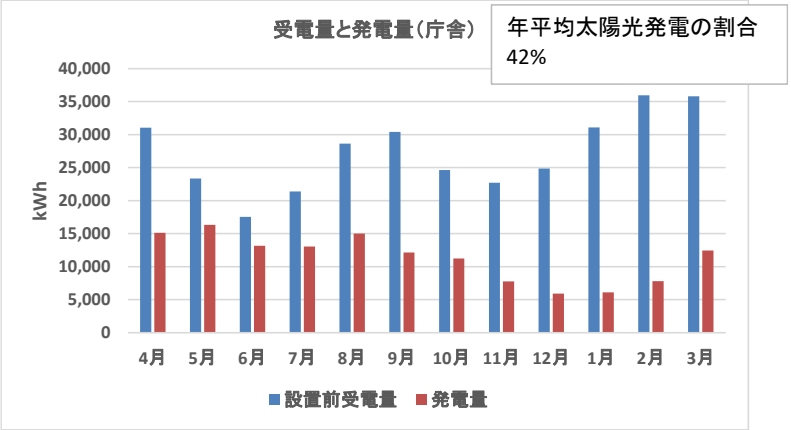
〇災害時は、最低限必要な重要設備のみに電力消費を限定することによって、電力消費量を抑えることができます。庁舎では季節にもよりますが、冬季でも 2 割（1 月）の負荷まで抑えることができれば、防災拠点として停電時も最低限の事業継続が可能となります。

**〈庁舎〉**

対象 2 施設

・本庁舎

・津和野庁舎






津和野庁舎

〇病院・介護も災害時の事業継続が最も望まれる施設の一つです。太陽光発電によって、平常時の約 2 割の電力をまかなうことができます。

〇津和野共存病院は、これまで A 重油を燃料とする冷暖房で全館の空調を行ってきましたが、2021 年に 2 階と 3 階の空調を電気式の個別空調に切り替えました。これによって A 重油の削減はできますが電力消費量は増加するため、PV の導入は更に有効になります。今後は 1 階部分の空調も電気式に置き換える計画もあり、その場合、給湯を Volter40 の排熱で賄えば A 重油の消費量が大きく減少することになります。

〇シルバーリーフつわのは、床暖房に給湯を使用している他は、空調は全て電気式を使用しています。

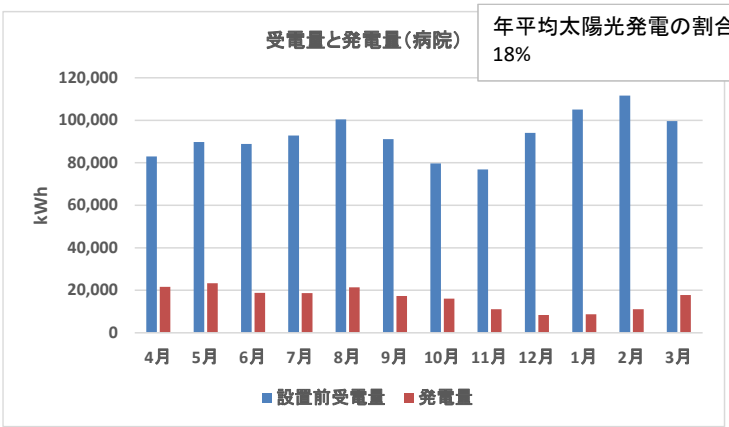
**〈病院・介護〉**

対象 2 施設

・津和野共存病院

・シルバーリーフつわの

*シルバーリーフつわのは建築構造上 PV 設置が困難という指摘もあります。






津和野共存病院



シルバーリーフつわの

〇観光・博物館は、津和野町の公共施設のなかでも電力を多く使用する施設です。以下の 4 施設の年間電力消費量の 1 割を太陽光発電でまかなうことが可能です。

**〈観光・博物館〉**

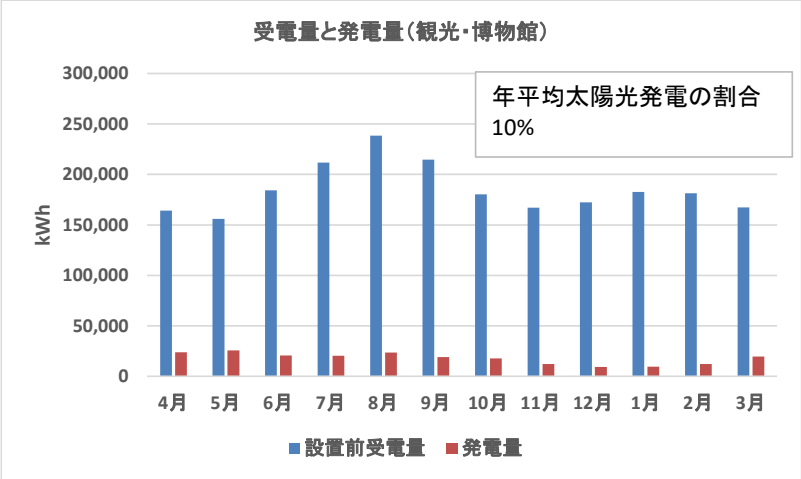
対象 4 施設

・なごみの里

・シルクウエイにちはら

・安野光雅美術館

・森鷗外記念館






安野光雅美術館



森鷗外記念館

〇学校や公民館も災害時は住民の避難場所として活用される施設です。こうした施設でも、自立した電源を持つことが可能です。また、学校は子供たちの環境学習としても有効です。

**〈小中学校〉**

対象 5 施設

・日原小学校

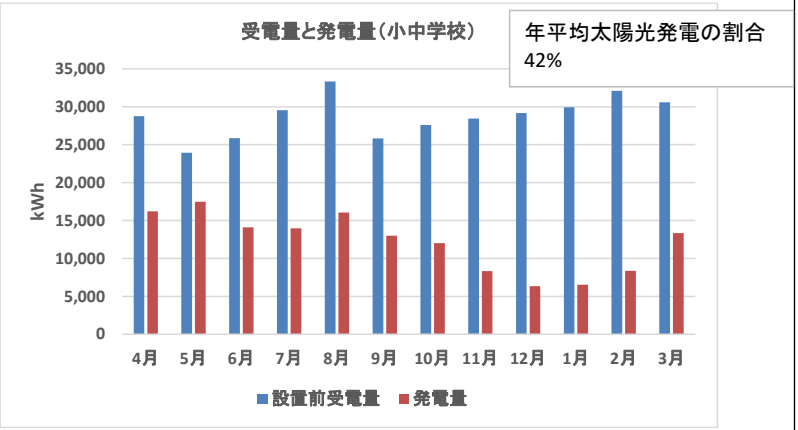
・木部小学校

・津和野小学校

・日原中学校

・津和野中学校

*青原小学校は設置済みであるため除外

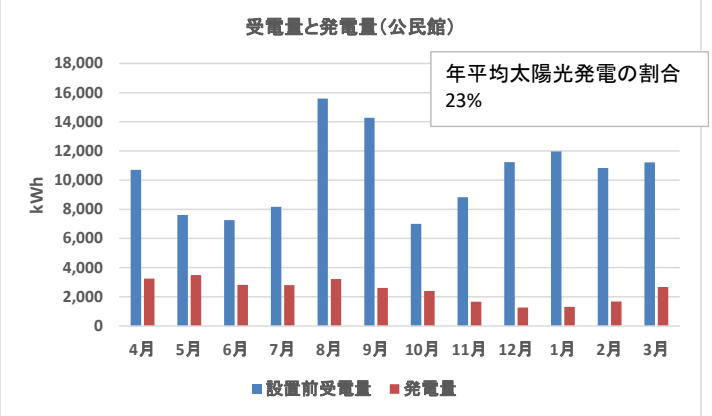



**〈公民館〉**

対象 1 施設

・津和野公民館

*津和野公民館は併設する体育館等の施設と一体運用が可能。







津和野公民館

〇これらの 14 施設の検討結果を以下に整理しました。合計で 740kW の設置容量となります。

〇これによって、420t$CO_2$の削減が可能です。

〇イニシャルコストの合計は、3.7 億円です。ここから 2/3 の補助金を除くと、町の負担は 1.2 億円となり、電力コストの削減によって 9.5 年で回収できる見込みです。ただし、設備保安や巡回補修、固定資産税等の諸経費は無視します。

| | | 想定PV容量 | 設置前受電 | 発電量 | 受電削減率 | CO2削減量 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | kW | kWh/年 | kWh/年 | | tCO2/年 |
| **庁舎** | | **140** | **327,475** | **136,058** | **41.5%** | **80** |
| | 本庁舎 | 110 | 234,928 | 106,902 | 45.5% | 62.5 |
| | 津和野庁舎 | 30 | 92,547 | 29,155 | 31.5% | 17.1 |
| **病院・介護** | | **200** | **1,113,067** | **194,368** | **17.5%** | **114** |
| | 津和野共存病院 | 90 | 724,760 | 87,466 | 12.1% | 51.2 |
| | シルバーリーフつわの | 110 | 388,307 | 106,902 | 27.5% | 62.5 |
| **観光・博物館** | | **220** | **2,219,972** | **213,805** | **9.6%** | **125** |
| | 津和野温泉なごみの里 | 40 | 830,630 | 38,874 | 4.7% | 22.7 |
| | シルクウェイにちはら | 100 | 908,766 | 97,184 | 10.7% | 56.9 |
| | 安野光雅美術館 | 50 | 296,250 | 48,592 | 16.4% | 28.4 |
| | 森鷗外記念館 | 30 | 184,326 | 29,155 | 15.8% | 17.1 |
| **小中学校** | | **150** | **345,112** | **145,776** | **42.2%** | **85** |
| | 日原小学校 | 30 | 92,989 | 29,155 | 31.4% | 17.1 |
| | 木部小学校 | 10 | 20,901 | 9,718 | 46.5% | 5.7 |
| | 津和野小学校 | 20 | 52,312 | 19,437 | 37.2% | 11.4 |
| | 日原中学校 | 50 | 97,784 | 48,592 | 49.7% | 28.4 |
| | 津和野中学校 | 40 | 81,126 | 38,874 | 47.9% | 22.7 |
| **公民館** | | **30** | **124,680** | **29,155** | **23.4%** | **17.1** |
| | 津和野公民館 | 30 | 124,680 | 29,155 | 23.4% | 17.1 |
| **合計** | | **740** | **4,130,306** | **719,162** | **17.4%** | **420.7** |

*一部地域では、景観条例や重要伝統的建造物群保存地区との関係で太陽光発電の設置にあたっての検討が必要になります。

*想定 PV 容量は個別の建築物の条件を考慮したものではありません。目安の値です。シルバーリーフつわのは建築物への影響から PV 設置が困難という指摘もあります。

*青原小学校は設置済みであるため除外してあります。

*日原小学校には、パッシブソーラーシステムが設置されていますが、老朽化により撤去予定です。

### ６．３．３　ソーラーカーポート

未利用地に太陽光発電を設置することを考えた場合、駐車場に太陽光発電を設置するソーラーカーポートが有効になります。

ソーラーカーポートは、駐車場の屋根として太陽光パネルを用いるもの（太陽光発電一体型カーポート）とカーポートの屋根に太陽光パネルを設置するもの（太陽光発電搭載型カーポート）があります。ソーラーカーポートは、駐車場の駐車スペースを確保したまま、上部空間を利用した太陽光発電が実現できます。

なお、ソーラーカーポートは、建築基準法上の建築物に該当するので留意が必要です



太陽光発電一体型カーポート　太陽光発電搭載型カーポート

図 6.3-7　ソーラーカーポートのタイプ

出所：環境省「ソーラーカーポートの導入について」

表 6.3-1　ソーラーカーポートの優れた点と注意点

| 優れた点 | 注意点 |
| --- | --- |
| **土地の有効活用が可能**<br>駐車場の上部空間のみ利用するため、駐車スペースを圧迫せずに発電が可能です。 | **建築物に該当**<br>ソーラーカーポートは、建築基準法上の「建築物」に該当します。そのため、建築基準法に則った設計・施工・監理が必要です。<br>*野立ての太陽光発電設備は、建築物に該当しないものとされています。 |
| **需要施設に隣接して場合が多い**<br>自家消費を考えた場合、需要施設に隣接していることが多いため自家消費が容易です。 | |
| **災害時でも電力の利用が可能**<br>災害時においても電力を利用でき、地域レジリエンス（災害等の困難に直面している状況に対してく適応する能力）の強化につながります。 | |

出所：環境省「ソーラーカーポートの導入について」

**ソーラーカーポートの導入事例**

〇Ｊヴィレッジ（スポーツ施設）

所在地：福島県双葉郡楢葉町・広野町

導入容量：151.2kW

発注者：福島県

電力使途：Ｊヴィレッジ内で自家消費





〇村田製作所（電子部品工場）

所在地：岡山県瀬戸内市邑久町

導入容量：2,403kW

発注者：株式会社村田製作所

電力使途：FIT 売電



出所：環境省「ソーラーカーポートの導入について」

６．３．４　ため池への設置

ため池への太陽光発電の設置は、水冷効果で発電効率が上がるとともに、ため池の所有者には賃料収入や富栄養化による水質悪化を防ぐ効果も期待できます。

ため池に設置するためには、太陽光発電設備をアンカーと係留索で固定しますが、設置にあたっては、これらの構造物が、ため池における農業用水等の利水の管理等に支障がないようにすることはもちろんのこと、防災機能や景観、生態系等の多面的機能への影響にも配慮する必要があります。

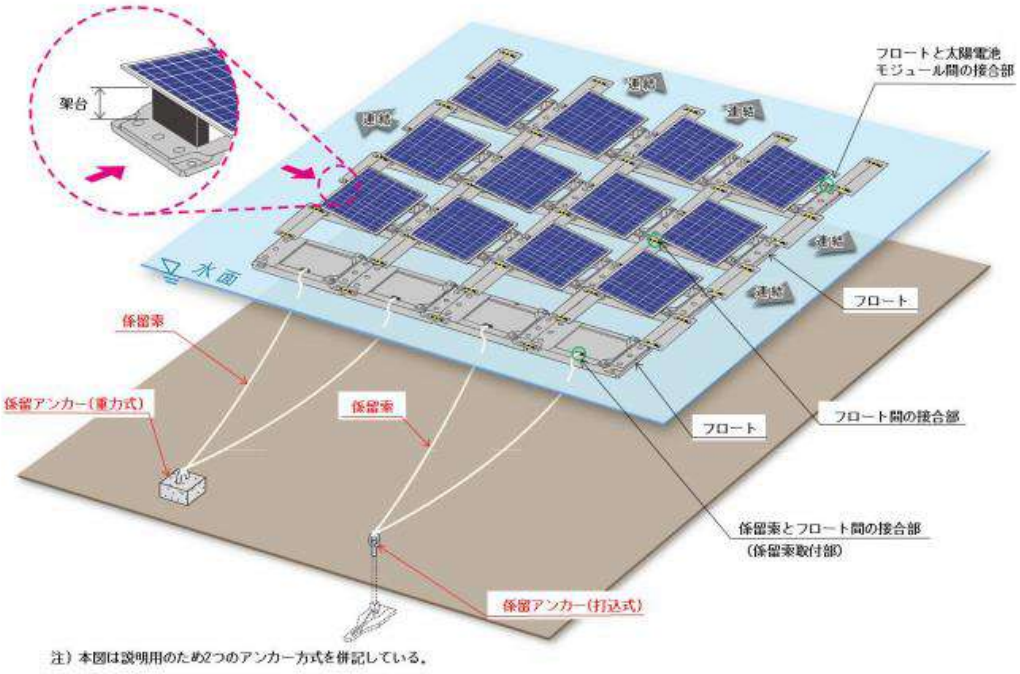



図 6.3-8　水上設置型太陽光発電設備の構造例

出所：NEDO「水上設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン 2021 年版」2021 年 11 月 12 日



図 6.3-9　調整池への太陽光発電の設置例（所沢市）

出所：環境省地球温暖化対策室長「2050 年カーボンニュートラルの実現に向けて　太陽光発電への期待」2021 年 11 月 10 日

（１）ため池への太陽光発電設置について自治体の留意点

特定農業用ため池（ため池の決壊による水害その他の災害により、その周辺の区域に被害を及ぼすおそれがあるものとして都道府県知事が指定することができる農業用ため池）については、堤体や水底の掘削等の行為が行われる場合、都道府県知事の許可が求められるように、ため池の管理を所掌する部署と太陽光発電の導入を推進する部署が提携して対応する必要があります。

（２）利水や維持管理への配慮

水上設置型太陽光発電設備は、ため池における農業用水等の利水のための管理や日常管理等に支障がないように設置することが必要です。



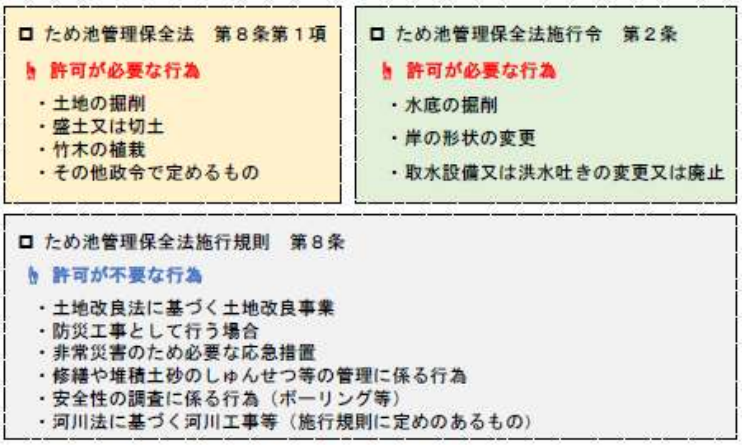

図 6.3-10　ため池の主な管理作業と水上設置型太陽光発電設備の設置にかかる留意点

出所：農水省「農業用ため池における水上設置型太陽光発電設備の設置に関する手引き」令和3年9月

（３）ため池の構造の安定性及び機能の確保

堤体、洪水吐き、取水設備その他のため池を構成する設備の構造の安定性や機能が低下することがないよう、水上設置型太陽光発電設備を適切に設置することが必要です。洪水時などの防災や減災機能への影響も考慮しなくてはなりません。なお、特定農業用ため池での許可が必要な行為は以下のとおりです。

表 6.3-2　特定農業用ため池の保全に影響を及ぼすおそれのある行為




出所：農水省「農業用ため池における水上設置型太陽光発電設備の設置に関する手引き」令和3年9月

（４）ため池の多面的機能の確保（生態系・景観など）

水上設置型太陽光発電設備の設置により、ため池の有する多面的機能が失われないようにすることが必要です。



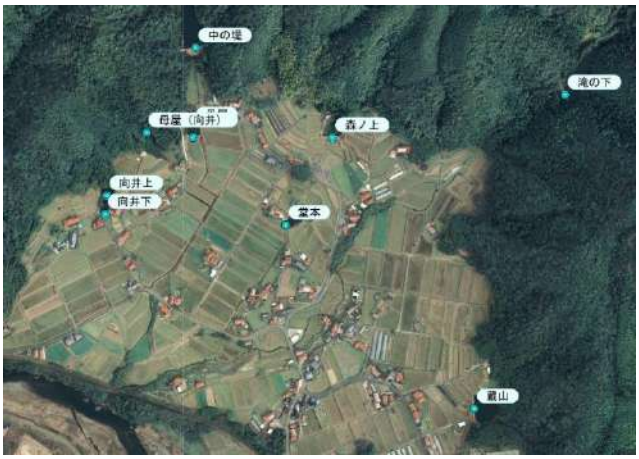

図 6.3-11　ため池のもつ多面的機能の事例

出所：農水省「農業用ため池における水上設置型太陽光発電設備の設置に関する手引き」令和3年9月

**津和野町内の小水力発電の適地調査（池村地区）**

〇町内のため池の太陽光発電の適地について、目視による調査を行いました。

〇池村地区は町内でも代表的な農振地域で、ため池が多く立地しています。導入に向けては、利水やため池の機能の確保、景観への配慮が必要です。また、改修計画も視野に置くことが必要です。




〇蔵山（3,000m²）　想定設置可能容量　130kW 程度（被覆率 40%）



〇中ノ堤（5,800m²）　想定設置可能面積　250kW 程度（被覆率 40%）



〇母屋（1,200m²）　想定設置可能面積　50kW 程度（被覆率 40%）



### ６．３．５　営農型の導入（ソーラーシェアリング）

営農型太陽光発電は「ソーラーシェアリング」とも呼ばれ、農地に支柱を立てて上部空間に太陽光発電設備を設置し、太陽光を農業生産と発電とで共有する取組です。作物の販売収入に加え、売電による継続的な収入や発電電力の自家利用等による農業経営の更なる改善が期待できる取組です。また、荒廃農地が増加する中で、営農型発電設備を活用した荒廃農地の活用も期待できます。

作物には、直射日光が無くても育つもの（陰性植物）があり、営農型に適した作物を選択していくことが必要です。営農型太陽光発電は、営農の適切な継続と農地の上部での発電をいかにして両立していくかが鍵となります。営農型太陽光発電設備の設置には農地法に基づく一時転用の許可が必要となります。

また、導入にあたっては、美しい山村景観へ配慮することが必要になります。



露地の畑の上部にパネルを設置



パネル下でのトラクターによる耕運作業

図 6.3-12　営農型太陽光発電（ソーラーシェアリング）の例
出所：農水省「営農型太陽光発電について」令和 3 年 9 月

#### （１）必要な許可

営農型太陽光発電に取り組むにあたっては、太陽光パネルの下部の農地で適切に営農を継続することが必要で、設備（支柱の基礎部分）の設置にあたっては農地法に基づく一時転用許可が必要です。

一時転用許可は再許可が可能で、再許可では、従前の転用期間の営農状況を十分勘案し総合的に判断されます。また、年に１回の報告により、農作物の生産等に支障が生じていないかチェックし、報告の結果営農に著しい支障がある場合には、設備を撤去して農地に復元することとされています。




図 6.3-13　一時転用が必要な支柱の基礎部分

出所：農水省「営農型太陽光発電設備について」令和 3 年 4 月改訂版

農地転用の期間と条件等は以下のように定められています。

表 6.3-3　農地の区分と一時転用許可の期間等

・ 一時転用期間が一定の期間内となっているか

**一時転用期間が10年以内になるケース**　(平成30年5月15日通知)

次のいずれかに該当するときは10年以内(その他は3年以内)
- ○ 認定農業者等の担い手が下部の農地で営農を行う場合
- ○ 荒廃農地を活用する場合
- ○ 第２種農地又は第３種農地を活用する場合

・ 下部の農地での営農の適切な継続が確実か

**営農の適切な継続とは**

- ○ 営農が行われていること
- ○ 生産された農作物の品質に著しい劣化が生じていないこと
- ○ 下部の農地の活用状況が次の基準を満たしていること

| 区分 | 右以外の場合 | 荒廃農地を再生利用した場合 (令和3年3月31日改正) |
|---|---|---|
| 基準 | 同年の地域の平均的な単収と比較しておおむね2割以上減収しないこと | 適正かつ効率的に利用されていること(農地の遊休化、捨作りをしない) |

・ 農作物の生育に適した日照量を保つための設計であるか
・ 効率的な農業機械等の利用が可能な高さ(最低地上高2m以上)であるか
・ 周辺農地の効率的利用等に支障がない位置に設置されているか　等

出所：出所：農水省「営農型太陽光発電設備について」令和 3 年 4 月改訂版

*「荒廃農地」とは、現に耕作されておらず、耕作の放棄により荒廃し、通常の農作業では作物の栽培が客観的に不可能となっている農地と定義されており、市町村および農業委員会による荒廃農地の所在地および荒廃状況を確認する現地調査の結果です。一方、「耕作放棄地」とは、5 年に一度調査が行われる「農林業センサス」で定義されている用語で、「以前耕作していた土地で、過去 1 年以上作物を作付け（栽培）せず、この数年の間に再び作付け（栽培）する意思のない土地」であり、農家などの耕作意志の調査結果とされています。

（２）取り組む作物

営農型では、様々な作物での取組事例がありますが、発電事業を行っている間、営農を適切に継続できる体制が必要であるため、農業技術が確立され、その地域の気候風土にもあっており、販路も確保しやすいという観点から、その土地や地域で通常栽培されている作物を選ぶのが望ましいと考えられます。

ここで、遮光率という概念が重要になります。遮光率の定義は文献によって若干異なる場合がありますが、NEDO の定義では、「太陽電池アレイの外郭平面積に対する、太陽電池モジュールおよび支持物などが占める平面積の割合」としています。農作物と遮光率の関係については、下表が参考になります。

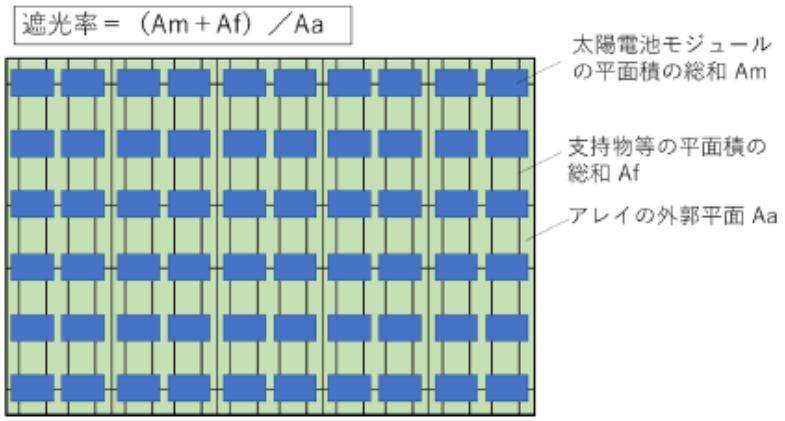



図 6.3-14　遮光率の定義

出所：NEDO「営農型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン 2021 年版」2021 年 11 月 12 日

表 6.3-4　農作物と遮光率の関係

ソーラーシェアリング農地での栽培作物と遮光率

| 作　物 | 設置高(m) | 遮光率範囲(%) | 平均遮光率(%) |
|---|---|---|---|
| サカキ、センリョウ、マンリョウ、シキミ | 0.8～3.6 | 19～84 | 65.9 |
| キノコ類(シイタケ,キクラゲ,シメジ等) | 0.6～3.8 | 35～100 | 73.4 |
| ミョウガ | 1.0～5.8 | 15～90 | 60.2 |
| 水稲 | 1.8～4.9 | 10～75 | 35.1 |
| 牧草，ダイカンドラ，芝等 | 1.1～4.8 | 10～80 | 42.8 |
| 根菜類 | 1.8～4.1 | 8～79 | 41.0 |
| 葉菜類 | 1.5～5.0 | 5～79 | 41.0 |
| 柑橘類 | 2.2～3.2 | 25～50 | 38.7 |
| カキ，ヤマモモ，イチジク等 | 1.8～3.6 | 25～72 | 41.3 |
| 豆類 | 2.2～3.5 | 30～45 | 36.7 |
| イチゴ類 | 1.5～3.5 | 19～60 | 35.9 |
| 茶 | 2.0～3.9 | 30～66 | 49.6 |
| ウリ，ナス類 | 1.5～3.5 | 10～86 | 43.1 |
| 平　均 | | | 46.5 |

千葉大学(2019)ソーラーシェアリング全国調査結果

陰性・半陰性作物の比率：44.3%

陽性植物：一日中の日射が必要
半陰性植物：半日程度の日射が必要
陰性植物：直射日光が無くても育つ

ソーラーシェアリング農地での
主な栽培作物の特徴

| 作　物 | 日射特性 | 比　率 |
|---|---|---|
| ミョウガ | 陰性 | 11.95% |
| サカキ | 陰性 | 7.54% |
| 水稲 | 陽性 | 6.43% |
| シイタケ | 陰性 | 5.70% |
| ブルーベリー | 半陰性 | 3.68% |
| フキ | 陰性 | 3.31% |
| 茶 | 半陰性(秋期) | 2.76% |
| ネギ | 半陰性 | 2.57% |
| 牧草 | | 2.39% |
| カボチャ | 陽性 | 2.39% |

太陽光発電をおこなっている作物種類120種類中の比率

出所：NEDO「営農型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン 2021 年版」2021 年 11 月 12 日

**営農型太陽光発電で取り組まれている作物（事例）**

| | |
|---|---|
| ○お茶<br>所在地：静岡県菊川市<br>導入容量：782kW<br>遮光率：40% |  |
| ○水稲・麦<br>所在地：香川県丸亀市<br>導入容量：444kW<br>遮光率：25-37% |   |
| ○えだまめ<br>所在地：秋田市<br>導入容量：39.6kW<br>遮光率：31% |  |
| ○ブルーベリー<br>所在地：静岡県島田市<br>導入容量：13kW<br>遮光率：36% |  |
| ○キウイフルーツ<br>所在地：静岡市<br>導入容量：13kW<br>遮光率：36% |  |

出所：農水省「営農型太陽光発電取組支援ガイドブック 2021 年度版」

**営農型太陽光発電の事例（山口市阿東）**

〇山口市阿東で山口県第一号の営農型太陽光発電所「おひさま発電所」を見学しました。

〇所有運営するのは阿東つばめ農園の安渓さんです。発電所は 2019 年より稼働しました。

PV：92.4kW、PCS：49.5kW

遮光率：約 32%

農地面積：2,782㎡、パネル設置面積：1,500㎡

〇当初は稲作をやりました。簡単には抜けないスクリュー杭の上に架台を建て、トラクターやコンバインが稼働できる高さ地上 2.5m を確保しています。

〇2012 年 7 月の土石流災害による土質の問題や化学肥料や農薬を使わないことから、10 アールあたりの収量は 120kg でした（地域の慣行農業の平均収量は概ね 500kg）。今年は大豆にチャレンジしています。

〇経済性は、売電収入だけで投資回収は可能なレベルです。これをテコにして、有機農業の拡大と農村の存続につなげたいということです。



除草剤を使わない稲作の様子

出所：山口市「空き家×交流」事業 2019 年度選定プロジェクト　パンフレット



ソーラーパネルの下で育った大豆の除草に取り組む山口県立大学の実習生たち（2022 年 7 月）

### ６．３．６　事業者における屋根置きの設置

津和野町には大量にエネルギーを使用するエネルギー管理指定工場（年間エネルギー使用量が原油換算値で 1,500kL 以上の事業場）はありませんが、事業者の温暖化対策も重要になります。

製造業や事業所における屋根置き太陽光発電を導入し、事業所内で消費する電力由来の $CO_2$ 排出を削減します。太陽光発電の導入にあたっては、国の補助金を活用する等、行政として積極的な支援を行います。

津和野町には下記の石見紙工業の他、枕瀬で新たに稼働する津和野フォレストエナジーも大きな事業所の一つです。津和野フォレストエナジーの発電所建屋の屋根には、面積からは 30kW 程度の PV が設置可能です。

**町内の製造業の取組**

〇津和野町に立地する石見紙工業㈱は、1918 年 10 月に津和野の実業家である堀藤十郎氏が操業し、現在はコクヨの主力生産拠点として、便箋、領収書、単語カード、メモ用紙などを生産しています。敷地面積は 5,382㎡　同社は町内でも最大規模の工場です。

〇コクヨグループとして「2024 年（コミット目標）に、2013 年比国内 50%削減」を掲げており、同社としても $CO_2$ 削減には積極的に取り組んでいきたいと考えておられます。

〇同社の工場の屋根を地図上で測定すると約 1,500㎡ 程度で、面積からは 80kW の PV 設置が可能と考えられます。ただし建築物の耐荷重の問題があり、十分な検討が必要です。



石見紙工業（津和野町後田イ 378 番地）

出所：コクヨウエブサイトより

## ６．４．１　農業水利施設での導入

農業用水は土地改良区等によって維持されている資源で、これを活用した小水力発電は社会資本ストックの有効活用の面からも意義があります。

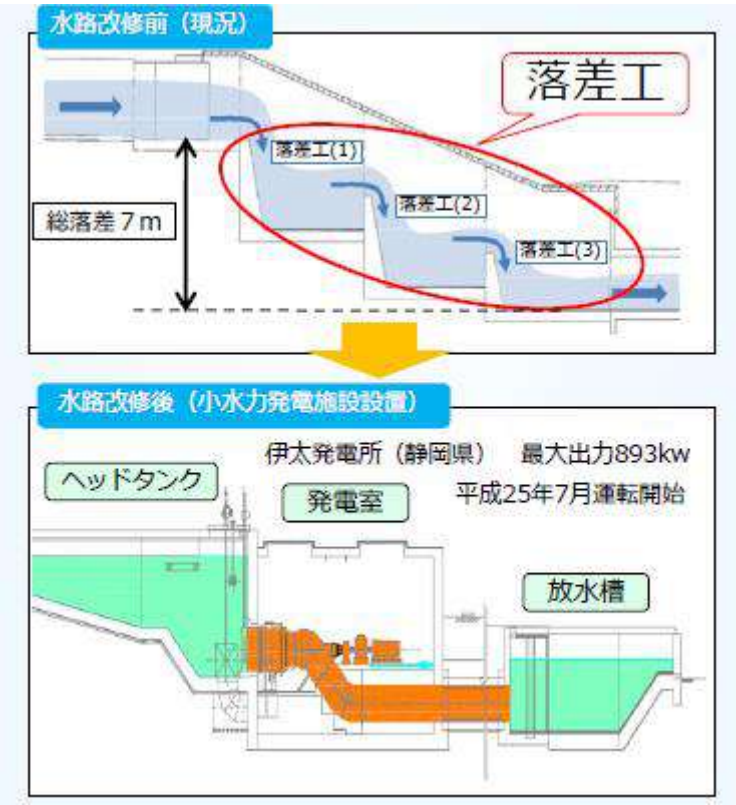
農業水利施設は、用水を通水するためにエネルギーを減じる落差工や減圧バルブ等の施設を有していることから、これを発電に利用することが可能です。また、かんがい期と非かんがい期の流量の差を利用した空き容量を有効活用して発電用の水利権を取得することも検討できます。

適地の可能性調査を実施する等、導入にあたっては、継続的なポテンシャルの掘り起しが必要になります。

**農業用の水路　落差工の利用事例（国営かんがい排水事業大井川用水：静岡県）**

〇国営事業による用水路の改修にあたって、総落差 7mの落差工を利用した小水力発電施設を整備しました。(最大出力 893kW)。

〇発電施設の整備を用水路改修と同時に実施出来たため、単独で発電施設を整備する場合よりも、取壊し費用や仮設費用等が安価となりました。




落差工を利用した小水力発電施設の事例

出所：農水省「農業水利施設等を活用した小水力発電施設導入の手続き・事例集」令和 3 年 9 月

（１）水力発電の規模を決める要素

水力発電は、水の持つエネルギーを電気エネルギーに変換しますので、流量と落差が発電規模を決める大きな要素となりますので、より流量と落差が大きい場所が適地となります。

$P\ (kW) = 9.8\ (m/s^2) \times Q\ (m^3/s) \times H\ (m) \times \eta$

P（kW）：発電電力

9.8（$m/s^2$）：重力加速度

Q（$m^3$／s）：流量

H（m）：有効落差

$\eta$ ：効率（発電機や水車などの効率≒0.72）

（２）許認可

農業水利施設の利用にあたっては、農業水利施設が農業生産の維持・向上を図るという本来の用途や目的を妨げない範囲で使用する必要があり、土地改良区等の施設管理者と施設利用に関する契約を結ぶ必要があります。

河川法の手続きでは、河川を流れる水を利用して小水力発電を行なう際、発電用水利権取得が必要となります。既に許可を受けている水量を利用して発電を行なう場合、「従属発電」として比較的簡易な登録の手続きにより水利権を取得できます。一方で、既に許可を受けている水量を超えて取水し発電する場合は、「非従属発電」として新たに河川へ減水区間を生じさせるものとして、許可申請での水利権の取得を行います。




図 6.4-1　河川法の手続き（許可と登録）

出所：国交省「小水力発電設置のための手引き」平成 28 年 3 月

河川法による手続きは、設置する場所によって異なります。排水時点（図の水色の範囲）に設置する場合は、河川法に基づく許可手続きは基本的に必要ありません。河川法に基づく手続きにあたり、1,000kW 未満の小水力発電のためにする水利使用については、許可権者が都道府県知事又は政令市長へ移譲されました。

また、電気事業法に基づき、ダムや堰を伴う小水力発電施設には、ダム水路主任技術者が必要であるなど必要な技術者の選任が必要となります。

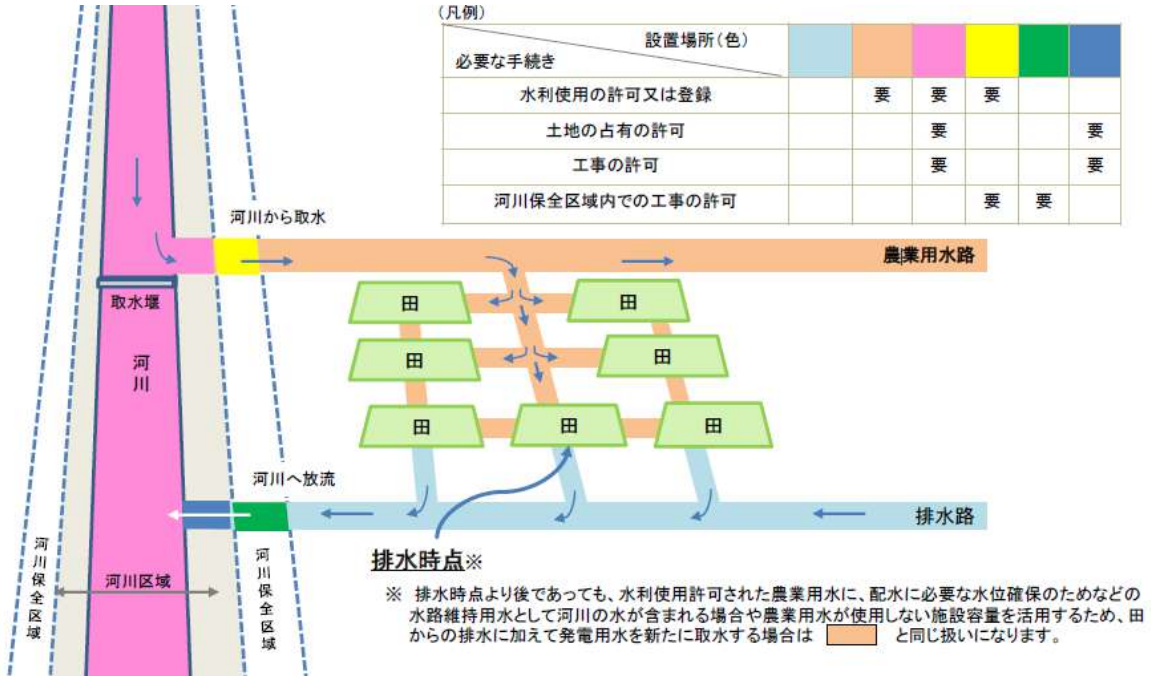


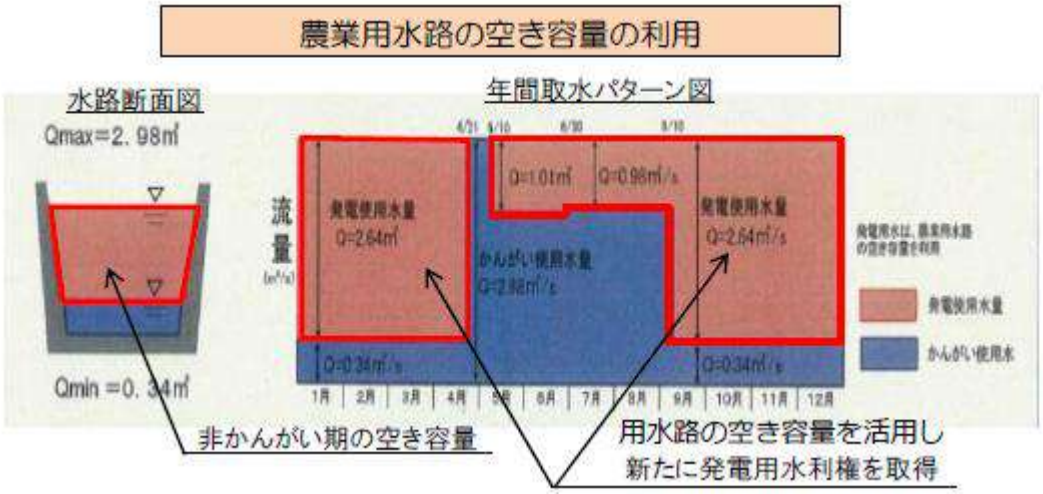

図 6.4-2　河川法の手続き（必要となる範囲）

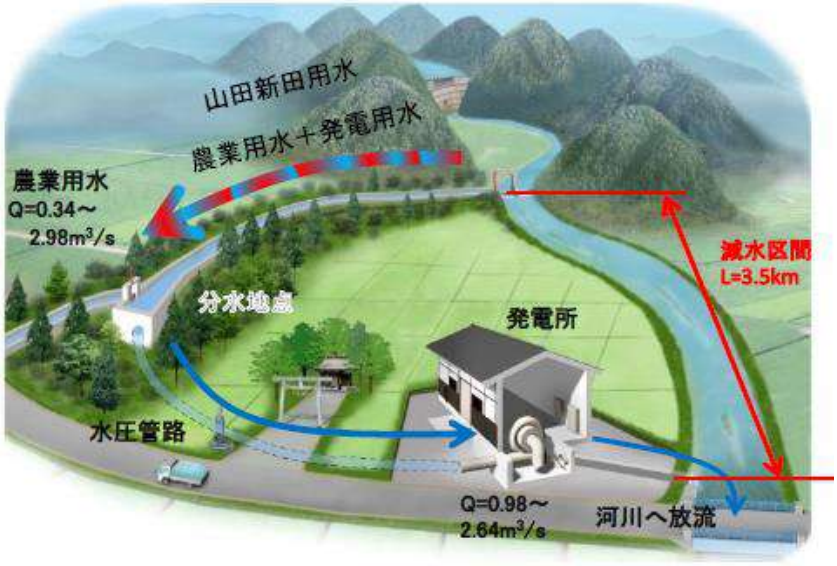
出所：国交省「小水力発電設置のための手引き」平成 28 年 3 月

**農業用水路の空き容量の利用事例（山田新田用水発電所：富山県）**

〇山田新田用水発電所は、河岸段丘上の農業用水路から小矢部川へ流下する高低差 25.2m を利用した発電所です。山田新田用水は、農業用水路の空き容量がかんがい期に 1m³/s であるのに対し、非かんがい期には 2.64m³/s と倍以上となります。この空き容量を有効活用するため、新たに発電用の水利権を取得しました。

〇最大出力　520kW




農業用水路の空き容量を利用した小水力発電施設の事例

出所：農水省「農業水利施設等を活用した小水力発電施設導入の手続き・事例集」令和 3 年 9 月

６．４．２　河川での導入

町内には、森林に涵養された豊富な水資源があり、津和野町内には中国電力の日原発電所（6,900kW）があります。過去には左鐙地区に晩越発電所（水路式 250kW）が稼働していましたが、現在は廃止されています。

水資源に恵まれた地域であることを考えれば、水力発電の潜在的な可能性は高いのではないかと考えられます。過去に策定した津和野町の新エネルギービジョンによれば、津和野川、笹山、南谷渓谷での水力のポテンシャルが大きいとされています。

河川での導入にあたっては、単に落差と流量が豊富であることをもって、それだけで可能性が高いことにはなりません。河川管理者との協議をはじめ、河川区域での設置工事の可能性や経済性など、多面的な観点から実施に向けた検討をする必要があります。

河川法に基づく手続き（発電用水利権取得）については、高津川の場合は島根県との協議が必要となります。新たに河川へ減水区間を生じさせるものは、許可申請での水利権の取得を行います。

島根県津和野土木事務所へ聞き取りをしたところでは、水力発電を行う上での共有課題として、取水予定量が、基準渇水流量から河川の維持流量と他の水利使用者の取水量の双方を満足する水量（正常流量）を控除した水量の範囲内となるようにすることが前提となります。（現在水利権により河川を使用している方の取水量と河川の維持流量そして取水予定量を含めたものが、基準渇水流量にならないこと。）

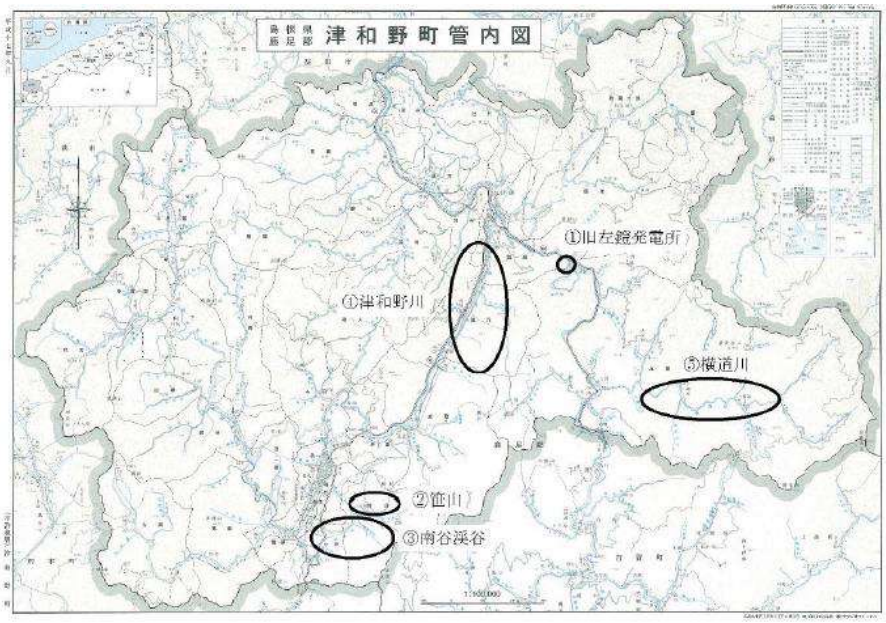



図 6.4-3　津和野町内で水力が利用できそうなエリア（アンケートでの回答による）

出所：津和野町新エネルギービジョン（平成 22 年 2 月）

**旧晩越水力発電所**

「日原町史　近代上巻」昭和 51 年 6 月 30 日、「島根県歴史人物事典」平成 9 年 11 月 25 日より

〇津和野町出身で「中国の銅山王」と呼ばれた堀藤十郎氏（嘉永六年～大正十三年）が大正三年に石見水力電気株式会社を興し、晩越水力発電所の建設に着手し大正四年１月１日に送電を開始しました。

〇資料によると、「この発電所は絶好の地形を利用したもので、川水をひくに堰堤がいらず、水路の隧道をわずか 97 メートル掘るだけで水の落差 12 メートルを得ることができ、他に及ぼす影響は皆無にひとしい状況であった。」とされている。

〇晩越発電所の竣工以降、豊富な河川水を背景に、複数の県外事業者から相次いで左鐙地内での水力発電の願出がありましたが、他地方へ本地方動力の源泉が奪われること、減水による木材搬出への影響があることなどの理由により、いずれも日原村会は認めていません。

〇石見水力発電所は昭和二年に出雲電気株式会社に合併し、昭和十三年八月には同社によって枕瀬に日原発電所（現中国電力の日原発電所）が設置されました。






晩越発電所

出所：「日原町史　近代上巻」昭和 51 年 6 月 30 日

**旧晩越水力発電所の現地の様子**

旧晩越水力発電所の現状について、島根県津和野土木事務所により現地確認をしていただきました。

*ここに記載の内容は推測が含まれます。正確性を保証するものではありません。また、再稼働の可否に言及するものではありません。

〇経年劣化により取水口の構造物にクラックが複数ありました。仮に再稼働を目指すのであれば、こうした劣化箇所を修繕する必要があります。

〇発電所の跡地は現在産廃保管場となっており、この土地を利用する場合、権利関係の調整が必要になると思われます。



取水口の様子




取水口のクラック




発電所跡地付近

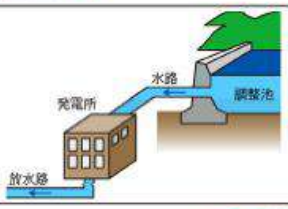



出水口があったと想定される場所

撮影：島根県津和野土木事務所管理課

水力発電は水の利用面に着目して分類すると、「流れ込み式」「調整池式」「貯水池式および揚水式」の 4 種類の方式に分類されます。また、落差を得る構造面に着目した分類として「水路式」「ダム式」「ダム水路式」の 3 種類の方式があります。

表 6.4-1　水力発電の分類

| 分類方法 | 方式 | 概要 | 概略図 |
|---|---|---|---|
| 水の利用面からの分類 | 流れ込み式 | 河川を流れる水を貯めることなく，そのまま発電に使用する方式．水量変化により発電量が変動する． |  |
| | 調整池式 | 夜間や週末の電力消費の少ない時に池に貯水し，消費量の増加に合わせて水量を調整しながら発電する方式． |  |
| | 貯水池式 | 水量が豊富で，電力の消費量が比較的少ない春や秋に大きな池に貯水し，電力消費の多い夏期や冬期に使用する年間運用の発電方式． |  |
| | 揚水式 | 昼間のピーク時には上池に貯められた水を下池に落として発電し，下池に貯まった水を電力消費の少ない夜間に上池に汲み揚げる方式． |  |
| | 水路式 | 川の上流に低い堰を設けて水を取り入れ，水路により落差が得られる地点まで導水し，発電する方式．流れ込み式と組合わされることが一般的である． |  |
| 構造面からの分類 | ダム式 | 高いダムを築いて河川をせき止めることにより水量を確保し，落差を利用して発電する方式．貯水池式および調整池式と組合わされることが一般的である． |  |
| | ダム水路式 | 水路式とダム式を組合せたもので，ダムに貯えた水を大きな落差を得られる地点まで水路で導いて発電する方式．貯水池式，調整池式および揚水式と組合わされることが一般的である． |  |

出所：NEDO「再生可能エネルギー技術白書第 2 版」小水力発電編

**廃止された発電所の施設を再利用した事例（新曽木発電所：鹿児島県）**

〇旧曽木発電所の水路を再利用して建設したものです。発電した電力は曽木の滝公園の照明に使用し、観光振興及び再生可能エネルギーの教育啓発活動を支援しています。

〇有効落差　11.6m

最大使用水量　5.5m$^3$/s

最大出力　490kW



新曽木発電所

出所：国交省「小水力発電設置のための手引き」平成 28 年 3 月

６．４．３　水道管や防火用水の利用

既に水利権の許可を得た水道用水取水量の範囲内で発電を行う場合、発電のために新たに河川から取水するものではないため、申請手続きが簡素化されます。

流量が限られるため小規模なものが中心となりますが、自家消費型で水道などの施設の維持費の低減を図ることができます。

有効落差　39.59m
最大使用水量　0.208m$^3$/s
最大出力　55kW

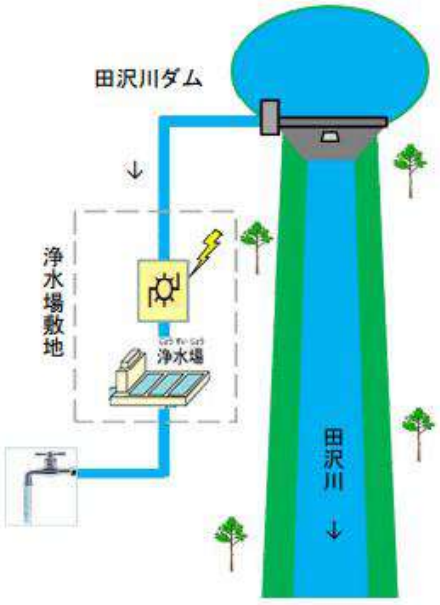



図 6.4-4　平田浄水場小水力発電所（山形県）

出所：国交省「小水力発電設置のための手引き」平成 28 年 3 月

有効落差　9.24m
最大使用水量　0.040m$^3$/s
最大出力　2.2kW

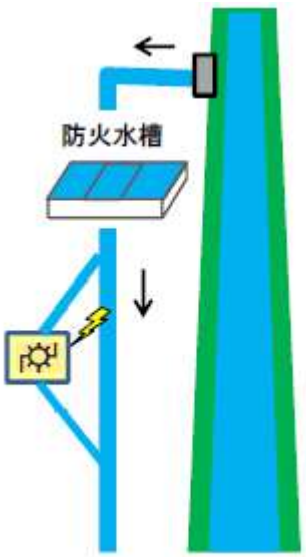



図 6.4-5　宇奈月谷小水力発電所（富山県）

出所：国交省「小水力発電設置のための手引き」平成 28 年 3 月

**津和野町内の小水力発電の適地調査**

〇町内の小水力発電の適地について、目視による調査を行いました。

〇町内には河川以外に浄水場などでも小水力発電の実施可能性はあります。調査では、瀬戸浄水場（鷲原）などで可能性が確認されました。ただし、浄水場からの放流水は水の需要や取水量等の条件によって頻繁に止まるため、水力発電の稼働率が低下すること、流木などのごみを含むため発電には不適である場合があること、水道施設を活用する場合水の安定供給に支障が出ないようにすること等、実施に向けては多くの課題が存在しているのも事実です。

〇軍場谷浄水場（所在地：左鐙　水源：表流水）



〇笹山浄水場（第１）（所在地：笹山　水源：湧水）

*推定最大発電量　2kW 程度



〇瀬戸浄水場（第１）（所在地：鷲原　水源：湧水）



町内の浄水場施設

*小水力発電の実施が可能な浄水場をあげたものではありません。

2050 年の段階でも、エネルギー起源の $CO_2$ 排出を完全にゼロすることは困難であり、ゼロカーボンシティ実現のためには、$CO_2$ を吸収し固定化する「ネガティブエミッション技術」（Negative Emissions Technologies: NETs）が不可欠となります。ここでは、炭素を固定化しネットでのゼロカーボンに貢献する技術を検討します。

### ６．５．１　バイオチャーの土壌改良材利用

炭素は、大気～植生～土壌の 3 つのプールで循環します。通常の農地では炭素量は一定で保たれていますが、この土壌炭素量が増えれば大気中の $CO_2$ が減った勘定になります。農地管理による土壌への炭素貯留を吸収源としてカウントする仕組みは京都議定書で可能になりました。我が国でも、J クレジットのネガティブエミッションの方法論（バイオ炭）として位置付けられています。土壌炭素を毎年 0.4%（4 パーミル）増加させることができれば、世界の $CO_2$ 純増分を相殺可能という計算のもと、2015 年のパリ協定と同時に、「4 パーミルイニシアチブ」が立ち上がりました。

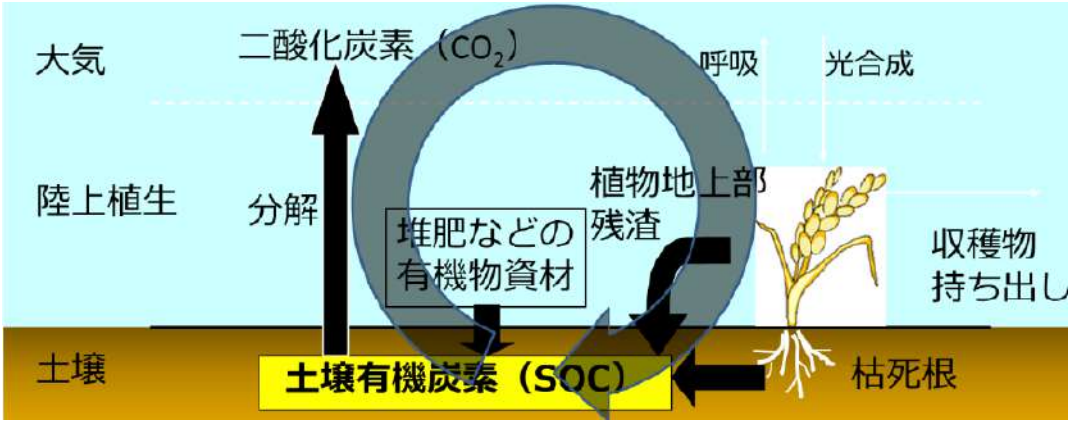



図 6.5-1　大気～植生～土壌の炭素循環

出所：農研機構　白戸「土壌への炭素貯留と 4/1000 イニシアチブ」

日本バイオ炭普及会の「土壌炭素貯留用バイオ炭規格　JBAS0001」によると、バイオ炭とは、「生物資源の炭化物であり、難分解性炭素分に対する揮発分の比率が 0.6 未満のものであること。なお、この定義によるバイオ炭は 350℃以上の熱分解工程を経て生産した炭化物である。」とあり、津和野バイオマスエネルギーセンターから排出されるチャーはこれに該当します。また、J-クレジットの方法論では、これに加えて、「バイオ炭の原料は、国内産のものであること。」「バイオ炭の原料は、未利用の間伐材など他に利用用途がないものであること。」「バイオ炭の原料には、塗料、接着剤等が含まれていないこと。」等の条件があります。

技術的課題は、排出時に水をほぼ含まない粉体のバイオチャーを、これを輸送し散布できるように加水圧縮することが必要になります。

## バイオチャーによる炭素固定量の試算

〇Volter40 は、当面はバイオマスエネルギーセンター（12 台）と単機で最大 3 台の合計 15 台、さらに第 2 発電所（12 台）の導入が考えられます。この 27 台の Volter40 から発生するバイオチャーを土壌貯留させた場合の炭素固定によるネガティブエミッション効果を試算しました。

〇27 台の合計で年間 380t$CO_2$ の固定量が期待できます。

**〈前提条件〉**

・バイオチャーの発生量（単機あたり）　19.1kg/日　*メーカー資料より

・Volter40 の年間稼働時間　7,800h

・チャーの炭素含有量（重量比）　77%　*J クレジット方法論より

・100 年後の炭素含有率　80%　*J クレジット方法論より

バイオマス発電　1台あたり

| | | | |
|---|---|---|---|
| バイオチャー発生量 | 19.1 | kg/日 | メーカー資料より |
| 年間発生量 | 6 | t/年 | 325日稼働 |
| 炭素含有量(重量比) | 77 | % | Jクレジット方法論 |
| 100年後の炭素含有率 | 80 | % | Jクレジット方法論 |
| 炭素含有量 | 4 | t/年 | |
| 二酸化炭素換算 | 14 | t/年 | 炭素残存率及び輸送の排出は無視 |

バイオマス発電　27台あたり

| | | | |
|---|---|---|---|
| バイオチャー発生量 | 168 | t/年 | |
| 炭素含有量 | 103 | t/年 | |
| 二酸化炭素換算 | 379 | t/年 | |

**土壌改良用バイオ炭の施用目安**

日本バイオ炭普及会発行　平成 31 年 1 月 31 日　初版より一部抜粋

**〈バイオ炭の化学性、物理性、生物性〉**

〇バイオ炭の pH は元来中性であるが、炭に付着する酸化金属類に起因してアルカリ性を示す。従って、酸性を好む植物にあっては注意が必要です。

〇バイオ炭を土壌に混合すると、バイオ炭に含まれる酸化金属類の影響で電気伝導度が上昇する傾向にあります。これによって植物の水分吸収に障害が出ることがあるため、 塩分濃度が高い土壌への混合については管理が必要です。

〇バイオ炭は土壌に混合することにより土壌中に空隙を作ることができ、空隙に水分を保持することができ保水性の向上に貢献します。また、土壌中の空隙は空気の通り道にもなり、植物の根腐れを防止する効果も高くなります。

**〈バイオ炭の施用目安〉**

〇水稲

育苗に際しては、育苗培土に対して 20-40%のバイオ炭を混合し、最初の潅水は少し多い目におこないます（pH を下げるため）。水田施用に際しては、乾田の状態の時に 1～4㎥／10a の割合で全面施用しその後耕転を行います。

〇大豆、トウモロコシ

畝の容量に対して、10-20%の割合でバイオ炭を投入し、撹拌しながら畝立てを行います。溝施用の場合は、幅 20cm 深さ 15cm に対して約 30%のバイオ炭を混合し、そこに種子もしくは苗を植えつけます。

〇ホウレンソウ、コマツナ、キャベツ、ハクサイ

畝の幅 20cm 深さ 15cm に対して約 20%のバイオ炭を混合し、そこに種子を植えつけます。

〇キュウリ、トマト、ナス

植え穴（直径 30cm 深さ 15cm）に対して、12L のバイオ炭を混合し苗を植えつけます。

〇イチゴ、トマト

養液栽培の場合は、培土に対して 50%までの混合ができます。ポット栽培の場合は、培土に対して 30%混合します。露地栽培の場合は、畝全体に 20%の割合でバイオ炭を混合させます。

〇サツマイモ、ジャガイモ

高畝を作り畝全体に 10-20%の割合でバイオ炭を混合し、苗や種芋を植え付けます。

〇大根、人参

畝全体に 20%の割合でバイオ炭を混合し、種子を植えつけます。

〇ナシ、リンゴ、梅

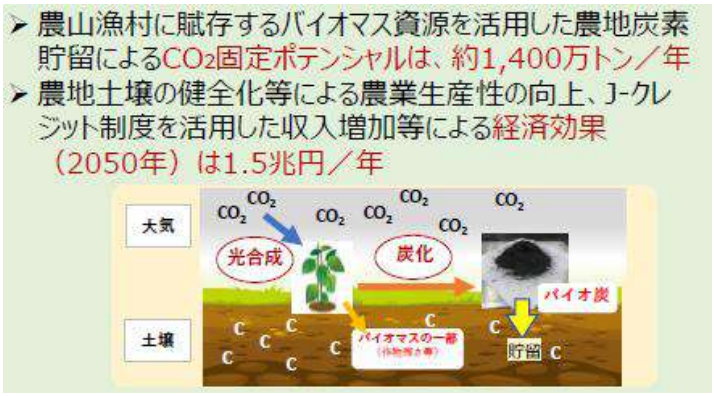
樹冠先端部の下に 30cm 程度の幅で深さ 20cm の溝を彫り、そこに 30%の割合でバイオ炭を混合します。樹冠先端部の下までの表土 5cm を剥ぎ取り、バイオ炭を 30%の割合で混合します。

**バイオ炭の農地還元の経済効果**

〇バイオ炭の農地還元にあたっては、有機物増加による農地への影響を考慮する必要があるものの、一般的には農業生産性の向上に寄与するとされており、生産物をブランディングして販売されている事例もあります。

〇農水省の資料によると、我が国の農山漁村に賦存するバイオマス資源を活用した農地炭素貯留による $CO_2$ 固定ポテンシャルは、約 1,400 万トン／年で、農地土壌の健全化等による農業生産性の向上や J-クレジット制度を活用した収入増加等による経済効果は 1.5 兆円／年とされています。津和野の木質バイオマス発電（Volter40×27 台）から $CO_2$ 換算で 380t のバイオチャーが発生しますので、これを固定化させた場合の経済効果は、あくまでも目安の値ですが、4,000 万円の経済効果と見積もられます。

4,000 万円＝380t$CO_2$×（1.5 兆円÷1,400 万 t$CO_2$）




バイオ炭の効果

出所：農水省「「食料・農林水産業の $CO_2$ 等削減・吸収技術の開発」プロジェクトに関する研究開発・社会実装の方向性　令和 4 年 2 月

農林水産分野のネガティブエミッション技術としては、他に、海洋におけるブルーカーボンなどがありますが、内陸の津和野町においてバイオマス発電所の副産物が活用でき、既存の農業や林業の生産システムを大きく変える必要が無いというという点でバイオチャー（バイオ炭）は有望です。なお、このようにして栽培された作物を、高付加価値で販売するような工夫も求められます。



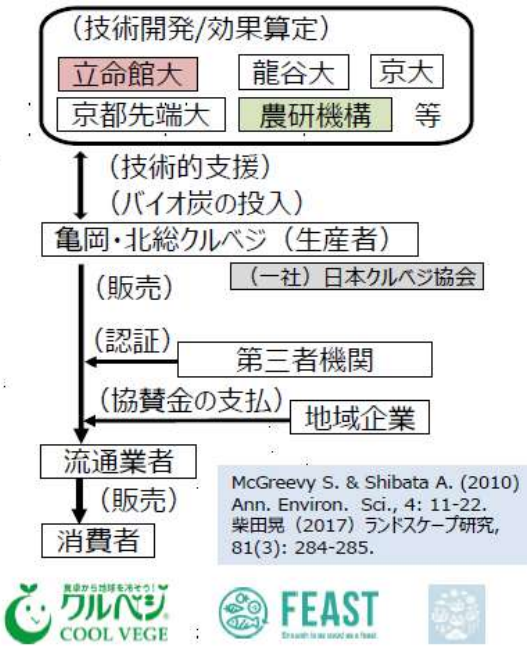

図 6.5-2　農林水産分野のネガティブエミッション技術

出所：農水省「「食料・農林水産業の $CO_2$ 等削減・吸収技術の開発」プロジェクトに関する研究開発・社会実装の方向性　令和 4 年 2 月

**バイオ炭で栽培された野菜の販売促進の事例**

〇一般社団法人日本クルベジ協会（大阪府）は、J-クレジット制度を利用したバイオ炭の農地施用プログラムを実施しています。「クルベジ」とは、「Cool Vegetable」の略です。

〇放棄竹林や間伐材、もみ殻等利用されていない資源を炭化し、農地へ散布、栽培された農作物の販売を行っています。




クルベジの取組

出所：農水省「バイオ炭の農地施用を対象とした方法論について」令和 2 年 11 月 9 日

６．５．２　森林吸収（「緑の油田化」計画）

森林を構成している一本一本の樹木は、光合成により大気中の $CO_2$ を吸収するとともに、炭素を蓄え成長します。森林は、津和野町で期待できる吸収源ですが、森林の高齢化により吸収量は減少傾向にあります。これを間伐等により適切に管理すると共に、伐採・再植林することで森林の若返りを図ることが重要です。

津和野町の森林が１年間に吸収する $CO_2$ の量は 83,000t$CO_2$ で、津和野町の化石エネルギー起源 $CO_2$ 排出量の 1.7 倍に相当するとされています。

このクレジットは津和野町の地域資源であり、これを全国のゼロカーボンに取り組む都市部の自治体などへ供給販売することで、森林の機能の価値が顕在化され、新たな中山間地の経済活性化の起爆剤となることが期待できます。これを「緑の油田化計画」と呼びたいと思います。得られた収益は、住民の電力代削減の原資やその他福祉、医療等の施策に活用することができます。クレジットの認証にあたっては、学識者や大学・研究機関との連携指導により行うことができます。

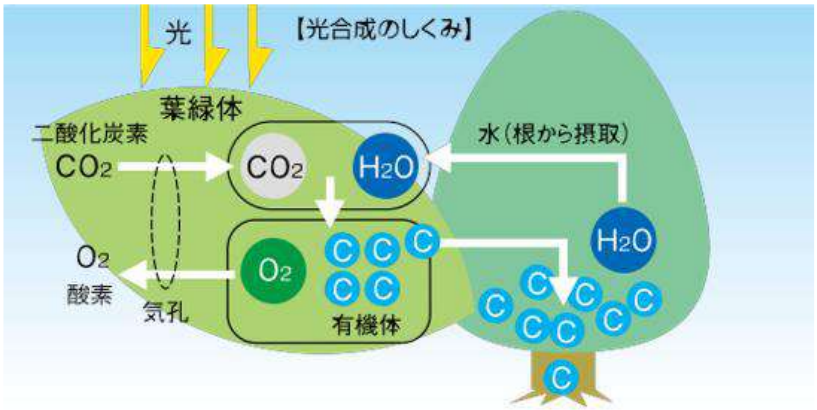



図 6.5-3　光合成のしくみ

出所：林野庁ウエブサイト

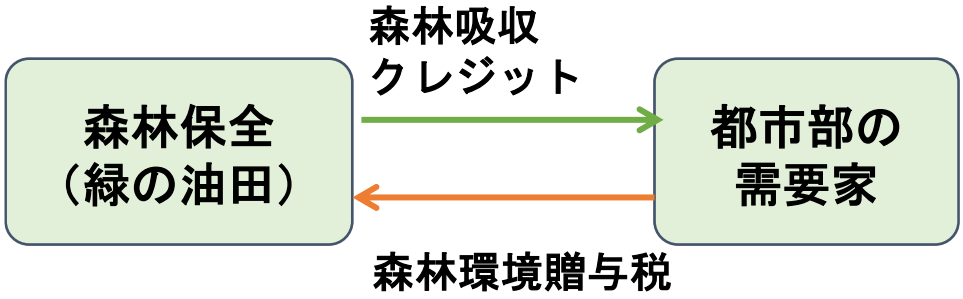



図 6.5-4　緑の油田化計画

**J-クレジット価格に見る緑の油田の $CO_2$ 固定化価値**

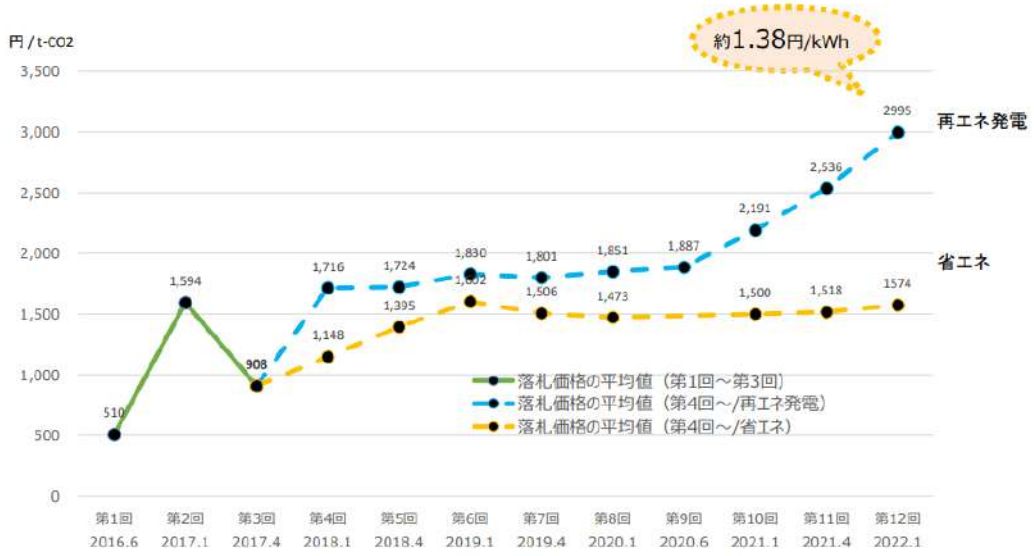
〇再エネ設備の導入や森林管理等による温室効果ガスの排出削減・吸収量をクレジットとして認証し希望者に販売する J-クレジット制度があります。

〇J-クレジットの販売単価は、クレジットの需要の高まりにより近年上昇傾向にあります。2022 年 1 月現在、再エネ発電で約 3,000 円/$tCO_2$（1.38 円/kWh）となっております（実際の販売価格はクレジット保有者と買いたい事業者の相対取引の中で決定されます）。

〇仮にこの単価で津和野町の 1 年間の森林吸収量 8.3 万 $tCO_2$ の $CO_2$ 吸収価値を算出すると、その額は 2.5 億円となります。

〇また、欧州の排出量取引市場の相場は 2022 年 6 月現在で $CO_2$ トンあたり 80 ユーロ（11,200 円/$tCO_2$）まで上昇していますが、この単価を用いますと 9.3 億円になり、今後のクレジットの価格次第では、町の製造品出荷額（2019 年 11 億円）に匹敵する額を毎年生み出す、まさに緑の油田となるポテンシャルを有していることが分かります。

〇なお、実際にクレジット化されるためには、一定の条件を満たして認証される必要がありますので、町内の吸収量の全てがクレジット化されるものではありません。




※平均値は、落札価格に当該落札トン数を乗じた合計を総販売量で除したもの。

Ｊ－クレジットの入札状況の推移（平均落札価格）

出所：Ｊ－クレジット制度事務局「Ｊ－クレジット制度について（データ集）」2022 年 3 月

J-クレジット制度において森林経営活動によるクレジット創出の主な条件は以下のとおりです。

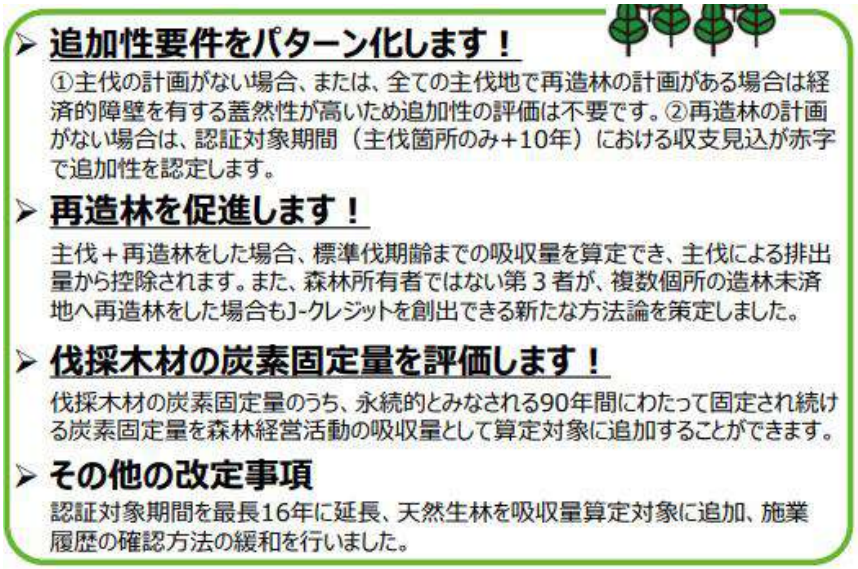
なお、2022 年 8 月に森林管理プロジェクトの制度見直しが行われ、「主伐が計画されている全ての林分について、再造林が計画されているプロジェクトは、経済的障壁を有する蓋然性が高いため、個別の追加性の証明を不要とする。」など、プロジェクト実施者の負担を軽減することとなりました。背景として、カーボンニュートラルの実現を図る上で、$CO_2$ の排出が避けられない分野も存在することから、森林吸収源による $CO_2$ 除去の重要性が高まっており、地球温暖化対策計画においても、森林経営活動等を通じた森林由来のクレジットの創出を拡大していく必要性が掲げられているにもかかわらず、J-クレジット制度の下で認証された森林クレジットは全認証量の 2%未満にとどまっており、森林吸収源活動がクレジットとして活用される環境を整備していくことが求められていることがあります。

表 6.5-1　森林経営活動によるクレジットを創出するには（2022 年 8 月現在）

① 自ら**所有または管理**している森林がある。
② その森林について**森林経営計画**が策定されており、**プロジェクト登録申請年度から18年間**に亘り計画が更新・維持される見通しがある。
③ その森林経営計画の対象林に**他者の所有分**が含まれる場合、Ｊ－クレジット制度への登録について**合意ないし説明**をする。
④ ①の森林に、**1990年度以降に植栽、保育または間伐を行った実績**のある林分か、**プロジェクト登録申請年度以降に植栽、保育または間伐を行う計画**のある林分がある（間伐を行う計画のある林分が最低1か所）。
⑤ 植栽、保育または間伐を行った実績のある林分については、**プロジェクト登録申請年度以降に巡視**を行う。
⑥ ①の森林に、**プロジェクト登録申請年度以降に主伐を行う計画**のある林分があっても、その面積（排出量算定対象）は④の林分の面積（吸収量算定対象）の概ね**10分の1未満**にとどまる。
⑦ ①の森林の**経営収支**が、プロジェクト登録申請年度から8年間の見通しにおいて**赤字**である。
⑧ プロジェクト**計画書を作成**する（一定条件を満たせば**作成支援＝作成代行**を受けられる）。
⑨ プロジェクト**計画書の審査**を受ける（一定条件を満たせば**審査費用の支援**を受けられる）。
⑩ プロジェクト**登録を申請**し、承認を受ける（**申請、登録などは無料**）。
⑪ 森林経営計画に沿って**森林を施業・管理**する（プロジェクト登録を申請した年度から1年以上）。
⑫ モニタリング**報告書を作成**する（**作成支援＝質問応対・助言**を受けられる）。
⑬ モニタリング**報告書の審査**を受ける（一定条件を満たせば**審査費用の支援**を受けられる）。
⑭ クレジット**認証を申請**し、承認を受ける（**無料**。先立って**クレジット管理口座**を開設しておく）。

出所：Ｊ－クレジット制度事務局「Ｊ－クレジット制度について～森林管理 プロジェクトを中心に～」2022 年 3 月

表 6.5-2 ． 森林吸収系クレジットの活性化に向けた制度改定（2022 年 8 月）



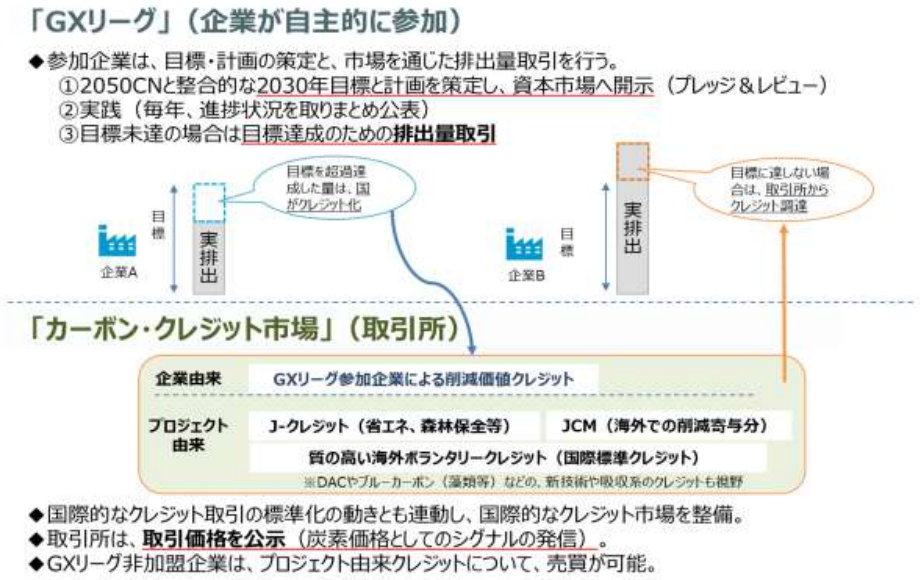

出所：経済産業省プレスリリース（2022 年 8 月 10 日）

**経済産業省の「GX リーグ」**

〇経済産業省では、グリーントランスフォーメーション（GX）に取り組む企業等が経済社会システムの変革のための議論と新たな市場の創造のための実践を行う場として「GX リーグ」を設立します。2022 年 2 月に公表された「GX リーグ基本構想」に基づき、「GX リーグ」の実装に向けた詳細設計の議論と取組の実証を 2022 年度に進めて行く予定です。

〇2022 年 4 月現在、440 社の企業が賛同表明し、全賛同企業の $CO_2$ 排出量は約 3 億 2 千万トンと、日本全体の排出量の約 28%を占めています。

〇参加企業は排出量削減目標を自主的に掲げ、目標に達しない場合は、森林保全も含むカーボン・クレジット市場を通じた自主的なクレジットの取引を行います。



６．５．３　森林吸収（地元材の利用促進）

伐採を促進するためには、切り出した木材の需要先が確保されていることが重要です。この受け皿として木質バイオマス発電は位置付けられますが、他にも建築資材として国産材を多く活用していくことが必要です。

その一つとして、近年 CLT が注目されています。CLT とは Cross Laminated Timber（直交集成板）の略で、繊維方向が直交するように積層接着した木質系材料です。日本では 2013 年 12 月に JAS（日本農林規格）が制定され、2016 年 4 月に CLT 関連の建築基準法告示が公布施行されました。現在では、戸建住宅の他、中層建築物、福祉施設などに用いられています。



図 6.5-5　屋根構造材に CLT を使用したみやこ下地島空港ターミナル

出所：三菱地所報道発表　2019 年 3 月 18 日

６．５．４　森林吸収（早生樹）

早生樹（エリートツリー）とは、20－40 年程度（杉の伐採には 40-50 年要する）の短期に高い木材生産量による収益を期待する集約的施業(短伐期早生樹)を指します。植栽後の早期樹高成長により、初期保育（下刈り省略等）で保育経費削減という効果も期待できます。 精英樹、コウヨウザン、センダンなどがあります。

島根県でも、コウヨウザンを森林整備事業で採択可能として取組を推進しています。

早生樹は、$CO_2$の吸収量が多くなるだけでなく、造林コストの削減と材の安定供給に資するもので、採用に向けた検討を進めていきます。

植栽は、伐採後の森林への再植林と、耕作放棄地などの未利用地を活用することが考えられます。

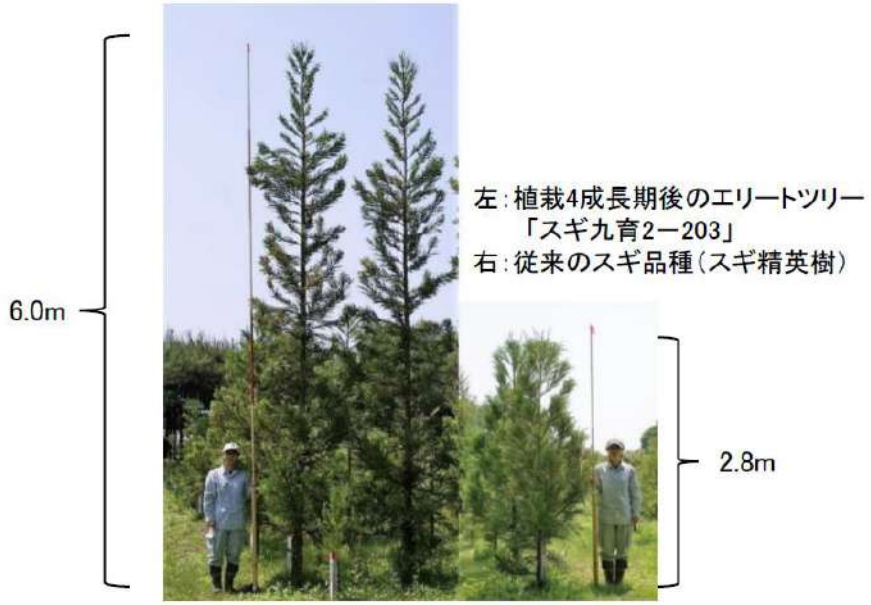



図 6.5-6　エリートツリーの初期成長（最も樹高成長のよいスギエリートツリー：九州）
出所：森林総合研究所　倉本氏「エリートツリーの開発・普及」平成 31 年 3 月 4 日

６．５．５　森林若返り計画の策定（体系的な森林整備と伐採計画）

森林の整備にあたっては、森林所有者又は森林所有者から森林の経営の委託を受けた者が策定する森林経営計画制度がありますが、町内の森林を体系的に伐採し再植林する森林の整備及び保護の計画が必要です。

森林の高齢化により吸収量は減少傾向にあります。これを間伐等により適切に管理すると共に、伐採・再植林することで森林の若返りを図ることが重要です。また、森林所有者がこの森林整備計画に適合した施業を行う場合に、何らかの補助を上乗せするという制度を検討することができます。

〈森林若返り計画に盛り込むべきこと〉

・津和野の森林・林業の特徴を踏まえた森林整備の考え方
・伐採や再植林、保護を進めるべきゾーニング
・伐採の方法、路網整備の考え方、伐採を実施すべき標準的な林齢
・病害虫の駆除及び予防、火災の予防その他の森林の保護の方法
・森林所有者や地域住民等の理解促進策
・施業の共同化や自抜型林業の促進に関する事項
・人材の育成
・森林施業の機械化

津和野町は優れた自然的・歴史的資源を有しており、再生可能エネルギー資源とともに、これらの地域資源も最大限に活用し、様々な再エネ導入施策（ソフト事業）を展開していく必要があります。

### ６．６．１　新規エネルギーまちづくり会社の設立

町内で発電された再エネであっても、広島や東京の電力会社へ売電している場合、津和野町内で使用する電力の脱炭素には直接寄与していないことになります。これを是正するために、再エネ価値を町内に還元させる仕組みの構築を検討します。具体的には、官民連携で新規エネルギーまちづくり会社を設立し、エネルギー地域循環と地域振興を実現するものです。

また、エネルギー製品の地域外への販売額から地域外からの購入額を差し引いたエネルギー収支は、現状 15 億円の赤字で、エネルギー調達を域外に依存する構造となっています。地域内で発電した再エネ等を地域内で使い、域外からのエネルギー購入額を減らすことが求められます。

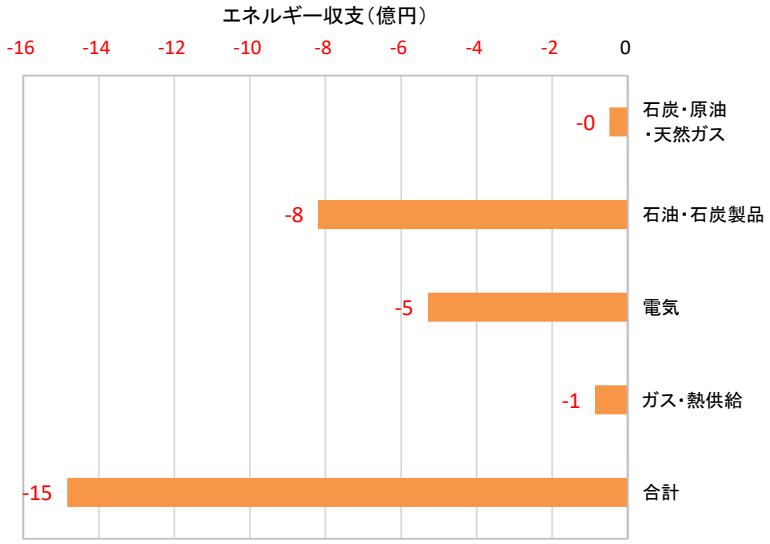



図 6.6-1　津和野町のエネルギー収支

出所：環境省「地域経済経済循環分析」2018 年版

新規エネルギーまちづくり会社は、津和野町と関係企業の出資によって設立します。全国で設立事例のある地域電力会社と類似のものになりますが、電力のみならず乾燥チップなど再エネ由来の商材を幅広く扱うと共に、得られた利益を新たな再エネ開発や定住促進、観光活性化等のまちづくり事業に投資することを想定します。

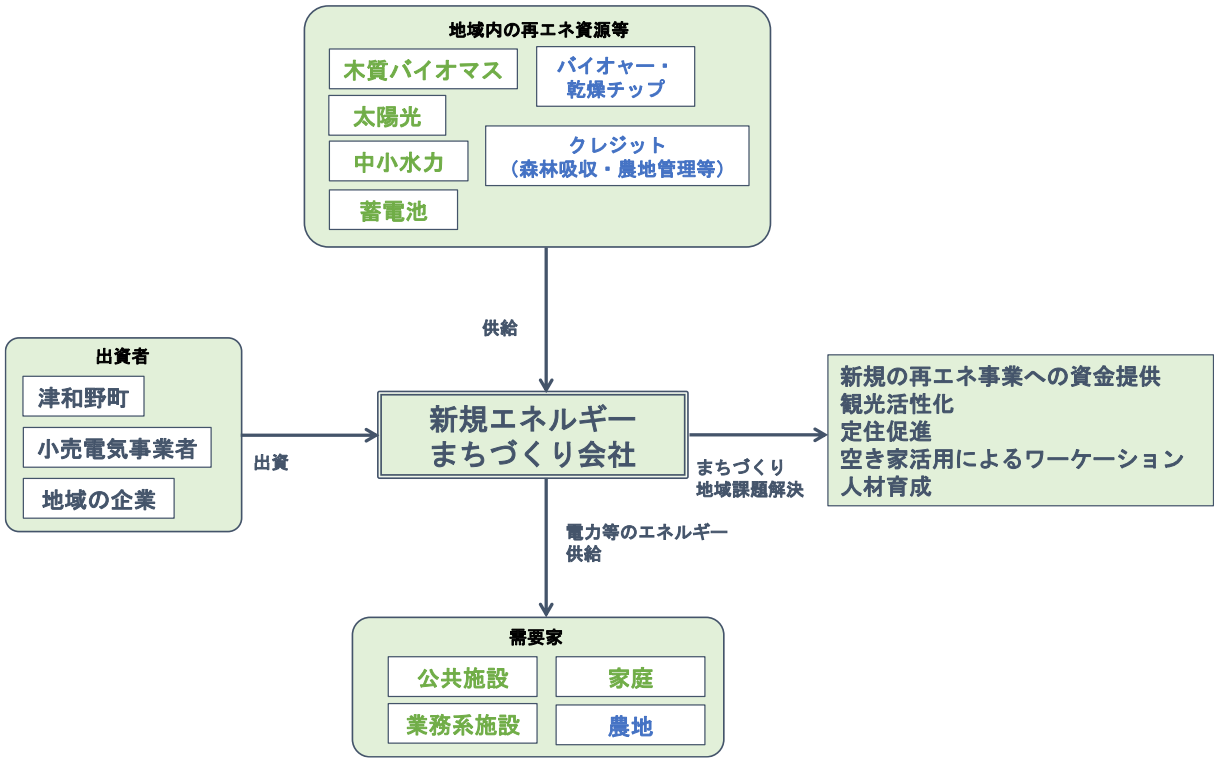



図 6.6-2　新規エネルギーまちづくり会社の設立

**新規エネルギーまちづくり会社の進め方について**

〇新規エネルギーまちづくり会社は、地域資源を使ってゼロカーボンと地域経済の好循環をめざす上で、**施策の実行部隊となる重要かつ不可欠な主体**です。再エネ由来の電力とともに様々な地域資源を取り扱いますが、メインの取組は地域で発電された再エネ由来電力の地産地消となります。同様の取組は各地で実施されている地域新電力と呼ばれるものとなります。

〇しかしながら、足元の電力市場の動向は新電力にとって非常に厳しい状況であり、事業撤退を決める電力会社が多くなっているのも事実です。そのようなことを踏まえ、**当面の間はリスクの高い小売電気事業への参入は見送る**ことが妥当と考えるものの、**地域資源の地産地消と再エネの最大限導入を推進する主体は必要**であるという認識から、以下のような段階を踏んだ取り組みを検討して参ります。

〈エネルギーまちづくり会社の目的〉

**〇森林をはじめとする豊かな地域資源の活用によって働く場を創り出し、人口の増加と地域の活性化に寄与します。**

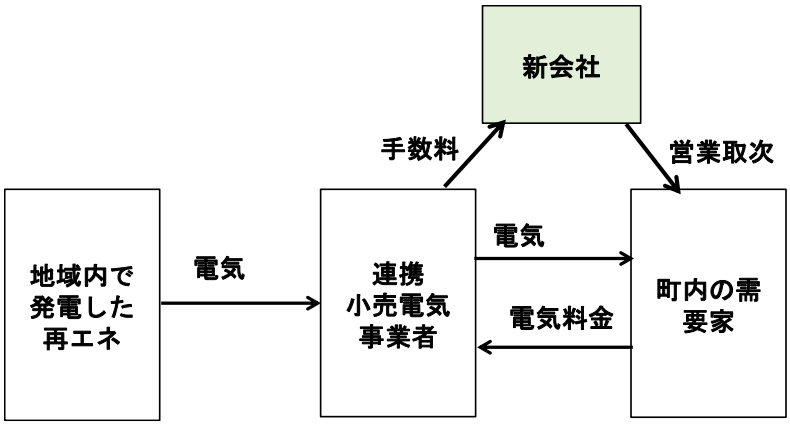
**〇地域資源の開発と地産地消を実現し、町のゼロカーボンに貢献します。**

**〇高津川流域や都市部との連携を推進し、地域資源の活用効果を最大化します。**

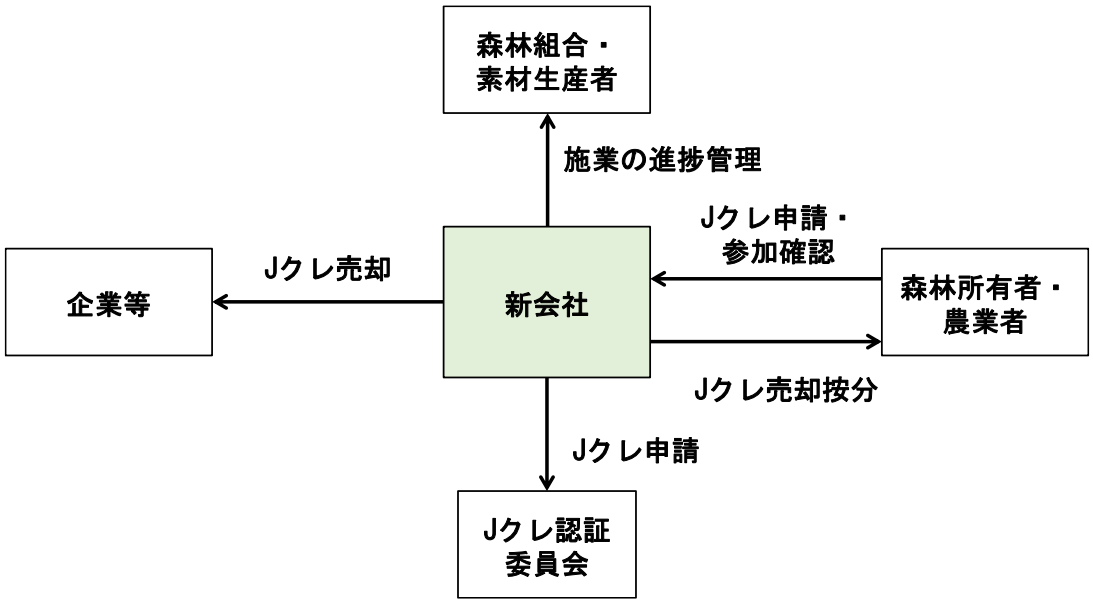
〈エネルギーまちづくり会社の進め方〉

| | 実施時期 | 参加メンバー | 実施内容 |
|---|---|---|---|
| 第1フェーズ<br>設立準備・事業化調査 | 2022年9月～<br>2023年度前半 | 津和野町・関係企業・連携新電力 | 〇町と関係企業による設立準備委員会の立ち上げ<br>〇目的や事業内容の検討<br>〇実施・運営体制構築事業（補助事業）による検討<br>〇公共施設へのPV導入調査事業（補助事業）<br>〇営農型PVの可能性調査（ゾーニング促進地域等）<br>〇脱炭素先行地域への応募 |
| 第2フェーズ<br>会社設立・事業開始 | 2023年度～ | 新会社・連携する新電力 | 〇他の地域新電力や再エネを扱う大手新電力との連携・取次代理販売による地域再エネの地産地消<br>〇森林吸収源や農地管理のクレジット創出<br>〇太陽光のPPA事業（公共施設、駐車場、ため池、農地等）<br>〇中小水力発電の適地開発調査 |
| 第3フェーズ<br>小売電気事業の開始 | 電力市場の動向により開始 | 新会社 | 〇他の新電力の協力（バランシング委託）等により小売電気事業へ参入<br>〇地域資源の地産地消<br><br>*バランシング委託とは、大手の電力会社等と1つのグループを形成し、一般送配電事業者と1つの託送供給契約を結ぶ制度です。委託しないで自前で契約することも可能です。 |

〈第 2 フェーズで考えられる事業の例〉

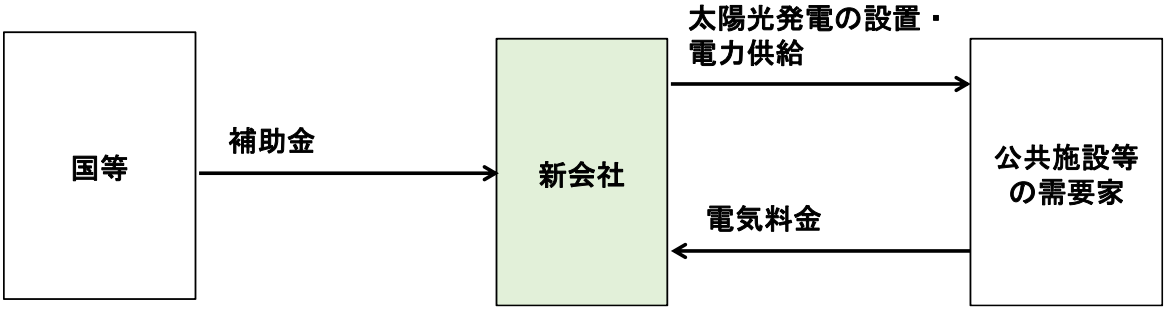



小売電気事業者（他の地域新電力等）との連携による再エネ電力の取次




森林や農地のクレジット創出活動（J クレジットを例に記載。制度動向により柔軟に対応）

*森林管理の J クレの申請者は「自ら所有または管理すること」とされていますが、所有者の確認を得て、管理にも責任を負う場合は図のスキームも可と考えられる（J クレ事務局へ確認済み。詳細は要検討）




太陽光発電の PPA

*図はオンサイト型をイメージしておりますが、小売電気事業者と連携によりオフサイト型（ため池や営農型）も検討できます

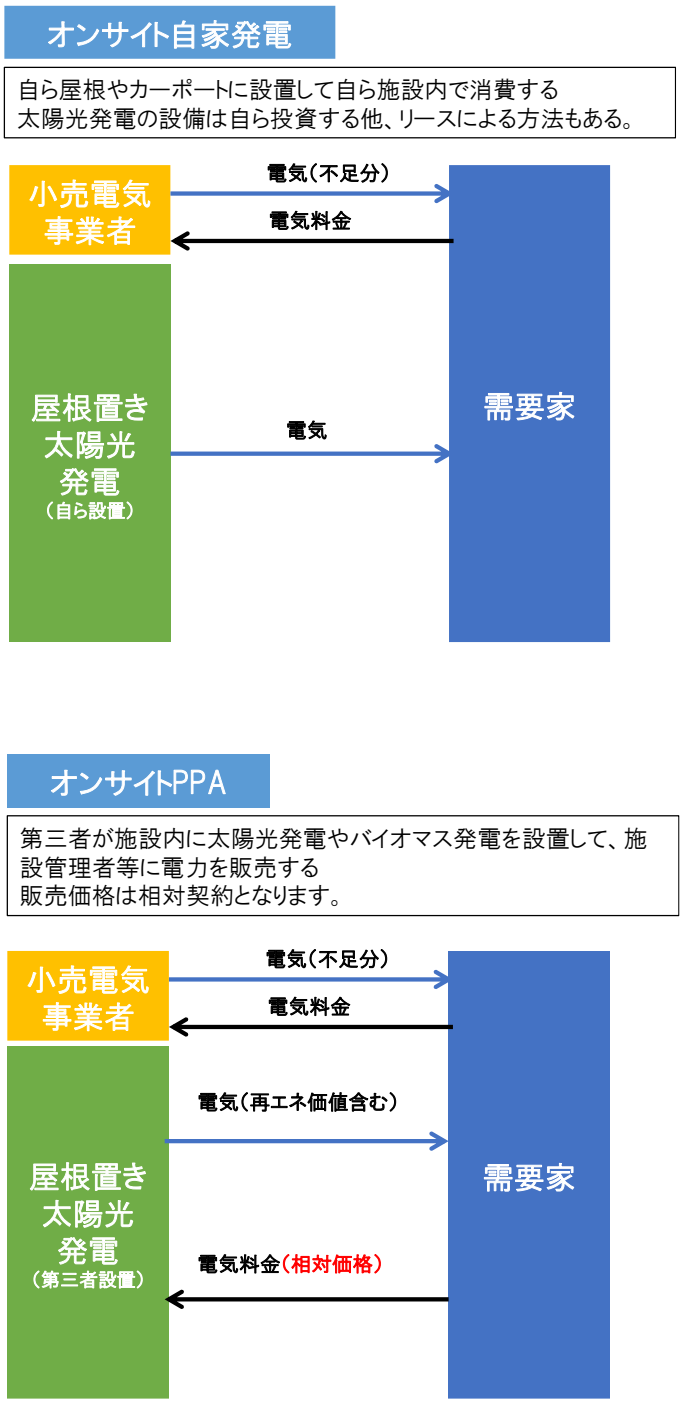
### ６．６．２　PPA による電力供給

導入した再エネを町内の需要家に供給する方法として、自家消費とともに PPA（Power Purchase Agreement）と呼ばれる形態があります。PPA とは電力販売契約という意味で第三者モデルとも呼ばれています。企業・自治体が保有する施設の屋根や遊休地を発電事業者が借り、発電した電気を企業・自治体が購入し施設で使うことです。

屋根置きやカーポート等の建物に付随する形（オンサイト）で太陽光発電を設置し施設内で電力を消費する「オンサイト PPA」と、発電所から送配電線を介して再エネを買う「オフサイト PPA」があります。

**再エネを需要家に届ける供給モデル（オンサイト型）**

主に太陽光発電や単機のバイオマス発電など、建物に付随する形（オンサイト）で発電機を設置し施設内で電力を消費する「オンサイト型」には、「オンサイト自家発電」と「オンサイト PPA」があります。

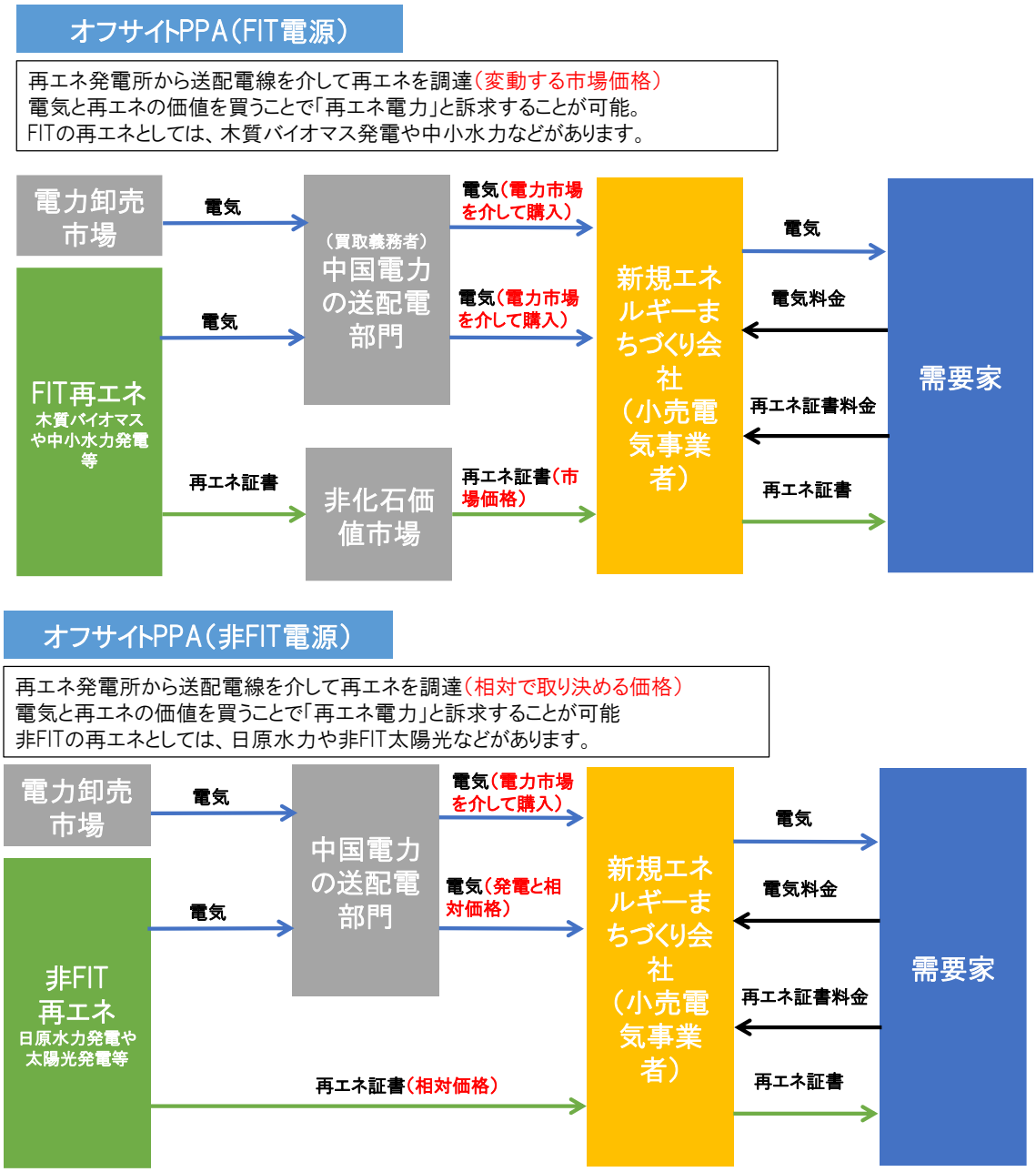



再エネ供給モデル（オンサイト型）

**再エネを需要家に届ける供給モデル（オフサイト型）**

バイオマス発電所やため池太陽光発電等のオフサイトで再エネを設置し、送配電線を介して需要家に電力を消費する「オフサイト型」には、FIT か非 FIT かによって、「オフサイト PPA（FIT 電源）」と「オフサイト PPA（非 FIT 電源）」があります。

〇送配電線を介した場合、再エネの価値を電気とは別に証書等で購入する必要があります。
〇FIT と非 FIT の違いは、小売電気事業者が調達する電源の価格の決め方（市場価格か相対価格）にあります。時勢によりますが、価格変動リスクが高いのは市場価格となります。




再エネ供給モデル（オフサイト型）

### ６．６．３　再エネ適地可能性調査

再生可能エネルギーは、町内に賦存量やポテンシャルが一定量あることは分かっても、再エネ適地についての情報が不足しています。

そこで、町内の太陽光発電や中小水力発電の適地について、具体的な導入可能性調査を実施し、事業を発掘していくことを継続的に進める必要があります。調査の結果可能性が高いとされた事業を、早期に実施に移していきます。

調査の担い手としては、津和野町や新規エネルギーまちづくり会社が考えられます。課題は、調査費用の捻出やコンサルティングの人材確保にあります。

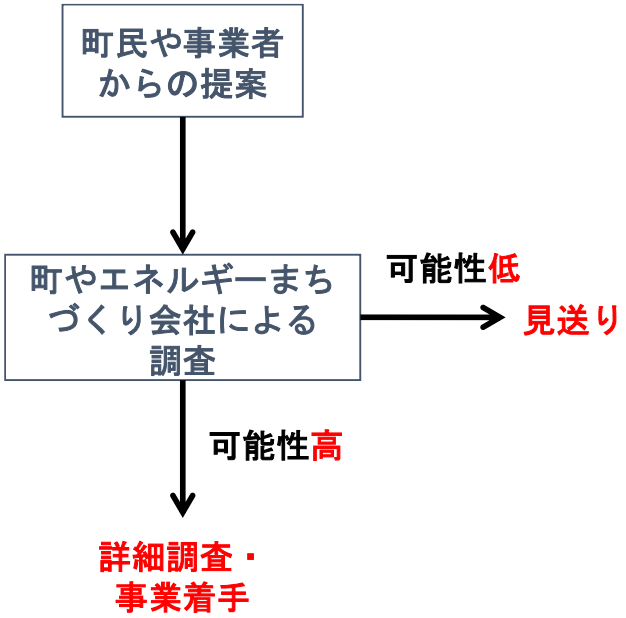



図 6.6-3　再エネ適地可能性調査

### ６．６．４　中国電力日原発電所の地域還元

町内には、中国電力の日原水力発電所（6,900kW）があり、町内最大の再エネ設備です。ヒアリングによりますと、現在は中国電力の MIX 電源の一部として使われています。これを、町内へ還元するような仕組みを中国電力と検討するとともに、将来は新規エネルギーまちづくり会社の電源として活用することも検討します。これについては、中国電力との協議が必要になります。



| | |
|---|---|
| 発電所位置 | 鹿足郡津和野町枕瀬 |
| 水系河川名 | 高津川水系　高津川 |
| 発電開始 | 昭和13年8月（1938年）<br>*津和野町出身で「中国の銅山王」と呼ばれた堀藤十郎氏が興した石見水力電気株式会社を前身とする出雲電気株式会社が設置。戦後の電気事業再編成により中国電力所有となる |
| 形式 | 水路式 |
| 出力 | 6,900kW |
| 使用水量 | 10.72$m^3$/s |
| 落差 | 80.90m |

図 6.6-4　中国電力日原水力発電所の概要

出所：中国電力ウエブサイト　発電開始の記述は「日原町史　近代上巻」

### ６．６．５　既設 FIT 発電所の地域還元

津和野町には、2021 年 12 月末現在で 600kW の FIT 太陽光発電所が稼働しています。これらも貴重な再エネ電源ですが、多くは送配電会社（中国電力のネットワーク部門）から電力市場に送られています。

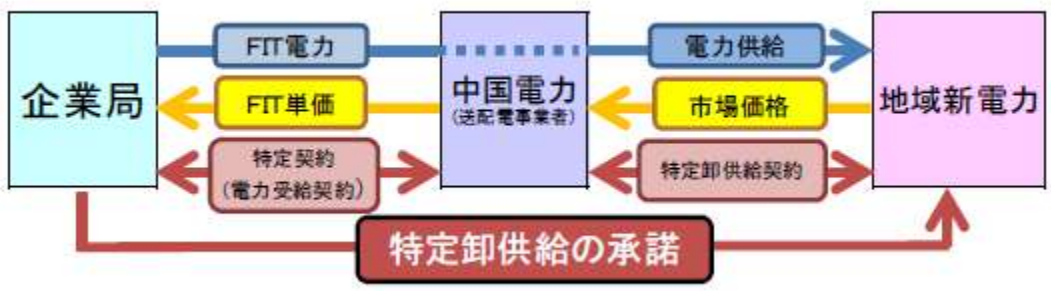
これを、FIT 特定供給制度によって町内へ還元できるよう FIT 太陽光発電の所有者に働きかけるとともに、将来は新規エネルギーまちづくり会社の電源として活用することも検討します。

**FIT 電源の特定卸供給による地域還元の事例（鳥取県企業局）**

〇鳥取県企業局では、電力の地産地消を推進するため、県営の再生可能エネルギー発電所（12か所）で発電する電力について、発電所を特定して供給する方式（FIT 特定卸供給）により、県内の地域新電力会社へ供給を行っています。

〇FIT 法の改正により、平成 29 年 4 月より FIT 電力の買取りが送配電事業者（中国電力の送配電部門）に限定され、小売電気事業者と相対で売買契約ができなくなりましたが、発電者が特定の小売電気事業者を特定卸供給に承諾することで、送配電事業者を経由して FIT 電力の供給ができるようになりました。

| 供給先 | 発電所名 | 最大出力(kW) | 令和2年度売電電力量(MWh) |
|---|---|---|---|
| ローカルエナジー(株)（米子市角盤町1-55-2） | 企業局西部事務所太陽光発電所 | 200 | 213 |
| | FAZ倉庫太陽光発電所 | 500 | 645 |
| | 竹内西緑地太陽光発電所 | 1,250 | 1,901 |
| | 境港中野太陽光発電所 | 1,000 | 1,504 |
| | 企業局東部事務所太陽光発電所 | 120 | 146 |
| | 鳥取放牧場太陽光発電所 | 100 | 82 |
| | 天神浄化センター太陽光発電所 | 1,500 | 1,999 |
| | 若松川発電所 | 150 | 441 |
| (株)とっとり市民電力（鳥取市五反田町6） | 鳥取空港太陽光発電所 | 1,990 | 2,559 |
| | 横瀬川発電所 | 198 | 705 |
| | 私都川発電所 | 152 | 776 |
| 南部だんだんエナジー(株)（西伯郡南部町福成3023） | 賀祥発電所 | 260 | 1,449 |




FIT 特定卸供給の例（鳥取県企業局の水力発電を地域新電力へ供給する事例）

出所：鳥取県ウエブサイト

### ６．６．６　新たな再エネ開発投資の促進

新規エネルギーまちづくり会社は、得られた利益を新たな再エネ開発に投資します。開発された再エネは新規エネルギーまちづくり会社の電源として使われ、町のゼロカーボンに貢献します。それによって新規エネルギーまちづくり会社のビジネスの規模を大きくし、利益が地域還元されるという経済の好循環を目指します。

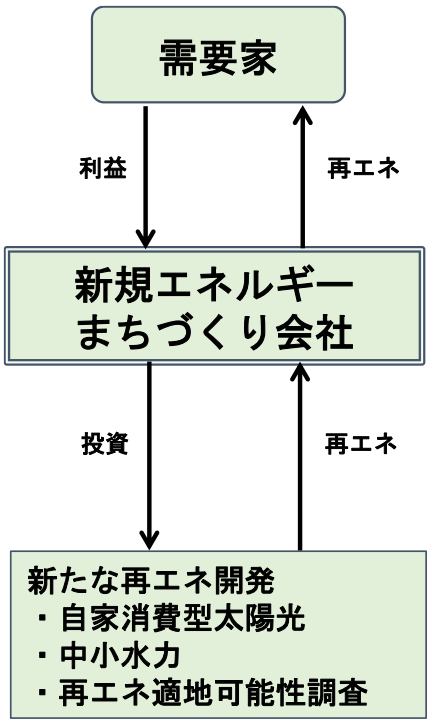



図 6.6-5　新たな再エネ開発投資の促進

６．６．７　森里川海連環によるまちづくり事業

新規エネルギーまちづくり会社は、需要家へ電力等を販売し得られた利益をまちづくり事業へ投資することができます。投資先はエネルギー関連事業に限定せず、観光や定住促進、特産品の販売などを対象とします。地域資源を使った再エネ供給の裨益を地域活性化に活かす取組です。

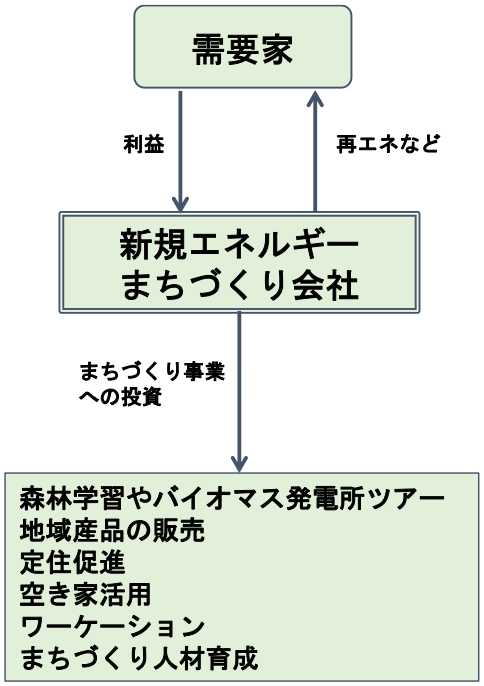



図 6.6-6　森里川海連環によるまちのにぎわい創出事業

### ６．７．１　町民への情報発信・参加

ゼロカーボンを実現するためには、行政や発電事業者の取組だけでなく、町民の生活を脱炭素に合った様式に変えていくことが必要です。

その為には、まず情報発信を行い、気候変動等に関する現状の理解や津和野町のバイオマス発電などの諸施策を正しく理解することが必要です。町の広報やケーブルテレビなどを通じた情報の発信を行うと共に、各種説明会、イベントを開催し、住民の理解と参加を促すことが求められます。



図 6.7-1　津和野町のケーブルテレビ（サンネットにちはら）

### ６．７．２　外部の学識経験者らとの共同による子供環境教育

2050 年のゼロカーボンを目指す上では、将来のまちづくりを担う子供たちの正しい理解と関心が必須となります。町外の学識経験者や専門家と連携し、魅力的な環境教育を行います。

津和野町では、「０歳児からのひとづくり事業」として、町内の小学校、中学校で「教育魅力化コーディネーターの配置」や「総合的な学習の時間」の授業の一環で、中学生と大人がお互いの経験・興味関心や夢について語り合う対話型の学びを行っています。こうしたプログラムを活用することで、津和野の森を町の宝と理解し、保全育成する人材を育てます。



図 6.7-2　津和野町の学校で取り組まれている体験型総合学習

出所：津和野町ウエブサイト

### ６．７．３　住民の取組を促す効果の見える化

住民の参加を促すためには、その効果やメリットが目に見える形で示され、実感できることが必要です。

その為に、例えば森林吸収クレジットの販売により得られた収益を原資に、EV 電力を町民向けに安価に供給することや、町民の電力代の削減、福祉や医療の充実に活用することが検討できます。




図 6.7-3　道の駅シルクウエイにちはらの EV ステーション

### ６．７．４　高津川流域市町との連携

自然的社会的条件の類似する高津川流域の市町と、共通して有効と思われる対策・施策に関する知見の共有や共同事業の実施など広域的な協調・連携を推進することにより、取組の更なる高度化・効率化・多様化を図ることも期待されます。

森里川海連環（地域循環共生圏）は、津和野町だけで完結するものではなく、水源地や海を持つ他の流域市町と連携して実現するものです。

津和野町内の再エネに余剰や不足が出た場合に、過不足を補い合うこともできます。具体的には、新規エネルギーまちづくり会社を共同出資で運営するなどし、高津川広域での電力供給を行うと共に再エネの共同開発を実施することなどが考えられます。

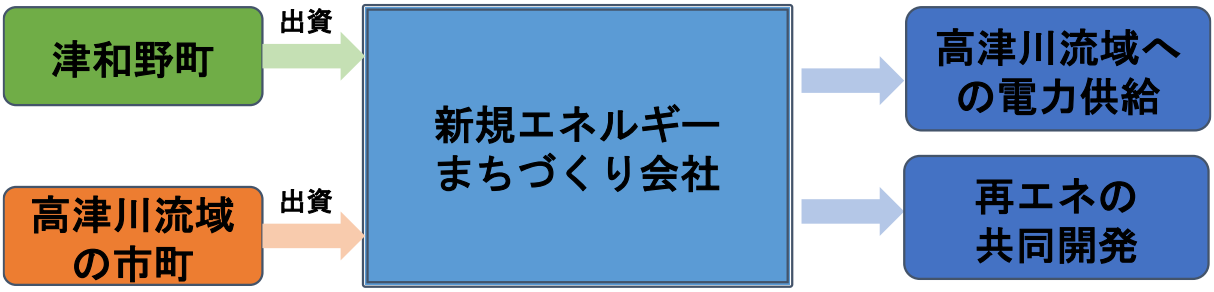


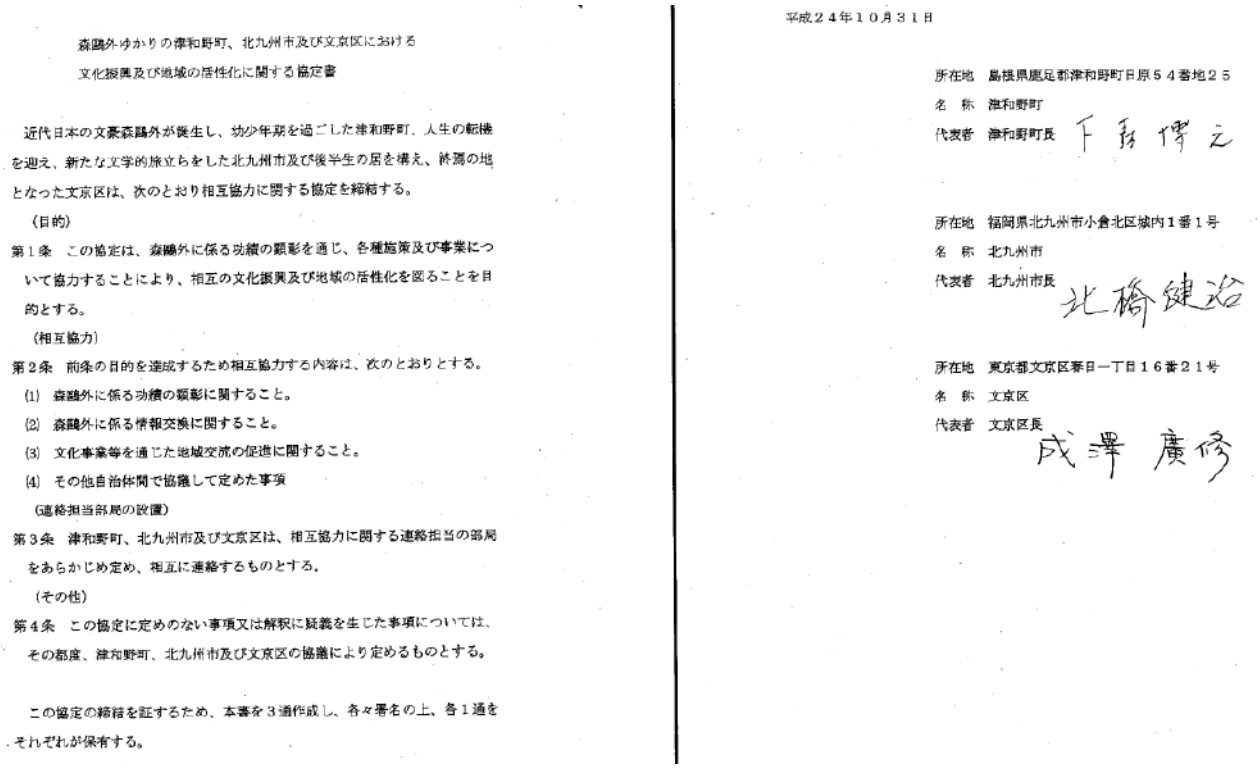

図 6.7-4　高津川流域市町との連携（新規エネルギーまちづくり会社の共同運営を例として）

### ６．７．５　都市部との連携

森林資源に富む津和野町と都市部との共同事業の実施等、多様な取組みをすることが考えられます。

原則的には町内の再エネは町内で消費されることが望ましいですが、津和野町と森鷗外先生とのゆかりで協定を締結する文京区などへ再エネを販売、得られた利益を森林保全に活用すること等が考えられます。また、津和野町の森林保全で得られる吸収源を都市部へ提供することも可能です。

都市部の子供たちを招き、津和野町の森林やバイオマス発電所の見学会を開催すること等を通じて、温暖化問題や森の多様な機能に対する理解を深めてもらうなど人的交流を深めることなども検討できます。



森鷗外ゆかりの津和野町、北九州市及び文京区における
文化振興及び地域の活性化に関する協定書

近代日本の文豪森鷗外が誕生し、幼少年期を過ごした津和野町、人生の転機を迎え、新たな文学的旅立ちをした北九州市及び後半生の居を構え、終焉の地となった文京区は、次のとおり相互協力に関する協定を締結する。

（目的）

第１条　この協定は、森鷗外に係る功績の顕彰を通じ、各種施策及び事業について協力することにより、相互の文化振興及び地域の活性化を図ることを目的とする。

（相互協力）

第２条　前条の目的を達成するため相互協力する内容は、次のとおりとする。

(1)　森鷗外に係る功績の顕彰に関すること。

(2)　森鷗外に係る情報交換に関すること。

(3)　文化事業等を通じた地域交流の促進に関すること。

(4)　その他自治体間で協議して定めた事項

（連絡担当部局の設置）

第３条　津和野町、北九州市及び文京区は、相互協力に関する連絡担当の部局をあらかじめ定め、相互に連絡するものとする。

（その他）

第４条　この協定に定めのない事項又は解釈に疑義を生じた事項については、その都度、津和野町、北九州市及び文京区の協議により定めるものとする。

この協定の締結を証するため、本書を３通作成し、各々署名の上、各１通をそれぞれが保有する。

平成２４年１０月３１日

所在地　島根県鹿足郡津和野町日原５４番地２５
名　称　津和野町
代表者　津和野町長　[illegible]

所在地　福岡県北九州市小倉北区城内１番１号
名　称　北九州市
代表者　北九州市長　北橋健治

所在地　東京都文京区春日一丁目１６番２１号
名　称　文京区
代表者　文京区長　成澤廣修

図 6.7-5　津和野町と文京区等との文化振興及び地域活性化協定

*文京区とは、これに先立ち「相互協力及び災害応援に関する協定」を締結

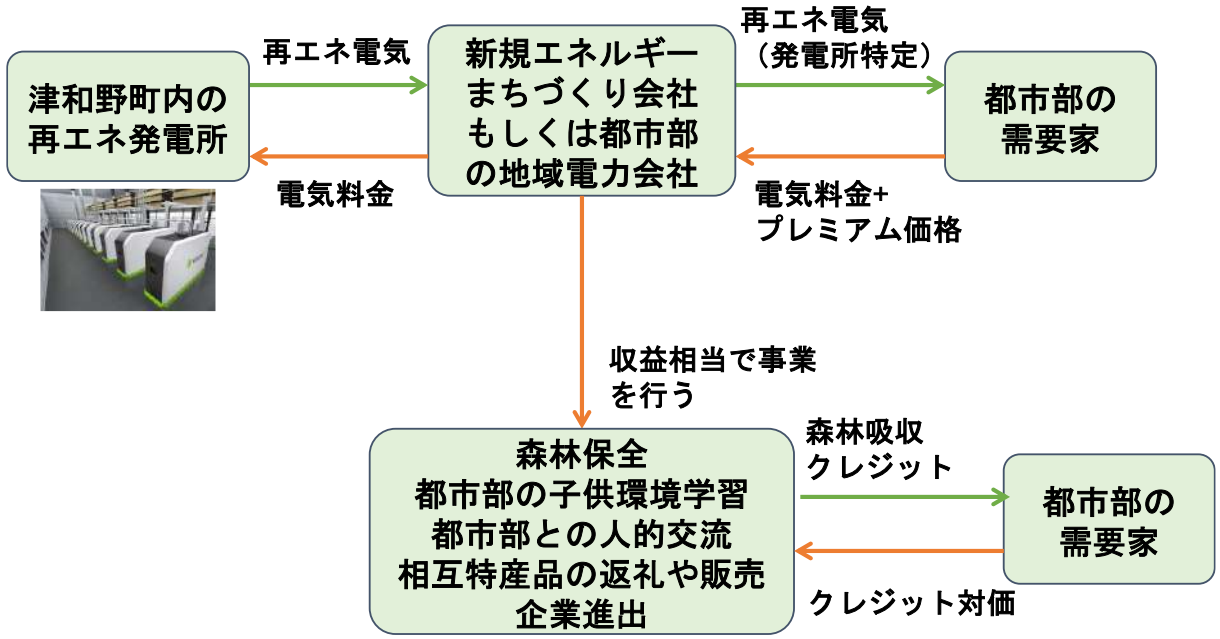


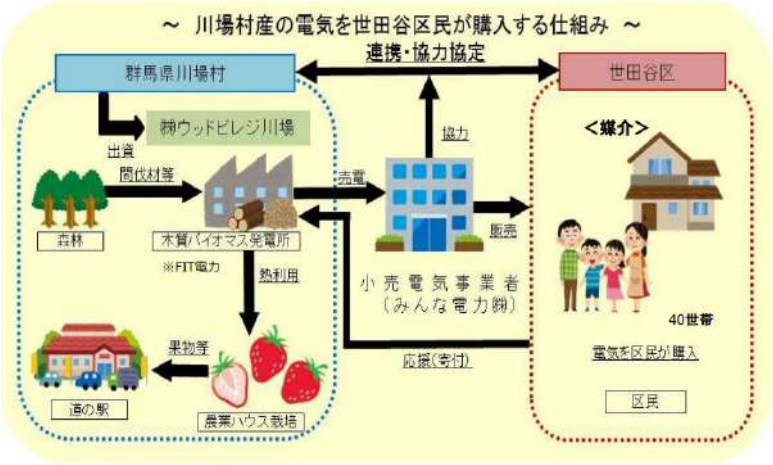

図 6.7-6　都市部との連携

**世田谷区と川場村の広域連携**

〇東京都世田谷区と群馬県川場村は、1981 年に「区民健康村相互協力協定」を締結し、区民および行政の相互交流を図ってきました。2016 年 2 月には、村内に建設したバイオマス発電（45kW ガス化発電）の電気を世田谷区に供給する「川場村における自然エネルギー活用による発電事業に関する連携・協力協定」を締結しました。
〇世田谷区、川場村、発電事業者及び建設会社、金融機関、小売電気事業者等で構成される協議会で事業内容の検討を行い、区民 40 世帯に電力を供給しています。
〇これを契機に、電気購入者、区民モニターを対象に川場村木質バイオマス発電施設等見学ツアーを開催し、間伐のデモンストレーションや発電所見学、農業（いちご）施設見学等を行い、木材生産から発電利用までの事業の一連の流れを学習・交流する活動を行っています。






世田谷区と川場村の自然エネルギー活用に関する連携・協定

出所：世田谷区「世田谷区における再生可能エネルギーを通じた自治体間連携」2018 年 9 月 21 日より

**隠岐の島町との森林環境保全に関する自治体間連携協定の締結**

〇豊中市と隠岐の島町は、森林環境保全に関する自治体間連携協定を令和 3 年 10 月 29 日に締結しました。

〇同協定では、隠岐の島町は森林環境保全に取り組み、豊中市は植樹、下刈り、間伐、除伐などの支援や間伐材の有効活用などの支援を行います。

（1）二酸化炭素の吸収量を増加させるための森林の整備に関すること

（2）森林資源や木材の有効活用に関すること

（3）双方の住民における自然とのふれあいや環境学習に関すること




出所：豊中市プレスリリース「隠岐の島町との森林環境保全に関する自治体間連携協定の締結について」

６．７．６　大学や研究機関との連携

森林保全や適切な施業にあたっては、津和野町の状況に合った適切な方法を採用する必要があり、専門の知見を持った大学や研究機関との連携を図り、指導を仰ぎつつ進めていくものとします。

また、森林の吸収源をクレジット化するにあたっては認証を得る必要がありますが、その際にも専門家からの指導を得ることで信頼性とクオリティを高めることができます。

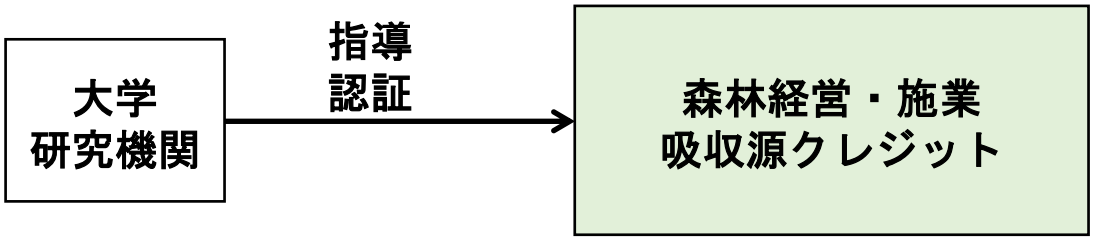



図 6.7-7　大学や研究機関との連携

## ６．８．１　水素利用

太陽光発電は自然変動型再エネと呼ばれ、需要量にあわせた発電ができないため蓄電池により電力の需給調整をすることが必要です。この需給調整に蓄電池の代わりに水素製造をおこなうことで余剰の電力を蓄電し、水素を自動車用燃料や熱源などに使用することができます。水素は蓄電池と比べて大量かつ長期間の貯蔵に適しているため、モビリティの燃料や需要地までが長距離である場合に優位とされています。

このような取組みは、自然変動型再エネの急速な普及に伴う電力系統安定化の要請から、再エネ先進国である欧州（特にドイツ）を中心に Power to Gas（PtG）と呼ばれ積極的に推進されています。

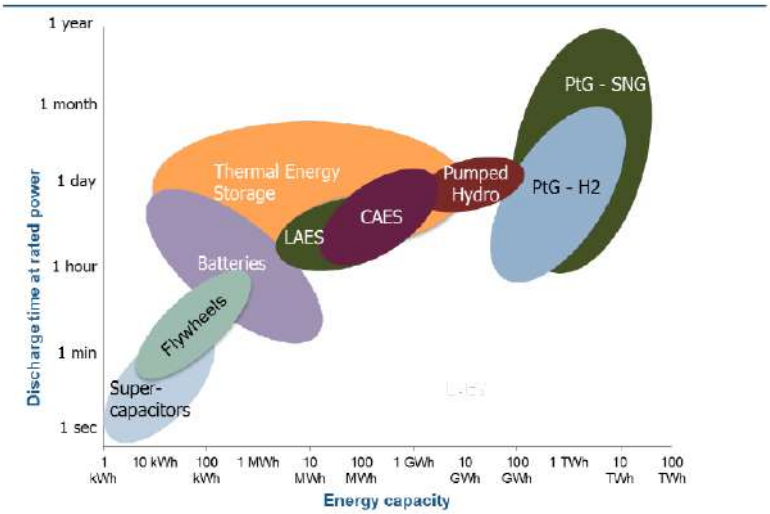



図 6.8-1　電力貯蔵技術の特性

出所：上図は WORLD ENERGY COUNCIL
「E-storage: Shifting from cost to value Wind and solar applications 2016」

モビリティの燃料として使えば、例えば観光客が使用する電動アシスト自電車の燃料に使用することもできます。再生可能エネルギーのまちづくりへの利用モデルとなります。

また、水素は、モビリティの燃料としてだけではなく、後述のカーボンリサイクルの原料として $CO_2$ とともに有用なものとなります。

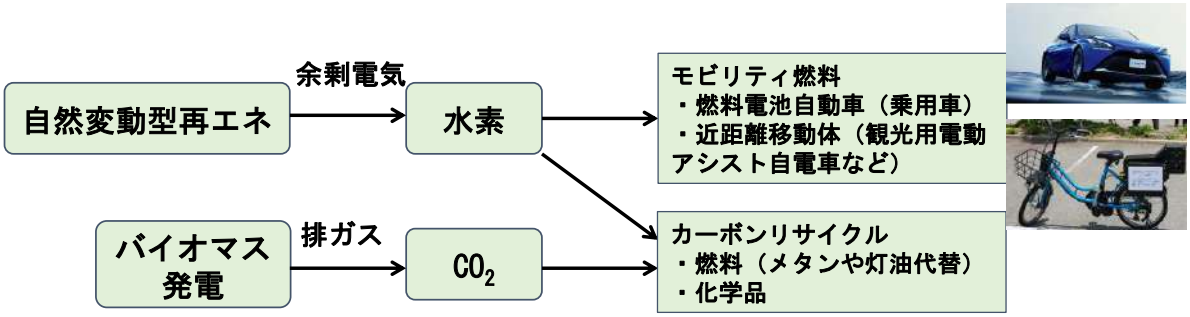



図 6.8-2　再エネ由来水素の活用

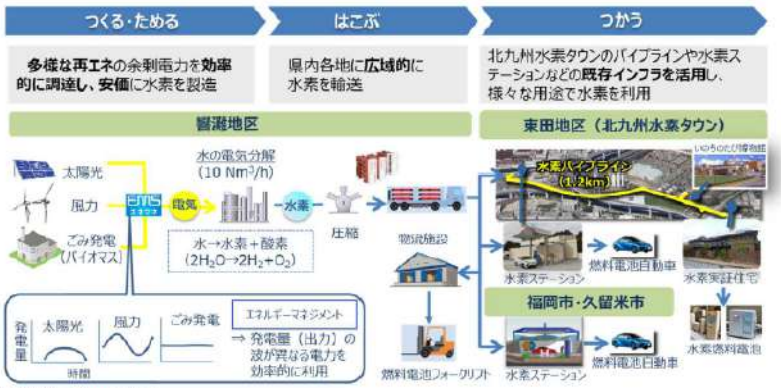
出所：図の FCV 写真はトヨタ自動車ウエブサイトより引用、電動アシスト自転車写真は山梨大学ウエブサイトより引用

**北九州市における地域の再エネを有効活用した $CO_2$ フリー水素製造・供給実証事業**

〇北九州市の地域電力会社である㈱北九州パワーは、北九州市、福岡県、IHI、福岡酸素、ENEOS 等と共同で、北九州市響灘地区に集積する太陽光発電や風力発電、北九州市内のごみ発電（バイオマス）などの複数の再エネ設備を有効活用することで、$CO_2$ を発生させずに水素をつくり、県内各地に「はこび」「つかう」ことを目指した、$CO_2$ フリー水素のサプライチェーンモデルを構築する実証プロジェクトを、環境省からの委託を受けて実施しております。

〇自然任せである太陽光や風力といった、再エネを利用した発電の普及が進む九州地域では、電力の需給バランスを維持するため、再エネの出力を抑える状況（出力制御）が発生しています。この余剰となる再エネを利用した $CO_2$ フリー水素を普及させるためには、再エネを効率的に利用した水素製造技術の確立、設備・機器のスケールアップ、コストダウンといった課題を解決する必要があります。

〇製造した水素を、響灘の物流施設、北九州水素タウンのパイプライン、県内各地の水素ステーションに運んで使うという、一連のサプライチェーンを運用し、水電解装置等の機器の規模や運用方法、安価な電力の調達などのシミュレーションもあわせて行い、$CO_2$ フリー水素の製造・供給モデルを構築します。




【事業関係者の役割】

| | | |
|---|---|---|
| 代表事業者 | ㈱北九州パワー | 事業の全体統括<br>事業展開モデルの検討、電力供給（焼却工場のごみ発電由来） |
| 共同実施者 | ㈱ＩＨＩ | 水電解活用型エネルギーマネジメントシステムの設計・開発・運用 |
| | 福岡酸素㈱ | 水素の圧縮・配送<br>水素ステーション（久留米市）での水素利用 |
| | ＥＮＥＯＳ㈱ | 水素パイプラインへの水素供給<br>水素ステーション（北九州市）での水素利用 |
| 北九州市 | | 水素利用先や関係機関との各種調整<br>実証フィールドの提供 |
| 福岡県 | | |

（協力企業）〇東レ㈱　：実証事業用地の提供、再エネ電力の供給
<太陽光>北九州 TEK&FP 合同会社、<マルチレンズ風車>九州大学/㈱リアムウインド
〇岩谷産業㈱：実証フィールド及び水素パイプラインの提供

北九州市における地域の再エネを有効活用した $CO_2$ フリー水素製造・供給実証事業

出所：㈱北九州パワー、北九州市プレスリリース　令和 2 年 11 月 24 日より

### ６．８．２　バイオマス発電所からの $CO_2$ 分離回収

2050 年のネットゼロに向けて、国や先進企業が中心となり発電所などの排ガスに含まれる $CO_2$ を回収して、燃料や鉱物などとして再生する技術（カーボンリサイクルと呼びます）の実証が進められています。現在、実用化に向けて技術は途上ですが、これの商用化が可能となれば $CO_2$ を減らす手段として有効であるため、技術的動向を見つつ津和野町でも導入を検討します。

特に、バイオマス発電から排出される $CO_2$ は、バイオマス由来のため排出してもカーボンニュートラルですが、これを回収して何らかの方法で固定化させることが出来ればネガティブとなります。こうした最新の技術動向にも注視をしていきたいと考えます。

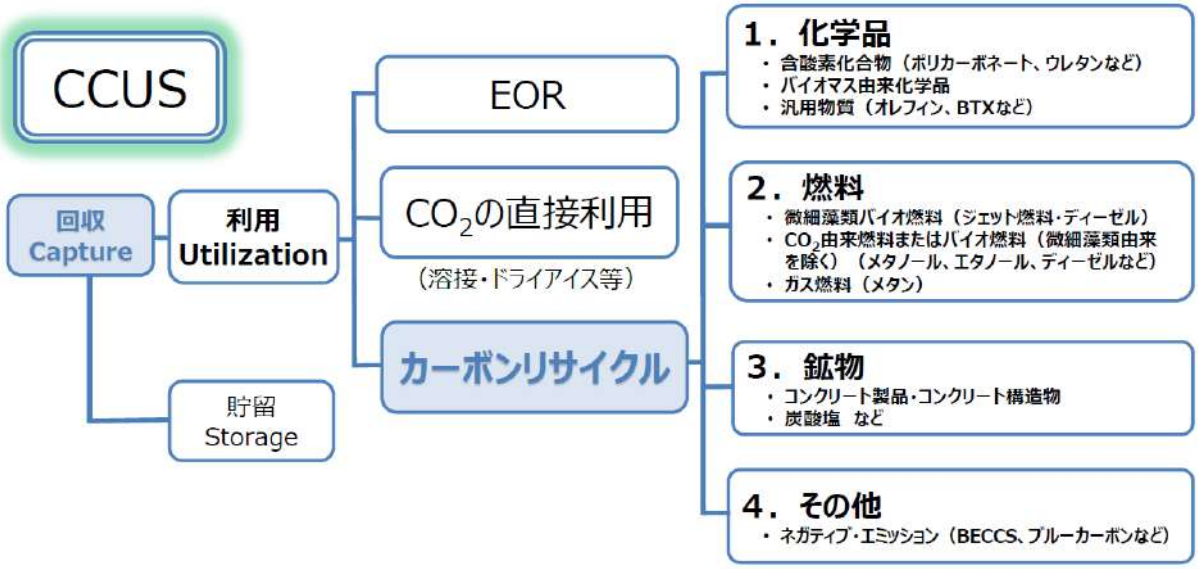



図 6.8-3　カーボンリサイクルの種類

*CCUS とは、「Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage」の略で、分離・貯留した $CO_2$ を利用しようというもの

出所：経済産業省「カーボンリサイクル技術ロードマップ」令和元年 6 月

### ６．８．３　湿潤系複合バイオマス処理センター

バイオマス資源としては、木質バイオマス以外に、生ごみやし尿汚泥、畜産廃棄物などの湿潤系バイオマスがあります。これらのバイオマスは水分を多く含んでいるので輸送・保管や臭気への配慮が必要で、処理や利用が困難であるとされています。

現在、津和野の生ごみやし尿汚泥は益田地区広域クリーンセンターで焼却処理されていますが。これらを集約化しバイオガス化処理するとともに残渣を堆肥として活用する施設の整備を検討します。

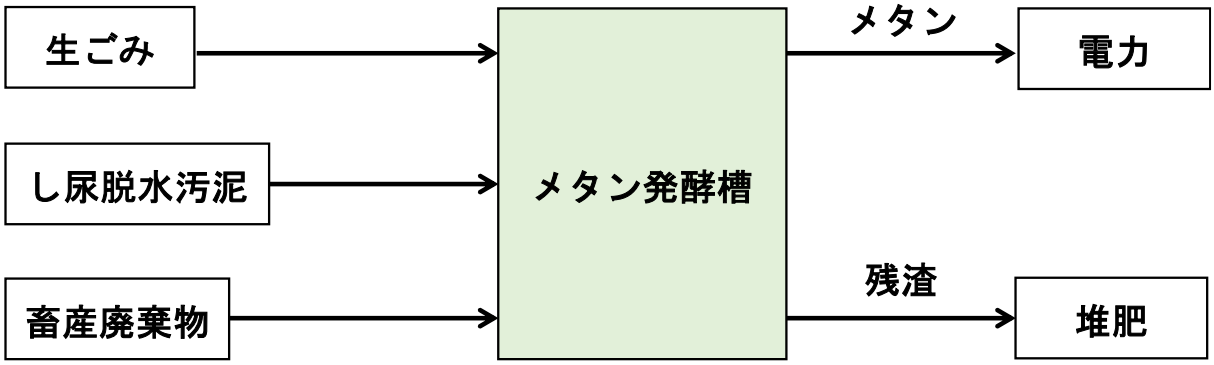



図 6.8-4　湿潤系複合バイオマス処理センター

経済及び社会の持続的発展に資する取り組みを重点的に進める区域として、「地域脱炭素化重点区域」を設定します。本町では、「日原地域」と「津和野駅周辺地域」が考えられます。

### ６．９．１　日原地域

日原地域は、津和野町行政の中心地域として、町役場の本庁舎や図書館、公民館、小中学校が立地し、人口も町内で最も多くを要する地域です。

この地域に重点的に再エネを導入し脱炭素を図ることで、公共施設による率先導入を図ると共に、災害時における重要施設の事業継続を可能とすることができます。




図 6.9-1　日原地域

出所：津和野町勢要覧

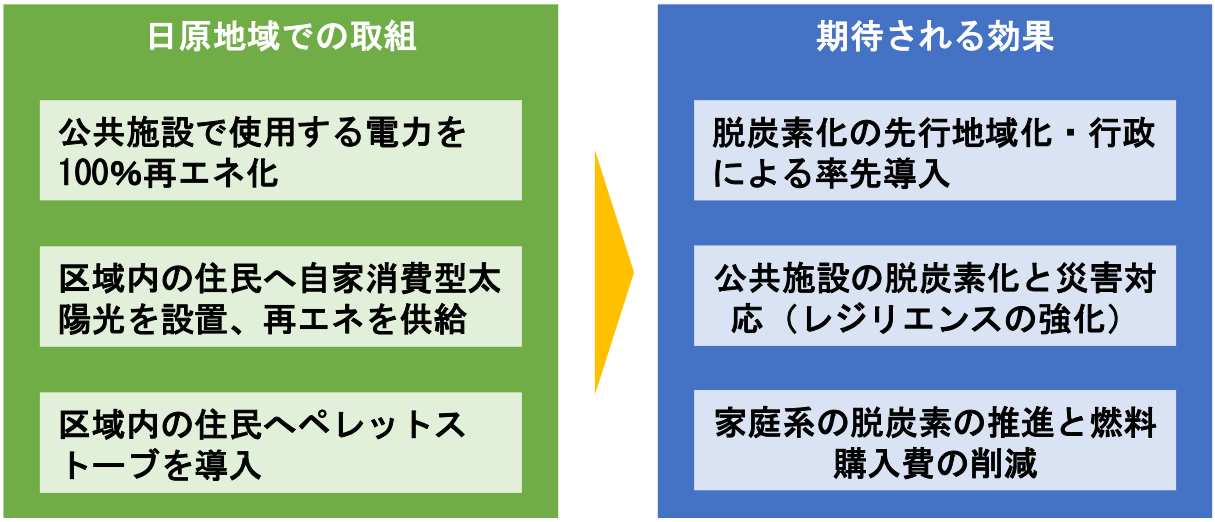



図 6.9-2　日原地域での重点取組と期待される効果

### ６．９．２　津和野駅周辺地域

津和野駅周辺地域は、山陰の小京都と呼ばれる美しい街並みがつづく城下町です。地域には水路があり旧家も残っています。

森鷗外の旧宅や津和野城址をはじめとする観光資源により多くの観光客が訪れる地域であるとともに、殿町には役場の津和野庁舎があり、行政の中心地でもあります。この地域の一部は平成25 年 8 月 7 日に国の「重要伝統的建造物群保存地区」に選定されました。

この地域の公共施設や宿泊施設、民家等の民生部門で使用する電力を再エネ 100%にするとともに、観光客の移動手段に電気モビリティを用意し、周遊観光を設定する等、再エネによる脱炭素と観光客の利便性向上、誘客の増加による地域経済活性化を目指すことができます。

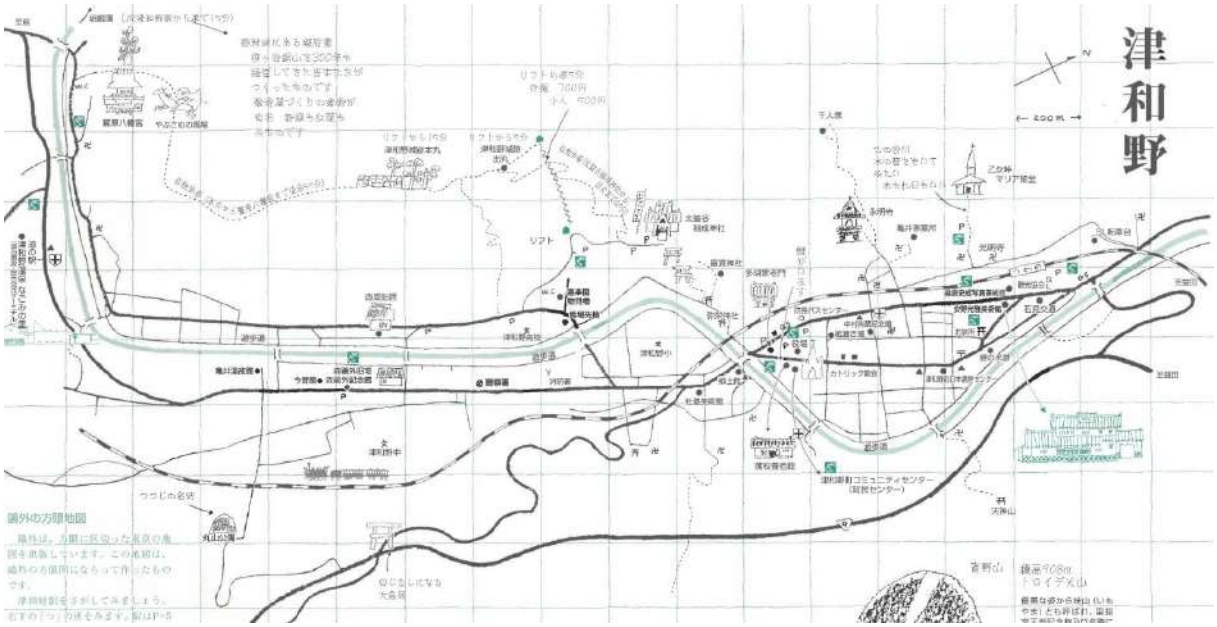



図 6.9-3　津和野駅周辺地図

出所：津和野町観光協会



図 6.9-4　重要伝統的建造物群保存地区の街並み

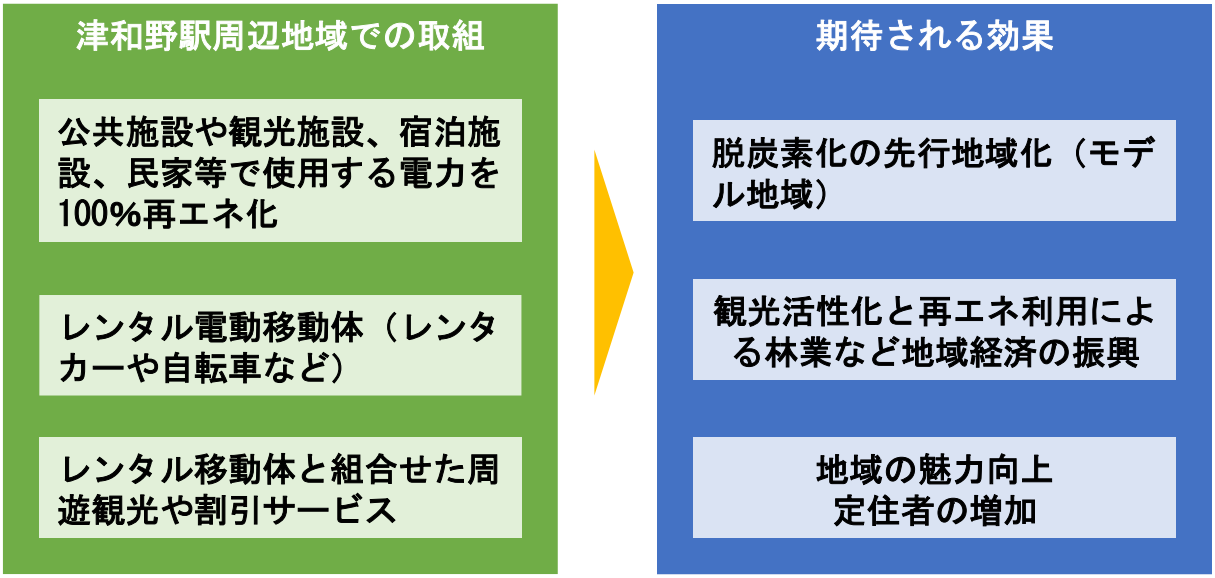



図 6.9-5　津和野駅周辺地域での重点取組と期待される効果



図 6.9-6　一人乗り電動モビリティ（トヨタコムス：町民所有）

## ７．官民連携で行う地域再エネ事業の実施・運営体制の構想

### ７．１ 実施・運営体制

地球温暖化対策計画においては、地球温暖化対策の基本的考え方の一つとして、「評価・見直しプロセス（PDCA：Plan,Do,Check,Act）の重視」が掲げられており、政府は、同計画の実効性を常に把握し確実にするため、同計画策定後、各対策について政府が講じた施策の進捗状況等について、対策評価指標等を用いつつ点検し、必要に応じて機動的に同計画を見直すとしています。本戦略においても、その実効性を高めるために、PDCA を実施することが重要です。

具体的には、本戦略に従って毎年度施策を実施し、その進捗状況を次項で掲げる評価指標によって把握した上で、必要に応じた改善を検討します。その際、脱炭素技術の研究開発や普及の動向等も踏まえることが重要です。この毎年度の PDCA を繰り返した上で、計画期間全体の進捗を評価し、戦略の見直しを検討します。

この PDCA を実施する上で中心的役割を果たすのが**「津和野カーボンゼロ協議会」**です。津和野町長を会長に、再エネの導入と供給に関わる町内のあらゆる関係主体が参加します。地球温暖化対策においては、全ての関連主体が参画する体制を構築し運営していくことが重要です。加えて、横断的な庁内体制は、温暖化対策と関連する施策を効果的に実施するためにも必要です。ここでは、バイオマスの生産者やエネルギーの生産・供給主体などの幅広い主体の参加と、新たに設置されるゼロカーボンを推進する部署及び総合政策、環境、農政、建設等に関する横断的な庁内部署で構成される事務局による構成としました。横断的な庁内部局で進捗を管理することで、庁内のあらゆる業務の運営において、ゼロカーボンの考え方を織り込んでいくことが求められます。

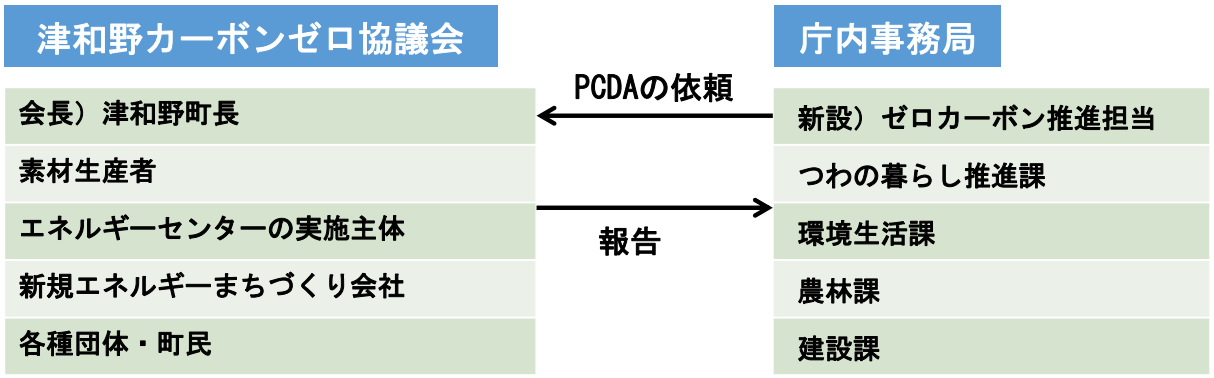



図 7.1-1　津和野カーボンゼロ協議会（案）

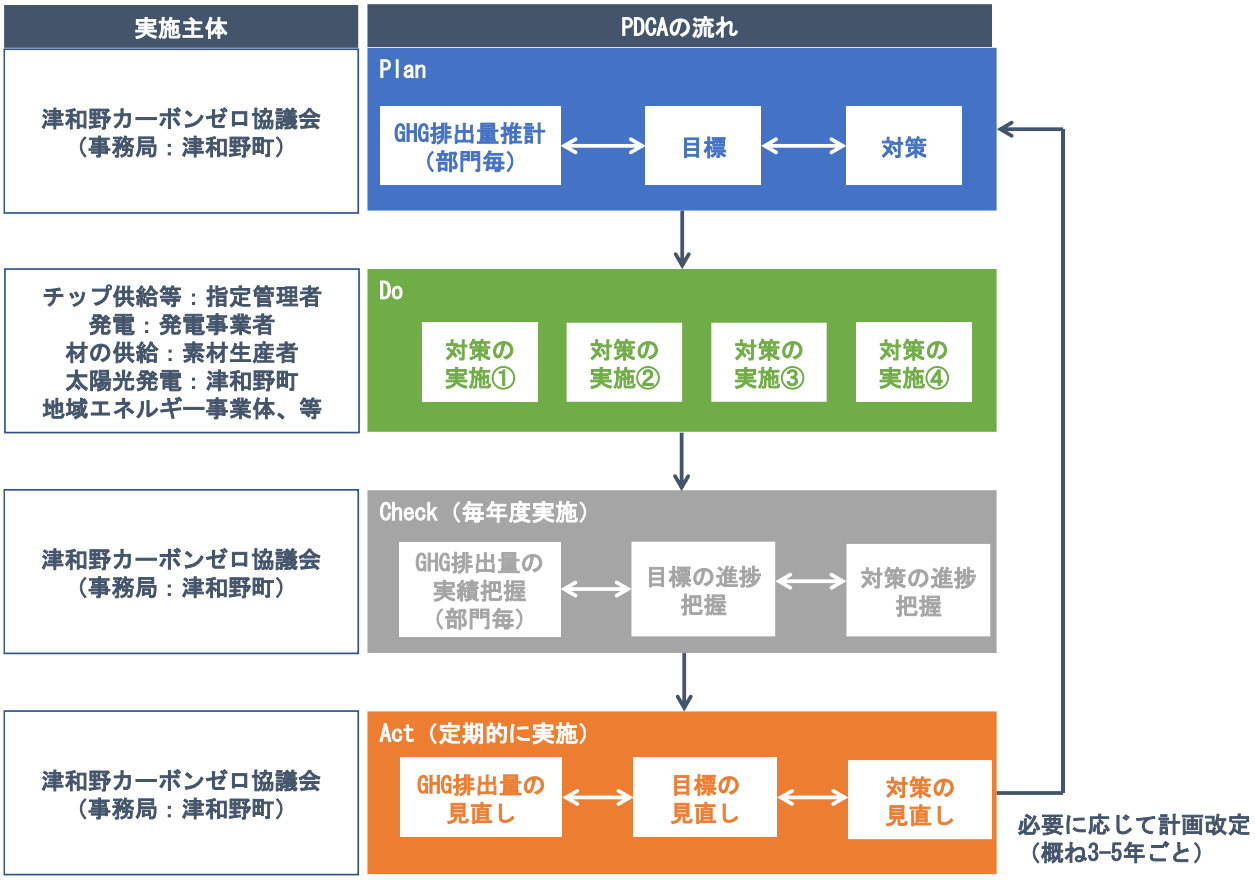



図 7.1-2　PDCA の全体像

## ７．２ 進捗管理の指標

PDCA の進捗管理は対策毎に指標を用いて状況を把握、管理します。以下に、対策毎に管理すべき指標を整理しました。

ここで重要になってくるのが、再エネ発電量などの指標を把握し整理するための管理体制です。庁内に、これらの指標と庁舎などで使用する電気データを集中して管理するような体制の整備が求められます。

進捗管理を行うコアの指標を以下に整理します。コア指標は、主に発電容量（kW）で示されています。再エネの導入量と $CO_2$ 排出削減を直接的に示す指標として、これによって戦略の進捗管理を行います。

表 7.2-1　進捗管理指標（コア指標：木質バイオマス・太陽光発電）

| 施策 | $CO_2$削減量 | フェーズⅠ（2023-2030年）*可及的速やかに着手 | フェーズⅡ（2031-2040年）＊社会的技術的情勢を見つつ速やかに着手 | フェーズⅢ（2041-2050年）＊現状では諸条件から難しい対策 |
|---|---|---|---|---|
| 木質バイオマス | | 削減量9,900t$CO_2$/年 | 削減量9,900t$CO_2$/年 | 削減量9,900t$CO_2$/年 |
| バイオマスエネルギーセンター | 発電と熱利用で4,400t$CO_2$/年 | 発電480kW（40kW×12台）<br>熱1,200kW（100kW×12台） | | |
| 単機のバイオマス発電 | 3ヶ所合計で1,200t$CO_2$/年 | 発電120kW（40kW×3か所）<br>熱300kW（100kW×3か所） | | |
| なごみの里へ乾燥チップ供給 | （単機発電に含む） | 430t/年 | | |
| ペレット燃料 | 現状導入量と合わせて30t$CO_2$/年 | 新規10台導入 | | |
| バイオマスエネルギーセンター第2発電所 | 発電と熱利用で4,400t$CO_2$/年 | 発電480kW（40kW×12台）<br>熱1,200kW（100kW×12台） | | |

| 施策 | $CO_2$削減量 | フェーズⅠ（2023-2030年）*可及的速やかに着手 | フェーズⅡ（2031-2040年）＊社会的技術的情勢を見つつ速やかに着手 | フェーズⅢ（2041-2050年）＊現状では諸条件から難しい対策 |
|---|---|---|---|---|
| 太陽光発電 | | 導入量7,700kW<br>削減量4,400t$CO_2$/年 | 導入量15,500kW<br>削減量8,800t$CO_2$/年 | 導入量23,200kW<br>削減量13,200t$CO_2$/年 |
| 住宅自家消費 | 380kWで210t$CO_2$/年 | 380kW<br>（75件程度） | 750kW<br>（150件程度） | 1,100kW<br>（225件程度） |
| 公共施設災害対応 | 100kWで60t$CO_2$/年 | 100kW | 190kW | 290kW |
| カーポート | 100kWで60t$CO_2$/年 | 100kW | 200kW | 300kW |
| ため池 | 560kWで320t$CO_2$/年 | 560kW | 1,100kW | 1,700kW |
| 営農型 | 6,500kWで3,700t$CO_2$/年 | 6,500kW | 13,000kW | 19,500kW |
| 事業者 | 100kWで60t$CO_2$/年 | 100kW | 200kW | 300kW |

表 7.2-2　進捗管理指標（コア指標：中小水力発電・炭素固定）

| 施策 | $CO_2$削減量 | フェーズⅠ<br>（2023-2030年）<br>*可及的速やかに着手 | フェーズⅡ<br>（2031-2040年）<br>＊社会的技術的情勢を見つつ速やかに着手 | フェーズⅢ<br>（2041-2050年）<br>＊現状では諸条件から難しい対策 |
|---|---|---|---|---|
| 中小水力発電 | | | 導入量60kW<br>削減量150t$CO_2$/年 | 導入量220kW<br>削減量550t$CO_2$/年 |
| 農業水利施設 | 50kWで130t$CO_2$/年 | | 50kW | 100kW |
| 河川 | 100kWで250t$CO_2$/年 | | | 100kW |
| 水道管 | 10kWで30t$CO_2$/年 | | 10kW | 20kW |

| 施策 | フェーズⅠ<br>（2023-2030年）<br>*可及的速やかに着手 | フェーズⅡ<br>（2031-2040年）<br>＊社会的技術的情勢を見つつ速やかに着手 | フェーズⅢ<br>（2041-2050年）<br>＊現状では諸条件から難しい対策 |
|---|---|---|---|
| 炭素固定 | | | |
| バイオマス発電所由来のバイオ炭の農地管理（40kW×27台） | 380t$CO_2$/年 | | |
| 森林吸収源（成長量の22%施業：5年間合計の施業面積460ha程度） | 71,000t$CO_2$/年 | 62,000t$CO_2$/年 | 56,000t$CO_2$/年 |

コア指標を補完するものとして、サブ指標があげられます。すなわち、発電設備は導入されたが、何らかの支障により稼働しない等の要因で、$CO_2$排出削減につながらないことがあるためです。必要に応じて以下のサブ指標を管理し、状況を理解する上で必要な要因分析を行います。

表 7.2-3　サブ指標（コア指標を補完する指標）

| 脱炭素対策 | 進行管理指標 | 指標で把握すること |
|---|---|---|
| 木質バイオマス | 発電量（kWh/年） | 系統電力代替による$CO_2$削減効果 |
| | 発電所の排熱利用量（kWh/年） | 灯油等の燃料代替による$CO_2$削減効果 |
| | ボイラー向け乾燥チップ利用量（t/年） | 灯油等の燃料代替による$CO_2$削減効果 |
| | ペレット燃料利用量（t/年） | 灯油等の燃料代替による$CO_2$削減効果 |
| | バイオチャーの燃料利用量（t/年） | 灯油等の燃料代替による$CO_2$削減効果 |
| | バイオチャーの農地貯留量（t/年） | 炭素固定化効果 |
| 太陽光発電 | 住宅や事業者における太陽光発電の<br>導入件数（件/年）<br>導入量（kW/年）<br>発電量（kWh/年） | 系統電力代替による$CO_2$削減効果 |
| | 公共施設での太陽光発電の<br>導入件数（件/年）<br>導入量（kW/年）<br>発電量（kWh/年） | 系統電力代替による$CO_2$削減効果 |
| | ソーラーカーポートの<br>導入件数（件/年）<br>導入量（kW/年）<br>発電量（kWh/年） | 系統電力代替による$CO_2$削減効果 |
| | ため池での太陽光発電の<br>導入件数（件/年）<br>導入量（kW/年）<br>発電量（kWh/年） | 系統電力代替による$CO_2$削減効果 |
| | 営農型太陽光発電の<br>導入件数（件/年）<br>導入量（kW/年）<br>発電量（kWh/年） | 系統電力代替による$CO_2$削減効果 |
| 中小水力 | 農業水利施設等での中小水力の<br>導入件数（件/年）<br>導入量（kW/年）<br>発電量（kWh/年） | 系統電力代替による$CO_2$削減効果 |
| 森林保全 | 自抜型施業の伐採量（t/年） | 自抜型林家の育成の度合い |
| | 広葉樹の伐採量（t/年） | 広葉樹の伐採促進の進捗状況 |
| | 森林再植林面積（ha/年） | 森林整備の進捗状況 |
| | 吸収量（$tCO_2$/年） | 炭素固定化効果 |
| 再エネの地域還元 | 地産地消率（町内で消費された再エネの量÷町内で発電された再エネの量） | 町内への再エネ価値の還元 |
| 再エネ導入調査 | 適地可能性調査実施件数（件/年） | 新たな再エネ開発の進捗状況 |
| 革新的技術 | 実証の検討件数（件/年）<br>導入件数（件/年） | $CO_2$削減効果の把握 |

令和 3 年 6 月、国・地方脱炭素実現会議において「地域脱炭素ロードマップ」が決定されました。地域脱炭素ロードマップでは、5 年間に政策を総動員し、人材・技術・情報・資金を積極的に支援することで、次の二つの取組みを実施することが示されています。

1 点目は、地方公共団体や地元企業・金融機関等が中心となって 2030 年までに少なくとも 100 か所の**「脱炭素先行地域」**を創出し、地域特性に応じた先行的な取組実施の道筋をつけるとされています。これにより、多様な地域において、地域課題を解決し住民の暮らしの質向上を実現しながら脱炭素に向かう取組の方向性を示します。

2 点目に、2030 年度目標及び 2050 年カーボンニュートラルの実現に向け、脱炭素の基盤となる重点対策を全国で実施するとしています。

津和野町においても、本戦略の策定と区域施策編の改定を踏まえ、こうした国の事業に積極的に参加していくことが望まれます。

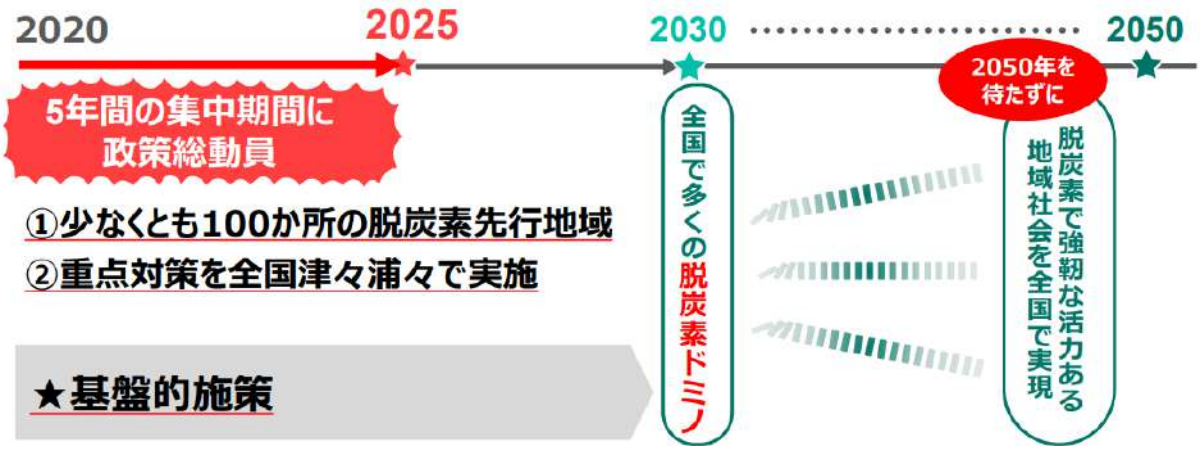



図 7.3-1　地域脱炭素ロードマップの全体像

出所：国・地方脱炭素実現会議「地域脱炭素ロードマップ【概要】」令和 3 年 6 月 9 日

脱炭素先行地域に選定された自治体は、再エネ設備の導入や再エネ利用最大化のための基盤インフラ設備や省 $CO_2$ 等設備の導入、これらと一体となってその効果を高めるために実施するソフト事業に対して交付金により支援を受けることができます。

| 事業区分 | 脱炭素先行地域づくり事業 | 重点対策加速化事業 |
|---|---|---|
| 交付要件 | ○脱炭素先行地域に選定されていること<br>（一定の地域で民生部門の電力消費に伴うCO2排出実質ゼロ達成　等） | ○再エネ発電設備を一定以上導入すること<br>（都道府県・指定都市・中核市：1MW以上、その他の市町村：0.5MW以上） |
| 対象事業 | **（1）CO2排出削減に向けた設備導入事業　（①は必須）**<br>**①再エネ設備整備（自家消費型、地域共生・地域裨益型）**<br>地域の再エネポテンシャルを最大限活かした再エネ設備の導入<br>・再エネ発電設備：太陽光、風力、中小水力、バイオマス　等<br>・再エネ熱利用設備/未利用熱利用設備：地中熱、温泉熱　等<br>**②基盤インフラ整備**<br>地域再エネ導入・利用最大化のための基盤インフラ設備の導入<br>・自営線、熱導管<br>・蓄電池、充放電設備<br>・再エネ由来水素関連設備<br>・エネマネシステム　　等<br>**③省CO2等設備整備**<br>地域再エネ導入・利用最大化のための省CO2等設備の導入<br>・ZEB・ZEH、断熱改修<br>・ゼロカーボンドライブ（電動車、充放電設備等）<br>・その他省CO2設備（高機能・高効率換気・空調、コジェネ等）<br>**（2）効果促進事業**<br>（1）「CO2排出削減に向けた設備導入事業」と一体となって設備導入の効果を一層高めるソフト事業　等 | **①～⑤のうち２つ以上を実施　（①又は②は必須）**<br>**①屋根置きなど自家消費型の太陽光発電**<br>（例：公共施設等の屋根等に自家消費型の太陽光発電設備を設置する事業）<br>**②地域共生・地域裨益型再エネの立地**<br>（例：未利用地、ため池、廃棄物最終処分場等を活用し、再エネ設備を設置する事業）<br>**③公共施設など業務ビル等における徹底した省エネと再エネ電気調達と更新や改修時のZEB化誘導**<br>（例：新築・改修予定の公共施設において省エネ設備を大規模に導入する事業）<br>**④住宅・建築物の省エネ性能等の向上**<br>（例：ZEH、ZEH＋、既築住宅改修補助事業）<br>**⑤ゼロカーボン・ドライブ**※<br>（例：地域住民のEV購入支援事業、EV公用車を活用したカーシェアリング事業）<br>※再エネとセットでEV等を導入する場合に限る<br>（①⑤については、国の目標を上回る導入量、④については国の基準を上回る要件とする事業の場合、単独実施を可とする。） |
| 交付率 | 原則２／３　※①（太陽光発電設備除く）及び②について、財政力指数が全国平均（0.51）以下の自治体は3/4。②③の一部は定額 | ２／３～１／３、定額 |
| 事業期間 | おおむね５年程度 | |
| 備考 | ○複数年度にわたる交付金事業計画の策定・提出が必要（計画に位置づけた事業は年度間調整及び事業間調整が可能）<br>○各種設備整備・導入に係る調査・設計等や設備設置に伴う付帯設備等も対象に含む | |

図 7.3-2　地域脱炭素移行・再エネ推進交付金

出所：環境省令和 4 年度令和 4 年度環境省重点施策集（令和 3 年 12 月）

脱炭素先行地域に選定されるためには、脱炭素先行地域内の民生部門の電力消費に伴う温室効果ガスを実質ゼロにすること等様々な用件があります。この内、脱炭素先行地域の範囲については次項に示すような類型がありますが、先述した地域脱炭素化重点地域（「日原地域」と「津和野駅周辺地域」）を脱炭素先行地域として位置付けていくことも考えられます。

**脱炭素先行地域で実現する削減レベルの要件と脱炭素先行地域の類型**

〇脱炭素先行地域で実現する削減レベルの要件は、地域特性に応じた効果的・効率的な手法を活用し、2030 年度までに、「脱炭素先行地域の範囲の類型」で示すような範囲内で、地域と暮らしに密接に関わる分野の温室効果ガスの削減に取り組み、民生部門（家庭部門及び業務部門）の電力消費に伴う $CO_2$ 排出について実質ゼロの実現とします。

〇また、運輸部門や熱利用等も含めてそのほかの温室効果ガス排出削減についても、我が国全体の 2030 年度目標と整合する削減を地域特性に応じて実現することとし、またそれらの実現の道筋を、2025 年度までに立てることとします。

**●住生活エリア** 住宅屋根・駐車場の太陽光、ZEH化、断熱性の向上

- A) **住宅街・団地**（戸建て中心）
- B) **住宅街・団地**（集合住宅中心）

**●ビジネス・商業エリア** 敷地内の太陽光発電、再エネ熱利用

- C) **地方の小規模市町村等の中心市街地**（町村役場・商店街等）
- D) **大都市の中心部の市街地**（商店街・商業施設、オフィス街・業務ビル）
- E) **大学キャンパスなどの特定サイト**

**●自然エリア** 営農型太陽光発電、洋上風力、地熱発電、農作業の効率化、森林整備

- F) **農山村**（農地・森林を含む農林業が営まれるエリア）
- G) **漁村**（漁業操業区域や漁港を含む漁業が営まれるエリア）
- H) **離島**
- I) **観光エリア・国立公園**（ゼロカーボンパーク）

**●施設群**

- J) **公的施設等のエネルギー管理を一元化することが合理的な施設群**

本編　以上