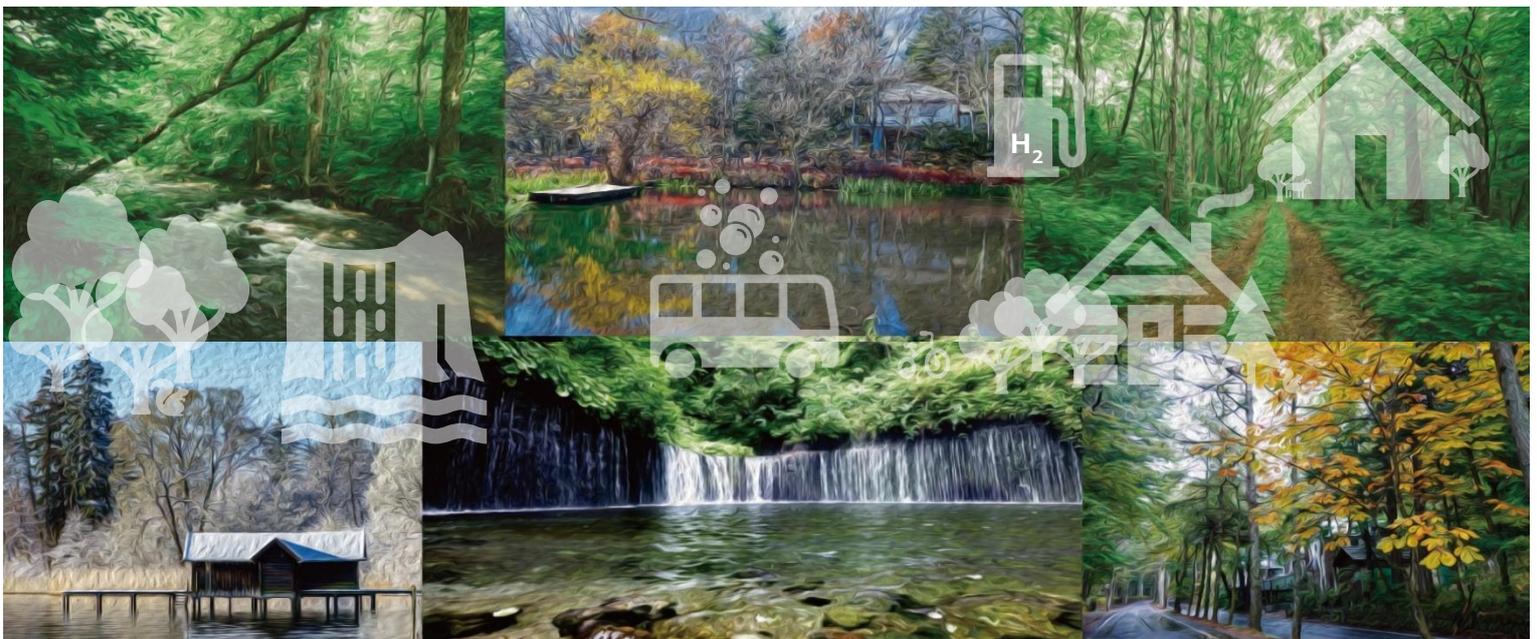




# 軽井沢町 再エネポテンシャル調査 結果報告書



令和5年8月

軽井沢町





# 目次

---

はじめに ～2050年の軽井沢町～	2
1. 将来ビジョン	4
1 「脱炭素高原保養都市」の実現に向けて	4
2. 町の現状	6
2 地球温暖化と町の動き	6
3 町の温室効果ガス排出量	8
4 2050年の温室効果ガス排出量	10
3. 再生可能エネルギーのポテンシャル	12
1 再生可能エネルギーとは	12
2 町に適した再生可能エネルギー	12
省エネ化施策	21
1 省エネ化施策	21
4. 脱炭素ロードマップ	23
1 2050年までの脱炭素ロードマップ	23
2 「脱炭素高原保養都市」のためにできること	24

---

## はじめに ～2050年の軽井沢町～

### 軽井沢「脱炭素高原保養都市」構想

#### コンセプト

軽井沢は、自然豊かな高原保養都市として世界的に愛されている町です。

地域資源を生かした再生可能エネルギーや水素エネルギー等を導入し、地域循環をさせてゼロカーボン達成することで、世界に向けて「脱炭素高原保養都市」という新たな軽井沢の姿を示します。

#### 地域の資源・特徴

- ◆ ホテル・飲食店が多い
- ◆ 特に観光シーズンは自動車交通量が多い
- ◆ 避暑地であり夏期と冬期の人口差が激しい
- ◆ 人口増加地域であり、新築住宅、マンションが増加している
- ◆ 森林・水資源が豊富である

#### ビジョンの方向性

- ◆ 住宅・公共施設・ホテル等を中心に太陽光発電設備を設置
- ◆ 豊富な自然を守りつつ、自然を生かした再エネを活用
- ◆ 食品残渣をバイオガス化させることで資源循環と省エネを両立させる
- ◆ 発電した電力は地域に給電するとともに、蓄電・水素化する
- ◆ 環境配慮型自動車（EV・FCV）を導入し、交通の脱炭素化を図る





## 1. 将来ビジョン

### 1 「脱炭素高原保養都市」の実現に向けて

町は、町民、企業、各種団体等と連携し、2050年までに町内の温室効果ガス排出量を実質ゼロにすることを目指します。

具体的には、太陽光、中小水力発電、木質バイオマス、廃棄物バイオマス、水素等の地域資源を活用してエネルギーの地産地消を図り、2030年までに2013年度比で46%、2050年までに100%の温室効果ガス削減を掲げます。

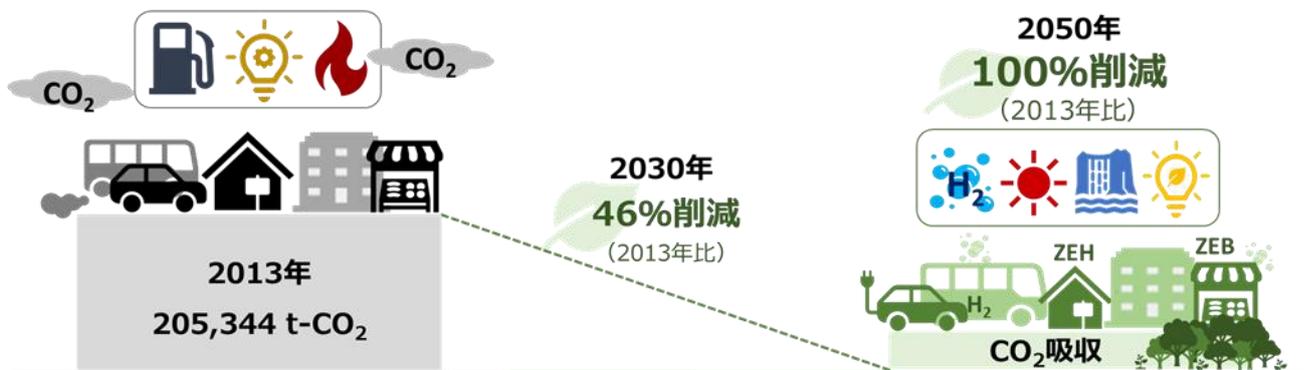


図 1 町の温室効果ガス削減目標



#### コラム ZEH・ZEBとは？

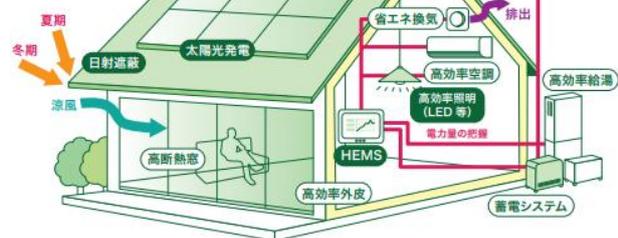


ZEH (net Zero Energy House) は、外皮の断熱性能等を大幅に向上させるとともに、高効率な設備システムの導入により、室内環境の質を維持しつつ大幅な省エネルギーを実現した上で、再生可能エネルギーを導入することにより、年間の一次エネルギー消費量の収支をゼロとすることを旨とした住宅です。

ZEB (net Zero Energy Building) とは、建築計画の工夫による日射遮蔽・自然エネルギーの利用、高断熱化、高効率化によって大幅な省エネルギー化を実現した上で、太陽光発電等によってエネルギーを創り、年間に消費するエネルギー量が大幅に削減されている最先端の建築物です。

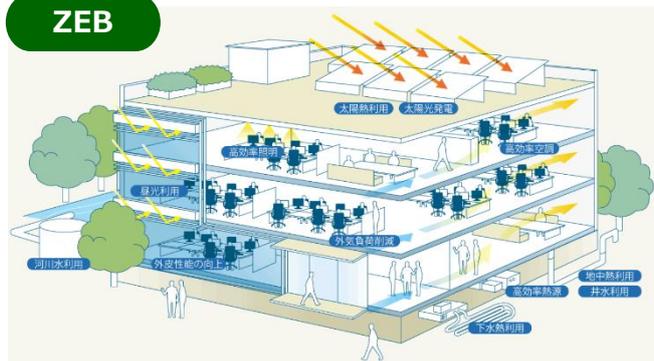
ZEB を実現・普及することにより、業務部門におけるエネルギー需給構造を抜本的に改善することが期待されます。

#### ZEH



出典) 日本のエネルギー2022年2月(資源エネルギー庁)

#### ZEB



出典) 資源エネルギー庁 HP

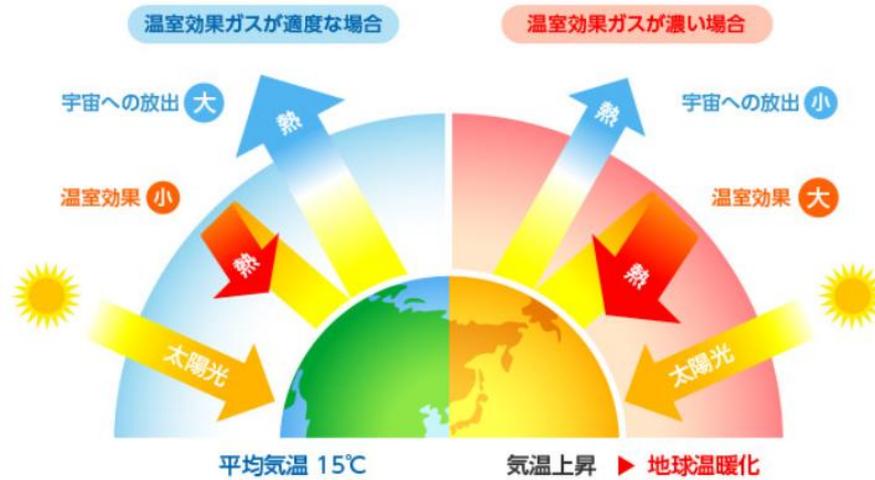


## 地球温暖化のしくみ



人間の活動が活発になるにつれて、大気中に含まれる二酸化炭素等「温室効果ガス」が大気中に放出され、自然の熱バランスが変化することによって地球全体の平均気温が上昇している現象のことです。

地球の表面は窒素や酸素等の大気に覆われています。大気中には、温室効果ガスがわずかに含まれており、太陽からの光で温められた熱（赤外線）を吸収し再び放出する性質（温室効果）があります。この温室効果により地球の平均気温はおよそ 14℃に保たれています。温室効果ガスが増えすぎると、地球の温度がうまく調節できなくなるため地球温暖化という問題が起きてしまっています。



### 地球温暖化のしくみ

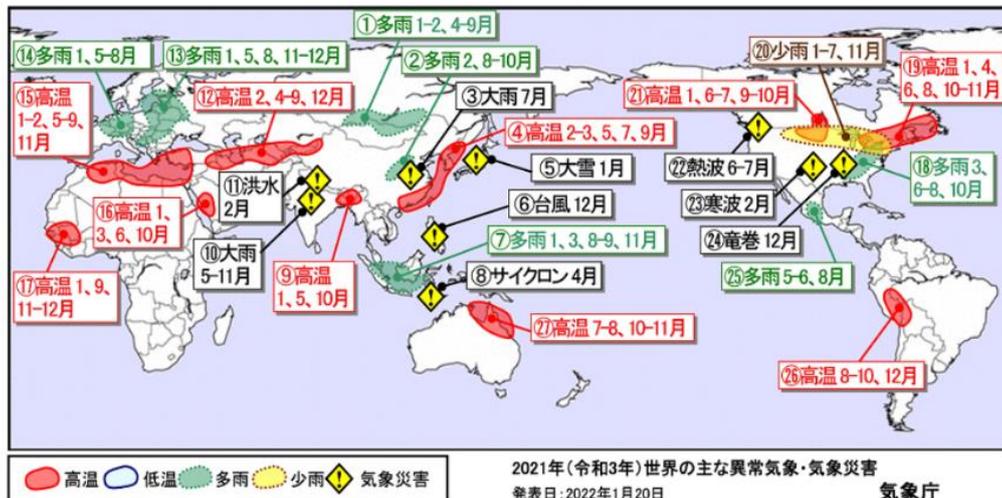
出典) 一般社団法人日本ガス協会



## 地球温暖化がもたらす影響

地球規模で気温が上昇すると、海水の膨張や氷河等の融解による海面上昇や気候変動による異常気象が頻発する恐れがあり、自然生態系や生活環境、農業等への影響が懸念されています。

地球温暖化の国際調査団体である気候変動に関する国際間パネルが公表した「第6次評価報告書」の第1作業部会報告書では、東アジアを含む多くの地域で極端な高温や大雨の頻度が増加したこと、地球温暖化の進行に伴い今後も極端な高温や大雨等が起こるリスクが増加するとしています。



### 世界の異常気象

出典) 国土交通省 気象庁データ「主な天候の特徴・気象災害」

## 2. 町の現状

### 2 地球温暖化と町の動き

国内外で自然災害が多発する中、町においても大雨、暴風やそれに伴う倒木、河川の氾濫、長期間の停電、大雪等も頻繁に発生するようになり、早急な対策が必要となっています。

こうした状況を受けて、町では 2020 年 3 月 18 日に 2050 年までに CO<sub>2</sub> 排出実質ゼロを目指すゼロカーボンシティを宣言しました。



#### 町の被害状況

(左：2019 年東日本台風（台風第 19 号）による町の被害、右：平成 26 年 2 月記録的な大雪による町の被害)

**軽井沢町「CO<sub>2</sub>排出実質ゼロ」宣言**  
～ゼロカーボンシティへ向けて～

世界各地で記録的な高温、大雨、大規模な干ばつ等の異常気象が増加しており、世界気象機関 (WMO) は、これらの異常気象が長期的な地球温暖化の傾向と関係しているとの見解を示している。近年我が国においても猛暑、台風の大規模化、集中豪雨等の気象災害が頻発しており、2019 年 10 月に日本を襲い、県内に甚大な被害を及ぼし、当町においても大きな被害を受けた台風 19 号をはじめ、顕著化している気象災害の要因は、気候変動にあるとされている。気候変動は、気象災害の激甚化、自然環境や生態系の劣化、健康リスクの増大、農林水産業への悪影響をもたらす。人類生存基盤を根本から揺るがす極めて深刻な問題である。

また、温室効果ガスが、今のペースのまま排出され続けるならば、地球温暖化による気候変動が進み、農業や健康、経済活動など、あらゆる分野において大きな影響を及ぼすと考えられる。

2018 年 10 月に公表された IPCC (国連の気候変動に関する政府間パネル) の特別報告書では、気温上昇を 2℃よりリスクの低い 1.5℃に抑えるためには、2050 年頃に CO<sub>2</sub> 排出量をゼロにする必要があることが示されている。

このようなことから、G20 関係閣僚会合のうち、「持続可能な成長のためのエネルギー転換と地球環境に関する関係閣僚会合」が開催された当町は、地球温暖化や気候変動といった地球規模の課題を地域レベルで考え、国際観光文化観光都市及び日本有数の保健休養地として地球規模の環境保全について積極的に取り組み、2050 年までに CO<sub>2</sub> 排出実質ゼロを目指すことを宣言し、その実現に向けた取り組みを推進していく。

令和 2 年 3 月 18 日  
軽井沢町長 **藤巻進**

**長野県軽井沢町長 藤巻 進 殿**

貴町におかれましては、この度、自治体として 2050 年の温室効果ガスの実質排出量ゼロ (ゼロカーボンシティ) を目指されることを表明されました。今回の貴町の表明をもちまして、ゼロカーボンシティは国内で 84 自治体となりました。我が国としてのパリ協定の目標達成に向け、大変心強く感じております。

先日、国内各所に甚大な被害を及ぼした巨大台風の事例は記憶に新しいところですが、温室効果ガスの増加に伴い、今後、このような水害等の更なる頻発化・激甚化などが予測されております。こうした事態は、もはや「気候変動」ではなく、私たちの生存基盤を揺るがす「気候危機」と表現するべき事態と考えております。

2015 年に合意されたパリ協定では「平均気温上昇の幅を 2 度未満とする」目標が国際的に広く共有されました。この目標の達成に向けては、各国政府関係者の努力はもとより、地方自治体を始めとしたあらゆる主体、ノン・ステート・アクターの取組が極めて重要です。

環地大區として、スペイン・マドリドで開催された COP25 で発信し、国際的にも高く評価されたところですが、こうした日本国内の力強い取組をしっかりと発信するとともに、パリ協定の目標達成に向け、貴町及び他のゼロカーボンシティとともに取組のさらなる具体化に努めてまいります。

環境大臣 **小永進**

#### 軽井沢町「CO<sub>2</sub>排出実質ゼロ」宣言文

(左：軽井沢町「CO<sub>2</sub>排出実質ゼロ」宣言文 右：環境大臣メッセージ文)



## 地球温暖化と世界・日本の動き

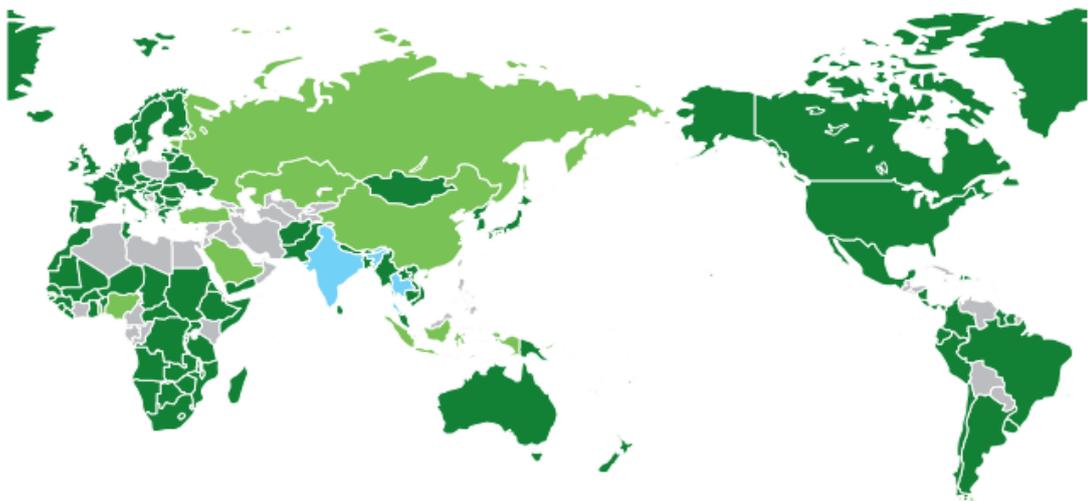
国連気候変動枠組条約締約国会議（COP21）において、世界各国が目標を持って温室効果ガスを削減していくことを約束した「パリ協定」が採択されました。

パリ協定には、世界共通の長期目標として世界の平均気温の上昇を 1.5℃までに抑える努力をすることとし、そのためにすべての国が削減目標を提出・更新すること等が盛り込まれています。

2050 年カーボンニュートラル（CN）に向けて 144 の国と地域が取り組みを行っています。

2020 年 10 月、我が国は、「2050 年カーボンニュートラル」を目指すことを宣言するとともに、2021 年 4 月、2050 年カーボンニュートラルと統合的で野心的な 2030 年度の新たな削減目標を表明しました。

また、2022 年 11 月末時点で 804 自治体（43 都道府県、471 市、20 特別区、231 町、39 村）が「2050 年までに二酸化炭素排出実質ゼロ」を表明しています。



- 2050年までのカーボンニュートラル表明国（日本を含め144か国）
- 2060年までのカーボンニュートラル表明国
- 2070年までのカーボンニュートラル表明国

カーボンニュートラルを表明した国・地域

出典）日本のエネルギー2022年2月（資源エネルギー庁）



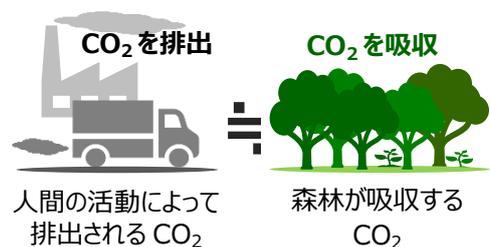
コラム

### カーボンニュートラルとは？



人為的に大気中に排出される CO<sub>2</sub> の量と森林等が吸収する CO<sub>2</sub> の量との間で均衡が取れた状態を意味します。

人間の活動による温室効果ガスの排出量から、植林、森林管理等による吸収量を差し引いて、合計を実質的にゼロにすることを意味しています。



## 3 町の温室効果ガス排出量

軽井沢町の温室効果ガス排出量を以下に示します。

2013 年度の温室効果ガス排出量は 205,344t-CO<sub>2</sub> となっています。2015 年度以降は 190,000～210,000t-CO<sub>2</sub> の間で推移しており、2018 年度は 197,564t-CO<sub>2</sub> という結果になっています。

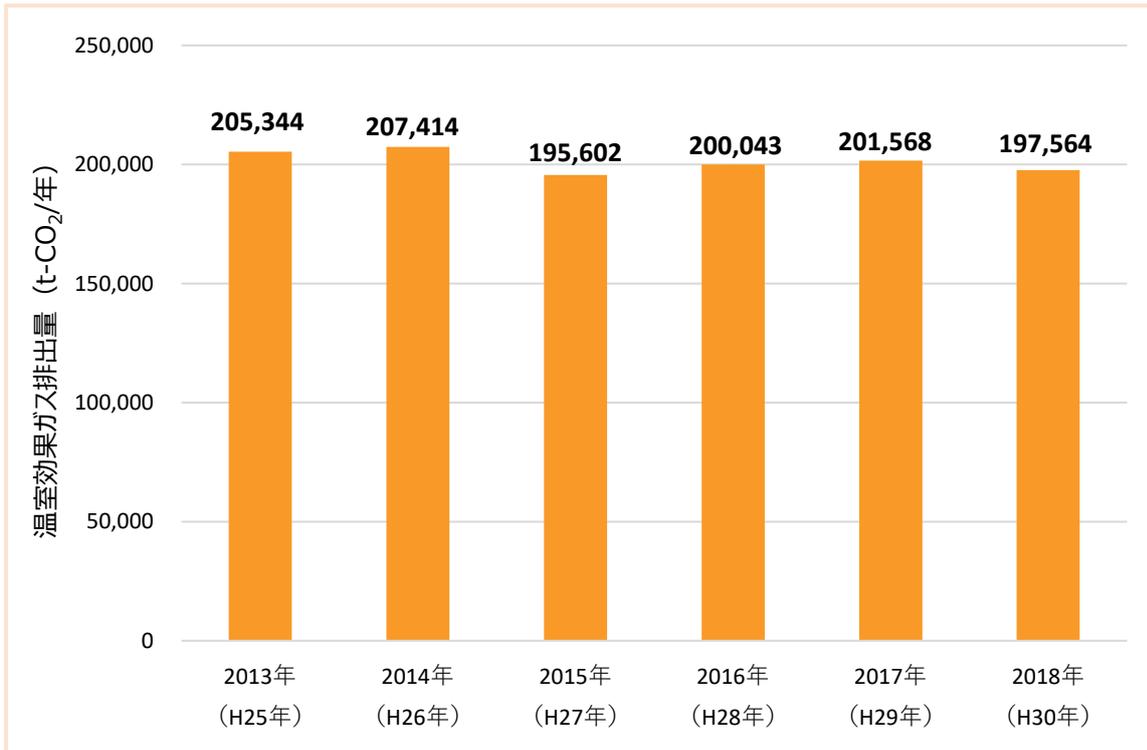


図 2 町の温室効果ガス排出量

温室効果ガスは、「地球温暖化対策の推進に関する法律」において、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>)、メタン (CH<sub>4</sub>)、一酸化二窒素 (N<sub>2</sub>O)、代替フロン等 4 ガス<sup>1</sup>の 7 種類のガスと定められています。

2018 年度に町で排出された温室効果ガスの内訳を示します。

二酸化炭素の割合が最も多く、全体の約 93% を占めています。残りの約 7% は代替フロン等 4 ガスが占めています。

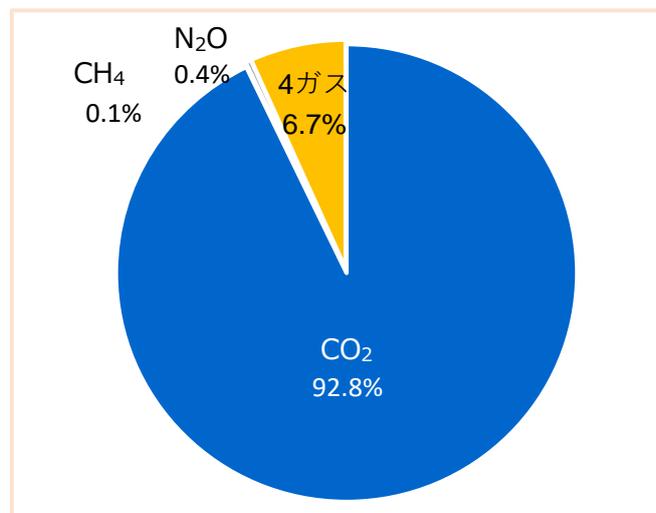


図 3 ガス種別割合 (2018 年度)

<sup>1</sup>代替フロン等 4 ガス：HFCs (ハイドロフルオロカーボン類)、PFCs (パーフルオロカーボン類)、SF<sub>6</sub> (六フッ化硫黄)、NF<sub>3</sub> (三フッ化窒素)



部門・分野別の温室効果ガス排出量の推移を以下に示します。

業務その他部門は、産業以外の業務部門のことで、具体的にはオフィスビルや飲食店、宿泊施設、教育施設、医療・福祉・公共施設等が該当します。

観光・サービス業を主とする軽井沢町では、業務その他部門の排出量が全体の約半数を占めています。

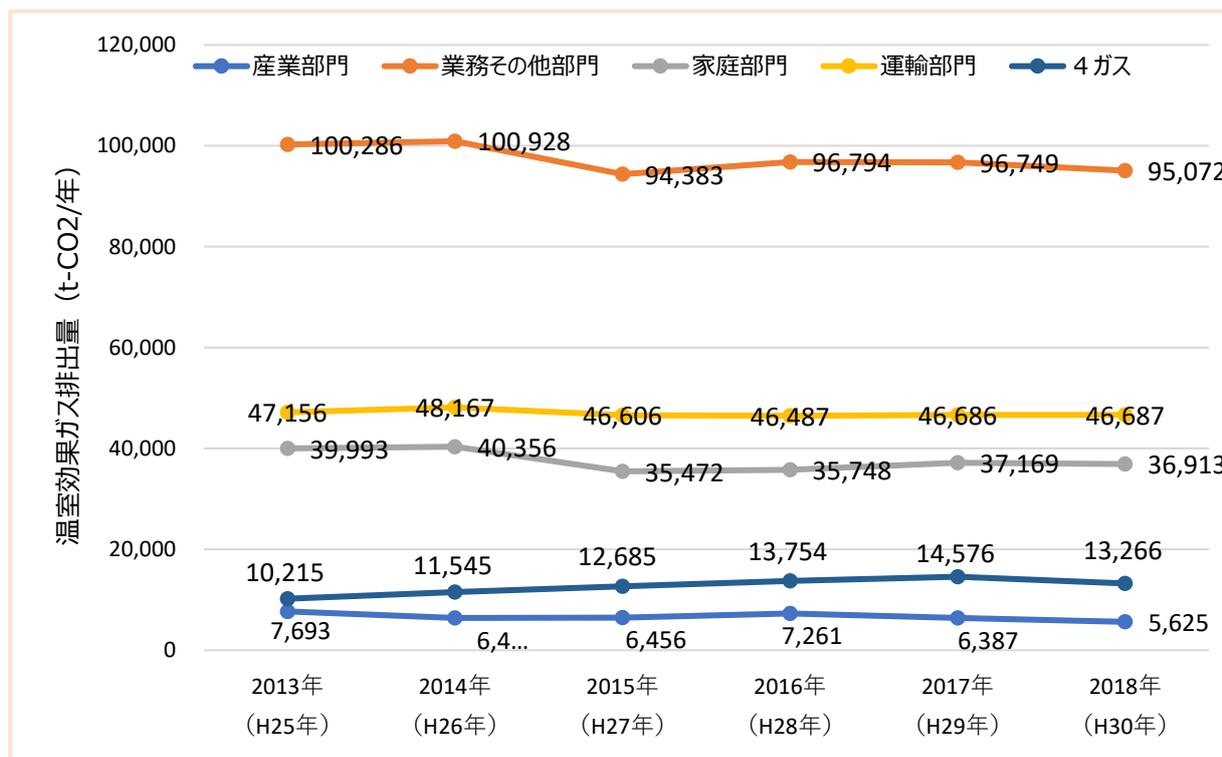


図 4 部門・分野別温室効果ガス排出量の推移

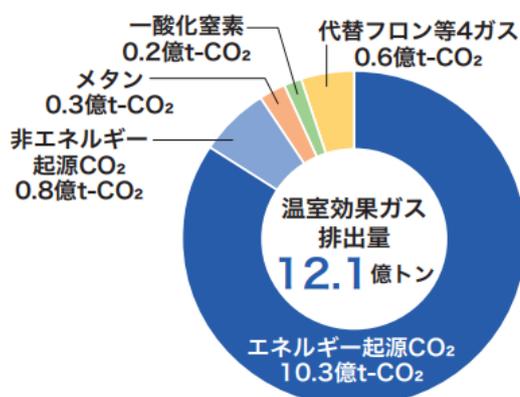


### 日本の温室効果ガス排出状況(2019年度)

2019年度の日本の温室効果ガス排出量は12.1億トンです。

うち、エネルギー起源CO<sub>2</sub>は全体の85%を占めています。

※CO<sub>2</sub>以外の温室効果ガスはCO<sub>2</sub>換算した数値です。



出典) 日本のエネルギー-2022年2月(資源エネルギー庁)

## 4 2050年の温室効果ガス排出量

軽井沢町における温室効果ガス排出量の将来推計 BAU を以下に示します。

BAU (Business as usual) はなりゆきシナリオとも呼ばれるもので、現状のまま何も対策を取らなかった場合の将来推計のことです。2030年度の排出量は209,038-t-CO<sub>2</sub> (2013年度比1.8%増加)、2050年度の排出量は210,968-t-CO<sub>2</sub> (2013年度比2.7%増加) という結果になっています。2018年度以降は、増加傾向ではありますが、2050年まで現状の排出量と大きく変わらない値で推移すると推測されます。

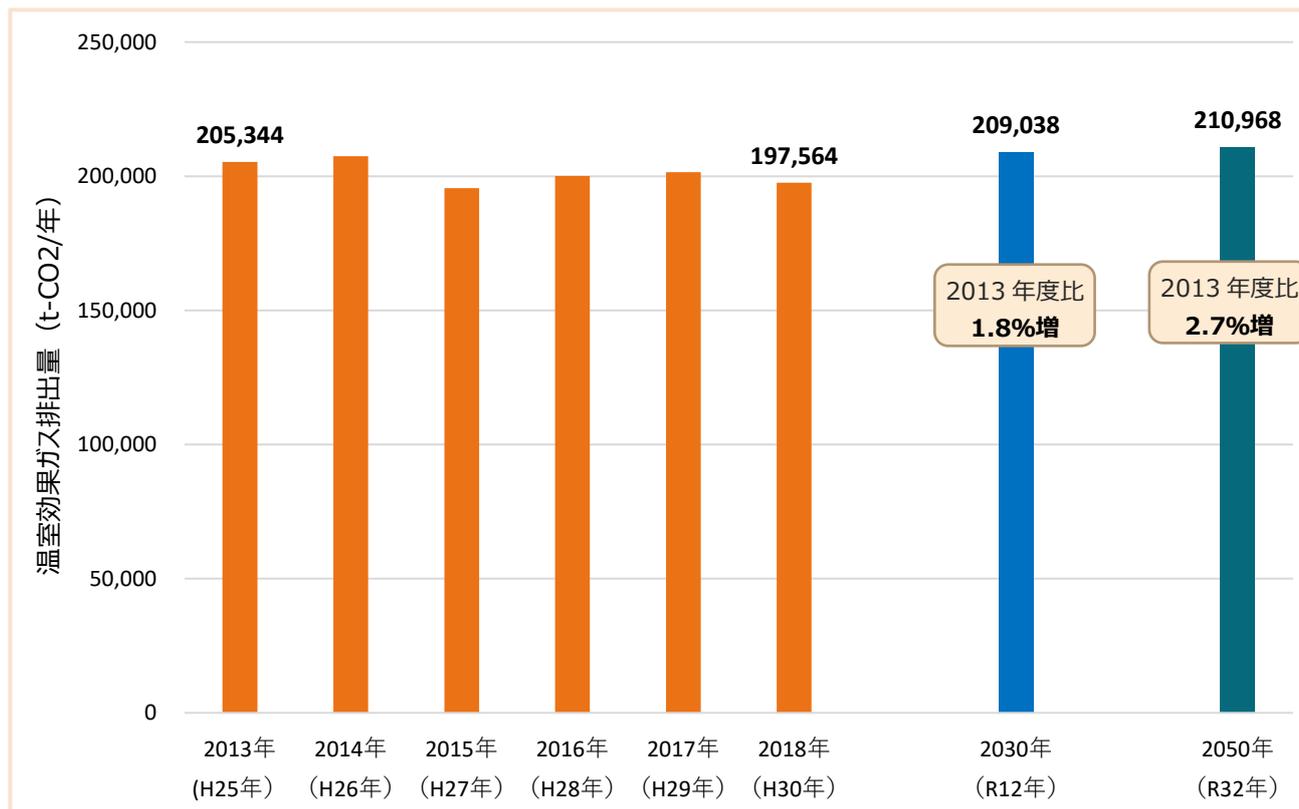


図 5 BAU 排出量



### 日本の地球温暖化対策



日本では、令和3年4月に、温室効果ガスの排出量を2030年度までに2013年度比で46%減少させ、2050年度までに実質排出ゼロにすることを表明しました。

また、令和4年2月に「地球温暖化対策の推進に関する法律」の改正が閣議決定され、地域再エネの重要性がますます高いものとして位置付けられました。

2050年ゼロカーボンの達成には、2030年までの期間が重要とされています。そのために、2025年までに適用可能な重点対策を全国で実施し、脱炭素の先行モデルを作っていくとされています。そして、2030年までに地域の再エネ導入量を倍増させ、2030年以降、全国で次々と脱炭素を実現させていく、いわゆる「脱炭素ドミノ」を生み出していくことを、国の方針としています。



電力排出係数の低下を考慮した将来推計結果を以下に示します。

電力排出係数は、電力会社が1kWhの電力を作り出す際にどれだけの温室効果ガスを排出したかを示す値です。この電力排出係数は、各電力会社によって異なり、電力会社は毎年排出係数を算定し、国に報告することが義務づけられています。

電力の使用に伴う温室効果ガスの排出量は、電力使用量に排出係数を乗じて計算します。電力排出係数は、電力事業者の脱炭素等の取り組みにより低下傾向にあります。電力事業者の努力により、今後も低下していくことが予想されます。

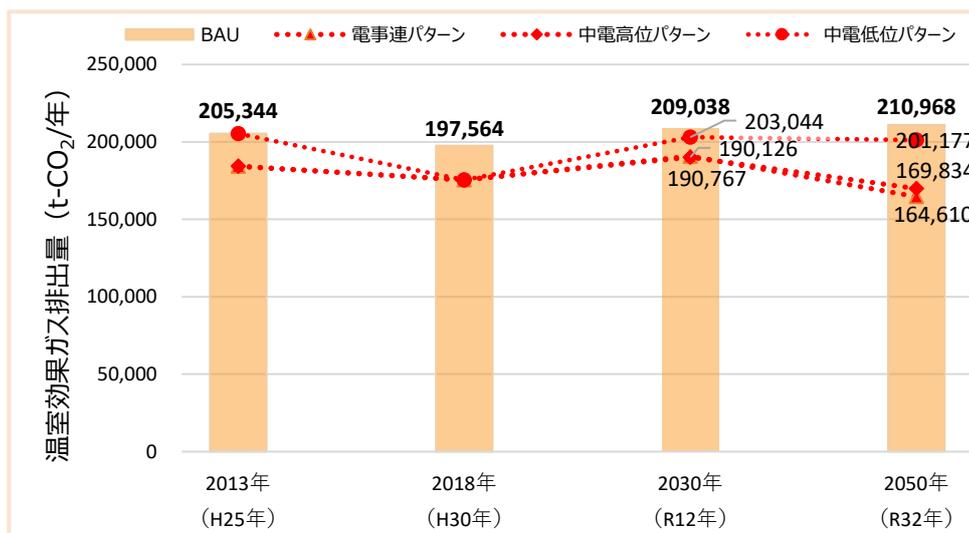


図6 電力排出係数を考慮した温室効果ガス排出量推計

町の森林吸収源の推計結果を以下に示します。

森林吸収源は、森林と都市公園が推計の対象です。2013年度の森林吸収源は24,627t-CO<sub>2</sub>で温室効果ガス排出量の約12%となっています。2030年、2050年の森林吸収量はそれぞれ23,380t-CO<sub>2</sub>、22,075t-CO<sub>2</sub>となっています。現状のままでは、森林吸収量は年々減少していくと推測されます。

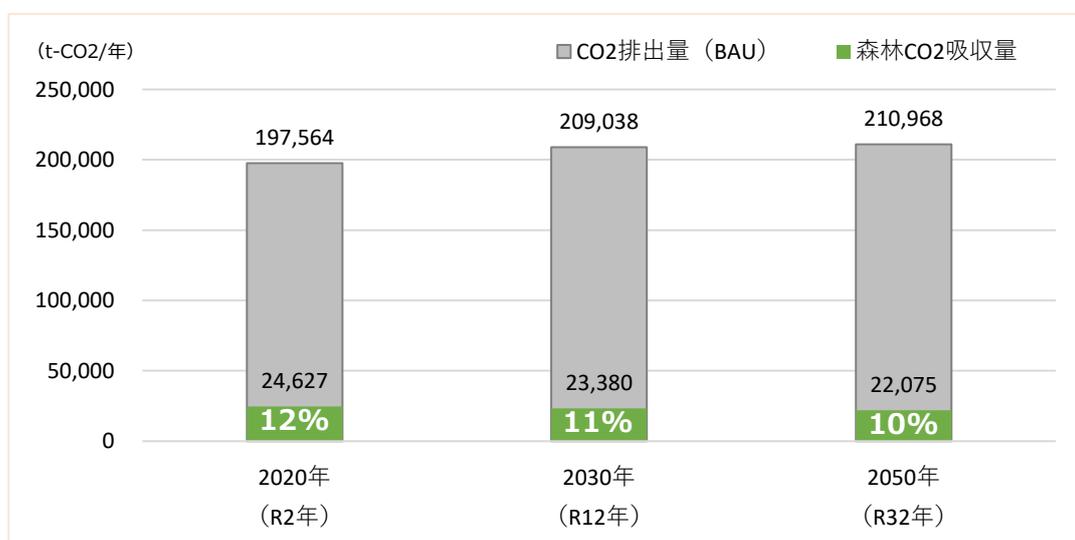


図7 森林吸収量の推計

## 3. 再生可能エネルギーのポテンシャル

### 1 再生可能エネルギーとは

太陽光・中小水力・地中熱・バイオマス等の地球資源の一部や自然界に常に存在するエネルギーのことです。再生可能エネルギーは、枯渇せず繰り返し利用することができ、発電時に CO<sub>2</sub> を排出しない（増加させない）ため環境にやさしいエネルギーです。



図 8 再生可能エネルギーの例

### 2 町に適した再生可能エネルギー

町の再生可能エネルギー導入にあたっては、以下の3つを基本方針とします。

#### 基本方針

- 地域資源を活かした再エネを導入する
- 自然環境の破壊や景観を害する開発は行わない
- 再エネの導入によってエネルギーの地産地消を実現し、これをアピールすることで、軽井沢町の魅力を更に向上させる



#### 観光地における脱炭素

#### スイス ツェルマット

スイス・アルプスの中でもとびきり美しい街。標高 1,620m の高地にあるリゾート地として知られるツェルマット。

公共交通が発達したスイスの中でも、さらに独自の交通戦略を推進しており、ガソリン車での乗り入れが禁止され、EV（電気自動車）しか走れない決まりになっています。市街地を走るのは EV と観光用の馬車のみ。EV で使う電気も、アルプスの豊かな氷河を活用した水力発電で半分以上をまかなう等、エネルギーの地産地消がしっかりと根付いています。

いま、ツェルマットは、自然環境・地球環境・来訪者への配慮を観光の基本理念においた「サステナブル（持続可能な）・リゾート」として注目を集めています。



出典) 大阪ガス「世界の省エネ」



町で導入の可能性がある再生可能エネルギーとしては、建物の屋上を活用した太陽光発電や、町には、ホテルや旅館、飲食店等が多いため、それらの施設で発生する食品廃棄物を活用した食品系バイオマスの活用が考えられます。また、町は自然に囲まれた地域で、森林・水資源が多くあります。今後は水素技術が普及することも考えられ、自動車やバス、住宅、公共施設、ホテル・旅館等のエネルギーとしての利用が期待できます。このことから、太陽光発電、木質バイオマス、中小水力、廃棄物バイオマス、水素の5つについてポテンシャル調査を実施しました。

なお、一部公共施設等で利用されている地中熱については、地質構造や地下水の状況把握等導入にあたって個々に詳細な調査が必要であることから、簡易調査の結果を参考として掲載しています。



図 9 地域資源を活かした再エネ

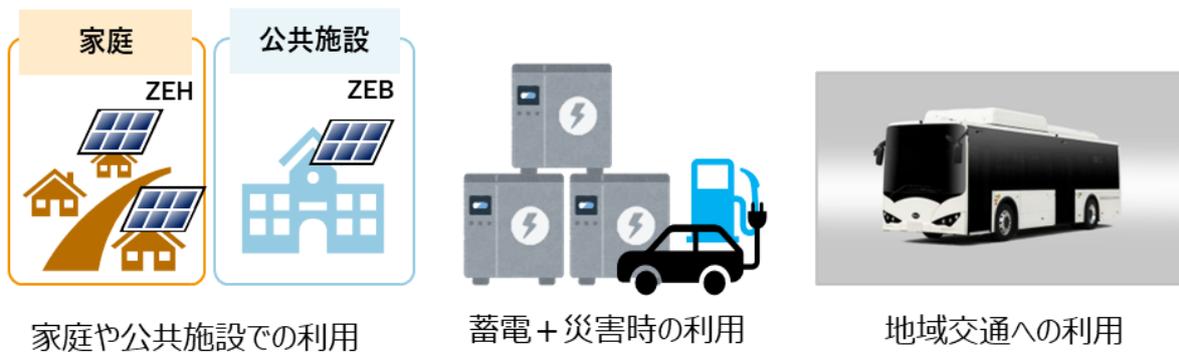


図 10 エネルギーの地産地消 (例)

### 軽井沢・プリンスショッピングプラザにてオンサイト PPA モデルによる太陽光発電システム導入 (2023 年 3 月稼働)

施設内の屋根上に、約 4,000 枚の太陽光パネルを設置し、施設の店舗区画や共用部に供給して自家消費します。設置パネル量は 1,770kW を出力する規模で、初年度の年間想定発電電力量は約 205 万 kWh、施設全体の使用電力量の約 20%をカバーする予定です。この太陽光発電設備の導入・稼働に伴い、年間約 870t-CO<sub>2</sub> の温室効果ガスの排量削減に貢献する見込みです。



出典) 西武リアルティソリューションズ HP

## 再エネポテンシャル①

# 太陽光発電

太陽光発電とは、シリコン半導体等に光が当たると電気が発生する性質を利用し、太陽光を半導体素子に当てることによって直接電気を得る発電方法です。太陽の光さえあれば発電するため、狭小なスペースでも面積に応じた電力が得られるといったメリットがあります。高い建物が無く、比較的日射量を確保できる町では、太陽光発電は有効と考えられます。

## 導入ポテンシャル

# 計 272MW

REPOS<sup>2</sup>の試算によると、町の太陽光発電の導入ポテンシャルは 272MW であり、年間約 39.6 万 MWh の電力を発電することができます。2050 年の電力消費予測値は約 14 万 MWh であるため、電力消費量を上回るポテンシャルがあるということが分かりました。太陽光発電を最大限導入する事により 2050 年に電力由来の CO<sub>2</sub> をすべてゼロにすることが可能ということになります。（※土地系 127MW は含まない。）

## 推奨される導入場所

航空写真による調査で、住宅、公共・商業施設を対象に 16.7MW の導入ポテンシャルを確認できました。

項目	屋根置き（家庭）	屋根置き（公共施設・商業施設）	ソーラーカーポート※（公共施設・商業施設）
導入場所			
導入件数*	513 件	368 件	23 件
推定発電出力	2.5MW	11.6MW	2.5MW
CO <sub>2</sub> 削減効果*	1,331t-CO <sub>2</sub> /年	6,070t-CO <sub>2</sub> /年	1,329t-CO <sub>2</sub> /年

\*2030 年を対象として算出

※写真：ソーラーカーポートの導入について（環境省）

## 課題

利点	課題
<ul style="list-style-type: none"> <li>住宅の屋根や狭い土地等小さなスペースでも導入することができる</li> <li>他の再エネに比べて初期導入にかかるコストが安い</li> <li>他の再エネに比べてメンテナンスの手間が少ない</li> <li>屋根に設置することで断熱効果も得られる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>季節や場所によって発電量にばらつきがあるため、系統連系に課題がある</li> <li>軽井沢町は樹木が多く影になりやすく、屋根の方角等によっては設置が不向き</li> <li>積雪による設備の破損や降雪によって日照時間が短くなることで発電量が低下する</li> <li>パネルの廃棄に関する技術の確立が求められる</li> </ul>

<sup>2</sup> 環境省「再生可能エネルギー情報提供システム」



## 再エネポテンシャル②

# 中小水力発電

中小水力発電<sup>3</sup>は、身近にある小さな水の流れを使って発電を行う持続可能な再生可能エネルギーです。

水の流量と落差を利用するため、資源を投入しなくても水が流れ続ける限り 24 時間発電できます。

## 導入ポテンシャル

# 計 1 MW

REPOS による調査では、町の中小水力発電ポテンシャルは 1MW と試算されています。これは約 15,000 世帯分の電力量に相当し、約 30,000t-CO<sub>2</sub>/年の削減効果になります。

※発電設備利用率 70%、年間 4,000kWh/世帯

## 推奨される導入場所

現地調査により、上水道施設、河川（普通河川・準用河川）・池、農業用水を中心に 0.025MW（25kW）の導入ポテンシャルが確認できました。※本調査では、国や県が管理する 1 級・2 級河川は、河川法による規制や権利関係の調整が非常に煩雑になるため対象外としました。

項目	上水道施設	河川・池	農業用水
導入場所			
導入件数	3 件	2 件	4 件
推定発電出力	13.2kW	1.0kW	11.2kW
CO <sub>2</sub> 削減効果*	29.9t-CO <sub>2</sub> /年	1.4t-CO <sub>2</sub> /年	15.5t-CO <sub>2</sub> /年

\*2030 年を対象として算出

## 課題

利点	課題
<ul style="list-style-type: none"> <li>化石燃料等を投入しなくても水が流れ続ける限り 24 時間発電できるため発電量が多い</li> <li>発電出力の変動が少なく安定している</li> <li>燃料コストの変動による影響を受けない</li> <li>技術的に確立されている</li> <li>設備稼働年数が高い（40 年以上）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地調査の中では設備容量はあまりなく、今後の技術的開発要素はあるが、導入コストを考慮すると費用対効果が望めない</li> <li>年間を通じて十分な流量と落差が確保できなければ設置できない</li> <li>1、2 級、準用河川の場合は河川区域内の土地利用、設備設置の許可（1 級河川：国 2 級河川、準用河川：県）が必要</li> <li>砂防指定地での木竹の伐採、土砂、砂礫の採取等の一定の制限がある。</li> <li>落ち葉やごみをろ過するフィルター（除塵機）の清掃等、頻繁なメンテナンスが必要</li> </ul>

<sup>3</sup> 「中小水力発電」について厳密な定義はありませんが、出力 1,000kW～100,000kW の範囲が「中小水力発電」と区分されます。（出典：マイクロ水力発電導入ガイドブック（2003 年、新エネルギー・産業技術総合開発機構））

## 再エネポテンシャル③

# 木質バイオマス（バイオマスボイラー／ストーブ）

バイオマスボイラー、ストーブとは、燃料に木質バイオマス（薪、チップ、ペレット）を使うボイラー、ストーブです。

森林由来の木材利用は、大気中の二酸化炭素濃度に影響を与えないというカーボンニュートラルな特性を有しています。すなわち、石油・ガスボイラー、ストーブをバイオマスボイラー、ストーブに替えることで、CO<sub>2</sub> 削減が図れます。欧州では広く普及しています。

## 導入ポテンシャル

- 宿泊施設（令和4年度：12,816 施設）… 1施設あたり 10～500t-CO<sub>2</sub>/年 削減
- ゴルフ場（10 施設以上）… 1施設あたり 80～200 t-CO<sub>2</sub>/年 削減
- 一般世帯（令和3年度：9,082 軒）… 1世帯あたり～2.4 t-CO<sub>2</sub>/年 削減

## 推奨される導入場所

木もれ陽の里、軽井沢病院について、導入診断を実施しました。

項目	木もれ陽の里	軽井沢病院
現状	給湯・空調に灯油を使用 年間灯油使用量：165～175kL 年間 CO <sub>2</sub> 排出量：410～430t-CO <sub>2</sub>	給湯・空調・滅菌加温に重油を使用 年間重油使用量：260kL（2021 年度） 年間 CO <sub>2</sub> 排出量：705t-CO <sub>2</sub>
設備概要	給湯用バイオマスボイラー導入を想定 設備容量：340 kW（170 kW×2 台）	給湯用に木質バイオマスボイラーの導入を想定 設備容量：120 kW
燃料調達	燃料：木質チップ 年間消費量：198 トン程度	燃料：木質チップ 年間消費量：90.2 トン程度
CO <sub>2</sub> 削減効果	約 169 t-CO <sub>2</sub> /年 概ね一般家庭 33 世帯分の排出量に相当	約 79.1 t-CO <sub>2</sub> /年 概ね一般家庭 16 世帯分の排出量に相当

## 課題

利点	課題
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ストーブやボイラー等、熱エネルギーを利用する機器であれば化石燃料から移行しやすい</li> <li>• 炎によるリラックス効果やインテリアとしての価値がある</li> <li>• 燃焼による熱を利用できるため電化に比べて効率が良い</li> <li>• 稼働年数が長い（40 年以上）</li> <li>• 林業・製材業等の事業者の収入増と産業振興に貢献できる可能性がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 燃料材の確保が必要</li> <li>• 一般的なストーブやボイラーに比べ導入費用が高い</li> <li>• 煙突等の設置工事が必要で、設置場所も限られる</li> <li>• 機器や煙突等のメンテナンスに手間や費用が掛かる</li> <li>• 煙による苦情が出る恐れがある</li> <li>• 発電の場合、バイオマス専焼では 1kWh あたりの発電コストが高く、将来的にも安くなる見込みがない</li> <li>• 貯木場の枝葉からのチップと不要木の有効利用</li> </ul>



## 再エネポテンシャル④

# 廃棄物バイオマス

食品廃棄物のほか、家畜排せつ物、農作物残渣等を原料として、微生物の働きによってメタンを主体としたバイオガスを生成する技術です。バイオガスを燃焼させることで熱や電気をうみだし、利用することができます。

## 導入ポテンシャル

# 計 158 MWh

宿泊施設および飲食店から排出される食品廃棄物は年間約 1,758 トンと推計されました。繁忙期の食品廃棄物量は、閑散期の約 2.6 倍という結果でした。

原料となる食品廃棄物を安定的に調達できるよう、閑散期の廃棄物量をもとにバイオガス化を検討したところ、3.6 トン/日の施設規模となりました。バイオガスを用いて発電をすると、年間 158MWh を見込むことができ、年間の温室効果ガス削減量は約 58t-CO<sub>2</sub>という結果になりました。（発生する消化液は 825t/年）

## 推奨される導入場所

項目	宿泊施設	飲食店等
事業所数	116 ※ホテル旅館組合加盟事業所数	492 ※フードアソシエーション加盟事業所数
食品廃棄物排出量 (推計)	459t/年 閑散期：0.17t/月・事業所 繁忙期：0.49 t/月・事業所	1,299t/年 閑散期：0.13t/月・事業所 繁忙期：0.31 t/月・事業所
CO <sub>2</sub> 削減効果	58.5t-CO <sub>2</sub> /年	

## 課題

利点	課題
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 本来廃棄すべきものを原料とするので廃棄物の有効活用に繋がる</li> <li>• 様々な廃棄物を一括で処理することができる</li> <li>• 事業者から処理費を取って処理することで事業性が確保できる</li> <li>• バイオガスを安定的に供給することができる</li> <li>• 消化液を液肥として農業に利用することで農業の振興に繋げることができる</li> <li>• 一般廃棄物が減少するため廃棄物処理施設の長寿命化に繋がり、新たな施設を導入する際には施設規模を落とすことができる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 設備の導入費用がかかる</li> <li>• 生ごみの場合、処理不適物が存在するため、適切な分別と前処理が必要</li> <li>• 原料となる廃棄物を分別・収集・運搬するのに手間とコストがかかる</li> <li>• 一定の量を絶えず供給し続けないと微生物が死滅しバイオガスの発生が途絶えてしまう</li> <li>• バイオガスの燃焼によって発生させた電気・熱の利用先確保が必要</li> <li>• 消化液の利用には運搬・散布のための車両や手法について検討しておく必要がある</li> <li>• 消化液の利用先が確保できない場合、排水処理が必要であり、処理費用が高む</li> </ul>

## 再エネポテンシャル⑤

# 水素

水素とは、水（H<sub>2</sub>O）に代表されるように、他の元素と結びつき、あらゆる種類の化合物として地球上に豊富に存在する物質で、利用時に二酸化炭素を出さないという大きな特長があります。燃料電池で発電して動力として利用することや、ボイラーや調理器で燃焼させて熱として利用することができるため、ガソリン・軽油・灯油・重油等、幅広い分野で利用されている化石燃料の代替エネルギーとして利用することが期待されています。

## 導入ポテンシャル

# 計 94,695MWh

町内で水素利用が有望な業務部門（ホテル）の熱利用と運輸部門（乗用車・バス）での水素需要量をアンケート・ヒアリング・各種統計データに基づき試算しました。試算結果によると、2050年の水素導入ポテンシャルは業務部門でおよそ年間 2,282t-H<sub>2</sub>、運輸部門でおよそ年間 96t-H<sub>2</sub>となっています。また、CO<sub>2</sub>フリー水素（再エネ由来またはCO<sub>2</sub>の回収・貯留）を用いた場合には、最大年間 2.3 万 t-CO<sub>2</sub>の削減効果が期待できる試算結果となっています。

## 推奨される導入場所

項目	乗用車 (導入段階)	バス (導入段階)	ホテル (ボイラ・コンロ (実証段階))	店舗・住宅 (定置 FC (実証段階))
導入場所				
水素需要*	67.3t-H <sub>2</sub> /年 (2050年：96.2 t-H <sub>2</sub> /年)		651.9t-H <sub>2</sub> /年 (2050年：2,281.8 t-H <sub>2</sub> /年)	
CO <sub>2</sub> 削減量**	6,908.6 t-CO <sub>2</sub> /年 (2050年：22,840.4 t-CO <sub>2</sub> /年)			

\*2030年水素需要 \*\*2030年CO<sub>2</sub>削減効果（水素需要の10%導入）

## 課題

利点	課題
<ul style="list-style-type: none"> <li>電気を使って水から取り出すことができるのはもちろん、石油や天然ガス等の化料、メタノールやエタノール、下水汚泥、廃プラスチック等、さまざまな資源からつくることができます。</li> <li>酸素と結びつけることで発電させたり、燃焼させて熱エネルギーとして利用することができる。その際、CO<sub>2</sub>を排出しない。</li> <li>再生可能エネルギーによる水の電気分解や、化石燃料と二酸化炭素の貯留・再利用技術を組み合わせることで、カーボンフリーなエネルギーとして活用可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>モビリティ（FCVやFCバス）による水素利用をスタートさせるために、水素を充填する水素ステーションを町内に整備することが重要</li> <li>現状ではモビリティや水素価格が高価なため、国のロードマップに整理されているように価格が低減するまでの間は、導入や運用において適切な支援が重要</li> <li>現状では利用できるアイテムが限定的なため、幅広い分野で利用するための利用機器開発の推進とともに、地域一体となって利用するためのモデルづくりが重要</li> <li>ゼロカーボンの実現に向けて、再エネの貯蔵・調整・輸送等のサプライチェーンの技術開発や実証が必要</li> </ul>



再エネの種類	導入ポテンシャル	削減効果
 <b>太陽光発電</b>	<b>設備容量 16.7MW (ポテンシャル：272MW)</b> 太陽光発電のポテンシャルは272MWで、年間約39.6万MWhの電力を発電することができます。うち、一般家庭(513件)、町営駐車場(3件)、公共・民間施設(388件)等への導入効果は16.7MW、2030年の温室効果ガス削減量は8,729t-CO <sub>2</sub> です。	<b>2030年</b> <b>8,729</b> t-CO <sub>2</sub>
	<b>設備容量 0.025MW (ポテンシャル：1MW)</b> 中小水力発電のポテンシャルは1MWで、約15,000世帯分の電力量に相当します。うち、上水道施設、河川、農業用水等への導入効果は0.025MW、2030年の温室効果ガス削減量は46.9t-CO <sub>2</sub> です。	<b>2030年</b> <b>46.9</b> t-CO <sub>2</sub>
 <b>木質バイオマス</b>	<b>導入効果 1,892t-CO<sub>2</sub>/年</b> 軽井沢病院、木もれ陽の里への導入可能性調査により248t-CO <sub>2</sub> /年の削減効果が確認できました。これらの施設に加えて、宿泊施設(30件)、ゴルフ場(6件)、一般住宅(別荘含む)(60件)への導入で2030年に1,892t-CO <sub>2</sub> を削減できます。	<b>2030年</b> <b>1,892</b> t-CO <sub>2</sub>
	<b>発電量 158MWh (食品廃棄物削減量：1,004t/年)</b> 宿泊施設および飲食店等から排出される食品廃棄物は約1,758t/年です。原料となる食品廃棄物を安定的に調達できるよう、閑散期の廃棄物量をもとにバイオガス化を検討したところ、3.6t/日の施設規模となりました。バイオガス発電では、158MWh/年を見込むことができ、温室効果ガス削減量は58.5t-CO <sub>2</sub> /年です。	<b>2030年</b> <b>58.5</b> t-CO <sub>2</sub>
 <b>水素</b>	<b>発電量 94,695MWh (業務その他部門 2,282t-H<sub>2</sub>、運輸部門 96t-H<sub>2</sub>)</b> 将来の水素ポテンシャルは94,695MWhで、CO <sub>2</sub> フリー水素(再生可能エネルギー由来またはCO <sub>2</sub> の回収・貯留)を用いた場合、最大2.3万t-CO <sub>2</sub> /年の削減効果が期待できます。業務その他部門における2030年の温室効果ガス削減量は626t-CO <sub>2</sub> です。(業務その他部門におけるポテンシャルの10%導入を想定)	<b>2030年</b> <b>626</b> t-CO <sub>2</sub>



## バイオマスボイラー／ストーブの種類



### 薪／ペレットストーブ (出力：～35kW)

燃料に薪・ペレットを用いた暖房機器です。国内外のメーカーが提供しています。採算性よりも嗜好性の高い機器と言えます。デザインも多様化しています。

### 薪ボイラー (出力：20～200kW)

薪は、手配しやすく、薪ボイラーの導入ハードルは低いといえます。本体に入れた薪は一度に燃やし切るため、比較的大きな蓄熱タンクが必要になります。人力で薪をくべる必要があります。

### チップボイラー (出力：20～1000kW)

運転操作・燃料供給・灰処理を自動化したものが多くみられます。先進のボイラーは、運用に手間がかからないこと・排気の浄化に進歩が見られます。石油ボイラー等を併用して用いる場合、バイオマスボイラー側で石油ボイラーのON/OFF管理を行うものもあります。これらにより、石油／ガスボイラーに比した採算性の向上が期待できます。



PCAN 社



SEGUIN 社



トヨミ社



VISSMANN 社



KWB 社



アーク日本社



HDG 社



NOLTING 社



ETA 社

出典) 各社 HP

## 再エネポテンシャル（参考調査）

### 地中熱

地中熱とは、地表からおよそ 200m までの地中にある熱エネルギーのことをいいます。このうち、深さ 10m 以上の地中温度は季節に関わらずほぼ安定しており、夏は外気温より冷たく、冬は外気温より暖かいという特性を持っています。この安定した熱エネルギーを地中から取り出すことで、冷暖房や給湯、融雪等に利用することができます。

### 導入ポテンシャル

## 計 0.93MWh

REPOS による調査では、町の地中熱ポテンシャルは 33.46 億 MJ/年と試算されています。電力に換算すると年間 0.93MWh 相当になります。

地中熱の利用にあたっては、地質調査ボーリングや電気探査等により、地下の地質構造や地下水の状況を把握する必要があります。また、地質等に応じて個々に効率的な設備配置・構造について検討する必要があります。

### 導入事例

環境省の「地中熱利用システム」によると、これまでに全国で地中熱利用システムが 8,347 件導入されています。

長野県では、428 件導入されており、全国的にみても地中熱の利用が高い地域といえます。

町では、学校や軽井沢アイスパークにおいて地中熱を熱源とするヒートポンプを設置しており、冷暖房や給湯に利用することでエネルギーの消費抑制に努めています。また、軽井沢町役場の駐車場をはじめ、町内の道路に冬季の交通安全対策として地中熱を利用した消雪設備を導入しています。

項目	軽井沢アイスパーク	軽井沢町立軽井沢中学校	南原陸橋
導入場所			
利用方法	空調・給湯	空調	消雪設備



# 省エネ化施策

## 1 省エネ化施策

町で実施・検討する省エネ施策を以下に示します。

部門分野	施策	取り組み	
産業	廃プラの製鉄所でのケミカルリサイクル	容器包装プラスチックの分別啓発	
	建築物の省エネ化（新築）	公共施設の ZEB 化を検討	
業務その他部門	建築物の省エネ化（改修）	庁舎内の LED 化の実施 <sup>※</sup>	
		公共施設の省エネ化予定 <sup>※</sup>	
	省エネルギー性能の高い設備・機器等の導入促進	公共施設の高効率給湯器	
		施設照明の LED 化を計画的に実施	
		CO <sub>2</sub> 排出量が少ない機材等の導入を検討 <sup>※</sup>	
		設備更新時に冷媒管理技術の導入	
	BEMS <sup>4</sup> の活用、省エネ診断等を通じた徹底的なエネルギー管理の実施	公共施設において BEMS の導入を検討	
	上下水道事業における省エネ化	水道・汚泥処理施設において省エネ機器への転換を検討	
	廃棄物処理施設における省エネ化	容器包装プラスチックの分別啓発	
		手選別による不適合物除去による品質向上	
佐久平クリーンセンターにて焼却熱利用発電機の導入			

: 実施・検討予定

: 実施

: 重点実施

<sup>※</sup>改修または故障時

### 地域の再エネ導入の取り組み

八十二銀行では、2020 年 6 月から長野県内 6 店舗（大門町支店、中野支店、上田東支店、中軽井沢支店、広丘支店、岡谷支店）で長野県内の水力発電所でつくられた信州産の CO<sub>2</sub> フリー電力の利用を開始しています。導入店舗のうち、オール電化店舗である中野支店および上田東支店は、再生可能エネルギーのみを利用し、実質的に CO<sub>2</sub> を排出しない「CO<sub>2</sub> フリー店舗」です。また、小海支店、茅野駅前支店、広丘支店、岡谷支店、諏訪南支店、新井支店、中野支店、松川支店では太陽光発電設備を設置しています。



出典) 八十二銀行 HP

<sup>4</sup>BEMS(Building and Energy Management System)室内環境とエネルギー性能の最適化を図るためのビル管理システムを指す。

# Karuizawa Zero-Carbon Plan

部門分野	施策	取り組み	
業務その他部門	省エネ行動の徹底	町職員のノーネクタイ勤務を通年で実施	
		議員の通年クールビズ実施	
家庭	住宅建築物の省エネ化	地球温暖化対策住宅促進補助事業の実施	
		町営住宅街路灯のLED化	
	省エネ行動の徹底	エコドライブ(乗用車、自家用貨物車)を広報により周知・啓発	
		食品ロス対策を広報により周知・啓発	
運輸	次世代自動車の普及、燃費の改善	電気自動車等普及促進補助事業	
		次世代自動車の導入を検討	
	道路交通流対策等の推進	交通情報の提供、公共交通への乗り換えを促進	
	LED 道路照明の整備の促進	防犯灯のLED化	
		LED 道路照明を計画的に整備	
	公共交通機関の利用促進	町内循環バス運賃改定による利用促進	
		しなの鉄道の増便事業実施による利用促進	
		地域公共交通計画の策定	
		民間事業者との共同事業によるデマンド交通の運行	
		ノーマイカーデーの実施	
トラック輸送の効率化(共同輸配送等)	宅配便再配達削減の促進の普及啓発		
フロン類	業務用冷凍空調機器の使用時におけるフロン類の漏洩防止	毎年の保守点検の実施	

 : 実施・検討予定

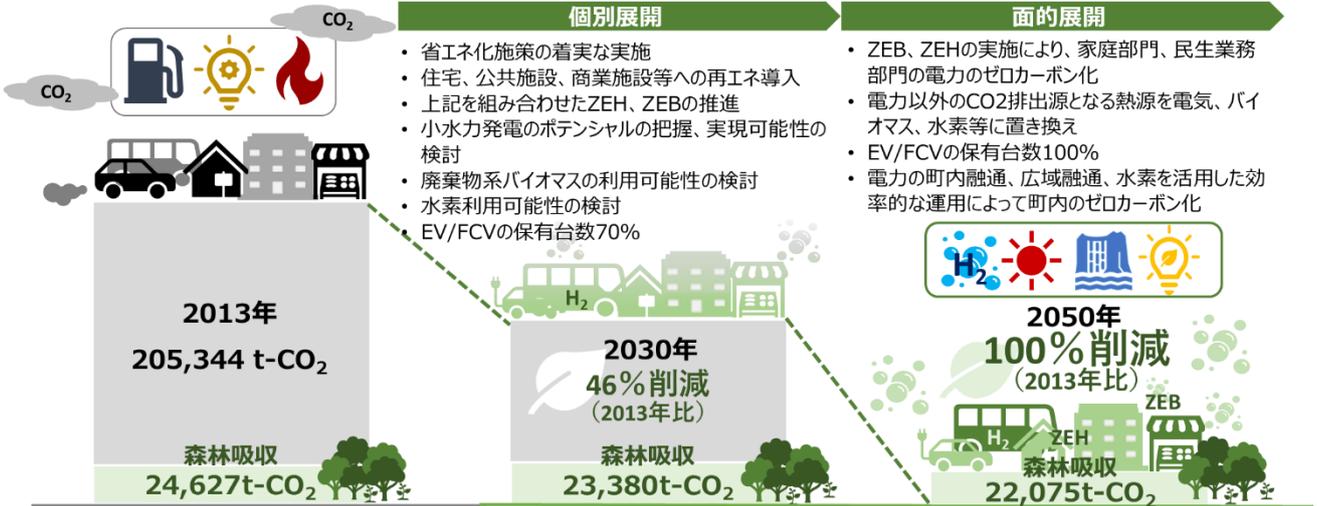
 : 実施

 : 重点実施



# 4. 脱炭素ロードマップ

## 1 2050年までの脱炭素ロードマップ



- スマートコミュニティの推進（軽井沢町地球温暖化対策実行計画事務事業編を策定 他）
- 新エネや再エネ等の自家消費の推進
- エネルギー施設単位から面的利用への推進

- ・小中高等環境教育や町内企業等との協働
- ・ライフスタイルの変革のため普及啓発（広域連携・ナッジ\*等）を実施
- ・森林吸収源の確保のため自然環境の保全

<p><b>軽井沢町</b></p> <p><b>ホテル・旅館 飲食店等</b></p> <p><b>家庭</b></p> <p><b>レジャー施設</b></p> <p><b>教育</b></p> <p><b>森林</b></p> <p><b>別荘</b></p> <p><b>農業</b></p>	<p><b>省エネ施策の実施・検討</b></p> <p>再エネの導入および再エネ拠点の整備</p> <p>再エネを活用した災害に強いまちづくり</p> <p>再エネの導入</p> <p>環境配慮型自動車の導入</p> <p>食品廃棄物の削減</p> <p>再エネの導入（太陽光発電設備）ZEH化</p> <p>環境配慮型自動車の導入</p> <p>地域コミュニティの活性化</p> <p>再エネの導入（ソーラーカーポート）</p> <p>環境配慮型自動車の導入（送迎車など）</p> <p>バイオガス消化液の利用</p> <p>域外から科学者を派遣した環境教育</p> <p>ゼロカーボンイベント・再エネ100%イベントの開催</p> <p>適切な森林管理</p> <p>レジャー施設と連携した自伐型林業の推進</p> <p>再エネの導入（薪ストーブ）</p> <p>環境配慮型自動車の導入</p> <p>バイオガス消化液の利用</p> <p>新たな地域ブランドの創出</p>	<p><b>先端技術の導入検討</b></p> <p>再エネの導入</p> <p>環境配慮型自動車の導入</p> <p>食品廃棄物のバイオガス化</p> <p>環境配慮型自動車の導入</p> <p>バイオガス消化液の利用</p>	<p><b>「脱炭素高原保養都市」の実現</b></p>
--	---	--	------------------------------

※ナッジ (nudge) : 行動変容を促す言葉で、直訳すると「ひじで軽く突く」という意味。  
行動経済学や行動科学分野において、人々が強制によってではなく自発的に望ましい行動を選択するよう促す仕掛けや手法を示す用語。

## 2 「脱炭素高原保養都市」のためにできること



### 町民にできること

- 住宅への太陽光発電設備の設置や再エネ電力を導入し、環境にやさしい電力を取り入れましょう。
- 車の買い替えの際は、電気自動車や燃料電池自動車等の環境配慮型自動車に変更しましょう。また、再エネ電力を使って、ゼロカーボン・ドライブを実践しましょう。
- 徒歩での移動や自転車での移動、公共交通機関の利用を心がけましょう。
- 住宅の新築や改築の際は、ZEH 化や高断熱化や高効率な省エネルギー機器の導入・更新等により環境負荷の小さい暮らしを目指しましょう。
- 域外から科学者を招いた環境教育や環境に関するイベントを通して、先端技術について知識を深めましょう。



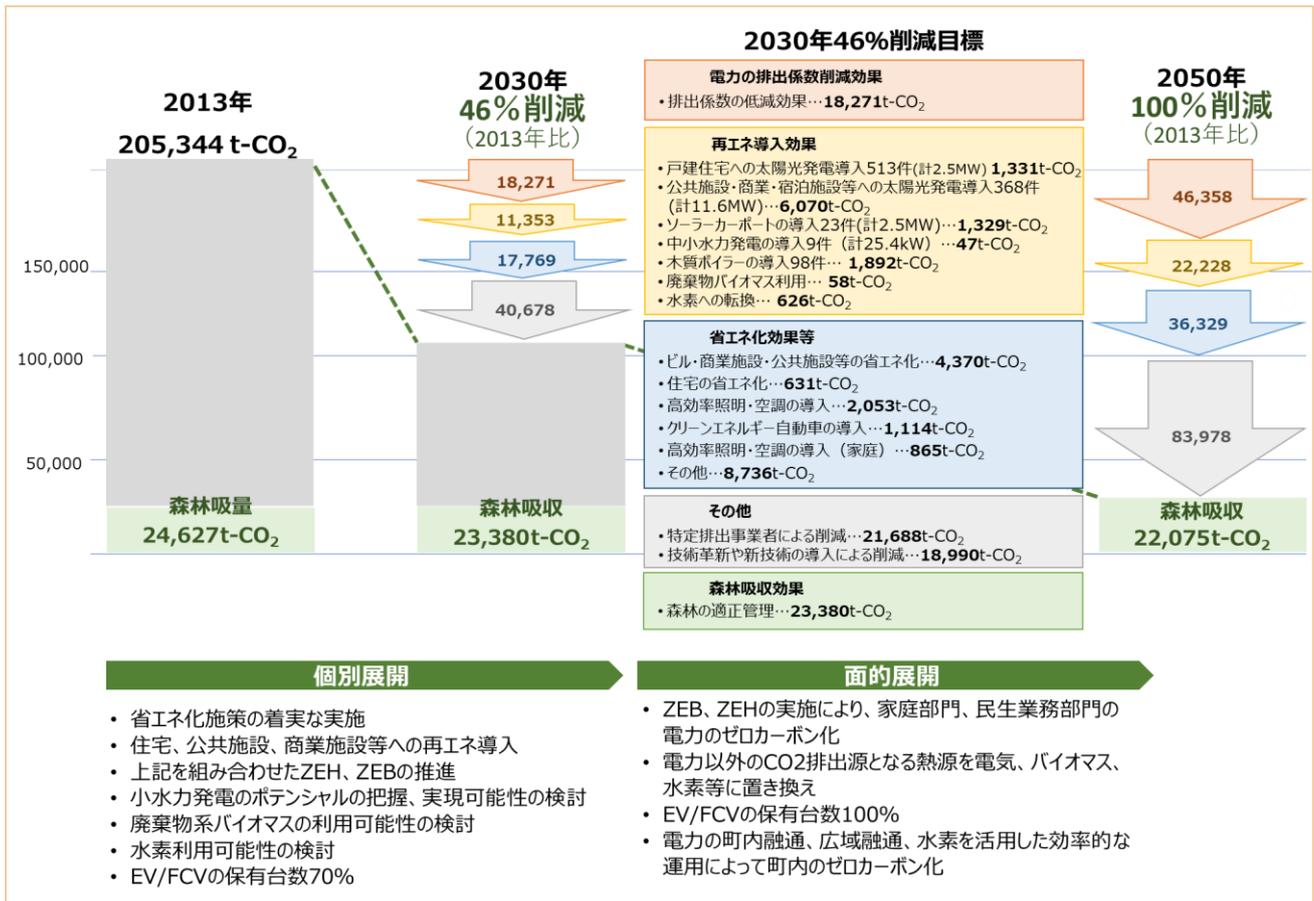
### 事業者ができること

- 太陽光発電設備の設置や再エネ電力を導入し、環境にやさしい電力を取り入れましょう。
- 空調の適正温度設定やクールビズ・ウォームビズ、ノーマイカーデーの実施等、省エネルギー行動や環境配慮に努めましょう。
- 車の買い替えの際は、電気自動車や燃料電池自動車等の環境配慮型自動車に変更しましょう。また、再エネ電力を使って、ゼロカーボン・ドライブを実践しましょう。
- BEMS（ビルエネルギー管理システム）を導入し、エネルギー使用量の把握と省エネルギーに努めましょう。
- 新築や改築の際は、ZEB 化や高断熱化や高効率な省エネルギー機器の導入・更新等により環境負荷の低減を目指しましょう。
- 事業所での緑化を積極的に進めましょう。



### 町が取り組むこと

- **省エネ化・再エネ導入**
  - 国や県、町の制度により、建築物の省エネ化（高断熱化や高効率な省エネルギー機器の導入・更新等）環境配慮を促す情報提供・支援を強化していきます。
  - 環境配慮型自動車の普及のためのインセンティブ事業を拡大していきます。また、燃料供給設備（水素ステーションやEV充電スポット等）の整備や誘致を推進します。
  - 地域の事業者と連携した自伐型林業（夏は林業、冬はレジャー施設等に就労）の支援等により、森林整備を進めていきます。
  - 新庁舎や今後整備する公共施設においては、ZEB 化を検討します。
  - 積極的に再エネを導入し、災害に強いまちづくりに努めます。
  - 公用車は順次、電気自動車や燃料電池自動車等の環境配慮型自動車に変更します。また、積極的に再エネ電力を使って、ゼロカーボン・ドライブを実現します。
- **普及啓発**
  - また、電気自動車を活用したゼロカーボンイベントや環境配慮型自動車の体験イベントを推進します。
  - 域外から科学者を招いた環境教育の場の提供や先端技術に関するイベントを推進します。



## 観光地における脱炭素

**長野県南佐久郡南牧村  
八ヶ岳グレイスホテル**

「八ヶ岳グレイスホテル」が位置する八ヶ岳エリアは、夏は避暑地として、冬はウィンタースポーツを楽しめる観光地

四季折々の風景を楽しめますが、冬場はとて寒く冬場の暖房費がかさみ、電気料金の削減は運営上の課題となっていました。

そこで日照時間が長いという同ホテルの立地を生かし、ホテルで使う電力を太陽光で作る自家消費型太陽光発電設備を設置。太陽光発電だけでは賅い切れない時間帯の電力は、「楽天エナジー」が供給する再生可能エネルギー由来の「J-クレジット」が付帯した電力を利用することで、実質的に再生可能エネルギーから調達している状態を実現する仕組みを用い、「実質再生可能エネルギー100%で運営されるホテル」というコンセプトを達成しています。

年間100万円の電気料金が削減できるだけでなく、自然共生というコンセプトのアピールにも繋がっています。

### 使用電力

**実質再生可能エネルギー100%実現**

出典) Rakuten.Today

## 軽井沢町再エネポテンシャル調査結果報告書

令和5年8月

〒389-0192

長野県北佐久郡軽井沢町大字長倉 2381 番地 1

軽井沢町総合政策課企画調整係

TEL : 0267-45-8504

Mail : kikaku@town.karuizawa.nagano.jp



軽井沢町キャラクター “レイザちゃん”

本調査報告は環境省 令和4年度二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金「地域脱炭素実現に向けた再エネの最大限導入のための計画づくり支援事業」( (一社) 地域循環共生社会連携協会交付) を受け策定しています。