

第2章 地球温暖化問題の現状

1 地球温暖化問題とは

①地球温暖化問題のメカニズム

地球温暖化とは、地球表面の大気や海洋の平均温度が長期的に上昇する現象であり、その主な要因は人為的な温室効果ガスの排出量の増加であるとされています。



図表 7 地球温暖化メカニズムのイメージ

出典) 環境省

地球温暖化のメカニズムは、「①太陽からのエネルギーで地上が温まる」→「②地上から放射される熱を温室効果ガス（主な温室効果ガスの種類として、二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素、代替フロンなど）が吸収・再放射して大気が温まる」→「③温室効果ガスの濃度が上がると温室効果がこれまでより強くなり、地上の温度が上昇する」とされています。

②地球温暖化の影響等

地球温暖化は、地球全体の気候に大きな変動をもたらすものであり、我が国においても平均気温の上昇、農作物や生態系への影響、局地的大雨、暴風、台風等による被害等が観測されています。

また、地球温暖化がこのままの勢いで進行すると、本市の貴重な観光資源である蔵王の樹氷の消失の恐れがあると言われており、その影響が懸念されています。



度重なる豪雨災害の発生



観光資源の蔵王の樹氷消失の懸念

図表 8 温暖化による影響への懸念（イメージ）

③気候変動への適応

気候変動により懸念される影響は、二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスの排出削減と吸収対策を最大限実施したとしても完全に避けることはできないため、影響に備えるための「適応」が必要とされています。我が国においては、気候変動対策として、温室効果ガスの排出抑制対策（緩和策）と、気候変動の影響による被害の回避・軽減対策（適応策）が両輪として推進されています。

国では、2018（平成30）年6月に「気候変動適応法」を公布し、同年11月に「気候変動適応計画」を閣議決定しています。計画では、7つの基本戦略の下、分野ごとの適応に関する取り組みが示されています。

また、山形県では、2021（令和3）年3月に、気候変動適応法に基づく「山形県気候変動適応計画」が盛り込まれた「第4次山形県環境計画」を策定しています。計画では、気候変動適応策推進の拠点となる「気候変動適応センター」を設置し、各分野の気候変動に関する情報の集約や、国の気候変動適応センターや地方環境事務所、地方气象台、市町村等関係機関との連携・情報共有を図ることとしています。

「気候変動適応計画」における7つの基本戦略

- ①あらゆる関連施策に気候変動適応を組み込む
- ②科学的知見に基づく気候変動適応を推進する
- ③我が国の研究機関の英知を集約し、情報基盤を整備する
- ④地域の実情に応じた気候変動適応を推進する
- ⑤国民の理解を深め、事業活動に応じた気候変動適応を促進する
- ⑥開発途上国の適応能力の向上に貢献する
- ⑦関係行政機関の緊密な連携協力体制を確保する



図表 9 緩和策と適応策

出典) 気候変動適応情報プラットフォーム <https://adaptation-platform.nies.go.jp/>

2 地球温暖化問題に関する国内外の動向

前述のとおり、近年、地球温暖化の進行による気候変動や、その影響による自然災害の増加は、世界的な喫緊の課題となっています。

2016（平成 28）年 11 月に発効された「パリ協定」では、世界の平均気温上昇を産業革命前と比較して 1.5°C未満に抑える努力を追求することを目標として、今世紀後半に世界全体の温室効果ガス排出量を実質的にゼロにする「脱炭素化」が明言されました。これまでの「低炭素化」路線からの大きな転換点とされています。

その後、2018（平成 30）年に開催された IPCC の第 48 回総会では、気温上昇を 1.5°C未満に食い止めるためには、2050 年（令和 32）頃に温室効果ガスの排出量を実質ゼロとする必要があると報告されています。

(1)地球温暖化問題に関する国際的な動向

①IPCC：第5次評価報告書

IPCCが2013（平成25）年9月に最新の知見をとりまとめた第5次評価報告書によると、気候システムの温暖化については疑う余地がなく、人間による影響が20世紀半ば以降に観測された地球温暖化の支配的な要因であった可能性が極めて高いとされています。さらに、21世紀末の世界平均地上気温は、どのようなシナリオを当てはめても、現在よりも上昇し、対策を講じない場合は最大で4.8℃上昇する可能性があるとして、早い段階での温室効果ガス排出削減の必要性を訴えています。

②パリ協定（法的拘束力のある国際的な枠組み）

2015（平成27）年の気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP¹⁴21）では、京都議定書¹⁵以来となる2020（令和2）年以降の法的拘束力のある国際的な枠組み「パリ協定」が採択されました。この協定では、「世界的な平均気温の上昇を、産業革命前に比べ2℃未満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」ことを目標に掲げ、主要排出国を含む全ての国が今世紀後半には人間活動による温室効果ガス排出量を実質的にゼロにするため、排出量削減目標を作成・提出し、その達成のための国内対策をとっていくことが義務づけられています。

③IPCC：「1.5℃特別報告書」

IPCCが2018（平成30）年10月にとりまとめた「1.5℃特別報告書」では、「温暖化は現在の進行速度で増加し続けると、2030年から2052年の間に1.5℃に達する可能性が高い」と言及しており、地球温暖化を1.5℃に抑えるためには、2050（令和32）年までに温室効果ガス排出量を実質ゼロにすることが求められ、各国における更なる取り組みが必要としています。

④IPCC：第6次評価報告書

IPCCが2021（令和3）年8月にとりまとめた第一作業部会第6次評価報告書（自然科学的根拠）では、気候システムの温暖化については疑う余地がないことが断定され、1850～1900年から2010～2019年までの人為的な世界平均気温上昇は0.8℃～1.3℃の可能性が高く、最良推定値は1.07℃であるとしています。

2022（令和4）年2月にとりまとめた第二作業部会第6次評価報告書（影響・適応・脆弱性）では、「人為起源」の気候変動が、自然の気候変動の範囲を超えて、自然や人間に対して「広範囲にわたる悪影響とそれに関連した損失と損害」を引き起こしていると明記しています。地球温暖化が進行すると、多くの自然・社会システムが「適応の限界」に達することも示しています。また、同報告書では、気温上昇が1.5℃を超えた場合、1.5℃以下に留まる場合と比べて、多くの自然・社会システムが更に深刻なリスクに直面するとの予測が再確認され、短期的には

¹⁴ COP：条約に批准した国が集まる会議であり、条約の最高意思決定機関。末尾に会議の開催回数をつけて表す。

¹⁵ 京都議定書：1997（平成9）年12月に京都市で開催されたCOP3で採択された気候変動枠組条約に関する議定書。先進国の温室効果ガスの排出削減について、法的拘束力のある数値目標が設定された。

1.5°C付近に抑えることで影響の大幅な低減につながるものの、全てのリスクを無くすのは困難ともしています。

2022（令和4）年4月にとりまとめた第三作業部会第6次評価報告書（気候変動の緩和）では、2020（令和2）年末までに実施されるものを超える政策の強化がなければ、温室効果ガス排出量は2025（令和7）年以降も増加すると予測され、2100年までに2.2～3.5°C（中央値3.2°C）の地球温暖化をもたらすとしています。

(2)地球温暖化問題に関する国内の動向

①地球温暖化対策計画

国は、パリ協定の採択を受けて、2016（平成28）年5月に「地球温暖化対策計画」を閣議決定し、国の中期目標（2030（令和12）年度を目標年度として、温室効果ガス排出量を2013（平成25）年度比で26%削減）を設定しました。

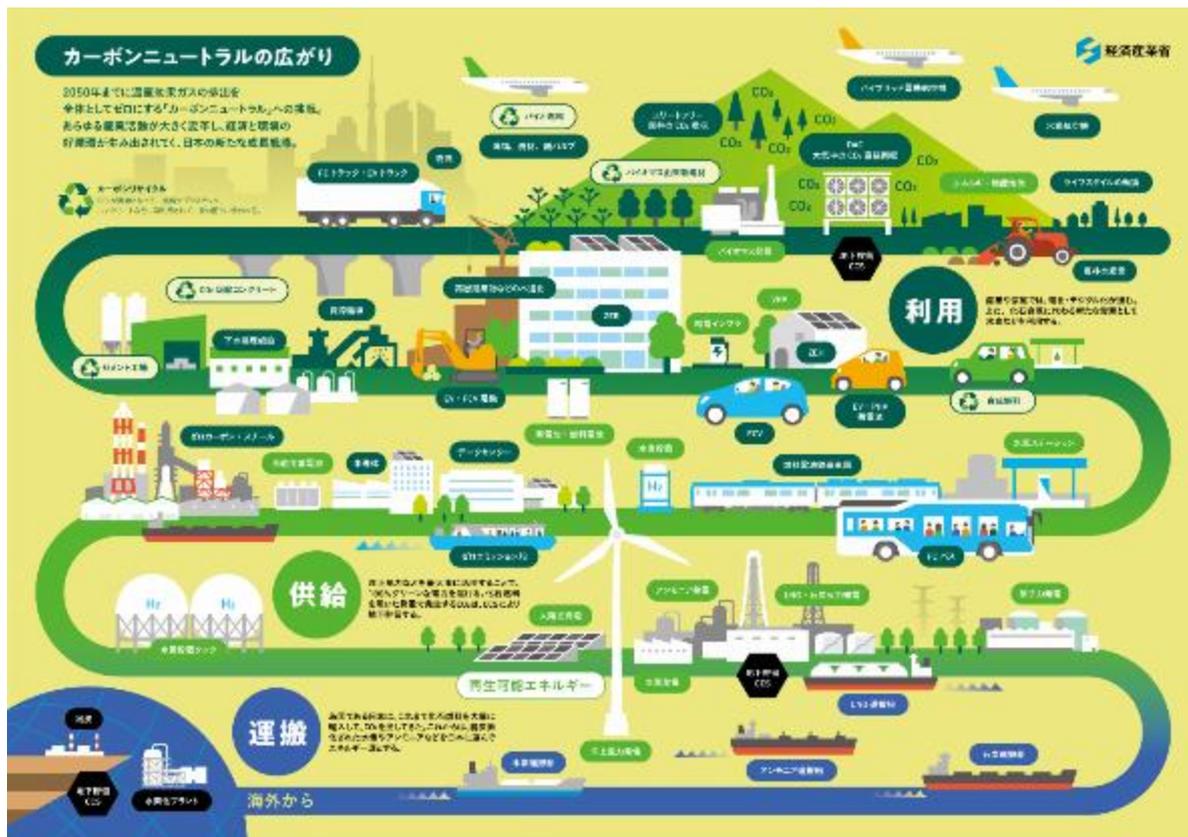
また、2019（令和元）年6月に閣議決定された「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」では、最終到達点として「脱炭素社会」を掲げ、野心的に今世紀後半のできるだけ早期に実現することを目指し、それに向けて、2050（令和32）年までに80%の温室効果ガスの排出削減を実現するため、大胆に施策に取り組むこととしました。

地球温暖化対策計画は、2021（令和3）年10月に温対法の改正を受けて改定され、新たに2030（令和12）年度の温室効果ガス排出量を基準年度（2013（平成25）年度）比で46%削減（さらに50%の高みに向け挑戦）することが目標として設定されました。

②2050年カーボンニュートラル宣言/2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略

2020（令和2）年10月に開会した臨時国会において、菅総理（当時）の所信表明演説の中で、2050（令和32）年までに二酸化炭素の排出量を実質ゼロにするカーボンニュートラルを目指すことが宣言されました。

この目標の達成に向け、2020（令和2）年12月に「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」が策定されました。この戦略は、2050年カーボンニュートラルを目指すうえで取り組みが不可欠な14の重要分野ごとに、目標、現状の課題、今後の取り組みを明記するとともに、分野横断的な政策ツールが盛り込まれた実行計画となっており、脱炭素の技術革新を支援する2兆円の基金の設立や、2030年代半ばに乗用車新車販売における電動車（電気自動車（EV）、ハイブリッド車（HV）、燃料電池車）比率100%を実現させることが示されています。



2050年に向けて成長が期待される、14の重点分野を選定。

・高い目標を掲げ、技術のフェーズに応じて、実行計画を着実に実施し、国際競争力を強化。・2050年の経済効果は約290兆円、雇用効果は約1,800万人と試算。

<p>洋上風力・太陽光・地熱</p> <ul style="list-style-type: none"> 2040年、3,000〜4,500万kWの稼働規模を向上 2030年、次世代型で14円/kWhを視野に実現 	<p>水素・燃料アンモニア</p> <ul style="list-style-type: none"> 2050年、2,000万トン程度の導入を実現 東南アジアの5,000億円市場(燃料アンモニア) 	<p>次世代熱エネルギー</p> <ul style="list-style-type: none"> 2050年、既存インフラに合成メタンを90%注入 	<p>原子力</p> <ul style="list-style-type: none"> 2030年、高温ガス炉のカーボンフリー水素製造技術を確認 	<p>自動車・蓄電池</p> <ul style="list-style-type: none"> 2035年、乗用車の新車販売で電動車100% 	<p>半導体・情報通信</p> <ul style="list-style-type: none"> 2040年、半導体・情報通信産業のカーボンニュートラル化 	<p>船舶</p> <ul style="list-style-type: none"> 2028年よりも積層してゼロエミッション船の商業運航実現
<p>物流・人流・土木インフラ</p> <ul style="list-style-type: none"> 2050年、カーボンニュートラルポートによる港湾や、建設施工等における脱炭素化を実現 	<p>食料・農林水産業</p> <ul style="list-style-type: none"> 2050年、農林水産業における化石燃料起源のCO₂ゼロエミッション化を実現 	<p>航空機</p> <ul style="list-style-type: none"> 2030年以降、電池などがコア技術を、段階的に技術搭載 	<p>カーボンサイクル・マテリアル</p> <ul style="list-style-type: none"> 2050年、人工光合成プラント製造並みのCO₂ゼロ・ボンスチールを実現(ゼロエミッション) 	<p>住宅・建築物・次世代電力マネージメント</p> <ul style="list-style-type: none"> 2030年、新築住宅・建築物の平均でZEH・ZEB(住宅・建築物) 	<p>資源循環関連</p> <ul style="list-style-type: none"> 2030年、バイオマスプラスチックを約200万トン導入 	<p>ライフスタイル関連</p> <ul style="list-style-type: none"> 2050年、カーボンニュートラル、カフェレストランで快適な暮らし

図表 10 カーボンニュートラルの広がりイメージと成長が期待される14分野
出典) 経済産業省資料より引用

③山形県の動向

山形県では、2020(令和2)年8月6日に行われた全国知事会「第1回ゼロカーボン社会構築プロジェクトチーム会議」において、2050(令和32)年までに二酸化炭素排出の実質ゼロを目指す「ゼロカーボンやまがた2050」を宣言しました。

さらには、2021(令和3)年3月に策定した「第4次山形県環境計画」において「ゼロカーボンへのチャレンジ」をテーマに掲げ、2030(令和12)年度における温室効果ガス排出量を基準年度(2013(平成25)年度)比50%削減することを目標として設定しています。

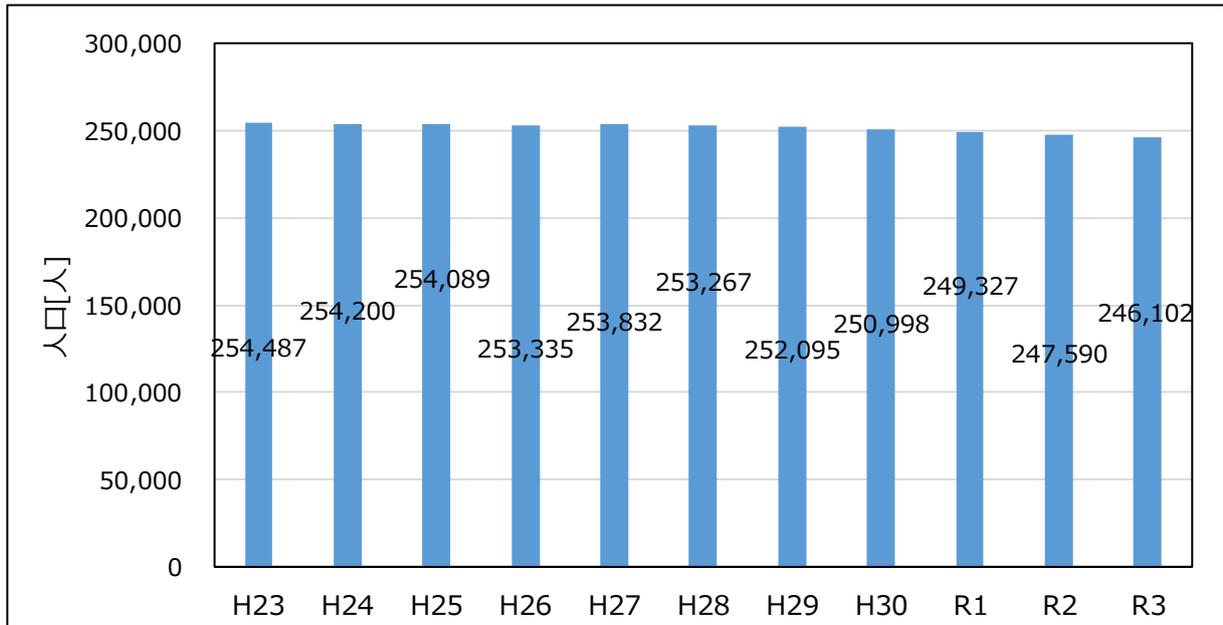
3 山形市の状況

(1)社会条件

①人口・世帯数

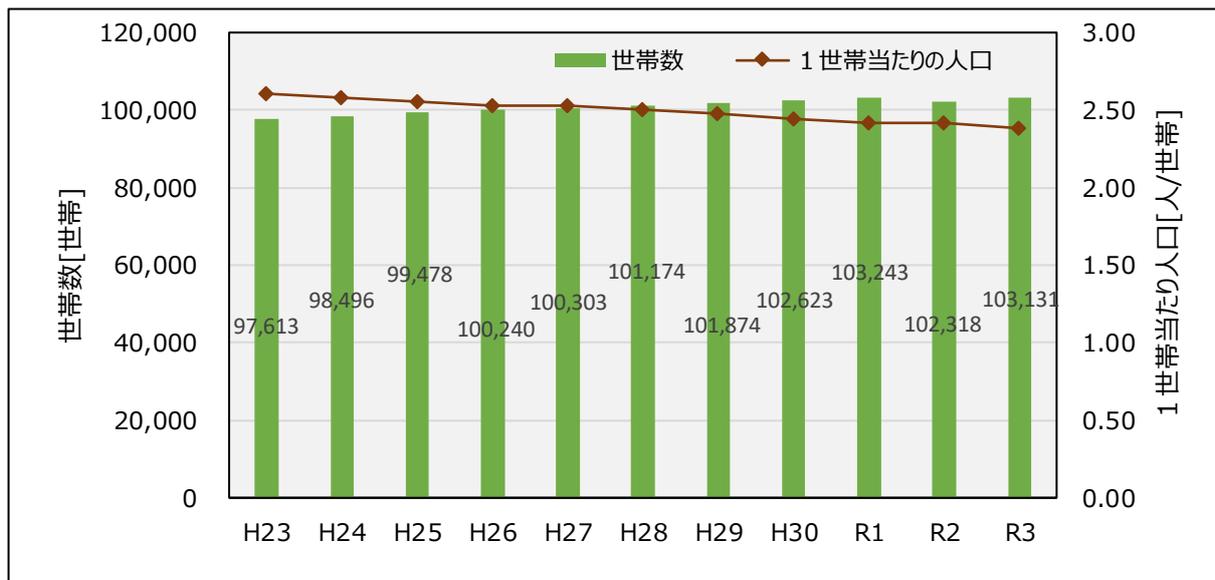
2021（令和3）年10月1日現在における本市の人口（国勢調査による推計人口）は246,102人、世帯数は103,131世帯、平均世帯人員は2.4人です。

近年、人口は微減傾向、世帯数は微増ないし横ばいの傾向、平均世帯人員は微減ないし横ばいの傾向で推移しています。



図表 11 山形市の人口推移

出典) 山形市統計書



図表 12 山形市の世帯数推移

出典) 山形市統計書

②産業構造

2016（平成28）年における本市の民営の事業所数は13,121事業所、従業員数は123,247人で、いずれも第3次産業が全体の8割以上を占めています。産業（大分類）別にみると、事業所数では「卸売、小売業」が最も多く、次いで「宿泊業、飲食サービス業」、「生活関連サービス業、娯楽業」の順となっています。従業員数では「卸売、小売業」が最も多く、次いで「医療、福祉」、「製造業」の順となっています。

図表 13 山形市の産業大分類別事業所数、従業者数（2016（平成28）年）

産業大分類		事業所数		従業者数	
		(事業所)	比率 (%)	(人)	比率 (%)
第1次産業	農林漁業	38	0.3%	417	0.3%
第2次産業	鉱業、採石業、砂利採取業	—	—	—	—
	建設業	1,108	8.4%	8,471	6.9%
	製造業	874	6.7%	12,559	10.2%
	小計	1,982	15.1%	21,030	17.1%
第3次産業	電気、ガス、熱供給・水道業	8	0.1%	539	0.4%
	情報通信業	151	1.2%	2,543	2.1%
	運輸業、郵便業	221	1.7%	5,998	4.9%
	卸売業、小売業	3,458	26.4%	28,565	23.2%
	金融業、保険業	305	2.3%	4,628	3.8%
	不動産業、物品賃貸業	941	7.2%	3,044	2.5%
	学術研究、専門・技術サービス業	551	4.2%	3,180	2.6%
	宿泊業・飲食サービス業	1,680	12.8%	11,696	9.5%
	生活関連サービス業、娯楽業	1,283	9.8%	5,977	4.8%
	教育、学習支援業	382	2.9%	4,117	3.3%
	医療、福祉	978	7.5%	17,520	14.2%
	複合サービス事業	90	0.7%	1,517	1.2%
	サービス業（他に分類されないもの）	1,053	8.0%	12,476	10.1%
	小計	11,101	84.6%	101,800	82.6%
総数		13,121	100.0%	123,247	100.0%

出典) 山形市統計書（平成28年経済センサス）

(2)自然条件

①地勢・位置

本市は、山形県内の中央から南東寄りの山形盆地の東南部に位置しています。市域が奥羽山脈、山形盆地、西部丘陵地にまたがり、東西距離は30.7km、南北距離は23.2km、面積は県全体の約4.1%にあたる381.58km²であり、面積のほぼ65%は丘陵地帯となっています。

市域東側にある奥羽山脈は、蔵王国定公園の指定地域が大半を占めており、亜高山帯、山地帯を形成し、変化に富んだ豊かな自然環境を形成しています。市域中央にある山形盆地の東側は、最上川水系の馬見ヶ崎川と立谷川の扇状地が占め、その馬見ヶ崎川の扇状地には市街地が発展し山形五堰が流れています。山形盆地の西側には、須川が流れ、田園などの農地が広がっており、緑と水の豊かな自然環境を形成しています。市域西側にある西部丘陵地は、白鷹火山のカルデラにみられる西部湖沼群を形成しており、その特質的な地形により、貴重な動植物の宝庫となっています。また、東北自動車道酒田線(山形自動車道)、東北中央自動車道が交差し、山形新幹線が縦断しているなど、市域において高速交通体系が整備されています。

本市は、山形県の県庁所在地であるとともに、2019(平成31)年4月1日より中核市¹⁶に移行しており、山形市に通勤・通学している人が1割以上おり、経済的な結びつきが強いとされる寒河江市、上山市、天童市、東根市、山辺町、中山町、河北町、西川町、朝日町、大江町の各市町と山形連携中枢都市圏¹⁷を形成しています。



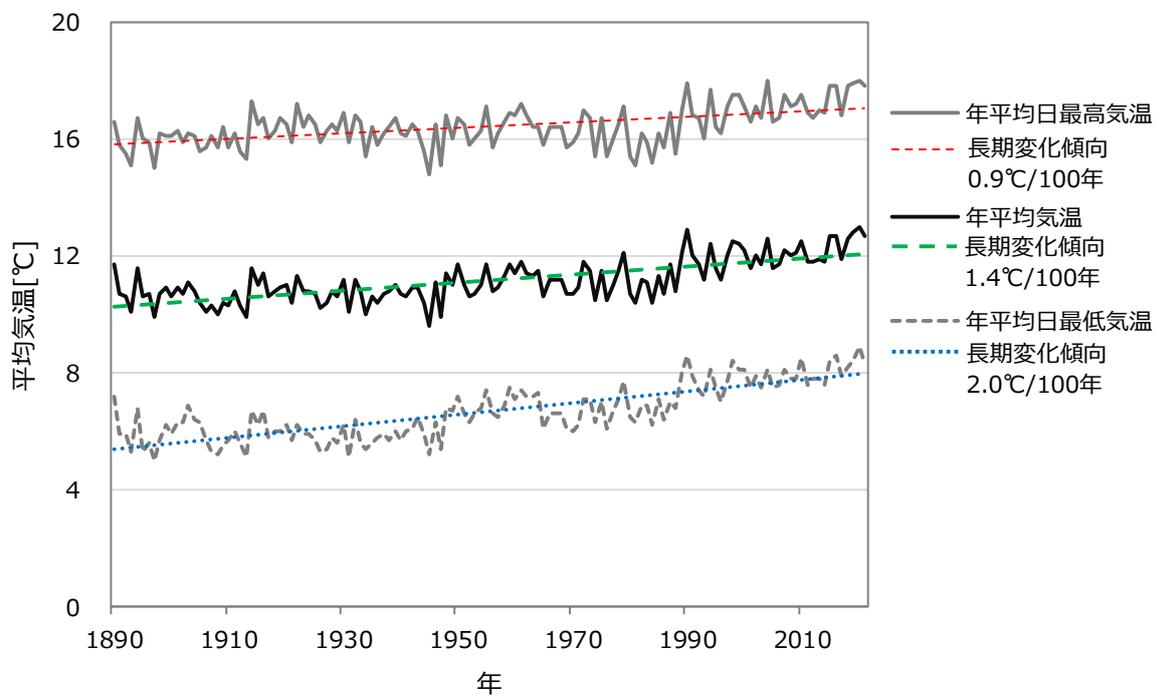
図表 14 山形市の位置図

¹⁶ 中核市：地方自治法に定められた、政令で指定する人口20万人以上の都市。できる限り住民の身近なところで行政を行なうことができるように、都道府県の事務権限の一部が移譲されている。

¹⁷ 連携中枢都市圏：地方圏において、昼夜間人口比率おおむね1以上の指定都市・中核市と、社会的、経済的に一体性を有する近隣市町村とで形成する都市圏。

②気候

本市に所在する山形地方気象台の2021（令和3）年の観測結果によると、1年を通じた平均気温の日平均値は12.7℃となっています。夏季の最高気温は37℃を超え、冬季の最低気温は-8℃を下回ります。一方で、年平均気温、年平均日最高気温、年平均日最低気温は、それぞれ100年あたり1.4℃、0.9℃、2.0℃上昇しています。



図表 15 山形地方気象台（山形市）における気温観測結果

出典) 仙台管区気象台

(3)温暖化対策の取り組み状況

①取り組み経過

本市では、これから先の未来を生きる子どもたちへ豊かな地球環境を残すとともに、地域から世界の脱炭素化に貢献するとの気概を持ち、2050年までに二酸化炭素排出量の実質ゼロを目指す「ゼロカーボンシティ¹⁸」へ挑戦することを2020（令和2）年10月に表明しました。

また、市の環境行政の総合計画である「第4次山形市環境基本計画」を2021（令和3）年3月に策定し、目指す将来の環境像として「みんなで創る 豊かな自然と笑顔輝く 持続的発展可能なまち」を掲げ、市民・事業者・行政（市）が連携・協力した施策や事業を推進し、地球温暖化対策や気候変動対策に取り組んでいます。

なお、具体的取り組みについては、実行計画（区域施策編）を定め、「Ⅰ. 省エネルギーの推進と環境配慮型のライフスタイルの実現」「Ⅱ. 再生可能エネルギーの普及・促進」「Ⅲ. 循環型社会¹⁹の構築」、「Ⅳ. 低炭素型の交通交流基盤の整備」、「Ⅴ. みどり豊かな環境整備」の5本柱（五つの基本方針）を中心に、市域全体から排出される温室効果ガス排出削減に向け、さまざまな取り組みを進めています。

基本方針ごとに取り組む指標²⁰及び中期目標年度（2030（令和12）年度）における指標の目標値を設定し、進行管理を行っています。



ゼロカーボンシティの表明

¹⁸ ゼロカーボンシティ：ゼロカーボンとは、二酸化炭素を実質ゼロ（「排出量」から、植林、森林管理などによる「吸収量」を差し引いた合計をゼロ）にすること。2050（令和32）年にゼロカーボンを目指す旨を首長自らが又は地方自治体として公表した地方自治体をゼロカーボンシティという。

¹⁹ 循環型社会：現代社会の在り方を見直し、人間の活動に伴って発生する環境への負荷を可能な限り低減する社会。廃棄物やバイオマス資源を利活用することで、持続的な発展を図ることができる。

²⁰ 取り組み指標：個々の対策・施策について、温室効果ガスの排出削減量とは別個に定量的な目標を設け、定期的に数値の把握を行い、評価・改善に活用していくもの。

②前計画における取り組み指標の現状

ア「I. 省エネルギーの推進と環境配慮型のライフスタイルの実現」について

「市有施設における温室効果ガス排出量」と「一世帯あたりの灯油使用量」については、目標達成の見込みが高いと評価されます。

「市有施設における LED や高効率照明の導入」、「新築着工件数における ZEH 住宅及び ZEH 住宅と同等の住宅の割合」、「一世帯あたりの電力使用量」については、目標達成のためには取り組みの更なる推進・強化が求められており、LED や高効率照明の導入推進、市民に対する更なる省エネの普及啓発を行う必要があります。

一方で、「市が行う環境学習（活動）等の回数」については、新型コロナウイルス感染症禍の影響が大きい項目であることから、感染収束後の状況を踏まえて評価する必要があります。

図表 16 「I. 省エネルギーの推進と環境配慮型のライフスタイルの実現」の取り組み指標

指標	基準年度	2021（令和3）年度	中期目標年度
	2013（平成25）年度		2030（令和12）年度
市有施設における温室効果ガス排出量	42 千 t-CO ₂	33 千 t-CO ₂	25.2 千 t-CO ₂
市有施設における LED ²¹ や高効率照明の導入	一部施設で導入済	8% ※175 施設中 14 施設が 100%	100%
新築着工件数における ZEH ²² 住宅及び ZEH 住宅と同等の住宅 ^{※1} の割合	新築着工件数の 2% ※2016（平成 28）年度	新築着工件数の 2.6%	新築着工件数の 100%
一世帯あたりの電力使用量	4,600kWh/年	4,653kWh/年 ^{※2}	3,151kWh/年
一世帯あたりの灯油使用量	666 ℓ/年	460 ℓ/年	456 ℓ/年
市が行う環境学習（活動）等の回数	297 回/年 ※2016（平成 28）年度	231 回/年	350 回/年

※1：ZEH 住宅及び ZEH 住宅と同等の住宅とは、経済産業省及び環境省の「ZEH 支援事業」又は「次世代 ZEH+実証事業」の対象となる住宅を指す。

※2：2016（平成 28）年 4 月からの電力の小売全面自由化に伴い把握方法を変更（東北電力株式会社より提供を受けた電力使用量及び契約口数の総数を基に、2015（平成 27）年度以前の割合を用いて家庭部門の電力使用量及び契約口数を推計したうえで、契約口数あたりの電力使用量を算出）。

²¹ LED：発光ダイオードを使用した照明器具。低消費電量で長寿命といった特徴を持つ。

²² ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス（ZEH）：住まいの断熱性・省エネ性能を上げること、太陽光発電などでエネルギーを創ることにより、年間の一次消費エネルギー量（空調・給湯・照明・換気）の収支をプラスマイナスゼロとした住宅。

イ「Ⅱ. 再生可能エネルギーの普及・促進」について

「エネルギー回収施設の整備・運用」については、既に目標を達成しています。「市有施設等への太陽光発電導入数」と「太陽光発電導入事業所数」については、目標達成の見込みが高いと評価されます。

「小水力発電設備の導入数」、「地中熱・地下水熱利用空調機器の導入数」、「太陽光発電導入世帯数」、「太陽光を含む再生可能エネルギーの導入量」については、目標達成のためには取り組みの更なる推進・強化が求められており、市が行う事業での再生可能エネルギーの導入推進、市民・事業者の導入に対する支援を行う必要があります。

図表 17 「Ⅱ. 再生可能エネルギーの普及・促進」の取り組み指標

指標	基準年度 2013（平成 25）年度	2021（令和 3）年度	中期目標年度 2030（令和 12）年度
エネルギー回収施設の整備・運用	1 施設 ※2017（平成 29）年 10月稼働	2 施設	2 施設
小水力発電 ²³ 設備の導入数	4 件	5 件	8 件
地中熱 ²⁴ ・地下水熱 ²⁵ 利用空調機器の導入数	8 件 ※2015（平成 27）年度	9 件	51 件
市有施設等への太陽光発電導入数	34 件（474kW） ※2015（平成 27）年度	39 件（566.4kW）	42 件（616kW）
太陽光発電導入世帯数	3,144 件 （12,852kW） ※2015（平成 27）年度	4,778 件 （21,002kW）	14,148 件 （67,872kW）
太陽光発電導入事業所数	245 件 （7,633kW） ※2015（平成 27）年度	322 件 （13,067kW）	394 件 （12,660kW）
太陽光を含む再生可能エネルギーの導入量	68,623 千kWh ※2015（平成 27）年度	102,330 千kWh	159,401 千kWh

²³ 小水力発電：河川や農業用水、上下水道などを利用して発電する小規模な水力発電。「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法」の対象となる出力 1,000kW 以下のものを総称して呼ぶ。

²⁴ 地中熱：地表から地下約 200m の深さまでの地中にある熱。温度が季節に関わらずほぼ安定しているため、冷暖房や給湯、融雪などに利用することができる。

²⁵ 地下水熱：地中熱の中でも地下水の持つ熱。

ウ「Ⅲ. 循環型社会の構築」について

「最終処分量」については、既に目標を達成しています。「事業系ごみの排出量」、「生活排水処理率」、「し尿・浄化槽汚泥の排出量」については、目標達成の見込みが高いと評価されます。

「市民一人一日あたりの家庭系ごみの排出量」と「山形市リサイクル指標」については、目標達成のためには取り組みの更なる推進・強化が求められており、市民に対する更なる3R²⁶の普及啓発を行う必要があります。

図表 18 「Ⅲ. 循環型社会の構築」の取り組み指標

指標	基準年度	2021 (令和3) 年度	中期目標年度
	2013 (平成25) 年度		2030 (令和12) 年度
市民一人一日あたりの家庭系ごみ ²⁷ の排出量	565g/人・日 ※2016 (平成28) 年度	575g/人・日	536g/人・日 ※2027 (令和9) 年度
事業系ごみ ²⁸ の排出量	24,498 t/年 ※2016 (平成28) 年度	21,136 t/年	20,500 t/年 ※2027 (令和9) 年度
山形市リサイクル指標 ²⁹	24.1% ※2016 (平成28) 年度	25.2%	29.0% ※2027 (令和9) 年度
最終処分量 ³⁰	10,617 t/年 ※2016 (平成28) 年度	3,911 t/年	4,090 t/年 ※2027 (令和9) 年度
生活排水処理率 ³¹	92.4% ※2016 (平成28) 年度	94.5%	95.4% ※2027 (令和9) 年度
し尿・浄化槽汚泥 ³² の排出量	44.5kℓ/日 ※2016 (平成28) 年度	34.7kℓ/日	25.0kℓ/日 ※2027 (令和9) 年度

²⁶ 3R：Reduce（削減）・Reuse（再利用）、Recycle（リサイクル）の頭文字のこと。ごみの焼却や埋立処分による環境への悪影響を極力減らす取り組みを促すことを目的としている。

²⁷ 家庭系ごみ：一般家庭から日常生活に伴って発生するごみ。

²⁸ 事業系ごみ：会社やお店から事業活動に伴って発生するごみのうち、産業廃棄物以外のもの。

²⁹ 山形市リサイクル指標：国が示す「リサイクル率」算出式に、①大規模事業所回収量、②店頭による回収量、③新聞販売店による回収量を加え、本市におけるごみの資源化の実態をより正確に把握するために設定した指標。

³⁰ 最終処分量：産業廃棄物を除くごみを最終処分場に埋め立てした量。

³¹ 生活排水処理率：公共下水道、農業集落排水処理施設、合併処理浄化槽のいずれかにより、し尿と生活雑排水を同時に処理する「合併処理」による処理率。

³² 浄化槽汚泥：排水の処理に伴い、浄化槽の底にたまるもの。浄化槽の機能を維持するために定期的に引き抜く必要がある。

Ⅱ 「Ⅳ.低炭素型の交通交流基盤の整備」について

「定期的に開催している産直市と直売所への来場者数」については、既に目標を達成しています。

「次世代自動車の導入割合」については、目標達成のためには取り組みの更なる推進が求められており、次世代自動車普及のためのインフラ整備や支援を行う必要があります。

一方で、「バス利用者数」については、新型コロナウイルス感染症禍の影響が大きい項目であることから、感染収束後の状況を踏まえて評価する必要があります。

図表 19 「Ⅳ.低炭素型の交通交流基盤の整備」の取り組み指標

指標	基準年度 2013（平成 25）年度	2021（令和 3）年度	中期目標年度 2030（令和 12）年度
次世代自動車 ³³ の導入割合	年間の新車登録 台数の 14%	年間の新車登録 台数の 25.2%	年間の新車登録 台数の 50～70%
バス利用者数	5,730 千人/年 ※2015（平成 27）年度	4,912 千人/年	5,787 千人/年 ※2020（令和 2）年度
定期的に開催している産直市 と直売所への来場者数	97 万 6 千人 ※2016（平成 28）年度	125 万 7 千人	125 万人 ※2026（令和 8）年度

³³ 次世代自動車：電気自動車、ハイブリッド自動車、プラグインハイブリッド自動車、燃料電池車、クリーンディーゼル車など。二酸化炭素の排出を抑えた設計となっている。

オ「V.みどり豊かな環境整備」について

「市産材(国有林を除く)の搬出数量」と「ペレット・薪ストーブ等の設置数」については、既に目標を達成しています。

「整備森林面積」と「都市公園の整備面積」については、目標達成のためには取り組みの更なる推進・強化が求められており、森林や都市公園の整備事業を推進・強化する必要があります。

図表 20 「V.みどり豊かな環境整備」の取り組み指標

指標	基準年度	2021 (令和 3) 年度	中期目標年度
	2013 (平成 25) 年度		2030 (令和 12) 年度
整備森林面積 ³⁴	58ha/年	62ha/年	80ha/年
市産材(国有林を除く)の搬出数量	1,500 m ³ /年 ※2013(平成 25)～ 2016(平成 28)年度の平均	3,376 m ³ /年	1,850 m ³ /年 ※2024 (令和 6) 年度
ペレット・薪ストーブ等の設置数	327 件 ※2015 (平成 27) 年度	685 件	627 件
都市公園 ³⁵ の整備面積	394.08ha ※2016 (平成 28) 年度	397.18ha	406.62ha ※2035 (令和 17) 年度

³⁴ 整備森林面積：地方公共団体が整備した森林の面積。

³⁵ 都市公園：都市公園法で規定する地方公共団体が設置する公園および緑地。

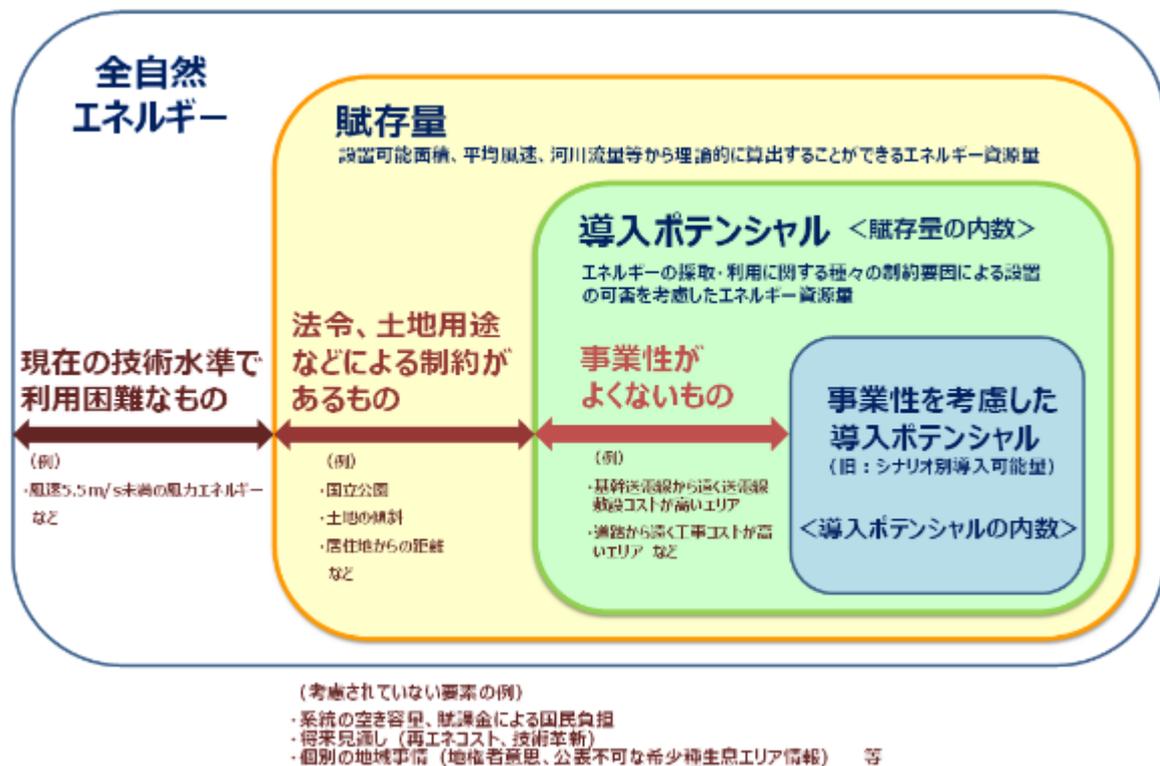
(4)再生可能エネルギーの導入状況

①再生可能エネルギー導入ポテンシャル

環境省が提供している「再生可能エネルギー情報提供システム」(以下「REPOS」という。)³⁶によると、本市の再生可能エネルギーの導入ポテンシャルは図表 22 のとおりです。

「山形市再生可能エネルギー賦存量調査」(2013(平成25)年度)では、小水力については、年間を通した流量の把握や水利権の手続き等の課題がありますが、一部の農業用水路での発電事業化が見込まれるとしています。また、地中熱については、機器等の設置費用が高額なため採算性に課題がありますが、年間を通して安定した熱による冷暖房空調での活用が見込まれるとし、風力と地熱については、活用可能なエリアが蔵王国定公園内に限定されており、法的な制限があることから、活用が難しい状況であるとしています。このため、本市における再生可能エネルギーの導入は太陽光発電が中心になります。

また、REPOS では提供していないバイオマス³⁷エネルギー(廃棄物エネルギー含む)の導入ポテンシャルについて、「山形県「緑の分権改革」推進事業委託業務調査報告書」(2011(平成23)年2月)において、電力量換算で266GWh(うち廃棄物エネルギー160GWh)と評価しています。



図表 21 導入ポテンシャルの定義イメージ

出典) 再生可能エネルギー情報提供システム【REPOS(リーポス)】(環境省)

³⁶ REPOS: わが国の再生可能エネルギーの導入促進を支援することを目的として2020(令和2)年に開設したポータルサイト。各種再生可能エネルギーのポテンシャル情報を提供している。

³⁷ バイオマス: 生物資源(bio)の量(mass)を表す概念で、一般的には「再生可能な、生物由来の有機性資源で化石資源を除いたもの」を呼ぶ。

図表 22 山形市再生可能エネルギー導入ポテンシャル（2022（令和4）年度末推計結果）

		設備容量 (千 kW)	電力量換算 (GWh)
太陽光発電		1,712	2,083
	建物系 ³⁸	1,013	1,233
	土地系 ³⁹	699	850
陸上風力発電 ⁴⁰		178	483
中小水力発電 ⁴¹		24	143
	河川	24	143
	農業用水路	0	0
地熱発電 ⁴²		1	4
地中熱利用		—	3,916
太陽熱利用 ⁴³		—	315
バイオマスエネルギー（廃棄物エネルギー含む）		—	266 (廃棄物I補給 ⁴⁴ - 160)

出典) 再生可能エネルギー情報提供システム【REPOS（リーポス）】（環境省）を基に作成

※バイオマスエネルギー（廃棄物エネルギー含む）については「山形県「緑の分権改革」
推進事業委託業務調査報告書」（2011（平成23）年2月）

②市有施設における導入ポテンシャル（太陽光発電）

本市の市有施設においては、2021（令和3）年度末時点で、39施設に計566kWの太陽光発電が導入されており、2施設に計93kWの太陽光発電の導入が予定されています。

その他に、屋根の耐久性や施設の構造、施設の入居状況等から、太陽光発電の導入が可能と判断される市有施設が59施設（延床面積：計184,124m²）あります。「令和元年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報等の整備・公開等に関する委託業務報告書（環境省）」に沿って、各施設の延床面積に建築物のカテゴリごとの設置係数（＝設置可能面積／延床面積）

³⁸ 太陽光発電（建物系）：官公庁、病院、学校、戸建住宅、集合住宅、工場・倉庫、その他建物、鉄道駅における太陽光発電。

³⁹ 太陽光発電（土地系）：最終処分場/一般廃棄物、耕地/田・畑、荒廃農地/再生利用可能・再生利用困難、水上/ため池における太陽光発電。

⁴⁰ 陸上風力発電：風力エネルギーを陸上に設置した風力タービンにより電気エネルギーに変換するシステム。

⁴¹ 中小水力発電：水の位置エネルギーを活用し、電力を生成するシステムのうち、設備容量3万kW以下のもの。

⁴² 地熱発電：地下のマグマの熱を原料として蒸気タービン等により電力エネルギーを得る発電技術。

⁴³ 太陽熱利用：太陽の熱エネルギーを太陽集熱器に集め、熱媒体を暖め給湯や冷暖房などに活用するシステム。

と設置密度 (kW/m²) を乗じたものを合計することにより、これらの施設における太陽光発電の導入ポテンシャルは7,842kWと算出されます。

導入済み又は導入予定のものも含めた場合、本市の市有施設における太陽光発電の導入ポテンシャルは8,501kWとなります。

③導入状況

発電電力の買取⁴⁴が開始されている本市の再生可能エネルギー発電設備は、2020（令和2）年3月末時点で4,649件にのぼり、これらの設備容量の合計は33千kW(電力量換算で54GWh)となります。

内訳としては、太陽光発電が件数でほぼ100%、設備容量で91%、電力量換算で68%を占めており、最も割合が高くなっています。太陽光発電の導入ポテンシャル(2,083GWh)に対する導入量(37GWh)の割合は約2%と低く、導入余地が大きいと言えます。

図表 23 山形市再生可能エネルギー導入状況（2020（令和2）年3月末時点）

	設備容量 (千 kW)			電力量換算 ^{※3} (GWh)
	新規認定分 ^{※1}	移行認定分 ^{※2}	合計	
太陽光発電	24 (2,945 件)	7 (1,702 件)	30 (4,647 件)	37
設備容量 10kW 未満	12 (2,645 件)	6 (1,696 件)	19 (4,341 件)	23
設備容量 10kW 以上	11 (300 件)	0 (6 件)	12 (306 件)	14
風力発電	0 (0 件)	0 (0 件)	0 (0 件)	0
水力発電	1 (1 件)	0 (0 件)	1 (1 件)	8
地熱発電	0 (0 件)	0 (0 件)	0 (0 件)	0
バイオマス発電（一般廃棄物・木質以外） ^{※4}	2 (1 件)	0 (0 件)	2 (1 件)	9
合計	27 (2,947 件)	7 (1,702 件)	33 (4,649 件)	54

※1：再エネ特措法の施行後に新たに認定を受けた設備

※2：再エネ特措法の施行時に既に発電を開始していた設備、もしくは太陽光発電の余剰電力買取制度の下で買取対象となっていた設備であって、本制度開始後に本制度に移行した設備

※3：設備容量の値に REPOS が提供している導入ポテンシャルにおける設備容量あたりの電力量を乗じて算出

※4：廃棄物発電のバイオマス比率分（投入する燃料の発熱量に占めるバイオマスである燃料の発熱量の比率を乗じたもの）

※小数点以下を端数処理しているため、内訳の合計値が総数に合致しないことがあります。

出典) 資源エネルギー庁 再生可能エネルギー電気の利用の促進に関する特別措置法 情報公表用ウェブサイト
の市町村別認定・導入量データ（2020年3月末時点）をもとに作成

⁴⁴ 発電電力の買取：再生可能エネルギー電気の利用の促進に関する特別措置法に基づき、再生可能エネルギーからつくられた電力を、国が定めた単価で、一定期間電力会社が買い取ること。

また、市有施設における再生可能エネルギーの導入状況は下表のとおりです。

図表 24 市有施設における再生可能エネルギー導入状況（2021（令和3）年度時点）

	導入状況
太陽光発電	・ コミュニティセンター、小中学校、公民館などに、太陽光発電設備を合計 39 設備（566.4kW）設置しています。
水力発電	・ 松原浄水場において、蔵王ダムとの間に布設されている導水管内の水エネルギーを利用した小水力発電（131kW）を実施しています。
地中熱利用	・ 本庁舎やコミュニティセンターなどに、地中熱を利用した空調機器を合計 263kW 設置しています。 ・ 冬季間の消雪を目的として、市道やコミュニティセンターの駐車場などに、地中熱を利用した無散水消雪 ⁴⁵ 設備を合計 213,057m ² 設置しています。
太陽熱利用	・ 本庁舎の給湯や小学校の屋内温水プールの加温を目的として、太陽熱温水器 ⁴⁶ を合計 516kW 設置しています。
バイオマス	【バイオマス発電】 ・ 山形市浄化センターにおいて、下水処理で生じる汚泥から発生するメタンを主成分とした消化ガス ⁴⁷ を燃料として、燃料電池（400kW）による発電を行っています。 ・ 山形広域環境事務組合で整備したエネルギー回収施設（立谷川）（2017（平成 29）年 10 月稼働開始、発電能力 3,100kW）及びエネルギー回収施設（川口）（2018（平成 30）年 12 月稼働開始、発電能力 3,200kW）において、ごみの焼却に伴い発生するエネルギーを回収して有効利用しています。 【バイオマス熱利用】 ・ 市有施設 8 施設にペレットストーブを設置しています。

⁴⁵ 無散水消雪：地下水を汲み上げ、布設した放熱管に通水することで、地下水の熱エネルギーによって舗装体を温め、路面の融雪・凍結を防止すること。

⁴⁶ 太陽熱温水器：太陽の熱エネルギーを利用してお湯を作り出す設備。

⁴⁷ 消化ガス：下水処理で発生した汚泥が消化槽の中で微生物により分解されることにより発生する、メタンを主成分とした可燃性ガス。