

## 第3章 温室効果ガス排出量等の推計

### 1 推計の考え方

本計画では、2022（令和4）年3月に実行計画策定マニュアルが改訂されたことを受け、マニュアルに沿って推計範囲及び推計方法を設定したうえで、現況推計及び将来推計を行いました。推計を行った年度は以下のとおりです。

- 【現況推計】
- ・2013（平成25）年度：本計画の基準年度
  - ・2019（令和元）年度：現況年度
- ※排出量の増減要因分析を行うため、上記の年度に加え2014（平成26）年度から2018（平成30）年度についても現況推計を行っています。
- 【将来推計】
- ・2030（令和12）年度：中期目標年度
  - ・2050（令和32）年度：長期目標年度

#### (1)推計範囲

本計画の推計範囲を図表27に示します。実行計画策定マニュアルにおいて、中核市で『特に把握が望まれる』又は『可能であれば把握が望まれる』部門・分野のうち、特段除外する理由がないものを推計対象とします。ここで、「エネルギー起源CO<sub>2</sub>」は、エネルギーの消費に伴い排出される二酸化炭素のことです。「エネルギー起源CO<sub>2</sub>以外のガス」には、エネルギーの消費以外に伴い排出される二酸化炭素（非エネルギー起源CO<sub>2</sub>）の他、メタン（CH<sub>4</sub>）、一酸化二窒素（N<sub>2</sub>O）、ハイドロフルオロカーボン類（HFCs）、パーフルオロカーボン類（PFCs）、六ふっ化硫黄（SF<sub>6</sub>）、三ふっ化窒素（NF<sub>3</sub>）が含まれます。

推計対象から除外した部門・分野は下表の通りです。前計画から新規に推計対象とした部門・分野は、エネルギー起源CO<sub>2</sub>の『エネルギー転換部門』、エネルギー起源CO<sub>2</sub>以外の『燃料の燃焼分野（自動車走行）』及び『廃棄物分野（埋立処分（一般廃棄物）・排水処理（生活排水処理施設）』となります。

図表 25 推計対象から除外した部門・分野

部門・分野	除外理由
運輸部門（船舶）	市内に甲種港湾及び乙種港湾 <sup>48</sup> が存在しないため
燃料の燃焼分野（燃料の燃焼）	全体に占める割合が極端に低い
工業プロセス分野	市内に当該部門・分野に該当する温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度 <sup>49</sup> の特定事業所 <sup>50</sup> がないため
廃棄物分野（原燃料使用等）	
代替フロン等4ガス分野	

<sup>48</sup> 甲種港湾及び乙種港湾：港湾法に定める国際戦略港湾、国際拠点港湾、重要港湾、または入港実績や貨物取扱実績が基準を満たす港湾。

<sup>49</sup> 温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度：地球温暖化対策の推進に関する法律に基づき、温室効果ガスを相当程度多く排出する者に、自らの温室効果ガスの排出量を算定し、国に報告することを義務付ける制度。

<sup>50</sup> 特定事業所：温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度の対象となる事業所。

図表 26 部門・分野一覧

ガス種	部門・分野		説明	備考
エネルギー起源CO <sub>2</sub>	産業部門	製造業	製造業における工場・事業場のエネルギー消費に伴う排出。	
		建設業・鉱業	建設業・鉱業における工場・事業場のエネルギー消費に伴う排出。	
		農林水産業	農林水産業における工場・事業場のエネルギー消費に伴う排出。	
	業務その他部門		事務所・ビル、商業・サービス業施設のほか、他のいずれの部門にも帰属しないエネルギー消費に伴う排出。	
	家庭部門		家庭におけるエネルギー消費に伴う排出。	自家用自動車からの排出は、運輸部門（自動車(旅客)）で計上。
	運輸部門	自動車（貨物）	自動車（貨物）におけるエネルギー消費に伴う排出。	
		自動車（旅客）	自動車（旅客）におけるエネルギー消費に伴う排出。	
		鉄道	鉄道におけるエネルギー消費に伴う排出。	
		船舶	船舶におけるエネルギー消費に伴う排出。	
		航空	航空機におけるエネルギー消費に伴う排出。	
エネルギー転換部門		発電所や熱供給事業所、石油製品製造業などにおける自家消費分及び送配電ロス等に伴う排出。	発電所の発電や熱供給事業所の熱生成のための燃料消費に伴う排出を除く。	
エネルギー起源CO <sub>2</sub> 以外のガス	燃料の燃焼分野	燃料の燃焼	燃料の燃焼に伴う排出。【CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O】	「エネルギー起源 CO <sub>2</sub> 以外のガス」の各分野は、各排出活動に伴う非エネルギー起源の温室効果ガスの発生を整理していますが、同活動に伴い、燃料、電気及び熱を使用する場合には、「エネルギー起源 CO <sub>2</sub> 」が発生することに留意。
		自動車走行	自動車走行に伴う排出。【CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O】	
	工業プロセス分野		工業材料の化学変化に伴う排出。【非エネ起 CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O】	
	農業分野	耕作	水田からの排出及び耕地における肥料の使用による排出。【CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O】	
		畜産	家畜の飼育や排泄物の管理に伴う排出。【CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O】	
		農業廃棄物	農業廃棄物の焼却処分に伴い発生する排出。【CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O】	
	廃棄物分野	焼却処分	廃棄物の焼却処分に伴い発生する排出。【非エネ起 CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O】	
		埋立処分	廃棄物の埋立処分に伴い発生する排出。【CH <sub>4</sub> 】	
		排水処理	排水処理に伴い発生する排出。【CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O】	
		原燃料使用等	廃棄物の焼却、製品の製造の用途への使用、廃棄物燃料の使用に伴い発生する排出。【非エネ起 CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O】	
	代替フロン等 4 ガス分野		金属の生産、代替フロン等の製造、代替フロン等を利用した製品の製造・使用等、半導体素子等の製造等、溶剤等の用途への使用に伴う排出。【HFCs、PFCs、SF <sub>6</sub> 、NF <sub>3</sub> 】	

図表 27 本計画の推計範囲

ガス種	部門・分野		中核市での 把握要否	前計画 推計対象	本計画 推計対象	
エネルギー起源CO <sub>2</sub>	産業部門	製造業	●	○	○	
		建設業・鉱業	●	○	○	
		農林水産業	●	○	○	
	業務その他部門		●	○	○	
	家庭部門		●	○	○	
	運輸部門	自動車（貨物）	●	○	○	
		自動車（旅客）	●	○	○	
		鉄道	●	○	○	
		船舶	●			
		航空				
	エネルギー転換部門		▲		○	
エネルギー起源CO <sub>2</sub> 以外のガス	燃料の 燃焼分野	燃料の燃焼	▲			
		自動車走行	▲		○	
	工業プロセス分野		▲			
	農業分野	耕作	▲	○	○	
		畜産	▲	○	○	
		農業廃棄物	▲	○	○	
	廃棄物 分野	焼却 処分	一般廃棄物	● 非エネ起 CO <sub>2</sub> のみ	○	○
			産業廃棄物			
		埋立 処分	一般廃棄物	▲		○
			産業廃棄物			
		排水 処理	工場廃水処理施設			
			終末処理場	▲	○	○
			し尿処理施設	▲	○	○
	生活排水処理施設		▲		○	
	原燃料使用等		▲			
代替フロン等 4 ガス分野		▲				
源による吸収	森林による温室効果ガス吸収		-	○	○	
	都市緑化の推進による温室効果ガス吸収		-	○	○	

●：特に把握が望まれる ▲：可能であれば把握が望まれる

## (2)推計方法

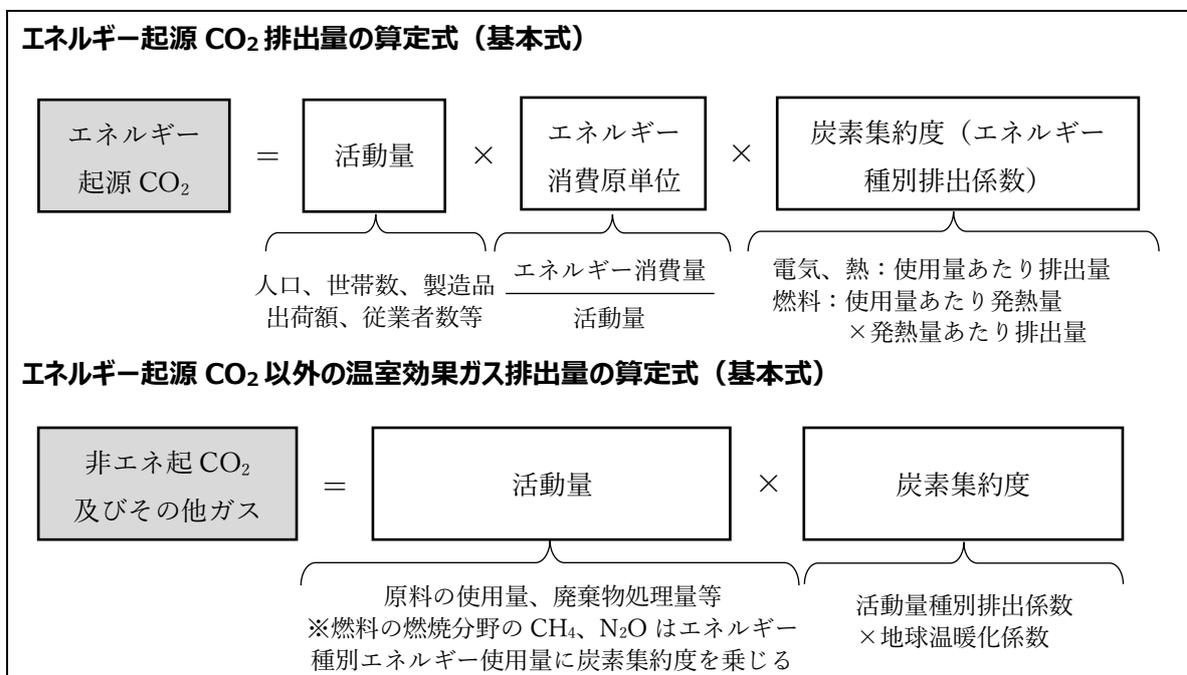
前計画の推計方法を見直し、2022（令和4）年3月に改訂された実行計画策定マニュアルの算定手法編に掲載されている方法を基本としつつ、推計に用いるデータの入手可否や入手の容易さ等を考慮したうえで、新しい推計方法を設定しました。推計方法の詳細については、「**参考資料1**」を参照してください。

### ①現況推計

エネルギー起源 CO<sub>2</sub> 排出量及びエネルギー起源 CO<sub>2</sub> 以外の温室効果ガス排出量は、それぞれ以下の算定式を用いて算出します。

ここで、「活動量」は、人口、世帯数、製造品出荷額、従業者数、原料の使用量、廃棄物処理量等の各部門・分野の活動規模を表す指標となります。「エネルギー消費原単位」は、活動量一単位あたりの電気、熱、燃料等のエネルギーの消費量となります。「炭素集約度」は、エネルギー起源 CO<sub>2</sub> 排出量算出の場合は、エネルギー消費量あたりの CO<sub>2</sub> 排出量、エネルギー起源 CO<sub>2</sub> 以外の温室効果ガス排出量算出の場合は、活動量一単位あたりの CO<sub>2</sub> 換算での温室効果ガス排出量となります。電力の二酸化炭素排出係数<sup>51</sup>（炭素集約度）については、国が公表している当該年度の東北電力株式会社のものを採用します。

なお、『産業部門』のエネルギー起源 CO<sub>2</sub> 排出量は、山形県の排出量を、山形県の活動量に対する本市の活動量の比率により按分して算出します。また、『エネルギー転換部門』のエネルギー起源 CO<sub>2</sub> 排出量は、当該部門に該当する温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度の特定事業所の排出量データを採用します。



<sup>51</sup> 電力の二酸化炭素排出係数：一定の電力を作り出す際にどれだけの二酸化炭素を排出したかを推し量る指標。

## ②将来推計

今後、現状以上の対策を講じなかった場合（以下「なりゆきベース」という。）について将来推計を行います。

なりゆきベースでは、現況年度（2019（令和元）年度）からエネルギー消費原単位と炭素集約度は変化せず、活動量のみが変化すると仮定して、以下の算定式を用いて推計を行います。電力の二酸化炭素排出係数（炭素集約度）についても、現況年度（2019（令和元）年度）から変化しないものとして推計します。なお、部門・分野別の将来推計に用いた活動量は図表 28 の通りです。

活動量の変化率については、直近年度の当該活動量の変化の傾向より推計します。本市の他計画等で将来目標を示している活動量については、当該目標の達成を考慮に入れて、変化率を設定します。将来推計に用いた活動量の設定値については、「**参考資料 3**」を参照してください。

### なりゆきベースの温室効果ガス排出量の算定式

$$\begin{array}{c} \boxed{\text{なりゆきベース}} \\ \boxed{\text{温室効果ガス排出量}} \end{array} = \begin{array}{c} \boxed{\text{現況年度の}} \\ \boxed{\text{温室効果ガス排出量}} \end{array} \times \begin{array}{c} \boxed{\text{活動量変化率}} \\ \frac{\text{目標年度想定活動量}}{\text{現況年度活動量}} \end{array}$$

図表 28 なりゆきベースの将来推計に用いた活動量と変化率の設定根拠

ガス種	部門・分野		活動量	変化率の設定根拠
エネルギー起源CO <sub>2</sub>	産業部門	製造業	製造品出荷額	「新・山形市工業振興計画」(2014(平成26)年5月)に示される2023(令和5)年の目標値と、「工業統計調査」における直近5か年の統計値(実績値)の変化の傾向から推計
		建設業・鉱業	従業者数	「経済センサス基礎調査」における直近5回(1996(平成8)、2001(平成13)、2006(平成18)、2009(平成21)、2014(平成26)年)の統計値(実績値)の変化の傾向から推計
		農林水産業	現況年度固定	
	業務その他部門		延床面積	「固定資産概要調書」における直近5か年の統計値(実績値)の変化の傾向から推計
	家庭部門		人口	直近2回(2015(平成27)、2020(令和2)年)の国勢調査とその間の年度(2016(平成28)~2019(令和元)年)の山形県統計企画課の統計値よりコーホート法 <sup>52</sup> を用いて推計
	運輸部門	自動車(貨物・旅客)	人口	
		鉄道	現況年度固定	
	エネルギー転換部門		温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度の当該部門に該当する特定事業所の排出量の変化の傾向より排出量自体を推計	
CO <sub>2</sub> 以外のガス	燃料の燃焼分野(自動車走行)		人口	家庭部門及び運輸部門(自動車)と同様
	農業分野		現況年度固定	
	廃棄物分野		人口	家庭部門及び運輸部門(自動車)と同様
森林等の吸収源による吸収	森林による温室効果ガス吸収量		森林の炭素蓄積量の増加量	民有林については2019(令和元)~2022(令和4)年度、国有林については2018(平成30)~2020(令和2)年度の変化の傾向から推計
	都市緑化の推進による温室効果ガス吸収量		都市緑化面積	本市の目標値を基に設定

<sup>52</sup> コーホート法：同じ生まれの時期(または同じ年齢区分)の人口集団を「コーホート」といい、時間経過に伴う加齢を前提にした将来人口推計が「コーホート法」である。

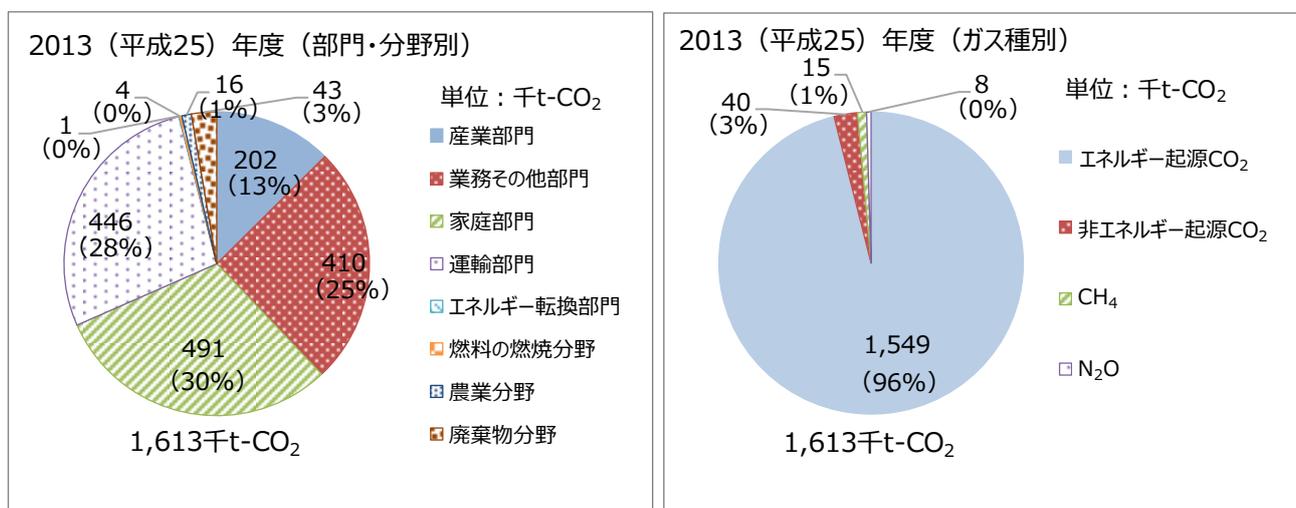
## 2 推計結果

### (1) 現況推計

基準年度である 2013（平成 25）年度の温室効果ガス排出量は 1,613 千 t-CO<sub>2</sub> と推計されます。部門・分野別では、家庭部門（30%）の割合が最も高く、次いで運輸部門（28%）、業務その他部門（25%）の割合が高くなっています。ガス種別では、エネルギー起源 CO<sub>2</sub> が全体の 96% を占めています。一方で、現況年度である 2019（令和元）年度の温室効果ガス排出量は 1,463 千 t-CO<sub>2</sub> と推計され、基準年度比 9.3% の削減となっています。部門・分野別及びガス種別の内訳は基準年度とほぼ同様です。

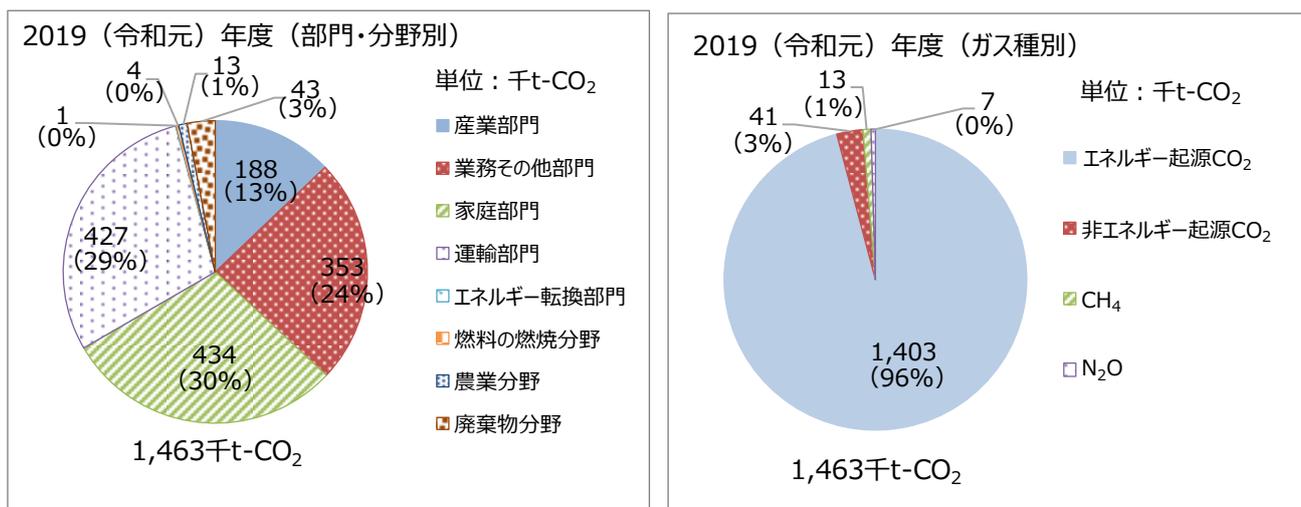
基準年度以降の経年変化をみると、2015（平成 27）年度にわずかに増加していますが、微減傾向で推移しています（部門・分野ごとの増減要因分析は図表 33 参照）。

現況推計結果の詳細については、「参考資料 2」を参照してください。



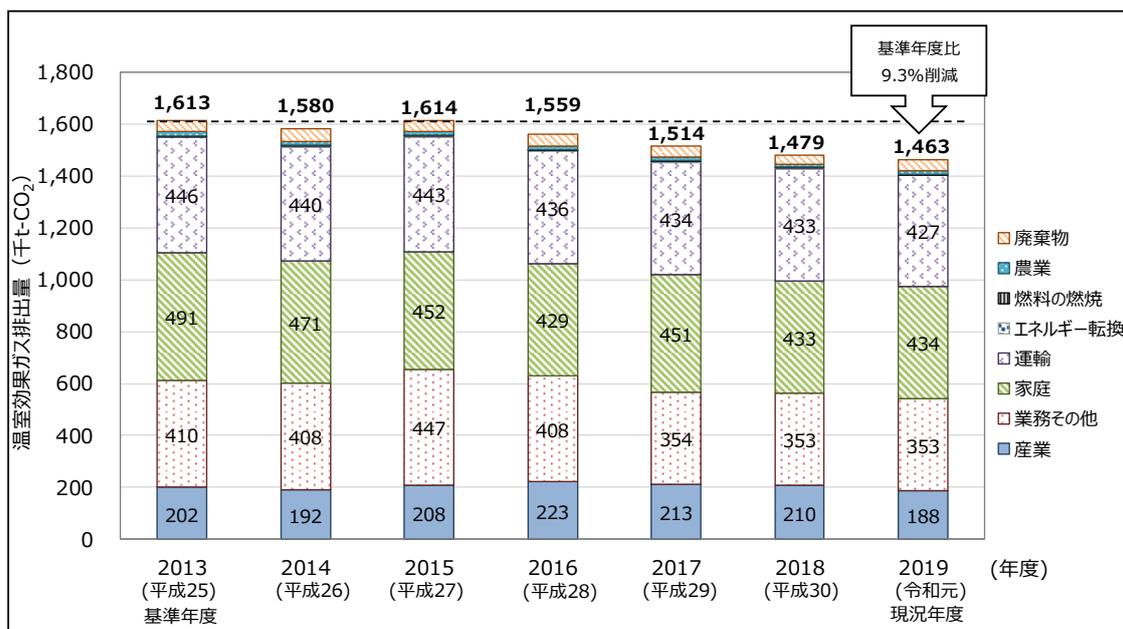
※小数点以下を端数処理しているため、内訳の合計値が総数に合致しないことがあります。

図表 29 基準年度（2013（平成 25）年度）の温室効果ガス排出量



※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。

図表 30 現況年度（2019（令和元）年度）の温室効果ガス排出量



図表 31 山形市における温室効果ガス排出量の推移

図表 32 山形市における温室効果ガス排出量の推移 (部門・分野別)

部門・分野	温室効果ガス排出量 [千 t-CO <sub>2</sub> ]						
	2013 (H25) 基準年度	2014 (H26)	2015 (H27)	2016 (H28)	2017 (H29)	2018 (H30)	2019 (R1) 現況年度
産業部門	202	192	208	223	213	210	188
製造業	163	150	165	176	170	169	148
建設業・鉱業	21	21	21	21	20	19	18
農林水産業	17	22	22	26	23	21	22
業務その他部門	410	408	447	408	354	353	353
家庭部門	491	471	452	429	451	433	434
運輸部門	446	440	443	436	434	433	427
自動車	436	431	435	427	426	424	419
鉄道	9	9	9	8	8	8	8
エネルギー転換部門	1	1	1	1	1	1	1
燃料の燃焼分野	4	4	4	4	4	4	4
農業分野	16	16	13	13	13	13	13
廃棄物分野	43	48	45	45	43	34	43
合計	1,613	1,580	1,614	1,559	1,514	1,479	1,463
基準年度比削減率%		2.0	-0.1	3.3	6.1	8.3	9.3

※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。

図表 33 部門・分野別の温室効果ガス排出量の推移と増減要因

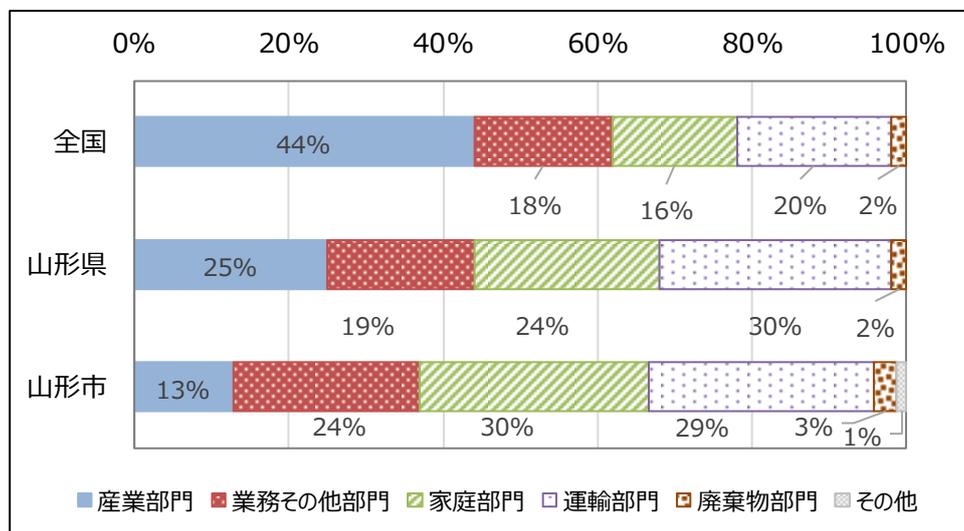
部門・分野	2019 (令和元) 年度排出量	特徴と排出量の推移	増減要因
産業部門	188 千 t-CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 内訳としては、製造業が約 79%、農林水産業が約 11%、建設業・鉱業が約 9%を占めています。</li> <li>・ 建設業・鉱業及び農林水産業からの排出量はほぼ横ばいで推移していますが、製造業からの排出量は年度によりばらつきが大きくなっています。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 製造業からの排出量の年度によるばらつきは、社会情勢の変化による各種製品の需要の変化が影響していると考えられます。</li> </ul>
業務 その他 部門	353 千 t-CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2017（平成 29）年度に大きく減少し、その後はほぼ横ばいの推移となっています。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2017（平成 29）年度の減少は電力の消費量が大きく減少したことが要因です。これは、主に高効率・省エネ機器の導入が進んだためと考えられます。</li> </ul>
家庭部門	434 千 t-CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2017（平成 29）年度にわずかに増加していますが、微減傾向で推移しています。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 世帯数はわずかに増加していますが、家庭の省エネ対策が進み世帯あたりの温室効果ガス排出量が減少していることから、微減傾向で推移していると考えられます。</li> </ul>
運輸部門	427 千 t-CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2015（平成 27）年度にわずかに増加していますが、微減傾向で推移しています。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 貨物及び乗合の車両数が減少したことや、ハイブリッド車<sup>53</sup>などの普及、物流の効率化などにより、微減傾向で推移していると考えられます。</li> </ul>
エネルギー 一転換 部門	1 千 t-CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2013（平成 25）年度以降、横ばいで推移しています。</li> </ul>	—
燃料の 燃焼 分野	4 千 t-CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2013（平成 25）年度以降、横ばいで推移しています。</li> </ul>	—
農業 分野	13 千 t-CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2015（平成 27）年度に減少し、その後はほぼ横ばいの推移となっています。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2015（平成 27）年度の減少は家畜の飼養頭数が減少したことが要因です。</li> </ul>
廃棄物 分野	43 千 t-CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2013（平成 25）年度以降、横ばいで推移しています。</li> </ul>	—

※電力排出係数としては、環境省が公表する電気事業者（東北電力）の排出係数を使用。

2013（平成 25）年度：0.589kg-CO<sub>2</sub>/kWh、2019（令和元）年度：0.522kg-CO<sub>2</sub>/kWh

<sup>53</sup> ハイブリッド車：エンジンと電気モーターを組み合わせた自動車のこと。

本市の温室効果ガス排出量の現況年度における部門・分野別割合について、全国及び山形県と比較すると、本市、山形県、全国では、いずれもエネルギー起源 CO<sub>2</sub> の排出量（産業、業務その他、家庭、運輸部門の合計）が排出量全体の 9 割以上を占めていますが、その内訳をみると、本市では、山形県や全国と比べ、業務その他部門、家庭部門の排出割合が高くなっており、産業部門の排出割合は低くなっています。



図表 34 温室効果ガスの部門・分野別排出量の全国・山形県との比較（2019（令和元）年度）

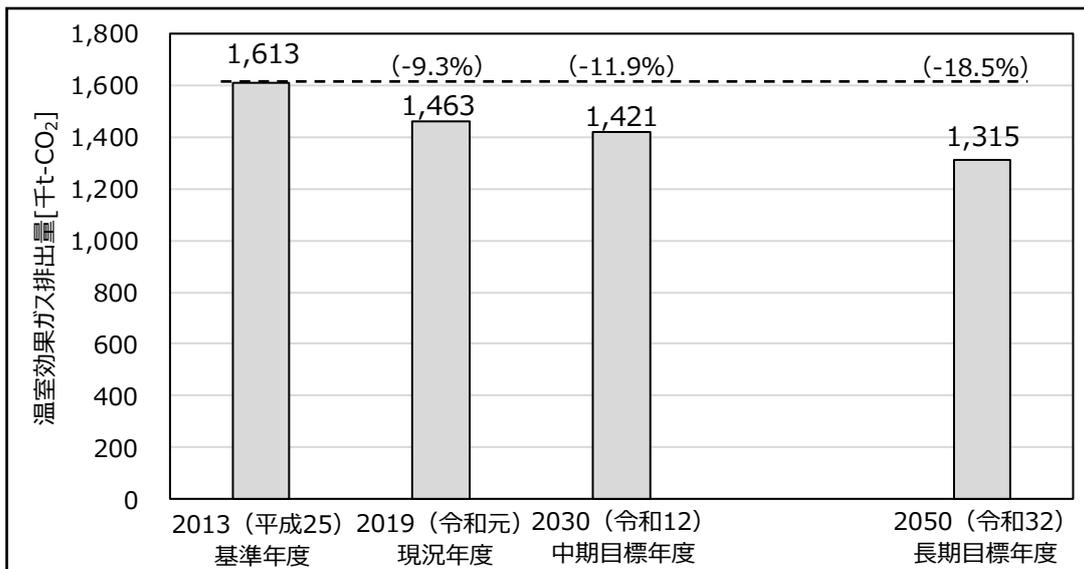
出典）自治体排出量カルテ（環境省） ※全国と山形県の数値

## (2)将来推計

なりゆきベースでは、温室効果ガス排出量は、中期目標年度（2030（令和12）年度）で1,421千t-CO<sub>2</sub>、長期目標年度（2050（令和32）年度）で1,315千t-CO<sub>2</sub>となり、それぞれ基準年度（2013（平成25）年度）比11.9%、18.5%の減少となります。

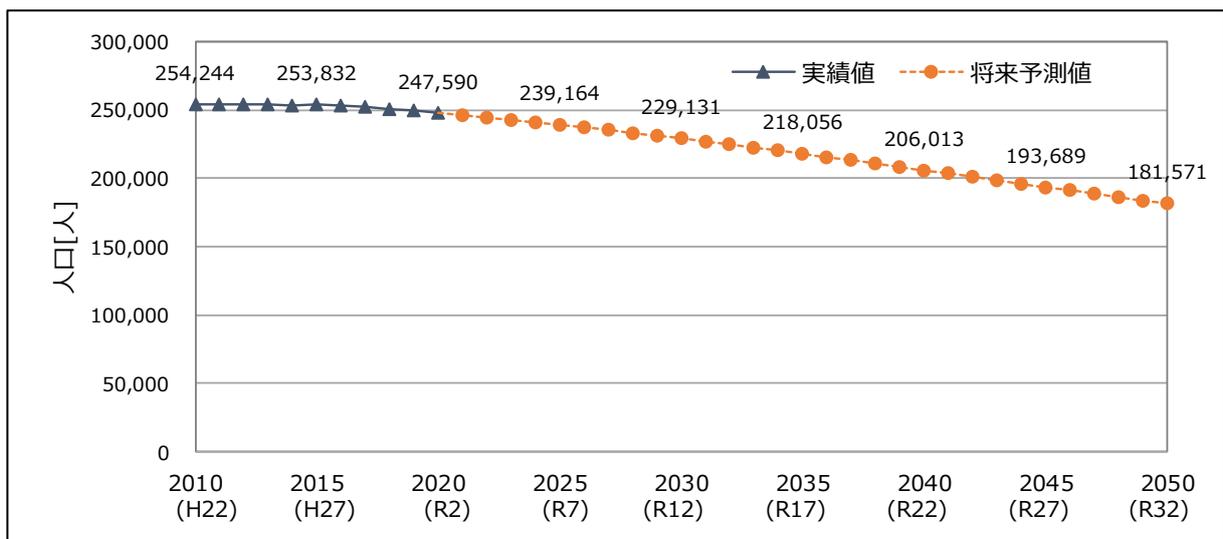
本市の人口将来予測が、基準年度（2013（平成25）年度）の25.4万人から、中期目標年度（2030（令和12）年度）には22.9万人、長期目標年度（2050（令和32）年度）には18.2万人に減少する見込みであることから、家庭部門のエネルギー消費量や自家用車数等の減少が予測され、家庭部門及び運輸部門での減少が大きくなっています。

将来推計結果の詳細については、「参考資料3」を参照してください。



※なりゆきベースの将来推計における電力の排出係数は、現況年度（2019（令和元）年度）から固定（0.522kg-CO<sub>2</sub>/kWh、東北電力株式会社の調整後の二酸化炭素排出係数）して推計。

図表 35 山形市の温室効果ガス排出量の将来推計（なりゆきベース）



図表 36 山形市の人口将来予測

### (3)森林等吸収源による吸収

本市の森林等吸収源における温室効果ガス吸収量について、本市が把握している森林の炭素蓄積量の増加量及び都市緑化面積を基に推計しました。

本市での現況年度（2019（令和元）年度）における吸収量は46千t-CO<sub>2</sub>で、同年度の市全体の排出量（1,463千t-CO<sub>2</sub>）の3.1%程度となっています。現況の森林整備・都市緑化を継続することにより、中期目標年度（2030（令和12）年度）には49千t-CO<sub>2</sub>、長期目標年度（2050（令和32）年度）には51千t-CO<sub>2</sub>の吸収量が見込まれます。

図表 37 森林等吸収源による吸収量（現況年度及び中期目標年度、長期目標年度）

	2019 (R1) 現況年度	2030 (R12) 中期目標年度	2050 (R32) 長期目標年度
吸収量（千t-CO <sub>2</sub> ）	<b>46</b>	<b>49</b>	<b>51</b>
森林による温室効果ガス吸収量※ <sup>1</sup> （千t-CO <sub>2</sub> ） ＊括弧内は森林保全促進等による材積量の増加に伴う炭素蓄積量の増加量（千t）	33 (民有林 8.7 国有林 0.4)	37 (民有林 9.8 国有林 0.2)	39 (民有林 10.4 国有林 0.2)
都市緑化の推進による温室効果ガス吸収量※ <sup>2</sup> （千t-CO <sub>2</sub> ） ＊括弧内は都市緑化面積（ha）	12 (1,184)	13 (1,197)	13 (1,203)
参考) 総排出量（千t-CO <sub>2</sub> ） ＊将来推計はなりゆきベース	1,463	1,421	1,315
総排出量に対する吸収量の割合	3.1%	3.5%	3.9%

※1：森林の炭素蓄積量の増加量（千t）に44/12（二酸化炭素の分子量/炭素の原子量）を乗じて二酸化炭素吸収量に換算。

※2：都市緑化（都市公園、公共施設緑地、民間施設緑地、法及び条例等による緑地）面積（ha）に単位面積あたりの年間生体バイオマス成長量（都市公園・民間施設緑地2.334t-C/ha/年、公共施設緑地3.56t-C/ha/年、法及び条例等による緑地2.9t-C/ha/年）（実行計画策定マニュアルより）を乗じたうえで、44/12（二酸化炭素の分子量/炭素の原子量）を乗じて生体バイオマス成長に伴う二酸化炭素吸収量に換算。

※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。