

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、山形市の温室効果ガス排出量及び森林等の吸収源による吸収量の現況推計及びなりゆきベース¹⁵の将来推計を行いました。推計を行った年度は以下の通りです。

- 【現況推計】
- ・2005（平成 17）年度：短期目標値の算定に関わる年度
 - ・2013（平成 25）年度：本計画の基準年度
 - ・2014（平成 26）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 2009（平成 21）年度から 2012（平成 24）年度についても現況推計を行っています。

- 【将来推計】
- ・2020（平成 32）年度：短期目標年度
 - ・2030（平成 42）年度：中期目標年度
 - ・2050（平成 62）年度：長期目標年度

（1）対象とする温室効果ガスの種類

温室効果ガスとは、地球温暖化対策推進法第 2 条第 3 項に掲載される以下の 7 種類のガスを指します。本計画では、二酸化炭素（CO₂）、メタン（CH₄）、一酸化二窒素（N₂O）の 3 種類を対象とします。なお、山形市においては、ハイドロフルオロカーボン（HFC）、パーフルオロカーボン（PFC）、六ふっ化硫黄（SF₆）及び三ふっ化窒素（NF₃）については、排出量がない、または微量であるため対象外とします。

表 1 地球温暖化対策推進法第 2 条第 3 項に掲載される温室効果ガスの種類と排出される主な活動

温室効果ガスの種類		排出される主な活動
1 二酸化炭素（CO ₂ ）	エネルギー起源 CO ₂	燃料の使用、他人から供給された電気の使用、他人から供給された熱の使用
	非エネルギー起源 CO ₂	工業プロセス、廃棄物の焼却処分、廃棄物の原燃料使用等
2	メタン（CH ₄ ）	工業プロセス、炉における燃料の燃焼、自動車の走行、耕作、家畜の飼養及び排せつ物管理、農業廃棄物の焼却処分、廃棄物の焼却処分、廃棄物の原燃料使用等、廃棄物の埋立処分、排水処理
3	一酸化二窒素（N ₂ O）	工業プロセス、炉における燃料の燃焼、自動車の走行、耕地における肥料の施用、家畜の排せつ物管理、農業廃棄物の焼却処分、廃棄物の焼却処分、廃棄物の原燃料使用等、排水処理

¹⁵ なりゆきベースとは、将来的に現状以上の対策を講じなかった場合を指す。

4	ハイドロフルオロカーボン (HFC)	クロロジフルオロメタン又は HFCs の製造、冷凍空気調和機器、プラスチック、噴霧器及び半導体素子等の製造、溶剤等としての HFCs の使用
5	パーフルオロカーボン (PFC)	アルミニウムの製造、PFCs の製造、半導体素子等の製造、溶剤等としての PFCs の使用
6	六ふっ化硫黄 (SF ₆)	マグネシウム合金の鋳造、SF ₆ の製造、電気機械器具や半導体素子等の製造、変圧器、開閉器及び遮断器その他の電気機械器具の使用・点検・排出
7	三ふっ化窒素 (NF ₃)	NF ₃ の製造、半導体素子等の製造

※太枠内の 3 ガスを本計画の対象とします。

(2) 推計範囲

国が定めた「地方公共団体実行計画（区域施策編）策定・実施マニュアル」（平成 29 年 3 月）において『中核市等で特に把握が望まれる』と整理される部門・分野について、排出が確認できない等の特段除外する理由がない部門・分野を推計対象とします。前計画から新規に追加した部門・分野は、エネルギー起源 CO₂ 以外¹⁶の『農業分野（耕作・畜産・農業廃棄物）』、森林等吸収源の『都市緑化の推進に伴う吸収』となります。

表 2 推計対象の種類

部門・分野		推計の対象となる活動等	
排出源	エネルギー起源 CO ₂	産業部門	農林業、鉱業、建設業及び製造業におけるエネルギー消費に伴う排出
		業務その他部門	事務所、店舗等における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
		運輸部門	自動車、鉄道、におけるエネルギー消費に伴う排出
	エネルギー起源 CO ₂ 以外	農業分野	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（耕作）、家畜の飼育や排泄物の管理に伴う排出（畜産）、農業廃棄物の焼却処分に伴い発生する排出（農業廃棄物）
		廃棄物分野	廃棄物の焼却処分に伴い発生する排出（焼却処分）、排水処理に伴い発生する排出（排水処理）
森林等吸収源		森林整備に伴う吸収、都市緑化の推進に伴う吸収	

¹⁶ エネルギー起源 CO₂ 以外には、非エネルギー起源 CO₂、メタン (CH₄)、一酸化二窒素 (N₂O) が含まれる。

(3) 推計方法

前計画の推計方法を基に、国が定めた「地方公共団体実行計画（区域施策編）策定・実施マニュアル【算定手法編】」（平成 29 年 3 月）を参考にしつつ、地域データの入手可能性等を考慮し、推計方法の見直しを行いました。電力の二酸化炭素排出係数¹⁷について、現況推計は、国が公表している当該年度の東北電力株式会社の調整後の二酸化炭素排出係数を採用しました。将来推計は、東日本大震災の影響による原子力発電所の稼働停止等による影響や、今後のエネルギー政策の方向性に関する議論が当分の間続くことが想定されることから、基準年度（2013（平成 25）年度）の東北電力株式会社の調整後の二酸化炭素排出係数に固定して推計しています。

<推計方法の概要>

【現況推計】

山形市内における現況の温室効果ガスの排出量は、基本的に、各部門における「活動量」と「エネルギー消費原単位」と「温室効果ガス排出係数」を掛け合わせることで算定します。

ここで、「活動量」は、製造品出荷額、床面積、世帯数等、各部門における活動の規模を表す指標となります。また「エネルギー消費原単位」は、活動量一単位あたりのエネルギー消費量、「温室効果ガス排出係数」はエネルギー消費一単位あたりの温室効果ガスの排出量を表します。

（各部門における算定式および各指標の詳細については、参考資料 2 を参照）

●現況推計の基本式

$$\text{温室効果ガス排出量} = \text{活動量} \times \text{エネルギー消費原単位} \times \text{温室効果ガス排出係数}$$

【将来推計】

山形市内における将来の温室効果ガスの排出量は、基本的に、現況年度（2014（平成 26）年度）の温室効果ガス排出量の数値に、各部門において想定した活動指標の将来的な増減割合をかけることによって算定を行いました。

この際、増減割合について、山形市内の将来目標が他計画などで示されている場合（例、人口）はそれらの数値を用い、示されていない場合は、直近年度のトレンドに基づき推計を行いました。

¹⁷ 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測る指標。

●将来推計の基本式

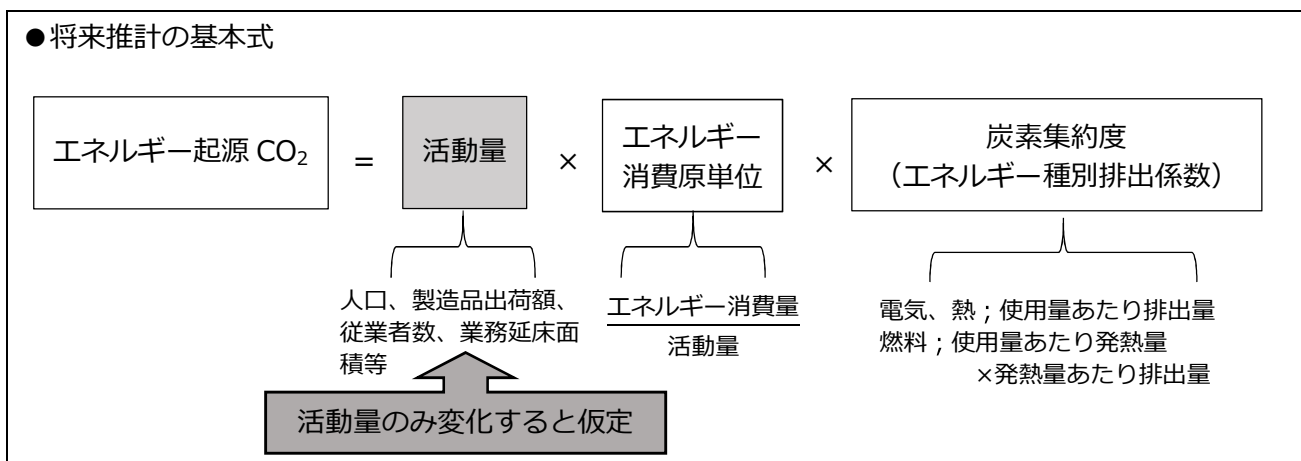


表3 山形市のなりゆきベースの将来推計に用いた活動量と設定根拠

		活動量	設定根拠
産業部門	製造業	製造品出荷額	「新・山形市工業振興計画」(平成26年5月)に示される2018(平成30)年、2023(平成35)年の目標値と、「工業統計調査」における直近4カ年の統計値(実績値)のトレンドから推計。
	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)のトレンドから推計。
	農林業	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4カ年の統計値(実績値)のトレンドから推計。
家庭部門		人口	短期目標については、2020(平成32)年度までの3年間と短い期間であることから、国勢調査及び国勢調査をベースとした山形県公表の推計人口(平成24~28の各年10月1日現在)を使用し、「コーホート変化率法 ¹⁸ 」に基づき、山形市が独自に推計した人口を用いる(「山形市一般廃棄物処理基本計画」(平成30年3月策定予定)と同一の数値)。中長期目標(2030(平成42)及び2050(平成62))年度は、「山形市発展計画(平成27~31年度)」の人口の見通し(目標②)の推計人口値。
運輸部門	自動車	人口	
	鉄道	現況年度固定	
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。

※目標年度ごとの活動量の設定値は、参考資料3を参照。

¹⁸ 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」であり、今年のX歳人口が次年(X+1)歳人口になるのに変化率を掛けたのが「コーホート変化率法」である。

2 推計結果

(1) 現況推計

基準年度である2013（平成25）年度の総排出量は1,657千t-CO₂であり、排出内訳を見ると、部門別では家庭部門が最も割合が高く（29%）、次いで業務その他部門及び運輸部門（28%）となりました。ガス別では、エネルギー起源CO₂が全体の95%を占めます。

直近4カ年の経年変化をみると、2012（平成24）年度にわずかに増加していますが、2013（平成25）年度以降は微減傾向で推移しています。現況年度である2014（平成26）年度の総排出量は1,612千t-CO₂であり、基準年度比2.7%の削減となりました（部門ごとの増減要因分析は、表5及び参考資料3を参照）。

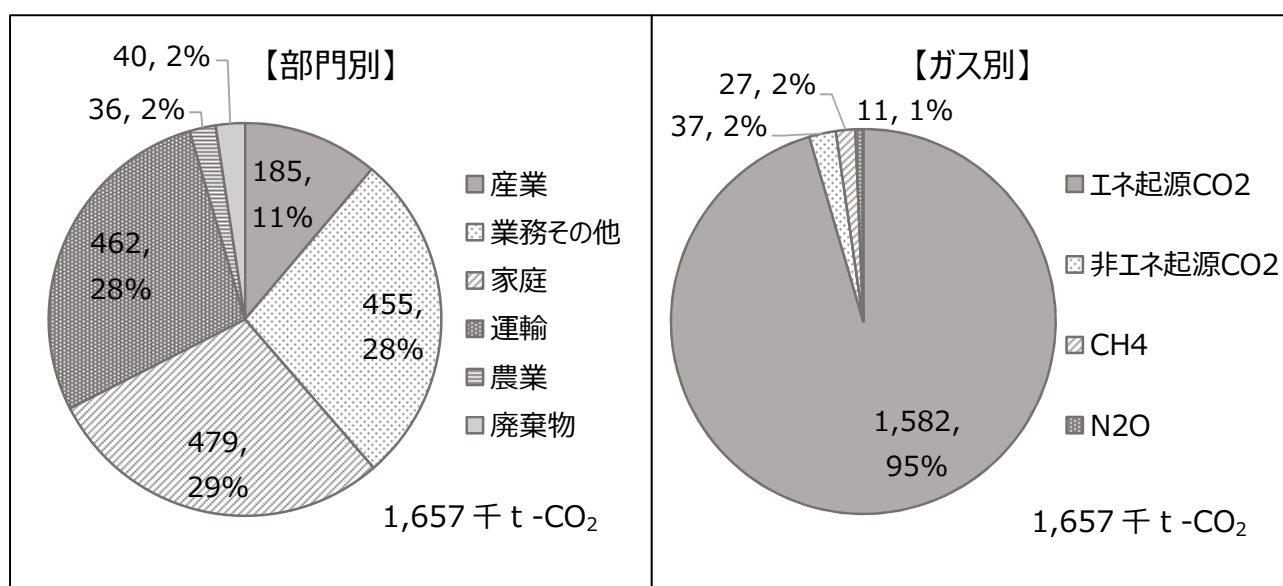


図4 基準年度（2013（平成25）年度）における温室効果ガス排出量の内訳

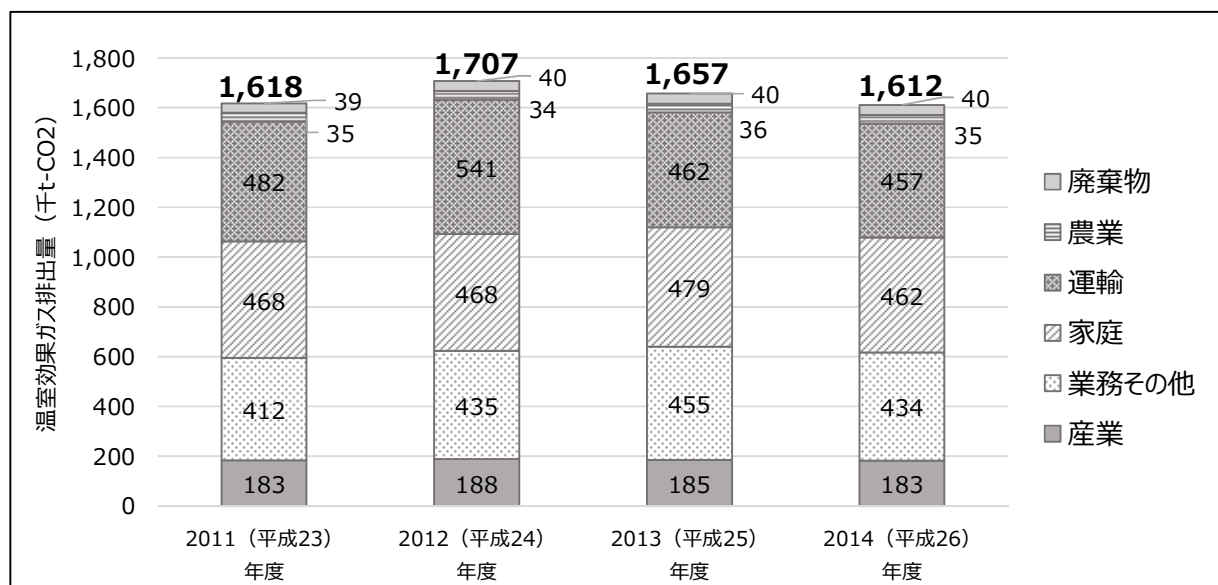


図5 山形市における温室効果ガス排出量の推移

表4 山形市の温室効果ガス排出量の部門別推移（単位：千t-CO₂）

	2005 (平成 17) 年度	2011 (平成 23) 年度	2012 (平成 24) 年度	2013 (平成 25) 年度	2014 (平成 26) 年度
産業部門	237	183	188	185	183
製造業	179	136	138	136	135
建設業・鉱業	56	44	47	45	44
農林業	2	3	4	3	4
業務その他部門	360	412	435	455	434
家庭部門	387	468	468	479	462
運輸部門	535	482	541	462	457
自動車	525	474	532	454	448
鉄道	10	8	9	9	9
農業分野	35	35	34	36	35
廃棄物分野	44	39	40	40	40
合計	1,598	1,618	1,707	1,657	1,612

※小数点以下を端数処理しているため、各項目の合計値が合計に合致しない年度があります。

山形市の温室効果ガス排出量の基準年度における部門別割合について、全国及び山形県と比較してみると、以下のような結果となりました。部門別排出割合をみると、山形市、山形県、全国は共にエネルギー起源 CO₂ の排出量（産業、業務その他、家庭、運輸部門の合計）は、全体の排出量の 9 割以上を占めていますが、その内訳をみると、山形市では、山形県や全国と比べ、業務その他部門、家庭部門及び運輸部門の排出割合が高くなっており、反対に産業部門は全国平均より低くなっています。

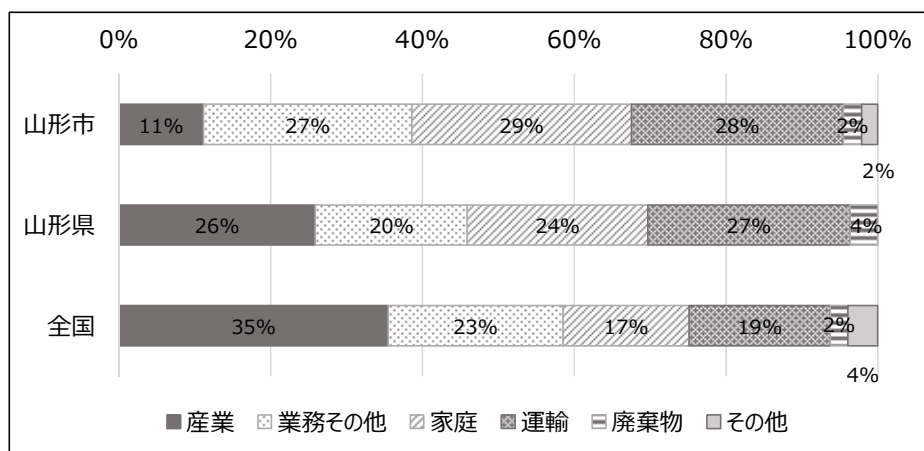


図6 二酸化炭素の部門別排出量の全国・山形県との比較（2013（平成 25）年度）

表5 部門別の温室効果ガス排出量の推移と増減要因

部門	2013 (平成 25) 年度排出量	特徴と排出量推移	増減要因
産業 部門	185 千 t-CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> 産業部門全体の排出量のうち、製造業が約 74%、建設業・鉱業が約 24%を占めています。 排出割合の高い製造業は、2005(平成 17)年度から 2011(平成 23)年度にかけて大きく減少しましたが、その後はほぼ横ばいの推移となっています。 	<ul style="list-style-type: none"> 製造業における温室効果ガス排出量の 2005(平成 17)年度から 2011(平成 23)年度にかけての減少は、電力と重油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。 その後の横ばい傾向は、東日本大震災の影響等による電力の二酸化炭素排出係数が増加したことで、省エネ等の取り組み効果が相殺されたためと考えられます。
業務 その他 部門	455 千 t-CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> 2012(平成 24)年度に排出量が約 20 千 t-CO₂増加し、その後はほぼ横ばいの推移となっています。 	<ul style="list-style-type: none"> 山形市においても業務その他部門におけるエネルギー使用のうち電力の占める割合は大きく、東日本大震災の影響等による電力の二酸化炭素排出係数が増加したことが、2012(平成 24)年度における排出量増加の要因と考えられます。
家庭 部門	479 千 t-CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> 排出量は横ばいで推移していますが、排出量全体の約 29%を占めています。 	<ul style="list-style-type: none"> 東日本大震災の影響により電力の二酸化炭素排出係数が増加していますが、一方で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、排出量は横ばいで推移していると考えられます。
運輸 部門	462 千 t-CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> 運輸部門全体の排出量のうち、自動車からの排出が約 98%を占めています。 2012(平成 24)年度の排出量が、前年度よりも大きく増加しています。 2013(平成 25)年度以降は微減傾向で推移しています。 	<ul style="list-style-type: none"> 東日本大震災翌年度にあたる 2012(平成 24)年度の温室効果ガス排出量の増加は、物流回復の兆しから交通量増加に伴う渋滞や、実復旧道路の迂回走行などによる燃料消費使用量の増加・燃費の悪化などが考えられます。2013(平成 25)年度以降の微減傾向は、温室効果ガス排出係数の大きい軽油車の車両数が減少したことや、ハイブリッド車¹⁹などの普及、物流の効率化などが要因として考えられます。
農業 分野	36 千 t-CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> 2011(平成 23)年度以降、横ばいで推移しています。 	
廃棄物 分野	40 千 t-CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> 2011(平成 23)年度以降、横ばいで推移しています。 	

※温室効果ガス排出量要因分析の詳細は、参考資料3を参照。

¹⁹ エンジンと電気モーターを組み合わせた自動車。

(2) 将来推計

短期目標年度（2020（平成32）年度）は1,610千t-CO₂となり、基準年度（2013（平成25）年度）比2.8%の減少となりました。中期目標年度（2030（平成42）年度）は1,670千t-CO₂、長期目標年度（2050（平成62）年度）には1,842千t-CO₂となり、それぞれ基準年度（2013（平成25）年度）比0.8%、11.2%の増加となりました。

全国の多くの地方公共団体では人口減少や産業活動の低下が予測され、そのことが要因となり排出量も減少する予測となっている地域もあります。一方、山形市では、人口は、「山形市発展計画」（平成27年度）において、2050（平成62）年度には30.4万人（基準（2013（平成25））年度の25.4万人から20%増加）、産業活動については、「新・山形市工業振興計画」（平成26年5月）において、2023（平成35）年度の製造品出荷額2,500億円（2011（平成23）年度の1,893億円から32%増加）の目標を立てていることから、中長期的には温室効果ガス排出量は増加する見込みとなっています。

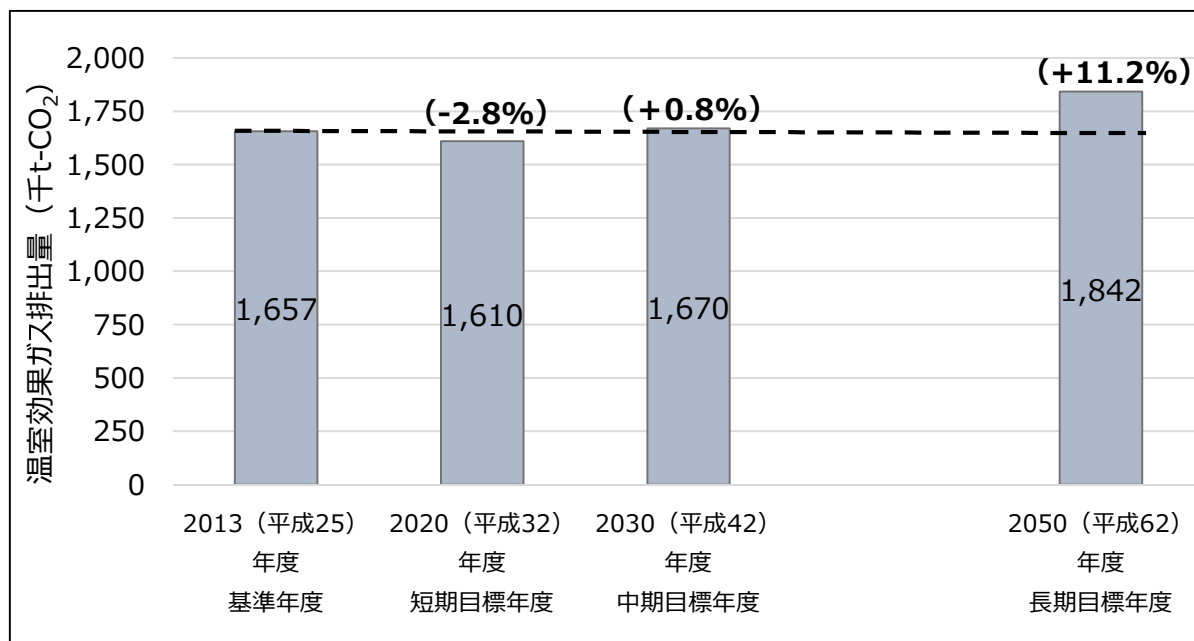


図7 山形市の温室効果ガス排出量のなりゆきベースの将来推計（単位：千t-CO₂）

※ 山形市のなりゆきベースの将来推計における電力の排出係数は、他のエネルギー種と同様に排出係数を固定（0.589kg-CO₂/kWh、2013（平成25）年度、東北電力株式会社の調整後の二酸化炭素排出係数）して推計を行っています。

(3) 森林等吸収源による吸収

山形市内の森林等吸収源における温室効果ガス吸収量について、山形市が把握している整備森林面積及び都市緑化面積を基に推計した結果を以下に示します。

本市での基準年度（2013（平成 25）年度）における吸収量は、12 千 t-CO₂ で、同年度の市全体の排出量（1,657 千 t-CO₂）の 0.7%程度となっています。中期目標年度（2030（平成 42）年度においても、継続的に森林整備や都市緑化に取り組んでいくこととしますが、吸収量及び総排出量に対する吸収量の割合はほぼ変化しないものと予想されます。

表 6 山形市内の吸収量及び総排出量に対する吸収量の割合（基準年度及び中期目標年度）

	基準年度 2013（平成 25）年度	中期目標年度 2030（平成 42）年度
吸収量（千 t-CO ₂ ）	12	13
参考）総排出量（千 t-CO ₂ ）	1,657	1,670
総排出量に対する吸収量の割合	0.7%	0.7%