

福島県 2050 年カーボンニュートラル
ロードマップ

令和 4 年 5 月

目次

1 福島県 2050 年カーボンニュートラルロードマップ策定の背景	1
2 本県の現状	2
(1) 温室効果ガス総排出量の現況	2
ア 温室効果ガス別排出量	2
イ 二酸化炭素排出量の内訳	3
(2) エネルギー消費量の現況	9
ア エネルギー消費量の経年変化	9
イ 部門別エネルギー消費量の内訳	10
ウ 燃料種別エネルギー消費量の内訳	10
(3) 温室効果ガス排出量の本県と全国との比較	11
(4) 温室効果ガス排出の要因分析	14
ア 産業部門	14
イ 運輸部門	18
ウ 民生業務部門	19
エ 民生家庭部門	19
オ 廃棄物部門	21
(5) 再生可能エネルギー導入実績	22
ア 再生可能エネルギー導入目標	22
イ 再生可能エネルギー導入実績	22
(6) 森林吸収量	25
(7) 現状における課題整理	26
ア 部門横断的課題	26
イ 産業部門	26
ウ 運輸部門	26
エ 民生業務部門	27
オ 民生家庭部門	27
カ 廃棄物部門	28
キ 再生可能エネルギー	28
ク 森林吸収量	29
3 カーボンニュートラルに向けたロードマップ	30
(1) ロードマップの考え方	30
ア 省エネルギー対策の徹底	30
イ 電化及び低炭素燃料への切り替え	30
ウ 再生可能エネルギー導入及び活用	31
エ 暮らし方や社会の在り方を見直す	31
(2) 数値目標	32
ア 将来予測 (BAU)	32
イ 数値目標の設定と削減シナリオ	37

4	カーボンニュートラル実現に向けた施策	52
(1)	省エネルギーを始めとしたエネルギーの合理的な利用の推進	52
ア	産業部門（農林水産業）における施策	52
イ	産業部門（建設業）における施策	57
ウ	産業部門（製造業）における施策	60
エ	運輸部門における施策	77
オ	民生業務部門における施策	84
カ	民生家庭部門における施策	99
キ	廃棄物部門における施策	120
(2)	非エネルギー部門温室効果ガスの削減	129
ア	福島県における排出の状況	129
イ	メタン（CH ₄ ）の削減対策	130
ウ	一酸化二窒素（N ₂ O）の削減対策	131
エ	代替フロン等4ガス（HFCs、PFCs、SF ₆ 、NF ₃ ）の削減対策	131
オ	非エネルギー部門由来の温室効果ガスの削減目標	131
(3)	対策によるエネルギー需要の変化予測	132
(4)	再生可能エネルギー導入	135
ア	再生可能エネルギーの導入目標値	135
イ	再生可能エネルギー導入を推進していくための課題と対策	138
(5)	林業振興による二酸化炭素吸収量の増加	141
(6)	脱炭素に向けた理解の醸成や情報提供による行動変容	142
5	まとめ	143
(1)	BAU推計の結果	143
(2)	脱炭素化に向けた対策・削減効果	143
ア	2050年カーボンニュートラルに向けた考え方	144
イ	各部門で取り組む施策	144
(3)	カーボンニュートラルに向けた課題	151
(4)	温室効果ガス排出量の年度目標	151
6	体制	154
(1)	ロードマップ実現のための推進体制	154
(2)	フォローアップとレビュー	154
ア	状況把握と計画の見直し	154
イ	評価指標	154

1 福島県 2050 年カーボンニュートラルロードマップ策定の背景

近年、地球温暖化が原因と考えられる異常気象により、我が国でも豪雨等が頻発し、世界各地では記録的な熱波や寒波、大雨等の深刻な気象災害により多くの生き物の命が失われるなど、甚大な被害が出ています。このような地球規模の問題を背景として、COP21 での「パリ協定」や国連サミットでの「持続可能な開発目標（SDGs）」の採択など、地球環境をめぐる社会情勢に大きな変化が生じています。

国は、2020 年（令和 2 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」を目指すことを宣言し、同年 12 月には、「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」を策定しました。

さらに、2021 年 4 月には、2030 年度の新たな温室効果ガス削減目標として、2013 年度から 46%削減することを目指し、さらに 50%の高みに向けて挑戦を続けるとの新たな方針が示され、同年 6 月には、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。また、同年 10 月には、「地球温暖化対策計画」が閣議決定されました。こうした中、2050 年までに温室効果ガス排出量を実質ゼロにすることを目指す「ゼロカーボンシティ」を宣言する自治体も増えてきており、脱炭素社会の実現に向けた動きが全国で加速しています。

本県においては、2021 年 2 月、知事が 2050 年までに脱炭素社会を目指す「福島県 2050 年カーボンニュートラル」を宣言しました。この目標の実現のためには、あらゆる主体が一体となり、県民総ぐるみでの地球温暖化対策を着実に取り組んでいくことが重要となります。また、徹底した省エネルギー対策や再生可能エネルギー等の最大限の活用が必要不可欠であることから、従来の取組の単なる延長ではなく、目指す将来像からの整合的で、野心的な中間目標を定め、取組を強力に推進していく必要があります。

そこで本県は、2050 年カーボンニュートラルの実現、持続可能な脱炭素社会の形成を目指し「福島県 2050 年カーボンニュートラルロードマップ」を策定することとしました。本ロードマップを通じて、県民や事業者の皆様一人一人が自分事として具体的な取組を実践できるよう、全県一体となって地球温暖化対策を推進していきます。

2 本県の現状

(1) 温室効果ガス総排出量の現況

ア 温室効果ガス別排出量

本県の温室効果ガスの総排出量は、基準年度（2013年度）において約18,703千t-CO₂/年、直近年度（2018年度）において、約16,805千t-CO₂/年となっており、2013年度比で10.1%減少しています(表2-1)。

また、直近年度での温室効果ガスの内訳では、二酸化炭素が92%以上を占めています。(図2-1)。

表2-1 温室効果ガス排出量

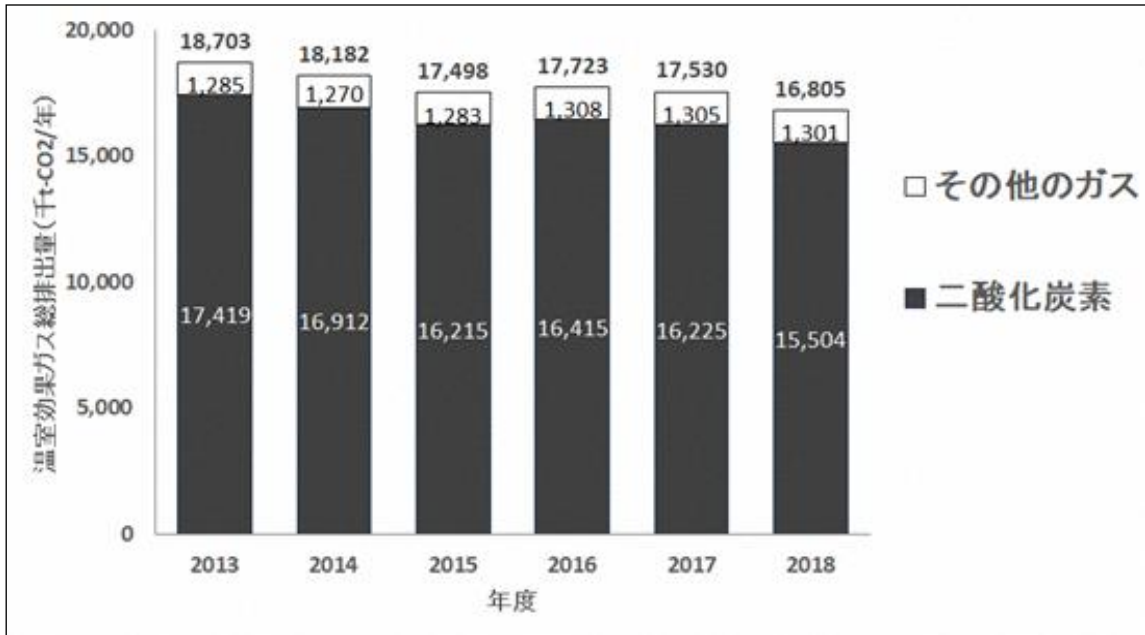
(単位：千t-CO₂/年)

温室効果ガスの種類	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度
二酸化炭素 (CO ₂)	17,419	16,912	16,215	16,415	16,225	15,504
その他ガス ¹	1,285	1,270	1,283	1,308	1,305	1,301
メタン (CH ₄)	448	443	425	411	417	415
一酸化二窒素 (N ₂ O)	302	236	230	218	179	155
ハイドロフルオロカーボン類 (代替フロン HFCs)	444	497	540	583	614	639
パーフルオロカーボン類 (有機フッ素化合物 PFCs)	53	56	52	56	56	55
六フッ化硫黄 (SF ₆)	34	34	33	37	34	32
三フッ化窒素 (NF ₃)	2	3	3	3	3	4
温室効果ガス総排出量	18,703	18,182	17,498	17,723	17,530	16,805
2013年度比	—	▲2.8%	▲6.4%	▲5.2%	▲6.3%	▲10.1%
調整後排出量 ²	—	16,260	15,936	16,163	16,315	15,121

出典：2018年度（平成30年度）の温室効果ガス排出量について/福島県環境共生課（2018年度）に基づき作成

¹ 以降、メタン(CH₄)、一酸化二窒素(N₂O)、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)、六フッ化硫黄(SF₆)、三フッ化窒素(NF₃)を総称して「その他ガス」とします。

² 調整後排出量＝(総排出量)－{(森林吸収)＋(電力会社の排出係数調整)＋(再エネ導入)}



出典：2018年度（平成30年度）の温室効果ガス排出量について/福島県環境共生課（2018年度）に基づき作成

図2-1 温室効果ガス排出量の推移

イ 二酸化炭素排出量の内訳

(ア) 部門別の二酸化炭素排出量

二酸化炭素排出量を部門別で見ると、産業部門、運輸部門、民生業務部門、民生家庭部門、廃棄物部門のいずれの部門も近年では、概ね減少傾向にあります（表2-2、図2-2）。

直近年度（2018年度）の部門別の二酸化炭素排出量では、産業部門からの排出量が県全体の33.4%と最も多くを占め、次いで運輸部門25.6%、民生業務部門19.2%、民生家庭部門18.1%、廃棄物部門3.7%と続きます。

また、部門別の二酸化炭素の内訳では、基準年度と比較し、産業部門、運輸部門の割合がやや増加傾向にあり、民生家庭部門での割合はやや減少傾向を示しています（図2-3）。

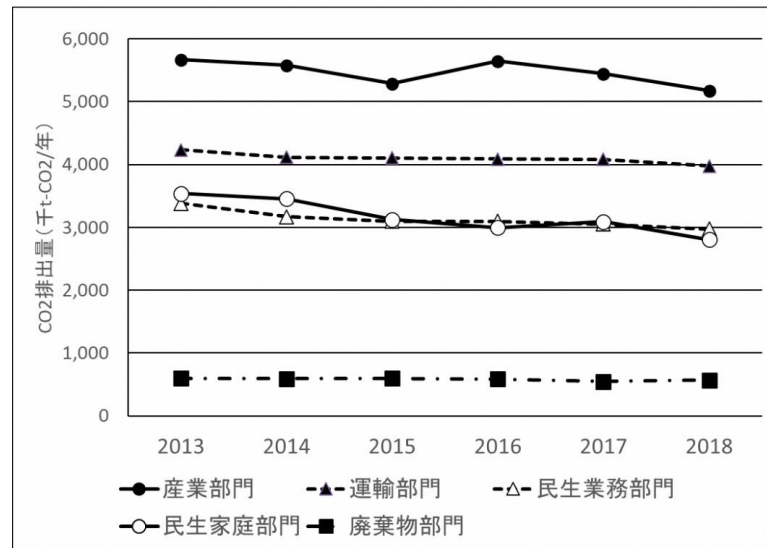
なお、県内に設置されている火力発電所を含むエネルギー転換部門において、石炭、石油等の化石燃料の燃焼によって発生する二酸化炭素は、電力使用に伴って発生する二酸化炭素として算定されるため、本県の二酸化炭素排出量には計上していません。

表 2 - 2 部門別二酸化炭素 (CO₂) 排出量

(単位：千 t-CO₂/年)

CO ₂ の起源	部門	区分	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度
エネルギー起源 CO ₂ ³	産業	農林水産業	83	80	320	347	322	260
		鉱業	74	77	32	40	32	40
		建設業	292	344	266	256	227	205
		製造業	5,217	5,076	4,671	5,005	4,863	4,669
		産業部門小計	5,666	5,578	5,289	5,648	5,445	5,174
	運輸	自動車	4,116	3,997	3,990	3,972	3,971	3,859
		鉄道	34	32	31	29	28	28
		航空	15	17	15	15	16	17
		船舶	72	72	70	71	70	72
		運輸部門小計	4,237	4,118	4,106	4,087	4,085	3,977
	民生業務		3,382	3,169	3,095	3,095	3,051	2,976
民生家庭		3,537	3,453	3,125	2,995	3,094	2,806	
エネルギー起源 CO ₂ 小計 (①)			16,822	16,319	15,615	15,825	15,674	14,933
非エネルギー起源 CO ₂ ⁴ (②)	廃棄物		597	594	600	590	551	571
CO ₂ 合計 (①+②)			17,419	16,912	16,215	16,415	16,225	15,504

出典：2018年度（平成30年度）の温室効果ガス排出量について/福島県環境共生課（2018年度）に基づき作成

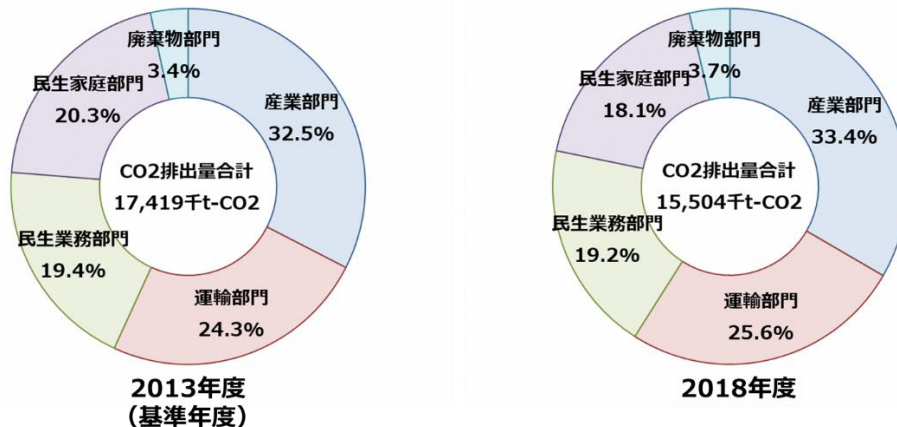


出典：2018年度（平成30年度）の温室効果ガス排出量について/福島県環境共生課（2018年度）に基づき作成

図 2 - 2 部門別二酸化炭素 (CO₂) 排出量の経年変化

³ エネルギー起源 CO₂ とは、燃料の燃焼によって発生・排出される二酸化炭素 (CO₂) を指します。

⁴ 非エネルギー起源 CO₂ とは、工業プロセスにおける化学反応や、廃棄物処理の過程で発生する二酸化炭素 (CO₂) を指します。



出典：2018年度（平成30年度）の温室効果ガス排出量について/福島県環境共生課（2018年度）に基づき作成

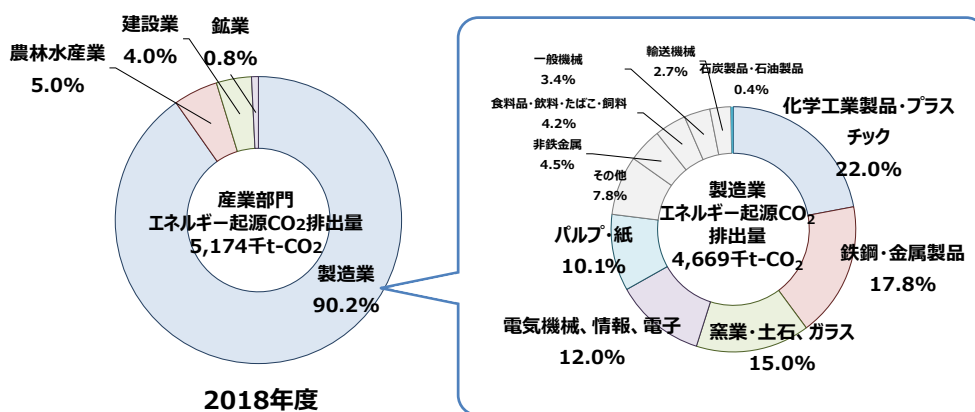
図2-3 部門別二酸化炭素(CO₂)排出量の内訳

a 産業部門

産業部門からの直近年度（2018年度）のエネルギー起源二酸化炭素排出量は、製造業からの排出量が最も多く、産業部門全体の90%以上を占めています（図2-4）。

また、製造業のうち、最も二酸化炭素排出量が多い業種は、化学工業製品・プラスチック業で産業部門全体の22.0%を占めます。

次いで、鉄鋼・金属製品業 17.8%、窯業・土石、ガラス業 15.0%、電気機械、情報、電子業 12.0%、パルプ・紙業 10.1%となっています。



出典：総合エネルギー統計/資源エネルギー庁（2018年度）に基づき作成

図2-4 産業部門、製造業の二酸化炭素(CO₂)排出量の内訳

b 運輸部門

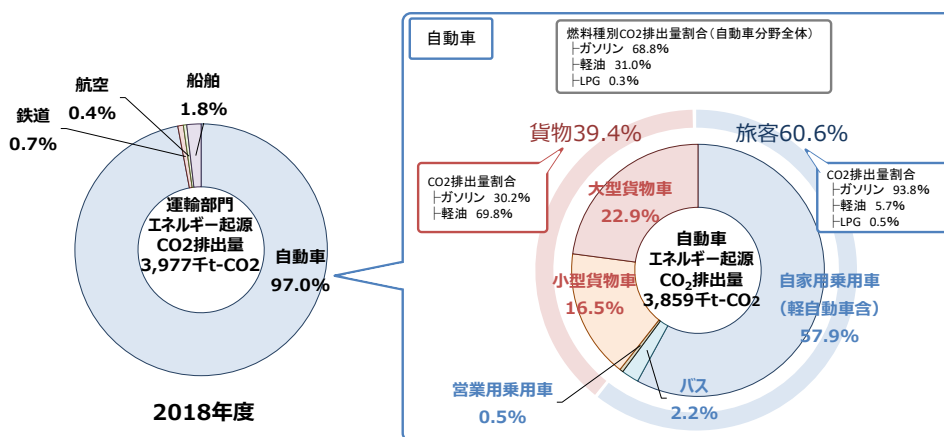
運輸部門からの直近年度（2018年度）のエネルギー起源二酸化炭素排出量は、自動車分野が最も多く、運輸部門全体の約97%を占めています（図2-5）。

自動車分野全体のうち、旅客輸送が約 61%であり、そのうちの約 96%は自家用乗用車が占めます。

また、旅客輸送の二酸化炭素排出量のうち、ガソリンからの二酸化炭素排出量の割合は約 94%を占めます。

さらに、貨物輸送は自動車分野全体の約 39%を占め、二酸化炭素排出量の割合では、ガソリンよりも軽油の方が高く、約 70%を占めています。

まとめると、自動車分野全体での二酸化炭素排出量の割合は、ガソリン約 69%、軽油約 31%、LP ガス約 0.3%となっています。



出典：総合エネルギー統計/資源エネルギー庁（2018年度）に基づき作成

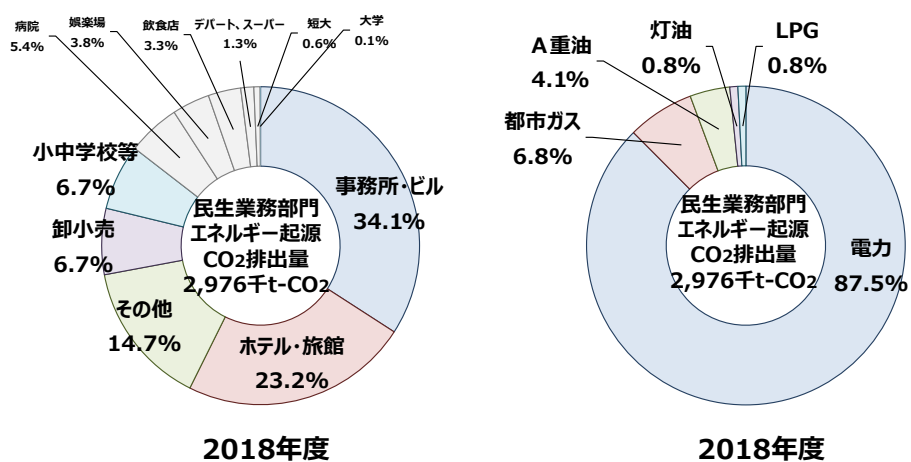
図2-5 運輸部門、自動車分野の二酸化炭素(CO₂)排出量の内訳

c 民生業務部門

民生業務部門からの直近年度（2018年度）のエネルギー起源二酸化炭素排出量を業務形態別に見ると、事務所・ビルからの二酸化炭素排出量が最も多く、約 34%を占めています。

次いで、ホテル・旅館約 23%、その他約 15%、卸小売、小中学校がそれぞれ約 7%となっています。

また、二酸化炭素排出量を燃料種別で見ると、電力由来が最も多く、約 88%を占めています（図2-6）。



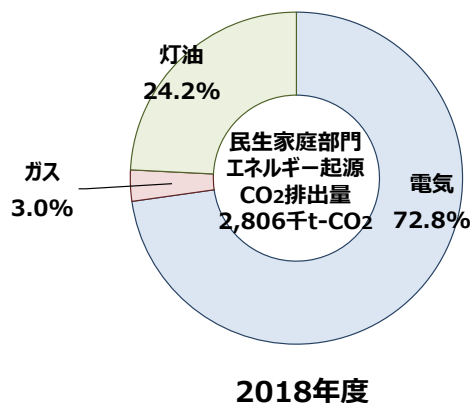
出典：総合エネルギー統計/資源エネルギー庁（2018年度）に基づき作成

図2-6 民生業務部門二酸化炭素(CO₂)排出量の内訳（業務形態別、燃料種別）

d 民生家庭部門

民生家庭部門からの直近年度（2018年度）のエネルギー起源二酸化炭素排出量は、電力由来からの排出割合が最も多く、民生家庭部門全体の約73%を占めています。

次いで、灯油約24%、ガス約3%となっています（図2-7）。

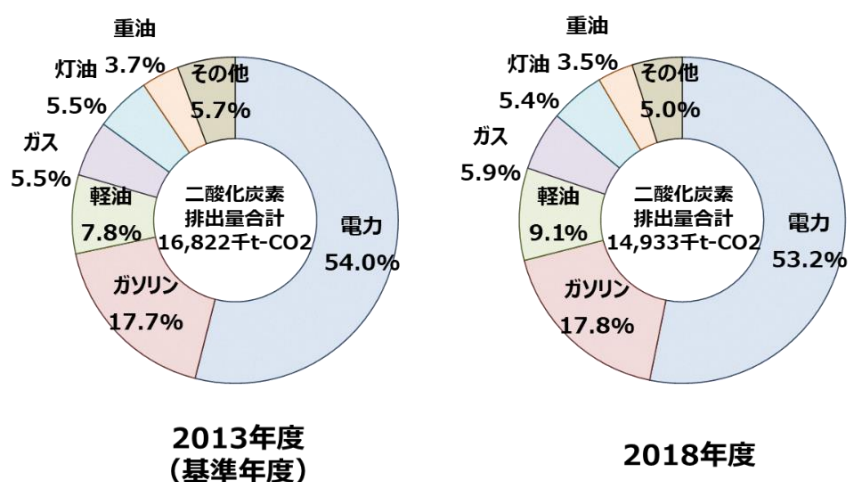


出典：総合エネルギー統計/資源エネルギー庁（2018年度）に基づき作成

図2-7 民生家庭部門における燃料種別二酸化炭素(CO₂)排出量

(イ) 燃料種別温室効果ガス排出量内訳の経年変化

エネルギー起源二酸化炭素における直近年度（2018年度）の燃料種別排出量は、電力由来が53.2%と最も多く、次いでガソリン17.8%、軽油9.1%、ガス5.9%、灯油5.4%、重油3.5%となっています（図2-8）。



※その他：一般炭、原料炭、コークス、潤滑油等を含む。

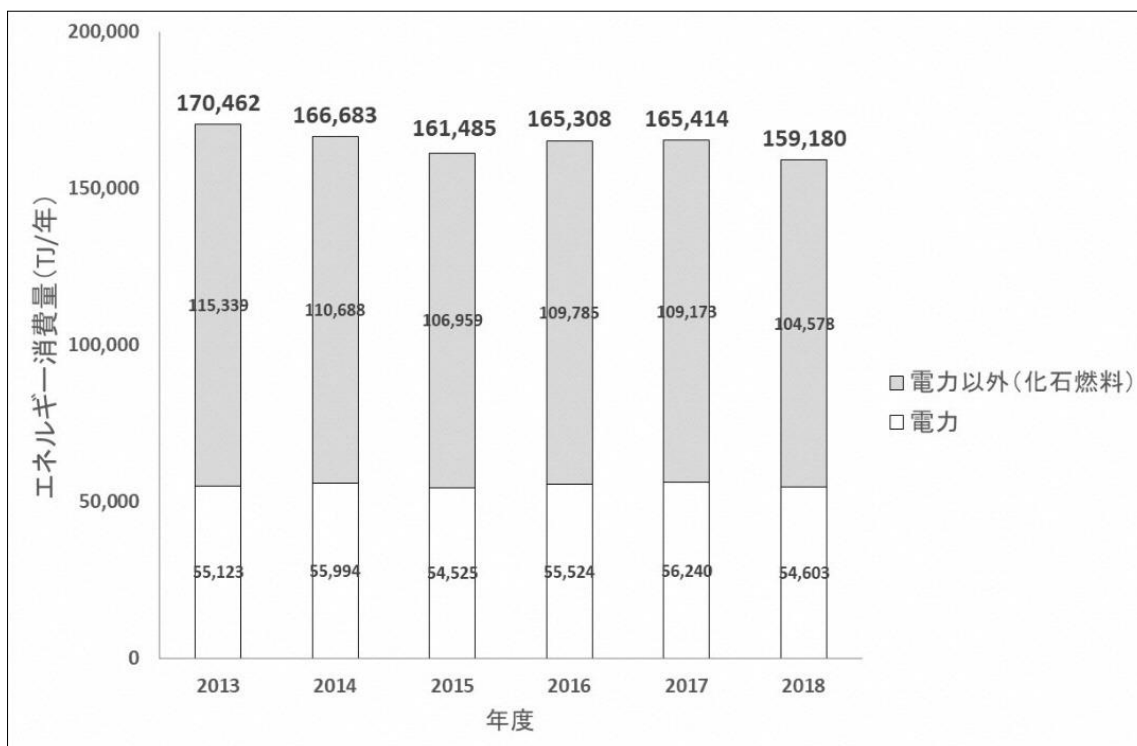
出典：総合エネルギー統計/資源エネルギー庁（2018年度）に基づき作成

図2-8 温室効果ガス排出量の燃料種別内訳

(2) エネルギー消費量の現況

ア エネルギー消費量の経年変化

本県のエネルギー消費量は基準年度（2013年度）において約17万TJ⁵/年、直近年度（2018年度）は約16万TJ/年であり、やや減少傾向にあります。消費されるエネルギーのうち、約34%が電力であり、残り約66%は電力以外（ガソリン、灯油等の化石燃料）となっています（図2-9）。



出典：総合エネルギー統計/資源エネルギー庁（2018年度）に基づき作成

図2-9 県内全体のエネルギー消費量の推移

⁵ 「エネルギー量を示す単位「J(ジュール)」について」

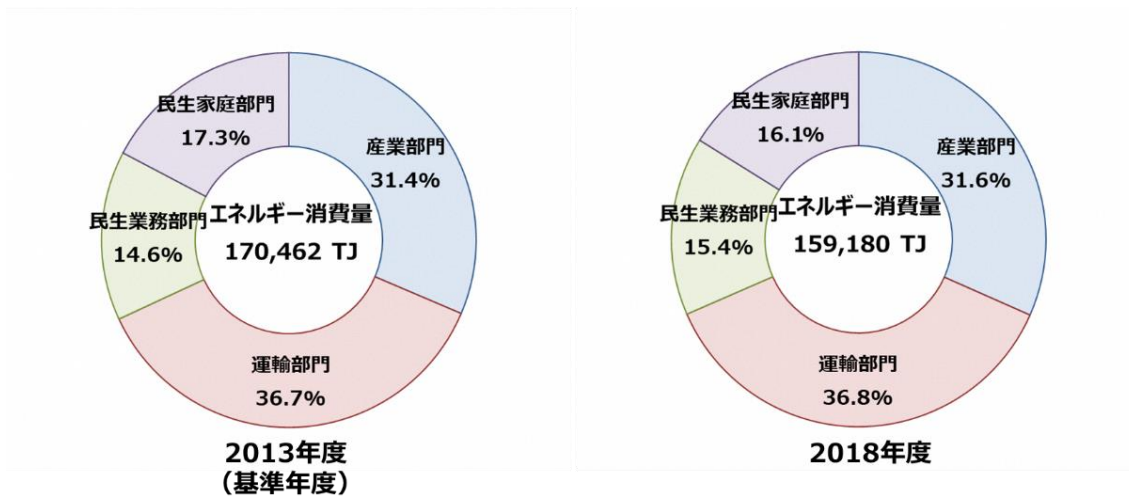
本ロードマップには、いろいろな活動で消費される燃料や電気のエネルギー量を表す単位として「J(ジュール)」を使用します。例えば、1リットルのガソリンを燃やしたときに発生するエネルギー量は、34.6 MJ(メガジュール)となります。

また、自動車を例に挙げると、およそ重量1トン、実燃費15km/リットルの自動車が100km走行する際には、ガソリンを6.7リットル消費します。このときの消費エネルギー量は約230MJで、二酸化炭素排出量は約15.5 kg-CO₂になります。

なお、M(メガ)は百万(×10⁶)、G(ギガ)は10億(×10⁹)、T(テラ)は1兆(×10¹²)を意味しています。

イ 部門別エネルギー消費量の内訳

直近年度（2018年度）の部門別のエネルギー消費量では、運輸部門が36.8%と最も多く、次いで産業部門が31.6%を占めています（図2-10）。

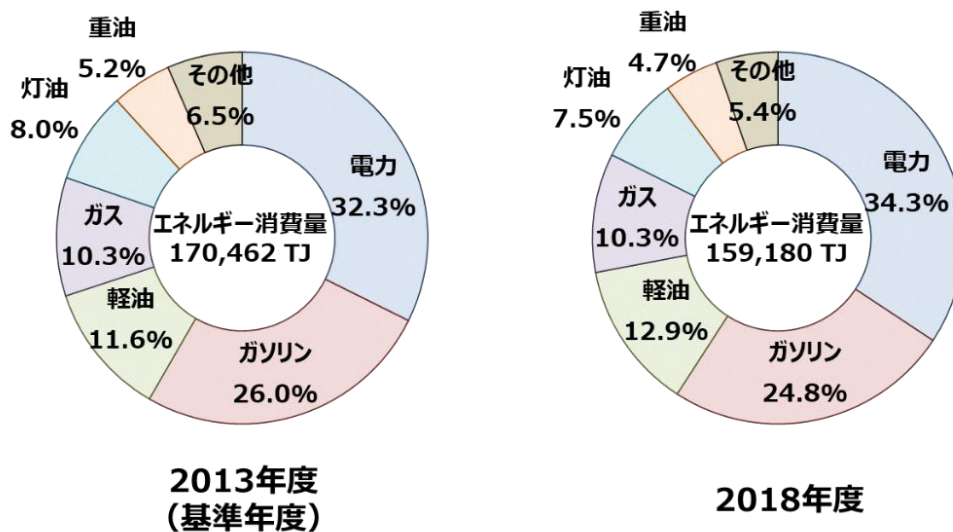


出典：2018年度（平成30年度）の温室効果ガス排出量について/福島県環境共生課（2018年度）に基づき作成

図2-10 部門別エネルギー消費量

ウ 燃料種別エネルギー消費量の内訳

直近年度（2018年度）における燃料種別のエネルギー消費量では、電力由来が34.3%と最も多く、次いでガソリン24.8%、軽油12.9%、ガス10.3%、灯油7.5%、重油4.7%となっています（図2-11）。



出典：2018年度（平成30年度）の温室効果ガス排出量について/福島県環境共生課（2018年度）に基づき作成

図2-11 燃料種別エネルギー消費量

(3) 温室効果ガス排出量の本県と全国との比較

ここからは、本県と全国の温室効果ガス排出量を基礎となる統計量（人口、製造品出荷額、民生業務部門の従業員数）を考慮して比較し、本県における温室効果ガス排出量削減の可能性について検討していきます。

まず、各種統計資料から収集、または、推計した 2013 年度及び 2018 年度の全国及び本県の人口、製造品出荷額、民生業務部門の従業員数は以下の通りです（表 2-3）。

表 2-3 全国及び県内の基本統計値

項目	年度	2013 年度	2018 年度
人口(万人)	全国	12,844	12,744
	福島県	198	190
製造品出荷額 (百万円)	全国	292,092,130	331,809,377
	福島県	4,762,508	5,246,465
民生業務 従業員数(万人)	全国	4,343	4,377
	福島県	56	53

出典：人口 住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査/総務省（2014 年、2019 年）

製造品出荷額 工業統計調査産業別統計表/経済産業省（2013、2018 年度）

民生業務従業員数 経済センサス基礎調査/総務省（2009 年、2012 年、2014 年、2016 年）データから直線回帰
によって 2013 年値と 2018 年値を推計

次に、運輸部門、民生家庭部門、廃棄物部門、その他ガスについて、全国及び本県の温室効果ガス総排出量から、1 人当たり温室効果ガス排出量を推計しました（表 2-4）。

また、産業部門については、製造品出荷額当たり、民生業務部門については、従業員 1 人当たりの温室効果ガス排出量をそれぞれ推計しました（表 2-5、表 2-6）。

表 2-4 1人当たり温室効果ガス排出量（運輸部門、民生家庭部門、廃棄物部門、その他ガス）

部門	地域	2013 年度		2018 年度	
		総排出量 (百万 t-CO ₂)	1人当たり排出量 (kg-CO ₂ /人)	総排出量 (百万 t-CO ₂)	1人当たり排出量 (kg-CO ₂ /人)
運輸	全国	224.2	1,746	210.4	1,651
	福島県	4.2	2,144	4.0	2,092
民生家庭	全国	207.8	1,618	165.7	1,300
	福島県	3.5	1,791	2.8	1,476
廃棄物	全国	29.4	229	29.0	228
	福島県	0.60	302	0.57	300
その他ガス	全国	90.5	705	101.4	796
	福島県	1.3	650	1.3	684

出典：日本の温室効果ガス排出量データ/国立環境研究所（1990～2018年度確報値）
 温室効果ガス排出量算出結果/福島県環境共生課（2013、2018年度実績）
 住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査/総務省（2014年、2019年）に基づき算出

表 2-5 製造品出荷額当たり温室効果ガス排出量（産業部門）

部門	地域	2013 年度		2018 年度	
		排出量 (百万 t-CO ₂)	製造品出荷額 当たり排出量 (g-CO ₂ /円)	排出量 (百万 t-CO ₂)	製造品出荷額 当たり排出量 (g-CO ₂ /円)
産業	全国	463.0	1.59	398.0	1.20
	福島県	5.7	1.20	5.2	0.99

出典：日本の温室効果ガス排出量データ/国立環境研究所（1990～2018年度確報値）
 温室効果ガス排出量算出結果/福島県環境共生課（2013、2018年度実績）
 製造品出荷額 工業統計調査産業別統計表/経済産業省（2013、2018年度）に基づき算出

表 2-6 従業員数当たり温室効果ガス排出量（民生業務部門）

部門	地域	2013 年度		2018 年度	
		排出量 (百万 t-CO ₂)	従業員1人 当たり排出量 (kg-CO ₂ /人)	排出量 (百万 t-CO ₂)	従業員数 当たり排出量 (kg-CO ₂ /人)
民生業務	全国	237.6	5,471	195.8	4,473
	福島県	3.4	6,039	3.0	5,615

出典：日本の温室効果ガス排出量データ/国立環境研究所（1990～2018年度確報値）
 温室効果ガス排出量算出結果/福島県環境共生課（2013、2018年度実績）
 民生業務従業員数 経済センサス基礎調査/総務省（2009年、2012年、2014年、2016年）に基づき算出

次に、2013年度と2018年度の全国及び本県の人口1人当たりの温室効果ガス削減量を比較しました（表2-7）。

この表において、数値がマイナスであれば、2013年度から温室効果ガス排出量が減少していることを意味しています。

本県と全国の温室効果ガス削減量を比較した結果、全国よりも削減量が小さい「産業部門」、「運輸部門」、「民生業務部門」について、対策を強化する必要があります。ということが分かりました。

表2-7 人口1人当たり温室効果ガス削減量の比較結果

部門	指標	単位	2018年度-2013年度の差分 (=削減量)		単位指標当たり削減量の 全国と本県の比較
			全国	福島県	
産業	製造品出荷額	g-CO ₂ /円	▲0.39	▲0.21	全国>本県
運輸	人口	kg-CO ₂ /人	▲95	▲52	全国>本県
民生業務	従業員数	kg-CO ₂ /人	▲997	▲424	全国>本県
民生家庭	人口	kg-CO ₂ /人	▲318	▲314	全国≒本県
廃棄物	人口	kg-CO ₂ /人	▲1	▲2	全国≒本県
その他ガス	人口	kg-CO ₂ /人	91	34	全国、本県ともに排出量増加

出典：人口 住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査/総務省（2014年、2019年）

製造品出荷額 工業統計調査産業別統計表/経済産業省（2013、2018年度）

民生業務従業員数 経済センサス基礎調査/総務省（2009年、2012年、2014年、2016年）

日本の温室効果ガス排出量データ/国立環境研究所（1990～2018年度確報値）

温室効果ガス排出量算出結果/福島県環境共生課（2013、2018年度実績）に基づき算出

(4) 温室効果ガス排出の要因分析

次に、各種統計資料をもとに部門ごとの温室効果ガス排出量を推計し、排出量の要因分析を行いました。

ア 産業部門

(ア) 農林水産業

都道府県別エネルギー統計（資源エネルギー庁、2018年度）に基づき推計した本県の農林水産業における2018年度のエネルギー消費量は約5,402TJ/年、二酸化炭素排出量は約390千t-CO₂/年となりました（表2-8）。

また、燃料種別の二酸化炭素排出量の推計結果から軽油及びA重油の占める割合が高いこと分かり、軽油を燃料とする農業機械やA重油を燃料とする熱供給施設が主な二酸化炭素の排出源であることが分かりました。

表2-8 県内農林水産業のエネルギー消費量及び二酸化炭素(CO₂)排出量(2018年度)

燃料種	固有単位	消費量 (固有単位)	エネルギー消費量 (TJ/年)	CO ₂ 排出量 (千t-CO ₂ /年)	CO ₂ 排出係数
軽油	千kℓ/年	61	2,325	158	0.0678 (t-CO ₂ /GJ)
A重油	千kℓ/年	74	2,818	195	0.0693 (t-CO ₂ /GJ)
電力	百万kWh/年	71	257	37	0.000522 (t-CO ₂ /kWh)
合計	—	—	5,402	390	—

出典：都道府県別エネルギー消費統計/資源エネルギー庁(2018年度)

※端数の四捨五入などの処理により合計値が合わないことがあります。また、CO₂排出量はエネルギー消費量と排出係数から推計しています。

(イ) 建設業

本県の建設業における 2018 年度のエネルギー消費量は、約 2,538TJ 年、二酸化炭素排出量は約 208 千 t-CO₂/年となりました（表 2-9）。

また、燃料種別の二酸化炭素排出量の推計結果から軽油では約 95 千 t-CO₂/年、A 重油では約 51 千 t-CO₂/年、電力では約 58 千 t-CO₂/年と推計され、軽油を燃料とする自動車や建設機械が最も多くの二酸化炭素を排出していることが分かりました。

表 2-9 県内建設業のエネルギー消費量及び二酸化炭素(CO₂)排出量 (2018 年度)

燃料種	固有単位	消費量 (固有単位)	エネルギー消費量 (TJ/年)	CO ₂ 排出量 (千 t-CO ₂ /年)	CO ₂ 排出係数
軽油	千 kl/年	36	1,391	95	0.0678 (t-CO ₂ /GJ)
A 重油	千 kl/年	18	691	51	0.0693 (t-CO ₂ /GJ)
石油ガス	千 t/年	0	5	0	0.0537 (t-CO ₂ /GJ)
都市ガス	千 Nm ³ /年	1	54	3	0.0499 (t-CO ₂ /GJ)
電力	千 kWh/年	110	397	58	0.000522 (t-CO ₂ /kWh)
合計	TJ/年	-	2,538	208	-

出典：都道府県別エネルギー消費統計/資源エネルギー庁（2018 年度）

※ 端数の四捨五入などの処理により合計値が合わないことがあります。また、二酸化炭素排出量はエネルギー消費量と排出係数から推計しています。

(ウ) 製造業

本県の製造業について業種別、エネルギー源別の二酸化炭素排出量は、約4,286千/年となりました（表2-10）。

本県の製造業の特徴として、化学工業及び機械製造業、化学工業、鉄鋼・非鉄・金属製品製造業の順に二酸化炭素排出量が高くなっていることが分かりました。また、製造業全体から排出される電力以外の燃料に由来する二酸化炭素排出量は約1,668千t-CO₂/年（製造業のCO₂排出量の約39%）となっています。

なお、全国の製造業から排出される二酸化炭素は約476,873千t-CO₂/年であり、電力以外の燃料に由来する二酸化炭素排出量は約273,895千t-CO₂/年（製造業全体の約57%）となっています（総合エネルギー統計 資源エネルギー庁）。本県の製造業では、全国と比較すると化石燃料に由来する二酸化炭素排出量が少ない傾向が見られます。

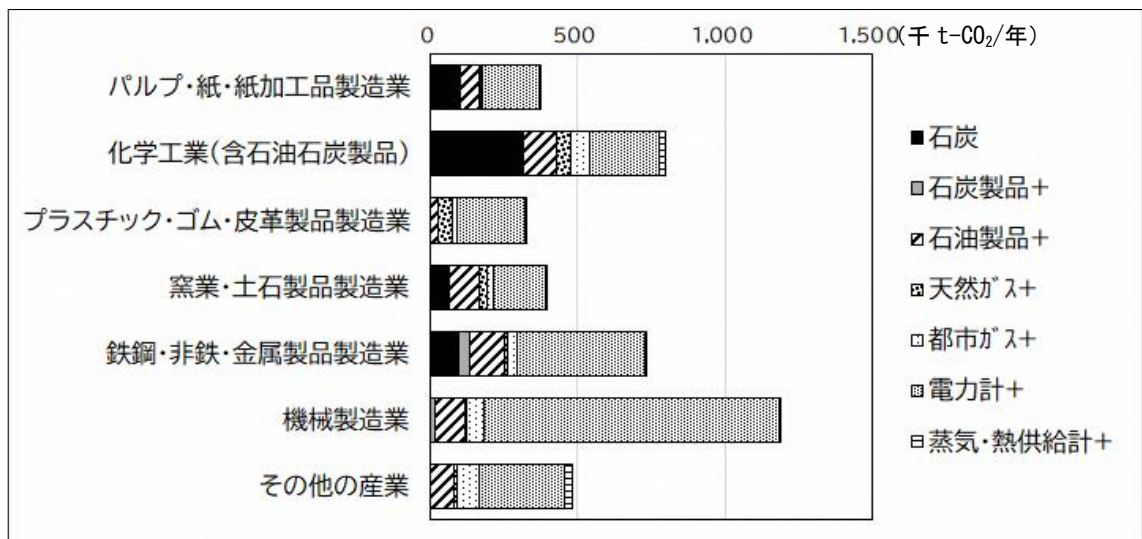
また、化学工業では、県内の他業種と比較して石炭由来の二酸化炭素排出量が、石油製品や電力よりも多くなっている一方、二酸化炭素排出量の多い機械製造業においては、電力由来の二酸化炭素排出量が最も多いことが分かりました（図2-12、図2-13）。

表2-10 県内の主要な製造業からのエネルギー源別二酸化炭素(CO₂)排出量 (2018年度)
(単位：千t-CO₂/年)

業種	石炭	石炭製品	石油製品	天然ガス	都市ガス	電力	蒸気・熱	非エネルギー利用	総合計
パルプ・紙・紙加工品製造業	101	0	67	5	5	191	0	0	369
化学工業(含石油石炭製品)	314	1	115	44	64	239	18	▲3	793
プラスチック・ゴム・皮革製品製造業	0	0	25	49	19	227	2	0	323
窯業・土石製品製造業	65	1	99	29	21	176	4	▲1	393
鉄鋼・非鉄・金属製品製造業	98	39	115	14	29	433	2	▲11	719
機械製造業	1	16	103	4	60	1,000	6	0	1,188
その他	0	0	79	5	77	291	24	0	475
合計	578	57	603	149	275	2,558	57	▲17	4,261

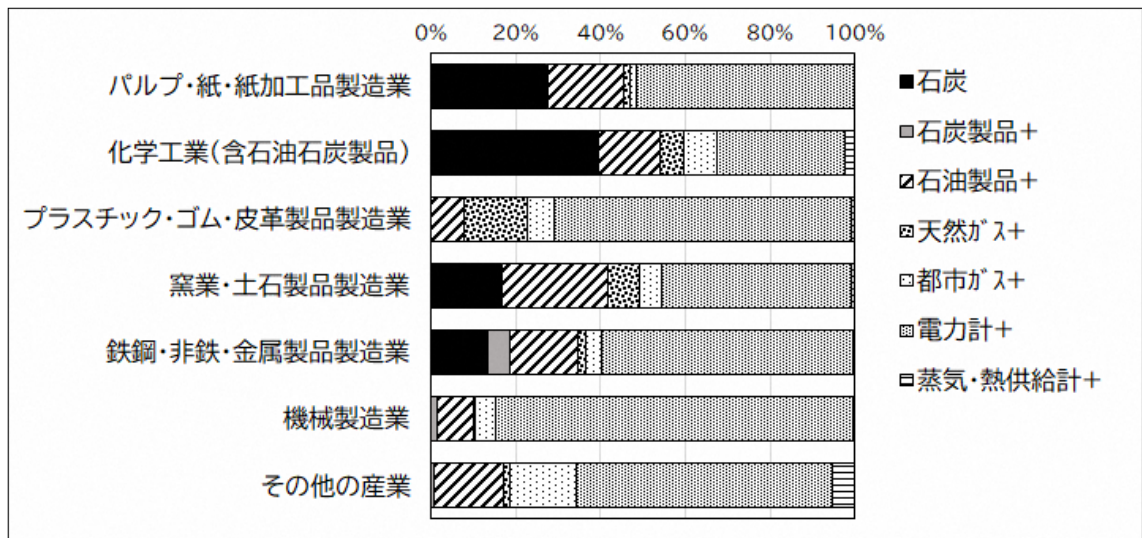
出典：都道府県別エネルギー消費統計／資源エネルギー庁（2018年度）

※ 端数の四捨五入などの処理により合計値が合わないことがあります。また、CO₂排出量はエネルギー消費量と排出係数から推計しています。



出典：都道府県別エネルギー消費統計／資源エネルギー庁（2018年度）

図 2-12 県内産業部門におけるエネルギー源別二酸化炭素(CO₂)排出量 (2018年度)



出典：都道府県別エネルギー消費統計／資源エネルギー庁（2018年度）

図 2-13 県内産業部門におけるエネルギー源別二酸化炭素(CO₂)排出量の比率 (2018年度)

次に、本県の製造業におけるボイラーなどの化石燃料を直接燃焼させる設備数について確認するため、大気汚染防止法に規定するばい煙発生施設として届出されている施設数をまとめました（表 2-11）。

県内に設置されているばい煙発生施設としては、ボイラーが最も多く、次いで金属溶融炉、金属加熱炉・圧延加熱・熱処理炉、窯業焼成炉・溶融炉等が多いことが分かりました。これらの工業用炉は、石炭、重油等の石油製品、天然ガスや都市ガス等の化石燃料をエネルギー源としているためであると考えられます。

すなわち、本県の産業部門（製造業）における主たる二酸化炭素排出源は、ボイラー、金属溶融炉、金属加熱炉、圧延加熱炉、熱処理炉、窯業焼成炉、溶融炉等であると考えられます。

表 2-11 県内届出件数（大気汚染防止法に係るばい煙発生施設）

施設	届出件数
ボイラー	3,115
ガス発生炉・ガス加熱炉	2
焙焼炉・焼結炉・煨焼炉	5
金属溶解炉	140
金属加熱炉・圧延加熱・熱処理炉	130
燃焼炉	1
窯業焼成炉・溶融炉	107
反応炉・直火炉	16

出典：大気汚染防止法施行状況調査/環境省(2018年度)

イ 運輸部門

本県の運輸部門における二酸化炭素排出の排出源は、約 97%が自動車由来であり（図 2-5）、運輸部門の二酸化炭素排出量を削減するには、自動車を対象とした対策が重要となります。

また、自動車の中でも旅客用の自動車が最も多く（約 61%）、次いで、大型貨物車、小型貨物車が多くなっています。エネルギー源としては、ガソリンと軽油がほとんどであり、電気自動車（以下、「EV」とする。）や燃料電池車（以下、「FCV」とする。）で使用される電力や水素はわずかです。

ウ 民生業務部門

本県の民生業務部門では、「事務所・ビル」、「ホテル・旅館」、「卸小売」等からの二酸化炭素排出量が多くなっています（図 2-6）。その要因としては、暖房、冷房、照明、給湯等の用途に用いられるエネルギー消費量が多く、これらが二酸化炭素排出源となっているものと考えられます。

エ 民生家庭部門

本県を含む東北地方の住宅における二酸化炭素排出量を全国と比較すると、1世帯当たり二酸化炭素排出量が多い傾向があります。家庭での用途別（暖房、冷房、給湯、台所用コンロ、照明・家電製品等）に二酸化炭素排出量をみると、東北地方では、暖房からの二酸化炭素排出量が多く、全国平均の3倍程度の排出量となっています。また、給湯からの二酸化炭素排出量も全国平均と比較して多いことが分かりました。また、一戸建住宅と集合住宅について、同じ世帯類型（単身、夫婦、夫婦と子、三世帯）からの二酸化炭素排出量を比較すると、集合住宅よりも一戸建住宅のほうが、二酸化炭素排出量が多いことが分かりました（表 2-12）。

また、建築年代別にみると、建築年代が2000年代（2001年～2010年）の住宅では、建築年代が新しくなるほど二酸化炭素排出量が増加していますが、2011年以降に建築された住宅では二酸化炭素排出量が減少しており、この傾向は、特に一戸建住宅で顕著です（図 2-14）。

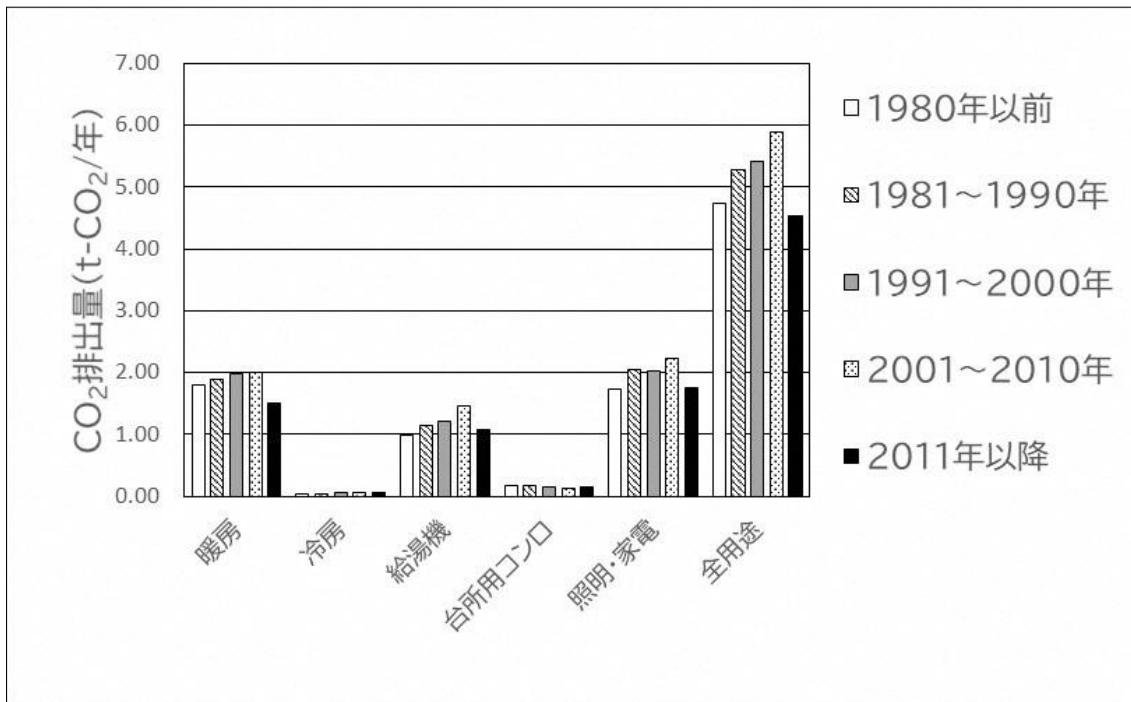
民生家庭部門においては、照明・家電に加え、暖房や給湯等の熱を供給する設備が主たる二酸化炭素排出源となっていると考えられ、2000年代までは家電製品の大型化や台数の増加などで二酸化炭素排出量が増加してきたと考えられますが、近年では住宅の構造変化や機器の省エネルギー化が進み、一世帯当たりの二酸化炭素排出量は減少していると考えられます。

表 2-12 家庭からの用途別二酸化炭素(CO₂)排出量 (東北地方)

(単位: t-CO₂/世帯・年)

属性		全用途合計 排出量	暖房	冷房	給湯機	台所用 コンロ	照明・ 家電製品等
全国		2.89	0.57	0.12	0.71	0.13	1.36
東北地方		4.24	1.45	0.04	0.96	0.14	1.65
建て方	戸建	5.17	1.86	0.05	1.16	0.15	1.95
	集合	2.25	0.57	0.03	0.54	0.12	0.99
戸建 世帯 類型	単身	3.10	1.16	0.03	0.55	0.08	1.28
	夫婦	4.45	1.66	0.03	0.92	0.14	1.70
	夫婦と子	5.50	1.83	0.06	1.34	0.16	2.11
	三世帯	8.17	2.94	0.08	2.00	0.25	2.90
集合 世帯 類型	単身	1.67	0.48	0.02	0.30	0.09	0.78
	夫婦	2.78	0.69	0.03	0.76	0.13	1.17
	夫婦と子	3.53	0.75	0.04	1.11	0.17	1.46
	三世帯	-	-	-	-	-	-
戸建 建築 年代	～1980	4.73	1.80	0.04	0.99	0.17	1.73
	1981～	5.27	1.88	0.04	1.14	0.17	2.04
	1991～	5.41	1.99	0.05	1.21	0.14	2.02
	2001～	5.88	2.01	0.06	1.46	0.13	2.22
	2011～	4.53	1.50	0.06	1.07	0.14	1.76
集合 建築 年代	～1980	2.63	0.88	0.02	0.61	0.14	0.98
	1981～	2.31	0.66	0.02	0.51	0.15	0.97
	1991～	2.24	0.50	0.03	0.57	0.11	1.03
	2001～	2.36	0.39	0.03	0.67	0.12	1.15
	2011～	2.33	0.52	0.03	0.65	0.11	1.02

出典： 家庭部門のCO₂排出実態統計調査 東北/環境省 (平成30年度)



出典：家庭部門のCO₂排出実態統計調査 東北/環境省（平成30年度）

図2-14 家庭（一戸建）からの用途別建築年代別二酸化炭素(CO₂)排出量

オ 廃棄物部門

本県における一般廃棄物の排出量（2019年度）は、約721千t/年であり、そのうち、約94%は脱水や焼却などの中間処理により減容化されます。一般廃棄物のうち、資源化された量は、直接再生利用量、処理後再生利用量及び集団回収量を合わせた約92千t/年、最終処分量は直接最終処分量と処理後最終処分量を合わせた約90千t/年となっています。

県内で発生する産業廃棄物の排出量（2019年度）は約7,722千t/年となっており、そのうち約3,029千t/年（排出量比：39%）が脱水、焼却等の中間処理により減容化されています。産業廃棄物の再生利用量は、約4,185千t/年（排出量比：54%）、最終処分量は、約509千t/年（排出量比：7%）となっています（福島県廃棄物処理計画 2021年）。

一般廃棄物、産業廃棄物ともに中間処理において焼却される際にCO₂、メタン(CH₄)、一酸化二窒素(N₂O)などの温室効果ガスを排出します。

これらの温室効果ガスを二酸化炭素に換算した2018年度の二酸化炭素排出量は、一般廃棄物の焼却によって約385千t/年、産業廃棄物の処理によって約186千t/年と推計しています。

下水道事業では、下水処理施設の運転に電力を使用し、また、下水処理に伴いメタン(CH₄)や一酸化二窒素(N₂O)などの温室効果ガスが発生します。これらの温室効果ガスを合わせた排出量は、2018年度で41.9千t-CO₂/年と推計されました（表2-12）。さらに、排出源別にみると、終末処理場における設備・機器の運転に使用する電力に由来する二酸化炭素排出量が多くを占めていることが分かりました。

表 2-13 本県の下水事業に伴う温室効果ガス排出量 (2013、2018 年度)

項目	単位	2013 年度	2018 年度
人口※ ¹	万人	198	190
汚水処理人口	万人	154	161
汚水処理普及率※ ²	%	77.8	84.7
公共下水道人口	万人	100	103
下水道普及率※ ²	%	50.5	54.2
終末処理量	百万 m ³ /年	123	126
し尿処理+浄化槽人口	万人	55	57
終末処理場での電力消費量の原単位※ ³	kWh/m ³ /年	0.492	0.492
終末処理場での電力使用量	百万 kWh	61	62
終末処理場での CO ₂ 発生量	千 t-CO ₂ /年	31.5	32.4
終末処理場での N ₂ O 発生量	t-N ₂ O/年	19.7	20.2
CO ₂ 換算した N ₂ O 発生量	千 t-CO ₂ /年	5.9	6.0
終末処理場での CH ₄ 発生量	t-CH ₄ /年	108.4	111.3
CO ₂ 換算した CH ₄ 発生量	千 t-CO ₂ /年	2.7	2.7
し尿処理+浄化槽の N ₂ O 発生量	t-N ₂ O/年	0.3	0.3
CO ₂ 換算した N ₂ O 発生量	千 t-CO ₂ /年	0.1	0.1
し尿処理+浄化槽による CH ₄ 発生量	t-CH ₄ /年	26.8	28.0
CO ₂ 換算した CH ₄ 発生量	千 t-CO ₂ /年	0.7	0.7
下水事業での CO ₂ 排出量	千 t-CO ₂ /年	40.8	41.9

出典：※¹人口 住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査/総務省 (2014 年、2019 年)

※²下水道普及率 廃棄物処理計画/福島県産業廃棄物課 (2021 年)

※³終末処理場での電力消費量の原単位 下水道政策研究委員会資料「下水道における資源・エネルギー施策の現状分析」/国土交通省 (平成 25 年)

(5) 再生可能エネルギー導入実績

ア 再生可能エネルギー導入目標

本県では、福島県再生可能エネルギー推進ビジョン 2021 の「第 6 章 導入目標」において、再生可能エネルギー導入目標を次のように設定しています。

- 2040 年頃を目途に県内のエネルギー需要の 100%以上に相当する量のエネルギーを再生可能エネルギーで生み出す
- 2030 年度の間目標を約 70%とする

イ 再生可能エネルギー導入実績

2020 年度時点での本県における再生可能エネルギー導入実績の推移 (施設容量) を表 2-14 及び図 2-15 に示します。また、再生可能エネルギー施設による発電量の推移を表 2-15 及び図 2-16 に示し、県内の電力需要と再生可能エネルギー発電量の推移を図 2-17 に示します。

県内では、再生可能エネルギー施設の整備が進み、2020年度には2013年度比で約5倍となっています。特に太陽光発電施設の設備容量は、2013年度の約224MWから、2020年度では約2,357MWに増大しました。また、バイオマス発電施設も増加しており、2013年度の施設容量123MWから2020年度には258MWに増加しています。

一方、風力発電、小水力発電の施設容量は微増傾向、地熱発電の施設容量は減少となっています。

再生可能エネルギー導入量は、全体で県内エネルギー需要の約43%となっており、2020年度に40%という再生可能エネルギー導入目標（福島県再生可能エネルギー推進ビジョン（改訂版）福島県（平成24年3月））を達成しています。また、再生可能エネルギーによる発電量（発電端）は、2020年に県内電力需要量の約83.6%となっています。

表2-14 県内における再生可能エネルギー導入実績の推移

電源種	導入実績（施設容量 MW）							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
太陽光	224	504	764	925	1,325	1,520	2,110	2,357
風力	146	146	169	174	184	177	177	183
小水力	14	16	16	17	17	17	17	18
地熱	65	65	65	65	30	30	30	30
バイオマス	123	129	209	209	247	248	250	258
合計	573	860	1,224	1,391	1,804	1,993	2,582	2,846

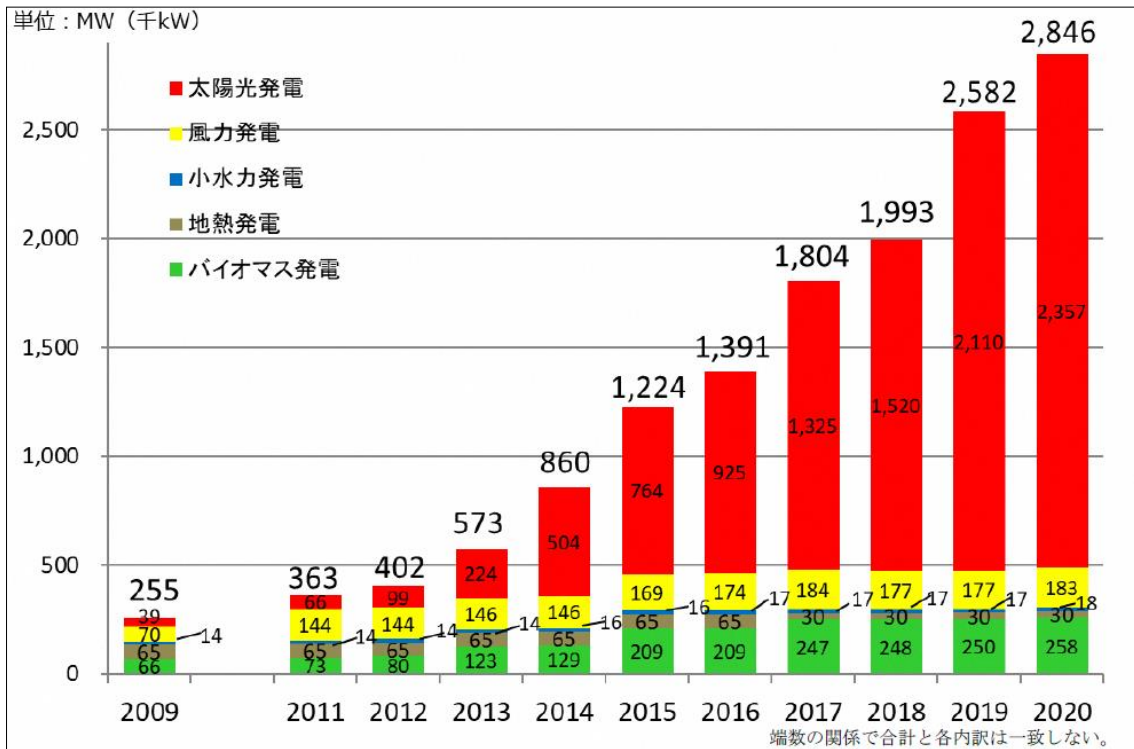
出典：令和2（2020）年度 福島県内における再生可能エネルギー導入実績/福島県エネルギー課（令和3年）

表2-15 県内の電力需要と再生可能エネルギー発電量の推移

項目	単位	2016	2017	2018	2019	2020
電力需要	百万 kWh	14,962	15,255	15,303	14,987	14,962
再生可能エネルギー発電量	百万 kWh	10,539	11,281	11,792	12,067	12,512
需要に対する発電比率	%	70.4	73.9	77.1	80.5	83.6

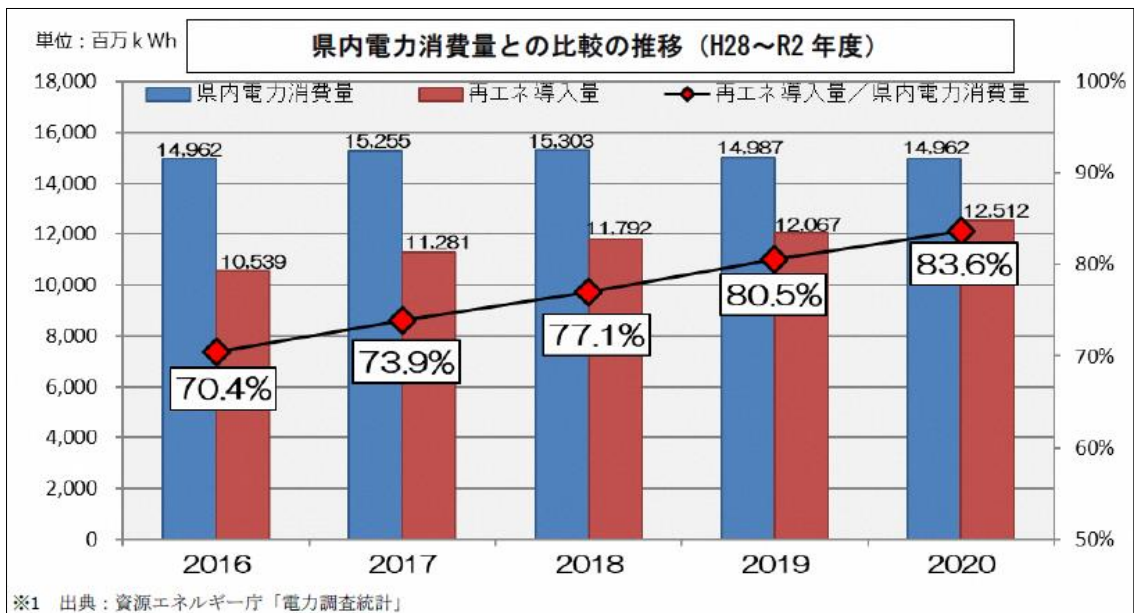
出典：電力需要 電力統計調査/資源エネルギー庁（2016年度、2017年度、2018年度、2019年度、2020年度）

再生可能エネルギー発電量 令和2（2020）年度 福島県内における再生可能エネルギー導入実績/福島県エネルギー課（令和3年）



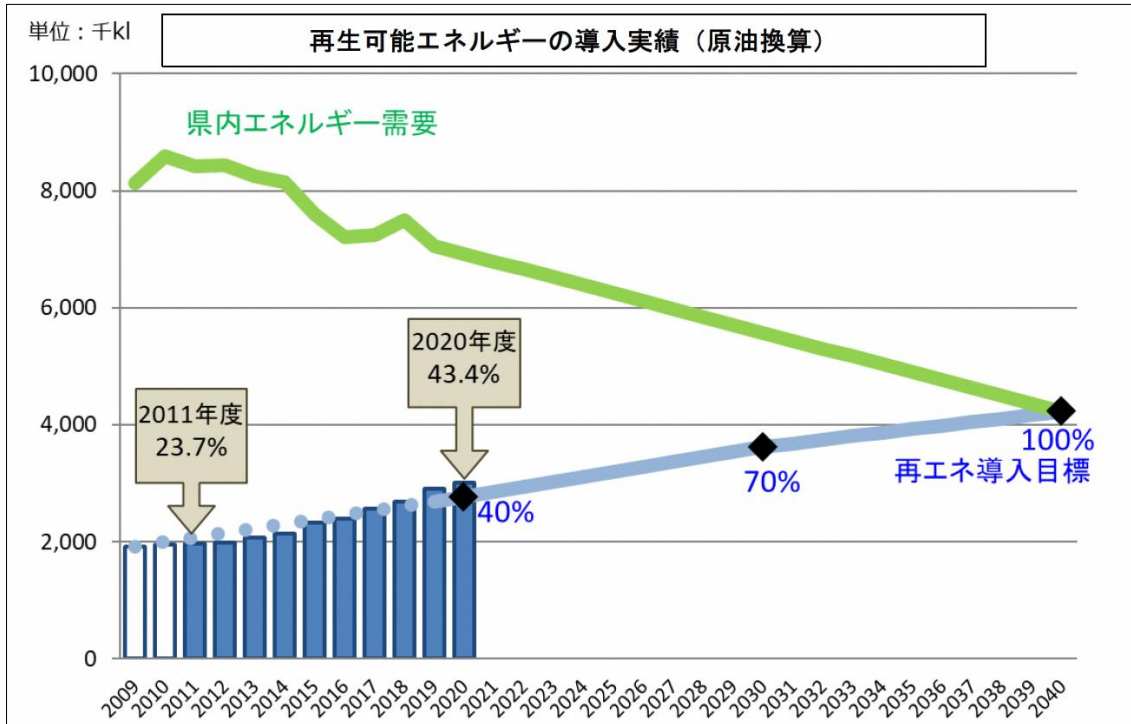
出典：令和2（2020）年度 福島県内における再生可能エネルギー導入実績/福島県エネルギー課（令和3年）

図2-15 県内の再生可能エネルギー導入量（施設容量）の推移



出典：令和2（2020）年度 福島県内における再生可能エネルギー導入実績/福島県エネルギー課（令和3年）

図2-16 県内の電力需要と再生可能エネルギー発電量の推移



出典： 令和2（2020）年度 福島県内における再生可能エネルギー導入実績/福島県エネルギー課（令和3年）

図2-17 県内のエネルギー需要と再生可能エネルギーの導入実績（原油換算）

（6）森林吸収量

本県の森林面積は、約 973 千 ha で県土面積の約 70%を占めています(2020 年度、福島県)。このうち、人工林は 336 千 ha、天然林は 583 千 ha となっています。これらの森林に公園や街路樹等の都市緑化分も加えると、県内で森林他の樹木によって吸収される二酸化炭素は、2018 年度では約 1,290 千 t-CO₂/年となります(表2-16)。

森林による二酸化炭素吸収量を経年的にみると、2014 年度以降、減少しています。

表2-16 県内森林吸収量

年度	2014 年度	2015 年度	2016 年度	2017 年度	2018 年度
森林吸収量(千 t-CO ₂)	1,743	1,336	1,311	758	1,290

出典： 林野庁算定データ/林野庁（2014 年度から 2018 年度までの各年度）

温室効果ガスインベントリ/国立環境研究所（2014 年度から 2018 年度までの各年度）

(7) 現状における課題整理

ア 部門横断的課題

本県で脱炭素化を進めていく上で、産業部門、民生家庭部門、民生業務部門、運輸部門、廃棄物部門に共通した課題は以下のとおりです。

(ア) 直ちにに取り組む課題

- ・設備や機器の更なる省エネルギー化
- ・石油や石炭由来の燃料から、二酸化炭素排出量の少ない天然ガスや都市ガスへのエネルギー転換
- ・設備や機器の電化を推進し、再生可能エネルギーを利用しやすくする
- ・導入した設備、機器、システム等の運用や維持管理を行う人材の育成と確保
- ・建築物の木造化を始めとしたあらゆる場面での木材利用の推進

(イ) 将来に向けた課題

- ・住宅、オフィスビル、工場等への再生可能エネルギー設備と BEMS（エネルギーマネージメントシステム）の導入によるエネルギー需要量と二酸化炭素排出量の削減
- ・化石燃料から再生可能エネルギーや未利用エネルギーに由来する水素、アンモニア、合成メタン等への転換

イ 産業部門

農林水産業、建設業、製造業等の産業部門における課題は以下のとおりです。

(ア) 直ちにに取り組む課題

- ・燃料として利用している石炭、石炭製品、原油、石油製品から、エネルギー当たりの CO₂ 排出量の少ない天然ガスや都市ガスへの転換
- ・再生可能エネルギーを導入しやすい電力への転換

(イ) 将来に向けた課題

- ・再生可能エネルギー・未利用エネルギー・副生物に由来する水素やアンモニア等を燃料として使用するための技術開発やコスト低減による導入環境の整備

ウ 運輸部門

日本では、一部の都市部を除いて、自動車は生活上の必需品となっています。そのため、自動車を利用する機会が多く、自動車から排出される二酸化炭素が運輸部門における排出量の大部分を占めています。ここでは、自動車に関わる課題について以下のとおり整理しました。

(ア) 直ちにに取り組む課題

- ・燃費の良い次世代自動車の普及拡大
- ・EVの普及拡大
- ・エコドライブ普及啓発と実践の拡大

(イ) 将来に向けた課題

- ・自動車及び交通システムにデジタル技術を取り入れ、旅客や輸送の安全性を高めるとともに効率化を図り、燃料や電力の消費量を抑え二酸化炭素排出量を削減
- ・内燃機関を利用する自動車からEV等へのシフト
- ・EV利用者による再生可能エネルギー由来電力の利用拡大
- ・EVを導入しにくい大型貨物車等へのFCVの導入、再生可能エネルギー由来の水素の利用
- ・行政、医療、介護、教育、買い物などのサービスについて、自動車を利用せずに享受できる社会や暮らし方の実現

エ 民生業務部門

民生業務部門では、事務所等として利用しているビルや建築物の改修、空調及び給湯用のボイラーの更新、BEMS⁶導入などが課題となります。

(ア) 直ちに取り組む課題

- ・ストックとなっている老朽化したビルや建築物の改修や設備・機器の更新に合わせた省エネルギー化

(イ) 将来に向けた課題

- ・業務用ビルディング等での使用に適した太陽光発電システムの開発
- ・自家発電システムの導入と自家消費の促進
- ・広範なBEMS導入によるエネルギー利用の効率化

オ 民生家庭部門

民生家庭部門では、快適な生活を維持しながら脱炭素化を進めていくため、住宅の構造、空調設備並びに給湯設備の最適化や省エネルギー化を図っていくことが課題です。

(ア) 直ちに取り組む課題

- ・暑さ、寒さ、湿気などに影響されにくい高気密高断熱住宅の普及
- ・ZEH⁷の普及拡大

⁶ BEMS（ビルエネルギー管理システム）とは、事業所内のエネルギーの使用状況を表示し、空調や照明等の機器が最適な運転となることを促す管理システムを指します。

⁷ ZEH（ネットゼロ・エネルギー・ハウス）とは、住宅の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がゼロとすることを目指した住宅を指します。

- ・ストックとなっている建築年代の古い住宅の改修と省エネルギー化を推進
- ・寒冷な気候の中での快適な生活を維持しつつ、暖房や給湯のために消費されているエネルギーの削減

(イ) 将来に向けた課題

- ・太陽光発電等の普及による自家発電と消費の拡大
- ・HEMS⁸の導入によるエネルギー利用の効率化

カ 廃棄物部門

本県は、全国的に見て一般廃棄物の排出量が多い都道府県の一つであり、廃棄物の処理過程において二酸化炭素を排出しています。廃棄物部門からの二酸化炭素排出量削減に向けた課題については、以下のとおりです。

(ア) 直ちに取り組むべき課題

- ・リデュース、リユース、リサイクルに取り組み、廃棄物排出量を削減する
- ・中間処理や最終処分の際に発生する二酸化炭素(CO₂)、メタン(CH₄)、一酸化二窒素(N₂O)等の温室効果ガスの削減

(イ) 将来に向けた課題

- ・廃棄物、下水処理水、下水汚泥等の未利用エネルギーの活用

キ 再生可能エネルギー

本県では、これまで再生可能エネルギーの導入量が拡大してきましたが、再生可能エネルギーの導入に関わる多様な課題が認識されてきています。その中から重要と思われる課題について、以下のとおり整理しました。

(ア) 直ちに取り組む課題

- ・大規模な再生可能エネルギー発電所の整備に加え、住宅、公共施設、公有地等の利用可能な場所を最大限に利用した太陽光発電システム導入による再生可能エネルギーの供給量の拡大
- ・周囲の景観や環境に配慮した再生可能エネルギー施設の整備
- ・再生可能エネルギー事業に関わる企画、運営、保守、管理等に関わる人材育成と確保
- ・FIT 制度に基づく売電中心の在り方から、再生可能エネルギーの地産地消、自家消費を中心とした分散型電力システムへの移行

(イ) 将来に向けた課題

- ・自然条件による影響を受けやすい太陽光発電や風力発電等から供給される電力量がさらに増加したときの電力系統の安定性維持
- ・再生可能エネルギーに由来する電力のコスト低減による再生可能エネルギー需要の拡大

⁸ HEMS（ホームエネルギーマネジメントシステム）とは、住宅内のエネルギーの使用状況を表示し、空調や照明等の機器が最適な運転となることを促す管理システムを指します。

- ・再生可能エネルギーや水素関連技術の実証研究、実用化、事業化
- ・再生可能エネルギーの大量導入と余剰電力による水素・アンモニア・合成メタン等の燃料製造の実用化と利用拡大

ク 森林吸収量

省エネルギーや再生可能エネルギーへの転換を進めていったとしても、化石燃料の使用によって発生する二酸化炭素やメタンなどの温室効果ガスの排出をゼロにすることは困難です。

そのため、森林による二酸化炭素吸収量を維持、拡大させていくことが必要であり、その課題について、以下のとおり整理しました。

(ア) 直ちに取り組む課題

- ・木材利用の推進による森林更新の促進
- ・成長の旺盛な若齢林の造成による中長期的な森林吸収量の確保・強化
- ・人工林の適切な間伐と再造林
- ・林業を担う人材の育成と確保
- ・森林生態系のモニタリングの強化と異常時の対応

(イ) 将来に向けた課題

- ・成長や材質等が優れた苗木の育種、選抜
- ・林業機械の開発と普及、自動化の推進、ドローン等を用いた造林の低コスト化や省力化の推進

3 カーボンニュートラルに向けたロードマップ

(1) ロードマップの考え方

本県の 2050 年カーボンニュートラルを達成するためには、2050 年までに、誰が、どのような対策をどのように実施する必要があるのかを、具体的に示すことが重要です。本ロードマップでは、各種統計資料などを用いて、部門別に削減シナリオを設定し、将来にわたる予測を行い、定量的に検討を行いました。

また、カーボンニュートラルを実現するための考え方は、国の「温室効果ガス削減中長期ビジョン検討会とりまとめ（平成 27 年 12 月）」において示された

- ・エネルギー消費量の削減
- ・エネルギーの低炭素化
- ・再生可能エネルギーの利用拡大
- ・利用エネルギーの転換
- ・長期的視点に基づく対策の実施

を踏まえるとともに、「地域脱炭素ロードマップ（国・地方脱炭素実現会議（令和 3 年 6 月）」、「2050 年脱炭素社会実現に向けたシナリオに関する一分析（令和 3 年 6 月 国立環境研究所 AIM プロジェクトチーム）」なども参考としました。

さらに、具体的な対策は、国の地球温暖化対策計画（令和 3 年 10 月閣議決定）（以下、「国の定める地球温暖化対策計画」と示します。）を参考とし、温室効果ガス排出量削減効果が比較的高い対策に着目し、本県の人口動態、自然環境、産業構造や、技術的実現可能性、各対策の効果等を考慮し、本県の条件に適した対策を優先的に実施していきます。

ア 省エネルギー対策の徹底

産業部門、運輸部門、民生業務部門、民生家庭部門、廃棄物部門で使用する施設、建物、設備、機器等の省エネルギー化を推進します。さらに、工場、住宅、事業所にエネルギーマネジメントシステムを導入し、エネルギー利用の合理化を推進します。これらの取組によって、各部門の活動に伴って消費するエネルギー量と二酸化炭素排出量を削減していきます。

イ 電化及び低炭素燃料への切り替え

将来的な再生可能エネルギーの供給量と使用量の拡大を前提として、各種機器や設備の電化を推進し、段階的に再生可能エネルギーに由来する電力の導入量を拡大させていき、脱炭素化を図ります。

また、電化が困難で化石燃料を利用せざるをえない設備・機器等については、化石燃料から、より二酸化炭素排出量が少ない天然ガスや都市ガス、木質ペレットなどの木質バイオマス等を燃料とする設備や機器への転換を推進します。例えば、家庭で熱を供給する暖房器具や給湯器等については、都市ガスなどを利用した省エネルギー型の給湯器が市販されており、一般家庭でも導入しやすいことから、当面は、石炭・石油等を使用する機器から、都市ガス等の低炭素燃料を使用する機器へ切り替えを推進します。

そして、将来的には、よりエネルギー効率が高いヒートポンプ型機器への普及拡大を図り、機器の省エネルギー化と電化を推進していきます。

ウ 再生可能エネルギー導入及び活用

再生可能エネルギーを生み出す太陽光発電施設、風力発電施設、小水力発電施設、バイオマス発電施設、地熱発電施設等（以下、「再生可能エネルギー発電施設」という。）の更なる導入を推進し、エネルギー供給体制の拡充を図ります。

再生可能エネルギー発電施設を導入する際には、周辺地域の景観や環境との調和を図ることとします。

さらに、廃棄物発電、有機廃棄物や下水道汚泥からのメタンガス回収等の技術の開発・導入を推進していくことで未利用エネルギーの可能性を拡大していきます。また、自然環境の影響を受けやすい再生可能エネルギーの導入量を増やしながら電力の安定的な供給を維持していくため、蓄電設備・施設の整備を推進します。バッテリーによる蓄電に加え、余剰分の再生可能エネルギーを水素等に転換してエネルギーを蓄積、運搬、活用する取組を推進します。

再生可能エネルギー発電施設の整備に加え、関連技術の実証研究や、開発した製品・技術の実用化・事業化に向けた取組を推進するとともに、施設を適切に運用、管理していくため、発電技術や送電技術に知識を有する人材の育成等の取組を推進します。

エ 暮らし方や社会の在り方を見直す

家庭や事業所、工場等に省エネルギー型機器を導入した際、それら機器の日常的な使い方や運用方法によっては、実際のエネルギー消費量や二酸化炭素排出量が変わることがあります。

県民の方に省エネルギー型家電や機器類を選択し、購入していただけるように動機付けするとともに、購入された設備や機器の適切な使い方についてお知らせし、期待通りの省エネルギー効果を発揮させることで、二酸化炭素排出量を削減し、脱炭素化社会を推進していきます。

最新の省エネルギー型家電や機器類に関する情報を見やすく活用しやすい形で家庭や事業者の方々へ提供し、それぞれのデータに基づく設備や機器の選択、適切な使用方法を知っていただくことを目的とした普及啓発に取り組みます。

社会としては、コンパクトに生活できるまちの実現や公共交通ネットワークの再構築（コンパクト・プラス・ネットワーク）の推進を図るため、市町村における立地適正化計画等の作成を促進するとともに、自動車に頼らない生活や地域冷暖房システムの導入、医療・福祉・商業等生活サービス施設の機能の集約・誘導などの対策を推進します。

このような先進的地域を県内に複数箇所形成し、それらを核として周辺地域に新しい生活や社会の在り方を広め、地域課題の解決とともに脱炭素化を推進していきます。また、林業振興及び炭素固定の観点から、木材の利用を推進していきます。

(2) 数値目標

ア 将来予測 (BAU)

今後、現状以上の追加的な対策を講じずに温室効果ガス排出量と関連する条件や活動量（社会情勢や人口・世帯数等）のみが経時的に変化すると仮定し、それら条件や活動量の将来予測に基づいて 2030 年、2040 年、2050 年の温室効果ガス排出量を推計したものを BAU (Business As Usual) 推計とします。

まず、ロードマップの検討にあたり、本県の温室効果ガス排出量の BAU を推計しました。

なお、本章以降では、二酸化炭素以外の温室効果ガスの排出量等については、全て二酸化炭素に換算して推計を行っています。

(ア) BAU 推計の基本的な考え方

BAU 推計の計算方法は図 3-1 のとおりです。

温室効果ガス排出量は「活動量」、「エネルギー消費原単位」、「炭素集約度（排出係数）」の 3 つの要素を掛けあわせて算出します。

BAU 推計では、「エネルギー消費原単位」と「炭素集約度（排出係数）」を原則として現状固定し、「活動量」のみ将来の推移を予測します。

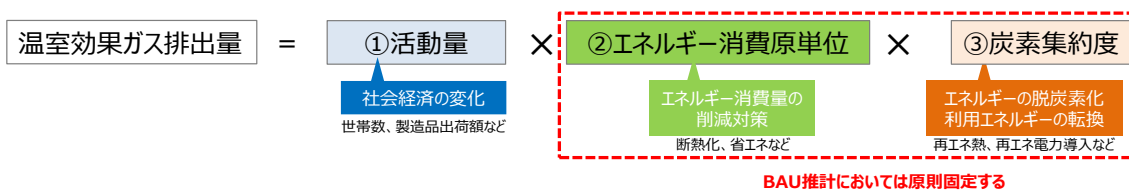


図 3-1 BAU 推計の計算方法

(イ) BAU 推計方法

BAU 推計に用いた活動量指標の統計値及び 2030 年以降の推計値は以下のとおりです（表 3-1）。また、産業、運輸、民生業務、民生家庭、廃棄物の各部門で用いた活動量指標及びその指標の将来推計の想定方法は表 3-2 のとおりです。

本県の人口及び世帯数は、今後減少していくと推計されています。本県の人口は、2013 年に約 198 万人でしたが、2018 年は約 190 万人に減少しました。今後も減少傾向が続き、2050 年の県内人口は約 121 万人と推計されています。また、県内の世帯数、民生業務部門従業員数、建設業売上高も減少していきます。さらに、高齢化が進んでいる農業分野での就業者数は、さらに減少の幅が大きくなっています。

また、表 3-2 において、製造業における製造品出荷額人口が上昇すると推計していますが、これは、福島県総合計画（福島県 令和 3 年）において、2030 年度の製造品出荷額の目標値を 562,090 千万円としており、2018 年度の製造品出荷額（524,646 千万円）から、2030 年度の目標値まで経済成長した場合の県民 1 人当たり成長率を算定し、この成長率が 2030 年以降も継続すると仮定し 2050 年までの製造品出荷額を推計したことによるものです。

表 3-1 将来推計に用いた活動量指標の推計値

年度	2013 年度	2018 年度	2030 年度	2040 年度	2050 年度
全国 人口 (人) ※ 1	128,438,348	127,443,563	118,712,260	110,534,119	103,708,249
2018 比	1.01	1.00	0.93	0.87	0.81
福島県 人口 (人)	1,976,096	1,901,053	1,640,000	1,430,000	1,210,000
2018 比	1.04	1.00	0.86	0.75	0.64
世帯数 (戸) ※ 2	760,145	784,465	761,736	698,289	627,410
2018 比	0.97	1.00	0.97	0.89	0.80
農業就業人口 (人) ※ 3	93,375	76,291	55,487	40,860	30,088
2018 比	1.22	1.00	0.73	0.54	0.39
民生業務従事者数 (人) ※ 4	-	528,852	462,488	407,185	351,882
2018 比	-	1.00	0.87	0.77	0.67
製造品出荷額 (百万円) ※ 5	4,762,508	5,246,465	5,620,901 ※ 6	5,870,749	5,950,385
2018 比	0.91	1.00	1.07	1.12	1.13
建設業売上高 ※ 7	1,297,696	1,459,364	1,244,218	1,141,249	1,078,795
2018 比	0.89	1.00	0.85	0.78	0.74

出典：※ 1 人口 (全国) 住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査/総務省 (2014 年、2019 年)
日本の将来推計人口 (平成 29 年推計) / 国立社会保障・人口問題研究所 (平成 29 年)
人口 (本県) 福島県人口ビジョン/福島県復興・総合計画課 (平成 27 年 11 月策定)
※ 2 世帯数 住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査/総務省 (2014 年、2019 年)
※ 3 農業就業人口 農林業センサス/農林水産省 (累年統計 2010、2015、2020 年度値から按分)
※ 4 民生業務就業人口 経済センサス基礎調査/総務省 (平成 26 年)
※ 5 製造品出荷額 工業統計調査産業別統計表/経済産業省 (2013 年度、2018 年度)
※ 6 製造品出荷額推計値 福島県総合計画/福島県 (令和 3 年)
※ 7 建設業売上高 建設総合統計/国土交通省 (2013 年度、2018 年度)

表 3-2 将来推計に用いた活動量指標

部門		活動量指標	傾向	将来推計の想定
産業部門	農林水産業	従業者数	↓	農林水産業のうち、二酸化炭素排出量が8割以上を占める農業従業者数の減少傾向を反映する。
	鉱業	—	→	近年おおむね横ばい傾向であること及び総排出量に占める排出量割合が1%未満のため一定とする。
	建設業	売上高	↓	復興需要はピークを過ぎ、震災前と同レベルの売上高減少が起きると想定し、2018年度以降に1990年～2010年の減少率を反映する。
	製造業	製造品出荷額人口	↑	2030年度までは福島県総合計画の目標値を反映（11年間成長率10.45%）する。 2030年以降は、2018～2030年の県民1人当たり製造品出荷額の成長率が維持されるものとして反映する。
運輸部門	自動車	人口	↓	県内人口の減少率を反映する。
	鉄道	人口	↓	県内人口の減少率を反映する。
	国内船舶	—	→	近年おおむね横ばい傾向であること及び総排出量に占める排出量割合が1%未満のため一定とする。
	航空	—	→	近年おおむね横ばい傾向であること及び総排出量に占める排出量割合が1%未満のため一定とする。
民生業務部門	業務系	従業者数	↓	従業者数の減少がエネルギー消費量と連動すると想定し、従業者数の減少率を反映する。
民生家庭部門	家庭系	世帯数	↓	県内人口の減少率を反映する。
廃棄物部門	一般廃棄物 産業廃棄物	人口	↓	震災後2012～2018年の廃棄物処理量平均値に人口減少を反映する。
メタン (CH ₄)	—	人口	↓	農業分野の耕作地面積、廃棄物分野の廃棄物量、運輸部門の自動車燃料使用量に人口減少を反映する。
一酸化二窒素 (N ₂ O)	—	人口	↓	農業分野の耕作地面積、廃棄物分野の廃棄物量、運輸部門の自動車燃料使用量に人口減少を反映する。
フロン等	—	世帯数	↓	冷蔵庫、エアコン保有数は世帯数に影響されるものとし、HFCsにのみ世帯数減少を反映する。

(ウ) BAU 推計結果

3 (2) ア (ア) 及び (イ) により算定した BAU 推計結果は以下のとおりです (表 3-3、図 3-2)。

その結果、2030 年度では、約 15,832 千 t-CO₂/年 (2013 年度比▲15.4%)、2040 年度では、約 14,779 千 t-CO₂/年 (2013 年度比▲21.0%)、2050 年度では、約 13,518 千 t-CO₂/年 (2013 年度比▲27.7%) となりました。

表 3-3 温室効果ガス排出量の BAU 推計結果

(単位：千 t-CO₂/年)

温室効果ガスの種類	部門	区分	2013 年度	2014 年度	2015 年度	2016 年度	2017 年度	2018 年度	2030 年度	2040 年度	2050 年度
エネルギー起源 CO ₂	産業	農林水産業	83	80	320	347	322	260	203	160	126
		鉱業	74	77	32	40	32	40	37	37	37
		建設業	292	344	266	256	227	205	175	137	101
		製造業	5,217	5,076	4,671	5,005	4,863	4,669	5,002	5,224	5,295
		産業部門小計	5,666	5,578	5,289	5,648	5,445	5,174	5,417	5,559	5,560
	運輸	自動車	4,116	3,997	3,990	3,972	3,971	3,859	3,329	2,903	2,456
		鉄道	34	32	31	29	28	28	24	21	18
		航空	15	17	15	15	16	17	17	17	17
		船舶	72	72	70	71	70	72	72	72	72
		運輸部門小計	4,237	4,118	4,106	4,087	4,085	3,977	3,443	3,014	2,564
	民生業務		3,382	3,169	3,095	3,095	3,051	2,976	2,603	2,292	1,980
	民生家庭		3,537	3,453	3,125	2,995	3,094	2,806	2,725	2,498	2,244
	エネルギー起源 CO ₂ 小計 (①)			16,822	16,319	15,615	15,825	15,674	14,933	14,188	13,362
非エネルギー起源 CO ₂ (②)	廃棄物		597	594	600	590	551	571	502	438	371
CO ₂ 合計 (①+②)			17,419	16,912	16,215	16,415	16,225	15,504	14,690	13,800	12,719
その他ガス	メタン		448	443	425	411	417	415	354	267	171
	一酸化二窒素		302	236	230	218	179	155	134	105	74
	代替フロン		444	497	540	583	614	639	562	516	463
	有機フッ素化合物		53	56	52	56	56	55	55	55	55
	六フッ化硫黄		34	34	33	37	34	32	32	32	32
	三フッ化窒素		2	3	3	3	3	4	4	4	4
その他ガス 小計 (③)			1,285	1,270	1,283	1,308	1,305	1,301	1,141	979	800
温室効果ガス 合計 (①+②+③)			18,703	18,182	17,498	17,723	17,530	16,805	15,832	14,779	13,518
基準年度 (2013 年度) 比 (%)			—	▲2.8	▲6.4	▲5.2	▲6.3	▲10.1	▲15.4	▲21.0	▲27.7

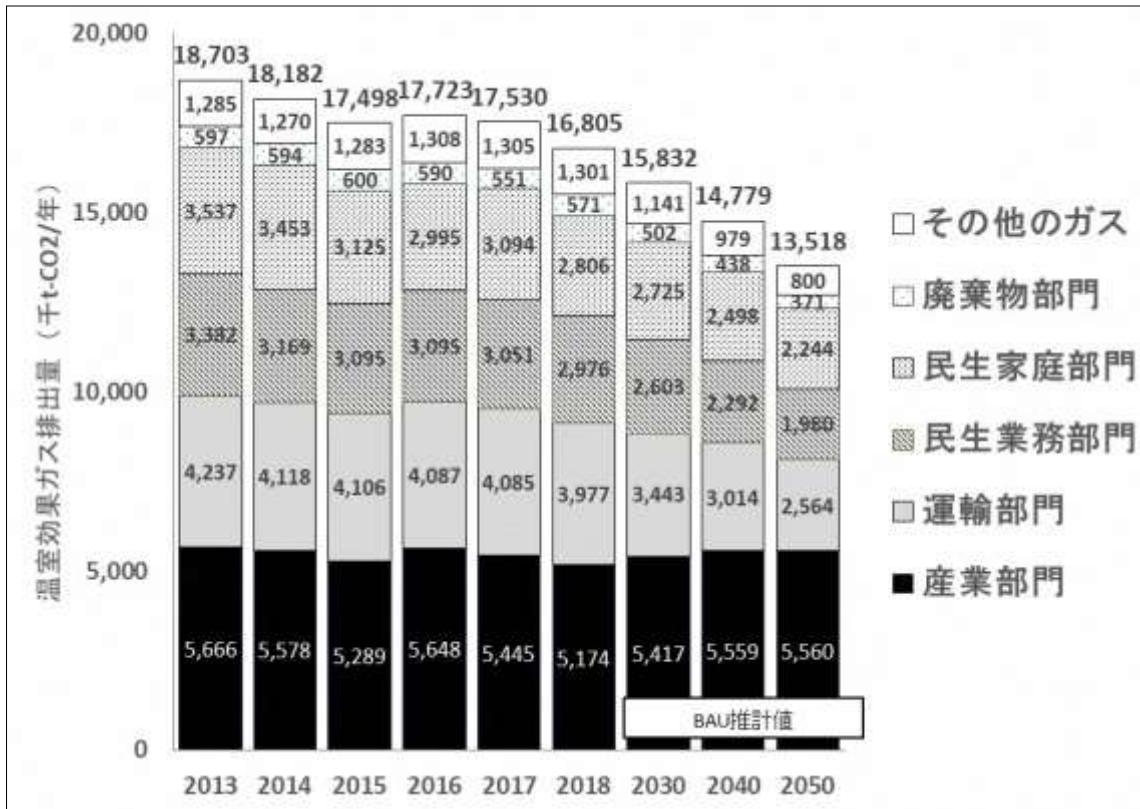


図3-2 温室効果ガス排出量のBAU推計結果

イ 削減目標の設定と削減シナリオ

(ア) 温室効果ガス排出量削減に向けた目標値の設定

本ロードマップでは、本県の2030年度、2040年度、2050年度における温室効果ガス排出量の削減目標を設定するために、いくつかの削減シナリオを設定し、温室効果ガス排出量の将来予測を行いました。

部門別の検討結果については、第4章で記述しますが、本県における部門別の2030年度、2040年度、2050年度の温室効果ガス排出量と削減目標を以下に示します(表3-4、図3-3)。なお、削減量とは、各年度のBAUに対する二酸化炭素排出量の削減量推計値です。

なお、部門別排出量の目標値は、産業部門、運輸部門、民生業務部門、民生家庭部門、廃棄物部門、二酸化炭素以外の温室効果ガスについて、それぞれの対策を取り組んだ際の削減量を合算し、2050年度に実質排出ゼロを達成することを目標としています。

また、中間目標として、2030年度、2040年度での削減量を推計しました。

なお、削減目標の設定に当たっては、以下の2点を前提として推計しています。

- ① 目標値には、省エネルギー対策による二酸化炭素排出量の削減量に加え、2030年度以降の電源構成に基づいて想定される二酸化炭素排出係数¹の低下による二酸化炭素排出量削減効果を含める。
- ② 森林等による二酸化炭素吸収量の将来予測を踏まえ、本県全体で2050年度に排出する二酸化炭素排出量の目標を1,300千t-CO₂/年と設定する。

¹ 電力CO₂排出係数とは、電力の使用者が1kWhの電力を使用するとき、その電力を発電し送電するために排出されるCO₂排出量です。電力CO₂排出係数は、電力を供給する事業者の電源構成によって影響を受けるため、県で独自に推計することが困難です。そのため、2025年度の推計においては、0.476kg-CO₂/kWh(東北電力株式会社による2020年度公表値)を用いています。また、2030年度は国が示している係数である0.250kg-CO₂/kWhを用いて推計しています【出典：地球温暖化対策計画別表/閣議決定(令和3年10月22日)】。2040年度については国による電源構成が示されていないことから2030年と同じ係数を用います。2050年度は、第6次エネルギー基本計画において火力発電とCCS(Carbon dioxide Capture and Storage、二酸化炭素回収・貯留)、CCUS(Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage、二酸化炭素回収・利用・貯留)や水素・アンモニア燃料の利用を組み合わせ、発電によるCO₂排出量を実質ゼロとすることが示されていることから、電力CO₂排出係数として0kg-CO₂/kWhを用います。

表3-4 2050年度に向けた本県の温室効果ガス排出量の目標値

(単位：千t-CO₂/年)

部門	項目	2013年度	2018年度	2030年度	2040年度	2050年度
福島県全体	排出量（実績値）	18,703	16,805			
	BAU推計値			15,832	14,779	13,518
	省エネルギー等による削減量			▲5,990	▲9,190	▲12,218
	温室効果ガス排出量①			9,842	5,589	1,300
	森林吸収量②	1,670	1,290	1,294	1,297	1,300
	実質排出量（①-②）	17,034	15,515	8,548	4,292	0
	実質排出量 2013年度比率（%）		91	50	25	0
	削減率（%）		▲9	▲50	▲75	▲100
産業	排出量（実績値）	5,666	5,174			
	BAU推計値			5,417	5,559	5,560
	温室効果ガス排出量			3,623	2,699	624
	省エネルギー等による削減量			▲1,794	▲2,860	▲4,936
	実質排出量 2013年度比率（%）			64	48	11
	削減率（%）			▲36	▲52	▲89
運輸	排出量（実績値）	4,237	3,977			
	BAU推計値			3,443	3,014	2,564
	温室効果ガス排出量			2,693	887	164
	省エネルギー等による削減量			▲750	▲2,127	▲2,400
	実質排出量 2013年度比率（%）			64	21	4
	削減率（%）			▲36	▲79	▲96

部門	項目	2013 年度	2018 年度	2030 年度	2040 年度	2050 年度
民生業務	排出量（実績値）	3,382	2,976			
	BAU 推計値			2,603	2,292	1,980
	温室効果ガス排出量			1,231	748	21
	省エネルギー等による削減量			▲1,372	▲1,544	▲1,959
	実質排出量 2013 年度比率（%）			36	22	1
	削減率（%）			▲64	▲78	▲99
民生家庭	排出量（実績値）	3,537	2,806			
	BAU 推計値			2,725	2,498	2,244
	温室効果ガス排出量			1,293	597	95
	省エネルギー等による削減量			▲1,432	▲1,901	▲2,149
	実質排出量 2013 年度比率（%）			37	17	3
	削減率（%）			▲63	▲83	▲97
廃棄物	排出量（実績値）	597	571			
	BAU 推計値			502	438	371
	温室効果ガス排出量			330	188	82
	省エネルギー等による削減量			▲172	▲250	▲289
	実質排出量 2013 年度比率（%）			55	32	14
	削減率（%）			▲45	▲68	▲86
その他ガス	排出量（実績値）	1,285	1,301			
	BAU 推計値			1,141	979	800
	温室効果ガス排出量			671	471	315
	省エネルギー等による削減量			▲470	▲508	▲485
	実質排出量 2013 年度比率（%）			52	37	25
	削減率（%）			▲48	▲63	▲75

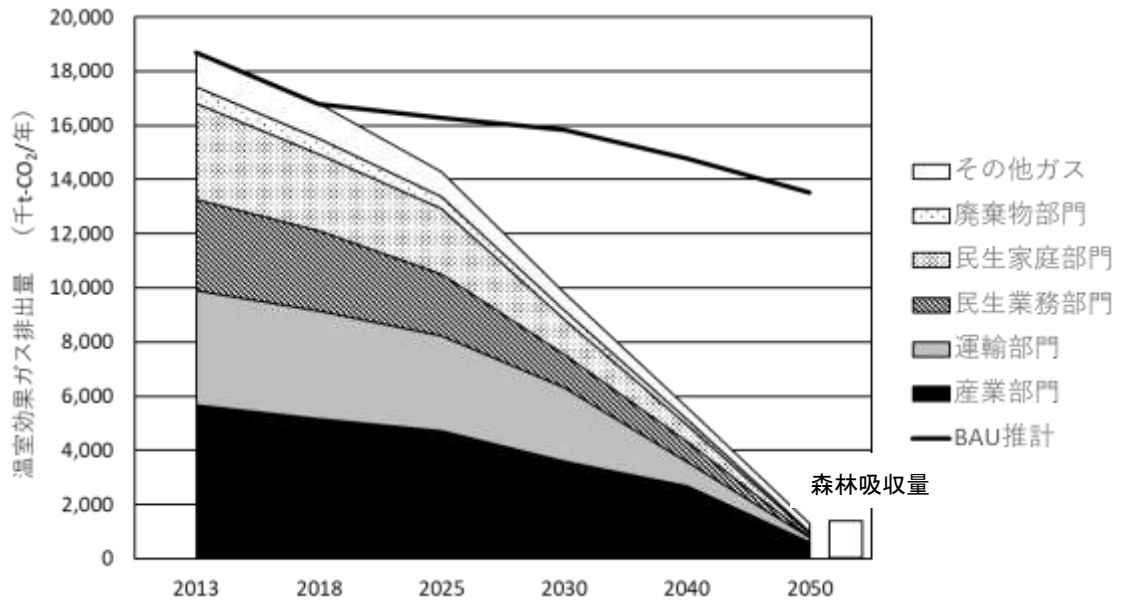


図3-3 本県における部門別二酸化炭素排出量の推移

(イ) 温室効果ガス排出量目標の達成に向けた対策

2030年度、2040年度、2050年度における温室効果ガス排出量目標を達成するために、本ロードマップでは、国の地球温暖化対策計画において挙げられている対策のうち、温室効果ガス排出量削減量が比較的高い対策を中心に削減シナリオを用いて検討を行い、対策項目及び削減量の年度目標を設定しました（表3-5）。また、部門別削減量の年度目標に対する対策項目ごとに、指標を設定しました（表3-6）。

表3-5 温室効果ガス排出量削減対策及び削減量の年度目標

(単位：千t-CO₂/年)

部門		対策項目	2030年度	2040年度	2050年度
産業部門	農林水産業	園芸施設へのヒートポンプの導入	27	41	62
		省エネルギー農機の導入	0	1	1
		省エネルギー漁船の導入	1	2	4
		電力二酸化炭素排出係数の効果	10	15	44
	建設業	省エネルギー建設機器の導入	14	26	17
		電力二酸化炭素排出係数の効果	26	21	57
	製造業	省エネルギー（照明）	31	32	33
		省エネルギー（空調他）	4	5	8
		省エネルギー（高効率モータ）	20	129	269
		省エネルギー（その他）	38	156	203
		製造業へのヒートポンプの導入	266	368	587
		低炭素工業炉の導入	92	446	430
		高効率ボイラーの導入	15	11	0
		ガスへの燃料転換	88	120	87
	FEMS（工場エネルギー管理システム）の導入	67	274	29	
	電力二酸化炭素排出係数の効果（調整量*を含む）	1,095	1,213	3,104	
運輸部門	車両燃費向上・エコドライブ	369	439	363	
	次世代車の導入	207	1,025	907	
	EVの導入	23	137	142	
	輸送効率化	53	32	23	
	ライフスタイルの変化	0	62	100	
	自動車以外の対策	23	28	55	
	電力二酸化炭素排出係数の効果	75	404	810	
民生業務部門	省エネルギー機器（照明）	128	281	243	
	省エネルギー機器（その他）	74	390	449	
	ガス転換	11	16	27	
	業務用ヒートポンプの導入	1	43	71	
	BEMS（ビルエネルギー管理システム）の導入	130	129	117	
	電力二酸化炭素排出係数の効果	1,029	686	1,052	
民生家庭部門	高気密高断熱化	167	113	73	
	ZEHの導入	98	488	605	

部門	対策項目	2030 年度	2040 年度	2050 年度
民生家庭部門	省エネルギー行動の浸透と省エネルギー型家電の利用	298	865	901
	電力二酸化炭素排出係数の効果	869	435	571
廃棄物部門	廃棄物削減・リサイクル	92	160	182
	廃棄物発電	58	68	78
	下水処理施設への省エネルギー機器の導入	8	12	15
	電力二酸化炭素排出係数の効果	14	10	14
その他ガス	農業分野メタン (CH ₄) 削減	70	54	36
	農業分野一酸化二窒素 (N ₂ O) 削減	17	13	9
	代替フロン回収	383	441	440

* 社会変化等による二酸化炭素排出量の増加を想定し、調整量とした。

表3-6 温室効果ガス排出量削減目標の達成に向けた対策内容及び指標一覧

対策内容	指標	2018年度	2025年度	2030年度	2040年度	2050年度	実施主体	
産業部門								
農林水産業	園芸施設へのヒートポンプ導入	普及率(%)	4	10	40	60	90	・農業従事者
		HP導入施設面積(千m ²)	66	165	660	990	1,485	
	省エネルギー農機導入	普及率(%)	0	0.1	8	16	24	・農業従事者
		省エネ農機台数(千台)	0	0.1	7.6	15.2	22.8	
	省エネルギー漁船導入	普及率(%)	0	6	13	29	46	・水産業従事者
		省エネ漁船数(隻)	0	20	40	92	145	
建設業	省エネルギー建機の導入	省エネ建機導入台数(台)	0	—	1,500	—	—	・建設事業者
		省エネ建機の比率(%)	0	—	—	100	電動化100	
製造業	省エネルギー機器(照明)	全照明機器に占めるLED比率(%)	統計値なし	75%	全数	全数	全数	・製造事業者
	省エネルギー機器(空調)	空調機器の平均APF ² (kWh)	統計値なし	5.5	6.4	6.7	7.0	
	省エネルギー機器(モーター)	全モータに占めるトップランナー比率(%)	統計値なし	75	75	90	100	
	省エネルギー機器(その他)	機器の消費電力の削減率(%)	0	▲5	▲5	▲20	▲25	
	ヒートポンプ導入率	空調用途(%)	0	5	60	70	100	
		加温用途(%)	0	5	30	50	100	
		乾燥用途(%)	0	5	30	50	100	
		高温用途(%)	0	0	14	17	20	
	低炭素工業炉導入	普及率(%)	0	10	20	100	100	
		導入施設数(個所)	0	40	80	400	400	
	高効率ボイラー導入	高効率ボイラー導入施設数(個所)	統計値なし	2,850	2,850	1,200	0	
	ガスへの燃料転換	空調・加熱・乾燥用途	0	20	30	75	100	
		高温用	0	20	30	70	100	
	対策後の燃料消費量	A重油等(千kl)	405	300	188	41	0	
		ガス(百万Nm ³)	272	328	265	216	184	
	FEMS ³ 導入	工場数に対する比率(%)	統計値なし	10	20	100	100	

² APFとは、一年を通して、ある一定の条件のもとにエアコンを使用した時の消費電力量1kWh当たりの冷房・暖房能力(kWh)を表示したものを指します。

³ FEMS(工場エネルギー管理システム)とは、工場内のエネルギーの使用状況を表示し、受配電設備のエネルギー管理や生産設備のエネルギー使用・稼働状況が最適となるよう制御する管理システムを指します。

対策内容	指標	2018年度	2025年度	2030年度	2040年度	2050年度	実施主体
運輸部門							
自動車の燃費向上	自動車の平均燃費向上率 (%)	0	3	3	9	9	<ul style="list-style-type: none"> ・自動車製造販売事業者 ・再生可能エネルギー供給事業者 ・自動車利用者
	エコドライブによる燃費向上率 (%)	0	0	10	10	10	
	燃費 (km/l)	10-25	11-30				
次世代車の普及 旅客車	次世代車 (EV 含む) 台数 (千台)	160	166	238	593	523	
	EV 台数 (千台)	3	15	68	427	418	
	次世代車の台数比率 (EV を含む) (%)	21	23	45	100	100	
次世代車の普及 貨物車	次世代車 (EV 含む) 台数 (千台)	0	2	17	81	89	
	EV 台数 (千台)	0	1	12	30	36	
	次世代車の台数比率 (EV を含む) (%)	0	1	10	60	80	
民生業務部門							
省エネルギー機器 (照明)	全照明機器に占める比率 (%)	統計値なし	30	40	100	100	<ul style="list-style-type: none"> ・建築物オーナー ・テナント
	床面積 (百万 m ²)	統計値なし	12.3	13.9	20.4	17.7	
省エネルギー機器 (その他の機器)	2018年度に対するエネルギー消費量の削減率 (%)	0%	▲10	▲10	▲30	▲40	
空調・給湯設備 ヒートポンプ導入	設備数に対するヒートポンプ設備数の比率 (%)	統計値なし	5	10	60	90	
	床面積 (百万 m ²)	—	1.2	2.3	12.2	15.9	
ガスへの燃料 転換	A 重油と灯油 使用量 (TJ)	2,100	1,557	1,285	808	0	
BEMS 導入	BEMS を導入した事業所の床面積比率 (%)	統計値なし	20%	30%	75%	100%	
	床面積 (百万 m ²)	—	4.9	7.0	15.3	17.7	

対策内容	指標	2018年度	2025年度	2030年度	2040年度	2050年度	実施主体
民生家庭部門							
高気密高断熱住宅	高気密高断熱住宅 (ZEH含む) (千戸)	116	146	296	352	353	<ul style="list-style-type: none"> ・住宅建設業者 ・住宅販売事業者 ・設備管理事業者 ・建築物オーナー ・居住者
ZEH住宅	ZEH住宅 (千戸)	(0.3)*	7	32	165	205	
家電等省エネ化	2018年度に対する消費 エネルギーの削減比率 (%)	0	▲10	▲20	▲36	▲44	
廃棄物部門							
廃棄物削減・ リサイクル	一般廃棄物排出量 (千t/年)	706	595	515	373	262	<ul style="list-style-type: none"> ・県民 ・地方自治体
下水処理施設の 省エネルギー化	終末処理場の電力使用量 (百万kWh/年)	62	55	52	38	28	<ul style="list-style-type: none"> ・下水道事業者
廃棄物発電導入拡大	発電量 (千MWh)	87	100	110	130	150	<ul style="list-style-type: none"> ・地方自治体
その他ガス							
農業由来メタン (CH ₄)の削減	中干期間延長	水田に置ける中干期間の延長					<ul style="list-style-type: none"> ・農業従事者 ・地方自治体
農地由来の一酸化二 窒素 (N ₂ O)削減	中干期間延長	水田に置ける中干期間の延長					<ul style="list-style-type: none"> ・農業従事者 ・地方自治体
代替フロン	回収率 (%)	35	58	75	83	90	<ul style="list-style-type: none"> ・事業者 ・利用者

* 国による本県内 ZEH 補助件数は、2018 年度までの累計で 293 件、2021 年度までの累計で 624 件となっている（資源エネルギー庁）。実績があるため参考値として記載した。

(ウ) 温室効果ガス排出量の削減推移

二酸化炭素排出量の削減効果の要因を、BAU 推計値の減少量である「活動量低下」、各種省エネルギー対策の効果である「省エネルギー」、電力二酸化炭素排出係数の低下による二酸化炭素排出量削減効果を示す「二酸化炭素排出係数効果」の3つの要因に区分して、部門別削減量に占める各要因の二酸化炭素排出量削減効果の大きさを図3-5に示します。

2030年度までの二酸化炭素排出量削減効果は、電力二酸化炭素排出係数が低下することによる影響が大きくなっており、特に電力を主たるエネルギーとしている産業部門、民生業務部門、民生家庭部門では、電力二酸化炭素排出係数の低下が大きな影響を及ぼします。

2040年度以降は、BAU 推計値の低下や省エネルギー施策の削減効果の影響が増加していきます。

第6次エネルギー基本計画では、2050年度には、再生可能エネルギーの大量導入、火力発電所とCCSやCCUSを組み合わせた二酸化炭素回収、再生可能エネルギーの余剰エネルギーから生成される水素、アンモニア、合成メタンを発電用燃料として利用することで、電力二酸化炭素排出係数を0kg-CO₂/kWhまで低下させることが計画されています。

2050年度には多くの分野で電化が進んでいると想定されることから、電力二酸化炭素排出係数が実質的にゼロとなれば、その排出量削減効果は非常に大きくなります。

現状では、エネルギー源としての電力が少ない運輸部門では、2030年度の電力二酸化炭素排出係数低下による二酸化炭素排出量削減効果は少ないものの、EVが増加し、ガソリンや軽油などの化石燃料から電力に転換される部分が増加するほど、電力二酸化炭素排出係数低下の影響を強く受けるようになります。

また、運輸部門、民生業務部門、民生家庭部門では、人口減少による影響が大きく、BAU 推計値の低下、すなわち活動量の低下による削減効果が大きな影響を及ぼしています。

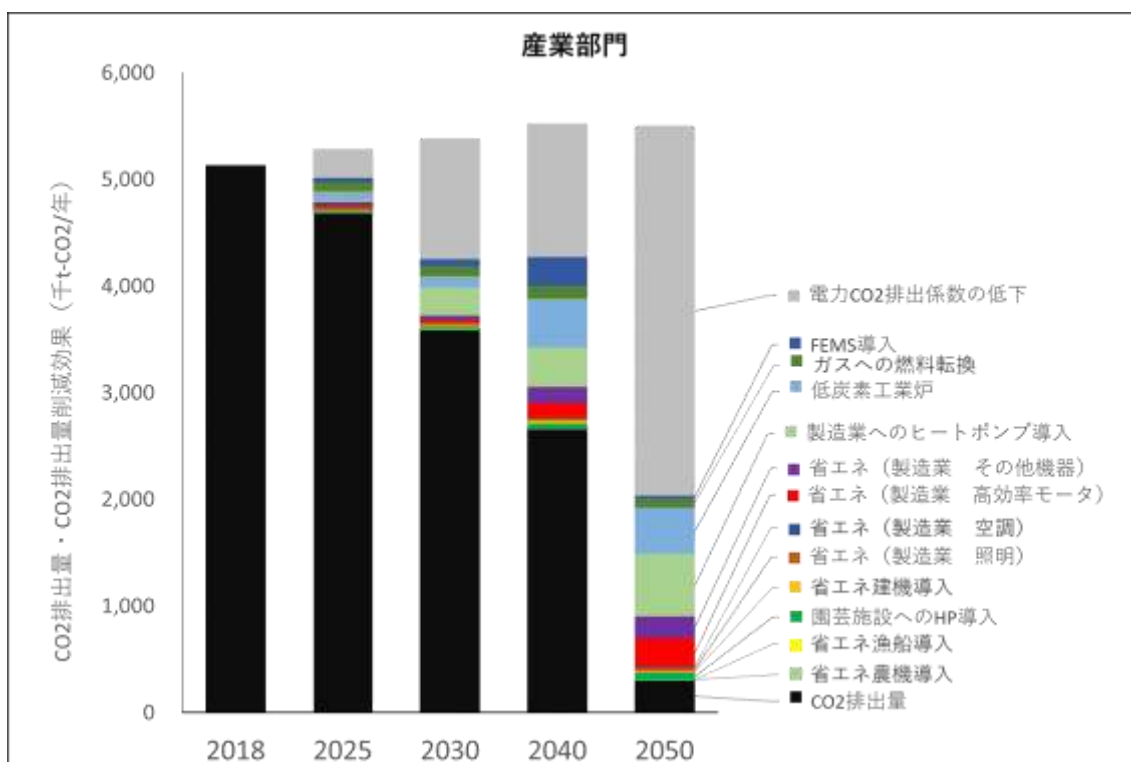


図3-4 温室効果ガス排出量の削減推移 (産業部門)

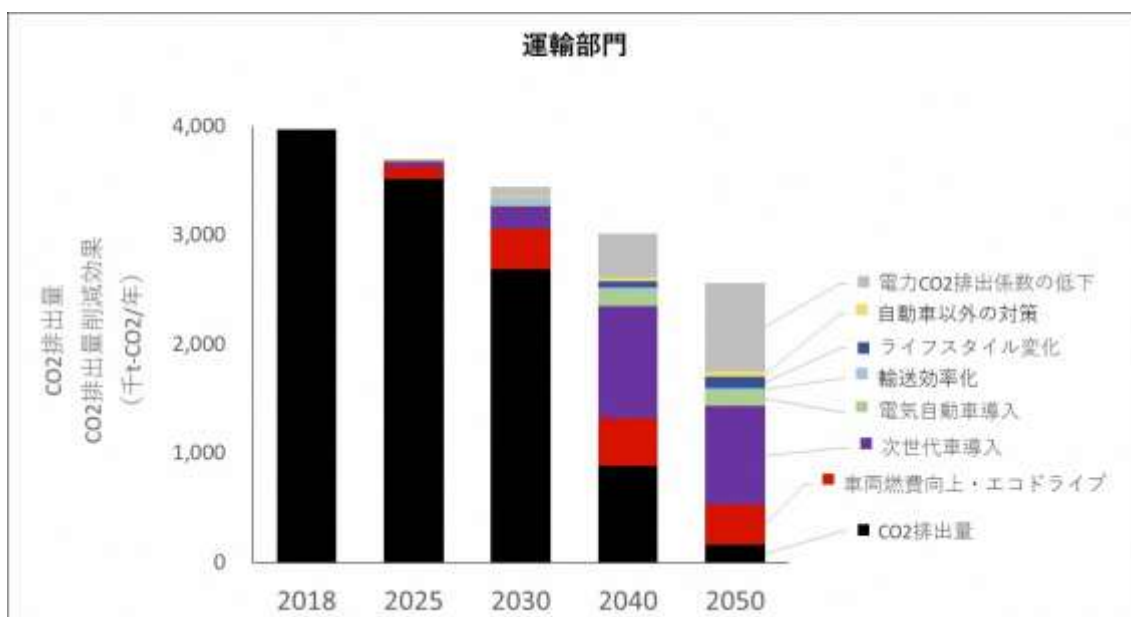


図3-4 温室効果ガス排出量の削減推移 (運輸部門)

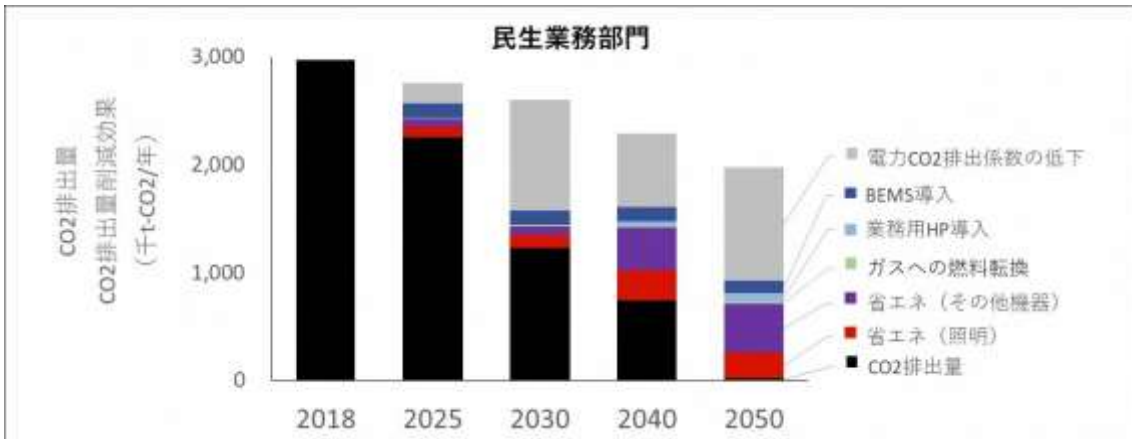


図 3-4 温室効果ガス排出量の削減推移（民生業務部門）

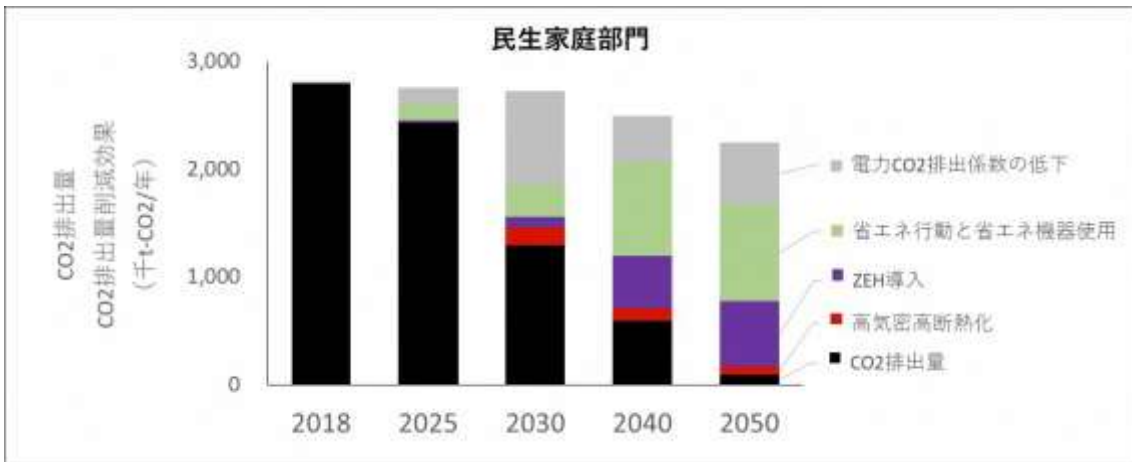


図 3-4 温室効果ガス排出量の削減推移（民生家庭部門）

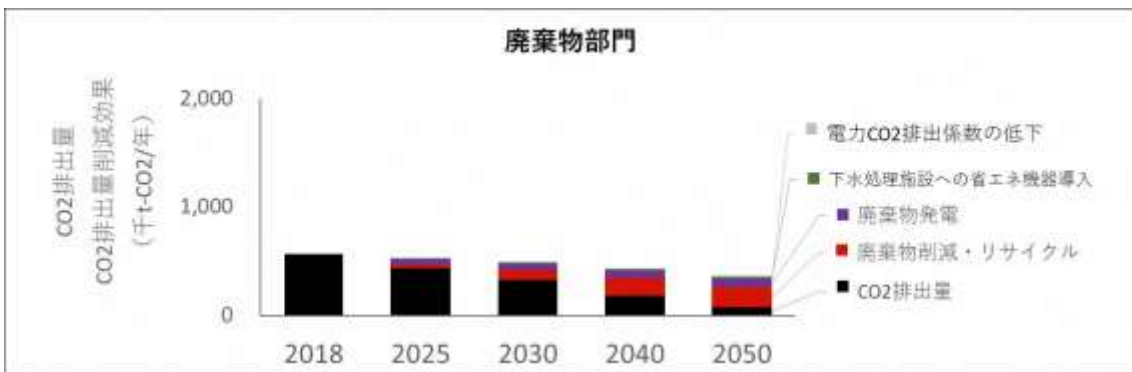


図 3-4 温室効果ガス排出量の削減推移（廃棄物部門）

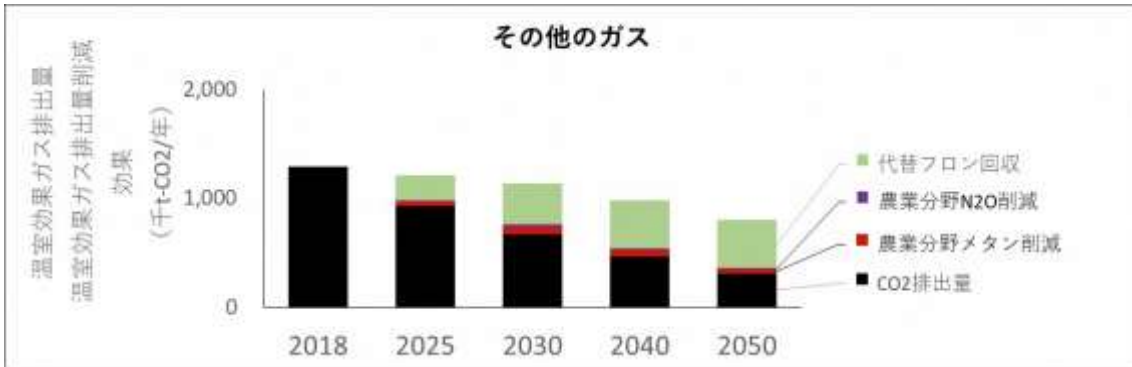


図 3-4 部門別温室効果ガス排出量削減効果（その他ガス）

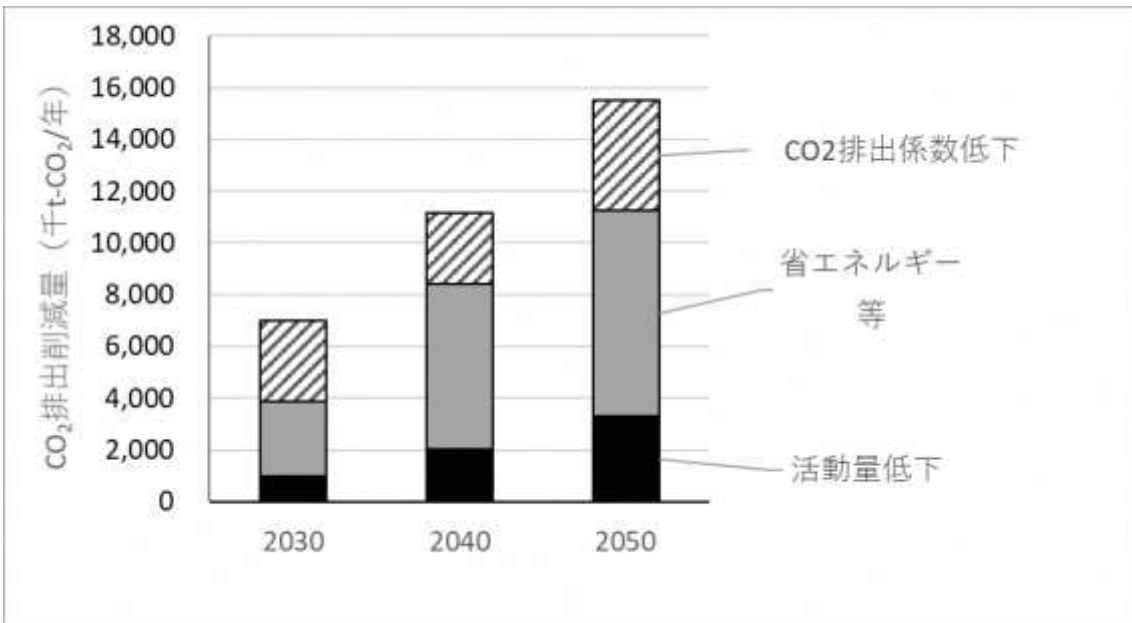
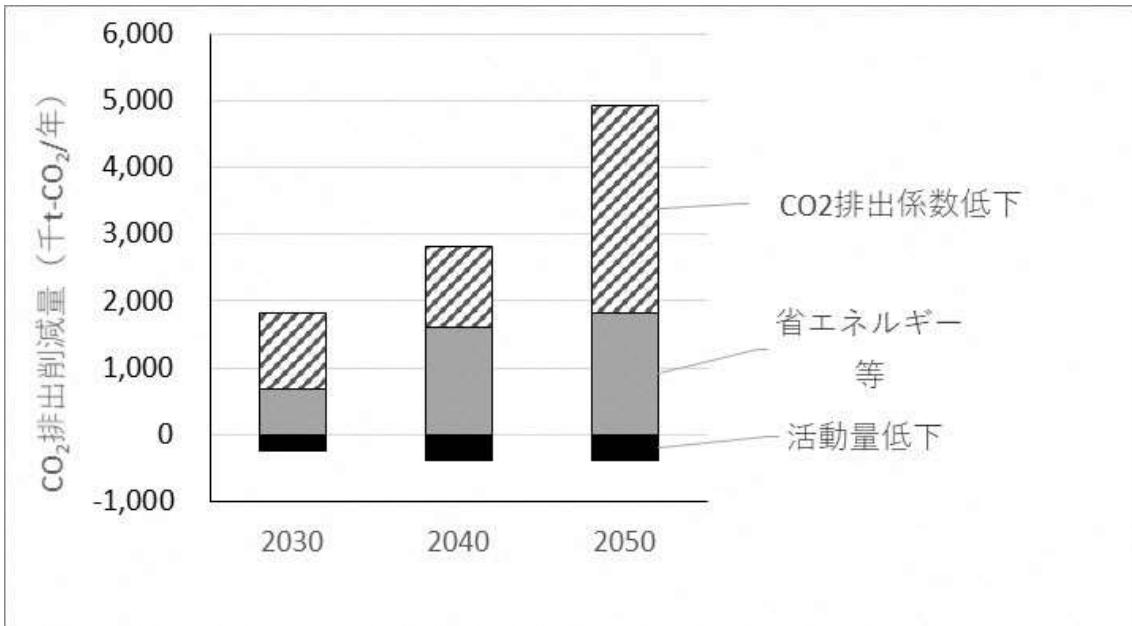


図 3-5 部門別二酸化炭素排出量削減効果の寄与量（福島県全体）



※活動量低下がマイナスになるのはBAUが増加していることを示す。

図3-5 部門別二酸化炭素排出量削減効果の寄与量（産業部門）

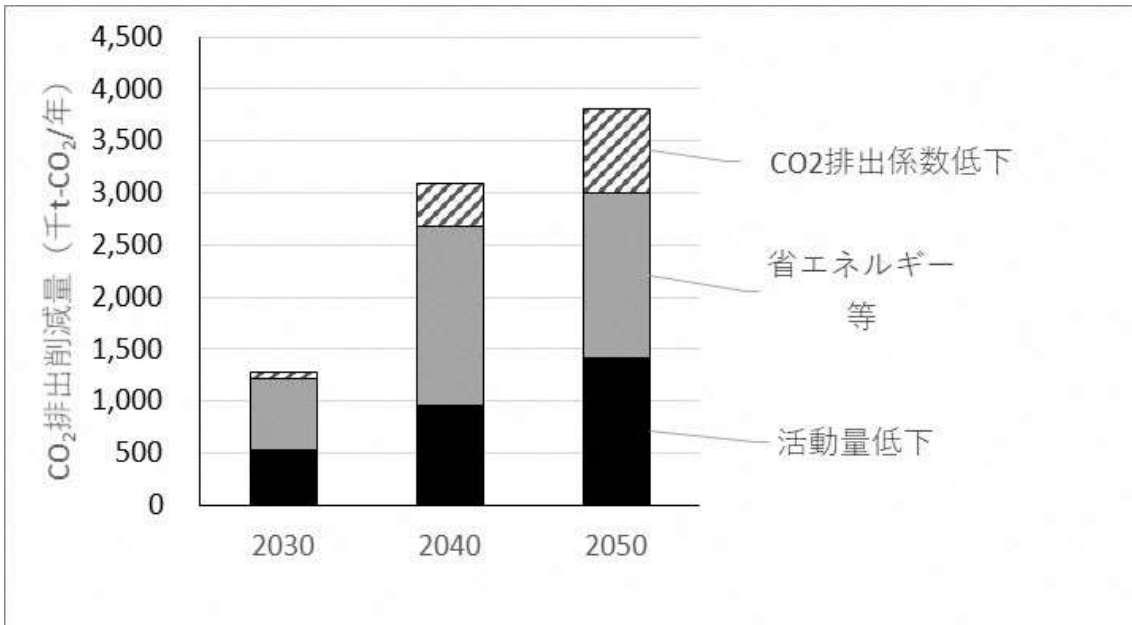


図3-5 部門別二酸化炭素排出量削減効果の寄与量（運輸部門）

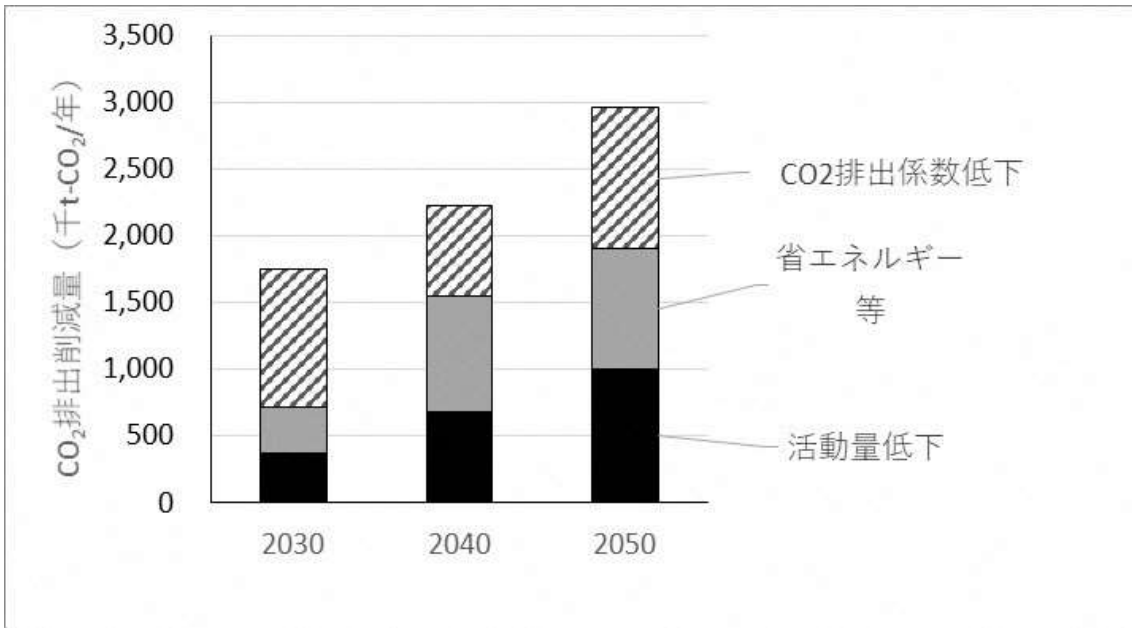


図3-5 部門別二酸化炭素排出量削減効果の寄与量（民生業務部門）

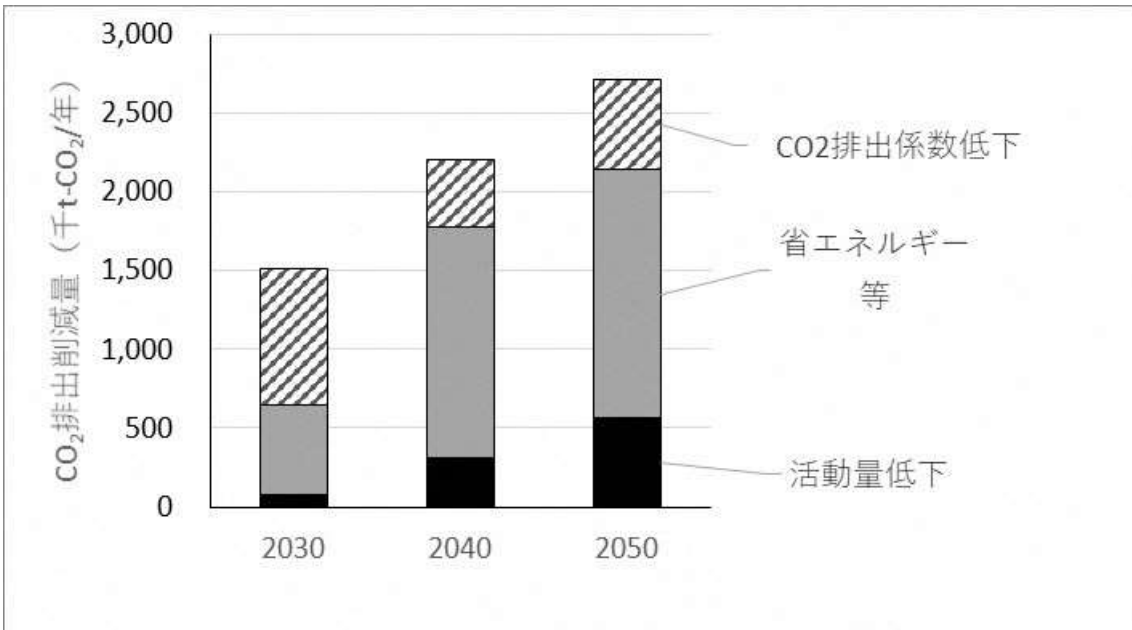


図3-5 部門別二酸化炭素排出量削減効果の寄与量（民生家庭部門）

4 カーボンニュートラル実現に向けた施策

カーボンニュートラルの実現に向けた施策は以下のとおりです。

また、各部門における活動においてエネルギーの合理的な利用と脱炭素化を進めるため、使用する省エネルギー効果の高い設備や機器の導入と、より二酸化炭素排出量の少ないエネルギーへの転換を図ります。

あわせて再生可能エネルギーの導入を推進していきます。本県では、福島県再生可能エネルギー推進ビジョン 2021 における 2030 年度の目標として、2030 年度に予測される県内の一次エネルギー需要量である 5,575 千 k1 原油換算の 67.5%、3,763 千 k1 原油換算相当の一次エネルギーを再生可能エネルギーによって生み出すことを目標とします。

(1) 省エネルギーを始めとしたエネルギーの合理的な利用の推進

ア 産業部門（農林水産業）における施策

(ア) 農林水産業における脱炭素化シナリオ

国の地球温暖化対策計画では、農林水産業に関する対策として施設園芸における省エネ施設の導入、省エネルギー農機の導入、省エネルギー漁船への転換等が挙げられています。

農林水産分野での二酸化炭素排出量は、燃料として使用されている軽油や重油の燃焼によるものが多くなっています。まず、設備、農機、漁船のエネルギー効率を高め、燃料の消費量を削減することによって二酸化炭素の排出量を削減していきます。

表 4-1 農林水産業の施策導入

目標施策項目	概要	対象
施設園芸における省エネルギー設備の導入	温室効果ガス排出削減に資する設備・機器・資材の開発・販売・省エネ格付及び農業従事者への情報提供・選択 省エネ生産管理技術の実践	・製造事業者 ・販売事業者 ・全国民間団体 ・生産者
省エネルギー農機の導入	省エネ農機の開発・普及 農機の省エネ使用に係る啓発・普及 省エネ農機の選択と省エネが図られるよう使用	・製造事業者 ・販売事業者 ・生産者
省エネルギー漁船への転換	省エネ船型・設備等の開発や情報提供 漁船更新時の省エネ設備等の選択	・製造事業者 ・販売事業者 ・生産者

a 農業用ヒートポンプの導入

施設栽培において燃料として使用している石油製品を削減するため、ヒートポンプや木質バイオマス利用加温設備の導入を図ります。

b 省エネルギー農機の導入

農機の電動化や自動操舵装置の導入によって、農機の省エネルギー化を進め、燃料として使用している軽油等の石油製品からの二酸化炭素排出量を減少させていきます。

なお、国の定める地球温暖化対策計画では、省エネルギー農機の燃料油削減量として自動操舵装置を有する農機の導入などにより、二酸化炭素排出量として約13.3%削減されると推計されています。

c 省エネルギー漁船への転換

漁船等の電動化する等により省エネルギー漁船への転換を進めます。国の定める地球温暖化対策計画では、漁船の年間更新率は約1.7%となっており、船体の更新機会にあわせて省エネルギー漁船の導入を進める計画となっています。

なお、国の定める地球温暖化対策計画では、省エネルギー漁船への更新による漁船単体の省エネルギー効果によって約10%、沖合・遠洋漁業における漁業活動のスマート化による漁船操業に関わる省エネルギー効率によって約5%、スマート技術による省エネルギー効果の顕在化によって約2%の減少と見込んでいます。

(イ) 農林水産業における各施策の導入目標と効果の推計

a 農業用ヒートポンプの導入

県内の農業用施設（ガラス室、ハウス等）に設置されている農業用ボイラーを効率の良い農業用ヒートポンプに代替していくことによって、燃料として利用されているA重油の消費量を削減します。

県内の農業用施設（ガラス室、ハウス等）のうち、加温設備のある施設の面積は1,650千㎡で、その大半がA重油を燃料とする農業用ボイラーを使用しています。加温設備のある農業用施設から排出される二酸化炭素は2018年度時点において、約118千t-CO₂/年と推計されます。

令和2年度ヒートポンプ普及見通し調査報告書（一般財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センター 2020年）における試算結果を参考として、本県で農業用ボイラーをヒートポンプに代替した場合の省エネルギー効果と二酸化炭素排出量削減効果を推計します。

推計する際に設定した農業用ヒートポンプの導入上限値を以下に示します（表4-2）。

表4-2 農業用ヒートポンプの導入上限の想定

年度	普及率	農業用ヒートポンプの導入上限 (農業用ヒートポンプが賄う熱需要のシェアの上限)
~2020	<5%	ほぼ従来型ボイラー等による加温
2030	40%	農業分野における熱需要×40%
2040	60%	農業分野における熱需要×60%
2050	90%	農業分野における熱需要×90%

出典：令和2年度ヒートポンプ普及見通し調査報告書/一般財団法人ヒートポンプ・蓄熱センター（2020年）

従来から使用されている農業用ボイラーの熱効率を 0.9、代替するヒートポンプによる熱効率を 5.0 と想定した場合の二酸化炭素排出量の推計値を以下に示します（表 4-3）。

なお、普及率とは、加温設備のある施設の面積全体に占めるヒートポンプを導入した加温設備のある施設の面積の比率を示します。

表 4-3 農業用ヒートポンプ普及率による二酸化炭素排出量削減効果の推計

項目	単位	2013	2018	2025	2030	2040	2050
普及率	%	(2.2)	(4.1)	10	40	60	90
現状の加熱施設でのエネルギー消費等							
エネルギー量	TJ/年	1,122	1,697				
加温設備で消費するA重油	千kl/年	29	43				
二酸化炭素排出量 ①	千t-CO ₂ /年	78	118				
ヒートポンプによる二酸化炭素排出量削減効果							
従来型ボイラーの消費エネルギー量	TJ/年	1,122	1,697	1,528	1,018	679	170
従来型ボイラーで消費するA重油	千kl/年	29	43	39	26	17	4
従来型ボイラー二酸化炭素排出量	千t-CO ₂ /年	78	118	106	71	47	12
ヒートポンプによるエネルギー供給量	TJ/年	0	0	170	679	1,018	1,528
ヒートポンプのエネルギー消費量	TJ/年	0	0	34	136	204	306
ヒートポンプで消費する電力	千kWh/年	0	0	9,430	37,720	56,579	84,869
ヒートポンプの二酸化炭素排出量	千t-CO ₂ /年	0	0	4	9	14	0
二酸化炭素排出量 (ボイラー+ヒートポンプ)	千t-CO ₂ /年	78	118	110	80	61	12
二酸化炭素排出量削減効果②	千t-CO ₂ /年	0	0	▲7	▲38	▲56	▲106
ヒートポンプ導入による削減効果	千t-CO ₂ /年	0	0	▲7	▲27	▲41	▲62
電力二酸化炭素排出係数による効果	千t-CO ₂ /年	0	0	0	▲10	▲15	▲44
削減率 (②/①)	%	0	0	▲6%	▲32%	▲48%	▲90%

出典：園芸用施設の設置等の状況（H30）/農林水産省（平成30年度）の「加温設備の種類別設置実面積の推移」によると、加温施設を有する園芸施設でヒートポンプを設置している施設の面積比は、2013年度に2.2%、2018年度に4.1%です。

令和2年度ヒートポンプ普及見通し調査報告書/一般財団法人ヒートポンプ・蓄熱センター（2020年）を参考に代替率とヒートポンプのエネルギー効率（5.0）を設定しています。

A重油の消費量は、都道府県別エネルギー消費統計/資源エネルギー庁（2018年度）の農林水産業でのA重油消費量を、総合エネルギー統計/資源エネルギー庁（2018年度）の農林水産業エネルギー消費量のうち農業が占める割合で按分することで推計しています。

b 省エネルギー農機の導入

本県の農機の台数は、動力田植機 31,613 台、トラクター 43,608 台、コンバイン 18,016 台であり、合計で 93,897 台です。また、全国では合計 2,275,234 台です。（農林業センサス、農林水産省、2015年度）。本県には、全国の農機の約 4% が存在することとなります。

本県の 2018 年度の農業に由来するエネルギー別二酸化炭素排出量は、灯油約 25 千 t-CO₂/年、軽油約 32 千 t-CO₂/年、A重油約 95 千 t-CO₂/年、電

力約 27 千 t-CO₂/年、その他のエネルギー源をあわせて合計約 179 千 t-CO₂/年と推計しています（総合エネルギー統計（資源エネルギー庁、2018 年度）の値を、経済センサス（経済産業省、2016 年度）による農林業従事者の全国と本県の人数の比率に応じて按分）。

国の定める地球温暖化対策計画では、省エネルギー農機を 2030 年までに全国で 190,000 台導入し、二酸化炭素排出量削減量を 7.9 千 t-CO₂/年とすることを目標としています。農機の台数で按分すると本県の目標は、約 7,600 台導入、二酸化炭素排出量削減目標は 0.32 千 t-CO₂/年となります。

さらに 2040 年、2050 年の導入台数、二酸化炭素排出量削減目標を設定し表 4-4 に示します。省エネルギー農機の導入による二酸化炭素排出量削減効果は、農林水産業からの二酸化炭素排出量からみるとわずかな効果です。

表 4-4 農林業からの二酸化炭素排出量と省エネルギー農機の導入

項目	単位	2013	2018	2025	2030	2040	2050
農機	台	-	93,897	93,897	93,897	93,897	93,897
省エネルギー農機	台	0	0	240	7,600	15,200	22,800
CO ₂ 削減効果	千 t-CO ₂ /年	0	0	▲0.1	▲0.32	▲0.64	▲0.96
CO ₂ 排出量	千 t-CO ₂ /年	190.0	280.0	279.9	279.7	279.4	279.0
原油換算	kl/年	72,519	106,870	106,832	106,756	106,626	106,504

出典：農機台数 農林業センサス/農林水産省（2015 年度）

都道府県別エネルギー消費統計/資源エネルギー庁（2013 年度、2018 年度）

本県農林水産業の二酸化炭素排出量を総合エネルギー統計/資源エネルギー庁（2013 年度、2018 年度）の

農林水産業の二酸化炭素排出量に占める農業の二酸化炭素排出量の比率で按分

省エネルギー農機については現状の全国及び本県における普及状況を示す統計値が得られなかったため、2013 年度、2018 年度の普及率は極めて少ないと考え台数を 0 と設定

c 省エネルギー漁船の導入

本県の水産業に由来するエネルギー別二酸化炭素排出量は、2018 年度で灯油約 0.058 千 t-CO₂/年、軽油約 14 千 t-CO₂/年、A重油約 62 千 t-CO₂/年、潤滑油約 0.756 千 t-CO₂/年、電力約 4 千 t-CO₂/年、その他燃料油をあわせて合計約 80 千 t-CO₂/年と推計しています（総合エネルギー統計（経済産業省、2018 年度）の値を、経済センサス（経済産業省、2016 年度）による水産業従事者の全国と本県の人数に応じて按分）。

本県の農林水産業に起因する二酸化炭素排出量は、2013 年度は約 279 千 t-CO₂/年、2018 年度は約 396 千 t-CO₂/年と推計されています。これを総合エネルギー統計の全国における農業、林業、水産業、養殖業のエネルギー消費量に基づき按分して、本県の水産業に由来する二酸化炭素排出量を推計し、2013 年度で約 64 千 t-CO₂/年、2018 年度で約 83 千 t-CO₂/年としました。

国の定める地球温暖化対策計画では、全国で省エネルギー漁船への転換を進め、2030 年度の省エネルギー漁船導入率を 12.4%とし、二酸化炭素排出量削減効果を 41.0%、約 194 千 t-CO₂/年としています。

本県には動力漁船が316隻（20 t未満の漁船が288隻、20 t以上の漁船が28隻）あり、全国の動力漁船69,920隻のうち0.45%となっています（漁業センサス（農林水産省、2018年度））。

国の地球温暖化対策計画の二酸化炭素削減目標を本県の動力漁船数で按分すると、2030年までに導入する省エネルギー漁船の導入目標は約40隻、二酸化炭素排出量削減効果は約0.9千t-CO₂/年です。一定の比率で省エネルギー漁船への更新が約1.7%/年の比率で進むと仮定すると、2040年、2050年の導入目標は92隻、145隻です。二酸化炭素排出量削減効果は、それぞれ約2.2千t-CO₂/年、約3.5千t-CO₂/年と推計されます。

漁船からの二酸化炭素排出量は、2013年度の約64千t-CO₂/年から2018年度の約83千t-CO₂/年に増加しました。この実態を踏まえ、水産業界からの二酸化炭素排出量の目標値を2030年度に約82.1千t-CO₂/年、2050年度に約79.5千t-CO₂/年としました。（表4-5）。

表4-5 水産業界からの二酸化炭素排出量と省エネルギー漁船の導入

項目	単位	2013	2018	2025	2030	2040	2050
動力漁船数	隻	-	316	316	316	316	316
省エネルギー漁船	隻	0	0	20	40	92	145
二酸化炭素削減効果	千 t-CO ₂ /年	0	0	▲0.45	▲0.9	▲2.2	▲3.5
水産業界からの二酸化炭素排出量	千 t-CO ₂ /年	64	83	82.6	82.1	80.8	79.5
原油換算	kl/年	24,427	31,679	31,508	31,336	30,840	30,344

出典：動力漁船数 漁業センサス/農林水産省（2018年度）

水産業界からの二酸化炭素排出量 都道府県別エネルギー消費統計/資源エネルギー庁（2018年度）の本県における農林水産業の二酸化炭素排出量を総合エネルギー統計/資源エネルギー庁（2018年度）において農林水産業の二酸化炭素排出量に占める水産業界の二酸化炭素排出量の比率で按分

省エネルギー漁船 現状の普及状況を示す統計値が得られなかったため、2013年度、2018年度の普及率は極めて少ないと考え隻数を0と設定

（ウ）農林水産業界における施策を実施する上での課題と対策

農林水産業界従事者の高齢化や従事者の減少が進む中で、新しい技術を導入した省エネルギー設備、農業機械、漁船等を導入していくことから、それらの機器等を適切に利用し、維持管理していくための人材を育成し確保することが必要です。

農林水産業界を担う従事者の高齢化が進む中、導入した施設等を持続的に活用していくため、農地の集約、経営規模の拡大、経営の効率化、法人化、事業を担う企業の誘致などを支援し、組織的な営農に転換していくことも課題となります。

今後、農業用施設の加温設備をヒートポンプに代替することや、農業機械や漁船を更新するための労力やコストを経営者が負担する必要があるため、そのための動機付けが必要となります。

農林水産業界の省エネルギー化や再生可能エネルギー導入が、地域の便益拡大につながることを説明し、地域課題を解決しながら脱炭素化に取り組むた

めの補助金制度により、省エネルギー設備や機器の導入を支援することが考えられます。

また、それらの設備や機器を適切に運用、管理するための知識を持った人材の育成と確保が課題となります。

イ 産業部門（建設業）における施策

（ア）建設業における脱炭素化シナリオ

建設業における二酸化炭素排出は、軽油及びA重油を中心とした燃料の使用と電力の使用が主な要因となっています。

建設業については、国の地球温暖化対策計画で挙げられているハイブリット建機の導入を進めることで省エネルギー化を推進し、二酸化炭素排出量を低減していきます（表4-6）。

表4-6 建設業の施策導入

目標施策項目	概要	対象
ハイブリット建機の導入	施工に用いる建設機械について、省エネ性能の高い建設機械等を用いることに努める	建設施工者等

（イ）建設業における施策の導入目標と効果の推計

国の定める地球温暖化対策計画では、2030年に全国にハイブリット建機を4.7万台導入し、主に軽油の消費量を削減し二酸化炭素排出量を約440千t-CO₂/年まで減少させる計画となっています。

本県の着工ベースの金額は全国の約3%を占めていることから、この比率に従って按分すると、2030年度における本県へのハイブリット建機導入台数は約1,500台で、二酸化炭素の削減量としては約14千t-CO₂/年となります。

本県の建設業における二酸化炭素排出量のうち、軽油の使用による二酸化炭素排出量は、2013年に約70千t-CO₂/年、2018年に約95千t-CO₂/年となっています（都道府県別エネルギー消費統計（資源エネルギー庁、2013年度、2018年度））。ハイブリット建機導入（エネルギー効率率は30%以上改善）による2030年度の二酸化炭素排出削減量約14千t-CO₂/年は、2013年度の建設業からの二酸化炭素排出量の約20%、2018年度の約15%になります。さらに2030年度以降の電力二酸化炭素排出係数低下による二酸化炭素排出量の削減効果により、全体の削減効果は約40千t-CO₂/年となります。

2040年までに県内で使用する全ての建機を省エネルギー型建機とするならば、2040年度の建機からの二酸化炭素排出削減量は約26千t-CO₂/年となり、電力二酸化炭素排出係数低下による二酸化炭素排出量の削減効果とあわせて約47千t-CO₂/年の削減となります。

建機は、機器自体が長距離移動することは少なく、主たる活動は土木建設工事の現場に限られています。そのため工事現場に充電設備を配置することによって、建機への電力供給を比較的容易に行うことができます。このこと

から、将来的には内燃機関ではなく電力で稼働する建機が普及する可能性が考えられます。

以上を踏まえ、2050年には建機の100%電動化を目標とします。建機の電動化により、軽油の消費量が0となります。加えて電動化された建機のエネルギー効率は、内燃機関を使用する建機と比較して約50%向上すると想定するならば、17千t-CO₂/年の削減効果があり、電力二酸化炭素排出係数の低下による削減効果57千t-CO₂/年とあわせて75千t-CO₂/年の削減量となります。整理したものを以下に示します（表4-7）。

表 4-7 建設業での二酸化炭素排出量の BAU 推計と目標値

項目		単位	2013	2018	2025	2030	2040	2050
BAU 推計	二酸化炭素排出量	千 t-CO ₂ /年	244	208	189	175	137	101
軽油	固有単位	千 kl/年	26	36	30	25	14	0
	エネルギー単位	TJ/年	1,000	1,391	1,143	965	529	0
	二酸化炭素排出量	千 t-CO ₂ /年	70	95	78	66	36	0
重油	固有単位	千 kl/年	36	18	16	15	12	9
	エネルギー単位	TJ/年	1,370	691	627	581	455	336
	二酸化炭素排出量	千 t-CO ₂ /年	103	51	47	43	34	25
都市ガス	固有単位	百万 Nm ₃ /年	1	1	1	1	1	0
	エネルギー単位	TJ/年	47	54	49	45	36	26
	二酸化炭素排出量	千 t-CO ₂ /年	2	3	3	3	2	1
電力	固有単位	百万 kWh/年	116	110	100	93	72	107
	エネルギー単位	TJ/年	417	397	360	334	261	388
	二酸化炭素排出量	千 t-CO ₂ /年	70	59	48	23	18	0
合計	二酸化炭素排出量	千 t-CO ₂ /年	244	208	175	135	90	26
	削減効果	千 t-CO ₂ /年	0	0	▲14	▲40	▲47	▲75
	省エネによる削減量	千 t-CO ₂ /年	0	0	▲5	▲14	▲26	▲17
	電力二酸化炭素排出係数変更による削減量	千 t-CO ₂ /年	0	0	▲9	▲26	▲21	▲57
対策後のエネルギー需要	燃料のエネルギー需要	TJ/年	2,417	2,136	1,819	1,592	1,020	362
	電力のエネルギー需要	TJ/年	417	397	360	334	261	388
	原油換算	千 kl/年	74	66	57	50	34	20

出典：都道府県別エネルギー消費統計/資源エネルギー庁（2013年度、2018年度）に基づき推計

(ウ) 建設業における施策を実施する上での課題と対策

建機は一般的な自動車に比べて大型で重量も大きく、また自動車と違い不整地や急勾配を走ることが多いため、車体を動かすために多くのエネルギーを必要とします。そういった状況に耐え得る低炭素型のハイブリット建機・電動化建機の開発及び内蔵バッテリーの高性能化に関する技術開発が必要となります。

なお、建機の技術開発から実装に至る期間は、効果的な施工計画や ICT 施工等に示される現場作業の効率化と二酸化炭素排出量削減を図る対策を積極的に実施します。

また、低炭素型の建機の普及を進めるためには、充電のためのエネルギー供給システムの開発や整備も課題です。

ウ 産業部門（製造業）における施策

(ア) 製造業における脱炭素化シナリオ

製造業における二酸化炭素排出は、電力の使用による排出が約 60%、石炭や石油の使用による排出が約 29%であり、これらが主な要因となっています。

製造業については、国の地球温暖化対策計画で挙げられている、設備や機器の高効率化（空調、照明、ヒートポンプ、工業炉、ボイラー、モータ）、燃料の転換、FEMS の導入、地域的な取組（地域コージェネレーションシステム）を推進し、二酸化炭素排出量を低減していきます。本県でも検討される施策導入を以下に示します（表 4-8）。また、必要な取組は以下の a から d のとおりです。

表 4-8 製造業の施策導入

目標施策項目	概要	対象
産業用 LED の導入	照明設備を LED に統一する	製造事業者
高効率空調の導入	高効率空調設備を導入する	
トップランナーモータの導入	トップランナー基準を満たすモータを導入する	
産業用ヒートポンプへの転換	工場の熱供給プロセスにおいてヒートポンプへの代替が可能なものを転換していく	
低炭素工業炉への転換	ヒートポンプでは供給できない高温が必要なプロセスにおいて低炭素工業炉への転換を図る	
高効率ボイラーへの転換	既存のボイラーを高効率のものに転換する	
エネルギー転換	石炭、石炭製品、原油、石油製品等を天然ガスや都市ガスに転換する	
FEMS の導入によるエネルギー利用の効率化	工場内で使用している設備や機器の稼働状況とエネルギー消費を可視化することにより、高効率なエネルギー利用を図る	
地域的な取組	地域コージェネレーションシステムを導入し、電力や熱のエネルギーを効率的に利用する	・ 地方自治体 ・ 地域の事業者 ・ 地域住民

a 設備や機器の高効率化

(a) 産業用 LED 照明の導入

工場等に設置されている照明設備を蛍光灯や水銀ランプから LED ランプに変更していきます。工場照明の LED 化によって、エネルギー消費量が 30～50%に削減された事例が紹介されています¹。

(b) 高効率空調の導入

工場等における空調設備として、ヒートポンプとインバーターを組み合わせた高効率空調設備の導入を進めます。国の定める地球温暖化対策計画では、電力を使用する空調設備の効率を示す APF 値を 2013 年度の平均 4.8 から、2030 年度に平均 6.4 に引き上げることを目標としています。

空調設備では、1 年間で発揮する冷暖房能力が同等であれば、APF 値が大きいほど効率が高くなります。APF が 4.8 から 6.4 に向上した場合に、消費エネルギー量は約 75%に減少します。さらに、2050 年までに産業用空調設備の APF を 7 まで向上させることができると、消費エネルギー量は約 70%に減少します。

(c) トップランナーモータの導入

モータで消費される電力は、我が国の全消費電力量の約 55%、産業用モータによる消費電力量は、産業部門の消費電力量の約 75%を占めると推計されます。

産業用モータとして三相誘導発電機がトップランナー制度の対象となっていますが、トップランナー制度が導入された 2015 年時点では、トップランナー基準を満たす産業用モータは、国内ではほとんどありませんでした。全国の産業用モータをトップランナーモータに置換えることによって、全消費電力量の約 1.5%に相当する約 155 億 kWh/年の電力量の削減になると試算されています（日本電機工業会 資料²）。

(d) 産業用ヒートポンプへの転換

産業現場におけるエネルギー効率を高めて二酸化炭素排出量を削減するため、高効率ボイラー、産業用ヒートポンプ等の省エネルギー機器を導入します。

県内の化学工業、パルプ・紙・紙加工品製造業、窯業・土石製品製造業、鉄鋼・非鉄・金属製品製造業等で、石炭や石油を燃料としているボイラーを産業用ヒートポンプや天然ガス等を燃料として使用する高効率ボイラーに変更します。ヒートポンプが供給できる温度は、20～170℃と幅広いいため、ボイラーや一部の工業炉を代替することが可能です。

¹ 株式会社ホタルクス

<http://www.hotalux.com/products/example.html>

² 三相誘導電動機のトップランナー基準（案）の紹介 小川晋（一般社団法人 日本電機工業会）

https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/toprunner/motor_gaiyou.pdf

産業用ヒートポンプは従来型のボイラーと比較したとき、「工場で発生する低温排熱の効率的な利用」、「熱を蒸気として供給する際のロスを削減」、「工業プロセスに合った温度で熱供給ができる」、「加熱と冷却を同時に行える」など、工場内でエネルギーや熱を効率的に利用する上で有利な特長を有しています。このため、従来型のボイラーや工業炉から、ヒートポンプに変更することで大きな省エネルギー効果が得られます。

従来のボイラーでは、燃料の持つエネルギーの 90～95%を蒸気の熱に変換して供給するのに対して、産業用ヒートポンプでは消費する電力エネルギーの 3～5 倍の熱を供給することができます。

産業用ヒートポンプの用途としては、機械製造業であれば塗装前処理、塗装乾燥、洗浄、加温などの用途に使用することができます。化学工業では溶解、蒸留、濃縮、乾燥等の用途に使用することができます。

一方、工業プロセスでは、燃料燃焼によって供給される高温が必要であるため、ボイラーや工業炉を産業用ヒートポンプに代替できない用途もあります。

(e) 低炭素工業炉への転換

低炭素工業炉としては、日本において 2000 年頃にリジェネレイティブバーナーが実用化されています。従来方式の工業炉の熱効率が 35%程度であるのに対して、低炭素工業炉の熱効率は 80～90%に向上しており、エネルギー消費量と二酸化炭素排出量を約 30%削減することが可能となっています。

産業用ヒートポンプでは供給できない高温が必要なプロセスでは、工業炉を低炭素工業炉に更新しエネルギー効率の向上を図ります。

(f) 高効率ボイラーへの転換

現在使用されているボイラーの熱効率は約 90%程度ですが、これまで廃熱として捨てられていた熱でボイラーに入れる水を温める等の方法で熱効率を 95%に高めた高効率ボイラーの導入を促進し、エネルギー効率を高めます。

ただし、工場に空調、加温、乾燥等の用途で熱を供給する場合、ヒートポンプのほうが、高効率ボイラーよりもエネルギー効率が高く、二酸化炭素排出量の削減効果が高くなります。ボイラーを新たに設置したり更新したりする場合には、産業用ヒートポンプへの置換えを優先し、高効率ボイラーは、産業用ヒートポンプでは賄えない部分の熱を供給する用途等で使用します。

b エネルギー転換

燃料として使用されている石炭、石炭製品、原油、石油製品等を二酸化炭素排出係数の小さい天然ガスや都市ガスに転換していきます。併せて比較的低温の熱を供給するため、産業用ヒートポンプの導入を進め、天然ガス、都市ガス等を含めた化石燃料の使用量を削減していきます。

将来的に工業プロセスで必要となる熱の供給には、再生可能エネルギー由来の電力を使用するか、再生可能エネルギーや未利用エネルギーに由来する水素、アンモニア、メタン等を導入し、石炭、石油、ガス等の化石燃料の消費量と二酸化炭素排出量の削減を図ります。

c FEMS の導入によるエネルギー利用の効率化

工場やプラント施設の熱、電気、冷温水、圧搾空気等のエネルギーやユーティリティは、生産プロセスの最大需要にあわせて余裕を持たせて供給しているためエネルギーの無駄が発生しています。

この無駄を削減するため、生産プロセスでの需要量の変動と、エネルギーやユーティリティの供給量を連携させて制御し、生産品目や生産量の変動に合わせた無駄の少ないエネルギー供給を行うことによって、エネルギー効率の最適化を図ります。このようなシステムを FEMS (Factory Energy Management System) といいます。

FEMS を導入し、工場内で使用している設備や機器の稼働状況とエネルギー消費を監視し、さらにエネルギー消費の状況を可視化することによって、設備・機器の稼働状況に応じた適切な運転や工場に必要なない設備・機器の発見と選択を行うことができます。また、エネルギー消費状況の可視化や評価結果を分かりやすくフィードバックすることによって、従業員の省エネルギー行動を呼び起こすことにつながります。

d 地域的な取組

地域コージェネレーションシステムは、熱や電力の需要がある地域にコージェネレーションを設置し、地域内の施設に熱と電力を供給するシステムです。これまでに実施されてきた多くの事例では、コージェネレーションとして都市ガス等を燃料とするガスタービンやガスエンジンを使用しています。コージェネレーションでは、発電を行うとともに廃熱を熱源として利用することで総合効率は 75~80%に達しており、一般的な火力発電所の効率である約 40%を大きく上回ります。

コージェネレーションシステムとしてガスタービンやガスエンジンの他、木質バイオマスボイラーや燃料電池を使用したり、太陽熱利用や有機性廃棄物から発生するメタン (CH₄) ガスを使用するボイラー等と組み合わせたり、その他各種の再生可能エネルギーや未利用エネルギーと組み合わせることができます。

需要側では、電力に加えて熱を利用する施設があると、熱を効率的に利用できるようになります。工場、病院、ホテル・旅館などの施設は熱需要が大きい施設です。これらの施設を地域に配置し、地域コージェネレーションシステムを導入すると、電力と熱のエネルギーを効率的に利用することができます。

地域コージェネレーションシステムの導入には、地域の自治体、事業者、住民等関係者による協力が必要です。

(イ) 製造業における各施策の導入目標と効果の推計

a 設備や機器の高効率化

(a) 電力を使用する設備や機材の省エネルギー化（照明・空調等）

本県の製造業における電力使用量及び電力使用に伴う二酸化炭素排出量を以下に示します（表4-9）。

表4-9 本県の製造業における電力使用量及び二酸化炭素排出量

年度	電力使用量 (百万 kWh/年)	エネルギー消費量 (TJ/年)	二酸化炭素排出量 (千 t-CO ₂ /年)
2013	4,805	17,299	2,842
2018	4,901	17,642	2,559

出典：都道府県別エネルギー統計/資源エネルギー庁（2013年度、2018年度）

国の定める地球温暖化対策計画では、製造業での省エネルギー化の取組として、製造業の工場等で使用されている空調設備や照明装置を省エネルギー化していく対策が挙げられています。さらに空調や照明以外の産業用設備などのエネルギー効率を高め、省エネルギー化していく必要があります。産業用照明の導入では、2030年度までに全国で1.05億台の産業用照明を導入し、二酸化炭素排出量として約2,931千t-CO₂/年を削減する計画となっています。また、高効率空調の導入では、平均APF値を2013年の4.8から、2030年度までに6.4に向上させ、二酸化炭素排出量として690千t-CO₂/年の削減を計画しています。

これらの二酸化炭素排出量の削減量を全国と本県の製造品出荷額の比率（2018年度で1.60%）で按分した二酸化炭素削減効果を以下に示します（表4-10）。本県の製造業で使用している産業用照明の数量は不明ではありますが、2030年までの産業用照明の導入目標を100%LED化とし、2050年度の二酸化炭素排出量削減効果を66千t-CO₂/年と推計しています。

高効率空調機器はAPF平均値の向上を目標とし、2050年度目標を平均APF値で7とし、二酸化炭素排出量削減効果を18千t-CO₂/年と推計しています。

加えて、電力を使用する機器・設備の省エネルギー化を進め、消費電力量を2030年度には2018年度の95%、2040年度には80%、2050年度には75%にすることを目標とします。この時、二酸化炭素排出量削減効果を、それぞれ247千t-CO₂/年、347千t-CO₂/年、813千t-CO₂/年と推計しています。

(b) 高効率モータの導入

産業用モータは全国で約1億台が普及しており（一般社団法人 日本電機工業会 資料）、これを製造品出荷額で按分すると本県にはおおよそ150～160万台の産業用モータがあると推計することができます。

これらの産業用モータの全てをトップランナーモータに置き換えることによる省エネルギー効果を全電力消費量の1.5%とします（一般社団法人 日本電機工業会 資料）。例えば2018年度について計算すると、本県における電力消費量（12,826 百万 kWh）の1.5%に相当する192 百万 kWh が削減され、二酸化炭素排出量では推計として100 千 t-CO₂/年が削減されます（電力二酸化炭素排出係数:0.522 kg-CO₂/kWh）。

産業用モータの国内出荷台数は、1,000 万台規模に達するので、現在、全国で使用されている約1 億台の産業用モータは、10 年程度でほとんど置き換わるものと予測できます。したがって、県内にあるモータのうち、2030 年度には75%（120 万台程度と推計）、2040 年度には90%（140 万台程度と推計）、2050 年度には100%（155 万台程度と推計）を高効率産業用モータに置換えることを目標としたところ、二酸化炭素削減効果は、2030 年度で約788 千 t-CO₂/年、2040 年度で約1,015 千 t-CO₂/年、2050 年度で約2,692 千 t-CO₂と推計しました。

表 4-10 本県の製造業における産業用照明・空調・その他機器の省エネルギー化

項目	単位	2013	2018	2025	2030	2040	2050
電力消費量	百万 kWh	4,805	4,901	-	-	-	-
BAU 推計 電力需要量	百万 kWh	-	-	5,775	6,400	6,598	6,877
二酸化炭素排出量	千 t-CO ₂	2,841	2,559	3,015	3,341	3,444	3,590
電力 CO ₂ 排出係数	kg-CO ₂ /kWh	0.591	0.522	0.476	0.25	0.25	0.00
LED 照明の導入							
LED 照明導入率	%	-	-	75	100	100	100
電力需要量	百万 kWh	-	90	53	59	61	63
電力需要量削減効果	百万 kWh	-	-	▲53	▲59	▲61	▲63
二酸化炭素排出量削減効果	千 t-CO ₂	-	-	▲30	▲47	▲48	▲66
高効率空調機器の導入							
APF 平均値	-	-	4.8	5.5	6.4	6.7	7
電力需要量	百万 kWh	-	25	26	24	24	19
電力需要量削減効果	百万 kWh	-	-	▲4	▲8	▲10	▲16
二酸化炭素排出量削減効果	千 t-CO ₂	-	-	▲3	▲11	▲12	▲18
高効率モータの導入							
エネルギー消費率	%	-	100	92	92	90	85
高効率モータの導入率	%	-	-	75	75	90	100
電力需要量	百万 kWh	-	3,676	4,297	4,762	4,701	4,642
電力需要量削減効果	百万 kWh	-	-	▲35	▲38	▲247	▲516
二酸化炭素排出量削減効果	千 t-CO ₂	-	-	▲216	▲788	▲1,015	▲2,692
その他の機器の省エネルギー化							
エネルギー消費率	%	100	100	95	95	80	75
電力需要量	百万 kWh	-	1,110	1,242	1,377	1,195	1,168
電力需要量削減効果	百万 kWh	-	-	▲65	▲72	▲299	▲389
二酸化炭素排出量削減効果	千 t-CO ₂	-	-	▲91	▲247	▲347	▲813
製造業全体の電力に関する省エネルギー・二酸化炭素排出量削減効果（ヒートポンプは別途計算）							
電力需要量	百万 kWh	4,805	4,901	5,618	6,222	5,981	5,893
省エネルギー効果	百万 kWh	-	-	157	178	617	984
二酸化炭素排出量	千 t-CO ₂	2,840	2,559	2,674	1,555	1,495	0
二酸化炭素削減効果	千 t-CO ₂	-	-	▲340	▲1,093	▲1,422	▲3,590
機器等の効果	千 t-CO ₂	-	-	▲82	▲93	▲322	▲514
CO ₂ 排出係数の効果	千 t-CO ₂	-	-	▲258	▲1,000	▲1,100	▲3,076

照明はエネルギー効率 20%の蛍光灯から 40%の LED 照明への代替を想定

(c) 産業用（工場等）ヒートポンプへの転換

工場等における熱需要を賄うために使用されている産業用ボイラーを産業用ヒートポンプに代替していくことによる二酸化炭素排出量削減効果を推計します。

令和2年度ヒートポンプ普及見通し調査（一般財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センター資料 2020年度）において試算されている産業用加熱用途のボイラーをヒートポンプに代替した場合の試算結果に基づき、本県における産業用ヒートポンプ導入の省エネルギー効果を推計します。

全国の2018年の時点で、産業用ヒートポンプが賄う産業部門の熱需要のシェアは、約0.045%と推計されています。本県におけるシェアを2018年度時点で0%として推計を行います。

産業部門における熱需要の用途別の比率をみると、工場空調で約15%、加温約11%、低温乾燥約12%、高温約62%と推計されています。将来における熱需要のうち産業用ヒートポンプが供給する割合は、工場空調で60～80%、加温で30～70%、低温乾燥で30～70%と想定しています。

100℃を超える高温用途の熱需要については、ヒートポンプでは供給しきれない部分があることを考慮し、高温用途での産業用ヒートポンプのシェアの上限は、化学工業、パルプ・紙・紙加工品製造、鉄鋼業で0%、プラスチック・ゴム・皮革製品製造業で40～70%、窯業・土石製品製造業で40～60%、非鉄・金属製品製造業で40～70%、機械製造業で60～80%と想定しました。また、製造業全体としての産業用ヒートポンプの導入上限は以下のとおりです（表4-11）。

表4-11 産業用（工場等）ヒートポンプの導入限界値

用途	低位	中位	高位
工場空調	60%	70%	80%
加温	30%	50%	70%
低温乾燥	30%	50%	70%
高温	14%	17%	19%

出典：令和2年度ヒートポンプ普及見通し調査報告書/一般財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センター(2020年度)

従来型の産業用ボイラー（高温以外）の熱効率は、工場空調用、加温（給湯）用、乾燥用で90%として推計を行います。高温用途での効率は、熱効率90%から蒸気配管ロス18%をさらに減じ72%とします。

一方、産業用ヒートポンプの効率は、工場空調、加温、低温乾燥、高温の順に効率が高く、導入年代が新しくなるにつれて効率は高まると予測されています。2030年に想定した効率は、工場空調用5.4、加温用4.5、低温乾燥用3.9、高温用3.3となっています。

加温用の産業用ヒートポンプの効률을年代別にみると、2020年に3.9であるものが、2030年に4.5、2040年に5.1、2050年に5.7に向上していくと想定しました。

以上のような条件で、産業用ボイラーに代わり、産業用ヒートポンプ(加温)を導入した場合の全国での二酸化炭素排出量削減効果を以下に示します(表4-12)。

表4-12 二酸化炭素削減効果の内訳：加温用（全国）

ケース	区分	CO ₂ 削減効果（千t-CO ₂ /年）			
		2020	2030	2040	2050
高位ケース	合計	▲30	▲2,560	▲25,620	▲41,040
	産業用ボイラーの代替効果	▲30	▲2,380	▲24,040	▲39,630
	産業用HPの効率改善効果	0	▲170	▲1,580	▲1,410
中位ケース	合計	▲20	▲2,280	▲22,500	▲33,540
	産業用ボイラーの代替効果	▲20	▲2,120	▲21,130	▲32,400
	産業用HPの効率改善効果	0	▲160	▲1,360	▲1,140
低位ケース	合計	▲20	▲2,090	▲18,120	▲25,790
	産業用ボイラーの代替効果	▲20	▲1,950	▲17,060	▲24,930
	産業用HPの効率改善効果	0	▲140	▲1,060	▲860

出典：令和2年度ヒートポンプ普及見通し調査報告書/一般財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センター(2020年度)

四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値が一致しないことがあります

全国には、大気汚染防止法に基づき届出があるボイラー設備が134,818件(大気汚染防止法届出件数 施設種別別-都道府県別(ばい煙発生施設))あります。本県の届出数は3,234件であり、全国の2.4%を占めます。

この届出数の比率によって二酸化炭素排出量の削減効果を按分し、産業用ボイラーをヒートポンプで置き換えたケース(ケース1、ケース2、ケース3、ケース4を想定)について、本県における二酸化炭素排出量の削減効果を推計したものを以下に示します(表4-13)。

加熱用途に加え、工場空調や乾燥に使用する熱を生み出しているボイラーについても同様にヒートポンプに代替し、高温用途の一部についてもヒートポンプで代替していくことを目標とします。加えて、空調、加熱、乾燥等の低温用途に使用するボイラー等の燃料のガス転換による効果を評価しています。高温用途については、後に述べる低炭素工業炉への置換に併せて評価します。

本県製造業における用途別の熱需要の比率は工場空調21%、加温11%、低温乾燥11%、高温57%と推計されます。

最も普及率の高いケース4では、工場空調、加温、低温乾燥の全ての熱需要をヒートポンプで供給します。この場合の二酸化炭素排出量は約763

千 t-CO₂/年、2018 年度の産業部門の燃料消費に伴う二酸化炭素排出量（約 1,662 千 t-CO₂/年）の 46%となります（表 4-13）。

なお、社会変化等による二酸化炭素量の増加を調整量として計上しました。

産業用ヒートポンプ導入による二酸化炭素排出量削減目標としては、2030 年度までにケース 1 を、2040 年度までにケース 2 を、2050 年にはケース 4 を達成することとします。ケース 3 は 2050 年度目標の低位ケースとします。整理しなおしたのも併せて示します（表 4-14）。

表 4-13 産業用（工場等）ボイラーを産業用ヒートポンプで置換した場合の二酸化炭素削減効果

項目	単位	ケース	工場空調	加温	乾燥	高温	合計
燃料の消費エネルギー	TJ	2018 年度	4,961	2,637	2,677	13,843	24,117
燃料の二酸化炭素排出量	千 t-CO ₂	2018 年度	342	182	184	954	1,662
ヒートポンプの熱効率	-	ケース 0	5	4	4	3	-
		ケース 1	5.4	4.5	3.9	3.3	-
		ケース 2	6	5	4.2	3.8	-
		ケース 3	6.5	5.7	4.4	4	-
		ケース 4	6.5	5.7	4.4	4	-
ヒートポンプ普及率 * 熱供給量に占めるヒートポンプによる熱供給量の比率	%	ケース 0	5	5	5	0	-
		ケース 1	60	30	30	14	-
		ケース 2	70	50	50	17	-
		ケース 3	80	70	70	19	-
		ケース 4	100	100	100	20	-
置換するヒートポンプのエネルギー需要	TJ	ケース 0	45	30	33	0	108
		ケース 1	496	158	185	423	1,262
		ケース 2	521	237	287	446	1,491
		ケース 3	549	291	383	473	1,698
		ケース 4	687	416	547	498	2,149
置換するヒートポンプの電力需要量	百万 kWh	ケース 0	12	8	9	0	30
		ケース 1	138	44	51	117	351
		ケース 2	145	66	80	124	414
		ケース 3	153	81	106	132	472
		ケース 4	191	116	152	138	597
置換するヒートポンプの電力に由来する二酸化炭素排出量	千 t-CO ₂	ケース 0	6	4	4	0	14
		ケース 1	34	11	13	29	88
		ケース 2	36	16	20	31	104
		ケース 3	0	0	0	0	0
		ケース 4	0	0	0	0	0

項目	単位	ケース	工場空調	加温	乾燥	高温	合計
未置換ボイラーの燃料によるエネルギー需要量	TJ	ケース0	4,713	2,505	2,543	13,843	23,604
		ケース1	1,984	1,846	1,874	11,905	17,609
		ケース2	1,488	1,319	1,338	11,490	15,635
		ケース3	992	791	803	11,213	13,799
		ケース4	0	0	0	11,075	11,075
天然ガスへの燃料転換率	%	ケース0	20	20	20	-	-
		ケース1	30	30	30	-	-
		ケース2	70	70	70	-	-
		ケース3	100	100	100	-	-
		ケース4	100	100	100	-	-
燃料に由来する二酸化炭素排出量 (天然ガス)	千 t- CO ₂	ケース0	48	26	26	-	100
		ケース1	30	28	29	-	87
		ケース2	53	47	48	-	148
		ケース3	51	40	41	-	132
		ケース4	0	0	0	-	0
燃料に由来する二酸化炭素排出量 (A重油等)	千 t- CO ₂	ケース0	260	138	140	954	1,492
		ケース1	96	89	90	821	1,096
		ケース2	31	27	28	792	878
		ケース3	0	0	0	773	773
		ケース4	0	0	0	763	763
二酸化炭素排出量 合計 (対策後の電力と燃料)	千 t- CO ₂	ケース0	314	168	171	954	1,606
		ケース1	161	128	132	850	1,271
		ケース2	120	91	95	823	1,129
		ケース3	51	40	41	773	905
		ケース4	0	0	0	763	763
二酸化炭素排出削減量	千 t- CO ₂	ケース0	▲28	▲14	▲14	0	▲56
		ケース1	▲181	▲53	▲53	▲104	▲392
		ケース2	▲222	▲91	▲89	▲131	▲533
		ケース3	▲291	▲141	▲144	▲181	▲758
		ケース4	▲342	▲182	▲184	▲191	▲899

出典：都道府県別エネルギー消費統計調査/資源エネルギー庁（2018年度）

令和2年度ヒートポンプ普及見通し調査報告書/一般財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センター(2020年度)に基づき推計

2030年度目標：ケース1、2040年度目標：ケース2、2050年度目標：ケース4

* 高温需要に関するガス燃料への転換の二酸化炭素削減効果は、次の「低炭素工業炉への転換」において評価するため、本表では対象外とする。

表 4-14 産業用（工場等）ボイラーを産業用ヒートポンプで置換した場合の
二酸化炭素削減効果（まとめ）

項目	単位	2025	2030	2040	2050 (低位)	2050 (高位)
		ケース 0	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4
置換前のエネルギー 需要	TJ	24,117	24,117	24,117	24,117	24,117
ヒートポンプ（HP）のエ ネルギー効率の範囲	-	3.3~5.4	3.3~5.4	3.8~6	4~6.5	4~6.5
用途別普及率の範囲	%	0~10	5~20	17~70	19~80	20~100
置換する HP の エネルギー需要	TJ	108	1,262	1,491	1,698	2,149
HP の電力需要	百万 kWh	30	351	414	472	597
HP 由来二酸化炭素排出 量	千 t-CO ₂	14	88	104	0	0
未置換ボイラー等の エネルギー需要	TJ	23,604	17,609	15,635	13,799	11,075
燃料由来二酸化炭素排出 量	千 t-CO ₂	1,592	1,183	1,026	905	763
二酸化炭素排出量 合計	千 t-CO ₂	1,606	1,271	1,129	905	763
二酸化炭素排出量 削減量 (①+②+③+④)	千 t-CO ₂	▲ 56	▲ 392	▲ 533	▲ 758	▲ 618
ガス燃料転換の効果①	千 t-CO ₂	▲ 35	▲ 31	▲ 52	▲ 46	0
ヒートポンプ導入の 効果②	千 t-CO ₂	▲ 20	▲ 266	▲ 368	▲ 465	▲ 587
電力二酸化炭素排出 係数の効果③	千 t-CO ₂	▲ 1	▲ 95	▲ 113	▲ 246	▲ 312
調整量*④	千 t-CO ₂	0	0	0	0	284

出典：都道府県別エネルギー消費統計調査/資源エネルギー庁（2018年度）

令和2年度ヒートポンプ普及見通し調査報告書/一般財団法人 ヒートポンプ・蓄熱セン
ター（2020年度）に基づき推計

* 高温需要に関するガス燃料への転換の二酸化炭素削減効果は、「(d) 低炭素工業炉への転
換において評価するため、本表では対象外とする。

* 社会変化等による二酸化炭素排出量の増加を想定し、調整量とした。

(d) 低炭素工業炉への転換

本県の製造業で燃料として使用している石炭、石炭製品、石油製品、天
然ガス、都市ガスに由来する二酸化炭素の排出量は 2018 年度で約 1,662
千 t-CO₂/年です。

県内の産業部門で燃料を消費している施設として、ボイラー(3,914件)、金属溶解炉(140件)、金属加熱炉・圧延加熱・熱処理炉(130件)、窯業焼成炉・熔融炉等(107件)等の工業炉があります。

低温用のボイラーは、産業用ヒートポンプで代替していくことができますが、100℃以上の高温に熱需要を有する化学工業など一部の業種では、ヒートポンプによる代替ができないプロセスがあります。

産業用ヒートポンプでは代替できない熱需要については、低炭素工業炉の導入と天然ガスへのエネルギー転換を進めていきます。

上記の表の4-13内の「未置換ボイラーの燃料によるエネルギー需要」には産業用ヒートポンプに置換できず燃料による熱供給が必要な高温用途の熱エネルギー量を示しています。この熱を供給するため低炭素工業炉(熱効率80%)を最大限導入することを目標とし、二酸化炭素排出量やその削減効果を推計した結果を以下に示します(表4-15)。

産業用ヒートポンプと低炭素工業炉を最大限に導入し、さらに低炭素工業炉では天然ガスを燃料とした場合の二酸化炭素排出量は、2050年度に約247千t-CO₂/年となります。

低炭素工業炉導入による二酸化炭素排出量削減量は約430千t-CO₂/年、燃料転換による二酸化炭素排出量削減量は87千t-CO₂/年、合計した削減量は517千t-CO₂/年となります。

表4-15 低炭素工業炉導入による二酸化炭素削減効果の推計

項目	単位	2025	2030	2040	2050 (低位)	2050 (高位)
		ケース0	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
高温用途での燃料のエネルギー需要	TJ	13,843	11,905	11,490	11,213	11,075
低炭素工業炉への転換率	%	10	20	100	100	100
従来型工業炉で従来燃料使用時の二酸化炭素排出量	千t-CO ₂	955	821	793	774	764
従来型工業炉(効率35%)で供給される熱量	TJ	4,845	4,167	4,021	3,925	3,876
従来型工業炉のエネルギー需要	TJ	12,459	9,524	0	0	0
低炭素工業炉(効率80%)で熱を供給する場合のエネルギー需要	TJ	606	1,042	5,027	4,906	4,845
従来型と低炭素工業炉の合計	TJ	13,064	10,566	5,027	4,906	4,845
エネルギー需要削減量	TJ	▲779	▲1,339	▲6,463	▲6,307	▲6,229
A重油等を燃料とした場合の二酸化炭素排出量	千t-CO ₂	901	729	347	338	334
天然ガスへの燃料転換比率	%	20	30	75	100	100
燃料転換した場合の二酸化炭素排出量	千t-CO ₂	854	672	279	250	247
二酸化炭素排出量削減効果	千t-CO ₂	▲101	▲149	▲514	▲524	▲517

燃料転換による二酸化炭素削減効果	千 t-CO ₂	▲47	▲57	▲68	▲88	▲87
低炭素工業炉導入による二酸化炭素削減効果	千 t-CO ₂	▲54	▲92	▲446	▲435	▲430

出典：都道府県エネルギー統計/資源エネルギー庁（2013、2018年度）に基づき推計
従来型工業炉の熱効率 35%から、低炭素工業炉の熱効率 80%への向上
天然ガスの二酸化炭素排出係数を 0.051 t-CO₂/GJ とする

(e) 高効率ボイラーへの転換

従来型のボイラーの熱効率は約 90%、高効率ボイラーの熱効率は約 95%です。従来型ボイラー 1 台を高効率ボイラーに置き換えた場合の二酸化炭素排出量削減効果は、66.15 t-CO₂/年と推計できます（年間蒸気発生量を 6,000,000 kg/年とする）。

高効率ボイラーは、よりエネルギー効率の高いヒートポンプを補完する設備と位置付けます。上記の表 4-1 3 内の「未置換ボイラーの燃料によるエネルギー需要量」に示したケース 0（2025 年度目標）、ケース 1（2030 年度目標）、ケース 2（2040 年度目標）の工場空調用途、加温用途、乾燥用途のエネルギー需要合計値を高効率ボイラーで供給すると想定した場合の二酸化炭素排出量の削減効果を以下に示します（表 4-1 6）。

既存のボイラーも熱効率は約 90%と高いことや、高効率ボイラーは産業用ヒートポンプを補助する設備であると想定していることから、二酸化炭素削減効果は限られています。

表 4-1 6 高効率ボイラー導入による二酸化炭素排出量の削減効果推計

項目	単位	2025	2030	2040	2050
未置換ボイラーのエネルギー需要量	TJ	9,761	5,704	4,145	0
二酸化炭素排出量	千 t-CO ₂ /年	498	291	211	0
供給する熱量	TJ	8,785	5,134	3,731	0
高効率ボイラーでのエネルギー消費量	TJ	9,247	5,404	3,927	0
二酸化炭素排出量	千 t-CO ₂ /年	472	276	200	0
二酸化炭素排出削減効果	千 t-CO ₂ /年	▲26	▲15	▲11	0

未置換ボイラーのエネルギー需要量とは、工場空調、加温、乾燥に用いるボイラーで、ヒートポンプに置換されず使用されているボイラーによるエネルギー需要量の合計値
表 4-1 2 の「未置換ボイラーの燃料によるエネルギー需要量」の各ケースの値を参照

b FEMS の導入によるエネルギー利用の効率化

FEMS を導入することで、エネルギー消費の合理化が図られ、エネルギー消費量及び二酸化炭素排出量は減少します。期待される削減量は、FEMS を導入する工場の業種や工場の状況によって大きく異なるため、FEMS 導入による二酸化炭素削減効果について検討するための条件やシナリオの設定は難しくなります。

二酸化炭素削減量の推計においては、FEMS 導入による省エネルギー効果を 10%と仮定して評価します。

FEMS 導入の定量目標として、本県内に立地する工場の FEMS 導入率を 2030 年には 20%、2040 年には 100%にすると設定します。

FEMS 導入による二酸化炭素削減量の推計値は次の通りです。

2030 年度： ▲67 千 t-CO₂/年

2040 年度： ▲274 千 t-CO₂/年

2050 年度： ▲29 千 t-CO₂/年

c 地域的な取組

各種製造業が集積する工業団地等にコージェネレーションシステムを導入し、近隣の病院、ホテル、商業施設や住宅に熱電供給することで、電力と熱を総合効率 75～80%という高効率で利用することができます。また、個々の施設や住宅では導入しにくい木質バイオマスボイラー等の再生可能エネルギーや未利用エネルギーを利用するコージェネレーションを用いることができます。これらのことから、地域の二酸化炭素排出量削減に一定の効果があると考えられます。

しかし、コージェネレーションシステムで電力や熱を供給する広さと規模、その範囲のエネルギー需要、使用するコージェネレーションの機器や燃料の種類などは多様であるため、二酸化炭素排出量削減効果を検討するための条件やシナリオの設定が困難であり、定量的評価を行っていません。

目標として、2040年までに本県の数か所において、地域エネルギー管理の先進的地域としてコージェネレーションシステムを備えたモデル地域を形成し、その後、それら先進的地域を核として周辺地域での取組を広げていきます。

d 燃料の転換と再生可能エネルギーの利用

製造業において、脱炭素化に向けた施策を実行した場合の 2050 年度の燃料及び電力需要量や二酸化炭素排出量の変化を以下に示します（表 4-17）。

製造業において利用されている電力に由来する二酸化炭素排出量は、2018年で約 2,558 千 t-CO₂/年です。エネルギー効率を高めた照明、空調、モータの導入を進める一方で、熱源をボイラーや工業炉からヒートポンプに代替して電化を進めていくため、2050年度の電力消費量は 6,489 百万 kWh に増加します。しかし、2050年には、平均的な電力二酸化炭素排出係数が 0 kg-CO₂/kWh となるため、電力使用に伴う二酸化炭素排出量は 0（ゼロ）となります。

電力二酸化炭素排出係数を 0 kg-CO₂/kWh とするためには、再生可能エネルギーの導入や火力発電に CCS や CCUS を組合せて、エネルギー転換部門からの実質的な二酸化炭素排出量を 0（ゼロ）とすることが必要です。

本県としては、太陽光、風力、水力、バイオマス、地熱等をエネルギー源とする再生可能エネルギーの導入を進め、電力二酸化炭素排出係数を 0 kg-CO₂/kWh を達成するための貢献を継続していきます。

製造業の工業プロセスにおいて燃料を燃焼させて消費しているエネルギー量は、2018年で 24,117 TJ/年で、発生する二酸化炭素排出量は、約 1,662 千 t-CO₂/年でした。

燃料を燃焼させるボイラーや工業炉等を産業用ヒートポンプに代替して電化を進め、2050年度には燃料消費量を 4,845 TJ、二酸化炭素排出量は 247 t-CO₂/年にすることを目標としています。

燃料を天然ガスや都市ガス等の二酸化炭素排出量が少ない燃料に転換した場合であっても燃料消費に伴う二酸化炭素排出量として 247 千 t-CO₂/年は残ります。これらの燃料は、再生可能エネルギーや未利用エネルギーに由

来する水素、アンモニア、メタン等の新燃料の使用を拡大することによって、二酸化炭素排出量の削減を目指します。

表 4-17 製造業における電力と燃料使用量への効果

項目	単位	2013	2018	2025	2030	2040	2050
電力の使用							
電力消費量（照明・空調・モータ・その他の電気機器）	百万 kWh	4,805	4,901	5,618	6,222	5,981	5,893
電力消費量（ヒートポンプ）	百万 kWh	-	-	30	351	414	597
電力消費量の合計	百万 kWh	4,805	4,901	5,969	6,573	6,395	6,489
電力二酸化炭素排出係数	kg-CO ₂ /kWh	0.590	0.522	0.476	0.250	0.250	0.000
二酸化炭素排出量	千 t-CO ₂	2,835	2,558	2,841	1,643	1,599	0
燃料の使用							
従来型ボイラー＋工業炉等	TJ	23,549	24,117	12,459	9,524	0	0
低炭素工業炉	TJ	-	-	605	1,041	5,027	4,845
高効率ボイラー	TJ	-	-	9,247	5,404	3,926	0
燃料消費量の合計	TJ	23,549	24,117	22,311	15,969	8,953	4,845
二酸化炭素排出量	千 t-CO ₂	1,717	1,662	1,326	948	479	247

2013 年度、2018 年度は実績値（都道府県別エネルギー消費統計/資源エネルギー庁（2013 年度、2018 年度））

（ウ）製造業における施策を実施する上での課題と対策

製造業のプロセスの中で高温度の需要を満たすため、燃料の燃焼による熱供給を継続的に行うことが必要となります。このような燃料を燃焼する機器では、燃料を軽油や重油から、再生可能エネルギー由来の水素やアンモニアに転換していくための技術開発が必要となります。

現状ではコストの高い再生可能エネルギー由来の水素やアンモニアの実用化研究を進め、エネルギー効率を高め、製造コストを下げた実用可能な技術、新燃料としていくことが必要です。

国が示す「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（令和 3 年 6 月 18 日）」では、水素については、導入量拡大を通じて供給コスト削減を図り、化石燃料と十分な競争力を持つ水準とすること、2030 年に水素導入量を最大 300 万 t とすること、2050 年には 2,000 万 t 程度の供給量とすることを目指すこととしています。

事業者にとって省エネルギー効率の高い施設や機器を導入することは、運用コストの低減に結び付きませんが、導入コストは高くなります。そのため、省エネルギー型設備や機器を導入しようとする事業者に対する動機付けが必要になります。

導入する省エネルギー機器の更なる高効率化に向けた技術開発を行うとともに、新しい技術の普及啓発活動を行い、省エネルギー機器や再生可能エネルギーを導入するメリットを説明して浸透させ、事業者がよりエネルギー効率が高く、導入コストの低い機器を選択しやすくする環境づくりが重要となります。引き続き環境づくりに取り組みます。

また、製造業において発生した廃棄物の削減およびリサイクル率の向上についても、今後の大きな課題として挙げられます。

エ 運輸部門における施策

(ア) 運輸部門における脱炭素化シナリオ

国の定める地球温暖化対策計画を参考として、運輸部門において効果が高いと考えられる施策について、それらの概要を以下に示します(表4-18)。

本県において運輸部門から排出される二酸化炭素を削減していくために必要な取組を示します。

表4-18 運輸部門の施策導入

目標施策項目	概要	対象
次世代自動車の普及 燃費改善	次世代自動車の普及により燃費を向上させ、燃料消費量を削減する。	・販売事業者 ・一般家庭 ・事業者
トラック輸送の効率化	大型トレーラーの導入台数の増加により輸送効率化を図り、燃料消費量を削減する。	運送事業者
エコドライブ	エコドライブ実施により燃料消費量を削減する。	・一般家庭 ・事業者

a 次世代自動車の普及

ガソリンや軽油を燃料とする従来型の内燃機関のみで走行する自動車から、エンジンにバッテリーやモータ等を組み合わせた次世代自動車の普及を図り、自動車1台当たりの燃費を向上させていきます。

従来車と比較して燃費のよい次世代自動車(ハイブリット車、プラグインハイブリット車、EV、水素FCV等)の普及を図ります。

乗用車については、既に次世代自動車の比率が約17%(2018年度登録台数の比率とする。輸送部門について以下同様とする。)となっていることから、2030年度時点では次世代車の比率を35%まで高め、2040年度時点までに100%とします。

貨物車については、現在の次世代車の比率をほぼ0%と仮定し、次世代車の比率を2030年度に15%まで高め、2040年度には80%、2050年度には100%を達成します。

並行してエコドライブ普及による車両単体の燃費10%向上やトラック輸送の効率化による貨物輸送距離の5%削減を実施します。

また、本県の地球温暖化対策推進計画における数値目標としては、県機関におけるEV等導入割合を2030年までに100%（2019年度時点では8.1%）まで向上させることを目指します。

b 再生可能エネルギーへの転換

ガソリンや軽油を燃料とする自動車からEVやFCVへの転換を図り、再生可能エネルギーの利用範囲を拡大していきます。

乗用車については、2040年までにEV等（EV+FCV）の比率を80%まで高め、2050年にはほぼ100%の車両をEV等とします。

貨物車においてもEV等の比率を高めていきますが、特に長距離輸送を担う大型貨物車のEV化は困難であると考え、2040年度の普及率60%、2050年度での普及率80%を目標とします。2050年度に目標を達成しても、貨物車の20%は内燃機関車両が残存します。この内燃機関車両についても技術開発の状況に応じてFCVへの転換を図り、再生可能エネルギー由来の水素等の新燃料を利用することで二酸化炭素排出量の削減を図ります。

c エコドライブの普及

運送事業者やプロフェッショナルドライバーに対して、エコドライブ関連機器（デジタルタコメーターや運行管理ソフトウェア）の導入やエコドライブ講習の受講等を推奨しエコドライブの普及に努めます。

一般のドライバーを対象とした啓発活動を実施し、エコドライブの普及によって運転操作の改善による自動車単体の燃費向上を図ります。

また、交通渋滞の緩和により自動車の燃料消費量を削減するため、本県の地球温暖化対策推進計画では、渋滞対策実施箇所率を増加させること、具体的には2020年度の現況値15%から2030年までに30%まで向上させることを目指します。

d 自動車以外の交通機関の対策

船舶、航空部門については、付随する施設について、民生業務分野における取組の一環として、照明機器や空調機器の省エネルギー化等の取組を進めます。

長距離に及ぶ物流については、広域的な連携や協力のもと、鉄道や船舶等の運搬手段の活用を検討することも課題であると考えます。

e 社会や暮らし方の変化

交通システムや物流システムにデジタル技術を取り入れ、まず貨物輸送のためのトラック運行の効率化を図ります。

県内人口の減少による自動車台数の減少に加え、ライフスタイル、都市構造、交通機関の変革によって自動車を利用した移動の機会を削減し、社会としての自動車走行距離を低減させます。

コンパクトシティ・コンパクトタウンの形成による医療、介護、教育、買い物、行政サービス等の集約や、職場を居住地の近くに誘致するなど住と職の近接化を図ります。

自家用車を用いた移動から、徒歩、自転車、小型モビリティによる移動へのシフトを促進し、自動車を所有しなくても生活できる街の空間を提供していきます。

以上のようなライフスタイルや地域の構造変化を進め、2050 年度には本県の自動車の総走行距離を 20%短縮し、2018 年度の 80%に低減します。

(イ) 各施策の導入目標と効果の推計

運輸部門における対策の効果を評価するため、本県の車両登録台数に基づき、各対策による次世代車等の登録台数比率の目標値と二酸化炭素排出量を推計します。

推計を実施する際の条件を以下に示します(表4-19)。

ケース2ではケース1よりも、旅客自動車の登録台数に占めるEVの登録台数比率を高めており、2030年までに10%(ケース1では5%)、2040年までに80%(ケース1では20%)、2050年度までに100%(ケース1では40%)としています。

貨物自動車では、旅客車よりも少ないですが、ケース2の次世代自動車の登録台数比率、EVの登録台数比率をケース1と比べて高めています。

ケース3では、次世代自動車やEVの普及率はケース2と同じとしますが、さらにライフスタイルや地域の在り方の変革により、2050年までに旅客自動車走行距離を20%低減します。

表4-19 目標及び二酸化炭素(CO₂)排出量推計のための条件

目標施策項目	目標	期間	ケース1	ケース2	ケース3
次世代自動車の普及 燃費改善	(1) 旅客車登録台数に占める次世代自動車の比率	2030	35%	35%	35%
		2040	100%	100%	100%
		2050	100%	100%	100%
	(2) 旅客車登録台数に占めるEVの比率 * (1)の内数	2030	5%	10%	10%
		2040	20%	80%	80%
		2050	40%	100%	100%
	(3) 貨物車登録台数に占める次世代自動車の比率	2030	10%	15%	15%
		2040	40%	80%	80%
		2050	100%	100%	100%
	(4) 貨物車登録台数に占めるEVの比率 * (3)の内数	2030	5%	10%	10%
		2040	20%	60%	60%
		2050	40%	80%	80%
トラック輸送の効率化	貨物車の走行距離短縮率	2030	▲5%	▲5%	▲5%
エコドライブ	運転操作改善による平均燃費低下率	2030	▲10%	▲10%	▲10%
ライフスタイルの変革	旅客自動車を利用した走行距離短縮率	2050	-	-	▲20%
電力二酸化炭素排出係数	(kg-CO ₂ /kWh)	2018	0.522	0.522	0.522
		2030以降	0.250	0.250	0.250
		2050	0.000	0.000	0.000

運輸部門の二酸化炭素排出量の BAU 推計を図 4-1 に示します。人口減少に伴って自動車の総走行距離が減少すると仮定して推計しており、2030 年、2040 年、2050 年と減少していく推計となります。

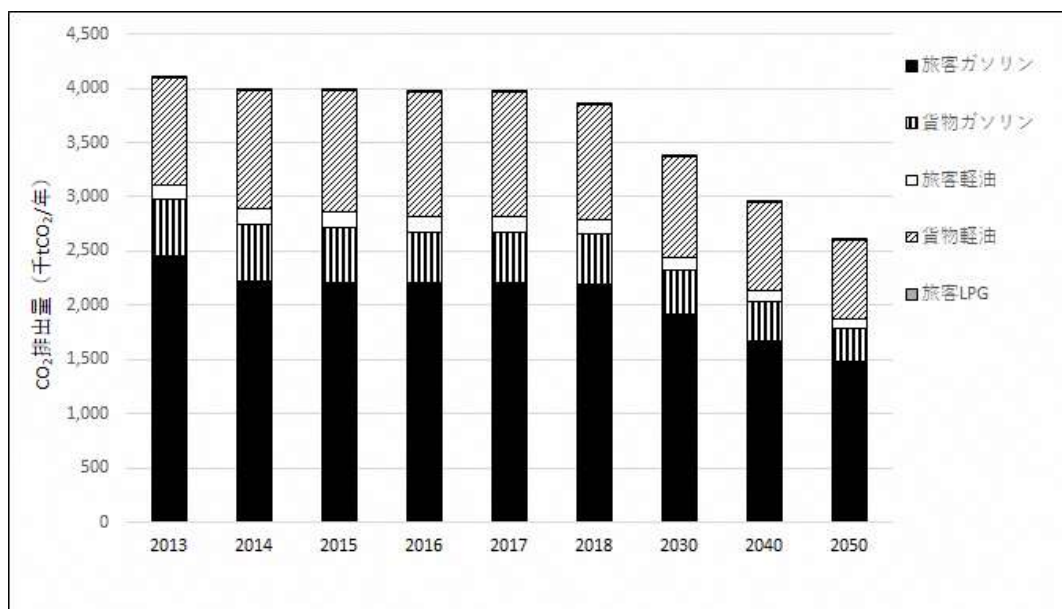


図 4-1 運輸部門の二酸化炭素排出量 (BAU 推計)

二酸化炭素排出量の推計結果を以下に示します (図 4-2、表 4-20)。

ケース 1 からケース 3 までの条件によって二酸化炭素排出量を推計した結果、2030 年、2040 年、2050 年の二酸化炭素排出量は 2013 年比として 65~3% となります。いずれのケースも 2030 年度までに内燃機関を搭載したハイブリット車等と EV 等を合わせた次世代自動車を約 25 万台程度にまで増加させることが必要となります。ケース 1 でも EV を 4 万台程度、ケース 2 及びケース 3 では 8 万台程度導入する必要があります。その後はさらに EV の導入を進め、ケース 1 では 2050 年度までに 12 万台程度、ケース 3 では 60 万台程度を導入することが必要となります。

運輸部門ではケース 3 を目標とします。このケースは次世代自動車や EV 等の導入を高い水準で進めています。確実に二酸化炭素排出量を削減するためには、EV で使用する電力の脱炭素化が重要であり、再生可能エネルギーに由来する電力や水素の供給量や普及率を拡大し、発電時の二酸化炭素排出量を削減していくことが重要と考えられます。

ケース 3 の目標が達成された場合の運輸部門における電力と燃料の需要量を推計しました。詳細を以下に示します (表 4-21)。

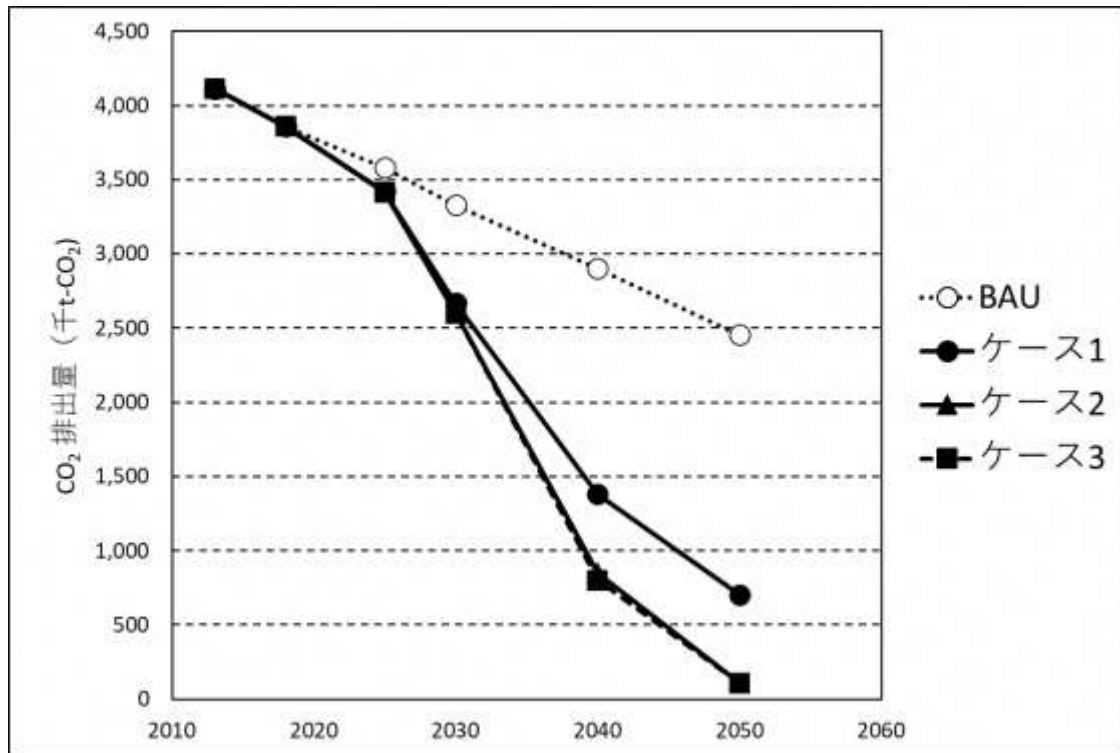


図 4 - 2 運輸部門の二酸化炭素排出量推計結果

表4-20 二酸化炭素排出量の推計結果（運輸部門）

ケース	項目	単位	2013	2018	2025	2030	2040	2050
自動車	走行距離	百万 km	15,406	15,509	14,394	13,597	11,861	10,459
	BAU 推計	千 t-CO ₂ /年	4,116	3,859	3,581	3,329	2,903	2,456
自動車 ケース 1	走行距離	百万 km	15,406	15,509	14,394	13,406	11,694	10,312
	従来型自動車	台	850,330	746,831	673,683	545,919	60,452	0
	ハイブリット 車等	台	51,814	157,591	159,864	209,679	494,636	367,131
	EV 等	台	562	2,862	9,203	39,773	69,386	122,377
	CO ₂ 排出量	千 t-CO ₂ /年	4,116	3,859	3,421	2,670	1,383	706
	CO ₂ 排出削減量	千 t-CO ₂ /年	0	0	▲160	▲659	▲1,520	▲1,750
	基準年に対する排出量の割合		100%	94%	83%	65%	34%	17%
自動車 ケース 2	走行距離	百万 km	15,406	15,509	14,394	13,406	11,694	10,312
	従来型自動車	台	850,330	746,831	672,970	540,144	20,151	0
	ハイブリット 車等	台	51,814	157,591	154,280	175,682	126,910	17,770
	EV 等	台	562	2,872	18,374	79,625	546,800	594,116
	CO ₂ 排出量	千 t-CO ₂ /年	4,116	3,859	3,415	2,602	841	110
	CO ₂ 排出削減量	千 t-CO ₂ /年	0	0	▲167	▲727	▲2,062	▲2,346
	基準年に対する排出量の割合		100%	94%	83%	63%	20%	3%
自動車 ケース 3	走行距離	百万 km	15,406	15,509	14,394	13,406	10,842	8,810
	従来型自動車	台	850,330	746,831	672,970	540,144	20,151	0
	ハイブリット 車等	台	51,814	157,591	154,280	175,682	126,910	17,770
	EV 等	台	562	2,872	16,236	79,625	546,800	594,116
	CO ₂ 排出量	千 t-CO ₂ /年	4,116	3,859	3,415	2,602	804	110
	CO ₂ 排出削減量	千 t-CO ₂ /年	0	0	▲167	▲727	▲2,099	▲2,346
	基準年に対する排出量の割合		100%	94%	83%	63%	20%	3%
自動車 以外	BAU 推計	千 t-CO ₂ /年	121	118	116	114	111	108
	CO ₂ 排出量	千 t-CO ₂ /年	121	118	104	91	83	54
	CO ₂ 排出削減量	千 t-CO ₂ /年	0	0	▲12	▲23	▲28	▲55
部門 合計	BAU 推計	千 t-CO ₂ /年	4,237	3,977	3,697	3,443	3,014	2,564
	CO ₂ 排出量	千 t-CO ₂ /年	4,237	3,977	3,519	2,693	887	164
	CO ₂ 排出削減量	千 t-CO ₂ /年	0	0	▲178	▲750	▲2,127	▲2,400
	基準年に対する排出量の割合		100%	94%	83%	64%	21%	4%

出典：福島県市町村別保有車両数/東北運輸局自動車技術安全管理課（令和3年）

自動車輸送統計（年報）/国土交通省（2013年、2018年）

自動車保有台数/一般財団法人自動車検査登録情報協会（2013年、2018年）

乗用車の新たな燃費基準に関する報告書/国土交通省（2019年）等を参考として推計

ハイブリット車等：内燃機関を利用する次世代車でハイブリット車や発電用内燃機関を搭載した電動車を含む。

部門合計の推計値は、自動車のケース3と自動車以外の二酸化炭素排出量や削減量の合計値

表 4-2-1 運輸部門における燃料と電力のエネルギー需要（ケース 3）

項目	単位	2025	2030	2040	2050
EV 台数	台	16,236	79,625	546,800	594,116
電力エネルギー需要	百万 kWh	61	274	1,485	1,552
	TJ	592	2,671	14,483	15,132
燃料エネルギー需要	TJ	50,177	37,551	6,379	1,618
合計	TJ	50,769	40,222	20,863	16,749
原油換算	千 kl	1,329	1,053	546	438

（ウ）施策を実施する上での課題と対策

a 次世代自動車の普及、燃費改善

自動車の平均使用年数は、2020 年において乗用車（軽自動車含む）が 13.51 年、トラックが 15.31 年、バスが 18.31 年となっています（一般社団法人日本自動車工業会）。2030 年までの期間に自動車の買替が行われる機会は 0～1 回となります。次世代自動車の導入を 60～70%に向上させる場合、次世代自動車に対して従来の自動車よりも大きなインセンティブを設けるなど、強い導入促進が必要となります。

自動車は日々の生活を送る上で不可欠なものであるため、軽自動車のような小型で安価な入手しやすい EV を開発し県民の皆様に届けることが大切です。そのためには車載型バッテリーの性能向上を図りながら、より小さく、軽く、低コスト化していくことが望まれます。

また、次世代自動車導入を推進するためには、充電インフラの拡充促進が不可欠であるため、本県の次世代自動車充電インフラ整備ビジョンを土台とした充電器等設置数の増大が必要となります。充電インフラが充実することで、次世代自動車の導入が促進されるものと考えられますが、さらに、EV や FCV といった次世代自動車は、災害等が発生した時の貴重な電源となる等、非常に有用なものであるといえます。

県内の自動車のほとんどを EV に置き換えた上で、二酸化炭素排出係数の小さい再生可能エネルギー由来の電力の比率を高めることで、大きな二酸化炭素削減効果が得られます。

EV の普及を進めるためには、EV のエネルギー源となる電力の供給量を確保する必要があります。運輸部門では、EV の台数を 2050 年までにケース 3 で約 59 万台を導入することを目標としています。この台数の EV の走行に必要な電力量は、ケース 3 で約 1,550 百万 kWh となります。2018 年の本県の電力需要量は約 15,303 百万 kWh であり、その約 10 分の 1 程度の電力量を自動車用電力として供給する必要が生じますので、課題解決に向けて検討していきます。

b トラック輸送の効率化

近年はコンビニの発送システムやネット販売などの普及によって物流システムに負荷がかかっています。主にトラックによる輸送の効率化のためには、輸送量の多いトレーラーを導入することが必要ですが、トレーラーの運行には運転士のけん引免許取得が必須であるため、トレーラーの導入推進と

同時にけん引免許取得者数や運転士としての雇用者数向上のために、事業者を対象とした補助金等の対策が必要となります。

また、トレーラーの運行台数向上のためには、県内の道路インフラの整備や、定期的なメンテナンスが必要となります。

トレーラーの導入促進により一度に運搬される貨物量が増加することで二酸化炭素排出量低減が見込まれますが、軽油燃料に依存する限り二酸化炭素は排出されます。より省エネ性能の高いトレーラーの普及や、再生可能エネルギー由来の水素を使用する FCV トラックの開発と導入が課題となりますので、課題解決に向けて検討していきます。

c エコドライブ

本県で実施している「ふくしまゼロカーボン宣言事業」の参加事業者をより強く積極的に募集し、県内事業者の意識向上を図ることが喫緊の課題となります。

エコドライブ等を普及促進させるための専門家の派遣及び育成の積極的な実施についてもこれまで以上に取り組むこととします。

また、警察庁、経済産業省、国土交通省及び環境省で設置されたエコドライブ普及連絡会が普及推進を行っている自動車から排出される温室効果ガスを減らす運転テクニックを 10 項目にまとめた「エコドライブ 10 のすすめ」の宣伝活動を積極的に実施していきます。

オ 民生業務部門における施策

(ア) 民生業務部門における脱炭素シナリオ

国の定める地球温暖化対策計画に示されている民生業務部門における対策のうち、二酸化炭素排出量削減効果が高い主な施策を以下に示します（表 4-22）。

表 4-22 民生業務部門の主な省エネルギー施策

目標施策項目	概要	対象
高効率照明の導入	高効率照明に係る技術開発、生産、低価格化、消費者への情報提供 高効率照明の積極的な導入	・製造事業者 ・販売事業者 ・事業者
トップランナー制度等による機器の省エネルギー性能向上	トップランナー基準以上の効率が高い機器の開発・生産・導入・販売促進・消費者への情報提供 トップランナー基準以上のエネルギー効率が高い機器の導入	・製造事業者 ・販売事業者 ・消費者
BEMS の活用、省エネルギー診断等による徹底的なエネルギー管理の実施	低コストで使いやすい BEMS の開発、導入事業者への情報提供 BEMS や省エネ診断等を活用したエネルギー管理の徹底	・製造事業者 ・販売事業者 ・事業者

a 省エネルギー機器の導入

民生業務部門では、事業所として使用されている業務用建築物の設備等の省エネルギー化を進めます。照明機器、空調機器、給湯機器等の設備を中心として普及を図ります。

本県の地球温暖化対策推進計画では、具体的な数値目標として、「福島議定書事業（事業所版・学校版）」への参加数を2030年までに11,000事業所及び1,000校まで向上させることや、県管理施設への再生可能エネルギー・省エネルギー技術の導入により二酸化炭素排出削減量を836 t-CO₂/年（2020年度）から2,654 t-CO₂/年（2030年度）まで向上させることを目指しています。

b BEMS の導入

ビル等の建物全体のエネルギー消費を管理し効率化するためのBEMSの導入によるエネルギー利用の効率化を図ります。BEMSを導入することによって建築物全体のエネルギー消費や二酸化炭素排出量の状況を可視化し、利用者の省エネルギー行動につなげます。

c エネルギー転換

石炭及び石炭製品、灯油、軽油、重油等を使用している空調設備や給湯設備をより二酸化炭素排出量の少ない都市ガスやLPガス、又はバイオマスエネルギーを燃料とする設備に代替していきます。

さらに化石燃料を使用せずに熱供給を行うヒートポンプを導入し電化を進めます。

d ZEB の導入

建築物の省エネルギー化を進めるとともにビルの屋上や壁面に太陽光発電システムを設置し、ビルで発電する電力と、外部から受電する再生可能エネルギー由来の電力によって、ビルで消費するエネルギーの全量を供給し、二酸化炭素排出量をほぼ0（ゼロ）とするZEBの普及を図ります。

(イ) 各施策の導入目標と効果の推計

民生業務部門では、事務所等で使用する照明機器、空調機器、給湯機器等の設備や機器を、省エネルギー型に更新し、二酸化炭素排出量の削減に取り組みます。

民生業務部門の2018年のエネルギー源別のエネルギー消費量の比率は、電力が約74%を占めており、都市ガスが約17%、LPガスが約2%、A重油が約7%、灯油が約1%となっています。

このことから、省エネルギー対策として、大きな比率を占める電力を使用する機器の省エネルギー化が優先されますが、並行して燃料としてA重油や灯油を使用している機器を、より二酸化炭素排出量の少ない燃料である天然ガスや都市ガス、又は再生可能エネルギーを使用しやすいよう電化を進め、エネルギー転換を推進します。

本県の民生業務部門で使われている用途別、エネルギー源別の消費エネルギー量の内訳を以下に示します（表４－２３）。

また、取りうる対策とその効果をケース１～ケース５として、消費エネルギー量と二酸化炭素排出量を推計します。それぞれのケースの内容を以下に示します（表４－２４）。

表４－２３ 本県の民生業務部門におけるエネルギー消費量

用途	エネルギー源	2013	2018	比率（2018）
エネルギー消費量 (GJ/年)				
熱源及び給湯	燃料合計	6,601,317	6,555,295	27%
	都市ガス	4,118,791	4,051,309	17%
	LP ガス	404,988	404,120	2%
	A 重油	1,707,439	1,741,229	7%
	灯油	370,100	358,638	1%
	電力	2,203,455	2,141,564	9%
照明	電力	4,263,830	4,191,813	17%
電機機器（コンセント）	電力	3,388,583	3,332,896	14%
熱搬送・動力・その他	電力	8,475,790	8,303,040	34%
民生業務部門	合計	24,932,975	24,524,608	100%
電力量（百万 kWh）				
電力量	合計	5,092	4,991	-
二酸化炭素排出量（千 t-CO₂/年）				
民生業務部門	合計	3,382	2,976	-

出典：エネルギー・経済統計要覧/一般財団法人エネルギー経済研究所（2013年度、2018年度）
 都道府県別エネルギー消費統計/資源エネルギー庁（2013年度、2018年度）
 福島県統計年鑑/福島県統計課（2013年度、2018年度）
 文部科学統計要覧/文部科学省（2013年度、2018年度）
 オフィスビルの省エネルギー/一般財団法人省エネルギーセンター（2013年度、2018年度）の資料から推計した

表 4-24 民生業務部門における施策の導入

ケース	高効率照明の導入	機器・設備の省エネルギー化の推進	エネルギー転換	ヒートポンプの導入	BEMS の導入
ケース 1	○				
ケース 2	○	○			
ケース 3	○	○	○		
ケース 4	○	○	○	○	
ケース 5	○	○	○	○	○

a 高効率照明（ケース 1）

事務所・ビル、デパート・スーパー、卸小売、飲食店、学校、ホテル・旅館、病院、娯楽場、その他の民生業務部門に係る建築物において、照明機器を高効率の製品に置き換え、民生業務部門におけるエネルギー消費量を削減します。

既存の建築物及び新築建築物の照明を高効率照明機器に置き換えていき、その普及率を 2030 年度までに 40%、2040 年までに 100%とすることを目標とします。

本県の民生業務部門の照明による消費エネルギー量は、約 4,192 TJ（民生業務部門の消費エネルギー量の約 17%）です。2030 年までに照明機器の 40%を高効率照明機器（LED の照明機器）に置換える対策により、照明機器による消費電力量は、2,786 TJ/年に減少します。民生業務部からの二酸化炭素排出量は、2030 年度に電力二酸化炭素排出係数低下の効果と合わせて 1,355 千 t-CO₂/年、BAU 推計に対して約 52%に低下すると推計されます。同様に 2050 年度の照明による消費エネルギー量は約 1,116 TJ となり、民生業務部門の二酸化炭素排出量は、247 千 t-CO₂/年、BAU 推計に対して約 12%に減少すると推計しています。

高効率照明機器に置き換えることによる削減効果は、1,734 千 t-CO₂/年であり、そのうち電力二酸化炭素排出係数が 0g-CO₂/kWh まで低下することの削減効果は、1,491 千 t-CO₂/年です。詳細を以下に示します（表 4-25）。

表 4-25 高効率照明導入による二酸化炭素削減効果の推計（ケース 1）

用途	エネルギー源	2013	2018	2025	2030	2040	2050
エネルギー消費量（GJ/年）							
熱源及び給湯	燃料合計	6,601,317	6,555,295	6,075,443	5,732,692	5,047,193	4,361,694
	都市ガス	4,118,791	4,051,309	3,754,750	3,542,923	3,119,270	2,695,617
	LP ガス	404,988	404,120	374,538	353,408	311,148	268,889
	A 重油	1,707,439	1,741,229	1,613,770	1,522,727	1,340,644	1,158,561
	灯油	370,100	358,638	332,385	313,634	276,130	238,627
	電力	2,203,455	2,141,564	1,984,800	1,872,826	1,648,878	1,424,931
照明	電力	4,263,830	4,191,813	3,185,675	2,786,005	1,290,980	1,115,642
コンセント	電力	3,388,583	3,332,896	3,088,926	2,914,661	2,566,134	2,217,607
熱搬送・動力・その他	電力	8,475,790	8,303,040	7,695,252	7,261,117	6,392,853	5,524,590
民生業務部門合計		24,932,975	24,524,608	22,030,095	20,567,300	16,946,039	14,644,464
BAU 推計		24,932,975	24,524,608	22,729,390	21,447,091	18,882,509	16,317,927
省エネルギー効果		-	-	-699,295	-879,791	-1,936,470	-1,673,463
電力量（百万 kWh）							
電力量 合計		5,092	4,991	4,432	4,121	3,305	2,856
二酸化炭素排出量（千 t-CO₂/年）							
BAU 推計		3,382	2,976	2,759	2,603	2,292	1,980
部門合計（電力二酸化炭素排出係数は一定）		3,382	2,976	2,657	2,475	2,011	1,738
部門合計（電力二酸化炭素排出係数の変化を考慮）		3,382	2,976	2,453	1,355	1,112	247
二酸化炭素排出量削減効果		-	-	▲305	▲1,248	▲1,180	▲1,734
電力二酸化炭素排出係数（kg-CO ₂ /kWh）		0.591	0.522	0.476	0.250	0.250	0.000
電力二酸化炭素排出係数による削減効果		0	0	▲204	▲1,121	▲899	▲1,491

高効率照明の普及率： 2025 年 30%、2030 年 40%、2040 年度 100%

b 機器・設備の省エネルギー化の推進（ケース 2）

ケース 1 の高効率照明機器への更新に加え、トップランナー制度の認定状況等を参考にしながら業務部門で電力を消費する機器の省エネルギー化を進めます。

ケース2では、民生業務部門で使用する電気機器全般の平均的なエネルギー消費量が、2030年に2018年の95%、2040年に2018年の70%、2050年に2018年の60%に低下すると想定します。本県の民生業務部門全体の二酸化炭素排出量は、照明やその他電気機器類の省エネルギー化による消費電力量の低下と、電力二酸化炭素排出係数の低下によって、2030年度には1,319千t-CO₂/年に減少します。2050年度には247千t-CO₂/年で削減効果は1,734千t-CO₂/年です。このうち電力二酸化炭素排出係数が0 kg-CO₂/kWhまで低下することの削減効果は、1,042千t-CO₂/年です。詳細を以下に示します(表4-26)。

表4-26 機器・設備の省エネルギー化の推進による二酸化炭素削減効果の推計
(ケース2)

用途	エネルギー源	2013	2018	2025	2030	2040	2050
エネルギー消費量 (GJ/年)							
熱源及び給湯	燃料合計	6,601,317	6,555,295	6,075,443	5,732,692	5,047,193	4,361,694
	都市ガス	4,118,791	4,051,309	3,754,750	3,542,923	3,119,270	2,695,617
	LPガス	404,988	404,120	374,538	353,408	311,148	268,889
	A重油	1,707,439	1,741,229	1,613,770	1,522,727	1,340,644	1,158,561
	灯油	370,100	358,638	332,385	313,634	276,130	238,627
	電力	2,203,455	2,141,564	1,984,800	1,872,826	1,648,878	1,424,931
照明	電力	4,263,830	4,191,813	3,185,675	2,786,005	1,290,980	1,115,642
コンセント	電力	3,388,583	3,332,896	2,934,479	2,768,928	1,796,294	1,330,564
熱搬送・動力・その他	電力	8,475,790	8,303,040	7,310,489	6,898,061	4,474,997	3,314,754
民生業務部門合計		24,932,975	24,524,608	21,490,887	20,058,511	14,258,343	11,547,585
BAU推計		24,932,975	24,524,608	22,729,390	21,447,091	18,882,509	16,317,927
省エネルギー効果		-	-	1,238,503	1,388,580	4,624,166	4,770,342
電力量 (百万 kWh)							
電力量 合計		5,092	4,991	4,282	3,979	2,559	1,996
二酸化炭素排出量 (千 t-CO₂/年)							
BAU推計		3,382	2,976	2,759	2,603	2,292	1,980
部門合計(電力二酸化炭素排出係数は一定)		3,382	2,976	2,579	2,402	1,621	1,289
部門合計(電力二酸化炭素排出係数の変化を考慮)		3,382	2,976	2,382	1,319	925	247
二酸化炭素排出量削減効果		-	-	▲377	▲1,284	▲1,366	▲1,734
電力二酸化炭素排出係数 (kg-CO ₂ /kWh)		0.591	0.522	0.476	0.250	0.250	0.000
電力二酸化炭素排出係数による削減効果		0	0	▲197	▲1,082	▲696	▲1,042

高効率照明の普及率：2025年30%、2030年40%、2040年度100%

電気機器のエネルギー効率(2018年比)：2025年95%、2030年95%、2040年70%、2050年60%

c エネルギー転換（ケース3）

ケース3では、ケース2の対策に追加し、暖房や給湯の熱源の燃料として、A重油や灯油を使用している機器や設備を、熱量当たりの二酸化炭素排出係数が小さい都市ガスや天然ガス等を燃料とする機器や設備へ変更する対策を進めていきます。

民生業務用のボイラーや給湯器で使用している燃料を都市ガスに転換していく場合、その転換率を2030年度に30%、2040年度に50%、2050年度に100%とし、2050年度に民生業務部門において使用するA重油及び灯油の量を0（ゼロ）と想定します。

ケース3での民生業務部門からの二酸化炭素排出量は、2030年度に1,309千t-CO₂/年、2050年度に220千t-CO₂/年に減少します。2050年度の二酸化炭素排出量削減効果は1,760千t-CO₂/年で、このうち電力二酸化炭素排出係数が0 kg-CO₂/kWhまで低下することの削減効果は、1,042千t-CO₂/年です。詳細は以下に示します（表4-27）。

表 4-27 エネルギー転換による二酸化炭素削減効果の推計（ケース 3）

用途	エネルギー源	2013	2018	2025	2030	2040	2050
エネルギー消費量 (GJ/年)							
熱源及び給湯	燃料合計	6,601,317	6,555,295	6,075,443	5,732,692	5,047,193	4,361,694
	都市ガス	4,118,791	4,051,309	4,143,981	4,093,831	3,927,657	4,092,805
	LP ガス	404,988	404,120	374,538	353,408	311,148	268,889
	A 重油	1,707,439	1,741,229	1,291,016	1,065,909	670,322	0
	灯油	370,100	358,638	265,908	219,544	138,065	0
	電力	2,203,455	2,141,564	1,984,800	1,872,826	1,648,878	1,424,931
照明	電力	4,263,830	4,191,813	3,185,675	2,786,005	1,290,980	1,115,642
コンセント	電力	3,388,583	3,332,896	2,934,479	2,768,928	1,796,294	1,330,564
熱搬送・動力・その他	電力	8,475,790	8,303,040	7,310,489	6,898,061	4,474,997	3,314,754
民生業務部門合計		24,932,975	24,524,608	21,490,887	20,058,511	14,258,343	11,547,585
BAU 推計		24,932,975	24,524,608	22,729,390	21,447,091	18,882,509	16,317,927
省エネルギー効果		-	-	1,238,503	1,388,580	4,624,166	4,770,342
電力量 (百万 kWh)							
電力量 合計		5,092	4,991	4,282	3,979	2,559	1,996
二酸化炭素排出量 (千 t-CO₂/年)							
BAU 推計		3,382	2,976	2,759	2,603	2,292	1,980
部門合計(電力二酸化炭素排出係数は一定)		3,382	2,976	2,572	2,391	1,606	1,262
部門合計(電力二酸化炭素排出係数の変化を考慮)		3,382	2,976	2,375	1,309	910	220
二酸化炭素排出量削減効果		-	-	▲384	▲1,294	▲1,382	▲1,760
電力二酸化炭素排出係数 (kg-CO ₂ /kWh)		0.591	0.522	0.476	0.250	0.250	0.000
電力二酸化炭素排出係数による削減効果		0	0	▲197	▲1,082	▲696	▲1,042

高効率照明の普及率： 2025 年 30%、2030 年 40%、2040 年度 100%

電気機器のエネルギー効率（2018 年比）： 2025 年 95%、2030 年 95%、2040 年 70%、2050 年 60%

エネルギー転換（A 重油及び灯油をガスに転換）： 2025 年 20%、2030 年 30%、2040 年 50%、2050 年 100%

CO₂ 排出係数： A 重油(0.0693t-CO₂/GJ)、灯油(0.06783t-CO₂/GJ)、都市ガス(0.0499t-CO₂/GJ)

d ヒートポンプの導入（ケース4）

ケース4では、さらに2018年度時点で燃料を使用しているボイラーや空調設備等から段階的に業務用ヒートポンプへの置換を進めていきます。

熱源及び給湯として利用されているボイラー等の機器を業務用ヒートポンプに変更することによって、熱効率は、0.9から約3～4.5に向上します。

ヒートポンプが普及し、2030年に10%、2040年に60%、2050年に90%のボイラーがヒートポンプに置き換えられると想定します。

ヒートポンプのエネルギー効率は、2030年に3、2040年に4、2050年に4.5になると想定して二酸化炭素排出量を推計します。

高効率照明の導入、その他の電気機器の省エネルギー化、ガスへのエネルギー転換、ヒートポンプ導入を進めることによって、二酸化炭素排出量は、2030年度に1,293千t-CO₂/年、2050年度に22千t-CO₂/年に減少します。2050年度の二酸化炭素排出量削減効果は1,958千t-CO₂/年で、このうち電力の二酸化炭素排出係数が0 kg-CO₂/kWhまで低下することの削減効果は、1,168千t-CO₂/年です。詳細は以下に示します（表4-28）。

表 4-28 ヒートポンプの導入による二酸化炭素削減効果の推計（ケース 4）

用途	エネルギー源	2013	2018	2025	2030	2040	2050
エネルギー消費量 (GJ/年)							
熱源及び給湯	燃料合計	6,601,317	6,555,295	5,771,671	5,159,423	2,018,877	436,169
	都市ガス	4,118,791	4,051,309	3,858,936	3,555,903	1,086,031	409,280
	LP ガス	404,988	404,120	355,811	318,067	124,459	26,889
	A 重油	1,707,439	1,741,229	1,291,016	1,065,909	670,322	0
	灯油	370,100	358,638	265,908	219,544	138,065	0
	電力	2,203,455	2,141,564	2,086,057	2,063,915	2,405,957	2,297,270
照明	電力	4,263,830	4,191,813	3,185,675	2,786,005	1,290,980	1,115,642
コンセント	電力	3,388,583	3,332,896	2,934,479	2,768,928	1,796,294	1,330,564
熱搬送・動力・その他	電力	8,475,790	8,303,040	7,310,489	6,898,061	4,474,997	3,314,754
民生業務部門 合計		24,932,975	24,524,608	21,288,372	19,676,332	11,987,106	8,494,399
BAU 推計		24,932,975	24,524,608	22,729,390	21,447,091	18,882,509	16,317,927
省エネルギー効果		-	-	1,441,018	1,770,759	6,895,403	7,823,527
電力量 (百万 kWh)							
電力量 合計		5,092	4,991	4,310	4,032	2,769	2,238
二酸化炭素排出量 (千 t-CO₂/年)							
BAU 推計		3,382	2,976	2,759	2,603	2,292	1,980
部門合計(電力二酸化炭素排出係数は一定)		3,382	2,976	2,571	2,390	1,563	1,190
部門合計(電力二酸化炭素排出係数の変化を考慮)		3,382	2,976	2,373	1,293	810	22
二酸化炭素排出量削減効果		-	-	▲386	▲1,310	▲1,482	▲1,958
電力二酸化炭素排出係数 (kg-CO ₂ /kWh)		0.591	0.522	0.476	0.250	0.250	0.000
電力二酸化炭素排出係数による削減効果		0	0	▲198	▲1,097	▲753	▲1,168

高効率照明の普及率： 2025 年 30%、2030 年 40%、2040 年度 100%

電気機器のエネルギー効率（2018 年比）： 2025 年 95%、2030 年 95%、2040 年 70%、2050 年 60%

エネルギー転換（A 重油及び灯油をガスに転換）： 2025 年 20%、2030 年 30%、2040 年 50%、2050 年 100%

ヒートポンプ導入率： 2025 年 5%、2030 年 10%、2040 年 60%、2050 年 90%

e BEMS 導入によるエネルギー消費の効率化（ケース5）

ケース5では、ビルや事務所等の業務用建築物へのBEMSの導入を進めます。

新築物件に関してはBEMSを2030年度までに100%導入する目標とします。

既存建築物に関しては、国が定めた地球温暖化対策計画に従いBEMS導入率を2030年度までに30%、2040年度までに75%、2050年度までに100%導入することを目標とします。なお、BEMS導入による省エネルギー効果を電力使用エネルギーに関わるエネルギー消費量を10%削減するものとします（地球温暖化対策計画における対策の削減量の根拠 地球温暖化対策推進本部（第47回）参考資料 令和3年9月3日、一般社団法人電子情報技術産業協会HP BEMSによる省エネ効果³）。

BEMSが導入されることによって民生業務部門からの二酸化炭素排出量は、2030年度に1,231千t-CO₂/年に減少します。2050年度の二酸化炭素排出量は、22千t-CO₂/年に減少します。2050年度の二酸化炭素排出量削減効果は1,958千t-CO₂/年で、このうち電力二酸化炭素排出係数が0kg-CO₂/kWhまで低下することの削減効果は、1,052千t-CO₂/年です。詳細は以下に示します（表4-29）。

³ 一般社団法人電子情報技術産業協会HP

<<https://home.jeita.or.jp/greenit-pc/bems2/pdf/bems1.pdf>>

表 4-29 BEMS 導入による二酸化炭素削減効果の推計（ケース 5）

用途	エネルギー源	2013	2018	2025	2030	2040	2050
エネルギー消費量 (GJ/年)							
熱源及び給湯	燃料合計	6,601,317	6,555,295	5,771,671	5,159,423	2,018,877	436,169
	都市ガス	4,118,791	4,051,309	3,858,936	3,555,903	1,894,418	409,280
	LP ガス	404,988	404,120	355,811	318,067	124,459	26,889
	A 重油	1,707,439	1,741,229	1,291,016	1,065,909	670,322	0
	灯油	370,100	358,638	265,908	219,544	138,065	0
	電力	2,203,455	2,141,564	2,044,336	2,001,998	2,225,511	2,067,543
照明	電力	4,263,830	4,191,813	3,139,056	2,727,352	1,161,882	1,004,078
コンセント	電力	3,388,583	3,332,896	2,875,790	2,685,860	1,661,572	1,197,508
熱搬送・動力・その他	電力	8,475,790	8,303,040	6,579,440	6,208,255	4,027,498	2,983,278
民生業部門合計		24,932,975	24,524,608	20,410,292	18,782,888	11,095,339	7,688,576
BAU 推計		24,932,975	24,524,608	22,729,390	21,447,091	18,882,509	16,317,927
省エネルギー効果		-	-	2,319,097	2,664,203	7,787,170	8,629,350
電力量 (百万 kWh)							
電力量 合計		5,092	4,991	4,066	3,784	2,521	2,015
二酸化炭素 排出量 (千 t-CO₂/年)							
BAU 推計		3,382	2,976	2,759	2,603	2,292	1,980
部門合計 (電力二酸化炭素排出係数は一定)		3,382	2,976	2,444	2,260	1,418	1,074
部門合計 (電力二酸化炭素排出係数の変化を考慮)		3,382	2,976	2,256	1,231	748	21
二酸化炭素排出量削減効果		-	-	▲502	▲1,372	▲1,544	▲1,959
電力二酸化炭素排出係数 (kg-CO ₂ /kWh)		0.591	0.522	0.476	0.250	0.250	0.000
電力二酸化炭素排出係数による削減効果		0	0	▲187	▲1,029	▲670	▲1,053

高効率照明の普及率：2025年 30%、2030年 40%、2040年度 100%

電気機器のエネルギー効率（2018年比）：2025年 95%、2030年 95%、2040年 70%、2050年 60%

エネルギー転換（A重油及び灯油をガスに転換）：2025年 20%、2030年 30%、2040年 50%、2050年 100%

ヒートポンプ導入率：2025年 5%、2030年 10%、2040年 60%、2050年 90%

BEMS 導入率：2025年 20%、2030年 30%、2040年 75%、2050年 100%

民生業務部門で利用するエネルギーは、一部の熱源用途を除き、2050年度に大部分を電化することを目標としています。そのため、電力二酸化炭素排出係数が低下することによる二酸化炭素排出量の削減効果は大きくなります。

BAU 推計と比較すると、民生業務部門の主たるエネルギー源である電力の消費量を減少させるケース1（高効率照明の導入）及びケース2（その他機器の省エネルギー化）による二酸化炭素排出量削減効果は比較的大きくなります。一方で、熱源及び給湯として用いられるA重油や灯油等の燃料を、より二酸化炭素排出量の少ないガスに転換するケース3や、熱源及び給湯用の熱源をボイラーからヒートポンプに転換するケース4では、熱源及び給湯に使用するエネルギー消費量が少ないため、あまり大きな効果は見られません。

2030年以降、再生可能エネルギー導入等が進み、電力二酸化炭素排出係数が0.522 kg-CO₂/kWhから0.250 kg-CO₂/kWh、2050年度には0 kg-CO₂/kWhへと低下した場合、この効果のみであっても比較的大きな二酸化炭素排出量の削減効果が得られます。

ケース1～ケース5について、電力消費量推計値を以下に示します（表4-30）。

ケース1～ケース5のうち、ケース4～5では、空調設備や給湯設備をヒートポンプに切り替え、都市ガス、天然ガス、A重油、灯油等の燃料燃焼を減少させています。そのため、電力消費量は2,015～2,238 kWh/年でケース2やケース3よりも多くなっています。

民生業務部門はケース5を目標とします。達成のためには再生可能エネルギーの大量導入や、CCSやCCUSと組み合わせた火力発電の導入や拡大を図り、電力二酸化炭素排出係数を低減させていくことが重要となります。

また、全体の10%の空調設備や給湯設備が、ガスを主たる燃料として継続使用すると想定していますが、さらに電化を進めて再生可能エネルギーを利用することで、さらなる脱炭素化を進めることができます。

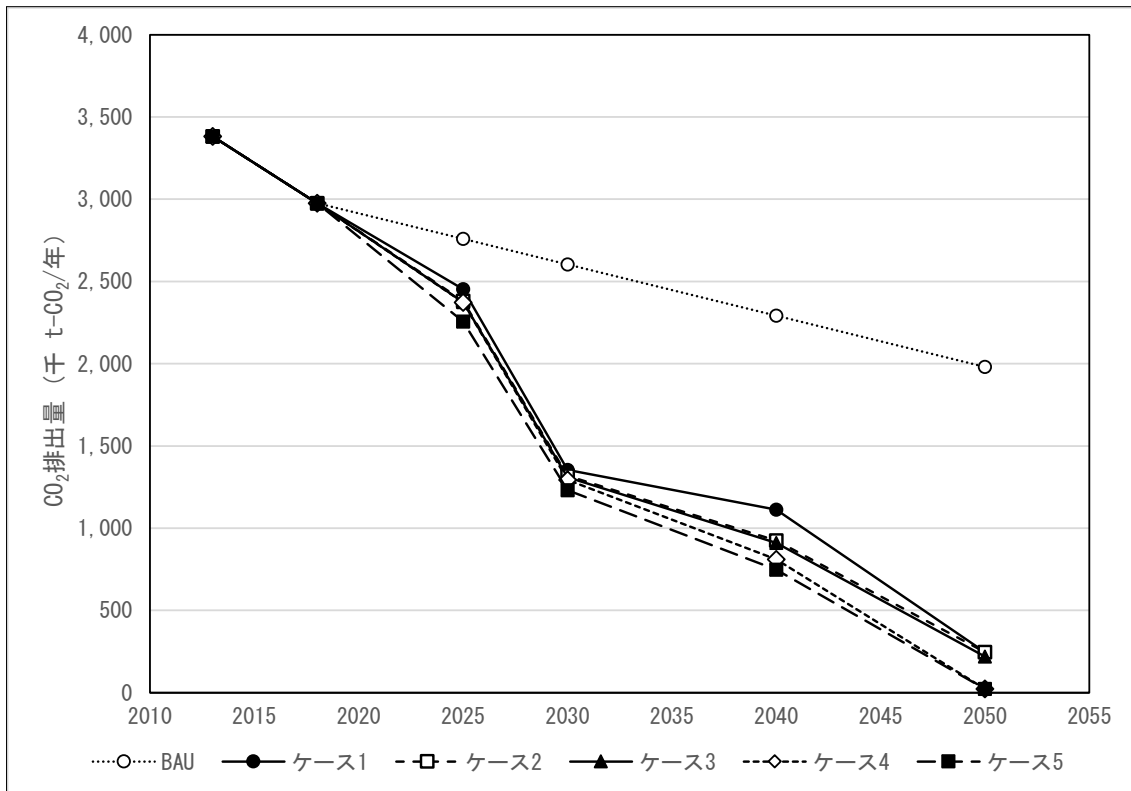


図 4-3 民生業務部門の施策導入各ケースの二酸化炭素排出量

表 4-30 民生業務部門の電力及び燃料の需要量の推計値

ケース	2013	2018	2025	2030	2040	2050
電力 (百万 kWh/年)						
BAU 推計	5,092	4,991	4,626	4,365	3,843	3,321
ケース 1	5,092	4,991	4,432	4,121	3,305	2,856
ケース 2	5,092	4,991	4,282	3,979	2,559	1,996
ケース 3	5,092	4,991	4,282	3,979	2,559	1,996
ケース 4	5,092	4,991	4,310	4,032	2,769	2,238
ケース 5	5,092	4,991	4,066	3,784	2,521	2,015
燃料 (GJ/年)						
BAU 推計	6,601	6,555	6,075	5,733	5,047	4,362
ケース 1	6,601	6,555	6,075	5,733	5,047	4,362
ケース 2	6,601	6,555	6,075	5,733	5,047	4,362
ケース 3	6,601	6,555	6,075	5,733	5,047	4,362
ケース 4	6,601	6,555	5,772	5,159	2,019	436
ケース 5	6,601	6,555	5,772	5,159	2,019	436

(ウ) 各施策を実施する上での課題と対策

a ストックのエネルギー効率改善

業務用ビルディング等の建築物は使用期間が長く、古い建築物がストックとして蓄積しています。これら古い建築物は、省エネルギー型の設備の更新、BEMS や再生可能エネルギーを利用するための設備を導入していくことが難しく、エネルギー効率が低い状態で運用されると考えられます。これらストックとして存在する古い建築物の改修と、エネルギー効率改善が課題となるため、効率改善に取り組んでまいります。

b 補助・支援制度の導入支援

設備投資が発生する自社施設の省エネルギー型建築物への建て替えやリフォーム、設備更新の費用は事業者の負担となります。このような負担を軽減し、施設や設備の更新や整備を支援する制度を整備し、省エネルギー型建築物に更新していただくきっかけ作りが課題となるため、設備の導入支援が必要になります。

c 技術開発と ZEB 化

業務用に使用されるビルの ZEB 化を図る方法として、オフサイトの再生可能エネルギーを購入する方法と、ビルに太陽光発電システムを設置し自家消費することによって二酸化炭素排出量を削減する方法があります。

ビル自体に太陽光発電システムを導入するためには、まず、屋根や屋上に設置する自家消費型太陽光発電システムの導入が効果的です。さらに、これまで利用されていない壁面、窓等に太陽光パネルを設置することが考えられます。そのため、薄膜太陽光パネルや色の薄い透明な太陽光パネルの開発、導入コスト低減を図ることが課題となります。

本県としては、これら先端技術に関する技術情報を分かりやすい形で提供し、建築物への導入支援を行っていくことが課題です。技術開発と ZEB 化への取り組み対策を進める必要があります。

カ 民生家庭部門における施策

(ア) 民生家庭部門における脱炭素化シナリオ

国の定める地球温暖化対策計画に示された民生家庭部門において効果が高いと考えられる施策の概要を以下に示します（表 4-31）。

また、以下の対策に従い、本県における民生家庭部門で取組必要があるものを a から e に示します。

表 4-31 民生家庭部門の施策導入

目標施策項目	概要	対象
住宅の省エネルギー化	<ul style="list-style-type: none"> ・建築物省エネ法に基づく省エネ基準への適合義務化、誘導基準の引上げ、省エネルギー基準の段階的な水準の引上げ ・住宅トップランナー制度による省エネ住宅の供給促進・ZEH等、より高い省エネルギー性能を有する住宅の供給促進のための税、補助、融資による支援 ・住宅の省エネルギー性能に関する表示制度の導入 ・建材トップランナー制度の強化 	<ul style="list-style-type: none"> ・住宅の販売、賃貸事業者 ・建築主 ・建設事業者 ・熱損失防止建築材料製造事業者
高効率給湯器の導入	<ul style="list-style-type: none"> ・トップランナー制度を通じた高効率給湯器の普及拡大 ・住宅の省エネ対策の推進 	<ul style="list-style-type: none"> ・製造事業者 ・販売事業者 ・消費者
高効率照明の導入	<ul style="list-style-type: none"> ・トップランナー制度を通じた高効率照明の普及拡大 	<ul style="list-style-type: none"> ・製造事業者 ・販売事業者 ・消費者
トップランナー制度等による機器の省エネルギー性能向上	<ul style="list-style-type: none"> ・トップランナー制度の対象機器の拡大、トップランナー基準の強化 ・グリーン購入法に基づく、トップランナー基準以上のエネルギー効率の高い機器の率優先的な導入 	<ul style="list-style-type: none"> ・製造事業者 ・販売事業者 ・消費者
HEMS、スマートメーターを利用した徹底的なエネルギー管理の実施	<ul style="list-style-type: none"> ・ZEHの導入支援を通じて、HEMSの導入を促進 ・業界団体が実施する標準及びアーキテクチャ設計を促進 ・エネルギー小売事業者の省エネガイドラインに基づき、一般消費者向けの省エネ情報提供を促進 	<ul style="list-style-type: none"> ・製造事業者 ・販売事業者 ・エネルギー供給事業者

a 省エネルギー機器の導入

東北地方の家庭での二酸化炭素排出量を建物の建方（戸建住宅、共同住宅）、世帯類型（単身、夫婦、夫婦と子、三世帯、その他）、用途（暖房、冷房、給湯、台所用コンロ、照明・家電製品）に沿って整理したものを以下に示します（表4-32、図4-4）。

用途別では、暖房、給湯、照明・家電製品の用途から排出される二酸化炭素が多くなっています。また、同じ世帯類型で比較すると戸建住宅よりも共同住宅のほうが世帯ごとの二酸化炭素排出量が少なくなっています。

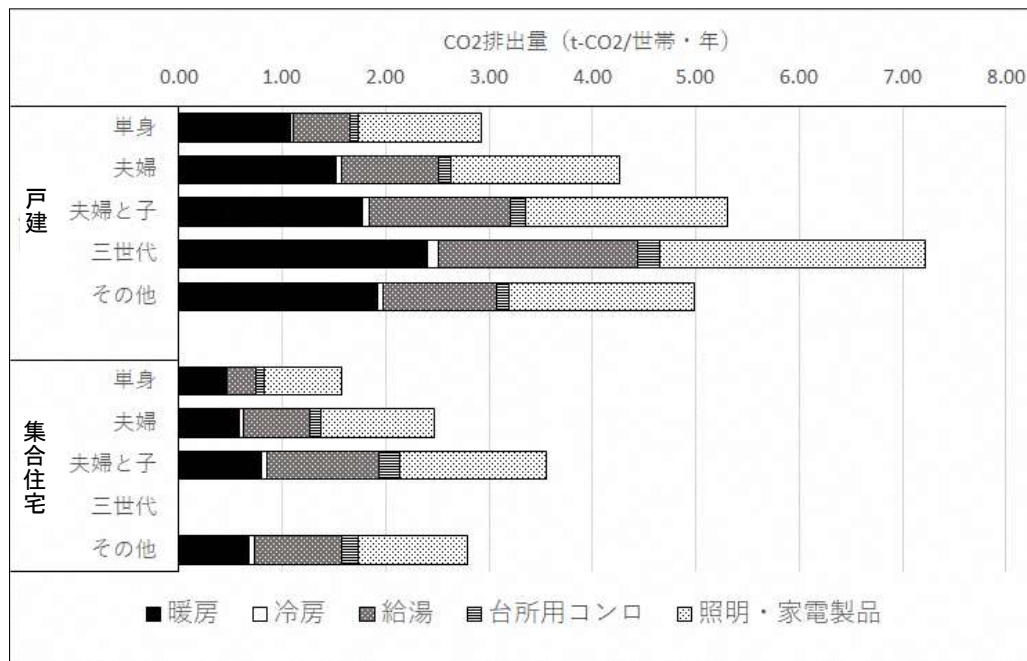
これらのエネルギー消費量及び二酸化炭素排出量を削減するため、新築、既存の住宅を問わず設備や家電製品の更新時に、より省エネルギー性能の高い製品を選択するような働き掛けを進めていきます。特に各家庭で取り組みやすい照明機器のLED化は直ちにに取り組むこととします。

表4-32 住宅の建て方・世帯類型別の世帯当たりの二酸化炭素排出量（東北）

（単位：t-CO₂/世帯・年）

建て方	世帯類型	用途						人数
		合計	暖房	冷房	給湯	台所用コンロ	照明・家電製品	
一戸建住宅	単身	2.92	1.08	0.03	0.55	0.07	1.19	1.00
	夫婦	4.27	1.52	0.05	0.94	0.12	1.64	2.00
	夫婦と子	5.30	1.78	0.06	1.37	0.15	1.94	3.55
	三世代	7.22	2.41	0.10	1.93	0.21	2.57	4.92
	その他	4.98	1.92	0.06	1.09	0.13	1.78	2.61
集合住宅	単身	1.57	0.45	0.02	0.27	0.08	0.75	1.00
	夫婦	2.47	0.59	0.04	0.64	0.11	1.09	2.00
	夫婦と子	3.56	0.80	0.05	1.09	0.20	1.42	3.69
	三世代	-	-	-	-	-	-	-
	その他	2.79	0.68	0.05	0.85	0.15	1.06	2.40

出典：家庭部門のCO₂排出実態統計調査 東北/環境省(平成31年度)



出典：家庭部門のCO₂排出実態統計調査 東北/環境省(平成31年度)

図4-4 建方別、世帯類型別、用途別の世帯当たりの二酸化炭素排出量 東北地方

(a) 給湯

建物の建方と、給湯器・給湯システム別の世帯当たりの年間二酸化炭素排出量を以下に示します（表 4-33）。

エネルギー種別に比較すると、戸建住宅、共同住宅ともにガス給湯器を使用している世帯の二酸化炭素排出量が最も低く、電気温水器を利用している世帯の二酸化炭素排出量が高くなっています。電気ヒートポンプ式給湯器や灯油給湯・風呂がまを使用している世帯の二酸化炭素排出量はその中間程度です。

直近の対策としては、二酸化炭素排出量が多い電気温水器や灯油給湯器等から、よりエネルギー効率が高く二酸化炭素排出量が少ないガス給湯器に代替を進め、その後、再生可能エネルギーに由来する電力を使用することを前提にヒートポンプ式給湯器を導入していくことで家庭における二酸化炭素排出量を削減していくことができます。

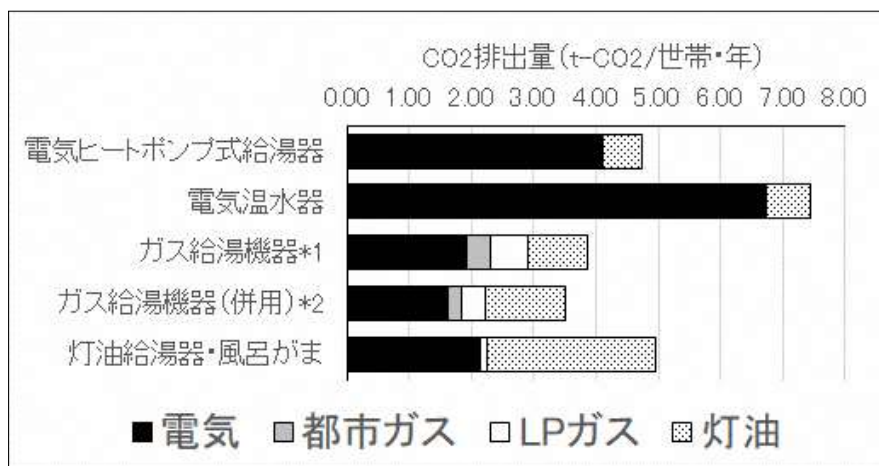
表 4-33 給湯器・給湯システム別の世帯当たりの平均二酸化炭素排出量（東北）
（単位：t-CO₂/世帯・年）

建て方	給湯器・給湯システム	電気	都市ガス	LPガス	灯油	合計	世帯人数
一戸建住宅	電気ヒートポンプ式給湯器	4.07	0.01	0.02	0.63	4.73	3.07
	電気温水器	6.68	0.02	0.04	0.72	7.45	2.91
	ガス給湯機器*1	1.92	0.37	0.62	0.95	3.86	2.46
	ガス給湯機器（併用）*2	1.63	0.22	0.36	1.29	3.51	2.11
	灯油給湯器・風呂がま	2.12	0.01	0.12	2.72	4.97	2.67
共同住宅	電気ヒートポンプ式給湯器	—	—	—	—	—	—
	電気温水器	2.02	0.11	0.13	0.32	2.57	1.87
	ガス給湯機器*1	1.14	0.24	0.30	0.30	1.98	1.58
	ガス給湯機器（併用）*2	1.13	0.33	0.29	0.64	2.39	1.90
	灯油給湯器・風呂がま	—	—	—	—	—	—

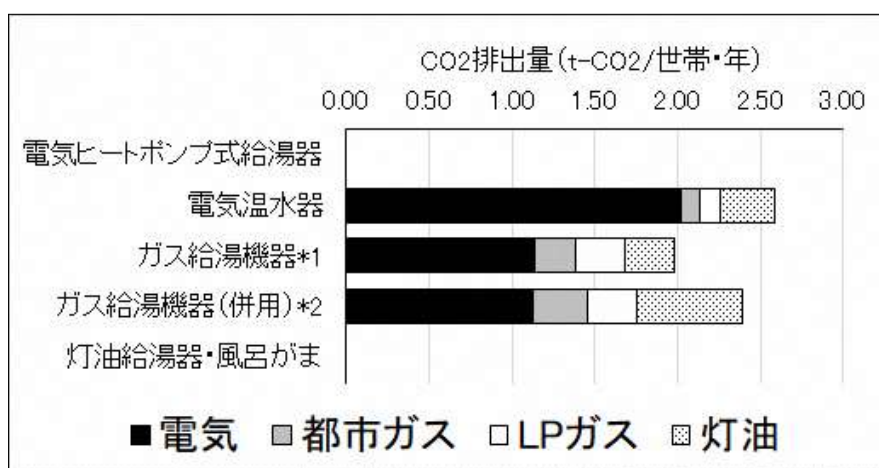
出典：家庭部門のCO₂排出実態統計調査 東北/環境省(平成31年度)

*1 ガス給湯器・風呂がま、あるいはガス小型瞬間湯沸器

*2 ガス給湯器・風呂がま・ガス小型瞬間湯沸器の併用



一戸建住宅



共同住宅

出典：家庭部門の CO₂ 排出実態統計調査 東北/環境省(平成 31 年度)

図 4-5 給湯器・給湯システム別の世帯当たりの二酸化炭素排出量 (東北)

(b) 暖房

暖房器具の一戸建住宅と集合住宅では、主に使用されている暖房器具が異なります。一戸建住宅では多様な暖房器具が使用されています。その中でエアコン、電気カーペット・こたつ、ガスストーブ類をよく使用する世帯の二酸化炭素排出量が少なくなっています。一方、電気蓄熱暖房機、灯油温水床暖房、セントラル温水床暖房などをよく使用する世帯の二酸化炭素排出量は多くなっています。このような二酸化炭素排出量の差は、必要な場所や時間に限定して暖房器具を使用するか、住宅全体を暖房するかという使用方法の差によるものと思われます。

一戸建住宅で住居全体を暖房する暖房機器としてセントラル暖房機器、床暖房、太陽熱利用暖房システムを使用している世帯の二酸化炭素排出量を比較すると、ガス温水床暖房や太陽熱利用暖房システムを利用している世帯の二酸化炭素排出量が少なくなっています。

集合住宅ではエアコン、電気カーペット、こたつ、灯油ストーブ類を使用している世帯がほとんどを占めており、灯油ストーブよりもエアコンや電気カーペット・こたつを使う世帯の二酸化炭素排出量が少なくなっています。詳細を以下に示します（表4-34、図4-6、図4-7）。

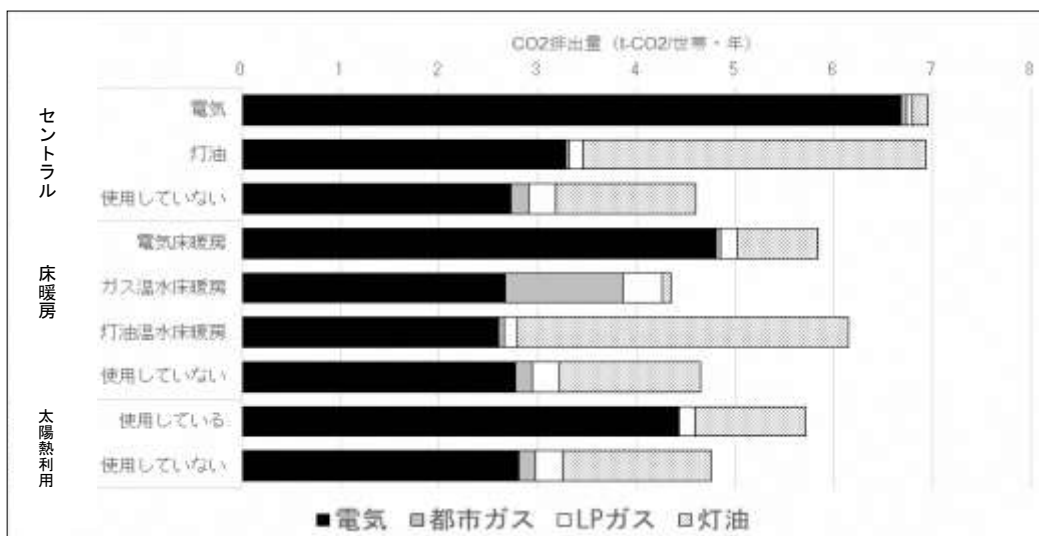
暖房機器も省エネルギーのものにすることや、節電をすることで、二酸化炭素排出量を削減することが期待できます。

表4-34 よく使用される暖房機器と世帯当たり二酸化炭素排出量（東北）

（単位：t-CO₂/世帯・年）

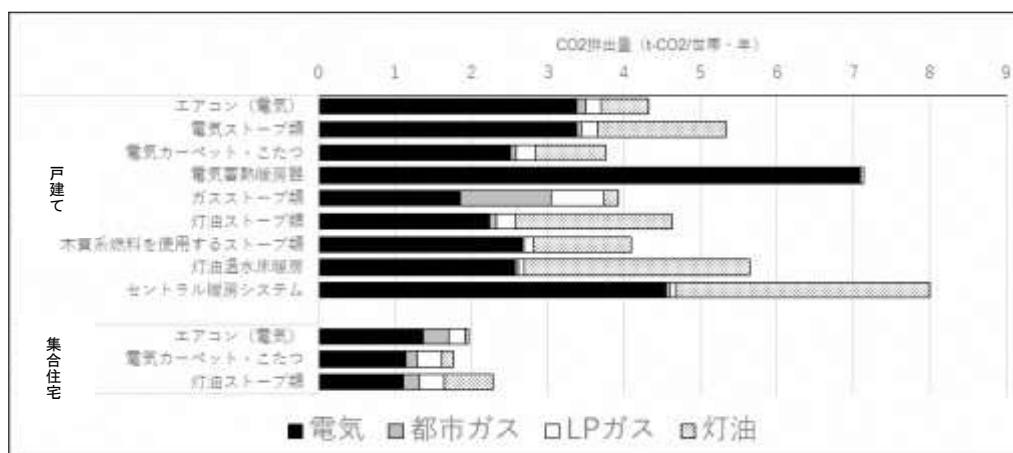
建て方	よく使う暖房機器	エネルギー種別合計	電気	都市ガス	LPガス	灯油	人数
一戸建住宅	エアコン（電気）	4.33	3.38	0.12	0.2	0.62	2.93
	電気ストーブ類	5.33	3.38	0.06	0.21	1.69	2.51
	電気カーペット・こたつ	3.76	2.51	0.08	0.26	0.91	2.67
	電気蓄熱暖房器	7.14	7.09	0	0	0.05	3.35
	ガスストーブ類	3.94	1.86	1.19	0.68	0.2	2.61
	灯油ストーブ類	4.64	2.24	0.09	0.24	2.06	2.57
	木質系燃料を使用するストーブ類	4.09	2.67	0.02	0.12	1.28	3.02
	灯油温水床暖房	5.65	2.58	0.04	0.07	2.95	2.52
	セントラル暖房システム	8.00	4.55	0.05	0.07	3.33	3.28
集合住宅	エアコン（電気）	1.98	1.37	0.33	0.22	0.05	1.68
	電気カーペット・こたつ	1.77	1.14	0.16	0.31	0.16	1.56
	灯油ストーブ類	2.28	1.11	0.21	0.32	0.64	1.74

出典：家庭部門のCO₂排出実態統計調査 東北/環境省（平成31年度）



出典：家庭部門の CO₂ 排出実態統計調査 東北/環境省(平成 31 年度)

図 4-6 使用されている暖房設備別の世帯当たり二酸化炭素排出量



出典：家庭部門の CO₂ 排出実態統計調査 東北/環境省(平成 31 年度)

図 4-7 よく使用される暖房機器と世帯当たり二酸化炭素排出量 (東北)

(c) 照明

照明機器は、LED 照明を導入することによって省エネルギー化と二酸化炭素排出量削減を進めるものとします。

一般的に同じ明るさと、LED 照明機器の消費エネルギー量は、白熱電球の約 20%、蛍光灯の約 30%と言われており、従来の照明機器が白熱電球や蛍光灯であると、LED 照明に変更することによって省エネルギー化が期待できます。

b 省エネルギー行動の実施

日々の生活の中で省エネルギー行動の実施を意識している世帯では、エネルギー消費量や二酸化炭素排出量が減少する傾向が認められます。また、省エネルギー行動実施率が40%以下の世帯と80%超の世帯を比較すると、省エネルギー行動実施率80%超の世帯の方が二酸化炭素排出量は少なく、単身世帯では約75%減少、二人以上世帯では約78%減少します。詳細を以下に示します（表4-35、図4-8（1）、図4-8（2））。

住宅の構造や使用する機器の省エネルギー性能の向上に加え、それら住宅や機器の使用方法を見直すことで家庭におけるエネルギー消費量や二酸化炭素排出量を削減する効果が得られます。

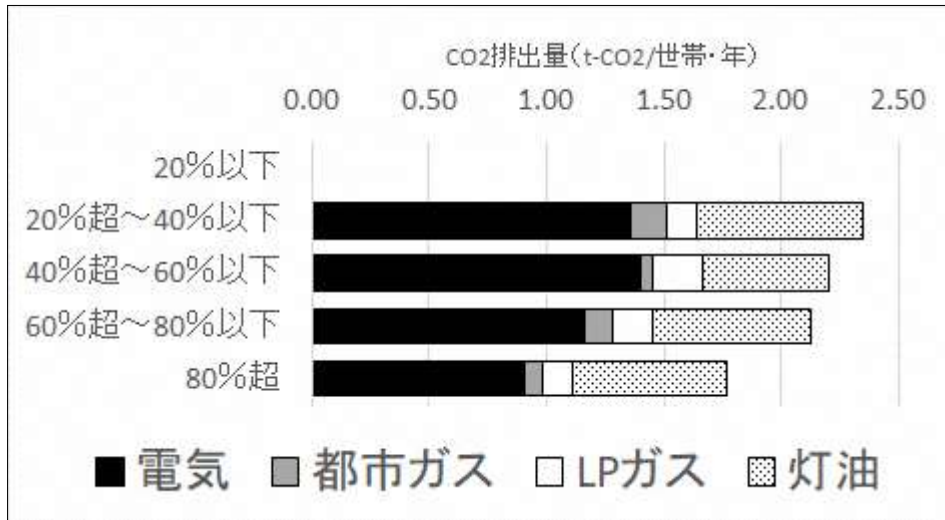
また、本県の地球温暖化対策推進計画では「みんなでエコチャレンジ事業」への参加世帯数を2030年までに37,500世帯（2020年度時点では3,347世帯）まで向上させることを目指し、各家庭における省エネルギー行動を推進しています。さらなる省エネルギー行動の実施につながるよう取り組んでいきます。

表4-35 省エネルギー行動実施率と世帯当たり二酸化炭素排出量

（単位：t-CO₂/世帯・年）

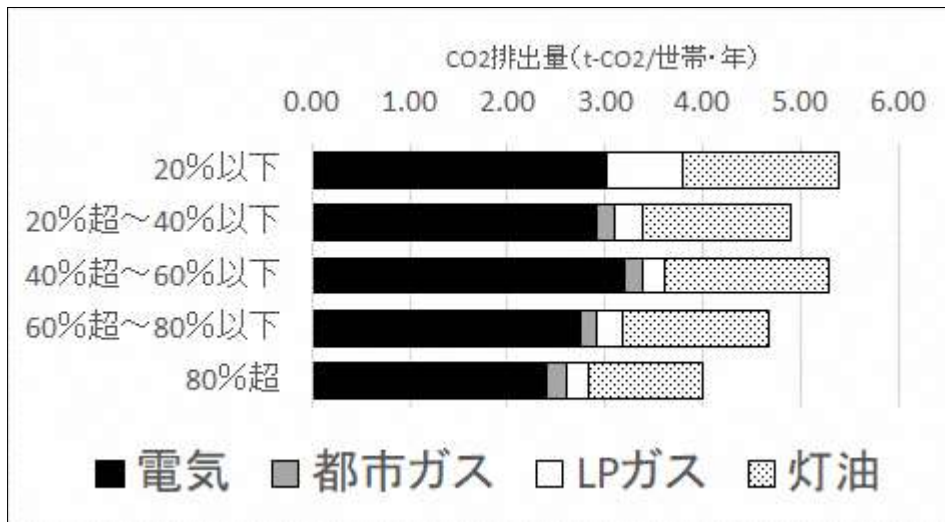
省エネ行動実施率		電気	都市ガス	LPガス	灯油	合計	人数
単身世帯	20%以下	-	-	-	-	-	-
	20%超～40%以下	1.36	0.15	0.13	0.71	2.35	1.00
	40%超～60%以下	1.40	0.05	0.22	0.53	2.20	1.00
	60%超～80%以下	1.16	0.12	0.17	0.68	2.12	1.00
	80%超	0.91	0.07	0.13	0.66	1.77	1.00
	不明	-	-	-	-	-	-
2人以上世帯	20%以下	3.01	0.00	0.79	1.59	5.38	3.35
	20%超～40%以下	2.92	0.18	0.29	1.52	4.90	3.00
	40%超～60%以下	3.20	0.19	0.23	1.68	5.30	3.11
	60%超～80%以下	2.76	0.16	0.27	1.48	4.67	2.97
	80%超	2.40	0.21	0.23	1.15	3.99	2.84
	不明	2.17	0.01	0.25	1.83	4.27	2.54

出典：家庭部門のCO₂排出実態統計調査 東北/環境省(平成31年度)



出典：家庭部門の CO₂ 排出実態統計調査 東北/環境省(平成 31 年度)

図 4-8 (1) 省エネルギー行動実施率と世帯当たり二酸化炭素排出量 (単身世帯)



出典：家庭部門の CO₂ 排出実態統計調査 東北/環境省(平成 31 年度)

図 4-8 (2) 省エネルギー行動実施率と世帯当たり二酸化炭素排出量 (二人以上世帯)

c 住宅構造の高気密高断熱化の推進

一戸建住宅の新築を行う場合に、住宅の躯体構造を高気密高断熱化し、暖房及び冷房の効率を向上させます。

また、既存住宅についてもリフォームによる高気密高断熱化への改修を進めていきます。なお、本県の地球温暖化対策推進計画では、既存住宅の省エネ改修によって二酸化炭素排出量の削減を目指しており、具体的な数値とし

ては現況（2020年度）の削減量約 277 t-CO₂/年から、2030年には削減量として約 1,000 t-CO₂/年まで向上させることを目標としています。

高気密高断熱化することによる省エネルギー効果の目安として、世帯当たりのエネルギー消費量及び二酸化炭素排出量の 30～40%の低減が見込まれます。^{4,5} さらに高度の省エネルギー住宅として ZEH 基準を満たす住宅では、従来型住宅と比較して年間光熱費が約 50%程度に減少します⁶。住宅の省エネルギー性能は、住宅の構造、世帯人数、立地条件、使用する設備や機器等によって変動するため、高気密高断熱化による確定的な削減効果は不明ですが、30～50%程度の省エネルギー効果が期待できます。

県内における高気密高断熱住宅の普及状況を推計するため、県内の二重以上のサッシ又は複層ガラスを全ての窓等に使用した住宅の比率を用います。建築年代別の住宅数及び「全ての窓を二重以上のサッシ又は複層ガラスとしている住宅」の比率等を以下に示します（表 4-36、表 4-37、図 4-9）。

2011 年以降に建築された県内の住宅のうち、全ての窓に二重以上のサッシか複層ガラスがある住宅（＝高気密高断熱住宅と解釈）は約 50%以上であり、建築の時期が新しくなる程、高気密高断熱化された住宅が増加しています。

表 4-36 県内の住宅数の推計値（2018 年度）

建築の時期	二重以上のサッシ又は複層ガラスの窓			計 (戸)
	なし	一部の窓にあり	全ての窓にあり	
1970 年以前	68,800	14,100	3,300	86,200
1971～1980 年	85,200	20,700	4,800	110,700
1981～1990 年	90,800	24,100	6,300	121,200
1991～1995 年	48,900	16,000	9,200	74,100
1996～2000 年	37,400	14,500	19,500	71,400
2001～2005 年	23,300	10,900	21,800	56,000
2006～2010 年	23,000	9,800	23,900	56,700
2011～2015 年	21,600	10,700	33,600	65,900
2016～2018 年 9 月	10,800	5,700	18,900	35,400
不明	24,400	4,900	5,200	34,500
合計	434,200	131,400	146,500	712,100

出典：住宅・土地統計調査/総務省（平成 30 年度）

⁴ 東北電力 WEB サイト <tohoku-epco.co.jp>

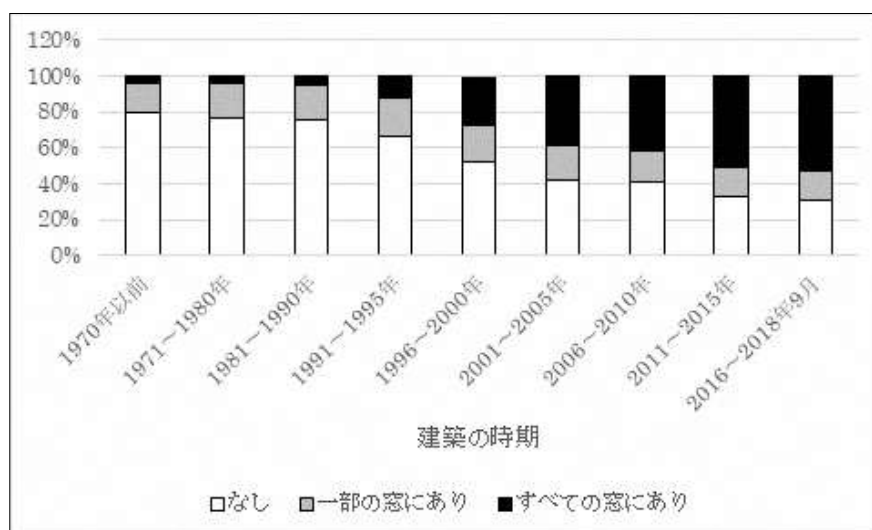
⁵ 高橋ら（1997）高気密・高断熱住宅の温熱環境及びライフサイクル評価に関する研究. 室内調和・衛生工学会学術講演会講演論文集（1997. 8. 27- 8. 29）

⁶ 快適・安心なすまい 省エネ住宅（一社 住宅生産団体連合会）
<https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/shoenehou_assets/img/library/naruhodosyouenejuutaku.pdf>

表 4-37 県内の住宅における省エネルギー設備の普及率推計値（2018 年度）

建築の時期	二重以上のサッシ又は複層ガラスの窓		
	なし	一部の窓にあり	全ての窓にあり
1970 年以前	80%	16%	4%
1971～1980 年	77%	19%	4%
1981～1990 年	75%	20%	5%
1991～1995 年	66%	22%	12%
1996～2000 年	52%	20%	27%
2001～2005 年	42%	19%	39%
2006～2010 年	41%	17%	42%
2011～2015 年	33%	16%	51%
2016～2018 年 9 月	31%	16%	53%

出典：住宅・土地統計調査/総務省（平成 30 年度）に基づいて算出



出典：住宅・土地統計調査/総務省（平成 30 年度）

図 4-9 建築の時期と二重以上のサッシ又は複層ガラスの窓を有する住宅の比率

d 住宅のエネルギーシステムの導入と ZEH 化の推進

一戸建住宅においては、太陽光発電と蓄電池を備えた自立性の高いエネルギーシステムを導入し、家屋の高断熱高气密化や暖房、冷房、コンロ、給湯器の電化とあわせて ZEH 化を進めます。

ZEH の導入により、自家発電と自家消費を進めつつスマートメーターや HEMS の導入を進め、エネルギー供給と需要の最適化を図ります。ZEH 住宅から広くデータを収集・解析し、その結果を活用して、より多くの県民の皆様がエネルギーを適切に使う暮らし方を自ら考えるためのアドバイスを行う体制づくりが必要です。

同様に地域としてのエネルギー供給とエネルギー需要を考えていくためのデータ提供やアドバイスを行う体制づくりも必要です。

e エネルギー効率の高い地域・まちづくり

住宅地の周辺に熱需要の大きな施設（病院やホテル等）を併設し、地域の熱需要密度を高めることによって、地域冷暖房を導入することのメリットが得られます。

その他、行政サービス、教育、文化、買い物などのサービスを集約したコンパクトなまちを形成しつつ、地域コージェネレーションシステムを導入した先進的地域を形成し、その地域を拠点として周囲に徐々に拡大していきます。

地域コージェネレーションシステムを導入することができれば、これまでに利用されていない様々なエネルギー源を活用する可能性が広がります。コージェネレーションとして、廃棄物発電、バイオマス発電、地熱利用等を採用し、地域に電力や熱を供給することで、社会としてのエネルギー効率を高めめます。

(イ) 各施策の導入目標と効果の推計

民生家庭部門における施策の導入方法として5つのケースを想定し、それぞれの内容を以下に示します（表4-38）。

表4-38 民生家庭部門における施策の導入

ケース	新築住宅の高気密高断熱化	既存住宅のリフォームによる高気密高断熱化	新築住宅のZEH化	既存住宅のリフォームによるZEH化	省エネ行動の浸透	省エネ技術の普及	一戸建住宅から共同住宅への住替
ケース1	○						
ケース2	○	○	○	○	○		
ケース3	○	○	○	○	○	○	
ケース4	○	○	○	○	○	◎	
ケース5	○	○	○	○	○	◎	○

○：実施を想定、◎：より強い取組の実施を想定

ケース1

- ・ 新築住宅の高気密高断熱化を進めます
- ・ 2030年以降の新築住宅は全て高気密高断熱化します
- ・ 高気密高断熱化された住宅の二酸化炭素排出量は、2011年以降に建設された住宅の電気利用によって発生する二酸化炭素排出量と同程度とします。一部、暖房用の都市ガス、LPガス、灯油の使用が残ります。二酸化炭素排出量は、一戸建：3.5 t-CO₂/世帯・年、共同住宅：1.3 t-CO₂/世帯・年と想定します

ケース 2

- ・ 新築住宅の高気密高断熱化を進めます
- ・ 既存住宅のリフォームによる高気密高断熱化を進めます
- ・ 2011 年以降に建設した住宅にはリフォームによる ZEH 化を進めます
- ・ 2030 年以降に建設する住宅には 100% の ZEH 化を図ります
- ・ 省エネルギー行動の浸透を図り、世帯当たりのエネルギー効率をさらに高め、2018 年と比較し、二酸化炭素排出量を 2030 年に 90%、2040 年に 80%、2050 年に 80% に低減します。

ケース 3

- ・ 新築住宅の高気密高断熱化を進めます
- ・ 既存住宅のリフォームによる高気密高断熱化を進めます
- ・ 2011 年以降に建設した住宅にはリフォームによる ZEH 化を推進します
- ・ 2030 年以降に建設する住宅には 100% の ZEH 化を図ります
- ・ 省エネルギー行動の浸透と省エネルギー技術により、世帯当たりのエネルギー効率を高め、二酸化炭素排出量を 2018 年と比較し 2030 年に 90%、2040 年に 80%、2050 年に 70% に低減します

ケース 4

- ・ 新築住宅の高気密高断熱化を進めます
- ・ 既存住宅のリフォームによる高気密高断熱化を進めます
- ・ 2011 年以降に建設した住宅にはリフォームによる ZEH 化を推進します
- ・ 2030 年以降に建設する住宅には 100% の ZEH 化を図ります
- ・ 省エネルギー行動の浸透と省エネルギー技術により、世帯当たりのエネルギー効率を高め、二酸化炭素排出量を 2018 年と比較し 2030 年に 80%、2040 年に 65%、2050 年に 56% に低減します

ケース 5

- ・ 新築住宅の高気密高断熱化を進めます
- ・ 既存住宅のリフォームによる高気密高断熱化をさらに進めます
- ・ 2011 年以降に建設した住宅にはリフォームによる ZEH 化を推進します
- ・ 2030 年以降に建設する住宅には 100% の ZEH 化を図ります
- ・ 省エネルギー行動の浸透と省エネルギー技術により、世帯当たりのエネルギー効率を高めます
- ・ 炭素排出量のより少ない共同住宅で生活する世帯の比率を 30% から 50% に高めます

a ケース1の施策導入による効果の推計

ケース1の施策導入による二酸化炭素排出量の推計値を以下に示します（表4-39）。二酸化炭素排出量の推計に使用した住宅からの二酸化炭素排出量原単位を以下に示します（表4-40）。

表4-39 ケース1による住宅数とCO₂排出量推計値

項目	区分	単位	2013	2018	2025	2030	2040	2050
全戸数			760	784	758	762	698	627
一戸建住宅	高気密高断熱でない	千戸	458	433	385	362	142	89
	高気密高断熱である		74	116	146	171	347	350
共同住宅	高気密高断熱でない		196	186	165	155	61	38
	高気密高断熱である		32	50	62	73	149	150
各建築年代の高気密高断熱住宅の戸数								
建築年代	1970年以前	千戸	3	4	3	2	-	-
	1971-1980		4	5	4	3	1	-
	1981-1990		8	7	10	7	7	4
	1991-2000		39	34	32	31	94	47
	2001-2010		36	54	54	54	92	92
	2011-2020		15	62	65	68	104	104
	2021-2030		-	-	40	80	144	144
	2031-2040		-	-	-	-	52	52
	2041-	-	-	-	-	-	57	
BAU推計		千t-CO ₂ /年	3,537	2,807	2,759	2,725	2,498	2,244
電力二酸化炭素排出係数		kg-CO ₂ /kWh	0.591	0.522	0.476	0.250	0.250	0.000
二酸化炭素排出量*1		千t-CO ₂ /年	3,534	2,807	2,743	2,693	2,190	1,899
二酸化炭素排出量		千t-CO ₂ /年	3,535	2,807	2,577	1,681	1,219	473

*1 2018年度以降の電力二酸化炭素排出係数：0.522 kg-CO₂/kWhで一定として推計した排出量

表4-40 世帯当たり年間二酸化炭素排出量（ケース1）

（単位：kg-CO₂/世帯・年）

建て方	高気密高断熱でない住宅	高気密高断熱である住宅
一戸建住宅	532~5,254	53~3,153
共同住宅	669~2,078	52~1,134

b ケース2の施策導入による効果の推計

ケース2の施策導入による二酸化炭素排出量の推計値を以下に示します（表4-41）。推計に使用した住宅からの二酸化炭素排出量の原単位を以下に示します（表4-42）。

表4-41 ケース2による住宅数とCO₂排出量推計値

項目	区分	単位	2013	2018	2025	2030	2040	2050
全戸数			760	784	758	762	698	627
一戸建住宅	高気密高断熱でない	千戸	458	433	385	362	142	89
	高気密高断熱である (ZEHでない)		74	116	143	160	276	240
	高気密高断熱である (ZEH)		0	0	3	11	70	110
共同住宅	高気密高断熱でない		196	186	165	155	61	38
	高気密高断熱である		32	50	62	73	149	150
各建築年代の高気密高断熱住宅の戸数								
建築年代	1970年以前	千戸	3	4	3	2	-	-
	1971-1980		4	5	4	3	1	-
	1981-1990		8	7	10	7	7	4
	1991-2000		39	34	32	31	94	47
	2001-2010		36	54	54	54	92	92
	2011-2020		15	62	65	68	104	104
	2021-2030		-	-	40	80	144	144
	2031-2040		-	-	-	-	52	52
	2041-		-	-	-	-	-	57
各建築年代のZEHの戸数								
建築年代	2011-2020	千戸	-	-	-	-	-	-
	2021-2030		-	-	3	11	34	34
	2031-2040		-	-	-	-	37	37
	2041-		-	-	-	-	-	40
BAU推計		千t-CO ₂ /年	3,537	2,807	2,759	2,725	2,498	2,244
電力二酸化炭素排出係数		kg-CO ₂ /kWh	0.591	0.522	0.476	0.250	0.250	0.000
二酸化炭素排出量*1		千t-CO ₂ /年	3,534	2,807	2,582	2,326	1,296	834
二酸化炭素排出量		千t-CO ₂ /年	3,534	2,807	2,441	1,497	894	243

*1 2018年度以降の電力二酸化炭素排出係数：0.522 kg-CO₂/kWhで一定として推計した排出量

表4-42 世帯当たり年間CO₂排出量（ケース2）

（単位：kg-CO₂/世帯・年）

建て方	高気密高断熱でない住宅	高気密高断熱である住宅
一戸建住宅	426～5,253	42～3,321
共同住宅	535～2,077	55.2～1,208

c ケース3の施策導入による効果の推計

ケース3の施策導入による二酸化炭素排出量の推計値を以下に示します（表4-43）。推計に使用した住宅からの二酸化炭素排出量の原単位を以下に示します（表4-44）。

表4-43 ケース3による住宅数と二酸化炭素排出量推計値

項目	区分	単位	2013	2018	2025	2030	2040	2050
全戸数			760	784	758	762	698	627
一戸建住宅	高気密高断熱でない	千戸	458	433	385	362	142	89
	高気密高断熱である（ZEHでない）		74	116	138	140	182	145
	高気密高断熱である（ZEH）		0	0	7	32	165	205
共同住宅	高気密高断熱でない	千戸	196	186	165	155	61	38
	高気密高断熱である		32	50	62	73	149	150
各建築年代の高気密高断熱住宅の戸数								
建築年代	1970年以前	千戸	3	4	3	2	-	-
	1971-1980		4	5	4	3	1	-
	1981-1990		8	7	10	7	7	4
	1991-2000		39	34	32	31	94	47
	2001-2010		36	54	54	54	92	92
	2011-2020		15	62	65	68	104	104
	2021-2030		-	-	40	80	144	144
	2031-2040		-	-	-	-	52	52
2041-	-	-	-	-	-	57		
各建築年代のZEHの戸数								
建築年代	2011-2020	千戸	-	0.6	4	9	27	27
	2021-2030		-	-	3	22	101	101
	2031-2040		-	-	-	-	37	37
	2041-		-	-	-	-	-	40
BAU推計		千t-CO ₂ /年	3,537	2,807	2,759	2,725	2,498	2,244
電力二酸化炭素排出係数		kg-CO ₂ /kWh	0.591	0.522	0.476	0.250	0.250	0.000
二酸化炭素排出量*1		千t-CO ₂ /年	3,537	2,807	2,582	2,326	1,296	834
二酸化炭素排出量		千t-CO ₂ /年	3,537	2,807	2,427	1,466	755	123

*1：2018年度以降の電力二酸化炭素排出係数：0.522 kg-CO₂/kWhで一定として推計した排出量

表4-44 世帯当たり年間CO₂排出量（ケース3）

（単位：kg-CO₂/世帯・年）

建て方	高気密高断熱でない住宅	高気密高断熱である住宅	ZEH住宅
一戸建住宅	372~5,253	37~3,321	0
共同住宅	1,253~2,077	47~1,206	0

d ケース4の施策導入による効果の推計

ケース4の施策導入による二酸化炭素排出量の推計値を以下に示します（表4-45）。推計に使用した住宅からの二酸化炭素排出量の原単位を以下に示します（表4-46）。

表4-45 ケース4による住宅数と二酸化炭素排出量推計値

項目	区分	単位	2013	2018	2025	2030	2040	2050
全戸数			760	784	758	762	698	627
一戸建住宅	高気密高断熱でない	千戸	458	433	385	237	137	86
	高気密高断熱である（ZEHでない）		74	116	138	264	187	148
	高気密高断熱である（ZEH）		0	0	7	32	165	205
共同住宅	高気密高断熱でない		196	186	165	102	59	37
	高気密高断熱である		32	50	62	127	151	151
各建築年代の高気密高断熱住宅の戸数								
建築年代	1970年以前	千戸	3	4	3	2	-	-
	1971-1980		4	5	4	3	1	-
	1981-1990		8	7	10	28	14	7
	1991-2000		39	34	32	79	94	47
	2001-2010		36	54	54	85	92	92
	2011-		15	62	65	98	104	104
	2020-		-	-	40	128	144	144
	2030-		-	-	-	-	52	52
2040-	-	-	-	-	-	57		
各建築年代のZEHの戸数								
建築年代	2011-2020	千戸	-	0.6	4	9	27	27
	2021-2030		-	-	3	22	101	101
	2031-2040		-	-	-	-	37	37
	2041-		-	-	-	-	-	40
BAU推計		千t-CO ₂ /年	3,537	2,807	2,759	2,725	2,498	2,244
電力二酸化炭素排出係数		kg-CO ₂ /kWh	0.591	0.522	0.476	0.250	0.250	0.000
二酸化炭素排出量*1		千t-CO ₂ /年	3,537	2,807	2,582	2,162	1,032	665
二酸化炭素排出量		千t-CO ₂ /年	3,537	2,807	2,427	1,293	597	95

*1：2018年以降の電力二酸化炭素排出係数を0.522kg-CO₂/kWhで一定として推計した排出量

表4-46 世帯当たり年間二酸化炭素排出量

(単位：kg-CO₂/世帯・年)

建て方	高気密高断熱でない住宅	高気密高断熱である住宅	ZEH住宅
一戸建住宅	298~5,253	30~3,321	0
共同住宅	375~2,077	28~1,206	0

e ケース5の施策導入による効果の推計

ケース5の施策導入による二酸化炭素排出量の推計値を以下に示します(表4-47)。推計に使用した住宅からの二酸化炭素排出量の原単位を以下に示します(表4-48)。

表4-47 ケース5による住宅数と二酸化炭素排出量推計値

項目	区分	単位	2013	2018	2025	2030	2040	2050
全戸数			760	784	758	762	698	627
一戸建住宅	高気密高断熱でない	千戸	458	433	326	156	103	60
	高気密高断熱である(ZEHでない)		74	116	173	208	175	107
	高気密高断熱である(ZEH)		0	0	31	93	141	146
共同住宅	高気密高断熱でない		196	186	140	104	86	60
	高気密高断熱である		32	50	88	200	264	254
各建築年代の高気密高断熱住宅の戸数								
建築年代	1970年以前	千戸	3	4	3	2	-	-
	1971-1980		4	5	36	38	21	-
	1981-1990		8	7	30	42	23	11
	1991-2000		39	34	49	94	104	47
	2001-2010		36	54	59	92	101	92
	2011-2020		15	62	75	104	114	104
	2021-2030		-	-	40	128	159	144
	2031-2040		-	-	-	-	58	52
2041-	-	-	-	-	-	57		
各建築年代のZEHの戸数								
建築年代	2011-2020	千戸	-	0.6	9	16	23	20
	2021-2030		-	-	22	77	87	72
	2031-2040		-	-	-	-	31	26
	2041-		-	-	-	-	-	29
BAU推計		千t-CO ₂ /年	3,537	2,807	2,759	2,725	2,498	2,244
電力CO ₂ 排出係数		kg-CO ₂ /kWh	3,537	2,807	2,759	2,725	2,498	2,244
二酸化炭素排出量*1		千t-CO ₂ /年	3,537	2,807	2,288	1,538	1,027	615
二酸化炭素排出量		千t-CO ₂ /年	3,537	2,807	2,144	900	582	85

*1: 2018年以降の電力二酸化炭素排出係数を0.522kg-CO₂/kWhで一定として推計した排出量

表4-48 世帯当たり年間二酸化炭素排出量

(単位: kg-CO₂/世帯・年)

建て方	高気密高断熱でない住宅	高気密高断熱である住宅	ZEHである住宅
一戸建住宅	298~5,253	30~3,321	0
共同住宅	375~2,077	38~1,206	0

f 民生家庭部門における目標設定

ケース1～5から、2050年度にカーボンニュートラルに向けた目標を設定します。

ケース1～5のケースによる二酸化炭素排出量、2013年度を基準とした排出量の比率、ケース1～5を実施した場合の民生家庭部門における電力消費量の推移を以下に示します（図4-10、図4-11、表4-49）。

ケース2～ケース5では、2030年度以降に建築される住宅を中心としてZEH化を進めることを目標としています。電力の自給自足が進み、外部から供給を受ける電力消費量を減少させることが、住宅でのエネルギー消費量に起因する二酸化炭素排出量削減に有効です。しかしながら、ストックとなっている古い住宅のZEH化は限定的であり、これら古い住宅では外部から供給される電力や燃料を消費することとなります。

ケース4、ケース5では、住宅の高気密高断熱化やヒートポンプ等の省エネルギー技術の導入によって、民生家庭部門における灯油等の燃料使用量をできるだけ減らして電化することを目標としています。

ケース5では、一戸建住宅から、より二酸化炭素排出量が少ない共同住宅への住み替えを進めることとしており、共同住宅を利用する世帯の比率を30%から50%にすることとしています。

2050年度の民生家庭部門における電力消費量は、ケース1からケース5のそれぞれで1,224～3,282百万kWh/年と推計しています。ただし、国の定めた第6次エネルギー基本計画に沿って、再生可能エネルギーとCCS又はCCUSと組み合わせた火力発電所等を主力電源とすることによって、計画どおり2050年の電力二酸化炭素排出係数が0kg-CO₂/kWhとなれば、電力利用による二酸化炭素排出量はなくなると考えられます。

二酸化炭素排出量削減目標として、福島県地球温暖化対策推進計画で示す二酸化炭素排出量削減目標である2030年度に2013年度比マイナス50%、2040年度に2013年度比マイナス75%と同じ二酸化炭素排出量削減率を目標とするので、民生家庭部門についてはケース4を目標とします。ケース4を達成した場合の電力需要量及び燃料需要量の推計値を以下に示します（表4-50）。

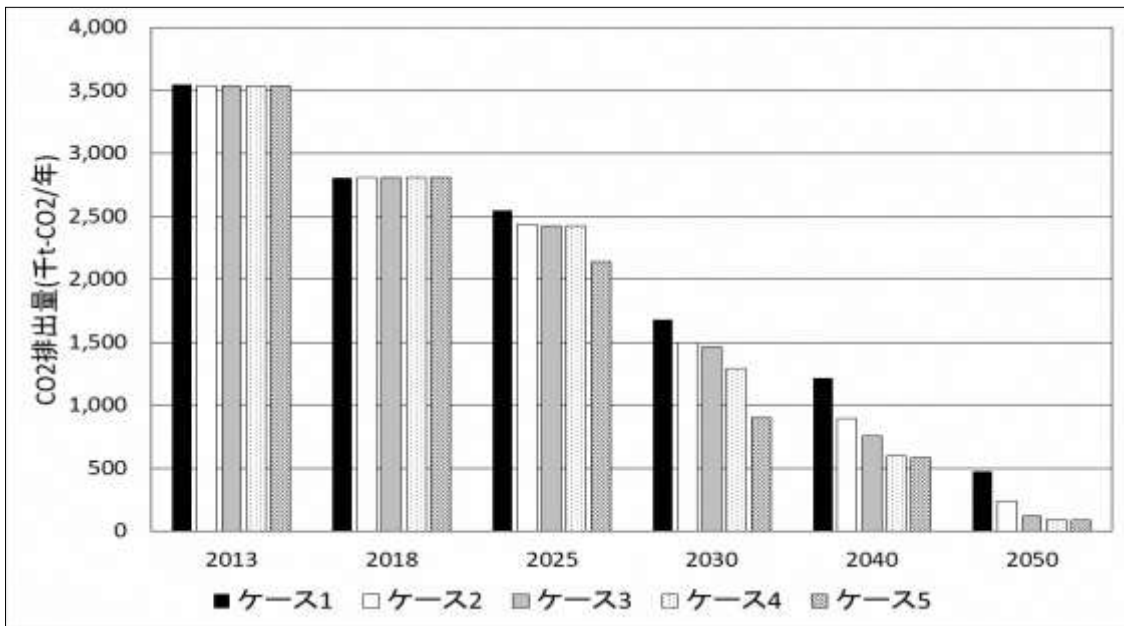


図 4 - 1 0 民生家庭部門の施策導入各ケースの二酸化炭素排出量

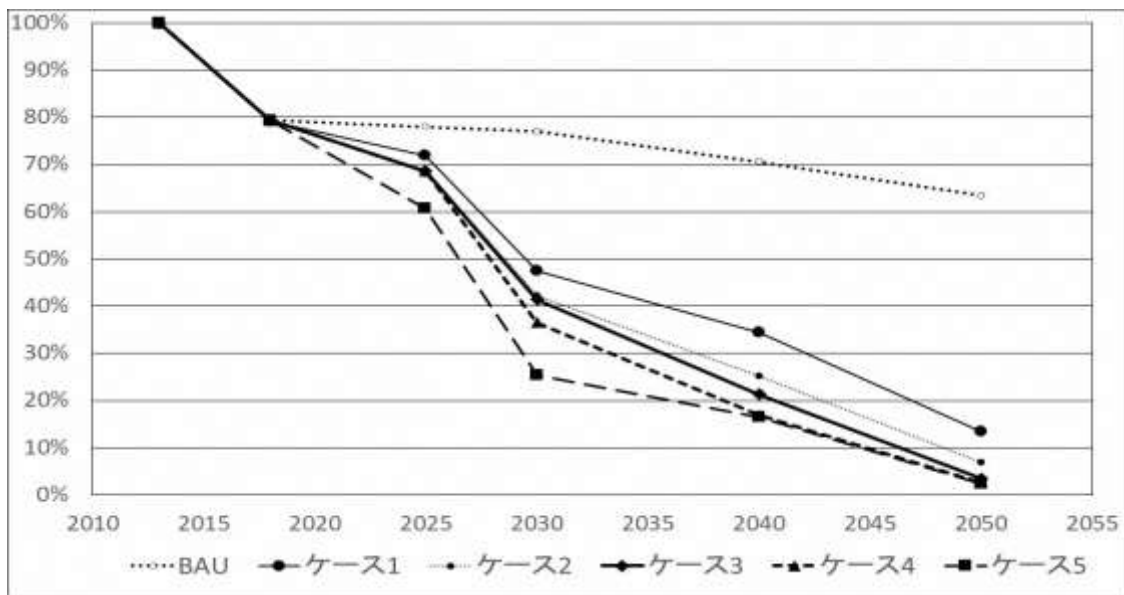


図 4 - 1 1 民生家庭部門の施策導入各ケースの二酸化炭素排出比率 (2013年度比)

表 4-49 民生家庭部門における電力消費量推計値

(単位：百万 kWh/年)

ケース	2013	2018	2030	2040	2050
BAU 推計	4,493	3,912	3,798	3,798	3,798
ケース 1	4,142	3,571	3,716	3,561	3,282
ケース 2	4,142	3,571	3,295	2,539	2,099
ケース 3	4,142	3,571	3,176	2,046	1,448
ケース 4	4,142	3,571	3,224	1,713	1,224
ケース 5	4,142	3,571	2,436	1,829	1,228

BAU として推計されている電力消費量と各ケースの電力消費量を示していますが、BAU 各ケースとは推計方法が異なるため、数値としては一致していません。

表 4-50 民生家庭部門における二酸化炭素排出量と、燃料並びに電力のエネルギー需要量推計値（ケース 4 による推計値）

項目	単位	2013	2018	2025	2030	2040	2050
BAU 推計	千 t-CO ₂ /年	3,537	2,807	2,759	2,725	2,498	2,244
二酸化炭素排出量	千 t-CO ₂ /年	3,537	2,807	2,427	1,293	597	95
二酸化炭素排出量削減効果	千 t-CO ₂ /年	-	-	▲332	▲1,432	▲1,901	▲2,149
高気密高断熱化	千 t-CO ₂ /年	-	-	▲5	▲167	▲113	▲73
ZEH の導入	千 t-CO ₂ /年	-	-	▲24	▲98	▲488	▲605
省エネルギー行動の浸透と省エネルギー型家電の利用	千 t-CO ₂ /年	-	-	▲148	▲298	▲865	▲901
電力二酸化炭素排出係数の効果	千 t-CO ₂ /年	-	-	▲155	▲869	▲435	▲571
電力エネルギー需要	百万 kWh	4,142	3,571	3,293	3,224	1,713	1,224
	TJ	40,421	34,854	32,139	31,465	16,714	11,942
燃料エネルギー需要	TJ	20,063	14,759	11,071	6,747	3,457	1,780
合計	TJ	60,484	49,613	43,210	38,212	20,171	13,722
原油換算	千 kl	1,583	1,299	1,131	1,000	528	359

電力から原油への換算では、係数 9.76MJ/kWh を使用

(ウ) 施策を実施する上での課題と対策

a ストックして蓄積している古い住宅の省エネルギー化と脱炭素化

住宅の使用期間は 60 年程度と長いため、省エネルギー化されていない住宅が多く存在しています。これらの住宅では断熱性や気密性が低いため省エネルギー対策の効果が表れにくくなります。

そのため、ストックとなっている既存住宅で十分に高気密高断熱化されていない住宅を対象として、リフォームによる高気密高断熱化を進めるための取組が必要となります。

さらに高気密高断熱化を図りながら暖房や給湯の電化を図り、再生可能エネルギーを活用しやすくすることが課題です。この課題への対応としては、建築年代の古い住宅をリフォームする際の補助制度を手厚くすること等が考えられます。

b ZEH 化住宅の推進

住宅の ZEH 化を進めるためには、住宅の高気密高断熱化、太陽光発電システムの導入、冷暖房、給湯、台所用コンロ、照明や家電機器に至るまで省エネルギー性能の高い設備や機器の導入、さらに HEMS によるエネルギー管理が必要となります。

これら最新機器やこれまで標準的ではない設備を個人の自宅に導入していくためには、選択できる設備・機器の多様性、導入コストと経済的メリットのバランス、暮らしやすい住宅としての価値の向上が必要であり、技術開発やソフト面の支援が必要となります。

ZEH 導入に向けた取組として、補助金制度に加え、中古住宅として取引する場合に住宅の価値を保証するシステム、ZEH を導入しようとする消費者に向けた適切なアドバイスの提供などに取り組むことが必要です。

ZEH 化住宅が普及するよう取り組みを検討していきます。

c 地域としての取組の推進

コンパクトなまちづくりを進め、行政サービス、医療、介護、教育、買い物などのサービスを集約するとともに、地域コージェネレーション等の地域冷暖房システムを導入していくことで、多様な再生可能エネルギー又は未利用エネルギーの利用や、地域としてのエネルギー効率の向上、エネルギーの自立と防災対策、脱炭素化を同時に実現することが必要です。コンパクトなまちづくりは、自動車に依存しない暮らし方にも通じます。

このようなコンパクトなまちづくりの実施も温暖化対策の考えの一つです。しかし、実践するには、人々が生活する場所を移すことや戸建住宅から集合住宅への住み替え等をあと押しすることが考えられますが、転居や住み替えは大きな生活の変化や決断を伴うことであり、県民の皆様の理解を醸成し協力を得ていくことが課題となります。

また、本県における冬季の寒冷な気候と、森林資源の有効活用を考えると、地域の木質バイオマスを活用する熱供給システムの導入や木質ペレットの供給・利用の促進等の対策は、地域の木質資源の管理や利用と合わせた脱炭素に向けた取組として有効です。

キ 廃棄物部門における施策

(ア) 廃棄物部門における脱炭素化シナリオ

国が定めた地球温暖化対策計画において廃棄物部門における二酸化炭素排出量削減対策として挙げられている項目のうち、効果が大きい施策を以下に示します（表 4-51）。

表 4-5 1 廃棄物部門における効果的な二酸化炭素排出量削減対策

目標施策項目	概要	対象
廃棄物の削減・リサイクル率の向上	廃棄物の分別収集・リサイクルを推進して廃棄物の排出量を削減し、処理に伴う CO ₂ 排出量を削減する。	地方公共団体
一般廃棄物焼却施設における廃棄物発電の導入	一般廃棄物処理施設に廃棄物発電施設を併設し、焼却の熱を利用して発電を行う。	地方公共団体
廃棄物処理業における燃料製造・省エネルギー対策の推進	廃棄物の燃料化や、廃棄物処理施設の設備及び機器の省エネルギー化を進め、廃棄物処理量当たりの CO ₂ 排出量を削減する。	処理業者
下水道における省エネルギー・創エネルギー対策の推進	終末処理場の機器や設備を省エネルギー化するとともに下水処理によって生じる汚泥を燃料化する	下水道事業者

a 一般廃棄物の削減・リサイクル率の向上

本県の一人当たりの一般廃棄物の排出量は全国的にみて多いため、焼却処理の際に排出される二酸化炭素及び一酸化二窒素 (N₂O) が多くなっています。また、焼却処理の際にプラスチックの燃焼によって二酸化炭素が排出されることから、包装容器等のプラスチックをリサイクルし、焼却するプラスチック量を減少させることで、これら温室効果ガスの排出量を削減します。

b 廃棄物処理業における燃料製造・省エネルギー対策の推進

廃棄物を焼却処理する際に発生する熱は十分に利用されていないことから、この熱を利用した廃棄物発電を行い、未利用エネルギーの活用を図ります。廃棄物発電によって得られた電力を廃棄物処理場内で使用する電力として利用することで、焼却施設内での電力需要量及び二酸化炭素排出量の削減を図ります。

c 下水道における省エネルギー・創エネルギー対策の推進

本県では、汚水処理人口の普及率を 2030 年代前半で 100% に高めることを目標としています。本県の人口は 2050 年度に向けて減少していくため処分するし尿の量は徐々に減少していきますが終末処理場で処理するし尿量はあまり変化しません。

下水道事業では、終末処理場で使用する送風機やポンプ等の省エネルギー化を促進し、二酸化炭素排出量を削減します。

下水道事業で発生する下水汚泥を用いてメタンガスを製造するなどの有効活用を進めることにより、未利用エネルギーを活用し、化石燃料の燃焼に伴う二酸化炭素排出量を削減していきます。

また、下水処理水や汚泥は未利用資源であり、下水処理水を地域冷暖房の熱源として利用することや、下水汚泥の燃料化、消化ガスの燃料化等の創エネルギー対策に取り組めます。

(イ) 各施策の導入目標と効果の推計

a 一般廃棄物の削減・リサイクル率の向上

本県は、1人当たりの廃棄物の排出量が多い県であり、資源循環と脱炭素化を進めるために、廃棄物排出量の削減、リサイクルの推進、廃棄物の資源化に取り組みます。また、容器包装リサイクル法に基づく分別収集・リサイクルを推進し、廃棄物の排出量を削減します。

福島県廃棄物処理計画による一般廃棄物削減目標は次のとおりです。

2019年度	1,035 g/人・日（実績値）
2026年度	923 g/人・日以下（2019年比89%）
2030年度	860* g/人・日以下（2019年比83%）

（*2030年の全国平均値の推計）

この目標に沿って、1人1日当たり廃棄物の排出量が減少し、焼却処理される一般廃棄物が減少すると想定します。

また、福島県総合計画では、リサイクル率は2019年度の12.7%から2030年度の17.5%に引き上げる目標としています。現在は焼却処理されている廃プラスチック類をリサイクルする取組を進め、リサイクル率を4.8%に引き上げます。

さらに、本県では、廃棄物の資源化の一つとして廃棄物発電を実施しています。本県の廃棄物焼却施設における発電量は増加傾向にあり、今後も廃棄物発電を継続していきます。

(a) BAUの推計

一般廃棄物の焼却に伴って発生するCO₂量は、人口減少に伴い焼却される一般廃棄物排出量の減少に伴って減少していきます。一般廃棄物の焼却による二酸化炭素排出量の実績（2018年以前）及びBAU推計（2030年度以降）を以下に示します（図4-12）。

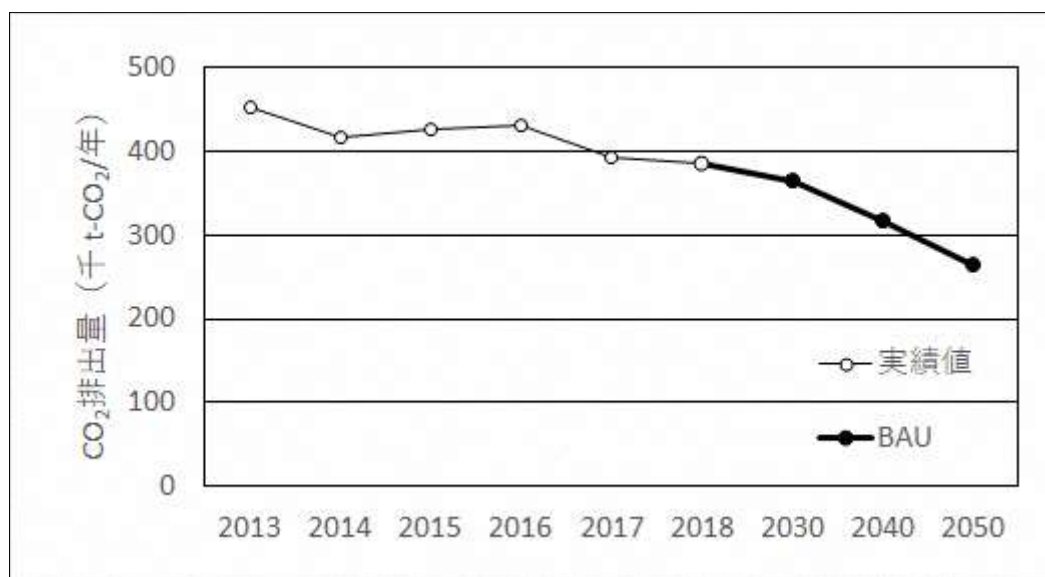


図 4 - 1 2 廃棄物の焼却に伴って発生する二酸化炭素排出量の実績値及び BAU 推計

(b) 二酸化炭素排出量削減効果

福島県における 2019 年度の 1 人 1 日当たりの一般廃棄物排出量は、1,035 g/人・日であり、全国平均の 918 g/人・日と比較すると多くなっています。本県では、一般廃棄物排出量の削減を目指しており、福島県総合計画に示されている一般廃棄物削減目標は、2030 年度の 1 人 1 日当たり廃棄物排出量として 860g/人・日以下（2019 年比 83%）です。

また、リサイクル率は 2019 年度の 12.7%から 2030 年度に 17.5%に引き上げる目標としています。目標達成に向けた取組により、焼却処理される廃棄物中のプラスチック類も減少すると考えられます。

1 人 1 日当たり廃棄物排出量は、2013 年度の 1,070 g/人・日から、2018 年度には 1,018 g/人・日に減少しています。2030 年度目標値を 860 g/人・日（2020 年度比 83%、10 年間で 17%減少）とし、さらに 1 人 1 日当たり廃棄物排出量を 2030 年度から 2040 年度までの 10 年間で、2040 年度から 2050 年度までの 10 年間で、2020 年から 2030 年と同様に、それぞれ 17%ずつ削減することを想定します。

焼却される廃棄物に含まれるプラスチックが二酸化炭素排出源となることから、一般廃棄物中のプラスチックのリサイクル率を高めていきます。リサイクル率を目標どおり引き上げ、廃棄物に含まれるプラスチックの比率を低下させます。2030 年以降も継続的にリサイクル率を高め、焼却されるプラスチック廃棄物の削減を図ります。

これらの対策を合わせ、一般廃棄物の焼却による二酸化炭素排出量を推計した結果を以下に示します（表 4 - 5 2）。2013 年の二酸化炭素排出量を基準としたとき、廃棄物処理による二酸化炭素排出量は、2030 年に 54%、2040 年に 31%、2050 年度に 16%に減少します。

2040 年から 2050 年の 1 人 1 日当たり廃棄物排出量の目標値は、2020 年度に対する 2030 年度の目標値の比率と同率である▲17%で、2030 年度か

ら 2040 年度、2040 年度から 2050 年度に減少するとしたときの値を推計
 しています（図 4-13）。

二酸化炭素（CO₂）排出量は、メタン（CH₄）、一酸化二窒素（N₂O）の排
 出量を地球温暖化係数にしたがって二酸化炭素量に換算して合計した排
 出量となります。

表 4-52 一般廃棄物処理による温室効果ガス排出量の目標値

項目	単位	2013	2018	2030	2040	2050
人口	万人	198	190	164	143	121
1人1日当たり廃棄物の排出量	g/人日	1,070	1,018	860	714	592
本県の廃棄物の排出量	千t/年	772	706	515	373	262
一般廃棄物中の焼却処理量	千t/年	634	580	422	306	214
一般廃棄物中の廃プラの割合	%	23.5	23.5	19.1	15.1	11.1
一般廃棄物中の廃プラ焼却処理量	千t/年	181	166	98	56	29
焼却処理による二酸化炭素排出量	千t-CO ₂ /年	488	447	264	151	78
炉別焼却処理量（全連続運転）	千t/年	470	430	313	227	159
炉別焼却処理量（准連続運転）	千t/年	136	125	91	66	46
炉別焼却処理量（バッチ運転）	千t/年	27	24	18	13	9
焼却処理によるメタン（CH ₄ ）排出量	t-CH ₄ /年	13	12	9	6	4
焼却処理による一酸化二窒素 （N ₂ O）排出量	t-N ₂ O/年	36	33	24	17	12
メタン（CH ₄ ）排出量の 二酸化炭素換算	千t-CO ₂ /年	0.32	0.30	0.22	0.16	0.11
一酸化二窒素（N ₂ O）排出量の 二酸化炭素換算	千t-CO ₂ /年	11	10	7	5	4
二酸化炭素＋メタン（CH ₄ ） ＋一酸化二窒素（N ₂ O）	千t-CO ₂ /年	499	457	272	157	82
BAU 推計	千t-CO ₂ /年	499	457	364	317	264
温室効果ガス排出削減量	千t-CO ₂ /年	0	0	92	160	182
2013年度比	%	100	92	54	31	16

出典：人口 住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査/総務省（2013年度、2018年度）

福島県人口ビジョン/福島県復興・総合計画課（令和元年12月更新）

1人1日当たり廃棄物の排出量 福島県廃棄物処理計画/福島県産業廃棄物課（令和4年1月）

一般廃棄物中の廃プラの割合 本県による調査結果（1999）

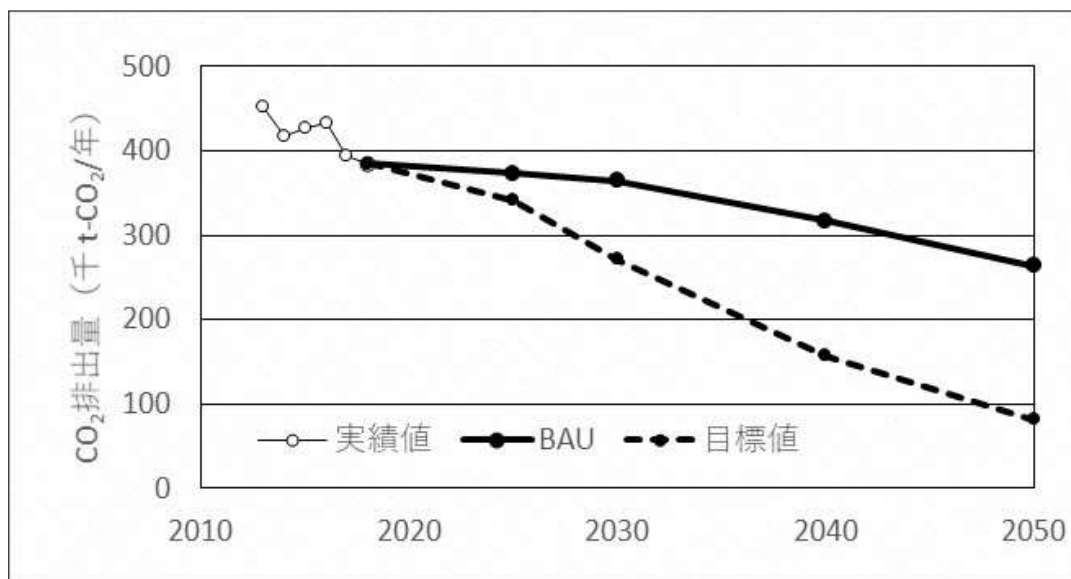


図 4-13 一般廃棄物の処理による二酸化炭素排出量の実績値と目標値

b 廃棄物焼却施設への発電設備導入による使用エネルギーの削減

福島県の廃棄物焼却施設における発電量は増加傾向にあるものの、2013年度以降は増加傾向が鈍化しています。2013年度以降の変動傾向を今後も継続、向上させていくことを目標とした廃棄物発電量の目標値を以下に示します(表4-53、図4-14)。また、廃棄物焼却施設への発電設備導入による二酸化炭素排出量削減効果を以下に示します(表4-53、図4-14)。

廃棄物発電による発電量のうち外部供給量は少ないため、発電した電力は主に焼却炉の運用管理において消費され、系統電力から供給を受ける電力量を削減します。

これらのことから、廃棄物処理場内で廃棄物発電を活用することによって得られる二酸化炭素排出量削減効果を以下に示します(図4-15)。

表 4-53 廃棄物焼却施設への発電設備導入による使用エネルギーの推移と将来目標、及び二酸化炭素排出量の削減効果

項目	単位	2013	2014	2015	2016	2017
総発電量	MWh	78,802	77,707	78,543	81,966	83,209
二酸化炭素削減量	千 t-CO ₂ /年	41	41	41	42	43

項目	単位	2018	2019	2030	2040	2050
総発電量	MWh	87,461	89,353	110,346	130,284	150,222
二酸化炭素削減量	千 t-CO ₂ /年	46	47	58	68	78

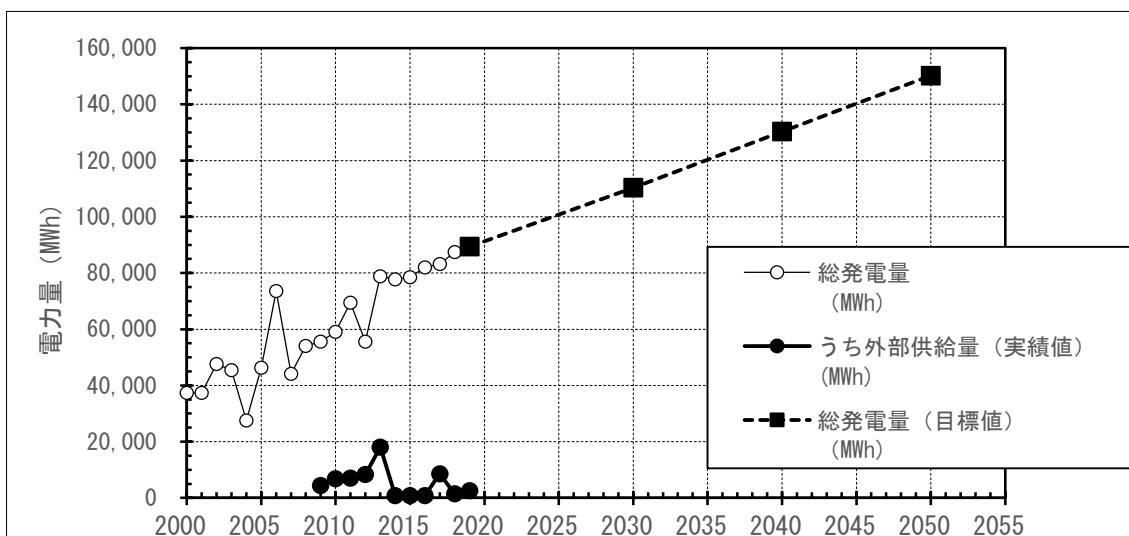
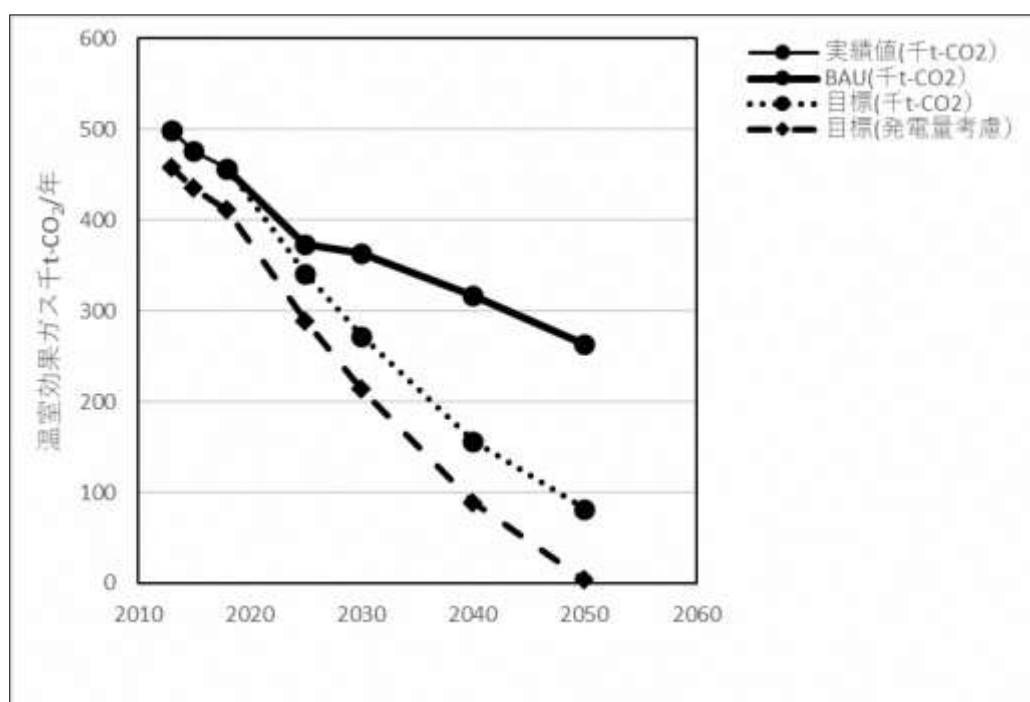


図 4 - 1 4 廃棄物発電による総発電量の実績及び目標値



「発電量考慮」では廃棄物発電による発電量に相当する CO₂ 量を目標から減じている

図 4 - 1 5 廃棄物発電を考慮した目標値

c 下水道における省エネルギー・創エネルギー対策の推進

一般的に下水処理量の増加に伴って下水事業に起因する二酸化炭素排出量は増加すると考えられます。本県では、「ふくしまの美しい水環境整備構想-適正な生活排水等の処理に向けて- (平成 22 年 6 月)」において、汚水処理人口普及率 (公共下水道、農業集落排水、浄化槽等による汚水処理) を、

2030 年代初頭にほぼ 100%とすることを整備目標としています。そのうち、公共下水道を利用する人口を 68.7%としています。

公共下水道での汚水処理では、送風機やポンプ等の設備を運転するため電力を使用しています。これら設備の適正運転や省エネルギー機器の導入を行い、1年間で平均2%の効率化を行っていきとし、下水処理事業に起因する二酸化炭素排出量と省エネルギーがないと想定した BAU 推計との差の推計値を以下に示します（表4-54）。

なお、下水処理過程において分解される有機物から発生する二酸化炭素は炭素循環の観点から、排出量から除外しています。

2013 年度の二酸化炭素排出量である約 40.8 千 t-CO₂/年に対して、2030 年度は約 23.3 千 t-CO₂/年、2050 年度は約 8.3 千 t-CO₂/年となります。

このうち電力二酸化炭素排出係数が 2018 年度の 0.522 kg-CO₂/kWh から、2030 年度には 0.250 kg-CO₂/年に低下、2050 年に 0 kg-CO₂/kWh に低下しているため、電力二酸化炭素排出係数の低下による削減量は、それぞれ 13.7 千 t-CO₂/年、14.2 千 t-CO₂/年です。

本県では、2018 年度の実績として、濃縮汚泥が 876,095 m³発生しています⁷。このうち、リサイクル利用されている汚泥は 74%（全国平均 75% 下水汚泥発生重量ベース）です。エネルギー又は緑農地利用されるバイオマスリサイクル率は 29%（全国平均 35%、下水汚泥中の有機物重量として）、エネルギー化率は 7%（全国平均 24%、下水汚泥中の有機物重量として）です。

下水汚泥のエネルギー化率の高い都道府県として、山形県（40%）、京都府（44%）、島根県（45%）、広島県（47%）、福岡県（48%）が挙げられます。エネルギー化率の高い政令指定都市では千葉市（56%）、横浜市（64%）、京都市（50%）、大阪市（51%）、広島市（68%）、福岡市（61%）、熊本市（67%）が挙げられます⁸。

これらの数値を参考として、本県の目標値を汚泥エネルギー化率の目標を設定すると、2018 年実績で 7%、2030 年までに 30%（現状の全国平均を上回る程度）、2040 年までに 50%（現状の都道府県のトップランナーを上回る程度）、2050 年には 70%（現状の政令指定都市のトップランナーを上回る程度）とします。

本県では、2016 年度は消化ガス発電施設での発電で 2.3 kWh（2016 年値）を発電しています⁹。2018 年度の実績では、全国の下水汚泥のエネルギー化率が 24%となっており、濃縮汚泥量は 77,601,569 m³となっています。これらの数値から、濃縮汚泥 1 m³をエネルギー化した場合、発生したバイオガス

⁷ 産業廃棄物排出処理状況調査報告書 平成元年度速報値

⁸ 国土交通省 下水道データ室

< https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd_sewerage_tk_000104.html >

⁹ 下水道施設における地域バイオマスの資源・エネルギー利用（国土交通省）、バイオマス産業社会ネットワーク第176回研究会

を用いて発電を行うことで約 0.7 kWh の電力が発電可能であると想定しました。この数値を用いて、本県における下水処理量等に基づき 2050 年までの下水汚泥のエネルギー化率目標と二酸化炭素排出量削減効果それぞれの推計を以下に示します（表 4-55）。

表 4-54 本県の下水事業に伴う温室効果ガス排出量推計値

項目	単位	2013	2018	2030	2040	2050
人口*1	万人	198	190	164	143	121
污水処理普及率*2	%	78.0	83.7	97.4	97.4	97.4
污水処理人口	万人	154	159	160	139	118
公共下水道人口	万人	100	102	113	98	83
下水道普及率*2	%	50.4	53.9	68.7	68.7	68.7
終末処理量	百万 m ³ /年	123	126	135	122	108
し尿処理+浄化槽人口	万人	55	57	47	41	35
終末処理場での電力消費量の原単位*3	kWh/m ³ /年	0.492	0.492	0.386	0.315	0.258
終末処理場での電力使用量	百万 kWh	61	62	52	38	28
終末処理場での二酸化炭素発生量	千 t-CO ₂ /年	31.5	32.1	27.0	20.0	14.5
終末処理場での一酸化二窒素 (N ₂ O) 発生量	t-N ₂ O/年	19.7	20.1	21.5	19.5	17.3
二酸化炭素換算した一酸化二窒素 (N ₂ O) 発生量	千 t-CO ₂ /年	5.9	6.0	6.4	5.8	5.2
終末処理場でのメタン (CH ₄) 発生量	t-CH ₄ /年	108.4	110.5	118.5	107.2	95.4
二酸化炭素換算したメタン (CH ₄) 発生量	千 t-CO ₂ /年	2.7	2.7	2.9	2.6	2.3
し尿処理+浄化槽の一酸化二窒素 (N ₂ O) 発生量	t-N ₂ O/年	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
二酸化炭素換算した一酸化二窒素 (N ₂ O) 発生量	千 t-CO ₂ /年	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
し尿処理+浄化槽によるメタン (CH ₄) 発生量	t-CH ₄ /年	26.8	27.7	23.1	20.1	17.0
二酸化炭素換算したメタン (CH ₄) 発生量	千 t-CO ₂ /年	0.7	0.7	0.6	0.5	0.4
下水事業での二酸化炭素排出量 電力二酸化炭素排出係数は 2018 以降一定	千 t-CO ₂ /年	40.8	38.0	37.0	29.0	22.5
下水事業での二酸化炭素排出量 2030 年度以降の電力二酸化炭素排出係数を変更	千 t-CO ₂ /年	40.8	35.5	23.3	18.8	8.3
BAU 推計	千 t-CO ₂ /年	40.8	41.9	45.0	40.6	37.1
下水道事業での二酸化炭素排出量削減効果	千 t-CO ₂ /年	0.0	0.0	▲21.7	▲21.8	▲28.8
下水道施設への省エネルギー機器の導入による削減効果	千 t-CO ₂ /年	0.0	0.0	▲8.0	▲11.6	▲14.6
電力二酸化炭素排出係数の変化による削減効果	千 t-CO ₂ /年	0.0	0.0	▲13.7	▲10.2	▲14.2

出典：*1 人口 住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査/総務省（2013 年度、2018 年度）
福島県人口ビジョン/福島県復興・総合計画課（令和元年 12 月更新）

*2 污水処理普及率 福島県廃棄物処理計画/福島県産業廃棄物課（令和 4 年 1 月）

*3 終末処理場での電力消費量の原単位 下水道政策研究委員会資料「下水道における資源・エネルギー施策の現状分析」/国土交通省（平成 25 年 12 月 17 日）

表 4-55 下水汚泥のバイオガス発電利用の目標値と二酸化炭素排出量削減効果

項目	単位	2018	2030	2040	2050
下水処理量	百万 m ³	126	136	123	113
濃縮汚泥	m ³	876,095	952,569	858,744	786,244
発電量	kWh	43,623	203,276	305,423	391,493
エネルギー化率	%	7 (実績値)	30 (目標値)	50 (目標値)	70 (目標値)
二酸化炭素排出量*1	千 t-CO ₂	0.02	0.11	0.16	0.20
二酸化炭素排出量*2	千 t-CO ₂	0.02	0.05	0.08	0.00

*1 電力二酸化炭素排出係数 0.522 kg-CO₂/kWh

*2 電力二酸化炭素排出係数 2018年は0.522 kg-CO₂/kWh、2030年以降は0.250 kg-CO₂/kWh
2050年は0 kg-CO₂/kWh

(ウ) 施策を実施する上での課題と対策

福島県は、1人1日当たりの廃棄物排出量が、全国的にも多い県です。家庭や事業所から排出される一般廃棄物の量が多く、ごみの発生量を減らすためには、県民の皆様の日常的な生活や業務の中で発生する廃棄物に対する意識を変え、行動変容に結び付けていくことが課題です。

特に、プラスチック製品についてリデュース、リユース、リサイクルに積極的に取り組み、廃棄物発生量を低減する必要があります。

そのためには、啓発活動による意識改革を行うとともに、実質的な廃棄物削減効果につながる制度について検討していきます。

(2) 非エネルギー部門温室効果ガスの削減

ア 福島県における排出の状況

本県における非エネルギー部門から発生する温室効果ガスの量を以下に示します(表4-56)。

2018年の非エネルギー部門の温室効果ガスの内訳としては、二酸化炭素(CO₂)の排出量は約571千tで、排出源は廃棄物由来とみられます。

メタンは、約415千t-CO₂の排出があり、農業活動によるものが約402千t-CO₂を占め、その他に自動車及び廃棄物処理に由来するものと推定されます。

一酸化二窒素(N₂O)は、約155千tの排出があり、農業活動によるものが約94千t-CO₂を占め、その他に燃料の燃焼や廃棄物処理に伴って一酸化二窒素(N₂O)が排出されています。

また、その他の温室効果ガスとして、ハイドロクロロフルオロカーボン、ハイドロフルオロカーボン等の代替フロン(HFCs)、有機フッ素化合物(PFCs)、六フッ化硫黄(SF₆)、三フッ化窒素(NF₃)等の排出量は、合計で約730千t-CO₂です。

国の定めた地球温暖化対策計画で示されている各温室効果ガスの削減対策の概要を以下のイからオに示します。

表4-56 非エネルギー部門温室効果ガスの排出量 BAU 推計

(単位：千 t-CO₂/年)

ガス	区分	2013	2018	2030	2040	2050
二酸化炭素 (CO ₂)	廃棄物	597	571	502	438	371
メタン (CH ₄)	農業活動	439	402	346	261	166
	自動車	4	2	2	2	1
	廃棄物	5	11	6	5	4
	メタン (CH ₄) 計	448	415	354	267	171
一酸化二窒素 (N ₂ O)	農業活動	100	94	81	61	39
	燃料の燃焼	112	37	32	28	24
	廃棄物	90	24	21	16	11
	一酸化二窒素 (N ₂ O) 計	302	155	134	105	74
代替フロン (HFCs)		444	639	562	516	463
有機フッ素化合物 (PFCs)		53	55	55	55	55
六フッ化硫黄 (SF ₆)		34	32	32	32	32
三フッ化窒素 (NF ₃)		2	4	4	4	4
合計		1,880	1,871	1,643	1,417	1,170
合計 (二酸化炭素以外のガス)		1,285	1,301	1,141	979	800

* 温室効果ガスの排出量を CO₂ 等量として示しています

イ メタン (CH₄) の削減対策

国の地球温暖化対策計画では、「稲作（水田）に伴い発生するメタン（CH₄）の対策として、水稲作の水管理によってメタン（CH₄）発生量を低減する「中干し*期間の延長」を地域の実情を踏まえて普及すること等により、排出量の削減を図る。」とされています。

独立行政法人農業環境技術研究所から、水田の中干しを通常よりも3～14日間延長することによって、イネの生長への影響を抑えながら、水田からのメタン発生を14～58%、平均30%抑制できることが報告されています¹⁰。

本県において中干しを実施する場合、作業に適した実施時期や期間、メタン排出量を抑制する効果などは明確ではありません。中干しを推奨するためには、それらの実施方法と効果について県内において検証し、その結果を営農者に伝え実践していただくことが必要であるため、メタン削減対策についても検討をしていきます。

¹⁰ 国立研究開発法人農業環境技術研究所 HP 中干し期間の延長で水田から発生するメタンを削減—水管理による温暖化対策—

<https://www.naro.affrc.go.jp/archive/niaes/techdoc/press/130626/>

* 「中干し」とは、田植えを終えて一定期間の後、夏季の暑い時期に水田の水を抜いて、土にヒビが入るまで乾かす作業です。土壌中に蓄積されたメタン等のガスを抜くことと、土壌中に酸素を供給して好気的な条件とし、更なるメタンの発生を抑制することが期待されます。

ウ 一酸化二窒素 (N₂O) の削減対策

施肥に伴い発生する一酸化二窒素 (N₂O) は、施肥量の低減、分施、緩効性肥料の利用により、排出量の削減を図ります。

下水汚泥及び一般廃棄物の焼却に伴い発生する一酸化二窒素 (N₂O) は、一般廃棄物発生量の削減、廃棄物処理の広域化等による全連続式焼却炉への転換や連続運転の処理割合増加により燃焼の高度化を進め、廃棄物焼却に伴う N₂O の排出削減に取り組みます。また、下水汚泥固形燃料化施設による燃料としての利用にも取り組みます。

エ 代替フロン等 4 ガス (HFCs、PFCs、SF₆、NF₃) の削減対策

代替フロンを使用する業務用冷凍空調機器等の機材について、ノンフロン・低GWP (地球温暖化係数) 製品の導入に理解を得るため県内のユーザーや消費者への啓発に取り組みます。

フロン類を使用する業務用冷凍空調機器の冷媒漏えい防止の推進として、機器のメンテナンスを行う設備業者の取組として、冷媒漏えいの早期発見に向けた機器の維持・管理の技術水準の向上やデジタル技術の導入、人材育成・確保等の取組を推進します。

また、本県の地球温暖化対策推進計画では、業務用冷凍空調機器廃棄時のフロン回収率を 2030 年度において 75% (2018 年度の現況値は 34%) まで向上させることを目指しており、業務用冷凍空調機器からのフロン類の回収・適正処理のため、「フロン類の使用の合理化及び管理の適正化に関する法律 (フロン排出抑制法)」、「使用済自動車の再資源化等に関する法律」、「家電リサイクル法 (特定家庭用機器再商品化法)」に基づく、業務用冷凍空調機器からのフロン類の回収・適正処理を推進します。

特に、業務用冷凍空調機器については、フロン排出抑制法に基づき、機器廃棄者、解体業者、廃棄物・リサイクル業者、フロン類充填回収業者など関係者の皆様が相互に確認できる仕組みを徹底します。

オ 非エネルギー部門由来の温室効果ガスの削減目標

以上を踏まえた、メタン (CH₄)、一酸化二窒素 (N₂O)、及びフロン類の削減目標を以下に示します (表 4-57)。

農業分野で発生するメタン (CH₄) 及び一酸化二窒素 (N₂O) は、今後の排出抑制手法の開発と普及に期待し、2030 年以降の目標削減量を 20% と設定しました。

フロン類は、「福島県地球温暖化対策推進計画」を踏まえ、2030 年度の目標回収率を 75%、2050 年度の目標回収率を 90% と設定しました。

なお、廃棄物の燃焼等に伴って発生するメタン (CH₄)、一酸化二窒素 (N₂O) の排出量抑制については、「4 (1) キ 廃棄物部門における施策」において検討しています。

表 4-57 農業部門起源のメタン (CH₄)、一酸化二窒素 (N₂O) 及びフロン類の
排出量予測及び削減効果

(単位：千 t-CO₂/年)

項目		2013	2018	2030	2040	2050
メタン (CH ₄) 農業活動	BAU 推計	439	402	346	261	166
	排出量予測	439	402	276	207	130
	削減効果	0	0	-70	-54	-36
一酸化二窒素 (N ₂ O) 農業活動	BAU 推計	100	94	81	61	39
	排出量予測	100	94	64	48	30
	削減効果	0	0	-17	-13	-9
代替フロン及び 有機フッ素化合物 (HFCs+PFCs)	BAU 推計	497	694	617	571	518
	排出量予測	497	694	234	130	78
	削減効果	0	0	-383	-441	-440
六フッ化硫黄 (SF ₆) (BAU 推計・排出予測量)		34	32	32	32	32
三フッ化窒素 (NF ₃) (BAU 推計・排出予測量)		2	4	4	4	4
合計 BAU 推計		1,072	1,226	1,080	929	759
排出量予測		1,072	1,226	610	421	274
削減効果		0	0	-470	-508	-485

廃棄物に由来する部分は、廃棄物部門で検討
SF₆、NF₃については削減対策量の推計を行っていない

(3) 対策によるエネルギー需要の変化予測

各部門で検討された対策では、施設や機器を電化することから、電力需要の増加が想定されるため、必要なエネルギー需要量を試算しました。

1 つめに、本ロードマップのシナリオに従って 2050 年までに各種対策を実施・達成した場合のエネルギー需要を試算すると、2050 年には 11,279 百万 kWh の電力需要、15,624 TJ の燃料需要が生じます (表 4-58)。

表 4-58 二酸化炭素排出量削減対策後のエネルギー需要

項目	区分	単位	2030	2040	2050
電力需要	産業部門	百万 kWh/年	6,573	6,395	6,489
	運輸部門	百万 kWh/年	274	1,485	1,551
	民生業務部門	百万 kWh/年	3,784	2,521	2,015
	民生家庭部門	百万 kWh/年	3,224	1,713	1,224
	合計	百万 kWh/年	13,855	12,114	11,279
燃料需要	産業部門	TJ/年	22,962	15,940	11,789
	運輸部門	TJ/年	37,551	6,381	1,618
	民生業務部門	TJ/年	5,159	2,019	436
	民生家庭部門	TJ/年	6,747	3,457	1,780
	合計	TJ/年	72,420	27,797	15,624
原油換算	電力需要	千 kl	3,540	3,095	2,882
	燃料需要	千 kl	1,896	728	409
	合計	千 kl	5,436	3,823	3,291

電力から原油への換算では、係数 9.76MJ/kWh を使用

2つめに、電力需要に加え、燃料需要も再生可能エネルギー電力で生産した新燃料（水素）で賄う場合のエネルギー需要について考察します。

将来的な電気分解のエネルギー効率の向上に加え、電解装置以外の施設・設備や、水素の保管・運搬等に消費されるエネルギーも考慮し、投入したエネルギーの75%を水素に転換可能として試算を行いました。

2050年の燃料需要（409千kl）分の水素製造に必要な電力は、15,624TJ（原油363千klに相当）と試算されます。2050年度の燃料需要（409千kl）を賄うだけの水素を製造する場合、電力のエネルギー需要（2050年度2,882kl/年）に燃料の需要量である原油換算409千kl/年、15,624TJ/年の約1.33倍量に相当する545千kl/年、20,832TJ/年の電力需要量が燃料需要に代わり電力需要として加算されます。合計すると、2050年度のエネルギー需要は、原油換算で3,427(2,882+545)kl/年になると推計されます。

3つめの一次エネルギー需要量の推計方法として、国立環境研究所による全国の2050年度のエネルギー需要予測を参考として、本県の2050年度エネルギー需要量の推計を行いました。

エネルギー源別エネルギー需要量の削減率を本県の2018年度のエネルギー源別エネルギー需要量に当てはめて、2050年度のエネルギー需要量を推計しています。その結果、国立環境研究所が公表している推計値を参考とした本県の2050年度のエネルギー需要推計値は、2,643～2,869千klとなります（表4-59、表4-60）。

表 4-59 国立環境研究所 (AIM) によるエネルギー需要予測値 (全国)

(単位: Mtoe)

エネルギー源	2018		2050			
			技術		+社会変容	
石炭	48	a	8	a'	7	a''
石油	117	b	5	b'	5	b''
ガス	33	c	1	c'	1	c''
再エネ等	12	d	13	d'	11	d''
電力	76	e	77	e'	70	e''
新燃料	0	f	50	f'	50	f''
非エネ (化石)	33	g	16	g'	14	g''
非エネ (合成・バイオ)	0	h	15	h'	13	h''
合計	321	i	187	i'	165	i''

出典: 2050 年脱炭素社会実現に向けたシナリオに関する一分析(国立環境研究所)を参考に推計

表 4-60 本県のエネルギー需要量に関するエネルギー源別推計値と合計値

エネルギー源	2018			2050			
	TJ	Mtoe		技術 Mtoe		+社会変容 Mtoe	
石炭	8,295	0.20	p	0.03	$p' = p \times a' / a$	0.03	$p'' = p \times a'' / a$
石油	54,085	1.29	q	0.06	$q' = q \times b' / b$	0.05	$q'' = q \times b'' / b$
ガス	15,451	0.37	r	0.01	$r' = r \times c' / c$	0.01	$r'' = r \times c'' / c$
再エネ等	9,702	0.23	s	0.25	$s' = s \times d' / d$	0.21	$s'' = s \times d'' / d$
電力	46,173	1.10	t	1.12	$t' = t \times e' / e$	1.02	$t'' = t \times e'' / e$
新燃料	0	-	u	0.71	$u' = Z' \times f' / Y'$	0.71	$u'' = f'' / Y''$
非エネ (化石)	900	0.02	v	0.23	$v' = Z' \times g' / Y'$	0.20	$v'' = g'' / Y''$
非エネ (合成・バイオ)	0	-	w	0.21	$w' = Z' \times h' / Y'$	0.18	$w'' = h'' / Y''$
合計 (Mtoe)	-	3.20	x	2.62	x'	2.41	x''
合計 (TJ)	134,605	-		106,483	-	100,953	-
原油換算(千 kl)	3,524	-		2,869	-	2,643	-

$Y' = a' + b' + c' + d' + e'$ (表4-59を参照)

$Y'' = a'' + b'' + c'' + d'' + e''$ (表4-59を参照)

$Z' = p' + q' + r' + s' + t'$, $Z'' = p'' + q'' + r'' + s'' + t''$

1 toe = 41.87 GJ, 1,000 toe = 42TJ, 1toe=1.165 kl

原油 1L=38.2 MJ, 1kl=38.2GJ

出典: 都道府県別エネルギー消費統計/資源エネルギー庁(2018 年度)

3つの方法で、2050年度のエネルギー需要を推計した結果、いずれの方法であっても、2050年度のエネルギー需要量は原油換算で3,000千kl程度と推計されます。

将来のエネルギー需要の推計値は、多くの不確実性を含んでいることを考慮すると、3つの方法による将来の一次エネルギー需要量の推計値は、それほど大きな乖離はないものと考えられます。

(4) 再生可能エネルギー導入

国や地域の脱炭素を進める上で、石炭、石油、ガス等の化石資源に由来するエネルギー消費量を減らし、再生可能エネルギーに由来する電力や水素、アンモニア等の利用に切り替えていく必要があります。

ア 再生可能エネルギーの導入目標値

福島県再生可能エネルギー推進ビジョン 2021 では、再生可能エネルギー導入（発電量等）の目標値は、下記（ア）から（ウ）のとおり設定されています。

本県の再生可能エネルギーポテンシャルと再生可能エネルギー導入量について、環境省再生可能エネルギー情報提供システムから得られた情報を以下に示します（表 4-6 1）。環境省再生可能エネルギー情報提供システムが示す導入ポテンシャルは、地形や気象条件から推定されるポテンシャル量であり、ポテンシャル量を全て再生可能エネルギーとして活用することは困難です。しかし、本県の再生可能エネルギー導入量とポテンシャル量を比較すると、まだ導入を進める余地があると考えられます。

主な再生可能エネルギーである太陽光発電と陸上風力発電について、全国及び都道府県別の人口 1 人当たりの発電量（ポテンシャル）を求めたものを以下に示します（図 4-1 6）。

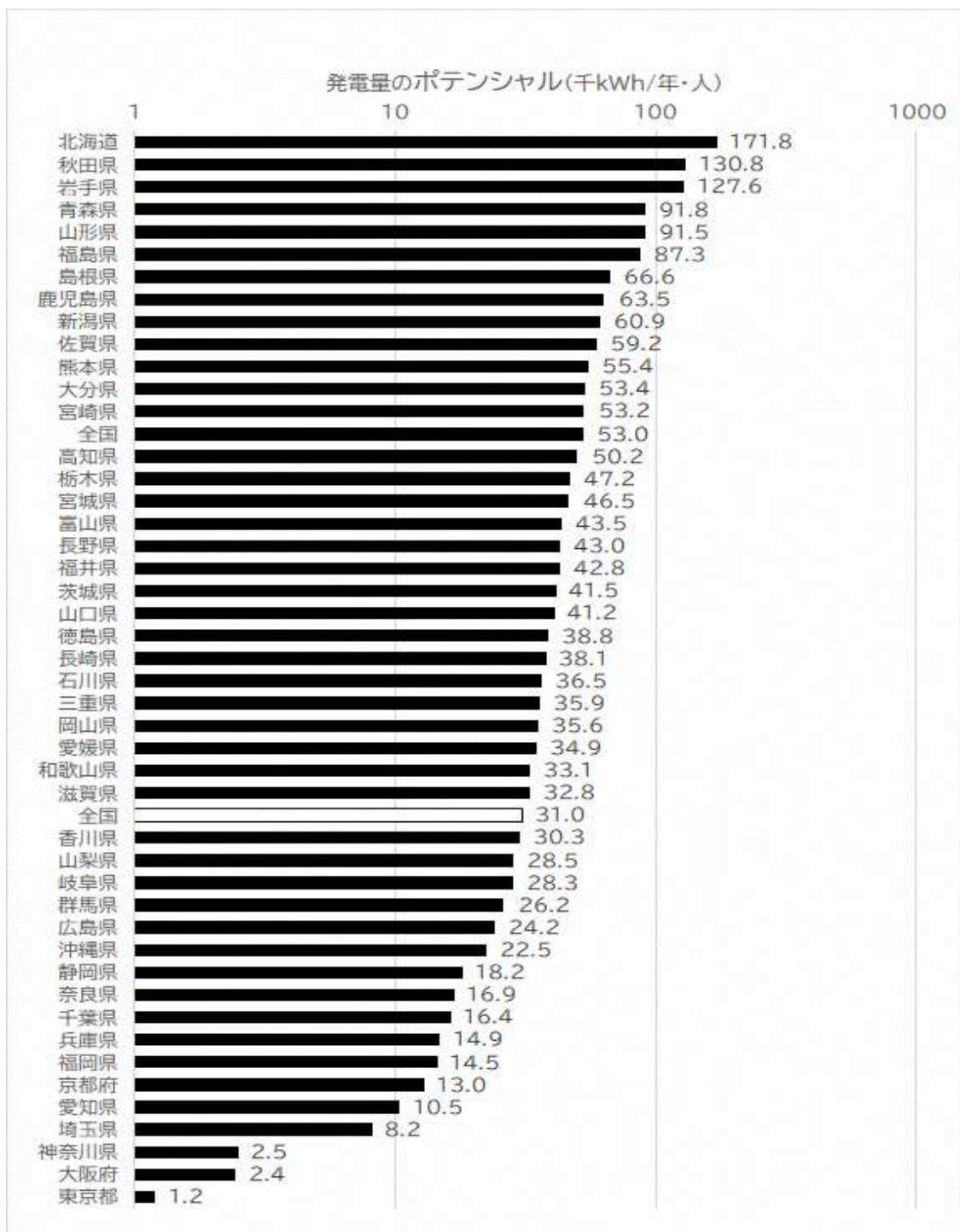
本県に存在する再生可能エネルギーの県民一人当たり発電量ポテンシャルは 87.3 kWh/年・人であり、全国値 31.0 千 kWh/年・人に対し高い値を示しています。

この豊富な再生可能エネルギーのポテンシャルと、主たるエネルギー消費地である関東圏に近いという特長を生かし、国全体の脱炭素化に貢献するとともに、再生可能エネルギーによる経済的メリットを得ていくことが考えられます。

表 4-61 本県の再生可能エネルギーポテンシャルと再生可能エネルギー導入量

再生可能エネルギー		導入ポテンシャル（レベル3）				導入量	
		施設容量	単位	発電電力量	単位	施設容量	単位
太陽光 発電	合計	104,487	千 kW	120,951,300	千 kWh/年	861	千 kW
	住宅用等	4,468	千 kW	5,308,204	千 kWh/年	-	-
	公共用等	100,019	千 kW	115,643,096	千 kWh/年	-	-
風力発電	陸上風力	14,328	千 kW	39,042,445	千 kWh/年	160	千 kW
中小水力	合計	515	千 kW	-	-	15	千 kW
	河川	515	千 kW	-	-	-	-
	農業用水路	<1	千 kW	-	-	-	-
地熱	合計	262	千 kW	17,365	千 kWh/年	0.4	千 kW
	蒸気 フラッシュ	236	千 kW	590	千 kWh/年	-	-
	バイナリ	7	千 kW	645	千 kWh/年	-	-
	低温 バイナリ	19	千 kW	16,130	千 kWh/年	-	-
太陽熱		103	億 MJ/ 年	-	-	-	-
地中熱		1,107	億 MJ/ 年	-	-	3	千 kW

出典 環境省再生可能エネルギー情報提供システム/環境省（2021年12月2日 出力）



出典：環境省再生可能エネルギー情報提供システム/環境省（2021年12月2日 出力）
 国勢調査/総務省（令和2年）

図4-16 都道府県別 太陽光発電L3+陸上風力発電の1人当たり発電量
 (ポテンシャル)

(ア) 2025 年目標

県内電力消費量（約 15,000 百万 kWh/年）の 100%以上のエネルギーを再生可能エネルギーで生み出します。

また、再生可能エネルギーの拡大導入に向けて、福島県再生可能エネルギー推進ビジョン 2021、及び地球温暖化対策推進計画で設定されている数値目標である、県内での再生可能エネルギー・水素関連の研究実施件数を累計 1,085 件（2020 年度から 510 件増）まで増加させることを目指します。

(イ) 2030 年目標

2040 年頃を目途に県内の一次エネルギー需要量の 100%を再生可能エネルギーで生み出すことを目標としており、この目標を達成するため、2030 年の中間目標を 70%とします。

県内の 2030 年一次エネルギー需要量の推計値は 5,575 千 k1 原油換算ですので、この 70%、約 3,903 千 k1 原油換算の一次エネルギーを再生可能エネルギーで生み出します。

また、定置式水素ステーションの基数と設置箇所を 20 基 14 箇所（2020 年度から 19 基 13 箇所増）とすること、木質燃料使用量を 900 千 t 以上（2019 年度から約 269 千 t 増加）とすること、県内での再生可能エネルギー・水素関連の研究実施件数を累計 1,595 件（2020 年度から 1,020 件増）まで増加させることを目標とします。

(ウ) 2040 年目標

県内のエネルギー需要量の 100%以上に相当する量のエネルギーを再生可能エネルギーで生み出します。

県内の 2040 年一次エネルギー需要量の推計値は約 4,225 千 k1 原油換算であり、この一次エネルギーによって供給されるエネルギー量の 100%以上に相当するエネルギーを再生可能エネルギーで生み出します。

イ 再生可能エネルギー導入を推進していくための課題と対策

(ア) 太陽光発電所及び風力発電所の導入拡大

再生可能エネルギー導入では、導入ポテンシャルが大きい太陽光発電所及び風力発電所の導入を優先して進めることが有効です。

2030 年の太陽光発電導入の目標（施設容量）は 3,300 千 kW であり、風力発電の目標は 720 千 kW です。本県の再生可能エネルギーポテンシャルは、太陽光発電で 104,487 千 kW、陸上風力発電で 14,328 千 kW であり、導入ポテンシャルとしては、導入目標よりも太陽光発電、陸上風力発電ともに大きく、十分なキャパシティーがあります。

今後は、天候によって変動しやすい再生可能エネルギーを大量に導入した際の電力供給の安定性維持や、太陽光によるエネルギー供給が見込めない冬季の夜間に増加する暖房用の電力需要に対応したエネルギー源の確保などの課題を解決していくため、多様性のある再生可能エネルギー源の創出と電力システム等の整備・強化を推進していくよう取り組みます。

(イ) FIT 制度やFIP 制度への対応

2012 年度から開始（住宅用太陽光発電等の一部については 2009 年度から）した再生可能エネルギー電気に関する固定価格買取制度（FIT）によって、太陽光発電を中心として導入が進みました。一方で FIT 制度開始当初の太陽光発電の高額な買取価格によって様々な事業者が参入した結果、社会インフラである発電事業者としての責任、再生可能エネルギー賦課金の電力料金への影響、発電種別の偏り等の問題点が指摘されています。

これからの再生可能エネルギー導入は、特定の発電種別に偏ることなく利用可能な資源について最大限に活用するとともに、コスト低減や再生可能エネルギーの価値向上を進め、自立的な普及を推進していきます。

2022 年から FIT 制度に加え、大規模太陽光発電や風力発電等の競争力のある電源については、FIP (Feed-in-Premium) 制度が導入されます。FIP 制度では電力の市場取引が基本であり、競争力のある再生可能エネルギーの市場統合と再エネ導入拡大を目指すものです。これらの制度の動向を見ながら、再エネ開発や周辺ビジネスの創出や活性化を図ります。

(ウ) 景観や環境への配慮

大規模な太陽光発電施設は、広い面積に太陽光パネルを設置することから、周囲の景観や環境に対する影響に配慮する必要があります。また、陸上風力発電所を山中に設置する等の開発行為では、周囲の景観に及ぼす影響、発電施設へのアクセス道路の影響、伐採した木材の処理等へ配慮することとなるよう取り組みます。

(エ) 水素等の新燃料の社会実装

主な再生可能エネルギーである太陽光発電や風力発電では、エネルギーとして電力を生み出します。直ぐに使用しない電力は、揚水発電所や蓄電池に蓄え、必要に応じて電力として取り出して使用することが行われています。

一方、産業部門では電力では得られない高い温度を必要としていること、大型貨物自動車や飛行機の運行には燃料が必要であること等、電力では代替することが難しい燃料への需要があります。

今後、大量の再生可能エネルギーや未利用エネルギーを開発し、得られる余剰電力を用いて水素、アンモニア、メタン等の新燃料を製造するか、海外から再エネ由来の新燃料を輸入するなどの手段によって、これら新燃料を量的に確保し、火力発電所や、高温度を必要としている工場、大型車等の燃料として使用していくことが考えられています。

再生可能エネルギー等から製造、調達する新燃料を社会実装するためには、新燃料を安定、大量、安価に社会に提供することが必要であり、新燃料の調達や流通には技術開発や社会システムの変革が課題となります。

本県では、浪江町に設置された福島水素エネルギー研究フィールドや、港湾における水素やアンモニア等の輸入・貯蔵等の実現を目指すカーボンニュートラルポート形成の推進等をはじめ、新燃料を社会実装していくための具体的な取組を進めていきます。

(オ) 人材育成

再生可能エネルギーの施設を企画し、その設置、維持、管理、系統への接続を行って、地域や外部に安定した電力供給を行っていくため、専門的な知識と技術をもった人材の育成と確保が課題となります。本県では、産業技術総合研究所福島再生可能エネルギー研究所（FREA）や県立テクノアカデミー、大学等と連携した地元の高校生・大学生・企業人を対象として再生可能エネルギー関連産業を担う人材を育成してきました。今後も様々な機関と連携を図りながら、高い専門性をもつ人材の育成に取り組んでいきます。また、再生可能エネルギー事業における失敗事例を共有できるしくみについても検討します。

(カ) 関連産業の育成・集積

再生可能エネルギーの導入拡大や、国内外のカーボンニュートラルに向けた動きが加速するなか、県内に再生可能エネルギー・水素関連の技術開発に取り組む企業・研究機関を始め、関連部品の製造や設備の維持・管理を担う企業などが集積することにより、経済と環境の好循環が生み出されることが期待されています。

本県では、再生可能エネルギー先駆けの地の実現に向けて、産総研福島再生可能エネルギー研究所やエネルギー・エージェンシーふくしまを始めとした関係機関と連携を図りながら、県内企業のネットワーク構築から、新規参入、人材育成、研究開発、事業化、販路拡大、海外展開まで一体的・総合的に支援し、再生可能エネルギー・水素関連産業の育成・集積を進めてきました。

今後は、これまでの取組に加え、固定価格買取期間終了などによる使用済太陽光発電設備のリユース・リサイクル技術開発の推進や、更なる導入拡大が見込まれる風力発電設備の適切な維持・管理が求められる中でのメンテナンス産業の育成・集積などを推進します。

(キ) 家庭用太陽光発電の普及

一戸建住宅や公共施設、工場等の屋上に太陽光発電機器を設置することで再生可能エネルギーの導入を推進します。

2018年の実績として、本県の一戸建住宅（住宅専用）は約66万戸で太陽光発電システムを設置している住宅は40,500戸（約6.1%）です。

今後、新築住宅を建設する際に、太陽光発電システムを導入する比率を高める必要があります。また、ストックとなっている既存住宅であっても太陽光発電システムを設置することは可能であることから、リフォーム等の機会に太陽光発電システムの導入を検討していただけるよう普及啓発を継続的に実施し、個人が太陽光発電システムを自宅に導入する取組を支援することが必要です。

本県では、福島県住宅用太陽光発電設備等補助制度（家庭等で新たに太陽光発電設備を設置する場合や、太陽光発電設備に蓄電設備、EV充電設備を併設する場合の費用に補助金が交付されるもの）が設けられており、本制度の活用を今後も推奨していきます。

2009年度から開始されたFIT制度ですが、一部の契約では既に契約期間が満了しFIT制度を卒業した住宅用太陽光発電システムが生じています。FIT制度の契約が満了する世帯は、今後も増加していきます。また、高額であった電力の買取価格が低下し、購入する電気料金よりも安価になったことから、住宅に蓄電池などを設置して、余剰電力を自ら貯めて使う自己消費型に転換していく動きもあります。

太陽光発電システムを設置している住宅に、蓄電池とHEMSを導入することによって、二酸化炭素を排出しない住宅（ZEH）とすることも実現可能となっています。

特に新築物件については、当初から高気密高断熱化と空調や給湯の省エネルギー化を図り、太陽光発電システム、蓄電池、HEMSを導入することで、ZEHの拡大を推進します。

2030年には全ての一戸建住宅の20%以上、2040年には34%以上、2050年には47%に太陽光発電機器を導入し住宅のZEH化を図ります。

なお、これまで導入されてきた太陽光パネルの交換・廃棄にかかるコストについては、廃棄等費用積立ガイドライン（2021年9月公表 資源エネルギー庁）が制定され、2022年7月から太陽光発電事業者に対して、原則として源泉徴収的な外部積立を求める制度が始まります。

（ク）既存事業等と再生可能エネルギーの結びつけ

産業部門や民生業務部門においては、その産業や事業の特性を活かして再生可能エネルギーと結びつけることで、再生可能エネルギーの導入を図ることができると考えられます。

例として、不動産関連業者による未使用の土地を再生可能エネルギーの発電施設として活用する方法や、養鶏事業者による養鶏場で発生した鶏糞を廃棄せずにバイオマス燃料として活用する等の方法が挙げられます。

こういった考え方等から、既存の産業や事業に関わる方々にも再生可能エネルギーの導入を実施できる立場となり得ることを理解し、実践していただくことで、更なる再生可能エネルギーの導入促進が可能であると考えられます。

（5）林業振興による二酸化炭素吸収量の増加

本県における森林による二酸化炭素吸収量の目標値として、1,300千t-CO₂/年を設定します。現状における本県の吸収量は、2014～2018年度の平均値として1,288千t-CO₂/年です。森林の樹齢が上昇している現状を踏まえると、造林面積が増えない限り、吸収量の増加は見込めません。木材需要、林業を担う人材、本県の一部では放射性物質の除染が完了していない状況であることを鑑み、現状維持を将来目標とします。

本県において、森林の二酸化炭素吸収量を維持、向上を図るためには、森林の樹木を樹齢の高い古い樹木から、若くて成長のよい樹木に置き換えていくことが必要ですが、長期的な木材需要の低下や、就労人口の減少、高齢化等から、森林の維持管理や伐採、運搬に必要な人材の確保が難しくなっています。このため、森林の

適切な管理が不十分となり、森林による二酸化炭素吸収量は減少していくことが懸念されます。

上記の現状を踏まえながら、本県の地球温暖化対策推進計画では2030年までに森林整備面積を8,000 haまで増加させる（2020年度の現況値は6,004 ha）ことや、1人当たりの都市公園面積を15.2 m²/人まで増加させる（2019年度の現況値は14.2 m²/人）ことを目指しています。2050年に向けて森林による吸収量を増加させると、林業を成長産業とし、県内の多くの森林において適切な管理が行われるような状況を作ることが必要となります。

県産木材が、国内木材需要の喚起や、良質な木材製品を海外に輸出するなど、A材やB材の需要を喚起し、林業に取り組む事業者や従業者が適切な収益を得られることが重要です。

また、森林管理や伐採に関わる業務は、作業の危険性が高く重労働であり、労働者から避けられている可能性があります。自動化林業機械の開発や導入など作業の機械化を進め、作業の安全性向上と労働の軽減を図ることが、人材不足への対応として必要です。

森林資源の管理には、ドローンにセンサーを搭載して測量を行うなどのデジタル化技術導入による効率化や、それらデータに基づいた長期的な生産・販売計画の立案や実行が考えられます。

木材利用については、建築物の木造化等を積極的に進めることが重要です。このため、高層建築物等の木造化に資する木質建築部材の開発や工法の標準化等、木材の新たな価値を引き出す取組を行います。

木材製品の利用が拡大することによって、木材による炭素の長期・大量貯蔵が期待できます。

（6）脱炭素に向けた理解の醸成や情報提供による行動変容

本ロードマップに示した目標を達成するには、県民の皆様や県内で事業活動を展開する事業者の方々の理解と協力が必要となります。

県民の皆様には、日常の暮らし方、例えば日常生活で使用する住宅の建て替えや、自動車や家電製品の購入の際には、より省エネルギータイプの住宅や製品を選択していただくなどの協力が必要となります。

事業者の方々が、工場を建てたり、設備を更新したりする際には、エネルギーマネジメントシステムの導入や省エネルギータイプ機材の導入を進めていただくことが必要です。

エネルギーを効率的に使う方法やそのメリットについて分かりやすく整理し、情報発信することによってカーボンニュートラルの実現に向けた機運を盛り上げていき、個人や企業の行動変容を促していきます。

5 まとめ

(1) BAU 推計の結果

今後、現状以上の追加的な対策を講じず、温室効果ガス排出量と関連する条件や活動量（社会情勢や人口・世帯数等）のみが経時的に変化すると仮定し、それら条件や活動量の将来予測に基づいて 2030 年、2040 年、2050 年の温室効果ガス排出量を推計しました。

その結果、温室効果ガス排出量の BAU 推計は、2030 年度では、約 15,832 千 t-CO₂/年（2013 年度比 15.4%減少）、2040 年度では、約 14,779 千 t-CO₂/年（2013 年度比 21.0%減少）、2050 年度では、約 13,518 千 t-CO₂/年（2013 年度比 27.7%減少）となりました（図 5-1）。

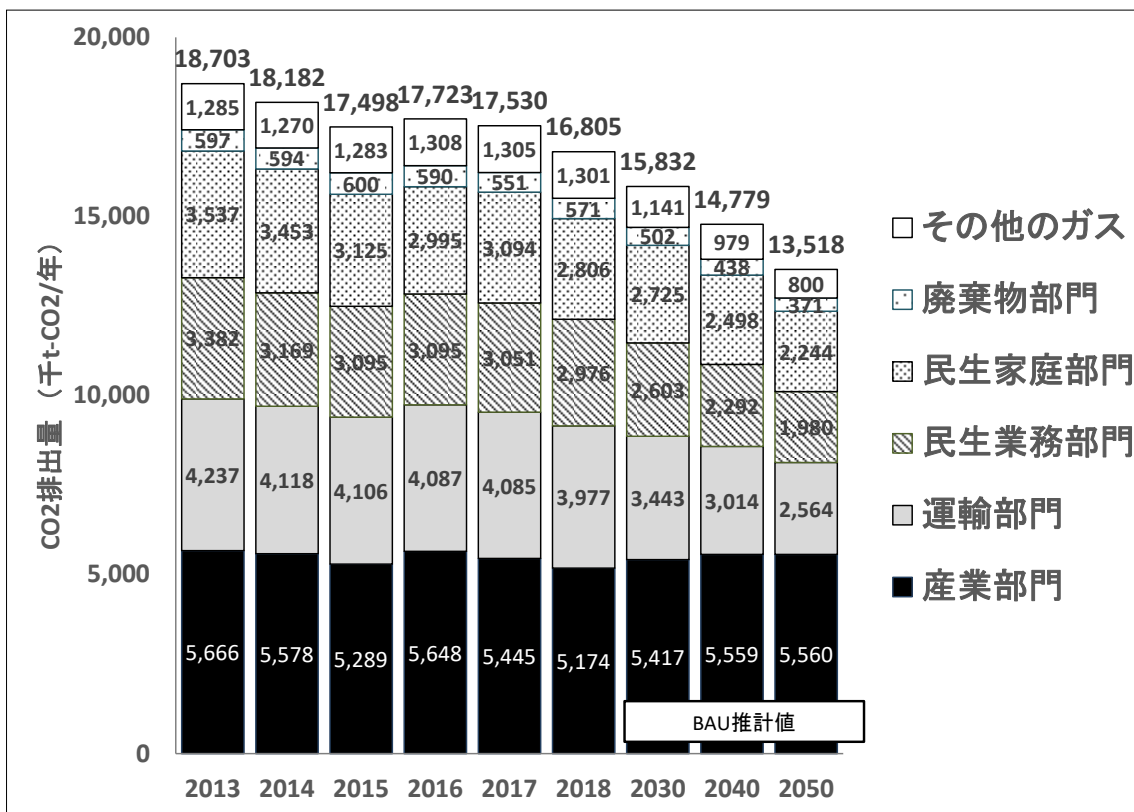


図 5-1 温室効果ガス排出量の BAU 推計結果（再掲）

(2) 脱炭素化に向けた対策・削減効果

本ロードマップでは、国の地球温暖化対策計画において挙げられている対策のうち、比較的温室効果ガスの削減効果の高い対策を実施することで、温室効果ガスがどの程度削減するかについて検討を行いました。

各部門における活動において、エネルギーの合理的な利用と脱炭素化を進めるため、省エネルギー効果の高い設備や機器の導入や二酸化炭素排出量の少ないエネルギーへの転換を図り、あわせて、再生可能エネルギーの導入を推進していきます。

ア 2050年カーボンニュートラルに向けた考え方

2050年カーボンニュートラルを達成するために、以下の考え方のもと、エネルギー消費量と二酸化炭素排出量の削減を図ります（図5-2）。

- 省エネルギー対策の徹底
家電製品、機材、施設、車両等の省エネルギー化と適切な利用による省エネルギー対策を推進します。
- 電化及び低炭素燃料への切り替え
再生可能エネルギー導入に向けた電化、石油・石炭等から二酸化炭素排出量が比較的少ない天然ガスや都市ガスへ燃料を転換します。
- 再生可能エネルギー導入と再生可能エネルギー由来の新燃料の導入
再生可能エネルギーの導入、CCSを組み合わせた火力発電等による電力の脱炭素化、再生可能エネルギーに由来する新燃料（水素、アンモニア、メタン）の導入を進めます。
- 暮らし方や社会の在り方の見直し
社会、まち、交通、生活、消費を見直し、省エネルギーと脱炭素化を推進します。

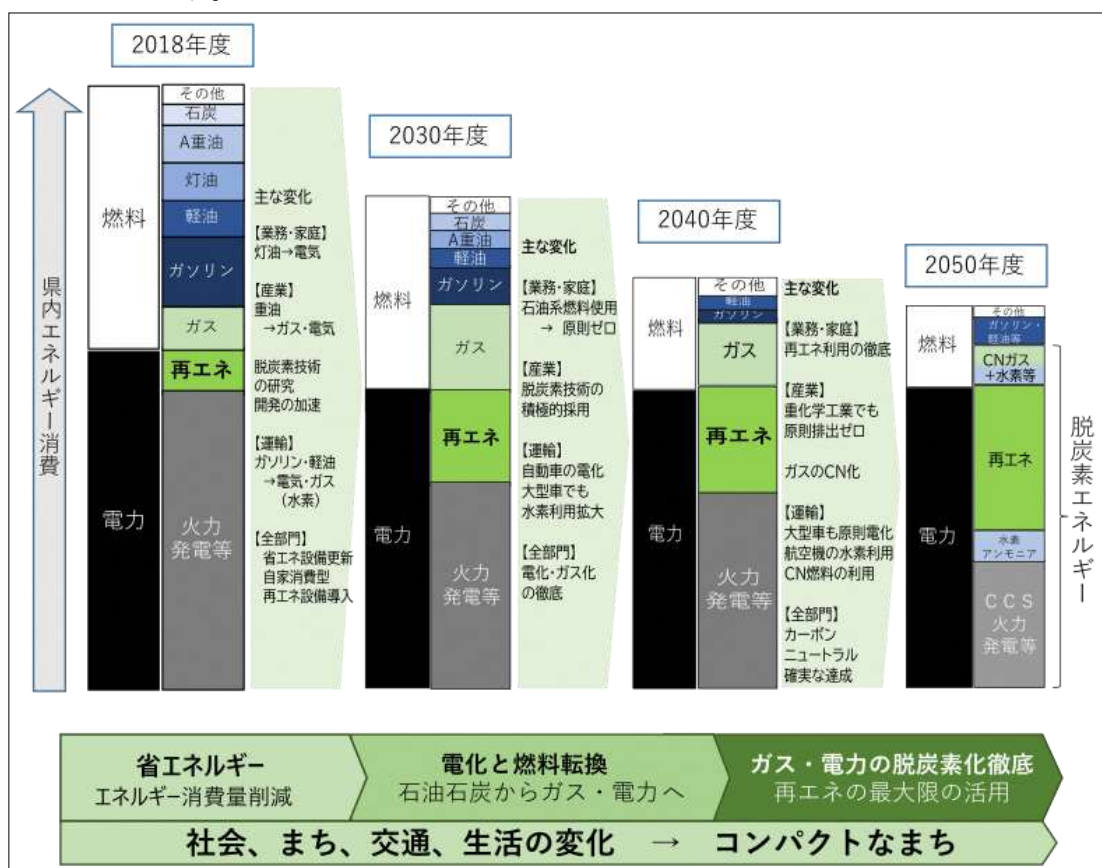


図5-2 2050年カーボンニュートラル達成に向けた考え方

イ 各部門で取り組む施策

本ロードマップにおいて、二酸化炭素排出量の削減を目的として検討した各種対策を部門別にリスト化し、それぞれの対策における二酸化炭素排出削減量を目標値に設定し、この目標を達成するために今後、関係機関と連携して取り組んでいきます（表5-1、図5-3）。

表5-1 温室効果ガス排出量削減対策及び削減量の年度目標（再掲）

（単位：千t-CO₂/年）

部門		対策項目	2030年度	2040年度	2050年度
産業部門	農林水産業	園芸施設へのヒートポンプの導入	27	41	62
		省エネルギー農機の導入	0	1	1
		省エネルギー漁船の導入	1	2	4
		電力二酸化炭素排出係数の効果	10	15	44
	建設業	省エネルギー建設機器の導入	14	26	17
		電力二酸化炭素排出係数の効果	26	21	57
	製造業	省エネルギー（照明）	31	32	33
		省エネルギー（空調他）	4	5	8
		省エネルギー（高効率モータ）	20	129	269
		省エネルギー（その他）	38	156	203
		製造業へのヒートポンプの導入	266	368	587
		低炭素工業炉の導入	92	446	430
		高効率ボイラーの導入	15	11	0
		ガスへの燃料転換	88	120	87
		FEMS（工場エネルギー管理システム）の導入	67	274	29
		電力二酸化炭素排出係数の効果（調整量*を含む）	1,095	1,213	3,104
	運輸部門	車両燃費向上・エコドライブ	369	439	363
		次世代車の導入	207	1,025	907
		EVの導入	23	137	142
輸送効率化		53	32	23	
ライフスタイルの変化		0	62	100	
自動車以外の対策		23	28	55	
電力二酸化炭素排出係数の効果		75	404	810	
民生業務部門	省エネルギー機器（照明）	128	281	243	
	省エネルギー機器（その他）	74	390	449	
	ガス転換	11	16	27	
	業務用ヒートポンプの導入	1	43	71	

部門	対策項目	2030 年度	2040 年度	2050 年度
民生業務部門	BEMS (ビルエネルギー・マネジメントシステム) の導入	130	129	117
	電力二酸化炭素排出係数の効果	1,029	686	1,052
民生家庭部門	高气密高断熱化	167	113	73
	ZEH の導入	98	488	605
	省エネルギー行動の浸透と省エネルギー型家電の利用	298	865	901
	電力二酸化炭素排出係数の効果	869	435	571
廃棄物部門	廃棄物削減・リサイクル	92	160	182
	廃棄物発電	58	68	78
	下水処理施設への省エネルギー機器の導入	8	12	15
	電力二酸化炭素排出係数の効果	14	10	14
その他ガス	農業分野メタン (CH ₄) 削減	70	54	36
	農業分野一酸化二窒素 (N ₂ O) 削減	17	13	9
	代替フロン回収	383	441	440

* 社会変化等による二酸化炭素排出量の増加を想定し、調整量とした。

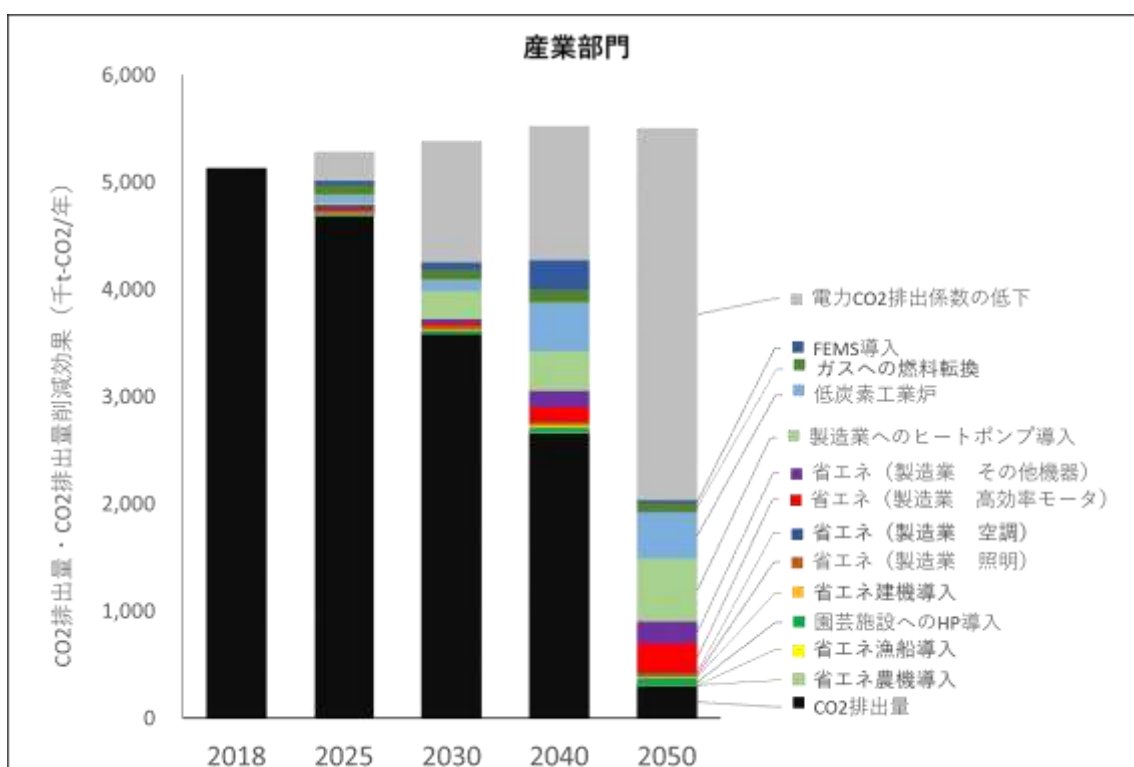


図 5-3 温室効果ガス排出量の削減推移 (産業部門) (再掲)

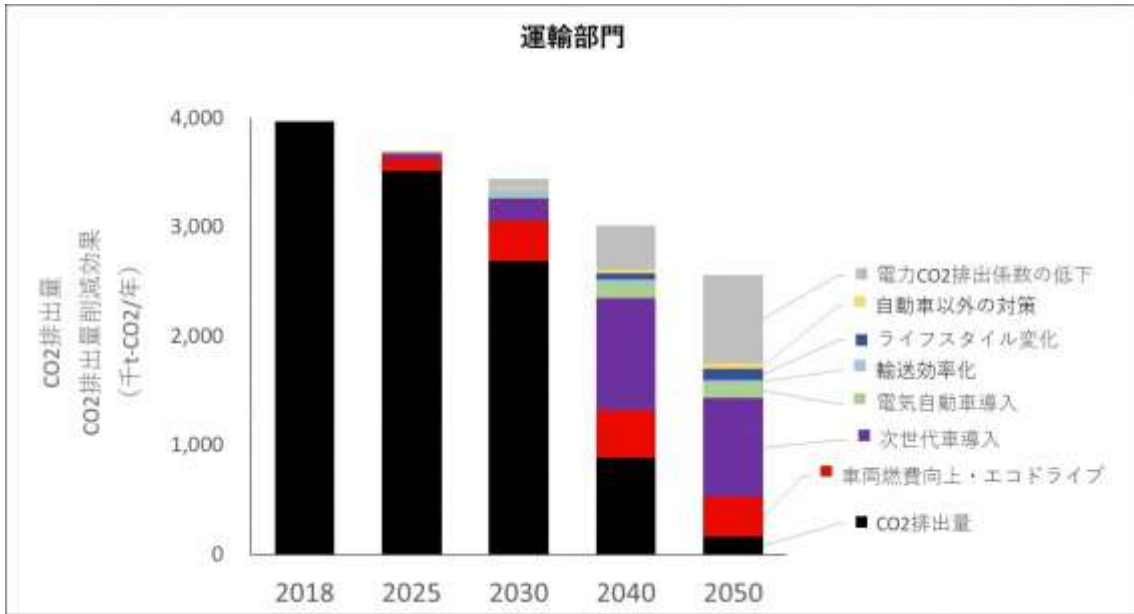


図 5-3 温室効果ガス排出量の削減推移（運輸部門）（再掲）

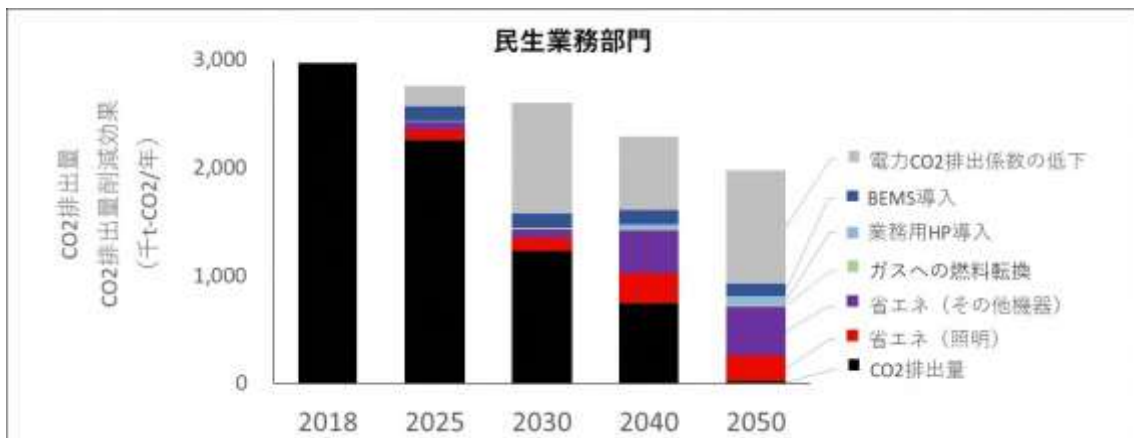


図 5-3 温室効果ガス排出量の削減推移（民生業務部門）（再掲）

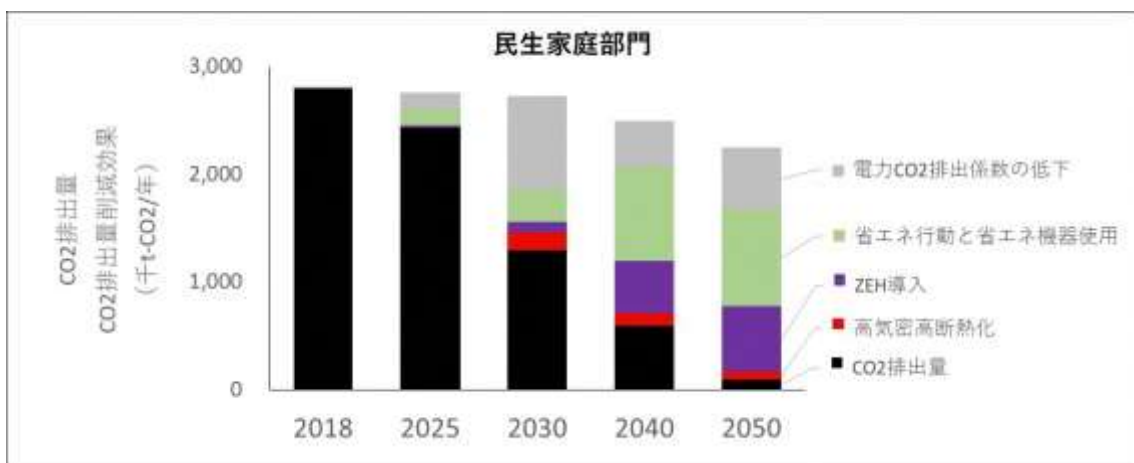


図 5-3 温室効果ガス排出量の削減推移（民生家庭部門）（再掲）

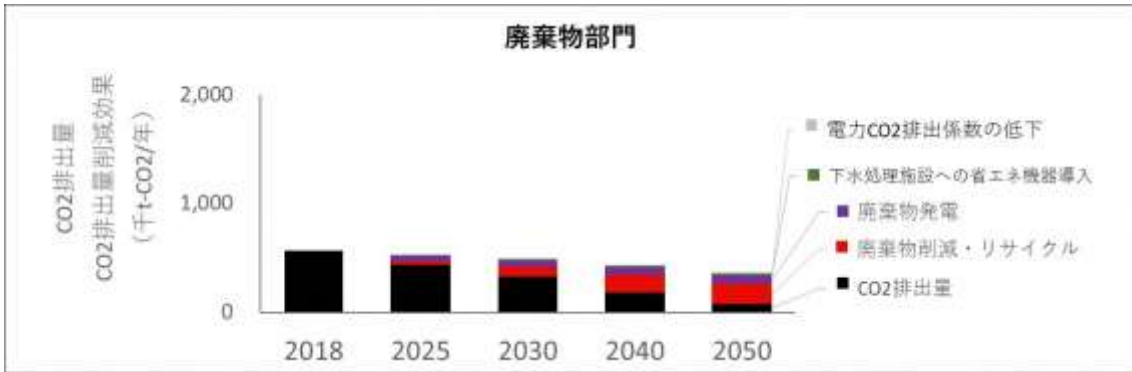


図5-3 温室効果ガス排出量の削減推移（廃棄物部門）（再掲）

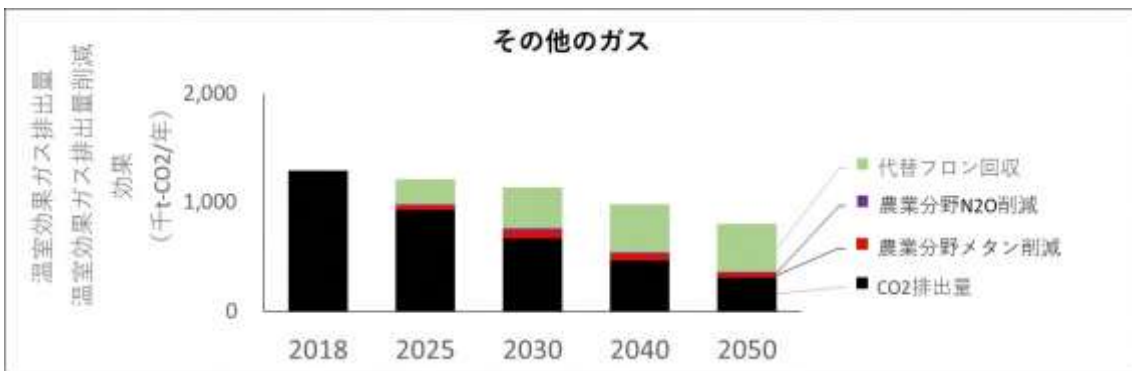


図5-3 温室効果ガス排出量の削減推移（その他のガス）（再掲）

表5-2 温室効果ガス排出量削減目標の達成に向けた対策内容及び指標一覧（再掲）

対策内容		指標	2018年度	2025年度	2030年度	2040年度	2050年度	実施主体
産業部門								
農林水産業	園芸施設へのヒートポンプ導入	普及率(%)	4	10	40	60	90	・農業従事者
		HP導入施設面積(千m ²)	66	165	660	990	1,485	
	省エネルギー農機導入	普及率(%)	0	0.1	8	16	24	・農業従事者
		省エネ農機台数(千台)	0	0.1	7.6	15.2	22.8	
	省エネルギー漁船導入	普及率(%)	0	6	13	29	46	・水産業従事者
		省エネ漁船数(隻)	0	20	40	92	145	
建設業	省エネルギー建機の導入	省エネ建機導入台数(台)	0	—	1,500	—	—	・建設事業者
		省エネ建機の比率(%)	0	—	—	100	電動化100	
製造業	省エネルギー機器(照明)	全照明機器に占めるLED比率(%)	統計値なし	75%	全数	全数	全数	・製造事業者
	省エネルギー機器(空調)	空調機器の平均APF ¹ (kWh)	統計値なし	5.5	6.4	6.7	7.0	
	省エネルギー機器(モーター)	全モータに占めるトッランナー比率(%)	統計値なし	75	75	90	100	
	省エネルギー機器(その他)	機器の消費電力の削減率(%)	0	▲5	▲5	▲20	▲25	
	ヒートポンプ導入率	空調用途(%)	0	5	60	70	100	
		加温用途(%)	0	5	30	50	100	
		乾燥用途(%)	0	5	30	50	100	
		高温用途(%)	0	0	14	17	20	
	低炭素工業炉導入	普及率(%)	0	10	20	100	100	
		導入施設数(個所)	0	40	80	400	400	
	高効率ボイラー導入	高効率ボイラー導入施設数(個所)	統計値なし	2,850	2,850	1,200	0	
	ガスへの燃料への転換率	空調・加熱・乾燥用途	0	20	30	75	100	
		高温用	0	20	30	70	100	
	対策後の燃料消費量	A重油等(千kl)	405	300	188	41	0	
		ガス(百万Nm ³)	272	328	265	216	184	
	FEMS ² 導入	工場数に対する比率(%)	統計値なし	10	20	100	100	

¹ APFとは、一年を通して、ある一定の条件のもとにエアコンを使用した時の消費電力量1kWh当たりの冷房・暖房能力(kWh)を表示したものを指します。

² FEMS(工場エネルギー管理システム)とは、工場内のエネルギーの使用状況を表示し、受配電設備のエネルギー管理や生産設備のエネルギー使用・稼働状況が最適となるよう制御する管理システムを指します。

対策内容	指標	2018年度	2025年度	2030年度	2040年度	2050年度	実施主体
運輸部門							
自動車の燃費向上	自動車の平均燃費向上率 (%)	0	3	3	9	9	<ul style="list-style-type: none"> 自動車製造販売事業者 再生可能エネルギー供給事業者 自動車利用者
	エコドライブによる燃費向上率 (%)	0	0	10	10	10	
	燃費 (km/l)	10-25	11-30				
次世代車の普及 旅客車	次世代車 (EV 含む) 台数 (千台)	160	166	238	593	523	
	EV 台数 (千台)	3	15	68	427	418	
	次世代車の台数比率 (EV を含む) (%)	21	23	45	100	100	
次世代車の普及 貨物車	次世代車 (EV 含む) 台数 (千台)	0	2	17	81	89	
	EV 台数 (千台)	0	1	12	30	36	
	次世代車の台数比率 (EV を含む) (%)	0	1	10	60	80	
民生業務部門							
省エネルギー機器 (照明)	全照明機器に占める比率 (%)	統計値なし	30	40	100	100	<ul style="list-style-type: none"> 建築物オーナーテナント
	床面積 (百万 m ²)	統計値なし	12.3	13.9	20.4	17.7	
省エネルギー機器 (その他の機器)	2018年度に対するエネルギー消費量の削減率 (%)	0	▲10	▲10	▲30	▲40	
空調・給湯設備 ヒートポンプ導入	設備数に対するヒートポンプ設備数の比率 (%)	統計値なし	5	10	60	90	
	床面積 (百万 m ²)	—	1.2	2.3	12.2	15.9	
ガスへの燃料 転換	A 重油と灯油 使用量 (TJ)	2,100	1,557	1,285	808	0	
BEMS 導入	BEMS を導入した事業所の床面積比率 (%)	統計値なし	20	30	75	100	
	床面積 (百万 m ²)	—	4.9	7.0	15.3	17.7	

対策内容	指標	2018年度	2025年度	2030年度	2040年度	2050年度	実施主体
民生家庭部門							
高気密高断熱住宅	高気密高断熱住宅 (ZEH含む) (千戸)	116	146	296	352	353	<ul style="list-style-type: none"> ・住宅建設業者 ・住宅販売事業者 ・設備管理事業者 ・建築物オーナー ・居住者
ZEH住宅	ZEH住宅 (千戸)	(0.3)	7	32	165	205	
家電等省エネ化	2018年度に対する消費 エネルギーの削減比率 (%)	0	▲10	▲20	▲36	▲44	
廃棄物部門							
廃棄物削減・ リサイクル	一般廃棄物排出量 (千t/年)	706	595	515	373	262	<ul style="list-style-type: none"> ・県民 ・地方自治体
下水処理施設の 省エネルギー化	終末処理場の電力使用量 (百万kWh/年)	62	55	52	38	28	<ul style="list-style-type: none"> ・下水道事業者
廃棄物発電導入拡大	発電量 (千MWh)	87	100	110	130	150	<ul style="list-style-type: none"> ・地方自治体
その他ガス							
農業由来メタン (CH ₄)の削減	中干期間延長	水田に置ける中干期間の延長					<ul style="list-style-type: none"> ・農業従事者 ・地方自治体
農地由来の一酸化二 窒素 (N ₂ O)削減	中干期間延長	水田に置ける中干期間の延長					<ul style="list-style-type: none"> ・農業従事者 ・地方自治体
代替フロン	回収率 (%)	35	58	75	83	90	<ul style="list-style-type: none"> ・事業者 ・利用者

※国による本県内 ZEH 補助件数は、2018 年度までの累計で 293 件、2021 年度までの累計で 624 件となっている（資源エネルギー庁）。実績があるため参考値として記載した。

(3) カーボンニュートラルに向けた課題

本ロードマップは、「福島県 2050 年カーボンニュートラル」を実現するため、国の地球温暖化対策計画を参考として、主な対策とその削減効果を推計しました。

「福島県 2050 年カーボンニュートラル」実現のためには、県民総ぐるみの省エネルギー対策の徹底、再生可能エネルギー等の最大限の活用、二酸化炭素吸収源対策の推進を進めるとともに、国全体での社会システムの変革や技術革新による新技術の導入等が必要です。

二酸化炭素などの温室効果ガスの排出は、本県の人口、県民の皆様のライフスタイルやビジネススタイル、まちづくりの方針など、私たちの生活に関係するあらゆる分野における今後の取組により変動することが考えられます。

このため、今後の世界や国の地球温暖化対策の状況を踏まえ、本ロードマップの見直しを行っていきます。

(4) 温室効果ガス排出量の年度目標

2030年度までの本県の温室効果ガス排出量の年度目標等については以下に示します(表5-3、図5-4、表5-4)。

表5-3 温室効果ガス排出量の年度目標(排出量)

部門	2013	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
福島県	18,703	16,805	16,442	16,078	15,715	15,352	14,988	14,625	14,262	13,372	12,482	11,592	10,702	9,842
福島県 (森林吸収量を算入)	17,034	15,515	15,151	14,787	14,423	14,060	13,696	13,332	12,967	12,078	11,188	10,298	9,408	8,548
産業	5,666	5,174	5,104	5,035	4,965	4,895	4,826	4,756	4,687	4,468	4,249	4,031	3,812	3,623
運輸	4,237	3,977	3,912	3,846	3,781	3,715	3,650	3,584	3,519	3,353	3,188	3,023	2,858	2,693
民生業務	3,382	2,976	2,873	2,771	2,668	2,565	2,462	2,360	2,257	2,052	1,847	1,641	1,436	1,231
民生家庭	3,537	2,806	2,752	2,698	2,644	2,589	2,535	2,481	2,427	2,200	1,973	1,747	1,520	1,293
廃棄物	597	571	552	533	514	496	477	458	438	417	396	374	352	330
その他 ガス	1,285	1,301	1,249	1,196	1,144	1,091	1,039	986	934	881	829	776	724	671

※ここで示した年度目標は、年度ごとに推計して積み上げたものではなく、2030年度に50%の削減を達成するために2018年度から直線回帰で推計した参考値となっています。

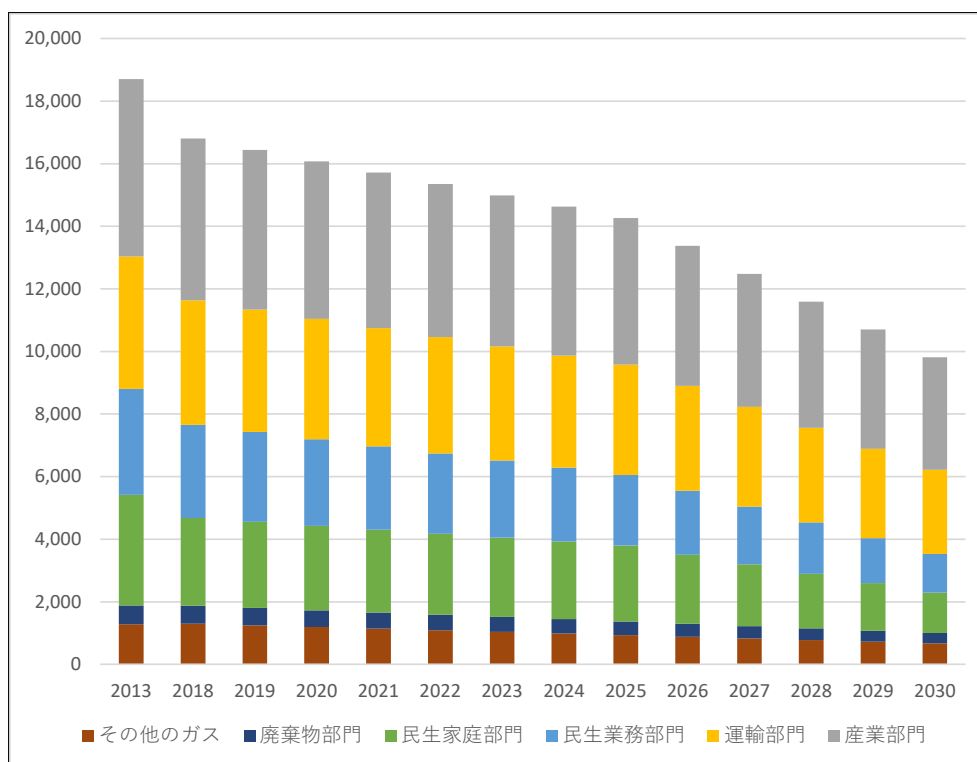


図5-4 温室効果ガス排出量の年度目標(排出量)

表5-4 温室効果ガス排出量の年度目標（2013年度比率）

部門	2013	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
福島県	100%	90%	88%	86%	84%	82%	80%	78%	76%	71%	67%	62%	57%	53%
福島県 (森林吸収量を算入)	100%	91%	89%	87%	85%	83%	80%	78%	76%	71%	66%	60%	55%	50%
産業	100%	91%	90%	89%	88%	86%	85%	84%	83%	79%	75%	71%	67%	64%
運輸	100%	94%	92%	91%	89%	88%	86%	85%	83%	79%	75%	71%	67%	64%
民生業務	100%	88%	85%	82%	79%	76%	73%	70%	67%	61%	55%	49%	42%	36%
民生家庭	100%	79%	78%	76%	75%	73%	72%	70%	69%	62%	56%	49%	43%	37%
廃棄物	100%	96%	92%	89%	86%	83%	80%	77%	74%	70%	66%	63%	59%	55%
その他 ガス	100%	101%	97%	93%	89%	85%	81%	77%	73%	69%	64%	60%	56%	52%

6 体制

(1) ロードマップ実現のための推進体制

「福島県 2050 年カーボンニュートラル」の実現のためには、県民や事業者の皆様をはじめとしたあらゆる主体と一体となって取組を進めていくことが必要です。

本県では、地球にやさしい“ふくしま”県民会議を中心に、地球温暖化対策を強力に推進していきます。

(2) フォローアップとレビュー

ア 状況把握と計画の見直し

今後、本ロードマップに基づき、二酸化炭素削減対策を実施していきます。本ロードマップにより対策が講じられ、その効果が得られているかを確認するため、各種統計資料に基づくフォローアップを行っていきます。

目標値、各施策の実施状況、実績を確認しながらP D C Aを実施し、各施策の実施状況が不十分であったり、対策は実施しているものの期待した効果が得られていない場合には、優先順位、実施体制等について計画の見直しを行っていきます。

イ 評価指標

フォローアップにおいて、P D C Aを実施するための基礎となる評価指標を以下のとおり3つの指標とします。

これら評価指標を各種統計資料から収集、又は、算出していきます。

各指標は、今後の人口減少を始めとする社会変化にあわせて変更していく必要が生ずることが考えられます。例えば、農林水産業では、高齢化が進む状況のなかで、個人経営から事業体による経営に移行していくことも考えられることから、農林水産業従事者数が活動量を示す適切な指標であるか、継続的に見直していく必要があります。

(ア) 状態・影響指標

地域の状況を示すとともに、経済活動の影響を受ける指標や、取組による効果が現れる環境指標や経済指標、目標を示す指標です。

- ・都道府県別エネルギー消費量（分野別、業種別、エネルギー源別）
- ・エネルギー消費量に基づく二酸化炭素排出量推計値
- ・住宅設備の普及率（複層ガラス、二重サッシ、太陽光発電設備、太陽熱設備）
- ・県内の車種別自動車販売台数
- ・高气密高断熱住宅の普及率
- ・住宅用太陽光発電システム導入件数、施設容量、発電量
- ・県内の再生可能エネルギー施設、未利用エネルギー施設の施設容量及び発電量、熱供給量
- ・RE100を宣言した企業数

(イ) 駆動・圧力指標

環境や経済に影響・負荷を及ぼす経済活動等の強さを示す指標です。

- ・人口、世帯数
- ・農業生産額、農林水産業従事者数、園芸施設数
- ・業種別従業員数、製品出荷額、新規着工件数・金額
- ・学校、病院、旅館・ホテル等の件数、建築物延べ床面積、従業員数
- ・廃棄物排出量、中間処理量、最終処分量
- ・県内の自動車の総走行距離、貨物輸送量
- ・下水処理量

(ウ) 対策指標

経済活動や環境負荷を緩和するための対策や取組、又は取組を担う地域主体の活動を支援、強化する対策の内容や強さを示す指標です。

- ・電力二酸化炭素排出係数
- ・対策費や予算の金額（補助金の金額等）と利用件数
- ・LED照明、高効率空調、ヒートポンプ等の省エネルギー型機器導入を推進するための補助制度の拡充状況、補助金額、利用件数
- ・住宅の高気密高断熱化、HEMS、ZEH導入を促すための補助金等及びその利用件数
- ・FIT制度への申請数、売電実績
- ・県内のEV用充電ステーション設置数
- ・県内の水素生産施設数及び生産量、水素ステーション設置数
- ・県民や事業者の皆様を対象とした広報活動の実施回数