

第2章 本市の気候変動の状況と課題

1 気候の変化と将来予測

1 気温・降水量の現状と将来予測

(1) 現状

本市の年平均気温は、この100年間で約1.5℃上昇しており（図23）、日本の年平均気温の上昇（約1.2℃/100年）より高い状況となっています。真夏日、猛暑日、熱帯夜の日数は増加傾向に、冬日日数は減少傾向にあります。

年降水量は、この100年間で約150mmの減少が観測され（図24）、無降水日数（日降水量1mm未満）は、100年あたりで約14日増加しています（図25）。

一方、1時間降水量50mm以上の茨城県の発生回数は増加しているとみられます（図26）。

図 23 水戸市の年平均気温の推移¹

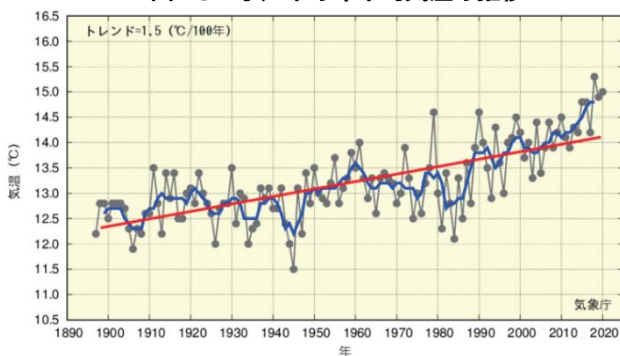


図 24 水戸市の年降水量の推移²

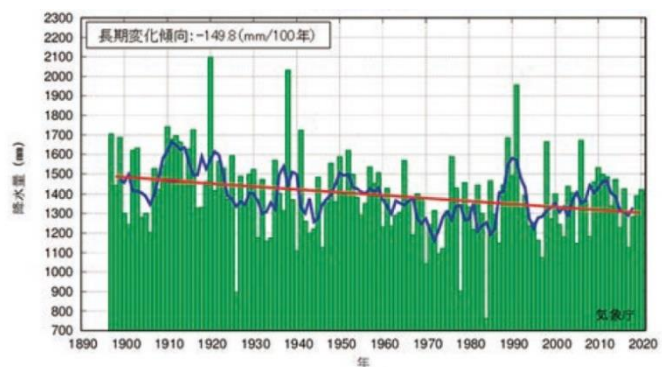


図 25 水戸市の年間無降水日数の推移²

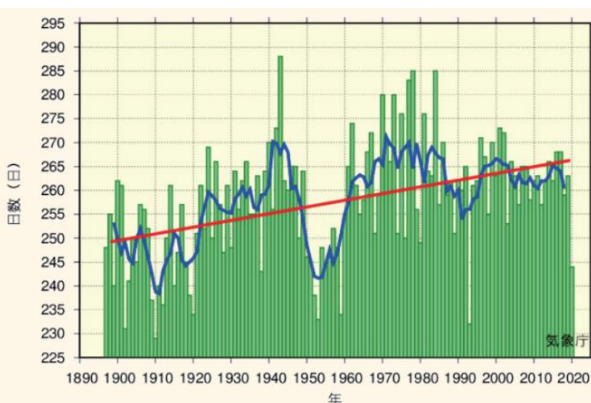
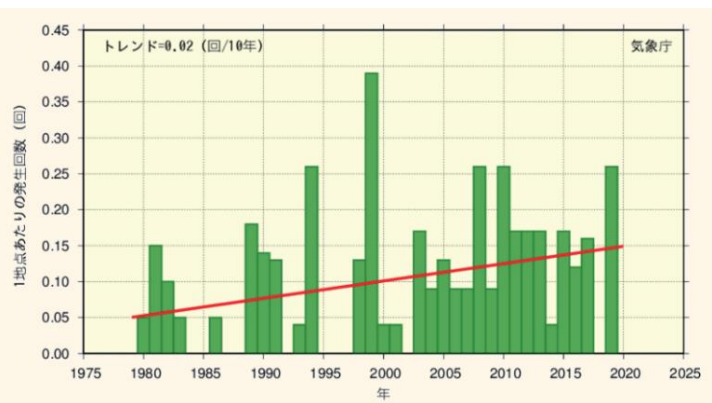


図 26 茨城県の1時間降水量50mm以上の発生回数の変化²



【図 23, 25, 26 出典：茨城県の気候変動「日本の気候変動 2020」（文部科学省、気象庁）に基づく地域の観測・予測情報リーフレット（水戸地方气象台、東京管区气象台）令和 4 年 3 月】

【図 24 出典：茨城県における気候変動影響と適応策－水害の影響－令和 3 年 3 月】

¹ 図 23 の細線（黒）は各年の平均気温の基準値からの偏差、太線（青）は偏差の 5 年移動平均値、直線（赤）は長期変化傾向を示す。

² 図 24～26 の棒グラフ（緑）は各項目の発生量等、太線（青）は 5 年移動平均値、直線（赤）は 長期変化傾向を示す。

(2) 将来予測

「茨城県の気候変動『日本の気候変動 2020』（文部科学省，気象庁）に基づく地域の観測・予測情報リーフレット」において，20 世紀末と比較した 21 世紀末の気候の将来予測である 2℃上昇シナリオ（パリ協定の 2℃目標が達成された世界）と 4℃上昇シナリオ（追加的な緩和策¹を取らなかった世界）が公表されています。

同リーフレットによると，茨城県の年平均気温は，2℃上昇シナリオでは約 1.3℃上昇に留まるのに対し，4℃上昇シナリオでは約 4.2℃上昇すると予測されています（図 27）。ただし，2℃上昇シナリオにおいても，猛暑日は年間 4 日程度，真夏日は年間 14 日程度，熱帯夜は年間 10 日程度増加すると予測されています（図 28）。

降水量では，1 時間降水量 50mm 以上が，2℃上昇シナリオでは約 1.9 倍に，4℃上昇シナリオでは約 3.2 倍に増加すると予測されています（図 29）。無降水日数（日降水量 1mm 未満）については，2℃上昇シナリオでは変化はみられないものの，4℃上昇シナリオでは年間約 8 日増加すると予測されています（図 30）。

図 27 茨城県の年平均気温の将来予測

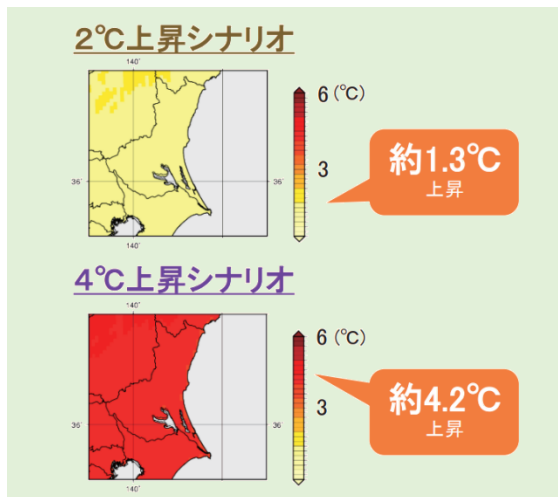


図 28 茨城県の猛暑日や熱帯夜等の将来予測

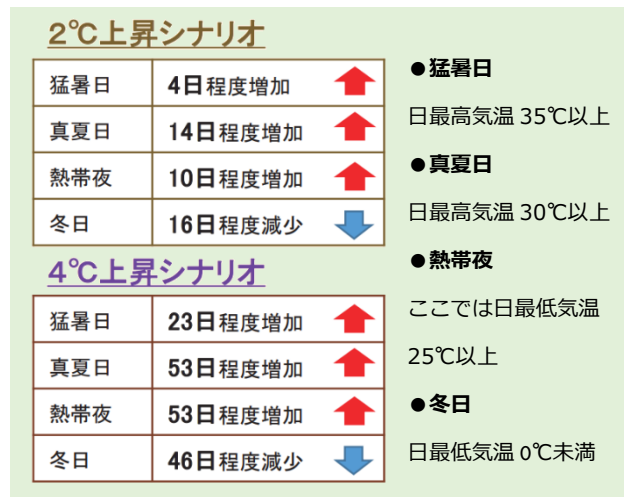
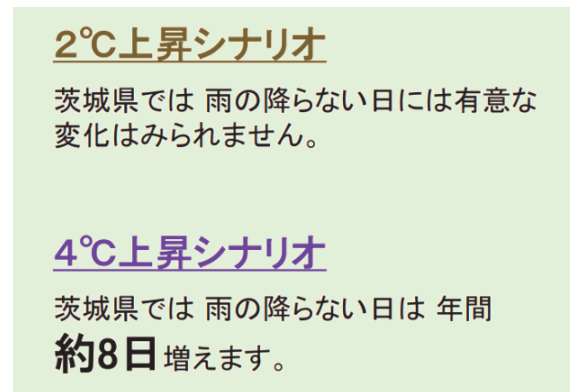


図 29 茨城県の 1 時間降水量 50mm 以上の将来予測



図 30 茨城県の無降水日数の将来予測



【図 27～30 出典：茨城県の気候変動「日本の気候変動 2020」（文部科学省，気象庁）に基づく地域の観測・予測情報リーフレット（水戸地方気象台，東京管区気象台）令和 4 年 3 月】

¹ 参考資料 用語解説参照

2 気候変動の影響と評価

国は、「気候変動影響評価報告書」において、農林水産業分野、水環境・水資源分野、自然生態系分野、自然災害・沿岸域分野、健康分野、産業・経済活動分野、国民生活・都市生活分野の7分野について、気候変動の影響が評価されたことを受け、「気候変動適応計画」を策定し、それぞれの分野における施策を展開しています。

また、茨城県は、「茨城県地球温暖化対策実行計画」において、国が示す7分野のうち、特に影響が懸念される5つの分野（農林水産業分野、水環境・水資源分野、自然生態系分野、自然災害・沿岸域分野、健康分野）を重点的に取り組む分野として位置付け、さらに、県民生活分野、産業・経済活動分野についても適応の必要性の高まりを踏まえ、取組を推進することとしています。

本計画では、茨城県の取組を踏まえ、重点5分野の影響について、以下のように評価しました。

1 農林水産業分野

茨城県気候変動適応センターの報告書（2019（令和元）年度）では、本市を含む県内の水稲の収穫量は2050（令和32）年度まではやや増加すると算出され、その後世紀末にかけては気候シナリオにより予測結果が異なり、収穫量予測における予測の不確実性が增大すると報告されています。品質については、同調査の中で、2030（令和12）年頃から品質低下発生率の増加が顕著になると予測されています。

その他の農作物についても、水稲同様の事態が起こる可能性もあり、気候変動による農作物への対策が必要です。

2 水環境・水資源分野

国内の公共用水域（河川・湖沼・海域）で経年的な水温の上昇や水質の変化、アオコの発生率の増加が確認されています。本市でも、千波湖のアオコの発生等が課題となっており、対策が必要です。

また、気温上昇による水使用量の増加や無降水日数の増加による渇水の発生へのリスク管理も必要となります。

3 自然生態系分野

気候変動による生物多様性及び生態系サービスへの影響により、植生の変化や野生生物の分布の拡大・縮小等が報告されています。本市でも、偕楽園の梅の花の開花日等への影響や動植物への影響が懸念されるため、本分野への対策が必要です。

4 自然災害分野

気候変動による集中豪雨の頻発化により、水害や土砂災害等の自然災害の発生が増加しています。本市では、令和元年台風第19号により、那珂川と5つの支流が氾濫し、甚大な被害が発生したほか、内水被害¹も多発しているため、被害を防止・軽減する対策が必要です。

5 健康分野

熱中症搬送者や熱中症警戒アラート発表の増加、ヒトスジシマカの分布域拡大によるデング熱²等の感染リスクの増加等が報告されていることから、本市でも健康分野への対策が必要です。

¹ 内水被害（ないすいひがい）：マンホール等の下水道から水があふれること。

² 参考資料 用語解説参照

3 二酸化炭素排出量等の推移

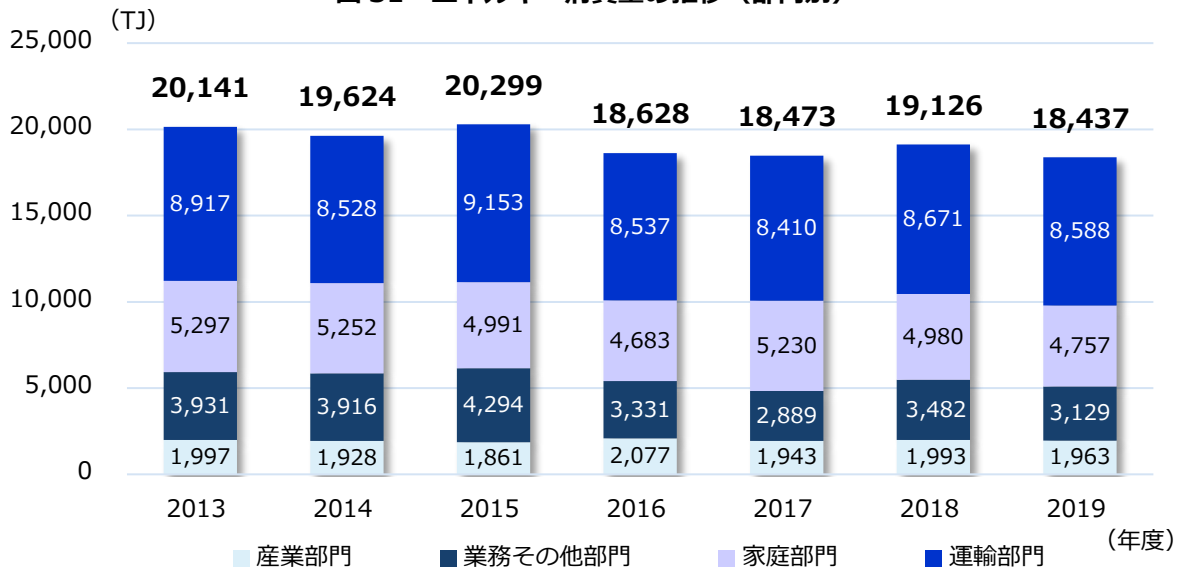
1 エネルギー消費量

(1) 部門別エネルギー消費量

本市の2019(令和元)年度のエネルギー消費量は18,437TJ¹であり、基準年度となる2013(平成25)年度の20,141TJと比較すると、すべての部門で消費量は減少し、合計8.5%の減少となりました(図31)。

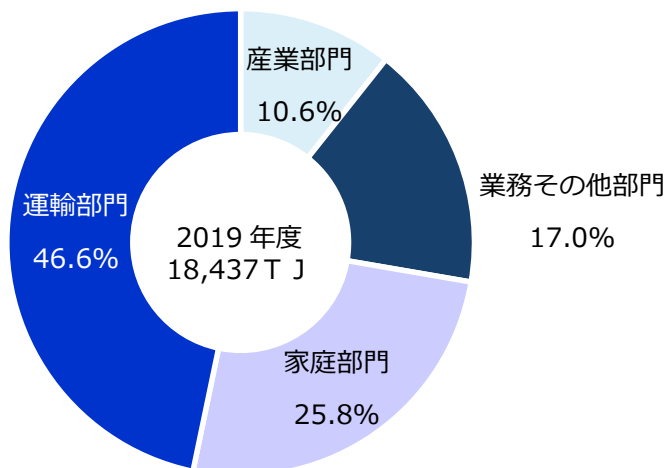
2019年度の部門別の構成は、運輸部門46.6%、家庭部門25.8%、業務その他部門17.0%、産業部門10.6%となっており、運輸部門及び家庭部門から二酸化炭素排出量の割合が高くなっています(図32)。

図31 エネルギー消費量の推移(部門別)



【出典：水戸市】

図32 部門別構成比率



【出典：水戸市】

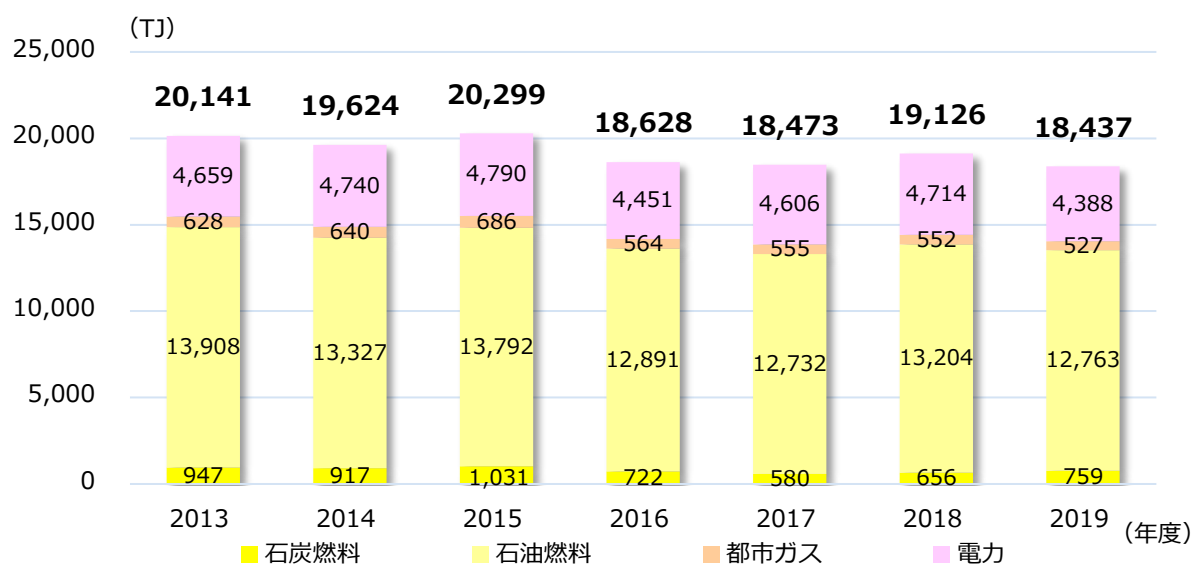
¹ TJは、テラ・ジュールの略号で、テラは10の12乗(1兆倍)のこと、ジュールは熱量単位のこと。エネルギー消費量を算出するに当たり、全てのエネルギー源の単位をTJに換算している。

(2) エネルギー種別消費量

エネルギー種別の消費量をみても、すべての種別で消費量は減少傾向にあります(図 33)。2019(令和元)年度のエネルギー種別構成は、石油燃料 69.2%、電力 23.8%、石炭燃料 4.1%、都市ガス 2.9%となっており、石油燃料の割合が高くなっています(図 34)。

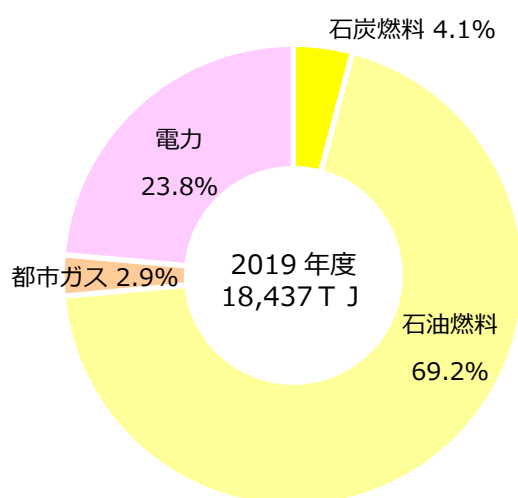
本市の特徴として、部門別では運輸部門のエネルギー消費量が多く、エネルギー種別では石油燃料の消費量が多いことが挙げられます。このことから、自動車の使用に伴うガソリン、軽油の消費量が多いことが推測されます。

図 33 エネルギー消費量の推移(エネルギー種別)



【出典：水戸市】

図 34 エネルギー種別構成比率



【出典：水戸市】

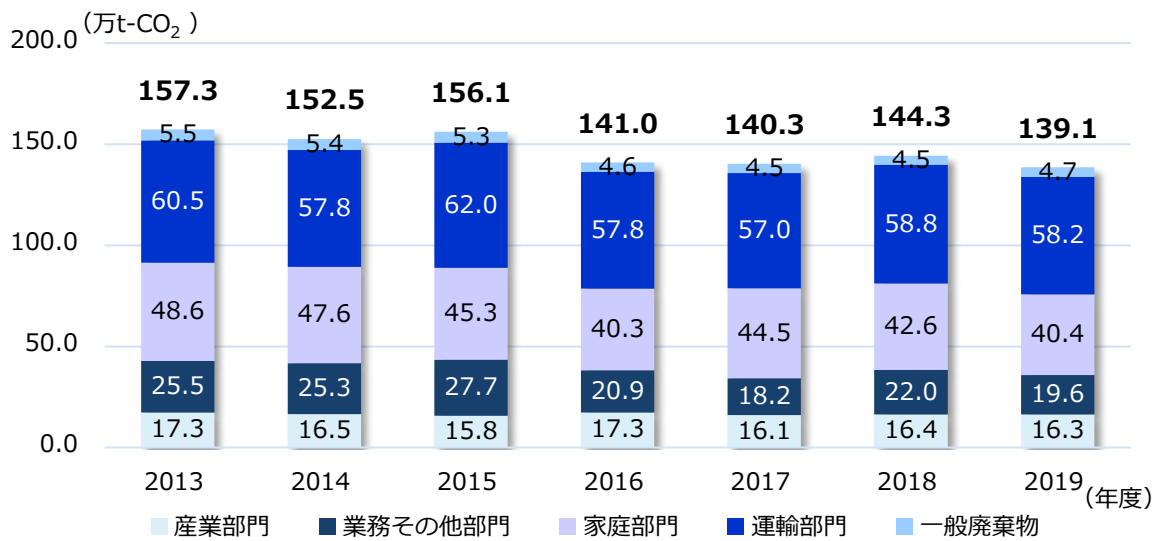
2 二酸化炭素排出量

(1) 部門別二酸化炭素排出量

本市の2019（令和元）年度の二酸化炭素排出量は、139.1万t-CO₂¹であり、基準年度である2013（平成25）年度の157.3万t-CO₂と比べて、すべての部門で排出量は減少し、合計11.6%の減少となりました（図35）。

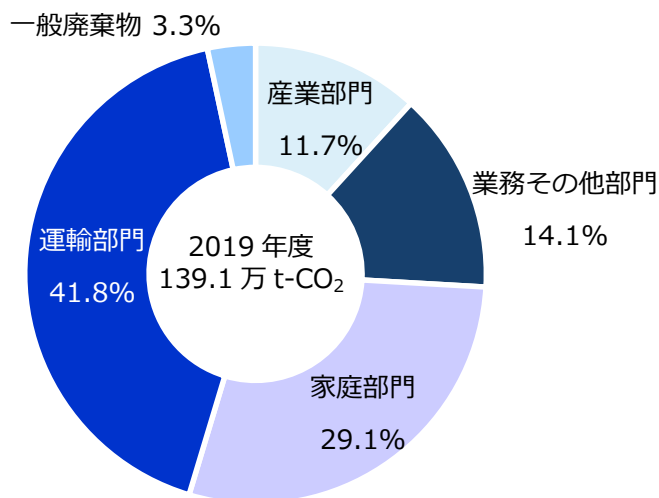
2019年度の部門別の構成では、運輸部門41.8%、家庭部門29.1%、業務その他部門14.1%、産業部門11.7%、一般廃棄物3.3%となっており、運輸部門及び家庭部門から二酸化炭素排出量の割合が高くなっています（図36）。

図35 二酸化炭素排出量の推移（部門別）



【出典：水戸市】

図36 部門別構成比率



【出典：水戸市】

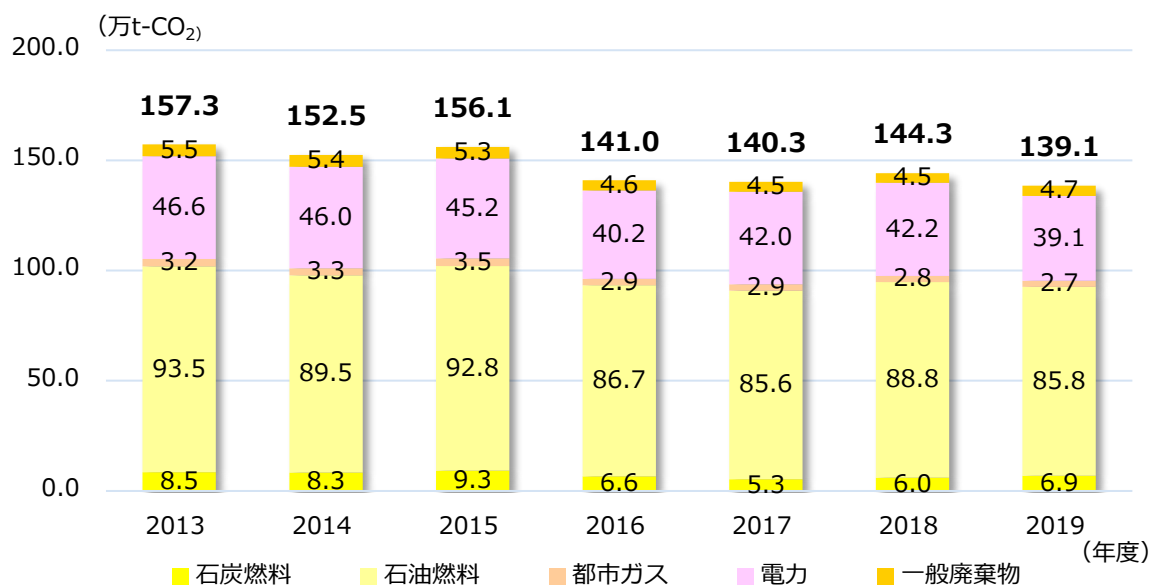
¹ 二酸化炭素排出量の推計方法の見直しを行ったため、P11 図8の現行計画の排出量と数値は一致しない。
 主な変更点は、2016（平成28）年の電力自由化で様々な電力会社を選択できるようになり、一律の排出係数を用いた電気使用量から二酸化炭素排出量を算出することが実態に合わなくなったため、都道府県別エネルギー使用量の炭素排出量を用いて按分する方法に変更したことなど。

(2) エネルギー種別二酸化炭素排出量

エネルギー種別の排出量でも、すべての部門で排出量は減少しています（図 37）。2019（令和元）年度のエネルギー種別構成は、石油燃料 61.6%、電力 28.1%、石炭燃料 5.0%、一般廃棄物 3.3%、都市ガス 1.9%となっており、石油燃料を原因とする二酸化炭素排出量の割合が高くなっています（図 38）。

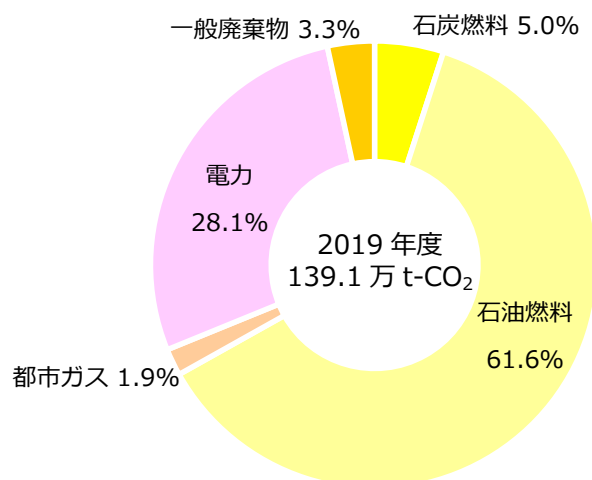
本市の特徴として、部門別では運輸部門からの二酸化炭素排出量が多く、エネルギー種別では石油燃料を原因とした二酸化炭素排出量が多いことが挙げられます。

図 37 二酸化炭素排出量の推移（エネルギー種別）



【出典：水戸市】

図 38 エネルギー種別構成比率



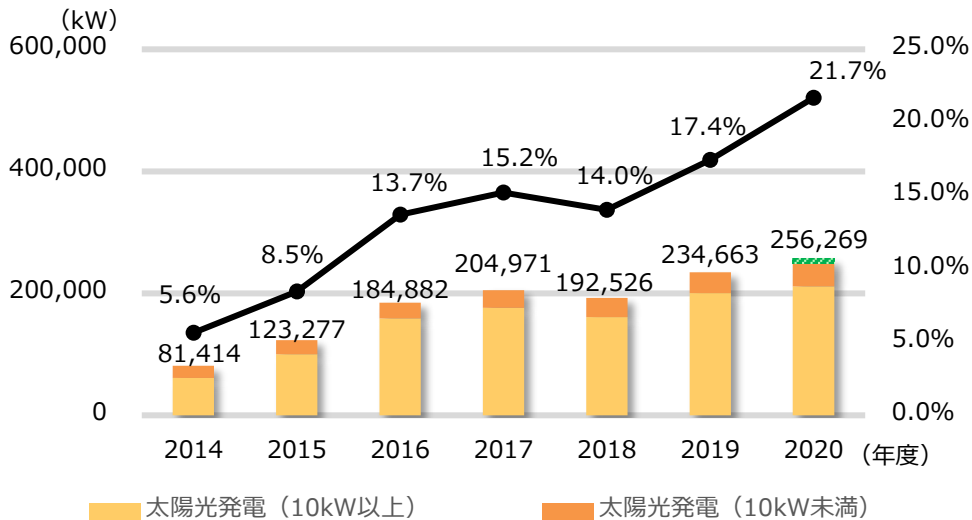
【出典：水戸市】

3 再生可能エネルギー

本市の2020（令和2）年度の再生可能エネルギー¹導入容量は256,269kWで、その構成は、主に太陽光発電であり、電力量にして年間で380,684MWh²となっています。導入容量は、増加してきており、市域の消費電力の約2割を賄えるほどの設備容量が導入されています（図39）。

また、本市の再生可能エネルギーの導入ポテンシャル³は、電気系の再生可能エネルギーの導入容量が2,210,740kW、電力量にして年間3,030,535MWh、熱系の再生可能エネルギーが年間13,203,111GJ⁴と予測されています（表7）。

図39 再生可能エネルギーの導入容量累積の経年変化



【出典：自治体排出量カルテ（環境省）】

表7 再生可能エネルギーの導入ポテンシャル⁵

大区分	中区分	導入ポテンシャル	単位
太陽光	建物系	1,056,852	kW
	土地系	1,150,288	kW
	合計	2,207,140	kW
風力	陸上風力	3,600	kW
中小水力	河川部	0	kW
	農業用水路	0	kW
	合計	0	kW
バイオマス	木質バイオマス	—	kW
地熱	合計	0	kW
再生可能エネルギー（電気）合計		2,210,740	kW
		3,030,535	MWh/年
太陽熱		1,217,985	GJ/年
地中熱		11,985,125	GJ/年
再生可能エネルギー（熱）合計		13,203,111	GJ/年

【出典：自治体再エネ情報カルテ（環境省 REPOS）】

¹ 参考資料 用語解説参照

² 出典：自治体再エネ情報カルテ（環境省 REPOS）

MWhは、メガ・ワットアワーの略号で、メガは10の6乗（100万倍）のこと、ワットアワーはW（ワット）に時間を乗じた電力量のこと。

³ 掲載している導入ポテンシャルは、エネルギーの採取・利用に関する種々の制約要因による設置の可否を考慮したエネルギー資源量であり、事業採算性を考慮していない。

⁴ GJは、ギガ・ジュールの略号で、ギガは10の9乗（10億倍）のこと、ジュールは熱量単位のこと。

⁵ 太陽光（建物系）は、官公庁、病院、学校、戸建住宅、集合住宅、工場・倉庫、その他建物、鉄道駅における太陽光発電の推計値を、太陽光（土地系）は、最終処分場（一般廃棄物）、耕地（田・畑）、荒廃農地（再生利用可能・再生利用困難）、水上（ため池）における太陽光発電の推計値を示す。

4 二酸化炭素排出量等の現状からの予測

本市の部門別エネルギー消費量と部門別二酸化炭素排出量について、活動量と活動量当たりのエネルギー消費量の長期傾向を踏まえ、将来予測を行いました。

現状すう勢（BAU）¹において、中期目標年度である2030（令和12）年度のエネルギー消費量は16,443TJ、二酸化炭素排出量は123.8万t-CO₂と推計され、基準年度の2013（平成25）年度比で、エネルギー消費量は18.4%、二酸化炭素排出量は21.3%減少すると予測されます（図40、41）。

国の「地球温暖化対策計画」²では、2030年度の削減目標を2013年度比で46%と設定しており、現状のままでは、国の計画目標を達成することは非常に難しい状況です。

図 40 部門別エネルギー消費量の将来推計

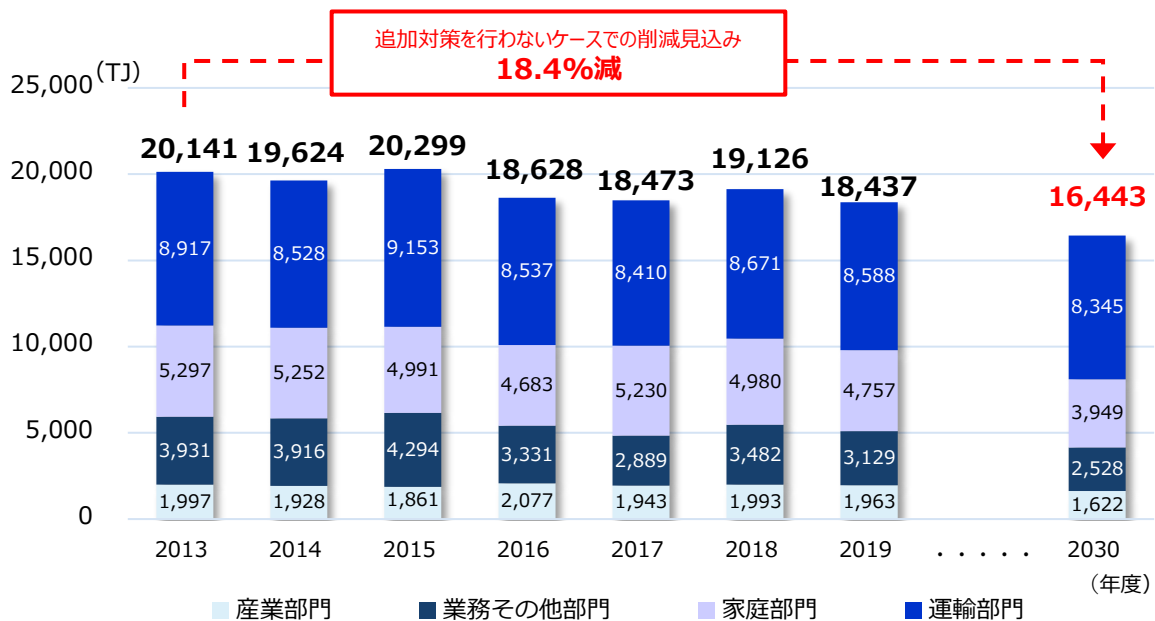
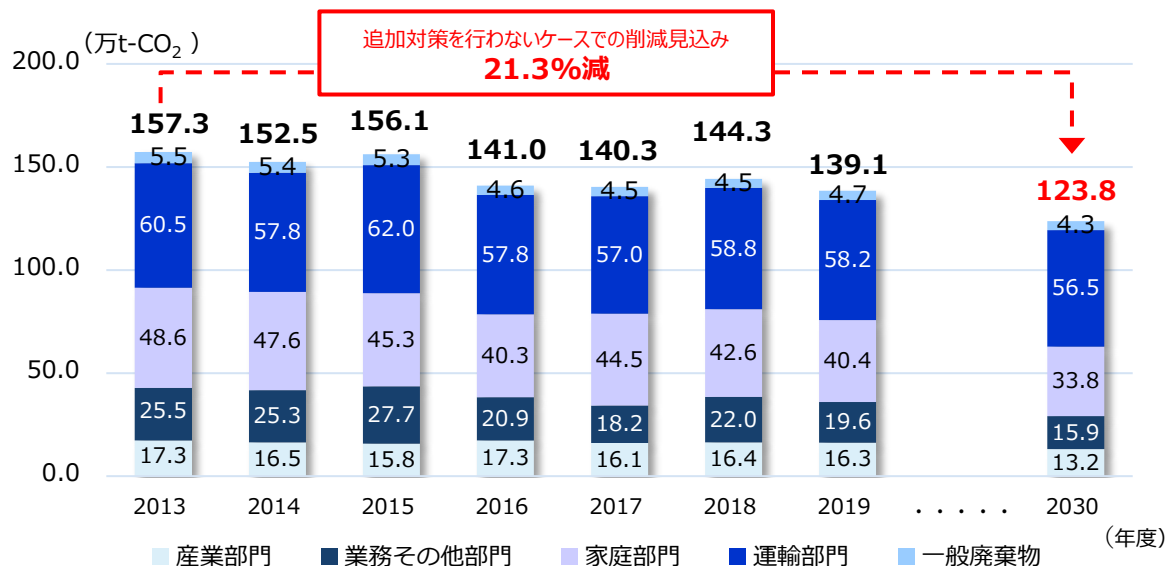


図 41 部門別二酸化炭素排出量の将来推計



【図 40, 41 出典：水戸市】

¹ 現状すう勢（BAU）：現在の人口・世帯の増減や事業活動等の社会経済情勢が現状のトレンドのまま将来も推移すると仮定した上で、現在の対策は継続するが、追加的な対策は行わないこと。

² 参考資料 用語解説参照

5 地球温暖化対策推進に向けた課題

1 運輸部門

本市では、運輸部門からの二酸化炭素排出量が最も多く、2019（令和元）年度は58.2万t-CO₂であり、全体の約4割を占めています。その内、自動車の使用により排出される二酸化炭素は、業務系¹が25.1万t-CO₂、家庭系が32.5万t-CO₂となっています。自動車の燃費性能が向上したこと等から、車1台当たりからの二酸化炭素排出量は減少傾向にあります。自動車の登録台数の増加により、運輸部門からの二酸化炭素排出量は微減に留まっています（表8）。

運輸部門では、公共交通の利用促進等により自動車使用を抑制するとともに、エコドライブ²や次世代自動車³の導入を促進する必要があります。

表8 自動車1台当たりの二酸化炭素排出量の変化

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
自動車使用によるCO ₂ 排出量 (t-CO ₂)	598,722	572,355	614,379	573,178	564,508	582,314	576,703
登録自動車数 (台)	224,986	227,150	229,036	232,331	233,720	235,479	237,036
1台当たりの排出量 (t-CO ₂ /台)	2.7	2.5	2.7	2.5	2.4	2.5	2.4

【出典：水戸市】

2 家庭部門

家庭部門からの二酸化炭素排出量は、2019年度は40.4万t-CO₂であり、全体の約3割となっています。核家族化及び単身世帯の増加による1世帯当たりの人口の減少や省エネルギー家電、家庭用太陽光発電設備の普及等による電気使用量の減少から、1世帯当たりの二酸化炭素排出量は減少傾向にあります（表9）。一方、今後、世帯数の増加が見込まれることから、家庭部門からの二酸化炭素排出量が増加に転じることが懸念されます。

家庭部門では、省エネルギーの普及啓発によるライフスタイルの転換や、太陽光発電等の再生可能エネルギーの導入促進など、住宅の脱炭素⁴化等が必要となります。

表9 1世帯当たりの二酸化炭素排出量の変化

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
家庭部門からのCO ₂ 排出量 (t-CO ₂)	485,727	475,941	453,226	403,296	444,973	426,430	404,153
世帯数 (世帯)	119,580	120,668	121,833	123,132	122,479	123,370	126,442
1世帯当たりの排出量 (t-CO ₂ /世帯)	4.1	3.9	3.7	3.3	3.6	3.5	3.2

【出典：水戸市】

¹ 業務系自動車：バスやタクシー、トラック等の人や貨物を乗せて運ぶ自動車や事業者が業務に使用する自動車のこと。

^{2, 4} 参考資料 用語解説参照 ³ P45 コラム4-1 参照

3 業務その他部門

業務その他部門からの二酸化炭素排出量は、2019年度は19.6万t-CO₂となっており、全体の約2割となります。省エネルギーの徹底や高効率な設備機器等の導入等が進んでいることが推測され、生産額当たりのエネルギー消費量が減少しています（表10）。

業務その他部門では、地球温暖化対策推進法に基づく特定事業所等の規模の大きな事業所については、法改正により脱炭素の取組状況が公表されることとなったため、脱炭素に向けた取組が進むことが見込まれますが、本市の第3次産業の多くを占める中小規模事業者が法の対象外であることから、ビジネススタイルの転換や建物の脱炭素化等の取組を促進することが必要です。

表10 生産額当たりの二酸化炭素排出量の変化

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
業務その他部門からのCO ₂ 排出量 (t-CO ₂)	254,990	253,006	277,391	209,258	182,129	219,681	195,990
生産額 (億円)	10,008	9,758	10,303	10,831	10,918	11,218	11,521
生産額当たりの排出量 (t-CO ₂ /億円)	25.5	25.9	26.9	19.3	16.7	19.6	17.0

【出典：水戸市】

4 産業部門

産業部門からの二酸化炭素排出量は、2019年度は16.3万t-CO₂となっており、全体の約1割程度となり、概ね横ばいの状況で推移しています。その内訳は、農林水産業から0.9万t-CO₂、建設業から2.0万t-CO₂、製造業から13.4万t-CO₂となっています。生産額や製造品出荷額は増加傾向にあることから、再生可能エネルギーや高効率な設備機器の導入等が進み、生産額・製造出荷額当たりの二酸化炭素排出が減少していると推測されます（表11）。

産業部門では、環境に配慮した原材料の調達や製造（生産）工程の脱炭素化など、活動量当たりのエネルギー消費量を抑制することとともに、再生可能エネルギーの有効活用等を促進することが必要です。

表11 生産額・製造出荷額当たりの二酸化炭素排出量の変化

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
産業部門からのCO ₂ 排出量 (t-CO ₂)	173,239	164,603	157,674	173,039	160,778	164,291	162,803
生産額・製造出荷額 (億円)	1,863	1,876	2,184	2,196	2,275	2,297	2,197
生産額・製造出荷額当たりの排出量 (t-CO ₂ /億円)	93.0	87.7	72.2	78.8	70.7	71.5	74.1

【出典：水戸市】

5 一般廃棄物

一般廃棄物からの二酸化炭素排出量は、2019年度は4.7万t-CO₂となっており、全体の1割未満であり、微減で推移しています。一般廃棄物の焼却量は減少傾向であり、また、2020（令和2）年4月から清掃工場えこみっとが稼働し、プラスチック製容器包装と白色トレイの分別収集が開始されたことから、ごみ減量に係る市民の意識が向上し、ごみの総排出量が減少するとともに、二酸化炭素排出の要因である燃えるごみに占めるプラスチック類も減少しています。

一般廃棄物では、ごみの排出抑制や再利用を推進するとともに、再資源化を図るため、分別の徹底等により焼却処理されるプラスチック類を削減する必要があります。

6 気候変動への適応

気候変動の影響評価から、本市でも将来的に様々な気候変動影響が生じることが予測されています。令和元年台風第19号では、那珂川と5つの支流が氾濫し、多くの建物や住宅が浸水被害に遭いました。また、熱中症や動物が媒介する感染症（デング熱等）の拡大、農作物への影響等も想定されます。防災・減災、健康・福祉、農林業等の他分野とも連携した適応策¹の推進が必要です。

7 森林吸収

本市内で管理されている森林や都市公園等の緑による二酸化炭素吸収量は、約5,000t-CO₂と推計され、現在の市域からの二酸化炭素排出量の0.04%程度となっています。限られた吸収源である森林や公園等の緑を将来にわたって保全・管理していくことが必要です。

水戸市清掃工場えこみっと



令和元年台風第19号の被害（飯富地区）



¹ 参考資料 用語解説参照

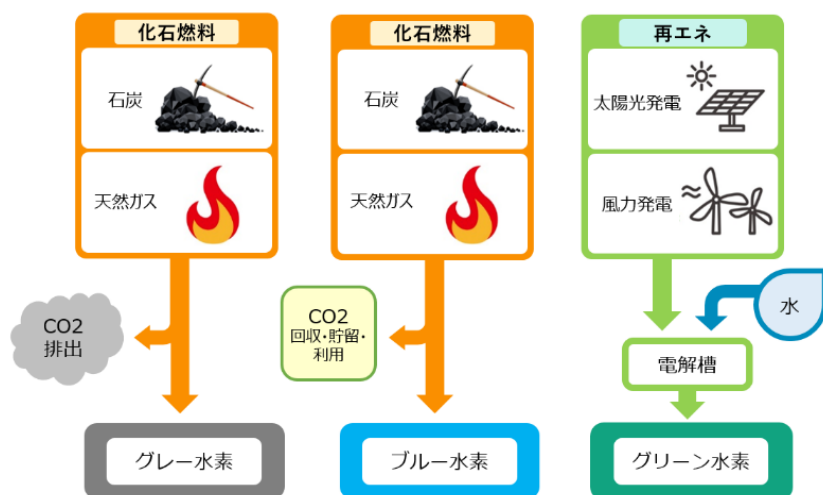
コラム2 水素エネルギーと燃料電池車（FCV）

● 水素エネルギーとは？

宇宙に最も多く存在する水素は、エネルギーとして活用することが可能です。水素を利用したエネルギーは、水素が燃焼することで発生する熱エネルギー、酸素と反応することで発生する電気エネルギー等があります。水素を利用した電気エネルギーは、家庭用燃料電池や燃料電池車（FCV）として既に活用されています。

水素の特徴は、エネルギーとして利用される時に、二酸化炭素を全く排出しないことです。一方で、水素を製造する時には、エネルギーを使う必要がありますが、製造工程においても二酸化炭素を排出せず水素をつくれるよう、実用化に向けて研究が進められています。例として、製造時に化石燃料を使用しても二酸化炭素を回収・貯留したり、利用したりすることで、二酸化炭素を排出しないブルー水素や製造時に再生可能エネルギーを使用するグリーン水素等があります。

コラム図 2-1 水素エネルギー



【出典：経済産業省】

● 燃料電池車（FCV）と水素ステーション

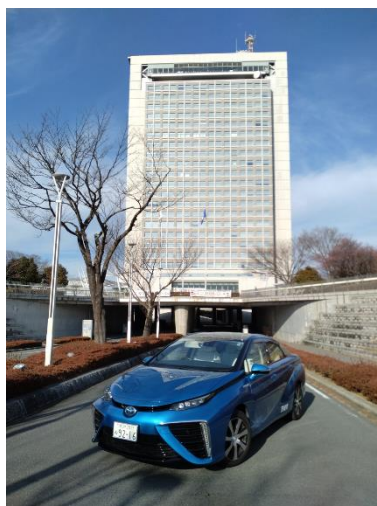
燃料電池車（FCV）は、電池内で水素と酸素の化学反応によって発電し、モーターを回して走る自動車です。ガソリン車と比べてエネルギー効率がが高く、排出されるのは水だけです。燃料となる水素を補給する必要があるため FCV の普及には、水素ステーションの整備も必要となっています。既に東京都や神奈川県、埼玉県等では、都営バスや市営バス等で燃料電池バスが導入されており、水素ステーションの整備が進められています。

移動式水素ステーション（つくば市）



【出典：つくば市】

燃料電池車（茨城県）



【出典：茨城県】