

二酸化炭素排出削減量算出の根拠

最初にお断りしておくことがあります。電力量を二酸化炭素の排出量に換算する排出係数の扱いです。根拠とする参照資料などで既に二酸化炭素量が示されている場合は、その値を用いますが、資料などから得た数値を用いて改めて二酸化炭素量あるいは逆に電力量を求める場合には、特別な断りが無い限り排出係数 0.522 kgCO₂/kWh を用いました。その理由については、そのような換算が初出するアクションプラン 3 の②の記述を御覧ください。

削減量総計（二酸化炭素/年）：556 万 4774 トン

I. 排出を減らす

A. 産業、業務、運輸で

アクションプラン 1. エネルギー起源二酸化炭素の内、産業部門、業務その他部門、運輸部門は概ね産業構造全体に係る削減で、日本政府の約束草案に準じた削減が藤沢市でも同様に削減されると考えられます→**3614933.6 t 削減**

①日本政府の目標は「2050 年に 80%削減」

参照資料 1「地球温暖化対策計画（閣議決定案）の概要 平成 28 年 5 月 内閣官房 環境省 経 済 産 業 省」
(https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/kaisai/dai35/siryoku1_1.pdf) のスライド 3 枚目に「<第 1 章 地球温暖化対策推進の基本的方向> ■目指すべき方向 ②長期的な目標（2050 年 80%減を目指す）」とあります。

②藤沢市の産業部門、民生(業務)部門、運輸部門の二酸化炭素排出実績を求めます

参照資料 2「2018 年版 ふじさわ環境白書 藤沢市環境基本計画 平成 29 年度年次報告」
(<https://www.city.fujisawa.kanagawa.jp/kankyoushise/hakko/documents/2018hakusho-zentai.pdf>) によると、藤沢市の 2013 年度の二酸化炭素排出実績は、産業部門 3,614,504、民生(業務)部門 551,867、運輸部門 352,296 [単位：tCO₂] です。これらの合計は 4518667 t になります。

③政府目標に沿って削減される量を求めます

この排出実績が 2050 年度には 80%削減されるとすれば、 $\rightarrow 3614933.6 \text{ t}$ ($=0.8 \times 4518667 \text{ t}$) 二酸化炭素削減になります。

アクションプラン 2. 藤沢市環境保全職員率先実行計画（参照資料 2「2018 年版 ふじさわ環境白書 藤沢市環境基本計画 平成 29 年度年次報告」（<https://www.city.fujisawa.kanagawa.jp/kankyou-s/shise/hakko/documents/2018hakusho-zentai.pdf>）の p159 により $\rightarrow 20729.12 \text{ t}$ 削減

藤沢市独自の環境マネジメントシステムによる「藤沢市環境保全職員率先実行計画（参照資料 2「2018 年版 ふじさわ環境白書 藤沢市環境基本計画 平成 29 年度年次報告」（<https://www.city.fujisawa.kanagawa.jp/kankyou-s/shise/hakko/documents/2018hakusho-zentai.pdf>）の p159 には、「平成 27 年度の実績値を基準として毎年 2%削減を目標に、エネルギー使用量の削減に取り組んでいます。」「平成 28 年度（2016）における実績：二酸化炭素排出量（t）30,484」とあります。そこで、2050 年まで平成 28 年度の実績値の 2%を毎年削減すると考えると、2050 年の削減量は 20729.12 t ($=30,484 \times 0.02 \times (2050 - 2016)$) になります。

アクションプラン 3. 電気：市の自助努力で減らせる電力起源二酸化炭素について再生可能エネルギー電力の採用で削減 $\rightarrow 415240 \text{ t}$ 削減。

①藤沢市の自助努力で減らせる電力量として、2つを考えます。一つは、産業部門と民生業務部門の内、国による削減が及ばないもの、今一つは、民生家庭部門です。

②産業部門と民生業務部門の内、国による削減が及ばない分の電力量を求めます

すなわち、参照資料 3「排出量推計方法その 2（温暖化対策地域協議会 2019 年 12 月定例会での説明資料）」により、産業部門の電力消費による二酸化炭素排出量は 437600 t ($=430700 \text{ t} + 4200 \text{ t} + 2700 \text{ t}$)、民生業務部門が 360100 t とあります。ここで、産業部門と民生業務部門の合計である 797700 t ($=437600 \text{ t} + 360100 \text{ t}$)は、8 割削減という国のプランで 159540 t ($=0.2 \times 797700 \text{ t}$)二酸化炭素に減っているはずですが、この 15 万 9540 トンが、藤沢市が自助努力で減らせる産業部門と民生業務部門からの二酸化炭素排出量になります。そこで、この量を排出している在来電力が幾らであるのかを求めます。そのためには、電力の排出係数を定めねばなりません。そこで（参照資料 2「2018 年版 ふじさわ環境白書 藤沢市環境基本計画 平成 29 年度年次報告」（<https://www.city.fujisawa.kanagawa.jp/kankyou-s/shise/hakko/documents/2018hakusho-zentai.pdf>）の p178 にある表（下に掲載）から、2013 年の値である $0.522 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$ を採用することにします。その理由としては、様々な二酸化炭素排出に関する参照資料の多くで 2013 年が直近で一番広く参照されている年度であることが上げ

られます。

参考表（上記参照資料より）

東京電力エナジーパートナー(株)の排出係数

※ 2014年度（平成26年度）までは東京電力(株)の排出係数です。

| | 1990年度 (H2年度) | 2003年度 (H15年度) | 2004年度 (H16年度) | 2005年度 (H17年度) | 2006年度 (H18年度) | 2007年度 (H19年度) | 2008年度 (H20年度) | 2009年度 (H21年度) | 2010年度 (H22年度) | 2011年度 (H23年度) | 2012年度 (H24年度) | 2013年度 (H25年度) | 2014年度 (H26年度) | 2015年度 (H27年度) |
|-------------------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 電力排出係数 (kg-CO ₂ /kWh) | 0.380 | 0.368 | 0.328 | 0.368 | 0.339 | 0.425 | 0.332 | 0.324 | 0.374 | 0.463 | 0.406 | 0.522 | 0.496 | 0.491 |
| | 2008年度以降炭素クレジット反映前の排出係数 | | | | | | 0.418 | 0.384 | 0.375 | 0.464 | 0.525 | 0.531 | 0.505 | 0.500 |

そうしますと、藤沢市が自助努力で減らせる産業部門と民生業務部門からの 159540 t の二酸化炭素を生じる電力量は 305632183.908046 kWh (=159540 tCO₂×1000 kg/t/0.522 kgCO₂/kWh) となります。ここで更に Wh = 3600 J であるので、1100275862068.966 kJ、すなわち 1100.275862068966 TJ と求まります。

③民生家庭部門から排出される 255700 t CO₂が生じる電力量を求めます

この排出係数も同じ資料から、0.522 kgCO₂/kWh ですので、489846743.2950192 kWh (=255700 tCO₂×1000 kg/t/0.522 kgCO₂/kWh) となります。ここで更に Wh = 3600 J であるので、1763.448275862069 TJ と求まります。

④藤沢市の自助努力で減らせる電力由来のエネルギーは両者の合計である 2863.724137931035 TJ (=1100.275862068966+1763.448275862069)と求まります。次に、この内のいくらを再生可能エネルギーで代替できるのかを求めます。

⑤そこで、藤沢市の再生可能エネルギーのポテンシャルを求めます

参照資料 4 「藤沢市エネルギーの地産地消推進計画」
 (<https://www.city.fujisawa.kanagawa.jp/kankyous/keikaku/energy-plan.html>) の p.30 以降によると、再生可能エネルギーの藤沢市におけるポテンシャルは、次のようになっています。すなわち、市全域の屋根太陽光発電：46 万 MWh (1,656 TJ 相当) / 年、市全域の屋根太陽熱 3,340 TJ/年、河川小水力発電：1 万 MWh (36 TJ 相当) / 年、風力（相模湾近海の洋上風力発電を想定）7 万 MWh (252 TJ 相当) / 年、地中熱：約 3,360 TJ/年、剪定枝バイオマス熱利用は温水で約 30 TJ/年のポテンシャルです。他に、数値は算出されていませんが、家畜ふん尿、下水処理汚泥、潮力、波力もあります。そうすると、数値が示されている再生可能エネルギーの内、市全域の屋根太陽熱、河川小水力発電、風力、地中熱、剪定枝バイオマス熱利用だけでも、年間 7018 TJ (=3,340 TJ/年+36 TJ/年+252 TJ/年+3,360 TJ/年+30 TJ/年)はあることになり、④で求めた市の自助努力で減らせる電力由来のエネルギー2863.724137931035 TJ を遥かに上回っています。

⑥以上の考察から、再生可能エネルギーによる電力を採用することで、藤沢市が自助努力によって減らせる電力由来の排出二酸化炭素の全量 415240 t (=159540 t + 255700 t)が削減できることとなります。

アクションプラン 4. 電気：敷地内再生可能エネルギー発電を新設して自家発電を代替し発電燃料消費を削減→482087.7201304437 t 削減

①日本全体での自家発電量を求めます

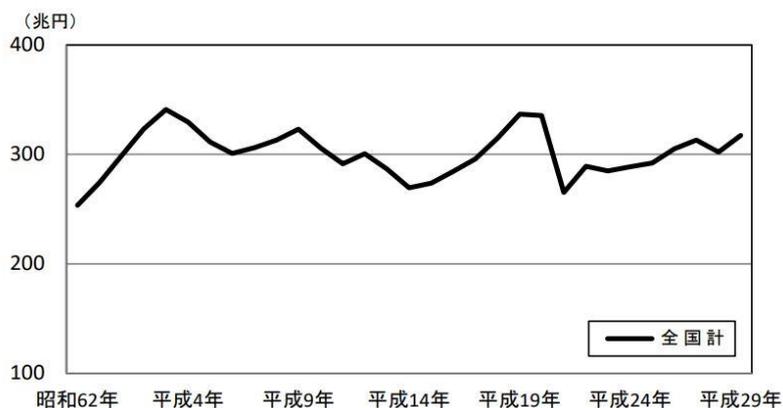
参照資料 5「資源エネルギー庁ホーム>当庁について>エネルギー白書>平成 24 年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書 2013） HTML 版>第 2 部 エネルギー動向 第 1 章 国内エネルギー動向 第 4 節 二次エネルギーの動向」（<https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2013html/2-1-4.html>）には、以下の記述があります。すなわち、「自家発電、自家消費電力（以下、「自家発」という）はエネルギー消費におけるコスト削減の観点から増加し続け、2004 年度時点で約 1,310 億 kWh とピークに達しました。しかし、その後、燃料コストの上昇により、自家消費電力は年々減少を続け、2009 年度に約 1,051 億 kWh まで下がりましたが、2011 年度は鉄鋼業を中心に自家発需要が増加し、1,174 億 kWh となり、大口需要（産業用）全体の自家発比率は 30%となりました。」

②藤沢市の自家発電量を製品出荷額で按分し求めます

参照資料 6「平成 30 年工業統計速報平成 31 年 2 月経済産業省大臣官房調査統計グループ」（<https://www.meti.go.jp/press/2018/02/20190228003/20190228003-1.pdf>）中の図 8-1 より、日本全国の製造品出荷額を 300 兆円とします。

参考図（上記参照資料より）

第 8-1 図 製造品出荷額等の推移（全国）



そうすると、藤沢市の製造品出荷額は参照資料 3「排出量推計方法その 2（温暖化対策地域協議会 2019 年 12 月定例会での説明資料）」に 1 兆 4844 億 7900 万円とありますので、藤沢市が日本の製造品出荷額に占める割合は 0.004948263 となります。したがって、藤沢市の自家発電は 5 億 8092 万 6076.2 kWh（=1,174 億 kWh×0.004948263）となります。この自家発電量は、アクションプラン 3⑤での考察から、太陽光パネルなどを敷

地内などに新たに設置することで賄える量です。これで、自家発電用燃料から排出される二酸化炭素が削減されます。

③自家発電量を二酸化炭素排出量に換算する。

参 照 資 料 7 「 2.2.3 自 家 発 電 設 備 」
 (https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2012/04/16/1319786_2_10.pdf) にある表 2-16 に、自家発電設備の標準的な仕様では、設備容量(100 kV A 以下)のディーゼル発電方式では能力が 42 kW で燃料消費量が 15.5 L/h、設備容量 (101 kV A 以上) のディーゼル発電方式では能力が 200 kW で燃料消費量が 53 L/h とあります。

参考図 (上記参照資料より)

表2-16 自家発電設備 標準的な仕様

| | 仕様 | 発電方式 | 能力 | 発電容量 [kVA] | 製造年 | 経過年 | 燃料消費量 [L/h]定負荷 |
|----|----------------|-------|-------|------------|-------|-----|----------------|
| i | 設備容量(100kVA以下) | ディーゼル | 42kW | 45kVA | 1982年 | 28年 | 15.5 |
| ii | 設備容量(101kVA以上) | ディーゼル | 200kW | 200kVA | 1981年 | 29年 | 53 |

今、利用割合が両者半々とすれば、kW 当たりの燃料消費量は $0.3170238 (= 15.5/42/2+53/200/2)$ L/kWh となります。すると、藤沢市で自家発電に使われる軽油は $5 \text{億} 8092 \text{万} 6076.2 \text{ kWh} \times 0.3170238 \text{ L/kWh} = 1 \text{億} 8416 \text{万} 7392.1960136 \text{ L}$ となります。

ここで、参照資料 8 「燃料別の二酸化炭素排出量の例」 (<https://www.env.go.jp/council/16pol-ear/y164-04/mat04.pdf>) より、軽油の二酸化炭素排出係数は 0.0187 tC/GJ、単位発熱量は 38.2 GJ/kL なので、 $184167.3921960136 \text{ kL}$ の軽油から排出される二酸化炭素の量は $482087.7201304437 \text{ t} (=184167.3921960136 \text{ kL} \times 38.2 \text{ GJ/kL} \times 0.0187 \text{ tC/GJ} \times 44.01/12.01)$ と求まります。

参考図 (上記参照資料より)

燃料別の二酸化炭素排出量の例

| 燃料の種類 | 排出係数 | 単位発熱量 | 単位当たり二酸化炭素排出量 |
|-------------|--------------|------------|------------------------------|
| 原料炭 | 0.0245 tC/GJ | 28.9 GJ/t | 2.596 kg-CO ₂ /kg |
| 一般炭 | 0.0247 tC/GJ | 26.6 GJ/t | 2.409 kg-CO ₂ /kg |
| 原油 | 0.0187 tC/GJ | 38.2 GJ/kl | 2.619 kg-CO ₂ /l |
| ガソリン | 0.0183 tC/GJ | 34.6 GJ/kl | 2.322 kg-CO ₂ /l |
| ジェット燃料油 | 0.0183 tC/GJ | 36.7 GJ/kl | 2.463 kg-CO ₂ /l |
| 灯油 | 0.0185 tC/GJ | 36.7 GJ/kl | 2.489 kg-CO ₂ /l |
| 軽油 | 0.0187 tC/GJ | 38.2 GJ/kl | 2.619 kg-CO ₂ /l |
| A重油 | 0.0189 tC/GJ | 39.1 GJ/kl | 2.710 kg-CO ₂ /l |
| 液化天然ガス(LNG) | 0.0135 tC/GJ | 54.5 GJ/t | 2.698 kg-CO ₂ /kg |

(参考1) 燃焼して同じ熱量を得るために排出される二酸化炭素排出量の比(=排出係数の比)

石炭(一般炭) : 原油 : 天然ガス(LNG) = 10 : 7.5 : 5.5

(参考2) 単位当たり二酸化炭素排出量の算出方法

単位発熱量(GJ/t, GJ/kl) × 排出係数(tC/GJ) × 44/12 = 単位当たり二酸化炭素排出量(kg-CO₂/kg, kg-CO₂/l)

出典:「特定排出者の事業活動に伴う温室効果ガスの排出量の算定に関する省令」(経済産業省・環境省)に基づき作成

B. 家庭で

アクションプラン 5. 燃料：日本政府の計画による家庭部門の燃料由来の二酸化炭素削減が
藤沢市で期待される分→**11524.85363397125 t 削減**

①燃料消費を伴う家庭用機器の 2050 年でのエネルギー消費効率の改善率を求めます

参照資料 9 「地球温暖化対策計画における対策の削減量の根拠」

(<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/kaisai/dai35/pdf/sankou.pdf>) の p50 「ト
ップランナー制度等による機器の省エネ性能向上(家庭部門)」の「2. 機器別の台あた
りエネルギー消費効率改善の前提は以下のとおり。」から電力を用いない機器であるガス
ストーブ、石油ストーブ、ガス調理機器について、以下の改善が示されています。

ガスストーブ：目標年度 2030 年度に 2012 年度比 4.4%改善見込み。

石油ストーブ：目標年度 2030 年度に 2012 年度比 0.6%改善見込み。

ガス調理機器：目標年度 2030 年度に 2012 年度比 4.2%改善見込み。

これより、2050 年に期待される改善は：

ガスストーブ：目標年度 2030 年度に 2012 年度比 4.4%改善見込み。→2050 年には 0.044
× 38/18=0.09288888 改善。

石油ストーブ：目標年度 2030 年度に 2012 年度比 0.6%改善見込み。→2050 年には $0.006 \times 38/18 = 0.0126666666$ 改善。

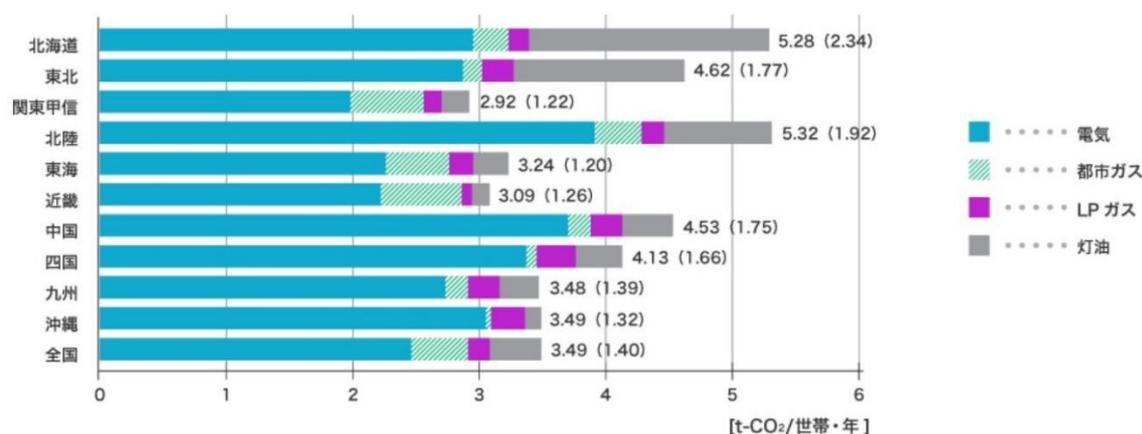
ガス調理機器：目標年度 2030 年度に 2012 年度比 4.2%改善見込み。→2050 年には $0.042 \times 38/18 = 0.0886666666$ 改善。

と見込みます。

②藤沢市における一人当たりの燃料消費による二酸化炭素排出量を求めます

参照資料 10「環境省「家庭部門の CO₂ 排出実態統計調査（家庭 CO₂ 統計）」の「二酸化炭素の排出量（電気・ガス・灯油）」（<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/kateico2tokei/result1/index.html>）の「地方別世帯当たり年間エネルギー種別 CO₂ 排出量・構成比」（下図）より、関東甲信の家庭燃料消費は 0.95 t（←図より電気を除いた分を目視）× [1.22/2.92]（←図は世帯当たりなので、一人分に換算）=0.396917808 t 二酸化炭素/人と見込まれます。

参考図（上記参照資料より）



地方別世帯当たり年間エネルギー種別CO₂排出量

(注1)括弧内の数値は1人当たりのCO₂排出量を表しています。

すると、人口 436040 の藤沢市では、173072.04100032 t 二酸化炭素 (= 436040 × 0.396917808) になります。ここで上図から目視で都市ガス 6 割、LP 1 割、灯油 3 割とすると、藤沢市では都市ガス消費で 103843.224600192 tCO₂ (=173072.04100032 t CO₂ × 0.6) 排出、LP 消費で 17307.204100032 tCO₂ (=173072.04100032 t CO₂ × 0.1) 排出、灯油消費で 51921.612300096 tCO₂ (=173072.04100032 tCO₂ × 0.3) 排出していることとなります。

ガスストーブとガス調理は都市ガスあるいは LP を使っていると考え、改善値の平均 $0.090777777 (= (0.044 + 0.042) / 2 \times 38/18)$ で改善するとしますと、2050 年には、都市ガスは $0.0907777 \times 103843.224600192 \text{ tCO}_2 = 9296.0717 \text{ tCO}_2$ 、LP $0.0907777 \times 17307.204100032 \text{ tCO}_2 = 1571.108181631475 \text{ tCO}_2$ が削減されます。一方、灯油は同様

にして $0.0126666666 \times 51921.612300096 \text{ tCO}_2 = 657.6737523397752 \text{ tCO}_2$ が削減されます。以上から、総計で $11524.85363397125 \text{ tCO}_2 (=9296.0717 \text{ tCO}_2 + 1571.108181631475 \text{ tCO}_2 + 657.6737523397752 \text{ tCO}_2)$ が減ります。

アクションプラン 6. 住む：高効率な照明の普及→**45873.86653924048 t 削減**

①高効率な照明の普及による 2050 年の排出二酸化炭素削減量を推算する

参照資料 9 「地球温暖化対策計画における対策の削減量の根拠」 (<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/kaisai/dai35/pdf/sankou.pdf>) の p71 「高効率な省エネルギー機器の普及（家庭部門）」によると、高効率な照明の普及による二酸化炭素排出削減見込量（単位：万 t）として、2013 年に 73、2020 年に 711、2030 年に 907 であるとされています。これより、2050 年の見込み量は $1299 (= 711 + (907 - 711) \times 3)$ と推定されます。

②上記の推算量の内、藤沢市における寄与を求めます

参照資料 11 「総務省「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数（平成 25 年 3 月 31 日現在）」 (https://www.soumu.go.jp/main_content/000244522.pdf) によると、日本の世帯数は 5,459 万 4,744 です。一方、藤沢市の世帯数は 192,800（参照資料 12 「藤沢市ホームページ（ホーム > 市政情報 > 市の概要 > 市の紹介 > 数値で見る藤沢市の概要）」 (<https://www.city.fujisawa.kanagawa.jp/bunsho/shise/gaiyo/shokai/gaiyo.html>) であるので、2050 年には $45873.86653924048 \text{ tCO}_2 (=12990000 \text{ tCO}_2 \times 192800/54594744)$ 排出削減と推算されます。

アクションプラン 7. 住む：住宅の省エネ化→**9146.521503974815 t 削減**

省エネ基準を満たす住宅ストックの割合を増加させることで、住宅で消費されるエネルギーに由来する二酸化炭素排出を削減する。

①日本全体で 2050 年に期待される二酸化炭素削減量を求めます

参照資料 9 「地球温暖化対策計画における対策の削減量の根拠」 (<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/kaisai/dai35/pdf/sankou.pdf>) の p69 「住宅の省エネ化」によると、省エネ基準を満たす住宅ストックによる二酸化炭素排出削減見込み量はそれぞれ 2013 年で 0、2030 年で 119 万トンであるとしています。そこで、2050 年に期待される二酸化炭素削減量は、 $2590000 \text{ tCO}_2 (= 119 \text{ 万 tCO}_2 \times 37/17)$ と推定されます。

②上記の推算量の内、藤沢市における寄与を求めます

アクションプラン 6②と同じ参照資料 11 により、日本の世帯数は 5,459 万 4,744、藤沢市の世帯数は 192,800 であるので、2050 年には $9146.521503974815 \text{ tCO}_2 (=2590000 \text{ tCO}_2$

×192800/54594744) 排出削減と推算されます。

アクションプラン 8. 水：高効率な給湯器の普及→49405.34202340064 t 削減

①高効率給湯器の普及による 2050 年の排出二酸化炭素削減量を推算する

参照資料 9 「地球温暖化対策計画における対策の削減量の根拠」
(<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/kaisai/dai35/pdf/sankou.pdf>) の p71 「高効率な省エネルギー機器の普及 (家庭部門)」によると、高効率給湯器の導入による二酸化炭素排出削減見込量 (単位：万 t) として、2013 年に 18、2020 年に 226、2030 年に 617 であるとされています。これより、2050 年の見込み量は $1399 (=226+(617-226) \times 3)$ と推定されます。

②上記の推算量の内、藤沢市における寄与を求めます

アクションプラン 6②と同じ参照資料 11 により、日本の世帯数は 5,459 万 4,744、藤沢市の世帯数は 192,800 であるので、2050 年には $49405.34202340064 \text{ tCO}_2 (=13990000 \text{ tCO}_2 \times 192800/54594744)$ 排出削減と推算されます。

アクションプラン 9. 暮らし：家庭での徹底したエネルギー管理→60953.26685660436 t 削減

徹底的な家庭での省エネ。具体的には、HEMS やスマートメーターの導入によって家庭のエネルギー消費状況を詳細に把握し、これを踏まえた機器の制御で電力消費量を削減します。

①家庭での省エネ管理を徹底することで期待される 2050 年の二酸化炭素削減量を推算します

参照資料 9 「地球温暖化対策計画における対策の削減量の根拠」
(<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/kaisai/dai35/pdf/sankou.pdf>) の p76 「HEMS・スマートメーターを利用した家庭部門における徹底的なエネルギー管理の実施」によると、これによる二酸化炭素排出削減見込量 (万 t) は 2013 年に 2.4、2020 年に 202、2030 年には 710 とされています。そこで、2050 年の削減見込み量は $1726 (=202+(710-202) \times 3)$ と推定されます。

②上記の推算量の内、藤沢市における寄与を求めます

アクションプラン 6②と同じ参照資料 11 により、日本の世帯数は 5,459 万 4,744、藤沢市の世帯数は 192,800 であるので、2050 年には $60953.26685660436 \text{ tCO}_2 (=17260000 \text{ tCO}_2 \times 192800/54594744)$ 排出削減と推算されます。

アクションプラン 10. 暮らし：家庭用機器の省エネ性能向上→29982.22686051976 t 削減

①家庭用機器の省エネ性能が向上することで削減される 2050 年の二酸化炭素削減量を推算します。

参照資料 9 「地球温暖化対策計画における対策の削減量の根拠」 (<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/kaisai/dai35/pdf/sankou.pdf>) の p50 「トップランナー制度等による機器の省エネ性能向上（家庭部門）」によると、トップランナー機器のエネルギー消費効率向上を進めることで期待される年間二酸化炭素排出削減量（万トン）は、2013 年で 15、2020 年で 300、2030 年で 483 と見込まれています。これより 2050 年に見込まれる削減量は 849 万 t (=300+3×(483-300)) と推定されます。

②上記の推算量の内、藤沢市における寄与を求めます

アクションプラン 6②と同じ参照資料 11 により、日本の世帯数は 5,459 万 4,744、藤沢市の世帯数は 192,800 であるので、2050 年には 29982.22686051976 tCO₂ (=8490000 tCO₂ × 192800/54594744) 排出削減と推算されます。

アクションプラン 11. トイレ：浄化槽の省エネルギー化→448.8505340367564 t 削減

浄化槽を新設もしくは更新する際に消費電力を 10%削減した浄化槽を導入することにより、ブローアの消費電力を削減し、電気の使用に伴う二酸化炭素排出量を削減します。

①省エネ浄化槽の普及による 2050 年の二酸化炭素排出削減量を推算します

参照資料 9 「地球温暖化対策計画における対策の削減量の根拠」 (<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/kaisai/dai35/pdf/sankou.pdf>) の p74 「高効率な省エネルギー機器の普及（家庭部門）（浄化槽の省エネ化）」によると、浄化槽の省エネ化によって 2030 年には 3.9 万トンの排出削減がなされるとされています。しかしこれは、下の参考表の《積算時に見込んだ前提》から読み取れるように、2030 年のみ極端に低い排出係数を用いているためです。そこで、2019 年と 2029 年の排出削減見込量から 2050 年の排出削減量を推算することにします。すると、求める 2050 年の排出削減量は、127100 t (=15000+(56000-15000)×31/10) となります。

参考表（上記参照資料より）

| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 浄化槽の省エネ化 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 対策評価指標 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10%電力削減浄化槽 | 7 | 14 | 20 | 28 | 38 | 50 | 64 | 78 | 91 | 105 | 118 | 132 | 145 | 159 | 172 | 185 | 198 | 211 |
| 出荷基数 (万基) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 省エネ見 込量 (万kL) | — | — | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 1.9 | 2.1 | 2.3 | 2.5 | 2.6 |
| 排出削減 見込量 (万t-CO2) | — | — | 0.2 | 0.4 | 0.7 | 1.1 | 1.5 | 1.9 | 2.4 | 2.8 | 3.2 | 3.6 | 4.0 | 4.4 | 4.8 | 5.2 | 5.6 | 3.9 |
| ※1 電力の排出係数は、将来の電源構成について見通しを立てることが困難であることから、エネルギーミックスのある2030年度を除き、2013年度の排出係数に基づいて試算。 ※2 目標年度（2030年度）以外の数字は2030年度に向けた進捗状況を確認するための目安である。 ※3 2013・2014年度の数字は実績値（2016年1月時点） | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 《積算時に見込んだ前提》 ・ 対策評価指標：（一社）浄化槽システム協会の出荷統計より把握。 ・ 2013年度の低炭素社会対応型浄化槽の人槽区分別の消費電力基準値（1基あたり）： 5人槽：0.052kW、7人槽：0.074kW、10人槽：0.101kW （出典：浄化槽設置整備事業実施要綱の取り扱いについて（H18 環境省）） ・ 全電源平均の電力排出係数（2013年度）：0.57kg-CO2/kWh （出典：電気事業における環境行動計画（電気事業連合会）） ・ 全電源平均の電力排出係数（2030年度）：0.37kg-CO2/kWh （出典：長期エネルギー需給見通し（H27.7 資源エネルギー庁）） | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

②上記の推算量の内、藤沢市における寄与を求めます

浄化槽は世帯単位で設置されると考えます。アクションプラン 6②と同じ参照資料 11 により、日本の世帯数は 5,459 万 4,744、藤沢市の世帯数は 192,800 であるので、2050 年の藤沢市における排出削減量は 448.8505340367564 tCO₂ (=127100 tCO₂ × 192800/54594744) 排出削減と推算されます。

C. 自治体で

アクションプラン 12. 水道：上水道での省エネ・再生可能エネルギー対策の推進→
1553.84921303047 t 削減

具体的内容：全国の上水道事業者及び水道用水供給事業者が省エネルギー・再生可能エネルギー対策を実施することにより、電力使用由来の二酸化炭素が削減されます。

①水道事業者と水道用水供給事業者が省エネ・再生可能エネルギー対策を実施することで削減される 2050 年の二酸化炭素削減量を推算します。

参照資料 9 「地球温暖化対策計画における対策の削減量の根拠」
(<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/kaisai/dai35/pdf/sankou.pdf>) の p60 「上下水道における省エネ・再エネ導入（水道事業における省エネルギー・再生可能エネルギー対策の推進等）」によると、期待される年間二酸化炭素排出削減量（万トン）は、2013 年でゼロ、2020 年で 28.4、2030 年で 33.6 と見込まれています。これより 2050 年に見込まれる削減量は 44 万 t (=28.4+3×(33.6-28.4)) と推定されます。

②上記の推算量の内、藤沢市における寄与を求めます

アクションプラン 6②と同じ参照資料 11 により、日本の世帯数は 5,459 万 4,744、藤沢市の世帯数は 192,800 であるので、2050 年には 1553.84921303047 tCO₂ (=440000 tCO₂ × 192800/54594744) 排出削減と推算されます。

アクションプラン 13. 水道：下水処理場での省エネ、汚泥利用発電など→
10299.44438179617 t 削減

①下水処理場での省エネ、汚泥利用発電、固形燃料代替などによって 2050 年に期待される二酸化炭素排出削減量を推算します。

参照資料 9 「地球温暖化対策計画における対策の削減量の根拠」
(<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/kaisai/dai35/pdf/sankou.pdf>) の p58 「上下水道における省エネ・再エネ導入（下水道における省エネ・創エネ対策の推進）」によると、期待される年間二酸化炭素排出削減量（万トン）は、2013 年ゼロ、2030 年 134 です。そこで、2050 年には 2916470.588 t (=134 万/17×37) t 二酸化炭素と推定されます。

②上記の推算量の内、藤沢市における寄与を求めます

アクションプラン 6②と同じ参照資料 11 により、日本の世帯数は 5,459 万 4,744、藤沢市の世帯数は 192,800 であるので、2050 年には 10299.44438179617 tCO₂ (=2916470.588 tCO₂ × 192800/54594744) 排出削減と推算されます。

アクションプラン 14. ゴミ処理：現在焼却している可燃廃棄物を炭化し熱も回収→
114804.5397985679 t 削減

①現在、市が焼却している廃棄物の量を求めます

参照資料 2「2018 年版 ふじさわ環境白書 藤沢市環境基本計画 平成 29 年度年次報告」

(<https://www.city.fujisawa.kanagawa.jp/kankyoushise/hakko/documents/2018hakusho-zentai.pdf>) の p90 にある表「総ごみ排出量等の経年変化」により、総ゴミ排出量 (t) は 2017 年で 137,103 (内訳：可燃ごみ (家庭) 57,692、可燃ごみ (事業) 35,460、不燃・大型ごみ 12,976、資源 30,975) です。

参考表 (上記参照資料より)

| 総ごみ排出量等の経年変化 | | | | | | | 単位：t |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
| 年度 (平成) | 24 年 | 25 年 | 26 年 | 27 年 | 28 年 | 29 年 | |
| 人口 (毎年 10 月 1 日) (人) | 416,756 | 418,269 | 419,916 | 423,894 | 426,678 | 428,837 | |
| 1 人 1 日当たりのごみ排出量 (g) | 908 | 898 | 894 | 898 | 888 | 876 | |
| 1 人 1 日当たりの要処理量 (g) (資源を除くごみ排出量) | 695 | 687 | 688 | 692 | 688 | 678 | |
| 総ごみ排出量 | 138,189 | 137,088 | 137,097 | 139,289 | 138,276 | 137,103 | |
| 可燃ごみ (家庭) | 58,415 | 57,515 | 57,739 | 58,243 | 58,466 | 57,692 | |
| 可燃ごみ (事業) | 33,507 | 34,049 | 34,668 | 35,597 | 35,250 | 35,460 | |
| 不燃・大型ごみ | 13,837 | 13,312 | 12,998 | 13,550 | 13,355 | 12,976 | |
| 資源 | 32,431 | 32,214 | 31,692 | 31,899 | 31,205 | 30,975 | |

※ 事業系ごみを含む

そこで、資源ごみ以外の可燃性ごみは全量炭化することにします。すなわち、可燃ごみ (家庭) 57,692 t と可燃ごみ (事業) 35,460 t で合計 93152 t です。

②可燃ごみ中の水分量を差し引き、燃えるものの正味量を求めます。

参照資料 13 山梨県甲府市広報「燃えるごみの 30% が水分です！」

(<https://www.city.kofu.yamanashi.jp/koho/shise/koho/kohoshi/documents/2014-7-6.pdf>) によれば、可燃ごみの 3 割が水分なので、市内で発生する資源ごみ以外の可燃性ごみ 93152 t の内、実際に燃えるものは 65206.4 t であることとなります。

③炭化によって排出が抑制される二酸化炭素の内、炭になる量を求めます

参照資料 14 「バイオマス半炭化の原理と効用」

(https://www.jstage.jst.go.jp/article/jhts/37/2/37_43/_pdf) の p43 左カラムから右カラムに互って、「平均的な木質の化学組成は、 $(\text{CH}_{0.2} \cdot 0.66 [\text{H}_2\text{O}])_n$ である。したがって、完全に脱水 (= $-0.66 [\text{H}_2\text{O}]$) することができれば、理想的にはほとんど炭素が残り、重量が半減してエネルギーをほとんど温存した炭が得られるものと期待される。ところが実際に加熱すると、水蒸気以外にガスやタールなど有機物が揮発脱出して、重量収率では 1/4 ていど、エネルギー収率としても 1/2 くらいにしかならない。」とあるので、

②で求めた実際に燃えるごみは木質と同様であるとし、上記の化学組成 ($\text{CH}_{0.2} \cdot 0.66 [\text{H}_2\text{O}]_n$) から炭素は乾燥可燃ごみ中の 49.8295588% ($=12.01/(12.01+0.2 \times 1.008+0.66 \times (2 \times 1.008+16.00)) \times 100$) を占めていることとなります。すなわち、 $32492.0614293632 \text{ t}$ ($=0.498295588 \times 65206.4$) です。また、炭化によって得られる炭の量は 16301.6 t ($=65206.4/4$) となります。これは、従来ごみ焼却によって発生していた二酸化炭素のおよそ半分、すなわち二酸化炭素の質量で $59736.33771856786 \text{ t}$ ($=16301.6 \times 44.01/12.01$) が排出されなくなります(注: 参照資料 2「ふじさわ環境白書」p176 の表には 2013 年度の廃棄物焼却による二酸化炭素量は 20900 t とありますが、これは参照資料 15「1. 温室効果ガス排出量(1) 推計方法の概要(温暖化対策地域協議会 2019 年 12 月定例会での説明資料)」により「一般廃棄物の焼却量×廃プラ類(廃プラスチック、合成繊維くず)組成率」で求められるとのことですが、この根拠と数値とが不明のため、ここでは不採用としました)。

④炭化の際に発生する熱量を求めます

参照資料 16 一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会「解説」(<https://www.jwba.or.jp/woodbiomass-chip-quality-standard/%E8%A7%A3%E8%AA%AC/>) に「発熱量には高位発熱量と低位発熱量がある。前者は測定した燃料が保有している熱量であり、後者は一般的に実際に熱エネルギーとして利用できる熱量で、・・・」とあります。そこで同資料の表 9 から、含水率 0 dry% の時、針葉樹木部 低位発熱量 5.36 kWh/kg 、広葉樹木部 低位発熱量 5.10 kWh/kg であることから、乾燥した可燃廃棄物が発生する熱は両者の単純平均である 5.23 kWh/kg ($=(5.36 \text{ kWh/kg} + 5.10 \text{ kWh/kg})/2$) とします。

参考表 (上記参照資料より)

| 含水率 | 水分 | 針葉樹木部 | | | | | | 広葉樹木部 | | | | | |
|------|------|-----------|-------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|--------|-----------|-------|--------|
| | | 高位発熱量 HHV | | | 低位発熱量 LHV | | | 高位発熱量 HHV | | | 低位発熱量 LHV | | |
| dry% | wet% | kcal/kg | MJ/kg | kWh/kg |
| 0 | 0 | 4,930 | 20.7 | 5.73 | 4,610 | 19.4 | 5.36 | 4,710 | 19.8 | 5.48 | 4,390 | 18.4 | 5.10 |
| 5 | 5 | 4,680 | 19.7 | 5.44 | 4,350 | 18.3 | 5.06 | 4,470 | 18.8 | 5.20 | 4,140 | 17.4 | 4.81 |
| 11 | 10 | 4,440 | 18.7 | 5.16 | 4,090 | 17.2 | 4.76 | 4,240 | 17.8 | 4.93 | 3,890 | 16.3 | 4.52 |
| 18 | 15 | 4,190 | 17.6 | 4.87 | 3,830 | 16.1 | 4.45 | 4,000 | 16.8 | 4.65 | 3,640 | 15.3 | 4.23 |
| 25 | 20 | 3,940 | 16.6 | 4.58 | 3,560 | 15.0 | 4.14 | 3,770 | 15.8 | 4.38 | 3,390 | 14.2 | 3.94 |
| 33 | 25 | 3,700 | 15.5 | 4.30 | 3,300 | 13.9 | 3.84 | 3,530 | 14.8 | 4.10 | 3,140 | 13.2 | 3.65 |
| 43 | 30 | 3,450 | 14.5 | 4.01 | 3,040 | 12.8 | 3.53 | 3,300 | 13.9 | 3.84 | 2,890 | 12.1 | 3.36 |
| 54 | 35 | 3,200 | 13.4 | 3.72 | 2,780 | 11.7 | 3.23 | 3,060 | 12.9 | 3.56 | 2,640 | 11.1 | 3.07 |
| 67 | 40 | 2,960 | 12.4 | 3.44 | 2,520 | 10.6 | 2.93 | 2,830 | 11.9 | 3.29 | 2,390 | 10.0 | 2.78 |
| 82 | 45 | 2,710 | 11.4 | 3.15 | 2,260 | 9.5 | 2.63 | 2,590 | 10.9 | 3.01 | 2,140 | 9.0 | 2.49 |
| 100 | 50 | 2,470 | 10.4 | 2.87 | 2,000 | 8.4 | 2.33 | 2,360 | 9.9 | 2.74 | 1,890 | 7.9 | 2.20 |
| 122 | 55 | 2,220 | 9.3 | 2.58 | 1,740 | 7.3 | 2.02 | 2,120 | 8.9 | 2.47 | 1,640 | 6.9 | 1.91 |
| 150 | 60 | 1,970 | 8.3 | 2.29 | 1,480 | 6.2 | 1.72 | 1,880 | 7.9 | 2.19 | 1,390 | 5.8 | 1.62 |
| 186 | 65 | 1,730 | 7.3 | 2.01 | 1,220 | 5.1 | 1.42 | 1,650 | 6.9 | 1.92 | 1,150 | 4.8 | 1.34 |

注: 全乾状態での高位発熱量の信頼度95%下限値を基に、水素含有率を6%として求めた。

出典: 沢辺資料

表9. 木材の発熱量

⑤炭化時に排出される二酸化炭素の内、回収熱によって代替される二酸化炭素量を求めます

乾燥した可燃ごみ 65206.4 t が炭化の際に発生する熱は、③から単に焼却した時の半分とすると、発熱量が 5.23 kWh/kg であるので、341029472 kWh (=5.23 kWh/kg/2 × 65206400 kg) となります。

ここで、アクションプラン 3②で使った排出係数 0.522 kgCO₂/kWh を用いると、55068202.08 kgCO₂ (=105494640 kWh × 0.522 kgCO₂/kWh)、すなわち 55068.20208 t 二酸化炭素削減となります。

⑥炭化によって削減される二酸化炭素の総量を求めます

両者の総計は、114804.5397985679 tCO₂ (=59736.33771856786 tCO₂ + 55068.20208 tCO₂) となります。ここで、炭化による未利用有機物の質量 (トン) 当たりの削減二酸化炭素量を求めると、有機物の質量が乾重の場合は、1.760633002260022 tCO₂/t 乾重 (=114804.5397985679 tCO₂/65206.4 t 乾重)、湿重の場合は 1.232443101582015 tCO₂/t 湿重 (=114804.5397985679 tCO₂/93152 t 湿重) となります。この二酸化炭素排出削減量と有機物との換算係数を他のアクションプランでも用いることにします。

アクションプラン 15. ゴミ処理：清掃事業によって収集された可燃ごみを炭化し熱も回収
→746.9159794982723 t 削減

参照資料 2「2018 年版 ふじさわ環境白書 藤沢市環境基本計画 平成 29 年度年次報告」
(<https://www.city.fujisawa.kanagawa.jp/kankyoushise/hakko/documents/2018hakusho-zentai.pdf>) の p170 に、「平成 29 年度 ごみ収集量 可燃ごみ 359,525 kg、海藻

78,400 kg」とあります。したがって可燃性ごみの収集量は 437.925 t (=359.525 t + 78.400 t) になります。

参考表（上記参照資料より）

| | | |
|-------------------|-------|-------------------|
| 《平成 29 年度 ごみ収集量》 | 可燃ごみ | 359,525 kg |
| | （砂防林分 | 1,035 kg) |
| | 不燃ごみ | 96,635 kg |
| | （砂防林分 | 8,235 kg) |
| | 海藻 | 78,400 kg |
| | 合 計 | <u>534,560 kg</u> |

同資料の p171 には、「ゴミゼロクリーンキャンペーンの実施結果」として平成 29 年度のごみ収集量 1,420 kg とあります。この内、半分を可燃ゴミと仮定すると 0.710 t になります。

参考表（上記参照資料より）

ゴミゼロクリーンキャンペーンの実施結果

| 年度(平成) | 25 年 | 26 年 | 27 年 | 28 年 | 29 年 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 参加団体数 | 80 | 84 | 92 | 99 | 100 |
| 参加人数 (人) | 5,186 | 6,391 | 6,401 | 5,584 | 5,325 |
| ごみ収集量 (kg) | 2,490 | 2,900 | 1,820 | 1,510 | 1,420 |

同じく p171 には、河川ごみ流出の抑制目的で収集している活動からは、境川で平成 29 年に可燃ごみが 680kg、すなわち、0.68 t が収集されていることが示されています。

参考表（上記参照資料より）

河川ごみ収集量

単位：kg

| 年度 (平成) | 境 川 | | 引 地 川 | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| | 可燃ごみ | 不燃ごみ | 可燃ごみ | 不燃ごみ |
| 25 年 | 900 | 1,060 | 920 | 1,290 |
| 26 年 | 1,330 | 1,110 | 2,170 | 1,380 |
| 27 年 | 1,500 | 970 | 720 | 540 |
| 28 年 | 1,740 | 980 | | |
| 29 年 | 680 | 860 | | |

※ 引地川除塵機は平成 27 年 10 月に故障により、使用を中止しました。

同資料 p171～172 では、「ボランティア清掃活動等の推進：一日清掃デー〈平成 29 年度〉参加者 16,846 人、ごみ収集量 21,280 kg（可燃ごみ 17,380 kg）」とあり、17.38 t の可燃ごみが収集されています。

参考表（上記参照資料より）

ア 一日清掃デー

〈平成 29 年度〉 参加者 16,846 人
ごみ収集量 21,280 kg（可燃ごみ 17,380 kg 不燃ごみ 3,900 kg）

| 年 度 (平成) | 参加人数 (人) | ごみ収集量 (kg) |
|----------|----------|------------|
| 25 年 | 18,129 | 25,890 |
| 26 年 | 18,763 | 22,840 |
| 27 年 | 13,581 | 23,730 |
| 28 年 | 17,321 | 29,880 |
| 29 年 | 16,846 | 21,280 |

同じく p172 には、「地区内道路等のボランティア清掃〈平成 29 年度〉参加団体 885 団体（延べ 102,576 人）ごみ収集量 296,840 kg」とあります。この内、半分を可燃ゴミと仮定すると 148.42 t になります。

参考表（上記参照資料より）

| 年 度 (平成) | 参加団体 | ごみ収集量 (kg) |
|----------|------|------------|
| 25 年 | 672 | 285,105 |
| 26 年 | 761 | 294,605 |
| 27 年 | 808 | 291,990 |
| 28 年 | 857 | 308,860 |
| 29 年 | 885 | 296,840 |

不法投棄処理について記載している同資料 p173 には、可燃ごみ収集処理量が平成 29 年で 930 kg、すなわち、0.930 t であると示されています。

参考表（上記参照資料より）

| 年度 (平成) | 不法投棄 処理件数 | 不法投棄ごみ収集処理量 | | | 単位 : kg | |
|------------|--------------|-------------|--------|--------|-----------------|-----------------|
| | | 内 訳 | | 計 | 1 回あたり 平均収集量 | 月平均の 収集回数(回) |
| | | 可燃ごみ | 不燃ごみ | | | |
| 25 年 | 675 | 1,485 | 34,380 | 35,865 | 53 | 56 |
| 26 年 | 403 | 0 | 14,584 | 14,584 | 36 | 34 |
| 27 年 | 556 | 1,870 | 18,230 | 20,100 | 36 | 46 |
| 28 年 | 433 | 730 | 17,030 | 17,760 | 41 | 36 |
| 29 年 | 348 | 930 | 13,380 | 14,310 | 41 | 29 |

以上の清掃事業で収集された可燃物の総計は 606.045 t (=437.925+0.710+0.68+17.38+148.42+0.930)になります。ここで、収集可燃物の 3 割が水分（アクションプラン 14②参照）、乾重の 1/4 が炭になる（アクションプラン 14③参照）とすると、106.057875 t (=606.045 t × 0.7/4) の炭がつくられ、388.6433870732723 t (=106.057875 t × 44.01/12.01) の二酸化炭素が燃焼せずに炭になって排出が削減されたこととなります。一方、清掃事業で収集された可燃ごみ 606.045 t に対してアクションプラン 14⑥で求めた換算係数（1.232443101582015 tCO₂/t 湿重）を乗じて得られる 746.9159794982723 tCO₂ (=606.045 t × 1.232443101582015 tCO₂/t 湿重) が、清掃事業で収集した可燃ごみの炭化と熱回収によって削減された二酸化炭素排出量となります。

D. 暮らしを変える

アクションプラン 16. 電気：簡素な暮らしをモットーに電力消費を減らす→73071.2 t 削減

参照資料 17「本宮市トップページ > 分類でさがす > くらし・手続き > 環境・ペット > 自然環境 > 家庭でできる取り組み 10 項目（二酸化炭素の排出量削減）」（<https://www.city.motomiya.lg.jp/soshiki/10/54.html>）には、「冷房の設定温度を 1℃高く、暖房の温度を 1℃低く設定しましょう。年間約 33 キログラムの CO₂ の削減」、「待機電力を 50%削減しましょう。年間約 60 キログラムの CO₂ の削減」、「ジャーの保温を止めましょう。年間約 34 キログラムの CO₂ の削減」、「家族が同じ部屋で団らんし、暖房と照明の利用を 2 割減らしましょう。年間約 238 キログラムの CO₂ の削減」、「テレビ番組を選び、1 日 1 時間テレビ利用を減らしましょう。年間約 14 キログラムの CO₂ の削減」とあります。総計で 379 kg（=33 kg+60 kg+34 kg+238 kg+14 kg）の二酸化炭素の削減になります。これを藤沢市にあてはめると、藤沢市の世帯数が 192800（アクションプラン 6②参照）なので、73071.2 tCO₂（=0.379 tCO₂×192800）の削減になります。

アクションプラン 17. 着る：服を大切に着る→11485.56753078561 t 削減

具体的には、衣服の寿命を 1 年から 2 年にのばすと、参照資料 18「ファッションと気候変動—おしゃれしながら地球を守るには？」ライター パブリックエンゲージメント 石川 2019-12-01（国際環境 NGO グリーンピース・ジャパン 2020）」（<https://www.greenpeace.org/japan/sustainable/story/2019/12/01/11646/>）には、「衣類の購入と使用は、製造、物流、洗濯、乾燥およびアイロン加工などの工程を含めると、世界の CO₂ 排出量の約 3%を占めている（年間 8 億 5,000 万トン以上）。衣服の寿命を倍（1 年から 2 年）に伸ばすだけで、温室効果ガスの排出が年間 24%削減されます。」とあります。そこで、参照資料 19「世界の人口」（<http://arkot.com/jinkou/>）より世界人口は 77 億 4469 万であるので、藤沢市（人口 436040）の削減分は、11485.56753078561 tCO₂（=850000000 tCO₂×0.24/7744690000×436040）と推算されます。

アクションプラン 18. 食べる：地産地消の普及で輸入食品による二酸化炭素排出半減→29126.7826 t 削減

生産物の輸送距離を短くすることで温室効果ガスの発生量を削減します。具体的には特に長距離輸送となる輸入食品による負荷を半減すると、参照資料 20「フード・マイレージについて」（<https://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/kikaku/goudou/06/pdf/data2.pdf>）の 9 枚目のスライドに「わが国の食料輸入に伴う CO₂ 排出量」として 16900000 t とあります。これを人口で按分すると、藤沢市の寄与分は 58253.5652173913 tCO₂（=

16900000 tCO₂×43.6040/12650)となります。これを半減すると 29126.78260869565 tCO₂の削減となります。

参考表（上記参照資料より）

輸入食料の輸送に伴う環境負荷の試算

（１）国内における食料輸送に伴うCO₂排出量

2000年度におけるCO₂排出量 : 1,237百万t
うち食料品 : **9百万t**
(輸送量、エネルギー消費量シェアであん分)

（２）輸入食料の輸送に伴うCO₂排出量の推計

わが国の食料輸入に伴うCO₂排出量 : **16.9百万t**
(フード・マイレージにCO₂排出係数を乗じて試算)

アクションプラン 19. 食べる：食品ロスを半減→**4932.594782608696 t 削減**

参 照 資 料 21 「 藤 沢 市 HP 」

(<https://www.city.fujisawa.kanagawa.jp/kankyou-s/kankyoukeihatsu/shokuhinrosu.html>) には「食品ロスとは？まだ食べられるのに捨てられる食品のことを「食品ロス」といいます。国によると日本では約 646 万トン(平成 27 年度推計値)もの食べ物が捨てられています。これは一人あたり、およそお茶わん一杯分の量(約 140g)を毎日捨てている計算になります」とあります。また、参照資料 22「食料供給システムの物質・エネルギー解析と低炭素型の食生活に関する研究」土木学会論文集 G (環境)、Vol.70, No6, II351-II359, 2014 (https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscej/70/6/70_II_351/_pdf/-char/ja) は、「摂取量の多い代表的な食料として、穀類、いも類、豆、野菜、魚介、乳製品の 8 種類について、食料生産、流通、消費でのフローを解析し、1965 年から 2005 年までの消費量、食品ロス量、食料供給に係る投入エネルギーと二酸化炭素排出量」を求めた結果、食料生産に伴う二酸化炭素排出量は 2005 年において約 5400 万 tCO₂であり、食品ロス由来の二酸化炭素排出量は食料生産に伴う二酸化炭素排出量の約 5.3%であることを記載しています。

参考図（「食料供給システムの物質・エネルギー解析と低炭素型の食生活に関する研究」より）

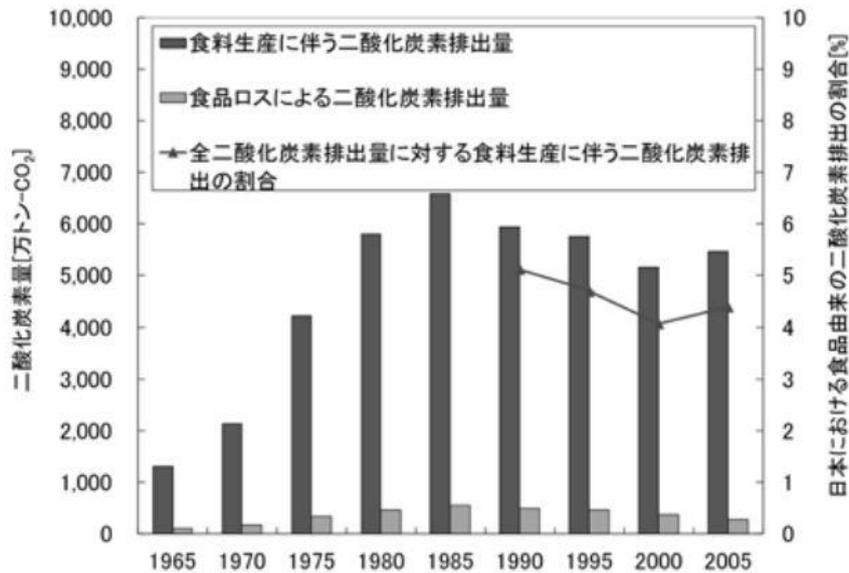


図-13 食料生産に伴う二酸化炭素排出量の変遷

以上より、日本での食品ロスによる二酸化炭素排出は $2862000 \text{ tCO}_2 (=54000000 \text{ tCO}_2 \times 0.053)$ となります。これを人口で按分すると、藤沢市の食品ロスによる二酸化炭素の排出は $9865.189565217391 \text{ tCO}_2 (=2862000 \text{ tCO}_2 \times 43.6040/12650)$ となります。したがって、食品ロスを半減すれば、 $4932.594782608696 \text{ tCO}_2$ の排出削減となります。

アクションプラン 20. 食べる：トマトは露地ものを選ぶ→**671.7309949565217 t 削減**

参照資料 23 「トマトの需給動向 (<https://www.alic.go.jp/content/000147263.pdf>)」によると、日本では生食が主体であるトマトの2015年の出荷量は65万3400トンです。

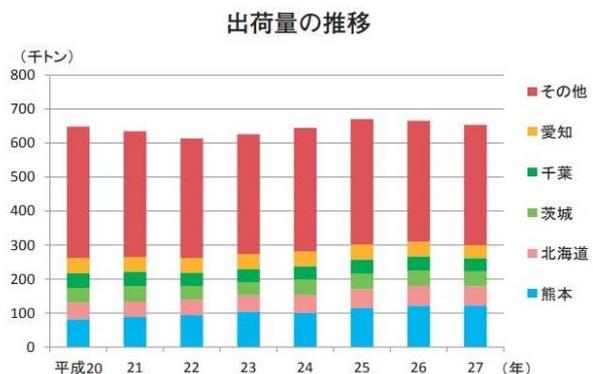
参考図（上記参照資料より）

27年の出荷量は、65万3400トン（前年比98.2%）と、前年よりわずかに減少した。

上位5道県では、

- 熊本県 12万2100トン（同 100.2%）
- 北海道 5万6700トン（同 97.6%）
- 茨城県 4万4100トン（同 96.9%）
- 千葉県 3万8800トン（同 93.7%）
- 愛知県 3万8200トン（同 89.0%）

となっている。

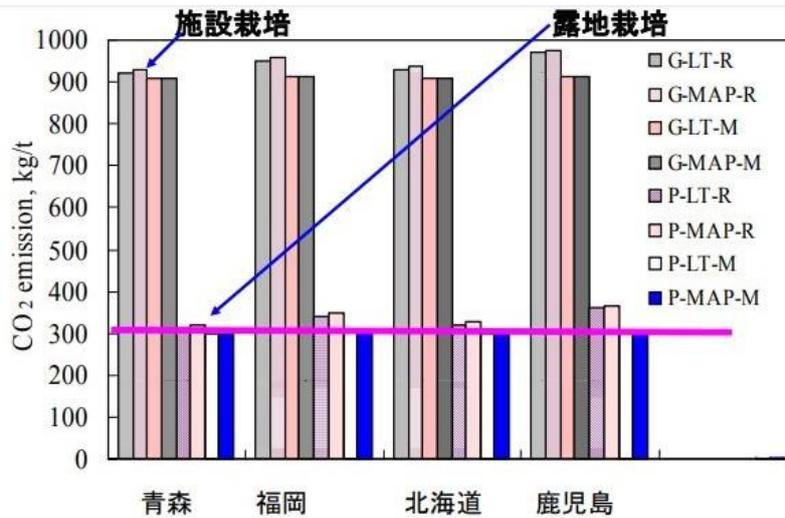


資料：農林水産省「平成27年産野菜生産出荷統計」

これを人口比で按分すると藤沢市で消費されるトマトは 2252.241391304348 t (=653400 t トマト×43.6040/12650)となります。

ここで、参照資料 24「農業における L C A とカーボンフットプリント (<https://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/kikaku/goudou/04/pdf/data6.pdf>)」によると施設栽培と露地栽培の二酸化炭素排出量（それぞれ 895～962 kgCO₂/t トマトと 298～366 kgCO₂/t トマト）の差は産地に大きく依存していません。そこで、この差を 596.5 kgCO₂/t トマトとします。

参考図（上記参照資料より）



各地域で生産された生食用トマトを東京で消費する場合のCO₂:
施設栽培 895 to 962 kg/t、露地栽培 298 to 366 kg/t

輸送・貯蔵に比べると、生産段階での負荷が大きい

21

次に、施設栽培と露地栽培の出荷量割合を求めます。参照資料 25「施設園芸をめぐる情勢 (https://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/engei/sisetsu/pdf/jyousei_1.pdf)」によると、青森・福島・茨城・千葉は露地・雨よけ栽培であり、熊本・愛知は施設栽培となります。これを踏まえて改めて参照資料 23 の産地別出荷量を見て、露地と施設の出荷量比は、おおよそ半々であるとしします。

参考図（上記参照資料 25 より）

○トマトの産地リレー出荷の状況



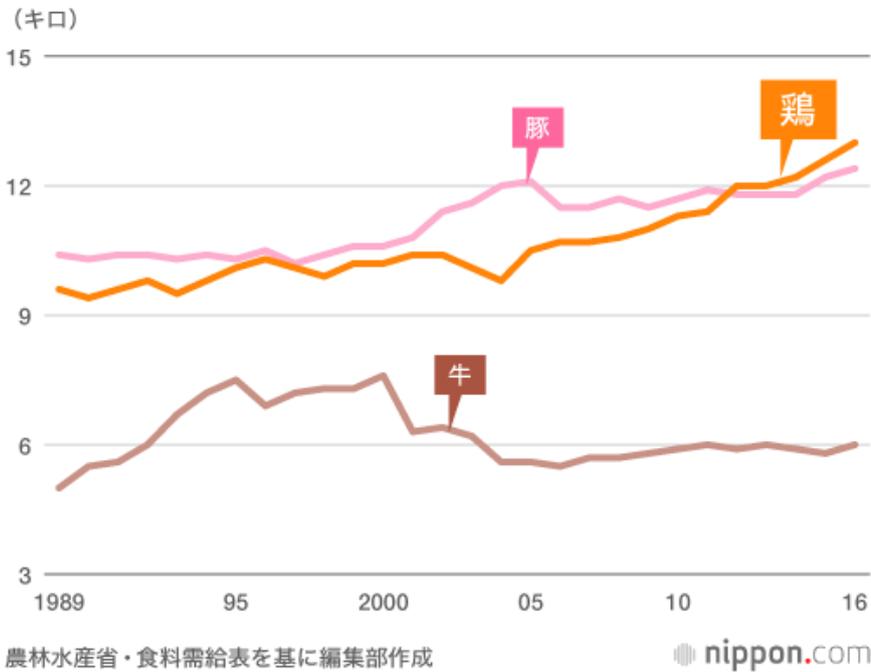
そうすると、藤沢市で消費されるトマト 2252.241391304348 t トマトの半分を占める施設栽培トマトが全て露地ものになることで、671.7309949565217 t (=2252.241391304348 t トマト/2×596.5 kgCO₂/t トマト/1000 t/kg)の二酸化炭素が削減されることとなります。

アクションプラン 21. 食べる：肉消費を半減→36801.776 t 削減

参照資料 26 「日本人が一番食べている肉は鶏！：「サラダチキン」ヒットで若鶏出荷増加中」 (<https://www.nippon.com/ja/features/h00223/>) に次の記述があります。すなわち、「農林水産省の食料需給表によると、2016年度の食肉消費量は31.6キロとなり過去最高を更新した。」そこで、この資料に掲載されている以下に示す図から日本人1人あたり消費量は鶏肉13kg、豚肉13kg、牛肉6kgとします。

参考図（上記参照資料より）

日本人1人あたり年間食肉消費量



ここで、参照資料 27 「「温暖化ガス排出食」の王者は牛肉、畜産分野の約 80%」 (<https://www.afpbb.com/articles/-/2572329>) での記述「牛肉 1 キロの生産過程で排出される CO₂ は重さ 16 キロ相当で、同じ 1 キロの豚肉生産の 4 倍、鶏肉に比べれば 10 倍以上」から、一人当たりの食肉消費に伴う二酸化炭素排出量は 0.1688 tCO₂ (=0.013 × 1.6 tCO₂ + 0.013 × 4 tCO₂ + 0.006 × 16 tCO₂) となります。藤沢市の人口は 436040 であるので、市全体での食肉消費による二酸化炭素排出は 73603.552 tCO₂ (=0.1688 tCO₂ × 436040) であり、食肉消費を半減すれば 36801.776 tCO₂ が削減されます。

アクションプラン 22. 住む：混合セメントの利用 → **2910.853401534527 t 削減**

参照資料 9 「地球温暖化対策計画における対策の削減量の根拠」 (<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/kaisai/dai35/pdf/sankou.pdf>) の p123 「混合セメントの利用拡大」に、「混合セメントの利用を拡大することで、セメントの中間製品であるクリンカの生産量を低減し、クリンカ製造プロセスで原料（石灰石）から化学反応によって発生する二酸化炭素を削減する」とあり、2030 年度で 2013 年度にくらべて 38.8 万 tCO₂ が削減されるとしています。これを日本（1 億 2650 万）と藤沢（436040）の人口比で按分し、かつ混合セメントを 2050 年まで継続して推奨することで、同様の削減が継続するとすれば、2910.853401534527 tCO₂ (=388000 tCO₂ × 43.6040/12650 × 37/17) となるので、2910.853401534527 tCO₂ の排出が削減されます。

アクションプラン 23. 水：シャワー利用を一日1分減らし、風呂の残り湯を洗濯に使う→
14652.8 t 削減

参照資料 17「本宮市トップページ > 分類でさがす > くらし・手続き > 環境・ペット > 自然環境 > 家庭でできる取り組み 10 項目(二酸化炭素の排出量削減)」
(<https://www.city.motomiya.lg.jp/soshiki/10/54.html>) には、「シャワーを1日1分家族全員が減らしましょう。年間約 69 キログラムの CO₂ の削減」、「風呂の残り湯を洗濯に使いましょう。年間約 7 キログラムの CO₂ の削減」とあります。総計で 76 kg (=69 kg+7 kg) の二酸化炭素の削減になります。これを藤沢市にあてはめると、藤沢市の世帯数が 192800 (アクションプラン 6②参照) なので、14652.8 tCO₂ (=0.076 tCO₂×192800) の削減になります。

アクションプラン 24. 暮らす：バイオマスプラスチックの普及→**16064.05877588854 t 削減**

具体的には、バイオマスプラスチックの普及を促進し、製品に使用される石油由来のプラスチックを代替することにより、廃棄物として焼却される非バイオマスプラスチックの焼却に伴う二酸化炭素の排出量を削減するものです。参照資料 9「地球温暖化対策計画における対策の削減量の根拠」
(<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/kaisai/dai35/pdf/sankou.pdf>) の p125「バイオマスプラスチック類の普及」によると、期待される年間二酸化炭素排出削減量(万吨)は、2013年ゼロ、2030年209です。したがって、2050年に期待される削減量として 4548823.529411765 tCO₂ (=2090000 tCO₂×37/17)が得られます。この推算量の内、藤沢市における寄与は、アクションプラン 6②と同じ参照資料により、日本の世帯数は 5,459 万 4,744、藤沢市の世帯数は 192,800 であるので、2050年における藤沢市の寄与分は 16064.05877588854 tCO₂ (=4548823.529411765 tCO₂×192800/54594744) 排出削減と推算されます。

アクションプラン 25. 暮らす：買い物袋持参で省包装の野菜を選ぶ→**11182.4 t 削減**

参照資料 17「本宮市トップページ > 分類でさがす > くらし・手続き > 環境・ペット > 自然環境 > 家庭でできる取り組み 10 項目(二酸化炭素の排出量削減)」
(<https://www.city.motomiya.lg.jp/soshiki/10/54.html>) には、「買い物袋を持ち歩き、省包装の野菜を選びましょう。年間約 58 キログラムの CO₂ の削減」とあります。これを藤沢市にあてはめると、藤沢市の世帯数が 192800 (アクションプラン 6②参照) な

ので、一世帯当たり一人が「買い物袋持参で省包装の野菜を選ぶ」を実践するとして、11182.4 tCO₂ (=0.058 tCO₂×192800)の二酸化炭素削減になります。

アクションプラン 26. 暮らす：アルミ缶をリサイクルにだす（10缶に1缶をポイ捨てしていたのを止める）→**1768.2159692472 t削減**

参照資料 28 「アルミ缶リサイクル協会」の「リサイクル率」ページ (<http://www.alumi-can.or.jp/publics/index/65/>) にリンクされている報告書「2019年（令和元年）度 飲料用アルミ缶リサイクル率（再生利用率）について」から、国内で消費されるアルミ缶は217億3000万缶で、その質量は330418トンとあります。これを人口比で按分すると、藤沢市の寄与分は7490万2365.2173913缶 (=21,730,000,000缶×43.6040/12650)、質量では1138.93648トン (=330418t×43.6040/12650) になります。ここで、藤沢市民が消費した10のアルミ缶のうち1つをリサイクルしないのが現状だとして、これを改め全缶適正に廃棄するとします。すると、同参照資料28に新地金に対する再生地金1トンの電力節約量は10万7070MJとありますから、3387386.914266667 kWh (=1138.93648 t/10×107070 MJ/t /3600 MWh/MJ×1000 kWh/MWh) が新たに節約されます。この電力は恐らく国外で発電されたものであり、その排出係数は不明です。そこでここでは、アクションプラン3. の②で採用した排出係数0.522 kgCO₂/kWhを便宜上用いることにします*。そうすると、1768215.9692472 kgCO₂ (=3387386.914266667 kWh×0.522 kgCO₂/kWh)すなわち、1768.2159692472 tCO₂の削減となります。

*：詳しくは、「付属資料2」の「背景：市外から流入する物質・エネルギーに随伴する二酸化炭素の扱い」を参照ください。

参考図（上記参照資料28より）

| 2. 調査結果 | | |
|-----------------------------------|------------|-----------|
| (1) 国内アルミ缶再生利用重量 | 236,745 トン | (155.7億缶) |
| (2) 国内アルミ缶消費重量 (①+②-③) | 330,418 トン | (217.3億缶) |
| ①国産アルミ缶出荷重量 | 325,984 トン | (213.9億缶) |
| (注) 調査機関調べ。国産アルミ缶平均重量 15.24g/缶 | | |
| ②輸入アルミ缶重量 | 6,300 トン | (4.5億缶) |
| (注) 各統計資料により推定算出。輸入缶平均重量 14.0g/缶 | | |
| ③輸出アルミ缶重量 | 1,866 トン | (1.1億缶) |
| (注) 各統計資料により推定算出。輸出缶平均重量 16.96g/缶 | | |

6. 省エネルギー効果

2019年度に国内で再生利用されたアルミ缶236,745トン、ボーキサイトから新たに地金を造る場合に比べて253億MJのエネルギーの節約になります。

これは電力量に換算しますと70億kWhとなり、全国世帯数（5,852万世帯）の概ね15日分の使用電力量に相当します。

・計算根拠は以下の通りです。

| | |
|--------------------------------|------------|
| ①アルミ新地金1トンの生産に必要なエネルギー： | 110.7 千MJ |
| ②アルミ再生地金1トンの生産に必要なエネルギー： | 3.63 千MJ |
| ③1トン当りのエネルギー節約量（①－②）： | 107.07 千MJ |
| ④本年度のエネルギー節約量（③ × 236,745トン） | 253.0 億MJ |
| ⑤電力量換算エネルギー節約量（④ ÷ 3.6MJ/kWh）： | 70.4 億kWh |
| ⑥一世帯あたりの1ヶ月の平均電力消費量（2016年） | 248 kWh |
| ⑦全国世帯数： | 5,852 万世帯 |

- （注）1. MJ：国際度量衡会議の決定に基づきJ（ジュール）を使用しています。MJは百万ジュール。従来の1cal（カロリー）は4.186J（ジュール）です。
2. 地金精錬における電力量換算値は1kWh=3.6MJの物理学上の単位換算値を使用しました。
3. 一世帯あたりの電力消費量は電気事業連合会ホームページを参照しました。
4. 全国世帯数は、「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数」（平成31年1月1日現在）を参照しました。（総務省 報道資料 令和元年7月11日）

本調査結果に関する責任はすべて当協会にあります。

アクションプラン 27. 移動：1日5分のアイドリングストップ→4555.98 t 削減

参照資料 17「本宮市トップページ > 分類できがす > くらし・手続き > 環境・ペット > 自然環境 > 家庭でできる取り組み 10 項目（二酸化炭素の排出量削減）」（<https://www.city.motomiya.lg.jp/soshiki/10/54.html>）には、「1日5分のアイドリングストップを行いましょう。年間約 39 キログラムの CO₂ の削減」とあります。そこで、藤沢市の自家用乗用車保有台数から市全体での削減二酸化炭素量を求めます。参照資料 29「神奈川県自動車販売店協会 一般社団法人 日本自動車販売協会連合会神奈川県支部 統計データ 市区町村別車両保有台数」（<http://www.jada-kanagawa.jp/PG/www/statistics/hold/syonan.html>）に、藤沢市の自家用乗用車保有台数は 116820 台（普通 59,920、小型 56,900）とあるので、4555.98 tCO₂（=0.039 tCO₂ × 116820）が藤沢市全体での二酸化炭素削減量になります。

参考表（上記参照資料より、表の一部を掲載）

統計データ 市区町村別車両保有台数 湘南管轄合計

| 市郡別 | 業態 | 貨物用 | | | 乗合用 | | 乗用 | | 特殊用途 | | 大型 | 登録 | 小型 | 軽自動車 | 総合計 |
|-----|-----|--------|--------|-----|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|--------|---------|---------|
| | | 普通 | 小型 | 被牽引 | 普通 | 小型 | 普通 | 小型 | 普通 | 小型 | 特殊 | 自動車計 | 二輪 | 軽四輪 | |
| 湘南 | 自家用 | 11,032 | 32,687 | 138 | 168 | 800 | 240,065 | 248,311 | 8,027 | 1,426 | 2,106 | 544,760 | 24,810 | 279,813 | 849,383 |
| | 事業用 | 8,739 | 656 | 465 | 1,172 | 218 | 385 | 1,317 | 3,027 | 125 | 3 | 16,107 | 1 | 3,310 | 19,418 |
| | 計 | 19,771 | 33,343 | 603 | 1,340 | 1,018 | 240,450 | 249,628 | 11,054 | 1,551 | 2,109 | 560,867 | 24,811 | 283,123 | 868,801 |
| 平塚市 | 自家用 | 2,325 | 6,869 | 45 | 31 | 120 | 38,832 | 41,030 | 1,567 | 322 | 244 | 91,385 | 4,257 | 47,746 | 143,388 |
| | 事業用 | 1,926 | 159 | 136 | 264 | 50 | 60 | 214 | 668 | 26 | 2 | 3,505 | 0 | 613 | 4,118 |
| | 計 | 4,251 | 7,028 | 181 | 295 | 170 | 38,892 | 41,244 | 2,235 | 348 | 246 | 94,890 | 4,257 | 48,359 | 147,506 |
| 藤沢市 | 自家用 | 2,400 | 7,271 | 29 | 54 | 141 | 59,920 | 56,900 | 1,720 | 263 | 378 | 129,076 | 6,062 | 46,659 | 181,797 |
| | 事業用 | 1,622 | 99 | 134 | 250 | 46 | 99 | 379 | 523 | 15 | 0 | 3,167 | 0 | 860 | 4,027 |
| | 計 | 4,022 | 7,370 | 163 | 304 | 187 | 60,019 | 57,279 | 2,243 | 278 | 378 | 132,243 | 6,062 | 47,519 | 185,824 |

アクションプラン 28. 移動：エコドライブで→29421.117 t 削減

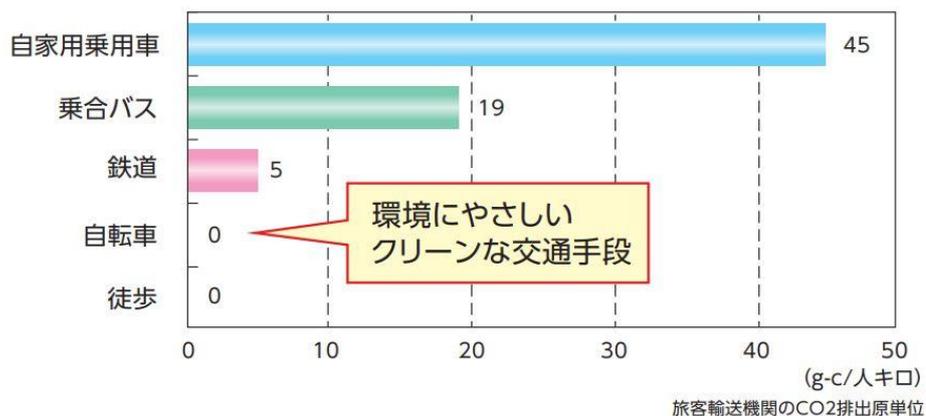
参照資料 30「全国地球温暖化防止活動推進センター 暮らしの省エネ情報 エコライフ(3) くるま編」(https://www.jccca.org/home_section/home_countermeasure/ecolife03.html)には、「タイヤの空気圧を適正に調整すると 23 リットル/年の燃料を節約」、「10kg の不要な荷物を下ろして走ると 2.5 リットル/年の燃料を節約」、「ふんわりアクセル「e スタート」をすると 84 リットル/年の燃料を節約」とあります。同資料には、「ガソリンの二酸化炭素排出係数 2.3kg・CO₂/リットルとして計算」とあるので、これを使って二酸化炭素量に変換すると、節約は合計で年間 0.25185 tCO₂ (= (23+2.5+84) L×2.3 kgCO₂/L) になります。そこで、藤沢市の自家用乗用車すべてにエコドライブがあてはまるとして、市全体での削減二酸化炭素量を求めます。アクションプラン 27 にあるように、藤沢市の自家用乗用車保有台数は 116820 台なので、29421.117 tCO₂ (=0.25185 tCO₂×116820) が藤沢市全体での削減量になります。

アクションプラン 29. 移動：短距離移動では自転車利用を奨励→140624.4824063281 t 削減

①自転車利用によって一年間に削減される自動車の移動距離を求めます

参照資料 31 「ふじさわサイクルプラン」(https://www.city.fujisawa.kanagawa.jp/tosikei/machizukuri/kotsu/shisaku/cycle-plan/documents/cycle_plan.pdf) の p10「第 2 章 自転車利用の特性 3 自転車の環境面での特性」には、「自転車、徒歩は、利用による二酸化炭素排出量はゼロであり、鉄道、乗合バスなど他の交通手段と比べてもその優位性は特出しています。」とあります。

参考図「交通手段別の二酸化炭素排出量の比較」(上記参照資料より)



交通手段別の二酸化炭素排出量の比較

【資料:安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン(H24.11)】

同資料の p40 には、藤沢市での自動車利用の現況として、「自動車利用については、移動距離 1 km 未満で約 1 割超、移動距離 1 km から 2 km 未満で約 2 割を超え、最寄り駅や、商業施設などへの比較的、短距離な移動の際にも、自動車が利用されている実態が伺えます。このような移動距離と各交通手段との実態を踏まえ、2 km 未満の比較的、短距離な移動の際の自動車利用から、自転車利用への転換などをめざした自転車施策を展開していくことを基本とします。」とあります。そこで、移動距離 2.5 km を 1 日に 2 往復とする分について、自転車を用いることにすると、車一台当たり一日 10 km、一年で 3650 km の自動車での移動が削減されます。

②削減された移動距離から乗用車一台の削減二酸化炭素量を求めます

上記の参考図「交通手段別の二酸化炭素排出量の比較」には、自家用乗用車の二酸化炭素排出量が 45 gC/人/km とあります。今、平均で 2 人が乗車しているとすれば、自転車利用によって削減される人・キロは 7300 人・km (=3650 km×2 人) なので、二酸化炭素量は 1203770.607826811 gCO₂ (=7300 人・km ×45 gC/人/km×44.01/12.01)、すなわち、1.203770607826811 tCO₂ となります。

③藤沢市全体での削減二酸化炭素量を求めます

アクションプラン 27 にあるように、藤沢市の自家用乗用車保有台数は 116820 台なので、140624.4824063281 tCO₂ (1.203770607826811 tCO₂×116820)が藤沢市全体での二酸化炭素削減量になります。

アクションプラン 30. 移動：飛行機（国内便のみ）の利用を 2 割減らす→7583.304347826087 t 削減

参照資料 32 「国総研資料 No.524」
(<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryounn/tnn/tnn0524pdf/ks052404.pdf>) の p2 左カラム

1~2 行目に「国内路線の航空機からの二酸化炭素排出量は 2006 年度 1100 万トン」とあるので、旅客と貨物の違いを無視すれば、藤沢市民が飛行機（国内便）の利用を 2 割減らすことによる二酸化炭素排出削減分は 7583.304347826087 tCO₂ (=11000000 tCO₂ ×0.2×43.6040/12650) となります。

II. 炭素を隔離する

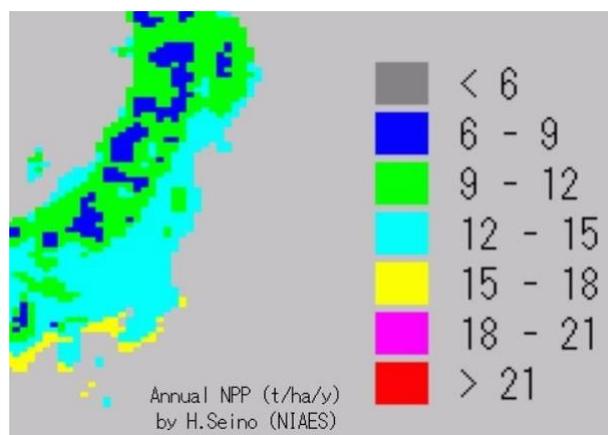
A. 植林・造林で捕集

アクションプラン 31. 市有地の公園、学校、市営住宅の 2 割に植林し光合成産物を回収、炭化するとともに熱利用→**1584.562917434746 t 削減**

①藤沢市域の純一次生産を求めます

参照資料 33 「自然植生の純一次生産力 (NPP)」 (<http://www.naro.affrc.go.jp/archive/niaes/topics/g7/npp.gif>) では、「我が国の NPP は、北海道山岳地帯の 3 t/ha/yr 以下から、紀伊半島南部、四国・九州南部の 18 t/ha/yr まで分布しており、平野部の大部分は 10 t/ha/yr 以上である」とし、以下に示す NPP の分布図を示しています。

参考図（上記参照資料より、図の一部を拡大）



これより、藤沢市の植生の純一次生産力を黄色で示された地域の平均である 16.5 t/ha/y と

します。

②公園、学校、市営住宅面積の2割を占める林の純一次生産量を求めます。

公園 1,676,905.77m²、学校 946,415.38m²、市営住宅 103,939.90m²の2割に植林すると、その面積は 54.545221 ha になります。したがって、その純一次生産量は年間 899.9961465 t (=54.545221 ha×16.5 t/ha) です。

③純一次生産から得られる二酸化炭素排出削減相当量を求めます

年間 899.9961465 t の純一次生産物を炭化すると、224.999036625 t (=899.9961465/4)の炭が得られます(アクションプラン 14③参照)。この炭の量は大気中の二酸化炭素 824.4968860837843 t (=224.999036625 t ×44.01/12.01)を捕集したことに由来します。さらに、炭化時の発生熱による燃料代替効果を加えると、アクションプラン 14⑥で記したことから、炭化と熱利用の合計の二酸化炭素削減量は 1584.562917434746 tCO₂ (=1.760633002260022 tCO₂/t 乾重×899.9961465 t 乾重) となります。

アクションプラン 32. 原野、雑種地に造林し光合成産物を回収、炭化するとともに熱利用
→13535.75250752726 t 削減

①藤沢市域の純一次生産を求めます

アクションプラン 31 の①より、藤沢市の植生の純一次生産力を 16.5 t/ha/y とします。

②原野、雑種地に造林した林の純一次生産量を求めます

原野 435m²、雑種地 4,658,961m²に造林すると、その面積は、合計で 465.9396 ha (=0.0435 + 465.8961)になります。したがって、その純一次生産量は年間 7688.0034 t (=465.9396 ha×16.5 t/ha)です。

③純一次生産から得られる二酸化炭素排出削減相当量を求めます

年間 7688.0034 t の純一次生産物を炭化すると、1922.00085 t (=7688.0034 t/4)の炭が得られます(アクションプラン 14③参照)。この炭の量は大気中の二酸化炭素 7043.068893297252 t (=1922.00085×44.01/12.01)を捕集したことに由来します。さらに、炭化時の発生熱による燃料代替効果を加えると、アクションプラン 14⑥で記したことから、炭化と熱利用の合計の二酸化炭素削減量は 13535.75250752726 tCO₂ (=1.760633002260022 tCO₂/t 乾重×7688.0034 t 乾重) となります。

B. 既存の有機物を炭化して隔離

アクションプラン 33. 緑地・街路樹の純一次生産物を回収し炭化するとともに熱利用→

10980.89197179553 t 削減

参照資料 4 「藤沢市エネルギーの地産地消推進計画」
 (https://www.city.fujisawa.kanagawa.jp/kankyous/keikaku/documents/chisanchisho-keikaku-zenntai_1.pdf) の「第3章 藤沢市のエネルギー供給」p33には「本市で収集し処理している剪定枝は年間約 2,300 トン程度」とあります。

参考表（上記参照資料より）

■藤沢市における剪定枝処理量

(単位:t)

| | | 2012年度 | 2013年度 |
|-------|-----------|----------|----------|
| 処理量合計 | | 2,372.47 | 2,285.48 |
| 内訳 | 施設持込分 | 233.66 | 268.36 |
| | 収集分(コール制) | 111.19 | 89.77 |
| | 湘南エコセンター分 | 2,027.62 | 1,927.35 |

一方、面積 (ha) 224.45 の公園緑地 (都市公園) と高木・中木が約 15,250 本、低木等がある約 141,500 平方メートルの市内街路樹とから発生する剪定枝と落葉等の生産物を積極的に収集すると、アクションプラン 31 の①より、藤沢市の植生の純一次生産力年間 16.5 t /ha を用いると、総計 238.6 ha (=224.45 + 14.1500)であるので、その純一次生産は 3936.9 t (=238.6 ha × 16.5 t /ha)と推定されます。

以上から、従来、廃棄物として処理されている剪定枝 (2300 t) に加えて、公園緑地と街路樹から収集するもの (3936.9 t)の合計 6236.9 t (=2300 t + 3936.9 t)が炭化と熱回収に用いることが出来ると推察できます。そこで次に、これらの収集物から得られる二酸化炭素排出削減相当量を求めます。すなわち、年間 6236.9 t の収集物を炭化すると、1559.225 t (=6236.9 t /4)の炭が得られます (アクションプラン 14③参照)。この炭の量は大気中の二酸化炭素 5713.696273938385 t (=1559.225 t × 44.01/12.01)を捕集したことに由来します。さらに、炭化時の発生熱による燃料代替効果を加えると、アクションプラン 14⑥で記したことから、炭化と熱利用の合計の二酸化炭素削減量は 10980.89197179553 tCO₂ (=1.760633002260022 tCO₂/t 乾重 × 6236.9 t 乾重) となります。

**アクションプラン 34. 市内の林地からの光合成産物を回収し炭化するとともに熱利用→
 6626.953854583237 削減**

市内には、一般山林 1,558,865 m²、介在山林 536,978 m²、市有地の普通財産 185,345.45 m² (山林、その他の施設) があります。その面積は 228.118845 ha (=1,558,865 m² +

536,978 m² + 185,345.45 m²)です。それで、ここでの純一次生産 3763.9609425 t (=228.118845 ha×16.5 t/ha)について、これらから得られる二酸化炭素排出削減相当量を求めます。すなわち、市内の林地での年間 3763.9609425 t の光合成産物を収集し炭化すると、940.990235625 t (=3763.9609425/4)の炭が得られます (アクションプラン 14③参照)。この炭の量は大気中の二酸化炭素 3448.208182336074 t (=940.990235625 t ×44.01/12.01)を捕集したことに由来します。さらに、炭化時の発生熱による燃料代替効果を加えると、アクションプラン 14⑥で記したことから、炭化と熱利用の合計の二酸化炭素削減量は 6626.953854583237 tCO₂ (=1.760633002260022 tCO₂/t 乾重 × 3763.9609425 t 乾重) となります。

アクションプラン 35. 市内で発生する未利用有機物を炭化するとともに熱利用→
273540.1676837154 t 削減

参照資料 34 「廃棄物系バイオマス活用の現状」
(https://www.env.go.jp/recycle/waste/biomass_roadmap/genjyo.pdf) の p1-3 にある表 1-1 を以下に参考表として示します。

参考表

表 1-1 バイオマス活用推進基本計画におけるバイオマスの利用率目標

| バイオマスの種類 | 現在の年間発生量 | 現在の利用率 | 2020年の目標 |
|----------|-------------|----------------------|----------------------|
| 家畜排せつ物 | 約 8,800 万トン | 約 90% | 約 90% |
| 下水汚泥 | 約 7,800 万トン | 約 77% | 約 85% |
| 黒液 | 約 1,400 万トン | 約 100% | 約 100% |
| 紙 | 約 2,700 万トン | 約 80% | 約 85% |
| 食品廃棄物 | 約 1,900 万トン | 約 27% | 約 40% |
| 製材工場残材 | 約 340 万トン | 約 95% | 約 95% |
| 建設発生木材 | 約 410 万トン | 約 90% | 約 95% |
| 農作物非食用部 | 約 1,400 万トン | 約 30%(すき込みを含めば約 85%) | 約 45%(すき込みを含めば約 90%) |
| 林地残材 | 約 800 万トン | ほとんど未利用 | 約 30%以上 |

(出所)『バイオマス活用推進計画』

この表から、現在、日本全体で発生している有機廃棄物の内、未利用であるものは、家畜排せつ物 880 万トン、下水汚泥 1794 万トン、紙 540 万トン、食品廃棄物 1387 万トン、製材工場残材 17 万トン、建設発生木材 41 万トン、農作物非食用部 980 万トン、林地残

材 800 万トンになります。すなわち、未利用有機資源は 6439 万トン (=880+1794+540+1387+17+41+980+800)万トンあります。これを人口比で藤沢市に按分すると、221949.5304347826 t (=64390000 t×43.6040/12650)になります。アクションプラン 14②では、燃えるゴミの 3 割が水分であるとしています。そこで、ここで扱う廃棄物系バイオマスの水分量も 30%が水分であるとしします。すると乾燥重は 155364.6713043478 t (=221949.5304347826 t ×0.7) になり、その半分、すなわち 77682.33565217391 t (=155364.6713043478 t /2)が炭素と考えると、炭化によって炭になるのは更にその半分である 38841.16782608696 t (=77682.33565217391 t /2) となります(アクションプラン 14③参照)。この炭は大気中の二酸化炭素を捕集したものであり、その量は 142331.373524237 t (=38841.16782608696 t ×44.01/12.01)になります。さらに、炭化時の発生熱による燃料代替効果を加えると、アクションプラン 14⑥で記したことから、炭化と熱利用の合計の二酸化炭素削減量は 273540.1676837154 tCO₂ (=1.760633002260022 tCO₂/t 乾重×155364.6713043478 t 乾重) となります。

C. 土壌に貯留

アクションプラン 36. 農地に炭素を溜める→215.1464412810936 t 削減

参照資料 9 「地球温暖化対策計画における対策の削減量の根拠」 (<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/kaisai/dai35/pdf/sankou.pdf>) の p142「農地土壌炭素吸収源対策」によると、堆肥や緑肥など有機物の施用による土づくりを推進し農地土壌の炭素貯留を促進することで鉱質土壌に貯留される炭素量(単位:万 t)は二酸化炭素換算で、2013年 757 であるのに対し、2013～2020年 708～828、2021～2025年 598～814、2026～2030年 696～890 とされています。

参考表(上記参照資料より)

| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
|--|---------|------|------|------|------|---------|------|------|------|------|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| 土壌炭素 貯留量（鈹 質土壌） （万t-CO2） | 757 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 吸収 見込量 （万t-CO2） | 708～828 | | | | | 598～814 | | | | | 696～890 | | | | | | | |
| ※1 目標年度（2030年度）以外の数字は2030年度に向けた進捗状況を確認するための目安である。 ※2 2013年度の数字は実績値（2013年の1年当たりの貯留量） | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

そこで、期間2026～2030年の中央である2028年に696～890の中央である793であると
し、これで2050年を見込むことにします。すると、15年間で二酸化炭素換算36万ト
ン(=793-757)の炭素が土壌中に増加するのですから、2050年には、貯留炭素が二酸化
炭素換算で88.8万t(=36/15×(2050-2013))増加することになります。次に、これを藤
沢の農地に按分します。(注：上の表中の値は累積値ではないかと思われませんが、「※2
2013年度の数字は実績値(2013年の1年当たりの貯留量)」とあることから、見込量も
年当たりの数値と解釈しました)

そこで、まず、日本の農地面積を求めます。参照資料35「農地・耕作放棄地面積の推移」
(https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/special/2030tf/281114/shiryoku1_2.pdf)
には、「農地面積は、主に宅地等への転用や荒廃農地の発生等により年々減少し、平成
27年には449万6千ha。」という記載があります。これを日本の農地面積とします。
次に、藤沢市の農地面積ですが、これは、参照資料36「統計年報2019」
(<https://www.city.fujisawa.kanagawa.jp/bunsho/shise/toke/nenpo/2019.html>)の「1.
土地・気象」の「8 土地利用分類別面積」に農地面積は1,089.3haであるとされてい
ます。

以上から、藤沢市の農地は、日本全体の0.0002422820284697509(=1,089.3ha/4496000ha)
を占めていることとなります。これで、88.8万t(二酸化炭素換算)の貯留炭素増加を
按分すれば、215.1464412810936t(=888000t×0.0002422820284697509)となります。
つまり、堆肥や緑肥など有機物の施用による土づくりをすれば、2050年には、これだけ
の二酸化炭素削減に相当する炭素が土壌に蓄えられることとなります。

D. 炭酸塩で隔離

アクションプラン 37. 溶融スラグによる二酸化炭素吸収→5705.997977 t 削減

多くの岩石は珪酸塩を含みます。これが、二酸化炭素と反応して炭酸塩になることを「風化」とよんでいます。この二酸化炭素と反応し炭酸塩となるのは岩石だけではなく、不燃廃棄物を溶融処理したあとに残るスラグも二酸化炭素と反応します。これを利用して二酸化炭素削減相当の効果をもたらします。

①溶融スラグの成分を確定する

参 照 資 料 37 「 DOWA エ コ ジ ャ ー ナ ル 」

(<http://www.dowa-ecoj.jp/naruhodo/2014/20141001.html>) には、次の記述があります。

すなわち、「2. 溶融スラグとは 「溶融スラグ」とは、家庭ごみ等の一般廃棄物や下水道汚泥の焼却灰等を 1,200℃以上の高温で溶融した後、冷却、固化したものを指します。・・・主な成分は、SiO₂、CaO、Al₂O₃ と、天然の石に類似する組成になります。」

次に、参照資料 38 「一般廃棄物溶融スラグの有害物質評価とその対策」

(https://www.jstage.jst.go.jp/article/jswmepac/18/0/18_0_206/_pdf-char/ja) によると、溶融スラグの成分は、SiO₂ 43%、CaO 27%、Al₂O₃ 11%となります。この内、二酸化炭素と反応して安定な化合物をつくるものは SiO₂ と CaO であるとします。

参考図（上記参照資料より）

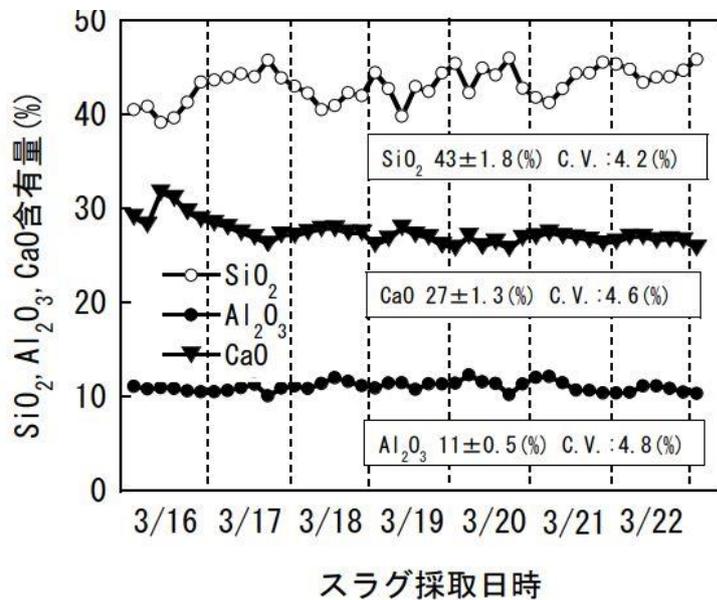


図1 SiO₂、Al₂O₃ および CaO の経時変化 (K-3)

次に、藤沢市で発生する溶融スラグで期待される二酸化炭素削減相当量を求めます。

参 照 資 料 39 「 ご み 焼 却 灰 の 資 源 化 」

(<https://www.city.fujisawa.kanagawa.jp/kankyous/kurashi/gomi/recycle/recycle/sho>)

kyakuhai.html) によれば、2018 年度に熔融された総量は 10831 t です。

参考表（上記参照資料より）

熔融スラグの資源化について

焼却灰中の重金属類は熔融固化することによりスラグ中に封じ込められて外に溶出することはなく、ダイオキシン類については高温で完全分解するため、熔融処理は焼却灰を無害化することができます。藤沢市では委託業者と共同し熔融スラグの路盤材としての試験を実施し、スラグの安全性について平成7年度～平成11年度にかけて安全を確認してきました。その後平成18年7月に熔融スラグに係るJISが用途別に公示されています。

焼却灰を無害化した熔融スラグは道路舗装の路盤材などに利用され資源化されています。なお、藤沢市では焼却灰等の熔融処理により、100%資源化することを目指しています。

| 年度 | 北部焼却灰熔融量 (トン) | 石名坂焼却灰熔融量 (トン) | 石名坂不燃物熔融量 (トン) | 合計 (トン) |
|------|------------------|-------------------|-------------------|------------|
| 2018 | 5,459 | 3,893 | 1,479 | 10,831 |

この中に、 SiO_2 は 4657.33 t ($=10831 \times 43\%$) あり、1 モルの SiO_2 に対し二酸化炭素 1 モルが炭酸水素イオンになるとすれば、3411.035002 t 二酸化炭素 ($=4657.33 \text{ t} / 60.09 \times 44.01$)。同様に CaO は 2924.37 t ($=10831 \text{ t} \times 27\%$) あり、 CaO 1 モルに二酸化炭素 1 モルが反応するとして、2294.962975 t 二酸化炭素 ($=2924.37 \text{ t} / 56.08 \times 44.01$) となるので、合計で 5705.997977 t ($=3411.035002 \text{ t} + 2294.962975 \text{ t}$) の二酸化炭素削減相当となります。

根拠の詳細は以上です。