

給湯器の排出削減を中心に

外岡 豊

Yutaka TONOOKA

実行委員

埼玉大学 名誉教授、早稲田大学研究員

元Imperial College Visiting Prof., 大連理工大学,西安交通大学客座教授

一社・エコステージ協会 理事 NPO EEハーモニー代表

環境省温室効果ガス排出量算定方法検討会エネルギー・工業プロセス分科会委員他

脱炭素社会推進会議 幹事

日本建築学会・建築SDGs宣言推進特別調査委員会・幹事

日本建築学会地球環境委員会・建築・都市における気候危機対応小委員会,LCA小委員,住宅建設WG,

アジア・モンスーン地域の建築環境検討小委員会,倫理委員会委員他

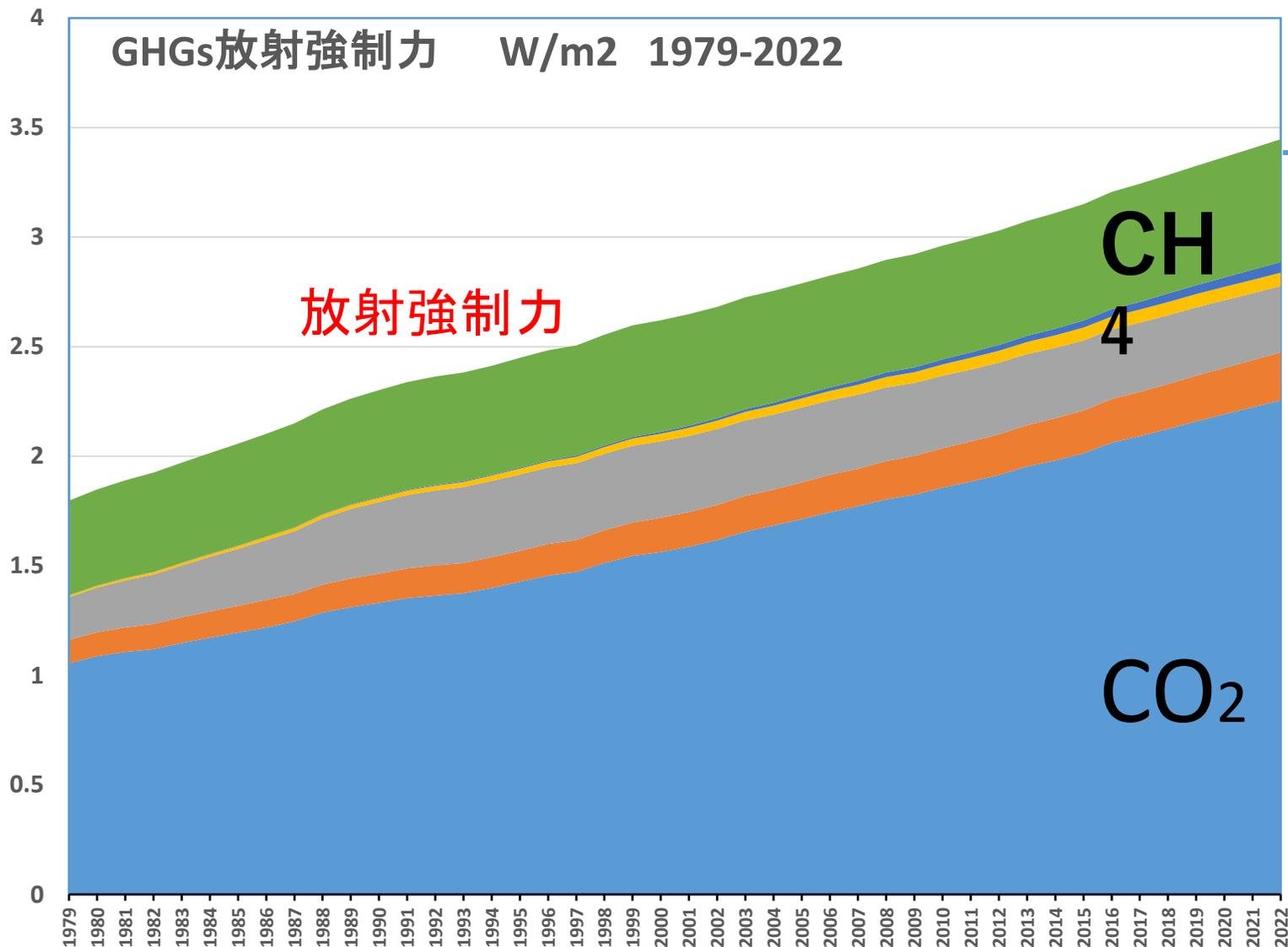
藤沢市地球温暖化防止地域協議会、藤沢エコネット、気候ネットワーク、環境ジャーナリストの会

人新世統合学研究会主宰

気候危機はさらに悪化中！！！！

2022
3.449W/m²

放射強制力上昇
鈍化気配なし
→気温上昇は止まらない
気候危機は制御不能に



仮に排出ゼロになっても放射強制力は下がらない



Tipping Point超えたらシベリア凍土融解
メタン(GWP25)噴出 止まらない
制御不能→+4°C
灼熱地獄→棚氷・氷河融解→海面上昇

NOAA 2025

Table of global annual mean dry-air mole fractions used in deriving the AGGI. <http://gml.noaa.gov/ccgg/trends/> より

藤沢市 家庭のCO₂排出量 基礎事項 補習

家庭排出は45万トン市全発生源計186万tCO₂の24%

藤沢市の家庭CO₂排出量は全国計の0.29%相当、人口は0.37%、世帯数は0.35%、世帯当排出量は2.18tCO₂/世帯年而对全国比78%、温暖なので低め、人口1人当でも78%、世帯規模がたまたま全国平均に近い

藤沢市CO₂排出量 tCO₂/年度

	CO ₂ 排出量 1000tCO ₂ /年度	構成比 %	推計 年度
産業	514	28%	2018
業務	490	26%	2018
家庭	450	24%	2023
運輸	356	19%	2022
廃棄物	40	2%	2022
CO ₂ 排出量計	1,851	100%	混合
他GHGs	6	0.3%	2022
GHGs計	1,857	100%	混合

地域	人口 万人	世帯数 千世帯	家庭CO ₂ 排出量 百万t	人口1人当 CO ₂ 排出量 t/人年	世帯当 CO ₂ 排出量 t/世帯年
全国	11,963	54,825	153.22	1.28	2.79
藤沢市	44	204	0.45	1.01	2.18
相対比	0.37%	0.37%	0.29%	78%	78%

世帯構成 戸建45%、集合55%(マンションとアパート)、持ち家59%、貸家41%

	戸建	集合	計	
戸数	45%	55%	3,260	戸
面積	59%	41%	257	千m ²
CO ₂ 排出量	41%	59%	155	千tCO ₂

住宅新築状況 現存の1.6%
集合の戸数が多いが、
面積は戸建、
CO₂排出量は集合が多い
建設CO₂排出量は年間運用の34%

市の公表値は産業排出が異常に大きく全体に過大
この表は独自推計である
実態に近いもの

◆給湯器の選択

エコジョーズ:ガス高効率給湯器

CO2排出削減効果は小さい 一旦設置すると15年は更新できないので、もっと削減効果が高い機器の導入機会をふさいでしまう ×

エネファーム:給湯と発電も行うガス燃料電池 超高価格

普及率は低く、価格低下も望めない 水素の元はガスなのでCO2排出不可避 ×
排出ゼロ水素のエネファームができれば、その後は期待できる

エコキュート:CO2冷媒ヒートポンプ給湯器 家庭CO2排出削減対策の中心的本命

再生エネ電力(屋根にPVC設置か、排出ゼロ電力購入)でエコキュートなら排出ゼロ実現
電気事業購入電力でも、今後は(政府エネルギー基本計画通りなら)年々電力CO2排出係数低下
将来排出起源効果大 ◎

エコワン:エコキュートにガス給湯器を付けたハイブリッド型

貯湯槽が小さく場所を取らない等、利点はあるが、ガス焚きする分、CO2排出量削減効果は小さい 削減効果はエコキュートに勝てない ×に近い△

バイオマス・ストーブ:

薪、木質ペレット・ストーブ 木質燃料のCO2排出は国際的にもゼロ扱いが認められている
吹き抜けがある間取で家中を温めるやり方もある 木質バイオ燃料風呂釜は市販されているが普及していない △

高価格でも低排出機器エコキュートを普及させる方法

➤CO2排出に価格をつける(内部経済化)のが本筋 CO2 1t 2万円が相場

ウィリアム・ノードハウスは排出削減には価格化、内部経済化が不可欠と主張

2018年、ノーベル経済学賞 **行政(規制、誘導)とNPO活動・市民運動、企業の社会貢献
気候危機対応請求市民訴訟もあり**

➤エコキュート導入促進

- とくに賃貸住宅への設置促進: PVCまたは再生エネ電力と同時にエコキュート導入
アパートは屋根面積が大きく、PVC設置と併せてエコキュート導入
通常、給湯器は大家(所有者、経営者)が設置 エアコンは入居者設置が多い。数戸まとまって
導入することで価格低下期待
導入促進には長期低金利融資と補助金を組み合わせた施策が有効
- 既存住戸15年経過頃の建物に優先導入
建設したハウスメーカーが排出削減助言する慣行に期待 建物状況把握
- 集合住宅(マンション)屋上設置も可能
- 戸建住戸も同様
- 国策で大量生産価格低下促進
- 国家資本主義:Mariana Mazzucato LSC ロンドン経済大 2018 国家主導技術革新提唱

家庭CO2排出大幅削減の方法 : 化石燃料から再生エネ電力への転換

◆給湯は最優先導入対象 ガス機器からエコキュートへ

CO2排出量は30～35%削減

将来CO2排出係数想定で50～55%削減

削減効果大

(電力排出係数2040年までの平均で30%低下

エネ基本計画)

80%ガス

◆ガス給湯器多い: 転換余地大→削減可能性大

全住宅で同条件で導入可能

戸建、集合、持家、賃貸 技術的条件は同じ

(既存住宅の断熱は個別条件まちまちで、導入困難)

◆15年更新機会 20万戸/15年=1.3万機/年導入を継続すると

2040年で全戸導入 エコキュート導入普及は進めやすい対策

全国給湯器シェア

	構成比
ガス給湯器	45%
エコジョーズ	31%
エコキュート	20%
エネファーム	1%
電気温水器	3%
給湯器 計	100%

排出削減の要諦 **全電化＋再生エネ電力 → 大幅削減**

電気はガスの2倍CO₂が出る

ヒートポンプで高効率化、現況電力排出係数が大きくても、それ以上の削減を実現、さらに再生可能電力でCO₂排出係数の低下で大幅削減

* まず省エネ

暖房負荷削減 断熱:2重真空ガラス窓等
家電機器(稼働時間削減、小型化含)、照明LED化

* ヒートポンプによる高効率化と電化 給湯と暖冷房

ガス給湯器からエコキュート(CO₂冷媒ヒートポンプ) 効率3倍以上
ガス、灯油暖房からエアコン・ヒートポンプ暖冷房へ 効率5倍

* 再生可能電力へ 脱化石燃料火力

エネルギー基本計画通り2050年電力排出係数ゼロ 全再生可能エネ電力化なら
中間時点2040年、15年後＝給湯機器更新年、
電力CO₂排出係数は60%低下、41.1kgCO₂/GJになる

現在から15年間の平均で30%低下、82.3kgCO₂/GJになる。

これらを組み合わせると大幅排出削減可能 50～70%削減も可能

給湯と暖房の排出削減と建設排出相対比較 エコキュート削減期待大

- 低排出住宅(省エネ・全電化)新築は一戸当たり26%排出削減、 $0.57\text{tCO}_2/\text{戸}$ だが、新築戸数は年間3260戸、1.6%、その排出削減量は $1,853\text{tCO}_2$ 、市削減効果はわずか
- 既存住宅の断熱改修を進めることが望ましいが、改修後長期間確実に継続利用しないと費用改修できない。それを担保する社会的仕組みが不可決。藤沢市は温暖な分、断熱改修の排出削減効果は小さい 既存RCマンションは不可能✕
- 住宅を新築すると建設で $48\text{tCO}_2/\text{戸}$ の排出があり、年間エネルギー消費量排出の22年分(藤沢市平均)、木造は 32t 、鉄骨造(アパート等)は 55t 、RC造(マンション)は 76t 。
- 木造は低め、改修工事もしやすく建設廃棄物も処理しやすいので長期的LCA(ライフサイクル環境評価)でも有利 新築工事では基礎のコンクリート製造で大量 CO_2 排出があり、改修工事なら、その排出は少ない **新築するなら戸建木造 でも、それより既存改修100年延命**
- 給湯機器は全戸で使用があり、15年に一度は更新する 年間1.4万戸で更新
全てエコキュートにすると、年間 $1,946\text{tCO}_2$ 、給湯器排出の1.5%づつ削減、
15年で23%削減、全排出の6.45削減 市の合計排出量削減寄与効果は大きい

気候危機時代の住宅 排出削減と同時に考えること 住宅はこれでよいのか??

- 戸建か、集合(マンション)か、
- 木造か、鉄骨か、RC(鉄筋コンクリート)か
- 新築か既築改修か
- 持家(所有、マンションは区分所有)か、賃貸か
- シェアハウスか、老人ホームか2地域居住か
- 都会住まいか 農山村か 大都市圏か地方か

マンションは戸建より暖房負荷は小さい(外壁面少ない)

しかし新築すると建設で30年分CO₂排出

あとから断熱性能強化は困難

区分所有建物では改修や更新建て替え、合意形成困難

木造戸建でも新築すると建設で13年分CO₂排出

既築木造(耐震+断熱)改修が御薦め

改修したら20年以上継続使用

これからは多世代シェアハウス

所有と賃貸の中間型もあり得る

適応策 洪水危険地を避ける
災害時居住

BCP非常時継続生活維持

災害対策は喫緊最優先課題

道路,上下水,都市ガス等

社会基盤老朽化どうする?

少子高齢化 どうする?

働き方 職場と住居の関係

自宅勤務するか その形態

子育ての地域条件

日本の将来

失われた30年後半は、悲惨?

立法、行政、司法 機能している?

先進国であり続けることは可能?

金があっても食糧難?飢餓発生?

食の安全、質も量も 危険?

いったい何を食べればよいのか?

社会の閉塞感 どう打開?

CO2排出量の計算

消費実績データがあれば計算できる

CO2排出量計算

	消費量		排出係数	CO2排出量
電気	3,817 kWh		0.423 kgCO2/kWh	1.61 tCO2/世帯年
都市ガス	163 m3		2.05 kgCO2/l(リットル)	0.33 tCO2/世帯年
LPガス	57 t		3.01 kgCO2/l(リットル)	0.17 tCO2/世帯年
灯油	30 kl(キロリットル)		2.51 kgCO2/l(リットル)	0.08 tCO2/世帯年
合計	-			2.20 tCO2/世帯年

電力のCO2排出係数は年々
4.7kgCO2/GJずつ低下

2050年にすべて再生可能エネ化
排出ゼロ想定

エネルギー消費量計算

	消費量		排出係数	CO2排出量
電気	3,817 kWh		3.60 GJ/kWh	13.7 GJ/世帯年
都市ガス	163 m3		40.0 GJ/m3	6.5 GJ/世帯年
LPガス	57 t		50.1 GJ/t	2.9 GJ/世帯年
灯油	30 kl(キロリットル)		36.6 GJ/kl(キロリットル)	1.1 GJ/世帯年
合計	-			24.3 GJ/世帯年

都市ガスの排出係数も少しづつ
年々低下する想定もある
ガス協会

木質バイオマス,太陽エネ等未計上

CO2排出量計算 熱量当

	消費量		排出係数	CO2排出量
電気	13.7 GJ/世帯年		117.5 kgCO2/GJ	1.61 tCO2/世帯年
都市ガス	6.5 GJ/世帯年		51.2 kgCO2/GJ	0.33 tCO2/世帯年
LPガス	2.9 GJ/世帯年		60.0 kgCO2/GJ	0.17 tCO2/世帯年
灯油	1.1 GJ/世帯年		68.6 kgCO2/GJ	0.08 tCO2/世帯年
合計	24.3 GJ/世帯年			2.20 tCO2/世帯年

基礎資料 戸建、集合別、用途別、エネ種類別世帯当CO2排出量 藤沢市 2023年度

205,798 世帯

tCO2/世帯

	電気	都市ガス	LPガス	灯油	合計
暖房	0.20	0.04	0.02	0.08	0.33
冷房	0.09	0.00	0.00	0.00	0.09
給湯	0.25	0.27	0.13	0.00	0.64
厨房	0.05	0.03	0.03	0.00	0.10
照明他	1.03	0.00	0.00	0.00	1.03
エネ総量	1.61	0.33	0.17	0.08	2.20

	電気	都市ガス	LPガス	灯油	合計
暖房	8.9%	1.9%	0.9%	3.5%	15.2%
冷房	4.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4.0%
給湯	11.5%	12.1%	5.7%	0.0%	29.4%
厨房	2.4%	1.2%	1.2%	0.0%	4.8%
照明他	46.7%	0.0%	0.0%	0.0%	46.7%
エネ総量	73.5%	15.2%	7.8%	3.5%	100.0%

92,805 世帯

戸建

tCO2/世帯

	電気	都市ガス	LPガス	灯油	合計
暖房	0.27	0.06	0.03	0.11	0.46
冷房	0.12	0.00	0.00	0.00	0.12
給湯	0.34	0.37	0.18	0.00	0.89
厨房	0.07	0.04	0.04	0.00	0.14
照明他	1.39	0.00	0.00	0.00	1.39
エネ総量	2.19	0.46	0.24	0.11	3.01

112,993 世帯

集合

tCO2/世帯

	電気	都市ガス	LPガス	灯油	合計
暖房	0.14	0.03	0.01	0.05	0.23
冷房	0.06	0.00	0.00	0.00	0.06
給湯	0.18	0.18	0.09	0.00	0.45
厨房	0.04	0.02	0.02	0.00	0.07
照明他	0.73	0.00	0.00	0.00	0.73
用途計	1.14	0.23	0.12	0.05	1.53

推計: Y.TONOOKA 2025

基礎資料 世帯類型別世帯当CO2排出量 2023年度 藤沢市
 自宅の排出量が多いか少ないか、比較するための市平均値

	世帯数(住民基本台帳)			世帯当CO2排出量			CO2排出量		
	戸建	集合	計	戸建	集合	平均	戸建	集合	計
単身・高齢	10,808	11,428	22,236	1.94	1.03	1.47	20.9	11.8	32.8
単身・若中年	5,457	46,898	52,355	1.66	0.73	0.83	9.1	34.3	43.4
夫婦・高齢	16,538	6,769	23,307	2.82	1.96	2.57	46.7	13.2	59.9
夫婦・若中年	7,813	11,275	19,089	2.72	1.82	2.19	21.2	20.6	41.8
夫婦と子・高齢	7,880	3,026	10,906	3.66	2.76	3.41	28.9	8.4	37.2
夫婦と子・若中年	24,702	26,118	50,820	3.34	2.51	2.91	82.4	65.7	148.1
三世代	3,553	697	4,250	4.98	4.11	4.84	17.7	2.9	20.6
その他(1人親と子含)	16,053	6,781	22,834	3.26	2.39	3.00	52.3	16.2	68.5
全体 Σ計	92,805	112,993	205,798	3.01	1.53	2.20	279.1	173.0	452.1

藤沢市平均 電力CO2排出係数 117.5kgCO2/GJ

世帯数は2025.10.01 藤沢市 住民基本台帳最新値

CO2排出量は総合エネルギー統計2023年度値と環境省家庭CO2調査個票を用いたモデル分析より推計

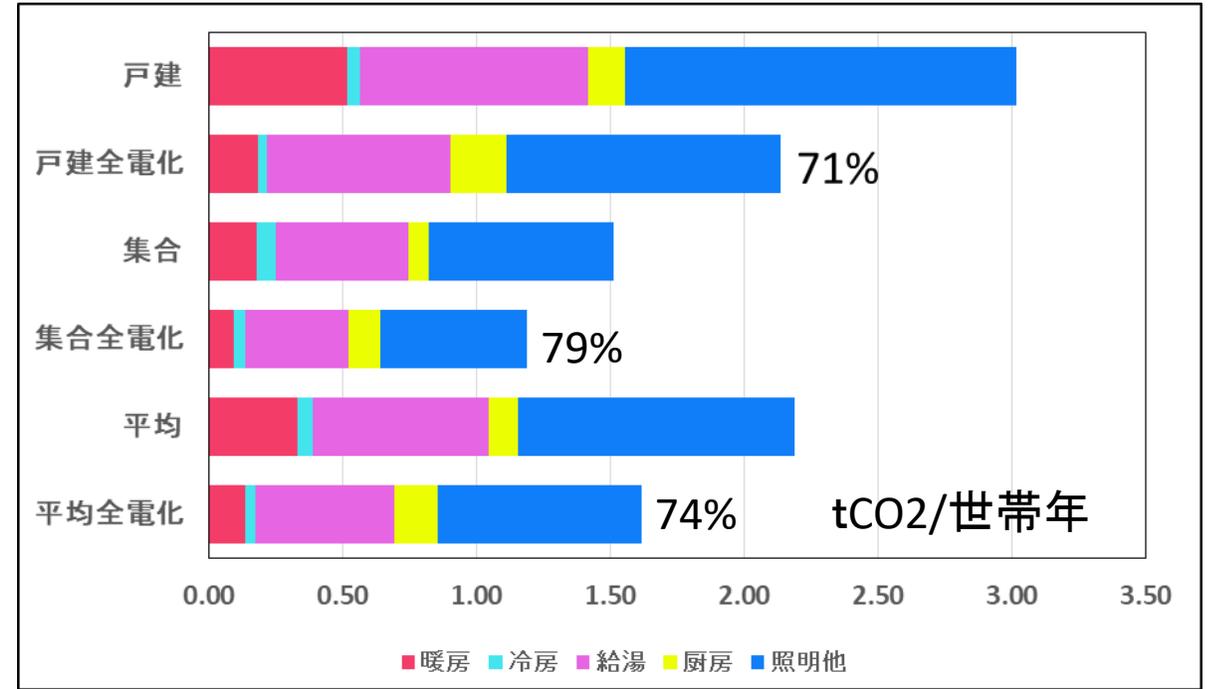
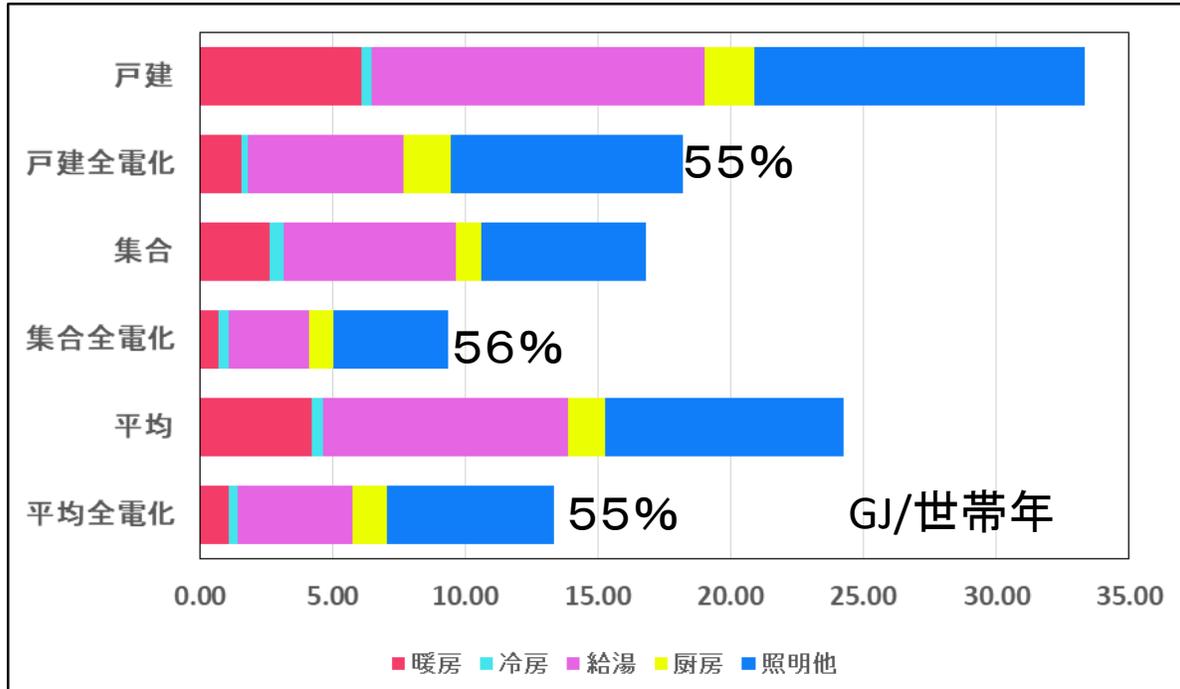
推計:Y.TONOOKA 2025

基礎資料 世帯類型別世帯当(2次)エネルギー消費量 2023年度 藤沢市

	世帯数(住民基本台帳)			世帯当エネルギー消費量			2次エネルギー消費量		
	戸建	集合	計	戸建	集合	平均	戸建	集合	計
単身・高齢	10,808	11,428	22,236	20.70	11.05	15.74	224	126	350
単身・若中年	5,457	46,898	52,355	17.26	7.61	8.62	94	357	451
夫婦・高齢	16,538	6,769	23,307	31.47	21.82	28.67	520	148	668
夫婦・若中年	7,813	11,275	19,089	29.35	19.70	23.65	229	222	451
夫婦と子・高齢	7,880	3,026	10,906	40.94	30.85	38.14	323	93	416
夫婦と子・若中年	24,702	26,118	50,820	37.61	28.35	32.85	929	740	1,669
三世帯	3,553	697	4,250	55.18	45.53	53.60	196	32	228
その他(1人親と子含)	16,053	6,781	22,834	36.01	26.36	33.14	578	179	757
全体 Σ計	92,805	112,993	205,798	33.33	16.79	24.25	3,093	1,897	4,991

藤沢市平均 単位 GJ ギガジュール ギガは10の9乗 TJ テラジュール テラは10の12乗

藤沢市 世帯当エネルギー消費量とCO2排出量 全電化排出削減

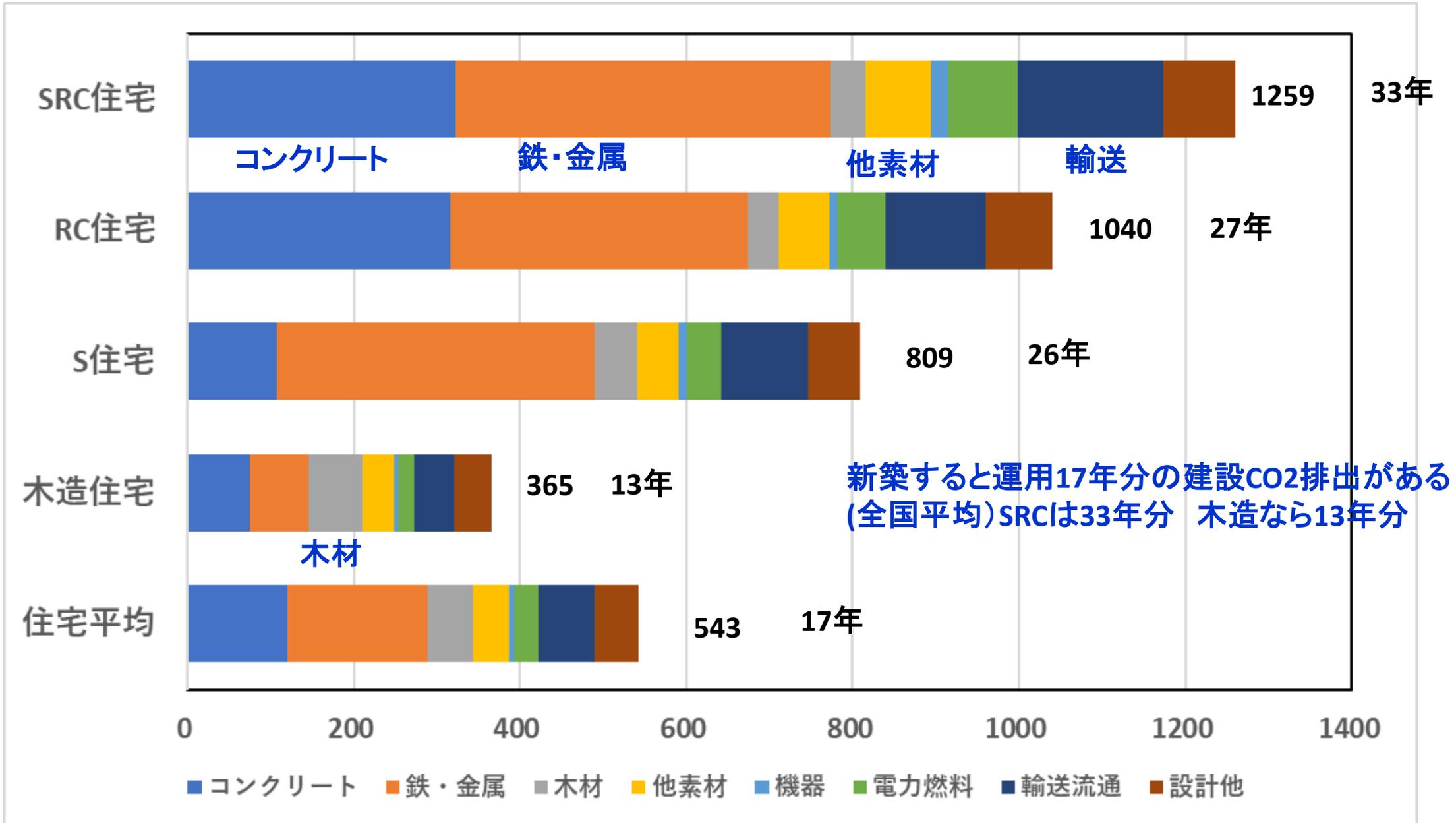


暖房負荷50%削減、冷房負荷30%削減、照明家電30%省エネ、暖房と給湯の化石燃料機器をヒートポンプに転換し全電化した(2次)エネルギー消費量とCO2排出量 数値は現況値に対する削減後の相対比%

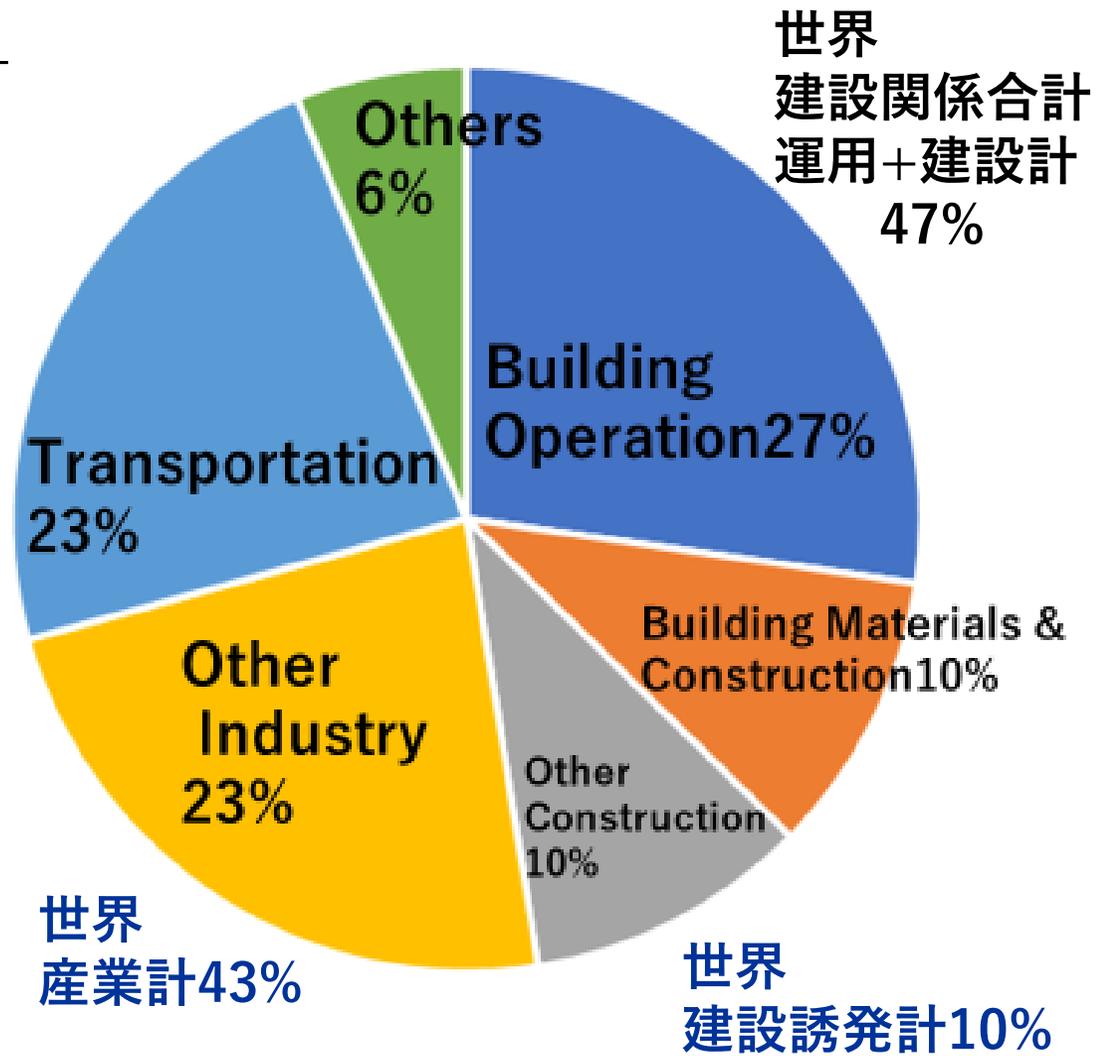
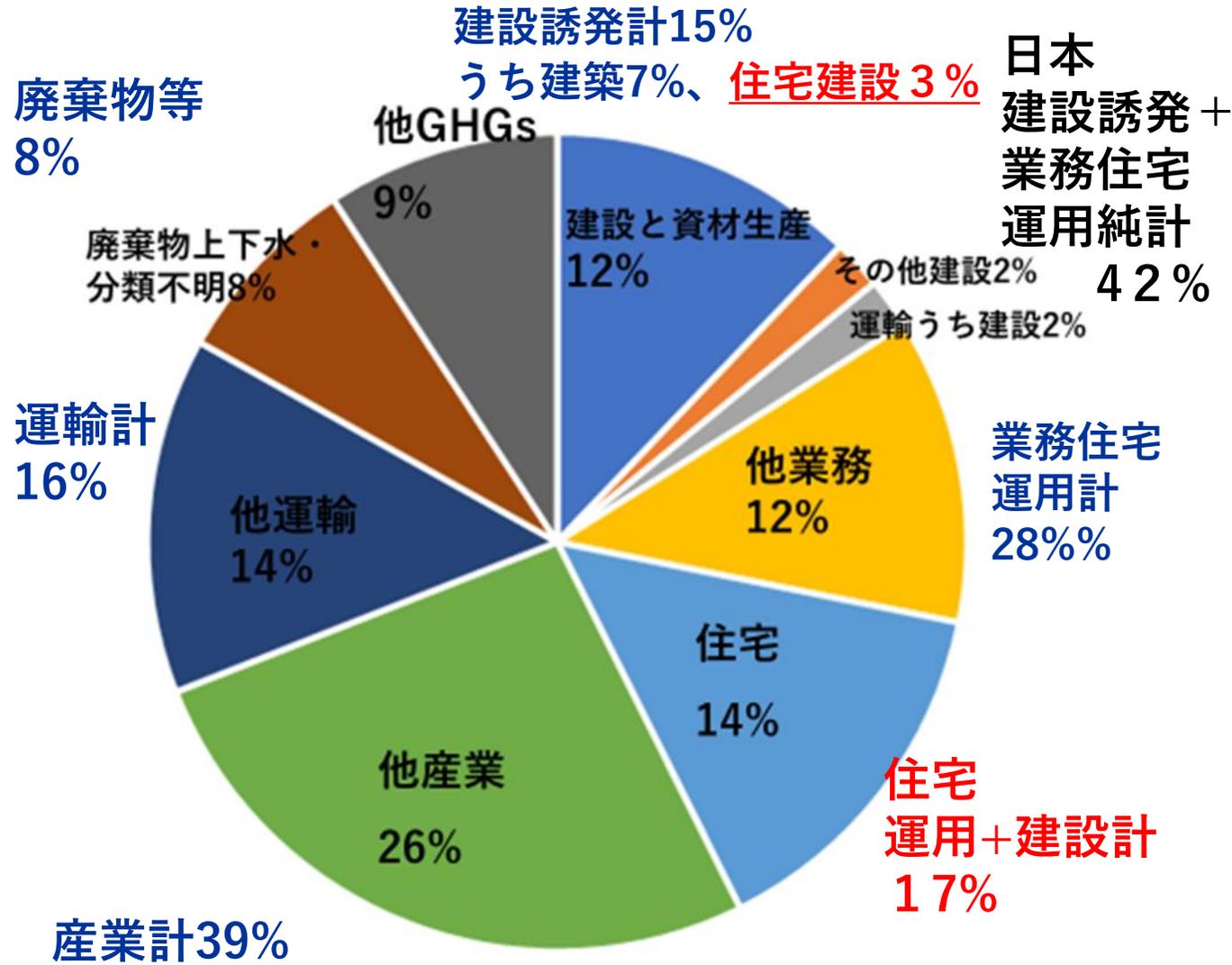
電力CO2排出係数ha117.5kgCO2/GJ

2023年度値

住宅 建設床面積当CO₂排出量 kgCO₂/m² 2015年建設産連表



排出構成と建設部門寄与 日本と世界 建設部門関係の立場から特に住宅寄与明示



日本GHGs排出量1150Tg 2020年度
うち建設誘発2015年産業連関表

Global CO2 Emissions

IEA Global ABC 2021 Edoward Mazria 2022.5.12講演