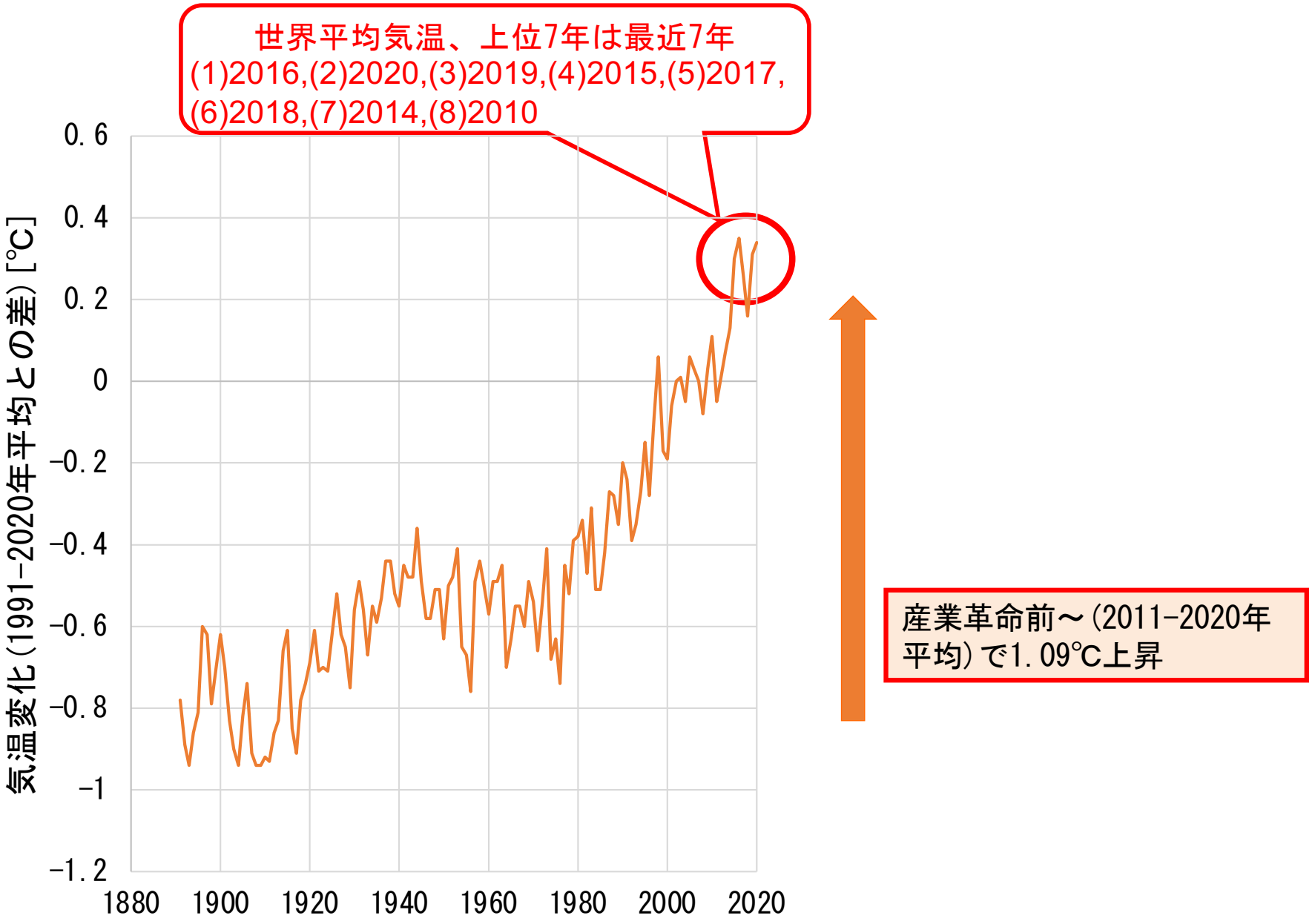
世田谷区の2050年脱炭素対策

世田谷区をもっと地球に優しい街に
自然エネルギー100%は省エネと再エネでこう実現する
2021年10月10日(日)
歌川学（産総研）

日本でも異常気象多発

- 世界で異常気象
  - 北アメリカで異常高温、ロシアでも異常高温。北米、南欧などで山火事多発
  - 米国巨大台風、中国、ドイツ・ベルギーで豪雨・洪水
- 日本でも異常気象
  - 2017年：九州北部豪雨(福岡県、大分県など)、
  - 2018年：西日本豪雨(岡山県、広島県)、関西空港水没など
  - 2019年：台風19号で関東信越東北で被害
  - 2020年：九州豪雨
  - 2021年：九州豪雨
  - 猛暑も発生
- 猛暑・熱波、洪水、干ばつなどの極端な気候は温暖化が進むと激化。

近年の世界平均気温上昇



気象庁：世界の年平均気温偏差の経年変化（1891～2020年）より作成
https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_wld.html

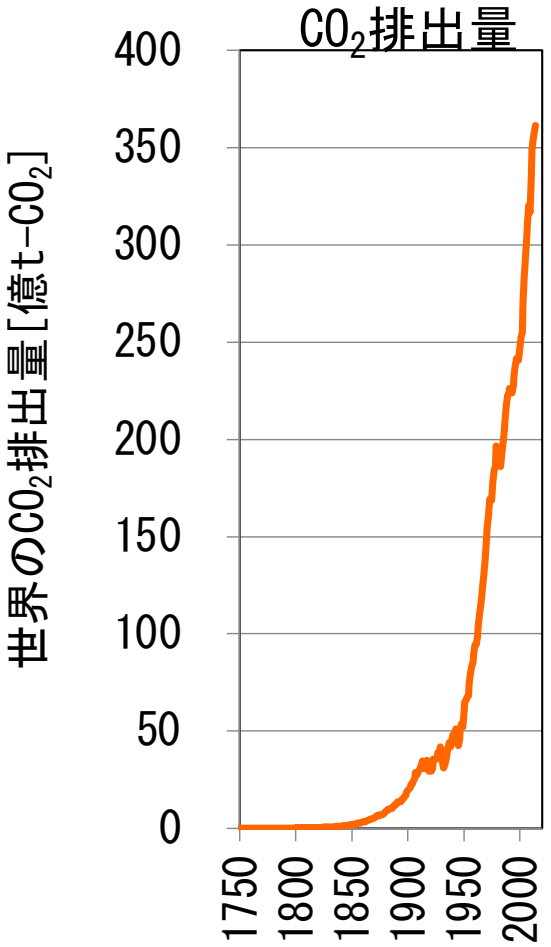
CO_2（二酸化炭素）

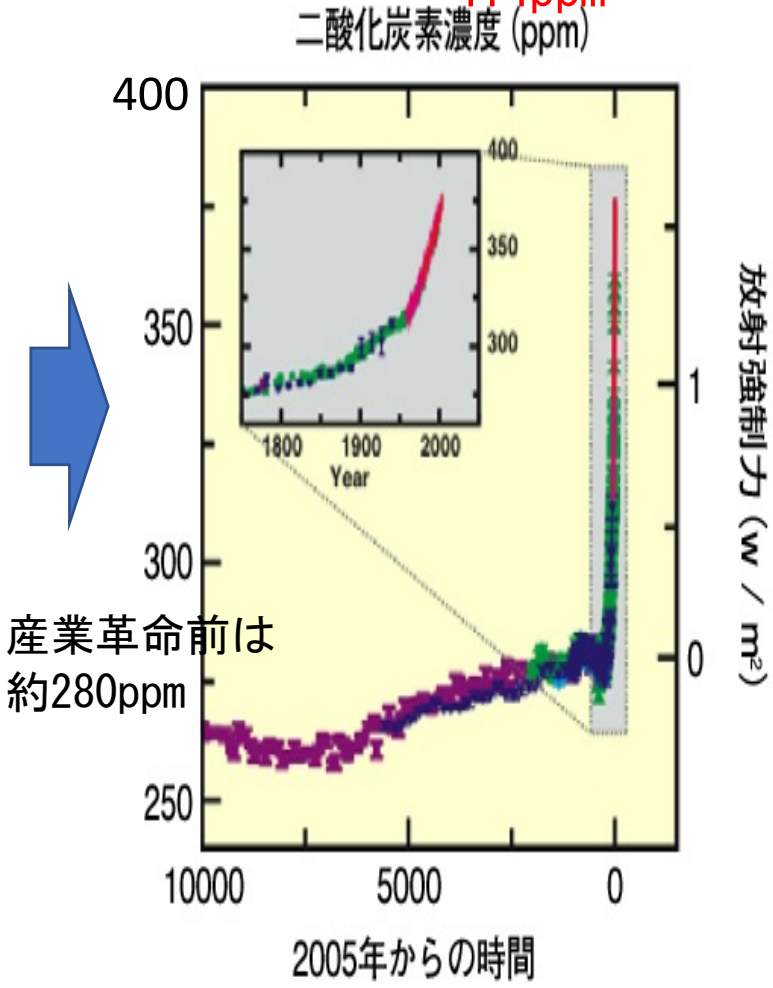
産業革命以降、石炭などの化石燃料を消費、CO_2を多く排出

濃度上昇

2016年に400ppm突破
2021年6月414ppm

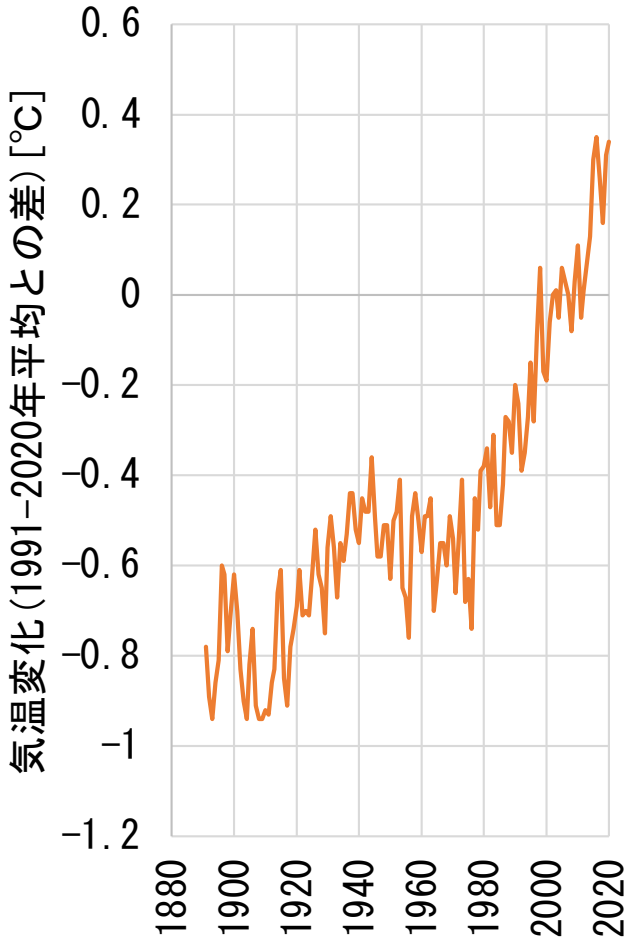
気温上昇





産業革命前は約280ppm

出典) IPCC第4次評価報告書2007

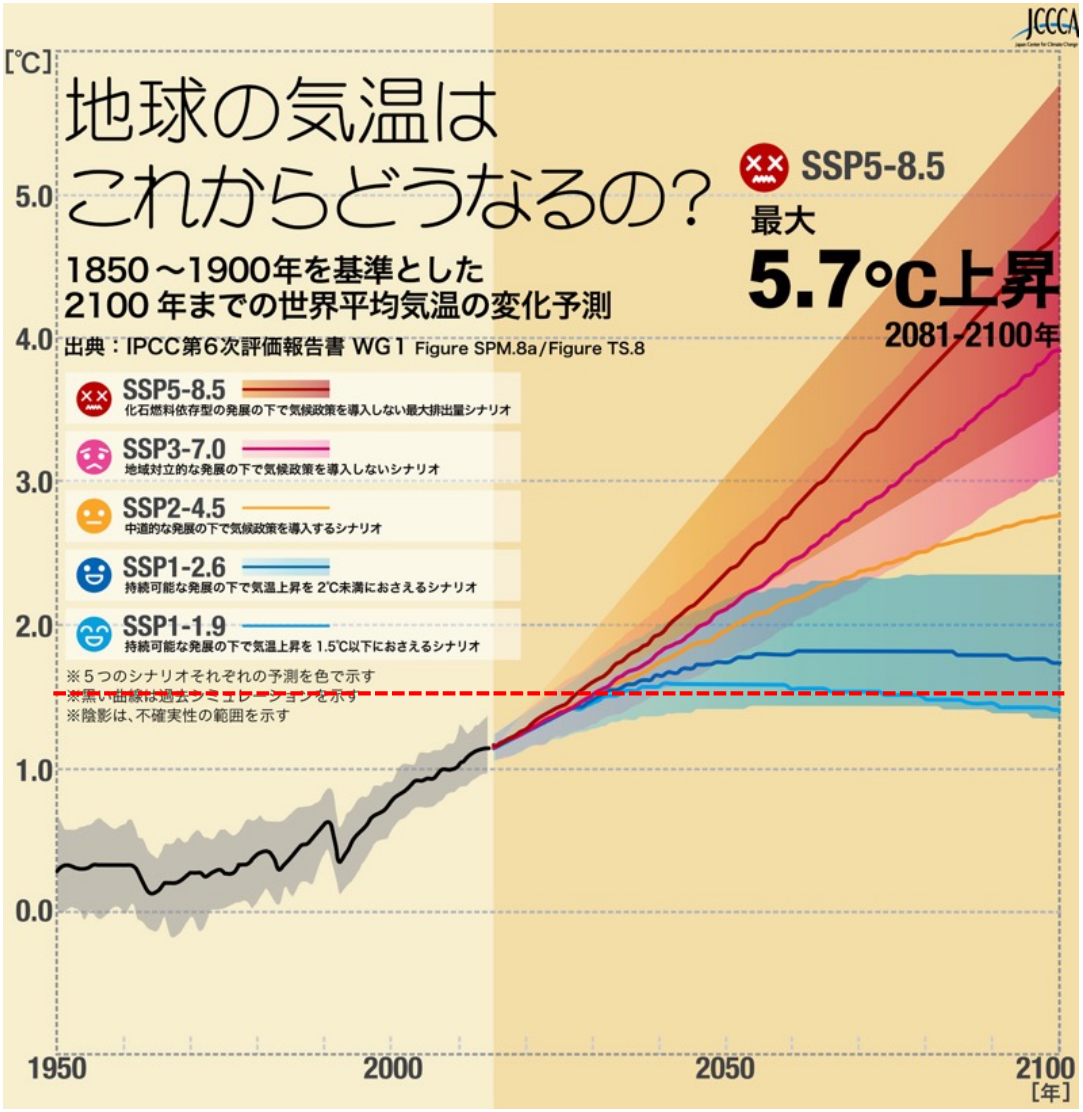


米国国立オークリッジ研究所データより作成

JCCCA全国地球温暖化防止活動推進センター作成

気象庁「世界の年平均気温偏差の経年変化」より作成

世界の気温上昇予測
対策をすれば低く抑えられる

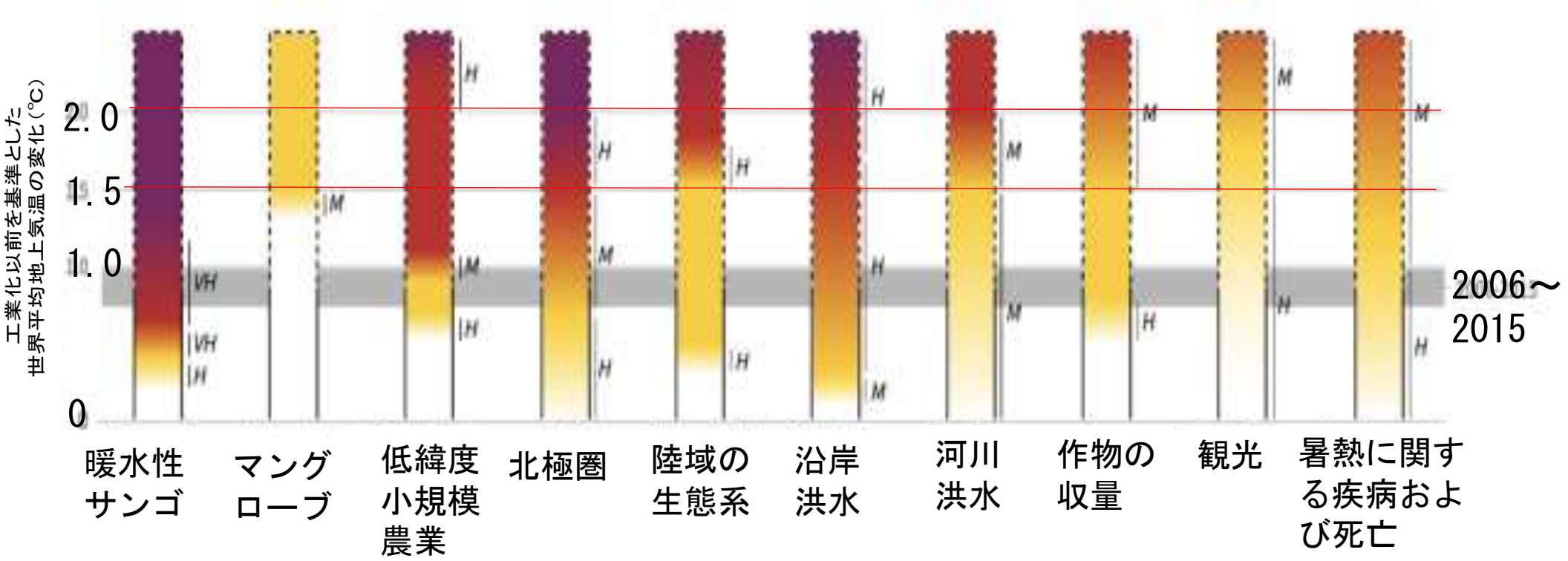


IPCC気候変動に関する政府間パネル第6次報告書第一作業部会報告政策決定者むけ要約をもとに
JCCCA全国地球温暖化防止活動推進センター作成。1.5℃の点線加筆。

気候変動の悪影響

産業革命前からの気温上昇を1.5℃未満に抑制の場合と，2℃，それ以上の場合を比較，
1.5℃未満に留めると悪影響が小さい．

選択された自然システム、管理されたシステム及び人間システムにもたらす影響とリスク



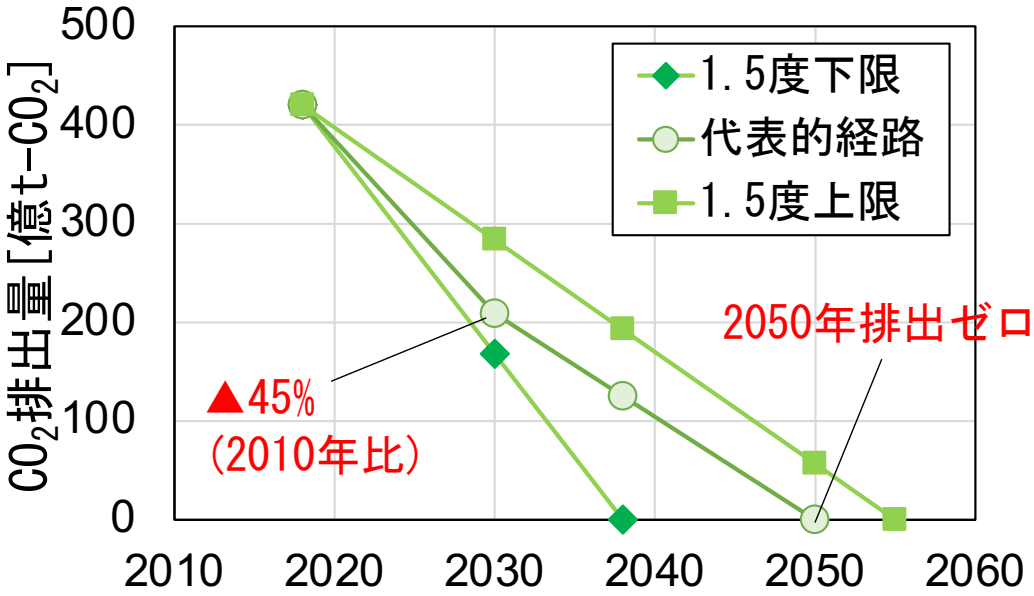
移行の確信度：*L*=低い、*M*=中程度、*H*=高い、*VH*=非常に高い

IPCC気候変動に関する政府間パネル「1.5℃特別報告書」より作成

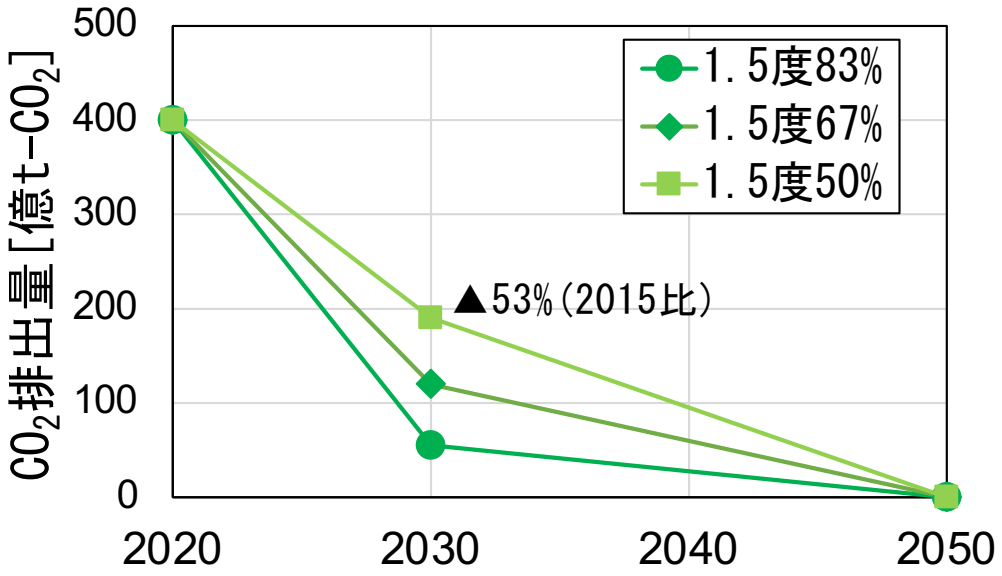
世界のCO_2排出削減：気温上昇1.5℃未満抑制「2050年排出ゼロ」の科学的知見

IPCC気候変動に関する政府間パネル
1.5℃特別報告書(2018年発表)

これをもとに2050年排出ゼロが多くの国・自治体・企業の目標になった。



IPCC気候変動に関する政府間パネル
第6次報告書第一作業部会報告書
(2021年8月発表)

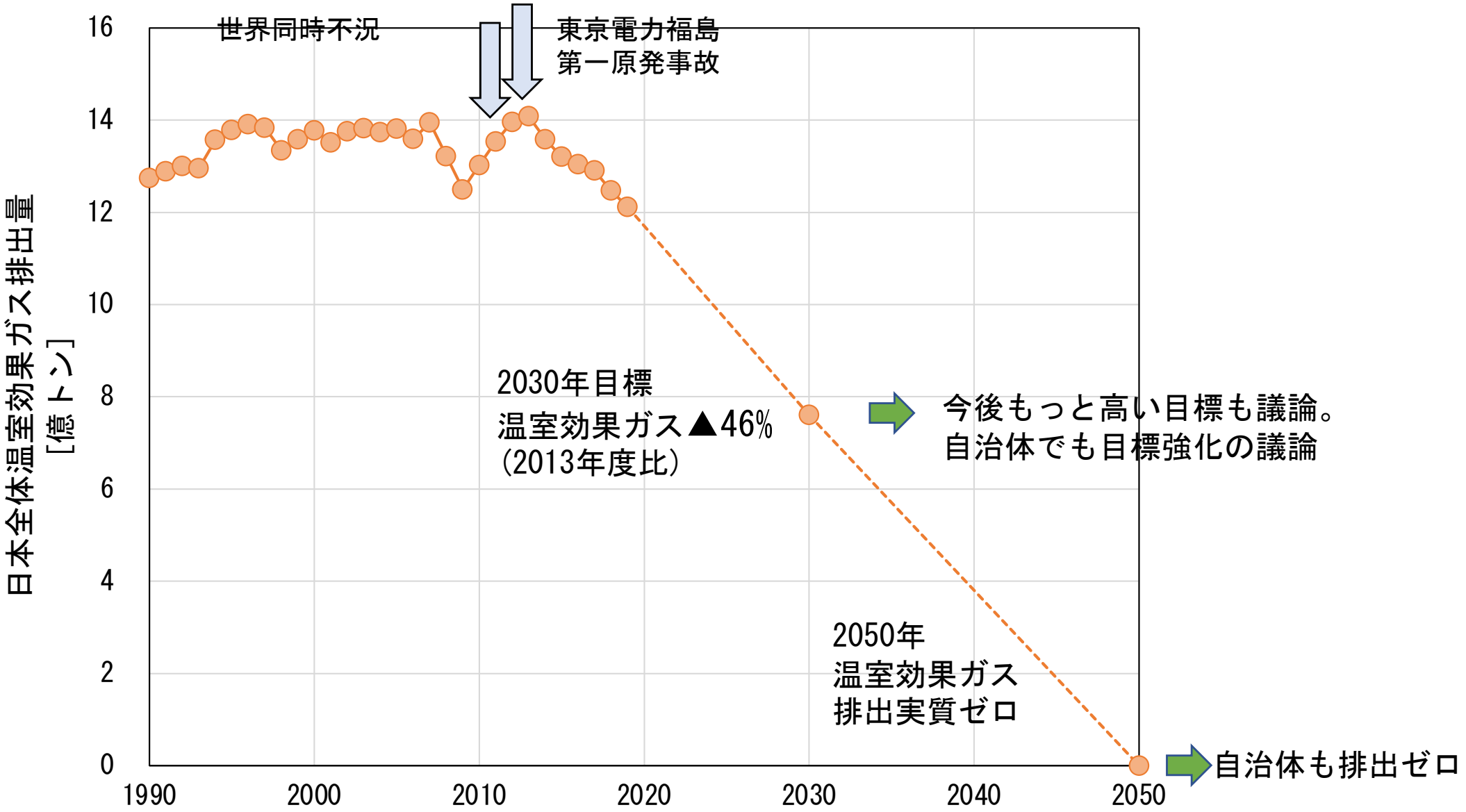


- 最近の知見で、さらに厳しくなった。
- 先進国は人口あたり排出量が世界平均の2倍。歴史的排出量も多く、厳しい削減を求められる

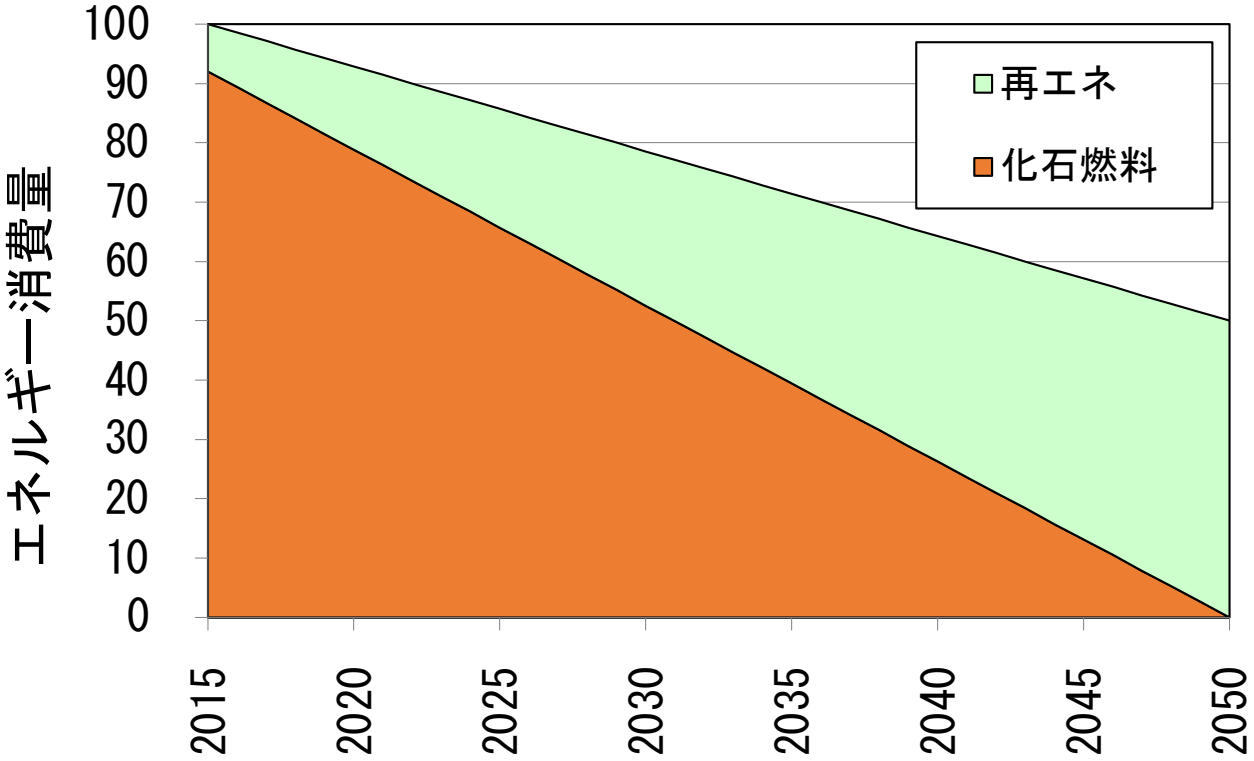
IPCC1.5℃特別報告書をもとに作成

IPCC第6次報告書WG1報告をもとに作成

日本の排出削減目標強化

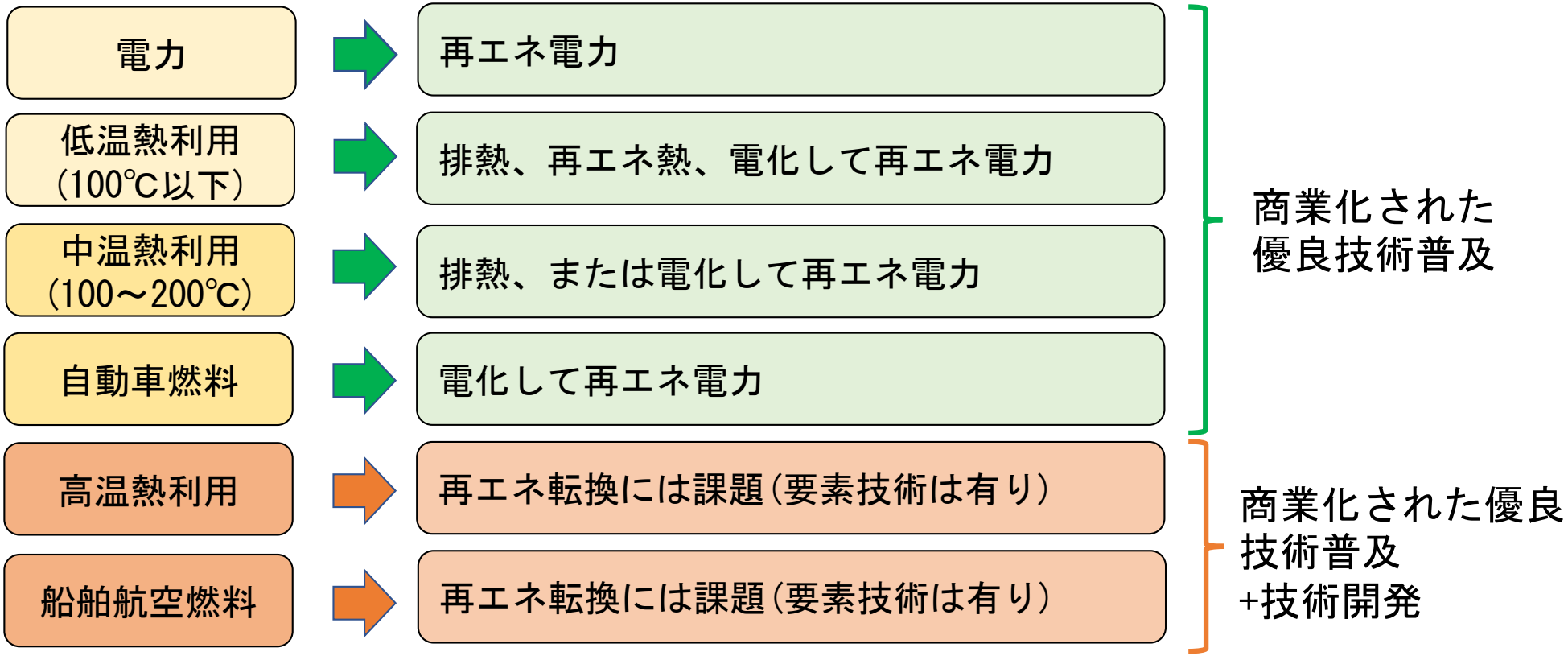


省エネ・再エネ・CO_2排出削減対策の模式図



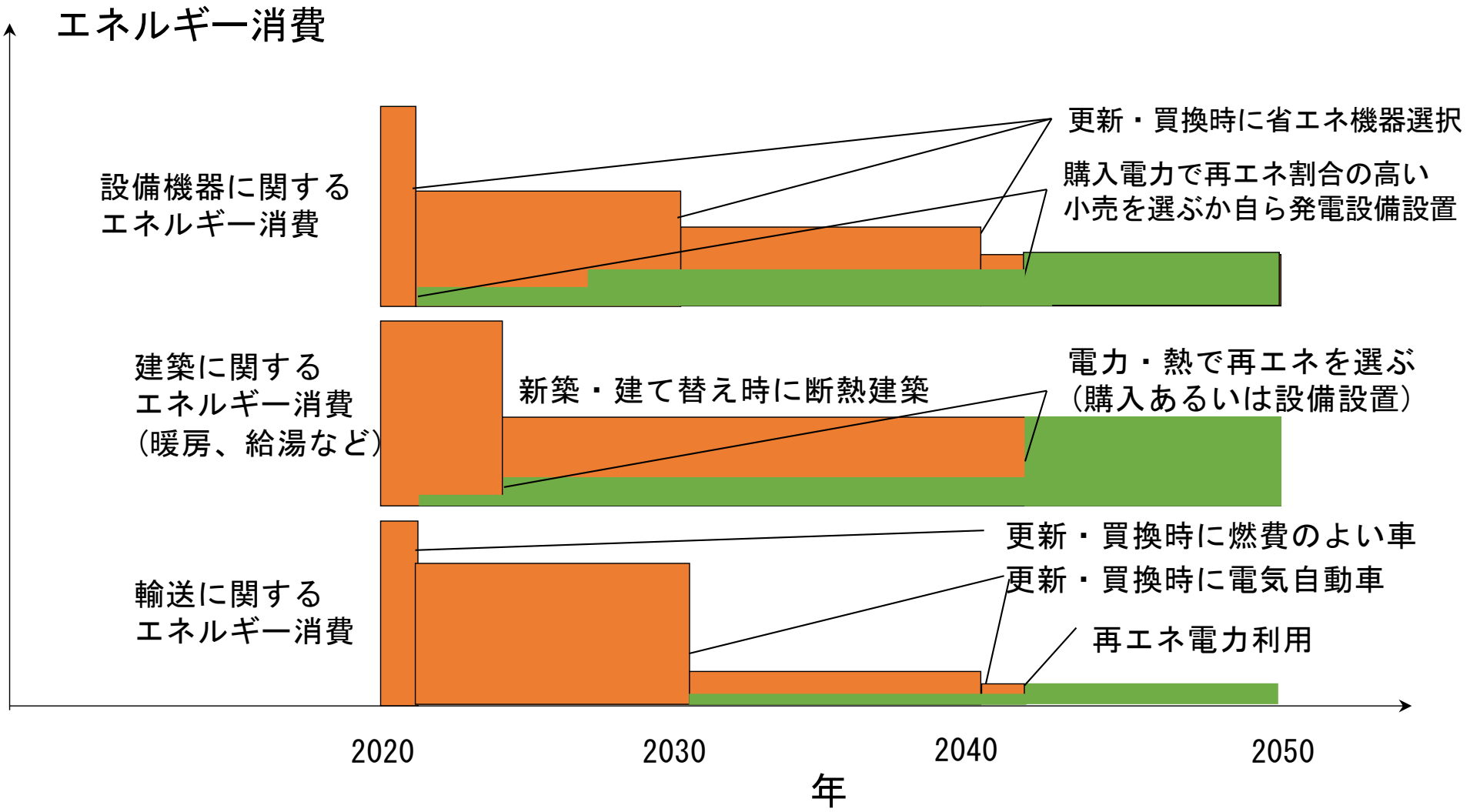
エネルギー起源CO_2排出ゼロへの対策手段

- 世田谷区は対策困難なエネルギー用途は基本的にない※。

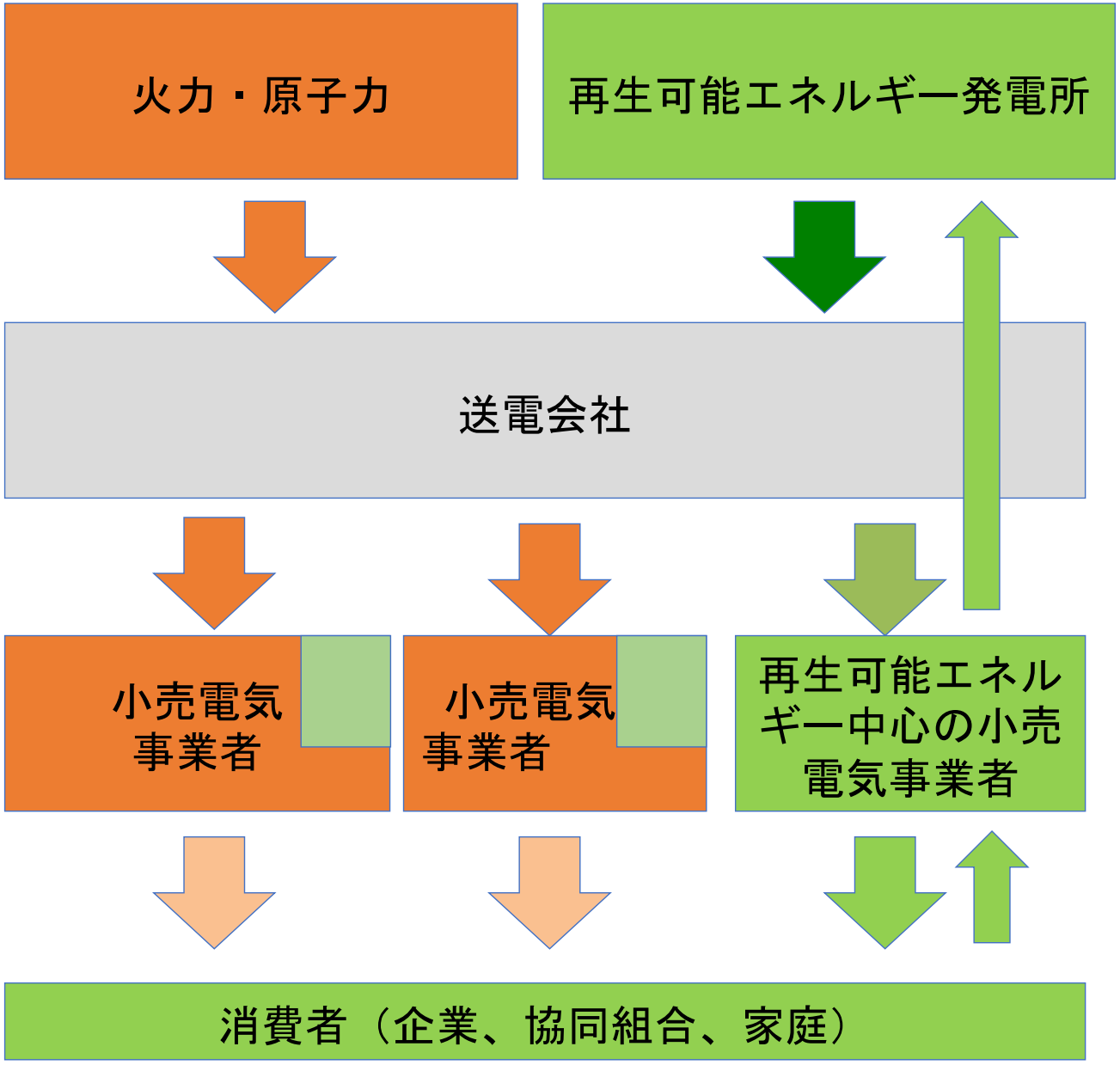


※世田谷区で使われているもので商品化がまだなのは、農業機械、建設機械、大型トラックなど。
商業化され、売れていくと価格も下がって「もと」がとれるようになることが予想される。

地域の省エネの重点～設備更新・断熱建築導入

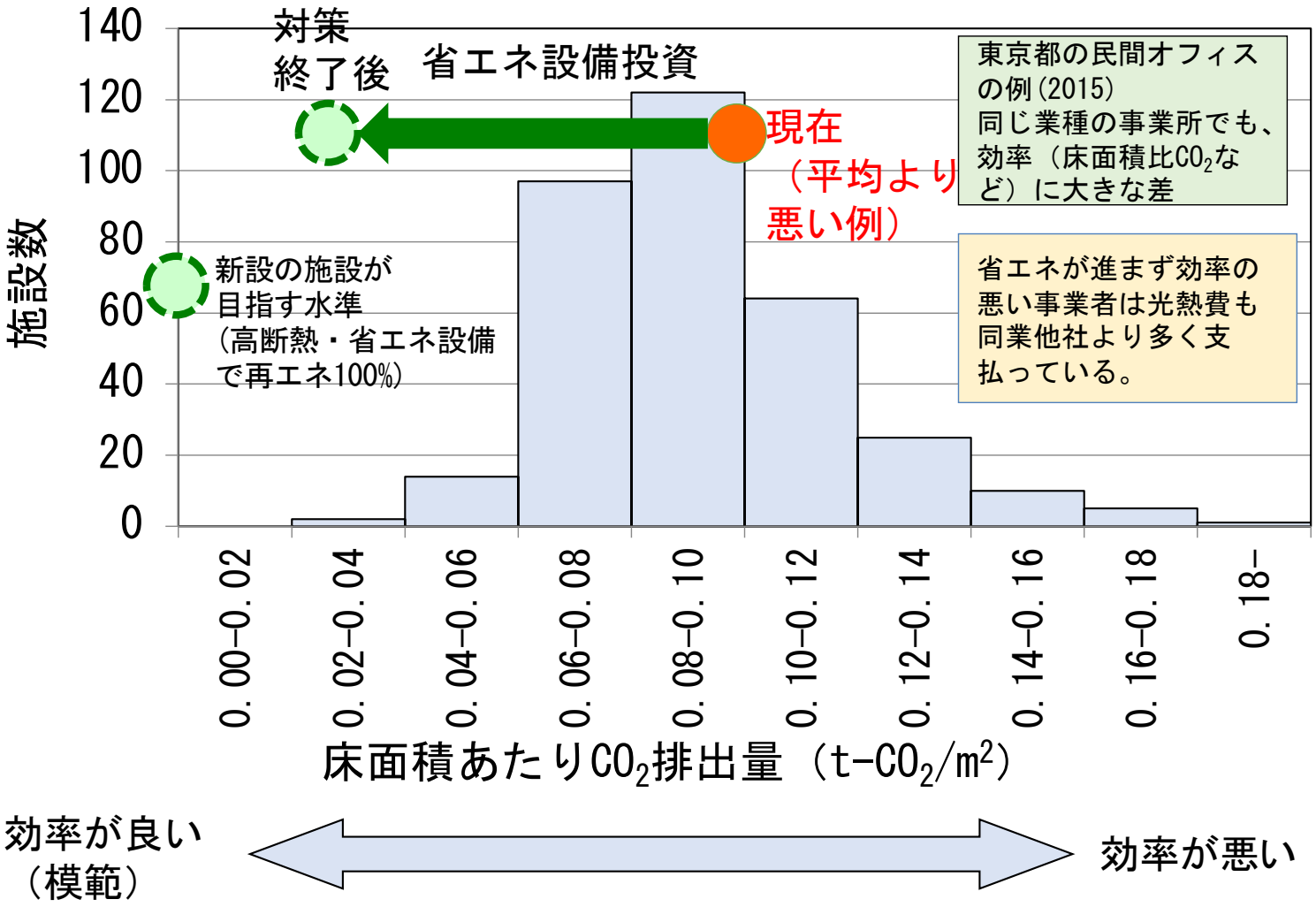


再エネ発電所と消費者
自ら設置するか、電気を選び購入電力を再エネに



オフィスなどの省エネ対策の目安

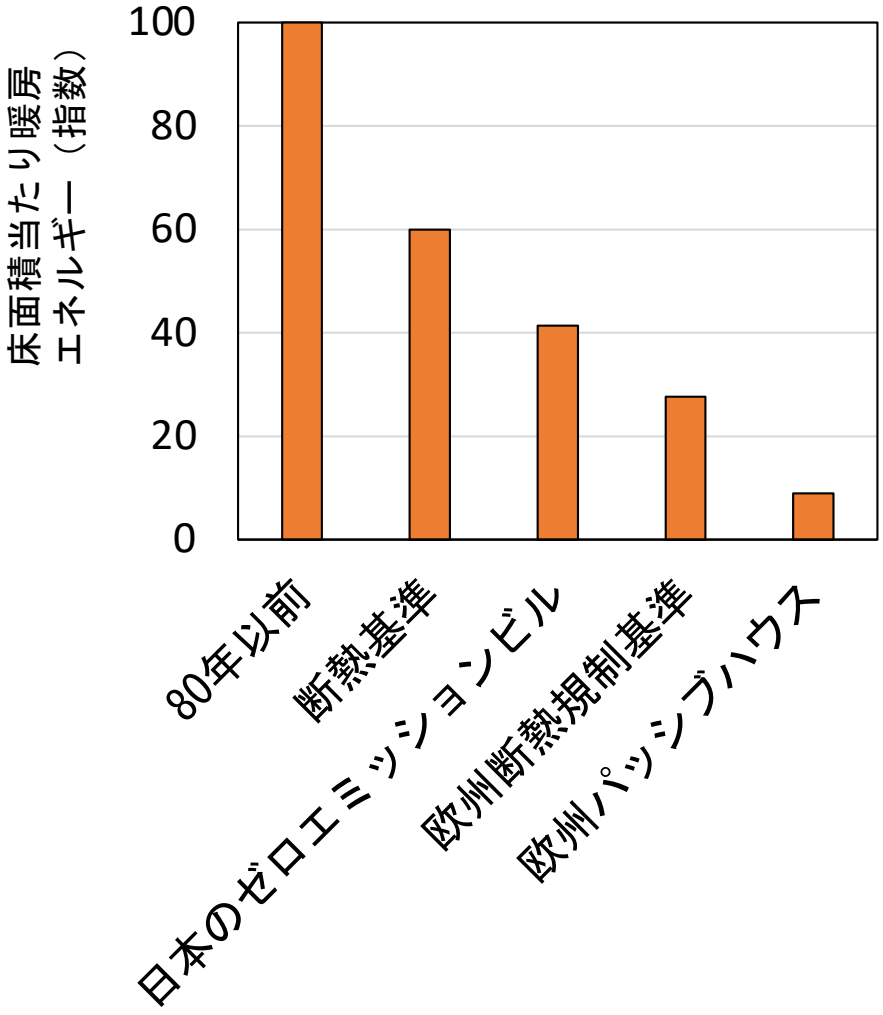
床面積あたりCO_2排出量、同じ用途・業種でも効率に差



東京都環境局排出量取引制度報告資料より作成

断熱建築普及対策

30年以上に一度の新築建て替えの機会を活かす。



日本のゼロエミッションビルは暖房だけでなくエネルギー全体で現状と比べて2割減、

冷暖房給湯照明は5割減

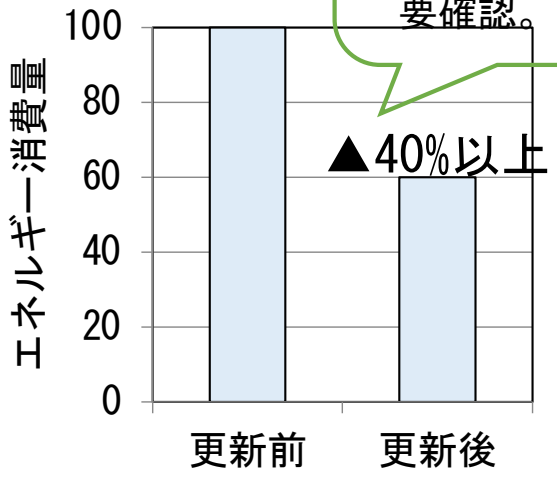
欧州基準は遙かに強い断熱性能を持つ

オフィス等の省エネ機器導入効果（設備更新＋使い方）

照明更新

新型蛍光灯→LED、本数半減

- スイッチ小分け、人感センサーなど有効。
- 座金・安定器など要確認。

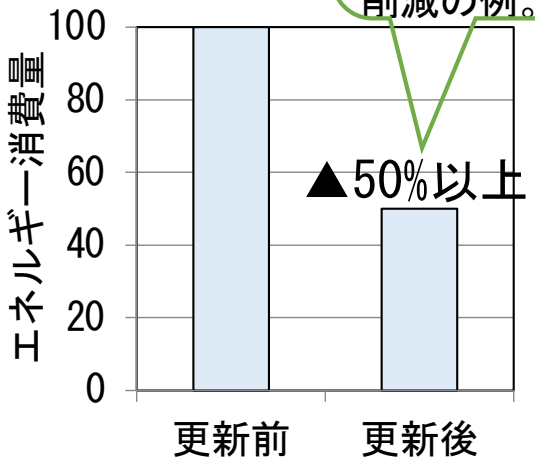


照明更新

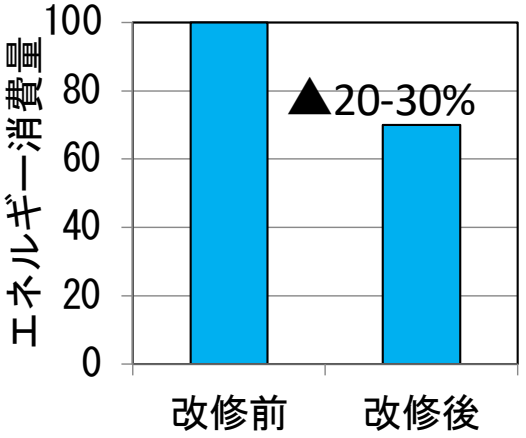
水銀灯→LED

（体育館、講堂など）

- LEDは点灯が早いのでつけたりけしたり可能。人感センサーをつけ85%削減の例。

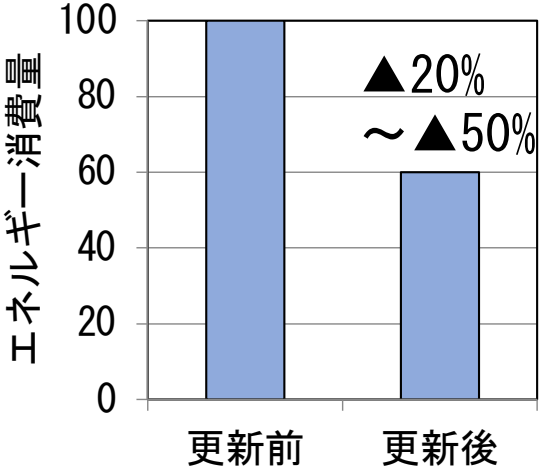


出力調整不可能なポンプ送風機等→インバータ化などで出力調整可能に。



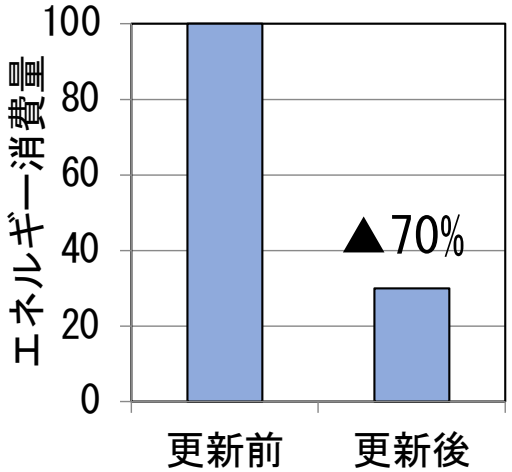
冷暖房設備更新

旧型→省エネ型

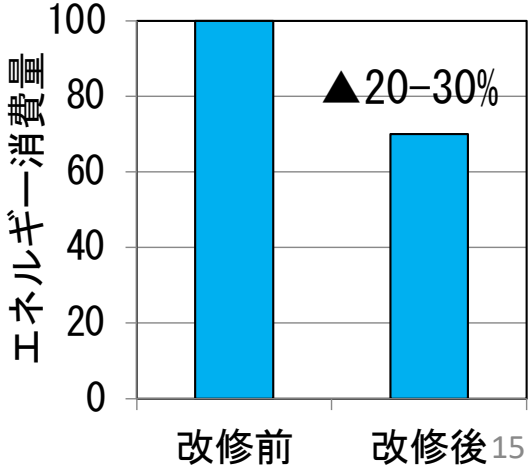


冷暖房設備更新

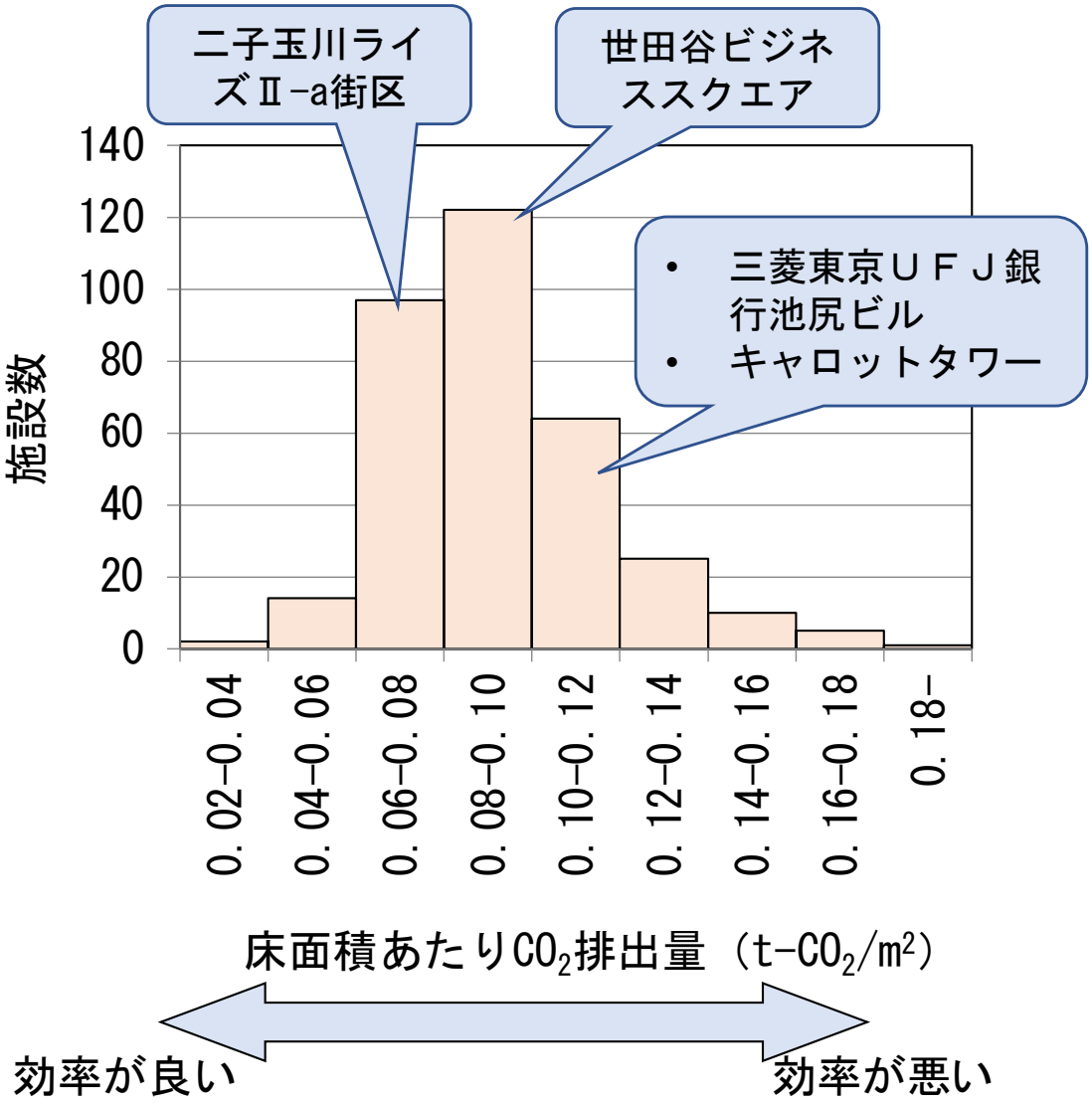
集中型かつ旧型→小口・省エネ型



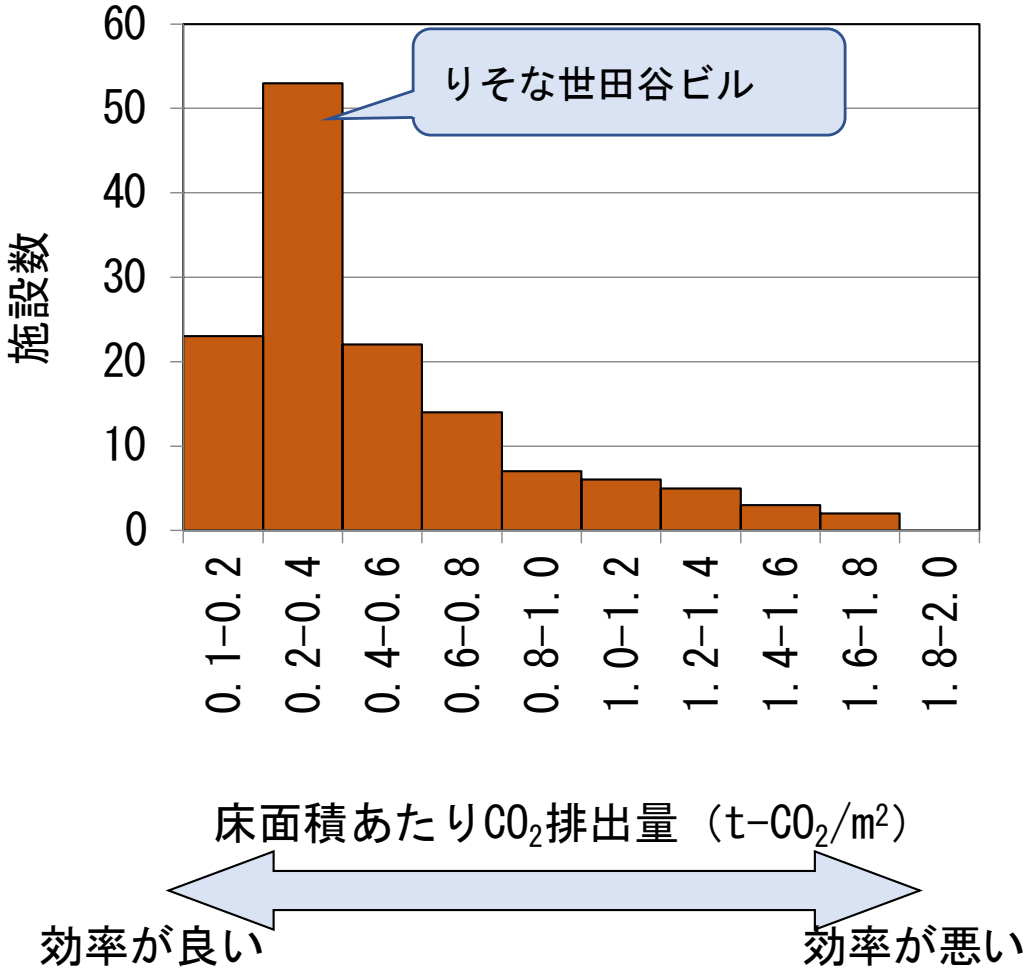
コンピュータルームなど温度湿度設定緩和



世田谷区の事例(事務所)



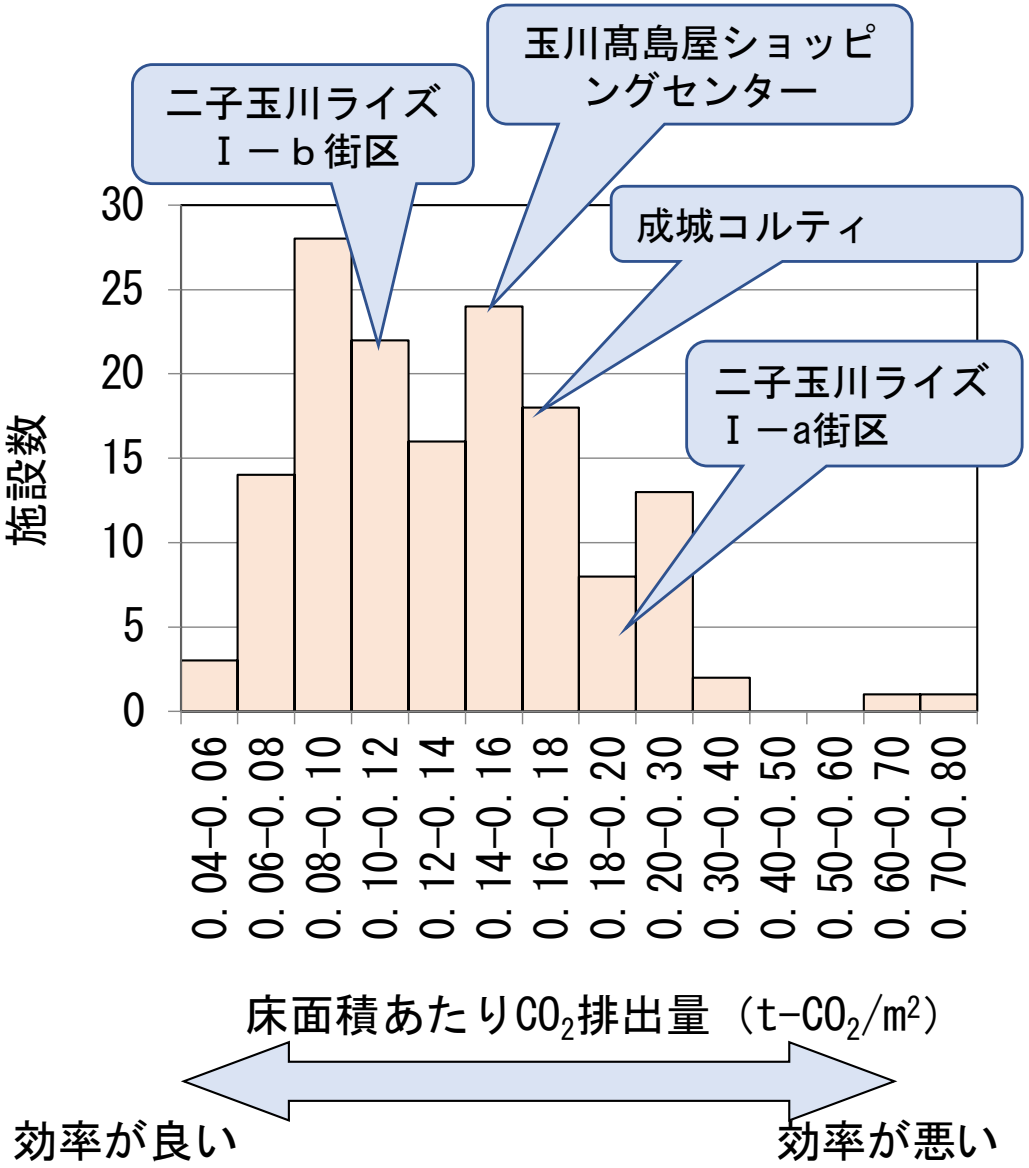
世田谷区の事例(データセンター)



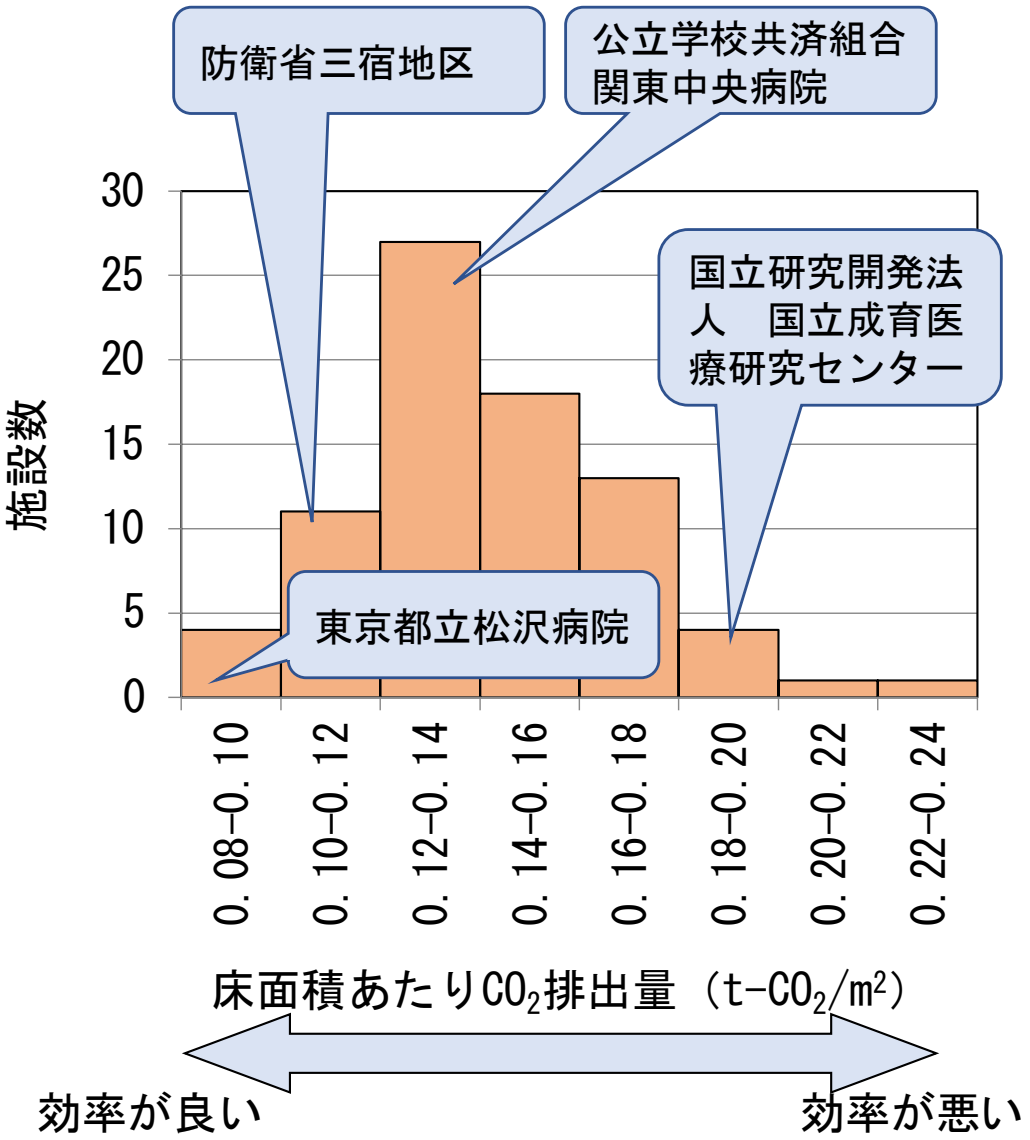
同じ業種内の立ち位置は省エネ対策優先順位の目安。
こうした整理・情報をもっと規模の小さい事業所にも伝える（業種ごとに）。
区の管理施設で整理してみる

東京都環境局排出量取引制度報告資料より作成

世田谷区の事例(商業施設)



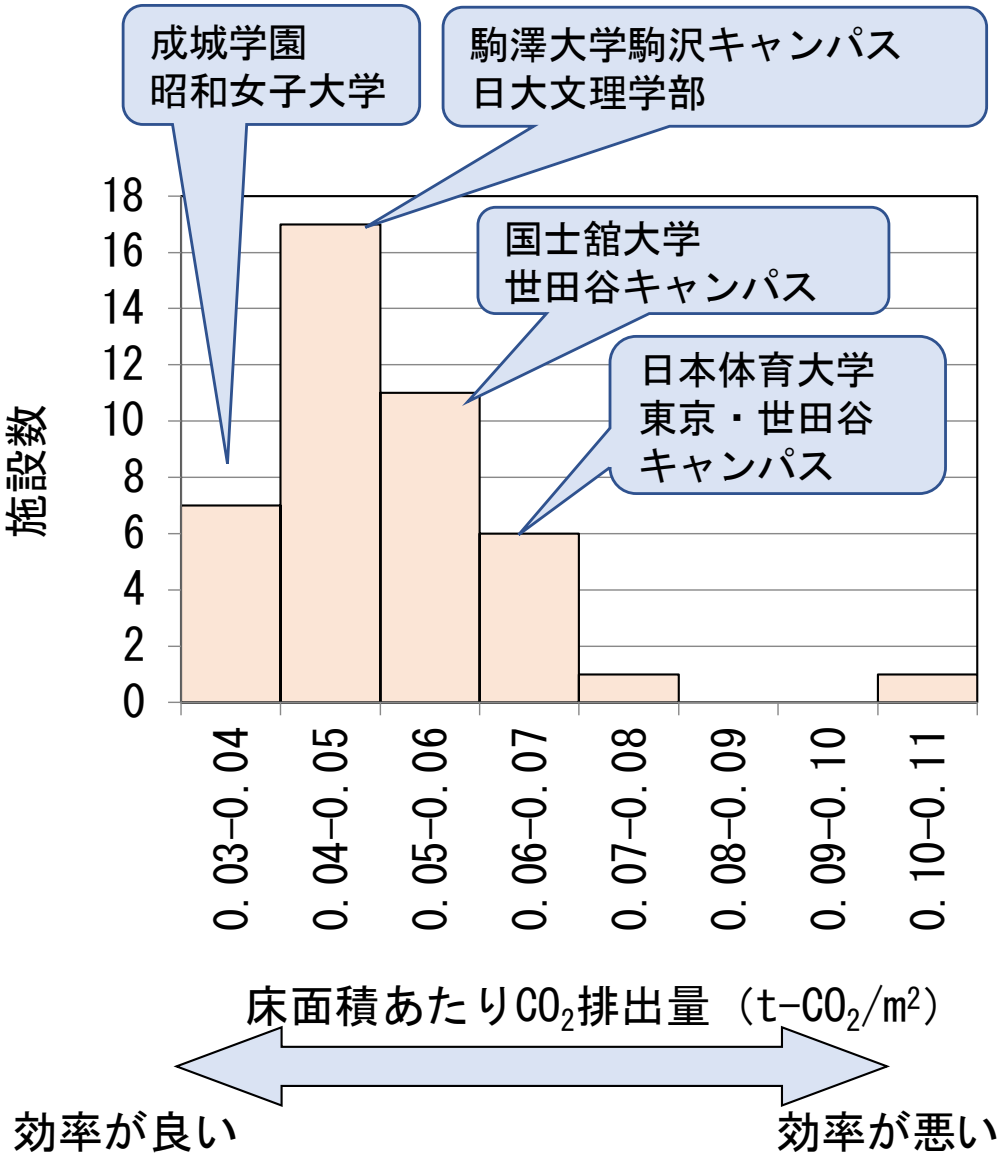
世田谷区の事例(病院)



同じ業種内の立ち位置は省エネ対策優先順位の目安。
こうした整理・情報をもっと規模の小さい事業所にも伝える（業種ごとに）。
加えて対策情報提供、省エネ診断実施など仲介。

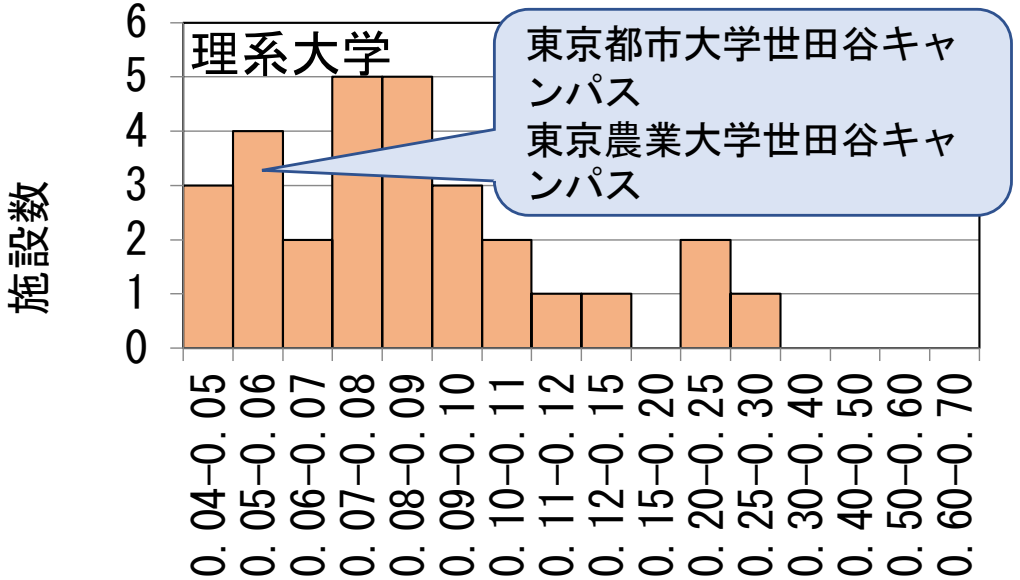
東京都環境局排出量取引制度報告資料より作成

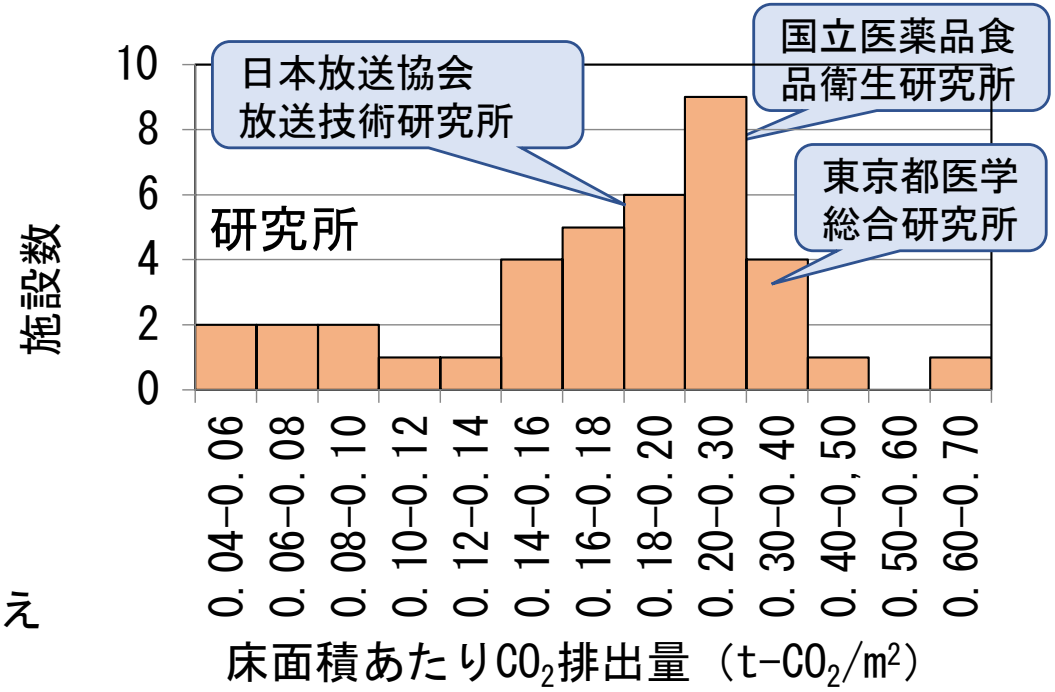
世田谷区の事例(文系等大学)



同じ業種内の立ち位置は省エネ対策優先順位の目安。
こうした整理・情報をもっと規模の小さい事業所にも伝える（業種ごとに）。
加えて対策情報提供、省エネ診断実施など仲介。

世田谷区の事例(理系大学、研究所)

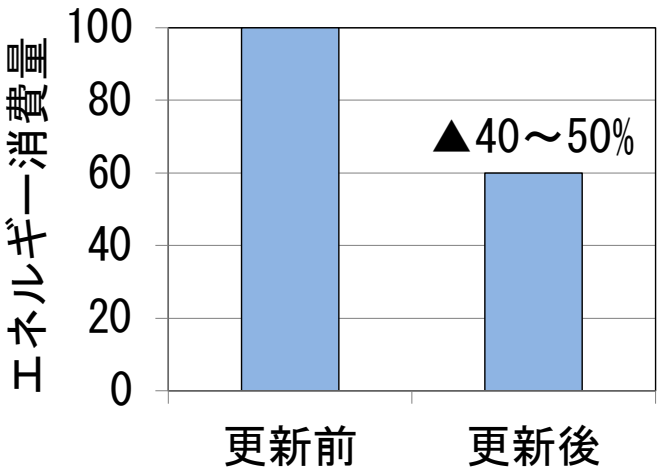




東京都環境局排出量取引制度報告資料より作成

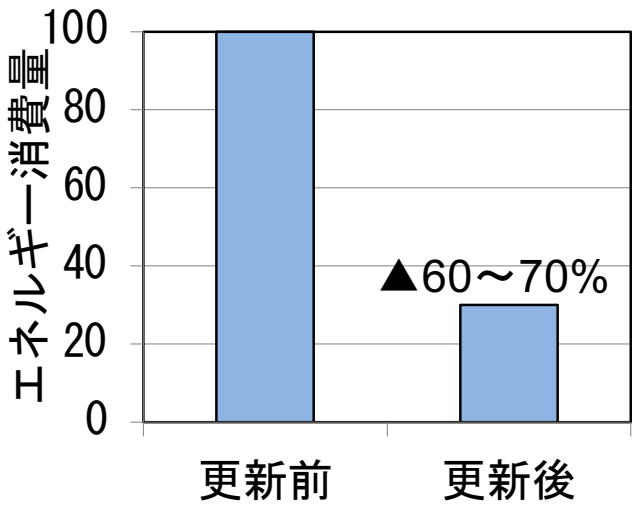
家庭の省エネ機器導入効果の例

20年前のエアコン更新

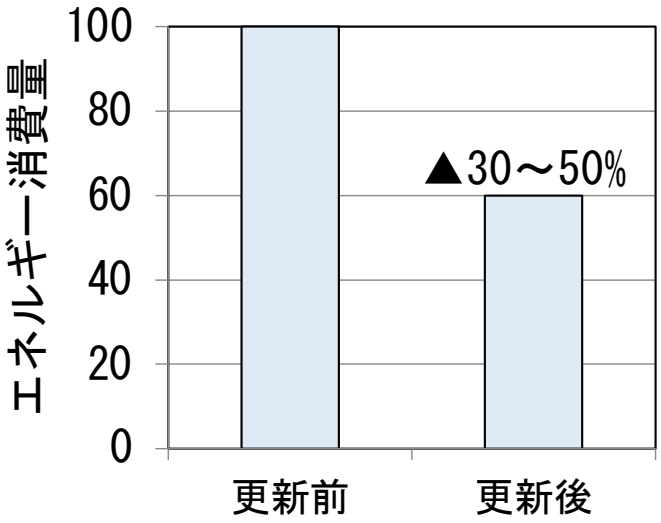


10年前のものの更新は▲20%

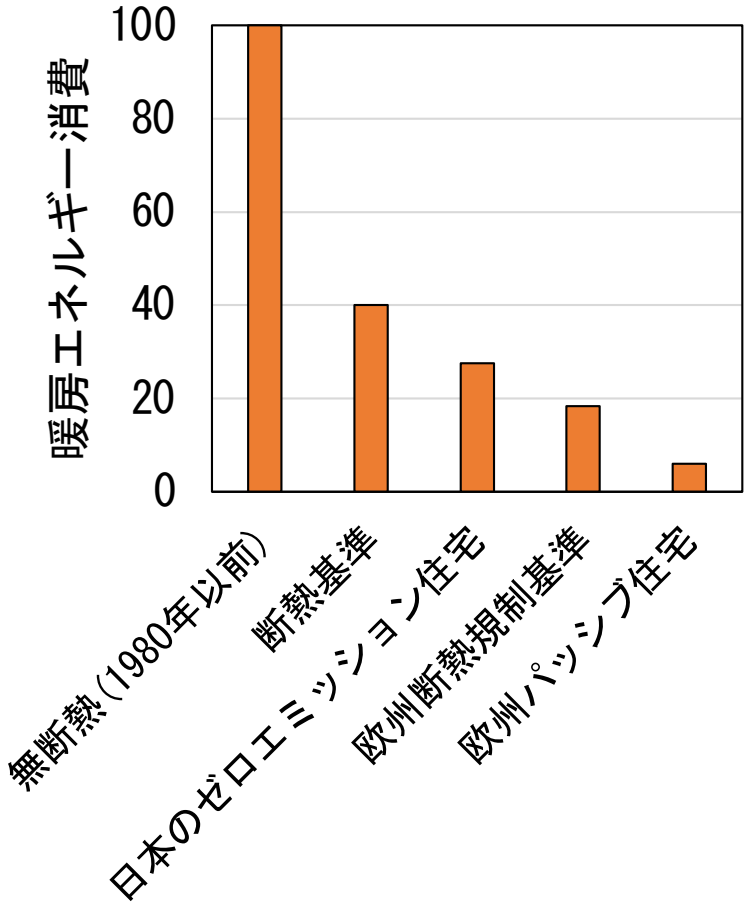
20年前の冷蔵庫更新



電球型蛍光灯→電球型LED



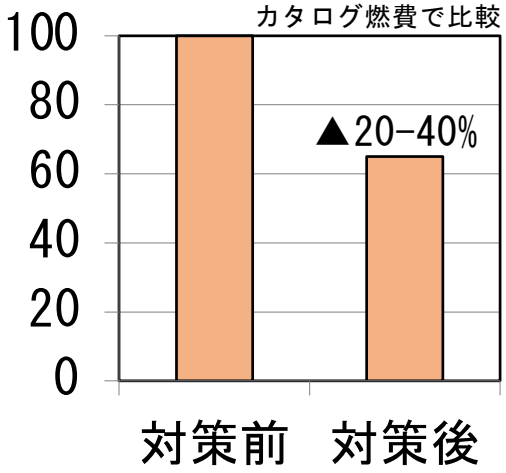
断熱住宅普及対策(新築)



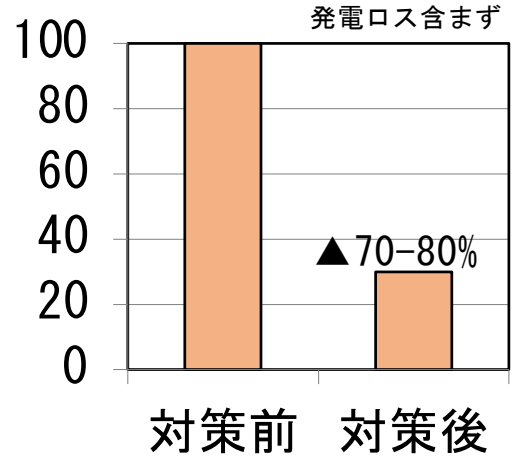
- 断熱基準適合住宅(無断熱住宅より暖房エネルギー▲60%)
- 日本のゼロエミッションハウス(従来比で、一次エネルギーで▲20%、さらに再エネでまかなう。
- 欧州のゼロエミッションハウスはさらに強力な断熱構造。

運輸の対策

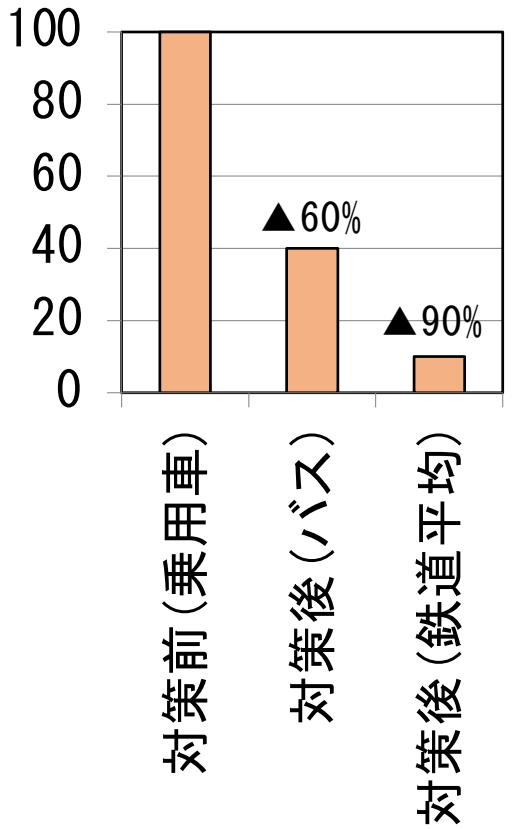
燃費の良い車への転換



電気自動車への転換



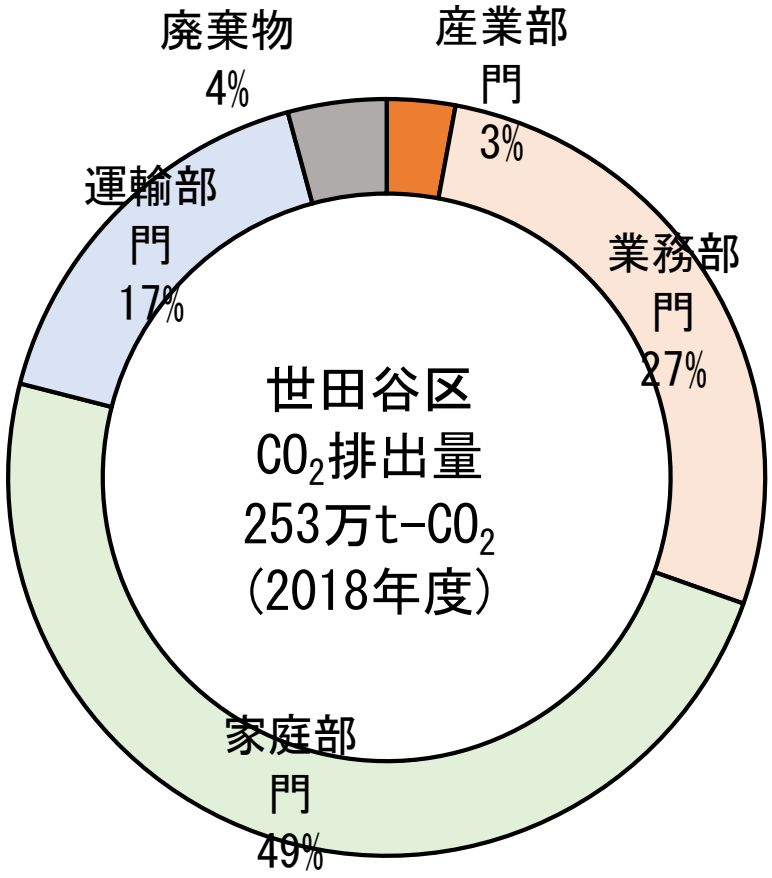
乗用車から鉄道、バスへの転換



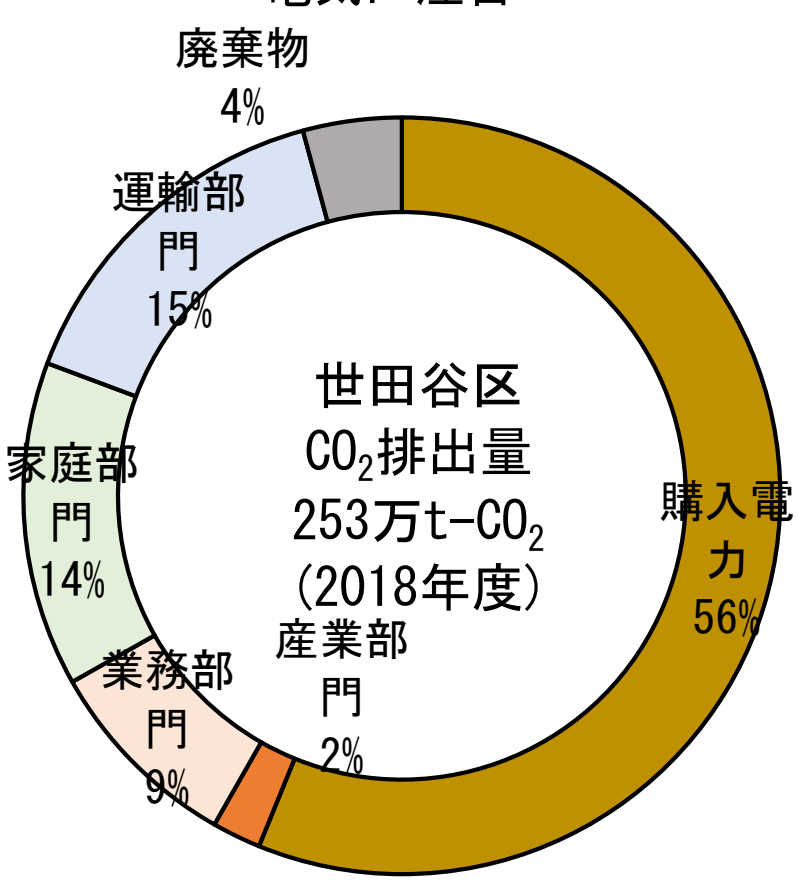
この他、中心市街地の交通管理や駐車場管理、まちづくり・自治体公共施設立地計画、貨物の共同輸配送など、運輸の対策多数。

世田谷区の脱炭素対策

世田谷区のCO_2排出割合



電気に注目



オール東京62市区町村共同事業 「みどり東京・温暖化防止プロジェクト」
特別区の温室効果ガス排出量（1990 年度~2018 年度）
経済産業省「都道府県別エネルギー消費統計」より作成

現状想定、各種将来想定

エネルギー消費量、排出量データ

- 環境省の市区町村CO2排出量推計方法に従い、国全体あるいは東京都の排出量を世田谷区に配分。
- 部門ごとの合計は東京都みどりプロジェクトの世田谷区の部門別排出量にあわせた。
- エネルギー起源CO_2を試算。

部門	活動量	予測
産業部門	生産量・生産指数	人口に比例
業務	延床面積	人口に比例
家庭	世帯数	世帯数比例
運輸旅客	旅客輸送量	人口に比例
運輸貨物	旅客輸送量	人口に比例

省エネ対策の想定

基本的に現在商業化済みの省エネ技術を導入。

	2030年度まで	2050年度まで
産業	省エネ設備更新	省エネ設備が普及 農業温室半分電化(残り再エネ熱) 農業建設機械電化 工場の熱利用を電化
業務	更新時に断熱建築普及(2025年以降、ゼロエミッションビル普及) 省エネ設備更新	ゼロエミッションビル普及 省エネ設備が普及
家庭	更新時に断熱建築普及(2025年以降、戸建住宅は欧州なみ断熱住宅普及、集合住宅はゼロエミッション住宅) 省エネ機器を更新時に選択	戸建住宅は欧州なみ断熱住宅普及、集合住宅は新築でゼロエミッション住宅普及。 戸建住宅で省エネ改修実施。 省エネ機器が普及
運輸旅客	更新時に燃費の良い自動車に転換 乗用車の20%を電気自動車化	2050年までに全て電気自動車化
運輸貨物	更新時に燃費の良い自動車に転換 トラックの3%を電気自動車化	2050年までに全て電気自動車化

商品がでていないのは、トラックの電気自動車(小型は共同開発のものが普及)、農業・建設機械(海外で一部普及)。

再エネ対策、燃料転換対策の想定

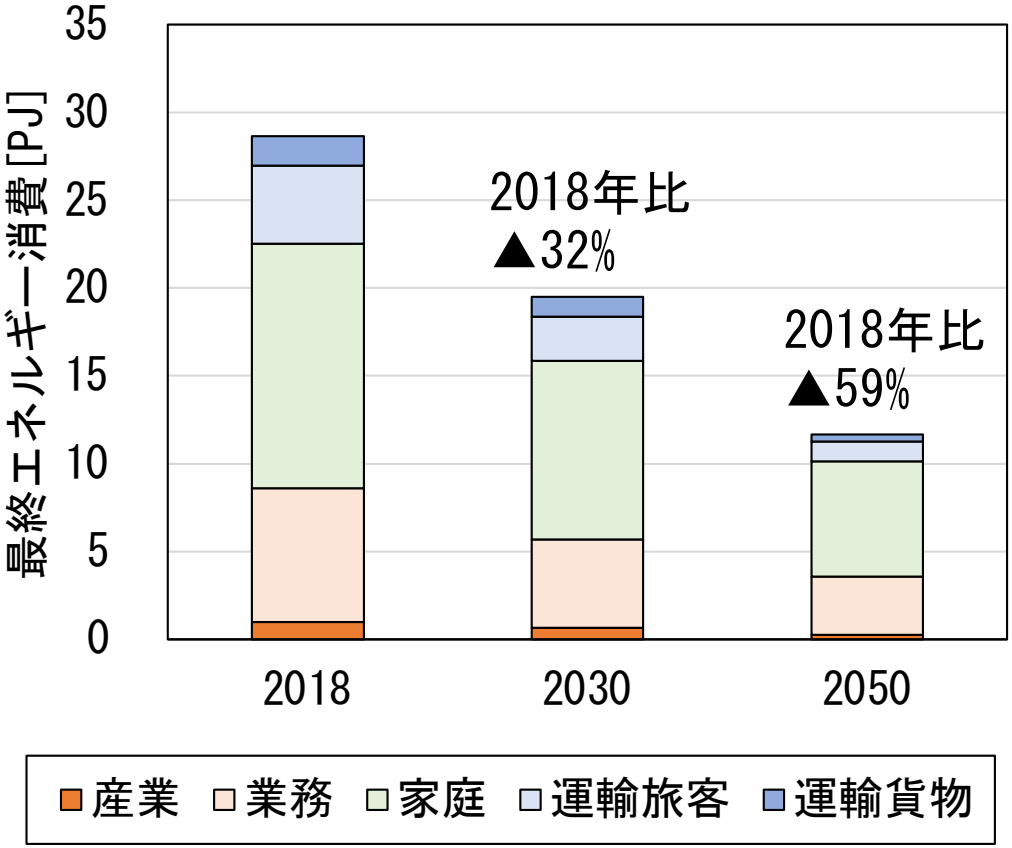
	2030年度まで	2050年度まで
電力	電力排出係数0.17～0.22kg/kWh* 再エネ電力割合58%～68%** 県内再エネ発電設置	再エネ電力100%
低温熱利用 (100℃まで)	一部電化または再エネ熱利用	再エネ転換。電化で再エネ電力利用、または再エネ熱利用。
中温熱利用 (100-200 ℃) 自動車燃料	一部電化	再エネ転換。電化で再エネ電力利用
高温熱利用		電化で再エネ電力に転換。ほぼ該当なし

*次期エネルギー基本計画案の電力CO_2排出係数(電力消費量あたりCO_2排出量)は全国で0.25kg-CO_2/kWhと発表された。構成は石炭19%、石油2%、天然ガス20%、水素アンモニア1%、火力合計42%と想定している。
石炭火力は0.8～0.9kg-CO_2/kWh、天然ガス火力は0.35～0.45kg-CO_2/kWhと大きな差がある。東京電力エリアは現状で天然ガス割合が高いので、その火力割合が2030年も維持されるとして2030年の電力CO_2排出係数0.22kg-CO_2/kWhを想定した。また区内企業家庭の電気の選択により再エネがさらに1割増える場合0.17kg-CO_2/kWhも想定した。
**次期エネルギー基本計画案の電源構成想定は非化石電力割合（原発＋再エネ）58%。これが全て再エネとした。

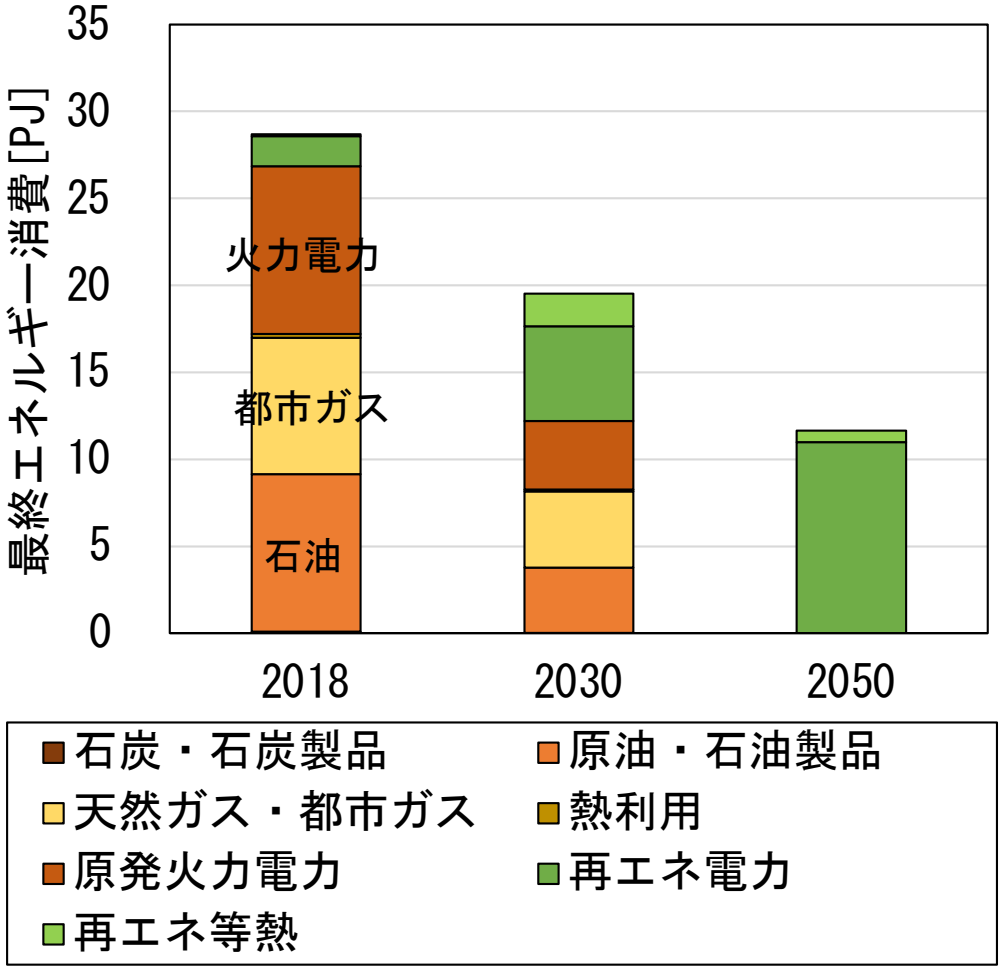
エネルギー消費量の将来予測

・更新時に省エネ機器・断熱建築を入れる対策により2030年に3割減、2050年に半減。

部門別



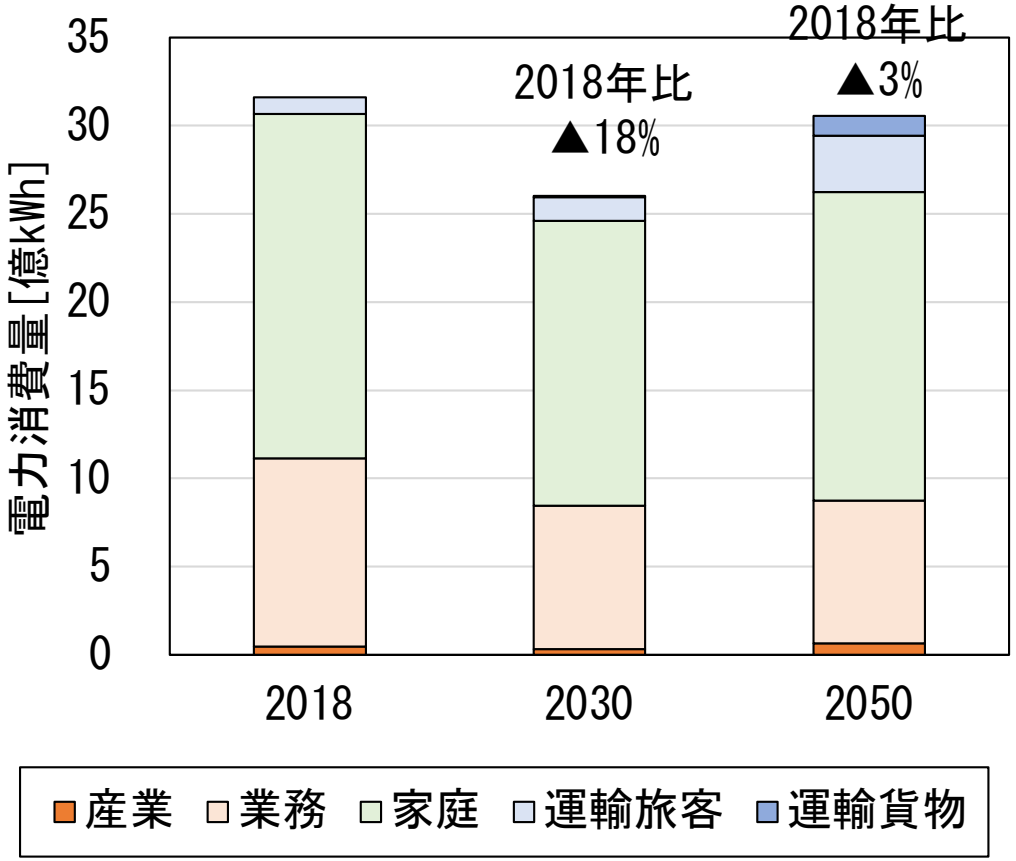
エネルギー別



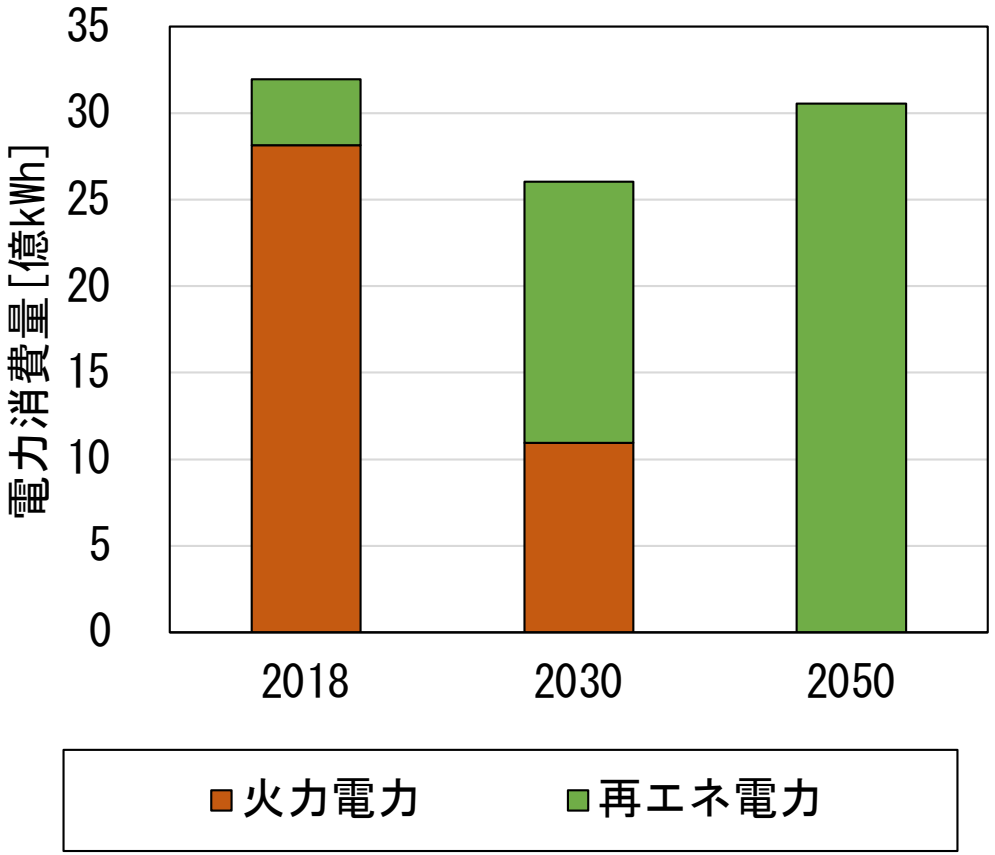
電力消費量の将来予測

・エアコン化や電気自動車化のように電化で省エネをする用途があり、全体エネルギー消費は減るものの電力消費は余り減らない。
・電気自動車化の電力増はこの程度。

部門別



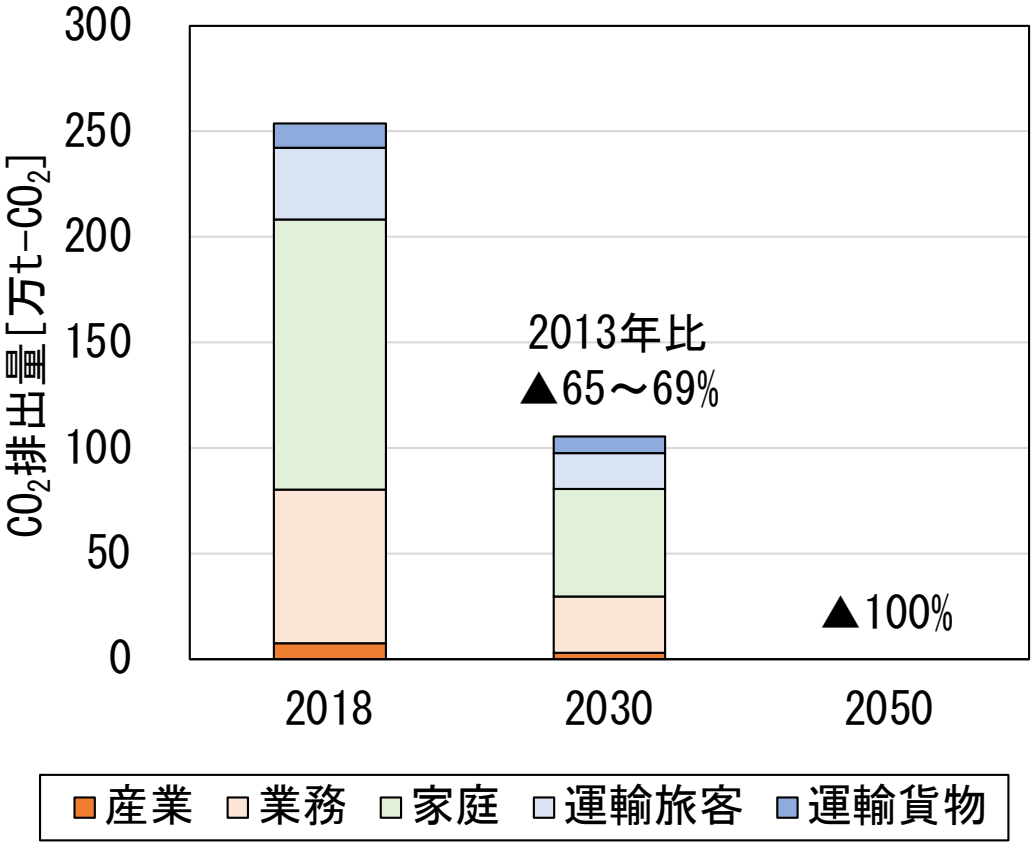
エネルギー別



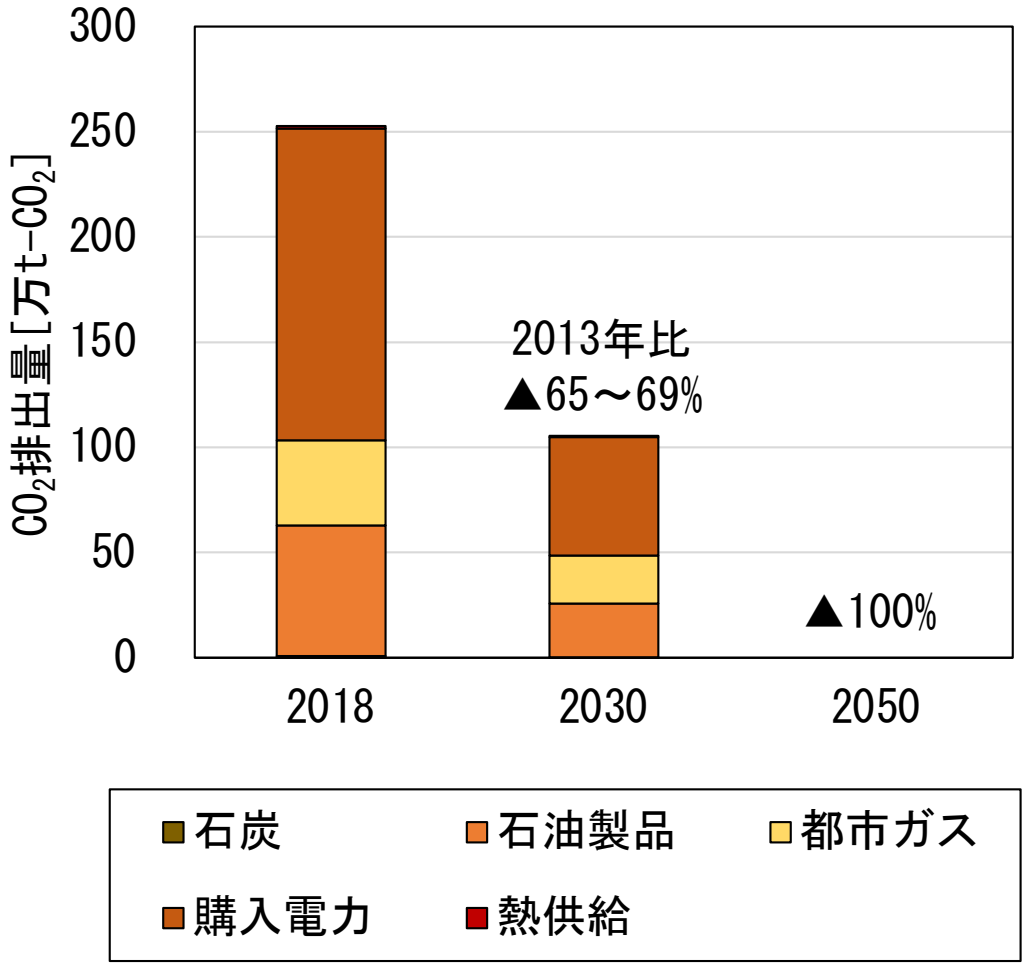
CO_2排出量の将来予測

- 2030年に2013年比で3分の1に削減。
- 2050年は排出ゼロを達成。

部門別

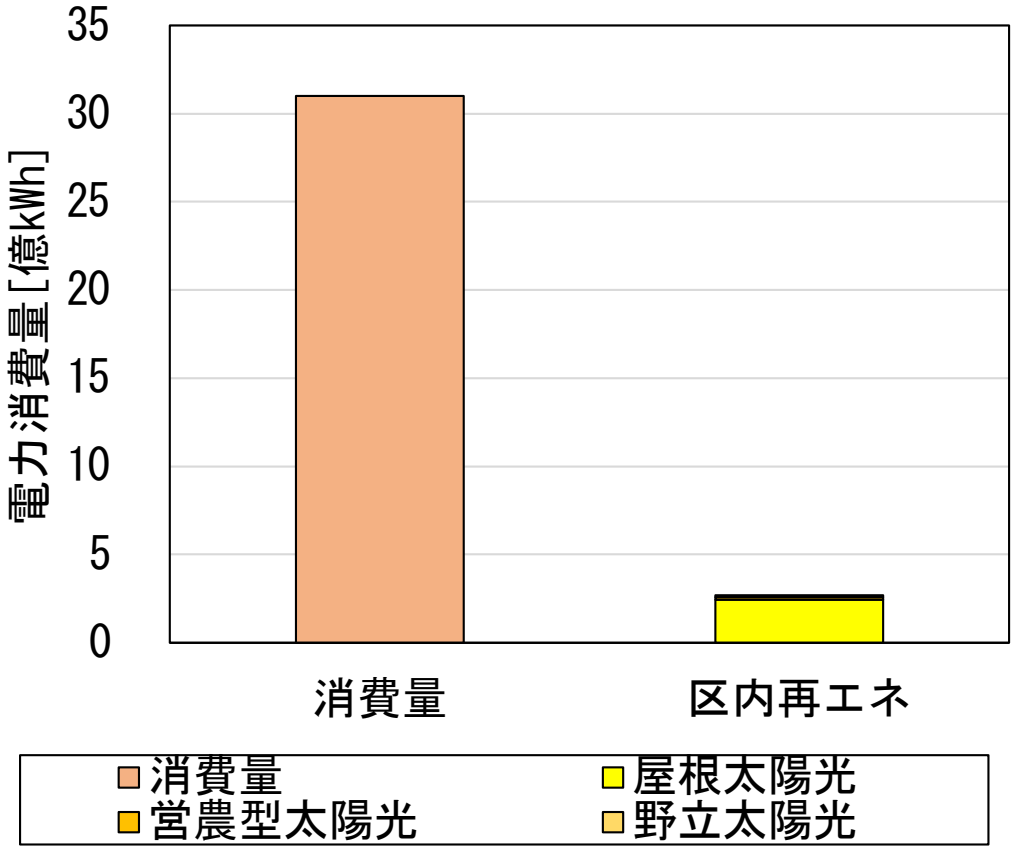


エネルギー別



電力消費量予測と区内再エネ

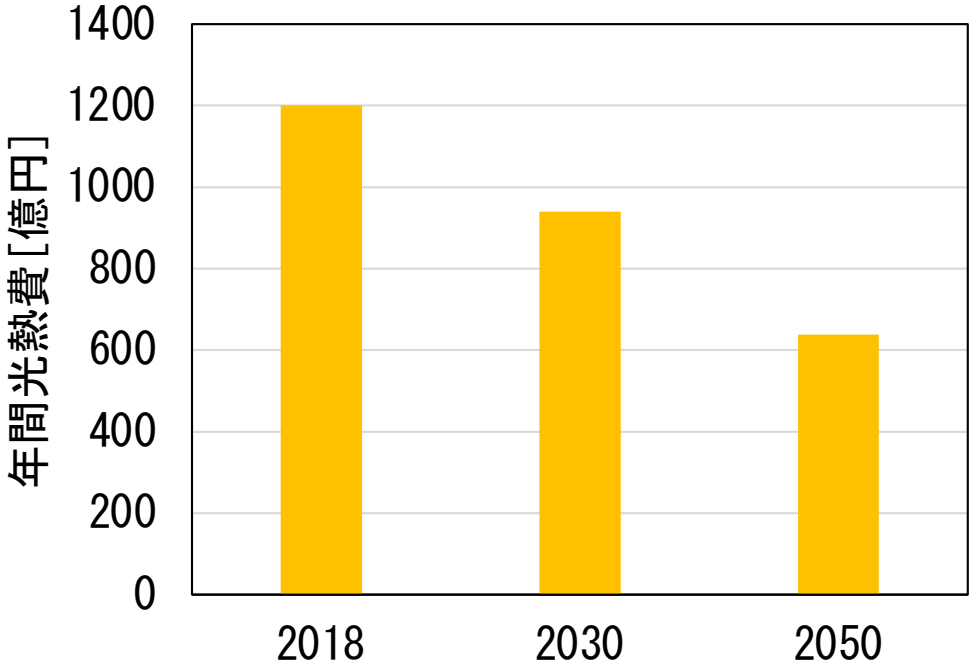
・2050年の電力消費量に対し、住宅の半分、業務建築・工場・倉庫の半分の屋根に設置、農地の半分に太陽光を設置すると、約8%を賄うことができる。



半分の住宅に3kWずつ、業務建築・工場・倉庫の半分の屋上・屋根面積のさらに4分の1、農地は田畑面積の半分のさらに3分の1に設置(日射の3分の2は作物用)。野立太陽光は現状認定量から増えないとした。

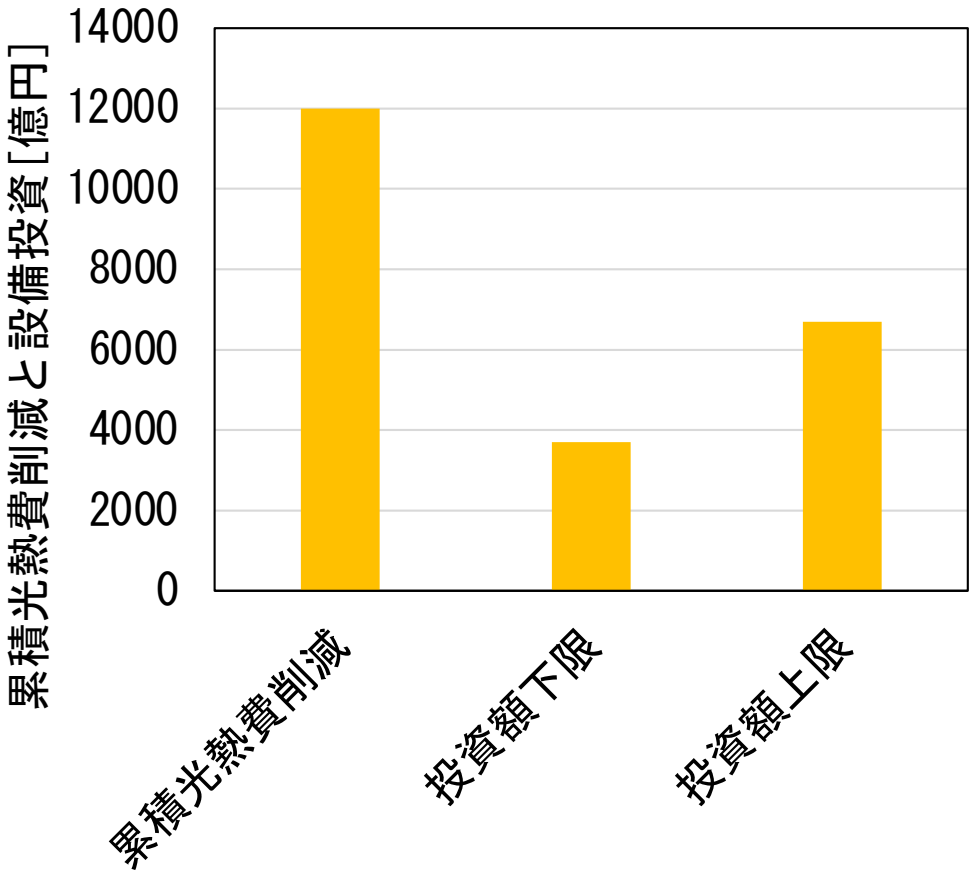
将来の光熱費予測

- 区内企業・家庭は推定で毎年1200億円を支出。化石燃料分は産油国などへ
- 省エネで光熱費を将来半減可能。
- 再エネで、光熱費の支払先を地域の主体や、区が協定を結んだ市町村などに変更可能



2050年までの光熱費削減と設備投資額

- 省エネ設備投資などが必要だが、光熱費削減の3分の1から半額でおさまり地域に大きなメリット。
- 建築や省エネ工事も地域企業が受注すれば地域でお金が回る。



地域の推進政策の例

初期投資ゼロ円システム

- 情報不足の他に、設備投資資金が障壁になって省エネ、再エネ対策が進まないことがある。
- 大手の省エネはESCO事業（初期投資ゼロ。契約期間に元の光熱費を支払い、省エネで下がった光熱費との差額で設備費・金利・利益を出す）
- 太陽光発電の「ゼロ円システム」が最近提案。
- 同じ「初期投資ゼロ」のしくみを省エネ再エネ両方で中小企業、家庭を対象につくる。光熱費削減分、売電収入で返済。
- 金融機関に協力を求める。省エネ再エネ対策技術についての情報交換・情報提供を実施。

（欧州金融機関で融資判断のために技術の専門家を雇用し、銀行が住民に積極的に断熱住宅を宣伝する所もある）

公的な専門的中立的情報提供

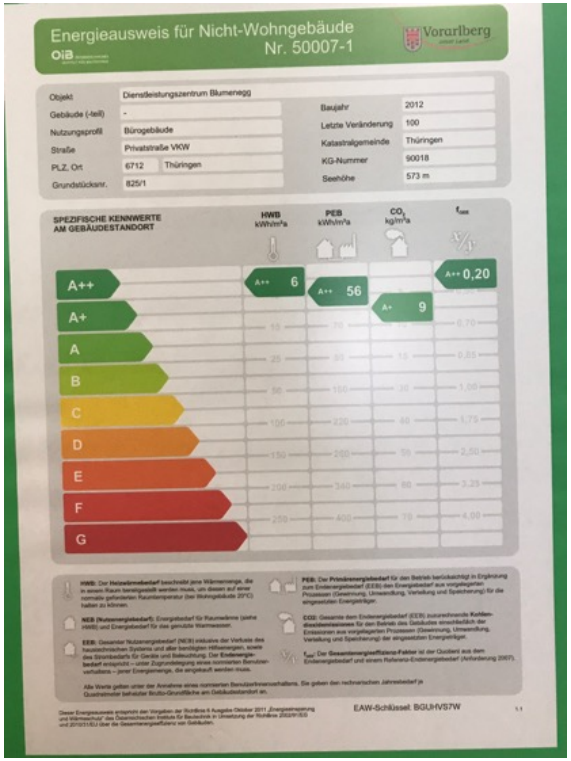
- 地域企業・家庭に、公的・中立の省エネ対策、再エネ対策の情報を提供。最適技術を、妥当な価格・費用対効果で導入できるようにする。
- 企業に対し、業種別の効率情報を提供（生産量あたり、床面積あたりエネルギー・CO_2など）、事業所の、同業種内の立ち位置（トップレベル、平均レベルなど）を常に把握、対策の目安にする。
- 建物ごとの情報提供。機器の情報提供。
- 公的・中立的情報により対策効果・コストの「相場感」ができ、具体的対策導入に寄与。
- 自治体が政策について専門的見地からアドバイスを求める。

- 都・区がエネルギー事務所を設立。研究者や地域の専門家・実務家（技術では建築、機械、電気、その他）に協力を求める。
- 技術相談・情報提供に技術専門家を紹介、中立的情報提供、中立的アドバイスを提供。

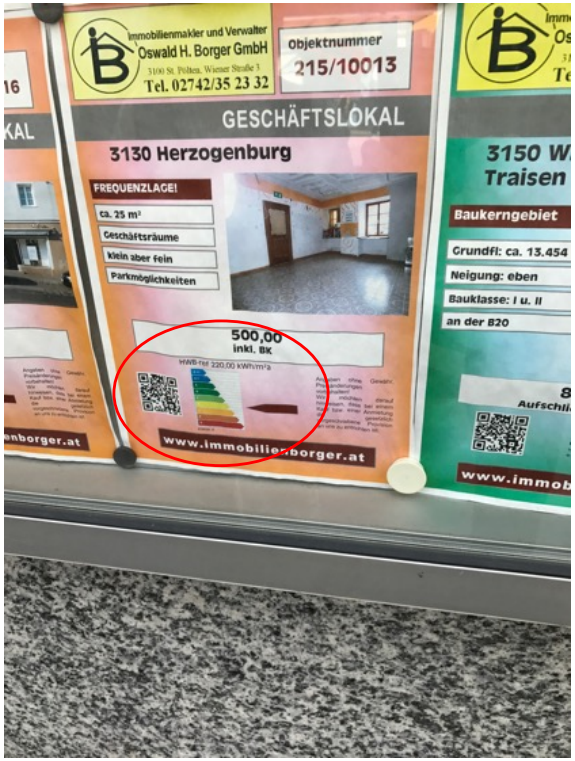
建物ごとの断熱・エネルギー効率・CO2・再エネなどの情報提供

- 建物の性能を伝える（断熱基準、ゼロエミッションビル基準適合状況、床面積あたりエネルギー、CO_2、再エネ割合など。）
- 公共建築、民間ビルの建物入口に表示。
- 活用例：不動産物件には価格＋20年分の光熱費情報を表示。
- 断熱性能・再エネ設置の建物のアピールになる。貸しビルの場合は顧客の参考になる。

海外の公共建築のエネルギー・CO_2情報



海外の不動産広告のエネルギー・CO_2情報



機器の省エネ情報提供

- ラベルをはり、省エネ製品の説明を求める。
- 商品価格+10年分電気代を表示し、価格は高いが電気代の安い省エネ商品を促進、その逆の省エネ浪費型製品販売を防ぐ。

家電の情報

追加情報例
本体価格40000円+10年分電気代13200万円

- エアコン、冷蔵庫などで表示
- 国のラベルはこれだけだが、例えば区で商品価格+10年分電気代を表示し、価格は高いが電気代の安い省エネ商品を促進、その逆の省エネ浪費型製品販売を防ぐ。

車の情報

追加情報例
カタログ燃費33km/L
本体価格150万円+10年分燃料費45万円
（ガソリン単価150円/L、年間走行距離10000km、カタログ燃費で走った場合で計算）

- 以前は乗用車についていたが、メーカーが車体への貼り付けを停止(国がカタログやwebに示せばよいことになったと通達)
- 例えば区で、価格情報の横に貼ることを求め、さらにカタログ燃費値、商品価格+10年分燃料代・電気代を表示し、価格は高いが電気代の安い省エネ商品を促進、浪費型製品販売を防ぐ。

小売電力の情報提供

- 消費者がコンセントの先を考えて電気を選び、再エネを増やすことは重要。
- 電源構成などの開示義務もなく、国の制度は大変複雑。
- もとの再エネの多い小売電気事業者、石炭の少ない電気事業者を見分けられるよう情報提供。東京都が情報(注1)
- NGOなどは推薦地域小売電気事業者リストも発表(注2)。

	原発	石炭+卸電力+不明分	(うち石炭)	再エネ利用率	(うち固定価格買取制度分)	消費量あたりCO2 [kg-CO2/kWh] 注：制度が複雑なので注意
小売A	10%	90%	90%	0%	0%	0.7
小売B	0%	0%	0%	50%	30%	0.2
小売C	0%	0%	0%	100%	50%	0.25

注1東京都「エネルギー環境計画書制度」で事業者計画、再エネ利用率などを公表。
https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/climate/supplier/publications.html
注2 パワーシフトキャンペーン
https://power-shift.org/choice/
電源構成の開示は義務ではないので非公開の場合もある。
国の制度では、「非化石電力証書」の再エネ特定証書を小売会社が買っていないと元が再エネの電気でも再エネだと名乗れない。固定価格買取制度の再エネ発電のCO2はもとはゼロだが全電源の平均排出量と計算するので天然ガス火力より排出量が多いことになっている。逆に元が火力発電の電気でも非化石電力証書の再エネ特定証書を買えば再エネと名乗れる。

再エネ電力供給

【供給を増やす】

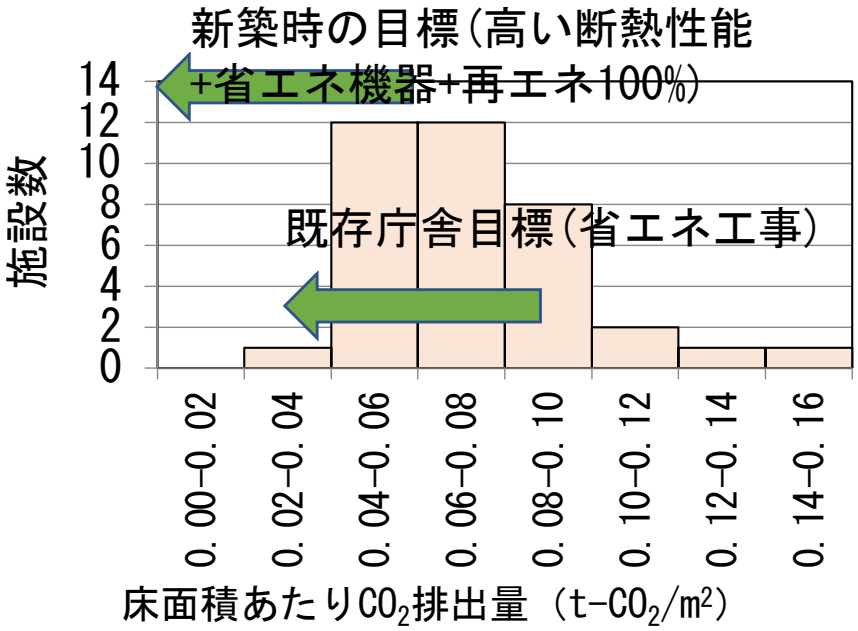
- 地域主体による地域の再エネ電力供給を、乱開発防止しながら増やす。
- 地域主体に技術支援。専門家実務家によるアドバイス。
  - 営農型太陽光（ソーラーシェアリング）では農業のアドバイス。
  - 送電線接続問題に自治体も関与、支援、一部手続き代行なども。
- 地域主体優先、乱開発防止へ。
  - 条例で地域主体優先
  - 開発許可地域と開発不可地域を最初から分ける（ゾーン制）など

【需要側から再エネ電力選択】

- 小売電気事業者のCO_2や再エネの情報を公的中立に提供する
  - （データ自体は東京都がエネルギー環境計画書制度で発表。わかりにくい）
- 将来は、地域電力小売会社で再エネ100%電力を地域に供給
  - （地域企業・家庭にとってはわかりやすい手段）

自治体施設の率先対策(設備投資計画に変更)

- 自治体施設で省エネ設備導入、新築・改修時は断熱建築。
- 自治体施設で再エネ100%電力、再エネ熱を購入、あるいは施設に再エネ電力・再エネ熱利用設備を導入し自給。
- 既存自治体施設、自治体が借りている施設を点検、優先順位をつけた対策計画策定、10年で全てが「省エネトップ施設」・再エネ施設へ。
- 自治体が環境面でも、費用効果面でも民間の模範に。



- 計画できれば確実性が高まり、進捗検証も容易
- 公的施設の次は地域の民間施設へ応用

自治体施設省エネ設備投資年次計画
(3年で30%削減の例)

導入年	対策順位	施設名	CO_2削減見込量[t-CO_2]	光熱費減[万円]	全体比CO2削減率
1年目	1	病院	1,500	6,000	10%
	2	体育館	1,000	4,000	
2年目	3	下水処理場	1,000	4,000	10%
	4	市民会館	500	2,000	
	5	水道施設	1,000	4,000	
3年目	6	市役所	750	3,000	10%
	7	図書館	750	3,000	
	8	文化施設	1,000	4,000	
予備	9	公民館	500	2,000	2%
	10	教育施設	500	2,000	2%

その他の手法

- 区のいろいろな政策を利用
- 区の調達で排出ゼロの企業優遇、電気自動車+再エネの企業運輸業優遇。
- 区の公共工事で排出ゼロの建設工事を優遇。
- 固定資産税で排出ゼロの企業家庭優遇。
- 区営住宅の欧州なみあるいはゼロエミッション住宅レベルの断熱改修を福祉政策として実施。他の公共住宅でも実施はたらきかけ。
- 学校の断熱・冷暖房照明省エネも教育政策で公共工事で実施。
- 区がゼロエミッション宣言をもとに、今後区内企業，区に進出する企業・事業所と2050年排出ゼロの協定を結んでいく。
- 建築、家電販売、自動車販売、不動産、地域金融事業者やその協会と情報交換、消費者が省エネ再エネ製品を選べるよう協力を求める。
- 断熱改修以外の対策は「もと」がとれる。補助金は、「ゼロ円システム」ができ、また企業・家庭が省エネアドバイスを受け排出削減効果が高く投資回収年が短い対策を選べば不要か。

まとめ

- 世田谷区は再エネ転換しにくいエネルギー需要が非常に少ない。脱炭素化に有利。
- 更新の時に優良省エネ技術を全面的に普及し、再エネ転換により、2050年にエネルギー半減以下、CO_2を100%削減できる技術的可能性。
- 対策により、年1200億円もの光熱費を半分に削減可能。設備投資が必要だが「もと」がとれる。
- 脱炭素は気候危機回避とともに、地域に大きなメリット。さらに、断熱建築や省エネ工事を地域企業が受注すればお金が地域で回る。
- 脱炭素社会はまちづくりでもある。住民、地域の様々な主体が議論してまちの将来を決めていくことが必要。