

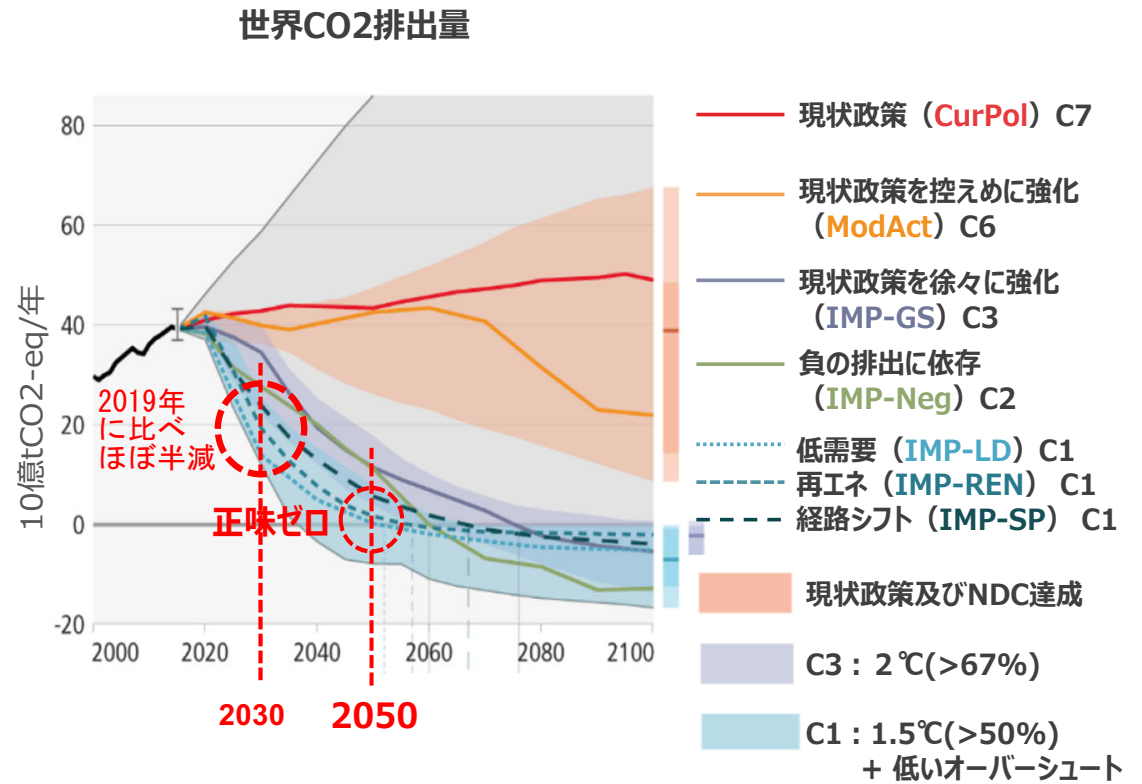
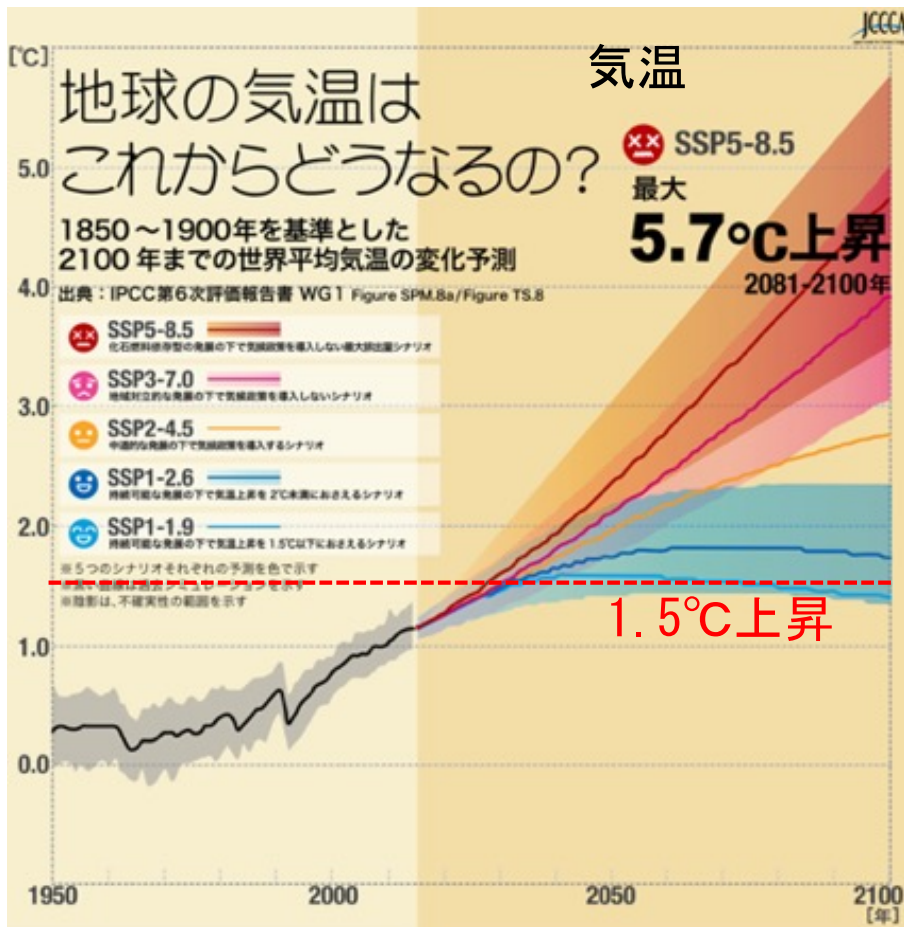
バイオマス発電のCO₂排出量

歌川学(産業技術総合研究所)

気温上昇を低く抑えれば被害も小さくなる

このための世界のCO₂削減

- 世界で対策をとれば1.5°C未満抑制。異常気象、生態系農業被害などを小さくできる。
- そのためには2030年ほぼ半減(2019年比48%減)。世界も日本もこの10年の対策が非常に重要。



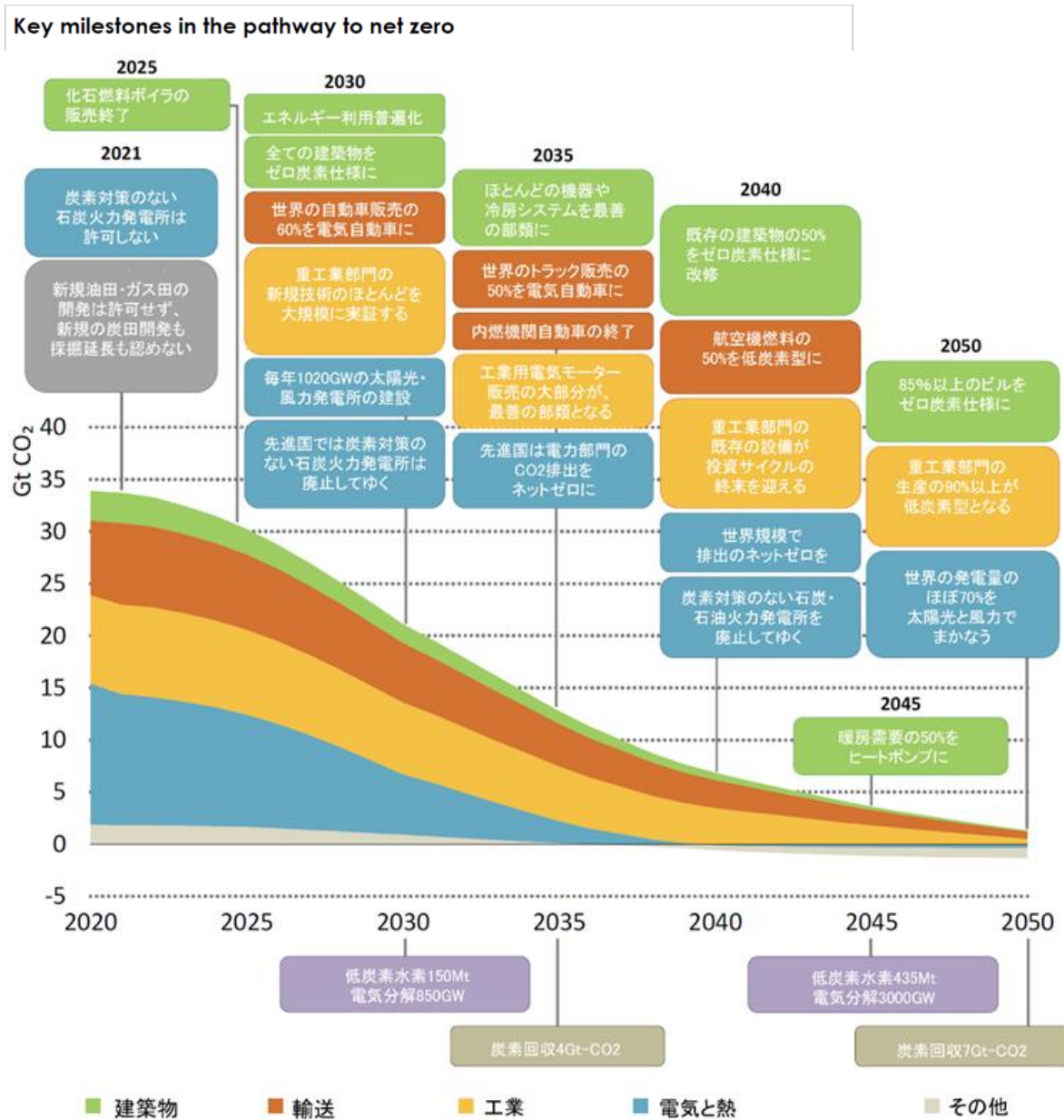
IPCC気候変動に関する政府間パネル第6次報告書第一作業部会報告政策決定者向け要約をもとにJCCCA全国地球温暖化防止活動推進センター作成。1.5°Cの点線加筆。

2030年に排出量ほぼ半減(2019年比)
2050年頃に排出ゼロ

IPCC第6次評価報告書をもとに
国立環境研究所作成
さらに加筆

IEA国際エネルギー機関の「排出ゼロへの道筋」

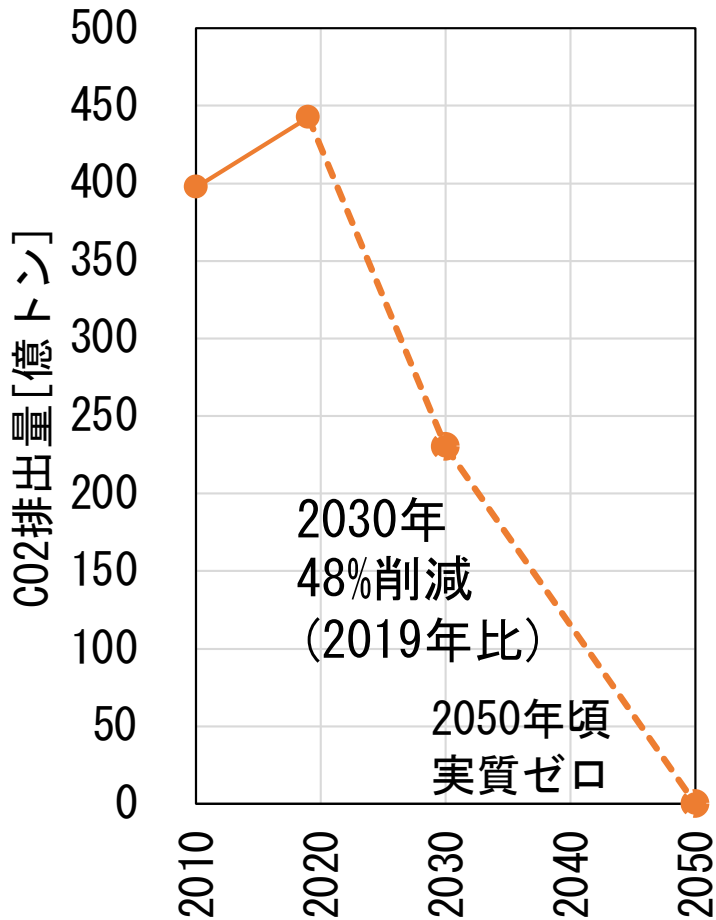
ネットゼロ・パスウェイにおける主なマイルストーン



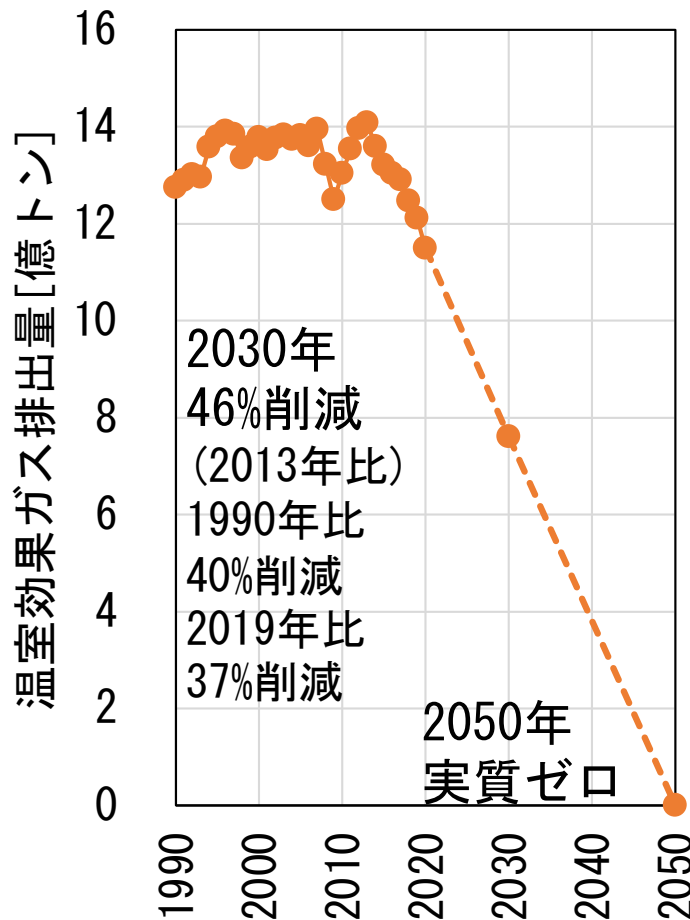
- 先進国でつくるIEA(国際エネルギー機関)は、2021年に「2050年排出実質ゼロへの道筋」を発表。排出ゼロは技術的・経済的に可能とした。

2030年、2050年までの排出削減目標

世界のCO₂排出削減例 (気温上昇1.5度抑制、 産業革命前比)



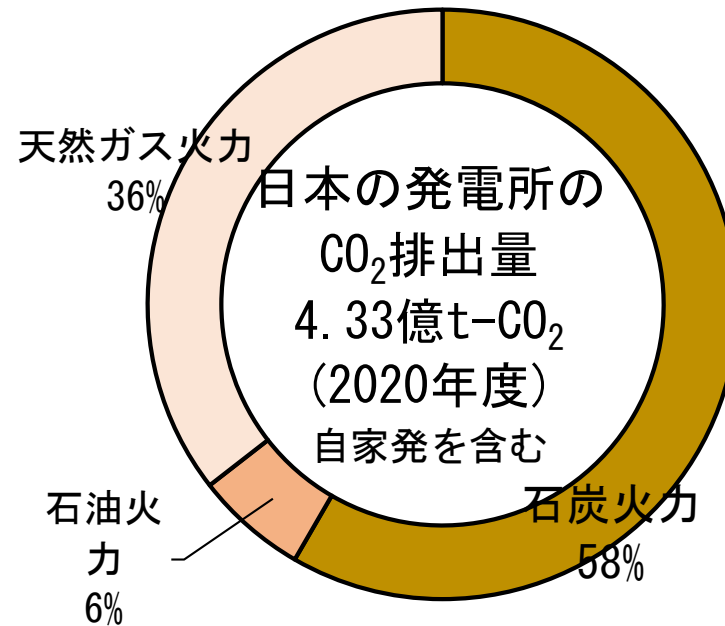
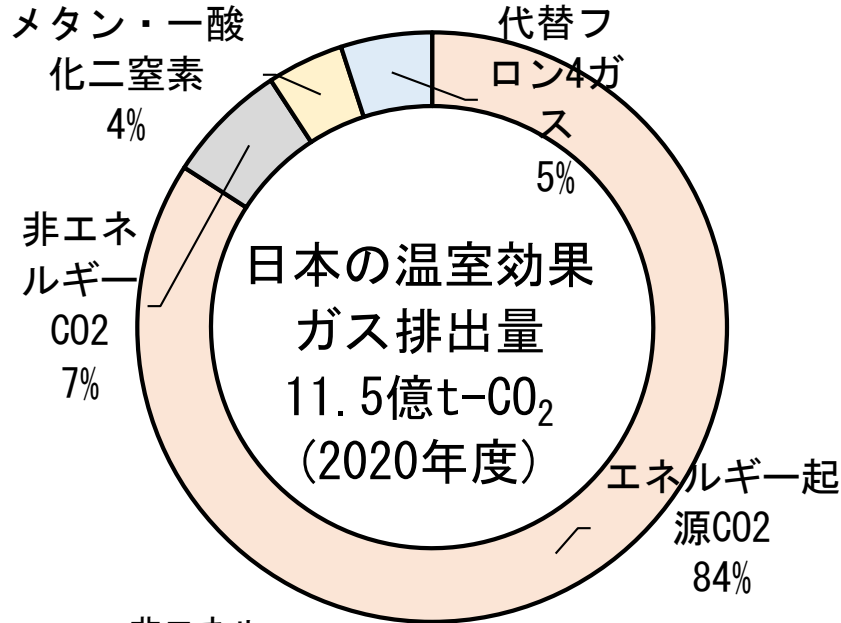
日本の温室効果 ガス排出削減目標



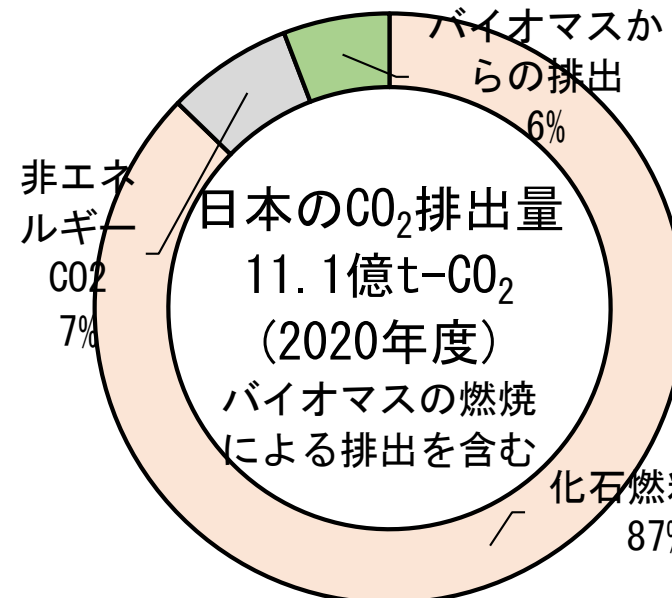
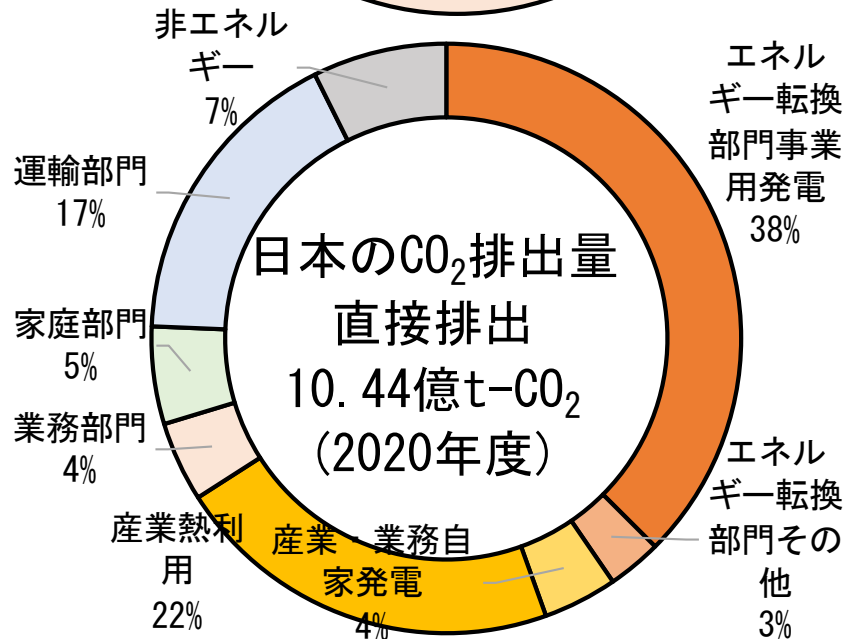
削減目標についてはUNEPなど国際機関で強化をよびかけ。条約会議でも強化がよびかけられた。

2030削減目標(1990年比換算) : デンマーク70%、英国68%、ドイツ65%、EU55%、米国43~45%、カナダ26~32%

日本の温室効果ガス排出量



2.5億t
日本のCO₂の
24%



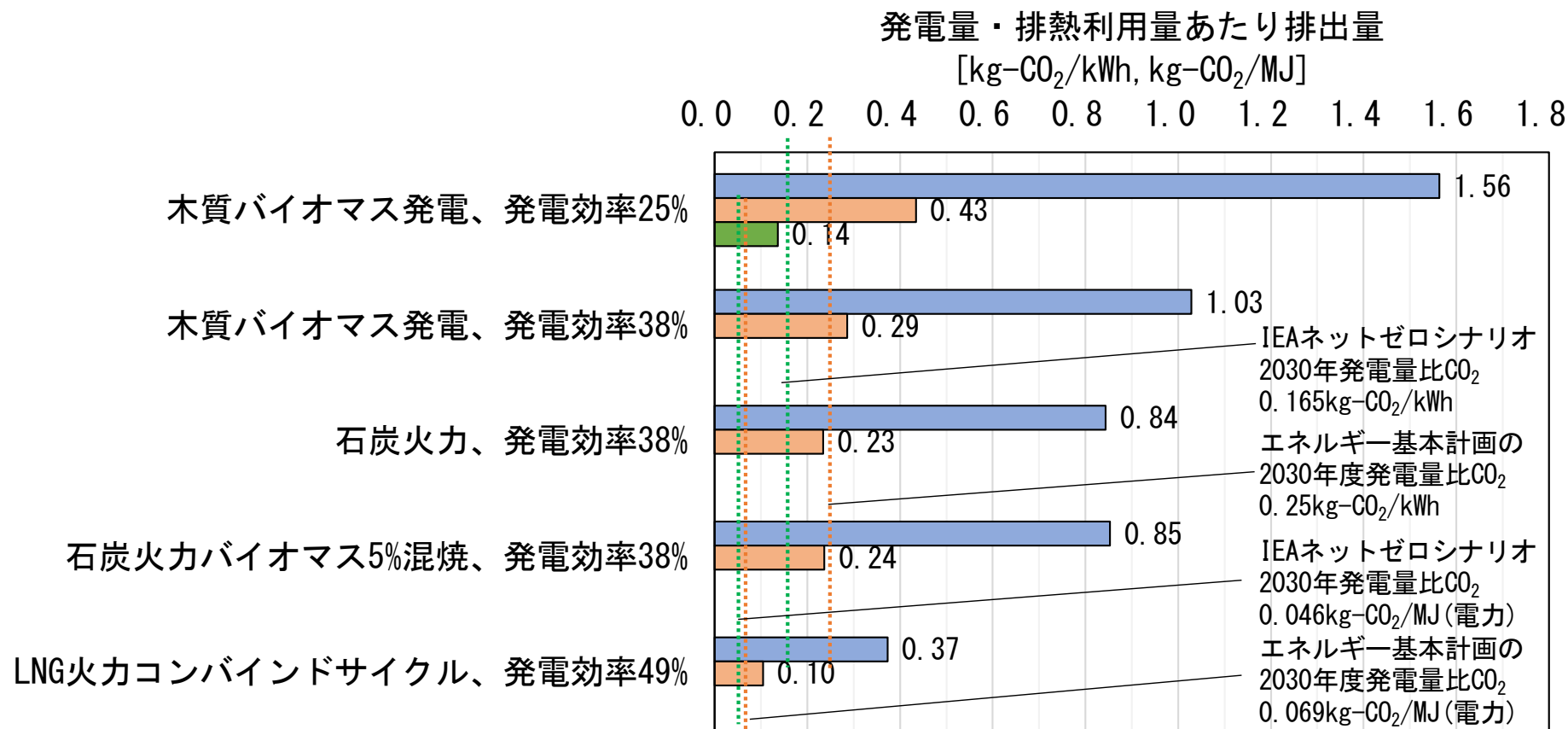
バイオマス
(2020年分)
合計6450万t
発電1650万t
産業部門2400万t
運輸部門130万t
業務部門2270万t

「直接排出」とは発電時のCO₂排出量を発電所の排出して区分。IPCCガイドラインはこの方法。日本国内では「電力熱配分後」発電時のCO₂排出量を電力消費者に消費量に応じて配分する方法がよく使われる。

環境省国立環境研究所「日本の温室効果ガス排出量データ（1990～2020年度）確報値」、経済産業省「総合エネルギー統計」炭素単位表、日本政府温室効果ガス排出目録（2022年4月に気候変動枠組条約に報告）より作成。バイオマス排出量は日本政府温室効果ガス排出目録に条約の共通様式に従って記載されている。

バイオマス発電のCO₂排出量～燃焼のCO₂排出量

(排熱利用しない大型発電では大きなロス。吸収が認められなければこれだけ排出)



■ kWhあたりCO₂(発電のみ)

■ MJあたりCO₂排熱利用なし

■ MJあたりCO₂排熱利用あり

..... IEA2050年ネットゼロシナリオの2030年の発電量比CO₂排出量 (0.165kg-CO₂/kWh、0.046kg-CO₂/MJ電力)

..... 第6次エネルギー基本計画の2030年の発電量比CO₂排出量 (0.25kg-CO₂/kWh、0.069kg-CO₂/MJ電力)

計算方法：木質バイオマスの発熱量、エネルギー量あたりCO₂排出量をもとに、発電量、排熱利用量、CO₂排出量を試算し、発電量あたりのCO₂、発電量と排熱利用量あたりのCO₂を試算。木質チップと木質ペレットで同じ排出量。

発電効率：木質バイオマス発電で25%とした。設備容量11.2万kW石炭火力との比較のため発電効率38%も計算。石炭は38%、LNG火力は設備容量60万kWでは発電効率55%もあるがここでは設備容量11万kW程度の場合で49%で計算。

「排熱利用あり」は全体効率80%の場合。発電効率25%の場合には排熱を55%使いあわせて80%利用。バイオマス火力でも設備容量5000kWを大きく超えると総合効率80%になるような排熱利用はむずかしい。事業用石炭火力や事業用LNG火力では排熱利用は余り行われぬ。これらの発電所では排熱分はほぼエネルギーロスになる。

経済産業省発熱量表、環境省排出係数表、日本政府温室効果ガス排出目録などより作成。

木質バイオマス発電所のCO₂排出量の規模

設備容量
2000kW

2.2万トン

設備容量
5000kW

5.5万トン

設備容量
1万kW

11万トン

設備容量
3万kW

33万トン

高い排熱利用可能な範囲

設備容量
5万kW

年間CO₂排出量
55万トン

設備容量
11.2万kW

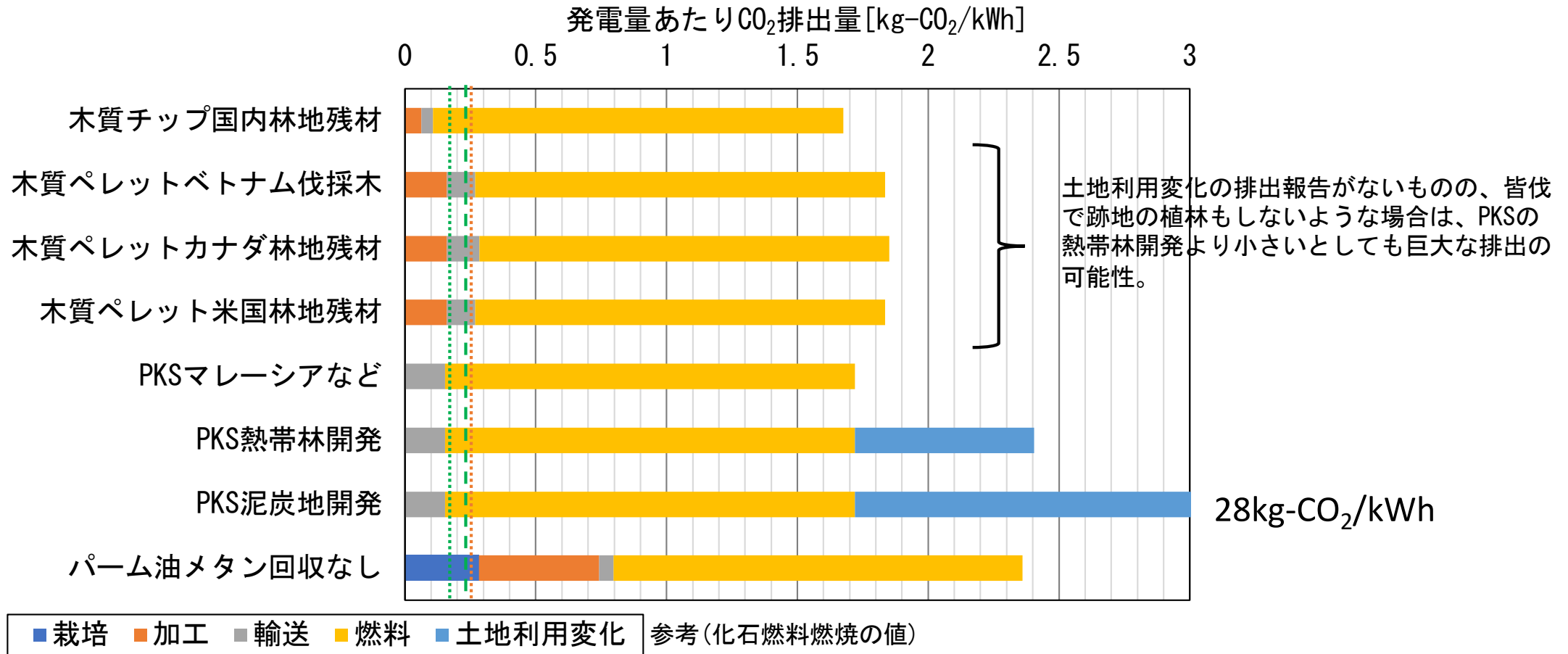
年間CO₂排出量
123万トン

発電効率25%、設備利用率80%で計算。燃烧時CO₂のみ。
石炭火力を発電効率38%で計算すると11.2万kWで66万トン、
バイオマス5%混焼石炭火力は67万トン。
5000kWを大きく上回る規模の施設では排熱利用はないか
あっても小さく、排熱の大半はエネルギーロスで捨てられて
いる。

石炭火力なみの発電効率38%、設備
利用率80%で計算すると81万トン

バイオマス発電の温室効果ガス排出量

ライフサイクルの排出量で発電のみ(排熱利用なし)、吸収が認められなければこれだけ排出

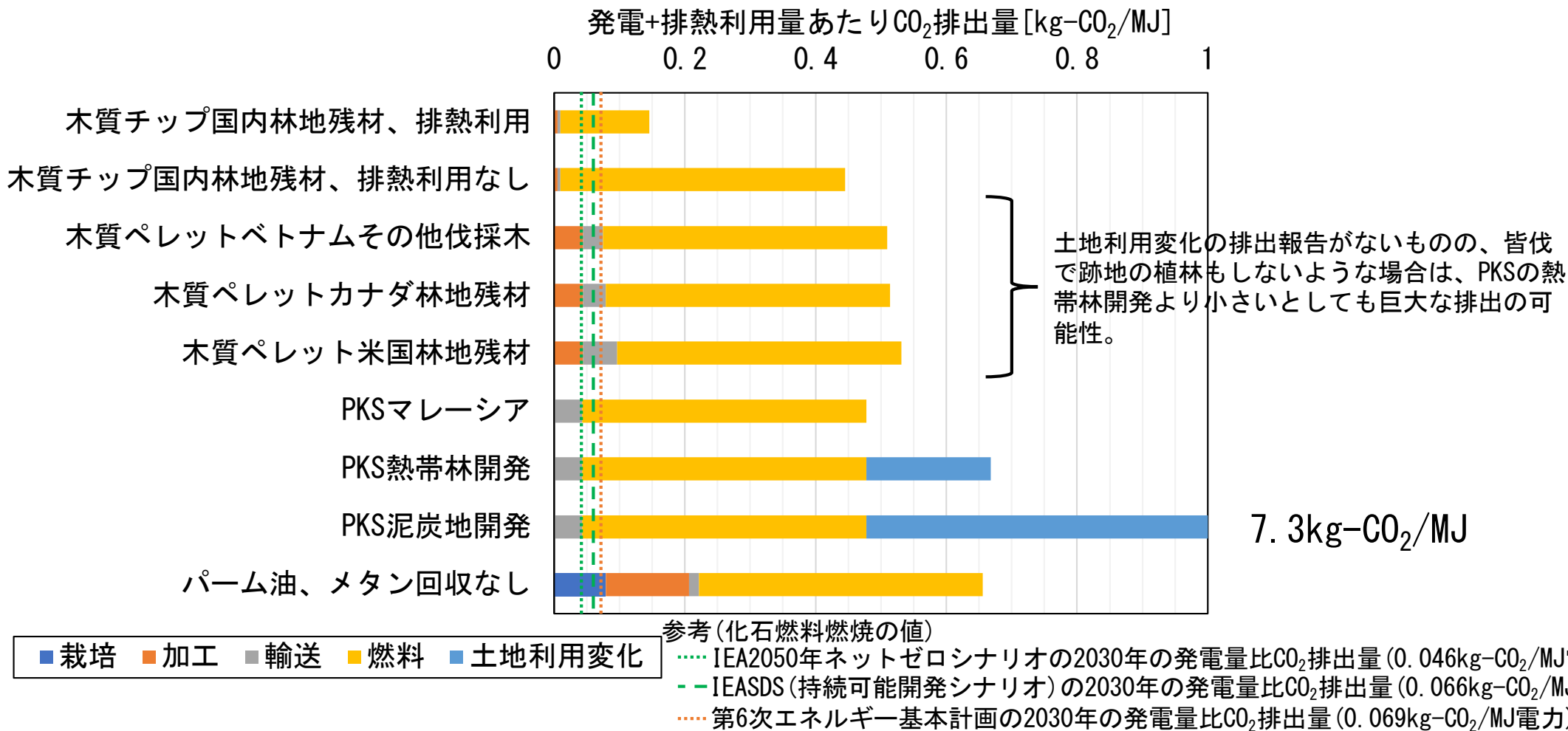


バイオマス発電の発電効率を25%で計算。

PKSはパーム椰子殻。参考値で木質以外も燃料燃焼について木質なみ排出量として表示。また、泥炭地開発の土地利用変化の排出は巨大なのでグラフに全体を示さず、燃焼などとの合計値を記載した。海外の木質バイオマス利用で、皆伐で跡地に植林もせず土地利用変化が生じ土壌中の温室効果ガスが排出された場合は、熱帯林開発より小さいとしても巨大な土地利用変化の温室効果ガス排出になっている可能性がある。バイオマス燃焼は前ページと同じ。栽培・加工・輸送は第19回総合資源エネルギー調査会新エネルギー小委員会 バイオマス持続可能性ワーキンググループ資料2「バイオマス燃料のライフサイクルGHG既定値について」。土地利用変化は経産省委託の三菱UFJリサーチ「バイオマス燃料の安定調達・持続可能性等に係る調査報告書」より作成

バイオマス発電の温室効果ガス排出量

ライフサイクルの排出量で排熱利用も考慮して表示。吸収が認められなければこれだけ排出



発電効率25%で計算。国産材で排熱利用する場合は総合効率80%で計算。海外バイオマス利用は大規模発電で排熱利用がないか小さい傾向があるので排熱利用なしで計算。

PKSはパーム椰子殻。参考値でPKSも燃料燃焼について木質なみ排出量として表示。また泥炭地開発の土地利用変化の排出は巨大なのでグラフに全体を示さず、燃焼などとの合計値を記載した。海外の木質バイオマス利用で、皆伐で跡地に植林もせず土地利用変化が生じ土壤中の温室効果ガスが排出された場合は、熱帯林開発より小さいとしても巨大な土地利用変化の温室効果ガス排出になっている可能性がある。

バイオマス燃焼は前ページと同じ。栽培・加工・輸送は第19回総合資源エネルギー調査会新エネルギー小委員会 バイオマス持続可能性ワーキンググループ資料2「バイオマス燃料のライフサイクルGHG既定値について」。土地利用変化は経産省委託の三菱UFJリサーチ「バイオマス燃料の安定調達・持続可能性等に係る調査報告書」より作成

まとめ

- 気候危機回避のため、2030年までに世界で大きな排出削減が必要。
- バイオマスの排出量は日本のCO₂全体の約6%を占める（日本政府の気候変動枠組条約報告による）。従来、吸収とあわせ排出ゼロとされてきたが、吸収の吟味により、吸収が認められなければこの分排出になる。吸収については次の報告を。
- バイオマス発電の排出を他と比較すると、大型バイオマス施設で排熱利用もしない場合、利用エネルギーあたりで化石燃料火力発電、場合によっては石炭火力発電を上回る排出になる。石炭へのバイオマス混焼は石炭火力より排出が大きくなる。
- 日本の脱炭素にむけた対策は省エネと再エネで大きな可能性がある。対策は化石燃料高騰対策にもなる。乱開発などを防ぎ、地域発展を活かした対策を選択をすることができる。

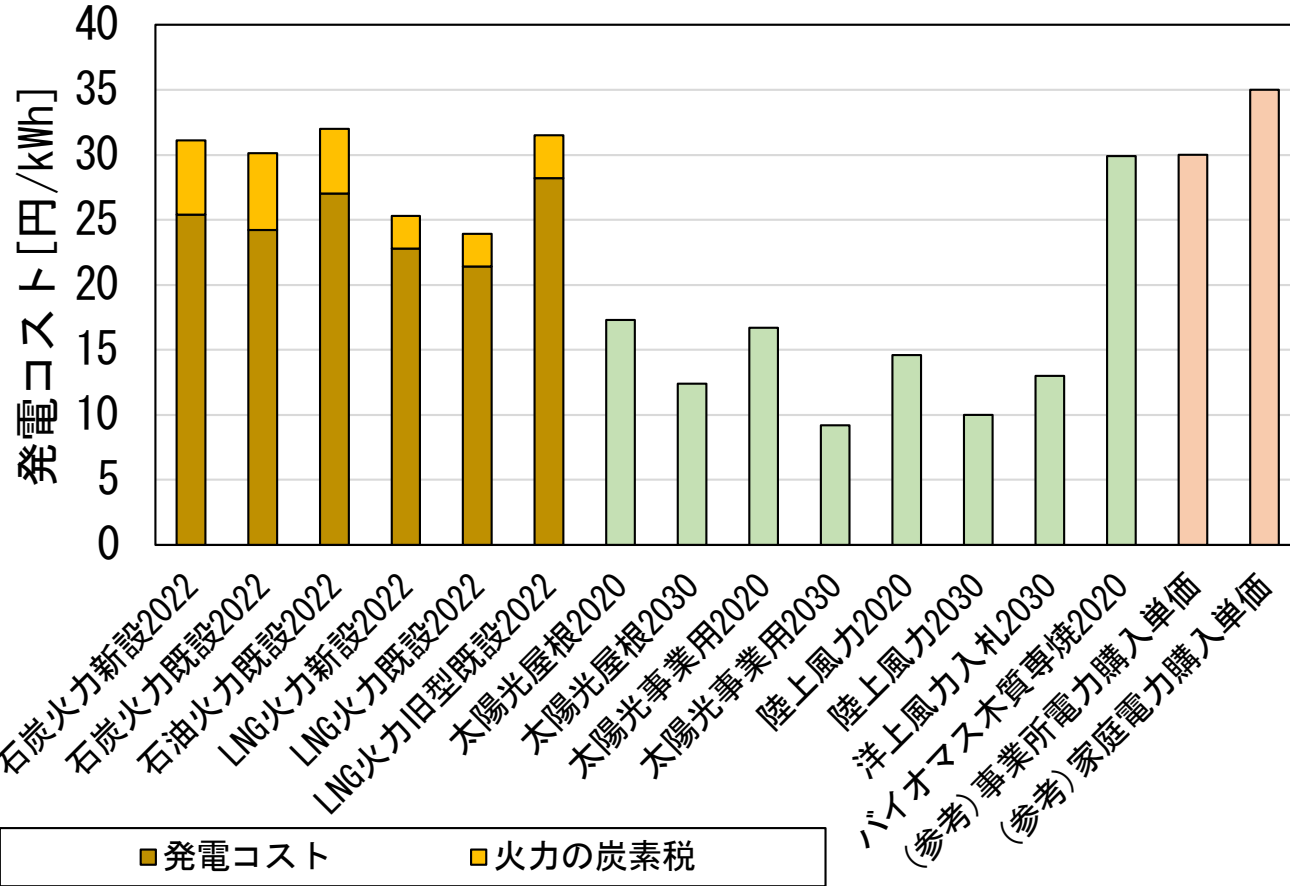
謝辞

バイオマスのライフサイクルGHG排出量試算にあたって、NPO法人バイオマス産業社会ネットワークの泊みゆきさんに助言をいただきました。感謝いたします。

参考

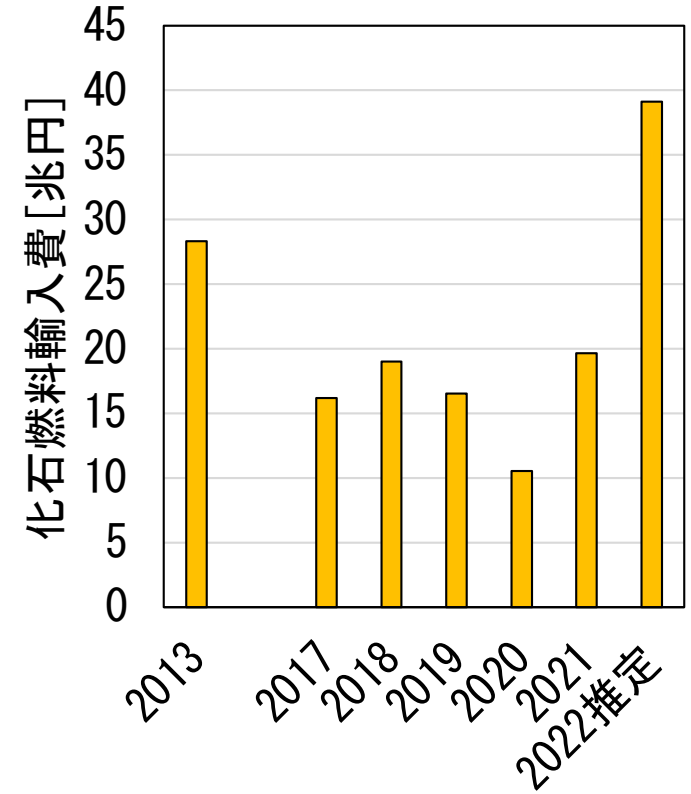
日本の発電コストの比較 (化石燃料価格高騰)

- 再生可能エネルギー発電のコストは日本でも低下。火力コストは大きく上昇。現在の化石燃料価格で計算すると、火力より太陽光・風力の方がかなり安い。また電力購入より自家消費再エネが安い。



化石燃料輸入費

- 2022年10月単価で2021年度なみ輸入量があると、輸入金額は今年の約2倍になる可能性。

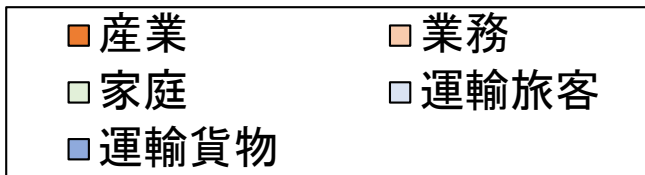
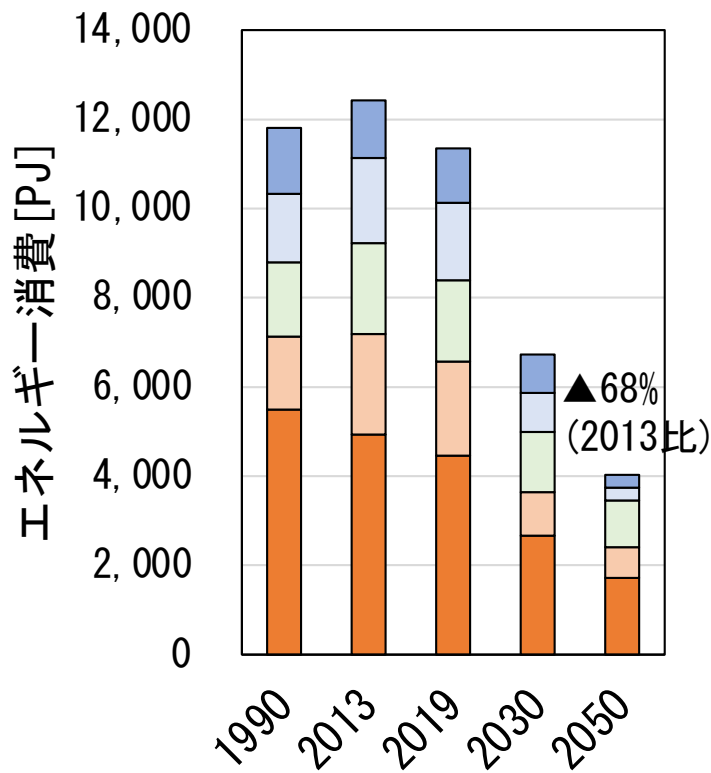


経済産業省総合資源エネルギー調査会発電コスト検証ワーキンググループ、発電コストレビューシートより作成。新設は資本費を含む。政策経費は含まない。既設は資本費を含まないが、原子力については廃止措置と追加的安全対策費の分を入れた。2022年の燃料費価格は財務省貿易統計の2022年10月の燃料輸入価格を使用（いずれも貿易統計から石油連盟が推定した円建ての単価）。バイオマス燃料は高騰前の価格。燃料価格以外は外国為替レートは1ドル=150円で試算した。

設備利用率は原子力は23% (2021年度実績)、石炭火力とガス火力が60%、石油火力が30%。発電効率は石炭火力新設42%、石炭火力既設と石油火力とLNG火力旧型既設が40%、LNG火力新設が54%、同既設が53%とした。運転期間は火力40年、太陽光と風力25年、バイオマス発電40年、原子力既設の稼働期間は再稼働済原発の残余平均8.8年とした。火力にかかる炭素税は発電コスト検証ワーキンググループの試算で、IEA国際エネルギー機関の世界エネルギー見通しのシナリオ想定にあわせて2020年には17ドル/トン、2030年には30ドル/トンとなっている。この炭素税は日本で導入されていないので分けて示した。外国為替レートは1ドル=150円で試算した。

日本の対策 最終エネルギー消費

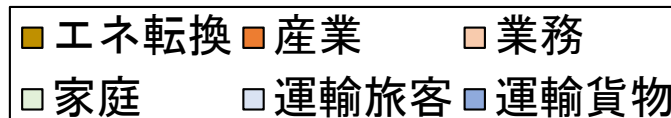
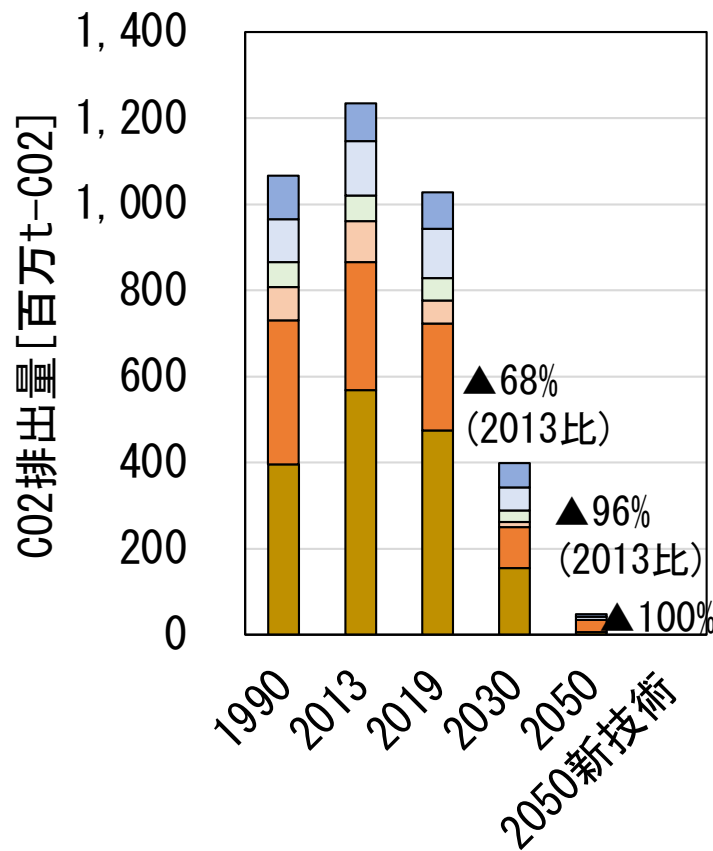
- 今の優良技術の普及でここまで消費削減の技術的可能性がある。



非エネルギー利用を除く。
2019年度までの実績は経済産業省総合エネルギー統計

日本のエネルギー 起源CO₂排出量

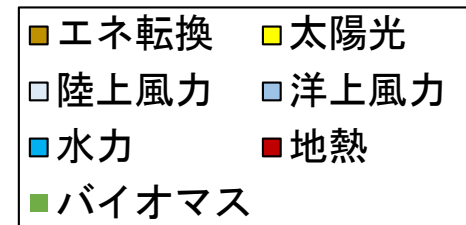
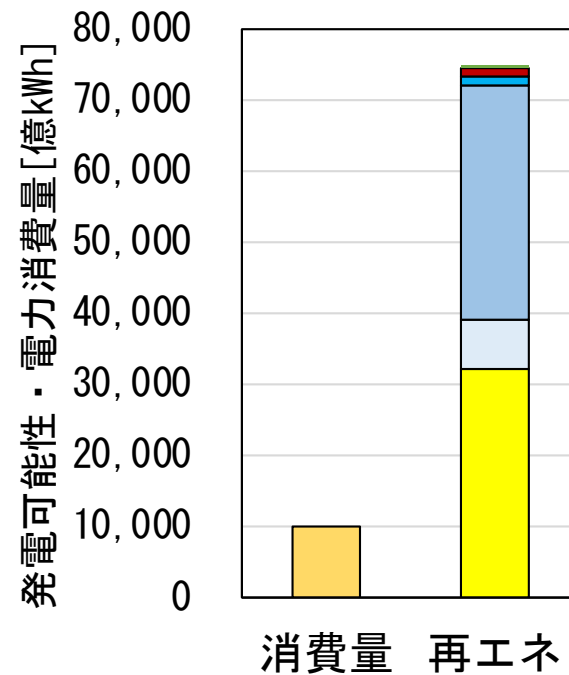
- 今の優良技術普及で95%以上削減の可能性
- 残る分を新技術でゼロに。



直接排出（発電時の排出は発電所の排出でエネルギー転換部門へ）。自家発電もエネルギー転換に入れた。
2019年度までの実績は経済産業省総合エネルギー統計

全国の電力消費と再生可能 エネルギー電力可能性

- 再エネ発電は電力消費量の数倍の可能性はある。乱開発防止、地域のメリットを考えて選択可能。
- IEAの世界の2050年ネットゼロシナリオでも再エネ電力の70%は太陽光と風力が占める。



再エネポテンシャルは環境省推計。
バイオマスは買取制度認定のみ。
自然公園、森林開発などは除いて計算