

# 2050年脱炭素社会実現の姿に関する一試算

(2021年12月14日公表版より)

推進費2-1908、1-2002、1-2003 国民対話シンポジウム  
「日本の2050年脱炭素社会」

2021年3月10日

AIMプロジェクトチーム

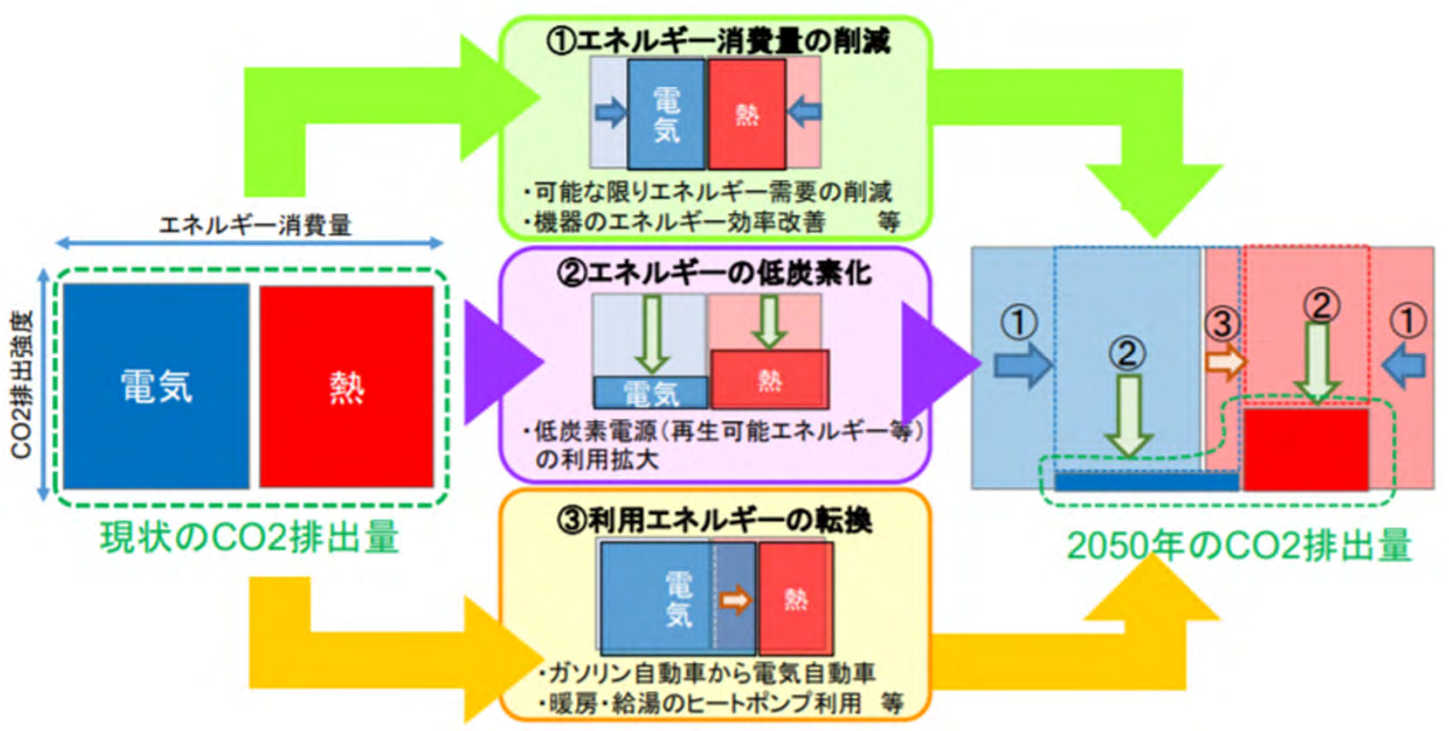
詳細版はAIMプロジェクトホームページに掲載 [https://www-iam.nies.go.jp/aim/index\\_j.html](https://www-iam.nies.go.jp/aim/index_j.html)  
本研究は、(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(1-2002、2-1908)により実施された。

- 本資料は、2050年脱炭素社会を実現した絵姿を定量的に具体化し、その実現に向けた課題・道筋について示唆を得るための技術的な資料である。シナリオ分析の手法に基づき、起こりうる可能性が高い未来を予想するものではなく、複数のシナリオにより将来の可能性を示したものである。
- 脱炭素社会の検討については、EU、英国、米国などはシナリオ分析を取り入れており、それらの国・地域が国連に提出した長期戦略にはその分析が引用されている。本分析ではそれらの事例を参考に2050年4つのシナリオを設定した。
- コロナ禍を契機に大幅に進展したリモートワーク、情報通信技術の進展による脱物質化・省資源化と通信量の増加、脱プラスチック、食ロス低減など、最近の動向についても、適宜シナリオに反映させている。
- 本分析では、現時点で見込まれる技術を想定しているが、今後の社会経済の変化・国際関係・技術開発・普及過程・制度設計により、一層の脱炭素化が進展することもありうる。2050年の社会の姿をどのような経路で実現するか、そのためには技術だけでなく消費行動なども含めてどのような社会変容が必要となるかを今後分析する予定である。

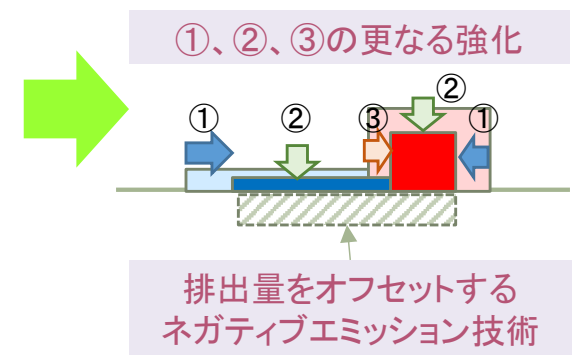
# 脱炭素社会の実現に向けた対策の方向性

- 脱炭素社会の実現のためには、①エネルギー消費量の削減、②使用するエネルギーの低炭素化、③利用エネルギーの転換を総合的に進めていくことが重要である。
- カーボンニュートラルを実現するためには、①～③の強化とともに、ネガティブエミッション技術※の導入が不可欠になる。

＜脱炭素社会実現に向けた方向性について(イメージ図)＞



＜ネットゼロのためのネガティブエミッション技術＞



(出典) 環境省(2015)温室効果ガス削減中長期ビジョン検討会 とりまとめ(破線までの図)

※ ネガティブエミッション技術 : 大気中のCO2を人為的に回収または吸収させ、それを再放出しない形で、長期的に貯留する技術・実践・行為。植林・再植林、バイオ炭、土壌炭素貯留、湿地・沿岸再生(ブルーカーボン)、バイオマスエネルギー炭素回収貯留(BECCS)、風化促進、直接炭素貯留(DAC)、海洋アルカリ化、鉱物炭化など。(参考文献: Minxら(2018) Negative Emissions—Part 1: Research Landscape and Synthesis, UNEP(2017) The emission gap Report 2017)



- 対策の方向性や水準について、以下のシナリオを想定して、排出量の推計を実施した。
- 各国も脱炭素社会の検討にシナリオ分析を取り入れており、例えば、EUでは対策技術の方向性の違い(電化、水素、循環経済など)や、削減目標の違い(▲80%~▲100%)を与えた複数のシナリオに基づく分析を実施し、長期戦略にて引用されている。

## 2050年脱炭素社会に向けた社会変容シナリオ(LED)：

生活や就業スタイル、マテリアルの消費・循環構造などの変化によって、  
少ないエネルギー・マテリアルでも高い便益・効用が得られる社会への変容。

## 2050年電化シナリオ(ELE)：

再エネ発電の大量導入、電化が難しい領域(産業高温域、貨物輸送、都市ガス供給)の  
徹底した電化を推進。

## 2050年新燃料シナリオ(H2)：

再エネ発電の大量導入による水素生産、そして、水素とCCUから生産される合成燃料、  
これらの新燃料を電化が難しい領域(産業高温域、貨物輸送、都市ガス供給)に活用。

## 2050年ネットゼロ排出シナリオ(Zero)：

社会変容、電化・新燃料の導入促進など全ての対策を組み合わせ、  
CO2回収対象の拡大、ネガティブエミッション技術の導入・拡大により脱炭素社会を実現。

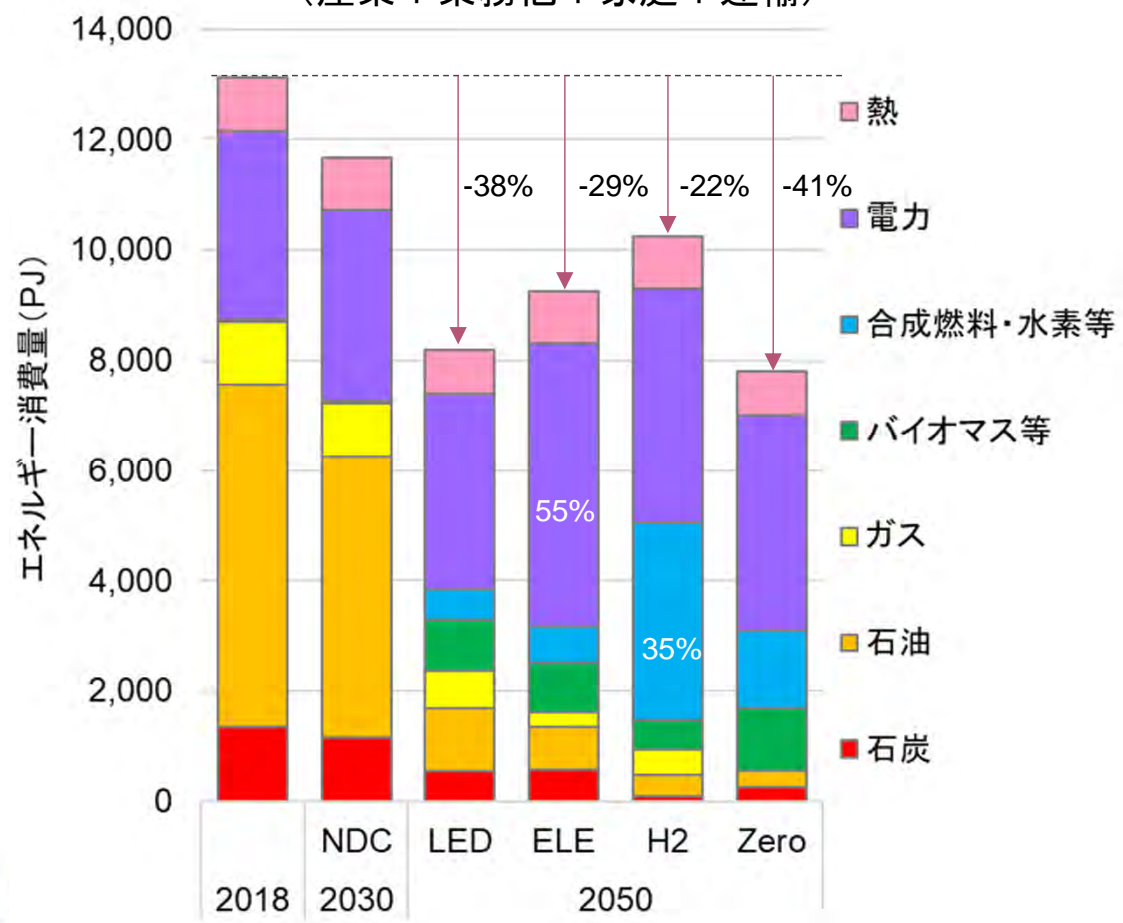
## 2030年 NDC準拠シナリオ(NDC)

2030年目標(NDC)において、2030年の対策技術を導入。

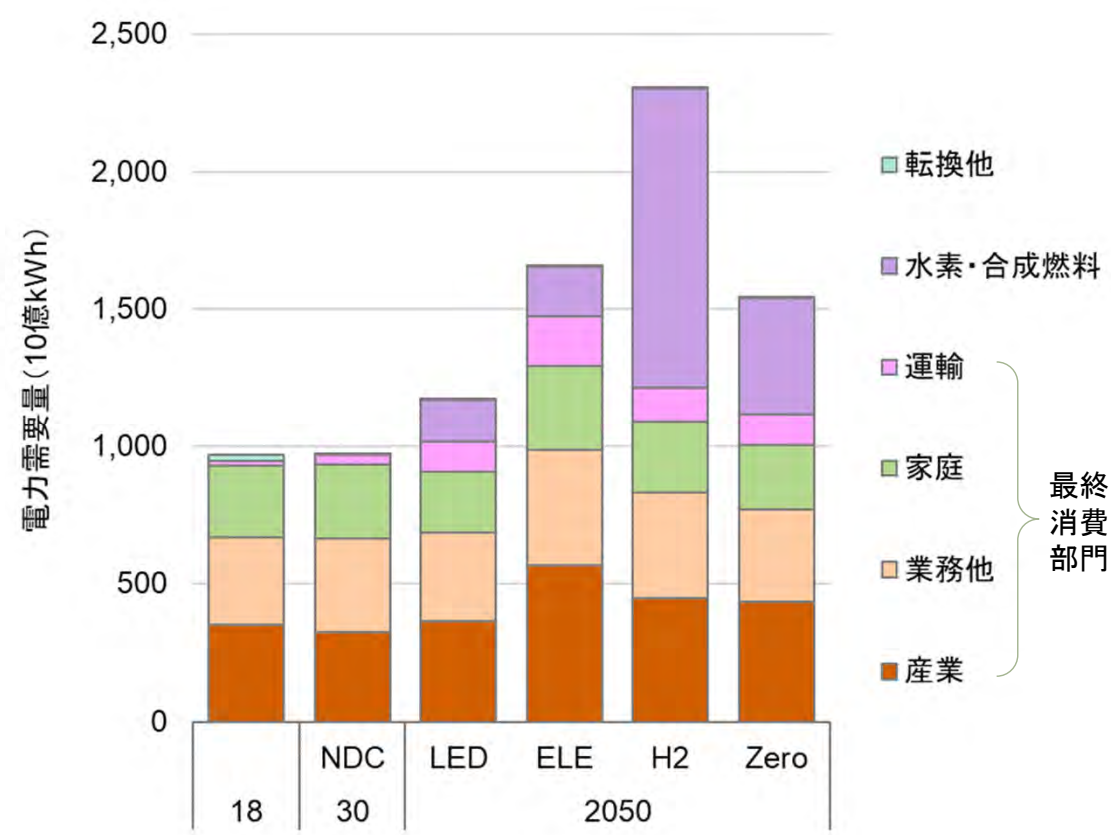
# 最終エネルギー消費量／電力需要量

- 2050年には最終エネルギー消費量は2018年比 22～41%削減。エネルギー種別では、化石燃料の消費量が大幅に減少。電力や合成燃料が大きな割合を占めている。
- どのシナリオにおいても電力消費量が増加。ELEシナリオでは、最終消費部門の電力需要量が他よりも大。H2シナリオは水素や合成燃料の製造のために電力需要量大。

<エネルギー種別最終エネルギー消費量>  
(産業+業務他+家庭+運輸)



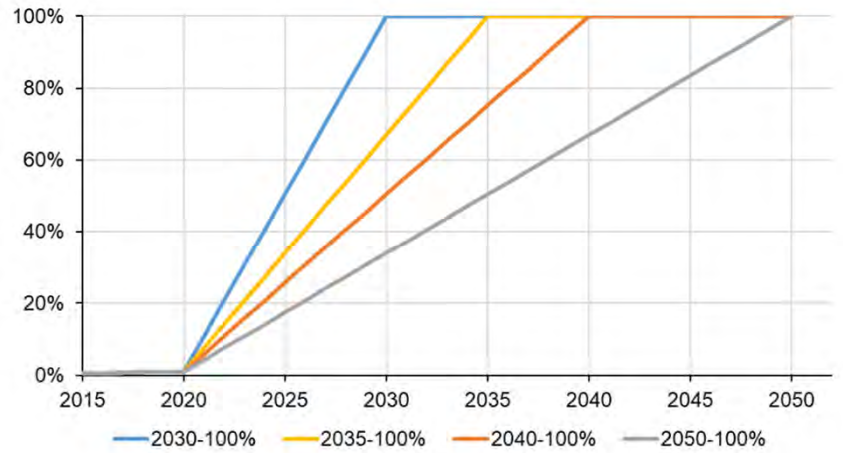
<部門別電力需要量>



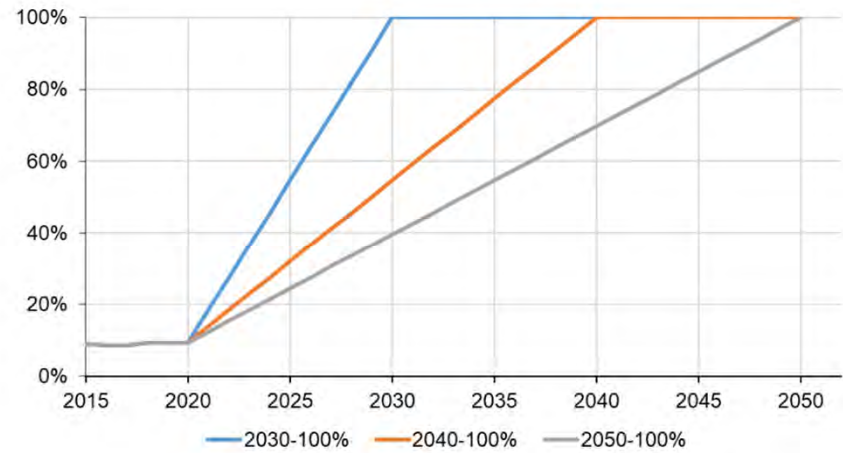
# 電動自動車・電気ヒートポンプ給湯機の導入シェア：新車ベースと保有ベース

- 2050年までに保有ベースの100%を電動自動車(BEV・FCV)とするためには、**2035年よりも前の時点で新車ベースでの電動自動車のシェアを100%**とすることが必要である。
- 住宅の建替・新築のタイミングのみで、電気HP給湯機の導入を進めた場合、**2050年の住宅ストックに対する電気HP給湯機のシェアは半分程度**までしか到達しない。

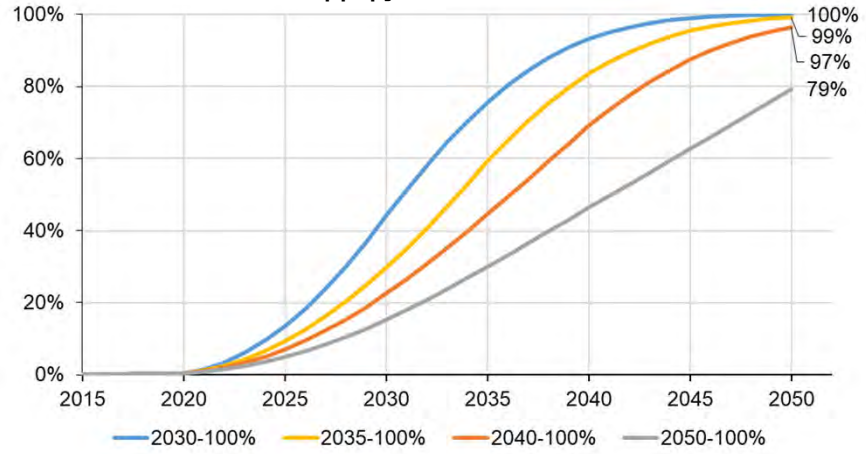
< 電動自動車導入シェア >  
 - 新車ベース -



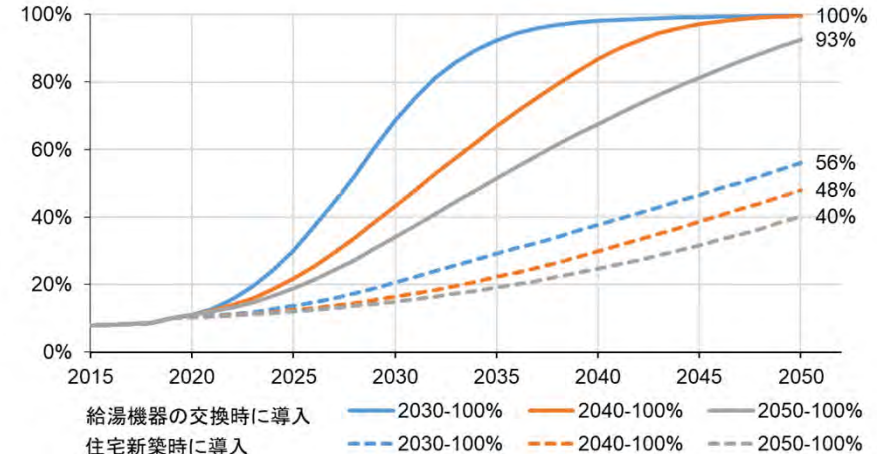
< 電気ヒートポンプ給湯機導入シェア >  
 - 導入ベース -



- 保有ベース -

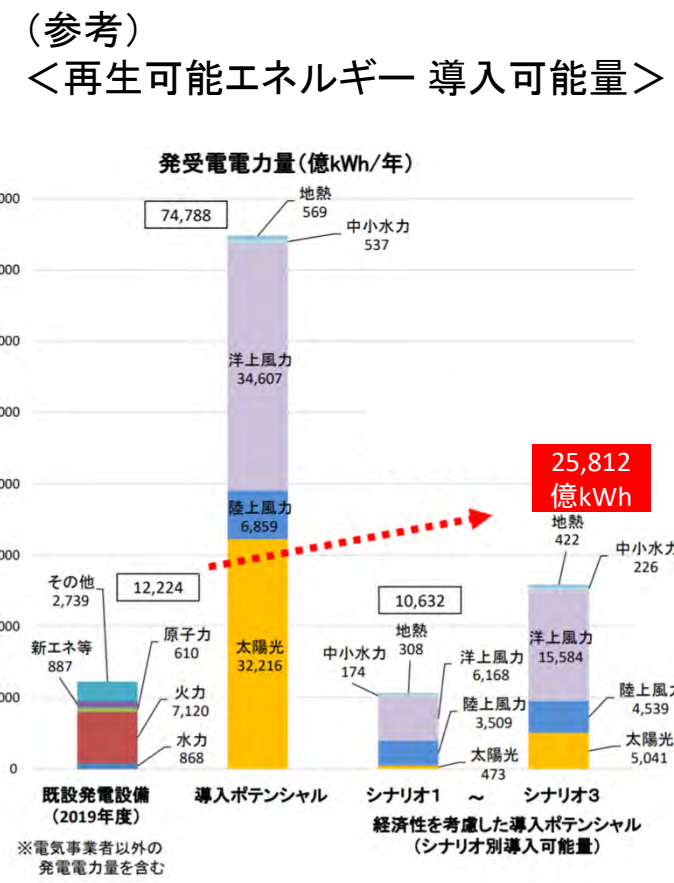
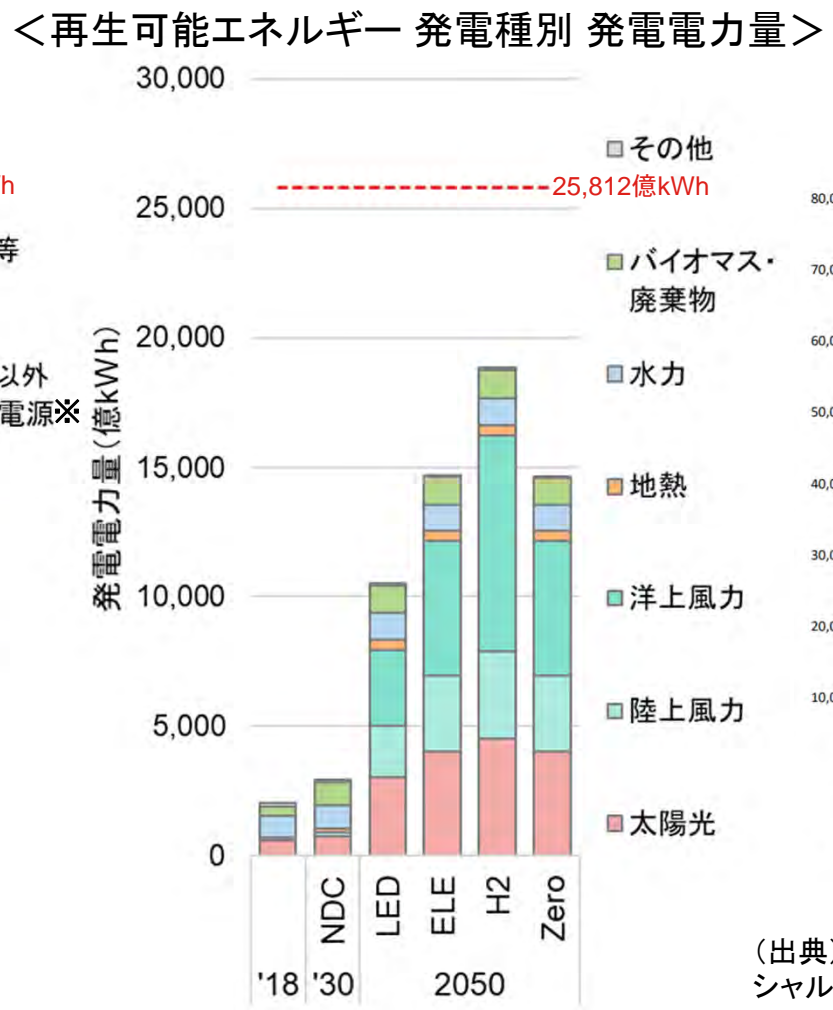
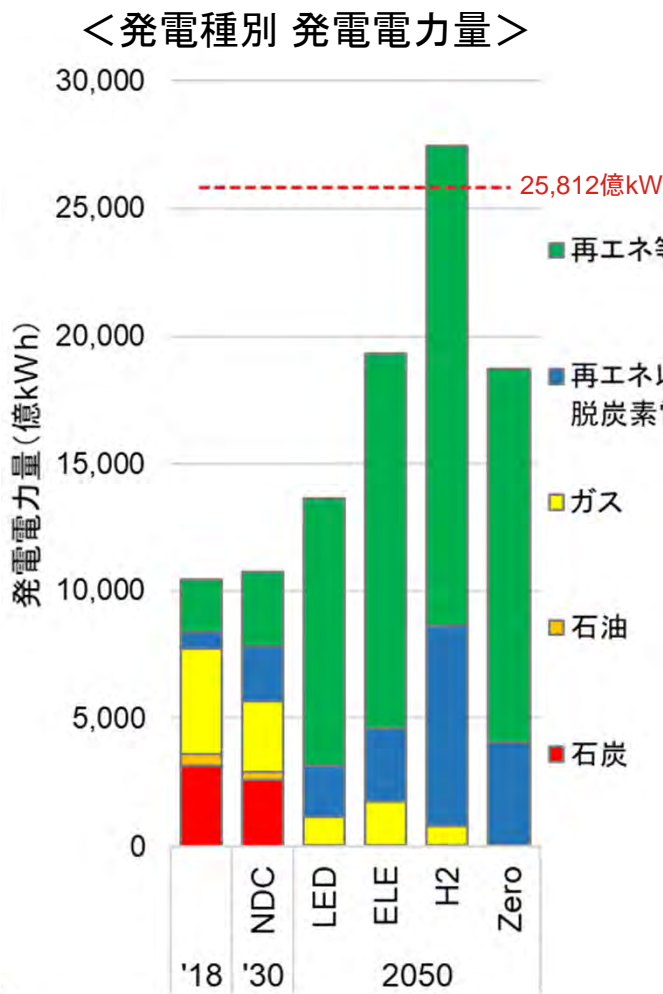


- 保有ベース -



# 発電電力量

- 2050年において全てのシナリオにおいて、**ほぼ全量が脱炭素電源**。
- 環境省によると、再生可能エネルギー発電の経済性を考慮した導入可能量は最大2兆5,812億 kWhであり、Zeroシナリオにおける総発電電力量を上回っている。
- 再生可能エネルギー発電の内訳については、導入ポテンシャルの大きさから**太陽光発電と風力発電が主力**となる。



(出典) 環境省「我が国の再生可能エネルギー導入ポテンシャル」(2020年) <http://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/doc/gaiyou3.pdf>



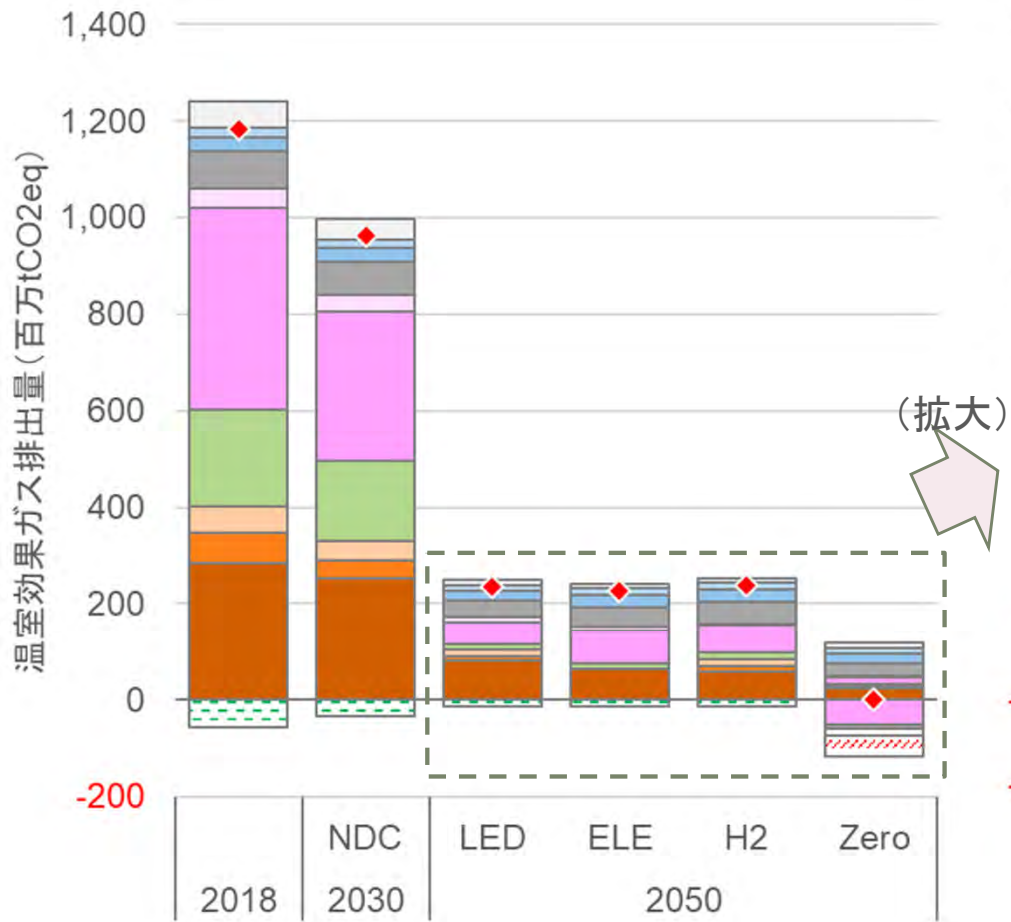
※) CCS付ガス火力、原子力発電、アンモニア火力発電  
注) 電力需給の同時同量、地域間融通を考慮した検証は実施していない。



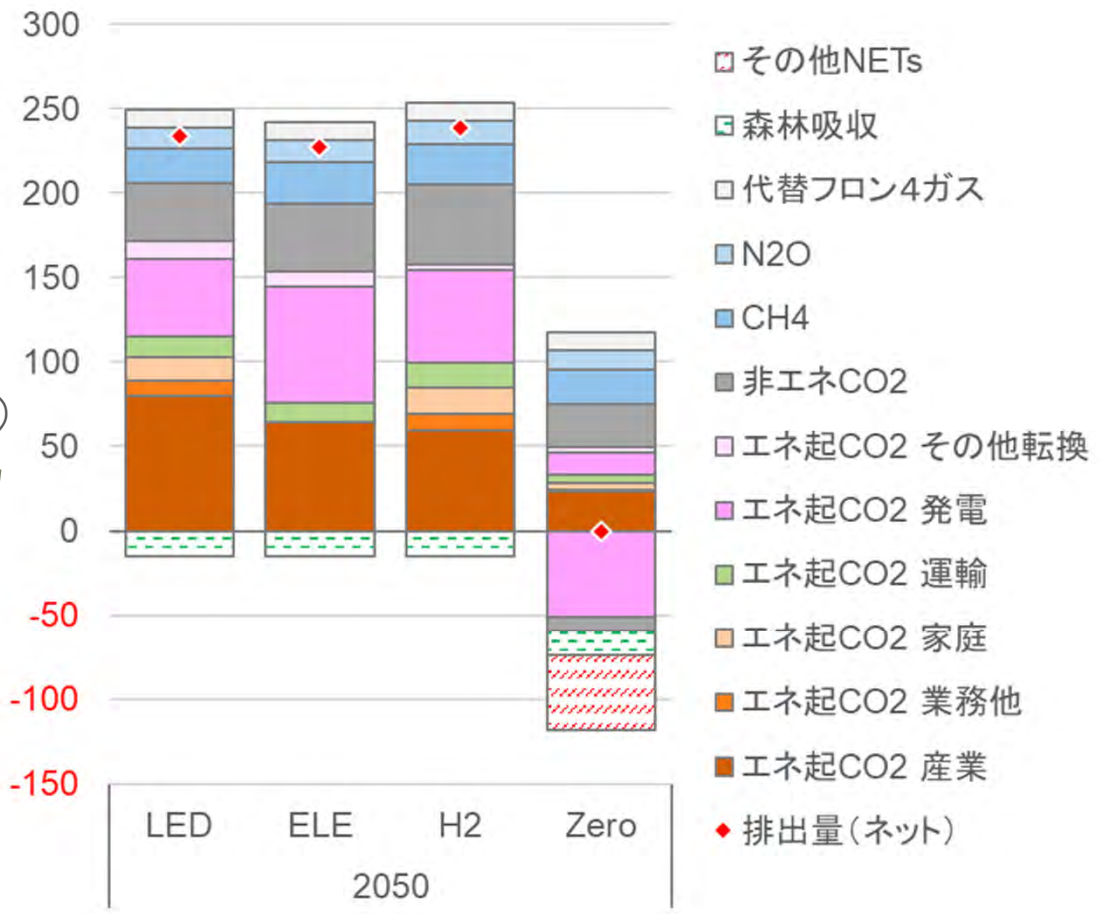
# 温室効果ガス排出量

○ 社会変容、電化推進、水素利用を組み合わせ、エネルギー起源CO2以外の温室効果ガスの排出削減を強化しても、現状比で1割程度の温室効果ガスの排出量が残存。そのために、それを相殺するためのネガティブエミッション技術(森林吸収、バイオマスエネルギー炭素回収貯留、その他)の導入が必要となる。

<部門排出別 温室効果ガス排出量>  
(電熱配分前)



<2050年 部門排出別 温室効果ガス排出量>  
(電熱配分前)



注) Zeroシナリオにおいて、「エネ起CO2発電」「非エネCO2」がプラス・マイナスの両方に表れているのは、このシナリオでは発電と廃棄物焼却においてバイオマス起源CO2のCCUS (BECCS)を考慮している、その分についてはマイナスで示しているためである。

## ① 脱炭素社会に向けた社会変容

大幅な電力需要の増加を回避し、エネルギーシステムに対する過度な投資を抑えつつ、脱炭素社会を実現するためには、社会変容のための取組が必須。我慢などで満足度を低下させるのではなく、エネルギーを必要とするサービスに頼ることなく、同様の満足を得るようにする。具体的には、例えば、以下の通り。

- ・ ビジネスコミュニケーションのデジタル化進展による通勤・業務のための移動低減
- ・ 建物などの断熱性による暖房や給湯の熱需要の低減
- ・ シェアリングや長寿命化によるマテリアルの効率的な利用
- ・ 食品ロス低減 など

$$\text{【CO}_2\text{排出の分解式】} \quad \text{満足度} \times \frac{\text{(エネルギー)サービス}}{\text{満足度}} \times \frac{\text{エネルギー消費量}}{\text{(エネルギー)サービス}} \times \frac{\text{CO}_2\text{排出量}}{\text{エネルギー消費量}} = \text{CO}_2\text{排出量}$$

中央環境審議会 地球環境部会 2013年以降の対策・施策に関する検討小委員会 技術WG (2012)より

## ② 電化と再生可能エネルギー発電ポテンシャルの最大活用

脱炭素社会の実現のためには、電化と再生可能エネルギーの組み合わせの最大活用が必須の取組となる。但し、再生可能エネルギー発電、特に太陽光と風力は潜在的に大量の導入ポテンシャルを有するものの、それらは地域的偏在が大きく、その上、出力変動が大きく、ポテンシャルの顕在化・効率的な利用は簡単ではない。そのため、需給量に応じた需要量の自律的な制御、蓄電装置の効率的な稼働、地域間連系線の増強、長期の需給調整のための水素利用など、多岐にわたる高度な需給調整がエネルギーシステムに新たに求められることは言うまでもないであろう。これにとどまらず、ビジネスにおいても、製品製造プロセス、物流システム、就業環境の見直し、さらには、事業領域、収益構造の再構築までもが必要になってくるであろう。

## ③ 脱炭素技術の早期最大限導入

脱炭素技術を2050年において保有ベースで100%普及させるためには、**早期に購入ベースでの100%の普及達成を実現することが必要**。例えば、電動乗用車を2050年に保有ベースで100%とするためには、乗用車の平均使用年数が13年程度であることを勘案すると、2035年よりも前の時点で購入ベースで100%を達成することが必要となる。

## ④ 新技術の開発・導入加速化

CO<sub>2</sub>の発生を完全にゼロとすることは難しい。そのため、発生不可避なCO<sub>2</sub>を上手にコントロールし、大気中への放出を抑える取組も必要。また、排出した温室効果ガスをオフセットするために、大気中のCO<sub>2</sub>を回収・貯留する技術も必要になる。これらを実現するためには、現状において研究開発段階で、市場化されていない技術に依存するところが大きく、**新技術の開発・導入加速化が求められる**。その取り組みは**世界脱炭素社会の実現にも貢献**していく。

さらにこれらの取組みには、追加的なエネルギー消費の存在や、部門を超えた炭素源の融通など、様々な量的な制約も存在するため、**海外資源の活用も視野に入れた分野・業種、国家間の横断的な総合的戦略を早期に検討すべき**である。