

電動車を活用した脱炭素スマートシティの 構築に関する研究

電動車を活用した脱炭素スマートシティの構築に
関する研究プロジェクト

2025年2月

公益社団法人日本交通政策研究会

1. “日交研シリーズ”は、公益社団法人 日本交通政策研究会の実施するプロジェクトの研究
成果、本研究会の行う講演、座談会の記録、交通問題に関する内外文献の紹介、等々を印刷
に付して順次刊行するものである。
2. シリーズはAよりEに至る5つの系列に分かれる。

シリーズAは、本研究会のプロジェクトの成果である書き下ろし論文を収める。

シリーズBは、シリーズAに対比して、より時論的、啓蒙的な視点に立つものであり、
折にふれ、重要な問題を積極的にとりあげ、講演、座談会、討論会、その他の方法によっ
てとりまとめたものを収める。

シリーズCは、交通問題に関する内外の資料、文献の翻訳、紹介を内容とする。

シリーズDは、本研究会会員が他の雑誌等に公けにした論文にして、本研究会の研究調査
活動との関連において復刻の価値ありと認められるもののリプリントシリーズである。

シリーズEは、本研究会が発表する政策上の諸提言を内容とする。
3. 論文等の内容についての責任はそれぞれの著者に存し、本研究会は責任を負わない。
4. 令和2年度以前のシリーズは印刷及び送料実費をもって希望の向きに頒布するものとする。

公益社団法人日本交通政策研究会

代表理事 山 内 弘 隆
同 原 田 昇

令和2年度以前のシリーズの入手をご希望の向きは系列番
号を明記の上、下記へお申し込み下さい。

〒102-0073 東京都千代田区九段北 1-12-6

守住ビル 4階

公益社団法人日本交通政策研究会

電 話 (03) 3263-1945 (代表)

F a x (03) 3234-4593

E-Mail: office@nikkoken.or.jp

日交研シリーズ A-911

令和5年度共同研究プロジェクト

「電動車を活用した脱炭素スマートシティの構築に関する研究」

刊行：2025年2月

電動車を活用した脱炭素スマートシティの構築に関する研究
Building Carbon Neutral Smart Cities by Using Electric Vehicles

主査：室町 泰徳（東京科学大学）

Yasunori Muromachi

要 旨

2015年のパリ協定から8年余りが過ぎ、世界各国は1.5℃努力目標達成を目指して温室効果ガス排出量削減政策を進めている。本研究は、脱炭素スマートシティの構築に不可欠な電動車（BEV）による道路交通の電動化、さらにはV2H、燃料電池、合成燃料などの利用促進を図るための交通政策、都市政策を検討することを目的として行った。

報告書をまとめるにあたり、3編の研究内容を収めることとした。第1章は、主査による「脱炭素電力とカーボンニュートラル燃料を活用した乗用車のカーボンニュートラル化」である。本章では、カーボンニュートラル燃料を前提とした内燃機関車と比較して、脱炭素電力を前提としたBEVは一般的に車両価格が高く走行費用が低い傾向にあることから、走行距離が短ければ前者の方が費用面で有利となる点を分析的に示した。そして、カーボンニュートラル燃料価格が比較的高い場合でも、内燃機関車の方が有利となるケースが存在することを明らかにした。

第2章は、主査による「BEV購入者を対象としたWEBアンケート調査に関する基礎的分析」である。2023年に取得した電気自動車（BEV）購入者を対象としたWEBアンケート調査データを分析し、関東地方でも寒冷地方でも1%の有意差でBEV購入者は太陽光パネル有の住宅が多く、同じく、1%の有意差でBEV購入の方が充放電可能、充電可能な住宅が多いこと等が示されている。

さらに、第3章として、IEA、「Net Zero Roadmap A Global Pathway to Keep the 1.5°C Goal in Reach 2023 Update」(2023)の運輸部門に関する部分をレビューした。Updateにおいても、ネットゼロエミッション（NZE）シナリオは2035年以降、乗用車のBEV、PHEV、FCV販売割合100%想定したものとなっている。2050年においても開発途上国を中心に残存する内燃機関車に対する対策についてはあまり明確ではないシナリオとなっている。

本研究により、脱炭素電力とカーボンニュートラル燃料の有利不利、BEV購入者の基本的な特徴の一部が明らかにされたと考えられる。いずれの内容も、運輸部門の脱炭素化を図る上で重要な示唆を与えており、今後の運輸部門における気候変動対策の推進に際し貴重な知見を与えるものとなっている。

キーワード： 気候変動、BEV、スマートシティ、CO₂

Keywords: Climate Change, Battery Electric Vehicle, Smart City, CO₂

目 次

第1章 脱炭素電力とカーボンニュートラル燃料を活用した乗用車の

カーボンニュートラル化 1

1. はじめに 1
2. 走行費用と車両本体価格の検討 3
3. 走行費用と車両本体価格に影響する要因の検討 5
4. 走行費用と車両本体価格の分析結果 8
5. 終わりに 9

第2章 BEV購入者を対象としたWEBアンケート調査に関する基礎的分析 11

1. はじめに 11
2. WEBアンケート調査に関する基礎的分析結果 11
3. 終わりに 22

第3章 IEA「Net Zero Roadmap A Global Pathway to Keep the 1.5°C Goal in Reach 2023 Update」

(2023)の運輸部門に関するレビュー 23

- はじめに 23
1. クリーンエネルギーへの移行状況 23
 2. ネットゼロエミッションへの新たな道筋 28
 3. NZEシナリオの現実化 33
 4. 安全で公平かつ協力的な移行 共により迅速に 39

研究メンバーおよび執筆者（敬称略・順不同）

太田 勝敏	東京大学名誉教授
杉山 雅洋	早稲田大学名誉教授
香川 勉	交通評論家
兵藤 哲朗	東京海洋大学海洋工学部教授
室町 泰徳	東京工業大学環境社会理工学院教授（主査、1、2、3章）
大須賀竜治	一般社団法人日本自動車工業会安全・環境領域部長
永田 豊	一般財団法人電力中央研究所社会経済研究所
松橋 啓介	独立行政法人国立環境研究所社会システム領域地域計画研究長
古屋 秀樹	東洋大学国際地域学部教授
大口 敬	東京大学生産技術研究所教授
小根山裕之	東京都立大学都市環境学部教授

2024年3月現在

第1章 脱炭素電力とカーボンニュートラル燃料を活用した 乗用車のカーボンニュートラル化

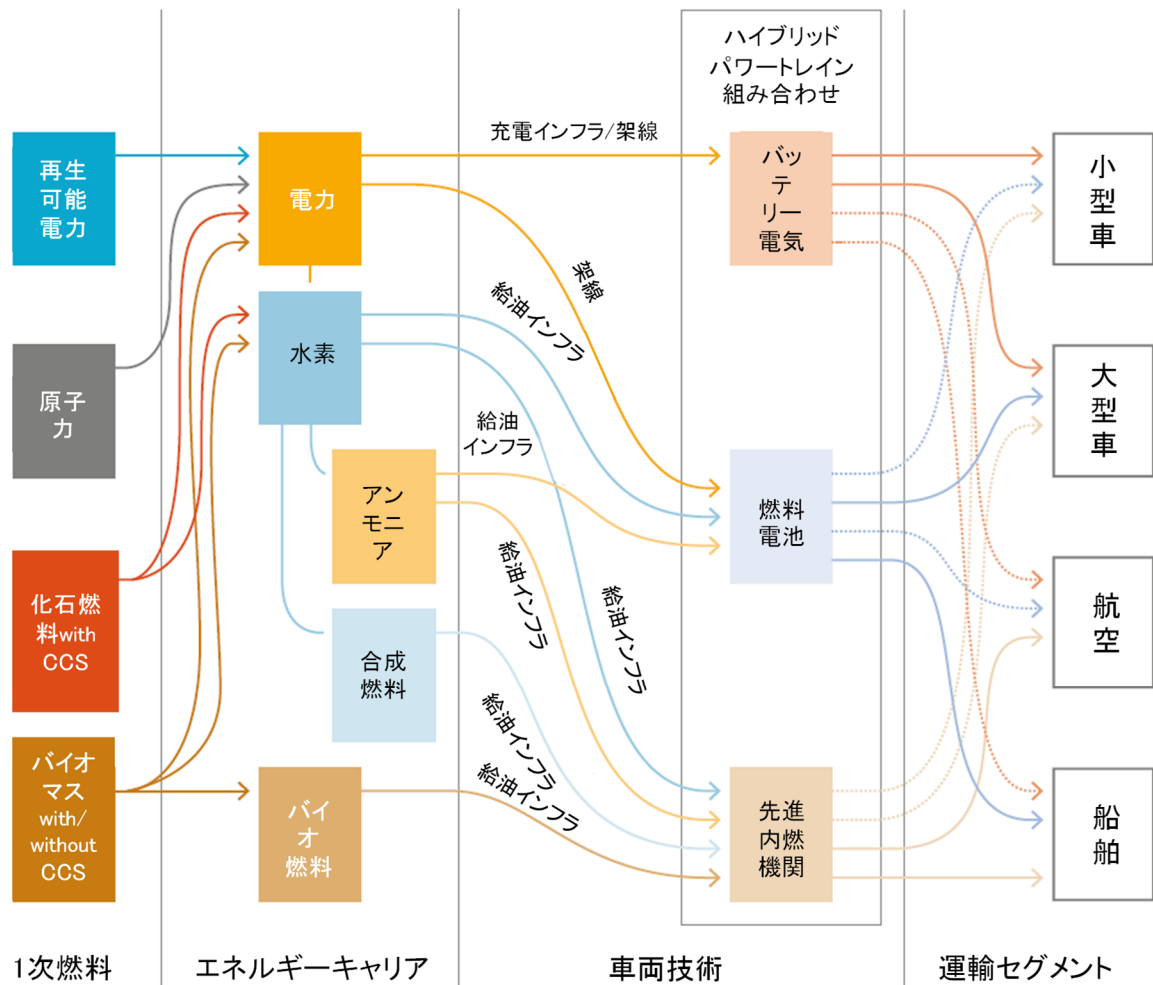
1. はじめに

日本は、パリ協定におけるNDC（国が決定する貢献）において、「2050年カーボンニュートラルと整合的で、野心的な目標として、我が国は、2030年度において、温室効果ガスを2013年度から46%削減することを目指す。」ことを表明している。日本の温室効果ガス排出量の18.5%（2022年度、電気・熱配分後）を占める運輸部門、中でもその45.6%を占める乗用車からの排出量を2050年までにカーボンニュートラル化することが、目標達成の上で重要なポイントの1つとなっている。

乗用車のカーボンニュートラル化に関して、EUは、2023年3月、2035年以降もカーボンニュートラル燃料を利用する内燃機関乗用車の販売を認め、それまでの販売禁止の方針を転換した。日本自動車工業会は、多様な選択肢、マルチパスウェイ（全方位戦略）の必要性を強調している。大気汚染に悩む国や都市においては、カーボンニュートラル燃料に変えるだけでは解決策にならないなど、カーボンニュートラル以外の問題にも配慮しなければならない。一方、IEAは、2022年の世界のEV（BEVとPHEV）販売台数は1000万台を超えた（乗用車新車の14%）と報告している¹⁾ものの、2021年の世界の四輪乗用車保有台数11億3406万台と比較すればごくわずかである。既存の内燃機関乗用車を対象としたカーボンニュートラル化の手段が必要であることも事実である。

2022年、IPCCは第6次評価報告書（第3作業部会）の中で、低炭素輸送技術のためのエネルギー経路を示している（図1）。図1は、運輸部門に焦点を当てているが、建物部門にもおよそ当てはめることができる。マルチパスウェイとは言え、現時点では1次燃料は、再生可能電力、原子力、化石燃料 with CCS（CO₂回収・貯留）、バイオ燃料 with/without CCSの4種類、エネルギーキャリアは、電力、水素、アンモニア、合成燃料、バイオ燃料の5種類にほぼ限定される、ということがわかる。また、小型車と大型車に分かれる自動車、航空、船舶といった運輸セグメントに対する車両技術も先進内燃機関の他には、BEVと燃料電池車（FCEV）、およびこれらの組み合わせが示されているのみである。

単純化すれば、2050年における乗用車のX%がBEV、Y%が燃料電池車、 $(100 - X - Y)$ %が内燃機関車となり、それぞれの走行距離に応じて、BEVには再生可能電力などの脱炭素電



1 次エネルギー源は左端に表示され、運輸システムのセグメントは右端に表示されている。エネルギーキャリアと車両技術は真ん中に表示されている。
一次経路は実線で示され、二次経路は破線で示される。

図 1 低炭素輸送技術のためのエネルギー経路²⁾

力、燃料電池車には脱炭素電力を利用した水電解などにより生産された水素、内燃機関車には同様に生産された水素、アンモニアの他、カーボンニュートラルの下で生産された合成燃料、バイオ燃料、あるいは、吸収によるクレジットの購入と組み合わせた化石燃料などのカーボンニュートラル燃料が供給されなければならない。

本研究では、これらのエネルギー経路の内、脱炭素電力とカーボンニュートラル燃料を活用した乗用車のカーボンニュートラル化の可能性を検討した。具体的には、車両本体価格は内燃機関車よりも BEV の方が高く、主な走行費用はカーボンニュートラル燃料よりも脱炭素電力の方が安い、という現況を確認した上で、総走行距離などの条件が両者の費用面での

有利不利にどのように影響を与えるかを比較検討した。

なお、内燃機関車と BEV などの新エネルギー車の普及を対象とした研究は少なからず存在する。例えば、原他³⁾は、複数の走行距離需要クラスを導入した最適化型車種選択モデルを構築し、次世代自動車の現実的制約、および最適解周辺の車種構成解に着目したモデル分析をおこなった。その結果、EV の 1 日走行距離制約の有無により最適解が大きく変わるという結果を得た。

Etxandi-Santolaya 他⁴⁾は、実データの分析に基づき、都市部と高速道路部を含む BEV トリップの代表的な電力需要モデルを提案した。その結果、通常の市街地走行や高速道路走行の 50%は、気候にもよるが、16kWh または 24kWh のバッテリーでカバーすることができ、それ以外の場合であっても、30kWh または 40kWh 程度のバッテリーで十分なケースが多いこと、最も極端なケースは、寒冷地で高速道路を 2 時間近く走行したケースであり、70kWh の容量を必要としたが、このケースは代表的なものではないこと、などを見出した。そして、ほとんどのケースは、現在市場に出ているものよりも小さなバッテリーでカバーすることができることを示した。

Shafiei 他⁵⁾は、2020 年から 2030 年の時間フレームで、潜在的にヨーロッパのバッテリーに制約のある環境で、乗用車からの GHG 排出量を最小限に抑えるための最適な販売構成は何かという点についてシナリオを設定して分析している。シナリオ分析の一部からは、乗用車からの GHG 排出量の削減には PHEV の Utility Factor を高めることが最も効率的な方法であること、Utility Factor が 30% を超える場合、PHEV+HEV のケースは、バッテリーの上限が小さい場合、GHG 排出量を削減する最も効果的なオプションとなり得ること、などを示している。しかし、総じてカーボンニュートラル化を想定した研究例は限定的となっている。

2. 走行費用と車両本体価格の検討

表 1 は、特定の車種の BEV とハイブリッド車（HEV）を含む内燃機関車の車両本体価格

表 1 BEV と HEV/ガソリン車の費用比較

車種	車両本体価格 (消費税込)	Drivetrain	BEV電池容量	燃費	単価	/km	脱炭素 (税なし)
A	5392000 7050000	HEV BEV	- 72.8kWh	26.3km/L 7.1km/kWh	170円/L 30円/kWh	6.5円/km 4.2円/km	300-700円/L 30円/kWh 11.4-26.6円/km 4.2円/km
B	1820500 3081100	Gasoline BEV	- 20kWh	19.4km/L 8.1km/kWh	170円/L 30円/kWh	8.8円/km 3.7円/km	300-700円/L 30円/kWh 15.5-36.1円/km 3.7円/km
C	2761000 5016000	HEV BEV	- 35.5kWh	15.6km/L 6.9km/kWh	170円/L 30円/kWh	10.9円/km 4.3円/km	300-700円/L 30円/kWh 19.2-44.9円/km 4.3円/km

と主な走行費用である燃料代を比較したものである。同一車種で BEV とハイブリッド車を含む内燃機関車が存在するケースは非常に稀である。表 1 における特定の車種に関しては、車両本体価格は BEV の方がハイブリッド車を含む内燃機関車よりもかなり高くなっている。国や地方自治体による補助金はこの車両本体価格の差の一部を緩和することとなる。

走行費用に見れば、BEV の主な走行費用である脱炭素電力は、各電力会社の電気料金表にもよるが 30 円/kWh 程度で購入可能である。主要な軽乗用車 BEV（車種 B）、普通乗用車 BEV（車種 A）の電費を 8.1km/kWh、7.1km/kWh とすると各々 3.7 円/km、4.2 円/km となる。一方、カーボンニュートラル燃料は流通が限られていることから、資源エネルギー庁の資料より 300～700 円/L⁶⁾ と想定した。前述の BEV に対応する軽乗用ガソリン車（車種 B）と普通乗用ハイブリッド車（車種 A）の燃費を 19.4km/L、26.3km/L とすると各々 15.5～36.1 円/km、11.4～26.6 円/km となる。また、現況のガソリン価格（税込）を 170 円/L とすると、

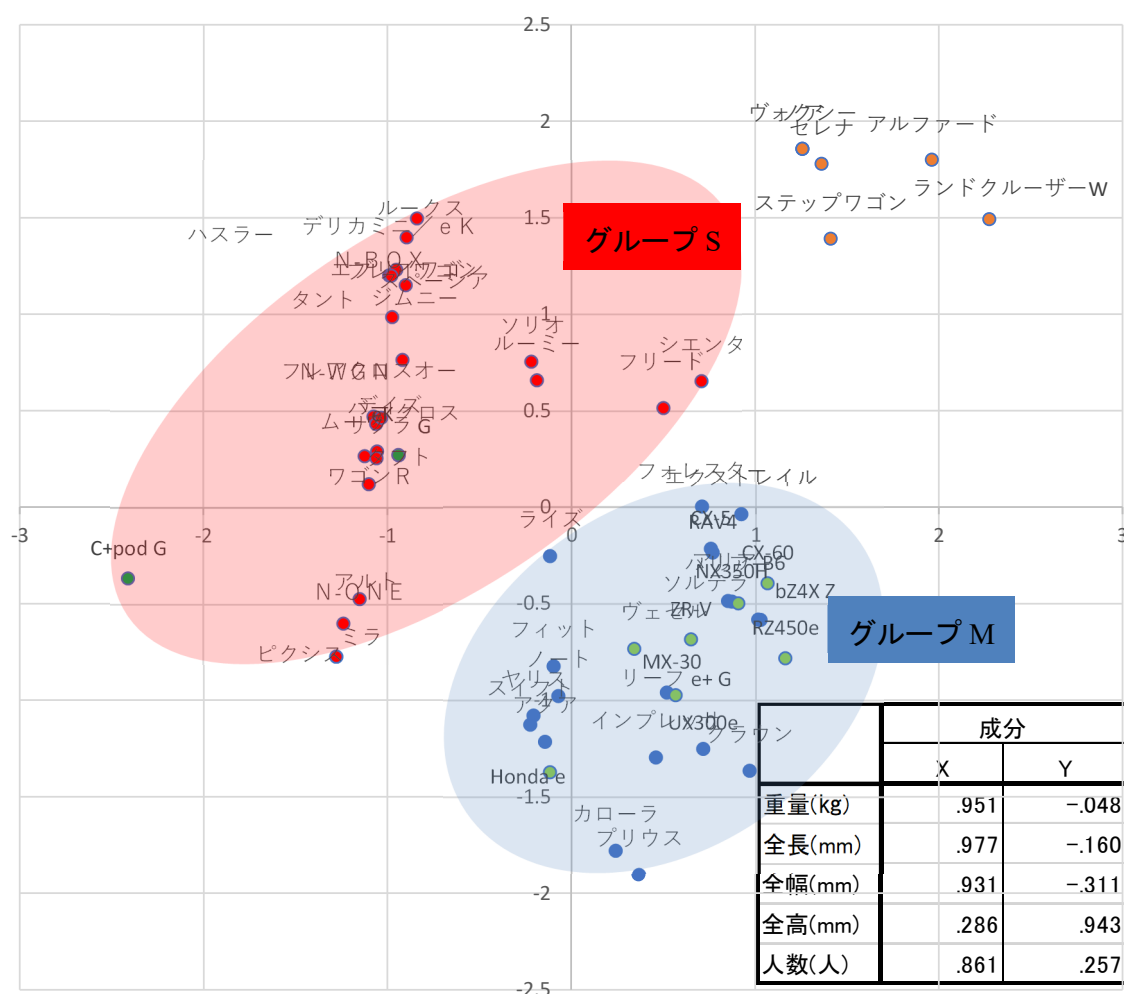


図 2 車種分類の分析結果

各々8.8 円/km、6.5 円/km となる。したがって、現時点で脱炭素電力とカーボンニュートラル燃料を比較した場合、前者の方が安価となると考えられる。

次に、BEV とハイブリッド車を含む内燃機関車の車両本体価格の一般的な差を推定する目的から、まず、2023 年において販売台数の多かった国産軽乗用車 20 車種、小型・普通乗用車 30 車種、BEV11 車種を選定し、重量（kg）、全長・全幅・全高（mm）、乗車人数（人）を変数とした主成分分析を行った。なお、変数に欠損のある車種は分析対象から除いている。分析結果を図 2 に示す。X 軸は重量など車体の大きさ、Y 軸は車体の高さを示す変数の寄与が大きくなった。

さらにクラスター分析を行い、車種分類を行ったところ図 2 のグループ S、グループ M、その他のグループに分類された。車種分類のデンドログラムを図 3 に示す。比較的早い段階で、グループ S、グループ M、その他のグループに分かれていることが示されている。全体として車体の大きさを示す変数の寄与が大きく、グループ S は軽乗用車、グループ M は小型・普通乗用車のグループとなった。それぞれのグループ内の BEV と内燃機関車の車両本体価格の平均はグループ S で 262 万円、178 万円（レンジ 123～291 万円）、グループ M で 631 万円、382 万円（レンジ 222～640 万円）となった。なお、主に車高の高い軽乗用車が含まれるその他のグループ内には BEV の車種は存在しなかった。

以上の結果から、本研究では軽乗用車の BEV と内燃機関車の車両本体価格差として 100 万円、小型・普通乗用車の差として 200 万円を想定することとした。

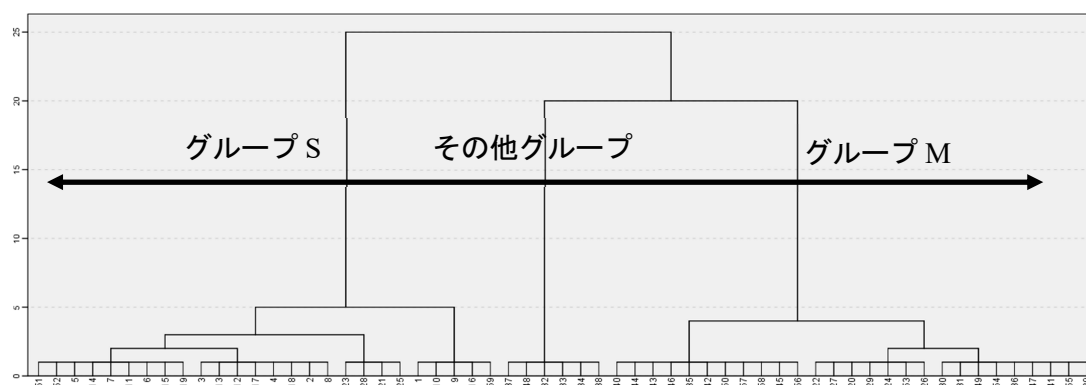


図 3 車種分類のデンドログラム

3. 走行費用と車両本体価格に影響する要因の検討

本節では、2023 年において販売台数の多かった国産軽乗用車 20 車種、小型・普通乗用車

30 車種、BEV11 車種に関する重量 (kg)、全長・全幅・全高 (mm)、乗車人数 (人) 等に関するデータを用いて変数間の相互関係を検討する。図 4 は、ガソリン車/ハイブリッド車 (HEV) の車両重量 (横軸 : kg) と走行費用 (縦軸 : 円/km) の関係を表したものである。ガソリン価

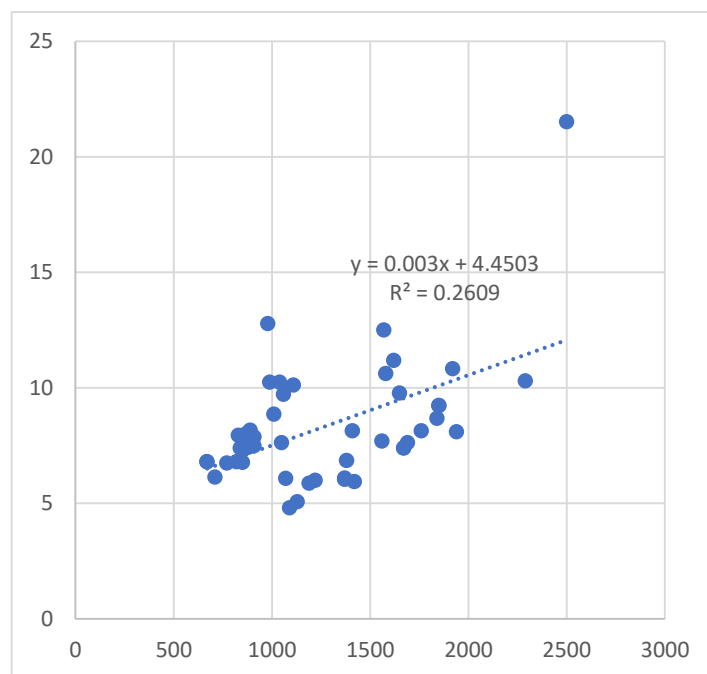


図 4 ガソリン車/HEV の車両重量 (横軸 : kg) と走行費用 (縦軸 : 円/km) の関係

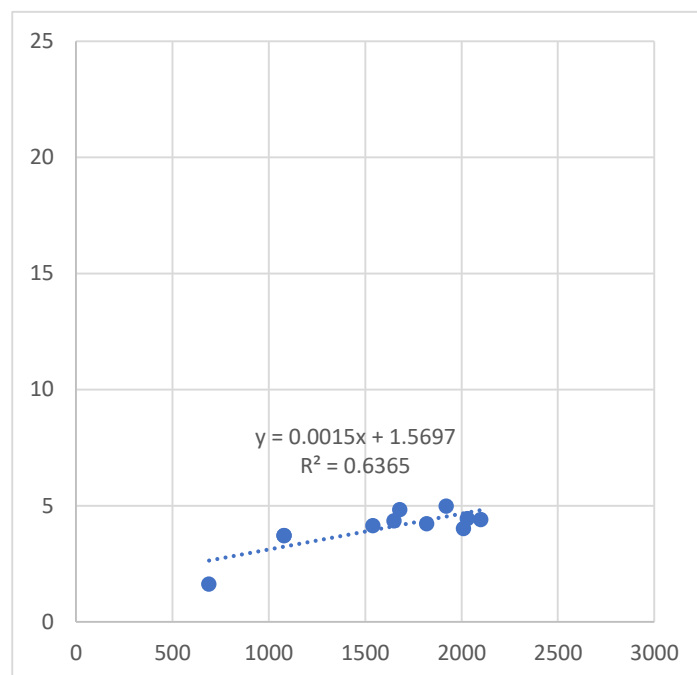


図 5 BEV の車両重量 (横軸 : kg) と走行費用 (縦軸 : 円/km) の関係

格は 170 円/L、燃費（km/L）は WLTC モードを用いている。外れ値が見受けられるが、概ね両者には正の関係があることがわかる。車両重量の削減はガソリン車/HEV にとって走行費用の削減に結びつくことが示されている。

図 5 は、BEV の車両重量（横軸：kg）と走行費用（縦軸：円/km）の関係を表したものである。電気料金は 30 円/kWh を想定している。BEV に関しても、車両重量と走行費用の間には正の関係がみられる。図 4 と比較すると、全般的に BEV の方がガソリン車/HEV よりも走行費用が安く、また、車両重量と走行費用の関係に関する回帰直線の傾きも BEV の方が緩やかになっている。

図 6 は、BEV に関して電池容量（kWh）と車両本体価格（万円）の関係を表したものである。両者には正の関係があることが示されている。回帰直線の傾きは 7.7 と推定されており、1kWh の電池容量の増加が車両本体価格の 7.7 万円増をもたらすこととなっている。電池容量の増加は航続距離の増加をもたらすことから、利便性の向上に寄与するものの、車体本体価格の上昇を招くこととなる。

図 7 は、BEV の電池容量（kWh）と車両重量（kg）の関係を表したものである。電池容量と車両重量との間にも正の関係が見出される。電池容量の増加は、車両重量の増加をもたらす、図 5 から走行費用の増加をもたらすこととなる。図 5 とあわせて考えると、電池容量 1kWh に対する回帰直線の傾きは 17.7 であり、17.7kg の車両重量の増加は 0.027 円/km の走行費用の増加をもたらすこととなる。

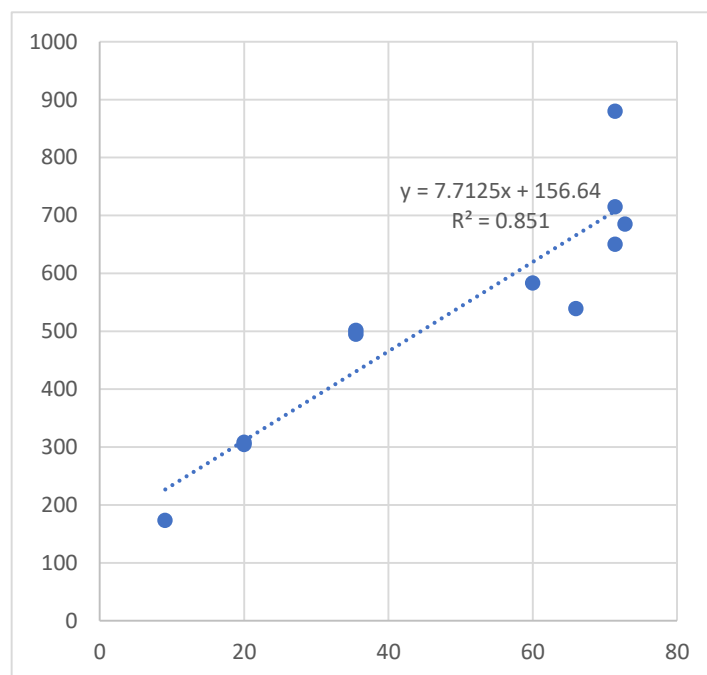


図 6 BEV の電池容量（kWh）と車両本体価格（万円）の関係

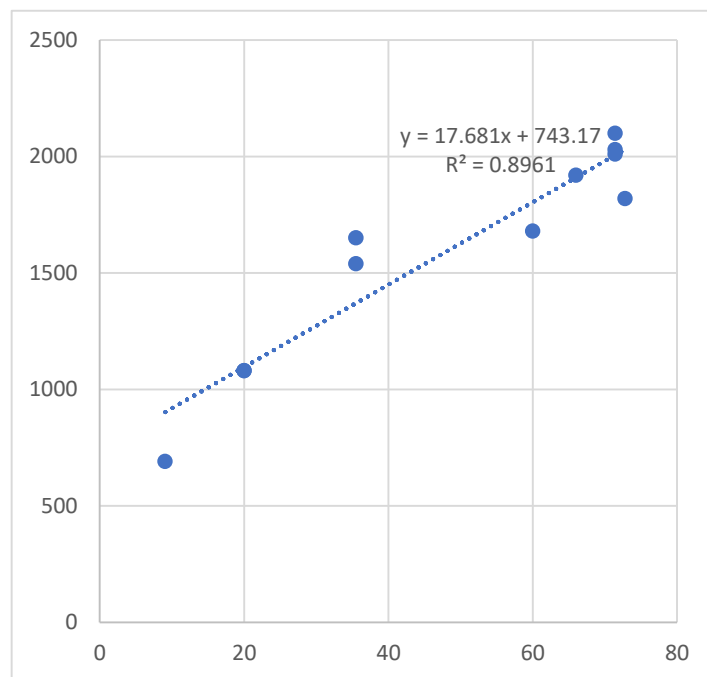


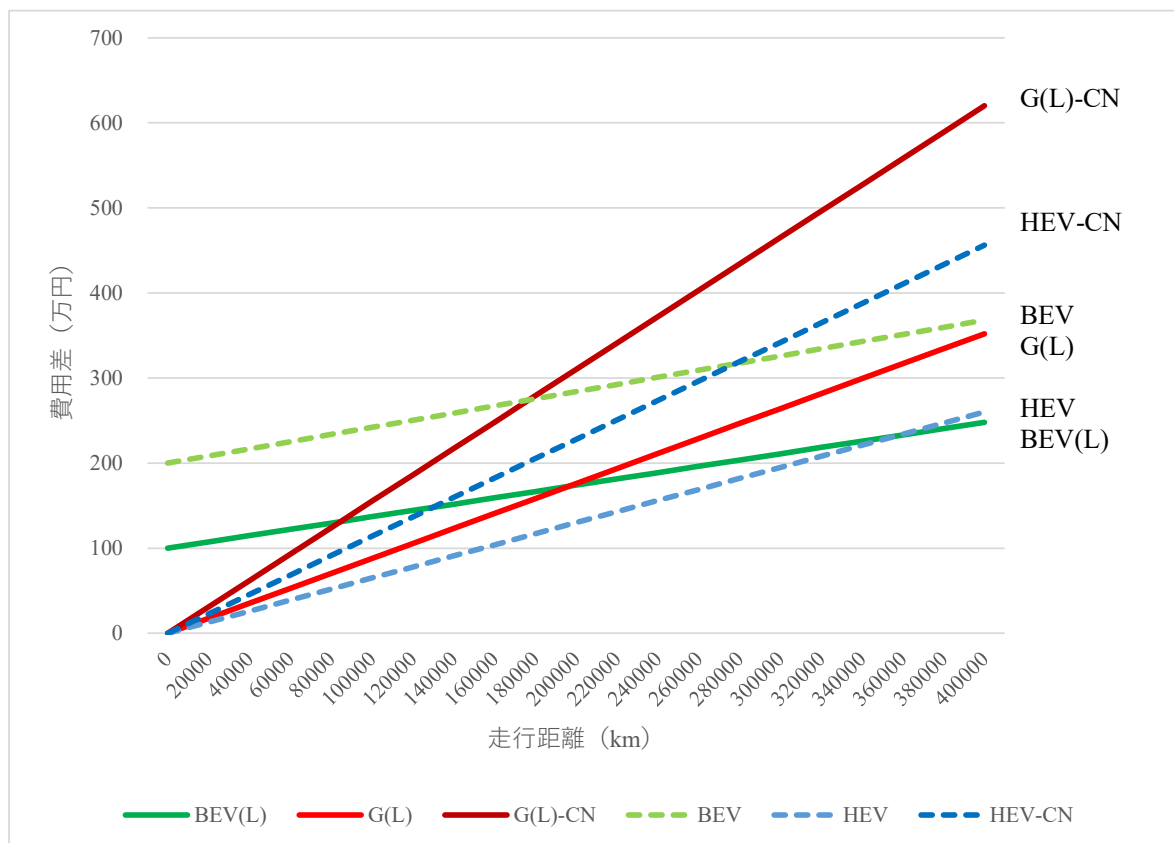
図7 BEVの電池容量(kWh)と車両重量(kg)の関係

総じて、BEVの電池容量の1kWhの増加は、車両本体価格を7.7万円、走行費用を0.027円増大させるという結果となっている。電池容量の増加は航続距離の増加をもたらすものの、費用の増大も小さくないことが示されている。もし、航続距離の増大による利便性の向上が、費用の増大を下回るならば、電池容量の見直しも一考に値するであろう。

4. 走行費用と車両本体価格の分析結果

第2節で検討した結果から、本研究では軽乗用車のBEVと内燃機関車の車両本体価格差として100万円、小型・普通乗用車の差として200万円を想定する。図8はBEVと内燃機関車の車両本体価格差が走行距離×走行費用差によりどの程度解消されるか、を表している。実線は軽乗用車(ガソリン車(G(L)と表示)とBEV(L))、点線は小型・普通乗用車(HEVとBEV)を示しており、内燃機関車に対してはカーボンニュートラル燃料(300円/L、-CNと表示)と現況(170円/L)の2通りの場合を示している。

まず、軽乗用車に関して、BEV(L)の費用が内燃機関車(G(L))の費用を下回る総走行距離は、カーボンニュートラル燃料(CN)の場合100000km、現況の場合200000kmであった。従って、費用面のみで考えれば、カーボンニュートラル燃料の場合、BEVは走行距離の長い車利用者にとって有利な選択肢となると考えられる。次に、小型・普通乗用車に関し



注) 実線は軽乗用車（ガソリン車（G（L）と表示）とBEV（L））、点線は小型・普通乗用車（HEVとBEV）を示す。内燃機関車に対してはカーボンニュートラル燃料（300 円/L、-CN と表示）と現況（170 円/L）の2通り。

図8 BEVと内燃機関車の車両本体価格差が走行距離×走行費用差により
どの程度解消されるか

て、BEVの費用が内燃機関車（HEV）の費用を下回る総走行距離は、カーボンニュートラル燃料（CN）の場合280000km、現況の場合880000kmであった。従って、小型・普通乗用車においてBEVと内燃機関車の車両本体価格差200万円を想定すると、高価であるカーボンニュートラル燃料の場合でも、費用面でBEVが有利な選択肢となる車利用者は限られると考えられる。

5. 終わりに

本研究では、費用面からBEVと内燃機関車の有利不利を比較検討した。BEVの車両本体価格が内燃機関車よりも100～200万円高い状況では、高価なカーボンニュートラル燃料を

用いた場合でも、内燃機関車の方が費用面で有利となる車利用者がある程度存在することが明らかとなった。このことは、BEV 普及のためには BEV の車両本体価格を下げる必要があることを示しており、日本の車利用者のニーズに合わせた BEV 仕様の検討も一考の余地があると考えられる。本研究では、BEV の充電施設や走行特性など費用以外の側面については検討していない。今後の課題としたい。

参考文献

- 1) IEA, Global EV Outlook, IEA, 2023.
- 2) IPCC, Climate Change 2022 Mitigation of Climate Change, 2022IEA, Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector, 2021.
- 3) 原卓也, 志賀孝広, 車種構成最適化モデルの挙動解析, エネルギー・資源学会論文誌, 第 33 巻 2 号, pp. 61-70, 2012.
- 4) Etxandi-Santolaya, M., Casals, L.C., Corchero, C., Estimation of Electric Vehicle Battery Capacity Requirements Based on Synthetic Cycles, Transportation Research Part D, Volume 114, 103545, 2023.
- 5) Shafiei, E., Dauphin, R., Yugo, M., Optimal Electrification Level of Passenger Cars in Europe in a Battery-constrained Future, Transportation Research Part D, Volume 102, 103132, 2022.
- 6) 資源エネルギー庁, CN 燃料普及のあり方について, 2023.
- 7) アーサー・ディ・リトル・ジャパン, カーボンニュートラル燃料のすべて, 日経 BP, 2023.

第2章 BEV購入者を対象としたWEBアンケート調査に関する 基礎的分析

1. はじめに

2022年度の研究報告書「道路交通の電動化とスマートシティの構造に関する研究」¹⁾第1章「BEV購入者を対象としたBEV購入要因に関する研究」では、電気自動車（BEV）購入者を対象としたWEBアンケート調査を実施し、BEV購入要因の抽出を試みている。本章では、当該WEBアンケート調査に関する分析結果の中でも、上記の報告書に含めることのできなかった内容に関して報告することとする。報告に先立ち、重複する部分があるものの、WEBアンケート調査の概要に関して以下に簡潔に記す。

WEBアンケート調査は、「自動車に関するアンケート」と題し、株式会社ネオマーケティングを通じて実施した。対象地域は、関東地方として7都県、比較のため寒冷地方として北海道・東北6県・北陸4県・山梨県・長野県とし、地方別に2018年以降のBEV購入者、非BEV購入者を各64サンプル収集した。収集されたサンプルは、主要な調査項目に関して欠損が無いサンプルとなっている。また、回答者は世帯の乗用車購入に関与することが想定される世帯主とし、WEBアンケート調査の制約から20～69歳を対象としている。

表1にWEBアンケート調査の主な調査項目を示す。調査項目は、世帯人員、運転者数（世帯における1カ月に1回以上乗用車を運転する人数）、世帯年収等の世帯属性、メーカー・モデル名、年間走行距離、使用頻度等の購入車や既に保有している乗用車の属性、HEVと比較した場合のBEVに対する認識、HEVとBEVの選択等に関するSP調査、回答者自身に対する一般的な認識、に分かれている。以下では、関東地方と寒冷地方、BEV購入者と非BEV購入者の4カテゴリー別に、主な調査項目に対する回答結果の相違を中心に検討していく。

2. WEBアンケート調査に関する基礎的分析結果

まず、WEBアンケート調査の回答者の個人属性を示す。図1は回答者の性別、図2は回答者の年代、図3は新車（対象車）の購入年を表している。関東地方でも寒冷地方でも、BEV購入者の女性割合が非BEV購入者の女性割合よりも大きくなっているが、いずれも10%の有意差は無い。一方、年代に関しては、関東地方でも寒冷地方でも、BEV購入者の20代と30代割合が非BEV購入者の20代と30代割合よりも大きくなっており、関東地方で10%、

寒冷地方で1%の有意差がある。WEB アンケート調査の回答者においては、BEV 購入者の方が非 BEV 購入者よりも年代が低い傾向がある。新車（対象車）の購入年に関しては、関東地方でも寒冷地方でも、BEV 購入者の2023 年と2022 年購入割合が非 BEV 購入者の2023 年と2022 年購入割合よりも大きくなっている。いずれの地域でも1%の有意差が存在する。BEV 購入が増えているのは近年の傾向であることを表しているものと考えられる。なお、世帯人

表 1 WEB アンケート調査の主な調査項目

<u>世帯属性</u>
世帯人員、運転者数（世帯における1カ月に1回以上乗用車を運転する人数）、世帯年収、世帯主の性別、年齢、学歴、住宅の種類（持ち家/賃貸、一戸建て/集合住宅等）、平均的な電気代、太陽光パネルの有無等
購入車や既に保有している乗用車属性
メーカー・モデル名、年間走行距離、使用頻度等
HEV と BEV の選択に関する SP 調査
V2H の選択に関する SP 調査
HEV と比較した場合の BEV に対する認識
「あなたはハイブリッド車と比較して、電気自動車の方が加速が良いと思いますか」等
<u>回答者自身に対する一般的な認識</u>
「あなたは新しいテクノロジーに対する興味が強い方だと思いますか」等

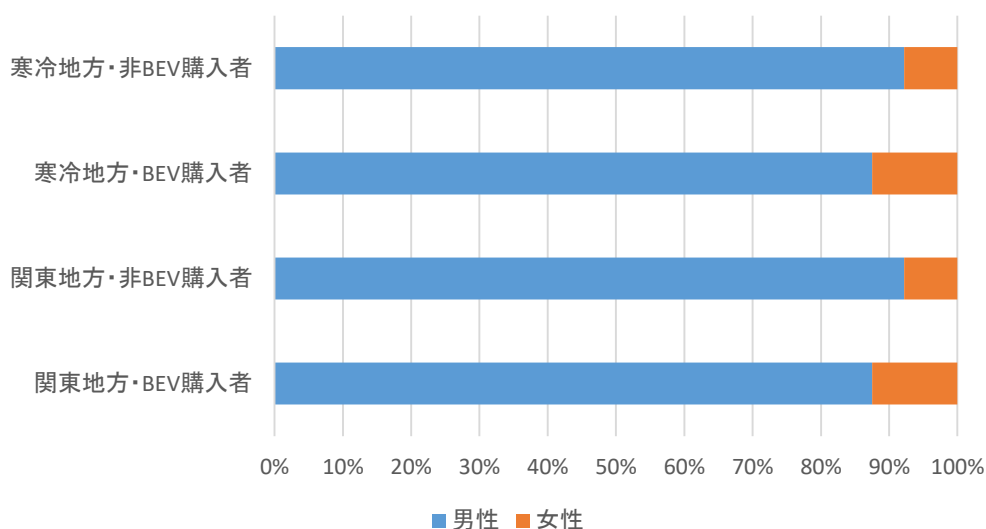


図 1 WEB アンケート調査回答者の性別

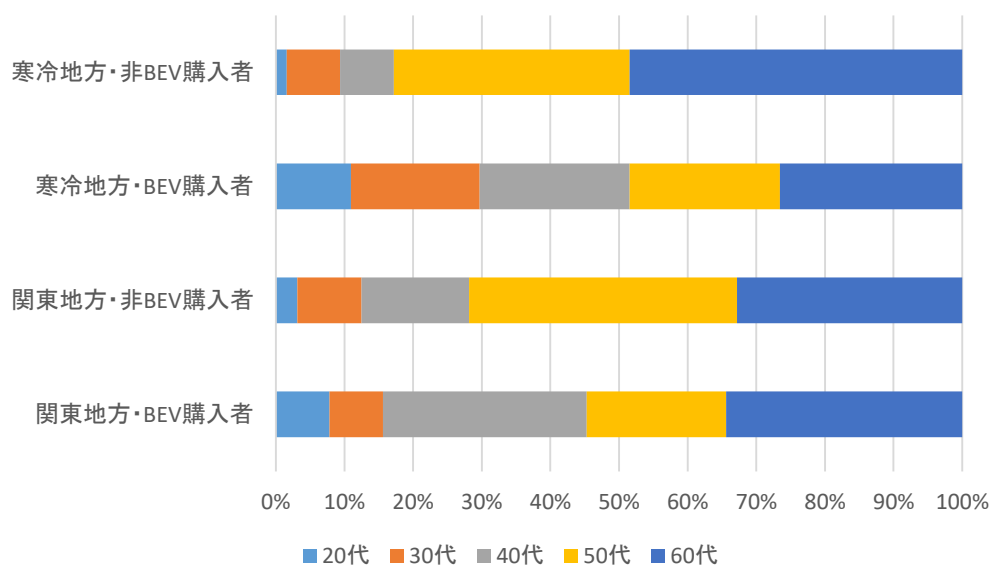


図2 WEB アンケート調査回答者の年代

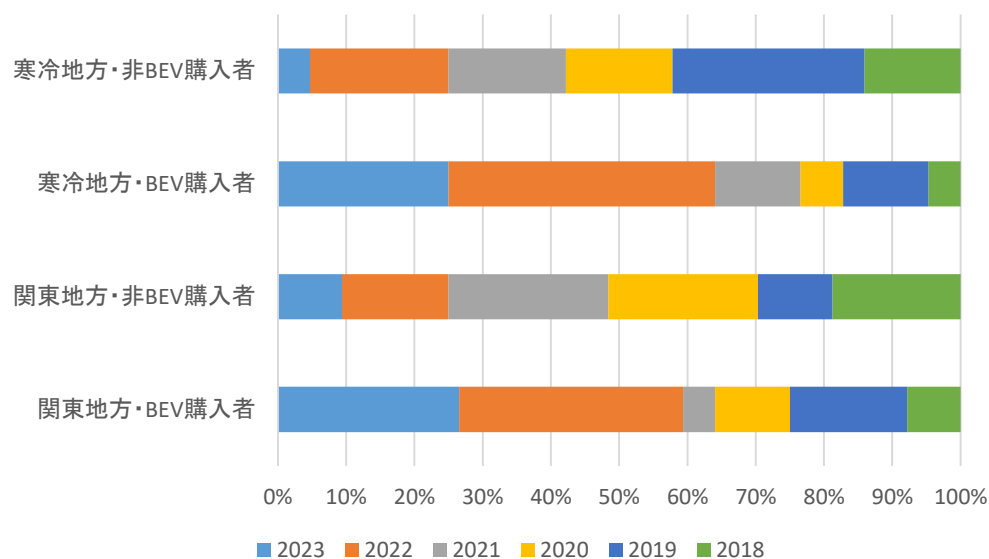


図3 新車の購入年

員、および世帯の内1ヶ月に1回以上乗用車を運転する人数に関しては、いずれの地方でも明確な傾向は見いだせなかった。

図4は世帯年収、図5は最終学歴、図6は住宅の種類、図7は住宅における平均的な電気代、図8は住まいの住宅と車庫（借りている駐車場を含む）における太陽光パネルや電気自動車用の充放電器の有無を表している。世帯年収は、関東地方でも寒冷地方でも、BEV購入者の方が非BEV購入者よりも世帯年収が多い傾向となっている。寒冷地方では5%の有意差

が認められるが、関東地方では10%の有意差が認められなかった。最終学歴は、関東地方でも寒冷地方でも、BEV 購入者の方が非 BEV 購入者よりも大学卒以上が大きな割合を占めている。しかし、関東地方では 5%の有意差があるものの、寒冷地方では有意差が認められなかった。世帯年収と最終学歴の影響はある程度は見られると考えられる。

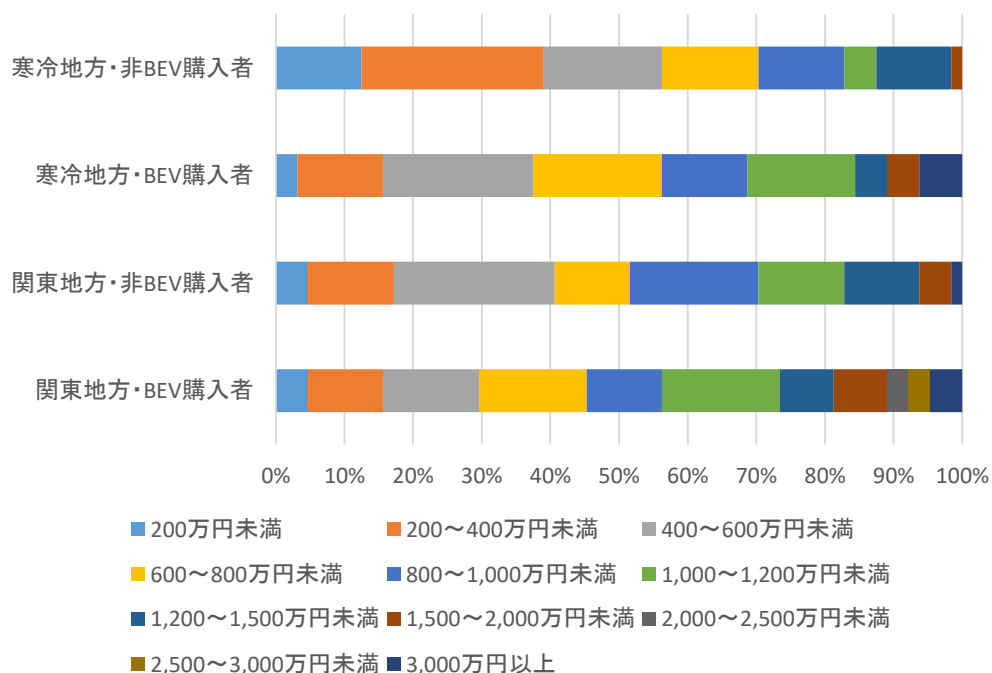


図 4 世帯年収

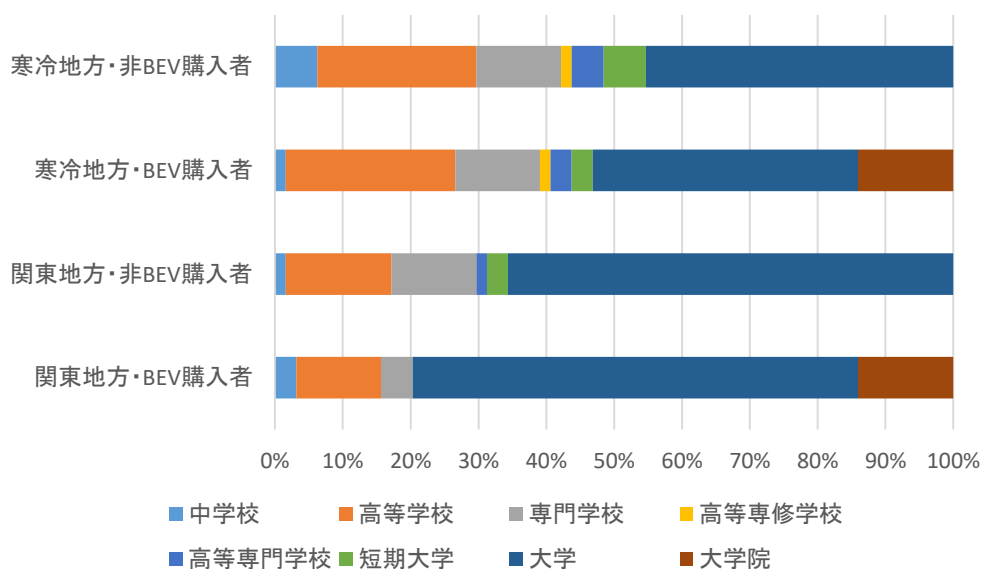


図 5 最終学歴

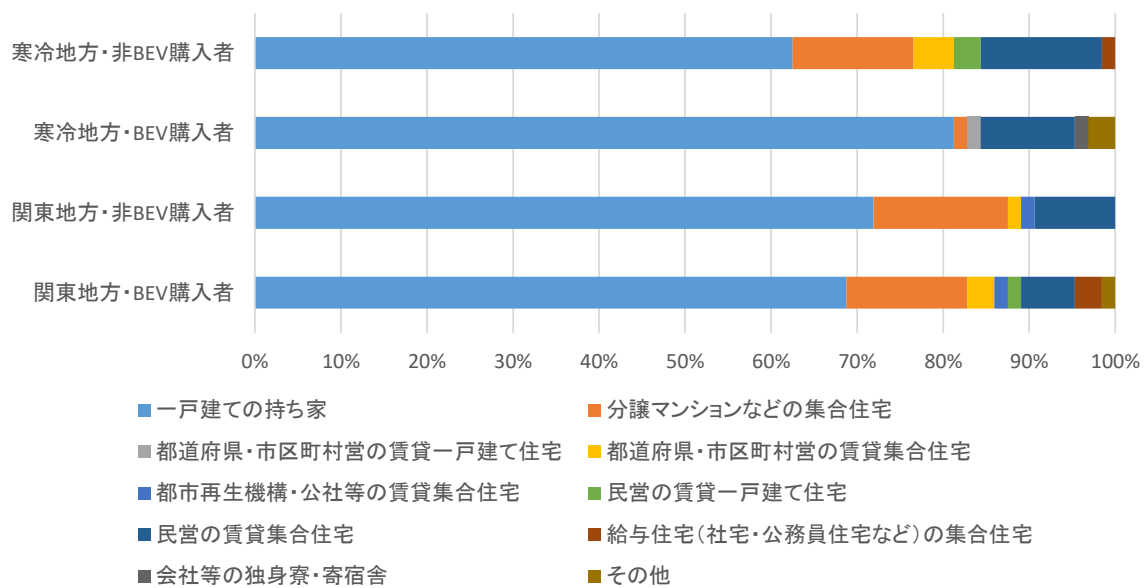


図6 住宅の種類

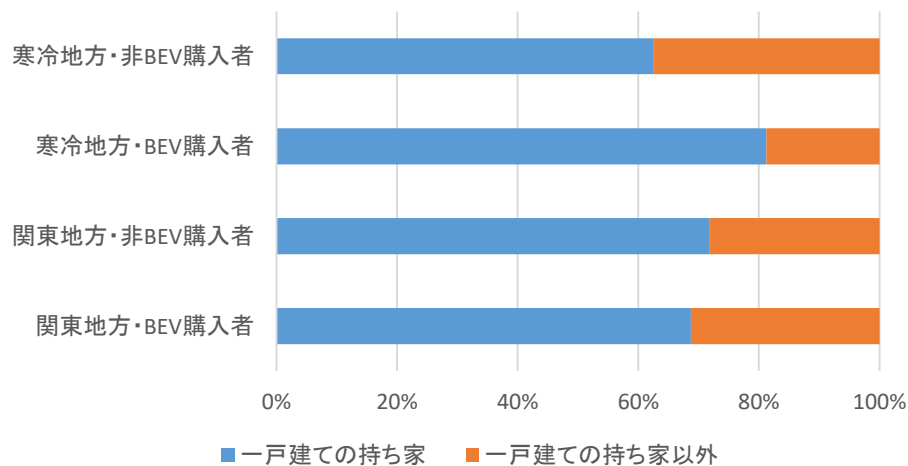


図6a 住宅の種類（一戸建ての持ち家とそれ以外）

住宅の種類は、関東地方は明確な相違は見出されないが、寒冷地方はBEV購入者の方が非BEV購入者よりも一戸建ての持ち家の割合が大きくなっている。関東地方では10%の有意差が認められないが、寒冷地方では5%の有意差が認められた。なお、図6aに示すように、一戸建ての持ち家とそれ以外に限定した場合、寒冷地方では5%の有意差が存在する。住宅における平均的な電気代は、関東地方でも寒冷地方でもBEV購入者の方が非BEV購入者よりもやや大きい傾向が見られる。関東地方では10%の有意差が認められないが、寒冷地方では1%の有意差が認められる。ただし、V2Hなどにより電気代が変化する可能性があるものの本調査では考慮に含めていない。

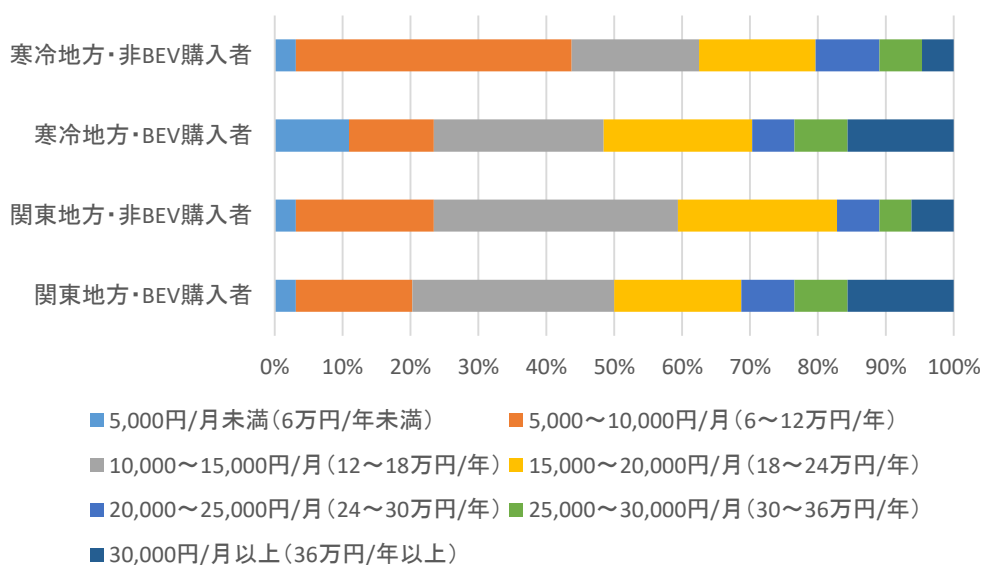


図7 住宅における平均的な電気代

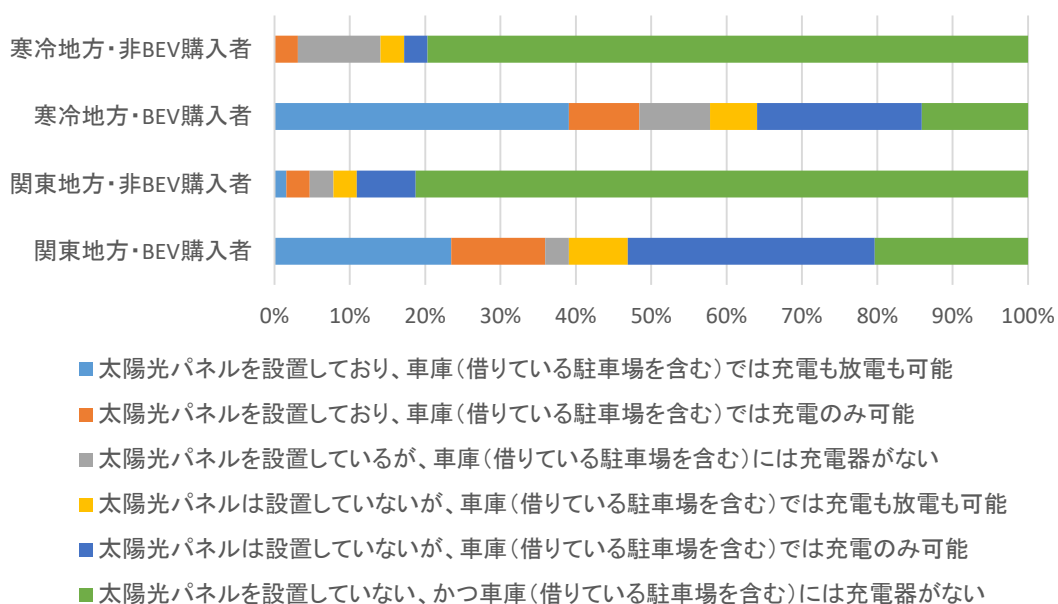


図8 住まいの住宅と車庫（借りている駐車場を含む）における太陽光パネルや電気自動車用の充放電器の有無

住まいの住宅と車庫（借りている駐車場を含む）における太陽光パネルや電気自動車用の充放電器の有無に関しては、明確な傾向を見ることができ、関東地方でも寒冷地方でも1%の有意差がある。図8aのように太陽光パネルの有無に限定した場合も、関東地方でも寒冷地方でも1%の有意差がある。また、当然ながら、図8bのように充放電可能、充電のみ、充電

器がないに分類し、充放電可能に限定した場合、充放電可能＋充電のみに限定した場合、関東地方と寒冷地方のいずれでも 1%の有意差が見出された。さらに、図 8 を住宅の種類が集合住宅であるサンプルに限定した場合を図 8c に示す。関東地方のサンプル数が 36、寒冷地方のサンプル数が 31 と少なくなっている点に注意が必要であるが、集合住宅においても充電の可能性が BEV 購入者と非 BEV 購入者の相違に関係していると考えられる。

図 9 は調査対象である新車のおよその年間（月間）走行距離、図 10 は新車の使用頻度を示している。関東地方でも寒冷地方でも新車の年間走行距離は BEV の方が非 BEV よりもやや短い傾向が見られるが、いずれも 10%の有意差はない。また、同じく関東地方でも寒冷地方

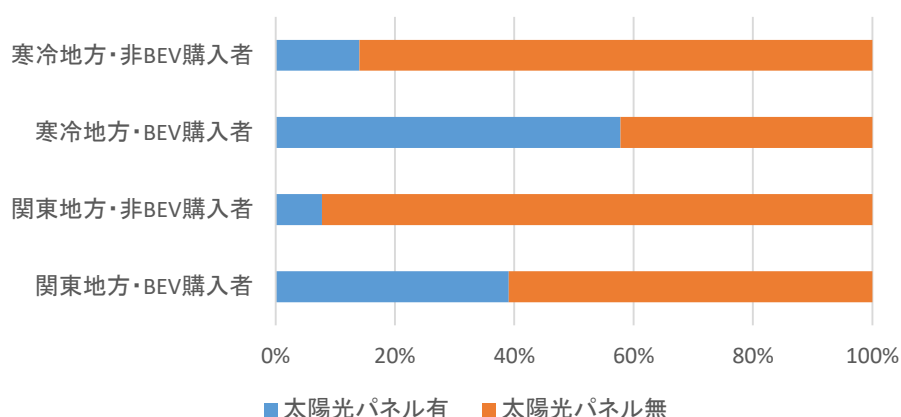


図 8a 住まいの住宅と車庫（借りている駐車場を含む）における太陽光パネルや電気自動車用の充放電器の有無（太陽光パネルの有無）

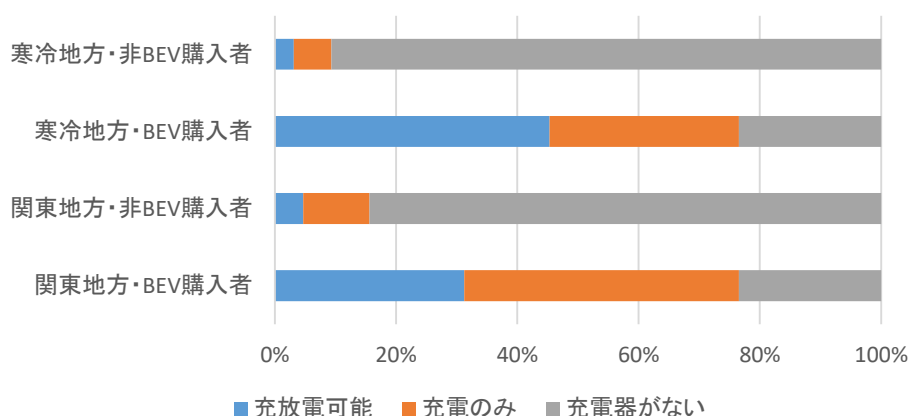


図 8b 住まいの住宅と車庫（借りている駐車場を含む）における太陽光パネルや電気自動車用の充放電器の有無（充放電可能、充電のみ、充電器がない）

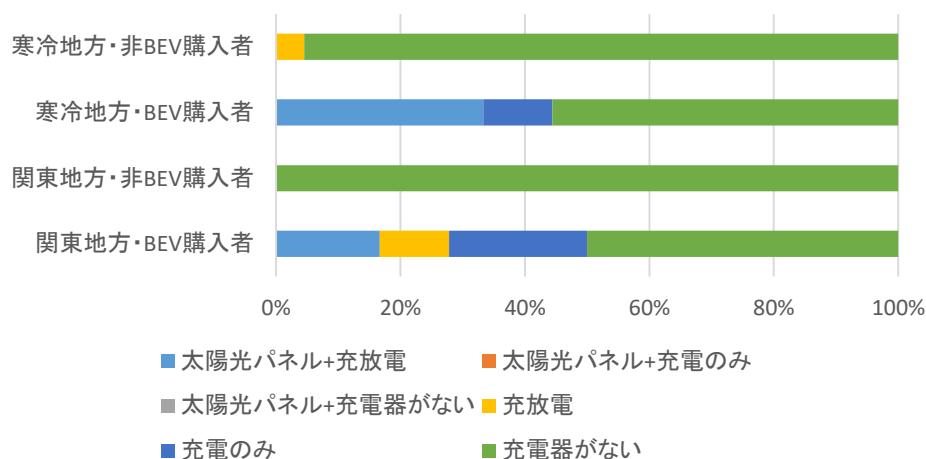


図 8c 住まいの住宅と車庫（借りている駐車場を含む）における太陽光パネルや電気自動車用の充放電器の有無（集合住宅のみ）

でも新車の使用頻度、特に週 6 日以下の使用は BEV 購入者の方が非 BEV 購入者よりも多い傾向が見られるが、いずれも 10%の有意差はなかった。

図 11 は世帯の（対象車以外の）乗用車保有台数、図 12 は直近で購入した新車以外で最も年間（月間）走行距離が長い乗用車の動力（実数）、図 13 は直近で新車を購入した際に、新車と比較検討した他の乗用車の種類（動力と新車中古の別）（実数）を示している。関東地方でも寒冷地方でも、BEV 購入者は非 BEV 購入者に比べて（対象車を含めた）乗用車保有台数が複数であることが顕著である。また、関東地方でも寒冷地方でも、BEV 購入者の場合、

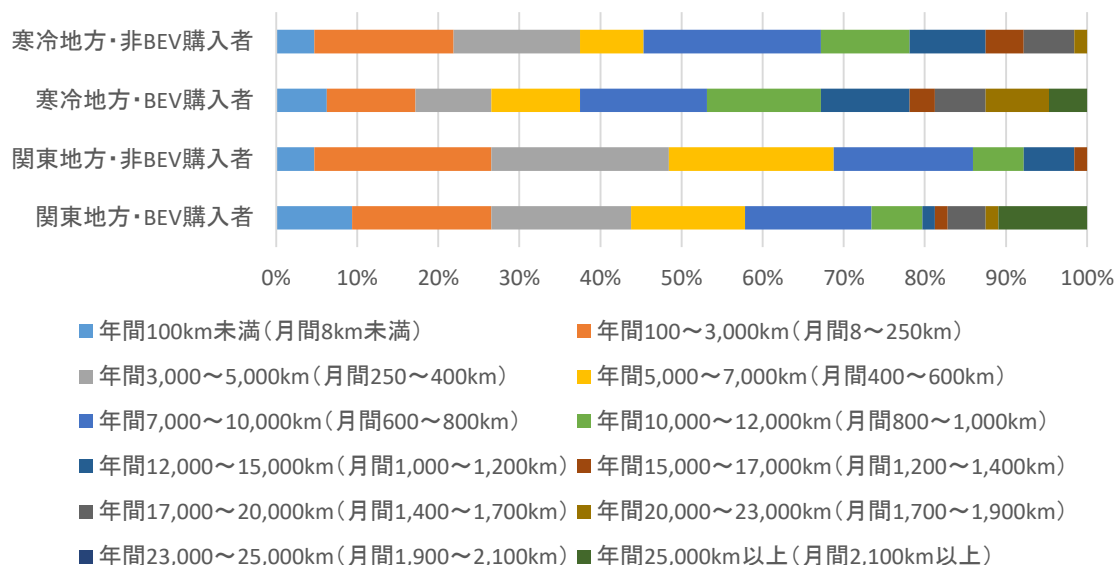


図 9 新車のおよその年間（月間）走行距離

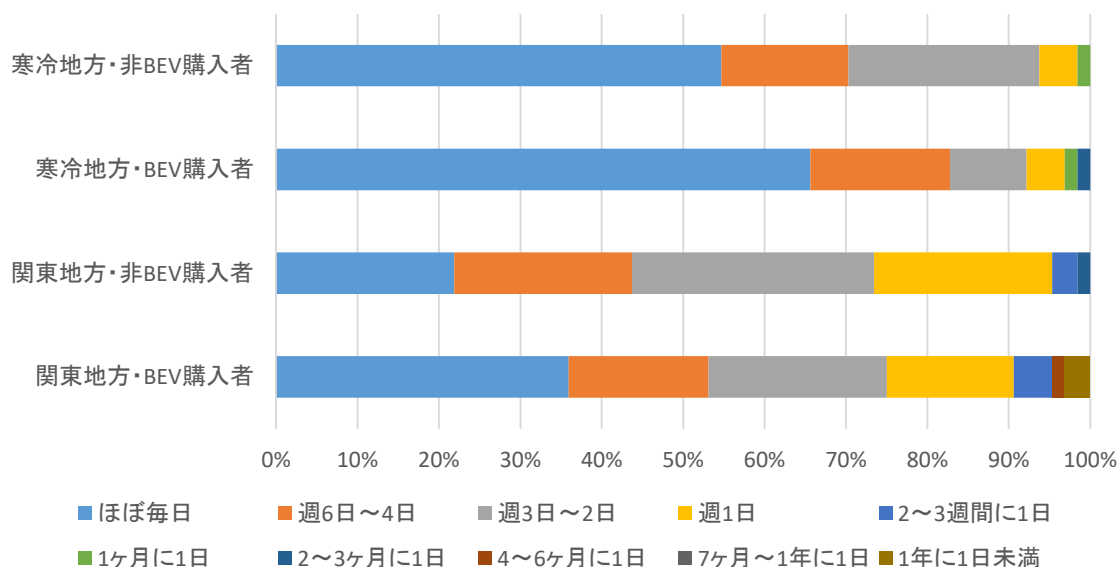


図 10 新車の使用頻度

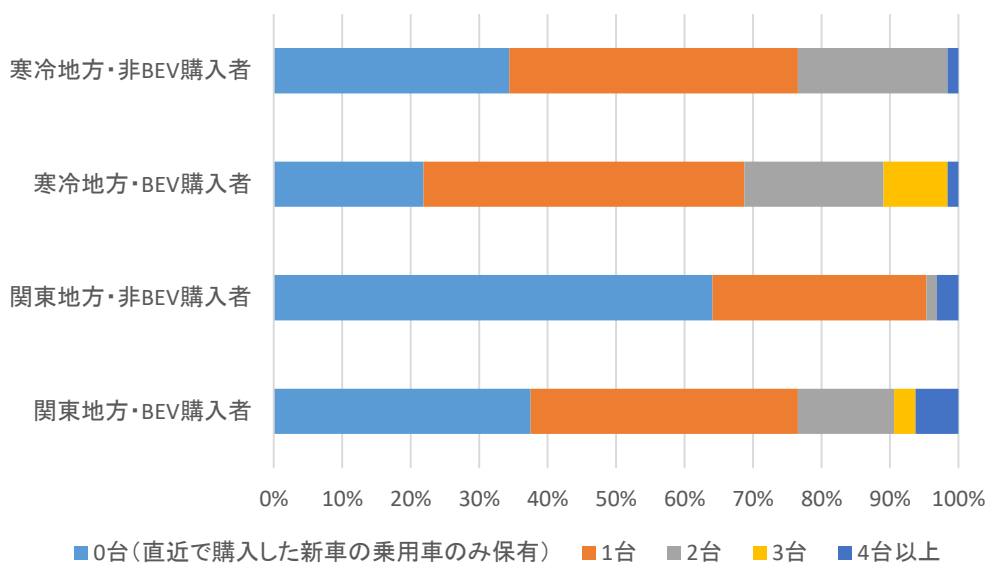


図 11 世帯の（対象車以外の）乗用車保有台数

新車以外で最も年間（月間）走行距離が長い乗用車の動力、直近で新車を購入した際に、新車と比較検討した他の乗用車の種類（動力と新車中古の別）のいずれも BEV が大きな割合を占めており、BEV 購入者の BEV に対する選好の強さが表れているものと考えられる。

最後に、表 2～3 は、関東地方と寒冷地方別に、BEV 購入者における BEV のおよその年間（月間）走行距離と直近で購入した新車以外で最も年間（月間）走行距離が長い乗用車のおよその年間（月間）走行距離をクロス集計したものである。また、表 4～5 は、関東地方と寒冷地方別に、BEV 購入者における BEV の使用頻度と直近で購入した新車以外で最も年間（月

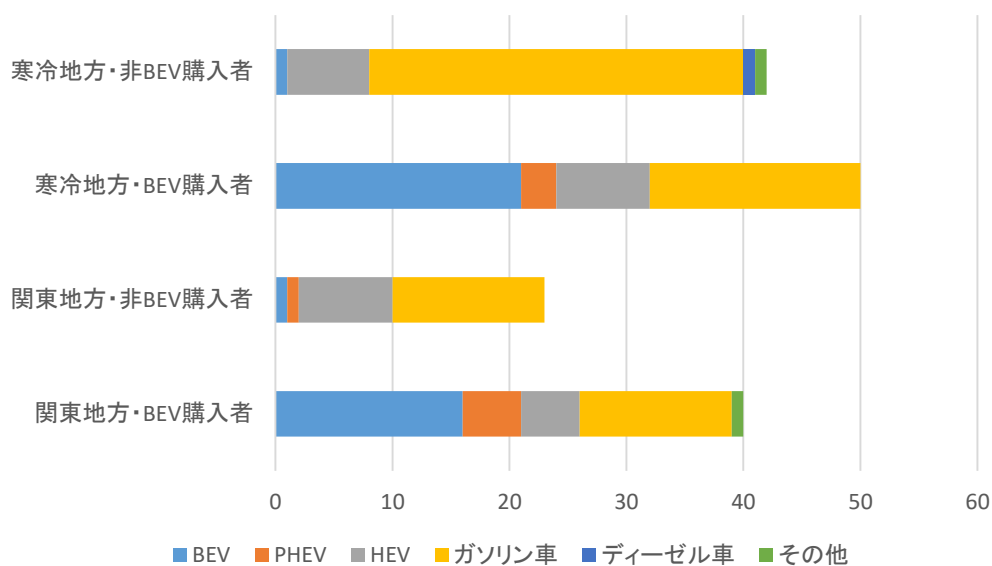


図 12 直近で購入した新車以外で最も年間（月間）走行距離が長い乗用車の動力（実数）

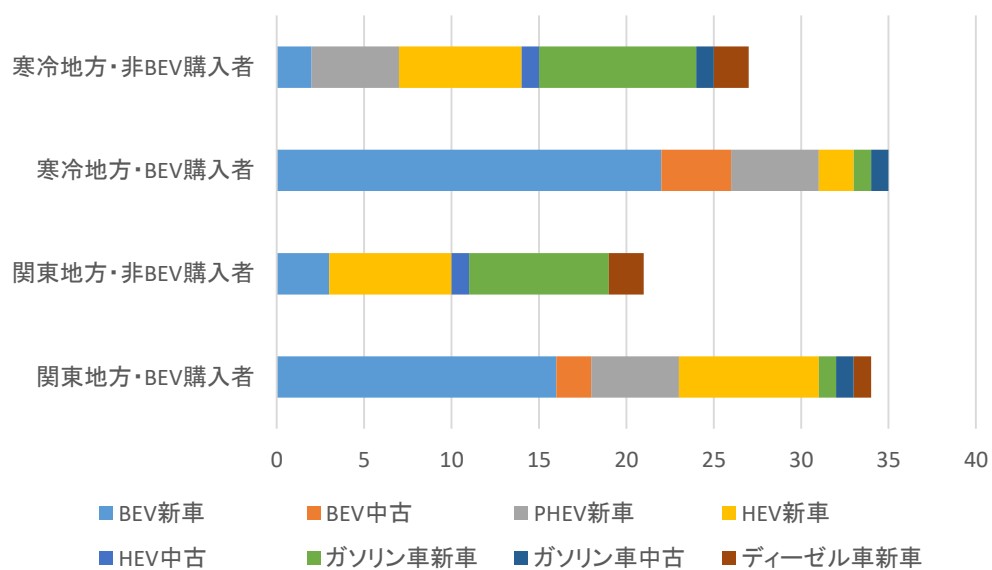


図 13 直近で新車を購入した際に、新車と比較検討した他の乗用車の種類（動力と新車中古の別）（実数）

間）走行距離が長い乗用車の使用頻度をクロス集計したものである。関東地方でも寒冷地方でも、走行距離に関しては BEV の方が長い傾向にあり、使用頻度に関しては BEV の方が少ない傾向にあることが示されている。

表2 BEV 購入者の BEV と直近で購入した新車以外で最も年間（月間）走行距離が
長い乗用車の走行距離（関東地方）

		直近で購入した新車以外で最も年間（月間）走行距離が長い乗用車												合計
		年間 100km未 満（月間 8km未満）	年間100 ～ 3,000km （月間8～ 250km）	年間 3,000～ 5,000km （月間250 ～ 400km）	年間 5,000～ 7,000km （月間400 ～ 600km）	年間 7,000～ 10,000km （月間600 ～ 800km）	年間 10,000～ 12,000km （月間800 ～ 1,000km）	年間 12,000～ 15,000km （月間1,000 ～ 1,200km）	年間 15,000～ 17,000km （月間1,200 ～ 1,400km）	年間 17,000～ 20,000km （月間1,400 ～ 1,700km）	年間 20,000～ 23,000km （月間1,700 ～ 1,900km）	年間 23,000～ 25,000km （月間1,900 ～ 2,100km）	年間 25,000km 以上（月 間2,100km 以上）	
関東地方・ BEV購入者	BEV	年間100km未満（月間8km未満）	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		年間100～3,000km（月間8～250km）	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	4
		年間3,000～5,000km（月間250～400km）	0	0	3	3	2	0	0	0	0	0	0	8
		年間5,000～7,000km（月間400～600km）	0	1	0	3	1	1	0	0	0	0	0	6
		年間7,000～10,000km（月間600～800km）	1	1	2	1	2	1	0	0	0	0	0	8
		年間10,000～12,000km（月間800～1,000km）	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
		年間12,000～15,000km（月間1,000～1,200km）	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		年間15,000～17,000km（月間1,200～1,400km）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		年間17,000～20,000km（月間1,400～1,700km）	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3
		年間20,000～23,000km（月間1,700～1,900km）	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		年間23,000～25,000km（月間1,900～2,100km）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		年間25,000km以上（月間2,100km以上）	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3	6
合計			3	6	6	8	6	3	2	1	0	1	3	40

表3 BEV 購入者の BEV と直近で購入した新車以外で最も年間（月間）走行距離が
長い乗用車の走行距離（寒冷地方）

		直近で購入した新車以外で最も年間（月間）走行距離が長い乗用車												合計
		年間 100km未 満（月間 8km未満）	年間100 ～ 3,000km （月間8～ 250km）	年間 3,000～ 5,000km （月間250 ～ 400km）	年間 5,000～ 7,000km （月間400 ～ 600km）	年間 7,000～ 10,000km （月間600 ～ 800km）	年間 10,000～ 12,000km （月間800 ～ 1,000km）	年間 12,000～ 15,000km （月間1,000 ～ 1,200km）	年間 15,000～ 17,000km （月間1,200 ～ 1,400km）	年間 17,000～ 20,000km （月間1,400 ～ 1,700km）	年間 20,000～ 23,000km （月間1,700 ～ 1,900km）	年間 23,000～ 25,000km （月間1,900 ～ 2,100km）	年間 25,000km 以上（月 間2,100km 以上）	
寒冷地方・ BEV購入者	BEV	年間100km未満（月間8km未満）	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
		年間100～3,000km（月間8～250km）	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6
		年間3,000～5,000km（月間250～400km）	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		年間5,000～7,000km（月間400～600km）	2	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	5
		年間7,000～10,000km（月間600～800km）	0	2	3	0	2	1	0	0	0	0	0	8
		年間10,000～12,000km（月間800～1,000km）	0	0	0	1	2	4	0	1	1	0	0	9
		年間12,000～15,000km（月間1,000～1,200km）	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	3
		年間15,000～17,000km（月間1,200～1,400km）	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
		年間17,000～20,000km（月間1,400～1,700km）	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	4
		年間20,000～23,000km（月間1,700～1,900km）	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	5
		年間23,000～25,000km（月間1,900～2,100km）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		年間25,000km以上（月間2,100km以上）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
合計			4	7	10	2	5	11	3	1	1	1	2	50

表4 BEV 購入者の BEV と直近で購入した新車以外で最も年間（月間）走行距離が
長い乗用車の使用頻度（関東地方）

			直近で購入した新車以外で最も年間（月間）走行距離が長い乗用車										合計
			ほぼ毎日	週6日～4 日	週3日～2 日	週1日	2～3週間 に1日	1ヶ月に1 日	2～3ヶ月 に1日	4～6ヶ月 に1日	7ヶ月～1 年に1日	1年に1日 未満	
関東地方・ BEV購入者	BEV	ほぼ毎日	9	4	4	0	0	0	0	0	0	0	17
		週6日～4日	0	2	2	1	1	0	0	0	0	1	7
		週3日～2日	2	4	2	1	0	0	0	0	0	0	9
		週1日	0	0	4	1	2	0	0	0	0	0	7
		2～3週間に1日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1ヶ月に1日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2～3ヶ月に1日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		4～6ヶ月に1日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		7ヶ月～1年に1日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1年に1日未満	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計		11	10	12	3	3	0	0	0	0	1	40

表5 BEV 購入者の BEV と直近で購入した新車以外で最も年間（月間）走行距離が長い乗用車の使用頻度（寒冷地方）

			直近で購入した新車以外で最も年間（月間）走行距離が長い乗用車										合計
			ほぼ毎日	週6日～4日	週3日～2日	週1日	2～3週間に1日	1ヶ月に1日	2～3ヶ月に1日	4～6ヶ月に1日	7ヶ月～1年に1日	1年に1日未満	
寒冷地方・BEV購入者	BEV	ほぼ毎日	21	3	5	0	1	0	1	0	0	2	33
		週6日～4日	2	5	2	0	0	0	0	0	0	0	9
		週3日～2日	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
		週1日	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
		2～3週間に1日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1ヶ月に1日	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
		2～3ヶ月に1日	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
		4～6ヶ月に1日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		7ヶ月～1年に1日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1年に1日未満	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計		26	8	11	1	1	0	1	0	0	2	50

3. 終わりに

本章では、2022 年度の研究報告書「道路交通の電動化とスマートシティの構造に関する研究」¹⁾における WEB アンケート調査に関する分析結果の中でも、上記の報告書に含めることのできなかった内容に関して報告した。結果として、住宅の種類は、関東地方でも寒冷地方でも BEV 購入者の方が非 BEV 購入者よりも一戸建ての持ち家の割合が大きくなっていることがわかった。

また、住まいの住宅と車庫（借りている駐車場を含む）における太陽光パネルや電気自動車用の充放電器の有無に関しては、明確な傾向を見ることができ、関東地方でも寒冷地方でも 1%の有意差がある。太陽光パネルの有無に限定した場合、関東地方でも寒冷地方でも 1%の有意差があり、充放電可能、充電のみ、充電器がないに分類し、充放電可能に限定した場合、充放電可能＋充電のみに限定した場合、関東地方と寒冷地方のいずれでも 1%の有意差が見出された。

さらに、関東地方でも寒冷地方でも、BEV 購入者は非 BEV 購入者に比べて（対象車を含めた）乗用車保有台数が複数であることが顕著である。また、関東地方でも寒冷地方でも、BEV 購入者の場合、新車以外で最も年間（月間）走行距離が長い乗用車の動力、直近で新車を購入した際に、新車と比較検討した他の乗用車の種類（動力と新車中古の別）のいずれも BEV が大きな割合を占めており、BEV 購入者の BEV に対する選好の強さが表れているものと考えられる。

参考文献

- 1) 室町泰徳編著，道路交通の電動化とスマートシティの構造に関する研究，日本交通政策研究会，A-881，2023.

第3章 IEA「Net Zero Roadmap A Global Pathway to Keep the 1.5°C Goal in Reach 2023 Update」(2023)の運輸部門に関するレビュー

はじめに

先進国を中心に 2050 年カーボンニュートラルを目標とするという国際的コンセンサスが生まれている中で、IEA は 2021 年に 2050 年にカーボンニュートラルを達成するためのロードマップとゼロエミッション・シナリオ (NZE : Net - Zero Emissions Scenario) に関する報告書を発表している。さらに 2023 年には、報告書の更新版を発表していることから、以下では、この更新版の運輸部門に関する部分についての抄訳を示すこととした。

1. クリーンエネルギーへの移行状況

IEA の画期的な報告書「2050 年までにネットゼロ:世界エネルギー部門のロードマップ」が 2021 年に発行された。この報告書は、地球温暖化を 1.5°C に抑えるという目標を、世界エネルギー部門の具体的なロードマップに変換している。その後 2 年間で、エネルギー部門は大きな変化を遂げた。

エネルギー部門の CO₂ 排出量は引き続き懸念されるほど高く、2022 年には 37 ギガトン (Gt) という新記録に達した。2021 年の報告書で想定されていたように減少し始めるどころか、化石燃料の需要は増加しており、ロシアのウクライナ侵攻により 2022 年のエネルギー危機に拍車がかかっている。化石燃料の供給への投資も同様である。エネルギーへのアクセスの進歩は停滞しており、何百万人もの人々、特にサハラ以南のアフリカでは、未だに電気や清潔な調理にアクセスできないでいる。

明るい話題としては、クリーンエネルギー技術の導入が過去 2 年間前例のないペースで急増した。太陽光発電の容量追加は 50% 近く増え、現在、2050 年までのネットゼロエミッションシナリオ (NZE シナリオ) の 2021 年版で想定されている軌道を上回っている。2020 年以来、EV の販売は 240% 増加し、定置型電池の設置は 200% 増加した。IEA は現在、太陽光発電と EV 用電池の世界的な製造能力は、最新の NZE シナリオにおける 2030 年の需要を満たすのに十分であると推定している。

クリーンエネルギー技術の導入とそのコスト削減においてかなりの進歩が見られ、エネルギー部門の排出見通しが変わりつつある。政策シナリオ (STEPS) におけるエネルギー部門からの世界の CO₂ 排出量に関する IEA の予測は、Pre-Paris baseline (パリ以前のベースライン

シナリオ) (IEA、2021b) と比較して段階的に下方修正されている。

Pre-Paris baseline シナリオでは、気候変動に関するパリ協定の交渉が成された 2015 年に実施された政府の政策を考慮した。これらの政策に基づいて、地球の平均気温は 2100 年までに 3.5°C 上昇すると予測されている。STEPS の最新版では、これに相当する数値は 2.4°C である。これは、2015 年以降の低排出エネルギーシステムへの移行における進展を反映しているが、パリ協定の温度目標を達成するために必要な水準にはまだ遠く及ばない。

STEPS シナリオは、確立および計画された政策と規制を考慮して、エネルギーの需要と供給、およびそれらが排出量に及ぼす影響を予測する。これには、エネルギー分野で活動する国や企業の技術コスト、製造能力、産業戦略に関する入手可能な最新のデータと予測が組み込まれている。

発表された公約シナリオ (APS シナリオ) は、NDCs および長期ネットゼロ排出公約に定められたすべての約束を含め、世界中の政府によって行われたすべての気候公約が完全かつ期限通りに履行されることを前提としている。

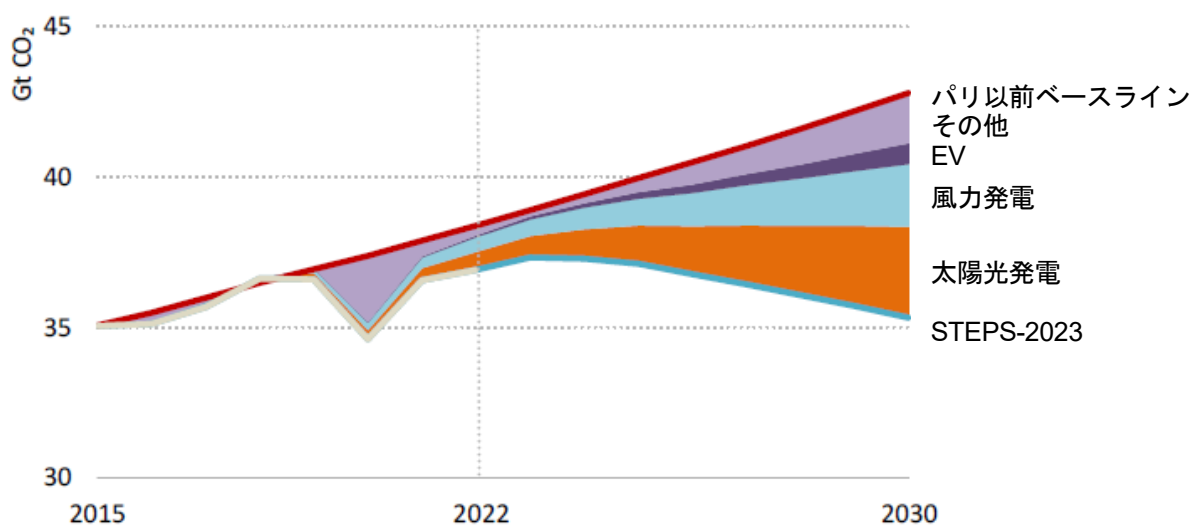
世界のエネルギー部門の排出量は 2022 年に 37Gt となり、過去最高を記録し、2015 年から 5%増加した。それにもかかわらず、2015 年のパリ協定以降の進展により、STEPS の見通しでは、排出量がこの 10 年半ばにピークに達し、2030 年までに 35Gt と見込まれている。これは、Pre-Paris baseline シナリオで予測された約 43Gt のレベルを大幅に下回っている (図 1.3)。大局的に見ると、この 7.5Gt の差は、米国と欧州連合の現在のエネルギー部門排出量を合わせたものに相当する。

Pre-Paris baseline シナリオと比較して、STEPS における排出量削減の大部分に貢献しているのは、太陽光発電、風力発電、EV の 3 つの技術である。太陽光発電は、2030 年に排出量を約 3Gt 削減すると予測されており、これは今日道路を走っている世界中の乗用車による排出量とほぼ同等である。風力発電は 2030 年に排出量を約 2Gt 削減し、EV は約 1Gt 削減する。後者は、内燃機関 (ICE) 車両の EV への置き換えを反映しており、EV は排出量の少ない電源で駆動することが増える。すべての部門にわたる他の多数の小規模な変化を合わせると、排出量はさらに 1.5Gt 削減される。

EV は最近の目覚ましい成長を続けると予測されており、STEPS では 2030 年の乗用車販売の 3 分の 1 以上を占めるとされているが、Pre-Paris baseline シナリオではその割合はわずかであった。

米国では、現在の STEPS の見通しでは、2030 年の CO_2 排出量は Pre-Paris baseline シナリオよりも 1.7Gt 低くなり、太陽光発電と風力発電が合わせて約 0.8Gt の削減を占める (図 1.5)。

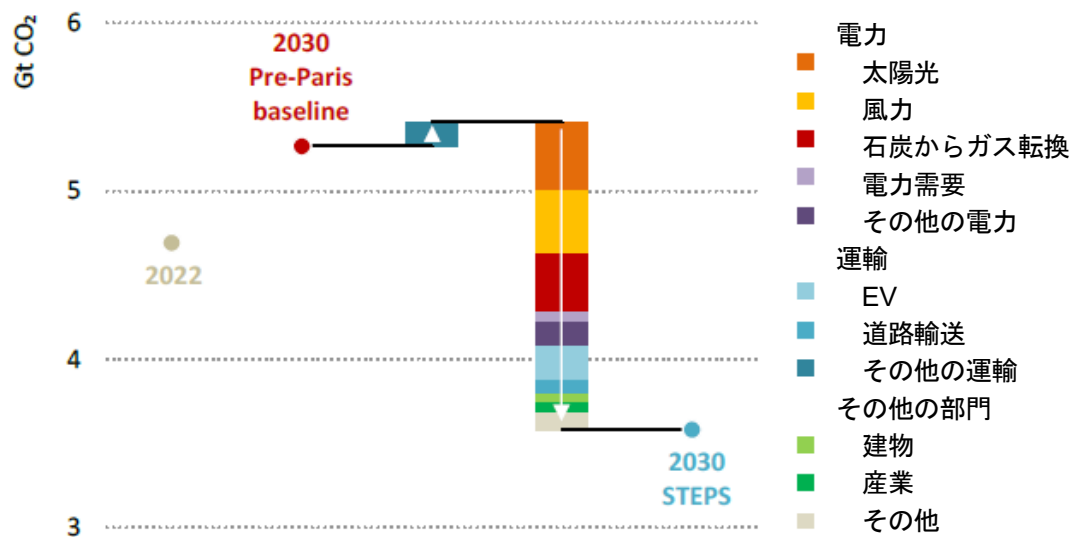
運輸部門では、2030 年の乗用車総販売台数に占める EV の割合は、Pre-Paris baseline シナリ



太陽光発電、風力発電、EV は、パリ以前のベースラインシナリオと比較して、STEPS において 2030 年に排出量を 6Gt 削減する。

注: 「その他」には、Pre-Paris baseline シナリオと 2023 年 STEPS 予測排出量の差に下方または上方の影響を与える他のすべての要因が含まれる。図 1.5～1.8 に詳細を示す。

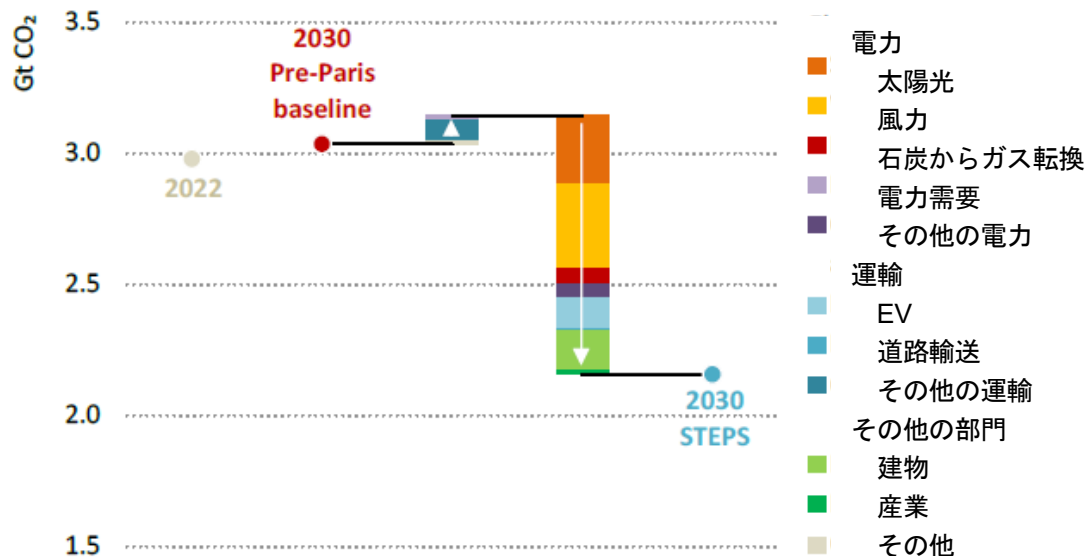
図 1.3 Pre-Paris baseline シナリオと STEPS による 2015～2030 年における
世界のエネルギー部門の CO₂ 排出量



Pre-Paris baseline シナリオと 2023 年の STEPS との間の 2030 年の排出削減量のほぼ半分は、電力部門における再生可能エネルギーの導入加速によるものである。

注: その他の電力には、原子力、水力発電、熱供給の排出原単位、電力部門の効率が含まれる。その他の運輸には、ICE 車両の燃費の変化やバイオ燃料の導入が含まれる。建物と産業はこれらの部門の直接排出を指す。

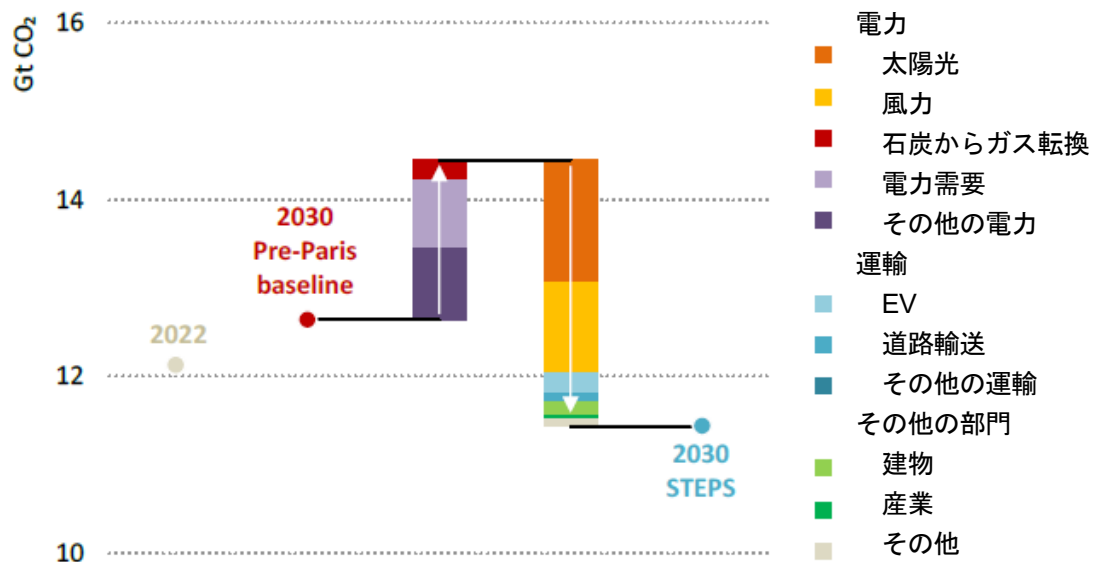
図 1.5 Pre-Paris baseline シナリオと STEPS による 2030 年の
米国のエネルギー部門 CO₂ 排出量



Pre-Paris baseline シナリオと 2023 年の STEPS との間の 2030 年の排出削減量の 2/3 は、電力部門における再生可能エネルギーの導入加速によるものである

注：その他の電力には、原子力、水力発電、熱供給の排出原単位、電力部門の効率が含まれる。その他の運輸には、ICE 車両の燃費の変化やバイオ燃料の導入が含まれる。建物と産業はこれらの部門の直接排出を指す。

図 1.6 Pre-Paris baseline シナリオと STEPS による 2030 年の EU と英国のエネルギー部門 CO₂ 排出量



STEPS における 2030 年の中国の排出量は、Pre-Paris baseline シナリオよりも 1.2Gt 低いと予測されているが、石炭需要の増加が再生可能エネルギーによる削減を部分的に相殺している。

注：その他の電力には、原子力、水力発電、熱供給の排出原単位、電力部門の効率が含まれる。その他の運輸には、ICE 車両の燃費の変化やバイオ燃料の導入が含まれる。建物と産業はこれらの部門の直接排出を指す。

図 1.7 Pre-Paris baseline と STEPS による 2030 年の中国のエネルギー部門 CO₂ 排出量

オでは 10%未満であったが、STEPS では 50%に増加すると予測されている。この上方修正は、インフラ投資・雇用法に基づく公共充電インフラへの資金提供、IRA に基づく EV 税額控除の新たな資格要件、より厳しい国家燃費基準、乗用車およびトラックメーカーのより積極的な電動化戦略を反映している。EV の普及拡大により、2030 年までにさらに 2 億トンの CO₂ 排出削減が見込まれる。しかし、これらの削減は、標準乗用車に比べて燃費が悪いスポーツ用多目的車（SUV）の市場シェアの増加によって部分的に相殺される。

EU と英国では、STEPS における CO₂ 排出量予測は、2015 年の Pre-Paris baseline シナリオよりも約 0.9Gt 低い（図 1.6）。2030 年の差異の 3 分の 2 は、さまざまな新たな奨励金や目標によって推進される発電における風力発電と太陽光発電の割合の増加によるものである。2018 年から 2020 年の間にドイツ、イタリア、英国などの欧州主要国で導入された多くの石炭段階廃止目標も、STEPS における電力部門の予測排出量の減少に寄与している。

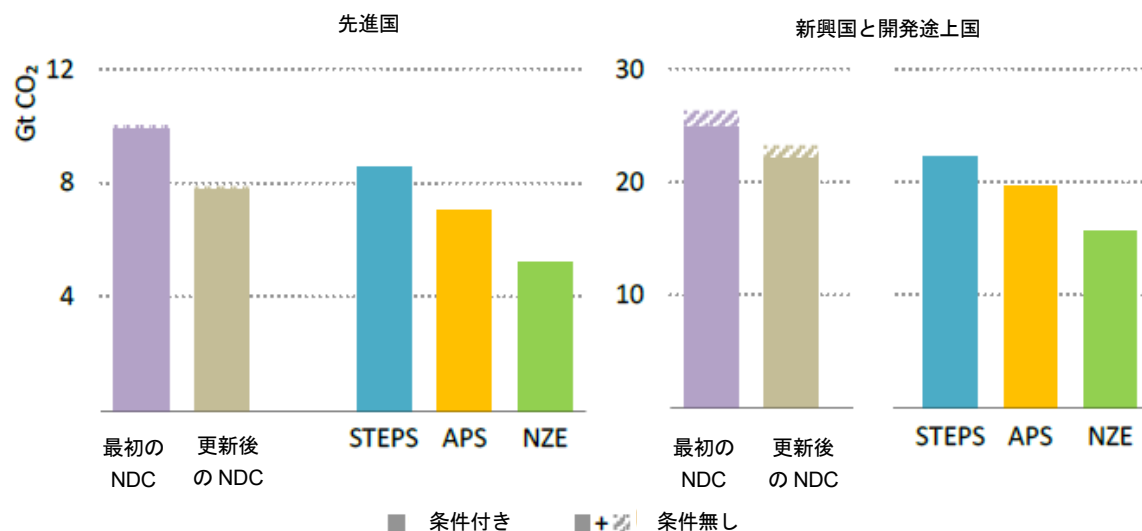
運輸部門は EV の導入加速を通じて貢献し、2030 年には 2015 年の予測と比較して排出量が 1 億トン以上削減される。Pre-Paris baseline シナリオでは 2030 年までに年間乗用車販売台数に占める EV の割合はわずかであったが、STEPS では割合が新車 3 台に 2 台近くに増加すると予測されており、新たな CO₂ 基準、今後の新型 ICE 車両の禁止、EV のインセンティブ、充電インフラへの投資が推進される。しかし、米国と同様に、SUV の販売増加による道路交通の燃費改善の遅れがこの伸びを部分的に相殺する。

中国の CO₂ 排出量は、STEPS では Pre-Paris baseline シナリオよりも 2030 年に約 1.2Gt 減少すると予測されている（図 1.7）。

Pre-Paris baseline シナリオでは 2030 年までに EV が総乗用車販売に占める割合はごくわずかだが、STEPS では全新車販売の 3 分の 2 を占める。2016 年、政府は新エネルギー車（主に EV）を 2020 年に総自動車販売台数の 12%とするという計画目標を設定した。2020 年には、多額の購入補助金と税金の免除の支援を受けて、2025 年に新車販売台数の 20%という新たな目標を設定した。これらの措置は、近年の EV 製造と高水準の EV 販売を促進するための継続的な政策支援と相まって、2030 年の自動車総販売台数に占める EV の割合に関する STEPS 予測の相次ぐ上方修正につながった。

近年の進歩にも関わらず、各国の排出量削減の公約は、全体としては、世界の排出量を 2050 年までに実質ゼロ排出の達成に匹敵するレベルまで下げるために 2030 年までに必要とされる量には達していない。さらに、さまざまな公約はまだ政府によって裏付けられていない。

パリ協定はすべての国に対し、気候目標を定めた NDC の提出を義務付けている。2023 年 7 月の時点で、国連気候変動枠組条約（UNFCCC）の 195 締約国をカバーする 168 の NDC が提出されている。相次ぐ締約国会議（COP）は、野心を高めるために最初の NDC を更新するよう各国に奨励してきた。最初の提出以来、NDC のほぼ 90%が更新されている。



改訂された NDC は、2030 年までに目標排出量の削減を約 5GtCO₂ 押し上げるが、これは 2050 年までに正味ゼロ排出を軌道に乗せるために必要な量には遠く及ばない。

図 1.9 NDC および IEA シナリオによって示唆される 2030 年の地域別燃料燃焼による CO₂ 排出量

新興市場国および開発途上国における改訂された NDC は、合計すると、最初の NDC と比較して排出量を 2.8Gt 削減した。これは主に財政的支援に基づく無条件の改訂によるものである。IEA の分析によれば、新興市場国と開発途上国で計画されているエネルギー政策は、すでに全体として NDC、特に条件付き NDC が示すよりも野心的であることが示唆されている（図 1.9）。

先進国では状況が逆転しており、STEPS の 2030 年の排出量は修正 NDC よりも 0.7Gt 近く高く、現在実施されている政策では、長期のネットゼロ排出公約はおろか、定められた NDC を達成するにも不十分であることを示唆している。

2. ネットゼロエミッションへの新たな道筋

2050 年までに正味ゼロ排出シナリオ（NZE シナリオ）は、2050 年までにエネルギー部門からの CO₂ 正味ゼロを達成するために、低排出技術と排出削減オプションの広範なポートフォリオの導入に依存している。同時に高度な世界規模の協力とコラボレーションにも依存している。

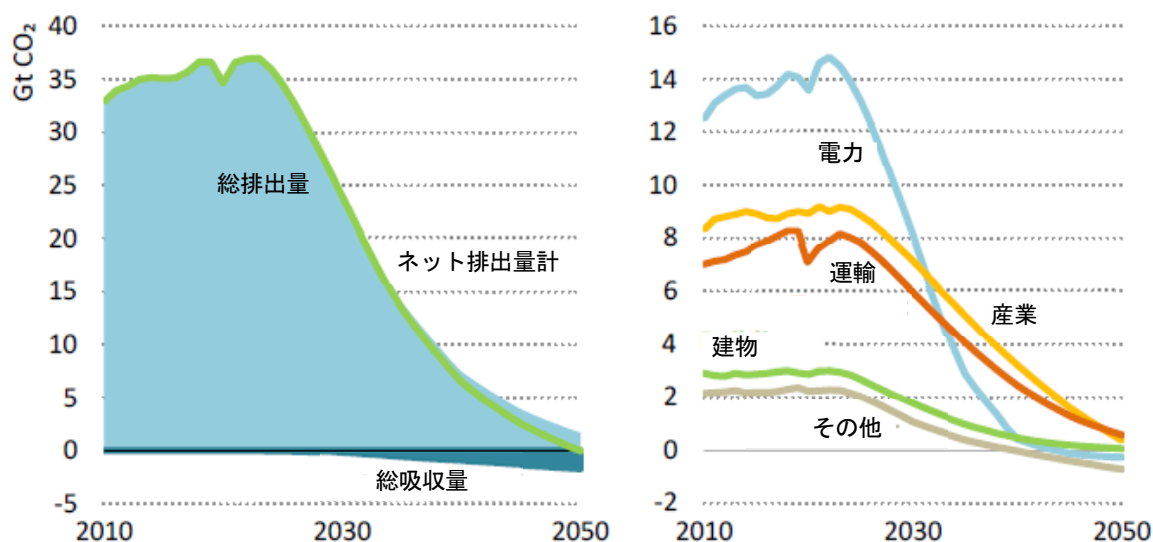
NZE シナリオでは、先進国が先頭に立って 2045 年までに総計でネットゼロ排出量を達成し、中国は 2050 年までに、その他の新興市場国と開発途上国は 2050 年以降に達成する。ここで紹介する包括的な NZE シナリオの最新情報は、2021 年報告書以来の現実世界の進歩と、部門および技術全体の実現可能性の継続的な評価を反映している。しかし、これは 2050 年ま

で実質ゼロ排出という目標を達成するための唯一の道筋ではない。

最新の NZE シナリオでは、太陽光発電（PV）と EV を合わせると、2030 年までの排出量の 3 分の 1 が削減される。乗用車販売全体に占める EV の割合は 2030 年までに 65%以上（2021 年版では 60%）に急増し、太陽光発電の容量は現在の 5 倍に増加する。発表された太陽光発電と電池の製造パイプラインは、NZE シナリオの 2030 年までの導入ニーズを満たすのに十分であると予測されている。

NZE シナリオにおけるエネルギー部門からの CO₂ 排出量は、2022 年の 37Gt から 2030 年には 24Gt まで急激に減少し、約 35%削減される。2035 年までに、排出量は約 13.5Gt、つまり 2022 年のレベルより 65%近く減少する（図 2.2）。直接大気回収・貯留（DACS）とバイオエネルギー炭素回収・貯留（BECCS）は急速に拡大し始め、2035 年には約 0.6Gt、2050 年には 1.7Gt に達する。

部門ベースで見ると、電力部門は CO₂ 排出量が最も減少し、再生可能エネルギーやその他の低排出電力の電源が急速に導入され、化石燃料ベースの発電量が減少しているため、排出量は 2022 年から 2030 年の間にほぼ半減するとみられている。他の部門では、低排出オプションがまだ開発中または強化中であり、排出量の削減が遅れている。それにもかかわらず、すべての部門からの排出量は短期的にはピークに達し、2022 年から 2030 年までの部門別の排出削減量は産業で 20%、運輸で約 25%、建物で約 40%になる。



エネルギー部門の CO₂ 排出量は 2035 年までに 65%削減され、2050 年までに正味ゼロに達する。残留排出量は 1.7Gt で、同規模の大気除去とバランスがとれている。

図 2.2 NZE シナリオ（2010～2050 年）におけるエネルギー部門の総排出量と吸収量、CO₂ ネット排出量計、部門別のネット排出量

産業部門と運輸部門の排出量はいずれも 2022 年から 2040 年の間に 60%以上減少するが、これら 2 つの部門は 2040 年の残留排出量の 90%近くを依然として占める。2050 年になっても、燃料の燃焼による残留 CO₂ 排出量は産業 (0.2Gt) および運輸 (0.6Gt) 部門に集中する。

2023 年の NZE シナリオに反映される 2021 年以降の変化の主な例として、道路輸送に関しては、現在、バッテリー電気乗用車とリチウムイオンバッテリーは 2021 年よりもはるかに普及しており、多くの場合まだサポートが必要であるにもかかわらず、市場は成熟しつつある。特に商用リチウムイオン電池のコスト削減と標準化により、道路交通のあらゆるセグメントにおいて、他の選択肢よりもエレクトロモビリティのビジネスケースが強化された。ナトリウムイオン電池を搭載した乗用車の初の商業化が 2023 年に中国で発表された。この技術は、2021 年の時点でまだプロトタイプ段階にあった。たとえば、大型車用途向けのより高いエネルギー密度を備えた他の革新的なバッテリー化学も登場しつつあるが、全固体電池などの一部はまだプロトタイプ段階にあり、生産に遅れが生じている。遅れにより、将来の役割が低下する可能性がある。

EV の充電インフラは急速に拡大している。超高速充電、バッテリー交換、大型車両への水素燃料補給の開発がある程度進んでいる。全体として、2023 年の NZE シナリオにおける道路交通の脱炭素化は、2021 年の評価よりも 2050 年に向けて開発中の技術への依存度が約 10%ポイント低くなっている。たとえば、2050 年の道路を走る燃料電池大型車の割合は、2023 年の NZE シナリオでは 2021 年版よりも 25~40%減少するが、削減の程度はセグメントによって異なる。

2021 年の NZE シナリオと比べて何が変わったか？運輸部門では、2021 年版の NZE シナリオと比較した主な変化は、EV 販売の伸びが加速していることである。これは、年間売上高、発表されたバッテリーの製造能力、乗用車およびトラックメーカーの戦略発表、および技術の向上という点での非常に大きな進歩を反映している。しかし、食料と肥料の価格が依然として懸念されていることを反映して、運輸におけるバイオ燃料の使用は同様には進んでいない。EV 技術とメーカーの戦略は、特に短期的にバイオ燃料の使用に貢献する市場セグメントであるトラックに関して進歩している。その結果、2023 年の NZE シナリオでは、運輸におけるバイオ燃料の役割は短期的にも長期的にも減少すると見られている。同様の下方修正は水素および水素ベースの燃料にも適用される。これにより、短期的には運輸エネルギー需要に占める石油の割合が若干高くなり、長期的には EV の販売シェアがさらに高くなり、2050 年までに運輸エネルギー需要に占める電力の割合が大幅に高まることになる。

NZE シナリオにおける道路交通における排出削減の主な手段は電化である (図 2.22)。EV 販売は 2030 年までに新車市場の約 65%を占め、2035 年以降は内燃機関 (ICE) 車の新車は販売されなくなる。電気トラックと水素燃料トラックが ICE 中型トラックと大型トラックに

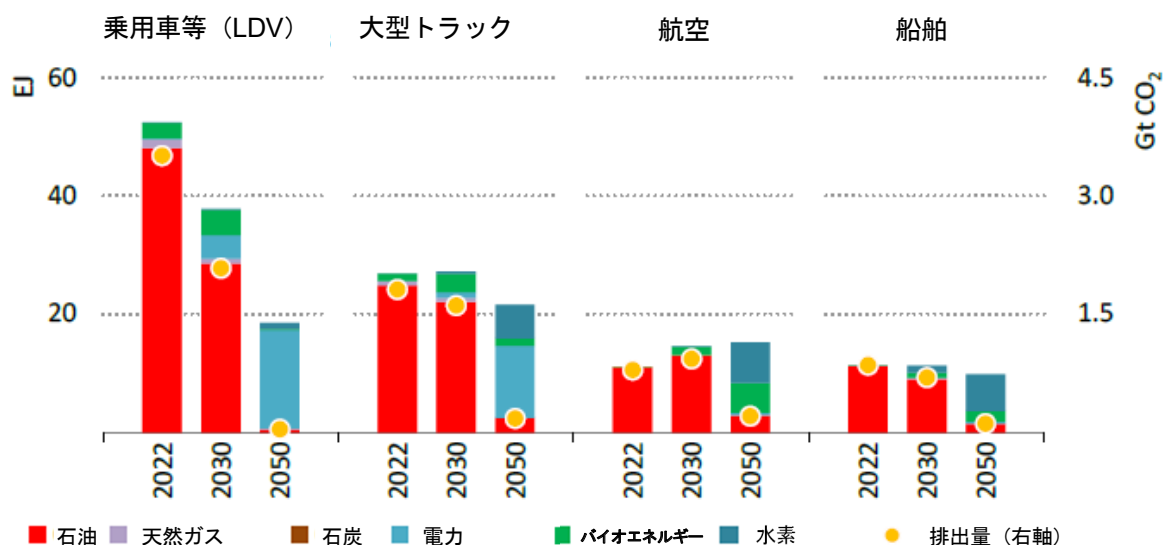


図 2.22 選択された手段に関する燃料による運輸最終エネルギー消費量 2022～2050 年

取って代わる。化石燃料 ICE トラックの新車販売は、先進国と中国では 2040 年に、その他の地域では 2045 年に終息する。バッテリー電気トラックは、特に中型トラックや比較的短く定期的なルートを走行するその他のトラックにおいて大幅な進歩を遂げている。燃料電池電動パワートレインは、バッテリー電動バージョンの急速充電が難しい長距離輸送の大型トラックで最も成功している。これらの変化は、今日最大の石油消費部門である道路交通の石油需要が、2050 年までに年間平均 1.4mb/d (百万バレル/日) 減少することを意味している。

航空業界は新興市場国や開発途上国で力強い成長が見られるが、交通最適化策、エネルギー効率の向上、行動の変化、バイオベース SAF の急速な発展により、航空石油需要は NZE シナリオでは 2020 年代半ばにピークに達することになる。2030 年以降、合成 SAF の開発と 2030 年代後半の最初の水素航空機の配備により、石油使用量は急速に減少する。船舶では、風力補助の利用や燃料切り替えなどの効率改善により、石油の使用量が削減される。アンモニアは船舶の脱炭素化に使用される主な低排出燃料であるが、バイオ燃料と水素による貢献は、比較的成本が高いために制限される。

IEA の 2021 年の報告書には、2050 年までに世界のエネルギー部門からネットゼロ排出を達成するための経路上のさまざまな部門および技術に関する 400 以上の表が含まれている。2023 年版では、これらのマイルストーンを以下の 15 の技術およびセクター固有のダッシュボードのセットとして 1 か所にまとめた。低排出電力-34%、対策なし化石燃料発電-95%、道路交通-16%、船舶と航空-5%、鉄鋼とアルミ-6%と-1%、セメント-6%、主要化学-3%、空間暖房-4%、空間冷房-4%、エネルギー効率と行動の変化-11%、水素-4%、CCUS-8%、バイオエネルギー-7%、エネルギーアクセスと大気汚染、化石燃料供給-97%である。

表（93 頁） 道路交通

マイルストーン	2022	2030	2035	2050
PHEV, BEV, FCVの販売割合	13%	70%	98%	100%
二輪/三輪	16%	78%	100%	100%
乗用車とバン	13%	67%	100%	100%
バス	4%	56%	90%	100%
大型トラック	1%	37%	65%	100%
代替燃料割合	5%	20%	36%	93%
バイオ燃料	5%	11%	12%	3%
電力	0%	8%	22%	74%
水素	0%	1%	2%	16%
燃料インフラストラクチャー				
EV公共充電ポイント(百万)	3	17	18	31
水素ステーション(千)	1	12	15	46

表（94 頁） 船舶と航空

マイルストーン	2022	2030	2035	2050
船舶				
国際海運輸送量(兆トンキロ)	125	145	165	265
最終エネルギー消費の割合				
バイオ燃料	0%	8%	13%	19%
水素	0%	4%	7%	19%
アンモニア	0%	6%	15%	44%
メタノール	0%	1%	1%	3%
航空				
国際及び国内航空輸送量(兆旅客キロ)	6.0	10.9	11.4	16.5
行動の変化により回避された需要	0%	9%	14%	20%
最終エネルギー消費の割合				
バイオ燃料	0%	10%	22%	33%
水素ベースの合成燃料	0%	1%	4%	37%

道路交通（表（93 頁））に関して、電化とバイオ燃料の強化は、2030 年までの道路交通の脱炭素化に大きな役割を果たす。その後、電化が主要な手段となり、2050 年には道路交通におけるエネルギー消費の4分の3が電気で占められる。

船舶と航空（表（94 頁））に関して、バイオエネルギー、水素、および水素ベースの燃料は、今日の船舶および航空で消費されるエネルギーの1%未満から、2030 年にはほぼ15%、2050 年までには80%まで増加する。これらの運輸モードを脱炭素化するためには、2030 年

表（100 頁） エネルギー効率と行動の変化

マイルストーン	2022	2030	2035	2050
年間エネルギー強度改善	2.0%	4.9%	3.6%	1.8%
新しいエアコンの電力消費原単位(2022年値＝100)	100	70	59	52
新しい冷蔵庫の電力消費原単位(2022年値＝100)	100	60	53	41
新しい内燃機関トラックの燃料消費(2022年値＝100)	100	84	79	
クリーンカー生産のエネルギー強度(GJ/t)	3.6	3.4	3.3	2.9
建物と運輸における主要な行動の変化				
・2030年までにエコドライブと自動車専用道100km/h速度規制導入				
・2030年までに大都市における内燃機関乗用車使用の段階的廃止				
・2030年までに空間暖房温度を平均19-20℃、空間冷房温度を24-25℃に設定				
・2040年までに長距離ビジネス航空利用の1/2を回避				

まで船舶におけるエネルギー効率の向上、2050 年まで航空における行動主導型の航空需要削減も重要である。

エネルギー効率と行動の変化（表（100 頁））に関して、現在の対策ではわずかな進歩しか得られないため、エネルギー効率の拡大、行動の変化、燃料の切り替えが、2030 年までにエネルギー原単位の改善率を 2 倍にする鍵となる。

3. NZE シナリオの現実化

2050 年までにネットゼロエミッションを達成するには、2030 年までに CO₂ と他の温室効果ガス（GHG）、特にメタンの両方の排出量を急速かつ大幅に削減する必要がある。これらの削減が遅れれば、ネットゼロエミッションの目標達成はほぼ不可能になるだろう。排出削減は、すぐに利用できる技術と緩和オプションを利用して実現できる。NZE シナリオでは、特に、再生可能エネルギーによる発電能力の 3 倍の増加、エネルギー原単位の改善率の 2 倍の増加、電化の急激な増加、エネルギー部門のメタン排出量の 4 分の 3 の減少によって達成される。

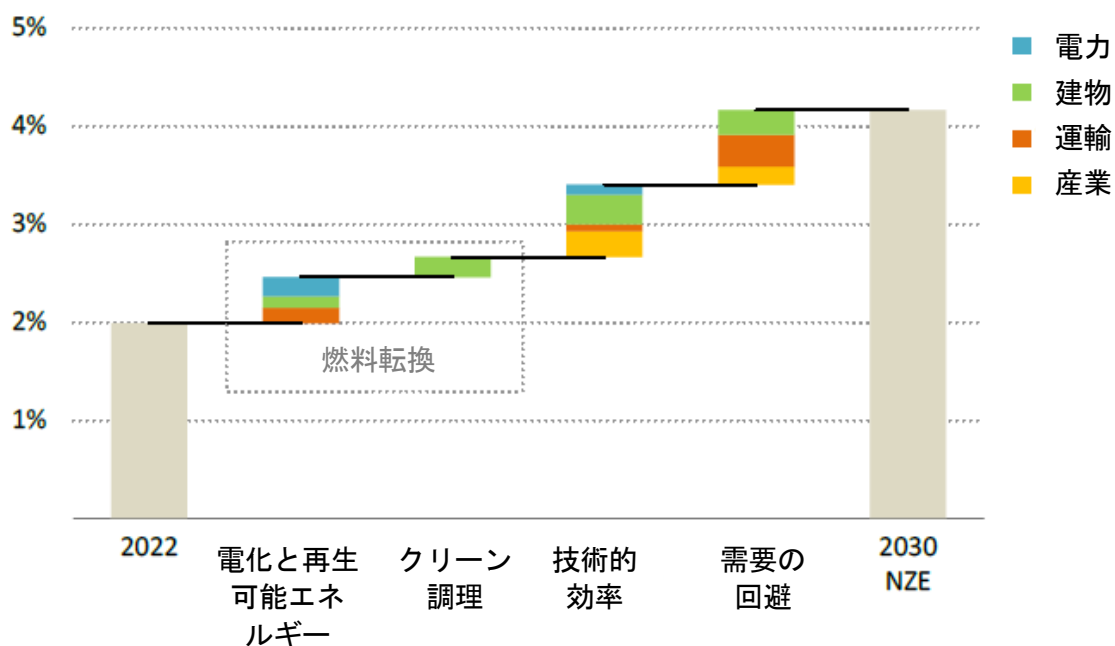
NZE シナリオでは、一次エネルギー原単位の改善率を 2 倍にする 3 つの主要な手段があり、それぞれが改善の約 3 分の 1 の貢献をする（図 3.7）。

-電化、再生可能エネルギー、そしてクリーンな調理用燃料への普遍的なアクセスによるより効率的な燃料への移行。

-あらゆる部門における技術的効率化対策。

-行動の変化などで材料と資源の効率向上により、エネルギー需要を回避。

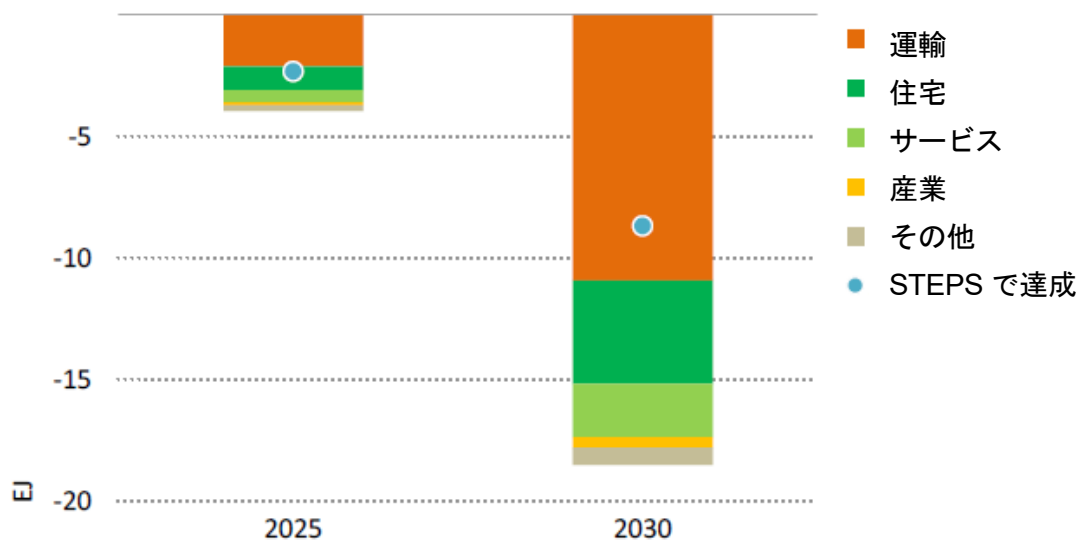
電化は、既存の化石燃料ベースの技術よりもはるかに効率的にエネルギーサービスに変換できるため、NZE シナリオにおけるエネルギー強度の急激な低下の主要な要因となっている。



エネルギー原単位の改善率を倍増するには、燃料の切り替え、エネルギーと資源の効率、行動の変化を促進するためのより厳格な政策が不可欠である。

注:回避された需要には、行動の変化が含まれる。2030NZE は、NZE シナリオにおける 2022 年から 2030 年までのエネルギー原単位の平均年間改善率を指す。

図 3.7 NZE シナリオにおける要因別の一次エネルギー原単位の年間改善率



電化により、2030 年までに年間約 20EJ のエネルギーが節約され、これは現在の日本と韓国の最終消費量を合わせたものに相当する。

図 3.8 NZE シナリオにおける電化による年間エネルギー節約量

EV は現在の内燃機関（ICE）車よりも 2～4 倍効率が良く、ヒートポンプの効率は化石燃料ボイラーの 3～5 倍、IH ストープの効率はガスストーブの約 2 倍である。

NZE シナリオでは、エネルギーシステム全体での電力への急速な移行によりエネルギーが節約され、2030 年までに 20 エクサジュール（EJ）近くに達し、現在の日本と韓国の最終消費量を合わせた値に近づく。

これらの節約の大部分は、住宅部門のヒートポンプと運輸部門の EV の急速な普及によって実現される（図 3.8）。これらの技術はどちらもすでに使用されており、普及しつつあるが、NZE シナリオではその導入が加速され、エネルギー節約が STEPS の見通しの 2 倍となる。

NZE シナリオでは、エネルギー原単位を削減するための技術的オプションが最大限に活用されているが、世界のエネルギー関連資産在庫の回転ペースにより、2030 年までに達成することには制約が課せられる。その結果、行動の変化、つまり消費者がエネルギー消費を削減するために実行する行動の変化がエネルギー原単位の改善を加速するために必要である。

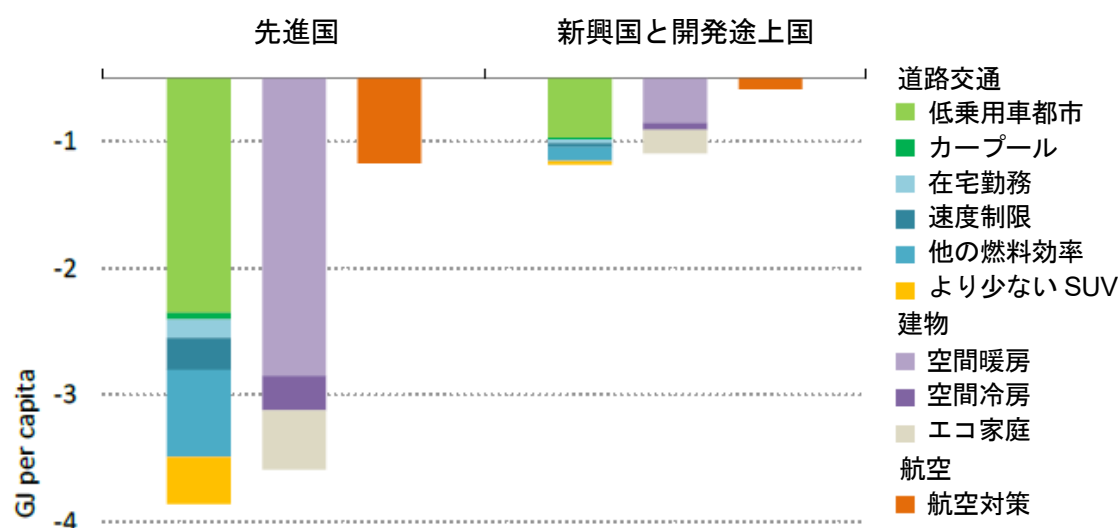
運輸部門では、都市部での公共交通機関の拡大と乗用車の利用の削減、幹線道路でのエコドライブ、航空から鉄道やテレビ会議への切り替えなどが挙げられる。これらの変化をもたらすには、鉄道の高額な費用などの問題に対処する必要があり、都市の渋滞課金や頻繁に航空を利用する人に対する課税などの新たな経済的インセンティブを導入する必要がある。

2030 年には、NZE シナリオにおける道路交通と建物部門の行動の変化によるエネルギー節約量は、一人当たりベースで、先進国では新興市場国や開発途上国の約 5 倍になる。航空分野ではその値は約 8 倍となる（図 3.11）。

ドイツでは、エネルギー危機とエネルギー節約に対する一般の推奨に応じて、家庭と中小企業は 2022 年に天然ガス消費量を最大 42%削減している。同様に、公共交通機関、自転車、徒歩の利用が増え、ICE 車での運転は 2022 年から 2030 年にかけて最大 14%減少している。ロンドンの渋滞課金は、最初の導入から 20 年後に乗用車交通量を 18%削減した。

運輸における電化に関しては、NZE シナリオでは、他の最終用途分野よりも運輸部門での電化が急速に進む。運輸エネルギー消費に占める石油の割合は、現在の約 90%から 2030 年には 80%に低下する。同じ期間に電力の割合は 1%からほぼ 8%に増加する（図 3.13）。この電力需要の増加 90%以上は ICE 車から EV への切り替えによるもので、そのうちの 50%は EV のみによるものである。近年の急速なコスト低下と主要市場での強力な政策支援を反映して、STEPS でも電化が進んでいるが、そのペースは NZE シナリオの方が大幅に早い。

中国と先進国は車両の電化を主導し、NZE シナリオでは 2030 年に小型車の EV 販売の 80%、バスの 85%、大型トラックの 55%を占めると予想されている。売上の増加とコストの低下に伴い、他の新興国や開発途上国でも電化が進み、NZE シナリオでは 2030 年には EV の販売が小型車の 40%、バスの 40%、大型トラックの 7%を占めるようになる。



2030 年の NZE シナリオにおける行動の変化により、先進国では一人当たりのエネルギーが 5 倍節約される。

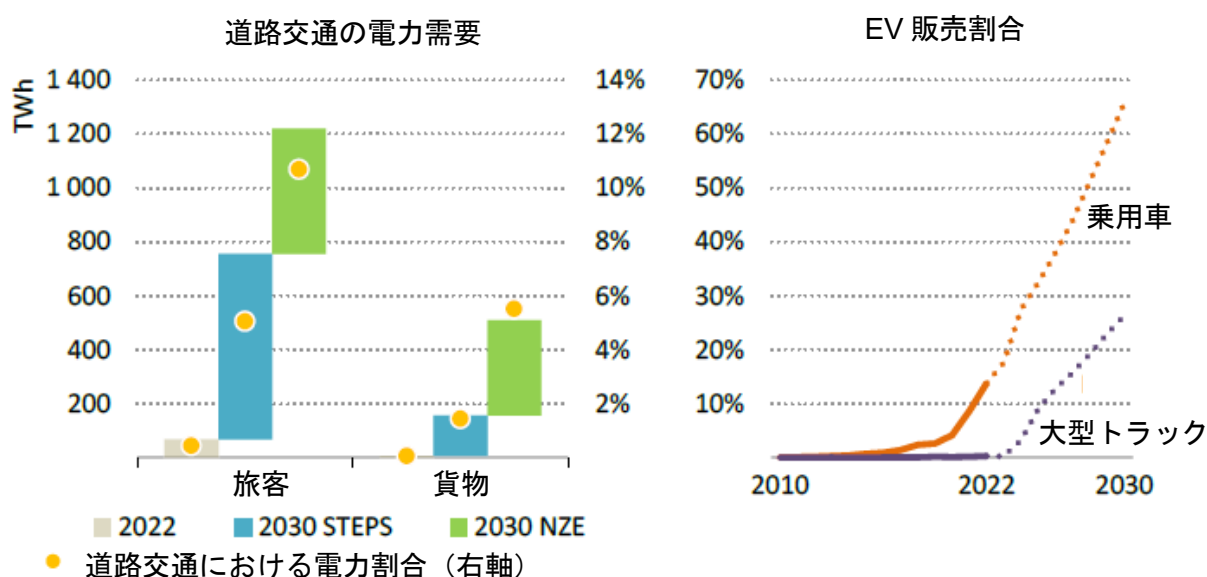
注：低乗用車都市とは、計画とインフラストラクチャーによって乗用車への依存が軽減され、公衆衛生、福祉、居住性が大幅に改善される都市モデルを表す。これには、都市中心部からの内燃機関車の段階的廃止、モビリティシェア、都市部の速度制限の適正化などの多くの措置が含まれる。その他の燃料効率には、車内の空調温度の低減やエコドライブの実践などが含まれる。

空間暖房/冷房には、暖房温度を 19～20℃ に、冷房温度を 24～25℃ に制限することが含まれる。エコ家庭には、洗濯機の代わりに衣類を吊り干しすること、洗濯の温度を下げる、人がいない部屋の照明を消すこと、使用していない電化製品のプラグを抜くこと、給湯温度を下げるなどが含まれる。航空対策には、短距離便から高速鉄道への移行、ビジネス便の削減、頻繁に利用する人に対する課税などが含まれる。

図 3.11 2030 年の NZE シナリオにおける行動手段によるエネルギー消費量の変化

2022 年までの 10 年間、世界の EV 販売は平均年率 50%以上で増加した。NZE シナリオでは、より高いベースではあるものの、2023 年から 2030 年にかけて毎年平均約 25%増加する。乗用車総販売台数に占めるシェアは約 65%に達する（2022 年には 14%）。これは、EV の販売が 2030 年までに NZE シナリオで求められる量を満たすか、それを超える可能性があることを示唆している。現在、世界中で約 500 の EV モデルが入手可能であり、これはさらに増加する見込みである。例えば、ボルボは 2030 年に EV のみを販売する計画であり、中国の自動車メーカーBYD はすでに ICE 車の販売を中止している。EV のバッテリー製造への投資も加速しており、2022 年には生産能力がほぼ 60%増加する。発表された拡張が計画通りに進めば、NZE シナリオにおける 2030 年の需要を満たすのに十分なスループットを提供することになる。

NZE シナリオで求められるものを実現するには、トラックやバスなどのより重量のある車両セグメントの電化をより迅速に加速する必要がある。NZE シナリオでは、電気バスの販売シェアは 2022 年の 4%から 2030 年には 50%以上に増加し、大型電気トラックのシェアは 1%



NZE シナリオでは、電力は旅客道路交通におけるエネルギー需要の 10%以上を満たしており、2030 年の乗用車販売台数の約 65%が EV となる。
 注: TWh = テラワット時。

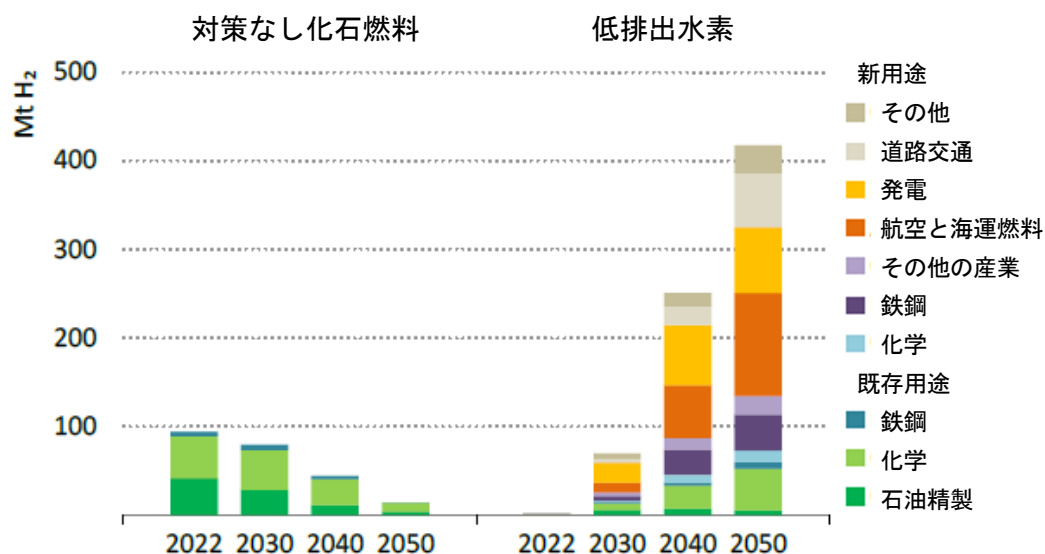
図 3.13 シナリオ別の道路交通における世界の電力需要 (2022~2030 年)、
 および NZE シナリオにおける EV 販売シェア (2010~2030 年)

から 33%に増加する。しかし、STEPS における大型トラックおよびバス向けの 2030 年までの追加電力需要は、NZE シナリオのレベルのわずか 3 分の 1 に過ぎず、普及を加速するためにさらなる取り組みが必要であることを示している。

燃費と CO₂ 排出基準、ならびに EV のコスト競争力を従来の車両と比較して高める購入補助金や税額控除などの金銭的インセンティブが共通の政策手段である。政府はまた公共および民間の充電器に金銭的インセンティブを提供したり、建築基準法でインフラ要件を規定したりするなど支援している。

今日、水素生産は気候の解決策というよりはむしろ気候の問題となっている。水素の需要は増加しており、2022 年には 9,500 万トンに達しているが、その大部分は排出集約型の供給によって満たされており、その結果、2022 年には 0.9Gt を超える CO₂ の直接排出が発生している。水の電気分解、またはハイレベルの CO₂ の回収と貯留を伴う化石燃料からの低排水素の生産は、2022 年には 1Mt 未満であった。

低排水素に対する旺盛な需要がなければ、電解槽などの機器の市場シェアを確保する現在の競争に勝者はいないであろう。NZE シナリオでは、大量の低排出ガスは最小限のプラント変更で統合でき、新しいインフラストラクチャーがほとんど必要ない既存の用途で最初に需要が拡大する。これは最近の経験に基づいている。これまで、電気分解または CCUS による水素生産のための世界最大の資金調達プロジェクトのほとんどは、肥料プラントなどの既



低排出水素の使用量は 2030 年までに 7000 万トンに大幅に増加し、航空や船舶などの新たな用途にも拡大する。
 注: Mt H₂ = 水素 100 万トン。対策なし化石燃料には、尿素合成などで貯蔵せずに利用するために CO₂回収によって生成された水素が含まれる。航空および船舶の燃料および発電の需要には、低排出水素ベースの燃料を生産するために変換される水素が含まれる。

図 3.21 NZE シナリオにおける世界の水素需要 2022～2050 年

存の需要に応えるように設計されてきた。しかし、既存の用途における低排出水素の需要レベルは、NZE シナリオで 2030 年までに要求されるレベルに達するには不十分である（図 3.21）。

NZE シナリオにおける 2030 年の世界の低排出水素需要の 5 分の 4 以上が新たな用途となっている。規模別にランク付けした最大の需要源は、発電（貯蔵を含む）、低排出水素ベースの運輸用燃料、鉄鋼生産である。長期的には、航空、船舶、そして程度は低いが大規模トラックでの低排出水素の使用が増加し、運輸が最大の水素需要源となり、産業界が発電を追い越して第二位となる。

航空分野では、水素と CO₂ から得られる合成航空燃料は、ドロップイン燃料として大きな可能性を秘めている。2022 年の生産量はごくわずかだが、NZE シナリオでは、この新しい用途は 2030 年には年間 20 億リットル以上に増加する（航空需要の 1%未満）。これにより、1Mt の水素需要が生み出される。航空業界が発表したこの燃料の購入量に対する需要の約束は、設置容量の不足もあり、シナリオで予測されたレベルをはるかに下回っている。

船舶分野において、船舶の燃料としてアンモニアやメタノールを使用するには、エンジンの改造や燃料供給システムの開発が必要である。現在、アンモニアを使用して運航する商業船はないが、エンジンメーカーはこの技術のテストに成功し、2022 年末時点で約 150 隻のアンモニア対応船舶が発注されている。NZE シナリオでは、アンモニア対応船舶の発注は 2022

年のレベルから 2030 年まで平均して年間約 20%増加し、これは典型的な年間船舶発注の約 15%に相当する。低排出水素の使用を急速に拡大できるようにするには、海運事業者とアンモニアおよびメタノール生産者との間の協定が必要となる。

現代のバイオエネルギーはクリーンエネルギー移行の柱の 1 つであり、NZE シナリオでは現在の総エネルギー供給量の 6%から 2030 年には 13%、2050 年には 18%に増加する。

NZE シナリオにおける現代のバイオエネルギー利用の増加のほとんどは新興国と開発途上国において生じており、2030 年までにほぼ 2 倍となり、先進国よりも約 3 分の 1 速い速度で成長する。主な原動力は液体バイオ燃料の生産量の増加であり、そのほとんどは開発途上国の運輸部門で消費されるが、先進国にも輸出される。

バイオエネルギーは多くの分野で使用されているが、運輸部門で特に重要な役割を果たしており、運輸部門の液体燃料需要に占めるバイオエネルギーの割合は、現在の約 4%から 2030 年までに 10%以上に増加する。これは主に乗用車、大型トラック、長距離航空、国際船舶においてもたらされる。

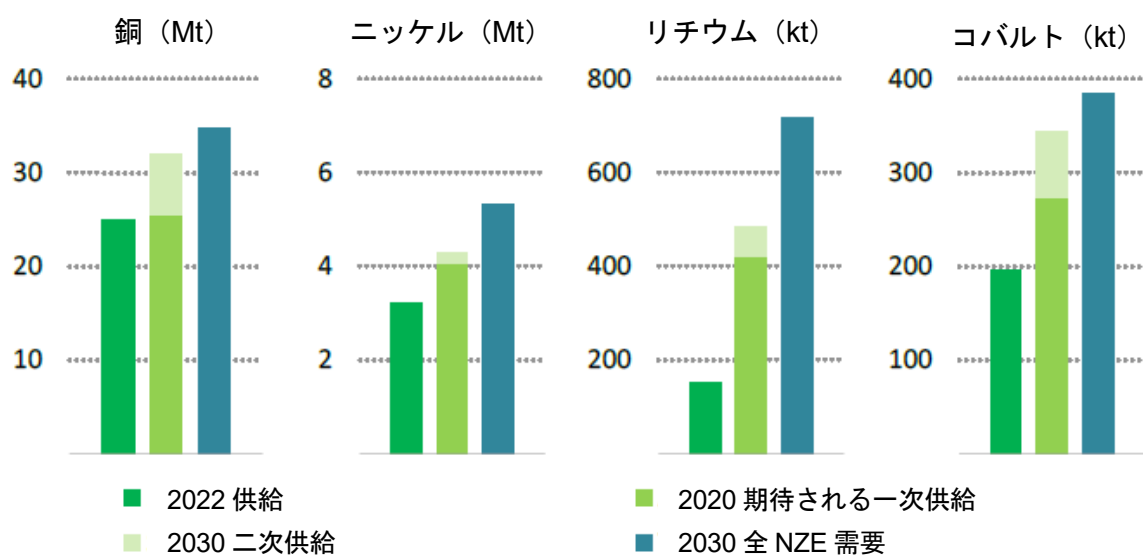
4. 安全で公平かつ協力的な移行 共により迅速に

2021 年の IEA Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector は、公正かつ効果的な国際協力がなければ、ネットゼロ排出への移行は数十年遅れると結論付けている。今日、世界は地政学的亀裂の深刻化、エネルギー安全保障への懸念の高まり、クリーンエネルギーのサプライチェーンと技術をめぐる競争の激化、特に多くの新興市場国や開発途上国における金融・財政状況の逼迫に直面している。こうした状況により、国際協力はさらに困難になる可能性があるが、それは 2021 年同様現在も重要である。

クリーンエネルギー技術の急速な導入により、サプライチェーン、特に重要な鉱物に負担がかかっている。クリーンエネルギー技術のサプライチェーンの開発は、2015 年以来目覚ましい進歩を遂げている。しかし、重要な鉱物供給の予想される成長ペースは、クリーンエネルギー技術の製造能力の追加ペースにはまだ及んでいない。そのため、ネットゼロエミッションへの移行をサポートするために必要な世界各国でのクリーンエネルギー導入の拡大ペースに課題が生じている。

NZE シナリオでは、クリーンエネルギー用途に重要な鉱物の需要は 2022 年から 2030 年の間に 4 倍になる。EV と蓄電池が需要増加の主な原動力であるが、低排出ガス発電や電力網からの需要も増加する。NZE シナリオでは、2030 年までにクリーンエネルギー部門がリチウム総需要の 90%近くを占め、現在の 60%から増加し、2030 年頃にはクリーンエネルギー技術がニッケルの最大消費者としてステンレス鋼を追い抜くことになる。

近年の増加にもかかわらず、現在のプロジェクトパイプラインから予想される供給量は依



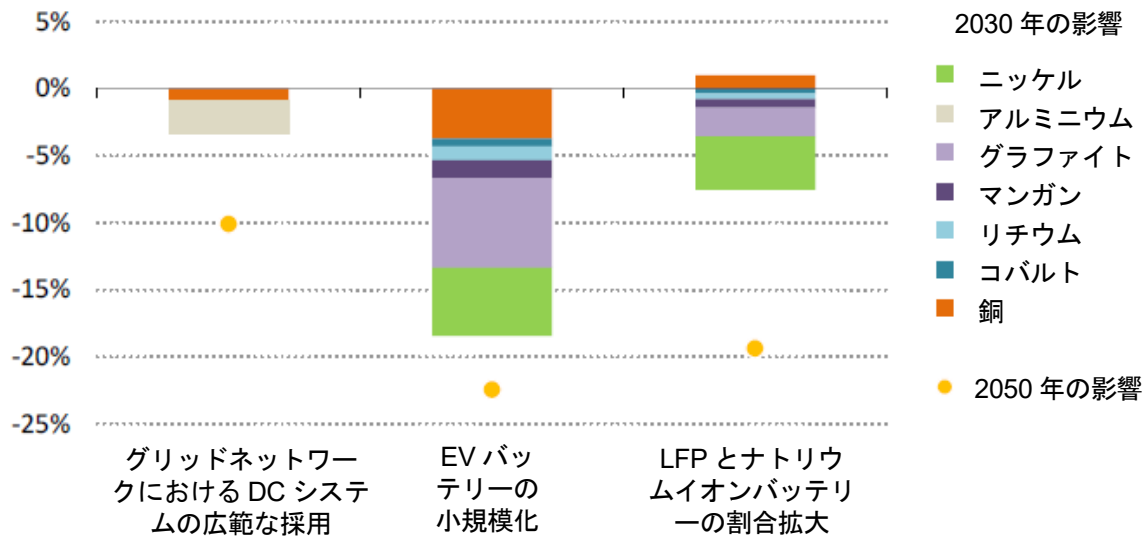
新しいプロジェクトへの投資が増加している一方で、NZE シナリオの要件を満たすには、投資、リサイクル、技術革新を促進するさらなる努力が必要である。
 注: Mt = 100 万トン。NZE = ネットゼロシナリオ。供給の予測量は、発表されたプロジェクトの評価に基づいて予想される将来の生産量である。二次供給とは、リサイクル材からの供給を指す。

図 4.1 2030 年の NZE シナリオにおける特定の鉱物の供給と需要の予測

然として NZE シナリオの要件を下回っている (図 4.1)。供給不足によりエネルギー移行が遅れたり、コストが上昇したりするリスクを回避するには、新しい採掘・精製施設への投資を拡大することが重要である。

世界の供給量における一部の重要な鉱物の上位 3 位の生産国のシェアは依然として非常に高く、ニッケルとコバルトでは 2019 年の水準から変わっていない。特に精製および加工事業に関しては、計画されているプロジェクトのほとんどが既存の生産者により開発されており、計画されているリチウム精製プロジェクトの半分は中国が保有し、計画されているニッケル精錬施設のほぼ 90% はインドネシアが占めている。

リサイクル率の向上は、一次供給への圧力を軽減するのに役立つ。また、リン酸鉄リチウム化学反応やナトリウムイオン電池における普及が広がれば、EV バッテリーの鉱物需要は 2030 年に 7%、2050 年にはほぼ 20% 削減される。さらに、消費者行動の変化も影響する。スポーツ用多目的車やその他の大型車への需要が減ると、EV 用バッテリーの鉱物需要が 2030 年に 18%、2050 年には約 20% 減少すると想定される (図 4.2)。



技術革新と消費者行動により、需要を削減することで潜在的な供給ひずみを緩和する余地が得られる。
注: DC = 直流。LFP = リン酸鉄リチウム。

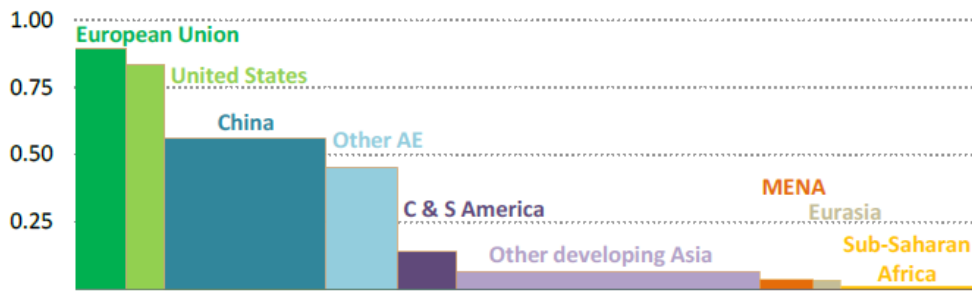
図 4.2 NZE シナリオにおける 2030 年および 2050 年の物質需要に対する
技術と行動の変化の影響

2050 年までにネットゼロ排出を達成するには、世界中のすべての国、すべての組織、すべての個人がクリーンエネルギーへの移行に貢献する必要がある。しかし現在でも、クリーンテクノロジーの導入ペースには依然として大きなばらつきがあり、先進国と中国が大きくリードしている一方で、他の新興市場国や開発途上国は遅れをとっている。

一人当たりのエネルギー消費量は国によって大きく不平等であり、クリーンエネルギー消費量はさらに不平等である。IEA が包括的なエネルギー統計を保有している国の中で、現在のエネルギー格差のジニ係数は、すべてのエネルギー消費源で 0.39、クリーンエネルギーで 0.46 となっている。

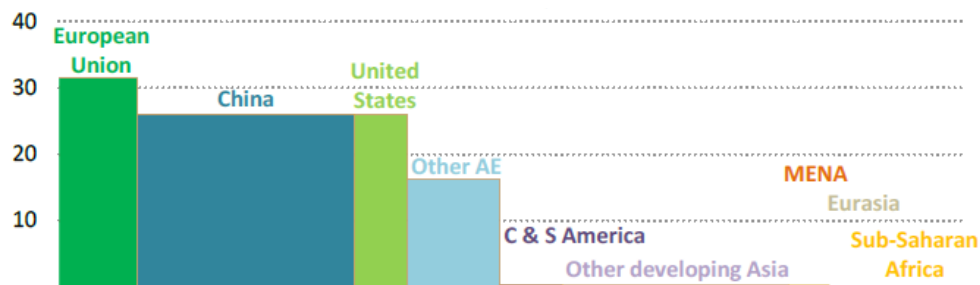
クリーンエネルギーへのアクセスの違いは、技術によって大きく異なる。現在、先進国と中国を合わせた国民一人当たりの太陽光発電と風力発電の稼働容量は、世界平均のほぼ 2.5 倍となっている（図 4.7）。アフリカでは一人当たりの風力発電と太陽光発電の導入が特に低い。たとえば、2022 年には、オランダにはアフリカ全土よりも多くの太陽光発電設備が設置されていた。バッテリーストレージなど、より資本集約的で成熟度の低い技術は、地域で最も不均等に導入されている。クラス最高の高効率家電や発光ダイオード（LED）照明システムなど、資本集約度の低い技術はより均等に導入されている。この格差は、先進国がクリーンエネルギー技術の導入を早期に開始したことの影響だけではない。同様に、最近の容量追加や新規販売でも大きな格差が見られる。

太陽光発電と風力発電の容量（百万人当たり GW）



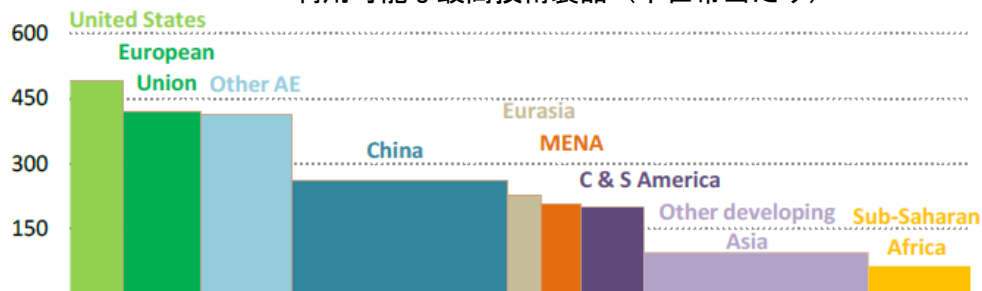
EV 保有台数（千世帯当たり）

人口



利用可能な最高技術製品（千世帯当たり）

世帯



世帯

先進国と中国では、他の新興市場国や開発途上国よりもクリーンエネルギー技術の導入率が高い。
注: BAT = 利用可能な最高技術。United States = 米国、European Union = 欧州連合、その他 AE = その他先進国、China = 中国、Eurasia = 欧州アジア、MENA = 中東および北アフリカ、C&S America = 中南米、Other developing Asia = その他のアジア開発途上国、Sub-Saharan Africa = サハラ以南アフリカ。

図 4.7 地域別の人口と世帯に対して標準化されたクリーンエネルギー技術の導入、2022 年

参考文献

- 1) IEA, Net Zero Roadmap A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach 2023 Update, 2023.

日交研シリーズ目録は、日交研ホームページ
http://www.nikkoken.or.jp/publication_A.html を参照してください。

A-911 「電動車を活用した脱炭素スマートシティの
構築に関する研究」

電動車を活用した脱炭素スマートシティの構築に関する
研究プロジェクト

2025年2月 発行

公益社団法人日本交通政策研究会

