

2024年度「太陽光発電分野に関する調査事業成果報告会」

太陽光発電システム搭載自動車を巡る動向、期待と今後の課題

発表日：2025年4月23日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 豊田 涼平

団体名 みずほリサーチ&テクノロジーズ(株)

問い合わせ先 みずほリサーチ&テクノロジーズ(株) E-mail: ryohei.toyoda@mizuho-rt.co.jp TEL: 03-5281-5286

- 太陽光発電システム搭載自動車を巡る動向
 - 乗用車の動向
 - バス・トラックの動向
- 太陽光発電システム搭載自動車により期待される効果の分析（車両1台あたり）
- 太陽光発電システム搭載自動車により期待される効果の分析（シナリオ分析）
- 太陽光発電システム搭載自動車に関する今後の課題と展望



太陽光発電システム搭載自動車を巡る動向

市場化の動向（乗用車）

- 車載太陽電池で駆動用の高電圧バッテリーを充電するシステムは、2017年に販売を開始したプリウスPHEVにおいて量産化されて以降、Karma、Hyundaiなどからも車載太陽電池により走行可能なモデルが発売されてきた。
- 直近では、2023年にCybertruckやPrius(5th)などが発売されたが、2024年は各社からの新規の販売は見られない状況となっている。

太陽光発電電力を駆動源に利用する太陽光発電システム搭載自動車（乗用車）の例

自動車名称	メーカー	カテゴリ	太陽電池容量	バッテリー容量	車両重量	電費	航続可能距離	太陽電池価格	ステータス*1
			W	kWh	kg	km/kWh	km		
Prius (4 th)	Toyota	PHEV	180 W	8.8	1,510	—	—	288,000円	販売中 (2017年～)
Prius (5 th)	Toyota	PHEV	(186 W)*2	51 (Ah)	1,570	6.6~8.9	—	286,000円	販売中 (2023年～)
Karma Revero	Karma	PHEV	200 W	28	2,296	—	—	—	販売中 (2020年)
Sonata	Hyundai	HEV	205 W	—	1,584~1,595	—	—	\$5,400*3	販売中 (2020年～)
Bz4x	Toyota	BEV	225 W	71.4	2,195~2,285	6.8~8.8	540~559	286,000円	販売中 (2022年～)
IONIQ 5	Hyundai	BEV	205 W	58~72.6	1,870~2,100	7.0~7.6	498~618	\$3,000	販売中 (2022年～)
Cybertruck	Tesla	BEV	現状はPV 搭載無し	—	—	—	—	—	販売中 (2023年～)
Vision EQXX	Mercedes	BEV	—	100	1,755	11.5	1,000~	—	—

*1: 2024年10月時点

*2: 文献 よりPrius（4th）モデルの太陽電池出力から推計

*3: 太陽電池を搭載するモデルと搭載しないモデルの価格差であり、純粋な太陽電池の価格差ではない点に注意
(出典) 各社公開情報からみずほリサーチ&テクノロジーズ作成

市場化の動向（大型車）

- Sono Motorsをはじめとして、大型車両（HDV）への搭載に向けた開発が盛んとなっている。

事業者名	カテゴリ	開発国	太陽電池容量	バッテリー容量	導入効果
Trailer	トレーラー、バス、トラック	英国	カテゴリにより異なる	導入する車両に依存	太陽電池1.5kWを導入できるバスの場合は、年間で4,800t-CO ₂ （燃料換算で1.8kL）の削減が可能。
IM efficiency	トレーラー	オランダ	1枚あたり430W	～4kWh	年間で1～3kLの燃料削減、また3～9tのCO ₂ を削減可能。
ナガサキロジスティクス	冷凍トレーラー	日本	125W/枚×4枚	不明	走行条件・使用車両等で変化するが、10%程度の燃費向上が可能。
PLM Fleet	冷蔵トレーラー	米国	不明	137 kWh	蓄電池単体では14時間以上の稼働が可能、PV稼働時には20時間以上の稼働が可能。
Fraunhofer ISE	トラック	ドイツ	3.5 kW	不明	トラック全体の使用エネルギーの5～10%が充足可能。
香港バス、BYD	バス	中国	不明	不明 (航続300km)	PV由来の電力はバス内の照明・空調システムに使用され、電費改善率は5～8%程度見込まれる。
Sono Motors	バス	ドイツ	1.4 kW	導入する車両に依存	ハイブリッドバスへの導入効果を実走行（実際の定期路線を走行）することによって検証中
Scania	トレーラー	スウェーデン	13.2 kW	300 kWh	当該発電システムの導入によって年間8,000 kWhのPVによる発電を予測
Peak Evolution	トラック	スイス オーストリア	7.4 kW	90 kWh	高高度登頂のために地面に屋根面に4枚常設し、地上に16枚のパネルを広げて充電。
Multitrax、Volvo、FOUR	トレーラー	イタリア	5.16 kW	540 kWh	荷台リフトの上下動のための動力としてPV電力を供給。
Capsolar	トレーラー	カナダ	5.6 kW	不明	1回あたりの航続距離を30～40%延長可能
SUNSWAP、JS Davidson	トレーラー	イギリス	不明	不明	既存トレーラー（冷蔵）に導入可能。冷蔵配送時の影響なし
PXP、東プレ	トラック	日本	不明	不明	国内の物流車両に年間452MW導入された場合、年間で408ktのCO ₂ 削減が可能

（出典）各社公開情報等からみずほリサーチ&テクノロジーズ作成

大型車への太陽光発電搭載の開発例

- Sono Group NVの子会社で、太陽光発電搭載自動車を開発してきたSono motors GmbHが2024/2/7付でMunich地方裁判所に破産申請を申し入れ、受理されたことを発表。
- 同社は2023年2月に車両開発を中断し、ソーラーパネルの車両導入ソリューション「Solar Bus Kit」の開発に注力する方針へと転換している。
- 近年では開発・販売の方針を転換したり、メーカーが生産から撤退する動きも見られるようになっており、特にベンチャー企業において市場化・量産化の課題に直面していることが考えられる。

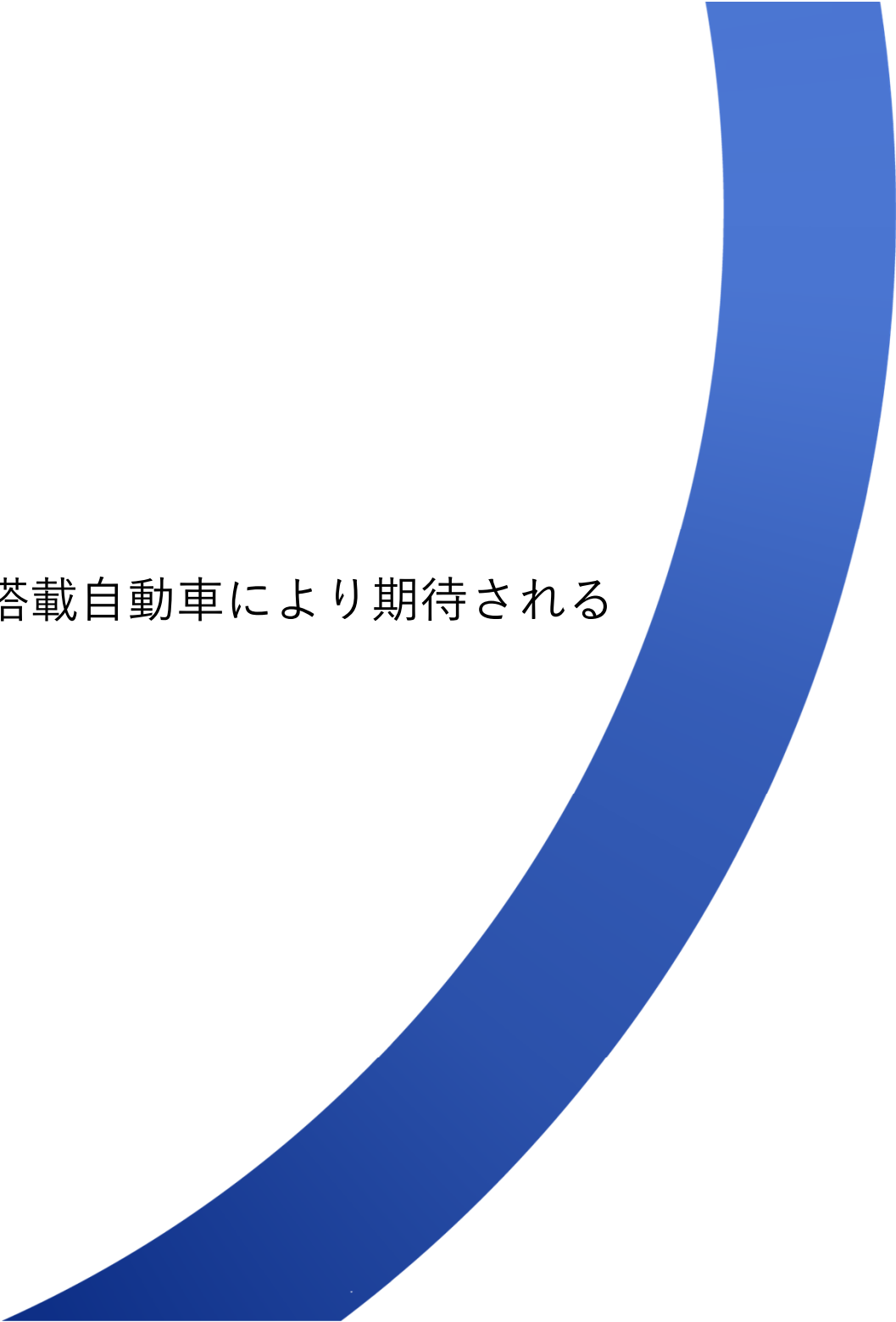
モジュール導入されたバス（Mercedes-Benz Citaro C2）



（出典）Sono Motors社プレスリリース（HP確認日 2024/2/19）

Busworld Europe 2023で公開された導入イメージ



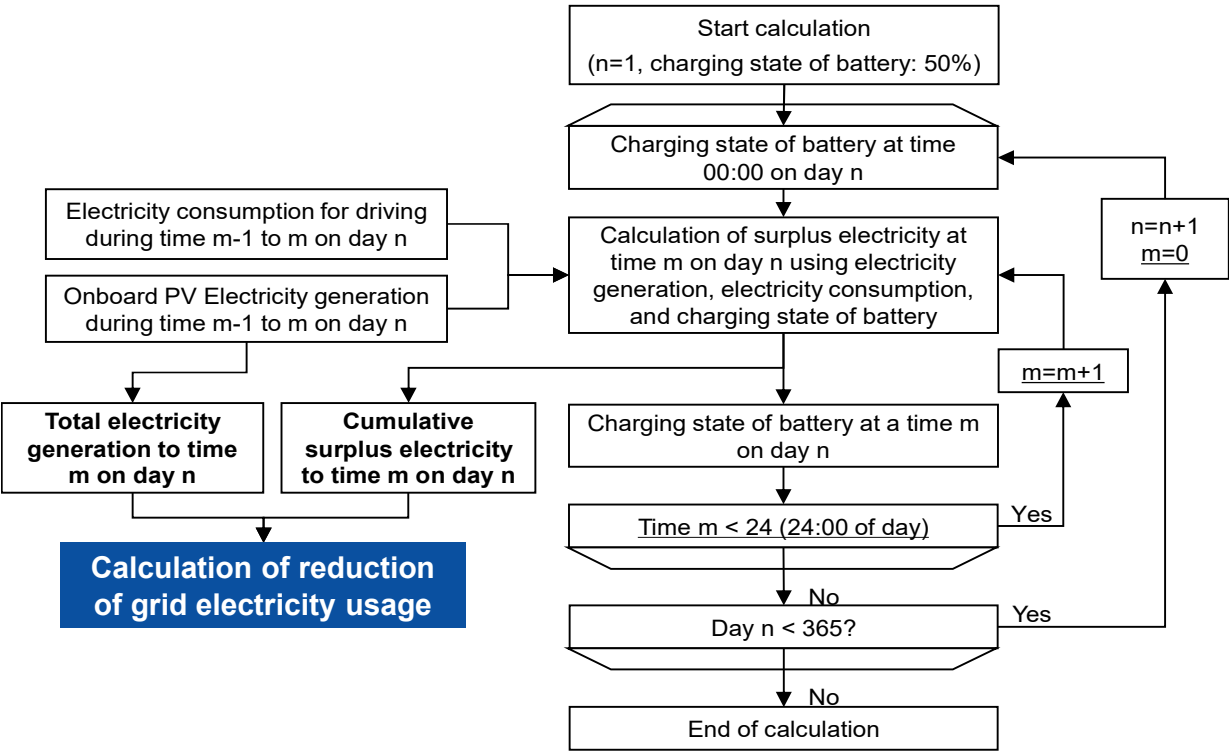


太陽光発電システム搭載自動車により期待される 効果の分析

太陽光発電システム搭載自動車1台あたりの効果分析の概要

- 本事業では、電気自動車（BEV）・プラグインハイブリッド自動車（PHEV）への太陽光発電の搭載による、系統電力の削減、充電頻度の低減およびCO2排出量の削減などの期待される効果について、定量的な分析を行った。
- 分析においては、太陽光発電の搭載により車両重量が増加することに伴う電費の低下や、走行パターンによる効果の違いを考慮した。また、太陽光発電や蓄電池の搭載容量による効果に関する感度分析も実施した。
- なお、BEVの場合は「走行中に残存電力量が足りなくなれば系統から充電する」運用を想定し、PHEVの場合は「次の日の予定走行距離に照らして蓄電池の残存電力量が足りない場合に自宅にて系統電力から充電し、走行中に残存電力量が足りなくなればガソリン走行に切り替わる」運用を想定した。

太陽光発電システム搭載自動車1台あたりの効果分析の概要



走行 タイプ	使用頻度	1回あたり 走行距離 [km]	年間走 行距離 [km]	割合 ※
A-1	2日 (土日)	150	15,600	20 %
A-2	2日 (土日)	50	5,200	26 %
B-1	4日 (月水金日)	50	10,450	18 %
B-2	4日 (月水金日)	5	1,045	15 %
C-1	5日 (平日)	50	13,050	6 %
C-2	5日 (平日)	15	3,915	15 %

※ 5,000台の走行距離の分析結果から、本分析の6種類の走行パターンの按分比率を作成
(出典) Techno-Economic Analysis of Solar Hybrid Vehicles Part 1
Analysis of Solar Hybrid Vehicle Potential Considering Well-to-Wheel GHG Emissions (2016)

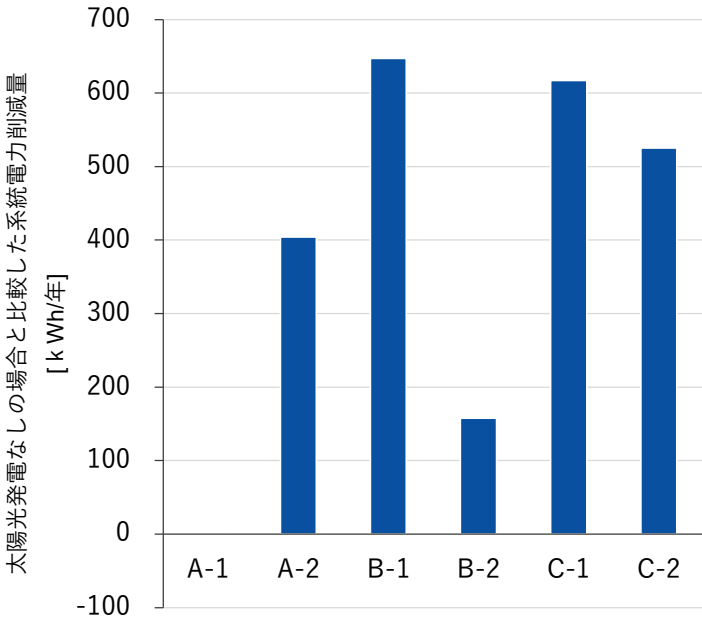
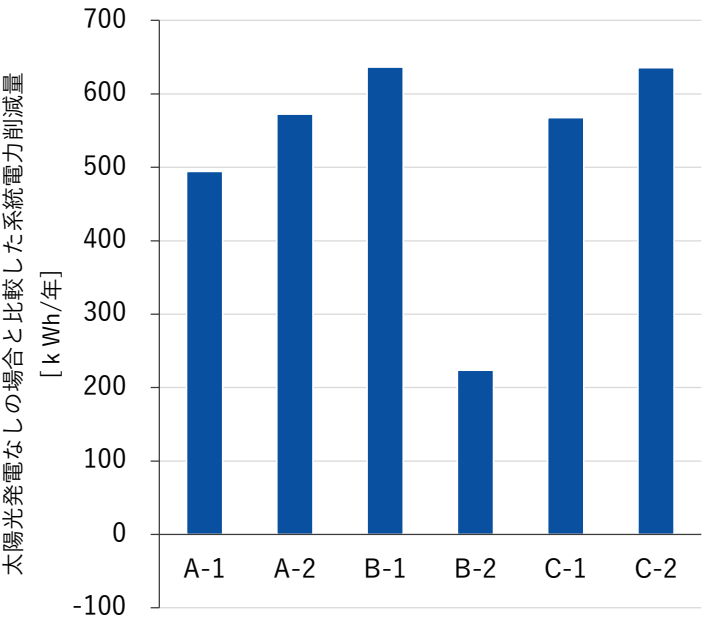
太陽光発電システム搭載自動車1台あたりの効果分析の前提条件

	項目	単位	値	備考
太陽光 パネル 関連	日積算水平面日射量	kWh/m2/day	3.39	METPV-11の東京のデータを時間帯（8,760時間）別に使用（左記は日積算水平面日射量の年平均の値）
	走行時日影損失等補正係数	%	70	NEDO中間報告書（2019）、廣田らの事例より
	製造時CO2排出量	kg-CO2/kW	2022：722 2030：606 2050：515	みずほリサーチ＆テクノロジーズ㈱「太陽光発電の持続可能化技術に関する調査」（2021年度NEDO委託業務成果報告書）
BEV 関連	走行用電力消費原単位	km/kWh-AC	6.45	日産リーフ（X）主要諸元より（電力消費原単位は交流電力量消費率（WLTCモード））
	蓄電池容量	kWh	40	日産リーフ（X）主要諸元より
	初期充電量	kWh	32（SOC：80%）	SoC 20%~80%で運用すると仮定
	充電要否判断（残量下限）	kWh	8（SOC：20%）	SoC 20%~80%で運用すると仮定
	使用年数	Year	13	直近の実績から設定
PHEV 関連	走行用電力消費原単位	km/kWh-AC	9.35	トヨタPriusPHVの値を基に電池容量（＝想定電池重量）で補正
	燃費	km/l	30.3	トヨタPriusPHVの値を基に電池容量（＝想定電池重量）で補正
	蓄電池容量	kWh	15	想定値
	初期充電量	kWh	12（SOC：80%）	SoC 20%~80%で運用すると仮定
	充電要否判断（残量下限）	kWh	3（SOC：20%）	SoC 20%~80%で運用すると仮定
	使用年数	Year	13	直近の実績から設定
その他 条件	系統電力のCO2排出原単位	kg-CO2/kWh	2022：0.472 2030：0.252 2050：0.079	WEO2023の現行政策シナリオ（STEPS）から想定
	蓄電池製造時のCO2排出量	kg-CO2/kWh	2022：68 2030：7 2050：7	ICCTにて公開されている日本のNMCの値から設定し、将来的な値はNorthvolt社の目標値を基に設定

太陽光発電システム搭載自動車1台あたりの効果分析結果（省電力）

- BEVの場合、太陽光パネルを搭載することにより電費が悪化するが、全てのケースで系統電力を削減できている。
- PHEVの場合、A-1やB-2の場合でその効果は小さい。
 - A-1は、1走行あたりの走行距離が大きいため前日の系統充電が必須となり、太陽光発電の利用率が小さくなることから、太陽光発電を搭載する効果が電費・燃費悪化と相殺される。
 - B-2は、1走行あたりの走行距離が小さいため、発電された太陽光発電の電力量の多くが捨てられることとなり、効果が小さくなる傾向。

PV搭載自動車1台あたりの効果分析結果（省電力） 左：BEV 右：PHEV

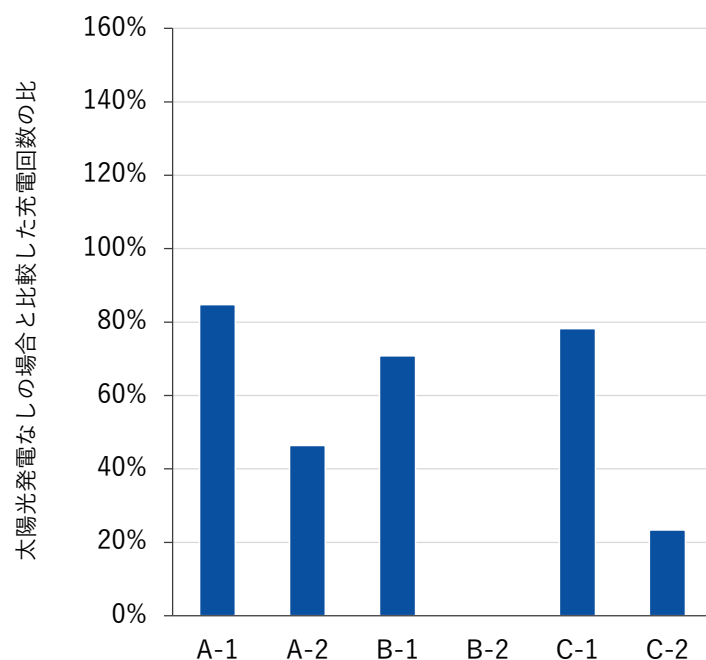


走行タイプ	使用頻度	1回あたり走行距離 [km]	年間走行距離 [km]
A-1	2日 (土日)	150	15,600
A-2	2日 (土日)	50	5,200
B-1	4日 (月水金日)	50	10,450
B-2	4日 (月水金日)	5	1,045
C-1	5日 (平日)	50	13,050
C-2	5日 (平日)	15	3,915

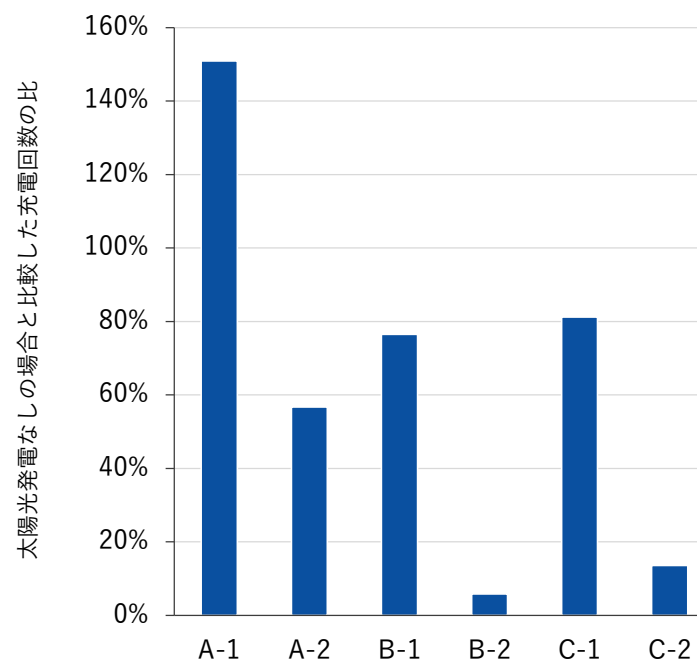
(注) BEV 太陽光発電容量：1kW、蓄電池容量：40kWh
PHEV 太陽光発電容量：1kW、蓄電池容量：15kWh

- BEVの場合、いずれのケースでも充電頻度を減らすことに繋がっている。特にB-2の場合、太陽光発電による電力量だけで賄える形（充電回数ゼロ回）になっている。
- PHEVの場合、A-1では充電回数が増加する結果となった。A-1は1走行あたりの走行距離が大きいため、走行日は充電電力量を使い切る一方で、太陽光パネルのECU消費電力を賄うため、走行日の次の日に系統充電からの充電が必須となり、結果的に系統電力からの充電回数が増える結果となった。

PV搭載自動車1台あたりの効果分析結果（充電頻度削減効果） 左：BEV 右：PHEV



(注) BEV 太陽光発電容量：1kW、蓄電池容量：40kWh
PHEV 太陽光発電容量：1kW、蓄電池容量：15kWh

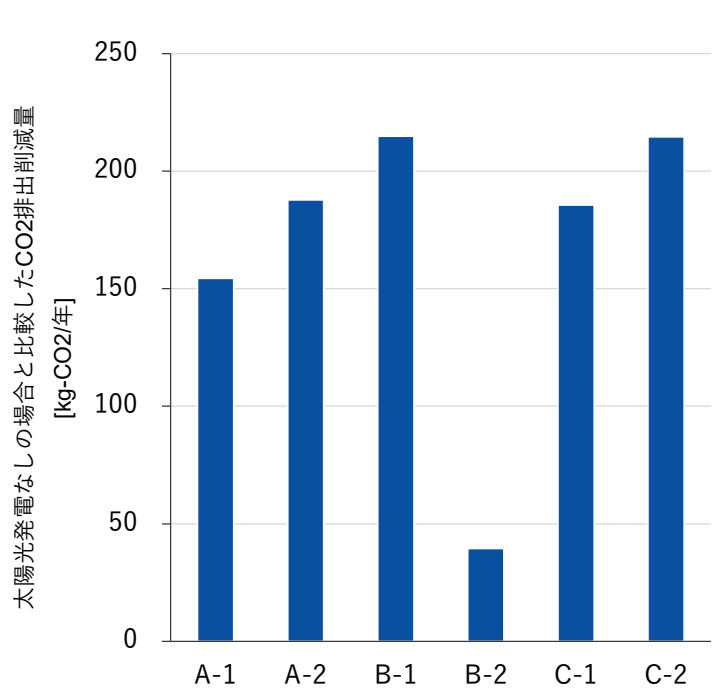


走行 タイプ	使用頻度	1回あたり 走行距離 [km]	年間走 行距離 [km]
A-1	2日 (土日)	150	15,600
A-2	2日 (土日)	50	5,200
B-1	4日 (月水金日)	50	10,450
B-2	4日 (月水金日)	5	1,045
C-1	5日 (平日)	50	13,050
C-2	5日 (平日)	15	3,915

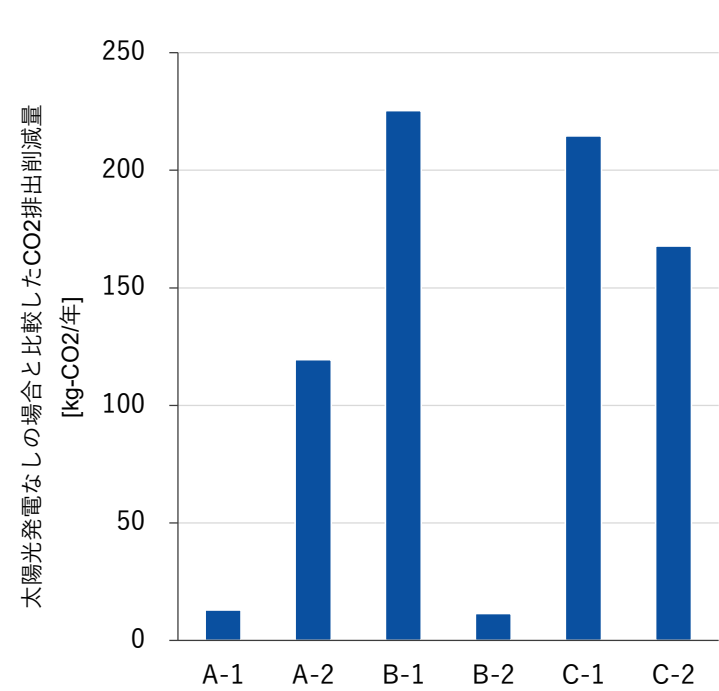
太陽光発電システム搭載自動車1台あたりの効果分析結果（CO₂排出削減効果）

- 全てのケースでCO₂排出削減効果を発揮できており、A-1を除いてBEVの場合もPHEVの場合もその効果は概ね同程度である。
- A-1は1走行あたりの距離が大きく、PHEVの場合は多くがガソリン走行となり、車両重量の増加による燃費悪化の影響から、CO₂排出削減効果が小さくなる。

PV搭載自動車1台あたりの効果分析結果（CO₂排出削減効果） 左：BEV 右：PHEV



(注) BEV 太陽光発電容量：1kW、蓄電池容量：40kWh
 系統電力のCO₂排出原単位：0.472 kg-CO₂/kWh



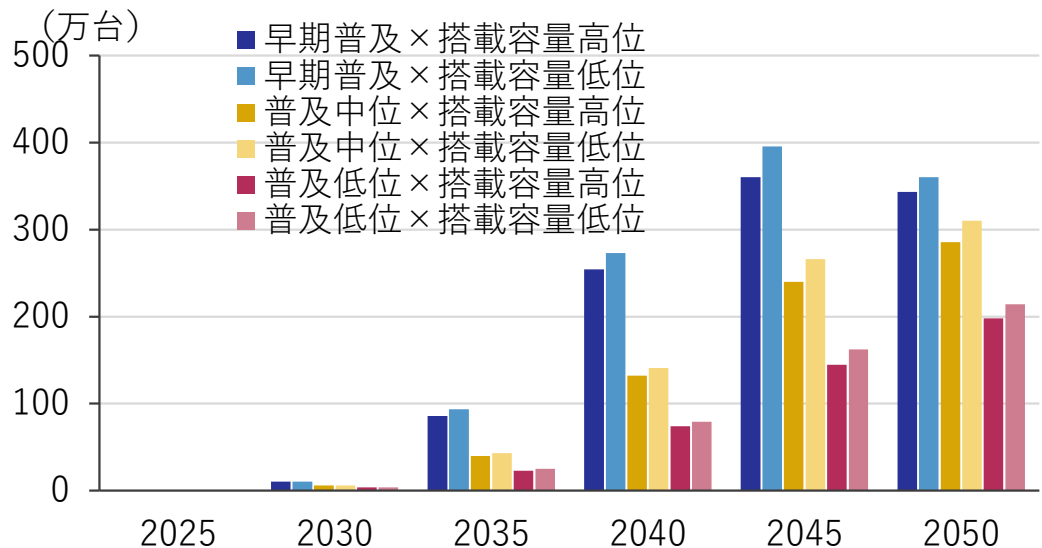
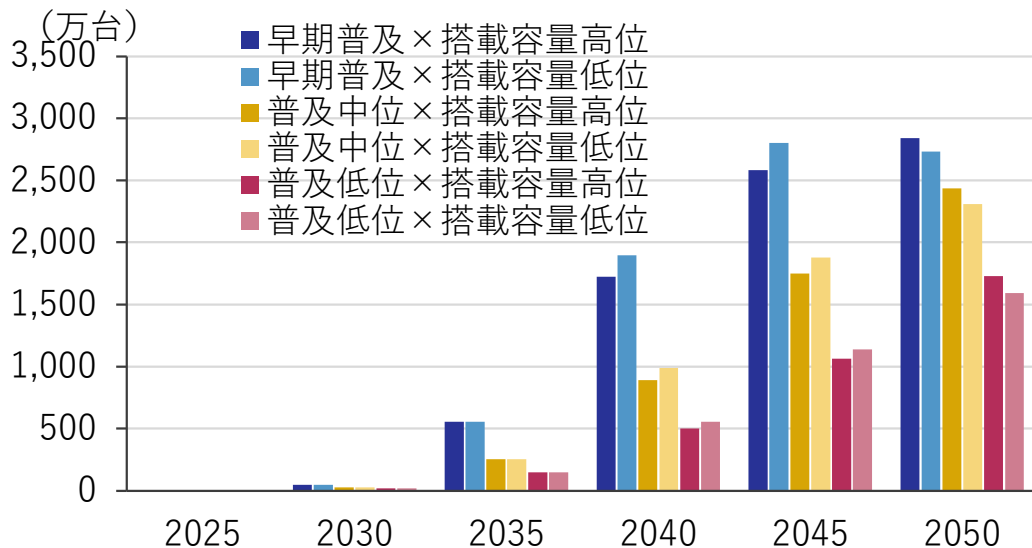
PHEV 太陽光発電容量：1kW、蓄電池容量：15kWh

走行タイプ	使用頻度	1回あたり走行距離 [km]	年間走行距離 [km]
A-1	2日 (土日)	150	15,600
A-2	2日 (土日)	50	5,200
B-1	4日 (月水金日)	50	10,450
B-2	4日 (月水金日)	5	1,045
C-1	5日 (平日)	50	13,050
C-2	5日 (平日)	15	3,915

日本における自動車普及台数の見通し

- 富士経済「2023年度版 HEV、EV関連市場徹底分析調査」における2030～2035年の販売台数見通しの傾向を維持するものと想定し、国内のBEVおよびPHEVの販売台数の見通しを算出した
- ただし、2035年までに新車販売に占める電動車比率を100%とする目標を踏まえ、2035年までに内燃車販売見通しのうち一部が電動車へ置き換わるものとした補正を行った。
- 直近動向から自動車の使用年数は13年と想定し、前述の販売台数見通しから普及台数見通しを算出した。
- 電動車に占める太陽光発電搭載自動車の比率を3パターン（普及低位：2070年に搭載率100%、普及中位：2060年に搭載率100%、早期普及：2050年に搭載率100%）設定することで、日本における太陽光発電搭載自動車の普及見通しを3パターン作成した。

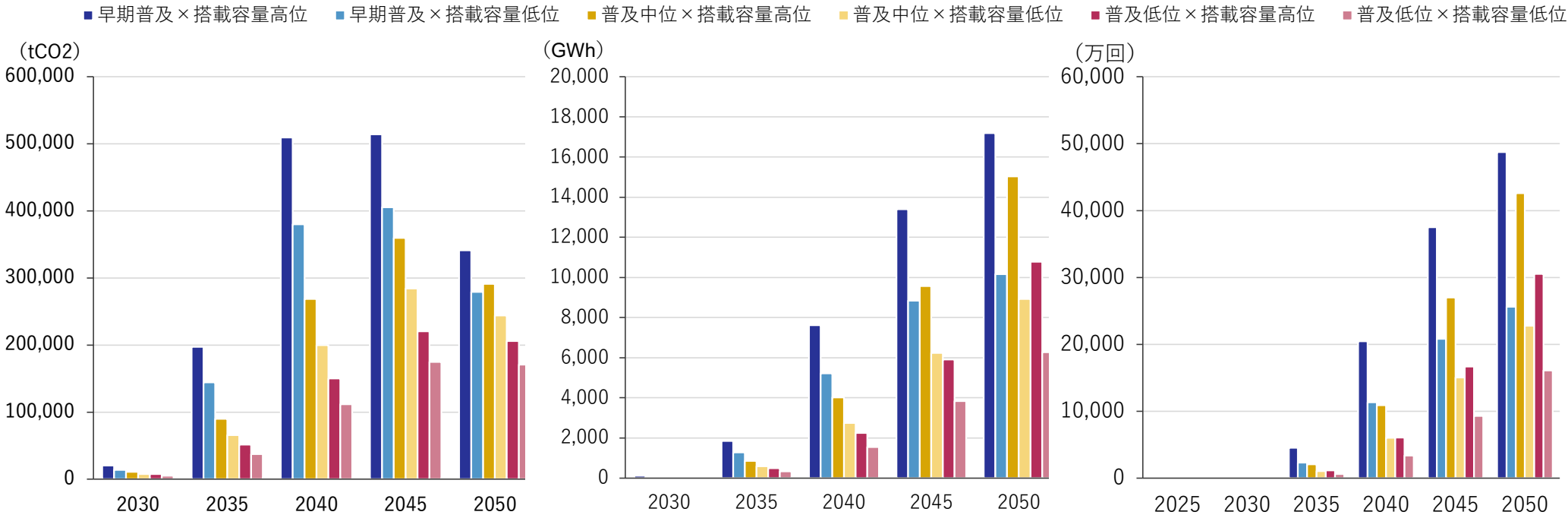
日本におけるBEV・PHEVの普及台数見通し（左：BEV 右：PHEV）



太陽光発電システム搭載自動車普及による効果分析結果

- CO2排出削減効果は、早期普及×搭載容量高位ケースでは2040年代に50万tCO2を上回る、2050年度のCO2排出削減効果は約35万tCO2となる見通し。2050年の日本の輸送部門でのCO2排出量は1,900万tCO2であり、太陽光発電搭載自動車の導入により、内燃車から電動車への以降がなされてからさらに約2%の追加的な排出量削減に繋がる可能性がある。
- 系統電力削減効果は全てのケースで2050年度にかけて増加傾向となり、2050年に6,300～17,000 GWhとなる見通し。WEO2023のAPSにおける2050年の輸送部門の電力消費量見通しは593 PJ（164,722 GWh）であり、前述の系統電力削減効果の試算結果はこの3.8～10.3%に相当する。
- 充電回数は、導入当初は重量増加に伴い増加するものの、2050年には、1.6億～4.9億回の充電回数削減が期待され、電気自動車の普及により必要となる充電インフラ等の社会コストの削減にも繋がると考えられる

PV搭載自動車普及による効果（左：CO₂排出削減 中：系統電力削減 右：充電回数削減）





太陽光発電システム搭載自動車に関する 今後の課題と展望

太陽光発電システム搭載自動車を巡る動向と期待される効果

- 乗用車への太陽電池搭載は車内換気用で始まったが、最近では発電電力が駆動用に利用されるようになった。
- 定格出力200W程度の太陽光発電を搭載した乗用車は市場化されており、小型車両や商用車、トラック・トレーラー等の大型車両へと拡がりを見せ始めている。大型車両への太陽光発電搭載は、日米欧で実証事業が開始されており、近い将来の市場化が期待される。
- 乗用車への太陽光発電搭載はやや踊り場の感もあるが、出力1 kW規模の太陽光発電搭載自動車の市場化に向けた取組が継続されている。

■ 太陽光発電システム搭載自動車に期待される効果

- 日本における太陽光発電システム搭載自動車（乗用車：電気自動車およびプラグインハイブリッド自動車）による効果として、普及が促進されるケースにおいて、2050年における普及台数は3,000万台を上回り、2040年代に50万トン/年を上回るCO2排出削減が期待される。
- また、2050年において17 TWh相当の外部からの充電電力削減効果が期待され、これにより、外部からの充電頻度が延べ1億回程度削減され、ユーザーにとっての利便性や充電インフラ整備等の社会コストの低減に寄与することができる。

今後の課題と展望

■ 太陽光発電システム搭載自動車に関する課題

- 商用車も含めた太陽光発電システム搭載自動車の実証走行を継続的に実施し、様々なデータを取得し、それらのデータの分析精度を向上させる必要がある。信頼性の高い効果予測や設計技術を導くこと、太陽光発電のみならず蓄電池特性も含めた車両性能を的確に把握・分析することにより、車両としての設計の最適化が可能となる。
- 様々なタイプや形状の太陽電池モジュール設計ならびシステム化技術を進展させていくこと、ならびに、車両の一部となる太陽電池モジュールの発電設備および自動車部品として求められる性能および性能試験方法などについて、ガイドラインの策定など標準仕様として定めていくことが望まれる。
- ユーザーに受け入れられるための太陽光発電システム搭載自動車、ならびに太陽光発電システム機器としての価格水準を把握し、その実現に向けたコスト低減が非常に重要である。

■ 今後の展望

- 車両への太陽光発電搭載は、CO2排出削減に加え、外部からの電力充電の最小化につながる。乗用車への太陽光発電搭載は、現時点では、期待できる効果に対して経済性が及ばないが、自動車への搭載は小型車両や商用車、トラック・トレーラー等の大型車両へと拡がり、大型車両への太陽光発電搭載は近い将来の市場化が期待される。
- 太陽光発電システム搭載自動車への取り組みは活発化しているものの、実用化に向けた道筋は緒についた段階である。太陽光発電、自動車双方の視点に沿った取り組みを継続的に展開し、太陽光発電システム搭載自動車の普及拡大を実現するとともに、その市場拡大を契機とした国内関連産業の活性化につながっていくことが期待される。

「太陽光発電システム搭載自動車検討委員会」報告書



太陽光発電システム搭載自動車検討委員会 報告書

「太陽光発電システム搭載自動車の現状と今後の 展望」

2025 年 4 月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

第1章 太陽光発電システム搭載自動車を巡る動向と期待される効果

1.1 太陽光発電システム搭載自動車を巡る動向

1.2 太陽光発電システム搭載自動車による期待される効果

第2章 太陽光発電システム搭載自動車の実証走行等から得られた知見

2.1 乗用車への太陽光発電搭載

2.1.1 プラグインハイブリッド自動車への太陽光発電システムの搭載 ：発電電力量と走行可能距離、曲面を有する車載面の日射量・発電量の評価

2.1.2 電気自動車への太陽光発電システムの搭載 ：発電電力量と充電頻度削減効果、日射変動に対する性能の評価

2.2 商用車への太陽光発電搭載

2.2.1 電動商用車への太陽光発電搭載

2.2.2 内燃機関走行トラック・トレーラーへの太陽光発電搭載

2.3 乗用車搭載用太陽電池モジュールの信頼性評価

2.3.1 環境負荷試験項目の整理および留意点

2.3.2 自動車部品向け信頼性試験の実施

2.4 車載太陽電池によるレジリエンス

2.4.1 レジリエンスシナリオ

2.4.2 車載太陽電池によるレジリエンス拠点としての効果

2.4.3 太陽光発電システム搭載自動車の余剰電力の融通量に応じた必要車両台数

第3章 まとめ

3.1 得られた知見

3.2 今後の課題と展望

ご清聴ありがとうございました。

ともに挑む。ともに実る。

MIZUHO



【本資料に関するお問い合わせ】
みずほリサーチ&テクノロジーズ
サステナビリティコンサルティング第1部
TEL：03-5281-5286