

2021年度成果報告会

太陽光発電の技術および  
産業・市場動向の調査  
太陽光全体の動向調査（超高効率モジュール）

みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社

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

# 事業概要

## 1. 期間

開始 : 2020年7月

終了(予定): 2023年3月

## 2. 目標

調査結果を取りまとめ、関連するプロジェクトへフィードバックする。

### ◆ 太陽光発電の移動体利用に関する動向調査

IEA PVPS Task17 (PV and Transport) や太陽光発電国際会議等への参加を通じ、自動車等への太陽電池搭載を目指した研究開発や市場の動向を把握するとともに、日本の先進的な取り組みに関する国際的な情報発信を行う。

### ◆ 太陽光発電搭載自動車に関する効果分析

自動車(乗用車)への太陽光発電の搭載を想定し、CO<sub>2</sub>排出量削減、燃料費(充電電力料金等)削減、充電回数低減などの期待される効果を定量的に分析する。

### ◆ 移動体用太陽電池技術開発の方向性に関する検討

移動体用太陽電池技術開発の方向性(開発・普及に向けた課題抽出、課題解決に向けた技術開発の方向性等)に関する検討を行う。

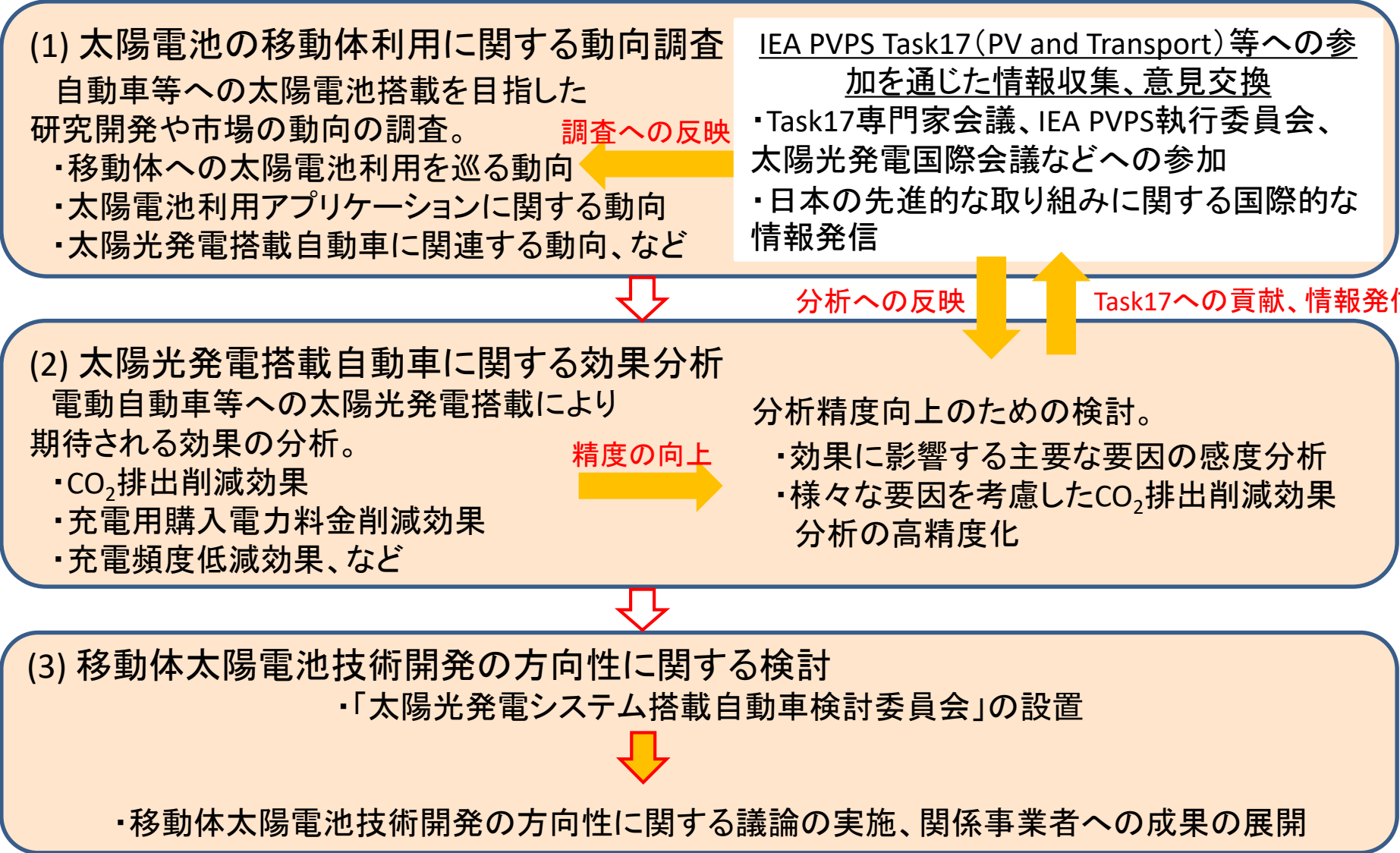
## 3. 成果・進捗概要

◆ 太陽光発電搭載自動車を巡る動向を調査するとともに、太陽光発電搭載により期待されるCO<sub>2</sub>排出量削減効果等の分析を行った。

◆ IEA PVPS Task17 (PV and Transport) を議長役として運営し、上記調査結果、ならびに海外専門家による検討結果を取り纏めた報告書を作成し、公表した。

◆ 「太陽光発電システム搭載自動車検討委員会」を設置、運営し、太陽光発電搭載自動車、ならびに移動体用太陽電池技術開発の方向性に関する議論を行った。

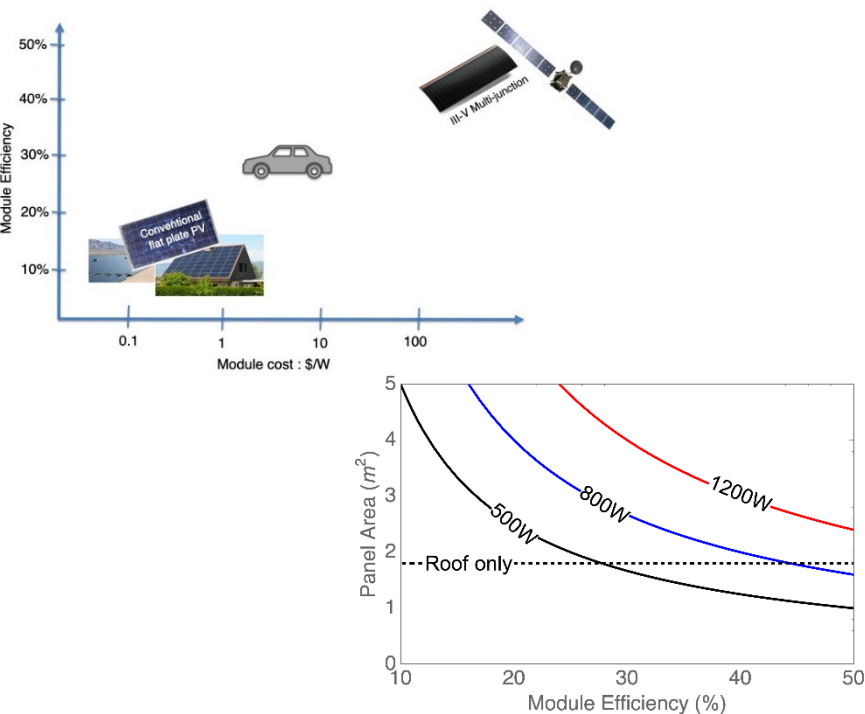
# 調査研究の概要



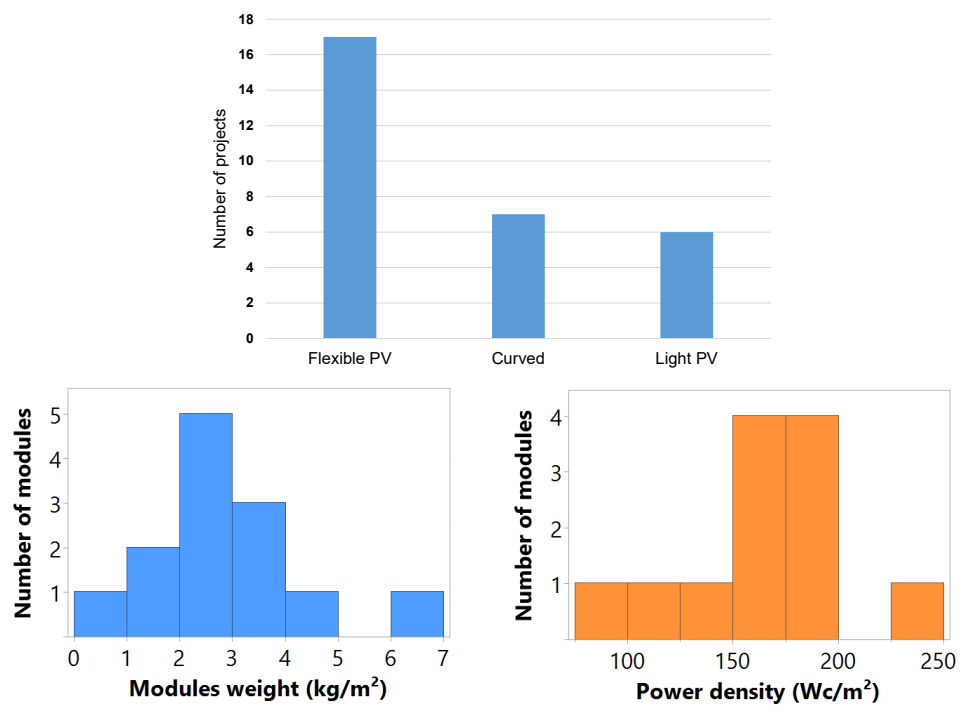
# 移動体への搭載を目指した太陽電池開発の取り組み動向

- 高効率かつ1～10 USD/Wの低コストを実現する技術が必要
- 効率と軽量化の点から、フレキシブルモジュールへの取り組みが活発

＜移動体用太陽電池の期待コスト、および  
設置可能面積と効率からみた太陽電池容量＞



＜移動体用太陽電池への取り組み(プロジェクト数)、  
およびフレキシブル太陽電池の特徴＞

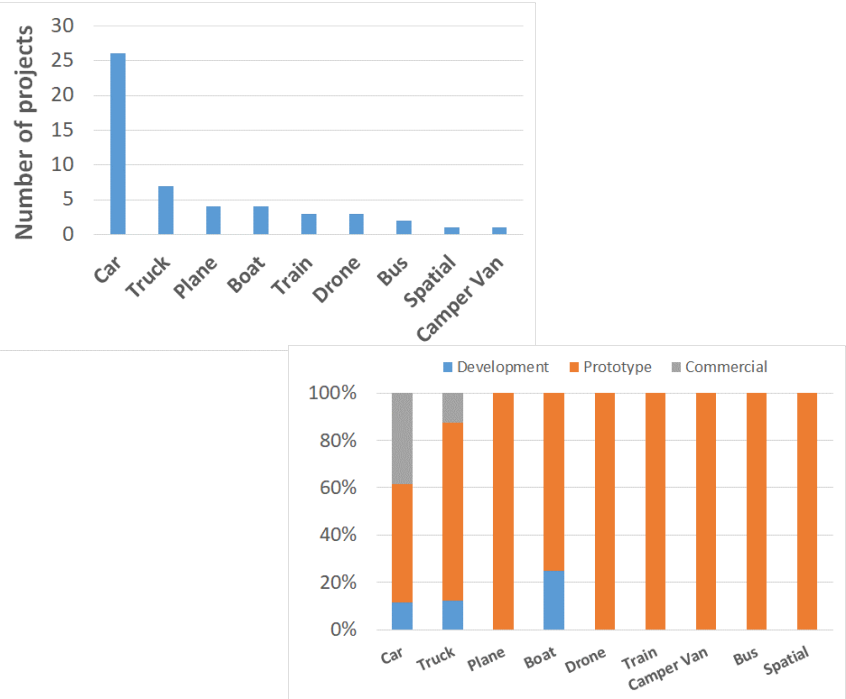


Ref.) State-of-the-Art and Expected Benefits of PV-Powered Vehicles, Report IEA-PVPS T17-01: 2021  
(<https://iea-pvps.org/key-topics/state-of-the-art-and-expected-benefits-of-pv-powered-vehicles/>)

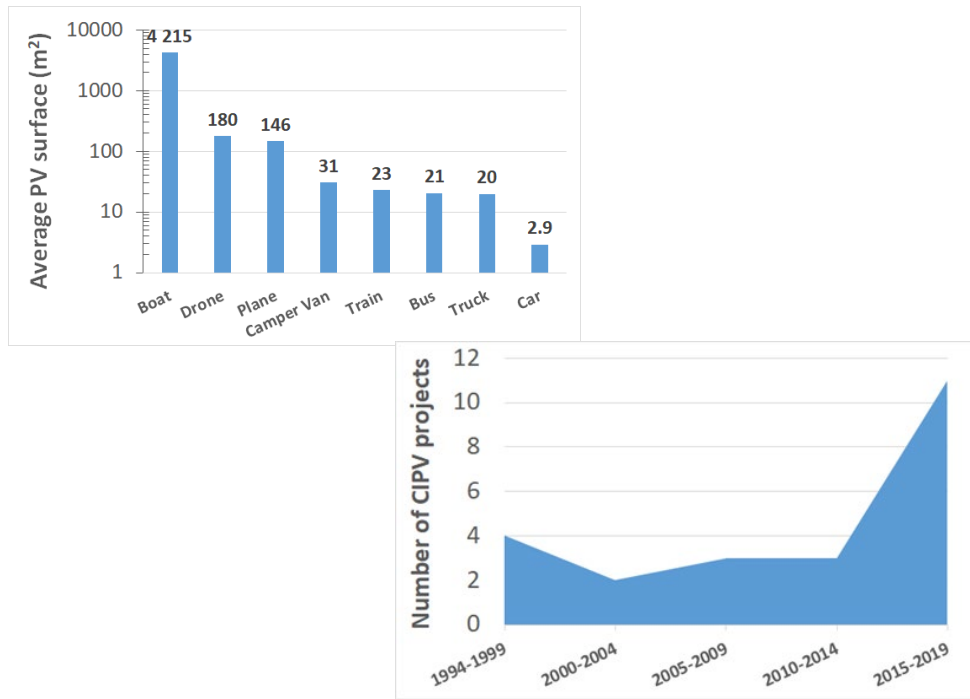
# 太陽光発電の移動体への搭載の取り組み動向

- 乗用車への搭載を目指した取り組みが主流
- 他の移動体と比較して、乗用車の設置可能面積は小さいが、近年、増加傾向

＜移動体種類別プロジェクト数とプロジェクトステージ＞



＜各種移動体の平均的なPV設置可能面積、および乗用車への搭載に向けたプロジェクト件数の推移＞



Ref.) State-of-the-Art and Expected Benefits of PV-Powered Vehicles, Report IEA-PVPS T17-01: 2021 (<https://iea-pvps.org/key-topics/state-of-the-art-and-expected-benefits-of-pv-powered-vehicles/>)

# 太陽光発電搭載自動車(乗用車)の例



Sion from Sono Motors  
(<https://sonomotors.com/en/sion/>)



Lightyear One  
(<https://lightyear.one/lightyear-one>)





PV-powered Prius-HEV (Toyota)  
([https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101150.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101150.html))



PV-powered e-NV200 (Nissan)  
([https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101326.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101326.html))

# NEDOによる太陽光発電搭載自動車開発(実証)

	2019年	2020年
車 種	TOYOTA Prius-PHV	Nissan e-NV200
	プラグインハイブリッド自動車	電気自動車
蓄電池容量	8.8 kWh	40 kWh
太陽電池容量	860 W	1,150 W
	<div><p>(<a href="https://www.nedo.go.jp/english/news/AA5en_100408.html">https://www.nedo.go.jp/english/news/AA5en_100408.html</a>)</p></div>	<div><p>(<a href="https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101326.html">https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101326.html</a>)</p></div>



# 太陽光発電搭載自動車(商用車・トラック)の例



(Photo: Institute for Solar Energy Research Hamelin)



(<https://sonomotors.com/en/sion/>)



(Photo: IM Efficiency)



(<https://www.mizuho-ls.co.jp/ja/news/news2021020501/main/0/link/Delivery%20of%20Zero-Emission%20Refrigerated%20Trailers%20for%20Leasing%20by%20PLM%20Fleet,%20LLC..pdf>)



# ドイツで実施中の商用車への太陽光発電搭載プロジェクト

- ドイツでは、Streetプロジェクトにおいて、太陽光発電搭載小型商用車の実証事業を実施中
  - 車両
    - 電動小型商用車: Work L
    - 蓄電池容量: 40 kWh
    - 電力消費量: 19.2 kWh/100km
  - 太陽光発電
    - 出力: 2,180 Wp (うち、屋根搭載: 875 Wp)
    - 効率 23%超のSHJセル
    - Smart Wire Interconnection Technology
- 実証記録(2021年5月31日)
  - システム効率(日射量→走行用電力): 68.5%
  - 走行距離: 60.6 km
  - 太陽光発電電力による走行距離: 36.3km (Solar coverage factor: 60%)



(Photo: Institute for Solar Energy Research Hamelin)

Ref.) R. Peibst, et al., Demonstration of Feeding VIPV-Converted Energy into the High-Voltage On-Board Network of Practical Light Commercial Vehicles for Range Extension, 38<sup>th</sup> EU-PVSEC, Sep. 2021

# 冷蔵トレーラーへの太陽光発電搭載冷蔵例

- トレーラーリースを手掛ける米国PLM社にて、ゼロエミッション冷蔵トレーラーを目指した太陽光発電搭載トレーラーを開発
- ディーゼル発電代替として太陽光発電を利用するもので、米国AEM(Advanced Energy Machines)が開発したSolar Tech Transportation Refrigeration Unit(TRU)を採用
  - Single and multi-temperature options
  - Full-range temperature control and performance
  - 30+ hours of continuous use between charges
  - Fully charged in 8 hours
  - Weight-neutral compared to traditional diesel TRU
  - Safe, 40-volt DC non-arc charging



Ref.) <https://ir.unfi.com/news/press-release-details/2021/UNFI-Adopts-Emerging-Transportation-Technology-to-Reduce-Emissions/default.aspx>



Ref.) <https://www.plmfleet.com/about-us/news-and-articles/2021/01/05/plm-paves-the-way-with-zero-emissions-for-the-transport-refrigerated-unit>





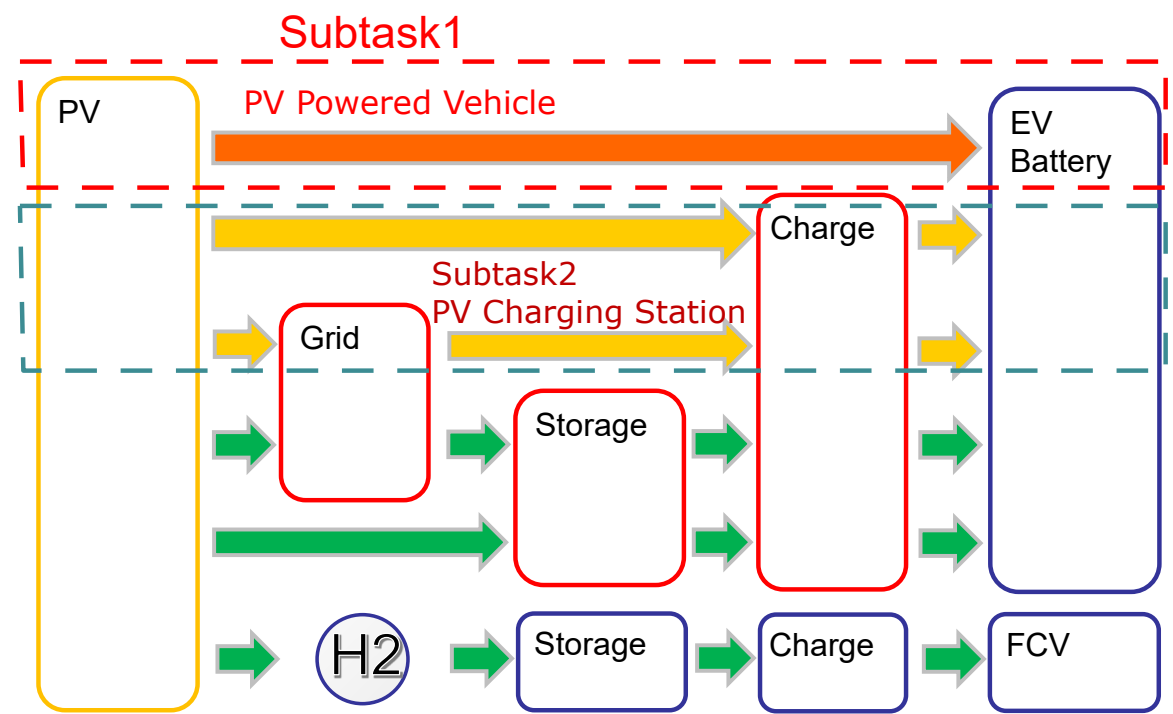
- 太陽光発電システムを対象としたIEA傘下の技術協力プログラム
- 持続的なエネルギーシステムに向けた太陽光発電の役割を高めるための情報発信、国際協力を強化するための活動を展開
- 1993年に設立され、2021年11月現在、27ヶ国5機関が参加



- タスク(Task)と称する様々なプロジェクトを実施
  - Task 01 – Strategic PV Analysis & Outreach
  - Task 12 – PV Sustainability
  - Task 13 – Performance, Operation and Reliability of PV Systems
  - Task 14 – Solar PV in the 100% RES Power System
  - Task 15 – Enabling Framework for the Development of BIPV
  - Task 16 – Solar Resource for High Penetration and Large Scale Applications
  - Task 17 – PV and Transport
  - Task 18 – Off-Grid and Edge-of-Grid Photovoltaic Systems

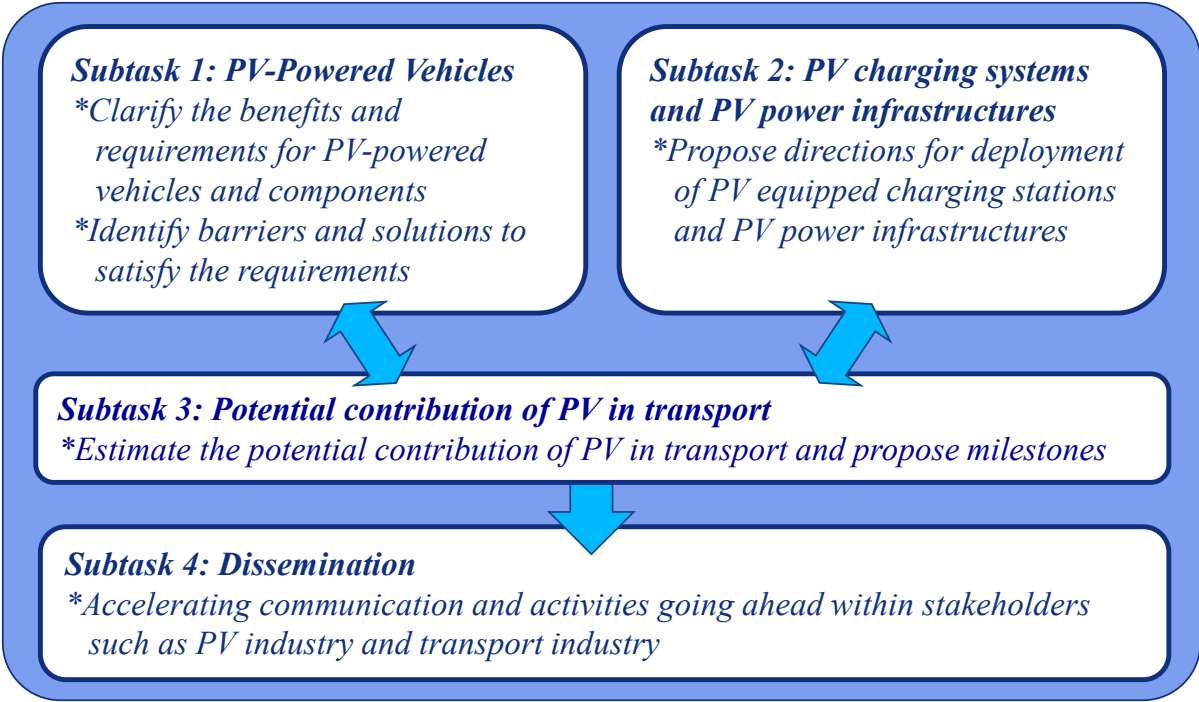
# IEA PVPS Task17: PV and Transport

- 日本の提案により発足したタスク
- 目的
  - 運輸部門における太陽光発電を促進し、運輸部門におけるCO<sub>2</sub>排出削減ならびに太陽光発電市場の拡大に貢献する。
- 参加国
  - 日本(議長)
  - オーストラリア
  - オーストリア
  - 中国
  - フランス
  - ドイツ
  - モロッコ
  - オランダ
  - スペイン
  - スイス
  - ポルトガル(オブザーバ)



# IEA PVPS Task17: PV and Transport

- 四つのサブタスク(Subtask)より構成
  - Subtask1: 太陽光発電搭載自動車の効果、課題の検討
  - Subtask2: 太陽光発電利用インフラによる効果、課題の検討
  - Subtask3: 運輸部門への太陽光発電利用拡大により期待される効果
  - Subtask4: 活動成果の情報発信





# IEA PVPS Task17: PV and Transport

## - 活動の経緯

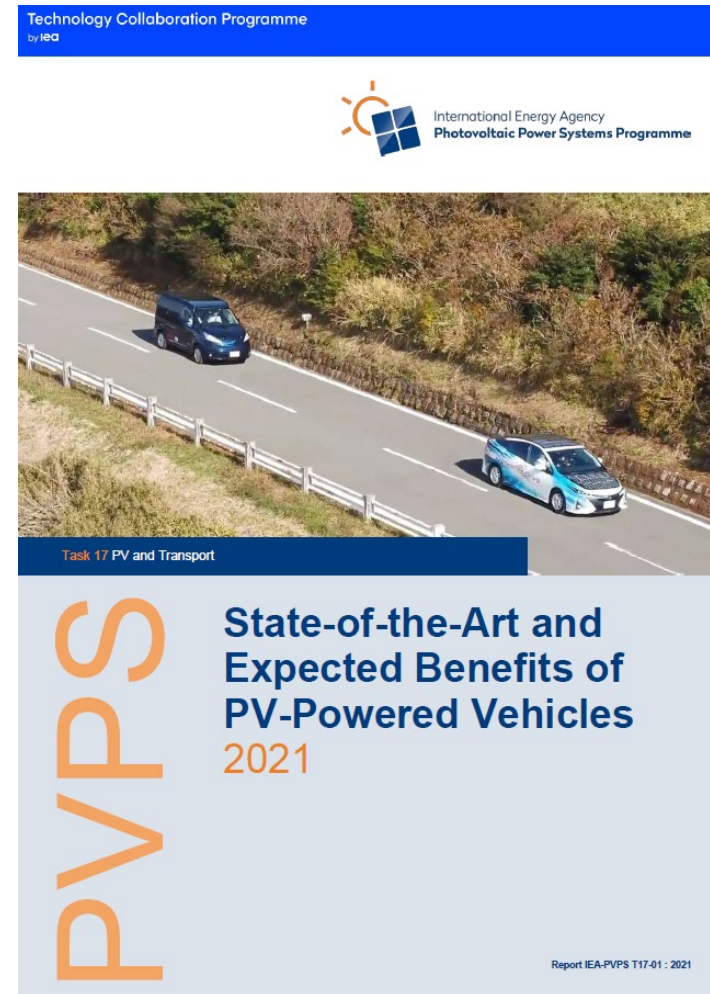
- 2017年6～11月 : Task17発足設立のためのワークショップを日米欧で開催
- 2017年11月 : 第50回IEA PVPS執行委員会にてTask17発足の承認取得
- ～2018年秋 : 海外専門家の参加呼びかけ、意見交換、活動計画作成
- 2018年10月 : Task17キックオフミーティング(第1回専門家会議)
- 2019年～ : Task17専門家会議、情報発信活動の展開を開始

＜専門家会議の開催状況＞			＜情報発信活動(Special session等)開催状況＞		
第1回専門家会議	2018年10月	スイス	InterSolar Europe	2019年5月	ドイツ
アジア太平洋会議	2019年3月	日本	Solar Mobility Forum	2019年9月	フランス
第2回専門家会議	2019年5月	ドイツ	IEA PVPS Workshop	2019年11月	中国
第3回専門家会議	2019年11月	中国	IEEE-PVSC	2020年6月	online
第4回専門家会議	2020年5月	online	Solar Mobility Forum	2020年9月	online
第5回専門家会議	2020年10/11月	online	IEA PVPS Workshop	2020年11月	online
第6回専門家会議	2021年5月	online	Solar Mobility Forum	2021年9月	online
第7回専門家会議	2021年10/11月	online	PVSEC(予定)	2021年12月	online

# Task17レポート: 太陽光発電搭載自動車の現状と期待される効果

## State-of-the-Art and Expected Benefits of PV-Powered Vehicles

- Report IEA-PVPS T17-01: 2021
- ISBN: 978-3-907281-15-4
- Available at the IEA PVPS website:  
<https://iea-pvps.org/key-topics/state-of-the-art-and-expected-benefits-of-pv-powered-vehicles/>  
[https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2021/07/IEA\\_PVPS\\_T17\\_State-of-the-art-and-expected-benefits-of-VIPV\\_report.pdf](https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2021/07/IEA_PVPS_T17_State-of-the-art-and-expected-benefits-of-VIPV_report.pdf)



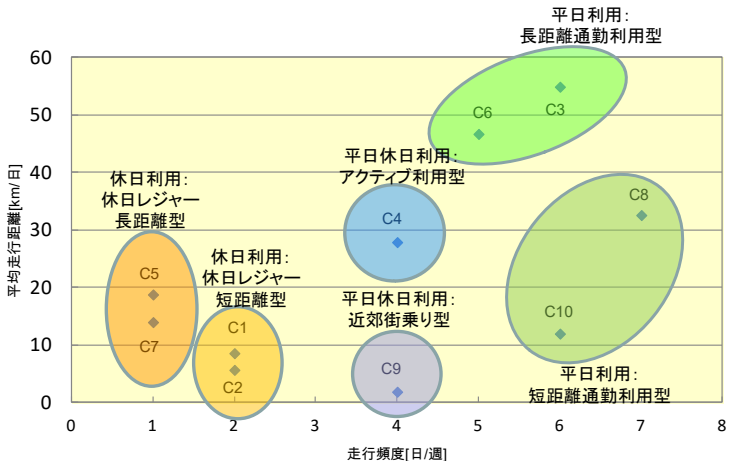
# Task17レポート:太陽光発電搭載自動車の現状と期待される効果

## State-of-the-Art and Expected Benefits of PV-Powered Vehicles : 構成

1. Recent trends in PV-powered vehicles	1.1 Overview and state of the art of PV-powered vehicles
	1.2 Overview and perspectives of the PV technologies for PV-powered vehicles
	1.3 Summary
2. Expected Benefits of PV-Powered Vehicles	2.1 Case study on PV-powered passenger cars in Japan: Expected CO <sub>2</sub> reduction and charging frequency
	2.2 Case study on PV-powered passenger cars in the Netherlands: Reduction of charging, cost and CO <sub>2</sub> emission
	2.3 Case study on PV-powered light commercial vehicles in Germany: Energy balance and expected CO <sub>2</sub> reduction
	2.4 Case study on PV-powered reefer trucks in Spain: Economic feasibility assessment
	2.5 Case study on PV-powered truck trailers in the Netherlands: PV electricity production on trailers
	2.6 Summary
3. Vehicle Solar Irradiance Measurements	3.1 Solar irradiance measurements in the Netherlands and Germany
	3.2 Solar irradiance measurements in Japan
	3.3 Solar irradiance measurements in Switzerland
	3.4 Solar irradiance measurements in Australia
	3.5 Summary
4. Next steps for realising PV-powered vehicles	4.1 Potential benefits of PV-powered vehicles
	4.2 Preliminary discussions for standardisation of solar irradiation and module design
	4.3 PV-powered vehicles in stationary mode and combination with possible infrastructures
	4.4 Conclusions and the way forward

# 太陽光発電搭載自動車(乗用車)に期待される効果:日本のケーススタディ

- 太陽光発電搭載により期待されるCO<sub>2</sub>排出削減効果ならびに充電頻度低減効果を分析
- 太陽光発電容量1kW、影による日射減30%、蓄電池容量40kWh、6走行パターン等を想定



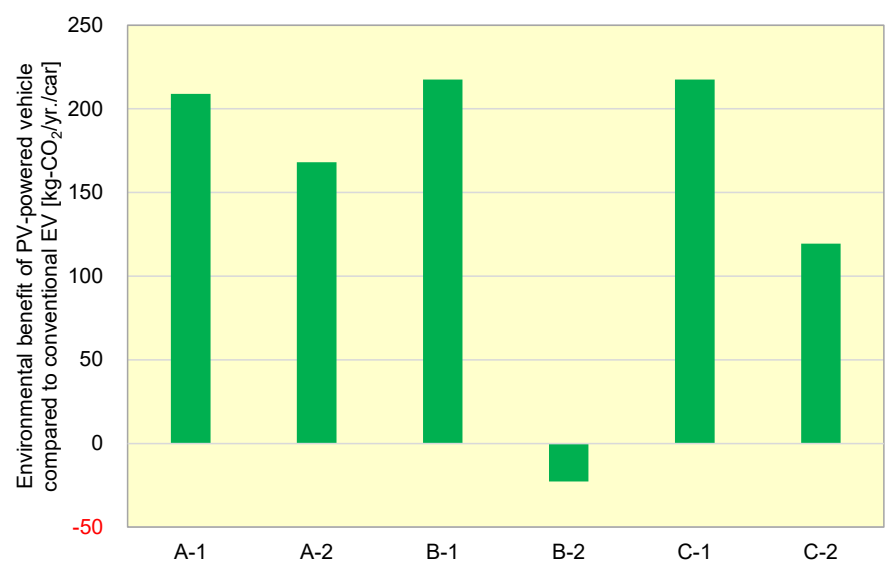
パターン	タイプ	一回あたりの 走行距離 (km)	年間走行距離 (km)
A 休日利用	A-1 休日レジャー 長距離型	150km@2 日間 (土曜日、日曜日)	15,600
	A-2 休日レジャー 短距離型	50km@2 日間 (土曜日、日曜日)	5,200
B 平日休日利用	B-1 アクティブ 利用型	50km@4 日間 (月水金日)	10,450
	B-2 近郊街乗り 利用型	5km@4 日間 (月水金日)	1,045
C 平日利用	C-1 長距離通勤 利用型	50km@5 日間 (平日)	13,050
	C-2 短距離通勤 利用型	15km@5 日間 (平日)	3,915

太陽光発電	定格発電出力	(kWp)	1.0
	Performance Ratio	(%)	80.5%
	: 温度補正係数	(%)	91%
	: MPPT 損失補正係数	(%)	95%
	: DC/DC 変換効率	(%)	95%
	: 蓄電池充電効率	(%)	98%
	日積算水平面日射量	(kWh/m <sup>2</sup> /日)	3.39
	走行時日影損失等補正係数	(%)	70%
	年間発電量	(kWh/kW/年)	696
	ECU 消費電力	(kWh/日)	0.12
電気自動車	年間有効発電量	(kWh/kW/年)	653
	CO <sub>2</sub> 排出量	(kg-CO <sub>2</sub> /kW)	1,008
	蓄電池容量	(kWh)	40
	走行用電力消費原単位	(km/kWh)	8.33
充電条件	AC/DC 変換効率	(%)	90%
	使用年数	(year)	12
	初期充電量	(kWh)	20
	充電要否判断 (残量下限)	(kWh)	6.5
系統電力	系統充電時上限	(kWh)	32
	CO <sub>2</sub> 排出係数	(kg-CO <sub>2</sub> /kWh)	0.462

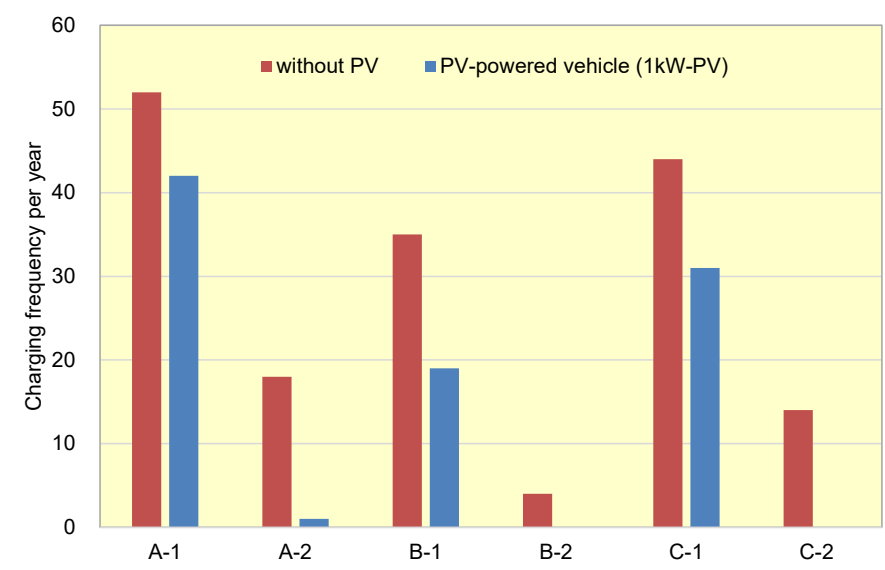
# 太陽光発電搭載自動車(乗用車)に期待される効果:日本のケーススタディ

- 年間走行距離が長い走行パターンでは、約220 kg-CO<sub>2</sub>/year/carのCO<sub>2</sub>排出削減
- いずれのパターンも充電頻度は低減し、年間走行距離が短いパターンでは外部充電不要

＜系統電力充電と比較したCO<sub>2</sub>排出削減効果＞



＜太陽光発電搭載による充電頻度低減効果＞

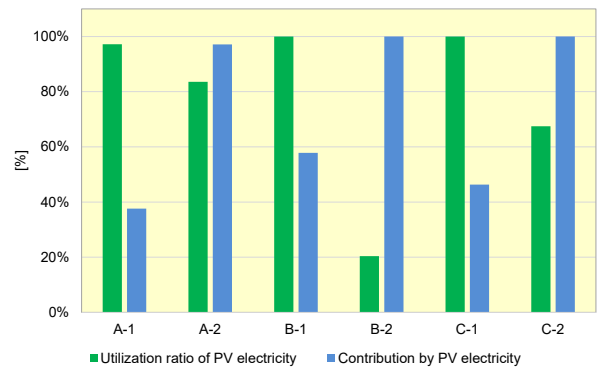


Ref.) State-of-the-Art and Expected Benefits of PV-Powered Vehicles, Report IEA-PVPS T17-01: 2021 (<https://iea-pvps.org/key-topics/state-of-the-art-and-expected-benefits-of-pv-powered-vehicles/>)

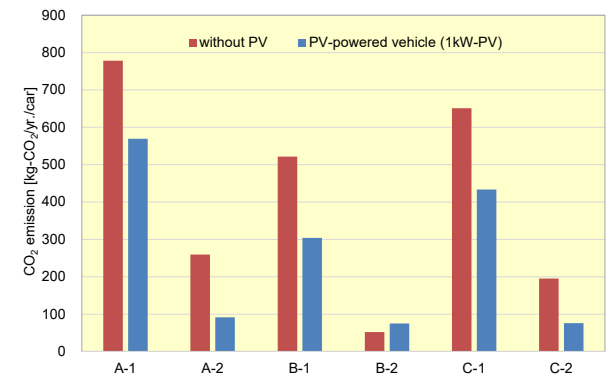


# 太陽光発電搭載自動車(乗用車)に期待される効果:日本のケーススタディ

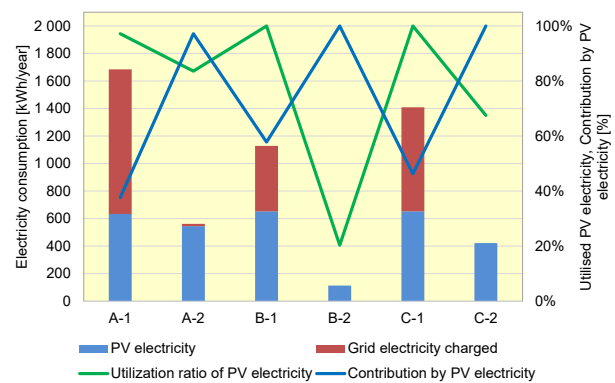
<太陽光発電電力の利用率(緑)と、走行用電力に対する太陽光発電電力の貢献度(青)>



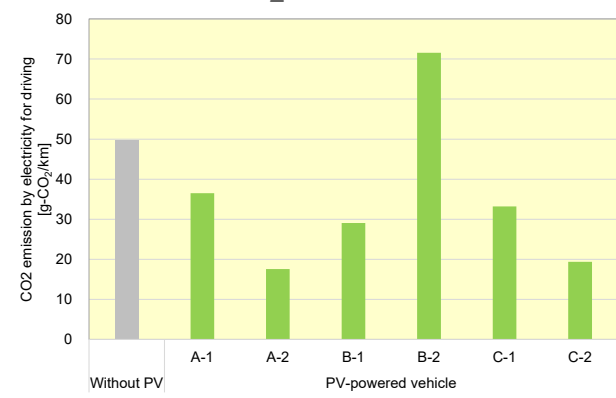
<太陽光発電の有無によるCO<sub>2</sub>排出量の比較>



<走行に伴う電力消費量と、太陽光発電電力利用率・太陽光発電電力貢献度>



<系統電力充電、ならびに太陽光発電搭載自動車による走行1kmあたりのCO<sub>2</sub>排出量>



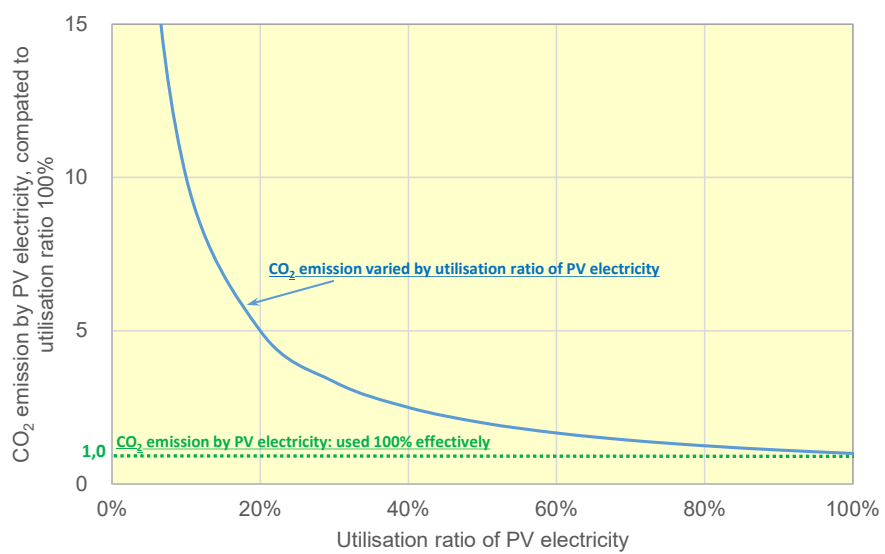
Ref.) State-of-the-Art and Expected Benefits of PV-Powered Vehicles, Report IEA-PVPS T17-01: 2021 (<https://iea-pvps.org/key-topics/state-of-the-art-and-expected-benefits-of-pv-powered-vehicles/>)

# 太陽光発電電力利用率による期待される効果への影響

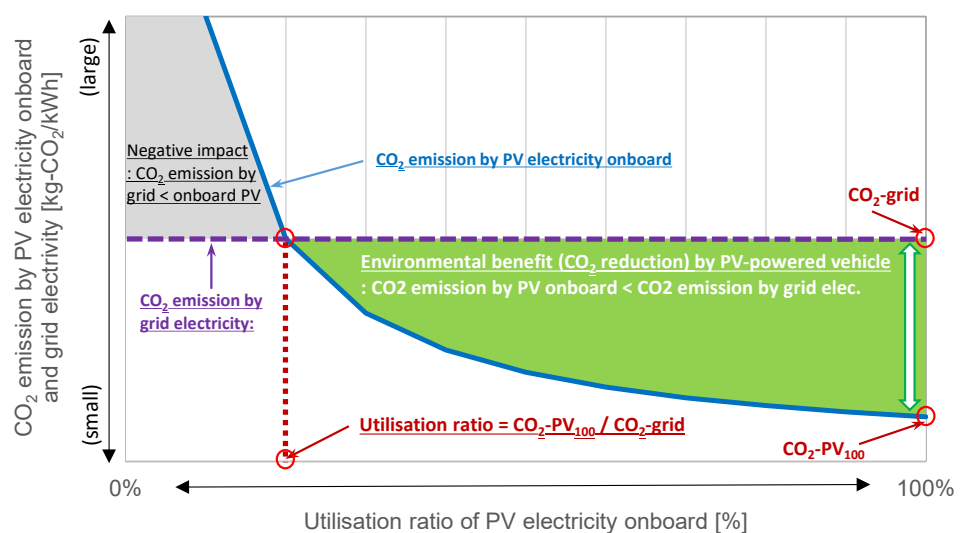


- 太陽光発電搭載自動車により得られる効果の度合いは太陽光発電電力の利用率に依存

＜太陽光発電の実質的なCO<sub>2</sub>排出原単位は利用率の低減に伴い増加(グラフの右から左)＞



＜「太陽光発電のCO<sub>2</sub>排出原単位(※)／系統電力のCO<sub>2</sub>排出原単位」に相当する利用率が境界＞



(※) 太陽光発電のCO<sub>2</sub>排出原単位  
: 利用可能な太陽光発電電力を100%利用した場合の排出原単位

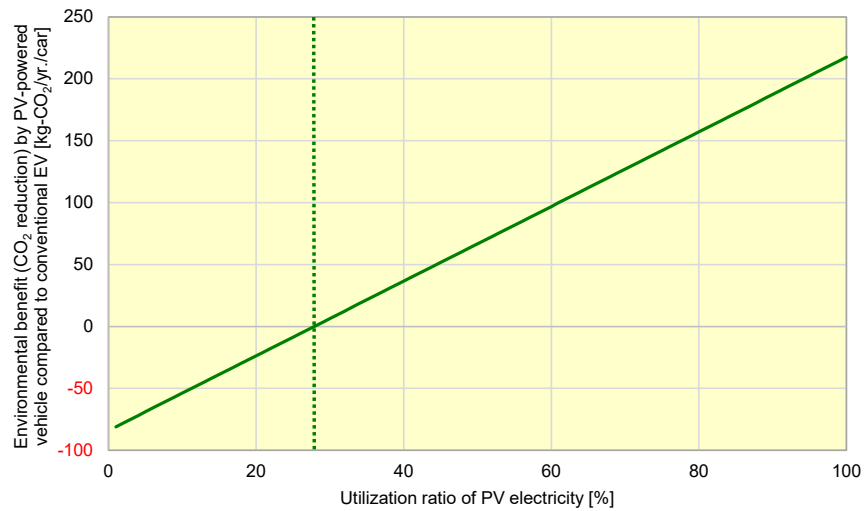
Ref.) State-of-the-Art and Expected Benefits of PV-Powered Vehicles, Report IEA-PVPS T17-01: 2021  
(<https://iea-pvps.org/key-topics/state-of-the-art-and-expected-benefits-of-pv-powered-vehicles/>)

# 太陽光発電電力利用率による期待される効果への影響



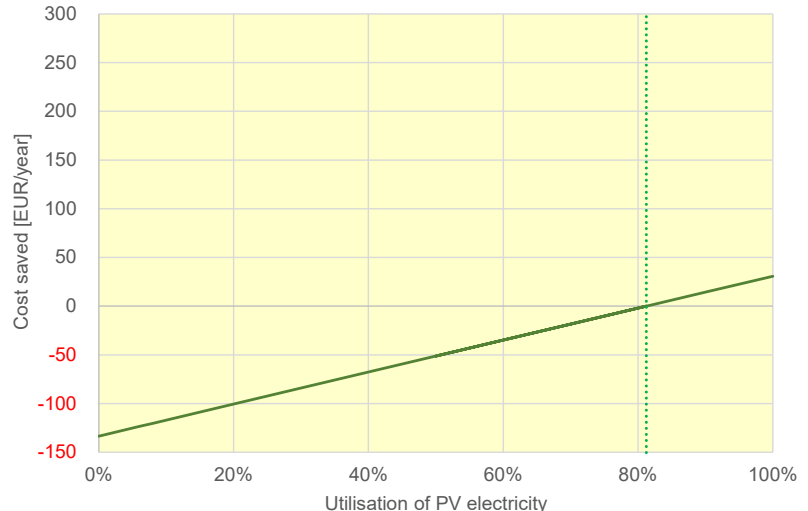
- 「太陽光発電のCO<sub>2</sub>排出原単位<sup>(※)</sup> / 系統(充電)電力のCO<sub>2</sub>排出原単位」の比率に相当する太陽光発電電力利用率が、排出量の削減／増加の境界
- 同様に「太陽光発電のLCOE<sup>(※)</sup> / 系統(充電)電力の電力価格」の比率に相当する太陽光発電電力利用率が、充電電力費用の削減／増加の境界

＜太陽光発電電力利用率とCO<sub>2</sub>排出削減効果の関係：日本のケーススタディより＞



CO<sub>2</sub> emission of grid electricity : 0,462kg-CO<sub>2</sub>/kWh  
CO<sub>2</sub> emission of PV electricity : 0,129kg-CO<sub>2</sub>/kWh (1 008kg-CO<sub>2</sub>/kW, 653kWh/kW/yr., 12yrs. lifetime),  
when utilisation ratio of PV electricity for driving =100%

＜太陽光発電電力利用率と充電電力費用削減効果の関係：オランダのケーススタディより(太陽光発電費用:2,000 EUR/kW、系統電力費用:0.217 EUR/kWh)＞



(※) 太陽光発電のCO<sub>2</sub>排出原単位およびLCOE  
: 利用可能な太陽光発電電力を100%利用した場合の値

Ref.) State-of-the-Art and Expected Benefits of PV-Powered Vehicles, Report IEA-PVPS T17-01: 2021  
(<https://iea-pvps.org/key-topics/state-of-the-art-and-expected-benefits-of-pv-powered-vehicles/>)

# Task17レポート:太陽光発電搭載自動車により期待される効果

## 市場における価値

- 太陽光発電搭載自動車は、乗用車や商用車の将来に向けたソリューションとなる。
- 軽量、高効率な自動車への太陽光発電搭載は、自動車の電力消費量の低減、一充電当たり走行距離の延長に貢献し、走行距離が短い自動車においては太陽光発電電力のみでの走行(外部充電不要)も可能となる。
- 自動車の電力化と相乗した太陽光発電の活用は、太陽光発電市場の拡大につながる。
- 充電インフラの整備が十分ではない国、地域では、太陽光発電搭載自動車の価値はさらに高まる。

## 自動車の走行時等における効果

- 太陽光発電搭載自動車は、太陽エネルギーによって年間数千kmを走行することができる。また、走行に対し、再生可能エネルギーを最も直接的に利用できる自動車である。
- 搭載した太陽光発電による電力を直接走行に利用するほか、蓄電池に貯蔵することもできる。
- 走行距離が短い場合、太陽光発電搭載自動車は外部から充電する頻度や必要性が大きく低減し、自律性の高い自動車となる。
- 蓄電池に貯蔵された電力を利用せずとも、太陽光発電電力をエアコン、換気などに直接利用することが可能となる。

# Task17レポート:太陽光発電搭載自動車により期待される効果

## 環境に対する効果

- 系統電力(外部からの充電電力)のCO<sub>2</sub>排出原単位が大きい地域や、日射量が豊富な地域においては、太陽光発電搭載自動車による環境に対する効果はより大きくなる。
- 日本やオランダのケーススタディでは、太陽光発電搭載自動車(乗用車)1台あたり、年間~250 kg-CO<sub>2</sub>の CO<sub>2</sub>排出削減効果が期待できる。
- 系統電力のCO<sub>2</sub>排出原単位が小さい地域においても、太陽光発電搭載自動車は、エネルギーミックスにおける再生可能エネルギー利用に貢献する。
- 太陽光発電を搭載することにより、自動車に搭載する蓄電池容量を、若干ではあるかもしれないが、小さくできる可能性もあるかもしれない。

## 経済的な効果

- オランダのケーススタディでは、太陽光発電の搭載により、走行用電力に係る費用が、乗用車1台あたり年間164 EUR削減されることが示された。
- 太陽光発電電力を蓄電池を介して周辺に供給することで(V2H/V2X)、太陽光発電電力の利用率が向上し、経済性の好転につながる。
- スペインのケーススタディでは、冷蔵トラックへの太陽光発電搭載に対する投資回数に必要な期間は、最短で3.62年である。
- 太陽光発電の搭載により、トラックのディーゼル消費を5%程度削減できる可能性がある。



# ま と め

## (1) 太陽光発電の移動体利用に関する動向調査

IEA PVPS Task17や太陽光発電国際会議等への参加を通じ、自動車等への太陽電池搭載を目指した研究開発や市場の動向を把握するとともに、IEA PVPS Task17の議長役として、日本ならびに海外専門家による検討結果を取り纏めた報告書を作成した。また、日本の取り組みに関する情報発信を行った。

引き続き、国内外の動向把握、ならびにTask17活動の先導を実施していく。

## (2) 太陽光発電搭載自動車に関する効果分析

太陽光発電搭載により期待されるCO<sub>2</sub>排出量削減効果等の分析を行い、その結果は、Task17報告書として公開した。

今後も、分析精度の向上、燃料費(充電電力料金)削減効果などの検討を行う。

## (3) 移動体用太陽電池技術開発の方向性に関する検討

「太陽光発電システム搭載自動車検討委員会」を設置、運営し、太陽光発電搭載自動車、ならびに移動体用太陽電池技術開発の方向性に関する議論を行った。

上記(1)(2)の調査結果も反映し、開発・普及に向けた課題抽出、課題解決に向けた技術開発の方向性等に関する検討を継続していく。

## <参 考>

- 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中間報告書(2018年1月)  
(<https://www.nedo.go.jp/content/100873452.pdf>)
  - ・ 太陽光発電システム搭載自動車検討委員会中間報告書(2)  
「太陽光発電システム搭載自動車の取得日射量に関する予備的検討」  
(2019年4月)(<https://www.nedo.go.jp/content/100892361.pdf>)
- NEDOプレスリリース
  - ・ 「世界最高水準の高効率太陽電池を搭載した電動車の公道走行実証を開始」  
(2019年7月4日)([https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101150.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101150.html))
  - ・ 「世界最高水準の高効率な太陽電池セルを活用し、電気自動車用太陽電池  
パネルを製作」(2020年7月6日)  
([https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101326.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101326.html))
- IEA PVPS Task17: PV and Transport
  - ・ プロジェクトサイト  
: <https://iea-pvps.org/> / <https://iea-pvps.org/research-tasks/pv-for-transport/>
  - ・ Report: State-of-the-Art and Expected Benefits of PV-Powered Vehicles  
: [https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2021/07/IEA\\_PVPS\\_T17\\_State-of-the-art-and-expected-benefits-of-VIPV\\_report.pdf](https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2021/07/IEA_PVPS_T17_State-of-the-art-and-expected-benefits-of-VIPV_report.pdf)