

Task17：運輸部門における太陽光発電

PV and Transport

河本桂一¹，廣田壽男²

1. Task17 活動の目的と参加国，日本の役割

1.1 目的

世界の太陽光発電市場は急速に拡大しており，その市場は住宅用や公共施設・商業ビル用等をはじめとする小規模分散型，メガソーラー等の大規模集中型に大別することができる。これらの市場への導入拡大は，発電部門における化石燃料消費の低減およびCO₂排出をはじめとする環境負荷の低減に大きく貢献している。その一方で，運輸部門における太陽光発電利用は限定的であり，現時点の市場はまだ非常に小さい。

エネルギー需要の大部分を化石燃料に頼っている運輸部門，とりわけ，運輸部門のCO₂排出量の大半を占めている自動車部門では，CO₂排出量の削減が喫緊の課題であり，電気自動車やプラグインハイブリッド自動車等への転換が進み始めており，その

加速的な推進に向けた様々な施策が世界各国で講じられつつある。しかしながら，CO₂排出削減の推進に向けては，内燃車から電動車への単なる転換では不十分で，電動車の動力源として低炭素な電力，再生可能エネルギー電力の利用を推進することが不可欠である。

Task17は日本の提案により2017年12月に発足し，2018年10月より具体的な活動を開始したプログラムで，図1に示すコンセプトを掲げている。電動車の電源として，再生可能エネルギーの代表格である太陽エネルギーをより効率的に利用するためには，車両に搭載した太陽光発電からの直接供給，太陽光発電電力を利用する充電ステーションからの供給が挙げられる。このコンセプトのもと，運輸部門における太陽光発電利用を促進し，CO₂排出削減に貢献するとともに，太陽光発電市場の拡大を強化していくことがTask17の目的である。そして，この

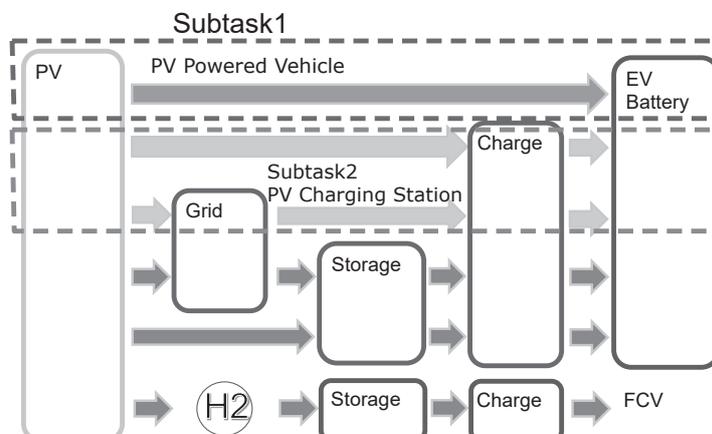


図1 IEA PVPS Task17：PV and Transport のコンセプト¹⁾

¹ みずほリサーチ&テクノロジーズ(株)グローバルイノベーション&エネルギー部

² 早稲田大学電動車両研究所

目的を達成するための主たる着眼点として以下を掲げている。

- ・太陽光発電搭載自動車により期待される効果と必要条件、克服すべき課題とその解決策を明確にすること
- ・充電ステーションなどのインフラにおける太陽光発電利用の方向性を明確にすること
- ・運輸部門における太陽光発電利用のポテンシャルを推定すること
- ・太陽光発電産業、自動車産業などのステークホルダーを巻き込んだ活動を促進し、本格的な市場化に貢献すること

1.2 参加国

Task17 は日本が議長国（運営責任者：Operating Agent (OA)）を担当している。2021年5月現在、日本を含む10ヶ国が参加し、これらの国々の大学や研究機関、企業等から約40名が集い、議論を行っている。表1にTask17に参加している国、および参加メンバーの所属機関を示す。

1.3 日本の役割

日本は、Task17の議長国として、Task活動の総

括的な管理・運営を行っている。参加国（日本）としての貢献に加え、日本以外の参加国・参加メンバーによる活動をコーディネートし、Task全体としての効率的な運営および成果創出を先導している。また、PVPS執行委員会に対する活動報告する責務を負っているほか、活動成果の広範な普及を積極的に行い、より多くの知見を反映した成果を導くことにも努めている。

2. Task17の構造とSubtaskの概略

Task17活動は四つのSubtaskにより構成されている。

- ・Subtask 1：Benefits and requirements for PV - powered vehicles
- ・Subtask 2：PV - powered applications for electric systems and infrastructures
- ・Subtask 3：Potential contribution of PV in transport
- ・Subtask 4：Dissemination

図2にこれらSubtaskの構造を、以下に各Subtaskの概略を示す。

表1 Task17参加国と参加機関

国	機 関
オーストラリア	University of New South Wales、ITP Renewables
オーストリア	DAS Energy（メンバーが交代する可能性あり）
中国	Institute of Electrical Engineering Chinese Academy of Sciences
フランス	Université de Technologie de Compiègne、Tecsol、CEA、SAP、Polymage
ドイツ	Institut für Solarenergieforschung GmbH (ISFH)、Forschungszentrum Jülich GmbH
日本	早稲田大学（議長）、みずほリサーチ&テクノロジーズ㈱（議長）、宮崎大学
モロッコ	Green Energy Park
オランダ	TNO Energy Transition、University of Twente、IM Efficiency
スペイン	Tecnalia
スイス	Bem University of Applied Sciences

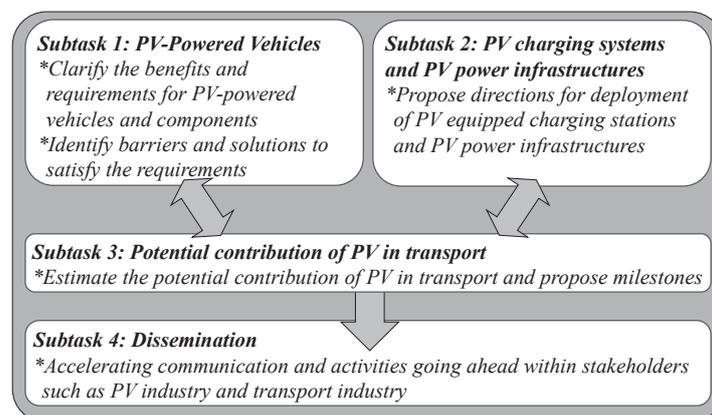


図2 IEA PVPS Task17：PV and Transportの構造²⁾

2.1 Subtask 1 : Benefits and requirements for PV-powered vehicles

Subtask 1 は太陽光発電搭載自動車の実用化に向けた議論を行うことを目的とし、以下の四つの Activity から構成されている。

- ・ Activity 1.1 : Overview and recognition of current status of PV-powered vehicles
- ・ Activity 1.2 : Requirements, barriers and solutions for PV and vehicles
- ・ Activity 1.3 : Possible contributions and benefits
- ・ Activity 1.4 : PV-powered commercial vehicles

Activity 1.1 は、自動車をはじめとする様々な移動体を対象とし、太陽光発電搭載に向けた太陽光発電技術の動向、移動体への太陽光発電搭載プロジェクトの動向などを調査している。移動体への太陽光発電搭載プロジェクトの大半は乗用車を対象としたもので、NEDO による実証事業、欧州スタートアップ企業による取り組みなどが代表的である。

Activity 1.2 および 1.3 は、乗用車を対象とし、太陽光発電搭載に係る技術要件や課題と解決策、ならびに実用化により期待される効果を検討している。太陽光発電搭載自動車により期待される効果として、電力系統からの充電と比較した CO₂ 排出削減効果、充電ステーションでの充電頻度の低減、太陽光発電電力コストの低下に伴う走行用電力費用の低減などが挙げられる。これらの効果は車両自体の性能や太陽光発電の性能、車両の走行条件のほか、走行環境における日射条件にも左右されるため、参加国が実施している車両屋根上の日射量測定に関する情報も共有している。

Activity 1.4 は商用車を対象とした議論、検討を行っている。現時点では、乗用車を対象とした議論 (Activity 1.2/1.3) が先行しているが、今後はトラッ

クやバスなどへの太陽光発電搭載についても深掘していく予定である。また、自動車以外の移動体 (鉄道、船舶等) を対象とした検討を行っていくことも視野に入っている。

なお、Task17 では、Subtask 1 による議論を中心とした Technical report を取り纏めている (次項 3. 参照)。

2.2 Subtask 2 : PV-powered applications for electric systems and infrastructures

Subtask 2 は太陽光発電電力を利用する充電インフラに関する議論を行うことを目的とし、以下の四つの Activity から構成されている。

- ・ Activity 2.1 : State-of-the-art of PV-powered applications for electric systems and infrastructures
- ・ Activity 2.2 : Requirements, barriers and solutions
- ・ Activity 2.3 : New services (V2G and V2H)
- ・ Activity 2.4 : Social impact and social acceptance of new associated services

Activity 2.1 は、太陽光発電を充電インフラに利用することを前提とし、関連する取り組みやプロジェクトの動向を調査している。太陽光発電の充電インフラへの利用として、シンプルな太陽光発電利用 (発電電力の制御等なし)、日照条件や蓄電池残量などをモニターしながら複数の電動車両に効率的に給電する太陽光発電電力の高度利用、さらには、周辺の建物 (電力需要) や系統電力とも連系した電源としての利用などが挙げられる。Activity 2.2 では、このような太陽光発電利用を効果的に浸透させていくための技術要件や課題、解決策などを検討している。

Activity 2.3 は、太陽光発電を利用する充電インフラを介した、電気自動車から周辺施設や電力系統



図3 NEDO による太陽光発電システム搭載自動車実証車両 (左: トヨタ自動車 プリウスプラグインハイブリッド (PV 容量 860W)⁴⁾, 右: 日産自動車 e-NV200 (PV 容量 1,150W)⁵⁾)

への電力供給を新たなサービスとしてとらえ、その意義や課題などを検討する。そして、そのような技術や仕組みの普及に伴う社会への影響、期待される効果などを Activity 2.4 にて検討していく予定である。

Subtask 2 においても、現在、Technical report の取りまとめを行っているところであり、2021 年夏以降に公開となる予定である。

また、今後の検討課題として、太陽光発電搭載自動車と充電インフラを組み合わせることによる効果も視野に入ってきている。

2.3 Subtask 3 : Potential contribution of PV in transport

Subtask 3 では、太陽光発電搭載自動車や太陽光発電利用充電インフラの実用化、普及に伴う効果に関する議論を行うとともに、運輸部門における太陽光発電利用の拡大に向けたロードマップ等を検討する。

また、昨今、災害時等における電源として電気自動車の蓄電池を活用することが注目されているが、そのような自動車が太陽光発電を搭載していることにより、電源としての価値、効果が高まることが期待される。Subtask 3 では「レジリエンス」という切り口から、太陽光発電搭載自動車、ならびに運輸部門における太陽光発電利用の価値を議論しているところである。

2.4 Subtask 4 : Dissemination

Subtask 4 は、Task17 の活動により得られた成果を広く世界に発信するとともに、太陽光発電業界と自動車業界の橋渡しにつながる広宣活動を展開していくことを目的としている。

これまでの活動は、太陽光発電国際会議やそのサイドイベントとしてワークショップ等を企画し、Task17 活動による成果や取り組みを発信してきているが、今後は、自動車業界との橋渡しにもつながる活動を実施していく。欧州では、太陽光発電搭載自動車の本格普及を目指す任意団体（Alliance for Solar Mobility : ASOM⁶⁾）や、移動体における太陽光発電利用に焦点を当てた国際会議（Conference and Exhibition on Solutions for Vehicle Integration : PVinMotion⁷⁾）が立ち上がりつつあり、このような動きと相俟った活動も検討しているところである。

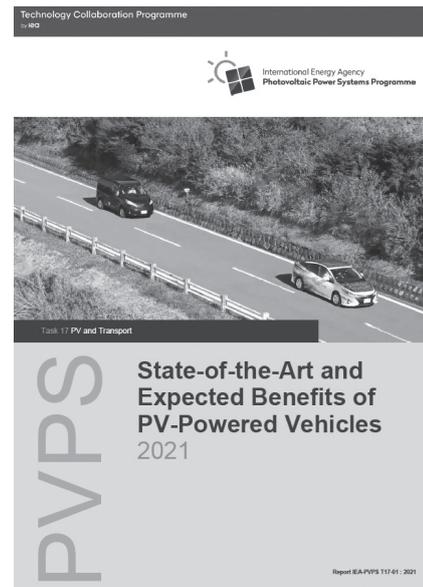


図4 IEA PVPS タスク 17 レポート：State-of-the-Art and Expected Benefits of PV-Powered Vehicle⁸⁾

3. Task17 レポート：State-of-the-Art and Expected Benefits of PV-Powered Vehicles

Task17 では、Subtask 1 を中心としたこれまでに議論の成果を Technical report として取り纏めた。

このレポートは、太陽光発電搭載自動車に焦点を当て、移動体への太陽光発電搭載や関連する太陽電池セル・モジュール技術の動向を概観するとともに、太陽光発電搭載自動車により期待される効果として、CO₂ 排出量の削減、充電頻度の低減などを分析している。また、Task17 参加国で実施されている、車両屋根等における日射量測定の状態を紹介するとともに、今後の課題として、技術や評価手法の標準化、太陽光発電を利用する充電インフラとの組合せに向けた論点を整理している。

表2に同レポートの構成を、以下に各 Chapter のポイントを示す。

3.1 Chapter 1 : Recent trends in PV-powered vehicles (太陽光発電搭載自動車を巡る動向)

Chapter 1 は、太陽光発電搭載自動車を巡る動向として、自動車をはじめとする移動体への太陽光発電搭載への取り組みの状況を概観するとともに、移動体への搭載に向けた太陽電池セル・モジュールの現状を整理している。

移動体への太陽光発電搭載は、乗用車や商用車・トラックのほか、鉄道や船舶、無人飛行体など多岐

表2 IEA PVPS タスク 17 レポート：State-of-the-Art and Expected Benefits of PV-Powered Vehicle の構成⁸⁾

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 ₂ reduction and charging frequency 2.2 Case study on PV-powered passenger cars in the Netherlands: Reduction of charging, cost and CO ₂ emission 2.3 Case study on PV-powered light commercial vehicles in Germany: Energy balance and expected CO ₂ 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

にわたる取り組みが実施されてきているが、昨今の主流は乗用車への搭載で、その数も増加してきている。乗用車の屋根等を太陽光発電で広く覆っている代表的な事例として、日本ではNEDOによる実証があるが、欧州ではSono Motors（ドイツ）によるSion⁹⁾、Lightyear（オランダ）によるLightyear One¹⁰⁾があり、いずれも商用化に向けた取り組みを強化している。

移動体への太陽光発電搭載においては、面積が限られていることから、高効率な太陽電池が望まれるが、あわせて、軽量、フレキシブル（3次元局面对応）といった特性も必要となる。現在の取り組み（自動車以外の移動体も含む）は結晶Si太陽電池が主流であるが、今後は様々な薄膜太陽電池（超高効率太陽電池含む）の適用への期待も高まっている。

3.2 Chapter 2：Expected Benefits of PV-Powered Vehicles（太陽光発電搭載自動車により期待される効果）

Chapter 2は、太陽光発電搭載自動車により期待される効果として、乗用車や小型商用車、トラックを対象としたケーススタディを実施している。

乗用車を対象としたケーススタディは日本とオランダが実施した。それぞれ1,000 Wpおよび800 Wpの太陽光発電を搭載し、東京、アムステルダムでの走行を想定し、系統電力で走行する電気自動車と比較したCO₂排出削減効果、充電頻度低減効果を分析している。分析に使用しているモデルは異なるも

の、いずれも1時間毎の日射データを用い、複数の走行パターンを想定し、太陽光発電電力を有効に活用することで、太陽光発電製造段階のCO₂排出量を加味しても、1台あたり年間200 kg以上のCO₂排出が削減され、充電頻度も大きく低減できる可能性が示されている（日本の分析は、有効日射量は定置用の70%と仮定）。

商用車を対象としたケーススタディはドイツが、トラックを対象としたケーススタディはスペインとオランダが実施した。乗用車を対象としたケーススタディほどの詳細さはないが、走行中に期待される太陽光発電電力量や経済性に関する予備的な検討が行われている。

3.3 Chapter 3：Vehicle Solar Irradiance Measurements（自動車屋根等の日射量計測）

Chapter 3は、自動車の屋根等における日射量に関する予備的な検討として、各国における取り組み事例を整理している。

オランダ、ドイツ（いずれもケーススタディ（Chapter 2）の一部として紹介）に加え、日本、スイスおよびオーストラリアで実施された自動車屋根等の日射量計測の方法および結果を取り纏めている。ここで、日本の事例は、NEDOによる取り組み（太陽光発電システム搭載自動車検討委員会中間報告書¹¹⁾として公表）のほか、その結果や宮崎大学の取り組み¹²⁻¹⁴⁾等に基づく考察を示している。

いずれの取り組みも計測方法（使用機器、条件な

ど)が異なるため、結果の比較や一般解に相当する結論を見出すことはできないが、自動車屋根等における日射の量や変動が一般的な屋根・屋上等とは異なることが具体的に示されている。

3.4 Chapter 4 : Next steps for realising PV-powered vehicles (太陽光発電搭載自動車の本格実用化に向けた課題)

Chapter 4は、最終章として、太陽光発電搭載自動車の本格的な実用化、普及に向けた課題を整理している。

乗用車を対象としたケーススタディ (Chapter 2) の考え方を Task17 参加国 (10ヶ国) に適用し、各国における太陽光発電搭載自動車による CO₂ 排出削減効果を試算するとともに、搭載した太陽光発電による発電電力の有効利用が効果を発揮するための鍵となることを示している。また、太陽光発電電力を左右する日射量やモジュールデザインについて深掘すべき課題を抽出するとともに、太陽光発電電力を有効利用するための方策として、太陽光発電搭載自動車と充電インフラの組合せが有効となり得ることを、定性的ではあるが、予備的な検討として論じている。

4. 今後の活動予定

自動車の電動化に向けた取り組みが世界的に加速している中、運輸部門における太陽光発電利用への期待も高まってきている。

Subtask 1ではこれまで、乗用車への太陽光発電搭載を中心に、動向把握とともに期待される効果の分析等を行ってきた。今後は、本格的実用化に向けた技術要件や課題の特定とそれらの解決方策に関する議論を展開していく。また、乗用車以外の自動車 (トラック、バス等) への太陽光発電搭載についても議論を深めていく予定である。

Subtask 2では現在、太陽光発電を利用する充電ステーションやその応用に関する動向を取り纏めており、2021年夏以降に Technical report として公開する予定である。そして、今後は、太陽光発電搭載自動車との組合せも視野に入れつつ、太陽光発電を利用する充電インフラに期待される効果やサービスについて検討を進めていく。

Subtask 3では、太陽光発電の搭載あるいは利用によるレジリエンス強化への貢献を議論していくとともに、Subtask 1やSubtask 2の成果も踏まえ、太陽光発電搭載自動車の本格実用化、運輸部門における太陽光発電利用拡大に向けたロードマップ作り

などを計画している。

Subtask 4では、Task17活動による成果を広く世界に発信していく。運輸部門における太陽光発電利用を加速的に推進していくためには、その意義や効果を広く浸透させる必要があり、とりわけ、太陽光発電搭載自動車においては、自動車業界との連携が不可欠であり、太陽光発電業界と自動車業界の橋渡しにつながる広宣活動を積極的に展開していく。

運輸部門における太陽光発電利用は現時点ではまだ少ないが、そのポテンシャルは非常に大きいものと考えられる。運輸部門における太陽光発電利用を促進し、CO₂排出削減に貢献するため、精力的に活動を推進していく。

また、太陽光発電の世界的な導入拡大のため、個々のTask活動のみならず、Task同士の連携・協力によって有意な成果を導き、PVPSとしての活動やその成果を日本ならびに世界に対して積極的に発信していくことも重要である。日本は、Task OA国としてこの使命も担い、活動推進のリーダーシップを発揮していくことが必要となる。

参考文献

- 1) K. Komoto, Realizing PV-Powered Mobility 'PVPS Task17: PV and Transport', Solar Mobility Forum at the 35th EU-PVSEC, Brussels, Belgium, Sep. 2018.
- 2) K. Komoto, IEA PVPS Task17: PV and Transport, Solar Mobility Forum at the 36th EU-PVSEC, Marseille, France, Sep. 2019.
- 3) IEA PVPS Task17 Workplan ver 3.34, October 2018.
- 4) NEDO, 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, NEDO ニュースリリース 2019年7月4日. https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101150.html.
- 5) NEDO, 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, NEDO ニュースリリース 2020年7月6日. https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101326.html, last access: Aug. 13, 2020.
- 6) Alliance for Solar Mobility. <http://www.asom.solar/>
- 7) PV in Motion 2021. <https://www.pvinmotion-conference.com/>
- 8) Keiichi Komoto, Toshio Hirota, Kenji Araki, et

- al., State-of-the-Art and Expected Benefits of PV-Powered Vehicles, Report IEA-PVPS T18-1: 2021.
- 9) Sono Motors website. <https://sonomotors.com/en/sion>
 - 10) Lightyear website. <https://lightyear.one/lightyear-one>
 - 11) NEDO, 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」, 平成 31 年 4 月. <https://www.nedo.go.jp/content/100892361.pdf>
 - 12) K. Araki, Y. Ota, M. Yamaguchi, Measurement and Modeling of 3D Solar Irradiance for Vehicle-Integrated Photovoltaic. Appl. Sci. 10, 872, 2020.
 - 13) K. Araki, L. Ji, G. Kelly, M. Yamaguchi, To Do List for Research and Development and International Standardization to Achieve the Goal of Running a Majority of Electric Vehicles on Solar Energy. Coatings, 8, 251; 2018.
 - 14) Y. Ota, T. Masuda, K. Araki, M. Yamaguchi, A mobile multipyranometer array for the assessment of solar irradiance incident on a photovoltaic-powered vehicle. Sol. Energy, 184, 84-90, 2019.

著者略歴



河本桂一 (コウモト ケイイチ)

1990 年慶應義塾大学大学院理工学研究科修士課程修了 (応用化学専攻)
長年にわたり, 太陽光発電のライフサイクル評価, 経済社会効果分析, 事業性評価などを手掛ける。現在, IEA PVPS Task12 の日本代表専門家として参加するとともに, IEA PVPS Task17 の Operating Agent を担当。



廣田壽男 (ヒロタ トシオ)

1972 年北海道大学工学部卒業, 日産自動車入社。自動車の環境対応技術として代替燃料エンジン, 電気自動車 (EV), 燃料電池車の研究開発を担当。2009 年早稲田大学。EV, 太陽光発電システム搭載車などの研究を担当。2018 年から IEA PVPS Task17 Operating Agent。工学博士。