

# Task14：100%再生可能エネルギー電力システム における太陽光発電

## Solar PV in the 100% RES Power System

植田 讓<sup>1</sup> 畔柳俊幸<sup>2</sup> 前野武史<sup>2</sup> 荻本和彦<sup>3</sup> 大関 崇<sup>4</sup>

### 1. 第1期および第2期のTask14活動の概要とサブタスク構成

2009年、Task14は、将来の再生可能エネルギー電源の大量導入が進んだ電力システムにおける太陽光発電（PV）の役割に関する調査・研究・情報交換を通じて参加国の専門家を中心に国際的な連携を推進し、また、関連学会等におけるワークショップなどの開催やレポートの発刊による当該分野の各国の取り組みやベストプラクティスの発信を通じてPVの普及拡大と円滑な電力システムへの統合に貢献することを目的とし、「High Penetration PV in Electricity Grids」を掲げてその活動を開始した。当時より「High Penetration」の明確な定義は無かったものの、分散的に電力システムへの導入が進む変動性の再生可能エネルギー電源としてPVが最も早く普及していく事が世界各国で期待されており、その発電能力と価値を電力システムの中で最大限活用するため、系統運用者や産業界を含めた多くのステークホルダーと連携し、PVシステムと電力システムの双方において必要となるPVシステムの高い普及率を実現するための技術要件を検証するとともに、電力システムにおいて需給管理と安定供給に貢献するためのPVシステムの積極的な役割について議論を開始した<sup>1)</sup>。活動開始当時のサブタスク構成とその概要は以下の通りである。

#### SUBTASK 1：PV Generation in Correlation to Energy Demand

PVが設置される電力需要側の技術として、PVのモニタリングツールや発電量予測・発電性能の推定ツールのレビューと、蓄電を含むローカルのエネルギーマネジメント技術のレビュー。

#### SUBTASK 2：High PV Penetration in Local Distribution Grids

配電システムにおけるPV大量導入の影響評価と対策技術、技術要件、各国の配電システムの状況に応じた有効電力・無効電力制御による最適な配電システムの運用方法に関する最新の研究動向のレビュー。

#### SUBTASK 3：High Penetration Solutions for Central PV Generation Scenarios

電力システム全体の視点からのPVの大量導入における広域的な発電特性の分析技術・予測技術、系統計画・運用技術、系統増強計画手法のレビュー。日本がリーダーを担当。（第1期および後述の第2期とも。）

#### SUBTASK 4：Smart Inverter Technology for High Penetration of PV

インバータ技術、系統連系に関する技術要件、スマートインバータの技術的可能性、シミュレーションにおけるモデリング、遠隔制御や通信技術のレビュー。

#### CROSS-CUTTING SUBTASK：Information Gathering, Analysis and Outreach

上記4つのサブタスクのハブとして、情報収集、整理、分析を行う。

2010年より本格的な活動を開始した第1期の5

<sup>1</sup> 東京理科大学 工学部 電気工学科

<sup>2</sup> 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

<sup>3</sup> 東京大学 生産技術研究所 エネルギーシステムインテグレーション社会連携研究部門

<sup>4</sup> 産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター 太陽光システムチーム

年間において、2010年当時には実証研究等の限られた事例しかみられなかった「high penetration cases」すなわち配電系統から電力システム全体に至るまでの様々なスケールから見たPV大量導入が、世界各国において実際に多く見られるようになり、この普及拡大に追われるように多くの技術開発が産業界を含めて行われるようになった。そして、基幹系統におけるゲームチェンジャーとしてのPVの普及により、いくつかの電力市場においてその技術基盤において本質的な改善に向けた挑戦が必要となり、技術的およびそれ以外のマーケットデザインなどを含む専門的な知見が更に求められるようになった<sup>2)</sup>。

これらの社会的要請を受け、Task14は2015年より、あらたに以下のサブタスクを追加して、2018年までの計画で第2期としての活動を継続した。

Subtask 5 (new) : Communication and Control for high penetration of PV

大量に分散的に設置されるPVシステムのスマート化、スマートグリッドにおける統合技術として、適切な制御方法と通信技術を分析する。

## 2. 第3期 Task14 活動の概要とサブタスク構成

2018年に第2期の活動期間終了を迎えるにあたり、第3期に向けた活動計画の検討が行われた。2009年の第1期の活動開始以降、世界的にPVの導入が進み、PVおよびその他の再生可能エネルギー電源の送電系統への導入に対して、これまで以上に配電系統側からのアンシラリーサービス供給の重要性が高まり、特に分散的に導入されたPVの統合的制御の観点が必要となった。また、慣性力の低下が指摘されるようになり、系統安定化に向けて具体的な対策が必要となってきた。長期的な系統運用計画においては、さらに大量のPVを含む再生可能エネルギー電源の導入に加えて、100%再生可能エネルギー電源への移行シナリオの検討も重要な挑戦と位置づけられた。また、各国での自然災害の激甚化を背景として、電力システムの信頼性、レジリエンスも重要な課題となってきた。他方、今後も電力システムの拡張が必要となる途上国においては、PVが最も安価な電源として普及していくことが期待される。これまで象徴的なキーワードとして用いられてきた「スマートグリッド」への移行が現実となり、そのなかでPVが果たすべき役割はますます重要と

なった。加えて、離島の電力システムにおいては、100%再生可能エネルギー電源への移行が、より広域的な電力システムに比べて更に困難な挑戦となることから、必要な技術要件の明確化が求められてきた。

以上の背景から、第3期からはこれまでの活動をさらに発展させ、将来の100%再生可能エネルギー電源を達成した電力システムにおけるPVの役割と、そこで必要となる技術基盤にフォーカスすべく、Fig.1に示したような、以下のサブタスク構成で活動することとなった。

Subtask A – Dissemination and Outreach

イベントやワークショップの開催、成果の普及に向けた広報資料作成、他のIEAのTaskやその他の活動との連携、新たな成長市場、途上国と新たな専門家へのアウトリーチ活動。

Subtask B Operating and planning power systems with 100% PV and RES

B.1 Transmission – Distribution Grid planning with high penetration RES

送電網と配電網の統合制御に向けた計画に関する情報のレビュー。日本がリーダーを担当。

B.2 Transmission – Distribution Grid Operation with high penetration RES

送電網と配電網の統合制御に向けた運用に関する情報のレビュー。

B.3 Grid Stability and Resilience with high penetration RES

システムの安定度問題とレジリエンスに関する情報のレビュー。

B.4 PV in insular and emerging power systems

離島電力システムに関する情報のレビュー。

B.5 Evolving grid codes and regulatory frameworks

グリッドコードや規制、技術要件に関する情報のレビュー。

B.6 Integrating Local Energy Management with PV and storage

蓄電池とPVによる需要家側エネルギーマネジメ

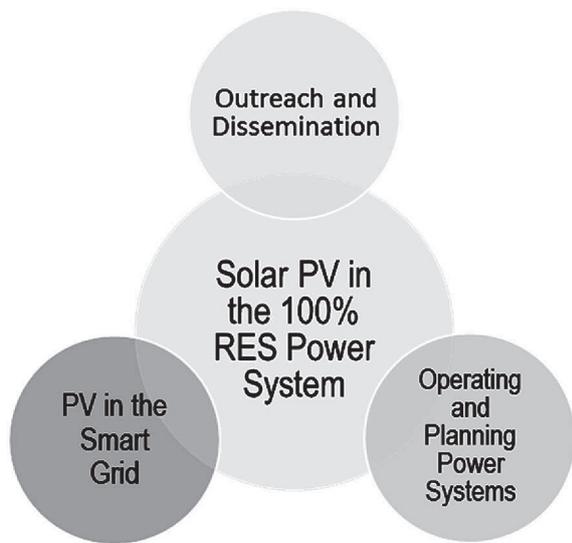


Fig.1 IEA PVPS Task 14 Organization in Phase 3 2018-2022<sup>3)</sup>

ントに関する情報のレビュー。

#### Subtask C PV in the Smart Grid

スマートグリッドの考え方の基準，通信技術や通信プロトコル，インターフェイス，サイバーセキュリティを含む IT 技術の動向のレビュー。

2021 年現在は Phase 3 として，本稿タイトルでもある「Solar PV in the 100% RES Power System」を掲げて活動している。これまで，毎年 2 回程度の専門会議において，各国の専門家が集まり，カンントリーレポートとして各国の状況を紹介しあい，最新の研究動向や課題について情報共有を行うとともに，様々な学会などと連携してワークショップを開催するとともに，まとまった内容に関するレポートの発刊などを行ってきたが，コロナ禍の影響により，2020 年，2021 年はリモートでの専門家会議の開催となっている。また，IEA Wind Task 25 “Design and operation of power systems with large amounts of wind power”とも連携し，再生可能エネルギー電源として風力および太陽光の大量導入に向けた情報収集や情報発信も行っている。

### 3. Task14 参加国と日本の貢献

日本からは，国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）スマートコミュニティ部が第 1 期より継続的に参加しており，併行して国内専門家による委員会を開催し，積極的に Task14 活動に関する情報交換と貢献を行ってきた。

Australia	University of NSW
Austria	AIT Austrian Institute of Technology
Canada	CANSIA
Chile	Comité Solar
China	Chinese Academy of Science
Denmark	Kenergy
EC	European Commission
Germany	Fraunhofer IEE Technische Hochschule Ulm
Italy	ENEA-Portici Research Centre RSE – Ricerca Sistema Elettrico
Japan	NEDO Tokyo University of Science
Malaysia	SEDA
Spain	University of La Laguna
Switzerland	BFH Planair SA
United States	National Renewable Energy Laboratory EPRI
United States	SERIS

また，同国内委員会の委員長および国際的な PVPS Task14 活動に参加する専門家として，東京大学の荻本が第 1 期，第 2 期と参加した後，第 3 期より東京理科大学の植田，NEDO 畔柳，前野が専門家として Task14 活動に参加している。第 3 期における参加国・機関は上記<sup>4)</sup>の通りである。

日本国内における最近の Task14 活動としては，2019 年 11 月 1 日に，NEDO および IEA PVPS Task 14 の主催により，Grid Code and RfG Workshop を，東京理科大学神楽坂キャンパス講堂にて開催した。午前中は NEDO の主催による日本語によるワークショップ，午後は上記 2 機関の共催として英語でのワークショップと 2 部構成にて開催し，国内外から，午前中は約 60 名，午後は約 30 名の参加者があり，講演者からの最新のグリッドコードに関する話題提供の後，活発な議論が行われた。

レポートの発行においては，いくつかのレポートで日本における研究の事例紹介や，国内の技術要件をまとめることで，章レベルでの執筆を行うとともに，これまで，二つのレポートで主著者としてレポートの取り纏め，発行を行ってきた。

2013 年 10 月に発行となった「Photovoltaic and Solar Forecasting : State of the Art」<sup>5)</sup>では，日本

からは産業技術総合研究所の大関が著者として執筆および取り纏めを行い、日射予測および太陽光発電予測に関する最新の研究動向と予測技術についてまとめた。

2014年11月に発行となった「Power System Operation and Augmentation Planning with PV Integration: Outcome of the IEA-PVPS Task 14's Subtask 3 – High Penetration PV in Power System」<sup>6)</sup>では、日本から専門家として参加していた東京大学の荻本が著者として執筆及び全体の取り纏めを行い、太陽光発電が大量導入された電力システムにおけるシステム全体の需給バランス確保のための最新の需給運用技術、送電システムにおける潮流制御、輻輳管理、予測技術、および系統運用計画と設備拡張計画手法、関連する各国のケーススタディについてまとめた。

直近では「Best practices for high penetration PV in insular power systems」と題して、離島におけるPV大量導入に関する事例の収集とベストプラクティスの紹介を行っている。日本からは、国内委員会委員や関係者の協力を得て、新島・式根島において行われた2030年のエネルギーミックスを模擬した電力系統の実証試験に関する情報の提供を行った。本レポートは近日中に発行予定である。

#### 4. まとめ

気候変動への世界的な対応が進む中、電力システムの脱炭素化、再生可能エネルギー電源への移行が急速に進んでいる。Task14はこれまで10年以上にわたり、この電力システムの変遷において有用な情報を多く発信してきた。これまでに発行したレポートは全て以下のwebからダウンロード可能である。是非、ご活用いただきたい。

<https://iea-pvps.org/research-tasks/solar-pv-in-100-res-power-system/>

#### 参考文献

- 1) IEA PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEMS PROGRAMME annual report 2009. 36-38 (2010), <https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2020/01/AR-2009-Replacement-File-FINAL.pdf>
- 2) IEA PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEMS PROGRAMME annual report 2014. 31-36 (2015), [https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2020/01/IEA-PVPS-AR-2014\\_2.pdf](https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2020/01/IEA-PVPS-AR-2014_2.pdf)
- 3) IEA PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEMS PROGRAMME annual report 2018. 23-276 (2019), [https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2020/01/FINAL\\_Annual\\_Report\\_2018-web\\_2019-05-24.pdf](https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2020/01/FINAL_Annual_Report_2018-web_2019-05-24.pdf)
- 4) IEA PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEMS PROGRAMME annual report 2020. 23-26 (2021), <https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2021/04/IEA-PVPS-AR-2020.pdf>
- 5) IEA PVPS Task 14, Subtask 3.1, “Photovoltaic and Solar Forecasting: State of the Art”, INTERNATIONAL ENERGY AGENCY PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEMS PROGRAMME, Report IEA - PVPS T14 - 01: 2013, (2013), [https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2013/10/Photovoltaic\\_and\\_Solar\\_Forecasting\\_State\\_of\\_the\\_Art\\_REPORT\\_PVPS\\_T14\\_01\\_2013.pdf](https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2013/10/Photovoltaic_and_Solar_Forecasting_State_of_the_Art_REPORT_PVPS_T14_01_2013.pdf)
- 6) IEA PVPS Task 14, Subtask 3, “Power System Operation and Augmentation Planning with PV Integration: Outcome of the IEA-PVPS Task 14's Subtask 3 – High Penetration PV in Power System”, INTERNATIONAL ENERGY AGENCY PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEMS PROGRAMME, Report IEA PVPS T14-04: 2014, (2014), ISBN: 978-3-906042-26-8, [https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2020/01/Power\\_System\\_Operation\\_Planning\\_with\\_PV\\_Integration\\_T14\\_05\\_2015\\_LR\\_2.pdf](https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2020/01/Power_System_Operation_Planning_with_PV_Integration_T14_05_2015_LR_2.pdf)

## 著者略歴



植田 譲

2014年より東京理科大学 工学部 電気工学科，現在，教授。主に太陽光発電システム技術と系統連系，需要家エネルギーマネジメントに関する研究に従事。博士(工学)。日本太陽エネルギー学会 会員。(現在，理事)



畔柳俊幸

1993年より一般財団法人電力中央研究所に所属。主に外部絶縁，高電圧現象に関わる研究に従事。2018年より国研新エネルギー・産業技術総合開発機構に出向。主に海外実証事業およびIEA PVPS Task14に関わる国内業務に従事。



前野武史

2004年独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）に入構。NEDO 燃料電池・水素技術開発部，ワシントン事務所，技術戦略研究センター等を経て2017年よりスマートコミュニティ・電力系統関連プロジェクトのマネジメント及びIEA PVPS Task14 関連業務に従事。



荻本和彦

東京大学生産技術研究所特任教授

S54（1979）年 東京大学工学部卒業後，電源開発株式会社入社。

H20（2008）年より現職。エネルギーシステムインテグレーションとして，エネルギー技術戦略，物質・エネルギー需給解析・評価，動的エネルギー需給解析・評価，集中／分散のエネルギーマネジメントと再生可能エネルギー導入，エネルギーシステムの診断・評価とリスクアセスメントなどの研究に取り組む。



大関 崇

2005年 産業技術総合研究所に入所。太陽光発電システム研究に従事。2015～2016年度，経済産業省に出向。2017年度より現職