

NEDO における BIPV 技術開発について

On the Development of Building-Integrated Photovoltaics (BIPV) at NEDO

鈴木敦之*

1. 太陽光発電に関する動向

世界的な地球温暖化への関心の高まりから、2021年4月現在、125か国・1地域が、2050年までにカーボンニュートラルを実現することを表明している。日本も2020年10月に当時の菅内閣総理大臣により2050年カーボンニュートラル宣言がなされている。そうした中、2025年2月18日に閣議決定された第7次エネルギー基本計画では、エネルギーの安定供給と脱炭素を両立させる観点から、再生可能エネルギーの長期安定電源化に取り組むことが謳われている。また、エネルギー基本計画と共に示された「2040年度におけるエネルギー需給の見通し」において、2040年度の再生可能エネルギーの電源シェアは、4割から5割程度、そのうち太陽光発電は23%から

29%程度との見通しが示されている。太陽光発電は2022年度の実績で9.2%まで達成しているが、2040年度までにさらなる導入拡大が必要となる。

しかしながら、日本における太陽光発電は2014年度頃には年間約10GW_{AC}導入されていたが、近年は5GW_{AC}程度の導入量に後退している。様々な要因が考えられるが、太陽光発電設備を設置するための適地が不足していることも要因の一つとされている。日本は、国土面積における平地の割合が少なく、平地面積当たりの太陽光発電設備容量は既に主要国の2倍以上となっている。この適地制約をいかに克服するかが、導入量拡大上の課題である。

2. 太陽光発電に関するロードマップ・開発戦略

NEDOでは定期的にこうした動向などを踏まえ、ロードマップ、開発戦略を策定しながら太陽光発電の大量導入社会を見据えた開発を推進してきた。具体的には、今後の開発で取り組むべき技術課題の洗い出しを行うため、太陽光発電ロードマップ及び太陽光発電開発戦略（NEDO PV Challenge）を作成・公表している。

2004年に策定した太陽光発電ロードマップ（PV2030）では、太陽光発電を2030年までに主要なエネルギー源に発展させることを目標とし、2010年には、23円/kWh（従量電灯並）、2020年には14円/kWh（業務用並）、2030年7円/kWh以下（汎用電源並）の発電コストを目指して開発を推進してきており、2009年に策定した太陽光発電ロードマップ（PV2030+）では、対象を2030年から2050年までに拡大し、「2050年までにCO₂削減の一翼を担う主要技術として社会に貢献する」ことを目指すこ

表1 2040年度の太陽光発電の発電電力量と設備容量（第7次エネルギー基本計画資料をもとにNEDO作成）

2040年の 発電電力量 [兆kWh]	2040年度の太陽光発電の 発電電力量[億kWh]		2040年度の太陽光発電の 設備容量[GW _{ac}]*	
	電源シェア			
	23%	29%	23%	29%
1.1~1.2	2,530~2,760	3,190~3,480	204.0~222.6	257.3~280.6

* 1kW_{AC}あたりの太陽光発電設備の年間発電量を1240kWhと仮定

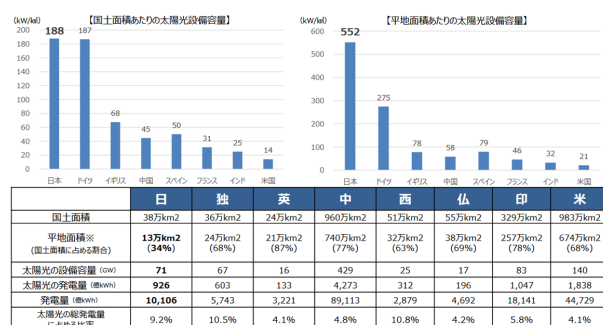


図1 国土面積あたりの太陽光設備容量及び平地面積あたりの太陽光設備容量

* 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

表2 これまでの太陽光発電ロードマップ及び太陽光発電開発戦略の概要

年度	ロードマップ、戦略	戦略のポイントと発電コスト目標
2004年	太陽光発電ロードマップ (PV2030)	- 2030年までに主要なエネルギーに発展させることを目標。 - 普及拡大のトリガーは経済性との認識の下、以下の目標を設定。 - 2010年:23円/kWh(従来電灯並)、2020年:14円/kWh(業務用並)、 2030年:7円/kWh以下(汎用電源並)
2009年	太陽光発電ロードマップ (PV2030+)	- 対象を2050年までに拡大、また、PV2030に加えて、「2050年までにCO2削減の一翼を担う主要技術として社会に貢献する」とことを目指す。 - 2020年:14円/kWh程度、2030年:7円/kWh程度、2050年:7円/kWh以下
2014年	太陽光発電開発戦略 (NEDO PV Challenges)	- 将来の大量導入社会を支えるために必要となる課題解決策を検討。 (発電コストの低減、信頼性の向上、立地制約の解消、リサイクルシステムの確立、産業の高付加価値) 2020年:14円/kWh(システム例 効率22%、設備利用率15%、運転年数25年) 2030年:7円/kWh(システム例 効率25%、設備利用率15%、運転年数30年)
2020年	太陽光発電開発戦略2020 (NEDO PV Challenges 2020)	- 大量導入社会を確実に実現し、それを支えていくために必要となる課題を抽出し、技術開発の方向性を示す。 - 2025年:従来型火力発電並あるいはそれ以下となる発電コスト7円/kWhを目指す。 ※2018年日本の平均年間太陽光発電 運転年数20年:16.0円/kWh、25年:12.5円/kWh 世界の商業用太陽光発電 運転年数25年:8.3円/kWh

ととした。また、2014年には、将来の太陽光発電の大量導入社会を支えるために必要となる課題解決策を検討し、「発電コストの低減」「信頼性の向上」「立地制約の解消」「リサイクルシステムの確立」「産業の高付加価値化」を掲げた太陽光発電開発戦略(NEDO PV Challenges)を策定した。その後、2020年には、大量導入社会を着実に実現し、それを支えていくために必要となる課題として「高付加価値事業の創出」「立地制約と系統制約の顕在化」「安全性の向上」「循環型社会の構築(信頼性とリサイクルシステム)」「発電コストの低減」を抽出し、その解決に向けた太陽光発電開発戦略2020(NEDO PV Challenges 2020)を策定した。

1. で示したような近年の太陽光発電を取り巻く動向を踏まえ、2025年3月に太陽光発電開発戦略2025(NEDO PV Challenge 2025)を策定した。この中では、「導入拡大時の適地制約」「期待されるニーズの多様化」「効率的・効果的な運用・保守」「使用済モジュールの大量排出とリサイクルおよび省資源化」という4つの課題を抽出し、それらの解決に向けた技術的方策を取りまとめた。

3. BIPV 技術開発の取り組み事例

NEDOではロードマップ・開発戦略を基に太陽光発電に関する様々な技術開発の支援を行ってきたが、2.の開発戦略でも言及している立地上の制約等の問題を解決するため、自家消費としての利用やレジディエンス等の観点から追加的な導入が期待されるBIPVに関する事業にも取り組んでいる。

ここでは、2020年度から2024年度に掛けて実施した「太陽光発電主力電源化推進技術開発」の取り組みを紹介する。

本事業では、シリコン型太陽電池の普及が進む中で、更なる太陽光発電の導入を進めるために、従来の技術では設置が難しかった場所への導入を目指す



図2 株式会社LIXILが発表した太陽光発電ロールスクリーンシステム
(出典：株式会社LIXIL)

し、軽量化、曲面追従化、発電効率の向上、コスト低減などの目標を定め、将来の太陽光発電の導入量拡大に資する新たなセル、モジュール、システム技術に関連した技術開発を行った。導入拡大が有望と考えられる設置領域として、重量制約のある屋根、建物の壁面、移動体(自動車)を対象とした。ここでは、建物の壁面を対象として取り組んだ実施内容をいくつか抜粋して紹介する。

3-1 デザイン性を考慮した後付け可能な新築・既築向けBIPVシステムの実証(実施者：株式会社LIXIL)

建材としての要求性能を満たすメンテナンスやデザイン性といった課題を解決するため、屋内から簡便に取り付けられる太陽光発電ロールスクリーンシステムを設計・製作した。実際に本システムをビルの窓部に設置して1年間の実証評価を行い、屋内垂直面設置による発電データ及び窓周り熱環境データ取得を行った。

この成果を基に、株式会社LIXILでは世界初となるロールスクリーン状の屋内設置型太陽光発電設備「PV(太陽光発電)ロールスクリーンシステム」の受注を2025年6月から開始する予定を発表している。

3-2 ペロブスカイトBIPVモジュールの研究開発(実施者：パナソニックホールディングス株式会社)

ガラス建材一体型のペロブスカイト太陽電池モジュールをベースとして、建築物として要求される性能(外観、発電コスト、耐久性等)を満たし窓等



図3 Fujisawa SST（神奈川県藤沢市）のモデルハウスのバルコニーに設置された、ガラス建材一体型のペロブスカイト太陽電池モジュール（出典：パナソニックホールディングス株式会社）



図4 東京大学先端科学技術研究センターの建物壁面に設置した太陽光発電システム（出典：株式会社カネカ）

の開口部向け壁面設置太陽電池モジュールの開発を行った。透過率 20% 以上、変換効率 13% 以上かつ、壁面を想定した設置形態で発電コスト 16 円 /kWh 以下を実現可能な要素技術を開発することを目標とした。

その結果として、30cm 角モジュールで変換効率 18.1% を達成する等、目標である 16 円 /kWh 以下の見通しを得られた。

3-3 ZEB 達成に向けた同時同量を実現する太陽光発電システムの実証（実施者：株式会社カネカ）

建物壁面への太陽光発電システムの普及には、経済性の向上と周囲環境との調和を図れる意匠性を確立することが必要である。そこで、色調の均一化、広角化技術を盛り込んだ意匠改善された太陽電池モジュールの建築物壁面等への設置検証を通じて、大量設置する際の課題抽出と、建築物の壁面へ太陽光発電システム設置前後での環境性能、発電性能の評価を目標とした。

その結果、層間変位への対応や意匠の最適化等の建物壁面への設置に必要な性能と、さまざまな建物構造に対応可能なサイズフレキシビリティ性を備えた、壁面設置太陽光発電システムを設計した。また、広角化および色調を均一化した太陽電池からなる、約 50kW の太陽光発電システムを東京大学先端科学技術研究センターの 3 号館南棟西壁に設置し、環境適応性が高いことを確認するとともに、実発電データに基づく建物電力消費との同時同量性について評価を行った。

4. 今後の取り組み

太陽光発電の導入拡大に向けた、適地の不足を解消するための取り組みは引き続き必要であり、BIPV も含め、NEDO では現在以下の事業に取り組

んでいる。

4-1 「グリーンイノベーション基金事業／次世代型太陽電池の開発」

2050 年カーボンニュートラルの実現に向け、NEDO に基金が造成され、野心的な目標にコミットする企業等に対して、最長 10 年間、研究開発・実証から社会実装までを継続して支援する「グリーンイノベーション基金事業」を実施している。

その一つである「次世代型太陽電池の開発」では、太陽光発電を最大限導入するため、既存の技術では設置できなかった、耐荷重の小さい工場の屋根やビル壁面等への導入を実現するため、電池の軽量性や壁面等の曲面にも設置可能な柔軟性等を兼ね備え、性能面（変換効率や耐久性等）でも従来のシリコン太陽電池に匹敵する次世代型太陽電池（ペロブスカイト太陽電池）の開発に取り組んでいる。

具体的には、基盤技術開発事業（最適な材料組成や変換効率と耐久性を両立する電池の要素技術、分析・評価技術の研究開発）、実用化事業（製品レベルの大型化を実現するための各製造プロセス（例えば、塗布工程、電極形成、封止工程等）の個別要素技術の確立に向けた研究開発）、実証事業（量産技術の確立に向け、各製造プロセスを連動させ高いスループットや高い歩留まりを実現する技術開発、ペロブスカイト太陽電池の特徴である軽量性・柔軟性を活かした性能検証のためのフィールド実証）の 3 段階に分けた取組を実施している。

実証事業では、2024 年度から積水化学工業株式会社と東京電力ホールディングス株式会社が、軽量フレキシブルペロブスカイト太陽電池の量産・実証に着手した。この中で、内幸町（東京都千代田区）の再開発事業で建設される高層ビルにおいて、世界初の取り組みとして、フィルム型ペロブスカイト太



図5 「グリーンイノベーション基金事業／次世代型太陽電池の開発」の取り組み概要

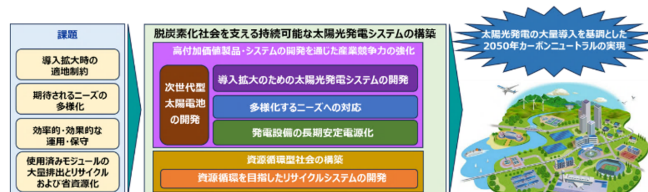


図6 太陽光発電開発戦略2025における目指すべき姿

陽電池をビルのスパン・ドレル部の外壁側内部に設置し、高層ビルへのメガソーラー発電機能の実装を実証する予定である。

こうした取り組みを通して、現時点における従来型シリコン太陽電池と同等の発電コスト14円/kWh以下の達成を2030年までに目指している。

4-2 「太陽光発電導入拡大等技術開発事業」

2024年度に終了した「太陽光発電主力電源化推進技術開発」の後継として、「太陽光発電開発戦略2025」で整理した課題解決を目指し、2025年度から「太陽光発電導入拡大等技術開発事業」を開始した。この事業では、2050年カーボンニュートラルの実現に向け、太陽電池の多様な可能性を追求し、次世代型太陽電池の開発や設置場所に応じた太陽光発電システムの開発を行う。また、太陽光発電の大量導入を支え、長期的に安定な電源として維持するための開発や、太陽電池モジュールのリサイクル技術の開発を行う。さらに、太陽光発電において必要となる共通基盤技術の開発や動向調査にも取り組む。

具体的な実施体制は今後決定する予定であるが、従来よりも高い変換効率を実現するタンデム型太陽電池、事業化シナリオを踏まえた新たな設置場所に

向けた設置・施工方法も含めた太陽開発システムの開発、建物設置の際の信頼性・安全性確保に向けたガイドラインの策定などBIPVの導入拡大にもつながるテーマに取り組む予定である。

5. 今後について

NEDOでは、今後もBIPVの普及拡大に向けて太陽電池セル・モジュールや、設置・施工・運用保守の技術開発、信頼性・安全性確保に向けたガイドライン等の策定に取り組む。様々な太陽光発電関連技術の開発を通して、脱炭素社会を支える持続可能な太陽光発電システムを構築し、太陽光発電の大量導入を基調とした2050年カーボンニュートラル実現を目指していく。

参考文献

- 1) 資源エネルギー庁, 第7次エネルギー基本計画, https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/
- 2) NEDO, 太陽光発電開発戦略2025 (NEDO PV Challenges 2025), https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP2_100383.html
- 3) 株式会社LIXIL, 世界初となる室内側から窓に設置するロールスクリーン状の太陽光発電設備「PVロールスクリーンシステム」の受注を開始, <https://newsroom.lixil.com/ja/2025041401>

著者略歴



鈴木敦之（スズキ アツユキ）

2011年3月北海道大学大学院理学院自然史科学専攻修了。同年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（NEDO）入構。石炭利用技術開発、水素製造・利用技術開発等に携わる。2024年4月より現職。太陽光発電関連事業のプロジェクトマネージャーを担当。