インドにおける分散型エネルギーリソースとアフリカへの広がり





NRI インド　グローバルナレッジセンター
デピュティシニア　リサーチャー　進　愛梨

NRI インド　グローバルナレッジセンター
グループマネージャー　濱田　雄介

1　はじめに

分散型エネルギーリソース（DER：Distributed Energy Resources）は、幅広い地域に分散する小規模なエネルギーを指す。昨今のカーボンニュートラル実現に向けた動きも相まって、従来の集中型電力システムを補完、また代替する柔軟なシステムとして注目を集めている。コミュニティーを基盤とした地産地消型の再生可能エネルギー導入や、小規模電源を取りまとめるアグリゲーター、仮想発電所（VPP）など、新たなビジネスモデルの展開という観点からも DER の存在感が増している。

欧米を筆頭に DER を通じた電力システムの分散化にかじを切っている中、日本では東日本大震災をきっかけに従来の一方向型の電力システムの脆弱（ぜいじゃく）性が顕在化し、地域の特性を生かしてプロシューマー（生産活動を行う消費者）が電力システムに参加するような柔軟性の高い DER が注目されるようになった。また、インドをはじめとするグローバルサウスにおいては、エネルギーへの公平なアクセス実現といった、先進国とは異なる文脈で DER の導入が進められている。

本稿では、インドの DER に焦点を当て、既に同国で事業を展開する欧米・日系企業の事例、またインドから社会課題を共有するアフリカへのビジネスの広がりを紹介する。

2　社会課題とソリューションとしての DER

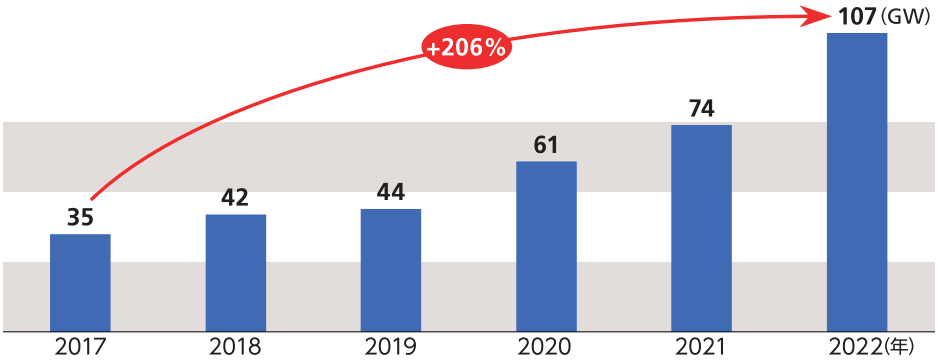
DER の中でも、とりわけ分散型太陽光発電の導入が世界で加速している。世界的な分散型電力システムへの移行の背景には、カーボンニュートラル達成に向けた各国の政策拡大はもちろんのこと、グローバルサウスにおいては電力アクセスの代替手段としての導入が進められている。DER が社会課題を解決するための一つのソリューションであるという点では共通しているが、欧米、インド、日本の各地域において DER が導入される背景および動機は異なる。

1）　欧米

EU 指令 2019/944 において、小規模エネルギー源を束ね、需給のバランスをコントロールするアグリゲーターの電力市場参加が規定されているように、欧州では DER に付随するプラットフォーム（VPP、アグリゲーター等）を取り巻く環境整備が進められている。また、DER の容量市場（将来の供給力〔kW〕を取引するための市場）や、アンシラリーサービス市場（需給調整市場）への参加が促進されており、公平な競争を可能にするための規制枠組みや、インセンティブ制度の重要性も強調されている[※1]。

※1　国際再生可能エネルギー機関（IRENA）「Innovation landscape brief: Market integration of distributed energy resources」2019 年

図表 1　世界の分散型太陽光発電　各年の純増量（2017 ～ 22 年）



出所）国際エネルギー機関（IEA）「Digital tools will help keep distributed solar PV growing strongly」（2023 年 7 月）より NRI 作成

背後にあるのは、エネルギー効率化、異常気象に対する回復力の向上、また脱炭素化における個人やコミュニティーの関与といった倫理を重んじる価値観の広がりなどである。加えて、ウクライナ戦争など地政学的緊張の高まりは、輸入への過度な依存に伴うリスクを露呈させた。エネルギー安全保障の強化は DER 導入促進の重要な要素の一つと考えられる。

2）インド

従来の集中型電力システムではエネルギーアクセスが限定されていた地域の電化に向けた一つの解決策として、DER が 2000 年初めから注目を浴びてきた。インドを含むグローバルサウスでは、地域のニーズを基に DER を活用して、小規模ビジネスなどの経済活動や医療、教育へのアクセスを向上させることを目指すという観点で、DER と持続可能な開発目標（SDGs）が密接に結びついている。昨今インドでは電力網が拡大し、世界銀行によると 22 年時点で 99.2%電化[※2]が進んでいるがその一方で、世界最大の人口および世界第 7 位の面積を誇る同国のエネルギー需要は爆発的に増加し、デリー首都圏でさえも電力供給が不安定な日がある。対応策の一つとして、ドイツ政府が出資する有限会社である国際協力公社（GIZ）と協力しデリーメトロが駅構内の屋根に 500kW の太陽光パネルを設置するなど、都市部においても DER のユニークな導入が進められている[※3]。クリーンエネルギー転換の最前線に立つべく、農村部のエネルギーアクセス向上と都市部の再エネ実装加速という幅広い社会課題の解決に取り組んでいる。

3）日本

日本で分散型電源という言葉は一般的にそこまで浸透してはいないが、政府は 2022 年に次世代の分散型電力システムに関する検討会を設置し同年からアグリゲーターライセンス制度を導入するなど DER の導入拡大、ポテンシャル発掘が進められている。また、政府は、プレーヤー同士の情報共有を行うプラットフォームを設けたり、地方公共団体を核とした 6 億円予算規模の DER インフラプロジェクトを推進したりしている。昨今の激甚化する台風や頻繁

※ 2　世界銀行ウェブサイト「Access to electricity (% of population) - India」2023 年
※ 3　GIZ ウェブサイト「Innovation: 500 kW PV solar plant roof-top plant on Delhi metro (DMRC) station inaugurated」

に発生する地震は、大規模な停電を引き起こし、一極集中型のエネルギーシステムの脆弱性を浮き彫りにしている。エネルギー供給のリスク分散に加えて、他の経済協力開発機構（OECD）諸国と比べても低いエネルギー自給率向上のための一つの手段という文脈で DER の環境整備が促進されていると考えられる。

3　インド政府の政策および市場

近年インドはグローバルサウスの先駆者となるような再エネ導入の道筋をたどっている。2030 年までに再エネを 500GW 導入するという野心的な目標を掲げているが、国際エネルギー機関（IEA）によるとインドではクリーンエネルギーへの移行が順調に進んでおり、既に発電容量の約 40％が非化石燃料から賄われている。また、活気ある民間セクターの勢いと共に、技術開発と政策支援が実施されており※4、DER 分野に関しても政府・州政府レベルでの支援策が打ち出されている。

1）インド政府の取り組み

2023 年 10 月にはインド政府電力省が、30 年までの RPO（再エネ電源調達義務制度：配電会社、大口需要家などにその販売電力量の一定割合を再エネ源から調達することを義務付ける）目標を発表し、DER のカテゴリーを設けている。その中で 29 ～ 30 年には非化石資源（再エネ）のうち、4.5％を DER から調達することが義務付けられた※5。また、政府は DER が家庭だけでなく、農業や小規模ビジネスにもエネルギーアクセスを可能にし、生産性や収入の向上に寄与することに注目し、中央政府と州政府が協力して持続可能な発展を促進するような支援策を実施している。

（1）Pradhan Mantri Kisan Urja Suraksha evam Utthaan Mahabhiyan：（PM-KUSUM）スキーム（2019 年～）

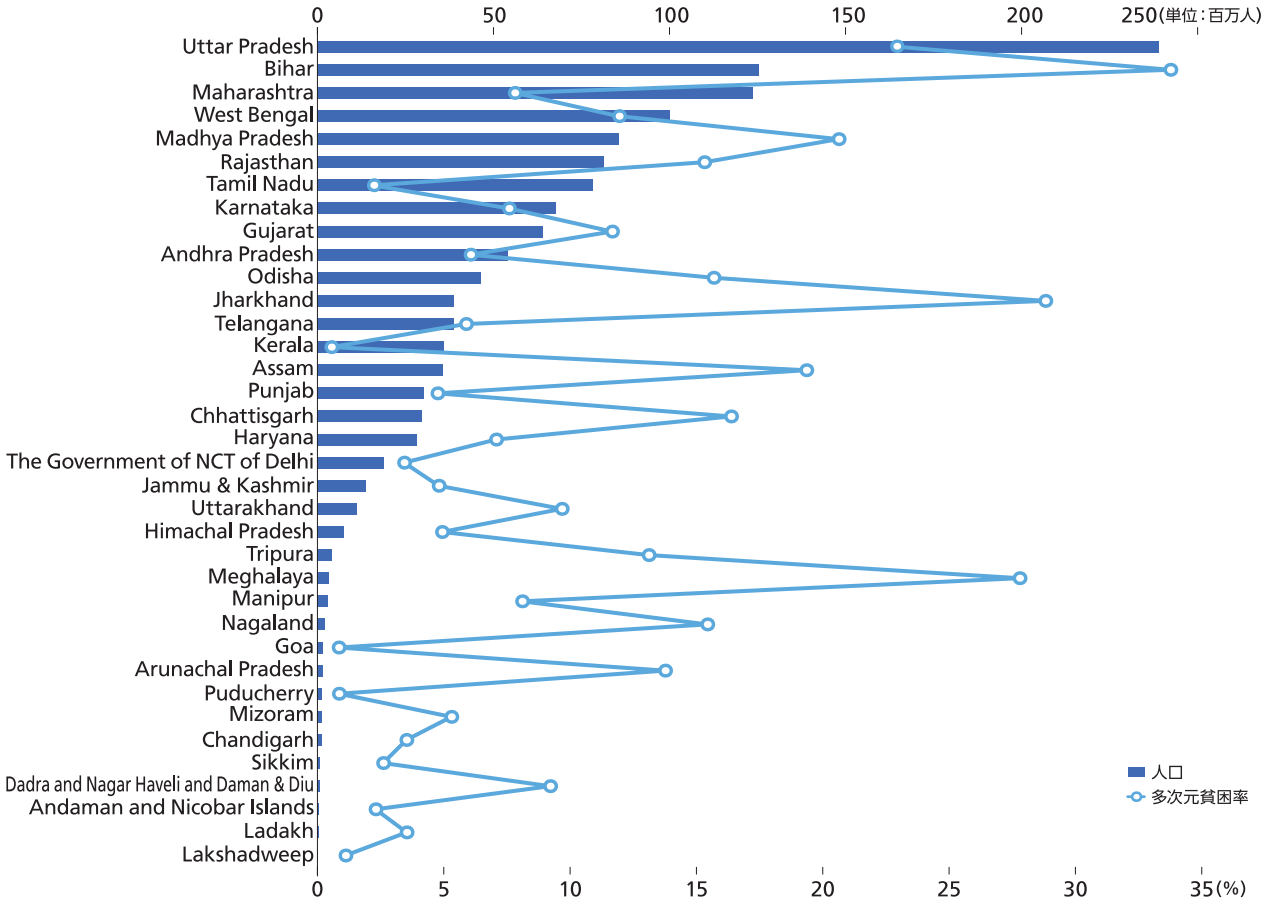
農業用ポンプを太陽光発電化することで、農家にクリーンエネルギーを提供する取り組み。グリッド接続型地上設置太陽光発電設備 1 万 MW の設置、140 万台の独立型太陽光発電ポンプの設置、そしてグリッド接続型農業用ポンプの太陽光発電化を計画している。スキーム合計で約 3 万 4,800MW の追加太陽光発電容量の導入が見込まれている※6。

（2）分散型再生可能エネルギーの生活利用促進の枠組み：Framework for promotion of Decentralised Renewable Energy Livelihood application.（2022 年～）

この枠組みは DER を広範に導入し、持続可能な生計のエコシステムの開発促進を目的としている。具体的には、再エネを使用し、太陽光乾燥機、製粉機、またバイオマスによる冷蔵や冷却設備などのアプリケーション等、直接的に生活に役立てるための包括的な開発や支援が含まれる※7。

※4　IEA ウェブサイト「India's clean energy transition is rapidly underway, benefiting the entire world」2022 年 1 月
※5　インド政府電力省「Notification Regarding Renewable Purchase Obligation RPO」2023 年 10 月
※6　インド政府新・再生可能エネルギー省ウェブサイト「National Portal PRADHAN MANTRI KISAN URJA SURAKSHA EVAM UTTHAAN MAHABHIYAN（PM-KUSUM）」
※7　インド政府新・再生可能エネルギー省「Office Memorandum Subject: Framework for promotion of Decentralised Renewable Energy Livelihood applications.」2022 年 2 月

図表 2　各州、連邦直轄領の人口（2020 年）と多次元貧困率（2019 ～ 21 年）



注）インドの地方行政区画は 28 州と八つの連邦直轄領から構成されている
出所）インド政府固有識別番号庁「State/UT wise Aadhaar Saturation (Overall) All Age Groups 31st December, 2020」および NITI Aayog「INDIA NATIONAL MULTIDIMENSIONAL POVERTY INDEX A PROGRESS REVIEW 2023」より NRI 作成

2　州政府の取り組み

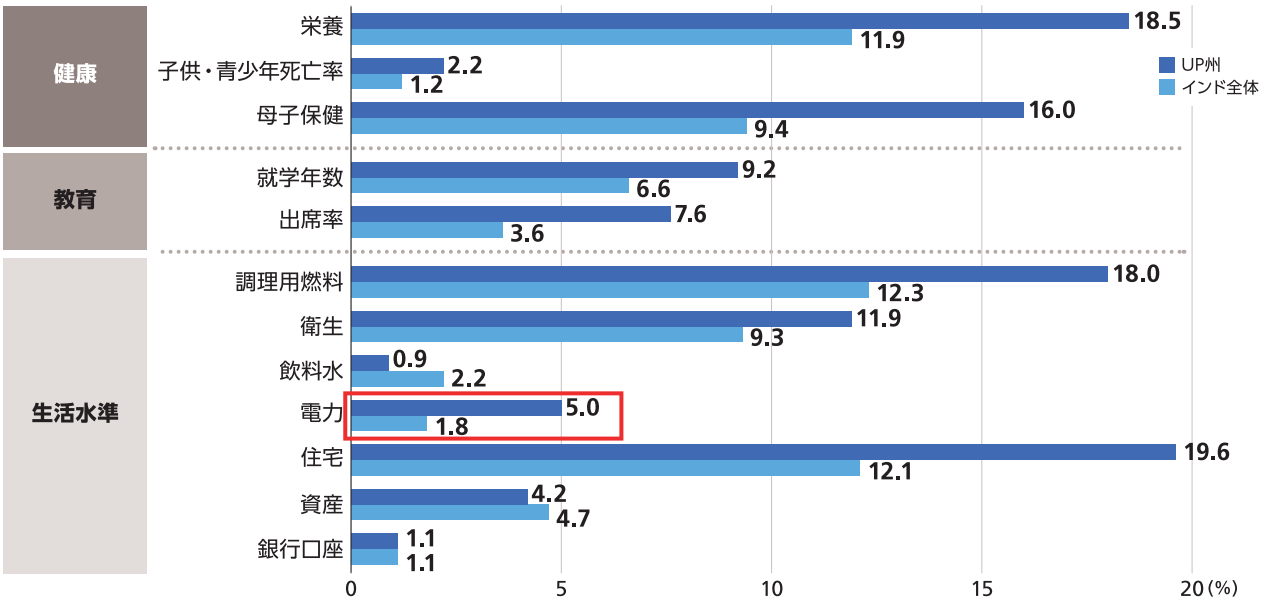
DER のアプリケーションに焦点を当てた州政府の政策イニシアチブも発表され、地域が抱える貧困や国境付近におけるエネルギー安全保障といった課題に対応しながら地元の電力需要に応じた柔軟なエネルギー供給を目指している。

(1) ウッタル・プラデッシュ州

例えば、インド北東部ウッタル・プラデッシュ州（以下 UP 州）は人口がインドで一番多く、同時に貧困率が高い。特に健康、教育、生活水準の側面から貧困率を測る多次元貧困指数（MPI：Multidimensional Poverty Index）では、インド全国平均と比べても高い水準を示している。総人口に占める多次元的に貧困な人々の割合において、電力の項目ではインド全国平均が 1.84％に対し、同州では 4.98％で約 2.7 倍となっており、他の項目と比べてもとりわけ高い。農村部では、電力供給不足のため照明に灯油を使用していたが、夜間の子供の教育や経済活動に影響が出ていることを懸念し、特に貧困層のための分散型太陽光発電設備を設置するなど、積極的な地域の電化に取り組んできた[※8]。

※ 8　UP 州新・再生可能エネルギー開発局ウェブサイト「Remote Village Electrification Programme」

図表 3　多次元的貧困で困窮状態にある人の総人口に対する割合（UP 州およびインド全体の比較　2019 ～ 21 年）



出所）UP 州政府「MULTIDIMENSIONAL POVERTY INDEX DISTRICT WISE ANALYSIS UTTAR PRADESH 2023」より NRI 作成

また、州政府の 2030 年ビジョン文書によれば、性別や社会的階層に関係なく、質の高い教育の保証に取り組むことが盛り込まれており、E- ラーニングなどのデジタル教育の推進による、遠隔地の高等教育のアクセス向上にインド政府も積極的に財政支援を行っている※9。

2022 年には、日本政府も草の根無償資金協力として、同州アラハバード県の指定カースト・部族の学生を対象とした公立高校に、授業時間中の電力確保および安全な教育環境を確保することを目的に、太陽光発電設備一式を提供していたりと、国内外からの支援が集まっている※10。

このような流れをうけ、UP 州は再エネを重要分野と位置付けて州への投資促進活動を積極的に実施している。同州では分散型配電発電（DDG：Decentralized Distribution Generation）計画が 2010 年代半ばに打ち出され、五つの地区 25 の村で分散型太陽光発電によって電化するプロジェクトが行われた※11。また、16 年にはミニグリッド政策が発表され、電力未供給地域や供給が不十分な地域にプロジェクトを立ち上げることが可能となった※12。22 年から始まった UP 太陽エネルギー政策（UP Solar Energy Policy 2022）において、26 ～ 27 年までに 2 万 2,000MW の導入目標を掲げ、約 135 万戸の住宅に屋上太陽光発電設備の設置や自家消費用プロジェクトの開発などが盛り込まれている※13。

※ 9　UP 州政府「Goal 4 Education for all」
※ 10　在インド日本国大使館ウェブサイト「【事前告知】ウッタルプラデシュ州アラハバード県における学校寄宿舎太陽光発電設置計画に関する供与式典の実施」2022 年 6 月
※ 11　UP 州新・再生可能エネルギー開発局ウェブサイト「Decentralized Distribution Generation (DDG)」
※ 12　UP 州新・再生可能エネルギー開発局「Uttar Pradesh Mini Grid Policy 2016」2016 年
※ 13　UP 州政府ウェブサイト「UP Solar Energy Policy 2022」2022 年

図表 4　インドコングロマリット各社　再エネへの取り組み

		Tata社	Reliance社	Adani社
容量・ポートフォリオ	再エネ	1万9 MW	–	1万934 MW
	太陽光	2,000 MW （屋根設置プロジェクト）		7,393 MW
	風力	1,000 MW		1,401 MW
目標		2045年までに カーボンニュートラル	2035年までにネットゼロカーボン 30年までに10万 MW太陽光発電	2030年までに 4万5,000 MW
戦略的方向性		農村部と都市部向けの包括的なクリーンエネルギーソリューションの提供	統合型再エネ製造設備 ギガファクトリーの設立	手頃な価格のクリーンエネルギーの大規模導入
DER分野への参入		DER統合にも意欲的	–	–

注）子会社、合弁会社等の情報含む
出所）各社ウェブサイトより NRI 作成

後述するが、インド国内外企業の多くが、UP 州で積極的に DER 事業を展開している。

（2）ラダック連邦直轄領

ラダックの人口はインドの中では比較的少なく、貧困率も高くないが、険しい山岳地帯に位置し、冬には氷点下まで気温が下がる厳しい気候を有する。このような地理的条件の中、地元再エネ機関、新・再生可能エネルギー省および Tata Power Solar Systems 社が連携し、遠隔地の送電網への接続がほぼ不可能な 100 以上の村に、マイクログリッド太陽光発電のプロジェクトを立ち上げ、村の学校や施設への電力供給を可能にした[※14]。また、隣国との国境に近く防衛上脆弱であるこの地域では、2022 年に近隣諸国からのサイバー攻撃を防止するための対策を開始した。翌 23 年には、政府が 13GW の再エネ発電設備と 12GWh の蓄電エネルギー貯蔵システムを導入するグリーンエネルギー回廊（GEC：Green Energy Corridor）フェーズⅡおよび州間送電システム（ISTS：Inter-State Transmission System）の計画が発表[※15]され、官民連携してエネルギー安全保障を担保しながら大規模・小規模電力システムの提供を目指している。

3）インド市場の動向

インドでは Tata 社、Reliance 社、Adani 社のようなコングロマリットが政府・州政府と連携しながら再エネプロジェクトの大規模な展開を推し進めている。特にデジタル化と親和性の高い分散型エネルギー資源管理システム（DERMS：Distributed Energy Resources Management System）の事業機会は存在しており、例えば北デリーで電力を供給する Tata Power Delhi Distribution Limited（Tata Power-DDL）社は、2021 年からカリフォルニアに本拠地を置く AutoGrid 社と戦略的提携を結び DERMS、VPP、需要応答（DR）等の再エネ統合の分野で共同パイロットプロジェクトを実施する

※ 14　Tata Power Solar Systems 社ウェブサイト「1 MW Solar Microgrids – Ladakh, India」
※ 15　インド政府ウェブサイト「Cabinet approves Green Energy Corridor (GEC) Phase-II – Inter-State Transmission System (ISTS) for 13 GW Renewable Energy Project in Ladakh」2023 年 10 月

など、段階的な市場拡大を目指している※16。これらのパイロットプロジェクトを通じて技術、市場、規制枠組み等について課題を洗い出し、実装の可能性および領域参入が検討されているフェーズであると推測される。

4　インド国内外企業の取り組み

UP 州等の電力供給が脆弱な農村地域に、国内企業のみならず国外企業も事業運営や出資参画をしている。これらの先進事業者は DER を活用した安定的な電力供給という社会課題の解決に取り組み、エネルギーアクセスの向上という課題を共有するアフリカへ事業拡大を目指す動きが出てきている。下記では、インドで事業を展開し、アフリカへの事業拡大を目指す欧州、米国、日本企業の事例を紹介する。

1）欧州企業の事例：ENGIE 社

ENGIE 社はフランスのエネルギー事業会社で、40 年以上にわたりインドでクリーン発電事業（集中型および分散型）を展開している。タミルナドゥ州、グジャラート州で風力発電、またラジャスタン州、UP 州等で太陽光発電のプロジェクトを実施している※17。

（1）インドでの事業

インドの農村地域にオフグリッド太陽光発電ベースのエネルギーソリューションを提供する Simpa Energy India Private Limited 社の株式を取得した。このプロジェクトにはアジア開発銀行も投資を行ったが利益が出なかったため、2021 年に融資が終了している※18。

（2）アフリカでの事業展開

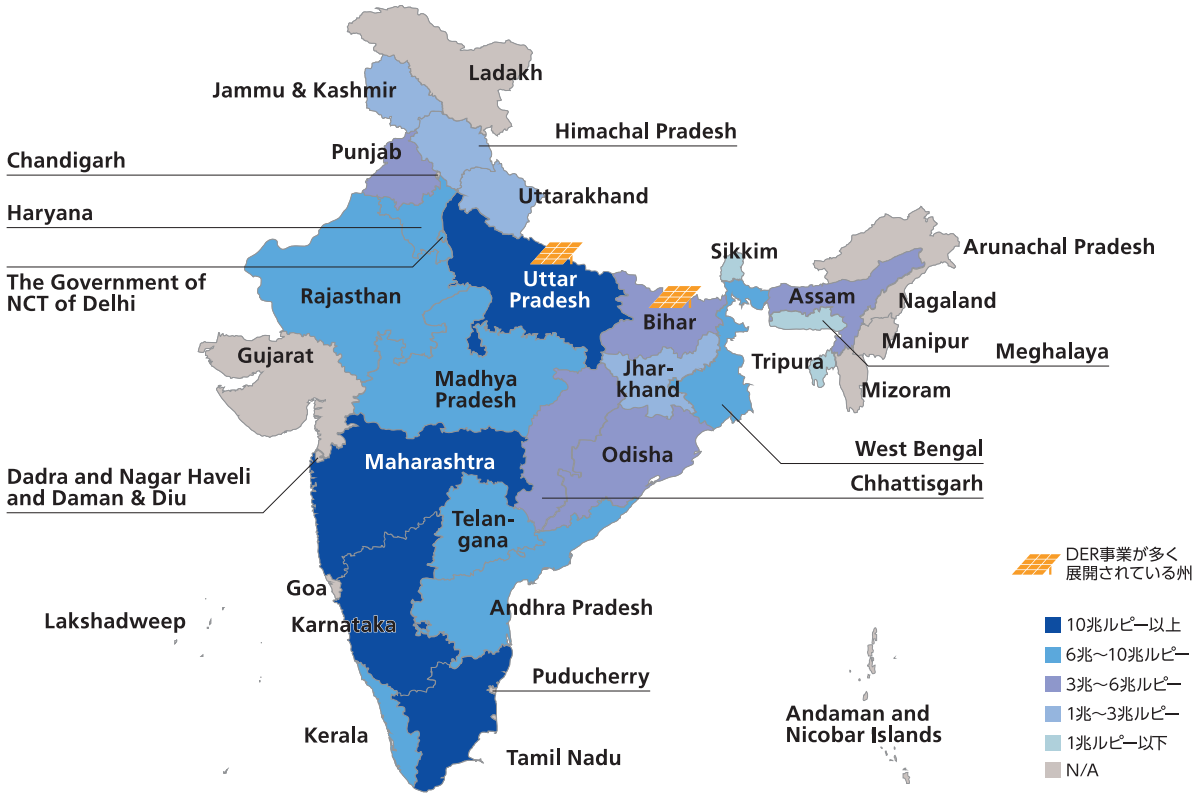
同社はオフグリッド電化に積極的に取り組み、アフリカ現地企業の買収や子会社を通じてアフリカでの DER 事業を拡大している。スマートミニグリッドおよび Pay-As-You-Go（従量課金制）で地元家庭、企業、公共サービスに電力の提供を行っている。ベナン、コートジボワール、ケニア、モザンビーク、ナイジェリア、ルワンダ、タンザニア、ウガンダ、ザンビアの 9 カ国で事業を展開し、大陸全土での市場拡大を目指している※19。

2）米国企業の事例：Husk Power Systems 社

Husk Power Systems 社は 2008 年に設立されアジアとアフリカの農村地域におけるエネルギーサービス企業である。23 年時点でインド、ナイジェリア、タンザニアに 200 基以上のミニグリットを運営している※20。

※16　Tata Power-DDL 社「Tata Power-DDL joins hands with AutoGrid to deploy AI-enabled Smart Energy Management System」2021 年7月
※17　ENGIE 社「ENGIE and Edelweiss Infrastructure Yield Plus sign a strategic partnership for solar energy in India」2020 年 1 月
※18　アジア開発銀行ウェブサイト「India : Off-Grid Prepaid Solar Leasing Project」
※19　ENGIE Energy Access 社「Off-Grid Energy Leader ENGIE Energy Access Launches 15 Solar Mini-Grids in Zambia, Targets 60 by 2025」2024 年 6 月
※20　Husk Power Systems 社ウェブサイト「At the United Nations LDC5 Private Sector Forum, Husk Power announces new initiative to partner with governments in Sub-Saharan Africa to rapidly scale community solar minigrids and achieve SDG7」2023 年 3 月

図表 5　各州、連邦直轄領の実質 GDP（2023 ～ 24 年）と DER 事業が多く展開されている州



注）基準年 2011 ～ 12 年
出所）The India Climate and Energy Dashboard ウェブサイト「State and National GDP Trends」および各社ウェブサイトより NRI 作成

（1）インドでの事業

ビハール州と UP 州の農村部オフグリッド地域で、容量 27 ～ 50kW の発電設備とスマートミニグリッドを運営し、家庭と小規模企業および工場に電力を供給している[※21]。

（2）アフリカでの事業展開

2023 年に「アフリカサンショット」イニシアチブを発表し、5 年以内にアフリカで 2,500 基のネットゼロミニグリッドを運用することを目標とした[※22]。

また、24 年にはナイジェリア農村電化庁と、最大 250MW の DER プロジェクトを展開するための戦略的パートナーシップを締結。これらのプロジェクトに世界銀行も資金を提供する予定であり[※23]、

※ 21　EU-India CECP ウェブサイト「Success story of solar mini-grids in India – Husk Power Systems」2024 年
※ 22　Husk Power Systems 社ウェブサイト「“Africa Sunshot” initiative launched by Husk Power at the Africa Climate Summit, targeting 2,500 solar minigrids over 5 years to supercharge low-carbon economic growth in rural Sub-Saharan Africa」2023 年 9 月
※ 23　Husk Power Systems 社ウェブサイト「Rural Electrification Agency (REA) of Nigeria and Husk Power Systems Join Forces to Deploy 250MW of Decentralized Renewable Energy Projects」2024 年 5 月

官民パートナーシップを組んでコミュニテイーニーズに合わせたDERソリューションの導入が進められる。

3) 日系企業の事例：OMC Power Private Limited社 ×三井物産社／中部電力社

DER・グリッド事業を展開するインド企業OMC Power社に、三井物産社（2017年～）[※24]と中部電力社（22年～）が出資参画している。

(1) インドでの事業

電力供給が比較的脆弱なUP州およびビハール州で、ABCモデルと呼ばれる携帯電話基地局をアンカーユーザー（Anchor）とし、その周辺の法人（Business）、個人（Consumer）へDERを通じて電気を供給する仕組みを運営している[※25]。

(2) アフリカでの事業展開

OMC Power社はこれまでインドでABCモデルを約200の発電設備で展開してきたが、今後三井物産社、太陽に関する国際的な同盟（ISA）等と協業し社会課題が類似するアフリカでの事業展開に積極的な姿勢を示している[※26]。

4) その他日系企業のインド進出

2024年9月には、住友商事社がインドの再エネ開発事業者AMPIN Energy Transition Private Limited社と、コーポレートPPA（需要家が再エネ源を発電事業者から長期で購入する契約形態）の推進を目的とする新会社を設立し、現地参入している日系商工業者をターゲットに新規顧客の開拓を目指している。住友商事グループは、DERの導入を起点とし、デジタルトランスフォーメーション（DX）を連携させるグリーン電力プラットフォームの事業開発をインドで進めており[※27]、日系企業の同分野への進出も増えてきている。

5 おわりに

アフリカはインド以上に、エネルギーを取り巻く環境が不安定である。中国が海外の石炭火力発電所への新規支援停止を発表したことや、エジプトなど一部の国における財政悪化は天然ガスを含むエネルギー開発の障害となり、エネルギーアクセス改善の見通しを厳しくしている[※28]。ますます従来型の電化推進が滞ることが予想される中で、地域特性に応じて柔軟な電力供給を実現するDERに対する期待は今後も高まるだろう。本稿で示したように、インドUP州に見られる貧困問題やラダックの地政学的課題に対して、DERが一つのソリューションとして機能している事例や、付随する国外企業の進出例は、社会課題を共有するアフリカにおいても適用される可能性が高いと考えられる。

欧米企業がインドとアフリカ両地域での事業拡大を同時に推進する一方で、日系企業はインドでの実績を基にアフリカ市場への段階的な進出を模索する

※24 三井物産社ウェブサイト「世界から、電気のない村をなくそう。」2019年9月
※25 中部電力社ウェブサイト「インド分散型電源・グリッド事業」
※26 JETROウェブサイト「OMCパワー、非電化地域向けの小型太陽光発電所新設」2022年1月
※27 住友商事社ウェブサイト「インドで再生可能エネルギー由来の電源開発・電力供給事業会社を設立」2024年9月
※28 IEA「Africa Energy Outlook 2022」

事例が出てきている。この背景には、歴史的要因にアドバンテージを持ち、アフリカへの投資を拡大してきた欧米と比較し、地理的・文化的に距離がある日本が相対的に後れを取っているという背景が推測される。しかし社会課題が似通っているインドでの経験を基にアフリカ市場へのアクセスを強化することで、DER 事業における潜在性を引き出す可能性は高いといえる。このアプローチは、グローバルサウスの社会課題解決への寄与という企業の社会的責任（CSR）の観点からも、アフリカ市場での競争力を高めるという点においても、日系企業にとって有益であると考える。

（監修：梶河　智史）

●…… 筆者
進　愛梨（しん　あいり）
NRI インド
グローバルナレッジセンター
デピュティシニア　リサーチャー
専門は、再生可能エネルギー、サステナビリティ全般
E-mail: airi.shin@nriindia.co.in

●…… 筆者
濱田　雄介（はまだ　ゆうすけ）
NRI インド
グローバルナレッジセンター
グループマネージャー
専門は、金融、サステナビリティ、インフラストラクチャー全般
E-mail: yusuke.hamada@nriindia.co.in

NRI マネジメントレビュー Management Review
No.08
November 2024

本件に関するお問い合わせ先：NMR編集事務局　nmredit@nri.co.jp（2026.1追記）
当レポートに掲載されているあらゆる内容の無断転載・複製を禁じます。すべての内容は日本の著作権法および国際条約により保護されています。
Copyright© 2024 Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved. No reproduction or republication without written permission.