



ITPENERGISED
Earth. Smart. Solutions



アフリカにおけるオフグリッド電力

市場分析および日英両国にとっての機会

2019 年 10 月





写真: (表紙および上)Azuri 提供

目次

1. はじめに	2
1.1 レポートの対象範囲と目的	2
1.2 オフグリッド電力が秘める可能性	2
1.3 技術の基本	4
1.4 現在の市場	5
1.5 英国と日本～電力アクセスに対する意欲と可能性	7
2. 市場レビュー～障壁と機会	8
2.1 政策とガバナンス	9
2.2 技術	11
2.3 スキルとキャパシティ	12
2.4 ビジネスモデル	13
2.5 投資	15
3. 英国と日本の関与	18
3.1 政府	18
3.2 企業やその他の組織	20
3.3 ケーススタディ	21
4. 結論および提言	30
4.1 提携とパートナーシップ構築	30

1. はじめに

1.1 レポートの対象範囲と目的

本レポートは、2019 年アフリカ開発会議(TICAD)での議論に先立って作成されたものであり、オフグリッド電力セクターで活躍している日英の先駆的企業を紹介し、またサハラ以南アフリカにおいて信頼性の高い電力供給サービスへのアクセスを向上するための、現在・将来の日英政府による支援提供の取り組みを考察することを目的としている。

オフグリッド電力は、再生可能エネルギー技術を活用してサハラ以南アフリカの最遠隔・最貧地域に電力を供給する機会をもたらすものであり、さまざまな環境・社会・経済的メリットがある。

本レポートは、オフグリッドセクターにおける課題や機会、そしてこれまでの進捗状況を要約し、持続可能な開発目標 7(SDG-7)「すべての人々に手ごろで信頼でき、持続可能かつ近代的なエネルギーへのアクセスを確保する」を 2030 年までに達成するために、どのように課題に取り組み前進していくべきか、日英政府と企業に情報を提供する。

本レポートの作成と時を同じくして、駐日英国大使館は、セクターで活動する日英の組織間、そしてサハラ以南アフリカや他地域で活動する同様の組織との間で、オフグリッド電力ソリューションの使用も含め、エネルギーへの普遍的アクセス達成に向けた取り組みの前進を加速化するため、新しいアイデアやパートナーシップを生み出す対話の拡大に取り組んでいる。

本レポートの編纂にあたっては、オフグリッド分野の専門家による最新文献を考察しており、レポート末尾に参考文献の全リストを掲載している。また、オフグリッド電力セクターに関わっている日英の政府関係者、企業、投資家、業界団体などの組織からいくつかを選んでインタビューを行った。

本レポートは、オフグリッド電力セクターにおいて日英両国が関与する領域のすべてを網羅した知見を総合的に概観するものではないが、市場に関わる重要なステークホルダーの最新の思考について、有用な知見を提供する。インタビューを行った組織のうち一部をレポートの中で取り上げているが、レポート末尾にインタビュー対象組織の一覧を収録している。

1.2 オフグリッド電力が秘める可能性

国連持続可能な開発目標(SDGs)の目標 7 に沿って、2030 年までのエネルギーへの普遍的アクセス達成に向けた世界的な取り組みが進んでいるが、それでも 2017 年時点で、近代的で手ごろな持続可能電力にアクセスできずに生活している人々が世界に約 8.4 億人いた¹。その半数以上に当たる約 5.7 億人がアフリカに暮らしている。

多くの場合、世界の最貧困地域の人々にとって電力にアクセスできる唯一の現実的な手段はオフグリッドのソリューションである。さらに、太陽光、風力、水力などの再生可能エネルギーを使って発電したオフグリッド電力は、長期的に見て最も安価な選択肢になりつつあり、環境を汚染するディーゼル発電機や使い捨ての電池、有害な灯油などに依存する必要は無くなってきている。

What are the benefits of Off-Grid Electricity?

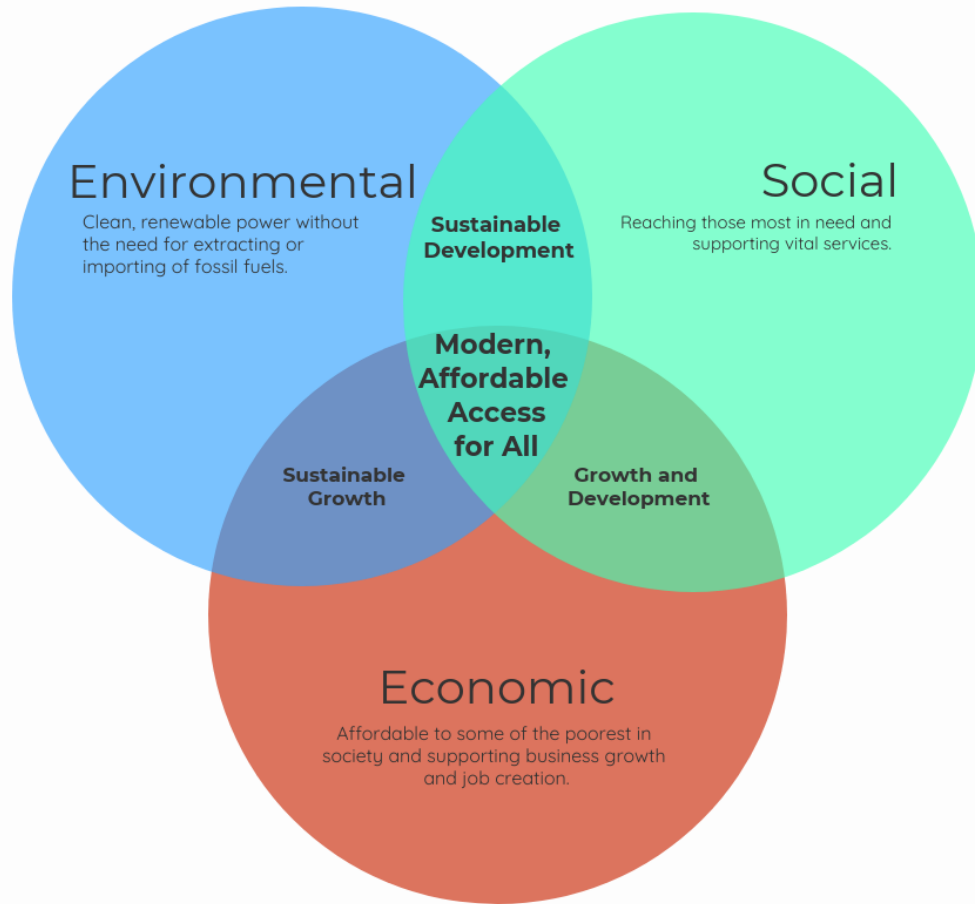


図1: オフグリッド電力のメリットは？

オフグリッド電力アクセスは、雇用創出や公共サービスへのアクセス向上、そして公共サービスがもたらすインパクトの拡大などを通じて、サハラ以南アフリカの人々の生活を変革できる可能性を秘めている。非常に基本的なレベルだけをとっても、良質で信頼性の高い電気照明にアクセスできるだけで、医療の安全性が高まり、教育や学習が可能な時間を増やす効果がある。オフグリッド電力の生産性が向上すれば、事業を始め、工業のプロセスを行なう機会も生まれ、それが雇用を支えるようになる。農地を灌漑し、作物を育てて地域社会を支えることができる。食糧や医薬品を冷蔵することで、地域社会の健康とレジリエンスが高まる。持続可能で再生可能なエネルギーによって発電したオフグリッド電力が開発に好影響を与えることができる分野は非常に多岐にわたり、しかも環境的に持続可能な手段であることから、開発関係者の間では「黄金の糸」と呼ばれており、またデューク大学の研究によれば、エネルギー面での介入は、SDGs の 17 の目標のうち 9 つⁱⁱ⁾に好影響を及ぼすことが可能だという。

1.3 技術の基本

オフグリッド電力の形態には、大きく分けて 2 種類がある。ひとつはオフグリッドソーラーまたはソーラーホームシステムと呼ばれるもので、もうひとつはミニグリッドである。

1.3.1 オフグリッドソーラー／ソーラーホームシステム

独立したオフグリッド装置を使って電力アクセスを提供するシステムで、その大半は太陽光発電(PV)エネルギーを使って照明、や携帯電話の充電、ベーシックな電気機器の稼働を行なう。

オフグリッドソーラーシステムやソーラーホームシステムは、一般的に小型のソーラーパネル、日中に電力を貯蔵して夜間に使用するための電池、そしてベーシックな追加機器(照明機器が一般的)で構成される。システムは個別の消費者製品として販売されるのが普通で、家庭用または医療センターや学校などの施設での使用を想定している。

ピコソーラーシステムは、簡潔に言えば非常に小規模のソーラーホームシステムで、小型パネルとライトを組み合わせた単一の統合型ユニットであることが多く、また他の機器を充電できるように USB 入力端子が付いている場合もある。また、家庭規模の電池を取り扱っている企業もあり、複数の電池を充電するのに十分な電力を供給できる中央ハブから、電池をコミュニティに配布する形をとる。

ソーラーホームシステムは遠隔地や孤立地へ再生可能電力を供給するには最も安価な選択肢であり、サハラ以南アフリカの最貧困地域の住民にとっても手ごろな価格になってきている。最も安価なソーラーホームシステム機器は 5 米ドルという低価格だが、もっと大規模なシステムで、電化製品や大型パネル、電池が付いている場合は、100 米ドル以上のものもある。

1.3.2 ミニグリッド

これより大きなシステムはミニグリッドと分類することができる。ミニグリッドは、再生可能エネルギー源を使って発電を行ない、小規模グリッドネットワークを通して配電し、複数の家庭やコミュニティ、企業や公共施設、小規模工場などに電力を供給する。ミニグリッドの電力供給規模は、グリッドサイズおよび発電出力により、数戸の建物から村全体、そして小さな町まで多様だ。ミニグリッドには、例えば風力タービン 1 基や小規模ソーラーパネルアレイといった発電要素が含まれており、また、必要な時に電力を利用できるよう、バッテリー蓄電システムが付いている。

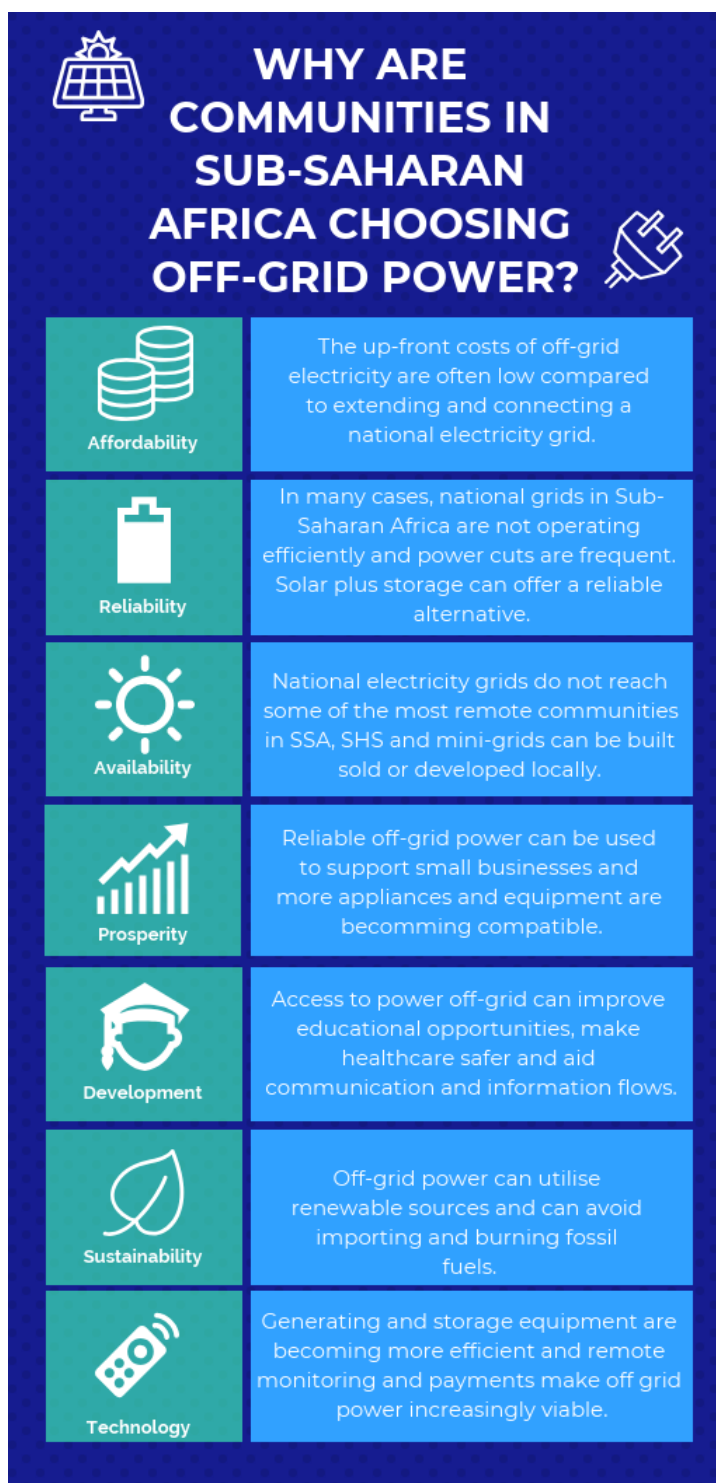


図2: サハラ以南アフリカ社会でオフグリッド電力が選ばれる理由

ディーゼル発電機を使うミニグリッドはサハラ以南アフリカ全体ですでに非常に人気が高いが、電力アクセス向上と同時に化石燃料使用による悪影響の問題に取り組むための長期的なソリューションにはならない。また、ディーゼル発電を使うミニグリッドでは化石燃料の輸入・配送が必要であり、長期的な燃料価格に関わる不安要素もある。

1.4 現在の市場

アフリカでは現在もまだ 5.7 億人が電力にアクセスできず、その多くがサハラ以南アフリカに住んでいる。取り組みに一定の前進は見られるものの、すべての人々に持続可能エネルギーへのアクセスを提供するという国連の 2030 年目標達成に近づくには、投資と活動を加速する必要がある。

国際エネルギー機関の「世界エネルギー展望 2017」ⁱⁱⁱによると、2030 年までにすべての人々に電力を供給するには、毎年 520 億米ドルの投資が必要であり、そのうち 95%をサハラ以南アフリカに投入しなくてはならないという。

本レポートは、最小限のコストでこれを達成するには、2030 年までの投資総額に当たる 3910 億米ドルのうち 23%をオフグリッドソーラー、48%をミニグリッドに配分することになる

と指摘している。この数字を見れば、オフグリッドセクターが秘める機会の規模と、国際目標達成における根本的な重要性がわかるだろう。しかし、これらの数字からは、適切なレベルの投資を実現するために必要な取り組みの規模や、さらにこうした投資を行なう前に克服しなければならない障壁やリスクを乗り越えるためにどれほど大きな努力が必要かは見えてこない。

1.4.1 オフグリッドソーラー

オフグリッド目標を達成しソーラーホームシステムの市場規模を拡大することにより得られる利益は明確である。国際オフグリッド照明協会 (Global Off Grid Lighting Association, GOGLA) の推定によれば、現在約 1.08 億人がオフグリッドソーラー製品のおかげでエネルギーリソースアクセス向上の利益を享受しており、これらの機器はこれまでに約 5840 万トンの CO₂ 削減を実現し、またこうした製品を所有した結果として 42 億米ドルの追加収入が生まれたという^{iv}。

ソーラーホームシステムの販売台数が 390 万台に達し、設置済み独立ソーラー発電機の発電容量は、世界全体で 32.39 メガワットとなっているとの報告がある。

ソーラーホームシステムの販売台数は伸び続けている。2018 年 7 月～12 月の期間には 480,000 台が販売されており、2017 年の同期間に比べて 77%の増加、2016 年比では 133%も増加している。

とは言え、販売数は企業や投資家の一部が予想していたほど急速には増えておらず、投資コミュニティでは不透明感が広がっている。

サハラ以南アフリカ内の地域別では、ケニア、タンザニア、ザンビアを含む東アフリカがソーラーホームシステムへのアクセス提供で先行し、M-KOPA、BBOX、Azuri などの企業が誕生している。最新の販売データを見る限りこのトレンドは継続しており、東アフリカでの売り上げは今も西アフリカ・中央アフリカ地域に比べて

Investing in Global Electricity Access

If every household in the world had to have access to electricity by 2030 using the least cost method, a total investment of US\$391 billion would be required, with 48% for mini grids and 23% for off-grid solar solutions.

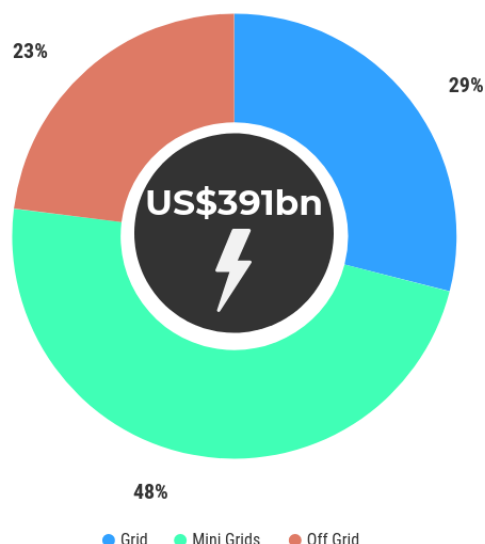


図3：世界の電力アクセスへの投資

高い。それにもかかわらず、サハラ以南アフリカ全体に巨大な市場が存在しており、まだアクセス率が低いすべての国で成長の余地がある。

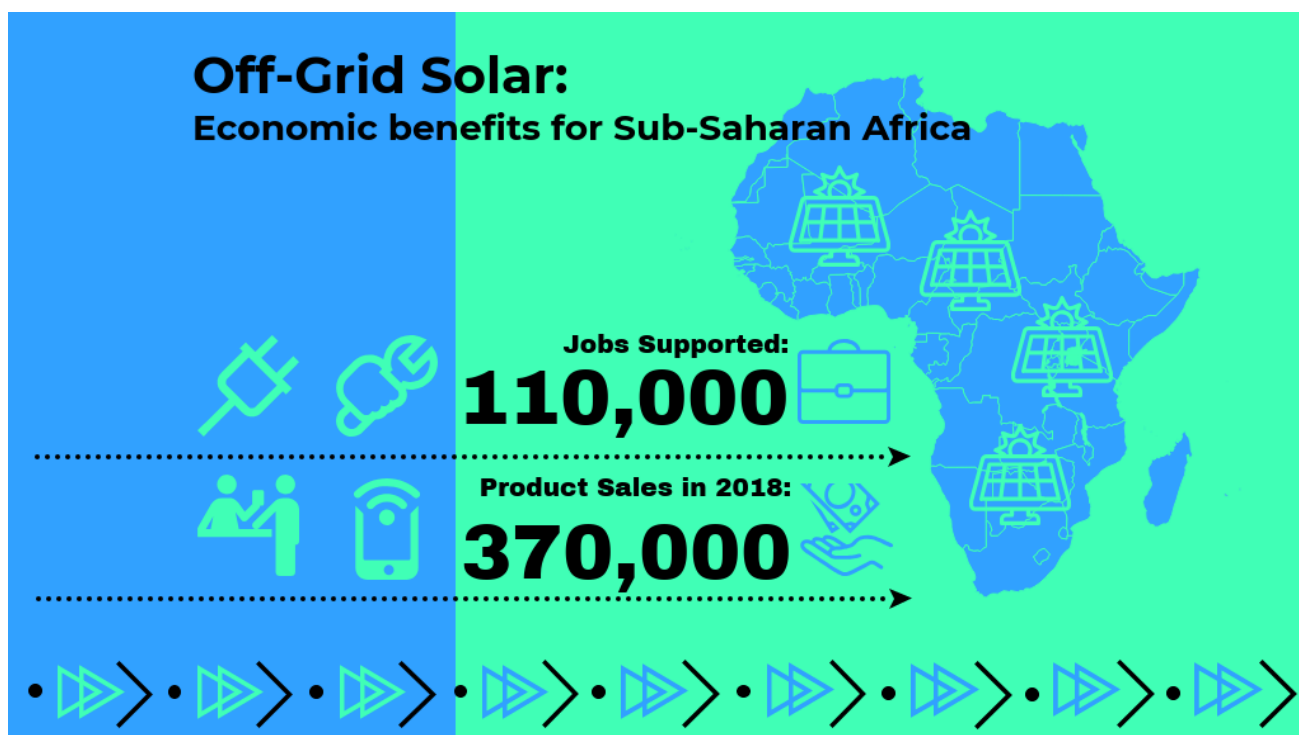


図4：サハラ以南アフリカでの経済的利益

東アフリカでの成長率が比較的高い理由の1つは、これがケニアやタンザニアなどの国におけるモバイルマネーの成長と同時に起きていることで、そのためソーラーホームシステムを少額の分割払いで購入することが可能になり、低所得・不安定所得層にも手が届くようになったからだ。一方ナイジェリアなどアフリカの他地域ではモバイルマネー技術が全面的に導入されていないため、モバイルマネー市場の開発がそれほど進んでいない。東アフリカでも、ケニアやタンザニアに比べて貧困国であるマラウイなどの市場では、民間セクターの開発企業誘致に苦戦しており、またザンビアなどの国では、遠隔地域での市場創出で困難に直面している。

1.4.2 ミニグリッド

世界銀行の最新データによると、134ヶ国で少なくとも19,000ヶ所のミニグリッドが設置済みであり、投入された投資は計280億米ドル、約4,700万人に電力を供給しているという^v。この数字には非再生可能エネルギー源を使うミニグリッドも含まれてはいるが、孤立型ネットワーク使用の潜在的可能性を示しており、また再生可能発電のコストが下がるにつれて、再生可能発電がディーゼル発電に取って代わる可能性を示している。既存ミニグリッドの市場シェアで見るとアフリカは最大ではないが、開発計画数ではトップであり、今後10年間で技術的・経済的・政治的障壁が克服されていくにつれて、さらに増える見込まれている。

ミニグリッドは、潜在的に大規模グリッドの供給電力と同じ業務に使えるエネルギーを供給することが可能であるため、商業・工業ユーザーへの電力供給の機会があり、多くの場合は全国グリッドに依存するよりもミニグリッドの方が信頼性でまさる。そのため、貧困コミュニティで地元地域内に雇用を創出できる可能性がある。

ドナーの援助による開発プロジェクトの試験・導入は進んでいるものの、スケーラブルな商業ベースのモデルに達するまでにはまだ採算性のギャップが残る。ソーラーホームシステムでも手ごろな価格設定という課題があるが、ミニグリッドではさらに増幅されている。ミニグリッドは初期費用が非常に高く、貸付者がビジネスモデルに自信を持てることが鍵となるため、起業家が利益を上げることができることを示す何らかの概念実証が求められる。

採算の取れるミニグリッド市場という点では、政府や各市場で活動するドナーのアプローチにより成功度に違いがあるというのが現在の状況だ。英国政府の国際開発省（Department for International Development、DFID）と、DFID がケニア、タンザニア、シエラレオネで進めているプログラムの実績からは、各国が異なる課題に直面していることがわかる。ケニアとタンザニアでは、設置場所や料金体系についての政府との合意が難題となり、遅延や不透明感につながった。現在ケニアではプログラムの進行状況が安定し、DFID や EU、世界銀行の支援に加えて複数の民間事業者がミニグリッド開発を進め、資金確保に成功している。タンザニアでも前進は見られるが、政府からの援助や立法に関して変更が発表されている。シエラレオネではプログラムを支える環境づくりの取り組みが続く一方、94 ヶ所のミニグリッド設置が計画されており、前進の展望はもう少し明るそうだ。

政府の介入がそれほど明白でないソマリランドなどの市場では、料金や立地の規制はそれほど重要ではないが、規制が存在しないため手ごろな料金設定が難しく、また消費者保護の原則もない。

アフリカ全体でのミニグリッドの現況については、DFID も含めたドナーの支援で運営されているイニシアティブ「グリーンミニグリッド（Green Mini-Grids）」ヘルプデスクで詳細な全体像にアクセスすることができる。このイニシアティブは、これまでアフリカ 36 ヶ国の計 79 のグリーンミニグリッド開発業者に対し、需要評価、技術システム設計、事業計画策定、財務モデリングなどについてアドバイスを提供している^{vi}。

1.5 英国と日本～電力アクセスに対する意欲と可能性

国内レベルでは、日英の再生可能エネルギー市場は世界でも最先端にあり、成功を収めている市場に数えられる。英国では 2018 年に総電力消費量の 33.3%^{vii}が再生可能エネルギー発電で供給されており、日本では 2017 年のデータで 16%^{viii}だった。どちらの国でも、世界をリードする意欲的な再生可能エネルギー支援政策により、再エネ産業が発展し、新企業や人材が登場している。

サハラ以南アフリカのオフグリッド電力市場は、日英の国内電力市場とは比較にならないが、研究、開発、エンジニアリングなどの技術サービスでスキルの移転が可能であることは疑いない。そのため、国内市場で培われた専門知識・技術を活用してアフリカでのアクセス率を高め、事業機会を創出できるチャンスがある。国内市場で成功を収めている企業の中には、すでにこの専門知識を活用し、サハラ以南アフリカやオフグリッド電力も含む新市場に輸出しているところがあり、一方日英両国で、オフグリッド電力の提供を専門にする革新的な新スタートアップ企業が立ち上げられている。

多くの場合、日英政府による政府開発援助（ODA）でエネルギーを優先項目として重視していることや、英国の DFID や日本の国際協力機構（JICA）といった開発機関がサハラ以南アフリカ全体に強力な国別事務所のネットワークを持っていることが、こうした企業に有利に働いている。これらの機関と企業の間で今後も協力関係が続く可能性は高い。

開発機関がアフリカに存在し経験を蓄積していることに加え、日英の両組織ともアフリカの電力産業への投資で実績があるため、現地のコネクションや市場に関する知識があり、それを成長中のオフグリッド市場に移転することができる。すで

に電力セクターに経験のある日英の大手エネルギー会社や投資家がオフグリッド市場に参入開始している例も複数あり、そのいくつかを本レポートで詳細に紹介している。



写真：トーゴの BBOXx ミニグリッド開発

本レポートには、オフグリッド電力セクターに関する簡単な市場レビューと、こうした企業のインタビューや最近の市場調査の考察にもとづいてまとめた、ビジネスが直面する課題や機会の概要に続いて、このセクターで行われている事業を代表する企業数社のケーススタディを収録している。

2. 市場レビュー～障壁と機会

本セクションでは、サハラ以南アフリカのオフグリッド電力セクターについて、このセクターに関わる組織の幅広い意見を集め、最近のレポートや市場インテリジェンスを検討して、同セクターの主要な側面を概観している。また、各セクションで重要な障壁や機会について示し、以下の図にもまとめている。



図5：主な障壁と機会

2.1 政策とガバナンス

主な障壁と機会：

- 明確で確かな政策の枠組みを示すことにより、投資家の事業開発が可能になり、消費者にも信頼感を与える。
- 製品規格、税制、補助金、目標などの分野で、セクターを支援するために変革が必要。

オフグリッド電力の成長と成功のためには、明確な制作による支援が重要である。各国の既存のエネルギー政策は、大規模な集中型発電所とグリッドネットワークを開発するために構築されたシステムを中心として設計されていることが多く、ミニグリッドやソーラーホームシステムなどの非集中的な分散型の電力オプションを想定していない。しかし、2010 年以降アクセス率を特に高めてきた国々では、オフグリッド電力セクターに関する政策が明らかに改善されていることが示されている。

再検討が必要な政策は多岐にわたり、複数の異なる特性を持つ新興産業分野であるオフグリッドセクターのニーズを満たせるよう、政策を適合させる必要がある。また、この産業の成長が始まれば、より明確な規格が規定されるように図るのは政府の役目でもある。これらの規格は、投資家が明確な規制に対して投資案件を評価できるようなるため投資誘致に役立ち、一方で消費者を保護できるよう堅固なものである必要がある。以下の図は、オフグリッド電力アクセスの政策枠組み策定にあたって考慮すべき点を示す。

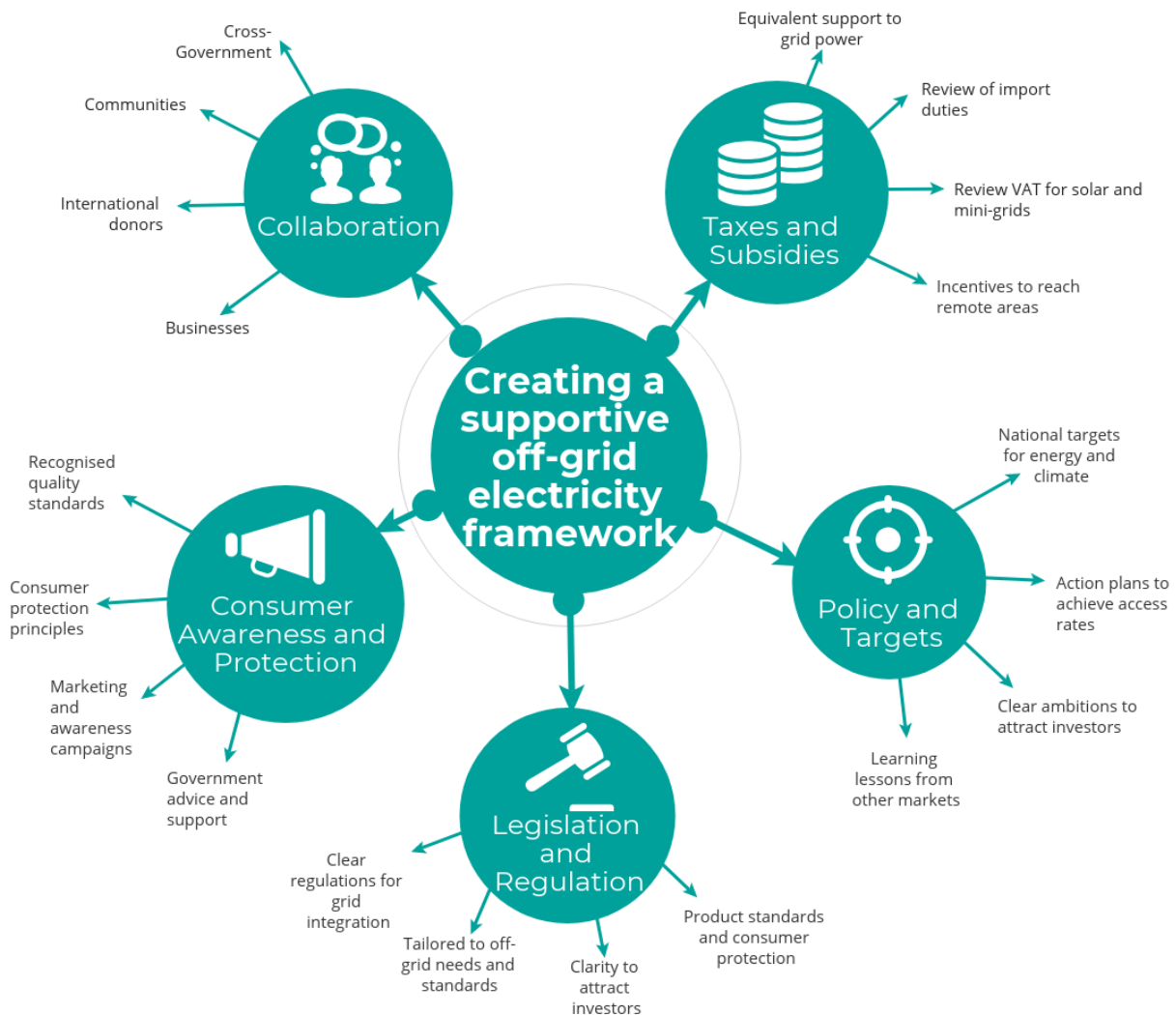


図6：セクターを支えるオフグリッド電力の枠組みを作る

意思決定者や政府の役割がいかに重要であるか、世界銀行エネルギーセクター管理支援プログラム（ESMAP）が最近出したレポートが示している。ミニグリッド開発の進捗状況に関する同レポートの主要提言 5 項目のうち 4 項目が、図 7 に示すように、政策またはガバナンスに関する何らかの対策を求めるものだった。

同様に、オフグリッドソーラーセクターでは、GOGLA の「政府のためのガイドンス」レポートが、サハラ以南アフリカにおいて同産業の成長のチャンスを増やすためにどのような面で前進すればよいかを示している。これには、以下の分野に関する政府への提言を含んでいる。

- 確実性を生み、政策環境の予想しやすさを高め、投資を誘致するのに役立つ独立型ソリューションに関する堅固な政策の枠組みを確立。
- オフグリッド製品に対する税控除や減税が、どこでセクターの成長を促進し国全体に経済的な利益をもたらすことができるかを示す。
- セクターへの民間投資を増やすために、公的資金をどのように活用するか。
- 消費者保護の原則や製品規格などの導入により、セクターに対する人々の認識と信頼を構築。

これらの提言は、今後も引き続きプロジェクト実施、技術革新、コスト削減などで民間セクターに依存することになるが、そうしたプロセスができるだけ速く進むようにするためには、政策とガバナンスが大きな役割を果たすことが明らかだ。

政府と並んで、ドナーや国際組織からの外部支援もこのプロセスの重要な要素である。

日英両国は、国内での総合的なオフグリッド電力政策構築に関しては特に豊かな経験があるわけではないが、電力セクターやその他の産業から得られた経験という側面は、サハラ以南アフリカの政府を支援して適切な産業の枠組みを策定する際に有用である。これには、ドナー政府が過去に国内環境で再生可能エネルギー産業の開発を支援した時の経験を生かすことも含まれ、例えば適切な税制・関税枠組みに関する専門知識、助成金の使用による産業振興、製品・サービス規格や規制の策定などを含む。

このようにドナーの支援する取り組みで政策や規制に好影響を与える例は、数多くある。例えば、合意による品質規格を策定することは、市場内で製造または市場に輸入された製品の品質水準が高く、消費者も長い間使い続けることができ価値のある良質の製品を買っているという安心感があり、セクターに対する信頼感を育む。英国政府も支援している世界銀行の「アフリカに光を（Lighting Africa）」プログラムは、国際的に認められた規格を導入しており、サハラ以南アフリカ全体の国々がそれぞれの市場に合わせて適応させ始めている。

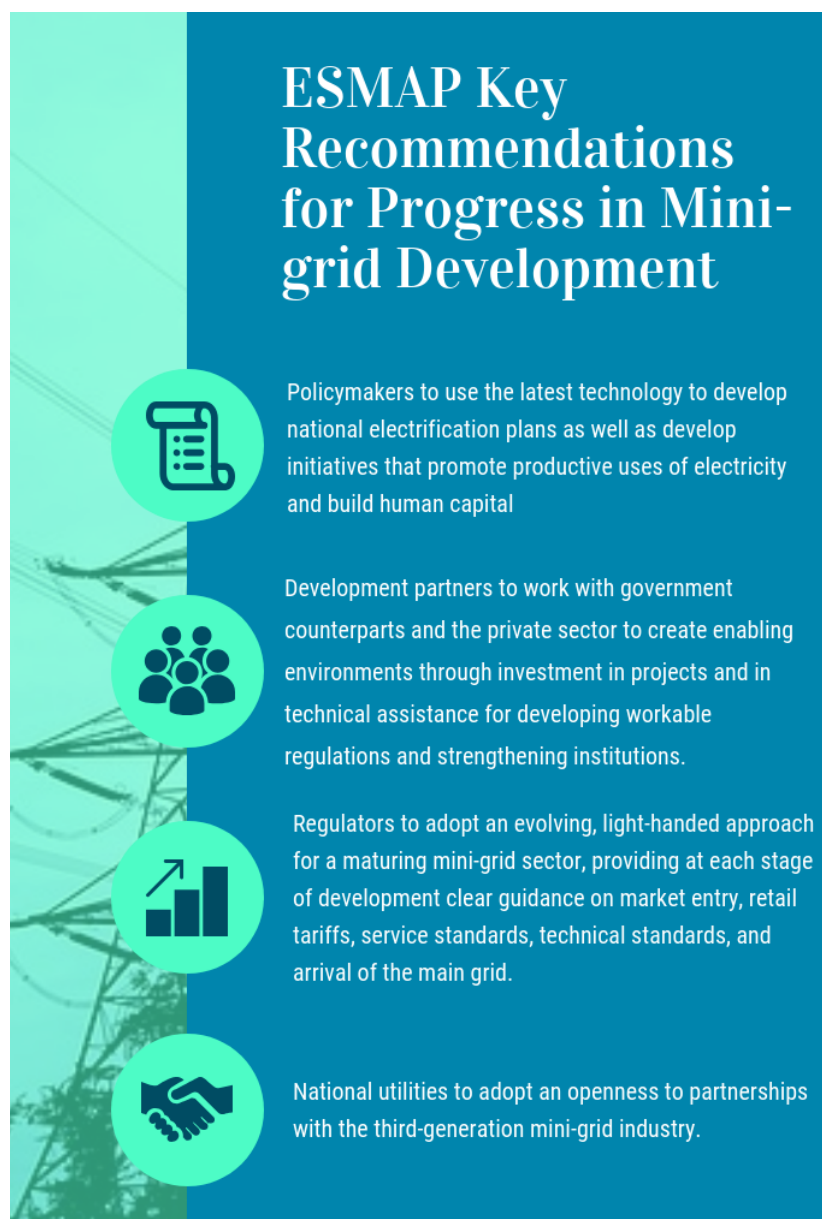


図 7: ミニグリッド開発前進のための ESMAP の主な提言

日英政府はさらに、成長を可能にするサポートの新たな枠組みについて理解し策定を支援する手段として、サハラ以南アフリカの企業や政府と直接協力する他に、農村電化協会（Associations for Rural Electrification、ARE）や GOGILA などのアンブレラグループとともに取り組みを進めることができる。各国内における国内業界団体や国際的業界団体の国内組織の設立が必須であることは、シエラレオネなどの国での実績からもわかり、組織化された強力な業界団体は、政策変更の必要性について明確な論拠を示す役割を果たすことができる。

また、適切な政策の導入がインパクトをもたらすことが、企業の声からも確認されている。トーゴの政府助成プログラムの例について、BBOXX の CEO マンスール・ハマユンは、同国進出後「適切な枠組みの中では民間企業が効果的に事業を進め、スケールアップできることがわかり、喜んでいる。これまで長い間、さまざまな障壁が分散型ソーラー事業の成長と発展を阻んできた。データと技術をバネにして、コストの高い従来型グリッドを飛び越えてもっとスマートなグリッドソリューションを選択し、アフリカの公益事業セクターを土台から変革することが可能だと考えている」と言う^{ix}。

適切な政策と規制の枠組みを策定する必要性が、それを最も必要としている国々で認識されてきている兆しがあることは明るい材料だ。電力アクセス赤字国トップ 20 ケ国のうち 17 ケ国で、政府が 2030 年までに普遍的アクセスを達成またはほぼ達成するための明確な目標を設定している。

2.2 技術

主な障壁と機会：

- データを使ってセクター内における知識を向上し、適切な場所で適切な開発を実施、また顧客にとって最良のビジネスモデルやパッケージを柔軟に提供。
- 新技術の研究開発を継続して、特に生産用途におけるオフグリッド電力の生産性を高める一方、ソーラーホームシステムやミニグリッドで利用できる便利な低電力機器を導入。



“It is exciting to see that under the right framework private companies can operate effectively and scale up operations”

BBOXX CEO Mansoor Hamayun

オフグリッドセクター全体での技術の進歩は急ペースで続いており、技術革新がもたらすハードウェアのコスト削減だけでなく、ソフトウェアのイノベーションによって業界の効率が上がり、顧客にとってもより有用で便利になってきている。

オフグリッド電力市場の成長と同時進行で、サハラ以南アフリカでのモバイルコネクティビティの普及も進んでいるが、これは偶然ではない。携帯電話の使用が普及し、インターネットやスマートフォンの使用が成長していることは、企業にとって超遠隔地の顧客とも支払い管理や情報共有のやり取りを行えることを意味する。基本的なレベルで見ると、過去には顧客にとって唯一の選択肢はオフグリッドシステムを完全に買い取ることだったが、今では従量課金技術を使って長期間にわたる少額の分割払いが可能になったことを意味する。同様に、遠隔地のミニグリッドでも、所有者が直接支払いの収集を行なう必要がなく、顧客も電力を買いに出かける必要がなくなった。

支払いに加えて、モバイルコネクティビティがあれば企業がモバイルデバイスや接続の状態を遠隔監視でき、顧客も簡単に供給業者や修理サービスに連絡できるため、保守点検状況も改善される。

また、企業は遠隔データ収集により超遠隔地での需要レベルを捕捉し、顧客のニーズを理解することができる。その結果、ソーラーホームシステムの普及率がすでに高い地域で非常に高い需要があることを企業が理解できれば、より大規模で生産性の高いミニグリッドに自信を持って投資することが可能になるかもしれない。それによって地域社会にとっても有益なサービスが増えることになる。

また、顧客の需要に応じて新技術が導入されるケースもあり、英国に本部を置く企業 Azuri の CEO サイモン・ブランスフィールド・ガースは、「アフリカの消費者が、そして近代的サービスや省エネデバイスに対する彼らの需要が、オフグリッドセクター全体でイノベーションの原動力になっている」と指摘している。最近、オフグリッド発電と併用できる新世代の機器が、オフグリッド電力の潜在的用途を広げており、これがさらに



“African consumers and their demand for modern services and energy efficient devices is driving innovation across the off-grid sector”.

Simon Bransfield-Garth, CEO of British off-grid energy company, Azuri Technologies

セクターの発展につながっている。多くの場合、オフグリッドシステムを開発した技術企業が、自社の発電機器と組み合わせて使える冷蔵庫、テレビ、調理器などの機器も開発している。オフグリッド顧客に提供されるサービスの向上は、明らかに顧客にとって良いことであると同時に、以下で触れる通り、業界の収益性向上の重要な要因にもなっているのだ。

発電・蓄電機器の技術進歩、特にソーラーパネルや電池のコストや効率性の向上が続いていることから、小型オフグリッドソーラーデバイスから大型ミニグリッドネットワークまで、オフグリッドシステムの価格は下がり続けている。数字を見ると、ディーゼル発電機で発電する

エネルギーの推定コストは 0.60 米ドル／kWh であるのに対し、ソーラーホームシステム発電では 0.55 米ドル／kWh、マイクロ水力発電では 0.24 米ドル／kWh となっており、すでに展望は明るい^x。これらの数字には、非常に重要な要素である電力貯蔵のコストは含まれていないが、こちらもコストが大幅に下がってきており、再生可能エネルギー発電に蓄電池を組み合わせたコストが、需要に応じて化石燃料で発電する場合のコストと同等になる日も近い。

2.3 スキルとキャパシティ

主な障壁と機会:

- 将来の市場需要に応えるためには、教育のすべてのレベルで、多岐にわたるスキルの開発が必要(工学、販売、経営など)。
- オフグリッドセクターにおける将来の雇用・成長の可能性を示し、住民を訓練・再訓練に備えさせるためセクターを宣伝。

オフグリッド電力セクターには、何百万人ものサハラ以南アフリカの住民に電力アクセスをもたらすことができる潜在力があるが、それを十分発揮できるようにするためには、現地労働者がこのセクターで働く技能と資格を持つことが、産業の成長に必須である。

熟練労働者需要を満たすことは決して簡単ではなく、この産業の多様性のため、小売、流通、経営、製品開発、事業開発、設備設置・保守など、異なる分野が成長する可能性を秘めている。企業も投資を求め、誘致する必要があり、同セクターで成長するためには、こうした投資を構成・確保・管理するために必要な専門知識を持つ必要があることが多い。

産業分野内の複雑性や多様性に加え、サハラ以南アフリカには成長産業が数多くあるため、質の高い人材の獲得競争は激しい。英国に本社を置くオフグリッドエネルギー企業 BBOX のクリス・ベイカー・ブライアンもこの問題を指摘し、「成長を遂げる小売セクターとの競争のため、エリアマネージャーや中間管理職のポストに良質の人材を確保するのは難題だ。当社ではキガリで未来のリーダー養成プログラムを立ち上げ、最優秀の人材を育成して、こうしたポストに登用しようとしている」と言う。

投資出資者からオフグリッドやミニグリッドの開発事業者まで、日英で活動する組織からのフィードバックは、何らかの必要キャパシティの問題があるために、セクターの成長能力にとって明らかなギャップになっていることを示している。

また、企業が事業成長のために熟練スタッフを雇用できるかどうかという直接の影響だけではなく、サハラ以南アフリカ市場全体のビジネスエコシステムにもキャパシティの問題がある。これらの問題も多様で、物

理的インフラストラクチャーの質が悪いいため流通が困難という問題から、銀行システムの効率が悪く、支払いや請求などの基本ビジネス機能がうまく働かないという問題までさまざま。これらの市場では多くの面でキャパシティがまだ成長途上であり、投資のリスクが高いと判断される避けがたい理由のひとつとなっている。

しかし、これらの市場の潜在的な重要性と規模を考えれば、サハラ以南アフリカの政府が長期的にオフグリッド産業を支えるための適切なカリキュラムや資格を制定し、セクターの振興を進め、長期的な展望や利益について意識向上に取り組むことは道理にか
なっている。

2.4 ビジネスモデル

主な障壁と機会:

- 企業が垂直統合型から移行してセクター内での専門化と効率化を進め、透明性を向上して投資リスクを軽減する機会を模索。
- 引き続き需要の拡大を重視し、顧客体験を改善するため、配達と支払いの簡便性の問題解決や、手ごろな価格設定、カスタム機器提供などによるメリット最大化を進める。

“attracting the best area and middle managers is a challenge with strong competition from growing retail sectors”.

Chris Baker-Brian of the British-based off-grid energy company BBOX

オフグリッド電力会社は、収益性のあるスケーラブルなモデルに到達できるよう、さまざまな要因を検討する必要がある。最近発表された世界銀行の論考^{xi}は、オフグリッド企業が考慮すべき主要エリアとして、技術、手ごろな価格設定、認知度、入手しやすさ、使いやすさ、受容などを取り上げている。以下の図は、こうした要因について、採算の取れるスケーラブルな製品やサービスを作り出すためにオフグリッド電力企業が考慮すべき基本点や、取るべきステップを示している。

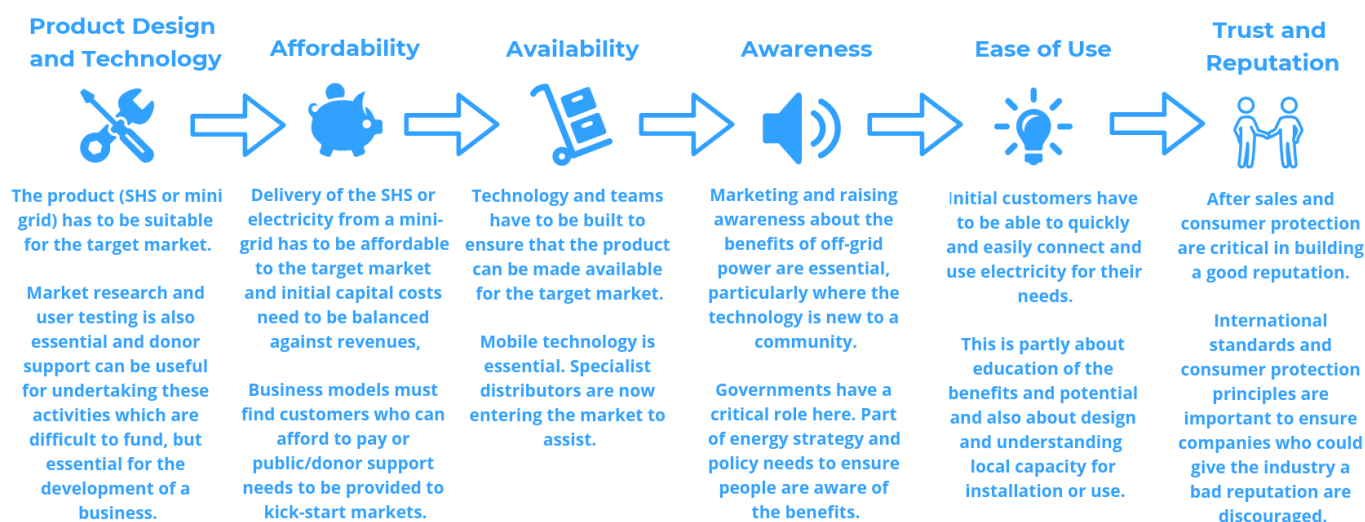


図8: ビジネスモデルの基本項目

管理の行き届いた効率的な全国グリッドへの接続という選択肢があるところでは、オフグリッドソリューションの電力単位当たりコストはエンドユーザーにとって高くつく。しかし、サハラ以南アフリカの貧困・遠隔地域の場合グリッド接続は現実的ではなく、オフグリッド再生可能電力は最も安価な選択肢であることが多いか、多くの場合唯一の選択肢である。

オフグリッド（ソーラーホームシステムまたはミニグリッド）がコミュニティにとって唯一の選択肢である地域でも、初期費用は今も大きな障壁となることが多い。アフリカの多くの国では、利率の高さと変動の大きさ、そして特に遠隔地では収入が不安定で非常に低い顧客ベースのために、企業は信用問題に直面する。こうした理由から、融資は難しく、リターンは不確実だ。この課題を克服するため、サハラ以南アフリカの企業は、イノベーションによってセクターの普及と成長に最も適したビジネスモデルを採択しなければならない。

ソーラーホームシステムは主に従量課金制を使って販売されており、これによって高額な初期費用の問題をある程度回避している。顧客は供給業者に対し、遠隔デジタル決済で支払いを行なう。この種のビジネスモデルの人気の高まりは継続しており、2018 年の上半期から下半期で売上げは 30%増え、950,000 件に達した。同時期に現金売上げが伸びていないことから、このセクターでの従量課金制の優位が強まっていることがわかる。

ミニグリッドについては、ドナー支援による開発計画の試験や導入が進んでいるにもかかわらず、完全に商業ベースに乗ったモデルを達成するまでには採算性のギャップが残っており、ソーラーホームシステムの場合に比べて、個別開発計画の資本コストがより大きな問題になる。

しかし、急速なコスト低下と電力アクセスのない人々がまだ数多くいることを考えれば、商業的成功への転換点は近いかもしれない。まだ残っている採算性ギャップをドナーが埋める場合、農村地域社会におけるミニグリッド開発がプラスの影響を生むことができる可能性は高く、こうした開発には明らかに需要があり、成果連動型融資（RBF）による援助によっていずれ完全に商業ベースに乗ったモデルが実現し、理想的には、英国における固定価格買取制度や再生可能エネルギー購入義務制度のような、先進国の再生可能エネルギー初期段階での開発で見られた援助のパターンを再現していくかもしれない。

従量課金制の成功は、家庭での所有にとどまらずミニグリッドの使用にも採用されてきており、企業がこのモデルを他の農村地やオフグリッドセクターについても採用するケースが出ている。この例としては農業セクターがある。ソーラー発電で稼働する灌漑ポンプの人気の高まっており、支払いは農業生産量に合わせて調整可能で、これにより、高収量を上げるための先進技術を大規模資本投資の必要なしに手ごろな価格で導入できるようになっている。国連食糧農業機関（FAO）の推定によると、ケニアでは現在 2,000 基のソーラーボアホールポンプと 1,000 基のソーラー陸上ポンプ（2.5 kW 未満）が稼働中だとい^{xii}、銀行やマイクロファイナンスからのクレジットや従量課金制モデルへの需要の高まりとも合わせて、このセクターでの成長を裏付けている。他にもスーパーマーケットから鉱業まで、オフグリッド電力のさまざまな商業・産業用途に潜在的な成長の可能性がある。



写真: 電池パック充電用の Mobile Power ハブは、地域コミュニティの中心としても機能している。

商業・産業ビジネスモデルは、ミニグリッド開発業者にとって安定的な顧客を確保でき、定期収入をもたらし、さらに余剰エネルギー供給を使って地域コミュニティに追加サービスやアクセス提供する機会も広がる。英国のスタートアップ企業 Mobile Power は、ミニグリッドの余剰エネルギーを使って充電した携帯バッテリーパックを、遠隔地のオフグリッドコミュニティに従量課金制で提供している。Mobile Power の COO ルーク・バラスは、「使わなければ無駄になる余剰電力を活用してオフグリッドのサービスを人々に提供することは、ミニグリッド開発のビジネスケースを向上させるだけでなく、同時に最貧困コミュニティにも手ごろな電力の恩恵を受ける機会を与え、地域の雇用創出にもなる」と指摘する。

また、同セクターの企業が電力需要増加につながる機器の開発や供給側のイノベーション、サービス提供などを進めていることから、顧客との長期的で緊密な関係を築いていることは明らかだ。こうした展開は顧客からの収益源を増やすことになり、投資家にとってもセクターの魅力が高まる。

一方で、オフグリッド電力企業が関わるサービスや活動の増加がもたらすデメリットのひとつに、各企業がそれぞれ技術開発、流通、運転・保守、金融を同時に取り扱うことによる組織の複雑化がある。運営上の複雑さに加えて、小規模スタートアップ企業がサハラ以南アフリカの複数の地域や国でプロジェクトを立ち上げることが多く、他の市場で活動する同じような年数や規模の企業に比べて、数多くの広大な市場で事業を行っていることが多い。この複雑さの結果、企業や投資家のフィードバックは、このセクターは一時的に分解の機関を経験する可能性を示唆しており、結果的に効率向上や専門化の推進、収益性の増加がもたらされるかもしれない。これにより、潜在的投資家にとってこのセクターへの投資は理解しやすくなり、リスク評価が簡単になる。

企業の複雑性に加えて、「2030 年までにすべての人々にエネルギーへのアクセスを確保する」という SDG 目標 7 の達成という文脈で課題のスケールを考えると、ビジネスモデルにはさらなる課題もある。サハラ以南アフリカのコミュニティの多くは超遠隔地にあるため、政策のレベルは比較的高く、収入は不安定だ。ドナーや企業にとって、課題のひとつは、支援やビジネスモデルをどのように構成すればこうしたコミュニティに手が届くかだ。チャリティセクターが役割を果たすことができるのはこの分野で、英国の団体 SolarAid は、特に手が届きにくいコミュニティで新しいビジネスモデルを試して実証し、手が届きにくい市場の扉を開くことに、活動の焦点を当てている。日本の商事会社である三菱は、SolarAid に資金を提供することで支援を行っており、ここからこのセクターで両国の間に強い絆があることがわかる。

2.5 投資

主な障壁と機会：

- リスクとファースト・ロスの負担を増やすことで、アーリーステージ企業や成長事業を支援し、民間セクターからの追加投資を誘致。
- 大規模資金提供者と、サハラ以南アフリカのエネルギー市場に経験のある企業との間で提携を拡大し、オフグリッド企業を育てるための資本集約型事業の支援に協力。

オフグリッド電力投資の可能性は、明らかに開発出資者、民間ベンチャーキャピタル、多国籍企業、クラウドファンディング資金提供者など、幅広いグループに認知されている。すでにこのセクターに大規模な投資を行っている組織や個人も複数存在し、その中には日英からの投資もある。オフグリッド電力企業との提携を目的にした幅広い異なるファンドが運営されている。



“Using excess power which would otherwise go to waste to deliver services to people off-grid improves the business case for developing a mini-grid and gives some of the poorest communities the chance to benefit”

Luke Burras, CCO for Mobile Power

この関心の高さにもかかわらず、公共・民間セクターが確約した資金は、サハラ以南アフリカのすべての人々にアクセスを確保するために必要なレベルにはまだ程遠いが、一方でオフグリッド電力への投資のために用意された既存の援助資金は、投資先となる適切なプロジェクトや企業を探すのに苦労していることが多い。

農村電化協会はこの問題を取り上げて、「資金へのアクセスは今も大きな障壁であり、農村のクリーンな電化の成長や急速なスケールアップを制限している。特にオフグリッド企業は、負債か株式かを問わず運転資本や中長期資本へのアクセスに苦労している」としている^{xiii}。

特にソーラーホームシステムセクターでオフグリッド企業のスケールアップがもたらす機会とリスクは、英国政府が資金を提供する開発金融グループ CDC のジェフ・マンリーによって明確に指摘されている。「これらの企業には、エネルギー貧困ギャップを減らし、金融の包摂性を高め、何百万という人々の生活の質を高め

る機会がある。しかしそのためには、従量課金制企業は一定のスケールに達する必要がある、巨額の資金が必要となる。これらの企業と投資家が成功するためにはサービシングが非常に重要であり、業界はこれらのリスクを軽減するための取り組みをもっと進める必要がある。例えば、バックアップサービシングプランの開発が考えられる。これにより、資金融資の質と数が高まり、この産業全体の将来の見通しを大きく改善する。」

オフグリッドセクターのリスクレベルは複数の異なる要因に影響されており、例えば新技術の使用、新しく複雑なビジネスモデル、ガバナンスの良くない市場での活動、そしてこの市場が極端な低所得・不安定所得で暮らす消費者に依存しているという単純な事実と



“PAYG companies need to reach scale, which will require large amounts of finance. Because servicing is so important to the success of these companies and their investors, the industry needs to put more effort into reducing this risk”

Geoff Manley, CDC

いった、本レポートでここまでに取り上げてきた問題が混在している。これらの分野のすべてで前進がない限り、投資家はセクターに対してコミットメントを強める意欲を感じないだろう。

しかしこれらの不透明性にもかかわらず、近年このセクターに大きな投資が行われてきている。これは全体としては明るいニュースだが、中には必然的に、投資後に市場での失敗が注目を浴びる事例もあった。これも、企業や投資家がオフグリッドセクターの運営やスケールアップについて最善の方法を学ぶ、長い学習曲線の一部と言えよう。

また、国際企業や投資ファンドは、サハラ以南アフリカですでに活動している地元企業と提携する方法で明らかに実績があることも真実だ。セクターの規模を大幅に成長させるには、このトレンドは今後も続くだろう。ESMAP のレポート「5 億人のためのミニグリッド」では、キャタピラー社と PowerHive がアフリカ市場で協力し、シュナイダーエレクトリック社がナイジェリアで EM-ONE や GVE と手を組んでいる事例を挙げている。オフグリッドソーラーでは、エンジーが Fenix に投資、EDF がトーゴで BBOXX とのパートナーになるなど、国際グループとオフグリッドソーラー企業の提携合意の件数も伸びている。

同様に、日本の丸紅と英国の Azuri Technologies が協力体制を取っており、さらに最近、BBOXX が三菱の主導する 5,000 万米ドルの投資を獲得したと発表するなど、日英両国の企業がこのセクターで提携・協働に取り組む潜在的可能性を示している。こうした取り組みは、特にアフリカ現地でオフグリッドエネルギー分野に経験のある企業と、アフリカでのエネルギー市場経験とまとまった資本をあわせ持つ大手グローバル企業が手を組み、小規模オフグリッド企業の事業スケールアップに投資する場合に効果的だ。

また、小規模組織からのフィードバックからは、現在の市場が成熟していないために、特に個別企業にまとまった金額を投資したい資金提供者にとっては投資できる対象が限られ、結果的に投資のために準備されたファンドが活用されていないことがうかがえる。市場進化の過程において、現段階でセクターが必要としているのはリスクの高い小規模長期投資だろうと企業側は言う。しかし、多くのファンドは市場の中から大

きな企業を探して投資する目的で立ち上げられている。ここでも、ドナーが援助する開発金融の活用が有効となる。

本レポートでインタビューした企業からは、ドナー支援投資ならファースト・ロスのリスクを負担することができ、全体の投資リスクが軽減されて民間セクターの投資家が参加しやすくなるため、理論的には増幅効果が望めるのではないか、という期待が明らかに見られた。



写真:テレビを見る Azuri 顧客

3. 英国と日本の関与

以下のセクションでは、このセクターに関わっている日英の異なるグループの活動を簡単に紹介し、日英両国の政府が参加している進行中または計画中の活動の詳細を説明する。このセクターに関わる組織や日英政府による援助のすべてを網羅したガイドではないが、関与している組織の多様性や、現在進められているプロジェクト、これまでの達成度について、全体像を示すものである。



写真:ソーラーサテライト TV システムを使うケニアの顧客

3.1 政府

3.1.1 英国政府

英国政府は、アフリカでオフグリッド電力へのアクセスを支援する複数の異なるプログラムを実施している。その多くは DFID が資金提供または手配・管理を行なっているものだが、公式のエネルギー開発援助プロジェクトの中には、ビジネス・エネルギー・産業戦略省 (BEIS) が運営しているケースもある。

英国政府の援助は、新興企業や既存企業への株式投資から、技術援助の支援や広範なオフグリッドエコシステム開発の取り組みまで、オフグリッド電力関連の多様な活動を対象にしている。

プログラムの例を挙げると、アフリカクリーンエネルギー (Africa Clean Energy、ACE) プログラムは、オフグリッドソーラーセクターを支援して、アフリカ 14 ヶ国で政策の策定や規制の改正に関わる他、サハラ以南アフリカの新市場開拓を進める企業に助成や融資を行なっている。

エネルギーアクセス変革 (Transforming Energy Access) プログラムは、オフグリッドソーラー・ミニグリッド産業の中で重要性を増している革新的な有望企業への投資を含め、オフグリッド電力セクターのさまざまな側面を支援する、多角的なイニシアティブである。

また、英国政府はグリーンミニグリッド (Green Mini-Grids) プログラムを通じて、サハラ以南アフリカの複数の市場でミニグリッド開発を援助しており、同プログラムは世界的にも知識共有やアドバイスの提供に貢献している。この支援の一部はグリーンミニグリッドヘルプデスク^{xiv}の開発に対して行なわれている。これはオンラインのカスタム技術支援リソースで、アフリカ開発銀行が管理に関わっている。グリーンミニグリッドプログラムを通じたその他の各国市場開発援助としては、各国政府や規制機関との協力や、サハラ以南アフリカの複数の国でビジネスモデルを試用・試験する企業に対する支援などがある。

再生可能エネルギーパフォーマンスプラットフォーム (Renewable Energy Performance Platform、REEP) は、ビジネス・エネルギー・産業戦略省 (BEIS) と国際気候金融 (International Climate Finance) イニシアティブが資金を提供し、カムコクリーンエネルギー (Camco Clean Energy) が運営する開発業者支援プログラムで、計画当初から建設まで、開発業者のニーズに応じ幅広い金融商品やサービス、経験の提供を通して支援を行なっている。このファンドは最近 1 億 4800 万ポンド (約 1 億 7900 万米ドル) にスケールアップされており、拡大に伴ってミニグリッドも対象になると見込まれている。

また、英国政府は同セクターにおける投資資本の重要性も認識しており、英国の開発金融機関 CDC は、オフグリッド電力支援に特化したファンドを保有している。CDC はすでにこのセクターでいくつか重要な投資を行なって注目されており、さらなる投資資金の準備もある。また、CDC はアフリカのオフグリッドプロジェクトを支援し投資を行なうさまざまなファンドマネージャーを通じた資本投入も行なっている。

3.1.2 日本政府

日本政府の開発機構である JICA は、長年にわたって開発途上国における電力アクセス向上や電力供給の安定性向上に取り組み、全国グリッドの強化やグリッド接続電力セクターの開発を支援してきた。しかし、JICA はオフグリッドソリューションについても関心を高めており、サハラ以南アフリカでミニグリッドやオフグリッドソーラーを支援する最良の方法を模索している。

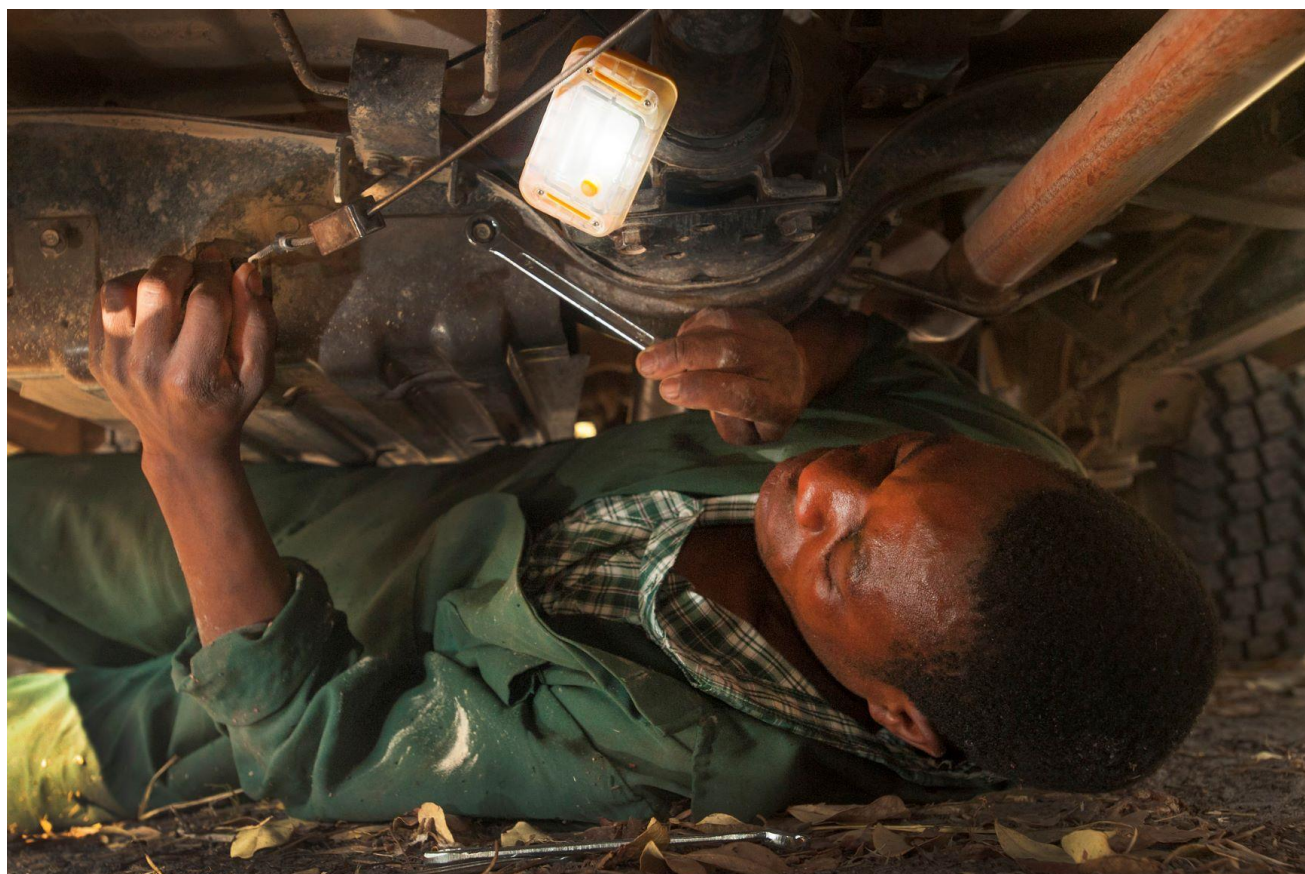


写真: オフグリッド照明を使って作業する SolarAid 顧客の機械工

JICA は 2019 年アフリカ開発会議(TICAD)の後、オフグリッド電力セクターについて理解を深めるため詳細な予備調査を実施する予定で、DFID との強力な提携の可能性も残しており、DFID が最近の経験から学んだ教訓を共有できればと考えている。また、英国政府が関与するものも含めた既存の国際パートナーシップについても明らかな機会があり、ここでは JICA や日本政府の専門知識や資金が有益になるだろう。JICA がこれまでより積極的に関わることができる関連パートナーシップの例としては、ミニグリッドセクターのステークホルダーを一堂に集めてアイデア交換や市場における政策形成などを行なっている、ミニグリッドパートナーシップ(Mini-Grids Partnership)などのグループが挙げられる。

JIC はこれからオフグリッドセクターにおける取り組みを拡大していくが、現在進行中のオフグリッド電力セクター支援の例もある。大きな例のひとつとして、日本のスタートアップ企業 WASSHA への投資がある。これは、JICA が 2012 年 10 月に民間セクター投資資金提供を再開してからサハラ以南アフリカで実施する初のプロジェクトである。

3.2 企業やその他の組織

3.2.1 日本

オフグリッド電力セクターにおける最近の最も重要な動きのひとつに、日本の大手商社が市場参入に強い関心を見せていることがある。その動機になっている要因は複数ありそうだが、明らかに、このような大企業が興味を示すほど、この市場の潜在力が認識されてきている。大きな案件の中には、丸紅の Azuri への投資や三菱の BBOX への投資など、英国企業が日本の商社と手を組んでいる例もある。他にも、三井と住友が最近ケニア企業 M-KOPA に投資しており、豊田通商もアメリカで米国のオフグリッド電力企業 Powerhive に投資している。

オフグリッド事業に関しては英国ほどスタートアップ市場での活動はさかんでないものの、日本もオフグリッド電力分野でサハラ以南アフリカ市場の開発に興味を示している企業の例はある。JICA の援助に関連して前述した WASSHA は、丸紅からの投資も受けており、またパリを拠点にするシュクールキューブ(Sucre Cube)は、セネガルでオフグリッド電力を使った病院向け遠隔インターネットコネクティビティの開発を進めている。

3.2.2 英国

英国では、比較的新しいスタートアップ企業が数社、アフリカのオフグリッド電力セクターの最前線で活動している。本レポートで詳しく紹介している Mobile Power、BBOX、Azuri などの企業は、サハラ以南アフリカ市場のニーズや需要に応える新技術を開発してきており、今や同セクターでも最も経験の豊かな企業に数えられる。

英国政府はイノベーションに焦点を当てたプログラムを複数実施しており、これらの企業の多くがその恩恵を受けている他、こうした企業は、このセクターでの事業成長に対する投資を確保するための、国際金融グループや資金提供者とのパートナーシップ立ち上げでも成功している。

セクターの最前線で活躍する企業に並んで、このセクターの支援のために存在している組織も他にあり、例えばシェル財団(Shell Foundation)や Practical Action、SolarAid などのチャリティ団体、Energise Africa などの投資プラットフォーム、そして電力セクター一般について専門知識を持ちオフグリッド開発支援に関わっているエネルギーコンサルティング会社などが活動している。

このように英国の多様な組織がセクターに関心を持っていることは、英国政府にとってもこうした企業を支援する機会となり、これらの企業との協議を通じて、異なる種類の支援をどのように企画・実施していくべきか、現場から直接のフィードバックを得ることができる。

3.3 ケーススタディ

3.3.1 丸紅株式会社

1858 年に設立された丸紅株式会社は日本最大の商事会社のひとつで、現在 67 の国や地域に 136 ケ所の支店を展開している。サハラ以南アフリカでは、南アフリカ、ケニア、ガーナ、コートジボワール、アンゴラ、モザンビーク、ナイジェリアに営業所を置いている。他の市場も含め、丸紅は 1960 年代以来エネルギーソリューションや電力サービスの提供でグローバルに活躍してきた。

2018 年に、丸紅はタンザニアで WASSHA に投資したことをきっかけに、コミュニティベースの電力システム事業に取り組み始めた。WASSHA は日系スタートアップ企業で、JICA から支援と投資を受けている。この投資に続き、丸紅は 2019 年 5 月に再び非集中型電力事業に参入して英国企業 Azuri Technologies に投資、アフリカのオフグリッド地域での電力サービス提供を継続し、Azuri の事業拡大計画を加速させる計画だ。

また、丸紅は長期コミットメントとして WASSHA に人材の提供も行っている。例を挙げると、丸紅社員沖山哲也は、現在 WASSHA の事業開発マネージャーとして働いている。丸紅での前職は、アフリカと中東諸国における大型プロジェクトに関わる仕事で、出力 2,000 メガワットの電力プラントへの投資案件などを担当した。それとは対照的に、現在は店の屋根にソーラーパネルを設置して 60 キロワットの電気をつくることを、キオスクの店主に説明する日々を送る。それでも、人々の生活に目に見えるインパクトを与える WASSHA の仕事に、大きなやりがいを感じている。



写真：経験を生かしてオフグリッド企業を支援する丸紅社員

「あるお母さんが、『WASSHA のランタンを使い始めたら、料理が楽しくなった』と話してくれたんです」。沖山は、赴任後間もなくタンザニアの無数の村のひとつを訪れた時のことを、そう振り返る。かつて、その女性は薄明りのもとで食事の支度をしていたので、食材の色もかたちも、よくわからないままに作っていたという。市場で商いをする露天商は、以前は日没と同時に店じまいにしていたが、ランタンのおかげで営業時間が延び、収入が増えたと沖山に言った。「我々のランタンが、まさに村の人々の生活を一変させた。それがよくわかりました」

3.3.2 Azuri Technologies

英国企業 Azuri は、アフリカでオフグリッドシステムを提供する、従量課金制ソーラーホームシステム企業として有名だ。ソーラー技術のイノベーションとモバイル技術を、ソーラーパネルやその他の機器と組み合わせる。Azuri は手ごろな価格でエネルギーを提供し、それとあわせて、電力アクセスのないサハラ以南アフリカの人々に近代的商品やサービスを提供している。

Azuri のソーラー技術は、グリッド規模ではなく 1 戸ずつの世帯にエネルギーを提供し、個人個人にとって最も付加価値の高いサービスを提供している。Azuri の従量課金制ソーラーは、クリーンエネルギーを届けるだけでなく、オフグリッド家庭を現代的デジタルワールドに接続する。住宅の照明から衛星テレビまで、Azuri が設計するソリューションは、電力のメイングリッドから遠く、近い将来にグリッドに接続される見込みがないことも多い地域に住む顧客に、こうしたサービスを届けている。

Azuri はナイジェリア、ケニア、タンザニア、ザンビア、ウガンダで事業を展開しており、これまでにサハラ以南アフリカの 12 ヶ国にソーラーホームシステムを提供して、100 万人近い人々にクリーンで信頼性の高いエネルギーへのアクセスを実現している。従量課金制ソーラーホームシステムは通常、顧客の家庭に設置する機器で構成され、このシステムの費用は一定期間中(通常 1~3 年)の使用に応じて支払われる。これによりシステムを手ごろな価格で提供できるため、近年このセクターは急成長を遂げ、2018 年には 200 万世帯を超えた。



写真:屋根上にソーラーパネルを設置する Azuri のエンジニア

Azuri は日英提携の潜在力を示す例であり、最近丸紅が主導する 2,600 万米ドルの資本株式投資が発表された。この投資は Azuri の拡大計画を加速し、サハラ以南アフリカでこれまで以上に多くのオフグリッド顧客がクリーンで信頼性の高いエネルギーの恩恵を手ごろな価格で受け、現代的な省エネ機器にアクセスできるようにする。

Azuri 顧客からのフィードバックは、このセクターがどんな機会創出できるかを示している。ケニア・マクエニ・カウンティのキティセに住むレストランオーナーの Alubanus Ndolo は、以前は日が沈んだら店を閉めなければならなかった。しかし従量課金制ソーラー照明と衛星テレビにより、日没後も営業を続け、食事と娯楽、そして明かりを求めてやって来る顧客を集めることができるようになり、顧客が増えた。以前は通常午後 7 時頃閉店し、40 人ほどの客が来ていたが、今では午後 11 時まで営業し、顧客も 80~100 人になった。また、調理と給仕のため追加で 3 人のスタッフを雇い入れなければならなかった。テレビ、照明システ

ム、充電式懐中電灯、ラジオ、携帯電話充電ポイントを所有しており、将来は明るいと自信を得ている。「停電しても暗くなっても、ここに来ればいつも電気がついていると皆が知っています。誰も暗闇の中で食事するのは嫌ですからね」

3.3.3 Mobile Power

Mobile Power (MOPO)は、サハラ以南アフリカのオフグリッド市場向けに柔軟なエネルギー分配システムを開発・運用する英国企業である。低所得世帯やビジネスに手ごろな価格でスマートバッテリーパックを供給するために、充電課金レンタルモデルを開発した。このパックを使って供給する電気は、テレビや扇風機、住宅の照明、携帯電話などの機器の充電などさまざまな用途に使うことができる。製品のアイデアはヨーロッパでデザインされ、ガンビアでテストされ、今ではアフリカ全土で販売されている。

アフリカでは 5 億人の携帯電話加入者がオフグリッド環境で暮らしており、この数は今後も増えるはずだ。その多くは電話を充電するたびに料金を払わなければならない(それも、長距離を歩いてディーゼル発電機のあるところに行って充電するのが普通)、照明には高価で汚染の原因になる使い捨て電池を買っている。

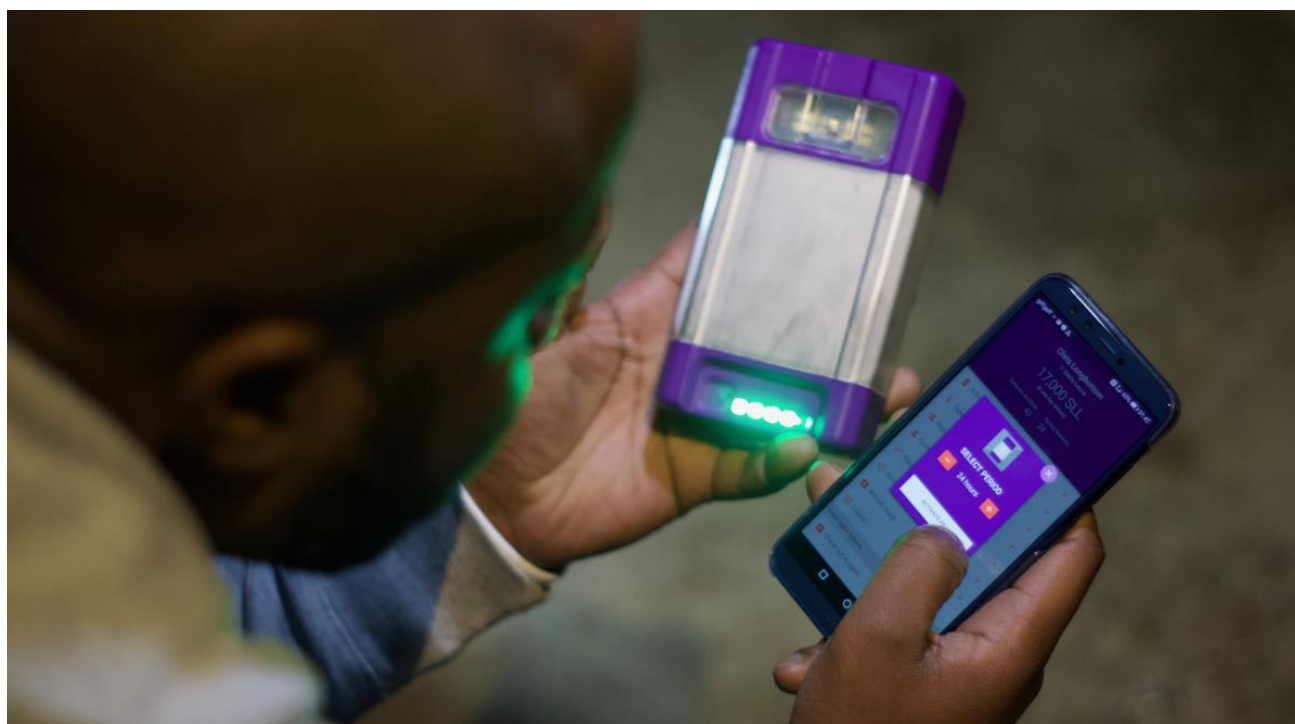


写真:MOPO バッテリーパックとアプリ

MOPO は、それに代わるクリーンでアクセスしやすく安全な選択肢を提供する。MOPO はスケーラブルな電池レンタルプラットフォームで、デPOSIT不要でクレジット審査もなく、料金体系も固定されていないので、1日毎にレンタルすることもできる。また、電波が入らない地域でも機能し、顧客は現金で支払うこともできる。事業のアプローチは、MOPO ハブ(通常ソーラーパネル発電で動作する)を販売・設置し、ハブで電池を充電すると、現地エージェントが顧客(エンドユーザー)への電池の配布を取り扱う。現地エージェントはモバイルマネーを使って MOPO から有効化用のクレジットを事前購入し、顧客はエージェントに現金やモバイルマネーなどで支払う。エージェントは事前購入したクレジットを使って電池を有効化する。レンタル期間が終わると、エージェントは電池を回収してハブに返却し、また新しいサイクルを始める。

このシステムの最大の利点は、大規模な事業展開が可能なことと、経済的なコミットメントが不要なので顧客が手軽に試すことができる点だ。

また、大規模電源のある中央ハブを置く一方でエージェントの配布ネットワークを組織し、オフグリッド電力アクセスを提供することには利点もある。例えば、電池技術と充電用中央ハブを使った電力の携帯性、電

池駆動の超音波スキャンなどの医療用途、MOPO ハブでの冷蔵設備、ハブから運営する郵便サービスなどが挙げられる。

また、この技術は教育施設でも試験済みで、シエラレオネでは MOPO は学校にハブを設置して教室の照明に使い、暗くなっても児童が学習できるようにしている。

3.3.4 BBOXX

BBOXX は次世代の公益事業であり、技術を使って人々の暮らしを変革し、近代的な必需公益サービスを提供することをミッションにしている。

BBOXX の創業者 3 人は、工学部学生時代にインペリアル・カレッジ・ロンドンで出会った時、すでに実体験から、開発途上国で電力供給の信頼性が低く、そのためにビジネス開発やコミュニティの結束、経済成長を阻害していることを知っていた。そこで 3 人は、手ごろな価格のオフグリッドソーラーソリューション提供の可能性を模索し、2010 年に BBOXX を販売開始した。

BBOXX は 100 万人近い人々にクリーンエネルギーを供給し、ルワンダ、ケニア、コンゴ民主共和国(DRC)、トーゴなどアフリカ 12 ヶ国で操業している。投資家や政府、通信企業、国際エネルギー供給企業との戦略的パートナーシップを通して急速にスケールアップしてきた。例えば、BBOXX はすでに西アフリカで Orange と、トーゴで EDF と、そして DRC でゼネラル・エレクトリックと提携している。

2019 年、BBOXX は未来のビジョンを示すべくさらなる一歩を進めた。4 月にトーゴのある村で、EDF とともに「明日のコネクテッドコミュニティ(Tomorrow's Connected Community)」という未来型コミュニティプロジェクトを立ち上げた。この村はマイクログリッドとソーラーホームシステムの電力を使い、クリーン調理ソリューション、街路照明、インターネットサービス、揚水ポンプなどの公益サービスへのアクセスを提供している。



写真:トーゴにあるBBOXXとEDFの「明日のコネクテッドコミュニティ」のソーラー街路照明

2019 年 7 月には、BBOXX は新しい製品シリーズ BBOXX Cook の試験販売を行った。LPG とバイオガスソリューションを通じて都市部・農村部の両方にクリーン調理サービスを提供できるようにするものだ。BBOXX

は、従量課金制のソーラーエネルギーサービスと従量課金制の調理ソリューションを組み合わせた最初の会社であり、世界のクリーン調理危機解決と温室効果ガス削減の取り組みを大きく前進させた。

BBOXX は新しい市場で他の公益事業サービスや製品を提供する野心的な計画を持っており、これまでのパートナーに加え、新たなパートナーと提携してスケールアップを図り、ミッションを達成する考えだ。2019 年 8 月には、日本の三菱商事が主導する 5,000 万米ドルの投資が発表されており、事業拡大の資金に充てる^{xv}。

3.3.5 CDC

CDC は英国の開発金融機関で、民間セクターが弱く雇用が少ない、投資環境が厳しい国々への投資を主眼としているが、中でも特に産業の成長が雇用創出・貧困軽減につながるようなセクターを重視している。CDC は、DFID を通じて 100% 英国政府の資金で運営されているが、政府省庁からは独立した第三者として機能し、投資の対象や方法を決定している。

複数の大規模再生可能エネルギー開発事業に対する投資と並行して、CDC はオフグリッドソーラー事業にも焦点を当てており、ディーゼルからソーラーへの転換といった資源効率の向上や、商業・工業用ソーラー開発への投資を増やしている。

オフグリッド電力セクターの成長を支えるため、CDC は従量課金制ソーラー企業に運転資本を提供するためのオフグリッドソーラー・デットファシリティを立ち上げた。CDC では、現地通貨建てのデットファイナンスは市場における重大なギャップであると考え、現地銀行との提携で直接提供するか、専門的デットファンドを通して提供する。また CDC は、投資と並行して堅固な環境管理規格の策定や消費者保護を促進する。CDC は、英国国際開発庁の資金で運営される技術援助ファシリティ「CDC プラス」を通じて、世界のオフグリッド照明業界組織である国際オフグリッド照明協会 (GOGLA) が主導するプログラムのもとで、産業全体の消費者保護の原則の開発に対する資金提供を支援している。

直接の負債投資と並び、CDC は株式投資や仲介機関経由の投資も行っている。最近では、CDC が後援する電力ネットワークの開発・投資企業 Gridworks が、アフリカ全土で活動する商業・工業ソーラー企業 Mettle Solar Investments に、約 750 万米ドルのコミットメントを提供した。



写真: タンザニアで使われる M-KOPA デバイス。CDC はサハラ以南アフリカの企業に投資を行ってきた。

2017 年初め以来、CDC は英国人実業家ニック・ヒューズが共同設立したケニア企業 M-KOPA に投資し、1,200 万米ドルの株式投資を行っている。さらに、現地通貨建てデットファンドから 2,000 万米ドルの追加投資を行ない、同社が 100 万戸にソーラーパネルを設置する資金を援助した。この融資は貸し手シンジケートの一環であり、合計 8,000 万米ドルを提供するこのシンジケートは、オフグリッドエネルギーセクターへの商業デットファシリティとして最大のものである。この投資は、公共セクターとドナー投資が民間セクターからの投資を促進できる可能性を示すものだ。

3.3.6 Energise Africa

Energise Africa は英国のクラウドファンディングプラットフォームで、アフリカでクリーンエネルギーアクセスを提供し、気候変動軽減に貢献することを主眼としている。その中で、納税者は革新的金融 ISA (Innovative Finance ISA、IFISA)を通じてプロジェクトに最大 20,000 ポンド(約 24,300 米ドル)まで投資でき、非課税で 6%のリターンを得ることができる。英国企業 Azuri や BBOXX を含む複数のソーラー企業が Energise Africa と提携し、サハラ以南アフリカ全土の家庭に小型ソーラーシステムを販売している。Energise Africa は、信頼性の高い再生可能エネルギーを、それを最も必要とする地域で手ごろな価格でアクセスできるようにすることを目指している。ソーラー技術のコストが下がったことで、人々の人生を変えるソーラーシステムをサハラ以南アフリカの家庭に設置する事業に取り組む先駆的企業群が新たに生まれている。Energise Africa は、農村地域の 111,000 世帯にクリーンで手ごろな価格のエネルギーを提供し、2030 年までにすべての人々にエネルギーへのアクセスを確保するという目標の達成を支援するプラットフォームを提供する。

Energise Africa を通じたソーラー事業への投資は、他の投資ともあわせ、クラウドファンディングの一部として最低 50 ポンド(約 60 米ドル)の少額からでも投資できる。

Energise Africa は、これまでにサハラ以南アフリカの国々で 72 件のプロジェクトを完了し、1,000 万米ドル以上を投資している。



写真:夜間に点灯された Azuri 照明システム

英国政府は Energise Africa のプロジェクトに同額の資金を提供し、英国の投資家と並んで事実上共同投資をしている。これにより、英国の援助資金の一部の流れを国民が決めることができるようにし、現場でのインパクト全般を高めている。

Energise Africa の投資先のひとつに、ケニアの Sollatek がある。Sollatek は 100%ケニア所有・経営で、過去 30 年以上にわたって東アフリカで活動してきた。過去 8 年間に 800,000 を超えるランタンとソーラーホームシステムを販売してきたが、Energise Africa を通じて、オフグリッドの家庭やビジネス、コミュニティ組織向けに、ソーラーと電池を組み合わせた冷蔵冷凍システムを購入・輸入・設置するための資金調達に焦点を当てている。Sollatek は、供給したシステムの 80%近くが生産の用途で使用され、収益を得るために役立つだろうと期待している。農業や漁業の従事者にとって、冷蔵貯蔵により、生産物をいつどのような価格で販売するのかコントロールしやすくなる。ケニアの漁業従事者は、平均して水揚げ量の 30%を腐敗のために失っていると推定されており、また小規模酪農家は、適切な冷蔵施設がなければ毎日の牛乳生産量のうち 10～15%を失うとしている。

3.3.7 SolarAid

SolarAid は英国に本部を置く国際開発チャリティで、2030 年までに「誰一人暗闇に取り残さない」ことをミッションとしている。SolarAid はビジネスベースのモデルを採用し、傘下のソーシャルビジネス SunnyMoney を通じて、他の者が手を付けないような地域でオフグリッドソーラー製品に対する需要を掘り起こし、認識を高める活動を進めている。

2006 年以來 200 万個を超えるソーラー照明を販売し、1,100 万人の人々がケロシンやロウソクからソーラーに移行することを可能にしてきた。

「最後の 1 マイル」モデルでは、学校や起業家を通して、ケニアとタンザニアにアフリカで最初のソーラー照明市場を開拓した。このアプローチにより、市場を民間セクターに引き渡す一方で、SolarAid はまだ市場が機能していない地域に集中することを可能にしている。

SolarAid は、遠隔地や特に貧困の著しい地域に住むサービスが届きにくい住民に、コミュニティで手ごろな価格のソーラー照明を購入する機会を届ける他、ソーラーのメリットについて伝え、人々の信頼を獲得し、製品需要を掘り起こす活動を行っている。こうした追加活動のため、また SolarAid と SunnyMoney の活動する市場はまだ商業的に成立しないことから、チャリティ資金の調達や寄付に依存している。



写真: SolarAid の顧客とピコソーラー照明

この市場モデルを最大限まで進めてはいるものの、このアプローチではすべての人に手が届かない。そのため、SolarAid はイノベーションを先導して市場の外にいる人々にまで手を伸ばし、ソーラー革命に参加できるよう活動している。こうした新しいイノベーションや取り組みには追加資金や時間・スタッフが必要であり、パートナーはこのモデルに必須である。

SolarAid チャリティは、三菱商事欧州アフリカ基金(MCFEA)と過去 5 年間提携関係を持っており、この分野で日本と長年のリンクがある。MCFEA は 20 年以上欧州とアフリカの多様なパートナー組織と関わり、基金の目的に一致する革新的なプロジェクトを支援してきた。その例として、SolarAid の「マラウイに明かりを

「Lighting up Malawi」プロジェクトがあり、この地域の他の国に比べて商業ビジネスの活動が非常に少ないマラウイ農村部で、ソーラー照明の市場を創出している。

3.3.8 クラウドクレジット

クラウドクレジット(Crowd Credit)は、日本のクラウドファンディングプラットフォームで、投資先企業に融資を行なっている。クラウドクレジットは、日本の投資家からの拠出金を使って海外の借主に貸付を組成する。投資家はこれらの企業に、100 米ドルという少額から投資することができる。クラウドクレジットは主に非銀行金融サービス企業に焦点を当てているが、オフグリッド電力企業への関心も強めている。オフグリッド電力企業の多くは、従量課金購入のクレジット提供を通じて金融プロバイダとしても機能している。

クラウドクレジットは現在オフグリッド電力企業 3 社に投資しているが、その中には英国企業への 100 万米ドルの投資もあり、ここからもオフグリッドセクターでの日本の投資家と英国企業の提携関係がわかる。



インフォグラフィック: クラウドクレジットの投資モデル

クラウドクレジットはこのセクターでの投資拡大を期待しており、同社の投資の主な原動力になっているのが SDGs と社会的貢献であることを強調している。

クラウドクレジットは民間投資家からの資金だけで運営されており、現在のところドナー投資家からの追加援助は受けていない。そのため、すべてのリスクをカバーしなければならないことから、比較的高いリターンが必要である。サハラ以南アフリカの新市場では、銀行セクターが未成熟であることなどさまざまな課題が存在することを、同社は指摘している。しかし、事業に柔軟性があるため、企業投資募集方法によってある程度こうした課題に適応することが可能で、例えば現地通貨建ての貸付や、リスクをあらかじめ組み込んだ募集などを行なっている。リスク軽減については、確実に成熟している英国金融システムが、このセクターで活動する英国企業と提携するメリットとなっているとしている。

クラウドクレジットは非銀行金融機関支援に豊かな経験があり、サハラ以南アフリカのオフグリッド電力産業で、マイクロファイナンスやマイクロクレジットがセクターから切り離せない必須要素であることを考えると、このセクターをスケールアップする可能性は高い。クラウドクレジットは株式ではなく貸付を提供するため、明確なビジネスプランを持つ段階にある企業にとっては、クラウドファンディングプラットフォームを活用して比較的迅速に資本需要を満たし、事業拡大と成長を遂げることが可能である。

4. 結論および提言

本レポートでは、最新産業レポートや文献の検討に加えて、日英のグループから数を絞って聞き取りを行なうにとどまってはいるが、それでもセクター全体で共通する課題や機会として、金融、リスク、キャパシティ、ガバナンス、技術などがあることは明白である。

こうした課題に、日英両国政府からの現在・将来の支援と、両国の企業や団体が持つ創造力、経験、そしてリソースを活用して取り組みが進んでいることは、日英両国にとって明るい材料だ。

また、日英間の提携により、それぞれの異なる特性やリソースを組み合わせることでセクターでの開発推進を支援したり、新しいパートナーシップが誕生している例も出てきている。

本レポートは、2019 年 8 月に開催された TICAD に先立って刊行されたものだが、その後も日英のステークホルダー間で、以下の重要な協力体制や具体的な活動、今後のステップなどを論じる際の参考資料として利用されている。

4.1 提携とパートナーシップ構築

4.1.1 政府間:

JICA と DFID が将来エネルギー関連問題で協力関係を強める機会が存在することは明らかだ。どちらもエネルギーセクターで豊かな実績を持つ開発機関であり、地理的にも、両者ともサハラ以南アフリカ全体に良く組織されたネットワークを持っている。JICA が市場レビューを行ない、今後どこを重視するかを決める計画であることを考えれば、今がオフグリッド電力分野での提携強化の好機であると言えるだろう。DFID が過去・現在のプログラムで得た専門知識を共有し、現在どこにギャップがあるか、あるいはどこに JICA が参画できる既存のパートナーシップがあるかを示す良い機会だ。

いつでも言えることだが、ここでも DFID と JICA 間の協力と並行して、活動の展開がサハラ以南アフリカ各国政府や他の省庁との緊密な協力の中で実施されるよう、日英両国の政府が、現地の適切な政府関係者との連絡や関係構築を支援していく必要がある。

4.1.2 企業間:

対話や提携の拡大が良い影響をもたらしていることを示す具体的な証拠が、すでに存在している。特に日本の大手商社からの投資家の関心の高さを見れば、このトレンドは継続しそうだ。これらの商社は、サハラ以南アフリカ市場ですでに活動しオフグリッド電力を提供している比較的小規模な企業に対して、投資を増やしている。日英両国の多くの企業が過去数十年にわたってサハラ以南アフリカの電力セクターで活動してきたことを考えれば、投資資本の共有だけではなく、大陸全体で経験やコネクションを共有する機会がある。

また提携強化の結果、より多くの企業が集積された知識や情報を活用して、セクターを支援するための積極的な変革実施の意義を訴えるようになる可能性もある。このような行動は ARE や GOGLA などのアンブレラグループや現地業界団体を通して行われることが多く、日英の企業と現地業界団体との交流や対話は、積極的に奨励されるべきだろう。

4.1.3 政府・企業間

オフグリッド電力セクターを支援する新しいプログラムの策定には、セクターで活動している企業との対話や協議が必須であり、そのため日英政府と企業、そして DFID や JICA などの機関の間の対話は、今後も継続し、拡大する必要がある。さらに、英国の国際通商省や外務・英連邦省など、ビジネスや国際関係の促進に責任を持つ他の政府省庁も、セクター開発支援の役割、そしてサハラ以南アフリカの複雑な新興市場に新規参入する上で多くの課題に直面する企業に対する支援の役割を果たすことができる。

ITPenergised は、国内外でプロジェクトを実施するクライアントに、再生可能エネルギー、天然資源、環境、エンジニアリング、技術関連のアドバイスや資産運用サービスを提供する、トップクラスの国際コンサルティング会社です。

ITPenergised グループ事務所所在地:

ブリストル、ロンドン、エディンバラ、グラスゴー、ブエノスアイレス、リスボン、マドリッド、デリー、北京、キャンベラ、オークランド

エネルギー・天然資源 | 交通輸送・インフラストラクチャー
不動産・都市再生 | 企業諮問サービス



インタビュー:

本レポートのエビデンスおよびオピニオンを収集するため、以下の組織に対しインタビューを行なった。

- The Alliance for Rural Electrification (ARE)
- Azuri Technologies
- BBOXX
- CDC
- クラウドクレジット
- Energise Africa
- 国際協力銀行 (JBIC)
- 国際協力機構 (JICA)
- 丸紅株式会社
- Mobile Power
- SolarAid
- 英国政府 (外務・英連邦省、国際開発省、ビジネス・エネルギー・産業戦略省を含む)

参考文献:

i Tracking SDG7 report, executive summary, World Bank (2019) –

https://trackingsdg7.esmap.org/data/files/download-documents/2019-tracking_sdg7-execsumm-withoutembargoed.pdf

ii Energy as the Golden Thread: What Do We Know? Duke University (2018) –

<https://nicholasinstitute.duke.edu/articles/energy-golden-thread-what-do-we-know>

iii Energy Access Outlook, International Energy Agency (2017) – <https://www.iea.org/access2017/>

iv Investing in the off-grid solar sector: What you need to know, GOGLA (2019) –

https://www.gogla.org/sites/default/files/resource_docs/gogla_investment-guide_def-web_opt.pdf

v Mini-grids for Half a Billion People: Market Outlook and Handbook for Decision Makers, ESMAP (2019) –

https://www.esmap.org/mini_grids_for_half_a_billion_people

vi Update on UK DFID support to the Green Mini-Grids sector in Africa, DFID (April, 2019) –

<https://minigrids.org/update-on-uk-dfid-support-to-the-green-mini-grids-sector-in-africa/>

vii Energy Trends, Press Release, UK Government (March 2019) –

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/791297/Press_Note_March_2019.pdf

viii Japanese Energy Statistics for 2017, Government of Japan (June 2019) –

https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/brochures/pdf/japan_energy_2018.pdf

ix Africa's Energy Revolution is Underway But Challenges Remain, News Story, ESI Africa (2018)

<https://www.esi-africa.com/event-news/africas-energy-revolution-is-underway-but-challenges-remain/>

x Pioneering Power, ODI (2017) - <https://www.odi.org/publications/11098-pioneering-power-transforming-lives-through-grid-renewable-energy-africa-and-asia>

xi Bringing Solar home systems to Off-Grid Communities, World Bank Group and Social Enterprise Innovations (2017) https://endeva.org/wp-content/uploads/2017/06/energy_solar-home-systems-2-pager_july11.pdf

xii Off-Grid Renewable Energy Solutions - Global and regional status and trends, IRENA (2018) –

https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jul/IRENA_Off-grid_RE_Solutions_2018.pdf

^{xiii} High-profile bankruptcies in the off-grid sector: Where do we go from here?, Alliance for Rural Electrification (2019) –

https://www.ruralelec.org/sites/default/files/ARE%20Advocacy%20article%20-%20High-profile%20bankruptcies%20in%20the%20off-grid%20sector%20where%20do%20we%20go%20from%20here_0.pdf

^{xiv} Green Mini Grid Helpdesk, Sustainable Energy for All - <https://greenminigrid.se4all-africa.org/>

^{xv} BBOXX closes a \$50 million series D funding round led by Mitsubishi, BBOXX (2019) –

<https://www.bboxx.co.uk/bboxx-closes-50-million-series-d-funding-round-led-by-mitsubishi-corporation/>

企業ウェブサイト:

Azuri: www.azuri-technologies.com

Solar Aid: www.solar-aid.org

丸紅株式会社: <https://www.marubeni.com/en/>

Mobile Power: <https://www.mobile-power.co.uk>

BBOXX: <https://www.cdcgroup.com/en/>

CDC: <https://www.cdcgroup.com/en/>

Energise Africa: <https://www.energiseafrica.com>

クラウドクレジット: <https://crowdcredit.jp/global/overview>