

2018年度アフリカビジネス実証事業実施報告書（要旨）

ナイジェリア「太陽光発電システム」

第1章 事業概要

1.1 目的

現在世界の非電化地域人口の 2/3 はサブサハラ地域に集中している。同地域で最も非電化地域人口が多い国であるナイジェリアに太陽光発電システムに係わる現地法人を設立し、サブサハラ地域の無電化地域人口を減らすことに貢献する事が、事業の目的である。

1.2 背景

IEA（International Energy Agency, 国際エネルギー機関）発行の World Energy Outlook-2018 によると Population without Access to Electricity（非電化地域人口）は 9.9 億人となっており、地域的にはアフリカのサブサハラ地域が 6 億人、アジアが 3.5 億人となっている。

表 1. 世界の非電化地域人口
(出典:World Energy Outlook-2018)

地域	Rate of access to electricity	Population without access to electricity (百万人)
アフリカ	52%	603
北アフリカ	100%	<1
サブサハラ	43%	602
アジア	91%	351
中国	100%	-
インド	87%	168
インドネシア	95%	14
南西アジア(インドを除く)	88%	44
その他アジア	76%	125
中南米	96%	20
中東	92%	18
世界合計	87%	992

Proportion of population with access to electricity, 2017

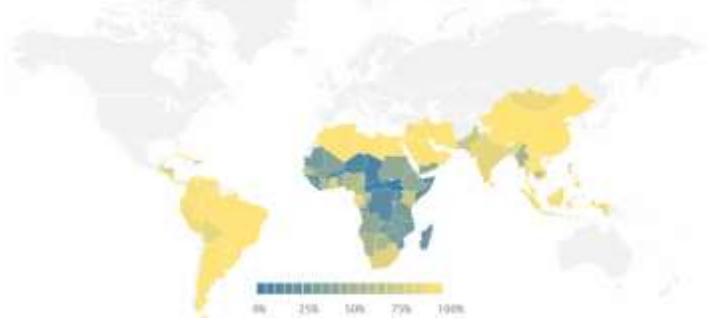


図 1. 世界の非電化地域人口分布 (出典:World Energy Outlook-2018)

しかしながら、今後世界の非電化地域の人口は IEA の推定では、アジアでは急激に減少するが、サブサハラで高止まりのままと予想されている。又、サブサハラ地域に於いて、非電化地域人口の多い上位 10 各国はナイジェリアの 7600 万人が最多である。

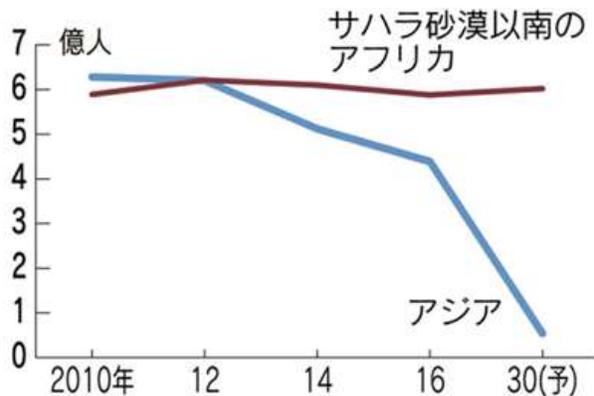


図 2. 今後の世界の非電化地域の人口 (出典:IEA)

表 2. サブサハラ地域に於ける非電化地域人口ランキング
(出典:World Energy Outlook-2018)

	国名	非電化地域人口
1	ナイジェリア	7,675 万人
2	コンゴ民主共和国	6,877 万人
3	エチオピア	5,789 万人
4	タンザニア	3,851 万人
5	ウガンダ	3,441 万人
6	スーダン	2,228 万人
7	モザンビーク	2,135 万人
8	マダガスカル	1,963 万人
9	アンゴラ	1,902 万人
10	ニジェール	1,885 万人

一方、アフリカ地域の日射量は低緯度に位置する為、日射量は多く世界で太陽光発電に最も適した地域の一つである。従い、Kens.co株式会社の太陽光発電システム技術により、現在最も非電化地域人口が多いナイジェリアに太陽光発電システムに係わる現地法人を設立し、今後も電気のない地域であるサブサハラの無電化地域人口を減らす事業を拡大していく。

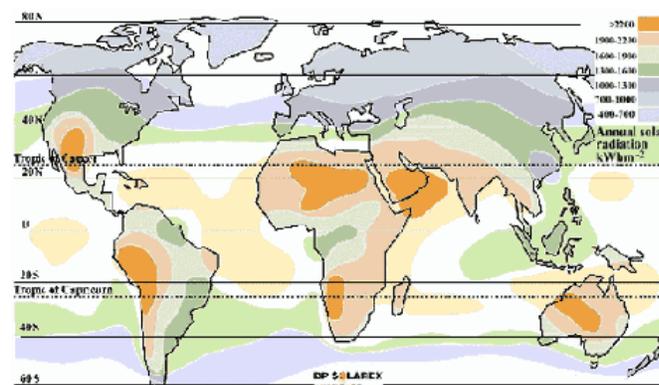


図 3. アフリカ地域の日射量 (出典:MySolar)

1.3 自社について

Kens.co 株式会社 (以下、Kens.co) の会社概要は以下の通りである。

- ・社長 川口信弘
- ・2013年 太陽光発電ビジネスを川口スチール工業 (社長川口信弘) から分社
- ・日本国内：産業屋根用軽量太陽光発電システムの施行
- ・海外活動：フィルム型ソーラーシートを利用した太陽光発電システムの施工
アフリカ (ギニア/ウガンダ/ケニア/ミナミアフリカ/コンゴ/ナイジェリア/ベナン等)
アジア (トルコ/ミャンマー/スリランカ/フィリピン/カンボジア等)

1.4 海外事業全体に於けるアフリカ事業の位置付け

上述の通り、海外事業に於いては、世界で電気普及が最も遅れているアフリカのサブサハラ地域を中心として太陽光発電事業を展開しており、今後もナイジェリアで設立予定の合弁会社をハブとしてサブサハラ地域で事業を進めていく計画である。

1.5 現地パートナー企業

ナイジェリア・ラゴス市の Elizabeth Solar 社と合弁会社を設立し、アフリカ向けの太陽光発電システム構築事業を行う計画である。現在、Elizabeth Solar 社は日本拠点の親会社「SA Elizabeth Co Ltd (以下、SA Elizabeth)」より日本製品を輸入しナイジェリアで販売している。

1.6 該当分野/製品/サービスについて

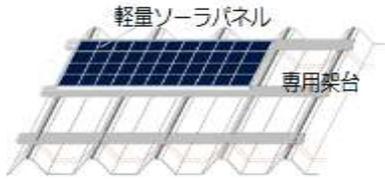
以下 3 種類の太陽光発電システムの開発/設計/販売/工事/保守を行っている。

(1) 産業屋根用太陽光発電システムの設計施工

主に、日本国内事業として、産業用 (工場/倉庫など) の耐荷重の小さいスレートや折半屋根に、軽量ソーラーパネルと専用フレーム (特許取得済み) を利用し太陽光発電システムを据

付けている。

製品（軽量ソーラパネルと専用架台）



適用事例



図 4. Kens.co 製品（軽量ソーラパネルと専用架台）と適用事例

(2) フィルム型ソーラーシート の設計施工

主に、海外事業としては、超軽量のフィルム型ソーラーシートを、アフリカの家屋の屋根（トタンや茅葺など）に据付け、及び、ソーラーシートを丸太に巻付けたソーラー外灯を設置している。

適用事例

製品：フィルム型ソーラーシート



図 5. Kens.co 製品（フィルム型ソーラーシート）と適用事例

(3) 太陽電池搭載一体型屋根材

フィルム型太陽電池と屋根材の一体型の特許を出願し、商品開発中。2019年実証実験を行い、2020年以降、日本国内と海外に展開の計画である。

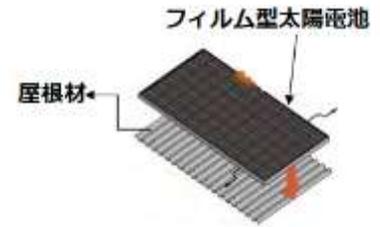


図 6. 太陽電池搭載一体型屋根材



図 7. Kens.co のサブサハラ向け無電化村太陽光発電案件事例



図 8. Kens.co のサブサハラ向けソーラー外灯案件事例

第2章 実証項目とスケジュール

2.1 実証項目（実証項目ごとの説明）

本事業で調査する太陽光発電システムに係わる実証項目は以下である。

(1) 太陽光発電システムの市場調査と販路開拓

無電化地域の地方自治体及び大都市の民間企業・個人宅向け太陽光発電システムの市場調査・販路開拓を通じて、最適な販売戦略を立案・実行できるか実証する。併せて周辺国の市場調査を行い横展開が可能か実証する。

(2) 合弁会社開設のための課題抽出

現地販売パートナーとの合弁会社設立に向けた手続き上の課題や、制度面と運用面での乖離を抽出し、解決方法を検討する。併せてパートナーの商品知識や工事・点検技術の指導を通じて、製品の販売・工事が可能か実証する。

(3) パネル架台生産・仕入れ体制確立

パネル架台の現地生産委託工場を発掘・選定し、内製化できるか実証する。また、現地調達品の仕様・品質・価格調査を通じて、商品化できるか実証する。

(4) 外貨送金・通関業務に関する調査

外貨送金および輸入税査定を含む通関業務に関する制度面と運用面の乖離を抽出し、解決法が見出せるか実証する。

2.2 事業実施スケジュール

事業実施スケジュールは以下の図9の通り。

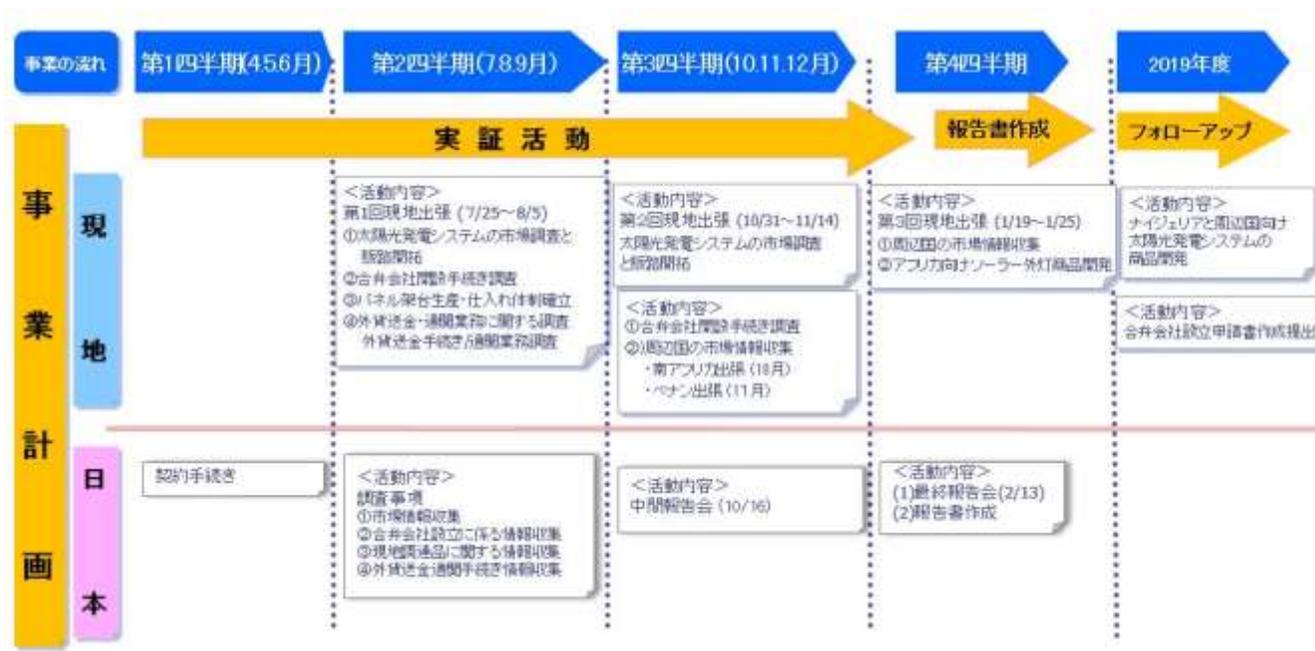


図9. 事業実施スケジュール

本事業に於いて、以下3回の海外出張にて実証項目を調査した。

(1) 第1回海外出張

- ・訪問国/訪問場所：ナイジェリア（ラゴス、アブジャ）、ベナン（コトヌー）
- ・主な目的：ナイジェリアでの太陽光発電システムに係る合弁会社設立事前調査
- ・出張期間：2018年7月25日～2018年8月5日

(2) 第2回海外出張

- ・訪問国/訪問場所：ナイジェリア（ラゴス）
- ・主な目的：ナイジェリアでの太陽光発電システム販売に係る市場調査
- ・出張期間：2018年10月31日～2018年11月14日

(3) 第3回海外出張

- ・訪問国/訪問場所：コモロ連合（モロニ市、ムベニ市）
- ・主な目的：コモロでの太陽光発電システム案件組成（ナイジェリアで設立予定の合弁で工事訓練予定）
- ・出張期間：2019年1月19日～2019年1月25日

第3章 実証項目ごとの検証方法と結果と考察

3.1 実証項目の結果まとめ

実証項目ごとの結果まとめについて表3に示す。

表3. 実証項目ごとの結果まとめ

実証項目	結果	課題
実証項目1 太陽光発電システムの市場調査と販路開拓	<p><u>-市場実証調査</u></p> <p>①ラゴス国際見本市での太陽光発電システム市場調査； 都市部の家庭では停電対策用、事務所ではセキュリティ関連需要が多い</p> <p>②太陽光パネル調査； 中国の3流品が多く販売されており、販売価格帯はアジアでの販売価格の2倍以上であり、輸送費が高む事と仕入れ量が少ない為、高価格になっている。</p> <p>③ソーラー外灯調査； 多くのソーラー外灯が道路沿いや商業地区に設置されているが、保守不足で1～2年で点灯しなくなるソーラー外灯も多い。</p>	<p><u>-販売戦略</u></p> <p>今後中国製パネルとの価格競争になるので、ビジネスモデルを考察。同ビジネスモデルが適合するか、2019年度に検証を継続する。</p> <p><u>-販路開拓戦略</u></p> <p>Kens.co 国内 CSR 事業とアフリカ事業の連携、及び、日本政府の草の根無償案件等も含め販路開拓を検討する</p>

	<u>-販路実証調査</u> ①ベナン小学校向け案件 ②ナイジェリア PHC 向け案件 ③モロニ連合ムベニ市案件	
実証項目 2 合弁会社開設のための課題抽出	<u>-合弁会社の開設に係る詳細調査</u> ⇒会社法上外貨制限なし、合弁手続き簡素化	<u>-パートナーの商品知識や工事・点検技術の指導</u> パートナー企業への研修は、2019年度に実施予定。 <u>-合弁会社の開設</u> 2019年度を目途に開設を目指す。
実証項目 3 パネル架台生産・仕入れ体制確立	<u>-現地調達品実証調査</u> ⇒バッテリー現地調達可能 <u>-パネル架台生産委託先実証調査</u> ①スチール屋根材調査； 薄い屋根に対し、軽量ソーラーパネルの需要は大きい。 ②ナイジェリアの屋根構造調査； 架台を現地生産しても薄い屋根にはソーラーパネルの設置が難しい。ソーラーパネル設置に適した屋根材の開発が必要。	アフリカのマーケットに適した屋根材を用いたビジネスモデルを考察。同ビジネスモデルが適合するか、2019年度に検証を継続する。
実証項目 4 外貨送金・通関業務に関する調査	<u>-外貨送金手続き実証調査</u> ナイジェリア外貨保有高増加 ⇒ ナイラ為替安定 <u>-通関業務実証調査</u> 現地パートナー(日本製中古車輸入)が通関業務経験豊富 ⇒運用面では問題ないことを確認。	2019年度を目途に具体的に外貨送金手続き・通関業務を行い、制度面と運用面の乖離を確認し、解決策を検討していく。

3.2 実証項目 1（太陽光発電システムの市場調査と販路開拓）について

(1) 検証方法、活動内容

実証項目 1 について、出張時の以下①～③の調査を元に、市場販路実証調査を行った。

- ①ラゴス国際見本市での太陽光発電システム市場調査
- ②太陽光パネル調査
- ③ソーラー外灯調査

(2) 結果

- ①ラゴス国際見本市での太陽光発電システム市場調査

11月2日～11日開催の「ラゴス国際見本市ジェトロジャパンパビリオン」に、Kens.co のパートナー企業「SA Elizabeth」が出席し、Kens.coのフィルム型ソーラーシートやモバイルパワーバンク等を展示。来場者対応、及び、市場調査と商談を実施した（来訪者数約600人、引

合い数50件)。

又、多くの来場者との打ち合わせを通じ、ナイジェリアでの太陽光発電市場のニーズを把握出来、今後の販売戦略立案に大いに役立った。ナイジェリアに於ける太陽光発電のニーズ毎の市場は以下である。



SA Elizabeth ブース



左：SA Elizabeth Wasiu 氏
右：Kens.co Azad 氏

図 10. ラゴス国際見本市の様子

(A) Home System

ラゴスでは停電が多く、停電時の給電装置が家庭でも不可欠である。現在停電時は小型発電機での給電が一般的だが、煩い、燃料代が高む、環境汚染問題等あり、再生可能エネルギーで環境にも優しい太陽光発電への期待は大きい。特に、一般家庭ユーザーからの問合せはほぼこの Home System 需要であった。停電時に太陽光パネルからバッテリーに充電された電気、家庭内のテレビ、照明、ファンを稼働できるセット販売が求められている。尚、停電時に動かすべき家電としては、男性客はテレビ、女性客は冷蔵庫と性別の差が出た。設立予定の合弁会社が、家庭向けの最大ニーズである Home System 市場参入を目指すなら、停電時に稼働させる家電製品の消費電力量から逆算し、太陽光パネルとバッテリーの容量を決め、小消費電力の LED 等も合わせて販売する必要がある。

(B) Security Camera

ナイジェリアでは治安が悪く監視カメラの巨大な需要が存在する。停電時も稼働し、リアルタイムでライブ映像をユーザーのスマホに転送する為には、太陽光発電システムは有効であり、市場も大きい。特に、会社オーナーや銀行は、機器の価格に係らず、導入したい意向であり、価格競争力は弱い信頼性の高い日本企業には適した市場と言えよう。システム構成は、太陽光パネルとバッテリーに加え、監視カメラ、無線装置を一体で提供する必要がある。監視カメラは夜間監視用に赤外線カメラが望ましい。又、会社オーナーからは会社内の従業員の働き具合をカメラで常時チェックしたいとの要望が多く寄せられた。

(C) Mobile Power Bank

IT 機器は停電時にも稼働は必須となる。手のひらサイズのバッテリーパックで、内蔵された高性能リチウムイオン充電電池に電力を蓄え、PC、タブレット、スマホ等に、USB や直流

で給電するもの。ナイジェリアではまだコンパクトな Power Bank は少なく、又、会社の費用で購入するので低価格志向ではなく、日本製品（日系会社の中国製造品）にもビジネスチャンスは十分にあると推測される。

(D) Mobile Charger

小型の太陽光パネルからコンパクトサイズのバッテリーに充電し、スマホに給電するもの。Kens.co のフィルム型ソーラーシートは巻いてコンパクトに収まるので、この用途に適している。但し、同市場向けには、安価な中国製の小型太陽光パネルが氾濫しており、ソーラーシートが巻いてコンパクトに収まるだけの長所では拡販に繋がりにくい。製品化に関し再検討が必要である。

(E) ソーラー外灯

既にナイジェリアでもソーラー外灯は道路沿いに多く設置されている。但し、フィルム型ソーラーシートを丸太に巻き付けるタイプはなく、来場者から、強い関心が寄せられた。デザイン性やローカル性を高めていけば、価格的に少し高くとも、十分に商品力はあると確信した。

(F) 農業/水産業利用

農地や魚の養殖場でのポンプ、又、食品冷凍倉庫用に、太陽光発電を活用したいとの要望も多く寄せられた。生き物相手であるので停電時でも常時給電が必須である。但し、太陽光パネルは雨天が続けば発電しない場合もあり、生き物相手の産業には、不向きかもしれない。

② 太陽光パネル調査

現地で販売されている太陽光パネル調査の為に、ナイジェリアで 5 店、ベナンで 2 店、コモロで 4 店の販売店を訪問し、太陽光パネルの価格、技術仕様、製造元等を調査した。

<調査結果>

ラゴスで販売の太陽光パネルの多くは中国の 3 流メーカー製。中国の大手メーカー製は少ない。

販売価格は以下の通り、概ね価格帯はアジアでの販売価格の 2 倍以上であり、輸送費が嵩む事と仕入れ量が少ない為、高価格になっていると推測される。中には格安品もあるが、これは検査不合格の横流し品と思われる。ソーラーパネルの種類は、全てガラス基板の単結晶/多結晶のシリコン型であり、Kens.co がナイジェリアで販売予定のフィルム型ソーラーシートや軽量ソーラーパネルはまだ販売されていないことが確認できた。

表 4. ラゴスでの太陽光パネル販売価格

パネル種類	用途	定格電圧	出力	重量	サイズ	販売価格	ワットあたり 現地販売価格	平米重量
多結晶	標準	24V	250W	15Kg	0.66㎡	84,500円/枚	105円/W	22.73kg/㎡
多結晶	標準	12V	160W	18Kg	1.01㎡	53,500円/枚	104円/W	17.89kg/㎡
多結晶	標準	12V	200W	20Kg	1.28㎡	67,500円/枚	105円/W	15.66kg/㎡
単結晶	標準	24V	250W	15Kg	1.63㎡	84,500円/枚	105円/W	9.18kg/㎡
単結晶	標準	24V	275W	18Kg	1.63㎡	62,650円/枚	71円/W	11.02kg/㎡
単結晶	標準	24V	345W	20Kg	1.93㎡	95,500円/枚	86円/W	10.36kg/㎡
単結晶	BIPV	24V	210W	19Kg	1.96㎡	150,650円/枚	222円/W	9.69kg/㎡
単結晶	BIPV	30V	270W	19Kg	1.65㎡	145,550円/枚	167円/W	11.55kg/㎡



図 11. ナイジェリアの太陽光パネル販売店



図 12. ベナン（左2店）とコートヌー（右4店）の太陽光パネル販売店

③ ソーラー外灯調査

ナイジェリアとベナンでソーラー外灯の現状を調査した。

<調査結果>

多くのソーラー外灯が道路沿いや商業地区に設置されている。停電が多いので、ソーラーが重要な外灯の電源となっており、アブジャではソーラー発電の信号機も稼働していた。但し、ナイジェリアではソーラーパネルの表面上に付着する赤土を定期的に掃除しないので、1~2年で点灯しなくなるソーラー外灯が多いことが確認できた。



図 13. ナイジェリアとベナンのソーラー外灯

(3) 太陽光発電システム引き合い

海外出張時、具体的な引き合いを受け、打ち合わせた結果を以下の通り、報告する。

① ベナン小学校向け太陽光発電システム案件

ベナン共和国の井上小学校は、電気がなく、雨が降れば教室は暗くなり、子供達が満足に勉強をすることができない状況にある。又、校舎に電気がないということで教師も十分に集まらないという現状もある。そこで **Kens.co** が設計したフィルム型ソーラーシートを学校の屋根に設置し、校舎、集会所、給食棟、さらに敷地内に外灯も取り付け、小学校をまるごと電化する案件。同案件を、クラウドファンディングでの資金調達し実施する。

第一回出張でベナン訪問時、たけし日本語学校の生徒で工学系大学生に対し、太陽光発電システムの設計、工事、運用、保守の方法を教育した。



図 14. 井上小学校



図 15. たけし日本語学校での太陽光発電システムの教育

尚、同案件は2019年1月に、フィルム型ソーラーシートを校舎屋根に据付け、バッテリーを教室内設置し、教室、校長室、給食棟などにLED電球をつけ、無事完成し電気が灯った。



図 16. 井上小学校



図 17. 屋根に設置のフィルム型ソーラーシート



図 18. 太陽光発電システムで灯った教室内の電灯

② ナイジェリアプライマリ・ヘルス・センター（PHC）向け太陽光発電システム案件
プライマリ・ヘルス・センター（PHC）とは、ナイジェリアの最小行政単位ワードに設置され、住民の一番身近な保健医療施設である。このPHCのほとんどは非電化で照明がなく、治療や出産時の障害となっている。Kens.coは、アブジャ州3か所のPHCに於いて太陽光発電による照明の引き合いを受け、現在見積り中である。

③ コモロ連合ムベニ市向け太陽光発電システム案件

第三回出張で訪問したコモロ連合ムベニ市は、グランドコモロ島西岸の首都モロニ市とは逆側の東に位置し人口7万人。同市内道路沿いには電柱が並び住居に配電されている。しかしながら、停電が多く一日数時間しか給電されていないので、ソーラー外灯を設置し夜間の治安改善と商店の夜間営業による商業活動の活発化、及び、小学校とクリニックの室内照明の引き合いがあり、同市の電気事情を調査した。

<調査結果>

- ・ムベニ市には、主要道路沿いの20KVの送電線にて給電されている。
- ・市内中心街の住居には、引込線取込口より3相400Vで配線されている。
- ・住居の住人に聞くとほとんどが停電で一日の給電は数時間程度
- ・主要道路沿いには、コモロテレコムの子会社用の固定電話用の電柱も多い
- ・小学校には配電されておらず、丸太作りで小さな窓の教室は暗い
- ・住居のほとんどはトタン屋根
- ・事務所ビルの屋上にソーラーパネルも設置されていたがほとんど稼働していない



図 19. コモロ連合ムベニ市様子

< Kens.co 提案内容 >

上述のムベニ市電気調査後、ムベニ市長と打ち合わせ、以下を提案することとした

(A) ソーラー外灯

市内には多くの電柱が並んでいるので、市が所有の電柱を活用し、電柱に Kens.co のフィルム型ソーラーシートを巻き付けたソーラー外灯を提案する。ポール代と工事費のコスト節約できる経済的な提案となる。

(B) 室内灯

クリニックと病院は、昼間は屋根にソーラーシートを置き、夜間は屋内に取り込めばソーラーシートの盗難が防げる。又、配線は、通常のソーラーシート⇒バッテリー⇒コントローラー⇒LED 電灯ではなく、ソーラーシート⇒バッテリー一体型 LED 電灯にすれば配線が簡素化でき、工事代が削減できる提案となる。



図 20. 提案したソーラー外灯

(3) 考察

① 上記調査の考察は以下のとおり。

i. ラゴス国際見本市での太陽光発電システム市場調査

今回のラゴス国際見本市に於いて、ナイジェリアでの太陽光発電のニーズ別需要と Kens.co が競合できる市場が把握できた。今後も、現地パートナーと意見交換しながら、販売戦略を決定し、合弁会社の事業計画を策定していきたい。

ii. 太陽光パネル調査

出張での太陽光パネル販売店への調査に於いて、太陽光パネルの価格、技術仕様、製造元等を把握できた。Kens.coがナイジェリアに輸出予定である軽量太陽光パネルは販売されていないことは確認できた。

iii. ソーラー外灯調査

既にナイジェリアでもソーラー外灯は道路沿いに多く設置されているが、フィルム型ソーラーシートを丸太に巻き付けるタイプはなく、来場者から、強い関心が寄せられた。デザイン性やローカル性を高めていけば、価格的に少し高くとも、商品力のある製品を拡販していきたい。

今後は (3) の引き合い先と議論を継続し、販路拡大を目指す。

② 今後の課題

i 今後のビジネス上の課題

Kens.coがナイジェリアに輸出予定である軽量太陽光パネルは販売されていないことは確認できたが、世界の太陽光パネル市場は以下の図や表の通り、中国勢の寡占市場であり、価格の下落が激しく、ナイジェリアでのビジネスを長期的に考えると、中国製の太陽光パネルとの価格競争は避けられないと予想されるので、現状のビジネスモデルではなく、更に進化したビジネスモデルの構築が必要である。

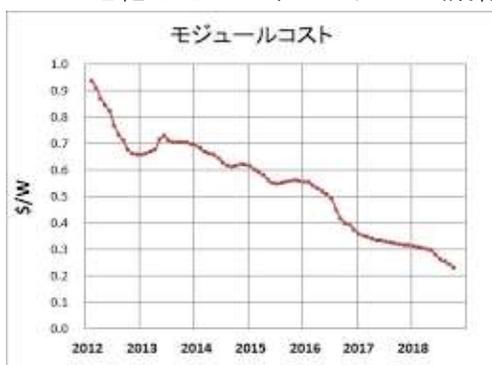


図21. 太陽光モジュールの価格推移
(出典：太陽光発電道楽人ブログ)

表5. 2017年太陽光パネル出荷量トップ10社
(出典：環境ビジネスオンライン)

順位	会社名	本社
1	JinkoSolar	中国
2	Trina Solar	中国
3	JA Solar	中国
4	Canadian Solar	カナダ(中国)
5	Hanwha Q CELLS	韓国
6	GCL System Integration Technology	中国
7	LONGi Green Energy Technology	中国
8	Risen Energy	中国
9	Suntech Power	中国
10	Yingli Green Energy	中国

ii. ナイジェリアでの太陽光発電システム案件に於ける気候上の技術課題

アフリカは低緯度に位置し、全般的に太陽光発電に適した地域である。但し、赤道直下のコンゴや西アフリカは熱帯雨林気候に属し雨が多い。ナイジェリアの国土の南半分も熱帯雨林気候に属し、5月～10月の雨季には雨天の日が多く日照時間が短く太陽照射量が少ない。従い、雨が続き十分に太陽光パネルで発電できない雨季を考慮し、太陽光パネルの面積とバッテリーの容量を大きめに設計する必要があるが、一方、コスト高となるのでそのバランスの最適化が太陽発電システム設計上の技術課題である。

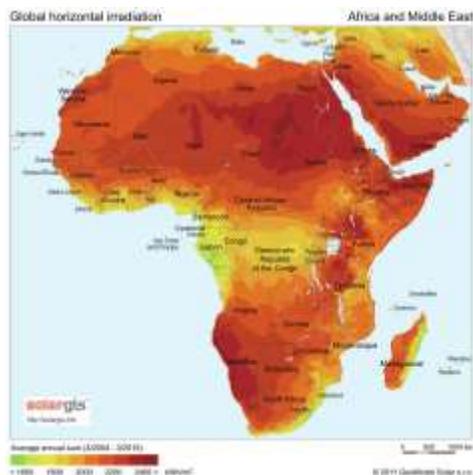


図 22. アフリカの太陽照射量(出典:solargis.com)

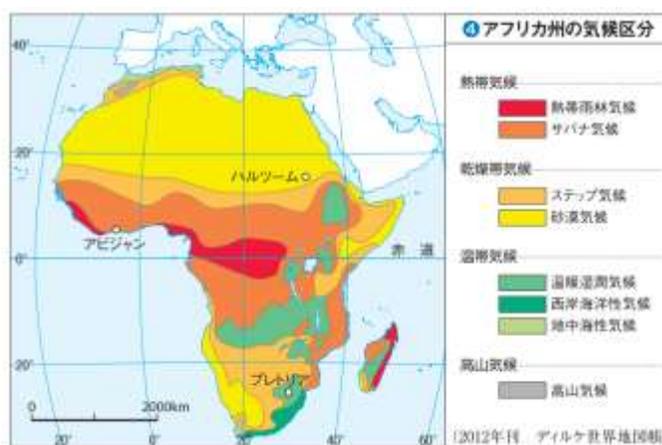


図 23. アフリカの気候帯区分 (出典：デイルケ世界地図帳)



図 24. ナイジェリアの太陽照射量 (出典:solargis.com)

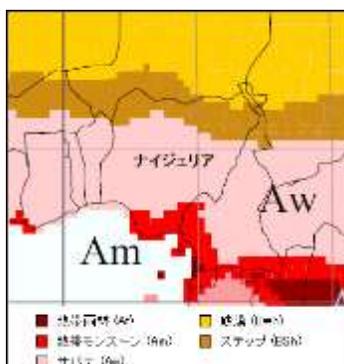


図 25. ナイジェリアの気候区分 (出典：ZenTech)

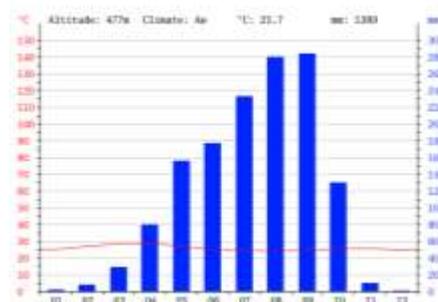


図 26. アブジャでの月間降水量 (出典：CLIMATE-DATA.ORG)

iii. ナイジェリアでの太陽光パネル設置方角の課題

アブジャは北緯9度4分にあり、夏至を中心として、4月13日～8月30日までの141日間、南中角度はから北側となり、ソーラーパネルを、丸太に南面を向け巻いた場合、裏側（北面）からの太陽が差す。更に、南向け垂直面の湾曲角度を、120度（1/3巻き）にすると日射量は93%、180度（1/2巻き）だと84%に減少する。即ち、南向き180度湾曲面では、パネル水平面に比べ日射量が、 $50\% \times 85\% = 43\%$ となるので、180度以内の湾曲面を採用することとする

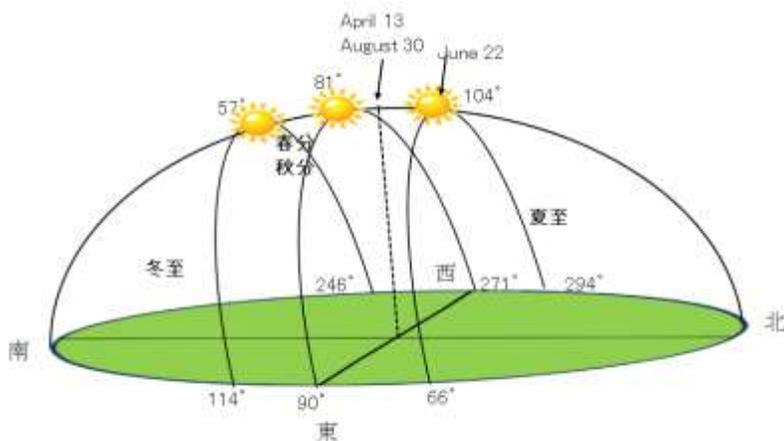


図27. アブジャでの太陽の年間南中角度 (Kens.co作成)

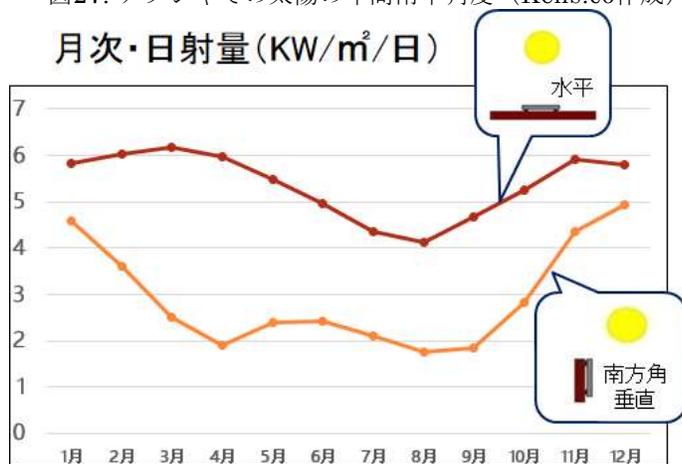


図29. ソーラーシート方角による太陽照射量の違い
(出典:Solar Electricity Handbook/グラフはKens.co作成)

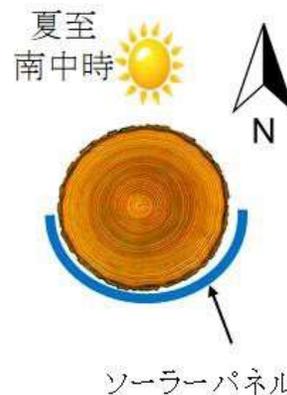


図28. ソーラーシート面の方角 (Kens.co作成)

太陽光パネル巻角度による日射量率



図30. ソーラーシート每期角度と太陽照射量の関係

(Kens.co作成)

③ 今後の課題に対する新たなビジネスモデルの構築

ナイジェリアで中国勢との価格競争を避ける為には、アフリカでの需要に合致したユニークな製品で、新たなビジネスモデルを再構築する必要がある。今回のアフリカ実証調査を通じてアフリカ向け事業を再検討結果、以下3つのビジネスモデルで、今後アフリカ向けビジネスを推進することとした。

i. アフリカ向け新たなビジネスモデル1 「太陽電池付屋根材」

太陽光パネル単体では中国勢と価格競争となるので、フィルム型太陽電池と屋根材を合体させ、太陽光パネルではなく現在特許出願中の「太陽電池付屋根材」として、日本と海外で同時に販売を行う計画とする。具体的には、2019年中にKens.coの工場の屋根で実証実験を行い、2020年にフィルム型太陽電池をナイジェリアに輸出し、同国の屋根材メーカーで「太陽電池付屋根材」を現地生産しアフリカ各国の建築業者への販売を計画していく。

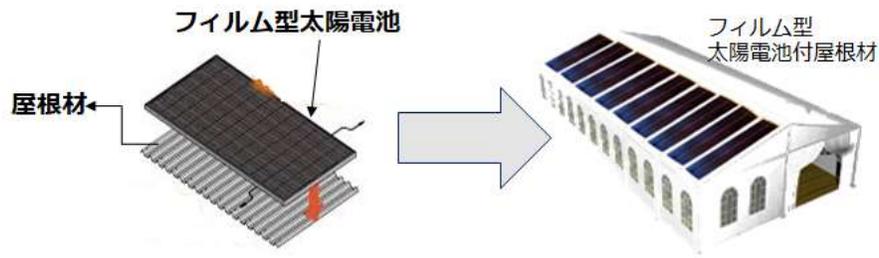


図 31. フィルム型太陽電池

ii. アフリカ向け新たなビジネスモデル2「電柱を利用したソーラー外灯」

アフリカ諸国では、電柱や電線はあるが電気が来ないので、既存の電柱にKens.coのフィルム型ソーラーシートを巻き付け、コストと工事費を低減したソーラー外灯をサブサハラ地域各国に提案していく。又、案件が成約の際は、ナイジェリアで設立予定の合弁会社が工事と訓練を実施する計画である。



図32. 既設の電柱を利用したソーラー外灯

iii. アフリカ向け新たなビジネスモデル3「Kens.co 国内 CSR 事業とアフリカ事業の連携」

Kens.co は、日本国内のビジネスとして事務所や工場などの産業用屋根に太陽光パネルを設置しており、一方、アフリカなど途上国で非電化の地域に太陽光パネルを設置している。日本国内と途上国の案件を繋げた「GOOD ON ROOFS」案件を実施している。日本国内でKens.coが太陽光パネルを設置した会社は同社のCSR活動の一環として、太陽光パネルで発電し電力会社に売電して得られる利益の一部を、途上国で太陽光パネルの設置する費用に充て、途上国に明かりを灯すプロジェクトである。Kens.coは日本企業のCSR活動とアフリカの電化事業の仲介役としての役目を果たしていくことを計画しており、第一号案件が、2019年6月ベナンの小学校で実施予定である。



図 33. GOOD ON ROOFS

GOOD ON ROOFS は、「CSV (creating shared value) 共有価値の創造」、即ち、企業による経済利益活動と社会課題の解決を両立させる経営戦略でもあり、この CSV 戦略に沿った形で、同事業を拡大していく計画である。

3.3 実証項目 2(合弁会社開設のための課題抽出)について

(1) 検証方法、活動内容

ナイジェリアでパートナー企業との合弁会社を設立に関し、合弁会社開設のための課題抽出をするため、アブジャで弁護士とその手続き等を打ち合わせた。

(2) 結果

- ・ナイジェリアでの会社設立は、CAMA 法 (Companies and Allied Matters Act) に基づ

- き、会社登記機関Corporate Affairs Commission (CAC) に申請する
- ・出資に関し外資制限はなく、ソーラーパネル分野でも、外資 100%の会社が設立可能
- ・会社名に、上場会社はCorporation、閉鎖的株式会社にはCompany Ltd を付ける
- ・株式総数は百万株なので、資本金は1株を何ナイラにするかによる
- ・最近、会社設立手続きが簡素化され1～2週間で登録可能
- ・別途、法人税とVATの税番号登録が必要

(3) 考察

① 課題抽出：

ナイジェリアは会社法上外貨制限がなく、合弁手続き簡素化されており、合弁会社設立の手続き上、大きな問題はないことが確認出来た。

② パートナーへの技術指導

ナイジェリア出張時、パートナー企業への太陽光発電システムの教育を実施した。今後、パートナー企業の来日の際、更に詳細な技術指導を行う予定である。

③ ナイジェリア合弁会社設立計画：

今回のジェトロアフリカビジネス実証事業を通じて、「太陽光発電システムに係わるナイジェリア合弁会社設立計画」で調査すべき項目の実証結果が明らかになり、又、課題に対する新たなビジネスモデルも構築することができた。従い、パートナー企業(SA Elizabeth)が出展した2018年11月のラゴス国際見本市での引合いの幾つかが成約した後、Kens.coはElizabeth Solar社と出資比率 60:40、会社名Mononofu Powers Company Ltdの合弁会社の設立し、ナイジェリアの合弁会社をハブ拠点として、アフリカでの太陽光発電ビジネスを拡大させて行く計画である。

3.4 実証項目3(パネル架台生産・仕入れ体制確立)について

(1) 検証方法、活動内容

出張時の以下①～②の調査を元に、パネル架台生産・仕入れ体制に関する実証を行った。

①現地調達品実証調査

②パネル架台生産委託先実証調査 (スチール屋根材調査、ナイジェリアの屋根構造調査)

(2) 結果

①現地調達品実証調査

太陽光発電システムのうち、バッテリーのサイクル寿命は数百回で数年ごとの交換が必要な為、ソーラーシステムでは、現地調達可能なバッテリーを使用する必要がある。リチウムイオン蓄電池はコンパクトだが高価格である為、Kens.coは現地調達が可能で低価格の鉛蓄電池を使用し、高品質で途上国でも調達が容易なLONG(台湾)製の12Vディープサイクル型鉛蓄電池を採用している。今回、ラゴスで、LONG鉛蓄電池の販売代理店を訪問、販売している鉛蓄電池の種類と価格を調査した。

ナイジェリアで、ソーラーシステムを販売する際は、GP System & Engineering Services Ltd より、鉛蓄電池を現地調達することで進めて行く。



図 34. GP System & Engineering Services Ltd

② パネル架台生産委託先実証調査

i. スチール屋根材調査

ラゴス市のスチール屋根材製造工場等3か所を訪問し、現地のスチール屋根部材を調査した。

<調査結果>

スチール屋根材製造工場で製造している住宅用屋根用スチールは厚さ 0.4mm 以下の極薄のスチール製の屋根材であった。ナイジェリアの住居の壁は鉄筋の少ない煉瓦作りであり、耐荷重が非常に弱く、厚く丈夫な屋根を乗せられる構造になっておらず、一般的なソーラーパネルと架台 (20Kg/m²) は重すぎて据付けられないと推測される。ナイジェリアは電気代が高く、停電も多いにも関わらず、住宅用ソーラーシステムが普及しないのは、屋根の耐荷重が弱いのも一因であろう。Kens.coのフィルム型ソーラーシートや軽量ソーラーパネルが、ナイジェリアの薄く弱い屋根にも据え付けられる事を早期に実証し、価格的に合えば、拡販の可能性は大きいと考える。



スチール屋根材工場



スチール屋根部材工場



スチール屋根材販売店

図35. スチール屋根材関連施設

ii. ナイジェリアの屋根構造調査

太陽光パネルを屋根に設置するには、屋根の形と耐荷重が重要であり、ナイジェリアの屋根構造を調査した。

<調査結果>

日本は切妻屋根が主体であり、南面の屋根にソーラーパネルが設置し易い構造となっている。一方、ナイジェリアは、鉄筋の少ない煉瓦作りの為、耐荷重が弱いので、屋根は4方向から支え合う寄棟か方形が多く、屋根面は台形か三角形で傾斜も急であり、屋根の種類からみても、ソーラーパネルの設置には向かない構造となっている。但し、ラゴスは北緯6度であり、ソーラーパネル設置を南面の屋根に必要なはない。屋根の耐荷重と形を考慮しながら、一般的なサイズ(1.6m x 0.8m)のソーラーパネルではなく、小さなサイズのソーラーパネルと工法を検討する必要がある。

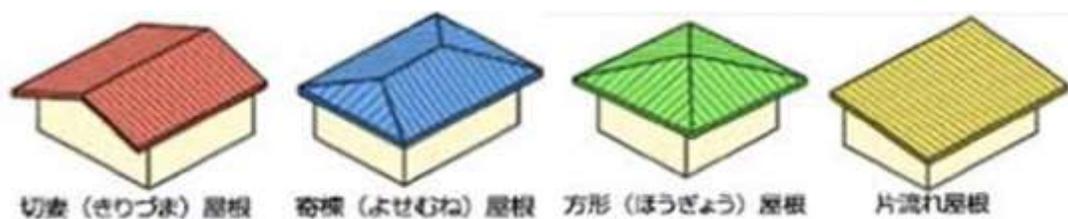


図36. 屋根形状 (出典 : roof partner)



図37. アブジャの屋根

(3) 考察

3.2 実証項目1 (4) ③iでも記載のとおり、太陽光パネル単体では中国勢と価格競争となるので、フィルム型太陽電池と屋根材を合体させ、太陽光パネルではなく現在特許出願中の「太陽電池付屋根材」として、日本と海外で同時に販売を行う計画とする。

3.5 実証項目4 (外貨送金・通関業務に関する調査) について

(1) 検証方法、活動内容

出張時の以下①～②の調査を元に、パネル架台生産・仕入れ体制に関する実証を行った。

①外貨送金手続き実証調査

ナイジェリアは2014年から原油価格が下落、ナイジェリア経済を直撃し、外貨準備高が急減し外貨不足の為、機器輸入に関し外貨送金が大きな問題であったので、ジェトロラゴス事務所と、最新の外貨事情につき打ち合わせた。

② 通関業務実証調査

合弁会社設立後、日本からナイジェリアに太陽光パネルを輸出する際のナイジェリアでの通関業務につき、パートナー企業である Elizabeth Solar 社（ラゴス市）と打ち合わせた。

(2) 結果

① 外貨送金手続き実証調査

ジェトロナイジェリア事務所の説明では、厳しい為替管理と外貨規制により外貨流動性が急回復した。2018年4月の外貨準備高は460億ドルと月額輸入外貨代金の 15.1ヶ月と外貨危機を脱した。又、ドルとナイラの外為公的レートと並行市場（闇レート）の差も急速に縮小しており、外貨送金の大きな問題は現時点では解消していると考える。

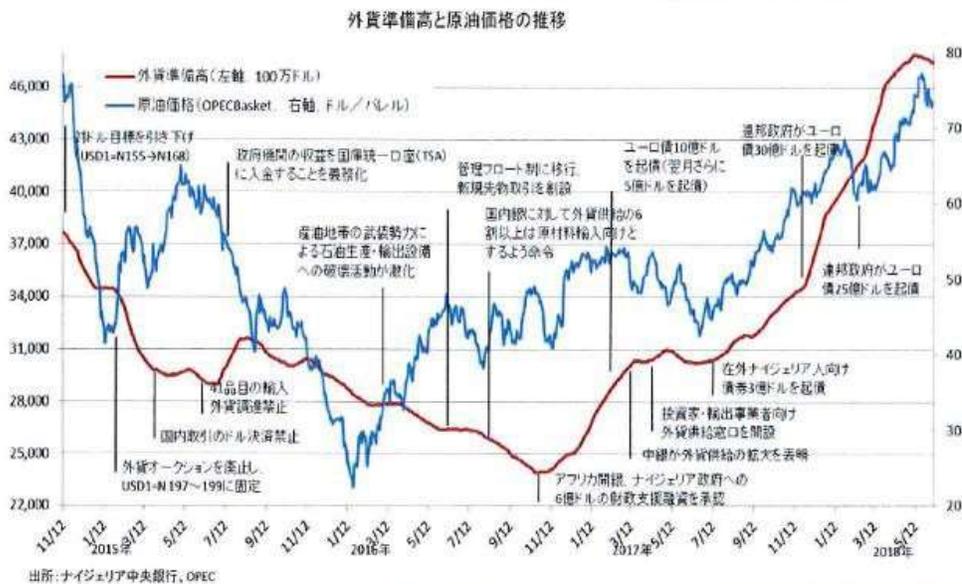


図38. 外貨準備高と原油価格の推移 (出典：ナイジェリア中央銀行、OPEC)



図 39. 為替レートの推移 (2016年3月1日～、ナイラ/ドル) (出典：FXTOP、atokiFX、Nairametrix)

②通関業務実証調査

太陽光パネルの輸入品の関税について、ナイジェリアの関税表ではソーラーパネルは同国の電力不足解消の為、HS 番 8541.40.10.00 で無税と規定されている。但し、2018年4月にナイジェリア関税局高官は、ソーラーパネルやジャンクションボックス等は HS 番号 8501 の **Electrical Motors & Generators** の範疇であり 5%の輸入税と 5%のVATを課税するとの発言があった。ナイジェリアなので、関税は実際に輸入時の担当官次第であり、どちらになるかは不明である。一方、現地パートナーはナイジェリアの日本政府ODA草の根無償案件で太陽光発電システムの通関業務経験があり、2~3ヶ月毎に日本から日本製中古車を満載したコンテナを輸入し輸入通関業務も長けているので、通関上大きな問題はないと考える。

(3) 考察

今後もナイジェリアの外貨事情を注視し、為替対策を継続的に検討していく。

第4章 現地への寄与

4.1 事業実施前と期待される事業実施後の現地への寄与

表 6. 現地への寄与（事業実施前後比較）

	事業実施前	事業実施後
経済活動	頻繁な停電で、経済活動に支障があった	Kens.co の太陽光発電システムで、経済活動の活発化が見込まれる
技術移転	Kens.co の社員が現地で、ユーザーに対し、工事と保守教育を実施していた	ナイジェリアのパートナー企業とベナンの協力会社に太陽光発電システムの教育を実施し、今後彼らによる工事と保守教育が可能となることが見込まれる
生活改善	都市部では停電、郊外は非電化地域で、電気のないことで生活上大きな支障があった	Kens.co の太陽光発電システムが導入され、生活が向上し夜間の治安改善が期待される

通常の重い太陽光パネルと架台では、ナイジェリアの薄い屋根には今まで据付けが不可能であったが、**Kens.co** のフィルム型ソーラーシートにより設置が可能となり、太陽光発電で現地の経済活動活発化と治安改善への寄与が期待される。

第5章 実証調査結果と今後の課題

5.1 今後の事業展開

(1) 現地における活動

① 販路拡大

パートナー企業(SA Elizabeth)が出席した2018年11月のラゴス国際見本市で引合いを受けたナイジェリア向け案件、及び、ベナン、コモロ、ガーナでの日本政府ODA草の根無償資金援助案件での成約を目指す。

② 現地合弁会社の設立

2019年中を目処に、引合いの幾つかが成約した後、Kens.coは Elizabeth Solar 社と出資比率 60:40、会社名 Mononofu Powers Company Ltd の合弁会社の設立し、ナイジェリアの合弁会社をハブ拠点として、アフリカでの太陽光発電ビジネスを拡大させて行く計画である。

(2) 日本国内での活動

中国勢との価格競争を避ける為に、3.2項実証項目1の考察に記載のとおり、新たなビジネスモデルとして太陽電池付屋根材の開発と商品化を促進する。又、Kens.co国内の太陽光発電システム事業のCSR事業によりアフリカでの事業拡大も行っていく。

5.2 今後の課題

今回現地調達品、合弁設立手続、外貨送金、通関業務については現地での実証調査により、ナイジェリアに合弁会社を設立し太陽光発電のビジネスを開始する際の大きな支障はないことが確認できた。一方、販路開拓と架台現地生産に関しても、今回の実証調査を通じて、現時点ではまだナイジェリアの太陽光パネル価格は高く、Kens.coがナイジェリアに輸出予定である軽量太陽光パネルは販売されていないことが確認できたが、事業を進める上では、今後中国勢との価格競争になる可能性が高い。この点を新たなビジネスモデル案をもって2019年度以降も検証を継続し、ナイジェリアを中心とするアフリカでの太陽光発電システムのビジネスモデル構築と販路拡大を目指したい。

以上