HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ルワンダの地方電化経営モデルと国際広報
Author(s)	山田, 澤明
Citation	ルワンダと北海道 : 国際地域連携研究, 10-23
Issue Date	2018-06
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/71104
Type	report
File Information	02_Yamada.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

ルワンダの地方電化経営モデルと国際広報

メディア・コミュニケーション研究院　教授　山田澤明

要旨：ルワンダはICT立国を目指し、アフリカのビジネス・センターとして新しい成長を始めている。しかしながら、電化の推進が大きな課題で、内陸国であること、需要が分散していることから、太陽光発電などを活かしたマイクログリッドシステムの可能性がある。このような小規模分散型電力経営モデルには、北海道の市民風車導入の経営モデルを活かすことが考えられる。また、この際、その資金調達のために、ルワンダの電化に投資を呼び込む国際広報戦略が重要である。

1. アフリカのシンガポール

1.1 ICT立国ルワンダ

ルワンダはアフリカの新しいビジネス・センターとして大きく発展しようとしている。

ルワンダは東アフリカに位置する赤道直下の国である。面積は、日本で言えば四国よりやや大きい、アフリカでは比較的小さな国である。平均高度が約1600mと高いこともあって、赤道直下とは言え、大変過ごし易い。現在の産業の主力は農業で、農業人口が約 8 割を占める。

ルワンダは、国家戦略としてICT立国を推進してきており、戦略重点産業はICT（情報通信）産業である。ルワンダは、2015年には、世界経済フォーラムのグローバルインフォメーションテクノロジーレポートにおいて、「世界で最も ICT 促進に成功している国」に選ばれている。ちなみに、このランキングの第二位は、アラブ首長国連邦、第三位は、シンガポールとなっている。また、このランキングにおける日本順位は27位である[1]。

ルワンダは、内陸国で物流環境には恵まれない。首都のキガリまでは、最も近い港であるタンザニアのダルエスサラーム港から中央回廊と言われる陸路で 1,495ｋｍ、北部回廊を通って、ケニアのモンバサ港からは、1,661ｋｍ　（花岡・川崎（2017））と物流には大きなハンディを持っている。ICT 産業に重点をおいているのは、物流面での不利が少なく、かつ現代のイノベーションの中心で、成長産業であるICT産業に照準を合わせたと見ることができる。

1.2 アフリカ大陸のビジネス・ハブ

もうひとつのルワンダの特徴は、物理的にも政治経済的にもクリーンさを追求している

[1] UNIDO　News　2015年9月7日

点にある。実際、首都キガリの街中にはごみが落ちていない。ビジネス面でも、世界ビジネスランキングでは 50 位、腐敗指数でも 50 位前後と、他のアフリカ諸国と比べて優れた環境作りを進めてきている。ルワンダがアフリカのシンガポールといわれる背景がこういう点にある。

このようなルワンダの現状を踏まえ、現地調査においては、多くの在ルワンダの日本関係者が、「ルワンダは新しいビジネスモデルを作り、アフリカに普及させる実験室であり、ハブの役割を果たす」と述べている。

加えて、2015 年 9 月には、アフリカでの SDGs（持続可能な開発目標）の推進センター、SDGs センターアフリカ（SDGC/A）がルワンダの首都キガリに設置され、新しいアフリカの構築の中心としての役割を期待されている。

2. ルワンダの電力・エネルギー事情

2.1 低い電化率

ルワンダでは携帯電話は普及しているものの電化率（グリッドにつながっているオングリッドの比率）は約 20%と極めて低い。また、グリッドにつながっていても、送配電のロスが 23%（2014 年）と多い。国民の多くは、木材や木炭をエネルギー源として、調理と、灯油によるランプの生活をしている。電力消費量は 2012 年末時点で、一人当たり 42kwh/人・年と、世界で最も低い水準にある、ちなみに、サブサハラアフリカ地域の電力消費量は、478 kwh/人・年、開発途上国全体の平均は、1200 kwh/人・年である。発電設備でみると、2012 年末の発電容量は 160MW で、水力が 60%、ディーゼル（軽油）発電が 40%の構成となっている。2018 年の目標は、563MW である。電気料金は政府が補助しているものの、0.24 ドル/kwh とアフリカの中でも大変高い水準にある。このような、電化が遅れている背景には、アフリカの中では人口密度は最も高い国であるものの、集落などが分散していて送電ネットワークが高くなること、港から遠く、軽油などの燃料費が高いことなどが影響していると考えられる。政府は、グリッドの拡大による電化とオフグリッド地域における分散型電源の活用等の両面から、70%の家庭が電気にアクセスできるようにすることを目標にしている。(Ministry of Infrastructure（2015)）

2.2 再生可能エネルギー利用のポテンシャル [2]

(1)太陽光発電

[2] ルワンダの賦存量は、African–EU Renewable Energy Cooperation Programme 「Rwanda Renewable Energy potential」による

ルワンダの日射量は 4 kwh /㎡・日～5.4 kwh /㎡・日で、曇りの日でも 4.5 kwh /㎡・日の水準である。日本と比較すると、例えば東京の平均は 3.74 kwh /㎡・日[3]なので、曇りの日でも、約 20%多い。

2015 年 2 月には、グリッド接続型の東アフリカ初の 8.5MW（15000 世帯の需要に相当）の大規模ソーラー発電所が認可されている。

ただし、太陽光発電は、出力変動があるので、全体の発電容量の増加に応じて、安定電源や系統連携の技術の範囲で導入することになる。

(2)水力発電

ルワンダには多くの水力発電の可能性があるといわれている。

現在作られている水力発電容量は 59MWだが、300MWの潜在容量があると推定している。

マイクロ水力発電の可能性のあるサイトは 333 か所で、それぞれの規模は 50KW～1 MW と評価されている。

さらにピコ水力（50KW 以下） の可能性サイトを 192 か所認識している。

(3)風力発電

2011 年にルワンダの 5 か所で短期間の評価を実施した結果は、風力利用にはあまり向かない、と評価されている。

中でも、東プロビンスは最もポテンシャル高いと評価したが、さらなる研究が必要と指摘している。

別のスタディでは、Gisenyi 地域は風速、風力密度両方で有望で、Kigali, Butare, Kamembe では、風車ミルか農業用水のポンプ動力などに十分可能性があるといわれている。

2.3 ルワンダと日本の電気料金比較

ルワンダの電気料金は政府が補助を行っていて低く抑えているとしているが、決して低い水準ではない。

電気料金の体系は日本とは異なるが、東京電力の家庭用料金と比較すると、東京電力の 25.63 円/kwh に対し、ルワンダではほぼ同じ水準の、25.30 円/kwh(1RWF=0.13384 円)となる。ルワンダは、内陸国で、石油製品の輸送コストが高く、相対的に燃料費が高いこと、大規模で効率的な発電所はなく、ディーゼル発電が主力であること、送配電のロスも多い、

[3] NEDO 日射量データベースによる東京の年平均年間最適傾斜角における日射量

といったことが背景にあると考えられる。このことは、一方で、太陽光発電などの分散型電源が相対的に競争力を持ちやすいといえる。

ルワンダエネルギーグループ（ルワンダ電力会社）

- 0-15 kwh/月　89 RWF/kwh　11.9　円/kwh
- 15-50　182　24.4
- ＞50　189　25.3

※　1 RWF＝0.13384 円（2017 年 7 月 27 日）
※　VAT を除く

東京電力（従量電灯 B）

- —120kwh　19.52 円/kwh
- 120-300 kwh　24.62
- —300　kwh　30.02

※基本料金　30A　842.4　円
※200 kwh/月の場合　25.63　円/kwh

2.4 ルワンダの地方電化計画

ルワンダの計画では、家庭用の電気の利用量を 6 つの段階に分け、オフグリッド地域を前提とした電化を進めている。（次表）電化の目標は、2017 年/2018 年で、先にも示したように 70%，2020 年の電化目標は 100%としている。ただし、その前提には、オフグリッド地域における、各家庭の小規模な太陽電池利用や、分散型の電源による地域の電力供給世帯をかなりの比率含んでいることになる。

表 1　ルワンダ地方電化戦略

―70%アクセス（2017 年/2018 年）目標の内訳―

	Tier 0	Tier 1	Tier 2	Tier 3	Tier 4	Tier 5
エネルギー利用	アクセス　なし	電灯、ラジオ、電話充電	電灯、ラジオ、電話充電+基礎家電（TV、ファン）	Ｔｉｅｒ２+ 家電（小型冷蔵庫）	Ｔｉｅｒ３+ 高電圧機器（ポンプ）	24 時間/7 日 高電圧商業用、産業用利用
2017 年/2018 年の目標	30%	22%	48%（このうち 31%－35%はグリッド）			
2020 年の目標	100%アクセス					

（出所）Ministry of Infrastructure（2016）『Rwanda Rural　Electrification Strategy 2016 年 6 月　』

3.ルワンダにおける太陽光発電の現状と可能性

ルワンダの太陽光発電の市場は、規模別に以下の 5 つに分けることができる。

①1 MW 以上：メガ・ソーラープロジェクト
　ナショナルグリッド接続の発電所・大型の地方電化プロジェクト
②100 KW～1 MW ：ミニグリッド(オフグリッドエリア)
（水力、ディーゼルなどとの組み合わせも想定される）
③10 KW～100 KW ：マイクログリッド(オフグリッドエリア)
（水力、ディーゼルなどとの組み合わせも想定される）
④～KW：個人・世帯レベル：家庭における自家使用
⑤10W～200W：簡易システム（BOP プロジェクト、Pay as You Go システムなどと言われる）

3.1 メガソーラー

大規模な太陽光発電所で、グリッドにつなげて電力を供給する。ルワンダでは、東アフリカ初となるメガソーラー発電所の運転を開始した。(次図)

発電容量は 8.5MW で、投資額は 23.7 百万ドルである。駆動装置によって、太陽を追尾し、発電効率を上げるようにしている。

図１　ルワンダの東アフリカ初のメガソーラー発電所

3.2 家庭用ソーラー発電

ルワンダでは、家庭用の照明用、携帯電話の充電、テレビのための簡易な太陽光発電システムの急速な普及が始まっている。これは、ルワンダに限ったことではなくケニアなど多くの近隣諸国で普及が始まっている。

(1)イグナイトパワー社の事例

イグナイトパワー社では、12W の出力規模の照明システムを月額前払いの仕組みで提供している。太陽光パネルを貸与するサービスとしては最も安価で、簡便なものである。システムには充電機能があり、照明は省電力化のためＬＥＤで、直流のまま使っている。

月々の支払いは前もって、携帯電話で行う。支払いが滞るとパスワードが得られないためシステムが使えなくなる。

このシステムは、家庭でも使われているが、地方の小規模な店舗の照明としても使われている。このような業務用の用途であれば、収入増にもなるため、導入コストを負担しやすいと考えられる。

図 2　イグナイトパワー社の簡易太陽光システムのパンフレット

(2)モビソル社の事例

モビソル社では、液晶テレビを含めたシステムの貸与を行っている。100W と 200W の 2 つのタイプがあり、充電器も含まれている。規模も用途もイグナイト社のものより上位のシステムである。液晶テレビも直流電源のため、交流変換はしない。支払いは同じく、月々の前支払いで、携帯電話で行う。

このようなシステムの考え方は、電力を供給するのではなく、利用機器とセットで貸与すると言う意味で新しいサービスとも言え、電力の供給責任というものも存在しない。つまり、太陽が照らなければ使えないし、使わないことを前提としている。

図３　モビソル社のシステムのパンフレット

3.3　オフグリッド地域の中規模ソーラーシステム

前述のように、ルワンダでは、大規模なメガソーラーの導入と極めて小規模な家庭用のソーラーパネルシステムの供給が始まっているが、ＫＷ～数百ＫＷの中規模太陽光のシステムは導入されていない。この領域はいわば空白地帯である。各家庭の電力需要、あるいは業務用の電力需要を集落単位等で取りまとめ、この規模の需要に対応できるマイクログリッドシステムの開発が重要と言える。

経済産業省では、このような規模の供給システムとして、オフグリッドの供給システムのフィージビリティ調査をアフリカで行っている。具体的には、

① 100KW～1MW：ソーラーとディーゼル発電との組み合わせ（ケニア）、
② 10KW～100KW: ソーラーとマイクロ水力の組み合わせ（エチオピア）
で、ソーラーの出力変動を補う安定電源との組み合わせのシステムを有望と見ている。（経済産業省(2015)）

3.4 ルワンダの太陽光システムのコスト分析

ルワンダの家庭用簡易ソーラーシステム、メガソーラーシステムの KW 当たりの投資額をシステムの規模別に位置づけると次図のようになる。

家庭用簡易システムは、KW 当たりの投資額で見ると、決して安くないことがわかる。一方、メガソーラーシステムは、単位投資コストで見ると、スケールメリットが出ていると言える。

そして、太陽光発電市場の空白地帯となっているオフグリッド地域におけるマイクログリッドシステムのコスト目標は、メガソーラーと家庭簡易システムの間に存在すると言える。

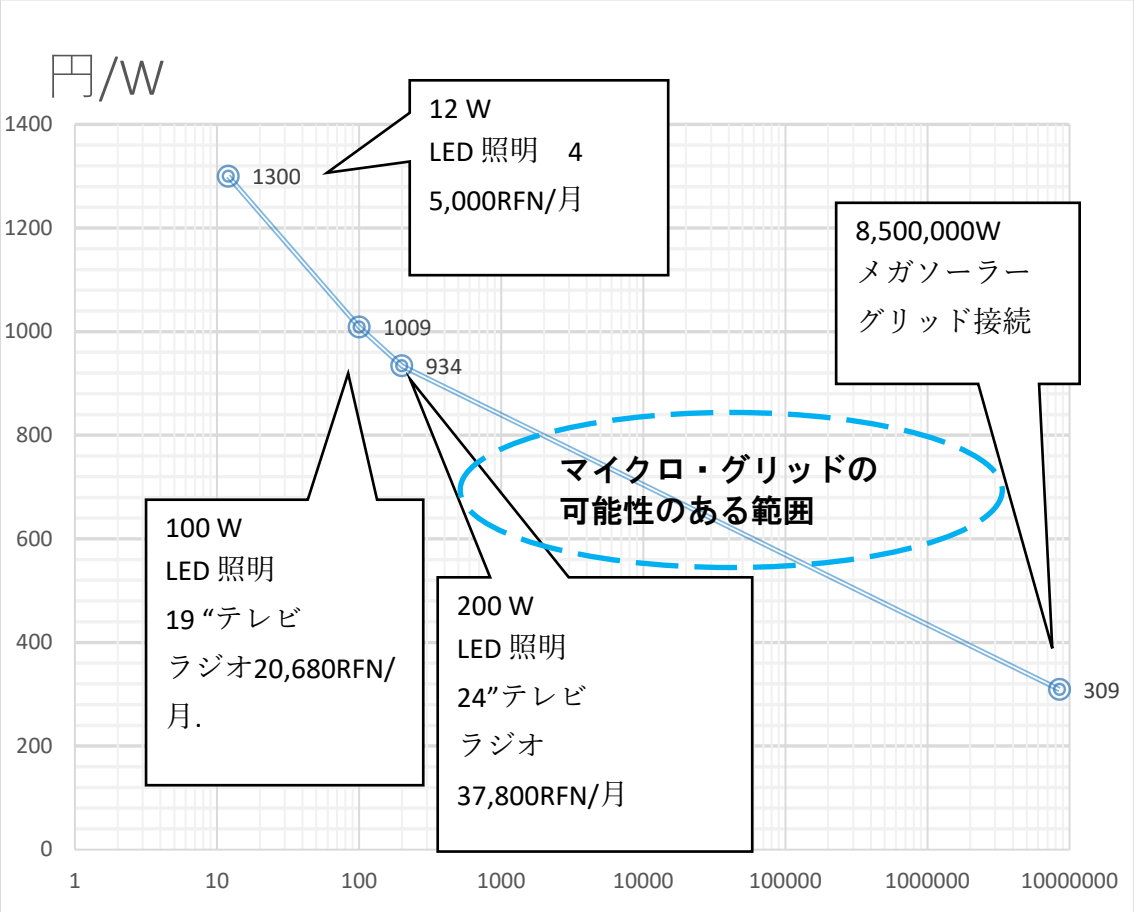

図 4　ルワンダの太陽光発電システムのコスト

4. ルワンダにおける地方電化の方向性

太陽電池の低コスト化、情報通信技術の進展によって、分散型電源による地域に密着した電力供給システムの技術的可能性が広がっている。

とりわけ、アフリカなどの開発途上地域において、分散型電源を活かした、小規模な電力ネットワークである、マイクログリッドシステムの構築に大きな関心が集まってきている。

The Electricity Journal[4]によれば、世界のマイクログリッド市場は 2022 年までに、年率 12.45%（2016－2022 年）で成長し、中国、インド、フィリピン、アフリカ、北米などで、390 億ドルの市場があると評価している。

一方、国連は、マイクログリッドの促進で官民連携組織（Microgrid Investment Accelerator, MIA)を立ち上げた。2018 年から 2020 年の 3 年間で 5,000 万ドルのシードマネーを投入する予定で、対象地域はインド、インドネシア、東アフリカなどである。資金提供には、フェースブックやマイクロソフトも参加している[5]。

これまで見てきたルワンダの電力供給の現状、太陽光発電の特徴を踏まえ、北海道での風力発電の普及で成果を上げた、NPO 法人である北海道グリーンファンドの分散型電源の導入のビジネスモデル組織を参考にすると、地方電化のモデルとして、つぎのような方向が有効と考えることができる。

① 電化推進の課題の多い地域はルワンダの地方部のオフグリッド地域である。
② 電源は太陽光発電を中心とし、可能なら中小水力の利用も視野に入れる。
③ 集落などをひとつの単位とした需要に対し、マイクログリッドシステムを構築する。
④ この際、家庭用の電力だけでなく、灌漑用や農産物の保存、加工などにかかわる電力需要を取り込み、生産性や所得を上げる電力利用を進める。これによって、電力投資に対する負担力を高める。また、農業そのものも電化によって高付加価値化を進め、電力利用と所得向上の相乗効果を追求する。
⑤ 地域の需要に柔軟に対応するために、人材面、資本面の両面において、地域ごとに地域に密着した経営体制を持った株式会社を設立する
⑥ 資金調達のために、日本からの投資を呼び込む資金調達会社を設立する。電力投資は経済成長に不可欠の要素で、最も安定した資金回収の見込める投資であり、日本にとっては投資の機会でもある。
⑦ 各地域のエネルギー会社のマイクログリッド、太陽光パネル、ＩＣＴ（情報通信技術」活用などの技術支援のためのエンジニアリング会社を設置する。

[4] The Electricity Journal 30, 2017
[5] 環境金融研究機構 http://rief-jp.org/ct4/69006（2017 年 4 月 6 日閲覧）

具体的な、考えられる組織のアウトラインは次図のようになる。

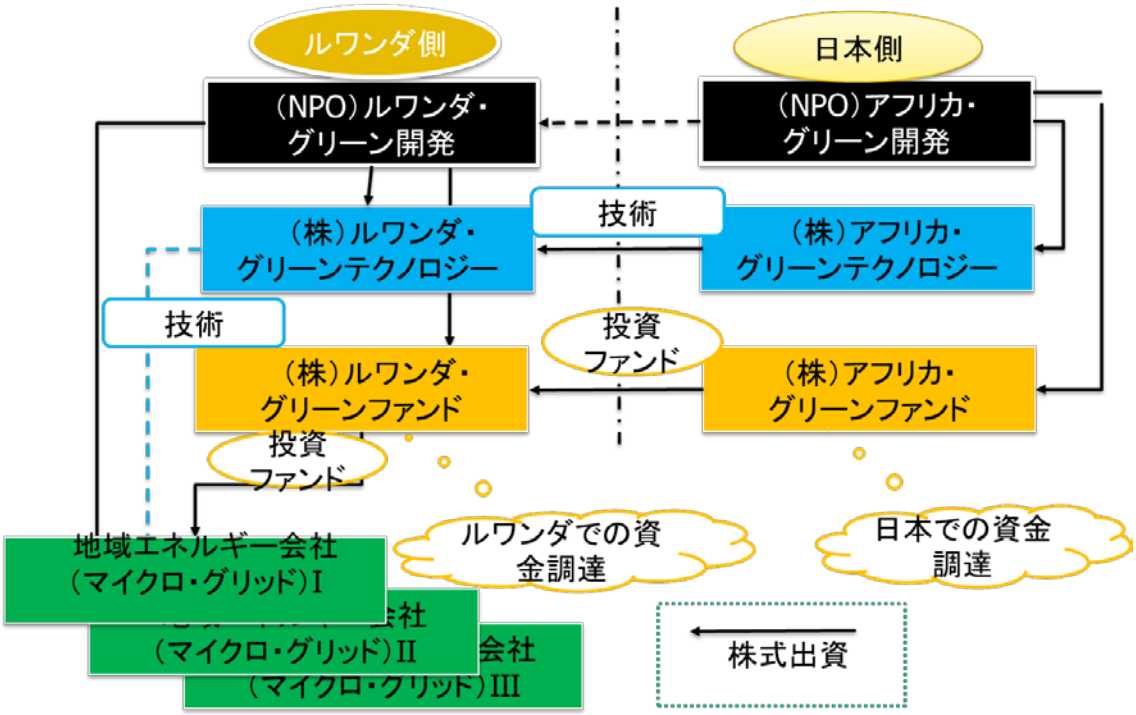

図 5　ルワンダ地方電化経営モデル

5. 高い資本コストに対応する国際情報メディア戦略の重要性

次表には、ニューヨーク大学の分析によるルワンダ他主要国のカントリーリスクプレミアムと JBIC の融資のリスクプレミアムを示した。

ルワンダの場合、ムーディーズの格付けは B2 で、投資に対するカントリーリスクプレミアムは 7.82％と非常に大きい。このため、投資のトータルリスクプレミアムは、13.51％となって、このコストを賄う高い投資リターンが必要になる。例えば、日本への投資のトータルリスクプレミアムは 6.69％であるので、それと比較すると約 2 倍の投資リターンが求められる。ちなみに、シンガポールのカントリーリスクプレミアムは 0.00％で、日本より小さく、トータルリスクプレミアムは、この評価の基準となったアメリカと同じ 5.69％である [6]。

[6] Aswath Damodaran　Equity Risk Premiums (ERP): Determinants, Estimation and Implications – The 2016 Edition, March 5, 2016, Updated January 5, 2017 による

また、国際協力銀行（JBIC）の輸出金融におけるリスクプレミアム適用の国分類では、ルワンダは、7つのカテゴリーのうちの低い方から2番目の第6カテゴリーに位置付けられる。このため、12.88%（2018年2月2日現在）[7]の高い金利が上乗せされる。

表2　ルワンダのカントリーリスクプレミアム

国	Moody's 格付け	投　資		融　資
		トータルリスクプレミアム	カントリーリスクプレミアム	JBIC　ローンリスクプレミアム
ルワンダ	B2	13.51%	7.82%	12.88%
南アフリカ	Baa2	8.40%	2.71%	7.15%
エチオピア	B1	12.09%	6.40%	16.52%
アフリカ全体		12.00%	6.31%	-
台　湾	Aa3	6.55%	0.86%	1.46%
バングラディシュ	Ba3	10.81%	5.12%	10.11%
日　本	A1	6.69%	1.00%	-
米　国	Aaa	5.69%	0.00%	-

（出所）投資：Aswath Damodaran, New York University - Stern School of Business, Equity Risk Premiums (ERP): Determinants, Estimation and Implications – The 2016 Edition, Updated January 5, 2017
融資：国際協力銀行　リスクプレミアム（2018年2月2日現在）より作成

このように、ルワンダは電力投資という比較的安定したリターンの得やすい事業分野とは言え、海外からの投資には一般に高い資本コストとなることが予想される。

一方、日本においては、ルワンダは実際どのように見られているのだろうか。本研究では、日本におけるルワンダの一般の人の認識を探るため、日本における「ルワンダ」という言葉を含むツイッターの分析を試行的に行った。具体的には、2015年2月から2017年6月までの2年5か月間のルワンダを含むツイートのうち10%をランダムにサンプリングし、結果として約7,500件のツイートの分析を試みた。[8]ツイッターは、日本では、比較的若い年代層の利用が中心で、必ずしも国民全体の認識を示すものではないが、ルワンダに対する日本国民のイメージを把握する手掛かりになる。

今回の分析では、ここでツィートの内容は、「ジェノサイド」（大虐殺）、「ホテルルワンダ」（映画）、「ルワンダ中央銀行総裁日記」（中公新書の出版物）、「コーヒー」が主な中心テーマであった。

[7]リスクプレミアム適用にかかる国分類表（国際協力銀行）
[8]プラスアルファーコンサルティング社中居隆氏の協力による

今回の研究では、最近の新しいルワンダの発展状況を確認したが、残念ながら、このような認識は日本国民には少なく、新しいビジネス・ハブとしてのルワンダ、ICT 立国、アフリカのシンガポールとの認識となっていないことを確認した。

このようなルワンダをめぐる環境の認識に関しては、今後、日本からの投資を呼び込むためには、ルワンダのアイデンティティを明確にし、客観的な情報を把握して、根本的に改善していくための国際情報メディア戦略が重要である。

また、投資側の日本から見ても、世界の有望な投資対象を的確に把握する必要があり、そのためにも、一般に情報ギャップの大きいアフリカの情報発信は重要である。

6. ルワンダの地方電化の今後の課題

今後のルワンダの地方電化の推進においての課題としては以下のようなものをあげることができる。

第一の課題は電化推進組織のガバナンスの構築である。具体的には、①ＳＤＧｓの理念を追求する、②地域住民が出資などを通じて、経営に関与する、③ルワンダの地方の起業家精神を刺激し、地域密着の経営力を発揮してもらうグループ組織とすることである。

第二の課題は、ファイナンス、資金調達の問題である。グループの経営理念を追求するガバナンスを維持しつつ、外部から資金を調達する必要がある。そのため、北海道グリーンファンドの資金調達手法を参考にし、株式、ローン、その中間の性格を持つメザニンを使い分ける必要がある。このほか、クラウドファンディングも新しい選択枝として可能性を持っている。また、資本コストを下げるために、日本ほか海外からの資金調達には、インベスターズリレーションズが不可欠で、そのための国際情報メディア戦略が必要である。この際、遠くアフリカの太陽光発電の状況などを海外からもモニタリングするなど、ICT を活かした取り組みも必要である。

第三の課題は、技術に関わるものである。まずは、集落のエネルギー需要構造の把握が必要である。また、それに応じた、太陽光や中小水力などの発電技術、マイクログリッド技術、蓄エネルギー技術、また、それらを統合管理する新しい情報通信技術などの検討が必要である。さらに、これまでの需要に応じて供給する、という発想だけではなく、供給に合わせて利用するという視点も重要になる。そして、電力を利用することで、農業の生産性が高まるなど、電力利用と所得上昇の好循環を生み出す、高付加価値農業への転換という視点が必要である。

すなわち、市場メカニズムによって地域電力ミニグリッドのコストをまかない、電力サービスを成り立たせようとすると、電力コストに見合う支払い能力が前提となる。現状では、イグナイトパワー社や、モビソル社のような小型で簡易な太陽光パネルを借りて使うことがようやく可能な経済力である。したがって、太陽光パネルを小規模店舗の照明に使っているように、電気により所得を増やすことができることが重要になる。このため、灌

漑用や農産物の保存や加工に電力を使うなどで、農業の生産性を高め、所得増加につながる用途を開発していくことが重要である。

主要参考文献

経済産業省 産業技術環境局地球環境連携室（2015）『エチオピア連邦民主共和国・ケニア共和国 における、太陽光発電を活用したメガソーラー、ハイブリッド・ミニ・グリッド、コミュニティー開発事業の実現可能性調査、平成２７年３月』

高浦康有（2007）「ソーシャル・キャピタルの資本的形成
―NPO 法人北海道グリーンファンドの市民風車設立事業を事例に― 」
＜http://www.econ.tohoku.ac.jp/~takaura/capitalized_social_capital.pdf＞閲覧 2018 年 2 月 20

花岡伸也・川崎智也（2017）「東アフリカにおけるクロスボーダー回廊の貨物輸送実態と課題」　交通学研究第 60 号　P.82

北海道グリーンファンド（2013）『地域再エネの可能性と市民参加 2013 年 1 月 19 日』＜http://mrea.yamagata.jp/common/files/25.01.19_6.pdf＞参照 2018 年 2 月 20 日

African–EU Renewable Energy Cooperation Programme 「Rwanda Renewable Energy potential 」 <https://www.africa-eu-renewables.org/market-information/rwanda/renewable-energy-potential/>参照 2018 年 2 月 20 日

Ministry of Infrastructure（2015）『Rwanda Energy Strategic Plan 2013/14-2017/2018, 17th March 2015』

Ministry of Infrastructure（2016）『Rwanda Rural Electrification Strategy 2016 年 6 月 』