

ルワンダ国

ルワンダ国

雷害対策の技術移転のための案件化調査
業務完了報告書

平成 30 年 9 月
(2018 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

音羽電機工業株式会社

関西セ
JR(先)
18-001

<報告書等の利用についての注意・免責事項>

- ・本報告書は、JICA が提案法人に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは提案企業の判断によるものであり、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供する情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- ・JICA は、報告書等の記載内容に関して生じた直接的、間接的、派生的、特別の、付随的、あるいは懲罰的損害及び利益の喪失については、それが契約、不法行為、無過失責任、あるいはその他の原因に基づき生じたか否かにかかわらず、一切の責任を負いません。これは、たとえ JICA が係る損害の可能性を知らされていても同様とします。

<Notes and Disclaimers>

- ・ This report is produced by the proposed corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ caused by changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted are based on the judgment of the proposed corporation. Please be advised that any actions taken by the users based on the contents of this report need to be done at user's own risk.
- ・ In no event will JICA be liable to the users for any direct, indirect, derivative, special, incidental or punitive loss or damage, or any trouble arising from the use of the contents of this report. This is the same even if JICA is informed of the possibility of such loss, damage and trouble.

調査写真

	
<p>2018/1 コンゴ・ナイル ヘルスセンター 実地調査</p>	<p>2018/1 ルチロ住民聞き取り調査</p>
	
<p>2018/1 市場調査（競合品の販売店舗）</p>	<p>2018/4 METEO Rwanda 聞き取り調査</p>
	
<p>2018/6 RURA キガリ 通信監視塔実地調査</p>	<p>2018/6 RURA キガリ新オフィスビル実地調査</p>
	
<p>2018/6 コンゴ・ナイル ヘルスセンター 人的被害対策導入後</p>	<p>2018/7 本邦受入活動での打合せ</p>

目次

調査写真	i
目次	ii
図表リスト	iv
略語表	v
要約	vii
はじめに	xvii
第1章 対象国・地域の開発課題	1
1-1 雷害対策分野における開発課題	1
1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等	7
1-2-1 雷害対策体制	7
1-2-2 今後の開発計画	7
1-2-3 関連法規・法令	8
1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針	8
1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析	10
1-4-1 日本のルワンダに対する支援	10
1-4-2 当該課題に関連する ODA 事業	10
1-4-3 他ドナーの先行事例	11
第2章 提案企業、製品・技術	12
2-1 提案企業の概要	12
2-1-1 企業情報	12
2-1-2 海外ビジネス展開方針	12
2-2 提案製品・技術の概要	13
2-2-1 提案製品・技術の概要	13
2-2-2 国内外の同業他社、類似製品及び技術との比較優位性	17
2-3 提案製品・技術の現地適合性	18
2-4 開発課題解決貢献可能性	18
第3章 ODA 案件化	20
3-1 ODA 案件概要	20
3-1-1 提案する ODA スキーム	20
3-1-2 対象地域	20
3-2 ODA 案件内容	21
3-2-1 普及・実証事業の目的、成果、活動	21
3-2-2 開発効果を検証するための具体的な指標	23
3-2-3 カウンターパート	23
3-2-4 日本側とカウンターパート側の役割	25
3-2-5 投入	25
3-2-6 カウンターパート協議状況	28
3-2-7 実施体制図	28
3-2-8 作業工程	29

3-2-9	概算事業額	30
3-2-10	本提案後のビジネス展開との関連性.....	30
3-3	他 ODA 事業との連携可能性	31
3-4	ODA 案件形成における課題・リスクと対応策	31
3-5	環境社会配慮等	32
3-6	期待される開発効果	32
第 4 章	ビジネス展開計画	34
4-1	ビジネス展開計画概要	34
4-2	市場分析	34
4-3	バリューチェーン	34
4-4	進出形態とパートナー候補	35
4-5	収支計画	35
4-6	想定される課題・リスクと対応策.....	35
4-7	期待される開発効果	35
4-8	日本国内地元経済・地域活性化への貢献.....	35
要約 (英文)	37
Summary	38
別添資料	47
別添資料	48

図表リスト

図 1-1 世界における雷の発生(1998年～2013年)	1
図 1-2 雷による負傷者例と被害が発生した住居	3
図 1-3 被害の発生している RURA キガリ通信監視塔	4
図 1-4 TCT 被害事例	6
図 2-1 雷の発生する仕組み	13
図 2-2 雷センサーの計測イメージ及び地表の静電気の強さの変化イメージ図	14
図 2-3 雷サージの侵入経路	14
図 2-4 雷サージの侵入と SPD による保護イメージ (例: 電源線)	15
図 2-5 サージシユルタの構造	15
図 3-1 RURA 通信監視塔とパイロットサイト	21
図 3-2 RURA 組織図	24
図 3-3 RURA ルチロ 通信監視塔への耐雷対策概要図	26
図 3-4 RURA キガリ 通信監視塔の対策概要図	27
図 3-5 RURA 本社ビル耐雷対策概要図	27
図 3-6 業務実施体制図	29
表 1-1 雷の発生件数と被害 (2015年)	2
表 1-2 自然災害による被害件数と内訳 (2015年)	3
表 1-3 ルワンダにおける各国援助担当領域	9
表 1-4 ルワンダにおける国際機関援助担当領域	9
表 1-5 対ルワンダ援助形態別実績 (年度別)	10
表 1-6 対象分野における日本の ODA 案件	11
表 3-1 投入機材案	25
表 3-2 要員計画案	28
表 3-3 普及・実証事業スケジュール	30

略語表

略語	意味
C/P	カウンターパート Counterpart
EUCL	ルワンダ電力運営会社 Energy Utility Corporation Limited
FAO	国連食糧農業機関 Food and Agriculture Organization of the United Nations
ICT	情報処理・通信技術 Information and Communication Technology
IEC	国際電気標準会議 International Electrotechnical Commission
IoT	モノのインターネット Internet of Things
METEO Rwanda	ルワンダ気象庁 Rwanda Meteorology Agency
MIDIMAR	災害対策・難民問題省 Ministry of Disaster Management and Refugee Affairs
MINAGRI	農業動物資源省 Ministry of Agriculture and Animal Resources
MINALOC	地方自治省 Ministry of Local Government
MINISANTE	保健省 Ministry of Health
MoE	環境省 Ministry of Environment
RBA	ルワンダ放送局 Rwanda Broadcasting Agency
RURA	ルワンダ公共規制局 Rwanda Utilities Regulatory Authority
SPD	サージ保護デバイス Serge Protective Device
TCT	トゥンバ高等技術専門学校 Tumba College of Technology
UNDP	国連開発計画 United Nations Development Programme

UNESCO	国連教育科学文化機関 United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
WFP	世界食糧機構 World Food Programme
WHO	世界保健機関 World Health Organization

要約

1. 対象国・地域の開発課題

(1) 雷による被害の状況と課題

ルワンダを含むアフリカ中央部は世界的に見ても雷の発生が多い地域である。この地域では、西方から吹く東アフリカジェット気流が、大西洋及びコンゴ民主共和国に広がる熱帯雨林の湿気を含み、ミトゥンバ山地にぶつかり急激に垂直方向に向きを変えることより積乱雲が発生し、豪雨と雷をもたらすと考えられている。NASA が開発した雷イメージセンサー（Lightning Image Sensor : LIS）のデータによれば、アフリカ中央部、特にコンゴ民主共和国南東部から、タンザニア、ブルンジ、ルワンダ、ウガンダの5か国にまたがるミトゥンバ山地近辺に、雷が集中して発生しており、ルワンダでは特にコンゴ民主共和国の国境に近い西部において、雷の被害は深刻である。

雷の被害は大きく死者、負傷者などの人的被害と、電気、通信などのインフラや ICT 機器等への物的被害の2つに分けられる。

さらに、直接雷撃を受ける直撃雷以外にも、電線等通電物体を通じて、雷の巨大な電流が逆流、もしくは飛翔する間接雷の被害も甚大である。

人的被害については、ルワンダ国内で2015年に発生した自然災害（雷、火事、暴風雨、洪水、地滑り等）のうち、雷を原因とするものが最も多く、自然災害による死者の55%、負傷者の69%が雷によるものだった。尚、人口1.2億人の日本での雷の被害者数は年間3名程度であり、ルワンダにおける死亡率は日本の200倍以上にのぼり、極めて深刻な被害であると言える。人的被害が数多く発生している原因としては、雷の発生自体が極めて多いことに加え、住居、教会などの建造物が雷に対して脆弱であること、また住民や政府系機関に基本的な雷害対策についての情報や知識が不足していることがあげられる。被害が多いルチロ地区の住居や教会などの建物は、ルワンダ農村部で典型的な土壁・土床の構造を持つが、通電し、屋内でも被災する危険がある。本案件で実施した調査でも、雷が発生した際に自宅のベッドの下に隠れていた子どもが土床を通して伝わった雷により大きな火傷を負った例、教会での礼拝中に椅子に並んで座っていたところ土壁に接していた被害者から雷が伝わり、16名が死亡した例などがあった。教育や啓発を通じた個人や組織レベルで実践可能な対策の普及、事前に回避行動を取るための予報や警戒システム及び避難設備の整備などの取り組みが必要である。

雷による物的被害としては、停電、通信断などの電気、通信インフラへの被害が発生している。ICT産業を成長戦略の中心に掲げているルワンダにとって、電気・通信インフラへの雷害対策は喫緊の課題と言える。

通信ネットワークに対する雷の被害は、電気通信塔に関するものが大きい。ルワンダ公共規制局（RURA : Rwanda Utilities Regulatory Authority）は、ルワンダ国内に5か所の通信監視塔を保有しているが、これらの通信監視塔において落雷が少なくとも4半期に1回の頻度で発生し、モニタリング機器の破損が発生し、通信インフラの監視に影響を及ぼしている。コスト的なインパクトも大きく、RURAにおける通信監視塔のメンテナンスコストの

約 80%が落雷を原因とするものである。RURA では、電気通信塔以外でも被害が発生しており、3年前にはキガリオフィスへの落雷により、火災が発生し、職員が消火活動を行う事態となった。

電気通信塔に関する被害例は、RURA の他にも数多くみられた。携帯電話の通信塔の建設、管理を行う民間企業である IHS Rwanda 社では、彼らが保有する 900 本の通信塔に、主に雨季を中心に落雷による被害が発生している。また、テレビとラジオの放送を行う国営企業であるルワンダ放送局（RBA : Rwanda Broadcasting Agency）では、彼らが全国に保有する 18 の通信塔にて、雷もしくは不安定な電圧により機器が故障、時には燃焼する問題が発生しており、2018 年 1 月～4 月の間で 30 万 US ドルの損害が発生している。

このような通信塔に対する被害は、コスト的なインパクトもあるが、被害発生後復旧までのサービスが停止するという業務的なインパクトが大きい。RURA の例でいえば、雷によりモニタリング機器に被害が発生した場合、その交換部品の調達には 1～2 か月程度を要し、その間、通信周波数の監視ができない。通信会社では、機器の交換が行われるまで通信の停止、あるいは通信速度の低下が発生する可能性があり、ICT 産業の骨幹をなす通信ネットワークへの影響は大きい。

実施検証で確認したところ、被害のあった多くのサイトで、避雷針などの直撃雷対策が既に導入されていたが、間接雷対策は極めて脆弱で、対策が取られているにも関わらず被害が発生している原因は、導入した製品の仕様が落雷の電流から機器を保護するには十分でない、もしくは十分な技術・知識に基づく耐雷設計を行えていないため、保護できていない雷による巨大電流の侵入経路がある、のいずれかである。ルワンダの環境に適合した耐雷対策の標準や規定が存在しないこと、また十分な雷害技術を有した専門家がほぼ存在しない状況であることが、流通している耐雷製品がありながらも被害を防げていない要因であるといえる。国際標準規格に準拠した基準や法律の整備などの取り組み、雷害対策を実践する専門性を有した人材の育成が、物的被害対策を進める上での課題である。

（２）当該開発課題に関連する開発協力量針

ルワンダにおいては、援助協調が進んでおりドナー間の役割分担が明確に定義されている。この役割分担を踏まえ、日本は「（１）経済基盤整備」、「（２）農業開発（高付加価値化・ビジネス化）」、「（３）社会サービスの向上（安全な水・衛生サービスの持続的な提供）」、「（４）成長と雇用創出を支える人材育成（科学技術教育・訓練）」に重点的に取り組むとしている。

雷害対策を含む災害対策・防災についてはドナー間の役割分担上明確に定義されておらず、気候変動や社会保障等の各分野で、それぞれの担当ドナーが防災に関連した事業を実施している。ドナー間の役割分担によれば、雷害対策の中でも人的被害対策については日本の援助担当領域外となるが、物的被害や経済分野については、上記にあげた日本の重点課題の中の「（１）経済基盤整備」、及び「（４）成長と雇用創出を支える人材育成（科学技術教育・訓練）」に合致する。雷害対策を行うことにより電力や通信インフラが安定し、またこれらの対策を通し、雷害対策技術を持つ人材を同国内に育成することが期待できる。

以上の点を鑑み、次 ODA 事業については ICT 分野を支える電力や通信インフラ、もしくは ICT 機器を含む電子機器の耐雷対策を中心とした普及・実証事業を提案する。

2. 提案企業、製品・技術

(1) 提案製品・技術の概要

ルワンダにおける雷被害を防ぐため今回提案する対策は大きく分けて人的被害と物的被害の2種類がある。人的被害対策についてはセーフハウスと雷センサー、物的被害対策については機器用避雷器（サージ防護デバイス：SPD）と耐雷変圧器（サージシェルタ）である。

人的被害対策：セーフハウス

セーフハウスとは、提案企業の所有する雷センサーと防雷技術を施した建物を組み合わせたシステムを言う。ここで言う防雷技術とは建物周囲の地中、屋上などに金属体を敷設することで建物に落雷があった際に金属体が受雷し速やかに雷の電気を地中へ逃がし、近傍への落雷による巨大電流の逆流を防護する技術を指す。雷センサーは静電界強度（雷雲のマイナスの電気と地表のプラスの電気が引き合う強さ）を計測することで、落雷の危険性を予測し事前に警戒を促す。

物的被害対策：SPD 及びサージシェルタ

雷が落ちると過電圧が発生し、電線等を伝わって建物の中に設置した電気機器に流れ込む（雷サージ）。雷サージの侵入経路に対して、想定される電圧に応じ、SPD もしくはサージシェルタを設置することで、建物内にある電子機器を保護することができる。

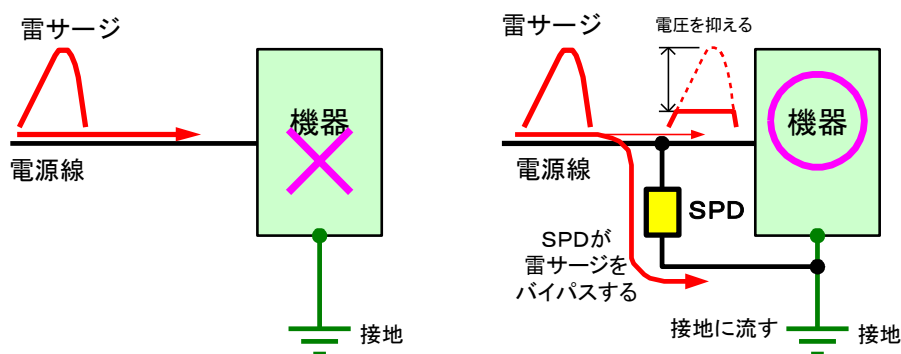


図1 雷サージの侵入と SPD による保護イメージ（例：電源線）

（出典：調査団作成）

(2) 国内外の同業他社、類似製品及び技術との比較優位性

避雷器の製造を行うメーカーの中で、コア技術となる素子を社内で開発・製造しているメーカーは世界において提案企業のみであり、競合他社と比較した際の大きな強みとなっている。素子の特性を制御し、顧客要求に細かく対応した製品の設計、特性の調整を行い、他社との差別化を図っている。

加えて、襲雷予知、建屋保護、電気機器保護の技術を有し、物的被害対策、人的被害対策を含め、顧客の状況に合わせて総合的に雷害対策を設計・提案・導入することが可能である点も提案企業の特徴である。避雷器は単に導入しただけでは十分な効果を発揮できない。地形や気象、建屋の構造等から雷サージの侵入経路を的確に把握し、それに応じた耐雷対策を取れる技術コンサルティング力が、提案企業の大きな強みとなっている。

(3) 製品・技術の現地適合性

関係政府組織からの聞き取り調査より、人的被害については、雷の多いルワンダ西部、特にルチロ地区での被害が多いという結果を確認した。実際にルチロ住民に対する聞き取り調査を実施したところ、人的・物的の両面で雷がルチロ住民に大きな被害を与えていた。ただし、MIDIMAR などの関係省庁においては、ルワンダ全体として災害対策の体制強化に取り組んでいる段階であり、雷被害に対する体系的な対策はまだ検討されていない。

被害地域の実地検証の結果、人的被害が発生している地域では土壁・土床の住居が主であり雷に対して非常に脆弱な構造で屋内でも被災する可能性があること、雷が発生した際に退避先となる適切な施設がないこと、雷から身を守る適切な知識を住民が有していないことが多数の被害者が発生している原因と認められた。現状ルチロ市には雷発生時の退避先として適切な施設が存在しないため、ある程度の住民を収容できる規模の施設でセーフハウス化技術を実施し、センサーによる警告体制を構築し、雷の発生が予測される場合に退避させるような運用が望ましい。

提案企業のセーフハウス化技術を検証する対象サイトとして、ルチロ市職員からはコンゴ・ナイルヘルスセンター及びムルンダ病院があげられた。両施設への実地検証を行った結果、両施設ともセーフハウス化が可能との結論に至ったが、利用者数が多くかつ市役所に隣接し周辺住民の避難誘導もしやすいと考えられる、コンゴ・ナイルヘルスセンターを選定し、提案企業及び現地代理店の費用負担により、同施設のセーフハウス化を実施し、センサーを導入し警告システムを構築した。

雷は地形や気象に大きな影響を受け、地域差の大きい自然現象である。また、雨季/乾季を想定すると1年程度の効果検証期間が必要となる。よって、セーフハウス化を実施する際に合わせて雷センサーを導入し、雷発生の警告を発信すると同時に、ヘルスセンター周辺の雷に関するデータを収集するとともに、セーフハウス化の効果を検証し、今後の対策を検討する上でのインプットとする。雷センサーの情報はWIFIにより日本に送信、分析に活用する。

物的被害については、通信や電力などのサービスを提供する政府組織、企業において多く発生しており、特に電気通信鉄塔を保有し通信サービスを提供する組織では、通信サービスの提供に支障を及ぼしている。

被害地域については、人的被害と同様に雷が非常に多いルワンダ西部が中心となっているが、通信などのICTインフラの重要性は首都キガリが最も高く、これら両地域の耐雷対策導入の優先度が高いという結果となった。

聞き取りを実施した担当者は、基本的に避雷針、避雷器などの耐雷技術があることを認識し、また一部の実地検証サイトについては既に避雷針あるいは避雷器が設置されていた。しかしながら、雷サージの侵入経路をすべて防ぐことが出来ていないため、落雷による被害が継続して発生している。提案企業は日本でも携帯電話会社の保有する通信塔への対策を多く実施しており、技術コンサルティング力を活かした耐雷設計、及び適切な製品を設置することが、耐雷対策に必要であると考えている。

(4) 海外ビジネス展開方針

創業以来 70 年の歴史を有する音羽電機工業は避雷器を専門とし、ニッチではあるがトップシェアを持つメーカーとしてビジネスを拡大してきた。特に日本の電力会社市場では、配電用避雷器の分野で他社の追従を許さないシェアを有する。しかし、日本の人口停滞・減少、東日本大震災以降激減する国内電力市場に対する新規投資を鑑み、海外進出により新規市場を開拓する必要性は高い。

音羽電機工業では、事業の多角化と海外市場への進出の 2 点を経営戦略上の重点分野として位置付けている。海外進出については大きくエリア別に分けた事業戦略を策定しており、現在は全販売高の約 15%を占める海外販売比率を 2020 年には 20%まで上げることを目標としている。

既に事業展開している欧州・米国等の先進国市場については、引き続き主要避雷器メーカーに避雷器の主要素材である酸化亜鉛素子の供給を行う。新興国市場については、韓国に設立した販売現地法人を中心に、ベトナム、インドネシア、マレーシアに代理店を設立し、避雷器及び関連製品の技術セールスを開始している。

アフリカはルワンダに技術サービスができる体制を構築し、ルワンダを橋頭堡に将来的にはケニア等の EAC 各国へ進出することを想定している。ルワンダは英語とフランス語のバイリンガルの人材が多く、同国の技術者はアフリカの広範囲に進出しうる素地がある。

(5) 提案システム導入による課題への貢献

提案企業の技術を導入することにより、以下のような開発課題解決への貢献が可能となる。

開発課題	提案企業の技術の貢献
落雷により死者、負傷者などの多くの人的被害が発生している	・ある程度の人員の収容規模を持つ施設に対して、提案企業のセーフハウス技術、及びセンサー技術を導入し、雷発生から避難警告までの運用手順を整備することにより、人的被害の発生を防ぐことが可能となる
落雷により通信、電力など ICT 産業の発展に重要なインフラへの被害が発生している	・電気通信塔や変電所などの設備では既に耐雷対策を導入している場合が多いが、設置している製品仕様が合致していない、雷サージの侵入経路をすべて防ぐことが出来ていないなど、適切な技術・知識に基づいた耐雷対策となっていないため、被害を防ぐことが出来ていない。提案企業の技術コンサルティング力を活用した耐雷対策設計を行い、必要な追加措置を行うことにより、雷の被害を防ぐことができる。
有効な耐雷対策の規格化、標準化がなされていない	・提案企業は国際標準をベースとして耐雷設計を行っており、提案企業の耐雷技術を導入し、ステ

	ークホルダーに必要な技術研修を行うことを通じ、国際的に効果の有効性が認められる、耐雷対策技術を普及することができる。またこれらの技術を元に、ルワンダ国内で必要な耐雷対策の規格化、標準化を検討することが可能である。
十分な耐雷技術を有した専門家がい ない	・提案企業による耐雷対策の導入時に現地代理店を活用し、必要な事前研修や導入時のOJTを通じて、現地の専門家の育成を行うことができる。

3. ODA 案件化

上記のように、提案企業の技術は、ルワンダにおける雷の人的被害及び物的被害の防止に貢献できる。しかしながら、日本のルワンダにおける援助担当範囲、及び案件後のビジネス展開を想定した場合に、ICT産業を支えるインフラに関わる物的被害対策を主目的とすることが適切である。物的被害対策を進めるには、国際標準規格に準拠した基準や法律の整備などの取り組み、雷害対策を実践する専門性を有した人材の育成が必須であり、これらに取り組みするためにも次期 ODA 案件として「普及・実証事業」のスキームを活用することを提案する。C/Pとして、通信、電力を含む各種公共サービスの標準化を管轄し、ICT産業およびルワンダ経済の発展を促進する役割を担う RURA を想定し、ルワンダにおける耐雷対策の標準化、規格化の検討、適切な耐雷対策技術の普及をともに進める計画とする。

(1) 対象地域

対象地域は首都キガリ、及びルチロ地区とする。ICTインフラとしての重要性の高い通信監視塔、及びサーバールームを保持するオフィスビル向けの耐雷対策を検証する。

(2) 普及・実証事業の目的、成果

普及・実証事業の目的は「ルワンダ国内のパイロットサイトに提案企業の耐雷対策を導入しその有効性が実証され、ICT産業の発展に必要なインフラを雷害から守るために必要な技術・体制の強化が促進される」とし、以下、4点の成果を定義する。

1. 耐雷対策が導入され、その有効性が実証される（実証活動）
2. 雷害対策技術について担当者に必要な技術移転を実施し、設置・運用・保守の体制が確立される（普及活動）
3. C/Pにルワンダで有効な耐雷技術が理解され、雷害対策に必要な方針、規制が検討される（普及活動）
4. 政府関係者及び企業の中で、耐雷技術の理解が促進され、音羽のビジネス展開計画が更新される（普及/ビジネス展開）

(3) カウンターパート

「普及・実証事業」では、耐雷対策の標準化や規定化の検討、適切な雷害対策の普及が必要であり、通信、電力を含む各種公共サービスの標準化を管轄し、ICT産業およびルワンダ経済の発展を促進する役割を担う RURA を C/P とした。

RURA は通信、ICT、公共放送、エネルギー、水道等の公共サービスにおける各種規制、標準化を管轄し、公正な競争、公共サービスの発展と品質の向上を目指す組織である。とくに ICT 分野においては、ソフト面・ハード面双方のインフラ整備を進めることにより ICT 産業およびルワンダ経済の発展を促進する役割を担う。ルワンダ国内の通信ネットワークを監視するため 5 か所の通信監視塔を保持しているが、雷による設備の故障に対策を講じるニーズを有する。

提案企業の既存取引先は、携帯事業者などの通信関連や電力関連の企業が主となっているが、RURA はルワンダ国内のこれらの領域における各種規制や標準化を検討し得る立場にあり、今後の耐雷対策技術の普及を想定した場合に最適なパートナーと考えられる。

(4) 投入機材

普及・実証活動にて投入を想定している機材は以下の通り。

機材名称	数量	内容
サージシールド (接地分離型耐雷トランス)	1	交流電源から侵入する雷サージ防護製品。 高耐インパルス耐電圧、サージ減衰性能を有し、 SPD よりも上位の対策機器。 多雷地域、重要設備の保護に用いられる。
電源用クラス I SPD 盤	3	電源から侵入する雷サージに対し電源用 SPD、SPD 分離器、サージカウンタを内蔵し、多雷地域のルワ ンダを考慮し絶縁強度を強化した製品。
電源用クラス II SPD 盤 (誘導雷電流対応)	122	電源から侵入する雷サージ (誘導雷電流) に対し電 源用 SPD、SPD 分離器、サージカウンタを内蔵し、 多雷地域のルワンダを考慮し絶縁強度を強化した製 品。
同軸ケーブル用 SPD	8	アンテナ線から同軸ケーブルへ侵入する雷サージに 対する防護製品
LAN 用 SPD	6	アンテナ線から LAN ケーブルへ侵入する雷サージに 対する防護製品
火災報知信号用 SPD	1	屋外火災報知器信号線から侵入する雷サージに対す る雷防護製品
ITV カメラ用 SPD	12	屋外 ITV カメラから映像同軸ケーブルへ侵入する雷 サージに対する雷防護製品
接地極間用 SPD	5	雷撃時に発生する接地極間電位差に対する雷防護製 品。
雷レコーダー	3	鉄塔へ雷撃した日時、回数、電流値を記録する装 置。 雷対策効果の確認および保守・運用のため設 置する。

サージカウンタ	5	SPD が処理した雷サージの回数を記録する。 雷対策効果の確認および保守・運用のため設置する。
---------	---	--

(5) 作業工程
 現在想定している普及・実証事業の作業工程を以下に示す。

成果	活動	2018			2019												2020												2021						
		9	10	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
N/A	準備	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1	耐雷対策が導入され、その有効性が検証される	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
		1-1	パイロットサイトに耐雷対策導入のための調査を実施する																																
		1-2	現状の被害状況、実施している対策に関する調査を実施する(事前調査)																																
		1-3	ルネサ ス モニタリングステーションに耐雷対策を導入する																																
		1-4	キガリ モニタリングステーションに耐雷対策を導入する																																
		1-5	キガリ RURA新オフィスビルに耐雷対策を導入する																																
		1-6	雷センサー、レコーダー、カウンター等の情報収集機器を導入する																																
		1-7	耐雷対策の導入・稼働の効果測定を行う項目、手法を定義する																																
1-8	耐雷対策導入の効果測定する(事後調査)																																		
2	耐雷対策技術について担当者に必要な技術転移を実施し、設置・運用・保守の体制が確立される	2-1	設置・運用・保守マニュアルを策定し、現地代理店技術者及びパイロットサイト担当者に研修を実施する																																
		2-2	現地代理店技術者と提案企業技術者共同で耐雷対策を設置する																																
		2-3	導入した耐雷対策がパイロットサイト担当者により維持管理される																																
		2-4	雷センサー、レコーダー、カウンター等の情報収集機器より、定期的にパイロットサイトの雷に関する情報が入手される																																
3	C/PIにICPIインフラを雷害から守る適切な耐雷技術が理解され、雷害対策に必要な方針、規制が検討される	3-1	提案企業の報告によりパイロットサイトへの耐雷対策導入効果がC/PIに理解される																																
		3-2	C/PIに対して、耐雷対策に関する方針、規制に関する日本及び世界の事例を紹介し、必要な方針、規制に関する提案を行う																																
4	政府関係者及び企業の中で、ICTインフラを雷害から守る適切な耐雷技術の理解が促進され、雷害のビジネス展開計画が更新される	4-1	現地代理店を通じ、政府機関、一般企業の耐雷対策ニーズを入手する																																
		4-2	パイロットサイトへの導入事例を活用し、C/PI及び現地代理店と共同で、政府機関、及び一般企業に対する耐雷対策セミナーを実施し、当技術に関するプロモーションを行う																																
		4-3	パイロットサイトへの導入事例、及び実証内容を活用し、ルワンダの雷の特性に合わせた営業マニュアルを策定し、現地代理店への研修を行う																																
		4-4	パイロットサイトから収集した雷に関する情報の予報分野での活用について、METEO Rwandaなどの関係組織と協議を行う																																
		4-5	ルワンダにおけるビジネス展開計画(更新版)を策定する																																
		4-6	現地での調達、組立を含めたサプライチェーンを検討し、必要な情報について収集を行う																																

(6) 概算事業額
 概算事業額は約 1 億円を想定している。

(7) 本提案後のビジネス展開との関連性
 普及・実証事業において、ルワンダにおける公共サービスの規格、標準化を担当する RURA に提案企業の耐雷技術をパイロット導入することは、ルワンダにおけるビジネス展開の足掛かりとなる。開発課題への適合性の再確認、耐雷対策の普及活動、ビジネス展開の準備活動を実施し、今後のビジネス展開のための体制強化を目指す。

(8) 期待される開発効果
 普及・実証事業において期待される開発効果は以下の通り。

開発課題	普及・実証事業による開発効果
落雷により通信、電力など ICT 産業の発展に重要なインフラへの被害が発生している	<ul style="list-style-type: none"> ・C/P の通信監視塔、及びオフィスビルに耐雷対策を実施することにより、ルワンダにおける電気通信塔に対し適切な耐雷対策が実証される。このことは、通信ネットワークの信頼性及び安定性の向上に貢献する。
有効な耐雷対策の規格化、標準化がなされていない	<ul style="list-style-type: none"> ・普及・実証事業での検証結果、及び世界的に主流となっている耐雷対策の方針などの情報を提供することで、C/P による、ルワンダ国内における耐雷対策に関する規制及びガイドラインの検討、ルワンダにおける適切な耐雷対策の普及の促進に貢献する
十分な耐雷技術を有した専門家がいらない	<ul style="list-style-type: none"> ・普及・実証事業において、耐雷対策の導入時に現地代理店を活用し、必要な事前研修や導入時のOJTを通じて、現地の専門家の育成を行うことができる。 ・C/P と共同で技術セミナーを実施することにより、適切な耐雷対策知識を普及することができる。

4. ビジネス展開計画

提案企業の耐雷技術の導入が期待できるターゲット市場として、官公庁、自治体、放送・通信各社、教育機関、飛行場等のインフラ設備の運営機関など、安定した通信環境や電力のニーズが高い政府組織やインフラ、ICT 関連の企業を想定している。今回の調査では、特にルワンダ西部を中心に電力・ICT インフラで耐雷対策ニーズが高いことを確認した。

ルワンダは人口 1100 万人程度の小国であり、1 国での市場規模は大きくないが、ルワンダで育成した技術者を活用し、将来的には東アフリカ共同体、アフリカ全土へ展開することを想定している。

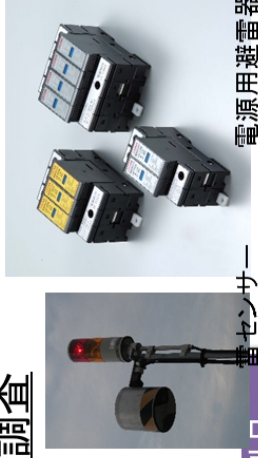
競合製品としては、中国、欧州製電源用の SPD、及びフランス製避雷針が、電気店で販売され、また一部の調査サイトで導入されていることを確認した。が、これらの機器を単に導入しただけでは対策としては不十分で、実際に導入後のサイトでも被害が発生しており、技術コンサルティングサービスを含めた展開の重要性を確認した。

ビジネスモデルとしては、進出当初は代理店を通じた販売を実施する想定であるが、将来的には、将来的には製品の最終組み立てをルワンダにて実施できる可能性を検討する。

ルワンダ国 雷害対策の技術移転のための案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業：音羽電機工業株式会社
- 提案企業所在地：大阪府大阪市
- サイト・C/P機関：キガリ及びルチロ市/ルワンダ公共規制局
(RURA: Rwanda Utilities Regulatory Authority)



電源用避雷器

雷センサー

ルワンダ国の開発課題

- 世界的に見ても雷の発生が多い地域に位置し、落雷による人的被害、物損被害が発生
- 有効な耐雷対策の規格化、標準化がなされていない
- 十分な雷害対策技術を有した専門家が不在

中小企業の技術・製品

- 雷害対策の総合メーカーとして、避雷器、雷センサーを製造し、日本国内のシェアはトップ
- 製品の販売だけでなく顧客の状況に応じた避雷針、避雷器等の雷害対策機器の適切な敷設の提案をする技術コンサルティングが強い

調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

- 現時点での想定：普及・実証事業
- 期待される効果
 - ①パイロットサイトに耐雷対策が導入され、その有効性が実証される
 - ②雷害対策技術について担当者に必要な技術移転を実施し、設置・運用・保守の体制が確立される
 - ③C/PにICTインフラを雷害から守る適切な耐雷技術が理解され、雷害対策に必要な方針、規制が検討される
 - ④政府関係者及び企業の中で、通信インフラを雷害から守る適切な耐雷技術の理解が促進され、音羽のビジネス展開計画が更新される

日本の中小企業のビジネス展開

- 当事業を通じルワンダで育成した技術者を活用し、将来的には東アフリカ共同体、最終的にはアフリカ全体へターゲット市場を拡大していくことを狙う

はじめに

1. 調査名

雷害対策の技術移転のための案件化調査

Feasibility Survey for Building Lightning Protection Capacity

2. 調査の背景

ルワンダを含むアフリカ中央部は世界的に見ても最も雷の発生が多い地域であり、落雷による人的被害、物損被害、経済成長に重要な情報通信技術（ICT）産業への影響が生じている。人口 1,100 万人の同国では年間 30～60 名程度の死亡者が発生しており、2016 年 1 月～9 月の被害者数は、死亡者 30 人、負傷者 61 人であった。人口 1.2 億人の日本での落雷による死亡者は年間 3 名程度であり、ルワンダにおける死亡率は日本の 100 倍～200 倍にのぼる。特に、調査対象地の一つであるルチロ郡は同国において最も雷の被害の多い地域であり、人的被害への対応ニーズが極めて高い。これまでに実施した事前調査によると、水汲み時など屋外にいる際だけでなく、屋内でも落雷により電流が流れ込み被害にあう、収入源である家畜を落雷により失うなどの被害状況が確認されている。また、落雷による物的被害として、電気機器の破損が発生している。雷が落ちると過電圧が発生し、電線等を伝わって建物の中に設置した電気機器に流れ込むことによって通信機器や PC などが破損してしまう。ICT 産業を成長戦略の中心に掲げている同国にとって、雷害対策は喫緊の課題となっている。

音羽電機工業株式会社は、避雷器および雷センサーなどの雷害対策製品及び同製品設置のコンサルティングノウハウを有する。本調査の後に、同製品の普及および雷害対策技術を有した専門家の育成を行うことで、同国の落雷被害の軽減に寄与することを目指す。

3. 調査の目的

調査を通じて確認される提案製品・技術の途上国の開発への活用可能性を基に、ODA 案件及びビジネス展開計画が策定される。

4. 調査対象国・地域

ルワンダ国 ルチロ郡ルチロ市及びキガリ市周辺

5. 調査期間、調査工程

調査期間：2017年10月20日から2018年9月30日

調査工程

タスク	Oct-17	Nov-17	Dec-17	Jan-18	Feb-18	Mar-18	Apr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Aug-18	Sep-18
対象国・地域の開発課題												
1-1 対象国・地域の開発課題に関する調査												
1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等												
1-3 当該開発課題に関連する側面別開発協力方針												
1-4 当該開発課題に関連するODA事業及び他ドナーの												
提案企業、製品・技術												
2-3 提案製品・技術の現地適合性												
2-4 開発課題解決貢献可能性												
ODA案件化												
3-2 ODA案件化内容												
3-3 C/P候補機関組織・協議状況												
3-4 他ODA事業との連携可能性												
3-5 ODA案件形成における課題・リスクと対応策												
3-6 環境社会配慮等												
3-7 期待される開発効果												
ビジネス展開計画												
4-1 市場分析(市場規模)												
4-2 市場分析(競合)												
4-3 バリューチェーン												
4-4 進出形態とパートナー候補												
4-5 収支計画												
現地調査												
現地調査実施												

— 作業予定
— 作業実績
— 現地調査予定
— 現地調査実績

6. 調査団員構成

企業名	役割	氏名	担当業務	業務内容
音羽電機工業株式会社	事業統括、調査企画、実施、報告	井上真二	業務主任者/事業計画策定	事業総括
		吉田厚	開発課題調査・分析事業計画策定	事業計画策定、要員管理、品質管理、現地視察、ヒアリング調査
		早川信一	事業計画策定製品・技術現地適合性確認・分析	技術責任者、現地での技術適合性確認・分析
		小玉鉄晃	製品・技術現地適合性確認・分	現地での技術適合性確認・分析

			析 (雷対策設計)	
		廣岡征紀	製品・技術現地 適合性確認・分 析 (雷センサー設 計)	現地での技術適合性 確認・分析
		原田裕作	製品・技術現地 適合性確認・分 析 (各設計調査実 務)	現地での技術適合性 確認・分析 報告書作成
		篠原 隆志	製品・技術現地 適合性確認・分 析 (各設計調査 実務)	現地での技術適合性 確認・分析
Data-Eki 社	現地調査、関係 者調整	Amiri MUGARURA	市場調査・分析、 競合調査・分析、 パートナー調 査・分析	現地関係者との調整、 現地調査実施、調査結 果取りまとめ
	現地調査、関係 者調整	NDACYAYISABA Raymond	市場調査・分析、 競合調査・分析、 パートナー調 査・分析	現地関係者との調整、 現地調査実施、調査結 果取りまとめ
JCCP M株 式会社	事業管理支援、 調査企画設計、 実施、報告書作 成	瀬谷ルミ子	チーフアドバイザー、開発課題 調査・分析、 ODA 案件ニーズ 調査・分析	調査の企画立案、開発 課題及び ODA 案件化 に関わる関係者との 調整、 各種報告書作成
		堺夏七子	ODA 案件ニーズ 調査・分析、投資 環境調査・分析 市場調査・分析、 競合調査・分析	左記の調査企画、及び 設計、調査実施、各種 報告書作成、事業管理 支援
東京大学	現地調査	石井 勝	技術現地適合性 確認アドバイザー	現地での技術適合性 確認・分析

第1章 対象国・地域の開発課題

1-1 雷害対策分野における開発課題

ルワンダを含むアフリカ中央部は世界的に見ても雷の発生が多い地域である。図 1-1 は NASA が開発した 1998 年から 2013 年の雷イメージセンサー (Lightning Image Sensor : LIS) のデータをプロットしたものであるが、アフリカ中央部、特にコンゴ民主共和国南東部から、タンザニア、ブルンジ、ルワンダ、ウガンダの 5 か国にまたがるミトウンバ山地近辺に、雷が集中して発生している。

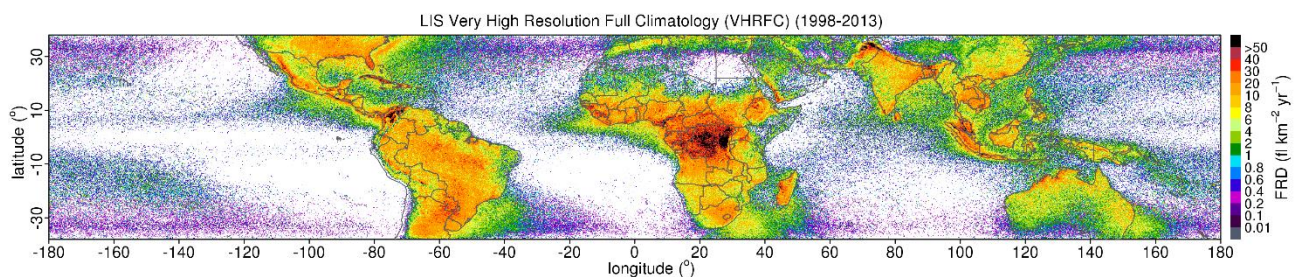


図 1-1 世界における雷の発生(1998年～2013年)

(出典 : Global Hydrology Resource Center “LIS Very High Resolution Full Climatology (VHRFC) (1998-2013)”)

この地域では、西方から吹く東アフリカジェット気流が、大西洋及びコンゴ民主共和国に広がる熱帯雨林の湿気を含み、ミトウンバ山地にぶつかる。湿気を含んだ風が山にぶつかり急激に垂直方向に向きを変えることより積乱雲が発生し、豪雨と雷をもたらすと考えられている。

よってルワンダにおいても、コンゴ民主共和国との国境に近い西部において、特に雷の被害は深刻である。災害対策・難民問題省 (MIDIMAR : Ministry of Disaster Management and Refugee Affairs) のデータによれば、2015年にルワンダで発生した被害件数 144 件のうち、45%にあたる 65 件が西部地域で発生している。中でもルチロ地区の被害発生件数は、ルワンダ国内で最も多い 16 件であった。

表 1-1 雷の発生件数と被害（2015 年）

地域	地区	被害発生件数	死者	負傷者	家畜の被害
West	Rubavu	13	7	8	15
	Nyabihu	3	0	4	1
	Ngororero	3	3	2	0
	Rutsiro	16	6	20	4
	Karongi	9	10	41	9
	Rusizi	9	5	6	1
	Nyam asheke	12	2	4	10
South	Kam onyi	1	2	0	0
	Muhanga	1	0	2	0
	Ruhango	0	0	0	0
	Nyanza	4	2	1	3
	Gisagara	1	0	2	0
	Huye	1	0	0	1
	Nyaruguru	2	0	1	3
	Nyam agabe	5	3	8	1
East	Nyagatare	9	8	4	5
	Gatsibo	2	1	4	0
	Kayonza	0	0	0	0
	Kirehe	2	1	0	0
	Ngom a	6	4	4	7
	Rw am agana	3	4	0	0
	Bugesera	2	0	1	9
North	Rulindo	8	1	7	0
	Gakenke	13	3	4	8
	Musanze	10	5	8	5
	Burera	6	5	1	1
	Gicum bi	2	1	1	1
Kigali City	Kicukiro	0	0	0	0
	Gasabo	1	0	2	0
	Nyarugenge	0	0	0	0
総合計		144	73	135	84

（出典：MIDIMAR、“Hazard and Risk Mapping to Gazette All Disaster Prone Area in Rwanda”より調査団作成）

雷の被害は大きく死者、負傷者などの人的被害と、電気、通信などのインフラや ICT 機器等への物的被害の 2 つに分けられる。2015 年にはルワンダ国内で雷の他、火事、暴風雨、洪水、地滑り等の自然災害が発生したが、人的被害（死者・負傷者）については、雷を原因とするものが最も多い。同年の雷による死者は 73 名、負傷者は 135 名で、自然災害の犠牲者のそれぞれ 55%（死者）、69%（負傷者）にあたる。人口 1.2 億人の日本での雷の被害者数

は年間 3 名程度であり、ルワンダにおける死亡率は日本の 200 倍以上にのぼり、極めて深刻な被害であると言える。

表 1-2 自然災害による被害件数と内訳 (2015 年)

災害の種類	被害発生 件数	死者	負傷者	家屋の被害	畑の被害 (ha)	家畜の被害
雷	144	73	135	5	0	84
火事	58	10	2	49	0	0
暴風雨	284	8	52	1832	1096.2	6
洪水	44	21	1	111	256	3
地滑り	32	19	5	28	0	5
合計	562	131	195	2025	1352.2	98

(出典：MIDIMAR、"Hazard and Risk Mapping to Gazette All Disaster Prone Area in Rwanda" より調査団作成)

(1) 人的被害

人的被害が数多く発生している原因としては、雷の発生自体が極めて多いことに加え、住居、教会などの建造物が雷に対して脆弱であること、また住民や政府系機関に基本的な雷害対策についての情報や知識が不足していることがあげられる。被害が多いルチロ地区の住居や教会などの建物は、ルワンダ農村部で典型的な土壁・土床の構造を持つ。土壁・土床は雷を通しやすく身を守るには不十分で、適切な耐雷対策を取らなければ屋内でも被災する危険がある。本案件で実施した調査でも、雷が発生した際に自宅のベッドの下に隠れていた子どもが土床を通して伝わった雷により大きな火傷を負った例、教会での礼拝中に椅子に並んで座っていたところ土壁・土床から雷が伝わり、16 名が死亡した例などがあつた。



雷による火傷跡



被害にあつた家屋の様子

図 1-2 雷による負傷者例と被害が発生した住居

(調査団作成)

ルワンダでは雷害に加え、洪水、地滑り、火山、干ばつなどの災害による被害を受けており、持続可能な開発に向けて、これらの災害対策が不可欠と位置づけられ、雷害含む災害対策は他の開発セクター全てを横断する課題として捉えられている。そのため、災害の予防および被害の軽減のための措置を各省庁の開発計画に含めることが促されているが、現状は、まずは災害対策の主導政府機関である MIDIMAR を中心とした政府関係機関が能力強化を進めることが優先課題となっており、被害地域に対する包括的な耐雷対策検討までは至っていない。教育や啓発を通じた個人や組織レベルで実践可能な対策の普及、事前に回避行動を取るための予報や警戒システム及び避難設備の整備などの取り組みが必要である。

(2) 物的被害

物的被害としては、通信断、停電などの通信、電気インフラへの被害が発生している。国土が小さく、人口や資源が限られるルワンダは ICT 産業を成長戦略の中心に掲げており、ICT 産業の発展を支えるこれらのインフラへの雷害対策は喫緊の課題と言える。

① 電気通信関係

通信ネットワークに対する雷の被害は、電気通信塔に関するものが大きい。電気通信塔は周囲に他に建造物等がない丘の上などに立てられることが多く、そのため通信塔自身が巨大な避雷針の役割をはたしてしまい、雷を非常に集めやすいという性質を持つ。ICT 分野においてソフト面・ハード面双方のインフラ整備を進め ICT 産業およびルワンダ経済の発展を促進する役割を担うルワンダ公共規制局 (RURA: Rwanda Utilities Regulatory Authority) は、ルワンダ国内に 5 か所の通信周波数の監視塔を保有しているが、これらの通信監視塔において落雷が少なくとも 4 半期に 1 回の頻度で発生し、モニタリング機器が破損し、通信周波数の監視に影響を及ぼしている。コスト的なインパクトも大きく、RURA における通信監視塔のメンテナンスコストの約 80% が落雷を原因とするものである。RURA では、電気通信塔以外でも被害が発生しており、3 年前にはキガリオフィスで発生した落雷により、オフィス内の PC などの精密機械への被害の他、雷により発生した火花から火災が発生し、職員が総出で消火活動に当たる事態になった。



図 1-3 被害の発生している RURA キガリ通信監視塔
(調査団作成)

電気通信塔に関する被害例は、RURA の他にも数多くみられた。携帯電話の通信塔の建設、管理を行う民間企業である IHS Rwanda 社では、彼らが保有する 900 本の通信塔に、主に雨季を中心に落雷による被害が発生している。また、テレビとラジオの放送を行う国営企業であるルワンダ放送局（RBA：Rwanda Broadcasting Agency）では、彼らが全国に保有する 18 の通信塔にて、雷もしくは不安定な電圧により機器が故障、時には燃焼する問題が発生しており、2018 年 1 月～4 月の間で 30 万 US ドルの損害が発生している。

このような通信塔に対する被害は、コスト的なインパクトもあるが、被害発生後復旧までのサービスが停止するという業務的なインパクトが大きい。RURA の例でいえば、雷によりモニタリング機器に被害が発生した場合、その交換には 1～2 か月程度を要し、その間、通信周波数の監視ができず、不法な通信や周波数の占拠などが発生する恐れがある。通信会社であれば、機器の交換が行われるまで通信の停止、あるいは通信速度の低下が発生する可能性があり、ICT 産業の骨幹をなす通信ネットワークへの影響は大きい。

② 電力関係

通信ネットワークと共に ICT 産業における重要なインフラとして、電力がある。ルワンダ国内の発送電を行う国営会社、ルワンダ電力運営会社（EUCL：Energy Utility Corporation Limited）によれば、彼らが保有する 20 カ所の変電所において雷の被害が発生しており、安定的な電力供給に支障をきたすため、耐雷対策の導入を検討している。ルワンダ政府は 2024 年までに国内の電力普及率 100%を目指すことを掲げており、それに伴い変電所の新設が計画されているため、これら新設される変電所についても、雷対策を検討する必要がある。

③ ICT 関係

ICT 関連の教育機関の被害事例としては、ルワンダで科学教育分野の技術者育成対象校となっているトゥンバ高等技術専門学校（TCT）があげられる。TCT では落雷により教育に使う PC などの機器が破損し、生徒に対し十分な教育が提供できない状況であった。TCT 提供のデータによれば、2015 年は年間で通信機器 38 台、PC29 台を含む 71 台の電気機器が落雷により破損した。



パワーサプライ部放電痕



落雷により故障した通信機器

図 1-4 TCT 被害事例

(調査団作成)

(3) 被害発生背景

実施検証で確認したところ、被害のあった多くのサイトでは避雷針などの耐雷対策が既に導入されていた。対策が取られているにもかかわらず被害が発生している原因は、導入した製品の仕様が落雷の電流から機器を保護するには十分でない、もしくは十分な技術・知識に基づく耐雷設計を行えていないため保護できていない雷の侵入経路がある、のいずれかである。RURA の通信監視塔では、避雷針は設置されていたが、近隣に落ちた雷が通信線や電線を通じて通信監視塔に流れ込むケースの想定が不十分で必要な避雷器が設置されておらず、結果として被害を発生させていた。TCT では 2016 年に独自で調達した中国製避雷器が設置されていたが、避雷器自身の能力が脆弱であったこと、また、設置個所が適切ではなく雷の侵入経路を十分に保護できていなかったため、被害が多発していた。また、ルワンダ国内で主に流通している耐雷対策用の機器は、国際標準規格¹を満足しない中国製避雷器、国際標準規格に準拠していない欧州製避雷針が多く、このことも被害を防げない要因となっていると考えられる。

このような状況を鑑みるとルワンダの環境に適合した耐雷対策の標準や規定が存在しないこと、また十分な雷害技術を有した専門家がほぼ存在しない状況であることが、流通している耐雷製品がありながらも被害を防げていない要因であるといえる。国際標準規格に準拠した基準や法律の整備などの取り組み、雷害対策を実践する専門性を有した人材の育成が、物的被害対策を進める上での課題である。

¹雷害対策における標準規格は、IEC（国際電気標準会議（International Electrotechnical Commission））が国際的に最も受け入れられている。IEC は国際標準化機関の世界三大機関（IEC、ISO、ITU）の 1 機関であり、電気工学・電子工学および関連した技術（共通で電気技術という）を扱う国際的な標準化団体であり、国際規格の策定を行い、電気・電子の製品、システムとサービスに対する評価システムを管理している。

1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

1-2-1 雷害対策体制

現在、雷害対策に係る主要政府機関は、インフラ含む物的被害対策については RURA、気象情報全般の分析、予報の分野においては METEO Rwanda、人的被害の対策については MIDIMAR の 3 機関である。

(1) RURA

RURA は通信、ICT、公共放送、エネルギー、水道等の公共サービスにおける各種規制を管轄している。とくに ICT 分野においては、ソフト面・ハード面双方のインフラ整備を進めることにより ICT 産業およびルワンダ経済の発展を促進する役割を担う。

RURA の戦略計画「Strategic Plan 2017-2020」の中で、ICT 産業および公共サービスの発展と品質向上を目指し、新しい標準、規制、方針を検討することが戦略目標として掲げられており、機器対策を中心とした雷害対策をルワンダ国内に普及する際に、必要な標準や方針の検討をする機関として想定される。

(2) ルワンダ気象庁 (METEO Rwanda: Rwanda Meteorology Agency)

ルワンダ気象庁 (METEO Rwanda) はルワンダ環境省の下部組織であり、正確かつ迅速な天気・気候情報を収集、分析し提供する役割を担っている。気象観測基地を国全土に設置し、気象データを収集し、気象・気候に係る人的・物的被害を保護するとともに、国の開発に貢献することが期待されている。

(3) MIDIMAR

ルワンダにおけるあらゆる災害対策のリード省庁として、国、地区、セクターレベルでの統一された枠組みのもとに調整を行う役割を担う。災害リスク削減、準備、対応、復興のあらゆる災害対策フェーズにおいて、戦略を策定し、関係省庁やカウンターパートとの調整を行う役割を担う。

1-2-2 今後の開発計画

ルワンダの雷害含む災害対策のうち人的被害に関しては、ルワンダの国連開発支援計画 (UNDAP) 2013-2018 年版によると国家・地方レベルの機関の能力強化を行うことが目標とされており、およそ 580 万ドルの予算が設定されている。具体的には、第一に、中央政府機関の能力強化を通じ、災害リスクの特定、アセスメント、モニタリングする能力を高めること、第二に、包括的なリスクマッピングおよび脆弱性の調査・アセスメントを行うことが計画されている。同目標のルワンダ政府側の担当省庁は MIDIMAR、MINAGRI (農業動物資源省)、MINISANTE (保健省)、MoE (環境省)、MINALOC (地方政府省) であり、国連側の担当機関は UNDP (国連開発計画)、WFP (世界食糧機構)、WHO (世界保健機関)、UNESCO (国連教育科学文化機関)、FAO (国連食糧農業機関) である。

物的被害に関する雷害対策については、体系的な方針がまだ立てられておらず、増加する被害に対し各省庁や民間企業が独自に対策を検討し始めている段階である。一方、通信、ICT、公共放送、エネルギー、水道等の公共サービスにおける各種規制を管轄する政府機関である RURA は特に通信・ICT セクターでの雷害対策の重要性を認識しており、RURA の 2017-2020 年戦略計画²においても、ルワンダの成長分野における適切な参入基準、規制、認可の設定を通じた国内サービスの向上および RURA のインフラ整備が成果目標として定められている。

1-2-3 関連法規・法令

ルワンダでは災害対策法 (Disaster Management Law) がルワンダにおける雷害含めた災害対策における政府機関の役割、災害対策の手順、国際的な支援の規定を定めている。災害対策法に基づいて MIDIMAR 5 年戦略計画 (5 Year Strategic Plan、最新版は 2018-2023) が策定され、年間計画、さらに実務的な文書に落とし込まれる。一方、雷害対策に対する基準や参入については関連法規や法令が整備されていない状況である。

1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

ルワンダ政府は、中長期的な国家開発計画「VISION2020」(2000 年策定) で 2020 年までの中所得国入り (一人当たりの GDP を 2000 年の 220 米ドルから 1240 米ドルに向上すること) を目標に挙げ、経済成長・貧困削減・雇用創出を柱とする開発を積極的に進めている。著しい経済成長を遂げる一方で、未だ国民の約 39.1% が貧困ラインの下での生活を余儀なくされており、日本は ODA の基本目標 (大目標) として「持続的成長・貧困削減・雇用創出の促進」を設定している。

ルワンダにおいては、表 1-3、及び表 1-4 の通り、援助協調が進んでおりドナー間の役割分担が明確に定義されている。

² http://www.rura.rw/uploads/media/Abridged_RURA_Strategic_Plan_2017-2020.pdf, last accessed on July 27, 2018.

表 1-3 ルワンダにおける各国援助担当領域

主なドナー (国名 / 組織名)	領域																	
	教育	農業	保険	交通	水と衛生	エネルギー	若年雇用	民間部門開発	社会的保護	I C T	司法	環境	地域開発	都市化	ガバナンス	分権	公共財政管理	金融セクター
ベルギー	S		A			A					S				A			
ドイツ	A						A								A	S	S	
オランダ					S		A				A				A			
英国	A	S						A			S					S	A	
EU		A				A		S							A	S		
米国	A	S	A				A								S			
日本	S	A		S	A	A			A									
韓国	A	A	S						A				S					
世界銀行 (WB)		A				A		S					A					
アフリカ開発銀行 (AfDB)				A	S	A	A											S
グローバルファンド			A															

A:アクティブ
S:サイレント

(出典：財務経済計画省 (Ministry of Finance and Economic Planning : MINECOFIN)、
"Division of Labour in Rwanda" (2013年10月)及び駐ルワンダ日本国大使館ヒアリング
より調査団作成)

表 1-4 ルワンダにおける国際機関援助担当領域

国際機関名	領域																	
	教育	農業	保険	交通	水と衛生	エネルギー	若年雇用	民間部門開発	社会的保護	I C T	司法	環境	地域開発	都市化	ガバナンス	分権	公共財政管理	金融セクター
国連食糧農業機関 (FAO)		A										A						
国際労働機関 (ILO)							A	A										
国連開発計画 (UNDP)							S	S		A	A				A			
国連環境計画 (UNEP)						A					A		S					
国連教育科学文化機関 (UNESCO)	A				A		S		A						S			
国連人口基金 (UNFPA)	A		A				A	S										
国連難民高等弁務官事務所 (UNHCR)	A		S					A		S	A							
国連人間居住計画 (UN-HABITAT)					S	S	A				A		A					
国連児童基金 (UNICEF)	A		A		S			A		S								
国連工業開発機関 (UNIDO)		S				A	A					A						
ユーエヌウィメン (UN Women)								A		A					A			
国連世界食糧計画 (WFP)	A	A	S					A										
国際農業開発基金 (IADG)		A					A					A						
WHO (世界保健機関)	S	S	A		A			A										
国連アフリカ経済委員会 (UNECA)						A												
国際移住機関 (IOM)	A							A				A						
国連ボランティア (UNV)							A								A			
国連エイズ合同計画 (UNAIDS)			A				A			A								
国連資本開発基金 (UNCDF)	A														S		A	
国際貿易センター (ITC)							A	S									A	
国連貿易開発会議 (UNCTAD)							A	S								A	A	

凡例
A:アクティブ
S:サイレント

(出典：財務経済計画省 (Ministry of Finance and Economic Planning : MINECOFIN)、
"Division of Labour in Rwanda" (2013年10月)より調査団作成)

この役割分担を踏まえ、日本は重点分野（中目標）として、「（１）経済基盤整備」、「（２）農業開発（高付加価値化・ビジネス化）」、「（３）社会サービスの向上（安全な水・衛生サービスの持続的な提供）」、「（４）成長と雇用創出を支える人材育成（科学技術教育・訓練）」を定義している。

ルワンダにおける災害対策・防災についてはドナー間の役割分担上明確に定義されておらず、気候変動や社会保障等の各分野で、それぞれの担当ドナーが防災に関連した事業を実施している。雷害対策（人的被害）については日本の援助担当領域外となるが、物的被害や経済分野の雷害対策については、上記にあげた日本の重点課題の中の「（１）経済基盤整備」、及び「（４）成長と雇用創出を支える人材育成（科学技術教育・訓練）」に合致する。雷害対策を行うことにより電力や通信インフラが安定し、またこれらの対策を通し、雷害対策技術を持つ人材を同国内に育成することが期待できる。

以上の点を鑑み、次 ODA 事業については ICT 分野を支える電力や通信インフラ、もしくは ICT 機器を含む電子機器の耐雷対策を中心とした普及・実証事業を提案する。

1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

1-4-1 日本のルワンダに対する支援

日本のルワンダに対する支援は 1970 年より開始した。1994 年のジェノサイド発生後に本格的な援助実施を見合わせた時期もあったが、国内情勢の安定化を受けて 2004 年に再開し、現在は技術協力、無償資金協力を中心に支援を行っている。援助形態別支援実績は下表のとおり。

表 1-5 対ルワンダ援助形態別実績（年度別）

（単位：億円）

年度	円借款	無償資金協力	技術協力
2011年度	—	1.18	12.92
2012年度	—	11.21	11.21
2013年度	—	9.97	12.29
2014年度	—	26.52	11.83
2015年度	—	22.72	12.51
累計	46.49	435.92	129.77

（出典：外務省、「ルワンダに対する我が国 ODA 概要（2016 年度）」）

1-4-2 当該課題に関連する ODA 事業

電力や通信インフラ分野、及び人材育成分野での近年の ODA 先行事例を下表に示す。

表 1-6 対象分野における日本の ODA 案件

実施期間	案件名	スキーム	内容
2013年1月～2017年12月	トゥンバ高等技術専門学校強化支援プロジェクト	技術協力	同校が技術教育・職業訓練セクター改善のための有効なアプローチを提供するモデル機関となることを目指し、実践的技術教育を提供するための継続的能力向上システムの構築を行う。
2016年度	第二変電及び配電網整備計画	無償資金協力	キガリ市において変電所及び送配電網を整備・拡充することにより、キガリ市の軽微社会開発促進のために必要な電力量を安定的かつ効率的に供給できることを目指す。

(出典：外務省 HP、「日本の ODA プロジェクト ルワンダ 無償資金協力案件概要」、および JICA HP、「ODA 見える化サイト」より調査団作成)

1-4-3 他ドナーの先行事例

防災分野に関する国際機関の主な先行事例について、以下に記載する。

国連開発計画 (UNDP)

UNDP はルワンダで貧困及び環境に関するプロジェクトを実施しており、その中で防災関連の支援を行っている。近年の主なプロジェクトは以下の通り。

- 早期警報システムの構築：2010-2014 年
ルワンダ環境管理庁 (Rwanda Environment Management Authority: REMA) をパートナーとし、洪水等の災害が発生した場合の早期警戒システムの構築を行った。当システムは手動のワーニングシステムで、セル (ルワンダにおける最小単位の行政区) の担当者が洪水等の災害の発生を発見する都度、SMS で情報を送付し、その情報を確認・分析した MIDIMAR の担当者が警報を出すという仕組み。予算額は、1,591.3 万 USD で UNDP とルワンダ政府より拠出された。
- 「National Risk Atlas of Rwanda」の発行：2015 年
MIDIMAR をパートナーとし、ルワンダ国内における災害 (干ばつ、地滑り、洪水、地震、暴風) について、リスク分析手法を開発、導入し、これらの災害のリスクの分析と評価を行った。
- 水管理と気候変動分野での IoT 活用 (パイロットプロジェクト)：2017-2018 年
METEO Rwanda をパートナーとし、東京大学と協力して実施しているパイロットプロジェクト。センサーを設置し、水、土壌、温度等の情報をリアルタイムで収集し、防災や農業に活用することを目的としている。パイロットフェーズの予算額は 10 万 USD で UNDP と東京大学により拠出されている。

第2章 提案企業、製品・技術

2-1 提案企業の概要

2-1-1 企業情報

会社名：音羽電機工業株式会社

所在地：大阪府大阪市北区豊崎一丁目 12 番 13-401 号

設立年月日：1955 年 2 月 14 日

事業内容：音羽電機工業グループは雷害対策の総合メーカーとして、避雷針に代表される直撃雷防護システム、さらに間接雷（誘導雷）防護システムとして避雷器を製造し、設置工事も請け負っている。また、顧客の状況に応じた避雷針及び避雷器の適切な敷設の提案をする、雷害対策コンサルティングサービスや工事を実施するほか、落雷の可能性を事前に察知する雷センサーを大型公園や学校等に提供し、グループ企業とともに総合雷害対策サービスを提供している。

2-1-2 海外ビジネス展開方針

創業以来 70 年の歴史を有する音羽電機工業は避雷器を専門とし、ニッチではあるがトップシェアを持つメーカーとしてビジネスを拡大してきた。特に日本の電力会社市場では、配電用避雷器の分野で他社の追従を許さないシェアを有する。しかし、日本の人口停滞・減少、東日本大震災以降激減する国内電力市場に対する新規投資を鑑み、海外進出により新規市場を開拓する必要性は高い。

音羽電機工業では、事業の多角化と海外市場への進出の 2 点を経営戦略上の重点分野として位置付けている。海外進出については大きくエリア別に分けた事業戦略を策定しており、現在は全販売高の約 15%を占める海外販売比率を 2020 年には 20%まで上げることを目標としている。

既に事業展開している欧州・米国等の先進国市場については、引き続き主要避雷器メーカーに避雷器の主要素材である酸化亜鉛素子の供給を行う。新興国市場については、韓国に設立した販売現地法人を中心に、ベトナム、インドネシア、マレーシアに代理店を設立し、避雷器及び関連製品の特性を理解したエンジニアを育成し、技術セールスを開始している。

アフリカではルワンダに技術サービスができる体制を構築し、ルワンダを橋頭堡に将来的にはケニア等の EAC 各国へ進出することを想定している。ルワンダは英語とフランス語のバイリンガルの人材が多く、同国の技術者はアフリカの広範囲に進出しうる素地がある。

2-2 提案製品・技術の概要

2-2-1 提案製品・技術の概要

(1) 提案製品・技術の概要

ルワンダにおける雷被害を防ぐため今回提案する対策は大きく分けて人的被害と物的被害の2種類がある。人的被害対策についてはセーフハウスと雷センサー、物的被害対策については低圧機器用避雷器（サージ防護デバイス：SPD）と耐雷変圧器（サージシユルタ）である。

人的被害対策：セーフハウス

セーフハウスとは、提案企業の所有する雷センサーと防雷技術を施した建物を組み合わせたシステムを言う。ここで言う防雷技術とは建物周囲の地中、屋上などに金属体を敷設することで建物に落雷があった際に金属体が受雷し速やかに雷の電気を地中へ逃がし、近傍への落雷による雷サージの逆流を防護する技術を指す。

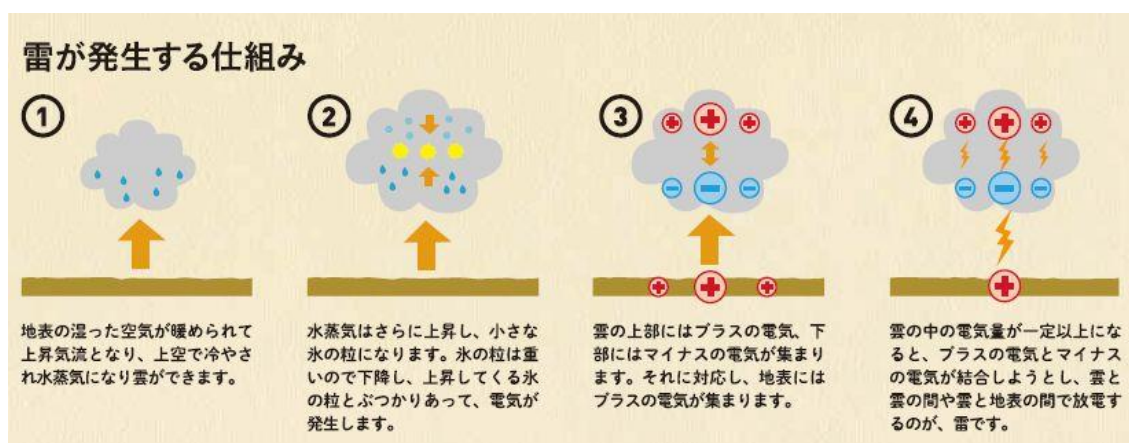


図 2-1 雷の発生する仕組み

(出典：調査団作成)

雷センサーとは落雷の危険性を計測し事前に警戒を促す製品である。(警戒発信：落雷約15分前※現場状況による) 落雷は図2-1に示されたように雲の中でプラスの電気とマイナスの電気が引き合い、電力量が一定以上になると発生すると考えられているが、雷センサーでは雷雲のマイナスの電気と地表のプラスの電気が引き合う強さ(静電気の強さ：静電界強度)を計測している。雷雲が移動すると地表の静電気の強さも変化していく。

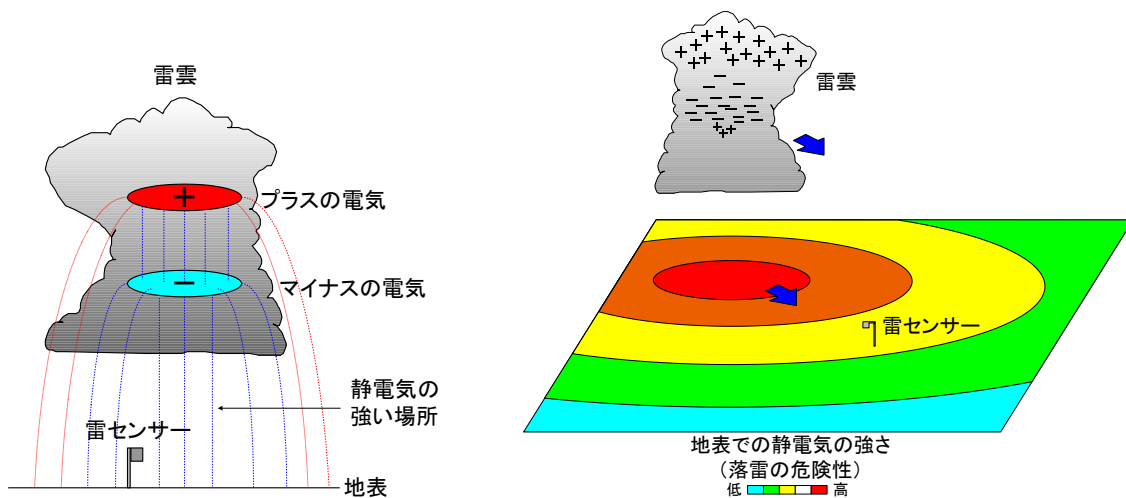


図 2-2 雷センサーの計測イメージ及び地表の静電気の強さの変化イメージ図
(出典：調査団作成)

セーフハウスを活用して、雷センサーで落雷の危険性を示し、建屋への避難を促し、近傍に落雷が発生しても建屋内への雷の侵入を防ぎ地域住民の人命保護を行う。

雷被害には人的被害以外に電気機器、ICT 機器等の物的被害がある。以下で物的被害対策について説明する。

物的被害対策：SPD（避雷器）及びサージシールド

雷が落ちると過電圧が発生し、電線等を伝わって建物の中に設置した電気機器に流れ込む（雷サージ）。最近の PC などの電子機器、テレビや冷蔵庫などの電化製品は省エネが進みわずかな電力で動くが、それは過剰な電圧に対し脆弱であるという事でもある。守りたい機器に対して SPD を設置することで、機器を保護することが可能となる。雷サージの侵入経路は図 2-3 に示した 4 点が考えられる。それぞれの侵入経路に対して、SPD を用いた対策が必要である。

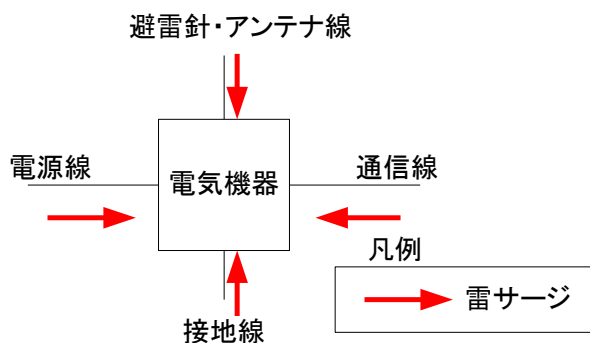


図 2-3 雷サージの侵入経路
(出典：調査団作成)

SPD を設置していない場合、図 2-4 に示した通り機器を損傷させて雷サージは接地へ流れてく。SPD を設置した場合、想定された電圧は常に通し、想定以上の電圧がかかった場合その過剰分を処理し、SPD を介して雷サージを接地に流し、機器を保護する。電源線同様他の侵入経路に対しても同様の対策を行うことができる。

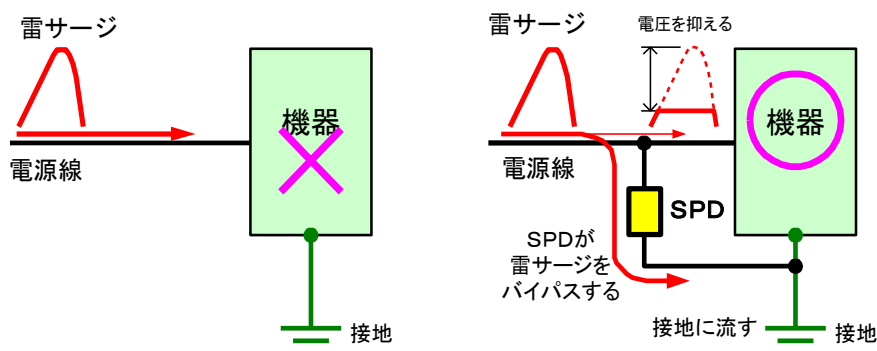


図 2-4 雷サージの侵入と SPD による保護イメージ (例：電源線)

(出典：調査団作成)

SPD を使用した雷被害の対策の他にサージシールドを使用する方法がある。サージシールドとは変圧器に高い耐雷性能を付加したものを指し、電源線からの雷サージの対策に用いられる。図 2-5 に構造を示す。

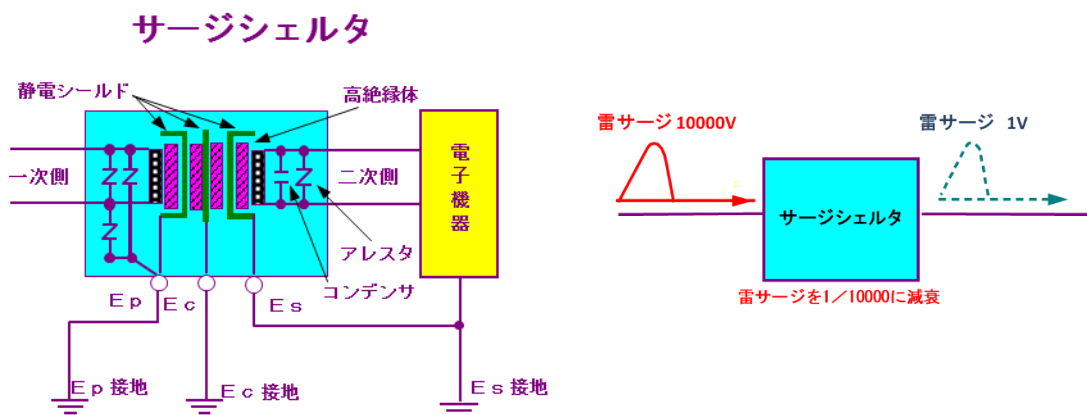




図 2-5 サージシールドの構造

(出典：調査団作成)

耐雷性能としては雷サージを 1/10000 に減衰させることができる。雷サージを遮断することにより、電源線から機器への雷サージの侵入を防ぐことで機器を保護する。サージシールドは電源回路を絶縁し雷サージの侵入を防ぐことから、雷サージをバイパスさせて機器を保護する SPD より対策効果が高く日本国内では激雷地域や重要設備に利用される。

(2) 提案製品・技術の仕様及び特徴

分類	製品	スペック及び特徴	価格
機器対策	電源用 SPD 	電源系統に発生した雷サージを処理する機器 Class I : 直撃雷相当の雷サージを処理することを想定した SPD。受電や激雷地区など大きな雷サージが想定される場所に使用するため、キガリのような比較的雷が少ない電気通信塔の保護に活用できる。 Class II : 誘導雷相当の雷サージを処理することを想定した SPD。オフィスビル等に設置し、機器を保護する。	1 台あたり 10,000 ～ 50,000 円
	通信用 SPD 	通信系統に発生した雷サージを処理する機器 放流形と絶縁形の 2 種類に分けられる。電源用 SPD で言う Class I、II という区別がカテゴリ D、C と表記されるが提案企業製品は 1 機種で両方対応することができる。	1 台あたり 10,000 ～ 20,000 円
	サージシールド 	電源系統に発生した雷サージを遮断する機器。雷サージを 1/10000 に減衰させることが可能。 サージシールドは電源回路を絶縁し雷サージの侵入を防ぐことから、雷サージをバイパスさせて機器を保護する SPD より対策効果が高く、ルチロのような激雷地域の電気通信塔保護に対応可能。	1 台あたり 1,500,000 円 ～(電源容量による)
	サージカウンタ 	雷サージの侵入回数を計測する機器。実際にどの程度の雷サージが発生しているのか定量的なデータを取得し耐雷対策効果を分析するために使用。	1 台あたり 20,000 ～ 100,000 円
人的対策	雷センサー 	現場の電磁界の強さを測定する観測機器。落雷の発生に深く関わる指標である静電界強度を測定し、規定値以上の強度を観測した場合は警戒信号を発信する。セーフハウスと組み合わせた運用を行うことで人的被害の軽減が可能。	1 台あたり 700,000 ～ 1,300,000 円
	バッテリー 	充電電池 (7Ah12V) 耐用年数: 5 年 センサー用に停電対策用として設置する。	1 台あたり 2,000 ～ 15,000 円
	電子ホーン	雷センサーに接続して落雷警戒レベルを知らせる電	20,000 円～

	子ホーン。警戒レベルが一定に達した場合に地域住民へ知らせる。	
LED 回転灯 	雷センサーに接続して落雷警戒レベルを知らせる回転灯。電源ホーンと共に、地域住民へ落雷の警戒レベルに達したことを通知。	10,000 円～

(3) 国内外の販売実績

2016 年度の販売実績は以下の通り。

国内/ 海外	製品分類	金額	主要取引先
国内	サージシエルタ他	1,158 百万円	大手携帯電話会社、 大手通信会社 等
国内	民生用避雷器 電源用、通信用他	2,344 百万円	電気工事会社、 電機メーカー、 鉄道、放送局 等
国内	雷センサー 防雷技術施工	500 百万円	国土交通省航空局、 警察庁、海上保安庁 等の官公庁 学校、製造工場、ゴ ルフ場、大手通信会 社 等
海外	酸化亜鉛素子他	904 百万円	海外大手避雷器製 造会社 等

2-2-2 国内外の同業他社、類似製品及び技術との比較優位性

(1) 国内外の同業他社、類似製品との比較（機能面、価格面）

避雷器の製造を行うメーカーの中で、コア技術となる素子を社内で開発・製造しているメーカーは世界において提案企業のみであり、競合他社と比較した際の大きな強みとなっている。素子の特性を制御し、顧客要求に細かく対応した製品の設計、特性の調整を行い、他社との差別化を図っている。

上記に加え、襲雷予知、建屋保護、電気機器保護の技術を有し、機器被害対策、人的被害対策を含め、顧客の状況に合わせて総合的に雷害対策を設計・提案・導入することが可能である点も提案企業の特徴である。避雷器は単に導入しただけでは十分な効果を発揮できない。地形や気象、建屋の構造等から雷サージの侵入経路を的確に把握し、それに応じた耐雷対策を取れる技術コンサルティング力が、提案企業の大きな強みとなっている。

競合他社製品と価格面で比較した場合、日本、及び東南アジアの市場において、提案企業製品はほぼ同等か製品によっては若干高いという結果となるが、上記の機能面での優位性により日本国内でトップシェアを持つ。

(2) 国外における模倣の可能性

提案企業では避雷器のコア技術である酸化亜鉛素子の開発・製造を行っているが、この酸化亜鉛素子は1968年に日本で開発、製造されたオリジナル技術である。酸化亜鉛素子は電流・電圧特性における非直線性という性質を持つため、通常電圧では絶縁体であるが、雷のような異常電圧の場合通電する。この特徴を利用し、現在は雷防護製品に幅広く応用される。しかしながら、提案企業のコア技術の研究・開発、生産プロセスをルワンダに移転することは計画しておらず、知財の流出リスクの恐れは低い。

「セーフハウス」は国際標準規格に基づき設計・施工されるので同様の技術の導入は可能である。むしろ現地化することによるコストダウン、市場の広がり、現地化する過程において、ノウハウの委譲等を通じたビジネス機会の拡大、日本の雷害対策の有効性のひろがりを目指す。尚、セーフハウスについては、提案企業のコア技術を利用していないため、知財が侵されるリスクはない。

その他酸化亜鉛素子技術を使用しない雷センサー、サージカウンタ、サージシュルタ等の製品については、日本からの輸出を想定しており、現地に研究・開発、生産プロセスを移転することは計画しておらず、模倣の恐れは低い。

2-3 提案製品・技術の現地適合性

非公開部分につき非表示

2-4 開発課題解決貢献可能性

提案企業の技術を導入することにより、以下のような開発課題解決への貢献が可能となる。

開発課題	提案企業の技術の貢献
落雷により死者、負傷者などの多くの人的被害が発生している	<ul style="list-style-type: none"> ・ある程度の人員の収容規模を持つ施設に対して、提案企業のセーフハウス技術、及びセンサー技術を導入し、雷発生から避難警告までの運用手順を整備することにより、人的被害の発生を防ぐことが可能となる

<p>落雷により通信、電力など ICT 産業の発展に重要なインフラへの被害が発生している</p>	<p>・電気通信塔や変電所などの設備では既に耐雷対策を導入している場合が多いが、設置している製品仕様が合致していない、雷サージの侵入経路をすべて防ぐことが出来ていないなど、適切な技術・知識に基づいた耐雷対策となっていないため、被害を防ぐことが出来ていない。提案企業の技術コンサルティング力を活用した耐雷対策設計を行い、必要な追加措置を行うことにより、雷の被害を防ぐことができる。</p>
<p>有効な耐雷対策の規格化、標準化がなされていない</p>	<p>・提案企業は国際標準をベースとして耐雷設計を行っており、提案企業の耐雷技術を導入し、ステークホルダーに必要な技術研修を行うことを通じ、国際的に効果の有効性が認められる、耐雷対策技術を普及することができる。またこれらの技術を元に、ルワンダ国内で必要な耐雷対策の規格化、標準化を検討することが可能である。</p>
<p>十分な耐雷技術を有した専門家がい</p> <p>ない</p>	<p>・提案企業による本邦での技術研修、現場での耐雷対策の導入時のトレーニング、必要な事前研修や導入時の OJT、さらには現地でのセミナー開催等を通じて、現地の専門家の育成を行うことができる。</p>

第3章 ODA 案件化

3-1 ODA 案件概要

3-1-1 提案する ODA スキーム

第2章で述べたように、提案企業の技術は、ルワンダにおける雷の人的被害及び物的被害の防止に貢献できる。しかしながら、日本のルワンダにおける援助担当範囲、及び案件後のビジネス展開を想定した場合に、ICT産業を支えるインフラに関わる物的被害対策を主目的とすることが適切である。物的被害対策を進めるには、国際標準規格に準拠した基準や法律の整備などの取り組み、雷害対策を実践する専門性を有した人材の育成が必須であり、これらに取り組むためにも次期 ODA 案件として「普及・実証事業」のスキームを活用することを提案する。C/Pとして、通信、電力を含む各種公共サービスの標準化を管轄し、ICT産業およびルワンダ経済の発展を促進する役割を担う RURA を想定し、ルワンダにおける耐雷対策の標準化、規格化の検討、適切な耐雷対策技術の普及をとともに進める計画とする。

3-1-2 対象地域

対象地域は首都キガリ、及びルチロ地区とする。ICTインフラとしての重要性の高い通信用モニタリングタワー、及びサーバールームを保持するオフィスビル向けの耐雷対策を検証する。パイロットサイトについて、以下に示す。

- ・ルチロ 通信監視塔：
RURA が保持する 5 つの通信監視塔の中で最も雷が激しい地区に設置されており、過去にも雷の被害が頻繁に発生している。通信用タワー向けとして日本でも多く採用されているサージシールドによる耐雷対策の有効性を検証する。
- ・キガリ 通信監視塔：
雷の被害はルチロ地区と比較し少ないが、通信量がルワンダ国内で最も多いキガリに位置し、RURA の中での重要度が高いステーション。サージシールドよりも廉価な SPD による通信用タワーの耐雷対策の有効性を検証する。
- ・キガリ RURA 新オフィスビル：
2019 年 11 月に完成予定の 14 階建てのツインタワービル。キガリに建設されているオフィスビルの中では、大型なものである。サーバールーム等が設置されるオフィスビル全体の耐雷対策の有効性を検証する。



▲ RURA サイト
(プロジェクト対象外)

▲ RURA サイト
(プロジェクト対象)

図 3-1 RURA 通信監視塔とパイロットサイト
(調査団作成)

3-2 ODA 案件内容

3-2-1 普及・実証事業の目的、成果、活動

普及・実証事業の目的、成果、活動を以下に示す。

<p>目的 ルワンダ国内のパイロットサイトに提案企業の耐雷対策を導入しその有効性が実証され、ICT 産業の発展に必要なインフラを雷害から守るために必要な技術・体制の強化が促進される</p>		
成果	活動分類	活動
<p>成果 1 耐雷対策が導入され、その有効性が実証される</p>	<p>実証</p>	<p><u>1-1</u> パイロットサイトに耐雷対策導入のための調査を実施する</p>
		<p><u>1-2</u> 現状の被害状況、実施している対策に関する調査を実施する（事前調査）</p>
		<p><u>1-3</u> ルチロ 通信監視塔に耐雷対策を導入する</p>
		<p><u>1-4</u> キガリ 通信監視塔に耐雷対策を導入する</p>
		<p><u>1-5</u> キガリ RURA 新オフィスビルに耐雷対策を導入する。</p>
		<p><u>1-6</u> 雷センサー、レコーダー、カウンター等の情報収集機器を導入する</p>
		<p><u>1-7</u> 耐雷対策の導入・稼働の効果測定を行う項目、手法を定義する</p>
		<p><u>1-8</u> 耐雷対策導入の効果を測定する（事後</p>

		調査)
成果 2 雷害対策技術について担当者に必要な技術移転を実施し、設置・運用・保守の体制が確立される	普及	2-1 設置・運用・保守マニュアルを策定し、現地代理店技術者及びパイロットサイト担当者に研修を実施する
		2-2 現地代理店技術者と提案企業技術者共同で雷害対策を設置する
		2-3 導入した雷害対策がパイロットサイト担当者により維持管理される
		2-4 雷センサー、レコーダー、カウンター等の情報収集機器より、定期的にパイロットサイトの雷に関する情報が入手される
成果 3 C/P にルワンダで有効な耐雷技術が理解され、雷害対策に必要な方針、規制が検討される	普及	3-1 提案企業の報告によりパイロットサイトへの雷害対策導入効果が C/P に理解される
		3-2 C/P に対して、雷害対策に関する方針、規制に関する日本及び世界の事例を紹介し、必要な方針、規制に関する提案を行う
成果 4 政府関係者及び企業の中で、耐雷技術の理解が促進され、音羽のビジネス展開計画が更新される	普及/ ビジネス 展開	4-1 現地代理店を通し、政府機関、一般企業の雷害対策ニーズを入手する
		4-2 パイロットサイトへの導入事例を活用し、C/P 及び現地代理店と共同で、政府機関、及び一般企業に対する雷害対策セミナーを実施し、当技術に関するプロモーションを行う
		4-3 パイロットサイトへの導入事例、及び実証内容を活用し、ルワンダの雷の特性に合わせた営業マニュアルを策定し、現地代理店への研修を行う
		4-4 パイロットサイトから収集した雷に関する情報の予報分野での活用について、METEO Rwanda などの関係組織と協議を行う
		4-5 ルワンダにおけるビジネス展開計画（更新版）を策定する
		4-6 現地での調達、組立を含めたサプライチェーンを検討し、必要な情報について収集を行う

3-2-2 開発効果を検証するための具体的な指標

開発効果を検証する指標について、以下に定義する。

成果	指標
成果1 耐雷対策が導入され、その有効性が実証される	<ul style="list-style-type: none"> ・導入したパイロットサイトについて、「実証結果報告書」が作成される ・導入したパイロットサイトにおいて、落雷を原因とする機器の破損が現状の20%以下に減少する
成果2 雷害対策技術について担当者に必要な技術移転を実施し、設置・運用・保守の体制が確立される	<ul style="list-style-type: none"> ・「設置/運用/保守マニュアル」が策定される ・耐雷対策の設置、運用に関する研修がのべ5名の担当者に対し開催され、導入後の機器が問題なく運用される ・担当者から定期的に雷の発生、及び機器の運用に関する報告がなされる
成果3 C/Pにルワンダで有効な耐雷技術が理解され、雷害対策に必要な方針、規制が検討される	<ul style="list-style-type: none"> ・「実証結果報告書」をベースにC/Pに提案企業の耐雷対策導入結果が報告され、C/P内部でその有効性の理解が促進される ・C/Pに雷害対策に必要な方針、規制の事例が共有される
成果4 政府関係者及び企業の中で、耐雷技術の理解が促進され、音羽のビジネス展開計画が更新される	<ul style="list-style-type: none"> ・雷害対策セミナーが開催され、のべ50名のステークホルダーに適切な耐雷対策が理解される ・「営業マニュアル」が作成され、のべ10名の担当者に必要な研修が実施される。 ・予報分野に関する協議が関係者と開催される ・ビジネス展開計画が更新される。

3-2-3 カウンターパート

「普及・実証事業」では、耐雷対策の標準化や規定化の検討、適切な雷害対策の普及が必要であり、通信、電力を含む各種公共サービスの標準化を管轄し、ICT産業およびルワンダ経済の発展を促進する役割を担うRURAをC/Pと想定している。RURAの基本的な情報を以下に示す。

(1) 名称

ルワンダ公共規制局 (RURA : Rwanda Utilities Regulatory Authority)

(2) 組織の位置付け、役割

RURA は通信、ICT、公共放送、エネルギー、水道等の公共サービスにおける各種規制、標準化を管轄し、公正な競争、公共サービスの発展と品質の向上を目指す組織である。とくに ICT 分野においては、ソフト面・ハード面双方のインフラ整備を進めることにより ICT 産業およびルワンダ経済の発展を促進する役割を担う。

ルワンダ国内の通信ネットワークを監視するため 5 か所の通信監視塔を保持しているが、雷による設備の故障に対策を講じるニーズを有する。

提案企業の既存取引先は、携帯事業者などの通信関連や電力関連の企業が主となっているが、RURA はルワンダ国内のこれらの領域における各種規制や標準化を検討し得る立場にあり、今後の耐雷対策技術の普及を想定した場合に最適なパートナーと考えられる。

(3) 組織図

RURA の組織図について以下に示す。

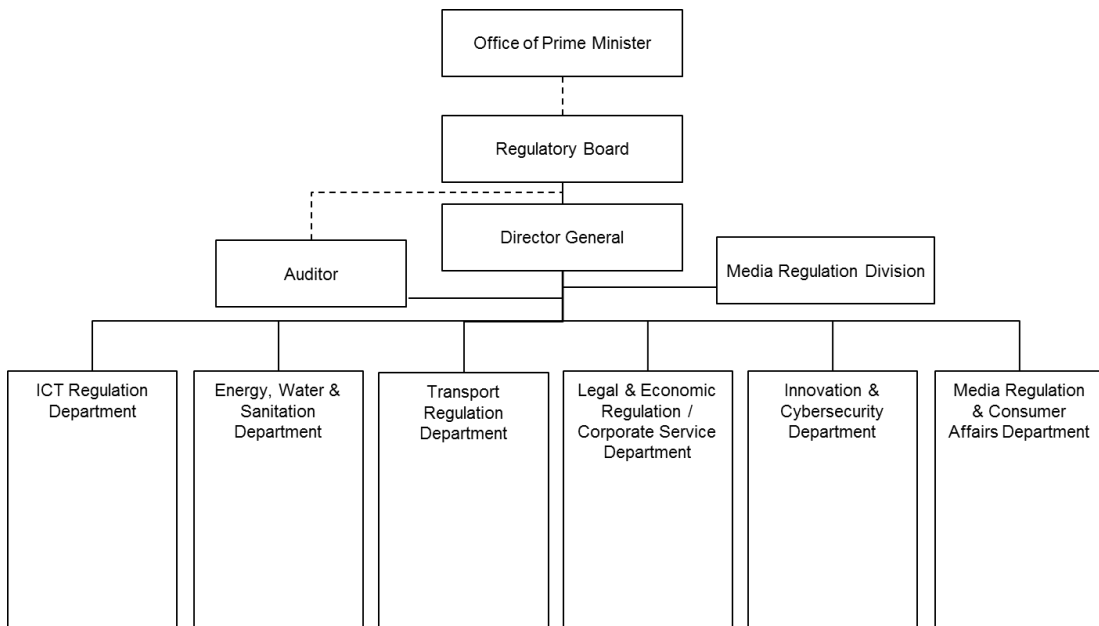


図 3-2 RURA 組織図

(出典 : RURA、"Annual Report 2016-2017" より調査団作成)

RURA は首相府 (Office of the Prime Minister) 直轄の組織であり、所長 (Director General) を含む 7 人のメンバーで構成された理事会 (Regulatory Board) 以下、6 つの部門を持つ。本案件の担当部門は ICT 規制部門 (ICT Regulation Department) である。

3-2-4 日本側とカウンターパート側の役割

(1) 日本側の役割

- ・パイロットサイトに導入する耐雷対策の設計、導入計画を策定する
- ・導入に必要なマニュアルの策定、及び現地代理店に対する技術研修を行う
- ・パイロットサイトに耐雷対策の導入を行う
- ・メンテナンスに必要なマニュアルを策定し、パイロットサイト担当者に技術研修を行う
- ・耐雷対策導入の効果を測定・検証する
- ・耐雷対策技術の普及に向けた技術セミナーなどの活動の企画・実施を行う

(2) カウンターパート側の役割

- ・普及・実証事業を担当するプロジェクト責任者を1名任命する
- ・パイロットサイトに対する耐雷対策導入に必要な許可を取得する
- ・パイロットサイトの調査、耐雷技術の導入について、必要な調整を行う
- ・技術研修に参加し、導入後にシステムをメンテナンスする担当者を2～3名任命する
- ・パイロットサイトの実証結果から雷害対策に必要な方針、規制を検討する
- ・耐雷対策技術の普及に向けた技術セミナーなどを共同で開催する

3-2-5 投入

(1) 投入機材

想定している普及・実証事業の投入機材は以下の通り。

表 3-1 投入機材案

機材名称	数量	内容
サージシユルタ (接地分離型耐雷トランス)	1	交流電源から侵入する雷サージ防護製品。 高耐インパルス耐電圧、サージ減衰性能を有し、 SPD よりも上位の対策機器。 多雷地域、重要設備の保護に用いられる。
電源用クラス I SPD 盤	3	電源から侵入する雷サージに対し電源用 SPD、SPD 分離器、サージカウンタを内蔵し、多雷地域のルワ ンダを考慮し絶縁強度を強化した製品。
電源用クラス II SPD 盤 (誘導雷電流対応)	122	電源から侵入する雷サージ（誘導雷電流）に対し電 源用 SPD、SPD 分離器、サージカウンタを内蔵し、 多雷地域のルワンダを考慮し絶縁強度を強化した製 品。

同軸ケーブル用 SPD	8	アンテナ線から同軸ケーブルへ侵入する雷サージに対する防護製品
LAN 用 SPD	6	アンテナ線から LAN ケーブルへ侵入する雷サージに対する防護製品
火災報知信号用 SPD	1	屋外火災報知器信号線から侵入する雷サージに対する雷防護製品
ITV カメラ用 SPD	12	屋外 ITV カメラから映像同軸ケーブルへ侵入する雷サージに対する雷防護製品
接地極間用 SPD	5	雷撃時に発生する接地極間電位差に対する雷防護製品。
雷レコーダー	3	鉄塔へ雷撃した日時、回数、電流値を記録する装置。雷対策効果の確認および保守・運用のため設置する。
サージカウンタ	5	SPD が処理した雷サージの回数を記録する。雷対策効果の確認および保守・運用のため設置する。

(調査団作成)

各サイトにおける導入イメージ図を以下に記載する。

Site Name : Rutstiro mountain site of RURA

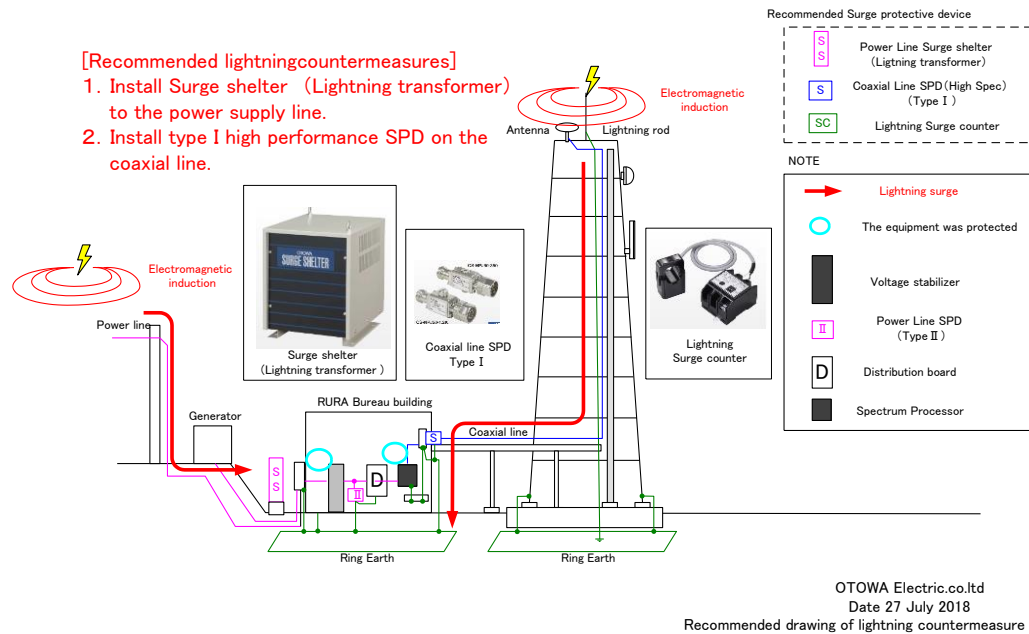


図 3-3 RURA ルチロ 通信監視塔への耐雷対策概要図

(調査団作成)

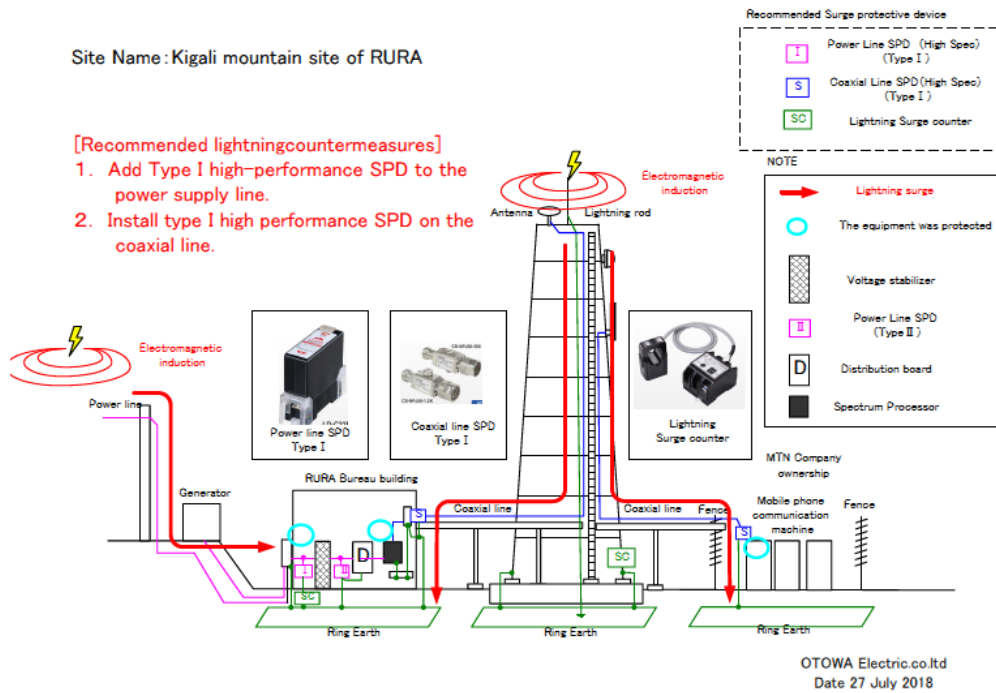


図 3-4 RURA キガリ 通信監視塔の対策概要図
(調査団作成)

To protect whole building, it is recommended that SPDs are installed into each floor to manage lightning surge (overvoltage) . The details are:

1. Power Line Class 1 SPDs to install into high voltage cubicle.
2. Power line Class 2 SPDs to install at power distribution panels of each floor.
3. Communication SPDs to install at each receiving point of communication lines.

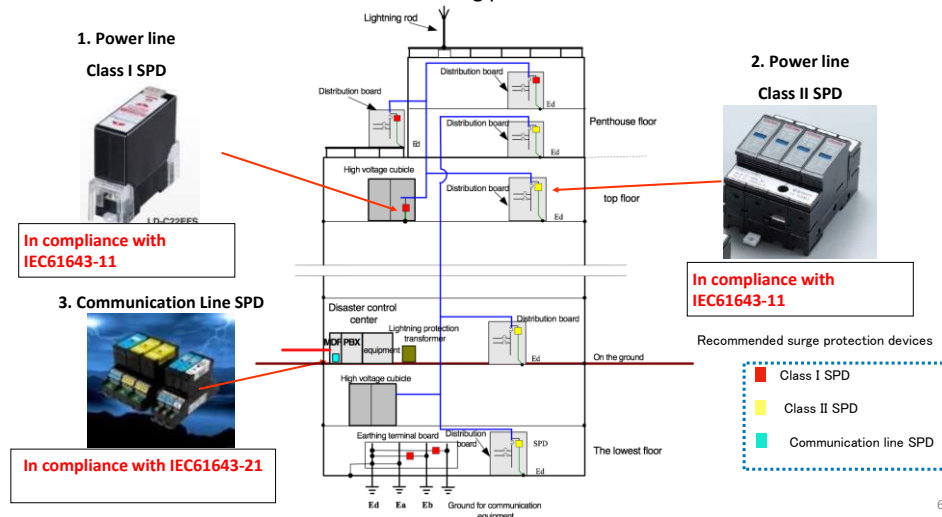


図 3-5 RURA 本社ビル耐雷対策概要図
(調査団作成)

(2) 投入人員

普及・実証事業を円滑に進めるために外部人材を投入する。それぞれの役割については、「3-2-7 実施体制図」にて記載する。

表 3-2 要員計画案

所属	分類	人数	現地作業 (M/M)	国内作業 (M/M)	渡航回数 (のべ回数)
音羽電機工業	提案企業	6人	8.2	8.4	18
JCCP M 株式会社	外部人材	3人	5.7	4.35	15
Data Eki	外部人材	2人	0.53	8.9	1

(調査団作成)

3-2-6 カウンターパート協議状況

4月現地調査、6月現地調査、7月本邦受入活動を通じて RURA 側と事前協議を行い、以下の点について合意を得ている。

- ・普及・実証事業において、C/P として協業していくこと
- ・耐雷対策の導入対象のパイロットサイト
- ・普及・実証事業の目的、成果、活動
- ・導入スケジュール
- ・役割分担
- ・RURA 側の実施体制、担当者のスキルレベル（技術的な担当者の有無等）

また、提案企業からの普及・実証事業の提案に対する回答としてレターを RURA より授受し、その中で RURA 側のプロジェクト担当責任者として、George Kwizera 氏 (Director of ICT Scarce Resources Management and Monitoring) が任命されている。

3-2-7 実施体制図

普及・実証事業の実施体制を下図に示す。外部人材として、案件化調査にも参画し関係組織の NPO 団体がケニア、南スーダン等で紛争予防の事業を国連や外務省の予算により実施しアフリカでの事業経験を豊富に持つ JCCP M (株) を予定する。また、JICA が実施する「アフリカの若者のための産業人材育成イニシアティブ (ABE イニシアティブ)」により、2015 年にルワンダから提案企業が受け入れた研修生が帰国後に起業した Data Eki も外部人材として参画し、現地組織との調整や長期的な効果測定を実施する。Data Eki は提案企業において 6 ヶ月のインターンシップによる業務期間を有し、普及実証事業において、技術サポートが可能である。

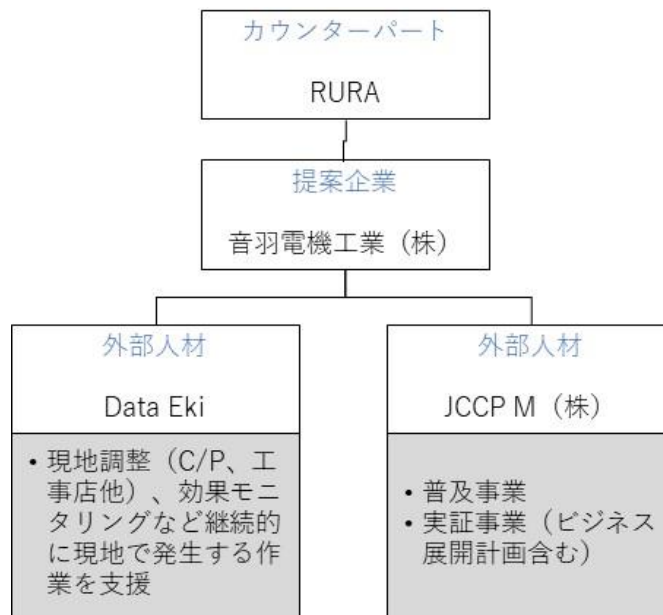


図 3-6 業務実施体制図
(調査団作成)

3-2-8 作業工程

作業工程について、以下に記載する。詳細は添付資料に記載。

表 3-3 普及・実証事業スケジュール

成果	活動	2018					2019					2020					2021								
		9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
1 耐雷対策が導入され、その有効性が実証される	N/A 企画書提出																								
	N/A MM締結・契約																								
	1-1																								
	1-2																								
	1-3																								
	1-4																								
	1-5																								
	1-6																								
1-7																									
1-8																									
2 耐雷対策技術について担当者に必要な技術移転を実施し、設置・運用・保守の体制が確立される	2-1																								
	2-2																								
	2-3																								
	2-4																								
3 C/PIに通信インフラを雷害から守る適切な耐雷技術が理解され、雷害対策に必要な方針、規制が検討される	3-1																								
	3-2																								
4 政府関係者及び企業の中で、通信インフラを雷害から守る適切な耐雷技術の理解が促進され、音羽のビジネス展開計画が更新される	4-1																								
	4-2																								
	4-3																								
	4-4																								
	4-5																								
	4-6																								

(調査団作成)

3-2-9 概算事業額

概算事業額は約1億円を想定している。

3-2-10 本提案後のビジネス展開との関連性

普及・実証事業において、ルワンダにおける公共サービスの規格、標準化を担当する RURA に提案企業の耐雷技術をパイロット導入することは、ルワンダにおけるビジネス展開の足掛かりとなる。具体的には、以下の点でビジネス展開に向けた検証を実施することを予定している。

(1) 開発課題への適合性の再確認

雷は地形、気象などに影響を受け、国や地域による差が顕著な自然現象である。ルワンダでも特に雷による被害が大きいルチロ地区、及び都市部のキガリに耐雷技術を導入しその効果を測定することで、提案企業の技術がルワンダにおいても効果を発揮し、雷による被害から ICT インフラを保護できることを確認する。

(2) 耐雷対策の普及

- ・ C/P への広報活動
C/P である RURA に対して、提案企業の耐雷対策を導入、譲渡し、実際に運用することでその効果を実感してもらうとともに、導入技術に含まれるレコーダーにより数値的な実証結果を共有し、その効果を理解してもらう。
- ・ 耐雷対策の規格、標準の検討
現在ルワンダで散見されるフランス製避雷針による直撃雷対策は、IEC に準拠しておらずその耐雷対策効果については不明確な点が多い。IEC 及び日本で標準的に採用されている耐雷技術とその効果を C/P に理解してもらい、それらに沿った規格や標準の検討に必要な情報を提供する。
- ・ 耐雷技術の普及活動
政府組織や民間企業に対して、普及・実証事業での実証結果や IEC 及び日本で採用されている耐雷技術に関する技術セミナー等を実施し、技術の普及に努める。

(3) ビジネス展開の準備

C/P への耐雷対策をルワンダでのモデルケースとし、営業支援コンテンツの準備及び現地代理店への研修を実施し、今後のビジネス展開のための体制強化を目指す。

将来的な組み立て工場の設置を想定し、当該ビジネスモデルの妥当性の検証や、設立に必要な法手続き等の情報入手を行う。

3-3 他 ODA 事業との連携可能性

ルワンダで提案企業の耐雷技術の導入、普及を進めていくにあたり、2017 年 12 月までの案件として「トゥンバ高等技術専門学校強化支援プロジェクト」があり、同行で育成したエンジニアの活用が想定される。当案件化調査においても、トゥンバ高等技術専門学校の講師が外部人材として参画しており、普及・実証事業においても継続して提案企業の技術導入への立ち合い、結果検証、ルワンダ国内での普及活動を担当することを検討している。

また雷の情報を防災に役立てるという視点から、UNDP Rwanda、METEO Rwanda、東京大学で進められている「水管理と気候変動分野での IoT 活用」において、雷情報の収集・共有、防災分野での活用検討など連携できる可能性がある。普及・実証事業での具体的な検証内容を共有し、連携についての協議を行うことを想定している。

3-4 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策

ODA 案件形成において、制度面、インフラ面での課題・リスクは特に想定されない。

C/P 体制面においては、既に当事業の担当ディレクターが決定されており実施に向けて現状、特に懸念はない。担当者の異動が仮に発生した場合にも、案件が問題なく継続できるよう、常に複数の関係者、及び担当者の上長にあたる所長への報告を適宜行うよう計画に盛り込む。

その他のリスクとして、ルワンダは他のアフリカ諸国と同様に、公務員の他国への渡航に

ついて政府による許可が必要であり、その申請が棄却される事案が散見される。C/P 候補である RURA は省ではなく実施機関のため政府の渡航許可は基本的には不要であるが、同様に実施機関である METEO Rwanda の場合は必要とされるなどルワンダ国内で運用が統一されていない。本邦活動としては耐雷技術の導入、維持、管理のための研修が予定されており、前もって準備を進めることに加え、仮に渡航許可の必要性が発生しそれが棄却されるような事態が発生した場合には、現地での OJT を中心とした研修内容に切り替える。

また、スケジュール面では、毎年 4 月前半に予定されるジェノサイド週間には、政府機関、企業を含めて作業が停滞する可能性があるため、それをおりこんだ計画を立案する。

3-5 環境社会配慮等

当案件は環境社会配慮カテゴリ「C」であり、特に環境社会面で大きな問題とはならない想定。ジェンダー配慮についても「対象外」である。

3-6 期待される開発効果

C/P 候補である RURA は通信、ICT、公共放送、エネルギー、水道等の公共サービスにおける各種規制を管轄している。とくに ICT 分野においては、ソフト面・ハード面双方のインフラ整備を進めることにより ICT 産業およびルワンダ経済の発展を促進する役割を担う。

普及・実証事業において期待される具体的な開発効果について、以下に記載する。将来的にはルワンダ国内の落雷による被害を減少させ、特に ICT 産業における経済発展を促進することが期待できる。

開発課題	普及・実証事業による開発効果
落雷により通信、電力など ICT 産業の発展に重要なインフラへの被害が発生している	・C/P の通信監視塔、及びオフィスビルに耐雷対策を実施することにより、ルワンダにおける電気通信塔に対し適切な耐雷対策が実証される。このことは、通信ネットワークの信頼性及び安定性の向上に貢献する。
有効な耐雷対策の規格化、標準化がなされていない	・普及・実証事業での検証結果、及び世界的に主流となっている耐雷対策の方針などの情報を提供することで、C/P による、ルワンダ国内における耐雷対策に関する規制及びガイドラインの検討、ルワンダにおける適切な耐雷対策の普及の促進に貢献する
十分な耐雷技術を有した専門家がいらない	・普及・実証事業において、耐雷対策の導入時に現地代理店を活用し、必要な事前研修や導入時の OJT を通じて、現地の専門家の育成を行うことができる。

・C/P と共同で技術セミナーを実施することにより、適切な耐雷対策知識を普及することができる。

第4章 ビジネス展開計画

4-1 ビジネス展開計画概要

提案企業の耐雷技術の導入が期待できるターゲット市場として、官公庁、自治体、放送・通信各社、教育機関、飛行場等のインフラ設備の運営機関など、安定した通信環境や電力のニーズが高い政府組織やインフラ、ICT 関連の企業を想定している。さらに建築ラッシュのキガリ市内を中心とした、大型建設案件等民間需要にも期待ができる。今回の調査では、特にルワンダ西部を中心に通信、電力インフラで耐雷対策ニーズが高いことを確認した。

ルワンダは人口 1100 万人程度の小国であり、1 国での市場規模は大きくないが、ルワンダで育成した技術者を活用し、将来的には東アフリカ共同体、アフリカ全土へ展開することを想定している。

競合製品としては、中国、欧州の電源用の SPD、及びフランス製避雷針が、電気店で販売され、また一部の調査サイトで導入されていることを確認した。が、販売・導入されている避雷器は小型電源用のみで、通信用や、サージシエルタといった、保護レベルの高い、高エネルギー対応型の製品は、いまだ導入されていない。避雷器は、その特殊性から、家電製品のように Buy-Sell で取り扱える製品ではなく、技術的なバックアップ、サポート、コンサルティングが必須であり、技術プレゼンスなしには拡販は不可能である。製品自身の脆弱性と、適切な選定と設置、設計がなされていないことから、実際に既存製品を導入後のサイトでも被害が発生しており、技術コンサルティングサービスを含めた展開の重要性を確認した。

ビジネスモデルとしては、進出当初は代理店・現地パートナーを活用した、技術プレゼンスを確立し、ショールーム等、顧客の個別ニーズに合った製品を提供する体制を構築する。

一方直撃雷対策に必須である、避雷針、被雷導体等については、現地調達を前提とした体制を構築する。このために、代理店としての現地工事会社のネットワークを活用する。さらに技術プレゼンスを確立することで、避雷針等、直撃雷対策、避雷器等、間接雷対策を含めた、全体設計、トータルソリューションを提供する。ショールームも設置し、セミナー等を通じ、雷対策の啓蒙を図る。

これらを通じ、既存電気店との差別化を図り、避雷器の有用性を証明し、マーケットを開発し、将来的には製品の最終組み立てをルワンダにて実施できる可能性を検討する。

4-2 市場分析

非公開部分につき非表示

4-3 バリューチェーン

非公開部分につき非表示

4-4 進出形態とパートナー候補

非公開部分につき非表示

4-5 収支計画

非公開部分につき非表示

4-6 想定される課題・リスクと対応策

非公開部分につき非表示

4-7 期待される開発効果

非公開部分につき非表示

4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

提案企業は、大阪府、兵庫県に、本社及び主要工場を持ち、福岡県八女市、青森県弘前市に工場を拡張し、創業以来、70年以上一貫して、日本経済、地元経済、地域活性化へ貢献している。独自の雷被害対策技術、コンサルティング力を通じて、日本全国に代理店網を構築し、地方からビジネスを拡大してきた。海外市場に関しても、欧州・米国の客先との長期・安定的な関係を構築しているが、アフリカについては、技術セールスを行い、中国等の製品との違いを明確化し、日本式対策を通じて当社製品の販売にも寄与できる体制を構築する。

また、提案企業社長は尼崎商工会議所会頭としても地域経済に貢献しており、地元企業と共同開発案件に取り組むなどの連携を行なえる土壌もある。また地元地域の展示会である尼崎産業フェアの副委員長を開発営業部部長が担当しており、地元に着目し、各企業との積極的な交流を行っている。展示会では主に尼崎市の企業を中心に出席しており、近年は近隣地域からの出展も増加している。

2018年4月には、NHK ワールドの番組「RISING」より密着取材を受け、海外を中心に幅広く放映され、我々の活動がルワンダ以外の諸外国も含めて紹介された。また、今行う取り組みがSDGsにも広がり、関西で活躍する企業としても着目を浴びている。

経済産業省から受賞実績も多数あり、2006年には「明日の日本を支える元気なモノ作り中小企業300社」に選ばれ、2012年第4回ものづくり日本大賞において「雷テクノロジーセンター」に対し経済産業省より「特別賞」を受賞した。また、2014年には経済産業省より「ネクストGNT(グローバルニッチトップ)企業」にも選定、2018年度には「地域未来牽引企業」にも選定され、地方発で国内経済を活性化する企業として貢献し、地元をはじめ各方面から当社取り組みに期待をもらっていることから、地元、他の地域との協力体制を構築することで双方の業務にも繋がると考えられる。

更に、当社は以下の大学・研究機関とも連携して開発プロジェクトを実施しており、各分

野の大学機関、先生方と連携することで、研究材料ともなり、現地情報と密接した関係性を築けると考えている。

- 東京学芸大学 鴨川准教授 電場観測装置と雷雲判定手法の開発
- 北海道大学 高橋教授・佐藤講師 雷観測による極端気象の直前予測に関する研究
- 湘南工科大学 成田教授 雷電磁波観測による落雷位置標定の研究
- 同志社大学 馬場教授 耐雷素子の電磁界解析
- 京都大学 京都大学総合博物館 塩瀬准教授 現地における、雷に対する基礎教育の構築

要約（英文）

Summary

1. Development issues of target countries / regions

(1) Lightning and issues

Central Africa including Rwanda is a region where thunderstorms occur frequently even on a global scale. In this region, the East African jet flowing, from the tropical rain forest spreading between the Atlantic Ocean and Democratic Republic of the Congo contains high humid and moisture, which hits the Mitumba mountain area and changes its direction rapidly to a vertically, it may cause cumulonimbus, heavy rain and lightning.

According to the data of Lightning Image Sensor (LIS) by NASA, the central part of Africa, especially the southeastern part of the Congo, in the vicinity of the Mitumba mountains that span the five countries of Tanzania, Burundi, Rwanda and Uganda, lightning has been concentrated. In Rwanda, the damage of lightning is serious, especially in the western part near the border of the Democratic Republic of the Congo.

The damage of lightning is divided into human damage such as death or injured person, and equipment damage to electric and communication infrastructure and ICT equipment etc.

Moreover, not only direct lightning, but also induced or reverse lightning through conductive materials, such as wires/cable, or second flash, causes serious damages onto human beings and equipment.

Regarding human injury, among natural disasters (lightning, fire, storm, floods, landslides, etc.) occurring in Rwanda in 2015, lightning was the most frequent (55%) cause of deaths. Also, the 69% of injuries from natural disasters were caused by lightning. In fact, the number of victims of lightning in Japan with a population of 120 million people is about three per year, and the mortality rate from lightning in Rwanda is more than 200 times higher than Japan. It can be said that it is extremely serious damage.

The cause of the large number of human injuries is that the occurrence of lightning itself is extremely large, moreover, the buildings structure, such as houses and churches are very weak to lightning. Residents and official agencies lack information and knowledge on countermeasures against lightning strikes. Buildings such as dwellings and churches in the Rutsiro district, which are often damaged by lightning, have a typical structure of soil wall and soil floor in rural areas of Rwanda. The structure has a danger of being affected by surge flow even inside of building.

In the survey, we found several cases, like children hiding under the bed at the time of

thunderstorms, suffered a large burn due to lightning transmitted through the soil, persons sitting side by side in the church during the service became the victim of lightning transmitted through the soil wall and 16 people died.

Promotion of counter measures to reduce the lightning risks, through education or enlightenment, efforts to prepare forecasts and alarm systems and evacuation facilities to take preventive action are necessary.

As the typical equipment damage caused by lightning, interruption to electricity and communication service such as blackouts and communication breakdown has been occurred. For Rwanda, ICT industry is at the center of its growth strategy, countermeasures against lightning strikes in electric and telecommunications infrastructures are an urgent issue.

At the Rwanda Broadcasting Agency (RBA), a state-owned enterprise that broadcasts television and radio, equipment breakdown, sometimes burning were occurred, due to lightning or unstable voltage in 18 communication towers nationwide. It cause damages of US \$ 300,000 from January to April 2018.

Damage of the lightning on communication networks is largely related to telecommunications towers. Cost impact is also great, and about 80% of the maintenance cost of the communication companies is caused by lightning strikes. Damages other than the tower were also occurring. Three years ago, a lightning struck an office in Kigali and caused a fire, and the staff was running around to extinguish the fire.

Many cases of damage to the telecommunications tower were observed. At IHS Rwanda, a private company that constructs and manages mobile telecommunication towers, damage has been caused by lightning strikes, mainly in the rainy season, in the 900 communication towers they own.

Damage to such a communication tower has not only a cost issue but there is a large business impact that the service interruption occurred. When damage to monitoring equipment was caused by lightning, it took about 1 to 2 months to procure the replacement parts, during which communication service become impossible and the influence on the communication network forming the backbone of the ICT industry is great.

In the survey, we found that countermeasures against direct lightning, such as lightning rods, were already installed at many damaged sites but induced (indirect) lightning countermeasures were extremely weak and the damage was occurred. The major causes of the occurrence is considered as follows. 1) The performance of the products are not sufficient to protect the equipment from the lightning strike, 2) Even though the products are installed, non-protected

lightning current flow route still remains, due to the lack of appropriate knowledge on installing lightning protection.

In addition, there are no standards, rules and regulations for lightning protection measures which is suitable for the environment of Rwanda. There is almost no expert with sufficient lightning protection technology. These are the fundamental causes why lightning accidents still often happen in this country even though there are lightning protection products in the market. Efforts such as establishing standards and regulation compliant with international standards, training personnel with expertise to implement measures against lightning challenge is necessary in promoting measures against equipment damage.

(2) Development cooperation policy related to the issue

In Rwanda, aid coordination is progressing and the role sharing among donors is clearly defined. In consideration of this role sharing, Japan is promoting "(1) Economic Infrastructure Improvement", "(2) Agricultural Development (High Value Added Business)", "(3) Improvement of Social Services (Secure Water and Sanitation Service Sustainable provision) "and" "(4) human resource development that supports growth and employment creation (science and technology education / training). "

Disaster countermeasures against lightning and disaster prevention are not clearly defined in terms of the division of roles among donors, and each donor in charge of disaster prevention conducts projects related to disaster reduction in various fields such as climate change and social security. According to the division of roles among donors, although measures against human damage are out of the area of assistance for Japan in countermeasures against lightning. Regarding equipment damage and the economic field, this is in compliance with "(1) Economic Infrastructure Improvement" and "(4) Human Resource Development that Support Growth and Employment Creation (Science and Technology Education and Training)" among the priority issues of Japan mentioned above. By implementing countermeasures against lightning strikes, electricity and communication infrastructure will be stabilized, and through these measures, it can be expected to develop human resources with lightning protection technology in the same country.

2. Proposed company, product / technology

(1) Outline of proposed products / technology

In order to prevent lightning damage in Rwanda, we propose two types of protection; human injury protection and equipment damage protection. Safety houses and lightning sensors are measures against human injuries, lightning arresters (surge protection device: SPD) are for equipment damage protection.

Human damage protection: Safe house

Safe house is a system that combines a lightning sensor and a building equipped with lightning protection technology. What is referred as lightning protection technology here is a technology to install metal objects on the ground around the building, rooftops, etc. so that when a lightning strikes the building, the metal body receives lightning and promptly flows it to the earthing. The lightning sensor predicts the risk of lightning strikes and urges warning beforehand by measuring the electro field strength (strength of thundercloud negative and the ground's positive electricity).

Equipment damage protection: SPD and surge shelter

When lightning strikes, an overvoltage occurs, and it travels through electric wires and flows into electrical equipment installed in the building (lightning surge). By installing SPD precisely against the intrusion route of the lightning surge, it is possible to protect the electronic equipment in the building.

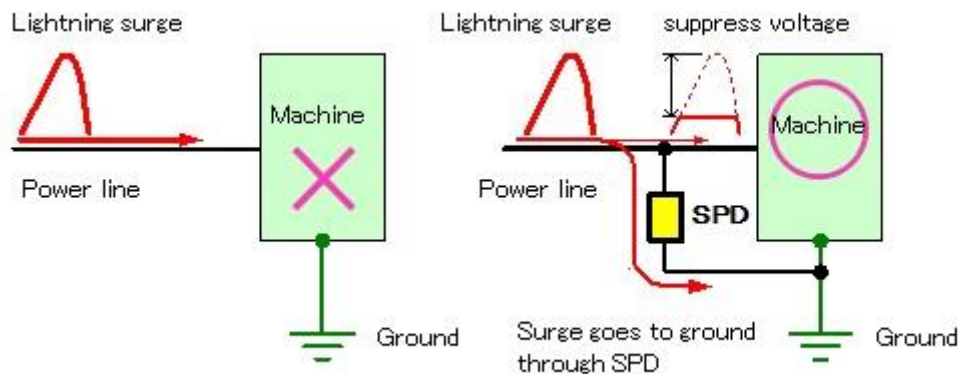


Fig.1 Induced lightning surge and SPD protection (ex. : Power line)

(source : drawn by survey mission)

(2) Competitive advantage compared with other companies in the same industry in the country, similar products and technology

Among manufacturers of lightning protection equipment, only the proposed company(Otowa) has own in-house non-linear block manufacturing facility, which is a major strength when compared with competitors. This is major strength by controlling the characteristics of the device and designing products and adjusting characteristics that closely respond to customer requirements.

In addition, the proposed company has technologies of predatory raids, building protection, electrical equipment protection, designing, proposing and introducing comprehensive

countermeasures against lightning damage, including measures against equipment damage and human damage, as per each circumstance and requirement. The detailed technical consideration is required for selection of Lightning protection equipment. Consulting ability to accurately grasp the route of intrusion of lightning surge from the topography, weather, structure of the building to take appropriate countermeasures against lightning is a great advantage of the proposed company.

(3) Local conformity of products and technologies

Interview survey from related governmental organizations confirmed that human damage has been serious in western Rwanda, especially Rutsiro district. According to our interview with Rutsiro residents, lightning had seriously damaged Rutsiro residents in both human and equipment terms. However, related ministries such as MIDIMAR are at the stage of strengthening the structure of disaster countermeasures for Rwanda as a whole, and systematic countermeasures against lightning damage have been studied.

As a result of on-site verification of the affected area, we found that most houses were made of soil wall and floor, which are so weak to lightning that they cannot protect people inside the house. There was no suitable facility to evacuate when lightning approached. In addition, lack of adequate knowledge of residents to protect themselves from lightning was recognized as the cause of many victims. Since there is no suitable facility to evacuate at the occurrence of lightning in Rutsiro City, it is recommended to implement safe-house technology at facilities that can accommodate residents, to build a warning system with sensors, and the occurrence of lightning the residents can be minimize the risks.

As the site to verify the safe-house technology, Congo-Nile Health Center and Murunda Hospital were nominated by Rutsiro City staff. After field verification on both facilities, Congo-Nile Health Center was selected, since it is easy to evacuate around the city hall with many residents. During this survey, we implemented a safe-house at the facility and installed a sensor to construct a warning system, at the expense of the proposed company and the local agent.

Lightning is greatly affected by topography and weather, and it is a natural phenomenon with large regional differences. Also, assuming the rainy season / dry season, an effect verification period of about one year is required. Therefore, in conjunction with implementing a safe-house, a lightning sensor was installed together with a warning of the occurrence of lightning. This sensor collects data on lightning around the health center and verifies the effect of safe-house. It is an input to consider countermeasures. Information from the lightning sensor is sent to Japan by WIFI and used for further analysis.

Regarding equipment damage, many occur in government organizations and companies that provide services such as communication and electric power, especially in organizations that

provide telecommunication services possessing telecommunications towers, hindering their communication services.

Regarding the affected area, same as human injury, Western Rwanda, where there is a lot of lightning, is central, but the importance of ICT infrastructure such as communication is the highest in the capital Kigali. Priority given to lightning protection measures is high in both areas.

The person in charge interviewed was basically aware of lightning protection technologies such as lightning rod and arresters, and such protection equipment were already installed for some nominated sites. However, since they could not prevent all the intrusion routes of lightning surge, damage by lightning strikes continues to occur. The proposed company has carried out countermeasures to the communication tower possessed by mobile phone companies in Japan. According to the experience, it is considered that technical consulting is essential to design appropriate lightning protection system which covers all the intrusion routes of lightning surge.

(4) Overseas business development policy

Otowa Electric Company, with history of 70 years since its founding, specializes in lightning protection equipment and has expanded its business as a manufacturer with a top share although it is a niche. Especially in the electric power company market in Japan, Otowa have a market share that does not allow other companies to succeed in the field of arresters for power distribution. However, new investment in the domestic electric power market that is drastically decreasing in Japan after the Great East Japan Earthquake, there is a high need to develop new markets through overseas expansion.

Otowa focus on diversifying our business and entering overseas markets as two key areas of management strategy. Regarding overseas expansion, Otowa have formulated a business strategy that is largely divided into areas, and currently aims to raise the overseas sales ratio, which accounts for about 15% of total sales, to 20% in 2020.

Otowa will continue to supply zinc oxide non-liner blocks, key parts of lightning protection equipment, to major arrester manufacturers in advanced markets such as Europe and the United States that are already developing business. Regarding emerging markets, Otowa have established dealer networks in Vietnam, Indonesia and Malaysia, mainly through sales overseas affiliates established in Korea, and have started technical sales of arresters and related products.

In Africa Otowa will build a base to provide technical services in Rwanda, with the assumption that Rwanda will be a bridgehead and into the EAC countries such as Kenya in the future. Rwanda has many bilingual professionals in English and French, and engineers in the country have a base that can expand to Africa extensively.

(5) Contribution to issues by introducing the proposed system

By introducing the technology of the proposed company, it is possible to contribute to the solution of development subjects as below.

Development issue	Contribution of technology of the proposed company
<p>Many human injuries such as dead, injured have occurred due to lightning strikes</p>	<ul style="list-style-type: none"> · General residences in regions where human injury is occurring are extremely weak to lightning. There is a possibility of being affected even indoors, there is no suitable evacuation facility in the surrounding area, appropriate for protecting from lightning. Lack of knowledge has become a factor causing many human injuries. · By introducing safe house technology and sensor technology of the proposed company for facilities having a capacity of a certain level of personnel and by preparing operational procedures from occurrence of lightning to evacuation warning, prevent occurrence of human injury is possible
<p>Damage to the infrastructure such as communication and electric power caused by lightning strikes, which is impeding the provision of services</p>	<ul style="list-style-type: none"> · The equipment damage caused by lightning strikes has occurred frequently in government organizations and companies that provide services such as communication and electric power, especially in organizations that possess telecommunications towers and provide communication services. · Some countermeasures such as lightning rods have been introduced, but the product specifications are not integrated. Therefore, it is impossible to prevent all the invaded routes of lightning surge. Based on appropriate technology / knowledge, all lightning protection equipment must be designed. Otherwise it cannot prevent damage. · It is possible to prevent the damage of lightning by designing the lightning protection measures using the technical consulting capability of the proposed company and by making necessary additional measures.

<p>There is no standardization of effective lightning protection measures</p>	<ul style="list-style-type: none"> • The proposed company conducts lightning protection based on the international standard. By introducing the lightning protection technology of the proposed company and conducting necessary technical training for stakeholders, effectiveness will be recognized in Rwanda. In the future it is expected that the lightning protection technology, globally disseminated can be widely recognized in Rwanda. Based on these technologies, it is possible to consider standardization of necessary lightning protection measures in Rwanda.
<p>There is no expert with sufficient lightning protection technology</p>	<ul style="list-style-type: none"> • By introducing lightning control measures by the proposed company, local experts can be utilized to train local experts through necessary preliminary training and OJT at the time of introduction.

3. Business development plan

As a target market that the proposed company can expect to introduce lightning protection technology, government organizations and infrastructures that have stable communication environments and high power needs such as government agencies, municipalities, broadcasting and telecommunications companies, educational institutions, airport infrastructure operating institutions, etc., ICT related companies are assumed. In this survey, we confirmed that the lightning countermeasure needs are high especially in the power and ICT infrastructure, especially in the western part of Rwanda.

As Rwanda is a small country with a population of around 11 million people, the market size in one country is not large, but by using engineers nurtured in Rwanda, in the future it is assumed to deploy to the East African community and the whole Africa.

As conflicting products, we confirmed that SPD for power supply from China, European and French lightning rod are sold at electric shops and introduced at some survey sites. However, simply introducing these devices is not sufficient as a countermeasure, and damage has actually occurred even after the introduction site, confirming the importance of deployment including technical consulting services.

As a business model, it is assumed that sales will be carried out through distributors at the beginning of the business, but in the future.

Feasibility Survey for Building Lightning Protection Capacity in Rwanda

SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME: Otowa Electric Co., Ltd.
- Location of SME: Osaka, Japan
- Survey Site /Counterpart Organization: Kigali and Rutsiro / Rwanda Utilities Regulatory Authority (RURA)



Lightning Sensor Surge Protective Device

Development Issues

- Due to location, human and property damage are frequently caused by lightning strokes
- Lack of appropriate standards or policies about lightning protection
- Lack of professionals with lightning protection capability

Products and Technologies of SMEs

- Lightning protection products such as Surge Protective Device (SPD), Lightning Sensor, which have been accepted in the market. (Otowa has top share in Japanese market)
- The SME not only sells products but provides technology consulting for appropriate solution according to customer's situation

Proposed ODA Projects and Expected Impact

- Scheme: Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies
- Expected Effects:
 - 1) Verify effective lightning protection technology in Rwanda by installing into pilot sites
 - 2) Transfer lightning protection technology to operators and local agents in order to install, operate and maintain lightning protection solution
 - 3) To contribute to improving policies, regulations and standards of lightning protection by sharing result of the pilot project.
 - 4) To contribute to dissemination of appropriate lightning protection technology in Rwanda by conducting dissemination activities with governmental offices or private companies

別添資料

別添資料

非公開部分につき非表示