

ブルキナファソ国

ブルキナファソ国
学校ソーラー充電システム導入による
教育環境改善案件化調査

業務完了報告書

2022年2月

独立行政法人

国際協力機構（JICA）

株式会社川口スチール工業

九州
JR
22-001

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

- ・ 本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、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本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、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され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。
- ・ 利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び受託企業は、いかなる責任も負いかねます。

<Notes and Disclaimers>

- ・ This report is produced by the trust 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 from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- ・ Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

目次

写真	i
モデル校の位置図	ii
図表リスト	iii
略語表	v
要約	vi
案件概要図	viii
第1章 対象国・地域の開発課題	1
1-1 対象国・地域の開発課題.....	1
1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等.....	4
(1) 開発計画と政策.....	4
(2) 法令等（各省通達などによる公式/official ガイドライン含む）	4
1-3 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針.....	5
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	5
(1) 我が国のODA事業	5
(2) 他ドナーの先行事例分析	7
第2章 提案法人、製品・技術	9
2-1 提案法人の概要	9
(1) 企業情報.....	9
(2) 海外ビジネス展開の位置づけ	9
2-2 提案製品・技術の概要	10
2-3 提案製品・技術の現地適合性	11
(1) 現地適合性確認方法	11
(2) 現地適合性確認結果	16
(2-1) モデル校・現地適合性確認結果	16
(2-2) 生徒宅・現地適合性確認結果.....	18
(2-3) ルーラル地域学校・現地適合性確認結果.....	19
(2-4) 提案製品・現地適合性確認結果	20
(2-5) 太陽光発電システム・現地適合性確認結果	25
(2-6) 対象地域・現地適合性確認結果	27
(2-7) 制度・現地適合性確認結果.....	28
2-4 開発課題解決貢献可能性.....	29
第3章 ODA事業計画/連携可能性	36
3-1 ODA事業の内容/連携可能性.....	36
(1) ODA事業の内容.....	36
(2) ODA事業化に向けた協議状況.....	37
(3) 他のODA案件及び支援プログラムとの連携.....	39

3-2 新規提案 ODA 事業の実施/既存 ODA 事業との連携における課題・リスクと対応策	4 1
3-3 環境社会配慮等	4 1
3-4 ODA事業実施/連携を通じて期待される開発効果.....	4 2
第4章 ビジネス展開計画	4 3
4-1 ビジネス展開計画概要	4 3
4-2 市場分析	4 3
(1) 市場の定義・規模.....	4 3
(2) 競合分析・比較優位性.....	4 4
4-3 バリューチェーン.....	4 5
4-4 進出形態とパートナー候補	4 5
4-5 収支計画	4 6
4-6 想定される課題・リスクと対応策	4 8
4-7 ビジネス展開を通じて期待される開発効果.....	4 9
4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献	5 0
要約（英文）	5 1
案件概要図（英文）	5 5
別添資料：その他資料（収集資料等）	5 6

写真



モデル校 Yagmkoudogo 中学校



調査対象の中学二年生



太陽光パネルより LED ランタンに充電



LED ランタンの生徒への貸出し



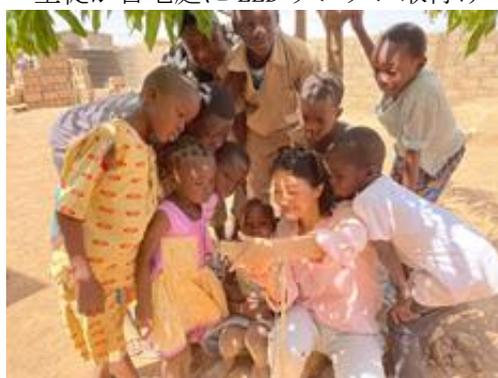
LED ランタンを利用した夜間自宅学習



生徒が自宅庭に LED ランタン取付け

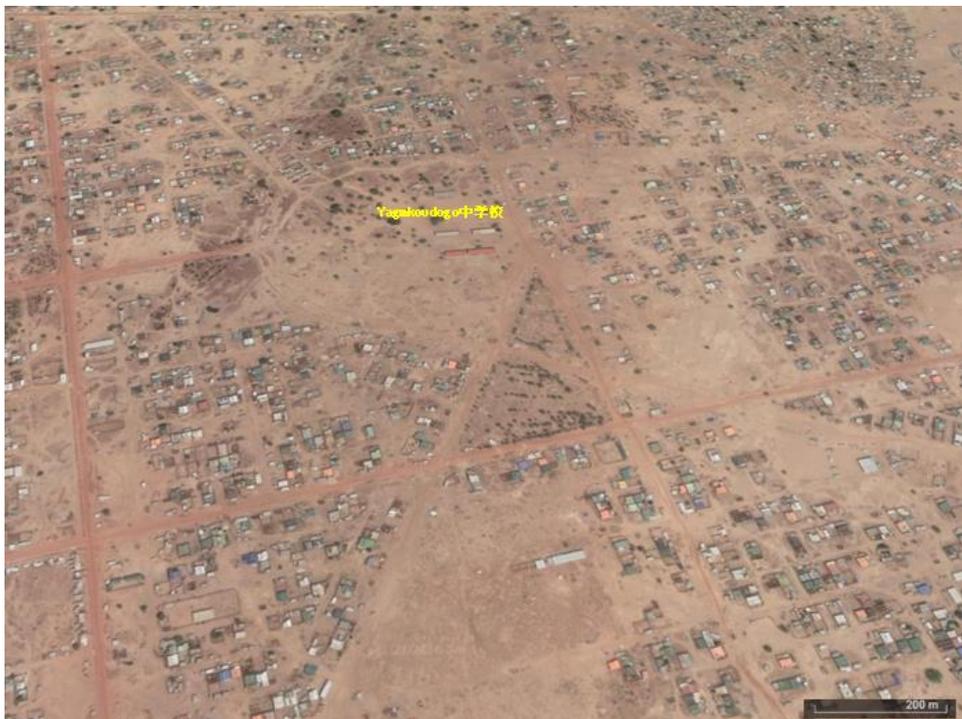
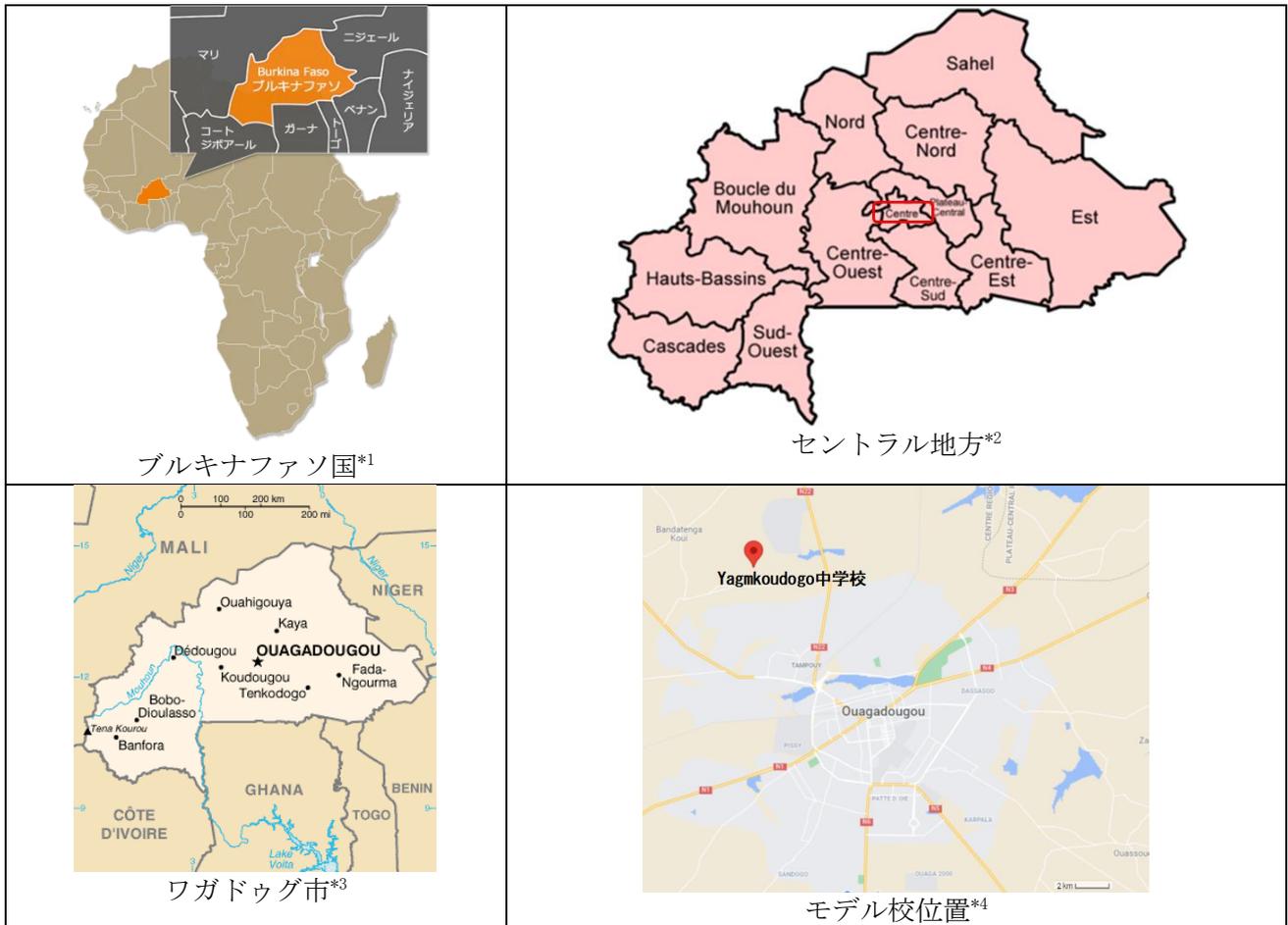


モデル校での地球温暖化問題の紙芝居



生徒宅での LED ランタン使用調査

モデル校の位置図



(出所) 1:日本ユニセフ協会、2&3:Wikipedia、4:Google Map、5:Google Earth。
 本調査モデル校のYagmkoudogo 中学校は、Central 地方、Kadiogo 県、Ouagadougou 市、第9区
 北緯 12° 26' 59.1”、西経 1° 35' 27.3” に位置する

図表リスト

表

表 1-1	ブルキナファソの教育制度の構成
表 1-2	地域別電化率比較
表 1-3	ブルキナファソにおける基礎教育に関連する近年の日本の ODA 事業
表 2-1	日本政府環境分野に於ける採用イニシアティブ事例
表 2-2	アフリカでの太陽光発電システム納入案件
表 2-3	学校の教育環境施設普及度比較
表 2-4	調査した近接校の電化状況
表 2-5	生徒宅の太陽光発電システム設置状況
表 2-6	LED ランタン仕様
表 2-7	LED ランタンの家庭での照明モード利用調査結果
表 2-8	LED ランタンの家庭への持ち帰りについて
表 2-9	LED ランタンの家庭での利用調査結果
表 2-10	ブルキナファソ中学と高校の学校数/教室数/生徒数
表 2-11	夜間学習時に使用している明かりの種類
表 4-1	ブルキナファソでの学校数
表 4-2	競合製品との比較
表 4-3	収支計画

図

図 1-1	世界銀行の電話家計調査の結果：コロナ禍における学校閉鎖中の教育活動
図 1-2	世界銀行の電話家計調査の結果：コロナ禍における教員とのコミュニケーション手段
図 2-1	学校ソーラー充電システム概要
図 2-2	ポータブルソーラーチャージングセット構成
図 2-3	LED ランタン貸出・回収プロセス
図 2-4	大型 LED ランタンの店舗利用（イメージ）
図 2-5	鉛バッテリーの放電深度とサイクル数の関係
図 2-6	従来型バッテリー使用太陽光発電
図 2-7	SDD 型バッテリー不要太陽光発電
図 2-8	UNICEF 供与の太陽光発電システム内訳
図 2-9	ソーラーパネル一体型 LED ランタン
図 2-10	充電式 LED ランタン充電方法
図 2-11	充電式 LED ランタン利用方法
図 2-12	単一システム構成図
図 2-13	冗長化システム構成図
図 2-14	教室へのケーブル配線
図 2-15	教室用大型 LED ランタンの活用
図 2-16	ソーラー充電小屋
図 2-17	ソーラー充電小屋設計図案
図 2-18	ワガドゥグでの月間降雨量と降雨日数
図 2-19	ワガドゥグでの月間日照時間
図 2-20	ワガドゥグでの年間太陽南中高度
図 2-21	ワガドゥグと佐賀の月平均一日当たりの全天日射量比較
図 2-22	年間で最適な太陽光パネル設置角度（ワガドゥグ市）
図 2-23	年間で最適な太陽光パネル設置角度（佐賀市）
図 2-24	調査対象中学二年生の年齢分布

図 2-25	調査対象生徒の世帯人員数
図 2-26	調査対象生徒の兄弟姉妹人
図 2-27	通学手段
図 2-28	徒歩通学生徒の通学時間
図 2-29	自転車通学生徒の通学時間
図 2-30	生徒の起床時間
図 2-31	生徒の就寝時間
図 2-32	生徒一日当たりの学習時間（ベースライン時）
図 2-33	生徒一日当たりの学習時間（ベースエンド時）
図 2-34	生徒の自宅での LED ランタンを利用状況
図 2-35	生徒の自宅での夜間学習利用者
図 2-36	学校で可能な IT 機器充電
図 3-1	ソーラーパネル一体型 LED ランタンの特長
図 3-2	学校ソーラー充電システムの特長
図 3-3	ベナン案件
図 3-4	ウガンダ UNDP 案件
図 3-5	ブルキナファソ UNDP 案件
図 3-6	コンゴ(民)草の根案件
図 4-1	ブルキナファソ都市/ルーラル地域別電化率
図 4-2	従来のソーラーランタン
図 4-3	学校ソーラー充電システム
図 4-4	学校ソーラー充電システムのバリューチェーン
図 4-5	都市部の家庭の電灯タイプ内訳
図 4-6	ルーラル地域の家庭の電灯内訳
図 4-7	ベナン学校充電システムのバリューチェーン

略語表

略語	正式名称	日本語名称/意味
APE	Association des Parents d'Elèves	父母会/保護者会
BEPC	Brevet d'Etudes du Premier Cycle	中学校卒業証明書（試験）
CEG	Collège d'Enseignement Général	中学校（普通科）
CEP	Certificat d'études Primaires	小学校卒業証明書（試験）
COGES	Comité de gestion de l'école	学校運営委員会
GPE	Global Partnership for Education	教育のためのグローバル・パートナーシップ
DGESS	Directeur Général des Etudes et des Statistiques Sectorielles	学習統計局
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
LTE	Lumière pour Tous à l'Ecole (LTE)/ Light for All at School (LAS)/	学校のためのみんなの灯り
MENAPLN	Ministère de L'Education Nationale, de l'Alphabétisation et de la Promotion des Langues Nationales	国民教育・識字・国語推進省
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PAAQE	Projet d'Accès et d'Amélioration de la Qualité de l'Enseignement	教育アクセスと質改善プロジェクト
PDSEB	Programme de Développement Stratégique de l'Education de Base	国家社会経済開発計画
PLTE	Projet Lumière pour Tous à l'Ecole	「学校にいるすべての人に灯りを」プロジェクト
PNDES	Plan National de Développement Economique et Social	国家経済社会開発計画
PSEF	Programme sectoriel de l'éducation et de la formation	教育及び職業訓練セクター計画
SDD	Solar Direct Drive	ソーラーパネル直結型太陽光発電システム
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
UNDP	United Nations Development Plan	国連開発計画
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	国際連合教育科学文化機関
UNICEF	United Nations Children's Fund	国連児童基金

要約

I. 調査要約

1. 案件名	(和文) ブルキナファソ国学校ソーラー充電システム導入による教育環境改善案件化調査 (英文) SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for Educational Environment Improvements by PV Charging System at Schools
2. 対象国・地域	ブルキナファソ国ワガドゥグ市
3. 本調査の要約	ブルキナファソ国学校ソーラー充電システム導入による教育環境改善に関する案件化調査。学校運動場に設置したフィルム型ソーラーシートから充電したLED ランタンを生徒に貸与し、生徒宅での照明と携帯電話充電等の利用状況を調査することにより、「学校ソーラー充電システム」の開発効果とビジネス展開計画に必要な情報収集と分析を行う。
4. 提案製品・技術の概要	【提案製品/技術】 ① フィルム型ソーラーシート的设计・施工技術と軽量ソーラーパネル架台 ② 充電式LED ランタンを活用した学校充電システム 本調査ではポータブルソーラーチャージングセットを試用し調査する。 【概要】 通常のソーラーパネルはガラス製で重く割れ易くアフリカの薄い屋根には設置が困難であるが、フィルム型ソーラーシートはアフリカの薄い屋根にも太陽光パネルを取り付けることができ、学校の電化に貢献できる。
5. 対象国で目指すビジネスモデル概要	ブルキナファソの小中学校の事情に合致した太陽光発電システムを設計し、充電式LED ランタンを家庭学習用及び携帯電話再充電用として生徒等に貸し出すレンタル料を収益源としたビジネスモデルを構築する。
6. ビジネスモデル展開に向けた課題と対応方針	学校ソーラー充電システムの特性を活かし、LED ランタンは生徒宅の照明だけでなく、携帯電話充電、学校 IT 機器充電、商店・役所等への貸出し等多様化し、ビジネスの拡大を図る。
7. ビジネス展開による対象国・地域への貢献	貢献を目指すSDGsのターゲット： ・SDG ゴール4（質の高い教育の確保） ・SDG ゴール7（エネルギーをみんなにそしてクリーンに） 学校で太陽光発電を行いLED ランタンを充電し、学校で教室照明/IT 機器充電、生徒宅の照明/携帯電話充電等に活用し、学校及び家庭での学習環境を改善し教育の質の向上に貢献する。
8. 本事業の概要	
① 目的	学校ソーラー充電システムによる教育/学習環境の改善の可能性の調査と検証を通じて、ODA 案件化計画とビジネス展開計画を策定すること。
② 調査内容	<ul style="list-style-type: none"> ● ブルキナファソ国の中学校の教育/学習環境に関する課題（電化に焦点を当てる）、政府の政策、日本及び他ドナーの開発協力方針と取り組み例の分析 ● 「学校ソーラー充電システム」試用を通じたLED ランタンによる自宅の照明と携帯電話充電の可能性、貸出しシステム、維持管理システムの可能性・適合性、教育/学習環境の改善に資する可能性とメカニズムの分析 ● ODA 案件化の可能性につき、ODA スキーム、外部リソースの可能性、連携可能な既存のODA 事業と相乗効果、課題リスク、ジェンダー主流化ニーズの調査分析 ● ビジネス展開計画の策定のための、学校や家庭学習における電気需要、家庭用ソーラーランタンの他社製品の技術・価格帯等、パートナー候補、収支計画等の検討

③ 本事業実施体制	提案企業：株式会社川口スチール工業 外部人材：国際開発センター、ワイオーエイアフリカ、個人
④ 履行期間	2021年3月～2022年2月（1年0ヶ月）
⑤ 契約金額	29,992千円（税込）

ブルキナファソ国学校ソーラー充電システム 導入による教育環境改善案件化調査 株式会社川ロスチール工業(佐賀県鳥栖市)



対象国教育分野(中学)における開発ニーズ(課題)

- 中学校や家庭の非電化による学習時間の不足と学びの質の低さ
- 電化地域と非電化地域との教育環境格差
- 非電化地域の学校及び家庭学習における照明や電気の必要性

提案製品・技術

- フィルム型ソーラーシート(薄型ソーラーパネル)の設計・施工技術と軽量ソーラーパネル架台
 - 充電式LEDランタンを活用した学校充電システム
- 本調査では、ポータブルソーラーチャージングセットを試用し調査する

本事業の内容

- 契約期間: 2021年3月~2022年2月
- 対象国・地域: ブルキナファソ国ワグドゥグ市
- カウンターパート機関: ブルキナファソ国国民教育・識字・国語推進省(MENAPAN)
- 案件概要: ブルキナファソ国の小中学校に「学校ソーラー充電システム」を適用し、教室の照明/IT機器充電と生徒宅でのLEDランタンの使用を通じて、教育環境改善に貢献することを目的としたODA事業案及びビジネス展開計画を作成する。

フィルム型ソーラーシート(薄型ソーラーパネル)と
充電式LEDランタンを活用した
「学校ソーラー充電システム」



開発ニーズ(課題)へのアプローチ方法(ビジネスモデル)

- ブルキナファソ小中学の現地環境に適したソーラー充電システムを設計・設置とLEDランタンの利用
- 学校で生徒に貸与する充電式LEDランタンのレンタル料による持続性のあるプロジェクトの運用

対象国に対し見込まれる成果(開発効果)

- 学校で教室照明とIT機器充電による学習環境改善による教育の質の向上
- 生徒宅でLEDランタン照明による夜間学習による成績向上
- 学校でLEDランタンを貸与することによる出席率の向上

2022年2月現在

第1章 対象国・地域の開発課題

1-1 対象国・地域の開発課題

ブルキナファソ政府は2000年以降、「基礎教育10カ年開発計画（PDDEB）2001-2011年」、「基礎教育戦略的開発計画（PDSEB）2012-2021年」に基づき、基礎教育の向上を推進してきた。2007年には、教育基本法を改正し（Law No. 013-2007）、小学校と中学校と併せた10年間の基礎教育を無償の義務教育とした（教育制度は表1-1の通り）。

表1-1 ブルキナファソの教育制度の構成

学年数	教育段階の現地/仏語呼称（～教育を省）	学校の現地/仏語呼称（各学年の呼称*2）	本調査での日本語表記
3年間	Préscolaire（就学前）		幼稚園
6年間	Primaire（初等*1）	École（CP1, CP2, CE1, CE2, CM1, CM2）	小学校
4年間	Post-primaire（初等後*1）	CEG : Collège d'Enseignement Général（6ème, 5ème, 4ème, 3ème）	中学校
3年間	Secondaire（中等）	Lycée（2ème, 1ème）	高校
学位次第	Supérieur（高等）		

（注）*1:政府は「Education de base formelle（フォーマルな基礎教育）」には就学前から初等後教育まで含めているが、義務の基礎教育には就学前教育は含めていない。本調査で用いる「基礎教育」には就学前を含めない。2020年7月時点は、就学前から中等教育までをMENAPLN（Ministère de L'Éducation Nationale, de l'Alphabétisation et de la Promotion des Langues Nationales : 国民教育・識字・国語推進省）が管轄。*2:例えば小学1年はCP1、中学1年は6ème、中学2年は5èmeと呼ばれる。

実際に、就学率は大幅に向上した。例えば、2008年と2018年の間に、総就学率¹は小学校において73%から96%（女子95%、男子97%）へ、中学高校では19%から41%（男女ともに41%）へ向上した²。しかし、義務教育としての基礎教育を受ける機会を女子男子全ての子どもに保障するという目標と現状とのギャップは、中学校に関して大きい。UNESCOによると、中学校レベルの純就学率³は56%である⁴。

教育・学習成果の質に係わる課題も深刻である。小学校修了試験（CEP）の合格率は、毎年上下の変動があるが2017年に73.7%となっている⁵。但し卒業試験に合格しても中学校の受け入れ可能な生徒数の制限により進学できず小学校で留年する生徒もいる。中学校修了試験（BEPC）の合格率も年により変動があるが、過去5年間（2014-2018）で最も合格率の高い2018年でも42.9%である。2019年に仏語圏アフリカ14カ国を対象に実施された学力調査（PASEC2019）では、初等教育修了レベルの算数分野で、ブルキナファソの児童の62.5%が「十分なレベル」に到達したが⁶、残りの4割弱の児童はそのレベルに達していない。

学習環境に関する課題は多岐にわたり、クラスサイズや教科書配布の地域差・学校差、教員の欠勤、

¹ 総就学率（gross enrollment rate）とは、該当する教育段階における公式学齢期の人口に対する総就学者（年齢に関わらず就学者の総数）の割合である。

² 世界銀行データ（<https://data.worldbank.org/> 2020年2月ダウンロード）

³ 純就学率（net enrollment rate）とは、該当する教育段階における公式学齢期の人口に対する同学齢期の就学者数の割合である。

⁴ UNESCO Global Education Monitoring Report 2020におけるNet Enrollment in Lower Secondary Educationのデータ

⁵ Institut national de la statistique et de la démographie (2019) Annuaire Statistique 2018.

⁶ https://www.confemen.org/wp-content/uploads/2020/12/Resume_Pasec2019_Web.pdf

中学校の施設不足、就学時間の短い夜間コース等が挙げられている⁷。さらに、最近の武装集団の攻撃のため、閉鎖に追い込まれている学校もある（2020年2月時点）。

また、コロナ危機対応のため、2020年3月16日から全学校（2万校以上）が閉鎖され5百万人以上の生徒に影響を与えた⁸。政府は、ラジオ教育プログラムやオンラインの教材を増やししながら、2020年6月1日から小学6年生、中学4年、高校3年の授業を再開した⁹。世界銀行が2020年8月に実施した電話家計調査の結果によると¹⁰、生徒の学習活動は、都市部か村落部か、また、世帯の貧困状態によって異なっている。下図のとおり、COVID-19による学校閉鎖の間に活用した方法としてラジオ以外を使用している生徒の割合は、村落部や貧困層では1割またはそれ以下であった。教員との連絡に電話を使用する世帯は村落部や貧困層家計では2割程であった。

What types of educational activities have these children who were in school been engaged in since the educational structures were closed?

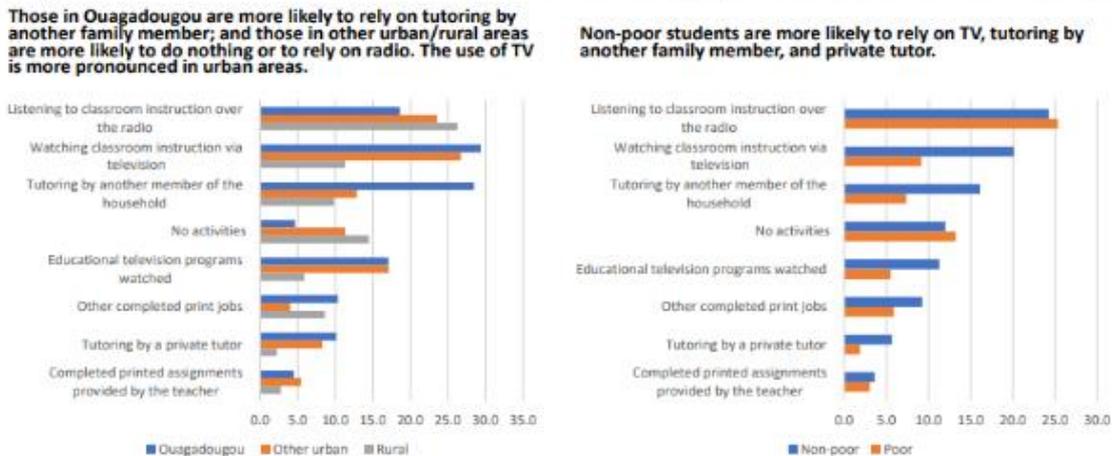


図 1-1 世界銀行の電話家計調査の結果：コロナ禍における学校閉鎖中の教育活動

Those in other urban/rural and the poor are more likely to keep physical contact with their teacher. Use of ICT as communication tool is more pronounced in Ouagadougou and for non-poor.

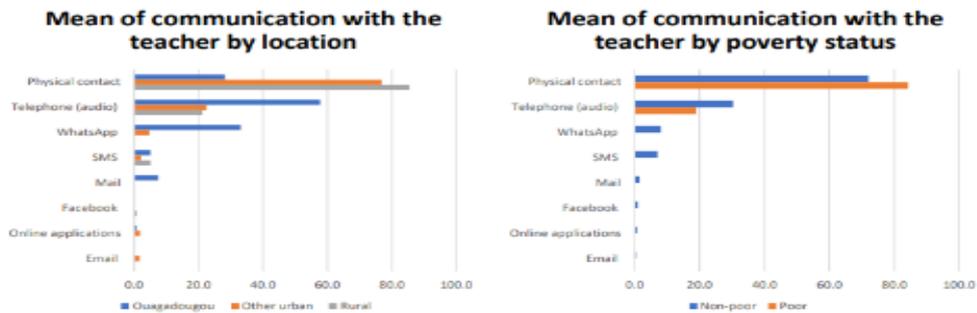


図 1-2 世界銀行の電話家計調査の結果：コロナ禍における教員とのコミュニケーション手段

⁷ UNESCO(2017) Rapport d'état du système éducatif national du Burkina Faso, Pour une politique nouvelle dans le cadre de la réforme du continuum d'éducation de base, Ministères en charge de l'éducation et de la Formation UNICEF, Pôle de Dakar de IPE.

⁸ <https://www.unicef.org/media/78496/file/Burkina-Faso-SitRep-March-2020.pdf>
<https://medium.com/@unicefburkina/burkina-faso-l%C3%A9ducation-par-la-radio-en-attendant-la-r%C3%A9ouverture-des-classes-155e38d86256>

⁹ MENAPLN のホームページ

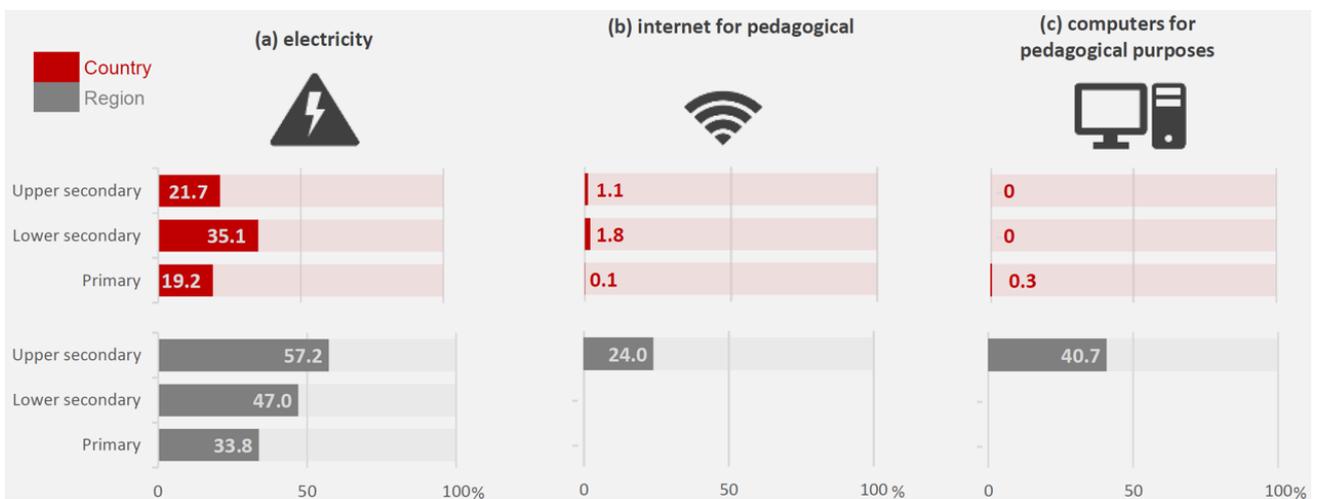
¹⁰ The Socio Economic Impacts of COVID -19 in Burkina Faso Results from a High Frequency Phone Survey of Households Round 1. <http://documents.worldbank.org/curated/en/492101598297943489/The-Socio-Economic-Impacts-of-COVID-19-in-Burkina-Faso-Results-from-a-High-Frequency-Phone-Survey-of-Households>

MENAPLN¹¹によれば、ルーラル地域の小学校、中学校の電化率はそれぞれ 12.5%、27.5%と非常に低く、教育・学習環境の質の低さ及び学校や生徒間の格差の一要因となっている。

非電化地域の学校では、照明のないことで以下のような不利益を被って、十分な学習効果が得られず、「教育の質の向上」実現の障害になっている。

- 雨曇天時、暗くて黒板やノートが見えにくく、学習内容に影響。
- 夕刻近くになると、暗くて授業ができず、十分な学習時間がとれない。
- 自宅に照明がなく、自宅での自習・復習ができない。
- 教師が前夜に授業の準備ができず、授業の質に影響する。

都市と村落部とを合わせた UNESCO の統計 (SDG インディケータ4. a. 1) でも、以下の通り 35.1%の中学校のみ電化している。但し、電化の学校でもインターネットやコンピューターというハイテクの ICT を教育に活用している学校はほとんどない。



(出所) Sustainable Development Goal Country Profile Burkina Faso (2018 or most recent year available).

学校に限らず、ブルキナファソ国全体の電化率も他国と比べても極めて低い。

IEA(国際エネルギー機関)の 2019 年統計¹²では、全世界の非電化地域人口 (population without electricity access) 7.7 億人のうち、サブサハラが 75%の 5.8 億人を占め電化率は 47.9%であるが、ブルキナファソの電化率はサブサハラ地域の更に半分以下の 21.9%であり、世界で最も電化率の低い国の一つである (表 3-1)。

表 1-2：地域別電化率比較

電化率 (IEA, 2019年)	全体	都市部	ルーラル
ブルキナファソ	21.9%	68.7%	1.9%
サブサハラ平均	47.9%	76.1%	28.5%
世界平均	90.0%	95.8%	85.3%

ブルキナファソ全土の低い電化率に加え、都市部 (68.7%) とルーラル地域 (1.9%) の電化率の地域格差が、ブルキナファソの社会経済発展、特にルーラル地域の発展の大きさ妨げになっている。

¹¹ MENAPLN (2019) « Projet Lumière pour Tous à l'Ecole » Document de Projet.

¹² <https://www.iea.org/reports/sdg7-data-and-projections/access-to-electricity>

1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

(1) 開発計画と政策

ブルキナファソ政府は、「国家経済社会開発計画（PNDES）2016-2020 年」を定め、持続的な成長と貧困削減に取り組んでいる。この中で 3 本柱のひとつとして挙げられているのが「人的資本の開発」であり、国家発展の基本的姿勢として教育改善の必要性が強く謳われている。

PDSEB（2012-2021 年）では、①無償の義務公教育原則を完全に実践すること（徐々に中学教育に拡大）、②初等教育から前期中等教育への移行を改善すること、③過密を減らすこと、および④学校運営管理を強化することを、優先課題として掲げている。教育セクター全体に対する、「教育及び職業訓練セクター計画（PSEF）2017-2030 年」においては、2030 年までに普遍的な初等教育を達成すること、公平で質の高い基礎教育を確立することが目標として掲げられている。

基礎教育における学習環境の質改善に向けた非電化地域へのエネルギー整備への具体的施策としては、以下のようなプロジェクトが実施されてきた。

- MENAPLN により、「教育と識字能力支援のための灯りプロジェクト 2011 年～2018 年 (Le projet d'appui à l'éducation et à l'alphabétisation par l'éclairage)」が実施された。都市部とルーラル地域の電化の格差の是正を目的に、小学校 2015 校と中学校 314 校の生徒に 43 万台にソーラーランタンを与えるプロジェクトを政府資金にて実施した。
- 2016 年からは、エネルギー省で「Lighting Africa」と銘打った同様の取り組みを行い、世界銀行の資金を活用して、小学校に通う 24,000 人の生徒にソーラーランタンを配った。

MENAPLN¹³は、両プロジェクトの結果を極めて効果的だったとし、学習環境の改善、就学率の向上、小中学校の試験結果の向上などを成果として挙げている。また、ランタン管理委員会の優良事例では、保護者が機材管理に重要な役割を果たし、さらに、ランタンを活用を通じて子ども達の学習成果改善のために積極的に参加したことも示されている。

(2) 法令等（各省通達などによる公式/official ガイドライン含む）

• 学校運営委員会/COGES

小学校における学校レベルの運営管理組織としては、2008 年の政令（Decret 2008-236）にて教師協議会（le conseil des enseignants）と学校運営委員会（Comité de Gestion de l'École : COGES）が定められた。COGES の設置や機能向上に対する日本の技術協力プロジェクトの成果を活かし、ブルキナファソ政府は COGES の全国普及を位置づける「COGES の構成員・役割に関する省令」を 2013 年に発行した（Arrêté no 2013-029/MENA/MATS/MATD/MEF）。また、2018 年の MENAPLN の省令（Arrêté no 2018-318/MENA/SG）では、すべての公立普通中学における運営に責任を持つ組織として COGES (Le Conseil de Gestion) の設置も定められた。中学校 COGES の構成は以下の通りで、代表は校長と定められている。小学校 COGES の構成とやや異なる。

¹³ MENAPLN (2019) « Projet Lumière pour Tous à l'École » Document de Projet

中学校の COGES 構成 : Arrêté no 2013-029/MENA/MATS/MATD/MEF: Article 5: Le Conseil de gestion au post primaire general se compose ainsi qu' il suit:
-President: le chef d' establishment
-Vice-president: le conseiller principal d' education
-Rapporteurs: l' economiste, un delegue du personnel
-Members: un delegue du personnel, deux representants des organisations syndicales existent dans l' etablissement, le president de l' APE, le tresorier de l' APE, deux representants des eleves, un representant de l' administration communale.

・家庭や学校施設のソーラー電化などに係る法令

ブルキナファソの電力セクターに於ける基本政策は、2017年4月20日に発効した法令「エネルギー分野の一般規則(LOI No. 014-2017/AN PORTANT REGLEMENTATION GENERAL DU SECTEUR DE L' ENERGIE)」に規定されている。この法令には、「(第61条) 全ての自然人または法人は、自家消費の為、再生可能エネルギー源から電力を生産することができる」ことが定められており、太陽光発電機器を設置して自家消費の為の発電を行う事は私立公立を問わず学校でも、生徒の家庭でも自由であり、政府機関から設置許可等を得る必要はない。

一施設の設定規模が電力生産で年間10万kWhを超える場合は、定期的に ANEREE (L' agence nationale des énergies renouvelables et de l' efficacité énergétique 再生エネルギー及び発電効率化の為の国家機関) の監査を受ける必要がある。但し、本調査の対象となる設備規模は、この範囲を超えることがないため監査の対象外となる。

一方、運用に使用される機器について、家電の仕様基準を定めた大統領令 (DECRET No. 2017-1014/PRES/PM/ME/MCIA/MINEFID) に照明機器とランプが含まれているため、ランタンと教室に設置するLEDライトについてはこの基準を満たすことを確認する必要がある。

1-3 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針

日本政府は、「対ブルキナファソ国別開発協力方針(2018年8月)¹⁴」にて、PNDESに掲げられている優先課題を踏まえ、成長の加速化のけん引役となるべき農業開発及び域内統合を通じた地域経済活性化、並びに経済成長のために不可欠な人的資本の強化に資する支援を行うことを大目標とし、3つの重点分野(中目標)の一つを「教育の質の向上」として掲げている。ブルキナファソ政府が小中学校を無償化し就学促進と質の改善に取り組んでいるものの、主にインフラ不足が原因で中学校への進学が限定的であることや、小学校へのアクセスの急拡大によって教育環境が悪化し教育の質確保の重要性は増していることから、中学校への就学促進及び教育の質改善に貢献する、と謳っている。

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) 我が国のODA事業

日本政府は、ブルキナファソの教育課題に対し、一般無償資金協力や草の根無償資金協力による学

¹⁴別紙「対ブルキナファソ 事業展開計画」は2020年4月版

校建設、技術協力プロジェクトによる COGES を通じたコミュニティとの協働支援、教員研修や教員養成を支援してきた。

COGES については、2009 年から 2017 年に小学校における COGES の機能を強化するためのモデル開発及び全国規模での設置を支援した。この JICA 支援モデルは、世界銀行により 2015 年から開始された中学校での COGES (School Based management Committees : SBMC) 支援でも活用されることになった。

**世界銀行「Education Access and Quality Improvement Project (EAQIP)」審査書(p.57)より抜粋
Subcomponent 3.2: Promoting School Based Management Committees**

The objective of this subcomponent is to establish SBMC in each lower public secondary school to promote the increased involvement of communities in school operations. The subcomponent will build on the Presidential Decree of 2010 authorizing the establishment nationwide of SBMCs in all primary schools by 2015. The design and implementation will build on the successful experiences of using SBMCs in Niger and the JICA financed pilot programs on SBMCs at the primary level in Burkina Faso.

但し、現在では COGES 設置から数年が経過し COGES の活動が十分に実施されていない小学校もあるため、COGES の活性化やモニタリング体制の構築が課題とされている¹⁵。そのため、新たに 2020 年より「学校とコミュニティ協働強化による教育の質改善プロジェクト」として JICA 支援が開始されている。尚、各学校の COGES による活動内容は、住民、特に母父からのニーズに対応するため学校によって異なるが、優良事例を普及するために MENAPLAN が作成したマニュアル（200 ページ以上にわたり学校別の事例を提示）には、小学 6 年生の夜間学習のために教室を電化した例も含まれている (Électrification d' une salle de classe)¹⁶。

中学校建設については、2015 年以降 2 次にわたる無償資金協力を実施している。中学校建設計画準備調査報告書（第 1 次）によると、ワガドゥグ市内のサイトまたは地方都市の中心部に位置するサイトでは、敷地内に電力が引き込まれているか、サイトの前面道路まで低圧電力が敷設されているが、地方部の多くのサイトの周辺には電力インフラは整備されておらず、以下のような電気整備計画がなされた。他国における無償資金協力の学校建設には、学校屋根にソーラーパネルを設置する計画の案件もあるが¹⁷、本件では、ソーラーパネルの設置は計画されていなかった（理由の記載はない）。

JICA 中学校建設計画準備調査報告書(p.3-19)より抜粋

電気設備計画：

同一サイトの既存小学校に電力が引き込み済みである場合、および、サイトの前面道路まで低圧電力が敷設されている場合には、本プロジェクトで新設する中学校施設に接続し、最小限の電気設備を設置する。

- ・普通教室及び多目的室には照明 6 箇所、コンセント 4 箇所を設ける。
- ・校長室、秘書室、経理室、主任教務員室には照明 2 箇所、コンセント 2 箇所を設ける。
- ・トイレと炊事場には電気設備を設けない。

電力供給のないサイトについては、電気設備は設けないが、将来の電力接続を見越した空配管を設置する。

¹⁵ https://www2.jica.go.jp/ja/announce/pdf/20200819_205229_1_01.pdf

¹⁶ Manuel de Capitalisation de L'expérience et des Bonnes Pratiques des Coges au Burkina Faso（ブルキナファソの COGES の経験と優良事例普及のためのマニュアル）(Février 2016)において、教室の電化の事例がアクターも含め紹介されている。例えば、COGES や保護者会の役割（準備会議への参加、機器購入、資源動員、モニタリング）に加え、「綿花栽培者」（資金面の支援）といったコミュニティによる貢献も記載されている。

¹⁷ 例えば、パレスチナ「育の質と環境改善のための教育の質と環境改善のための学校建設計画準備調査報告書 準備調査報告書(2020)」

草の根・人間の安全保障無償資金「中央地方カディオゴ県タンゲン・ダスリ市太陽光発電整備計画」においては、カディオゴ県タンゲンドスリ市コロゴナーバ小学校において太陽光発電システムが設置された¹⁸。

表 1-3 ブルキナファソにおける基礎教育に関連する近年の日本の ODA 事業

確定年*	形態	案件名 (内容)	被支援団体
2015 年	一般無償	中学校校舎建設計画	MENAPLN
2017 年	一般無償	第二次中学校校舎建設計画	MENAPLN
2021 年	一般無償	中央地方及び中央南部地方における中学校建設計画 (UNICEF 連携)	MENAPLN
2014 年	一般無償	カヤ初等教員養成校建設計画	MENAPLN
2014 年	技術協力	学校運営委員会(COGES)支援プロジェクトフェーズ 2	MENAPLN
2020 年	技術協力	学校とコミュニティ協働強化による教育の質改善プロジェクト (COGES の活性化とモニタリング)	MENAPLN
2016 年	技術協力	公立教員養成校実践的教育機能強化プロジェクト (PROSPECT)	MENAPLN
2016 年	国連マルチ	国境／サヘル地域の子供への緊急支援及び家族・共同体・組織の強じん性の構築 (小学校生への太陽光発電照明機器の提供を含む)	UNICEF
2019 年	草の根無償	カディオゴ県タンゲンドスリ市電化計画 (小学校の電化を含む)	現地 NGO
2016 年	草の根無償	未就学・中途退学の女性のための教育施設建設計画	教育機関
2018 年	草の根無償	ブクルドゥムウン地方バレ件ファラ市トネ村小学校建設計画	現地 NGO
2018 年	草の根無償	北部地方ヤテング県ウラ市プロ村小学校建設計画	現地 NGO

(出所) 外務省、JICA 等の情報に基づき作成。

(注) *確定年は、草の根無償はG/C締結日、一般無償はE/N署名日、技術協力は合意書締結日、国連マルチは資金供与日に対応。

(2) 他ドナーの先行事例分析

・世界銀行

「教育アクセスと質改善プロジェクト (Projet d'Accès et d'Amélioration de la Qualité de l'Enseignement : PAAQE)」にて 2015 年から就学前教育および中等教育を支援している。中等教育に関しては、教授法の改善、最貧 5 州における学校建設、COGES の設置・運営強化、女子生徒への補助金支援などを実施している。2020 年 7 月までに合計 5 千万ドルの資金供与を完了予定であるが、引き続き追加資金 (1 億ドル) にて支援を継続中である。

また世界銀行は、電力セクター支援プロジェクト (Electricity Sector Support Project) において小学校の電化も支援しており、400 の小学校にソーラーランタン・バンク (solar lanterns banks) を導入している。新たに、Solar Energy and Access Project (2021 年 6 月に理事会承認) では、IDA 資金 (75 百万ドル) と Clean Technology Fund (93 百万ドル) による支援を開始した。村落部において新たに 300 の地区にて、12 万世帯とコミュニティインフラ (学校、保健センター等) の電化を支援

¹⁸ https://www.bf.emb-japan.go.jp/itpr_ja/00_000246.html

する予定である¹⁹。

・ UNICEF

日本政府の資金（平成 27 年度補正予算案件「サヘル地方及びマリとの国境地域における、保健・栄養、水・衛生、教育、子どもの保護への統合的援助を通じた家族、コミュニティ、組織の緊急準備対応力、強靱性の強化（UNICEF 経由）」）も得て、学校へのソーラーランタンを配布した実績がある²⁰。また、コロナ対策としてもラジオやインターネット上のオンライン教材の支援など実施してきた。カントリー年次報告 2020 によると²¹、UNICEF は、治安と COVID-19 という 2 つの危機に対応してきた。ラジオ教育プログラムの作成を通じ、104,213 人の少女を含む 215,960 人の子供たちが危機に直面する地域を支援した。COVID-19 により、学校は 2020 年 3 月から 8 月まで閉鎖され、5 百万人以上の子どもの影響を与えた。そのため、UNICEF は、国際的および国内の NGO 及び政府当局と協力して、232,946 人の子供の就学を支援し、適切かつ必須の学習サービスを提供した。2020 年 3 月下旬には、UNICEF は、COVID-19 への対応を計画する際に、教育省を支援するために 7 万ドルの「教育のためのグローバル・パートナーシップ（GPE）」からの資金も受け取っている²²。

・ フランス開発庁（AFD）

GPE のグラント・エージェント²³として、2018 年から 2023 年まで 55 百万ドル規模の財政支援（グラント）を実施監理している。地域間格差の改善、効率性の改善、特に低学年の学習成果向上のための現職教員研修の改善などを目的としている。GPE の COVID-19 対策資金として 7 百万ドルのグラント（2020-2021）の実施管理も担っており、ラジオプログラムを通じた学習継続、保護者や児童への無料電話相談センター、学校再開における衛生活動、女子へのリスクの軽減、補習授業などを支援している²⁴。

¹⁹ <https://documents1.worldbank.org/curated/en/988101624586517351/pdf/Burkina-Faso-Solar-Energy-and-Access-Project.pdf>

²⁰ https://www.bf.emb-japan.go.jp/itpr_ja/00_000119.html

²¹ <https://www.unicef.org/media/100531/file/Burkina-Faso-2020-COAR.pdf>

²² <https://www.globalpartnership.org/where-we-work/burkina-faso>

²³ 途上国の代理で GPE 資金を受け取る機関

²⁴ <https://www.globalpartnership.org/where-we-work/burkina-faso>

第2章 提案法人、製品・技術

2-1 提案法人の概要

(1) 企業情報

- ・会社名：株式会社川ロスチール工業
- ・所在地：佐賀県鳥栖市原町 760 番地の 6
- ・設立：1993 年 8 月 2 日（1930 年に「川口板金」として創業）
- ・事業内容：産業用屋根の設計/加工/施工、及び、産業用太陽光発電システム的设计/組立/施工など。
- ・太陽光発電システム事業：「ソーラーパネルの設置構造及び設置方法」の特許を取得し、今までソーラーパネルを設置できなかった耐荷重の弱い工場や倉庫の折半屋根やスレート屋根などにも、軽量のソーラーパネル、軽量架台、施工ノウハウにより太陽光発電システムの設置を可能とした。日本国内で約 120 箇所 40MW の太陽光発電システム施工実績がある。



川ロスチール工業



折半屋根設置モデル



スレート屋根設置モデル



曲面屋根への設置事例

川ロスチール工業は以下の日本政府の環境分野に於けるイニシアティブで採択され（表 2-1）、太陽光発電システムによる環境保全活動に取り組んでいる。

表 2-1 日本政府環境分野に於ける採用イニシアティブ事例

省庁	イニシアティブ等	採択年	採択団体
内閣府 地方創生推進事務局	地域未来構想オープンラボ	2020	GOOD ON ROOFS*
環境省第8回グッドライフアワード	環境地域ブランディング賞	2020	GOOD ON ROOFS*
外務省 国際協力局気候変動課	脱炭素技術海外展開イニシアティブ	2021	川ロスチール工業

*弊社が主要メンバーの一般社団法人

(2) 海外ビジネス展開の位置づけ

途上国ではトタンや藁葺屋根など重いソーラーパネルを設置できない家屋が多いので、薄い屋根への太陽光発電システム施工技術を活かすべく、川ロスチール工業は、2010 年に太陽光発電システムの海外ビジネスを開始した。2013 年には太陽光発電システム事業を分社化し 100%子会社として

「Kens. co 株式会社」を設立し、海外ビジネスを展開している。

世界の無電化地域人口 7.8 億人のうち、サブサハラ地域が 5.8 億人と 75%を占める²⁵。サブサハラ地域での電化率向上とそれに伴う教育環境改善を目指し「日本の技術でアフリカにあかりを届ける」を目標に、アフリカ 7 ヶ国で太陽光発電システムを納入した（表 2-2）。2020 年 12 月川ロスチール工業社長は茂木外務大臣（当時）と「アフリカの未来」について対談をさせて頂いた。



茂木外務大臣との対談

表 2-2 アフリカでの太陽光発電システム納入案件

国名	資金源	案件内容	出荷
ナイジェリア	草の根無償	ソーラー外灯(65本)、学校/保健所/役場/警察の照明	2015
ケニア	大学自己資金	ソーラー外灯(25本)	2016
ケニア	国際移住機構	ソーラー外灯(12本)、可搬型ソーラーセット(45台)	2016
南アフリカ	草の根無償	孤児院の照明	2018
ベナン	クラウドファンディング	学校の照明、ソーラー外灯(6本)	2018
ブルンジ	国際移住機構	携帯型ソーラーセット(126台)	2019
コンゴ(民)	JICSエボラ出血熱対策緊急無償	携帯型ソーラーセット(775台)	2019
ブルンジ	草の根無償	学校の照明	2020
ブルキナファソ	草の根無償	学校/博物館の照明、ソーラー外灯(26本)、可搬型ソーラーセット(10台)	2020
ベナン	GOOD ON ROOFS事業	学校ソーラー充電システム	2021
コンゴ(民)	草の根無償	学校充電システム、ソーラー外灯(4本)	2022
コンゴ(民)	見返り無償	ソーラー外灯(65本)	2022

2-2 提案製品・技術の概要

太陽光発電システムの販売実績は前項の通りであるが、本事業に於いて提案している「学校ソーラー充電システム」は、ソーラーパネル、バッテリー、充電式 LED ランタン等の製品から構成され、各製品の主要な仕様は以下の通りである。

- ・ソーラーパネル：軽量 (5kg/m²以下)、Flexible、ガラス基板不使用
- ・バッテリー：マンガン酸リチウムバッテリー、容量 500kWh、充放電 5000 回以上 (@70%充電容量)
- ・充電式 LED ランタン：照度 300 ルーメン、内蔵バッテリー充電容量 1800mAh

この学校ソーラー充電システムにより以下の効果を目指す。

- ① 教室の電灯と IT 機器への充電による「学校での学習環境の改善」
- ② LED ランタンによる家庭での電灯と携帯電話再充電による「家庭での学習環境の改善」
- ③ 学校で LED ランタンをレンタルすることによる「生徒の出席率の向上」

同システム概要は図 2-1 の通りである。

²⁵ <https://www.iea.org/reports/sdg7-data-and-projections/access-to-electricity>

- (ア) 学校に設置した太陽光発電システムにより、LED ランタンを充電と教職員室等に明かりを灯す
- (イ) 生徒は下校時充電された LED ランタンを自宅に持ち帰る
- (ウ) 生徒は LED ランタンを自宅の夜間学習の為に照明と家族の携帯電話充電等に利用する
- (エ) 翌朝登校した生徒は LED ランタンを学校に返却、昼間の授業時間に LED ランタンは充電され、下校時再度生徒に貸し出される

LED ランタン貸し出しのレンタル料は生徒の保護者から徴収する。

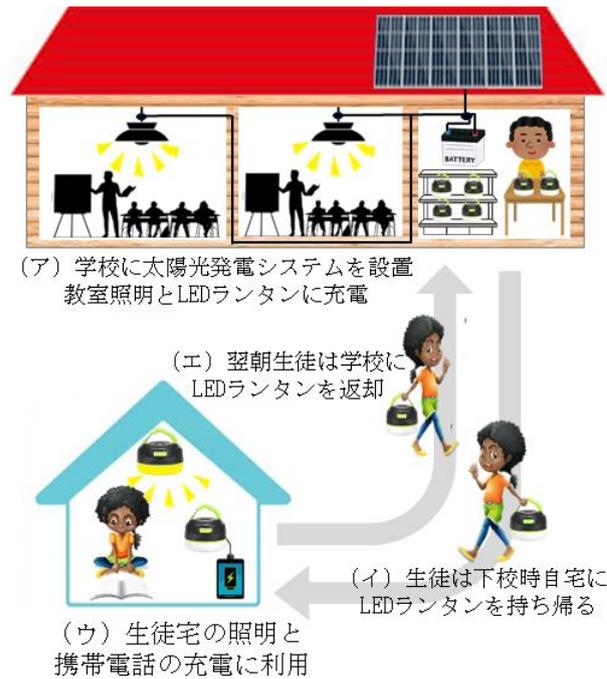


図 2-1 学校ソーラー充電システム概要

学校ソーラー充電システムのターゲット市場は、途上国の無電化地域の小中学校である。川ロスチール工業は、ベナンの小学校で 2021 年 5 月より学校ソーラー充電システムの運用を開始し、又、コンゴ（草の根無償）、ウガンダ（UNDP 資金）、ブルキナファソ（UNDP 資金）でもソーラー充電システムを含む契約を締結し 2022 年に稼働の予定である。

2-3 提案製品・技術の現地適合性

(1) 現地適合性確認方法

(1-1) 調査対象モデル校

調査対象のモデル校は、カディオゴ県ワガドゥグ市 第 9 区の Yagmkoudogo 中学校。2 年前に新設されたばかりで、5 年生（中学二年生）1 クラス 102 名（女子 55 人、男子 47 人）、6 年生（中学一年生）1 クラスの合計 132 名で、4 年生（中学三年生）はいない。校舎は、日本政府の一般無償「中学校校舎建設計画」で建設された。LED ランタンを貸出し利用状況を調査したのは 5 年生（中学二年生）の生徒 102 名である。



モデル校校舎



中学二年生クラス

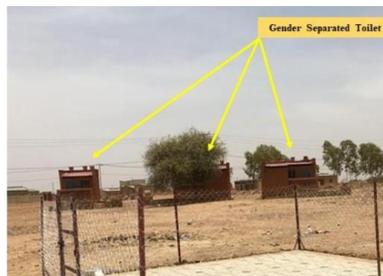


モデル校の教職員

モデル校は学校の近くに電線は来ているが、学校への引込み線はなく電化はされおらず、太陽光発電システムも設置されていない。但し、男女別のトイレと水飲み場（手洗い場兼用）はある。



モデル校から70mにある電柱



モデル校の男女別トイレ



モデル校の水飲み場（兼手洗い場）

UNESCO 統計（SDG インディケーター4. a. 1）²⁶の教育環境施設指標「子供にやさしい学校」の普及率データによると、ブルキナファソは、飲み水/男女別トイレ/手洗い場の普及率は高いが電化率が低い。本モデル校は、その統計データと同ケースでありブルキナファソの一般的な教育環境施設と言えよう。

表 2-3 学校の教育環境施設普及度比較（出典：UNESCO Institute for Statistics, 2019 年）

	電気			飲み水			男女別トイレ			手洗い場		
	小学校	中学校	高校	小学校	中学校	高校	小学校	中学校	高校	小学校	中学校	高校
ブルキナファソ	21%	34%	25%	59%	47%	34%	60%	63%	46%	29%	66%	48%
サブサハラ平均	31%	46%	57%	44%	-	54%	-	-	-	36%	-	42%
世界平均	73%	83%	90%	78%	87%	87%	78%	88%	89%	66%	73%	76%

(1-2) モデル校での LED ランタン利用調査

① 調査用機器

提案の「学校ソーラー充電システム」は、屋根にソーラーパネルを設置する太陽光発電システムである。但し、本案件化調査では恒久的機器の設置はできないので、調査用に小型で可搬型の「ポータブルソーラーチャージングセット（図 2-2）」を 110 セット用意し、モデル校 Yagmkoudogo 中学

²⁶ <http://data.uis.unesco.org/>における SDGs4. a. 1 のデータ

二年生 100 名に貸し出し、家庭での LED ランタンの利用状況を調査した（図 2-3）。両者の規模は異なるが、管理者が LED ランタンを授業中に充電し、生徒に下校時に貸出し登校時に回収するという一連の運用プロセスは同じである。

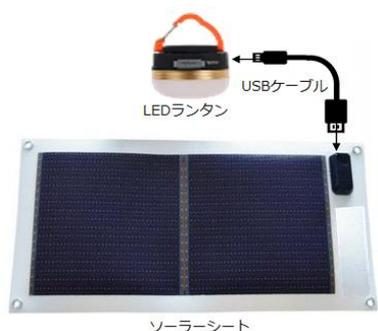


図 2-2 ポータブルソーラー充電セット構成

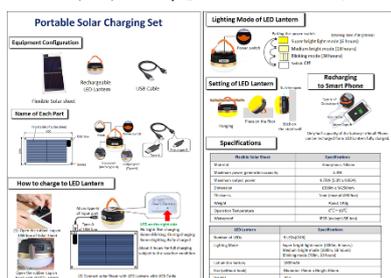


図 2-3 LED ランタン貸出・回収プロセス

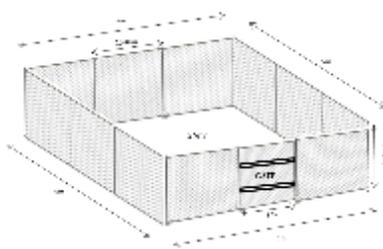
② 調査用機器設置の事前準備

ポータブルソーラー充電セットの設置にあたっては、以下手順にて、学校関係者に説明し事前同意取得の後、生徒へ貸出し調査を開始した。

- (ア) 学校関係者（学校、保護者会、教育省、学校運営委員会）へプロセスを説明
- (イ) ポータブルソーラー充電セットのマニュアルを作成
- (ウ) ポータブルソーラー充電セットを運動場で充電中、生徒が立ち入らないようにする充電スペースの設計図を作成
- (エ) 学校側で運動場に充電スペースを構築
- (オ) 運用関係者に製品の OJT 及びプロセスのリハーサルを実施
- (カ) 学校関係者（校長、教員、保護者会代表）への運用開始事前説明会
- (キ) 生徒にポータブルソーラー充電セットの使用方法を説明しガイダンス実施
- (ク) 生徒へのベースライン調査の実施



(イ) ポータブルソーラー充電セットのマニュアル作成



(ウ) 太陽光充電スペース設計図作成



(エ) 運動場内の太陽光充電スペース構築



(カ) 学校関係者への説明会



(キ) 生徒への説明会



(ク) 生徒へのベースライン調査

③ LED ランタンの毎日の貸出し・回収プロセス

ポータブルソーラーチャージングセットの充電・管理業務は、現地企業に再委託し、運用担当者が日々ソーラーシートでの充電/保管と LED ランタンの生徒への貸出し/回収業務を行った。又、業務従事者が遠隔及び現地調査を通じて、現地傭人（現地調査員）と共に、定期的に機材の保全管理に加えて、日々の運用担当者の LED ランタン業務の確認を行った。LED ランタンの毎日の充電・貸出し・回収プロセスは以下の通り。



モデル校内の運営担当者

- (ア) 運用担当者が毎朝ソーラーシートを充電スペースに並べる
- (イ) 運用担当者が毎朝登校した生徒から LED ランタンを回収
- (ウ) 運用担当者が生徒毎に返却状況を管理表に記載
- (エ) 生徒は LED ランタン返却時、自宅での利用状況をアンケート用紙に記載
- (オ) 運用担当者が運動場の充電スペースでソーラーシートに LED ランタンを接続
- (カ) ソーラーシートから LED ランタンへの充電
- (キ) 運営担当者が生徒下校時、充電済み LED ランタンを貸出し
- (ク) 運用担当者がソーラーシートを充電スペースから撤収しロッカーに保管し施錠
- (ケ) 運用担当者がロッカーのある管理室を施錠



(ア) ソーラーシートを並べる



(イ) 登校した生徒から LED ランタンを回収



(ウ) 生徒毎に返却状況を管理表に記載



(エ) 生徒は LED ランタン利用状況を記載



(オ) ソーラーシートに LED ランタンを接続



(カ) ソーラーシートから LED ランタンへの充電開始



(キ) 生徒下校時に充電済み LED ランタンを貸出し



(ク) ソーラーシートを撤収しロッカーに保管し施錠



(ケ) ロッカーのある管理室を施錠

モデル校での LED ランタン試用スケジュール：

3 学期開始：2021 年 4 月 12 日（木）

モデル校での LED ランタン試用期間：4 月 26 日（月）～6 月 4 日（金）（40 日間）

上記のうち期末テスト期間：5 月 15 日～25 日

④ LED ランタン使用後の生徒アンケート

LED ランタン利用期間終了後、生徒アンケート調査（エンドライン調査）、保護者会意見ヒアリングを実施した。

(ア) LED ランタン貸出終了時、生徒へのエンドライン調査の実施

(イ) 保護者会にて LED ランタンレンタルについての意見ヒアリング



(ア)LED ランタンのレンタル後
生徒へのエンドライン調査を実施



(イ)保護者会にて LED ランタン
レンタルの意見ヒアリング

(1-3) 近隣校調査

モデル校 Yagmkoudogo 中学校に近いワガドゥグ市内の 3 校を訪問し、校舎（屋根/教室等）、学校の電気事情、電化製品ニーズ等を調査した。



LYCEE Municipal de Yagmo 学校



CEG de Yagmo 学校



CEG Bassinko 学校

(1-4) 生徒自宅調査

モデル校 Yagmkoudogo 中学に通う生徒宅 6 世帯を訪問し、電気事情、電化製品ニーズ、LED ランタン利用状況、自宅学習時間などの調査を行った。



生徒自宅調査



生徒自宅調査

(1-5) 草の根無償援助対象校調査

本調査では治安上、調査対象地域はワガドゥグ市内に限定されていた為、川ロスチール工業が 2020 年 6 月草の根無償資金協力で太陽光発電システムを納入したコロゴナーバ小学校（中央地方カディオゴ県タンゲダスリ市）の現在のシステム稼働状況、稼働後の課題等を、現地備人を通じて調査した。



太陽光発電による教室室内照明
(コロゴナーバ小学校)

(1-6) 充電ショップ調査

ワガドゥグ市内の充電ショップ 3 店を訪問し、充電料金、顧客の利用内容、店内販売製品（太陽光パネル、バッテリー等）の価格品質の調査を行った。



Yagma village 店



Augustin Telecom 店



QUINCAILLERE KABORE 店

(1-7) 電気店調査

ワガドゥグ市内の電気店でソーラーランタン（ソーラーパネル一体型ランタン）やラジオ等の価格帯と充電性能を調査した。



店内で販売の
ソーラーランタン



ソーラーランタン
2,000CFA(約 500 円)



ソーラーパネル付き
ラジオ
2,000CFA(約 500 円)

(2) 現地適合性確認結果

(2-1) モデル校・現地適合性確認結果

モデル校近郊の 3 校の電気事情を調査した。調査対象の 3 校は、電力会社による配電の有り/なし、太陽光発電設備有り/なしの異なる 3 校を選択し調査対象とした。同 3 校の電化状況は表 2-4 の通りである。

表 2-4 調査した近接校の電化状況

	電化/非電化地区	電力公社配電	太陽光発電設備
モデル校	電化地区	なし	なし
Lycée Municipal de Yagmo 校	電化地区	なし	有り
CEG de Yagmo 校	無電化地区	なし	なし
CEG de Bassinko 校	電化地区	有り	有り

① Lycée Municipal de Yagmo 校

太陽光発電システムが教室棟と管理棟に設置されているが、教室棟はバッテリーの劣化で発電しておらず教室内の照明とファンは稼働していない。管理棟のシステムは発電しておりコピー機とプリンターが稼働している。



教室のファン
(非稼働)



教室棟のバッテリー
(故障)



管理棟のコピー機
(稼働)



管理棟のプリンター
(稼働)

② CEG de Yagmo 校

学校建設時、教室のファンと廊下の照明灯が備え付けられた。しかし電力会社からの配電や太陽光発電システム設置計画はなく、飾りものに過ぎない。教師は、携帯電話を学校近くの充電ショップで充電すると携帯内の情報が盗まれる恐れがあるので、携帯は2台所有し、家近くの充電ショップで充電するしかなく困っているとのこと。



教室のファン (非稼働)



廊下の照明 (非稼働)

③ CEG de Bassinko 校

電力会社からの配電待ちの間に太陽光発電システムを設置したが、その後、電力会社からの配電も開始された。照明とファンは稼働している。電気はあるが、プリンター、コピー機、PC 等の機材がなく、教育環境には必要とのこと。



教室のファン (稼働)



太陽光発電システムのコントローラ

④ 学校での太陽光発電システムの課題

・バッテリー

バッテリーは充放電を繰り返すと容量が減り劣化するので定期的に取り換える必要がある。しかし、費用や調達の問題があり取り替えないので、バッテリーの劣化が原因で太陽光発電システムが稼働していないケースが多い。本問題解決の為には、学校がバッテリーを定期的に変更でき

る予算措置を施すか、あるいは、少し高価になるが初めから 10 年以上稼働する長寿命バッテリーを導入する必要がある。

・携帯電話充電と IT 機器

ブルキナファソの学校教育現場での課題の一つは、ルーラル地域に教師が赴任したがるらないことである。必需品である携帯電話を教師が学校で充電できるような充電施設が不可欠である。又、PC、プリンター、コピー機など IT 機器も教育現場では必要である。学校では教職員の携帯電話充電、IT 機器利用に備え、太陽光発電システムには十分な数の充電ポートを備える必要がある。

・システム系統と規模

太陽光発電システムは、費用と管理面から 1 系統であることが望ましい。しかし 1 系統だと、修理が困難なルーラル地域では故障時システムが全滅する。費用は少し嵩むが、システムを複数系統に分け、故障時にシステムが全滅しないような冗長化（多重化）システムの設計が必要である。

(2-2) 生徒宅・現地適合性確認結果

調査対象生徒（回答数 100 人）へのアンケート結果では、表 2-5 の通り、太陽光発電システムを設置している家は 100 世帯中 74 世帯もあったが、正常に稼働しているのは 45 世帯のみで、29 世帯は故障しているとの回答であった。故障の原因はバッテリーの劣化とケーブル接続不良など。バッテリーは安価な中国製で 1 年しか充電しなかったとのこと。家庭で太陽光発電システムを常時稼働させる為にはバッテリーの定期交換が不可欠であるが、バッテリーが主原因で太陽光発電システムが稼働していない家庭が 4 割にも達している。

表 2-5 生徒宅の太陽光発電システム設置状況

太陽光発電システム	設置している			設置なし
回答者数	74 名	稼働中	故障	26 名
		45 名	29 名	

モデル校 6 人の生徒宅を訪問し調査を行ったが、首都ワガドゥグ市内の学校であり、太陽光発電システムを設置している生徒宅が 100 人中 74 名もいたので、校長より、太陽光発電システム設置の生徒宅 3 軒と無い 3 軒の両方を紹介してもらい家庭訪問した。又、LED ランタンの利用状況調査なので夜間に訪問したかったが、治安の観点から業務従事者（邦人）による家庭訪問は昼間に制限されており昼間に訪問し調査を行った。



調査訪問した生徒宅



太陽光発電による室内照明灯



太陽光発電による庭先の照明灯



故障したバッテリー

生徒が家庭で夜間学習する場合、夜でも暑いので、庭の黒板で勉強している生徒が多かった。又、モデル校生徒宅の世帯数は、今回の調査結果、1世帯の平均人員は9名の大家族である。本事業では1名の生徒が複数のLEDランタンをレンタルするケースも多いであろうと推測される。



庭の黒板で勉強する生徒



庭の木にLEDランタンを吊るし勉強する生徒



庭の鉄扉にLEDランタンを取付けて勉強する生徒

尚、今回の調査は首都ワガドゥグ市内であった為、太陽光発電システムを所有している世帯が多かったが、本事業の中心となるルーラル地域では、太陽光発電システムの自宅設置が少なく、照明は乾電池式電灯又は充電式LEDランタンに頼ることになり、携帯電話の再充電もできる充電式LEDランタンの需要はより大きいと考えられる。

(2-3) ルーラル地域学校・現地適合性確認結果

本調査では調査対象地域はワガドゥグ市内に限定されていた為、川ロスチール工業（契約は子会社の Kens. co 株式会社）が草の根無償資金協力で太陽光発電システムを設置したコロゴナーバ小学校（小中一貫、中央地方カディオゴ県タンゲダスリ市）の現状を現地傭人を通じて調査した。

在ブルキナファソ日本国大使館ホームページよりの抜粋

草の根人間の安全保障無償資金「中央地方カディオゴ県タンゲダスリ市太陽光発電整備計画」

カディオゴ県タンゲン・ダスリ市において、小学校と博物館にソーラーシートを設置し、市内公共施設5か所（コロゴナーバ小学校、市役所、中央病院、バズレ博物館、市場）及び幹線道路にも、同シートを使用した街灯26本を整備することで住民の社会経済活動の促進を図るものです。また、LEDランタンキットを病院に供与し、停電時の医療活動環境を改善します。なお、本計画は同シートの供与及び設置を草の根無償で行い、使用・維持管理に係る現地業者・住民への研修に要する費用を、Kens. co 社が負担する官民連携案件です。

同校に太陽光発電システムを設置し3つの教室に照明を付け、運動場にソーラー街灯を設置した。現状調査結果、校長からのコメントは以下

- ・同校の窓は金属製のブラインドで、雨や強風時締め切ると教室は真っ暗となるので、照明を点灯し活用している。晴れの日にはバッテリー節約の為、使用していない。
- ・学校終了後の夜間の18時～21時も3教室のうち1教室に照明を灯し、勉強しに来る中学生に開放している。試験の期間には15～20人が利用している。
- ・本システムに充電ポートは付いていないが、コントローラに管理用のUSBポートが2つ付いており、中学生が携帯電話の充電に使用し、いつも満杯で使用待ちとなっている。
- ・道路沿いのソーラー外灯下、店が夜間営業するようになった。



太陽光発電による小学校教室の照明



小学校運動場のソーラー街灯



道路沿いのソーラー街灯下の店舗の夜間営業

上述の通り、現地傭人を通じての調査で、以下が確認された。

- ・教室照明の有効性（雨天時、強風時）
- ・携帯電話充電用の十分な数な充電ポートの必要性
- ・ソーラー街灯の治安維持効果と夜間商業活動での利用

学校ソーラー充電システムで、生徒に貸与する小型 LED ランタンに加え、大型の LED ランタンも充電し、店に有料で提供すれば本事業の収益性改善と地域経済の発展に寄与することが期待される（図 2-4）。



図 2-4 大型 LED ランタンの店舗利用（イメージ）

(2-4) 提案製品・現地適合性確認結果

提案製品の現地適合性を、以下調査にて検証し確認を行った。

- ・モデル校
- ・モデル校生徒 102 名による LED ランタン利用状況調査
- ・モデル校生徒宅 6 軒への家庭訪問調査
- ・隣接校 3 校での電気事情調査
- ・ルーラル地域の太陽光発電システム設置校調査
- ・充電ショップ訪問調査
- ・電気店訪問調査
- ・市内太陽光発電システム設備視察調査

① ソーラーパネル

充電ショップ 3 店を訪問し、販売しているソーラーパネルを調査した。全製品中国製だったが一流メーカー品はなかった。店主によると、カタログ値では 15%以上の電気変換効率だが、10%程度しかない製品も多く、品質検査で落ちた製品が出回っているのかもしれないと言っていた。但し、ブルキナファソでは FIT（電気買取制度）はないので変換効率は余りにされることはない。



充電ショップで販売の中国製ソーラーパネル

又、モデル校、近郊 3 校、ルーラル地域小学校を訪問し、ソーラーパネルを設置している校舎の

屋根を調査した。全て薄い折板金属の屋根であった。ワガドゥグ市内で見た家屋のソーラーパネル表面には損傷が多く見られたが、屋根材などの飛来物がソーラーパネルのガラス基板に当たりパネルが損傷したものと思われる。学校の薄い屋根には、現在ブルキナファソで普及している重いガラス基板のソーラーパネルより、提案しているソーラーパネルは、重量が半分以下の軽量でガラス基板不使用の為パネルが損傷しないので、電気変換効率は少し劣っても、現地には適合していることが確認できた。

② バッテリー

バッテリーは使用により経年劣化で蓄電容量が低下し、1年～数年毎に交換が必要である。しかし、途上国では、費用が嵩むためバッテリーを交換しない場合が多い。本調査でのモデル校中学二年生100人のうち、自宅にソーラーパネルが取り付けられている生徒が74名いたが、そのうち29名の家庭では自宅の太陽光発電システムが故障しているとの回答。故障と答えた生徒の自宅を訪問しシステムを点検したところ、鉛バッテリーの劣化が主な故障の原因であった。又、訪問した充電ショップでは、業務上最大の問題点は、鉛バッテリーが、高品質製品で1年、汎用製品だと半年しか稼働せず、しかも良質のバッテリーの入手が難しく、バッテリーに十分な充電ができないことが、充電ショップ運営上の最大の課題とのコメントであった。モデル校の近隣校でも校内のバッテリーの劣化で太陽光発電システムが稼働していなかった。ワガドゥグ市内のソーラー外灯の多くが夜間点灯しておらずバッテリーの問題だと思われる。



生徒宅の稼働していない
バッテリー



充電ショップの充電能力
が低下したバッテリー



近接校の稼働していない
バッテリー



夜間点灯しないソーラー外灯

鉛バッテリーを車載用として使用する場合は、バッテリーは使用されながら充電もしているため、放電深度は浅くなり、長期間使用できる。一方、バッテリーを太陽光発電で使用する場合は、昼に充電した電力を夜間照明で完全に使い切ってしまうため放電深度が100%になることも多い。バッテリーの寿命は、放電深度30%なら使用可能サイクル数は1500回だが、放電深度100%だと300回で、寿命は1/5となり1年間も使えない(図2-5)。従い、太陽光発電での鉛バッテリーは1年で交換する必要があるが、費用面と入手の困難さから交換せずシステムが稼働しなくなるケースが多い。途上国の太陽光発電システムでバッテリーの定期的交換を前提に設計することは余り現実的ではないと言える。

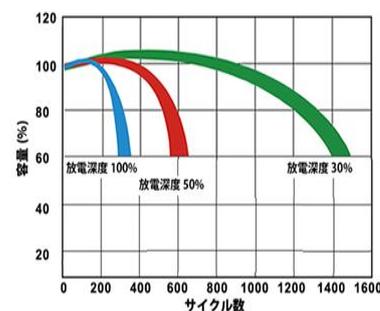


図2-5 鉛バッテリーの放電深度とサイクル数の関係 (出典:電菱HP)

例えば、アフリカの保健所にワクチン保存用冷蔵庫を過去 30 年以上供与している UNICEF と WHO は、無電化地域には、バッテリー付きの太陽光発電システムでなく（図 2-6）、バッテリー不要の SDD 型（Solar Direct Drive、図 2-7）を推奨している。UNICEF が供与した太陽光発電式冷蔵庫のうち半数は既に 2012 年には SDD 型でバッテリー不要のシステムであった²⁷（図 2-8）。但し、UNICEF/WHO がアフリカの保健センターに導入したバッテリーを使わない SDD 型太陽光発電システムは、経済性に富み故障が少ない優れたシステムであるが、発電していない夜間利用ができない、及び、発電が一定せず充電には適していない。



図 2-6 従来型（バッテリー使用）

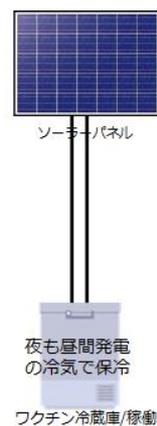


図 2-7 SDD 型（バッテリー不使用）

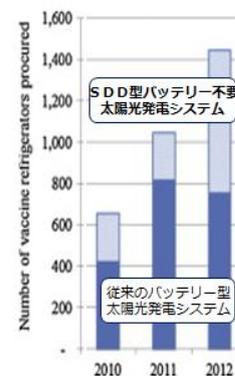


図 2-8 UNICEF 供与の太陽光発電システム内訳

一方、太陽光発電が発電しない雨の日や夜間の照明と充電が必要な学校の場合は、バッテリーは不可欠であり、バッテリーの定期的交換、あるいは、長寿命バッテリーの採用、どちらかの選択となる。

本事業はで長寿命の「マンガン酸リチウムバッテリー」を提案している。EV 用充電器を太陽光発電用に再設計したものであり、5000 回の充放電後でも 70%の充電容量を維持し 10 年間以上の使用が可能である。又、リチウムバッテリーの欠点である自己発火・発熱もなく、熱安定性に優れ安全性も高く、現地使用に適している。同バッテリーは川口スチール工業と同じ佐賀県の企業と共同開発した製品であり、ベナンの学校ソーラー充電システムで既に稼働している。価格は通常の密閉型鉛バッテリーの 3 倍ではあるが、5 倍以上の寿命があるので、長期間の運用が必要な学校ソーラー充電システムに最適なバッテリーだと考えられる。



ベナンの学校充電システムで使用中のマンガン酸リチウムバッテリー

③ LED ランタン

LED ランタンは、大別して 2 タイプある。一つは、ワガドゥグ市内の電気店でも多く販売されている「ソーラーランタン（ソーラーパネル一体型ランタン）」（図 2-9）、安価で 500 円程度で販売されている。屋外で充電し照明として利用する。但し、同製品を販売している電器店主によれば、ソーラーランタンに付いているソーラーパネルは小さ過ぎて十分に充電できず、結局は、充電ショップあるいは家庭に設置の太陽光発電システムで充電を行うこととなり、安いだけで利便性の高い製品ではないとのコメントであった。



図 2-9 ソーラーランタン充電方法



ソーラーランタン 2,000CFA(約 400 円)

²⁷ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264410X13010670>

一方、提案の「充電式 LED ランタン」は、太陽光発電システム又は商用電源により効率的に充電され（図 2-10）、照明に加え携帯電話などへの再充電にも利用できるので利便性が高い（図 2-11）。



図 2-10 充電式 LED ランタン 充電方法



図 2-11 充電式 LED ランタン 利用方法

本調査に於いては、以下技術仕様（表 2-6）の充電式 LED ランタンを使用した。

表 2-6 充電式 LED ランタン仕様

照明（強モード）	照明（弱モード）	点滅モード	バッテリー 充電容量
300 ルーメン 点灯時間:6 時間	100 ルーメン 点灯時間:18 時間	70 ルーメン 点灯時間 30 時間	1800mAh



ソーラーパネルから LED ランタンへの充電は仕様値では 4 時間であるが、日射量の多いブルキナファソでは 3 時間で充電できた。

本調査で、上記 LED ランタンを学校で充電し、下校時 100 名の生徒に貸出し、自宅での利用状況を調査したアンケート回答結果は以下である。

(ア) 照明モード

本調査で生徒にレンタルした LED ランタンの照明は 3 モード（強、弱、点滅）とあり、どの照明モードを利用したかの調査結果は、表 2-7 の通り、強モードが 79%と最も多かった。

表 2-7 LED ランタンの家庭での照明モード利用調査結果

照明モード	強 (300 ルーメン)	弱 (100 ルーメン)	点滅 (70 ルーメン)
回答者数	79 名	20 名	1 名

日本では LED ランタンを常夜灯として利用するケースが多く、照明は弱モードでの使用が多いが、ブルキナファソの生徒は夜間庭の黒板を利用して勉強するので、照明は強モードの利用が圧倒的に多い。ブルキナファソでは、屋外での使用が多いので、LED ランタンの照明は最低でも 300 ルーメンは必要である。

(イ) 可搬性

生徒は毎夕 LED ランタンを自宅に持ち帰り、翌朝学校で返却する。生徒へのアンケートで、LED ランタンの持ち運びの手間を問い合わせた結果は、表 2-8 の通り、容易が 92 名であった。LED ランタンは小型軽量であり、中学生なら学校と家庭の運搬は特に問題はないと考えられる。

表 2-8 LED ランタンの家庭への持ち帰りについて

照明モード	容易	面倒
回答者数	92名	7名

(ウ) 利用方法

LED ランタンは、照明のみならず携帯電話へも再充電できる。生徒へ利用方法を調査した結果は、表 2-9 の通り、96 名が照明と携帯電話再充電の両方で利用したとの回答であった。

表 2-9 LED ランタンの家庭での利用方法

利用方法	照明+携帯電話再充電	携帯電話再充電のみ	照明のみ
回答者数	96名	2名	1名

本調査では、生徒に家庭での照明に係わる調査と事前説明していたので、生徒（子供）が LED ランタンを照明として利用後、親が携帯電話再充電で使用し、照明と携帯電話再充電両方の利用になったと思われる。但し、本事業に於いては、家庭内で先に親が携帯電話再充電に利用する可能性も高い。従い、子供が勉強のために長時間照明を使用した後でも、親が携帯電話に再充電できるだけの十分なバッテリー容量を LED ランタンに搭載しておく必要がある。現行の LED ランタン内蔵バッテリーの充電容量は 1800 mA である。携帯電話再充電と照明の両方に使うことを考慮すると、携帯電話のバッテリー容量は 3000mA 程度あるので、現 LED ランタンバッテリー容量 1800mA では不十分で最低 3000mA は必要だと考える。本事業では、LED ランタン内蔵バッテリーの充電容量を増やす計画である。



LED ランタンの携帯電話再充電機能

(エ) 故障

本調査で生徒にレンタルした LED ランタン 100 台中 3 台の障害があった。うち 2 台はランタンの入力端子の金属製部分の変形によりケーブルがうまく固定できない問題で、主に運用管理者の充電作業のハンドリング方法の指導を強化することで改善が可能である。一方、他の 1 台はランタンの電源ボタンを押してもランタンが操作できない、ライトが消えないという基本動作不良でこの故障の対応としてはランタンそのものを代替品と取り換えとなる。ランタンの故障や紛失は、ランタン自体の信頼性・耐久性に加え、使用者の扱い方によって変わってくる。LED ランタンのレンタル初日の 4 月 26 日に、生徒に対して、以下のガイダンスを行った。

- ・各生徒に貸与する LED ランタンは毎日同じ製品であり、生徒名と製品番号を紐付けて管理する
- ・レンタル期間終了後（第 3 学期終了後）に回収する。

これにより、もし製品に問題が発生すれば自分の責任になるので、自ずと扱いが丁寧慎重になると考えた。実際に LED ランタンのレンタル期間中に生徒の雑な取り扱いによる故障や破損はなく、又、紛失、盗難の事例も発生しなかった。

(2-5) 太陽光発電システム・現地適合性確認結果

学校ソーラー充電システムは、ソーラーパネル、バッテリー、LED ランタンなどから構成されるが、システムを設計する場合、最適なシステム規模と工事の容易性も考慮し設計する必要がある。

① システム規模

学校ソーラー充電システムで、数百台の LED ランタンを充電する機能を 1 系統の「単一システム構成」にすると、費用は抑えられるがシステムの一部に障害が発生した場合、システム全体が稼働しなくなる（図 2-12）。複数系統のシステムが並列の「冗長化(多重化)システム構成」（図 2-13）だとコストがかかるが、どのシステムに障害が発生しても、他のシステムは停止することなくそのまま稼働するメリットがあるので、複数系統の冗長化システムで設計するのが望ましい。

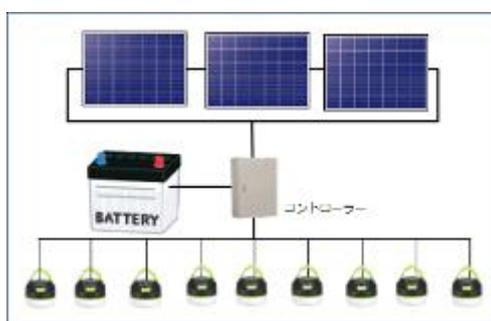


図 2-12 単一システム構成図



図 2-13 冗長化システム構成

冗長化に最適な 1 システムの規模（充電する LED ランタン数）の検討に当たり、ブルキナファソ初等教育統計年鑑（2018-2019 年）²⁸と同中等高等教育統計年鑑（2019-2020 年）²⁹で学校の生徒数を調査したところ、平均値は公立小学校で 225 人/校、公立中学高校で 371 人/校である（表 2-10）。

表 2-10 ブルキナファソ小中高校の学校数/生徒数/1校当たりの平均生徒数

	公立			私立			合計		
	学校数	生徒数	平均生徒数	学校数	生徒数	平均生徒数	学校数	生徒数	平均生徒数
小学校	11,266校	2,538,948人	225人/校	4,079校	694,836人	170人/校	15,345校	3,233,784人	211人/校
中学校(単独)	1,439校	351,691人	244人/校	1,042校	133,097人	128人/校	2,481校	487,788人	197人/校
中高一貫校	549校	390,479人	711人/校	853校	401,773人	471人/校	1,402校	792,270人	565人/校
高校(単独)	47校	12,201人	260人/校	8校	4,253人	532人/校	55校	16,454人	299人/校
中学・高校合計	2,035校	754,389人	371人/校	1,903校	539,123人	283人/校	3,938校	1,293,512人	328人/校

冗長化システム構築は、費用と故障のリスク低減のトレードオフであり、費用効率化の観点からシステム数は数システム以下が望ましいので、1校 300 人とすると 1 システムで充電する LED ランタン数（生徒数）は、100 台/システム程度が適当と考えられる。本事業では、1 システムあ

²⁸ https://www.education.gov.bf/fileadmin/user_upload/storages/annuaire_du_primaire___2018_2019.pdf

²⁹ <https://www.humanitarianresponse.info/fr/operations/burkina-faso/document/burkina-faso-annuaire-statistique-du-post-primaire-et-secondaire>

たりのランタン充電数は 100 台とし、学校ソーラー充電システムを設計し構築する計画である。

② 太陽光発電システム工事

学校ソーラー充電システムの工事では、屋根へのソーラーパネル設置に加え、教室の照明器具まで校舎内にケーブルを敷設する必要がある（図 2-14）。ケーブル配線は、学校毎に工事内容が異なり、校舎内でケーブルを敷設できない場所もあり、予想以上に時間がかかり、ケーブルの接続不良はシステム故障の原因になる。従い、ケーブル工事は、簡単で最短な配線が望ましい。又、ブルキナファソでは夜間、暑さをしのぐ為に屋外で学習することが多い。これら現地事情を勘案すると、校舎内でのケーブル敷設工事は行わず、大型の可搬型 LED ランタンに充電し、教室の天井から吊るす方が、ケーブル配線が不要で屋外でも使用できるのでメリットが多いことが判明した（図 2-15）。本事業での教室用大型 LED ランタンは、天井からぶらさげて生徒の机で照度 180 ルクスを得る為輝度 1000 ルーメン以上ある製品を用いる計画である。又、ケーブル配線がソーラーパネルとバッテリー間だけで済めば工事費と工事期間の削減につながる。

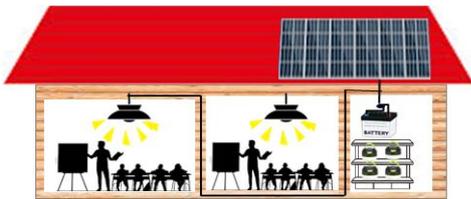


図 2-14 教室へのケーブル配線

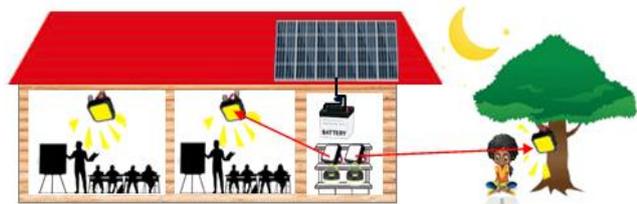


図 2-15 教室用大型 LED ランタンの活用

③ ソーラー充電小屋

本事業では、学校校舎の屋根にソーラーパネルを設置し、校舎内に LED ランタン充電室を設けるが、学校によっては、屋根へのソーラーパネル設置、校舎内のケーブル配線、充電スペースの確保が困難な場合も想定される。又、週末や夏休みなど学校の授業がない期間、校舎が閉鎖され、生徒が校舎内の充電スペースを使用できないことも考えられる。その場合は、校舎とは別棟の「ソーラー充電小屋」を運動場に設置することで対応していく（図 2-16）、その設計図案は図 2-17 である。ソーラー充電小屋は以下のメリットがある。

- ・校舎内のケーブル配線や屋根へのソーラーパネル据付け工事が不要なので工事費が削減できる。
- ・標準のソーラー充電小屋を設置するだけなので、工期が短縮できる。
- ・別棟のソーラー充電小屋なら、学校の休みの期間も含め年中運用が可能となる。

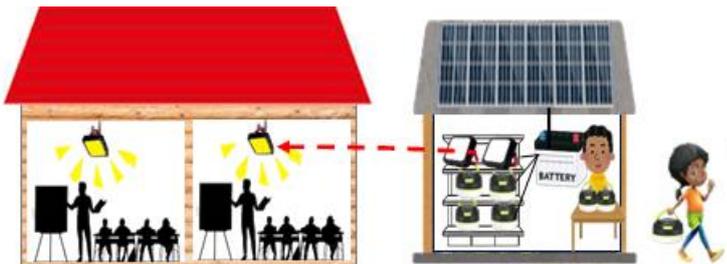


図 2-16 ソーラー充電小屋（運動場に校舎とは別棟で設置）



図 2-17 ソーラー充電小屋設計図案

(2-6) 対象地域・現地適合性確認結果

ブルキナファソは低緯度の少雨気候帯に位置しているため、世界的に太陽光発電に最適な地域の一つである。川口スチール工業のある佐賀県とワガドゥグ市を年間全天日射量を比較すると、ワガドゥグ市（緯度 12.4 度）は 2073kWh/m²、佐賀県（緯度 33.3 度）は 1417kWh/m²で、約 1.5 倍の日射量の差がある。但し、ブルキナファソには日照時間が少なくなる雨期（6 月～9 月）があり、又、北半球では太陽の南中高度が低くなる 12 月（冬）に於いても十分な日射量が確保できるかどうかを検証した。

・雨期

ブルキナファソの雨期は 6 月～9 月であり、ワガドゥグでは 8 月に 20 日間の降雨日があり降雨日数は多い。しかしながら、8 月の月間降雨量は 244 mm³⁰であり（図 2-18）佐賀市の 6 月平均 301 mm よりも少なく、日照時間³¹もさほど減少していない（図 2-19）。又、ブルキナファソで太陽がちょうど真上を通過するのが 8 月 20 日頃であり、雨期の日照時間のマイナスを、真上からの強い太陽光が補っている（図 2-20）。

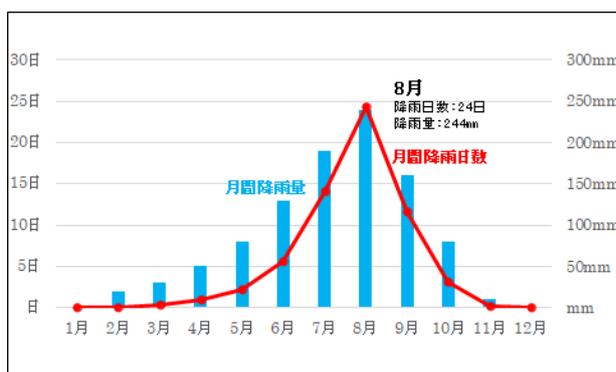


図 2-18 ワガドゥグでの月間降雨量と降雨日数

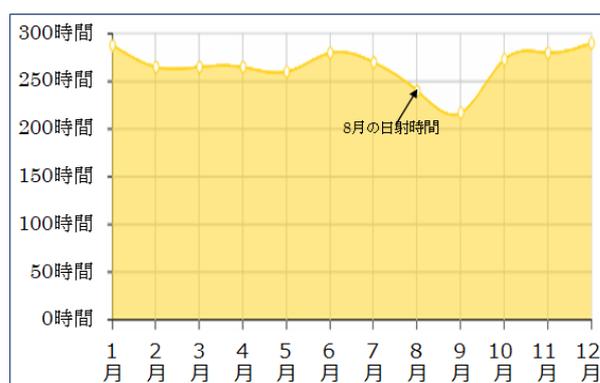


図 2-19 ワガドゥグでの月間日照時間

(出典:weather-and-climate.com)

・冬季

日本では冬至（12 月 22 日）前後の 11 月～1 月は太陽の南中高度が低く（佐賀は 33 度）、日射量が低下するが、ワガドゥグは冬至の日でも太陽の南中高度は 54 度と高く日射量はほとんど減少しない（図 2-20）。

月別の一日あたりの全天日射量の変化³²に於いても、佐賀では最大の 8 月と最少の 12 月では 56% の差があるが、ワガドゥグでは最大の 4 月と最少の 12 月との差は 20% に過ぎず、季節による日射量の変化は少ない（図 2-21）

³⁰ <https://www.worldweatheronline.com/ouagadougou-weather-averages/kadiogo/bf.aspx>

³¹ <https://weather-and-climate.com/average-monthly-hours-Sunshine,ouagadougou-bf,Burkina-Faso>

³² <http://www.solarelectricityhandbook.com/solar-irradiance.html> にて試算

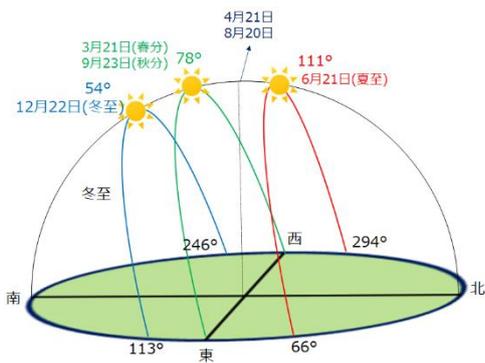


図 2-20 ワガドゥグでの年間太陽南中高度

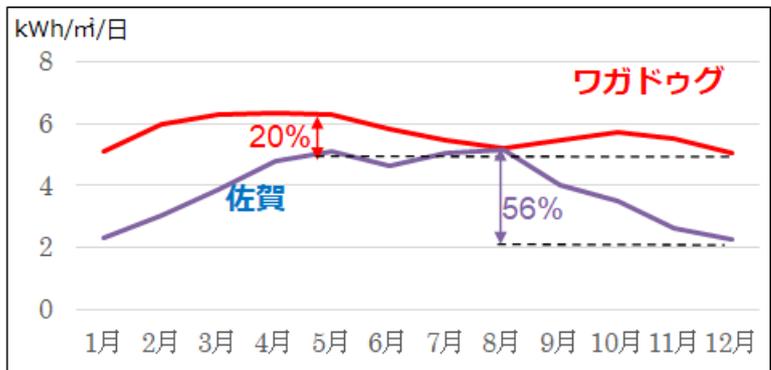


図 2-21 ワガドゥグと佐賀の月平均一日当たりの全天日射量比較

ソーラーパネルを屋根に設置する場合、佐賀市の年間最適角度は 33 度であり、水平に取り付けた場合との日射量の差は 8%あるので、33 度の角度をつけて設置するのが望ましい。一方、ワガドゥグ市では、ソーラーパネルの角度を 12 度に設置すれば、年間最大の日射量を受光できる。しかし、ソーラーパネルを水平 (0 度) の場合と比較しても年間日射量は 4%しか変わらないので、ワガドゥグ市では特に角度を付けて設置しなくとも良くで、ソーラーパネルの設置は容易であり、工事費もその分軽減できるメリットがある (図 2-22、 図 2-23)。

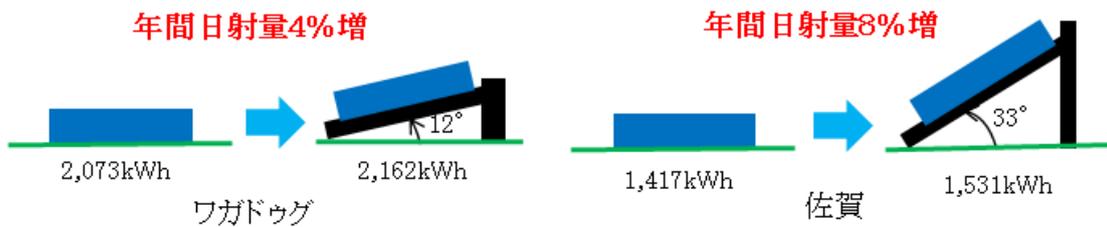


図 2-22 年間で最適な太陽光パネル設置角度 (ワガドゥグ市)

図 2-23 年間で最適な太陽光パネル設置角度 (佐賀市)

上述の通り、ブルキナファソは、雨期や冬季に於いても、日射量が余り減少せず、年間ほぼ同じ日射量となっており、年中太陽光発電に適した地域である。

尚、ブルキナファソの隣国ベナンの小学校で「学校ソーラー充電システム」を実行し LED ランタンが 3 時間の太陽光発電で充電できること実証できており、午前と午後の 1 日 2 回 LED ランタンを充電している。LED ランタンを 1 日 2 回充電し貸与できれば、売上が倍になり投資回収期間が半分になるので、ビジネスプラン上、収益性向上に大きく寄与する。

(2-7) 制度・現地適合性確認結果

学校に設置する太陽光発電システムは独立型であり、電力会社 SONABEL などの送電線や配電線網と系統連系しない。又、1 システムの年間電力生産量は 2000kWh 程度であり、国の監査対象となる 10 万 kWh 以下であり、制度上、太陽光発電システムの設置運用の許認可は不要である。

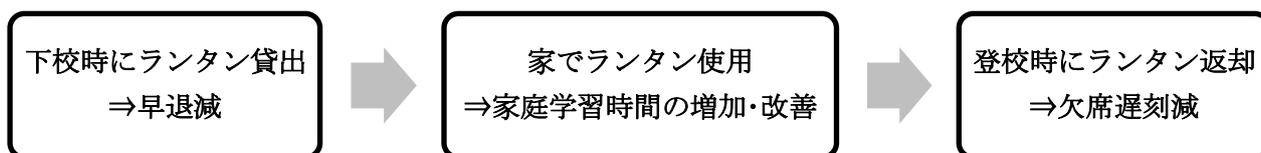
2-4 開発課題解決貢献可能性

本調査は学校ソーラー充電システム導入により教育・学習環境を改善し、ブルキナファソの開発課題である「教育の質の改善」を目指す。上述のとおり MENAPLN が実施した「教育と識字能力支援のための灯りプロジェクト 2011 年～2018 年 (Le projet d'appui à l'éducation et à l'alphabétisation par l'éclairage)」では、非電化地域の小学校の生徒にソーラーランタンを供与した結果、学習環境の改善、出席率の向上、卒業試験合格率の向上等が確認されている。

本調査では、学校で太陽光発電し、LED ランタンへの充電を行い生徒にランタンを貸与する事がどのように家庭での学習環境改善へ貢献し得るのか、提案製品「学校ソーラー充電システム」(教室の電化も含む) がどのように教育開発の課題解決へ貢献し得るのか検討した。

(1) LED ランタン貸出による生徒の登校日数と家庭学習時間の向上可能性とメカニズム

学校ソーラー充電システムは、下図のように、学校で太陽光発電しランタンへの充電を行い、日々生徒の登下校時にランタンを貸与する事を通じて、生徒の欠席(遅刻早退を含む)の減少、及び、家庭学習時間の増加と改善に寄与することを想定している。



① アンケート調査対象生徒

本調査モデル校で LED ランタンを貸出し調査した中学二年生の生徒 102 名(女子 55 人、男子 47 人、うち回答者 100 名)の基礎データは以下である。年齢は同学年ながら 12 歳～18 歳とばらつきがあり(図 2-24)、1 世帯の人員数は平均 9 人と大家族が多い(図 2-25)。

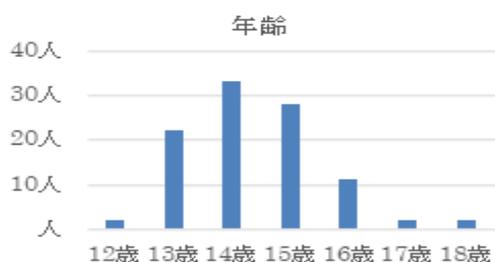


図 2-24 調査対象中学二年生の年齢分布

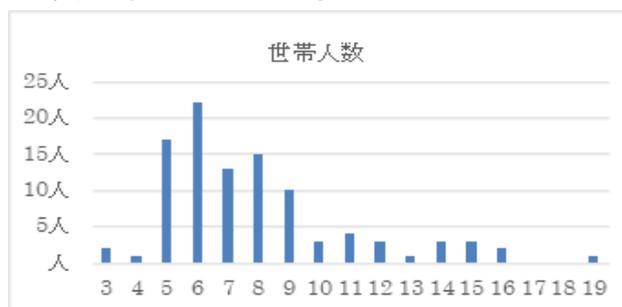


図 2-25 調査対象生徒の世帯人員数

又、兄弟姉妹の人数（回答数 93 名）は 5 人が一番多く平均 5.5 人、年下の妹弟の人数は 2 人が多く平均 2.5 人であった（図 2-26）。

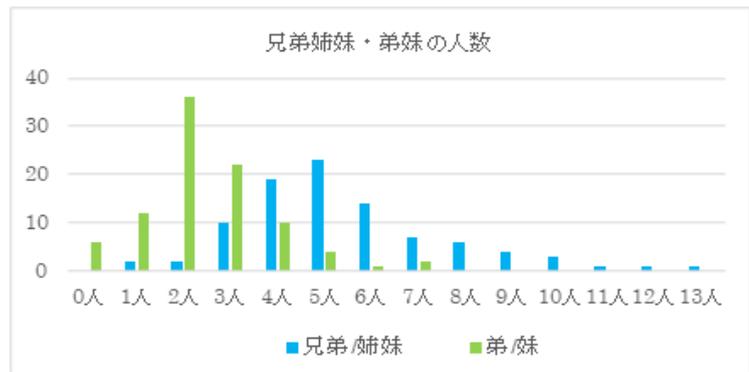


図 2-26 調査対象生徒の兄弟姉妹人数

学校までの通学手段は、徒歩 57 名・自転車 43 名で、通学時間が 30 分以上の生徒も 30 人いる（図 2-27、図 2-28、図 2-29）。

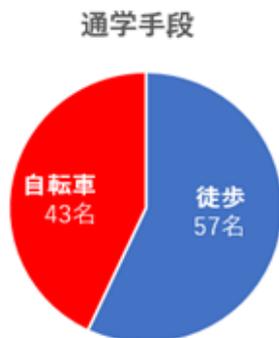


図 2-27 通学手段

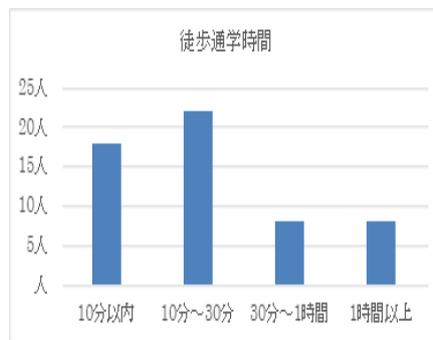


図 2-28 徒歩通学生徒の通学時間

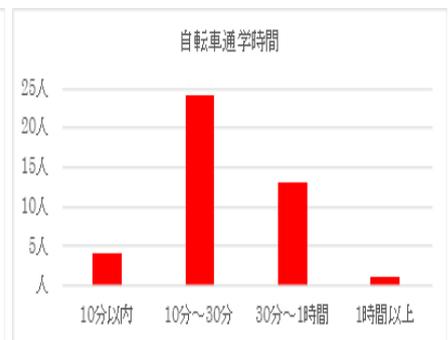


図 2-29 自転車通学生徒の通学時間

生徒の起床時刻は 6 時～6 時半が多く（図 2-30）、就寝時刻は 21 時台と 22 時台が多い（図 2-31）。

尚、日本の中学生の平均は起床時間が 6 時 39 分、就寝時刻が 22 時 48 分で、さほど差はない。

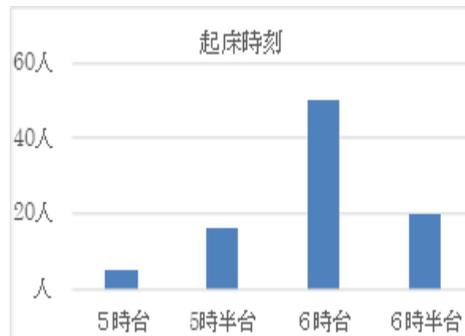


図 2-30 生徒の起床時間

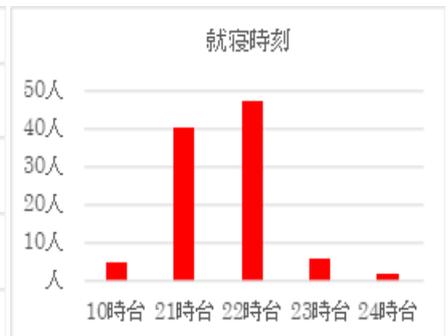


図 2-31 生徒の就寝時間

② 生徒の登校日数

調査対象生徒の出席に関し、LED ランタン使用開始前と後の状況は、以下の通りである。

- ・使用開始前の平均の出席率（毎日の完全出席率＝遅刻せず出席した生徒数÷全生徒数）は、98.9%と高い。4月12日から23日の間、1日あたり多くても遅刻または欠席者は2人である。
- ・使用開始後の平均の出席率も高いままである。

LED ランタン使用開始前から生徒の出席率が高い理由としては、校長や家庭へのヒアリングや観察によると、以下のような点が挙げられる。

- ・中学校では出席率が成績に影響するため、生徒の出席への動機付けとなっている。

- ・中学校に進学している生徒は、勉強や出席への意識が比較的高い。
- ・モデル校は都市部にあり、村落部よりも家庭の仕事や家事における子どもの労働力への依存度が少ない（農作業や水汲みといった季節や時間帯に左右される労働需要が少ない）。

③家庭学習時間

家庭学習時間は、ベースライン時（LED ランタン使用前）は 2 時間以上 3 時間未満の回答が最も多く 77 人、1 時間以内は 0 人であった（図 2-32）。

エンドライン時（LED ランタン使用時）の期末試験中 5 月 4 日の一日あたり家庭学習時間は、2 時間以上 3 時間未満の回答が 63 人と最も多いものの、3 時間以上が 32 人とベースライン時の 15 人から倍に増加した（図 2-33）。

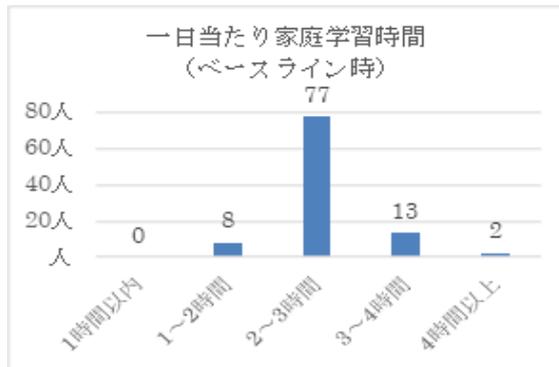


図 2-32 生徒一日当たりの学習時間 (ベースライン時)

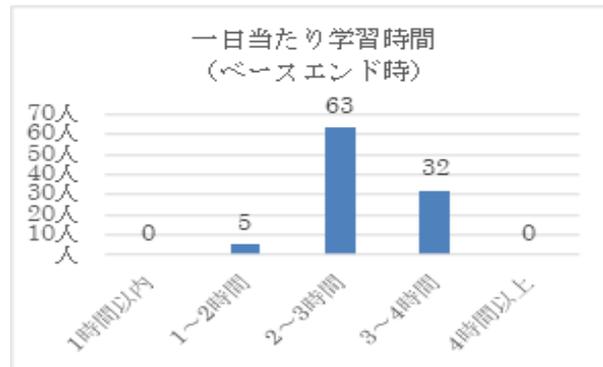


図 2-33 生徒一日当たりの学習時間 (ベースエンド時)

尚、授業は月曜から金曜のうち、4 日間は午前中（7 時から 12 時）のみ、1 日は午後 3 時から 5 時も授業が行われていた。年間の日没時間は 17 時 40 分～18 時 38 分であり、低緯度なのでさほど差はない。家庭訪問での生徒からの聞き取りによると、学校から帰宅後は家族の仕事や家事の手伝いをし、夜に勉強をするという回答が多かった。又、期末試験期間でも、通常の授業期間と登下校の時間には変更はないとのことであった。

④ 夜間学習時の明かり

生徒の夜間学習時使用している明かりの種類について問い合わせた結果は、表 2-11 通りである。太陽光発電システムを設置していない家庭の生徒は日没前に勉強する割合が高い。

表 2-11 夜間学習時に使用している明かりの種類

	家や近所の電灯	電池式ランタン	ソーラーランタン	灯油式ランタン	携帯電話の明かり	日没前に勉強
太陽光発電システム有り (回答者数 74 名)	6 6 名	4 名	5 名	0 名	1 名	4 名
太陽光発電システムなし (回答者数 19 名)	2 名	6 名	5 名	0 名	0 名	1 1 名

(複数回答の為合計は合わない)

自宅に太陽光発電システムがない家庭に、充電式 LED ランタンが導入されれば、日没後の勉強も可能となり学習時間が増えると推測される。又、今回の調査はワガドゥグ市内であるが、ルーラルの無電化地域だと太陽光発電を設置している家屋も少なく、自宅での夜間学習の為に、充電式 LED ランタンの必要性はより大きいと思われる。

⑤ 貸与した LED ランタンの利用状況

本調査で生徒に毎日貸与した LED ランタンを生徒全員が使用し、自宅での夜間学習に利用した。特に、屋外の自宅の庭で利用した生徒が多かった。



夜間に屋外で勉強



ノートで授業の復習



数学の問題集

LED ランタンの利用方法の調査結果では、照明のみ利用は 1 名のみで、その他 98 名は携帯電話の再充電としても利用していた。

LED ランタンの主目的は照明であるが、ブルキナファソでの携帯電話普及率は人口比 105.8% (1 人で数台所有を含む)³³と携帯電話は生活に不可欠な物となっており、本事業での収益性を考慮すると、LED ランタンの携帯電話再充電機能は必須である (図 2-34)。

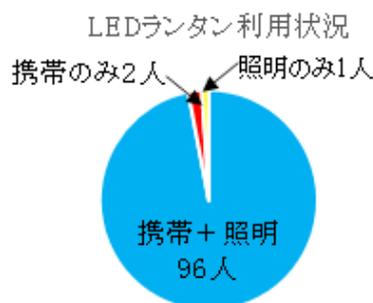


図 2-34 生徒の自宅での LED ランタンを利用状況

又、夜間学習時の LED ランタン利用者の調査では、兄弟姉妹と利用したが 42%と、LED ランタンの効果は兄弟姉妹にも及ぶ。対象者が中学生の本調査結果では年下の兄弟が平均 2.5 人いるので、事業を実施する場合は、小学校でなく中学校から開始した方が兄弟の小学生も利用するので、家庭の学習環境改善効果はより大きいと言える (図 2-35)。

夜間学習時の利用者

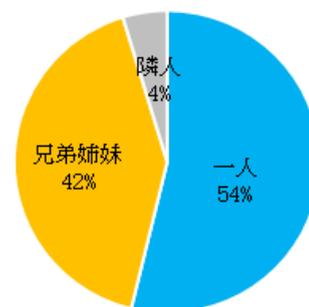


図 2-35 生徒の自宅での夜間学習利用者

³³ <https://www.statista.com/statistics/501959/mobile-cellular-subscriptions-per-100-inhabitants-in-burkina-faso/>

⑥ 家庭でのラジオとテレビの教育番組

・テレビ

家庭にテレビがあると 64 人が回答。「先週テレビを見たか」61 人回答。昨年の COVID-19 による学校の閉鎖の間、あなたはどのくらいの頻度でテレビ教育番組を見ましたか?」にも 65 人がしばしば/時々見ていたと回答。

・ラジオ

家庭にラジオがあると 55 人が回答。「先週英語や教育番組を聞いたか」には 2 人のみ回答。「昨年の COVID-19 による学校の閉鎖の間、あなたはどのくらいの頻度でラジオ教育番組を聞きましたか?」には、63 人がしばしば/時々聞いていたと回答。

充電ショップ店によれば、ラジオの割合は、乾電池式 6 割、USB ポート式 4 割程度であろうと。



生徒宅の USB ポート式ラジオ

今回調査の充電式 LED ランタンは、携帯電話だけでなく、USB ポート式ラジオにも再充電できるので、家庭のラジオを通じてフランス語等語学番組の聴取にも効果があると期待される。

(2) 学校の電化・照明による教育/学習環境の改善可能性とメカニズム

提案の学校ソーラー充電システムは、LED ランタン貸与に加え、学校での教室照明と IT 機器への充電である。本調査で使用したポータブルソーラーチャージングセットは、LED ランタン充電のみで、モデル校の教室の照明は実施できなかった。従い、2020 年 6 月に草の根無償案件で太陽光発電システムを設置したコロゴナーバ小学校（カディオゴ県タンゲダスリ市）に於ける現状を、現地傭人が訪問し調査した。校長によれば、太陽光発電による教室照明は、日中晴天時は必要ないが、雨や風が強くて砂埃が舞う時には鉄製の窓を閉めなければならず、その場合教室内が暗くなり、従来は授業を止めざるを得なかったが、照明が付いた後は授業を止める必要がないので効率的に授業を進めることができ大変助かっている。又、放課後に教室に灯りをともして学生や住民に開放しているが、特に近郊の中学校の生徒が頻繁に活用しており（本校は小中一貫校）、試験中には毎日平均して 15～20 名もの学生が夜勉強しに来るとのこと。更に、同校の太陽光発電には、携帯電話の充電ができる USB 出力ソケットが 2 口ついているので、教室に来て携帯電話を充電する生徒も多いという。夜勉強に来ていた生徒にインタビューした結果、従来夜は家では灯油式ランタンを使っていたが、格段に明るさが違うので非常に助かるとのことであった。

(3) 学校の電化・IT 機器充電による教育/学習環境の改善可能性とメカニズム

モデル校の校長や教員からのヒアリング及び近隣校訪問などを通して、太陽光発電による学校での IT 機器への充電による教育/学習環境の改善可能性については、以下のような点が挙げられる。

- ・スピーカーとスマホ/ラジオ/MP による音声教材の使用。例えば、英語や仏語の授業でのストーリーや例文の音声のリスニング、シャドーイング。一般的には教育効果は高いと考えられるが、ブルキナファソのカリキュラムや指導ガイドで明記されていない場合は、教員が対応できるかは電化や機具以外の課題もある。スピーカーは携帯式（USB ケーブルによる充電式）の製品もワガドゥグ市内

の商店にて一般に販売されており、私立校などでは使用されている事例もあるとのことであった。

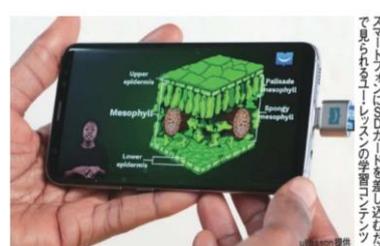
- ・プロジェクターとスマホ/PC/タブレットとによる視覚教材の使用。例えば、デジタル教科書や指導書など投影して板書時間を省く、鮮明さを増す。モデル校にてフランス語の期末テストを観察したが、その際、問題が板書にて筆記体でなされており（ブロック体ではなく）、黒板の非鮮明度及び一クラス 100 人という状況で、教室の一番後ろからでは非常に問題の文字が読みづらかった。
- ・PC やプリンターの使用。英語の期末テストは、教員が学校外の PC にて作成し印刷したものを使用されていた。また、授業用プリントも学校外の PC にて作成し、配布する教員もいるが、主には、生徒たちは教員の手書き（筆記体が主）の板書をノートに写し、そのノートをさらに自宅で別のノートに写したり、家庭用黒板に書いたりして勉強する様子であった。
- ・教科書の所有率については、校長や教員によると、数学、仏語、英語のいずれも中学二年生の生徒の半数以下しか所有していないとのことであった。生徒たちによると、教科書や問題集から先生が宿題を出した時には、先生が黒板に書く、または教科書や問題集を持っている生徒に見せてもらって問題をノートに写し解いているとのことであった。
- ・モデル校の教室で 100 名の中学二年生の授業を見学したが、教科書を持っている生徒は半数であった。家庭に LED ランタン照明があっても、教科書やドリルがなければ、勉強は進まない。これは本調査の対象外の領域であるが、学校でスマホや IT 機器も充電できるようになる。これは本調査の対象外の領域であるが、学校でスマホや IT 機器も充電できるようになるので、中古のスマホを使い教育ソフトを入れて生徒に貸し出せば教材として活用することも可能である。ナイジェリアの私立学校では既に導入されている（右下写真参照）。



モデル校の授業風景



モデル校の授業風景



ナイジェリア在宅学習用のスマホ教科書
(週刊ダイヤモンド 2021 年 4 月 17 日号)

提案の「学校ソーラー充電システム」では、1 システムで 100 ポートの充電機能を備えており、生徒用 LED ランタンに加え、USB ポート型の以下 IT 機器への再充電も可能である。本事業では、生徒用 LED ランタンに加え、教員用スマホ、教材用 PC/ラジオ、USB 給電のプリンターやプロジェクター、教科書用中古スマホ等へも充電ポートから充電し、学習環境の改善を行い教育分野での課題解決を目指す（図 2-36）。尚、大型のコピー機やプロジェクター等を導入する場合は、直流系の太陽光発電システムを交流に変換し、消費電力も大きくなるので、学校/地方自治体/政府等からの補助金により料金収入を補填する必要がある。

- ① 教室照明：大型 LED ランタン
- ② 生徒宅：小型 LED ランタン
- ③ 教材：PC、タブレット、ラジオ、
小型プロジェクタ
- ④ 教師用：スマホ、PC
- ⑤ 代用教科書：中古スマホ
- ⑥ 印刷用：小型プリンター

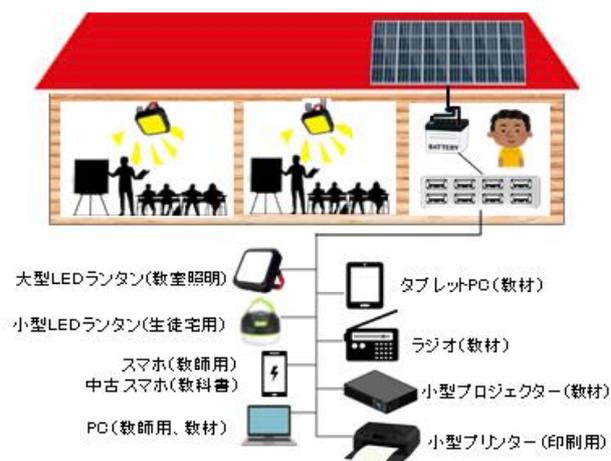


図 2-36 学校で可能な IT 機器充電

第3章 ODA事業計画/連携可能性

3-1 ODA事業の内容/連携可能性

(1) ODA事業の内容

学校ソーラー充電システムは、ODA事業として、MENAPLNの公立小中学校電化の為にPLTE案件の実現に向けて日本政府による支援は有益であると考え、「無償資金協力（経済社会開発計画）」を提案する。提案する経済社会開発計画（旧ノンプロジェクト無償）の概要は以下である。

① 事業の背景と必要性

(ア) 当該国における教育セクターの開発の現状・課題及び本事業の位置付

ブルキナファソの学校電化率³⁴は、MENAPLNによれば、小中学校生徒の74.1%が住んでいるルーラル地域の学校電化率は12.5%であり、都市部の48.1%に比べ大きな格差がある。又、中学・高校の電化率も27.5%に過ぎない。

この課題に取り組むべく、基礎教育に於ける学習環境の改善に向けた非電化地域へのエネルギー整備への具体的施策として、MENAPLNは、「教育と識字能力支援のための灯りプロジェクト（2011年～2018年）」³⁴にて、都市部とルーラル地域の電化の格差の是正を目的に、生徒にソーラーランタンを7年間で2400校の生徒に43万台を配布した。又、2016年からは、エネルギー省で「Lighting Africa」と銘打った同様の取り組みを行い、世界銀行の資金を活用して、小学生24,000人に同様のソーラーランタンを支給した。MENAPLNは、両プロジェクトは、学習環境の改善、就学率の向上、小中学校の試験結果の向上など、極めて効果的だったとしている。MENAPLNは、この取り組みを全国展開すべく、「学校のための灯り（LTE）」政策に基づき、「学校にいるすべての人に灯りをプロジェクト（PLTE）」を立案し、公立小中学校400校、26万人の生徒を対象としている。同省はPLTE案件を教育の質の向上に係わる政策の予算番号059号として登録し、ブルキナファソ政府はドナーの支援を視野に予算措置の検討している。

(イ) 教育セクターに対する我が国及びJICAの協力方針等と本事業の位置付け

我が国の対ブルキナファソ国別開発協力方針では、「小中学校と中学校の子供たちの就学促進及び教育の質の改善に貢献する」を重点分野（中目標）に掲げている。

³⁴ MENAPLN (2019) « Projet Lumière pour Tous à l'Ecole » Document de Projet.

② 事業概要

(ア) 事業目的

学校に太陽光発電システムを設置し、学校と生徒宅に明かりを灯し、教育環境を改善し教育の質の改善を目指す。

(イ) プロジェクト対象地域と施設

非電化地域の公立小中学校

(ウ) 事業内容

- ・太陽光発電システム機材調達と据付け工事
- ・学校ソーラー充電システムの運営指導
- ・学校ソーラー充電システムの教育改善への活用促進

(エ) 総事業費

6億円（100校の学校ソーラー充電システム）

尚、無償資金協力（経済社会開発計画）の場合のビジネスプランについては、後述 4-5(2)項のビジネス展開計画・収支計画のうち、現地法人経費、運営委託費、LED ランタンスペア等の維持運営費は、ブルキナファソ政府が自己資金で賄う必要がある。

(オ) 事業実施機関

MENAPLN 省 DGESS（学習統計局）

③ 事業効果

(ア) 定量的効果

出席率の改善、就学率の向上、小中学校の試験結果の向上など

(イ) 定性的効果

学校と生徒宅での学習環境改善による教育の質の向上、都市部とルーラル地域の学習環境格差の是正、地域経済の活性化など

(2) ODA 事業化に向けた協議状況

(2-1) C/P との協議

川口スチール工業は、2019年7月ブルキナファソで MENAPLN オウアオ大臣と面談し、同省の「学校にいるすべての人に灯りをプロジェクト(PLTE)」につき打合せ、協力要請を受けた。

翌8月に横浜で開催された TICAD-7 の外務省ブース会場に出展し、太陽光発電システムと学校ソー

ラー充電システムを、各国の政府幹部に説明した。

その際、ブースを来訪されたブルキナファソカボレ大統領と MENAPLN 次官に対し、学校ソーラー充電システムは、生徒が LED ランタンを充電する為に登校するので、出席率が向上し教育の質の改善に寄与することを説明した。これに対し、大統領から、「ブルキナファソ政府が供与してきた従来のソーラーランタンより、このシステムの方が子供達の就学率や進学率の向上に非常に有効であろう。MENAPLN と打合せるように」とのコメントを頂いた。(図 3-1、図 3-2)



TICAD-7 会場で川ロスチール工業社長の説明を受けるカボレ大統領



図 3-1 ブ国供与の「ソーラーランタン」の特長
①自宅での照明



図 3-2 「学校ソーラー充電システム」の特長
①学校教室の照明+IT 機器への充電
②自宅での照明と携帯電話への充電
③学校の就学率/進学率/出席率の向上

同年 12 月に、草の根無償「カディオゴ県タンゲダスリ市太陽光発電整備計画」が契約され、川ロスチール工業子会社の Kens. co 社が機材を供給し、翌年 6 月小学校を含む公共施設 5 ヶ所に太陽光発電システムを設置した。

本調査期間中、調査内容を MENAPLN の大臣と DGESS 局長に報告した。MENAPLN からは、学校ソーラー充電システムに於ける①技術移転の実行、②運営サービスのノウハウ移転、③日本発の最新技術太陽光発電システム提案、④現地起業家のスタートアップ支援を高く評価して頂いた。その結果、学校の太陽光発電システム計画実行の為に両者でパートナーシップを締結することになり、2021 年 4 月、MENAPLN 大臣と川ロスチール工業社長は MOU を調印した。

今後、同 MOU に基づき、案件組成や予算確保の為に、日本政府 ODA や UNDP 等国际機関経由支援に向け案件組成の活動を行うことになった。



MENAPLN 大臣と川ロスチール工業社長との MOU 調印

(2-2) 今後の活動内容

本調査期間中の 2021 年 4 月 26 日～6 月 4 日の 40 日間、生徒達に LED ランタンを貸与し、製品の現地適合性を確認し運営を行った。但し、本調査では、案件化調査の規定上、LED ランタンを無料で貸与したので、レンタル料の徴収は行っておらず、徴収方法の構築がペンディングであった。

一方、隣国ベナンの小学校で実施中の学校ソーラー充電システムに於いて、2021 年 5 月 26 日より LED ランタンの有料貸与を開始しレンタル料を徴収している。同事業をベナン教育省に報告した際、大臣か

らは、システムの有効性と裨益効果、特に LED ランタンのレンタル希望者が多いこと高く評価して頂いた。

学校ソーラー充電システムは UNDP にも評価頂き、今年 10 月「ウガンダ」、12 月「ブルキナファソ」でソーラー充電システムを含む太陽光発電システムの契約を締結した。又、「コンゴ（民）」でも学校ソーラー充電システムを含む案件を、昨年草の根無償資金協力事業として契約している。

上記 4 案件の概要は以下の通りである。（図 3-3、図 3-4、図 3-5、図 3-6 参照）

① ベナン小学校

- ・案件概要：教室照明＋充電システム
- ・資金：Good on Roofs 事業（日本企業の寄付金）
- ・ランタン貸出し運営者：現地 NGO
- ・ランタン貸出し開始時期：2021 年 5 月 26 日～

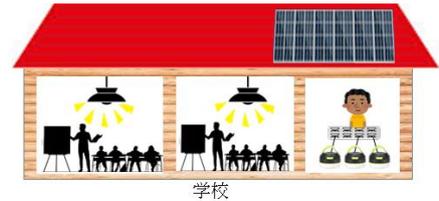


図 3-3 ベナン案件

② ウガンダ小学校など

- ・契約：2021 年契約
- ・案件概要：学校照明、保健所照明、充電センター
- ・資金：UNDP
- ・ランタン貸出し運営者：NGO（地域活性化支援団体）



図 3-4 ウガンダ UNDP 案件

③ ブルキナファソ小学校など

- ・契約：2021 年契約
- ・案件概要：IT センター電化、小学校照明＋充電システム
- ・資金：UNDP 等
- ・ランタン貸出し運営者：COGES を中心とした組織

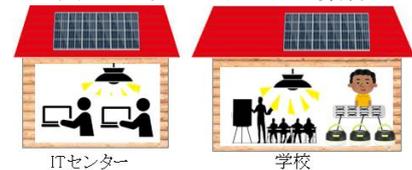


図 3-5 ブルキナファソ UNDP 案件

④ コンゴ（民）小学校

- ・契約：2020 年契約
- ・案件概要：小学校照明＋充電システム
- ・資金：草の根無償援助協力
- ・ランタン貸出し運営者：現地 NGO



図 3-6 コンゴ(民) 草の根無償案件

川口スチール工業は、実行済のベナン案件と契約済の 3 件、合計 4 案件でソーラー充電システムの機器供給と運営経験を活かし、ブルキナファソでの学校ソーラー充電システムの ODA 事業化に向けた案件組成に取り組んでいく。

(3) 他の ODA 案件及び支援プログラムとの連携

(3-1) UNDP（国連開発計画）との連携

UNDP は、貧困の根絶や不平等の是正、持続可能な開発を促進する国連の開発支援機関である。機器/サービスの調達額は国連機関のなかで 4 番目に大きく、日本は UNDP にとって世界第二位の支援国

で、日本政府からの拠出金は、アフリカ開発、中東の安定化、気候変動と防災、保健等案件に使われている。

UNDP のアフリカ開発で重点支援分野の一つになっている持続可能なエネルギーに関し、UNDP との連携を取り進めている。その結果、UNDP 東京事務所の支援もあり、川口スチール工業の子会社 Kens. co 株式会社はウガンダとブルキナファソで UNDP 案件の契約を締結した。引き続き UNDP との連携強化に取り組んでいく。

(3-2) 他の ODA 案件及び支援プログラムとの連携

既存の基礎教育における日本の他の ODA 案件との連携も提案する。特に関連のある案件は以下のとおりである。

① 中学校校舎建設計画

学校ソーラー充電システムの一部を成す、太陽光発電による学校教室の照明について、第2章2-4で述べたように、学校や地域に於いて教育上の貢献度は高い。このことから今後継続して実施される可能性のある中学校建設計画において、学校や周辺が非電化で開発効果が高いサイトにあるものについては、太陽光発電による教室照明をパッケージにして進める可能性があると考えられる。

② 学校運営委員会(COGES)支援プロジェクト(技術協力)

学校ソーラー充電システムの運用は、学校関係者、生徒保護者、運営者との協力の下、COGES との連携が不可欠である。今後、MENAPLN 主導により学校ソーラー充電システムの導入が進められる場合、COGES 支援の「学校とコミュニティ協働強化による教育の質改善プロジェクト」との連携も検討される。

③ 開発プログラム借款(DPL)

ブルキナファソ政府と JICA 間で、教育の質の向上のために開発政策借款を供与する方向で協議中である。PLTE は MENAPLN の「教育の質の向上」に係わる予算の第 059 号として正式位置づけられていることから、諸条件が整えば当プログラムとの連携も検討される。

④ 国際機関によるプロジェクト

UNICEF (国連児童基金) とは、ブルキナファソ国内避難民に対する支援で、協調に関する協議を行った。UNICEF は GPE (Global Partnership for Education) のブルキナファソにおける実施機関として、武装勢力の攻撃により学校に通えていない 30 万人の児童、生徒に対して遠隔教育の提供を計画している。これらの児童、生徒に対してソーラーパネル、ラジオ等を供与することで非電化地域での家庭学習を支援するものである。今回の調査で実機を提示してデモンストレーションを行ったところ、担当官は大変興味を示しており、今後、協議を継続していくこととなった。

3-2 新規提案 ODA 事業の実施/既存 ODA 事業との連携における課題・リスクと対応策

① 制度面にかかる課題/リスクと対応策

2022年1月23日、ブルキナファソで国軍兵士らがカボレ大統領に対し反乱を起こし全権を掌握した。国際社会はクーデターを批判しており、今後新規 ODA 事業の実施は遅れることが懸念され、ブルキナファソの国情を注視する必要がある。

尚、ODA 案件として資機材が供与されることになった場合、関税等の免税措置が迅速に行われ、通関もスムーズに行えるよう、関係機関の協力が必要である。特に被供与機関が ODA 案件に不慣れな場合に手続きが遅れることのないよう、事前に協議を行っておく必要がある。

② インフラ面にかかる課題/リスクと対応策

本事業は、独立系の太陽光発電システムであり、SONABEL（電力公社）や ABEL（ルーラル電力庁）との送電線に接続しないので、特にインフラ面にかかる課題は存在しない。

③ C/P 体制面にかかる課題/リスクと対応策

本 ODA 案件のカウンターパート MENAPLN は、運営維持費等の予算確保、及び、学校ソーラー充電システムを設置する学校の選定、地方自治体との調整、学校への共同説明などエリアごとの担当者の人員体制構築が必要であり、確実に遂行するよう事前に確認しておくことが肝要である。

④ その他課題/リスクと対応策

学校ソーラー充電システムを構成する製品のうち LED ランタンは生徒個人使用なので、ODA の対象外となる可能性がある。その場合、LED ランタンは川口スチール工業が主要メンバーである一般社団法人 GOOD ON ROOFS 事業として、ブルキナファソに供給する計画である。

ODA 案件の対象地域に、外務省安全情報で渡航可能な地域が含まれた場合、渡航可能な地域で学校ソーラー充電システムの機材を用意し、工事と運営方法を現地法人スタッフにノウハウ移転し、渡航不可の地域では、機材供与のみで、工事と運営支援は現地法人スタッフが行う。

特に、本調査で学校側の充電スペース問題対策と考案された「ソーラー充電小屋（2-5 ③項参照）」は、機材をワガドゥグ市内で用意し、現地の学校では簡易組立だけなので、渡航不可の地域にでも展開が容易である。

又、渡航不可の地域は UNDP との連携も検討する。

3-3 環境社会配慮等

（1）環境社会配慮

本案件実施に伴う環境、住民への影響はほとんどないと考えられ、特段の配慮は不要である。

（2）ジェンダー配慮

提案製品/技術である LED ランタンを学校にて貸出を行った場合に、女子生徒が男子生徒と比べて

不利になる傾向があるとは、本案件化調査の結果からは言えない。女子も男子と同様に、LED ランタンによって、学びの時間を増し、さらに学びの内容に関する介入を伴えば（家庭用学習教材などの提供等）、学習成果の向上にも貢献する可能性があると推測できる。但し、今回は 1 クラスの全生徒分の LED ランタンの台数があった。今後、対象校によって、クラス数、生徒数よりも少ない LED ランタンとなった場合に、誰が借りるのか、誰が使うのか、という点で、女子が不利にならないよう、ジェンダーに配慮した貸出ルール決め、説明と実施モニタリングが必要と思われる。さらに、生徒が持ち帰った LED ランタンを充電用としても使用可能とする場合は、充電による受益者が父親に偏らないように、LED ランタンのレンタルを導入検討時から母親の参加を十分に確保した説明会などにて、家庭での使用方法について話し合うことが望ましい。男性の方が女性よりも携帯電話の所有度が高いことが家庭訪問からは観察できたため、LED ランタンの携帯充電機能からは短期的には男性の方が受益者になる可能性が高いことに留意する必要がある。

3-4 ODA事業実施/連携を通じて期待される開発効果

ブルキナファソ政府の LTE 計画に沿って、日本政府の ODA 事業にて学校ソーラー充電システムが広範囲に導入されることにより教室に明りが灯り、LED ランタンで生徒が自宅で夜間学習ができるようになり、電化地域と非電化地域における学習環境の格差を縮め、国全体の教育の質の向上につながる事が期待される。

学校ソーラー充電システムは、子供達の就学率、進学率、出席率に貢献し、基礎教育の向上に大いに貢献する。

又、LED ランタンのレンタルは COGES が中心になって運営されることが想定されており、COGES の年間学校活動計画・予算の一部として運営されれば、他の学校活動と合わせて包括的に教育の質の改善に資するものとなり得る。

第4章 ビジネス展開計画

4-1 ビジネス展開計画概要

ブルキナファソの電化率は全国平均 21.4%、地域別では都市部 68.7%、ルーラル地域 3.2%と、ルーラル地域の電化が著しく遅れており地域格差が大きい。学校の電化も進んでおらず、小学校 15,756 校のうち 12,729 校、公立の中学・高校 1,988 校のうち 1,426 校が非電化のままである。MENAPAN は生徒の夜間学習環境改善の為に、「教育と識字能力支援のための灯りプロジェクト（2011 年～2018 年）」にて 43 万台の「ソーラーランタン」を配布した。

一方、提案の「学校ソーラー充電システム」は、2019 年横浜での TICAD-7 で来日したカボレ大統領から、子供達の就学率の向上に効果的であるとの評価を頂き、今回の案件化調査で、製品の現地適合性確認、教育分野での課題解決に加え、ビジネス展開計画を調査した。本調査では、学校で充電した LED ランタンをモデル校の中学二年生に貸与し、利用状況のアンケート結果では、99 名中 98 名が LED ランタンを照明に加え携帯電話充電にも利用していた。又、ワガドゥグ市内の充電ショップで充電する機器の内訳は、携帯電話/スマホ 8 割、ラジオ 1 割、LED ランタン 1 割で、充電料金は 50 CFA フラン（10 円）であった（スマホ充電は 100CFA フラン）。従って、LED ランタンに携帯電話が再充電できるだけのバッテリー容量を持たせれば、レンタル料 50 CFA フランで、充電ショップの携帯電話充電需要を取り込めると判断する。

実際、川ロスチール工業は 2021 年 5 月より隣国ベナンの小学校の学校ソーラー充電システムで、有料の LED ランタンのレンタル事業を開始しており、レンタル料 50 CFA フランをほぼ 100%徴収できている。

又、本調査を通じて実施した充電システムの最適化プロセスで、ケーブル配線簡略化による工事費減額、及び、LED ランタンの 1 日 2 度充電等を取り入れ、収支計画案を作成した。

学校で充電する LED ランタンは、学校や生徒宅の照明による学習環境の改善のみならず、事務所や商店での照明や機器再充電にも利用できるので、開発効果として、住民の生活利便性や産業の生産性の向上等の地域経済活性化の開発効果も大きいと考える。日本国内に於いて、川ロスチール工業は地元大学や自治体との連携により新世代のソーラーパネル、バッテリー、LED ランタンを協同で開発しており、海外展開により製品化され、地元経済活性化に貢献することも期待される。

4-2 市場分析

(1) 市場の定義・規模

ブルキナファソの電化率は、エネルギー省 2018 年統計年鑑³⁵によると、電化率 21.4%と低く、社会・経済開発の足かせとなっている。

過去 9 年の電化率の推移をみると、都市部は 2009 年の 47.4%から 68.7%と改善したが、ルーラル地域は 1.0%から 3.2%とほとんど電化が進んでおらず（図 4-1）、大きな地域格差となっている。

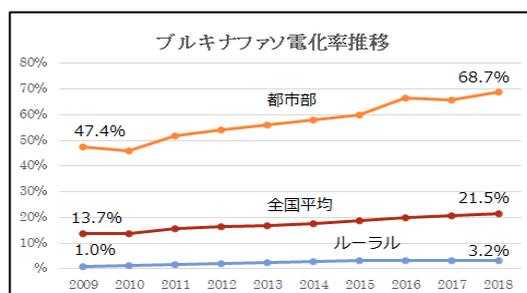


図 4-1 ブルキナファソ都市/ルーラル地域別電化率

35 http://www.cns.bf/IMG/pdf/me_annuaire_statistique-2018.pdf

ブルキナファソの電化率の低さの主要因は発電能力不足によるものであり、年間電力消費量 1,890GWh のうち、国内の発電量は 1,053GWh に過ぎず、44%相当の 837GWh をコートジボワールやガーナから輸入している。又、エネルギー省の年間予算 400 億 CFA フランのうち、政府予算は 160 億 CFA フランだけで、半分以上の 240CFA フランは外国からの支援（無償援助と借款）に頼っているのが現状である。

教育分野に於いても、学校の電化は進んでおらず、MENAPLN³⁶によると、同国小学校 15,756 校のうち 12,729 校、公立の中学・高校 1,988 校のうち 1,426 校が非電化のままであり、学校ソーラー充電システム全体の市場規模となる。

本調査で中学二年生を対象に LED ランタンを貸与し利用状況を調査したが、中学生の場合だと以下のメリットがあることが判明した。

- ①LED ランタンの携帯・保管が適切で紛失が 1 件もなかった。
- ②自宅での学習時間が 2～3 時間あり、全員が LED ランタンを夜間学習で利用した。
- ③年下の弟・妹が平均 2.5 人おり、本人のみならず弟・妹の小学生の自宅学習にも寄与した。

表 4-1 ブルキナファソでの学校数

従い、学校ソーラー充電システムは、全国 4000 の中学校（高校含む）を優先市場と捉え、中学校から LED ランタンのレンタル事業を開始する計画である（表 4-1）。

	公立	私立	合計
小学校	11,266校	4,079校	15,345校
中学・高校	2,035校	1,903校	3,938校

(2) 競合分析・比較優位性

ブルキナファソ政府が、生徒達に支給してきた「ソーラーランタン(A)」は安価であるが、用途は家庭内の照明だけであった。一方、が提案する「学校ソーラー充電システム(B)」は、学校と家庭での照明と充電に加え、出席率/進学率の向上、更に徴収する充電料により事業の持続性もあり、優位性は高いと考える（表 4-2）。

表 4-2 競合製品の比較

	A	B
プロジェクト費用	○	×
学校での照明と充電	×	○
家庭での照明と充電	△	○
出席率や進学率の向上	×	○
事業の継続性	×	○



図 4-2 従来のソーラーランタン (A)



図 4-3 学校ソーラー充電システム (B)

学校で LED ランタンのレンタル料を徴収することは教育の場で相応しくないとの意見もあるが、現在

ベナンで実施している学校ソーラー充電システムでは特に問題は起こっていない。しかしながら、LED ランタンが生徒間の差別につながるような社会的配慮が必要である。

4-3 バリューチェーン

(1) 製品・サービス

「企業機密情報につき非公表」

(2) バリューチェーン

川ロスチール工業が資材を供与し、工事・保守は現地法人が行う。学校ソーラー充電システムの学校での運営（運営方法の事前検討/決定と LED ランタンの充電/貸与/料金徴収等）は、現地法人が指導しながら、運営者に委託する。学校ソーラー充電システムのバリューチェーンは以下を想定している。（図 4-4）

- ・資材供与

川ロスチール工業が太陽光発電システムの機材をブルキナファソに輸出

- ・工事/保守

現地法人が、学校での太陽光発電システムの設計/工事/保守を行う

- ・運業者

現地法人が委託した運業者が、学校ソーラー充電システムの運営を行い、LED ランタンを生徒に貸与し保護者よりレンタル料を徴収する。運業者の候補としては、COGES を中心に学校運営を支援している NGO や充電ショップ店員などが補完して行う。但し、各学校の COGES による活動内容は、生徒保護者からのニーズに対応するため学校によって異なる為、学校関係者と相談しながら、委託する運業者を決定していく。

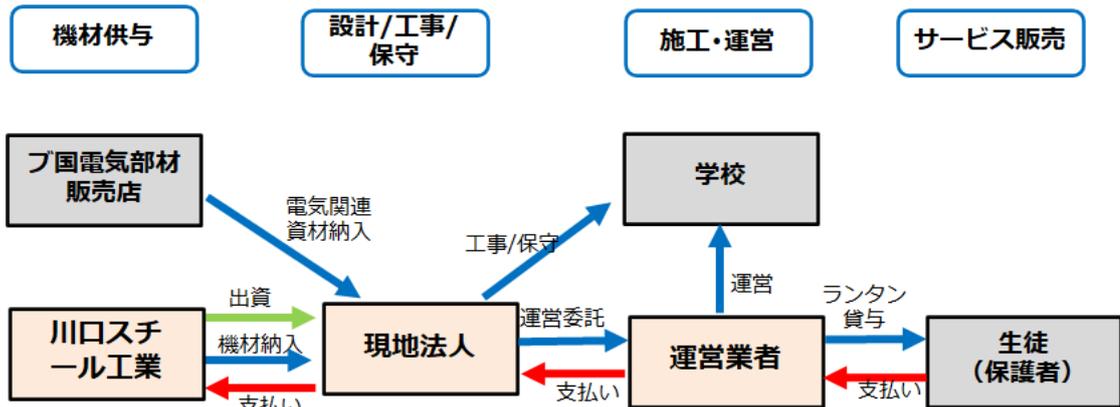


図 4-4 学校ソーラー充電システムのバリューチェーン

4-4 進出形態とパートナー候補

(1) 進出形態

学校ソーラー充電システムを実行中のベナンでは、川ロスチール工業が主要メンバーである一般社団法人 GOOD ON ROOFS が現地法人「GOOD ON ROOFS AFRICA SA」を 2021 年に設立し、社員 2 名とアルバイト 7 名の 9 名体制で、太陽光発電システムの開発、輸入、施工、販売、リースなどの活動

を行っている。

ブルキナファソでは、川ロスチール工業又は子会社の Kens. co が現地法人を設立し、数名の従業員、及び、システムを設置する10校ごとにエリアマネージャーを1名を雇用し、学校ソーラー充電システムのビジネス展開を図る計画である。

(2) パートナー候補

川ロスチール工業は、2020年6月草の根援助協力で、ブルキナファソのカディオゴ県タンゲンダスリ市のコロゴナーバ小学校等に太陽光発電システムを設置した。同案件でワガドゥグ市の Universel des Travaux Electriques SARL 社が工事を担当しており、今後全国展開する学校ソーラー充電システムでも同社を施工業者候補と考えている。

4-5 収支計画

(1) LED ランタンのレンタル料金分析

学校ソーラー充電システムに於ける LED ランタンのレンタル料に関し調査分析を行った。

① 充電ショップの充電料金調査

充電サービスで競合するワガドゥグ市内の充電ショップ3店を訪問し充電料金等を調査した。充電料金は3店とも、携帯電話50 CFA(2時間)、スマホ100 CFA(3~4時間)であった。

従って、充電式 LED ランタンの場合、充電料金は、現行モデル(バッテリー容量1800mA)だと50 CFAフラン(10円)、計画中のバッテリー増量モデル(バッテリー容量3000mA)だと100 CFAフラン(20円)に相当する。

(ア) 充電ショップA店：

- ・ 充電料金：2時間50 CFAフラン(10円)
- ・ バッテリー容：970Wh (12Vx80Ah)
- ・ 携帯電話等も販売
- ・ 営業時間：7時~21時

(イ) 充電ショップB店：

- ・ 充電料金：携帯電話/2時間充電：50 CFAフラン(10円)
スマホ/4時間充電：100 CFAフラン (20円)
- ・ バッテリー容量：2400Wh (12V100Ahx2台)
- ・ 家電機器等も販売
- ・ 営業時間：7時~21時

(ウ) 充電ショップC店：

- ・ 充電料金：携帯電話/ラジオ小/ランタン小/2 時間充電：50 CFA フラン(10 円)
スマホ/ラジオ大/ランタン大/4 時間充電：100 CFA フラン(20 円)
- ・ バッテリー容量：1200Wh (12V100Ah)
- ・ 家電等も販売
- ・ 営業時間：7 時～21 時
- ・ 月間売上高：120,000 CFA(2.4 万円)、月間利益：45,000 CFA(9000 円)



充電ショップA店での
携帯電話充電現場

充電ショップB店での
携帯電話充電現場

充電ショップB店での
バッテリーとの
ケーブル接続現場

充電ショップC店での
携帯電話充電現場

② 充電ショップ利用状況

訪問した充電ショップ3店で「充電する機器の割合」は、凡そ、携帯電話7割、スマホ1割、ラジオ1割、充電式LEDランタン1割程度のこと。ソーラーパネルのない世帯では夜間の明かりが必要だが、50 CFA フラン (10 円) を払ってまでLEDランタンを充電する客は少ないとのこと。一方、ブルキナファソで携帯電話/スマホの普及率は人口比で105.8% (1人で数台所有を含む)³⁷と生活に不可欠なものとなっており、学校ソーラー充電システムのビジネス展開する場合、充電式LEDランタンからの携帯電話への再充電は絶対必要な機能である。逆に言えば、貸与するLEDランタンに再充電機能があれば、住民はわざわざ昼間充電ショップで携帯電話を充電せずに、夜間に自宅で自分のLEDランタンから携帯電話に再充電するであろう。学校ソーラー充電システムでのLEDランタン充電料金と充電ショップでの携帯電話充電料金が同じであれば、夜間自宅で充電できる充電式LEDランタンの方が、利便性があると考えられる。

③ 家庭の電源調査

エネルギー省2018年統計年鑑³⁸の「家庭の電灯タイプ調査」によると、ほとんど非無電化のルーラル地域での照明は、乾電池式電灯65%、充電式LEDランタン16%、自宅の太陽光発電システム給電による電灯13%の順となっている。充電式LEDランタンの割合は少ないが、充電式LEDランタンが照明だけでなく携帯電話にも再充電できるのであれば、充電式LEDランタンの利用が増えると考えられる(図4-5、図4-6)。

³⁷ <https://www.statista.com/statistics/501959/mobile-cellular-subscriptions-per-100-inhabitants-in-burkina-faso/>

³⁸ http://www.cns.bf/IMG/pdf/me_annuaire_statistique-2018.pdf

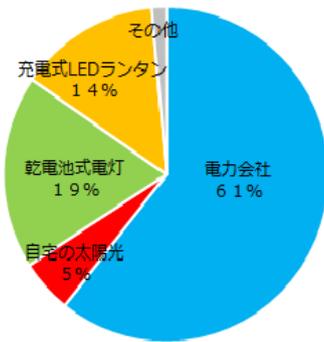


図 4-5 都市部の家庭の電灯タイプ内訳

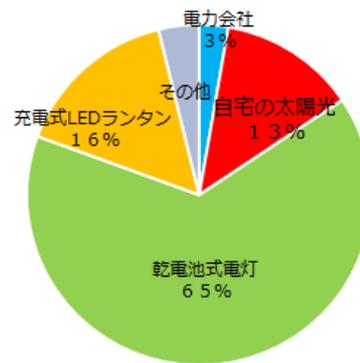


図 4-6 ルーラル地域での家庭の電灯タイプ内訳

④ ベナン学校ソーラー充電システム

「企業機密情報につき非公表」

(2) 収支計画

「企業機密情報につき非公表」

4-6 想定される課題・リスクと対応策

(1) 法制度面にかかる課題/リスクと対応策

ブルキナファソに 100%外資の現地法人を設立の計画である。貿易省との打合せ結果、ブルキナファソは、アフリカ地域の商法統一とビジネス環境の整備を目的として 16 カ国が加盟するアフリカ商法調整機構（OHADA）に加盟しており、同条約で規定される会社法が適用され、同国の投資法（Law No. 038-2018、2018 年 10 月 30 日）により、外国資本 100%の出資が可能であることを確認した。

(2) ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策

本事業は経済開発が遅れている無電化のルーラル地域を中心しており、持続性のあるビジネスを展開していく為に、政府からの補助、国連機関との連携、Good on Roofs を通じた日系企業からの寄付なども含め各方面に資金援助を呼びかけて行きたい。特に、LED ランタンレンタル料を払えない生徒（保護者）に対しては、それが生徒間の差別につながらないに社会的に配慮し、ブルキナファソ政府による資金手当ても必要となってくる。

又、学校ソーラー充電システムの運営者に関しては、COGES や NGO の活動状況は学校により異なるので、学校毎に MENAPLN や地方自治体を含めての事前協議が必要である。

(3) 政治・経済面にかかる課題・リスクと対応策

2022 年 1 月 23 日、ブルキナファソで国軍兵士らがカボレ大統領に抗議して反乱を起こし全権を掌握した。今後状況を注視し最新の治安状況を確認する必要がある。

MENAPLN の学校電化 PLTE 案件はルーラル地域が対象となり、治安上課題がある地域も多く含まれるが、治安上安全なワガドゥグ市内から始め、現地人に工事・運営のノウハウを移転しながら取り進めていく。特に、前述の「ソーラー充電小屋（2-5③項参照）」は、機材をワガドゥグ市内で用意すれば、現地の学校では簡易組立で済むので活用を計画する。又、UNDP との連携も活用し全国展開を図る。

(4) その他課題/リスクと対応策

学校で生徒に貸与する LED ランタンが返却されない盗難リスクが存在する。LED ランタンの盗難リスク対策としては、以下方策が考えられる。

- ① 利用者の生徒及び保護者への説明会を強化する。
- ② マニュアルを作りオペレーション強化をする。生徒に分かり易いように、絵本を作成して、LED ランタンの扱い方・返却をなど啓発活動を行う
- ③ 「企業機密情報につき非公表」
- ④ LED ランタンに、IC チップ若しくはバーコードを付けて、トレーサビリティ機能を付加し、誰がいつ借りていつ返却したかを追跡可能にする。

4-7 ビジネス展開を通じて期待される開発効果

- ・ 対象校に学校ソーラー充電システムが導入されれば、教室の照明に加え、スマホ/ラジオ/PC/タブレット/プリンター等にも充電ができ、学校教育環境が改善され、教育の質の向上に繋がる。
- ・ 学校で充電された LED ランタンにより、家庭で夜間勉強できる環境が整うこととなり、有効に活用した生徒の成績の向上につながる。
- ・ LED ランタンは有償で生徒に貸し出され、徴収したレンタル料はプロジェクトの維持運用費に活用されるため、プロジェクトの持続性が高くなる。
- ・ エネルギー政策面で、学校を中心とした生徒の家庭を含むコミュニティの持続可能な再生可能エネルギーによる電化の普及に貢献する。
- ・ 地域経済活性化
学校ソーラー充電システムで、充電された大型 LED ランタンは、夜間の店舗照明や役所でも使用できるレンタル料の新たな収入源となり地域経済の活性化にもつながる。更に、保健センターでの夜間

診療と分娩にも利用でき衛生医療環境の改善にも繋がる。

4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

(1) 関連企業・産業への貢献

現在、同国で流通するソーラーパネルとバッテリーのほとんどは中国など外国製だが、ビジネス展開する薄型ソーラーパネルとマンガン酸リチウムバッテリーは日本国内の製造であり、国内産業へ貢献が大きい。LED ランタンは、今年度の佐賀県 Startup Launch 補助金事業の支援により、佐賀県内のメーカーと共同で新製品を開発中であり、地元佐賀県企業と新規市場の開拓が期待される。

(2) その他関連機関への貢献

当該ビジネスの海外展開を通じて、地元大学や自治体との連携により開発してきた太陽光発電システムの以下の新技術製品が具現化する効果が期待される。

- ・ 佐賀大学と新世代ソーラーパネル「ペロブスカイト」の共同製品化開発
- ・ 九州大学先導物質化学研究所とのバッテリー充電最適化の連携
- ・ 佐賀県 Startup Launch 補助金事業の支援による新規 LED ランタン開発

要約 (英文)

Summary of Project Formulation Survey for Educational Environment Improvements by PV Charging System Integration at Schools in Burkina Faso

Chapter 1: Development issues of education sector in Burkina Faso

In Burkina Faso, the school enrollment rate in primary and post-primary education has improved significantly based on the Strategic Development Programme for Basic Education 2012–2021 (PDSEB). Between 2008 and 2018, the gross enrollment rate increased from 73% to 96% in primary schools and from 19% to 41% in post-primary schools, but the gap between the goal of compulsory education and the current situation is particularly large in post-primary schooling.

Issues related to the quality of education and learning outcomes are also serious. For example, the graduation exam pass rate is 74% for primary schools and 43% for post-primary schools. Therefore, many pupils who pass the graduation exam at primary schools cannot go on to post-primary schools due to limitations in the number of students accepted in post-primary schools.

One of the major factors in improving educational quality is lighting. The lack of appropriate lighting impacts the availability of environments conducive to learning for students at night.

The electrification rate of Burkina Faso is 22% against the average rate of sub-Saharan countries of 48%. In Burkina Faso, although the electrification rate in urban areas is 69%, the rate in rural areas is only 2%. As for the schools in Burkina Faso, 74% of primary school pupils and 82% of post-primary and secondary school students live in rural areas where only 14% and 28% of schools respectively have electricity facilities.

Therefore, one of the significant development goals at schools is to provide adequate lighting to improve the quality of the educational environment. This is especially relevant to students in rural areas disadvantaged by the lack of lighting to give them an equal chance at learning.

Chapter 2: Proposed Company and Product

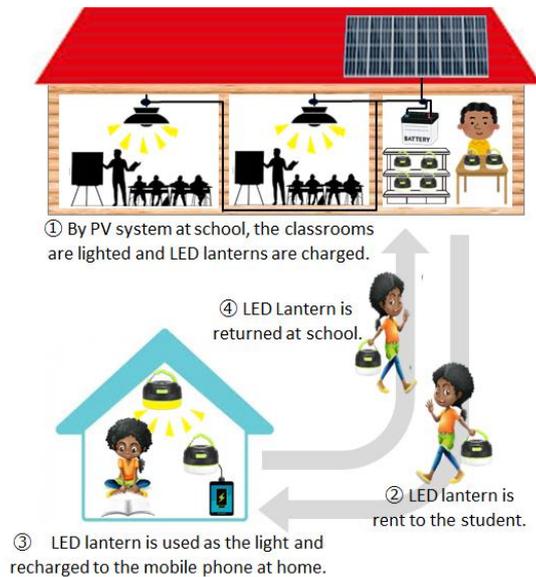
(1) Proposed company and products

Kawaguchi Steel Industry Co., Ltd. founded in 1930, are located in Tosu in the Saga prefecture. The primary work is manufacturing roof materials and installing solar modules on roofs using fixtures

through the patented technology.

In the overseas business in Africa, PV systems have been supplied in Nigeria, South Africa, Kenya, Benin, Burundi, Burkina Faso, Uganda, and Congo (D).

It is proposed that a “PV Charging System at School” consisting of light-weight solar panels, a long-life battery, rechargeable LED lanterns, etc. A detailed flow of the system is illustrated.

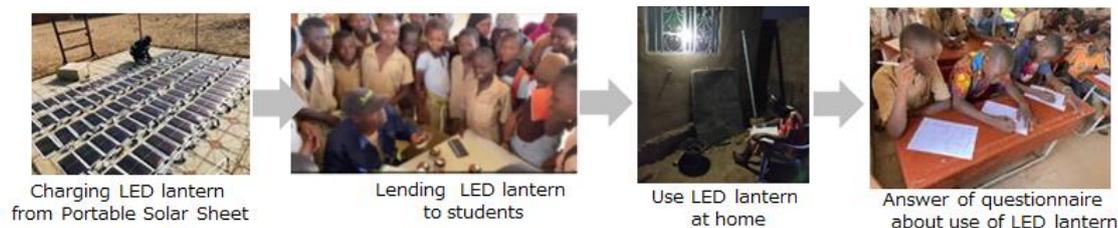


The system aims to improve the learning environment at school and home through the following results:

- Improvement of educational quality at school
- Improvement of educational quality at home
- Improvement of student attendance rate at school

(2) Local suitability of our products and system

The survey was made against 102 students in the second year of post-primary education at Yagmkoudogo school in Ouagadougou. The survey was carried out from April 26 through June 4 (40 days) in the following manner.



During the survey, the suitability of the products was confirmed as below:

- Light-weight solar panel without glass substrate is suitable for thin roofs.
- Long-life battery is absolutely required without replacement for more than 10 years.
- LED lantern needs to include 3000mAh battery for recharging mobile phones.
- Cabling work of classrooms can be removed by implementing portable LED lanterns.

(3) Contribution to solving development issues

According to the questionnaire answers received from 102 students at the model school, it was revealed that the system could contribute to solving the development issues below:

- Many students would be able to expand the duration of their nighttime studies at home using LED lanterns.
- Students without a PV system at home could study even after sunset using LED lanterns.
- 42% of students would use LED lanterns for night study with their siblings.

Through the survey at several schools, many teachers appealed for the necessity of computers, copy machines, printers, etc., in addition to lights, for when the PV system is introduced at school. It is evident that an appropriate PV system can significantly and positively impact the educational environment at school.

Chapter 3: ODA Project Formulation

The electrification rate at schools in Burkina Faso is very low. Furthermore, there is a big gap between urban and rural areas, as described in Chapter 1. To solve this issue, the allocation of solar lanterns to students was approved and executed by the Burkina Faso government's national structuring programs. The Ministry of national education, literacy and national languages promotion (MENAPLN), through the Support Project to Education and Literacy by Lighting, provided 430,000 solar lanterns to the students of 2,105 primary schools and 314 post-primary schools from 2011 to 2018. Additionally, the Ministry of Energy, through the Lighting Africa project, deployed 24,000 solar lanterns in 239 schools financed by the World Bank in 2016. The solar lanterns provided through both projects contributed to improving educational quality in measurable ways, such as increased school attendance, improved recruitment rates of new students, greater success rates in school exams, etc.

Meanwhile, the Japanese government lists "Support for the implementation of PDSEB through improving the quality of education and the increase in the enrollment rate of post-primary schools" as a priority field (medium targets) in its Country Assistance Policy for Burkina Faso.

Since "PV Charging System at School" aligns with the national strategy of Burkina Faso and the Japanese government's Country Assistance Policy, it is proposed to formulate the ODA project as Japan's Grant Aid of Economic and Social Development Programme, which was earlier referred to as the Non-Project Grant Aid.

During the survey period, an MOU was signed with the minister of MENAPLN to jointly promote the PV charging system.

Through the survey, the PV charging system was confirmed to meet the local requirements and will improve the anticipated educational environment. Meanwhile, the rental fee of LED lanterns could not be collected due to the limitations of the survey project. However, Kawaguchi Steel Industry started collecting rental fees at Benin's PV Charging System at School project in May 2021. Moreover, the contracts were concluded in the projects of Uganda UNDP, Burkina Faso UNDP, and DRC GGP, where the PV charging system will start soon. Through such projects, the knowledge base will be increased, which will be utilized in Burkina Faso in any future ODA project.

Chapter 4 Business Development Plan

Through the survey, it was found that the charging fee at charging shops is 50 CFA (10 Yen) for mobile phones, 50 CFA (10 Yen) for LED lanterns, and 100 CFA (20 Yen) for smartphones. Therefore, it is planned to set the rental fee of LED lanterns at 50 CFA (10 Yen) in our future business in Burkina Faso. This is a more convenient price point than the existing charging shops offer because the structure sets the same fee for both smartphones and LED lanterns.

The business plan was made based on the above rental fee and the feasibility of the business was confirmed, but in parallel, it is required to consider and take countermeasures to prevent various predicted operational risks.

As for the economic contribution in Kyushu, the PV charging system batteries and LED lanterns are jointly developed with a company in Saga prefecture to meet the requirement in Africa. Thus, deploying the system will contribute to Saga's local economy.

Outline of the Project

SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for Educational Environment Improvements by PV Charging System at Schools Kawaguchi Steel Industry Co., Ltd. (Tosu, Saga Prefecture)



Development Issues Concerned in Education (post-primary school) Sector

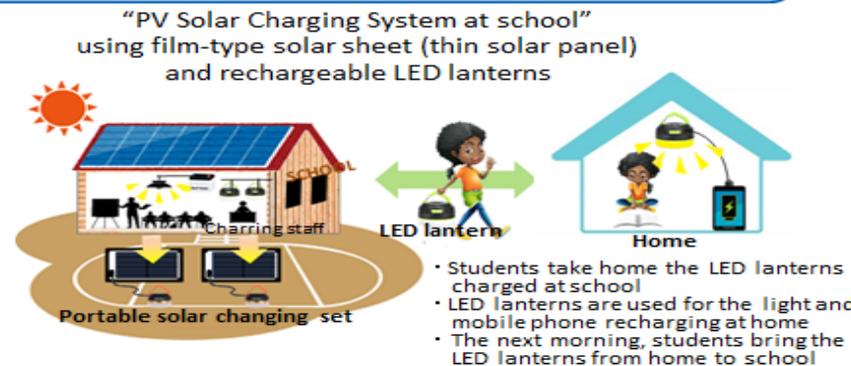
- Less learning time and poor education quality at post-primary schools and home without electricity
- Inequality of educational environment between electrified and non-electrified areas
- Need for lighting and electricity in schools and home study in non-electrified areas

Products/Technologies of the Company

- Design and construction technology specified for film-type solar sheet (thin solar panel) and lightweight solar panel mount
 - PV charging system at school using rechargeable LED lanterns
- In this survey, we use portable solar charging sets on experimental basis.

Survey Outline

- Survey Duration: March 2021~ February 2022
- Country/Area: Ouagadougou City, Burkina Faso
- Name of Counterpart : Ministry of National Education, Literacy and Language Promotion (MENAPAN)
- Survey Overview: Preparation for plans of business deployment and ODA projects to contribute toward the improvement of educational environment through "PV charging system at school" to post-primary schools in non-electrified areas in Burkina Faso by which the lights can be equipped in the classrooms and the recharged LED lanterns can be used at home.



How to Approach to the Development Issues

- Design and installation of PV system to meet the local requirement of primary and post-primary schools in Burkina Faso to utilize LED lanterns
- Sustainable operation of PV charging system at school by the rental fee of LED lanterns to the students

Expected Impact in the Country

- Improvement of educational quality through the improvement of learning environment by lighting in classrooms and charging IT equipment at school
- Improvement of students' academic achievement by night study under lighting of LED lanterns at home
- Improvement of attendance rate at school by lending LED lanterns at school

As of February, 2022

【ブルキナファソ政府】

(1) MENAPLAN (<http://www.mena.gov.bf/accueil>)

Projet Lumière pour Tous à l'Ecole (April 2019)

Burkina Faso - Annuaire statistique de l'enseignement post-primaire et secondaire 2019-2020

<https://reliefweb.int/report/burkina-faso/burkina-faso-annuaire-statistique-de-l-enseignement-post-primaire-et-secondaire>

Burkina Faso : Annuaire statistique de l'enseignement primaire 2019/2020

<https://reliefweb.int/report/burkina-faso/burkina-faso-annuaire-statistique-de-l-enseignement-primaire-20192020>

(2) Ministry of Engery : <https://energie.bf/>

【ドナー】

(1) 世界銀行

Education Access and Quality Improvement Project (EAQIP)

<https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P148062>

Education Access and Quality Improvement Project Additional Financing

<https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P170452>

World Bank JSDF Project: Burkina Faso Improving Education of children with disabilities

<https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P166596?lang=pt&tab=financial>

World Bank Electricity Sector Support Project (ESSP or called "PASEL")

<https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P128768>

World Bank Solar Energy and Access Project

<https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P166785>

LSMS-Supported High-Frequency Phone Surveys on COVID-19

<https://www.worldbank.org/en/programs/lms/brief/lms-launches-high-frequency-phone-surveys-on-covid-19>

World Bank : Etude de la Propension à Payer pour les Lampes Solaires dont les Standards ont été validés par le Programme Lighting Africa –Burkina Faso Rapport Final Juin 2013

LSMS-Supported High-Frequency Phone Surveys on COVID-19

<https://www.worldbank.org/en/programs/lms/brief/lms-launches-high-frequency-phone-surveys-on-covid-19#1>

(2) UNICEF

ブルキナファソ日本政府による支援事業

<https://www.unicef.org/tokyo/programmes/burkina-faso>

ブルキナファソに対する前期中等教育へのアクセス改善の為の無償資金協力に関する交換公文の交換

https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/press6_000757.html

【JICA 関係】

(1) 中学校建設

ブルキナファソ国 第三次中学校校舎建設計画準備調査 業務指示書. 2018.
https://www2.jica.go.jp/ja/announce/pdf/20181114_180398_1_01.pdf

ブルキナファソ国 第二次中学校校舎建設計画準備調査報告書(簡易製本版). -- 国際協力機構 : 福永設計, 2017. 3.

ブルキナファソ国 中学校建設計画準備調査報告書. -- 国際協力機構 : 毛利建築設計事務所, 2015. 4.

ブルキナファソ国 中学校建設計画準備調査報告書(簡易製本版). -- 国際協力機構 : 毛利建築設計事務所, 2015. 4.

(2) 教育政策アドバイザーまたは個別専門家

ブルキナファソ国教育セクター開発政策借款(案件形成)(2020年6月上旬から2021年3月中旬まで)
https://www2.jica.go.jp/ja/announce/pdf/20200422_205138_4_02.pdf

ブルキナファソ 政策アドバイザー(教育). 専門家業務完了報告書(最終報告) -- 国際協力機構, 2016

ブルキナファソ 政策アドバイザー(教育). 専門家活動報告 -- 国際協力機構, 2016

(3) COGES : 学校とコミュニティ協働強化

ブルキナファソ 学校とコミュニティ協働強化による教育の質改善プロジェクト 事前評価. 2020.

ブルキナファソ 学校とコミュニティ協働強化による教育の質改善プロジェクト 企画競争説明書(特記仕様書案). 2020. https://www2.jica.go.jp/ja/announce/pdf/20200819_205229_1_01.pdf

ブルキナファソ 学校運営委員会支援プロジェクトフェーズ2 終了時評価調査報告書. -- 国際協力機構人間開発部, 2017. 3.

ブルキナファソ 学校運営委員会支援プロジェクトフェーズ2 中間レビュー調査報告書. -- 国際協力機構人間開発部, 2017. 4.

JICA Research Institute Working Paper No.109 Measuring Quality of Policies and Their Implementation for Better Learning: Adapting the World Bank's SABER Tools on School Autonomy and Accountability to Burkina Faso. 2015 (JICA 研究所「学習成果と衡平性に資する教育システム分析ツール(SABER)の開発研究(参加型学校運営制度、分権化とアカウンタビリティを中心に)」より)

(4) 初等教員養成・教員研修

ブルキナファソ国 公立教員養成校実践的教育機能強化プロジェクトプロジェクト完了報告書[電子資料]. -- 国際協力機構 : アイ・シー・ネット, 2018. 2. w.

ブルキナファソ 初等教育・理数科現職教員研修改善プロジェクト・フェーズ2 終了時評価調査報告書. -- 国際協力機構人間開発部, 2015. 5.

ブルキナファソ国 カヤ初等教員養成校建設計画準備調査報告書. -- 国際協力機構..., 2014. 8.

JICA国別研修 「ブルキナファソ基礎教育課程における 教育システム能力強化」研修をー埼玉大学、埼玉県、さいたま市の3者が共同で実施ー 2015.
https://www2.jica.go.jp/ja/announce/pdf/20181114_180398_1_01.pdf

(5) その他

ブルキナファソ 貧困プロファイル報告書. -- 国際協力機構 : 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング, 2014. 1.

ブルキナファソ国 貧困農民支援(2KR)準備調査報告書 ; 平成 24 年度. -- 国際協力機構農村開発部, 2014. 1.

基礎教育セクター情報収集・確認調査 国別基礎教育セクター分析報告書 : ブルキナファソ. -- 国際協力機構 : 国際開発センター, 2012. 8.