



地域資源を活用した低炭素型農村開発 のためのガイドライン

持続可能な開発の実現のために

国際農林水産業研究センター(JIRCAS)

ブルキナファソ 環境・グリーン経済・気候変動省(MEEVCC)

2016年3月

はじめに

環境・グリーン経済・気候変動省は、2013年に国際農林水産業研究センター（JIRCAS）とともに、「地域資源を有効活用した低炭素型農村開発のための手法開発調査」を開始しました。この調査は、地域の自然資源を有効に活用した気候変動に対応するための手法や技術を開発し、気候変動対応への貢献と同時に効果的かつ効率的な農業農村開発を実施することを目的としたものです。2014年には同調査の実施について、JIRCASとの間で覚書を締結しました。

同調査では、3年間における調査対象地域での住民を主体とした実証調査を通じて、環境・グリーン経済・気候変動省職員や他関係機関職員との共同で、試験・調査・データ収集・分析を行い、地域の自然資源を有効に活用した気候変動に対応するための手法が検討され試行・検証されました。これらの積み重ねによる過程と、調査手法やガイドラインの内容の向上などを目的とした科学技術委員会による支援があり、その成果のすべてがこのガイドラインに取りまとめられました。

本ガイドラインは、ブルキナファソの気候変動への対応と農村地域の開発の分野に関わる関係者にとって有効であると、ブルキナファソ政府が認めたものです。

私は、このガイドラインがより多くの人々の間で周知され、持続的な環境と農業農村の開発に向けた実践ための拠り所のひとつとなり、ブルキナファソの地域の自然資源の活用と地域の発展に貢献することを願っています。

ブルキナファソ 環境・グリーン経済・気候変動省次官

Lambert Georges OUEDRAOGO

目次

はじめに.....	i
目次.....	ii
略語表.....	iv
序 章.....	1
第1章 ブルキナファソにおける国家適応計画（NAP）の背景と目的.....	4
第2章 コベネフィット型アプローチの実現に向けて.....	6
2.1 コベネフィット型アプローチとは.....	6
2.2 ブルキナファソにおけるコベネフィット型アプローチの実現に向けて.....	6
第3章 計画編.....	10
3.1 対象地域の選定.....	10
3.2 対象候補村・対象村の選定.....	13
3.3 対象村の現地の把握.....	16
3.4 活動計画の作成.....	16
3.5 取組事例（決定された活動内容と全体の構想）.....	19
3.6 ガイドラインの活用.....	20
第4章 実施編 –改良かまど–.....	21
4.1 背景、目的.....	21
4.2 調査方法の流れ.....	23
4.3 CO ₂ 削減量の算定方法.....	25
4.4 対象区域選定および村基礎調査.....	31
4.5 新たに導入する改良かまどの選定.....	32
4.6 活動計画の作成.....	37
4.7 薪消費量調査.....	41
4.8 新たな改良かまど導入手法の試行.....	46
4.9 CO ₂ 削減量の定量的評価.....	53
4.10 普及評価のためのモニタリング調査.....	54
第5章 実施編 –植林・アグロフォレストリー–.....	57
5.1 調査の背景と目的等.....	57
5.2 活動参加希望者の要望等の把握.....	59
5.3 活動計画作成のための検討（要望と実施可能性のマッチング）.....	59

5.4 配布農家の決定	68
5.5 農家圃場での在来果樹を中心とした植栽研修の実施	71
5.6 在来果樹等苗木の配布	74
5.7 農家圃場での在来果樹等植栽の実施	76
5.8 農家圃場での植栽後のモニタリング	77
5.9 植林・AF 活動の収益性の試算例	79
第6章 実施編 —太陽光発電—	86
6.1 太陽光発電の特徴	86
6.2 太陽光発電の導入による CO ₂ 排出削減と所得向上の仕組みの構築	88
6.3 既存深井戸施設（水源）の選定	90
6.4 太陽光発電揚水施設の設計	94
6.5 住民参加による乾季における市場向け野菜栽培活動（MG 活動）	100
6.6 小規模太陽光点滴灌漑システムによる野菜栽培事業の経済性評価	103
6.7 再生可能エネルギーの導入における CO ₂ 排出削減量	113
謝辞	121
執筆者リスト	122

略語表

略名	正式名	和名
AF	AAgroforestry	アグロフォーレトリー
AP	Action Plan	活動計画
APFNL	Agence de Promotion des Produits Forestiers Non Ligneux	非木材林産物振興局
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
CNSF	Centre National de Semences Forestière	国立樹木種子センター
CNRST	Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique	科学技術研究センター
C/P	Counterpart	カウンターパート
CVD	Comité Villagois de Développement	村落開発委員会
CVP	Cost-Volume-Profit Analysis	損益分岐点法分析
DC	Direct Current	直流電流
DERED	Direction des Energies Renouvelables et de l'Energie Domestique	鉱山エネルギー省再生可能エネルギーおよび国内エネルギー局
DIFOR	Direction des Forêts	環境持続開発省森林局
DGPV	Direction Générale de la Production Végétale	農業食料安全保障省植物生産総局
FA	Foyer Amélioré	改良かまど
FAFASO	Foyer Amélioré de Burkina FASO	ブルキナファソ改良かまどプロジェクト
FCFA	Frnac Colonies Française d'Afrique	西アフリカ経済通貨共同体の通貨単位
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	国際連合食糧農業機関
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	ドイツ国際協力公社

略名	正式名	和名
GL	Ground Level	地盤面高
INERA	Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles	農業環境研究所
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	気候変動に関する政府間パネル
IRR	Internal Rate of Return	内部収益率法
IRSAT	Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies	応用科学技術研究所
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JIRCAS	Japan International Research Center for Agricultural Sciences	独立行政法人国際農林水産業研究センター
JRA	Joint Research Agreement	共同研究同意書
MAAH	Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydrauliques	農業・水整備省（2016/1より）
MARHASA	Ministère de l'Agriculture, de Ressources hydrauliques, de l'Assainissement et de la Sécurité Alimentaire	農業水資源公衆衛生食料安全保障省（2015/01～2015/12）
MASA	Ministère de l'Agriculture et de la Sécurité Alimentaire	農業食料安全保障省（2015/01まで）
MEDD	Ministère de l'Environnement et Développement Durable	環境持続開発省（2015/1まで）
MEEVCC	Ministère de l'Environnement, de l'Economie Verte et du Changement Climatique	環境・グリーン経済・気候変動省（2016/1より）
MEIC	Ministère de l'Energie, des Ines et des Carrières	鉱山・エネルギー・採石省（2016/1より）
MERH	Ministère de l'Environnement et des Ressources Halieutiques	環境漁業資源省（2015/01～2015/12）
MESRSI	Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche Scientifique et de l'Innovation	高等教育・科学技術・技術革新省（2016/1より）
MG	Market Gardening	市場向け野菜栽培

略名	正式名	和名
MME	Ministère des Mines et de l'Energie	鉱山エネルギー省 (2015/12 まで)
MRSI	Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation	科学研究革新省 (2015/12 まで)
NAP	National Adaptation Plan	国家適応計画
NAPA	National Adaptation Program of Action to Climate Change	気候変動適応対策国家活動計画
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization	国立研究開発法人 新エネルギー産業技術総合開発機構
NGO	Non Governmental Organization	非政府組織
NTFPs	Non-Timber Forest Products	非木材林産物
PRA	Participatory Rural Appraisal	参加型農村調査法
SP/CONEDD	Secrétariat Permanent du Conseil National pour l'Environnement et le Développement Durable	環境持続開発のための国家評議会常設事務局
SCADD	Stratégie de Croissance Accélérée et de Développement Durable	継続的発展と成長強化の戦略
STC	Scientific Technical Committee	科学技術委員会
UBTEC	Union des Baoré Tradition d'Épargne et de Crédit	伝統的穀物倉庫の貯蓄・クレジット連合
UNDP	United Nations Development programme	国連開発計画
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	国連気候変動枠組条約

序 章

(1) 背景および目的

国連の気候変動に関する政府間パネル（Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC）が発行した第5次評価報告書では、気温、海水温、海水面位等の観測事実より“気候システムの温暖化には疑う余地はない”と温暖化していることが再確認されたこと、それらは人間の影響である可能性が非常に高いこと、今世紀末までに世界平均気温の変化はひとつのシナリオによれば0.3～4.8℃の範囲で、海面水位の上昇は0.26～0.82mの範囲に入る可能性が高いことが示され、気候変動を抑制するには、温室効果ガス（Greenhouse gas: GHG）排出量の抜本的かつ持続的な削減の必要性を指摘している。とくに農業分野を含む農林業・その他土地利用部門由来のGHGは、地球全体の正味の人為起源のGHG排出量の約1/4を占めると報告されており、農林業分野における排出量削減のための取り組みは重要な課題となっている。

また、限られた水資源や石油・天然ガスなどのエネルギー資源等自然資源はそれらの危機や枯渇が懸念されており、資源の有効活用や再生可能エネルギーの利用の促進が求められている。

ブルキナファソの主産業は農業で国民総生産の33%を占め、農業従事者人口は就労人数の8割を超える。高い人口増加率（2.8%）を背景に、国際貧困ラインに基づく貧困率は44.5%¹を示し、人間的な生活の度合いを測る指標とされる人間開発指数は187の国・地域のうち181位と低位である²。

ブルキナファソが位置する西アフリカ諸国やその他の地域の多くの開発途上国では、貧困削減、水資源や資源・エネルギーの確保、保健医療の向上など、持続可能な開発に向けて取り組むべき様々な重要課題を抱えている。ブルキナファソでは、これらの課題に対応するため、気候変動対策に関わる国家適応行動計画（National Adaptation Program of Action to Climate Change: NAPA）（気候変動対策に関わる国家適応計画（National Adaptation Plan: NAP）に移行中）を策定している。

その一方で、気候変動に対応（適応策および緩和策）する余裕がないのが現状であり、緩和策への対応を取ることが、開発の阻害要因となってしまうとの危惧もある。そのため、開発途上国にとって優先度の高い開発ニーズに応えながら、同時に気候変動対応による便益の実現を図るコベネフィット型のアプローチが重要となる。

そこで、本ガイドラインが対象とするプロジェクトは、このような状況に鑑み、ブルキナファソの開発ニーズを踏まえた持続可能な開発に取り組みつつ、気候変動対応による便益の実現を図るため、地域の自然資源を有効に活用した気候変動対応策に係る手法や技術を開発し、気候変動緩和策・適応策への貢献と同時に効果的かつ効率的な農業農村開発の実施を目的とする。

¹ WB(2015) World Development Indicators

² UNDP(2014) Human Development Report

(2) 方針

これまで多くの国際機関やドナーによって実施されてきた従来の開発プロジェクトは持続可能な開発を目指し開発便益を追求してきたことから、蓄積された手段・手法がすでに存在する。住民の当事者意識の醸成や動機づけの付与のための住民参加型のアプローチはその代表的なものと言える。

そこで、本ガイドラインが対象とするプロジェクトでは、そういった従来の開発プロジェクトの常とう手段は、根底におき、つまり、開発プロジェクトの実施で必要とされる住民ニーズへの対応、住民との合意形成等はプロジェクト遂行上、大前提とし、これらの過程を経つつ、その上に立脚した気候変動対応による便益を追求する方針とする。

本ガイドラインが対象とするプロジェクトによる期待される開発便益としては、生活改善、収入向上、さらには気候変動対応による便益と重なる形で自然資源の保全、資源の有効活用が挙げられる。気候変動対応による便益としては、GHG 排出量の削減のための手法および GHG 排出削減量の簡易な定量化手法が開発されることである。

なお、気候変動に係る効果の算定手法については、現在、国際的気候変動対応の枠組みの中で取り組まれている CDM 手法の活用を図り、効率的な算定を図ることとする。クリーン開発メカニズム (Clean Development Mechanism: CDM) は、開発途上国において GHG 排出削減プロジェクトを実施し、そこで生じた GHG 排出量 (または吸収量) に基づいてクレジットが発行される仕組みである。この CDM の実施を通じて生じる GHG 排出削減量は、事業種別に国連気候変動枠組条約 (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) が定めた算定式によって計算される。そのため、CDM の方法論で定められた算定式を用いれば気候変動対策プロジェクトによって発生する GHG 排出削減量 = 気候変動対応による便益が求められ、気候変動に係る便益の定量化が可能となる。これを利用して、開発途上国で行われる開発ニーズに対する気候変動対応策のコベネフィット型プロジェクトの有効性を気候変動の側面から定量化し、それによって事業効果を容易に明示できる手法が提示できる。

(3) 取組の概要

日本の農林水産省の補助金調査「地域資源利活用型農業農村開発検討調査」(以下「本調査」とする)では、上記方針に基づき、住民ニーズの把握および住民との合意形成等といった過程を経て、①改良かまど、②植林・アグロフォレストリー (AF) および③太陽光発電の三つの活動項目に焦点を当てて取り組むこととした。

『改良かまど』では、改良かまどの導入促進を図るため実証を通じた CO₂ 排出削減量の効率的算定による定量的効果算定手法の開発および農村部における改良かまど普及手法の提案を目的とし、定量的効果算定手法および普及手法を実践とともに示した。

『植林・AF』では、在来果樹を活用した植林・AF の農家圃場レベルでの技術を確認するために知見や教訓を取りまとめることを目指し、現地に適した在来果樹等の樹

種選定基準、農家が在来果樹を導入するために必要な研修の提案と実践、在来果樹を活用した場合の収益性の評価等を行った。

『太陽光発電』では、太陽光発電システムを導入した小規模灌漑営農の経済的妥当性の評価、および CO₂ 排出削減量の定量的評価の実施を目的とし、乾季の収入源確保のために小規模灌漑営農を可能とする太陽光揚水システムの導入による市場向け野菜栽培の実証を行い、その経済性および CO₂ 排出削減量に関し評価した。

(4) ガイドラインの構成と内容

本ガイドラインでは対象とするプロジェクトの計画・実施のために、上記の3つの活動の計画・実施を通じて得られた、地域の自然資源を有効に活用した気候変動に対応する知見、手法を指針として示し、本調査で実践した具体的な事例、算定・試算事例を参考に掲載している。目次構成は以下のとおりとする。

第1章 ブルキナファソにおける開発ニーズ

第2章 コベネフィット型アプローチの実現に向けて

第3章 計画編

第4章 実施編－改良かまど－

第5章 実施編－植林およびアグロフォレストリー－

第6章 実施編－太陽光発電－

(5) ガイドラインの利用

本ガイドラインは、ブルキナファソ国内で農村地域の問題の解決を図り気候変動に対応するためのプロジェクトを形成・実施する場合、または、NAPA および NAP の具体化・プロジェクト化を図る際に同類のプロジェクトの実施手法として活用できる。

本ガイドラインの利用対象者は、ブルキナファソ政府職員（中央および地方行政機関）、ドナー関係者、国際 NGO および国内 NGO のプロジェクト等の計画立案・実施を担う者、とくに、NAPA または NAP の具体化・プロジェクト化を図る担当者を想定している。

第1章 ブルキナファソにおける国家適応計画（NAP）の背景と目的

1.1 はじめに

ブルキナファソは、多くの他の開発途上国や先進国と同じように、UNFCCC のを批准している。この批准の意味は、国際社会に対して、国際的な交流、温室効果ガスを削減するための政策および方策、気候変動プログラムの適応や現象の組織的な観察を通じた気候変動対応の広がり、より明確にする良い準備を約束するものであった。

2005年3月の京都議定書の批准後、ブルキナファソは国家適応行動計画（NAPA）の策定を約束し、農業、水資源、動物資源および森林と多様性を基幹分野として、2007年11月にこれを策定した。

脆弱性の高い分野の中で、12の優先プロジェクトを確認し、それらの早急に実施に取り組んだ。いくつかの主要な成果は人口の増加を完全にコントロールすることで得られた。これらの経験は、長期間、行動が実施されるために国際社会に求められた気候変動のための国家適応計画（NAP）の策定の基礎となった。

そして、ブルキナファソは、NAP と呼ばれる画新しいプログラムの枠組みを採用した。この新しい枠組みは、長期的戦略および政策を立案する中で気候変動のより包括的な達成を促進するものである。実際に、NAP は以下の目的を持つ。

- 適応力・耐久力の強化を通じて気候変動の影響への脆弱性を削減する
- 首尾一貫した方法、政策、新しいまたは既存のプログラムや活動、開発のための専門的プロセスおよび各分野と異なるレベルを包含した計画戦略といった気候変動への総合的な適応を促進する

1.2 NAP のビジョンと目的

ブルキナファソの NAP のビジョンは次のように掲げられている。

「ブルキナファソは、2050年までに気候変動に耐え適応することを考慮したうえでメカニズムと対策の立案および実施を通じて、より効果的にその経済および社会開発を管理運営する。」

(1) 長期的な適応目的

このビジョンのための長期的な適応目的は次のとおりである。

- 成長を加速するための主要な柱を保持すること
- 持続的な食料および栄養の安全保障を確保すること
- 公衆衛生へのアクセスを改善し、水資源を保全すること
- 気候変動の拡大および自然災害から人々やその財産を保護すること
- 自然生態系の機能を保持・改善すること
- 人々の健康を保持し増進すること

(2) NAPにおける分野の定義および適応するための行動

ブルキナファソの NAP では、ワガドゥグ大学の数式分析研究室が分析し客観的に示した脆弱性について、次の分野を行動の対象とした。

- 農業
- 畜産物
- 環境および自然資源
- 健康
- エネルギー
- 住居およびインフラストラクチャー
- 横断的問題

JIRCAS との共同研究一部において、農業分野、エネルギー分野、環境および自然資源分野が主要テーマとなっている。これらの分野における主要な適応するための行動は、次のとおり示されている。

(1) 農業分野

- 早生品種および耐乾性品種の栽培
- 水および土壌の保全技術（石積み工法、堤防、土壌通気壁、テラス、半月工法、アグロフォレストリー、砂丘凝固など）の実施
- 持続可能な土地管理（GDT）の促進
- 気候に関する情報へのアクセスの改善
- 農業保険制度の設立

(2) エネルギー分野

- エネルギー源の多様化（太陽光、風力およびバイオマス）
- 気象予報により雨量増加が報告されているスダン地域の水管理および開発計画の実施
- 経済的な産業エネルギー技術の開発および促進
- 薪炭材消費を大幅に減少させるための改良かまどの活用の促進

(3) 環境および自然資源分野

- 森林およびアグロフォレストリーの優良事例の実施（選択的薪の伐採、自然資源拡大の支援、土地開発の制限）
- 地域社会および参加型森林および野生生物の資源管理
- 非木材林産物の持続的な利用および利用の増加

第2章 コベネフィット型アプローチの実現に向けて

2.1 コベネフィット型アプローチとは

「コベネフィット」(相乗便益)とは、ひとつの政策、戦略、または行動計画の成果から生まれる、複数の分野のベネフィットのことである。¹

ここで扱うコベネフィット型アプローチのプロジェクトでは、複数の分野として、一つは開発途上国の開発ニーズを、もう一つは地球温暖化防止を行うニーズを扱うものとしてこれら両方を意識し、単一の政策、戦略、または活動から異なる二つの便益を同時に引き出すことを指している。ここでは、コベネフィット型アプローチを、開発ニーズを意識しながら気候変動対策を行うアプローチとし、開発ニーズに対応したプロジェクトによる便益を“開発便益”、気候変動対策のためのプロジェクトによる便益を“気候便益”としている。コベネフィット型アプローチのイメージを図 2.1.1 に示す。

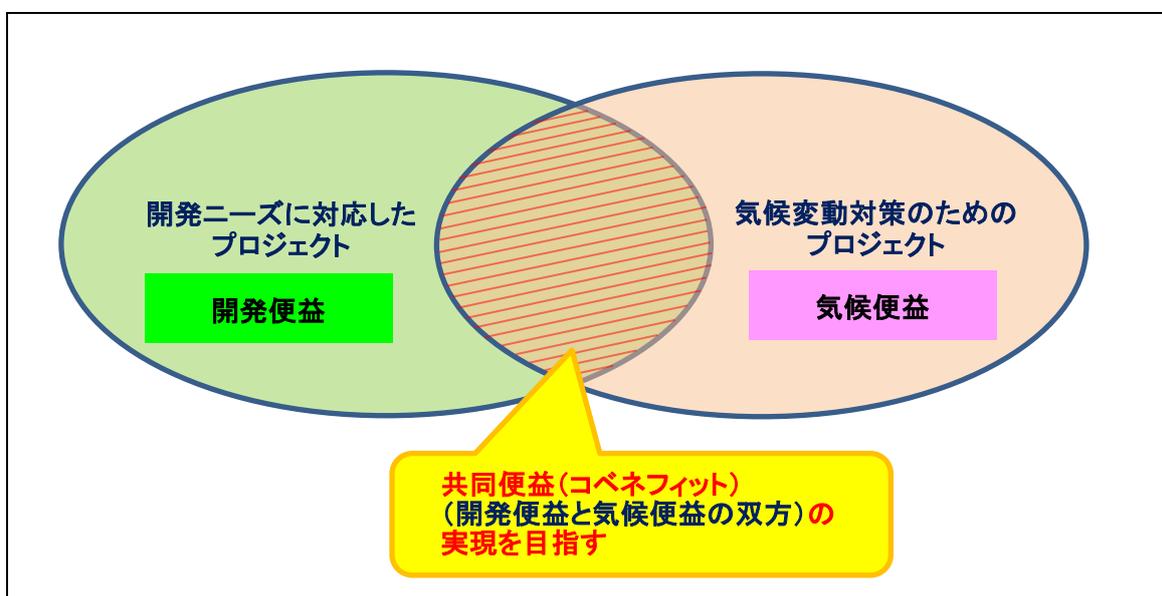


図 2.1.1 コベネフィット型アプローチのイメージ

IPCC 第 5 次評価報告書においても、コベネフィットの概念が重要であるとの指摘があり、第 4 次報告書以降、複数の政策目標を統合し、共同便益 (コベネフィット) を増大させ、負の副次効果を減少させるように設計された政策への注目度が增大している。²

2.2 ブルキナファソにおけるコベネフィット型アプローチの実現に向けて

ブルキナファソにおいては、1 章に示した、開発目標および NAPA がある (NAPA に記載された事業リストを表 2.2.1 に示す)。NAPA は NAP に移行しつつあり、2015 年 2 月に政府機関、市民団体、技術・財政的パートナーの参加を得てワークショップが

¹ Environmental Protection Agency(米国) (2007) Co-Benefits of Climate Change Mitigation :Coordinator in Asia”

² IPCC (2014) AR5 WG3 SPM

開催され、NAP 案が共有された。

表 2.2.1 NAPA に示された事業リスト

	推奨される対策
1	食料安全保障にかかる保全および早期警報システムの強化（情報システム、農牧活動の追跡、季節情報、食料保全のための貯蔵など）
2	食料生産のための耕作を補完するかんがいの推進
3	Oursi 池の整備と維持管理
4	牧草生産とその貯蔵体制（干し草、作物残渣、茎など）
5	林産副産物の普及および自然界の基本的整備と管理
6	池、河川、貯水池の堆砂防止
7	かんがい農業の水利用の効率化
8	戦略的に重要な放牧地区および適地の保全
9	水資源保全技術の普及（ザイ、土壌侵食防止畦）
10	野生生物およびその生息地の管理
11	水資源開発工事や河川汚染に対する保全策と保全地域の設定
12	改良かまど、再生可能エネルギーや代替可能エネルギー機器の普及（自動調理器、湯沸し器、太陽光乾燥機など）

NAP 案によると、ブルキナファソ 2025 年ビジョンを基にした、「継続的発展と成長強化の戦略（Stratégie de croissance accélérée et de développement durable : SCADD）」は、農業、畜産業、林業、エネルギーおよびインフラの各分野を促進させる成長を主要な柱と位置付けている。その一方で、これらの柱は、自然環境によるリスクの影響を受けるとして、社会経済的に発展に対する気候変動の性質やその影響規模が分析された。その結果、最も気候変動の脅威にさらされる開発分野として特定されたのが以下の分野である。

- ・ 経済成長の柱である農業、畜産業、林業、エネルギーおよびインフラ分野
- ・ 食料安全保障
- ・ 水資源
- ・ 国民の身体的健康と財産の保障
- ・ 自然生態系
- ・ 健康

これらの気候変動の脅威にさらされる分野に対して、対策を講じるために、UNFCCC は後発開発途上国支援のひとつとして NAP の策定をサポートしている。

NAP 案では短期、中期および長期目標とその対策が示されており、長期目標は以下のとおりである。

- ・ 経済成長の柱の保全
- ・ 継続的食料保全の確保
- ・ 水資源の保全および上下水道アクセスの改善
- ・ 異常気象や自然災害からの人命と財産の保全

- ・自然生態系機能の保全および改善
- ・人々の健康保全と改善

NAP 案では、上記長期目標ごとに推奨される対策の記載がある。主な長期目標と推奨される対策を表 2.2.2 に示す。これらの対策は、国家の開発戦略を踏まえた気候変動対応のための対策であることから、本プロジェクトが採用するアプローチの主旨に合致する部分は大きい。したがって、これらの対策の実現化を図ることが、本プロジェクトで採用するコベネフィット型アプローチの実現に向けた動きとなる。

表 2.2.2 NAP 案に示された対策

長期目標	推奨される対策	短中長期区分	
経済成長の柱の保全	農業	<ul style="list-style-type: none"> - 早稲種および乾燥耐性種の導入 - 水土保持技術の実施（ストーンライン、畦工法、透過性畦工法、テラス工法、半月工法、アグロフォレストリー、砂丘固定等） - 土壌の継続的管理促進 - 気象情報アクセス改善 - 農業分野活動の計画に際しての気象台データの活用能力の強化 - 経済的灌漑水利用技術の実践 - 整備地域での灌漑水計画時の蒸発散の灌漑システムへの組み込み - 農業保険の設置 - バッタ防止対策とその監視支援 	短期 短期 中期 中期 中期 短期 中期 長期 短期
	森林	<ul style="list-style-type: none"> - 良好な森林管理及びアグロフォレストリーの実践（薪の選択的伐採、自然再生森林支援、計画的更新） - 森林、野生動物、水生動植物資源の参加型地域管理 - 非林産物の永続的有効活用増大 - 自然資源の継続的管理のためのアグロフォレストリーの実践 - 薪および炭の都市への継続的供給計画の実現 	短期 長期 中期 中期 長期
	エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> - エネルギー効率化の発展 - 小規模水力発電施設への投資 - エネルギーの多様化（太陽光、風力、バイオガス） - 気候変動により降水量の微増が見込まれているスーダニアン地域での水資源の増強と管理計画の実現 - 水力発電開発の強化 - 工業および建築分野でのエネルギー効率化技術の促進 - 薪および炭消費を大きく削減させるための改良かまどの使用促進 - プロパンやバイオガスなどの代替エネルギーの促進 - ペレット化（または豆炭状）されたバイオマス（作物残渣）の使用促進 - 発熱器具の選択のためのエネルギー消費者の啓発と彼らへの情報発信（モーター、冷蔵庫） - バイオ・クライメイト概念の技術による新築物での冷房の削減 - 空調の新技术の開発と普及（太陽光エアコン、蒸発利用型エアコン） 	長期 長期 中期 長期 長期 長期 短期 中期 長期 短期 長期 長期

水資源の保全および上下水道アクセスの改善	- 水資源確保のための監視（堰と堤、流量、水門の機能性）	短期
	- 水資源確保の実現化：近代的井戸建設、豊富な地下水を確保できる深井戸建設、堰建設、沼の整備、水路の切り回し或いは配水	長期
	- 水路の堆砂防止対策	長期
	- 水不足時の家庭水使用（散水、プール）のための水消費の削減	短期
	- 水資源のより効率的な使用	短期
	- 水整備管理マスタープランの作成	短期
	- 適正技術による乾期の水道水への女性のアクセス不便さの解消	短期
	- 都市及び農村の下水道施設整備	中期
	- 気候変動における水資源に対する知識の強化	長期

第3章 計画編

3.1 対象地域の選定

3.1.1 プロジェクト実施地域特定

CDM 方法論では、CDM プロジェクトの受益地の特定が必要となっている。また、一般的農村開発プロジェクトでもその対象地域の特定が事業規模に応じて必要となってくる。そのため、本ガイドラインの対象となるプロジェクト「地域資源を有効活用した低炭素型農村開発プロジェクト」（以下「低炭素型プロ」という）においても、その規模および携わる人員規模に応じてプロジェクトの対象地域および対象村を特定する必要がある。

低炭素型プロは、各村での住民参加及びそれへの適切な支援、また事業後のモニタリングの実施を基本的要件としているため、プロジェクトサイドの人的資源面において通常の開発プロジェクトに比べて細やかな配慮が必要と推定される。実施にあたっては、計画段階の初期にこの点を十分検討してプロジェクトの対象地域数および対象村数の設定を行うことが重要である。

この作業を行うにあたっては、①対象候補地域（県（Province）レベル）の選定→②対象地域（県レベル）の選定→③対象候補村の選定→④対象村の選定の工程で行う。

なお、この工程の担当者は、対象地域のプロジェクト計画担当者および農業水資源公衆衛生食料安全保障省（Ministère de l'Agriculture, de Ressources hydrauliques, de l'Assainissement et de la Sécurité Alimentaire: MARHASA）および環境漁業資源省（Ministère de l'Environnement et des Ressources Halieutiques: MERH）の県事務所責任者（以下「事務所責任者」という）である。

3.1.2 対象地域（県レベル）の選定

ここでは、一つの県を選定することを前提にその選定手法を説明する。

計画担当者は、選定基準に関する情報収集および整理を行い、これをもとに低炭素型プロの国中央担当省の部署と協議して、3～4 の対象候補地域を選定する。

次に計画担当者は、候補地域の各県の事務所責任者より聞き取り調査を行い、各選定基準の整理表を作成する。この表をもとに最も適切な県を選定する。

本調査の事例

選定基準および各県の比較整理表については、本調査で実際に行った事例を表 3.1.1 に示す。プロジェクト実施に際しては、基本的にこの例に倣って選定することとするが、地域状況などによって内容の見直しを行うことは適宜許される。

表 3.1.1 対象地域選定基準

選定基準	内 容
治安条件	政情不安または治安不安などによりプロジェクトの実施に障害発生が予想される、或いは長期のプロジェクト継続に不安がある地域は除外する。
自然条件	植林およびAFの成果が見込まれやすいという観点から年間平均降雨量が600mm以上の地域
	植生が減少している地域
	土壌劣化が進行している地域
制限区域	植林およびAFの観点から国立森林公園など活動が制限される地域でないこと
国家電力網	太陽光利用の観点から国家電力網がない地域、または計画がない地域
アクセスビリティ	プロジェクト運営上の観点から、プロジェクト拠点から1~1.5時間以内にアクセスできる地域

この基準をもとに JIRCAS およびこの調査の所管官庁である MERH の環境持続開発のための国家評議会常設事務局 (Secrétariat Permanent du Conseil National pour l'Environnement et le Développement Durable: SP/CONEDD) と協議して、①中央台地州クルウェオゴ(Kourwéogo)県、②同州オウブリテンガ(Oubritenga)県、③同州ガンゾルゴ(Ganzourgou)県および④中央南部州バゼガ(Bazèga)県の 4 地域が候補地として選定した。

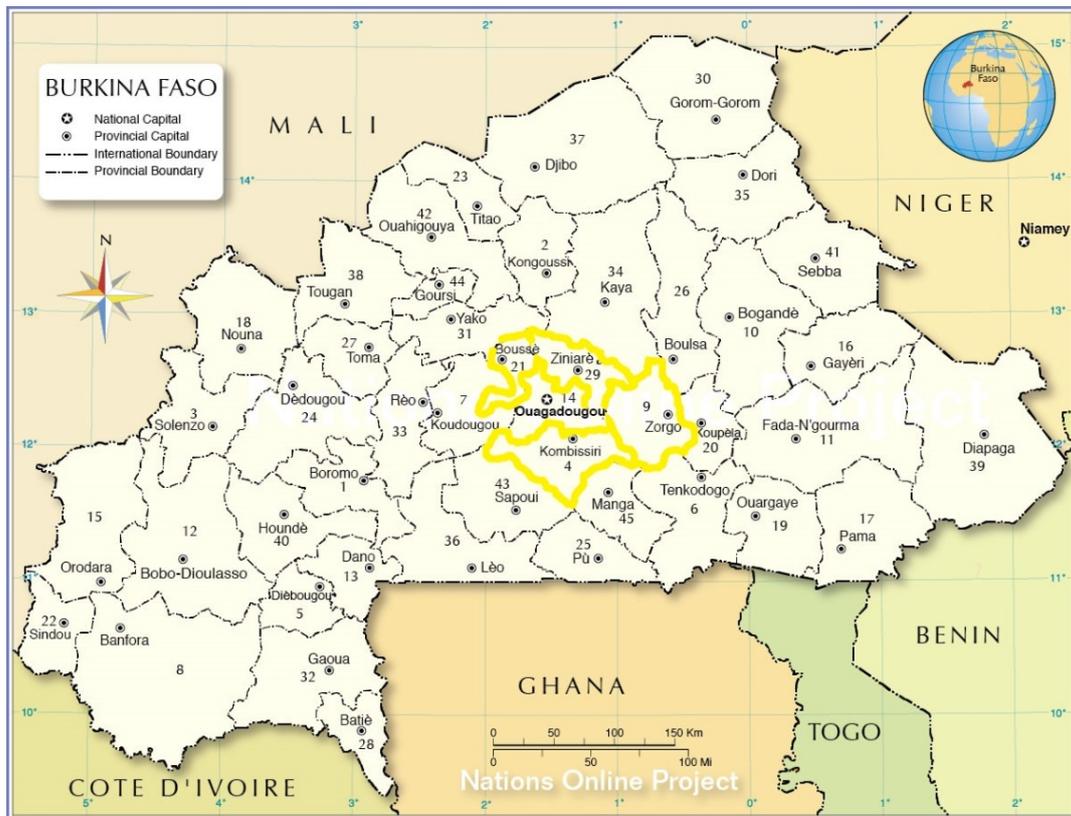


図 3.1.1 調査対象候補地域選定結果

出典: http://www.nationsonline.org/oneworld/map/burkina_faso_map.htm (2015,05,19)

次に上記 4 つの県の MERH の地域事務所を訪問し、調査の必要性および実施可能性の判断に必要な事項の聞き取り調査を行った。その結果は、表 3.1.2 である。

この結果を選定基準に沿って検討した結果、類似事業の FA 事業を実施していることおよび自然条件の面で課題が大きいことから①、②および③を選択し、次にアクセスの面で 1.5 時間以上かかる③を除外し、さらに②地域ではすでに日本による類似の研究・調査が行われているためにこれを除外して、①クルウェオゴ県とした。なお、アクセス時間を除いて①～④の地域は全て基準を満たしていることを確認した。また、①では類似の改良かまど事業が行われているが、類似事業が実施されている地域を避けることが原則であるが、4 地域とも改良かまど事業を実施していることおよび議場実施地域は各地域の一部であることから、①地域内で低炭素型プロを行う際の村選定段階で事業の重複がないことを条件とすることとした。

表 3.1.2 対象候補地域間取り結果

	クルウェオゴ県	オウブリテンガ県	ガンゾルゴ県	バゼガ県
面会者	県事務所長	県事務所長代理	県事務所長代理	州事務所所長および県事務所長
州	中央台地州	中央台地州	中央台地州	中央南部州
州都	ゼニアレ市	ゼニアレ市	ゼニアレ市	マンガ市
県事務所所在地	ブッセ市	ゼニアレ市	ゾルゴ市	コンビシリ市
市の数	5	7	8	7
県事務所職員数	計 9 名 森林官 7 名、環境局員 2 名	計 15 名 森林官 13 名、秘書 1 名、警備 1 名	計 11 名 森林官 10 名、環境官 1 名 各市に 1 名、その他国立森林公園に 2 名森林官配置	計 19 名 森林官 17 名、環境局員 1 名、秘書 1 名 各市に森林官各 2～3 名を配置
主な課題	① 過伐採 ② 他県からの住民の流入による農地の減 ③ 水不足	① 過伐採 ② 土壌劣化（連作、少雨） ③ 人口増に伴う農地確保困難	① 植生の減 ② 過伐採 ③ 人口増に伴う農地確保困難 ④ 水質汚染（金採掘で使用される化学物質が原因）	① 過伐採 ② 植生の減 ③ 土壌劣化 ④ 水質/土壌汚染
類似プロジェクト（農村開発、環境）	- NGO による改良かまど - 家畜資源省によるバイオダイジェスター	- NGO による改良かまど - 女性支援グループによる改良かまど	- NGO による土壌侵食防止 - NGO による改良かまど事業の実施	- NGO による小規模な総合農村開発（改良かまど、植林、種子生産、緑肥、キャパビル）
国家電力網、電化	村には電気がない	村には電気がない一部市街地で電化	村には電気がない一部市街地で電化	村には電気がない一部市街地で電化
主要民族および民族間紛争	モシ族、紛争はとくになし	モシ族、紛争はとくになし	モシ族、紛争はとくになし	モシ族、紛争はとくになし
アクセス*	75 分	50 分	115 分	50 分

*アクセス：拠点をワガドゥグとしたため、ワガドゥグから県事務所までの所要時間

3.2 対象候補村・対象村の選定

3.2.1 対象候補村の選定

ここでは一つの対象村を選定することを前提にその選定手法を説明する。

この段階は、計画担当者および県レベルの事務所責任者の共同作業で実施する。計画担当者は表 3.2.1 の対象候補村の選定基準を事務所責任者に示し、所管する県内から 5 村の対象候補村の選定を依頼する。事務所責任者は選定基準の結果をもとに計画担当者に対象候補村を 5 村提案する。計画担当者は事務所責任者と表 3.2.1 の選定結果を確認しながら、5 村の中から選定基準に即してより適切な上位 3 つの対象候補村を決定する。

本調査の事例

クルウェオゴ県での事例では、ブッセ市にある MERH 県事務所長と協議し、そこで提案された 5 村は、Y 村、K 村、Gu 村、Go 村、Ga 村であった。その判定結果を表 3.2.2 に示す。

表 3.2.1 対象候補村選定基準

選定基準	選定内容		判定
1.社会条件	1-1	村内で諍いが無い、あるいは周辺村と諍いが無いこと	有無
	1-2	村にキーパーソンがいること	有無
	1-3	Food for Work や Cash for Work が行われていないこと	有無
2.太陽光発電に係る条件	2-1	国家電力網に接続していないこと、かつ将来も計画がないこと	有無
	2-2	村の規模が 1,000 人程度であること (モニタリングの効率性から)	人数
	2-3	水源が確保できるあるいは得やすいこと	得やすいか否か
3.改良かまどに係る条件	3-1	実施中の改良かまどの事業がないこと	有無
	3-2	改良かまどが普及していないこと	普及の有無
	3-3	薪が不足していること	不足の程度
4.アグロフォレストリーに係る条件	4-1	アグロフォレストリープロジェクトの経験があること	有無
	4-2	植生が減少していること	減少の程度
	4-3	土壌侵食が進展していること	進展の程度
	4-4	休閑地または元畑があること	有無
5.アクセス	5-1	県事務所から 30 分以内であること	所要時間

表 3.2.2 選定基準に対する判定結果事例

各村の違い	選定条件に対する判定		備考
5 村とも共通	1-1	村内で諍い、あるいは周辺村と諍いはない	
	1-2	村にキーパーソンがいる	
	1-3	Food for Work や Cash for Work は行われていない	

	2-1	国家電力網に接続していない、かつ将来も計画がない	
	2-3	水源が確保できるあるいは得やすい	
	3-2	改良かまどが普及していない	
	3-3	薪が不足している	
	4-1	アグロフォレストリープロジェクトの経験がある	
	4-4	休閑地または元畑がある	
Y村のみ異なる	3-1	実施中の改良かまどの事業がある	他の4村では実施中の事業はない
Go村のみ異なる	4-2	植生が、“減少している”	他の4村では、“非常に減少している”
Go村のみ異なる	4-3	土壌侵食が、“進展している”	他の4村では、“非常に進展している”

表 3.2.2 をもとに選定基準に即してより適切な上位 3 つの対象候補村を検討したところ、Y 村では NGO がすでに改良かまどの事業を実施していること、Go 村の植生の減少および土壌侵食の進展の程度は他村と比較して顕著ではないことから、対象候補村としてブッセ市 K 村、Gu 村および Ga 村を選定した。

3.2.2 対象村の選定

計画担当者は事務所責任者の協力の下、村の本調査への参加意欲、村のプロジェクト実施能力（村内組織および識字状況）および村の状況（特に村で行う予定の活動に対するニーズ）を把握して選定の基礎資料とするため、候補村でキーパーソンを対象とした聞き取り調査を行う。

キーパーソンとは、村長、市会議員、農業グループ代表、家畜繁殖グループ代表、女性グループ代表、青年グループ代表、宗教グループ代表、学校関係グループ代表、診療所管理グループ代表などで、30～40 名程度である。

調査では、調査の趣旨など概要説明後、事前に用意した調査票に基づきインタビュー形式で聞き取り調査を行う。所要時間は 1 時間 30 分～2 時間である。調査項目は以下通りである。

- 村の課題（主に 3～5 程度）
- 組織種類および活動内容
- 当該低炭素プロ活動への協力の意向
- 水資源（水資源へのアクセス度、水資源（施設）の数）
- 土地所有者
- 識字能力（モレ語が書きとりできる人数、フランス語が読み書きできる人数）
- エネルギー（電化状況、ランプの燃料）
- 改良かまど（利用状況、燃料等）
- 植林・アグロフォレストリー（AF）（活動の有無、育苗技術）

多数の村を選定する場合は、この中から必須の項目を抽出して調査の簡便化を図る

ことも可能である。また、選定に際して上記の調査項目を基準に点数化すれば、比較が容易となる長所があるが、調査を行う計画担当者の包括的判断によることもできる。

本調査の事例

候補村 3 村での事例では調査結果は表 3.2.3 の通りとなったが、3 村の比較であったため点数化せずに、各項目を比較して優劣を検討後に選定した。その内容は以下の通りである。

調査結果を検討し、Ga 村は雨期にアクセス不可のため候補村から除外した。また、K 村と Gu 村を比較したところ、3 活動分野の現状には優劣はなかったが、村の課題では Gu 村で「植生減退および薪採取問題」および「水資源にかかる菜園活動問題」が上がっていること、植林組合など多くの組合が活動しており本調査の活動のポテンシャルが高いことから Gu 村を対象村として選定した。

表 3.2.3 対象村選定の事例

村名	K 村	Gu 村	Ga 村
アクセス	到達時間 30 分、距離 27km 主要道（舗装道路）から分岐した道も比較的よい	到達時間 20 分、距離 9km 雨期に雨が降ってもアクセスは可能とのこと	到達時間 50 分、距離 16km 道路幅が狭く、11 月でも多くの水たまりがあり、雨期はアクセス不可
人口、民族 (人口は統計)	966 人、6 集落、モシ族 100%	1,061 人、6 集落、ほとんどモシ族、ブル族少数	1,712 人、7 集落、ほとんどモシ族、ブル族少数
村の課題	①営農のための資機材・肥料の不足および食料不足 ②診療所が狭く病人を収容できない、薬の不足 ③乾期の水不足 ④乾期に女性の仕事がない ⑤成人識字活動が停滞、教室があっても教員がいない	①健康関係問題（マラリアにかかる人が多い、医療施設及び器具が不足） ②乾期に仕事がない、ダムやため池がないので乾期に菜園活動ができない ③植生が減ったために土壌が乾燥、薪採取の規制ができない ④教員の宿舎がない	①水の不足 ②市へのアクセス道路が悪い ③診療所が村にない。他村の診療所へのアクセス道路が悪い ④農業生産性を上げるための知識や資金がない
組織	女性農業グループ、農業グループの活動あり	農業グループ、青年グループ、水道利用組合、植林組合等多数の活動している	農業グループ、家畜グループ、水道利用組合などにより活動している
活動への協力	了解	了解	了解
水資源	井戸へのアクセス容易 深井戸 9、浅井戸 5 (3 壊れ)	井戸へのアクセス容易 深井戸 9、浅井戸 1	井戸へのアクセス容易 深井戸 10 (1 壊れ)、浅井戸 4
土地所有	地主村長	所有権は政府、新しい土地は村長許可	村長
識字能力	モレ語 4 人、仏語 10 人	モレ語 1 人、仏語 6 人	モレ語多数、仏語なし
エネルギー	電気送電なし、計画もなし 灯油ランプの利用なし 乾電池式ランプを利用	電気送電なし、計画もなし 灯油ランプの利用なし 乾電池式ランプを利用	電気送電なし、計画もなし 灯油ランプの利用なし 乾電池式ランプを利用
改良かまど	従来のかまど（三石かまど）を利用 燃料は薪、ミレット残渣	従来のかまど（三石かまど）を利用 燃料は薪、ミレット残渣	従来のかまど（三石かまど）を利用 燃料は薪、ミレット残渣
植林/AF	グループ及び個人経験あり 育苗技術については研修不足	グループ及び個人経験あり 育苗技術については数名の個人が経験あり、プロジェクトが実施されたことがある	グループ及び個人経験あり 個人で苗畑を行っている農家 2 戸

3.3 対象村の現地の把握

低炭素プロの活動を開始する前に、それぞれの活動の計画を策定して住民と協議する必要がある。その際、計画担当者は基本的な村の現況にかかる情報を適切に把握し、これをもとに各計画案を策定しなければならない。そのための調査が「対象村現地把握のための調査」である。

この調査の内容は、共通事項と各分野の活動計画策定に必要な事項とに分かれ、後者は各分野の目的にそって整理する。

その際注意すべきは、収集する情報は必要最小限とし、調査の簡素化を心がけることである。ただし、低炭素プロが進展する中で収集が必要な情報が見つければ、その都度補充調査を行うこととする。

なお、Gu 村で実際に行った「対象村現地把握のための調査」の結果は付属に掲載するので、参考とされたい。

3.4 活動計画の作成

3.4.1 作成の手順

低炭素プロによる活動成果が住民により自立発展的にかつ持続的に利用されることと望ましいことから、対象村で実施する活動を決定するために参加型手法を用いた活動計画の作成過程を通じて決定した。これには参加者である住民が主体となって、活動計画案を作成することで、活動計画ひいては低炭素プロ活動そのものへの当事者意識の醸成と参画の動機づけを図る狙いがある。

活動計画の作成の作成手順は以下のとおりである。

- ①問題点の抽出
- ②抽出された問題点を解決するための手段・方策の検討
- ③活動計画案の作成および活動の絞り込み
- ④活動計画の作成

ここで、①～③までは住民を対象としたワークショップにより行い、④は各活動に着手する際に個別の活動の中で実施する。

3.4.2 問題点の抽出および問題点の解決策の検討

問題点の抽出および抽出された問題点を解決するための手段・方策を検討するための方法は以下のとおりである。

(1) 準備

- ・進行役となるファシリテーター（参加型農村調査法（Participatory Rural Appraisal : PRA）の研修を受講した者が望ましい）を配置する
- ・村の代表者（村長、村落開発委員会（CVD）役員、女性グループリーダーなど）を参集させる（多岐にわたる関係者を参集させた方が幅広い意見が得られるが、人数が多すぎると意見集約が難しくなる）
- ・住民からの意見を表示してまとめるため、用紙やボードがあるとよい（写真 3.4.1）



写真 3.4.1 発言する住民（ワークショップの様子）

(2) 実施

- ・ファシリテーターが中心となり、参加者に対し、村の抱える主要な問題の具体的な内容や原因について問いかけ、分類する
- ・これら問題を解決するための手段・方策について、参加者に対し、問いかけ、分類する

本調査の事例

ワークショップを通じて抽出された問題点および検討されたそれらを解決するための手段・方策を表 3.4.1 に示す。

表 3.4.1 抽出された問題点と検討された対応策

主要問題	1.医療	2.収入活動	3.植生減少	4.教育インフラ	5.飲料水	6.家畜管理
原因	1-①医療器具・インフラ(診療所)の不足	2-①活発でない菜園活動	3-①薪の過伐採	4-①教員宿舎がない	5-①飲料用井戸の不足	6-①舎飼いの資機材の不足
	1-②高いマラリア罹患率	2-②乾季の水不足	3-②雨が少ない	4-②中学校がない	5-②井戸の新設/メンテナンスのための徴収ができない	6-②獣医のフォロー不足
対応・解決策	1-①薬局、メディカルキット、診療所の電化	2-①野菜種子、菜園資機材の調達	3-①植林、苗木生産、改良かまどの使用	4-①教育インフラ(宿舎)の整備、太陽光パネル	5-①深井戸の建設	6-①舎飼いフェンスの設置、舎飼い管理研修
	1-②マラリア予防薬、蚊帳、公衆衛生改善	2-②ダム、ため池の建設	3-②対応・解決策なし	4-②中学校建設、太陽光パネル	5-②深井戸の定期メンテ・清掃	6-②現地獣医育成のための研修

3.4.3 活動計画案の作成および活動内容の絞り込み

プロジェクトが扱える分野は範囲が限られていることから、プロジェクトが対応可

能な分野を選定する必要がある。そして、選定した分野で住民による活動計画案の作成を進める。手順と以下のとおりである。

- ①プロジェクトが対応可能な分野、問題点を住民に説明し、住民と合意する
- ②対応可能な分野、問題に関連する活動計画案の作成方法を住民に説明する
- ③住民が作成した活動計画案から、プロジェクトで具体的に対応可能な活動を選定し、プロジェクトの活動として決定する
- ④各活動の具体的な活動計画はプロジェクト実施者が活動参加者と最終調整し決定する

ここで留意しなければならないのは、プロジェクトの活動として決定する際に、住民側に良く説明し、理解を得ることである。また、住民は抽出された問題点に対する解決策、あるいは作成した活動計画案にすべてに対し、プロジェクトが実施されると誤った認識を持つことが多い。したがって、ワークショップ開催時、活動計画案の作成の説明時に、プロジェクトが対応可能な分野は限られていること、もしくは分野が限られていない場合でも、予算や人員などインプットできる範囲で活動するため、数、規模、時間等に制限があることを、随時、住民側に説明するべきである。

プロジェクトでの対応可能な分野が限られており、活動内容や時間が限定されるであれば、それらを住民側に説明したうえで、ワークショップや活動計画案の作成を行う、あるいは一部の工程を省略するなど一連の過程を短縮することも考えられる。しかし、これらの過程に手間を惜しむほど、住民の計画策定への参加度合が軽薄となるため、目的としていた活動計画、プロジェクト活動そのものへのインセンティブ付与とオーナーシップの醸成は難しい傾向になると考えられる。プロジェクト実施者は、プロジェクト全体の工程をにらみつつ、これらの点も留意していく必要がある。

本調査の事例

本調査では、表 3.4.1 に示された主要な問題のうち、主に“収入活動”と“植生減少”が対応可能であったことから、以下のとおり活動内容を決定した。

表 3.4.2 対応した問題点と決定された活動内容

対応する問題点	活動内容
乾季の水不足	太陽光発電を利用した小規模灌漑の導入(乾季の市場向け野菜栽培→乾季の労働機会確保、菜園活動の活発化)
菜園活動が不活発	
収入活動の不足	果樹を含めた植林およびアグロフォレストリーの導入(果樹や薪生産等→現金収入、植生減少の抑制)
薪の過剰伐採による植生の減少	
	改良かまどの導入(薪消費量削減(植生減少の抑制))
教育インフラが脆弱(電灯の不足)	ソーラーランプの導入

活動内容の決定に際しては、村長、CVD メンバーに説明する機会を設け、プロジェ

クトとしては絞り込んだ活動を行うこと、その活動内容、そして、参加者には資金、資材、労働などの負担をある程度求めることを説明し理解を得た。

これらの手順を踏み、各活動の実施に着手した。

3.5 取組事例（決定された活動内容と全体の構想）

本調査の事例

ブルキナファソの農村地域では、地域の問題の一つとして植生の減少が挙げられる。そこで、この問題の解決を図るため、薪消費量の削減を目的とした改良かまどの導入、植生を回復させるための植林および AF の実施、苗木等に水を供給するための太陽光発電の活用を計画する。そして、気候変動対策と農村開発の両立を目指したコベネフィット型のアプローチを用いて、本調査を実施する。本調査の概念図を以下に示す。



図 3.5.1 本調査の概要図

3.6 ガイドラインの活用

上記のとおり絞り込まれた3つの活動について、NAP案に示された対策と照合し、関連性を整理すると表3.6.1のとおりとなる。密接に関連性があるとみられる対策は○、ある程度関連性のあるとみられる対策は△で示した。

表 3.6.1 対策と低炭素型プロとの関連性

長期目標	推奨される対策	低炭素型プロの活動内容	関連性
農業	経済的灌漑水利用技術の実践	太陽光発電を利用し小規模灌漑	○
	水土保全技術の実施（アグロフォレストリー）	植林およびAF	△
森林	良好な森林管理およびアグロフォレストリーの実践	植林およびAF	○
	森林の参加型地域管理	植林およびAF	△
	非林産物の永続的有効活用増大	植林およびAF	○
	自然資源の継続的管理のためのアグロフォレストリーの実践	植林およびAF	○
エネルギー	エネルギー効率化の発展	改良かまど、太陽光発電を利用した小規模灌漑	△
	エネルギーの多様化（太陽光）	太陽光発電を利用し小規模灌漑	○
	薪および炭消費を大きく削減させるための改良かまどの使用促進	改良かまど	○
水資源の保全および上下水道アクセスの改善	水資源のより効率的な使用	太陽光発電を利用し小規模灌漑	○

関連性のある対策について、想定される主要な活動あるいは一部の活動は、すでに本調査を通じて手法やその効果が実証されており、かつ、GHG 排出削減量の定量的評価方法も実践されている。そこで、NAPをプロジェクト化するための方法のひとつとして、JIRCASの手法を主要な活動に対してあるいは一部の活動に対して有効に活用・適用することが可能である。本ガイドラインが対象とするプロジェクトの実施のための指針、あるいは手法は本ガイドラインに包括的にかつ体系的に整理されていることから、本ガイドラインの使用を推奨する。

第4章 実施編 –改良かまど–

4.1 背景、目的

4.1.1 ブルキナファソの薪を取り巻く現状

ブルキナファソの森林資源については、野火、薪の伐採、畑の拡張などのために植生は減退している。ブルキナファソ政府のデータでは、2002年時点で毎年105,000haの森林が消失しており、FAOの2000年のデータによれば過去20年間で4,130,000ha=206,500ha/年の森林が減少としている¹。

このような森林減少を招いている原因のひとつである森林から伐採される薪については、ブルキナファソのエネルギー需要の90%以上を薪や木炭が賄っており²、特に各家庭の調理用の主要なエネルギー源は薪となっている。この家庭で消費される調理用の薪は、年間3百万トン程度であり、家庭に必要なエネルギー需要の98%を賄っていると同時に、エネルギー分野の需要全体の89%を占めている³。このように薪はブルキナファソの最も重要なエネルギー源のひとつである。

特に農村部では、家庭の99.1%がエネルギー源として薪を使っており、農村部においてその問題の比重はさらに大きくなっている⁴。

4.1.2 コベフィット型気候変動対策

ブルキナファソは厳しい自然条件と高い人口増加率および貧困という社会条件の中で植生減退という大きな課題を抱えており、森林および植生保全が国の最重要開発目標のひとつとなっている。また、現在、干ばつの多発や洪水の発生など気候変動の影響にも晒され、今後もその悪影響は深刻になっていくと予想されており、森林保全は気候変動対策としても大きな課題となっている。このようにブルキナファソの森林保全対策は、社会経済的開発目標と気候変動対策目標のふたつの性格を併せ持っており、国の開発目標としての便益と気候変動対策の便益をもたらすコベネフィット型アプローチに最適な分野となっている。

IPCC第4次評価報告書によれば、「持続可能な開発と温室効果ガス削減との相乗効果の開発途上国における典型的な例は、安全で効率の良い調理用レンジへの交換であり、これにより温室効果ガス排出量を削減する一方で、室内の空気汚染を減少させ死亡率と罹患率を大きく低下させる。安全で効率の良い調理用レンジは、伝統的レンジのための燃料を集めている女性や児童の仕事量を軽減することにもなり、また不足している天然資源の需要を減らすことにもなる。」⁵と、改良かまど (FA:Foyer Amélioré) の導入の利点を述べており、FAの導入はブルキナファソの森林保全という開発目標を達成するための重要な手段のひとつであるとともに気候変動の便益も得られる最適な手段の一つといえ、ブルキナファソにとって効果的な社会経済・気候変動対策手段で

¹ SP/CONEED (2007) PANA du Burkina Faso

² SP/CONEED (2001) Communication nationale du Burkina Faso

³ SP/CONEED (2001) Communication nationale du Burkina Faso

⁴ CILSS (2005) La stratégie énergie domestique au Burkina Faso

⁵ IPCC (2007) Fourth Assessment Report of IPCC, Working Group 3 Technical Summary

ある。

4.1.3 調査目標

ブルキナファソでは、FA プロジェクトの展開を図っており、その促進が望まれている。そのため、このガイドラインではこの FA プロジェクトの促進を図る一助として気候変動にかかる GHG 削減量の効率的算定による定量的効果算定手法の開発を行うことを目標とするとともに、農村部での改良かまど普及手法の実証試験を通して、普及手法の事例を示すことにより、今後の農村部での改良かまどの普及活動の促進資することを目標とする。

なお、気候変動にかかる効果算定手法については、現在気候変動対策の枠組みの中で世界的に行われている CDM 手法の活用を図り、効率的な算定を図ることとする。

4.2 調査方法の流れ

調査方法の流れは、図 4.2.1 に示すフローチャートによって進める。

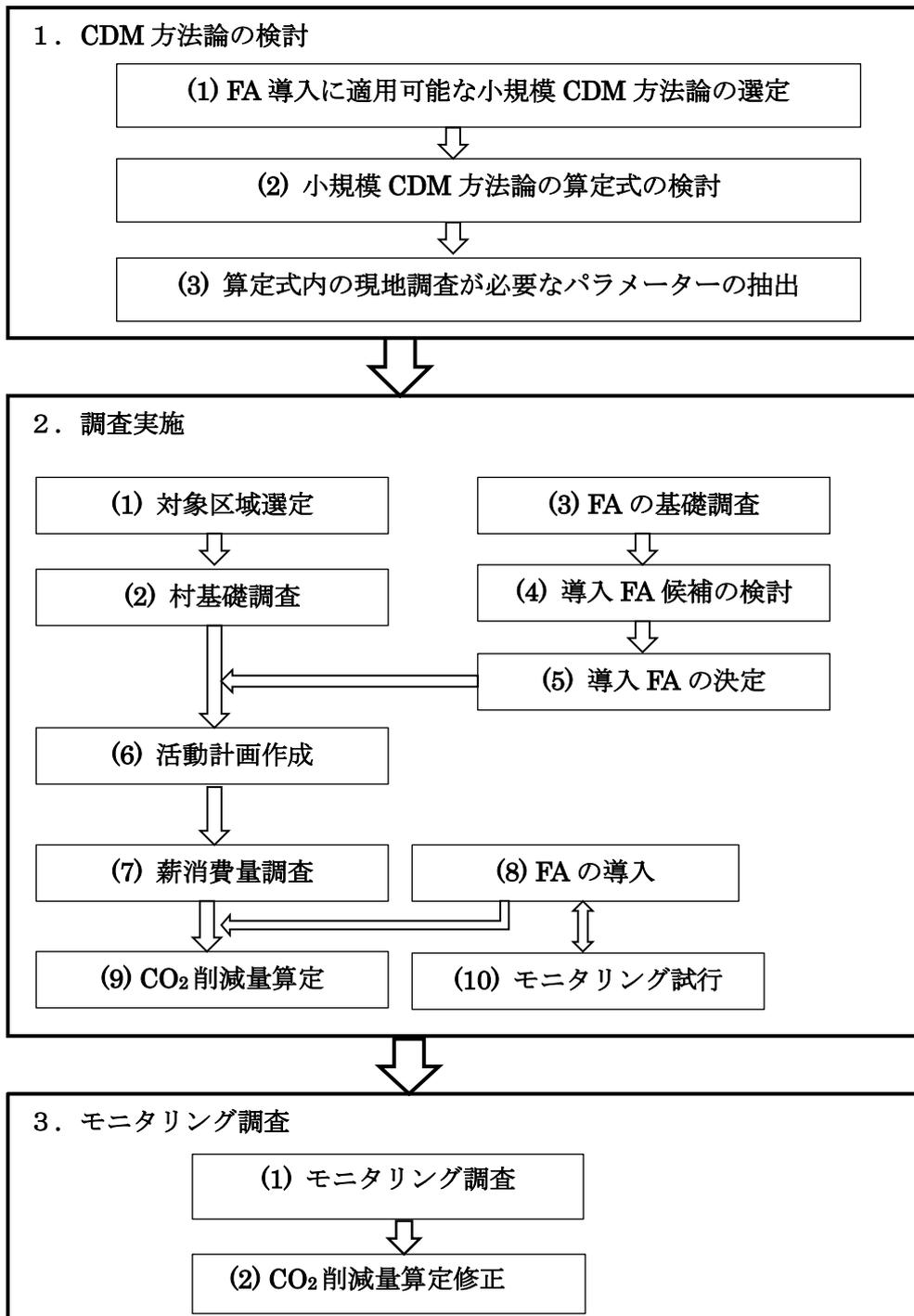


図 4.2.1 FA 調査全体フロー

調査工程は大きく次の三つに分けられる。

- CDM 方法論の検討
- 調査実施
- モニタリング調査

(1) CDM 方法論の検討

まず第 1 段階として、ここでは、FA による CO₂ 削減量を試算するため、FA 普及プロジェクトに適用できる方法論を CDM より選定し、その内容を十分理解した上で、算定に必要な諸係数を把握する。その作業を通じて現地調査が必要な係数の特定を図る。

CDM 方法論には、通常規模プロジェクトを対象としたものと小規模プロジェクトを対象としたものがあるが、小規模プロジェクトの算定式はより簡便なため、開発途上国の現状に鑑みて小規模プロジェクトの算定式を採用する。

なお、小規模プロジェクトの算定式の適用に当たっては算定式ごとに適用条件が決められており、これらの検討が必要である。それについては「4. 3 CO₂ 削減量の算定方法」で別途記述する。

(2) 調査実施

この第 2 段階は、対象区域選定、導入 FA の決定、薪消費量調査と FA の導入実施および上記 4 工程を基にした CO₂ 削減量算定の 5 工程からなる。

(3) モニタリング調査

この第 3 段階は、導入された FA の使用実態を追跡調査して、使用個数および使用状況を把握し、それを基礎に CO₂ 削減量の修正を行う。

4.3 CO₂削減量の算定方法

4.3.1 CDM 方法論の算定式の選定

CDM 方法論の算定式は、国連気候変動枠組条約（UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change）によって各種定められており、UNFCCC の HP サイト (<http://cdm.unfccc.int/methodologies/index.html>) から CDM 小規模方法論が検索できる。これらの方法論の中から FA に適用可能なものとして、「AMS-II.G.: Energy efficiency measures in thermal applications of non-renewable biomass --- Version 6.0」を選定した。方法論は逐次改訂あるいは新方法論の提示があるので、調査開始前に上記ウェブで方法論の確認を行い、その時点での最新版を使用することを勧める。なお、上記算定式は 2015 年 3 月時点のものである。

4.3.2 方法論 AMS-II.G.

この算定式は、「はじめに」「分野、適用性、効力の発生」「定義」「方法論の基本」および「モニタリング」の 5 章からなっている。各章について概要を以下に記す。なお、内容の詳細については付属資料に「別紙 4.3.1 方法論」に載せているので参照されたい。

(1) はじめに（方法論第 1 章）

ここでは方法論を適用できる器具のタイプについて記しており、それは「非再生可能バイオマスを燃料とするかまど、オープンまたは乾燥機」としている。

(2) 分野、適用性、効力の発生（方法論第 2 章）

1) 分野

適用可能なかまど器具は、熱効率が少なくとも 20%以上必要と定めている。また、かまどの熱効率については国家基準機関によって証明されたものが使用できるため、ブルキナファソでは応用科学技術研究所（IRSAT : Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies）の測定値を採用する。

2) 適用性

ひとつのプロジェクトの大きさの基準は、エネルギー削減量が年間 60GWh 以下であることとなっている。これは、小規模 CDM プロジェクトの適用上限を設定したものである。

FA に適用可能な導入戸数は、以下の条件下で算定すると

（算定式は後述の表 4.3.1 を参照）

- ・ 適用上限：最大エネルギー = 60GWh
- ・ 一人当たり年間薪消費量：400kg
- ・ 1 世帯当たりかまど数：4 個
- ・ 1 世帯当たり家族数：8 人
- ・ 熱効率改善率：10%→20%

- ブルキナファソ農村部での導入戸数：N（ただし 1 戸に 1 個を導入とした場合）

$$B_{\text{saving}} = 0.4 * 8 * (1/4) * (0.1/0.2) \text{ /年}$$

$$= 0.4 \text{ t/年/戸}$$

$$f : 0.9$$

$$\text{NCV} : 0.015 * 10^{12} \text{ J}$$

$$60\text{GWh} > B_{\text{saving}} * N * f * \text{NCV}$$

$$60 * 10^9 * 3.6 * 10^3 \text{ J} > 0.4 * N * 0.9 * 0.015 * 10^{12} \text{ J}$$

$$N < (216 * 10^{12}) / (0.4 * 0.9 * 0.015 * 10^{12})$$

$$N < 40,000 \text{ 戸}$$

となり、CDMによるクレジットの獲得の保証には、40,000個の導入までが算定式適用の上限となる。しかし、「4.3.2 調査方法の流れ」で記したように、このガイドラインはクレジット獲得が目的ではなく、算定式の応用を目的としており、開発途上国での調査の実効性・利便性を勘案した時、気候変動対応策の効果算定には普及規模の影響を加味することの重要性はさほど高くないと判断し、ここで採用した小規模プロジェクト用の算定式を規模に関係なく使用することとする。なお、算定式適用の厳密性を確保するという立場を取る場合は、普及個数が40,000個を超えた時点で、区域を2分割してモニタリングを行い、上限の40,000個を確保することによってCDM方法論上の適用性の条件確保は可能である。

(3) 定義（方法論第3章）

方法論で使用される用語の定義を定めている。

(4) 方法論の基本（方法論第4章）

1) プロジェクト境界

プロジェクトの範囲を定めることを求めており、これについては共通部分の「対象区域選定」で記載されている。

2) 削減排出量算定式

排出削減量の算定式を示しており、家庭向けかまど用の算定式を採用する。算定式は表4.3.1のとおりである。

ER は、プロジェクトによって導入されたFAによるCO₂の年間削減量（トン）である。係数 y はプロジェクト開始からの年数、係数 i はFAのタイプである。よって、 $ER_{y,i}$ は、プロジェクト開始から y 年目の i タイプのFAによるCO₂の年間削減量（トン）である。

表 4.3.1 FA に適用できる CO₂ 排出削減量算定式

計算式： $ER_{y,i} = \sum B_{y,savings,i,a} \times N_{y,i,a} \times (\mu_{y,i} \div 365) \times f_{NRB,y} \times NCV_{biomass}$
 $\times EF_{projected_fossilfuel} - LE_y \dots\dots\dots$ (ア)

$ER_{y,i}$: プロジェクト開始から y 年目の 1 年間の i タイプの改良かまど(FA)の
 排出削減量 CO₂ トン

$\sum B_{y,savings,i,a}$: プロジェクト開始後 y 年における使用開始から a 年目の i タイプの
 FA 1 基当りによって削減された木質バイオマス量 = 使用削減量 (ト
 ン/年)

$f_{NRB,y}$: 現地調査、政府データまたは非再生可能木質バイオマスの国別特別初
 期値 (係数) で求められる非再生可能木質バイオマスとして認められ
 るプロジェクト活動によって削減された y 年の非再生可能木質バイ
 オマス比率

$NCV_{biomass}$: 非再生可能木質バイオマスの換算全発熱量

$EF_{projected_fossilfuel}$: 類似消費者の場合の非再生可能木質バイオマスの換算排出係数

$N_{y,i,a}$: モニタリングによって取り替え及び使用継続が確認されたプロジェク
 ト開始後 y 年目の i タイプの a 年間使用の FA の数

$\mu_{y,i}$: y 年目中の i タイプの FA の平均使用日数

LE_y : y 年目のリーケージ CO₂ 排出量

$\sum B_{y,savings,i,a}$ は、 i タイプの FA について、導入された FA によって削減された木質
 バイオマス (通常は薪) のプロジェクト開始から y 年目の年間量 (トン) である。こ
 れを表で明示すると表 4.3.2 のようになる。係数 a は、FA が導入されてから経過した
 年数であり、 y 年目には各 a_x 年ごとの FA があり、その合計値となる。

表 4.3.2 $\sum B_{y,savings,i,a}$ の考え方

FAタイプ		iタイプ					
プロジェクト年度(y)		y1	y2	y3	y4	y5	y6
使用年(a)	導入年: y=1	1 a1	2 a2	3 a3	4 a4	5 a5	6 a6
	導入年: y=2		1 a1	2 a2	3 a3	4 a4	5 a5
	導入年: y=3			1 a1	2 a2	3 a3	4 a4
$B_{y,savings,i,a}$		By1,i,a1	By2,i,a(1+2)	By3,i,a(1~3)	By4,i,a(2~4)	By5,i,a(3~5)	By6,i,a(4~6)

その他 $f_{NRB,y}$ 等は表 4.3.1 の説明のとおりである。

3) 算定式のパラメーターの検討

(a) $\Sigma B_{y,savings,i,a}$

方法論の Paragraph 17 のオプション 2 の式 5 を採用する。

$$B_{y,savings,i,a} = B_{old,i} \times (1 - \eta_{old} / (\eta_{new,i,a=1} \times \Delta\eta_{y,i,a})) \dots\dots (イ)$$

$B_{old,i}$: 導入するタイプ i の FA に対応する従前のかまど 1 個当たり木質バイオマス平均年間消費量 (トン/年) である。これは、歴史的データまたは地域使用にかかる現地サンプル調査から導く。

η_{old} : 導入前のかまどの熱効率。Paragraph 17 の η_{old} (b) 「もし導入前の器具が薪 (木炭でなく) を使う三石かまどである時は選択的に 0.1 のデフォルトを使ってよい」となっている。そのため、ベースライン調査によって対象地域の燃料が薪であること、およびほとんどの家庭で三石かまどを使用していることを確認した上で、導入前のかまどを三石かまどとして (ベースラインシナリオ; 後述 4.4.2 参照) $\eta_{old}=0.1$ とする。

$\eta_{new,i,a=1}$: 導入される i タイプの FA の初期熱効率

$\Delta\eta_{y,i,a}$: a 年の加齢による i タイプの熱効率の損失を考慮した係数

$$\Delta\eta_{y,i,a} = \eta_{new,i,a} / \eta_{new,i,a=1} \dots\dots (ウ)$$

式イの 2 重括弧内: $\eta_{new,i,a=1} \times \Delta\eta_{y,i,a}$ は、式ウより

$$\begin{aligned} \eta_{new,i,a=1} \times \Delta\eta_{y,i,a} &= \eta_{new,i,a=1} \times \eta_{new,i,a} / \eta_{new,i,a=1} \\ &= \eta_{new,i,a} \text{ となる。} \end{aligned}$$

つまり

$$B_{y,savings,i,a} = B_{old,i} \times \{1 - (\eta_{old} / \eta_{new,i,a})\} \dots\dots (エ)$$

$$\begin{aligned} &= (i \text{ タイプの FA に対応する三石かまどでの平均年間薪消費量}) \times \\ &\quad (1 - \text{三石かまど熱効率} / i \text{ タイプの使用年数 } a \text{ 年の FA 熱効率}) \end{aligned}$$

となる。

(b) $N_{y,i,a}$ および $\mu_{y,i}$

$N_{y,i,a}$: 使用個数、および $\mu_{y,i}$: 年間使用日数は、FA 導入の際に行う登録でまず把握し、その後はモニタリングによって追跡把握を行う。

(c) $f_{NRB,y}$

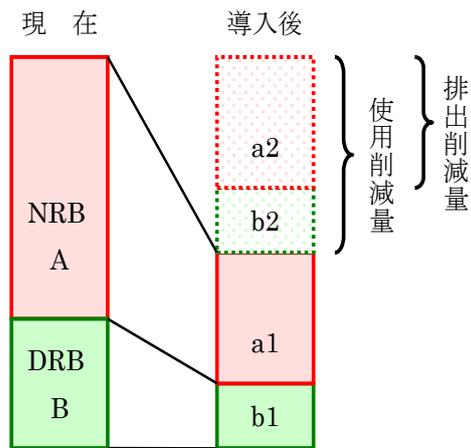
$f_{NRB,y}$ の算定式は、Paragraph 26 および 27 の証明を前提とした Paragraph 28 より以下のとおりである。

$$f_{NRB,y} = NRB / (DRB + NRB) \dots\dots\dots (オ)$$

DRB: 再生可能木質バイオマス量
NRB: 非再生可能木質バイオマス量

燃焼される木質バイオマス (薪) は、薪の原料である木の毎年の成長量=再生可能

木質バイオマス量とこの成長量を上回る需要によって採取・燃焼される非再生可能木質バイオマス量からなる。



DRB:再生可能木質バイオマス
NRB:非再生可能木質バイオマス

$A+B=B_{OLD}$: 現在の使用量

$a2+b2=B_{y,saving}$: 使用削減量

a1 : 導入後非再生可能木質バイオマス使用量

b1 : 導入後再生可能木質バイオマス使用量

a2 : 導入後非再生可能木質バイオマス削減量

b2 : 導入後再生可能木質バイオマス削減量

図 4.3.1 $f_{NRB,y}$ の概念図

この中で算定の対象となるのは図 4.3.1 に示すように、削減される木質バイオマス量のうち非再生可能分のみである。そのために方法論の算定式中に $f_{NRB,y}$ の比率を乗じる必要がある。

これについては、CDM 理事会の第 67 回会議において 2013 年 3 月 29 日付けで付属書 22 の $f_{NRB,y}$ のデフォルト値としてブルキナファソ国は 90% を採用することができるとなった。

それを受けて、 $f_{NRB,y}=0.9$ とする。

(d) $NCV_{biomass}$

$NCV_{biomass}$ は、パラグラフ 13 の IPCC デフォルト値 0.015TJ/tonne を採用する。

(e) $EF_{projected_fossilfuel}$

$EF_{projected_fossilfuel}$ は、パラグラフ 13 の IPCC デフォルト値 81.6tCO₂/TJ を採用する。

(f) LE_y

パラグラフ 30 の「リーケージ量を加味するために総量に 0.95 の係数をかけて調整値とし、その場合、調査は必要ない」によりデフォルト値 0.95 を採用する。

4) パラメーターの整理

上記の検討の結果、現地調査が必要なパラメーターは以下の表 4.3.3 のとおりとなる。

表 4.3.3 パラメーター整理表

$B_{old,i}$	<ul style="list-style-type: none"> 導入するタイプ i の FA に対応する従前のかまど 1 個当たり平均年間薪消費量は、導入する FA のタイプ・大きさによって変化することが想定されるので、導入 FA のタイプ決定後に、それに対応する三石かまどを対象に現地調査によって求める。
$\eta_{new,i,a}$	<ul style="list-style-type: none"> i タイプの使用年数 a 年の FA 熱効率 導入 FA 決定後にそのタイプの初期熱効率を測定する。試験は IRSAT に依頼する。なお、熱効率の算定方法は CILSS が推奨する WBT 法とする (Méthodologie Sahélienne de test des foyers améliorés)。
η_{old}	<ul style="list-style-type: none"> 三石かまどの熱効率 デフォルト値=0.1 を使用。
$f_{NRB,y}$	<ul style="list-style-type: none"> $f_{NRB,y}$ のデフォルト値としてブルキナファソ国は 90% を採用
$N_{y,i,a}$	<ul style="list-style-type: none"> 導入時およびモニタリング時にその使用個数を測定する。
$\mu_{y,i}$	<ul style="list-style-type: none"> 導入時は購入者の予定日数を聞き取り、モニタリング時は実績を聞き取る。
$NCV_{biomass}$	<ul style="list-style-type: none"> パラグラフ 13 の IPCC デフォルト値 0.015TJ/tonne を採用
$EF_{projected_fossilfuel}$	<ul style="list-style-type: none"> パラグラフ 13 の IPCC デフォルト値 81.6tCO₂/TJ を採用
LE_y	<ul style="list-style-type: none"> パラグラフ 30 の IPCC デフォルト値 0.05 (5%) を採用

4.4 対象区域選定および村基礎調査

4.4.1 対象区域の選定

対象区域の選定については、「第3章 計画編」の「I 計画段階－1. 対象地域の選定および2. 対象候補村・対象村の選定」を参照されたい。

4.4.2 村基礎調査

方法論の算定式を使用するための前提条件を特定する作業をベースラインシナリオという。このベースラインシナリオが「4.3 CO₂削減量の算定方法」で記した条件（＝従前のかまどの燃料はほとんど薪であることおよび使用されている従前のかまどはほとんど三石かまどであること）に合致していることを確認した後、算定式を適用しなければならない。ベースラインシナリオは、以下の調査方法および調査項目に従って把握する。

調査は村落開発委員会（CVD）に委託し、CVDは各集落の代表者に調査を行わせることとする。なお、調査記入用紙は簡潔に1枚にまとまる程度の用紙を用意する。

①調査方法：対象村を1つのグループとして、各戸を対象とした悉皆調査を行う。
なお、集計は集落毎に行う。

②調査項目：各戸の世帯人数、世帯代表者氏名、種類ごとのかまどの数、かまどの主な燃料

以下に調査票および集計表の例を示す。

表 4.4.1 基礎調査票および集計表例													
かまど基礎調査票													
調査員： _____			調査年月日： _____			○○○村							
世帯代表者氏名： _____				世帯人数： _____									
項 目	種 類	調 査 結 果	備 考										
かまど	三石かまど	個	主に使う調理用のかまどに○を付ける。										
	土製 FA	個											
	金属製 FA	個											
	その他	個											
燃料		①薪、②木炭、③灯油、④プロパン											
かまど基礎調査集計表													
○○○村													
集落名	世帯数	かまど								燃料			
		三石		土製 FA		金属製 FA		その他		①	②	③	④
		個数	○	個数	○	個数	○	個数	○				

4.5 新たに導入する改良かまどの選定

4.5.1 導入 FA 選定のフロー

低炭素型プロで導入を図る FA を図 4.5.1 の流れで計画担当者は決定する。ただし、最終的に FA を村に導入する際には、住民に選定理由を十分説明し、住民の要望と齟齬が生じないように調整を図ることが重要である。

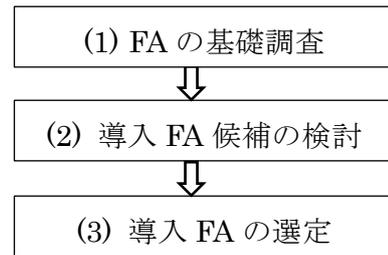


図 4.5.1 導入 FA 選定フロー

4.5.2 FA の基礎調査

「FA の基礎調査」については、本調査の結果を基本とする。ただし、本調査で実施した「FA の基礎調査」結果と現状を比較した時に相違が認められる場合は、改めて追加の基礎調査を行うものとする。

本調査の事例：FA の基礎調査

以下に本調査での FA の基礎調査の事例を示す。

(1) ブルキナファソにおける FA 普及の経緯

ブルキナファソでは1970年代の砂漠化問題の顕在化に端を発して、自然植生の維持保全の重要性が大きく認識されるようになり、その対策の一つとして植林などと併せて1980年代よりFAの普及が図られてきた。

2000年代よりCILSS（Comité permanene Inter-Eetats de Lutte contre la sSecheresse dans le Sahel：サヘル地域国間砂漠化対策常設委員会）が推進役となり、都市部を中心としたFAの製造業者育成および販売の促進が図られてきた。

現在は、FAFASO（ブルキナファソFAプロジェクト）など公的機関やNGOによってFAの普及が進められている。普及のタイプについては、農村部では材料調達性および材料代の観点から伝統的かまどである三石かまどを改良した土製FA（Foyer Amélioré en Banco）の普及が主に行われ、一方都市部では金属製FA（Foyer Amélioré en Metal）およびセラミック製FA（Fayer Amélioré en Céranique）を中心に普及が図られている。

(2) FA の基礎情報の収集

現在ブルキナファソ国内で普及或いは販売されている改良かまどは、金属製 FA、セラミック製 FA および土製 FA がある。これらの長所および短所、製造元の場所および能力について情報収集を行い、選定のための基礎資料とする。

調査項目としては、以下のとおりである。

- 一般：名称、燃料、大きさ、製作材料、製造技術、耐用年数
- 効率：熱効率、三石かまどに対する薪削減量率（試験室）
- 普及：製造場所および製造能力、販売価格、販売（普及）ルート

調査対象とする FA は、対象地域内あるいは対象地域近傍で入手可能な、かつ熱効

率が安定しているなど品質が安定している FA とする。

情報の入手先としては、プロジェクトを所管している鉱山エネルギー省（MME）国内エネルギー局（DERED）、環境漁業資源省（MERH）森林局（Difor）、科学研究革新省（MRSI）応用科学技術研究所（IRSAT）および FAFASO がある。このうち、DERED および Difor は FA 普及事業の所掌官庁であり、IRSAT は FA の開発・改善および試験機関であり、FAFASO は政府機関と連携して FA の普及を行っているドイツ国際協力公社（GIZ）を母体とする事業体である。

（3） 土製改良かまどの普及状況

ブルキナファソ農村部では 1980 年代より現在まで主に土製 FA (Foyer Amélioré en Banco) の普及が図られている。このガイドラインの低炭素型プロは農村部を対象地域としているため、導入する FA の検討対象として、土製 FA が重要な候補となる。

しかし、この普及実績について公的な資料がなく、評価できない状況である。また、FA 普及関係者の中には土製 FA の普及は困難であるとの意見が見られる。

このため、土製 FA 普及プロジェクトが行われた村を対象に実態調査を行った。調査対象村は、地域資源対象村の Gu 村とその近傍の K 村および M 村であった。調査対象者は、各村 10 名程度ずつ計 29 名の土製 FA の製造あるいはこれを使用した経験のある女性とした。その結果は、29 名のうち現在使用している女性は 2 名のみであった。

これにより、土製 FA の普及は困難であると評価した。

(4) FA の基礎調査結果

表 4.5.1 FA 基礎調査結果

	番号	1	2	3	4	5
	名称	Le foyer céramique セラミックかまど	Le burkina mixte 混合ブルキナかまど	Le multi marmite 各種鍋用かまど	Le ouaga métallique 金属製ワガかまど	Trois Pierres 三石かまど
一般	燃料	薪	薪及び木炭	薪及び木炭	薪	薪
	タイプ	鍋番号: No.2~3	鍋番号: No.2~6	鍋番号: No.2~6一つのかまどで各種大きさ対応可能	鍋番号: No.2 ~ 30	すべてに対応
	製作材料	陶器製	鉄板(新品及び中古板)	鉄板(新品及び中古板)	鉄板(新品及び中古板)	石
	製造技術	製陶家、焼きかまどで作成	型版による職人の製造	型版による職人の製造	型版による職人の製造	現地調達
	耐用年数(年)	3	2.5	2.5	2.5	不明
効率	燃焼効率	N° 2: 20% ± 4% N° 3: 26% ± 3% ND	N° 2: 24% ± 3% N° 3: 23% ± 1% N° 4: 23% ± 1%	N° 2: 19% ± 2% N° 3: 18% ± 4% N° 4: 22% ± 1%	N° 2: 25% ± 2% N° 3: 23% ± 4% N° 4: 24% ± 3%	ND ND N° 4: 13.2% ± 0.8%
	三石かまどに対する薪削減量率(試験室)	ND	料理試験 N° 3: -35%	料理試験 N° 3: -29%	料理試験 N° 3: -43%	-
		ND	水沸騰 N° 4: -51%	水沸騰 N° 4: -44%	水沸騰 N° 4: -44%	-
普及	普及場所及び普及開始年	1982	Tout le pays 1985	Tout le pays 1986	Tout le pays 1984	-
	販売価格(FCFA)	750 FCFAから	N° 2: 2000 N° 3: 2500 N° 4: 3000	N° 3: 3000 N° 6: 6000 N° 4: 3000	N° 2: 1500 N° 3: 2000 N° 4: 2500	-
	普及システム	職人製造業者及び販売業者のネット活用	職人製造業者及び販売業者のネット活用	職人製造業者及び販売業者のネット活用	職人製造業者及び販売業者のネット活用	-
備考						

(写真出典: FAFASO (2009) Fiche Techniques des Foyers Amélioré «Roundé», 改良かまど技術書)

情報収集した結果が表 4.5.1 である。これを FA 選定の基礎資料とした。なおこの他にマルガーシュなどの金属製 FA が市場で販売されているが、これらの製造技術は稚拙で、品質不安定=熱効率の特定ができないことから調査とりまとめの対象から除外した。

4.5.3 導入 FA 候補の選定

導入に適した FA を選定するため、収集した基礎資料をもとに導入 FA 候補の選定を行う。導入 FA 候補選定のための選定基準を以下のとおり設定する。

- ① 国内で普及が図られているタイプ
(ブルキナファソで入手可能な FA で普及実績が必要なこと)
- ② 品質が安定しているタイプ
(熱効率のばらつきがないこと、および壊れにくいこと)
- ③ 住民の人気があるタイプ
(普及されているタイプの中でも購入者の嗜好性が高いものが望ましいこと)

本調査の事例：導入 FA 候補の選定

以下に本調査での導入 FA 候補の選定の事例を示す。

導入 FA 候補の選定基準①および②から、普及実績がありかつ FAFASO が普及を図っている金属製 3 タイプおよびセラミック製 1 タイプの 4 タイプ（表 4.5.1 の備考参照）を候補リストにあげた。FAFASO が普及を図っている FA は、FAFASO による研修を受講した製造業者が提供している規格品である。さらにこの中から候補選定基準③によってセラミック製 FA（Foyer céramique）とマルチ鍋対応型金属製 FA（Multi marmite）を選定した。

4.5.4 導入 FA の選定

導入 FA 候補から最終的に導入 FA を選定するための基準を以下のとおり設定する。

④ 日常的に使用されるタイプ

（農村部の日常食であるトー（ミレットまたはソルガムの粉をこねて作る団子）、コメまたはそれらにかけるソース（スープ）のどれかに使用されるかまどであれば毎日使われることから、No.3（小鍋用）～No.5（大鍋用）の大きさの鍋に対応できるものであること）

⑤ 熱効率がより高いタイプ、特に 20%以上が望ましい

（薪使用量の削減をより高め、調理時間および薪収集時間の短縮が図れること）

⑥ 安価なタイプ

（農村部では農家が購入可能な価格（安価）であることが重要である）

計画担当者は、この基準に沿って選定した FA について、FA 普及にかかる知見を有する国立農業環境研究所（INERA）、MERH および FAFASO などの担当者に意見を聞くことが望ましく、その後最終決定を行う。

本調査の事例：導入 FA の選定

以下に本調査での導入 FA の選定の事例を示す。

導入 FA の決定に際して、選定基準⑤の熱効率については、CDM 方法論では導入器具を熱効率 20%以上のものと規定している。今回はこれを遵守した。しかし、プロジェクト実施に際しては、これを尊重しつつも地域の状況に応じて基準⑤は適用外としても良い。選定結果は表 4.5.2 のとおりセラミック製 FA の No.3 となった。

表 4.5.2 導入 FA 選定結果

選定基準	Foyer céramique		Multi marmite	
	No3	No5	No3	No4
④ タイプ	No3	No5	No3	No4
⑤ 熱効率	26%±3%	ND	18%±4%	22% ± 1%
⑥ 安価	1,000	1,750	3,000	3,000

*タイプは使用可能な鍋の大きさによる (Multiは前後併せて3つの大きさに対応)

熱効率の出典はIRSAT

価格は製造元販売価格 (FCFA)

最後に選定した導入 FA の選定方法および結果について、FAFASO、INERA および MERH クルウェオゴ県事務所責任者に説明を行い、これら関係機関からの了解を確認して最終決定とした。

4.6 活動計画の作成

「3.4 現地の問題点の抽出、解決方法の検討および課題の設置」で FA の活動が絞り込まれたのを受けて、住民の低炭素型プロ活動への理解を得ることおよびこの活動へ参加する自主性の向上を図るため、村内での具体的な活動計画（AP: Action Plan）の作成を行う。FA 活動の AP の作成方法および項目は、以下のとおりである。

4.6.1 AP の作成方法

活動は住民参加で行うため、計画担当者は住民を支援しながら、住民の意向、特に参加希望の住民の意見を住民側 AP 案としてまとめる。これをもとに低炭素型プロの計画担当者は、MERH 県事務所責任者の協力を得ながらプロジェクトサイドの AP 案を作成し、それを住民（参加希望代表者達または村代表者達）に提案・説明して、同意を得たうえで AP の決定を行う。

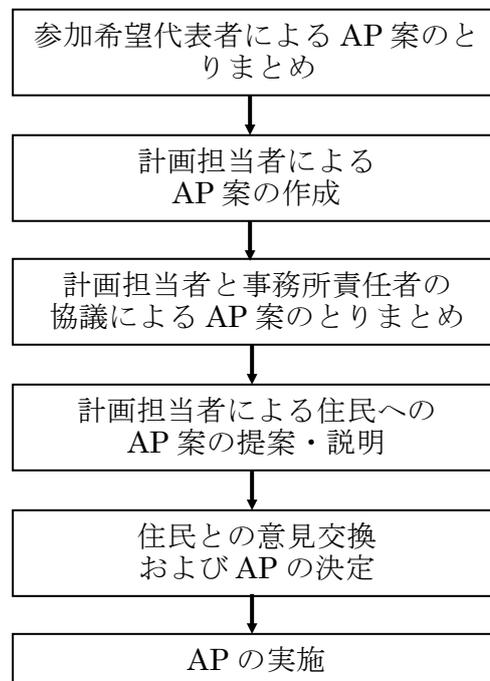


図 4.6.1 住民参加型 AP 作成のフロー

4.6.2 AP の項目

AP の項目構成は、①参加希望者、②活動目的、③活動内容、④活動スケジュール、および⑤参加者負担とする。

表 4.6.1 は、参加希望者の AP 案の例である。

表 4.6.1 FA の参加希望者 AP 事例

項目	内容
参加希望者	参加希望者の氏名を把握し、その人数を集落ごとにとりまとめ表にする。
活動目的	課題および解決方法で確認された意見をもとに、活動を行った結果このようになりたいという目標を 3 つ程度記載する。
活動内容	どんなタイプのどの大きさの FA を導入したいか記述する。
活動スケジュール	いつごろ活動を行いたい記述する。
参加者負担	活動に必要な資金および労力について参加者としてのどの程度負担する意思があるか記述する。参加者によって意向が異なる場合は、負担程度ごとにそれぞれの意向割合を付けて記述する。

計画担当者は、「FA の参加希望者 AP 案」をもとに、低炭素型プロから提案する AP を作成するが、その際の留意点について以下記述する。

参加希望者については、参加希望者はすべて低炭素型プロ参加者とするを原則とするが、低炭素型プロの規模に応じて調整を行うことは可能である。

活動目的は、低炭素型プロの希望する目的よりも参加者が希望する目的を優先させ、低炭素型プロ完了時に、この目的達成度について参加希望者と検証する。

活動内容については、低炭素型プロとして導入に最適な FA のタイプおよび大きさを選定して、それを提案する。ただし、参加者と意見が相違した場合は、十分な説明を行う必要がある。なお、参加者の同意が得られない場合は、導入 FA について低炭素型プロ内で再検討することとする。

活動スケジュールについては、導入 FA の調達先および製造能力を把握の上、それに適した導入スケジュールを決める。ただし、参加者の宗教的行事時期や農繁期を考慮してスケジュールを決めるものとする。

参加者負担については、ブルキナファソで FA の普及を推進している低炭素型プロで良好な成果を得ている FAFASO が継続的な普及に不可欠としている条件＝「受益者には補助金を支給せず、購入者は代金を全額負担する」を尊重する。ただし、近傍に販売網がない場合は、販売網が整うことを前提に輸送費のみの支援は可能とする。この支援については慎重であることが肝要である。

本調査の事例：AP の作成

以下に本調査での AP の作成の事例を示す。

「3.4 現地の問題点の抽出、解決方法の検討および課題の設置」で検討された MP では、森林資源の劣化の対策として FA 導入が確認されている。それを基礎に、住民の中から活動に参加したい者全てに AP 活動項目を記述してもらい、それをとりまとめた後、住民提案 AP を参考にして JIRCAS 提案の AP を作成した。

住民提案と JIRCAS 提案を表 4.6.2 に示す。

表 4.6.2 Gu 村の AP の例

	住民提案	JIRCAS 提案
参加希望人数	101 人	2014 年 9 月に希望者を再確認して決定する
目的	<p>100% 80% 60% 40% 20% 0%</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 時間短縮 ■ 薪消費量削減 ■ 火傷防止 ■ 調理作業の容易化 ■ 火事予防 ■ 家事労働の軽減 	<ul style="list-style-type: none"> ・時間の軽減 ・火傷などの病気防止 ↓ ・女性の労働力軽減 ・女性の労働環境改善 <ul style="list-style-type: none"> ・薪の軽減 ↓ ・CO₂削減 ・植生保全 <p>↓ ↓</p> <ul style="list-style-type: none"> ・村の生活環境改善
活動内容	タイプ : 金属製 個数 大小 2 個の FA : 96% 大中小 3 個の FA : 4%	タイプ : セラミック製 No.3 利点 : 安い (1,000FCFA 程度) 可搬性 耐用年数 : 2~3 年
活動スケジュール	2014 年 5~6 月	2014 年 9 月~
活動場所	家の敷地内の中庭	同 左

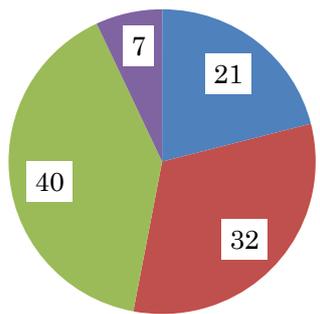
<p>参加者 負担</p>	 <p>■ 活動への労働力提供 ■ 負担金5% ■ 負担金10% ■ 負担金20%</p>	<p>参加者 90%=1,000×0.9 =900FCFA</p> <p>JIRCAS 10%=1,000×0.1 =100FCFA</p> <p>理由：援助が多いと自分で次に買う気が起きない。</p>
-------------------	--	---

表 4.6.2 の左列が参加希望者の意見を取りまとめた住民提案であり、右列が JIRCAS 提案である。

AP 決定のために、C/P である MERH のクルウェオゴ県事務所長の協力を得ながら、住民の代表者である CVD の幹部メンバー 10 人と市会議員 2 名を対象に導入 FA の選定理由および JIRCAS 案 AP の説明および質疑応答を行い、賛同を得ることができた。その後、これらの参加者から他住民に周知を行ってもらった。

4.7 薪消費量調査

4.7.1 調査概要

この調査は、CDM 方法論の算定式で現地調査が必要な $B_{old,i}$ （導入するタイプ i の FA に対応する従前のかまど 1 個当たり木質バイオマス平均年間消費量（トン/年））の測定値を把握することを目的とする。調査工程は、調査対象女性の選定、調査内容の説明および FA デモンストレーション、FA 導入前調査の順で行う。オプションとして、FA 導入による薪消費削減量の実測値を把握したい場合は FA 導入後調査を追加で行う。

4.7.2 調査実施上の問題点および対策

(1) 調査用の三石かまどの特定

$B_{old,i}$ は、導入予定の i タイプの FA に対応する三石かまどの年間薪消費量である。そのため、この FA に対応する三石かまどを特定し、それを用いて調理する時の薪消費量を測定しなければならない。しかし、各家庭には 3~4 個の三石かまどがあり、調理の種類や調理する女性に応じて使い分けされており、調査用の三石かまどを特定することができない。



写真 4.7.1 家庭内の三石かまど現況

この問題に対しては、各家庭の調理の種類とそれに対応する鍋の大きさの調査を行い、各調査対象女性が導入する予定の FA で使用する大きさの鍋とその時の料理を特定する。そして、その料理をする時は必ず導入予定の FA の大きさの鍋を使用することを義務づけし、この鍋を使用する時の薪消費量を測定すれば、 $B_{old,i}$ を測定できることになる。これを受けて、調査時には「導入予定の FA で使う鍋と同じ大きさの鍋で調理する料理を決める。そして、この料理を調理する時のみ、用意された調査用の薪を使う」こととした。これによって、調査用の薪の調査期間前後の重量差を測定することによって $B_{old,i}$ が求められる。

(2) 調理を担う女性が家庭内に複数存在

調査対象者は、家庭内の女性 1 人である。しかし、家庭内には複数の調理人＝女性が存在して、日ごと或いは調理ごとに担当を分担しており、この調査に協力する女性の特定が必要である。

この問題に対しては、調査期間中のみ「導入予定の FA で使う鍋と同じ大きさの鍋で調理する時、常に調査対象女性が調理を行う」ことで対応する。この対策は家事の役割分担に関わるため、家長である対象女性の夫、第 2 或いは第 3 婦人、娘に事前に調査概要とこの点の調査協力を依頼して、家族全体での調査協力をとってもらうことが大切である。

4.7.3 調査期間

調査期間は、調査協力してもらう調査対象女性および現地調査員の負担、ならびに使用する薪収集の労力を考慮して7日間とした。7日間あれば家庭内で日常調理される種類の料理はすべて行われ、薪消費量の日常的＝平均的使用量に相当すると考えられる。調査時期は、薪を特別多く消費する期間、例えば宗教行事日、ラマダン期間、結婚などを避けて行なわなければならない。

4.7.4 調査対象女性（代表女性）の選定

導入予定の村の中から3村程度を選定し、各村10名計30名ほどの女性を代表女性として選定する。また、導入予定の村が1村の場合は、村の各集落から均等に30名を選定して調査対象者とする。選定条件は、①家族構成員数がブルキナ農村部全体の平均家族数は7.5人に近い7人～9人であること、②村で信頼が厚いこと、③調査に協力できることである。選定方法は、ブルキナファソの各村に設置されているCVDに人選を依頼するのが適している。

4.7.5 調査内容の説明およびFAデモンストレーション

調査対象者の選定後に村単位で代表女性達に調査内容の説明会を開催する。説明内容は、調査の目的、手順、注意点である。説明の最後に、代表女性達との意見交換を行い、彼女らの調査理解の確認を行う。説明内容の目的は、上記の4.7.1 調査概要のとおりである。手順は後記する。注意点は以下の通りである。

- 導入予定のFAで使う鍋と同じ大きさの鍋で調理する時は、用意された薪を必ず使うこと
- 導入予定のFAで使う鍋と同じ大きさの鍋で調理する時は、対象女性のみが調理を行うこと
- 薪を雨に晒さないこと
- 日常のとおり調理を行うこと
- 薪の管理を十分行うこと
- 指定された料理を調理する時は、用意された調査用の薪のみを使用しすること
- かまどに残った薪は火が消えたのを確認後薪置き場に戻すこと
- 調査員の指示に従うこと

その後、計画担当者またはアニメーター（対象住民にFAの利点を啓発し普及を促進する活動を行う者）からFAの利点を説明し、導入予定タイプのFA、その他のFAおよび三石かまどを用いたデモンストレーションを行う。

デモンストレーションでは、代表女性達を3組に分け、それぞれの組が導入予定FA、その他のFA、三石かまどをそれぞれ受け持ち、この三つのかまどで村で一般的な料理を実際に調理して、その際の薪消費量、調理時間および煙の量などを比較する。

これによって導入予定のFAの利点を確認すると共に調査参加への意欲の向上を図

ることができる。

4.7.6 調査手順

調査手順は以下のとおりである。

- ① 調査前に各代表女性達が日常使用している樹種の薪を用意する。FA 導入後の薪消費量調査を行う場合は、FA 導入前と導入後の調査時の薪の質の差を極力少なくするため、この段階で同時に揃える。
- ② 導入前の調査用に揃えた薪の重量を樹種毎に計測し、用意したケースに収納する。雨に晒さないようにカバーを掛ける。導入後調査を行う場合は、導入後の薪にもカバーを掛ける。
- ③ 調査開始前に、調査対象女性が FA を現在未使用であることを確認し、家族構成、調理の種類および頻度、使用する鍋についての聞き取り調査を行う（別紙 4.7.1）。また、調査期間中特別な行事がないことも確認する。
- ④ 調査期間は 7 日間とし、ケースに収納した薪を初日の朝から最終日の夜までの調理に使用する。毎回の調理でかまどに残る薪は火が消えたことを確認したのちケースに戻す。
- ⑤ 調査期間中は、調査員が毎日薪の使用状況、調理種類および調理回数について確認を行う（別紙 4.7.2）。
- ⑥ 調査最終日の翌日、調査員がケース内に残った薪の樹種毎の重量を計測する。
なお、FA 導入後に薪消費量調査を行う場合も同様の調査手順である。

本調査の事例：薪消費量調査

以下に本調査で行った薪消費量調査の事例を示す。

(1) 調査期間

雨期直前の 2014 年 6 月中旬の 7 日間

(2) 調査対象女性（代表女性）

Gu 村は 6 つの集落からなっていたため、各集落から 1 名の代表女性を CVD に依頼して選定した。選定基準は上記のとおり。調査対象者を 6 名とした理由は、この調査が薪消費量調査手法の開発・確認のための試行であったこと、予算の制限があったためである。

(3) 調査内容の説明および FA デモンストレーション



写真 4.7.2 FA 調査説明状況



写真 4.7.3 FA デモンストレーション

調査開始前に代表女性達 6 名に調査の説明会を開催し、調査の目的、手順、注意点を説明した (写真 4.7.2)。その後、プレテストとして、現地調査員から調査の具体的な項目について問いかけを行い、調査への理解を女性達に求めるとともに、調査上の課題の抽出およびその解決を図った。さらにその後、普及団体である FAFASO のアニメーターから改良かまどの利点および利用上の注意に関する説明を行った。

最後に導入予定のセラミック製 FANo.3 の利点の確認のために、デモンストレーションにより金属製 FA および三石かまどを加えた 3 つのかまどによるリグラ (米料理) の実地調理比較を行い、三石かまどに比してセラミック製 FA が薪消費量で半減、調理時間で 2 割程度減が可能であることを実際に示し、代表女性達に調査の意義を確認してもらった。

デモンストレーション用のセラミック製 FA、金属製 FA、No.3 の鍋 3 つおよびリグラ用の食材は調査団が用意し、水、薪、三石および労力は女性達が提供した。

No.3 の鍋 3 つを用いたリグラの食材のリストは表 4.7.1 のとおりである。

また、調査の参考資料として代表女性達のリストを作成した (別紙 4.7.3)。また、現地調査をコンサルタント等に委託する場合の仕様書の例も作成した (別紙 4.7.4)。

表 4.7.1 リグラの食材リスト

	食 材	単 位	数 量
1	コメ	kg	6
2	食用油	本	1
3	トマト	缶詰 (500g)	3
4	タマネギ	kg	1
5	牛肉	kg	3
6	ブイヨン	個	9
7	塩	本	1

(4) 調査準備

女性達に調査に必要な薪を十分用意してもらい、事前に準備しておいたケースにこの薪を収納し、収納した薪は樹種毎に重量を測定した。その後再度ケースに収納しカバーで覆いをした。



写真 4.7.4 薪収納状況



写真 4.7.5 薪重量測定状況

(5) 調査結果

導入前の薪消費量調査の対象かまどである三石かまど 1 基当たりの No.3 の鍋（導入後の FANo.3 に対応したもの）に使用された 7 日間の薪の消費量のデータを得た。三石かまどと No.3 の鍋による 7 日間の薪消費量は、図 4.7.1 のとおり 12.0～19.0kg で平均 14.0kg となり、導入予定の FA の No.3 に対応する従前の三石かまどの薪消費量平均は $14/7=2.0\text{kg/日/個}$ となった。

消費された薪の種類は、各家庭の好みによって相違するが、主に灌木の *Combretum micranthum* の小枝であった。

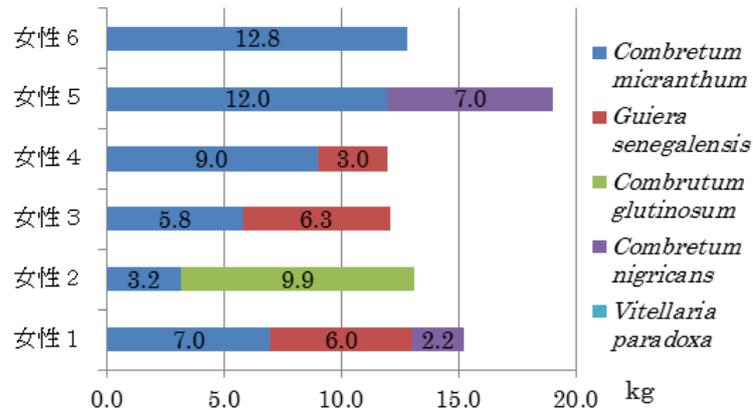


図 4.7.1 No. 3 の鍋使用の三石かまど 1 基当たり 7 日間薪消費量

4.8 新たな改良かまど導入手法の試行

4.8.1 改良かまど導入の方針

都市部で FA 普及に成功している FAFASO が「FA 活動の継続性確保にはプロジェクトからの金銭的支援を行わないことが必要」としていることから、農村部での導入においてもその条件を尊重する。また、FA を使用するのは女性たちであるが、社会的立場の弱い女性たちには男性の理解および協力が必要であるため、導入に際して女性を中心とするが男性も含む活動組織を作り、導入（＝販売）活動をこの組織が担うこととする。

4.8.2 導入時期

導入時期は、農繁期など婦人たちが忙しい時期を避けて行う。また、新学期が始まる 9～10 月は女性の収入が少なく支出が多いため、避けたほうがよい。

4.8.3 導入手順

このガイドラインでは、対象地域に導入予定の FA の製造販売拠点が無い場合を前提としている。この条件下では、導入対象機種の対象地域での市場形成の段階まで低炭素型プロによる売り手側（製造業者および販売業者）と村の女性達との仲介が必要となる。そのため、女性達の主体的な活動を低炭素型プロが支えるために、以下の手順で FA 導入を行う。

- ① FA 導入活動のための組織化
- ② 村の全女性および関心のある男性を対象とした説明会
- ③ 導入 FA のデモンストレーション
- ④ FA 購入のための宣伝ビラ（別紙 4.8.1）と申込用紙（別紙 4.8.2）の配布および回収
- ⑤ FA 購入の前払い金の回収
- ⑥ FA の発注
- ⑦ FA の配布および登録

なお、このガイドラインのように対象地域に導入予定の FA の製造販売拠点が無い場合は、その普及活動を行っている団体とタイアップして製造業者の育成を同時にプロジェクト化することが重要である。ただし、この活動分野については FA 普及団体の担うものであるため、このガイドラインでは記述しない。

4.8.4 FA 導入活動のための組織化

このガイドラインでは、ひとつの村を対象に記述する。

この活動の責任者となる住民の代表を各集落から男性 1 名、女性 1 名（以下「代表男性」、「代表女性」という）を選定し、その上に総責任者として CVD の委員長を配置して、住民による FA 導入（販売）活動組織を作る。

代表女性および代表男性の選定条件は、①集落の信頼が厚い人および②活動に積極

的に参加できる人で、この条件のもと CVD に選定を依頼する。

上記②~⑦までの活動を主体的に担うのはこれらの代表女性達である。代表男性達は、女性たちを補佐（問題発生時の処理および男性達の理解促進など）する。

4.8.5 村の全女性および関心のある男性を対象とした説明会

導入個数を多くするためには、多くの女性達に対する FA 導入意欲喚起と男性達の理解が必要である。そのため、村の全女性および関心のある男性を対象に FA 導入に向けた活動の周知を目的に全体説明会を開催する。

4.8.6 導入 FA のデモンストレーション

デモンストレーションの目的は2つある。導入する FA の機能の女性達への証明および代表女性達の活動意欲の高揚である。

デモンストレーションの方法は、従来から使用されている三石かまどおよび導入予定 FA を実際に用いて代表女性達が調理を行う。料理は地域で一般的に食されているリグラ（米料理）を採用する。

4.8.7 導入 FA の申込用紙配布から FA 配布の作業

(1) 作業工程

導入 FA に対する女性たちの購入希望を取りまとめ、前金を集金後に FA を配布するまでの作業工程は、表 4.8.1 の通りである。

表 4.8.1 導入 FA 募集から配布までの作業工程

番号	期 間	作業工程	担当者
①	説明会后 1~2 日	申込用紙の全戸配布	代表女性
②	1 週間	申込用紙の回収	代表女性
③	1~2 日	申込用紙の低炭素型プロへの提出	代表女性および CVD
④	1~2 日	申込状況集計	低炭素型プロ
⑤	1 週間	前払い金の集金	代表女性
⑥	1~2 日	前払い金の低炭素型プロへの支払い	代表女性および CVD
⑦	1 日	発注	低炭素型プロ
⑧	2~3 週間	FA の運搬・配布	低炭素型プロ

募集から前払い金の集金までは主に代表女性たちがこれを担う。ただし、これらの活動に必要な FA 購入申込用紙、前払い参加者整理表は低炭素型プロが用意する。

(2) FA 購入申込用紙配布

FA 購入申込用紙（別紙 4.8.2）と説明時に使用したポスターを A4 版に縮小したビラ（別紙 4.8.1）を代表女性がそれぞれの集落の全女性に配布する。その際に、FA 購

入申込用紙の記入方法の説明と回収時期を知らせる。なお、説明を行う代表女性が識字能力に問題があるときは、家族の中の就学している子供の支援を得て行う。

この作業で必要な用紙は低炭素型プロが用意し、村の全女性への説明時に代表女性に手渡しておく。

(3) 申込用紙の回収

代表女性は、申込用紙を配布してからおおむね1週間内に申込を希望する女性から申込用紙を回収する。その際、記入漏れ・記入ミスなど内容を確認する。なお、識字能力の問題がある場合は、上記とおり代表女性の家族内の就学している子供の支援を得てこれを行う。

(4) 申込用紙の低炭素型プロへの提出

代表女性は各集落の申込用紙をとりまとめ、CVDの長に提出する。CVDの長はすべての集落から申込用紙が提出られたのを確認後に計画担当者に連絡する。

連絡を受けた計画担当者は、CVD長から村全体の申込用紙を受け取る。その際に、申込用紙の記入内容に不明或いは記入ミスがないか確認する。記入内容のミス或いは不明な個所を認めたときは、まずCVD長に内容確認を行い、それでも不明の場合は、ただちに代表女性を訪問して内容の確定を行う。

(5) 申込状況集計

計画担当者は、申込用紙をもとに参加申込者整理表（別紙4.8.3）およびFA申込者集計表（別紙4.8.4）を作成する。その際に内容に疑義が生じた場合は、必ずCVD長またはCVD長を通じて代表女性の確認を行う。

(6) 前払い金の集金

計画担当者は、参加申込整理表をもとに前払い金参加者整理表（別紙4.8.5）および領収書（別紙4.8.6）を作成し、代表女性に渡す。その際に、この2つの用紙の記入目的および記入方法について再度説明を行い、金銭トラブルがないように促す。

代表女性は、前払い金参加者整理表をもとに申込を行った女性を訪れ、前払い金を徴収する。その際に、前払い金を支払ったことを示すために、前払い金参加者整理表へ支払者にサインをしてもらおう。また、同時に領収書を渡す。この領収書はFA配布時に支払者であることを示すために必要な用紙であるので、必ず配布時に持参することを説明する。なお、領収書の低炭素型プロ責任者のサインは配布時に行う。

(7) 前払い金の低炭素型プロへの支払い

代表女性は代表男性とともにCVD長に赴き、前払い金参加者整理表と集金したお金を渡す。渡されたCVD長は整理表の金額と手渡された金額に齟齬がないか確認する。齟齬があった場合はその場で解決を図る。

CVD 長は前払い金作業が完了したことを計画担当者に連絡し、整理表と前払い金を彼に渡す。

(8) 発注

計画担当者は、FA 導入活動の開始前に導入予定の FA 製造業者を特定して、その製造能力、製造期間および輸送路とその時間を把握しておく。また、FA 製造者にはタイプごとに連番での製造番号を刻むことを依頼する。製造番号については低炭素型プロ名、タイプ名および年度別の連番とする。

計画担当者は、前払い参加者整理表をもとに前払い参加者集計表（別紙 4.8.7）を作成し、これに従って発注する。

(9) FA の運搬・配布

配布は混乱を避けるため、集落ごとに行う。そのため、計画担当者は、運搬時間および配布個数の多寡に応じて集落ごとの配布開始時を計画し、代表女性に通知し、代表女性はその集落の前払い者を引率してくるよう伝達する。

配布日に計画担当者は、村の中心部に配布場所を設営し、受付、FA 受け渡し、使用者登録の 3 班を配置する。受付では、前払い参加者整理表および領収書により FA の受取者確認とともに領収書にサインする。この確認後に受付人は配布整理表（別紙 4.8.8）に必要事項（製造番号を除く）を記入して受取人に渡す。

配布整理表を受け取った受取人は、FA 受渡し者窓口に行き配布整理表を渡す。受渡し者は配布整理表に記入されている FA のタイプおよび個数を確認してそれに見合う FA を受取者に渡す。その際に FA に刻まれている製造番号を確認してそれを配布整理表に記入し FA と同時に受取人に渡す。

受取人は最後に使用者登録窓口に行き配布整理表を渡す。使用者登録者は配布整理表および必要事項を聞き取るにより使用者登録票（別紙 4.8.9）に氏名、製造番号などを記入する。

受付者はある集落の最後の受取人の FA 受取が終了したのを確認したら、次の集落の代表女性を呼んでその集落の配布開始を告げる。

本調査の事例：改良かまどの導入

以下に本調査で行った改良かまどの導入事例を示す。

(1) 調査概要

方法論では現地調査が必要なパラメーターとして使用個数、稼働率（年間の使用日数）があり、その調査手法の開発が必要である。また、モニタリング調査上もその調査手法の開発と検証が必要である。そのため、導入計画を立て、実際に FA を計画に即して導入する実証試験的事業を行う必要がある。それをブッセ市近郊の Gu 村でおこなった。

導入予定の FA は当初セラミック製 No.3 の FA の 1 種類とする予定であったが、女

性達から No.5 の鍋に対応した FA の要望が強かったことからセラミック製 No.5 を追加した。

(2) 調査時期

調査時期は、2015 年 9 月 15 日～10 月 8 日であった。

(3) 調査手順

調査手順は上記「(2)導入手順」と同様であったが、調査期間が限られていたため前払金回収前に発注を行った。

(4) FA 導入活動のための組織化

組織化は「(3)FA 導入活動の組織化」にそって組織した。対象村の Gu 村は 6 集落あるため 6 名の代表女性および男性を活動の中心メンバーとして選定し、活動前に活動目的、内容およびスケジュール等について説明を行い、活動を主体的に担ってもらうことを確認した。

代表女性達の活動は積極的であった。識字能力に課題をもっている代表女性達は申込用紙の記入などで問題に遭遇すると予想していたが、これに反して申込用紙の配布・回収、前払集金および領収書配布、FA の各班別配布および配布者の確認などの活動が計画日程に沿って行われていった。そのことから、FA 導入の組織では核となる女性に活動に魅力を感じてもらい、その後それをモチベーションにこれらの女性を中心に活動を進める体制が良いことがわかった。なお、代表男性については、一応決定したがほとんど機能しなかった。しかし、FA の購入には男性の理解も必要のため、形だけでも男性の責任者を決めておく必要があると考える。

(5) 村の全女性および関心のある男性を対象とした全体説明会

より多くの女性に全体説明会に参加してもらうため、以下に留意して説明会を開催した。

この村はイスラム教徒が大半のため金曜日の礼拝後の 14 時から説明会を開催した。説明時間は 30 分と短時間とした。事前に代表女性から説明会の案内を全女性に通知した。

その結果、説明会には女性は 65 名（村全女性の 20%）、男性 40 名（村全男性の 14%）の参加を得た。

説明方法は、事前に用意したセラミック製 FA の見本と説明用パネル（別紙 4.8.1）を用いて行った。説明内容は、FA 導



写真 4.8.1 全体説明会状況

入の目的、導入機種（セラミック製 FA の No.3 および No.5）、FA の特徴（長所および短所）、取り扱い上の注意点、値段（通常の販売価格で販売、運搬賃は除き、それぞれ No.3 ; 1,000FCFA および No.5 ; 1,500FCFA）、今後の活動予定（募集、前払い、配布など）である。この中では、特に長所と短所について丁寧に説明することで信頼を得るように努めた。長所としては、薪使用量削減、安価（金属製に比べて半値以下）等を示し、短所としては、目皿および目皿支えが壊れやすいことを挙げた。その他に、かまどに一度に多くの薪を入れたり、大きさの違う鍋を使用したり、水をかけたりしたら壊れることを注意点としてあげた。

女性参加者はほとんど途中退席することなく熱心に聞き入っていた。このことから説明会の内容および手順は有効であったと考えられる。

（6） 導入 FA のデモンストレーション

デモンストレーションの方法は、従来から使用されている三石かまど、金属製 FA およびセラミック製 FA を実際に用いて代表女性達が調理を行い、その結果を村の女性達に見てもらい、最後に代表女性達が結果発表を行った。

デモンストレーション活動の評価としては、参加人数が多かったこと、時間と共に参加者が増え、帰る人が見られなかったこと、デモ後の拍手が多かったことから、デモンストレーションは FA の機能の有効性の目視確認により、参加者の興味を引くことができたものと考えられる。これによって使ってみようという活動意欲の高揚につながることを期待できた。



写真 4.8.2 FA デモンストレーション

表 4.8.3 事例の作業工程

（7） 導入 FA の申込用紙配布から FA 配布の作業

セラミック製 FA の製造には最低 2 週間を要する。今回の調査期間が 20 日間という短期間であったため、表 4.8.2 の作業工程を組み、その実施を試みた。役割分担は表 4.8.1 のとおりであった。

この試みを実施する前は、運搬賃を除く全額を負担するという条件での活動のため援助慣れしている女性達の多

番号	月日	作業工程
①	09/18	募集用紙の全戸配布
②	09/22	募集用紙の回収
③	09/23	募集用紙の JIRCAS への提出および JIRCAS による取りまとめ
④	09/24	発注
⑤	09/24～ 09/29	前払い金の集金
⑥	09/30	前払い金の JIRCAS への支払い
⑦	10/7,8	FA の運搬・配布

くは参加しないであろうと想定していた。また、農村部の大人の女性達は識字力がほとんどないため、用紙への記入および確認、申込用紙に基づく集金作業および集金者リスト作成などの作業は、彼女たちの現状の処理能力を超えることから、代表女性達が対応しきれないと想定していた。そのため、当初は、女性達が置かれている農村部の現状下でこれらの活動を行うと多くの問題が発生するであろうと予想していた。しかし、多くの女性達が参加し、かつ識字能力の低い代表女性達であっても学校で学んでいる子供達の助力を得ながら募集・前払い金などの手続を問題が発生することなく行うことができることを確認できた。

(8) 調査結果

調査結果は表 4.8.4 のとおりである。

Gu 村全戸数 150 戸に対して 88 戸(59%)が FA を購入した。1 戸当たり 1.3 個の購入であった。FA の種類の内訳では No.3 が 76%、No.5 が 24%であった。家庭での主食であるコメおよびトーとこれにかけるソースの調理に FA が利用されて、今後日常的に使用されると見られた。

調査結果の評価としては、運搬賃を除く一般販売単価とう条件で、さらに野菜などの収穫前および新学期開始時という女性達が一番金銭的に余裕がない時期であったにもかかわらず、村の半数以上の 59%の家が購入をしたことは、大きな成果を生み出したものと評価できる。

その要因は、選定した FA が安価、FA の長所と短所の具体的説明とそれを証明するデモンストレーションの実施、購入手続のための女性を中心とした組織にあると推察された。

表 4.8.4 FA 導入実績

集落	戸数(戸)	女性(人)	改良かまど(個)		
			No.3	No.5	小計
Sa	15	20	17	4	21
Ga	15	15	15	5	20
Vo	13	13	11	2	13
Ya	15	17	12	5	17
Ta	15	15	15	8	23
Si	15	15	14	3	17
合計	88	95	84	27	111

4.9 CO₂削減量の定量的評価

ブルキナファソでは、気候変動対策と開発計画の実施を win-win の形でアプローチする「気候変動適応策国家活動計画 (NAPA)」が策定されている。この中に対策のひとつとして「改良かまどの普及事業」があり、FA 普及による CO₂ の定量的削減量を把握することは、この対策推進のための有益な基礎データとなり得る。

導入 FA による年間 CO₂ 削減量の算定値は、「4.3 CO₂ 削減量の算定方法」で示した算定式 (ア) をもとに、薪消費量調査で得られた「導入 FA の従前の三石かまど 1 個当たり薪消費量: $B_{old,i}$ (kg/年)」および改良かまどの導入による「導入個数」のデータを使用して求める。なお、稼働率についてはモニタリング調査結果を待つことになるが、ここでは 365 日を標準として算定する。

本調査の事例：CO₂削減量の定量的評価

以下に本調査で行った CO₂ 削減量の定量的評価の事例を示す。

ブッセ市近郊の Gu 村で行った調査結果をもとに、ブルキナファソ農村部においてセラミック製 FAN_{0.3} タイプが普及した場合の気候変動緩和効果を推定した。その際に用いたデータは、本調査で得られたデータである「 $B_{old,i}=730\text{kg/年}$ 」、「導入規模=村全体の 50% の戸が導入した場合」「FA を 365 日使用」「 $\eta_{new,i,a}=0.26$ 」および「ブルキナファソ農村部戸数」⁶である。

算定式は、「4.3 CO₂ 削減量の算定方法」の式 (ア) および (エ) を用いる。算定結果は、表 4.9.1 のとおりである。

表 4.9.1 FA 導入による CO₂ 削減量の試算結果

ケース	ブルキナファソ農村部全戸数	導入戸数割合	戸当たり導入個数	$ER_{y,i}$	$B_{y,savings,i,a}$	$B_{old,i}$	η_{old}	$\eta_{new,i,a}$	$N_{y,i,a}$	$\mu_{y,i}$	f_{NRBy}	$NCV_{biomass}$	$EF_{p,f}$	LE_y
				年間CO ₂ 削減量	薪削減量	三石薪消費量	三石熱効率	FA熱効率	使用個数	使用日数	非再生可能係数	換算発熱量	排出係数	リーケージ
1	1,725,965	50%	1	405,505	0.449	0.730	0.1	0.26	862,983	365	0.9	0.015	81.6	0.95
2		50%	2	811,009					1,725,965					
3		100%	1	811,009					1,725,965					
4		100%	2	1,622,019					3,451,930					

ブルキナファソ農村部の 5 割の戸数が各 1 個 FA を導入すると 405,505 tCO₂/年の削減量となり、木質バイオマス減少による CO₂ 年間排出増加量が 4,521,000 tCO₂/年と推計⁷されているので、FA 導入による効果は 405,505/4,521,000=0.09 (9%) となる。また、全戸数が 1 個を導入すると 811,009 tCO₂/年の削減量となり、効果は 811,009/4,521,000=0.18 (18%) となる。

このように、CDM 方法論の算定式を用いると FA 導入による気候変動緩和にかかる効果が定量的に評価できることが示された。

⁶ Fichier des villages de recensement 2006 au Burkina Faso (センサス 2006)

⁷ SP/CONAGESE (2001) Communication nationale du Burkina Faso

4.10 普及評価のためのモニタリング調査

4.10.1 モニタリングの目的

モニタリングの目的は、主に導入された FA が使用されているかどうかを確認することである。これを確認することによって CO₂ 削減量を算定して低炭素型プロの気候変動効果を定量的に把握するとともに、低炭素型プロの課題を洗い出し、それに対する対策の立案および実施を行うことによって、低炭素型プロの継続的效果発揮に役立てることが可能となる。

4.10.2 モニタリング項目

(1) FA 使用確認調査

モニタリングを行う前のデータベースとして、FA タイプ(*i*)別に、FA 導入の日付(年月日)、FA 使用者(氏名)、使用場所(使用者住所)および FA の特定(製造番号)の把握が必要である(方法論パラグラフ 33 参照)。これは、導入時に使用者登録票(別紙 4.8.9 参照)に記入して整える。

モニタリング時には、登録時の項目の確認を行うが、特に方法論の算定式に必要な導入 FA の使用頻度(1 週間当たりの使用日数)の実態を聞き取る。これによって算定式(イ)の $\mu_{y,i}$ を特定する。

このモニタリングの調査頻度は、2 年に 1 回行う。また調査サンプル数は、FA タイプ別および導入年度別に式 4.10.2-(1)で求められる。この式は、それぞれの母集団について 95%信頼水準の条件で期待比率 *P* に対する標準誤差の比が 10%以内になることを求めている。(付属資料:別紙 4.10.1「Guideline Sampling and surveys for CDM project activities and programmes of activities version03」の式(1)を参照)

$$n > \frac{1.96^2 N \times P(1-P)}{(N-1) \times 0.1^2 \times P^2 + 1.96^2 \times P(1-P)} \quad \text{式 4.10.2- (1)}$$

n = サンプル数

N = 全導入個数(タイプ *i* の FA の母集団)

P = 期待比率(FA の使用期待比率)

1.96 = 95%信頼区間の係数

0.1 = *P* に対する標本誤差 $(1.96 \times (P(1-P)/n)^{1/2})$ の精度が 10%以内

なお、*N* が 5,000 以上の場合は、Wald の式 4.10.2- (2)を用いる。

$$n = \frac{1.96^2 \times (1-P)}{0.1^2 \times P} \quad \text{式 4.10.2- (2)}$$

サンプル数の試算を別紙 4.10.2 に示すので参照されたい。

(2) FA 熱効率経年変化調査

このガイドラインで適用している CDM 方法論では、FA は使用年数によって熱効率が減少することを前提としている(方法論パラグラフ 17 $\Delta\eta_{y,i,a}$ およびパラグラフ 34(b) 参照)。そのため、導入される FA のタイプ(*i*)ごとにその熱効率の経年変化を測定することが求められている。タイプ *i* が初年度に導入された FA_{*i*}のみを対象にこの経年変化を測定し、それ以降導入された FA_{*i*}はこの測定値を適用する。ここで経年変化の熱効率測定を行うことを原則とするが、調査費用などの関係で困難な時は、この測定を行っていないことを注記の上、算定された CO₂削減量を示すのも一つの方法である。

調査頻度は、導入 FA タイプ(*i*)ごとに導入初年度後 1 年に 1 回行う。また調査サンプル数は、FA タイプ別に式 4.10.2-(3)で求められる。この式は、それぞれの母集団について 90%信頼水準の条件で初期熱効率に対する標準誤差の比が 10%以内になることが求められている(付属資料 4.10.1「Guideline Sampling and surveys for CDM project activities and programmes of activities version03」の式(18)を参照)。

$$n > \frac{1.645^2 NV}{(N-1) \times 0.1^2 + 1.654^2 V} \quad \text{式 4.10.2-(3)}$$

$$V = (\text{SD}/\text{mean})^2$$

n = サンプル数

N = タイプ *i* が導入された初年度の全導入個数

mean = 想定される平均値

SD = 想定される標準偏差

1.654 = 90%信頼区間の係数

0.1 = 標本平均に対する標本誤差 ($1.654 \times \sigma / \sqrt{n}$) の精度が 10%以内

なお、N が相当に大きい時は以下の式で算定する。

$$n = \frac{1.645^2 V}{0.1^2} \quad \text{式 4.10.2-(4)}$$

サンプル数の試算を別紙 4.10.3 に示すので参照されたい。

本調査の事例：モニタリング調査

以下に本調査で行ったモニタリング調査の事例を示す。

Gu 村で FA を配布時に使用者登録票に必要なデータを聞き取りをしながら記入した。そのデータをもとに使用状況のモニタリングの試行を導入 4 ヶ月後に行った。サンプリングは全導入 FA を対象に行った。

調査結果は、使用者登録票がモニタリング票として適切であることを確認した。使用個数は、FA の製造過程で強度不足が見られるものがあり、その影響で使用継続率は 78%であった。もし強度に問題がなければほぼ 100%の使用継続率であったと想定

されたため、使用継続率は最低でも 80%以上と推定される。

モニタリングで見られた課題である FA の一部強度不足については、事業を指導する FAFASO の課題であるため、FAFASO に現状報告し改善を依頼するとともに、陶器製造業者である製造女性組合に対しても①問題が発生したこと、②その原因、③その対策について組合員内で討議し、技術の改善を図ることを申し入れ、組合よりそれらを実施するとの回答を得た。

なお、本調査の調査期間が限られていたため、導入 2 年後のモニタリングは行っていない。

第5章 実施編 ー植林・アグロフォレストリーー

5.1 調査の背景と目的等

5.1.1 背景

ブルキナファソでは、森林面積が 558 万 9,000 ha であり、国土面積のおよそ 20.4% を占める（世銀、2011）。昨今の人口増加に伴う農地の拡大や気候変動による干ばつなどの影響により、森林や林地面積は急激に減少しており、過去 20 年で森林 120 万 ha（17.5%）、林地 85 万 ha（14.5%）が消失している（表 5.1.1）。

このように森林の減少が進んでおり、植生の回復は喫緊の課題となっている。

表 5.1.1 ブルキナファソの森林面積の変化(FAO、2010¹)

区分	面積（1,000ha）			
	1990年	2000年	2005年	2010年
森林	6,847	6,248	5,949	5,649
その他森林	5,861	5,435	5,222	5,009

注：ここでの「森林（Forêt）」とは、5m以上または適地で限界の高さまで達した樹が0.5ha以上、被冠率が10%以上。また、「その他森林（Autre terres boisées）」とは、5m以上の樹または適地で限界の高さまで達した樹が0.5ha以上あり、かつ、5～10%の被冠率。灌木（3m以下）、小低木（1m以下）および、それ以上の樹で10%の被冠率。ただし、どちらの場合も農業適地および都市部地域を除く。

また、森林は、薪炭、建材、果実、薬原料などの様々な非木材林産物を提供する場として、農村部住民にとって貴重な収入源のひとつであり、家計収入の約 45%に及ぶといわれている²。中でも果実や食用種子は自家消費のみならず、販売用としても重要性を増しており、農家の生計改善を図る上では、その振興は重要なものとなっている。

さらに、気候変動への対応としては、ブルキナファソの国家行動計画としてNAPAに沿った事業が展開されている。その優先目標は「気候変動の悪影響に対処している地域住民を支援するための緊急的必需品、活動および事業」であり、これは上記2つの効果と併せて気候変動対応を行うものである。

この計画の中の優先的に行うべき12の事業のうち5番目に非木材林産物の普及および自然林層の整備管理が挙げられており³、非木材林産物の普及とそのための植林・AFが重要な国家政策の一つとして位置づけられている。

このように在来果樹を活用した植林・AFは、植生回復、農村部の生活改善および気候変動の緩和の3つの効果を併せ持っており、ブルキナファソにとって非常に有益な森林保全手法といえる。

しかし、ブルキナファソでは、在来果樹を活用した植林・AFは、ほとんど実施さ

¹ FAO (2010) Evaluation des Ressources Forestieres Mondiales, Rapport National Burkina Faso <http://www.fao.org/docrep/013/al468F/al468f.pdf> (2015年8月28日最終閲覧)

² 国際農林業協働協会 (2013) 『ブルキナファソの農林業』

れておらず、試験場レベルの段階にある。今後は、これを全国的に展開するための農家圃場レベルでの実証による技術の確立とプロジェクト化の進展が望まれている。

5.1.2 目的

植生の回復、生計改善および気候変動緩和に効果がある在来果樹を活用した植林・AFの農家圃場レベルでの技術の確立を図るため、それに係る実証調査を実施する。本ガイドラインでは、これから得られる知見や教訓をとりまとめ、今後の在来果樹を活用した植林・AFプロジェクトの推進に寄与することを目的とする。

5.1.3 調査実施計画

在来果樹を活用した植林・AFプロジェクトを実施する際に必要となる実施計画の骨子を以下に示す。そして、骨子に基づき、本ガイドラインを取りまとめた。

- 1) 活動参加希望者の要望等の把握
 - 活動参加希望者
 - 植林希望樹種および希望本数
- 2) 活動計画作成のための検討（要望と実現可能性とのマッチング）
 - 植栽樹種の選定
 - 苗木の準備可能性
 - 受益者負担の範囲
- 3) 配布農家の決定
 - 活動参加者の決定
- 4) 農家圃場での在来果樹を中心とした植栽研修の実施
- 5) 在来果樹等苗木の配布
- 6) 農家圃場での在来果樹等植栽の実施
- 7) 農家圃場での間作の実施
- 8) 農家圃場での植栽後のモニタリング
- 9) 植林・AF活動の収益性の試算

5.2 活動参加希望者の要望等の把握

対象村で活動を実施するにあたり、植林活動に関する要望等の情報（参加希望者、希望樹種および本数等）を把握する。

得られた情報を基に、実施内容、程度、負担の範囲等をプロジェクトの目的、方針、予算、期間等に照らして検討する。

5.2.1 住民による活動計画案

概略の情報を把握するための方法のひとつに、住民により策定された活動計画案を通じて情報を得る方法がある。

本調査の事例：

本調査では「3.4 現地の問題点の抽出、解決方法の検討および課題の設置」で植林・AFの活動として「植林」の必要性が確認されたことを受けて、これに対する村から活動計画案を提示してもらった。

活動計画案は、①参加希望者、②活動目的、③活動内容（植栽樹種）、④活動スケジュール、⑤活動場所などである。

参加希望者は、個人農家65戸およびグループ単位で1グループであった。グループは女性達で構成するシアバター生産組合であり、彼女たちの希望樹種はシアバターノキであった。その他、希望樹種としては、マンゴー、ネレ、タマリンド、カシューナッツなどの収益を期待した果樹が多かった。

これらを参考に参加型の植林活動計画を作成した。

5.3 活動計画作成のための検討（要望と実施可能性のマッチング）

住民の要望等に基づく情報から、実施可能な活動計画を作成するため、主に以下について検討する。

- 植栽樹種の選定
- 苗木の準備可能性
- 受益者負担の範囲

5.3.1 植栽樹種の選定のための情報収集および試験

（1）樹種の選定方針と基準

1）選定方針

樹種の選定基準は、植林活動の目的によって異なる。例えば、森林・植生の回復では早生樹種のユーカリ、非木材林産物の利用促進では在来果樹のネレやカリテなど、選定する樹種が異なる。植生の回復と生計改善の両方を目的とする場合、ユーカリやニームなどの植林樹種に加え、果樹等の換金作物を導入したAFのための有用樹種を選定する。

2) 選定基準

- 農家が自ら選択した樹種
- 類似する栽培環境において定着が確認されている樹種
- 法律によって伐採が禁止され、かつ、回復・保全が必要な樹種
- 活動地域において栽培しやすい樹種

農家レベルの活動の場合、活動参加農家の意向を尊重することを基本とする。

一般的な植林プロジェクトでは、栽培環境、その地域での定着が確認されている樹種を把握した上で有用樹種が選定される。定着樹種としては、カリテやネレ、バオバブ等の在来果樹、アカシア・ニロティカ等の在来種その他、ユーカリやニームなどの外来樹種である。

(2) 他プロジェクトの推奨樹種

- 苗木の価格、実績、栽培の容易さ等を考慮
- 一般的な植林では成長の早く耐乾性の高いユーカリやニーム
- 果樹では、農家の希望が多い外来種のマンゴー、カンキツ、インドナツメ、在来種のネレやバオバブ、カリテ、ウェダ等が推奨

他プロジェクトで推奨された樹種は以下のとおり。

表 5.3.1 他プロジェクトの推奨樹種

	学名	現地名(モレ)	仏名	英名	和名
ブルキナファソ環境省と JICA による (2013) 優先樹種 10 種					
1	<i>Acacia nilotica</i>	Pegenega	Nèbnèb, Acacia tannin	Nile-acacia	アラビアゴムモドキ
2	<i>Acacia senegal</i>	Go-payande	Gomme Arabique	Arabic Gum tree, acacia	アラビアゴムノキ
3	<i>Adonsonia digitate</i>	Toeega	Baobab	Baobab	バオバブ
4	<i>Azadirachta indica</i>	Nimma	Neem	Neem	インドセンダン
5	<i>Eucalyptus sp.</i>	Kalbatiisi	Eucalyptus	Eucalyptus	ユーカリ
6	<i>Faidherbia albida (Acacia albida)</i>	Zaanga	Cad, kad	Winter thorn tree	シロアカシア
7	<i>Mangifera indica</i>	Mangi-tiiga	Manguier	Mango	マンゴー
8	<i>Moringa oleifera</i>	Arzan-tiiga	Moringa	Moringa	ワサビノキ
9	<i>Parkia biglobosa</i>	Roaaga	Néré	African locust bean	ヒロハフサマメノキ
10	<i>Ziziphus mauritiana</i>	Mugenega	Jujubier	Chinee apple, Indian plum,	インドナツメ
環境省 非木材林産物振興局 (APFNL) による在来果樹の推奨樹種					
11	<i>Vitellaria paradoxa</i>	Taanga	Karité	Shea Tree	シアバターノキ
12	<i>Saba senegalensis</i>	Wedga	Liane saba	Weda	ウェダ
13	<i>Tamarindus indica</i>	Pusga		Tamarind	タマリンド

- 1) アラビアゴムモドキ (アカシア・ニロティカ) は、トゲ性の樹で耐乾性が高く、スーダン乾燥地域においても 20m まで成長する。砂性または礫を含む土壌への適性もある。薬用、薪炭材、木材、皮染料、民芸品加工用等と用途も幅広く、家畜の飼料にもなる。そのため、遊牧民のフラニ族にも好まれて植栽される。
- 2) アラビアゴムノキ (アカシア・セネガル) は、アカシア・ニロティカなどと同じ属で約 6m まで成長する。セネガルからカメルーン、スーダンまで西アフリカ地域に広く生息し、砂地や礫の多い土壌でも問題なく成長する。薬用、薪炭材、木材、衣料染料、皮のなめし用、農機具の柄等に使用される。
- 3) バオバブは、スーダンからギニアまでサヘル地域においても 25-30m までに成長する。樹齢は 100 年以上とも言われ、薬用のほか、食料 (葉はスープ、果実はジュースなどに加工) としての利用が多く、その他に家畜の飼料、民芸品のほか日陰としても利用されている。
- 4) インドセンダン (ニーム) は、5-20m 程度の中低樹でインド原産である。非常に高い耐乾性を持つため、乾燥地の土壌改善としても活用されている。薬用、薪炭材、木材、家畜の飼料、衣料染料、植物の栽培管理や石鹼の加工等にも利用されている。
- 5) ユーカリは、耐乾性が高く、サヘル地域においても 20m 近くまで、非常に速いスピードで成長する。主に薬用、薪炭材、木材、日陰等として利用される。

- 6) シロアカシアは、年間降水量 300mm 以下の地域においても土壌を選ばず、20-25m までに成長する。雨期に落葉し、成長も早い。家畜の飼料の他、薪炭材、建材、薬用としても利用される。
- 7) マンゴーは、湿潤地域の熱帯果樹で 10m まで成長する。インドのヒマラヤ山脈付近の原産で、砂性の土壌を好む。果実の利用に加え、家畜の飼料、薬用、薪炭材、日陰としても利用される。
- 8) ワサビノキ（モリンガ）は、インド原産で成長が早く、耐乾性が高く 6m まで成長し、毎年落葉する樹である。葉はスープとして食用に家畜の飼料の他、薬用となる。
- 9) ヒロハフサマメノキ（ネレ）は、ブルキナファソでも年間降水量 500～700 mm の地域、スーダンからギニアまでのサヘル地域で生育している。果実はスンバラに加工され、薬用、薪炭材、衣料染料、民芸品などに利用される。
- 10) インドナツメは、トゲ性の樹で深い根を多く持ち、4-5m に成長する。中央アジア原産だが、スーダンまで普及している。果実は食用になり、家畜の飼料の他、薬用、薪炭材、民芸品にまで利用される。
- 11) シアバターノキ（カリテ）は、西アフリカ原産で、シアバターの原料となるナッツが採取できる木として知られている。成長が遅く、通常は種子繁殖で植栽間隔は 8～10m 必要とされ、植栽後 15～20 年で果実を収穫できる。
- 12) ウェダは、つる性の果樹で果実は生食が可能であり、ジュースなどにも加工される。野生樹から採取した果実が市場で流通しており、近年は接ぎ木苗の生産も行われるなど、注目されている。
- 13) タマリンドは、アジアを中心に熱帯地域広く栽培されるアフリカ原産のマメ科であり、6～20m の常緑高木である。通常は種子繁殖で植栽間隔は 8～10m 必要とされ、植栽後 8～15 年で果実を収穫できる。

(参考資料)

Ministère de l'environnement et du tourisme, Imprimerie nouvelle du centre (1993): *Manuel d'agroforesterie (2eme edition)*, 仮訳『アグロフォレストリーに関するマニュアル (第 2 版)』

- ・ 環境省・JICA (2013): 「ブルキナファソにおける優先樹種 (仮訳)」⁴, および森林局の推奨樹種に基づく。
- ・ UNDP (2008): 「ブルキナファソにおける非木材林産物の利用促進 (仮訳) プロジェクト」, および非木材林産物振興局 (APFNL)⁵の推奨される在来果樹の紹介に基づく。
- ・

⁴ 国内における JICA プロジェクトによって選抜された優先樹種の紹介 (森林局 Direction for Forest Mr.KAMBONE への聞き取りに基づく)

⁵ 非木材林産物振興局 (APFNL) は、UNDP と FAO によって実施された非木材林産物 (NTFPs) としての在来果樹の利用 (伝統的に果実・葉などを食用・薬用として活用等) プロジェクトの後に設置されたブルキナファソ環境省の管轄下省庁である。

(3) JIRCAS 試験圃場での栽培試験

栽培環境に適した樹種を検討するため、ブッセ市に試験圃場を設け、栽培試験を実施した。試験の結果、天水条件下では植林用のニーム、在来果樹のネレ、バオバブの生存率は高く、半乾燥地である本調査地でもそれら樹種は植生回復に有効であると考えられる。

【試験内容】

①樹種

選定した樹種は、一般的に植林の優先樹種とされているユーカリやニーム、また、生育は遅いが、耐乾性の高い在来果樹とされているネレ、タマリンド、バオバブである。

②植栽日等

無施肥、天水条件下とし、2014年7月下旬に植栽した。

③植栽間隔

植林用樹種は従来型(4m×4m)と作物作付け型(6m×6m)、果樹は従来型(10m×10m)と集約栽培型(5m×5m)とした。

④栽培環境

ブッセ市環境事務所の敷地内に設置した気象観測装置(Vantage Pro2)による気象データを下記に示す。2014年10月から2015年4月まで殆ど降水が確認されず、厳しい環境下での試験となった。

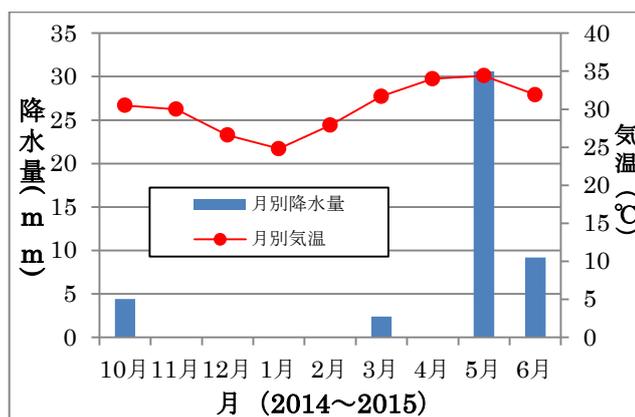


図 5.3.1 ブッセ市の気温および降水量

⑤試験結果

表 5.3.2 植栽間隔および苗木の生存率等

N O	樹種	植栽間隔	植栽穴の 大きさ(m)			植栽 本数	生存 本数	生存率 (%)
			縦	横	深			
1	ユーカリ・カマ ルドレンシス	4m×4m	0.3	0.3	0.3	56	20	35.7
2		6m×6m	0.3	0.3	0.3	30	2	6.7
3	ニーム	4m×4m	0.3	0.3	0.3	49	38	77.6
4		6m×6m	0.3	0.3	0.3	25	18	72.0
5	ネレ	5m×5m	0.6	0.6	0.6	36	29	80.6
6		10m×10m	0.6	0.6	0.6	9	1	11.1
7	タマリンド	10m×10m	0.6	0.6	0.6	9	4	44.4
8	バオバブ	10m×10m	0.6	0.6	0.6	14	11	78.6

注：生存率の調査は植栽6か月後、および1年後に実施。ユーカリの6m間隔および、ネレとタマリンドの10m間隔の植栽区画は、石が多く土壌の肥沃度が低かったため、植栽後に苗木が定着しなかったと考えられる。

(4) 果樹栽培の普及状況

アフリカ地域では、アグロフォレストリー (AF) の一環として、外来種および在来果樹を中心に栄養改善や現金収入等を目的に果樹栽培の導入を推奨されている。

1) 外来果樹

- マンゴー、インドナツメおよびカンキツ類が普及
- マンゴーは改良品種 30 品種以上が普及
- 改良品種の接ぎ木苗生産も定着し、首都を中心に供給

ブルキナファソでは INERA を中心にマンゴーやカンキツ類等の外来果樹の接ぎ木苗生産や栽培普及が実施されてきた。また、外来果樹のマンゴーやカンキツ類、インドナツメ等の過去に導入された改良品種では接ぎ木苗生産が定着し、首都を中心に安定供給が行われている。

苗木生産については、フランス政府を中心に国際援助機関等の大規模プロジェクトによって、接ぎ木苗生産に関する技術者の育成が行われてきた。特に外来果樹であるマンゴーの改良品種の導入と接ぎ木苗生産は古くから行われており、改良品種は、‘Kent’ を中心に 30 品種以上が確認されている。

果樹の接ぎ木苗生産は、研究機関および国際機関が実施した各研修等に参加した苗木生産の知識と経験を持つ個人農家が主に行っている。国内の接ぎ木苗生産が定着している果樹は、主に外来果樹のマンゴーとカンキツ類で、近年では、インドナツメの接ぎ木苗生産が盛んである。しかし、販売農家の改良品種に対する認識が一定ではない点が問題になっている。接ぎ木苗は他品種と混同して流通しているため、品種が特定できない場合がある。



写真 5.3.1 マンゴーの接ぎ木苗 (ブッセ市苗木生産農家)



写真 5.3.2 インドナツメの接ぎ木苗 (INERA)

2) 在来果樹

- 国際機関による植林プロジェクトでは在来果樹の導入実績は少ない
- 栽培化のための接ぎ木技術は研究所レベル
- 接ぎ木を含む苗木の市場供給は限定的
- 農村部では在来果樹は生活必需品で食材、薬用、衣料染料などに利用

気候変動に対する緩和策として、栽培環境に適した在来果樹を活用した AF が注目⁶されている。ブルキナファソでは、UNDP 等の支援による在来果樹の非木材林産物の利用促進に対する取り組みも行われている。

しかし、在来果樹は播種から果実の収穫まで 10 年以上必要であると言われており、長期の栽培管理が要求される。研究機関では接ぎ木技術等による短期収穫のための研究開発が実施されているものの、普及は進んでいない。このため、植林プロジェクトでは、成長の早いユーカリや 3 年目から収穫できるマンゴーなどが優先されている。一方で農村部ではネレやバオバブなどの在来果樹は、食材、薬用、衣料染料などにも利用され、生活必需品として重要視されている。

在来果樹は種子繁殖による実生苗が一般的であるが、近年では、外来果樹と同様に接ぎ木苗生産も行われている。しかし、接ぎ木苗木は実生苗より高価となる。主要な苗木生産の樹種は、主に葉や果実を食用とするバオバブ、シアバターの原料となるカリテ、伝統的な発酵調味料の主原料となるネレ、およびタマリンドである。

INERA と CNSF では、主要産地において野生種から品種選抜を行った上で、カリテやバオバブ等の接ぎ木苗生産が実施されている。特に、CNSF では、国内各地で採取保存している優良選抜品種（葉用 3 系統・果実用 3 系統）バオバブの接ぎ木苗を生産し、販売（600FCFA/本）も行っている。



写真 5.3.3 10 か月齢のネレ (INERA)



写真 5.3.4 カリテの接ぎ木苗 (CNSF)

⁶WB(2013):<http://www.slmethiopia.info.et/index.php/download-center/summary/46-socioeconomic-marketing-and-others/99-wb-agriculture-and-rural-development-advance-web-edition> (2015 年 8 月 28 日最終閲覧)

(5) 伐採禁止の樹種

➤ 保全・回復すべき樹種はネレ、バオバブ、カリテ、タマリンド、カッポキ

ブルキナファソでは森林および個体数の減少から希少樹種の保全や回復が国の重要課題となっている。2004年の法律において23の樹種が伐採禁止となり、そのうち下記の5種は優先的な保護樹種とされている。

表 5.3.3 ブルキナファソにおいて優先的な保護樹種 (5種)

	樹木名 学名	モレ語	最優先 保護	主な利用方法	市場での販売価格 (FCFA)
1	ネレ <i>Parkia biglobosa</i>	Roaaga	◎	食用 (果実 種子・果肉)	種子：1,500/kg 乾燥果肉 (粉末)：225/kg スンバラ (加工済)：50/3個
2	バオバブ <i>Adonsonia digitate</i>	Toeega	◎	食用 (葉・果実 種子・果肉)	生葉：50/1山 果実：50~200/個
3	カリテ <i>Vitellaria Paradoxa</i>	Taanga	○	食用 (ナッツ シアバター)	生果：5~20/個 ナッツ：220~500/kg バター：500~1,000/kg
4	タマリンド <i>Tamarindus Indica</i>	Pusga	○	食用 (葉・果実)	乾燥葉：250/kg 乾燥果：100/1山
5	カッポキ <i>Bombax costatum</i>	Voaka	◎	食用 (花・果実)	乾燥花：2,000/kg 乾燥果：1,000/kg

注：価格はブッセ市場における小売価格 (2015年7月時点)

(6) 農家の選択樹種

- 植林用樹種としてユーカリ、果樹ではマンゴアの接ぎ木苗の人気の高い
➤ 選定理由は自家消費と現金収入

農家からの希望樹種については植林活動計画の策定時、また、活動開始時に確認した。最終的な選択樹種は下記のとおり。

表 5.3.4 参加希望農家による植栽希望樹種および選択理由

分類	樹種	選択数	選定理由
植林用樹種	ユーカリ	31	薪炭材、建材としての利用、現金収入他
	マンゴー (接ぎ木苗)	53	果実の自家消費、木陰としての利用、現金収入他
外来果樹	オレンジ (接ぎ木苗)	1	果実の自家消費、現金収入他
	ネレ	3	食用 (伝統発酵食のスンバラ)
在来果樹	カリテ (接ぎ木苗)	1 (女性グループ)	加工 (シアバター) の原料

備考) 調査項目は代表者氏名、参加目的、希望樹種・本数、提供可能な資材・労働力等である

植林用樹種としては、ユーカリの人気の高く、果樹の中でもマンゴアの接ぎ木苗の希望者が最も多い結果となった。また、農家の選定理由は、自家消費がもっとも多く、余剰分を販売し、現金収入を得る、といった回答であった。

(7) 苗木配布

本調査の事例：苗木配布

(1) から (5) を踏まえ、本調査では次の苗木を配布した。

表 5.3.5 各年の苗木配布樹種

配布年	樹種数	樹種
2014年	8	<ul style="list-style-type: none"> ・ 植林用はユーカリ、ニーム、アカシア・ニロティカ ・ 外来果樹はマンゴーの接ぎ木苗、カシューナッツ、レモン ・ 在来果樹はネレ、タマリンド
2015年	13	<ul style="list-style-type: none"> ・ 植林用はユーカリ、ニーム、アカシア・ニロティカ、クッカ、モリンガ ・ 外来果樹はマンゴー、レモン、インドナツメの接ぎ木苗、 ・ 在来果樹のバオバブの接ぎ木苗、カシューナッツ、レモン、ネレ、タマリンド、バオバブ、カリテ

(8) 苗木販売価格等

首都近郊の苗木生産農家の苗木販売価格、また、INERA、CNSF の研究機関による苗木販売価格を下記に示す。

なお、マンゴーの接ぎ木苗のみ、販売時の樹高によって値段設定されている。

表 5.3.6 ワガドゥグ市内の生産農家における苗木販売価格等 (2014年6月時点)

樹種名	苗木生産数	播種(繁殖)時期	販売価格(FCFA)
カシューナッツ	500	2014年4月	250
マンゴー	在来系統3品種 /改良7品種	2013年8月に接ぎ木	1,000(樹高1m) 2,500(樹高2m)
ブドウ(赤/白)	20	2014年4月に挿し木	1,000
レモン	100	不明	1,000
オレンジ	200	不明	1,000
タンジェリン	100	不明	1,000
ココナッツ	50	不明	2,500(小) 5,000(大)
ユーカリ(小)	1500	2014年4月	100
ユーカリ(大)	400	2014年4月	400
ハイビスカス	不明	不明	500
ジャスミン	不明	不明	750



写真 5.3.5 マンゴー接ぎ木苗を販売する苗木生産農家

表 5.3.7 INERA、CNSF における在来果樹の実生苗等の販売価格（2015 年 7 月時点）

樹種名 (学名)	乾燥種子 (FCFA/kg)	実生苗 (FCFA/本)	接ぎ木苗 (FCFA/本)	(備考)
バオバブ	12,500	500	1,000	接ぎ木苗は事前の受注生産のみ
ネレ	22,500	300-500	—	接ぎ木苗生産は試験中
ウェダ	—	500	—	接ぎ木苗生産は試験中
タマリンド	15,000	300-500	1,000	接ぎ木苗生産は試験中
カリテ	対応無 短命種子	2,500 (一年生) 5,000 (2年生)	15,000~ 20,000	接ぎ木苗は試験用のみ販売

5.4 配布農家の決定

活動参加者の決定（配布対象農家の決定）に際しては、参加希望者に活動参加条件を提示し、条件に同意した者を活動参加者として決定する。

5.4.1 活動参加の条件

検討した活動計画は、住民に提示する前に、MERH や村の CVD メンバー等と事前に最終調整することが望ましい。

活動参加条件としては、農家の要望に沿いつつ、より確実に適切に植林が実施されるための条件である必要がある。例えば、植栽前の植栽研修への参加や植栽ピットの準備、家畜等の食害防止策の実施などの条件である。

なお、参加希望者の負担範囲については、活動参加者は植栽・育林への労働力の無償提供、植林・AF を運営するプロジェクト側は苗木の無償提供などが考えられる。

本調査の事例：活動参加の条件

MERH の森林官の主導のもと、CVD メンバーと村の有識者を含む住民と活動計画について事前調整を行った上で、植林活動の参加条件および苗木の無償配布の条件を以下のとおりとした。

配布本数は農家の要望を確認し、最終的な本数は森林官と CVD の下で判断した。

- ① 参加希望者が樹種を選定すること
- ② 植栽前の基礎研修に必ず参加すること
- ③ 植栽準備（穴掘）ができなければ苗木を配布しないこと
- ④ 植栽後、速やかに食害防止策柵を設置すること

5.4.2 参加促進における留意点

植林活動を推進するためには、村内の土地使用权に対する特殊性を理解しなければならない。住民が平等に植林・AF活動に参加するためには、どのような配慮が必要なのか、以下に例を挙げる。

- ジェンダーに対する配慮
- 民族間に対する配慮

1) ジェンダーに対する配慮

アフリカ地域においては、伝統的な父系性（父から息子へ土地を贈与・相続する）土地制度の場合、一般的に女性は夫（男性）の土地に樹木を植栽することが出来ない。そのため、女性が果樹等の樹木を植栽する場合、土地の使用权を持っている男性に許可を得なければならない⁷。

したがって、女性の植林活動への参加の意思を確認する際には、女性と男性を別々に集めて話し合いを行うことが望ましい。ただし、女性たちだけを集めて話し合いを行う場合は、事前に夫である男性たちに許可を得る必要がある。

2) 民族間に対する配慮

民族構成比の異なる父系性の村において、植林活動を行う場合、マイノリティーな民族に対する配慮が必要となる。対象村では、代々直系男子にのみ土地を相続するモレ族とフラニと称される定住化した遊牧民のフラニ族⁸が共存している。150世帯の内36世帯（24%）がフラニ族である。村外移住者が多く、村内の血縁関係で土地の相続・分配を行うモレ族と異なり先祖代々の土地を持たない場合がある。

調査地で確認されたフラニ族が植林活動に躊躇する理由は以下のとおり。

- ・ 植林した土地を地主に回収される場合がある。
- ・ 同じ土地に長期間（例えば20年以上）住んでいても樹を植える権利を持っていないため、地主（モレ族）の許可なしに樹を植えることが出来ない
- ・ 家畜への水が優先となり、樹木に灌水する余裕がない
- ・ 使用できる土地が狭く、また、石が多い土壌で植林に適さない
- ・ 遊牧時期は、苗木の配布希望を調査する時期（乾季2月）は村内に不在

⁷ Kiptot E. and Franzel S.,(2011):*Gender and agroforestry in Africa: are women participating?*

本調査地域でも、カリテやネレ等の在来果樹は女性による利用が多く、活動に対する女性の関心も高かったことから、女性も活動に参加できるような取り組みが望まれた。

このため、本調査では女性グループの活動に対し以下の取り組みを行った。

- ① 村代表（男性）との話し合い
- ② 樹木を植栽する土地の使用に関する交渉
- ③ 植栽時の労働力の提供を男性側に依頼

以上を調整したの結果、女性グループのために 25m×25m 区画等を確保でき、また、植栽に際して、土地提供者（男性）からフェンス設置などのために労働力の提供を得ることができた。

・民族間に対する配慮

本調査では、遊牧民であるフラニ族の植林活動に対し以下の取り組みを行った。

- ① フラニ族に参加を呼び掛ける時は村の代表や長老に事前に相談
- ② 樹種選定では家畜の飼料となる樹種を推奨（例えば、アカシア・ニロティカ、クッカ、インドナツメ等）
- ③ 遊牧から村に戻る時期（雨季開始の 6 月末～7 月上旬）に、樹種の選択および本数を確認

以上の取り組みの結果、フラニ族の活動参加者は 2014 年の植林活動では村内 36 世帯中の 3 世帯（8.3%）であったが、2015 年は 9 世帯（25.0%）に増加した。



写真 5.4.1 女性グループ代表との話し合いの様子

5.5 農家圃場での在来果樹を中心とした植栽研修の実施

農家圃場における在来果樹を中心とした植栽や栽培管理に対する知識や技術向上を図るため、参加住民に対して研修を実施する。研修実施における留意点は以下のとおり。

- 研修日は住民と話し合いで決定する
- 小人数制による研修として複数日で実施する
- 灌水が必要なマンゴー等は植栽後の栽培管理（灌水方法等）の研修も含める
- 希望樹種ごとに基礎的な植栽研修を行い、参加者の技術力や要望を把握し、必要に応じて在来果樹の栽培等に関する応用研修の実施を検討する

本調査の事例：植栽研修の実施

5.5.1 植栽研修の概要

本調査における研修方法、内容等は以下のとおりである。

(1) 研修対象者

植林活動に参加する全ての個人農家およびグループの代表者

(2) 研修指導者

地域の県環境事務所の森林官や CNSF の技術職員、INERA の研究員

(3) 研修内容

植林用樹種および在来果樹の植栽方法、管理方法等の基礎研修、また、在来果樹の栽培（播種、接ぎ木）、苗床設置方法等の応用研修である。

(4) 研修の詳細

本調査で実施した研修内容は以下のとおりである。

1) 基礎研修

基礎的な植栽方法、管理方法である。

表 5.5.1 基礎研修

回数	講義内容	講師
第1回	実習1：果樹の植栽方法 1) 果樹・植林用樹種の樹間測量 (1m刻みで結び目を入れた4m/10mのロープを利用) 2) 植栽穴の掘り方・植え方 3) 植栽後の管理方法 (フェンスづくり、灌水、シロアリ対策他)	CNSF, 森林官

2) 応用研修

在来果樹の種子発芽技術の実習、点滴灌漑、苗畑設置方法等の応用的な内容を行った。

表 5.5.2 応用研修

回数	講義内容	講師
第1回	講義1：苗木生産の概要	CNSF, 森林官
第2回	実習1：在来果樹種子の播種前処理方法 1) 種子発芽を促進するための播種前処理 2) 24時間の浸水処理と酸処理 供試樹種：アカシア・ニロティカ、タマリンド、バオバブ、ネレ他	CNSF, 森林官
第3回	実習2：種子の播種前処理方法 播種前処理区と未処理区における発芽比較	森林官
第4回	講義2：苗床の設置方法	CNSF, 森林官
第5回	実習3：苗床の設置 1) 参加者をグループに分け、苗畑の設置場所を選定 2) 必要資材をグループに配布し、苗床設置	森林官
第6回	実習4：苗木生産 1) 土づくり 2) 前処理した種子を播種 3) 苗木育成期間中の留意点	森林官
第7回	講義3：接ぎ木苗生産の概要	CNSF, INERA, 森林官
第8,9回	実習5：在来果樹の接ぎ木苗の作り方	CNSF
第10回	実習6：在来果樹の接ぎ木苗の育苗	森林官
第11回	実習7：ポリタンク（25L）と医療点滴チューブを用いた簡易点滴灌漑方法 実習研修に用いた資材 ・ 医療点滴チューブ（200FCFA） ・ ポリタンク 25L（700FCFA） ・ ポリタンク洗浄用の洗剤（50 FCFA）	INERA, 森林官
第12回	講義4：苗木の販売計画・管理 1) 苗木の年間生産計画の策定 2) 苗木の販売価格の設定 3) 苗木の販売と会計管理	森林官



写真 5.5.1 バンフォラ INERA のマンゴー苗に設置された簡易点滴灌漑

【簡易点滴灌漑手法の研修】

マンゴーやカシューナッツなどは 1000 mm以上の年間降水量が必要とされているため、調査地のように降水が不足する地域では植栽後の定期的な灌水が重要となる。このため、本研修では、現地で容易に入手できる医療点滴チューブとポリタンク等で構成されている簡易点滴灌漑を紹介、実習した。

本技術は、バンフォラ INERA と民間企業が開発したものである。なお、利用方法に関するマニュアルは整備されていない。

これまでにマンゴーやカシューナッツ（植栽面積 1～3 ヘクタール、植栽本数 100～300 本）の新規植林で導入されており、個人農家が自主的に導入した事例もある。

簡易点滴灌漑の効果⁹⁾は、バンフォラ INERA らの試験結果によれば、植栽 3 年後の成長量は天水栽培と比較して 3 倍になっている。

苗木 1 本に対して 1 セットの設置となる。導入コストは首都で医療点滴チューブ（200～300FCFA）と 20～25L のポリタンク（700～800FCFA）で入手可能である。

【在来果樹種子の播種前処理】¹⁰⁾

- ・ 種子削剥（種皮の一部を削る）
- ・ 濃硫酸浸漬（濃硫酸 2 時間浸漬等）
- ・ 熱湯浸漬（48 時間放置等）



写真 5.5.2 接ぎ木苗の研修



写真 5.5.3 簡易点滴灌漑の研修

【本調査の研修資材および費用】

①種子からの苗木生産研修

- ・ 種子（CNSF から購入）：バオバブ（12,500 FCFA/kg）、モリンガ（18,000 FCFA /kg）、タマリンド（15,000 FCFA /kg）、ネレ（22,500 FCFA /kg）、アカシア・ニロティカ（22,500 FCFA /kg）、ユーカリ（8,125 FCFA /0.1 kg）他プラスチックチューブ（中：200 枚、小：800 枚）
=30 FCFA/枚×200 枚（中）+15FCFA/枚×800 枚（小）=18,000FCFA
- ・ ジョロ（灌水用 1～2 個）：2,500 FCFA
- ・ フェンス（20～25m×2 本）=24,000 FCFA×2 本=48,000 FCFA
- ・ ワイヤ（細い）：1,000 FCFA（支柱は木材で代用可）
- ・ バケツ（砂や水を運ぶ等）：2,000 FCFA
- ・ 三輪車（苗木を運ぶ等）：17,500 FCFA

②果樹の接ぎ木苗の生産研修

- ・ 接ぎ木ナイフ：6,000FCFA/本
- ・ 剪定バサミ：6,500CF/本
- ・ 砥石：6,000FCFA/本（長い場合は半分に切って使用可能）
- ・ ナイロンテープ（包装材などで代用可能）
- ・ ナイロン袋（接ぎ木後の保湿用）：450 FCFA/100 枚
- ・ プラスチックチューブ（大：100 枚）=50 FCFA/枚×100 枚=5,000FCFA

⁹⁾ 2015 年 2 月のオロダラ INERA とダキョウ博士に対する聞き取り調査結果に基づく。

¹⁰⁾ 緑資源機構（1999）「8. 植林技術マニュアル」を参照

(<http://www.green.go.jp/green/gyoumu/kaigai/manual/sahel/french/vol08.pdf>)

5.6 在来果樹等苗木の配布

5.6.1 配布方法

- 購入苗木は輸送時に損傷する可能性がある
- 苗畑は土地の確保、仕組み作りや人材育成が必要

苗木の配布方法は、以下の3とおりある。

- ① 苗木生産農家から購入して配布する
- ② 苗畑を設置して苗木を育成して配布する
- ③ ①と②を並行して行う

購入苗木の場合は、輸送が必要となるが、道路は未舗装の場合が多く、ロバや三輪自動車で輸送するため、苗木が損傷する可能性がある。特に接ぎ木苗の場合は、接ぎ木部の損傷、離脱などが起こりやすく、定植後に枯死する場合も多い。

一方で、苗木を地域内生産すると運搬に伴う苗木への損傷を防止できるが、苗木生産するための土地の確保、仕組み作りや人材育成が必要となる。また、必要な本数分の苗木を地域内で安定して供給できるようになるまで、時間を要すなどの課題もある。

本調査においては、時間の制約上、2014年は①による配布のみ、2015年は③による配布で試行した。

5.6.2 配布本数と配布

- 農家の希望本数に対して十分な土地を所有しているか、植栽のための労働力を確保できるか確認した上で、配布本数を決定する
- 研修参加し、植栽準備が整った農家から配布する
- 2回目以降の配布数は、生存率等の植林成果を踏まえて検討する

本調査の事例：配布本数と配布

(1) 植栽可能面積

参加希望農家の植栽可能面積を調査した結果、0.5ha、1.0haが多く、平均は0.8haであった。

表 5.6.1 植林参加希望農家（65戸）における植栽可能面積

植栽可能面積	戸数	(%)
2.0 ha	4	6.2
1.0 ha	20	30.8
0.5ha	21	32.3
0~0.4ha	1	1.5
不明	19	29.2

注：

- ・ 実際の植林・AF活動参加農家は60戸であり、参加希望者のうち5戸が脱落。
- ・ 個人の全土地所有面積ではなく、樹木を植栽可能な面積であり、混作を前提とした作物用農地の場合も含む。2014年2月時点

(2) 配布者数

配布者数については、2014年は個人農家60名と3グループ（女性学校、女性グループ、共同植林）である。2015年は個人農家85名と5グループ（小学校、病院、女性学校、女性グループ、共同植林）に配布した。

また、1農家への最大配布数は、世帯構成員の成人男性（15歳以上）2人以上として最大100本（樹間10m×10m：0.81ha、樹間4m×4m：0.13ha）とした。

(3) 苗木の配布本数

本調査における2014および2015年度の苗木配布実績は、以下のとおりである。

表 5.6.2 2014年の苗木配布の樹種、本数等

樹種	配布本数	配布者	植栽用途
①ユーカリ	2,069	個人農家	自家消費
②アカシア ・ニロティカ	70	個人農家（フラニ族）	家畜飼料（葉・枝）
③ニーム	43	伝統女性学校	敷地の境界線
④マンゴー （接ぎ木あり）	258	参加者全員（各2～4本）	自家消費
⑤カシューナッツ （接ぎ木なし）	171		換金作物
⑥レモン （接ぎ木なし）	5	若手の参加者	換金作物
⑦ネレ	310	年配の参加者	自家消費（果実）
⑧タマリンド	89	葉と果実の自家消費	自家消費（葉と果実）
計8種	3,015		

表 5.6.3 2015年の苗木配布の樹種、本数等

樹種	配布本数	配布者	植栽用途
①ユーカリ	2,131	個人農家	自家消費（薪・建材） 現金収入
②アカシア ・ニロティカ	140	個人農家（フラニ族）	家畜飼料（葉・枝）
③ニーム	120	共同植林	
④クッカ	20	個人農家（フラニ族）	家畜飼料（葉・枝）
⑤モリンガ	110	希望者全員	自家消費（葉は食用）
⑥マンゴー （接ぎ木あり）	268	個人農家 公的組織（病院、小学校等） 共同植林	自家消費（果実） 木陰 換金作物
⑦インドナツメ （接ぎ木あり）	140		自家消費（果実） 家畜飼料（葉・枝）
⑧レモン （接ぎ木あり）	164	希望者全員	自家消費（果実） 換金作物
レモン （接ぎ木なし）	43	個人農家	自家消費（果実） 換金作物
⑨カシューナッツ （接ぎ木なし）	12	個人農家	換金作物
⑩カリテ （接ぎ木なし）	20	配布希望者に各1本	自家消費（果実・ ナッツ）

カリテ (接ぎ木あり)	10	女性グループ (予定)	シアバター加工用 余剰分は販売
⑪ネレ	500	個人農家, 共同植林	自家消費 (果実)
⑫タマリンド	130	個人農家, 共同植林	自家消費 (葉と果実)
⑬バオバブ (接ぎ木あり)	112	配布希望者に各1本 女性グループ	自家消費 (葉と果実)
バオバブ (接ぎ木なし)	100	個人農家	自家消費 (葉と果実)
計 13 種	4,020		

5.7 農家圃場での在来果樹等植栽の実施

農家圃場での在来果樹等の植栽にあたっては研修に基づいた適切な植栽が実施できるように、巡回指導するなどの対応が望ましい。

本調査の事例：植栽の実施

5.7.1 植栽間隔

本調査で設定した目的別、樹種別の植林間隔は下記のとおり。

設定にあたっては、森林官による共同植林での指導内容、および INERA や CNSF による推奨・指導内容に基づき、設定した。なお、植林間隔の測量方法はロープの結び目などを利用したものであり、植栽研修において指導している。

表 5.7.1 目的別、樹種別に推奨される植栽間隔

目的	樹種	植栽間隔
木材 (単層)	ユーカリ、ニーム、アカシア・ニロティカ	4m×4m
木材 (単層) + 穀物生産	ユーカリ、ニーム、アカシア・ニロティカ + ミレット、ソルガム、メイズ	6m×6m
果樹 (低木) 集約栽培	インドナツメ、カンキツ等	4m×4m
果樹 (高木) 集約栽培	マンゴー、カシューナッツ、ネレ、バオバブ、カリテ等	5m×5m
果樹 (低・高木) + 穀物生産	マンゴー、カシューナッツ、ネレ、バオバブ、カリテ等 + ミレット、ソルガム、メイズ他	10m×10m
果樹 (低・高木) + 換金作物	果樹 + ササゲ、ラッカセイ、ゴマ、ハイビスカス 他	10m×10m

5.7.2 植栽方法

(1) 植栽ピットの大きさ：

本調査で設定した植栽ピットの大きさは下記のとおり。

設定内容は植林間隔と同様に、森林官および CNSF の経験を踏まえて設定した。

表 5.7.2 樹種別に推奨される植栽ピットの大きさ

目的	樹種	植栽ピットの大きさ
植林樹種 (木材用)	ユーカリ、ニーム、アカシア・ニロティカ	60cm×60cm×60cm
果樹	インドナツメ、カンキツ等 カシューナッツ、ネレ、バオバブ、カリテ等	80cm×80cm×80cm
果樹	マンゴー	100cm×100cm×100cm

(2) 施肥

表土は赤土が多く、肥沃度が低いため、表土は植栽ピットには戻さず、家畜等の糞などを植栽ピット内に投入する。

(3) 植栽のタイミング

接ぎ木苗は乾燥に弱く、接ぎ木部分の穂木が枯死しやすい。このため、雨季開始後に植栽ピットを準備し、まとまった降雨が連続した後、植栽するのが望ましい。また、降雨初期に植栽すると植栽穴内の土壌が圧密沈降し、苗木が深植えになりすぎてしまう場合があるため注意が必要である。

5.7.3 農家による間作の選定

作目の選定にあたっては、現地での栽培の可能性と農家の要望に合致した作目を選定することはもちろん、研究機関等による試験の実績を有する新たな品種の導入も併せて検討する。

5.8 農家圃場での植栽後のモニタリング

農家の育林管理状況を把握し植林活動を改善するため、あるいは翌年の植栽規模の設定や樹種選定を検討するためモニタリングを行う。

5.8.1 育林管理及び生存率

植栽半年後に農家の植林管理状況、苗木の生存率等についてモニタリングを実施した。モニタリング項目としては、樹種ごとの施肥、防護用フェンス設置、植栽後の灌水の有無、樹木の生存率である。

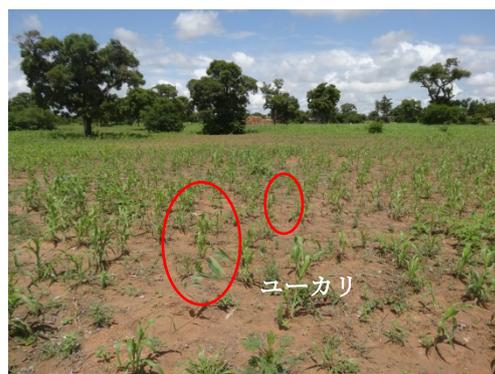


写真 5.4.1 ユーカリと間作のミレット

本調査の事例：間作の実施と植栽後のモニタリング

5.8.2 農家による間作の実施

参加農家のうち追跡調査が実施できた 50 戸中 39 戸 (78.0%) が植栽後、間作を実施した。2014 年植栽農家の間作事例を下表に示す。ソルガムやミレット等が多く、ソルガムとミレット、ミレットとラッカセイ、ミレットとメイズ等の混作も見られる。農家の間作の選定理由は、個々の農家の目的によって異なる。例えば、植栽面積が限られている場合、主食の確保が最優先となるため、ミレットやソルガムが選択されたと考えられる。

表 5.8.1 樹種別の間作の事例

樹種	作目	事例数	(%)
植林用 (ユーカリ) 39 農家	ソルガム	18	46.2
	ミレット	8	20.5
	ラッカセイ	3	7.7
	ソルガム+ミレット	2	5.1
	ミレット+ラッカセイ	1	2.6
	ササゲ	1	2.6
	作目不明	6	15.4
在来果樹 (ネレ) 11 農家	ミレット	4	36.4
	ソルガム	2	18.2
	ラッカセイ	2	18.2
	ソルガム+ミレット	1	9.1
	ゴマ	1	9.1
	作目不明	1	9.1

5.8.3 モニタリング結果

施肥は植栽前、防護用フェンスの設置は植栽後に実施したか、生存率は植栽半年後に農家圃場の踏査にて確認した。

表 5.8.2 2014 年度の樹種別の育林管理および生存率等

樹種	サンプル数	施肥実施 の割合	フェンス 設置の割合	植栽後の 灌水の割合	生存率
ユーカリ	40	2.5% (1)	7.5% (3)	7.5% (3)	38%
マンゴー	50	82% (41)	80% (40)	100% (50)	52%



写真 5.3.1 ユーカリの植栽状況



写真 5.3.2 マンゴーの植栽状況

5.8.4 植林にかかる労働日数・投入量

植林にかかる農家の労働投入量を把握するため、植栽に携わった人数とその日数を調査した。植栽は家族内または親族間（主に血族の兄弟）での労働力で実施され、雇用して植栽した事例は2例のみであった。

表 5.8.3 ユーカリの植栽本数別における労働投入量の比較

植栽規模 (本)	戸数	平均年齢 (歳)	平均植栽本数 (本)	生存率 (%)	植栽日数		植栽人数		労働投入量 人・日
					平均	最大	平均	最大	
6~20	4	64.3	16.5	31.6	2.8	4	2.2	4	6.2
21~30	22	45.1	24.6	46.1	3.1	3	1.7	5	5.3
50	9	48.2	50	35.3	5.4	10	2.9	6.5	15.7
60	1	43.0	60	16.7	5	—	5	—	25.0
70	1	55.0	70	29.0	2	—	4	—	8.0
100	4	55.5	100	29.3	4.0	5	2.1	3	8.4
全体	41	50.0	38.1	36.3	3.7	—	2.0	—	7.7

注：植栽に関わった人数の内、子ども（15歳以下）は0.5人分として計算。

5.9 植林・AF活動の収益性の試算例

植林およびAFを実施した場合の収益性を予測することは、植林活動を促進する上で重要である。そのため、農家圃場において実現可能なAFの混作パターンを設定し、その収益性を試算する。

本調査の事例：植林・AF活動の収益性の評価

以下に本調査で得られたデータを基に、植林およびAF活動の収益性を評価した。

5.9.1 AFにおける混作パターンの設定

(1) 算定条件

AFの混作パターン、植林樹種、単価および播種量・収量を以下に示す。

表 5.9.1 AFの混作パターン

樹種	植栽本数 (本/年)	間作		主な目的
		作目	作付面積 (ha)	
ユーカリ	50	ササゲ	0.25	木材・穀物販売
マンゴー	10	ゴマ	0.2	果樹、換金作物の販売
ネレ	50	ゴマ	1.0	果樹、換金作物の販売

表 5.9.2 植林樹種

種類	植栽本数 (本/年)	植栽間隔	伐採	収穫開始	生存率	備考
ユーカリ	50	4m×4m	3・7・10年目	-	35%	育林期間10年
マンゴー	10	10m×10m	-	3年目	50%	接ぎ木苗
ネレ	50	10m×10m	-	8年目	80%	在来果樹

表 5.9.3 単価（2014 年、2015 年の実績値）

内容	種類	単位	FCFA	備考
苗木代	ユーカリ	本	150	
	マンゴー	本	1,500	接ぎ木
	ネレ	本	300	
木材販売価格	ユーカリ	本	1,500	
果樹販売価格	マンゴー	個	100	
	ネレ	Kg	600	
種子代	ササゲ	Kg	300	改良品種
	ゴマ	Kg	1,000	改良品種
販売価格	ササゲ	Kg	280	改良品種
	ゴマ	Kg	500	改良品種
化成肥料		50kg	18,000	
農薬		200ml	5,000	
簡易点滴灌漑	マンゴー用	セット/本	900	耐用年数 5 年

図 5.9.4 播種量・収量

内容	種類	数量	単位	備考
播種量	ササゲ	10	kg/ha	
	ゴマ	6	kg/ha	
単位収穫量	ササゲ	500	kg/ha	改良品種
		250	kg/ha	在来品種
	ゴマ	300	kg/ha	改良品種
収量	マンゴー	10	個/本	3 年目
		20	個/本	4 年目
		40	個/本	5 年目
		50	個/本	6 年目
		70	個/本	7 年目
		80	個/本	8 年目
	90	個/本	9 年目	
		100	個/本	10 年目以降
	ネレ	5	kg/本	8～15 年
		10	kg/本	16～20 年
		20	kg/本	21～25 年
30		kg/本	26～30 年	

5.9.2 作付け別の営農経費のキャッシュフロー

(1) 木材および穀物販売：ユーカリとササゲ（改良品種）の混作

最終的に 0.25ha（樹間 4m×4m）のユーカリ林（51 本）を確保できた場合を想定
 営農計画とそれに伴う収量予測およびそれらに対するキャッシュフローを以下に示す。

表 5.9.5 ユーカリとササゲ（改良品種）の混作の場合の営農計画および収穫予測

植栽および作付作物	内容	単位	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年
ユーカリ植林	植栽	本	50	50	50							
植林面積 1.0ha	育林	本	17	34	51							
苗木生存率 35%	萌芽	3本/樹				153	153	153	153	153	153	153
	収穫	本			51				153			153
ササゲ栽培												
栽培面積 0.25 ha	播種	kg	2.5	2.5	2.5							
	化成肥料	kg	25	25	25							
	農薬	ml	100	100	100							
	収穫	kg	125	125	125							

表 5.9.6 ユーカリとササゲ（改良品種）の混作の場合のキャッシュフロー

支出	単位	1年間	2年間	3年間	4年間	5年間	6年間	7年間	8年間	9年間	10年間	
ユーカリ	苗木代	FCFA	7,500	7,500	7,500							
ササゲ	種子代	FCFA	750	750	750							
	化学肥料	FCFA	9,000	9,000	9,000							
	農薬	FCFA	2,500	2,500	2,500							
計			19,750	19,750	19,750	0	0	0	0	0	0	
収入												
ユーカリ植林	木材販売	FCFA			76,500			229,500			229,500	
ササゲ栽培	穀物販売	FCFA	35,000	35,000	35,000							
計			35,000	35,000	111,500	0	0	0	229,500	0	0	229,500
キャッシュフロー			15,250	15,250	91,750	0	0	0	229,500	0	0	229,500
				30,500	122,250	122,250	122,250	122,250	351,750	351,750	351,750	581,250

(2) 外来果樹および換金作物の販売：マンゴーとゴマ（改良品種）の混作

最終的にマンゴー園（樹間 10m×10m）15 本を確保できた場合を想定

営農計画とそれに伴う収量予測およびそれらに対するキャッシュフローを以下に示す。

表 5.9.7 マンゴーとゴマ（改良品種）の混作の場合の営農計画および収穫予測

植栽および作付作物	内容	単位	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年以降
マンゴー(0.2ha)	植栽	本	10	10	10								
	植林面積 0.2ha	育成	本	5	10	15	15	15	15	15	15	15	15
	苗木生存率 50%	点滴灌漑	セット/本	5	5	5			5	5	5		
		収穫	個			150	300	600	750	1,050	1,200	1,350	1,500
ゴマ													
栽培面積 0.2 ha	播種	Kg	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	化成肥料	Kg	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	収穫	Kg	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

表 5.9.8 マンゴーとゴマ（改良品種）の混作の場合のキャッシュフロー

支出			1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年以降
マンゴー	苗木代	FCFA	15,000	15,000	15,000								
	点滴灌漑	FCFA	4,500	4,500	4,500	0	0	4,500	4,500	4,500	0	0	0
ゴマ	種子代	FCFA	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
	化学肥料	FCFA	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200
計		FCFA	27,900	27,900	27,900	8,400	8,400	12,900	12,900	12,900	8,400	8,400	8,400
収入													
マンゴー	果樹販売	FCFA	0	0	15,000	30,000	60,000	75,000	105,000	120,000	135,000	150,000	150,000
ゴマ	種子販売	FCFA	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
計			30,000	30,000	45,000	60,000	90,000	105,000	135,000	150,000	165,000	180,000	180,000
キャッシュフロー			2,100	2,100	17,100	51,600	81,600	92,100	122,100	137,100	156,600	171,600	171,600
				4,200	21,300	72,900	154,500	246,600	368,700	505,800	662,400	834,000	1,005,600

注：植栽・耕起は家族労働、ゴマの予想出荷価格 500FCFA/kg とした。

(3) 在来果樹および換金作物の販売：ネレとゴマ（改良品種）の混作

最終的にネレ園（樹間 10m×10m）120 本を確保できた場合を想定。

営農計画とそれに伴う収量予測およびそれらに対するキャッシュフローを以下に示す。

表 5.9.9 ネレとゴマ（改良品種）の混作の場合の営農計画および収穫予測

植栽および作付作物	内容	単位	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年以降	16年以降	21年以降	30年以降
ネレ	植栽	本	50	50	50								
	植林面積 1.0ha	本	40	80	120	120	120	120	120	120	120	120	120
	苗木生存率 80%	収穫	Kg							600	1,200	2,400	3,600
ゴマ	栽培面積 1.0 ha	播種	Kg	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		肥料	Kg	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		収穫	Kg	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300

表 5.9.10 ネレとゴマ（改良品種）の混作の場合のキャッシュフロー

支出			1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年以降	16年以降	21年以降	30年以降
ネレ	苗木	FCFA	15,000	15,000	15,000								
ゴマ	種子	FCFA	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
	肥料	FCFA	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000
計			57,000	57,000	57,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000
収入													
ネレ	果樹販売	FCFA	0	0	0	0	0	0	0	360,000	720,000	1,440,000	2,160,000
ゴマ	種子販売	FCFA	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000
計			150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	510,000	870,000	1,590,000	2,310,000
キャッシュフロー			93,000	93,000	93,000	108,000	108,000	108,000	108,000	468,000	828,000	1,548,000	2,268,000
				186,000	279,000	387,000	495,000	603,000	711,000	1,179,000			

(4) 結果一覧

表 5.9.12 AF の混作パターン別における植栽後 10 年間の収益性

NO	樹木			間作		AF による収益
	樹種	育林規模 (本)	植栽面積 (ha)	作目	面積 (ha)	植栽後 10 年間 (FCFA)
①	ユーカリ	51		ササゲ	0.25	588,750
②	マンゴー	15		ゴマ	0.2	834,000
③	ネレ	120		ゴマ	1.0	2,115,000

注：

- ・ ユーカリ林の間作は植栽 3 年目で終了し、4 年目以降は木材の販売のみ。
- ・ マンゴー園 (15 本) は 10 年間の維持管理とゴマを混作 (0.2ha) した場合で、11 年目以降の果実とゴマの販売は 171,600FCFA/年
- ・ ネレ園 (120 本) はゴマを混作 (1.0ha) した場合で、販売は 7 年目までゴマのみ。

表 5.9.13 AF の混作パターン別における植栽後 20 年間の全収益性の一覧

NO	樹木			間作		AF による収益
	樹種	育林規模 (本)	植栽面積 (ha)	作目	面積 (ha)	植栽後 20 年間 (FCFA)
①	マンゴー	15	0.2	ゴマ	0.2	1,056,000
②	ネレ	120	1.2	ゴマ	1.0	1,548,000

注：

- ・ ユーカリ林の間作は植栽 3 年目で終了し、4 年目以降は木材の販売のみ。
- ・ マンゴー園 (15 本) は 10 年間の維持管理とゴマを混作 (0.2ha) した場合で、11 年目以降の果実とゴマの販売は 171,600FCFA/年
- ・ ネレ園 (120 本) はゴマを混作 (1.0ha) した場合で、販売は 7 年目までゴマのみ。

5.9.3 収益性の評価

1) 木材および換金作物：ユーカリとササゲ

ユーカリは植林後 3 年目まで混作可能とされており、換金性が高いササゲ改良品種 (0.25ha) の間作を行う。

試算の結果、混作期間は 2~9 万 FCFA、ユーカリ収穫期 (7 年と 10 年目) は 23 万 FCFA の収益が期待できる。

2) 外来果樹と換金作物：マンゴーとゴマ

マンゴーは植栽後 3 年目から果実収穫可能だが、年間 100 個/樹と果実収穫が安定するまでに 10 年間は必要である。このため、収益を確保するため、ゴマの間作 (0.2ha) を行う。

試算の結果、ゴマの販売と合わせて、果実の収穫が安定し始める植栽 11 年以降は、171,600FCFA/年、21 年以降は 1,056,000FCFA/年の収益が期待できる。

3) 在来果樹と換金作物：ネレとゴマ

ネレは植栽後 8 年目まで果実を収穫できず、果実販売による収入が得られない。

また、果実収穫が安定するまで、20年間は維持管理が必要である。
このため、収益を確保するため、ゴマの間作（1.0ha）を行う。
試算の結果、果実の収穫が安定し始める植栽21年以降は、ゴマの販売と合わせて毎年1,548,000FCFAの収益が期待できる。

第6章 実施編 —太陽光発電—

6.1 太陽光発電の特徴

ブルキナファソでは、急速に増加するエネルギー需要に対して、電力供給網の拡張が求められているものの、エネルギー資源が限られていることもあり、電力インフラの整備は進んでいない。

電力供給の課題に対して、太陽光発電は分散自立型の電力供給が可能であり、アクセスが悪い地域においてもエネルギー供給することができる。また、世界的に見ても、クリーンで枯渇することのない太陽光発電は、持続可能な社会を実現する上で期待は大きい。本題に入る前に太陽光発電の特徴について解説する。

1) 太陽光発電はエネルギー消費量が小さく、発電効率が高い

太陽光発電は、製造から廃棄のライフサイクルにかかるエネルギー消費量は非常に小さい。最近の研究結果によると、ライフサイクルにおけるエネルギー消費量を回収するための太陽光発電期間は僅か 2.0 年¹である。運転用の燃料が不要で、太陽エネルギーを吸収して発電する太陽光発電は、初期の僅かなエネルギー投入で継続的にエネルギーを生み出すことができる。一方、化石燃料による火力発電システムは、発電の過程でエネルギー損失が多いため、結果的にライフサイクルで投入されるエネルギーを回収できない。

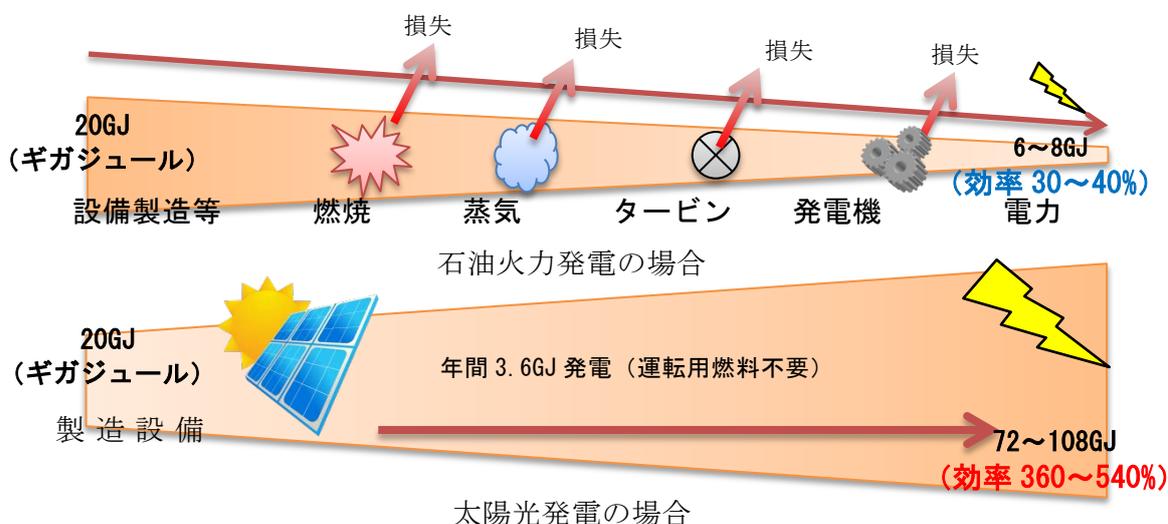


図 6.1.1 太陽光発電のライフサイクルにおけるエネルギー効率
資料：みずほ情報総合研究所 (2009) を参考に作成

¹太陽光発電技術研究組合 (2001) : NEDO 成果報告書「太陽光発電評価の調査研究」

2) 太陽光発電はライフサイクルにおける CO₂ 排出量は非常に小さい

太陽光発電はライフサイクルにおける CO₂ 排出量は非常に小さく、排出された CO₂ を回収するための発電期間は約 2.7 年²である。製造時などに排出されるものを全て含めても、太陽光発電の場合、17~48g-CO₂/kWh 程度である。化石燃料による火力発電の場合、519~975g-CO₂/kWh であり、CO₂ 排出量が非常に大きい。

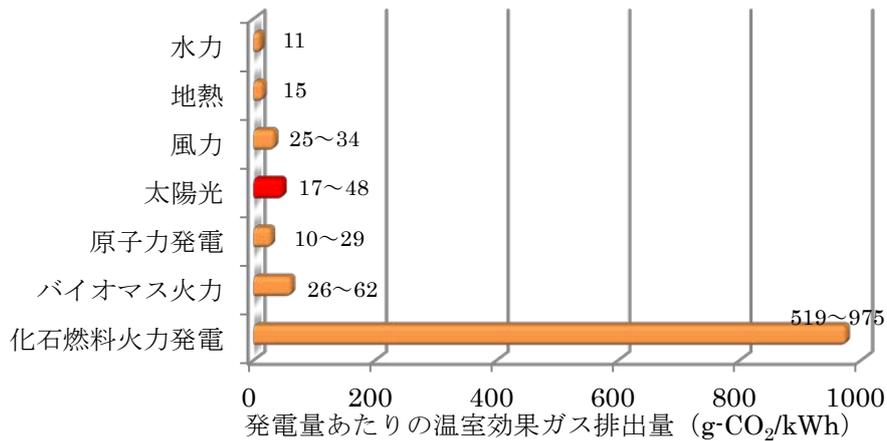


図 6.1.2 発電量当たりの各エネルギー源の温室効果ガス排出量の比較
資料：産業技術総合研究所太陽光発電電光学研究センターHP³を参照して作成

3) 太陽光発電は発電コスト高い

太陽光発電の最大の課題は高い発電コストである。技術革新によって発電コストは年々減少しているものの他システムとのコスト差は未だ大きい。このコスト差が普及の大きな阻害要因になっている。

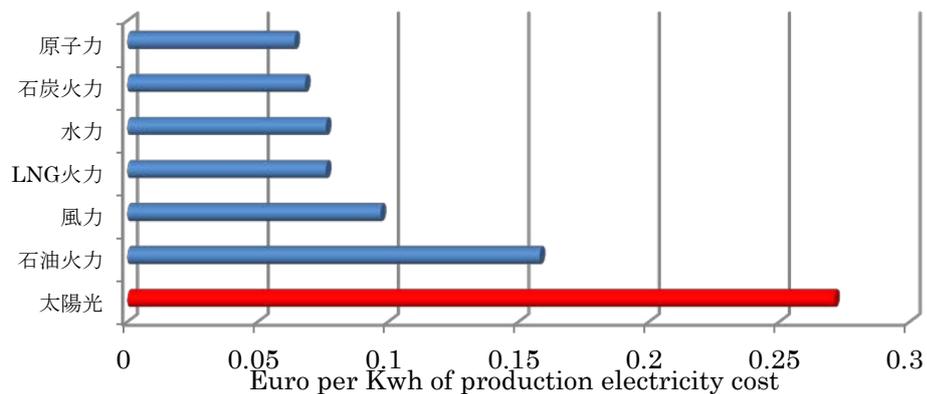


図 6.1.3 システム別の発電コストの比較
資料：東京ガス (2010) HP を参照して作成⁴

² 内山洋司ら (1991) : 電力中央研究所研究報告 Y90015

³ https://unit.aist.go.jp/repvt/ci/about_pv/e_source/RE-energypayback.html#fig3, AIST, 2015.4.25

⁴ <http://www.tokyo-gas.co.jp/IR/library/pdf/investor/ig1328.pdf>, 2015.4.25

6.2 太陽光発電の導入による CO₂ 排出削減と所得向上の仕組みの構築

6.2.1 本調査の背景と目的

太陽光発電システムは、エネルギーの生産効率は優れ、導入コストも減少しているものの、特に低所得国では普及が進んでいない。先行研究において、太陽光発電の普及が進まない要因として、下記が指摘されている^{5,6}。

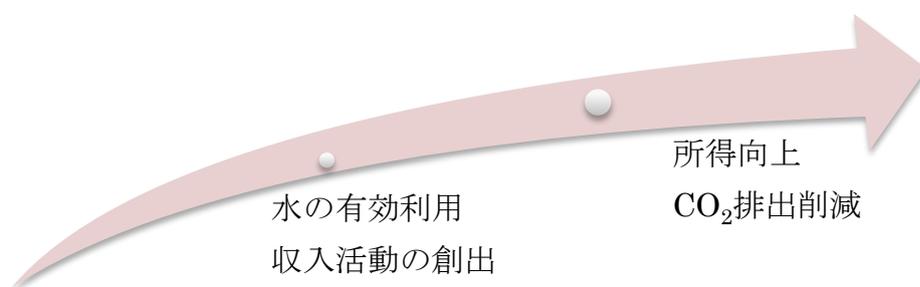
- ① 太陽光発電設備および周辺施設の導入コストが高い。
- ② 太陽光発電設備のメンテナンスコストが高い（防犯対策含む）。
- ③ 貧困削減に資する所得向上の仕組みの構築が欠如している。

また、その他、当該地域の住民の生活様式や習慣の把握不足、投資に伴う環境、経済・社会へのインパクトに関する評価・研究の不足が指摘されている。

太陽光発電システムの最大の課題は発電コストと言える。途上国において普及を図るためには、発電コストを回収可能とする収益活動の創出が必要条件になる。

このため、本調査では、太陽光発電施設の導入した所得向上の仕組みの構築について検証することとした。Gu 村において太陽光発電施設の導入することで取水・配水の省力化を図り、新たな収益活動として乾季における市場向け野菜栽培を実証調査した。なお、Gu 村では乾季に利用できる水資源がないため、乾季の収入確保が主要な課題になっている。

本ガイドラインは、太陽光発電システムの導入による水の有効利用手法、また、新たな収益活動である小規模灌漑営農の経済的妥当性の検証手法、さらに、CO₂ 排出削減量の定量的評価手法について取りまとめたものである。



太陽光発電の導入

図 6.2.1 太陽光発電の導入による期待される成果のイメージ

⁵ みずほ総合研究所（2012）：working papers「低所得国での太陽光発電普及支援の動向と課題」,p.2

⁶ <http://www.reegle.info/policy-and-regulatory-overviews/BF>, 2015.4.24

6.2.2 本調査の概要

調査地であるクルウェオゴ県ブッセ市 Gu 村では、乾季に利用できる表流水資源が乏しいため、乾季は営農が出来ず、収入活動が限られていた。そこで、本調査において、既存人力ポンプ付き深井戸施設に太陽光揚水システムを導入し、取水・給水の省力化を図り、乾季の小規模灌漑営農を可能とした。そして、住民組織による乾季における市場向け野菜栽培（Market Gardening、以下 MG という。）の実証を行った。調査期間は 2014 年から 2015 年の 2 ヶ年である。

6.2.3 本調査のフロー

本調査の流れは、水源確保、太陽光発電施設設計や維持管理のハード面の調査と、水利用や施設管理に関するソフト面に区分される。

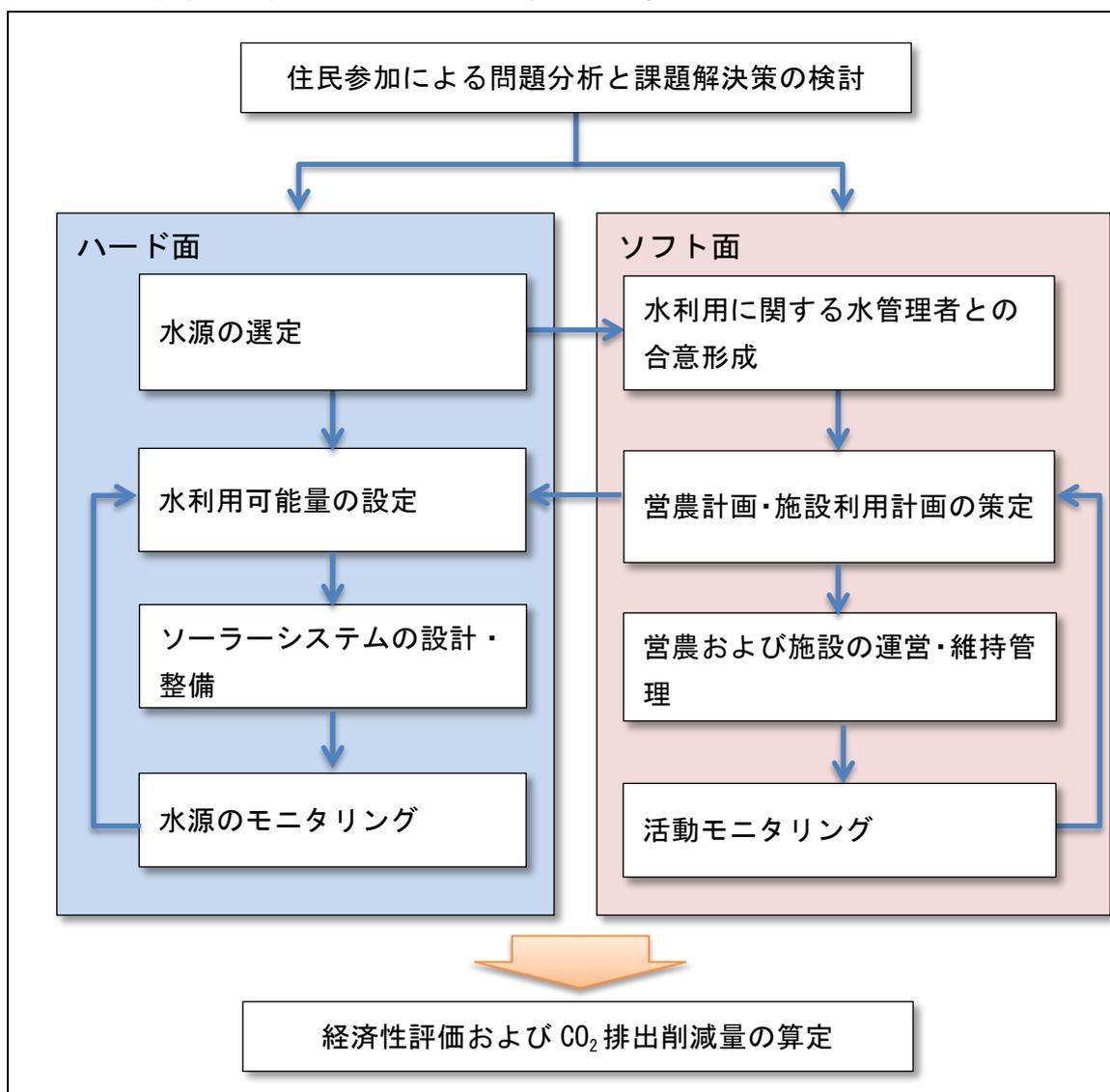


図 6.2.2 本調査のフロー

以下、本調査のフローに沿って、各調査の留意点等を述べる。

6.3 既存深井戸施設（水源）の選定

6.3.1 候補水源の絞り込み

Gu 村においては、乾季において利用できる表流水源がない。このため、村内に 8 つあった飲料用の既存給水施設（人力ポンプ付き深井戸）の中から、小規模灌漑に利用可能な地下水源の絞り込みを行った。

主な絞り込み条件：

周辺土壌、地形勾配、井戸へのアクセス、井戸深さ、水質、井戸建設年

①周辺土壌や地形勾配

農地としての適性を判断するため、土壌、岩盤の露頭の有無、地形勾配を確認する。井戸から離れた場所に圃場を確保しなければならない場合、パイプラインの整備コストや維持管理コストを考慮しなければならない。

②井戸施設へのアクセス

受益者数の最大化を考慮する。ただし、太陽光施設の維持管理、または防犯面から集落近傍が望ましい。

③井戸深度

井戸深度は水中モーターポンプの導入コスト、維持管理コストに影響する。

④水質

検査項目としては、特に塩水化、汚染の指標となる EC 値や硝酸、アンモニウム、また、井戸ケーシングの目詰まりを起こしやすい鉄分などが考えられる。

⑤井戸建設年

井戸寿命は井戸の施工品質、メンテナンス状況、帯水層の状況に左右される。一般的に井戸寿命は 15～20 年と言われているため、10 年以上、使用されている井戸は、揚水試験や水質検査等の結果を踏まえて慎重に判断しなければならない。

6.3.2 水源の選定と灌漑のための水利用可能量の設定

絞り込んだ井戸に対して、段階揚水試験を実施し井戸の安全揚水量を設定する。なお、施工時の揚水量データが保存されていても、井戸は劣化するので改めて試験するのが望ましい。

安全揚水量および給水実態を調査した上で灌漑のための水利用可能量を設定する

①水利用組合との事前協議

深井戸施設の管理者は水利用組合であり、施設は飲料・生活用水への利用が優先される。このため、試験の目的や内容について合意を得た上で揚水試験を実施する。

②揚水試験

揚水量を 3 段階以上の段階揚水試験を実施し、揚水量に対する水位低下量の変化から安全揚水量を評価する。

③水利用実態調査

井戸の水利用実態を把握するため、給水人数、給水時間、給水量などを調査する。

本調査の事例：水利用可能量の設定

(1) 揚水試験

本調査では揚水試験は計3回実施した。水源を特定するために2回(2井×各1回)、乾季における安全揚水量を評価するために1回(1井×1回)実施した。

1) 水源を特定するための揚水試験

NO.1は3段階の揚水試験を実施した(図6.2.1)。限界揚水量の検討図(図6.2.2)から、水位低下の変曲点は認められない。変曲点とは傾きが 45° に変化する点で、地下水低下量の増加割合の方が揚水量の増加割合よりも大きくなる点である。つまり、雨季では揚水量 $4.5\text{m}^3/\text{時}$ は安全と推察された。

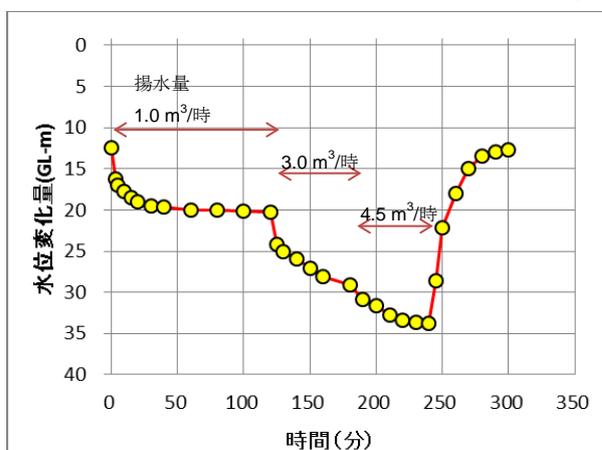


図 6.3.1 深井戸 NO.1 揚水試験結果

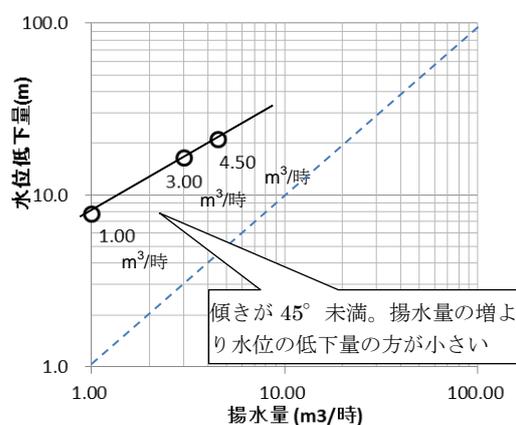


図 6.3.2 NO.1 限界揚水量の検討図

NO.2は2段階の揚水試験を実施した(図6.2.3)。限界揚水量の検討図(図6.2.4)からグラフの傾きは 45° 以上であり、揚水量 $1.2\text{m}^3/\text{時}$ は限界揚水量を超えていると推察された。

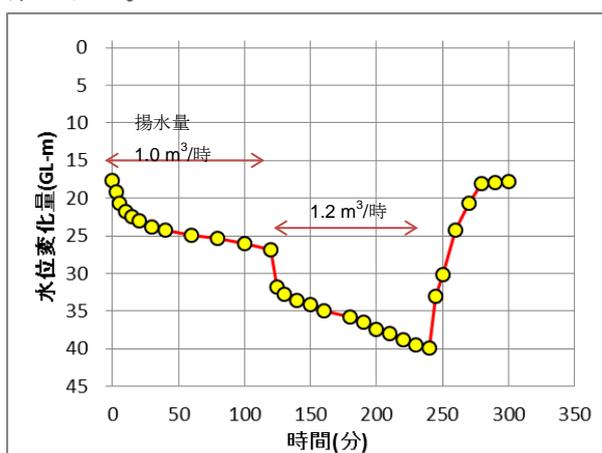


図 6.3.3 深井戸 NO.2 揚水試験結果

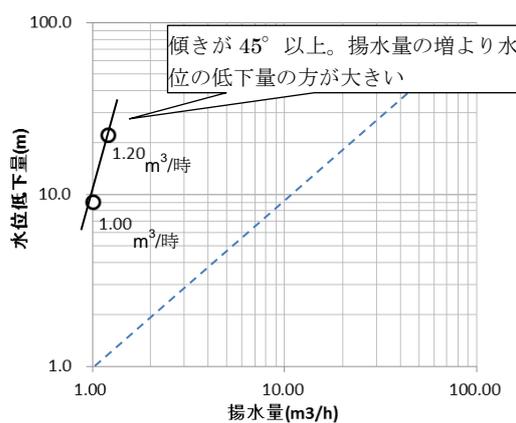


図 6.3.4 NO.2 限界揚水量の検討図

以上から、灌漑に利用可能な候補水源を井戸 NO.1 に特定した。

2) 乾季の安全揚水量を設定するための揚水試験

絞り込んだ深井戸において、乾季（2015年2月18日）に揚水試験を実施した（図6.2.5）。ただし、乾季では実施体制の問題から2段階の揚水試験となった。

限界揚水量の検討図（図6.2.6）から、乾季では傾きが45°を超えており、揚水量を1.7m³/時から2.5m³/時に増加させることは危険と考えらる。45°に変化する変化点の揚水量が確認できなかったため、暫定的に地下水位低下量が8mで安定している揚水量1.7m³/時を安全揚水量として設定した。今後の地下水位の変動から見直しもあり得る。なお、一日の揚水時間を6時間とすると（2004～2013における平均日照時間は8.2時間）とすると日揚水量は10.2 m³/日となる。

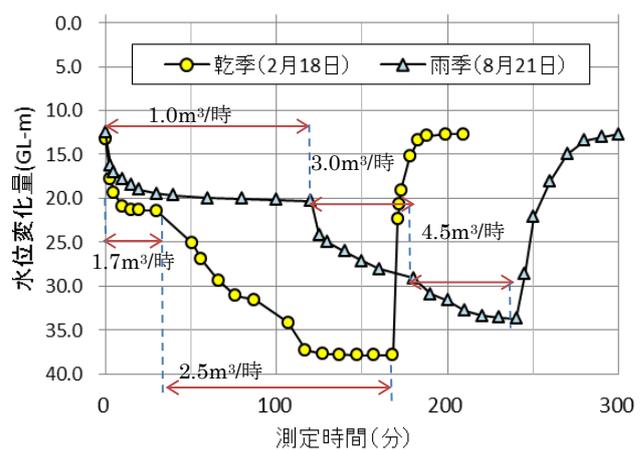


図 6.3.5 雨季乾季の段階揚水試験結果

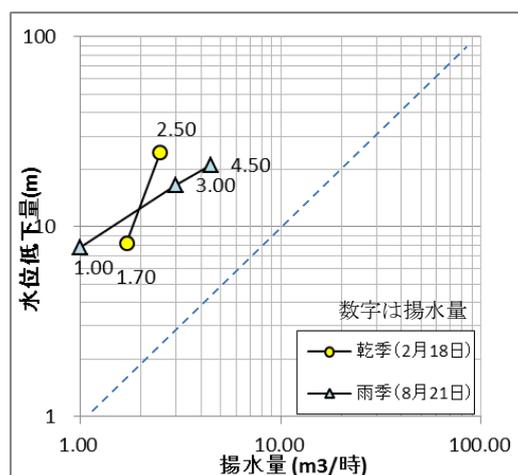


図 6.3.6 限界揚水量の検討図

(2) 深井戸水利用実態調査

選定した深井戸施設の給水実態を明らかにするために水利用実態調査を行った（写真6.2.1および写真6.2.2）。なお、PN-AEPA2015⁷における給水設計基準（飲料用）によると、人力ポンプ付き深井戸施設の場合、設計給水人口は1基当たり300人/日、給水源単位は0.02m³/人・日であり、設計日給水量は6m³/日となる。

調査日時：2015年2月1日から2月4日、4月2日から4月4日、6時～18時

調査項目：水汲み者の集落名、水汲み時間、水汲み当たりの給水量、水汲み当たりの対象給水人口、給水用途

7日間の時間別の水汲み人数および給水量の調査結果を図6.2.7に示す。住民の給水時間帯は15時から18時の間が多く、灌漑利用を午前中とすれば生活用水の水利用への影響は小さいと考えられた。また、一日当たりの給水量は平均2.9m³/日、最大3.2m³/日、最小2.5m³/日、給水人口は228人であり、人力ポンプ深井戸施設の標準的な給水人口および給水量を下回っていた。したがって、生活用水・飲料用の日給水量は安全を見込んで4.0 m³/日とした。

⁷ Programme National Approvisionnement en Eau Potable et d' Assainissement a l' horizon (2015) : 「給水・衛生分野の短期国家計画」

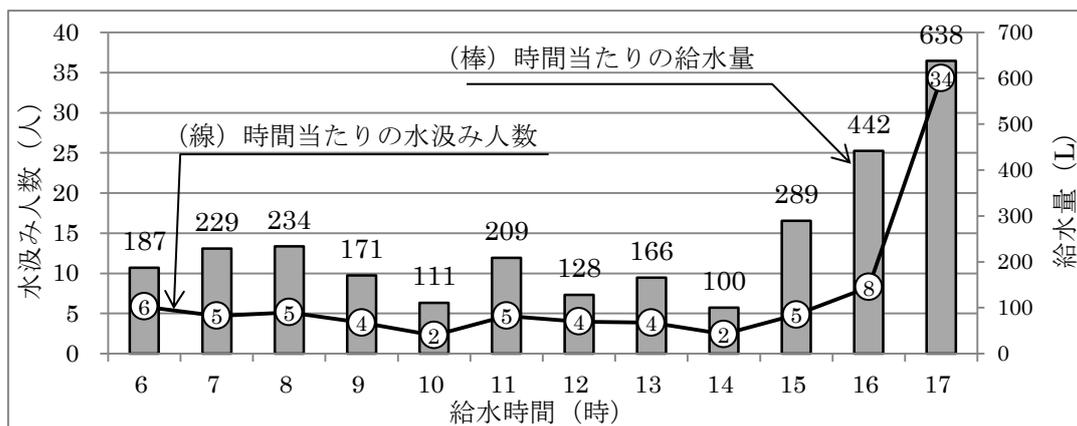


図 6.3.7 時間別の水汲み人数および給水量



写真 6.3.1 水利用実態調査



写真 6.3.2 水運搬状況

(3) 灌漑のための水利用可能量の設定

調査結果から、対象水源の灌漑利用可能水量は 6.2m³/日となった。

表 6.3.1 調査対象深井戸における灌漑利用可能水量 (乾季)

深井戸 NO.	生活用水量 (m ³ /日)	安全揚水量 (m ³ /日)	灌漑利用可能水量 (m ³ /日)
NO.1	4.0	10.2	6.2

(備考) 灌漑利用可能水量=安全揚水量-生活用水水量

6.4 太陽光発電揚水施設の設計

対象水源の水利用可能量を踏まえ、太陽光揚水施設の設計を行う。

6.4.1 小規模太陽光揚水システムの構成

小規模太陽光揚水システムは下記で構成される。発電量に余裕がある場合は、バッテリーの追加によるシステム拡張も考えられる。

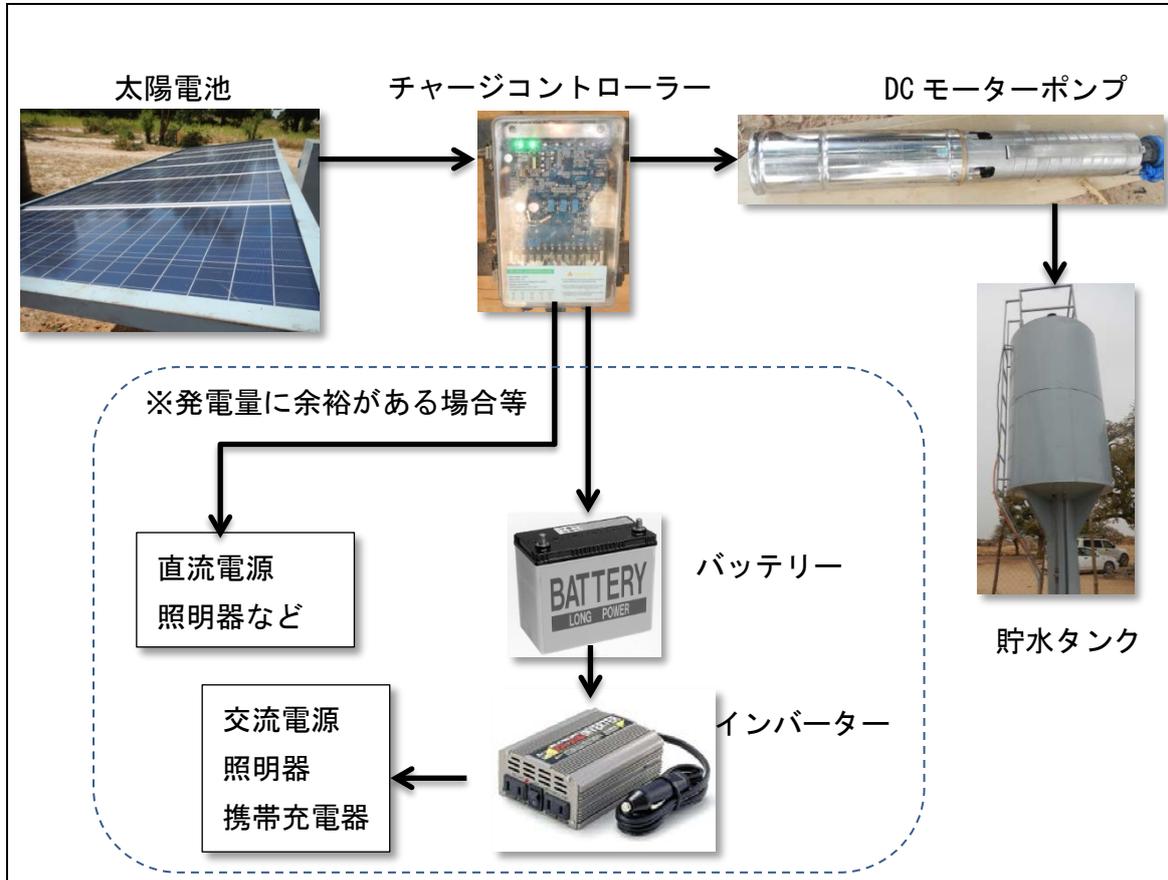


図 6.4.1 小規模太陽光揚水システムの構成

(備考)

① チャージコントローラー

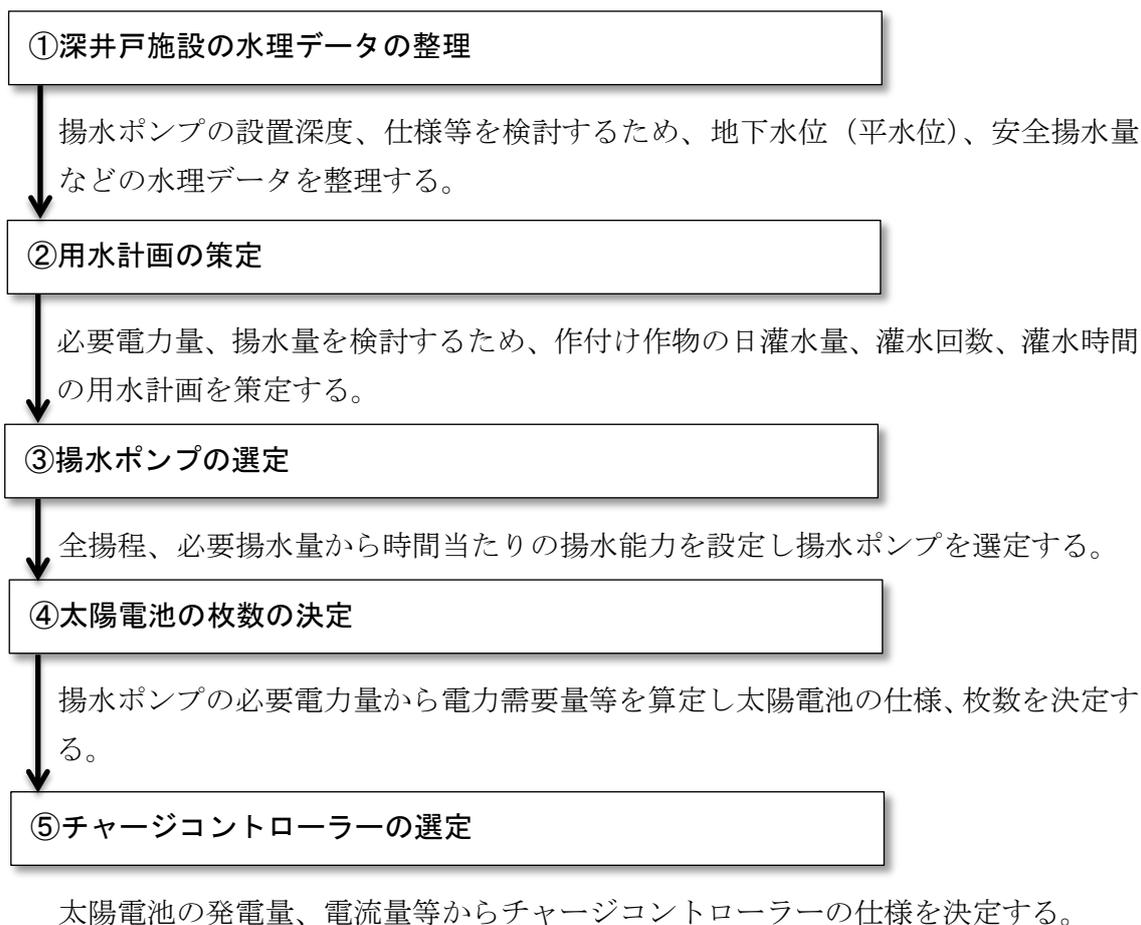
太陽電池から作られた直流電圧を使用機器の電圧に変換するために必要となる。また、バッテリーの電圧を監視し、過充電や過放電、太陽光電池への電力逆流防止も行う。

② インバーター

直流電力から交流電力を電氣的に生成する電源回路、またはその回路を持つ電力変換装置のことである。

6.4.2 太陽光発電揚水システムの設計フロー

既存深井戸施設を利用した太陽光発電揚水システムの設計フローを下記に示す。



6.4.3 太陽光発電施設設計の留意点および算定例

1) 揚水ポンプ能力

用水計画を考慮して決定する。

揚水ポンプ能力は、時間当たりの灌水量、灌水回数、灌水時間および貯水タンクの容量に関係する。例えば、灌水回数を午前中に1回、まとめて実施する場合、揚水時間を長く設定できるので、揚水ポンプ能力は小さく出来る。ただし、作付面積の拡大にも対応可能とするため、揚水能力は余裕を持ち、また、揚水量が調整可能なシステム構築が望ましい。

<参考例>

灌水量を $3\text{m}^3/\text{日}$ 、灌漑時間・回数を午前7時に1回、揚水量可能時間を9時から15時とした場合、必要な揚水能力は $0.5\text{m}^3/\text{時}$ となる。

区分	時間帯	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	計
需要	灌漑水		3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0
供給	揚水量		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	3.0
	貯水量	3.0	0	0	0.50	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.0	

2) 揚水ポンプの揚程

全揚程（水中ポンプ設置深さから貯水タンク天端までの距離）を考慮する。

全揚程については、深井戸施設から貯水タンクまでの送水距離が長い場合は、損失揚程（配管延長×1/10）を見込む必要がある。

<参考例>

水中ポンプ設置深さ 30m・・・①

貯水タンク天端高さ 5m・・・③

井戸からタンクまでの配水距離 10m・・・③

全揚程＝実揚程（①+②）+損失揚程（③×1/10）＝36m

3) 太陽電池の仕様および枚数の決定

太陽電池の接続方法（直列、並列）および発電効率、また、チャージコントローラーの変換効率を考慮する。

太陽電池の仕様と枚数の計算手順は、①電力需要量の算定、②太陽電池容量の算定、③太陽電池の接続方法、枚数の計算となる。なお、施設設計の安全率として、太陽電池の発電効率（温度変化等）、チャージコントローラー変換効率（充電、放電を制御する際のロス）を考慮する。また、バッテリーやインバーターを使用する場合は、充放電ロス、インバーター損失も考慮する。

<参考例>

【計算条件】

- ・ DC モーターポンプの消費電力：500W
- ・ 1日の平均稼働時間：6時間/日
- ・ 太陽光発電のシステム電圧：48V
- ・ チャージコントローラーの変換効率：0.83
- ・ 太陽電池1枚の最大出力電流（Imp）：5.10A
- ・ 日照時間（最大出力電流値が継続する時間）：6時間/日
- ・ 太陽光パネルの発電効率：0.85

①電力需要量（Wh/日）

水中ポンプ（500W）1台

ポンプ消費電力×台数×平均日稼働時間

$$500\text{W} \times 1 \text{台} \times 6 \text{時間/日} = 3000\text{Wh/日}$$

②太陽電池容量（Ah/日）

電力需要量÷システム電圧÷チャージコントローラーの変換効率

$$3000\text{Wh} \div 48\text{V} \div 0.83 = 75.3\text{Ah/日}$$

③太陽電池の必要枚数

平均電池容量 ÷ (太陽電池の最大出力電流 × 日照時間 × 発電効率)

$$75.3\text{Ah/日} \div (5.10\text{A} \times 6\text{時間} \times 0.85) = 2.89 \approx 3\text{枚}$$

4) チャージコントローラーおよびバッテリーの選定

チャージコントローラーの最大入力電圧は、太陽電池の開放電圧 (Voc) 以上となる。

<参考例>

【計算条件】

- ・太陽光電池の接続方法：1直列
- ・太陽電池の開放電圧 (Voc)：44.98V
- ・蓄電池の放電深度：50%
- ・連続不日照日数：2日

①チャージコントローラーの仕様の決定

負荷電流(A) = 水中ポンプの出力 ÷ システム電圧

$$500\text{W} \div 48\text{V} = 10.42\text{A} \quad \text{なので} \quad 10\text{A} \text{以上とする}$$

太陽電池の開放電圧(Voc)は $44.98\text{V} \times 1$ (直列) なので 45V 以上を選択

②バッテリーの必要容量の計算

太陽電池容量 × 連続不日照日 ÷ 50%

$$75.3\text{Ah/日} \times 2\text{日} \div 0.5 = 301.2\text{Ah}$$

本調査の事例：太陽光発電揚水システムの構成

本調査で導入した太陽光発電揚水施設の太陽光発電揚水システムの仕様および設置状況 (写真 6.4.1) を以下に示す。



写真 6.4.1 本調査の太陽光発電揚水施設

施設構成および仕様

- ① 深井戸：深度 GL-64.1m、平水位 GL-13.2m
- ② ソーラーDC ポンプ：500W、最大 4m³/時、設置深度 GL-40m
- ③ 人力ポンプ：設置深度 GL-33m
- ④ ソーラーパネル：185W×6枚、1直列 4並列+2直列
- ⑤ 飲料用タンク：4m³
- ⑥ 灌漑用タンク：3.2m³
- ⑦ その他：チャージコントローラー 48V、灌漑用・飲料用タンク排出口に直読式水量メーター

本調査の事例：ハイブリッドポンプシステム

本調査ではコストの問題から、既存の人力ポンプを併存させたモーターポンプとのハイブリッドポンプシステムとした。

深井戸給水施設の主目的は生活用水・飲料用水のため、24時間給水しなければならない。このため、ソーラーモーターポンプのみによる給水の場合、夜間や日照不足時を考慮して、バッテリーシステム、または、大型の貯水タンクが必要となる。しかし、それら施設を導入すると、コストや維持管理負担が増加する。このため、人力ポンプも併存させたハイブリッドポンプシステムとした。ただし、人力ポンプを併存させる場合、モーターポンプを挿入するために人力ポンプ上部を加工する必要がある。

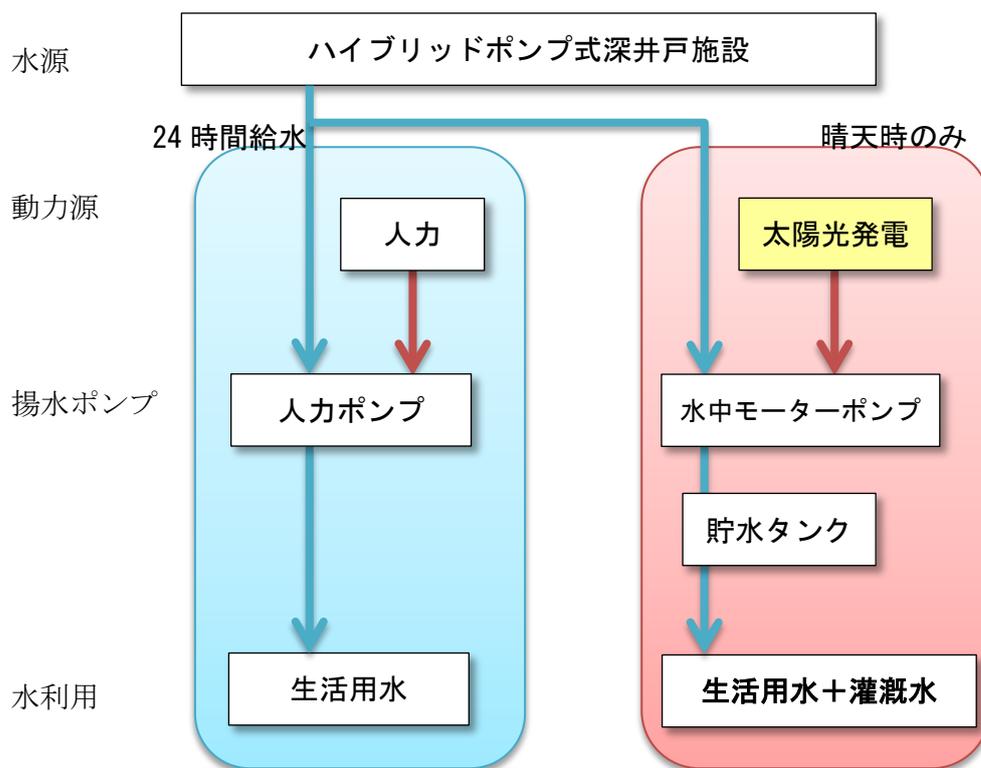


図 6.4.2 ハイブリッドポンプの概要



写真 6.4.1 人力ポンプとモーターポンプの設置状況



写真 6.4.2 ポンプの設置状況

6. 4. 4 過剰揚水防止のための水位センサーの設置

過剰揚水による水中ポンプの空回り事故、帯水層の劣化防止を図るため、井戸及びタンク内に水位センサーを設置する。

水位センサーは地下水位が一定の水位まで低下した時（センサー部の2電極間が水と離れた時）に非導通となり、水中ポンプを停止させるものである。

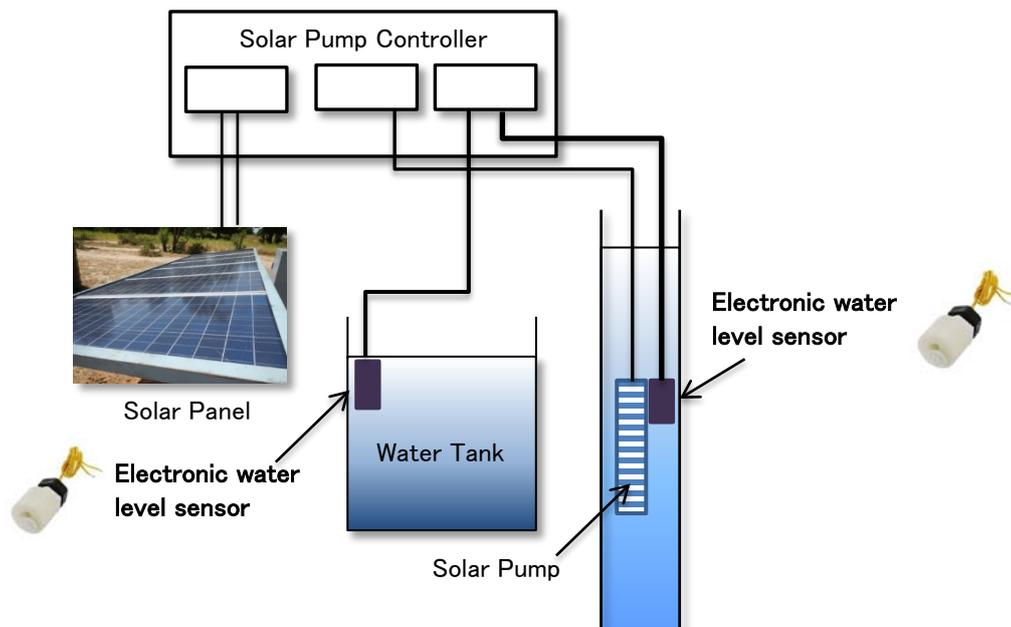


図 6. 4. 3 水位センサーの設置図

6. 4. 5 地下水位のモニタリング

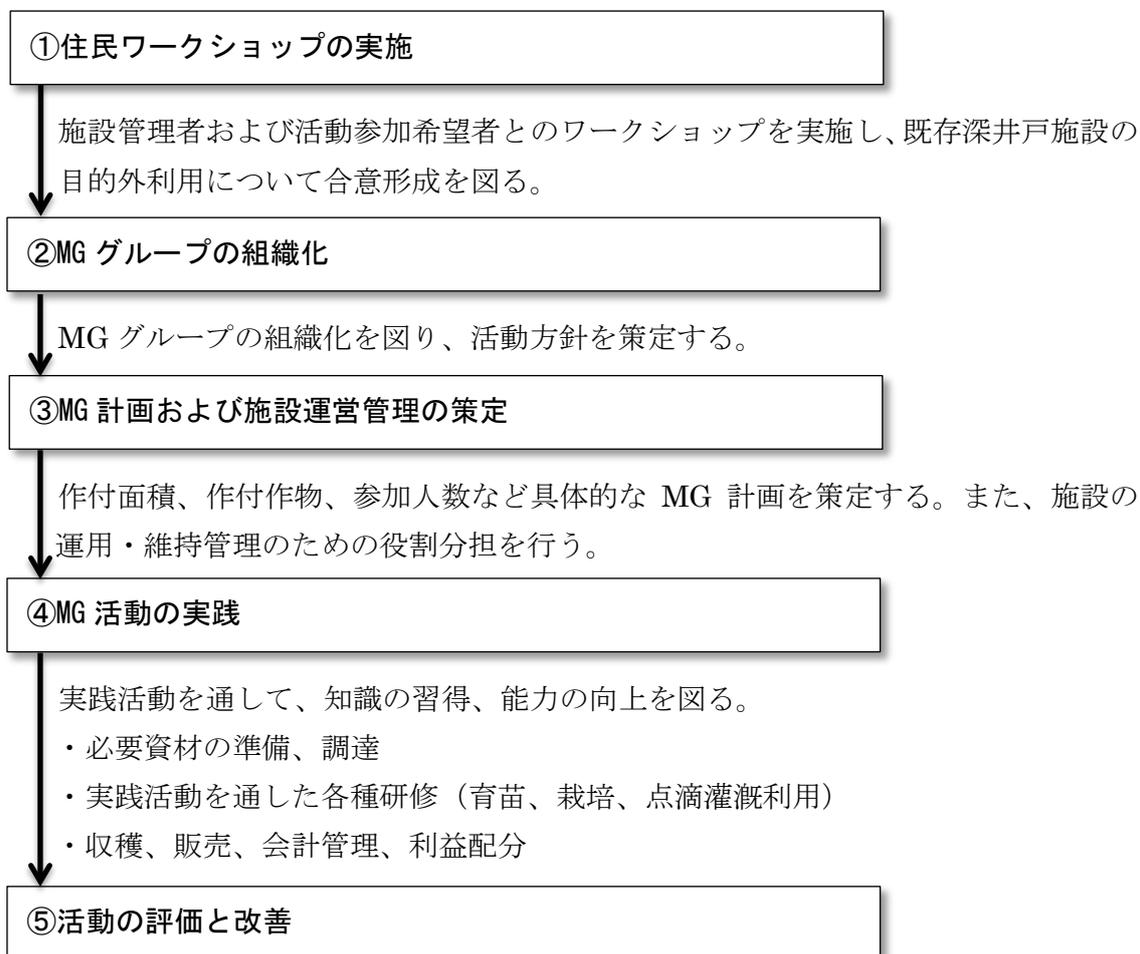
地下水源の保全のため、地下水位をモニタリングし、結果に応じて揚水量、水利用計画の見直しを行う。

モニタリングによって、地下水位の減少等の異常が認められれば、揚水量、水利用計画の見直しを行う。

6.5 住民参加による乾季における市場向け野菜栽培活動（MG 活動）

6.5.1 実施フロー

MG 活動の形成から実施までのフローを下記に示す。



本調査の事例：MG活動の実践

①MGグループの組織化

- ・ Gu村には6つの集落があり、各集落でMG女性グループを組織した。MGグループ会員数は全体で156名である。
- ・ 各集落のMGグループはGu村MG役員会を編成して、MG活動の運営・維持管理や各グループ間の調整を行う。
- ・ 役員は代表、事務長、会計係、相談係、資材管理係、監視係、連絡係の7役であり、各役員にはそれぞれ主と副が決められ、計14名で構成した。



写真 6.5.1 MG活動会合の状況

- ・ 住民組織名称は「Teeg-Wendé」（訳：神にすぎる）。

②活動方針

- ・ 女性のための MG 活動とし男性は活動に参加できない。ただし、力作業、施設の維持管理等は男性の支援を得る。
- ・ MG 活動形態は当面、グループ活動とし、将来的には作付面積を拡大し、区画を個人に配分して個人活動を行う計画とする。
- ・ 太陽光発電揚水施設の維持管理は MG グループで実施する。

③圃場用地

- ・ MG 圃場は深井戸施設に隣接する個人用地を無償で借用した。
- ・ 利用条件は、乾季だけの活動とし、活動終了後、点滴灌漑パイプを撤去する。
- ・ 土地所有者の雨季作に MG 作付け時期が影響するため、10月中旬には育苗を開始できるように土地所有者と調整を図る。

④営農内容

- ・ 初回の作付け作物はトマト、キャベツ、タマネギを栽培した。
- ・ 点滴灌漑を図 6.5.1 のとおり整備した。

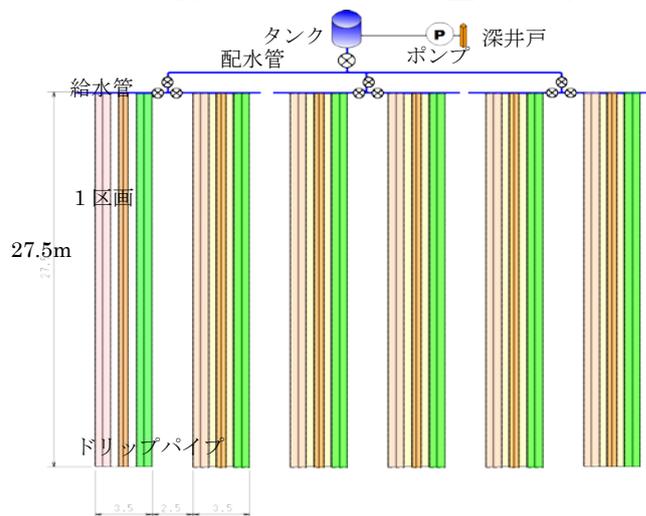


図 6.5.1 点滴灌漑施設の構成

- ① 作付面積：648m²（トマトおよびキャベツ各 243m²、タマネギ 162m²）
- ② 計画日灌水量：5.0mm/日
- ③ 灌水時間：7時から9時
- ④ ドリッパイプの敷設：9本／区画、27.5m／本、敷設間隔 0.5m×4畝、0.25m×2畝
- ⑤ ドリッパイプの種類：Netafim 製 S.Typhoon12125



写真 6.5.2 苗の植栽状況



写真 6.5.3 野菜栽培状況

⑤施設の運営・維持管理

- ・ 日常的な作業はソーラーパネルの水拭き、点滴灌漑フィルターの清掃である。
- ・ 貯水タンクのバルブ開閉は監視員（男性）が行い、各区画のバルブ開栓はMGグループが行う。
- ・ 施設に問題が生じた場合は、MG 役員が水利用組合と相談上、技術者に連絡する。
- ・ 収穫後はドリップパイプを撤去し保管する。



写真 6.5.4 点滴灌漑のバルブ開栓



写真 6.5.5 ドリップパイプの洗浄

⑥収穫量および販売量

1 作目の収穫量および販売量を表 6.5.1 に示す。主な販売先は Gu 村市場であり、一部、トマトをブッセ市場の販売人、キャベツをワガドゥグ仲買人に販売した。

表 6.5.1 Gu 村 2015 年 MG 活動の成果 (単位:kg)

グループ	収穫量				販売量				自家消費等 a-b
	トマト	キャベツ	タマネギ	計(a)	トマト	キャベツ	タマネギ	計(b)	
Gangandogo(36)	165	170	110	445	158	160	90	408	37
Tangzougou(27)	160	160	107	427	155	150	95	400	27
Yarsin(25)	145	150	108	403	130	145	85	360	43
Saabin(25)	145	150	108	403	110	140	75	325	78
Silmissin(22)	140	150	110	400	110	140	70	320	80
Voogsin(21)	130	150	107	387	107	125	95	327	60
合計	885	930	650	2465	770	860	510	2140	325
グループ平均	148	155	108	411	128	143	85	357	54
単収(ton/ha)	36	38	40						

(備考)・グループ名の()内数字はMG参加メンバー数である。

- ・ 販売価格はトマト 130FCFA/kg、キャベツ 90FCFA/kg、タマネギ 140FCFA/kg
- ・ 栽培面積はトマトおよびキャベツ各 243m²、タマネギ 162m²
- ・ 自家消費等は個別に販売したものや食用されたもの等が含まれる。



写真 6.5.6 Gu 村市場での野菜販売



写真 6.5.7 タマネギの収穫

⑦会計管理

売上高は総額 291,800FCFA であり、MG 参加メンバーに分配せず、UBTEC に口座を開設し全額貯蓄した。MG メンバーを対象としたマイクロファイナンス活動を検討していた。

(UBTEC : Union des Baoré Tradition d'Epargne et de Crédit, 直訳すると伝統的穀物倉庫の貯蓄・クレジット連合) 貧困削減と食料保障のために農民の金融サービスへのアクセスの向上を図ることを目的として 1992 年に組織された小規模金融業連合)

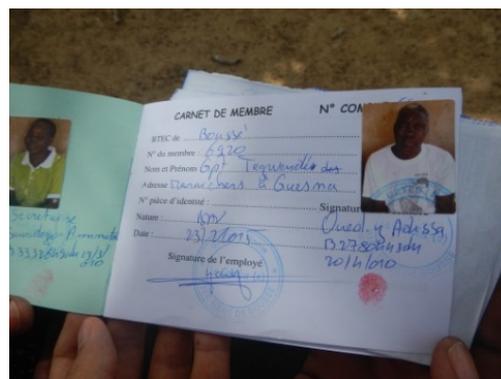


写真 6.5.8 MG 活動の通帳

6.6 小規模太陽光点滴灌漑システムによる野菜栽培事業の経済性評価

6.6.1 はじめに

太陽光発電システムを導入する場合は、発電コストに見合う収益を生み出さなければ活動の持続性は確保できない。このため、実証した小規模太陽光発電点滴灌漑システムによる野菜栽培プロジェクトについて、施設導入費や販売実績を踏まえ、経済・投資分析による経済性評価を試みた。

6.6.2 経済性評価の手法

(1) 経営分析

損益分岐点法分析 (CVP : Cost-Volume-Profit Analysis) は原価・営業量・利益の相関関係を分析し、経営の損益分岐点や利益を確保するための条件等を明らかにする分析手法である。

(2) 投資分析

正味現在価値法 (NPV: Net Present Value) および内部収益率法 (IRR: Internal Rate of Return) により、事業の投資採算性、また、利益の獲得率を明らかにするものである。

NPV 法は、将来的な利益を現時点の価値に置き直して評価する手法である。IRR は、投資によるキャッシュフローの正味現在価値をゼロにする割引率であり、少なくとも投資資金となる借入金の金利以下に低下することを避けなければならない。このため、IRR の評価基準値は UBTEC の借入金利 9% (融資条件は 700 万 FCFA を上限とした設備投資) を採用した。

6.6.3 損益分界点分析による経営分析

(1) 算定条件

- ① プロジェクト期間：10年
- ② 営農規模：2000m²および5000m²
- ③ 作付け作物：トマト
- ④ 必要経費

表 6.6.1 必要経費

固定費	借入資金返済額（ソーラー点滴システム一式）、水中ポンプ定期点検整備、その他メンテナンス費用、農作業人件費、監視代
変動費	種子代、肥料代、農薬代

- ⑤ 単位当たり収穫量：30 ton/ha（参考値）、36 ton/ha（2015年実績値）
- ⑥ トマト生産者販売価格：4,000 FCFA/30kg（2015年実績値）

(2) 総費用および経常利益の算定

総費用は、固定費＋変動費で算定し、経常利益は、売上高－総費用で算定する。

①借入資金返済額

金利8%、返済期間10年（プロジェクト期間）の借入金により施設調達する。年返済額は、各年の返済額を一定とした元利均等方式により算出した。なお、プロジェクト終了時点の施設の現存価値はゼロとする。

表 6.6.2 調達費に対する返済額

項目	(単位：FCFA)			
	営農面積 2000m ²		営農面積 5000m ²	
	調達費	年返済額	調達費	年返済額
ソーラー発電システム	2,100,000	312,962	2,100,000	312,962
水中ポンプシステム	1,970,000	293,588	1,970,000	293,588
貯水タンク(5m ³)	1,300,000	193,738	1,300,000	193,738
点滴灌漑	1,082,000	161,250	2,450,000	365,122
計	6,452,000	961,538	7,820,000	1,165,410

②固定費

固定費とは売上の増減に左右されない費用であり、人件費や施設経費が主となる。本プロジェクトの場合、下表のとおり、施設の年返済額が約85%を占める。

表 6.6.3 固定費

項目	費用(FCFA)		備考
	2000m ²	5000m ²	
年返済額	961,538	1,165,410	上表より
水中ポンプ定期点検整備	100,000	100,000	300,000FCFA/3年
その他メンテナンス費用	51,640	79,000	交通費、人件費、資材費
農作業人件費	42,000	106,000	概算
監視代	15,000	15,000	監視員1名
計	1,128,178	1,359,410	

③変動費

変動費とは生産量の変動に伴って変化する費用であり、材料費が主となる。本プロジェクトの場合、下表のとおり、固定費と比較すると変動費は非常に小さい。

表 6.6.4 変動費

項目	費用(FCFA)		備考
	2000m ²	5000m ²	
種子代	12,500	30,000	実績値
肥料代	12,800	32,000	20kg/1000m ²
農薬代	28,600	71,400	実績値
計	53,900	133,400	

④売上高

2015年実績値より、単収および販売単価を設定して、売上高を算定した。

表 6.6.5 売上高

単位面積当たり収穫量	売上高(FCFA)		備考
	2000m ²	5000m ²	
単収 30ton/ha	800,000	2,000,000	トマト 4000FCFA/30kg
単収 36ton/ha	960,000	2,400,000	トマト 4000FCFA/30kg

⑤経常利益

②～④を踏まえ、営農規模別、単収別の経常利益は下記となる。

表 6.6.6 経常利益

項目	2000m ² (FCFA)		5000m ² (FCFA)	
	30 t/ha	36 t/ha	30 t/ha	36 t/ha
売上高	800,000	960,000	2,000,000	2,400,000
変動費	53,900	53,900	133,400	133,400
固定費	1,170,178	1,170,178	1,465,410	1,465,410
経常利益	▲424,078	▲264,078	401,190	801,190

(3) 損益分岐点売上高および損益分岐点比率の算定

損益分岐点売上高とは利益がゼロになる売上高であり、固定費を限界利益率で割って算定する。また、限界利益は売上高から変動費を引いたもので、限界利益を売上高で割ったものを限界利益率という。

$$\text{損益分岐点売上高} = \frac{\text{固定費}}{1 - \frac{\text{変動費}}{\text{売上高}}} = \frac{\text{固定費}}{\text{限界利益率}}$$

損益分岐点比率とは実際の売上高に対して損益分岐点売上高がどの位置にあるかを表す比率である。損益分岐点比率が低いほど収益性が高く、経営の安定性を示す指標となる。

$$\text{損益分岐点比率 (\%)} = \frac{\text{損益分岐点売上高}}{\text{売上高}} \times 100$$

営農規模別、単収別の損益分岐点等の算定結果を下記に示す。

表 6.6.7 営農規模別、単収別の損益分岐点等

項目	2000 m ² (FCFA)		5000 m ² (FCFA)	
	30 t/ha	36 t/ha	30 t/ha	36 t/ha
変動費率	7 %	6 %	7 %	6 %
限界利益率	93 %	94 %	93 %	94 %
損益分岐点	1,254,714	1,239,787	1,570,138	1,551,656
損益分岐点比率	157 %	129 %	79 %	65 %

(4) 営農面積 2000 m² での経営分析結果

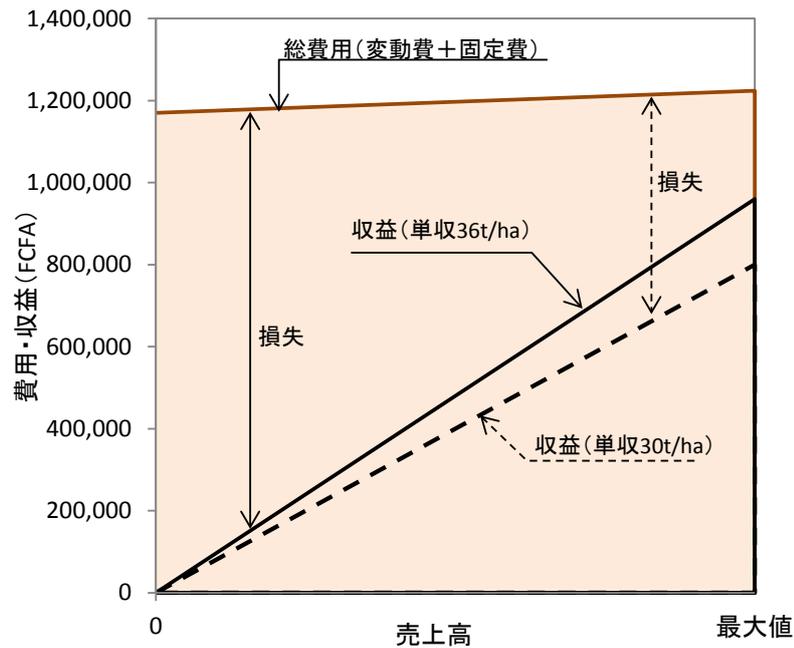


図 6.6.1 損益分岐点図 1

営農規模 2000 m² においては、単収 30 t/ha および 36 t/ha とも、損益分岐点比率は 100% を超えており、利益を確保できない。

(5) 営農面積 5000m²での経営分析結果

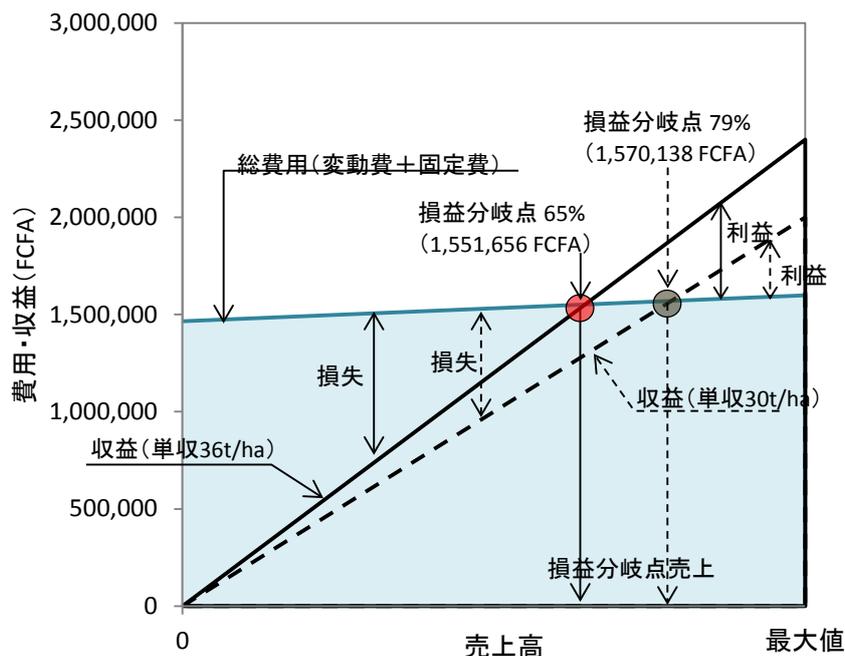


図 6.6.2 損益分岐点図 2

営農規模 5000 m²においては、単収 30 t/ha の場合、損益分岐点比率は 79 %、また、単収 36t/ha の場合、損益分岐点比率は 65 %である。したがって、利益減少に対する経営の安全性は大きい。

本経営分析の結果から、太陽光点滴灌漑システムを導入して安定した経営を確保するには、営農面積 5000 m²は必要である。

6.6.4 内部収益率による事業の投資採算性の分析

分析に必要な費用は、投資費用、運営・維持管理費用、収入である。また、年間の支出（営農経費＋運営・維持管理費）および収入（野菜販売収入）は一定として内部収益率を算定した。

(1) 初期投資

表 6.6.8 初期投資

施設名	(単位：FCFA)	
	営農規模	
	2000m ²	5000m ²
太陽光発電システム(740W)	2,100,000	2,100,000
水中ポンプシステム(500W)	1,970,000	1,970,000
貯水タンク(5m ³)	1,300,000	1,300,000
点滴灌漑	1,082,000	2,450,000
計	6,452,000	7,820,000

(2) 年間支出

① 営農経費

表 6.6.9 営農経費

(単位：FCFA)

支出内容	営農規模	
	2000m ²	5000m ²
種子代	12,500	30,000
肥料代	12,800	32,000
農薬代	28,600	71,400
農作業人件費	42,000	106,000
監視代	15,000	15,000
計	110,900	254,400

② 施設の維持管理費

表 6.6.10 施設の維持管理費

(単位：FCFA)

支出内容	営農規模		備考
	2000m ²	5000m ²	
水中ポンプ定期点検整備	100,000	100,000	3年で300,000FCFA
その他メンテナンス費用	66,640	94,000	交通費、人件費、資材
計	166,640	194,000	

(3) 年間収入

単収を3パターン設定して、売上高を算定した。

表 6.6.11 年間収入

(単位：FCFA)

営農規模	単収	売上高
2000m ²	25 t/ha	667,000
	30 t/ha	800,000
	36 t/ha	960,000
5000m ²	25 t/ha	2,400,000
	30 t/ha	2,000,000
	36 t/ha	1,667,000

(4) 内部収益率の算定結果（キャッシュフロー計算書）

1) 営農規模 2000 m²

表 6.6.12 営農規模 2000m²、単収 25 t/ha の場合の投資分析

	投資額	1 year	2 year	3 year	4 year	5 year	6 year	7 year	8 year	9 year	10 year		
初期投資	-6,452,000												
営農経費		-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900		
施設の維持管理費		-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640		
販売利益		667,000	667,000	667,000	667,000	667,000	667,000	667,000	667,000	667,000	667,000		
キャッシュフロー	-6,452,000	389,460	389,460	389,460	389,460	389,460	389,460	389,460	389,460	389,460	389,460		
キャッシュフローの累計額	-6,452,000	-6,062,540	-5,673,080	-5,283,620	-4,894,160	-4,504,700	-4,115,240	-3,725,780	-3,336,320	-2,946,860	-2,557,400		
IRR法												IRR	-8.3%
NPV法													
原価係数(割引率 7.0%の場合)	1.000	0.935	0.873	0.816	0.763	0.713	0.666	0.623	0.582	0.544	0.508		
キャッシュフローの現在価値	-6,452,000	363,981	340,169	317,915	297,117	277,680	259,514	242,536	226,669	211,840	197,982	NPV	-3,716,596
原価係数(割引率 9.0%の場合)	1.000	0.917	0.842	0.772	0.708	0.650	0.596	0.547	0.502	0.460	0.422		
キャッシュフローの現在価値	-6,452,000	357,303	327,801	300,735	275,903	253,122	232,222	213,048	195,457	179,318	164,512	NPV	-3,952,579
原価係数(割引率 11.0%の場合)	1.000	0.901	0.812	0.731	0.659	0.593	0.535	0.482	0.434	0.391	0.352		
キャッシュフローの現在価値	-6,452,000	350,865	316,094	284,770	256,549	231,126	208,221	187,587	168,997	152,250	137,162	NPV	-4,158,380

表 6.6.13 営農規模 2000m²、単収 30 t/ha の場合の投資分析

	投資額	1 year	2 year	3 year	4 year	5 year	6 year	7 year	8 year	9 year	10 year		
初期投資	-6,452,000												
営農経費		-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900		
施設の維持管理費		-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640		
販売利益		800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000		
キャッシュフロー	-6,452,000	522,460	522,460	522,460	522,460	522,460	522,460	522,460	522,460	522,460	522,460		
キャッシュフローの累計額	-6,452,000	-5,929,540	-5,407,080	-4,884,620	-4,362,160	-3,839,700	-3,317,240	-2,794,780	-2,272,320	-1,749,860	-1,227,400		
IRR法												IRR	-3.7%
NPV法													
原価係数(割引率 7.0%の場合)	1.000	0.935	0.873	0.816	0.763	0.713	0.666	0.623	0.582	0.544	0.508		
キャッシュフローの現在価値	-6,452,000	488,280	456,337	426,483	398,582	372,507	348,137	325,362	304,076	284,184	265,592	NPV	-2,782,460
原価係数(割引率 9.0%の場合)	1.000	0.917	0.842	0.772	0.708	0.650	0.596	0.547	0.502	0.460	0.422		
キャッシュフローの現在価値	-6,452,000	479,321	439,744	403,435	370,124	339,563	311,526	285,804	262,205	240,555	220,693	NPV	-3,099,031
原価係数(割引率 11.0%の場合)	1.000	0.901	0.812	0.731	0.659	0.593	0.535	0.482	0.434	0.391	0.352		
キャッシュフローの現在価値	-6,452,000	470,685	424,040	382,018	344,161	310,055	279,328	251,647	226,709	204,243	184,002	NPV	-3,375,112

表 6.6.14 営農規模 2000m²、単収 36 t/ha の場合の投資分析

	投資額	1 year	2 year	3 year	4 year	5 year	6 year	7 year	8 year	9 year	10 year		
初期投資	-6,452,000												
営農経費		-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900		
施設の維持管理費		-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640		
販売利益		960,000	960,000	960,000	960,000	960,000	960,000	960,000	960,000	960,000	960,000		
キャッシュフロー	-6,452,000	682,460	682,460	682,460	682,460	682,460	682,460	682,460	682,460	682,460	682,460		
キャッシュフローの累計額	-6,452,000	-5,769,540	-5,087,080	-4,404,620	-3,722,160	-3,039,700	-2,357,240	-1,674,780	-992,320	-309,860	372,600		
IRR法												IRR	1.0%
NPV法													
原価係数(割引率 7.0%の場合)	1.000	0.935	0.873	0.816	0.763	0.713	0.666	0.623	0.582	0.544	0.508		
キャッシュフローの現在価値	-6,452,000	637,813	596,087	557,091	520,645	486,585	454,752	425,002	397,198	371,213	346,928	NPV	-1,658,687
原価係数(割引率 9.0%の場合)	1.000	0.917	0.842	0.772	0.708	0.650	0.596	0.547	0.502	0.460	0.422		
キャッシュフローの現在価値	-6,452,000	626,110	574,413	526,984	483,472	443,552	406,929	373,329	342,504	314,224	288,278	NPV	-2,072,205
原価係数(割引率 11.0%の場合)	1.000	0.901	0.812	0.731	0.659	0.593	0.535	0.482	0.434	0.391	0.352		
キャッシュフローの現在価値	-6,452,000	614,829	553,900	499,009	449,558	405,007	364,871	328,713	296,137	266,791	240,352	NPV	-2,432,835

2) 営農規模 5000 m²

表 6.6.15 営農規模 5000m²、単収 25 t/ha の場合の投資分析

	投資額	1 year	2 year	3 year	4 year	5 year	6 year	7 year	8 year	9 year	10 year		
初期投資	-7,820,000												
営農経費		-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400		
施設の維持管理費		-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000		
販売利益		1,667,000	1,667,000	1,667,000	1,667,000	1,667,000	1,667,000	1,667,000	1,667,000	1,667,000	1,667,000		
キャッシュフロー	-7,820,000	1,218,600	1,218,600	1,218,600	1,218,600	1,218,600	1,218,600	1,218,600	1,218,600	1,218,600	1,218,600		
キャッシュフローの累計額	-7,820,000	-6,601,400	-5,382,800	-4,164,200	-2,945,600	-1,727,000	-508,400	710,200	1,928,800	3,147,400	4,366,000		
IRR法												IRR	9.0%
NPV法													
原価係数(割引率 7.0%の場合)	1.000	0.935	0.873	0.816	0.763	0.713	0.666	0.623	0.582	0.544	0.508		
キャッシュフローの現在価値	-7,820,000	1,138,879	1,064,372	994,741	929,664	868,845	812,005	758,883	709,236	662,838	619,474	NPV	738,936
原価係数(割引率 9.0%の場合)	1.000	0.917	0.842	0.772	0.708	0.650	0.596	0.547	0.502	0.460	0.422		
キャッシュフローの現在価値	-7,820,000	1,117,982	1,025,671	940,983	863,287	792,006	726,611	666,616	611,574	561,077	514,750	NPV	558
原価係数(割引率 11.0%の場合)	1.000	0.901	0.812	0.731	0.659	0.593	0.535	0.482	0.434	0.391	0.352		
キャッシュフローの現在価値	-7,820,000	1,097,838	989,043	891,030	802,730	723,180	651,513	586,949	528,783	476,381	429,172	NPV	-643,382

表 6. 6. 16 営農規模 5000m²、単収 30 t/ha の場合の投資分析

	投資額	1 year	2 year	3 year	4 year	5 year	6 year	7 year	8 year	9 year	10 year		
初期投資	-7,820,000												
営農経費		-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400		
施設の維持管理費		-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000		
販売利益		2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000		
キャッシュフロー	-7,820,000	1,551,600	1,551,600	1,551,600	1,551,600	1,551,600	1,551,600	1,551,600	1,551,600	1,551,600	1,551,600		
キャッシュフローの累計額	-7,820,000	-6,268,400	-4,716,800	-3,165,200	-1,613,600	-62,000	1,489,600	3,041,200	4,592,800	6,144,400	7,696,000		
IRR法												IRR	14.9%
NPV法													
原価係数(割引率 7.0%の場合)	1.000	0.935	0.873	0.816	0.763	0.713	0.666	0.623	0.582	0.544	0.508		
キャッシュフローの現在価値	-7,820,000	1,450,093	1,355,228	1,266,568	1,183,708	1,106,269	1,033,897	966,258	903,045	843,968	788,755	NPV	3,077,789
原価係数(割引率 9.0%の場合)	1.000	0.917	0.842	0.772	0.708	0.650	0.596	0.547	0.502	0.460	0.422		
キャッシュフローの現在価値	-7,820,000	1,423,486	1,305,951	1,198,120	1,099,193	1,008,434	925,168	848,778	778,696	714,400	655,413	NPV	2,137,638
原価係数(割引率 11.0%の場合)	1.000	0.901	0.812	0.731	0.659	0.593	0.535	0.482	0.434	0.391	0.352		
キャッシュフローの現在価値	-7,820,000	1,397,838	1,259,313	1,134,517	1,022,087	920,799	829,549	747,341	673,280	606,559	546,449	NPV	1,317,732

表 6. 6. 17 営農規模 5000m²、単収 36 t/ha の場合の投資分析

	投資額	1 year	2 year	3 year	4 year	5 year	6 year	7 year	8 year	9 year	10 year		
初期投資	-7,820,000												
営農経費		-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400		
施設の維持管理費		-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000		
販売利益		2,400,000	2,400,000	2,400,000	2,400,000	2,400,000	2,400,000	2,400,000	2,400,000	2,400,000	2,400,000		
キャッシュフロー	-7,820,000	1,951,600	1,951,600	1,951,600	1,951,600	1,951,600	1,951,600	1,951,600	1,951,600	1,951,600	1,951,600		
キャッシュフローの累計額	-7,820,000	-5,868,400	-3,916,800	-1,965,200	-13,600	1,938,000	3,889,600	5,841,200	7,792,800	9,744,400	11,696,000		
IRR法												IRR	21.4%
NPV法													
原価係数(割引率 7.0%の場合)	1.000	0.935	0.873	0.816	0.763	0.713	0.666	0.623	0.582	0.544	0.508		
キャッシュフローの現在価値	-7,820,000	1,823,925	1,704,603	1,593,087	1,488,866	1,391,464	1,300,433	1,215,358	1,135,849	1,061,541	992,094	NPV	5,887,222
原価係数(割引率 9.0%の場合)	1.000	0.917	0.842	0.772	0.708	0.650	0.596	0.547	0.502	0.460	0.422		
キャッシュフローの現在価値	-7,820,000	1,790,459	1,642,623	1,506,993	1,382,563	1,268,406	1,163,675	1,067,592	979,442	898,571	824,377	NPV	4,704,701
原価係数(割引率 11.0%の場合)	1.000	0.901	0.812	0.731	0.659	0.593	0.535	0.482	0.434	0.391	0.352		
キャッシュフローの現在価値	-7,820,000	1,758,198	1,583,962	1,426,993	1,285,579	1,158,180	1,043,405	940,005	846,851	762,929	687,323	NPV	3,673,425

(5) NPV 法および IRR 法による投資分析結果

各算定結果を下表に整理した。

営農規模 2000 m² の場合、単収別・割引率別の全てのケースで利益が得られず、プロジェクトに採算性がないことを示す。

営農規模 5000 m² の場合、単収 25 t/ha (実績値の 70%) で評価基準値である IRR 9% を確保できるが、利益は非常に小さい (558 FCFA)。

単収 30 t/ha 以上で IRR は約 15%、NPV は 100 万 FCFA を超え、プロジェクトの投資採算性は確保できると考える。

表 6.6.18 投資分析 (IRR 法と NPV 法) の結果一覧表

営農規模別・単収別		IRR 法	NPV 法 (FCFA)		
			割引率 7%	割引率 9%	割引率 11%
2000m ²	25 t/ha の場合	-8.3%	-3,716,596	-3,952,579	-4,158,380
	30 t/ha の場合	-3.7%	-2,782,460	-3,099,031	-3,375,112
	36 t/ha の場合	1.0%	-1,658,687	-2,072,205	-2,432,835
5000m ²	25 t/ha の場合	9.0%	738,936	558	-643,382
	30 t/ha の場合	14.9%	3,077,789	2,137,638	1,317,732
	36 t/ha の場合	21.4%	5,887,222	4,704,701	3,673,425

損益分岐点法分析の分析結果も踏まえると、プロジェクトの採算性や安定性の確保には営農規模 5000 m² は必要である。そのためには、5000 m² を灌漑できる水源を確保しなければならない。しかし、水源の確保が困難で営農規模を縮小しなければならない場合、プロジェクトの採算性を確保するには、政府等からの補助金や支援金を投入するか、より収益性の高い活動に変更、あるいは活動を追加するなどの工夫が必要となる。

6.7 再生可能エネルギーの導入における CO₂ 排出削減量

6.7.1 プロジェクト CO₂ 排出削減量

ベースライン・シナリオによると、ベースライン排出量は、既存技術による化石燃料を使用して発電した際の CO₂ の排出量となる。

また、プロジェクト・シナリオでのプロジェクト排出量はゼロとなる。再生可能エネルギー発電施設（太陽光パネル、風力施設）の製造、廃棄などライフサイクルに発生する CO₂ は考慮せず、また、太陽光や風力など永続的に利用できるエネルギー源であり、発電時に CO₂ は排出しないためである。

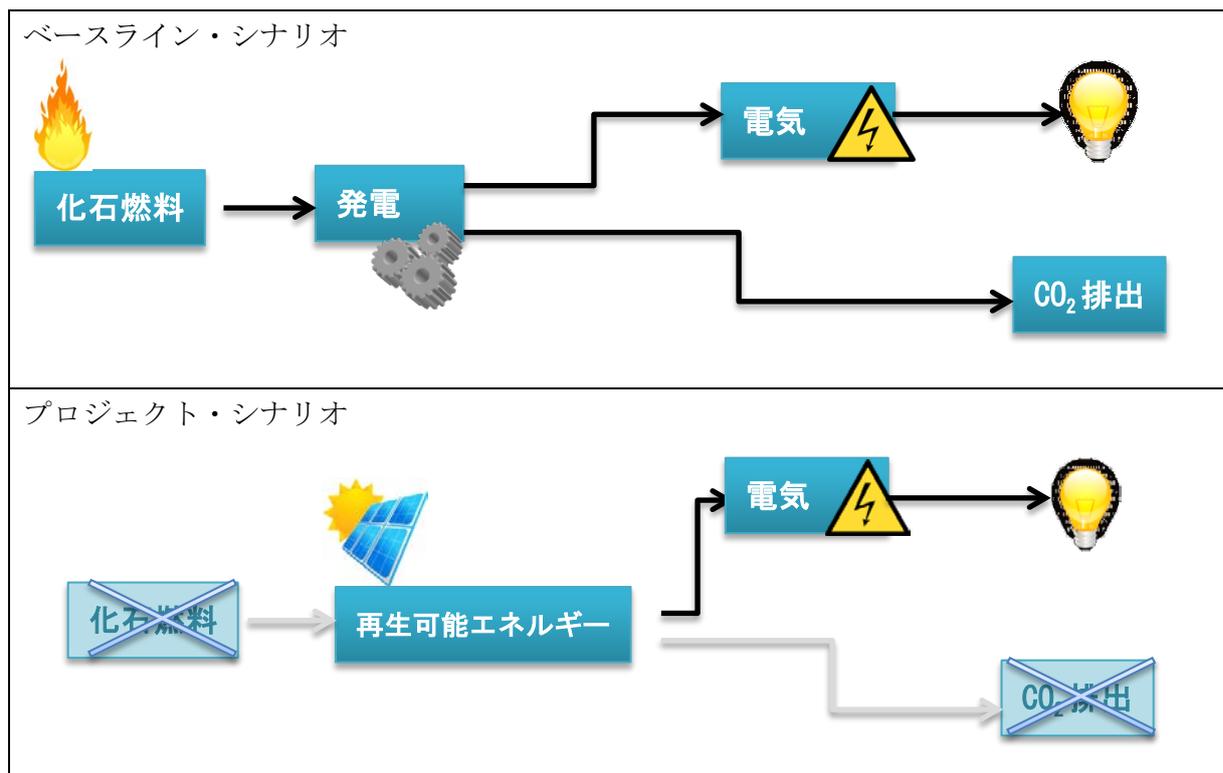


図 6.7.1 ベースラインとプロジェクト・シナリオのイメージ

つまり、再生可能エネルギー導入プロジェクトの CO₂ 排出削減量は、再生可能エネルギーを導入しない場合の従来エネルギーによる CO₂ 排出量と等しい。

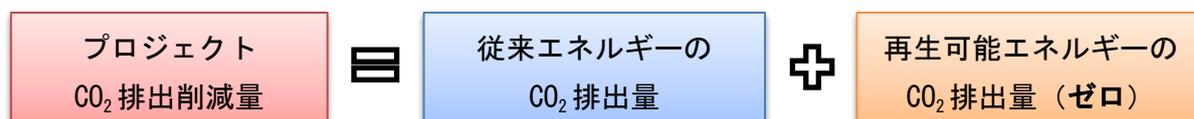


図 6.7.2 再生可能エネルギー導入プロジェクトの CO₂ 排出削減量と
在来エネルギーによるプロジェクトの CO₂ 排出量の関係

6.7.2 適用する CDM 方法論および方法論ツール⁸

小規模発電のソーラーポンププロジェクトの場合、適用する CDM 方法論およびツールは下記のとおりとなる（2015 年 9 月時点）。

CDM 方法論	AMS-I.A.: Electricity generation by the user (Version 16.0)
方法論ツール	Tool to calculate baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption (Version1)

CDM 方法論において、小規模な再生可能エネルギーとは、最大出力が 15MW 以下の機器やプラント設備による定義されている。

6.7.3 CO₂ 排出削減量の算定フロー

CO₂ 排出削減量の算定フローを下図に示す。

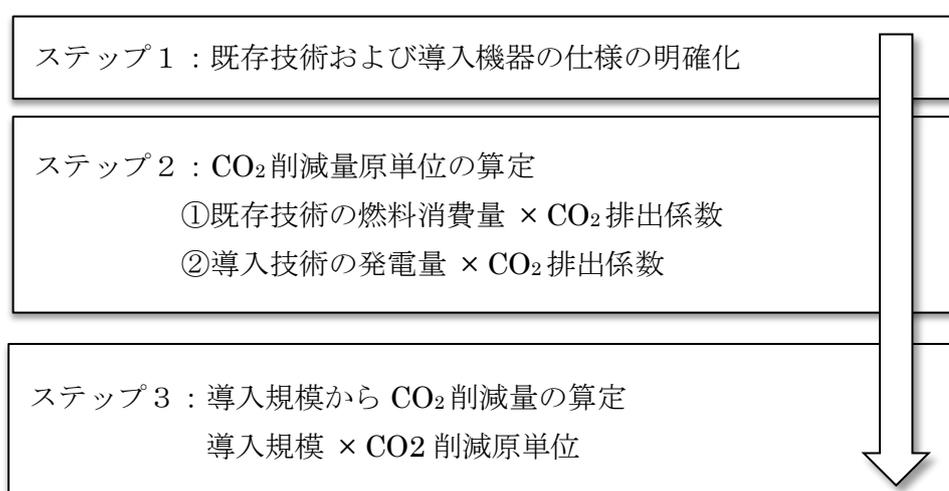


図 6.7.3 CO₂ 排出削減量の算定フロー

ステップ 1 では、再生可能エネルギーに変換される既存技術の仕様（燃料消費量）、または、導入する再生可能エネルギーを使用した技術の仕様（発電量）を明確にする。

ステップ 2 では、ガソリン、電気、ガスなどの使用量に CO₂ 排出係数を乗じて、CO₂ 削減量原単位（ユニット当たりの tCO₂ 削減量）を算定する。CO₂ 排出係数は IPCC のガイドラインにおいて標準的な値が示されている。

ステップ 3 では、プロジェクトによる導入量を決定して、ステップ 2 で求めた CO₂ 削減量原単位に乗じて、全体の CO₂ 排出削減量を算定する。

⁸<https://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/8FKZFJ7SG551TS2C4MPK78G12LSTW3>, 2015.4.23

6.7.4 CDM 方法論によるベースライン排出量の算定方法

CDM 方法論パラグラフ第 8 の(a)~(c)およびパラグラフ第 10 から、ベースライン排出量の算定方法が 3 つ示されている。導入プロジェクトの内容や、導入前の従来技術によって算定方法が異なる。

Option1 : 導入した再生可能エネルギーによる農村ミニグリッド内の電力消費量による算定

Option2 : 導入した再生可能エネルギーの発電量による算定

Option3 : 再生可能エネルギーの導入前の従来技術の燃料 (fuel) 消費量による算定

Option1 は再生可能エネルギーの電力消費量、Option2 は再生可能エネルギーの発電量、Option3 は従来技術の燃料消費量をもとに算定する。

なお、プロジェクトによって導入される再生可能エネルギーは、従来製品による燃料消費量と同等のエネルギーを生成することが前提となっている。さらに、再生可能エネルギーを利用した照明機器の場合、従来技術と同等レベルの明るさを確保しなければならない。

CDM 方法論の詳細を以下に示す。

表 6.7.1 方法論の詳細

Option1:	<p>消費者の年間平均電力消費量に基づいて推定される。</p> $E_{BL,y} = \sum_i (n_i * EC_{i,y}) / (1 - l)$ <p>Where:</p> <p>$E_{BL,y}$ y 年のエネルギーベースライン (kWh)</p> <p>\sum_i プロジェクト活動の一環として再生可能エネルギー技術 i が導入されるグループ (例: 地方健康センター、地方の学校、脱穀機、揚水ポンプ、灌漑等の世帯のための再生可能エネルギー技術) の合計</p> <p>n_i 当該年においてグループに導入される再生可能エネルギー技術 i により、エネルギーが供給される消費者数</p> <p>$EC_{i,y}$ 再生利用エネルギー技術 i が導入されるグループに属する消費者と同種の、地方グリッドに接続した消費者のうち、最も近いグリッド電力システムで観測された、個々の年平均消費量。エネルギー消費量が計量された場合、$EC_{i,y}$ は再生可能エネルギー技術 i のグループに属する消費者が消費するエネルギーの平均値である。(kWh)</p> <p>l 遠隔地の公共プログラムや配電会社によって導入されたディーゼル発電によるミニグリッドにおいて観測されるであろう技術的配電ロスの平均値の割合 (注釈 6 より 20%)</p>
Option2:	<p>プロジェクト再生可能エネルギー技術からの年間発電量に基づいて推定される。</p> $E_{BL,y} = \sum_i EG_{i,y} / (1 - l)$

	<p>$E_{BL,y}$ y年のエネルギーベース (kWh)</p> <p>\sum_i プロジェクト活動の一環として再生可能エネルギー技術 i が導入されるグループ (例: 住居の太陽システム、太陽ポンプのための再生可能エネルギー技術) の合計</p> <p>$EG_{i,y}$ y年に導入された再生可能エネルギー技術 i のグループにおける再生エネルギー技術による発電量 (kWh)</p> <p>L 遠隔地の公共プログラムまたは配電会社により導入されたディーゼル発電によるミニグリッドにおいて観測されるであろう技術的配電ロスの平均値の割合 (注釈 6 より 20%)</p>
Option1 と Option2 のベース ライン排 出量	<p>上記のパラグラフ第 8(a)と(b)に従って計算されたエネルギーベースラインにデフォルト排出係数を乗じたものである。</p> <p>$BF_{CO2,y} = E_{BL,y} \times EF_{CO2}$</p> <p>$BF_{CO2,y}$ y年におけるベースライン排出量 (tCO₂)</p> <p>$E_{BL,y}$ y年における年間エネルギーベースライン (kWh)</p> <p>EF_{CO2} CO₂ 排出係数 (tCO₂/kWh)</p>
Option3:	<p>既存の技術を交換した状況における過去の傾向から推測される燃料消費量をもとに推定する。照明器具の場合、照明器具の季節変動の影響を考慮した実日使用時間は、最低 90 日間実施したサンプル調査 (90%信頼区間、10%誤差範囲) によって異なっていることが示されない限り、3.5 時間とする。</p> <p>(パラグラフ第 10)</p> <p>$BE_{CO2,y} = \sum_j FC_{j,y} \times NCV_j \times EF_{CO2,j}$</p> <p>$BE_{CO2,y}$ y年のベースライン排出量 (tCO₂)</p> <p>$FC_{j,y}$ 燃料タイプ j の燃料消費量 (量または重量/年)</p> <p>NCV_j 燃料タイプ j の熱量 (GJ/量または重量)</p> <p>$EF_{CO2,j}$ 燃料タイプ j の CO₂ 排出量 (tCO₂/GJ)</p> <p>J 燃焼のために使用される燃料のタイプ</p>

6.7.5 CO₂ 排出削減量の算定例

(1) オフグリッドでのソーラーポンプ導入プロジェクトの場合

1) 既存技術が商用電力の場合 (Option2 を適用)

ステップ1：導入機器の仕様の明確化

発電量としてパネル出力を 0.5kW、日使用時間 (パラグラフ 8 項(c)) を 3.5 時間、年間稼働日数を 6 ヶ月、180 日 (11 月～4 月) とする。



写真 6.7.1 小規模ソーラー揚水システム

ステップ2：CO₂ 削減量原単位の算定

1 台当たりの年間電力発電量は、

$$E_{BL,y} = \sum_i EG_{i,y} / (1 - l)$$

$$0.5\text{kW} \times 3.5\text{h/日} \times 180 \text{日/年} \div (1 - 0) = 315.0 \text{ (kWh/年・台)}$$

EF_{CO_2} のデフォルト値は同パラグラフより 0.0008 tCO₂/kWh、プロジェクト期間を 10 年とすると 1 台当たりベースライン排出量は、

$$BF_{CO_2,y} = E_{BL,y} \times EF_{CO_2}$$

$$315.0(\text{kWh/年・台}) \times 0.0008(\text{tCO}_2/\text{kWh}) \times 10(\text{年}) = \mathbf{2.52 \text{ (tCO}_2/\mathbf{10年・台)}}$$

ステップ3：導入量・数から CO₂ 削減量の算定

プロジェクト期間を 10 年とした場合の導入規模別の排出削減量を下表に示す。

表 6.7.2 導入規模別の CO₂ 排出削減量 (1)

導入規模 (台)	tCO ₂ /10 年
10000	25,200
1000	2,520
100	252

2) 既存技術がディーゼル発電機の場合 (Option3 を適用)

ステップ1：導入機器の仕様の明確化

年平均燃料消費量を 240L/年 (月平均燃料消費量 120L/月) とする。

軽油の熱量 (GJ/量または重量) は IPCC デフォルト値より 43 TJ/Gg⁹、比重を考慮し単位変換すると 0.036 GJ/L となる。軽油の CO₂ 排出量 (tCO₂/GJ) は 74.9 tCO₂/TJ¹⁰、0.074 tCO₂/GJ となる。



写真 6.7.2 ディーゼル発電機

ステップ2：CO₂削減量原単位の算定

$$BE_{CO_2,y} = \sum_j FC_{j,y} \times NCV_j \times EF_{CO_2,j}$$

$$= 740(\text{L/年}) \times 0.036(\text{GJ/L}) \times 0.074(\text{tCO}_2/\text{GJ}) \times 10(\text{年})$$

$$= 19 \text{ (tCO}_2/\text{10年} \cdot \text{台)}$$

ステップ3：導入量・数から CO₂削減量の算定

プロジェクト期間を 10 年とした場合の導入規模別の排出削減量を下表に示す。

表 6.7.3 導入規模別の CO₂ 排出削減量 (2)

導入規模 (台)	tCO ₂ /10 年
10000	190,000
1000	19,000
100	1,900

⁹ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Energy Volume 2, Table 1.2

¹⁰ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Energy Volume 2, Table 2.5

(2) ソーラーランタン導入プロジェクトの場合

1) 既存技術が乾電池式 LED ランタンの場合 (Option2 を適用)

無電化地域において既存乾電池式 LED ランタンをソーラー式 LED ランタンに取り換えるプロジェクトの場合、乾電池は燃料として定義されないため Option1 か Option2 となるが、農村ミニグリッド内に接続されていないので Option2 を適用する。なお、本方法論では、乾電池消費量の減少による排出削減は考慮されない。

ステップ1：導入機器の仕様の明確化

導入するソーラーランタンをパナソニック製 (BG-BL03、ソーラーパネルで発電後、単三タイプ充電式ニッケル水素電池に充電) とする。発電量 (パネル出力) は 3.5W である。



写真 6.7.3 ソーラーランタン
パナソニック製 BG-BL03

ステップ2：CO2 削減量原単位の算定

使用時間 (パラグラフ 8 項(c)) の 3.5 時間より、1 台当たりの年間電力発電量は、

$$E_{BL,y} = \sum_i EG_{i,y} / (1 - l)$$

$$3.5 / 1000(\text{kW}) \times 3.5(\text{h}) \times 365(\text{日}) \div (1 - 0) = 4.47 (\text{kWh}/\text{年} \cdot \text{台})$$

EF_{CO_2} (排出係数) のデフォルト値は同パラグラフより $0.0008 \text{ tCO}_2/\text{kWh}$ 、プロジェクト期間を 10 年とすると 1 台当たり 10 年間のベースライン排出量は、

$$BF_{CO_2,y} = E_{BL,y} \times EF_{CO_2}$$

$$4.47(\text{kWh}/\text{年} \cdot \text{台}) \times 0.0008(\text{tCO}_2/\text{kWh}) \times 10(\text{年}) = 0.035 (\text{tCO}_2/\text{台}) \quad \text{となる。}$$

ステップ3：導入量・数から CO₂ 削減量の算定

プロジェクト期間を 10 年とし、乾電池式 LED ランタンからソーラーランタンに取り換えられた場合の CO₂ 排出削減量を下表に示す。

表 6.7.4 ソーラーランタンを導入した場合の CO₂ 排出削減量 (1)

州/県/市	人口 (2006)	5 人当たり 1 台	tCO ₂ / 10 年
中央プラトー州	693,137	138,627	4,852
クルウェゴ県	136,017	27,203	952
ブッセ市	41,455	8,291	290

2) 既存技術が灯油式ランタンの場合 (Option3 を適用)

既存技術の灯油式ランタンに代わって、ソーラーランタンを導入するプロジェクトの場合、既存技術の燃料消費量に基づいて算定する Option3 を適用する。

ステップ1：導入機器の仕様の明確化

年平均燃料消費量を 30L/年とする。

灯油の熱量 (GJ/量または重量) は 43.8 TJ/Gg¹¹、単位変換すると 0.035GJ/L となる。

灯油の CO₂ 排出量 (tCO₂/GJ) は 71.9tCO₂/TJ¹²より 0.072 tCO₂/GJ となる。



写真 6.7.4 灯油式ランタン

ステップ2：CO₂削減量原単位の算定

Option3 によりプロジェクト期間を 10 年として算定する。

$$\begin{aligned}
 BE_{CO_2,y} &= \sum_j FC_{j,y} \times NCV_j \times EF_{CO_2,j} \\
 &= 30 \text{ (L/年)} \times 0.035 \text{ (GJ/L)} \times 0.072 \text{ (tCO}_2\text{/GJ)} \times 10 \text{ 年} \\
 &\doteq \mathbf{0.76 \text{ (tCO}_2\text{/10年・台)}}
 \end{aligned}$$

ステップ3：導入量・数から CO₂削減量の算定

灯油式ランタンに代わって、ソーラーランタンに取り換えられた場合の CO₂ 排出削減量を下表に示す。

表 6.7.5 ソーラーランタンを導入した場合の CO₂ 排出削減量 (2)

州/県/市	人口 (2006)	5人当たり1 台	tCO ₂ /10年
中央プラトー州	693,137	138,627	105,356
クルウェゴ県	136,017	27,203	20,674
ブッセ市	41,455	8,291	6,301

¹¹ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Energy Volume 2, Table 1.2

¹² 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Energy Volume 2, Table 2.5

謝辞

JIRCAS は、日本の農林水産省の補助を得て、ブルキナファソ環境・グリーン経済。気候変動省の協力・支援の下に調査を実施し、本ガイドラインを作成しました。ここに、同省の関係者の方々に深く謝意を表します。加えて、本調査を円滑に実施するために設置した科学技術委員会のメンバーである農業・水整備省、鉱山・エネルギー・採石省、高等教育・科学研究・技術革新省、農業環境研究所等関係機関、さらにはクルウェオゴ県、ブッセ市、ゲスナ村、在ブルキナファソ日本国大使館、国際協力機構ブルキナファソ事務所の多くの方々の協力があったことに対して感謝申し上げます。

また、本ガイドラインの編纂にあたり、中心的役割を果たした、科学技術委員会の議長、環境・グリーン経済・気候変動省国立樹木種子センターのシビドウ・シナ所長には特に感謝しなければなりません。編纂にご尽力された、同省環境持続のための国家評議会常設事務局プログラム技術コーディネーターのパモウサ・オウエドラゴ氏、農業・水整備省ボウバカル・バリー氏、農業環境研究所のアルベルト・バロウ氏にもあわせて感謝いたします。

最後に、JIRCAS の計画・実施した活動に関係した、すべての組織、機関、関係者、スタッフの方々の協力、支援に対して深く感謝申し上げます。

執筆者リスト

はじめに	環境・グリーン経済・気候変動 (MEEVCC) 次官	Lambert Georges OUEDRAOGO
序章	JIRCAS 農村開発領域	渡辺 守
第1章	SP/CONEDD, MEEVCC	Pamoussa OUEDRAOGO
第2章	JIRCAS 農村開発領域	渡辺 守
第3章	JIRCAS 農村開発領域	渡辺 守
第4章	JIRCAS 農村開発領域	宮崎 良
第5章	JIRCAS 農村開発領域	福田 聖子
第6章	JIRCAS 農村開発領域	白木 秀太郎

本ガイドラインの内容の複製、転載にあたっては、
必ずJIRCAS農村開発領域の了解を得たうえで利用されたい。

【 連絡先 】

渡辺守

所属：JIRCAS 農村開発領域

TEL：029-838-6687

e-mail：mamowata@affrc.go.jp

白木秀太郎

所属：JIRCAS 農村開発領域

TEL：029-838-6685

e-mail：sshiraki@affrc.go.jp



国際農林水産業研究センター (JIRCAS)

<http://www.jircas.affrc.go.jp>

1-1 Ohwashi, Tsukuba, Ibaraki, 305-8686 Japan

Tel: +81-29-838-6687, Fax: +81-29-838-6693



ブルキナファソ 環境・グリーン経済・気候変動省 (MEEVCC)

<http://www.environnement.gov.bf>

03 BP 7044 Ouagadougou 03, Burkina Faso

Tél: +226-50324074, Fax: +226-50330512