

ブルキナファソ国

ブルキナファソ国
難水地域における地下水開発のための基礎調査
業務完了報告書

令和元年 12 月

(2019 年)

独立行政法人

国際協力機構 (JICA)

鉦研工業株式会社

民連
JR
19-181

写真



1. 水衛生省にて打合せ



2. 水衛生州局にて打合せ



3. 不衛生な浅井戸を利用する住民



4. ハンドルが重く子供3人がかりで水汲み



5. 現在稼働中の高架タンク



6. 水中ポンプの動力源の太陽光パネル

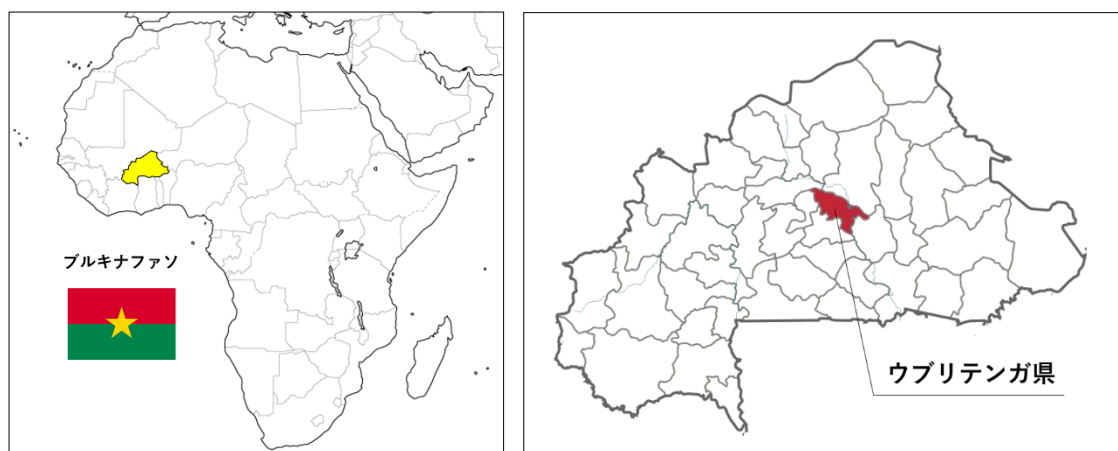


7. 水量不足により順番待ちしている公共水栓



8. 水売り人が水を売るために使用する台車

地図



目次

写真.....	1
地図.....	2
目次.....	3
図表リスト.....	4
略語表.....	5
要約.....	6
はじめに.....	10
第1章 対象国・地域の開発課題.....	13
1-1 対象国・地域の開発課題.....	13
1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等.....	15
1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針.....	16
1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析.....	16
第2章 提案企業、製品・技術.....	21
2-1 提案企業の概要.....	21
2-2 提案製品・技術の概要.....	22
2-3 提案製品・技術の現地適合性.....	23
2-4 開発課題解決貢献可能性.....	28
第3章 ビジネス展開計画.....	29
3-1 ビジネス展開計画概要.....	29
3-2 市場分析.....	30
3-3 バリューチェーン.....	31
3-4 進出形態とパートナー候補.....	33
3-5 収支計画.....	33
3-6 想定される課題・リスクと対応策.....	35
3-7 期待される開発効果.....	35
3-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献.....	35
第4章 ODA 事業との連携可能性.....	36
4-1 連携が想定される ODA 事業.....	36
4-2 連携により期待される効果.....	36

図表リスト

作図一覧

- 図 1 対象地域周辺の地質分布図
- 図 2 飲料水の調達方法の分類
- 図 3 厚木工場(神奈川県)
- 図 4 諏訪工場(長野県)
- 図 5 ミュージアム鉱研(長野県)
- 図 6 対象地域の地下水ポテンシャルマップ
- 図 7 給水施設規模の比較
- 図 8 本事業におけるバリューチェーン
- 図 9 ビジネスモデルの相互関係図

付表一覧

- 表1 現地調査訪問先
- 表2 調査団員構成
- 表3 我が国の技術協力・有償資金協力の実績(水資源開発分野)
- 表4 我が国の無償資金協力の実績(水資源開発分野)
- 表5 他ドナー国・国際機関の援助実績(水資源開発分野)
- 表6 他ドナーによるソーラー揚水システムを用いた簡易給水施設の援助実績
- 表7 会社概要
- 表8 鉱研工業のODA実績
- 表9 本事業提案に関する訪問先
- 表10 地下水探査における訪問先
- 表11 井戸掘削における訪問先
- 表12 給水施設建設のための主な資機材
- 表13 給水施設建設会社の訪問先
- 表14 許認可に関する訪問先
- 表15 飲料水供給のための地下水採取・導水施設に対する認可・届出区分
- 表16 地下水の水位や流況を変化させる設置、建設、工事、活動に対する認可・届出区分
- 表17 収入を決定するパラメーター
- 表18 事業支出を決定するパラメーター

略語表

略語	正式名称	日本語
AUE	Association des Usagers de l' Eau	水利用者組合
CCI-BF	Chambre de Commerce et d' Industrie du Burkina Faso	ブルキナファソ商工会議所
FCFA	Francs CFA	セーファー・フラン (1€=655.957 FCFA の固定レート)
INO	Iventaire National des Ouvrages d' Approvisionnement en Eau Potable	飲料水供給施設国家インベントリー
NGO	Non Governmental Organisations	民間非営利団体
PN-AEP	Programme National d' Approvisionnement en Eau Potable	飲料水供給国家計画 (2016-2030 年)
PROGEA II	Le Projet de renforcement de la gestion des infrastructures d' approvisionnement en eau potable et de promotion de l' hygiène et de l' assainissement en milieu rural	村落給水施設管理・衛生改善プロジェクト・フェーズ 2
PVC	Polyvinyl Chloride	ポリ塩化ビニル
REFORME	Réforme du système de gestion des infrastructures hydrauliques d' approvisionnement en eau potable en milieu rural et semi urbain	村落・準都市部の飲料水供給施設の管理システム改革

要約

第1章 対象国・地域の開発課題

西アフリカのサヘル地帯に位置するブルキナファソ国は、国土の多くが乾燥地帯に属しており、降水量は年間約 750mm と少ない。乾季の約 8 ヶ月間はほぼ雨が降らず、小規模な河川や貯水池は干上がってしまうため、現地住民にとって水の確保は大きな課題となっている。近隣に水源が無い家庭では、主に女性と子供がバケツでの水汲みや長距離の運搬といった重労働を担っていることが多く、世帯人数や家畜が多いほど水汲みの回数も増えることから、女性の経済活動や子供の教育の機会を奪う弊害となっている。

第2章 提案企業、製品・技術

本事業でカギとなる技術は 3 つである。1 つ目は、特定の周波数の電流を地中に流すと、地下水が存在する場合に比抵抗値が局所的に変化するという現象を利用し、地下水脈の位置を特定することができる地下水探査技術である。2 つ目は 100m 以深の岩盤を掘削し、適切な井戸に仕上げる技術である。3 つ目は、現地国内で調達できる資機材を利用して、簡易な給水施設を建設し、公共水栓への給水または宅配による飲料水供給を運用するサービスである。対象地域において上記 3 つの技術を利用し、今まで地下水が無いとされていた、地下水の開発を行うことが可能となる。本事業の対象となる市場は水道が普及しておらず、水汲み労働を行っている村落の家庭及び、その地域の学校や診療所といった公共施設である。簡易な飲料水供給設備を建設することで初期投資を抑え、都市よりも人口規模の小さい村落で運用することが可能である。それにより、利用者は時間や季節に影響されることなく、継続的に安全で安価な水へアクセスできるようになり、水利用者組合によって行われている人力ポンプの維持管理も不要となる。さらに、水汲み労働も軽減されるため、利用者はその時間と労力を農業等の経済活動にあてることが可能となり、現地経済の向上に資すると考える。

第3章 ビジネス展開計画

本事業のスタートは、地下水の開発が困難なジニアレ地域としている。水アクセス率は 66.45% (2016 年) であるため、対象となる市場の人口は 14,879 人である。この地域を対象とした理由は、水アクセス率が低いという水の需要の高さに加え、首都ワガドゥグから北東へ約 30km という地理的優位性からビジネスを始めるために必要となる資機材を首都で購入しやすく、運搬費も低く抑えられるというメリットがあるからである。また、コミュン所在地であるジニアレ市街は、ある程度発展しており、その周辺で生活をする対象地域の村人は、ジニアレ市街で日雇い労働を行う者や、収穫した野菜を売りに行く等して収入を得ているため、他の地域に比べて購買能力が高いと想定している。

第4章 ODA 事業との連携可能性

本事業は、従来行われている無償資金協力の水資源開発案件のレベル1とレベル2の中間にあたる規模である。今までは、その地域の人口規模がレベル1となるかレベル2となるかの指標であったが、ODAによって本事業を普及することで、利用者から徴収した水料金を積み立て、資金が貯まった段階でレベル2の事業を行うといったアプローチも可能となる。ODAのレベル2給水事業へと発展させることが可能となれば、完工後、給水施設は現地政府に引き渡される。そして、運営を委託された水道公社が水道料金を利用者から徴収することができ、ブルキナファソ国政府が収益を得ることへとつながる。そして、ブルキナファソ国の全国的な水アクセス率が向上し、飲料水供給国家計画の目標達成に貢献することができる。

また、地下水開発を行うことで、農業開発分野の事業と連携することが可能である。過去の井戸掘削の実績でも、人力ポンプを設置するには勿体ないと言えるほど、地下水のポテンシャルが高い地域が存在した。そのような井戸は農業用水としても利用可能であり、小規模農家への支援になり得ると考える。実際に、ヒアリングを行った村人からは、水さえあれば農業を行って収入を増やすことができると訴える人もおり、ニーズは高いと考える。同国は労働人口の85%が農業従事者であることから、地下水を常時使用できるようになれば、農民は天候に左右されていた天水農業から脱却することができる。そして、小規模農家が「一村一品運動」(OVOP)や「小規模園芸農民組織強化計画プロジェクト」(SHEP)と連携することで、所得向上につながると考える。

ブルキナファソ国 難水地域における地下水開発のための基礎調査

企業・サイト概要

- 提 案 企 業 : 鉦研工業株式会社
- 代表企業所在地: 東京都豊島区
- サ イ ト : ブルキナファソ国首都ワガドゥグ
中央プラトー州ジニアレ地域

ブルキナファソ国の開発課題

- 水源が遠く、水汲み労働に多くの時間を費やしていることで、女性の経済活動／子供の教育機会の弊害となっている。
- 不衛生な水を飲料水として利用することで、水因性疾患により乳幼児が死に至るケースも少なくない。

中小企業の製品・技術



ピンポイント地下水探査システム「AQUA Visualizer」



トラック搭載型水井戸掘削機



飲料水の供給・販売

- 100m以深の地下水探査
- 100m以深の井戸掘削
- 飲料水の供給・販売

日本の中小企業の事業戦略

- 最新技術を用いた地下水探査と井戸掘削によって難水地域の地下水源を開発
- 水汲み労働を軽減させる飲料水供給方法を用いて、地方村落の一般家庭及び病院や学校等の公共施設に安全な飲料水の供給・販売

中小企業の事業展開を通じて期待される開発効果

- 女性の水汲み労働を軽減し、経済活動の機会を創出する(ジェンダー)
- 子供の水汲み労働を軽減し、学校教育の機会を与える(教育)
- 不衛生な水を利用している村人に安全な水を供給し、水因性疾患数を減少させる(衛生)

Survey on Groundwater Development of Dry area in Burkina Faso (SME Partnership Promotion)

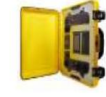
SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME: KOKEN BORING MACHINE CO., LTD.
- Location of SME: Toshima, Tokyo, Japan
- Survey Site: Ouagadougou and Ziniaré, Plateau-central Region, Burkina Faso

Concerned Development Issues

- Adverse effects on women empowerment and child education due to spending long hours and laboring to fetch water from distant resources.
- Drinking unclean water has led to outbreak of water-borne diseases and high infancy death rates.

Products and Technologies of SMEs



Pin point groundwater Exploration system 「AQUA Visualizer」



Truck mounted Water well drilling Machine



Supplying and selling drinking water

- Groundwater exploration, depth greater than 100m.
- Water Well drilling, depth greater than 100m.
- Supplying and selling drinking water

Business Sustainability

- Application of latest well drilling and electrical prospecting technology to dry area.
- Supply and sale of safe drinking water to households and public facilities in rural area by using drinking water supply method to reduce water fetching labor

Expected Impact

- Relief for women water fetching labor and promote women empowerment. (Gender promotion)
- Relief for child water fetching labor and promote child education. (Education)
- Decrease for water-borne diseases through supply of clean water for villagers. (Health)

はじめに

1. 調査名

「ブルキナファソ国 難水地域における地下水開発のための基礎調査」

「英文名 : Survey on Groundwater Development of Dry area in Burkina Faso (SME Partnership Promotion)」

2. 調査の背景

西アフリカのサヘル地帯に位置するブルキナファソ国は、国土の多くが乾燥地帯に属しており、水の確保が大きな課題となっている。住民は長時間の水汲み労働を強いられ、女性の経済活動や子供の教育の機会を奪う弊害となっていると共に、民家に近い溜池等の不衛生な水を飲用することで、下痢等に罹患する人も多く、抵抗力の弱い幼児が死に至るケースもある。このような状況のもと、ブルキナファソ国政府は飲料水供給国家計画(以下「PN-AEP」)を策定し、2030年までに飲料水へのアクセスの100%達成を目指しているが、現状、目標値を下回っており、更なる対応が求められている。このような背景から、本事業によって、鉱研工業株式会社(以下「鉱研工業」)の地下水探査技術と井戸掘削及び給水施設の維持管理技術を活用し、同国の地下水開発および水アクセス率の改善に貢献することを目指している。

3. 調査の目的

本調査の目的は、最新の開発課題や飲料水に関するニーズの情報を収集すると共に、鉱研工業が有する技術とノウハウが現地に適合するかを調査し、住民が継続的に安全な飲料水を得ることができるようなビジネスプランの策定をすることである。

当初計画では計2回の現地調査を行う予定であったが、治安状況の悪化により、JICAの安全対策措置が改定(業務渡航の禁止)され、対象地域での調査ができなくなった。このことから、ビジネス計画の策定については、第一回現地調査で収集した情報のみによって作成している。

4. 調査対象国・地域

ブルキナファソ国 ワガドゥグ市、中央プラトー州ウブリテンガ県ジニアレ地域

5. 契約期間、調査工程

2019年2月25日から2020年1月30日まで

第1回現地調査(2019年3月10日~4月8日)

表1 現地調査訪問先

訪問先	調査項目
邦人組織	
JICA ブルキナファソ事務所	現地の開発課題に関するヒアリング
在ブルキナファソ大使館	現地の開発課題に関するヒアリング
現地行政組織	
水衛生省	現地の開発課題に関するヒアリング
水衛生州局	現地の開発課題に関するヒアリング
飲料水総局	現地の開発課題及び許認可にかかる調査
ジニアレ市役所	現地の開発課題に関するヒアリング
ルンピラ市役所	現地の開発課題に関するヒアリング
ジテンガ市役所	現地の開発課題に関するヒアリング
ダペロゴ市役所	現地の開発課題に関するヒアリング
ウルグマネガ市役所	現地の開発課題に関するヒアリング
商工会議所	現地法人の設立に関する諸手続きの調査
現地企業	
INTELECT	パートナー選定
SAWES	簡易給水施設維持管理に関するヒアリング
AROM-H	簡易給水施設建設に関するヒアリング
SAIRA INTERNATIONAL	地下水開発に関するヒアリング
FTE	地下水開発に関するヒアリング
FORACO	地下水開発に関するヒアリング
SAAT	地下水開発に関するヒアリング
BESER	地下水開発に関するヒアリング
ETHAB	地下水開発に関するヒアリング

6. 調査団員構成

本調査団員は下記の通り。

表2 調査団員構成

氏名	担当業務	所属先
森山 和義	業務主任者/ビジネス計画策定	鈹研工業株式会社
中田 修	副業務主任者/提案製品・技術の現地適合性、市場調査、パートナー調査	鈹研工業株式会社
森 直己	アドバイザー/ビジネス展開計画、開発課題に関する情報収集、ODA 事業連携	日本テクノ株式会社

第1章 対象国・地域の開発課題

1-1 対象国・地域の開発課題

・ブルキナファソ国の課題

西アフリカのサヘル地帯に位置するブルキナファソ国は、国土の多くが乾燥地帯に属しており、降水量は年間約750mmと少ない。乾季の約8ヶ月間はほぼ雨が降らず、小規模な河川や貯水池は干上がってしまうため、現地住民にとって水の確保は大きな課題となっている。このことから、ブルキナファソ国政府は飲料水アクセス率100%を目指す計画「PN-AEP」を策定し、水量の多い井戸を活用することで給水のエリアの拡大を計画している。しかし、日本をはじめ、海外ドナー、国際NGOの協力や、ブルキナファソ国政府独自のプロジェクト等によって、多く的人力ポンプ井戸が建設されている一方で、給水施設が全く存在せず、衛生的な給水施設が近隣に存在しない村落も未だ存在しており、現地政府が公表する給水施設のインベントリーシート(INO)によると¹、全国で99村落がそれに該当している。同国は水資源が少ないことに加えて、地質的特性から地下水開発が困難な地域もあることから、課題解決に向けた取り組みが急務となっている。

同国は民家から500m以内に衛生的な給水施設が設置されていない住民が多く存在している。このような近隣に水源が無い家庭では、主に女性と子供がバケツでの水汲みや長距離の運搬といった重労働を担っていることが多い。世帯人数や家畜が多いほど水汲みの回数も増えることから、女性の経済活動や子供の教育の機会を奪う弊害となっている。また、民家に近い溜池等の不衛生な水を飲用し、下痢等に罹患する人も多く、抵抗力の弱い幼児が死に至るケースもあり、同地域における安全な水の確保は重要性の高い課題である。

一般的に、河川等の表流水や浅井戸等の水は動物の糞尿や農薬等が原因で汚染されている可能性が高いため、飲料に適した水を確保するために、表流水を飲料可能な水質レベルまで浄化することも可能であるが、飲料水浄化装置は一般的に高価であり、ろ過材の交換等、維持管理にも費用がかかる上、専門知識を有するエンジニアを必要とすることもあり、発展途上国においては課題となっている。井戸掘削によって地下水を揚水する場合、水質の観点から、深井戸(目安として深度15m以上もしくは岩盤より下の地下水を汲み上げること)が推奨されているが、対象地域のような花崗岩が主体の地質の場合、人力による掘削は不可能であり、掘削機を使用しても、裂隙水(地下の岩盤の亀裂に含まれる水)を得なければならないため、掘削地点を選定するために正確な調査が必要であり、最悪の場合、掘削をしても水を得ることができず、空井戸となるケースも多い。

一方、深井戸の無い村落だけが問題というわけではなく、深井戸があったとしても、雨期の大雨によってアクセスが断絶され、不衛生な浅井戸に頼らざるを得ない村や、村に1つの深井戸しかないため、故障した場合に水を得る手段を失う危険性を常に孕んでいる村も多

¹ Résultats de l'Inventaire National des Ouvrages d'Approvisionnement en Eau Potable de 2018

かる費用が高額となってしまう。また、維持管理のために専門知識を有したエンジニアが必要となり、万が一重大な故障が起きた際は長期間給水が停止する可能性もある。よって、現地の状況(人口、経済規模、技術者の有無等)に適した給水施設を設計することが肝要となる。



図2 飲料水の調達方法の分類

ブルキナファソ国では人口規模の小さな地方村落では人力ポンプが一般的であり、地方コミュン庁所在地や、人口が3,500人以上の場合は公共水栓を用いた簡易給水施設、都市部のコミュン庁所在地や10,000人以上の規模の街は各戸給水を建設することを目指している³。公共水栓の場合、その都度水を購入しなければならず、単価も500~600FCFA/m³と、各戸給水の約400FCFA/m³(水の使用量によって金額は異なる)に比べて割高である⁴。首都ではより低い価格が設定されているため、政府はその差を無くすよう給水施設管理会社に要求しているが、現実的にそれでは運営が成り立たないという理由から、改善はされていない。しかし、各戸給水の水料金は安いとはいえ、水道管を自宅まで引くための接続料が高額であるため、地域に水道が普及しているにもかかわらず、利用することができない人も多い。また、公共水栓の売上金の盗難や、帳簿の記載ミス、配管の水漏れによる無収水等も問題となっている。上記のことから、対象となる市場には取水から給水、そして料金徴収といった運営側の問題や、接続料、水料金といった利用者側の問題等、双方に解決すべき課題が存在する。

1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

ブルキナファソ国における村落部の飲料水へのアクセスは、2016年時点で65.3%であ

³ ブルキナファソ国中央プラトー地方給水施設管理・衛生改善プロジェクト事前評価調査(第一次・第二次)報告書

⁴ 現地調査および <http://oneabf.com/le-service-deau-potable/>

り、目標値である 76%を下回っている⁵。このため、村落・準都市部の飲料水供給施設の管理システム改革 (REFORME) を全国に適用し、飲料水へのアクセスを向上することが求められている。また、飲料水供給国家計画の事業目標によると、2030 年までに飲料水へのアクセスの 100%達成を目指している。同計画では、水量の多い井戸を活用して各戸給水や公共水栓等の割合を増やし、人力ポンプは新設しない方針である。現在、INO と呼ばれるインベントリーシートに、各村落の給水施設情報がまとめられ、ホームページ上で公表されているが⁶、単に井戸の有無や稼働状況が示されているだけであり、地質や揚水試験データ等の情報はまとめられていない状況である。

1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力量針

外務省によると⁷、我が国のブルキナファソ国における協力量針の重点分野は、①農業開発②教育の質の向上③域内経済統合の促進の 3 つである。農業は GDP の約 3 割、就労人口の約 8 割が担っており、経済成長を支える基幹産業の一つである。また、総人口の約 8 割及び貧困層の約 9 割が農村地域に居住し、食料安全保障や貧困削減の観点からも重要なセクターである。その一方で、ブルキナファソの輸出農産品は国際価格変動の影響を受ける綿花が多くを占めることから、輸出の潜在可能性も踏まえた農業生産物の多様化、高付加価値化等により農業従事者の所得の安定及び向上を図り、経済成長の加速化を支援する。また、気候変動による干ばつ等に対応するため、「アフリカ稲作振興のための共同体 (CARD)」による稲作支援等を実施し、食料安全保障を促進するとともに、教育分野等とも連携し、「食と栄養のアフリカ・イニシアティブ (IFNA)」による栄養改善に取り組むとしており、「ゴマ生産支援プロジェクト (2014-2019)」や「ブルキナファソ産リン鉱石を用いた施肥栽培促進モデル構築プロジェクト (2017-2022)」等が行われている。

本事業と関係する水・衛生分野のプロジェクトについては、「村落給水施設管理・衛生改善プロジェクト・フェーズ 2 (2015-2020)」の、飲料水供給施設の維持管理に関する活動や、草の根・人間の安全保障無償資金協力が行われている。水・衛生分野に関する協力は、水の安定的供給を通じて農業開発に資するとともに、人々の健康状態の向上につながり社会の安定に通じるものであるため、重点分野にも貢献するものである。

1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

ここ 10 年の間に行われた、ブルキナファソ国に対する我が国及び他ドナーの水資源開発分野における援助実績は表 3~6 に示す通りである。

⁵ PN-AEPA2016 年報

⁶ <https://www.eauburkina.org/index.php/resultats-ino>

⁷ 対ブルキナファソ 国別開発協力量針

表3 我が国の技術協力・有償資金協力の実績（水資源開発分野）

協力内容	実施年	案件名/その他	概要
技術協力プロジェクト	2009年7月～ 2013年5月	中央プラトー地方給水施設維持管理・衛生改善プロジェクト (PROGEA/PCL)	中央プラトー地方の9県にて、給水施設の持続的運営維持管理と適切な衛生行動の実践を目的とした活動
	2010～2014年	(科学技術) アフリカサヘル地域の持続可能な水・衛生システム開発プロジェクト	サヘル地域に適合した水・衛生システムの開発及び維持管理能力・技術向上、社会システム開発・実証及び導入準備促進活動
	2015年9月～ 2020年5月（現在実施中）	村落給水施設管理・衛生改善プロジェクト・フェーズ2 (PROGEA-2)	PROGEA第1フェーズで構築した手法を適用した給水施設維持管理改革プログラムの全国展開のための基盤整備。南部中央地方での改革プログラムの導入および中央プラトー地方での体制構築支援
協力準備調査	2007年3月～12月	中央プラトー・南部中央地方飲料水供給計画基本設計調査	管路型簡易給水施設4 サイト、人力ポンプ付深井戸給水施設新規建設190基の建設・改修、及びソフトコンポーネント計画策定のための調査
	2008年7月～12月	中央プラトー・南部中央地方飲料水供給計画事業化調査	人力ポンプ付深井戸給水施設300基の建設・改修及びソフトコンポーネント計画策定のための調査
	2010年12月～ 2012年1月	第二次中央プラトー及び南部中央地方飲料水供給計画準備調査	人力ポンプ付深井戸給水施設300基の建設及びソフトコンポーネント計画のための調査

表4 我が国の無償資金協力の実績（水資源開発分野）

実施年度	案件名	供与 限度額	概要
1982年度	水資源農村施設局機材整備計画	5.50	掘さく機材3台、車両等供与
1992～1993年度	地下水開発計画	8.56	深井戸118 本の新設 掘さく機2台、周辺機器、車両供与
1998～2000年度	ギニアウォーム撲滅対策飲料水供給計画	13.15	中央部地域10県の225村落に深井戸307本の 新設。掘さく機1台・車両供与
2005～2006年度	第三次小学校建設計画	17.32	学校建設34校、学校用給水施設56本

2008年度	中央プラトー・南部中央 地方飲料水供給計画 (実施設計)	0.67	深井戸295本の新設及び付帯施設建設、既存深井戸5本へのポンプ設置。運営維持管理の整備に係る支援のための実施設計調査
2009～2011年度	中央プラトー・南部中央 地方飲料水供給計画 (A型国債)	14.59	深井戸295本の新設及び付帯施設建設、既存深井戸5本へのポンプ設置。運営維持管理の整備に係る支援(Term-1～3の3年国債)
2012年度	第二次中央プラトー及び 南部中央地方飲料水供給 計画(実施設計)	0.47	深井戸300本の新設及び付帯施設建設、運営維持管理の整備に係る支援のための実施設計調査
2013～2015年度	第二次中央プラトー及び 南部中央地方飲料水供給 計画(A型国債)	9.68	深井戸274本の新設及び付帯施設建設、運営維持管理の整備に係る支援(Term-1～3の3年国債)

表5 他ドナー国・国際機関の援助実績(水資源開発分野)

実施年度	機関名	案件名	金額 (援助形態)	概要
2001年～ 2004年	イスラム開発銀行 (BID)	深井戸400計画	1,705 (有償)	西部中央地方における深井戸250本の新設
2001年～ 2007年	欧州連合 (EU)	地方太陽光プログラム フェーズII (PRS II)	13,600 (無償)	ブルキナファソ・西部中央・カサート・北部地方において深井戸100本新設, 60本改修。簡易給水施設90箇所新設, 60箇所改修。車両7台供与
2002年～ 2006年	アフリカ開発銀行 (BAD)	深井戸500本農村給 水計画補足フェーズ	10,042 (有償)	南西部・オートバッサン・ブルキナファソ・カサート地方において深井戸300本新設、450本改修。簡易給水施設30箇所新設
2003年～ 2009年	欧州連合 (EU)	西部水資源活用プログラム (VREO)	11,650 (無償)	カサート・オートバッサン・南西部・ブルキナファソ・西部中央・北部地方における深井戸200本新設, 50本改修。簡易給水施設30箇所新設, 15箇所改修
2004年～ 2006年	ドイツ復興金融公 庫 (KfW)	ムウンバレ村落給水 計画	5,624 (無償)	ブルキナファソ地方において深井戸316本新設、50本改修。車両6台
2004年～ 2007年	中国(台湾)	深井戸1,000本計画 (Projet1000 Forages)	7,622 (無償)	全国に629本の深井戸新設。車両3台供与。
2004年～	フランス開発庁	給水施設管理システ	7,355	東部・北部中央・西部中央・サヘル・北

2008年	(AFD)	ム改革適用プログラム (PAR)	(無償)	部・中央地方における給水施設管理システム改革を行うための活動。深井戸100本新設, 520本改修。簡易給水施設15箇所新設, 12箇所改修
2005年～ 2008年	アフリカ開発銀行 (BAD)	飲料水給水・衛生プログラム	27,470 (有償)	東部・北部中央・西部中央・サヘル・北部・中央地方において深井戸120本新設、780本改修。簡易給水施設10箇所新設、8箇所改修
2005年～ 2009年	デンマーク国際開発庁 (DANIDA)	水衛生セクター開発支援プログラムⅡ/ 村落水保健衛生 (EHA /R du PADESEA II)	25,180 (無償)	北部・フクティムン・東部中央地方において800本の井戸、1100の公共トイレ、30の簡易給水施設、衛生普及活動及び200本の既存井戸改修。
2006年～ 2008年	西アフリカ経済通貨連合 (UEMOA)	村落給水計画	3,910 (有償)	中央プレート・南部中央地方において深井戸300本新設
2006年～ 2009年	イスラム開発銀行 (BID)	ケネドゥグ県村落給水計画	2,580 (有償)	西部中央地方における深井戸200本新設、75本改修
2006年～ 2009年	ドイツ復興金融公庫 (KFW)	東部村落給水計画	5,000 (無償)	4町上水道システム強化改良。1町上水道施設構築、2町上水道システム拡張、1市上水道新設、簡易給水システム改修8箇所、新設21箇所など
2006年～ 2015年	デンマーク国際開発庁及びスウェーデン国際開発協力庁 (DANIDA & SIDA)	総合水資源管理アクションプラン支援 (Appui au PAGIRE)	3,635 (無償)	総合水資源管理アクションプラン支援のための財政援助
2007年～ 2010年	アフリカ開発銀行 (BAD)	カスカード、西部中央、南部中央、サヘル地方村落飲料水供給・衛生計画 (PAEP/BAD 4 R)	34,018 (有償・ 無償)	深井戸建設1,345本新設、50本改修。簡易給水施設16箇所新設、5箇所改修。ポイントソース型簡易給水施設10箇所改修。家庭用トイレ20,100基、共同トイレ1,150基、家庭用浸透枘7,000基建設。技術支援
2008年～ 2010年	アフリカ開発銀行 (BAD)	水供給・衛生プログラム (PAEP/BAD 13 P)	21,774 (有償)	ワグドゥグに30,780トイレ、ボボデュラに総延長27kmの排水路網建設。13県に対して750既存井戸改修

2008年～ 2010年	サウジアラビア基金 (FSD)	村落給水・地方開発プログラム	2,896 (無償)	北部・サハラ地方において深井戸180本の新設
2010年～ 2012年	国連児童基金 (UNICEF)	飲料水・衛生国家計画のためのユニセフ飲料水供給衛生計画	3,812 (無償)	中央プラトー・北部中央地方の学校・保健所を中心とした給水施設建設及び衛生普及・生活改善活動
2010年～ 2015年	欧州連合 (EU)	生活衛生改善のための提案募集	10,000 (無償)	水・衛生セクターに対する財政支援
2010年～ 2015年	欧州連合、デンマーク国際開発庁及びスウェーデン国際開発協力庁 (EU & DANIDA & ASDI)	水・衛生セクター財政支援 (ABS & PFC 2010 - 2015)	93,453 (無償)	水・衛生セクターに対する財政支援
2011年～ 2014年	フランス開発庁 (AFD)	村落給水計画	7,000 (無償)	給水施設管理システム改革適用プログラムの続きとして、北部中央地方において深井戸115本新設、200本改修。小給水網5。家庭用・公共トイレ2,000箇所新設
2011年～ 2015年	西アフリカ経済通貨連合 (UEMOA)	深井戸100本計画	1,303 (有償)	北部中央地方において深井戸100本新設

表6 他ドナーによるソーラー揚水システムを用いた簡易給水施設の援助実績
(1990年代～2000年代早期における援助実績)

実施時期	案件名	援助機関	概要
1991～ 1998年	地方太陽光プログラムI (PRS-I)	EU	80システムの建設
1994～ 1995年	サヘル水利計画	AFD	22システムの建設
2001年	東部地方給水計画	サウジアラビア	6システムの建設
2003年	サヘル地方給水計画	PGRN-SY	3システムの建設

また、これら国際機関のほかに NGO のプロジェクトがあり、ADRA (Adventist Development and Relief Agency)、Eau Vive、OCADES (Organisation catholique pour le développement et la solidarité) 等が人力ポンプの建設や修理、維持管理のトレーニング等を行っており、その他の小規模 NGO の活動も確認されている。

上記から、事業内容は建設に関わるハードな面と、維持管理に関わるソフトの両面で支援

が行われており、給水施設の建設については

- ①人力ポンプの新設または改修
- ②簡易給水施設の新設または改修
- ③上水道施設新設および拡張

の3つに分けることができる。飲料水供給国家計画では、水量の多い井戸を活用して各戸給水の割合を増やし、人力ポンプの数は増やさない方針であり、デンマーク国際開発庁、フランス開発庁等の援助機関もその政策に即した支援を実施しようとしている。また、人力ポンプの維持管理に関するプロジェクト (PROGEA2) も実施中であることから、本事業は、上記政策との方向性の相違や、実施プロジェクトとの重複を避ける必要がある。また、高度な技術を用いても、維持管理ができなければ課題解決の効果は低いため、現地人エンジニアが維持管理可能なシステムとしなければならないことや、未電化地域や断水時にも対応できるソーラーパネル等を使用した施設が推奨されることが過去の事例から考察できる。

第2章 提案企業、製品・技術

2-1 提案企業の概要

提案企業である鉦研工業は終戦直後に会社を設立し、国産初の高速回転ボーリングマシンを開発して以降、ボーリングマシンのトップメーカーとして製品開発を続け、ダムや地熱などのエネルギー分野、石油や石炭、海底資源等の資源開発、井戸や温泉等の地下水資源開発、道路やトンネルなどのインフラ整備等、国土の建設において重要な一翼を担ってきた。海外では ODA での給水案件受注の他、アジア各国においてボーリングマシンの販売も行っている。国内では、大学や病院、工場等に深井戸を掘削し、給水プラントや浄水プラントの設置も行い、維持管理サポートも含めた総合的な給水事業を行っている。東京に本社を構え、国内に11の支店営業所と2つの工場、長野県にミュージアムを所有するボーリングマシンメーカー唯一の上場企業である。

表7 会社概要

称号	鉦研工業株式会社
英語表記	KOKEN BORING MACHINE CO., LTD.
所在地	〒171-8572 東京都豊島区高田2丁目17番22号 目白中野ビル1F
設立	1947年(昭和22年)10月



図3 厚木工場(神奈川県)

図4 諏訪工場(長野県)

図5 ミュージアム鉦研(長野県)

ブルキナファソ国では1982年「水資源農村施設局掘削機材整備計画」を実施(当時はオートボルタ国)して以来、水井戸掘削機の供与および給水施設の施工を現在まで継続して行っている。実施した地下水開発案件は表8に示す通り。

表8 鉦研工業のODA実績

No.	開始年	案件名	井戸掘削数
1	1982年	「水資源農村施設局掘削機材整備計画」	機材供与
2	1992年	「地下水開発計画(1/2)」	25本
3	1993年	「地下水開発計画(2/2)」	93本
4	1998年	「ギニアウォーム撲滅対策飲料水供給計画(1/3)」	45本
5	1999年	「ギニアウォーム撲滅対策飲料水供給計画(2/3)」	135本
6	2000年	「ギニアウォーム撲滅対策飲料水供給計画(3/3)」	75本
7	2009年	「中央プラトー・南部中央地方飲料水供給計画」	300本
8	2013年	「保健社会向上センター建設計画」	21本
9	2014年	「第二次中央プラトー及び南部中央地方飲料水供給計画」	300本
			合計994本

上記のODA案件を通して、成功井994本、空井戸も含めると1,300本以上の井戸掘削および機材供与の実績があり、対象地域の地下水開発において重要となる多くの地質データや地下水のポテンシャルの情報を有している。

2-2 提案製品・技術の概要

本事業でカギとなる技術は3つである。1つ目は、特定の周波数の電流を地中に流すと、地下水が存在する場合に比抵抗値が局所的に変化するという現象を利用し、地下水脈の位置を特定することができる地下水探査技術である。2つ目は100m以深の岩盤を掘削し、適切な井戸に仕上げる技術である。3つ目は、現地国内で調達できる資機材を利用して、簡易な給水施設を建設し、公共水栓への給水または宅配による飲料水供給を運用するサービスである。対象地域において上記3つの技術を利用し、今まで地下水が無いとされていた、地

下水の開発を行うことが可能となる。また、住民及び公共施設に飲料水を供給し、水利用者から料金を徴収するために、包括的な給水サービスを構築し、住民の水汲み及び運搬の労働を軽減させることが可能となると考える。

2-3 提案製品・技術の現地適合性

現地調査を通して、現地政府組織へ本事業提案を紹介すると共に、実際に給水施設及び村人への給水状況を確認し、運営者及び利用者からヒアリングを行った。

表9 本事業提案に関する訪問先

訪問日	訪問先	面談者
2019年3月12日 2019年4月5日	JICA ブルキナファソ事務所	深谷 所員 小林 所長
2019年3月12日	水衛生省	Alassoun SORI 次官 Dofihouyan YE (飲料水総局) 局長
2019年3月13日	水衛生州局	Delwendé Guy Christian NIKIEMA 局長
2019年3月18日	在ブルキナファソ日本 国大使館	池崎 特命全権大使 大出 一等書記官
2019年3月21日	PROGEA2 プロジェクト 専門家	小野 総括
2019年4月5日	飲料水総局	SOMDA F Maria Goretti 氏

水衛生省を訪問した際、Alassoun SORI 次官と飲料水総局の Dofihouyan YE 局長より、ブルキナファソの地下水位は低くなる傾向にあり、将来的に深い深度に水を求めることは必然であるとの懸念が伝えられ、対象地域のみならず、さらに広範囲に実施することは可能かとの提案があり、飲料水に対するニーズが高いことが伺えた。また、水衛生州局の NIKIEMA 局長は、最近のプロジェクトで井戸の掘削を 10ヶ所実施したが、空井戸が多かったことにより費用対効果の悪い結果となったこともあり、本提案の地下水探査技術に興味を持っていただいた。さらに飲料水総局の SOMDA MARIA 氏によれば、過去の井戸掘削プロジェクトのデータを、当局が一元管理できておらず、現状は井戸掘削業者が各自保有しているという状況であることを問題視していた。本事業の参考資料であり、鉱研の過去の実績をまとめた地下水ポテンシャルのマップをお見せしたところ、是非その資料をいただけないかとの要望があり、データ管理に対する意欲は大きいことが確認できた。上記のことから、現地政府組織からの本事業に対する期待は大きいものであることが感じられ、政府のニーズに即した事業内容を改善していくことが大切であることがわかった。



企業機密情報につき非公表

図6 対象地域の地下水ポテンシャルマップ(鉱研工業の実績を基に作成)

・地下水探査技術における現地適合性

地下水探査について現地の地下水探査会社を訪問し、本技術の紹介をすると共に、ブルキナファソ国における地下水探査の現状についてヒアリングを行った。訪問した会社は下記の通り。

表10 地下水探査における訪問先

訪問日	訪問先	面談者
2019年3月15日	ETHAB 社	Paul Allain Minougou 社長
2019年3月20日	IGIP 社	Lazare YENOU 社長
2019年4月1日	BEESTH 社	ZENZA Z Alfred 社長

現地の地下水探査会社へのヒアリングによると、対象地域における電気探査(地盤の電氣的性質を測定する事により、地盤状況を把握する手法)の実績はどの会社も、深度100mまでしか行われていなかった。主な理由は3つあり、1つ目は、そもそも深度80m以深は新鮮な花崗岩が分布しており、そこに地下水は無いという地質的な判断によるものであり、2つ目は、仮に地下水が存在したとしても、水位が深ければ人力ポンプによる汲み上げはできないというポンプの能力的な判断によるもの、そして3つ目は、プロジェクトによっ

ては短期間の内に多数の地点を測量しなければならず、深い深度では調査に時間がかかるため、深度100mという仕様で行われているという工期的な理由によるものであった。

本事業で使用する地下水探査機はいちごホールディングス社製であり⁸、日本から輸送しなければならないが、探査方法は既存の電気探査と変わらないため、現地の地下水探査会社のエンジニアにて調査が可能である点は現地に適合していると言える。仮に深度200mの地下探査を行う場合、水平方向に約400mの側線を張らなければならないが、対象地域は地方村落であり、民家はさほど密集していないため、作業の支障とならないことが現地で確認できた。

上記のことから、本事業で地下水探査を行う際は、工期は一律に決めるのではなく、空井戸の多い地域は、調査時間を多めに時間を設ける等、地域に適した設定が必要である。

・井戸掘削における現地適合性

井戸掘削において、深度100m以上掘削可能な会社があるか調査を行うと同時に、過去に100m以深で地下水を得た実績があるかどうか調査を行った。訪問した企業は下記の通り。

表11 井戸掘削における訪問先

訪問日	訪問先	面談者
2019年3月14日	SAIRA 社	Venkatesh K. N 社長
2019年3月14日	FTE 社	DAVID JACOB BOULET 生産部長
2019年3月14日	FORACO 社	Thomas KYELEM 運営部長
2019年3月20日	SAAT 社	Souleymane Pat. OUEDRAOGO 社長
2019年4月1日	BESER 社	THIEBA Baba 社長

訪問した企業の実績や所有するボーリングマシン等の状態、経営状況等の理由から、3社が100m以深の掘削において問題無く施工できると判断した(SAIRA社、FTE社、BESER社)。ブルキナファソ国西部は堆積層が主体であるため、井戸掘削の際は、ロータリー工法(回転のみによる掘削)が一般的であり、泥水やケーシング等を使用して孔壁の崩壊を防ぎながら施工する必要がある。上記の井戸掘削会社は同工法によって施工することが可能である。しかし、対象地域を含むブルキナファソ国東部は既に述べたように花崗岩が分布しているため、掘削方法はDown the hole hammer工法(コンプレッサーと専用のビットを用いて打撃で掘削する手法)が一般的である。対象地域を含む、中央プラトー州において、100m以深の掘削実績を有していたのは2社(SAIRA社、BESER社)であり、SAIRA社は会社の敷地内に井戸を掘削し、最終深度200mまで掘削をしたが、結局60m以深で地下水を得ることはできなかった。BESER社は個人の顧客による依頼で井戸を掘削し、対象地域のジニ

⁸ <http://www.aquanext-inc.com/groundwater/visualizer/index.html>

アレ市において、深度140m地点で地下水を得ている。他にも中央プラトー州南部で3本、100m以深での地下水取得に成功している。水量も毎時4~10m³と、村を賄うには十分な地下水を得ているとの情報であった。

以上のことから、深度100m以深にも地下水が存在することが確認でき、井戸掘削に関しては、現地の企業で施工可能であるが、地質によって適切な工法を選択し、施工管理をしなければならない。

・資機材の調達における現地適合性

本事業の給水施設に必要な主な機材は下記の通りである。

表12 給水施設建設のための主な資機材

水中モーターポンプ	揚水管	電気ケーブル
制御盤	水位センサー	貯水タンク
ソーラーパネル	ソーラーパネル架台	

首都ワガドゥグでの商店を対象に調査を行った結果、上記の材料は全て現地国内で購入可能であることがわかった。しかし、多くの種類の商品を陳列している大規模な店舗は無いため、各製品を各店舗で買わなければならない。また、小規模な店舗の場合、在庫数が少なく、貯水タンクや水中モーターポンプ等、海外から輸入している資機材に関しては、納期に注意が必要である。

給水施設の建設に関して現地企業を訪問し、ブルキナファソ国で建設されている給水施設についてヒアリングを行った。

表13 給水施設建設会社の訪問先

訪問日	訪問先	面談者
2019年3月15日	INTELECT 社	Mamadou Ouedeaogo 社長
2019年4月5日	AROM-H 社	Samuel ZANGO 社長

ブルキナファソ国では巻頭写真5枚目のタイプの給水塔が一般的とのことであった。これは、現地で組み立て設置するタイプである。地面との設置部分はボルトで固定されているため、切り離しが可能であり、他の地域で再利用することができるとのことであった。コンクリート製のタンクに比べて施工が容易である点が普及した理由と推測する。2社 (INTELECT 社、AROM-H 社)とも、給水施設の建設には対応可能であることを確認した。しかし、このタイプは数十万円と価格が高く、運搬や高所作業も必要となるため、本事業においては採用しない。

・許認可

制度面については、現地政府組織及び簡易給水施設維持管理会社を訪問し確認を行った。訪問した会社は下記の通り。

表14 許認可に関する訪問先

訪問日	訪問先	面談者
2019年3月29日	飲料水総局	SOMDA F Maria Goretti氏
2019年4月5日	商工会議所	商工会議所 事務員

・現地法人設立について

現地法人もしくは支店を設立する際は、既定のフォーマットに必要事項を記入し、商工会議所(CCI-BF)に提出すれば、72時間で設立が可能である。外国人の場合、事前に担当大臣に要請書を提出する必要があるが、申請の手順はホームページにも掲載されており、行政書士に依頼して諸手続きを委託することも可能である。

・許認可について

本事業を行う上で必要となる許認可は、JICA報告書に記載されており⁹、内容は表14～15に記す。飲料水総局にて申請に係る手続きの確認を行ったところ、飲料水総局のビル内で必要な手続きは全て行うことができるとのことであった。

表15 飲料水供給のための地下水採取・導水施設に対する認可・届出区分

設置・建設・工事・活動の用途・目的	制度
岩盤地帯では5m ³ /h、堆積層の地帯では10m ³ /h以下の総揚水量の村落給水施設用の配水池、浅井戸、深井戸および付帯設備	届出を課す
岩盤地帯では5m ³ /h、堆積層の地帯では10m ³ /hを越える総揚水量の村落給水と準都市給水施設用の配水池、浅井戸、深井戸および付帯設備	認可とNIE(初期環境影響評価(IEE)相当)を課す
都市給水用の配水池、浅井戸、深井戸および付帯施設	
水源からの水路やその他全ての導水手段	
いかなる揚水量であっても、ミネラルウォーターの採水・包装・びん詰めのための施設	

⁹ ブルキナファソ国中央プラトー地方給水施設管理・衛生改善プロジェクト事前評価調査(第一次・第二次)報告書(2009)

表16 地下水の水位や流況を変化させる設置、建設、工事、活動に対する認可・届出区分

設置・建設・工事・活動の用途・目的	制度
2～4週間の期間の揚水試験	届出を課す
4週間の期間を超える揚水試験	認可とNIE(IEE相当)を課す
地下ダム	認可とEIE(環境影響評価(EIA)相当)を課す
地下水帯水層の涵養または排水のための人工の池・浅井戸・深井戸	
探査(鉱山探査の深井戸)	届出を課す
鉱山または採石場の設置と開発	認可とEIE(EIA相当)を課す

また、飲料水の供給においてはコミューンが統治しているため、実際に施工する際は、現地のコミューンと、具体的なサービスの提供等に関する契約を交わす必要がある。

2-4 開発課題解決貢献可能性

・地下水開発における貢献可能性

対象地域はこれまで空井戸が多く、井戸掘削の成功率が低いという理由で水アクセス率が低い状況であった。これは地質の構造上、地下水を得るには裂隙水を狙わなければならない、精度の高い探査が必要になることや、プロジェクトによっては、井戸掘削のポイントを村の中心から500m以内に選定するといった制約もあり、その範囲内で有望な掘削ポイントを選定するというのは困難であったためである。また、深度100m以深の掘削が行われなかった理由は、80m以深に地下水は無いという考え方が広く普及している点と、仮に深く掘削したとしても、孔内水位が深い場合、人力ポンプでは揚水できない可能性があるというのは既に述べた通りである。加えて、深く掘削するには施工費用も高額となり、費用対効果が低いという理由もある。本事業で精度の高い地下水探査を行うことで、高い確率で地下水の位置を確定することができれば、対象地域において地下水を開発できる可能性を飛躍的に高めることができる。また、現地のエンジニアに新たな知見を与えることにもなり、現地国内の技術の向上に貢献することとなる。

・給水における貢献可能性

現地で建設されている簡易給水施設は、取水井戸から地下水を揚水して高架タンクへと貯水し、水頭圧を利用して公共水栓および各家庭へ給水する方法であるが、建設費用が高額となるため、1万人以上の人口を有する都市でなければ運用は難しい。本事業では、現地国内で調達できる資材を用いて、簡易な飲料水供給設備を建設することで初期投資を抑え、都市よりも人口規模の小さい村落で運用することが可能である。それにより、利用者は時間や季節に影響されることなく、継続的に安全で安価な水へアクセスできるようになり、水利用者組合によって行われている人力ポンプの維持管理も不要となる。さらに、水汲み労働も軽

減されるため、利用者はその時間と労力を農業等の経済活動にあてることが可能となり、現地経済の向上に資すると考える。

第3章 ビジネス展開計画

3-1 ビジネス展開計画概要

本事業は既に述べた地下水探査技術と井戸掘削技術を用いて、公共水栓または宅配によって飲料水を供給するものである。一般的に我が国のODAでは、地方の小規模村落に建設されるハンドポンプ付きの深井戸を「レベル1」、人口5,000~10,000人規模の地方都市に建設される上水道を「レベル2」と呼ぶが、本事業はその中間に位置する規模の給水施設である。第1章で述べたように、レベル1では水汲み労働が必要となる他、維持管理に関しても多くの課題が存在する。しかし、レベル2では初期投資にかかる費用が大きく、また、維持管理に高いレベルの技術者が必要となり、地方村落には適していない。本事業では、その中間に当たり、現地に適した規模の給水施設を提案するものである。



図7 給水施設規模の比較

取水井戸に設置する水中モーターポンプの動力源は太陽光パネルとし、無電化地域に対応したシステムとする。既存の簡易給水施設は商用電源を使用しているケースが多いが、停電の際は水中モーターポンプが揚水することができず、断水状態となってしまう。また、停電復帰時の電圧変動や、落雷等の事故により、故障するというリスクがある。また、発電機を電源とすると、定期的なメンテナンスや燃料の補給が必要となることから、メンテナンスや燃料補給の不要な太陽光パネルを用いた設備が最も適当と考える。

給水方法に関しては、当初計画では、太陽光パネルを電源とし、充電式電動バイクや電気自動車を用いて家庭に宅配をすることで、雇用を生みつつ、水汲み労働を無くす提案をしていたが、現地では電動車両は販売していなかったため、代替案として公共水栓での給水を提案する。しかし、通常の公共水栓ではなく、電子マネーを用いた料金徴収システム

を導入することで、料金徴収を自動化し、確実に公正な水料金の徴収を行うことを目指す。電子マネーを導入すべき理由は、まず、第一に電子決済は利用者から確実に水料金を徴収でき、なおかつ盗難のリスクが無くなる点である。第1章で述べたように、盗難や無収水等の理由により、水料金の徴収がうまくいかないことで、故障しても修理を行うことができないことが、維持管理ができない最も大きな要因であった。しかし、電子マネーを用いることによって、その問題は解決できると考える。次に、修理代を支払っても、適切な修理が行われなことが問題となっていたが、電子マネーで料金徴収が行えれば、業者に修理を依頼することができるようになり、確実な維持管理が可能となる。電子マネーの利用方法に関しては、事前に専用のICカードにチャージをし、公共水栓で受信機にタッチすることで水が出るという仕組みが、利用者にとって利便性が高いと考える。携帯から直接購入できる方法も可能であり、利用者に対して最も受け入れられやすい方法を選択する必要がある。

3-2 市場分析

対象となる市場は水道が普及しておらず、水汲み労働を行っている村落の家庭及び、その地域の学校や診療所といった公共施設である。本事業のスタートは、地下水の開発が困難なジニアレ地域としている。ジニアレ全土の人口は 62,972 人(2006 年)であり、農村部の人口はその 70.43%の 44,351 人である。水アクセス率は 66.45%(2016 年)であるため、対象となる市場の人口は 14,879 人である。この地域を対象とした理由は、水アクセス率が低いという水の需要の高さに加え、首都ワガドゥグから北東へ約 30km という地理的優位性からビジネスを始めるために必要となる資機材を首都で購入しやすく、運搬費も低く抑えられるというメリットがあるからである。また、コミュン所在地であるジニアレ市街は、ある程度発展しており、その周辺で生活をする対象地域の村人は、ジニアレ市街で日雇い労働を行う者や、収穫した野菜を売りに行く等して収入を得ているため、他の地域に比べて購買能力が高いと想定している。

現地では既に簡易給水施設の維持管理を行っている現地企業がいくつか存在するが、彼らは規模の大きい村落が対象であるため、鉱研工業とは競合とはならない。本事業で一番の競合は「無料の水」である。従量制で飲料水の供給を行った際に、利用者が納得して利用するかという点が最も重要である。調査の結果からすると、首都ワガドゥグ郊外のカンボワンセ村、ジテング市、ダペロゴ市にて、現在稼働中の公共水栓で実際に水を購入している婦人(各 2 名、合計 6 名)にヒアリングを行った結果、近くに安価な人力ポンプがあるとしても、村人は水汲み労働の負担が軽いことを理由に、公共水栓から水を購入する意欲があることが分かった。通常、水汲み労働は朝昼晩の 3 回行われる。家族の人数分に加えて家畜用にも必要なため、平均すると 1 人当たり 1 日 20L の水を消費するとのことである。一回の水汲みで、自転車では 40~60L、手押し車で 120~200L、ロバ車による運搬で 300~400L の運搬が可能であるが、これを人力ポンプで汲むとなると子供や女性にとって大きな負担となる。

また、人力ポンプのシリンダーの設置深度が深い場所では、ハンドルが非常に重く、2～3人がかりで汲んでいる村落も存在した。水の運搬においても、気温が高く、道も悪い中行うということは、利用者にとって大きな負担であり、一般的な価格で、水汲み労働が軽減されるのであれば、村人は本サービスを利用すると考える。

3-3 バリュチェーン

バリュチェーンは「①設計」「②地下水開発」「③資機材調達」「④給水施設建設」「⑤販売」「⑥維持管理」の6つである。設計段階での村落選定は、鉱研工業が所有する地質データや地下水ポテンシャルのデータと、政府が公表しているインベントリーシートのデータを元に、人口や水アクセス率、首都からのアクセス等の情報も考慮した上で決定する。公共水栓の設置場所は、住民と協議の上で選定し、利用人口と地下水ポテンシャルを考慮した上で、必要に応じて複数ヶ所設置する。地下水開発は、地下水探査を鉱研が独自で行い、地下水の位置を特定した後、井戸掘削は鉱研工業が管理の下、現地の井戸掘削企業が地下水開発を行う。井戸仕上げ時に挿入するPVCはφ125mmであれば、現地で購入する水中ポンプを設置可能である。もし、村落に既存の人力ポンプがあり、人力ポンプの揚水管がステンレス製であれば、コミュニオン及び村の承諾の上、水中ポンプに設備更新することも検討する。これは、ステンレス製の揚水管であれば、一度引き揚げた後も再設置が可能であり、村人にとってリスクは無いということを説明できるためである。資機材の調達に関しては、現地で全て手に入るが、品質や在庫に問題が生じた場合は、第三国や日本からの輸入を検討する。また、給水施設の建設に関しては、高架タンクを建設すると資材やクレーン等の機械も必要となり、建設コストが高くなるため、人力で施工可能な設計とする。飲料水の販売に関しては、電子マネーによる支払いとすることで、確実な料金徴収を行う。維持管理は、水利用者組合によって盗難防止のためのパトロールや、トラブル発生時の連絡役として協力してもらう予定である。これは、水利用者組合が既に人力ポンプ等の維持管理を行っており、手数料として収入を得ている場合、本事業によって収入が無くなるということが無いようにするための配慮である。修理は現地の会社で対応が可能である。

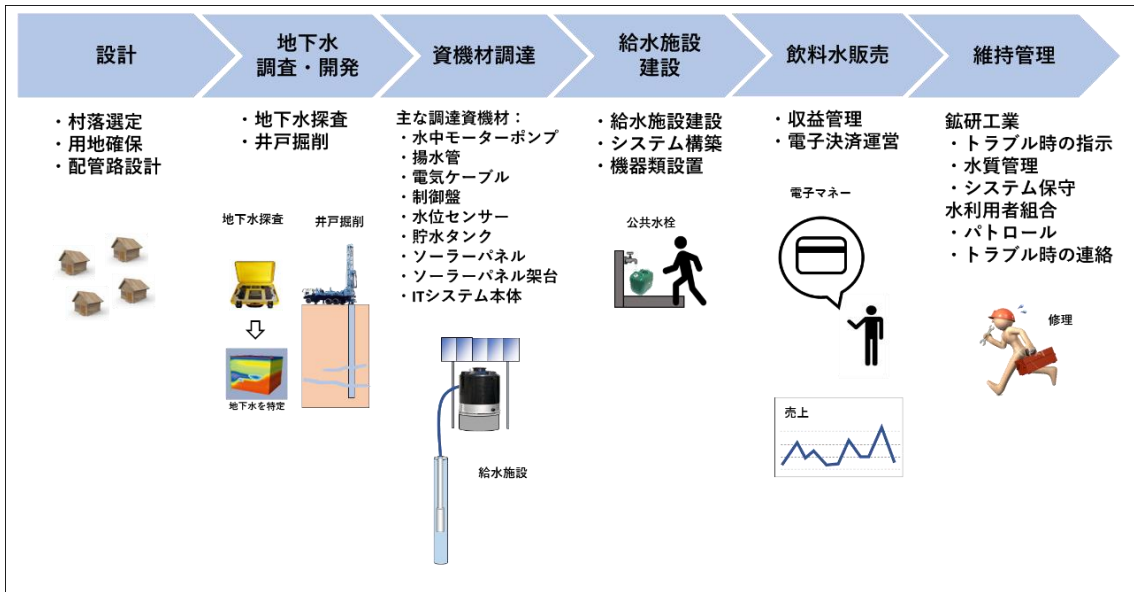


図8 本事業におけるバリューチェーン

本事業のビジネスモデルは下記の通りである。

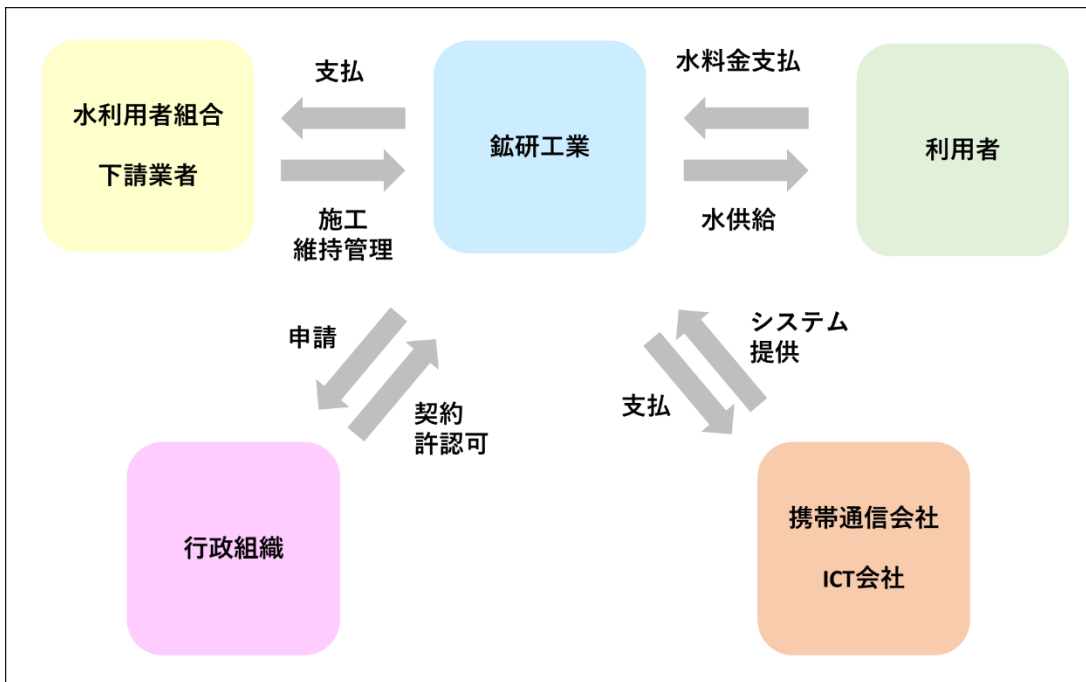


図9 ビジネスモデルの相互関係図

3-4 進出形態とパートナー候補

パートナーの候補は、鉱研工業と長年付き合いがあり、人力ポンプや簡易給水施設の建設で多くの実績を有している INTELECT 社を予定している。しかし当面は、共同で事業を行うのではなく、鉱研が発注し、INTELECT 社は下請業者として受注する立場とする。

3-5 収支計画

財務計画を策定するため、事業収入と支出にかかるパラメーターを以下の通りにした。事業実施の収益性の検討にあたっては、事業費（調査・建設費）の算定と、更なる調査を行い、当該パラメーター採用値の精査と決定を通じた財務計画を策定する必要がある。

表 17 収入を決定するパラメーター

対象人口／施設	
対象村落人口	1,000～3,000 人程度
対象村落の近隣人口	対象村落人口の 40%程度
人口増加率	3%程度
給水方法	貯水タンク下に設置される公共水栓 1 箇所と水売り人による販売（自転車、バイク、荷車での移動販売）とする。
事業計画	
事業計画年次	10 年
施設数	70 施設（1 年時 10 施設、2 年時 40 施設、3 年～10 年時 70 施設）
水消費量（新規施設からの水利用量）	
地方村落部	20L/日/人 ¹⁰
地方都市近郊の村落部	35L/日/人 ¹¹
水利用料金	世帯の可処分所得（世帯収入）の 4%未満 ¹² ～12%未満程度

世銀などの国際機関は、開発途上国地方村落部での水利用に係る費用を世帯収入の 4%未満に設定することを推奨している。なお、当該国地方村落部での水料金の実勢（デファクト）額は 2 円/20L である。

IRC（2013 年）の調査によると¹³、当該国地方村落部での水利用に係る世帯支出の割合

¹⁰ ブルキナファソ国基準（WHO 基準に準拠）

¹¹ 本調査による想定値

¹² 世銀等の推奨値

¹³ IRC International Water and Sanitation Centre (2013), Household Expenditure on Water Service, Financial and

は、世帯収入の平均 17%と高い値になっている¹⁴。利用料金は事業費と運営維持管理費用を算定し、収益性を考慮したうえで、水供給という事業の公共性から安価に抑えることが望ましい。

対象地域における世帯収入に関する詳細調査を支払い意思額・可能額の精査により値を決定する必要がある。なお、同調査（IRC, 2013）での地方村落部での平均年収は USD 233/人となっている。

表 18 事業支出を決定するパラメーター

事業費	
地下水探査費用	詳細調査にて算出
給水施設建設費	詳細調査にて算出
運営・維持管理費用（人件費）	
スキームマネージャー	1名/事業（全体管理・マネジメント）
スキームオペレーター	1～2名/事業（施設巡回保守、検針、施設運用記録、請求書作成と配布・料金徴収促進等）
施設オペレーター兼公共水 詮管理人（ケアテーカー）	1名/施設
施設修繕費	
新設時～5年間	直接工事費（深井戸掘削・建設費、ソーラーパネル設置費用は除く）の 1.5%/年
建設 5年～10年	直接工事費の 3.5%/年
IoT 導入費用、事務・諸経費	
電子マネー導入、システム維持費	詳細調査にて算出
請求システム導入、システム維持費	詳細調査にて算出
銀行口座等維持費、事務・諸経費等	詳細調査にて算出
施設更新費	モーターポンプ、配管、建屋の 10%/年 事業年次は 10年とするが、10年後には施設の回復が行われ、自立発展的な事業継続を目指す。
リスクとインフレ率	3%程度

Economic Expenditure of rural and peri-urban Households across Socio-economic Classes and Seasons in Burkina Faso

¹⁴ 階層別にみると、USD 356（非貧困層）USD 183（貧困層）USD 108（最貧困層）となっている。

3-6 想定される課題・リスクと対応策

ブルキナファソ国では法制度や許認可に対してリスクは無いと考えるが、発展途上国では突然制度が変わることもあるため、常に最新の動向を注視しておく必要がある。また、本事業の給水施設自体は簡易なため、後発企業が模倣して参入する可能性は高いが、電子マネーの支払いシステムを導入し、利用者の困り込みを行うことで、他社との競争を防ぐことが可能である。近年は同国の治安が急激に悪化し、それに伴い経済活動も鈍化すると予測されるが、水は生活に欠かせないため、村人の需要は変わらないと考える。

地下水位の低下を防ぐために、過剰な揚水は避けるべきである。事前に井戸の揚水試験を行い、適切な揚水量を把握したうえで、安定的に飲料水を供給し、利用者が想定よりも増えた場合は、新たな水源を利用した給水施設の建設を行い、地下水の枯渇が無いように注視する必要がある。また、水質に関しても定期的に分析機関に提出し、WHOの規格に沿った、安全な飲料水の供給をしなければならない。

3-7 期待される開発効果

2016年のブルキナファソ国の水アクセス率は65.3%であるが、既存の人力ポンプが経年劣化により故障する頻度が多くなると、やがて放棄され、水アクセス率が下がることにもなりかねないが、本事業によって維持管理の質は向上し、対象村落の村人は時間や季節に影響されることなく、継続的に安全で安価な飲料水にアクセスできるようになり、結果、水アクセス率は向上することとなる。また、人力ポンプは点給水であり、家が井戸から500m以上離れていると、水アクセス率にカウントされないため、新たに井戸を掘削しなければ水アクセス率は向上しないが、公共水栓の場合は配管と公共水栓を追加すれば、容易に水アクセス率を向上させることができ、住民の要望する場所に建設することも可能である。よって、水汲み労働が軽減され、子供は通学を、女性は商売や農業など、より価値的な活動に時間を使うことが可能となる。

3-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

鉾研工業は長野県塩尻市に記念博物館「地球の宝石箱」を1997年(創立50周年時)に建設しており、大学教授等を招待して一般の人向けの講演や、現地の小学生を招待して催しを行うなど、様々な活動を通して、広く地球科学について興味を持っていただけるよう努めている。そこで、本事業を機に、一般の人々にはあまり縁の無いブルキナファソ国について紹介することを目的とした展示を博物館で行い、JICA海外協力隊やブルキナファソ国で活動する人々をゲストとした講演会等を行うことで、多くの人に国際協力と触れ合う機会を与えることができる。このような催しを継続的に行うことで、多くの人を長野県に呼び込むことにつながり、経済面で地域活性化へとつなげることができると思う。

第4章 ODA事業との連携可能性

4-1 連携が想定される ODA 事業

本事業は、従来行われている無償資金協力の水資源開発案件のレベル1とレベル2の中間にあたる規模である。今までは、その地域の人口規模がレベル1となるかレベル2となるかの指標であったが、ODAによって本事業を普及することで、利用者から徴収した水料金を積み立て、資金が貯まった段階でレベル2の事業を行うといったアプローチも可能となる。

また、地下水開発を行うことで、農業開発分野の事業と連携することが可能である。過去の井戸掘削の実績でも、人力ポンプを設置するには勿体ないと言えるほど、地下水のポテンシャルが高い地域が存在した。そのような井戸は農業用水としても利用可能であり、小規模農家への支援になり得ると考える。実際に、ヒアリングを行った村人からは、水さえあれば農業を行って収入を増やすことができると訴える人もおり、ニーズは高いと考える。同国は労働人口の85%が農業従事者であることから¹⁵、地下水を常時使用できるようになれば、農民は天候に左右されていた天水農業から脱却することができる。そして、小規模農家が「一村一品運動」(OVOP)や「小規模園芸農民組織強化計画プロジェクト」(SHEP)と連携をすることで、所得向上につながると考える。

4-2 連携により期待される効果

本事業の給水施設が普及し、将来 ODA のレベル2 給水事業へと発展させることが可能となれば、完工後、給水施設は現地政府に引き渡される。そして、運営を委託された水道公社が水道料金を利用者から徴収することができ、ブルキナファソ国政府が収益を得ることへとつながる。そして、ブルキナファソ国の全国的な水アクセス率が向上し、飲料水供給国家計画の目標達成に貢献することができる。

¹⁵ ブルキナファソ国 市場志向型農産品振興マスタープラン策定プロジェクト(2015)