

事業事前評価表

1. 案件名（国名）

国 名： エチオピア連邦民主共和国

案件名： ナイルの源流エチオピア・タナ湖で過剰繁茂する水草バイオマスの管理手法と有効利用プロセスの確立

The Project for Eco-engineering for Agricultural Revitalization Towards Improvement of Human Nutrition (EARTH): Water Hyacinth to Energy and Agricultural Crops

2. 事業の背景と必要性

（１） 当該国における農業セクターの開発の現状・課題及び本事業の位置付け

エチオピア連邦民主共和国（以下、「エチオピア」という。）では、労働人口の約 70%が農業に従事し（World Statistics Pocketbook、2016）、GDP の約 40%を農業セクターが占めており（世界銀行、2015）、農業セクターの重要性は高い。長年にわたる政府プログラムや援助機関による農業・農村開発により、農業生産量の増大が図られている一方、依然、土壌生産性の低さや土壌劣化、酸性化等が問題となっている。

また、貧困率は 24%（2016 年）（世界銀行、2020）と高く、特に栄養価の高い食料へのアクセス不足が指摘されている。最低食事水準を満たす子供の割合は、全国平均で約 7%、農村部に至っては 1.6%（USAID、2016）と極めて低く、子供の貧血・亜鉛欠乏症においては公衆衛生上深刻なレベルにあるとされている。加えて、南スーダンやソマリア等の紛争影響国からの難民流入も多いとされている。

エチオピア政府は 2015 年に「Growth and Transformation Plan II（GTP II：第 2 次 5 カ年開発計画）（2015/16～2020/21）」を打ち出し、農業セクターをエチオピア全体の経済成長にとって核となる産業と位置付けている。同セクターでは 7 つの主要目標が掲げられており、「作物栽培と牧畜の振興」および「自然資源の保全と活用」の中で、農業生産性向上に資する活動として土壌の保全に取り組むこととしている。さらに、同政府は 2015 年に「the Seqota Declaration」の中で子供の栄養失調を 2030 年までになくす方針を掲げている。

また、2021 年に公表した「Ten-Year Development Plan（10 カ年開発計画）（2021-2030）」では、経済開発計画の柱に「農業開発」を掲げ、食料・栄養ニーズを満たすために特に穀物及び園芸作物の生産量の増加に取り組むとし、インフラ開発計画では、技術革新の重要性を強調している。

一方、近年同国最大の湖であるタナ湖（約 3,200km²、琵琶湖の約 5 倍）（Kebede et al., 2006）ではホテイアオイが過剰繁茂（最大約 500km²、東京都 23 区に匹敵する面積）（Tewabe et al., 2017）し、航行障害や周辺農地へのホテイアオイ侵入等の農業・漁業従事者への被害をもたらしている。エチオピア政府及び関連自治体は、ホテイアオイの除去に多大な予算を投入しているが、右努力にかかわらず、ホテイアオイは増殖速度が速く、現地目視判別による大ま

かなバイオマス推定によるバイオマス把握及び人力及び機械的刈り取り、廃棄物処理といった従来の管理方法では、広範に繁茂するホテイアオイの完全除去が極めて困難な状況であり、この適切な刈り取り、管理及び有効利用が課題となっている。

これらの課題に対し、琵琶湖環境科学研究センターは、生態系保全の観点からの最適な水草量の推定や侵略的外来植物のドローン技術での測定等、滋賀県立大大学は水草バイオマスのメタン発酵消化液を用いた微細藻類培養等の知見を有するとともに、創価大学は 2017 年度よりバハルダール大学やインジバラ大学と共同研究「Plankton Eco-engineering for Environmental and Economic Transformation (2017-2021 : 文部科学省)」を行い、ホテイアオイの高速処理と現地微細藻類生産の基礎技術開発に成功してきた。

これらの状況を踏まえ、本事業は、①ICT を用いたモニタリングによるバイオマス推定と分布拡大のモデル化を通じた持続可能な最適刈取法の確立、②固液分離後の液分の高速メタン発酵による栄養塩抽出及び固形分からの炭素回収技術の開発、③メタン発酵消化液から微細藻類（スピルリナ）の生産及びバイオ炭も活用した土壌改良と農作物増収法の確立、④栄養ニーズに合ったスピルリナ由来の栄養改善食品の開発と販売基盤整備を行うことで、漁村崩壊や生態系破壊の原因であるホテイアオイバイオマスの適正管理及び有効的な資源化、ひいてはエチオピア経済と栄養改善への貢献を目指す。

（２） 農業セクターに対する我が国及び JICA の協力量針等と本事業の位置づけ

我が国の対エチオピア国別開発協力量針では、重点課題として「農業・農村開発」を掲げ、その内の「農業生産性・安定性向上プログラム」にて農業の生産性向上・安定性確保の基盤となる持続的な土地管理・自然資源管理の手法に取り組んでいる。また、重点課題「教育・保健」ではユニバーサルヘルスカバレッジ（UHC）の理念の実現に取り組むとしている。

本事業は過剰繁茂した水草バイオマスの適切な管理と有効活用法の確立を通して、持続的な自然資源管理及び農業生産性・安定性向上、栄養改善に寄与することから、我が国及び JICA の協力量針と合致し、さらに SDGs ゴール 2「飢餓撲滅」、同 9「産業・技術革新・インフラの構築」、同 15「陸域生態系の保全」に寄与するものである。

（３） 他の援助機関の対応

- 1) 2015 年から 5 年間、リードドナーである世界銀行及び各国ドナー（欧州連合（EU）、米国国際開発庁（USAID）、カナダ外務貿易開発省（DFATD）、オランダ、スペイン国際開発協力庁（AECID）、イタリア開発協力庁（IDC））が出資し、エチオピアの上記 GTP II の農業分野成長に寄与するために「Second Phase of Agriculture Growth Program」（以下、「AGP-II」という。）を実施している。AGP-II では、主に①小規模農家の農業生産性の向上と参加農家の市場化、②貧困削減、栄養改善、気候変動への適応能力向上という幅広い目標を掲げており、目標②の一つの活動として、栄養改善に取り組んでいることから、成果の共有、活用等、連携の可能性がある。
- 2) 世界食糧計画（WFP）や国際連合児童基金（UNICEF）が食糧支援活動を行っている。
本案件で培養するスピルリナから生産する栄養補助食品の流通面における連携の可能

性を模索する。

- 3) 国際連合食糧農業機関（FAO）は農業技術面で、とくに気候変動に脆弱な地域を対象としてエチオピアに合った「Climate-Smart Agriculture」という環境保全型農業の推進に力を入れている。

3. 事業概要

（１）事業目的

本事業は、アムハラ州タナ湖及び周辺地域において、ホテアオイ管理システムの開発、栄養及びエネルギー回収技術の開発、微細藻類及び農業生産物の生産システムの確立、微細藻類由来の栄養補助食品の商業的価値の認定を通じ、健全な湖沼環境のための管理システム、有価物の生産及び栄養補助食品の販売体制の確立を図り、もって水沼の生態系・生物多様性保全及び資源の有効利用に寄与するものである。

（２）プロジェクトサイト／対象地域名

エチオピア アムハラ州 タナ湖及び周辺地域

（３）本事業の受益者（ターゲットグループ）

直接受益者：バハルダール大学、インジバラ大学およびタナ湖周辺水域保護開発機構の研究者（計約 30 名）

最終受益者：・ホテアオイ侵入地域周辺の住民（約 2～3 万人）

・プロジェクト実施場所周辺の農民（約 6,000～8,000 人）

・パイロット事業を通して生産される有価物（消化液、バイオ炭、野菜等）を利用・消費する周辺農家・市民（約 100～500 人）

・ホテアオイの処理や作物生産に関わる現地パートナー組織

・微細藻類を利用した製品の加工・販売に関わる現地企業

（潜在的な将来の間接的な受益者：難民を含む栄養不足に苦しむエチオピアの子供等）

（４）総事業費（日本側）

約 3.5 億円

（５）事業実施期間

2021 年 7 月～2026 年 6 月の計 5 年間（仮）

（６）相手国実施機関

・バハルダール大学農業環境科学部

メインカウンターパートであり、成果毎に研究者を配置するなど事業の全活動に関わり、他機関との調整も担う。

- ・インジバラ大学農業食料気候科学部

成果毎に研究者を配置し、特に成果 3 のバイオ炭の土壌改良や施肥効果実験を担う。

- ・タナ湖周辺水域保護開発機構（LTaOWPDA）

成果 1 のホテイアオイ管理システム開発をテーマリーダーとして担う。

（7）国内協力機関

- ・創価大学理工学部、大学院工学研究科、経済学部、看護学部、経営学部

研究代表として、成果毎に研究者を配置するなど、事業の全活動に関わる。

- ・滋賀県立大学環境科学部

成果 3 の有価物生産システム開発をテーマリーダーとして担う。

- ・琵琶湖環境科学研究センター

成果 1 のホテイアオイ管理システム開発をテーマリーダーとして担う。

（8）投入（インプット）

1）日本側

① 在外研究員派遣

・短期専門家：約 20 名（情報工学、陸水生態学、応用陸学・環境微生物学、環境教育・光学、陸水物理学、水処理工学・生態環境工学、水圏生態学・生態工学、土壌学・環境農学、応用藻類学・生態工学、水産学・生物海洋学、蔬菜園芸学・農業環境工学、経済政策・開発経済学、公衆衛生学・保健学、医薬品および金融における産業分析、食品農業経済学、人口学、農業社会構造学）

② 招へい外国研究員受け入れ：短期研究約 13 名、長期研修（博士課程 1 名）（情報工学、陸水生態学、応用陸学、環境微生物学、陸水物理学、水処理工学、水圏生態学、土壌学、応用藻類学、水産学、蔬菜園芸学、経済政策・開発経済学、公衆衛生学、食品農業経済学、農業社会構造学）

③ 機材供与：研究用の資機材、パイロット施設、車両

2）エチオピア国側

① カウンターパートの配置：代表研究者 1 名、研究者約 30 名

② 研究用の資機材の一部

③ プロジェクトオフィスや研究実施のための施設

④ 研究実施のための現地経費

⑤ 現地経費

⑥ ホテイアオイ採取のための人材、機材

⑦ パイロット施設建設用地

（9）他事業、他援助機関等との連携・役割分担

1）我が国の援助活動

JICA はこれまでエチオピアにおいて農村の市場化を実現すべく、技術協力プロジェクト

「市場志向型小規模園芸農業推進プロジェクト」にて小規模農家の市場志向型農業への転換と収入向上に取り組んできた他、農業生産性・安定性向上を実現すべく、技術協力プロジェクト「国立イネ研究研修センター強化プロジェクト」「農村レジリエンス強化のためのインデックス型農業保険促進プロジェクト」に取り組んでいる。本案件で実用化を目指すバイオ炭を活用した土壌改良法はこれらのプロジェクトでの活用が見込まれる。また、栄養改善を目的とした事業の検討も進んでおり、スピルリナの活用可能性がある。

2) 他援助機関等の援助活動

エチオピアの農業セクターにおいては、世界食糧計画（WFP）や国際連合児童基金（UNICEF）が食糧支援活動を行っている。本案件で培養するスピルリナから生産する栄養補助食品の流通チャネルとしての連携の可能性がある。

（10）環境社会配慮・貧困削減・社会開発

1) 環境社会配慮

- ① カテゴリ分類：C
- ② カテゴリ分類の根拠：本事業は「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2010年4月交付）に掲げる影響を及ぼしやすいセクター・特性及び影響を受けやすい地域に該当せず、環境への望ましくない影響は重大でないと判断されるため。
- ③ 環境許認可：該当なし
- ④ 汚染対策：該当なし
- ⑤ 自然環境面：該当なし
- ⑥ 社会環境面：該当なし
- ⑦ その他・モニタリング：該当なし

2) 横断的事項

特になし

3) ジェンダー分類：GI（ジェンダー主流化ニーズ調査・分析案件）

＜活動内容／分類理由＞上位目標にて女性を含む人々の栄養改善や生計向上に資することを目指しているが、本事業の枠組み内においてジェンダー平等や女性のエンパワメントに資する具体的な取組は含まれていないため。事業の実施段階においては、ホテアオイの刈り取りから有価物生産・加工・販売の過程に女性が参画し、また本事業で開発を目指す栄養改善食品の消費者としても女性のニーズが反映されるよう、取り得る工夫を検討する。

（11）その他特記事項

特になし

4. 事業の枠組み

（1）上位目標

人々の栄養改善及び生計向上に貢献するために、ホテイアオイバイオマスから有価物への産出工程及び微細藻類由来の栄養補助食品に係るビジネスモデルがエチオピアで開始され、ホテイアオイバイオマスが有効に利用される。

指標及び目標値：一つ以上の現地企業が、ホテイアオイから生産された微細藻類由来の栄養補助食品を利用し、ローカル規模¹でのビジネスを開始する。

（２）プロジェクト目標

健全な湖沼環境のための、ICTに基づいたホテイアオイの管理システムが提案され、ホテイアオイ由来の有価物（副産物、微細藻類、農作物）の生産及び、微細藻類由来の栄養補助食品の販売体制が、パイロット規模²で確立・統合される。

指標及び目標値：

1. ICTに基づいたホテイアオイの管理システムが実証され、地方政府及びコミュニティへ提案される。
2. ホテイアオイ由来の有価物がパイロット規模で3か月間以上安定的に生産される。
3. 1つ以上の微細藻類由来の栄養補助食品が1つ以上の現地企業により生産及び国内市場で販売される。

（３）成果

成果１：健全な湖沼環境維持のため、バイオマス成長予測モデル及び効果的な刈取場所、刈取時期、量、頻度を推測する刈り取りモデルに基づくホテイアオイ管理システムが開発される。

成果２：圧縮されたホテイアオイの搾汁液の高速メタン発酵及びホテイアオイ固形残渣の炭化に基づく栄養及びエネルギー回収技術が開発される。

成果３：ホテイアオイ処理における副産物（メタン発酵による廃液（ADE）とバイオ炭）を用いた、農業生産物（微細藻類及び農業生産物（水耕野菜、土耕作物））の生産システムが確立される。

成果４：微細藻類由来の栄養補助食品の商業的価値が国内市場で受容される。

（４）主な活動

活動 1-1：リモートセンシングによりホテイアオイバイオマスの季節的変動のモニタリング手法を開発する。

活動 1-2：湖沼環境（例：周辺温度、水温、pH、風速、湖流、溶存酸素濃度、塩類濃度、太陽照射量）をモニタリングし、ホテイアオイバイオマス成長予測モデルを開発する。

活動 1-3：大量刈取に適したホテイアオイの刈取手法を以下から選択する。(1)地元で開発された船舶を用いて刈取る、(2)船舶で湖岸に集めて重機で刈取る、(3)人力で刈取る。

活動 1-4：健全な湖沼環境のための、湖内管理モデル地区における適切な刈取時期、量、頻

¹ 国内でビジネスとして収益性を確保できる見込みのある規模。

² パイロット施設で副産物を利用して栄養補助食品を生産し、試供品を提供する規模。

度を予測するホテイアオイバイオマス刈取モデルを開発し、現地データを基に改良する。

活動 1-5：健全な湖沼環境及びホテイアオイの将来的な根絶のため、バイオマス成長モデル及び刈取モデルに基づいた、適切な刈取位置、時期、量及び頻度を示す ICT に基づいたホテイアオイバイオマス管理システムを開発する。

活動 2-1：メタン発酵及び炭化実験のための研究機材を準備する。

活動 2-2：ホテイアオイ圧搾条件を最適化する。

活動 2-3：研究室及びベンチスケールで搾汁液の高速メタン発酵手法を確立する。

活動 2-4：バイオ炭を生産するための固形残渣の炭化工程を最適化する。

活動 2-5：実証地区においてパイロット規模の施設を建設し、統合的な工程（例：圧搾、高速メタン発酵、炭化）を実施する。

活動 2-6：パイロット規模での実証に基づき LCC 及び LCA を実施する。

活動 3-1：微細藻類、水耕野菜及び土耕作物生産実験の研究設備を準備する。

活動 3-2：ADE を用いた微細藻類生産。

活動 3-2-1：ADE 前処理手法を確立する。

活動 3-2-2：ADE に基づくスピルリナ培養手法を確立する。

活動 3-2-3：バイオガスからの CO₂ 供給を含む野外でのスピルリナ培養のための最適な培養手法を確立する。

活動 3-2-4：実証地区においてパイロット規模の施設を建設する。

活動 3-2-5：ADE に基づく野外でのスピルリナ培養手法をパイロット規模まで拡張する。

活動 3-2-6：現地で分離された微細藻類の機能性を魚への餌を含め商業利用のために評価する。

活動 3-3：ADE を活用した水耕栽培における野菜の生産。

活動 3-3-1：ADE 前処理手法を確立する。

活動 3-3-2：ADE 及び他の栄養水を利用した水耕栽培手法を確立する。

活動 3-3-3：エチオピアにおいて ICT によりモニターされ、ADE に基づく栽培手法を開発する。

活動 3-3-4：実証地区においてパイロット規模の施設を建設する。

活動 3-4：実地におけるホテイアオイバイオ炭を用いた土耕作物栽培

活動 3-4-1：土壌改良のための炭化及び土壌への適合手法を特定する

活動 3-4-2：ポット栽培におけるホテイアオイバイオ炭を用いた土耕作物栽培条件を特定する

活動 3-4-3：実地におけるホテイアオイバイオ炭を用いた土耕作物栽培システムを確立する。

活動 3-4-4：実証地区においてパイロット規模での施設を建設する。

活動 3-5：パイロット規模での研究に基づき LCC と LCA を実施する。

活動 4-1：貧困層及び一般市民のニーズを特定するために栄養状況、食物嗜好性及び市場動向を調査する。

活動 4-2：現地企業と連携して微細藻類由来の栄養補助食品を開発する。

活動 4-3：学校給食（2 学校、200 名の生徒）、及び一般市民（約 400 名）に栄養補助食品の

サンプルを配布し、栄養改善状況と食物嗜好性を評価する。

活動 4-4：パイロット規模での施設を活用して生産コストを算出し、ビジネスモデルを開発する。

活動 4-5：国内での認定、ブランディング、流通を通して国内におけるビジネスモデルを確立する。

活動 4-6：使用方法や効用、経緯を記載した広報誌の作成及び国際機関（例：UNICEF、UNHCR、ICRC、WFP）や NGO、民間企業とのワークショップを通じて、サンプルの広報、調整、販売促進を行う。

5. 前提条件・外部条件

（１）前提条件

- ・タナ湖からホテイアオイを除去しバイオマスをエネルギーと農作物に変換するというエチオピア政府の戦略が継続する。
- ・プロジェクト実施に必要なホテイアオイのバイオマス量が維持される。
- ・プロジェクト開始前に、実施機関（バハルダール大学、インジバラ大学、LTaOWPDA）が職員及び研究者助手を配置し、プロジェクトに対してオフィスと研究施設を提供する。
- ・安全性や政治的状況が大きく悪化しない。

（２）外部条件

＜プロジェクト目標達成のための外部条件＞

- ・研究及びパイロット規模の施設建設・運営に必要な電気、水道、基礎インフラ資材が利用できる。
- ・栄養補助食品、農業生産物、バイオ炭、バイオガスに対する国際的需要や市場価格が維持される。

＜成果達成のための外部条件＞

プロジェクト活動の遅延を生じさせる制御不可能な事象が生じない。

6. 過去の類似案件の教訓と本事業への適用

新たな技術の社会実装を目指す地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）の事業では、案件形成時から「社会実装」について関係者間で共通認識を醸成、ユーザーについても具体的に想定し、事業の中で働きかけを行うことが望まれる。本案件においても、実証段階から具体的な「社会実装」像及びそこに至る道筋について関係者間で広く議論を行うよう留意する。

また、ローカル人材の活用を検討する事業においては、対象地域における人的資源を把握するとともに、事業完了後の展開を見据えて事業内で持続可能な実施体制、能力強化を目指すことが望まれる。本案件においても、ホテイアオイ由来の有価物のビジネス展開を担うのは現地民間人材であることから、候補者の特定、能力強化を事業計画に組み込むこととする。

また、スピルリナ由来の栄養補助食品の販売体制の確立という点では、ザンビア国「アフリカ原産食用藻（スピルリナ）を用いた地産地消型栄養不良改善事業準備調査（BOP ビジネス連携促進）」にて、ビジネスベースでの事業化にあたっては、スピルリナの大量管理培養のための生産体制（適切価格での原料調達体制や品質管理等）や食品の受容性、購入者にとっての購入可能性（価格や販売場所等）の確立の必要性が指摘されている。本案件においても、案件早期の段階から、これらの確立に向けた情報収集および事後の実施体制の検討・関係者との調整を行う。

7. 評価結果

本事業は、当国の開発課題・開発政策並びに我が国及び JICA の協力方針・分析に合致し、ホテイアオイバイオマスの適正管理及び有効的な資源化の推進を通じて、持続的な自然資源管理及び農業生産性・安定性向上、栄養改善に資するものであり、SDGs ゴール 2「飢餓撲滅」及びゴール 9「産業・技術革新・インフラの構築」、ゴール 15「陸域生態系の保全」に貢献すると考えられることから、事業の実施を支援する必要性は高い。

8. 今後の評価計画

（１）今後の評価に用いる主な指標

４．のとおり。

（２）今後の評価スケジュール

事業終了 3 年度

事後評価

以上