

## 事業事前評価表

国際協力機構経済開発部  
農業・農村開発第一グループ

### 1. 案件名 (国名)

国名：ベトナム社会主義共和国 (ベトナム)

案件名：(和名) 天然ゴムを用いるグローバル炭素循環プロセスの科学技術イノベーションプロジェクト

(英名) The Project for Innovation of Science and Technology on Natural Rubber for Global Carbon Process

### 2. 事業の背景と必要性

(1) ベトナムの天然ゴム分野の現状・課題と本事業の位置づけ

ベトナムの天然ゴムは、年間生産量が 2005 年の世界第 6 位 (約 48.1 万トン) から、2013 年以降はタイ、インドネシアに続いて世界第 3 位 (2020 年、約 122.6 万トン) に急成長した産業分野である<sup>1</sup>。ベトナム政府が 2013 年に発出した農業セクター改革に係る首相決定<sup>2</sup>や、日本の支援を受けて同年に策定した工業化戦略<sup>3</sup>において、農産品の付加価値や国際競争力の向上が重視されており、天然ゴムは、世界屈指の輸出量を誇るポテンシャルの高い品目として特定されている。2015 年に策定された「2030 年までの農業・農村開発部門の国際経済統合戦略」では、天然ゴムの投資・貿易促進、高品質のパラゴムノキのプランテーションと加工の合弁事業促進、輸出市場で要求される製品基準を満たすゴム加工技術開発などが具体的な取組として掲げられている。

しかしながら、ベトナムの天然ゴムは、品質とそれに関連する技術力の向上が課題となっている。国際標準化機構 (International Organization for Standardization: ISO) の「ゴムとその製品に対する技術委員会 (ISO/TC45)」から技術的改善を図ることが求められているほか、越日協力枠組み<sup>4</sup>においても「原材料の質的・量的安定確保」、「加工度の向上」が取り組むべき課題とされている。

このような背景の下、2011 年から 2016 年まで実施した科学技術協力プロジェクト「天然ゴムを用いる炭素循環システムの構築プロジェクト」では、高度な加工により用途の拡大を実現するための技術開発として低タンパク質天然ゴムの生産、ゴム生産廃水の高度処理技術の開発等に取り組んだ。その結果、開発された低タンパク質天然ゴム (窒素含有率：0.02w/w%) を用いた製品の開発、ゴム研究センターの設立、ゴム生産過程の廃水の処理技術開発などの成果が得られたが、社会実装に向け、産業界との意見交換や研究段階での民間企業等の巻き込みの必要性が指摘された。また、化石燃料由来の合成ゴムから天然ゴムへの置換えを促進するには、深刻なアレルギーを持つ人の使用を想定したタンパク質フリー天然ゴムの生産技術、製品を市場に流通させるにあたり大量生産技術の開発と生産コスト低減、製造・廃棄過程の環境への更なる配慮等が必要である。

こうした課題に対応するため、ベトナム政府は日本政府に対し、タンパク質フリー天然ゴム

<sup>1</sup> FAOSTAT <https://www.fao.org/faostat/en/#home>

<sup>2</sup> 「付加価値向上・持続的開発のための農業セクター改革」(No. 899/2013/QD-TTg)

<sup>3</sup> 「越日協力の枠組みにおける 2020 年に向けたベトナム工業化戦略及び 2030 年へのビジョン」

<sup>4</sup> 「2020 年までの越日協力枠組みにおけるベトナム工業化戦略及び 2030 年のビジョンを実施する農水産加工産業発展行動計画」(2014 年)

の実用化に向けた大量生産技術の開発、ベトナム発の国際標準化（ISO）規格の提案、タンパク質フリー天然ゴム製品のプロトタイプ作製、天然ゴム生分解システムの開発、タンパク質フリー天然ゴム製造工程での廃水処理技術の開発に取り組む協力を要請した。

（２） 農業セクターに対する我が国及び JICA の協力方針等と本事業の位置づけ、課題別事業戦略における本事業の位置づけ

タンパク質フリー天然ゴムの生産に関する一連の技術開発を目指す本事業は、農林水産業の高付加価値化、産業人材育成に寄与するものであり、日本の対ベトナム社会主義共和国国別開発協力方針（2017年）における3つの重点分野（中目標）のうち、重点分野1「成長と競争力強化」に位置付けられる。また、天然ゴムはパラゴムノキが大気中の二酸化炭素を吸収し、生合成によって作られる植物由来の物質であるため、化石燃料由来の合成ゴムを天然ゴム由来の素材に置き換えることにより、重点分野2の「脆弱性への対応」にて言及されている気候変動の脅威への対応支援にも貢献する。

ベトナム社会主義共和国 JICA 国別分析ペーパー（2020年6月改定）では、農業分野の支援方針として既存の農産品の高付加価値化の支援を掲げており、タンパク質フリー天然ゴム大量生産技術の開発を目指す本事業は、この方針と合致している。また、気候変動の緩和・適応に資する事業実施への支援方針にも合致している。

本事業が目指す天然ゴムの加工の高度化・大量生産技術の開発は、JICA の課題別事業戦略であるグローバル・アジェンダ「農業・農村開発（持続可能な食料システム）」の目的である、農業及び関連産業（加工・流通業等）の振興に貢献しうる。さらに、グローバル・アジェンダ「気候変動」では、経済・社会の持続可能な発展を図るために、緩和策をあらゆる開発事業において講ずることを掲げており、本事業はその方針とも合致する。

また、本事業は、持続可能な開発目標（SDGs）のゴール9「強靱なインフラの構築、包摂的で持続可能な工業化の促進とイノベーションの育成」、ゴール12「持続可能な消費と生産パターンの確保」及びゴール13「気候変動とその影響への緊急の対処」に資するものである。

（３） 他の開発協力機関等の対応

ベトナムにおいては天然ゴムに関する研究開発分野では、他の開発協力機関による支援は行われていない。

### 3. 事業概要

（１） 事業目的

本事業は、ハノイ工科大学において、タンパク質フリー天然ゴムの大量生産技術に加え、製品のプロトタイプ作製、生分解、廃水処理の一連の技術の開発を行うことにより、プロジェクトにて開発された技術の産業利用へ向けた基盤の整備を図り、もって先駆的な天然ゴム炭素循環プロセスの構築に向けて、タンパク質フリー天然ゴムに関する一連の技術の産業利用に寄与するものである。

（２） プロジェクトサイト

ハノイ工科大学（ハノイ市）

(3) 本事業の受益者（ターゲットグループ）

直接受益者：ハノイ工科大学の研究者 25 名

最終受益者：天然ゴム生産者、天然ゴム利用者、ゴム加工工場周辺住民、環境プラントメーカー

(4) 総事業費（日本側）：3 億円

(5) 事業実施期間：2022 年 6 月～2027 年 5 月（60 カ月）（予定）

(6) 相手国実施機関

ハノイ工科大学（HUST: Hanoi University of Science and Technology）

(7) 国内協力機関

実施機関：長岡技術科学大学（代表機関）、国立環境研究所、北九州工業高等専門学校、沼津工業高等専門学校、東京工業高等専門学校、公立鳥取環境大学

協力機関：日本とベトナムの民間企業（プロジェクト開始から 2 年後から参加予定）

(8) 投入（インプット）

1) 日本側

① 在外研究員派遣：（長期）天然ゴム化学の研究者 2 人

（短期）研究代表者含む 10 人（天然ゴム化学 4 名、微生物学 2 名、水処理工学 1 名、廃水処理技術 3 名）

② 業務調整専門家派遣（長期）

③ 招へい外国研究員受け入れ：長期及び短期研究員受入（物質工学、応用微生物学、環境工学など）

④ 機材供与：共同研究・開発に必要な分析機材、天然ゴム精製装置、廃水処理リアクターなど

⑤ ベトナムでの研究活動費用：天然ゴム原料の試料採取・分析、廃水の採取、現地調査などの委託業務を含む

2) ベトナム側

① カウンターパートの配置：プロジェクト・ダイレクター、デピュティ・プロジェクト・ダイレクター、プロジェクト・マネージャー、プロジェクト・サブマネージャー、HUST の研究者

② 案件実施のためのサービスや施設、現地経費の提供：執務スペースと備品、水道光熱費、必要な資機材（JICA からの供与機材を除く）、カウンターパートの人件費、ベトナム国内の旅費・日当など

(9) 他事業、他開発協力機関等との連携・役割分担

1) 我が国の援助活動

「持続可能な天然ゴムエコシステムの社会実装拡大に向けた技術開発と新産業の創出」（2020 年 4 月～2022 年 3 月）：国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）の持続可能開

発目標達成支援事業 (aXis)。本事業の実施機関と同じベトナムのハノイ工科大学と長岡技術科学大学が、天然ゴム固形化技術の確立などに取り組むもの。本事業では、この技術を活用してタンパク質フリー天然ゴムの大量生産技術の開発を目指す。

## 2) 他の開発協力機関等の援助活動

現時点において、ベトナムにおける天然ゴムの品質及び加工技術向上に関する他の開発協力機関等からの援助活動は確認されていない。

## (10) 環境社会配慮・横断的事項・ジェンダー分類

### 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)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最小限であると判断されるためカテゴリCに該当する。

### 2) 横断的事項

気候変動対策緩和策(副次的)に資する可能性があるため、プロジェクト実施中にJICA気候変動対策支援ツール(JICA Climate-FIT)を用い、タンパク質フリー天然ゴムの生産にかかる温室効果ガス排出量や大気汚染物質など環境負荷の評価を実施する。

### 3) ジェンダー分類：ジェンダー対象外

【対象外】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＞

詳細計画策定調査にてジェンダー主流化ニーズが調査されたものの、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について指標等を設定するに至らなかったため。

## (10) その他特記事項

特になし。

## 4. 事業の枠組み

### (1) 上位目標

先駆的な天然ゴム炭素循環プロセスの構築に向けて、プロジェクトで開発したタンパク質フリー天然ゴムに関する一連の技術が産業利用される。

指標と目標値<sup>5</sup>は以下のとおり。

指標1 タンパク質フリー天然ゴムに関する技術\*1のうち、少なくとも1つの技術の実証実験を行ったベトナム企業数がXに達する。

指標2 タンパク質フリー天然ゴムに関する技術\*1のうち、少なくとも1つの技術を導入したベトナム企業数がXに達する。

指標3 タンパク質フリー天然ゴムを原料とした自動車用ゴム製品・医用品が製造される。

\*1: 大量生産技術、製品製造技術、生分解技術、廃水処理技術を指す。

<sup>5</sup> 上位目標の指標の目標値(X)に関しては、プロジェクト開始5年目までに確定する。

## (2) プロジェクト目標

プロジェクトにて開発された技術の産業利用へ向けた基盤が整備される。

指標と目標値は以下のとおり。

- 指標 1 プロジェクトの研究成果をもとにベトナム発の国際標準化（ISO）規格が提案される。
- 指標 2 学術誌に共著論文が 30 件掲載される。
- 指標 3 タンパク質フリー天然ゴムの産業利用に関するロードマップが関係機関に提案される。

## (3) 成果

- 成果 1 タンパク質フリーの天然ゴムの大量生産技術が開発される。
- 成果 2 タンパク質フリー天然ゴムを原料とした医薬品、自動車用品\*2 のプロトタイプが作製される。
- 成果 3 天然ゴムの生分解システムが確立される。
- 成果 4 タンパク質フリー天然ゴム製造工程廃水のための資源回収型の廃水処理技術が確立されるとともに、天然ゴムを用いた炭素循環型プロセスに関する情報が整理・発信される。

\*2: 自動車用タイヤやゴム手袋、エンジンマウントなど。

## (4) 活動

- 1-1 ベトナムの様々な水の陽イオン濃度を測定する。
- 1-2 活動 1-1 をふまえて脱タンパク質化の条件を決定する。
- 1-3 タンパク質フリー天然ゴムの生産に関して、ラボ、ベンチ、大量スケールの実験を行う。
- 1-4 タンパク質フリー天然ゴムに関する特許出願と ISO 規格、ベトナム（TCVN）規格の草案作成と提案を行う。
  
- 2-1 タンパク質フリー天然ゴム製品の加硫条件の最適化を行う。
- 2-2 医薬品や自動車用品等のタンパク質フリー天然ゴム製品の老化防止剤等の配合の最適化を行う
- 2-3 タンパク質フリー天然ゴム製品の分子構造と物性の関係を解明する。
- 2-4 タンパク質フリー天然ゴムを原料とした医薬品、自動車用品のプロトタイプを製造できる民間企業を特定する。
- 2-5 タンパク質フリー天然ゴムを原料とした医薬品のプロトタイプを民間企業の協力のもと作製する
- 2-6 タンパク質フリー天然ゴムを原料とした自動車用品のプロトタイプを民間企業の協力のもと作製する。
  
- 3-1 ゴム配合剤（硫黄）除去に関わる白色腐朽菌の酵素を特定する。
- 3-2 加硫天然ゴムに対する微生物の生分解性評価システムを確立する。
- 3-3 遺伝子工学的改変によって天然ゴム分解細菌のポリイソプレン分解酵素の強化を行う。
- 3-4 活動 3-3 で得られた天然ゴム分解ミュータントの分解能を強化する。

- 3-5 活動 3-4 の細菌分解システムと 3-1 で特定された酵素を組み合わせ、加硫天然ゴム分解システムをラボスケールで確立する。
- 3-6 加硫天然ゴム分解システムをパイロットスケールで確立する
- 3-7 特許を申請する。
- 4-1 タンパク質フリー天然ゴムの生産工程から排出される廃水の生分解性を評価する。
- 4-2 ラボスケールの処理装置を用いて有機物除去とメタン回収の条件を調査する。
- 4-3 ラボスケールの処理装置を用いて窒素除去の条件を調査する。
- 4-4 ラボスケールの処理装置の運転条件を最適化する。
- 4-5 タンパク質フリー天然ゴムの廃水処理用のパイロットスケールリアクターを設計する。
- 4-6 パイロットスケールリアクターを用いて廃水処理の条件を最適化する。
- 4-7 タンパク質フリー天然ゴムの製造工程から排出される臭気原因物質を特定する。
- 4-8 タンパク質フリー天然ゴムの製造工程から排出される臭気を除去するためのリアクターを設計し、その性能を確認する。
- 4-9 タンパク質フリー天然ゴムの生産から廃水処理までのプロセス全体から排出される温室効果ガス排出量を評価する
- 4-10 持続可能なゴムプランテーションに関する文献調査と現地調査を実施する。
- 4-11 プロジェクトの成果 1~4 までの研究成果の産業利用に関するロードマップを作成するとともに、研究成果に関する成果報告会やセミナーを開催する。

## 5. 前提条件・外部条件

### (1) 前提条件

- 特になし。

### (2) 外部条件

#### 【活動から成果に至るための外部条件】

- 新型コロナウイルス感染拡大によるベトナムと日本の渡航制限や隔離措置、国内の移動規制などが大幅に厳しくならない。

#### 【プロジェクト目標から上位目標に至るための外部条件】

- 異常気象、森林火災、病害虫のまん延などにより、ラテックスの大幅減産が発生しない。
- タンパク質フリー天然ゴムの需要が持続される。
- 石油由来資源の使用を低減させる施策が世界的に維持される。
- ベトナム政府の天然ゴムに関する政策が大幅に変更されない。

## 6. 過去の類似案件の教訓と本事業への適用

ベトナム国「天然ゴムを用いる炭素循環システムの構築プロジェクト（2011～2016年）」では、ベトナムにおける天然ゴム評価手法の標準化を進め、天然ゴム生産工程の廃水の環境負荷削減技術を開発するなど、当初の研究開発の目的を達成しただけでなく、低タンパク質天然ゴムについては当初の目標を上回る性能を達成するなど、研究成果をあげた点が高く評価された。一方で、研究成果の社会実装という観点では、民間企業や工業製品分野の省庁の巻き込みが十分ではなく、プロジェクトの計画・実施段階において巻き込みを検討することの重要性が教訓とされた。

この教訓を踏まえて、本事業の詳細計画策定調査では、日本とベトナムの民間企業数社からの聞き取りを行い、研究・技術開発と応用段階での各企業の関心や参加の可能性を調査した。本事業の研究・技術開発の進展にもよるが、プロジェクト2年目に活動に参加する民間企業を特定することを成果2の活動に含めた。また本事業の研究・技術開発の社会実装を具体化するために、タンパク質フリー天然ゴムの産業利用に関するロードマップを関係機関に提案することをプロジェクト目標の指標の1つとして設定した。これらの点は、ベトナム側と協議して合意し、詳細計画策定調査協議議事録（M/M）にも記載した。

## 7. 評価結果

本事業は、ベトナムの天然ゴムに関する課題や政策、日本と JICA の開発協力方針に合致し、タンパク質フリー天然ゴムに関する一連の研究・技術開発を通じ、天然ゴム炭素循環プロセスの構築に向けて天然ゴムの産業利用の促進に資するものであり、SDGs ゴール 9「産業と技術革新の基盤をつくろう」及びゴール 12「持続可能な消費と生産パターンの確保」、ゴール 13「気候変動とその影響への緊急の対処」、に寄与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、妥当性ともに高い。

## 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

事業完了 4 年後<sup>6</sup>                      事後評価

以 上

<sup>6</sup> 上位目標「タンパク質フリー天然ゴムに関する一連の技術が産業利用」実現のため、事業計画策定、工場建設、人員配置等に最低3年は必要であり、タンパク質フリー天然ゴム製品の安定的な製造には追加で1年程度は必要と見込まれるため、事後評価は事業完了4年後とする。