

令和3年度 環境省請負業務

令和3年度我が国循環産業の海外展開事業化促進業務
カンボジア国カシューナッツ産業を基盤とした
地域資源循環ビジネスモデル構築検討事業

報告書

令和4年3月

株式会社トッププランニングJAPAN

はじめに

カシューナッツの世界生産量は、10年で1.5倍と増加傾向にあるが、特にカンボジア王国（以下、“カ国”）は、5年で2倍（2019年に20万トン）と、アジア有数の生産国に成長してきた。しかし、カ国では、カシューナッツ加工工場がほとんど存在せず、大半は1次産品としてベトナムに流れ、ベトナムで加工・輸出されており、付加価値の内部化が課題となっている。カンボジア政府は、カシューナッツの国内加工比率を、2030年までに現状の1%未満から12%まで引き上げることを目指している。日本の農水省はカシューナッツ産業への支援事業（日・カンボジアグローバルフードバリューチェーン事業でパイロット品目をカシューナッツとしている（2019年12月～））を進めており、各国支援機関（ADB、HEKS、USAID等）もまた活発に支援事業を行っている。

上記の背景もあり、近年カシューナッツ加工工場が勃興期に差し掛かり、工業的生産を行う加工工場が立地し始めた。株式会社 トッププランニング JAPAN（以下“TPJ”）も新たな加工工場を建設・稼働を開始したところである。

しかし、カシューナッツ生産及び加工の動脈側に力を入れる反面、加工により大量に発生する加工残渣であるカシューナッツ殻（実に対して3倍の重量比）を中心としたカシューナッツ産業の未利用資源活用、廃棄物処理は手付かずの状態であり、喫緊の必須対応課題となっている。

そこで、TPJは、カシューナッツ加工で発生する未利用資源・廃棄物の活用事業を実施すべく、カ国カシューナッツ協会（Cashew nut Association of Cambodia 以下、“CAC”）とその検討を始め、「令和3年度我が国循環産業の海外展開事業化促進業務」（以下、“本事業”）を受託した。本事業において、自社および周辺加工工場からの加工残渣（殻）を収集し、カシューオイルを精製・販売する静脈側のバリューチェーン構築を検討する。収集した殻からカシューオイルを精製した後の殻残渣は、バイオマス燃料としての活用や販売を想定している。更に、事業推進、横展開ため、カンボジア国農業省（DAI）、カンボジア国環境省（MOE）との連携体制の構築を図る。

本事業を通じて TPJ は、カ国で急増するカシューナッツ加工工場から発生する加工残渣をカシューナッツ協会（CAC）との共同事業として、収集・運搬・処理して、自国内で未開発のカシューナッツ静脈産業の創出を目指すものである。

Summary

The global production of cashew is on the rise (1.5 times more in the last 10 years) and the Kingdom of Cambodia's, in particular, has doubled in 5 years (200,000 tons, 2019), making it one of Asia's leading producers. However, in the Kingdom of Cambodia, there are almost no cashew nut processing factories and cashew nuts are exported as a primary product to Vietnam where they are processed and exported at a higher price. Therefore, the Cambodian government aims to achieve a domestic processing rate of 12% by 2030; currently it is less than 1%. In addition, support organizations in various countries (ADB, HEKS, USAID, etc.) and Japan's Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries are also promoting projects for the cashew nut industry (Japan-Cambodia Global Food Value Chain Project, with cashew nuts as the pilot product (from December 2019)).

With the above background, cashew nut processing factories have recently reached an emerging stage, and plants for industrial production have begun operations in several locations around the country. Top Planning Japan ("TPJ") has also recently constructed and started operation of a new processing plant. However, while Cambodia is strengthening cashew nut production and processing, large quantities of cashew nut shells as processing residues which are generated by processing (three times the weight ratio of cashew nuts to cashew nuts) have yet to be utilized, and is an urgent and essential issue. Therefore, TPJ started a feasibility survey with the Cashew Nut Association of Cambodia (CAC) to implement a project to utilize unused resources and waste generated from cashew nut processing, and was selected to carry out the "FS on introduction waste management technology (2021)-Feasibility survey for establishing local resource-circulation business for cashew-nuts industry in Cambodia".

In this project, we collect processing residues (cashew nut shells) from our own as well as neighboring processing plants, and study the construction of a value chain on refining and selling cashew oil. After refining cashew oil from the collected shells, the shell residues are expected to be used as biomass fuel and sold. Furthermore, we shall collaborate with the Department of Agriculture of Cambodia (DAI) and the Ministry of Environment of Cambodia (MOE) in order to promote and expand the project. Through this project, TPJ, in collaboration with the Cashew Nut Association (CAC) aims to create the undeveloped cashew nut residue industry by collecting, transporting, and processing the residues. They are responsible for the collection, transportation, and processing of the residues from the rapidly increasing number of processing plants in the country, with the aim of creating an untapped cashew nut vein industry in the country.

目次

1	事業の目的・概要	1
1.1	事業の目的	1
1.2	事業概要	1
1.3	これまでの調査検討事業と本事業の関係性.....	2
2	海外展開計画案の策定	2
2.1	対象地域	2
2.2	処理対象廃棄物の種類.....	3
2.3	利用技術	4
2.4	導入規模	6
2.5	実施体制案	6
3	対象地域における現状調査	8
3.1	調査方法と調査体制.....	8
3.2	調査内容	9
3.3	現地調査	9
4	廃棄物の組成、性状等の調査	34
4.1	調査内容	34
4.2	調査結果	34
5	実現可能性の評価	36
5.1	事業の前提条件.....	36
5.2	温室効果ガス排出削減量の試算.....	42
5.3	カシューアップル事業の可能性検討.....	44
6	今後の海外展開計画案・事業計画策定	46
6.1	事業の展開計画案.....	46
6.2	今後の取組み.....	48
7	現地関係者合同ワークショップの開催	51
7.1	ワークショップの概要.....	51
7.2	各機関打合せ内容（質疑応答・意見）	51
7.3	その他	54
8	現地政府・企業等との連携構築	55
8.1	現地政府機関との連携.....	55

略語表

略語	正式名称(英文)	和訳／概要
AC	Agricultural Cooperative	農業協同組合
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
CAC	Cambodia Association of Cashewnuts	カンボジアカシューナッツ協会
CDC	Council for the Development of Cambodia	カンボジア開発委員会
Covid-19	Coronavirus	新型コロナウイルス
CNSE	Cashew Nut Shell Extraction	カシューナッツ殻搾りかす
CNSL	Cashew Nut Shell Liquid/oil	カシューナッツオイル
DAI	Department of Agroindustry, MAFF	アグロインダストリー局
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EU	European Union	欧州連合
FOB	Free On Board	本船甲板渡し条件
HEKS	Hilfswerk Der Evangelischen Kirchen Schweiz	スイスのプロテスタント教会の支援組織
IEIA	Initial Environmental Impact Assessment	事前環境影響評価
IFC	International Finance Corporation	国際金融公社
INC	International Nut and Dried Fruits Council	国際ナッツ・ドライフルーツ協会
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジット制度
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
LOI	Letter of Intent	基本合意書
MAFF	Ministry of Agriculture, Fishery, and Forestry	カンボジア国農林水産省
MFA	Ministry of Foreign Affairs	外務省
MOC	Ministry of Commerce	カンボジア国商業省
MOE	Ministry of Environment	カンボジア国環境省
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
RCN	Raw Cashew Nuts	殻付きカシューナッツ
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
TPJ	Top Planning Japan	株式会社トッププランニング JAPAN
TPJC	Top Planning Japan Cambodia	株式会社トッププランニング JAPAN カンボジア現地法人
UNDP	United Nations Development	国際連合開発計画
UNEP	United Nations Environment Programme	国連環境計画
USAID	United States Agency for International Development	アメリカ合衆国国際開発庁
USD	United States Dollars	米ドル

1. 事業の目的・概要

1.1 事業の目的

カ国におけるカシューナッツ産業は、生産量が急拡大しているが1次製品の輸出に留まっていた。近年、カ国及び国際援助機関では、生産から加工、販売に至るバリューチェーン構築に係る事業を進めている。JICA、外務省、農水省などでも、カシューナッツの生産から加工、販売に至る支援や官民連携が進んでおり、TPJが加工工場を新設し、加工、販売に至る事業は、これらの支援を受け、モデル事業として、その役割の一端を担っている。

本事業は、加工段階で排出される加工残渣を中心に、カ国では、まだ産業化していないカシューナッツ加工に至る過程における未利用資源や廃棄物を対象とした静脈側のバリューチェーンを構築することを目的とする。

以下が、本事業における成果目標である。

● 目標1：カシューナッツ殻オイル事業の採算性が明示される

オイルへの顧客要求事項を満足する品質確保のための必要機材投入が明らかになり、採算性が評価される。

- ①技術的評価：他国製品との品質比較
- ②採算性評価：品質要求に応じた必要設備投資及び原料収集を含めた製造原価の把握

● 目標2：カシューナッツ未利用資源の活用方法が提示される

殻から抽出されるオイルだけでなく、その残渣、及びカシュー果実（アップル）などの廃棄物・未利用資源の活用方法とその実現性を評価する。

- ①残渣：ボイラー等の助燃材利用の検討
- ②アップル：回収方法、技術適用可能性（堆肥、ケミカルリサイクル等）

● 目標3：カシューナッツ資源の利活用モデルが構築される

カシューナッツ産業の未利用資源・廃棄物の利活用モデル、延いてはカシューナッツ産業の動脈・静脈のバリューチェーン構築のモデルケースを政府・産業界へ提示する（環境省・農水省のSDGsモデル事業として認定MOU締結）。

1.2 事業概要

カシューナッツ加工により発生する未利用資源・廃棄物の活用事業。自社および周辺加工工場からの加工残渣（殻）を収集し、カシューオイルを精製・販売する事業。精製後の殻残渣は、バイオマス燃料としての活用や販売を想定する。

カ国で急増する加工工場の加工残渣を現地カシュー協会（CAC）と共同事業し、収集・運搬・処理を行うことで、自国内で未開発のカシューナッツ静脈産業の創出を目指す。

● 廃棄物の収集・運搬

近年急増するカ国内カシューナッツ工場より、加工残渣であるカシューナッツの殻を収集（買取）し、合弁会社での整備を予定する搾油工場へ運搬する。

● カシューオイルの精製・販売事業

収集したカシューナッツの殻を、搾油、精製し、カシューオイルとして、日本を中心に輸出販売する。また搾油後の殻残渣も、バイオマス燃料として、販売及び自社工場での熱源利用としての活用を図る。

1.3 これまでの調査検討事業と本事業の関係性

TPJ は過去に、カンボジアのカシューナッツ産業に対し日本国より JICA、外務省、農水省が生産から加工に至る動脈側のバリューチェーン構築事業を進めている。本事業では、その経験を活かし、環境省を中心に静脈側のバリューチェーンを検討するものである。

JICA では、「カシューナッツのバリューチェーン構築と高付加価値化に向けた案件化調査（2019年8月～2021年8月）」を TPJ が実施し、結果として加工工場の新設に至っている。

外務省では、在カンボジア日本大使館の草の根無償事業で、カシューナッツの貯蔵倉庫を4つ農協で建設、完成に至っている（2021年度完成）。また、NGO 連携支援予算で、国際 NGO 団体 IVY によるオーガニックカシュー組合の組織化支援とバリューチェーンの構築事業が実施されていた。

農水省では、グローバルフードバリューチェーン構想（GFVC）の一環として、「カンボジア二国間フードバリューチェーン（FVC）対話」を続けており、第5回対話（2019年12月）において、フードバリューチェーン（FVC）を構築するパイロットプロジェクトとして、「カシューナッツ」が選定され、TPJ の事業はモニタリング事業として位置付けられている。



図 1 各種事業との関係図

2. 海外展開計画案の策定

2.1 対象地域

カンボジア王国 コンポントム州

処理施設設置場所：現地法人 TPJC 加工工場の隣接地、CAC 所有敷地

廃棄物の収集対象エリア：カンボジア国全域¹



図 2 対象地域図

出典：Research Gate (<https://www.researchgate.net/>)

2.2 処理対象廃棄物の種類

本事業の対象は、カシューナッツ（RCN）の内、実（カーネル）を取り出した後の殻が対象となる。カシューナッツは以下で構成される。

① カシューナッツ（種）

RCN (Raw Cashew Nut) と呼ばれ、実の回りが、強固な殻でおおわれており、「殻」と「実」で構成される。「殻」のついた状態で収穫され、加工工場にて集荷され、乾燥・熱処理（スチーム、ボイル等）・殻割・薄皮剥きなどの加工工程を経て、実を分離する。重量比で、「実」が 25%程度、「殻」が 75%程度となる。

② 殻

加工工場の処理工程で、廃棄される加工残渣で、油（CNSL）と殻残渣（CNSE）に分かれる。

¹ カ国に存在するカシューナッツ 13 工場を対象（コンボントム州、プノンペン、カンダル州、コンボンスピー州、トボンクムン州、タケオ州、プレイビヒア州）

- 油 (CNSL: Cashew Nut Shell Liquid) :カシューオイル、殻液、殻油など呼ばれ、重量比で、15%程度となる。
- 殻残渣 (CNSE: Cashew Nut Shell Extraction) :油を搾ったあとの殻残渣で、重量比で、60%程度となる。

③ 実

カーネルと呼ばれ、最終的に市場で販売され、製品化されているカシューナッツである(商品であり、本事業では対象外)。

④ カシューアップル

果実の部分で、現状は農地に放置されている。食品加工(ジュースやジャム等)されるケースが世界では見られるが、カンボジアではすべて農地で廃棄されている実態がある。本事業で対象外であるが、資源利用の可能性について検討する。

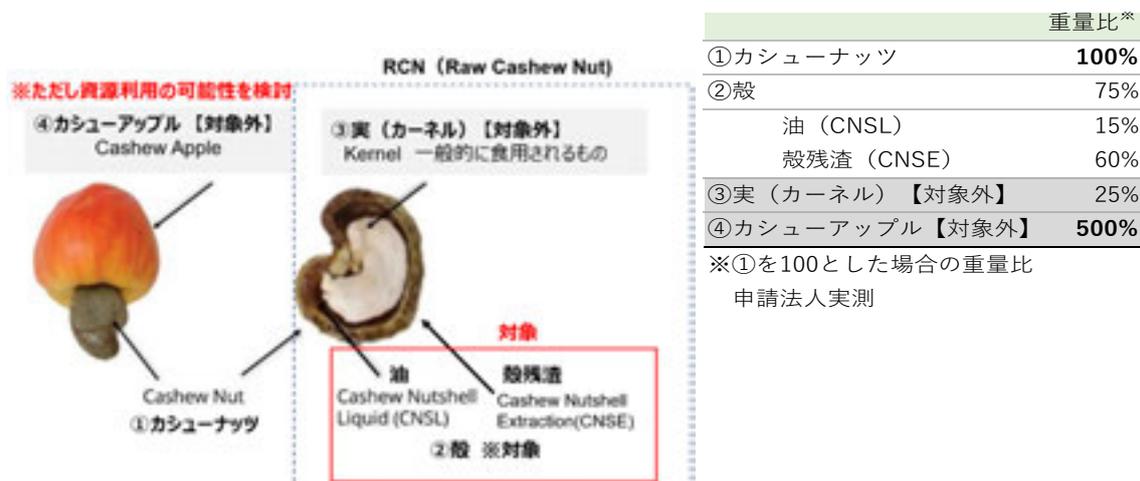


図 3 カシューの構成

2.3 利用技術

カシューナッツ加工残渣である殻の圧搾、搾油、精製技術である。想定処理能力に対応する搾油機を導入、精製工程を含めた工場の建設を想定する。



図 4 利用技術イメージ図

2.4 導入規模

想定処理量：カシューナッツ殻 21 t/日（5,250 t/年、250 日処理）²

表 1 想定処理量

処理量設定（年間）

申請時

構成種別	ナッツ カーネル		殻（対象廃棄物）			アップル
			油	殻残渣		
重量比	100%	25%	75%	15%	60%	500%
単位	t/年	t/年	t/年	t/年	t/年	t/年
自社工場	1,000	250	750	150	600	5,000
他工場	対象	1,500	4,500	900	3,600	30,000
	対象外	1,500	3,000	600	2,400	20,000
合計	対象	1,750	5,250	1,050	4,200	35,000
	対象外	3,250	8,250	1,650	6,600	55,000
参考：コンポントム州	200,000	50,000	150,000	30,000	120,000	1,000,000
稼働日	年間日	250				

処理量設定（日）

申請時

構成種別	ナッツ カーネル		殻（対象廃棄物）			アップル
			油	殻残渣		
重量比	100%	25%	75%	15%	60%	535%
単位	t/日	t/日	t/日	t/日	t/日	t/日
自社工場	4.0	1.0	3.0	0.6	2.4	20.0
他工場	24.0	6.0	18.0	3.6	14.4	120.0
合計	28.0	7.0	21.0	4.2	16.8	140.0

※ただし、上記は、申請時の想定処理量であり、本調査事業を受けて、事業計画に沿った処理量を設定している。

2.5 実施体制案

TPJ の現地法人である TPJC とカ国カシューナッツ協会 CAC での合弁会社を設立し、カ国全域でカシューナッツ加工工場からの廃棄物処理及びバイオマス利用を展開することを想定する。事業推進、横展開を図るためカンボジア国農業省（DAI）、カンボジア国環境省（MOE）との連携体制を構築する。

² カ国全体としては、現状 20 万トン/年のカシューナッツ（RCN）の生産をしており、カシューナッツ殻に換算すると 600 t/日（150,000 t/年、250 日処理）の処理対象量となる。



図 5 事業実施体制図

- **TPJC** : TPJ の現地法人であり、対象地域に、自社カシューナッツ工場を有し、カシューナッツの加工販売事業（2021 年より日本への本格輸出を開始）を行っている。自社工場の加工残渣を提案事業に供給する他、提案事業より得られるバイオマス資源の活用を検討する。
- **カシューナッツ協会 (CAC)** : 自社工場が位置するコンポントム州のカシューナッツ協会が中心となり、カ国全体のカシューナッツ協会を設立した。直接会員と農協 (AC) 会員で、全国のカシューナッツ栽培面積の半分以上が会員となっている。カシューナッツの生産指導、加工技術普及、販売プロモーション活動の他、ロジスティックセンターの整備・運営を目指している。本提案事業においては、合弁パートナーとしての協業を想定している。
- **カ国カシューナッツ加工工場** : 加工残渣を調達する他社工場。カ国で、現在稼働する工業的生産が可能な工場（13 工場）である。
- **カンボジア国農業省 (MAFF DAI)** : カシューナッツ産業の協力体制を構築するための MOU を締結（2018 年 4 月）し、JICA 案件化調査のカウンターパートとして、TPJC とタスクフォースを組成している。本事業においては、生産、加工領域での協力及び調達先との橋渡し役を担う。
- **カンボジア国環境省 (MOE)** : 廃棄物処理に関わる法規制・政策との整合性・適合性の確認及び国内への事業展開に関わる連携を図る。

3. 対象地域における現状調査

3.1 調査方法と調査体制

(1) 調査方法

カシューナッツに関わる加工段階におけるゼロエミッション化を実現するため、加工残渣の殻のバイオマス活用事業の実現可能性を調査する。

1) カシューオイル事業

カシューナッツの加工残渣（殻）を、搾油、精製し、輸出販売する実現可能性を調査する。

- 現地加工工場の調達条件（廃棄物量、時期、状態、価格等）を把握する。
- 加工残渣の収集・運搬計画と運営コスト算出。
- 他国（ベトナム）の搾油工場における品質管理、加工技術を含め、競合状況を把握する。
- カシューオイル販売候補先となる日本のメーカー、商社などへのヒアリング調査を行い、市場環境を把握する。
- CACの用地を中心に、工場建設計画を策定する。

以上より、市場が求める加工水準を満たしながら、現地に適合する加工残渣の収集・運搬、処理工場建設計画を策定し、実現可能性を評価する。

なお、搾油後の殻残渣の自社工場での燃料利用及び農地に放棄され未利用資源であるカシューカップルの有効活用方法について補足的に調査する。

(2) 調査体制

本事業の調査体制は以下の通り。

表 2 調査体制

	役職	氏名	担当	備考
TPJ および TPJC	TPJ 研究開発部 研究開発統括	岡村 和夫	業務主任者	
	TPJ 営業部	柴田 隆	事業計画の策定／見直し	TPJC CEO 兼任
	TPJ 営業部 統括部長	佐々木 浩治	コスト試算	
	TPJC（カンボジア国現地法人）	今橋 隆之	現地調査全般管理・ 現地政府・企業等との連携構築	TPJ 兼任
	TPJC（カンボジア国現地法人）	Emmelita B. Tortal	対象地域における現状調査	現地採用
	TPJC（カンボジア国現地法人）	TUY Savong	実現可能性調査（収集・運搬）	現地採用
	株式会社福山 コンサルタント	東京支社新規事業推進室 課長	高井 洋志	プロジェクト管理補助、報告書及び概要資料作成

	東京支社海外事業担当	榊山 奈津子	対象地域における現状調査、英訳作業	
株式会社 ATGREEN	シニアマネージャー	富永 聖哉	実現可能性の評価及び事業スキーム検討 (JCM 等)	
	コンサルタント	小泉 翔	環境負荷削減効果の分析	

3.2 調査内容

(1) 社会・経済状況の把握

カシューナッツ産業を取り巻く社会経済指標を中心に収集・整理する（生産額、従業者数、所得等）。

(2) 処理対象廃棄物の発生・処理の状況（殻を排出する工場の実態を把握する）⇒現地調査

対象廃棄物となるカシューナッツの加工残渣の発生・処理状況について、加工工場へのヒアリング調査を行う。対象工場は、カ国で工業的生産を行っているカシューナッツ加工工場、加工残渣の発生量を把握するとともに調達条件（価格等）を把握するとともに、具体的な収集期待量を CAC とともに検討する。

(3) 廃棄物処理・リサイクルの制度・政策の整理

廃棄物管理に関わるカンボジア国の法令・規制及び許認可調査を行う。また、カシューナッツ加工産業が世界最大（世界の輸出量の半分を占める）であるベトナムにおけるカシュー殻の廃棄物管理に関わる法令・規制を事例として把握する。

(4) 再生品・再生エネルギーの売却単価の確認⇒現地調査

1) カシューナッツの加工廃棄物価格

市場が形成されているベトナム国での廃棄物からのバイオマス燃料調査（殻を搾油したオイル（CNSL）の価格、加工残渣の価格、カロリー比較、顧客要求水準等）。

カシューオイル販売候補先となる日本のメーカー、商社などへのヒアリング調査を行い、市場環境（価格や品質要求水準）を把握する。

2) 現地の電力・燃料（薪、ガソリン・軽油）の価格の確認

3) 再生エネルギー売電価格（売電可能性の判断のため）の確認

(5) 事業に必要なコスト

1) 設備費（搾油機）

2) 設備費（バイオマスボイラー）

3) 建設工事費

3.3 現地調査

(1) 社会・経済状況（PEST 分析）

1) カシューナッツ産業政策動向

カンボジア国は、産業開発方針 2015-2025（IDP2015-2025）の中で、カシューナッツ産業を成長産業として位置づけ、国内加工比率を 12%まで向上させる計画を策定している。

カシューナッツはキャッサバ、精米に次ぐ「戦略的商品」となりつつある。カシューナッツの生産、流通に関する個別計画として、カンボジア国農林水産省（MAFF）管轄の「Cashew nut Masterplan」とカンボジア国商業省（MOC）管轄の「Cashew nut Policy」の取りまとめが行われている。

日本側では、JICA、外務省、農水省でカシューナッツのバリューチェーンに係る調査や官民連携事業が実施されており、以下に一例を示す。

JICA では、農業バリューチェーン構築に向けて現地農業省へ専門家を派遣している他、TPJ が実施し案件化調査他、官民連携事業として、カシューナッツの生産、加工分野における事業を複数実施中である。

外務省では、在カンボジア日本大使館の草の根無償事業で、カシューナッツの貯蔵倉庫を 4 農協で建設、完成に至っている（2021 年度完成）。また、NGO 連携支援予算で、国際 NGO 団体 IVY によるオーガニックカシュー組合の組織化支援とバリューチェーンの構築事業が実施されていた。

農水省では、グローバルフードバリューチェーン構想（GFVC）の一環として、「カンボジア二国間フードバリューチェーン（FVC）対話」を続けており、第 5 回対話（2019 年 12 月）において、フードバリューチェーン（FVC）を構築するパイロットプロジェクトとして、「カシューナッツ」が選定され、TPJ の事業はモニタリング事業として位置付けられている。

また、下表の通り ADB、USAID、HEKS、IFC、EU などの国際機関がカンボジア国でのカシューナッツ産業への支援に力を注いでいる。

表 3 日本政府機関のカシューナッツに係る調査事業例

実施機関	案件名	実施期間	概要
1 JICA 技プロ	技術協力プロジェクト「残留農薬分析能力向上強化プロジェクト」及び個別専門家「農業 VC 改善アドバイザー」	2020.10- 2022.9	2020 年度より実施予定につき、事業内容を把握次第記載予定農作物の残留農薬分析能力をはじめとする適切な農薬管理に関する支援及びは農業バリューチェーン（VC）構築への支援
2 JICA 民間連携	官民連携による食品安全基準の策定と食品検査サービスの普及・実証ビジネス化事業 【株式会社スペック】	2021.7- 2024.9	カンボジアにおける食品安全基準の策定と運用。食品安全基準に準拠した農水産品の農業フードバリューチェーンを構築し、消費者に安心・安全な農水産品を提供
3 JICA 民間連携	高精度水分計を活用したコメ、カシューナッツの品質向上に関する案件化調査【株式会社ケット科学研究所】	契約交渉 中	-
4 JICA 民間連携	カシューナッツのバリューチェーン構築と高付加価値化に向けた案件化調査【TPJ】	2019.8- 2021.8	カシューナッツのバリューチェーン構築に向けて、現状の 1 次産品輸出から、輸出品として加工品（むき身）を出荷するために加工

				工場に衛生・品質管理技術及び熱加工処理技術の適用を図るための実現可能性調査。
5	外務省 草の根	カシューナッツ貯蔵倉庫・乾燥場の整備事業【コンポントム州農業局 PDAFF】	2021 年度 事業	コンポントム州の 4 つの AC それぞれ倉庫、乾燥場を整備するとともに、水分計を供給する大使館草の根無償事業。2021 年度に整備完了済み。
6	外務省 N 連予算	農協を通じた有機カシューナッツの契約栽培による小農家支援事業【NPO 法人 IVY】	2018.10 -2021.11	コンポントム州、プレビヒア州のいくつかの農協で、有機カシューナッツ栽培を支援し、有機認証を取得する。
7	GFVC 農水省	日カンボジア二国間フードバリューチェーン (FVC) 対話	2015.12-	日本、カ国両国の農水省による政策対話。第 5 回対話で、フードバリューチェーン (FVC) を構築するパイロットプロジェクトとして、「カシューナッツ」が選定
8	農水省	海外農業・貿易投資環境調査分析委託事業【日本工営】	-2021.3	カ国では、カシューナッツにフォーカスを当てた市場調査、有機 JAS の適用可能性調査を実施



Sala Visay AC



Mriek Ponleu Thmeu Bey Phum Samki AC



Phnom Sontuk AC



Khum Kroyea Samki AC

図 4 在カンボジア大使館草の根事業で整備した倉庫（上表№5）

表 5 他ドナーにおける支援内容の概要

No.	実施機関	支援機関	プロジェクト 期間	対象州	活動
1	DPA	MFAT of NZ	2016-2021	モンドルキリ	・農家指導 ・農家グループの連携強化
				ストゥントレン	
				コンボントム	
2	World Vision	DFAT Aus	2014-2019	コンボントム	・農家指導 ・ACの組織能力の強化
				プレアヴィヒア	
3	Harvest II (IDE&ABT)	USAID	2017-2022	バタンバン シムリアップ	・サプライチェーンの構築
4	IVY	MFAT JP	2018-2021	プレアヴィヒア	・有機農法教育 ・ACの組織能力の強化
5	Save Children and IDE	ZA AID	2018-2023	コクコン	・民間連携による市場システムの改善
6	NTPF & ACTIS	ICCO	2016-2019	ラタナキリ	・農家指導 ・ACの組織能力の強化 ・拠点設立（育種所、市場）
7	We Effect	Sweden	2018-2022	コンボントム	・農家指導 ・ACの組織能力の強化
				ストゥントレン	
8	HEKS Cambodia	HEKS-EPER	2018-2021	ラタナキリ	・小規模農家の環境改善
				モンドルキリ	
				ストゥントレン	
				カ国全体	
9	Good Neighbor Cambodia	GN Internat.	2018-2023	ラタナキリ	・農家指導 ・ACの組織能力の強化
10	APIRE Project (MAFF)	IFC	2018-2023	カ国全体	・気候変動への適応と回復力の強化
11	FAO Project(MAFF)	UNDP	2019-2020	カ国全体	・VCアセス
12	HEKS	-	2018-2022		・「Cashew nut policy」（生産・流通に 着目した計画）策定のための調査
13	ADB	-	2018-2020	プレアヴィヒア	・物流施設の強化 ・農業生産及びサービス基盤の改善 ・農村部へのアクセス性と災害リスク管 理能力の向上 ・バリューチェーンの利害関係者間のビ ジネスパートナーシップの強化
				コンボントム	
				シムリアップ	
				コンボンチャム	
				ウドンメンチェイ トボンクムン	

出典：各種文献資料より

2) カシューナッツ産業の経済的動向

カンボジアの気候はカシューナッツの栽培に適しており、特にすでに多くのカシューナッツが栽培されているコンボントム州、コンポンチャム州、プレアヴィヒア州、シェムリアップ州の4州を含む北東部がカシューナッツの主要産地となっている。

国際ナッツ・ドライフルーツ協会（INC）の調査結果によると、2020年までの5年間、カンボジア国のカシューナッツの生産量は2019年にRCNベースで20万トンを超え、順調に増加しており（図7）、カーネルベースで2014年の19,048トンから2019年の29,900トンへ年平均9.4%の伸びを示している（表8）。

世界のカシューナッツ主要産地は、インド、ベトナム、コートジボアールであるが、軒並み横ばいの生産量の中、カンボジアは、今後も生産量の増加が見込まれている（表9）。



図 6 2016-2020 カシューナッツ（RCN）生産量の推移

出典：Cornhouse, INC, Cambodian Ministry for Agriculture

表 7 カンボジア国内の生カシューナッツ生産量（カーネルベース；トン）

2014	2015	2016	2017	2018	2019
19,048	19,048	23,800	21,428	24,200	29,900

出典：INC Nuts & Dries Fruits Statistical Yearbook

表 8 2021-2022 カシューナッツ生産量予測

COUNTRY	2020/2021	2021/2022*
	CROP	CROP
INDIA	691,000	738,000
VIETNAM	450,000	400,000
CAMBODIA	190,000	250,000
COTE D'IVOIRE	900,000	840,000
NIGERIA	260,000	240,000
GUINEA-BISSAU	180,000	180,000

出典：INC "Cashew Crop 2021/2022 Forecast"

3) カシューナッツ産業の社会的動向

カンボジア農林水産省のデータによると、2021年の最初の10ヶ月間にRCNベースのカシューナッツを914,796トン輸出し、前年同期比で343.17%、金額ベースで、595%の大幅な増加を示している。

統計上の生産量と整合しないが、ベトナム側から大量に買い占められ、不公正な取引が横行していたこともあり、Covid-19の大流行により、カンボジアとベトナムの国境が以前よりも厳しく取り締まられ、両国間の国境を越えた貿易がより正確に報告される事となったためと考えられる。

カンボジア産カシューナッツの多くは、自国での加工技術を持たなかったため、1次産品として、大半は隣国への安価に輸出されており、公正な取引が普及してなかったという実情がある。

TPJが進めるカンボジア自国内での加工、輸出にいたるバリューチェーン構築は、他国へ流出する付加価値を、カ国内での付加価値として取り込む内部化に寄与している（未加工に比べ、加工済みの取引価格は、10倍程度の価格）。

表 9 カンボジアにおけるカシューナッツの輸出量（2021年の10ヶ月）

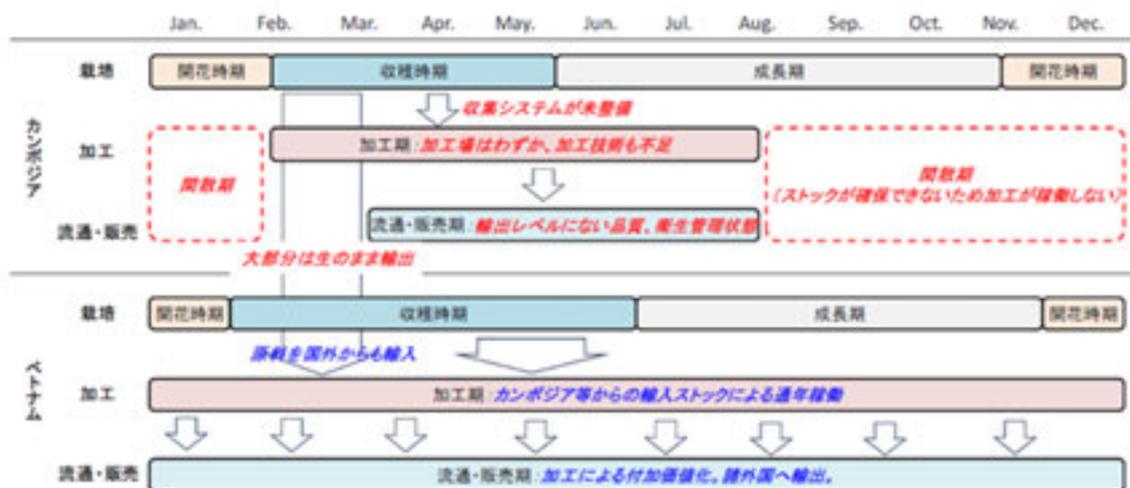
	国	製品	量（トン）
1	ベトナム	カシューナッツ	906,620.00
2	タイ	カシューナッツ	4,085.40
3	中国	カシューナッツ	3,896.94
4	インド	カシューナッツ	98.60
5	日本	カシューナッツ	44.14
6	韓国	カシューナッツ	16.88
7	サウジアラビア	カシューナッツ	14.51
8	オランダ	カシューナッツ	8.21
9	バングラデシュ	カシューナッツ	7.00
10	ラオス	カシューナッツ	4.00
11	スイス	カシューナッツ	0.02
12	トーゴ	カシューナッツ	0.01
13	UAE	カシューナッツ	0.01
	計		914,795.72

出典: 2021年11月4日付「ブノンペンポスト」紙、調査団

4) カシューナッツ産業の技術的動向

カンボジアにおけるカシューナッツの生産・加工サイクルを図 10 に示す。カンボジアのカシューの収穫時期は 1 月から 5 月までと限定的であり、カンボジアで収穫されたカシューナッツの実は、そのまま RCN として安価で取引され、ベトナム等の加工を行う国に輸出されており、国内で収穫するカシューナッツについて以下の理由により世界的な地位を確立できていない現状にある。

- 収穫したカシューナッツについて農業協同組合（農協、Agricultural Cooperative: AC）等による集荷システムが構築されていないため、一次加工可能な工場が限定されている。
- 限られた加工場は加工の技術をはじめとするノウハウが不足している上、大量のストックを確保できないため、通年稼働できていない。また、国内産の加工済みカシューナッツは量、品質、衛生管理を伴った輸出レベルにない。
- 隣国の世界一のカシューナッツ加工・輸出大国であるベトナムに比べると、加工残渣にあたる殻などの搾油などの加工技術は全く普及していない段階であり、加工技術から搾油技術まで普及段階にある。



出典：JICA

図 10 カシューナッツの生産・加工サイクル

ただし、近年、前述した国際機関によるカシューナッツ産業への支援により加工を含めたバリューチェーン構築が進みつつある。特に、TPJ が実施し JICA 案件化調査により生産、加工に至る RCN の品質基準や検査方法の確立、そして、TPJ の新工場の設立に伴う加工工程の現地適合化モデルの実証を契機として、カ国でのカシューナッツの加工状況は下記のように変化しつつある。

- ・カンボジアカシューナッツ協会（CAC）の設立により RCN の収穫・保存を一元的に管理することが可能になった。
- ・在カンボジア日本大使館草の根無償事業により 4 か所の RCN 保管倉庫が整備され、通年加工が可能になってきた。
- ・TPJ の新工場等ではカンボジアに適応したカシュー加工方法を実施するとともに、HACCP の導入による衛生管理が可能となり、海外輸出が可能になった。

(2) 処理対象廃棄物の発生・処理の状況

カ国では、上記に示したように殻付きのカシューナッツである RCN の状態で他国に輸出しているが、一部少ないながらも加工工場で加工事業を行っている。TPJ が新工場を新設したが、近年大型の加工工場も立地を始め、今後も増加することが予想されている。

既存の調査より、カ国内の加工工場は 18 工場程度リストアップした。ただし、農協で家内制手工業的に加工している加工工場や工場の統廃合や稼働が確認できない工場を除き、工業的に、ある程度安定的に稼働している 9 工場を抽出し、ヒアリング調査を実施した。

ヒアリング項目として、カシューナッツ殻の発生量（回収想定量）の他、現状の処理状況（殻の売却価格、輸送方法、輸送コストの取り扱い、殻の販売先）、TPJ との取引可能性、加工における熱処理での燃料及びそのコストなどをヒアリングした。9 工場へのヒアリング結果のとりまとめを次頁に示す。

表 11 カンボジアにおける加工工場のリストアップ（18 工場）

No.	企業名	設立年	地方
1	Dey Kroham handicraft	2020	Phnom Penh
2	Specialized Cambodia Produce Co.,Ltd	2016	Kandal
3	AIDC trading	2018-2019	Kampong Speu
4	Kampong Speu handicraft		Kampong Speu
5	Thv Heng Leap handicraft		Kampong Cham
6	Leoung Manuth Chamkar Ler Cashew nut handicraft	03.2016	Kampong Cham
7	Chamkar Ler Cashew nut	2020	Kampong Cham
8	Chhun Hay handicraft	2019	Kampong Cham
9	Takeo Handicraft	2019	Takeo
10	Vithey (Cambodia) Cashew nut Co.,Ltd	2018	Tbong Khmum
11	MTST Agro Products Co.,Ltd	2020	Tbong Khmum
12	Chev Sambo Cashew nut	2019	Kampong Thom
13	M23 Panha Chev Handicraft	2021	Kampong Thom
14	Sambath Phall handicraft	2021	Siem Reap
15	Kulen Handicraft	Aug-20	Siem Reap
16	Santana Agro Products Co.,Ltd	2019	Preah Vihear
17	MT Cashew nut handicraft	2020	Kratié
18	WELWILLING agricultural technology (Cambodia) Co.,Ltd	2018	Phnom Penh

出典：各種既存調査



MTST Cashew Nut Processing Factory 協議（2021/11/24）



SANTANA Cashew Nut Processing Factory 協議（2021/11/23）



図 12 ヒアリング調査の状況

表 13 カンボジアのカシューナッツ加工工場ヒアリング結果

No.	企業名	設立年	場所	カシューナッツの処理 (現状)				カシューナッツの回収総定置 (年間)					
				輸送方法	輸送コスト	種の販売先	TPJCとの取引可能性/条件	熱加工の熱源	熱加工の燃料コスト	調査前	本調査		
		穀の価格						最小	最大	最小	最大	単位	
1	Dey Kroham handicraft	2020	Phnom Penh	バイヤーのトラック	なし (バイヤー持ち)	地元のパイヤー (その後ベトナムへ販売)	販売額、市場価格、ニーズがあるなら、単にベトナムから持ってくることも可能。その場合、100トンのコストがかかる。 販売時期: RCNの収穫時期が良い、ベトナムが輸入する場合はいつでも可能。	電気	電気 (加工) 100~150ドル/月	5 t/yr	10 t/yr	12 t/yr	15 t/yr
6	Leoung Manuth Chamkar Ler Cashew nut handicraft	03. 2016	Kampong Cham	袋に分け (50~60キロ)	なし (バイヤー持ち)	地元の小トレーダー (その後ベトナムへ販売)	既存販売価格より高値または近い金額。販売のタイミングは2か月に1回	電気、カシューの木	電気 (1,500,000R/月 = 375ドル/月) カシューの木 (自社農園から調達のため無料)	50 t/yr	50 t/yr	30 t/yr	60 t/yr
7	Chamkar Ler Cashew nut	2020	Kampong Cham	バイヤーのトラック	なし (バイヤー持ち)	カンボジア人のトレーダー (その後ベトナムのパイヤーに販売)	販売額: 市場価格 (既存販売と比較) 販売の量: 年間10トンからそれ以上 (販売量による) 販売時期: 収穫時期 (3~5月) が重要	電気 (100キロ加工/日)	加工時の電気料金25ドル/日	5 t/yr	5 t/yr	10 t/yr	10 t/yr
8	Chhun Hey handicraft	2019	Kampong Cham							38 t/yr	75 t/yr		
9	Takeo Handicraft	2019	Takeo	バイヤー自身による	なし (バイヤー持ち)	近隣の小規模金庫持業者	現在のパイヤーとは売買契約を結んでいないため、非出される間は取引可能。販売価格は市場価格。	電気 (オペレーションに使用)、穀と木材の混合をRCNのスチームに使用。(穀: 1トン/月、木材: 1CBM/月)		50 t/yr	50 t/yr	18 t/yr	18 t/yr
11	MTST Cashew Nut Processing Factory	2020	Tbong Khmum	自社トラックでベトナムとの国境 (自社から3 km) まで輸送、ベトナム業者に引き渡し	なし (販売価格にコスト含む)	ベトナム		薪 (1.5CBM/日)	35ドル/日	300 t/yr	500 t/yr	7,100 t/yr	7,100 t/yr
12	Chey Sambo Cashew nut	2019	Kampong Thom							1,000 t/yr	1,000 t/yr	1,000 t/yr	1,000 t/yr
16	Santana Agro Products Co., Ltd	2019	Presh Vihear	バイヤーのトラック		地元RCN持業者 (その後ベトナムへ)	具体的な価格、金額を明記した購入契約書の作成	主にカシューナッツの木 (4CBM)	44ドル/日	1,300 t/yr	1,836 t/yr	3,822 t/yr	3,822 t/yr
18	WELWILLING agricultural technology (Cambodia) Co., Ltd	2018	Phnom Penh	2トンずつ袋に分ける、バイヤーのトラック	なし (バイヤー持ち)	地元の小トレーダー (3社)	既存の販売価格より高値であれば、また、貯蔵庫が大きい (50トン) になった際に販売。			400 t/yr	600 t/yr	400 t/yr	600 t/yr

以下に加工工場にアリング結果の概要を示す。

- カシューナッツ殻を一定量、安定的に排出する他社工場としては、3工場 (No.6 MTST, No.8 Santana, No.9 Welwilling)。
- カシューナッツ殻は、現状としては、バイヤーを通じて、ベトナムへ搬出、輸出されており、自国処理は皆無である。バイヤーが買い取りに来て、トラックで輸送され、輸送コストは、バイヤー負担が大半。ただし、自社でのベトナムへ輸送している工場が1つあるが、ベトナム隣接州である。また自社輸送であると買取価格が相場の2倍以上 (120 USD/t) となっている。
- 輸送費なしの条件でバイヤーの買取価格は、30~75 USD/t であることから、カ国内での利用により、運搬費が削減できるとともに、廃棄物が有価物を生産できるメリットもある。
- 工場の加熱処理の熱源は、薪か電気、燃料コストは25~44USD/日程度。
- カシュー殻の取引可能性は、現行の買取価格との比較で決定される状況。

以上より、3工場をターゲットに具体的な取引可能性を協議することとする。対象処理量としては、自社工場の排出量1,000 t/年の1.5倍の2,500 t/年を他3工場から回収することを想定する。日処理量に換算して、6.3 t/日の処理量となる。

表 14 処理量設定

処理量設定 (年間)

調達先	ナッツ	カーネル	殻 (対象廃棄物)			アップル	
			油	殻残渣			
重量比	100%	25%	75%	15%	60%	500%	
単位	t/年	t/年	t/年	t/年	t/年	t/年	
自社工場	1,000	250	750	150	600	5,000	
他工場	①合計	11,522	2,881	8,642	1,728	6,913	57,610
	②No.11	7,100	1,775	5,325	1,065	4,260	35,500
	③No.16	3,822	956	2,867	573	2,293	19,110
	④No.18	600	150	450	90	360	3,000
設定処理量	自社	1,000	250	750	150	600	5,000
	自社+他工場	2,500	625	1,875	375	1,500	12,500
フェーズ2	30,000	7,500	22,500	4,500	18,000	150,000	
稼働日	年間日	300					

処理量設定 (日)

構成種別	ナッツ	カーネル	殻 (対象廃棄物)			アップル	
			油	殻残渣			
単位	t/日	t/日	t/日	t/日	t/日	t/日	
設定処理量	自社	3.3	0.8	2.5	0.5	2.0	16.7
	自社+他工場	8.3	2.1	6.3	1.3	5.0	41.7
フェーズ2	100	25	75	15	60	500	

【カシューナッツアップルの処理状況について】

カシューアップルについては、カ国内においては、未利用資源として、農地に廃棄（国全体として100万トン／年）されているのが実態である。

他国では、ジュース、ジャムなどの食品への活用が見られる。しかし、カシューナッツの実として成熟してからの収穫となるため、アップルの方も同時に熟して腐りやすく、ハンドリングが悪いため、活用にあたっては、集荷システムの構築が必要となる。特にカシューナッツより重量があり、腐敗が進行するとなると同時に輸送することが困難といった物流の課題が多い。

また、収穫時期は1月から5月までと限定的であり、カシューナッツ加工のように1年間の保存ができないことも大きな課題である。



落ちたカシューナッツを収穫



集める



実（アップル）とカシューナッツを紐で分離
→アップルは残置

出典：JICA 資料

(3) 廃棄物処理・リサイクルの制度・政策

カンボジア政府は 2009 年、廃棄物の削減、再利用並びにリサイクルを目的とした国家 3R（リデュース、リユース、リサイクル）戦略を国連開発計画（UNEP）の支援によって策定した。しかし、ドナー支援で策定された戦略に基づく国内法の整備、政策の策定及び実施は遅れており、リサイクルの実践はまだ限られた範囲に留まっている。また、モニタリングや実施能力の欠如が大きな課題となっている。都市固形廃棄物は、埋立て、リサイクル、焼却の 3 つの方法で処理されており、カンボジアの埋立地のほとんどは、特定の管理システムを持たないオープンダンプ方式である。

【環境法令】

- ・ 環境保護と自然資源保護に関する法律（Law on Environmental Protection and Natural Resources Management (1993)）
- ・ 固形廃棄物管理に関する政令（Sub-decree on Solid Waste Management (1999)）

【関連する法令】

- ・ 固形廃棄物とごみ管理に関する環境省及び内務省令（Joint-Declaration the Ministry of Interior and the Ministry of Environment on “Solid Wastes and Litter Management in Cambodia”）
- ・ 固形廃棄物処理に関する環境保全ガイドライン（Environmental Guideline on Solid Waste Management in Cambodia (2006)）
- ・ 国家 3R 戦略（National 3R Strategy on Wastes Management (2008)）
- ・ 都市における固形廃棄物に関する政令（Sub-Decree on Solid Waste Management in Urban Areas (2015)）

一方、事業開発に伴う環境影響評価の制度は、整備されている。1996 年にカ国で発効された環境保護自然資源管理法³では、全ての民間事業・公共事業に対し環境影響評価（EIA）を行うことが義務付けられていたが、計画段階・実施最中のももの含む全事業に対して EIA を実施し、管理するのは、多大な労力とリソースが要されると発効直後に見直された。

そのため、1999 年には EIA または IEIA（事前 EIA）の実施が義務付けられる特定分野を指定する閣僚会議令⁴が 1996 年の環境保護自然資源管理法に付随する形で発効された⁵。

また、2005 年には同法令が改正され、EIA/IEIA に該当する業種項目が増えた。加えて、200 万 USD (2.2 億円) 以上に及ぶ投資事業にはカンボジア開発議会（CDC）の承認が必要とされ、200 万 USD を下回る事業でも該当する州の投資準員会を含む関係機関の承認が必要とされる。この閣僚会議令によると「年間 500 トン以上の加工食品を製造する事業」は IEIA が必要とされる。

そのため、本事業に伴う投資額、またカシューナッツ殻単体でなく、カシューナッツの実（カーネル）の加工事業が付随し、大規模化（現状の加工量では対象外）を図る場合は、留意が必要である。つまり、想定する事業において、カシューナッツの加工量が年間 500 トンを超える場合は、IEIA への申請が必要となる。申請のフローとしては、原則、IEIA/EIA の申請者は事業者自身となるが、IEIA/EIA の作成を専門のコンサルタントに委託することも可能である。IEIA の作成にあたり最低 3 ヶ月の期間を要する環境調査が求められる（EIA の場合は最低 6 ヶ月）。カンボジア国環境省（MOE）に提出された EIA/IEIA は 30 営業日以内に MOE から指摘事項を受けることとされている。この 30 日の期間において MOE の職員が事業実施現場へ出向

3 英名：Law on Environmental Protection and Natural Resource Management

4 英名：Sub-decree on Environmental Impact Assessment Process

5 国際自然保護連合、「Mekong Regions Water Resources Decision-Making」より

き視察を行い、視察結果をもとに省内で議論を行い、指摘事項を含めた指示書を準備する。特に指摘事項が 30 日以内に返送されなかった場合、事業内容が環境規制に順ずるものとみなされ、事業を実施してよいとされる。また、EIA/IEIA プロセスにおいてパブリックコメント期間を設ける必要もある。

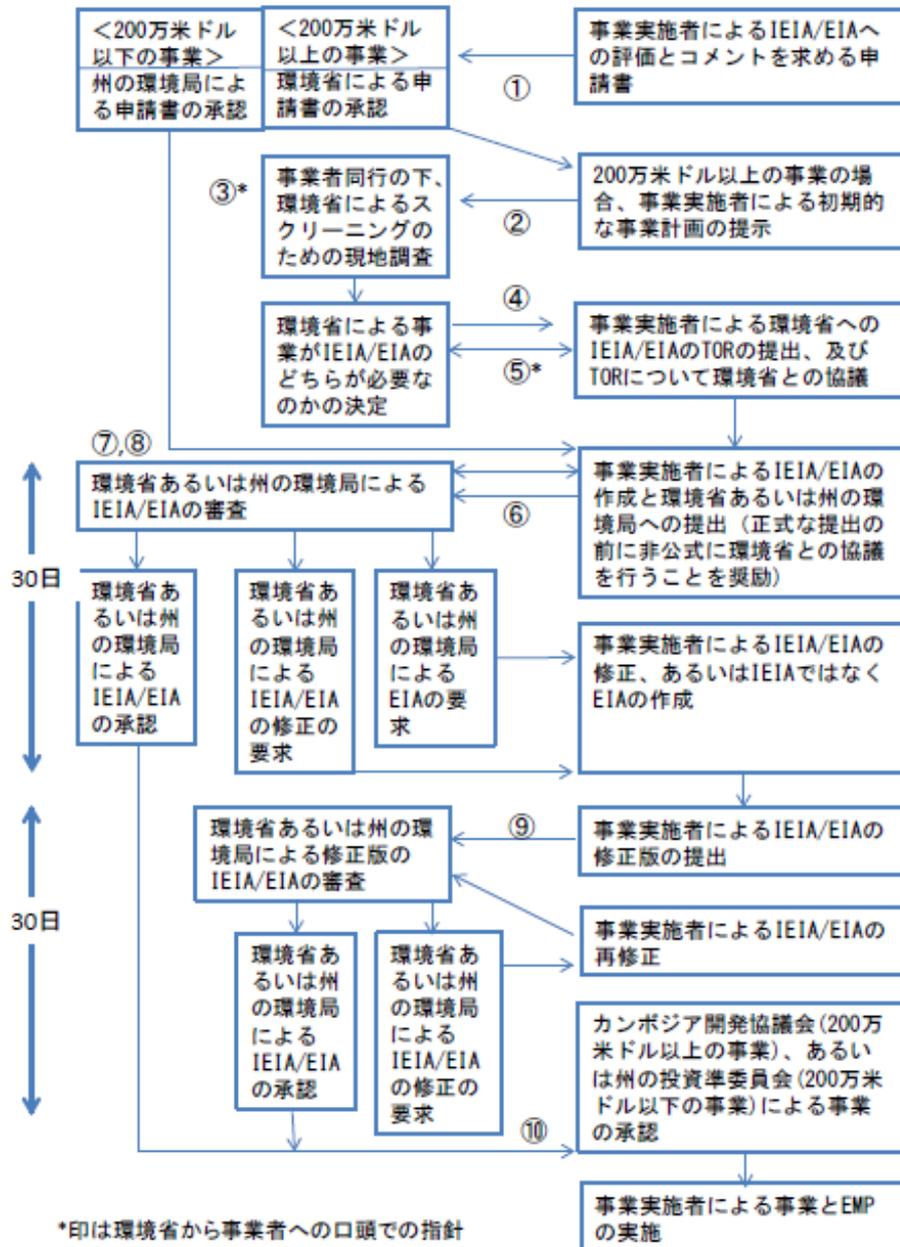


図 6 カンボジア国における EIA/IEIA フロー

出典：環境省資料

【カシューナッツ殻の廃棄物処理に関連する法律について】

ここでは、参考としてカシューナッツ産業のトップシェアであり、カシューナッツ殻のバイオマス市場が形成されているベトナムにおける関連法を調査した。

現地のベトナム輸出協会にヒアリングした際にカシューナッツ殻の法規制について認識しているかヒアリングしたが、現状、特に対処事項はない為不明とのコメントであった。

ただし、ベトナムの法規制としては環境保護の基本法として「環境保護法(1994年)」があり、その下に廃棄物の規制としては、有害廃棄物の規制を定めた「有害廃棄物管理規制」(Decision No.1555/1999QD-TTg)や「都市中心部および工業団地における固形廃棄物の管理促進に関する首相命令」(Directive No.23/2005/CT-TTG)等が存在する(出所：日本貿易振興機構アジア経済研究所『アジア各国における産業廃棄物・リサイクル政策情報提供事業報告書』経済産業省委託 2006年)。

ベトナムでは、都市ごみ、有害廃棄物と非有害廃棄物、医療系廃棄物に大きく分類されている。有害廃棄物は燃料油、廃棄汚泥、有機化学物質などが対象となっているが、農業系廃棄物については定義されていない。

有害廃棄物については「有害廃棄物管理規制」において、定義、関係省庁の責務、排出者の責務、収集・運搬・処理・最終処分および緊急時の対処などに関して管理・規定をしている。事業者の認定制度、マニフェスト制度などからなっており、有害廃棄物の詳細な分類および各種廃棄物の処理基準、処理・処分方法も規定されている。

(4) 再生品・再生エネルギーの売却単価

1) 買取価格・品質要求水準のヒアリング調査（日本のメーカー、商社等）

カシューナッツ殻を搾油した後に販売することを想定するカシューナッツオイルの販売候補先となる日本のメーカー、商社などへのヒアリング調査を行い、市場環境（価格や品質要求水準）を把握した。

【マテリアル利用】

● I社

温室効果ガスの一定部分を占めると言われる牛のゲップ（メタンガス）を抑制する効果があることを北海道大学との共同研究で、発見し、混合飼料（商品名：ルミナップ）として販売している。

家畜由来の温室効果ガスを削減する商品として注目されており、今後市場の拡大が期待である。本事業で生産されるカシューオイルの主要な供給先としては、現状では想定できないが、今後の市場拡大に応じて供給候補先の一つになることが期待できる。

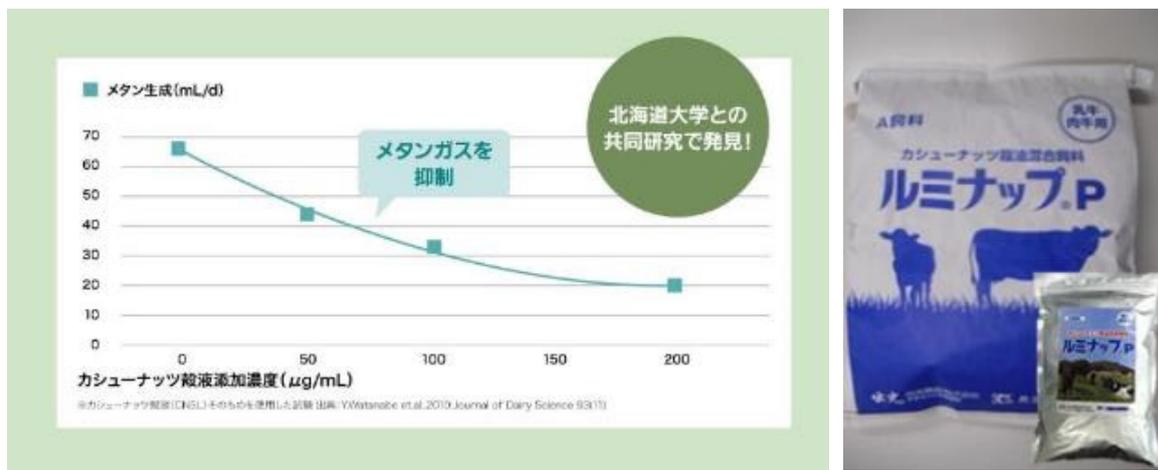


表 1. カシュー殻液（CNSL）給与時のホルスタイン種乾乳牛のメタン排出量
（Shinkai ら, J. Dairy Sci. 2012）

メタン量／飼料摂取量	試験 1		試験 2	
	対照区	CNSL 区	対照区	CNSL 区
メタン (L/kg 乾物摂取量)	44.8 (100)	27.7 * (61.7)	38.3 (100)	30.9 * (80.7)
メタン (L/kg 可消化乾物摂取量)	59.3 (100)	38.4 (64.7)	54.1 (100)	42.4 * (78.4)
メタン (L/kg 可消化有機物摂取量)	61.4 (100)	39.7 (64.6)	55.5 (100)	43.7 * (78.7)

図 7 カシューオイルの混合飼料によるメタンガス排出削減効果

出典：I社ホームページ

● T社（ベトナム現地法人）※2022年2月ヒアリング

主にカシューオイルから、カシューパーティクル（ブレーキ摩擦材）及びカシュー液体製品を製造しているメーカーで、ベトナム子会社工場にヒアリングを実施した。

ベトナム工場では、「カシューパーティクル」を生産しており、カシュー液体製品は取り扱っていない。カシューパーティクルを生産するにあたり、カシューナッツオイルをベトナム国内で調達し、加工、輸出している。

今後の取引可能性として、精製工程が求められるため、事業開始当初からの供給に課題があるが、カシューオイルの分析評価は可能ということでサンプル提供などから引き続きの取引可能性を探ることとなった。

<調達>

- ・調達しているカシューナッツシェルオイルは、燃料グレードでなく、特殊グレード（粘性200~300mPa・s）であり、調達量は、150 MT/年程度で、特殊グレードのため、一般の燃料グレードの価格より高い650 USD/MT程度の調達価格となる。
- ・一般的な燃料グレードより要求水準が高く、精製工程として、カシューナッツ殻から搾油後、遠心分離による精製、加熱処理による脱炭酸化（カルダノール主成分化）が求められる。
- ・ベトナムで特殊グレードに対応可能な調達候補先は、10社程度と考えられる。

<販売>

- ・日本を中心に世界に販売しており（2輪、4輪のブレーキパッド製造メーカー）、競合はなく、オンリーワンの製品供給となっている。



図 8 カシューパーティクル

出典：T社ホームページ

● A社 ※2021年11月ヒアリング

A社では廃天ぷら油を再生した植物油を潤滑油とする事業を進めている。廃テンプラ油を再生して潤滑油を精製し、粘度を下げることは容易であるが、粘度を上げるには、より粘度の高い植物油が必要となる。粘度を上げる為の植物油としてカシュー殻油の検証を進めたい意向であり、今後カシュー殻油の有用性の確認を行う予定となっている。

【燃料利用】

- 大手商社 M：※2021年9月29日、10月14日ヒアリング
日本本社、プノンペン事務所へヒアリングを実施した。カシューオイルは、バイオディーゼル（FAME）としての利用というより、リニューアブルディーゼル（HVO）としての活用を検討したいということであった。ハイエンドな航空燃料としての活用が見据えられる。
非食品系のバイオマスのニーズが高く、候補として、カシューナッツ、ジェトロファ等を検討している。調達量として、最小 8,000 t から、最大 50 万 t で、量に応じて使い方が変わる。
HVO の活用では、水素化処理及び異性化プロセスによる製造が必要なため、カンボジアで搾油して、精製は、国内（精油プラントの改造）というフローになり、双方に投資が必要となる。
- 大手商社 I： ※2021年10月14日ヒアリング
日本本社へヒアリングを実施した。カシューオイルの活用としては、直接燃料利用を想定しているということであった。
- 専門商社 I： ※2021年9月9日、11月30日ヒアリング
日本本社へヒアリングを実施した。カシューオイルの活用としては、直接燃料利用を想定しているということであった。調達量として、2 万トン／年から検討対象になるということである。
- 発電事業者、その他：
パームオイル発電（国内 3 箇所）での活用の可能性あり。パームオイル発電での混焼が想定されている（既往情報）。
カシューナッツオイルの発電事業としては、韓国で実装済である。そのため、調達価格が見合えば、取引可能性が高いという状況であった（300 USD/t、FOB）程度（※2021年9月27日ヒアリング）。
日本でもカシューナッツオイルをベースとした発電事業を見据える事業者の引き合いあり。まず、パイロット事業としてトライアルの可能性を探りたいという要望があるため、カシューナッツ殻を日本へ輸出して、搾油しトライアルを開始することで協議を継続することとなった（※2022年1月10日～協議開始）。
また、TPJ のカ国における大規模加工工場の建設と付随したカシューオイル活用を中心としたバイオマス事業への大規模投資案件の参画への関心をいただき（日系大手ゼネコン）、詳細検討に着手することとなった（※2022年1月25日～協議開始）。

2) 買取価格・品質要求水準のヒアリング調査（ベトナム）

カシューナッツ加工の世界トップシェアを担う隣国ベトナムにおいては、加工工場から殻を搾油、販売する市場が形成されている。そのため、ベトナムのカシューオイル市場の状況を現地調査した。

【カシューオイルの市場】

ベトナム国のカシューオイル生産量は、年間 40 万トンに上り、製造工場は、約 100 箇所（中小含み）。

- 使用用途は、ディーゼルエンジンの代替燃料（※）が大半。
※ CNSL バイオディーゼルと呼ばれる。またブレーキフリクションライニング用途（特に船舶や飛行機などの塗料やワニス）
- カシューオイルは、10%が国内利用、90%が海外輸出。
- 販売価格としては、文献及び加工工場のヒアリングでは、オイルは、300 USD/MT～（FOB）、殻残渣は、60 USD/MT～が想定可能な価格



図 9 ベトナムのカシューナッツオイルの供給先（2020-2021）

出典：ベトナム輸出協会ヒアリング

表 15 カシューナッツオイル・殻残渣の価格

略称		価格		生産国	貿易条件	出典
		外貨	円換算			
油	CNSL	100~300 USD/MT	11,467~34,402 円/t	ベトナム	FOB	ECサイト
	CNSL	500 USD/MT	57,337 円/t	ベトナム	FOB	JETRO
	CNSL	650 USD/MT	74,538 円/t	ベトナム	CNF、プサン	ベトナム工場ヒアリング
殻残渣	CNSE	115 USD/MT	13,188 円/t	ベトナム	FOB	JETRO
	CNSE	1,350 VND/kg	6,791 円/t	ベトナム	EXW	ベトナム工場ヒアリング

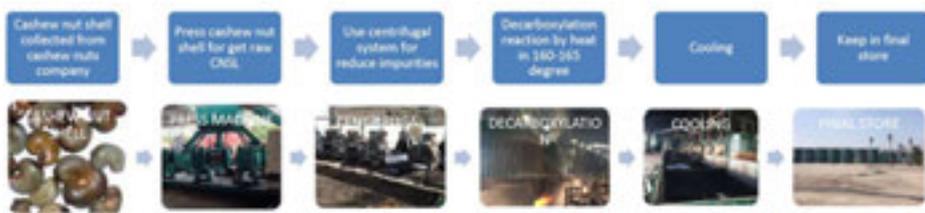
出典：調査団とりまとめ

【カシューオイル工場の事例】

ベトナムにある大規模なカシューオイル工場（業界トップクラス）の事例を以下に示す。業界最大手クラスであれば、約 10,000 トン／月、中小規模クラスは、約 3,000 トン／月程度の生産量となる。

表 16 カシューオイル工場の実態

会社概要	C社（ドンナイ省、ビンフック省に工場）
カシューオイル生産量	7万トン／年。CNSE13万トン、カルダノール5千トン
設備	プレス機 20 台（1台 1.5 トン／時、20 時間／日、26 日／月） クッカー 8 台（8,000 トン／月以上）
貯蔵施設	貯蔵能力：5,000 MT／月、75,000 MT／月（工場） 貯蔵能力：9,000 MT（港）



カシューナッツオイルの処理フロー



貯蔵施設（工場）



貯蔵施設（港）



オイルの熱処理（脱炭酸化）



CNSE のバンニング

図 10 カシューオイル工場（C社）の状況

出典：C社提供

(5) 事業に必要なコスト

本事業に必要な主要なコストとして、カシューナッツ殻からカシューオイルを搾油する搾油機、殻残渣を使つての熱利用を想定するためのバイオマスボイラー、及び工場建設に係るコストを国内外メーカーへのヒアリングや既存事例を通じて調査した。

1) 設備費（搾油機）

国内メーカーで実績のある2社（S社、O社）及び中国、ベトナムのメーカーへヒアリングを実施した。

タイプとして、スクリュウタイプと圧搾型があり、それぞれタイプの異なる国内メーカー2社でのサンプルを使った評価を以下に示す。

スクリュウタイプ（S社）：オイルの固形分が残留するためデカンタで固形分除去が必要
 圧搾型（O社）：内部で閉塞し、圧搾率が下がるため、前処理で破碎が望ましい

いずれにしてもオイルの抽出率を上げるには、処理工程で前処理、後処理を入れて歩留まりを上げる検討をすることが必要との見解を得た。

また、既にカシューナッツの搾油工場へ納入実績のある中国、ベトナムのメーカーにヒアリングしたが、日本メーカーと処理能力としては同程度であっても価格が、圧倒的に安価で済むという実態であった。

処理量の設定として、自社分及び他工場受け入れで6.3t/日としても、中国メーカーであれば、500万円程度の機材費で対応が可能となった。

表 17 搾油機の性能比較

メーカー・国	対象	想定処理量 (t/日)	タイプ	型番	基数	処理量 (t/h)	消費電力 (kW)	価格 (万円)	オイル抽出率	備考
S社	国内	自社	スクリュウタイプ	F-03型	1	0.3	15	3,500	30%	デカンタでの固形分除去が必要
		自社+他工場		F-25型	1	2.5	110	5,500		
O社	国内	自社	圧搾型	A1型	1	1バッチ30分	1.5	1,500	9%~13%	
		自社+他工場		A1型	2	1バッチ30分	3	4,500		
Z社	中国	自社	破碎機	GGPG-400	1	0.2-0.4	7.5	30	45%	
			スクリュウタイプ	GG-120A	1	0.2-0.25	11	43		
		自社+他工場	破碎機	GGPG-500	2	0.3-0.6	22	216		
			スクリュウタイプ	GG-165A	1	0.75-0.85	22	249		
V社	ベトナム	自社	スクリュウタイプ		1	0.7-0.75		670	約20%	
		自社+他工場			2	0.7-0.75		1,340		

出典：調査団作成

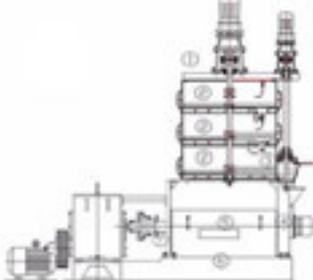
S 社 (国内、タイプ : スクリュータイプ)										
	<p>F-25 型 2.5t/h 110kW</p>	<p>【搾油試験】 ※数年前にカシューナッツ殻で実験 最終的に、水分 7%程度の原料で、前処理としての加熱は無しに、直接エキスパーに投入し、投入原料に対して 30%の圧搾液を採取。しかし圧搾液中に約 40%の固形分が混入。つまり、投入原料 100kg に対して、圧搾液 30kg=オイル 18kg+固形分 12kg。</p>								
O 社 (国内、タイプ : 圧搾型)										
	<p>圧搾機及び搾り量と搾縮寸法</p> <table border="1" data-bbox="531 875 799 1115"> <tr> <td>型</td> <td>A1型</td> </tr> <tr> <td>※容量</td> <td>550L</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">搾縮寸法</td> <td>巾 760mm</td> </tr> <tr> <td>幅 900mm</td> </tr> <tr> <td>高 820mm</td> </tr> </table> <p>大容量 (660L以上)も製作可能です</p> <p>ろ液回収型圧搾機 A1 型 所要動力 : 1.5kWh 販売価格 : 1,000~1,500 万円/台</p>	型	A1型	※容量	550L	搾縮寸法	巾 760mm	幅 900mm	高 820mm	<p>【サンプル圧搾試験】 ※2021 年 11 月実施 カシューナッツ殻をサンプル提供して、実機で圧搾を実施した。 搾油率は、サンプル 1.1kg の場合 13%、サンプル 4.28kg の場合 8.9%と大型になると内部で閉塞し、搾油が悪くなった。そのため、実際には、前処理として、殻の粉碎を行い、回収率を上げる必要がある。</p>
型	A1型									
※容量	550L									
搾縮寸法	巾 760mm									
	幅 900mm									
	高 820mm									
Z 社 (中国、タイプ : スクリュータイプ) ※2022 年 1 月メールでやり取り										
		<p>【破碎機】GGPG-500 (左) 処理量 : 300-600kg/h 消費電力 : 11kW 【搾油機】GG-165A (右) 処理量 : 750-850kg/h 消費電力 : 22kW</p>								
V 社 (ベトナム、タイプ : スクリュータイプ) ※2021 年 12 月ヒアリング										
		<p>処理量 : 700-750kg/h 消費電力 : 不明</p>								

図 11 搾油機メーカーの比較

2) 設備費（バイオマスボイラー）

国内メーカーで PKS などの植物性残渣物を利用したバイオマスボイラーの納入実績のある I 社のバイオマスボイラーの適用条件、導入可能性を検討した。

【自社加工工場での熱利用の適用可能性】

既に稼働している自社カシューナッツ加工工場では、殻付きのカシューナッツ（RCN）を調達し、熱処理（現在は煮沸）を行い、殻割工程に移る。いずれにしても加工工場では、熱処理が必要であり、熱需要がある。

特に大量生産する場合は、多くの場合はスチーム処理となり、自社工場もスチーム処理への変更を想定している。

そのため、ここでは、自社工場の加工過程においてバイオマスボイラーを用いて熱利用することの適用可能性を検討した。

カシューナッツ殻の発熱量を 4,500kcal と想定した場合は、自社の蒸気量 1t/h、8 h/day として 1.7t/day のカシューナッツ殻が必要となる。他社分を含めた想定処理量 6.3t/日とすると、蒸気量 3~4t/h となり、スチームスターによる 100kwh の発電可能となる。

【適用可能なバイオマスボイラー】

適用可能機種：IXM S1000 型

- ・国内価格 5,000 万円程度
- ・納期は半年
- ・その他運搬、据付費等が必要

※ボイラー部は他社利用でコスト縮減可能（例：ベトナムのメーカー等）

※水の使用量が非常に多いが、循環利用すれば 5% だけの水使用量となる

（IXM S1000 型の場合 1.2m³/day の水が必要、供給水には軟水器が必要）

※メンテナンス年 2 回

※シリカやカルシウムが多い原料だと、灰がボイラーに付着することがある。

型式		IXM-S500	IXM-S1000
蒸気量	Kg/h	500	1000
仕様圧力	MPa	0.98	
寸法	全長 A mm	2400	4600
	全幅 B mm	1280	2100
	全高 C mm	3718	5243
最大消費電力	kW	7	29.3
伝熱面積	m ²	9.8	20.1
本体重量	kg	4500	12000
配管口径		50A	65A
種類		小型貫流ボイラ	貫流ボイラ
電源		三相 200v	
着火方式		灯油	
ボイラ技師免許		必要なし※	



図 12 適用可能なバイオマスボイラー

【簡易燃焼試験の実施】

バイオマスボイラーへの適用可能性を検証するために、搾油したカシューナッツの殻のサンプルを用いて、簡易燃焼試験を実施した。以下に結果を示す。

日時：2022 年 1 月 13 日

場所：I 社本社組み立て工場（大阪府）

概要：簡易燃焼炉でテスト

- 結果

- 燃焼：着火性は良い。灯油バーナで昇温後、自燃状態で高温を維持。燃焼時に 100°C 程度の温度上下。燃焼中、臭いはなし。
- 燃焼灰：ほぼなし。未燃分、クリンカ発生も確認できず。
- 煙：着火時に黒煙発生なし。白煙少量発生⇒結果は、「適」

- 燃料の評価

- バイオマスボイラーの燃料として熱量は十分、良好な高温燃焼が可能
- 蒸気ボイラー燃料は安定した高温燃焼性が重要だが、カシュー殻は、十分な高温燃焼が得られる燃料である。
- 小型の簡易燃焼炉では燃料供給ムラの影響により、図 13 に示すように燃焼温度が少々不安定であり、白煙の発生も若干認められた。
- ただし、蒸気 1ton/h 規模のボイラーでは十分な燃焼室容積があるため、上記影響はなくなると想定している。



試験装置

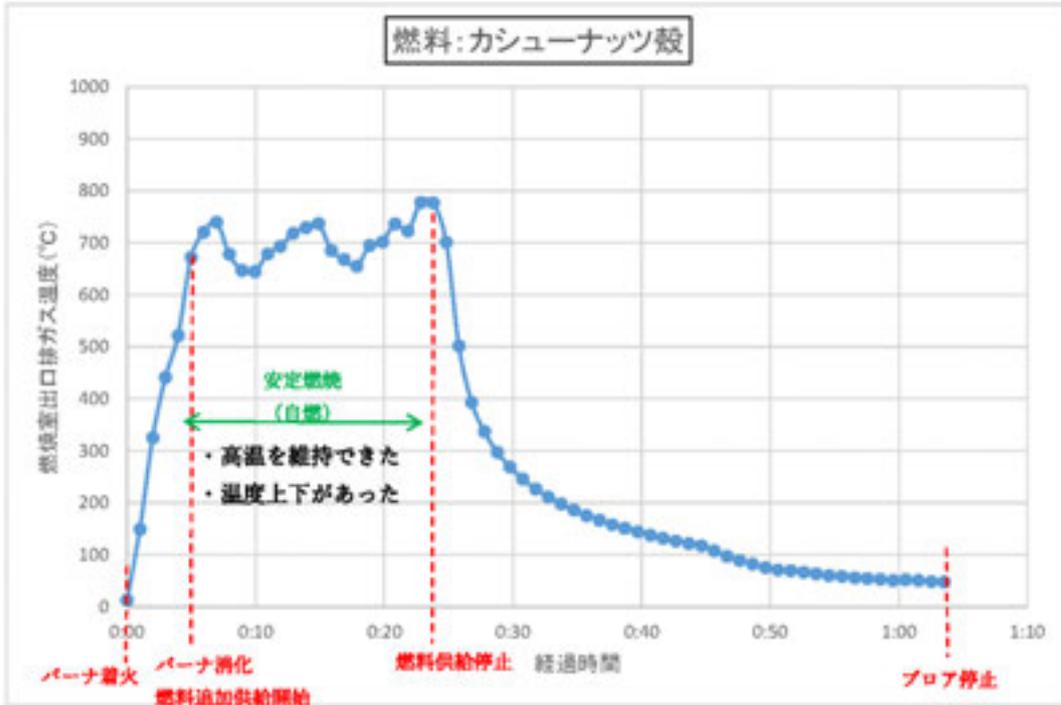


サンプル 4kg、比重 0.326、含水率 13.8%



燃焼時の状況（良好に燃焼、若干の白煙）





燃焼温度
 図 13 簡易燃焼試験の結果

3) 建設工事費

カ国でのカシューナッツ殻を収集、貯蔵し、カシューナッツオイルを搾油する工場の建設を試算した。

構成要素としては、「工場兼倉庫」とする。1ヶ月分の在庫確保(150t程度)が可能な倉庫として、400m²確保し、合計面積として1,000m²設定した。

敷地としては、自社加工工場の隣接地、CAC所有の敷地として、いずれも土地取得費は、事業パートナー所有のため考慮しない仮定とした。

工場建設費としては、自社工場での建設費、在カンボジア日本大使館の草の根事業で4つのACが整備した時の建設単価200~300 USD/m²を参考として、250 USD/m²と設定した。

以上より、建設工事費は、20万USD(250 USD/m²×1,000 m²)となる。



在カンボジア大使館草の根事業でのカシューナッツ倉庫(Khum Kroyea Samki AC)



自社工場

図 14 建設工事費の参考物件

4 廃棄物の組成、性状等の調査

4.1 調査内容

カシューナッツ殻から搾油したカシューナッツオイル (CNSL)、及び殻残渣 (CNSE)のそれぞれについて、成分分析及びカロリー分析を実施した (株式会社東海テクノへ分析依頼。2021年12月)。

分析サンプルは、自社が確保していたカシューナッツ (RCN) を搾油機メーカー (O社) で搾油試験を実施した後、分離されたカシューナッツオイルと殻残渣を分析対象とした。



図 15 成分分析・カロリー分析の工程

4.2 調査結果

カシューナッツオイルは、低位発熱量 8,340kcal/kg、殻残渣は低位発熱量 5,700kcal/kg で、他のバイオマス燃料と比較しても十分な発熱量がある。殻残渣であっても PKS と比較しても優位性を持ち、燃料としての可能性を有する。

カシュー油の灰分は 0.82% と少なく、塩素、硫黄、ナトリウムは 0.01%、カリウムも 0.2% と低い値であった。また、殻の灰分 2.0% に対し、カリウム 0.69%、リン 0.18% が存在し、燃焼後の灰分は十分に肥料として利用できると考えられる。

表 18 カロリー分析・成分分析結果

		カシュー油 (搾油後)		カシュー殻 (搾油後)	
水分(wt%)		2.38	Wet	11.8	Wet
灰分(wt%)		0.82	Wet	2.02	Dry
揮発分(wt%)		98.65	Wet	60.00	Dry
固定炭素(wt%)		0.53	Wet	37.98	Dry
発熱量	高位発熱量(kcal/kg)	8,870	Dry	5,990	Dry
	低位発熱量(kcal/kg)	8,340	Dry	5,700	Dry
CHN元素分析	炭素 (wt%)	77.98	Dry	63.88	Dry
	水素 (wt%)	9.75	Dry	5.31	Dry
	窒素 (wt%)	0.20	Dry	0.87	Dry
塩素 (wt%)		0.01	Dry	0.01	Dry
硫黄 (wt%)		0.01	Dry	0.05	Dry
酸溶解性ナトリウム(wt%)		0.01	Dry	0.03	Dry
酸溶解性カリウム(wt%)		0.20	Dry	0.69	Dry
リン酸全量(wt%)				0.18	Dry

表 19 発熱量の比較

燃料	低位発熱量
カシューオイル	8,340 kcal/kg
殻残渣	5,700 kcal/kg
PKS	3,400 kcal/kg
木チップ (切削)	2,300 kcal/kg
木チップ (破碎)	2,600 kcal/kg
剪定枝	2,000 kcal/kg
RPF	5,500 kcal/kg
RDF	4,000 kcal/kg

※留意：上記に示した他のバイオマス燃料については、あくまで参考値としての一例である。

5 実現可能性の評価

5.1 事業の前提条件

本事業は、カシューナッツ産業の副産物のリサイクルビジネスを牽引するパイロット事業（フェーズ1）として位置づける。また、本リサイクルビジネスは、TPJのコアビジネスである加工事業と連動しながらの取り組みとなる。

フェーズ1は、加工事業として取り組んでいる自社加工工場からの加工残渣をベースに、小規模ながら他工場の加工残渣を収集運搬し、搾油、殻残渣を売却することを想定する。そして、将来的には、加工残渣の殻のリサイクル事業からカシューアップルや剪定枝の活用を見据える。

以下に、フェーズ1の概要を示す。

- カシューナッツ殻の調達は、自社加工工場からの加工残渣（RCNベース1,000t、加工残渣750t）に加え、工業的生産を行っている3つの加工工場を対象として、加工残渣（RCNベース2,500t、加工残渣1,875t）を収集する。
- 収集、運搬については、カシューナッツ協会（CAC）がその役割を担うことを想定する。
- 収集されたカシューナッツ殻を、新設する残渣リサイクル工場（設備投資）で搾油する。
- 搾油されたカシューオイル（CNSL、375t）は、主にバイオマス燃料として日本へ輸出し、最も引き合いと需要が大きいカシューナッツオイル発電への利用をトライアルする。同時にマテリアル利用へのアプローチを続ける。
- 一方、搾油された後の殻残渣（CNSE、1,500t）については、加工工場の熱処理への自家利用（現状の薪の代替）に活用する。同時に、発生する灰については、カシューナッツ農園への肥料還元を進める。



図 16 パイロット事業の概要（フェーズ1）

フェーズ1と並行し、TPJのコアビジネスである加工事業の大規模と連動する形で、フェーズ2への事業拡大を目指す。

加工事業の大規模化は、従前よりCAC及び関係機関、企業と案件形成を検討しており、リサイクル事業も連動し、大規模化を図ることを見据える。

以下に、フェーズ2の概要を示す。

- CACを含め関係企業と大規模共同運営工場の運営を想定している。
- 現状の加工工場の20倍の生産能力(RCN20,000t)であり、カーネルの生産量は、5,000tに上り、日本のカシューナッツ市場の5割を占めるほどの大規模工場となる。
- この大規模化により、カシューナッツ殻のリサイクルビジネスがパイロット事業(フェーズ1)から第2のコアビジネスへ成長することとなる。
- 同時に、大規模化する加工工場の熱処理の熱源・電力自家利用として、JCMなどの活用を睨みつつ殻残渣を活用したバイオマスボイラーの導入(JCM活用等)を見据える。

	オイルの搾油	殻残渣	加工事業 (コアビジネス)
本調査	現地環境者とMOU締結(予定) ・カシューナッツの副産物のリサイクル事業を産業化する ・CACと共同して、パイロット事業を進め、産業化の機会を提供する ・環境省は、殻残渣の活用に関する研究、評価を進めると共にパイロット事業を通じた規格化や発展性を検証する。		現地農業者とMOU締結 ・カンボジア国における加工事業の標準化を共同で取り組み中
フェーズ1 -2022年着手 -2023年本格稼働	自社分と他工場分で自社で搾油 ・100tのトライアル出荷準備中(2022年) ・本格稼働に向けた設備投資(自社)、回収事業開始(CAC)(2023年)	自社工場での熱源利用 ・殻は売却。一部は自社工場バイオマス熱源に(カシュー殻:1,875ton/年)	自社パイロット加工工場稼働 ・RCN1,000t/年目標 ・カーネル250t/年目標
フェーズ2 -2022年詳細検討 ※2023年実施判断有無 -2025年本格稼働	自社分と他工場分で自社で搾油 ・大規模工場の稼働に合わせ、第2のコアビジネスへの成長を目指す(収益化、安定供給) ※現在、パートナー企業とのF/S着手済み	バイオマスボイラー導入 ・バイオマスボイラーを導入し、エネルギー自家利用(カシュー殻:22,500ton/年) ※JCM適用を想定	大規模共同運営工場(自社、CAC、他社) ・RCN20,000t/年目標 ・カーネル5,000t/年目標

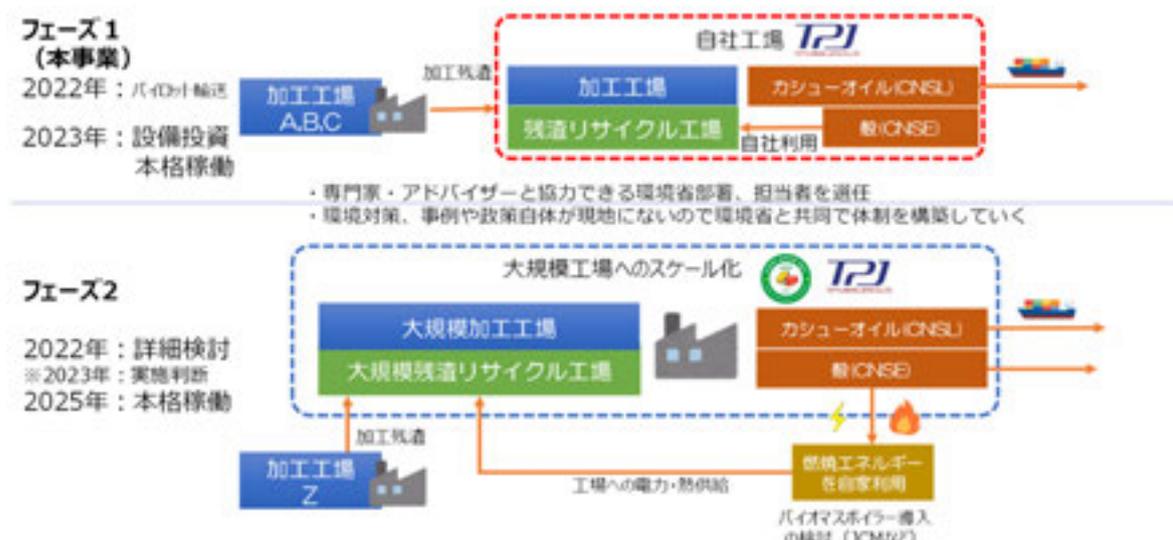


図 17 事業展開の概要 (フェーズ1・フェーズ2)

フェーズ2は大規模案件であるが、カ国では日本のような環境対策、事例や政策自体が存在しないので、専門家、アドバイザーと協力できるMOEの部署、担当者を選任していただき、MOEやその他関係機関と共同で政策や環境対策、工場での管理手法等を構築する。

事業採算性評価

事業採算性の評価として、前項で示した事業段階（フェーズ 1、フェーズ 2）で事業採算性の評価を行う。

(1) 事業計画（フェーズ 1）

売上の構成としては、搾油したカシューオイルの販売（300USD/MT）と殻残渣もオンサイトで活用するが量的には、自社工場利用だけでは賄えないためバイオマス燃料として販売する（50USD/MT）を想定した。売上としては、20 万 USD/年弱となる。

製造原価としては、カシューナッツ殻の他工場からの調達費（30USD/MT）及び製造に係る労務費、電力費で構成した。

粗利で 10 万 USD/年程度となる。

初期投資としては、工場建設費、荷役機器、設備機械（搾油機等）で、30 万 USD となるため、回収期間は 4 年弱となる。

建設費については、自社工場の隣接地での新工場建設を想定しての設定としたが、既存の未使用倉庫（CAC 所有）を活用した建設費の圧縮（ただし、自社工場のカシューナッツ殻の輸送コストが新たに追加となるが）も検討の余地が残されている。

表 20 事業計画（フェーズ 1）

売上		187,500
カシューオイル事業	USD/年	112,500
販売単価	USD/t	300 各ヒアリングより
生産量 (CNLSL)	MT/年	375
	MT/日	1.25
	プラン日	300 年間通じた通常日稼働を想定
殻残渣事業	USD/年	75,000
販売単価	USD/t	50 各工場ヒアリングより
生産量 (CNSE)	MT/年	1,500
	MT/日	5.0
製造原価	USD/年	72,150
調達費	USD/年	33,750
	調達量 MT/年	1,125
	カシュー USD/t	30 回収・運搬コスト含み
労務費	USD/年	12,000
	工具 人	5
	給与 USD/月	200
電力費	USD/年	26,400
	消費電 kWh	44
	稼働時 h	10
	電力料 USD/kWh	0.2
販管費	USD/年	18,750 加工工場実績より
営業利益	USD/年	96,600

表 21 初期投資（フェーズ 1）

建設費	工場兼倉庫	USD	200,000
	単価	USD/m ²	200
	面積	m ²	1,000
荷役機器	フォーク	USD	10,000
設備機械	(関税・輸送費込み)	USD	90,000
合計		USD	300,000

(2) 事業計画（フェーズ 2）

フェーズ2で処理量が20倍となるが、売上の構成、及び製造原価の構成項目はフェーズ1と同様となる。

売上230万USD/年弱、粗利で140万USD/年となり、初期投資の300万USDの回収期間は3年弱となる。

なお、バイオマスボイラーの導入を想定しているフェーズであるが、初期投資には含めていない。バイオマスボイラーは、加工事業での熱処理で利用するため、加工事業側の設備投資に含まれるためである。

表 22 事業計画 (フェーズ2)

売上		2,250,000
カシューオイル事業	USD/年	1,350,000
販売単価	USD/t	300 各ヒアリングより
生産量 (CNLSL)	MT/年	4,500
	MT/日	1.25
	プラン日	300 年間通じた通常日稼働を想定
殻残渣事業	USD/年	900,000
販売単価	USD/t	50 各工場ヒアリングより
生産量 (CNSE)	MT/年	18,000
	MT/日	5.0
製造原価	USD/年	599,400
調達費	USD/年	225,000
	調達量 MT/年	7,500
	カシュー USD/t	30 回収・運搬コスト含み
労務費	USD/年	216,000
	工員 人	60
	給与 USD/月	300
電力費	USD/年	158,400
	消費電 kWh	264
	稼働時 h	10
	電力料 USD/kWh	0.2
販管費	USD/年	225,000 加工工場実績より
営業利益	USD/年	1,425,600

表 23 初期投資 (フェーズ2)

建設費	工場兼倉庫	USD	2,400,000
	単価	USD/m ²	200
	面積	m ²	12,000
荷役機器	フォーク	USD	60,000
設備機械 (関税・輸送費込み)		USD	540,000
合計		USD	3,000,000

(3) 事業計画の概略

本リサイクルビジネスのフェーズ1、フェーズ2及び連動するコア事業である加工事業の売上イメージを以下に示す。

コア事業である加工事業は、カシューナッツ（カーネル）の単価が高いこともあり、売上ベースで見るとリサイクルビジネスであるバイオマス事業と比較して10倍以上となる。

そのため、本バイオマス事業では、大規模化による効率化や安定供給量の確保が重要となる。

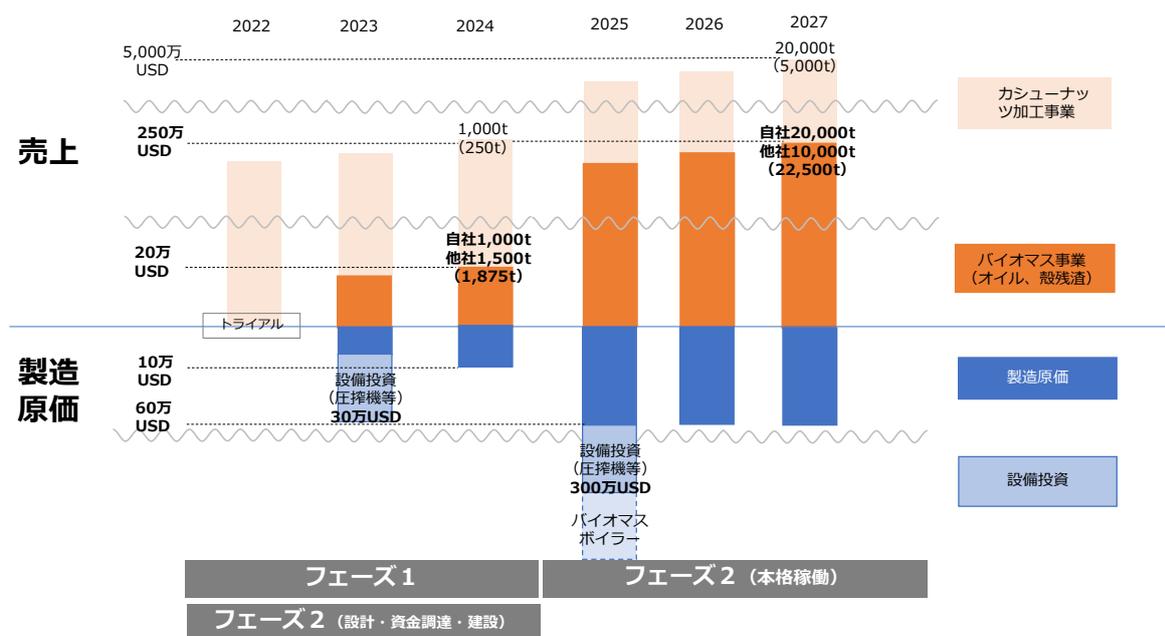


図 18 事業計画の概略

(4) 事業化に向けた課題

フェーズ1は、現在の加工工場の付加的機能であり、小規模であるため、事業化に向けた課題は、限定されるが、フェーズ2は、カ国内では、例のない規模の大規模工場であり、以下のような実現に向けた課題が想定される。

(1) ビジネス面の課題

- フェーズ2の投資額は、「加工事業」の投資と同時並行で進むものであり、数十億の資金確保が必要となり、事業パートナー、資金調達がクリティカルな課題となる。
- 海外ドナー（JICA 海外投融資事業、ADB 等）及びカ国内金融機関、財務省などからの資金援助の協議・調整が必要となる（事前相談着手済み）。

(2) 政治／経済の課題

- フェーズ2については、200万USD以上の投資事業となるため、カンボジア開発会議（CDC）の承認が必要となる。
- カ国加工工場から殻の一部を買い取っているベトナムの取引事業者などとの競合、新規事業参入への抵抗可能性がある。
- 大規模化に伴う大手商社、世界メジャーとの対応・役割分担（環境配慮、トレーサビリティ確保）、PR活動（カンボジアの有望市場、環境）。

(3) 環境面での課題

- フェーズ2においては、IEIA（事前環境影響評価）の申請が必要となる。最低3ヶ月の環境調査が必要となる（年間500トン越えの加工食品製造事業に該当）。提出先は、MOEとなり、場合により現地視察があり、指示書が発行される。特に、熱処理に伴う環境配慮が重要事項となり得るため、バイオマスボイラーの活用が重要検討事項となる。

5.2 温室効果ガス排出削減量の試算

(1) カシューオイル搾油・販売事業（フェーズ1）

カシューオイルを外販し、燃料として利用する場合、自社の排出量削減ではなく、エネルギーが外部で活用されることによって、社会全体でバイオマスエネルギーの活用が進むことによる排出削減量は以下のように試算される。

項目	数値	単位	根拠等補足
カシューオイル熱量	8340	kcal/kg	分析結果(低位発熱量)より
軽油熱量(MJ)	35.77	MJ/L	エネルギー源別標準発熱量・炭素排出係数(2018年度改訂) 軽油の真発熱量
軽油熱量(kcal換算)	8,549	kcal/L	1MJ=239.006kcal
カシューオイルの軽油代替率(熱量ベース)	98	%	9,420.5÷10,932.94
1時間あたりカシューオイル生産量	0.125	Mt/h	調査結果より
稼働時間	10	h	試算データより
稼働日数	300	day	試算データより
年間カシューオイル生産量	375	Mt	1時間あたりカシューオイル生産量×10時間×300日
年間発生可能熱量(カシューオイル)	3,127,500,000	kcal/年	8,340×375×1,000
カシューオイル利用による軽油精製代替量(熱量ベース)	365.8	kL	3,127,500,000÷9092÷1,000
軽油燃焼CO2	2.58	t-CO2/kL	温対法より
カシューオイル搾油・販売によるCO2削減	943.8	t-CO2/年	
1時間あたり消費電力	44	kWh/h	試算値より
年間電力消費量	132,000	kWh/年	1時間あたり電力使用量×8時間×100日
電力排出係数	0.384	kg-CO2/kWh	カンボジアナショナルグリッド
搾油工程におけるCO2排出量	50.7	t-CO2/年	
差引合計	893.1	t-CO2/年	

出典：Copyright(C)2022 TPJ Co., Ltd. All Rights Reserved.

(2) カシュー殻のボイラー利用事業（フェーズ1）

カシュー殻（搾油済）をボイラーに投入し、加工工場で使用するエネルギー源として利用する場合、年間 325kL 分の A 重油の仕様を代替する効果が期待され、そのエネルギー代替量に伴う排出削減量は以下のように試算される。これは自社でのボイラーによる熱利用を前提としていることから自社の排出削減貢献量とすることを想定している。

項目	数値	単位	根拠等補足
カシュー殻(搾油後)の発熱量	5,700	kcal/kg	分析結果(低位発熱量)より
殻の1日あたり使用量	1.67	t/日	ボイラーメーカーヒアリング値を基に試算
稼働日数	300	日	計画値
殻の年間使用量	501	t	稼働日数×1日あたり使用量
年間発熱量	2,855,700,000	kcal	
A重油発熱量(MJ)	36.73	MJ/L	エネルギー源別標準発熱量・炭素排出係数(2018年度改訂) A重油の真発熱量
A重油熱量(kcal換算)	8,779	kcal/L	1MJ=239.006kcal
A重油換算量	325	KL	年間発熱量÷A重油発熱量
排出係数	2.71	t-CO2/kL	温対法より
カシュー殻利用による化石燃料代替によるCO2削減量	882	t-CO2/年	

出典：Copyright(C)2022 TPJ Co.,Ltd. All Rights Reserved.

(3) カシューオイル搾油・販売事業（フェーズ2）

フェーズ2での数値の試算結果は以下の通りとなる。この場合、オイルの精製量が増加することによって外販量も増え、社会全体の化石燃料削減量のインパクトは増加する。

項目	数値	単位	根拠等補足
カシューオイル熱量	8340	kcal/kg	分析結果(低位発熱量)より
軽油熱量(MJ)	35.77	MJ/L	エネルギー源別標準発熱量・炭素排出係数(2018年度改訂) 軽油の自発熱量
軽油熱量(kcal換算/L時)	8,549	kcal/L	1MJ=239.006kcal
年間カシューオイル生産量	1,500	Mt	1時間あたりカシューオイル生産量×10時間×300日
年間発生可能熱量(カシューオイル)	12,510,000,000	kcal/年	低位発熱量×年間オイル生産量×1,000
カシューオイル利用による軽油精製代替量(熱量ベース)	1463.3	kL	年間発生可能熱量÷軽油熱量÷1,000
軽油燃焼CO ₂	2.58	t-CO ₂ /kL	温対法より
カシューオイル搾油・販売によるCO ₂ 削減	3775.3	t-CO ₂ /年	
1時間当たり消費電力	44	kWh/h	試算値より
年間電力消費量	528,000	kWh/年	1時間当たり電力使用量×8時間×100日
電力排出係数	0.384	kg-CO ₂ /kWh	カンボジアナショナルグリッド
搾油工程におけるCO ₂ 排出量	202.8	t-CO ₂ /年	
差引合計	3572.5	t-CO₂/年	

出典：Copyright(C)2022 TPJ Co.,Ltd. All Rights Reserved.

(4) カシュー殻のボイラー利用事業（フェーズ2）

カシュー殻（搾油済）をボイラーに投入し、加工工場で使用するエネルギー源として利用する場合、年間1,301kL分のA重油の仕様を代替する効果が期待され、そのエネルギー代替量に伴う排出削減量は以下のように試算される。こちらも自社でのエネルギー利用を想定していることから自社の排出削減量としての評価範囲に含むことを想定している。

項目	数値	単位	根拠等補足
カシュー殻(搾油後)の発熱量	5,700	kcal/kg	分析結果(低位発熱量)より
殻の1日あたり使用量	6.68	t/日	ボイラーメーカーヒアリング値を基に試算
稼働日数	300	日	計画値
殻の年間使用量	2,004	t	稼働日数×1日あたり使用量
年間発熱量	11,422,800,000	kcal	
A重油発熱量(MJ)	36.73	MJ/L	エネルギー源別標準発熱量・炭素排出係数(2018年度改訂) A重油の自発熱量
A重油熱量(kcal換算)	8,779	kcal/L	1MJ=239.006kcal
A重油代替量	1,301	KL	年間発熱量÷A重油発熱量
排出係数	2.71	t-CO ₂ /kL	温対法より
カシュー殻利用に伴る化石燃料代替分のCO ₂ 削減量	3,526	t-CO₂/年	

出典：Copyright(C)2022 TPJ Co.,Ltd. All Rights Reserved.

5.3 カシューアップル事業の可能性検討

カシューアップルについては、中長期的な未利用資源の活用を検討する位置づけで、その利活用方法について、研究領域を含めて調査した。

現状の世界のカシューナッツ生産国で、カシューアップルを活用している領域は、文献調査では、ジュースやジャムなどの食品や農地への堆肥活用に留まっている。

現状調査で示したように、腐敗の進行が速いため、広範囲に広がるカシューナッツ農園からの収集がハンドリングとともに課題となる。

そのため、活用するにあたっては、付加価値を生むアップサイクルの可能性を検討した。

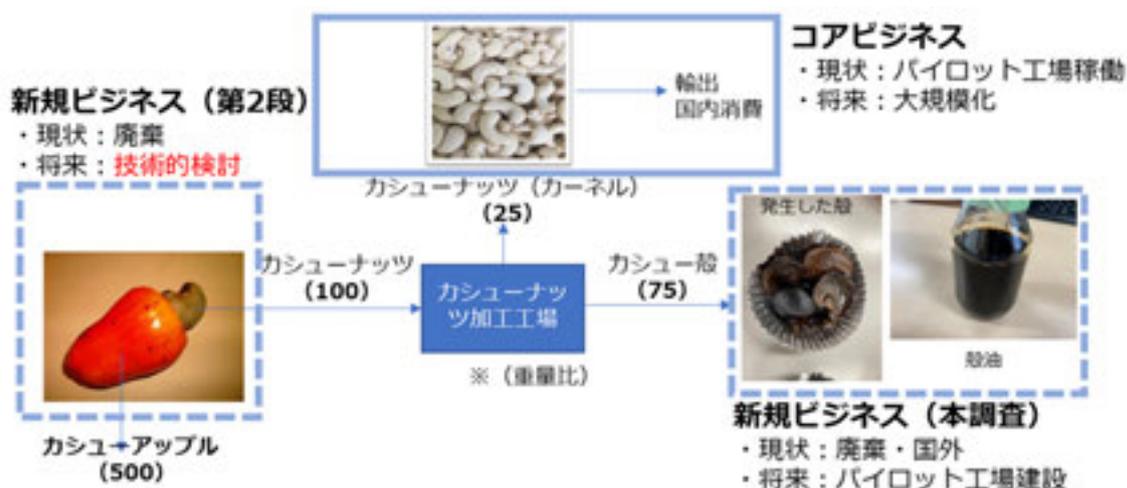


図 19 カシューアップル事業の位置づけ

<バイオ燃料としての可能性>

果実を主とする農業系廃棄物からバイオ燃料の生産について、日本で同様の事例としては、みかんなどの柑橘類の搾りかすなどの廃棄物を用いて、前処理せずに効率的にバイオブタノールを生産するシステムの開発事例など（三重大学）が散見はされた。ただし、実装に至っている例は見当たらなかった。

まずはラボレベルからカシューアップルからのブタノール変換の可能性をアプローチしたが、カシューアップルを日本国内の大学や研究機関へ持ち出すことへの障壁があることを確認した。遺伝子資源の調達にあたり、カ国研究機関や大学との密接な連携構築を形成した後に、共同研究という立て付けで、国外（日本）への持ち出しが初めて可能となるためである。ラボレベルの実証研究するにあたっては、相応な時間と手続きが課題となる。

<カシューアップルのバイオサーファクタントとしての可能性>

近年、パーム油やヤシ油など自然由来の界面活性剤（バイオサーファクタント）の開発が注目されている。大手化粧品メーカーなどでも一部商品化にいたっている。そこで、カシューアップルからバイオサーファクタント生産の可能性について産総研へヒアリングを行い（2022年2月4日）、その可能性を検討した。以下にヒアリング結果を示す。

- 生産の可能性：主原料は油である場合が多い。糖でも作れるが生産性は油に比べると低い。
- また、バイオサーファクタントとなると工業製品化となり、量産化や精製、流通チェーンの確保など新規領域顧客の開拓が必要となる。
- 糖が多く含まれるという利点を活かした資源活用を検討すべきである。メタン発酵なども考えてみてもよいだろう。

いずれにしても、①原料の高機能性・物性を活かして、新規の材料開発を行うか、あるいは

②「既存」の材料開発を行うかの方針を決めて、ダウンストリームを設定（培養、抽出方法等）する必要がある。

以上、アップサイクルの取り組みにおいては、研究開発を含め、相応の投資と時間を有するのが課題となる。資源としては、産総研ヒアリングでも指摘があった10%近く含まれる糖類を持つ有用資源であるため、引き続き活用の方向性を研究していくこととする。

表 24 カシューアップルの組成

項目	含有量	単位
ビタミンC	13.53-37.27	g/L
Brix	7.4	-
pH	3.8-4.2	-
マレイン酸	0.04	g/L
総タンニン量	60	g/L
縮合タンニン	20	g/L
カルシウム	0.09-0.54	g/L
リン	0.61-2.14	g/L
鉄	0.02-0.07	g/L
カロテン	3.0-75.51	g/L
炭水化物	0.9-0.97	g/L
再利用可能な糖類	10.7	%
非再利用糖質	0.4	%
澱粉	8.5-2.7	%
アラニン	3.36	mM
セリン	2.73	mM
フェニルアラニン	1.76	mM
ロイシン	1.78	mM
グルタミン酸	1.48	mM
アスパラギン酸	0.88	mM
プロリン	1.59	mM
チロシン	1.15	mM

Brix: 20℃のショ糖溶液の質量百分率に相当する値

6 今後の海外展開計画案・事業計画策定

6.1 事業の展開計画案

(1) 当初計画からの事業展開における変更点

調査開始時点における当初計画からの変更としては、フェーズ1、フェーズ2の2つの段階的な事業展開を設定し、フェーズ1はパイロット事業として小規模に展開し、自社のコアビジネスの加工事業の大規模化を図ると同時に、リサイクルビジネスの本格化、大規模化を図るという点である。そのため、導入規模（処理量）を変更している。

表 25 事業展開における変更点

項目	当初事業計画	変更内容
対象地域	施設場所：コンポントム州 廃棄物の収集対象エリア：カンボジア 国全域	施設場所：変更なし 廃棄物の収集対象エリア：プノンペン、プレイビヒア州、トボンクムン州
処理対象物	カシューナッツ殻	変更なし
利用技術	殻の圧搾、搾油、精製技術	変更なし
導入規模	21 t / 日	6.3 t / 日（フェーズ1） 75 t / 日（フェーズ2）
事業実施体制	現地パートナー：カシューナッツ協会（CAC）	変更なし
事業展開	-	段階的事业展開を設定 （フェーズ1・2）

(2) 事業展開計画

前項の実現可能性の評価における事業の前提条件として示した事業展開の設定と重複する部分があるが、ここでは事業スケジュールを含めた事業展開計画の全体像を示す。

事業展開としては、カシューナッツ産業の副産物のリサイクルビジネスを牽引するパイロット事業として位置付ける「フェーズ1」、その実績、経験をフィードバックしながら、TPJのコアビジネスである加工事業の大規模と連動する形で、本格化、大規模化による加工事業に続く新たなコアビジネスと位置付ける「フェーズ2」の2段階での展開を想定する。

<フェーズ1の事業展開>

- カシューナッツ殻の調達、自社加工工場からの加工残渣に加え、工業的生産を行っている3つの加工工場を対象として、加工残渣を収集する。
- 実施体制として、収集、運搬については、カシューナッツ協会（CAC）、バイオマス燃料化（搾油、精製）をTPJが主な役割を担うことを想定する。加工事業における大規模化での事業パートナーとして想定しているCACをバイオマス事業においても連携することで相乗効果が期待できる。
- 主にバイオマス燃料として日本へ輸出し、同時にマテリアル利用へアプローチする。
- 当面の事業展開スケジュールとしては、2022年中に日本でカシューオイルを発電燃料として利用したいという引き合いのある顧客に対してトライアルとして提供することを予定

している（殻ごと日本へ輸出し、搾油は日本国内で実施することを想定）。

2022-2023年にかけて、設備投資（工場、設備機械）を開始し、2023年からのカシューナッツ殻からの搾油を、カ国内で実施し事業を開始することを想定する。

<フェーズ2の事業展開>

- 現状の加工工場の20倍の生産能力を持つ大規模工場を、CACを含めた関係企業と運営する計画と連動する形で、カシューナッツ殻のバイオマス事業の大規模化（大規模加工工場に付随する形で）を図り、パイロット事業（フェーズ1）から第2のコアビジネスへ成長することとなる。CACを含め関係企業と大規模共同運営工場の運営を想定している。
- 加工工場の大規模化を図るには、カシューナッツ（RCN）の大量の調達が必要となり、カシューナッツ生産者が構成員となっている最大の組織であるCACとの連携は必須となる。同時に、自社工場以外からのカシューナッツ殻の収集についてもCACにその役割を担ってもらうことで相乗効果を目指す。
- 当面の事業展開スケジュールとしては、2022年中にパートナー候補企業と具体的な資金調達方法を含めた実現可能性詳細検討を実施する（既に協議継続中）。同時に、JICA海外投融资事業やカ国政府系銀行との投融资の協議を継続する。そして、2023年には、実施判断の有無を確定させ、2025年の本格稼働に向けて準備を進めることとなる。
- 大規模化する加工工場の熱処理の熱源・電力自家利用として、JCMなどの活用を睨んでおり、JCM適用における設備投資の負担軽減は、投資効率が非常に高まるため、2022年中には、その適用に向けた検討（コスト、処理能力に見合ったバイオマスボイラーの見立て）を進めることとする。

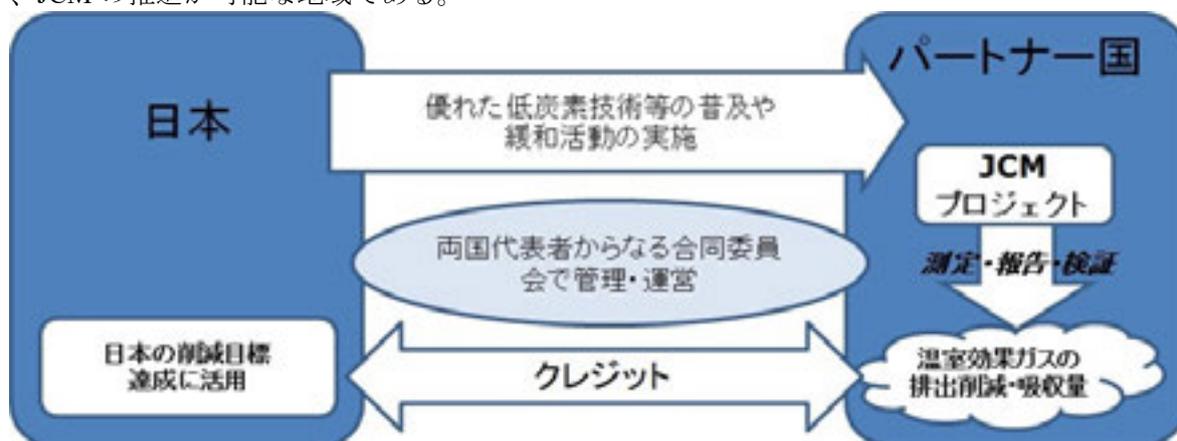
	オイルの搾油	殻残渣	加工事業 (コアビジネス)
本調査	現地環境省とMOU締結（予定） ・カシューナッツの副産物のリサイクル事業を産業化する ・CACと共同して、パイロット事業を進め、産業化の機会を提供する ・環境省は、殻残渣の活用に関する研究、評価を進めると共にパイロット事業を通じた規格化や発展性を検証する。		現地農業省とMOU締結 ・カンボジア国における加工事業の標準化を共同で取り組み中
フェーズ1 -2022年着手 -2023年本格稼働	自社分と他工場分自社で搾油 ・100tのトライアル出荷準備中（2022年） ・本格稼働に向けた設備投資（自社）、回収事業開始（CAC）（2023年）	自社工場での熱源利用 ・殻は売却。一部は自社工場バイオマス熱源に（カシュー殻：1,875 ton/年）	自社パイロット加工工場稼働 ・RCN1,000t/年目標 ・カーネル250t/年目標
フェーズ2 -2022年詳細検討 ※2023年実施判断有無 -2025年本格稼働	自社分と他工場分自社で搾油 ・大規模工場の稼働に合わせ、第2のコアビジネスへの成長を目指す（収益化、安定供給） ※現在、パートナー企業とのF/S着手済み	バイオマスボイラー導入 ・バイオマスボイラーを導入し、エネルギー自家利用（カシュー殻：22,500ton/年） ※JCM適用を想定	大規模共同運営工場（自社、CAC、他社） ・RCN20,000t/年目標 ・カーネル5,000t/年目標

図 20 事業展開の概要（再掲）

6.2 今後の取組み

(1) JCM 案件化の可能性検討

我が国には優れた脱炭素技術・製品・システム・サービス・インフラの普及や緩和活動の十進を加速化するとともに、温室効果ガス排出削減・吸収への我が国の上記技術等の導入による貢献を定量的に評価するとともに日本の排出削減目標の達成に活用する市場メカニズムである二国間クレジット制度(JCM 制度)が存在する。下図は JCM 制度の概要である。JCM 制度についてはパートナー国と日本国の間で JCM の推進に掛かる二国間文章を締結する必要がある、現時点で我が国は 17 カ国と締結をしている。本事業の対象地域であるカンボジア国についても二国間文章が締結されており、JCM の為の両国から形成された合同委員会が設置されており、JCM の推進が可能な地域である。



(出典: 日本政府資料「二国間クレジット制度(Joint Crediting Mechanism(JCM))の最新動向」)

JCM の認証手続きは以下の手続きを経る必要がある。技術分野毎の削減量の考え方を整理した方法論を策定し、その方法論に基づき個別のプロジェクトにおける削減量のモニタリングや対象データなどをまとめたプロジェクト計画書(PDD)を作成する。この計画が登録されれば削減活動が進んだタイミングで JCM クレジットの認証申請を行うという流れである。

JCMの手続	各プロセスの実施者	R3年度実績	事業者における御対応
提案方法論の提出	プロジェクト参加者 (事業者)	コンサルを委託して方法論を作成	関連データを御提供いただきます
提案された方法論の承認	合同委員会	両国政府が対応	合同委員会への出席は不要です
プロジェクト設計書(PDD)の作成	プロジェクト参加者	コンサルを委託してPDD作成及びTPE対応	・関連データを御提供いただきます ・ローカルステークホルダーコンサルテーション(LSC)の開催に御協力いただきます
妥当性確認	第三者機関(TPE)	TPEを委託して妥当性確認を実施	(必要に応じて現地審査に御対応いただきます)
登録	合同委員会	両国政府が対応	合同委員会への出席は不要です
モニタリング	プロジェクト参加者	コンサルを委託して初回のモニタリング報告書作成及びTPE対応	モニタリングを実施いただきます(事業活動の中でいずれにせよ収集するデータの範囲からモニタリング項目を設定する方針)
検証	第三者機関	TPEを委託して初回の検証を実施	モニタリングデータの御提供と現地視察に御対応いただきます
クレジット発行	合同委員会が発行量を決定 各国政府がクレジットを発行	両国政府が対応	合同委員会への出席は不要です

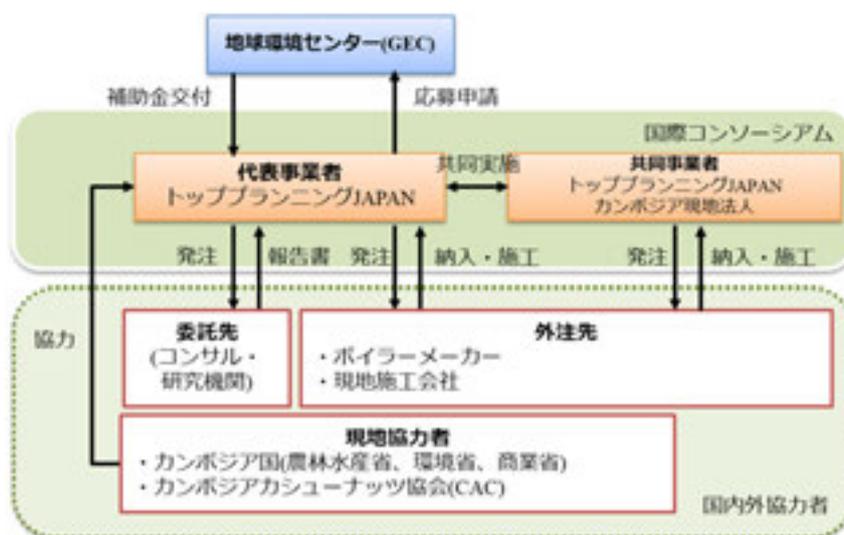
(出典: 日本政府資料「二国間クレジット制度(Joint Crediting Mechanism(JCM))の最新動向」)

また、環境省では JCM 案件の導入促進を目的に JCM 設備補助事業を実施している。申請に際しては各種要件や条件、支援内容があるが、特に重要な点は以下の通りである。

ID	内容								
1	<ul style="list-style-type: none"> 国内法人を代表法人とする国際コンソーシアムを形成して申請すること 現地法人を含めた国際コンソーシアムであること 								
2	<ul style="list-style-type: none"> 補助対象経費は以下の通り <ol style="list-style-type: none"> 本工事費 付帯工事費 機械器具類 測量及試験費 設備費(モニタリング機器含む) 事務費 その他経費で執行団体が承認した経費 								
3	<ul style="list-style-type: none"> 補助率は各対象国でのそれぞれの技術要素における採択実績に基づき決定される(原則応募時の実績に拠る) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">採択件数</th> <th>補助率の設定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 件</td> <td>50%を上限として執行団体が定める割合</td> </tr> <tr> <td>1～3 件</td> <td>40%を上限として執行団体が定める割合</td> </tr> <tr> <td>4 件以上</td> <td>30%を上限として執行団体が定める割合</td> </tr> </tbody> </table>	採択件数	補助率の設定	0 件	50%を上限として執行団体が定める割合	1～3 件	40%を上限として執行団体が定める割合	4 件以上	30%を上限として執行団体が定める割合
採択件数	補助率の設定								
0 件	50%を上限として執行団体が定める割合								
1～3 件	40%を上限として執行団体が定める割合								
4 件以上	30%を上限として執行団体が定める割合								
4	<ul style="list-style-type: none"> GHG 排出削減に対する費用対効果について以下の条件を満たす必要がある。 <p>1)GHG 排出削減総量[tCO₂eq]=GHG の年間排出削減量 [tCO₂eq/年]×法定耐用年数 [年]</p> <p>この総量情報を基に費用対効果を計算する</p>								

	<p>2)GHG 排出削減総量に係る補助金額の費用対効果の計算方法は以下の通り GHG 削減費用対効果 [円/tCO₂eq]=補助金額[円]÷GHG 排出削減総[tCO₂eq]</p> <p>GHG 排出削減総量に係る補助金額の費用対効果（GHG 排出量を 1 トン削減するために必要な補助金額の費用対効果）は、原則として 4 千円/tCO₂eq 以下となっており、この目標を達成できなくない場合は申請が出来ない。</p> <p>※5 件以上同一国に同じ技術の導入実績がある案件については更に必要となる費用対効果が高くなることが求められる。</p>
--	--

国際コンソーシアムについて現時点で想定される体制は下表の通りである。



出典：Copyright(C)2022 TPJ Co.,Ltd. All Rights Reserved.

代表事業者は本事業の実施主体である TPJ が担うことを想定している。共同事業者となる現地法人については当社の現地法人である TPJC が担うことを想定している。

設備補助事業へ申請するうえでの課題としては設備費の問題がある。支援を受ける際に必要となる 4,000 円/t-CO₂eq をクリアするためにボイラーの価格等については更なる見直しが必要な状況であり、今後の検討課題である。

7 現地関係者合同ワークショップの開催

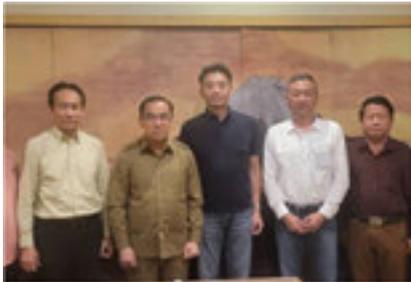
7.1 ワークショップの概要

- (1) 目的：カシューナッツ産業に関わる資源活用方法の情報共有と国内横展開を進めるための合意形成及びカンボジア国環境省（MOE）との MOU 締結の成果報告・周知（2021年2月中旬～）
- (2) 方法：個別機関とのハイブリッド、オンライン会議（現地カンボジアでのワークショップ開催から変更）
- (3) 日程：以下の旅程表の通り
- (4) 内容：添付資料を使用して、本プロジェクトの概要説明を実施。

日付	旅程
2月13日（日）	関空 23：35 発（フライト）
2月14日（月）	シンガポール 05：25 着 シンガポール 07：40 発 プノンペン 08：35 着 午後カンボジア国環境省（MOE）事前打合せ
2月15日（火）	農業省(MAFF DAI)、在カンボジア日本大使館
2月16日（水）	グローアジア、農業大臣
2月17日（木）	カンボジア国環境省（MOE）プレゼン、環境大臣面会・調印
2月18日（金）	カンボジア財閥、電源公社
2月19日（土）	CAC
2月20日（日）	プノンペン 08：35 発 シンガポール 12：40 着、 シンガポール 15：15 発 関空 22：20 着

7.2 各機関打合せ内容（質疑応答・意見）

日時	場所	現地出席者	受注側出席者	現地意見
2/15 （火） 10：00	農業省 （MAFF DAI）	農業省(MAFF DAI)：Has Piseth 局長、 DAI 副局長、 Sophak 氏 カンボジア国 環境省 （MOE）：環境 大臣アドバイザー Copy 氏	TPJ：佐々木浩治 TPJC：Tortal、 Savong、他通訳 Web 参加：岡 村、今橋、高 井、 樺山、富永、 旅、小泉	<ul style="list-style-type: none"> ・殻の処理については理解している。大規模工場には必要な技術である。 ・大規模プロジェクトに発展した場合は CDC（カンボジア開発評議会）を是非利用すべきだ。 
2/15 （火） 15：00	在カンボ ジア日本 大使館	日本大使館 岡田二等書記 官 ※新型コロナ 蔓延につき、 WEB での打合	佐々木、岡村、 今橋、高井、樺 山、富永、旅、 小泉、Tortal、 Savong、	<ul style="list-style-type: none"> ・カンボジアから輸出するものがないので、輸出できるものがあるということはいいことだ。 ・カンボジアでの JCM 案件についてカンボジア政府から今のところ要請は来ていない。方針も具体的にはない

		せ		が専門家派遣等を行っており、積極的に協力する。
2/16 (水) 13:00	グローア ジア(世 界経済フ ォーラ ム)	グローアジア: Country Director Ratha Chan	TPJ: 佐々木浩治 TPJC: Tortal、 Savong、他通訳 Web参加: 岡 村、今橋、高 井、 樺山、富永、 旅、小泉	<ul style="list-style-type: none"> ・カンボジア国環境省 (MOE) と殻の処理を検討していることは十分理解している。 ・カシュー加工の大規模工場には必要な技術である。 
2/16 (水) 16:00	農林水産 大臣	VENG Sakhon 農林水産大臣 環境省環境大 臣アドバイザー Copy 氏	TPJ: 佐々木浩治 TPJC: Tortal、 Savong、他通訳 Web参加: 岡 村、今橋、高 井、 樺山、富永、 旅、小泉	<ul style="list-style-type: none"> ・カンボジア国環境省 (MOE) と殻の処理を検討していることは十分理解している。 ・カシュー加工の大規模工場には必要な技術である。 ・すでに TPJ が大型工場を作る話が広まっている。工場が完成したらフンセン首相に出席させる。 ・カシューオイルからバイオプラスチックができれば、ステータスとしてよい。カンボジアでできればよい。 
2/17 (木) 13:00	環境大臣	Say Samal 環 境大臣 環境省環境大 臣アドバイザー Copy 氏	TPJ: 佐々木浩治 TPJC: Tortal、 Savong、他通訳 Web参加: 岡 村、今橋、高 井、 樺山、富永、 旅、小泉	<ul style="list-style-type: none"> ・カシュー殻の処分が必要なことは十分理解している。 ・基本的なデータを取得したので、実行するためにどうするかが重要。 ・カンボジア国環境省 (MOE) でできることは何でも協力する。 ・原材料、殻を集めることもできる。ODA 案件等に必要な場合はすぐにサインする。

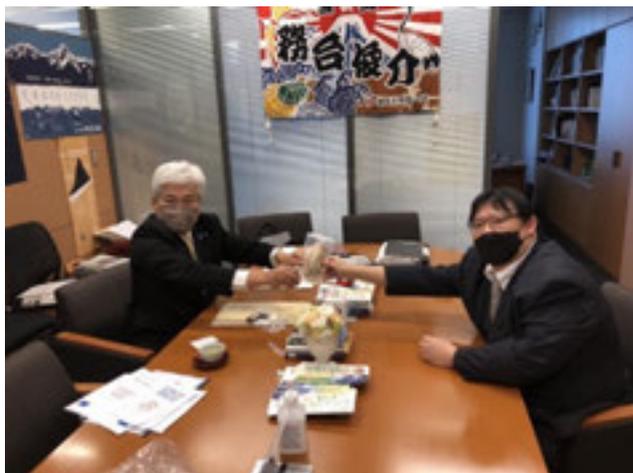
				<ul style="list-style-type: none"> MOU については秘書で止まってお り、環境大臣まで行きついていなか ったため、若干遅れている。MOU に ついては Project Director の Mr. Khieu Borin が担当ということで紹介され た。  
2/18 (金) 10:00	カンボジ ア財閥系 銀行	AZ グループ : President Lim Bunsour, Assistant Executive Chairman Lim Chhayleang FTB : Manager Ly Sokhom, Chief Officer Mean Channarith, Head Nou Sotiar	TPJ : 佐々木浩治 TPJC : Tortal, Savong、他通訳 Web 参加 : 岡 村、今橋、高 井、 樺山、富永、 旅、小泉	<ul style="list-style-type: none"> 話としては面白い。カシューアッ プルについてもポテンシャルは高 い。 廃棄物からのエネルギー回収の事 業や肥料としての利用について興味 がある。 
2/18 (金) 14:00	カンボジ ア国環境 省 (MOE)	電源公社 EDC : Soy Vichet 副社長	TPJ : 佐々木浩治 TPJC : Tortal, Savong、他通訳 Web 参加 : 岡 村、今橋、高 井、	<ul style="list-style-type: none"> コンポントム州では、まだ送電線 が繋がっていないサンダン地区の 農村部では電力需要がある。Sandan 地区にカシューナッツの殻を利用し た発電所を設置してはどうか。 肥料の話は興味がある。

			樺山、富永、 旅、小泉	
2/19 (土) 13:00	カンボジア アカシュー ー協会 (CAC)	CAC : Mr. Suy Kokthean, Deputy Director	TPJ : 佐々木浩治 TPJC : Tortal、 Savong、他通訳 Web 参加 : 岡 村、今橋、高 井、 樺山、富永、 旅、小泉	<ul style="list-style-type: none"> ・カシューオイル製造工場は、カンボジアのカシューナッツで非常に重要な役割を果たす。 ・カシューナッツの廃棄物をゼロにするために TPJ/TPJC がこのプロジェクトに参加することが必須である。 ・カシューオイルは大きな可能性を秘めており、現在、USAID、HEKS、GIZ など、多くのドナーが関心を寄せている。

7.3 その他

2022年2月18日に環境省 務台環境副大臣訪問（国内）

本事業について、務台環境副大臣に非常に興味と感心を持っていただいた。カンボジアに視察に行きたい、JCM で現地発電やるべきだと、今後の事業化に向け積極的なご意見をいただいた。



8 現地政府・企業等との連携構築

8.1 現地政府機関との連携

TPJは、カ国でのカシューナッツ事業において、農業省、カンボジア国環境省（MOE）と連携しながら、事業構築を進めてきた。農業大臣、環境大臣への表敬訪問を2019年に行っている。

具体的には、加工事業への進出検討を進めていた調査段階において、農業省 DAI と MOU を締結し、JICA 案件化調査の実施に至っている。本調査を通じて、農業省 DAI と密接な連携関係を構築し、自社工場の建設だけでなく、カシューナッツのグレード設定、品質管理の方法などの基準づくりを協働で進めることができた。なお、JICA 案件化調査を進めていく中で、農水省のグローバルバリューチェーンのパイロット品目にカシューナッツが選定されている。

このように現地農業省、JICA、農水省と連携し、カシューナッツの生産、加工、販売に至る動脈側のバリューチェーン構築を進めてきた。

そして、カシューナッツ殻の活用を中心としたリサイクルビジネスについて、静脈側のバリューチェーン構築を目指し、環境省の本調査事業を活用し、カンボジア国環境省（MOE）との密接な連携関係へ発展させることを目標とした。

具体的には、カンボジア国環境省（MOE）との連携関係を形作る MOU の締結を目指した。



図 21 現地政府との連携

(1) カンボジア国環境省（MOE）との MOU 締結（予定）

2022年2月17日に環境大臣を含め、カンボジア国環境省（MOE）と協議し、カシューナッツの生産、加工過程における副産物のバリューチェーン（バイオマス活用、リサイクル）構築において、相互に協力することを合意した。

以下の内容の MOU を締結することとなった（現在、カンボジア国環境省（MOE）内で最終の回覧中）。

- カシューナッツの加工残渣をバイオマス活用するモデル工場への投資に関して
 - TPJ が有する加工残渣の利活用技術及び日本向け品質に関するノウハウを共有する。
 - 加工残渣をバイオマス活用するモデル工場への投資（他工場との連携）に関して相互協力する。
- 流通・販売に関して
 - TPJ が実施するカンボジア国内の加工工場からのカシューナッツの殻の収集及びモデ

ル工場で生産するカシューオイルの輸出において相互協力を行う。

● **カシューのバイオマス活用及び商品開発に関して**

- カシューナッツの生産、加工から発生する副産物及び残渣等のバイオマスを有効活用する技術開発及び技術実証における相互協力を行う。また、カシューナッツの生産、加工から発生する様々なバイオマス活用商品の開発も考察し、可能であれば実施する。
- MOE は合同調査に関わる計画合意が効果的に計画通り実施されるよう、専門家・アドバイザーと協力できる適任な官僚を選定する。
- TPJ はカンボジア国におけるカシューナッツ産業の地域資源循環システムに関する合同調査の実施に必要とされる費用を担う。
- 双方はこの MOU に示す活動の結果や発見について協議・分析・共有する。

次頁より MOU（カンボジア国環境省（MOE）で最終回覧中）を示す。

MEMORANDUM OF UNDERSTANDING
BETWEEN
MINISTRY OF ENVIRONMENT, CAMBODIA
AND
TOP PLANNING JAPAN CO., LTD.

Ministry of Environment, located at #242, St. Preah Norodom Blvd, Sangkat Tonle Bassac, Khan Chamkarmon, Phnom Penh, Cambodia; in this matter represented by H.E. Khieu Borin, Director General of the General Directorate of Local Community, Ministry of Environment in his capacity as Representative, and therefore lawfully acts for and on behalf of the Ministry of Environment (MOE).

and

Top Planning Japan Co., Ltd., is located at 3-14 Nihonbashikoamicho, Chuo-ku, Tokyo-to, 103-0016, Japan. In this matter represented by Mr. Tetsuo Murayama in his capacity as President, and therefore lawfully acts for and on behalf of Top Planning Japan Co., Ltd. (hereinafter referred to as “**TPJ**”),

Both parties are collectively referred to hereinafter as the “**Parties**” and individually as the “**Party**”.

PREAMBLE:

The parties agree

1. to enter into an agreement for mutual cooperation;
2. that the mutual cooperation will promote further collaboration and cultural understanding and agree to further continue their common interest in promoting mutual cooperation in the development of the local resource-circulation system for cashew nut industry; and
3. to implement the MOU under the terms and condition hereinafter set forth.

NOW, THEREFORE, for and in consideration of their promises and undertakings, the Parties agree as follows:

ARTICLE 1
PURPOSE AND OBJECTIVE

The purpose of this MOU is to conduct feasibility study and find ways to increase the export of the processed products up to 12% from the current level by the Year 2030 (IDP 2015-2025); the Parties agree to mutually cooperate in order to structure a value chain (utilization of biomass, recycling) of secondary products and waste in the cashew nut production and processing in Cambodia.

ARTICLE 2
AREAS OF COOPERATION

The Parties agree to collaborate in the following relevant areas:

A. INVESTMENTS TOWARDS THE MODEL FACTORY THAT UTILIZES CASHEW NUT PROCESSING RESIDUES AS BIOMASS

Expertise held by TPJ concerning techniques for utilizing processing residues and quality assurance for products directed towards Japan will be shared. Additionally, the Parties agree to mutually cooperate in the scope of TPJ's investments towards the model factory that utilizes cashew nut processing residues as biomass (business cooperation with local cashew processing facilities within Cambodia).

B. DISTRIBUTION AND MARKETING

The Parties agree to mutually cooperate in TPJ's collection of cashew nut shells from cashew processing facilities within Cambodia, as well as the exportation of cashew oil processed at the model factory.

C. BIOMASS UTILIZATION AND DEVELOPMENT OF CASHEW PRODUCTS

The Parties will mutually cooperate in the technological development and verification of techniques utilizing biomass such as secondary products, residues, etc. generated by cashew production and processing. Additionally, the Parties will consider and examine the development of various biomass utilization products that can be generated by cashew production and processing. and if possible, implement them.

ARTICLE 3
CONTRIBUTION BY PARTIES

In accordance with the prevailing laws and regulations in Cambodia and Japan, and subject to personnel and budget limitations, the Parties shall:

- (1) MOE shall assign qualified officials to work with experts and advisors to assist in the implementation of activities under this MOU.
- (2) Parties shall engage the Prek Leap National Institute of Agriculture when conducting feasibility study.
- (3) TPJ shall cover the budget to implement the joint survey for the local resource-circulation system for cashew nut industry in Cambodia.
- (4) Parties shall discuss/analyse/share the findings or results of activities under this MOU.

ARTICLE 4
AMENDMENTS, EFFECTIVE DATE, DURATION, AND TERMINATION

- (1) This MOU can be amended by mutual consent of the Parties. Any amendments to this agreement can only be made in writing and after consultation and mutual consent of the Parties. Such amendments, once approved by the Parties, will become part of this agreement.
- (2) The effective date of this MOU shall be later dated on which the Parties sign this MOU.
- (3) This MOU shall remain in force for a period of 2 (two) years from the date of the later signature.

- (4) The MOU may be terminated by either Party by giving written notice at least 3 (Three) months in advance to the other Party. The event of termination will not affect participants from completing their activities at the host Party.
- (5) The Parties jointly follow up this agreement in the form of Agreement of Implementation (AOI) made no later than 6 (Six) months after the signing of this MOU.
- (6) In case the MOU ceases to be effective on the account of termination or expiration, the provisions of all valid agreements signed as addendum to this MOU shall continue to apply to the extent necessary to secure the implementation of existing activities as agreed upon in the AOI documents.

ARTICLE 5 NOTICES

Any notice or request given or made by one Party to the other under this MOU shall be written in the language of English and shall be addressed to the appropriate office as is designated in writing hereinafter:

MINISTRY OF ENVIRONMENT

Address : #242, St. Preah Norodom Blvd, Sangkat Tonle Bassac, Khan Chamkarmon,
Phnom Penh, Cambodia
Phone : (855)12 386 397

TOP PLANNING JAPAN CO., LTD.

(Headquarters)

Address : 3-14 Nihonbashikoamicho, Chuo-ku, Tokyo-to, 103-0016, Japan
Phone : +81-0333-60-7720
Fax : +81-0333-60-7721
E-mail : k.sasaki@tpjp.co.jp

IN WITNESS WHEREOF, the Parties hereto have caused this MOU to be executed by their duly authorized representatives. Each Party shall hold one original signed MOU, with both documents being equally authentic.

for the Ministry of Environment

for Top Planning Japan Co., Ltd.

H.E. Khieu Borin

Director General
Ministry of Environment

Date : _____

Mr. Tetsuo Murayama

CEO-President
Top Planning Japan Co., Ltd.

Date : February 9th, 2022

リサイクル適性の表示：印刷用の紙にリサイクルできます

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料 [A ランク] のみを用いて作製しています。