ナレッジ活用事例2

木質系廃材等のバイオマス燃料化による森林保全

（カンボジア）

ii. 木質系バイオマス燃料化による森林保全（カンボジア）

契約期間：令和 4 年 7 月 13 日～令和 5 年 3 月 16 日
調査実施者：株式会社トロムソ（以下、「トロムソ」と記載）

1. ナレッジ活用実証調査概要

表 IV-20 実証調査テーマ

番号	対処課題 A.	日本にある ナレッジ B.	ナレッジ活用目標 C. （A+B）
①	家具製造や製材・木材加工所で木くず、樹皮等が排出されているが、十分に活用されていない	トロムソの「グラインドミル」もみ殻、もしくはもみ殻と木くず等の混合物を粉砕・固形化することにより、固形燃料を製造できる	現地のもみ殻、木くず等を原料にして固形燃料を製造し、個人や業務用ユーザーに普及することで、木材資源利用圧を下げ、森林の保全につなげる。そのために、現地で入手した材料をもとに実際に固形燃料を製造し、個人や業務用ユーザーに配布し、使い勝手等の意見を収集する
②	現地では大量の薪消費需要があり、特に縫製・レンガ工場・一般家庭(地方)の燃料は薪を中心に使用しており、木材資源利用圧を高めている		

2. 地図：途上国の対象地

本実証調査では、カンボジアの首都プノンペンやコンポントム州（Kampong Thom Province）で調査活動を行った。日本のナレッジとなる機械を活用した実証活動は、コンポントム州で行った。

出典：外務省のホームページ[1]

図 IV-18 カンボジアの地図と調査の対象地

[1] https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/data/zyoukyou/h19/pdfs/080116_1_01.pdf

3. 実施体制

本実証調査は、下記の体制で実施した。

表 IV-21 実施体制

所属	氏 名	役 職	現地渡航
トロムソ	上杉 正章	代表取締役	あり
トロムソ	西嶋 良介	海外事業部長	なし
トロムソ	山中 康充	設計・技術	あり
トロムソ	谷中 勇一	営業・技術	なし
Tromso Vietnam	河野 直樹	事業統括部長	あり

またJIFPROより研究員の山本が１０月のデモイベントに際して合流した際、前後でプノンペンとコンポントム州にて同行ないし分かれて調査をした。把握した情報は、本章内及びとりまとめの章内に記載した。

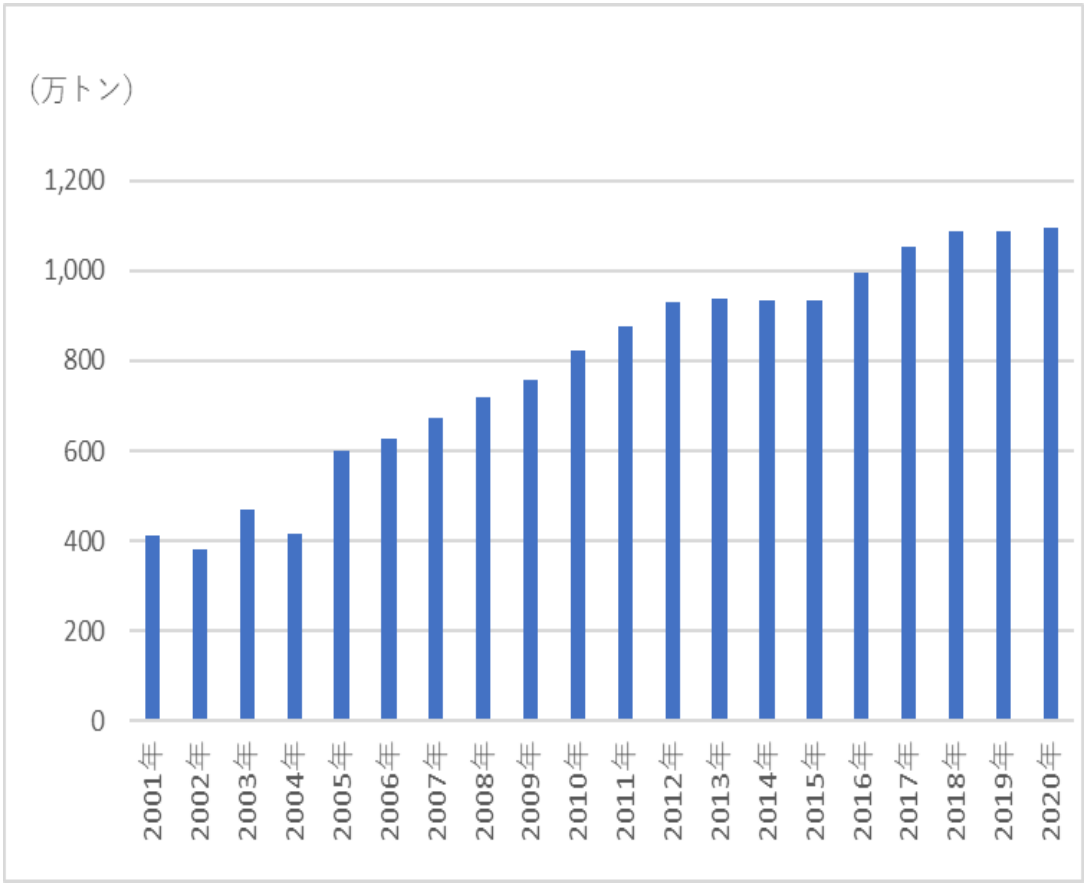
4. 背景

調査対象地であるカンボジアのコンポントム州では森林劣化と面積の減少が進行している。現地では薪炭材が多用され、木材ニーズを高めているが、そのことも一因だと考えられる。トロムソの主力製品であるグラインドミルは、もみ殻から固形燃料を作る製造装置であるが、その他のバイオマスも原料にして固形燃料を製造することもできる。現地で十分に活用されていないもみ殻や木くず、樹皮などを固形燃料にすることで、木質資源を有効活用しながら、薪炭の利用圧を緩和できないか調査を行った。

コンポントム州には Amru Rice 社の大規模精米所があり、グラインドミルのデモンストレーション先として協力が得られた。また、同州内に複数の製材所があり、木くずの入手が比較的容易であると考えられた。そのような経緯で、実証活動を行う対象地とした。

- 稲作

稲作はカンボジアの耕作面積の約 8 割を占めており、天水を利用した一期作を中心としているが、灌漑施設が機能している地域では二期作も行われている[2]。カンボジアのコメ生産量は増加傾向にあり、2020 年のコメ（籾：もみ）生産量は 1,096 万トンに及ぶ。その 20%がもみ殻だと仮定すると、年間 219 万トンのもみ殻が排出されることになる。ただし、JICA カンボジア事務所の専門家によると、カンボジア国内の精米能力が十分ではないため、カンボジア産のコメの多くは籾のままベトナム等に輸出されているという。そのため、カンボジア国内のもみ殻賦存量は 219 万トンには及ばない可能性がある。



出典：FAOSTAT

図 IV-19 カンボジアにおけるコメ（籾）の生産量推移

[2] https://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokusei/kaigai_nogyo/attach/pdf/index-36.pdf

- 森林と木材利用

カンボジアの国土面積 1,816 万 ha のうち、森林被覆は 2016 年時点で、874 万 ha（約 48%）を占めている。その内訳は常緑樹林 286 万 ha、半常緑樹林 107 万 ha、落葉樹林 334 万 ha、マングローブ林・浸水林が 53 万 ha、その他の再生森林や植林が 94 万 ha（うち、ゴム植林 51 万 ha）である[3]。

世界銀行のデータによると、1990 年のカンボジアの国土面積に占める森林面積の割合は 62.3%だったのに対して、同年から 2020 年にかけて全体人口が 2 倍近くに急増したことや経済発展を遂げたこと等を背景に、2020 年には 45.7%へと大幅に減少している。

カンボジア政府も森林面積や資源の減少を問題視しており、2006 年～2013 年国家戦略開発計画（NSDP：National Strategic Development Plan）では森林保全をすすめるため、森林セクターでは、森林被覆率を 60%に保つこと、薪材・炭への依存率を 52%とする等、具体的な数値目標値が示されていたが、2019～2023 年の同計画において、両項目ともに達成できないと見込まれている。薪材・炭への依存率は依然 74.8%（2014 年）と高いままとなっていることが報告されている。

カンボジアの主要な木材供給は、社会的土地利用権（ELC：Economic Land Concession）[4]が付与された土地で、森林から農業等へと土地利用転換する際に発生するもので、その木材は木材供給量全体の 5 割から 7 割を占めている。その他、違法伐採で押収された木材、輸入木材、ダム開発等に伴って発生する木材がカンボジアの木材供給源となっており、これらで木材供給全体の 9 割前後を占める。カンボジアの木材生産量は減少傾向にあり、2019 年の木材生産量 17,779m^3 だった。これは、主要な木材供給源であった ELC が、2012 年から新規の付与が停止され、さらに付与済みの ELC も見直しと取り消しや縮小が進められていることが影響している[5]。なお、木材は製材工場や木材の加工施設を経て国内および国外のマーケットに販売されている。

森林減少・劣化を食い止めるためには、持続可能な林業を確立することと同時に、未利用木質資源の活用を拡大し、違法な伐採を抑制することも重要だと考えられる。

---

[3] CAMBODIA FOREST COVER 2016（2018 年 3 月発行）

[4] Sub-Decree on Economic Land Concession
https://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/goho/kunibetu/khm/pdf/document_khm07.pdf

[5] 林野庁　合法伐採木材等に関する情報：カンボジア（2021 年 4 月 1 日更新）

5. 実証調査目的

1) 対処課題 A.

表 IV-22 対処課題

#	対処課題 A.
①	家具製造や製材・木材加工所で木くず、樹皮等が排出されているが、十分に活用されていない
②	現地では大量の薪消費需要があり、特に縫製・レンガ工場/一般家庭(地方)の燃料は薪を中心に使用しており、木材資源利用圧を高めている

(1) 課題①：家具製造や製材・木材加工所で木くず、樹皮等が排出されているが、十分に活用されていない

2020 年のカンボジア電力エネルギーの割合は、非再生可能エネルギーが 37.3%（石炭火力 31.9%、ディーゼル 5.4%）、再生可能エネルギーが 30.8%（水力 28.0%、太陽光 2.2%、バイオマス 0.6%）、ラオス、タイ、ベトナムからの輸入電力が 31.9%であった。

比較として日本では、製材工場等で年間 10,000 千㎥を超える木質廃材が発生しており、木質廃材の種類別構成比は「端材等」が 53.6%で最も多く、次いで「おがくず等」が 31.1%、「樹皮」が 15.3%となっている。そして、主にエネルギー利用(バイオマス発電)や畜産敷料として活用されている。

図 IV-20　木質バイオマスの工場別・種類別

日本では 2012 年に固定価格買取制度（FIT 制度）が開始し、バイオマス発電が促進されており、木質廃材の多くはバイオマス発電用に再利用されているが、カンボジアではバイオマス発電施設は小型のものが数件あるのみで、国内の総発電量に対する割合はゼロに近く、多くの木質廃材が活用できていないことが予想される。同国のエネルギー事情や現地製材会社へのヒアリング結果から、利用可能な木質廃材が大量に発生していることが推定される。

(2) 課題②　現地では大量の薪消費需要があり、特に縫製・レンガ工場/一般家庭(地方)の燃料は薪を中心に使用しており、木材資源利用圧を高めている

カンボジアの森林は広大でありながら、深刻な利用圧力にさらされている。1975 年に国土の 73%を占めた森林面積は、2018 年には 46.84%まで縮小した[6]。違法伐採の横行が原因と言われているが、薪炭の利用も一因である。国連開発計画（UNDP）の報告書によると、カンボジアでは年間に薪が 260 万トン、炭が 350 万トン消費されている。

出典：Human Development Report Cambodia 2019 (UNDP)

図 IV-21：カンボジアにおける薪炭の利用状況（2014 年）

- **縫製業**

カンボジアの主力輸出産業は縫製品であり、縫製業の経済発展への寄与度は高い。しかし縫製業はアイロンや洗濯のため等に大量の熱（蒸気）を必要とし、そのエネルギー源として多くの薪が使われている。カンボジアの縫製業が消費する薪は年間約 40 万トンにも及ぶ。

[6] National Human Development Report Cambodia 2019, the United Nations Development Programme (UNDP)

- **レンガ製造**

また、レンガ製造では、5 億個以上にもなる建築用レンガを生産するために、年間 40 万トンもの薪が使われている。レンガの焼成には一般的に 850℃以上の熱が必要となるため、生産工程にはかなりのエネルギー消費を伴う。

- **調理用燃料**

UNDP の報告書によると、カンボジアの農村部においては 78.8%の世帯が薪を主な調理用燃料として利用している。都市部においては LPG や電気の使用も増えているが、国全体としても 60.9%の世帯が依然として調理を薪に依存している。世界銀行のデータによると、1990 年に 898 万人だった人口は 2021 年には 1,695 万人へとほぼ倍増しており、薪の使用量も増えていることが予想される。

表 IV-23　調理に使用する主な燃料の種類別の世帯分布（都市・農村別）

出典：-カンボジア政府 General Population Census 2019[7]

単位：%

燃料	全体	都市部	農村部
薪	60.9	31.0	78.8
木炭	7.8	7.9	7.7
灯油	0.3	0.4	0.3
LPG	27.7	56.2	10.7
電気	3.0	4.2	2.3
使用なし	0.1	0.2	0.1
その他	0.1	0.1	0.1

7 https://www.nis.gov.kh/nis/Census2019/Final%20General%20Population%20Census%202019-English.pdf

2) 日本にあるナレッジ B. （活用ナレッジ）

表 IV-24 日本にあるナレッジ（活用ナレッジ）

#	対処課題 A.	日本にあるナレッジ B.
①	家具製造や製材・木材加工所で木くず、樹皮等が排出されているが、十分に活用されていない	トロムソの「グラインドミル」もみ殻、もしくはもみ殻と木くず等の混合物を粉砕・固形化することにより、固形燃料を製造できる
②	現地では大量の薪消費需要があり、特に縫製・ブリック工場/一般家庭(地方)の燃料は薪を中心に使用しており、木材資源利用圧を高めている	

(1) ナレッジ：もみ殻固形燃料製造装置（グラインドミル）

トロムソのもみ殻固形燃料製造装置（グラインドミル）はもみ殻をすり潰し、圧縮成形・加熱工程を経て、固形化する装置である。

グラインドミル

もみ殻固形燃料

図 IV-22 グラインドミルともみ殻固形燃料

- **籾殻の使用**

もみ殻に含まれるリグニンを活用して固形化するため、製造時に接着剤などは一切添加する必要がなく、棒状のもみ殻固形燃料（ブリケット）を製造することができる。

- **強靭な造船技術**

籾殻は表皮に水を弾くクチクラ層（ろう質）があり、この層にシリカが蓄積されているため、非常に堅固となっており、籾殻加工は金属部品を早く摩耗させる。グラインドミルはトロムソが所在する広島県尾道市因島で盛んな造船の技術が転用されており、主要部品には特殊な表面加工を施し、耐摩耗性が大幅に向上している。1 時間当たり投入原料 129kg に対して約 120kg の固形燃料を製造することができる（加熱により蒸発する原料中の水分重量が減少）。

上記の特性により、今回対象とする資源の木くず、樹皮等をもみ殻に混ぜて燃料化することが可能と想定した。

3) ナレッジ活用目標 C.

表 IV-25 ナレッジ活用目標

番号	対処課題 A.	日本にある ナレッジ B.	ナレッジ活用目標 C. （A+B）
①	家具製造や製材・木材加工所で木くず、樹皮等が排出されているが、十分に活用されていない	トロムソの「グラインドミル」 もみ殻、もしくはもみ殻と木くず等の混合物を粉砕・固形化することにより、固形燃料を製造できる	現地で入手したもみ殻、木くず等を原料にして固形燃料を製造し、個人や業務用ユーザーに配布し、使い勝手等の意見を収集する
②	現地では大量の薪消費需要があり、特に縫製・レンガ工場/一般家庭(地方)の燃料は薪を中心に使用しており、木材資源利用圧を高めている		

調査では、対処課題①、②に対して、日本にあるナレッジとなるグラインドミルを活用し、ナレッジ活用目標を達成することとした。つまり、木くず等の未利用資源の発生と現地における薪燃料による木材資源利用圧の高さという課題に対して、木くずに、薪に代わる燃料としての付加価値・代替性を付与できるグラインドミルを活用する。それにより固形燃料を試作、そのサンプルの試用機会を現地に提供、また試用についてアンケート・ヒアリング調査等を行い、課題解決に努めた。

6. 実証調査活動・工程

表 IV-26　活動一覧

#	活動名・概要
1	文献・インターネット調査
2	デモンストレーション開催のためのグラインドミル調整
3	森林調査及びデモンストレーション開催調整に伴う関係各所・関係者訪問
4	グラインドミル設置・固形燃料製造
5	グラインドミルに関するデモンストレーション・セミナー開催
6	試供品の提供・既存設備で試供品の試用及び使用感のヒアリング

表 IV-27 工程表　（2022 年～2023 年）

	活動	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
1	文献・インターネット調査		■								
2	グラインドミル調整			■							
3	関係各所・関係者へ訪問			■		■					
4	ミル設置・固形燃料製造					■	■	■			
5	セミナーの開催					■					
6	試供品試用ヒアリング						■	■	■		
現地調査			→	→		→	→				
			(8/12~8/26)		(9/29~10/15)		(11/28-30)				

7. 活動結果

表 IV-28　活動結果概要

	主要実施内容・結果	特記事項
活動1	カンボジアの森林の状況やエネルギー利用等についての文献を入手し、整理・加工した。	文献リストは文章の末尾に掲載した
活動2	既設グラインドミルのデモンストレーション用機材として使用するためのメンテナンス作業を実施した。	-
活動3	現地環境省の JICA プロジェクト、森林局、家具製材所、カンボジア日本人材開発センター（CJCC)、JETRO プノンペン、カンボジア縫製業協会(GMAC)、UNIDO カンボジア、Amru Rice 社、レンガ焼き工場、炭焼き場を見学等の関係各所を訪問・面談した。	-
活動4	● ベトナムからカンボジアにグラインドミルの輸送を手配した。デモンストレーション会場の Amru Rice 社で搬入に立ち合い、設置した。 ● 装置設置後、近隣製材所より調達した木質廃材と会場(精米所)で発生しているもみ殻の混合固形化試験を実施し、固形化できることを確認した。デモンストレーション参加者配布用の固形燃料サンプルを製造した。 ● 大口薪ユーザーである事業者向けのサンプル製造は、出張期間中はトロムソが行い、同社帰国後は Amru Rice 社に作業を引き継いで先方の希望量を製造完了し、2 社 x 15 トン分を提供した。	-
活動5	● 固形燃料製造のデモンストレーション及びグラインドミルの森林保全に対する貢献に関するセミナーを開催した。① ● UNIDO カンボジア事務所および縫製事業者等に対し、グラインドミルのプレゼンテーション及びデモンストレーションを実施した。②	当初は①のみの計画であったが、実施後、UNIDO が強い関心を示し、期間中に②を実施する運びとなった。①の発表資料は、文末に添付した
活動6	活動 4 で製造した固形燃料を希望者に配布し、フィードバックを収集した。	-

1) 活動１．文献・インターネット調査

カンボジアの森林の状況やエネルギー利用等についての文献を入手し、整理・加工した。文献一覧は巻末の参考・引用文献参照。

2) 活動 2. デモンストレーション開催のためのグラインドミル調整

カンボジアでデモンストレーションに使用できる装置が本社に無く、ベトナムで既に他社に既設されているグラインドミルを借用し、デモンストレーションに向けて調整をした。理由としては、カンボジアにおける工業電圧の仕様は 400V であり、同電圧に適合した装置でなければ運用ができない。グラインドミルは完全受注性の生産体制であり、海外仕様の装置は在庫がなく、借用しなければ新たに製造を要した。

ベトナム国で借用したグラインドミルは、確認すると長期間稼働させていなくメンテナンスが必要な状況と判明した。そのため、ベトナムへ渡航しメインシャフトの接続・動作確認、オイル充填、再塗装等を行い、調整を完了した。

円滑な輸送手配のため、機材に付属する部品も梱包し、輸送業者の立ち合のもと出荷に関する事前打ち合わせをした。

3) 活動 3. 森林調査及びデモンストレーション開催調整に伴う関係各所・関係者へ訪問

関係各所へ訪問し、本件に関する調査及びデモンストレーション実施に向けて準備を進めた。

(1) 現地環境省-五関氏(JICA 専門家)との面談（プノンペン）

JICA カンボジア国持続的自然資源管理能力強化プロジェクト（SNRM＊）の五関専門家に面会した。専門家にはカンボジアでの活動の調査結果や活動記録の共有を受けたり、デモンストレーションへの関係者招待の協力を得た。またカウンターパートのカンボジア国森林局副局長ポニカ氏に取り次いでもらうなどした。

＊ The Project for National and Sub-national Capacity Development for Sustainable Natural Resource Management in Cambodia)

JIFPRO も別途出張時に訪問し情報交換をした。その際アシスタント（Ouch 氏）より、炭や薪はロシアンマーケットで売っているとの情報を得た。

(2) コンポントム州森林局長との面談

森林局ポニカ氏より 3 州の森林局長に取り次いでもらい、コンポントム州の局長へ表敬訪問した。デモンストレーションへ招待し、また調査協力を依頼してコンポントムの家具製材所を紹介された。ここでは木くずが定期的に発生し、木くずの調達先となり得ると思われた。Preah Vihear 州、Siem Reap 州の局長訪問は期間中には叶わなかった。

JIFPRO が調査出張した際は別途通訳（カク氏）と表敬訪問した。ブン局長及び RECOTC 業務も行うカオ氏と対談した。本調査のナレッジ事業の筋、すなわち森林保全と生計向上についての説明をし、デモイベントへの参加の念押しをした。局長からは、儲け主義ではなく、森林と住民のための活動だとよくわかった、そうであれば是非協力したい、と調査協力への快諾を得た。それにより、別途、家具製材所（次の（３）と同じ場所)、コミュニティフォレスト（CF）２箇所にスタッフの案内つきで訪問が可能となった。(CF についてはとりまとめの章内のナレッジモデル内に記載する。)

(3) コンポントムの家具製材所

（２）で紹介された製材所を訪問。同製材所では廃材を無償で収集・再加工して、棚やタンスを製造している。木くずの排出概算量をヒアリングしたところ、木くずは１トン/月程度発生、ゴミとして処分している、とのことだった。また森林を伐採した木材を加工していないとのことだった。具体的な木くず必要量を依頼し、了承を得た。

JIFPRO が訪問した際は、２名のスタッフが山積みの木材の中家具製造をしていた（製造は２名体制)。例えば図書室用の本棚、机、ちゃぶ台といったものを作っており、加工する木材は、依頼主が持ち込むとのことであった。

木材を切った際の木くず

奥には木材が乱雑に積んである

図 IV-23 家具製材所と木くず

(4) 森林本局ポニカ副局長との面談（プノンペン）

副局長によると、特にコンポントム州はゴムの木の栽培６万 ha、カシューナッツ栽培４万 ha といった大規模な栽培がおこなわれている。これらの木々の有効活用に関する打診を受け、今回の調査に限らず、その後の事業にも発展させていくのであれば、カンボジア政府としても協力したいと積極的なコメントを得た。

実証サイトのコンポントム 州、また近隣の他２州(Preah Vihear, Siem Reap)の支部森林局局長を紹介された。（トロムソ）

JIFPRO も出張時に別途表敬訪問し、上記（２）と同様の調査概要を説明し、デモイベント参加について念押しした。副局長は、本活動について、スケールアップして、全国展開したいと非常に興味を示した。１年ものの調査であるが、その後 JICA にプロジェクト化の希望を

出したりすることも可能である旨伝達した。

(5) JETRO プノンペン-井出氏との面談

カンボジアにおける脱炭素に関連する取り組み（プロジェクト）の紹介を得た。また、薪を大量に使用している縫製関連企業の組合組織である Garment Manufacturers Association in Cambodia (GMAC, カンボジア縫製業協会、カンボジア衣料製造業協会等と称される)についての情報を入手した。

(6) カンボジア日本人材開発センター(CJCC：CAMBODIA - JAPAN COOPERATION CENTER)-弓削氏との面談

CJCC はカンボジアに進出している日系企業を支援する組織である。CJCC を通して GMAC に面談を打診することができた。また、グラインドミルや固形燃料の導入に関心があるカンボジア企業を紹介してもらえることになった。

(7) カンボジア縫製業協会（GMAC)-Dr. Ken Loo との面談

GMAC に加盟する企業の多くは、工場設備内に薪ボイラーを使用しており、消費している薪の量は約 30t/年以上である。GMAC 及び加盟企業は薪の代替燃料となり得る固形燃料に関心を持っている。GMAC に加盟する企業へサンプル品を提供し、フィードバックが得られることになった。

(8) UNIDO カンボジア事務所-Mr. Sok Narin との面談

国連工業開発機関（UNIDO）カンボジア事務所所長の Mr. Sok Narin と面談した。グラインドミル・固形燃料について紹介すると高い関心を示した。国際機関連携無償資金協力や現在進行形の Transfer of Environmentally Sound Technology (TEST)プロジェクト[8]との連携可能性について言及があり、本事業終了後に UNIDO と連携してカンボジア国内でグラインドミルを普及させる可能性について意見交換をした。

この面談がきっかけとなり、2022 年 11 月 29 日に、UNIDO 調査団による Amru Rice 社に設置されたグラインドミルの視察ツアーが TEST プロジェクトの一環として実現した。

(9) N.V.C Corporation-Deputy Managing Director Y Channa 氏等との面談

Vital ブランドの飲料水を製造するメーカー。主事業は飲料水製造であるが、不動産等の他事業も展開しており、訪問した工場はボトルウォーターを製造する工場と麺（乾麺）を製造する工場であった。現在、乾麺を製造する工場で大規模な重油タイプのボイラーを使用している。同社はボイラー導入時に薪タイプを導入するか悩んだが、森林減少に危機感があったことから重油タイプを選定した。しかし、近年の世界的な環境意識の変化において、その他のより環境に良い燃料を探しており、大きな投資をしてでも環境に良い燃料に変換していきたいという方向性であるとのこと。現在、100%重油を使用していることから、モミガライトを使用するボ

[8] Low carbon development for productivity and climate change mitigation through the Transfer of Environmentally Sound Technology
https://open.unido.org/projects/KH/projects/150275

イラーに新規設備投資した場合、ボイラーとグラインドミル等が JCM の設備補助対象になる可能性があるため、JCM への申請を検討している。さらに、同社は新規でダンボール製造事業の展開を計画しており、ダンボール製造におけるボイラー導入についても JCM の設備補助に関心がある。ただし、同社は稲作関連事業を実施していないため、原料となるもみ殻の確保が課題であり、引き続き調査が必要である。

(10) Amru Rice 社-Sarith 氏 他との面談

Amru Rice 社は 2011 年に設立されたカンボジアの有機米の最大級の生産者および輸出業者である。有機または持続可能な方法で米を生産、加工、輸出している。

グラインドミルのデモンストレーション準備及び GMAC 加盟企業に向けたサンプル提供について協議した。その結果、同社がコンポントム工場の敷地をデモンストレーション会場として提供し、同社作業員が木質廃材の調達を行い（含水率調整のための天日干し作業を含む)、トロムソ出張チーム帰国後も固形燃料の製造作業を継続し、GMAC 加盟企業にサンプルを供給することが決定した。

同社はグラインドミルの導入に高い関心を示し、デモンストレーション後に機材を引き取りたいとの要望があった。トロムソは検討後、将来的なカンボジアでの展開可能性を考慮し、機材はベトナムへ返送せず、同社へ無償提供した。

(11) レンガ焼き工場見学・ヒアリング

一般的な規模のレンガ焼き工場を見学し、ヒアリングを行った。1 棟あたり約 4×30m、6 棟で構成。薪は薪販売業者から 20 ドル/立米(約 200 kg/立米)で購入しているが、薪販売業者は販売する薪を露天管理しているため、十分に乾燥しておらず、含水率は高かった。また、近年は薪の価格も上昇傾向にあるとのことだった。

1 棟あたりレンガ 30 万個/回(約 2 週間/回)の生産能力があり、1 回あたりの薪使用量は約 7~8 立米、月あたりの薪使用量は 60~80t とのことだった。

奥に伸びる長いレンガ焼き窯

窯の近くに積んである大量の薪

図 IV-24 レンガ焼き工場

(12) 炭焼き場見学・ヒアリング

Amru Rice 工場の隣の敷地で炭焼きを行う女性にヒアリングをした。3 つの炭焼き窯があり、1 つの窯に 7 立米入り、300 ドル分（120 万リエル）の炭ができる。太いままの生木を入れ、炭になるまでには 1 週間かかる。

炭焼き窯	炭焼き原料の生木

図 IV-25 炭焼き場

原料は薪販売業者がトラックで運んできたものを購入している。カシューの古木は 1 立米 7 ドル（2.8 万リエル）だが、より高い 1 ㎥ 12.5 ドル、20 ドルの木もある。高い木は比重が高く、火持ちがいい。ビニール袋に約 12 キロ入れ、 3.2 ドルで販売している。

10 年前と比べて木の値段は上がっており、10 年前に 1 立米 3 ドルだった木がいまは 7 ドル。10 年前はカシューナッツの木が無料で伐採できたが今は買う必要がある。森が減少しているのを実感しているとのことだった。

4) 活動 4. グラインドミル設置・固形燃料製造

期間中に整備したグラインドミルを、ベトナム国より輸送し、Amru Rice 社コンポントム精米工場敷地内に設置した。近隣製材所から調達した木質廃材と同工場で発生するもみ殻を混合し、固形燃料化試験を実施した。また、活動 6 に使用する目的の固形燃料サンプルを製造した。

(1) グラインドミル設置

当初の計画どおり、10 月 6 日(木)にグラインドミルが Amru Rice 社コンポントム工場に到着し、トロムソの調査団が立ち合って引き取った。トロムソの技術スタッフの指示のもと、グラインドミルを工場敷地に搬入し、デモンストレーション会場に設置した。

(2) 固形燃料製造

10 月 8 日(土)午後～13 日(木)の期間中、トロムソ調査団も生産作業に従事し、Amru Rice 社作業員へグラインドミル操作やメンテナンス等の技術的指導した。木くずを混入したブリケットの製造の実証は、以下の手順で行った。

- **資材の状態確認**

近隣製材所より調達した木質廃材及びデモンストレーション会場となる精米所で発生しているもみ殻の含水率や状態表 IV-29）を計測し、両原料共に基準値内であることを確認し、固形化試験を実施した。

表 IV-29 木くずともみ殻の含水率と状態

原料	含水率	状態
木くず	13～15%	米粒大の木くずと粉で構成されていた。しかし中には 80×80×10 ㎜の大きな木片もあった。ホッパーに入り切らないもの（ブリッジしそうなもの）は目視で確認した場合のみ取り除き、原料とした。
もみ殻	11～13%	長粒品種のもみ殻。過去にベトナムで試験テストしたものより少し長い。ナイロン紐等のゴミの混入がわずかながら認められたが、1 フレコンに 1、2 点の混入だったため、生産には影響しないと判断し、装置投入時に目視で確認した場合のみ取り除いた。

- **攪拌作業**

木くず、もみ殻を適量取り、コンクリート床の上で手作業による攪拌作業を行った。作業員 1 名がスコップを使い、フレコン半袋（150 kg）程度で 5 分の作業時間だった。攪拌済みの原料をフレコンに戻す作業を含めると 10 分程度かかった。今回は試験的に手作業で行ったが、大規模な生産を行う際は攪拌ミキサー等の設備が必要である。木くずに関しては粉状のものが多かったため、攪拌作業には防塵マスクを必要とした。また木くずの調達の際には形状や含水率等への留意が必要で

ある（形状の不揃いや含水率の高さが固形化の妨げになる）。

合わせる前のもみ殻と木くず

大きい木片は除去した

図 IV-26 原料と攪拌

- **固形化試験**

まずは木くず 100%で固形化試験を行った後、木くずに対するもみ殻の割合を高くし、固形燃料製造を試みた。表 IV-30 のとおり、木くず、もみ殻の比率が重量比で 50 対 50 になったところで固形燃料が安定製造できるようになった。安定製造とは、連続的に固形燃料製造ができる状態である。

木くずを固形燃料の原料として使う場合、木の種類や含水率の違いで最適な混合比は多少変動することも予想されるが、木くず、もみ殻の比率が 50 対 50 というのは日本で成功した固形化試験と同じであり、一つの指標になると考えられた。

表 IV-30 木くず・もみ殻の混合比率と固形燃料製造の結果

混合比率		固形燃料製造の結果
木くず	もみ殻	
100%	0 %	ノズルで原料が詰まって生産できない
70%	30%	ノズルで原料が詰まって生産できない
50%	50%	ひび割れは少しあるが、安定生産できる
0%	100%	ひび割れなく安定生産できる

安定生産を確認できた混合率(重量比で木くず 50:もみ殻 50)で、デモンストレーション時に配布用の固形燃料サンプルを生産した。生産作業期間中に約 3,700kg(約 40cm 固形燃料 3,700 本分)の生産を完了した。

図 IV-27 木くず混入固形燃料製造実証の様子

5) 活動 5. グラインドミルに関するデモンストレーションの開催

- 2022 年 10 月 14 日(金)　グラインドミルの稼働・木質廃材との固形燃料化試験のデモンストレーション（1）、及びグラインドミルを活用した森林保全に関するセミナー（2）を実施した。
- UNIDO カンボジア事務所および縫製事業者等に対し、グラインドミルのプレゼンテーション及びデモンストレーション（3）を実施した。

(1) グラインドミルの稼働・木質廃材との固形燃料化試験のデモンストレーション

2022 年 10 月 14 日(金) Amru Rice 社コンポントム精米工場＊敷地内において、グラインドミルの稼働・木質廃材との固形燃料化試験のデモンストレーションを実施した（＊Bosveng Village, Salavisay Commune, Prasat balang District, Kampong Thom Province）カンボジア森林本局局長、各州森林支局局長、UNIDO 他各機関や企業等から 40 名が参加した。

表 IV-31 デモンストレーションイベント参加者リスト

番号	氏名	性別	企業	役職
1	池末 成明	M	JICA[9]カンボジア事務所	プロジェクトコーディネーションアドバイザー
2	Ouch Chhuong	M	SNRM Project[10]/JICA	アシスタント
3	五関 一博	M	SNRM Project/JICA	専門家
4	飯山 一男	M	SNRM Project/JICA	専門家
5	藤田 ゆか	F	JETRO[11]カンボジア	
6	井手 靖	M	JETRO カンボジア	アドバイザー
7	Sok Narin	M	UNIDO[12] Cambodia	所長
8	Rey Sopheak	M	UNIDO Cambodia	国内プロジェクトコーディネーター
9	Kong Rachana	F	UNIDO Cambodia	プロジェクトコーディネーター
10	Tor Kimsreng	M	UNIDO Cambodia	プロジェクトアシスタント
11	Chan Ponika	M	FA（本局）[13]/MAFF[14]	副局長
12	Bun Sothy	M	FA（州支局）	主任

9 独立行政法人国際協力機構(JICA: Japan International Cooperation Agency)
10 持続的自然資源管理強化プロジェクト(SNRM: Sustainable Natural Resource Management)
11 独立行政法人日本貿易振興機構(JETRO: Japan External Trade Organization)
12 国際連合工業開発機関(UNIDO: United Nations Industrial Development Organization)
13 森林局(Forest Administration)
14 農林水産省(MAFF: Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries)

13	Kao Vutha	M	FA（州支局）	副ディレクター
14	Pich Sovathara	M	FA（州支局）	副主任
15	Mak Sopheaveasna	M	MAFF	従業員
16	泊 傑	M	JC Finance	代表取締役
17	Chea Vuthea	M	JC Finance	従業員
18	Barn Pichpunleu	F	CMAC[15]	農業専門家
19	Heng Ratanapisal	M	CMAC	事務局長秘書官
20	Im Sokchea	M	CMAC	マーケティングオフィサー
21	Rom Sarouern	F	FWN[16]	副代表
22	Sok Socheat	M	FWN	作業長
23	Chom Viclot	M	Khmer Green Charcoal Co., Ltd.	プロフェッショナルマネージャー
24	Vong Narith	M	Khmer Green Charcoal Co., Ltd.	R&D マネージャー
25	Nun Sophanna	M	Green Move Consulting	ディレクター
26	Tong Li Ang	M	One More Manufacturing	副事業部長
27	Meng Sopheak	M	NVC Corporation Co., Ltd	スーパーバイザー
28	Kho Sochetra	M	2JM Kampong Thom	
29	Sam Rettsokran	M	2JM FA Kampong Thom	
30	Kim Savuth	M	2JM FA Kampong Thom	
31	Nuth Naro	M	USA	専門家
32	Nuth Michaela	F	USA	
33	Seu Sophany	F	Gerres	プロフェッショナルエンジニア
34	Song Saran	M	Amru Rice	代表取締役
35	Song Sarith	M	Amru Rice	ジェネラルマネージャー
36	Seileloath Yos	M	Meiho Engineering	通訳
37	山本 朝子	F	JIFPRO	研究員
38	上杉 正章	M	Tromso	代表取締役
39	山中 康充	M	Tromso	技術
40	柳田 啓之	M	E-Square Inc	シニアマネージャー

[15] カンボジア地雷処理センター(CMAC: Cambodian Mine Action Center)

[16] Farmer and Water Net の略

冒頭に Amru Rice 社の Saran Song CEO が挨拶し、トロムソの上杉社長がグラインドミルや固形燃料について説明した（図 IV- 28）。グラインドミルの運転を行い、実際に木くずともみ殻が固形燃料化する様子を示し、参加者の理解を深めた。また製造した固形燃料の燃焼デモも行い、薪のように伐採後に乾燥工程を必要とする燃料に対して固形燃料の使いやすさを示した。動画や写真を撮る参加者、生産能力や原材料について質問をする参加者が多数に上り、関心の高さが伺えた。

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>燃焼する燃料を円陣に囲んだ参加者に説明する上杉社長（中央奥）</td><td>グラインドミルの燃料製造デモ。指導した Amru Rice スタッフが運転（右）</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>木質混合の固形燃料の燃焼デモ</td><td>質問に答えている山中氏と通訳（左奥）</td></tr>
</table>

図　IV-28 デモンストレーションイベントの様子

(2) グラインドミルを活用した森林保全に関するセミナーの実施

本セミナーは、デモンストレーション後に会場の会議室に場所を移動して続けて実施した。

表 IV-32 グラインドミルを活用した森林保全に関するセミナープログラム

時間	プログラム
14:00-14:30	「Pilot case in Cambodia with Tromso in Knowledge Program by JIFPRO – Sustainable Business to Conserve Forest and Benefit Community –」　JIFPRO　研究員　山本 朝子
14:30-15:00	「Project to promote utilization of forest knowledge in developing countries -Forest conservation by turning rice husks and wood waste into biomass fuel」　トロムソ 代表取締役社長　上杉 正章
15:00-15:30	質疑応答

JIFPRO の発表

トロムソ上杉社長の発表

コスト詳細に関心が高まる参加者

質問をする州の森林局職員（中央奥）

図 IV-29　グラインドミルを活用した森林保全に関するセミナー

トロムソの案内でまず JIFPRO が発表した。現地調査で分かった木材の利用圧とコミュニティの不安な声を伝え、その流れを逆行させるためにトロムソのナレッジを使ってできるビジネスモデルを説明した（ビジネスモデルキャンパスというツールを使用して見える化説明）。またそれを実現させるためのデモに参加したステークホルダーへの層別レコメンデーションを提案した。この日を機会に参加者同士で連絡を取り合い、サステナブルな薪代替燃料ビジネスの推進・実現を

進めるよう伝達した。本資料（英文）は文末に添付した。また日本語の改訂版を本事業の公開セミナーで報告しており、本報告書の情報発信の資料として添付した)。

続けてトロムソより技術やコストの詳しい説明をした（本資料も文末に添付)。会場参加者は特にコストについて、非常に関心が高い様子であった。

グラインドミル、薪代替の固形燃料に関する参加者の関心は高く、質疑の際は活発な意見交換がなされた。コンポントム州の森林局からも質問が出るなどして、関心の高さが伺えた。

会場参加者には帰り際に実証調査で製造した固形燃料のサンプルを配布した。

森林局副局長	NVC の参加者にサンプルを渡すトロムソ山中氏（右）	カンボジア地雷処理センターの参加者

図 IV-30　セミナー後のサンプル配布の様子

カンボジア地雷処理センター（CMAC）の３名は、地雷除去地でつくるコーンの芯を本日本のナレッジで燃料することに興味があり、デモに参加した。(JIFPRO が滞在中に九心コンサルタントに情報を伝達し、協力先の CMAC が参加を希望した。）写真の中央は事務局長の子息であり、トップへのフィードバック報告や、そこからの展開も場合によっては期待ができる。

(3) UNIDO カンボジア事務所および縫製事業者等に対する、グラインドミルのプレゼンテーション及びデモンストレーションの実施

2022 年 11 月 29 日(火) Amru Rice 社コンポントム精米工場敷地内において、UNIDO カンボジア事務所主催の視察会を実施した。これは UNIDO カンボジア事務所が実施中の TEST プロジェクトの一環として実施した（活動③の UNIDO カンボジア事務所-Mr. Sok Narin との面談結果参照)。

本視察会にはトロムソの上杉社長も現地入りして対応した。UNIDO カンボジア事務所の Mr. Sok Narin 所長、縫製業界等から約 25 名が参加し、またオンラインで UNIDO 本部（ウィーン）の副事務局長である安永裕幸氏や TEST 関係者も参加した。冒頭挨拶は、カンボジア工業科学技術革新省（MISTI)の政務長官である Tung Ciny 氏がおこなった。当日のプログラムは下表の通り。

表 IV-33 UNIDO 視察会のプログラム

Time	Subject	Facilitator
3:30 pm – 3:35 pm	Welcome Remarks by Oknha Song Saran, President of Amru Rice Group	Mr. SOK Narin, UNIDO Country Representative (UCR)
3:35 pm – 3:40 pm	Welcome Remarks by HE. Tung Ciny, Secretary of State and Director of TEST Project, Ministry of Industry, Science, Technology and Innovation (MISTI)	
3:40 pm – 3:45 pm	Welcome remark of Mr. Yasunaga, Deputy Director General (DDG), UNIDO	
3:45 pm – 4:00 pm	Biomass Briquette Technology and Production by Tromso	By Amru Rice/Tromso Team
4:00 pm – 4:30 pm	Discussions	
4:30 pm – 4:35 pm	Thank Remarks by CEO of Tromso	

参加者のグラインドミルおよび固形燃料に対する関心は高く、木材に代わる燃料として固形燃料の購入を希望する声が数多く聞かれた。

図 IV-31 UNIDO 視察会の様子

6) 活動 6. 製造した固形燃料を希望者に配布し、フィードバックを収集

活動 5 終了後、ヒアリング調査を目的として、活動 4 で製造した固形燃料をデモンストレーション参加者、および薪の大口ユーザーである事業者 2 社へ配布し、使用感をアンケート・ヒアリング調査した。前者は下の（1）、後者は後方（2）に結果・分析を記載した。

(1) デモンストレーションイベント参加者からのフィードバック収集

2022 年 10 月 14 日(金)のデモイベント参加者のうち、固形燃料を各 5～20kg 程度配布した 20 名から、固形燃料の使い勝手等についてのフィードバックを収集した。回答者 20 名のうち、3 名は産業用、17 名は家庭用を想定して回答した。

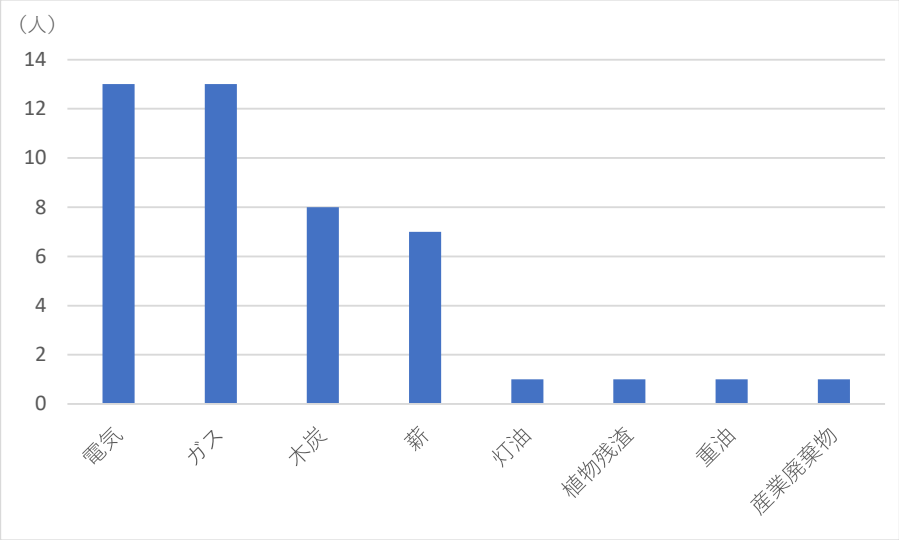


図 IV-32 現在使用している燃料（複数回答）

現在使用している燃料を尋ねた（複数回答）（図 IV-32）。電気、ガスがそれぞれ 13 名と最多で、木炭（8 名）、薪（7 名）が続いた。電気、ガスの使用者が多いのは、回答者の半数（10 名）が都市部であるプノンペン在住者であることが影響していると思われた。

燃料購入の際に重視する要素を尋ねた（図 IV-33）。環境保全を挙げたのは 15 名と最多だったが、環境保全を目的の一つとした案件のイベントに参加した人へのアンケートのため、バイアスがかかっているものと思われた。次に価格（14 名）、火力（13 名）、入手しやすさ（13 名）が続いた。配布した固形燃料は薪と同様に特に火のつき初めには煙が出るが、「煙の少なさ」を挙げたのは 8 名だった。

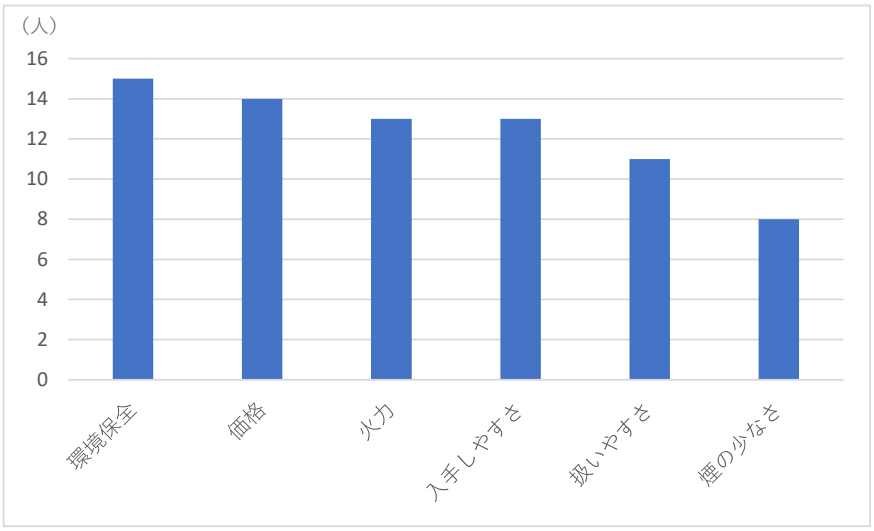


図 IV-33 燃料購入の際に重視する要素（複数回答）

サンプルとして配布した固形燃料への評価は、「とても良い」、「良い」を合わせると 85%と、かなり評価が高かった（図 IV-34）。「悪い」と回答した人は「煙の多さ」をその理由に挙げていた。

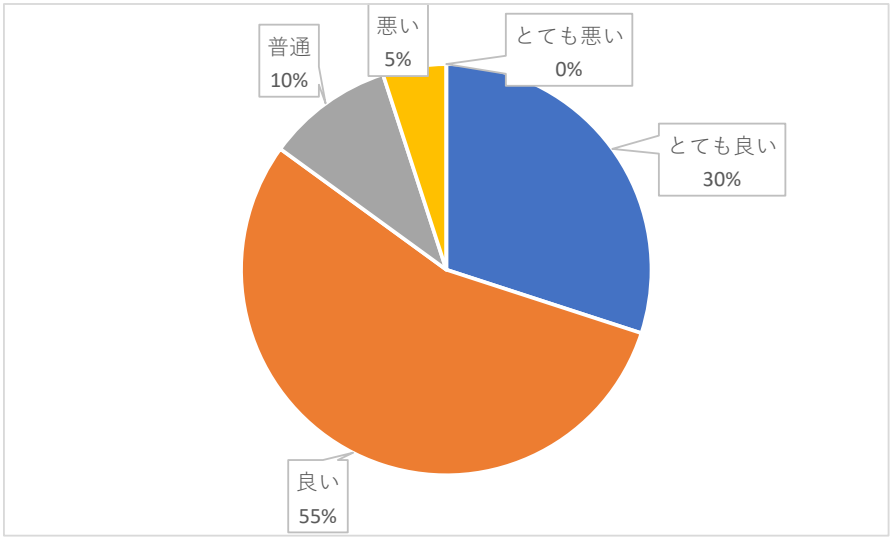


図 IV-34 サンプルとして配布した固形燃料の評価

配布した固形燃料を今後も使いたいか尋ねた（図 IV-35）。「とても使いたい」、「使いたい」の合計が 75%となり、継続使用の意向が高いことが分かった。

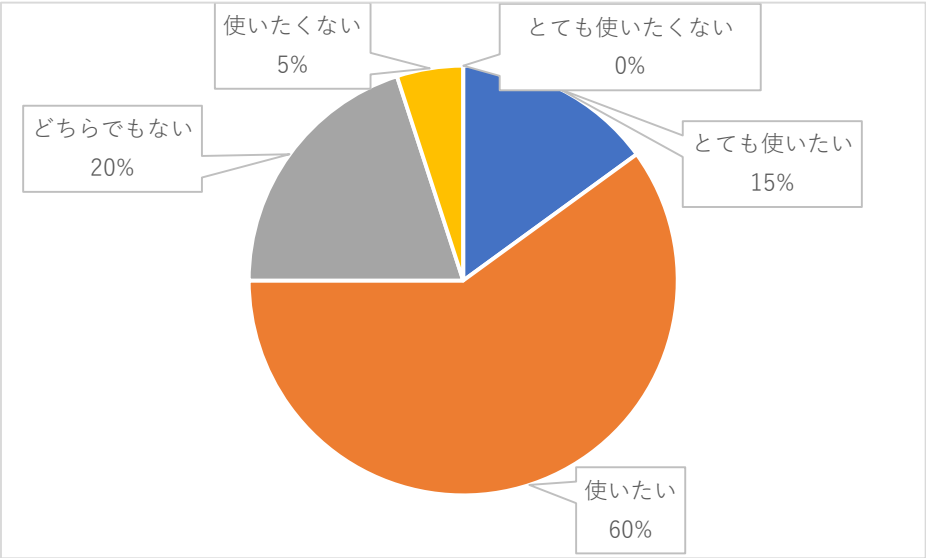


図 IV-35 今後も配布した固形燃料を使いたいか

配布した固形燃料にいくら支払いたいか尋ねた。18 名から有効回答があり、平均値は 1,091 リエル/kg（約 34 円/kg）だった（中央値は 1,000 リエル/kg（約 31 円/kg））。

グラインドミル導入企業の固形燃料の製造原価は、約 14.4 円/kg 程度と想定される。製造できる燃料は、薪と比較し、kg あたりの発熱量が高く、燃焼効率が高い。したがって、1,091 リエル/kg であれば、流通コストを勘案しても十分に固形燃料製造事業としての採算性が取れると考えられる。

(2) GMAC 加盟企業からのフィードバック収集

GMAC 加盟企業の縫製企業、CWKH Garment (Cambodia) Limited (CWKH 社)および SYSG Garment Company Limited(SYSG 社)に、Amru Rice 社で製造した固形燃料を 15 トンずつ供給し、後日フィードバックを収集した。

現在使っている薪と比べて配布した固形燃料が特段使い勝手の良い燃料という評価ではなかったが、薪と比べて価格競争力があれば、環境保全効果がある固形燃料を継続購入する可能性は高いと思われた。フィードバックの詳細は次項に掲載する。

1．月あたりの燃料使用量

薪 18 立米

2．燃料の選択において重要だと考える項目

(a) 価格　(b) 取り扱いしやすさ　(c) 入手しやすさ

(d) 環境保全 (e) その他

3．サンプルとして提供した固形燃料の評価

1. とても良い　2. 良い **3. 普通** 4. 悪い　5. とても悪い

4．サンプル固形燃料を使用した感想

数週間固形燃料を使ってみた。固形燃料は火を付けた後しばらくは強く燃えていた。固形燃料の外側が燃え尽きると熱は残ったが、圧力が上がらなかった。固形燃料を頻繁に追加し、より多くの灰が残った。

5．固形燃料を今後も使いたいですか？

1. とても使いたい　2. 使いたい **3. どちらでもない** 4. 使いたくない　5. とても使いたくない

6．石炭や薪、木炭より安価であれば固形燃料を使いたいですか？

はい　いいえ

7．要望やコメントがあればお書きください

固形燃料の１トンあたりの価格が知りたい。

図 IV-36　CWKH 社のフィードバック

1．月あたりの燃料使用量

薪 12,000kg

2．燃料の選択において重要だと考える項目

(a) 価格　(b) 取り扱いしやすさ　**(c) 入手しやすさ**

(d) 環境保全　(e) その他

3．サンプルとして提供した固形燃料の評価

1. とても良い　2. 良い　3. 普通　4. 悪い　5. とても悪い

4．サンプル固形燃料を使用した感想

火力が強いことが良い

5．固形燃料を今後も使いたいですか？

1. とても使いたい　2. 使いたい　3. どちらでもない　4. 使いたくない　5. とても使いたくない

6．石炭や薪、木炭より安価であれば固形燃料を使いたいですか？

はい　いいえ

7．要望やコメントがあればお書きください

燃焼後の灰が薪より多い

図 IV-37　SLSG 社のフィードバック

8. 結果の考察

1) 計画との差

今回の実証調査は、ほぼ当初計画通りに実施出来た。またデモセミナーについては、10/14 のデモセミナー実施後に、参加者であった UNIDO より追加実施の希望があった。このため、当初予定していなかったが追加で 2 回目を実施した（11 月 29 日に UNIDO カンボジア事務所の視察団に対して実施）。

2) ナレッジ活用モデル（案）

今回のナレッジ活用モデルは、固いもみ殻やその他バイオマス(木くず、樹皮等)をすり潰し、固形化して燃料を作り出すことができるトロムソの技術（ナレッジ）を使う。これを活用して、現地で入手できるバイオマスを固形化し、薪炭材の代替としてカンボジアで供給する。

トロムソはグラインドミルを現地事業者（主に精米所を想定）に販売し、運転・メンテナンスを提供し、固形燃料の製造事業は現地事業者が行う。また、木くずや樹皮等の未利用バイオマスを安定して供給できるルートを確保し、木質資源の有効利用を図る。なお、本ナレッジの活用は、木質に限らずに、その他のバイオマスの混入でも固形燃料の製造が可能であると考えられる。

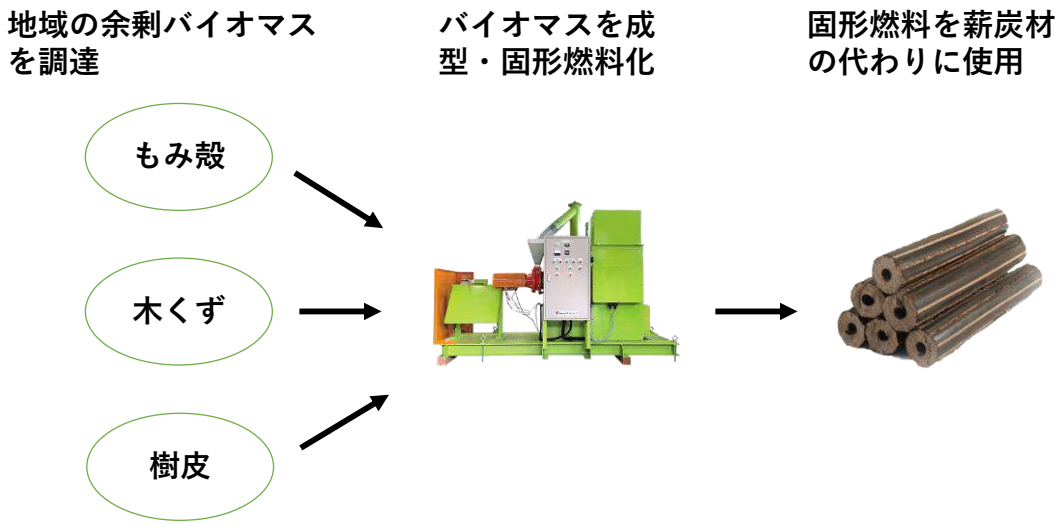


図 IV-38 ナレッジ活用モデル（案）

3) 森林保全と住民の生計向上への貢献・波及効果

木くず・もみ殻を固形燃料化し、薪の代替燃料として供給する。特に薪の使用量の多い事業者ユーザー(縫製企業等)を先駆ターゲットとして据えることで、薪の利用圧の緩和に貢献する。薪の利用を固形燃料に代替することで、ひいては森林劣化・減少や違法伐採の緩和につながり、森林保全への貢献が期待される。

また、固形燃料製造に際しては、製造スタッフ、メンテナンススタッフなど現地に新たな雇用が生まれ、住民の生計向上につながると想定される。

4) 気候変動の緩和・生物多様性保全への貢献・波及効果

もみ殻や木質残渣等の未利用有機物資源を原料にして固形燃料を現地で製造し、薪炭に代わる燃料を業務用・家庭用に供給することで、森林劣化につながる薪炭の需要を抑制し、森林保全に貢献することが想定される。それにより、気候変動の緩和・生物多様性保全にも貢献できると考えられる。

5) その他の影響・波及効果

(1) JETRO の「ビジネス短信」

本調査で実施したデモンストレーション活動は、JETRO からの参加者より Web 発信する「ビジネス短信」にも取り上げられた[17]。以下引用する。「カンボジア政府が 2050 年までのカーボンニュートラル実現を目標に掲げる中、薪や木炭に代わるバイオ燃料に多方面から注目が集まっている。」

(2) UNIDO の事業化関心

本調査実施の結果、特筆できる点の一つに UNIDO 本部（在オーストリア、ウィーン）及びカンボジア事務所がグラインドミルに大きな関心を寄せた。UNIDO は連携事業の形成可能性を判断するため、UNIDO カンボジア事務所による、縫製業界等から約 25 名の視察団に対するデモンストレーション・セミナーを 11 月 29 日に開催した。これについては、従来の籾殻を原料とするモミガライトの製造ではあったもののカンボジアにおけるグラインドミルを使う事業可能性が拡大したといえる。それにより薪炭の代替燃料の普及の可能性も高まり、薪炭の利用圧の緩和につながる可能性が高まったとも考えられる。

6) 新型コロナ感染症の影響

本実証調査内で大きく影響するような特筆すべき点は特になかった。

7) その他の考察

本事例では、機材を近隣国より運んで実証調査を行った。このような選択肢があり、日本のナレッジを日本から現地に持ち込むより容易であったりコストが少なく済む場合は、有効な手段ではないかと思われた。海外進出を考える企業にも参考になりうる。

9. 教訓

カンボジアにおける森林減少には「違法伐採」も少なからず関与していると言われている。しかし現地側にとって非常にセンシティブな題材であるため、外国人である調査チームがヒアリングで正確な回答を引き出すことは非常に困難を極めた。したがって、同様にセンシティブな題材を扱った調査の場合、外国人でなく、現地事情をよく理解している現地人材を傭上し、調査を実施することがより適切であると思われる。

---

17 https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/10/6aaf45b5d4ebee6e.html

10. 提言と今後の課題

本調査において、薪を大量消費しているユーザー2 社に固形燃料を 15 トンずつサンプル提供し、使用感のヒアリングを行った。

この実績を基に、トロムソは今後この試用先企業 2 社に対して燃料代替の提案を行い、グラインドミルを設置した Amru Rice 社から固形燃料を購入してもらい、モデルケースを構築する予定である。また、このモデルケースを基に、GMAC 等を通して薪炭材大量消費ユーザーに対する固形燃料の提案・販売を行い、Amru Rice 社などの精米会社へのグラインドミルの追加導入を目指す。それにより、未だ薪利用が多いカンボジアにて薪炭材に代わる燃料の普及を進め、ひいては森林や住民の生計向上に貢献することが期待される。

11. 参考・引用文献

National Strategic Development Plan (NSDP) 2019-2023

National REDD＋ Strategy 2017-2026

令和 2 年度「クリーンウッド」普及促進事業違法伐採関連情報の提供（3）掲載済み情報更新のための生産国における現地情報調査報告書（林野庁）

合法伐採木材等に関する情報：カンボジア（林野庁）
https://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/goho/kunibetu/khm/info.html

Final General Population Census 2019（カンボジア政府）
https://www.nis.gov.kh/nis/Census2019/Final%20General%20Population%20Census%202019-English.pdf

Forest area (% of land area) – Cambodia（世界銀行）
https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.FRST.ZS?locations=KH

Cambodia Forest Cover 2016（カンボジア環境省）
https://redd.unfccc.int/uploads/54_3_cambodia_forest_cover_resource__2016_english.pdf

カンボジア中部の森林地域をめぐる動態と現在 ： 土地利用と制度変化のプロセス（2013）（倉島孝行・松浦俊也・宮本麻子・佐野真琴）

カンボジアにおける熱帯林管理の失敗とグローバル化・多元化の逆説（Complicit Mechanisms and the Repercussions of Unsuccessful Tropical Forest Management in Cambodia: Paradoxical Facets of Globalization and Pluralization）（2020）（倉島孝行）

Effects of population density on forest structure and species richness and diversity of trees in Kampong Thom Province, Cambodia (2009) (Neth Top, Nobuya Mizoue, Satoshi Ito, Shigetaka Kai, Toshio Nakao, Sokhun Ty)

Effects of woodfuel consumptions on sustainability and biodiversity of forest resources: a case study in Kampong Thom Province, Cambodia （薪炭材消費が森林資源の持続性と生物多様性に与える影響：カンボジア・コムポントム州での事例）(2005) (Top Neth)

Re-assessment of woodfuel supply and demand relationships in Kampong Thom Province, Cambodia (2006) (Neth Top, Nobuya Mizoue,, Satoshi Itoc, Shigetaka Kai, Toshio Nakao, Sokhun Ty)

Spatial analysis of woodfuel supply and demand in Kampong Thom Province, Cambodia (2004) (Neth Topa, Nobuya Mizoue, Satoshi Ito, Shigetaka Kai)

Variation in woodfuel consumption patterns in response to forest availability in Kampong Thom Province, Cambodia (2004) (Neth Top, Nobuya Mizoue, Shigetaka Kai, Toshio Nakao)

Woodfuel Consumption Rates and Flow in Kampong Thom Province, Cambodia (Neth Topa, Nobuya Mizoue, Shigetaka Kai)

Estimating forest biomass increment based on permanent sample plots in relation to woodfuel consumption: a case study in Kampong Thom Province, Cambodia (Neth Topa, Nobuya Mizoue, Shigetaka Kai)

12. 関連成果物リスト（別添）

- トロムソ発表資料（セミナーにて使用）
- JIFPRO 発表資料（セミナーにて使用）