



令和4年度 途上国森林ナレッジ
活用促進事業

- 粃殻・木質系廃材等の
バイオマス燃料化による
森林保全 -

2023年3月2日
株式会社トロムソ
TROMSO Co., Ltd.

造船の町で生まれた大きな技術

会社名	株式会社トロムソ (TROMSO Co., Ltd.)
所在地	〒722-2102 広島県尾道市因島重井町5265 TEL 0845-24-3344 FAX 0845-24-3181 http://tromso.co.jp info@tromso.co.jp
事業内容	『もみ殻固形燃料製造装置』の製造・販売
設立日	1994年10月19日
代表取締役社長	上杉 正章
取引銀行	日本政策金融公庫、広島銀行 商工中金、広島県信用組合



株式会社トロムソ
TROMSO CO., LTD.

穀類・木質系廃材のバイオマス燃料化による森林保全 概要

対象途上国 カンボジア(Kampong Thom州)

資源 木質廃材(おがくずや樹皮等)



国内の製材工場・木材の加工施設で、大量に発生（廃材）



カンボジア王国所在地



Kampong Thom州所在地

背景

- カンボジアでは森林減少に加え、森林劣化が進んでいる。
- 家庭用エネルギーの多く(約70～80%)は木材に依存、薪炭材のニーズが高い。
- 違法伐採も横行している、とされる。

実証調査概要

- グラインドミル(当社ナレッジ)を使用して森林未活用資源である木質廃材を活用。
- 薪炭材の代替燃料を製造し、代用を現地へ提案する。
- それにより薪炭材の利用圧の軽減を狙う。



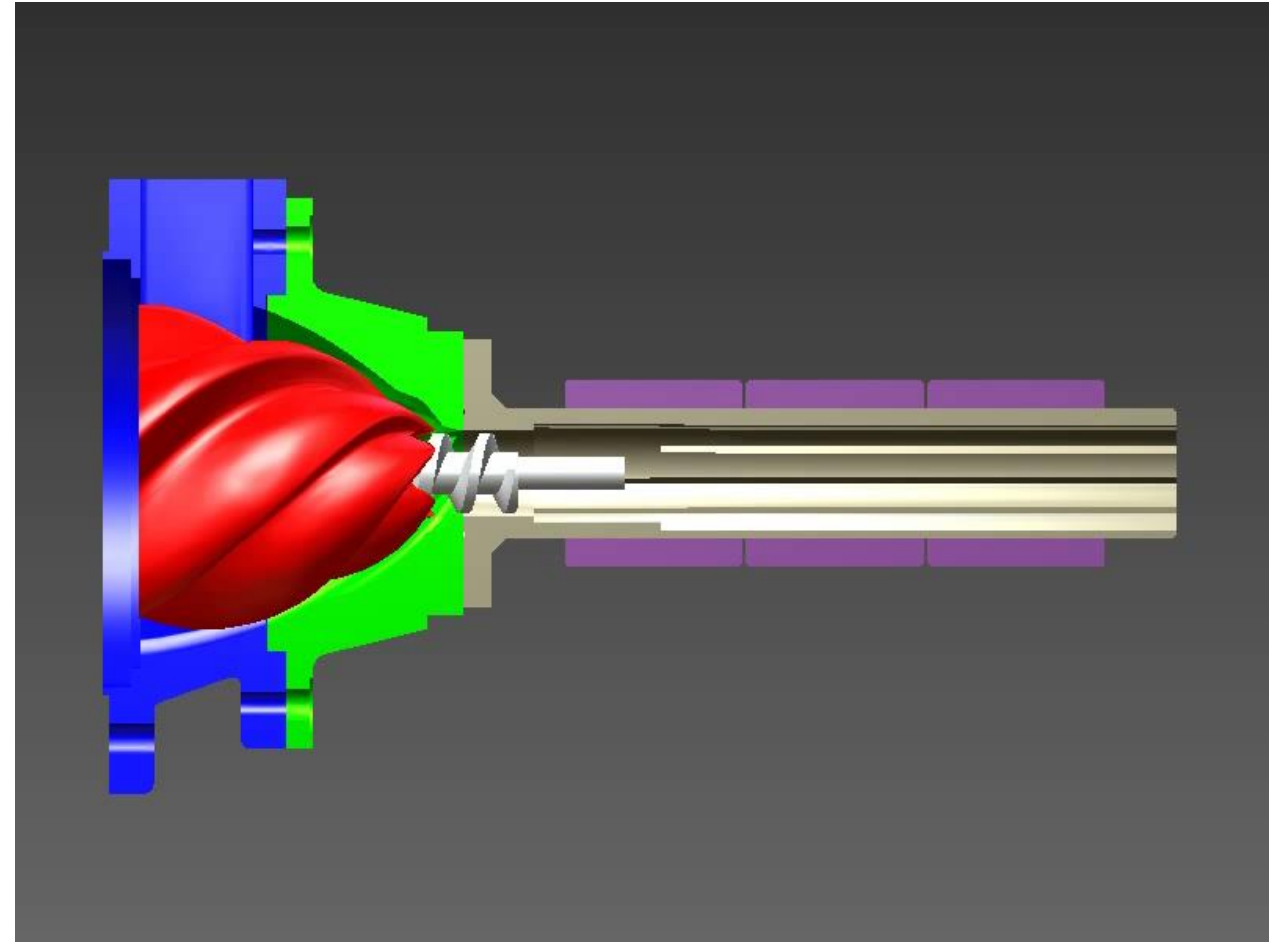
使用する日本にある「ナレッジ」

もみ殻固形燃料製造機 「グラインドミル」

グラインドミル
TRM-120DD



処理能力	約120kg/h(モミガライト製造時)
装置寸法	約幅2500×奥行990×高さ1500(mm)
装置重量	約850kg
供給電源	AC200V 3φ 50/60Hz
駆動動力	18.5KW 4P 減速比1/13
加熱ヒータ	1.5KW×3個



現地製材所(Kampong Thom州)の調査

廃材を無償で収集・再加工して、棚やタンスを製造。木くずが1t/月程度発生し、ゴミとして処分。
森林を伐採した木材を加工していない。



製材所の様子



木くず発生の様子



完成品(タンス)



作業風景



現地レンガ焼き工場(Kampong Thom)の調査

- 1棟あたりは約4 x 30mのレンガ焼小屋6棟
- 月次あたり薪使用量は300~400m³(200kg/m³)
- 近年、薪の仕入が困難。以前と比較し、価格が約2倍



レンガ焼き小屋の外観



レンガ焼きの様子



薪保管の様子



GMAC(カンボジア縫製業者協会)

- 加盟企業が工場設備内に薪ボイラーを使用し、大量に薪を消費。
- 薪の代替燃料に関心あり。サンプル品を提供し、本調査へ協力を得る。



GMAC訪問

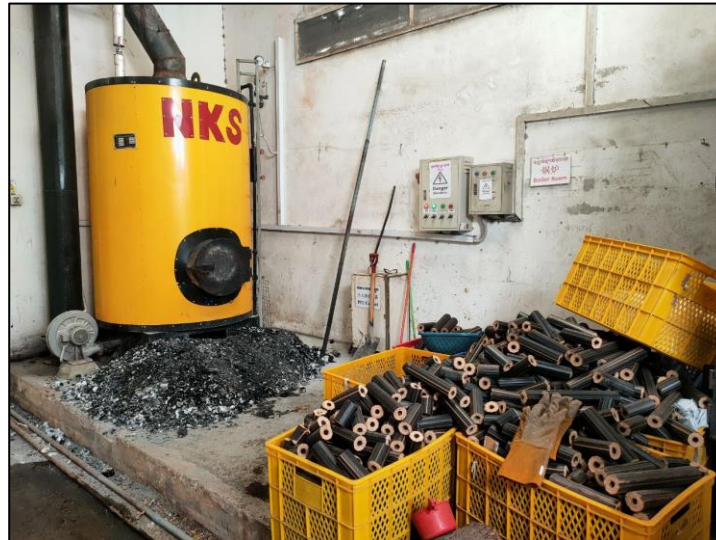


SLSG社/ CWKH社（GMAC加盟企業）の調査

- 縫製業者。製造工程において薪ボイラーを使用。
- 薪販売業者より調達。薪使用量は約144t/年(SLSG社) / 約114t(CWKH社)
- 薪の仕様: 長さ50cm/含水率10%(SLSG社)
長さ30~40cm/ 含水率65%(CWKH社)
- 燃焼後の灰は清掃業者に引き取り対応



薪(SLSG社仕様)



代替時の様子(CWKH社)



薪ボイラ(CWKH社仕様)



薪ボイラ(SLSG社仕様)



グラインドミル設置・固形燃料製造

(1) 木質廃材・もみ殻の含水率や状態を計測
基準値内であると確認。



木くずの含水率計測



ホッパーに入りきらない木片

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 mm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出し、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。

(2) 木くず・もみ殻のコンクリート床上で攪拌



籾殻(左)・木くず(右)

スコップを用いて手作業で攪拌。

(3) 原料をフレコンへ投入し、試験。
留意点。

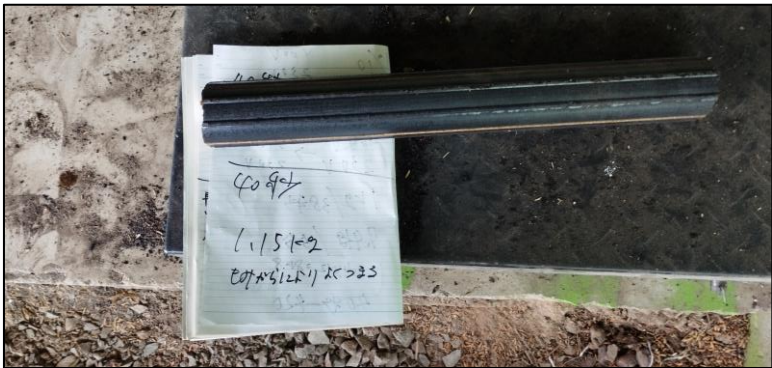
- 攪拌ミキサーが必要
- 攪拌作業時の防塵マスク(粉状が多い)
- 木くず調達時(形状が不ぞろいだったり、含水率が高いと固形化の妨げになる)



グラインドミル設置・固形燃料製造(各混合比の原料を基に固形化試験)

以下混合比で実験

- 木くず0%：もみ殻100%(動作確認のため)
- 木くず100%：もみ殻0%
- 木くず70%：もみ殻30%
- 木くず50%：もみ殻50%



もみ殻100%ブリケットとその断面(比較)



木くず50%：もみ殻50%混合ブリケット量産(サンプル提供用)

木くず50 %：もみ殻50 %の混合比比率で
固形燃料が安定製造できることを確認。
以下より混合比毎の結果を参照。

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



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

現地政府等向けデモ

- グラインドミル実演、固形燃料の説明
- 講義セミナー
- サンプル配布



デモンストレーションイベントの様子



トロムソ上杉の発表

国際機関向けデモ

- UNIDO調査団、縫製業企業団が視察
- グラインドミル実演、固形燃料の説明
- 講義セミナー
- UNIDO本部(ウィーン)、トロムソ(広島)もオンライン参加



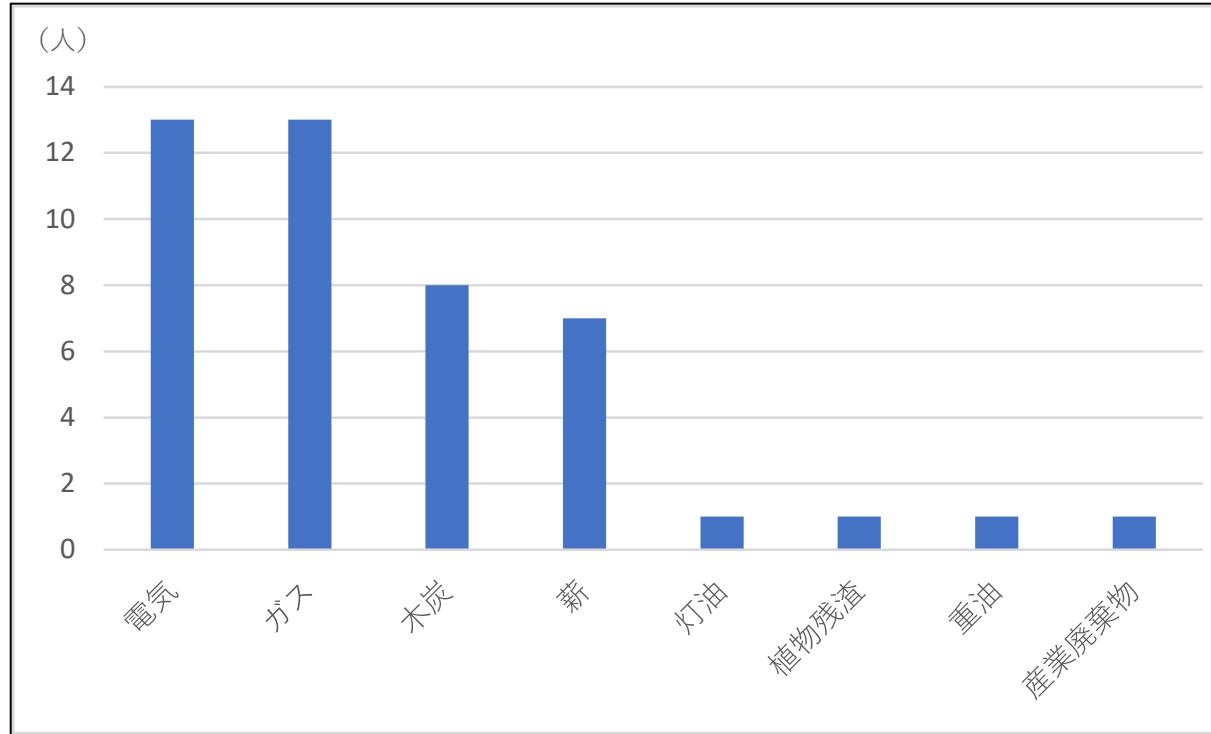
製品説明時の様子



製品デモンストレーション時の様子

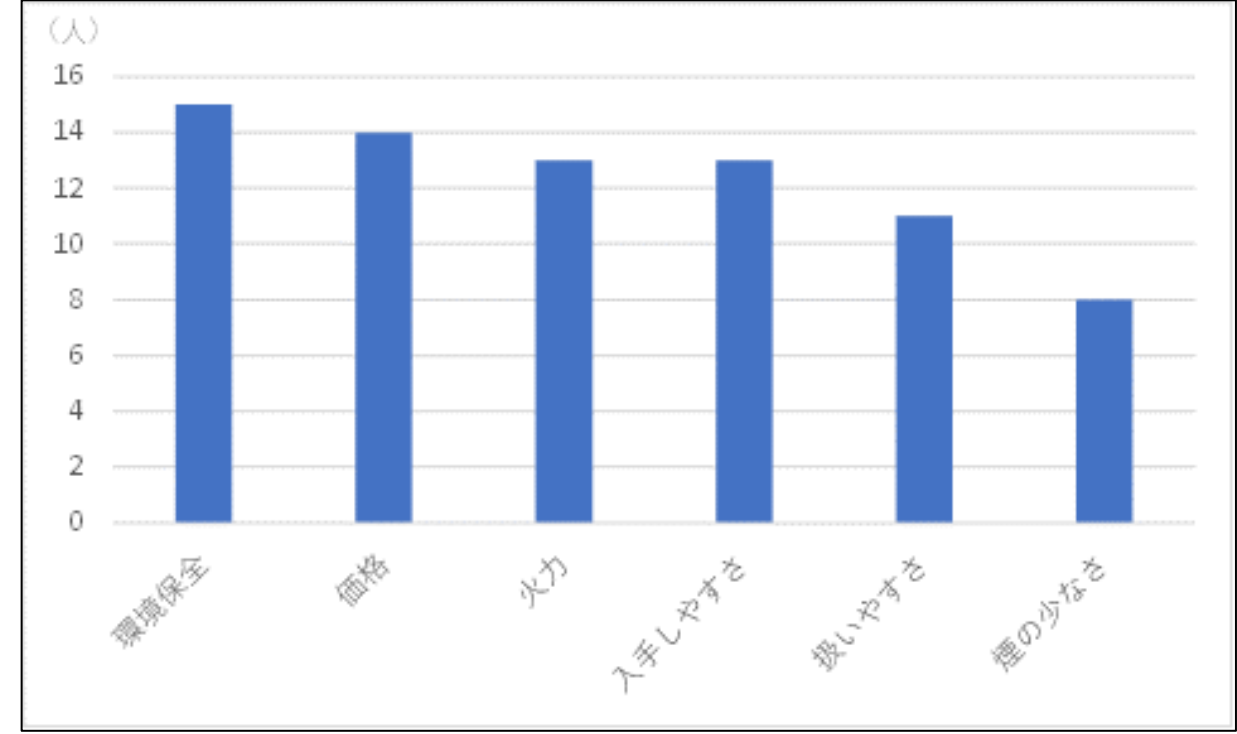
サンプル試用者の声～（アンケート調査）

固形燃料を配布した20名のフィードバック（産業用3名、家庭用17名、 5～20kg程度）



現在使用している燃料（複数回答）

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。

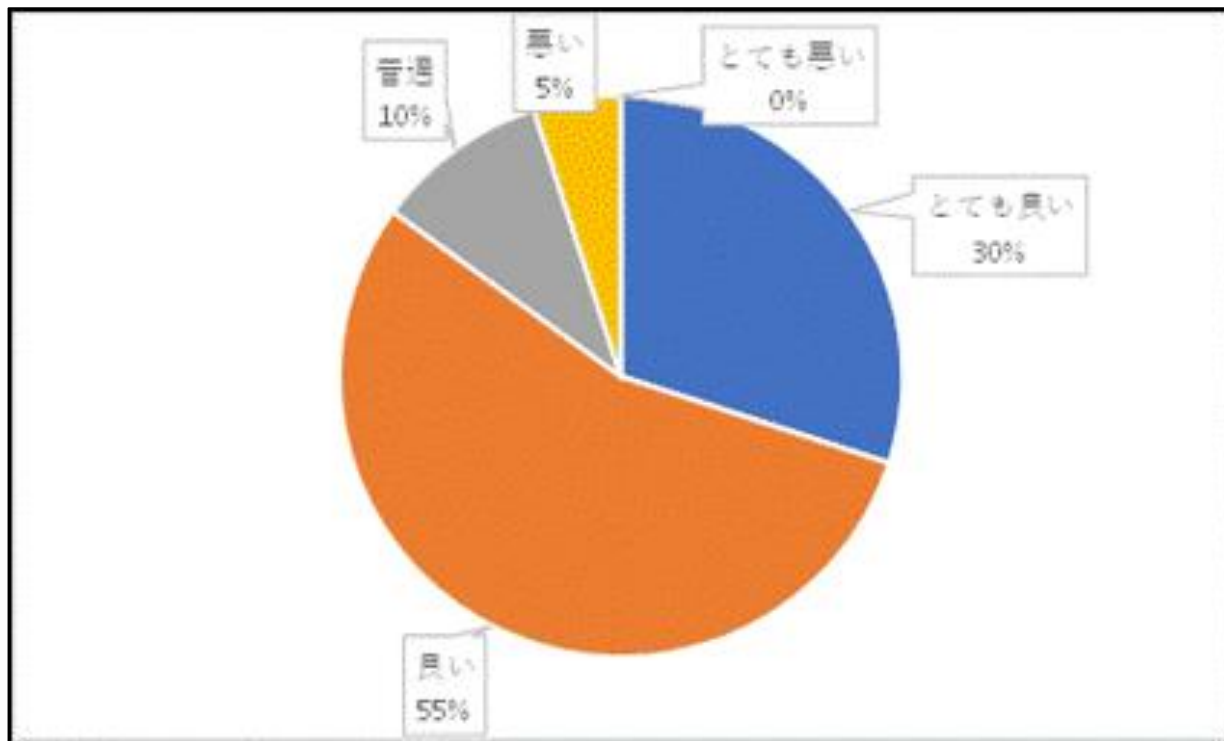


燃料購入の際に重視する要素（複数回答）

※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可能性あり。

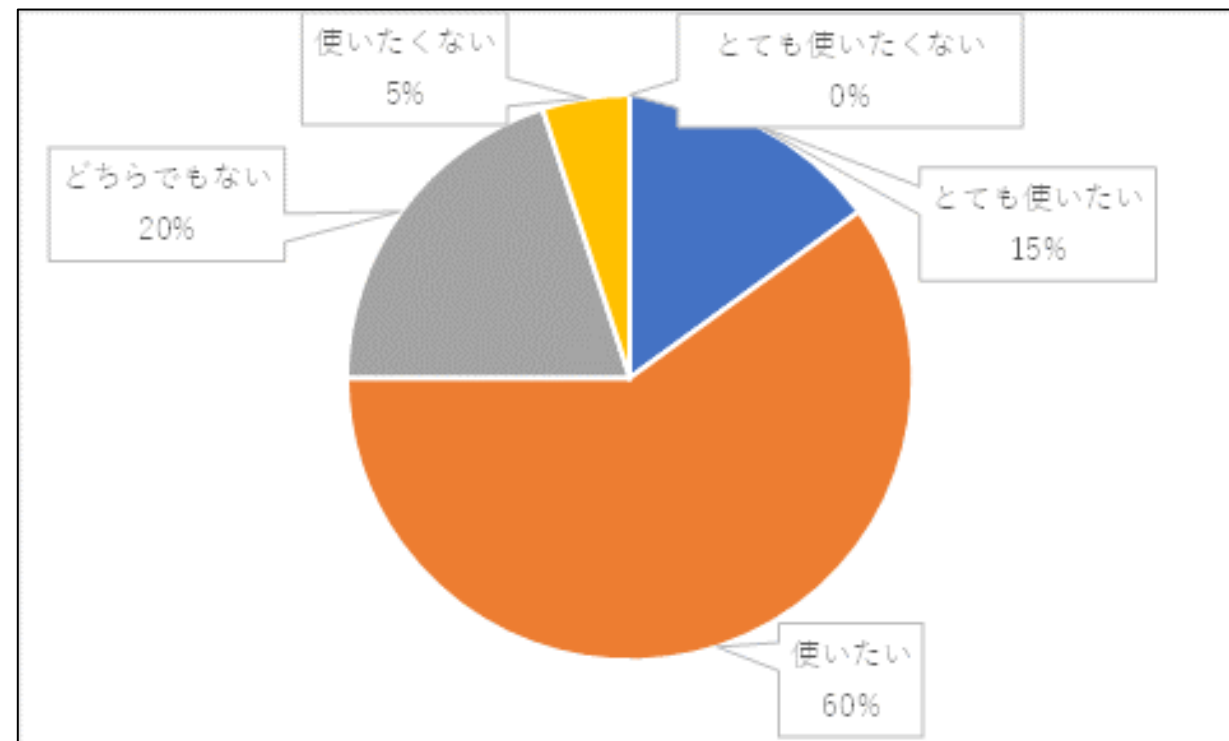


サンプル試用者の声～



サンプルとして配布した固形燃料の評価

配布した固形燃料にいくら支払いたいか尋ねたところ;
平均値は1,091リエル(約34円)/kg
(中央値は1,000リエル(約31円)/kg)



サンプルとして配布した固形燃料の評価

固形燃料の製造原価は概算約14.4円/kg
→流通コストを勘案しても固形燃料製造事業としての採算性が担保できると判断



SYSG社/ CWKH社へサンプル提供・使用感のヒアリング

Amru社Kampong Thom工場よりサンプル品を提供

- SYSG社: 15t/ CWKH社: 15t
- トラックを使用して輸送。両者ともPhnom Penh市内に所在しており、所要時間は約5時間。



サンプル提供時の様子

CWKH社

- 環境保全を念頭に燃料代替を検討。
- 固形燃料を既存ボイラーで燃焼
- 安価に調達できれば固形燃料へ切り替えたい

SYSG社

- 調達性を念頭に燃料代替を検討。
- CWKH社同様、新たな設備投資を必要としない。
- これからは是非、固形燃料使用したいとコメント

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。

CWKH社回答(日本語訳)

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

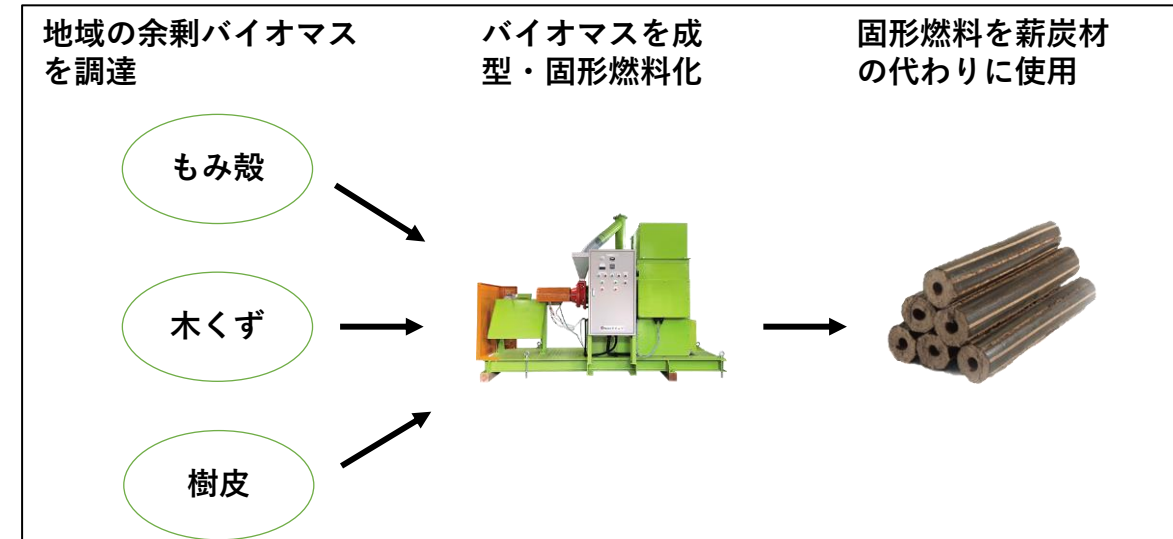
SYSG社回答(日本語訳)



結論 本事業における調査を通して…

(1) ナレッジ活用モデル(案)

- サンプル試用調査結果より、**固形燃料の代替可能性**があると判断
- バイオマス(木くず、樹皮、籾殻等)を当社ナレッジで固形化、薪炭材の代替燃料として提供するモデル
- 木くずや樹皮等の未利用バイオマスを安定して供給されるルートを確保し木質資源の有効利用を図る。



ナレッジ活用モデル (案)

(2) 今後の方針

2023年3月1~3日にカンボジアへ渡航。

GM設置企業(Amru社)/UNIDO 等

⇒ 今後の固形燃料販売計画や連携可能性を協議



ご清聴ありがとうございました

地域の余剰バイオマス
を調達

もみ殻

木くず

樹皮

バイオマスを成
型・固形燃料化



固形燃料を薪炭材
の代わりに使用



SUSTAINABLE
DEVELOPMENT GOALS

