iii. 第三回委員会資料

林野庁補助事業「令和４年度 途上国森林ナレッジ活用促進事業」

第３回 事業運営委員会

議事次第

令和５年２月２７日（月）10:00～12:00
林友ビル 6F 中会議室（東京都文京区後楽 1－7－12）/一部オンライン

1. 開会
2. 挨拶
   1） 公益財団法人 国際緑化推進センター
   2） 林野庁 海外林業協力室
3. 議題
   1） 事業事業: JIFPRO
   2） インドネシアの実証調査（直営案件）:JIFPRO/（株）シェルター
   3） カンボジアの実証調査（委託案件）:（株）トロムソ/JIFPRO
   4） その他
4. 閉会

＜配布資料＞

議事次第と出席者（本紙）

資料 1. 事業概要

資料 2-1. 地域住民による生産材を用いた耐火・耐震建築による都市の木造化

資料 2-2. 現地調達可能な木材の「特性値」試験

資料 3-1. もみ殻・木質系廃材等のバイオマス燃料化による森林保全

資料 3-2. 森林と住民に優しいサステナブル・ビジネス

.

林野庁補助事業「令和４年度　途上国森林ナレッジ活用促進事業」
第３回　運営委員会

出席者（敬称略、■：オンライン参加）

1. 委員（五十音順）

〇常任委員

川口 大二　独立行政法人 国際協力機構 地球環境部 技術審議役

古田 尚也　大正大学 地域構想研究所教授/社会共生学部 教授

谷田貝 光克 東京大学名誉教授、日本炭やきの会 会長

〇専門委員

■溝上 展也　九州大学 大学院農学研究院 教授

2. 委託・協力企業（議題順）

〇株式会社 シェルター

安達 広幸　常務取締役

鈴木 智和　総務部

〇株式会社 トロムソ

■上杉 正章　代表取締役社長

■谷中 勇一　海外事業部 営業・技術

3. 林野庁 森林整備部 計画課

■岩間 哲士　課長補佐（海外技術班）

石川 貴之　国際森林減少対策調整官

大桃 早貴　海外指導班指導係員

4. 公益財団法人 国際緑化推進センター（JIFPRO）

高原 繁　専務理事

高橋 正通　技術顧問

田中 浩　技術顧問

山本 朝子　研究員

倉本 潤季　研究員

林野庁補助事業 途上国森林ナレッジ活用促進事業

第3回 事業運営委員会 2023. 3. 2

事業概要

JIFPRO 公開セミナー

途上国で活きる木材資源利用

～イントロダクション～（案）

JIFPRO 研究員 山本朝子

Japan International Forestry Promotion and Cooperation Center

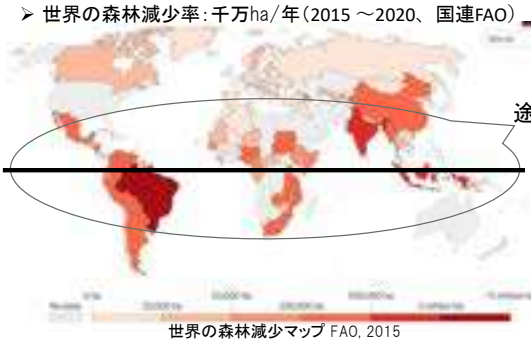
ChiePro @chiepro_forest/

途上国には･･･有用な森林資源

森林の保全 ＋ 住民の生計向上 を狙う取り組みが進むものの･･･

- 森林減少・劣化抑制の活動が持続的・自立的でない、ことも
- 世界の森林減少率：千万ha/年（2015 ～2020、 国連FAO）

マングローブを活用した
エコツー（イメージ）



世界の森林減少マップ FAO, 2015

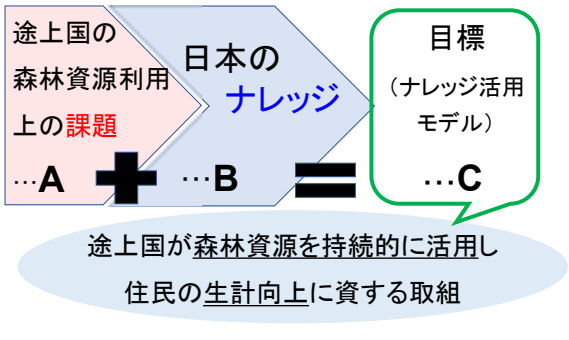
途上国では技術や知見（ナレッジ）が不足することも

- 日本は多くのナレッジ
  - 森林資源を活用し、人と森が共生する文化
  - 継承・発展させ、地域経済を活性化

- ✓ 加工
- ✓ 活用方法
- ✓ 市場へのアクセス
- ✓ 付加価値向上

･･･etc ChiePro

ナレッジ事業の実証調査



令和4年度の実証調査（事例）

Proportion and distribution of global forest area by climatic domain, 2020（FAO, www.fao.org/forest-resources-assessment/2020/en/）

インドネシアにおける地域住民による生産材を用いた耐震・耐火中高層木造建築による都市の木造化への取組

2023年2月27日
(公財)国際緑化推進センター
(JIFPRO)　高原　繁

ナレッジ活用モデル

	A. 対処課題	B. 日本にあるナレッジ	C. ナレッジ活用モデル（A+B）
①	インドネシア人工林資源の高付加価値利用（気候変動対策・地域住民の生計向上）	木造建築技術全般	・インドネシアの社会林業等に基づく人工林資源を利用した木造建築を推進することにより、地域経済の活性化や住民の生計向上・荒廃地への植林の促進による温暖化防止等環境問題への寄与・伐採木材（HWP)への炭素蓄積による温暖化防止対策への寄与
②	都市部における建築や住宅における耐震性の向上	(株）シェルターによるKES構法の技術	・オリジナルの接合金物を利用した、現地適用性の高い耐震技術による、高耐震性の木造建築の導入
③	都市部における建築や住宅における耐火性の向上	(株）シェルターによるCool Woodの技術	・日本の建築基準の下で3時間耐火性能を獲得した、現地適用性の高い耐火技術による、耐火性の高い木造建築の導入

インドネシア人工林材の材質試験（ボゴール農科大学による）

調査樹種：
ジャボン、マホガニー、ゴム、アカシア・マンギウム、メリア、センゴン

樹種	曲げヤング係数 (1,000kg/cm2)	曲げ強度 (kg/cm2)	縦圧縮強度 (kg/cm2)	せん断強度 (kg/cm2)	繊維方向引張強度(kg/cm2)	気乾比重
ジャボン	63	573	263	80	612	0.44
マホガニー	57	637	287	127	719	0.61
メリア	58	539	261	99	774	0.57
ゴム	83	849	321	126	864	0.73
マンギウム	71	664	292	94	875	0.62
センゴン	45	391	182	56	417	0.32
スギ	75	-	260	65	560	0.33

注：　樹種ごとに3本の供試木、供試木ごとに5サンプルの測定を実施。スギの値は木材工業ハンドブックによる

現地調査：JETRO・JICAインドネシア事務所訪問

- インドネシアの経済は好調で、コロナで落ち込んだが回復し、年成長5%を維持。
- 建築産業に参入する場合、①現地法人の設立、②駐在員事務所、③技術供与の方法がある。
- 現地法人の外国出資比率の上限は67%。駐在員事務所を維持するためには、3年ごとに一定規模の受注が必要。
- 日本の大手ゼネコンは現地法人があり、そのような会社との連携が考えられる。
- インドネシアにおいて国家規格の耐震・耐火規格は既にある。ただそれが守られていないことで倒壊している。
- 課題はコスト。一般建築は日本の建築コストの10分の1ぐらいであり、JICA民間連携でも調査したが、低所得者層に広げるのは難しい。
- 環境意識の高い財閥系大企業にアプローチするという方法もある。

インドネシアにおけるセミナーの実施

日本のシェルター社の技術を利用した耐震・耐火木造建築をインドネシアで推進するための国際セミナー

日時：　2023年2月7日　9:00～16:00
場所：　インドネシア国環境林業省内　APKINDO会議室
主催：　インドネシア製材木工協会(ISWA)、国際緑化推進センター(JIFPRO)共催
参加：　会場30名、オンライン140名
プログラム：
- ISWA及びJIFPROによる挨拶
- 環境林業大臣代理(持続的森林管理総局長)挨拶
- 発表

「植林木の供給ポテンシャル」　持続的森林管理総局長
「インドネシアの耐震基準の現状」 公共事業住宅省人間居住総局
「耐震住宅の開発・建築」公共事業住宅省住宅総局
「耐震住宅開発の実施における技術士の役割」 インドネシア技術士会会長
「シェルター社の耐震・耐火木造建築の技術」(株)シェルター安達常務取締役
「住宅基礎の耐震性のための英国の技術」 GTLインターナショナルCEO
「インドネシアの住宅産業への参入条件」 インドネシア国営建築住宅公社
「地域樹種の建築材としての性質」 ボゴール農科大学教授

セミナーでの発表や意見

- 人工林資源は充実しつつある。住民植林の面積はジャワ島が一番多い。ただ、樹齢が若く、径級が小さいものが多く、材質や等級などもそろっていない。強度の強化や耐久性付与などの技術支援が必要
- 耐震基準は、インドネシアの国家規格(SNI)として整備されてきており、順次改訂を経ており、最新のものは2020年。
- インドネシアでも耐震性のある住宅設計の開発などは行われており、木造の採用も検討しているが、実施には至っていない。技術、費用、プロセスの課題がある。
- 人々の間には木造を好まず、コンクリートでなくてはいけないという「思い込み」がある。
- 価格について、日本のある会社が住宅分野でインドネシア参入を検討したが、価格が高すぎた。
  → シェルターの安達常務より発言いただき、今回の技術は、インドネシアの木材資源を使ってインドネシアで建設しようとするものであり、日本の製品を持ち込むのとは異なると回答いただいた。
- セミナーにとどまらず、実装にむけてアクションを起こすことが重要
- 建築物に木材を使用し、また、耐久性を高めることで、森林を守ることにもつながる。
- 耐震建築のコンソーシアムができており、そういった枠組みと連携することも重要。
- 耐震性のあるアイコニックシティーを全国で作っていくようなアイデアもある。

ジョクジャカルタ現地調査＜住民植林による森林資源状況＞

＜ジョクジャカルタ特別州林業局との面談＞
・ジョクジャカルタ特別州の国有林面積は15,500ha
それ以外に住民造林地が75,500ha存在
・主要植栽樹種は、チーク、センゴン、マホガニー、カユプティ（メラルーカ）など。ゴム林はない。
・人工林は20年生程度で収穫。素材価格は、チーク約2.5万円、アカシア1万円、センゴン8千円程度

＜住民造林地（Hutan Rakyat）の視察＞
・3000人の住民が300haの土地に植栽（樹種はチーク）
・この植林地はアランアランが生育する草地に植栽。
・伐期は定まっておらず、お金が必要な時に伐採
・萌芽更新により2～3ローテーションの更新可能
・住民は他に町での雇用により収入源あり。

州林業局との面談状況（中央左が局長）

ジョクジャカルタ住民造林（チーク）

ジョクジャカルタ現地調査＜木材加工業（ランチボックス加工）＞

・2003年から操業
・原木はセンゴンのみで、住民植林地からの原木を買い入れ
・丸太からロータリーレースで単板加工、単板サイズは65×25cm
・一日原木8～10m³を消費し、26,000個のランチボックス製造
・従業員数は、90名
・販売先は台湾の一社のみ
・原木価格は、m³当たり1万1千円～1万2千円（1円=100Rpとして換算）
・インドネシアの合法性証明（SVLK）を取得

原木（センゴン）

単板加工

単板裁断

単板加工乾燥

組立

箱詰め・発送（合法性証明SVLK）

ジョクジャカルタ現地調査＜小規模製材業＞

・原木は住民造林によるチークのみ
丸太長は、1～3mでばらばら
・帯鋸盤一台で、挽き板を製造し、人工乾燥して出荷
・原木価格はグレードにもよるが、直径20～30cmで日本円で3万円程度
・用途は家具用材
・インドネシア政府の合法性証明（SVLK）を取得
・年間生産量は2,000m³をターゲット

原木（チーク）

帯鋸盤

帯鋸目立て機

挽き板（乾燥前）

人工燃料（末木枝条）

人工乾燥

ジョクジャカルタ現地調査＜合板・ブロックボード製造＞

原木入荷

椪積み（樹種、長さ、等級）

単板加工（ロータリーレース）

単板修復

単板乾燥

剥き芯はブロックボードの芯材として利用

接着剤塗布

接着（ホットプレス）

表面の欠点修復

ジョクジャカルタ現地調査＜合板・ブロックボード製造＞

・合板及びブロックボードを生産
・原木は住民造林によるセンゴン及びジャボン。90%がセンゴン。
・住民の共同で設立した森林組合が住民から立木で買い取り伐採後工場に材を持ち込み。
・8m³積トラックで一日あたり40～50台、300～400m³
・入荷素材の長さは1.3mまたは2.6m
・丸太価格は、径級等にもよるが、m³当たり1万2千～1万4千円。
・製品は輸出用（ヨーロッパ、台湾、マレーシア、メキシコ）。日本向けはジャボンが好まれる。製品価格は400～500USD/m³
・生産ラインは、ロータリーレース8台、単板乾燥機10台でかなり規模が大きい。（インドネシアの合板工場としてはおそらく中規模程度か）
・雇用労働者は1,600名（7時間交代で3シフト）
・長さ2.5mまでならLVLも生産可能。

ブロックボード

ジョクジャカルタ現地調査＜ガジャマダ大学との面談＞

＜森林学部・学部長ほかとの面談＞
・セミナーでの（株）シェルター技術の発表は、興味深く、インドネシア林産学会で共有。
・荒廃地に早生樹種を植林し、エンジニアードウッドの技術を用いて、木造建築によるグリーンシティを作るというアイデアあり。早生樹種を組み合わせたLVLやCLTの研究あり。
・国営林業会社による貧困層のためのミニマルハウスのデザインあり（一棟100万円以下）。
・シロアリ防護のためにはホウ素ないしホウ酸を用いる。

＜工学部との面談＞
・木造での耐震住宅のデザインは政府でも提供している。
・2006年ジョクジャカルタ震災からの復興に木造住宅は殆ど導入されていない。
・地震の被災状況でも、軽量な木造住宅の方が倒壊しにくかったが、木造住宅 は貧しい人の家というマインドセットが強い。
・多くの被災家屋は、RC構造で再建されている。再建された家屋の多くは依然として耐震性は不十分。
・工学部でも、エンジニアードウッドを用いた建築の研究を行っている（Dr. Ali）。

インドネシアの住宅等の例（西ヌサトゥンガラ州）

簡易なRC構造の柱とレンガ壁の家

RC構造？の建築中の家

伝統的な木造住宅

RC建築物（建築中）

RC建築物（建築中?）

伝統的な木造住宅

13

今回のセミナーを契機としたアプローチ

＜インドネシア公共事業省マルヨコ氏＞
- 東カリマンタンの新首都「ヌサンタラ」において、10階建ての木造住宅、木造スタジアム、木造空港施設建設の構想あり。
- 現在、ステークホルダーを特定しつつあり、2025～2026年目指して進めたい。

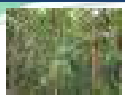
＜インドネシアのエンジニアードウッド企業からの打合せ希望＞
- Woodlam Indonesia，Sampoerna Kayoe

14

ご静聴ありがとうございました。

15

実証モデルと今後の課題



住民林業による森林資源
チーク、マホガニー、センゴン、ゴム等の資源 ➡ 充実しつつある。

木材加工業の基盤
製材業のほか、合板、LVL、CLT等エンジニアードウッドの製造インフラ ➡ 木材加工のインフラあり。しかし製品の殆どは輸出用。

耐震建築
耐震・耐火国家規格あり。耐震木造住宅のプロトタイプデザインあり。しかし、耐震建築、木造建築の広がりは不足。

＜課題＞木造住宅は貧しい人の住宅との「思い込み」。コストの面の分析。
→貧困層の住宅でなく、商業建築や富裕層の住宅に導入してマインドセットを変える？
コスト面については、ローカルの木材・加工インフラを用いることでのコストダウンを検討

16

現地調達可能な木材の「特性値」試験

樹種名：**センゴン ラウト**　Sengon laut
[その他の名称]アルビチア・ファルカータ(ファルカタ)、パタイ、モルッカンソウ、
商品名で南洋桐と呼ばれることもある。

科　目：マメ科 Albizzia 属の広葉樹。
学　名：A.falcataria

【木肌】

色　調：辺心材の区別は明らかでなく、材の色調は全体に淡い黄白色。

性　質：木質は軽軟で、強度は低い。木理は通直ないしやや交錯する。
加工や乾燥は容易。肌目はやや粗いが表面の仕上がりは良好。
虫害や青変菌の害を受けやすく、耐久性は極めて低い。
気乾比重 ： 0.37

用　途：家具用芯材、引出の側板、箱材、梱包用材、マッチの軸木、モールディング材、パルプ用など。

備　考：造林された材は成長が早いため非常に軽軟である。
南洋桐とも呼ばれるが、桐とは全く別な種類である。

樹種名：**マホガニー**　mahogany　桃花心木

科　目：センダン科の広葉樹。散孔材。
学　名：Swietenia macrophylla King.

色　調：辺心材の区分は明瞭で、辺材は黄色っぽく、心材は淡紅褐色から淡橙褐色を呈し、金色の光沢がある。
長い間、光にさらすと色合いが濃くなる。また、柾目面にはリボン杢が現れることがある。

【木肌】

性　質：材の加工性や寸法安定性、耐久性など優れている。
また、天然乾燥の速度も速く、狂いや割裂も少ない。
気乾比重 ： 0.65

用　途：家具材、彫刻材、楽器、模型、内部装飾材など。
また、高級車のダッシュボードやハンドル、
シフトノブなどにも伝統的に用いられる。

備　考：古くから世界的な銘木の一つで、特に欧米で高く評価されている。ホンジュラス産の、
いわゆる「ホンジュラスマホガニー」が最高級とされるが現在では伐採禁止にされている。
今では有用な造林樹種として、アフリカや東南アジアなどの熱帯地域で植栽されている。

樹種名：**パラゴムノキ**　Para rubber tree
[その他の名称]英名はラバーウッド (rubber wood)、中国名は橡膠樹※1
ラバートリー材やマイアン材、イースタンオークと呼ばれることもある。

【木肌】

科　目：トウダイグサ科 Hevea 属の広葉樹。散孔材。
学　名：Hevea brasiliensis

色　調：辺心材の差はほとんどなく、材は灰白色から淡黄色を呈する。

性　質：やや軽軟で加工は比較的容易。プレナー掛けする際は逆目になりやすい。
釘づけ、接着はほぼ良好。青変菌に侵されやすく、乾燥させる際に注意を要する。
屋外での耐久性は低い。
気乾比重 ： 0.55～0.65

用　途：集成材に加工されて学習机やテーブルの天板に用いる他、造作材、合板材、パーティクルボード、
バルブ原料などに利用される。 また、ロクロ加工に向くので階段の手摺り等に利用される。

備　考：採取される樹液、ラテックスは、天然ゴムの原料とされ、
木材としては最近になって利用されるようになった。

※1「橡」は「とち」「くぬぎ」「ゴムの木」を表します。
「膠」は「にかわ」。

試験項目：密度測定（見掛け密度、かさ密度等）、木材含水率試験

試験内容
1，試験規格：JIS Z 2101 : 2009 木材の試験方法　含水率及び密度の測定に準拠
2，試験方法：密度／密度は次の式による。

$$\rho = m / V$$

ここに、ρ：密度（g/㎤）、m：試験体の質量（g）、V：質量測定時の試験体の体積（㎤）
含水率：試験体の乾燥前の質量（m_1）を測定する。次に、試験体を
換気の良好な乾燥機において105℃で乾燥し、恒量に達した時の質量（m_2）を
測定する。含水率は次の式によって算出する。

$$u = (m_1 - m_2 / m_2) \times 100$$

ここに、u：含水率（%）、m_1：乾燥前の質量（g）、m_2：乾燥後の質量（g）

試験項目：曲げ試験（曲げＡ試験）
試験片又はモデル試験体の作成通直の集成材で等断面のものにあっては、
各試料集成材をそのまま用い、（中略）試験時の試験片の含水率は12%を標準とする。

試験の方法：図に示す方法によって、比例域における上限荷重及び下限荷重、これらに対応するたわみ、
並びに最大荷重を測定し、曲げヤング係数及び曲げ強さを求める。
（注）1 スパンは、試料集成材、試験片又はモデル試験体の厚さの18倍以上とする。
2 曲げヤング係数及び曲げ強さは、それぞれ次の式により算出する。

曲げヤング係数（MPa又はN／mm²）＝ $\dfrac{P(\ell - S)(2\ell^2 + 2\ell S - S^2)}{8 \triangle y\, b\, h^3}$

曲げ強さ（MPa又はN／mm²）＝ $\dfrac{3Pb(\ell - S)}{2bh^2}$

△Pは、比例域における上限荷重と下限荷重との差（N）
△yは、△Pに対応するスパン中央のたわみ（㎜）
ℓは、スパン（㎜）
Sは、荷重点間の距離（㎜）
bは、試料集成材、試験片又はモデル試験体の幅（㎜）
hは、試料集成材、試験片又はモデル試験体の厚さ（㎜）

図：曲げＡ試験又は化粧ばり構造用集成柱の曲げ試験

L：試料集成材、試験片又はモデル試験体の長さ
ℓ：スパン
h：試料集成材、試験片又はモデル試験体の厚さ S：荷重点間の距離
b：試料集成材、試験片又はモデル試験体の幅

1．ラバーウッドの曲げ試験

試験目的：ラバーウッドの曲げ強度確認のため、ラバーウッドフリー板より切り出した小試験片（30mm×40mm）の曲げ試験を行う。
試験方法：JAS規定のフィンガージョイント曲げ試験
試験体寸法：30mm(h)×40mm(b)、スパン：660mm
使用接着剤：メラミン樹脂接着剤（現地製造フリー板）

表１　曲げ試験結果

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	平均
最大荷重(N)	2,580	2,540	2,220	2,340	2,380	1,860	2,480	2,400	2,350
曲げ強さ(MPa)	47.3	46.6	40.7	42.9	43.6	34.1	47.3	44.0	43.31
FJ の木破率（%）	5	60	5	40	50	40	8	5	26.6

写真１　曲げ試験状況

写真２　木破の状況

試験結果
ラバーウッドフリー板の曲げ強度は、集成材の日本農林規格　表10　目視等級区分ラミナの強度性能の基準の樹種群D（ラジアタパイン、ベイツガ）　2等の曲げ強さ（平均値42.0MPa、下限値31.5MPa）に相当することが確認できた。
しかしながら、破壊性状がフィンガージョイント部で抜け、木部破断率が5～60％と大きく、メラミン樹脂接着剤では構造用に適さないことが確認できた。

2．接着層のせん断試験を実施
試験目的：ラバーウッドのせん断強度確認を行う。
使用接着剤：レゾルシノール樹脂接着剤
試験体寸法：30mm(h)×120mm(b)、スパン：660mm

表２　せん断試験結果

No.	1	2	3	4	5	6	平均
せん断強さ(MPa)	8.9	9.6	10.9	7.7	7.2	9.8	9.01
木部破断率（%）	80	70	70	60	100	55	60.8

写真４　曲げ試験の破壊状況

試験結果より
ラバーウッドをレゾルシノール樹脂接着剤で接着した場合のせん断強さは、集成材の日本農林規格第５条構造用集成材の規格における、ラジアタパイン、ベイツガのせん断強さの基準　6.6MPa以上を確認できた。
一方、木部破断率は65％以下であった。接着を重ねることで木部破断率の改善は可能と思われる。

試験項目：密度測定（見掛け密度、かさ密度等）、木材含水率試験
試験実施期間：山形県工業技術センター

表3　樹種／センゴン試験結果

試験片		密度 (g/㎤)	含水率 (%)
センゴン	①	0.34	10.7
	②	0.27	10.7
	③	0.25	10.5
	④	0.36	10.2
	⑤	0.26	10.9
	⑥	0.26	11.3
	⑦	0.26	11.5
	⑧	0.36	10.7

表4　樹種／マホガニー試験結果

試験片		密度 (g/㎤)	含水率 (%)
マホガニー	①	0.53	11.4
	②	0.50	10.6
	③	0.52	10.8
	④	0.54	10.8
	⑤	0.62	9.9
	⑥	0.57	10.2
	⑦	0.59	11.2
	⑧	0.54	10.7

試験項目：一般材料試験（特殊な環境または試料採取を行うもの）
試験実施期間：山形県工業技術センター

表5　樹種／センゴン、マホガニー　曲げヤング係数及び曲げ強さ

試験片		厚さ (㎜)	幅 (㎜)	見掛けの曲げヤング係数 (Gpa)	曲げ強さ (Mpa)
センゴン	①	20.02	20.16	7.5	71
	②	20.13	20.56	8.8	81
	③	20.07	20.32	4.8	39
	④	20.06	20.36	4.7	37
マホガニー	⑤	20.63	20.17	7.2	71
	⑥	20.13	20.15	8.6	93
	⑦	20.51	20.05	8.8	101
	⑧	20.06	20.10	9.1	95

試験結果
ヤング係数は
マホガニーは、平均で　E85 程度
センゴンは平均で　E65 程度

曲げ強度は
マホガニーは、平均で　90N/mm2 程度
センゴンは平均で　57N/mm2 程度

令和４年度 途上国森林ナレッジ活用促進事業
-籾殻・木質系廃材等のバイオマス燃料化による森林保全-

2023年2月27日
株式会社トロムソ
TROMSO Co., Ltd.

実証調査目的

課題～目標

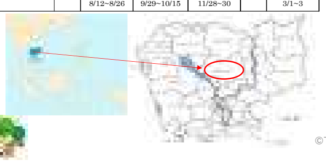
#	対処課題 A,	日本にあるナレッジ B.	ナレッジ活用目標 C.（A+B）
①	家具製造や製材・木材加工所で木くず、樹皮等が排出されており、炭、アルコール、肥料用等に活用されているものもあるが、十分に活用されていない	トロムソの「グラインドミル」もみ殻、もしくはもみ殻と木くず等の混合物を粉砕・固形化することにより、固形燃料を製造できる	現地のもみ殻、木くず等を原料にして固形燃料を製造し、個人や業務用ユーザーに普及することで、木材資源利用圧を下げ、森林の保全につなげる。 そのために、現地で入手した材料をもとに実際に固形燃料を製造し、個人や業務用ユーザーに配布し、使い勝手等の意見を収集する
②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

©TROMSO Co., Ltd.

事業実施スケジュール

#	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

活動	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
1		■								
2			■							
3			■		■					
4					■	■	■			
5					■	■				
6						■	■	■		
現地調査			→ 8/12~8/26	→ 9/29~10/15		→ 11/28~30				→ 3/1~3



	主要実施内容・結果	遅れ・懸念事項等	今後の予定
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。	特記事項なし	完了
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。	特記事項なし	完了
3	● 環境省-五関様(JICA専門家)と面談した ● CAMBODIA - JAPAN COOPERATION CENTER(CJCC)-弓削様と面談した。 ● JETROプノンペン-井出様と面談した。 ● Garment Manufacturers Association in Cambodia (GMAC)-Dr. Ken Looと面談した。 ● UNIDOカンボジア-Mr. Sok Narinと面談した。 ● Amru Rice社と面談した。 ● レンガ焼き工場を見学・ヒアリングした。 ● 炭焼き場を見学・ヒアリングした。 ● 現地製材所を見学・ヒアリングした。	特記事項なし	2023年3月渡航予定
4	● ベトナムからカンボジアに装置を輸送手配し、デモンストレーション会場のAmru Rice社にて搬入立ち合いの後、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、固形化することを確認した。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。	Amru Rice社担当者へサンプル製造・輸送作業を引き継ぎ、サンプル提供を完了した。	完了
5	● 固形燃料製造のデモンストレーション実施を実施した。 ● 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。	特記事項なし	完了
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中。	特記事項なし	完了

©TROMSO Co., Ltd.

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

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

(1) Garment Manufacturers Association in Cambodia (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、大量に薪を消費。
- GMAC・GMAC加盟企業は薪の代替燃料となり得る固形燃料に関心があり、GMACに加盟する企業等へサンプル品を提供し、本事業の調査へ協力を取り付けた。
- 2022年12月中にGMAC加盟企業2社(SLSG社, CWKH社)へサンプル提供。試用感のヒアリング結果詳細については後述。

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

GMAC訪問

薪ボイラ(CWKH社仕様)

薪(SYSG社仕様)

©TROMSO Co., Ltd.

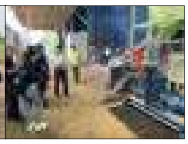
グラインドミルに関するデモンストレーション・セミナー開催

5-1.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

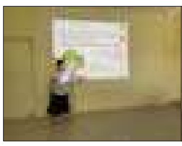
- Amru Rice社のSaran Song CEOより挨拶
- 株式会社トロムソよりグラインドミル実演、固形燃料についての説明やセミナーを開催
- エネルギー使用実態のアンケート調査を実施

時間	プログラム
13:00～14:00	木くず・もみ殻混合固形燃料製造に関するグラインドミル実演・固形燃料燃焼
14:00～14:30	「Pilot case in Cambodia with Tromso in Knowledge Program by JIFPRO – Sustainable Business to Conserve Forest and Benefit Community –」JIFPRO　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」 株式会社トロムソ 代表取締役社長　上杉 正章
15:00～15:30	質疑応答

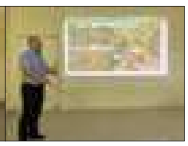
デモンストレーションイベントの様子



装置運転デモ時の参加者見学の様子



JIFPRO山本氏の発表



トロムソ上杉の発表

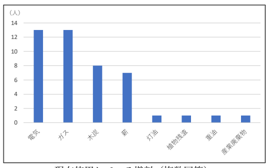
©TROMSO Co., Ltd.

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

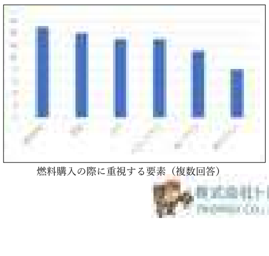
5-2. アンケート調査

- 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(産業用3名、家庭用17名を想定)
- 現在使用している燃料(複数回答可): 電気、ガスがそれぞれ13名と最多。次いで木炭（8名）、薪（7名）。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(複数回答可):環境保全を挙げたのは15名と最多。※
- 次いで価格（14名）、火力（13名）、入手しやすさ（13名）
- 「煙の少なさ」を挙げたのは8名

※ただし、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。



現在使用している燃料（複数回答）



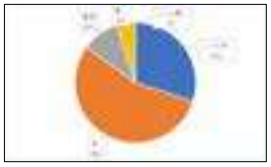
燃料購入の際に重視する要素（複数回答）

©TROMSO Co., Ltd.

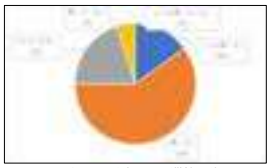
グラインドミルに関するデモンストレーション・セミナー開催

5-3. アンケート調査

- 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%。**かなり評価が高かった。
- 「悪い」と回答した人は「煙の多さ」をその理由に挙げていた。
- 「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。
- 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）有効回答18名分
- 現地の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程度であると想定
  →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



サンプルとして配布した固形燃料の評価



サンプルとして配布した固形燃料の評価

©TROMSO Co., Ltd.

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

5-4.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(UNIDO調査団)

- TEST事業との連携性を判断するため、UNIDO調査団及び縫製業企業団が現場視察。
- 株式会社トロムソよりグラインドミル実演、固形燃料についての説明やセミナーを開催
- UNIDO本部(ウィーン)、トロムソ(日本)からオンライン参加

時間	プログラム
15:30～15:35	挨拶　Amru Rice 社- CEO Saran Song
15:35～15:40	挨拶　産業・科学・技術革新省(MISITI)- TEST 事業担当 Tung Ciny
15:40～15:45	挨拶　UNIDO 本部-DDG 安永裕幸
15:45～16:00	固形燃料製造デモンストレーション Tromso 社-CEO 上杉正章
16:00～16:30	固形燃料の説明及び質疑応答
16:30～16:35	挨拶　Tromso 社-CEO 上杉正章

製品説明時の様子-1

製品説明時の様子-2

製品デモンストレーション時の様子

©TROMSO Co., Ltd.

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

6-1. 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

(1) SYSG社/ CWKH社へサンプル提供
- デモンストレーション終了後も、Amru社Kampong Thom工場において、継続的にグラインドミルを稼働させ、サンプル品を提供。
- 固形燃料サンプルを提供。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

(2) SYSG社/ CWKH社の使用感ヒアリング

CWKH社
- 環境保全を念頭に燃料代替を検討。
- 前処理を必要とせず、固形燃料を既存ボイラーで燃焼出来、新たな設備投資を必要としない。
- 現在使用している薪と比較し、安価に調達できるのであれば、固形燃料へ切り替えたいとコメント

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。
- これから是非、固形燃料使用したいとコメント

©TROMSO Co., Ltd.

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

6-2. 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

(1) CWKH社のヒアリング結果

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
薪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落ったが、圧力が上がらなかった。固形燃料を薪窯に追加し、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)

(2) SYSG社のヒアリング結果

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

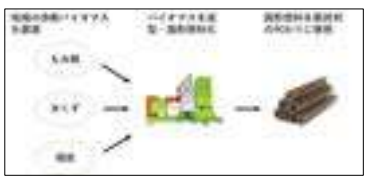
SYSG社回答(日本語訳)

©TROMSO Co., Ltd.

結論

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)
- GMAC加盟企業へのサンプル試用におけるヒアリング結果及び価格比較より、**固形燃料の代替可能性がある**と判断
- 当社のナレッジを基に、現地で入手できるバイオマス(木くず、樹皮、籾殻等)を固形化し、薪炭材の代替として供給していくモデルをカンボジアで実現していくことを想定
- 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・メンテナンスのトレーニングを提供。固形燃料製造事業は現地事業者が行うことを想定
- 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を予定。各所へ訪問。以下について協議
- GM設置企業(Amru社)
  今後の固形燃料販売計画について協議
- UNIDO
  連携事業形成について協議

©TROMSO Co., Ltd.

ご清聴ありがとうございました

©TROMSO Co., Ltd.

2023.3.2　JIFPRO セミナー　途上国で活きる木材資源利用

～ SDGs・防災・エネルギーが課題の今、ニーズある日本の技術！

森林と住民に優しい サステナブル・ビジネス

～ カンボジアのステークホルダーへのメッセージ

＠デモ・イベント 2022.10.14

Japan International Forestry Promotion and Cooperation Center

JIFPRO 研究員 山本 朝子

林野庁補助事業　途上国森林ナレッジ活用促進事業

カンボジアの木材利用・森林の状況

食文化は炭を多用
（市場・レストラン・住民）

薪の大ロット消費層
（事業者）

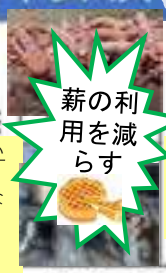
森林伐採（イメージ）
（参考：倉島 2020, 倉島*et al.* 2013）

住民の声
- 子供世代に薪がなくなる
- 木は盗まれる、パトロールが困難
- 森林がなくなる（連日ニュース）

流れを変える 本ナレッジで目指す ビジネスモデルキャンバス 見える化 説明

主要な活動
グラインドミルでブリケット製造

資源
不要財：おが屑、籾殻



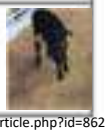
価値提供
「木を切らない森林に優しいサステナブルな薪の代替燃料」
「管理が楽で、より安全」

薪の利用を減らす

顧客
薪の大口ユーザー
・縫製工場
・レンガ工場
など

コスト構造
グラインドミル
ランニングコスト、等

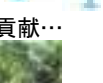
収益の流れ
ブリケットや粉の販売、等



kigyolog.com/article.php?id=862

ナレッジ活用により…

- ➢薪100%利用工場
- ➢代替ブリケット導入
- ➢薪使用量↓
- ➢薪の利用圧の緩和
- ➢木材総需要緩和に貢献…



- ● 森林保全

- ➢食料・医薬等資源等↑
- ➢余剰分（キャッシュ）↑
- ➢観光資源↑
- ➢防風機能↑防災・安全↑
- ➢薪を探す時間↓
- ➢他の生計活動時間↑

- ● 生計向上

デモ参加ステークホルダーへ層別レコメン

- ●企業：サステナブルなブリケット事業を進める（薪代替材を流通する）
- ●薪ユーザー：薪代替ブリケットを購入、薪の利用↓
- ●政府・団体：企業と連携・協力、グラインドミル・ブリケットを使うプロジェクトの企画・申請等、サステナブルなブリケット事業を推進する
- ●会場参加者：知り合い、協力・連携し、議論を続け、実現させる
- ●住民：薪を持続的に使い、ブリケットも使う

自国の森林を守り
住民を支援しましょう