

林野庁補助事業

途上国森林ナレッジ活用促進事業

令和4年度報告書



令和5年3月

公益財団法人 国際緑化推進センター

## 目次

|                                                    |     |
|----------------------------------------------------|-----|
| 要約.....                                            | 1   |
| Executive Summary .....                            | 4   |
| I. 事業概要.....                                       | 7   |
| i. 背景、課題と目的 .....                                  | 7   |
| ii. 事業活動.....                                      | 8   |
| II. ナレッジ国内調査.....                                  | 10  |
| i. モミガライトーもみ殻や未利用有機物から薪や炭を成型する .....               | 10  |
| ii. 耐震性、耐火性の高い新しい構法の開発により純木造ビルを実現 .....            | 11  |
| iii. 木杭（地盤補強用丸太） .....                             | 11  |
| III. 途上国における新型感染症蔓延影響調査 .....                      | 12  |
| IV. ナレッジ活用の実証調査 .....                              | 19  |
| i. 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（インドネシア）<br>..... | 22  |
| 1. ナレッジ活用実証調査概要 .....                              | 22  |
| 2. 地図：途上国対象地 .....                                 | 23  |
| 3. 実施体制 .....                                      | 24  |
| 4. 背景 .....                                        | 25  |
| 5. 実証調査目的 .....                                    | 28  |
| 6. 実証調査活動・工程 .....                                 | 37  |
| 7. 活動結果 .....                                      | 39  |
| 8. 結果の考察.....                                      | 75  |
| 9. 教訓 .....                                        | 77  |
| 10. 提言と今後の課題.....                                  | 77  |
| 11. 参考・引用文献 .....                                  | 78  |
| 12. 関連成果物リスト（別添） .....                             | 78  |
| ii. 木質系バイオマス燃料化による森林保全（カンボジア） .....                | 99  |
| 1. ナレッジ活用実証調査概要 .....                              | 99  |
| 2. 地図：途上国の対象地 .....                                | 100 |
| 3. 実施体制 .....                                      | 101 |
| 4. 背景 .....                                        | 101 |
| 5. 実証調査目的 .....                                    | 104 |
| 6. 実証調査活動・工程 .....                                 | 109 |
| 7. 活動結果 .....                                      | 110 |
| 8. 結果の考察.....                                      | 129 |

|                                          |            |
|------------------------------------------|------------|
| 9. 教訓 .....                              | 130        |
| 10. 提言と今後の課題.....                        | 131        |
| 11. 参考・引用文献 .....                        | 131        |
| 12. 関連成果物リスト（別添） .....                   | 132        |
| <b>V. 調査結果のとりまとめ（ナレッジ活用モデルの開発） .....</b> | <b>158</b> |
| i. インドネシア事例 .....                        | 158        |
| 1. ナレッジ普及分析.....                         | 158        |
| 2. ナレッジ活用モデル .....                       | 159        |
| ii. カンボジア事例.....                         | 163        |
| 1. ナレッジ普及分析.....                         | 163        |
| 2. ナレッジ活用モデル .....                       | 164        |
| iii. 事例の比較考察.....                        | 171        |
| iv. その他考察.....                           | 171        |
| <b>VI. 情報配信 .....</b>                    | <b>172</b> |
| i. データベース .....                          | 172        |
| 1. データベースのコンセプト .....                    | 172        |
| 2. データベースの改編 .....                       | 172        |
| ii. 普及啓発セミナー .....                       | 172        |
| 1. 開催概要 .....                            | 173        |
| 2. アンケート結果の集計 .....                      | 175        |
| <b>VII. 運営委員会での検討結果.....</b>             | <b>182</b> |
| i. 第一回運営委員会 .....                        | 182        |
| 1. 開催概要 .....                            | 182        |
| 2. 主な議事内容 .....                          | 182        |
| ii. 第二回委員会 .....                         | 187        |
| 1. 開催概要 .....                            | 187        |
| 2. 主な議事内容 .....                          | 187        |
| iii. 第三回委員会 .....                        | 195        |
| 1. 開催概要 .....                            | 195        |
| 2. 主な議事内容 .....                          | 195        |
| <b>VIII. 添付資料.....</b>                   | <b>201</b> |
| i. 第一回委員会資料.....                         | 201        |
| ii. 第二回委員会資料.....                        | 210        |
| iii. 第三回委員会資料.....                       | 224        |
| iv. セミナー資料.....                          | 236        |

## 要約

### 1 【事業概要】

途上国における持続可能な森林経営の実現は、気候変動の緩和、生物多様性の保全や違法伐採の抑制等に貢献するとともに、それらを通じて地域の安定的な生活及び生産環境を支えている。そのために、途上国では、森林の減少や劣化の抑制をめざして、森林の保全を図りつつ地域住民の生計向上を図る取組が進められている。

しかしながら、有用な森林資源が存在するにもかかわらず、途上国ではその加工や活用方法、市場へのアクセスや付加価値向上に関する技術や知見（本事業においてこれらを総称して「ナレッジ」という）が十分でないために、持続的かつ自立的な取組となっていない場合が多い。

本事業は、途上国による持続可能な森林経営を推進するため、我が国に存在するナレッジを活用し、途上国の森林資源を活用した事業に係る課題解決に向けた実証調査等を行い、途上国が森林資源を持続的に活用して住民の生計向上に資する取組事例を開発し、普及することを目的として実施した。

### 2 【ナレッジ国内調査】

もみ殻を木炭にする技術の原型はおがくずを成型して薪にする技術にあり、それは 1925 年に日本で開発されたものである。オガライトと称し第二次大戦後に各地に普及して主に風呂燃料などに使用された。昭和 50 年ころに最盛期を迎え全国に 1000 近くの製造所があった。その後国内需要が減少し中国やインドネシア等に技術移転された。最近はおがライトと炭化工程を一体化して「オガ炭」として製造され、バーベキューやビニールハウス暖房として一定の国内需要がある。トロムソは同装置の心臓部であるミルを独自の技術で強化し、シリカを含むもみ殻を原料とできるように改良したものである。トロムソのグラインドミルは ChiePro のデータベースに収録した。

日本国内では林野庁が都市の木質化プロジェクトを展開しており、木造建築による高層ビルの企画が各地で展開されている。その推進には木材接合部の強度化と木材の難燃化は最大の課題である。この分野で先駆的な技術開発を進めてこられた株式会社シェルターの技術と実用例、その効果などをまとめ、ChiePro データベースに収録した。

低湿地を埋め立てた土地では地盤が軟弱で耐震性に課題がある。最近の都市開発で地盤を掘り起こすと、明治期の建築物の地下部には長い丸太を杭状に多数埋設して地盤強化していることが分かった。これは木材の土木的利用として、また炭素貯留として注目されている。今回この分野の専門家である桃原郁夫森林総合研究所関西支所長に日本のナレッジとして ChiePro へ執筆いただいた。



### 3 【途上国における新型感染症蔓延影響調査】

令和3年度に実施した、アジア、南米、アフリカの3地域の5か国（ベトナム、バングラディシュ、ブラジルアマゾン周辺、ナミビア、カメルーン）の調査の結果を詳細に解析した。また地域の感染者数増減の傾向変化をWHOのデータで把握した。森林や木材の動向をITTOのレポートを中心に分析し、新型コロナウイルス影響の地域差や要因を解析した。これらの結果を総合的に検討し、海外林業研究会の会誌「海外の森林と林業」114巻に「新型コロナウイルスと途上国の森林社会－途上国の現地インタビューを参考に」として取りまとめた。

### 4 【途上国でのナレッジ活用の実証調査】

インドネシアにて「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」、またカンボジアにて「木質系廃材等のバイオマス燃料化による森林保全」、2つのナレッジ活用実証調査をした。インドネシア案件は、十分に建材利用されていない住民植林木を対象に、山形の企業シェルターの木造建築技術（KES構法とCool Wood）を活用して、木造建築化を目指した。センゴン *Sengon laut A.falcataria*、マホガニー *mahogany Swietenia macrophylla* King.、パラゴムノキ *Para rubber tree Hevea brasiliensis* の木質試験や、現地で技術を紹介して可能性を探るセミナーの実施、現地施設調査などを行った。結論としては建材利用ができる可能性が高いと分かった。カンボジア案件では、十分に利用されていない木くずなどの木質廃材を、広島企業トロムソのもみ殻より燃料を製造する機械（グラインドミル）を活用して、固形燃料化して、現地で薪の代替燃料としての導入を目指した。現地で固形燃料化の実証、機械のデモ実動イベント開催、燃料サンプルを配布した使用感調査などを行った。燃料化は成功し、アンケートの回答も概ね肯定的となった。どちらの案件も今後のさらなる展開が期待される。

### 5 【ナレッジ活用の実証調査・とりまとめ】

2つの実証調査の結果を、ナレッジごとに整理し、ナレッジの普及に資するよう分析した。またナレッジ活用モデルを作成した。今回活用したナレッジは、今回対象とした国・地域以外でも、地震・火災リスクのある場所や、もみ殻や不要な有機廃材資源がたくさん出るところで有効活用できる可能性がある。ナレッジ情報は、事業のWebページ（データベース）「ChiePro」に掲載しており、誰でも閲覧して自由に参照することができる。またセミナーやデモといった活動はナレッジ普及に効果的と思われ、実証調査のパターン化も情報伝達の際に有効であると思われた。

## 6 【情報発信】

森林ナレッジに関心を抱く事業者やナレッジ所有者への情報提供や情報交換を目的に、情報発信データベース「森を守る日本のちえぶくろ（ChiePro）」を構築し、ウェブ上に公開した。ナレッジ国内調査で得られた情報を中心に情報拡充を行い掲載した。

途上国における森林資源保全およびその持続的活用や森林ビジネスを実施・検討している事業者並びに関連ナレッジ所有者などを対象に、事業取組みナレッジ活用モデルに関する情報発信を目的としたオンラインセミナーを開催した。カンボジアのプロジェクトに関して、カンボジアの森林の状況と固形燃料技術に関するナレッジについて報告し、インドネシアのプロジェクトに関して、日本の木造建築技術とインドネシアにおける機会について報告し、日本のナレッジを途上国に適用する可能性について議論した。

## Executive Summary

### JIFPRO Knowledge Program (4th year of Reiwa), funded by Forestry Agency, Japan

#### 1. About the Program

Sustainable forest management in developing countries, contributes to climate change mitigation, biodiversity conservation, and fighting illegal logging. Such contributions lead to stable livelihoods and productive environments for the communities in the region. Therefore, to challenge deforestation and forest degradation, initiatives, to conserve forests while improving the local communities' livelihoods, are taken in developing countries.

Valuable forest resources may be available locally, in developing countries; however, without sufficient knowledge, these initiatives may often end up being unsustainable or unself-sustaining. What we call "Knowledge" here, means technologies and knowledges of, processing, usage, market access, added value improvement, and such, in this Program. Initiatives may also be affected with prevalence of novel coronavirus (COVID-19) in recent years.

This Program aims to promote sustainable forest management in developing countries. We conducted empirical studies to apply Japanese knowledge, to issues in the business which use forest resource in developing countries. It was aimed to develop examples of initiatives, which contributes to improving the community livelihoods through sustainable use of forest resources; and to disseminate it.

#### 2. Study of Knowledge in Japan

Tromso's "Grind Mill" is added on our web database ChiePro. Its prototype technology, to mold sawdust into firewood, was developed in Japan in 1925. The charcoal made, named "Ogalite," spread throughout the country after World War II, and was mainly used as fuel for baths. It reached its peak use around 1975, with nearly 1,000 factories existing nationwide. Subsequently, the domestic demand decreased and the technology was transferred to China, Indonesia, and other countries. "Oga charcoal" was recently produced by integrating Ogalite and carbonization, and there is a certain domestic demand for it in barbecues and greenhouse heating.

This progressed to a technology to turn rice husks into charcoal. Tromso, a Japanese company, strengthened the mill at the core of the machine, with their original technology. They succeeded in advancing the machine to bear the grinding of rice husks, which contains extremely stiff silica as a raw material.

Technology of Shelter Co., Ltd., another Japanese company, promoting pioneering technology development wooden construction field, is also added on ChiePro database. Japan's Forestry Agency is developing a wooden city project and plans to build high-rise buildings with wooden constructs in various places. Strengthening wood joints and making wood flame-retardant are the

biggest challenges in promoting this goal.

Ikuo Momohara, an expert and director of the Kansai branch of the Forestry and Forest Products Research Institute, also wrote for ChiePro to provide his field of expertise knowledge. Land reclaimed from low marshes has soft ground and is not earthquake-resistant. An excavation of the ground during recent urban development revealed that many long logs were buried in the form of piles in the basements of Meiji-era buildings to strengthen the ground. This has attracted attention as a civil engineering method of using wood and for carbon storage.

### **3. Study of Novel Coronavirus Impacts in the Developing Countries**

The results of COVID-19 survey conducted in 2021, in five countries in three regions in Asia, South America, and Africa (Vietnam, Bangladesh, the Brazilian Amazon, Namibia, and Cameroon) were analyzed in detail. World Health Organization (WHO) data was additionally used, to identify trends in changes in the number of infected people in the regions. Trends in forests and timber were analyzed mainly from ITTO reports and regional differences, and factors associated with the impacts of COVID-19 were also analyzed. These results were comprehensively analyzed and summarized in Volume 114 of "Overseas Forests and Forestry" of the Journal of the Japan International Forestry Promotion and Cooperation Center, with the title "COVID-19 and Forest Societies in Developing Countries - Based on Local Interviews in Developing Countries."

### **4. Empirical Research to Apply Knowledge in Developing Countries**

Two empirical research to apply Japanese knowledge were conducted. "Creating Wooden City with Earthquake and Fire-Resistant Buildings using Woods Produced by the Local Communities," in Indonesia, and "Producing Biomass Fuel from Wood Wastes and other Resources for Forest Conservation," in Cambodia. The two cases are expected for further development.

Indonesian Project targeted the "Hutan Rakyat," or trees planted by the local residents, which are seldomly used for construction. We used KES and Cool Wood technologies of Shelter, a company from Yamagata, in Indonesia. Wood characters were tested for Sengon laut *A.falcataria*, mahogany *Swietenia macrophylla* King, Para rubber tree *Hevea brasiliensis*. We launched a seminar to promote the knowledge and to discuss possibilities in Indonesia, and surveyed relative sites. We conclude it is possible to apply the knowledge as a result.

Cambodian Project targeted sawdust and wood wastes which are less utilized. Project applied Grind mill, a machine which makes fuel brickettes from rice husks, made by Tromso, a company from Hiroshima. They aimed to make biofuel briquette mixing the sawdust, and to introduce it as alternative fuel to firewood. They piloted fuel production, launched demonstration events, gave out the briquette samples and did feedback surveys. Making the

sawdust mixed briquette succeeded, and the feedback results were generally positive.

## **5. Integration of the Empirical Research to Apply Knowledge**

Results of the two case studies were organized per Knowledge, then analyzed to contribute to dissemination. Knowledge applied models were also created. Knowledges used may be applicable in other countries and regions, such as in place with earthquake and fire risks, and place with plenty of rice husks or organic wastes being produced. The relevant knowledge information is posted on “ChiePro,” the Knowledge Program web page, and could be browsed for free for anyone interested. Seminars and demonstrations appeared to be effective for knowledge dissemination. Patternizing of series of empirical researches also appeared to be effective for information dissemination.

## **6. Dissemination of Information**

"ChiePro," is an information dissemination database web page launched by this Program. It provides and information of Japanese knowledges, gathered during this Program. It is also intended to interact the business operators and knowledge owners.

Web seminar was held to disseminate the Knowledge Applied Models Information. It was intended to reach business operators, knowledge owners and such, related to forest resource conservation and its sustainable use in developing countries. The Cambodian case session discussed about the situation of Cambodia's forests and fuel making technology knowledge. Indonesian case session discussed about Japanese wooden construction technology and possibility of the project development in Indonesia.

## I. 事業概要

### i. 背景、課題と目的

アジア、アフリカ、中南米等の途上国における、持続可能な森林経営の実現は、気候変動の緩和、生物多様性の保全や違法伐採の抑制等に貢献するとともに、それらを通じて地域の安定的な生活及び生産環境を支えている。それ故途上国では、森林の減少や劣化を抑制するために、森林の保全を図りつつ地域住民の生計向上を図る取組が進められている。

しかし現地では、有用な森林資源が存在するにもかかわらず、その加工や、活用方法、市場へのアクセスや付加価値向上に関する技術や知見（ここではこれを総称して「ナレッジ」という）が十分でなく、持続的かつ自立的な取組となっていない場合も多い。また、近年の新型コロナウイルス（以下、感染症と記す）の蔓延により影響を受けていることも考えられる。

一方で、古来日本は森林資源を活用して人と森が共生する文化を持つ。そしてそれを継承・発展させることにより、地域経済の活性化に役立ててきた。そこには多くのナレッジが存在する。そこで、本事業は途上国による持続可能な森林経営を推進するため、公益財団法人 国際緑化推進センター（JIFPRO）が以下の目的にて実施した。

- 日本にあるナレッジを活用して、途上国の森林資源を活用した事業に係る課題解決に向けた実証調査等を行う
- 実証調査等により途上国が森林資源を持続的に活用して住民の生計向上に資する取組事例を開発する
- 開発事例を普及する

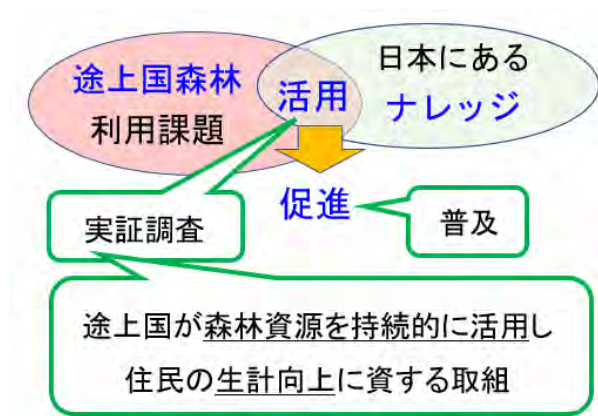


図 I-1 事業イメージ（目的）

## ii. 事業活動

事業では下に記した6つの業務活動を実施した。

- 1、事業運営委員会の開催
- 2、途上国における技術的課題の把握・我が国のナレッジの調査
- 3、途上国でのナレッジ活用の実証調査
- 4、実証調査結果のとりまとめ
- 5、事業成果の情報発信
  - データベース構築
  - セミナー開催
- 6、報告書等の作成

本書は1～5の結果・成果等をまとめた事業の報告書（6）である。各業務活動の詳細は、該当する章を参照してほしい。また、事業イメージ図に上記活動を入れると以下の図のようになる。

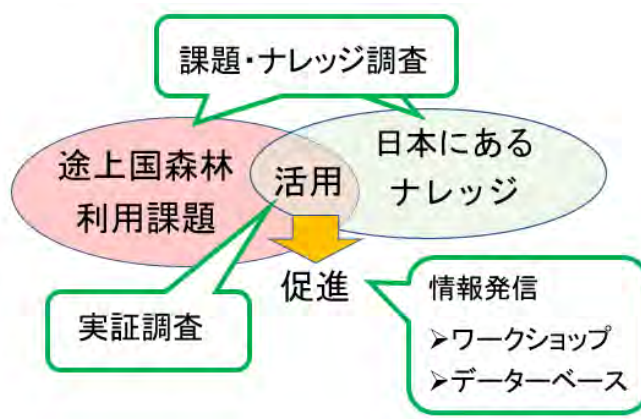


図 I-2 事業の業務活動

また活動はフロー図で表すと、概ね次の図のように進めた。

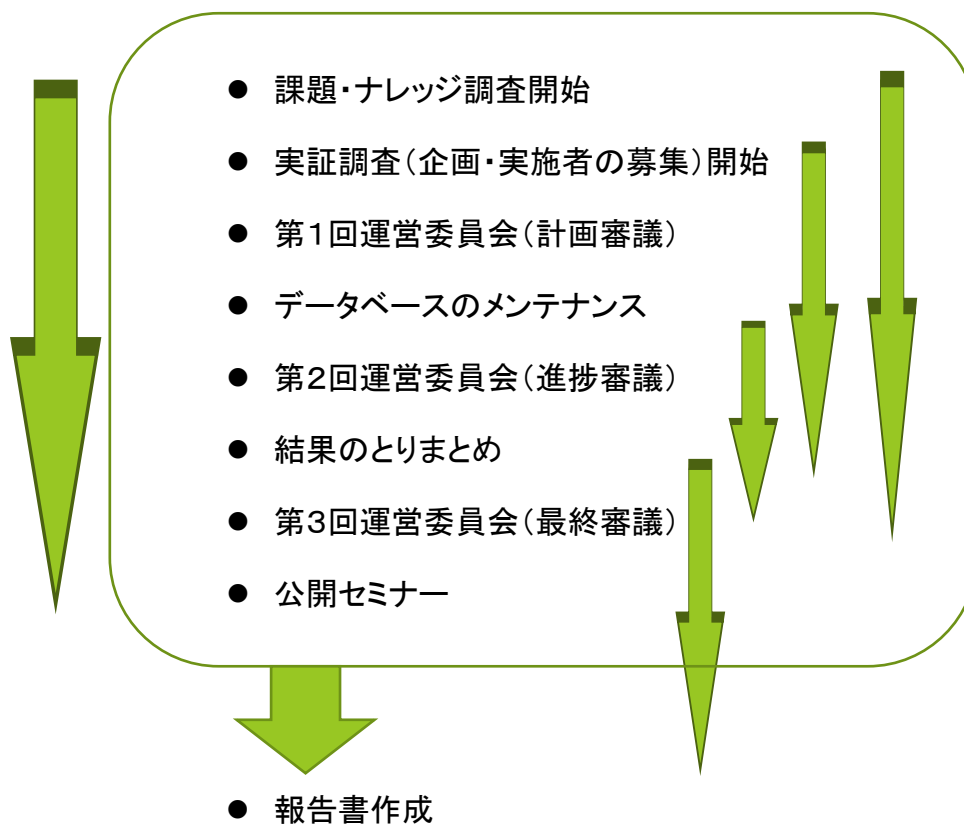


図 1-3 事業の業務活動フロー



## II. ナレッジ国内調査

もみ殻を木炭にする技術の原型はおがくずを成型して薪にする技術にあり、それは 1925 年に日本で開発されたものである。オガライトと称し第二次大戦後に各地に普及して主に風呂燃料などに使用された。昭和 50 年ころに最盛期を迎え全国に 1000 近くの製造所があった。その後国内需要が減少し中国やインドネシア等に技術移転された。最近はおがライトと炭化工程を一体化して「オガ炭」として製造され、バーベキューやビニールハウス暖房として一定の国内需要がある。トロムソは同装置の心臓部であるミルを独自の技術で強化し、シリカを含むもみ殻を原料とできるように改良したものである。トロムソのグラインドミルは ChiePro のデータベースに収録した。

日本国内では林野庁が都市の木質化プロジェクトを展開しており、木造建築による高層ビルの企画が各地で展開されている。その推進には木材接合部の強度化と木材の難燃化は最大の課題である。この分野で先駆的な技術開発を進めてこられた株式会社シェルターの技術と実用例、その効果などをまとめ、ChiePro データベースに収録した。

低湿地を埋め立てた土地では地盤が軟弱で耐震性に課題がある。最近の都市開発で地盤を掘り起こすと、明治期の建築物の地下部には長い丸太を杭状に多数埋設して地盤強化していることが分かった。これは木材の土木的利用として、また炭素貯留として注目されている。今回この分野の専門家である桃原郁夫森林総合研究所関西支所長に日本のナレッジとして ChiePro へ執筆いただいた。

### i. モミガライトーもみ殻や未利用有機物から薪や炭を成型する

株式会社トロムソのもみ殻練炭製造機（Grind Mill）は、未活用のもみ殻を使用し、「モミガライト」と呼ばれる棒状のブリケット燃料を生産する装置である。もみ殻にはシリカ（ケイ酸）が豊富（約 20%）に含まれているため、従来の同種の機械ではコア部品が簡単に摩耗して使えなくなってしまう。トロムソは造船産業の技術に基づいて部品表面に特殊な金属を使用し耐久性を高め、もみ殻を使用しても摩耗しにくい機械を開発した。モミガライトは住宅、商業レストラン、学校などで利用できるほか、災害時には代替燃料として利用することができる。また、産業用のボイラ燃料等に使用することで、事業所の二酸化炭素排出削減にも貢献できる。モミガライトは薪や木炭の代わりに使用できることから、煮炊きに薪炭を使う発展途上国では森林保全につながる可能性がある。鋸くずなど木質ボイラ物との混成して成型が可能であり、森林由来の未利用バイオマス資源の有効利用につながると期待できる。

**キーワード：**廃棄物処理,リサイクル,固形燃料,環境保全,森林保全,気候変動,バイオマス利用

## ii. 耐震性、耐火性の高い新しい構法の開発により純木造ビルを実現

近年、木材は環境負荷が少なく、持続可能な資源として注目され、我が国の都市部においても民需を中心に、7階建てや10階建て木造オフィスビルの実例が増えてきた。国も2021年10月に「脱炭素社会の実現に資する等のための建築物等における木材の利用の促進に関する法律」（通称：森林を活かす都市の木造化推進法）を施行し、木材需要の拡大と持続可能な社会の実現のため木材利用の促進を推進している。

一方で中高層木造建築が実現するには、耐火基準、建物自体の重量や地震、台風などに対する構造的な強度、材料調達の適正化などが求められる。当社（株式会社シェルター）が研究開発してきた KES 構法や木質耐火部材 COOL WOOD（クールウッド）といった木造建築のナレッジは、鉄骨造や鉄筋コンクリート造と比較した際、木造が従来から指摘されてきた耐火基準や構造的強度、加工インフラにおける欠点を改良するアプローチとして実用的なものといえる。このナレッジが広まることで、伐採適齢期にある木材の利用促進、地産地消による地方創生、そして人と地球環境にやさしい社会づくりに貢献できる。

我が国は災害立国・防災立国ともいわれ、東日本大震災による地震や津波で未曾有の被害を被った。同様の被害は東南アジア、中国内陸部、南米でもたびたび報告されてきた。高性能な構法や部材の活用は、これらの国の人々の生活を守る防災上のナレッジとして役立つことが期待される。

**キーワード：**木材利用促進,SDGs,循環型社会,地域経済活性化,環境保全,脱炭素社会,耐震性,耐火性

## iii. 木杭（地盤補強用丸太）

軟弱な地盤や液状化しやすい地盤の上に造られた建物をはじめとする工作物は、竣工後に自身の荷重により徐々に沈んで傾いたり、大地震の際に地盤が液状化したりするなどのトラブルに見舞われるおそれが高い。そこで、このような緩い地盤を補強し工作物を守るための様々な工法が古くから開発されてきた。丸太による地盤補強はこれらの工法の一つで、鋼製の杭などに換えて丸太や円柱加工材を地盤に挿入する工法である。丸太などを挿入された地盤は、丸太などの挿入によって土壌粒子が圧迫される結果、土壌粒子が密にかみ合い不同沈下や液状化などを生じにくくなる。さらに、地盤内におかれた丸太などは、条件によってはほとんど劣化しないため、長期にわたって地盤を補強する機能を果たし続ける。さらに地盤補強用丸太が地盤内で劣化しないということは、大気中の二酸化炭素を固定することによってできた木材を地盤内に長期間貯蔵することを意味することから、本工法は気候変動の防止や地球温暖化の防止にもつながる技術となる。

**キーワード：**丸太 円柱加工材 地球温暖化 木杭 気候変動対策 液状化 軟弱地盤

### III. 途上国における新型感染症蔓延影響調査

令和3年度に実施した、アジア、南米、アフリカの3地域の5か国（ベトナム、バングラディシュ、ブラジルアマゾン周辺、ナミビア、カメルーン）の調査の結果を詳細に解析した。また地域の感染者数増減の傾向変化をWHOのデータで把握した。森林や木材の動向をITTOのレポートを中心に分析し、新型コロナウイルス影響の地域差や要因を解析した。これらの結果を総合的に検討し、海外林業研究会の会誌「海外の森林と林業」114巻に「新型コロナウイルスと途上国の森林社会－途上国の現地インタビューを参考に」として取りまとめた。次頁を参照いただきたい。

# 新型コロナウイルスと途上国の森林社会

## —途上国の現地インタビューを参考に—

高橋正通<sup>1</sup>・山本朝子<sup>1</sup>・倉本潤季<sup>1</sup>・田中 浩<sup>1</sup>・高原 繁<sup>1</sup>

### 1. はじめに

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）は2019年12月に中国武漢市から最初の報告があり、1月には世界各国で感染者が見つかった。各国政府は水際対策として入国制限や都市のロックダウンなど人の動きをおさえる対策をとった。しかしその感染力は強く、世界的大流行（パンデミック）となった。患者の隔離やワクチン効果等で一時的に感染者が少なくなっても、新たな変異株による感染の再拡大が続いてきた（図1）。

海外で森林保全や森林関連ビジネスを展開しているNGOや民間企業なども、この間は活動を停止せざるをえなかった。先進国に比べ発展途上国の情報は得られにくく、現況の把握が進まなかった。そこで、COVID-19感染拡大が森林関連の事業や活動へ与えた影響を、現地のスタッフに依頼して調査することとした。

### 2. 調査方法

東南アジア、南米、アフリカの熱帯林分布域の国を対象とした。海外の森林関連事業で活動実績のある団体と相談し、現在（2021年後半）も現地関係者の協力が得られる国を探した。その結果、アジアではベトナムとバングラデシュ、南米はブラジル（アマゾナス州とパラ州）、アフリカはカメルーンとナミビアで調査することとした。WHOやジョンホプキンス大学のウェブサイト、Global noteなどの経済情報サイトを参考に、調査国のCOVID-19感染状況や経済統計を表1にまとめた。

調査方法は、現地の調査員が森林関連事業の経営者や従業員、森林周辺の住民等に対して行う半構造化インタビューを採用した（図2）。新型コロナウイルスにより対面が難しい場合は、ウェブ会議や書面で回答を得た。調査は2021年11月から2022年1月の間に行われた。

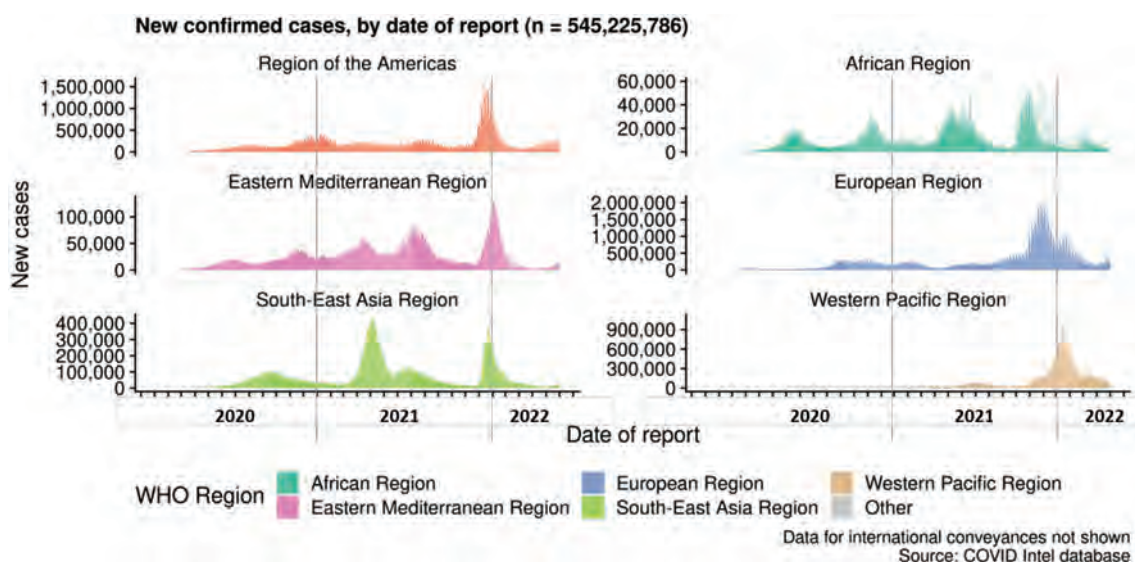


図1. 世界のCOVID-19感染者数の推移。WHO地域事務所（アフリカ、米州、東南アジア、欧州、東地中海、西太平洋）ごとのまとめ。WHO COVID-19 Dashboardより引用。

Masamichi Takahashi, Asako Yamamoto, Junki Kuramoto, Hiroshi Tanaka, Shigeru Takahara (2022) COVID-19 and Suburban Society in the Developing Countries: Referring to the Interview to People around the Forestry and Wood Industries

<sup>1</sup> 国際緑化推進センター

表 1. 調査対象国の COVID-19 感染状況 (万人、2022 年 2 月) と 2020 年の実質 GDP

| 国       | 人口     | 感染者数  |            | 死亡者数  | ワクチン<br>接種率%<br>(調査時) | GDP米ドル(世界順位) |
|---------|--------|-------|------------|-------|-----------------------|--------------|
|         |        | 全国    | 百万人<br>当たり |       |                       |              |
| ベトナム    | 9734   | 939   | 9.6        | 4.2   | 80                    | 2585億 (44位)  |
| バングラデシュ | 16469  | 195   | 1.2        | 2.9   | 58                    | 2744億 (43位)  |
| ブラジル    | 21256  | 2985  | 14.0       | 65.9  | 75                    | 1兆7491億 (8位) |
| カメルーン   | 2655   | 12    | 0.5        | 0.2   | 4                     | 356億 (95位)   |
| ナミビア    | 254    | 16    | 6.3        | 0.4   | 15                    | 104億 (147位)  |
| 日本      | 12648  | 645   | 5.1        | 2.8   | 80                    | 4兆3808億 (3位) |
| 世界全体    | 787500 | 48356 | 6.1        | 613.0 | 59                    | 81兆4889億     |

## 2. 調査結果

調査対象者の属性、インタビュー内容は国により異なるが、社会経済の共通項目をまとめた。

### (1) ベトナム

対象者：10 人、男女比 7：3、30～40 代中心

業種：木材、薬用植物、ハーブ、茶

社会状況：マスク常用、ソーシャルディスタンス確保、ワクチン接種 1 回 80%、2 回 70%

生活影響：外出・移動規制、事業縮小や失業、収入減少、物価上昇

経済活動：生産と需要の減少、国内移動制限、入国制限、輸出入制限、原材料価格上昇、ガソリン輸送費上昇、観光客激減

影響の程度：茶やハーブ類 80～90% 減、ツーリスト 70～90% 減、木材 30% 減

影響小の分野：薬用植物、木材加工

森林関係：違法伐採減少

### (2) バングラデシュ

対象者：10 人、男女比 10：0、20～60 代

業種：木材、農業（果樹、蔬菜、米）

社会状況：マスク時々着用、ワクチン接種 1 回 40%、2 回 25%

生活影響：ロックダウン、学校閉鎖、営業時間制限、移動禁止、収入減、失業、食糧難

経済活動：生産量減、輸送量減、農産品販売価格低下、購買量低下、消費行動変化

森林関係：違法伐採減少、森林への依存度低下

### (3) ブラジル（パラ州、アマゾナス州）

対象者：10 人（責任者、経営者）+ 部下同席

男女比 9：1、40～70 代

業種：農協、アグロフォレストリー、森林保全 NGO、家具職人、農産加工、旅行業

社会状況：マスクは公共の場でのみ着用、ソーシャ

ルディスタンス確保、訪問制限、ワクチン接種 1 回 80%（パラ州）、64%（アマゾナス州）

生活影響：外出・移動規制、事業の縮小、収入減少、失業、食料品高騰、往来自粛

経済活動：生産減、原材料不足・価格上昇、リアル安と原油価格上昇、作業者の移動制限による農地管理不足、営農指導の停滞、観光客減少、オンラインエコツアー不評

好影響：家具注文 50% 増と生産 30% 増により増収と生計向上。クッキー製造 15% 増（包装紙価格高騰で相殺）。巣ごもり需要好調

森林関係：帰農により違法伐採増加、その後、監視強化（ただし現政権は森林開発優先）

### (4) カメルーン

対象者：45 人：男女比 33：12、20～60 代

業種：木工場、木材販売（家具建具）、公務員、かご細工、野菜販売

社会状況：マスクはほぼ常用（森林セクター）、ワクチン接種 1 回 3.1%、2 回 2.5%

生活影響：外出・移動規制、学校閉鎖、民間薬草（アルテミシア苗配布）、地元治療薬承認、衛生意識向上、収入減少、生活困窮、販売低下による職人の離職（カゴ、手工芸）、借金増

経済活動：原材料価格上昇、木材種類による販売の増または減、輸入品の減少と価格高騰、資金不足、輸送停滞

その他の影響：一部の業者による品不足への投機的行動、不正の拡大、コロナ影響の矮小化、政府への不信、教育レベルによる貧富差の拡大

森林関係：木材加工に必要な輸入部材欠乏

### (5) ナミビア

対象者：6 人：男女比 4：2、20～40 代

業種：木工、木炭、かご素材、工芸品



社会状況：マスクは業務や移動時に着用（罰金）、  
ワクチン接種 1 回 15.9%、2 回 13.5%

生活影響：ロックダウン、集会制限、学校時間割変更、銀行取引変更、夜間外出禁止、食事回数減、生活費倍増、コロナへの無関心とワクチン接種率低迷、ワクチン接種キャンペーン実施

経済活動：物流停滞、販売時間制限、木材の販売量減少。木材輸送コスト約 2 倍、販売価格約 5 倍、観光客減による土産物販売激減、輸出入の停滞、雇用削減、貧富格差拡大、汚職の増加

影響の程度：木炭需要と価格上昇、国外へも木炭販売、木炭同業者休業による独占的経営、建築業の影響は -10% 程度と低い

森林関係：木材輸送停止も販売増の可能性（記録未整備により確認困難）、木炭製造販売好調の地域と不調な地域に分化

森林関係：商習慣の未発達、帳簿・銀行口座なし

### 3. 考察

インタビュー結果の考察にあたっては、国際熱帯木材機関 ITTO の Tropical Timber Market Report<sup>1) 2)</sup>、経済産業省の通商白書<sup>3)</sup>、世界保健機関 WHO や国際連合教育科学文化機関 UNESCO などのウェブサイトを参考にした。

#### (1) 生活への影響

すべての国で外出や移動制限、ロックダウンにより行動や活動が制限され、就業時間の減少により収入が減少、失業に至る場合もあった。市中の店舗に商品が配送されず、物価が上昇したため、買い控えという消費行動になった。生活困窮者が増加し、貧富の差が拡大した。

国際労働機関 ILO の報告書<sup>4)</sup>によると、COVID-19 の影響は国や業種による違いが大きいことに特徴がある。2019 年に比べて 2020 年の労働時間は世界平均で 8.8% 失われ（失業よりも、活動を制限されたことによる）、この落ち込みは 2009 年のリーマンショックの 4 倍に相当した。この結果、収入は平均



図 2. COVID-19 調査国の現地の様子。左上：バングラデシュ農家インタビュー、右上：ブラジルのアグロフォレストリー農家、左下：カメルーンの製材所と現地調査員、右下：ナミビアの木炭製造現場

8.3%減少し、特に飲食、文化芸術、建設業の落ち込みが大きく、女性や若齢層など弱者に強く影響が表れた。反対に情報、通信、金融業では収入が増加した。このような傾向は、今回の現地インタビューにも表れていた。

公共の間ではマスク着用を義務としている国が多く、ソーシャルディスタンスの確保が求められた。UNESCOによると、ほとんどの国で学校が閉鎖され、16億人の子供達が影響をうけた。多くの国でインターネットによる授業が行われたが、ネット環境の悪いアフリカでは教育の機会を失った子供が多かった。

カメルーンとナミビアのワクチン接種率は極めて低かった（表1及び調査結果）。WHOでもアフリカ諸国のワクチン接種率の低さが問題となっており、感染症リスクに対する認識の甘さや政治的なリーダーシップの欠如が原因とされている。WHOの支援を受けた接種キャンペーンが行われているが、接種率はいまだアフリカ全人口の15%にとどまっている（2022年2月）。一方、カメルーンでは薬草としてヨモギ *Artemisia* sp. の苗が配布されたり、地元の民間治療薬が承認されたりといった現代医療とは隔絶した動きがある。

## (2) 経済への影響

経済指標である実質国内総生産（GDP）について、コロナ前の2019年とコロナが発生した2020年の前年比（成長率）を比較した。ブラジルでは1.1%から-5.8%へ、ベトナムは7.0%から1.6%へ、バングラデシュは8.2%から3.8%へ、カメルーンは3.9%から-2.8%へ、ナミビアは-1.0%から-5.9%へと、いずれも成長鈍化またはマイナス成長が顕著であった。世界全体のGDPも-3.3%と減少した。

2020年の世界的経済の落ち込みにより石油の需要が激減し、原油価格は急落して減産態勢に入ったが、翌2021年には急速に経済が回復したため（世界実質GDP成長率5.2%）、原油の需要が拡大、価格は一転して上昇した。また、途上国通貨に対するUSドル相場の上昇も輸入価格の上昇につながった。COVID-19の経済影響は、物流、人流の停滞に加え、これらの複合的要因がかかわって過去に例のない経済状況となった。

COVID-19の経済影響でよく論ぜられるのは、国境を越えたグローバル化の実態とそのリスクの顕在化である。コストや生産効率を重視して世界中に広がったサプライチェーンであるが、国際分業による部品類の生産拠点の集中化リスク、物流量の増大によるコンテナ輸送の逼迫、生産国における海外労働者の入国制限などの課題が顕在化した。一部の部品供給の遅延で全生産ラインが停止したり商品の欠品に追い込まれたりして、リスクの重大さに気づかされた。飲食や旅行など対面や体験型のサービスはほとんど供給できなくなり、再開にあたって感染防止対策などの危機管理や人数制限でコストが上昇した。

## (3) 森林や木材への影響

販売や生産が大きく落ちこんだ業種が多い中、木材関係の業界はどの国も比較的影響は小さかったようである。インタビューでもブラジルの家具職人からは注文が増え収入が上がったとの回答を得ている。家具類は世界的な流通商品になっており、ITTOの報告では、供給側のマレーシア、インド、中国などの経済は2020年前半こそ落ち込んだものの、その後の先進国の巣ごもり需要が大きく、地域経済を牽引した形になった。ナミビアでも建築関係の落ち込みは-10%程度と比較的小さいことが報告された。一方、カメルーンのように家具の材料や輸入部材の供給が不安定で需要に対応できなかったという例もあった。

木材の流通をITTO統計で調べると、2020年の熱帯木材取引量は前年比で、丸太輸出は-28%、引板は-16%、合板-8%と低迷し、南米が最も深刻で東南アジアが続いたが、2021年にはかなり回復した。コロナ禍におけるアメリカの住宅建築需要の増加は、世界の木材価格の上昇を招き、日本でもウッドショックといわれた。

製材以外で報告のあった木炭は、アフリカの家庭のエネルギー源として需要が拡大している。インタビューでも、ナミビアの木炭需要はコロナ禍でも堅調で、業者は価格上昇の恩恵を受けていた。

一方、川上の森林伐採現場では、木材輸送トラックが来ないので搬出ができない、人の立ち入りが少なく、違法伐採も減ったというインタビューの回答



が多かった。マレーシアでは海外からの出稼ぎ林業労働者が入国できず、作業員の不足が続いたという<sup>2)</sup>。結果として伐採が減少し、これらの国では森林は利用から保全に傾いた。一方、ブラジルでは、都市で生活が困窮した人々が入植し、一時的に森林が伐採され農地への転換が進んだという。また、南部アフリカ開発共同体ではエコツーリズムによる観光収入が減少し、森林管理の予算が削減されて森林官やレインジャーのパトロールが減少したため、違法伐採や密猟が増加したという<sup>5)</sup>。

#### (4) 非木材林産物、その他

ラタンやフルーツなどの非木材林産物の生産と樹木の育成を組み合わせたアグロフォレストリー経営は、熱帯の持続可能な森林経営にも大きな貢献をしている<sup>6)</sup>。国際緑化推進センターの途上国持続可能な森林経営推進事業（BFPRO 事業）では、非木材林産物によるビジネスの可能性を探ってきた。その調査でも、アグロフォレストリー経営により非木材林産物が生産されている事例が多くみられた<sup>7)</sup>。さらに、小規模森林経営やアグロフォレストリーは非木材林産物だけでなく、熱帯地域の木材生産においても将来の重要な役割を果たすと予測されており<sup>8)</sup>、途上国の森林保全に役立つと期待されている。

社会基盤がある程度発達したブラジルでは、アグロフォレストリーの指導をリモート形式で行なったケースが見られた。しかし他の多くの途上国ではリモート環境が貧弱でそのような対応は難しい。農産加工生産ラインも人海戦術が多いので、工場の休業や閉鎖は地域経済への影響が大きいと考えられる。輸出品である茶は販路が途絶え、売り上げは2割程度に落ち込んだので（ベトナム）、輸出依存の産品はリスクが大きい。

農産品以外では、森林周辺の村落で生産される竹かごなど日用品も販売が低迷し、山村住民の生計に影響を与えている（カメルーン）。職人の離職にもつながっており、技術の継承が途絶する可能性が危惧される。

国立公園などで保護されてきた森林や自然環境は重要な観光資源であり、周辺で観光客向けのお土産の生産・販売で生計を立てる家庭は多い。コロナ禍による観光客の激減の影響は深刻である（ベトナム、

ブラジル）。ブラジルのアマゾン川の観光業者は、アフリカのインターネットによるオンラインエコツーリズムが好調と聞き、まねて実施したが不調だったという。リモートではリアルな臨場感を欠くので、コンテンツの工夫や映像技術の向上が必要であろう。一方、エコツアーは自然環境の保全と啓発に役立ってきたが、COVID-19のような人獣共通感染症のリスクを認識すると、都会の観光客と野生領域の接触には厳格な運営が求められる可能性がある。

ベトナムでは薬用植物販売は影響が小さく、ナミビアでは薬草が植栽されたり民間薬が使われたりしたことを考えると、COVID-19 は人々の衛生管理や健康への意識を高めたようで、これはポジティブな影響といえそうである。

## 4. ポストコロナに向けて

感染症の発生と拡散には過度に集約的な土地利用や人口の密集、生物多様性の減少がかかわっているといわれる。欲望のままに自然生態系を破壊し続けた人間が、生活圏を拡大して野生生物との遭遇の機会をふやした結果、人獣共通感染症リスクを高めた可能性がある。グローバル化による人流や物流の拡大はパンデミックの原因となった。現代社会の効率やコスト最優先の考え方がパンデミックをもたらしたとする見方は各方面から聞こえる<sup>9)</sup>。

前出の BFPRO 事業では、途上国の有望な森林関連の産品を発掘し、世界を視野にしたビジネス展開への可能性を検討してきた。途上国の産品を先進国に輸送し、付加価値をつけた商品に加工してグローバルな市場に乗せ、その利益を地元還元するというモデルはひとつの理想である。そのような事業展開の課題の一つはサプライチェーンの構築であった。森林産品をあつめ先進国に輸送するためには、最低でもコンテナ1個分を確保する必要がある。大量に産品を生産または採取し、集荷体制を整えて出荷するにはどうしても集約的な経営になりがちである。グローバルサプライチェーンのリスクが顕在化した今、発想の転換が必要であろう。

国際緑化推進センターが現在実施している「途上国森林ナレッジ活用促進事業（ナレッジ事業）」では、



日本にあるナレッジ（知恵・知識・技術）を活用し、森林保全や周辺住民の生計向上を図ろうとするものである。外貨収入をめざしたグローバル市場だけでなく、地域のローカルな社会の中で日本のナレッジを活用して、地域社会の生活の質を向上させることが重要と考えている。

ポストコロナの新しい生活様式が模索されている。先進国ではe-コマースなどのデジタル消費が拡大し、テレワークによる労働環境の変化が起きている。途上国においてもスマートフォンが普及したように、一足飛びにデジタルトランスフォーメーション（DX）技術による解決策があるかもしれない。一方、対面による機微ある会話やリアルな体験の良さも認識させられたことは、人間関係におけるローカルなつながりの重要性を再認識させられるものである。

最近、人権問題、貧困、自然破壊に反対するエシカル消費への関心が高まっている。エシカルな問題を改善するナレッジも途上国に貢献できるだろう。さらに最大の自然破壊といえる気候変動により、途上国の住民の安全・安心が脅かされている。災害立国日本としての防災面のナレッジもありそうである。

ポストコロナの時代、途上国の森林ビジネスや住民支援はより難しくなった感があるが、NGOや民間企業の活動の支援を通じて世界の森林を保全し、周辺住民の暮らしをまもることに貢献できるよう、ナレッジ事業を進めていきたい。

## 謝辞

ベトナムとバングラデシュの調査は高橋和也氏（株式会社ラゴ）、ブラジルの調査は北村亮氏、林建佑氏（NPO 法人 野生生物を調査研究する会）、ナミビアとカメルーンの調査は金本望氏、橋秀美氏、水品修氏、松本淳一郎氏（一般社団法人日本森林技術協会）に依頼した。協力に感謝する。本調査は「途上国森林ナレッジ活用促進事業」（平成3年度林野庁補助事業）の一環として実施された。

## [引用文献]

- 1) ITTO (2020) Tropical Timber Market Report 24: 7, 30pp.
- 2) ITTO (2021) Tropical Timber Market Report 25: 20, 28pp.
- 3) 経済産業省（2020）通商白書 2020. 第Ⅱ部 コロナショックとグローバリゼーション
- 4) ILO (2021) ILO Monitor: COVID-19 and the world of work. Seventh edition. 35pp.
- 5) 七海崇（2020）南部アフリカ・エコツーリズムへの影響。自然環境だより 26:12-13.
- 6) Blaser, J. et al. (2021). Not only timber: the potential for managing non-timber forest products in tropical production forests – a comprehensive literature review. ITTO Technical Series No. 50.
- 7) 森山芽衣ら（2019）カボック繊維－ハイスペック商品化への取組。海外の森林と林業 105: 21-24.
- 8) 田端朗子（2021）ITTO 報告書「熱帯木材 2050」－熱帯木材の将来需給と持続可能な経済への貢献－。海外の森林と林業 112: 11-14.
- 9) 総合地球環境学研究所（2020）Humanity & Nature Newsletter 82, 24pp.

## IV. ナレッジ活用の実証調査

期間中に実証調査（案件）を2件実施し、2つの事例を開発した。

表 IV-1 実証調査（案件）一覧

| # | 案件名                            | 対象国    | 主要調査実施者                         |
|---|--------------------------------|--------|---------------------------------|
| 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 | インドネシア | JIFPRO、株式会社シェルター（以下、「シェルター」と記載） |
| 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  | 株式会社トロムソ（以下、「トロムソ」と記載）          |

案件1は JIFPRO が民間企業等と連携・協力して直営で行い、案件2は公募により調査実施者を選定し、委託契約を結んで実施した。

案件の企画に際しては、以下の図を共通理解として使用しており、各事例の報告文章も同じコンセプトで整理・記載してある。

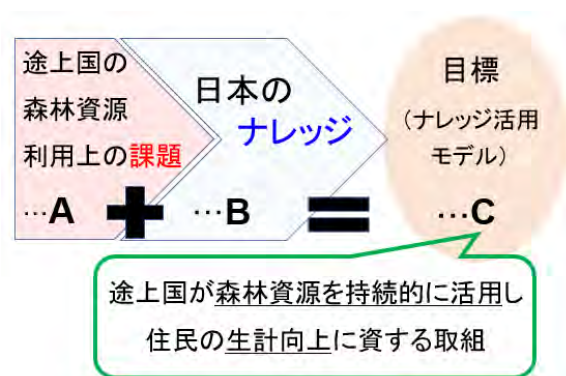


図 IV-1 実証調査のコンセプト

考え方：

1. 案件で扱う課題をA、日本のナレッジをBとし、 $A+B=C$ （目標）とする。
2. Cは、途上国が森林資源を持続的に活用して住民の生計向上に資するもの、とする。

公募は、5月10日～6月27日にかけて実施した。募集情報は JIFPRO のホームページに掲載し、各種メールリスト、外部ホームページ等を利用して宣伝・広報した。応募書類は、選考委員会で審査し、運営委員会の意見も踏まえて選考した。選考案件を提案した団体は、JIFPRO と委託契約を結んで案件を実施した。JIFPRO は、直営案件を実施するとともに、委託企業と連絡調整し、適宜助言、現地出張に合流するなどして案件管理をした。



図 IV-2 実証調査の実施体制イメージ

## ナレッジ活用事例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

(インドネシア)



## i. 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（インドネシア）

### 1. ナレッジ活用実証調査概要

本実証調査は、以下の表に記す実証調査を公益財団法人 国際緑化推進センター（JIFPRO）が、耐震・耐火中高層木造建築の技術を有する株式会社シェルターの協力の下、直営で実施したものである。

調査期間 2022 年 7 月～2023 年 2 月

表 IV-2 実証調査テーマ

| 番号 | A. 対処課題                                   | B. 日本にあるナレッジ               | C. ナレッジ活用目標(A+B)                                                                                                     |
|----|-------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ①  | インドネシア人工林資源の高付加価値利用<br>(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                                                              |

## 2. 地図：途上国対象地

本実証調査は、インドネシア（図 IV-3）において行った。インドネシアを選定した理由としては、下記が挙げられる。

森林区域面積（国有林）が国土の 3 分の 2 を占めており、豊富な森林資源を有し、とりわけ近年、住民による造林（社会林業）を推進していること。また、昔から輸出用の合板製造産業等が盛んであり、木材加工の基盤があると考えられること。

日本と同様、環太平洋火山帯に位置する国であり、地震が頻発する国であること。

人口が 2 億 7 千万人（2020 年現在）と国の規模が大きく、一人当たり GDP は約 4,300 ドルと上位中所得国に位置づけられ、また年平均経済成長率は年間 5%程度を維持しており、コロナで落ち込んだものの回復基調にあることから、建築セクターなどについても新たな技術の導入などの環境が整ってきていると考えられること。

また、現地調査は中部ジャワにあるジョグジャカルタ及びその周辺とした。その背景は、2006 年中部ジャワ地震で大きな被害を受けた地域であること、社会林業による人工林の育成が盛んな土地であること。現地はガジャマダ大学というインドネシアでトップクラスの大学があり、現地大学との連携を図ることができると考えられたからである。



図 IV-3 インドネシアの地図

### 3. 実施体制

本案件については、耐震・耐火中高層木造建築の技術を有する株式会社シェルター（本社：山形県山形市）の協力を得つつ、JIFPRO による直営案件として実施した。

インドネシアにおいては、ナショナルコーディネーターとして、各種調整と情報収集を独立コンサルタントの Hirs Sidabtar 氏に依頼し、さらにインドネシアにおけるセミナー実施については、インドネシア製材木工業協会（Indonesia Sawmill and Wood Working Association: ISWA）との合意にて共催により実施した。また、インドネシアの人工林材の材質試験については、ボゴール農科大学に依頼して行った。

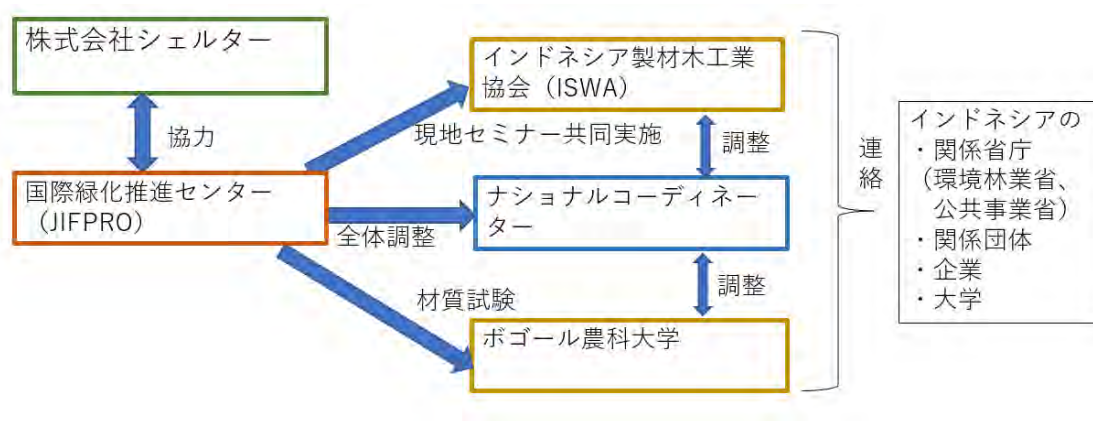


図 IV-4 事業実施体制



#### 4. 背景

##### 1) インドネシアにおける森林資源の現状

インドネシアの国土面積は、約 1 億 9 千万 ha と日本の約 5 倍の国土面積を持ち、南北 1,888km, 東西 5,110km にわたる。また、17,000 以上の島からなる島嶼国であり、そのうち主要な島としては、スマトラ島、ジャワ島、カリマンタン島、スラウェシ島、ニューギニア島の 5 島がある。

インドネシアでは、かつては、天然の熱帯多雨林が広く分布しており、これら天然林に生育するフタバガキ科の樹種を中心に、主に合板用として、我が国に丸太または製品として輸出されてきた。しかし、農地（オイルパーム農園）への転換等により天然林資源が減少したことから、これらの合板等の輸出は減少している。

これにともない、インドネシアの森林資源は人工林資源に移行してきている。これらの人工林資源の国内利用は、十分な付加価値が付与されない地元利用や紙・パルプ用として用いられている。例えば、天然ゴムの原料となる樹液採取のため植栽されているゴム林については、多くが小規模の林家・農家による植栽によって担われているが、樹液採取後の更新のために伐採されたゴム材の利用が課題となっている。また、住民林業の植林樹種であるセンゴンやジャボンなどの早生樹、荒廃した泥炭地の回復のための植栽樹種として注目されているメラルーカ材等の利用も課題となっている。

##### 2) インドネシアにおける建築の状況

伝統的には、インドネシアにおいて各民族独自のデザインによる木造建築が多く存在した（図 IV-5）。



図 IV-5 インドネシア・ニース島の伝統的木造建築（花里 2014）

しかし、1980 年頃からは、地方においても高温多湿の気候がもたらす木造建築の耐久性の問題や維持管理の容易さから、鉄筋コンクリート造、レンガ造、Confined Masonry と呼ばれる工法が木造建築に代わるようになってきた。

インドネシアによるセメント需要は、70 年代は輸入によって賄われてきたが、1975 年頃から国産化が進んだと言われており、国策によって建設される住宅としては、ローコストハウス（RC 柱＋コンクリートブロック）、中層集合住宅（RC ラーメン構造＋コンクリートブ

ロック、またはPCプレキャスト構造）が建築された。

現在、インドネシアにおいて地方都市にみられる建築物の多くは、RC構造やコンクリートブロック造となっている。

一方、インドネシアは日本と同様、環太平洋火山帯に含まれる国で、活火山も多く、地震が多発する国である。カリマンタン島を除き、スマトラ島、ジャワ島、スラウェシ島、パプアなど、ほとんど全域で地震が多発し、大きな被害をもたらしてきた。

インドネシアにおいても、建築物の耐震基準は設定されているが、ガバナンスの問題もあり、それが徹底されていないという点にも問題があることが指摘されている。

### 3) インドネシアにおける気候変動等の課題

#### <気候変動対策>

前述したように、インドネシアでは、緩やかにはなっているが依然として森林減少・劣化が続いており、2016年のインドネシアの温室効果ガス排出量のうち、泥炭火災を含む土地セクターの排出割合が43.59%を占めている（インドネシアNDC, 2022）。

インドネシアでは、温室効果ガスの削減目標として、2030年には、ベースラインに対し29%、一定の条件を満たす場合には41%削減するとの目標を掲げている（同上）。これらの排出削減対策については、森林を含む土地利用分野が優先分野となっている。

人工林資源の製材（建築用）需要を拡大することにより、荒廃地への植林による森林吸収源としての気候変動対策、さらには木造建築の推進による建築物への炭素蓄積による排出削減効果が期待できる。

#### <首都移転>

報道によれば、2022年1月にインドネシア国会は、現在のジャカルタから東カリマンタン州への首都移転を決定したとのことである。2024年に政府機関の移転を開始し、約20年かけて2045年に移転を完了する計画である。東カリマンタン州のバリクパパンに比較的近い地域に、25万haの用地を準備するということであるが、周囲の自然環境等に及ぼす影響も懸念されている。

### 4) 我が国の木造建築技術

日本は寺社建築や住宅など木造建築が一般的であった。しかしながら都市防災や防火の観点から、1950年の建築基準法の制定により、都市部による木造建築は厳しく制限されることとなった。しかし、その後、様々な技術開発を経て、耐震性（強度）、耐火性を有する木質部材や建築技術が利用可能になってきた。これらを背景に建築基準法が性能規定に改正され、木造、非木造に関わらず、建築部材が一定の耐火性能をクリアすれば都市部の建築に使用できることになった。

さらに、近年、日本国内の森林資源が人工林を中心に充実し、主伐期を迎えつつあり、「伐って、使って、植えて、育てる」持続可能な森林経営のサイクル構築が求められていることや、建築物への木材利用を通じて炭素を長期間貯蔵することが可能であり、カーボンニュート

トラルの観点からも木材の利用促進が重要視されるようになってきている。

このようなことを背景に、2021 年、木材の利用促進に関する法律が改正され、「脱炭素社会の実現に資する等のための建築物等における木材の利用の促進に関する法律（都市＜まち＞の木造化推進法）」が成立し、中高層建築における木材の利用が勧められている。その結果、近年では都市部においても耐震・耐火木造建築が見られるようになってきた（図 IV-6）。



図 IV-6 世界と日本の中高層木造建築 ((株) シェルター-安達氏セミナープレゼン資料)

## 5) 日本の耐震・耐火木造建築技術のインドネシアへの導入

既に示したように、インドネシアにおいては人工林資源が充実してきている。このような人工林資源、特に住民造林による資源を利用して、耐震・耐火性を有する木造建築や木造住宅を推進することによって、

- 木材製品の付加価値を上げることにより地域住民の生計向上を図るとともに、地域の製材業等、地域経済の発展に資する、
- 耐震性・耐火性のある建築物を都市に導入することにより、インドネシアにおける地震の被害を軽減し、安全・安心な生活に貢献する、
- 荒廃地等における植栽を通じた森林回復や、建築物の木材利用による炭素固定を通じて地球温暖化防止に貢献する、

等の効果が期待できると考えられる。

## 5. 実証調査目的

### 1) 対処課題 A.

本実証調査の対処課題を表 IV-3 に示す。

表 IV-3 対処課題

| 番号 | 対処課題 A.                                   |
|----|-------------------------------------------|
| ①  | インドネシア人工林資源の高付加価値利用<br>(気候変動対策・地域住民の生計向上) |
| ②  | 耐震耐火木造建築技術による都市部における建築や住宅における耐震性の向上       |
| ③  | 耐震耐火木造建築技術による都市部における建築や住宅における耐火性の向上       |

#### (1) 課題①： インドネシア人工林資源の高付加価値利用

インドネシアでは、農地（オイルパーム農園等）への転換を主な原因とする森林減少が進んでおり、森林面積は、1990 年に 119 百万 ha であったものが、2000 年には 110 百万 ha となった。その後 2008 年には、97 百万 ha, 2018 年には 93 百万 ha, 2020 年には 92 百万 ha と、減少速度は緩やかになったものの、依然として森林減少・劣化が続いている（FAO FRA 2020 Country Report）。これにより、天然林資源が減少し、人工林への依存が高まっている。

樹種別の木材生産量を見ると表 IV-4 の通りである。木材生産量が最大の樹種はパルプ・チップ用のアカシア（*Acacia mangium* 等）となっている。その他の樹種としては、世界的に高品質の木材として知られるチーク（*Tectona grandis*）、マホガニー（*Swietenia macrophylla*）、主としてジャワ島の山岳地帯で産するマツ材、天然ゴムの採取のためのゴム材（*Hevea brasiliensis*）、早生樹であるファルカタ（センゴン、*Albizia falcataria*）などである。その他としては、早生樹であり、住民林業での植栽が推奨されているジャボン（*Antocephalus cadamba*）、湿地にも生育するため、荒廃した泥炭湿地の回復の手段となり得るメラルーカ（*Melaleuca cajuputi*）等の樹種がある。このように天然林択伐等により生産されるメランティ（*Shorea spp.*）以外は、人工林資源となっており、天然林資源から、人工林資源への転換が進んでいる。

一方、これらの人工林資源は紙・パルプ用など輸出用が主であり、国内利用が進んでいるとは言えない。例えば、天然ゴムの原料となる樹液採取のため植栽されているゴム林については、多くが小規模の林家・農家による植栽によって担われているが、樹液採取後の更新のために伐採されたゴム材の利用が課題となっている。また、住民林業の植林樹種であるセンゴンやジャボンなどの早生樹、荒廃した泥炭地の回復のための植栽樹種として注目されているメラルーカ材等の利用も課題となっている。

表 IV-4 樹種別のインドネシア木材生産量 (2016 年)  
(単位: m<sup>3</sup>)

|       | 天然林コン<br>セッション | 人工林コン<br>セッション | 林業公社    | その他       | 総生産量       |
|-------|----------------|----------------|---------|-----------|------------|
| アカシア  | —              | 22,557,881     | 8,004   | 552,295   | 23,118,180 |
| ユーカリ  | —              | 1,434,199      | —       | 377,901   | 1,812,100  |
| チーク   | —              | —              | 241,731 | 206,547   | 448,278    |
| マホガニー | —              | —              | 42,801  | 139,576   | 182,377    |
| マツ    | —              | 52,368         | 47,283  | 100,189   | 199,840    |
| ゴム    | —              | 126,721        | —       | 410,861   | 537,582    |
| ファルカタ | —              | 61,261         | 127,018 | 2,368,701 | 2,556,980  |
| メランティ | 3,929,223      | 63,983         | —       | 790,816   | 4,784,022  |
| その他   | 1,717,948      | 3,707,852      | 73,924  | 3,111,905 | 8,611,629  |
| 合 計   | 5,647,171      | 28,004,265     | 540,761 | 8,058,789 | 42,250,986 |

(鯨島 林業経済 2020 より)

#### <ゴム材利用の現状>

インドネシアのゴム林は、2005 年時点で 3.37 百万 ha が存在する。このうち 2.38 百万 ha(71%)はスマトラ島、0.83ha(25%)がカリマンタン島にある。インドネシアのゴム林のうち 86% (2.88 百万 ha) が小規模農家の所有林である。

通常、天然ゴム採取のためのゴム林は 25 年程度で伐採・再植林されるが、小規模農家のゴム林では植え替えが遅れる傾向にある。ゴム林の平均蓄積は、スマトラ島で 240m<sup>3</sup>/ha、カリマンタン島で 200m<sup>3</sup>/ha であり、これを基に計算すると年間 30.81 百万 m<sup>3</sup>が収穫可能であり、そのうち 13.5 百万 m<sup>3</sup>が、直径 20cm 以上の製材適木と考えられている。しかしながらこれらのうち、実際に製材用として利用されているのは 22%程度であり、利用が進んでいない (2013 ITTO)。

## (2) 課題②及び③ 都市部における建築や住宅における耐震性・耐火性の向上

課題②「都市部における建築や住宅における耐震性の向上」及び課題③「都市部における建築や住宅における耐火性の向上」については、適用される技術はそれぞれ異なるが、大規模な火災は、地震等をきっかけに発生することが多く、建築物としては耐震性・耐火性を一体的に取り扱うこととなるので、本節においては課題②及び③を併せ、主として耐震性について記述する。

伝統的には、インドネシアにおいて各民族独自のデザインによる木造建築が多く存在した。

しかし、1980 年頃からは、地方においても高温多湿の気候がもたらす木造建築の耐久性の問題や維持管理の容易さから、鉄筋コンクリート造、レンガ造、Confined Masonry と呼

ばれる工法が木造建築に代わるようになってきた。

インドネシアによるセメント需要は、70年代は輸入によって賄われてきたが、1975年頃から国産化が進んだと言われており、国策によって建設される住宅は、ローコストハウス（RC柱+コンクリートブロック）、中層集合住宅（RCラーメン構造+コンクリートブロック、またはPCプレキャスト構造）が建築された。

現在、インドネシアにおいて地方都市にみられる建築物の多くは、RC構造やコンクリートブロック造となっている。

一方、インドネシアは日本と同様、環太平洋火山帯に含まれる国で、活火山も多く、地震が多発する国である。カリマンタン島を除き、スマトラ島、ジャワ島、スラウェシ島、パプアなど、ほとんど全域で地震が多発する（図 IV-7）。

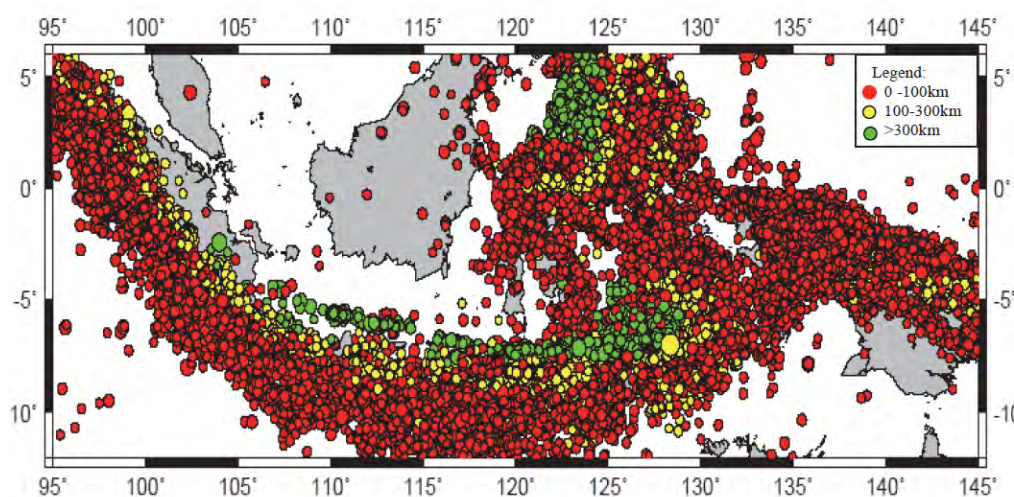


図 IV-7 インドネシアのモーメントマグニチュード4以上の地震（1779～2010）  
（Putra ほか 2012）

下記に過去20年間で発生した主要な地震を示す。

- ・2006年ジャワ島中部地震（M6.3）
- ・2009年スマトラ沖地震（M7.5）
- ・2018年スラウェシ島地震（M7.5）
- ・2021年スラウェシ島地震（M6.2）
- ・2022年西ジャワ・チアンジュール地震（M5.6）

これらの地震による建物の倒壊ではこれまで多くの犠牲者が発生してきた。2006年のジャワ島中部地震（M6.3）や2009年スマトラ沖地震（M7.5）では、地震の揺れによる建物被害に起因する死者が1,000人を超えている。

このうち、2006年5月ジャワ島ジョクジャカルタ付近で発生した「ジャワ島中部地震」



では、5,700 人が犠牲となり、多くの住宅等が倒壊した。例えば、被害の激しかったバントゥール県の小学校 446 校中 119 校が全壊した。本地震の震度は 4～5 であったと言われているが、倒壊被害の理由として、耐震設計基準が緩やかで、耐震性が震度 3～4 レベルの設計であったことが報告されている（平成 18 年 JICA 調査報告書）。

また、この地震による住宅の被害については、多くが細い RC 柱とレンガ組の建築であったため、倒壊を助長したと考えられる一方、木材の柱・梁に竹網壁を組合せ、外面をレンガ組で覆った住宅は倒壊を免れていたことが報告されており（2006 年 愛媛大学調査）、木造住宅は簡易な RC 構造に比べ地震に強かったことが示唆されている（写真 1）。



RC 柱レンガ組住宅の倒壊状況



倒壊しなかった木柱と竹網壁の住宅

写真 1 2006 ジャワ島中部地震における住宅の被害状況（RC 造と木造の比較）  
（2006 年 愛媛大学調査報告書）

2018 年に発生したスラウェシ島地震（M7.5）でも、中部スラウェシ州のパルが大きな被害を受け、病院やモスク、ショッピングセンターが倒壊したと言われる。また、2021 年に同様にスラウェシ島で発生した地震（M6.2）や（写真 2）、2022 年、西ジャワのチアンジュールで発生した地震でも建物の倒壊が発生し、依然として犠牲者が出ている状況である。



写真 2 2021 年スラウェシ島で発生した地震で倒壊した病院  
（スラウェシ島マムジュ AFP ニュース）

この背景として、インドネシアにおいても建築物の耐震基準は設定されているが、ガバナンスの問題もあり、それが徹底されていないという点にも問題があることが指摘されている。



## 2) 日本にあるナレッジ B. (活用ナレッジ)

表 IV-5 日本にあるナレッジ (活用ナレッジ)

| 番号 | A. 対処課題                                   | B. 日本にあるナレッジ               |
|----|-------------------------------------------|----------------------------|
| ①  | インドネシア人工林資源の高付加価値利用<br>(気候変動対策・地域住民の生計向上) | 木造建築技術全般                   |
| 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     |
| 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 |

## (1) ナレッジ①：木造建築技術全般

我が国の伝統的な建築として、古代から木造建築の技術が受け継がれ、工夫を重ねられてきた。これらの伝統的な木造技術は、寺社建築などに用いられ、現在でも、法隆寺をはじめとする歴史的建築物の保存修理において必要な技術として伝承されている。

このような木材をはじめとした自然素材を用いた伝統的な 17 の建築技術が、令和 2 (2020) 年、国連教育科学文化機関 (ユネスコ) により、「伝統建築工匠の技 木造建造物を受け継ぐための伝統技術」として無形文化遺産に登録された (令和 2 年度 森林・林業白書)。

また、住宅建築を見ると、我が国では、伝統的な木造建築技術による木造軸組工法による住宅が、我が国の風土にあったものとして好まれてきた (図 IV-8)。

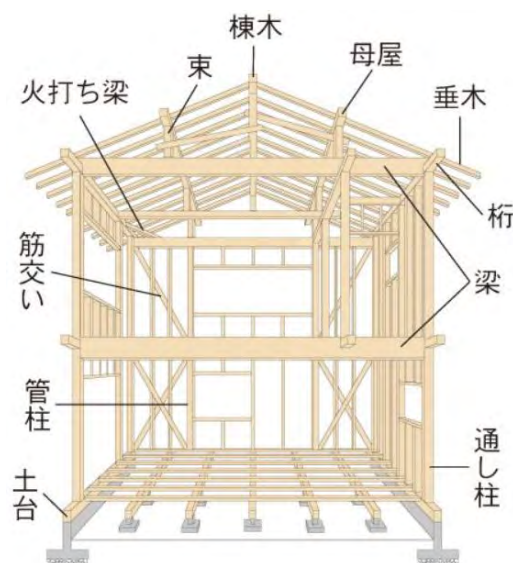


図 IV-8 木造軸組工法

しかし、このような日本の有する伝統的な木造建築技術にもかかわらず、都市防災や防火の観点から、1950 年の建築基準法の制定により、都市部による木造建築は制限されることとなった。これらの規制は主として防火の観点からなされた。

1950 年代から 60 年代にかけては、都市部の防火地域内や準防火地域では、木造建築の建設や木質材料の使用が厳しく制限されることとなった (原田 木材学会誌 2009)。

1980 年代後半以降、建築の技術基準が改正され、徐々に都市部においても木造建築の建

設が可能になってきた。例えば、昭和 62（1987）年には、燃えしろ設計が導入され、一定の技術的基準に適合する大断面木造建築物の建築が可能となった。平成 10（1998）年には、性能規定化によって木造の耐火建築物の建築が可能となった（令和 2 年度森林・林業白書）。

この結果、都市部では防火地域内も含め、建築物に木材を使用できる範囲が拡大されてきており、また、耐火木質部材の開発とも相まって、都市部での木造建築が増加してきている（写真 3）。



写真 3 高惣木エビル（木造 7 階建て 仙台駅前）

## (2) ナレッジ②：（株）シェルターによる KES 構法の技術

本事業では、耐震・耐火木造建築において独自の先端技術を有する株式会社シェルター（本社：山形県山形市）と協力し、同社の技術をナレッジとして実証調査を行った。

KES 構法は、日本で最初に開発・標準化された木造建築における接合金物工法である（シェルターHP：<https://shelter.inc/technical/kes>）。伝統的な在来軸組工法では「仕口」や「継ぎ手」の加工が必要となり、熟練した技能が必要になるとともに、木材の本来の強度を弱めることにもなっていた。

KES 構法は、オリジナルの接合金物を用いることで強度を高めるとともに、施工の容易性、さらには大空間や大スパンといった自由な設計も可能となっている（写真 4）。



写真 4 KES 構法（（株）シェルターHP）

この KES 構法の強度は、1995 年に発生した阪神・淡路大震災において、特に被害の大きかった神戸市灘区において本工法で建設された 3 階建て木造住宅が倒壊しなかったことで示されている（写真 5）。



写真 5 阪神大震災で倒壊しなかった KES 構法による三階建木造住宅  
((株)シェルターHP)

### (3) ナレッジ③：(株)シェルターによる Cool Wood の技術

COOL WOOD（クールウッド）は、燃え止まり石膏ボードを使用した木質耐火部材である（写真 6）。芯材部は、耐荷重性能を担う木質部材である。この部分はかならずしも集成材等のエンジニアードウッドである必要はなく、例えば写真 7 にあるようにスギ製材をボルトで結合した「束ね柱」でも可能であり、現地の状況に応じた適応性が広い。耐火性能は、芯材部を覆う石膏ボードによって担われている。この石膏ボードの層の厚み等により、耐火性能が変わり、国土交通省に認められた耐火性能試験（燃焼試験）により、1 時間耐火構造（柱・梁・外壁）、2 時間耐火構造（柱・梁・間仕切壁・外壁・床）、3 時間耐火構造（柱・梁）の認定を受けており、中高層の木造建築の建設を可能とする部材となっている。

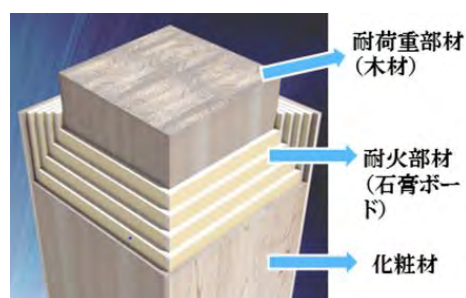


写真 6 COOL WOOD ((株)シェルターHP)



写真 7 COOL WOOD の芯材部に用いられたスギ製材の「束ね柱」  
(令和 2 年 森林・林業白書)

## 3) ナレッジ活用目標 C.

表 IV-6 ナレッジ活用目標

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

(1) 目標① 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

インドネシアにおいては、社会林業等住民による人工造林が増加している。一方、インドネシアの木材需要を見ると、現状では輸出用が主であり、インドネシア国内での需要は少ない。例えば、インドネシアの建築を見ると住宅をはじめ非住宅建築、商業建築は、多くが RC 構造によって建築され、木造建築は見られない。

インドネシアの経済を見ると、一人当たり GDP は 4,000 ドルを超え、上位中所得国になっており、現在も、コロナで一時的に鈍化したものの、年間 5 % 程度の経済成長を続けており、木材の国内需要の創出・拡大に向けた素地ができてきている。

そこで、インドネシア国内において木造建築を推進することにより、インドネシア国内の住民造林による人工林材の木材需要を喚起することで、地域経済の活性化や住民の生計向上に貢献すると考えられる。

さらに、インドネシアの森林減少・劣化は、速度は緩やかになったものの続いており、荒廃した林地への再植林が課題となっている。人工林からの木材需要を拡大することにより、荒廃地への再植林を進め、森林の炭素固定による地球温暖化防止への寄与が期待できる。また、木造建築による炭素蓄積効果によっても地球温暖化防止へ寄与する。

## **(2) 目標② 及び③ KES 構法、COOL WOOD の技術を導入した、現地適用性の高い耐震技術による、耐震・耐火木造建築の導入**

KES 構法は、接合金物を用いて木質部材を結合する方法である。指定されたデザインの金物さえ供給・入手できれば、部材の接合には特殊な技術を必要とせず、開発途上国においても現地適用性が高い技術であると考えられる。

COOL WOOD については、耐荷重性能を担う芯材部の木質部材を石膏ボードの層で覆い、さらにその上を化粧用の材料で覆う構造である。全体の構造は比較的シンプルであり、芯材部の木質部材には、製材の「束ね柱」でも使用可能であり、例えば大断面の集成材など特別な部材は必要がないことも開発途上国の実情に応じた現地適用性が高いと考えられる。

さらに、これらの技術は設計の自由度が高く、使用樹種の強度に応じて設計することが可能であり、現地で入手可能な樹種に応じた設計が可能であることや、構造についても梁と柱による構造が可能であり、高温・多湿という現地の条件に応じた設計が可能である。

これら2つの技術の、耐震性能・耐火性能は、上記に示したように、高いレベルで実証されており、地震が頻発し、依然として地震による建物倒壊やそれによる犠牲者が発生しているインドネシアに適用することにより、住民にとっての安全・安心に寄与することができると考えられる。



## 6. 実証調査活動・工程

表 IV-7 及び図 IV-9 に、本実証調査の活動内容を示す。また図 IV-10 に活動工程を示す。

表 IV-7 活動一覧

| # | 活動名・概要        |
|---|---------------|
| 1 | 制度・政策調査       |
| 2 | 森林資源と流通加工状況調査 |
| 3 | 建築制度及び施工実態調査  |
| 4 | 技術適合調査        |
| 5 | 可能性分析         |

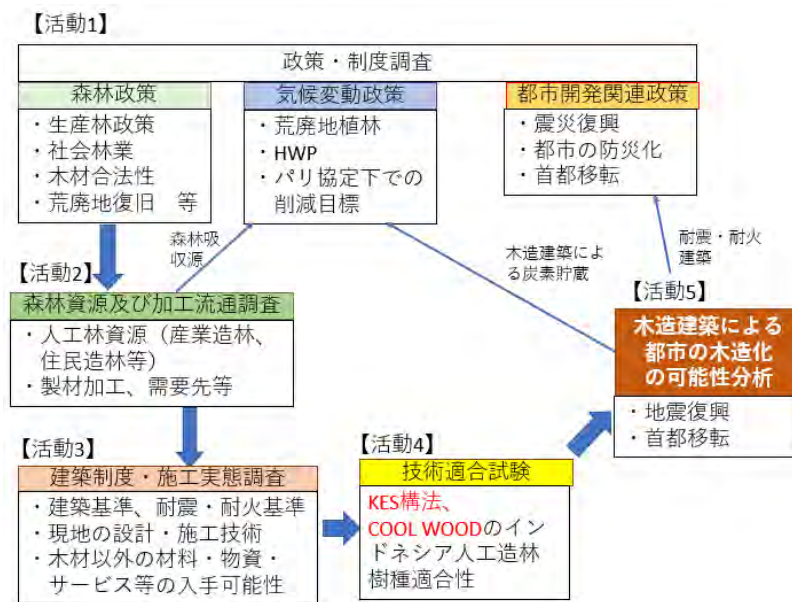


図 IV-9 活動フローイメージ

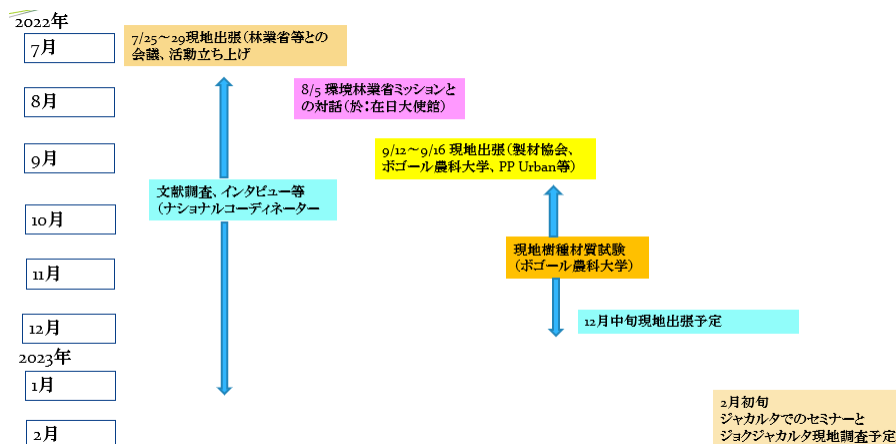


図 IV-10 工程計画



### 1) 活動1. 政策・制度調査

文献調査等により、下記の調査を行った。

- ・森林政策や社会林業推進政策・制度
- ・気候変動対策のうち森林及びHWPに関連する事項
- ・耐震建築に関する政策、首都移転計画等

### 2) 活動2. 森林資源及び加工流通調査

文献調査及び現地調査等により、下記の調査を行った。

- ・地域における住民造林による人工林資源の賦存状況（樹種、面積、経営主体）
- ・地域における人工林資源の加工（需要先、製材等の加工産業、価格、流通等）

### 3) 活動3. 建築制度及び施工実態

文献調査及び現地調査等により、下記の調査を行った。

- ・耐震基準、耐火基準等、建築に対する規制・制度、またその実施状況
- ・実際の建築物施工に関する情報

### 4) 活動4. 技術適合調査

インドネシアの人工林樹種のサンプルを入手し、（株）シェルターによる試験とともに、現地のボゴール農科大学に委託して、現地樹種の材質試験を行った。

### 5) 活動5. 木造建築による都市の木造化の可能性分析

上記1)～4)の結果を分析するとともに、インドネシアにおいて関係者によるセミナーを開催し、耐震・耐火木造建築のインドネシアへの導入の可能性について議論を行った。

## 7. 活動結果

表 IV-8 活動結果概要

| 活動                  | 主要実施内容・結果                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1<br>制度<br>・<br>政策  | <p>文献調査及び聞き取りを実施し、次の結果を得た。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・木材資源は天然林資源から人工林資源に移行しており、住民造林による人工林資源の活用が課題となっている。</li> <li>・耐震・耐火木造建築の推進は、インドネシアの気候変動政策、森林政策、建築政策と親和性が高い。</li> <li>・インドネシアの新首都は“Forest City”として整備され、本ナレッジ活用モデルと親和性が高い。</li> </ul>    |
| 2<br>資源<br>流通<br>加工 | <p>ジョクジャカルタ周辺を中心に、住民造林及び木材加工業について現地調査した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ジョクジャカルタ近郊では、チーク、マホガニー、センゴンの住民造林による資源が充実しつつあった。</li> <li>・ジョクジャカルタ周辺では、製材工場や中規模の合板工場等があり、またジャカルタ周辺には、集成加工が可能な複合工場があるなど、木材加工の十分なインフラがあることが分かった。</li> </ul>               |
| 3<br>建築<br>制度<br>施工 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・インドネシアにおいて耐火基準や耐震基準は整備されているが、実際に施工されている一般建築では、依然として耐震基準を満たしていないものが多い。</li> <li>・研究・開発としては、木造を含む耐震住宅のプロトタイプは既に開発されている。しかし、木造については、住民の間に木造住宅は貧しい人のものであるとのマインドセットが強いとのことであり、この点について今後変化を促していくことが必要であると考えられる。</li> </ul> |
| 4<br>技術<br>適合       | <p>材質試験の結果、センゴンについてはスギよりもやや軽軟である以外は、スギと同等かそれよりも高い強度を示していた。強度試験について今後サンプル数を増やして行い、設計に反映することで、構造用部材として使用可能と考えられた。</p>                                                                                                                                          |
| 5<br>可能性            | <p>上記の点から、インドネシアにおける日本の耐震・耐火木造建築技術の導入可能性は高いと考えられた。コストの点では、本ナレッジは現地の木材やその他の現地リソースを用いることから優位性はあると考えられるが、さらなる分析が必要である。また、シロアリ等の耐久性の課題については、今後現地の大学等と連携しながら、対策を検討することが必要と考えられる。</p>                                                                              |

## 1) 活動1．制度・政策調査

インドネシアの森林・林業や建築に関する制度・政策を文献調査や聞き取りにより行った。

### ア．インドネシアの森林・林業政策

インドネシアの森林面積については、法律で森林区域と定められた面積と、実態上森林である面積の2種類の観点で見る必要がある。

法律で定められた森林区域面積は、約126百万haであり、国土面積192百万haの66%を占める。森林区域は、国立公園などの保全林、水源涵養機能の発揮等のために伐採が禁じられている保護林、天然林択伐や人工林施業等の生産目的のための生産林に分けられており（図IV-11）、環境林業省の管轄となっている。

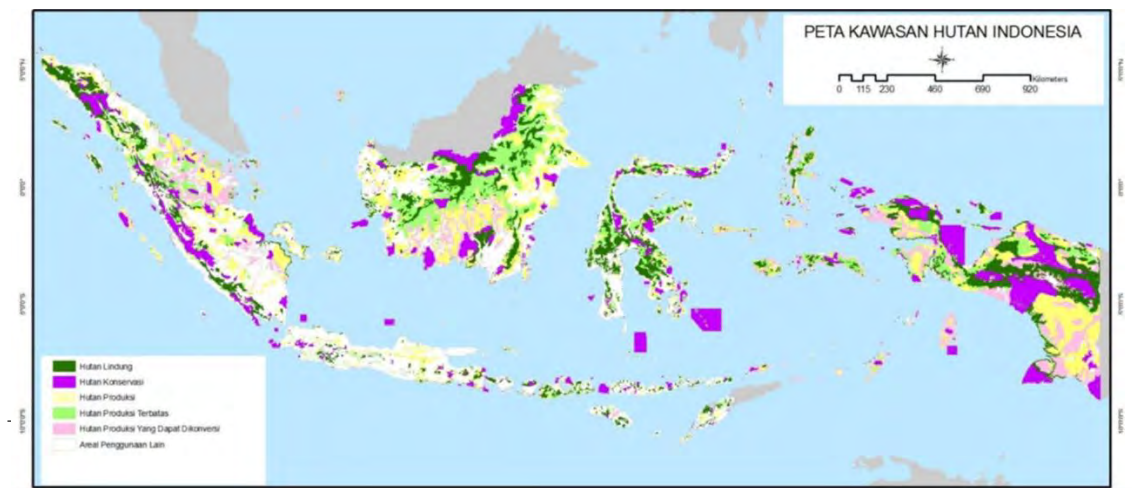


図 IV-11 インドネシアの森林区域（紫：保全林、濃い緑：保護林、黄色：生産林、薄緑：制限生産林、ピンク：転用可能生産林、 白：森林区域外）

このうち、保全林の目的は、生物多様性など自然環境や生態系の保全を主たる目的としているが、保護林、生産林においては、環境・社会・経済のそれぞれの面に関わる複合的な方針により森林管理が行われている。

つまり、森林をランドスケープ全体の中の生態系として位置づけ、住民に対する社会林業の許可、企業に対するコンセッションの許可を通して、生態系としての森林を適切に維持しつつ、住民の生計向上や福祉に貢献するとともに、経済的には多角的な産業の育成を図っていくというコンセプトとなっている（図IV-12）。

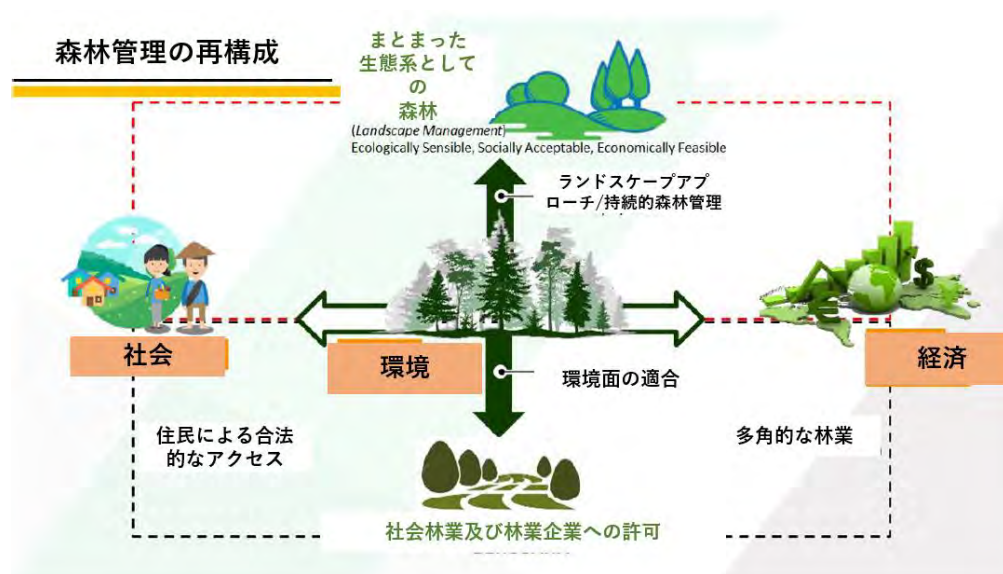


図 IV-12 保護林、生産林における森林管理のコンセプト

(セミナーにおける環境林業省持続的森林管理総局長プレゼン)

生産林においては、木材生産活動のため企業に対し長期のコンセッションが発給されている。コンセッションには大きく分けて2種類があり、1つは天然林の択伐コンセッションであるIUPHHK-HA、もう一つは、人工造林（産業造林）のコンセッションIUPHHK-HTIである。両者の許可面積は、2020年現在で、天然林コンセッションが18.7百万ha、人工造林コンセッションが11.1百万haとなっている（表IV-9）。

表 IV-9 インドネシアにおける林業コンセッション許可面積（単位：千ha）

| コンセッション区分                | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 天然林コンセッション (IUPHHK-HA)   | 19,301 | 18,809 | 18,516 | 18,668 | 18,777 |
| 人工造林コンセッション (IUPHHK-HTI) | 10,843 | 11,179 | 11,439 | 11,258 | 11,141 |

また、インドネシアの林産物生産量を品目別にみると、木材チップが圧倒的に多く（表IV-10）、これらは、アカシアなどの産業造林（写真8）コンセッションから生み出されていると考えられることから、天然林資源から、人工林資源へのシフトが裏付けられる。

表 IV-10 インドネシアにおける林産物生産量（単位：千m³）

|        | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 製材     | 1,873  | 1,912  | 2,079  | 2,529  | 2,581  |
| 単板     | 829    | 908    | 1,180  | 1,298  | 1,351  |
| 合板・LVL | 3,684  | 3,761  | 4,214  | 4,158  | 3,863  |
| 木材チップ  | 26,102 | 31,026 | 31,369 | 31,284 | 38,043 |



写真 8 アカシアの産業造林

一方、住民と森林との関係を見ると、森林区域は国有となっているが、森林区域の中には従来から暮らしてきた住民や移住してきた住民が居住したり農地を開いたりする実態が多く見られ、これらが違法な活動であるとして、従来から住民との様々なコンフリクトの要因となってきた。

このようなことから、インドネシア政府は、森林区域内で住民が合法的に植林や林産物の取得といった活動を行えるための許可制度を整備してきた。具体的には、保護林や生産林内においてコミュニティが森林回復と非木質系林産物の利用が可能なコミュニティ森林（Hutan Kemasyarakatan）、生産林内で、地域コミュニティや住民グループが植林と木材生産を行うことができる住民造林（Hutan Tanaman Rakyat）や、保護林または生産林内で村落の福祉のための森林管理を行う村落林（Hutan Desa）である（山内、林業経済 2015）（表 IV-11）。また、森林区域外の私有地でコミュニティや住民グループが植林や森林管理を行う私有地住民森林（Hutan Rakyat）も存在する。

表 IV-11 インドネシアでの社会林業の許可面積及び件数

| 制度                               | 面積 (ha)   | 許可数   |
|----------------------------------|-----------|-------|
| 村落林 (Hutan Desa)                 | 1,656,161 | 977   |
| コミュニティ森林 (Hutan Kemasyarakatan)  | 792,398   | 1,766 |
| 住民造林 (Hutan Tanaman Rakyat)      | 353,861   | 2,952 |
| 林業パートナーシップ (Kemitraan Kehutanan) | 467,879   | 1,028 |
| 慣習林 (Hutan Adat)                 | 1,147,657 | 75    |
| 計                                | 4,417,938 | 6,798 |

#### <森林と気候変動政策>

インドネシアでは前述したように、オイルパーム農園の拡大等による森林の減少・劣化が進んでおり、森林減少・劣化による排出は、インドネシアの排出量の相当部分を占めている（2019年のインドネシアの全排出量のうち、森林火災を含む森林・土地利用分野の排出が50%を占める<インドネシアのNDC>）。このようなことから、同国政府は、REDD+（Reducing Emission from Deforestation and Forest Degradation plus）の導入を積極的に進めてきた。

気候変動枠組み条約のパリ協定の下で、各締約国はそれぞれの排出削減計画（NDC: Nationally Determined Contribution）を示すことが求められている。2022年に提出されたインドネシアの改定NDCにおいては、2030年までに2百万haの泥炭地の復旧、12百万haの荒廃地の復旧を目指すとともに、パリ協定第5条に基づくREDD+に取り組むこととしている。なお、伐採木材（HWP）、つまり林産物による炭素蓄積については、現時点ではNDCに含めていない。

また、2022年に、インドネシア政府は「FOLU NET SINK2030」と題し、森林・土地利用分野からの排出を2030年までにゼロにする計画を発表している。そのための対策として下記を挙げている。

- ① 天然林の減少・劣化の防止
- ② コンセッションにおける天然林劣化の防止
- ③ 人工林の推進
- ④ 持続的森林管理
- ⑤ 炭素蓄積の増加
- ⑥ 泥炭地管理
- ⑦ 天然林の保全

また、人工林の拡大ポテンシャルとして、生産性の高くない土地への産業造林の対象地を1.8百万ha、社会林業（住民造林制度HTR）の候補地の対象地を0.7百万haとしている。このように、インドネシアにおいて天然林資源から人工林資源へのシフトは明瞭になっている。

## イ. インドネシアの建築政策

インドネシアの建築のための法的基盤としては、2022年法律28号建築法がある。また、建築基準（Building Code）としては、2021年政令16号がある。また、公共事業省令により、関連する技術基準が規定されている。

また、耐震基準は、インドネシア国家規格（SNI）で規定されている。

インドネシアの建築を管轄する省として公共事業・住宅省があるが、インドネシアでは公共事業・住宅省により、特に低所得者向けの住宅供給を国策として進めてきており、この中で、木造住宅のデザインについても検討が行われてきている。

### <首都移転>

インドネシアは、首都を現在のジャカルタから東カリマンタンのバリクパパン周辺に移転することを決定している（2022年1月国会決定）。この背景としては、ジャカルタの人口過密による交通渋滞など都市問題があることと、地盤沈下や地球温暖化による海面上昇によりジャカルタ水没の危険があることとされている。



新首都の名称は、インドネシアの国土（島嶼）を表す言葉であるヌサンタラ（Nusantara）とし、2024 年から首都移転をスタートすることとしている。

インドネシア政府は、この新首都を“Forest City”とする方針を打ち出しており、その内容としては森林をベースにしたゼロエミッションのスマートシティであるとしている。

## 2) 活動 2. 森林資源及び加工流通調査

インドネシアの森林資源の全体状況は前節で示したところであるが、本節では、インドネシアの中でも住民による人工造林資源が充実しているといわれる中部ジャワ州のジョクジャカルタ特別州周辺で調査を行った。

また、加工流通調査については、ジャカルタ及びジョクジャカルタ周辺で、木材加工工場の調査を行った。

### ア. ジョクジャカルタにおける住民造林の状況

#### i) 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林業局長のクンチョロ氏、森林管理ユニット長のワワン氏ほかと面談を行った（写真 9）。

ジョクジャカルタ特別州は、森林区域（国有林）の森林管理ユニット（KPH）は単一であり、その面積は 15,500ha である。うち、13,400ha が生産林となっている。生産林には、カユプティ（メラルーカ、*Melaleuca cajuputi*）、マホガニー（*Swietenia macrophylla*）、アカシアなどである。

また、森林区域外に、住民森林（Hutan Rakyat）が、75,000ha 存在する。これらは私有地に住民により植林された森林である。主な植栽樹種としてはチーク（*Tectona grandis*）、センゴン（ファルカタ、*Albizia falcataria*）、マホガニーである。ゴム林は同特別州にはない。これらの住民森林はおおむね 20 年生で伐採が始められる。



写真 9 ジョクジャカルタ特別州林業局との面談

#### ii) ジョクジャカルタ周辺の住民森林

さらに、ジョクジャカルタ周辺の住民森林（Hutan Rakyat）のチーク植林箇所を視察した（写真 10、写真 11）。この植林地は、面積 300ha あり、住民の所有地に植栽されている。植栽している住民グループのメンバー数は 300 名である。

もともとは、アランアランの草地であった土地に植林したとのことであり、天然林伐採を

伴う拡大造林による植林ではない。特に伐期は決めておらず、お金が必要な時に伐採するということであった。また、チークは萌芽更新が可能であり、萌芽により2〜3ローテーションの更新が可能とのことであった。

また、メンバーは町での雇用による収入減があり、植栽から伐採までの期間の収入はある程度確保されており、人工林経営が可能になっている状況が伺えた。



写真 10 ジョクジャカルタの住民によるチーク造林



写真 11 住民グループの代表者（向かって左から2人目と3人目）

## イ. インドネシアにおける木材加工業の状況

インドネシアにおける木材加工業の状況を、インドネシア製材木工業協会（Indonesia Sawmill and Wood working Association: ISWA）への聞き取り、ジャカルタ周辺及びジョクジャカルタ周辺の木材加工工場への訪問を通じて調査した。

### i) インドネシア製材木工業協会（ISWA）

ISWA の加盟工場数は、2002 年に 1,225 工場、2008 年に 870 工場、2021 年には 807 工場と減少傾向にある。製材工程のみの小規模な工場が多いが、一部工場は、製材だけでなく、集成加工等の高次加工が可能な複合工場がある。ISWA の加盟工場以外にも、未加盟、未登録の小規模製材工場が地域に多数存在するが、実数は把握困難である。

同協会のメンバーの業態は、製材、ドア、フローリング、住宅用のラミネーティングボード・フィンガージョイントボード、合板やブロックボード、ベアコアボード等の生産が多い。これらの製品の用途は、主として住宅内装や家具用の用途である（写真 12）。

人工林の使用樹種としては、ゴム材（*Hevea brasiliensis*）、センゴン（*Albizia falcataria*）、マホガニー（*Swietenia macrophylla*）が主である。人工林材のマーケットは、主としてアジ

ア向け（中国、ベトナム、台湾、日本）の輸出である。

天然林樹種もヨーロッパ、オーストラリア、米国等向けに、メルバウ（*Intsia* spp.）、バンキライ（*Shorea* spp.）、クルイン（*Dipterocarpus* spp.）、レッドメランティ（*Shorea* spp.）等が利用されているが減少傾向にある。天然林材に依存する製材工場は閉鎖されつつあり、社会林業による人工林材への依存が高まっている。

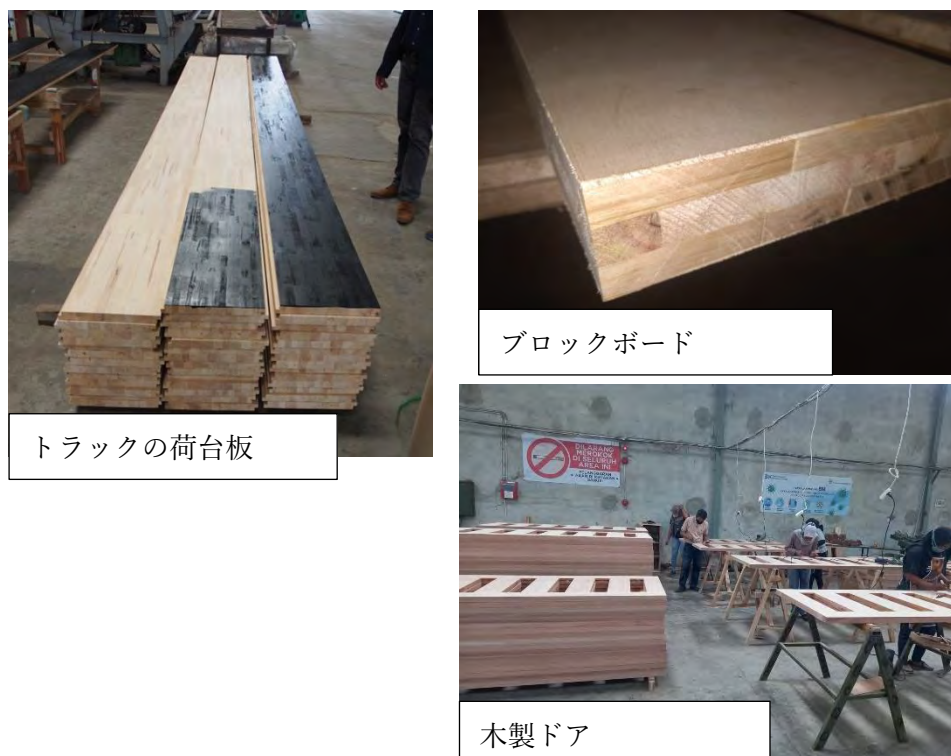


写真 12 インドネシア人工林材から生産される製品

## ii) ジャカルタ近郊のタンゲランにある複合工場

複合工場の一例として、ジャカルタ近郊のタンゲランにある工場を訪問した。本工場は製材工場として、相当大規模であり、使用樹種としては、ゴム材、センゴン、マホガニーを利用していた（写真 13）。

入荷素材は、長さ 1.3m のものが多く、長材は見られなかった。また、曲がり材も多く、径級もばらばらであった。これらの原木は、比較的小型の帯鋸盤で、板に製材され、栈済みで乾燥される。また、工場内には人工乾燥の装置、防腐剤等の浸透のための装置があり、フィンガージョイントによる縦接着、集成加工も可能な工場であった。





原木（長さ 1.3m）ーゴム  
径級バラツキ、曲がりあり



製材（帯鋸盤）



防腐・防蟻処理



製材（ゴム）



製材（マホガニー）



集成加工



最終製品

写真 13 ジャカルタ近郊の複合工場

## ii) ジョクジャカルタ近郊のランチボックス加工工場

本工場は、2003 年から操業しているランチボックス工場である（写真 14）。従業員数は、90 名である。使用原木の樹種はセンゴンのみであり、住民植林地からの原木を買い入れている。

丸太からロータリーレースで単板加工し（単板サイズは 65×25cm）、乾燥を経てランチボックスに組み立てられる。一日原木 8～10m<sup>3</sup>を消費し、26,000 個のランチボックスを製造している。原木価格は m<sup>3</sup> 当たり 1 万 1 千円～1 万 2 千円である（1 円=100Rp として換算）。

販売先は台湾の一家のみである。インドネシアの合法性証明（SVLK）を取得しており、そのマークを付して出荷している。



原木（センゴン）



単板加工



単板裁断



単板乾燥



ランチボックス組立



箱詰め・発送（合法性証明 SVLK）

写真 14 ジョクジャカルタのランチボックス工場



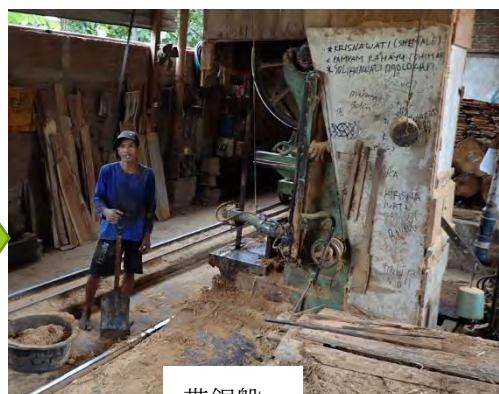
### iii) ジョクジャカルタ近郊の小規模製材工場

本工場は、チークを製材する小規模な工場で、年間生産量は約 2,000m<sup>3</sup>である（写真 15）。原木は住民造林によるチークのみであり、入荷素材の丸太の長さは1～3m であらばらである。素材価格（工場着）は、直径 20～30cm で日本円にすると 3 万円程度である。

入荷した丸太は、帯鋸盤一台で、挽き板を製造し、末木枝条を燃料とする人工乾燥釜で乾燥して出荷している。用途は家具用材ということである。本工場もインドネシア政府の合法性証明（SVLK）を取得している。



原木（チーク）



帯鋸盤



帯鋸目立て機



挽き板（乾燥前）



人工乾燥燃料（末木枝条）



人工乾燥

写真 15 ジョクジャカルタの小規模製材工場



## iv) ジョクジャカルタの合板・ブロックボード工場

本工場では、合板及びブロックボードを生産している（写真 16）。原木は住民造林によるセンゴン及びジャボンであり、うち90%がセンゴンである。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んでいる。8m<sup>3</sup> 積トラックで一日あたり40～50台、300～400m<sup>3</sup>の入荷がある。入荷素材の長さは1.3mまたは2.6mである。丸太価格は、径級等にもよるが、m<sup>3</sup>当たり1万2千～1万4千円である。

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/m<sup>3</sup>とのことである。入荷した素材は、樹種、長さ、等級別に桤積みされる（径級によっては分別しない）。

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が、ISWAのメンバーは中小規模の会社であることから、インドネシアの合板工場としては、中規模ではないかと考えられる。単板切削後の剥き芯は、ブロックボードの芯材として用いられ、材の効率的利用が図られている。長さ2.5mまでならLVLも生産可能とのことであった。

雇用労働者は1,600名であり、7時間交代の3シフトで操業しており、地元雇用に貢献していることが伺える。

本工場についても、インドネシアの合法性証明（SVLK）を取得していた。



原木入荷



桤積み（樹種、長さ、等級）



剥き芯（ブロックボード芯材として利用）



単板加工（ロータリーレース）

次ページへ

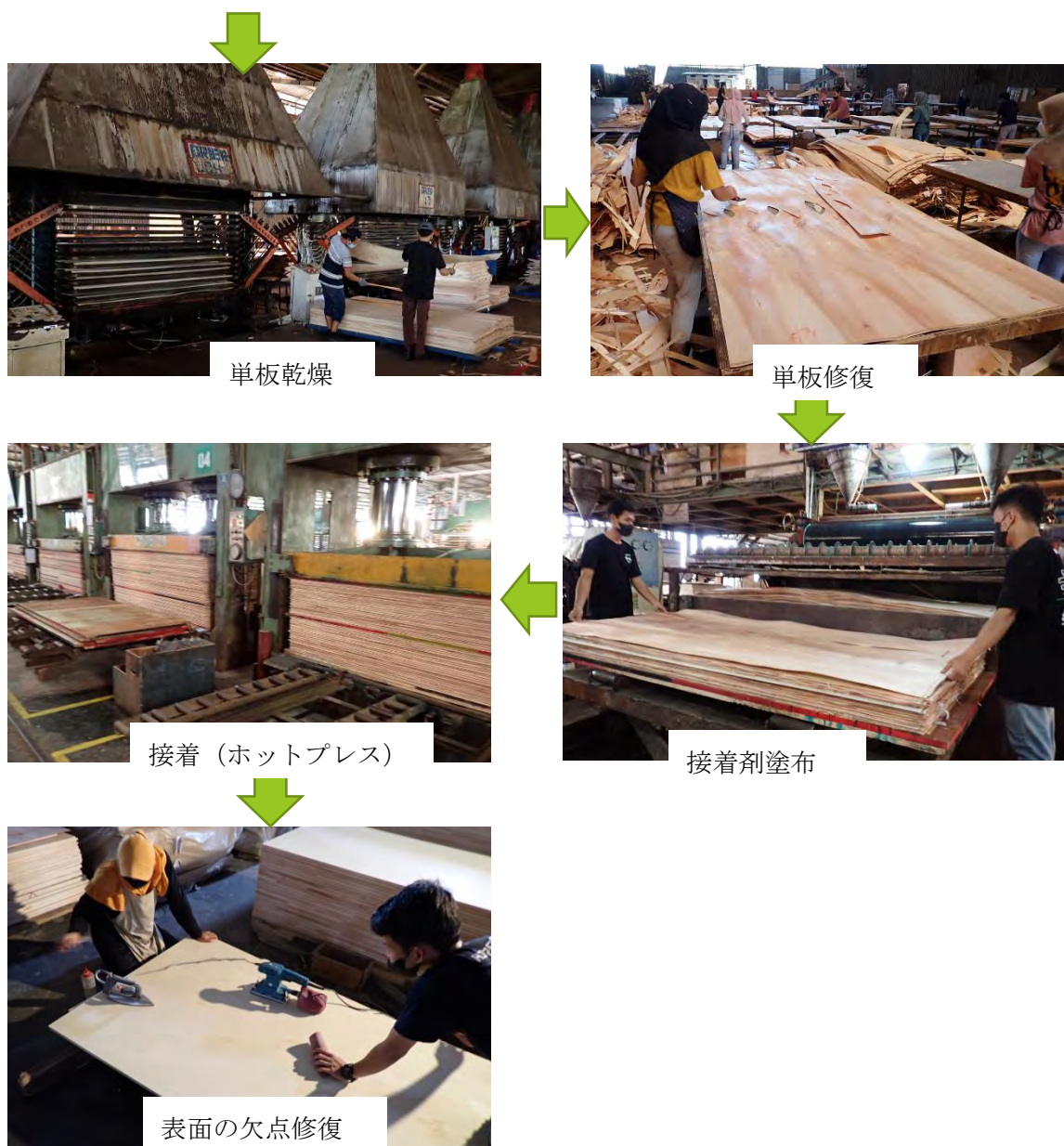


写真 16 ジョクジャカルタの合板工場

#### v) 森林資源・流通加工調査まとめ

インドネシア全体として、天然林資源から人工林資源へ移行しつつあることが裏付けられた。ジョクジャカルタ周辺の調査から、チーク、マホガニー、センゴン等の住民造林による森林資源は充実してきており、持続可能な森林管理を通じた木材の供給が可能であることが伺えた。

また、これらの人工林資源をベースとした木材産業の基盤も存在し、比較的小規模の製材のほか、LVL 製造も可能な中規模な合板工場が存在していた。

なお、今回、調査することはできなかったが、インドネシアの全国レベルでみると、LVL、グルーラム、CLT といったエンジニアードウッドの製造企業も出てきていることも判明している。

### 3) 活動3. 建築制度及び施工実態調査

インドネシアの建築制度及び施工実態について、文献調査、聞き取り、現地調査を行ったところ結果は次のとおりである。

#### ア. インドネシアの建築に関する基準

インドネシアの建築に関する基準としては次のようなものがある。

##### i) 建設工事の管理に関する規程

政令 No.29/2000 により、次のような事柄が規定されている。

- ・ 建設工事の設計・施工・監督の実施者の決定は、一般競争入札、指名競争入札又は随意契約により実施。
- ・ 一般競争入札の際の落札者の決定は、品質、価格、品質及び価格の複合により決定。
- ・ 指名競争入札は、ハイリスク又は複雑な技術が使用される場合に採用。
- ・ 随意契約は緊急の場合等に適用。
- ・ 外国の企業は、JV または直接投資により参画可能。

##### ii) 建築物建設に関する一般規程

政令 No.29/2000 により、次のような事項が規定されている。

- ・ いかなる建築も、耐荷重、火災、被雷、電気のリスクに関して、安全規則に従わなければならない。
- ・ 防火対策は、火災管理に加え、受動的及び能動的防護システムからなる。
  - > 受動的防護システム： 建築物の構造、水源へのアクセス、脱出用設備、
  - > 能動的防護システム： 消火システム、火災検知システム、煙の制御システム

##### iii) 建築物の防火に関する規程

建築物の防火に関しては、公共事業省令 No.26/2008 「建築物の防火システムに関する技術的要件」において、次のような事項が規定されている。

- ・ 消火の際の水源へのアクセス
- ・ 避難設備
- ・ 受動的防火システム
  - > 建築物の技術的要求事項
  - > 防火建築の基準
  - > 防火ドアと窓
  - > 内装カバー材料
  - > 火災の閉じ込め
- ・ 能動的防火システム（火災検知、スプリンクラー等）

- ・建築物付帯設備
- ・防火管理システム
- ・管理・監督

#### iv) 建築物の耐震基準

インドネシアの耐震基準は、インドネシア国家規格で定められており、具体的には、SNI1726「建築物および非建築物の耐震計画手順」である。本規格は順次改訂されており、最新版は2019年版で、2012年版からの改定となった。

本規格の章立ては下記のとおりとなっている。

- 第1章 スコープ
- 第2章 準拠文献
- 第3章 用語、定義、表記
- 第4章 一般規定
- 第5章 耐震設計のためのサイト分類手順
- 第6章 地震地域と応答スペクトル
- 第7章 建築構造物の耐震設計要件
- 第8章 耐力壁または単純な建築フレームシステムのための簡略化された構造設計基準
- 第9章 非構造部材の耐震設計要件
- 第10章 非建築物の耐震設計要件
- 第11章 非線形応答時系列解析
- 第12章 免震構造を持つ構造物
- 第13章 制振装置を有する構造物の耐震設計要件
- 第14章 耐震建築設計のための地盤・構造物相互作用
- 第15章 地震動マップとリスク係数

本規格の準拠文書としては、“ASCE/SEI 7-16, *Minimum design loads and associated criteria for buildings and other structures*”、“FEMA P-1050-2015, *NEHRP Recommended Seismic Provisions for New Buildings and Other Structures*”、“IBC 2018, *International Building Code*”が挙げられており、これらは、いずれも米国の耐震基準を構成する文書であることから、インドネシアの耐震規格は、米国の基準をモデルにしているものと考えられる。

#### イ. JICA 及び JETRO インドネシア事務所での聞き取り

JICA 及び JETRO インドネシア事務所の訪問・面談からは次のような情報が得られた。

- ・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。

## ウ. 国立ガジャマダ大学の訪問

### <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 の研究がある。
- ・国営林業会社による貧困層のための木造ミニマルハウスのデザインがある（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。シロアリについては、種類により、地際の多湿条件下で繁殖するものと、上部の比較的乾燥した条件下でも繁殖するものがあり、建築物全体としての処理が必要である。

### <工学部 Dr. Ali ほか>

- ・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）。

## エ. PP アーバンへの働きかけ

PP アーバンはインドネシアの国有会社で、各種建設・都市開発事業のほか市民向け住宅建設を行っている。PP アーバンからの聞き取りでは、インドネシアでは、コンクリート造が好まれる状況があり、また、コストも重要であるとのことであった。

同社では、市民向け住宅建設計画があり、面談当時 5 社ぐらいからの提案があることであ



った。同社のプロトタイプ（図 IV-13）に基づき、提案書（デザインとコストを含む）を提出されれば検討するとのことであった。

本プロトタイプに対し、（株）シェルターから下の図 IV-14 に示す木造住宅提案を行った。

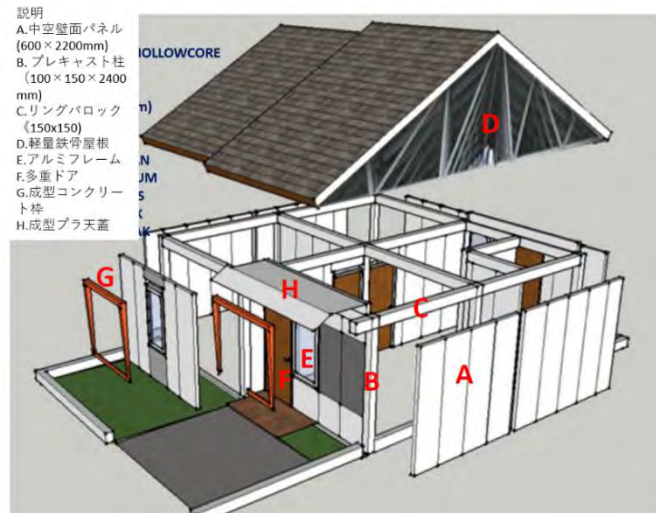


図 IV-13 PP アーバンの市民向け住宅プロトタイプ

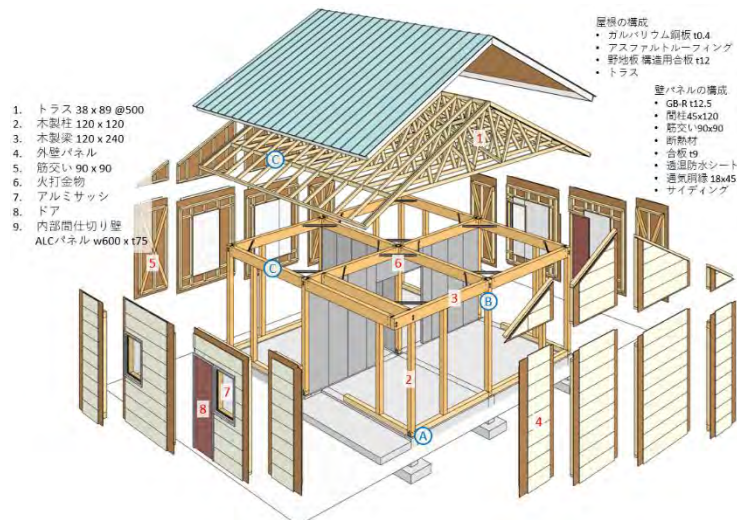


図 IV-14 （株）シェルターによる木造住宅の提案

#### オ. 建築材料の入手可能性

COOL WOOD の必要部材である石膏ボードについては、ジョクジャカルタの調査において、現地で入手可能であることを確認した（写真 17）。



写真 17 ジョクジャカルタ周辺の建材店で販売されている石膏ボード

### カ. インドネシアにおける RC 造住宅等の建築と木造住宅の例

インドネシアにおける RC 造住宅や木造住宅等の例を、西ヌサトゥンガラ州のスンバワ島の事例でしめす。

RC 造の例としては、簡易な RC 造の柱・梁にレンガ壁を組み合わせた家屋がみられる。このような住宅は、2006 年の中部ジャワ地震でも多くが倒壊の被害を受けたことが報告されている。また、比較的大きな RC 造の建築物でも、建築途中を見ると、鉄筋の太さや数は日本の RC 造に比べ、細くまた少ない印象を受ける（写真 18）。

一方、一部地域には、木造住宅が一般にみられるところもあった（写真 19）。これらの木造住宅は、新築と思われるものもあったが、筋交いや屋根のトラス構造が見られ、一定の耐震性を有するのではないかと思われ、耐震性に関して木造住宅の優位性を示唆するものと考えられた。



簡易な RC 構造の柱とレンガ壁の家



建設中の RC 造の建築

写真 18 RC 造の住宅・建築（西ヌサトゥンガラ州）



写真 19 伝統的な木造建築（西ヌサトゥンガラ州）



#### 4) 活動4. 技術適合調査

##### ア. ボゴール農科大学による材質試験

インドネシアの人工林樹種のうち6樹種の材質試験をボゴール農科大学（IPB）に委託して実施した。

試験した木材は、ジャボン（*Antocephalus cadamba*）、マホガニー（*Swietenia macrophylla*）、ゴム（*Hevea brasiliensis*）、アカシア・マンギウム（*Acacia mangium*）、センゴン（*Albizia falcataria*）、メリナ（*Gmelina arborea*）の6樹種である。ボゴールのIPB 近くの製材所から各樹種3本ずつ購入し、選定した（写真20）。すべての樹種はボゴール近郊の住民植林地から伐採されたものである。丸太は、伐倒木の地際から200cm以下の部分を切り出し、製材所で帯断され、6cm×12cm×200cmの大きさの板を製材した。これらの板をIPBの実験室に搬入し、気乾状態まで乾燥した（写真21）。これらの気乾状態の板から無欠点の試験片（3cm×3cm×60cm）を用意した。強度試験及び密度試験用のサンプルとして、これらの無欠点の試験片を無作為に選択した。

サンプル用の各樹木から、強度試験用に5個の試験片、密度試験用に7個の試験片を使用した。強度試験（曲げ強度試験（MOR）、曲げヤング係数（MOE）、繊維方向に平行な引張強度、繊維方向に平行な圧縮強度、繊維方向に平行なせん断強度）を、JIS Z 2101-2118規格に従って、Chun-Yen 万能試験機で試験した。



写真 20 試験に使用した樹種



写真 21 乾燥中の板材

試験項目は次の通りである。

i) 気乾密度

乾燥後、含水率 10～15%程度に調製した試験片を直ちに 0.01g の精度で秤量し、試験片の断面の辺と繊維方向の長さを 0.1mm 単位で測定し、試験片の体積を計算した。試験片の密度は、次式に従って計算した。

$$\rho_o = \frac{W_o}{L_o B_o H_o} = \frac{W_o}{V_o}$$

ここで、

$W_o$  = 気乾密度状態での試料の重量(g)

$L_o$  = 気乾状態での試験片の長さ (単位: cm)。

$B_o$  = 気乾状態での試料の幅(cm)

$H_o$  = 気乾状態での試験片の高さ (単位: cm)。

$V_o$  = 気乾状態での試料の体積(cm<sup>3</sup>)

ii) 曲げ強度 (MOR)・曲げヤング係数 (MOE) 試験

静的曲げ試験は、3点曲げ方式で実施した(写真 22)。試験片の支持点間の距離は 280mm である。試験中、5mm/min の一定の荷重速度が適用された。

試験片に接触するローディングヘッドの外縁は半径 30mm であった。試験片は、曲げ動作に自由に追従できるように両端を支持した。長さ方向の中間点における試験片のたわみを、外側の荷重点を基準にして測定した。曲げ弾性率 (MOE) および曲げ強度 (MOR) は、次式に従って計算した。

$$MOR = \frac{3}{2} \frac{FL}{WT^2} \qquad MOE = \frac{L^3}{4WT^3} \frac{\Delta F}{\Delta \ell}$$

ここで、

$F$  = 最大荷重 (kg)

$L$  = スパン (cm)

$W$  = 幅 (cm)

$T$  = 深さ、単位は cm

$\Delta F/\Delta l$  = 変形の増分に対する荷重の増分 (kg/cm)

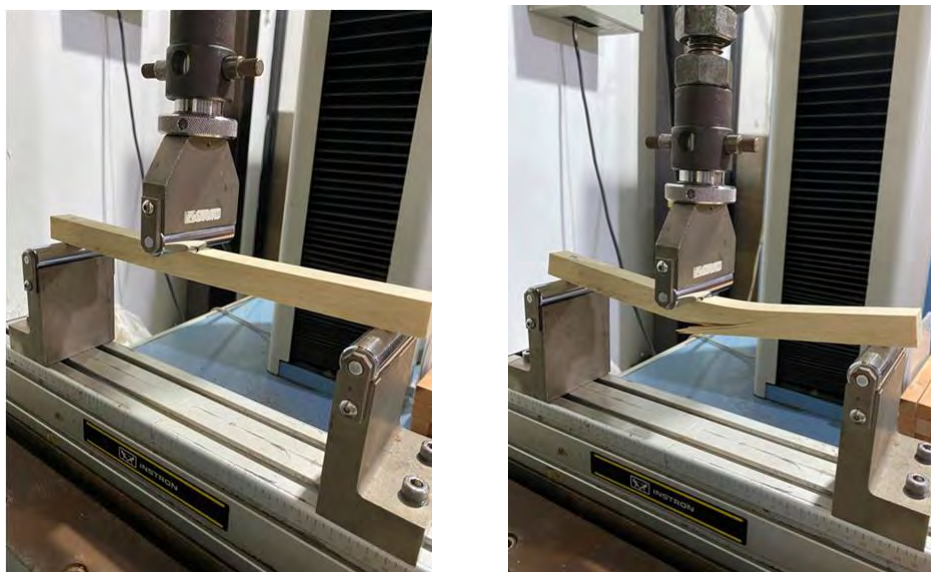


写真 22 ジャボンの曲げ試験の状況

## iii) 繊維方向に平行の圧縮試験

圧縮試験用の試験片の寸法は、20mm×20mm×60mm であり、荷重を木目に平行に付加した。結果の正確性を確保するため、長方形の試験片の両端を平滑にし、荷重方向に垂直なようにセッティングした。試験中、上部と下部の圧縮板を平行に保つようにした。試験中、荷重の付加速度は 0.50mm/min で一定に保つようにした。圧縮強度は、次式に従って計算した。

$$\text{圧縮強度} = F/A$$

ここで

$F$  = 最大荷重 (kg)

$A$  = 断面積 (cm<sup>2</sup>)

## iv) 繊維方向に平行なせん断試験

試験は、せん断破壊面が繊維方向と平行になるように行った。試験中の荷重速度は 0.64mm/min と一定であった。試験片は一辺が 30mm の立方体である。最大荷重時のせん断応力は、以下の式により算出した。

$$\text{せん断強度} = F/A$$

ここで

$F$  = 最大荷重 (kg)

$A$  = 断面積 (cm<sup>2</sup>)



## v) 繊維方向と平行な引張試験

試験片の最小断面での実寸を測定したのちに、引張破壊が最小断面で起こるように、繊維方向に平行な引張力を付加した。試験片の両端をグリップで保持した（写真）。荷重は、試験片が荷重開始から 1.5～2 分で破断するように、一定の荷重速度で試験片に加えられた。最大荷重時の引張応力は、以下の式で算出した。

$$\text{引張強度} = F/A$$

ここで、

$F$  = 最大荷重 (kg)

$A$  = 断面積 (cm<sup>2</sup>)



写真 23 マホガニーの繊維方向に平行な引張試験

表 IV-12 に、試験結果を示す。数値はそれぞれの試験木の平均値である。

表 IV-12 インドネシアの人工林樹種の材質の試験結果

| 樹種         |        | 曲げヤング係数            | 曲げ強度   | 繊維方向に平行な圧縮強度 | 繊維方向に平行なせん断強度 | 繊維方向に平行な引張強度 | 気乾密度              |
|------------|--------|--------------------|--------|--------------|---------------|--------------|-------------------|
|            |        | kg/cm <sup>2</sup> |        |              |               |              | g/cm <sup>3</sup> |
| ジャボン       | tree 1 | 68830.39           | 632.93 | 269.75       | 74.85         | 595.45       | 0.45              |
|            | tree 2 | 59434.53           | 535.57 | 239.64       | 84.06         | 618.47       | 0.44              |
|            | tree 3 | 59434.53           | 550.02 | 277.74       | 81.91         | 622.30       | 0.43              |
| マホガニー      | tree 1 | 52810.12           | 680.34 | 267.75       | 140.69        | 610.87       | 0.65              |
|            | tree 2 | 55474.96           | 614.28 | 296.18       | 121.38        | 716.74       | 0.61              |
|            | tree 3 | 64081.98           | 615.73 | 296.52       | 119.58        | 829.92       | 0.56              |
| メリア        | tree 1 | 59687.64           | 741.68 | 326.20       | 141.38        | 908.13       | 0.61              |
|            | tree 2 | 54809.94           | 387.85 | 209.65       | 67.75         | 754.85       | 0.56              |
|            | tree 3 | 60162.63           | 486.65 | 247.89       | 88.76         | 658.18       | 0.55              |
| ゴム         | tree 1 | 58140.89           | 675.36 | 287.55       | 108.26        | 734.77       | 0.73              |
|            | tree 2 | 95242.11           | 898.32 | 339.70       | 131.26        | 998.89       | 0.71              |
|            | tree 3 | 95910.28           | 975.33 | 334.06       | 140.13        | 857.54       | 0.76              |
| アカシア・マンギウム | tree 1 | 57986.44           | 538.20 | 232.81       | 88.87         | 963.62       | 0.55              |
|            | tree 2 | 78148.22           | 690.83 | 312.24       | 103.69        | 847.71       | 0.62              |
|            | tree 3 | 78207.14           | 762.86 | 332.12       | 88.96         | 812.75       | 0.71              |
| センゴン       | tree 1 | 52877.55           | 485.51 | 200.27       | 63.24         | 464.39       | 0.34              |
|            | tree 2 | 43848.90           | 381.91 | 197.46       | 57.23         | 437.11       | 0.30              |
|            | tree 3 | 37717.21           | 304.50 | 150.42       | 49.02         | 349.02       | 0.31              |

表 IV-13 にインドネシア人工林材の樹種の材質とスギの材質を比較する。今回の調査では、ばらつきについて十分検証するに至らなかったが、センゴンのみはスギよりもやや軽軟であるものの、それ以外の樹種は比重、強度ともにスギと同等もしくはスギよりも高い値を示していた。

表 IV-13 インドネシア人工林樹種とスギの材質比較

| 樹種    | 曲げヤング係数<br>(1,000kg/cm <sup>2</sup> ) | 曲げ強度<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 縦圧縮強度<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | せん断強度<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 繊維方向引張強度<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 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 |

### イ. 株式会社シェルターによる材質試験

株式会社シェルターにおいて、日本において入手可能なゴムの集成材、インドネシアにおいて入手したセンゴン及びマホガニーのサンプルについて、各種試験を行った。試験項目は下記の通りである。

#### i) 密度測定、含水率試験

- ①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
- ②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
- ③試験方法：
  - >密度：密度は次の式による。

$$\rho = m / V$$

ここに、 $\rho$ ：密度（g/cm<sup>3</sup>）

$m$ ：試験体の質量（g）、

$V$ ：質量測定時の試験体の体積（cm<sup>3</sup>）

>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）

## ii) 曲げ試験

## ①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、試験時の試験片の含水率は12%を標準とする。

## ②試験の方法：図 IV-15 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。

$$\text{曲げヤング係数 (MPa又はN/mm}^2\text{)} = \frac{P (\ell - S) (2 \ell^2 + 2 \ell S - S^2)}{8 \Delta y b h^3}$$

$$\text{曲げ強さ (MPa又はN/mm}^2\text{)} = \frac{3 P b (\ell - S)}{2 b h^2}$$

$\Delta P$  は、比例域における上限荷重と下限荷重との差 (N)

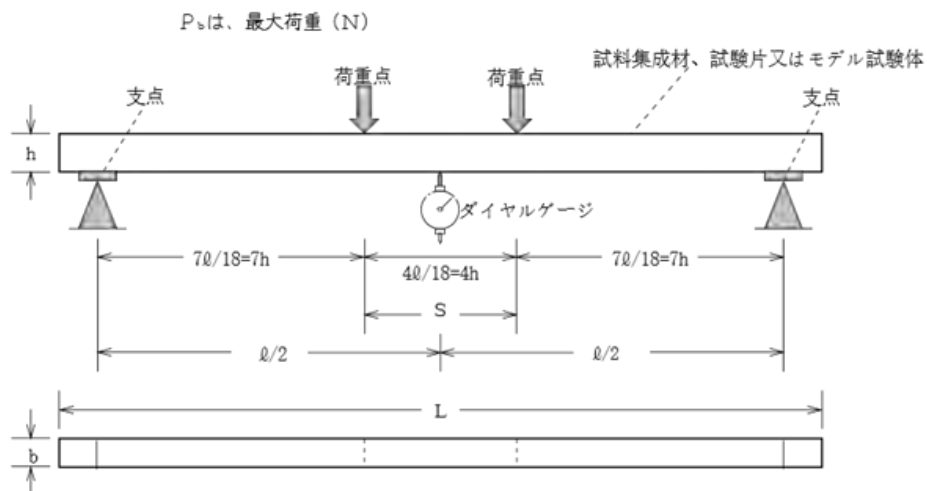
$\Delta y$  は、 $\Delta P$  に対応するスパン中央のたわみ (mm)

$\ell$  は、スパン (mm)

$S$  は、荷重点間の距離 (mm)

$b$  は、試料集成材、試験片又はモデル試験体の幅 (mm)

$h$  は、試料集成材、試験片又はモデル試験体の厚さ (mm)



$L$  : 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高さ  $S$  : 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

図 IV-15 曲げA試験又は化粧ばり構造用集成柱の曲げ試験

### iii) ゴム材の曲げ試験とせん断試験結果

ゴム材の曲げ強度確認のため、日本で入手可能なラバーウッドフリー板より切り出した小試験片 (30mm×40mm) の曲げ試験を行った。試験方法は JAS 規定のフィンガージョイント曲げ試験で、試験体寸法は高さ 30mm×幅 40mm( $b$ )×スパン 660mm であり、使用接着剤はメラミン樹脂接着剤 (現地製造フリー板) であった。

曲げ試験状況を写真 24 に、木破の状況を写真 25 に、曲げ試験結果を表 IV-14 に示す。

表 IV-14 ゴム材の曲げ試験結果

| 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 24 ゴム材の曲げ試験状況

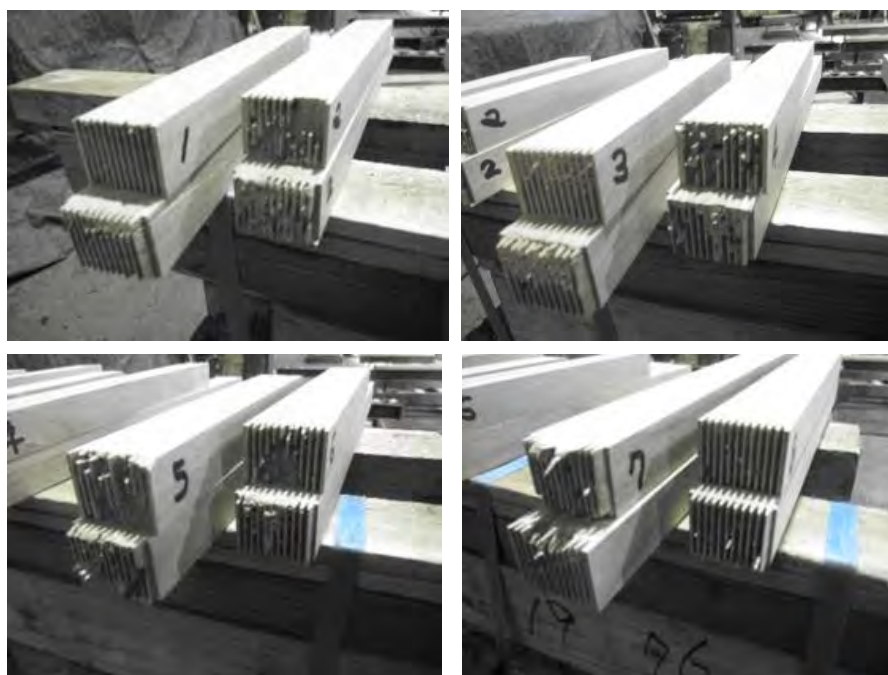


写真 25 ゴム材試験の木破の状況

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。

さらにラバーウッドフリー板のせん断強度確認を行った。使用接着材はレゾルシノール樹脂接着材である。試験体寸法は、高さ 30mm×幅 120mm×スパン 660mm である。

表 IV-15 にせん断試験結果を示す。

表 IV-15 レゾルシノール樹脂接着材で接着したゴム材のせん断試験結果

| 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 |

ゴム材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。

iv) センゴン及びマホガニーの密度、含水率、曲げヤング係数及び曲げ強さ

今回の調査により現地で入手したセンゴン及びマホガニーのサンプルの密度、含水率、曲げヤング係数及び曲げ強さを、山形県工業技術センターに依頼し試験した。その結果を表IV-16 から表 IV-18 表 に示す。

表 IV-16 センゴンの密度及び含水率の試験結果

| 試験片  |   | 密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 含水率<br>(%) |
|------|---|----------------------------|------------|
| 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 IV-17 マホガニーの密度及び含水率の試験結果

| 試験片   |   | 密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 含水率<br>(%) |
|-------|---|----------------------------|------------|
| 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       |

表 IV-18 センゴン及びマホガニーの曲げヤング係数及び曲げ強さ

| 試験片   |   | 厚さ<br>(mm) | 幅<br>(mm) | 見掛けの曲げヤング係数<br>(Gpa) | 曲げ強さ<br>(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            |

試験の結果、曲げヤング係数は、マホガニーでは平均で E85 程度、センゴンは平均で E65 であった。また、曲げ強度はマホガニーでは平均で 90N/mm<sup>2</sup> 程度、センゴンでは平均で 57N/mm<sup>2</sup> 程度であった。

## 5) 活動5. 可能性分析

### ア. インドネシア来日ミッション面談

2022 年 8 月 5 日に、インドネシア環境林業省のインドネシアへの林業分野の投資促進のための来日ミッションとの面談・ディスカッションを行った。

i) 日時 2022 年 8 月 5 日 15:30～16:30

ii) 場所 在日本インドネシア大使館

iii) 参加者

<インドネシア側>

- ・環境林業省持続的森林管理総局長                      アグス・ジュスティアント氏
- ・インドネシア木質パネル協会 (APKINDO) 理事      グナワン・サリム氏
- ・ボゴール農科大学森林学部長                          ナレスウォロ・ヌグロホ教授
- ・インドネシア森林コンセッション協会              ソワルソ氏
- ・ムラワルマン大学森林学部長                          ルディアント・アミルタ教授
- ・ガジャマダ大学森林学部                                  ラティヒ・セプティアナ研究員

<日本側>

- ・(株) シェルター                      安達広幸常務取締役
- ・JIFPRO                                  高原専務理事
- ・JIFPRO                                  山本研究員

## iv) 内容

日本側より、本実証調査の予定と（株）シェルターの技術についてプレゼンテーションを行った。インドネシアミッションより、ローカル樹種を使うアイデアは良いことでありこのような調査を歓迎すること、インドネシアでは木材利用として様々な樹種があること、シロアリ等耐久性の問題については注意する必要があるなどのコメントがあった。

## イ. 国際セミナーの開催

日本のナレッジである（株）シェルターの耐震・耐火木造建築技術をインドネシアにおいて周知するとともに、ナレッジモデル「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」の可能性分析に資するため、インドネシアの関係者とともに国際セミナーをジャカルタで開催した。なお、本セミナーにおいては、インドネシア側の関係者である公共事業・住宅省の主たる政策が、特に低所得者層向けの住宅の確保にあるため、耐震・耐火木造住宅にフォーカスしたものとなった。

## i) セミナーのタイトル

「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」

## ii) 目的

- （株）シェルターの有する耐震・耐火木造建築の技術を、インドネシアの関係者と共有すること
- インドネシアにおける耐震・耐火木造建築の技術導入に関連する政策や法令規則を明らかにすること
- インドネシアの造林木の耐震・耐火木造建築への利用可能性を評価すること
- （株）シェルターの耐震・耐火木造建築技術のインドネシア建設市場への導入の実現可能性を評価すること



図 IV-16 国際セミナーのポスター

iii) 日時 2023年2月7日（火） 9:00～16:00

iv) 場所 インドネシア国環境林業省コンパウンド内 APKINDO 会議室（ジャカルタ）

v) 主催 インドネシア製材木工業協会（ISWA）

（公財）国際緑化推進センター（JIFPRO）共催

vi) 参加者 中央政府及び地方政府関係者、木材業界・建設業界関係者、技術者等が全国から参加。会場参加約 30 名、ウェブ参加約 120 名 計約 150 名（別添）

vi) プログラム

- 開会あいさつ：Mr. Suharyanto ISWA 専務理事  
                     〃                    ：高原 繁 JIFPRO 専務理事
- 基調講演： 環境林業大臣 Dr. Siti Nurbaya（持続的森林管理総局長代読）
- 発表
  - ・ Dr. Agus Justianto 環境林業省持続的森林管理総局長  
                     「住民造林による木材の供給可能性」
  - ・ Mr. Dani Chayadi 公共事業・住宅省人間居住総局「耐震性住宅の構造設計」
  - ・ Dr. Maryoko Hadi 公共事業・住宅省住宅総局「耐震性住宅について」
  - ・ Dr. Danis Sumadilaga インドネシア技術士会  
                     「耐震・耐火木造建築の建設に関する技術実践分野での人材協力」
  - ・ 安達広幸氏 株式会社シェルター常務取締役  
                     「(株) シェルターの耐震・耐火木造建築技術」
  - ・ Mr. Gavin Rixon 英国 GTL インターナショナル CEO  
                     「耐震性基礎のソリューションとしての GTL 社ヘリカルパイル」
  - ・ Dr. Wayan Darmawan ボゴール農科大学林産学科教授  
                     「地場産材の加工技術の研究」



写真 26 国際セミナーの様様



## vii) セミナーでのディスカッション

- ・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、インドネシアの建築法、さらには国家規格（SNI）として整備されており、順次改訂を経ている。
- ・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。
- ・基準や技術があっても、実際の建築に反映されていない（直近の西ジャワでの地震災害）。人々は地震によって犠牲になっているのではない、インフラが脆弱なため犠牲になっている。
- ・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。
- ・耐震技術については、利用可能性、持続可能性（持続可能な住民林業からの木材利用など）、入手可能なコスト、簡便性が必要である。
- ・価格の問題について、（株）シェルターの技術は、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（高価）な製品を持ち込むとは異なる（シェルター安達氏コメント）。
- ・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ンシティーを全国で作っていくようなアイデアもある。

## viii) 結論（インドネシア側によるとりまとめ）

## &lt;課題分析&gt;

- ・建築の耐震性が、政策課題として十分認識されていない。
- ・地震多発地帯は、比較的肥沃で人口が多い地域であり、地震災害が今後も続く懸念。
- ・地震に対する脆弱性として、①社会の不均衡と発展レベルの低さ、②政治的安定性、保健サービス、インフラの欠如、③キャパシティ（教育、研究、防災）の不足、の3点で評価すると、日本は脆弱性が低いのに対し、インドネシアは依然として高く、これらのギャップを埋めることが必要。
- ・耐震建築に関する専門家が不足。
- ・耐震性の基準はあるが、その適用のための資源の動員（resource mobilization）が課題。
- ・木造建築のための人工林資源は十分にあるが、定量的な試験・研究を進めていくことが必要。

- ・耐震建築の経済的フィージビリティについては、相乗効果や外部性を考慮して、総合的に評価することが必要。

#### <提言>

- ・地震多発地域のマッピングと、そのような地域での伝統的な知恵と先進技術による耐震建築の教育・普及啓発活動
- ・地震多発地域における耐震性モデル住宅の建築
- ・耐震性木造住宅（建築）に関する技術移転
- ・耐震・耐火木造住宅（建築）を推進するための政府機関を始めとする国内外の関係機関の協働（環境林業省<KLHK>、公共事業・住宅省<PUPR>、研究革新庁<BRIN>、インドネシア技術者協会<PII>）
- ・インドネシアにおける耐震・耐火木造住宅（建築）のコスト分析
- ・耐震・耐火木造住宅（建築）の推進のための関係者間の協働の場として耐震性住宅コンソーシアムの活動強化
- ・耐震性住宅に関する地域住民のマインドセットを変える取組

#### ウ．可能性分析まとめ

活動を通じた可能性分析について、とりまとめて本節にて記述する。

本ナレッジ活用モデルは、日本の耐震・耐火木造建築技術（（株）シェルターの技術）をインドネシアに導入し、住民植林材を用いて耐震・耐火木造建築を建設することにより、一方では持続的森林管理や気候変動に貢献するとともに、他方では住民の安全・安心等に貢献することを想定しているものであるが、時間的制約から、本事業の期間内に実際に耐震・耐火木造建築を建てることまでは想定しておらず、政策や、森林資源・加工・流通・建築の実態の観点からの可能性調査を行うとともに、インドネシアにおけるセミナーを通じて、本事業成果の日本のナレッジのインドネシア関係者間での共有を図り、実現に向けた道筋を開くことである。そのような観点から、各側面について、次のように取りまとめる。

#### i) 政策との整合性

##### <森林政策>

インドネシアでは森林の減少・劣化が依然として続いており、これが温室効果ガスの排出源として大きな割合を占めている。また、森林減少・劣化による天然林資源の減少が顕著であり、インドネシアでは政策的に木材利用を天然林資源から人工林資源にシフトしている。これに応じて、木材産業も天然林資源をベースにするものから人工林資源をベースにするものに移行してきている。

また、2022年に打ち出された同国の森林土地利用分野の気候変動対策においても、天然林から人工林のシフトが明確に打ち出されており、その中でも住民造林が対策の柱の一つ

として打ち出されている。現地調査からも、実際に住民造林による人工林資源が充実していることが裏付けられた。

このようなことから、本ナレッジ活用モデルは、同国の森林政策と高い親和性があることが裏付けられた。

さらに、持続的に管理された木材による木造建築の推進は、建築物中に炭素を蓄積することから地球温暖化防止へ貢献する施策である。我が国においては、このような木材利用を通じた炭素蓄積効果は、伐採木材（HWP：Harvested Wood Products）の吸排出量の計算を通じて定量的に評価され、気候変動枠組条約下でのインベントリ報告中に含めているところである。一方、インドネシアは、同国の「国が決定する貢献」（NDC：Nationally Determined Contribution）には、HWPを含めておらず、現状ではHWPをカウントする仕組みを有していないところであるが、これは同国の林産物が現在、殆どが輸出向けであり、かつ半減期の短い紙・パルプ用であることに起因すると考えられる。将来的には、同国における木造建築の普及を通じたHWPによる炭素蓄積効果のポテンシャルは大きいものと考えられる。

#### <建築政策>

建築関係の政策を見ると、建築物の耐震・耐火基準については、インドネシアの建築法、国家規格（SNI）において既に規定されている。しかしながら、直近の2022年の西ジャワ・チアンジュールでの地震災害に見られるように、依然として耐震基準が一般の建築に浸透していない状況が見られている。このため、本ナレッジ活用モデルを通じて、実際に耐震建築の普及を図っていくことの重要性が確認された。

公共事業・住宅省の政策を見ると、建築関係の政策は、低所得者層向けの住宅の供給が柱になっているように見受けられた。住宅供給においては、耐震性のある木造住宅のモジュールも作られているが、これらが実際に広く適用されるまでには至っていない。また、商業建築や非住宅建築物に関しては、今回の調査の範囲内では政策的アジェンダは確認できなかった。

今回の活動を通じて、環境林業省や公共事業・住宅省関係者に、耐震・耐火木造建築技術の可能性の認識を高めることに貢献したのではないかと考えられ、今後の政策展開に期待するところである。

さらに、インドネシアは現在の首都ジャカルタを東カリマンタンのバリクパパン周辺に移転することを既に決定しており、新首都を“Forest City”とすることとしている。地域の住民造林による持続可能な木材資源を用いた木造建築を、新首都に建築することができれば、“Forest City”の施策にそぐうシンボリックな建築物になると考えられる。

#### ii) 森林資源及び加工流通の実態

ジョクジャカルタにおける調査結果では、周辺におけるチーク、マホガニー、センゴンを主たる樹種とする住民造林の資源は、面積としても大きく、充実しつつあることが確認できた。ジョクジャカルタではゴム林はないとのことであったが、文献調査でかなりのゴム材利

用資源があるとされており、また、ジャカルタの木材工場で、相当量のゴム材の入荷を確認しており、ゴム材についても資源的には十分あると考えられた。

一方、素材の形状を見ると、特にゴム材については、あるいはその他の樹種についても日本のスギ・ヒノキと比べ、曲がり材が多い。また、造材についても、1.3m や 2.6m といった短い造材が多く、3m を超える造材は調査の範囲では見当たらなかった。また、聞き取りでは乾燥によるねじれも見られるとのことである。径級についてもバラツキが多いように見受けられた。

加工流通状況について、ジョクジャカルタの調査からは、住民造林をベースとしたランチボックス加工、製材、合板・ブロックボード工場と、多様性のある加工インフラがあり、住民造林材が、活発に搬入されていることを確認した。

また、今回の直接の調査対象にはなっていないが、インドネシア国内には、LVL やグルーラム、CLT などのエンジニアードウッドの製造会社も存在することが確認できた。

以上のことから、住民造林による森林資源及び加工流通キャパシティは、地域差はあるものの、耐震・耐火木造建築用の建築部材を十分供給可能であることが確認できた。

なお、住民造林からの素材の特徴から、中高層木造建築には、ある程度サイズの大きな無垢製材の供給は容易ではないことが伺われ、LVL や集成加工を行った部材の使用を検討した方が良いと思われた。

### iii) 建築制度及び施工実態

インドネシアにおいて耐火基準や耐震基準が整備されていることが確認できた。なお、耐震基準については米国の基準をモデルとしていると考えられる。

しかし、実際に施工されている一般住宅等では、依然として耐震基準を満たしていないものがあることが伺える。ガジャマダ大学の聞き取りにおいても、2006 年の中部ジャワ地震からの復興において、改善はみられるものの、依然として耐震性は不十分であるとの情報であった。

研究・開発としては、木造を含む耐震住宅のプロトタイプは既に開発されている。しかし、木造については、住民の間に木造住宅は貧しい人のものであるとのマインドセットが強いとのことであり、浸透していない。この点について今後変化を促していくことが必要であると考えられる。

### iv) 技術適合調査

インドネシアの主要な人工林樹種の材質試験を行った結果、今後個体ごとのバラツキについてさらに検証する必要があるものの、センゴンについてはスギよりもやや軽軟である以外は、スギとおおむね同等か、それよりも高い強度を示していた。いずれにせよ、強度等の材質について値について今後サンプル数を増やして把握し、設計に反映することで、構造用部材として使用可能と考えられた。

エンジニアードウッド製造の際の接着については、インドネシアでは内装用として製造

されている製品が多く、構造用の部材としては適切な接着剤や接着方法の選択が必要であると思われた。

#### v) まとめ

本ナレッジ活用モデルは、下記の点から、実現可能性が高いものと考えられる。

- インドネシアにおける住民造林による人工林資源が充実しつつあること、
- これらの人工林資源を加工するインフラ（製材工場、エンジニアードウッドの製造工場）もあり、構造用木質部材の供給が可能であると考えられること、
- インドネシアの建築技術として、耐震性木造住宅の研究もおこなわれているが十分でなく、また、耐震建築自体の広がりも不十分であり、耐震・耐火木造建築技術は、建築分野においても技術上のミッシングリンクを埋めるものと考えられること
- 住民造林の推進による持続的森林管理の推進、気候変動対策の推進、耐震建築の普及といったインドネシアの政策課題との親和性が高いことが確認できたこと

一方、コストの点について、本ナレッジ活用モデルは、現地適用性の高い技術を用いて、現地の木材資源、その他の資源を用いて行うものであり、単純な日本の技術や製品の移転よりもコスト優位性があると考えられるが、さらなる検証が必要である。

技術的には、人工林材の材質及び構造用部材の製造について更なる検証を行うとともに、シロアリ対策について現地大学等と連携して、適切な対策を見出す必要があると考えられる。

さらに、一般住宅について、住民の間には木造住宅より、RC 構造の住宅を好むというマインドセット（思い込み）があるとのことであり、この要因についてはさらなる分析が必要であるが、低所得者層向けの住宅からスタートするのではなく、まずは、商業建築やシンボリックな非住宅建築物で優れたデザインの木造建築を導入し、木造建築に対する現在のイメージを変えていくことが必要と思われた。



## 8. 結果の考察

### 1) 計画との差

特に当初の計画・見込みと大きな乖離は生じなかった。ただ、当初、無垢製材を利用した建築を考えていたが、現地の素材の特徴や現地の加工技術の現状から、LVL や集成材などのエンジニアードウッドを用いた建築を検討した方が良いと考えられる。また、対象とする建築は、低所得者向け住宅を最初のターゲットとするのではなく、商業建築などの非住宅建築や富裕層向けの住宅における導入を目指し、木造に対するマインドセットを変えていくことが必要と思われる。

### 2) ナレッジ活用モデル（案）

本事業によるナレッジ活用モデルとして、図 IV-17 のようなモデルを提示する。

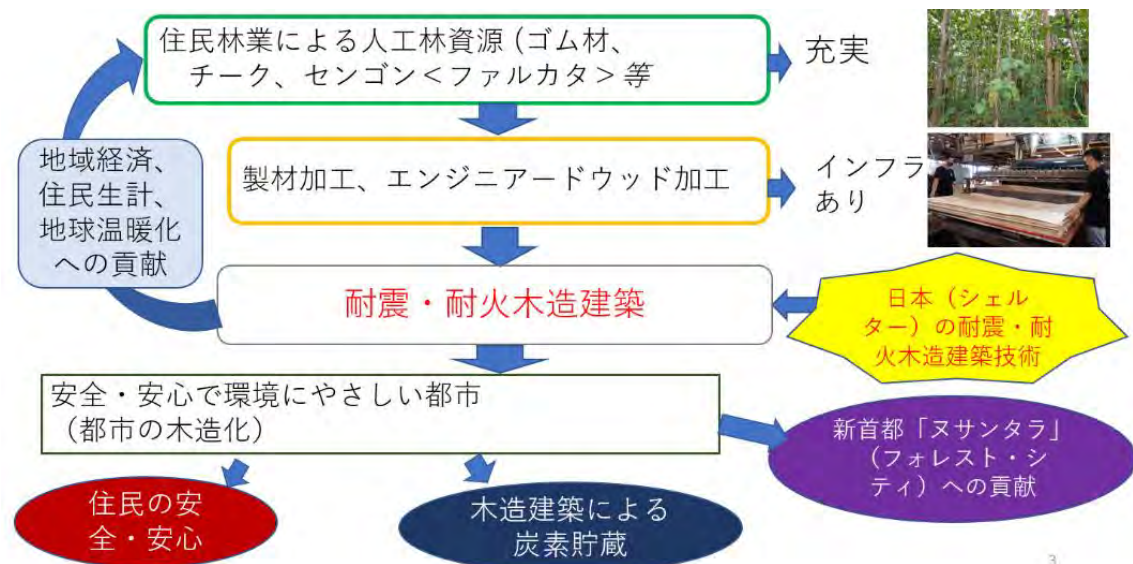


図 IV-17 インドネシアにおけるナレッジ活用モデル  
「地域住民による生産材を用いた耐火・耐震建築による都市の木造化」

## 3) 森林保全と住民の生計向上への貢献・波及効果

表 IV-19 森林保全と生計向上への寄与一覧表

| ナレッジ            | 保全 | 生計 | 概要                                                                                                                                        |
|-----------------|----|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ① 木造建築技術全般      | ○  | ○  | 住民造林による木材資源を活用し、インドネシア国内の建築に利用することにより、木材資源の有効活用が図られるとともに、天然林の保全、荒廃地の復旧、森林の持続的管理、地域住民の生計向上に資する。<br>また、地域の製材業等木材産業の活性化が図られ、地域住民の雇用確保にも貢献する。 |
| ② KES 構法の技術     | △  | ○  | 地震多発国であるインドネシアにおいて、現地適用性の高い木造による耐震性のある建築物が可能になることにより、住民の安全・安心に寄与する。                                                                       |
| ③ Cool Wood の技術 | △  | ○  | 現地適用性の高い木造による耐火性のある建築物が可能になることにより、地震の際等の火災被害を軽減し、住民の安全・安心に寄与する。                                                                           |

## 4) 気候変動の緩和・生物多様性保全への貢献・波及効果

本ナレッジ活用モデルを通じ、住民造林の人工林資源の活用が図られれば、天然林の減少・劣化の防止とともに、政府の方針となっている荒廃地への住民造林の拡大が図られ、温室効果ガスの吸収・排出削減に資するとともに、天然林における生物多様性の保全にも資する。また、木造建築の推進による炭素蓄積が図られる。

## 5) その他の影響・波及効果

インドネシアにおいては、もともと伝統的な木造建築が存在しており、本ナレッジ活用モデルを通じ、伝統技術の再発見という波及効果が期待できる（セミナーの結果参照）。

インドネシアにおける、様々な樹種からなる木材利用技術の高度化が図られる。

## 6) 新型コロナウイルスの影響

調査期間中に、移動や経済活動は、ほぼ平常に復してきており、大きな影響は見られなかった。

## 9. 教訓

本調査において、特に国際セミナー実施と現地における調査においては、幅広い関係者へのコネクションを有する現地コーディネータである Dr. Hiras Sidabtar とセミナーの共催者であるインドネシア製材木工業協会（ISWA）によるところが大きかった。今後の展開については、適切なインドネシア側パートナーと協力関係を構築していくことが重要であると考えられる。

この点で、セミナーの実施や現地調査を通じて、現地の政府関係者、企業、大学等とのコンタクトを持つことができ、これらが今後の展開にとって重要になってくると考えられる。

## 10. 提言と今後の課題

### ア. インドネシアにおける耐震・耐火木造建築物の建築に向けた取組

今回実施した実証調査の反響として、インドネシア公共事業・住宅省マルヨコ氏（国際セミナー発表者）から、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があり、現在、2025～2026 年の着手をにらんでステークホルダーを特定しつつある旨の情報が寄せられた。

また、これに関連して首都移転計画に参入予定と思われる大手有力企業より関心が寄せられ、日本への訪問希望も表明されている。これにより、日本のナレッジである耐震・耐火木造建築の実装に向けた連携を進めていくことを検討する。

具体的には、インドネシア側関係者の（株）シェルターや各地の建築施設訪問調査、相手国来日者への紹介や説明等、インドネシア国内の連携企業や団体等の特定にかかる調査、インドネシアの首都移転予定地の調査などを進めていくことを検討する。

### イ. 開発途上国における耐震・耐火木造建築の導入の拡大

今回の実証調査により、耐震・耐火木造建築に対するインドネシア側関係者の関心が高いことが分かった。環境的側面、防災的側面のほか、インドネシアでは、上位中所得国になるまでの経済発展を続けてきており、これまでの輸出依存型の森林・木材産業から、国内の木材需要喚起という転換期にも来ていることが伺えた。

他方、他の途上国をみても、一般的に建築への木材使用は一般的であるとは言えない。最近発生したトルコ・シリア大地震においても耐震性が不足する RC 等の建築物の倒壊による被害が大きいことが報道されている。中高層を含む木造建築は、日本を含む先進国ではかなり一般的になってきているが、特に耐震・耐火技術で高いレベルを有する日本の木造建築技術を開発途上国で広く展開することは、グローバルなレベルでの環境貢献、防災貢献の点から今後の検討に値すると考えられる。

## 11. 参考・引用文献

- 花里紗知穂ほか（2014）建築構造の保存修復に向けた調査－インドネシア・ニース島伝統的木造建築群の保全に関する研究 その1－ 日本建築学会計画系論文集 Vol.79, No.698, 1055-1062
- Enhanced Nationally Determined Contribution (NDC), Republic of Indonesia 2022
- Global Forest Resources Assessment 2020 – Country Report Indonesia –
- 鮫島弘光（2020）インドネシアにおける木材・木材製品生産の動向 林業経済研究 Vol.66, No.1 8-22
- ITTO (2013) Completion Report, Project ITTO PD 523/08 Rev.1 ( I ) Operational Strategies for the Promotion of Efficient Utilization of Rubberwood from Sustainable Sources in Indonesia
- Putra, R.R. et. al (2012) Seismic Hazard Analysis for Indonesia, Journal of Natural Disaster Science, Vol.33 59-70
- 国際協力機構無償資金協力部（2006）インドネシア共和区ジャワ島中部地震災害復興支援計画概略設計調査報告書
- 愛媛大学防災情報研究センター（2006）ジャワ島中部地震緊急調査報告
- 令和2年度森林林業白書 林野庁ホームページ
- 原田寿郎（2009）日本における木質耐火構造建築のあゆみ 木材学会誌 Vol.55, No.1 1-9
- Ministry of Environment and Forestry, Indonesia (2022) Operational Plan – Indonesia's FOLU Net Sink 2030
- Ministry of Environment and Forestry Indonesia, Forestry Statistics 2021
- 山内弘美（2015）参加型森林管理の類型化 ―政府の関与と住民の関与の変化に着目して― 林業経済 68(9) 1-18

## 12. 関連成果物リスト（別添）

- 別添1 国際セミナー参加者リスト
- 別添2 国際セミナーにおける（株）シェルター発表資料

## 1) 別添1：国際セミナー参加者リスト

| No | Name                                  | Government /<br>Private Sector /<br>Practitioner /<br>Consultant /<br>Association /<br>University /<br>NGO /<br>Other | Comments on this event                                                                                                          | Province                   |
|----|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1  | Aulia Aruan                           | Consultant                                                                                                            | We wish this event a success and success                                                                                        | Banten                     |
| 2  | Eko Sudoyo                            | Private sector                                                                                                        |                                                                                                                                 | Banten                     |
| 3  | Azhar Marzuki                         | Private sector                                                                                                        |                                                                                                                                 | Banten                     |
| 4  | Dr. Ir. Tjipta Purwita, MBA, IPU      | Association                                                                                                           | Interesting and good                                                                                                            | Banten                     |
| 5  | Hermawan Kris Priantono               | Private sector                                                                                                        | Awesome                                                                                                                         | Banten                     |
| 6  | Dr. Ir. Djoko Hartoyo, M.Mar.Sc., IPU | Government                                                                                                            | Good                                                                                                                            | Banten                     |
| 7  | Ardian Prasetya Giri S                | NGO                                                                                                                   |                                                                                                                                 | Banten                     |
| 8  | Ujang Sudartono, S.T., M.T.           | Government                                                                                                            |                                                                                                                                 | Banten                     |
| 9  | Herry Prayitno                        | Private sector                                                                                                        | Very constructive, innovative for the construction of earthquake resistant houses in Indonesia                                  | Banten                     |
| 10 | Ir. Deselina,MP                       | University                                                                                                            | Very interesting                                                                                                                | Bengkulu                   |
| 11 | Lilik Kurniawan,S.T.,M.T.             | Government                                                                                                            | Webinars can be held periodically and on various themes                                                                         | Daerah Istimewa Yogyakarta |
| 12 | Ir. Tri Mulyadi, S.Hut, M.P.          | Government                                                                                                            | Very good material related to the innovative use of wood for the construction of earthquake-resistant and fire-resistant houses | Daerah Istimewa Yogyakarta |
| 13 | Ir. Muhammad Navis Rofii, Ph.D.       | University                                                                                                            | Very good and inspiring                                                                                                         | Daerah Istimewa Yogyakarta |
| 14 | Dr. Ir. Kuncoro Cahyo Aji, M.Si       | Government                                                                                                            |                                                                                                                                 | Daerah Istimewa Yogyakarta |
| 15 | Ir. Hadiamin Kadir, IPU               | Private sector                                                                                                        | good luck, Aamiin                                                                                                               | DKI Jakarta                |
| 16 | Ir. Henry Hendrayana, IPM             | Private sector                                                                                                        | Deepen insight in various fields                                                                                                | DKI Jakarta                |
| 17 | Popi Komalasari                       | Association                                                                                                           |                                                                                                                                 | DKI Jakarta                |
| 18 | Indrawan                              | NGO                                                                                                                   | Good                                                                                                                            | DKI Jakarta                |
| 19 | Gregorius Robertus Budiman, S.Hut     | NGO                                                                                                                   | Super, to be continued                                                                                                          | DKI Jakarta                |
| 20 | Ir. J. P. Gurusinga MBA, IPU          | Private sector                                                                                                        | Very good presentation, good preparation.                                                                                       | DKI Jakarta                |



| No | Name                                       | Government / Private Sector / Practitioner / Consultant / Association / University / NGO / Other | Comments on this event                                                                                               | Province    |
|----|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 21 | Dr. Ir. Pramono Iriawan, ST., M.Ling., IPU | Government                                                                                       | Great                                                                                                                | DKI Jakarta |
| 22 | Armando Wirajendi                          | Private sector                                                                                   |                                                                                                                      | DKI Jakarta |
| 23 | Hastuti S.P.                               | Private sector                                                                                   | To add a link in marketing the product                                                                               | DKI Jakarta |
| 24 | Dr. Ir. Pramono Iriawan, ST., M.Ling., IPU | Government                                                                                       | Great                                                                                                                | DKI Jakarta |
| 25 | Vivid Vindana                              | Private sector                                                                                   |                                                                                                                      | DKI Jakarta |
| 26 | Mediarman, SE                              | Government                                                                                       | Need to coordinate stake holders related to upstream and downstream as raw material providers and industrial actors. | DKI Jakarta |
| 27 | Alpha Nugroho Saputro                      | Government                                                                                       | It is necessary to create a pilot housing area with the concept of earthquake resistant houses                       | DKI Jakarta |
| 28 | Widayati Soetrisno SE MM                   | Government                                                                                       | Very useful and add new insights                                                                                     | DKI Jakarta |
| 29 | Revi Hari Widiawicaksono                   | University                                                                                       |                                                                                                                      | DKI Jakarta |
| 30 | Donny Hendrawan, S.T                       | Other                                                                                            | What an impression                                                                                                   | Jambi       |
| 31 | Sarah Augustina                            | Other                                                                                            | Topics of conversation and speakers are very interesting to listen to.                                               | West Java   |
| 32 | Sri Arofah Mulyati, A.Md., S.Si            | Government                                                                                       | Very enthusiastic to attend the seminar                                                                              | West Java   |
| 33 | Adik Bahanawan                             | Government                                                                                       | Excellent                                                                                                            | West Java   |
| 34 | Dr Ir Elis Nina Herliyana, MSi             | University                                                                                       | Very optimistic for future technology                                                                                | West Java   |
| 35 | Kamita Yuniarti                            | Government                                                                                       | Interesting                                                                                                          | West Java   |
| 36 | Luhur Pambudi Wijayanto, S.T               | Perusahaan Swasta                                                                                | Wish all the best                                                                                                    | West Java   |
| 37 | Soenarno Soenarno                          | Government                                                                                       | the topic is interesting and relevant to the condition of Indonesia which frequently experiences earthquakes         | West Java   |
| 38 | Saif Haris Al Haq, S. Hut.                 | University                                                                                       | An interesting event for the world of Construction and Forestry                                                      | West Java   |
| 39 | Prof. Dr. Ir. Ulfah J. Siregar M.Agr.      | University                                                                                       | Good                                                                                                                 | West Java   |

| No | Name                                  | Government / Private Sector / Practitioner / Consultant / Association / University / NGO / Other | Comments on this event                                                                                                                                                                                                                                                                              | Province  |
|----|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 40 | Ir. Soenarno, M.Si                    | Government                                                                                       | The material presented is interesting for disaster mitigation                                                                                                                                                                                                                                       | West Java |
| 41 | Naresworo Nugroho, Ph.D.              | University                                                                                       | Provision of earthquake-resistant houses with pre-fabricated wood is a must<br><br>Very inspiring, I hope that the knowledge and technology of earthquake-resistant buildings/houses based on wood as a construction material can be applied throughout Indonesia                                   | West Java |
| 42 | Ajje Sidik Firdaus S.T.               | Private sector                                                                                   | Seminars that are rich in knowledge                                                                                                                                                                                                                                                                 | West Java |
| 43 | Syamsudin                             | NGO                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | West Java |
| 44 | Ir. Bogy Purbojo, D.Hut, IPU          | Other                                                                                            | Others The need for earthquake-resistant and fire-resistant housing according to the latest developments in community conditions. So that this good seminar needs to be followed up so that the community gets information on anti-earthquake and anti-fire building materials that can be applied. | West Java |
| 45 | Dr. Anung Setyadi, IPU                | NGO                                                                                              | It's good, it's very useful and needs to be carried out/demonstrated more intensively, so that it can reach entrepreneurs and the wider community. Considering our country is prone to earthquakes. Congratulations and success.                                                                    | West Java |
| 46 | Dany Cahyadi, ST, MT                  | Government                                                                                       | Very good                                                                                                                                                                                                                                                                                           | West Java |
| 47 | Sari Nawaningsih                      | Association                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | West Java |
| 48 | Gusmailina                            | Government                                                                                       | Interesting                                                                                                                                                                                                                                                                                         | West Java |
| 49 | Ir. Efrida Basri, M.Sc                | Other                                                                                            | Very interesting all the material presented                                                                                                                                                                                                                                                         | West Java |
| 50 | Elvara Windra Madyaratri, S.Hut, M.Si | Other                                                                                            | A lot of information was obtained regarding fire-resistant buildings, so it is hoped that this knowledge can be developed in Indonesia                                                                                                                                                              | West Java |

| No | Name                            | Government / Private Sector / Practitioner / Consultant / Association / University / NGO / Other | Comments on this event                                                                                                                                                                      | Province     |
|----|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 51 | Ihak Sumardi                    | University                                                                                       | Very interesting. Need realization at local level                                                                                                                                           | West Java    |
| 52 | Dr. Anung Setyadi, IPU          | NGO                                                                                              | Good, solid and very useful, it is necessary to continue to socialize the rules of the game to the wider community, because this is a basic need for life related to boards/places to live. | West Java    |
| 53 | Karno Sasmita                   | Government                                                                                       | The show is quite interesting                                                                                                                                                               | West Java    |
| 54 | I.M. Sulastiningsih             | Government                                                                                       | Very good seminar                                                                                                                                                                           | West Java    |
| 55 | Hartadi Kuncoro                 | Government                                                                                       |                                                                                                                                                                                             | Central Java |
| 56 | Yakub Firdaus                   | NGO                                                                                              | Good and beneficial                                                                                                                                                                         | Central Java |
| 57 | L. Apriyanto Sedyo P, SP., MP   | Government                                                                                       | Good                                                                                                                                                                                        | Central Java |
| 58 | Sam Widodo                      | Government                                                                                       | good experience                                                                                                                                                                             | Central Java |
| 59 | Guntur Gunawan                  | Government                                                                                       | Great.....very useful                                                                                                                                                                       | Central Java |
| 60 | Ammy Rita Manalu                | Government                                                                                       | The seminar is very useful and relevant to the current dynamics of disaster in Indonesia                                                                                                    | Central Java |
| 61 | Misbakhulmunir                  | Government                                                                                       |                                                                                                                                                                                             | Central Java |
| 62 | Hanif Rahadi                    | Government                                                                                       | needs to be disseminated more to the lower level and cooperate with the Regional Government regarding the policy of implementing this shelter home                                          | Central Java |
| 63 | M Ihya Syari'udin, S.Hut, M.S.E | Government                                                                                       | It needs to be held regularly, for the dissemination of the latest information                                                                                                              | Central Java |
| 64 | Amin Wahyudi                    | Government                                                                                       | Very good in order to add insight                                                                                                                                                           | Central Java |
| 65 | Guntur Gunawan                  | Government                                                                                       | Very helpful                                                                                                                                                                                | Central Java |
| 66 | Evy Marina, S.Hut MP            | Government                                                                                       | Very inspiring for housing development in Central Java                                                                                                                                      | Central Java |

| No | Name                                 | Government / Private Sector / Practitioner / Consultant / Association / University / NGO / Other | Comments on this event                                                                                                        | Province           |
|----|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 67 | Ir.Yakub Firdaus, IPU                | NGO                                                                                              | Nice and helpful                                                                                                              | Central Java       |
| 68 | Agus Sumadi, S. Hut                  | Pemerintahan                                                                                     |                                                                                                                               | Central Java       |
| 69 | Samsul Uum                           | NGO                                                                                              | Cool and useful                                                                                                               | Central Java       |
| 70 | Hajar isnaini, S.Hut                 | Government                                                                                       | Good material and hopefully in the future there will be webinars with appropriate material                                    | Central Java       |
| 71 | Teguh W                              | Government                                                                                       |                                                                                                                               | Central Java       |
| 72 | Pokok Werdianto                      | Government                                                                                       | Very good                                                                                                                     | Central Java       |
| 73 | Rifa Fahri                           | Government                                                                                       | Very helpful                                                                                                                  | Central Java       |
| 74 | Iman Kusuma Bangsa. NA, S.Hut.       | Government                                                                                       | Hope it is useful                                                                                                             | East java          |
| 75 | Devy Rusdiana Choiri, S.P            | University                                                                                       | Hopefully the forestry knowledge that will be discussed adds to my insight                                                    | East java          |
| 76 | Riska Dwi Nurjayanti                 | Government                                                                                       | The material is useful                                                                                                        | East java          |
| 77 | Dyah Wardiyanti, S.P., M.Si          | Government                                                                                       | This activity is very good, especially to find out how the design, requirements and technology of earthquake resistant houses | East java          |
| 78 | Dr. Ir. Joko Triwanto, MP., IPU      | University                                                                                       | This seminar is very good and can be disseminated to people living in disaster-prone areas quickly by involving stakeholders  | East java          |
| 79 | Dr. Ir. Farah Diba, S.Hut, M.Si, IPU | University                                                                                       | Interesting seminar, hopefully it can be implemented in Indonesia                                                             | West Kalimantan    |
| 80 | Wahyuni Irwandi, S.P                 | Private sector                                                                                   | Event is very good and useful<br>Today's program is very good and useful                                                      | South Kalimantan   |
| 81 | Ir. Iwan Tunuel, S.Hut., M.P., IPM   | Government                                                                                       | A good seminar to increase knowledge                                                                                          | Central Kalimantan |
| 82 | Ir. Sri Asih Handayani, M.P.         | University                                                                                       | Very good and useful for the development of our forestry world.                                                               | East Kalimantan    |



| No | Name                                   | Government /<br>Private Sector /<br>Practitioner /<br>Consultant /<br>Association /<br>University /<br>NGO /<br>Other | Comments on this event                                                                                                                                                                                                                    | Province           |
|----|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 83 | Lucia Litha Respati, S.T.,<br>M.E.     | University                                                                                                            | Very good, hopefully it can be<br>done regularly. Request for<br>discussion regarding fast-<br>growing and strong trees in<br>areas that tend to be acidic on<br>ex-mining land                                                           | East<br>Kalimantan |
| 84 | Dr.Hj.Fitriyana,S.Pi.,M.Si.            | University                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                           | East<br>Kalimantan |
| 85 | Isna Yuniar Wardhani                   | University                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                           | East<br>Kalimantan |
| 86 | Liris Lis Komara                       | University                                                                                                            | Very good.                                                                                                                                                                                                                                | East<br>Kalimantan |
| 87 | Anisah Azizah S.T., M.T                | University                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                           | East<br>Kalimantan |
| 88 | Wiwin Suwinarti                        | University                                                                                                            | Very interesting and useful                                                                                                                                                                                                               | East<br>Kalimantan |
| 89 | Ir. Azharin                            | Other                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                           | East<br>Kalimantan |
| 90 | Dr. Liris Lis Komara,<br>S.Hut., M.Si. | University                                                                                                            | Very good                                                                                                                                                                                                                                 | East<br>Kalimantan |
| 91 | Rizky Rahmadi                          | University                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                           | Lampung            |
| 92 | Abdul Kadir Salam                      | University                                                                                                            | Good                                                                                                                                                                                                                                      | Lampung            |
| 93 | Elma Rahmalia, S.Si.                   | Government                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                           | Lampung            |
| 94 | Syahrio Tantalo Ys                     | University                                                                                                            | Incredible ...Info and<br>knowledge about the benefits<br>of wood for human welfare                                                                                                                                                       | Lampung            |
| 95 | Jhoni Effendi, S.T, M.T.               | Government                                                                                                            | PEH really supports our<br>knowledge and insight in<br>efforts to increase motivation<br>and innovation in preserving<br>forest plant species, especially<br>through the cultivation of<br>timber plants in<br>private/community forests. | Lampung            |
| 96 | Idi Bantara S.Hut., MSc.,<br>IPU       | Government                                                                                                            | The potential that we are<br>developing together with the<br>people in Lampung<br><br>Inspirational. Time to get<br>serious about it.                                                                                                     | Lampung            |
| 97 | Ir. Ardian, M.Agr.                     | University                                                                                                            | interesting                                                                                                                                                                                                                               | Lampung            |



| No  | Name                                                  | Government / Private Sector / Practitioner / Consultant / Association / University / NGO / Other | Comments on this event                                                                                                                                                        | Province |
|-----|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 98  | Engkan Iskandar                                       | Government                                                                                       | Adding insight and knowledge as material for community development related to economic opportunities from efforts to preserve plants through the cultivation of woody plants. | Lampung  |
| 99  | Syahrio Tantalo Ys                                    | University                                                                                       | Nice to get very useful information and knowledge.                                                                                                                            | Lampung  |
| 100 | Ir. Jimmy, J. Fransz, MP                              | University                                                                                       | Very helpful                                                                                                                                                                  | Maluku   |
| 101 | Ir. Jimmy Titarsale, MP                               | University                                                                                       | It is very useful for us because we have the latest information.                                                                                                              | Maluku   |
| 102 | Fanny Soselisa, S.Hut, MSc                            | University                                                                                       | Very interesting theme...👏                                                                                                                                                    | Maluku   |
| 103 | Ir. Lydia Riekke Parera, M.T., IPM. ASEAN Eng.        | University                                                                                       | Gain useful knowledge for the development of knowledge and engineering technology that is appropriate and tested                                                              | Maluku   |
| 104 | Dr. Jusmy Dolvis Putuhena, S.Hut., M.Si               | University                                                                                       | The show is good                                                                                                                                                              | Maluku   |
| 105 | Lesly Latupapua, S.Hut., M.P                          | University                                                                                       | The material below is very interesting for utilizing forest products for people's welfare                                                                                     | Maluku   |
| 106 | Irwanto, S.Hut, MP                                    | University                                                                                       | Very informative                                                                                                                                                              | Maluku   |
| 107 | Troice Elsy Siahaya, S.Hut, MP                        | University                                                                                       | Thank you Committee for organizing this Webinar                                                                                                                               | Maluku   |
| 108 | Dr.Ir. Patrich Phill Edrich Papilaya M.Sc.Forest.Trop | University                                                                                       | Very useful information...                                                                                                                                                    | Maluku   |
| 109 | Merlin Renny Sitanala, S.Hut., M.Sc.                  | University                                                                                       | Informative                                                                                                                                                                   | Maluku   |
| 110 | Andjela Sahupala, S.Hut, MP                           | University                                                                                       | Thank you Committee                                                                                                                                                           | Maluku   |
| 111 | Ir. C. Karel Pattinasarany, MP                        | University                                                                                       |                                                                                                                                                                               | Maluku   |
| 112 | Ludia Siahaya, S.Hut, MP                              | University                                                                                       | Thank you committee                                                                                                                                                           | Maluku   |
| 113 | Jan Willem Hatulesila                                 | University                                                                                       | Very useful regarding earthquake information and earthquake resistant building construction materials                                                                         | Maluku   |
| 114 | Dr. Jan Willem Hatulesila, S.Hut, M.Si                | University                                                                                       | Very interesting regarding earthquake resistant buildings                                                                                                                     | Maluku   |

| No  | Name                                     | Government / Private Sector / Practitioner / Consultant / Association / University / NGO / Other | Comments on this event                                                                                                                                                | Province                  |
|-----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 115 | Ir. Lieke Tan, MS                        | University                                                                                       | Useful scientific information, for the development of wider benefits of wood to answer the needs of community utilization                                             | Maluku                    |
| 116 | Aryanto Boreel                           | University                                                                                       | The material presented was very good and broadened knowledge regarding the use of wood as earthquake and fire resistant buildings.                                    | Maluku                    |
| 117 | Ir. C.M.A. Wattimena, S.Hut., M.Sc., IPM | University                                                                                       | Extraordinary                                                                                                                                                         | Maluku                    |
| 118 | Dr. Debby V Pattimahu.S.HUT., MSi        | University                                                                                       | Very good at responding to the demands of climate change                                                                                                              | Maluku                    |
| 119 | Dr.H.Lelloltery,S.Hut,MP                 | University                                                                                       | Thank you committee                                                                                                                                                   | Maluku                    |
| 120 |                                          | University                                                                                       | Thank you for the seminar which was conducted with very interesting material and competent presenters                                                                 | Maluku                    |
| 121 | Maya.M.S.Puttileihalat, S.Hut,MP         | University                                                                                       | Hopefully there will be a continuation of this event                                                                                                                  | Maluku                    |
| 122 | Ir. Dedita Kesuma Dirwana, S.Hut, IPM    | Other                                                                                            | <i>Maknyus.....</i>                                                                                                                                                   | NAD Aceh                  |
| 123 | Nuraida                                  | University                                                                                       |                                                                                                                                                                       | NAD Aceh                  |
| 124 | Jumadil Akhir                            | University                                                                                       | Very interesting, especially regarding the development of HTI in Indonesia                                                                                            | NAD Aceh                  |
| 125 | Dini Lestari S.Hut M.Si                  | University                                                                                       | Extraordinary Spirit to be able to attend seminars like this                                                                                                          | Nusa Tenggara Barat (NTB) |
| 126 | Fauzan Fahrussiam                        | University                                                                                       | ISWA cool                                                                                                                                                             | Nusa Tenggara Barat (NTB) |
| 127 | Nurul Chaerani                           | University                                                                                       | Very informative, considering that in Lombok a few years ago around 2018 there was a very strong earthquake which razed many of the residents' housing to the ground. | Nusa Tenggara Barat (NTB) |
| 128 | Fauzan Fahrussiam                        | University                                                                                       | ISWA is cool                                                                                                                                                          | Nusa Tenggara Barat (NTB) |

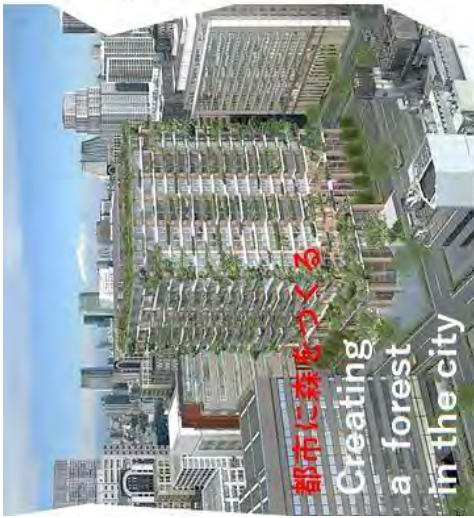
| No  | Name                                      | Government / Private Sector / Practitioner / Consultant / Association / University / NGO / Other | Comments on this event                                                                                                                                                                      | Province                  |
|-----|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 129 | Fauzan Fahrussiam, S.Hut, M.Si            | University                                                                                       | ISWA is cool                                                                                                                                                                                | Nusa Tenggara Barat (NTB) |
| 130 | Irwan Mahakam Lesmono Aji                 | University                                                                                       |                                                                                                                                                                                             | Nusa Tenggara Barat (NTB) |
| 131 | Amandus Jong Tallo                        | University                                                                                       | Good                                                                                                                                                                                        | Nusa Tenggara Barat (NTB) |
| 132 | Ir. Ahmad Dimiyati, S.Hut.T., M.Si., IPU  | Government                                                                                       | New technology is very useful for the safety of society                                                                                                                                     | Nusa Tenggara Barat (NTB) |
| 133 | Meinardi Napoh, S.T.,M.T.                 | Government                                                                                       | Very good                                                                                                                                                                                   | Nusa Tenggara Barat (NTB) |
| 134 | Ekhandoko Aji Wibowo                      | Government                                                                                       | Very interesting and impressive, because the material presented is in the form of natural disaster mitigation in the form of earthquakes and fires using wood as a shelter.                 | West Papua                |
| 135 | Dr. Ir. Zeth Parinding, S.Hut., M.P., IPU | Government                                                                                       | Very nice and interesting                                                                                                                                                                   | West Papua                |
| 136 | Agus Firmansyah, S.Hut                    | Government                                                                                       |                                                                                                                                                                                             | West Sulawesi             |
| 137 | Dery Dzaky                                | Private sector                                                                                   | great                                                                                                                                                                                       | Sulawesi Selatan          |
| 138 | Meilin Sinta Sidabutar                    | Other                                                                                            | Very interesting. Need realization at local level                                                                                                                                           | South Sulawesi            |
| 139 | Abdhi Karoma                              | Government                                                                                       | Good, solid and very useful, it is necessary to continue to socialize the rules of the game to the wider community, because this is a basic need for life related to boards/places to live. | South Sulawesi            |
| 140 | Fajria Sari Sakaria                       | Other                                                                                            | The show is quite interesting                                                                                                                                                               | South Sulawesi            |
| 141 | Muhammad Abduh                            | Private sector                                                                                   | Very good seminar                                                                                                                                                                           | South Sulawesi            |
| 142 | Desy                                      | Other                                                                                            | Very interesting. Need realization at local level                                                                                                                                           | Southeast Sulawesi        |



| No  | Name                                                        | Government /<br>Private Sector /<br>Practitioner /<br>Consultant /<br>Association /<br>University /<br>NGO /<br>Other | Comments on this event                                                                                          | Province              |
|-----|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 143 | Dr. Ir. Yasir Syam Husain,<br>S.P., M.M., IPU, ASEAN<br>Eng | Government                                                                                                            |                                                                                                                 | Southeast<br>Sulawesi |
| 144 | Irfan Mesa Kada                                             | Other                                                                                                                 |                                                                                                                 | North<br>Sulawesi     |
| 145 | Faldi Suhendro Gonibala                                     | Other                                                                                                                 |                                                                                                                 | North<br>Sulawesi     |
| 146 | Muhammad Rezah M Ishak                                      | Other                                                                                                                 |                                                                                                                 | North<br>Sulawesi     |
| 147 | Ribka Claritha Laginda                                      | University                                                                                                            | Very good                                                                                                       | North<br>Sulawesi     |
| 148 | Fahrul Ramadhan Azdin                                       | University                                                                                                            | The event was very good,<br>providing broad insights about<br>companies and wood products<br>for sustainability | North<br>Sulawesi     |
| 149 | Eddy Kusumo                                                 | Private sector                                                                                                        |                                                                                                                 | North<br>Sumatera     |
| 150 | Dr. Evalina Herawati,<br>S.Hut, M.Si                        | University                                                                                                            |                                                                                                                 | North<br>Sumatera     |

Source: Recalculated Google Form database (2023)..

2) 別添2 国際セミナーにおける(株)シェルター一発表資料

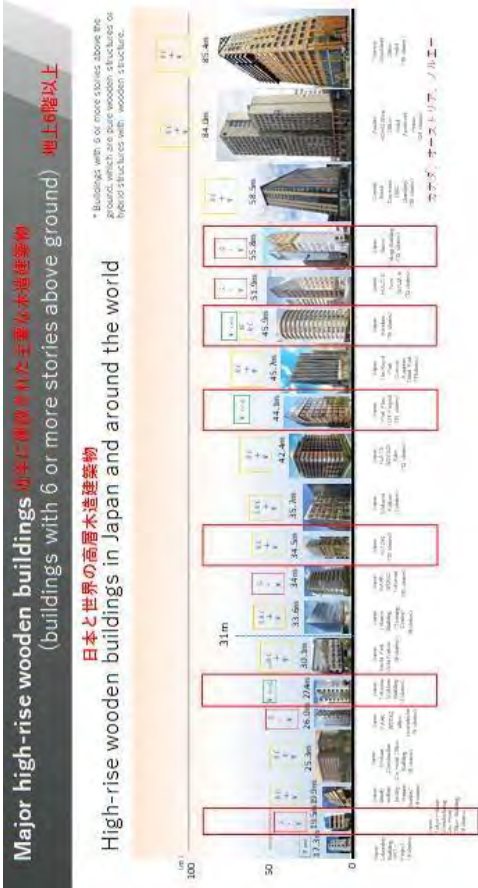
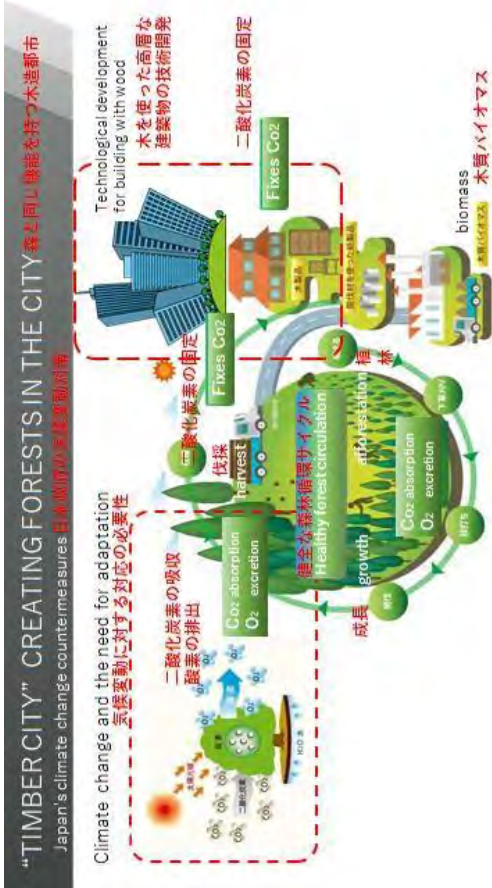


木造都市から世界へ  
**Timber City to the World**  
都市に森をのこる  
Creating a forest in the city

気候変動に対応する建築技術  
Wooden construction technology that responds to climate change  
Shelter®

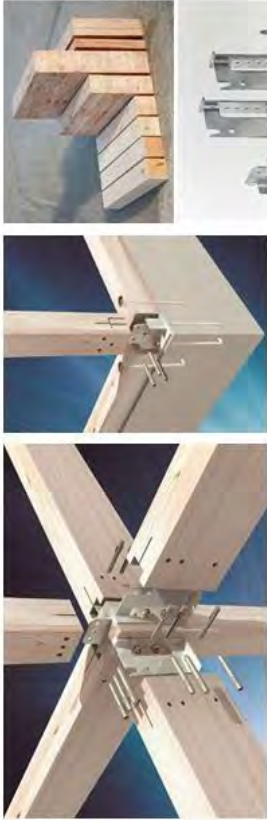
**Shelter Inc. (History)**  
会社案内 (プロフィール)

- 1974 - Shelter Home Co. was established in Yamagata Prefecture, Japan.
- 1991 - KES System granted patents in Canada and the US.
- 1999 - Four churches and two homes built in the US using KES system.
- 2004 - Achieved 10,000 houses by KES system.
- 2014 - Fireproof wood material COOL WOOD acquired 2-hour fireproof Japan's first time in Japan certification by the MLIT.
- 2016 - Free-Form Timber FREE STYLE WOOD (3D processing technology development).
- 2017 - COOL WOOD obtained patents in Switzerland (3 types of fire resistance).
- 2020 - Achieved 30,000 custom houses and 2,000 public buildings by KES system.





## Joinery Hardware Method “KES System” 接合金物工法 (システム)

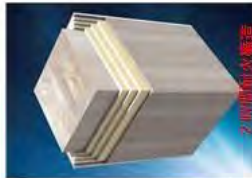


- 日本、アメリカ、カナダで特許取得  
Patented in Japan, United States and Canada
- 民間建築物で2万棟、公共建築物で2千棟の累計  
Achieved 30,000 custom houses and 2,000 public buildings in total

## Fireproof Technology “COOL WOOD” 耐火防炎技術“クールウッド”



1時間防炎構造  
クールウッド柱  
1 hour fireproof  
COOL WOOD Column



2時間防炎構造  
クールウッド柱  
2 hour fireproof  
COOL WOOD Column



3時間防炎構造  
クールウッド柱  
3 hour fireproof  
COOL WOOD Column

Patented in Japan, Canada and Switzerland  
日本、カナダ、スイスで特許取得

## The Great Hanshin-Awaji Earthquake in 1995 1995年に起きた“阪神・淡路大震災”



- 神戸市灘区のKESによる3階建て住宅73棟が無傷  
(The most severely damaged area) 最も被害の大きかった地域
- This incident triggered the generalization of joinery hardware construction methods in Japan, and the performance of wooden buildings has been improved.

## East Japan Earthquake & Tsunami in 2011

2011年に起きた“東日本の地震と津波”

Concrete structure collapsed  
コンクリート構造も破壊された！



East Japan Earthquake & Tsunami in 2011  
- Kitakami Regional Administration Building, Miyagi Pref.  
北上市総合庁舎／宮城県



Before 被災前

After 被災後

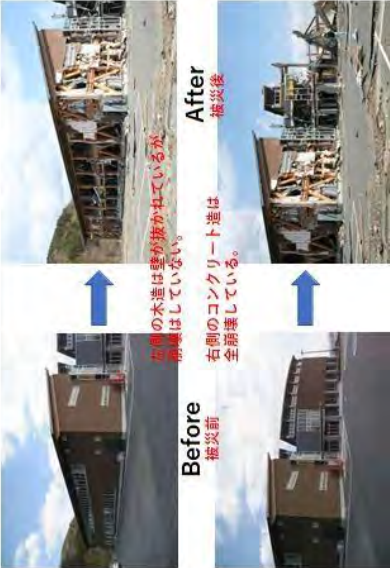
These two dramatic photos were showed to previous emperor Akihito by the Director general of the Forestry Agency.

East Japan Earthquake & Tsunami in 2011  
- Kitakami Regional Administration Building, Miyagi Pref.



被災後の写真

East Japan Earthquake & Tsunami in 2011  
- Kitakami Regional Administration Building, Miyagi Pref.



### Trouble after the earthquake 地震後の問題点



地震により建物が道路に倒壊し、レスキューができない状態に。 火災が発生した場合、消防活動ができない。  
"The road was blocked by debris" Digestive activity may not be possible.  
日本の耐火性能基準では、「消火活動ができなくても、火災により建物が倒壊しない」構造とするように定められている。



Fireproof Technology “COOL WOOD”

建築基準法（防・耐火性能基準）  
Building Standard Law of Japan

| 用語    | 略記 | 英語表記（邦文字の意味）                         |
|-------|----|--------------------------------------|
| 耐火構造  | FP | <b>Fire Proof Construction</b>       |
| 準耐火構造 | QF | <b>Quasi-Fire Proof Construction</b> |
| 防火構造  | PC | <b>Fire Preventive Construction</b>  |

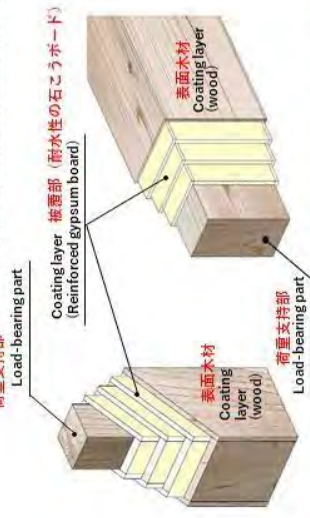
Function (VTR)

01:08  
クールウッドの耐火の機能はこのように発揮される



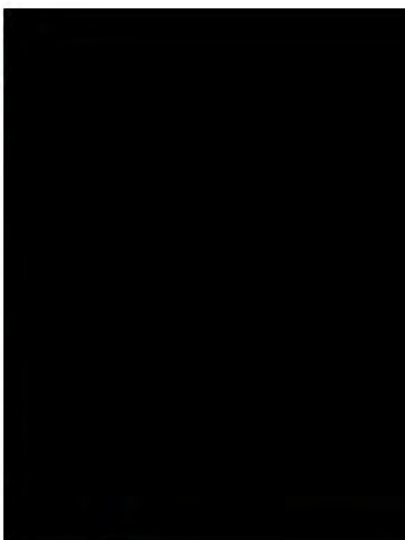
Wood surface that should not be burned

The figure shows a specification example of a 2-hour fireproof structure.

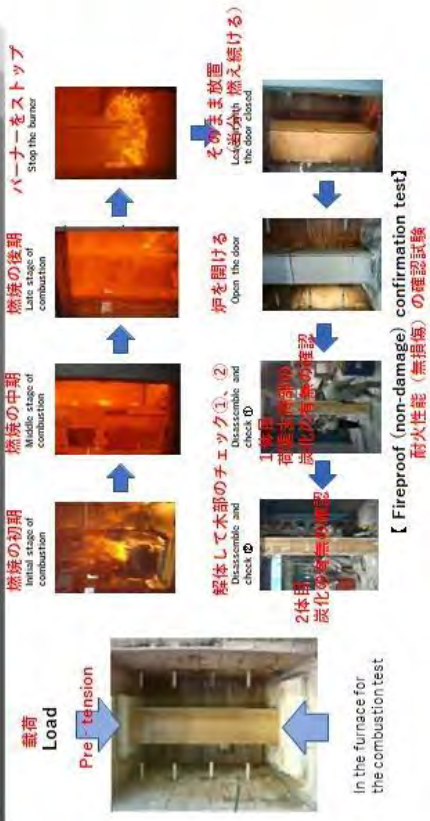


【Structural specification example of Column】  
柱の構造仕事例  
【Structural specification example of beam (4 sides)】  
梁の構造仕事例

Fireproof Technology “COOL WOOD”



Wooden fireproof column combustion test (performance evaluation minister certification test)



◇Pure Wooden structure 純木造(木造) 地上7階建ての建築物  
7 stories above ground

◆Takasou Mokkou Building

Location: Miyagino-ku, Sendai City  
(in front of the East Exit of JR Sendai Station)

• Main use: Rental stores, offices, housing

• Area / District: Semi-fireproof area, landscape district

• Site area: 245.58㎡

• Building area: 188.83㎡

• Total floor area: 1,131.15㎡

• Area of each floor: 167.68㎡ on the 1st floor, 161.07㎡ on the 2nd floor, 160.50㎡ on the 3rd to 7th floors

• Structure: Wooden

• Number of floors: 7 stories above ground

• Fireproof: 1st to 3rd floor 2 hours fireproof structure, 4th to 7th floor 1 hour fireproof structure

• Foundation: Direct foundation

• Height: Maximum height 27.30m, Eave height 27.11m, Floor height 3.0m, Ceiling height 2.5m

• Main span: 5.25m x 4.45m

• Owner: Takasou LLC

• Design and construction: Shelter, Inc.

• Design period: May 2019-February 2020

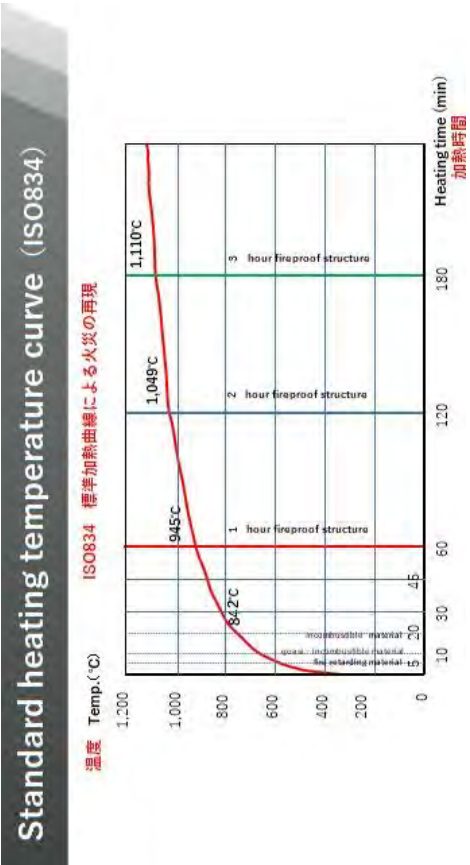
• Construction period: May 2020-February 2021 (9 months)

• Open: April 2021



Construction Scenery (Wooden construction)

工事風景 (木造建築)



It can be build this height by developing a non-burning wooden structure 非燃焼可能な木造で、この高さまで構築することが可能

1時間耐火構造は、上層より4層まで建築可能

2時間耐火構造で、上層より14層まで建築可能

3時間耐火構造で、階数は「無制限」に建築可能となる

[1 hour fireproof structure]  
According to the Building Standard Law, the number of floors is limited to 4 stories.

[2 hour fireproof structure]  
According to the Building Standard Law, the number of floors is limited to 14 stories.

[3 hour fireproof structure]  
According to the Building Standard Law, the number of floors is limited to unlimited.





**Issues and their solutions** COOL WOOD Lumber Specification

"Wooden fireproof structural member" 本材（無垢材）を使用した、炭ね柱 made of bundled material using lumber (solid wood)



【 VTR 】  
Production VTR



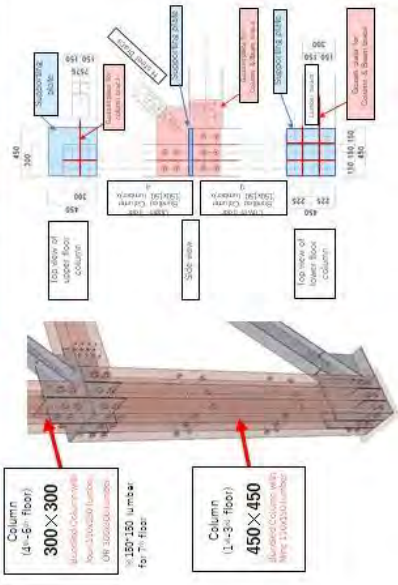
**Issues and their solutions** COOL WOOD Lumber Specification

柱 複合圧縮材（炭ね柱）  
梁 複合曲げ材（積層梁）

Composite compression member (bundled column)  
Composite bending member (laminated beam)



**Structure of load support member "bundled column"**  
(composite compression material)



Column (4~6<sup>th</sup> floor)  
300×300  
Wooden Column with Round Holes (Solid Wood)  
1800×1800 Lumber  
1800×1800 Lumber  
for 7<sup>th</sup> floor

Column (1~3<sup>rd</sup> floor)  
450×450  
Wooden Column with Round Holes (Solid Wood)  
1800×1800 Lumber

【 AR 】  
3D MODEL





◆Mixed structure (heavy box type)  
1 basement and 12 above ground stories, 1-8 floors S structure + 9-12 floors W structure

12階建てのビル (1～8階が鉄骨造+9～12階が木造)

◆Ginza Takagi Building  
東京都中央区 銀座につくる木造ビル

- Location : 7-chome, Ginza, Chuo-ku, Tokyo
- Structure : RC structure, S structure + W structure, 1 basement floor, 12 floors above ground
- Owner : Takagi Building
- Design : Tetsuo Yamaji Architects
- Construction : Tsutsumi Corporation
- Maximum height : 55.90m
- Total floor area : 13,471.12㎡
- For use : B1F, 1F-2F Stores, 3F-8F Offices, 9F-12F (Wooden floor) Store that runs a service industry
- Structural members : Column □-350 x 350 x 22 (BCR295), □-350 x 350 x 22 (BCR295), Column 300 x 550, Beam H-488 x 300 x 11 x 18, H-500 x 200 x 10 x 16, Beam 120 x 360, 300 x 550, 300 x 720, 300 x 920
- Wood usage : 57.89 m³ (Columns, beams)



◆Mixed structure (megastructure)  
10 stories above ground SRC + W Structure

10階建てのビル (SRC+木造)

◆KITOKI 東京都中央区 日本橋のビル

- Location : Nihonbashi, Chuo-ku, Tokyo
- Structure : SRC + Wooden 10 stories
- Owner : Heiwa Real Estate Co., Ltd.
- Design / Construction : ADX Inc. / Shelter
- Height : Maximum height 34.50m
- Area : 889㎡
- 地上35メートル

A project to build a 10-story store and office building by combining 3-story wooden structures inside a 3-story RC megastructure.



◆Pure Wooden structure  
1 basement floor, 11 stories above ground

Port Plus

Obayashi Corporation  
Next-Generation Training Facility  
神奈川県 横浜

- Structure : Pure Wooden Structure (Wooden Fireproof Building) → Seismic isolation structure
- For use : Training room / accommodation room: 32
- Owner : Obayashi Corporation
- Height : Maximum height 24.1m 地上45メートル
- Total floor area : 3,620 m²
- Construction period : March 2020-March 2022
- Design / Construction : Obayashi Corporation



PJ OUTLINE▼

◆Pure Wooden structure  
1 basement floor, 11 stories above ground

建設風景

Port Plus

Obayashi Corporation  
Next-Generation Training Facility  
神奈川県 横浜





◆Mixed structure

1 basement floor, 4 stories above ground, BF1-1F S structure + 2-3 floor W structure

◆千客万来施設(Collective store) 革命店舗

- Location : Toyosu, Koto-ku 東京都江東区 豊洲
- Structure : RC structure, 3 structure – W structure, 1 basement floor, 12 floors above ground
- Owner : Manyo Club
- Design : Manyo Club First-class architect office
- Work : Penta-Ocean Construction Co., Ltd. Tokyo Building Branch, Ishii Koumuten Co., Ltd.
- Maximum height : Lower building 16.40m, higher building 51.60m
- Total floor area : Lower building 14,891.37㎡, higher building 19,119.19㎡
- For use : Lower building BtF parking lot, 1F-2F parking lot / store, 2F-3F store



◆Mixed structure

1 basement floor, 4 stories above ground, BF1-1F S structure + 2-3 floor W structure

Toyosu Edo-mae Market Disseminate Japanese culture with food as a starting point  
江戸の町を「本造で再現」した 日本食文化を発信する  
「主に観光客」へのアプローチ



【Video】

CG Landscape of the entire building



◆Mixed structure

1-story RC structure + 2 ~ 15 stories CLT (+ Seismic Isolation)

◆kino-biru

千葉県 鎌ヶ谷市に建設

- Location : Kamagaya City, Chiba Prefecture
- Structure : RC + Wooden structure (CLT panel construction method)
- Above ground : 15 stories, 1st floor is RC structure.
- 1st to 14th floors are wooden structure (CLT panel)
- Owner : Kino House Co., Ltd.
- Design : Koshino Architects
- Structural design : Structured environment
- Maximum height : 45.25m
- Total floor area : 2,888㎡
- For use : Commercial facilities (1st floor), offices (2nd floor), apartment house (3rd to 14th floors)
- CLT usage : 1,556 m<sup>3</sup> (carbon storage 975 t-CO2)
- CLT usage : 1,556 m<sup>3</sup> (carbon storage 975 t-CO2)
- CLT usage : 1,556 m<sup>3</sup> (carbon storage 975 t-CO2)

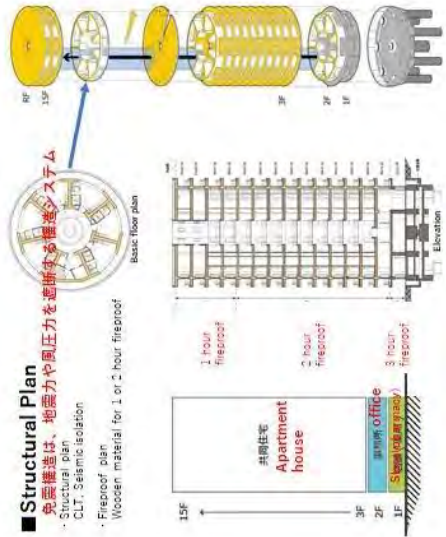


Installed a seismic isolation device. CLT bearing walls are arranged radially to reduce pulling force. Ingenuity in terms of structure, such as preventing it from sinking into the floor by transmitting the compressive force directly from the upper floor to the walls on the lower floor.

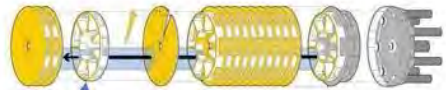
■Structural Plan

尖塔構造は、地震力や風圧力を遮断する構造システム

- Structural plan
- CLT, Seismic isolation
- Fireproof plan
- Wooden material for 1 or 2 hour fireproof



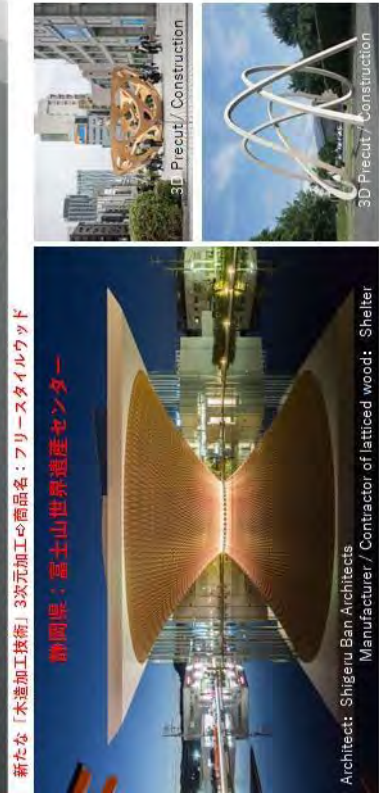
Seismic isolation structure



Nanyo-City Cultural Center Yamagata Pref.  
山形県立南陽文化センター



Free-Form Timber “FREE STYLE WOOD”



Nagato City Hall Yamaguchi Pref.



Thank you for your attention !

Company Profile  
会社案内HP

English HP  
英語版のHP

<http://www.shelter.inc/en>



Chinese HP  
中国版のHP

<http://www.shelter.inc/zn>



Shelter  
www.shelter.inc

## 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<br>ナレッジ B.                                            | ナレッジ活用目標 C.<br>(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碎・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<sup>1</sup>

図 IV-18 カンボジアの地図と調査の対象地

<sup>1</sup> [https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/data/zyoukyou/h19/pdfs/080116\\_1\\_01.pdf](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。

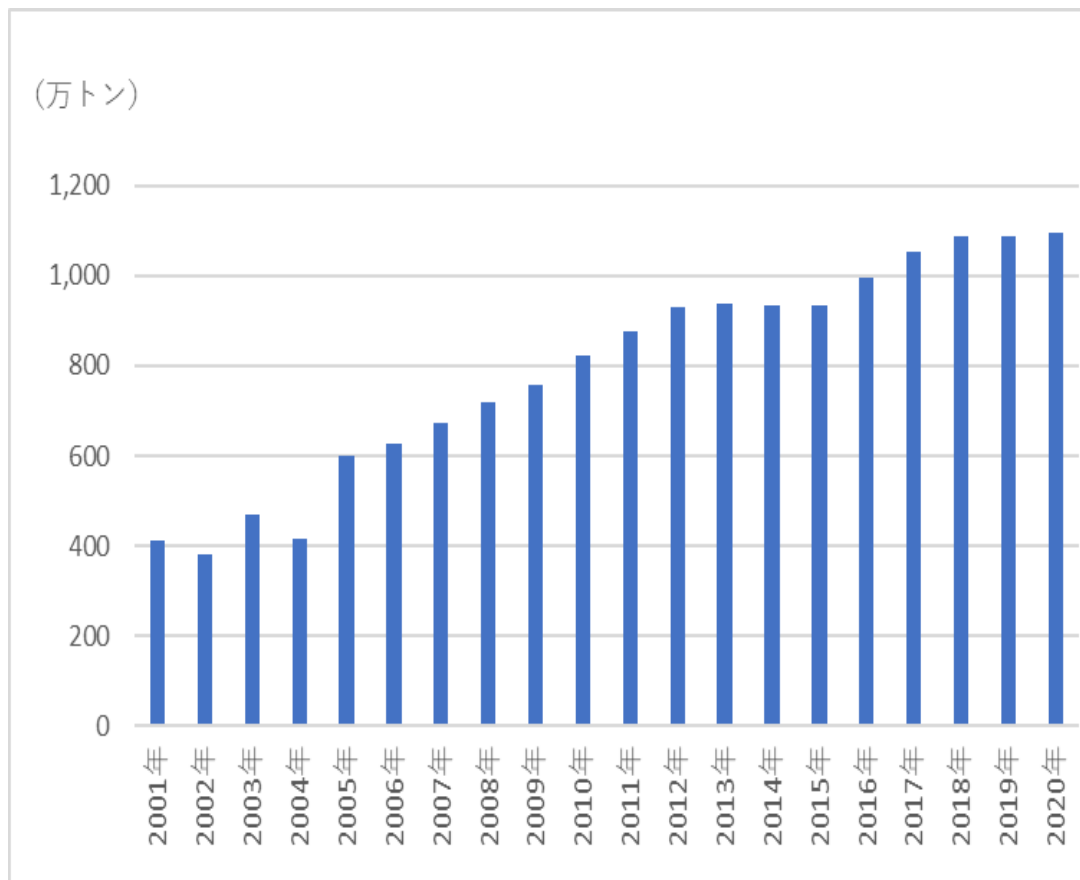
### 4. 背景

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<sup>2</sup>。カンボジアのコメ生産量は増加傾向にあり、2020年のコメ（粳：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粳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（粳）の生産量推移

<sup>2</sup> [https://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokusei/kaigai\\_nogyo/attach/pdf/index-36.pdf](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<sup>3</sup>。

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）と高いままとま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）<sup>4</sup>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<sup>3</sup> 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<sup>5</sup>。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。

<sup>3</sup> CAMBODIA FOREST COVER 2016（2018 年 3 月発行）

<sup>4</sup> Sub-Decree on Economic Land Concession  
[https://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/goho/kunibetu/khm/pdf/document\\_khm07.pdf](https://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/goho/kunibetu/khm/pdf/document_khm07.pdf)

<sup>5</sup> 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 $\text{m}^3$ 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。

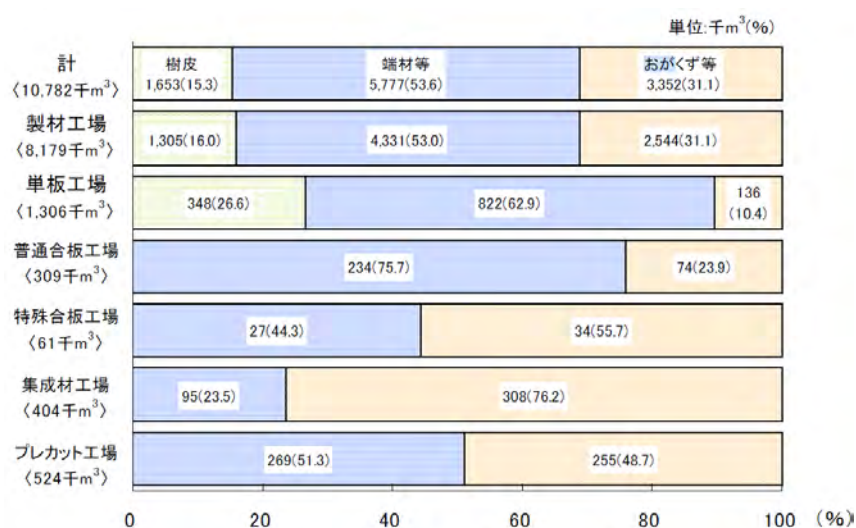


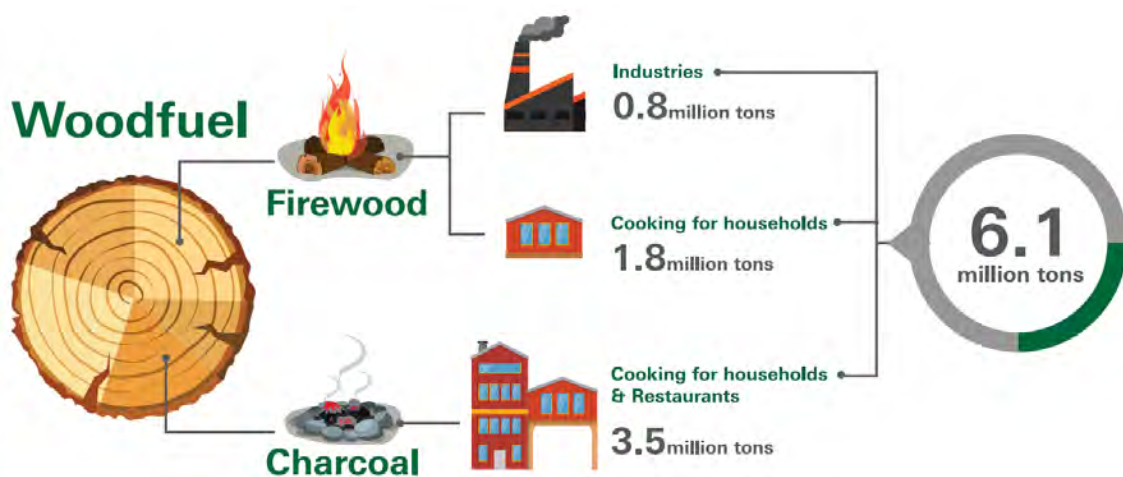
図 IV-20 木質バイオマスの工場別・種類別



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<sup>6</sup>。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。

<sup>6</sup> 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<sup>7</sup>

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碎・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。

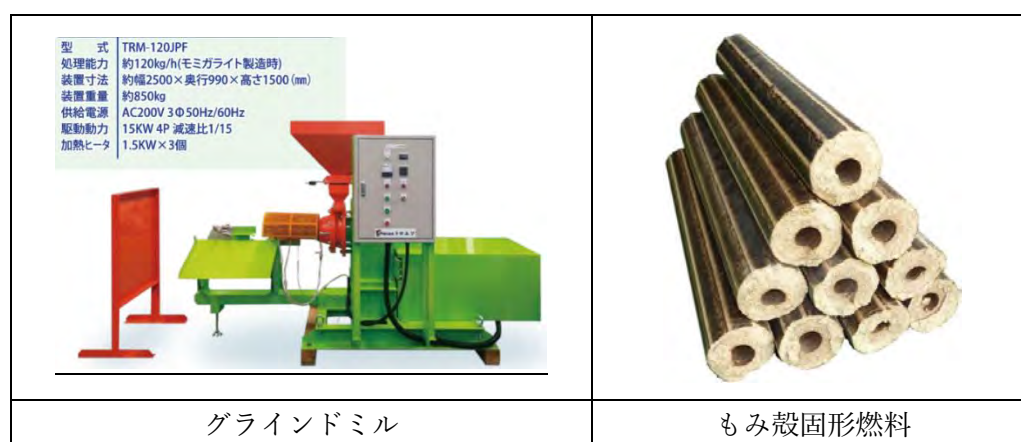


図 IV-22 グラインドミルともみ殻固形燃料

## ● 粃殻の使用

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。

## ● 強靱な造船技術

粃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、粃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<br>ナレッジ B.                              | ナレッジ活用目標 C.<br>(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」                                | 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 | もみ殻、もしくはもみ殻と木くず等の混合物を粉碎・固形化することにより、固形燃料を製造できる |                                                            |

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<br>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<br>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<br>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<br>4 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 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。</li> <li>● 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。</li> <li>● 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。</li> </ul> | -                                                                  |
| 活動<br>5 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 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</li> <li>● 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</li> </ul>                                                                                                                                                              | 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<br>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（ブノンベン）

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。



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<sup>8</sup>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

---

<sup>8</sup> 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。



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。



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1m<sup>3</sup> 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が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 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）。

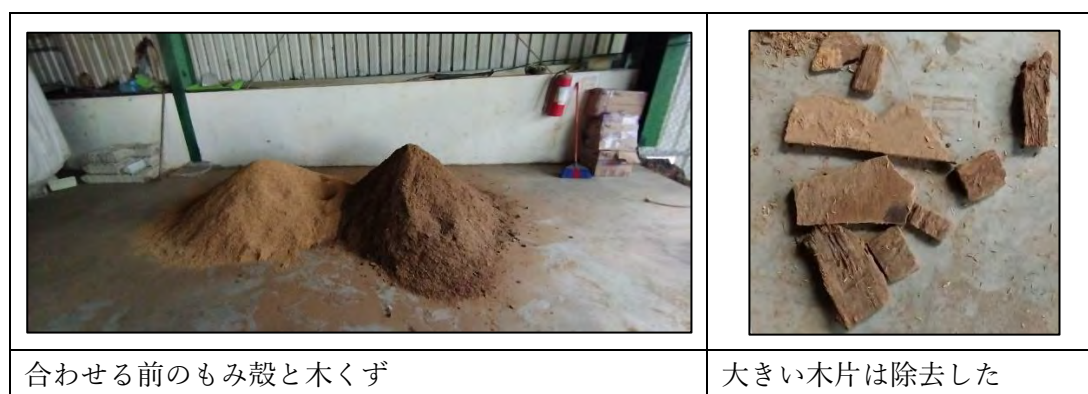


図 IV-26 原料と攪拌

### ● 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 <sup>9</sup> 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 <sup>10</sup> /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 <sup>11</sup> 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 <sup>12</sup> 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) <sup>13</sup> /MAFF <sup>14</sup> | 副局長                   |
| 12 | Bun Sothy    | M  | FA (州支局)                                  | 主任                    |

<sup>9</sup> 独立行政法人国際協力機構(JICA: Japan International Cooperation Agency)

<sup>10</sup> 持続的自然資源管理強化プロジェクト(SNRM: Sustainable Natural Resource Management)

<sup>11</sup> 独立行政法人日本貿易振興機構(JETRO: Japan External Trade Organization)

<sup>12</sup> 国際連合工業開発機関(UNIDO: United Nations Industrial Development Organization)

<sup>13</sup> 森林局(Forest Administration)

<sup>14</sup> 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 <sup>15</sup>             | 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 <sup>16</sup>              | 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       |

<sup>15</sup> カンボジア地雷処理センター(CMAC: Cambodian Mine Action Center)

<sup>16</sup> 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。



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、地雷除去地で作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。

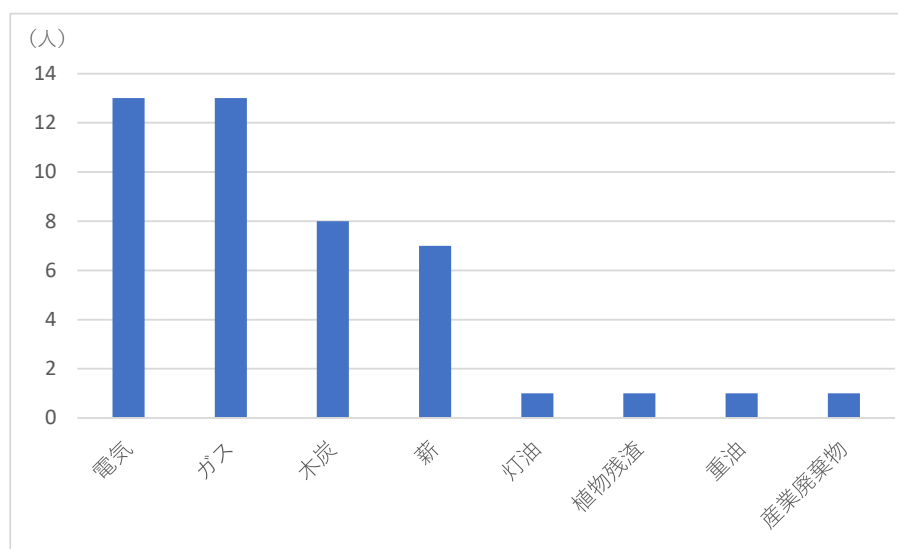


図 IV-32 現在使用している燃料（複数回答）

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る。

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る。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。



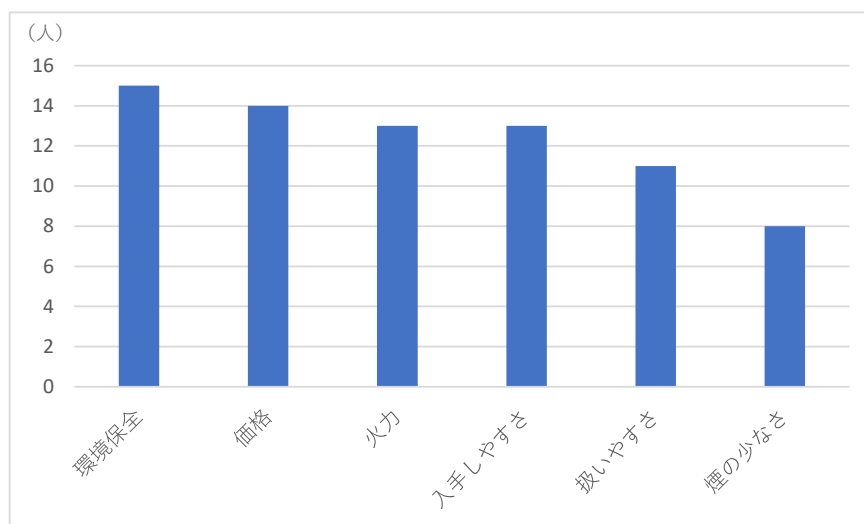


図 IV-33 燃料購入の際に重視する要素（複数回答）

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。

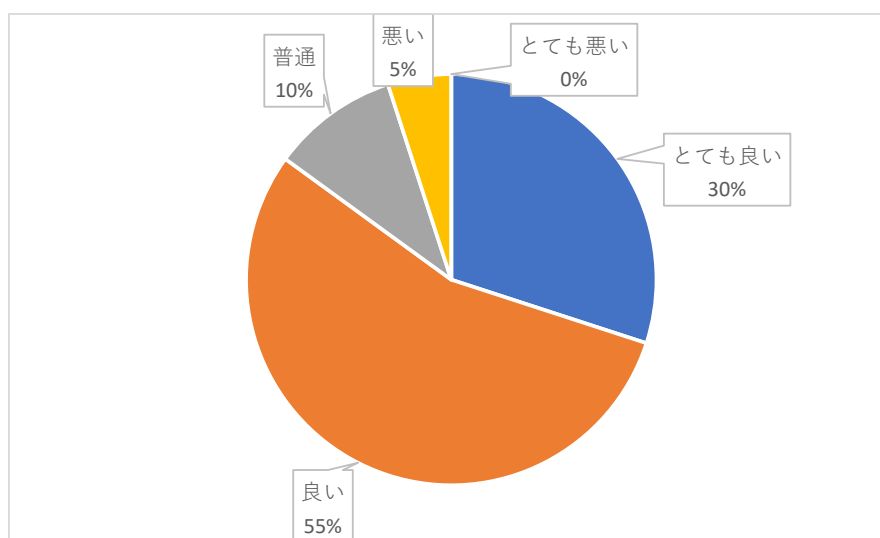


図 IV-34 サンプルとして配布した固形燃料の評価

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。

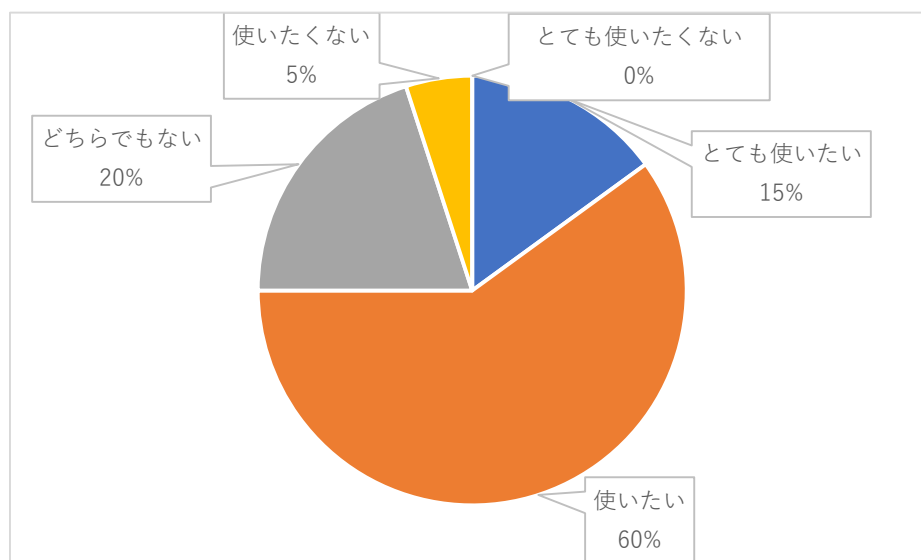


図 IV-35 今後も配布した固形燃料を使いたいか

配布した固形燃料にいくら支払いたいかなを尋ねた。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。

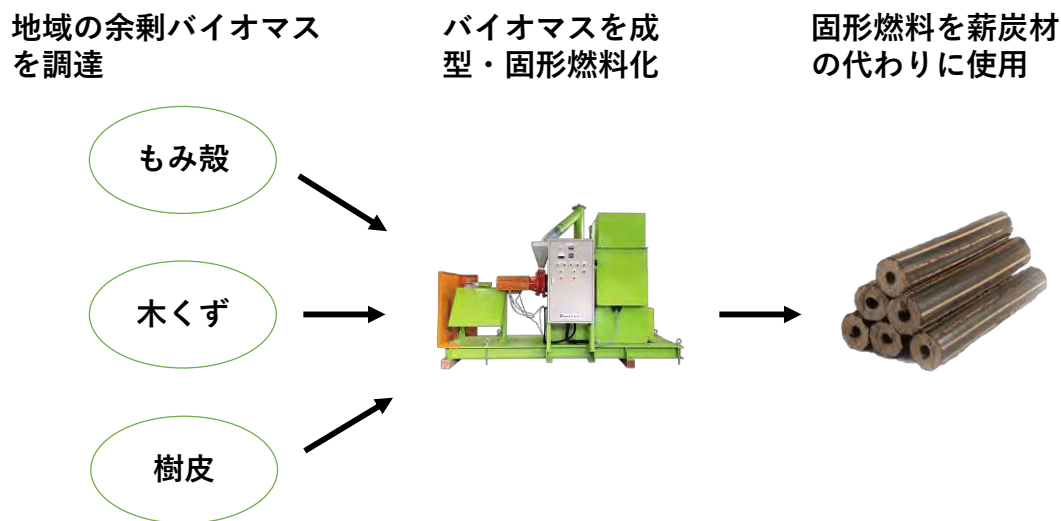


図 IV-38 ナレッジ活用モデル(案)

### 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<sup>17</sup>。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) 新型コロナウイルスの影響

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備上し、調査を実施することがより適切であると思われる。

---

<sup>17</sup> <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](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）

1) トロムソ発表資料





# Project to promote utilization of forest knowledge in developing countries

-Forest conservation by turning  
rice husks and wood waste  
into biomass fuel-

TROMSO Co., Ltd.



# Programme

**Date:** 1pm-3pm 14<sup>th</sup> Oct, 2022

**Venue:** Amru Rice (Cambodia) rice mill factory in Kampong Thom

**Address:** Bosveng Village, Salavisay Commune, Prasat balang District, Kampong Thom Province, Cambodia

**Map:** [https://maps.app.goo.gl/pUdjfoem8nueMfp7?g\\_st=il](https://maps.app.goo.gl/pUdjfoem8nueMfp7?g_st=il)

**Host:** JIFPRO/Tromso Co., Ltd.

**Contents;** 1. Demonstration of briquette production made from wood chips and rice husks using Grind Mill(briquetting machine)

2. Demonstration of briquette burning

3. Seminar(1. Ms. Asako YAMAMOTO(JIFPRO), 2. Mr. Masaaki UESUGI(Tromso))

4. Question-and-answer session

# Great technology based on shipbuilding technology

---

|               |                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Name          | TROMSO Co., Ltd.                                                                                                                                                                                                                  |
| Location      | 5265 Innoshima shigei-cho, Onomichi-City, Hiroshima<br>〒722-2102, Japan<br>TEL 0845-24-3344    FAX 0845-24-3181<br><a href="http://tromso.co.jp">http://tromso.co.jp</a> <a href="mailto:info@tromso.co.jp">info@tromso.co.jp</a> |
| Business      | Production and sales of rice husk briquette machine                                                                                                                                                                               |
| Establishment | October 19 <sup>th</sup> 1994                                                                                                                                                                                                     |
| CEO           | MASAAKI UESUGI                                                                                                                                                                                                                    |
| Bank          | Japan Finance Corporation, Hiroshima Bank<br>Shoko Chukin Bank, The Hiroshimaken Credit Cooperative                                                                                                                               |

# Background of the business

## **Motivation and background to start a business**

The founder ran a manufacturer of heat exchangers related to shipbuilding for 45 years, and experienced the past shipbuilding recession. he thought that shipbuilding technology could be used for manufacturing in the agricultural field, and established Tromso Co., Ltd.

Initially, it was not decided what the specific pillars of the business would be, and the company started by gathering four engineers who had retired from the major shipbuilding industry in the neighborhood.

The turning point was the encounter with an agricultural corporation in northern Hiroshima prefecture. It was decided to work on the utilization of rice husks, triggered by their words, “I am having the problem of rice husks that are discharged every year.” About 2.1 million tons of rice husks are generated every year in Japan, of which about 0.75 million tons are discarded unused. With the goal of effectively utilizing this inexhaustible resource, we have developed a rice husk briquette machine "Grind Mill".

## Management Philosophy and Goals

We will develop the technology to solidify rice husks inherited from the founder and build a "rice husk solution" to add value to rice husks that were waste. Our management philosophy is to "develop a business that solves environmental and social issues" by contributing to the effective use of resources.

In addition, the world is currently in a turbulent era, and is in danger of facing not only environmental problems but also measures against infectious diseases. However, we do not think that such difficulties are difficult, but recognize that now is a business opportunity, and are taking on the challenge of new manufacturing. Through this challenge, we aim to contribute to the creation of a "equal world" and "sustainable society" for children in the future to live in abundant greenery.

# Grind Mill



Processing capacity Approx.120kg/h  
Dimension 2500(W)×990(D)×1500(H)  
Weight Approx. 850kg  
Power AC200V 3φ 50/60Hz  
Motor 15KW 4P reduction ratio 1/15  
Heater 1.5KW×3 pcs

# Rice husks products

Rice husk briquette



- ✓ Solid fuel made from 100% of rice husk
- ✓ No binders to solidify
- ✓ Calorific value Rice husk briquette 3970kcal/kg Firewood 4000kcal/kg
- ✓ It is possible to mix with other materials(saw dust, peanut shell etc.)

Ground rice husk



- ✓ Agricultural material(bedding material, compost etc.)
- ✓ Features with excellent water retention

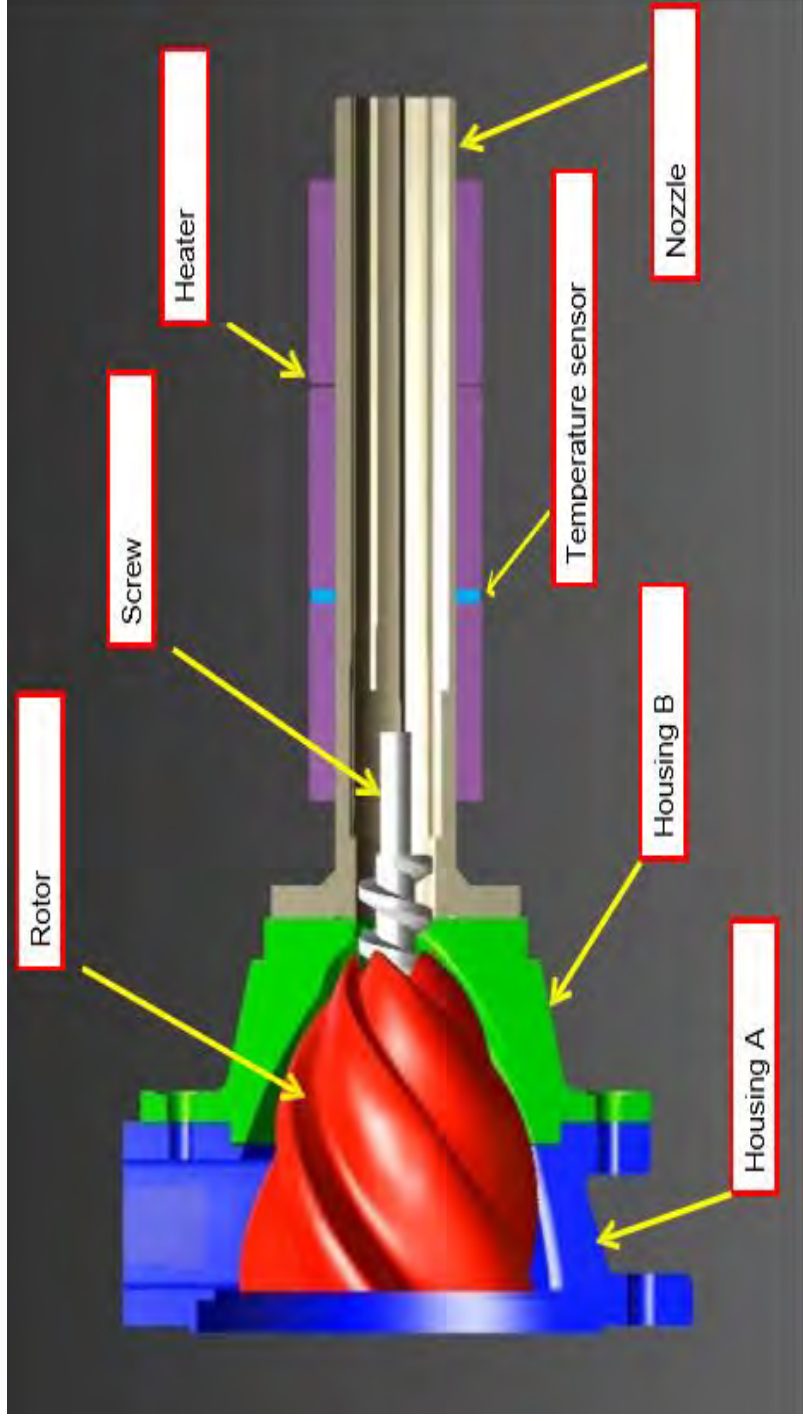


# Mechanism of Grind Mill

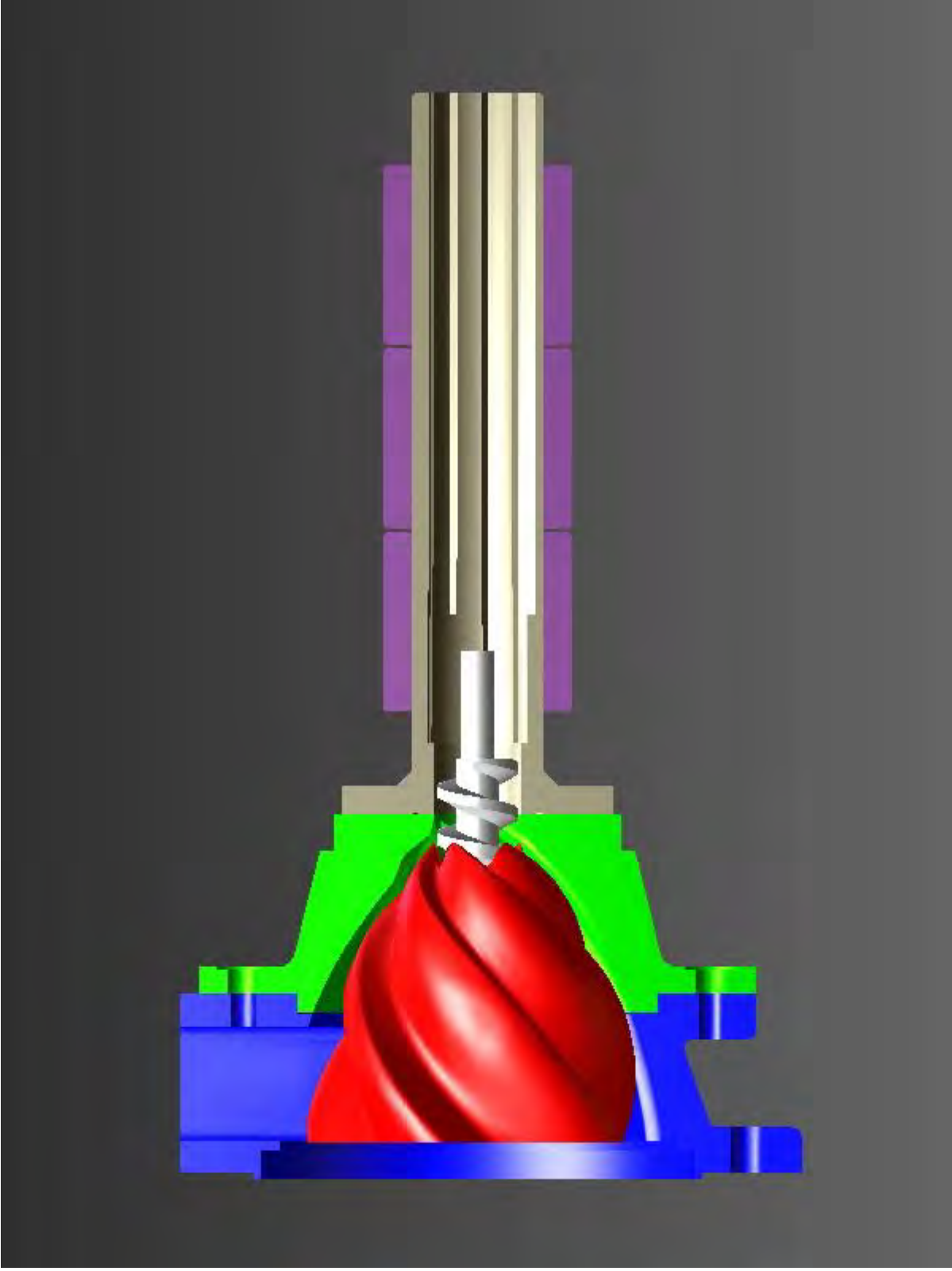
## Production process of Rice husk briquette



As a series of processes, rice husks are ground, compressed and molded to produce the briquette.

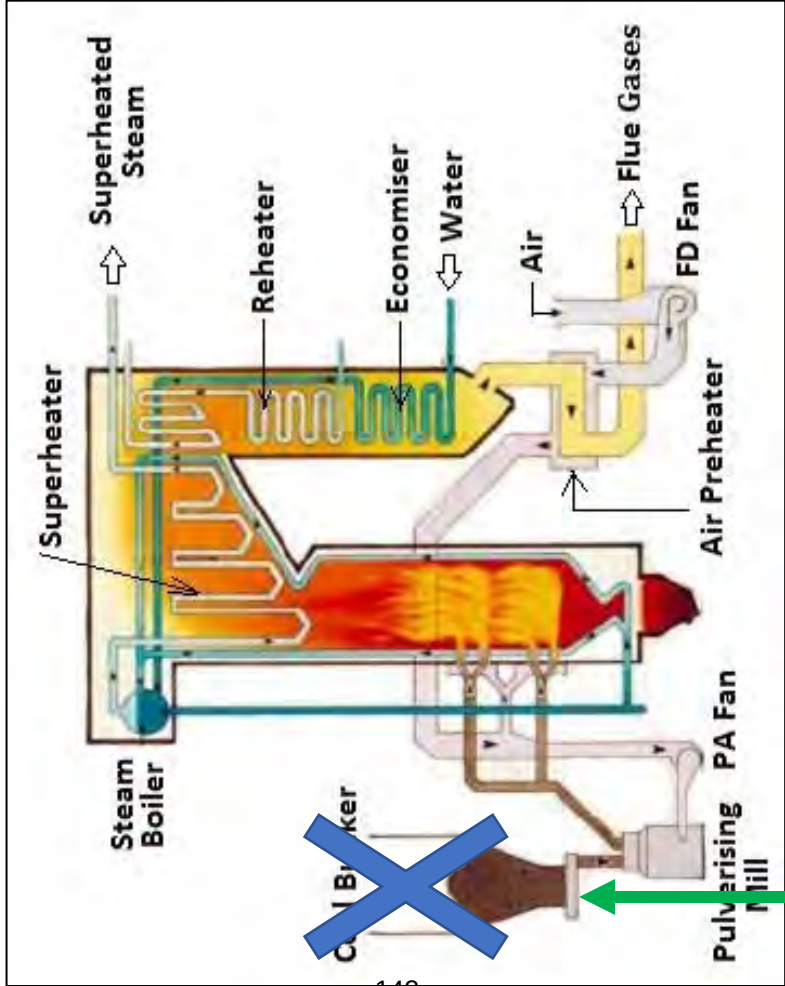


# Mechanism of Grind Mill



# Efforts for low carbon or decarbonization

Utilization as a substitute for coke and coal used in waste incinerators / thermal power plants



Can be used as an alternative fuel



©TROMSO Co., Ltd

9

Environmental problems including climate change due to carbon dioxide (greenhouse gas) emissions from the use of coke and coal

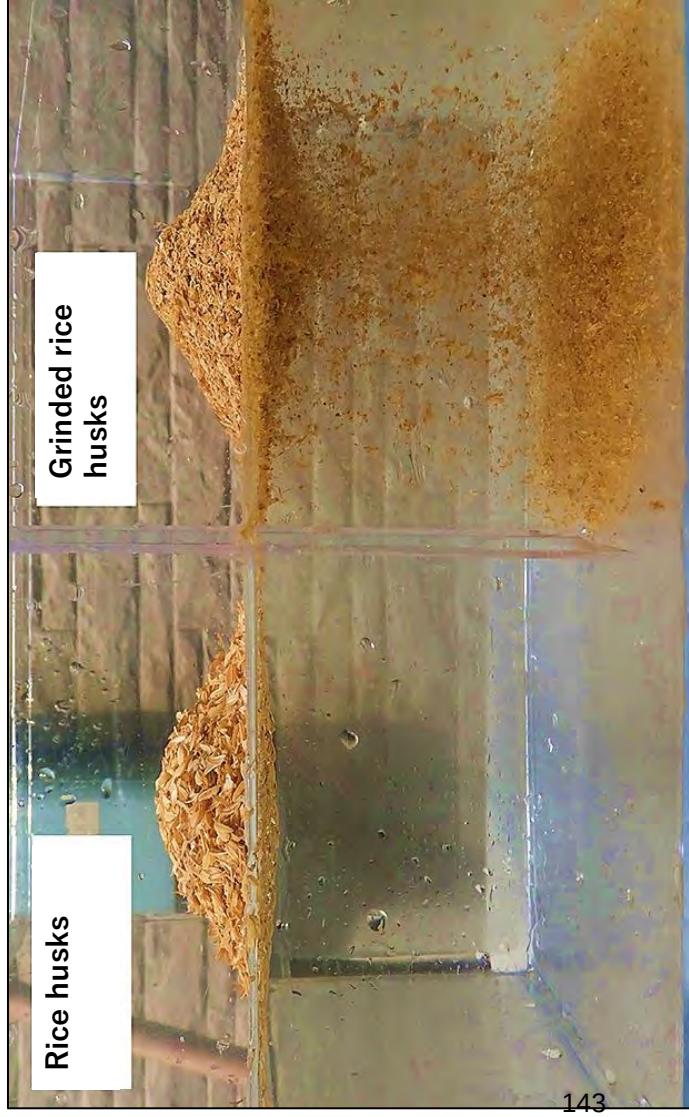


Carbon dioxide emissions from rice husk briquette, which is a carbon-neutral fuel, virtually no emissions → Control of climate change





# Product(Rice husks products)



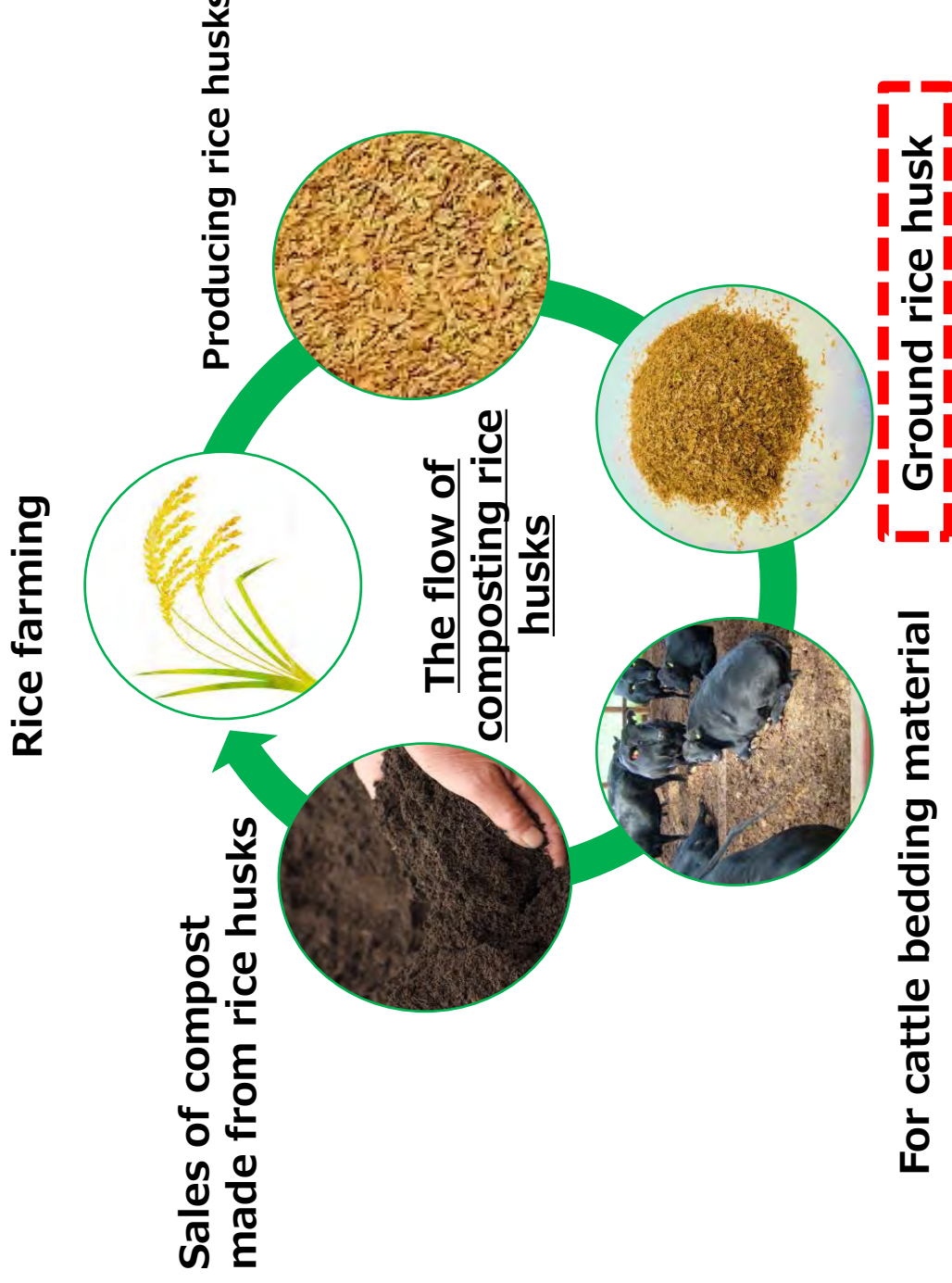
143

## Agricultural materials derived from rice husks

It can be used as an agricultural material with excellent absorbency by grinding rice husks that have hydrophobic properties.

Used as a soil conditioner / bedding for livestock / hilling for raising seedlings / material for mushroom bed etc.

## Utilization model for livestock bedding



# History of overseas business

|                |                                                                                                                                                                                    |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| December 2013  | JICA SME project, Tanzania “Investigation of introduction of solid fuel manufacturing equipment using rice husks”                                                                  |
| September 2014 | JICA SME project, Tanzania "Promotion and demonstration project of solid fuel manufacturing equipment using rice husks"                                                            |
| August 2019    | TICAD7 co-sponsored business "Japan / Africa Business Forum & EXPO" opened at Japan Fair                                                                                           |
| September 2019 | Ministry of the Environment's intercity cooperation business consignment business "Biomass project by converting rice husks generated from rice mills into compressed solid fuel"  |
| February 2020  | Concluded a contract for 7 grind mills as non-project grant aid for ODA projects at the request of the Nigerian government                                                         |
| June 2020      | UNIDO Apply for an overseas Japanese company support project by demonstrating and transferring STePP technology for the prevention of infectious diseases in developing countries. |
| September 2020 | Ministry of the Environment Reiwa 2nd year, adopted for an intercity cooperation project consignment business for the realization of a carbon society.                             |
| April 2021     | Adopted for JICA SME / SDGs Business Support Project.                                                                                                                              |
| July 2021      | Established a local subsidiary in Vietnam (established Tromso VN)                                                                                                                  |
| October 2021   | Exhibited at COP26 JAPAN Virtual Pavilion                                                                                                                                          |
| May 2022       | Ministry of the Environment Reiwa 4th year, adopted for an intercity cooperation project consignment business for the realization of a carbon society.                             |
| August 2022    | Exhibited at TICAD8 (Tunisia) Business Forum Exhibition Booth                                                                                                                      |



# Deforestation in Africa





# Activities in Africa





# Feasibility study supported by JICA

Feasibility study in Tanzania(2013~2014)



**Project name: "Study on Introduction of Rice Husk Briquette Machine**

**Outline;**

- Deforestation is progressing by securing fuel for general households.
- Rice farming is being promoted, but rice husks are being discarded.
- In order to survey the demand for rice husk briquetting machine that converts rice husks into fuel, we surveyed the price of conventional fuel, amount of fuel in general household in Tanzania, the status of deforestation or rice husk processing etc.



**Serious deforestation is underway.**



**Rice cluster in Mubea, southern Southern Tanzania**

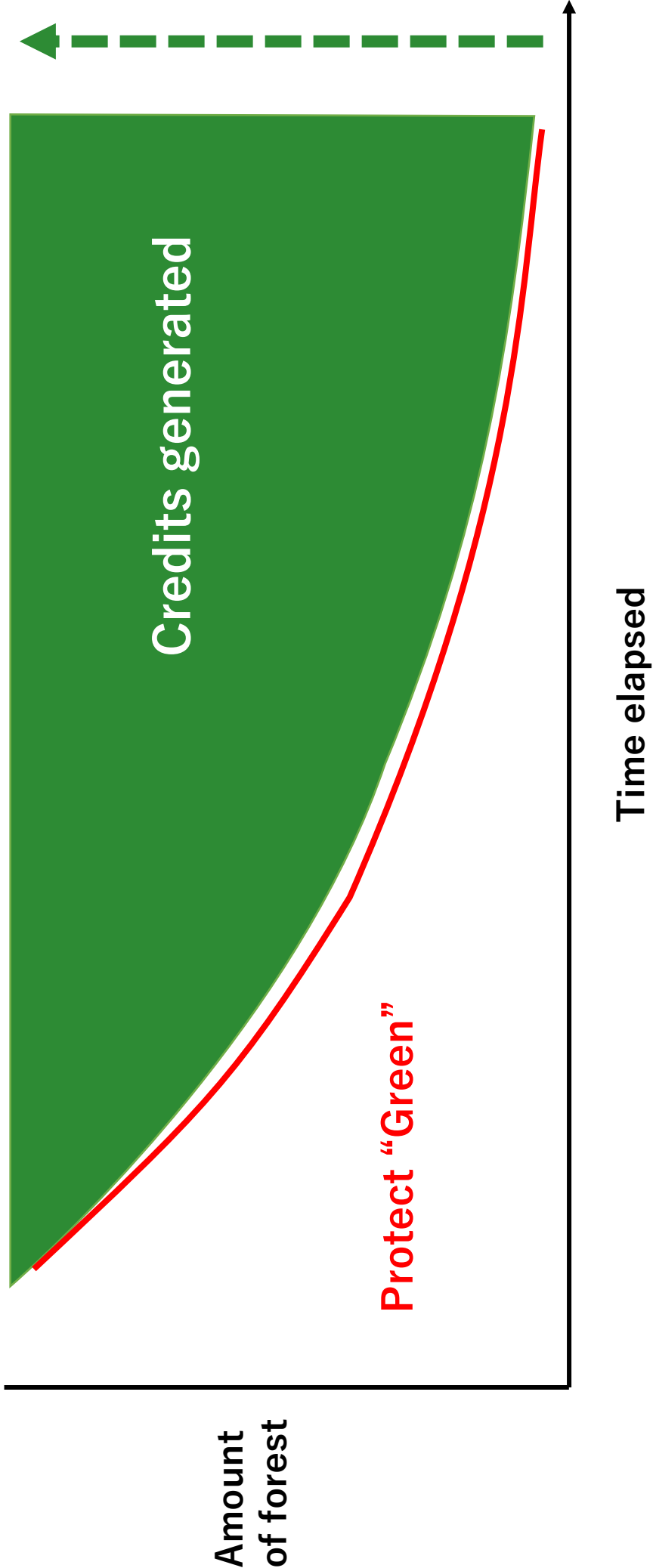


**Demonstration at Daruel Salam Institute of Technology**

# Tromso business scope

1 Forest conservation

We keep forests



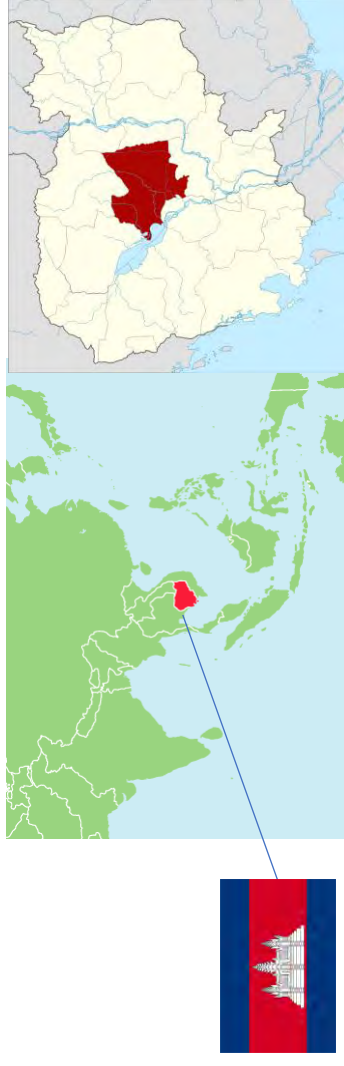
# Project Overview

## Name of Verification study

Forest conservation by turning rice husks and wood waste into biomass fuel

## Area

Cambodia(Kampong Thom etc.)



Cambodia

Kampong Thom

## Target Resources

Wood waste (sawdust, bark, etc.)

A large amount of sawdust, etc., which has not been turned into products, is generated at sawmills and wood processing facilities.

## Issue

Deforestation is becoming a serious problem due to the need to secure firewood and charcoal. Therefore, alternative fuels to existing firewood and charcoal are needed to curb deforestation.

⇒ In the JICA project in Tanzania (2014-2017), 180 tons of solid fuel was produced per grind mill per year. Substituting the same amount of charcoal has been shown to save 22.5 hectares of forest.



JICA Project in Tanzania (2014-2017) State of deforestation



# Project Overview

## Goal

Through our technology, we will conduct a verification survey on the possibility of substituting fuel that is a mixture of rice husk and wood waste for conventional firewood and charcoal for commercials and households use.

## Expected effect of verification

- Companies and households who use firewood and charcoal to switch their conventional fuels to alternative fuels(our briquettes). ⇒ It is expected to have the effect of preventing deforestation for the production of firewood and charcoal.
- Possibility to produce briquettes at low cost by using waste materials(wood waste etc.) to keep procurement costs low. ⇒ If it can be provided to end users at a low price, it is expected to have the effect of reducing their economic burden occupied by energy on local residents.

## Implementation system for achieving goals

With the cooperation of Cambodian companies and a Japanese professor in local universities, we can continue the survey on the Cambodian side even during the period when our personnel cannot travel to Cambodia. In the unlikely event that our personnel cannot travel from Japan, we can dispatch the personnel from our Vietnamese subsidiary.

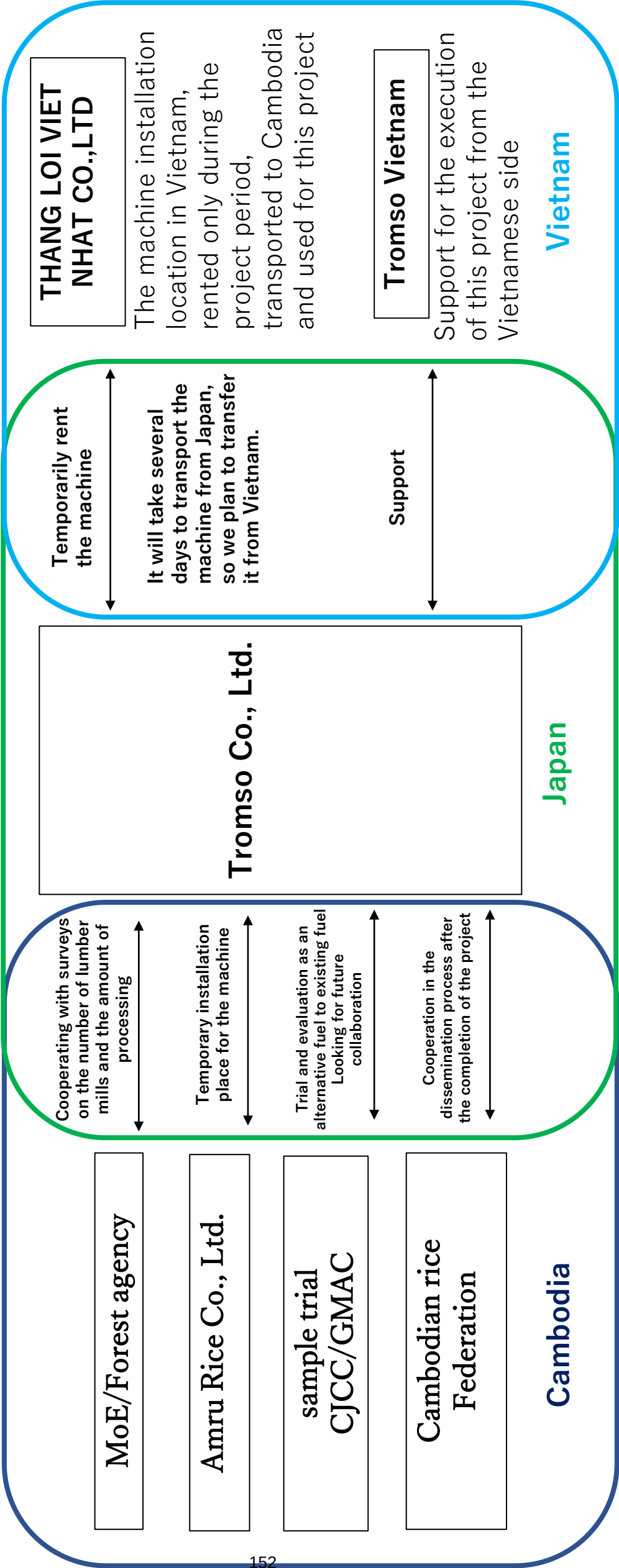
# Solution

## Forest conservation mechanism in this project



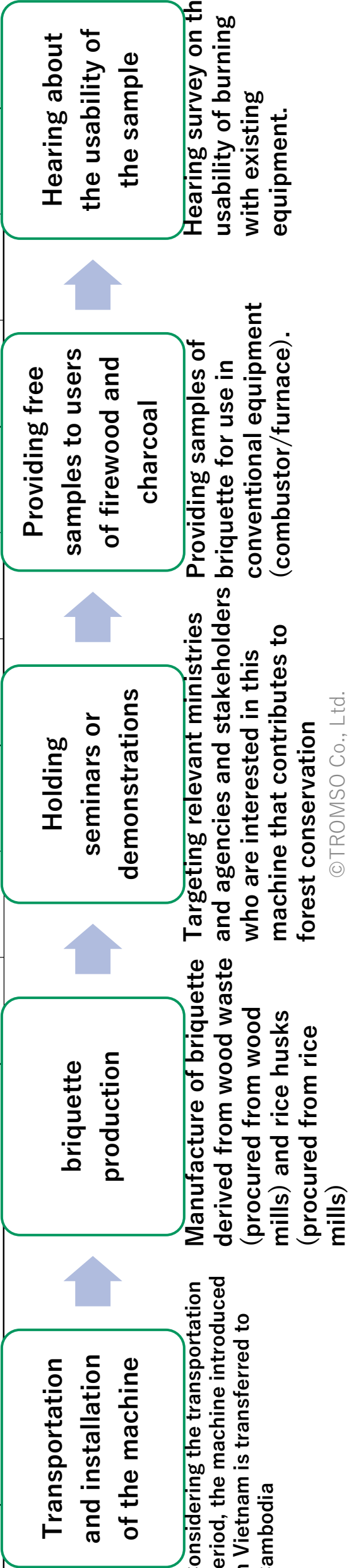
# Implementation system

## Implementation team of this project



# Implementation schedule

|   | Activity                                                                                                         | June | July | August | September | October | November | December | January | February | March |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|--------|-----------|---------|----------|----------|---------|----------|-------|
| ① | Literature/Internet research                                                                                     |      |      |        |           |         |          |          |         |          |       |
| ② | Coordinating meetings with relevant parties                                                                      |      |      |        |           |         |          |          |         |          |       |
| ③ | Survey on forests in Cambodia                                                                                    |      |      |        |           |         |          |          |         |          |       |
| ④ | Temporary installation of the machine and production of briquettes                                               |      |      |        |           |         |          |          |         |          |       |
| ⑤ | Distributing samples to end users. Then, we interviewed end users about their impressions of the feeling of use. |      |      |        |           |         |          |          |         |          |       |
| ⑥ | Holding seminars or demonstrations                                                                               |      |      |        |           |         |          |          |         |          |       |
| - | Cambodia visit period                                                                                            |      |      |        |           |         |          |          |         |          |       |





# SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



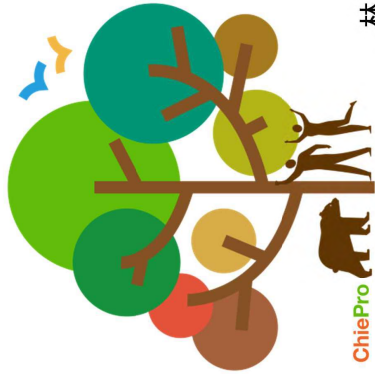
— From the business of **protecting greenery** to the business of **growing greenery** —

Thank you for your attention

## 2) JIFPRO 発表資料

## Pilot case in Cambodia with Tromso in **Knowledge Program** by JIFPRO

~Sustainable Business to  
Conserve Forest and Benefit Community~



Asako Yamamoto, JIFPRO  
Japan International  
Forestry Promotion and  
Cooperation Center

October 14, 2022  
Grind Mill Demonstration  
Amru Rice, Kampong Thom, Cambodia

林野庁補助事業 途上国森林ナレッジ活用促進事業

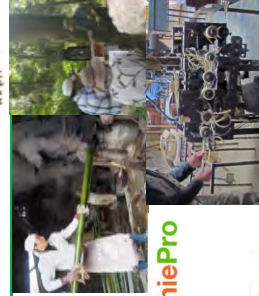
## Knowledge Program's pilot

Apply Japanese Knowledge  
in Forest Product value chain

森林資源のバリューチェーンに  
日本の「ちえ」活用する実証調査

➤ Tromso's Knowledge includes

- ✓ Grind Mill technology
- ✓ Toughness of Shipbuilding
- ✓ Utilization of waste (rice husk)



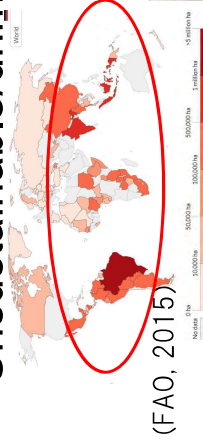
ChiePro



## Tropic Forest loss 熱帯森の減少

### ● Unsustainable/unmanageable use

非持続的 / 非自律的な活動



### ● Community interview, Kampong Thom

➤ "I fear there will be no firewood left for my children's generation if we don't take care now"

子供の世代に使える薪がなくなってしまう

➤ "I see in the news everyday there will be no forest"

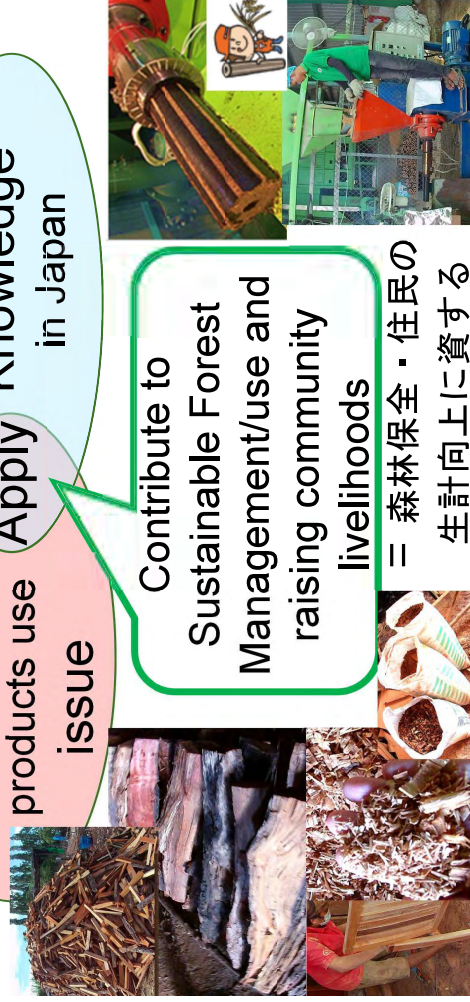
毎日ニュースで森林がなくなっている



2

## Program & Pilot Aims ねらい

森林資源利用の課題 + 日本の技術 (ちえ)







- **Companies** can initiate the **sustainable** briquette business (distribute briquette in the markets)
- **Firewood users** can purchase the briquette and reduce firewood use
- **Government and organizations** could facilitate the **sustainable** business by collaborating with companies and/or plan and apply/request for Projects including the grind mill/ briquette components
- **Connect with others today**, collaborate, cooperate and continue discussions, make it happen
- **Communities** can continue using the firewood sustainably and also use briquette

Conserve your  
forest and support  
the communities



- Forest conservation
  - ✓ **Less firewood use**
    - ✓ Brick factory
    - ✓ Garment factory
    - ✓ Other firewood/boiler users
  - ✓ **Less logging, less decrease/degrade of forests**
- Community livelihoods
  - ✓ **More resource** : food, medicine, pesticide, etc
    - ✓ fruits, fungi, nuts, seeds, insects, frogs etc
  - = **More cash income source**
  - ✓ **Better wind protection** (safe)
  - ✓ Less time to collect home use **firewood**
  - = **More time** to spend for other production

Case to be shared at seminar in Japan

Survey supported by

Forest Admin, Cambodia

Forest Admin, Kambing Thom

# Kampong Thom Communes

Forestry Agency, Japan

JICA Project/Advisor

And many others



# Olden



chiepro\_forest



## V. 調査結果のとりまとめ（ナレッジ活用モデルの開発）

事業で開発した2つの事例の結果をナレッジごとに整理し、ナレッジの普及に資するよう分析、その上でナレッジ活用モデルを作成した。

### i. インドネシア事例

#### 1. ナレッジ普及分析

表 V-1 ナレッジごとの結果と普及分析

| ナレッジ           | 結果概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ナレッジの普及に資する分析                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ①<br>KES<br>構法 | <p>◆現地の住民植林木サンプルについて木質試験を実施し、また現地調査で資材や設備を確認したところ、本ナレッジを活用して耐震木造建築の展開が現地で可能と結論づけられた。また、関係者へ本ナレッジを説明したところ、多数の反響があり、首都移転プロジェクトを含めて具体的な交渉に進む可能性がでてきた。説明先（抜粋）は以下の通り</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 8月インドネシアの林業来日調査団</li> <li>・ 2月7日ジャカルタ環境林業省ビルで開催したセミナー参加者（約150名）</li> <li>・ ジョグジャカルタの環境林業局</li> <li>・ ガジャマダ大学の林学部と工学部</li> </ul> <p>実装が進むと、住民植林木の利用促進、地震大国の住民に耐震性の高い安全な住まいの提供を通じた安心できる生活、コンクリート社会からクールな持続的な循環型の木造都市化や、ネットゼロシティへの貢献などにつながり、森林価値を高め、住民の森林保全の意義を高められる。</p> <p>本ナレッジは、事業のWebページ（データベース）「ChiePro」に掲載され、参照できる。<sup>18</sup></p> | <p>本ナレッジを説明する際は、本ナレッジを使った建造物が大地震を例外的に生存できたと一目で分かる写真の例をいくつか紹介した。このような写真の使用は、建築知識が無い人や言葉の壁がある人にも明快に分かりやすく、専門技術的な本ナレッジの普及に効果的であると思われる。</p> <p>■現地で実施したセミナーは、木造建築に係わる政府の複数省、企業、団体など、多方面な層のステークホルダーが参加し、一度に大勢のステークホルダーにナレッジを知ってもらえる好機となった。その結果、一緒に組んで実施したい、という引き合いが複数あった。また主要関係者が一堂に集まりさまざまな意見・見解が協議された結果、首都移転を担う政府関係者の強い興味が得られたと考えられる。またそれにより、人から人へのつながりでのファストトラックルートで業界大手の有力企業先とのコンタクトにつながり、首都移転計画への参入の可能性が高まることにつながったとも考えられる。このように、本ナレッジについてセミナーの実施は、ナレッジ普及に資すると考えられる。</p> <p>本ナレッジは、地震・振動の多い他の国・地域でも効果的に活用できる可能性があると思われる。</p> |

18

<https://jifpro.or.jp/chiepro/%e8%80%90%e9%9c%87%e6%80%a7%e3%80%81%e8%80%90%e7%81%ab%e6%80%a7%e3%81%ae%e9%ab%98%e3%81%84%e6%96%b0%e3%81%97%e3%81%84%e6%a7%8b%e6%b3%95%e3%81%ae%e9%96%8b%e7%99%ba%e3%81%ab%e3%82%88%e3%82%8a%e7%b4%94/>

| ナレッジ               | 結果概要                                                                                                                                                                                                                             | ナレッジの普及に資する分析                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ②<br><br>Cool Wood | <p>(前半は上段と同じ。◆参照)</p> <p>実装が進むと、住民植林木の利用促進、地震大国の住民に耐火性の高い安全な住まいの提供を通じた安心できる生活、コンクリート社会からクールな持続的な循環型の木造都市化や、ネットゼロシティへの貢献などにつながり、森林価値を高め、住民の森林保全の意義を高められる。</p> <p>本ナレッジは、事業の Web ページ (データベース)「ChiePro」に掲載され、参照できる。(前頁の脚注 1 参照)</p> | <p>本ナレッジを説明する際は、Cool Wood が火災にどのように耐えるかを見せる動画を使った。時間の経過過程などが知識のない人にも簡単に分かりやすく、このような動画の使用は、専門技術的な本ナレッジの普及に効果的であると思われる。</p> <p>本ナレッジについてセミナーの実施は、ナレッジ普及に資すると考えられる。<br/>(上段の 2 段落目以降と同じ。■参照)</p> <p>また今後、実際にナレッジを使用した建築物例が作れると、実物を見て体感できるため、さらに普及に資すると考えられる。</p> <p>本ナレッジは、火災や地震の多い他の国・地域でも効果的に活用できる可能性があると思われる。</p> |

## 2. ナレッジ活用モデル

### ● 課題 … A

#### ➤ 森林減少

インドネシアの法律で定められた森林区域面積は、2008 年と 2018 年で比較すると 134 百万 ha より 120 百万 ha に減少した (CIFOR 2021)。一方、実態上の森林は、法令で定められた森林区域よりもはるかに少なく、森林区域内であっても森林が失われているところがある。森林減少は 1990 年代に著しく進み、1990 年と 2000 年比で 119 百万 ha の面積は 110 百万 ha に減った。その後 2008 年には 97 百万 ha, 2018 年には 93 百万 ha, 2020 年には 92 百万 ha と、減少速度は緩やかになったものの、依然として森林減少・劣化が続いている (FAO FRA 2020 Country Report)。

#### ➤ 人工林資源管理と利活用の課題

インドネシアの森林資源は、天然一次林の大径材から、人工林や二次林の資源に移行している。人工林造成の担い手としては、多くが地域住民による社会林業によって担われているが、チーク等の高品質材を除くと、利用率は低く、利用されてもパルプ・チップ用や小径木の足場丸太利用などの低付加価値の利用にとどまる。今後は製材用 (建築用材) としての需要を喚起していくことが重要である。

現地調査では、以下の点も見えてきた。

- ・人工林資源は充実しつつあるが樹齢が若く、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
- ・木材加工のインフラはあるが製品の殆どは輸出用



図 V-1 住民植林木

### ➤ 建築における課題

伝統的には、様々な木造建築が存在していたが、1980 年代ごろからは、鉄筋コンクリート（RC）造、レンガ造、Confined Masonry と呼ばれる工法に移行してきた。現在では、地方も含め都市で木造建築を見ることは少なく、建築用としての製材需要は小さい。RC 造等の建築は、耐震基準はあるものの、それが徹底されていないなどのガバナンスの問題もあり、多発する地震のたびに、倒壊による犠牲者が発生している。

現地調査では以下の点も見えてきた。

- ・国家規格の耐震・耐火規格は既にあるが厳守されていない、依然として地震により家屋等が倒壊している。
- ・耐震性のある住宅設計の開発などは行われている。木造での耐震住宅のデザインは政府でも提供しているが、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ならないという「思い込み」がある。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。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おらず。多くの被災家屋は、RC 構造で再建され依然として耐震性は不十分。
- ・コスト：一般建築は日本の建築コストの 10 分の 1 ぐらいであると言われる。ただ本ナレッジは現地の木材資源、ローカルインフラを用いるのでコスト優位性もあると考えられる。この点についてはさらなる検証が必要である。
- ・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。

### ➤ 政府の有する課題（気候変動対策と首都移転）

#### <気候変動対策>

2016 年のインドネシアの温室効果ガス排出量のうち、泥炭火災を含む土地セクターの排出割合が 43.59%を占める（インドネシア NDC, 2021）。国は温室効果ガスの削減目標として、2030 年には、ベースラインに対し 29%、一定の条件を満たす場合には 41%削減するとの目標を掲げている（同上）。これらの排出削減対策については、森林を含む土地利用分野が優先分野となっている。

### ＜首都移転＞

2024年に政府機関の移転を開始し、約20年かけて2045年に移転を完了し、東カリマンタンのバリクパパンに比較的近い地域に新首都「ヌサンタラ」を作る計画である。25万haの用地を準備する予定であるが、周囲の自然環境等に及ぼす影響も懸念されている。

現地調査では、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があると分かった。

### ● 活用した日本のナレッジ …… B

- 「KES 構法」(株式会社シェルターの耐震木造建築技術)
- 「Cool Wood」(株式会社シェルターの耐火木造建築技術)

### ● ナレッジ活用モデル …… C(A+B)

- 「フォレストシティー」を目指すとするヌサンタラでのナレッジ活用をする協力・連携を試みる。10階建ての木造住宅、木造スタジアム、木造空港施設は、いずれも大型・高層建築となり木造で実施するには、現在のインドネシア内でのナレッジ不足の可能性があり、KES 構法等の日本のナレッジの活用余地に期待ができる。

建築物が、耐震性・耐火性のある木造建築で建設されると、地域の持続的森林管理や、住民への生計向上、「都市の森林化」を通じた環境貢献へのデモンストレーション効果がもたらされることが期待できる。

それにより木造建築への「お金がない貧しい人のもの」というステレオタイプの見方を、「環境や住民に優しく、安全で気持ちがよいクールな建物」、「自分も住みたい建築スタイル」という方向に変える流れができることに期待ができる。

市民の見方が変われば、地震多発地での木造での耐震住宅の建設が普及する可能性が高まる。耐震住宅の建設が進めば、地域住民はより安全な暮らしができるようになり、生計がより安定的に維持可能となり、生計向上活動に取り組みやすくなる。

広く定着してしまっている人々の見方を変えるためには、他にも商業建築や富裕層の住宅にまず導入して事例を作り、実物としての見本を見せることも近道となりうる。

- コストについては、日本の製品を持ち込むのではなく、現地の木材資源を使い、ローカルの加工インフラを用いることでのコストダウン効果が考えられ、現地に見合う価格に落ち着くことが期待できる。



図 V-2 現地のインフラ例



- 現地での企業活動の規制の複雑性等により、連携協力に当たっては、現地法人を持つ日本のゼネコン会社との連携や、現地の環境意識の高い財閥系大企業との連携なども視野に入れて検討する。
- 低利用にとどまる地域住民による生産材を木造建築資材に使うことで、その製材需要を喚起できる。人工林材の付加価値向上により、地域住民の生計向上など地元経済の活性化、森林の持続的管理の推進、荒廃地への森林復旧などが進む。
- 日本のナレッジ活用により、耐震性・耐火性のある木造建築が促進されると、木造建築への炭素蓄積による排出削減効果が期待でき、地球温暖化防止への貢献がなされる。また、人工林資源の製材（建築用）需要を拡大することにより、荒廃地への植林による森林吸収源としての気候変動対策効果が期待できる。
- 日本のナレッジを活用して建築物に木材を使用すること、またその耐久性を高めることは、森林を守ることにもつながるため、森林保全に資することとなる。

## ii. カンボジア事例

## 1. ナレッジ普及分析

表 V-2 ナレッジごとの結果とナレッジ普及(カンボジア事例)

| ナレッジ                 | 結果概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ナレッジの普及に資する分析                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ①<br>グライ<br>ンドミ<br>ル | <p>本ナレッジ（機械）を活用して、現地家具製造所で集めた木くずと、もみ殻混合の固形燃料の製造を実証した。</p> <p>現地でデモ・イベントを開催し（40名参加）、現地のステークホルダーに機械の実演、製造サンプルの火力を見せ、高い関心を得た。（参加者は森林局、CMAC(政府の地雷除去組織)、UNIDO、企業、JETRO、JICA など。）</p> <p>デモセミナーデモ後のセミナーにて、本ナレッジを使うビジネスモデルが、薪の代替燃料の流通を進め、どのように高い薪需要の緩和につながり、ひいては森林保全や生計向上に資するかの講義をした。またビジネスのコスト分析など導入を進めるための解説を講義し、多数の反響を得た。コスト分析では市場流通できるものと結論づけられた。</p> <p>製造サンプルを配布し、使用感のアンケート調査をした。結果は概ね良好であった。</p> <p>薪を大量に消費をする縫製工場やレンガ製造工場などで、本ナレッジで製造できる代替燃料の利用が進めば、薪の利用圧を緩和できると期待される。それは木材資源の利用圧の緩和につながり、ひいては森林伐採・劣化の緩和に資すると考えられる。現地の森林伐採・劣化は著しいが、固形燃料の代替による森林伐採・劣化の緩和は、森林資源に依存する住民の生計向上に資する波及効果が期待できる。</p> <p>本ナレッジは事業のWebページ(データベース)「ChiePro」に掲載され、参照できる。<sup>19</sup></p> | <p>本ナレッジを説明する際は、機械のコア内部部分がどのように投入資材を加工して燃料に変えるかが分かる動画を使用した。知識のない人にもイメージがしやすく理解の促進につながり、このような動画の使用は、機械技術的な本ナレッジの普及に効果的であると思われる。</p> <p>関係者は現地のデモイベントにて、本機械の実演や製造できる燃料品の燃焼を実際に見て、理解を進め、関心を高めたと思われる。このように、実物・実動を見せることは、購入コストがかりまた大型でもある本ナレッジには効果的と思われる。</p> <p>イベントでは実物の視察とセットで、ビジネスモデル案やコスト内訳、森林や住民へのメリット、関係者への層別提案なども併せて説明提供した。このようなビジネスがイメージしやすくなる・導入に係る支援材料の提供も、初期投資に係る本ナレッジの普及には、効果があるのではないと思われる。</p> <p>イベントに多数の関係者が一堂に集まったことにより、導入されたナレッジを有効活用して連携したい、という話も登場し、シナジー効果も見られた。それにより、本ナレッジを活用した際のバリューチェーン上のつながりの可能性が生まれたため、関係者を集めたデモイベントの開催は本ナレッジの普及に効果的であったと思われる。</p> <p>サンプル配布は、実際に試して良さを知ってもらう機会になった。サンプルの製造機である本ナレッジには、このようなサンプル配布はナレッジの普及に有効であったと思われる。</p> <p>本ナレッジは、おがくず、もみ殻に加え、その他有機物残渣や余材が多く出る工場・事業、また市町村などで効果的に活用できる可能性があると思われる。</p> |

<sup>19</sup><https://jifpro.or.jp/chiepro/%e3%83%a2%e3%83%9f%e3%82%ac%e3%83%a9%e3%82%a4%e3%83%88%ef%>

## 2. ナレッジ活用モデル

### ● 課題 … A

#### ➤ カンボジアの森林面積

森林面積は 1975 年に国土の 73%を占めたが、2018 年には 46.84%に縮小した<sup>20</sup>。その面積は 1990 年の 62.3%より、2020 年には 45.7%と減少した（世界銀行）。2016 年時点での森林被覆は 874 万 ha、すなわち国土面積 1,816 万 ha の約 48%であった。

#### ➤ 薪炭利用と木材資源の利用圧

薪・炭への依存率は 74.8%(2014 年)と高く（2019～2023 国家戦略開発計画（NSDP : National Strategic Development Plan））。薪はカンボジアで年間に 260 万トン、炭は 350 万トン消費される（UNDP）。

薪が縫製業やレンガ製造では大量にエネルギー源に使われていると分かった。縫製品は国の主力輸出産業であるが、縫製業はアイロンや洗濯等のために大量の熱（蒸気）を要する。レンガは建築用に 5 億個以上の生産を要すが、レンガの焼成には 850℃以上の熱が一般的に必要とされ、かなりのエネルギー消費を伴う。

また、60.9%の世帯が薪に依存して調理をしており、農村部に限ると薪を主な調理用燃料として利用する世帯は 78.8%に上る。今回の対象地のコンポントム州でもガスが普及してなく、住民は煮炊きを薪炭に依存せざるを得ないと確認した。

プノンペンの複数の市場（ロシアンマーケット、カップコーマーケット、カンダールマーケット）とコンポントムの市場内外で炭を使う調理が多数あるのを確認した（市場調査は 10 月 JIFPRO 調べ）。魚、アヒル、肉、バナナなどのグリル、炒め物、麺類、煮物、飲料、たこ焼き状のものなどを作って提供する人達が、日中と夜間で入れ替わって使用している。また市場内では薪も販売されている。このような食文化・嗜好の急な変化は難儀かもしれない。また首都では炭火焼肉レストランも流行っているようで、滞在ホテルの近所でも炭焼店をチラホラと見かけた。

また JIFPRO が現地調査をした際、非常に多くの薪や丸太を見かけた。プノンペン北部の薪販売所や角材製材所、プノンペン～コンポントム間、そしてとりわけコンポントム市内～サンポールプレイクックの通り沿いの家の出口付近やトラック搬送中のものなどである。プノンペンの家具屋には木製の家具が多数あり、また首都北部の方では建材売り場で沢山の建材も売っている。総じて木材の利用圧が高い印象を受けた。

---

[bc%8d%e3%82%82%e3%81%bf%e6%ae%bb%e3%82%84%e6%9c%aa%e5%88%a9%e7%94%a8%e6%9c%89%e6%a9%9f%e7%89%a9%e3%81%8b%e3%82%89%e8%96%aa%e3%82%84%e7%82%ad/](#)

<sup>20</sup> Human Development Report Cambodia 2019, the United Nations Development Programme (UNDP)



図 V-3 薪炭等の木材の利用状況

➤ コンポントム州のコミュニティフォレスト（CF）住民

森林局の職員と CF でヒアリングした際、住民は森林内の枯死木、倒木、使い物にならない木などを薪に利用していると確認した（住民調査は 10 月 JIFPRO 調査）。伐採の際は事前に管理者や村長・リーダー等に許可を得て行うなど、持続的に使用の管理をしているようである。

3 か所の森林にてヒアリング<sup>21</sup>し、森林資源利用は、薪に留まらず多岐に渡ることが分かった。例えば、食用・医薬用になる果実やナッツ、生物等の利用、たくさん採れる商品の販

<sup>21</sup> Khum Krakor Thlok Russey Forest Community, Trapeang Ruohg Forest Community, Sambor Prei Kuk。先の 2 つはコンポントム州森林局の案内で訪問した CF、Sambor は 2017 年より世界遺産として管理されている。Khum Krakor と Sambor では住民がエコツアー・観光業を実施している



売利用、観光資源や付随する収入源としての利用（エコツーリズム客の誘致、バイクなどのレンタル品貸し出し、食事の提供、土産品の販売）などであり、森林エコシステムサービスをうまく利活用して様々な恩恵を受けている。

|                   |                |
|-------------------|----------------|
|                   |                |
| 強風で倒れた木（奥）は薪に利用   | 集めて売られている食用ナッツ |
|                   |                |
| 観光客にナッツやカシューを売る住民 | 薬用効果のある木の实     |
|                   |                |
| CF 内のエコツーリズム用の看板  | 森林内で観光ガイドをする住民 |

図 V-4 CF の住民調査

他方、住民自身も森林劣化や減少を認識していると感じ取れる発言もあった。例えば「森林を管理しないと子供たちが使える薪がなくなってしまう」、「森林がなくなるとニュースで連日聞く」。森林減少に加えて劣化が進むと、住民は生活に使用する薪を遠くまで探しに行く必要が生じ探す時間が増えたり、場合によっては薪や炭を購入して対処しなければならない。実際に雨期は薪の入手が困難であるために、炭を使う、といった声もあった。

インタビューを重ね、CF の木は切られて盗まれることもあると分かった。バイクでパトロールをして防止に努めているが、人数不足、雨や水浸しになってしまう泥地面、道具不足、襲われる危険、見返りのなさ、等で非常に難航している。近年コロナの影響や雨の影響によ



る米・カシューなどの不作による資金不足により、高利貸金融に手を出し、そのつけ支払いの足し等にするために木を盗む人もいるそうである。

|                                                                                   |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
| 伐採され盗まれた木の例（サイズのイメージ用にベンを乗せた）                                                     | CF 森林内は雨で水没しやすくバイクのパトロール点検が難航する                                                    |

図 V-5 CF 内の違法な伐採とパトロール

➤ プノンペンやコンボントム州の家具・木材製材所等

家具・木材製材所等では、加工の際に木くず（以下、「おがくず」と記載）等の残渣がたくさん出る様子を確認した。10 月の JIFPRO 調べでは概して沢山出て作業のじゃまになるために希望者に無料か安い価格で引き取ってもらったり、処分したり、燃やして使ったりしているとのことであった。引き取り手の用途は、アルコールづくり、バイオ炭、肥料用などがあるようである。

|                                                                                     |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
| プノンペンの家具工房 1 中はおがくずだらけ                                                              | おがくずを集め袋詰めする機械                                                                       |
|  |  |
| プノンペンの家具工房 2 手前の袋内はおがくず                                                             | 回収待ちのおがくず入り袋                                                                         |

図 V-6 おがくず調査

● 活用した日本のナレッジ …… B

- グラインドミル（トロムソのもみ殻をすり潰して固める機械）

● ナレッジ活用モデル …… C(A+B)

- グラインドミルを導入してブリケットを流通させる

現地の企業や政府などのプロジェクト等で、グラインドミルを使い、製材所等でたくさん発生し処分を要するおがくずと、精米所で大量に発生して不要になるもみ殻を、50%ずつ混ぜ入れ固形燃料（以下、「ブリケット」と記載）を製造する。

ブリケット製造にはもみ殻が必要であり、事業の実証調査では、本機械を精米工場に導入した。

本ブリケットは、薪相当の機能を有するが、大きさを一定に製造できるため薪よりも燃焼時間の管理がしやすい。また薪のようにばちばちと火の粉が出なく、安全でかつ、熱量が薪のように一気に下がらずにとろ火の常態で数時間持続するため、薪程次々と投入する必要がない（トロムソ談）。また木の伐採を伴うことなく作ることができる。



図 V-7 おがくず・もみ殻混合のブリケット製造



図 V-8 おがくず・もみ殻混合ブリケットの長所

製造したブリケットは、企業などが自己消費に使用したり、付加価値のある商品としてかつビジネスが持続的になるように市場に流通させる。さらにブリケットに固める前の、投入バイオマスをすり潰した資源も家畜用のベッド利用等に販売できる。



またグラインドミルはおがくずに限らず他の有機物資源を使って燃料を成型することも場合によっては可能であるため、たくさん出る別の不要資源の混入によるブリケット製造も展開の余地がある。

➤ 薪の代替としてブリケットを使用し、薪・木材の利用圧を下げる

薪ユーザーは、製造されたブリケットを薪の代わりに利用または併用し、薪の必要・利用量を減らす。

例えば、まず薪を多く消費する縫製工場やレンガ工場などの大口ユーザー（事業者）が薪からブリケットにシフトして貢献する。薪 100%の使用を、一部もしくは全部をブリケットにシフトすると、薪の総利用量が減らすことができる。それにより薪の利用圧の緩和に資する。薪の利用圧が下がれば、その需要に対する供給量の緩和が考えられ、木材利用の供給緩和に資する可能性がある。供給の緩和で伐採が減ると森林保全に資する。



図 V-9 おがくず・もみ殻混合ブリケットのビジネスモデルと薪の利用の関係

ブリケットの製造・流通が動き出せば、管理や安全性等のクチコミや価格の安定により、プノンペン等の市場やレストラン、また個人家庭での調理での利用にもつながる可能性がある。現地ではサンプルを配布した住民より実際に火の粉が散らないのは良い、といった意見があった。また、市場の炭の利用者でも、火の粉が散らないのでと、わざわざ値段の高いバイオ炭を買って料理する人がいた。

➤ 政府・団体等の協力・連携

政府や団体はこのような活動・ビジネスが持続的な形で促進されるよう、支援したり取り組む企業と協力・連携したり、プロジェクト計画等を企画したりする。

事業の実証調査案件では、現地でデモンストレーションを実施したが、その後、森林局より照会があったり、UNIDO からもプロジェクトでの利用の話があった。

➤ 住民の生計向上に資する



ブリケットの利用が進み、森林の資源が豊かになると、それを利用して住民がより豊かに暮らせることが期待できる。例えば、木や植物資源が増えることで食用・医薬用になる果実やナッツ等の収穫が増える。食べるだけでなく、販売できる余剰分の量が増える。森林に生息する昆虫やカエル、サルなどの野生生物等も増える。観光資源としての森がより魅力的になり、集客の増加、貸し出し増量、飲食の消費の増加、土産品販売の増加などに期待ができる。木が増えれば生活利用が可能な薪資源も増えると思われ、薪を遠くまで探したり、薪・炭購入に出費する必要性が下がる。

現金収入が増えたり出費が減れば、高利貸に手を出さずに済み、つけ払いのために危険を冒して木を盗む人が減ると考えられる。余裕ができたなら便利で安全なブリケットの購入もできるかもしれない。

|                                                                                    |                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
| カエルの足のフライ                                                                          | 森林に生息するタランチュラ（右）は3,000 Riel と高く売れる（約 100 円）                                         |

図 V-10 コンボントム～プノンペン間のパーキングエリア（スクン）での販売物

薪を探す時間や、盗みが減ってパトロールの時間が減れば、時短の分、他の生計活動に専念してさらに生活を豊かにできる。

またグラインドミルを比較的森林近くに導入できれば、製造・メンテナンススタッフとして住民を登用し、直接的な生計向上につなげることも考えられる。

### iii. 事例の比較考察

今年度の二つの事例では、どちらも活用しきれていない資材を生かすという点では共通していた。他方で、インドネシアの事例は住民植林木の利用を推進して植林促進に貢献し、カンボジアの事例はおがくずを活用しながら木材の利用圧を下げて森林保全に貢献する、という切り口の違う案件であった。前者では植林が進めば、それにより住民の生計向上に期待ができ、また後者では、木材利用圧が下がって森林が保全されると住民の生計向上に資するという流れであり、森林保全により生計向上につながるという順序はどちらのモデルも同じと考えられる。

また、どちらのケースでも、セミナーやデモイベント、といった大勢の関係者にナレッジを説明したり見せたりする行事を行った。一度に多くの人にナレッジを知ってもらうことができ、また参加した関係者間でのシナジー効果に期待ができるという点で、このような手法はメリットが多いと分かった。

どちらのモデルも対象地以外でも応用が考えられる点も共通した。インドネシアのモデルは地震や火災のリスクがある国・地域等で、カンボジアのモデルはもみ殻と有機残渣がたくさん出る地域や企業などでの応用が効果的ではないかと思われる。

### iv. その他考察

今年度の実証調査のテーマは建築とバイオ燃料という異分野、またスケール感もやや違うものであった。初年度から使用している  $A + B = C$  の方程式で、実証調査の情報を整理したが、かけ離れた2つの案件をパターン化して分析したことで統一感のある伝達が可能となった（例えば、続く情報発信に際して含む）。また、シンプルに必要なパーツを組み合わせた構造の繰り返しの情報配信が企画のヒントとなり、潜在的な森林資源事業実施者となりえる民間企業などの公募参入につながる可能性がある。

## VI. 情報配信

### i. データベース

森林ナレッジに関心を抱く事業者やナレッジ所有者への情報提供や情報交換を目的に、情報発信データベース「森を守る日本のちえぶくろ（ChiePro）」（<https://jifpro.or.jp/chiepro/>）を構築し、ウェブ上に公開している。

#### 1. データベースのコンセプト

本データベースの想定するユーザーは①森林保全や森林資源の利活用に取り組む/取り組むことを検討している NGO・事業者②研究者・技術者・企業などのナレッジ所有者の2 類型である。本年度については、日本国内あるいは途上国で活動する邦人を対象とし、日本語によるデータベースとして設計した。

想定しているユーザーとそれぞれにとってのデータベースの活用方法は下図にまとめた通りである。

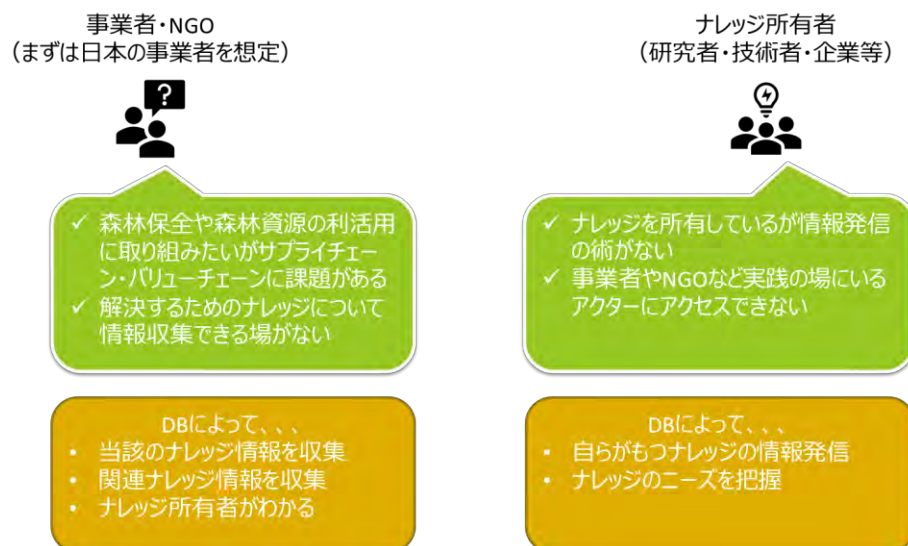


図 VI-1 想定されるユーザーとデータベースの活用方法

#### 2. データベースの改編

令和2年度に開設したデータベースについて、記事拡充を実施した。拡充した記事の内容は下記の通りである。

- 木杭（地盤補強用丸太）
- モミガライトーもみ殻や未利用有機物から薪や炭を成型する
- 耐震性、耐火性の高い新しい構法の開発により純木造ビルを実現

### ii. 普及啓発セミナー

途上国における森林資源保全およびその持続的活用や森林ビジネスを実施・検討している事業者並びに関連ナレッジ所有者などを対象に、ナレッジ活用モデルおよびデータベースに関する

る情報発信を目的としたオンライン形式のセミナーを開催した。なお、セミナーの様相を録画し申込者限りで期間限定配信を実施したところ、57名が視聴した。

## 1. 開催概要

### 1) 開催概要

日時 令和5年3月2日(木) 14:00~16:30  
 形式 オンラインセミナー  
 配信場所 日比谷国際ビルコンファレンススクエア 8E  
 〒100-0011 東京都千代田区内幸町2丁目2-3 日比谷国際ビル 8階  
 チラシ

JIFPRO (公財)国際緑化推進センター 公開セミナー

# 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!

2023 3/2 (木)  
14:00~16:30

オンライン  
無料

● テーマトピック ●

- カンボジアの森林保全と薪に代わる日本の燃料製造技術
- インドネシアの住民植林木と地震・火災に強い日本の木造建築技術

● メイン スピーカー ●

- 九州大学 大学院農学研究院 教授 溝上 展也
- (株)トロムソ 代表取締役社長 上杉 正章
- 東京都市大学 名誉教授 大橋 好光
- (株)シェルター 常務取締役 安達 広幸
- JIFPRO 専務理事 高原 繁

● オープニング 林野庁 海外林業協力室長 谷本 哲朗、JIFPRO 理事長 沢田 治雄

● イントロダクション JIFPRO 研究員 山本 朝子

● JIFPROナビゲーター モデレーター: 技術顧問 田中 浩、司会: 研究員 倉本 潤季

● Zoom参加申込受付中!!

● 申込案内ページ <https://jifpro.or.jp/information/11121/>

● 定員 先着 200名

お問合せ先 [asako@jifpro.or.jp](mailto:asako@jifpro.or.jp) 03-5689-3450 (JIFPRO)

注: 内容は予告なしに変更になることがあります。ご自身のPC等で登録・視聴ください。  
 本セミナーは林野庁補助事業「途上国森林ナレッジ活用促進事業」の一環で実施します。  
 後援: 独立行政法人 国際協力機構 (JICA) 協力: 森から世界を変えるプラットフォーム

関連フォトは  
インスタで!  
[chiepro forest](#)

参加者 森林ナレッジに関心を抱く民間企業、NGO、研究機関他、92名  
 協力 森から世界を変えるプラットフォーム  
 後援 JICA





図 VI-2 セミナーの様様

## 2) プログラム

| 内容                                          |
|---------------------------------------------|
| 主催者挨拶                                       |
| 沢田 治雄(JIFPRO)                               |
| 林野庁挨拶                                       |
| 谷本 哲郎(林野庁)                                  |
| イントロダクション                                   |
| 山本 朝子(JIFPRO)                               |
| ビッグデータから見るカンボジアの森林の変遷                       |
| 溝上 展也(九州大学教授)                               |
| 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                  |
| 上杉 正章(株式会社トロムソ)                             |
| 森林と住民に優しいサステナブル・ビジネス                        |
| 山本 朝子(JIFPRO)                               |
| 質疑応答                                        |
| 進行:田中 浩(JIFPRO)                             |
| 日本の耐震・耐火技術                                  |
| 大橋 好光(東京都市大学名誉教授)                           |
| 【検証】インドネシアで中高層木造ビルの建設は可能か                   |
| 安達 広幸(株式会社シェルター)                            |
| インドネシアでの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 |
| 高原 繁(JIFPRO)                                |
| 質疑応答                                        |

## 2. アンケート結果の集計

森林ビジネスの事業化及びナレッジ活用促進のためには、ビジネス及び森林保全活用の担い手となる主体の興味関心の動向を把握しニーズを理解することで、潜在的な需要を開拓していく必要がある。本セミナーにおいて活動の担い手となる主体のニーズを把握し、実際の森林ビジネスにおける課題やナレッジの適応可能性に関する検討を行うべく、セミナー参加者にアンケート調査を実施した。アンケート項目と狙いは以下の通りである。セミナー視聴画面を離脱すると自動的にウェブアンケート画面への移行を促す設定としたほか、当日の司会アナウンス及び参加者への後日のフォローアップメールによってアンケートへの協力を呼びかけた。以上の結果、39件の回答を得た。

また、セミナー当日には Zoom の投票機能を用いて、セミナーで取り扱う 2 社のナレッジについての事前認知度を確かめるアンケートを実施した。このアンケートには 70 件の回答があった。

表 VI-1 アンケート項目とねらい

| アンケート項目         | 目的・ねらい                  |
|-----------------|-------------------------|
| Q0.ナレッジの事前認知度   | ・ 普及効果の把握               |
| Q1.発表内容について     | ・ 情報価値評価の把握             |
| セミナー全体を通して      | ・ 興味関心の動向把握             |
| 前半セッション（カンボジア）  | ・ 事業参加企業・団体への情報のフィードバック |
| 後半セッション（インドネシア） |                         |
| Q2.森林資源関連事業について | ・ 興味関心の動向把握             |
| 事業における課題        | ・ ナレッジ活用モデルの焦点を設定       |
| 自社ナレッジの活用       |                         |
| Q3.セミナー運営について   | ・ 今後のセミナー運営へのフィードバック    |

### 1) ナレッジの事前認知度

Zoom の投票機能を用いて、セミナーで取り扱う 2 社のナレッジについての事前認知度について「両方知っている」「どちらか一方なら知っている」「どちらも知らない」の中から選択式で回答を得た。6 割近くが「どちらも知らない」と回答し、「両方知っている」としたのは 3%（2 人）だった。セミナー参加時点では 2 社のナレッジを関知していなかった参加者に対して、効果的に普及することができた。

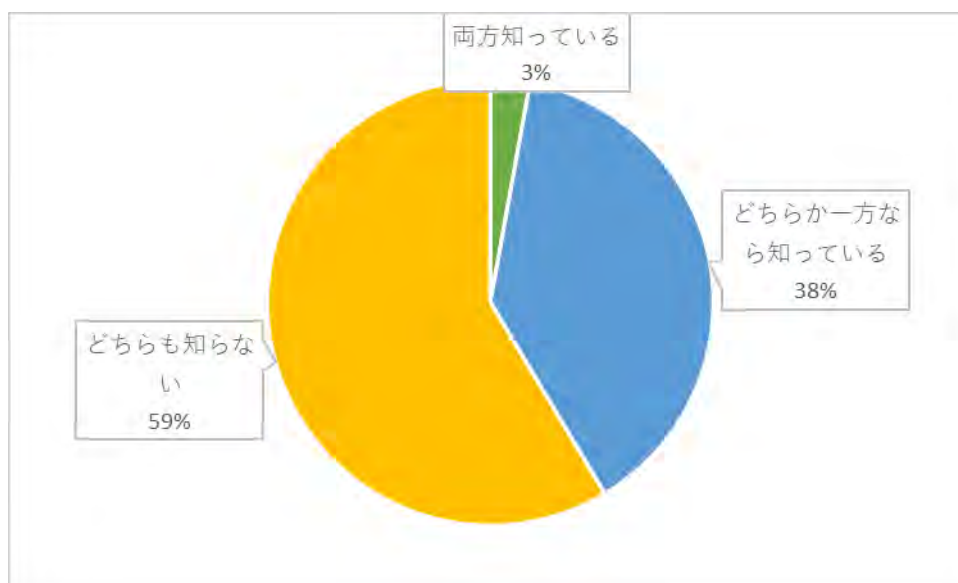


図 VI-3 セミナーで扱うナレッジのセミナー開始時点での認知度（有効回答数:70）

## 2) 発表内容について

### (1) セミナー全体を通して

セミナー全体の内容に関して、5段階評価を得た。図に示す通り、「たいへん良かった」「良かった」を合わせると94.9%にのぼり、「あまり良くなかった」「良くなかった」とする評価はなかった。本セミナーの趣旨及び内容が効果的に普及できたと評価しうる。

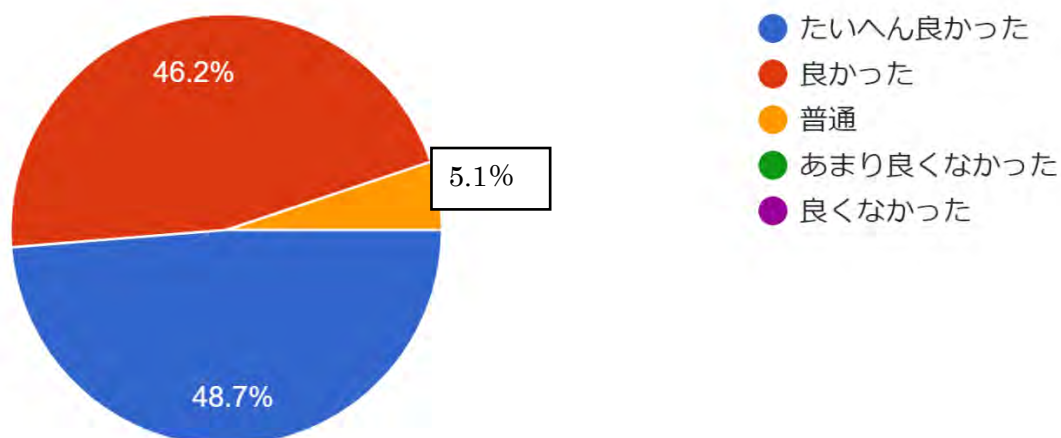


図 VI-4 セミナー全体の評価（有効回答数:39）

また、セミナー全体に関する自由記述のコメントとして下記のものが得られた。

表 VI-2 セミナー全体に関するコメント

|                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------|
| コストをどのように下げることができるのかがカギ。費用を抑えるか、収入面を増やすか、工夫が必要と感じた。                            |
| 欲を言えば、もう少し「どうやって普及させていくか」の部分の話を聞きたかったが、今回のセミナーは、勉強になりました。                      |
| 日本の技術がカンボジアやインドネシアでも活用される可能性が高いということが分かってよかった。相乗効果で、日本の林業・木造建築も活性化していければよいと思う。 |
| それぞれ異なった地域の様々な環境条件の下で、SDGs の考えを基本として、森林の保全と森林資源の有効活用に積極的に取り組まれている状況をよく理解できました。 |
| 途上国には日本の技術を多く導入できるところがあると知ることが出来た。                                             |
| 当初は 2 つの例を知りませんでした。大手国内メーカーが高層木材建築を手掛ける事などとは異なり、各国の事情に併せた活動に共感致しました。           |
| 大変参考になりました。有難うございます。                                                           |

## (2) 前半セッション（カンボジア）について

カンボジアでのみ殻・木質系廃材の固形燃料化に関するセッションについて自由記述のコメントとして下記のものが得られた。

表 VI-3 前半セッションに関するコメント

|                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------|
| カンボジアの森林の減少と劣化の状況を分かり易くご説明いただきありがとうございます。また、ブリケットの製造と有効活用が早期に実用化されるよう期待したい。          |
| 森林減少の状況把握方法に関心を持ちました。また、コミュニティフォレストの役割について、もう少し詳しく知りたく思いました。                         |
| 古いコミュニティフォレストには抑制力があり、新しいものはそうでもない、という結果が興味深く、伝統的に自主的に行ってきたものには芯があるのかなど理由がわかれば面白いと思う |
| 私たちも共同企業体と共に、過去の時系列データとリモートセンシングでの三次元情報の取得で仮説を立て、現地訪問での検証を検討しており、関心を持った。             |
| 東南アジアの自分の工場でもグラインドミルを試してみたいです。                                                       |
| カスケード利用の好例と感じた。                                                                      |
| 農業廃棄物、廃材等から現地で需要の高い薪などの固形燃料が作れるということで、非常に分かりやすい/相手国にも受け入れられやすいナレッジモデルであると感じた。        |
| 現地で利用できる材料に合わせてミルの改良をするという可能性もあるかと感じた。                                               |
| 籾殻と鋸くずの燃料化は薪炭の使用量に対して、どれくらいの寄与が可能なのか数値で示していただけるとより理解が深まったと思います。                      |
| カンボジア政府や地方政府との関係についてより詳しく知りたかった。                                                     |
| 廃材・残渣の総量、エネルギー換算率、利用状況等を知ることができれば、より加工方法の検討を深められそうだと感じた。                             |



|                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 現地社会へ向けたセミナーやデモンストレーションの実施が興味深かったです。また、その中から、現地行政や国際機関など、新たに関心のある層が発掘できていることが素晴らしいと感じました。                                                     |
| カンボジアに限らず、日本でももっと活用できる技術だと感じました。                                                                                                              |
| ビジネスモデルキャンパスを見せていただくことや、調査結果、またそれぞれのステークホルダーへの影響を分解してお見せいただくことで、この事業に対する理解が深まりました。私自身の前提の知識が少ない中でも、現地利用者のニーズや利用した感触、今後の課題など非常にイメージが付きやすかったです。 |

### (3) 後半セッション（インドネシア）について

インドネシアでの木造建築に関するセッションについて自由記述のコメントとして下記のものを得られた。

表 VI-4 後半セッションに関するコメント

|                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 大橋先生の地震の頻度などの考え方が勉強になった。面白いテーマで実装につながると良いと感じる                                                                                                                        |
| 南洋材の主産地として乱開発で森林がかなり疲弊しているのではと思っていましたが、カンボジアと異なり森林資源は充実してきているようで安心しました。                                                                                              |
| 日本が有する高い建築技術は、継承及び普及が難しいという点は、他の産業分野の技術移転にも共通する課題であり、面白いと思った。それでも手間暇をかけて辛抱強く技術移転する道と、今回の KES 構法のようにシンプルで誰でも使いやすい手法を移転する道と、大きく戦略が分かれる。今後は後者の手法の方が海外での需要が高いと肌感覚で感じている。 |
| 単盤積層材（LVL）の将来性を感じました                                                                                                                                                 |
| インドネシアにおける木材利用では防蟻が課題となると考えます。                                                                                                                                       |
| 地震の多い国には、日本の建築技術を大いに利用すべきと感じた。                                                                                                                                       |
| 次のステップとしては金物の工法を現地の建築労働者が施工して、どの程度の効率で実施できるかなどを調べていただけると面白いと感じました。                                                                                                   |
| 地元の人工林・木材を利用し耐震・耐火が出来れば、輸出一辺倒から国内需要への変換が出来、国は良い方向に進む気がしました。                                                                                                          |
| 今回は地震・火災耐性ということだったが、それ以外のリスク、例えば木材の耐水・耐湿、防虫性能等は熱帯湿潤気候下でどうなのか今後検討されるとより深まると感じた。特に耐水・耐湿性は台風、洪水・浸水時に重要と思う。                                                              |
| 住民林業がかなり進んできているようで、植林木の利用など期待します。                                                                                                                                    |
| 政府、民間企業、一般住民などどこに焦点をあてて普及をしていくかなどによって、やり方が大きく変わってくるものと思われた。                                                                                                          |
| 木材の強度に関して、今後実大の製材品における樹種ごとの強度低減要素の現れ方の違いなどを検討されると良いと感じた。                                                                                                             |
| 興味深いお話を聞くことができました。ありがとうございました。                                                                                                                                       |

### 3) 森林資源関連事業について

#### (1) 森林資源関連事業への関与と事業における課題

参加者自身或は所属する企業などで森林資源に携わる事業を実施或は計画しているかについて問うたところ、2/3 が事業実施中または計画中であるとした。

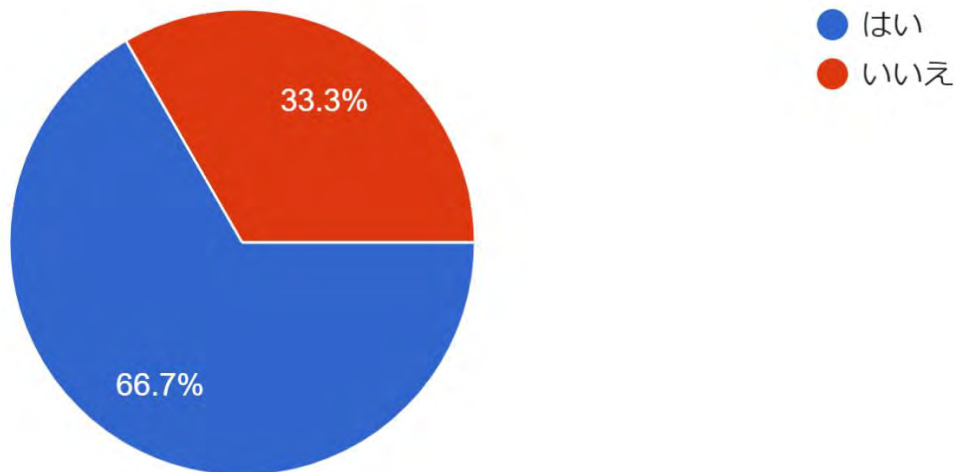


図 VI-5 森林資源関連事業への関与（有効回答数:39）

さらに、実施中または計画中与答えた人に対して、当該事業において、バリューチェーン上のどの工程に課題を抱えているかを問うた。下図のように、課題がある段階として「製造・加工」を挙げたものが最も多く（13件）、続いて「原料調達」（11件）となった。課題の内容としては

- 原料調達の透明性・違法材
  - 防虫などの品質管理
  - 原材料の安定供給
  - 新規参入や中小企業による原料調達の制度的制約
- などが挙げられた。

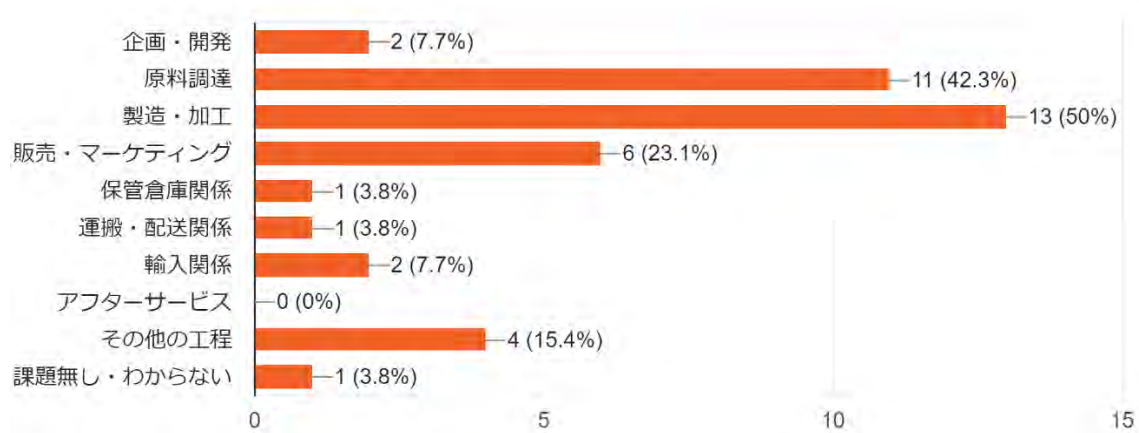


図 VI-6 森林資源関連事業における課題（有効回答数:26）

## (2) 自社ナレッジの活用

自分のもつナレッジを途上国の森林資源関連事業に活用できそうかどうかについて問うた。有効回答数 38 のうち、「活用できそうだ」とする回答が約半数の 18 件あった。

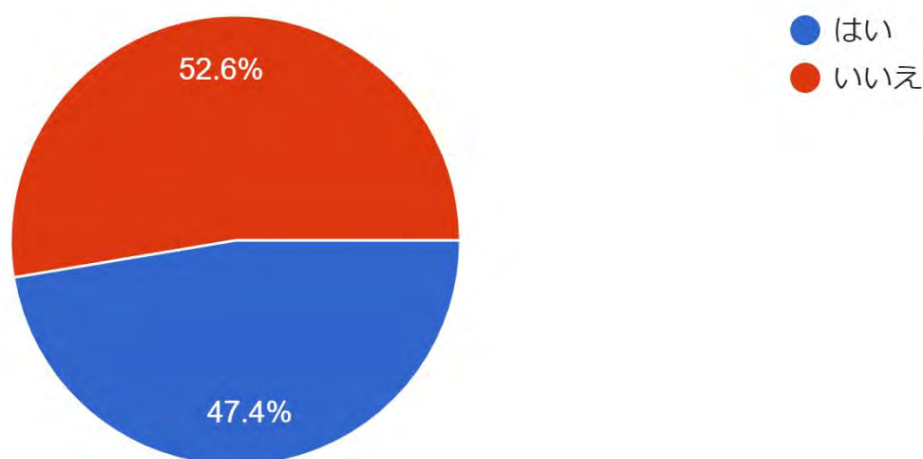


図 VI-7 自分たちが所有するナレッジを途上国の森林資源関連事業に活用できると感じるか  
(有効回答数:38)

さらに、所有するナレッジについて、バリューチェーン上のどの工程で活用できるナレッジかについて問うた。前項における、途上国の事業で課題のある工程とほぼ符合するような結果となったことは興味深い。途上国の森林資源関連事業における課題と必ずしも対応するナレッジばかりではないことが推察されるが、日本の企業や団体がもつナレッジを途上国の森林資源関連事業に活用することの有効性が示唆された。

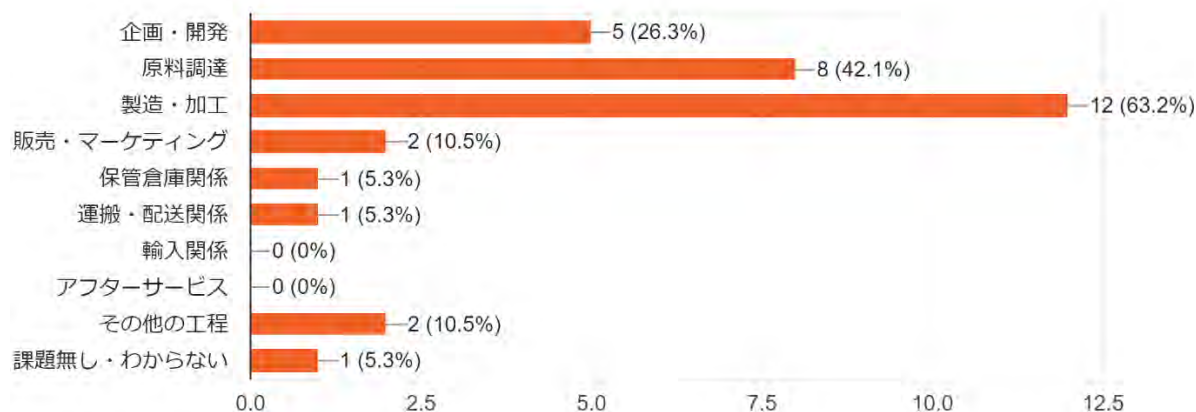


図 VI-8 所有するナレッジが活用できる工程 (有効回答数:19)

## 4) セミナー運営について

セミナー運営全般や、今後の事業に対する期待・要望について広く自由記述で問うたところ、下記のような回答を得た。

表 VI-5 セミナー運営に関するコメント

|                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企業からの具体的・技術的な発表の一方で、大きな視点での意義を専門家または JIFPRO が説明する組み合わせは、補完的で良いと思った。                          |
| 皆様からの詳細なご説明大変勉強になりました。ありがとうございました。                                                           |
| 農業廃棄物については 1970 年代に食用きのこ栽培に利用され、栄養改善などにも寄与してきましたが、未だ、使える技術だと認識しており、カスケード利用の可能性も検討していただきたいです。 |
| 短時間（1 時間 45 分程度）で頻度を多くしていただけると、より参加しやすいと思います。                                                |
| これまで接点のなかった分野のお話を伺うことができ勉強になりました。                                                            |



## VII. 運営委員会での検討結果

事業全体の実施方針、実施手法、成果の取りまとめなどについて検討するため、森林保全、国際林業協力、森林ビジネス、加工・流通、本年度の実証調査関連分野に知見を有する有識者5名からなる委員会を設置し、令和4年8月、11月、令和5年2月に検討委員会を開催した。委員会の構成は下記のとおりである。

| 氏名     | 所属・役職                    |
|--------|--------------------------|
| 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 日本やきの会会長        |
| 専門委員   |                          |
| 大橋 好光  | 東京都市大学 名誉教授              |
| 溝上 展也  | 九州大学 大学院農学研究院 教授         |

### i. 第一回運営委員会

#### 1. 開催概要

|      |                                                                                                                                                                                |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 日時   | 令和4年8月5日（木） 10時00分～12時00分                                                                                                                                                      |
| 会場   | 林友ビル 6F 中会議室（東京都文京区後楽 1-7-12）及びオンライン                                                                                                                                           |
| 議題   | 1. 事業概要と計画<br>2. インドネシアの実証調査計画<br>3. カンボジアの実証調査計画<br>4. その他                                                                                                                    |
| 配布資料 | 議事次第と出席者<br>資料1. 事業概要と計画<br>資料2. 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<br>資料3. 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                                                                             |
| 参加者  | 委員（50音順）：大橋委員、川口委員、古田委員、溝上委員、谷田貝委員<br>（計20名） 委託・協力企業：株式会社シェルター 安達氏、鈴木氏、菅原氏<br>株式会社トロムソ 上杉氏、西嶋氏、谷中氏<br>株式会社イースクエア 柳田氏<br>林野庁：谷本室長、岩間課長補佐、石川国際森林減少対策調整官<br>JIFPRO：沢田、高原、田中、山本、倉本 |

#### 2. 主な議事内容

##### 議題1：事業概要と計画

**委員**：実証調査は単年度で結果を出すもので、その後どうなっているか情報はるか。

→**JIFPRO**：昨年の事例は終了したばかりであり展開がないと思われる。令和2年度の実証調査を行った竹の案件は、もともと複数年度案件で始めたがミャンマーの情勢でやむなく活動が停止したものの、別枠組みでの継続的な取り組みにつながっている。

## 議題2：インドネシアの実証調査計画

**委員**：メラルーカなどは曲がり材が多いが、こうした材を集成材に利用するのは難しい面もあるのではないかな。

→**JIFPRO**：ご指摘の点は検討したい。インドネシアに集成材加工できる工場がある。

**委員**：伝統的建物では木造があるということだったが、どのような工法・材を用いて建てられているのかを調査する必要があるだろう。また、材についてはその樹種が現在インドネシア国内でどれほどの資源量があるのかも調べる必要がある。

日本の軸組工法は、ツーバイフォーに比べて東南アジアに向いていると考えられるが、その中でも金物工法は複雑な職人的技術が不要であるため、特に現地への住宅への適用に向いており、量的にも普及の可能性を感じる。一方で、COOL WOOD とそれを用いた高層の木造建築は、技術として高度なので、パイオニア的な取組としては良いが、現実的には住宅への金物適用が良いのではないかな。

**委員**：曲がりが多いというのは接合に不利な点があるのでは。そうした場合に現地で微妙なズレを修正することはできるか。二点目、KES 工法や COOL WOOD など、地域住民だけでは取り扱えないような高度な技術も含まれているが、技術の担い手の範囲をどのように線引きするのか。三点目、カンボジアの案件にも絡むが、技術を海外展開していく際に、特許・知的財産権の取り扱いなどはどのようにするのか。

→**シェルター**：一般に海外に技術移転する際には、日本からモノを持って行って売するという形が多いかと思われるが、今回はできるだけインドネシアの木材を活用したいと考えている。接合部の金物についても、規格・形状をある程度決めておけば現地のインフラで製造可能なのではないかと考えている。現地の技術を把握し、そこに足りないものを補填していくという考え方。

金物工法における木材の曲がりやソリについて、日本国内でもカラマツ材などの利用にまいて曲がりやソリを含む材の扱いの知見がありそれを活かせると思う。

インドネシアにはすでに集成材を加工できる工場があるが、今後は構造設計のために強度を把握することが必要になってくる。必要な設計でグレーディングして日本の JAS に相当する集成材を生産できるようになることを目指せればと思う。断面や強度を規格化できれば設計も簡便化でき、また、金物工法であれば、技術のない人が組んでも強度が担保される。

特許・知財については、すべてをフリーにしてしまうと求められる強度が担保できなくなる危険性もあるため、一定の排除性は必要であると考えます。オープン・クローズという形で、技術はオープンにしながら利用について何らかのインセンティブが必要になるというようなクローズの

部分を残しておくような形を想定している。

**委員**：技術を日本から持ち込む場合でも、資材やインフラを現地で調達することは重要。

**林野庁**：日本の木材輸出にも繋がって行ければ良いのかもしれない。東南アジアではシロアリ対策が問題になってくるかと思うが、そのあたりはスコープに入るか。

→**JIFPRO**：シロアリは現地でも問題になっており、製材所でも防虫対策を行っているようであるが、検討課題になってくる。

→**委員**：シロアリ対策の問題についても、基本は現地の材を使うということになってくるだろう。

そうしたことも含めて、現地の住宅の建築方法や技術力、どういう施設がありどういう部材が作れるのかを調べていく必要があるだろう。

**委員**：「現地樹種の特性試験」が重要と感じた。ゴム材など低利用の樹種のみならず、チークやマホガニーなどでも耐震・耐火がどの程度向上するかを実証できると有益だろう。ゴム材などは家具利用が進んでいると思うが、この点も少し気になった。（チャットコメント）

### 議題3：カンボジアの実証調査計画

**委員**：もみ殻と木質を一緒に扱うことは試みているのか。

→**トロムソ**：木くずや木の皮の固形化試験の経験があり、乾燥すれば十分に固形化する。

**委員**：日本ではかつてオガライトを盛んに利用していたが、湿気に弱いという問題から現在はオガ炭に転換している。今回の案件では保存の際の課題はないか。

→**トロムソ**：オガライトとモミガライトは固形化のメカニズムが異なるため、圧縮密度が異なり、雨に濡れるなどのことがなければ湿気の問題はないと考える。

**委員**：廃材はどれくらいの割合で混ぜるのか。日本では木質バイオマス発電のために木材が足りないというようなことが起こっているが、中長期的にみてかえって森林減少につながってしまわないかということに関して、調達のポテンシャルに留意しておく必要があるのでは。

二点目、固形化する際の熱源としてどのようなものかを考えているか。カーボンニュートラルという際に、熱源を含めてトータルで収支を考えていければ普及の際により説得力が増すだろう。

→**トロムソ**：日本で木質バイオマス発電に関し木くずの不足が生じていることは関知しており、カンボジアでも同様の状況は将来的に考えられるので、木くずが難しくなった際に混ぜたり代替にしたりという点でもみ殻などの農作物残渣の利用を考えている。

環境省の都市間連携でJCMにつながるFS調査を実施しており、モミガライト利用に関するCO2削減量と費用対効果を算出している。グラインドミルは電動でヒーターも電気ヒーターだが、その際の発電による排出量を差し引いてCO2削減量を計算しているので、その点も反映した実証調査報告書を作成したい。

**委員**：もみ殻がない期間には装置を休ませなければならなくなるため、原料調達は重要だろう。

また、今回のモミガライトというところから一歩進んで炭まで持っていくと、さらに利用が広がり、日本への輸入などという展開もみえてくると考えられる。

→**トロムソ**：バイオ炭の普及にも取り組んでいる。日本国内では木炭との比較になり、付加価値をつけて競争力を高めていく必要がある。たとえば、木くずともみ殻を固めたハイブリットなブリケットによるバイオ炭を土壌に漉き込むことでクレジットがでてくるといようなことも将来的にはありえるかと思う。

**委員**：森林保全や地域住民の生計向上にどのようにつなげていくかが重要だろう。薪炭材の利用は小さい木や枯れた木が対象となることが多く、森林減少にはダイレクトに影響を与えない場合も多いので、森林「減少」というより森林「劣化」に着目すべき。「劣化」の問題は世界的にも重要になっている。

二点目、地域住民とのからみでは、固形燃料の価格をどれだけ安くできるかが重要。現状では、地域住民は感覚としてはほとんどただで薪炭を利用しているので、かなり廉価なものにしないと家庭利用の代替にするのは難しいだろう。製品のターゲットとして地域住民まで含めるのか、事業者ターゲットにするのかによってそのあたりは変わってくるだろう。

三点目、カンボジアでもコミュニティ林業を拡大していく動きがあり、住民主体の森林管理の重要性が高まっている。一方で、森林経営をするための現金収入を継続的に得る手段がないことが問題になっている。地域住民主体の森林管理とリンクして、住民が主体となって燃料製造して現金収入を得るという形につなげることができると素晴らしい。

#### 議題4：その他

**委員**：事業全体のコンセプトとして、森林を活用しながら保全つなげるという考え方は、NbS

(Nature-based Solutions) のようなグローバルな潮流とも合致している。課題としては、日本のナレッジ保有主体として、民間企業が中心的存在のひとつになってくるかと思われるが、事業全体として知財の取り扱いの方針を考えておいた方が良いのでは。二点目、ビジネスベースにす



ぐにはつなげられない案件について、事業終了後にどのようにスケールアップしていくか。民間資金も ESG 投資などが注目され重要性を増しており、そうしたファンドとつなげることができれば、単年度の実証調査ということで終わらずに持続的な活動に発展していけるのでは。

→**JIFPRO**：JIFPRO としてまだ知財の全体方針を取り決めることができていないが、インドネシアをはじめ東南アジアとはこれまでも関わりが深く、お世話になってきたというところもあるので、この事業の中でも学んでいきたい。ESG 投資などに関しては、林野庁の別事業で植林をはじめとする森林活動の貢献度をどのように可視化して民間資金とつなげていくかということについて取り組んでいるので、そうしたこともリンクしながら考えていきたい。

## ii. 第二回委員会

### 1. 開催概要

|      |                                                                                                                                                                    |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 日時   | 令和4年11月22日(火) 14:00~16:00                                                                                                                                          |
| 会場   | 林友ビル 6F 小会議室（東京都文京区後楽 1-7-12）及びオンライン                                                                                                                               |
| 議題   | 1. ナレッジ事業について<br>2. インドネシアの実証調査<br>3. カンボジアの実証調査<br>4. その他                                                                                                         |
| 配布資料 | 議事次第と出席者<br>資料1. ナレッジ事業について<br>資料2. 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<br>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<br>資料3-2. カンボジア案件出張                                        |
| 参加者  | 委員（50音順）：大橋委員、川口委員、古田委員、溝上委員、谷田貝委員<br>（計18名） 委託・協力企業：株式会社シェルター 安達氏、鈴木氏<br>株式会社トロムソ 上杉氏、谷中氏<br>株式会社イースクエア 柳田氏<br>林野庁：谷本室長、石川国際森林減少対策調整官<br>JIFPRO：沢田、高原、高橋、田中、山本、倉本 |

### 2. 主な議事内容

#### 議題1:事業全体

#### 議題1：ナレッジ事業について

**委員**：WEB ページは日本語か。アクセス者も日本人であるのか。海外で展開していくのであれば英語の方がよいのでは。閲覧者対象はどのような設定なのか。

→**JIFPRO**：日本企業の海外進出支援を主眼に置いている。英語にする場合は著作の問題が絡み、そのままの訳をつけるのは難しくなる。場合によっては今後何かしらの英文のページを加える可能性はありうる。

→**JIFPRO**：日本の方と一緒に進めていくことを想定しており和文になっている。日本の企業・技術保有者が海外で積極的に対応したいという場合、日本のナレッジをまとめたものを出すことができる。現在のところ、事業に参加している方たちを中心に進めている。要望が強ければ英文も検討したい。

**委員**：JIFPRO でこのような事業をしていると、国内だけでなく海外でも知らせる、という点でも多少英文で紹介したらよいと思われるが、企業の方にも関係する。営利問題も出てくると思われ慎重に考える必要がある。

**JIFPRO**：企業としては英文でほしいのかどうか確認したい。

→**トロムソ**：弊社のホームページ（HP）は英語・フランス語があり、事業紹介もしている。海外から見られる方も多いと予想しており英語の HP には賛成で、できればの方が良いと思う。

→**シェルター**：3 年前より英語の HP と中国語の HP に切り替えられるようにしている。今年に入ってから海外からのアクセスも非常に増えている。可能であれば英語の HP があってもよいのでは。

**委員**：JIFPRO が可能であれば将来的に考えていかれてはどうか。

→**JIFPRO**：全てのページの英訳ではなく、公開可能な情報、成果や実施した案件・活動などをピンポイントに英文で出していくのは非常に良いことのように思われる。

**委員**：そのように戦略的にコミュニケーションとして考えて発信していくのが良い。

**委員**：ぜひ事業の紹介はやった方が良くと思われる。

**林野庁**：3 点質問・コメントしたい。これまでの 3 年間の実証事業についての分析の説明で、川上から川下、企画や製造など、どのような位置づけか、という内容だったが、母数が 6 件であるのでそれほど多くないと思われる。一方で、Chie Pro（オンラインで日本のナレッジを掲載するサイト）でいろいろな日本のナレッジが掲載されており、実証までは至っていないが多くの案件を HP で発信している。例えば Chie Pro に載っているものも含めて分析することは可能であるか。

スライド 8 で企画と製造の対応する案件が多く、そこが日本のナレッジの強み・厚みなのかと思う一方、原料調達、販売、アフターサービスはあまりない。その分野のナレッジも存在するが実証になじまないのか、今後そういうナレッジを探すべきなのか、どのようにこの分析を見たらよいのか、お考えがあれば伺いたい。

WEB の分析では、昨年度に比べ、訪問者数は現時点では減っているが、閲覧ページ総数が増えているのは、一人当たりが見るページが増えたと考えられる。これは例えば、去年よりも内容が充実しているので、より色々なページを見るようになったと、解釈したらよいのか確認したい。

→**JIFPRO**：Chie Pro の内容も含めてということは今後検討していきたい。今回の分析は途中段階であり、コメントの点も視点に加えて今後見ていきたい。

→**JIFPRO**：WEB ページに関しては、より細かい滞在時間の分析をしないと正確なことは申し上げられないが、日数がずれているため単純な比較は難しい。ページビューの増加は前年度よりもコンテンツが増えているので多くのものを見てもらえているとは言えるだろう。

## 議題 2：インドネシアの実証調査

委員：インドネシアでの耐火基準はあるのか。

→JIFPRO：耐震の方は調査中だが、耐火の方は避難などだけでなく、建築物の構造なども含めて幅広く定められていることは分かっている。日本の基準との比較はこれから検証したい。

委員：様々な資源の状況の報告があったが、社会林業と呼んでいるのがいわゆる人工林で、そこから出てくる材料の量ということでよいのか。人工造林コンセッションの生産量が示されているが。

→JIFPRO：植える主体が異なる。産業造林は大企業による大面積植林で主にアカシアのパルプ・チップ用の木材であり、製材用ではない。一方、社会林業は農民や住民が植林しているが、こちらでは製材用が多いと思われる。

委員：建築材として使えるような樹種はどれか。

→JIFPRO：シェルターさんの技術として、木材の強度の値やそのばらつきが明確であれば、その強度に応じて部材を設計することができるのが特徴である。例えばマホガニーはかなり強く強度的にもよいが、センゴンは軽くあまり強度はなくスギと同程度と思われる。ただ、樹種による強度データの集積によって、設計に必要なデータを蓄積することができるのではないかと思われる。

委員：スライド 13、マホガニー、ゴムノキ、センゴンの強度の表。センゴンの密度にかなりの幅のばらつきがあるが、かなり軽く日本のキリ程度と思われる。

委員：建築法規はどこ国のものに倣っているか。建築法体系がイギリスなのかオランダ由来なのか。

→JIFPRO：確認できていないが、植民地だったオランダ、あるいはヨーロッパの法体系に準拠している可能性はある。

委員：使用木材の候補の3樹種について強度や密度の点について説明があったが、建築材料としては防蟻・耐蟻なども重要だと思う。建築後の耐久性に影響するものとして、インドネシアではシロアリの影響が大きいと考えられる。センゴンの材色は白いが、白いということは抗菌性や耐蟻性のある物質がほとんど含まれていないということになるので、抗菌性・耐蟻性が非常に弱い可能性がある。

→シェルター：然り。一方で、こちらの材はキリと似ているとおっしゃっていたが、科目自体はキリと異なるようだが、軽いということは導管がストレートに通っている。そのため、防蟻処理の薬剤を入れやすいという可能性もある。

また、キリは耐火金庫の内張りに使用されており、要は熱が伝わらないという特徴があり、スギ



と同じ程度の比重だが燃焼温度は高い、センゴンも同様の特徴を有する可能性があり、そういう燃えづらいという長所を耐火の中に組み込めないかと考えている。軽いから強度が低いという観点からだけでなく、その長所から内装に使えるというご提案もできるのではないかと考える方もある。

**委員**：十分入手可能であり、材としてもうまく使えるというのが重要だと思う。

例えば、防カビについては、随分以前に経験したことだが、ゴムを伐採した後、材にアオカビがすぐ発生してしまうということがあった。乾燥によって処理できたが、このような点も重要になってくる可能性がある。

→**シェルター**：伐採してからどれぐらいの期間で乾燥できるのかなど、防カビ処理も含めインフラについても見ながら考えてまいりたい。

**委員**：インドネシアではコンクリート造が好まれるということだが、なぜか。

→**JIFPRO**：伝統的には木造建築があったが、1950 年から簡易な RC 造に代わってきたという傾向がある。コンクリート造でなければならない特段の理由というのは未調査であるが、可能性として資材の入手しやすさとコストという点が背景になるのではないかと考えられる

**委員**：その辺りの理由がある程度明らかになれば、どのような製品をつくれば対抗できるかというヒントになるかと思った。

→**JIFPRO**：なぜ、コンクリート造が好まれるのかについて調べてみたい。

**委員**：玉切りした丸太の長さが現地では短く、樹液を取ったあとのゴム材については丸太長が 1.3 m という短い材ということだが、そうした非常に短い材も建築用構造材に使用することはできるのか。

→**JIFPRO**：短く曲がりがある丸太から、無垢材で構造用材をとっていくのは難しいと思うが、先ほどの写真にあるようなフィンガージョイント加工及び集成加工ができる工場は現地にあるということであり、一定のサイズの集成材や LVL などを作って組合せるという可能性を探れないかと考えている。

**委員**：その見通しはかなりあるということか。

→**シェルター**：日本においても、丸太長が 2m ぐらいであれば集成材加工用のラミナのパーツとして使っているの、2m に近ければ問題ないだろうと思っている。

それぐらいの長さは合板用の玉切りとしてもともと現地で使われているようだ。ランバーコアに近い使われ方をしている。少しでも長い材も取れる可能性もあるため、その確認もしていきたい。

委員：材長は森づくりにも密接に関係してくるところであり、森の仕立て方によって垂直性や材の長さが決まってくる。ぜひその点も次回は現地で確認して頂きたい。

林野庁：数日前もインドネシア西ジャワで M5 クラスの地震があり、小学校倒壊で子供たちが犠牲になったという報道もあった。本事業では防火性・耐震性を補うということで、同じ地震国であるインドネシアにも関心を持ってもらえる技術ではないかと思うし、公共施設での需要もあると思った。ただ、いきなり中規模大規模建築用という話にはならないだろうが。来年2月にジョグジャカルタへの調査を予定されているということだが、2006年のジョグジャ地震以降に建築物はどのように変わったか、ということも可能であれば情報をとれるとよいと思う。コンクリートや鉄骨が主流とは思われるが、そのような建材との競合も将来的には考えていくことになるため、参考になるのではないか。

→JIFPRO：今回それほど大規模な地震ではないと思われるが、160名が亡くなられたということで、2006年のジョグジャカルタの地震と同じような状況が続いているように見える。2006年のジョグジャカルタ地震後のインドネシアとしての取り組みについても調べたいと思っている。

委員：2006年ジョグジャカルタの地震の話があったが、JICA報告書のスライドで、震度5だったが、設計としては震度3～4レベルであったと考えられるとある。これは、設計基準はあるものの、どれぐらいの設計で作りなさいといったことは明示されていないという理解でよろしいか。

→JIFPRO：耐震基準としては文献調査中であるが、基準そのものが緩い可能性と、ガバナンスの問題で基準が遵守されていない可能性のいずれもあり得る。

委員：本事業の主旨とはやや離れていくが、耐震基準を遵守した制度作りなども最終的には必要になりそうだった。

### 議題3：カンボジアの実証調査

委員：非常に面白い内容だった。トロムソの機械はカンボジアだけでなく稲作をしている国々で需要があると思うがすでに展開されているのか。

→トロムソ：2013年からアフリカで取り組んでいる。タンザニア10台、マダガスカル3台、ナイジェリア10台、セネガル3台に納品済み。また新しい取り組みとして、気候変動に係る技術移転を促進する機関CTCN（気候技術センター・ネットワーク）の案件にケニア、エジプトが申請中なのだが、弊社はCOP27バーチャルパビリオンにも出展していたが、そのエジプトの環境省から正式見積依頼があった。

アフリカでのコメ生産をJICAが10年以上前から積極的にされている。

マダガスカルでは弊社が JICA 案件を進行中で、カンボジアと似たような 100% もみ殻のデモンストレーションを実施し、マダガスカル大臣、首相に見て頂いた。

委員：東南アジアでされていない理由は何かあるのか。

→トロムソ：ベトナムは機械の一部の生産国にしている。そこでは国内企業イーレックスがバイオマス発電所を 5 プラント作っている。原料は 100% もみ殻で弊社が入る余地がここにあると思っている。固めることによって容積が 10 分の 1 に圧縮される。もみ殻から発電所まで距離があるので、輸送費も 10 分の 1 になればメリットがあることから、イーレックスさんに提案していると思っている。

委員：アフリカはもみ殻 100%なのか。

→トロムソ：原料はもみ殻 100%でやっているが、農業残渣の面では、例えばセネガルだとピーナッツなどの殻と混ぜて固めたりしている。対象国で出る残渣を活用していただくことを推奨している。

委員：材料はグラインドミルで細かくするという前提でよろしいか。

→トロムソ：然り。インドで石炭鉱床、NEDO さんの事業を手掛けているが、対象が稲ワラで長いため切断機でカットする。稲ワラ 100%で固める実証実験中。固まらなければバインダーとしてもみ殻を入れるという考え方だが、稲ワラ 100%でやろうとしている。

委員：報告中、100%の場合にノズルが詰まってできなかったというのはどういう理由か。

→トロムソ：粉のような木くずだと、スクリー先端に原料の粉が詰まってしまうく押し出されて固まらないため、もみ殻を混ぜると製造しやすくする。本来は 100%がベストだが、他の原料でももみ殻を入れることでほぼ固形化ができる。

委員：もみ殻は木粉に比べるとシリカが多いため、装置の刃を痛めることが考えられるが。

→トロムソ：おっしゃる通り。日本では 50 年前は木材建築が多く、おが粉を活用してオガライトを製造することが流行っていた。すでに国内ではすべて廃業しているが、その図面が海外に行っていてオガライト製造機が作られ売られている。  
もみ殻は固く、もみ殻を入れるとスクリーが 10 時間で折れる。弊社はもみ殻が当たる部分、4

点の部品の表面に造船技術を生かした特殊コーティングをして長寿命化させており 1,000 時間ほど摩耗が伸びている。

**委員**：前回も質問したと思うが、もみ殻が有効ということで田園地帯の多いカンボジアでも今後でも期待できると思う。現地調査ではもみ殻の使われ方やどれくらい余っているかといったデータはあるか。

→**トロムソ**：アムールライス社はカンボジア最大の精米工場。日産でフル稼働した場合、もみ殻が 50t 以上出る。20t ダンプで一度どこかへ移動させないと次の精米が追い付かない状況。そのもみ殻をサラン社長は販売しているといっているが、水が浸かったものを平気で持って行っているというので、実際には用途はなかなかないのではと思っている。もう少し調査したいと思っている。レンガ焼きぐらいにしかもみ殻は使われないとアフリカではきく。畜産系で使われたりするの。アムールライス社は協力的なので今後も聞いていきたい。

**委員**：その辺り調べていくとさらなる適用が広がる気がする。もう一点は、自身が調査していた 20 年前とは大きく変化した印象である。報告では、レンガ工場、縫製工場などではほとんどは、カシューやゴムノキで、住民は大きな天然木がなくなったために枯木採集をしているということであった。今の薪利用は、天然林よりは人工林であるカシューやゴムノキを使っていると調査からも分かった。冒頭スライド 1～2 では違法伐採のストーリーがあったが、ナレッジの適用が天然林保全につながるというところであるが、今回の調査結果からは、書き方の問題かもしれないが、そこにダイレクトにはつながってこないように感じたため、書き方や提示の仕方は考慮した方が良いと思われた。

**林野庁**：2 点確認したい。グラインドミルの製造で、もみ殻 100% はすでに実績を十分お持ちなのかと思うが、今回木くずを 50：50 で混ぜてやってみたということで、もみ殻 100% との関係で燃焼性能（火力や火持ちなど）での違いはあるのか。二点目は、それに関連して JIFPRO の発表に現地で販売されている薪の値段があったが、実際にこれを普及しようと思うと薪との競合もあるのでは。薪と比べるとブリケットは長持ちするとか、火力が強いとかいった利点を示せると有効と考えるが、セミナーなどでそのあたり触れているのか。

→**トロムソ**：40 名ほどのセミナーを開催した際、参加者はまさにその利点比較と価格差に関心があった。1kg 当たりの薪の価格とブリケットではブリケットの方が若干製造原価が高いと試算した。現地人件費、電気代を当てはめ 1kg 単価を導き出した。ただ、キロ当たりでみると確実に高いが、企業用燃料として使う場合は熱量ベースで換算するだろう。従来のゴムノキの熱量よりもしっかり乾燥されていなかったりするので若干低く見積もったりして現地で詳細に分析した



い。その熱量で比較した場合、例えば1万キロカロリーを必要とする場合のモミガライトの量と薪の料金とでいえばモミガライトの優位性が出てくるといのがなんとなく分かっている。正式に分析が出ればはっきり出るので現地に示していきたい。現状では熱量ベース計算ではブリケットに優位性が出てくると見込んでいる。

委員：もみ殻3,900キロとおっしゃっていたが、もみ殻そのものか。

→トロムソ：モミガライトの状態だ。

委員：薪に比べたら保存性や収納性がよくなる、燃焼性が多少上がるといった利点が出てくると思うのでそういった点をPRしていったらよろしいのではないか。

→トロムソ：プノンペンの一部のレストランに100kg単位で提供しており、日系企業レストランの中にはある。今まで木炭を使っていたが、このブリケットを使いたいという注文が弊社に直接きた。アムールライス社をあっせんした。ヒアリング対象者なのだが、火持ちがいいというのがブリケットの売りの一つでもある。レストランもブリケットの長所をしっかりと受け止めて頂いて環境に良いという認識も得て頂いた結果だと思う。

### iii. 第三回委員会

#### 1. 開催概要

|                 |                                                                                                                                                                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 日時              | 令和5年2月27日(月) 10:00～12:00                                                                                                                                            |
| 会場              | 林友ビル 6F 小会議室（東京都文京区後楽 1-7-12）及びオンライン                                                                                                                                |
| 議題              | 1. 事業概要<br>2. インドネシアの実証調査<br>3. カンボジアの実証調査<br>4. その他                                                                                                                |
| 配布資料            | 議事次第と出席者<br>資料 1. 事業概要<br>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<br>資料 2-2. 現地調達可能な木材の「特性値」試験<br>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<br>資料 3-2. 森林と住民に優しいサステナブル・ビジネス |
| 参加者<br>(計 16 名) | 委員（50 音順）：川口委員、古田委員、溝上委員、谷田貝委員<br>委託先企業：株式会社シェルター 安達氏、鈴木氏<br>株式会社トロムソ 上杉氏、谷中氏<br>林野庁：岩間課長補佐、石川国際森林減少対策調整官、大桃海外指導班指導係員<br>JIFPRO：高原、高橋、田中、山本、倉本                      |

#### 2. 主な議事内容

##### 議題 1：事業概要

委員：森林の 45%は熱帯にとあるが、植物の 2/3 は熱帯・亜熱帯地域にあるといわれている。植物の科学的研究の歴史はまだ 100 年ほどでまだ解明されていないことも多いので、木材としての利用に限らず新しい利用の形がこれからでてくとも考えられる。持続的なやり方で、こうした資源を一層活用していくことは重要だろう。

委員： セミナーで話すということを考えると、森林面積の 45%が熱帯に分布ということのみならず、炭素蓄積やそれに関連した泥炭地と森林との関係、生物多様性の観点などからも、途上国を中心とした熱帯地域の森林の重要性ということを念頭に置いておいた方が、一般の方へのインパクトや説得力があるだろう。

委員： 在来知・伝統知（local knowledge / traditional knowledge）と科学知（modern science）

をどのように融合させるかというグローバルな議論の文脈でこの事業を発信できると、通りが良いのではないかな。

## 議題2：インドネシアの実証調査

委員：インドネシアにおける「木造家屋は貧しい人のもの」というイメージは日本と逆で、日本では近年木材利用がさかんで、林野庁も推進しているが、木の家には湿度や温度の調整や木の色合いや木目が与える心理的効果などの良い点がある。こうしたことをインドネシアでもアピールできると良いのではないかな。

委員：インドネシアで被害の多い地震・台風・シロアリの害などに耐久出来る建築を広めることができれば大きな成果となるだろう。

委員：コストの話で、10倍というのは何と比較したものなのか。

→シェルター：過去に日本のハウスメーカーが部材を持ち込みで作ろうとした家と現地で一般的に作られている家を比較してそれが10倍くらいだったという話で、日本の家は高いというネガティブなイメージがついているようだった。今回は持ち込みではなく現地の材料を利用することで、コスト的にはそれほど差が出ないだろうと想定しており、地元のディベロッパーでも同様に捉えてもらったと感じている。

→委員：日本の家が高いというイメージを払拭する必要があると思うが、同じ耐震基準を満たす形でつくったとき、同じような内装でつくったときなど具体的な枠組みを設定して現行の建築とコスト面の比較・検証をしていくことが今後必要になっているだろう。そうすることでコストの比較が有意義になり、仮に単純なコストの比較で高いとしてもこの面がより優れているというような説得材料にもなっていき、結果的に「高い」というイメージの払拭にもつながっていくだろう。

委員：KES構法などの技術移転も行うのか。技術が現地に根付けばその点でもコストを抑えることができるようになるだろう。

→シェルター：販売の仕方については今度検討していくことになるが、ほとんど現地にあるインフラで対応することが可能であろうということが今回の調査で把握されているので、コストの点についても現地の価格での提供が可能になっていくだろうと考えている。

**委員**：耐震基準があるが守られていないことも多いが、インドネシアは現在国際的な防砂に関するプロセスでリーダーシップを発揮しようとしている。国連防災機関（UNDRR）が2年に一度開催するグローバルプラットフォームという会合を昨年インドネシアで開催するなど、政府として防災ということに関してプライオリティが高くなっているので、安全性ということが大きなアピールポイントになってくるだろう。コストや所得の問題もあるが、中間層や富裕層が今後も増えてきてマーケットが拡大していく可能性が見込まれ、ビジネスとして成立する余地があるのではないかと考えられる。

**委員**：首都移転や高層ビル建設という話題がでてきおり、まずは公共の建物や富裕層の住宅をターゲットにしていくことは推進していく上での重要なプロセスになってくるかと考えられるが、ビルを建築するということに関して必ずしも木造かコンクリートかという二者択一である必要はない。日本でもハイブリット建築が行われているように、柔軟に対応できるオプションを提供できるとより広がり生まれるのではないかと。

**委員**：丸太価格や製材品価格は日本と比べても安いものではないという印象。現状、製材品は輸出用ということだが、この価格は現地の人にとって高すぎるのか適正なのか、どのようなイメージで捉えられているのか。

→**JIFPRO**：調査を行ってみて、日本の木材価格に匹敵するような価格で取引されていることが初めて分かった。今後、現地で製材品を利用しようとした際に輸出価格との競合ということがでてくる可能性はある。インドネシアの経済成長も鑑みて、より詳細なコストの検証が今後必要であると考えている。

**林野庁**：報告書へのまとめ方としては、事業の全体像がもっと見えてくると良い。インドネシアの首都移転で木材都市を目指すという中で、さらに防災や気候変動への貢献などインドネシアの需要にマッチしているということがこの事業につながっているというストーリーを提示することでより意義が伝わりやすいだろう。また、発表の中では現地住民のマインドセットに焦点があてられた形で結論付けられていたが、政府として木材利用を推進していきたい方針があれば、政策との絡みでマインドセットは変えていくことができる可能性があり、逆にこの事業の中ではマインドセットの課題の解決は難しい。こうした結論にもっていくよりは、インドネシア政府の政策と一貫していく中で木造や木材利用を推進していく流れにした方が良いのではないかと。また、対象となる建築物として、一般の住宅に焦点をあてるのか、公共施設や高層ビルなどに焦点を当てるのか。現状は一般の住宅にやや偏っている結論に感じるが、住宅建設の際に環境配慮や耐震性・防災などの観点で補助金などの後足があるのかどうかでもコスト面では大きく変わってくるだろう。まずはインドネシア政府の政策方針としてどのような対象を推進しようとしているのかを明らかにしたうえで、マーケット全体を見据えて本事業でも焦点を当てるべき対象を選定していくことが重要だろう。



委員：木材価格が意外と高かったということだが、流通のどの段階の価格のものなのか。サプライチェーンの川上と川下で価格は大きく変わってくるので、どの段階のものなのかをおさえて比較検討することが重要だろう。

→JIFPRO：工場着の価格とを考えていただいてよろしいかと考える。

### 議題3：カンボジアの実証調査

委員：価格について、他の燃料との比較はできているか。たとえば薪と比較するとどうかなど、把握しているか。

→トロムソ：一般に使われているところで比較すると、どうしても薪の方がいくらか安くなる。

委員：ブリケットの製造過程でコストが出ているのか。

→トロムソ：もみ殻や木くずを固めて固形燃料にするが、廃棄される農業残渣などを含めて混合しているためにコスト高になっている。ただし、現状は一台の機械を利用するという試算だが、機械を複数台導入してプラント化することでコストを抑えることが可能になるとも想定している。

委員：固形燃料の製造原価 14.4 円/kg というのは機械の導入コストが入っているのかそれとも単純に製造過程で発生するコストということか。

→トロムソ：減価償却や電気代、人件費を含む製造原価である。

委員：単純な価格面では薪と比べると高いということだが、それでもブリケットを使うことによって森林減少が抑制されるのであればそれによってクレジット創出できるというストーリーを想定しているということか。

→トロムソ：どういう方法で三井物産とコンサベーション・インターナショナル（CI）が森林保全でクレジット化するのか不明のため、今後 CI カンボジアにヒアリングしたい。化石燃料の代替としてブリケットなどの固形燃料を利用することでクレジット創出につなげることを提案できると想定していたが薪を使っている場合にはそうしたストーリーにできないために難しいと考えていたが、森林保全というチャンネルでクレジット創出につなげられるのであれば、薪よりもブリケットを選択するというのも提案できると考えている。

→JIFPRO：薪は熱量が下がるために随時補充して使用し、また現状事業者が使っていたものは

乾燥も不十分であり非効率と思われたが、ブリケットは熱量がより長時間持続するため、薪より投入量が少なく済む。トータルでみれば大量に薪を投入するよりも安くなる可能性もある。

委員：薪よりも固形燃料の価格が高いという話が出ているが、固形燃料には収納や保存に有利という使い勝手の良さがある。現在もみ殻はそのまま燃料に使われているのか、廃棄されているのか。

→トロムソ：飼料の増量剤などで非常に安価に売るなどで処理している。もみ殻が大量に出て精米作業にも影響が出るような状況。

委員：日本ではもみ殻を炭化してもみ殻炭を農地に入れて炭素固定をするということが行われているが、固形物は炭化まではしていないのか。

→トロムソ：もみ殻などを固形物にする事業に加え、農業残渣などを炭化したものを農地にいれて炭素固定しクレジットにつなげるという事業も行っている。今回は燃料利用のナレッジをカンボジアに展開している。

委員：現地での実証が進み実装にむけて進んでいるという印象を受けたが、一方でグラインドミルの普及と森林保全との関係が見えにくい。薪の利用が森林減少に直接結びつくとはいえないところもあり、森林保全との関係については報告書などでも表現に留意すべきだろう。また、事業概要でも触れられていたが、「途上国森林ナレッジ活用促進事業」自体はナレッジの活用によって最終的に地域住民の生計向上につなげるという大きな目標がある。すぐに直接的につながるのは難しいかもしれないが、今回のカンボジアの案件ではどのようなストーリーで最終的に住民の生計向上が達成されるのかということも報告書で触れていく必要があるだろう。

林野庁：国際連合工業開発機関（UNIDO）はどのような観点でこの案件に興味を抱いてどのような出口を想定しているのか。また、来年度以降は別の観点での連携ということだが、その方向性についても公表できる範囲で伺いたい。

→トロムソ：GEF・Global Environment Facility が拠出する UNIDO 主導 TEST 事業で、森林減少に関する現地調査を実施。その継続として、普及実証というような形で次のステージに進むということを UNIDO カンボジア事務所から聞いている。内容については今後議論していくことになっている。

林野庁：三井物産と CI のプロジェクトは JCM で、林野庁では当室が担当しているので、不明点

があればこちらでも回答できる。

**委員**：今回、重量当たりの価格を算出しているが、熱量当たりの価格で他の燃料と比較できると、大きな説得材料になるだろう。使い勝手や灰の量、環境負荷などの要素もあるが、やはり一般に広く使ってもらうためには価格の面が重要なので、その点をしっかりと押さえておく必要があるだろう。

**委員**：発熱量、炭素含有率、灰の量などの基本的な物性はデータとして持つておく必要がある。

#### 議題 4：その他

特記事項なし。

## VIII. 添付資料

### i. 第一回委員会資料



## 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1回 運営委員会

## 議事次第

令和4年8月5日（金）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 理事長
  - 2) 林野庁 海外林業協力室長
3. 議題
  - 1) 事業概要と計画: JIFPRO
  - 2) インドネシアの実証調査計画: JIFPRO/(株)シェルター(直営案件)
  - 3) カンボジアの実証調査計画: (株)トロムソ(委託案件)
  - 4) その他
4. 閉会

#### <配布資料>

議事次第と出席者(本紙)

資料 1. 事業概要と計画

資料 2. 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 3. 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

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1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）

○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

○専門委員

大橋 好光 東京都市大学 名誉教授

■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）

○株式会社 シェルター

安達 広幸 常務取締役

○株式会社 トロムソ

■上杉 正章 代表取締役社長

■西嶋 良介 海外事業部 海外事業部長

■谷中 勇一 海外事業部 営業・技術

○株式会社 イースクエア

■柳田 啓之 コンサルティンググループ シニアマネジャー

3. 林野庁 森林整備部 計画課

谷本 哲朗 海外林業協力室長

■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

4. 公益財団法人 国際緑化推進センター（JIFPRO）

沢田 治雄 理事長

山本 朝子 研究員

高原 繁 専務理事

倉本 潤季 研究員

田中 浩 技術顧問

小稗 和美 研究員



## 途上国森林ナレッジ活用促進事業

### 概要と方針・計画



2022年8月5日

第1回運営委員会



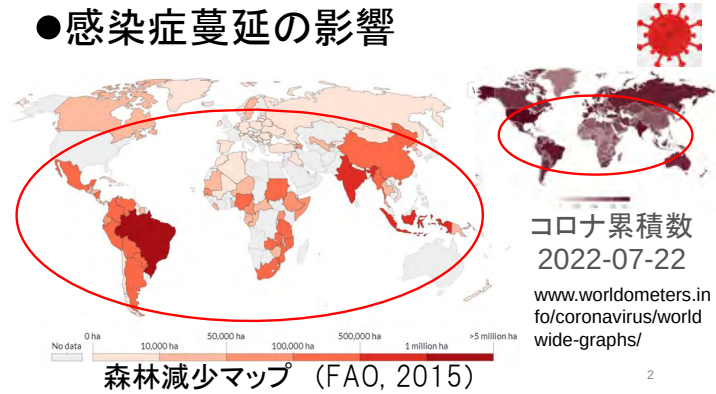
山本朝子

## (背景) 途上国の森林



●非持続的・非自律的な活動

●感染症蔓延の影響



2

## 現地はナレッジ(ちえ)も不足



日本は森林資源に係るちえ・知識多数有

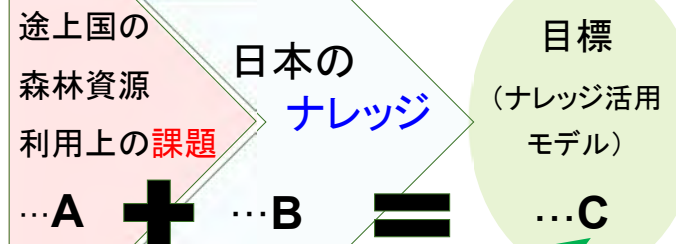
- ✓ 加工技術
- ✓ 利用方法
- ✓ 市場への参入
- ✓ 付加価値向上の技

...etc



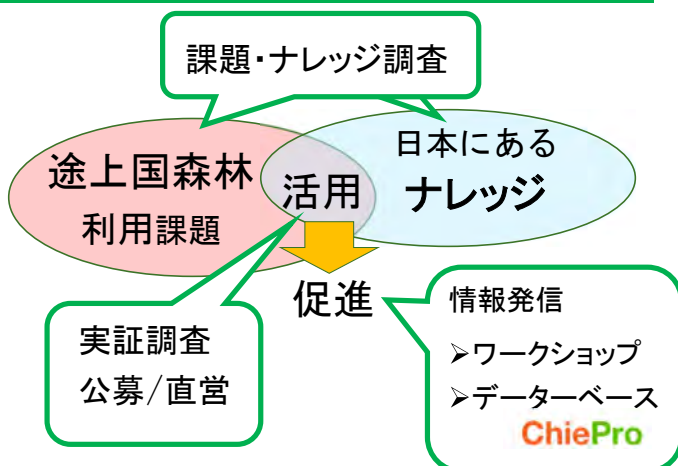
ChiePro

## 事業の「実証調査」

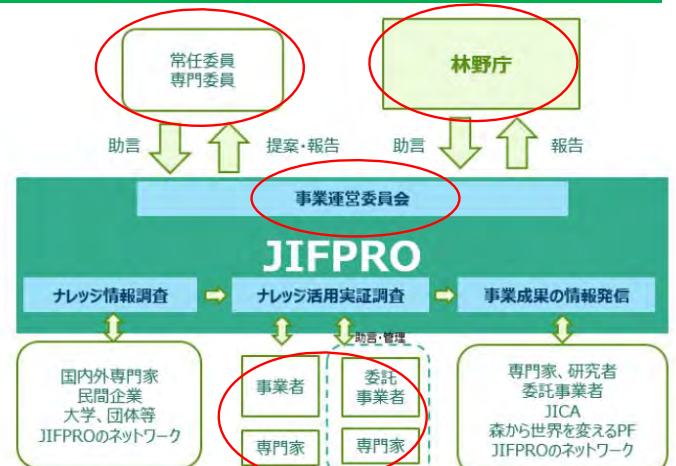


途上国が森林資源を持続的に活用し  
住民の生計向上に資する取組

## 途上国森林ナレッジ活用「促進」事業



## 実施体制



## 運営委員会イメージ



JIFPRO & 協力企業

- 実証調査 (ナレッジ活用)

課題 + 日本にあるナレッジ

- WEB ChiePro

ナレッジ活用事例 (モデル)

- 報告書、セミナー

事例発表

事業運営委員会

計画

2回目

進捗

3回目

成果

・コメント・助言  
・参考情報  
・類似事例  
等

事例等をさらに良  
くするための建設  
的な議論

## 活動計画・予定



| # | 業務内容      | / 月 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 |
|---|-----------|-----|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|
| 1 | 委員会       |     |   |   |   |   | 1 |   |    | 2  |    |   |   | 3 |
| 2 | 課題・ナレッジ調査 |     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |
| 3 | 実証調査      |     |   | 公 | 募 |   |   |   |    |    |    |   |   |   |
| 4 | 結果とりまとめ   |     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |
| 5 | 情報発信      |     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |
| 6 | 報告書の作成    |     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |

委員会やワークショップの時期は、関係者の予定により、ずれる可能性があります

## ナレッジ活用実証調査



- R4 インドネシア 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



- カンボジア 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



- R3 タンザニア 熱帯早生材の木材加工技術と楽器利用  
ペルー サチャインチの食品開発利用



- R2 カンボジア チョウの飼育事業を通じた保全啓発  
ミャンマー 竹製品の加工技術向上



9

## 情報発信案



- Webページ ChiePro 情報追加

- Webセミナー (2時間)

➢ 昨年好評: 150名視聴、ビデオ視聴60名<

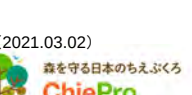
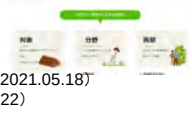
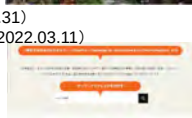
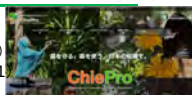
➢ R4実証調査 (事例) の発表、基調講演、等

10

## Webページ: ナレッジ実績



1. 簡易炭焼きによるマイクロ製炭技術 - 自分で炭焼き - (2022.03.31)
2. パームオイル産業副産物の活用 ~ 「環境保全型」への道標 (2022.03.31)
3. オイルパーム樹幹を利用する - 熱帯の未利用資源を活用 - (2022.03.31)
4. 粉末加工技術を用いた途上国未利用資源の活用 (2022.03.31)
5. つまものビジネス - 和食の美: 木の葉をあつめて山にお金を - (2022.03.31)
6. 大豆おからの食品加工技術 - 栄養価の高い未利用資源の有効利用 - (2022.03.11)
7. 楽器製造のための熱帯産早生材の木材加工技術 (2022.03.11)
8. 竹工機械 (竹剥ぎ機) の技術 - 竹かごの作りの効率化 - (2021.07.27)
9. 森林を守る教育 (2) 森林のプロを育成 (2021.07.27)
10. 森林を守る教育 (1) 市民の意識啓発 (2021.07.27)
11. ウルシの植栽適地 - 生育基盤の土壌を調べる - (2021.07.27)
12. 黄花草の育苗技術 - ベトナムの金花茶をふやす - (2021.07.27)
13. 竹材の防虫技術 - 竹の耐久性をあげる - (2021.05.18)
14. タケノコ生産管理 - モウソウチクを例に消費者ニーズに合わせる管理 - (2021.05.18)
15. チョウを用いた環境教育 - 森を守る昆虫少年・少女を育てる - (2021.04.22)
16. コンニャク栽培と製造 - 世界に広がる製造と利用 - (2021.04.22)
17. 期待の新技術セルロースナノファイバーで森林を守る (2021.03.10)
18. 環境指標生物としてのチョウの活用 - チョウで知る身近な環境の変化 - (2021.03.02)
19. 竹材の湿式法油抜き加工 - 竹工芸品の輝き - (2021.03.02)
20. 成型炭 - 粉炭利用と炭の規格化 - (2021.02.21)
21. 木を原料とする飲用のアルコール製造 - 世界が注目! (2021.02.21)
22. 竹の高度利用 - 竹から高機能製品 (2021.02.15)



jifpro.or.jp/chiepro/

## 実証調査 事例実績



| 令和 | 国     | テーマ                           | 対象資源        | 課題                                            | 日本のナレッジ           | 団体         |
|----|-------|-------------------------------|-------------|-----------------------------------------------|-------------------|------------|
| 3年 | タンザニア | 熱帯性早生材を楽器部材に登用する              | トウナ、ニーム     | 早生樹材は、提携植・育林地域住民の農地転換リスクを抑制する可能性があるが楽器材としては未知 | 楽器製造の木材調達・加工技術    | ヤマハ        |
| 3年 | ペルー   | サチャインチオイル残渣を食品として利用化する        | サチャインチオイル残渣 | 世界的に注目されるオイルの残渣は有効利用があまりされていない                | おからの利用粉末加工技術      | OCグローバル    |
| 2年 | ミャンマー | 竹カゴ製品の製造効率化、高付加価値化            | 竹材          | 現地の竹製品は、手作業で非効率、また品質が低く、安価にとどまる               | 竹剥ぎ機竹材の油抜き加工・防虫技術 | アジアクラフトリンク |
| 2年 | カンボジア | チョウの飼育事業の持続性の強化 (コミュニティの意識啓発) | チョウ類        | 地域コミュニティの森林保全意識が低く、学校では日本のような環境教育も行われていない     | チョウを用いた環境教育環境指標生物 | CIジャパン     |



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

2022年8月5日  
(公財)国際緑化推進センター  
(JIFPRO)

## 株式会社シェルター

創立：1974年12月

従業員数：120名

所在地：（本社） 山形県山形市  
（東京支社） 東京  
（仙台支社） 仙台市  
（プレカット工場） 山形県寒河江市



シェルター本社

シェルターは、森林から  
・木材加工（プレカット）  
・KES構法の接合金物の制作  
・KES接合金物とプレカット材（グルーラム、LVL、無垢製材）の供給  
まで（主として建築の構造部分）を取り扱う。

## シェルターの技術（日本のナレッジ）

### KES構法



オリジナルの接合金物を使用した木造建築のための  
接合金物工法

→ 無垢製材を利用した木造建築にも適用が容易  
→ 非常に高い耐震強度



KES構法で建てられた木  
造住宅が、1995年の阪  
神・淡路大震災に耐えた  
事例

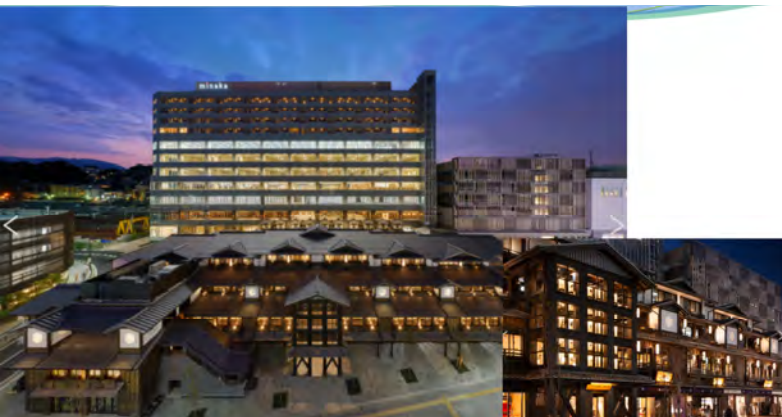
## COOLWOOD



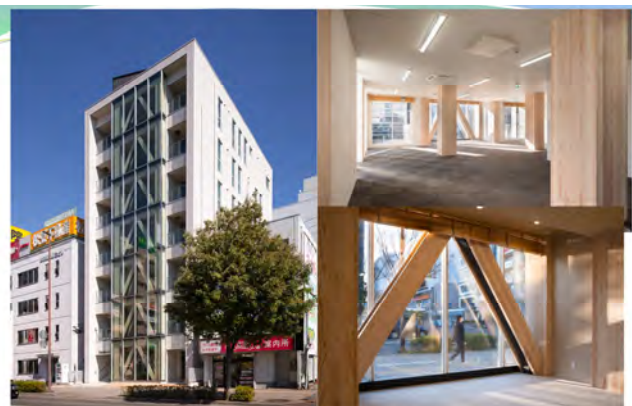
製材などの木質材料に、燃えどまり層として石膏ボードを組み合わせた木質  
耐火部材

→ 建築基準法に基づく3時間耐火構造使用（柱・梁）、2時間耐火構造使用  
（柱・梁・間仕切壁、外壁・床）。1時間耐火構造使用（柱・梁・外壁）の  
大臣認定取得済み  
→ 日本、カナダ、スイスで特許取得  
→ 加工の簡便性

ミナカ小田原、神奈川県小田原市



高惣木工ビル、宮城県仙台市





## 途上国(インドネシアにおける課題): 森林資源利用の課題

- ▶ インドネシアの木材資源利用は、メランティ等の天然林から、人工林にシフト
- ▶ チーク、マホガニーを除くと、パルプ・チップ利用が多く低利用にとどまっている例が多い  
→ ゴム材、ファルカタ(センゴン)、ジャボン等

これら人工林の多くは**住民林業**によって造成されている(ゴム林など)

<インドネシア(ジャカルタ)の製材工場の状況>



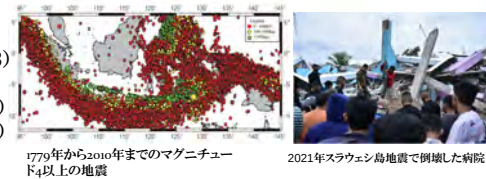
インドネシアにおける木材生産量 (単位: m<sup>3</sup>)

|       | 天然林コン<br>セッション | 人工林コン<br>セッション | 林業会社    | その他       | 総生産量       |
|-------|----------------|----------------|---------|-----------|------------|
| アフリカ  | —              | 32,537,881     | 8,004   | 552,295   | 23,118,180 |
| ユーロ   | —              | 1,434,199      | —       | 377,901   | 1,812,100  |
| チー    | —              | —              | 241,731 | 206,547   | 448,278    |
| マホガニー | —              | —              | 42,801  | 139,576   | 182,377    |
| マ     | —              | 52,368         | 47,283  | 100,189   | 199,840    |
| チム    | —              | 126,721        | —       | 410,861   | 537,582    |
| ファルカタ | —              | 61,261         | 127,618 | 2,368,701 | 2,556,980  |
| メランティ | 3,929,223      | 63,983         | —       | 790,816   | 4,784,022  |
| その他   | 1,717,948      | 3,707,852      | 73,924  | 3,111,905 | 8,611,629  |
| 合計    | 5,647,171      | 28,004,265     | 540,761 | 8,058,789 | 42,250,986 |

## 途上国(インドネシアにおける課題): 都市開発

## ▶ 耐震性の重要度

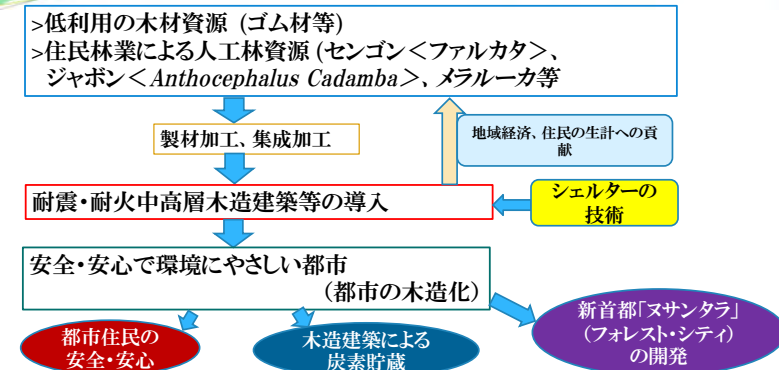
- ・2006年ジャワ島中部地震(M6.3)
  - ・2009年スマトラ沖地震(M7.5)
  - ・2018年スラウェシ島地震(M7.5)
  - ・2021年スラウェシ島地震(M6.2)
- などで建物倒壊被害



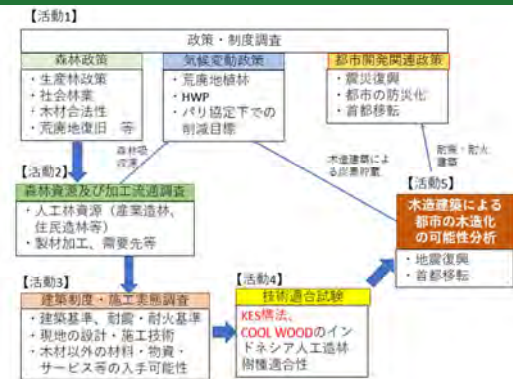
## ▶ 首都移転

- ・現在のジャカルタから東カリマンタンのバリクパパン周辺に首都移転を決定(2022年1月国会決定)
- ・2024年移転がスタートする予定
- ・新首都の名称はNusantara。また、新首都を”Forest City”とする方針

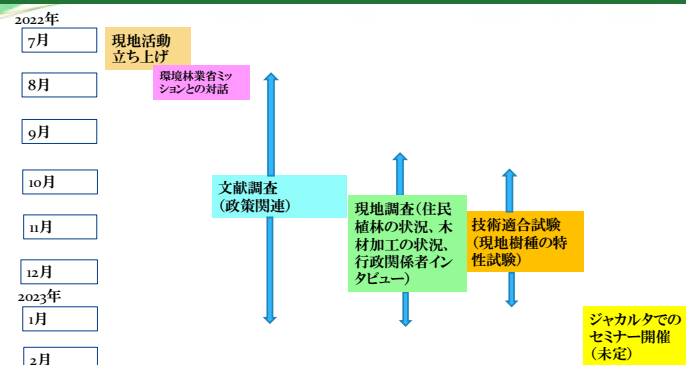
## 持続可能な森林経営への貢献



## 活動項目



## 活動計画



ご静聴ありがとうございました。



令和4年度  
途上国森林ナレッジ  
活用促進事業  
-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-

2022年8月3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<br>TEL 0845-24-3344 FAX 0845-24-3181<br><a href="http://tromso.co.jp">http://tromso.co.jp</a> <a href="mailto:info@tromso.co.jp">info@tromso.co.jp</a> |
| 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<br>商工中金、広島県信用組合                                                                                                                                                    |



株式会社トロムソ  
TROMSO CO., LTD.

## 使用する日本にある「ナレッジ」・・・B

## 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-120F**



処理能力 約120kg/h(モミガライト製造時)  
装置寸法 約幅2800×奥行1510×高さ2300(mm)  
装置重量 約1300kg  
供給電源 AC200V 3φ 50/60Hz  
駆動動力 15KW 4P 減速比1/15  
0.4KW 4P 減速比1/10 + 0.25KW 4P 減速比1/6  
加熱ヒータ 1.5KW×3個

**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

©TROMSO Co., Ltd. 株式会社トロムソ TROMSO CO., LTD.

## 使用する日本にある「ナレッジ」・・・B

## もみ殻固形燃料「モミガライト」



(例) モミガライトの熱源利用

調理用ストーブ/ボイラーでの利用



- ✓ もみ殻由来100%の固形燃料
- ✓ 熱による固形化を行っているため接着剤使用は一切なし
- ✓ 発熱量：モミガライト 3970kcal/kg 薪 4000kcal/kg
- ✓ その他原料(木くず、農作物残渣、きのご厩床等)と、もみ殻を混合して固形化も可能

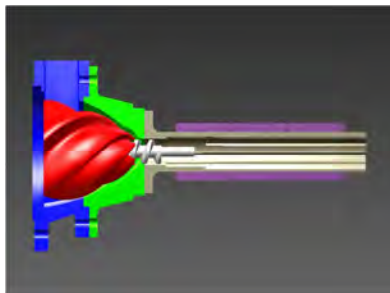
モミガライトはアウトドア用途の利用に限らず、国内ではビニールハウス暖房用や、果樹における霜対策用の燃料など、様々な用途で活用が可能。

©TROMSO Co., Ltd. 株式会社トロムソ TROMSO CO., LTD.

## グラインドミルの仕組み

## モミガライト製造イメージ

主要部



一連の工程として、原料をすり潰し圧縮成形し、固形燃料を製造

©TROMSO Co., Ltd. 株式会社トロムソ TROMSO CO., LTD.

## 事業概要

## 実証調査名

初殻・木質系廃材のバイオマス燃料化による森林保全

## 対象途上国

カンボジア(Kampong Thom州)

## 扱う資源の概要

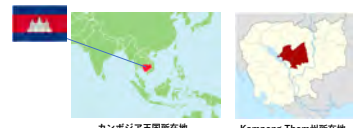
木質廃材(おがくずや樹皮等)

国内の製材工場・木材の加工施設で製品にならなかった廃材として大量に発生している。

## 対処する「課題」・・・A

薪炭材の確保が原因となり、森林伐採が深刻化している。したがって、森林伐採を抑制するために既存薪炭材の代替となる燃料が必要である。

⇒タンザニア国JICA事業(2014～2017)において、グラインドミル1台あたり年間180トンの固形燃料を製造し、同量の木炭を代替した場合、22.5ヘクタールの森林を保全する効果があることが分かっている。



事業概要

A+Bの「目標」・・・C

「ナレッジ」を活用し、粗殻と木質廃材を混合した燃料を既存薪炭材の代替とすることで薪炭材を使用している事業者・家庭における代替可能性を実証調査する。

実証と森林保全・地域住民の生計向上のつながりと期待効果

- 薪炭材の使用者である事業者・家庭が代替燃料へ常用燃料を切り替えること  
⇒薪炭材製造のための森林伐採を未然に防ぐ効果が期待される。
- 廃材利用による安価な調達費から固形燃料の原価を安価に抑えられる可能性  
⇒エンドユーザーへ低価格での提供ができれば、地域住民のエネルギーの占める経済負担を軽減する効果が期待される。

目標Cに至る実証調査計画（活動ステップ、工夫点）、実施体制の強調点等

当該事業の実施体制にカンボジア企業・現地大学所属の日本人職員等を含み、当社が現地に出張できない期間も現地側での対応可能。なお、万が一、日本から渡航ができなくなった場合、当社ベトナム法人も本件のフォローが可能。

©TROMSO Co., Ltd.



ソリューション

令和4年度 途上国森林ナレッジ活用促進事業の場合

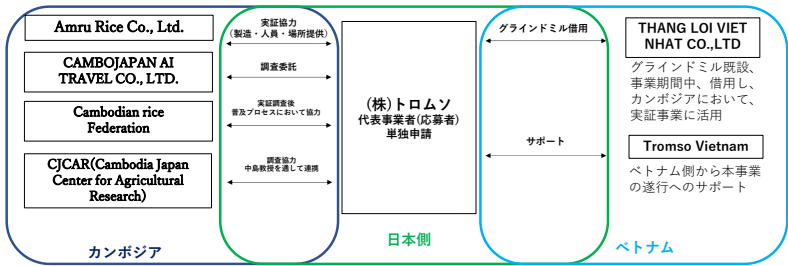


©TROMSO Co., Ltd.



実施体制

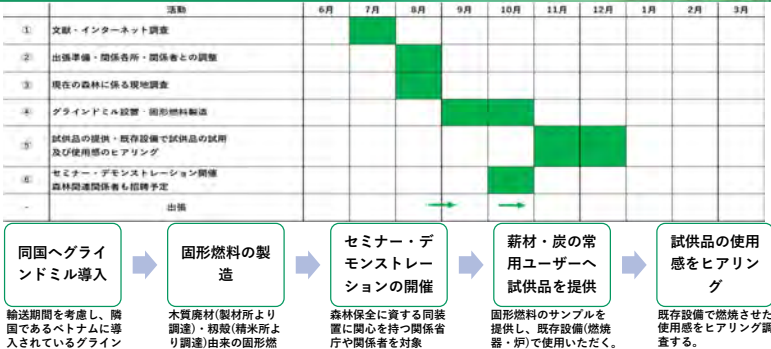
本事業の実施体制



©TROMSO Co., Ltd.



事業実施スケジュール



©TROMSO Co., Ltd.



ご清聴ありがとうございました



©TROMSO Co., Ltd.



## ii. 第二回委員会資料

## 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2回 事業運営委員会

# 議事次第

令和4年11月22日（火）14:00～16:00

林友ビル 6F 小会議室（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 理事長
  - 2) 林野庁 海外林業協力室長
3. 議題
  - 1) ナレッジ事業: 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. ナレッジ事業について

資料 2. 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 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. カンボジア案件出張

.



出席者（敬称略、■：オンライン参加）

1. 委員（五十音順）

○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

○専門委員

大橋 好光 東京都市大学 名誉教授  
■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）

○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

○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

○株式会社 イースクエア

■柳田 啓之 コンサルティンググループ シニアマネジャー

3. 林野庁 森林整備部 計画課

谷本 哲朗 海外林業協力室長  
■石川 貴之 国際森林減少対策調整官

4. 公益財団法人 国際緑化推進センター（JIFPRO）

沢田 治雄 理事長  
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



## ナレッジ事業について

- おさらい
- 事例の分析
- 情報発信

(公財)国際緑化推進センター

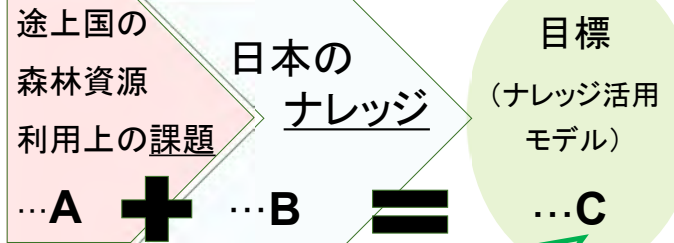
山本朝子

2022年11月22日  
第2回事業運営委員会



1

## ナレッジ事業の「実証調査」



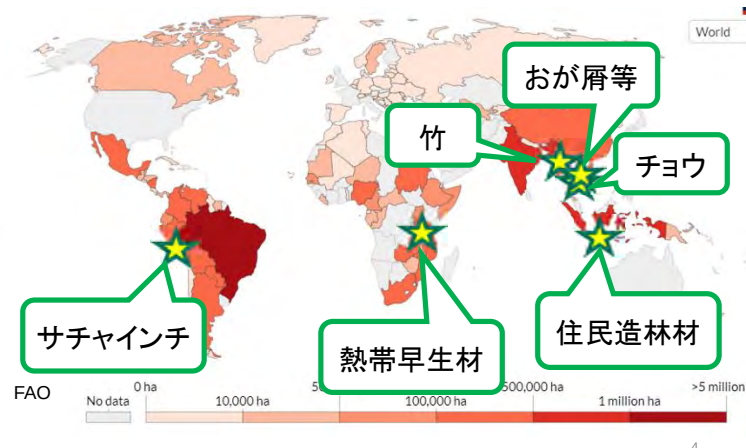
途上国が森林資源を持続的に活用し  
住民の生計向上に資する取組

## 実証調査 事例実績

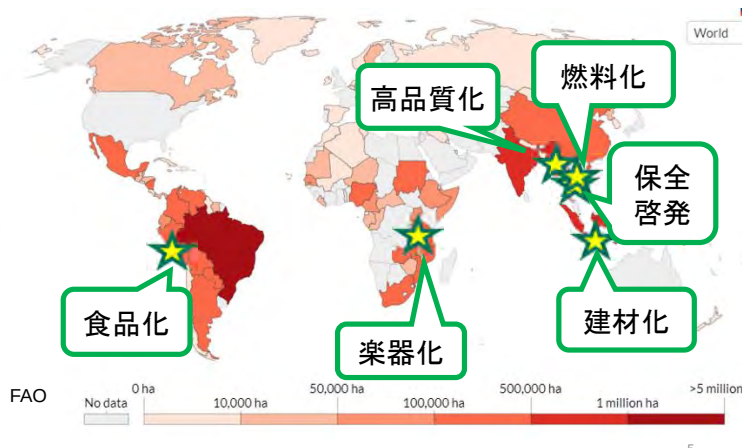


| 令和 | 国     | テーマ                          | 対象資源        | 課題                                              | 日本のナレッジ               | 団体         |
|----|-------|------------------------------|-------------|-------------------------------------------------|-----------------------|------------|
| 3年 | タンザニア | 熱帯性早生材を楽器部材に登用する             | トゥーナ、ニーム    | 早生樹材は、提携する植・育林地域住民の農地転換リスクを抑制する可能性があるが楽器材としては未知 | 楽器製造の木材調達・加工技術        | ヤマハ        |
| 3年 | ペルー   | サチャインチオイル残渣を食品として利用化する       | サチャインチオイル残渣 | 世界的に注目されるオイルの残渣は有効利用があまりされていない                  | おからの利用粉末加工技術          | OCグローバル    |
| 2年 | ミャンマー | 竹カゴ製品の製造効率化、高付加価値化           | 竹材          | 現地の竹製品は、手作業で非効率、また品質が低く、安価にとどまる                 | 竹剥ぎ機<br>竹材の油抜き加工・防虫技術 | アジアクラフトリンク |
| 2年 | カンボジア | チョウの飼育事業の持続性の強化(コミュニティの意識啓発) | チョウ類        | 地域コミュニティの森林保全意識が低く、学校では日本のような環境教育も行われていない       | チョウを用いた環境教育<br>環境指標生物 | CIジャパン     |

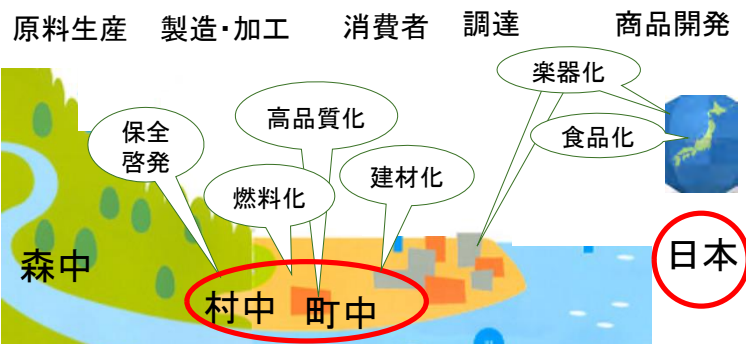
## 事例の分布と扱い資源(A)



## 目標ベースで整理:C(=A+B)



## 実証活動現場



- 実証現場は村・町中/日本が多い傾向
- 後者はコロナ影響もあると考えられる?

画像: サントリー水育ブック

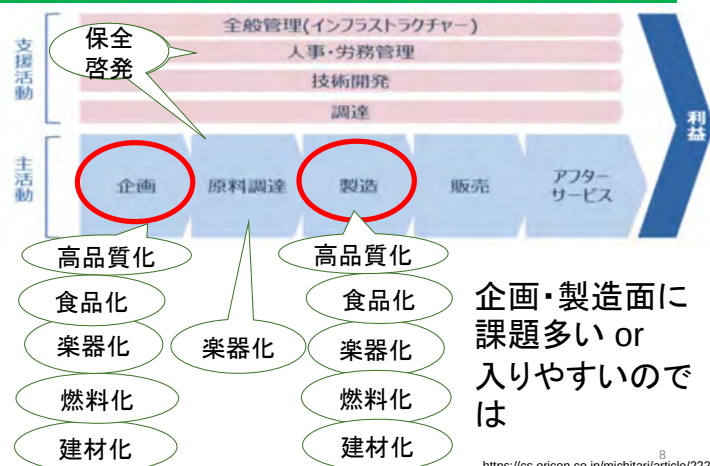
## 森林ビジネスバリューチェーン現場 イメージ(R2年仮説)



背景画サントリー「水育ブック」より manabiyama.com/works/admizu.html

7

## JIFPRO令和4・途上国森林ナレッジ活用促進事業 ナレッジFocus点@バリューチェーン



https://cs.oricon.co.jp/michitari/article/222/

8

### 企画、製造面の課題着手多い理由(視点別)

- 扱い材: 未利用材や新材であり商品化を要する
  - 楽器化、建材化、燃料化
- 課題: 商品・製造での課題に対処
  - 高品質化、食品化
- ナレッジ: 製造ナレッジが多いまたは活用しやすい(「日本」のしばりの影響もあるのでは)
  - 楽器化、燃料化、高品質化
- 実施者: 日本の企業・団体の実施により、まず商品づくりから
  - 楽器化、食品化、高品質化、建材化
- 顧客: 良い買いたくなる商品を作れば売れる
  - 高品質化、燃料化

9

### 情報発信

1. ワークショップ(セミナー実施)
  - ・予定決定: 3月2日
  - ・出演者会場予定: 13:00~16:30
  - ・テーマ案: 木材資源の有効利用

2. ChiePro(Webデータベース)

|   | 年度          | ページビュー | セッション数 |
|---|-------------|--------|--------|
| 1 | 令和2年度       | 1,164  | 196    |
| 2 | 令和3年度       | 13,501 | 36,101 |
| 3 | 令和4年度~10/19 | 34,848 | 15,022 |

・ページビュー: 閲覧ページ総数  
 ・セッション数: 訪問者数  
 (1セッション=サイトを訪れてから離脱するまで)

10

## 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

2022年11月22日  
(公財)国際緑化推進センター  
(JIFPRO)

1

### ナレッジ活用モデル

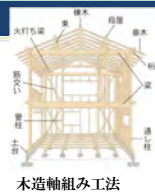
|   | A. 対処課題                                   | B. 日本にあるナレッジ            | C. ナレッジ活用モデル (A+B)                                                                                                    |
|---|-------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ① | インドネシア人工林資源の高付加価値利用<br>(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使用した、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                                                                 |

2

### 日本の木造建築技術

#### 寺社建築や住宅建築における、伝統的な木造建築技術

→ 木造建築の伝統技術がユネスコの無形文化遺産登録 (2020年)



木造軸組み工法

#### 耐震性、耐火性に関し、建築基準法に基づき、安全性を担保しつつ、性能規定化などの合理化が進展

#### 住宅のみならず、非住宅、中高層建築への木造化の動き

→ 必ずしも大断面集成材等によらない構法の開発 (開発途上国での適用性)



例: (株)シェルターの「高層木工ビル」に使用

3

### 日本の木造建築に関するナレッジ (耐震・耐火木造建築)

#### KES構法 ((株)シェルターの耐震技術)

オリジナルの接合金物を使用した木造建築のための接合金物工法

→ 無垢製材を利用した木造建築にも適用が容易  
→ 非常に高い耐震強度



神戸市灘区でKES構法で建てられた73戸の木造住宅は、1995年の阪神・淡路大震災で全て倒壊しなかった

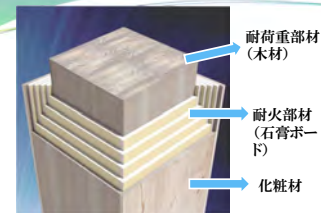


東日本大震災前 東日本大震災後

東三陸町の津波被害地で、唯一残った木造建築 (KES構法で建てられたもの)

4

### COOL WOOD ((株)シェルターの耐火技術)



耐荷重部材 (木材)

耐火部材 (石膏ボード)

化粧材

製材などの木質材料に、燃えどまり層として石膏ボードを組み合わせた木質耐火部材

→ 建築基準法に基づく3時間耐火構造使用 (柱・梁)、  
2時間耐火構造使用 (柱・梁・間仕切壁・外壁・床)、  
1時間耐火構造使用 (柱・梁・外壁) の大臣認定取得済み  
→ 日本、カナダ、スイスで特許取得  
→ 加工の簡便性

木材の強度に応じた設計が可能

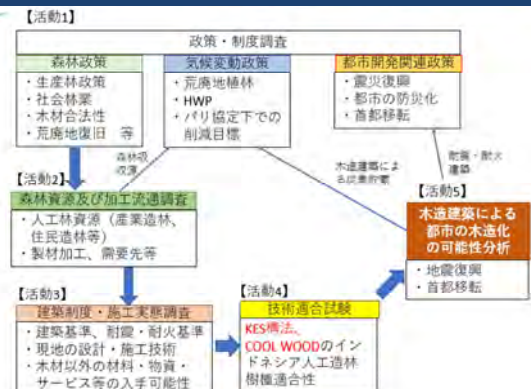
4~6階  
300mm×300mm  
150×150の製材×4

1~3階  
450mm×450mm  
150×150の製材×9



5

### 活動項目



6







## インドネシアの造林樹種の材質試験

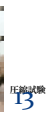
既往文献による材質

| 樹種    | 気乾比重      | 曲げ強度(MPa) | 圧縮強度(MPa) | せん断強度(MPa) | 曲げヤング率(Gpa) |
|-------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|
| マホガニー | 0.51      | 58.9~82.4 | 46        | 8.9        | 10.4        |
| ゴムノキ  | 0.65      | 58.9~82.4 | 30.5~43.1 | 9.4~11.8   | 7.5~10.3    |
| センゴン  | 0.23~0.49 | 約50~60    | 約20~60    | -          | 約4~7        |

注:マホガニー、ゴムノキは日本木材総合技術センターのHP、センゴンは岩崎誠ほか「早生樹、産業植林とその利用」による。

## &lt;ボゴール農科大学による材質試験~実施中&gt;

- 試験項目
- 容積密度
  - 曲げ強度
  - 曲げヤング率
  - 圧縮強度
  - せん断強度
- 試験樹種
- 製材工場サンプル
    - マホガニー (*Swietenia macrophylla*)
    - ゴム材 (*Hevea brasiliensis*)
    - センゴン (*Falcataria mollucana*)
  - 大学入手サンプル
    - マホガニー
    - ゴム材
    - センゴン
    - ジャボン (*Neolamarckia cadamba*)
    - アカシアマンギウム (*Acacia mangium*)
    - メリナ (*Gmelina arborea*)



## インドネシアにおける建築の状況

## &lt;建築に関する規則&gt;

## &gt; 政令No.29/2000 建設工事の管理に関する規程

- 建設工事の設計・施工・監督の実施者の決定は、一般競争入札、指名競争入札又は随意契約により実施。
- 一般競争入札の際の落札者の決定は、品質、価格、品質及び価格の複合により決定。
- 指名競争入札は、ハイリスク又は複雑な技術が使用される場合に採用。
- 随意契約は緊急の場合等に適用。
- 外国の企業は、JVまたは直接投資により参画可能。

## &gt; 政令No.29/2000 建築物の建築 (Building Construction)に関する規程

- いかなる建築も、耐荷重、火災、被雷、電気のリスクに関して、安全規則に従わなければならない。
- 防火対策は、火災管理に加え、受動的及び能動的防護システムからなる。
  - 受動的防護システム: 建築物の構造、水源へのアクセス、脱出用設備、
  - 能動的防護システム: 消火システム、火災検知システム、煙の制御システム

14

## &lt;防火に関する規程&gt;

## &gt; 公共事業省令No.26/2008 建築物の防火システムに関する技術的要件

- 消火の際の水源へのアクセス
- 避難設備
- 受動的防火システム
  - 建築物の技術的要求事項
  - 防火建築の基準
  - 防火ドアと窓
  - 内装カバー材料
  - 火災の閉じ込め
- 能動的防火システム (火災検知、スプリンクラー等)
- 建築物付帯設備
- 防火管理システム
- 管理・監督

15

## &lt;地震対策&gt; 2006年ジャワ島中部地震(M6.3)の状況

- 2006年5月ジャワ島ジョクジャカルタ付近で発生。死者5,700人、多くの住宅等が倒壊。
- 例えば、被害の激しかったバントゥール県の小学校446校中119校が全壊。
- 本地震の深度は4~5と言われているが、倒壊被害の理由としては、耐震設計基準が緩やかで、震度3~4レベルの設計であったと考えられる。
- 日本の復興支援では、学校や保健センターの復興に当たって、日本の設計基準に従い、再興を行った。(平成18年JICA調査報告書)

- 住宅の被害については、多くが細いRC柱とレンガ組の建築であったため、倒壊を助長したと思われる。
- 木材の柱・梁に、竹網壁を組合せ外面をレンガ組で覆った住宅は倒壊を免れていた。
- しかし、住民は、RC柱とレンガ組住宅に対する指向が強い。(2006年愛媛大学調査)



RC柱レンガ組住宅の倒壊状況



木柱と竹網壁の組み合わせによる住宅(外側のレンガ組壁は倒壊)

16

## &lt;インドネシア都市開発公社との意見交換&gt;

PP Urban



- PP Urbanは国有会社で、各種建設・都市開発事業のほか市民向け住宅建設を行っている。
- インドネシアでは、コンクリート造が好まれる状況がある。
- また、コストも重要である。
- 現在市民向け住宅建設について、5社ぐらいからの提案がある。
- プロタイプに基づき、提案書(デザインとコストを含む)を提出されれば検討。



PP Urbanより提供された住宅のプロタイプ

17

## 活動計画

2022年

7月

7/25~29現地出張(林業省等との会議、活動立ち上げ)

8月

8/5 環境林業省ミッションとの対話(於:在日大使館)

9月

9/13~9/16 現地出張(製材協会、ボゴール農科大学、PP Urban等)

10月

文献調査、インタビュー等(ナショナルコーディネーター)

11月

現地樹種材質試験(ボゴール農科大学)

12月

12月中旬現地出張予定

2023年

1月

2月

2月初旬ジャカルタでのセミナーとジョクジャカルタ現地調査予定

18

## 本事業実施における背景

- ▶ カンボジアの森林減少は違法伐採の横行によるものが多く、ゴム園やナッツ園も天然林が違法に伐採され転換された可能性がある(当初の事業計画時に想定していた住民による薪炭材利用については森林面積の減少には直接はつながらず、むしろ森林劣化の原因となっている)。
- ▶ 文献、専門家、現地調査で入手した情報からも、カンボジアの違法伐採は周知の事実であり、世界銀行も関わり対策がとられたが、同国において、“違法伐採”はセンシティブな問題であり、あまり功を奏さず、違法伐採は今でも続いている。
- ▶ 他の途上国と同様、現地の家庭エネルギーの多く(約70~80%)は木材に依存しており、薪炭のニーズが高い状況である。人工林を主とする伐採木材を有効利用し、持続的な森林経営を行うという現在の政府方針は、天然林の保全につながっているものの、依然として伐採木材の中に違法伐採された木材も含まれているのが現状である。
- ▶ 違法伐採量などの詳細は不明だが、大口の薪ユーザーを主ターゲットに代替燃料に使用を変えていくことができれば、違法伐採の低減につながる(森林保全に資する)ことは明らかなことから、薪炭利用状況の現地調査とともに、森林の保全につながるよう、トロムソの技術の代替燃料生産への活用を探る実証調査を実施した。



©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があるが、十分に活用されていない | <ul style="list-style-type: none"> <li>固いもみ殻をすり潰し、固形化して燃料を作り出す技術(造船技術を生かした堅牢なグラインドミルの技術)</li> <li>その他原料(木くず、樹皮等)も固形化可能</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>「グラインドミル」を活用し、現地の木くずをもみ殻をつなぎとして固形化試験を実施</li> <li>第一ステップとして現地で調達したもみ殻を固形燃料化できるかの検証から開始</li> </ul> |
| 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。   | グラインドミルで未利用・廃材を薪炭材の代替燃料として有効利用する手法                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>もみ殻・木くず等を原料に製造した固形燃料を配布し、薪利用者に知ってもらい、代替材として試用してもらう(後日、意見収集をする)</li> </ul>                        |

©TROMSO Co., Ltd.



## 事業実施スケジュール

| 活動名・概要                              | 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                      | 1   |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 2 デモンストレーション開催のためのグラインドミル設置         | 2   |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 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 | 3   |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 4 グラインドミル設置・固形燃料製造                  | 4   |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 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      | 5   |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 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     | 6   |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 7 現地調査                              | 7   |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 8 現地調査                              | 8   |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 9 現地調査                              | 9   |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 10 現地調査                             | 10  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 11 現地調査                             | 11  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 12 現地調査                             | 12  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 13 現地調査                             | 13  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 14 現地調査                             | 14  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 15 現地調査                             | 15  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 16 現地調査                             | 16  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 17 現地調査                             | 17  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 18 現地調査                             | 18  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 19 現地調査                             | 19  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 20 現地調査                             | 20  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 21 現地調査                             | 21  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 22 現地調査                             | 22  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 23 現地調査                             | 23  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 24 現地調査                             | 24  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 25 現地調査                             | 25  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 26 現地調査                             | 26  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 27 現地調査                             | 27  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 28 現地調査                             | 28  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 29 現地調査                             | 29  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 30 現地調査                             | 30  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 31 現地調査                             | 31  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 32 現地調査                             | 32  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 33 現地調査                             | 33  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 34 現地調査                             | 34  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 35 現地調査                             | 35  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 36 現地調査                             | 36  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 37 現地調査                             | 37  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 38 現地調査                             | 38  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 39 現地調査                             | 39  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 40 現地調査                             | 40  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 41 現地調査                             | 41  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 42 現地調査                             | 42  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 43 現地調査                             | 43  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 44 現地調査                             | 44  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 45 現地調査                             | 45  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 46 現地調査                             | 46  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 47 現地調査                             | 47  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 48 現地調査                             | 48  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 49 現地調査                             | 49  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 50 現地調査                             | 50  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 51 現地調査                             | 51  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 52 現地調査                             | 52  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 53 現地調査                             | 53  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 54 現地調査                             | 54  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 55 現地調査                             | 55  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 56 現地調査                             | 56  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 57 現地調査                             | 57  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 58 現地調査                             | 58  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 59 現地調査                             | 59  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 60 現地調査                             | 60  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 61 現地調査                             | 61  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 62 現地調査                             | 62  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 63 現地調査                             | 63  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 64 現地調査                             | 64  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 65 現地調査                             | 65  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 66 現地調査                             | 66  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 67 現地調査                             | 67  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 68 現地調査                             | 68  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 69 現地調査                             | 69  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 70 現地調査                             | 70  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 71 現地調査                             | 71  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 72 現地調査                             | 72  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 73 現地調査                             | 73  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 74 現地調査                             | 74  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 75 現地調査                             | 75  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 76 現地調査                             | 76  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 77 現地調査                             | 77  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 78 現地調査                             | 78  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 79 現地調査                             | 79  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 80 現地調査                             | 80  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 81 現地調査                             | 81  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 82 現地調査                             | 82  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 83 現地調査                             | 83  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 84 現地調査                             | 84  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 85 現地調査                             | 85  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 86 現地調査                             | 86  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 87 現地調査                             | 87  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 88 現地調査                             | 88  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 89 現地調査                             | 89  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 90 現地調査                             | 90  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 91 現地調査                             | 91  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 92 現地調査                             | 92  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 93 現地調査                             | 93  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 94 現地調査                             | 94  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 95 現地調査                             | 95  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 96 現地調査                             | 96  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 97 現地調査                             | 97  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 98 現地調査                             | 98  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 99 現地調査                             | 99  |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 100 現地調査                            | 100 |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |



©TROMSO Co., Ltd.



## 文献・インターネット調査&amp;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.文献・インターネット調査

- 文献調査を経て、カンボジア及び調査対象地域(Kampong Thom地域)の森林減少・違法伐採の実態を確認した。以下等の文献を利用。
- National Strategic Development Plan (NSDP) 2019-2023
  - National REDD+ Strategy 2017-2026
  - 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(2020年 倉島孝行)
  - Identifying characteristics of households affected by deforestation in their fuelwood and non-timber forest product collections: Case study in Kampong Thom Province, Cambodia(2015年 Makoto Ehara)

## 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

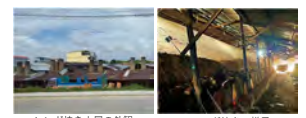
- (1) 五関JICA専門家(カ国環境省に配属)
- カンボジア国森林局局长、3州の支部森林局局长の紹介
  - 各州森林局長からは木屑の調達先となり得る製材所の紹介。うち1か所の製材所へ訪問、木屑必要量を依頼した
  - Kampong Thom州はゴムの木の栽培6万ha・カシュナツ栽培4万haの大規模な栽培。当局からこれらの木々廃材の有効活用に関する打診を受けている
- (2) UNIDOカンボジア・Mr. Sok Narin との面談
- トロムソ同様、カ国で、ブリケットの活用に注力している NGO団体である Gores Southeast Asia を紹介。
  - 今後の連携を検討するとともに、同事業への高い評価。
  - 来年度の案件形成に関しても提案を受け、今後も連絡取り合い、来年度以降の案件形成に向けて協議を継続する予定。

## 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) 現地製材所(Kampong Thom)見学・ヒアリング  
同業者は廃材を無償で収集・再加工して、棚やタンスを製造。再加工時、木くずが1t/月程度発生し、ゴミとして処分している。森林を伐採した木材を加工していない。
- (4) 現地レンガ焼き工場(Kampong Thom)見学・ヒアリング  
1棟あたりは約4x30mのレンガ焼小屋6棟  
月次あたり薪炭利用量は300~400m(200kg/m)  
近年、薪の仕入が困難となり、以前と比較し、価格が約2倍となっている。



製材所の様子 木くず発生の様子



レンガ焼き小屋の外観 レンガ焼きの様子



完成品(タンス) 作業風景



薪保管の様子

©TROMSO Co., Ltd.



©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

- (5) 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行った。
  - 2022年11月中にGMAC加盟企業2社へサンプル提供し、翌月に使用感ヒアリングを予定。

- (6)炭焼き場(Kampong Thom州)見学・ヒアリング
- 7立米容量の炭焼き窯3台を設置し、1回あたり300USD分の炭/炭焼き窯を製造。
  - 太いままの生木を入れ、炭になるまでには1週間かかる。原料は薪販売業者がトラックで運んできたものを購入。
  - カシューの古木は1立米7ドル(2.8万KHR)だが、1立米12.5USD、20USDとより高価な木もある。高価な木は比重が高く、火持ちが良いビニール袋に約12kg入れ、3.2USDで販売。10年前と比べて木の値段は上昇傾向。10年前は1立米3USDだった木が、現在7USD。
  - 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り、森が減少しているのを実感しているとのこと



©TROMSO Co., Ltd.



## グラインドミル設置・固形燃料製造

## 4.グラインドミル設置・固形燃料製造

- (1) 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を計測し、両原料共に基準値内であることを確認した。

| 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。しきしきには80×80×10mmの大きな木片もあった。ホッパーに入り切らないもの(ブラジッしうなもの)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% | 高品質のもみ殻。適量にベトナムで試験テストしたもののより少し長い。ナイロン網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、実証投入時に目視で確認した場合のみ取り除いた。 |



木くずの含水率計測



ホッパーに入りきらない木片

- (2) 木くず・もみ殻を適量取り、コンクリート床上で攪拌作業



もみ殻(左)・木くず(右)

本試験ではスコップを用いて手作業で攪拌。攪拌済みの原料をフレコンへ投入し、試験用の原料として使用する。本試験を実施し、大規模な生産時に必要になる設備や留意点は以下の通り。

- 攪拌ミキサー
- 攪拌作業時の防塵マスク(粉状のものが多かったため)
- 木くず調達時の留意点(形状が不ぞろいだったり、含水率が高いと固形化の妨けになる)

©TROMSO Co., Ltd.



## グラインドミル設置・固形燃料製造

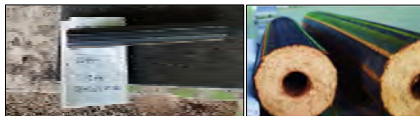
## 4.グラインドミル設置・固形燃料製造

- (3) 各混合比の原料を基に固形化試験を実施。各混合比は以下を参照

- 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%

機材動作確認のため、もみ殻100%で運転し、固形化を確認した後、木くずがもみ殻に対する割合が高い混合比より、試験を実施。木くず50%：もみ殻50%の混合比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      |



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)

©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.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

10月14日(金) Amru Rice社Kampong Thom精米工場敷地内において、グラインドミルの稼働・木くずとの固形燃料化試験のデモンストレーションを実施し、カンボジア森林本局局長をはじめ、各州森林支局局長、各機関や企業より40名が参加した。参加者は以下を参照。

| No. | Name            | Sex | Company                        | Position                          |
|-----|-----------------|-----|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1   | Thom Viret      | M   | Khmer Green Charcoal Co., Ltd. | P. Manager                        |
| 2   | Yong Naith      | M   | Khmer Green Charcoal Co., Ltd. | R&D Manager                       |
| 3   | Nun Sophanna    | M   | Green Move Consulting          | Director                          |
| 4   | Bern Phichhean  | F   | GMAC                           | Staff                             |
| 5   | Heng Ratanapong | M   | GMAC                           | Staff                             |
| 6   | Ph Sokchha      | M   | GMAC                           | Staff                             |
| 7   | Rom Sarouan     | F   | FWN                            | Vice President                    |
| 8   | Sok Stehast     | M   | FWN                            | SG                                |
| 9   | Bun Sotly       | M   | Kompong Thom FAC               | Chief of Cantonment               |
| 10  | Eok Narin       | M   | UNIDO                          | Comm. Rep                         |
| 11  | Chan Ponika     | M   | DGS/FA/MAFF                    |                                   |
| 12  | Tong Geng       | M   | Chia Mien Manufacturing        | Deputy Business Operation Manager |
| 13  | Kheng Sophaak   | M   | NVC Corporation Co., Ltd.      | Supervisor R&D                    |
| 14  | Khu Sochitra    | M   | JIM Kampong Thom               |                                   |
| 15  | Sannett Sokran  | M   | JIM FA Kampong Thom            |                                   |
| 16  | Rim Savuth      | M   | JIM FA Kampong Thom            |                                   |
| 17  | Yuka Fujita     | F   | Jetro                          |                                   |
| 18  | Yasuaki Ito     | M   | Jetro                          | Advisor                           |

|    |                     |   |                               |                              |
|----|---------------------|---|-------------------------------|------------------------------|
| 19 | Nariaki Ikematsu    | M | JICA                          | Project Coordination Advisor |
| 20 | Kao Vutha           | M | Forestry Admi. Cantonment KPT | Vice Director of FA          |
| 21 | Chen Vutha          | M | IC Finance                    | Collection Side              |
| 22 | Ngan Tamen          | M | IC Finance                    | CEO                          |
| 23 | Phy Sophaak         | M | UNIDO                         | National Project Coordinator |
| 24 | Ouch Chhuang        | M | SNRM Project/JICA             | Assistant                    |
| 25 | Sasaki Kazuhito     | M | SNRM Project/JICA             | Expert                       |
| 26 | Iiyama Kazuo        | M | SNRM Project/JICA             | Expert                       |
| 27 | Nuth Naro           | M | USA                           | Expert                       |
| 28 | Nuth Michaela       | F | USA                           | Expert                       |
| 29 | Sang Saren          | M | Amru                          | CEO                          |
| 30 | Sang Santh          | M | Amru                          | GM                           |
| 31 | Sou Sophany         | F | Genr                          | PE                           |
| 32 | Kong Rachana        | F | UNIDO                         | Project Coordinator          |
| 33 | Pich Savathana      | M | FA                            | Mr. UESUGI MASAKI            |
| 34 | Tor Kimrong         | M | UNIDO                         | Project Assistant            |
| 35 | Mak Sophaeasna      | M | MAFF                          | Staff                        |
| 36 | Asako Yamamoto      | F | JIFPRO                        | Researcher                   |
| 37 | Asanaka Yoko        | M | MIND ENGINEERING INC.         | Branch manager               |
| 38 | Hiroaki Yamaguchi   | M | E-SQUARE                      | Manager                      |
| 39 | Yasumitsu Yamaguchi | M | Tromso                        | Engineer                     |
| 40 | Masaki Utsugi       | M | Tromso                        | CEO                          |

©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.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(現在集計中)

| 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

装置運転時での参加者見学の様子



JIFPRO山本氏の発表

トロムソ上杉氏の発表

©TROMSO Co., Ltd.



## ご清聴ありがとうございました







## カンボジア案件出張 (9/28-10/16)



JIFPRO 山本朝子

Japan International Forestry Promotion and Cooperation Center

## トピック

- 薪材・木材について
- コミュニティー調査
- 森林局等の反応・デモ反響



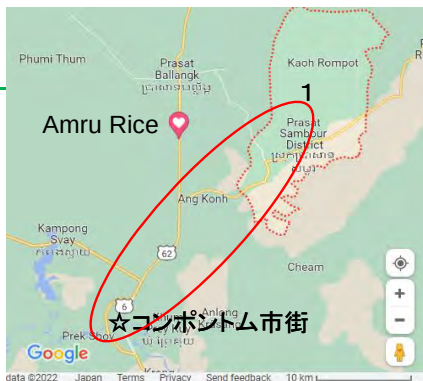
## 木材撮影 Sambor ~市街 片道22+ (1~☆)



## +9件計31<実際



## 薪材等多い



- (州FA談)カシューは最近不作。切って炭にし、ゴムに変えるケース多い。(雨、肥料・殺虫剤の値上がり、流通停滞)
- (CF談)カシューが安いので、沢山とれる種に変える
- 通りの薪はカシュー(1ha 150本)。トラックの薪はカシュー、ゴム(CF1)
- 薪を売る人は自分のカシューの木を売る。(CF1)

5

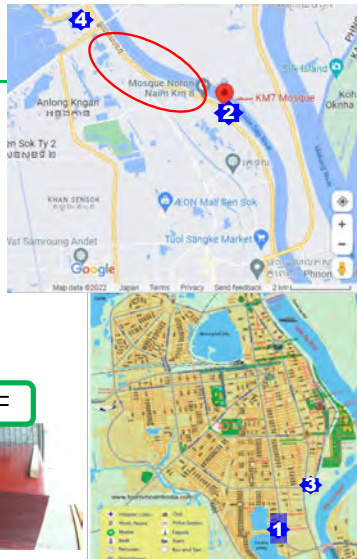
## 首都:薪炭販売例(ロシアン市場)





## 首都:木材扱い所

1. 10/5 St 97: Wood Workshop集中エリア
2. 10/6 NR 5 Prek Knal近く 木材販売所 集合 (Km7 community 付近)
3. 10/7 Softel Hotel近くのTraffic light 家具・ラタン店集中通り
4. 10/7 **角材製材所**
  - ・薪売り所 (NR 5道中)
  - ・Depo Prek Phnor (MDF・大型家具販売店)
  - ・バイオ炭小売り (No5 Cafe隣看板あり)



MDF

## JIFPRO令和4・途上国森林ナレッジ活用促進事業 角材製作所(4)



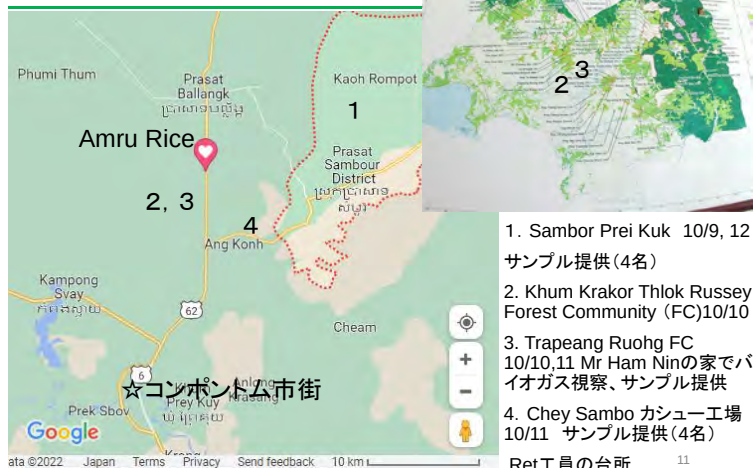
## 通り沿いの薪売り所(2軒)



## 木製品製造街(97番通り)(1)



## コミュニティ



1. Sambor Prei Kuk 10/9, 12 サンプル提供(4名)
2. Khum Krakor Thlok Russey Forest Community (FC)10/10
3. Trapeang Ruohg FC 10/10, 11 Mr Ham Ninの家でバイオガス視察、サンプル提供
4. Chey Sambo カシュー工場 10/11 サンプル提供(4名) Ret工員の台所

## 住民のスタンス(コミュニティ1~4)

- 薪: 基本的にルールを守って利用
  - 枯れ木(乾燥、病気等)、倒木、使いものにならない小さな木などを活用
  - リーダーや担当者に許可を得てから伐採
  - ・利用できる木は多い、使えない分は売る(認可): FC2
  - ・雨期は薪入手が困難になる(→炭を買う): FC3, C4
  - ・他のコミュニティで購入する: C4
- 森林を守ることにつながる燃料は良い: FC1, 3, C4 (CF2は未確認)



## FC1、3 インタビュー(森の傾向)

- 森が健康でなくなった：(FC1、7村 1,942世帯(x5人))
  - 生活のために木を植えて売っている(2004年～)。木を切った所に植林するが、元気に育たない。
  - 横から出た枝は大きくなり、風で倒れてしまう
  - 倒木はたくさんあるが、生活用には足りない。買ったり自分の木も使う
- 今守らないと子供世代には使える薪がなくなってしまう。(FC3)
- 森林がなくなるとニュースで毎日見る(C4)
- 木を切っていく人は指導して対処する。あまりいない(FC1)
  - 昔：勝手に持って行く人がいた。集会で教育して勝手に盗る人はいなくなった。使うために森の木を切るのは難しい
  - 農業が収入、薪ではない、フルーツは金になる
- 今は大きい木がなくなり、伐採は許可しない。盗まれてなくなった(FC3)
  - 前は(コミュニティーできてからも)木を切って家を作っていた
  - 伐採は村長、コミュニティー長など3名の許可が必要

13

## FC3インタビュー(違法伐採)

- 違法伐採：行事中、持ち出しやすい所を狙う
- 盗み：外部の人・住民 どちらも有り
  - ・住民：マイクロファイナンスの利息返済に使う  
→今後はFAに出頭させたい(局が罰する)
- バイクでパトロール管理(森：住居と隣接せず)
  - ・チェーンソー音 → 出勤。間に合わない事も
  - ・雨期：森林が水没し、巡回ルートが川と化し困難(現在道を作る申請をしている)
  - ・道具も壊れた(合羽、ランプ、トランシーバー)
  - ・稼働は20名中4名。(本業優先、見返りが少ない)
  - ・身に危険が及ぶため 数名組んで入る
  - ・問題多く手当てもなく、リーダー役はやりたくない
- 隣のコミュニティ(FC2)も同様の問題あり



## 森林局関係者の反応等

- JIFPRO表敬時
  - 1)局次長：全国に広めたい。北西、東部は米が豊富
  - 2)州：森林目的と分かり、協力したい(→CFへ案内)
    - 住民は早生樹を炭用に植樹し、売って生計立てるが切らずに廃棄物を使う方が良い、住民を支援できる
- 14日デモ：自費で出席
  - 製造・燃焼等視察
  - 森林・住民への裨益の図説、層別ステップ提言
  - (州)質問(関心高い)
  - 試供燃料の持ち帰り(実感)



## デモ：その他の反応と可能性

- 政府組織 カンボジア地雷対策センター(CMAC)の参加- Cambodian Mine Action Centre
  - JIFPRO情報提供→3名参加
  - 地雷除去地の農業支援で活用したい(コーン芯)
  - 邦人コンサルタント、JICA専門家、JMAS(自衛隊OB)のNGO等も協力にも期待

農業担当、代表秘書官(代表子息) マーク担当



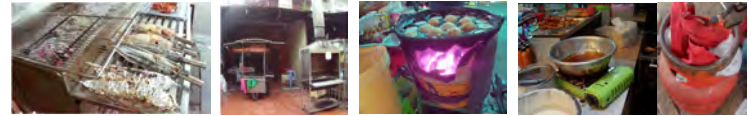
## CF1





## 傾向・方向性の整理

- 薪ユーザーは事業者と個人
- 今回の中心ターゲット: 薪の大口ユーザー
  - 縫製工場 (GMAC: Garment Manufacturers Association (カンボジア縫製業協会) が仲介)
  - レンガ工場 (例: 月100万個製造、1回7-8立米の薪)
- 市場: 薪利用はほぼ見かけず (炭・ガス・バイオ炭)
  - グリルは炭が根強い。炭化燃料の展開ポテンシャル有
- 地方世帯: 薪、炭等を併用 (バイオガス利用も有)
- 都心世帯: ガス中心、グリルは炭利用もある



## カシュー工場(4)



### 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）

○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

○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）

○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

○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



## 事業概要

JIFPRO 公開セミナー  
途上国で生きる木材資源利用  
～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

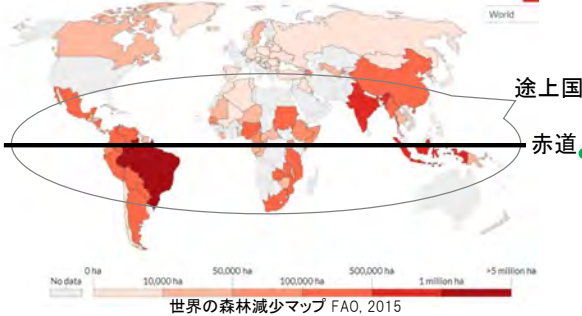


## 途上国には・・・有用な森林資源



## 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)



森林の45%  
は熱帯に

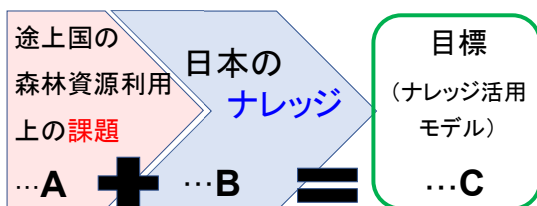
## 途上国では技術や知見(ナレッジ)が不足することも

### ➢ 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

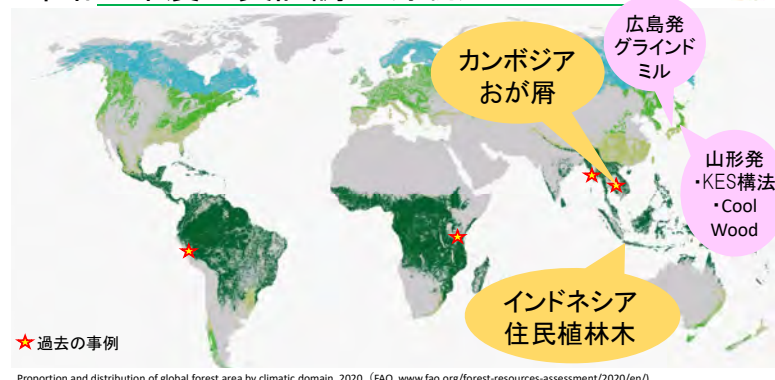


## ナレッジ事業の実証調査



途上国が森林資源を持続的に活用し  
住民の生計向上に資する取組

## 令和4年度の実証調査(事例)



## 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<br>(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                                                                 |

1

2

## 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<br>(1,000kg/cm <sup>2</sup> ) | 曲げ強度<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 縦圧縮強度<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | せん断強度<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 繊維方向引張強度<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 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

3

## 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。

4

## 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



5

## 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、径級が小さいものも多く、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ならないという「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ンクシニティーを全国で作っていくようなアイデアもある。

6



## 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、カエデティ(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



州林業局との面談状況(中央左が局長)

## ＜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ずる草地に植栽。
- ・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。



ジョクジャカルタ住民造林(チーク)

7

## 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8～10m<sup>3</sup>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、m<sup>3</sup>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



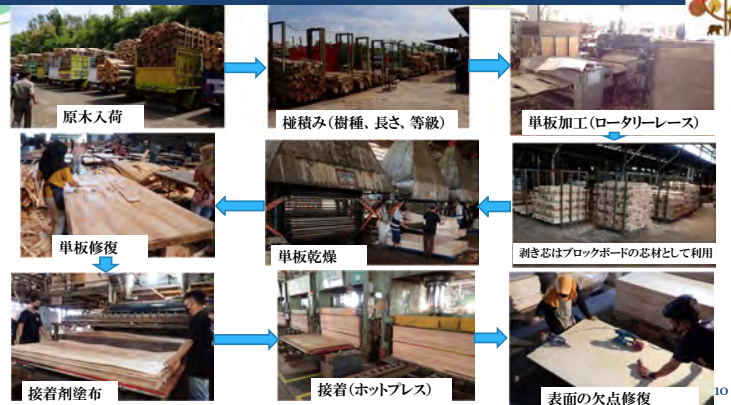
## ジョクジャカルタ現地調査＜小規模製材業＞

- ・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2,000m<sup>3</sup>をターゲット



9

## ジョクジャカルタ現地調査＜合板・ブロックボード製造＞



10

## 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。
- ・8m<sup>3</sup>積トラックで一日あたり40～50台、300～400m<sup>3</sup>
- ・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、m<sup>3</sup>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/m<sup>3</sup>
- ・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

11

## 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。
- ・国营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)。



12



## 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

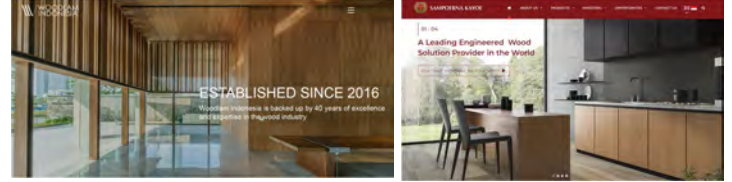
## 今回のセミナーを契機としたアプローチ

## &lt;インドネシア公共事業省マルヨコ氏&gt;

- ・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。

## &lt;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&gt;

- ・Woodlam Indonesia, Samporna 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





樹種名：センゴン ラウト Sengon laut  
[その他の名称]アルビチア・ファルカタ(ファルカタ)、バタイ、モルッカソウ、  
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

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、バルブ用など。

備 考：造林された材は成長が早い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。

【木肌】



## 現地調達可能な木材の「特性値」試験

樹種名：マホガニー mahogany 桃花心木

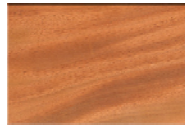


科 目：センダン科の広葉樹。散孔材。  
学 名：Swietenia macrophylla King.

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、柾目面にはリボン奎が現れることがある。

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

【木肌】



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<sup>※1</sup>  
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。



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。

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、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。

【木肌】



※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、 $\rho$ ：密度 (g/cm<sup>3</sup>)、 $m$ ：試験体の質量 (g)、 $V$ ：質量測定時の試験体の体積 (cm<sup>3</sup>)  
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  
換気の良い乾燥機において105°C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）

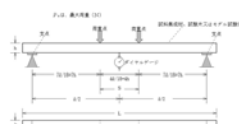
試験片又はモデル試験体の作成通直の集成材で等断面のものにあっては、  
各試験集成材をそのまま用い、（中略）試験時の試験片の含水率は12%を標準とする。



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、試験集成材、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。

$$\text{曲げヤング係数 (MPa又はN/mm}^2\text{)} = \frac{P (\ell - S) (2 \ell^2 + 2 \ell S - S^2)}{8 \Delta y b h^3}$$

$$\text{曲げ強さ (MPa又はN/mm}^2\text{)} = \frac{3 P b (\ell - S)}{2 b h^2}$$



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

試験結果 ① 曲げ試験【ラバーウッド】



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 ① 曲げ試験結果とせん断試験【ラバーウッド】



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（ラジアタバイン、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 |

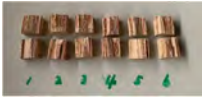


写真4 曲げ試験の破壊状況

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、ラジアタバイン、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。

試験結果 ② 密度と含水率【センゴン、マホガニー】



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<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 含水率<br>(%) |
|-----|----------------------------|------------|
| 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<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 含水率<br>(%) |
|-----|----------------------------|------------|
| 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       |

試験結果 ② 曲げヤング係数と曲げ強度【センゴン、マホガニー】



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<br>(mm) | 幅<br>(mm) | 見掛けの曲げヤング係数<br>(Gpa) | 曲げ強さ<br>(Mpa) |
|-------|------------|-----------|----------------------|---------------|
| センゴン  | ①          | 20.02     | 20.16                | 7.5           |
|       | ②          | 20.13     | 20.56                | 8.8           |
|       | ③          | 20.07     | 20.32                | 4.8           |
|       | ④          | 20.06     | 20.36                | 4.7           |
| マホガニー | ⑤          | 20.63     | 20.17                | 7.2           |
|       | ⑥          | 20.13     | 20.15                | 8.6           |
|       | ⑦          | 20.51     | 20.05                | 8.8           |
|       | ⑧          | 20.06     | 20.10                | 9.1           |

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/mm<sup>2</sup> 程度

センゴンは平均で 57N/mm<sup>2</sup> 程度



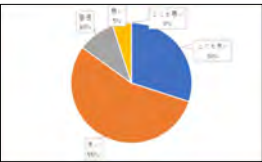


グラインドミルに関するデモンストレーション・セミナー開催

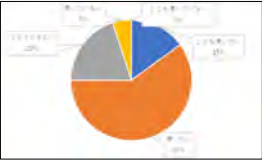
グラインドミルに関するデモンストレーション・セミナー開催

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.



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



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

| 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(MISIT) 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                      |

©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

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

©TROMSO Co., Ltd.



- (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。
  - これらは是非、固形燃料使用したいとコメント

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 **約 18 2 条**

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** 悪い 5. とても悪い

4. サンプル固形燃料を使用した感想  
**炭通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煙くもっていた。固形燃料の外面が燃え尽きると煙は減ったが、圧力が上がらなかった。固形燃料を炭通に追加し、より多くの炭が燃えた。**

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安い。**

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 **約 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  
**炭通炭の炭が燃えやすい**

SYSG社回答(日本語訳)

©TROMSO Co., Ltd.

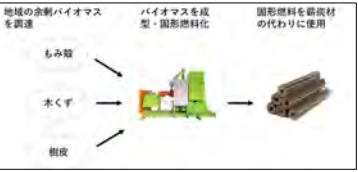


結論

ご清聴ありがとうございました

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、樹皮等)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認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.



©TROMSO Co., Ltd.







## 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



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)薪の大口消費層  
(事業者)

## 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)

森林伐採イメージ

(参考: 倉島 2020, 倉島 et al. 2013)



## ナレッジ活用により...



## 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

#### **iv. セミナー資料**

但し、九州大学・溝上教授の発表資料には内部資料が含まれており、発表者の意向により公開できないため、報告書への添付も差し控えるものとする。





## 途上国で生きる 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！～

### ～イントロダクション～

JIFPRO 研究員 山本朝子

@chiepro\_forest/

林野庁補助事業 途上国森林ナレッジ活用促進事業 Japan International Forestry Promotion and Cooperation Center

## 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・・・

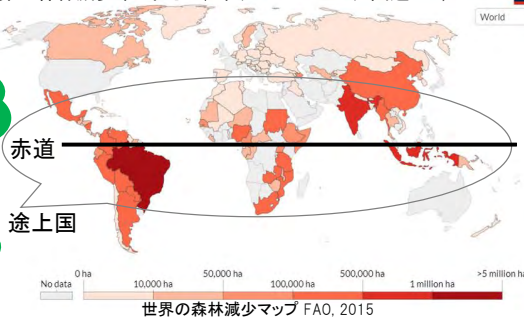
- 森林減少・劣化抑制の活動が自立的・持続的でない、ことも
- 世界の森林減少率: 千万ha/年 (2015～2020、国連FAO)



マングローブを活用した  
エコツアー(イメージ)

熱帯林には陸生の  
脊椎動物種の62%が  
生息 Pillay et al, 2022

森林の45%は  
熱帯に



## 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

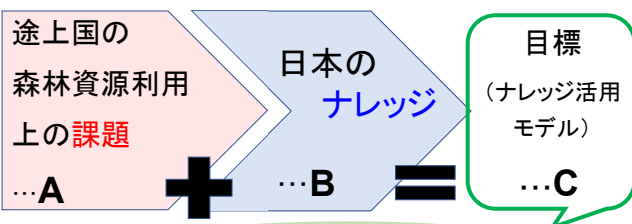
- ・ 森林資源を活用し、人と森が共生する文化
- ・ 継承・発展させ、地域経済を活性化



- ✓ 加工
- ✓ 活用方法
- ✓ 市場へのアクセス
- ✓ 付加価値向上
- ✓ T.K.モダンサイエンス
- ...etc

ChiePro

## ナレッジ事業の 実証調査



途上国が森林資源を持続的に活用し  
住民の生計向上に資する取組

## 本ご紹介: 実証調査2例(令和4年事例)



★ 過去の事例

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



## 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<br>TEL 0845-24-3344 FAX 0845-24-3181<br><a href="http://tromso.co.jp">http://tromso.co.jp</a> <a href="mailto:info@tromso.co.jp">info@tromso.co.jp</a> |
| 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<br>商工中金、広島県信用組合                                                                                                                                                    |

株式会社トロムソ  
TROMSO CO., LTD.

## 穀・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)

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望む。

©TROMSO Co., Ltd.

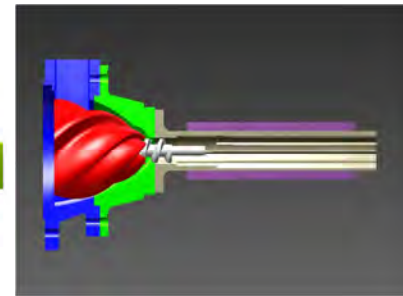


## 使用する日本にある「ナレッジ」

## 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



©TROMSO Co., Ltd.



## 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

©TROMSO Co., Ltd.



## 現地レンガ焼き工場(Kampong Thom)の調査

- 1棟あたりは約4x30mのレンガ焼小屋6棟
- 月次あたり薪使用量は300~400m<sup>3</sup>(200kg/m<sup>3</sup>)
- 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

©TROMSO Co., Ltd.





## Garment Manufacturers Association in Cambodia (GMAC)の調査

## 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

©TROMSO Co., Ltd.



## 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)

©TROMSO Co., Ltd.



## グランドミル設置・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

- (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)

©TROMSO Co., Ltd.

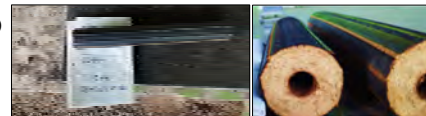


## グランドミル設置・固形燃料製造(各混合比の原料を基に固形化試験)

- 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%

木くず50%：もみ殻50%の混合比率で  
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      |



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)

©TROMSO Co., Ltd.



## グラ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

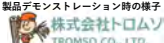
- UNIDO調査団、縫製業企業団が視察
- グランドミル実演、固形燃料の説明
- 講義セミナー
- UNIDO本部(ウィーン)、トロムソ(広島)もオンライン参加



製品説明時の様子

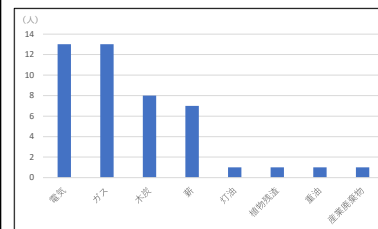
製品デモンストレーション時の様子

©TROMSO Co., Ltd.

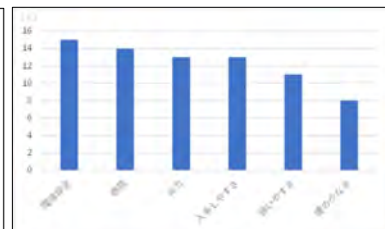


## サンプル試用者の声～(アンケート調査)

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)が都市部であるブ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)  
※環境安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。

©TROMSO Co., Ltd.









# 日本の耐震・耐火技術

大橋 好光  
東京都市大学/名誉教授

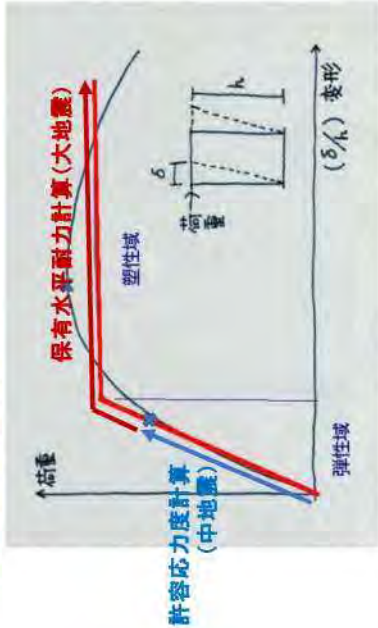
## 日本の耐震設計

目標は、2つある。

①「中地震」には、仕上り材が破損するものもあるが、  
構造体は無被害。

- 中地震とは、15～30年に一度の地震。  
建物が建っている間(50年)に、2～3回は遭遇する地震。
- 地動加速度で、80～100ガル(cm/sec<sup>2</sup>)
- 許容応力度計算。(弾性設計)

## 日本の耐震設計



## 日本の耐震設計

目標は、2つある。

②「大地震」には、構造体も被害を受けてよいが、  
倒壊しないで人命を守る。

- 大地震とは、200～500年に一度の地震。  
大部分の建物は壊すまでに、一度も遭遇しない。
- 地動加速度で、300～400ガル(cm/sec<sup>2</sup>)
- 最近では、速度で表現することが多い。50カイン(cm/sec)
- 保有水平耐力計算。(弾塑性設計)



# 1996年震度階の改定

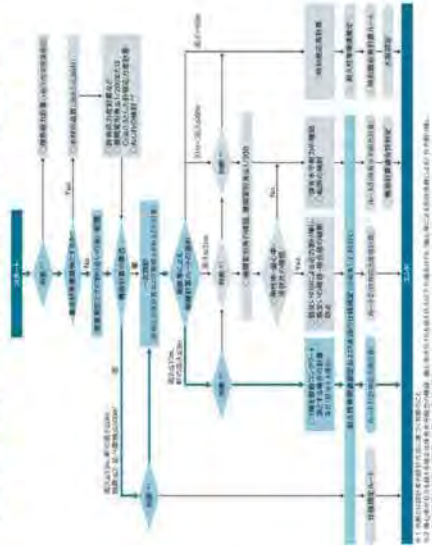
～その前後での地動加速度の比較～

(\*注：震度は、厳密には加速度だけで決まるわけではありません。)

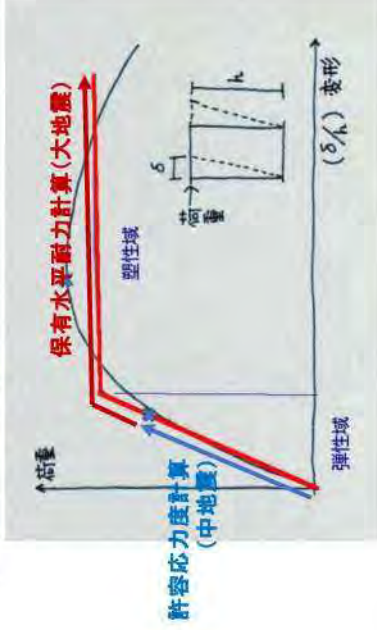
|     | 25 | 80 | 250 | 400 | (gal)         |
|-----|----|----|-----|-----|---------------|
| 改定前 | 4  | 5  | 6   | 7   |               |
| 改定後 | 25 | 80 | 140 | 250 | 450 800 (gal) |
|     | 4  | 5弱 | 5強  | 6弱  | 6強 7          |

→「建築基準法の大地震」は、震度でいうと「6強」。  
→震度7ではない。

# 構造計算と簡易設計（仕様規定）



# 日本の耐震設計



# 構造計算と簡易設計（仕様規定）

2025年4月改正

現行

| 規模\高さ | 高さ13m以下、かつ軒高5m以下     | 高さ13m超、高さ60m以下                 | 高さ16m以下                        | 高さ16m超、高さ60m超                  |
|-------|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 4階建て～ | 簡易な構造計算<br>(許容応力度計算) | 高度な構造計算<br>(許容応力度計算)           | 高度な構造計算<br>(許容応力度等計算、保有水平耐力計算) | 高度な構造計算<br>(許容応力度等計算、保有水平耐力計算) |
| 3階建て  | 簡易な構造計算<br>(許容応力度計算) | 高度な構造計算<br>(許容応力度等計算、保有水平耐力計算) | 簡易な構造計算<br>(許容応力度計算)           | 簡易な構造計算<br>(許容応力度等計算、保有水平耐力計算) |
| 2階建て  | 簡易な構造計算<br>(許容応力度計算) | 高度な構造計算<br>(許容応力度等計算、保有水平耐力計算) | 簡易な構造計算<br>(許容応力度計算)           | 簡易な構造計算<br>(許容応力度等計算、保有水平耐力計算) |
| 以下    | 仕様規定                 | 仕様規定                           | 仕様規定                           | 仕様規定                           |

## 木造住宅の実物大振動台実験

- ・最初は、行われなかった。
  - ①経費が高い
  - ②必要性が認められない
- ・1995年：住木センター、ロイヤルハウス、中央住宅、松下電工、宮崎県
- ・1995年：東大、東急建設、住友林業、殖産住宅
- ・1997年：ミサワホーム
- ・2000年：住友林業、東大、京大
- ・2004年～：建材試験センター
- ・2004年～：大都市大災害削減特別研究（大大特）
- ・これまでに、50棟くらい実施された。
  - この分野は、日本の独壇場といってもよい。

13

## 実物大の振動実験の成果

- ①初期には、阪神大震災級の揺れでも倒壊しないことの検証
  - 軸組構法関係者の自信復活
- ②実大振動台実験の内容の進化
  - 目的を絞った実験

14

## テーマを絞った振動台実験

- ・金物工法住宅の振動特性の確認
- ・軸組3階建ての挙動の把握
- ・門型ラーメンフレームの挙動の把握
- ・LVLを使った建物の地震時性能
- ・柱脚引き抜き力の測定
- ・新潟県中越地震で観測された地震動下の挙動の把握
- ・改修後の耐震性の確認
- ・メーターモジュール住宅の挙動の把握

15



16





18



19

## 実験から分かること

1. 被害の程度  
→どこがどのように壊れるか。
2. 刻々、各部位の変位と、そこに働く力の大きさが分かる。
  - ①応答加速度は、
    - 2階床: 1300~1500gal(応答倍率1.6~1.8倍)
    - 小屋組: 1600~1900gal(応答倍率2.0~2.4倍)
  - ②隅柱には、30kN以上の引き抜き力が発生する。
  - ③筋交いには、30kN以上の圧縮力が加わる。

18



19





## 日本の耐火設計

「建物に要求される耐火性能」は、3つの条件で決まっている。

### ② 建物の「用途」: 建築基準法 第27条

避難経路に不案内な不特定多数者や、一斉避難に支障があるような多数の者の利用する建物では、火災が発生した場合に、在館者の避難が難しくなる。法第27条は、**避難終了以前に建物が倒壊しないこと**や、避難に影響を及ぼすような内部延焼を防止を目的としている。

## 日本の耐火設計

### ② 建物の「用途」×①建物の「規模」 事務所の例

#### ■ 建築物の耐火上の要件

| 耐火建築物、または避難時・火災の発生時延焼防止建築物 |                            | 耐火建築物                 |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------|
| 階数制限                       | 耐火建築物、または避難時・火災の発生時延焼防止建築物 | 耐火建築物                 |
| 避難経路を確保する敷地面積              | 特定準耐火建築物(1時間準耐火)の面積        | 特定準耐火建築物(1時間準耐火)の面積   |
| 避難経路を確保する敷地面積              | その他の建築物                    | その他の建築物(30分の加算に耐える面積) |
| 平面                         | 16m以下                      | 16m以下                 |
| 高さ                         | 3,000m <sup>2</sup> 以下     | 3,000m <sup>2</sup> 超 |
| 延べ面積                       | 3,000m <sup>2</sup> 以下     | 3,000m <sup>2</sup> 超 |

※ 防火地域・準防火地域に建てる場合は、上表の他に、P22～24を参照してください。防火地域・準防火地域で避難防止建築物の設置(型) P23とする事務所の場合、外壁・軒を75分耐火建築物構造・耐火設備・柱はどの国の主要構造部は1時間準耐火構造とする。耐火設備・柱は耐火設備の建築物とする場合は、上表には記載しません。

## 日本の耐火設計

### ② 建物の「用途」×①建物の「規模」 事務所の例

#### ■ 建築物の耐火上の要件

| 耐火建築物、または避難時・火災の発生時延焼防止建築物 |                            | 耐火建築物                 |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------|
| 階数制限                       | 耐火建築物、または避難時・火災の発生時延焼防止建築物 | 耐火建築物                 |
| 避難経路を確保する敷地面積              | 特定準耐火建築物(75分耐火)の面積         | 特定準耐火建築物(1時間準耐火)の面積   |
| 避難経路を確保する敷地面積              | その他の建築物                    | その他の建築物(30分の加算に耐える面積) |
| 平面                         | 16m以下                      | 16m以下                 |
| 高さ                         | 3,000m <sup>2</sup> 以下     | 3,000m <sup>2</sup> 超 |
| 延べ面積                       | 3,000m <sup>2</sup> 以下     | 3,000m <sup>2</sup> 超 |

※ 防火地域・準防火地域に建てる場合は、上表の他に、P22～24を参照してください。防火地域・準防火地域で避難防止建築物の設置(型) P23とする事務所の場合、外壁・軒を75分耐火建築物構造・耐火設備・柱はどの国の主要構造部は1時間準耐火構造とする。耐火設備・柱は耐火設備の建築物とする場合は、上表には記載しません。

## 日本の耐火設計

「建物に要求される耐火性能」は、3つの条件で決まっている。

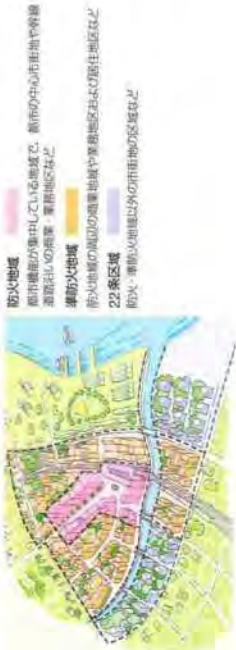
### ③ 建物の「地域」: 建築基準法 第61条

市街地の建築物は、1棟の火災が、周囲の建築物へ延焼し、市街地全体の大規模火災へ拡大する恐れがある。法第61条は、防火・準防火地域において、隣接する建築物との関係において、被害を受ける側、被害を加える側ともに、**外部延焼を防止**することを目的としている。

## 日本の耐火設計

「建物に要求される耐火性能」は、3つの条件で決まっている。

### ③建物の「地域」：建築基準法 第61条



26

## 日本の耐火設計

「建物の耐火性能」は、以下の3つ

- ①「耐火建築物」
- ②「準耐火建築物」
- ③「その他建築物」

「耐力壁・柱・床・梁」、「階段・屋根」、「外壁」など部位ごとに決められている。

27

## 日本の耐火設計

### ①「耐火建築物」：通常火災（非損傷性/遮熱性） 屋内からの火災（遮炎性）

| 主要構造部に求められる性能（令 107 条） |                | 通常の火災 |       | 屋内側からの火災 |             |
|------------------------|----------------|-------|-------|----------|-------------|
|                        |                | 非損傷性  | 遮熱性   | 遮炎性      | 遮熱性         |
| 最上階から<br>救えた階数         | 1時間            | 30分   | 1時間   | 1時間      | 30分         |
|                        | 2時間            |       |       |          |             |
| 部位                     | 耐力壁・柱・<br>床・はり | 階段・屋根 | 壁*1・床 | 外壁*2     | 外壁*3・<br>屋根 |

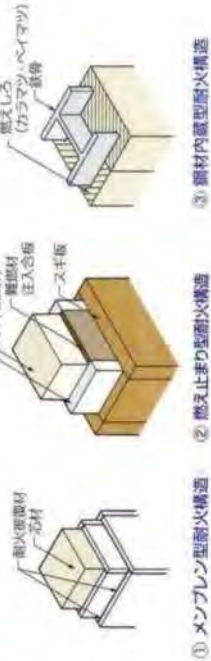
\*1 非耐力壁の外壁の延焼のおそれのある部分以外の部分にあっては30分  
\*2 外壁のうち耐力壁と延焼のおそれのある部分以外の部分の非耐力壁  
\*3 外壁のうち耐力壁のおそれのある部分以外の部分の非耐力壁

28

## 日本の耐火設計

### ①「耐火建築物」

■ 耐火構造（適合ルートA）



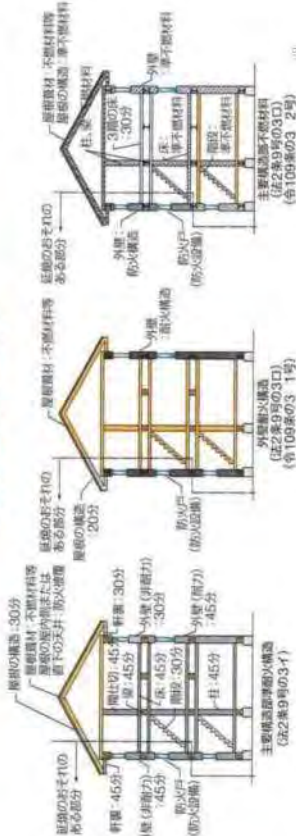
① メンブレン型耐火構造 ② 熱えしきり型耐火構造 ③ 鋼材内蔵型耐火構造

29



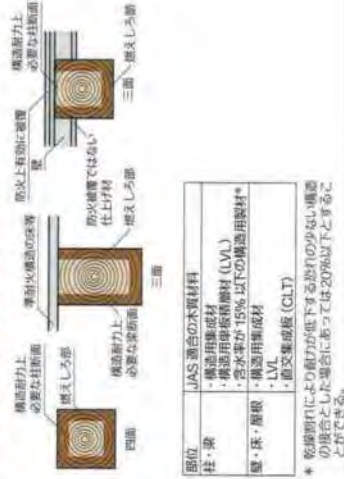
## 日本の耐火設計

### ②「準耐火建築物」:主要構造部耐火構造、外壁耐火、主要構造部不燃材料



## 日本の耐火設計

### ②「準耐火建築物」:燃え代設計



## 耐火技術の進展と多層木造

- ・可燃物である木材を使う「木造建築」の拡大(規模・用途・地域)には、耐火性能が重要
- ・「耐火技術の開発」→「法改正」→「耐火技術の普及」が繰り返されてきた。

1980年代後半から、  
第1次中大規模木造の隆盛があった。



信州やまびこドーム

「第1次中大規模木造」の時期

「燃えしろ設計(1987年)」と「集成材等建築物ルート(46条2項)」によって実現した。  
その時は、「大スパン木造」がテーマだった。

- 1988年：瀬戸大橋博覧会・四国イベントプラザ
- 1988年：小国ドーム (小国町体育館)
- 1989年：横浜博覧会・横浜館
- 1992年：出雲ドーム
- 1993年：信州やまびこドーム
- 1996年：長野オリンピックピック・エムウェーブ
- 1997年：大館樹海ドーム

出雲ドーム



出雲ドーム内部



大館樹海ドーム



「中大規模木造建築」の隆盛

1985年からの第1次中大規模木造のブームは、**大スパン木造**がテーマだった。

↓

しかし、多層木造はできない。  
当時の法律では、木造で「**耐火建築**」はできないから。

→日本で、多層木造が実現できるようになった  
最大の要因は、「**防火・耐火技術の開発**」



### 「耐火技術」の開発

- ・「2000年の基準法改正」の最も影響の大きかった分野の一つ
  - 「性能規定化」：←材料を問わない。
- ・「木造耐火」の開発が促進された。
  - 1時間耐火から、2時間・3時間耐火へ
  - 耐火上の高さの制限はなくなりつつある。

37

### 耐火部材の開発



燃え止まり層 (モルタル)

荷重支持部 (カラマツ集成材)

燃えしる層 (カラマツ集成材)

**燃エンウッド**

荷重支持部のカラマツ集成材と燃えしる層(厚さ60mm)との境界に、燃え止まり層として挟むモルタル(厚さ25mm)の板が燃焼を止める。最大断面は1220×670mm。1時間耐火の大臣認定部材 (写真：竹中工務店)

38



大阪木材仲買会館(大阪市西区)

- ◆3層式の1時間耐火集成材
- ◆RC造との混構造
- ◆4役(棚、証明、間仕切り、耐震要素)の木格子

39



音ノ葉グリーンカフェ(東京都文京区)

40

### 耐火部材の開発

- ◆難燃薬剤含浸による1時間耐火集材
- ◆独立柱・飛び梁に耐火木質集材

**FRウッド**

燃焼前  
燃焼後

荷重支持部  
〔無処理層〕

燃え止まり層  
〔難燃処理部分〕

インサライジング処理  
〔孔あけ処理〕

（「産島」パンプレットより）

### 耐火部材の開発

- ◆1時間耐火から2時間、2時間から3時間の時代へ

→耐火上の高さの制限はなくなっている。

### 長門市庁舎

ハセベ 4階建て  
エムスクエア 4階建て

### 多層の木造建築

- ◆1時間耐火・2時間耐火の時代

→4～5階建てのビルは、木造で建てられる時代に。

ハセベ 4階建て  
エムスクエア 4階建て



◆1時間耐火・2時間耐火の時代

→4～5階建てのビルは、木造で建てられる時代に。

多層の木造建築



木造7階建てビル(高徳木エビル、(株)シェルター提供)

日本でも、10階建てクラスの木造建築が建設されている。

大林組ポートプラス  
(木造10階建て、一部11階)



ヒューリック森屋8丁目ビル  
(平面混構造12階建て)



ご清聴、ありがとうございました。

12

253



## 【検証】

## インドネシアで中高層木造ビルの建設は可能か

1. 木構造技術と木質耐火技術
2. 現地調達可能な木材「特性値」試験
3. 構造用木材等の生産状況など

Sheller 安達広幸@シェクター

## 世界と日本国内の高層木造建築(抜粋)の現状

※摘要: 木造を構造に含む地上6階以上の建築物



## 1. 構造(接合部)の技術

## 接合金物工法

## KES® 構法

## 【従来の木造建築工法】

木を削って加工し接合する→強度が不安定△

## 【KES構法】

金物を使って木と木を接合する→安定した強度◎

- ⇒ 耐震設計が容易  
品質の安定性  
構造性能の安定性  
施工者の熟練度も不要



## 地震被害【1995年1月 阪神・淡路大震災】M7.3 震度7地域



- ・阪神・淡路大震災で被災地に建っていた73棟の接合金物構法による木造住宅が倒れずに残った。(写真は激震地の神戸市灘地区に建っていた3階建て住宅)
- ・曖昧だった各接合部における金物の仕様、耐力壁の配置バランスなどが明確に告示化された

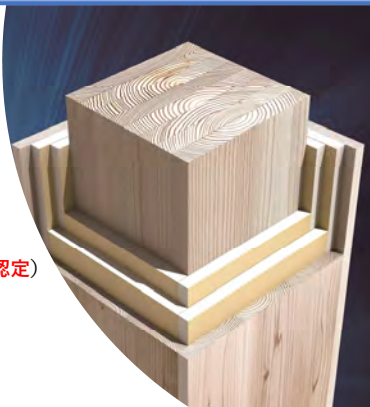
## 1. 耐火技術

## 木質耐火部材

## クールウッド®

- ・鉄骨造やコンクリート造と同等の耐火性能
- ・木と石こうボードのみで構成されており、様々な木材(樹種)で製作可能
- ・1、2、3時間耐火の国土交通大臣認定取得  
(2、3時間耐火として国内初認定)

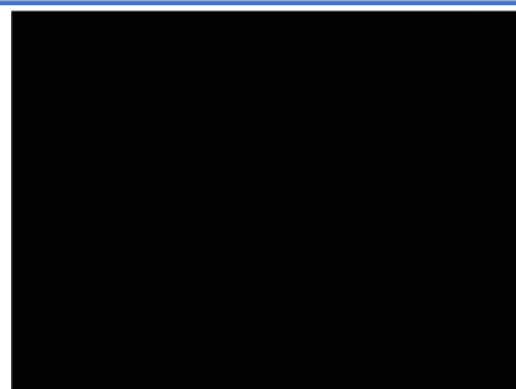
- ・【COOLWOOD】  
日本独自の耐火技術(燃え止まり)  
市場流通性が高い素材のみで構築



## 木質耐火技術【COOLWOOD “クールウッド”】

## Function(VTR) 01.08

クールウッドの耐火の機能はこのように発揮される！



特性値検査対象木材 ① センゴン

資料：木材図鑑



樹種名：センゴン ラウト Sengon laut  
[その他の名称]アルビチャ・ファルカータ(ファルカタ)、バタイ、モルッカソウ、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

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、バルブ用など。

備 考：造林された材は成長が早い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。

特性値検査対象木材 ② マホガニー

資料：木材図鑑



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、柾目面にはリボン雲が現れることがある。

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。

特性値検査対象木材 ③ ゴムノキ (ラバーウッド)

資料：木材図鑑



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。



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。



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、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」。

試験結果 ① 曲げ試験【ラバーウッド】



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 ① 曲げ試験結果とせん断試験【ラバーウッド】



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 (ラジアタバイン、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、ラジアタバイン、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。

試験結果 ② 密度と含水率【センゴン、マホガニー】



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<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 含水率<br>(%) |
|------|---|----------------------------|------------|
| 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<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 含水率<br>(%) |
|-------|---|----------------------------|------------|
| 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<br>(mm) | 幅<br>(mm) | 見掛けの曲げヤング係数<br>(Gpa) | 曲げ強さ<br>(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/mm<sup>2</sup> 程度  
センゴンは平均で 57N/mm<sup>2</sup> 程度



## インドネシア国内で中高層木造ビルの建設は可能！



## 1, 住民林業による森林資源

マホガニー、チーク、センゴン、ラバーウッドなどの資源の充実

- ・ジョクジャカルタ特別州の国有林面積15,500㊦、他住民造林地75,500㊦
- ・人工林20年程度で主伐、工場着床段は立米あたり、チーク2.5万円、アカシア1万円、センゴンは8千円



## 2, 木材製品製造の基盤

製材の他、合板、集成材、LVL、CLT等のエンジニアリングウッドの製造の存在、  
防腐防蟻技術の存在



## 3, 建築基準・法律の整備

耐震・耐火基準の国家規格が整備

- ・公共事業住宅省人間住居総局、公共事業住宅省住宅総局、インドネシア技術士会、インドネシア国営建築住宅公社



## 4, 産学官の連携

木材生産関連産業の充実、研究機関（大学等）の充実、国家の環境対応施策の充実

- ・ガジャマダ大学、ボゴール農科大学、州林業局、インドネシア国環境林業省（持続的森林管理総局）、公共事業住宅省



Thank you for your attention !



## Company Profile

English HP <http://www.shelter.inc/en>

Chinese HP <http://www.shelter.inc/zn>

English HP



Chinese HP



Shelter  
www.shelter.inc





## 公開セミナー「途上国で生きる木材資源利用」



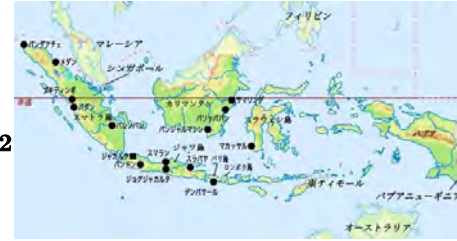
インドネシアでの地域住民による生産材を用いた  
耐震・耐火中高層木造建築による都市の木造化  
(令和4年度 途上国森林ナレッジ活用促進事業)

2023年3月2日  
(公財)国際緑化推進センター (JIFPRO)  
高原 繁

1

## インドネシアはどんな国？

- 人口: **2億7千万人**(2020年)
- 国土面積: **約1億9千万Ha**  
(日本の約5倍)
- うち森林区域(国有林)が約3分の2
- 多島国家: **1万7千の島々**
- 多民族国家: **ジャワ人、スダ人**  
など**約300民族**
- 宗教: **イスラム教(87%)、キリスト教(11%)、ヒンズー教(2%)**ほか
- 一人当たりGDP: **約4,300ドル**
- 経済成長: **成長率5%**程度を維持。コロナで落ち込んだが回復基調



2

## インドネシア森林資源利用の課題

- インドネシアの**天然林は、減少**しており、木材資源利用は、メランティ等の天然林から、人工林にシフト
- 人工林材は、家具用材として有名な**チーク、マホガニー、アカシア**等のパルプ・チップ用など輸出が多い。
- 住民の植えている樹種は、**センゴン(ファルカタ: Albizia falcataria)**、**ジャボン(Antocephalus cadamba)**などの**早生樹**のほか**ゴム林**が多い

住民林業の例



センゴンの住民造林  
林床にキャッサバを栽培する  
アグロフォレストリー  
(ランパン州)



ゴムの住民造林  
(中央カリマンタン州)



チークの住民造林  
(南スラウェシ州)

3

## インドネシアにおける気候変動・森林政策

- インドネシアのFOLU(森林・土地利用) NET SINK2030計画(2022年発表)
- 対策: ①**天然林の減少・劣化の防止**、②コンセッションにおける天然林劣化の防止、③**人工林の推進**、④持続的森林管理、⑤炭素蓄積の増加、⑥泥炭地管理、⑦天然林の保全
- 人工林の拡大ポテンシャル
  - 生産性の高くない土地への産業造林の拡大 →1.8百万ha
  - 社会林業(住民造林制度:HTR)の候補地 →0.7百万ha

社会林業の制度と面積

| 制度                               | 面積 (ha)   | 許可数   |
|----------------------------------|-----------|-------|
| 村落林 (Hutan Desa)                 | 1,656,161 | 977   |
| コミュニティ森林 (Hutan Kemasyarakatan)  | 792,398   | 1,766 |
| 住民造林 (Hutan Tanaman Rakyat)      | 353,861   | 2,952 |
| 林業パートナーシップ (Kemitraan Kehutanan) | 467,879   | 1,028 |
| 慣習林 (Hutan Adat)                 | 1,147,657 | 75    |
| 計                                | 4,417,938 | 6,798 |

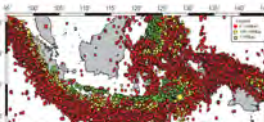


4

## インドネシアにおける都市の課題：震災、首都移転

## 繰り返す地震による被害

- 2006年ジャワ島中部地震(M6.3)
- 2009年スマトラ沖地震(M7.5)
- 2018年スラウェシ島地震(M7.5)
- 2021年スラウェシ島地震(M6.2)
- 2022年西ジャワ・チアンジュール地震(M5.6)などで建物倒壊による多くの犠牲者



1779年から2010年までのマグニチュード4以上の地震



2021年スラウェシ島地震で倒壊した病院

## 2006年ジャワ島中部地震(M6.3)の状況

死者5,700人、多くの住宅等が倒壊。本地震の震度は4~5と言われているが、倒壊被害の理由としては、倒壊した建築物が震度3~4レベルの設計であったと考えられる。

(平成18年JICA調査報告書)



倒壊したRC柱  
レンガ組住宅  
2006年愛媛大学  
調査報告書

➡ **建築物の耐震性の課題**



5

## 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<br>(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                                                                |



6

## ナレッジモデルの検証：人工林樹種の材質は、木造建築に適しているか

ボゴール農科大学による調査樹種：  
ジャボン (*Antocephalus cadamba*)、  
マホガニー、メリナ (*Gmelina arborea*)、  
ゴム、アカシア・マンギウム、  
センゴン (*Albizia falcataria*)

➡ 建築用材として使えそう！



| 樹種    | 曲げヤング係数<br>(1,000kg/cm <sup>2</sup> ) | 曲げ強度<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 縦圧縮強度<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | せん断強度<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 繊維方向引張強度<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 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 |
| メリナ   | 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

7

## ナレッジモデルの検証：人工林資源は十分にあるか？

## ＜ジョクジャカルタ特別州の例＞

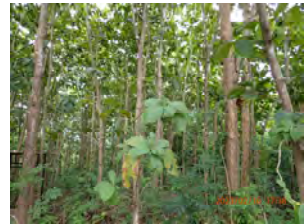
- ・ジョクジャカルタ特別州の国有林面積は15,500ha、それ以外に住民造林地が75,500ha存在
- ・主要植栽樹種は、チーク、センゴン、マホガニー、カエデティ(メラルーカ)など。
- ・人工林は20年生程度で収穫。



## ＜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、もともと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。

➡ 人工林資源は充実しつつある！



ジョクジャカルタ住民造林 (チーク)

8

## ナレッジモデルの検証：木材加工のキャパシティはどうか？

- インドネシア製材木工業協会 (ISWA) の加盟工場数は、2021年には807工場。
- 一部工場は、製材だけでなく、集成加工等の高次加工が可能な複合工場がある。
- これ以外に、未加盟の小規模製材工場が地域に多数存在 (実数は把握困難)
- 同協会のメンバーの業態は、製材、ドア、フローリング、住宅用のラミネーティングボード・フィンガージョイントボード、合板やブロックボード、ベアコアボード等、主として住宅内装や家具用の用途。
- 人工林の使用樹種としては、ゴム材 (*Hevea brasiliensis*)、センゴン (*Falcata mollucana*)、マホガニー (*Swietenia macrophylla*) が主。人工林材のマーケットは、主としてアジア向け (中国、ベトナム、台湾、日本)。
- 天然林材に依存する製材工場は閉鎖されつつあり、社会林業による人工林材への依存が高まっている。



9

## ナレッジモデルの検証：木材加工のキャパシティはどうか？ —つづき

## ＜ジョクジャカルタ周辺の小規模製材工場＞

- ・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
- ・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2,000m<sup>3</sup>をターゲット



10

## ナレッジモデルの検証：木材加工のキャパシティはどうか？ —つづき

＜ジョクジャカルタ周辺の  
中規模合板・ブロックボード工場＞

- ・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。
- ・年間素材消費量は7万～10万m<sup>3</sup>
- ・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。
- ・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。
- ・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。
- ・インドネシア合法性証明 (SVLK) 取得



11

## ナレッジモデルの検証：木材加工のキャパシティはどうか？ —つづき

グルーラム、LVL、CLTなどエンジニアードウッドの製造企業も既にある。

・Woodlam Indonesia



・Sampoerna Kayoe



➡ 構造用木質部材は供給できそう！

12



## 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コンパウンド内 APKINDO会議室

主催：インドネシア製材木工業協会 (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」 ポーゴール農科大学教授



13

## 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、木造の採用も検討されつつあるが、まだ開発途上。
- 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ンシティーを全国で作っていくようなアイデアもある。



14

## インドネシアの首都移転

- ・現在のジャカルタから東カリマンタンのバリクパパン周辺に**首都移転**を決定 (2022年1月国会決定)

背景：人口過密による交通渋滞など都市問題  
地盤沈下と地球温暖化によるジャカルタ水没の危険

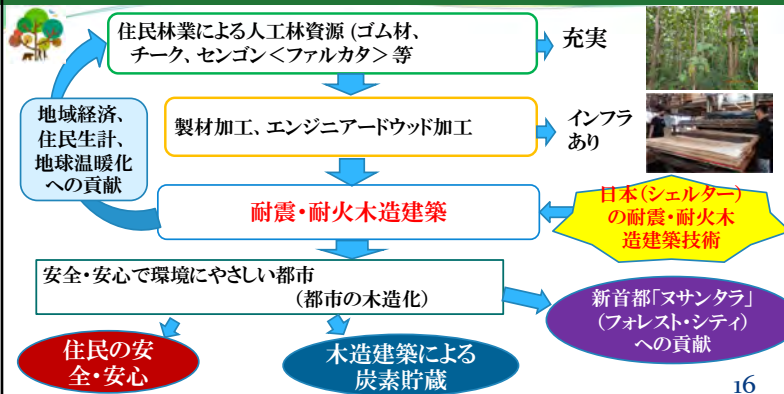
- ・2024年移転がスタートする予定
- ・新首都の名称はNusantara。また、新首都を**"Forest City"**とする方針
- ・"Forest City"とは、森林をベースにした**ゼロエミッション**のスマートシティー

➡ **地元人工林材による木造建築は、"Forest City"のモデルとなる！**



15

## まとめ：耐震耐火・木造建築技術によるインドネシアへの貢献



16

ご静聴ありがとうございました。

問い合わせ：shigeru@jifpro.or.jp



17

「林野庁補助事業 途上国森林ナレッジ活用促進事業 令和4年度報告書」  
2023年3月

編集・発行

公益財団法人 国際緑化推進センター

JIFPRO - Japan International Forestry Promotion and Cooperation Center

～ Editorial Team ～

Asako Yamamoto I, IV, V

Masamichi Takahashi II, III

Shigeru Takahara IV-i

Junki Kuramoto VI, VII

協力: (株)トロムソ、(株)シェルター、(株)イースクエア