

公開セミナー「途上国で活きる木材資源利用」



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

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、スンダ人
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



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・チップ用など輸出用が多い。
- 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
(ランブン州)



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)



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SSION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



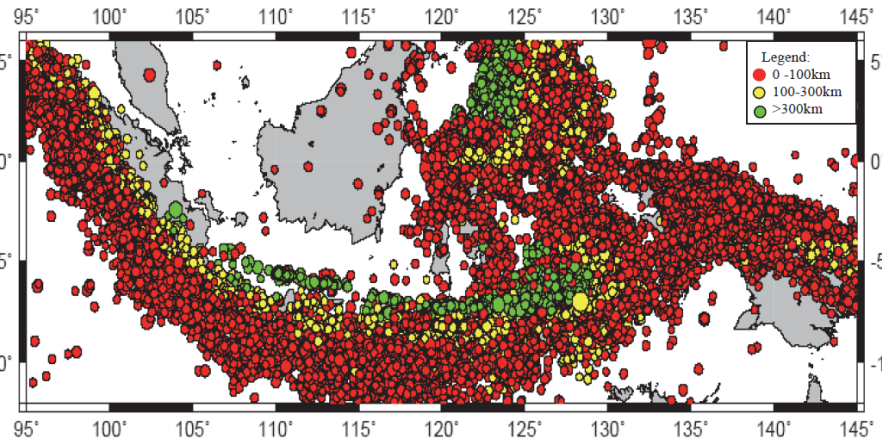
社会林業の制度と面積

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

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



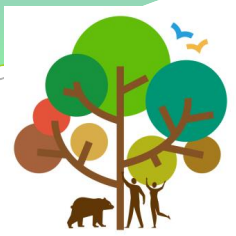
建築物の耐震性の課題





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

ナレツジモデルの検証： 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 (1,000kg/cm ²)	曲げ強度 (kg/cm ²)	縦圧縮強度 (kg/cm ²)	せん断強度 (kg/cm ²)	繊維方向引張強度 (kg/cm ²)	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

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、カユプティ(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)

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 (*Falcataria 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。



ナレツジモデルの検証： 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2,000m³をターゲット



原木(チーク)



帯鋸盤



帯鋸目立て機



挽き板(乾燥前)



人工乾燥燃料(末木枝条)



人工乾燥



ナレツジモデルの検証： 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m³
- ・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



原木入荷



単板加工(ロータリーレース)



単板乾燥



剥き芯はブロックボードの芯材として利用



接着(ホットプレス)



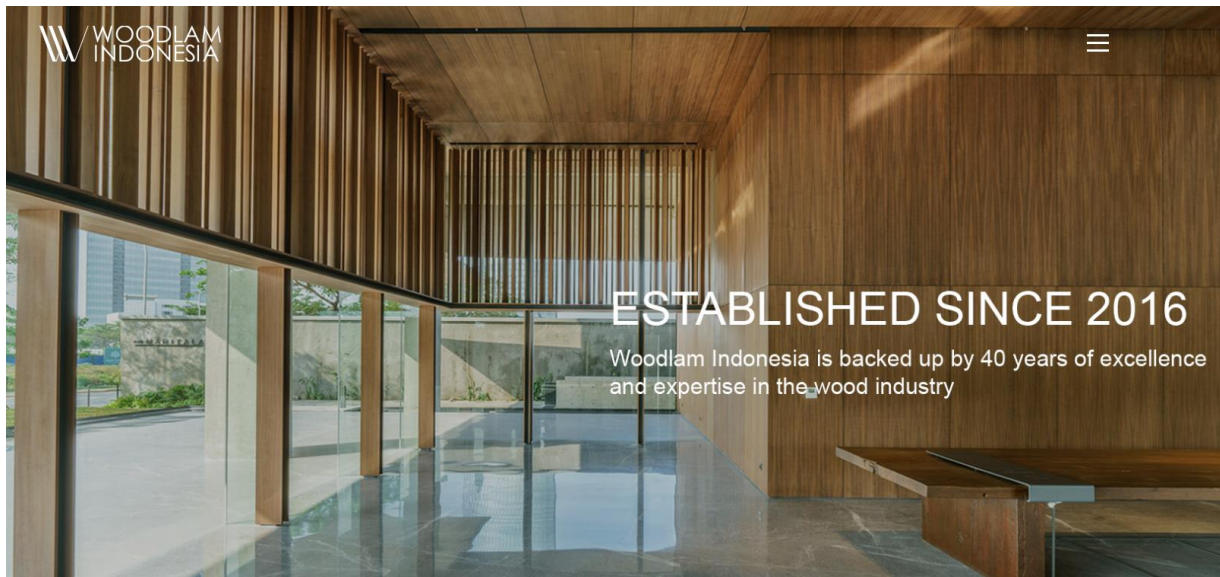
表面の欠点修復

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

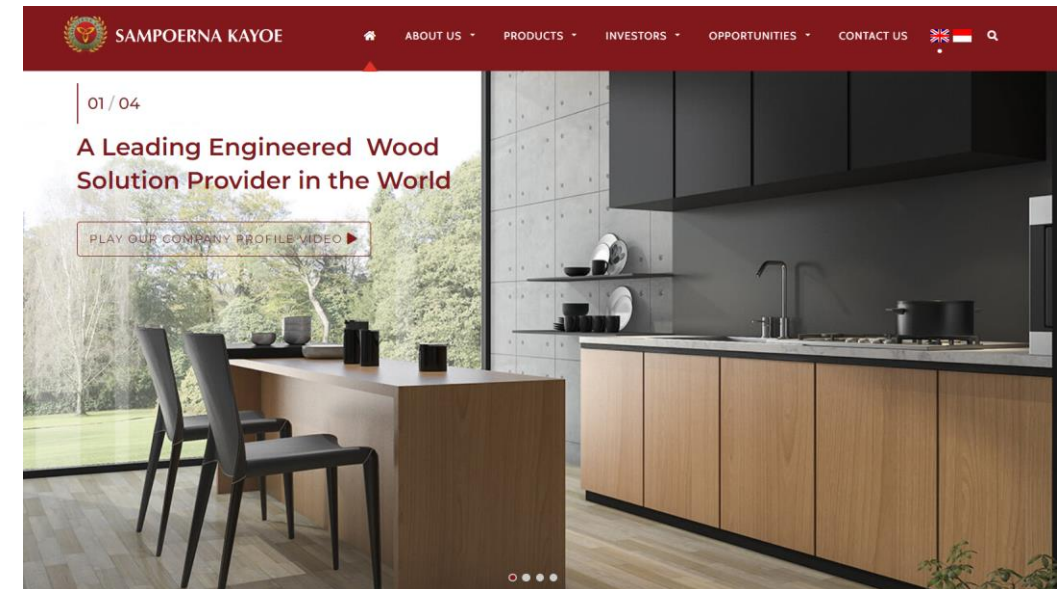


グルーラム、LVL、CLTなどエンジニアードウッドの製造企業も既にある。

•Woodlam Indonesia



•Sampoerna Kayoe



➡ 構造用木質部材は供給できそう！

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」 インドネシア国营建築住宅公社

「地域樹種の建築材としての性質」 ボゴール農科大学教授



- 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。



- 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)

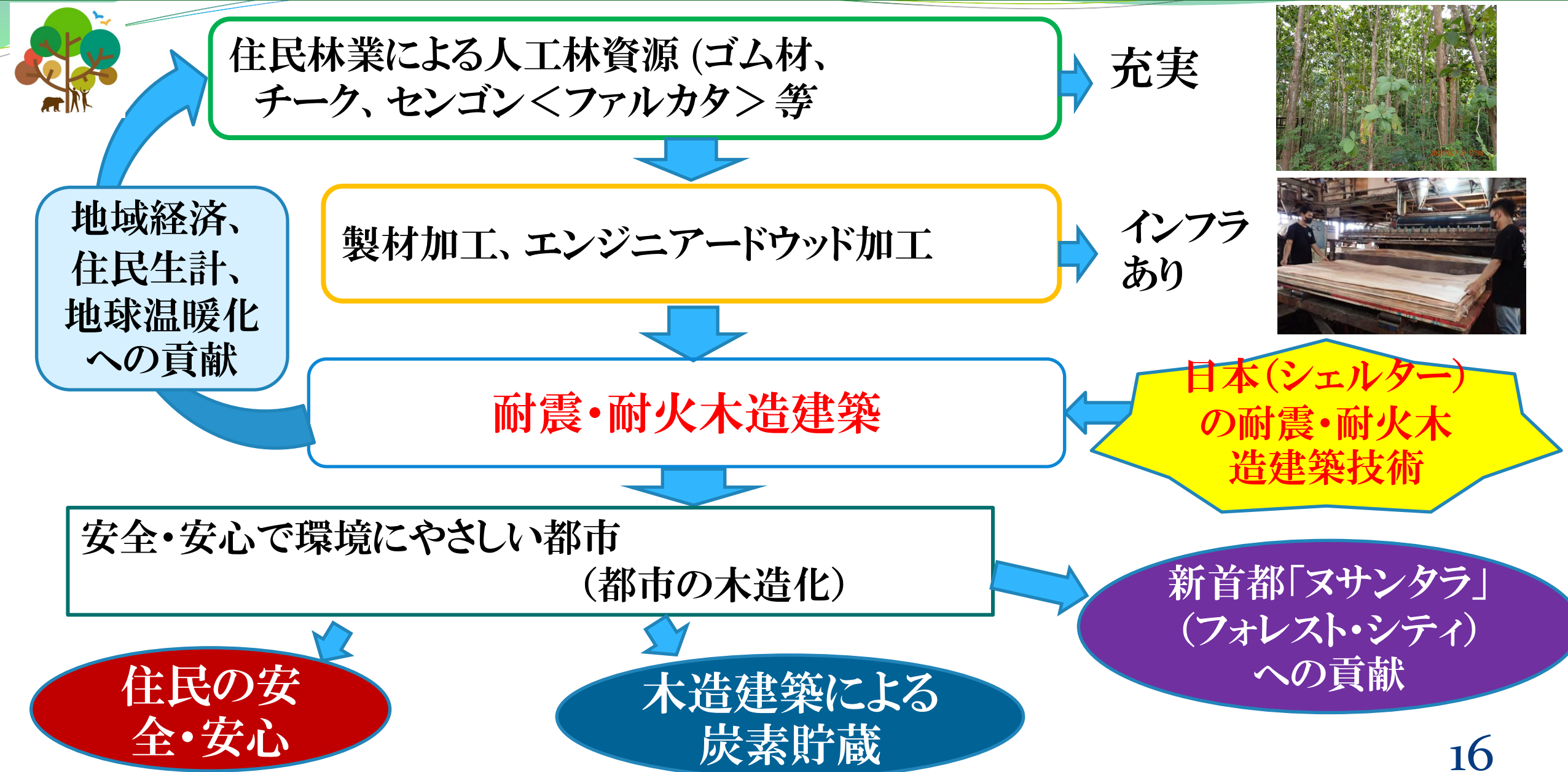
背景： 人口過密による交通渋滞など都市問題
地盤沈下と地球温暖化によるジャカルタ水没の危険

- 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！**



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



ご静聴ありがとうございました。

問い合わせ: shigeru@jifpro.or.jp

