

森林・林業・木材産業の現状とイノベーション



令和元年5月
林野庁

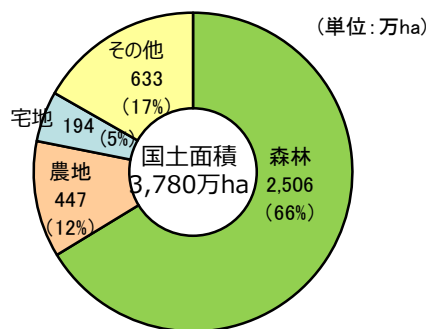
〈目次〉

- 1 森林の状況
- 2 林業生産の動向
- 3 望ましい森林の姿
- 4 スマート林業
- 5 林業成長産業化に向けた様々な技術開発

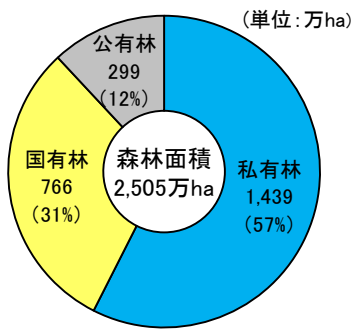
1 森林の状況

- 我が国は世界有数の森林国。森林面積は国土面積の3分の2にあたる約2,500万ha（人工林は約1,000万ha）。
- 森林資源は人工林を中心に蓄積が毎年約7千万m³増加し、現在は約52億m³。
- 人工林の半数が一般的な主伐期である50年生を超えており、資源を有効活用すると同時に、循環利用に向けて計画的に再造成することが必要。

■ 国土面積と森林面積の内訳

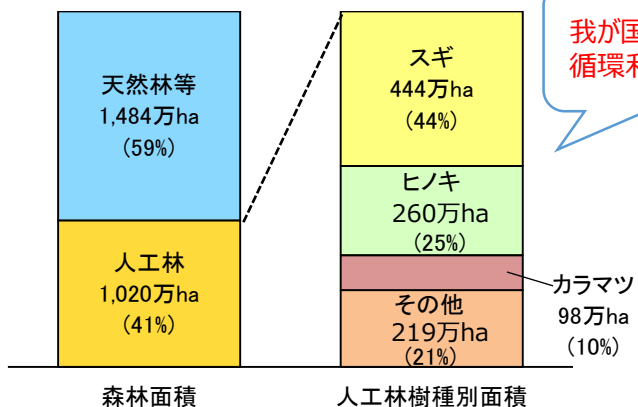


資料：国土交通省「平成29年度土地に関する動向」
(国土面積は平成28年の数値)
注：林野庁「森林資源の現況」とは森林面積の調査手法及び時点が異なる。



資料：林野庁「森林資源の現況」
(平成29年3月31日現在)
注：計の不一致は、四捨五入による。

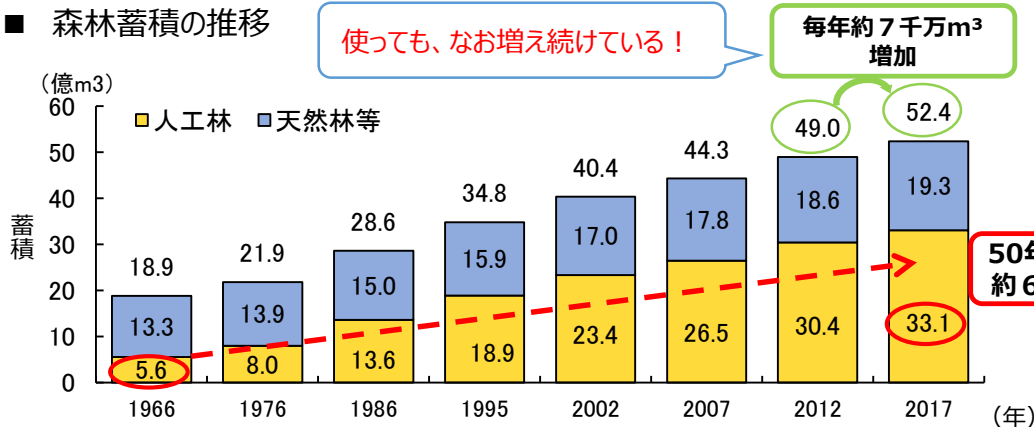
■ 人工林の樹種別面積



我が国最大量の循環利用資源！

資料：林野庁「森林資源の現況」(平成29年3月31日現在)
注：計の不一致は、四捨五入による。

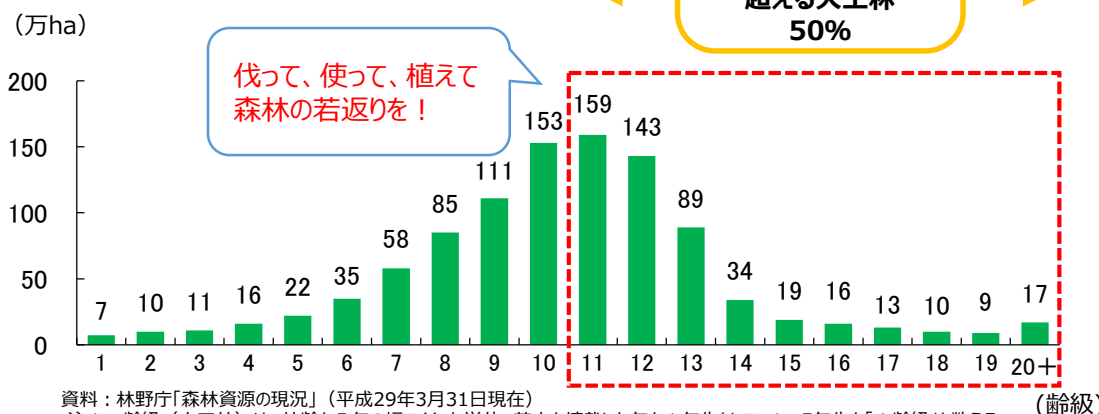
■ 森林蓄積の推移



資料：林野庁「森林資源の現況」(各年の3月31日現在の数値)
注：総数と内訳の計の不一致は、単位未満の四捨五入による。

森の年齢単位

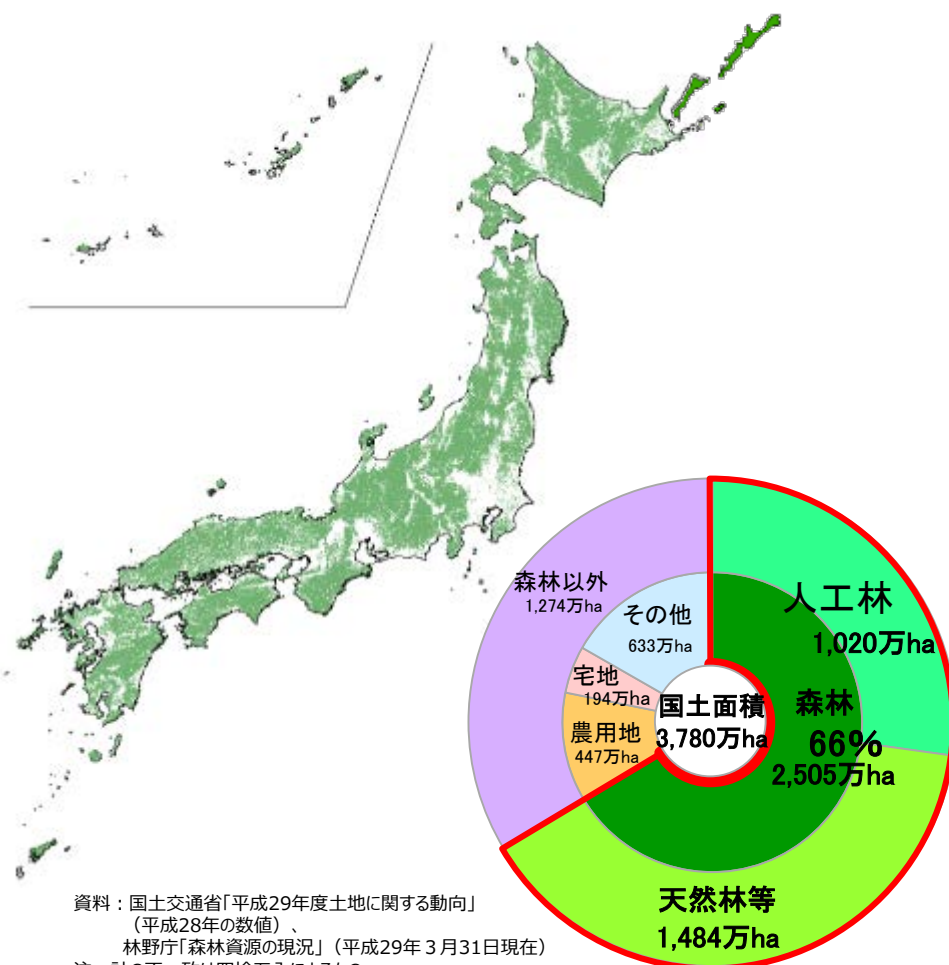
■ 人工林の齢級別面積



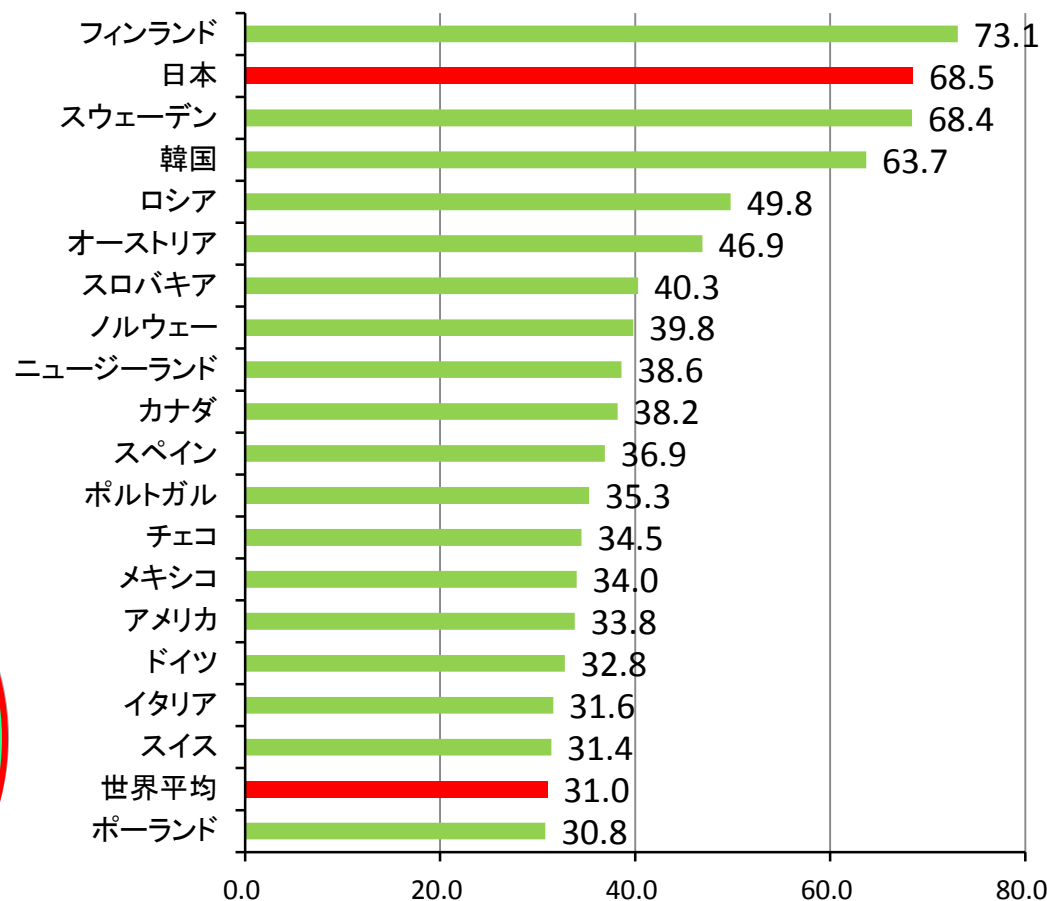
資料：林野庁「森林資源の現況」(平成29年3月31日現在)
注1：齢級(人工林)は、林齢を5年の幅でくった単位。苗木を植栽した年を1年生として、1～5年生を「1齢級」と数える。
注2：森林法第5条及び第7条に基づき森林計画の対象となる森林の面積。

世界から見た日本の森林

日本の国土に占める森林



主要国と比較した日本の森林率

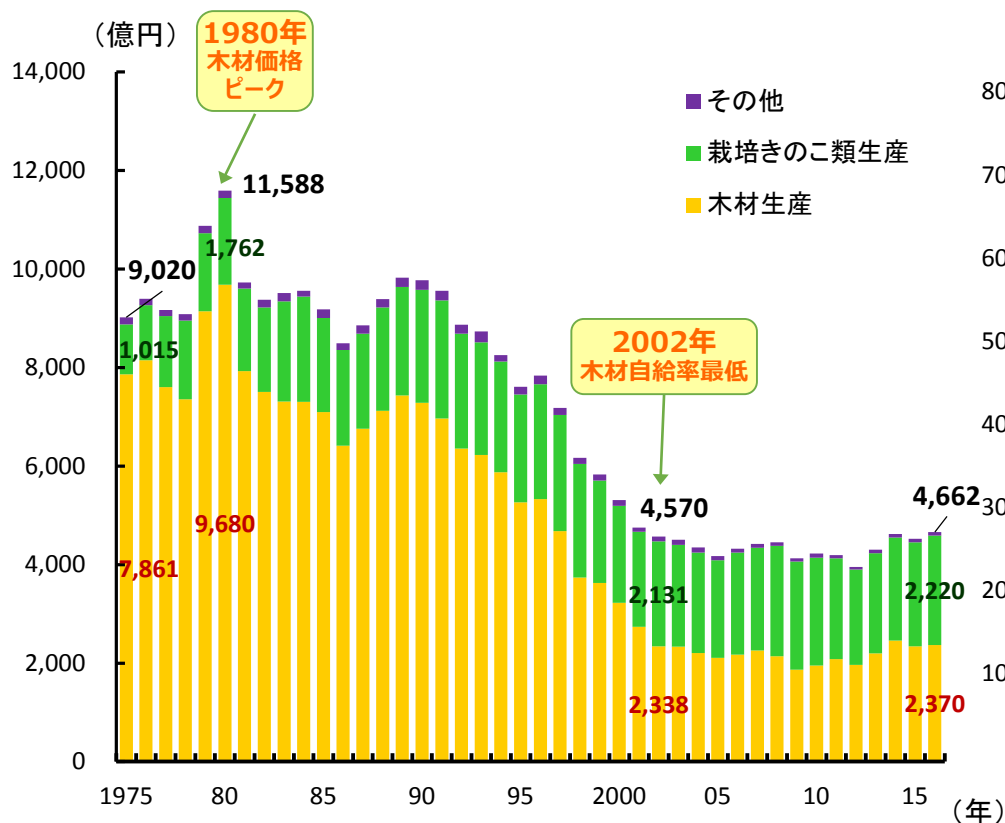


資料：Global Forest Resources Assessment 2015 (FAO)
※面積の算出方法が異なるため、国交省の森林率とは差がある。

2 林業生産の動向

- 我が国の林業産出額は、近年は約4,500億円前後で推移。木材生産額と栽培きのご類生産額はほぼ半々。
- 木材価格は高度経済成長に伴う需要の増大等の影響により1980年にピークを迎えた後、木材需要の低迷や輸入材との競合等により長期的に下落してきたが、近年はおおむね横ばい。

■ 林業産出額の推移

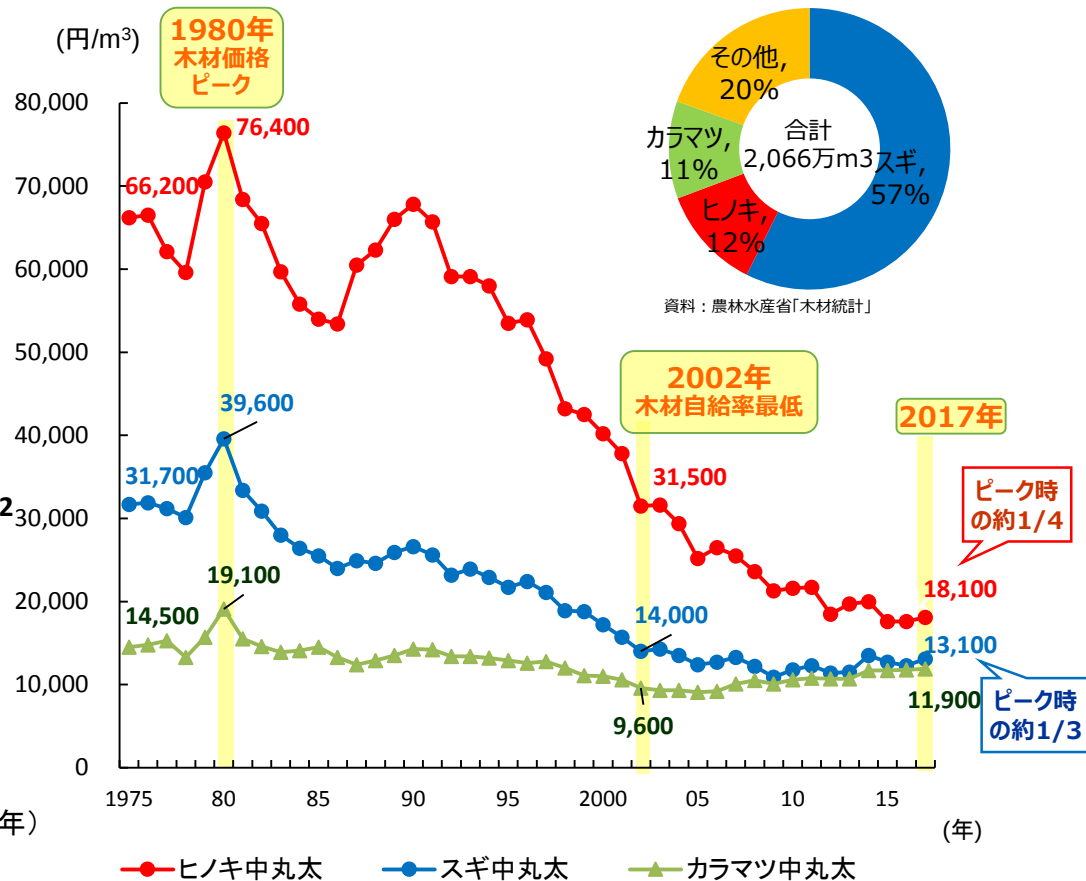


資料：農林水産省「林業産出額」

注1：「その他」は、薪炭生産、林野副産物採取。

注2：2016年から、「木材生産」に輸出丸太及び「燃料用チップ素材」を追加したことに伴い、輸出丸太は1975年まで、燃料用素材は2011年まで遡及している。

■ 木材価格の推移



資料：農林水産省「木材需給報告書」、「木材価格」

注1：素材価格は、それぞれの樹種の中丸太（径14～22cm（カラマツは14～28cm）、長さ3.65～4.00m）の価格。

注2：2013年の調査対象の見直しにより、2013年の「スギ素材価格」のデータは、前年までのデータと必ずしも連続しない。

3 望ましい森林の姿

- 森林の機能とその機能を発揮する上で望ましい森林の姿を目指し整備・保全を進める。
- 山の傾斜等の自然条件や道路からの距離が近い等の社会的条件も良い森林については、主伐後の植栽による確実な更新により循環利用を図る。
- 自然条件や社会的条件が不利な森林については、針葉樹・広葉樹の混交林へと効率的に誘導するほか、希少な生物が生育・生息する天然生林は適切に保全する。

天然生林



主に自然散布の種子の発芽・生育により成立・維持

育成複層林

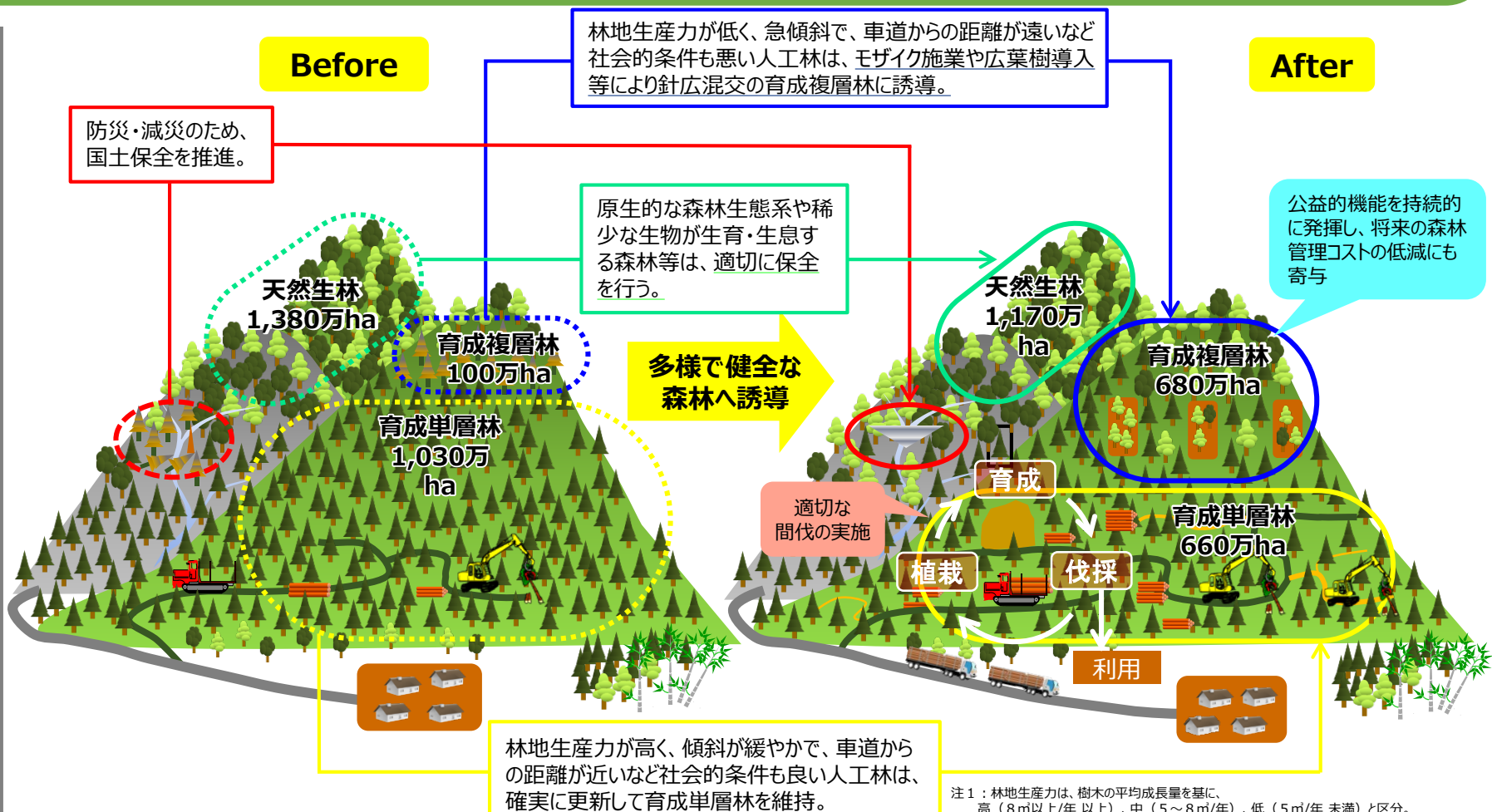


樹齢・樹高が複数の森林として人為により成立・維持

育成単層林



樹齢・樹高が単一の森林として人為により成立・維持



注1：林地生産力は、樹木の平均成長量を基に、高（8m以上/年）、中（5～8m/年）、低（5m/年未満）と区分。
 注2：傾斜は、作業システムへの対応や土壌保全等の公益的機能発揮の観点から、急（30度以上）、中（15～30度）、緩（15度未満）と区分。

4 スマート林業

地理空間情報や I C T、ロボット等の先端技術を活用し、森林施業の効率化・省力化や需要に応じた高度な木材生産を可能にする新たな林業。

森林資源情報の精度向上

航空レーザ計測や空中写真解析により、森林や地形の詳細な情報の把握、搬出材積の推計が可能。

施業集約化等における省力化・コスト低減

集約化や伐採等の届出に必要な情報が、森林クラウド上で閲覧・入手可能となり、集約化の対象となる区域の絞り込みや届出事務が効率化。

計画策定等における作業効率向上

森林クラウド上で、地質、傾斜、資源分布等の森林情報を分析することにより、最適な路網開設計画・作業システム・輸送経路の選択や、施業提案書の効率的な作成が可能。



高性能林業機械の活用

ロボット技術等を活用した林業機械の開発、改良、導入実証により、作業の効率化・安全性の向上。

需要に応じた木材生産・流通体制

木材のサイズ・用途別の需要・供給の情報を I C T により把握・共有し、木材加工業者、木材需要者に ジャストインタイム に供給できる木材生産・流通体制の構築。

木材調達情報の分析

自治体のオープンデータにより、川下の木材需要者が森林資源情報を閲覧可能となり、国産材の安定的な調達に向けた情報分析に利活用。

「スマート林業」の実現に向けた対応方向

- 森林施業の効率化・省力化や需要に応じた高度な木材生産を可能にするため、地理空間情報や I C T、ロボット等の先端技術を活用した「スマート林業」の実現に向けた取組が必要

段階	課題	対応方向
(1) 資源段階 	○ 施業集約化 ・小規模・零細な所有構造 ・所有者の高齢化と不在村化 ・森林資源情報の精度が不十分	(森林情報の高度化・共有化) ・航空レーザ計測等による詳細な森林情報の把握 ・森林クラウドによる森林情報の共有化
(2) 生産段階 	○ 生産性・経営力の向上 ・効率的な人員・機械の配置が不十分 ・需給動向を踏まえた生産管理が不十分	(高性能林業機械の活用) ・ICT等の先端技術を活用した機械の開発 ・現場の生産情報を効率的に情報共有する仕組みの構築
(3) 流通段階 	○ 需給情報の共有 ・需要情報と供給情報を共有する仕組みが不十分	(需給マッチングの円滑化) ・需給情報を共有する体制を整備

具体の取組 (1) 資源段階

- 森林整備や木材生産の効率化に不可欠な施業集約化に向け、これまで紙ベースで管理されていた森林資源情報や地図情報をデジタル化して、森林GISにより一元的に管理（全都道府県で導入済）
- 現地調査を省力化するとともに森林所有者に対し、より分かりやすい施業提案等ができるよう、航空レーザ計測、UAV等による詳細な森林情報（立木、地形情報）の把握に向けた取組を推進

■ 従来



紙ベースでの管理

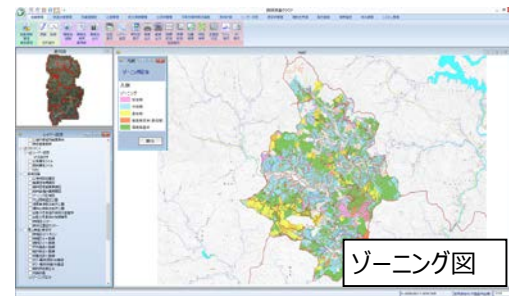
■ 森林GISの例



空中写真と森林計画図の重ね合わせ表示



森林計画図と森林簿の重ね合わせ表示



ゾーニング図

■ 従来



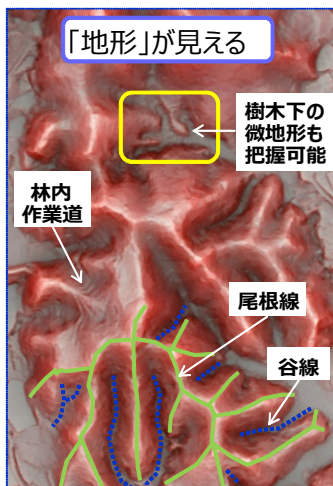
現地調査

■ 森林情報の高度化（航空レーザ計測の例）



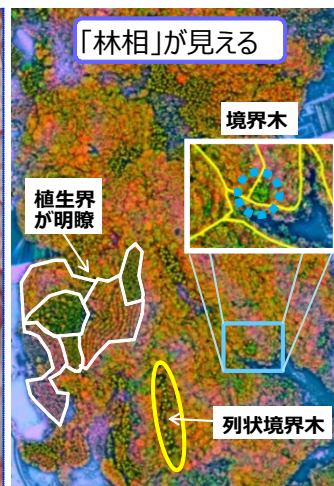
「現況」が見える

オルソ画像



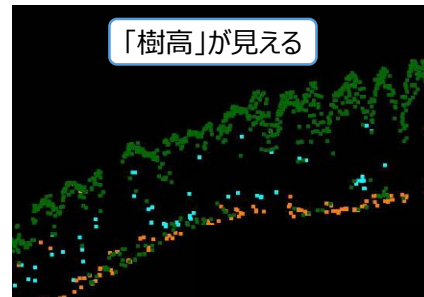
「地形」が見える

微地形表現図



「林相」が見える

レーザ林相図



「樹高」が見える

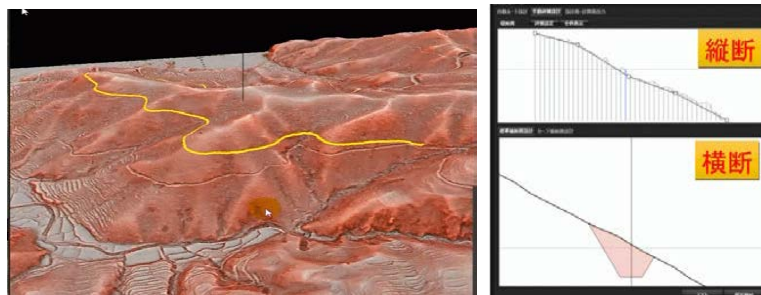
- 1stパルス
→ 林冠の高さ（樹高）、樹冠疎密度、本数等が判読できる
- Lastパルス
→ 地表面の標高、地形が判読できる

(2) 生産段階 (3) 流通段階

- 木材の生産・流通段階において、作業の効率化・安全性の向上等を図る機械の開発やICTを活用したサプライチェーンマネジメント（SCM）システムの構築、ICTを活用した需給マッチングに向けた研究開発等を推進中

■ ICTを活用した路網整備

航空レーザ測量により地形をデジタル表現化し、その情報を用いた林業専用道等の自動設計機能を開発



■ 作業の効率化・安全性の向上等を図る機械の開発

(原木品質判定機能付きハーベスタ)
曲がりの有無や強度を自動判定し、得られた品質情報を共有化して高品質の木材生産を行うハーベスタの開発



■ ICTを活用した木材SCMシステムの構築

ICTを活用した木材生産と流通全体のコストダウン、木材価格の向上を図る木材サプライチェーンマネジメント（SCM）の構築



■ 需給マッチングの円滑化に向けた取組

木材情報をインターネットで公開し入札するサイトを構築
(岩手県森連)

Web入札の画面例

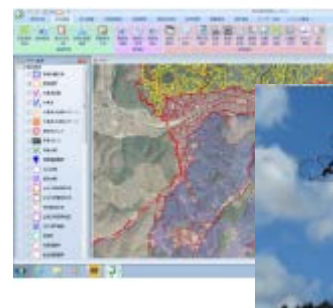
品名	数量	単価	合計	品番	元号	品名	数量	単価	合計
1. 杉	2.2	200	440	1	0.718	1.44			
2. 杉	2.2	200	440	2	0.718	1.44			
3. 杉	2.2	200	440	3	0.718	1.44			

スマート林業の実現に向けた取組事例

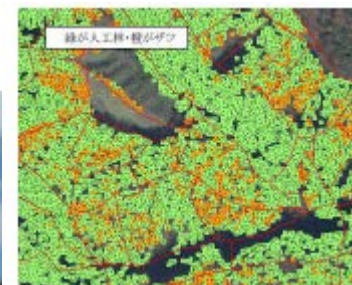
■ クラウドとU A Vを活用した森林資源の共有 (岡山県真庭市)

- ・地番現況図を共通IDとした森林クラウドを導入し、行政機関と資源生産事業者との情報共有を促進
- ・UAVを導入、樹木の位置や種類等を上空から柔軟に把握する体制を構築
- ・森林クラウドを用いることにより、土地所有者情報や森林の分布を把握する作業を効率化

(出典：総務省資料)



森林クラウドとU A V

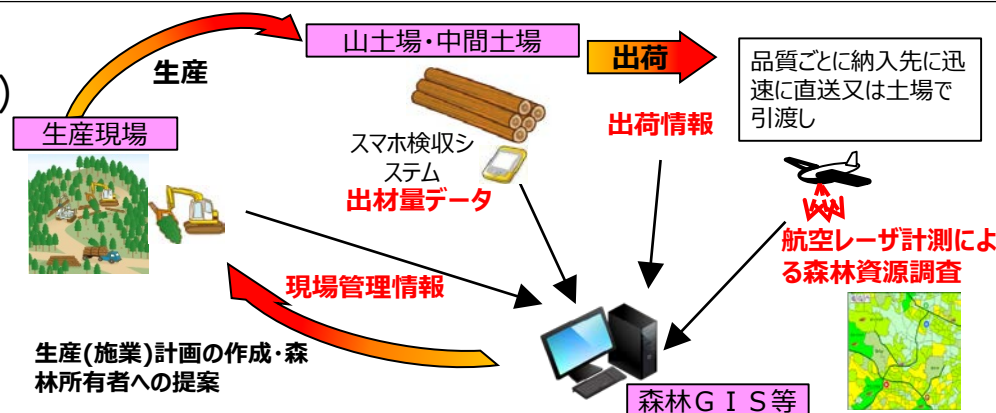


森林資源量の把握・関係者間の共有

■ ICTを活用した生産管理手法の導入 (北信州森林組合)

- ・施業集約化のために取り組んだ境界明確化や森林資源調査で得られたデータについてのデジタル管理を進めるとともに、原木の生産や流通についても、ICTを活用した生産管理手法を導入

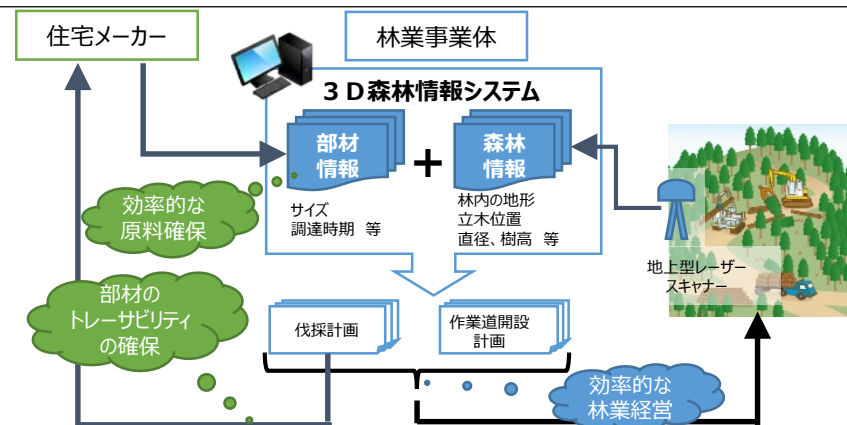
(出典：平成27年度森林・林業白書)



■ ICTを活用した木材トレーサビリティの構築 (伊佐ホームズ)

- ・住宅メーカーが需要情報を3D森林情報システムに入力し、林業事業体が求められた木材を生産
- ・住宅メーカーは、効率的に木材の確保が可能
- ・林業事業体は、不要な在庫を持つ必要がなくなり、林業経営を効率化

(出典：平成28年度森林・林業白書)



5 林業成長産業化に向けた様々な技術開発

- 産学官連携の下、林産物の供給及び利用の確保、森林造成の低コスト化・優良木の生産等に向けた研究・技術開発を推進。
- 高性能林業機械を活用した効率的な作業システムを普及する安全性や省力化等を目指した林業機械の開発。
- CLT、木質耐火部材等の新たな製品・技術の開発や木質バイオマスの効率的なエネルギー変換・利用に加え、セルロースナノファイバーや改質リグニン等を活用した高付加価値製品の開発。

エリートツリー

□成長の優れた苗木の開発

第2世代以降の精英樹で成長など優れた性質を有する品種



従来の精英樹

エリートツリー

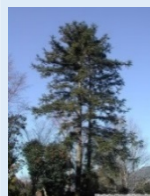
架線系機械（タワーヤード）



□架線系機械の作業性向上

・簡便に架線集材できる人工支柱を装備した移動可能な集材機
・急傾斜地作業に適応

早生樹



□成長の早い経済樹種

10～30年程度の短伐期での収穫が可能

← コウヨウザン

下刈機



開発試験中の下刈機

□育林作業の省力化

造林地で使用可能な小型で乗用型の下刈機械

木質バイオマスエネルギー利用



□熱利用技術の開発

高燃焼効率・高熱交換効率の新ボイラーの開発・改良

木質マテリアル利用

□木質由来の新素材利用技術



改質リグニンを使用した自動車用部材（FRP代替）



CNFを配合した塗料により耐候性の優れた製品

耐火部材の開発

□難燃性木質部材の開発
国産材構造柱を難燃薬剤処理したスギLVLで被覆



耐火柱イメージ



建築使用イメージ



車両系機械（ハーベスタ）



最近100m3/日も

□多機能・高性能化

・伐倒、枝払い、玉切、集積作業を一貫作業
・原木の曲がりや強度を判定するシステムを開発し、ヘッドに実装

ハイブリッドアタッチメント



林野庁委託により基礎開発

これ1台で
・立木の伐倒作業
・グラブ作業（木材を掴む）
・路網の開設作業が可能

CLT（直交集成板）



スギのCLT

□建築の中高層化用積層部材の普及

【CLTの特徴】
・施工が早い
・コンクリートより軽い
・断熱性が高い

早生樹とは

- 成長が早い経済樹種（年平均成長量15～20 t/ha）
- 日本における代表例はコウヨウザン、センダン、チャンチンモドキ、ヤナギ類等
- 樹種によっては成長が早いですが寿命も短く、病虫害を受けやすい場合がある。
- 土壌からの養分収奪が大きい場合がある。

資料：日本林業技術協会編『森林・林業百科事典』

コウヨウザン



〈分布〉鹿児島から茨城

〈形状〉広円錐形、大きいものは樹高30m、直径1m

〈用途〉日本における利用例は少ないが、合板表層材等への利用が期待されている。また、中国においては建築材、船舶材等に使用されている。

センダン



〈分布〉九州

〈形状〉樹高15～25m、成長が早く通直

〈用途〉バイオマス燃料として期待されている。伐採後に割れが生じやすいものもあり、用材としての利用例及び研究例が少ない。

チャンチンモドキ



〈分布〉本州伊豆半島以西、九州から中国

〈形状〉傘型、樹高5～15m、大きいものは30mになる

〈用途〉材面はケヤキやキリに似る。建築材、内部造作等の装飾材、家具材、薬等

ヤナギ類



〈分布〉北半球の暖帯から温帯

〈形状〉低木から高木まで幅広い

〈用途〉緑化木、バイオマス燃料等

コウヨウザン（早生樹）の特性の解明

西南日本に適した木材強度の高い新たな造林用樹種・系統の選定及び改良指針の策定 (国立研究開発法人 森林研究・整備機構)

新たな造林用の早生樹として期待が高まっている「コウヨウザン」について、その諸特性を明らかにした。コウヨウザン (*Cunninghamia lanceolata*) は、ヒノキ科コウヨウザン属の高木性針葉樹。原産地は中国の南部地域や台湾と言われ、日本には江戸時代頃に持ち込まれたと伝えられており、寺社や公園などに植えられている。このコウヨウザンの日本での成長特性、材質特性、生育特性および増殖特性について調査したところ、成長および材質はスギ、ヒノキを上回る可能性があること、生育適地は照葉樹林帯であること、さし木での増殖や萌芽更新が可能であること、といった成果が得られた。

成長特性



図 広島県庄原市林分のha当たりの材積

- スギの適地では、スギの2倍程度の成長
- より乾燥した場所でもスギ1等地を上回る成長
- 50年を超えても高い成長量を持続

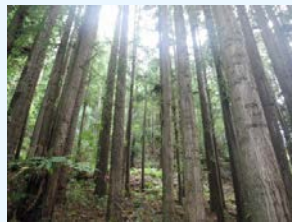


写真 広島県庄原市の林相

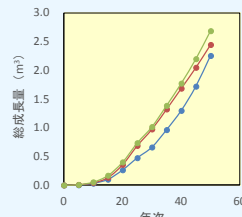
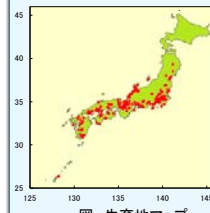
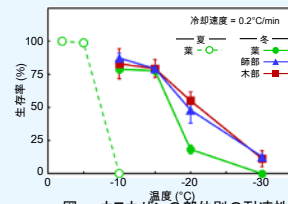
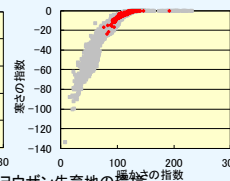
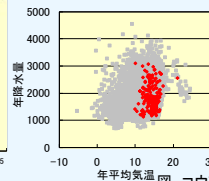


図 広島県庄原市林分の優勢木3個体の総成長量

生育特性



- 江戸時代頃に導入
- 照葉樹林帯が植栽適地
- 耐凍性は-15℃程度と推定



増殖特性

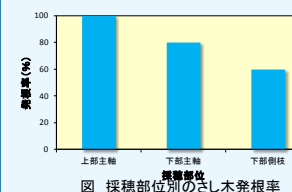


図 採穂部位別のさし木発根率



- さし木試験で70%以上の発根率
- さし木によるコンテナ育苗も可
- 萌芽力が旺盛
- 萌芽更新試験を実施予定



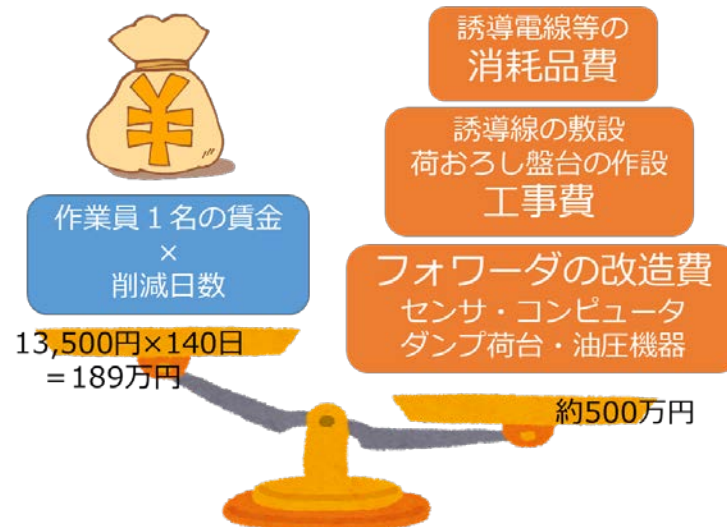
先進的な林業機械の開発

集材作業を無人化する自動走行フォワードの開発(国立研究開発法人 森林研究・整備機構)

伐出作業の労働生産性の向上を目指して、土場における荷おろし機能を有する自動走行フォワードを開発した。これにより、生産量を維持しながら、作業班の構成人数を1名少なくすることが可能となった。開発機は土場に置かれたQRコードを読み取り、複数の盤台に自動で荷おろしすることができる。自動走行機能には誘導電線を用いた制御方法を採用し、前後進を可能とすることでスイッチバック区間を有する作業道にも対応可能となった。始業時に、一度人間が運転して走行速度等を記録しながら作業道の安全性を確認し、その後は有人運転時と同じ速度で無人走行できる。この成果は伐出作業をロボット化する革新的技術として活用可能である。



開発したフォワードの外観図



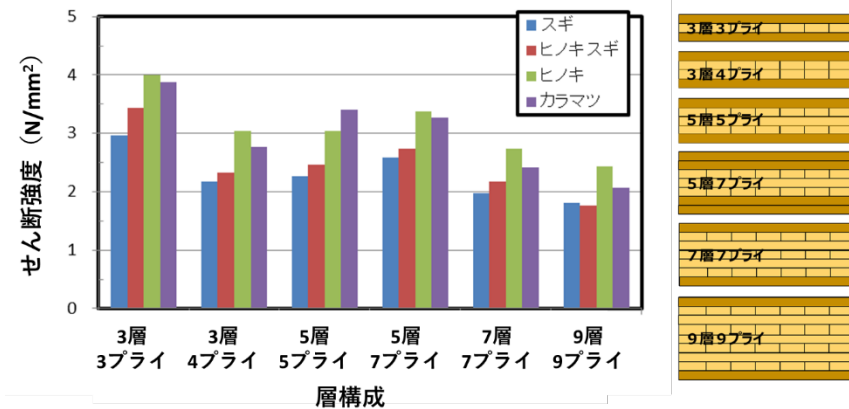
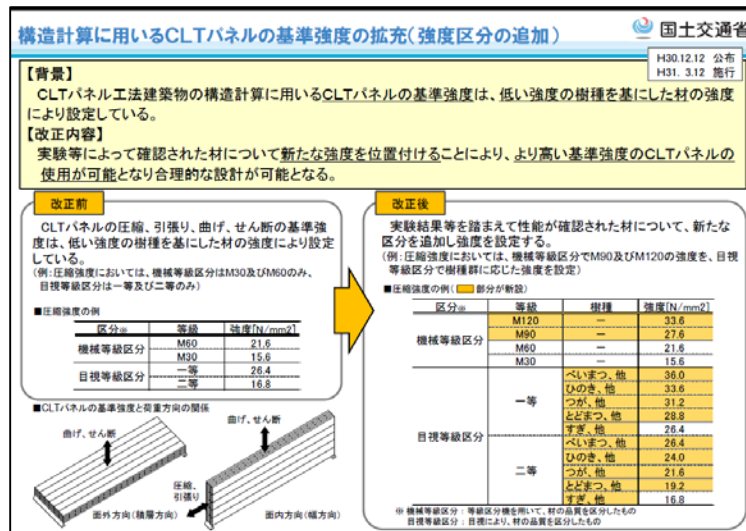
投資を3年分の人件費で賄える

自動走行機能および荷おろし機能を組み合わせた自動走行フォワードを開発し、運材工程の無人化を図る。

CLT等新たな木材製品・技術の開発

樹種のバリエーション拡大と耐火基準クリアで、国産CLTの普及を促進 (国立研究開発法人 森林研究・整備機構)

平成30年に「CLTパネル工法」に関する建築基準関連法規が制定され、建築物の構造設計や防耐火設計において守るべき基準が示されたが、それらの基準を守るために必要な技術の情報はまだ整備途上である。そのような中、様々な樹種を用いて製造したCLTの強度データを収集し、その成果は国土交通省が指定するCLTの基準強度に反映され、樹種に応じた強度性能を用いた合理的な構造設計を可能にした。また、壁用CLTに2時間の耐火性能を付与する技術を開発し、国土交通大臣の認定を取得した。この結果、建物の壁に要求される最高の防耐火設計が可能になり、建物の高さに対する制限はなくなった。



せん断強度 (JAS規格の水平せん断試験による) は、樹種による差があることが明らかに。

■ CLTの建築基準法関連告示改正

- ✓ 許容応力度設計が可能な樹種・等級の範囲がスギのみからヒノキ、カラマツに広がり、CLTがより身近な材料に

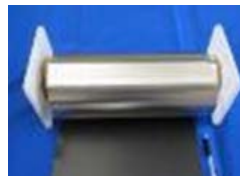
■ CLT外壁等での2時間耐火構造の大臣認定取得

- ✓ 超高層ビルにもCLTを外壁等で使用できる

木質マテリアル利用技術の開発

スギ材から製造した新素材「改質リグニン」を用いた自動車の開発 (国立研究開発法人 森林研究・整備機構)

用途開発の一環として、改質リグニンを用いた繊維強化材（FRP）の開発を進めたところ、従来製品よりも強度が向上し、長期耐久性試験においても高い性能を示すFRPの開発に成功した。さらに研究を進め、高い加工精度や平坦性を確保することで、世界で始めて外装材にリグニン系材料を用いた自動車の試作に成功した。現在、長期耐久性の評価を進めている。



改質リグニンを含む繊維強化材を光岡自動車「ビュート」の外装材に適用し、実走試験を開始した。
自動車の内外装部品を始めとする各種製品を開発・試作した。
改質リグニンの供給体制が整えば、いつでも実用化可能。