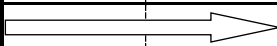


委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

研究課題名	環境負荷低減対策研究のうちエリートツリー等の活用・木材による炭素貯蔵最大化プロジェクトのうち大径材の活用による国産材製品の安定供給システムの開発			担当開発官等名	農林水産技術会議事務局研究開発官（基礎・基盤・環境）
				連携する行政部局	林野庁木材産業課
研究期間	R 5 年～R 7 年（3 年間）			総事業費（億円）	1． 1 億円（見込）
	基礎	応用	開発		
					

研究課題の概要

国内の人工林の高齢級化により供給が増加している大径材（※1）は、有効な加工・利用方法が確立されておらず需要が低迷している。大径材の利用拡大のためには、製材にかかる手間が膨大、大断面の製材品の乾燥が困難、製材品を横架材（※2）等に活用するための強度性能評価が不十分といった、生産効率や品質面での課題を解決する必要がある。そこで、本研究では、大径材利用技術を実用化し用途に対応した国産材製品を安定供給するため、以下の4つの課題を設定し、丸太選別、製材、乾燥、強度特性評価の各段階において、効率化と付加価値向上に重点を置いた技術開発を行う。

1. X線CT（※3）を用いて丸太内部の腐れや節を判定する技術を開発するとともに、乾燥効率化のためガンマ線（※4）を用いた含水率分布評価技術の精度向上を図り、丸太品質評価技術を高度化する。
2. 丸太形状の簡易測定とAIを活用した挽き材面性状判定技術の開発により、熟練作業員が長時間を要している木取り決定に係る部分の作業効率化を図る。
3. 迅速かつ木材の強度低下を最小限に抑える心去り平角（※5）の最適乾燥技術を開発するとともにAIを活用した内部割れ（※6）の簡易測定技術を開発する。
4. 大径材の新たな用途として、軸組構法（※7）および枠組壁工法（※8）の横架材に大径材から生産される製材品を利活用するための強度特性評価技術を開発する。

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

- ① 国産材製品の製材コストを 15%以上低減する。
- ② 乾燥材の強度低下による不良率を10%以下にする。

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題としてのアウトカム目標（R12年）

開発技術を導入して住宅の横架材等における国産大径材の利用割合が増加することにより、2030年の国産製材用材の供給量目標1,900万m³達成に貢献する。

【項目別評価】

1. 研究成果の意義

ランク：A

①研究成果の科学的・技術的な意義、社会・経済等に及ぼす効果の面での重要性

国内の人工林の高齢級化により供給が増加している大径材は、節が多く年輪幅が広いなど、いわゆる並材と呼ばれるグレードの一般材丸太が主体である。従来の大径材利用においては、多くの場合高齢級の良質材を対象として和室の造作材などの生産が行われてきたが、一般材の大径材はそうした付加価値の高い製材品の生産には不向きであり、有効な用途と加工方法が確立されておらず利用が進んでいない。長引く国産材丸太価格の低迷に大径材利用の課題が加わり、伐期に達した人工林の伐採が進まず、伐採しても再造林のコストが捻出できないという状況が生じている。国産材資源の循環利用を進め、炭素貯蔵の最大化を実現するためには、大径材利用の課題を解決することが不可欠である。本研究では、このような大径材利用の現状をふまえ、大径材から生産される製材品を一般建築用材、特に国産材の利用比率の低い横架材や枠組壁工法用部材として利活用するための技術開発を行う。大径材から横架材等の一般建築用材を主体に生産する場合には、良質材から造作材を生産する場合のように製材に手間をかけると採算が取れないことから製材能率向上を図る必要があり、また、製材品の曲がり抑制や可能な場

合には節の少ない製材品を生産するなど、製材品の歩留まりと付加価値向上を図ることも重要である。さらには、乾燥時の内部割れ発生など、製材品の強度性能担保に関する問題も顕在化してきている。本研究の成果は、これらの生産効率や品質面での課題を解決して大径材の利用を促進し、国産製材用材の供給量増加に貢献する。

2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性

ランク：A

①最終の到達目標に対する達成度（原則としてロードマップに位置付けた数値目標に対する実績の割合）

本研究では、ガンマ線やX線CTを応用した丸太品質評価技術の高度化とAIの活用による製材・乾燥技術の高効率化により、①国産材製品の製材コストを15%以上低減すること、②乾燥材の強度低下による不良率を10%以下にすること、をアウトプット目標としている。

アウトプット目標①については、丸太形状の簡易測定システム（※9）およびAIを活用して節の有無などの挽き材面性状を自動判定するシステムの導入により、送材車付き帯鋸盤による大径材の製材作業の中で長時間を要している挽き材面の幅および性状を認識して木取りを決定する作業の効率化を図る。具体的には、製材作業時間を22%以上短縮することで製材品ベースの製材コスト15%以上低減を達成可能と試算している。今年度までに簡易測定システムの導入のみでも製材作業時間14.8%の短縮を確認できており、計画通りに進捗している。このように、3年間の事業期間の中間評価時（2年目）までの計画を順調に達成していることから、達成度を67%とする。

アウトプット目標②については、現状は内部割れを原因とする強度低下による不良率が30%であるところを、乾燥途中で行う蒸煮処理(中間蒸煮)で内部割れを抑制することにより、乾燥材の不良率10%以下を目指している。今年度までに、内部割れをほぼ抑制できる蒸煮処理の条件を見出すことができおり、今後実際の現場での運用を踏まえて蒸煮条件を精査することとしており、計画以上に進捗していることから、達成度を80%とする。

②最終の到達目標に対する今後の達成可能性とその具体的な根拠

アウトプット目標①については、試作したAIを活用した挽き材面性状判定システムの効果検証を最終年度に行う計画としており、丸太形状の簡易測定システムの導入効果に加えて、挽き材面性状の判定と木取りの決定に要する作業時間を短縮することで、アウトプット目標の達成は可能と見込んでいる。挽き材面性状の判定の導入効果の試算については、前倒しで今年度より着手しており、最終年度の目標達成に向けた準備は整っている。

アウトプット目標②については、現場での実装に向けて実際の運用を考慮しながら内部割れを抑制できる蒸煮処理の条件を精査する計画であり、アウトプット目標の達成は可能と見込んでいる。AI画像解析による内部割れの測定モデルの構築についても前倒しで実施し、精度検証に着手している段階であり、計画以上に進展している。

3. 研究が社会・経済等に及ぼす効果（アウトカム）の目標の今後の達成可能性とその実現に向けた研究成果の普及・実用化の道筋（ロードマップ）の妥当性

ランク：A

①アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠

近年、円安のトレンドやウッドショックなどを背景に輸入材の供給が減少し、外的要因に左右されない国産材利用の動きが加速している。これまで国産材製材品の利用においては、品質や安定供給の面での課題が指摘されてきたが、本研究の成果により、強度性能など品質を担保した平角（※10）等の構造材や節が少ないなど付加価値の高い板材等を、供給が増加する国産大径材から効率的に生産することが可能となる。これにより、国産材の利用比率の低い軸組工法住宅の横架材や枠組壁工法住宅の部材、さらには中大規模建築物等の内装木質化など住宅・非住宅における国産大径材の利用の増加が期待できることから、2030年の国産製材用材の供給量目標1,900万 m^3 達成に貢献できる。

②アウトカム目標達成に向け研究成果の活用のために実施した具体的な取組内容の妥当性

強度性能を担保した製材品を生産するための乾燥技術について、最終年度には、製材工場と連携して実証試験を行うとともに、乾燥機メーカーを対象にした乾燥施設協会主催の木材乾燥研究会や製材工場等の担当者を対象にした木材乾燥講習会において研究成果を公表し、開発した乾燥技術の普及を図る。また、各種展示会や学会発表、成果発表会を通じて、学識経験者、行政担当者、一般消費者へ広く研究成果を普及する。このように、研究成果の公表と普及を積極的に進めていることから、アウトカム目標

達成に向けた研究成果活用のための取組は妥当である。

③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

ガンマ線による含水率分布評価技術は、丸太段階だけでなく人工乾燥前の大断面製材品の含水率分布評価によるロット選別等への利用も可能である。丸太形状の簡易測定とAIを活用した挽き材面性状判定技術は、広葉樹等の製材の効率化にも応用できる。

4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

①研究計画（的確な見直しが行われているか等）の妥当性

3名の外部専門家と、関係する行政部局で構成する運営委員会を設置し、行政ニーズや各課題の進捗状況を踏まえて、実施計画の見直し等の適切な進行管理を行っている。また、研究コンソーシアムとして自主的に中間検討会や推進会議を開催し、コンソーシアム全体の情報共有や意見交換、研究推進体制の検討等を行っている。さらに、各小課題でもweb会議等を活用して定期的な打ち合わせや情報共有を行いながら進めていることから、研究計画及びその進行管理は妥当である。

②研究推進体制の妥当性

研究コンソーシアムには、森林総研を中心に、大学、地方公設試験場、民間企業が参画している。この研究推進体制のもと、例えば現地検討会では、民間企業が試作し地方公設試験場に設置して試験を行っている含水率測定装置の性能確認を行うとともに、最終年度に乾燥技術の実証試験を行う製材工場で意見交換を行った。このように、常に現場のニーズを把握しながら研究を進めていることから、研究推進体制は妥当である。

③研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性（選択と集中の取組など）

各課題の進捗状況や研究成果の有用性を踏まえた予算配分の重点化を行っている。例えば、AIシステムの試作が必要な実施課題や多くの試験体の購入が必要な機関への予算を重点的に配分してきた。このことにより、それぞれの小課題は計画通り進捗しており、予算配分は妥当である。

【総括評価】

ランク：A

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見

- ・国産材の安定供給のための大径材活用に貢献する研究成果であり、意義は大きい。また、研究目標の実現に向けた各種の取組が順調に進んでおり、目標の達成可能性は高い。
- ・森林の活性化に大径材利用技術の実用化と国産材製品の安定供給は重要であり、研究と共に社会で技術を活用してもらうことが重要な事業である。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・国産材の利活用の促進、持続的な木材資源の維持・確保は重要である。そのため、適切な高齢級樹木の利用促進を図るとともに、樹木資源の齢級構成の最適化についてモニタリングが必要である。

[研究課題名] 環境負荷低減対策研究のうちエリートツリー等の活用・木材による炭素貯蔵最大化プロジェクトのうち大径材の活用による国産材製品の安定供給システムの開発

用 語	用 語 の 意 味	※ 番号
大径材	直径が30cm以上の丸太。	1
横架材	柱などの垂直な部材に対して直角に渡す部材のこと。梁や桁など。	2
X線CT	X線を用いて物体内部を非破壊で3次元観察する技術のこと。X線コンピュータ断層撮影の略。	3
ガンマ線	放射線の一種。透過力が高い。工業用には厚さ計や密度計として使用されている。	4
心去り平角	平角のうち、髄を含まないもの。	5
内部割れ	木材内部に生じ、材面からは確認できない割れのこと。	6
軸組構法	梁・桁等の横架材と柱からなる構造。	7
枠組壁工法	北米由来の建築工法で、2インチ×4インチをはじめとする断面の製材（規格材）が使用されることからツーバイフォー（2×4）工法とも言われる。	8
簡易測定システム	2Dスキャナーにより送材車上の丸太や材面の形状を測定するシステム。	9
平角	断面が長方形で、短辺が7.5cm以上の製材品。主に、木造住宅の梁や桁に用いられる。	10

農林水産研究の推進（現場ニーズ対応型研究） 大径材の活用による国産材製品の安定供給システムの開発 【研究概要】

1. 研究目的

丸太品質評価技術の高度化とAIの活用による製材・乾燥技術の高効率化により、大径材から用途に対応した国産材製品を安定供給するための加工・利用システムを開発する。

2. 研究背景

国内の人工林は高齢級化が進み、大径材の供給が増加している一方、大径材は有効な加工・利用方法が確立されておらず、需要が低迷している。

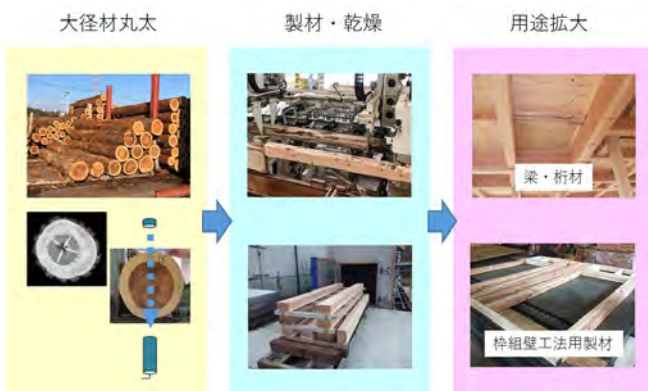
大径材の利用拡大のためには、製材にかかる手間が膨大、製材品の乾燥が困難、製材品を横架材等に活用するための強度性能評価が不十分等の生産効率や品質面における課題を解決する必要がある。



大径材は製材に手間がかかり乾燥が困難

3. 研究内容

- ①丸太品質の製材前評価のため、ガンマ線による含水率分布測定とX線CTによる節・腐れの検出技術を開発する。
- ②大径材の製材能率向上のため、AIによる挽き材面性状判断情報を導入した木取りアルゴリズムを開発する。
- ③強度性能を担保した心去り角製品の乾燥技術およびAIを用いた内部割れの簡易測定技術を開発する。



大径材の加工・利用技術をシステム化

4. 達成目標・期待される効果

達成目標

- ・国産材製品の製材コストの15%以上の低減
 - ・乾燥材の強度低下による不良率の10%以下への低減
- に資する大径材の加工・利用技術を開発

期待される効果

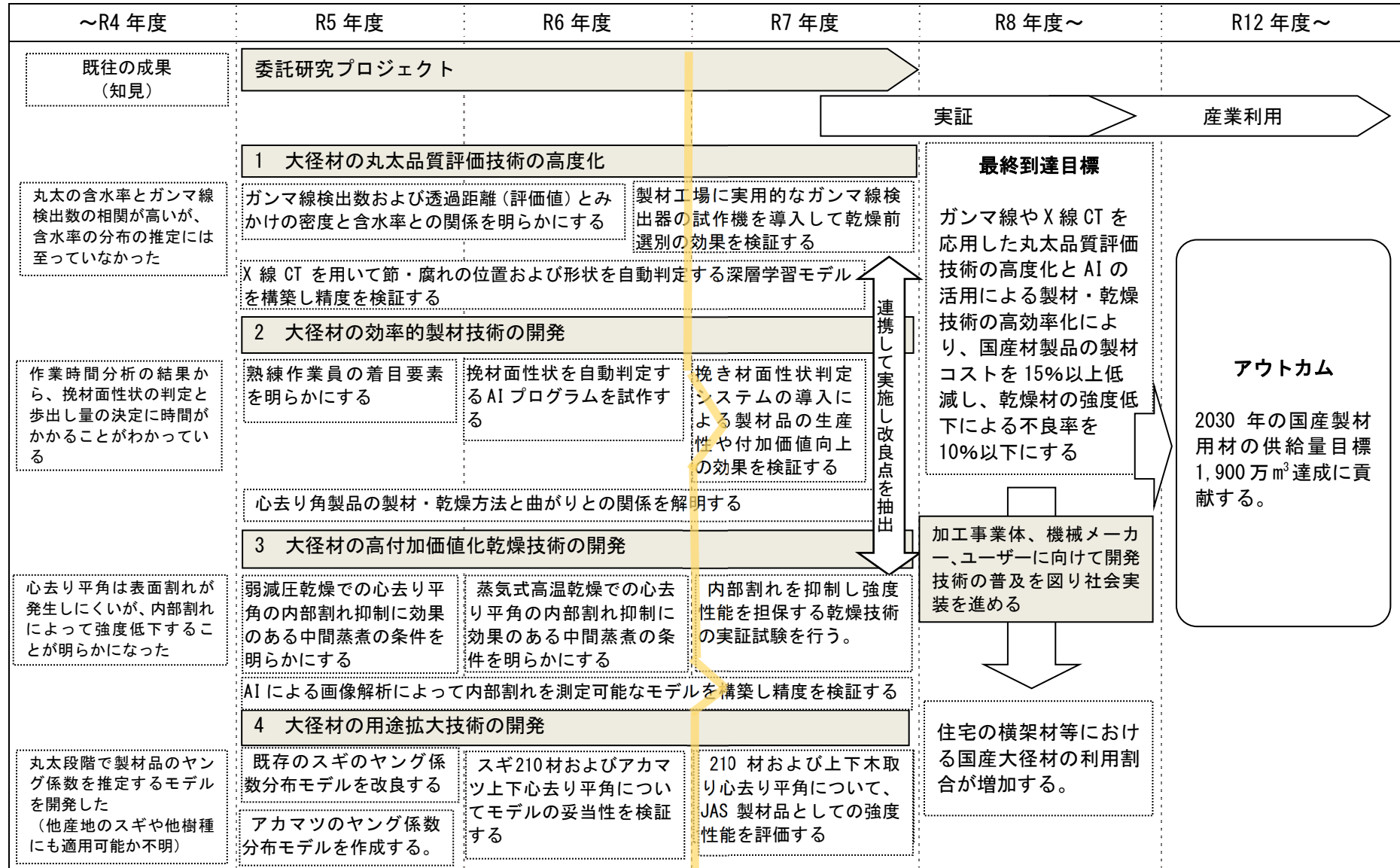
開発技術を導入して住宅の横架材等における大径材の利用割合が増加することにより、2030年の国産製材用材の供給量目標1,900万m³達成に貢献する。

研究代表機関：国立研究開発法人 森林研究・整備機構

共同研究機関：静岡県農林技術研究所、マイクロメジャー（株）、兵庫県立農林水産技術総合センター、オーアイ・イノベーション（株）、名古屋大学、岐阜県森林研究所、石川県農林総合研究センター林業試験場、島根県中山間地域研究センター、木構造振興株式会社

【ロードマップ（終了時評価段階）】

環境負荷低減対策研究のうちエリートツリー等の活用・木材による炭素貯蔵最大化プロジェクトのうち
大径材の活用による国産材製品の安定供給システムの開発



研究概要

国内の人工林の高齢級化により供給が増加している大径材の利用を促進するために、丸太選別、製材、乾燥、利用の各段階における効率化と付加価値向上に重点を置いた技術開発を行い、大径材の加工・利用技術をシステム化する。

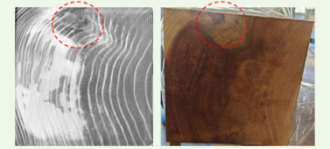
大径材の丸太品質評価技術の高度化

森林総合研究所、マイクロメジャー
静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

- ・ 実用的なガンマ線検出器を試作し、製材前に丸太の密度や含水率分布を推定する技術を開発した。
- ・ X線CTを用いた丸太内部の節・腐れの自動判別技術を開発した。



ガンマ線による丸太測定



腐れを含む材のX線CT画像と横断面画像

大径材の効率的製材技術の開発

- ・ 丸太形状の簡易測定システムとAIを用いた挽き材面性状判定技術による送材車付き帯鋸盤の高性能化により、製材作業時間が短縮し製材品の付加価値が向上することを明らかにした。
- ・ 心去り角の曲がり低減技術により製材歩留まりが向上することを確認した。



簡易測定システムによる形状測定

森林総合研究所
名古屋大学
オーアイ・イノベーション

国産材製品の製材コスト
を15%以上低減

大径材の高付加価値化乾燥技術の開発

- ・ スギ心去り平角の蒸気式高温乾燥および弱減圧乾燥において、中間蒸煮を活用して内部割れを抑制する技術を開発した。
- ・ AIによる内部割れの簡易測定技術を開発した。



蒸気式高温乾燥試験

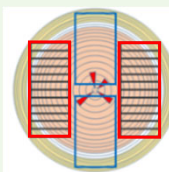
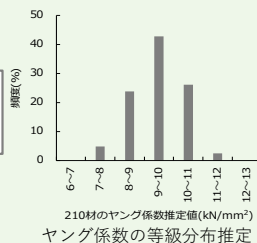
森林総合研究所、岐阜県森林研究所
石川県農林総合研究センター林業試験場
島根県中山間地域研究センター
木構造振興（株）

乾燥材の強度低下による
不良率を10%以下に

大径材の用途拡大技術の開発

森林総合研究所
兵庫県立農林水産技術総合センター

- ・ 丸太内のヤング係数分布モデルの妥当性を検証した。
- ・ アカマツ大径材から得られる枠組壁工法用構造用製材(210)およびスギ大径材から得られる軸組構法用の上下心去り平角の強度性能を評価し、横架材としての性能を明らかにした。



上下心去り平角と
枠目ラミナの採材図

今後の方針

ガンマ線検出器の効果検証、乾燥技術および製材技術の実証試験を実際の製材工場で行い、実用化を目指した改良点を抽出し、社会実装に近づく成果を得る。

乾燥機メーカーが参画する乾燥施設協会の研究会や製材工場等の担当者を対象とした各種講習会において、テキストへの掲載などにより開発技術の普及を図る。

強度性能など品質を担保した平角等の構造材や、節が少ないなど付加価値の高い板材等を国産大径材から効率的に生産することが可能となる。

2030年の国産製材用材の供給量
目標1,900万m³達成に貢献