

<具体的内容>

- ①広葉樹の蓄積が豊富な地域では、既存の広葉樹パルプ材流通をベースとし、山土場などで原木を樹種・径級・品質別に仕分けし、その量に応じて出荷先を選択することが有利販売に重要であることを示した。こうした広葉樹材の安定的供給が需要の喚起につながり、これまで遅れていた高性能林業機械の導入、林道整備など広葉樹施業の生産インフラの整備、さらには需要側の設備投資につながることを示した。
- ②林地の多目的・持続的な有効利用に対して先行するアメリカ、ニュージーランド、イギリスと国内の状況を比較検討した結果、林地利用時の許認可・規制に関する法的根拠の不足、林道利用における義務・責任の曖昧さが課題であり、関連法整備に加え利用者グループによる地域(自治体・集落・地権者等)との密接な連携、指定管理者制度等既存の枠組みの活用などが重要であることを明らかにした。
- ◎その他の成果として、我が国の森林信託の商品化の課題を抽出し、森林組合や事業体での国内事例、先進諸外国の類似事例等の比較分析から、我が国の森林信託化実現の諸条件を解明した。
- ◎我が国の林業種苗政策の明治・大正期以降の展開を整理し、我が国の林業種苗政策の形成要因と特徴を解明した。

<普及への取組>

- ①国内広葉樹資源の需要拡大に向けた方策の提案の成果の一部が林野庁作成の国会関係資料及びそれに関連した林野庁内会議資料、マスコミ対応資料で活用された。
- ②日本トレイルランナーズ協会等、新たな林地利用の普及を進める 11 関連主体の活動において、本研究の成果を基に各主体の活動指針策定や地域連携、主体との利害調整に対するアドバイスを行った。
- ◎木材利用システム研究会月例研究会で「マテリアル用国内広葉樹の需給実態と増産に向けた課題」と題する講演を行った。

b 地域特性に応じた木質エネルギー等の効率的利用システムの開発

<結果概要>

年度計画である①「木質バイオマスエネルギー利用の普及拡大に向けて、利便性の高いペレット等の木質系燃料の造粒条件を明らかにする。」に対して、トレファイドペレット造粒時に質量比 2 %程度のデンブンを添加する造粒製造手法を開発した。②「多額の処理コストが課題となっている木質バイオマスボイラーの燃焼灰の活用に向けて、燃焼灰の施用による樹木成長促進効果と土壌影響を評価する。」に対して、燃焼灰の成分評価や林地施肥試験から、土壌 pH の上昇及び塩類濃度の増加が認められる肥料として利用可能な灰があることを明らかにした。

<具体的内容>

- ①木質系燃料の利便性を向上できる方法として、250℃程度のトレファクション処理と円柱状のペレット(トレファイドペレット)に造粒する組み合わせで固形燃料を製造する方法が試みられている。しかし、トレファイドペレットの歩留まりや強度が無処理のペレットに比べて低いことが課題であった。その解決のため、半炭化物に質量比 2 %程度のデンブンを添加したところ、歩留まりや強度を改善したトレファイドペレットを造粒できることを明らかにした。
- ②様々な燃焼灰の成分評価を行い、カリウムやリン酸含有率が高く肥料として利用可能な灰があることを明らかにした。それらの林地還元による施肥効果を検討したところ、表層土壌の pH が上昇し、交換性塩基(Ca, Mg, K)含有率が増加傾向を示した。施肥後 1～2 年間ではスギ・ヒノキとも植栽木の成長促進効果は認められなかったが、土壌中の化学成分増加に対する持続性を明らかにするため、今後の継続した効果の検証が必要である。
- ◎その他の成果として、福島県南相馬市において世界初の試みである木質バイオマスを主原料とするメタン発酵システムの実証試験を実施し、安定的に連続メタン発酵が可能であることを実証した。また、このシステムでは枝葉、樹皮の混合物でも発酵可能であり、樹皮主体の原料で安定して発酵できる条件を解明した。さらに、発生するバイオガス(メタンガス)には放射性セシウムの混入がないことを証明した。

<普及への取組>

- ①受託研究「燃料生産を目的とする原木の効率的な乾燥法に関する研究」の成果である論文「階層ベイズモデルを用いた丸太の天然乾燥における乾燥時間の推定及び丸太の諸形質が乾燥性に及ぼす影響の評価」が日本木材学会論文賞を受賞し、成果の発信に努めた結果として高く評価された。
- ②公開した「木質バイオマス発電事業採算性評価ツール」が「ウッドデザイン賞 2017」に入賞し、成果の発信に努めたことやその使いやすさが高く評価された。
- ◎メタン発酵に付随する成果として、「メタン発酵による木質バイオマス活用実証事業概要版、報告書、事業性評価」が福島県林業振興課ホームページにて公表された。バイオマスエキスポにて「木質バイオマスの直接メタン発酵技術」の講演を行った。平成 28 年度福島県産木材利用相双地方連絡会議にて「木質バイオマスの直接メタン発酵技術の開発について」の講演を行った。さらに本成果を基に福島県大熊町において「メタン発酵によるバイオマス活用事業実現可能性調査業務公募型プロポーザル方式」の公募が開始された。

2. 評価指標等の観点

評価指標 1-1: 国の施策や社会的ニーズに対応した具体的な取組又は成果の事例

森林・林業基本計画で示されている「森林の有する多面的機能の発揮に関する施策」に関して成果の橋渡しを進め、森林総合監理士育成をはじめとする各種研修などに講師として参画して同基本計画の「林業の持続的かつ健全な発展に関する施策」に対しても貢献した。林業現場で要望の高かったコンテナ苗の育苗技術をまとめた「コンテナ苗基礎知識」の発行のために林野庁に協力した(イア a-①)。北海道森林管理局などのニーズを踏まえ、局、署、技術開発・支援センターとの協力関係のもとドマツ人工林の低コスト天然更新施業と管理技術の開発を進めた。(イア a-②)。「ロボット新戦略」や「スマート林業構築促進事業」において重点分野として掲げられている課題(無人走行フォワーダ、林業用アシストスーツ、RGB-D センサ、次世代ハーベスタなど)に取り組むとともに、「日本再興戦略」や「森林・林業基本計画」に対応した取組も行っている。さらに、東日本大震災の海岸林復興や原発事故の影響評価、市町村等の地域振興などに取り組んだ(イア b-②)。

「森林・林業基本計画」の示す新たな木材需要の創出にかかる広葉樹資源の有効活用のために、重要な有用広葉樹について、網羅的、全国的に生産・流通・加

工の実態を把握し、その活用のための具体的な提案を行った(イイ a-①)。木質バイオマスボイラーから大量に出る燃焼灰の有効活用に関する研究は H25 環境省通知に対応したものである(イイ b-②)。

**モニタリング指標1-1(1):行政機関との研究調整会議等の実施状況**

5月に林野庁整備課とコンテナ苗の普及と取り扱いのマニュアル化について情報交換会を行った(イア a-①)。6月に近畿中国森林管理局森林整備部・計画課・資源活用課・技術普及課と広葉樹に関するプロジェクト担当者情報交換会を行った(イア a-②)。11月に林野庁森林整備課と情報交換会を行い、森林整備における下刈りの省力化やドローンの活用事例などの情報を提供した(イア a-①)。

11月に林野庁木材産業課と林業の成長産業化に向けての情報交換会を行った(イイ a-①)。12月に林野庁企画課及び木材産業課と海外の森林・林業・木材産業に関する情報交換を行った。同時に海外での木質バイオマス植林事業の実態についても情報提供した(イイ b-①)。

**モニタリング指標1-1(2):外部資金等による研究課題件数及び金額**

平成29年度の外部資金による研究課題は37件であり、うち10件は新規課題である。平成29年度の外部資金は275百万円であった(イア)。

平成29年度の外部資金による研究課題は10件であり、うち2件は新規課題である。平成29年度の外部資金は64百万円であった(イイ)。

**モニタリング指標1-1(3):学術論文、学会発表等による研究成果の発信状況**

平成29年度における課題イアにおける学術論文は71編(原著論文44編、総説3編、短報24編)、学会発表は186件、公刊図書は9件であった。

平成29年度における課題イイにおける学術論文は17編(原著論文11編、総説0編、短報6編)、学会発表は50件、公刊図書は2件であった。

これらの学術論文のうち2編についてプレスリリースし、成果の普及のため情報発信に努めた。

**評価指標2-1:研究開発成果等の普及促進への取組実績**

林野庁整備課に一貫作業による効率化に関する成果を提供し、同課が作成を進めているコンテナ苗の取扱マニュアル「コンテナ苗基礎知識」の編集に協力した(林野庁のホームページにて公開開始)。初期保育経費削減技術に関するホームページを開設し、広く技術開発の結果を公表する仕組みを構築した(イア a)。タケの効率的駆除法に関して、平成29年度関西支所公開講演会「竹の駆除は容易じゃない」(技術者及び一般者を対象)を開催するとともに、「竹駆除のための手引き書」(自治体関係者や竹林整備の関係者への配布を想定)を作成した(イア a)。森林総合監理士育成研修や施業プランナー研修等における講師を通しての施業(一貫作業や広葉樹天然更新)に関わる技術指導は8回にわたり、研修の教材に成果の一部を活用することにより普及を進めた(イア a)。鹿児島県の農林業関係者の研修会において林業研究の成果を基に「伐ることから始まる循環型林業」という演題で講演した(鹿児島県の農林業技術者約300名参加)(イイ a)。

公表した論文が日本森林学会論文賞を受賞した(イア b)。公表した論文が日本木材学会論文賞を受賞するとともに、公開していた採算性評価ツールがウッドデザイン賞2017で入賞した(イイ b)。

**モニタリング指標2-1(1):現地適用試験の実施状況**

中長期計画期間内に3地域において実証研究・実証事業等により成果の社会実装化に向けた取組を行う計画について、下記の通り実施した。

選別種子や小型プラグ苗を用いたコンテナ苗の育苗実証試験を、研究コンソーシアムの参画機関と連携する地元種苗生産者の圃場6ヶ所(高知県、徳島県、住友林業下呂林木育種事業地、秋田県大館市黒沢種苗、岐阜県、長野県)で実施した。トドマツ人工林主伐に対応した低コスト天然更新施業・管理システムの開発に向けて、上川南部森林管理署及び石狩森林管理署にて、使用機械、地がき方法、地がき幅が異なる地がきの現地適応試験を行い、更新経過の観察調査を行った。木曾森林管理署と共同でヒノキ天然更新補助試験を実施した(イア a)。全国各地の都道府県や森林組合の森林を対象に、伐採や植栽に関する実証試験は7か所、実態調査や導入試験を6か所において行った。具体的には、長野森林組合において大型クレーンによる特殊伐採、静岡県森林組合において新型タワーヤードの皆伐試験、南相馬市において植栽ロボットの植栽実証試験、丹波市森林組合において無人走行フォワーダの現地試験、宮崎県住友林業社有林にて林業用アシストスーツの歩行試験、富山県氷見市において大径長尺材の伐採試験を実施し、社会実装に向けた地域実証の取組を行った(イア b)。

北海道下川町との早生ヤナギ生産に関する実証試験や、高知県土佐清水市と熊本県球磨郡あさぎり町における燃焼灰肥料の林地還元に関する現地適用試験、長野県信濃町における広葉樹燃料チップ生産・適用試験、さらには福島県南相馬市においてメタン発酵の実証実験を行った(イイ b)。

**モニタリング指標2-1(2):講演会、出版物(技術マニュアル等)による成果の発信状況**

林野庁の事業遂行に協力し、2件の講演会(シンポジウムを含む)によって、情報発信に努めた(イア a)。研究成果の学会発表や機関紙等への成果掲載のほか、各種展示会への試作機の出展、プレス発表、ポスター展示を行った(イイ b)。

林業・林産業関連6団体が関係する講演会等で4件の講演を行う、林業技士会、国有林、県林業技術センターなどの他、一般向けの森林講座などでも講師を勤める(4件)など成果の普及に努めた(イイ a)。CHP評価ツールに関するプレスリリース1件を行うとともに、CHP評価ツールを230件以上に配布し、成果の積極的な発信に努めた(イイ b)。林野庁北海道森林管理局や森林総合技術研修所、バイオマス利用研究会からの依頼により講師を務め、(一社)日本森林技術協会や(一社)日本木質バイオマスエネルギー協会、(一財)日本木材総合情報センターからの依頼により、林野庁事業の委員を務めた。また、NPO法人九州バイオマスフォーラム主催のシンポジウムや岩手県二戸農林業振興センター主催のセミナー、木材学会九州支部会主催のシンポジウムにおいて木質バイオマス発電の現況と今後の展望に関する講演を行った(イイ b)。

**モニタリング指標2-1(3):技術指導、研修会等への講師等派遣状況**

委員会対応201件336回、技術指導講師17件35回、研修会講師19件20回、その他教育・指導対応39件、国際会議対応0件(イア)。

委員会対応57件176回、技術指導講師2件3回、研修会講師2件2回、その他教育・指導対応12件、国際会議対応1件(イイ)。

自己評価

評定

A

<研究課題の成果>

「(ア)持続的かつ効率的な森林施業及び林業生産技術の開発」では、地域での実証試験により、一貫作業システムによる地拵えの機械化及び雑草繁茂抑制と、下刈りの時期及び回数最適化により、再造林経費の10%以上を全国的に削減できる可能性を示した。また、計画以上の成果として、グルタチオンの施用による苗木品質(形

状比)の向上を実証した。これらは、再生林のコストを削減するとともに、確実な更新につなげる重要な成果といえる。また、デジタル空中写真から、材積等の林分情報を低コストで推定する技術を開発し、立体視ソフト「もりったい」に実装した。当初の研究計画でのスギ人工林のみならず、ヒノキやカラマツの林分材積推定式も作成し、適用範囲を拡大した。さらに森林組合などが地域にあわせて調整できるように、技術マニュアルや集計用マクロなどを添付するなど、当初計画を大幅に上回る成果を上げた。既存システムに比べ17%以上生産性の高い大径・長尺材搬出作業システムを提示したほか、計画以上の成果として、地形・林分・機械作業システム等の諸条件から収益性を試算する収益性評価ツールも作成し、モデル団地での収益性を明らかにした。また、現地適応試験を多くの地域で実施し、成果の普及にも努めた。以上により、イ(ア)の自己評価は、外部評価委員2名によるa評価も踏まえ、計画以上の達成と考えaとする。

「(イ)多様な森林資源の活用に対応した木材供給システムの開発」では、重要な有用広葉樹について全国における生産・流通・加工の実態を把握し、用材の増産に向けた今後の方策を提案した。また、先進諸国の実態との比較研究により、レジャー・スポーツ等の森林の新たな利用により我が国の山村地域の活性化を図るための方策を提示した。さらに、年度計画以上の成果として、我が国の林業種苗政策の形成要因と特徴の解明を行った。これは、再生林を進める中で苗木の供給に苦慮している現状の解決に資する成果である。バイオマス利用については、利便性の高いトレファイドペレットの歩留まりや強度を改善する製造手法を開発した。今後の生産拡大が期待できる。また、燃焼灰の成分評価を行い、林地への還元の可能性を示した。多量に発生する木質バイオマス燃焼灰の有効活用に道が開かれ、エネルギー利用の経済性向上や処分場の長寿命化が期待できる。さらに、年度計画以上の優れた研究成果として、木質バイオマスを主原料とする湿式メタン発酵の実証試験に世界ではじめて成功した。燃料は、枝葉や樹皮でも問題なく利用可能であり、経済性の確保も見込まれることから、今後の実用化につながる極めて重要な成果といえる。以上により、イ(イ)の自己評価は、外部評価委員2名によるa評価も踏まえ、計画以上の達成と考えaとする。

<評価軸に基づく評価>

評価軸1: 取組又は成果は国の施策や社会的ニーズに合致しているか。

本重点課題では、「評価指標1」に示すように、再生林経費の低コスト化などの研究成果は「森林・林業基本計画」の「林業の持続的かつ健全な発展に関する施策」、「森林の有する多面的機能の発揮に関する施策」に貢献する取組の成果であり、森林総合監理士育成をはじめとする林野庁の各種研修などに生かされた。また、「ロボット新戦略」や「スマート林業構築促進事業」、「日本再興戦略」において重点分野として掲げられている課題に対して、具体的な機械開発に取り組んだ。林野庁をはじめとした行政部局とも研究調整会議等を通じて連携を深め、行政ニーズを確認するとともに、成果を受け渡した。広葉樹関連の成果の一部が林野庁作成の国会関係資料、関連した林野庁内会議資料、マスコミ対応資料で活用された。燃焼灰の有効活用に関する研究はH25環境省通知に対応したものであり、メタン発酵による木質バイオマス活用技術の実証試験は、福島県の放射能汚染によって衰退した林業を復興するために、福島県から委託を受けを実施したものである。さらに、貯蔵性に優れたトレファイドペレットの製造条件の解明や木質バイオマス発電事業を安定的に拡大するための諸条件の解明を通して、国が進める木質バイオマスエネルギー利用の拡大に貢献した。

以上により、課題の取組や成果は、国の施策や社会的ニーズに合致するものであり、顕著な貢献があることから、評価軸1に基づく重点課題イの自己評価をaとする。

評価軸2: 研究開発成果等の普及に貢献しているか。

本重点課題では、「評価指標2」に示すように、林野庁整備課に一貫作業による再生林作業の効率化に関する成果を提供し、同課が作成を進めているコンテナ苗の取扱マニュアル「コンテナ苗基礎知識」の編集に協力し、林野庁のHPにて公開を開始した。また、初期保育経費削減技術に関するHPを開発し、広く技術開発の結果を公表する仕組みを構築した。タケの効率的駆除法に関して、公開講演会を開催するとともに、「竹駆除のための手引き書」を作成し、自治体関係者や竹林整備の関係者へ配布した。中長期計画期間内に3地域において実証研究・実証事業等により成果の社会実装化に向けた取組を行う計画について、15カ所以上の国有林、都道府県や森林組合の森林で実証試験、実態調査や導入試験を行ったほか、北海道下川町との早生ヤナギ生産に関する実証試験や、高知県土佐清水市と熊本県球磨郡あさぎり町における燃焼灰肥料の林地還元に関する現地適用試験、長野県信濃町における広葉樹燃料チップ生産・適用試験、さらには福島県南相馬市においてメタン発酵の社会実装につながる実証実験を行った。森林総合監理士育成研修や施業プランナー研修等における技術指導は8回にわたり、研修の教材に成果の一部を活用することにより普及を進めた。国際ウッドフェアやアグリビジネス創出フェア、水都おおさか森林の市、環境研究シンポジウムにおいて成果説明とサンプル品展示を通じて成果の発信を行った。また、開発したCHP評価ツールを無償配布し、230件以上の配布を行うなど成果の普及に努め、公開を行っていた「木質バイオマス発電事業採算性評価ツール」は「ウッドデザイン賞2017」に入賞するという形で、高い評価を受けた。

以上のような成果普及への顕著な貢献により、評価軸2に基づく重点課題イの自己評価をaとする。

このように、本重点課題では、成果が国の施策や社会的ニーズに合致し、研究開発成果等の普及に貢献しており、また研究課題の成果については、年度計画に予定された目標を達成した。計画以上の成果として、デジタル空中写真による林分材積推定手法を市販の立体視ソフトに実装し、また樹皮を含む木質バイオマスを主原料とする湿式メタン発酵の実証試験に世界ではじめて成功した成果や、林野庁整備課によるコンテナ苗の取扱マニュアル「コンテナ苗基礎知識」の編集に実質的に協力し、一貫作業による再生林の低コスト化技術の普及に貢献するなど、中期目標の達成に向けて顕著な成果を上げた。

以上のことから、「A」評定とした。

主務大臣による評価

評定

A

<評定に至った理由>

本課題で取り組んでいる、持続的かつ効率的な森林施業及び林業生産技術の開発や、多様な森林資源の活用に対応した木材供給システムの開発は、森林・林業基本計画等の国の施策や、林業現場からの要望等の社会的ニーズに合致するものであり、得られた成果や普及への取組が顕著であることから「A」と評定する。

具体的には、林業の成長産業化の実現に不可欠な研究・開発として、一貫作業システムの導入効果の検証により、再生林経費を10%削減できる可能性を示したこと、デジタル空中写真から林分情報を低コストで推定する技術を開発して立体視ソフトに実装したこと、機械諸元や路網条件の改善により、既存のシステムに比べて17%以上生産性を向上させる大径・長尺材搬出作業システムを提示したこと、木質系燃料の利便性向上につながる歩留まりや強度を改善したトレファイドペレットの製造手法を開発した

様式2-1-4-1 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調書(研究開発成果の最大化その他業務の質の向上に関する事項)様式

こと、木質バイオマスボイラーから大量に発生する焼却灰の成分評価を行い、肥料として利用可能であることを明らかにしたことなど、年度計画を着実に遂行した。 さらに、グルタチオンの施用により育苗期間の短縮と苗木の形状比が改善されることを明らかにしたこと、また、福島県南相馬市での実証試験により、木質バイオマスを用いたメタン発酵が可能であることや、得られたメタンガスに放射性セシウムの混入がないことを確認したことなど、計画を上回る成果が多数みられた。 また、本課題での研究成果については、学会や各種成果発表会での公表や、行政機関への情報提供を行ったほか、アグリビジネス創出フェアなどの展示会へも積極的に参画しており、普及への取組も顕著である。
--

4. その他参考情報

様式2-1-4-1 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調査(研究開発成果の最大化その他業務の質の向上に関する事項)様式

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
第1-1-(1)-ウ	第1 研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項 1 研究開発業務 (1) 研究の重点課題 ウ 木材及び木質資源の利用技術の開発		
関連する政策・施策	農業の持続的な発展 戦略的な研究開発と技術移転の加速化	当該事業実施に係る根拠 (個別法条文など)	国立研究開発法人森林研究・整備機構法第13条第1項第1号
当該項目の重要度、 難易度	【重要度:高】あり、【難易度:高】あり	関連する研究開発評価、政策 評価・行政事業レビュー	政策評価書:事前分析表農林水産省30-⑩ 行政事業レビューシート事業番号:0188

2. 主要な経年データ											
①主な参考指標情報						②主要なインプット情報(財務情報及び人員に関する情報)					
	28年度	29年度	30年度	31年度	32年度		28年度	29年度	30年度	31年度	32年度
研究論文数	76件	77件				予算額(千円) (うち科研費)	1,740,265	1,895,697			
口頭発表数	238件	228件				決算額(千円) (うち科研費)	1,740,265	1,895,697			
公刊図書数	20件	13件				経常費用(千円)	1,740,265	1,895,697			
その他発表数	174件	140件				経常利益(千円)	1,694,817	1,879,640			
ウ(ア)の評価	a	a				行政サービス実施 コスト(千円)	1,449,739	1,481,008			
ウ(イ)の評価	a	a				従事人員数	62.3	66.2			
行政機関との研究調整会議等	12件	5件									
外部資金等による課題件数及び金額	55件, 747.6百万円	42件, 802百万円									
講演会、出版物(技術マニュアル等)による 成果の発信状況	11件	15件									
技術指導、研修会等への講師等派遣状況	814回	630回									
調査、分析、鑑定等の対応件数	30件	31件									

注) 予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載

3. 中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価及び主務大臣による評価	
中長期目標	<p>(ア) 資源状況及びニーズに対応した木材の利用技術の開発及び高度化 森林資源の循環利用による低炭素社会の実現や林業の成長産業化に向けて、一般消費者のニーズに対応した国産材の需要拡大、大径材及び早生樹を始めとする国産広葉樹等の利用拡大が求められている。 このため、大径材や早生樹等の品質及び特性評価技術並びに効率的な製材技術を開発し、人工乾燥技術の高度化を進める。また、CLT(直交集成板)等木質材料の効率的な製造技術及び強度性能評価手法、建築・土木分野における構造体への木質材料利用技術、防耐火等の信頼性向上技術及びその性能評価手法を開発する【重要度:高】。さらに、木質空間の快適性に関する評価手法を高度化する。これらの目標を本中長期目標期間終了時までに達成する。 なお、これらの課題について、行政機関、大学、研究機関、関係団体、民間企業等と連携して実証を行い速やかな実用化を図るとともに、得られた成果は規格・基準の作成等の行政施策へ反映する。 【重要度:高】: 林業の成長産業化を実現するためには、建築・土木分野における構造体としての利用拡大や木材の信頼性を向上させることが極めて重要であるため。</p> <p>(イ) 未利用木質資源の有効物質への変換及び利用技術の開発 間伐等由来の未利用木質資源を有効利用し、森林資源を持続的に活用して新たな需要創出につなげることが求められている。 このため、セルロースナノファイバー、機能性リグニン及び機能性抽出成分等の木材成分の特徴を活かした高機能・高付加価値材料の製造並びに利用技術を開発する【難易度:高】。これらの目標を本中長期目標期間終了時までに達成する。 なお、本課題では、民間企業等を含む研究コンソーシアムを構築して研究を推進し、新素材の製造技術及び利用技術の実用化、社会での実用化の加速化を図る。 【難易度:高】: 木質バイオマスから各有用成分を取り出し、各成分から高機能で高付加価値を有する材料を開発するためには、コスト面や技術面での多くの障害をクリアする必要があるため。</p>
中長期計画	<p>(ア) 資源状況及びニーズに対応した木材の利用技術の開発及び高度化 木材・木質材料の更なる需要拡大に向け、消費者ニーズに対応する材料や利用法の開発、大径材等需要が少ない木質資源の利用方法の開発が求められている。このため、以下の2つの課題に取り組む。</p>

	<p>a 原木等の特性評価技術の開発及び製材・乾燥技術等の高度化 大径材や早生樹等の品質及び特性の非破壊評価技術を高度化するとともに、樹種・産地判別技術の効率化に資する技術の開発等を行う。大径材等を利用拡大するため直径 36cm 以上の原木の効率的な製材・機械加工技術等を開発するとともに、様々な乾燥技術やセンシング技術の応用により人工乾燥技術を高度化する。</p> <p>b 新規木質材料利用技術、構造利用技術及び耐久性付与技術の開発 従来の木質材料に加え、CLT (直交集成板)等新規木質材料の効率的な製造技術及び強度性能評価手法、建築・土木分野等における構造体への木質材料利用技術及びそれらの防耐火性、耐久性等の信頼性向上技術を開発するとともに、人間の生理応答等を指標とした木質空間の快適性に関する評価手法を高度化する。 さらに、得られた成果は、行政機関、大学、研究機関、関係団体、民間企業等と連携して実証を行い、速やかな実用化を図るとともに、日本農林規格等の国家規格や各種基準等に反映させることで、信頼性が高く消費者ニーズに合致した木材・木質材料の利用促進に貢献する。</p> <p>(イ)未利用木質資源の有用物質への変換及び利用技術の開発 間伐等由来の未利用材の有効利用のため、セルロース、リグニン等木材主成分の有効活用や、未利用抽出成分の機能を活かした、新たな需要創出が求められている。このため、以下の3つの課題に取り組む。</p> <p>a 多糖成分等を利用した高機能・高付加価値材料の開発 未利用木質資源からバイオフィナリー技術等を用いて分離したセルロース・ヘミセルロースなどの多糖成分や、それに物理的・化学的処理を施すことによって得られるセルロースナノファイバー等の素材、または微細な木質原料等を用いて、化学工業や食品産業分野等に適用することのできる高機能・高付加価値材料等を製造・利用する技術の開発を行う。セルロースナノファイバーについては、その実用化を促進するため、生産コストの25%削減を達成する。</p> <p>b リグニンの高度利用技術の開発 地域の木質バイオマス中のリグニン資源を利活用した新たな産業の創出をめざし、林地残材等の未利用バイオマスから効率的にリグニンを取り出す技術を開発する。加えて、熱成形性等の工業材料として求められる実用的加工性や、凝集剤や分散剤等の化成品としての性能を付与した機能性リグニンを製造する技術を開発する。また、耐熱性プラスチックや電子基板等、機能性リグニンを用いた高付加価値な工業製品を開発し、新たなリグニン産業創出に貢献するリグニンの高度利用技術を開発する。</p> <p>c 機能性抽出成分の抽出・利用技術の開発 間伐材等の未利用木質資源から有用な抽出成分を検索し、健康増進等に関する機能性の解明や活性物質等に関する化学的な特性を解明するとともに、それらの機能性を活かした実用レベルの利用法を確立する。またそれらの実用化に向けて、環境に配慮した効率的な抽出・分離技術や機能性を向上させる技術、効果的な利用技術の開発を行う。 さらに、研究開発によって得られた高機能材料・高付加価値材料を速やかに実用化するため、応用段階に入った研究については、民間企業等を含む研究コンソーシアムを構築して研究を推進し、製造技術及び利用技術の社会実装化を図ることで、未利用木質資源による新産業の創出に貢献する。</p>
<p>年度計画</p>	<p>(ア)資源状況及びニーズに対応した木材の利用技術の開発及び高度化</p> <p>a 原木等の特性評価技術の開発及び製材・乾燥技術等の高度化 ①丸太のヤング率を振動試験から精度良く求めるため解析モデルの改良を行うとともに、②木材の切削加工時に被削材で生じるひずみ分布を画像相関法によって測定し、ひずみの消長と切削条件との関係を明らかにする。</p> <p>b 新規木質材料利用技術、構造利用技術及び耐久性付与技術の開発 ①ツーバイフォーたて継ぎ材に比べて断面の大きい枠組壁工法構造用たて継ぎ材(スリーバイフォー材、フォーバイフォー材)の強度特性を明らかにする。②木材に化学改質を施し寸法安定性を高める手法に関し、超臨界流体を用いた熱処理を実施し、有効な処理条件を明らかにする。③木材の嗅覚刺激が人間の生理面に与える影響を評価する手法の従来と異なる被験者群への適用可能性を検証する。</p> <p>(イ)未利用木質資源の有用物質への変換及び利用技術の開発</p> <p>a 多糖成分等を利用した高機能・高付加価値材料の開発 ①木質資源由来の多糖類から高機能・高付加価値材料を開発するため、森林総研法で製造するセルロースナノファイバーの品質評価のための指標を明らかにする。 ②また、半炭化処理舗装材の試験製造、施工及び利用現場での実証にもとづき、地域での利用モデルを提示する。</p> <p>b リグニンの高度利用技術の開発 ①リグニンを高度利用するため、改質リグニンの製造と安定供給技術の開発において、濾別システムの導入により改質リグニンの精製工程を効率化する。②また、ベンチプラントのオペレーションにおいて、回収薬剤の物性を均一化し薬液リサイクル効率を大幅に向上させる。</p> <p>c 機能性抽出成分の抽出・利用技術の開発 ①未利用木質資源からの有用成分の抽出・利用技術を開発するため、樹皮等から見出された機能性成分の特性を解明するとともに、利活用に必要な抽出技術等を開発する。②また、竹を原料とする有用な生物活性資材(機能性抽出液、建築資材等)の量産試験、性能評価、利用実証を行うとともに、製造コストを評価する。</p>
<p>主な評価軸(評価の視点)、指標等</p>	<p>&lt;評価軸1&gt; 取組又は成果は国の施策や社会的ニーズに合致しているか。 (評価指標1-1) 国の施策や社会的ニーズに対応した具体的な取組又は成果の事例 (モニタリング指標)(1)行政機関との研究調整会議等の実施状況、(2)外部資金等による研究課題件数及び金額、(3)学術論文、学会発表等による研究成果の発信状況</p> <p>&lt;評価軸2&gt; 研究開発成果等の普及に貢献しているか。 (評価指標2-1) 研究開発成果等の普及促進への取組実績 (モニタリング指標)(1)講演会、出版物(技術マニュアル等)による成果の発信状況、(2)技術指導、研修会等への講師等派遣状況、(3)調査、分析、鑑定等の対応件数</p> <p>法人の業務実績等・自己評価</p>

業務実績

1. 研究成果の全体像

(ア)資源状況及びニーズに対応した木材の利用技術の開発及び高度化

a 原木等の特性評価技術の開発及び製材・乾燥技術等の高度化

<結果概要>

年度計画である①「丸太のヤング率を振動試験から精度良く求めるため解析モデルの改良を行う。」に対して、丸太の形状について円錐台モデルを導入して検討を行い、振動法が非破壊的技術として精度良く丸太の強度選別に適用できることを明らかにした。②「木材の切削加工時に被削材で生じるひずみ分布を画像相関法によって測定し、ひずみの消長と切削条件との関係を明らかにする。」に対して、ヒノキ材の縦切削における残存ひずみを画像相関法によって測定し、切削角と残留ひずみの関係を解明することで、仕上げ面の品質向上につながる切削条件を明らかにした。

<具体的内容>

- ①丸太ヤング率の非破壊評価技術を高度化するため、日本農林規格(JAS)に定められた縦振動法によるヤング率測定法の適用可能な丸太の形状(末元口径の比)を円錐台モデルを導入して検討した結果、丸太の末元口径の比が0.66以上であれば、誤差5%程度で測定可能であることを明らかにした。この成果は、JASの縦振動法による丸太ヤング率測定法が数学的にも実際的にも妥当であることの根拠となり、非破壊的技術による丸太の選別法の高度化に貢献する。
- ②木材切削における欠点の原因となる仕上げ面付近のひずみの消長と切削条件との関係を明らかにするため、ヒノキの二次元縦切削における仕上げ面直下の残留ひずみ(背分力方向)を画像相関法によって測定した結果、仕上げ面直下の圧縮の残留ひずみが切削角60~70度以上で急激に増加することを明らかにした。これは、木材切削時の欠点発現機構を明らかにすることで、切削仕上げ面の品質向上につながる成果である。
- ③その他の成果として、樹木から成長錐コアを省力で短時間に採取する成長錐コア自動採取装置を開発し、特許を出願した。これを基に、民間企業と契約して実機の販売を進め、半年間で8台の販売実績を上げた。

<普及への取組>

- ①日本木工機械展・ウッドエコテック2017(名古屋)において成果を展示・発信した。9月及び2月に林野庁木材産業課、木材利用課、研究指導課と木材関係研究調整会議を実施し、各種施策や研究・技術開発の推進に関し意見交換を行い、成果の活用に向けて密に連携協力し合うこととした。

b 新規木質材料利用技術、構造利用技術及び耐久性付与技術の開発

<結果概要>

年度計画である①「ツーバイフォーたて継ぎ材に比べて断面の大きい枠組壁工法構造用たて継ぎ材(スリーバイフォー材、フォーバイフォー材)の強度特性を明らかにする。」に対して、スリーバイフォー(304)材やフォーバイバイフォー(404)材のたて継ぎ材の曲げ強度特性は、ツーバイフォー(204)たて継ぎ材の強度基準を上回る性能を有し、これらが新たなJAS製品として導入可能であることを明らかにした。②「木材に化学改質を施す寸法安定性を高める手法に関し、超臨界流体を用いた熱処理を実施し、有効な処理条件を明らかにする。」に対して、含水率17~21%の木材を220℃で熱処理することで高い寸法安定性を示すことを明らかにした。③「木材の嗅覚刺激が人間の生理面に与える影響を評価する手法の従来と異なる被験者群への適用可能性を検証する。」に対して、これまでに被験者とされていなかった女性を被験者とし、だ液中の生化学物質が木材の嗅覚刺激の評価指標として性差なく有効に適用できることを明らかにした。

<具体的内容>

- ①比較的断面の大きい枠組壁工法構造用たて継ぎ材の強度特性を明らかにするため、204材、304材、404材のフィンガー加工条件と加工精度、加工時の消費電力、フィンガージョイント(FJ)材の曲げ強度特性を調べた結果、加工条件、加力方向によらず、FJ材の曲げ強さの最小値はJASにおける樹種群JSII、甲種2級の曲げ強さの基準の最小値19.5N/mm<sup>2</sup>を上回り実用性を有することを明らかにした。この成果は、304FJ材、404FJ材をJAS製品とするためのJAS改正の科学的根拠となる。
- ②超臨界流体を用いた熱処理の有効な処理条件を明らかにするため、様々な処理条件で熱処理を実施してその性能を評価した結果、含水率17~21%の試片を220℃で熱処理することで抗膨潤能(ASE)は約70%と高い寸法安定性を示し、その条件が有効であることを明らかにした。これらの成果は、【重要度:高】である木材の信頼性を向上させる技術開発である。
- ③木材の嗅覚刺激が人間の生理面に与える影響を評価する手法の従来と異なる被験者群への適用可能性を検証するため、これまで被験者とされていなかった女性も被験者とした結果、だ液中の生化学物質が木材の嗅覚刺激の生理応答を評価する指標として性差なく適用可能であることを明らかにした。これは、「木材の良さ」の科学的証明のための一手法となる。
- ④その他の成果として、CLTの主要な強度性能とラミナの樹種、等級構成、断面寸法の関係を解明し、CLTの製造条件データベースを構築し強度性能評価ソフトを開発した。CLTのJASの改正や基準強度の告示に反映される成果である。

<普及への取組>

- ①国産材合板の研究成果を反映したマニュアル「ネダノンマニュアル Ver.8-2」が日本合板工業組合連合会より出版され、関連業界に成果を普及した。
- ②成果報告会「木の良さを科学するー木材がひとの触・視・嗅に及ぼす影響ー」では、木材や木造建築に関わる民間企業や一般市民に向けて、また四国支所公開講演会「木材利用 新時代へ」では、地域の関係者に向けて、それぞれ関連する成果を普及した。

(イ)未利用木質資源の有用物質への変換及び利用技術の開発

a 多糖成分等を利用した高機能・高付加価値材料の開発

<結果概要>

年度計画である①「森林総研法で製造するセルロースナノファイバーの品質評価のための指標を明らかにする。」に対して、セルロースナノファイバー(CNF)分散度(ナノ化の度合い)の評価には透過率の測定が最も有効であることを明らかにした。②「半炭化木質舗装材の試験製造、施工及び利用現場での実証にもとづき、地域

での利用モデルを提示する。」に対して、半炭化チップの量産試験を行い、その試験施工から、未利用木材を半炭化処理舗装材として利用し、使用後は燃料として利用する地域モデルを提示した。

**<具体的内容>**

- ① 森林総研で製造する酵素・湿式粉砕法 CNF の品質評価指標として、そのナノ化を示す分散度を、二つの波長の光の透過率測定により評価することが最も有効であることを明らかにした。さらに補足的に銅エチレンジアミン法による粘度測定からの重合度、結晶化度、走査電子顕微鏡、原子間力顕微鏡等による形態観察などを行い、これらの項目が CNF の評価指標になり得ることも示した。これにより、評価指標を通じた CNF の品質管理とユーザーからの品質に関する要求のフィードバックを可能とした。この成果は、利用用途に応じた物性を持つ CNF 製造につながり、【難易度:高】とされている新素材利用技術の実用化を加速するものである。
- ② スギ等を原料に複数の施設で半炭化チップの量産試験を行い、複数の場所で半炭化処理舗装材試験施工を行い、その利用実証試験等から半炭化処理舗装材がアスファルト舗装に比べてクッション性等に優れることを明らかにした。この舗装材の製品展開として、公園等での大規模施工、民家等での小規模施工、ボード化での利用の3種類を提示した。その小規模施工用製品については、地域から発生する未利用木材を原料に半炭化処理し、地域内事業者が販売、施工し、耐用を過ぎた舗装材を燃料として利用するモデルを提示した。この成果は、未利用木材等の地域内カスケード利用を促進するものである。
- ③ その他の成果として、バイオリファイナリーで分離したリグニンの絶対分子量測定法を開発し、共同開発した分析会社で依頼分析項目として登録された。
- ④ さらに、CNF で表面コートしたマイクロ粒子製造技術の開発、レオロジー的手法を用いた単分散 CNF の長さ分布評価法の確立、および CNF 製品化のために、高 CNF 含有樹脂複合材料を水系で簡単に合成する手法の確立等、CNF の利用を促進する国際的な評価を受ける成果が得られた。

**<普及への取組>**

- ① CNF の利用開発では、成果の橋渡し先となる複数の民間企業と共同研究契約を含めた詳細な打ち合わせを実施し、成果の普及促進に取り組んだ。また、成果紹介パンフレットの作成・配布、CNF サンプルの一般頒布、7 件の各種展示会、18 件の見学に対応し、成果の普及に努めた。また、国際的な研究集会での受賞や海外の学会からの招待講演招請などを通して、国際的な成果の普及にも努めた。
- ② 半炭化処理木質舗装材開発では、展示会での成果発表、公開ワークショップ、現地見学会の開催を実施し、成果が河北新報社に記事として記載された。また、ドイツバイオマス研究センターとの共同研究成果を海外学会で発表し、国際的な成果の普及にも努めた。

**b リグニンの高度利用技術の開発**

**<結果概要>**

年度計画である①「改質リグニンの製造と安定供給技術の開発において、濾別システムの導入により改質リグニンの精製工程を効率化する。」に対して、改質リグニンの製造プロセス開発において、改質リグニンの濾別を可能とし、電気消費量を遠心分離使用の 1/3 に削減した。②「ベンチプラントのオペレーションにおいて、回収薬剤の物性を均一化し薬液リサイクル効率を大幅に向上させる。」に対して、使用した薬剤を均一化してリサイクルする手法を見出し、リサイクル率 90 %を達成した。

**<具体的内容>**

- ① 改質リグニン沈殿生成時の温度制御と、改質リグニンから開発した凝集剤(カチオン化リグニン)の導入による粒子径コントロールにより、その濾別を可能とした。これにより、遠心分離法と比較して電気消費量を 1/3、プロセスコストを目標 300 円/kg のところ、266 円/kg まで削減した。
- ② 薬液のリサイクルは、改質リグニンの分離に使用したポリエチレングリコール(PEG)うわずみを、酸性状態のまま煮沸すると PEG の活性が復帰し再使用できることを見出し、リサイクル率 90 %以上を可能とした。これらの成果は、【難易度:高】とされているリグニンを高付加価値素材化し、さらにその実用化を達成することにつながる重要なステップである。
- ③ その他の成果として、改質リグニンから世界で初めて 3D プリント用基材の開発に成功した。また、改質リグニン製造に使用する PEG の種類を変えて、様々な用途に対応できる改質リグニンのデザインを可能とした。

**<普及への取組>**

- ①②改質リグニンをを用いた熱硬化性樹脂製造では、新規製造技術を開発し特許を出願した。森林・林業白書及び朝日新聞に、研究成果が記載された。公開シンポジウム「材料利用を可能とするリグニンの正体」、技術者向けセミナー「SIP リグニン夏のセミナー」を開催し、開発技術の普及に努めた。さらに、動画コンテンツ(日本発希望の新素材「改質リグニン」)を制作して技術の普及に努めると共に、コンソーシアムと改質リグニン製造ベンチプラントのパンフレットの配布、新機能性材料展等の各種展示会での展示、公益法人のイベントへの講師派遣、改質リグニン製造ベンチプラント見学 11 件に対応する等、成果の普及に取り組んだ。

**c 機能性抽出成分の抽出・利用技術の開発**

**<結果概要>**

年度計画である①「樹皮等から見出された機能性成分の特性を解明するとともに、利活用に必要な抽出技術等を開発する。」に対して、トドマツの精油や樹脂が酸化抑制効果や抗菌性に優れていることを見出し、それら成分の減圧式マイクロ波水蒸気蒸留器による効率的な抽出方法を開発した。②「竹を原料とする有用な生物活性素材(機能性抽出液、建築資材等)の量産試験、性能評価、利用実証を行うとともに、製造コストを評価する。」に対して、マイクロ波処理技術を用いた竹の機能性素材(抽出液、抽出残渣)大量製造条件を確立し、抽出液の抗炎症作用を見出し、安全性を確認した。さらに抽出液の人に対するリラックス効果の利用実証試験を行い、その効果を確認した。抽出残渣について、その消臭機能向上と、残渣を原料として調製した CNF によるポリプロピレン(PP)樹脂強度の向上を達成した。加えて、これらの用途を見据えた製造コストを試算した。

**<具体的内容>**

- ① トドマツ樹皮含有精油成分に含まれる  $\beta$ -フェランドレン等複数のモノテルペン類が、気相下での高い酸化抑制効果を発現し、空気浄化作用に優れていることを明らかにした。またトドマツ樹皮の樹脂成分に多く含まれる cis-アビエノールは、材腐朽菌等に対する高い抗菌性を示した。それら有用成分の効率的抽出・分離手法として減

圧式マイクロ波水蒸気蒸留法を用いた手法を開発した。

②竹抽出液の皮膚接触安全性、炎症活性、人に対するリラクセス効果を確認した。また、抽出残渣の炭化処理により、その消臭機能を向上させた。さらに抽出残渣から調製した CNF の PP 樹脂への添加により、その引っ張り強度の向上を達成した。抽出液及び抽出残渣製造条件では、抽出残渣の含水率 15 % を指標とすることが品質管理上重要であった。製造コストは、抽出残渣を 100 円/kg で販売できる場合、抽出液は 6300 円/kg となり、同類の市販品(アロエ液)の半分であり、事業化の可能性があると判断した。

#### <普及への取組>

①機能性の認められた抽出成分に関する研究成果の一部を基に、民間企業と共同研究を実施した。また、海外の研究機関とも連携して研究を行い、国際的な成果の普及に努めた。

②実際に放置竹林の竹を利用するため、地元自治体等と連携して事業化の検討を行った。森林・林業白書に竹関連成果として記載された。また、バイオマス関連の展示会やシンポジウム等で成果の一部についてポスター展示や講演を行い成果の普及に努めた。

## 2. 評価指標等の観点

### 評価指標1-1: 国の施策や社会的ニーズに対応した具体的な取組又は成果の事例

平成 28 年 5 月に閣議決定された「森林・林業基本計画」に対する具体的な取組として、望ましい安定供給体制に対して、丸太のヤング率を精度よく測定する円錐台モデルの開発(ウア a-①)、違法伐採対策の推進及び原木段階での強度を含むきめ細かな選別による歩留まり向上に対して、成長錐コア自動採取装置の開発(ウア a-②)、品質・性能の確かな製品供給等に対応して、304FJ 材、404FJ 材の性能評価(ウア b-①)、地域材の高付加価値化に対して、超臨界流体を用いた熱処理の有効な処理条件の解明(ウア b-②)、木材利用による健康・環境貢献度についての科学的根拠の収集・整理に対して、木材の嗅覚刺激が人間の生理面に与える影響の評価手法の開発(ウア b-③)を行った。この他、国が進める政策を推進するため、大径材の強度予測プロジェクト(総合的な TPP 関連政策大綱)(ウア a)や CLT 関連プロジェクト 5 件(未来投資戦略 2017(木材需要の拡大のため、中高層建築物等への利用の推進))(ウア b)を実施した。

国の施策である、「未来投資戦略 2017」に記載された林業の成長産業化及びその中のセルロースナノファイバーやリグニンの製品化に関して、CNF を始めとする木材多糖類の用途開発や性質評価(ウイ a-①)、改質リグニンの製造・利用技術開発(ウイ b-①②)では研究コンソーシアムを構築し、それぞれの技術の実用化を目指した開発に取り組んだ。また、「バイオマス活用推進基本計画」等の木質バイオマスの活用推進に対して、半炭化舗装材開発(ウイ a-②)、樹皮や竹等に含まれる未利用抽出成分の利用技術開発(ウイ c-①②)も同様に、コンソーシアムを構築して施策を具体化するための研究開発を行った。これらは共に、成果を出口に結びつけるために多くの企業等と連携してその進捗を図った。

#### モニタリング指標1-1(1): 行政機関との研究調整会議等の実施状況

9 月及び 2 月に林野庁木材産業課、木材利用課、研究指導課と木材関係研究調整会議を実施し、各種施策や研究・技術開発の推進に関し意見交換を行い、引き続き密に連携協力し合うことを確認した(ウア、ウイ)。

林野庁特用林産対策室との研究調整会議を行い、竹利用等の情報を提供した(ウイ a-②、c-①②)。また、林野庁勉強会で改質リグニンおよび CNF のレクチャーをそれぞれ行った(ウイ a-①、b-①②)。さらに、改質リグニンおよび CNF 研究の今後の方向性に関して、林野庁研究指導課と意見交換を行った(ウイ a-①、b-①②)。

#### モニタリング指標1-1(2): 外部資金等による研究課題件数及び金額

平成 29 年度の外部資金による研究課題は 28 件であり、そのうち 5 件は新規課題である。平成 29 年度の外部資金は 344 百万円であった(ウア)。

平成 29 年度の外部資金による研究課題は 14 件であり、そのうち 5 件は新規課題である。平成 29 年度の外部資金は 458 百万円であった(ウイ)。

#### モニタリング指標1-1(3): 学術論文、学会発表等による研究成果の発信状況

平成 29 年度における課題ウアの学術論文は 58 編(原著論文 39 編、総説 13 編、短報 6 編)、学会発表は 159 件、公刊図書は 12 件であった。

平成 29 年度における課題ウイの学術論文は 19 編(原著論文 17 編、総説 1 編、短報 1 編)、学会発表は 69 件、公刊図書は 1 件であった。

これらの学術論文のうち 4 編について研究最前線としてホームページの研究紹介(研究成果)に掲載し、成果の普及のため情報発信に努めた。

### 評価指標2-1: 研究開発成果等の普及促進への取組実績

開発した成長錐コア自動採取装置の特許を出願し、同装置のデモを国内各学会で行うことにより技術の普及を行った(ウア a-②)。また、民間企業と実用機の販売を行った。「柱梁接合構造」について特許を民間企業と共同出願した(ウア b)。マイクロフィンガージョイントの一連の研究成果が、2017 年 10 月に改正された集成材の JAS 規格に反映された(ウア b)。アグリビジネス創出フェア 2017、グリーンフェスティバル 2017、福島県林業祭、日本木工機械展/ウッドエコテック 2017 等の展示会において、研究開発状況をポスター及び展示物を用いて発信した(ウア a、ウア b)。

CNF 利用開発では、成果の橋渡し先となる複数の民間企業と共同研究契約を含めた詳細な打ち合わせを実施し、成果の普及促進に取り組んでいる。また、7 件の各種展示会、18 件の見学に対応し、成果の普及に努めた。さらに、ドイツで行われた第 8 回 ICFPA 国際 CEO 円卓会議における Blue Sky Young Researchers and Innovation Award の受賞や、アメリカ化学会(ACS)から招待講演を受けるなど、海外での成果普及にも努めた(ウイ a-①)。半炭化処理木質舗装材開発でも、展示会での成果発表を実施し、成果が河北新報社に記事として記載された。また、平成 27 年度に MOU を締結したドイツバイオマス研究センター(DBFZ)と、半炭化処理の共同研究を実施し、成果を現地の学会で報告した(ウイ a-②)。「森林・林業白書」事例 I-8 スギリグニンを工業材料として利用するための技術開発の取組」および朝日新聞に研究成果が記載された。公開シンポジウム「材料利用を可能とするリグニンの正体」、技術者向けセミナー「SIP リグニン夏のセミナー」を開催し、開発技術の普及に努めた。更に、動画コンテンツ(日本発希望の新素材「改質リグニン」)を制作して技術の普及に努めるとともに、コンソーシアムと改質リグニン製造ベンチプラントのパンフレットの配布、新機能性材料展等の各種展示会での展示、公益法人のイベントへの講師派遣、改質リグニン製造ベンチプラント見学 11 件に対応する等、成果の普及に取り組んだ(ウイ b-①②)。機能性の認められた抽出成分に関する研究成果

	<p>の一部を基に民間企業と共同研究を実施した。また、スウェーデン王立工科大学、スウェーデン森林研究所、スウェーデン農業科学大学、合衆国オレゴン州立大学と連携研究を実施し、国際的な成果の普及にも努めた(ウイ c-①)。竹の用途開発では、香川県三豊市や地元企業と事業化に向けた詳細な打ち合わせを行っている。また成果は森林・林業白書に「竹の有効利用法」として記載された。さらに、バイオマス関連の展示会やシンポジウム等で成果の一部についてポスター展示や講演を行い成果の普及に努めた(ウイ c-②)。</p> <p><b>モニタリング指標2-1(1):講演会、出版物(技術マニュアル等)による成果の発信状況</b>          書籍「木材の物理」(出版:海青社)を分担執筆し、木材の基礎知見の普及を図った(ウア a)。(公社)日本木材加工技術協会の「構造用集成材の製品計画および製造に関する講習会テキスト」に日本の平衡含水率の図を掲載した(ウア a)。国産材合板の研究成果を反映したマニュアル「ネダノマニュアル Ver.8-2」が日本合板工業組合連合会より出版された(ウア a)。成果報告会「木の良さを科学するー木材がひとの触・視・嗅に及ぼす影響ー」の開催、CLT 建築物に関する現地検討会(九州支所)を行った(ウア b)。          CNF の用途開発を進めるために、CNF サンプル(1.6%スラリー 1kg)の一般への頒布を行った。成果報告会およびパンフレットを作成して nano tech 2018 展示会で事業の成果を発信した(ウイ a-①)。半炭化処理木質舗装材に関しても、成果報告会および半炭化技術ワークショップ(奈良)を開催した(ウイ a-②)。リグニンの材料利用に関する公開シンポジウムを主催して開催すると共に技術に関する講演を行い、普及に努めた。また、研究セミナーを開催して技術の普及に努めた。加えて、改質リグニンに関する研究成果の普及のため、動画コンテンツを制作し活用した(ウイ b-①②)。平成 29 年度木質バイオマス加工・利用システム開発事業成果報告会、及び同事業取組紹介パンフレット(講演会出席者約 200 名、パンフレットは出席者を含め広く配布)を作成した(ウイ c-②)。</p> <p><b>モニタリング指標2-1(2):技術指導、研修会等への講師等派遣状況</b>          委員会対応 203 件 492 回、技術指導講師 7 件 27 回、依頼講演 70 件 78 回、研修会講師 4 件 4 回、その他教育・指導対応 18 件、国際交渉対応 4 件(ウア)。          委員会対応 12 件 18 回、技術指導講師 3 件 4 回、依頼講演 7 件 7 回、研修会講師 0 件 0 回、その他教育・指導対応 1 件、国際交渉対応 0 件(ウイ)。</p> <p><b>モニタリング指標2-1(3):調査、分析、鑑定等の対応件数</b>          平成 29 年度における課題ウアの調査対応が 16 件、分析対応 14 件、鑑定対応 1 件であった。          平成 29 年度における課題ウイの調査対応が 0 件、分析対応 0 件、鑑定対応 0 件であった。</p>				
<p>自己評価</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="403 630 627 654"> <p>評価</p> </td> <td data-bbox="627 630 2119 654"> <p>A</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="403 654 2119 1477"> <p><b>&lt;研究課題の成果&gt;</b>                  「(ア)資源状況及びニーズに対応した木材の利用技術の開発及び高度化」では、非破壊的技術による丸太の選別法の高度化につながる成果とともに、木材切削時の欠点発現機構を明らかにすることで、切削仕上げ面の品質向上につながる成果を挙げ、着実に年度計画を達成し、その他の成果として、成長錐コア自動採取装置の開発、CLT の効率的製造・性能確保技術の開発を行った。また、枠組壁工法構造用たて継ぎ材(スリーバイフォー材、フォーバイフォー材)の強度特性を明らかにするとともに、化学改質により木材の寸法安定性を高める超臨界流体を用いた熱処理の有効な処理条件を明らかにした。さらに、木材の嗅覚刺激の生理応答を評価する指標を開発し、年度計画を達成したほか、CLT の製造条件データベースを構築し強度性能評価ソフトを開発し、JAS の改正や基準強度の告示に反映される成果を挙げた。外部評価委員からは、研究成果とともに成果の実装への努力が評価された。以上により、ウアの自己評価は、外部評価委員 2 名による a 評価も踏まえ、計画を上回る達成と考え a とする。                  「(イ)未利用木質資源の有効物質への変換及び利用技術の開発」では、一貫製造プロセスで製造する CNF の特徴を表す指標を明らかにし、品質を明示することにより CNF の出口開発分野との連携を加速する成果を挙げた。半炭化舗装材においても、燃焼残渣のデータ解析から燃焼灰のカスケード利用を提案することができた。改質リグニン製造工程の効率化では、実用レベルのプロセスコストを達成するとともに、その利用技術において商業化可能な高付加価値製品を開発した。また、未利用資源である樹皮の有効利用の一環として、高い付加価値が期待できる精油成分、樹脂成分の抽出・利用法を開発した。さらに、竹の有効利用の一環として、マイクロ波抽出法を用いた総合利用法を開発し、機能性抽出液及びその残渣の有効利用の方法を開発し、製造コスト試算により事業性があることを示した。ウイでは、【難易度:高】の中長期目標を達成するため、高いレベルの年度計画を掲げて研究開発を実施しているにもかかわらず、着実に目標を達成しており、中期計画期間内の目標達成は可能と判断する。加えて、今回得られた成果は、それぞれ実用化に近づく内容となっている。以上により、ウ(イ)の自己評価は、外部評価委員 2 名による a 評価も踏まえ、a とする。</p> <p><b>&lt;評価軸に基づく評価&gt;</b>  <b>評価軸1:取組又は成果は国の施策や社会的ニーズに合致しているか。</b>                  本重点課題では、「評価指標1-1」に示すように、「バイオマス活用推進基本計画」、「森林・林業基本計画」等に対応した取組を実施しており、原木段階での強度を含むきめ細かな選別による歩留まり向上や、品質・性能の確かな製品供給等、地域材の高付加価値化につながる成果を挙げ、また木材利用による健康・環境貢献度についての科学的根拠の収集・整理を推進した。また、CNF およびリグニン関連課題に関しては、「未来投資戦略 2017」に記載された事項を達成するための具体的取組を実施し、成果を挙げている。特に、リグニン研究は、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラムの課題として実施し、内閣府が主催する SIP の公式イベントにおける展示や、JST 主催科学イベント「サイエンスアゴラ」に出展依頼される等、国の施策や社会ニーズに対応した成果を挙げている。                  以上により、評価軸 1 に基づく重点課題ウの自己評価を a とする。</p> <p><b>評価軸2:研究開発成果等の普及に貢献しているか。</b>                  本重点課題では、「評価指標2-1」に示すように、積極的な成果の普及に努めており、アグリビジネス創出フェア 2017、グリーンフェスティバル 2017、福島県林業祭、日本木工機械展/ウッドエコテック 2017 等、多くの展示会において、研究開発状況をポスター及び展示物を用いて発信した。木材の利用技術に関しては、多数の委員会に対応するとともに、技術指導や依頼講演を行った。CNF の課題では所の HP の利用、パンフレットを作成しての普及活動等が、多くの見学依頼への対応につながり、半炭化舗装材では、着実な成果の普及を図った結果がメディア広報につながった。さらに、CNF 関連課題で Blue Sky Young Researchers and Innovation Award の受賞や、アメリカ化学会から招待講演を受けるなど、成果が世界的に評価されている。改質リグニンの関連では、公開シンポジウム(材料利用を可能とするリグニンの正体)を主催し、技術を大きく広報することに成功した。また、技術者向けのセミナー(SIP リグニン夏のセミナー)を開催し、開発技術の普及に努め</p> </td> </tr> </table>	<p>評価</p>	<p>A</p>	<p><b>&lt;研究課題の成果&gt;</b>                  「(ア)資源状況及びニーズに対応した木材の利用技術の開発及び高度化」では、非破壊的技術による丸太の選別法の高度化につながる成果とともに、木材切削時の欠点発現機構を明らかにすることで、切削仕上げ面の品質向上につながる成果を挙げ、着実に年度計画を達成し、その他の成果として、成長錐コア自動採取装置の開発、CLT の効率的製造・性能確保技術の開発を行った。また、枠組壁工法構造用たて継ぎ材(スリーバイフォー材、フォーバイフォー材)の強度特性を明らかにするとともに、化学改質により木材の寸法安定性を高める超臨界流体を用いた熱処理の有効な処理条件を明らかにした。さらに、木材の嗅覚刺激の生理応答を評価する指標を開発し、年度計画を達成したほか、CLT の製造条件データベースを構築し強度性能評価ソフトを開発し、JAS の改正や基準強度の告示に反映される成果を挙げた。外部評価委員からは、研究成果とともに成果の実装への努力が評価された。以上により、ウアの自己評価は、外部評価委員 2 名による a 評価も踏まえ、計画を上回る達成と考え a とする。                  「(イ)未利用木質資源の有効物質への変換及び利用技術の開発」では、一貫製造プロセスで製造する CNF の特徴を表す指標を明らかにし、品質を明示することにより CNF の出口開発分野との連携を加速する成果を挙げた。半炭化舗装材においても、燃焼残渣のデータ解析から燃焼灰のカスケード利用を提案することができた。改質リグニン製造工程の効率化では、実用レベルのプロセスコストを達成するとともに、その利用技術において商業化可能な高付加価値製品を開発した。また、未利用資源である樹皮の有効利用の一環として、高い付加価値が期待できる精油成分、樹脂成分の抽出・利用法を開発した。さらに、竹の有効利用の一環として、マイクロ波抽出法を用いた総合利用法を開発し、機能性抽出液及びその残渣の有効利用の方法を開発し、製造コスト試算により事業性があることを示した。ウイでは、【難易度:高】の中長期目標を達成するため、高いレベルの年度計画を掲げて研究開発を実施しているにもかかわらず、着実に目標を達成しており、中期計画期間内の目標達成は可能と判断する。加えて、今回得られた成果は、それぞれ実用化に近づく内容となっている。以上により、ウ(イ)の自己評価は、外部評価委員 2 名による a 評価も踏まえ、a とする。</p> <p><b>&lt;評価軸に基づく評価&gt;</b>  <b>評価軸1:取組又は成果は国の施策や社会的ニーズに合致しているか。</b>                  本重点課題では、「評価指標1-1」に示すように、「バイオマス活用推進基本計画」、「森林・林業基本計画」等に対応した取組を実施しており、原木段階での強度を含むきめ細かな選別による歩留まり向上や、品質・性能の確かな製品供給等、地域材の高付加価値化につながる成果を挙げ、また木材利用による健康・環境貢献度についての科学的根拠の収集・整理を推進した。また、CNF およびリグニン関連課題に関しては、「未来投資戦略 2017」に記載された事項を達成するための具体的取組を実施し、成果を挙げている。特に、リグニン研究は、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラムの課題として実施し、内閣府が主催する SIP の公式イベントにおける展示や、JST 主催科学イベント「サイエンスアゴラ」に出展依頼される等、国の施策や社会ニーズに対応した成果を挙げている。                  以上により、評価軸 1 に基づく重点課題ウの自己評価を a とする。</p> <p><b>評価軸2:研究開発成果等の普及に貢献しているか。</b>                  本重点課題では、「評価指標2-1」に示すように、積極的な成果の普及に努めており、アグリビジネス創出フェア 2017、グリーンフェスティバル 2017、福島県林業祭、日本木工機械展/ウッドエコテック 2017 等、多くの展示会において、研究開発状況をポスター及び展示物を用いて発信した。木材の利用技術に関しては、多数の委員会に対応するとともに、技術指導や依頼講演を行った。CNF の課題では所の HP の利用、パンフレットを作成しての普及活動等が、多くの見学依頼への対応につながり、半炭化舗装材では、着実な成果の普及を図った結果がメディア広報につながった。さらに、CNF 関連課題で Blue Sky Young Researchers and Innovation Award の受賞や、アメリカ化学会から招待講演を受けるなど、成果が世界的に評価されている。改質リグニンの関連では、公開シンポジウム(材料利用を可能とするリグニンの正体)を主催し、技術を大きく広報することに成功した。また、技術者向けのセミナー(SIP リグニン夏のセミナー)を開催し、開発技術の普及に努め</p>	
<p>評価</p>	<p>A</p>				
<p><b>&lt;研究課題の成果&gt;</b>                  「(ア)資源状況及びニーズに対応した木材の利用技術の開発及び高度化」では、非破壊的技術による丸太の選別法の高度化につながる成果とともに、木材切削時の欠点発現機構を明らかにすることで、切削仕上げ面の品質向上につながる成果を挙げ、着実に年度計画を達成し、その他の成果として、成長錐コア自動採取装置の開発、CLT の効率的製造・性能確保技術の開発を行った。また、枠組壁工法構造用たて継ぎ材(スリーバイフォー材、フォーバイフォー材)の強度特性を明らかにするとともに、化学改質により木材の寸法安定性を高める超臨界流体を用いた熱処理の有効な処理条件を明らかにした。さらに、木材の嗅覚刺激の生理応答を評価する指標を開発し、年度計画を達成したほか、CLT の製造条件データベースを構築し強度性能評価ソフトを開発し、JAS の改正や基準強度の告示に反映される成果を挙げた。外部評価委員からは、研究成果とともに成果の実装への努力が評価された。以上により、ウアの自己評価は、外部評価委員 2 名による a 評価も踏まえ、計画を上回る達成と考え a とする。                  「(イ)未利用木質資源の有効物質への変換及び利用技術の開発」では、一貫製造プロセスで製造する CNF の特徴を表す指標を明らかにし、品質を明示することにより CNF の出口開発分野との連携を加速する成果を挙げた。半炭化舗装材においても、燃焼残渣のデータ解析から燃焼灰のカスケード利用を提案することができた。改質リグニン製造工程の効率化では、実用レベルのプロセスコストを達成するとともに、その利用技術において商業化可能な高付加価値製品を開発した。また、未利用資源である樹皮の有効利用の一環として、高い付加価値が期待できる精油成分、樹脂成分の抽出・利用法を開発した。さらに、竹の有効利用の一環として、マイクロ波抽出法を用いた総合利用法を開発し、機能性抽出液及びその残渣の有効利用の方法を開発し、製造コスト試算により事業性があることを示した。ウイでは、【難易度:高】の中長期目標を達成するため、高いレベルの年度計画を掲げて研究開発を実施しているにもかかわらず、着実に目標を達成しており、中期計画期間内の目標達成は可能と判断する。加えて、今回得られた成果は、それぞれ実用化に近づく内容となっている。以上により、ウ(イ)の自己評価は、外部評価委員 2 名による a 評価も踏まえ、a とする。</p> <p><b>&lt;評価軸に基づく評価&gt;</b>  <b>評価軸1:取組又は成果は国の施策や社会的ニーズに合致しているか。</b>                  本重点課題では、「評価指標1-1」に示すように、「バイオマス活用推進基本計画」、「森林・林業基本計画」等に対応した取組を実施しており、原木段階での強度を含むきめ細かな選別による歩留まり向上や、品質・性能の確かな製品供給等、地域材の高付加価値化につながる成果を挙げ、また木材利用による健康・環境貢献度についての科学的根拠の収集・整理を推進した。また、CNF およびリグニン関連課題に関しては、「未来投資戦略 2017」に記載された事項を達成するための具体的取組を実施し、成果を挙げている。特に、リグニン研究は、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラムの課題として実施し、内閣府が主催する SIP の公式イベントにおける展示や、JST 主催科学イベント「サイエンスアゴラ」に出展依頼される等、国の施策や社会ニーズに対応した成果を挙げている。                  以上により、評価軸 1 に基づく重点課題ウの自己評価を a とする。</p> <p><b>評価軸2:研究開発成果等の普及に貢献しているか。</b>                  本重点課題では、「評価指標2-1」に示すように、積極的な成果の普及に努めており、アグリビジネス創出フェア 2017、グリーンフェスティバル 2017、福島県林業祭、日本木工機械展/ウッドエコテック 2017 等、多くの展示会において、研究開発状況をポスター及び展示物を用いて発信した。木材の利用技術に関しては、多数の委員会に対応するとともに、技術指導や依頼講演を行った。CNF の課題では所の HP の利用、パンフレットを作成しての普及活動等が、多くの見学依頼への対応につながり、半炭化舗装材では、着実な成果の普及を図った結果がメディア広報につながった。さらに、CNF 関連課題で Blue Sky Young Researchers and Innovation Award の受賞や、アメリカ化学会から招待講演を受けるなど、成果が世界的に評価されている。改質リグニンの関連では、公開シンポジウム(材料利用を可能とするリグニンの正体)を主催し、技術を大きく広報することに成功した。また、技術者向けのセミナー(SIP リグニン夏のセミナー)を開催し、開発技術の普及に努め</p>					

様式2-1-4-1 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調書(研究開発成果の最大化その他業務の質の向上に関する事項)様式

		<p>た。さらに、動画コンテンツ(日本発希望の新素材「改質リグニン」)を制作して技術の普及に努めるとともに、コンソーシアムと改質リグニン製造ベンチプラントのパンフレットの改定と配布、新機能性材料展での成果展示、公益法人のイベントへの講師派遣等の活動を精力的に行った。また、所内に設置した改質リグニン製造ベンチプラント見学 11 件に対応する等、普及と情報発信に貢献した。</p> <p>以上の顕著な取組及び成果により、評価軸 2 に基づく重点課題ウの自己評価を a とする。</p>	<p>このように、本重点課題では、取組又は成果が国の施策や社会的ニーズに合致し、年度計画に予定された目標を達成するとともに、多様な CLT の強度特性解明や成長錘自動採取装置の実用化及び改質リグニンの利用技術開発など特筆すべき重要な成果も多く得られている。また、多くの民間企業と共同開発を行い、成果の実用化に向けて大きな前進が認められ、さらに展示会や講演会での広報など研究開発成果の普及等にも非常によく貢献している。</p> <p>以上のことから、「A」評定とした。</p>
主務大臣による評価	<p>評定</p>	<p>A</p>	<p>&lt;評定に至った理由&gt;                  本課題で取り組んでいる木材及び木質資源の利用技術開発に関する研究においては、森林・林業基本計画に掲げられている「木材産業の競争力強化」や「新たな木材需要の創出」、また、「未来投資戦略 2017」に掲げられている林業の成長産業化の「木材需要の拡大」に資する成果が上げられており、国の施策や社会的ニーズに合致した技術開発が着実に進められていることに加え、計画以上の成果も見られることから「A」と評定する。</p> <p>具体的には、丸太のヤング率を振動試験から精度良く測定するモデルの開発、成長錐コア自動採取装置の開発・製品化や、CLT の製造条件データベースを構築して強度性能評価ソフトを開発したこと、また、枠組壁工法構造用たて継ぎ材としてのスリーバイフォー材及びフォーバイフォー材の強度特性を明らかにし、新たな JAS 製品として導入可能であることを明らかにしたこと、トドマツ樹皮からの抽出成分について、酸化抑制効果、空気清浄作用及び抗菌性があることを見出すとともに、これらの有効成分の効率的な抽出・分離方法として減圧式マイクロ波水蒸気蒸留法を用いた手法を開発したことが挙げられる。</p> <p>さらに、その他の成果として、CNF については製品化に向けての研究開発に対しても着実な成果が得られるとともに、国際的な評価も受けており、今後の進展が期待される。改質リグニンについては、世界で初めて 3D プリント用基材としての開発に成功するなど、計画以上の成果を高く評価する。</p>

<p>4. その他参考情報</p>
-------------------

様式2-1-4-1 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調査(研究開発成果の最大化その他業務の質の向上に関する事項)様式

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
第1-1-(1)-エ	第1 研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項 1 研究開発業務 (1) 研究の重点課題 エ 森林生物の利用技術の高度化と林木育種による多様な品種開発及び育種基盤技術の強化		
関連する政策・施策	農業の持続的な発展 戦略的な研究開発と技術移転の加速化	当該事業実施に係る根拠 (個別法条文など)	国立研究開発法人森林研究・整備機構法第13条第1項第1号、第3号
当該項目の重要度、 難易度	【難易度:高】あり、【重要度:高】あり	関連する研究開発評価、政策 評価・行政事業レビュー	政策評価書:事前分析表農林水産省30-⑩ 行政事業レビューシート事業番号:0188

2. 主要な経年データ											
①主な参考指標情報						②主要なインプット情報(財務情報及び人員に関する情報)					
	28年度	29年度	30年度	31年度	32年度		28年度	29年度	30年度	31年度	32年度
研究論文数	68件	81件				予算額(千円)	2,734,987	2,594,417			
口頭発表数	209件	253件				(うち科研費)					
公刊図書数	5件	6件				決算額(千円)	2,734,987	2,594,417			
その他発表数	112件	113件				(うち科研費)					
エ(ア)の評価	b	b				経常費用(千円)	2,734,987	2,594,417			
エ(イ)の評価	a	a									
行政機関との研究調整会議等	12件	10件				経常利益(千円)	2,610,461	2,582,592			
外部資金等による課題件数及び金額	53件, 437.1百万円	59件, 427百万円									
開発品種等の種類と数						行政サービス実施 コスト(千円)	4,028,902	2,405,194			
・エリートツリー	53系統	69系統									
・開発品種	47品種	39品種									
講演会、出版物による成果の発信状況	87回	81回				従事人員数	67.6	73.1			
講師派遣等による都道府県等への技術指導の実施状況	213回	228回									
要望に基づく種苗の配布状況	15,455本	17,866本									

注) 予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載

3. 中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価及び主務大臣による評価	
中長期目標	<p>(ア) 生物機能の解明による森林資源の新たな有効活用技術の高度化 地球規模の気候変動や土壌荒廃等の環境問題が森林生態系に影響を及ぼし、森林資源の持続的利用が危惧される中、樹木、きのこ及び微生物が有する生物機能を解明し新たに有効活用する技術の高度化が求められている。 このため、分子生物学を始めとする先端技術を活用し、樹木等のストレス耐性や代謝産物に関する分子基盤を解明するとともに、その機能性を利用した環境保全技術、花粉発生源対策に資する不稔性遺伝子等の遺伝子利用技術、高機能かつ安全なきのこ生産技術【難易度:高】等を開発する。これらの目標を本中長期目標期間終了時まで達成する。 なお、遺伝子ゲノム情報のデータベースを公開し広く情報発信するとともに、行政機関、大学、研究機関、関係団体及び民間企業等と連携しながら、国内外において生物機能の有効活用による森林資源の保全及び林産物の生産性の向上へ貢献する。 【難易度:高】:高級菌根性きのこの栽培は、これまで確実に栽培に成功した事例がないため。</p> <p>(イ) 多様な優良品種等の開発と育種基盤技術の強化 地球温暖化防止、林業の成長産業化、花粉発生源対策等の重要施策の推進に貢献する優れた品種の開発とその早期普及が求められている。また、優良品種の早期開発に資する高速育種技術、林木遺伝資源の有効利用技術及びバイオテクノロジーの高度化等の技術開発が重要となっている。 このため、エリートツリー(第2世代以降の精英樹)や少花粉等の社会ニーズに対応した優良品種の開発及びゲノム情報を活用した高速育種等の育種技術を開発する【重要度:高】。また、トレーサビリティの確保等による優良品種等の適正かつ早期の普及技術、新たな需要が期待できる早生樹等の林木遺伝資源の収集、評価及び保存技術、遺伝子組換え等林木育種におけるバイオテクノロジー技術を開発する。さらに、国際的な技術協力や共同研究を通じた林木育種技術を開発する。これらの目標を</p>

	<p>本中長期目標期間終了時まで達成する。          なお、都道府県等に対し優良品種等の種苗の配布や採種園等の造成・改良に関する技術指導等を行うとともに、開発品種の特性に関する情報提供を行い、開発した優良品種等の早期普及を図る。  <b>【重要度:高】</b>:エリートツリーの開発及び少花粉スギ等の優良品種の開発は、森林吸収源対策、花粉発生源対策として国民経済的にも極めて重要であるため。</p>
<p>中長期計画</p>	<p>(ア)生物機能の解明による森林資源の新たな有効活用技術の高度化          森林生態系に影響を及ぼす環境問題等への対応及び森林資源の持続的な利用のため、分子生物学等の先端技術を活用して樹木が有する様々な機能を解明し、新たに有効活用する技術を高度化する必要がある。また、きのこや森林微生物のもつ食用、腐朽分解、代謝などの特異な生物機能を解明し、産業創出に寄与すべく新たな利用法を開発する必要がある。このため、以下の2つの課題に取り組む。  <b>a</b> 樹木の生物機能の解明とその機能性の新たな有効活用          ゲノム情報や分子生物学等の先端技術を活用し、樹木等の環境ストレス耐性、成長・分化及び代謝産物に関する分子基盤の解明とその機能性を利用した森林資源・環境保全技術等の開発、花粉発生源対策に資する不稔性遺伝子等有用遺伝子の特定及び機能評価、森林樹木の遺伝子流動評価、気候変動・環境変化に対する適応関連遺伝子の保有状況の解明と利用技術の開発を行う。  <b>b</b> きのこ及び微生物が有する生物機能の解明と新たな有効活用          きのこに含まれる機能性成分についてその評価と品質安定化等の利用技術の開発、原木栽培シタケの放射性セシウム抑制技術の開発、マツタケなど2種以上の高級菌根性きのこの栽培技術の開発、森林微生物の木材腐朽等の生物機能の解明及び微生物を応用したリグニン等芳香族成分の新規有用物質への変換技術の開発、及びPCB等の難分解性化合物の微生物分解機構の解明を行う。          さらに、得られた遺伝情報等に関する成果は、遺伝子データベースとして充実を図り、新たな種の情報及び針葉樹において1万以上の新規遺伝子の情報を追加するとともに、森林総合研究所から発信する公開データベース等を用いて世界に向け広く情報発信する。また、環境保全技術やきのこに係る成果は、行政機関、大学、民間企業等と連携しながら、森林資源の保全及びきのこの生産性の向上に貢献する。</p> <p>(イ)多様な優良品種等の開発と育種基盤技術の強化          地球温暖化防止、林業の成長産業化、花粉発生源対策等の重要施策の推進に貢献する観点から、優良品種等の開発とそれに資する高速育種技術、優良品種等の早期普及技術の開発、林木遺伝資源の有効利用技術、バイオテクノロジーの高度化及び国際的な技術協力を通じた林木育種技術の開発が求められている。このため、以下の2つの課題に取り組む。  <b>a</b> エリートツリーと優良品種の開発及び高速育種等の育種技術の開発          林業種苗における多様なニーズに対応するため、エリートツリーを300系統及び第二世代マツノザイセンチュウ抵抗性品種、成長に優れた少花粉品種等の優良品種を150品種開発するとともに、これらの早期開発にも対応可能な高速育種技術等の育種技術の開発を行う。また、特定母樹への申請を積極的に進める。  <b>b</b> 林木遺伝資源、バイオテクノロジー、国際協力等による育種・普及技術の開発          トレーサビリティを確保した原種苗木配布システム等の普及技術の開発を行うとともに、早生樹種等の収集・評価技術や栄養体等を対象とした施設保存技術等林木遺伝資源の利用促進に向けた技術の開発を行う。また、遺伝子組換え雄性不稔スギの野外での特性評価、薬用系機能性樹木の増殖技術の開発等バイオテクノロジーを利用した育種技術の開発を行う。さらに、国際的な技術協力や共同研究を通じて気候変動への適応策等に資する林木育種技術の開発を行う。          さらに、開発された優良品種等の種苗を都道府県等に対し配布するとともに、開発品種の特性に関する情報提供や採種園等の造成・改良に関する技術指導等を都道府県等に対して行うことにより、開発した優良品種等の早期普及を図る。</p>
<p>年度計画</p>	<p>(ア)生物機能の解明による森林資源の新たな有効活用技術の高度化  <b>a</b> 樹木の生物機能の解明とその機能性の新たな有効活用          ①樹木の環境ストレス耐性及び代謝産物に関する分子基盤を解明するために、アルミニウム無毒化タンニンの生合成酵素の遺伝子発現特性を明らかにする。②窒素同化産物であるアミノ酸を分析し、樹木の窒素同化酵素の効率性を評価する。  <b>b</b> きのこ及び微生物が有する生物機能の解明と新たな有効活用          ①シタケ原木栽培における放射性セシウム汚染を低減させるため、ほど木樹皮からほど木内部への放射性セシウム移動量を解明し、ほど木汚染と子実体汚染の関係を明らかにする。②高級菌根性きのこの栽培技術を開発するため、トリュフ感染苗木の生育に適した肥培管理条件を明らかにする。③木質成分の有用物質への変換技術を開発するため、リグニンにカワラタケラッカーゼを作用させ、主要反応成分として有用な低分子化合物を得る効率的な手法を確立する。</p> <p>(イ)多様な優良品種等の開発と育種基盤技術の強化  <b>a</b> エリートツリーと優良品種の開発及び高速育種等の育種技術の開発          ①検定等の進捗状況を踏まえ、エリートツリーについては概ね55系統、マツノザイセンチュウ抵抗性第二世代品種等の優良品種については概ね35品種を目標として開発する。②また、地球温暖化や花粉症等に対応するための優良品種等の早期開発に対応可能な高速育種技術等の育種技術の開発を進める。  <b>b</b> 林木遺伝資源、バイオテクノロジー、国際協力等による育種・普及技術の開発          ①優良品種等の遺伝子型の決定を引き続き進めるとともに、原種苗木配布システムや原種苗木増産技術等の開発を進める。②林木遺伝資源の利用促進に資するため、新たな需要が期待できる早生樹種のコウヨウザンについて、成長、材質等の評価を進め、西南日本地域等に適した優良個体を選定する。③遺伝子組換え雄性不稔スギの野外栽培試験を進め、不稔や成長についての特性評価を行う。④地球温暖化に伴う気候変動への適応策に資するため、ケニア森林研究所との共同研究(JICA技術協力事業)においてメリア次代検定林のデータ解析を進めるとともにアカシア実生検定のデータ収集に着手する。</p>
<p>主な評価軸(評価の視</p>	<p>&lt;評価軸1&gt; 取組又は成果は国の施策や社会的ニーズに合致しているか。</p>

点)、指標等	(評価指標1-1) 国の施策や社会的ニーズに対応した具体的な研究事例及び品種等の開発 (モニタリング指標) (1)行政機関との研究調整会議等の実施状況、(2)外部資金等による研究課題件数及び金額、(3)開発品種等の種類と数及び学術論文等による研究成果の発信状況 <評価軸2> 研究開発成果等の普及に貢献しているか。 (評価指標2-1) 研究開発成果、技術及び開発品種の普及取組状況 (モニタリング指標) (1)講演会、出版物(技術マニュアル等)による成果の発信状況、(2)講師派遣等による都道府県等への技術指導の実施状況、(3)要望に基づく種苗の配布状況
法人の業務実績等・自己評価	業務実績
	<p><b>1. 研究成果の全体像</b>  <b>(ア) 生物機能の解明による森林資源の新たな有効活用技術の高度化</b>  <b>a 樹木の生物機能の解明とその機能性の新たな有効活用</b>                  &lt;結果概要&gt;                  年度計画である①「樹木の環境ストレス耐性及び代謝産物に関する分子基盤を解明するために、アルミニウム無毒化タンニンの生合成酵素の遺伝子発現特性を明らかにする。」に対し、ユーカリから単離したタンニン生合成に関わる糖転移酵素の遺伝子発現特性を明らかにした。②「窒素同化産物であるアミノ酸を分析し、樹木の窒素同化酵素の効率性を評価する。」に対して、窒素同化産物であるアミノ酸を分析した結果、葉緑体グルタミン合成酵素(GS2)を欠くことで窒素同化の効率性が低いことを明らかにした。◎その他の成果として、アルミニウムの無毒化におけるエノテイン B の重要性、未利用漆の塗装技術の開発において良好な塗膜が得られる熱硬化塗装条件、コナラの各地域集団の地理的変化や遺伝的特徴を明らかにした。</p> <p>&lt;具体的内容&gt;                  ①樹木の環境ストレス耐性及び代謝産物に関する分子基盤を解明するため、ユーカリから単離した土壌中のアルミニウムを無毒化するタンニンの生合成の第一段階であるβ-グルコガリン合成を触媒する糖転移酵素の候補の7種の遺伝子発現を解析した。その結果、ユーカリでは糖転移酵素遺伝子の UGT84A 遺伝子 4種(UGT84A25a、-A25b、-A26a、-A26b)がβ-グルコガリン合成を担っていることが明らかになった。                  ②樹木の窒素同化酵素の効率性を評価するため、スギとポプラの葉を様々なCO<sub>2</sub>濃度で処理し、葉のアンモニウムイオンと窒素同化産物であるアミノ酸を分析した。その結果、ポプラと異なりGS2を欠くスギでは、光呼吸において放出されるアンモニアをアミノ酸合成に再利用できないために、光呼吸が増えるとアミノ酸レベルの低下を招くことが確かめられた。                  ◎その他の成果として、樹木の環境ストレス耐性の解明に関連して、ユーカリの根に含まれるタンニンの一種であるエノテイン B がアルミニウムと結合してこれを無毒化できるとを示し、アルミニウム無毒化におけるエノテイン B の重要性を明らかにした。漆の胴枯病(仮称)の病原菌が、分子生物学的手法並びに形態的特徴から新種 <i>Diaporthe toxicodendri</i> であること及び未利用漆の塗装技術の開発において良好な塗膜が得られる熱硬化塗装条件について明らかにした。環境適応等に関連する遺伝子の保有状況を解明するため、コナラの各地域集団の遺伝解析を行い、南北方向での地理的変化や集団間分化などの遺伝的特徴を明らかにした。</p> <p>&lt;普及への取組&gt;                  ①樹木の環境ストレス耐性及び代謝産物に関する分子基盤の解明については、ユーカリのアルミニウム無毒化タンニンの生合成酵素について The Proceedings of the International Plant Nutrition Colloquium 等で公表した。                  ②樹木の窒素同化酵素の効率性の評価については、針葉樹における新たなCO<sub>2</sub>固定モデルの構築について、ファーカーモデルを開発したグラハム・ファーカー教授の2017年京都賞受賞記念ワークショップ(東京大学、2017年11月)において成果のポスター発表を行うとともに、森林総合研究所の夏の一般公開(2017年7月)において樹木のゲノム編集に関するポスター発表を行った。                  ◎その他の取組として、研究によって収集した樹木の遺伝子情報を森林生物遺伝子データベース(ForestGEN)で一般に公開し、森林生物の遺伝子に関する情報源として利用された。人工林の遺伝的組成の歴史的な変化について、静岡県農林技術研究所森林・林業研究センターで成果発表を行い、森林組合、静岡県農林事務所、静岡大学、静岡県立農林大学校、天竜地域の製材店などに対して普及した。漆の胴枯病(仮称)の病原菌の特定や未利用漆を塗装に用いる際の良好な塗膜が得られる条件などについて、第3回丹波漆プロジェクト会議、NPO法人壺木呂の会総会、いわて漆振興実務者連携会議・漆育成に係る分科会、福島県でのウルシ生産者育成に関する研修会、山形うるしの会総会、三戸町ウルシ植栽・保育管理の研修会、NPO法人麗潤館のウルシ林植栽保育・管理に関する研修会などで講演・研修会を行った。第3回「みんなのアレルギー EXPO2017」において、無花粉関連遺伝子に関するポスター発表を行うとともに、季刊森林総研の「無花粉スギの研究最前線」において解説した。</p> <p><b>b きのご及び微生物が有する生物機能の解明と新たな有効活用</b>                  &lt;結果概要&gt;                  年度計画である①「シイタケ原木栽培における放射性セシウム汚染を低減させるため、ほだ木樹皮からほだ木内部への放射性セシウム移動量を解明し、ほだ木汚染と子実体汚染の関係を明らかにする。」に対して、ほだ木汚染量と子実体への蓄積量との相関を明らかにした。②「高級菌根性きのこの栽培技術を開発するため、トリュフ感染苗木の生育に適した肥培管理条件を明らかにする。」に対して、日本産黒トリュフを苗木に効率的に感染させる肥培管理条件を明らかにした【難易度:高】。③「木質成分の有効物質への変換技術を開発するため、リグニンにカワラタケラッカーゼを作用させ、主要反応成分として有用な低分子化合物を得る効率的な手法を確立する。」に対して、高分子残渣リグニンを精製ラッカーゼによって処理することにより、有用な低分子化合物を得る効率的な手法を確立した。◎その他の成果として、シイタケ原木露地栽培における麻布の被覆による放射能汚染の低減効果や、マツタケ変異株がきのこの菌床栽培において重要な高い多糖分解能力を有していることを明らかにした。</p>

<具体的内容>

- ①シイタケ原木栽培における放射性セシウム汚染の低減に向けて、ほだ木汚染と子実体汚染の関係を明らかにするため、シイタケほだ木の汚染量と子実体への蓄積量を測定したところ、両者に一定の相関がみられることを明らかにした。
- ②高級菌根性きのこの栽培技術を開発するため、日本産黒トリュフを苗木に効率的に感染させる肥培管理条件を明らかにした。また、日本産白トリュフは土壌を調整しなくても良好に菌根を形成したことから、得られた菌根苗木を苗畑に植栽して、苗木の生育やトリュフ菌の定着の調査に着手した。
- ③木質成分の有用物質への変換技術の開発にあたって、シラカバ材を同時糖化湿式粉碎処理することにより得た高分子残渣リグニンを、カワラタケ培養液から精製したラッカーゼと pH4.0 の条件下で反応させた結果、単量体の 2,6-ジメトキシ 1,4-ベンゾキノンや安息香酸が検出され、有用な低分子化合物を得る効率的な手法を確立した。
- ◎その他の成果として、シイタケ原木露地栽培の栽培環境において、ほだ木を麻布で被覆することにより周辺環境からの放射能による二次汚染が低減する効果を明らかにした。また、きのこの菌床栽培において重要な多糖分解能力を簡便に評価する方法を活用し、重粒子線照射により作出したマツタケ変異株が野生株より高い多糖分解能力を有することを明らかにした。

<普及への取組>

- ①ほだ木汚染量と子実体汚染量との関係については、県担当者、関係団体及び生産者等を対象とした調査成果説明会において成果の説明と技術の普及を行った。
- ②トリュフ感染苗木の生育に適した肥培管理条件については、信州大学との共催による学生や研究者を対象とした CFMD 国際シンポジウムにおいて説明した。
- ③木質成分の有用物質への変換技術の開発については、リグニン中間代謝物として得られる低分子化合物について、Waste and Biomass Valorization 誌で公表した。
- ◎その他の取組として、ほだ木を麻布で被覆することによる放射能汚染の低減効果について、調査成果説明会等で成果の説明と技術の普及を行った。多糖分解能力を簡便に評価する方法の活用について Mycoscience 誌において、重粒子線照射により作出したマツタケ変異株が野生株より高い分解能力を有することについて Mycorrhiza 誌において、それぞれ公表した。

(イ)多様な優良品種等の開発と育種基盤技術の強化

a エリートツリーと優良品種の開発及び高速育種等の育種技術の開発

<結果概要>

年度計画である①「検定等の進捗状況を踏まえ、エリートツリーについては概ね 55 系統、マツノザイセンチュウ抵抗性第二世代品種等の優良品種については概ね 35 品種を目標として開発する。」に対して、スギ等のエリートツリーを 69 系統、マツノザイセンチュウ抵抗性第二世代アカマツ品種及び同クロマツ品種、花粉症対策品種等について 39 品種を開発した【重要度:高】。②「地球温暖化や花粉症等に対応するための優良品種等の早期開発に対応可能な高速育種技術等の育種技術の開発を進める。」に対して、マツノザイセンチュウ抵抗性品種の育種に関して、より強い抵抗性個体の選抜に適した新たな線虫系統の選定等を行うとともに、地球温暖化に適応した品種開発技術における新たな育種統計モデルなど、高速育種技術等の開発を進めた【重要度:高】。◎その他の成果として、マツノザイセンチュウ抵抗性品種の育種に係る成果が、抵抗性検定技術の改良を通じて中長期目標で【重要度:高】とされている優良品種の開発に活用され、より強いマツノザイセンチュウ抵抗性第二世代品種の開発につながった。

<具体的内容>

- ①エリートツリーについては、年度計画における目標の概ね 55 系統に対して、スギで 40 系統、ヒノキで 29 系統の計 69 系統を開発した。優良品種については、年度計画における目標の概ね 35 品種に対して、マツノザイセンチュウ抵抗性第二世代アカマツ品種及び同クロマツ品種を 27 品種、マツノザイセンチュウ第一世代抵抗性クロマツ品種を 11 品種の計 38 品種、また無花粉スギ 1 品種の合わせて 39 品種を開発した。さらにエリートツリーを中心としてスギで 24 系統、ヒノキで 13 系統、カラマツで 4 系統の合わせて 41 系統を特定母樹として申請し、農林水産大臣により指定された。また、無花粉スギ品種の林育不稔 2 号は、28 年度に開発した林育不稔 1 号と同様に無花粉でかつ初期成長が優れており、今後、これらの品種の普及により花粉発生源対策に貢献するとともに、林業の成長産業化等にも資することが期待される。
- ②高速育種技術等の育種技術の開発については、より強い抵抗性個体の選抜に適した新たな線虫系統の選定、マツと線虫及び環境との相互作用の解明による適切な接種時期の設定、特定の家系において抵抗性個体を早期に選抜できる DNA マーカーの開発を行った。また、地球温暖化に適応した品種開発に関連して、新たな育種統計モデルを開発し、関東育種基本区の 29 箇所地域差検定林等の 70 クロウンのスギ精英樹について、最適環境での成長に対する乾燥条件下での成長の低下の程度について解析した結果、成長の低下の程度にクロウン間で大きな差がみられること及び成長の低下の程度が相対的に小さいクロウンを明らかにすることができた。
- ◎その他の成果として、新たな線虫系統の選定と適切な接種時期の設定に係る成果については、マツノザイセンチュウ抵抗性検定技術の改良を通じて、より強いマツノザイセンチュウ抵抗性第二世代アカマツ 9 品種及び同クロマツ 10 品種の開発に活用されたところであり、抵抗性マツの品種開発の高度化・効率化につながった。

<普及への取組>

- ①開発した系統及び品種については、その種苗(さし木、つぎ木、穂木)(以下「原種苗木」という。) 17,866 本について、都道府県等の要望に基づき配布を行った。また、エリートツリーや優良品種に係る研究開発成果については、森林遺伝育種学会、日本森林学会等の各種学会等で公表したほか、関係者間での技術情報の交換等の場である林木育種連携ネットワーク及び地域を跨いだカラマツ種苗の普及に関する技術情報等の提供・交換を行うため新たに立ち上げたカラマツ育種技術連絡会等において、メールマガジン等により情報発信を行った。林木育種技術については、技術講習会を全国で 21 回開催する等により普及に取り組むとともに、全国 5 箇所民間事業者等を含めた特定母樹等普及促進会議等を開催し、特定母樹及び優良品種等の普及やこれらの増殖に関する技術情報の提供等を行った。
- ②高速育種技術等の研究開発成果については、森林遺伝育種学会、日本森林学会等の各種学会で公表した。林木育種事業 60 周年記念シンポジウム(国、都道府県、団体、民間等)を開催し、エリートツリー及び優良品種の開発や高速育種技術等の成果について発表した。