

中期目標期間
(平成28年度～令和2年度)
重点課題自己評価書

国立研究開発法人森林研究・整備機構
森林総合研究所

様式2-2-4-1 国立研究開発法人 中長期目標期間評価(期間実績評価) 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

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
第1-1-(1)-ア	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 ア 森林の多面的機能の高度発揮に向けた森林管理技術の開発		
関連する政策・施策	農業の持続的な発展 イノベーション創出・技術開発の推進	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
当該項目の重要性、難易度	【優先度：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 29-⑩、30-⑩、元-⑩、2-⑩、3-⑪ 行政事業レビューシート事業番号：29-0184、30-0189、元-0191、2-0203、2021-農水-20-0215

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	元年度	2年度		28年度	29年度	30年度	元年度	2年度
研究論文数	204件	200件	229件	223件	227件	予算額(千円)	2,818,657	3,224,429	3,174,167	3,248,842	3,313,508
口頭発表数	289件	522件	584件	549件	319件	決算額(千円)	3,484,154	3,355,266	3,395,737	3,515,674	3,666,439
公刊図書数	25件	23件	43件	15件	70件						
その他発表数	272件	199件	232件	191件	213件	経常費用(千円)	3,531,007	3,418,625	3,431,487	3,526,350	3,558,565
ア(ア)の評価	b	a	a	a	a	経常利益(千円)	△42,435	△36,132	△14,005	△19,937	206,835
ア(イ)の評価	a	a	a	s	s						
ア(ウ)の評価	a	a	a	a	a	行政サービス実施コスト(千円)	1,801,320	2,979,362	3,128,694	—	—
行政機関との研究調整会議等	6件	11件	11件	20件	27件	行政コスト(千円)	—	—	—	6,000,775	3,563,646
外部資金等による課題件数及び金額	159件 617百万円	153件 658百万円	141件 661百万円	143件 676百万円	163件 786百万円	従事人員数	91.7	141.1	140.1	154.4	154.5
講演会、出版物(技術マニュアル等)による成果の発信状況	8件	12件	26件	27件	95件						
技術指導、研修会等への講師等派遣状況	1,119回	1,065回	952回	749回	732回						
調査、分析、鑑定等の対応件数	29件	109件	81件	102件	69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、主な評価軸、業務実績等、中期目標期間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	中長期計画 ※本欄の丸数字は下欄の主要な業務実績等欄との対応比較のため、便宜上追記したものである。
(ア) 森林生態系を活用した治山技術の高度化と防災・減災技術の開発 極端気象に伴う山地災害、森林気象の激甚化に対し、事前防災対策としての山地災害対策の強化と、適切な森林整備を通じた森林の国土保全機能や水源涵(かん)養機能の高度発揮が必要とされている。また、東日本大震災の被災地での林業・木材産業の復興、海岸防災林の着実な復旧・再生の推進が求められている。 このため、山地災害の発生リスク予測手法を高度化するとともに、森林の山地災害防止機能と水源涵(かん)養機能、海岸林の防災機能の変動評価、森林の気象害リスクの評価手法等を開発する。さらに、森林における放射性セシウムの分布と動態の長期的モニタリングによる予測モデルを開発する【優先度：高】。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、これらの成果を速やかに災害及び被害対策の現場に活用する体制を整備し、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つつ、研究開発成果を活用した指針等の作成等を通じて森林生態系の機能を活用した緑の国土強靱化、被災地の復興への支援を図る。	(ア) 森林生態系を活用した治山技術の高度化と防災・減災技術の開発 極端気象に伴う山地災害、森林気象の激甚化に対し、事前防災対策としての山地災害対策の強化と、適切な森林整備を通じた森林の国土保全機能や水源涵(かん)養機能の高度発揮が必要とされている。また、東日本大震災の被災地での林業・木材産業の復興、海岸防災林の着実な復旧・再生の推進が求められている。このため、以下の4つの課題に取り組む。 a 山地災害発生リスクの予測と森林の防災機能の変動評価 ① 山地災害の発生リスク予測手法の高度化、② 森林の山地災害防止機能と海岸林の防災機能の変動評価手法及び森林の機能を活用した防災・減災技術の開発に取り組み、③ 研究開発成果に基づいて治山技術の高度化に向けた提案を3つ以上の地域について行うとともに、地域の防災対策の向上に貢献する。 b 森林の水源涵(かん)養機能を高度に発揮させる技術の開発 森林の洪水緩和・水資源貯留・水質浄化等の水源涵(かん)養機能を高度に発揮させるため、全国の多種多様な気候・地質・地形・土壌環境条件下において、① 各種の森林管理法や② 環境変動が③ 森林の水保全機能及び水質浄化機能に及ぼす影響を定量的・広域的に評価するための手法を開発する。 c 森林気象害リスク評価手法の開発 ① 各種森林気象害の発生情報及び被害発生に関与する気象、地形、林況等の因子をデータベース化するとともに、

【優先度：高】：東京電力福島第一原子力発電所の事故の影響を受けた地域の森林・林業の復興に向けて、森林の放射能汚染の状況と将来予測を示す必要があるため。 （イ）気候変動の影響評価技術の高度化と適応・緩和技術の開発 気候変動を緩和するために温室効果ガス排出量を削減する緩和策の実施、平成27年8月に策定された「農林水産省気候変動適応計画」における気候変動が将来の森林・林業分野に及ぼす影響のより確度の高い予測と評価に基づく森林の持続可能な管理経営のための適応策が求められている。 このため、森林の動態やCO₂フラックス（二酸化炭素交換量）等の長期観測データを活用し、気候変動がもたらす樹木や森林への影響を解明して予測する【優先度：高】。また、科学的知見に基づいた適応・緩和策及びREDDプラス（途上国における森林減少と森林劣化に由来する排出の削減、森林保全、持続可能な森林管理及び森林炭素蓄積の増強）の実施に向けた技術の開発を行う。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、これらの成果に基づき将来提示することとなる適応・緩和策により、「農林水産省気候変動適応計画」の推進と森林の持続可能な管理経営の実現に貢献するとともに、国際的な協調の下で研究を推進し、国際的にも貢献する。 【優先度：高】：環境省中央環境審議会が平成27年3月に出した報告書「日本における気候変動による影響に関する報告書」によると、気候変動による森林生態系への影響は、重大かつ緊急性が高いと評価されているため。 （ウ）生物多様性の保全等に配慮した森林管理技術の開発 森林生態系は野生生物や遺伝子の多様性の保全をはじめ様々な機能を有している。その機能を最大限に発揮させるため、社会的ニーズや立地条件等に応じて、林分を適切に配置していく必要がある。 このため、生物多様性の保全等森林の多面的機能を定量的に評価し、生物多様性の保全等の機能が森林へ誘導するための森林管理技術の開発を行う。さらに、生態学的情報を活用した環境低負荷型の総合防除技術を高度化する。これらの目標を第4期中長期目標期間終了時までに達成する。 なお、これらの成果を森林所有者等に普及する体制を整備し、生物多様性の保全等に配慮した施業指針を提供するとともに、生物害防除技術の普及を図る。	（②）被害が大規模化しやすい風害、雪害、林野火災のリスク評価手法を開発する。（③）最新の研究成果を踏まえながらメッシュ気象データや現地調査を組み合わせ、既存の知見を再構成することにより、気象害をもたらす気象条件及び被害原因を特定する手法を開発する。 d 森林生態系における放射性物質の動態把握と予測モデルの開発 東京電力福島第一原子力発電所事故被災地における森林・林業の復興のために、（①）森林生態系における放射性セシウムの分布と動態について、長期的モニタリング調査や移動メカニズムの解明に向けた研究を行うことにより、汚染の実態を把握し、速やかに情報を公表する。（②）また、得られた成果を活用しつつ、汚染状況の将来予測のためのモデルを開発する。 さらに、（①）これらの成果を速やかに災害及び被害対策の現場に活用する体制を整備し、（②）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つつ、研究開発成果を活用した指針等の作成等を通じて、森林生態系の機能を活用した緑の国土強靱化、被災地の復興支援を図る。 （イ）気候変動の影響評価技術の高度化と適応・緩和技術の開発 気候変動が将来の森林や林業分野に与える影響をより高精度で予測し、森林の持続可能な管理経営のための適応策・緩和策を進めることが求められている。このため、以下の2つの課題に取り組む。 a 長期観測による森林・林業への気候変動影響評価技術の高度化 亜寒帯から熱帯にわたる様々な気候帯における森林の動態やCO₂フラックス（二酸化炭素交換量）等の（①）長期観測技術の高度化・（②）観測データの精微化を進める。得られた長期観測データを活用して、（③）気候変動がもたらす森林・林業分野への影響を解明し、（④）将来どのような変化が生じるかを予測する技術を開発する。 b 生態系機能を活用した気候変動適応及び緩和技術の開発 気候変動の影響等の科学的知見に基づき、（①）森林生態系機能を活用した適応策や緩和策のための技術を開発する。また、（②）緩和策としてのREDDプラス（途上国における森林減少と森林劣化に由来する排出の削減、森林保全、持続可能な森林管理及び森林炭素蓄積の増強）の実施に向け、森林減少・劣化の評価手法等の技術を開発する。 さらに、（①）これらの研究開発の成果を気候変動への適応策及び緩和策として行政及び民間に提示し「農林水産省気候変動適応計画」等の国家施策の推進に貢献するとともに、（②）5か国以上の海外の研究機関や大学等との国際的な連携の下、途上国における適応策・緩和策の実施等に活用する。 （ウ）生物多様性の保全等に配慮した森林管理技術の開発 生物多様性の保全等森林の有する様々な機能を最大限に発揮させるため、多面的機能の定量的評価並びにそれに基づく管理により林分を適切に配置するとともに、森林における病虫獣害の高度な被害防除技術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。 a 生物多様性保全等の森林の多面的機能の評価及び管理技術の開発 （①）生物多様性の保全等森林の持つ3種以上の多面的機能について空間評価モデルを開発し、多面的機能の相互関係を明らかにするとともに、（②）森林生態系の定量的評価手法を提案する。野外での大規模実証実験を通して、（③）生物多様性の保全等の機能が森林へ誘導するための森林管理技術の開発を行う。また、（④）絶滅危惧種の統合的保全手法を開発する。 b 環境低負荷型の総合防除技術の高度化 （①）森林に広域に発生する病虫獣害3種について、（②）生態学的情報に基づき、生物間の相互作用等の活用による環境に対する負荷の少ない総合防除技術を高度化する。 さらに、（①）研究開発成果を森林管理者の研修並びに地域林業活性化のための検討会等へ提供するなど、（②）行政や地域の森林所有者等に速やかに普及させる体制を整備することにより成果の社会実装を目指す。
主な評価軸（評価の視点）、指標等	
評価軸	評価指標
<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。	（評価指標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

<評価軸2>研究開発成果等の普及に貢献しているか。	(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 (評価指標2) 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	
法人の業務実績・自己評価		
主な業務実績等		自己評価
1. 研究成果の全体像		評価
(ア) 森林生態系を活用した治山技術の高度化と防災・減災技術の開発		A
a 山地災害発生リスクの予測と森林の防災機能の変動評価		<評価と根拠> <研究課題の成果>
「(①) 山地災害の発生リスク予測手法の高度化」に対して、新たな空間計測技術とシミュレーション技術を活用した地震後の降雨による崩壊危険地抽出技術(H28)及び粒子法によって土石流の挙動を従来よりも詳細に再現するシミュレーション技術(H30)を開発した。これらにより中長期計画事項を達成した。 「(②) 森林の山地災害防止機能と海岸林の防災機能の変動評価手法及び森林の機能を活用した防災・減災技術の開発」に対して、表層土の変形抑制につながる表層付近の根系材積が間伐によって単木レベルでは増大することを明らかにした(H29)。レーザー雨滴計を用いた降雨特性と侵食能の評価技術(H28)、地下レーダを用いた海岸林の根系分布の評価技術(H28)、海岸防災林の根系発達に必要な生育基盤盛土の土壌条件の評価技術(R1)及び森林の雪崩減勢機能の評価技術(H30)を開発した。これらにより中長期計画事項を上回る成果となった。 「(③) 研究開発成果に基づいて治山技術の高度化に向けた提案を3つ以上の地域について行うとともに、地域の防災対策の向上に貢献すること」に対して、ベトナムの斜面防災技術力の向上のための斜面災害早期警戒システム(H28)、2008年の岩手宮城内陸地震被災地を対象に高解像度地形情報を活用して地震後の降雨による崩壊危険地を抽出する技術(H29)及び多雪山地において森林の雪崩減勢機能の評価する技術(H30)を開発した。山地災害リスクを考慮した森林計画を支援する技術を開発して、「山地災害リスクを低減する技術の開発」プロジェクトに参画した岐阜県、長野県、鳥取県、兵庫県における実際の森林計画に適用した(R2)。これらにより中長期計画事項を上回る成果となった。 また、中長期計画を上回る成果として、ノルウェーの地すべり地において、厳冬期の積雪量の増加によって間隙水圧が上昇する機構を明らかにした(H30)。このように、国内外の多数の地域の防災に貢献する成果を創出した。		「ア(ア) 森林生態系を活用した治山技術の高度化と防災・減災技術の開発」では、確実に中長期計画事項を達成し、さらに、計画事項を大きく上回る成果をあげた。 新たな手法による山地災害の予測技術の開発、豪雨災害や津波災害に対する森林の防災・減災機能について多くの研究成果を創出した。また、森林内の詳細な水移動過程や水質形成機構、森林からの水資源供給量の予測など気候変動下での森林の水資源涵養機能に関する研究についても多数の重要な成果が得られた。異常気象が常態化する中、持続的な林業経営にとって重要な森林気象害についても、多くの基礎的な研究に取り組み、それをもとに発展させたシミュレーション技術及びリスク評価手法を開発し、従来の森林気象害研究を大きく前進させた。さらに、中長期目標において【優先度：高】とされた放射性物質による森林汚染の研究では、林野庁や関係各機関と連携してモニタリング調査を継続し、放射性セシウム動態の将来予測を行うモデルを当初の予定より1年早く開発するなど、被災地の復興に貢献する多くの研究成果をあげるとともに、その成果を国際的に発信することができた。 得られた各種成果については、学術論文等による公表に加え、防災や水資源、震災復興に関する各種委員会における専門家としての助言、地震や豪雨による山地災害並びに強風や火災による森林被害の発生時の緊急調査への対応、国の機関や地方自治体の防災対策や被災地の復興政策に活用される形で社会に還元された。また、森林気象害に関する研究成果は、タブレットで利用可能な気象害種別判定システムなど、森林保険業務の現場で活用できる具体的成果として橋渡しを行った。
b 森林の水源函(かん)養機能を高度に発揮させる技術の開発		
「(①) 各種の森林管理法が森林の水保全機能や水質浄化機能に及ぼす影響を評価する手法の開発」に対して、沖縄本島の森林における主伐に伴う表層土壌の水分環境の変動(H29)、山地小流域における列状間伐が水質に与える影響(H30)の評価を行うとともに、植栽時期や施業履歴の異なる積雪地域の針葉樹人工林の水文特性を評価する技術(H28)、雨滴径の解析により樹冠や葉の形態が森林内の水・物質移動に及ぼす影響を評価する技術(R1)を開発した。森林施業が森林の水資源涵養機能に及ぼす影響の評価技術の開発については、立木密度などから水資源賦存量を算出するモデルを開発した(R2)。これらにより中長期計画事項を達成した。 「(②) 環境変動が森林の水保全機能に及ぼす影響を評価する手法の開発」に対して、将来気候下における森林からの水資源供給量の変動予測技術を開発した(H30)。これにより中長期計画事項を達成した。 「(③) 環境変動が森林の水質浄化機能に及ぼす影響を評価する手法の開発」に対して、森林地域を対象とした陸水酸性化リスクマップの提案(H28)、窒素飽和した森林における大気由来窒素の動態の解明(H30)、首都圏周辺の森林への硫黄及び窒素の流入に及ぼす地理的要因の影響評価については、首都圏周辺の7箇所の森林における観測結果から、乾性沈着量は都心からの距離が遠く、標高が高くなるとともに小さくなるが、湿性沈着量はより複雑な分布となることを明らかにした(R2)。これらにより中長期計画事項を達成した。 また、中長期計画を上回る成果として、古生層堆積岩流域の水流出特性に厚い風化基岩層が与える影響の評価(H28)、樹木の各部位に付着した水分の詳細な評価による樹幹流予測モデルの推定精度を向上する技術の開発(H30)、スギ壮齡林分の雨水貯留における樹皮付着水分の影響評価(H29)を行った。		
c 森林気象害リスク評価手法の開発		
「(①) 各種森林気象害の発生情報及び被害発生に関与する気象、地形、林況等の因子のデータベース化」に対して、気象シミュレーションに		以上により、中長期目標を確実に達成しただけでなく、数多くの目標を上回る特段の成果をあげていることに加え、防災技術の発展や被災地への貢献を果たしてい

よる全国の気象諸量データベースを4km間隔で、過去40年分整備した(H28～R1)。森林保険センターで保有するデータをもとに森林気象害に関するデータベース化を進めた(H28～R1)。これにより中長期計画事項を達成した。

「(②) 風害、雪害、林野火災のリスク評価手法の開発」に対して、高解像度気象データから樹木にかかる風荷重の時間変動と風倒リスクを予測するモデル(R1)、気象データから冠雪量の時間変化を予測するモデル(H28)、気象官署の日射量と降水量から林床可燃物の含水比の変動を予測し、林野火災の発生危険度を評価するモデル(H30)を開発した。森林管理者が入手しやすいデータを使って遠隔探査により森林被害を簡便に広域把握する技術を開発した(R2)。これらにより、中長期計画事項を達成した。

「(③) 最新の研究成果を踏まえた気象害の発生条件と被害原因の評価手法の開発」に対して、竜巻の強さを樹木被害から簡便に推定する手法(H28)、ナイーブベイズ分類による気象害種別の判定技術(H29)を開発した。これらにより中長期計画事項を達成した。

また、中長期計画を上回る成果として、林野庁が保有する36年分の森林被害報告データから、全国の干害の発生傾向を解析した(R1)。ナイーブベイズ分類による気象害種別の判定技術を携帯端末(タブレット)で利用できるソフトウェアとして実装し、被害現場における調査を支援するシステムとして森林保険業務に提供した(H29)。風害リスクの評価に向けて、幹の変形を計測して立木に作用する風荷重を直接測定する初の技術を開発した(R2)。

d 森林生態系における放射性物質の動態把握と予測モデルの開発

「(①) 森林生態系の放射性セシウムの分布・動態に関するモニタリングと移動メカニズムの解明による汚染実態の把握」に対して、空間線量率測定と毎木調査及び樹木の各部位と落葉層・土壌の放射性セシウム濃度の継続的なモニタリングにより、事故後5年目頃から樹木や土壌等、森林の各部位の濃度の変動傾向が弱まり、平衡状態に近づいていることを明らかにした(H30)。特に、深さ5cm以内の表層土壌への移動が顕著であることを明らかにした(H29)。これらにより中長期計画事項を上回る成果となった。

「(②) 汚染状況の将来予測モデルの開発」に対して、最新のモニタリングデータを活用して、将来の森林の放射性セシウムの動態を予測するモデルを、当初予定していた最終年度よりも1年早く開発した(R1)。また、モニタリングの継続調査による放射性セシウムの経年的な推移の解明について、幹材中の放射性セシウムの分布特性を解析し、髄付近の心材の放射性セシウム濃度の上昇を明らかにした(R2)。さらに、IAEAのMODARIA II プロジェクトに参画し、原発事故後に公表された様々な研究データを集約し、森林内での放射性セシウム動態の全体像を示すデータセットとして国際的に発信した(R2)。これらにより、当初の予定を大きく上回る成果をあげた。

また、中長期計画を上回る成果として、樹木の放射性セシウム吸収に対するカリウム施肥の抑制効果(H29)、原発事故前(H20)に採取された森林土壌の分析による大気圏内核実験由来Cs-137の全国分布(平均1.7kBq/m²)(H28)及び山菜や野生きのこの放射性セシウムの濃度が種によって大きく異なること(H30、R1)を明らかにした。茨城県内の森林において間伐が渓流水中の放射性セシウム濃度に与える影響を評価した(H28)。

<成果の普及>

「(①) 研究成果の活用体制の整備」に対して、防災・減災技術の研究開発の遂行及び成果の社会還元では現地との連携が重要になることから、放射性物質の研究については日本原子力研究開発機構及び福島県との協力体制を継続している(H28～R1)。また、新潟大学災害・復興科学研究所と連携協定を締結し、積雪地域の災害研究における連携を強化した(R1)。

「(②) 行政機関、大学、研究機関、関係団体及び民間企業等との連携、研究開発成果を活用した指針等の作成等による緑の国土強靱化と被災地の復興支援を図る」に対して、熊本地震、大分県耶馬溪町の山腹崩壊、西日本豪雨災害、北海道胆振東部地震、宮城県丸森町の豪雨災害等の大規模災害の発生時に行政機関と連携して緊急調査を実施し、被災地の治山に助言を行った(H28～R1)。このほか、国際斜面災害研究機構(ICL)と連携してベトナムの斜面災害早期警戒システムの高度化に貢献した(H28)。ICLとの新たな連携として、スリランカの災害研究プロジェクトを開始し、これにより防災研究の国際展開のための連携を強化した(R1)。また、国際原子力機関(IAEA)のMODARIA II プロジェクトに参画し、国際ワークショップや専門家会合等への研究者の派遣を通じて、森林域の放射性物質研究の国際的な連携を支える中核的な研究機関として活動した。

また、研究成果の発信と普及に関して、森林総合研究所公開講演会「水を育む森林」(H30)、「森林気象害リスク評価シンポジウム」(R1、森林保険業務との連携)をはじめ、多くの普及活動を行った。福島原発事故被災地の復興に向けた課題に関して、公開シンポジウム「チェルノブイリと福島の調査から森林の放射能汚染対策を考える」(H30、東京大学と共催)の開催、「福島の森林・林業再生に向けたシンポジウム」(H28～R1、林野庁主催；福島市、東京)への講師派遣、福島県内の教育機関を対象とした出前講座への協力、林野庁による「平成29年度Q&A森林・林業と放射性物質の現状と今後」(H29)や英語版パンフレットの編集及び環境省による「暮らしの手引きー専門家に聞いた放射線30のヒントー相談員・支援の方」(H30)の作成への協力等、研究成果を解説した技術マニュアルやパンフレットによる普及活動も積極的に行った。気象害の現地調査で活用できる資料として「写真でみる林木の気象害と判定法」(第4期中長期計画成果17)を発行し、当研究所ウェブサイトでも公開した。地方の林業試験場と連携し地方自治体等の森林技術者を対象に災害リスクに関する講習会を全国各地で開催した。受講者は通算で5000人以上に

ることから、外部評価委員2名によるa評価も踏まえ、ア(ア)の自己評価は「a」とする。

及んだ(H28~R2)

以上により、中長期計画をすべて達成し、さらに、計画を上回る成果を達成した。

(イ) 気候変動の影響評価技術の高度化と適応・緩和技術の開発

a 長期観測による森林・林業への気候変動影響評価技術の高度化

「(①) 長期観測技術の高度化」に対して、CO₂ フラックス観測技術の高度化を進めるため、当研究所のタワーフラックス観測サイトにおいて精緻な地上観測網を維持し、ICT を活用して、すべての観測サイトにおいてセンサーネットワーク化を実現した(H28)。これにより常時モニタリングを可能にし、欠測がこれまでと比べ大幅に少ない頑強な観測体制を実現し、中長期計画事項を達成した。

「(②) 観測データの精微化」に対して、熱帯季節林におけるタケの炭素プール量を評価し、森林生態系の炭素収支観測の精緻化には、長期観測データに基づく樹木バイオマス以外の炭素プール量の評価も重要であることを明らかにした(H28)。また、亜寒帯林における炭素収支観測の精緻化のため、凍土融解深が異なる立地で蘚苔地衣類の組成と被覆率が異なり、その違いがモノテルペン濃度の空間分布特性に影響することを明らかにした(R1)。さらに、日本の人工林における CO₂ フラックスデータの精緻化のため、スギ林とアカマツ林における 20 年にわたる観測結果を解析し、年平均気温が高いほど正味の群落 CO₂ 吸収量が大きくなる一方、年降水量と CO₂ 降水量との間には明瞭な関係が見られないことを明らかにした(R1)。これらにより中長期計画事項を達成した。

「(③) 気候変動がもたらす森林・林業分野への影響解明」に対して、熱帯雨林における気候変動の影響を明らかにするため、マレーシアの長期生態系モニタリングサイトにおいて 12 年間にわたる土壌水分と降水量の観測データを解析し、先行降雨指数が日平均土壌水分量と高い相関を示し、土壌の乾湿を示す指標として利用できることを明らかにした(H28)。また、土壌炭素蓄積に対する気候変動の影響を評価するため、過去の絵図や写真等の歴史資料を利用して過去数百年にわたる土地利用と植生を復元する手法を確立し、森林植生の変遷を明らかにした(H29)。さらに、亜寒帯林において炭素蓄積量が大きい凍土マウンドの形成プロセスを復元する手法を開発し、マウンド形成が温暖化に伴い加速していることを明らかにした(H30)。これらにより中長期計画事項を上回る成果となった。

「(④) 将来変化の予測技術の開発」に対して、気候変動予測に必要となる森林炭素収支の変動を解明するため、熱帯雨林の落下種子データと乾燥ストレスに関する長期観測データを用いて、乾燥ストレスを表す指数から一斉開花を予測する手法を開発した(H29)。また、人工林における将来予測の技術開発のため、土壌の乾燥に伴うスギ林冠の葉のガス交換特性と水分生理特性を解析し、短期的な土壌乾燥に対してスギの生理特性は敏感に反応しないことを明らかにした(H30)。将来の気候変動がスギ人工林の成長に及ぼす影響を評価するため、乾燥に関する生理パラメータの実測値を用いて既存の炭素循環モデルのパラメータを精緻化し、全国スケールで純生産量を予測する手法を開発した(R2)。また、気候変動下での天然林の炭素収支を解明するため、リモートセンシングによる炭素収支の広域評価手法及び年変動モデルを用いた将来予測手法を開発した(R2)。これらにより中長期計画事項を上回る成果が得られた。

また、中長期計画を上回る成果として、国連食糧農業機関(FAO)が地球土壌情報システム構築のために取り組んだ地球土壌有機態炭素地図の作成に、日本全国の森林を対象に 1 km の空間解像度で作成した土壌有機態炭素地図を提供した(H29)。森林における炭素蓄積量評価の精緻化とその将来予測のため、直接評価が困難な根株地下部の炭素蓄積量を根株地上部の炭素蓄積量から推定する手法を開発した(H30)。土壌呼吸の温度依存性(Q10)は乾燥によって低下することを解明した(H29)。高濃度オゾン区における 3 系統のスギ(日本海側産、太平洋側産、屋久島産)の生育実験により、スギがモノテルペンを多く出す季節が産地ごとに異なることを明らかにした(R1)。これらの成果は、森林吸収量の算定・報告に必要な土壌・倒木・枯死木の炭素量評価の省力化や精度向上とともに、中長期目標において【優先度：高】とされている、気候変動がもたらす樹木や森林への影響の解明と予測の推進に直接的に貢献する成果である。

b 生態系機能を活用した気候変動適応及び緩和技術の開発

「(①) 森林生態系機能を活用した適応策や緩和策のための技術を開発」に対して、熱帯落葉季節林の葉の呼吸と光合成能力の季節変化の関係を解明するため、葉の生理生態特性の季節変化を調査・分析し、乾季初旬には葉の蒸散活動が活発なこと、乾季の終わりには出葉する新葉は乾燥耐性を高めるために気孔を閉じること、樹冠上部の葉の光合成能力が高いことを明らかにした(H28)。森林劣化・減少の原因にもなり温度依存性がある世界的に分布が拡大しつつあるマツ材線虫病(マツ枯れ)による被害回避に貢献するために、将来の気候温暖化によるリスク域への影響を全球で評価する技術を開発した(H29)。アマゾン熱帯林の持続的管理のための低インパクト型択伐施業について、択伐施業基準の妥当性を、林分バイオマスの回復と伐採対象樹種の個体成長量から検討し、一部の樹種では、林分レベルの炭素量の維持と持続的な木材生産の両立が可能であることを明らかにした(H30)。また、森林劣化が進行する熱帯地域において、気候変動・森林保全政策に対応した地域住民の森林への関わり方として、森林に関わる農民グループ等地域住民の生計向上をもたらすために政府に求められる制度的条件を明らかにした(H30)。さらに、気候変動の緩和策と適応策の効果的実施に貢献するために、持続可能な開発目標(SDGs)達成のための各国のガバナンス分析と地球環境ファシリティの資金メカニズムの分析から、気候変動の緩和策、適応策、生態系保全策のシナジー効果を高める制度と資金メカニズムの要件を明らかにした(R1)。気候変動に適応した植栽技術を開発するため、東南アジア熱帯林の代表的な樹種を対象に、人工的な被陰シェルターによる高温・乾燥ストレス緩和効果と成長促進効果を明らかにした。(R2)。また、熱帯山地林の管理指針策定の基礎として、エルニーニョに伴う少雨・乾燥が山地林樹種の生

「ア(イ) 気候変動の影響評価技術の高度化と適応・緩和技術の開発」では、確実に中長期計画事項を達成し、さらに、計画事項を大きく上回る成果をあげた。

森林の動態やCO₂フラックス等の長期観測技術の高度化とデータの精緻化を進め、それらを活用して、気候変動がもたらす樹木や森林への影響を解明した。最終年度は、気候変動がスギ人工林の成長や天然林の炭素収支に及ぼす影響の予測モデルを開発する予定であり、これにより、中長期目標において【優先度：高】とされた気候変動がもたらす樹木や森林への影響を解明と予測をはじめ、全期間の目標を達成した。

特に、REDD プラスの推進のための研究では、本課題で開発した様々な環境条件下の森林における計測手法が、ペルー政府による土地利用・森林炭素蓄積図の作成に活用された。また、クレジットの適正配分手法がカンボジア政府による REDD プラスのシステム設計に活用された。これらにより、研究成果の社会還元が実用段階にまで達した。

得られた各種成果については、多くの査読論文が主に国際誌で受理されたことに加え、REDD 技術解説書の Cookbook Annex のシリーズを日本語版、英語版及びスペイン語版で刊行し、途上国を中心に広く配布したことにより、開発した方法論が現場で普及・活用に至っていることから、その貢献は大きい。

ア(イ)の研究成果は「農林水産省地球温暖化対策計画」に対応した具体的な成果である。また、林野庁と協力しながら二国間クレジット制度での日本と途上国の REDD プラスに関する二国間協議に活用され、政府の SDGs アクションプラン 2018、2019、2020 に記載された内容にも対応しており、行政の施策にも大きく貢献している。

さらに、気候変動枠組条約締約国会議(COP22～COP25)における国際セミナーやサイドイベントの毎年の開催、IPCC 報告書リードオーサー選出をはじめ IPCC 活動への積極的参加、FAO の地球土壌有機炭素地図への貢献、出版物の刊行・配布などを通して研究開発成果を国内外問わず広く普及した。

以上により、中長期目標を確実に達成しただけでなく、数多くの目標を上回る特段の成果をあげているこ

存と成長に及ぼす影響を明らかにした(R2)。これらにより中長期計画事項を達成した。 「(②) REDD プラスの実施に向けた森林減少・劣化の評価手法等の技術開発」に対して、山岳地域における REDD プラスプロジェクトの活動に必要な森林炭素モニタリング手法を開発するため、ペルー国クスコ県のアンデス地域を対象として、現地プロット調査とリモートセンシング解析による森林炭素蓄積分布の広域マッピング手法を確立した(H28)。また、REDD プラスプロジェクト活動により達成される排出削減の効果に対してクレジットを適切に配分するため、森林面積、森林炭素蓄積、森林面積変化、森林炭素蓄積変化を変数としてプロジェクトでの参照レベルを算出し、それらの比較から透明性が高く実行可能な配分方法を明らかにした(R1)。さらに、森林劣化が進行する熱帯地域における REDD プラスの推進に寄与するため、土壌中の炭素貯留量を国レベルで推定する技術を確立した(H29)。これらの成果は、いずれも研究を実施した途上国政府で REDD プラス実施のために活用されて実用に至り、中長期計画事項を上回る成果となった。 また、中長期計画を上回る成果として、地球温暖化による気温上昇を2℃以内に抑えるのに必要な新規植栽やバイオ燃料作物栽培など土地改変を伴う対策について、土地改変は将来的に野生生物のすみかを奪い生物多様性を低下させるという危惧に対して、温暖化対策による土地改変の影響を考慮しても、2℃目標を達成することにより生物多様性の損失を抑えられることを世界で初めて示した(R1)。 ＜成果の普及＞ 「(①)『農林水産省気候変動適応計画』等の国家施策の推進に貢献」に対して、本課題の研究成果は、「農林水産省地球温暖化対策計画」(平成29年3月)が掲げる「農林水産分野の地球温暖化対策に関する研究・技術開発」の「温室効果ガスの排出削減対策技術の開発の推進」並びに「農林水産分野の地球温暖化対策に関する国際協力」の「森林減少・劣化に由来する排出の削減等への対応」に記載された内容に対応した具体的な成果である。長期観測は、「気候変動適応策を推進するための科学的知見と気候リスク情報に関する取組方針(中間取りまとめ)」(平成29年3月、中央環境審議会地球環境部会)の「継続的な観測・監視、研究調査の推進及び情報や知見の集積」に示された課題解決型の地球観測の方針に沿ったもので、そこで示された「共通的・基礎的な取組」中の「科学技術外交・国際協力への地球観測への貢献」に対応した取組である。 「(②) 5か国以上の海外の研究機関や大学等との国際的な連携の下、途上国における適応策・緩和策の実施等に活用」に対して、15か国(モンゴル、中国、タイ、ミャンマー、カンボジア、ベトナム、マレーシア、インドネシア、シンガポール、ブルネイ、フィリピン、ミクロネシア、ペルー、ブラジル、エチオピア)の研究機関や大学、政府等と共同研究を実施し、その成果が気候変動適応策・緩和策の実施に活用された。 そのほか、気候変動研究の国際連携に関する日本語版、英語版ウェブサイトの開設、国際会議、国際研究会への参加を通して、広く研究成果を発信した(R2)。 また、中長期計画を上回る成果として、「2006年IPCC国別温室効果ガスインベントリガイドラインの2019年改良」(IPCC2019改良ガイドライン)の執筆者として2名の研究職員が選出され、森林の炭素蓄積の算定に関する執筆を行った。また、IPCC第6次評価報告書の執筆者として1名の研究職員が選出され、気候変動に係る資金に関して執筆を行っている。気候変動枠組条約締約国会議(COP)に政府の要請により、第22回から第25回まで4年連続して研究職員を派遣し、技術的支援を行った。それぞれのCOPでの公式サイドイベントや公開国際セミナー等の開催、技術解説シリーズ教材(Cookbook Annex)の出版により、得られた成果を世界に向けて発信した。 以上により、中長期計画をすべて達成し、さらに、計画を大きく上回る成果を達成できた。	とや国際貢献を果たしていることから、外部評価委員2名によるs評価も踏まえ、ア(イ)の自己評価は「s」とする。
(ウ) 生物多様性の保全等に配慮した森林管理技術の開発 a 生物多様性保全等の森林の多面的機能の評価及び管理技術の開発 「(①) 生物多様性の保全等森林の持つ3種以上の多面的機能について空間評価モデルを開発し、多面的機能の相互関係を明らかにする」に対して、森林の持つ10種の多面的機能(生物多様性保全、花粉媒介、炭素貯留、水源涵養、表土保持、水質浄化、土砂崩壊抑制、木材生産、保健休養、天然持用林産物生産)について、各機能を林相や林齢、地形などの環境条件の関数として記述する空間評価モデルを開発した。茨城県北部を対象に地理情報を整備し、開発したモデルを用いて各機能を地図上に図示した。その結果から多面的機能の相互関係を明らかにし(R1)、中長期計画事項を上回る成果となった。 「(②) 森林生態系の定量的評価手法を提案する」に対して、日本の森林の特徴に対応した日本版ハビタットヘクタール法による森林生態系の定量的評価法を提案した(H28)。インドネシア東カリマンタン州の荒廃程度の異なる森林において衛星画像から熱帯雨林の生物多様性を推定した(H29)。(1)森林の持つ多面的機能を環境条件の変数としてモデル化し、(2)モデル構造の比較や地図化により機能の相互関係を類型化し、(3)土地利用の変化に伴う各機能の変遷を推定するという一連の過程を、森林生態系の定量的評価手法として提案した(R1)。さらに、森林生態系の供給・調整サービスを全国レベルで定量的化してマップ化を行うとともに人口変化、土地利用変化、気候変動を考慮した複数のシナリオの下で将来予測を行った(R2)。これらにより中長期計画事項を上回る成果を得た。 「(③) 生物多様性の保全等の機能が低い森林へ誘導するための森林管理技術の開発」に対して、トドマツ人工林における保残伐施業の大規模実証実験(略称 REFRESH)において、伐採後の生物多様性と木材生産機能に及ぼす保残伐の効果を明らかにし、生物多様性に配慮した森林管理技術を開発した(H29)。世界自然遺産登録の推薦地である奄美・琉球地域において、森林の希少動植物のモニタリング手法を開発して各種の分布	「ア(ウ) 生物多様性の保全等に配慮した森林管理技術の開発」では、中長期計画事項を達成し、さらに、計画事項を上回る成果を得た。 森林の持つ10種もの多面的機能について評価モデルを開発し、森林生態系の定量的評価手法について日本版ハビタットヘクタール法など多くの研究成果をあげた。さらに、森林生態系の供給・調整サービスを全国的に定量化し、その将来予測も行った。また、北海道のトドマツ人工林や奄美・琉球地域において、生物多様性に配慮した森林管理技術を開発するとともに、世界で初めて東南アジアでの鳥の渡りルート of 全貌を解明したことにより、国外の森林の保全状況が日本国内の生物多様性保全に影響することを示した。さらに、松くい虫、シイタケ害虫、ニホンジカについて環境低負荷型防除技術を高度化し、特にニホンジカについては分布拡

と生態を明らかにし、林業活動との調和を目指す生物多様性保全手法を提案し(H30)、中長期計画事項を達成した。

「(④) 絶滅危惧種の統合的保全手法を開発」に対して、小笠原諸島で絶滅が危惧される動植物等の保全のために在来植物の人工植栽を実施する際の種苗移動に関する遺伝的ガイドラインを作成した(H28)。絶滅危惧種ニホンライチョウの過去・現在・将来の生息地推定と、遺伝解析という異なるアプローチを統合することで、温暖化に対する地域個体群の脆弱性を評価し、将来の気候変化を前提とした保全ユニットと逃避地の候補を提案した(R1)。さらに、森林性鳥類のキビタキと草原性鳥類のノビタキの東南アジアにおける渡り鳥のルートの全貌を世界で初めて解明し、越冬地となる熱帯林の保全状況がこれらの鳥類の国内での保全に影響することを明らかにした(R2)。これらにより中長期計画事項を上回る成果を得た。

また、中長期計画を上回る成果として、ブナ科樹木の豊凶現象に関する資源収支モデルを安定同位体分析等の手法で検証した結果、窒素資源がブナ結実豊凶の制限要因であることを明らかにした(H30)。ニホンジカやアライグマが、マダニ媒介性のウイルス病である SFTS (重症熱性血小板減少症候群) の感染拡大に関与することを明らかにした(R1)。さらに、世界的な生物多様性減少を改善する方策のグローバルスケールでの定量的解明、草原性植物の種子資源が落葉性人工林内に存在する可能性、絶滅危惧種や希少植物種の保全には観光地としての文化的サービスがインセンティブとなる可能性、土壤動物の多様性を説明する新しいフレームワーク提唱、林床への太陽光への暴露量が増加することによる落葉分解促進に伴い湿潤温帯森林生態系内の炭素循環が加速する可能性等の研究成果をあげ、プレスリリースにより発信した(R2)。震動や音による行動制御機構を応用して半翅目(カメムシなど)や鞘翅目(カミキリムシなど)害虫被害を防除する環境低負荷型の技術開発をとりまとめた研究成果に対して日本応用動物昆虫学会賞を受賞した(R1)。

b 環境低負荷型の総合防除技術の高度化

「(①) 森林に広域に発生する病虫獣害3種」に対して、病虫獣害3種を松くい虫、シイタケ害虫、ニホンジカとした。松くい虫に対しては、薬剤の使用を抑制しつつ、松くい虫被害の拡大を防止しマツ林生態系を維持・再生するため、天敵微生物製剤や被覆・粘着資材を利用したマツノマダラカミキリ成虫逸出抑制のための伐倒駆除技術の有効性を事業レベルで検証した(H29)。また、マツ被害木伐採の推進要因となる被害材の燃料利用を進めるためには、激害林分にて皆伐的な施業による駆除伐採が求められることを示した(H29)。シイタケ害虫に対しては、菌床及びほだ木シイタケ害虫に有効な天敵微生物を抽出し、その効果を明らかにして施用法を開発し、これらの技術と既存の知見をとりまとめたマニュアルを作成した(H30)。ニホンジカに対しては、造林地での防鹿柵の効果について、防鹿柵のネットの網目サイズが小さく、ネットが高く、ネットにステンレスが入っており、スカートネットが一体型であれば植栽木の被害率が低くなることを明らかにした。この結果から、被害を抑制するにはスカートの種類、ネットの素材及び網目サイズが重要だという設置・運用上の課題を指摘した。また、忌避剤よりも防鹿柵の方が効果が高いこと、忌避剤で被害率を50%以下に抑制できるのはシカ密度が5頭/km²以下の場合であることを示した(R1)。さらに、野生動物の既存の分布地からの距離の影響を組み入れた世界初のモデルを開発してニホンジカの分布拡大予測を行い、2050年には国内5km地域メッシュのうちの93%でシカの分布確率が0.5以上になると予測した(R2)。また、都市近郊のイノシシとエゾシカを対象とし、箱わたの最適な設置時期や最適な設置環境を明らかにして効率的な獣害防除法を構築した(R2)。社会科学的な分析により、獣害防除を効果的に進めるためのコンセンサスや協働の在り方として、都市域の関係者ネットワーク内に存在する認識のギャップを埋める取組が重要であることを提示した(R2)。これらにより中長期計画事項を上回る成果を得た。

「(②) 生態学的な情報に基づき、生物間の相互作用等の活用による環境に対する負荷の少ない総合防除技術を高度化する」に対して、早期発見による外来種根絶のためのモニタリング手法としてLAMP法を利用した乾材害虫、外来アリの同定手法を開発するとともに、複数のフェロモンを用いたトラップによる省力的なモニタリング手法を開発した(H28)。非赤枯性溝腐病の初期被害木のDNA診断技術を確認し、従来考えられていた枯枝以外の菌の侵入門戸を明らかにし、病原菌の感染リスクに関わる要因を抽出した(H30)。ヒバ漏脂病菌の接種により、ヒバの品種別に抵抗性を判別する接種検定法を開発し、間伐効果の実証試験により間伐処理による施業的回避方法を提案し(R1)、主伐再造林の増加に伴って被害が拡大しているスギ苗木の赤枯病の早期診断技術等を開発し(R2)、中長期計画事項を達成した。

また、中長期計画を上回る成果として、菌類を活用したスギ花粉飛散防止液について散布液の粉末化に成功し、無人ヘリコプター等による効果的な散布法を確認した(H28)。森林における重要な種子散布者/捕食者である野ネズミ類の森林生態系における機能を解明した(H29)。東京都御蔵島でノネコが準絶滅危惧種オオミズナギドリを一匹あたり年間推定313羽捕食し、同島におけるオオミズナギドリの存続が危ぶまれていることを明らかにし(R2)、また、ナラ枯れをもたらすカシノナガキクイムシを北海道で初めて発見した(R2)。

<成果の普及>

大の将来予測と都市近郊での防除法に関する成果をあげ、加えて都市近郊のイノシシの効率的な防除法も提示することができた。これ以外にも非赤枯性溝腐病やヒバ漏脂病菌、スギ苗木の赤枯病などの病虫害については、重要な成果が得られた。いずれも客観的・定量的な診断技術の開発を伴う信頼性の高い成果であるため、目標を上回る成果が得られたと評価できる。

中長期計画事項を上回る成果として、ブナ結実豊凶メカニズムに関与する窒素資源の役割、マダニが媒介するSFTSの感染拡大要因、太陽光が森林生態系の炭素循環を加速するメカニズム、生物多様性の減少を防ぐ国際的な方策、野ネズミ類の森林生態系における機能などを解明・提示し、スギ花粉飛散防止液の粉末化にも成功した。またNatureやNature Communicationsをはじめ多くの国際誌に論文を掲載したことに加え、IPBES(生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学-政策プラットフォーム)のテーマ別評価報告書を執筆したため、国際的にも高く評価される成果が得られたと高く評価できる。

これらの研究成果は、生物多様性保全に配慮した森林管理テキスト、しいたけ害虫の総合防除マニュアル、クビアカツヤカミキリ被害木管理マニュアル、小笠原諸島における植栽木の種苗移動に関する遺伝的ガイドライン、パンフレット「スギ花粉症対策に向けた新技術-菌類を活用して花粉の飛散を抑える-」、パンフレット「地域に応じた森林管理に向けた多面的機能の総合評価手法の開発」などの刊行を通じて発信し、林業従事者の研修や検討会に提供することで「現場への研究成果の普及を進めた。また、Web-GISを利用したニホンジカやクビアカツヤカミキリの分布情報収集システムが社会実装され、ニホンジカ捕獲計画の策定に活用されることとなった。

このように、基礎から応用、現場への橋渡しにつながり多くの研究成果をあげ、計画を上回る成果が得られた。

以上により、ア(ウ)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。

「(①) 研究開発成果を森林管理者の研修並びに地域林業活性化のための検討会等へ提供する」に対して、林野庁と共同で「生物多様性保全に配慮した森林管理テキスト」を作成し、作成したテキストを用いて森林技術者を対象に研修を行った(H29～R1)(アウ a)。琉球・奄美の絶滅危惧種に関する成果を、やんばる国立公園の地域区分や、我が国がユネスコ世界遺産委員会に世界自然遺産候補を推薦する際の各種委員会に提供した(H28～R1)(アウ a)。関東森林管理局との間で第二次「ニホンジカ被害対策に係る協定」を締結し(H30)、「森林総合監理士関東ブロック実践研修」及び「シカ対策現地検討会」において、シカ密度に応じた防除方法の選択基準の成果を提供した(R1)(アウ b)。林野庁が主催した「ナラ枯れ被害対策に係る情報連絡会」において、これまでのナラ枯れ被害の研究成果を提供した(R1)(アウ b)。

「(②) 行政や地域の森林所有者等に速やかに普及させる体制を整備することにより成果の社会実装を目指す」に対して、「小笠原諸島における植栽木の種苗移動に関する遺伝的ガイドライン2」を発行し、林野庁、環境省、東京都及び関連する NPO 法人等に配布した(H28)(アウ a)。北海道、北海道大学及び北海道立総合研究機構と「トドマツ人工林における保残伐施業の実証実験に関する協定」を締結した(H29)(アウ a)。琉球・奄美の森林生態系管理について、森林科学 No.84 で特集「世界自然遺産候補、沖縄・奄美の森林生態系管理」を掲載した(H30)(アウ a)。森林の多面的機能のモデリング、ライチョウの保全、野生動物由来人獣共通感染症対策に関するシンポジウムを森林学会、生態学会等で開催した(R1)(アウ a)。林野庁森林保護対策室と森林保護に関する意見交換会を毎年開催し、病虫害対策の推進に貢献した(H28～R1)(アウ b)。菌類を活用したスギ花粉飛散防止液の製剤化と効果的な散布施用法の開発については、パンフレット「スギ花粉症対策に向けた新技術－菌類を活用して花粉の飛散を抑える－」を発行し、林野庁及び公設林業試験機関に配布した(H28)(アウ b)。『『知』の集積と活用』において、「樹木類への生物被害に関する連携研究開発プラットフォーム」を設立した(H29)(アウ b)。スギ非赤枯性溝腐病による被害発生が疑われる県に対して本病の病徴を提示し、被害が疑われる検体が得られた場合は診断を行う体制を確立した(H30)(アウ b)。しいたけ害虫マニュアル「しいたけ害虫の総合防除」(H30)と「しいたけ害虫の総合防除 改訂第2版」(R1)を作成し、各都道府県のきのこ生産者、普及担当者、企業、生産団体等に配布した(アウ b)。さらに、Web-GIS を利用したニホンジカの分布情報収集システムを改良して全国で使用可能なツールとして確立し、複数県において本システムを活用してニホンジカ捕獲計画の策定が行われるようになった(R2)。本システムをクビアカツヤカミキリの被害情報収集システムに応用し、複数の自治体が導入した(R2)。また、山口県農林総合技術センターとの過年度の共同研究により市販化に至っている農業不使用のマツ枯れ防除資材について、屋久島の世界遺産区域内で発生しているクロマツ及びヤクタネゴヨウ被害木の処理に活用されるなどの社会実装が進んだ(R2)。以上のように行政や地域の森林所有者等に研究開発で得られた知見やツールを速やかに普及させる体制が整備され、成果の社会実装を進めることができた。

また、中長期計画を上回る成果として、生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学－政策プラットフォーム (IPBES) に関して、IPBES や持続可能な開発目標 (SDGs) 及び生物多様性条約に対応した国際プログラムにおいて、送粉サービスに関わる生物の保全に関する国際的なガイドラインの提案を行った(H28)(アウ a)。第6回 IPBES 総会、IPBES アジア太平洋地域アセスメントに関する会合に出席し、「IPBES アジア太平洋地域アセスメント・第6章ガバナンス評価」を執筆した(H29)(アウ a)。IPBES の「野生種の持続可能な利用に関するテーマ別評価」(H30～R2)、「侵略的外来種に関するテーマ別評価」(R1)報告書の執筆者に選出され、執筆者会合に参加し執筆を進めた(アウ a)。

以上により、中長期計画をすべて達成し、さらに、計画を上回る成果を達成した。

2. 評価指標等の観点

評価指標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

ア(ア)では、毎年、大規模な山地災害や森林気象災害の発生時には林野行政機関からの要請により緊急現地調査を行い、研究成果を踏まえた調査の成果を行政機関に受け渡し、災害復旧や対策に貢献した(H28～R2)(アア a、c、d)。治山行政部署からの要請により、治山技術基準改訂や治山調査手法、対策技術手法、施設維持管理などに関する各種技術委員会に専門家として参加し、研究成果に基づいた助言等を行った(アア a)(H28～R2)。水循環白書に、森林施業と気候変動が水資源に及ぼす影響に関する本課題の研究成果が引用された(H28～R1)(アア b)。水流出への間伐影響に関する論文が、ISO の water footprint 規格に関する適用事例集 (ISO/TR 14073) に引用された(H28)(アア b)。林野庁治山課と森林整備課に、森林の水源涵養機能などについて助言を行った(アア b)。中長期目標で【優先度：高】とされた森林の放射性物質に関する研究については、将来予測モデルを開発するとともに、林野庁や厚生労働省による、被災地に向けた普及啓発のための多数の解説書の執筆や編集協力、イベントへの講師派遣を通じて、被災地における国の普及啓発活動に大きく貢献した(H28～R2)(アア d)。全期間を通じて、国が開催した多数の委員会に専門家として参加して研究成果に基づいた助言を行った。

ア(イ)では、「農林水産省地球温暖化対策計画」が掲げる「農林水産分野の地球温暖化対策に関する研究・技術開発」の「温室効果ガスの排出削減対策技術の開発の推進」(アイ a)並びに「農林水産分野の地球温暖化対策に関する国際協力」の「森林減少・劣化に由来する排出の削減等への対応」(アイ b)に記載された内容に対応した、多くの具体的な成果をあげた(H28～R2)。長期観測は、「気候変動適応策を推進するための科

<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。

本重点課題の取組又は成果は、「評価指標1」の実績に示すように、全国各地で発生した山地災害等への緊急調査や対策検討委員会への対応、津波で被災した海岸防災林の再生、原発事故被災地の復興、気候変動の影響評価と適応、生物多様性の保全、持続的林業経営に欠かせない気象害、病虫害への対策など、森林の多面的機能に関わる様々な国の施策や社会的ニーズに合致している。

中長期目標において【優先度：高】とされた森林の放射性汚染の状況と将来予測については、経年的なモニタリングの結果をもとに将来予測モデルを予定より1

様式2-2-4-1 国立研究開発法人 中長期目標期間評価(期間実績評価) 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

学的知見と気候リスク情報に関する取組方針(中間取りまとめ)」(平成29年3月、中央環境審議会地球環境部会)の「継続的な観測・監視、研究調査の推進及び情報や知見の集積」に示された課題解決型の地球観測の方針に沿ったもので、そこで示された「共通の・基礎的な取組」の「科学技術外交・国際協力への地球観測への貢献」に対応した取組である(H28～R2)(アイ a)。温室効果ガスインベントリ国際審査での林野庁の回答書作成に対して、毎年度技術的助言と支援を行った(H28～R2)(アイ a)。林野庁が行う2030年の森林吸収源による吸収量の目標値の改訂に向けた吸収排出量の将来予測の算定に貢献した(R1)(アイ a)。国連食糧農業機関(FAO)が地球土壌情報システムの構築のために取り組んだ地球土壌有機態炭素地図の作成に、日本全国の森林を対象とした土壌有機態炭素地図を1kmの空間解像度で作成し、日本部分の土壌有機態炭素地図として提供した(H29)(アイ a)。気候変動に関する政府間パネル(IPCC)のIPCC2019改良ガイドラインの執筆者として研究職員2名が選出され、成果の一部を掲載した(H29、H30)(アイ a)。気候変動が森林や林業に及ぼす影響について、大学の講義、林業技士養成研修等を通じて成果の普及と森林施策実行のための人材育成に貢献した(H28～R2)(アイ a)。

REDD プラスに関する取組を通じたSDGsへの貢献が評価されて、外務省 JAPAN SDGs Action Platform の取組機関(教育・研究機関)として森林総合研究所 REDD 研究開発センターが掲載された。また、この取組は政府のSDGsアクションプラン2018、2019、2020に記載されたREDD プラスの内容にも対応するものである(H30～R1)(アイ b)。REDD プラス推進に係る技術開発について、政府の要請に基づき、国連気候変動枠組条約(UNFCCC)締約国会議(COP)に第22回から第25回まで4年連続で、そしてUNFCCC補助機関会合(H30)にも、政府代表団の一員として研究職員を派遣し、技術的な支援を通じて、成果を国の施策に反映させた(H28～R1)(アイ b)。2012年の国連持続可能な開発会議(UNCSD)で創設された「持続可能な開発のためのハイレベル政治フォーラム(HLPF)」に研究職員を派遣してSDGsと森林に関する考察の林野庁への提供など支援を行った(H30)(アイ b)。カンボジアの国レベルで得られた土壌炭素貯留量推定技術は、国連食糧農業機関(FAO)が作成する地球土壌有機態炭素地図の途上国域での精度向上に貢献する成果である(H29)(アイ b)。生物多様性条約交渉に、環境省の依頼により日本政府代表団の一員として参加し、日本政府に政策的な提言をした。IPCC国内連絡会(経産省他)、温暖化対策研究の最新動向に関する情報交換会(環境省)、ポスト2020目標合同ヒアリング(環境省)、生物多様性及び生態系サービスの総合評価に関する検討会(環境省)等への研究職員の出席を通じて日本政府・環境省へ政策的な提言を行うとともに、林野庁及び外務省気候変動課にもアドバイスをを行った(R1)(アイ b)。生物多様性条約の資源動員ワークショップ(Thematic workshop on resource mobilization for the Post-2020 Global Biodiversity Framework)に資金の専門家として参加し、ポスト2020の枠組みに対する資金制度の議論に貢献した(R1)(アイ b)。「中央環境審議会気候変動影響評価等小委員会(環境省)などの気候変動対策に係る委員会に研究職員が21回以上出席し、適応策のための森林生態系適域推計モデル開発に関して技術的支援を行った(H28～R2)(アイ b)。

ア(ウ)では、林野庁と共同で「生物多様性保全に配慮した森林管理テキスト」を作成し、作成したテキストを用いて森林技術者を対象に研修を行った。また、研修用資料のウェブサイト公開により林業現場で広く活用できるようにした(H29～R1)(アウ a)。IPBESに関して、IPBESや持続可能な開発目標(SDGs)及び生物多様性条約に対応した国際プログラムにおいて、送粉サービスに関わる生物の保全に関する国際的なガイドラインの提案を行った(H28)(アウ a)。第6回IPBES総会、IPBESアジア太平洋地域アセスメントに関する会合に出席し、「IPBESアジア太平洋地域アセスメント・第6章ガバナンス評価」を執筆した(H29)(アウ a)。IPBESの「野生種の持続可能な利用に関するテーマ別評価」(H30～R2)、「侵略的外来種に関するテーマ別評価」(R1～2)報告書の執筆者に選出され、執筆者会合に参加し執筆を進めた(アウ a)。琉球・奄美の絶滅危惧種に関する成果は、やんばる国立公園の地種区分や、我が国がユネスコ世界遺産委員会に世界自然遺産候補を推薦する際に活用された(H28～R1)(アウ a)。外来害虫同定法について、オーストラリアの植物防疫所にLAMP法を利用したシロアリ同定の技術提供を行った(H28)(アウ b)。小笠原諸島ではアルゼンチンアリの侵入を警戒していることから、おがさわら丸及び港湾のモニタリングに関して小笠原海運と協力してトラップの試験的運用を行った(H28)(アウ b)。クリハラリスの防除についての研究成果が、日本哺乳類学会から環境大臣・農林水産大臣に提出された要望書「特定外来生物クリハラリス等による農林業被害・生態系被害防止のための対策推進について」に反映された(H29)(アウ b)。クビアカツヤカミキリの特定外来生物指定に際し環境省に意見を提出し、採用された(H29)(アウ b)。関東森林管理局との間で第二次「ニホンジカ被害対策に係る協定」を締結し、成果報告会を開催し(H30)、本協定に基づいて共同で人獣共通感染症に関する調査を行った(R2)(アウ a、アウ b)。非赤枯性溝腐病に関する成果について、衆議院農林水産委員会における農林水産大臣及び林野庁長官の本病に関する答弁(5/10)に対応した(H30)(アウ b)。シカ情報マップなど、ニホンジカとクビアカツヤカミキリを対象に分布情報を収集するシステムを構築し、被害情報を共有する体制を整備し(H28～R1)、複数地域において本システムが活用されてニホンジカ捕獲実施計画が策定され、クビアカツヤカミキリを対象としたシステムも複数の自治体が導入した(R2)(アウ b)。林野庁の依頼により、台風15号により千葉県内国有林で起きた森林被害を調査し、プレスリリースに協力した(R1)(アウ b)。新農林水産省生物多様性戦略検討会及び令和2年度ポスト2020生物多様性枠組みに係る合同ヒアリングにおいて、本課題の研究成果に基づいて助言を行った(R2)(アウ a)。小笠原諸島世界自然遺産科学委員会、小笠原諸島固有森林生態系保全・修復等委託事業検討委員会等において助言を行い行政施策の決定に貢献した(R2)(アウ a)。国や都道府県における外来種対策、鳥獣対策に関する各種委員会において助言を行った(R2)(アウ b)。

年早く開発し、その成果を国際誌上で公表し、プレスリリースによる紹介も行うとともに、林野庁や厚生労働省による普及啓発事業への協力や各種委員会への研究職員派遣を通じて貢献した。

同じく【優先度：高】とされた気候変動による森林生態系への影響に関する取組は、「1. 研究成果の全体像」で紹介した研究成果に加え、REDD プラスの推進やSDGsアクションプランへの貢献、IAEA、IPCC、COP、FAO、IPBES等の国際機関や国際的枠組みへの参画や協力にも貢献している。

また、「モニタリング指標1」に示すように、各分野において行政機関との研究調整会議等を継続的に開催し、それを通して新たな国の施策や社会的ニーズの把握と、それに対応した新たな外部資金の獲得にも努めている。

以上の優れた取組及び成果により中長期計画を上回る成果が得られたことから、評価軸1に基づく自己評価を「a」とする。

モニタリング指標1(1):行政機関との研究調整会議等の実施状況

ア(ア)では、治山事業推進のための研究調整会議を毎年2回開催し、治山事業や水源林、海岸防災林等に関する課題について研究成果をもとにした助言を行った(アアa、b、c)。森林保険業務との間で毎年2回「研究開発と森林保険の連携推進のための会合」を開催した(アアc)。また、林野庁と毎年2回程度の会議を開催し、今後野生きのこの出荷制限会場を見直すために必要な試験研究等について意見交換を行った(アアd)。また、放射能汚染を受けた地域における林業再生に向けた実証事業の在り方検討会(年3回)に委員6名を派遣した(R1)。上述のほか、林野庁や環境省、地方自治体等が開催する多数の技術検討委員会に参加して、研究成果に基づく助言を行った。

ア(イ)では、土壌炭素蓄積量評価に関して林野庁森林利用課と10回協議し、事業遂行に反映させるとともに次期の検討を行った(H28~R1)(アイa)。温室効果ガスの排出係数の評価法に関する林野庁森林利用課との打合せを3回行った(R1)(アイa)。人工林に係る気候変動の影響評価に関して林野庁と意見交換を行った(H29、R2)。農林水産省とFAOの地球土壌パートナーシップに関する連絡会を計4回実施した(H30~R1)(アイa)。同秘書課とGIS/リモートセンシング技術の農林水産行政への応用について意見交換を行った(R1)(アイa)。林野庁との研究調整会議を3回開催し、研究成果を話題提供し気候変動対策に関して意見交換を行った(アイb)(H28~H30)(R1は新型コロナウイルス感染症のため中止)。林野庁と、12回のREDDプラス事業運営委員会を通じて意見交換を行うとともに(H28~R1)、森林総合研究所で意見交換会を開いた(R1)(アイb)。林野庁と3回の森林事業国際展開支援事業運営委員会を通じ意見交換を行った(R2)(アイb)。

ア(ウ)では、野生動物、生物被害管理に関する研究調整会議を林野庁と開催し、情報と意見の交換を行った(H28~H29)(アウa)。小笠原諸島生物多様性保全について、西之島総合学術調査業務における学術検討会、小笠原諸島森林生態系保全地域アドバイザー会議等に委員として出席し助言を行った(H29)(アウa)。関東森林管理局による「シカ対策現地検討会」に出席し、野生動物由来人獣共通感染症に関する情報提供を行った(R1)(アウa)。環境研究総合推進費の政策ワーキンググループに3回参加し、生態系サービスに関する成果の政策への応用に関して環境省の担当者との意見交換を行った(R1)(アウa)。林野庁と森林保護に関する意見交換会を毎年開催し、病虫獣害対策の推進に貢献した(H28~R1)(アウb)。薬剤使用の制約に対応する松くい虫対策について岩手県森林整備課と協議を行った(H28)(アウb)。林野庁との情報交換会において、きのこ害虫の被害と研究の現状に関し意見交換を行った(H30)(アウb)。林野庁とともに29年度に群馬県で発生した苗畑病害の現場を訪れ、苗畑病害に関する意見交換を行った(H30)(アウb)。関東森林管理局が実施した「森林総合監理士関東ブロック実践研修」及び栃木県日光市で実施した「シカ対策現地検討会」において、シカ密度に応じた防除方法の選択基準について説明した(R1)(アウb)。林野庁が主催した「ナラ枯れ被害対策に係る情報連絡会」に出席し、これまでのナラ枯れ被害の研究成果について解説した(R1)(アウb)。感染症対策としての野生動物調査事業について環境省に助言して同省による新規事業の実施決定に貢献した(R2)(アウa)。環境省に対してシカ情報マップを含む野生動物の目撃情報等を収集するシステムに関する開発状況を紹介した(R2)(アウb)。やんばる森林生態系保護地域保全管理計画に関して委員として助言した(R2)(アウa)。奄美ネコ対策研究意見交換会において情報提供を行った(R2)(アウb)。四国森林管理局や九州森林管理局に絶滅危惧樹種の保全に関する技術的助言を行った(R2)(アウa)。環境省信越自然環境事務所の主催したクビアカツヤカミキリ講習会において指導を行った(R2)(アウb)。

モニタリング指標1(2):外部資金等による研究課題件数及び金額

ア(ア)外部資金による研究課題は114件、外部資金は776百万円であった。

ア(イ)外部資金による研究課題は119件、外部資金は1,134百万円であった。

ア(ウ)外部資金による研究課題は232件、外部資金は1,487百万円であった。

モニタリング指標1(3):学術論文、学会発表等による研究成果の発信状況

ア(ア)学術論文は270編(原著論文152編、総説13編、短報105編)、学会発表は771件、公刊図書は20件であった。

ア(イ)学術論文は246編(原著論文188編、総説12編、短報46編)、学会発表は551件、公刊図書は37件であった。

ア(ウ)学術論文は567編(原著論文420編、総説35編、短報112編)、学会発表は1141件、公刊図書は109件であった。

評価指標2:研究開発成果等の普及促進への取組実績

ア(ア)では、全国の森林管理局、森林技術総合研修所及びJICA等において地すべりの調査・対策やリモートセンシング技術等に関する多くの研修会に研究職員を講師として派遣し成果の普及を行った。全国の森林技術者を対象に講演や研修会を開催して、森林計画策定時の危険地の評価技術を普及し、参加者は延べ千人以上に達した。第129回日本森林学会大会企画シンポジウム「津波被災海岸林の再生に向けた取り組み:人工造成基盤上への森林造成の状況」(H30)、東北支所60周年シンポジウム(R1)などで海岸林研究成果の公表を行った。防災学術連携体シンポジウム(熊本)を通じて熊本地震の成果を地元に向けて発信した(H29)。林野庁による海岸防災林の生育基盤盛土造成のためのガイドライン策定に研

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」の実績に示すように、林野庁による指針策定や各種研修テキスト作成への協力、公開シンポジウム等の開催や講演、研究成果パンフレット等の作成と配布、国際機関や国際的枠組みにおける活動や報告書作成への参画、FAOの地球土壌有機

様式2-2-4-1 国立研究開発法人 中長期目標期間評価(期間実績評価) 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

究成果の情報提供を行った。森林総合研究所公開講演会「水を育む森林」において、森林と水に関する最新の研究成果を紹介した(H30)。「森林保険制度創設 80 周年記念シンポジウム」(H29)、第 129 回日本森林学会大会企画シンポジウム「森林気象害のリスク管理ー森林保険創設 80 周年を迎えてー」(H29)、「森林気象害リスク評価シンポジウム」(R1)において、森林気象害に関する森林保険センターとの共同研究の成果を広く紹介した。林野庁による森林内の放射性物質への対応に関する普及啓発のための研修会用テキストの作成に際して編集協力を行った。東京電力福島第一原子力発電所事故で被災した地域の森林、林業再生のための普及啓発シンポジウムや業界団体、大学生、林業研究機関等の多様な受け手を対象とする講演に講師を派遣した(H28～R2)。森林の放射性セシウムに関する研究については、「野生きのこの放射性セシウム濃度は種によって異なるー大規模公開データを活用した野生きのこの放射性セシウム汚染特性の解析ー」、「最新のデータとモデルから森林内の放射性セシウムの動きを将来予測ー森林の中での動きが平衡状態に近づいているー」、「コナラの放射性セシウム吸収を決める土壌のカリウムー利用可能なきのこ原木判定への新たな手がかりー」、「スギ材に取り込まれた放射性セシウムはどこからきたのか?」、「森林内の放射性セシウム動態の全容解明にむけてー森林に関するデータを整備し、その全体像を国際原子力機関から公表ー」、「核実験由来のセシウム 137 は半世紀後も森林内に留まっていた」の 6 件のプレスリリースを行うとともに、メディアへの取材に対応して情報発信した(R1～R2)。また、IAEA の MODARIA II プロジェクトへの参画、IUFRO2019 世界大会(ブラジル)における放射能関連セッションの開催を通じて、研究成果の国際的な発信にも取り組んだ(H28～R2)。このように本課題による研究成果は、国の防災対策や被災地の復興対策等の策定、国際的な科学技術成果の発信に大きく貢献した。	炭素地図作成への貢献等により、国内外において研究開発成果等の普及に向けた多数の取組が行われている。放射性物質に関する研究については、IAEA の MODARIA II プロジェクトへの参画、IUFRO2019 世界大会でのセッション開催等により国際的な成果の発信にも取り組んだ。REDD プラス関連の研究で開発した技術は、それぞれ研究対象とした途上国の政府により活用され、研究成果の社会実装を国の政策レベルで実現するとともに、IAEA、IUFRO、IPCC、FAO、IPBES 等の国際機関又は国際的枠組みへの参画実績とあわせて、我が国の国際貢献に大きく寄与した。また、「モニタリング指標 2」に示すように、講演会、出版物(技術マニュアル等)による成研究成果の発信状況も活発である。
ア(イ)では、北方林から熱帯林にわたる森林動態観測のための試験地ネットワークのデータをウェブサイトで公開する取組が、農林水産省によるシンポジウム「国際学術ネットワークの日本における現状と今後」において「国際学術ネットワークを利用した農林水産研究の紹介」の代表事例のひとつとして紹介された(H29)。土壌炭素蓄積量調査について、森林土壌インベントリ方法書の第 3 期版(1) 野外調査法(2) 試料分析の 2 分冊を出版し、事業のウェブサイトでも公開した(H28)。日本の森林部分の地図作成に貢献した地球土壌有機態炭素地図が FAO の地球土壌情報システムを通してウェブサイトで公開され、その内容を農業環境研究変動センターと共同で「日本全国の土壌有機態炭素地図を作成」としてプレスリリースした(H29)。炭素動態の温暖化影響に関して、一般向けの図書やラジオ、大学生向け教科書、高校生を対象に講義と研究法の実習等を通じて成果の発信と普及を行った。最終退氷期の温暖化がモンゴルの永久凍土地帯の大規模融解をもたらしたことを明らかにした成果を共同でプレスリリースした(R1)。また、第 130 回日本森林学会大会で、2 件の企画シンポジウムを開催した(H30)。さらに、当機構ウェブサイトの研究成果で「森の香りをため込むアラスカのクロトウヒ林」の紹介を行ったほか、永久凍土の分布に関する成果を高校地理の教科書に反映するため、ペドロジー学会を通じて文科省に提案書を提出して要請した(R1)。林野庁が実施する森林立地研修に毎年 3 名の講師を派遣した(H28～R1)ほか、持続可能な森林経営のための政策立案能力の強化の研修に 3 名を、大阪市立大学付属植物園が開催する地球温暖化防止の講演会に 1 名を講師として派遣した(H29)。気候変動枠組条約締約国会議(COP) サイドイベントを 4 回開催した(H28～R1)。IPCC 第 6 次評価報告書第 3 作業部会投資・資金章のリードオーサーに研究職員が選出された(R1、R2)。IPCC2019 改良ガイドラインの執筆者として 2 名の研究職員が選ばれ、GHG インベントリの研究に関する成果の一部を提供した(H29、H30)。IPCC 第 49 回総会のサイドイベントとして開催された CIFOR 主催グローバル・ランドスケープス・フォーラム京都(GLF 京都)セッションにおいて成果の広報普及に努めた(R1)。カンボジア政府が本課題での参照レベルの配分方法を当該国での REDD プラスのシステム設計に活用した(R1)。ペルー政府が本課題で開発した様々な環境条件下の森林における計測手法を、衛星画像を用いた土地利用・森林炭素蓄積図の作成に活用した(R1)。気候変動の適応と緩和に重要な役割を果たす熱帯雨林の炭素固定や荒廃林修復技術などの成果を招待講演 2 回、つくばエキスポセンター「2016 年春の特別展もっと知りたい!『飛ぶひみつ』」の監修と依頼講演により普及に取り組んだ(H28)。「変化する森林景観のための適応管理」に関する IUFRO 国際研究集会において、「気候変動下での劣化した森林における炭素蓄積と生態系サービスの計測とモニタリング」というタイトルのセッションを開催した(H30)。REDD プラス・海外森林防災研究開発センターを立ち上げ、ウェブサイトやメールマガジンを通して、森林の有する多面的機能を活用した防災・減災技術に関する情報を発信した(R2)。	以上の優れた成果普及への貢献の実績により、中長期計画を上回る成果が得られたことから評価軸 2 に基づく重点課題アの自己評価を「a」とする。
ア(ウ)では、小笠原諸島で絶滅が危惧される動植物等を対象とした環境復元等による域外保全技術の開発について、「小笠原諸島における植栽木の種苗移動に関する遺伝的ガイドライン 2」を発行し、林野庁、環境省、東京都、関連する NPO 法人等に配布するなど、絶滅危惧種の統合的保全手法の開発に反映される普及に取り組んだ(H28)(アウ a)。生物多様性の保全等に配慮した森林管理技術について、森林総合研究所公開講演会及び季刊森林総研 39 号特集「木を使って守る生物多様性」で成果を発表した(H29)(アウ a)。琉球・奄美の森林生態系管理については、森林科学 No.84 で特集「世界自然遺産候補、沖縄・奄美の森林生態系管理」を掲載して成果を普及した(アウ a)(H30)。トドマツ人工林における保残伐施業の実証実験を中心にまとめた書籍「保持林業」(2018 年、築地書館)を出版し、成果を普及した(アウ a)(H30)。森林の多面的機能のモデリング、ライチョウの保全、野生動物由来人獣共通感染症対策に関するシンポジウムを森林学会、生態学会等で開催し、成果を普及した(アウ a)(R1)。菌類を活用したスギ花粉飛散防止液の製剤化と効果的な散布施用法の開発については、パンフレット「スギ花粉症対策に向けた新技術ー菌類を活	

用して花粉の飛散を抑えるー」を発行して林野庁及び公設林業試験機関に配布し(H28)、ウェブサイトで公開した(H29)(アウ b)。松くい虫対策について、岩手県林業技術センター・東北支所・東北育種場合同成果発表会や JA グループ山口農機ふれあいフェア等の一般向け講演会で成果を普及した(H29)(アウ b)。クビアカツヤカミキリについて NHK ニュースナインをはじめ、テレビ新聞等各種のマスコミで研究成果が報道された(H29)(アウ b)。開発した技術と既存の知見をとりまとめた、しいたけ害虫マニュアル「しいたけ害虫の総合防除」(H30)、「しいたけ害虫の総合防除 改訂第2版」(R1)を作成し、各都道府県のきのこ生産者、普及担当者、企業、生産団体等に配布した(アウ b)。また、アグリビジネスフェア(東京ビッグサイト)に出展し、天敵微生物製剤によるシタケ害虫の防除法について解説した(H30)(アウ b)。松くい虫対策技術の成果を中心にまとめた書籍「森林保護と林業のビジネス化」(2019年、林業調査会)を出版し、成果を普及した(H30)(アウ b)。ヒバ漏脂病の接種検定法を石川県農林総合研究センター林業試験場に技術供与した(R1)(アウ b)。パンフレット「地域に応じた森林管理に向けた多面的機能の総合評価手法の開発ー森林管理の将来像を描くためにー」(アウ a)、「しいたけ害虫の総合防除 改訂第2版」(アウ b)を発行し、研究成果の普及に取り組んだ(R2)。林野庁森林技術総合研修所において林野庁職員や県担当者に研究成果に基づく講義・演習を実施し、行政の現場への研究成果の普及を行った(R2)(アウ a)。秋田県や東北森林管理局などと連携し本課題で開発した「ニホンジカ・カモシカ識別キット」によるニホンジカの生息調査(痕跡調査)を実施した(R2)(アウ b)。多摩森林科学園においてイノシシの生態及び管理についてまとめたパンフレットを配布し、ヌタ場、採食痕跡、防護柵など、イノシシの生態や対策を示す「イノシシスポット」の看板を作成し、来園者に研究成果等を普及した。山口県との共同研究により開発農薬不使用のマツ枯れ防除資材が、屋久島の世界遺産区域内のクロマツ及びヤクタネゴヨウ被害木の処理に導入された(R2)(アウ b)。	
モニタリング指標2(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 ア(ア)では、防災学術連携体シンポジウム(熊本)において熊本地震で発生した山地災害に関する研究成果を地元で発信した(H29)(アア a)。農林水産技術会議委託プロジェクト「災害低減」で実施した林業技術者向けの研修・講演会において、のべ千名を超える参加者に防災技術の研究成果を紹介した(H28~R2)(アア a)。ワンポイント解説「海岸林造成技術の高度化に向けて」の刊行(H28)、林野庁による海岸防災林の生育基盤造成のためのガイドライン策定への協力(R1)等を通して、津波で被災した海岸防災林の再生に向けた研究成果の普及に努めた(アア a)。ベトナムにおける地すべり対策調査技術に関する成果をマニュアルとして公開した(H28)。森林総合研究所十日町試験地創立100周年記念講演会(十日町)を開催し、雪氷災害に関する研究成果を地元の市民や雪氷の専門家に紹介した(H30)(アア a、アア c)。季刊森林総研47号の特集「雪の研究」(R1)、森林科学No.88の特集「雪とたたかう森林」(R1)を通じて、雪氷災害や積雪地域の地すべりに関する研究成果を広く発信した(アア a、アア c)。森林総合研究所公開講演会「水を育む森林」を開催し、森林と水に関する最新の研究成果を紹介した(H30)(アア b)。森林保険業務と共同で、第129回日本森林学会大会公募セッション「気象害リスクを低める主伐期時代の森林施業を考えるー個体から景観までの空間構造と森林施業ー」(H29)及び「森林気象害リスク評価シンポジウム」(R1)を開催し、森林気象害に関する共同研究の成果を広く紹介した(アア c)。森林技術者向けの解説書として「写真でみる林木の気象害と判定法」を出版した(H30)(アア c)。季刊森林総研43号の特集「震災7年目の森」(H30)、森林科学特集号「原発事故から10年ー森林の放射能汚染をのりこえるー」(R2)、公刊図書「森林の放射線生態学ー福島を森を考える」(R2)において、福島原発事故被災地の現状と科学的知見について解説した(アア d)。	本重点課題では、中長期目標において【優先度:高】とされた森林における放射性セシウム動態の予測モデルの開発や気候変動がもたらす樹木や森林への影響の解明と予測をはじめ、中長期計画に設定したすべての目標について研究開発を遂行し、数多くの成果をあげた。また、当初計画にない成果として、タブレットで利用できる気象害種別判定システムの開発、カリウム施肥による樹木の放射性セシウム吸収抑制効果の解明、マダニが媒介するSFTSの感染拡大要因の解明、スギ花粉飛散防止液の粉末化、山地災害リスクを考慮した森林計画を支援する技術、森林気象害の広域把握技術、炭素収支の広域評価と将来予測の手法、森林生態系の供給・調整サービスの定量化と将来予測、ニホンジカ分布拡大モデルの開発等、現場や社会のニーズに応える多くの成果をあげている。これにより当初の目標を上回る成果をあげた。得られた成果については、学術論文等による発信に加え、数多くのパンフレットやマニュアルなど現場で活用できる出版物を作成するとともに、講演会の開催、研修教材としての活用、国の指針策定や普及啓発事業への協力、さらに、IAEA、IPCC、IPBES、IUFRO、FAO、COP等の国際機関又は国際的枠組への参画と発信も活発であり、研究成果の社会還元という点でも数多くの優れた取組がなされている。これらにより、中長期計画を上回る実績をもって目標を達成した。
ア(イ)では、熱帯林の地上炭素とGHGモニタリング事例を地球温暖化観測推進事務局の印刷物により成果を発信した(H30)。歴史資料による森林変遷の解明に関する成果を、公刊図書において「古地図から読み解く百年で移り変わる山の風景」(「山の農学ー『山の日』から考える、2017年、養賢堂)として公表するとともに、森林総合研究所公開講演会で「歴史資料から知る過去の林野利用」として紹介し、その概要を季刊森林総研39号で公表した(H29)。さらに、歴史資料の活用方法について、京都大学森林生物学研究室のスペシャルセミナーや大阪府立環境農林水産総合研究所生物多様性センター談話会で紹介した(R1)。土壌炭素に関して、その分布を決める環境要因を明らかにした論文の内容を当研究所ウェブサイトで研究成果として紹介した(H29)。森林のCO2収支に関して、多摩森林科学園の森林講座と東北支所公開講演会で成果を発信した(H30)。針葉樹人工林の炭素循環及び環境応答について3名が第21回富士山セミナーで講演を行うとともに、「ときめき☆ひらめきサイエンス」の高校生を対象にした講義及び実習で森林の炭素循環に関する研究成果を紹介した(R1)。筑波大学附属戸高等学校において、「地球温暖化問題とエネルギー問題」に関連し、永久凍土地帯の研究成果について講演を行った(H29)。季刊森林総研46号で、「気候変動と世界の森林」と題する特集を組み、アマゾン熱帯林や永久凍土地帯での研究成果を含め、気候変動に関する様々な研究成果を広く紹介した(R1)。REDDプラスに関する研究成果については、公開国際セミナーを4回、東京で開催し毎回約200名程度の参加者に成果の広報普及を行った(H28~R1)。二国間クレジット制度(JCM)においてREDDプラスを実施するために必要となるガイドライン等の文書を充実させるために、REDD-plus Cookbook Annex調査マニュアルシリーズ(Vol.1~7)を発行・出版したほか、一層広く普及させるために英語版(Vol.1~6)とスペイン語版(Vol.1、2)も刊行し、国内外のワークショップでの活用をはじめ成果の普及に利用した(H28~R1)。気候変動に適応するための森林による防災・減災技術の開発に	以上の優れた実績により、「A」評定とした。 <課題と対応> 気候変動による気象現象の極端化が進む中、SDGsが掲げる森林の持続的な経営の実現に向けて、森林生態系の機能を活用した防災・減災技術、気候変動適応及び緩和技術、森林の生物多様性の保全技術及び病虫獣害の防除技術の開発等に取り組んできた。 防災・減災については、森林と環境の相互作用に関する理解のさらなる深化を通じて森林生態系の機能を活用した防災・減災技術を高度化するとともに、新たな計

関する国際オンラインワークショップ、国際セミナーを開催し、成果を普及した(R2)。 ア(ウ)では、森林総合研究所一般公開において、「生物多様性と炭素吸収源を守る新しい仕組みー生物多様性オフセットについてー」と題して講演を行った(H28)(アウ a)。シンポジウム「森といきもの、そして人ー奄美の森と共に歩む道ー」を奄美市博物館で開催した(H28)(アウ a)。インドネシア科学院及びスンガイワイン保護林事務所等で衛星画像を利用した熱帯雨林の生物多様性研究についてのセミナーを行った(H29)(アウ a)。「トドマツ人工林における保残伐施業の実証実験」報告会(研究者、国有林、道有林関係者等)で成果を普及した(H29~R1)(アウ a)。公開シンポジウム「島の自然と未来をみんなで考えよう」を奄美市や早稲田大学等で計5回主催し、ネコによる希少種捕食の現状と課題を報告した(H30)(アウ a)。「森の果実の豊凶が鳥のタネまきを左右するー動物による種子散布メカニズムの一端を解明ー」等のプレスリリースを7件行い、新聞、テレビ等で取り上げられた(H30)(アウ a)。シンポジウム「霧ヶ峰 シカ柵研究の最前線」(諏訪市)を開催し、霧ヶ峰地域におけるシカ食害による生態系被害の現状について講演した(R1)(アウ a)。また、防鹿柵設置による植物相及び昆虫相の保全効果についてリーフレットを作成し、霧ヶ峰周辺のビジターセンター等で配布した(R1)(アウ a)。「ニホンライチョウ、温暖化で絶滅の危機」等のプレスリリースを5件行い、新聞、テレビ等で取り上げられた(R1)(アウ a)。小笠原諸島における植栽木の種苗移動に関する成果が、パンフレット「小笠原諸島における森林修復のための苗木生産ハンドブック」に掲載された(R1)(アウ a)。四国支所平成28年度公開講演会「林業へのシカ被害対策を考える」を開催した(H28)(アウ b)。南根腐病の現状を報告のため、沖縄県森林資源研究センターにおいて一般向けのセミナーを開催した(アウ b)(H28)。スギ・ヒノキ再造林地における「シカ捕獲の手引き」を出版した(H28)(アウ b)。プレスリリース「光る! 外来害虫同定法を開発ー外来害虫が残した遺伝子の痕跡を利用し、虫が食べた木屑を光らせて種を同定ー」を行い、これまで同定が困難であったその他の害虫の同定技術に反映されるよう普及に取り組んだ(H28)(アウ b)。岩手県林業技術センター・東北支所・東北育種場合同成果発表会やJAグループ山口農機ふれあいフェア等の一般向け講演会で成果を普及した(H29)(アウ b)。アグリビジネスフェア(東京ビッグサイト)に出展し、菌類を活用したスギ花粉飛散抑制技術について解説した(H29、R1)(アウ b)。クビアカツヤカミキリ被害木管理マニュアルを作成し、「外来カミキリにご用心!」というチラシを当研究所ウェブサイトに掲載し、関係自治体に活用された(H29)(アウ b)。高齢化したサクラの管理について、テレビ、新聞、雑誌等の取材を通して研究成果の普及を行った(H30)(アウ b)。「桜の害虫防除に貢献! 微生物防除剤『バイオリサ・カミキリ』に桜が適用拡大されました」等のプレスリリースを3件行い、新聞等で取り上げられた(H30)(アウ b)。「シイタケ害虫の新たな天敵を発見」等のプレスリリースを2件行い、新聞、テレビ等で取り上げられた(R1)(アウ b)。クビアカツヤカミキリに関して42回のアウトリーチ活動を実施し、各地の研修会で講師を務め、マスコミから研究成果の発信が6回あった(R1)(アウ b)。パンフレット「地域に応じた森林管理に向けた多面的機能の総合評価手法の開発ー森林管理の将来像を描くためにー」(アウ a)と「しいたけ害虫の総合防除 改訂第2版」(アウ b)を発行した(R2)。林野庁関東ブロック実践研修(R2)(アウ b)、林野庁における生物多様性保全研修(R2)(アウ b)や森林保護管理(獣害)研修(R2)(アウ b)、農林水産省令和2年度鳥獣被害対策基盤支援事業鳥獣被害対策コーディネータ等育成研修(R2)(アウ b)、クビアカツヤカミキリ情報交換会(R2)(アウ b)において講義や研修を行い、また、南西諸島の生態系保全に関する授業や講演会を沖縄県等9か所で実施した(R2)(アウ b)。森林総研チャンネルで、研究成果を紹介する動画の公開3編、ウェブセミナー「ポストコロナの社会と森林」のライブ配信(117名視聴)と録画公開、令和2年度森林総合研究所九州・四国地域公開講演会「植えた樹を鹿から守る」の録画公開、オンライン講演会「ナラ枯れの拡大防止に向けた取り組みに向けて」のライブ配信を実施した(R2)。多摩森林科学園では、来訪者向けに「科学園の森にはイノシシがすんでいます」を作成して配布し、園内にイノシシのヌタ場、採食痕跡、防護柵などの生態や対策を示す「イノシシスポット」の看板を作成した(R2)(アウ b)。「準絶滅危惧種オオミズナギドリの大規模繁殖地が危機に」、「ナラ枯れを起こす昆虫北海道で初めて発見」等のプレスリリースを12件行い、その他に12編の論文の内容を当機構ウェブサイトで紹介した(R2)(アウ a、アウ b)。 モニタリング指標2(2): 技術指導、研修会等への講師等派遣状況 ア(ア) 委員会対応 928 回、技術指導講師 156 回、研修会講師 94 回、国際会議対応 21 件 ア(イ) 委員会対応 366 回、技術指導講師 145 回、研修会講師 48 回、国際会議対応 30 件 ア(ウ) 委員会対応 1905 回、技術指導講師 255 回、研修会講師 188 回、国際会議対応 13 件 モニタリング指標2(3): 調査、分析、鑑定等の対応件数 ア(ア) 調査対応 38 件、分析対応 5 件、鑑定対応 1 件 ア(イ) 調査対応 10 件、分析対応 2 件、鑑定対応 0 件 ア(ウ) 調査対応 108 件、分析対応 103 件、鑑定対応 123 件	測技術や情報解析技術を導入して社会実装を見据えた防災・減災及び環境保全のための研究開発に取り組む必要がある。 気候変動の緩和に向けてパリ協定で示された 2°C 目標を達成するため、我が国は 2050 年までにカーボンニュートラルを目指すことになった。そこでこの目標達成のため、森林セクターにおける温室効果ガスの吸収・排出量をより正確に把握するためのモニタリング方法や算定方法の改善に資する手法を開発するとともに、モニタリングによる観測データからの知見に基づき、森林・林業分野が将来の気候変動により受ける影響を詳細に評価、予測する手法を開発する必要がある。加えて、森林の温室効果ガスの吸収源及び貯蔵庫としての機能を強化し、気候変動影響の緩和を図るための森林管理手法を開発する必要がある。また、顕在化しつつある気候変動に対し、国内外において、森林、林業に対する気候変動影響予測に基づき、森林の多面的機能を活用、強化することにより気候変動に適応するための研究開発を行う必要がある。 生物多様性については、これまでの種レベルに加え景観や遺伝子等の視点も含めて、多様性の機能と変動の解明及び保全・回復手法の開発に取り組む、森林管理の現場に落とし込む必要がある。病虫害については、従来のものに加え、新たな外来種等による樹木・林産物被害リスクが顕在化している近況を踏まえ、それらに対応できる、より汎用的な手法の研究開発に取り組む必要がある。 これらの研究開発を通じて、科学的エビデンスとしての森林の多面的機能の解明と評価、森林の持続的利用と生物的多様性保全等の多面的機能の発揮が調和する森林管理技術の開発に取り組む必要がある。
--	--

2年度の決算額は予算額を10%程度上回っている。これは、年度当初予算額に計上していなかった研究用機器の購入等(全窒素全炭素測定装置等88,780千円)を業務経費で実施したことが主な要因となっている。なお、この要因は、他のセグメントや機構全体にも特段の影響を及ぼしていない。

様式2-2-4-1 国立研究開発法人 中長期目標期間評価(期間実績評価) 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)-イ	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 イ 国産材の安定供給に向けた持続的林業システムの開発		
関連する政策・施策	農業の持続的な発展 イノベーション創出・技術開発の推進	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
当該項目の重要性、難易度	【重要性：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 29-⑩、30-⑩、元-⑩、2-⑩、3-⑪ 行政事業レビューシート事業番号：29-0184、30-0189、元-0191、2-0203、2021-農水-20-0215

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	元年度	2年度		28年度	29年度	30年度	元年度	2年度
研究論文数	90件	88件	83件	86件	92	予算額(千円)	1,757,824	2,591,567	2,255,716	2,549,572	2,450,648
口頭発表数	201件	236件	214件	214件	155件	決算額(千円)	2,752,085	2,297,755	2,150,162	2,188,715	2,686,028
公刊図書数	18件	11件	17件	36件	59件						
その他発表数	214件	174件	203件	180件	159件	経常費用(千円)	2,360,529	2,583,153	2,214,059	2,207,652	2,316,754
イ(ア)の評価	b	a	s	a	a	経常利益(千円)	△73,209	143,534	△49,746	△66,020	59,316
イ(イ)の評価	a	a	a	s	a	行政サービス実施コスト(千円)	2,728,056	1,974,276	2,066,620	—	—
行政機関との研究調整会議等	2件	5件	11件	10件	16件	行政コスト(千円)	—	—	—	3,820,093	2,321,022
外部資金等による課題件数及び金額	57件 380百万円	47件 339百万円	40件 397百万円	40件 201百万円	45件 219百万円	従事人員数	57.7	97.1	100.4	98.0	99.1
講演会、出版物(技術マニュアル等)による成果の発信状況	6件	9件	24件	30件	11件						
技術指導、研修会等への講師等派遣状況	503回	761回	890回	648回	545回						
現地適応試験の実施状況	4件	9件	7件	11件	14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、主な評価軸、業務実績等、中期目標期間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	中長期計画 ※本欄の丸数字は下欄の主要な業務実績等欄との対応比較のため、便宜上追記したものである。
(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 利用期を迎えた人工林などの森林資源の保続性を確保しつつ、国産材の供給力を高めるため、ニーズに応じた木材を供給できる多様な森林の施業技術や木材生産技術の確立が求められている。 このため、造林コスト縮減等による低コスト林業の実現に向け、地域特性及び多様な生産目標に対応した森林施業技術及び木材生産技術を開発する。また、そのために必要な森林情報の計測評価技術、先端的な計測技術や情報処理技術を導入した先導的な林業生産システムを開発する【重要性：高】。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、森林所有者等が適切な技術や手法を選択するための情報やツールが簡易に入手できるよう提供方法を工夫するなど研究開発成果が速やかに林業の現場に活用されるよう、成果の普及に努める。 【重要性：高】：林業の成長産業化を実現するためには、これまでの技術や作業工程を見直し、効率的な林業システムを開発することが重要であるため。	(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 森林資源の保続性を確保しつつ、多様なニーズに応じて柔軟かつ持続的に木材を供給するため、多様な森林の施業技術や木材生産技術の確立が求められている。このため、以下の2つの課題に取り組む。 a 地域特性と多様な生産目標に対応した森林施業技術の開発 (①) 造林コスト縮減や施業技術の改善等によって初期保育経費の10%以上の低減を図るなど森林施業の低コスト化及び効率化に取り組むとともに、(②) 立地環境などの地域特性に配慮し、樹種特性を考慮した天然更新や混交林化に向けた更新管理技術を開発する。また、(③) 長伐期化を含めた多様な生産目標に対応した森林施業技術を開発する。 b 効率的な森林管理手法及び先導的な林業生産技術の開発 (①) 地域特性や多様な生産目標に対応した機械作業システムや基盤整備技術等による効率的な木材生産技術、(②) 高度な森林情報計測技術や多様な森林情報の評価技術による効率的な森林管理手法を開発するとともに、(③) 先端的な計測・制御技術や情報通信・処理技術を導入した先導的な林業生産技術を開発し、生産性を20%向上させる。 さらに、(①) 研究開発の成果が速やかに林業の現場に普及し活用されるよう、全国各地において情報発信を行うとともに、(②) 開発したツールを森林所有者・林業事業者等が現場で活用されるよう成果の普及に努める。

(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 木材のマテリアル利用及び木質バイオマスのエネルギー利用における新たな需要創出によって期待される国産材の利用拡大と広域化等に対応して、地域における多様な森林資源の有効活用及び木材・木質原料の安定供給が求められている。 このため、木材の需要動向等を踏まえ、地域特性と用途に応じた木材・木質原料の安定供給及び持続的な林業経営を見据えた対策を提示する。また、木質バイオマスを用いた地域におけるエネルギー変換利用システムを開発する。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、上記システムの実用化や社会実装に向け、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、地域の産業と雇用創出に貢献する。		(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 我が国の豊かな森林資源の有効活用を図り、建築用材から木質バイオマス等に至る多様な木材需要に対応するため、地域性を活かした木材・木質原料の安定供給体制の構築が求められている。このため、以下の2つの課題に取り組む。 a 持続的林業経営と効率的流通・加工体制の構築に向けた社会的・政策的対策の提示 多様化しつつある木材需要と林業構造や林産業の立地状況等を把握するとともに、地域的な労働力や事業量の動向等を踏まえて、(①)森林所有者や林業事業体の持続可能な林業経営のあり方、(②)木材需要動向と用途に応じた木材安定供給のための方向性、(③)流通・加工体制の合理化、効率化を図るための社会的・政策的対策の方向性を提示する。 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 地域利用を目指した木質バイオマス資源の生産・供給ポテンシャルを評価するため、(①)早生樹等の低コスト造林技術や(②)林地残材の低コスト供給手法の開発、木質バイオマスの供給安定性評価並びに(③)エネルギー利用に関する採算性評価等を行うとともに、(④)木質バイオマスによるエネルギー変換利用システムを開発する。 さらに、これらの成果が地域の産業と雇用創出につながるよう、成果の普及として、(①)行政機関、大学、民間企業等と連携しつつ、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。	
主な評価軸（評価の視点）、指標等			
評価軸		評価指標	
<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。		(評価指標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	
<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) 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) 現地適用試験の実施状況 (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 (3) 技術指導、研修会等への講師等派遣状況	
法人の業務実績・自己評価			
主な業務実績等		自己評価	
1. 研究成果の全体像		評価	S
(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		<評価と根拠> <研究課題の成果> 「イ(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、確実に中長期計画事項を達成し、さらに、計画事項を上回る多くの成果が得られた。 再造林の低コスト化について、一貫作業システムにおける地拵えの機械化と下刈り回数削減技術による再造林経費の削減効果を検証し、初期保育経費の10%以上低減に大きく貢献する成果をあげた。このほか、トドマツ人工林内における天然更新施業方法の開発、人工林を広葉樹に転換するため更新基準の提示、木曽ヒノキの前更更新手法の開発等、地域特性に応じた多くの実用的な成果をあげた。効率的な森林施業技術については、広葉樹材の用途に応じた資源供給可能量の推定手法の開発、長伐期化により高蓄積が見込める林分の成立条件の解明等、多様な生産目標に応じた適地判断を可能とする多くの成果をあげた。 先導的な林業生産技術として、安全性の高い無人集材作業システム（フォワーダ）や原木の強度と曲がり量を計	
a 地域特性と多様な生産目標に対応した森林施業技術の開発			
「(①)造林コスト縮減や施業技術の改善等によって初期保育経費の10%以上の低減を図るなど森林施業の低コスト化及び効率化」に対して、【重要度：高】である森林施業技術の開発と林業の低コスト・効率化について、一貫作業システムを拡張し、地拵えの機械化や下刈り回数の削減技術による再造林経費の削減効果を調べた(H29～R1)。その結果、下刈り回数の半減により大きな経費削減効果が得られ、雑草との競合状況を見極めた下刈り時期の設定が効果的であることを実証した。この下刈り回数削減技術と、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を想定した場合、再造林経費を30%削減できることを明らかにした。地拵えの機械化が導入できる場所では確実な省力化と雑草繁茂抑制を見込めることから、雑草との競合状態を見極めた下刈り回数削減技術の開発は、本課題の達成目標である全国的な初期保育経費の10%以上低減に大きく貢献し得る成果である。さらに、再造林の低コスト化の妨げとなっているシカ被害に関し、新たに開発したシカ影響スコア（造林地周辺でのシカ活動痕を点数化）に基づく被害強度レベルの予測と林地や施業条件による防除法選択オプションを提示した(R2)。これらの成果により、中長期計画事項を上回る非常に高い成果となった。			
「(②)立地環境などの地域特性に配慮し、樹種特性を考慮した天然更新や混交林化に向けた更新管理技術を開発する」に対して、樹種特性を考慮した天然更新や混交林化に向けた更新管理技術を開発した。北海道ではトドマツ人工林内における天然更新施業を可能とする上木伐採方法の開発を行い(H28、H30)、トドマツ前生稚樹を生かすための保残木の配置を提案した。これはトドマツ林業における主伐後の初期保育作業を省力化できることを示す成果である。また九州では、スギ・ヒノキ人工林の広葉樹林化の成否を伐採前に見極める基準として、伐採前に樹高2m以上の前生稚樹が2,000本/ha以上あることが指標となることを示した。これは針広混交林化を省力的に行うための更新基準を示した成果である。さらに、木曽ヒノキの持続的利用に向けて、更新阻害要因であるササの伐前処理と林床リター除去を組み合わせた前更更新処理により、6年間で40万本/haのヒノキ稚樹の更新を促進できることを明らかにした(R2)。これらの成果により、地域特性に応じた更新技術に対して中長期計画事項を上回る高い成果となった。			

「(③) 長伐期化を含めた多様な生産目標に対応した森林施業技術を開発する」に対して、広葉樹材生産を想定し、近畿地域を対象に利用可能な広葉樹資源量を広域的に明らかにするとともに、用途に応じた広葉樹資源の供給可能量を推定する手法を開発した(H30)。多様な用途に用いられているコナラとヤマザクラについて、従来の幹材積表では求められなかった、枝を含む利用可能材積量や直径サイズごとの利用可能量も推定可能とした(H30)。この成果は、これまで定量的な評価がなされてこなかった広葉樹資源の供給可能量を示すものであり、新たな利用と流通の指針として活用可能である。さらに、多様な生産目標に応じた適地判断を可能とするため、針葉樹人工林の樹高成長を立地条件と環境条件から予測するモデルを開発し、地域特性を考慮した長伐期による高蓄積を見込める条件を明らかにした(R2)。これらの成果により、多様な生産目標に対する森林施業技術に関する中長期計画事項を達成した。

また、中長期計画事項を上回る成果として、充実種子選別装置(九州計測器)を製品化し、今中長期目標期間中に韓国に1台(カラマツとヒノキ対応)、国内で5台の販売実績となり、その技術は特許を取得した(R2)。この装置は林業種苗の発芽率を劇的に改善(従来 50%以下→90%以上)し、コンテナ苗生産の効率化と低価格化による林業の成長産業化に貢献する成果である。また、苗木生産から下刈りに至る造林一保育過程のコストを、一貫作業システムを利用して目標の10%を大きく上回る30%以上削減できる技術を開発した。さらに、下刈りの機械化に関する研究内容が、林野庁平成30年度スマート林業構築実践事業のうち森林作業システム高度化対策「開発機械:地枿え、下刈り等の軽労化に向けた多目的造林機械の開発・改良」に選定されるとともに、自走式下刈り機の実機(筑水キャニコム)として製品化され、販売が始まった(R1)。また、針広混交林や人工林の広葉樹林化のための更新実態調査のためのマニュアル「国有林野事業における天然力を活用した施業実行マニュアル」の作成を支援した(H29)。このマニュアルは、各森林管理局が天然力を活用した森林づくりを推進するために実施している研修及び現地検討会に活用された。さらに、森林経営管理制度を担当する市町村の担当者を対象とした普及書「針広混交林を目指す 市町村森林経営管理の施業」を刊行した(R2)。このように中長期計画を遙かに上回る非常に多数の高い成果を得た。

b 効率的な森林管理手法及び先導的な林業生産システムの開発

「(①) 地域特性や多様な生産目標に対応した機械作業システムや基盤整備技術等による効率的な木材生産技術」に対して、大径長尺材の木寄せ及び造材作業の3次元動作解析を行い、林業用車両のブーム先端に作用する外力及び慣性力を定量化するとともに、作業道に対して不均等に作用する接地圧を実測し、大径長尺材作業に対応した車両系林業機械の諸元と作業道作設指針を明らかにした(H28)。我が国の作業条件に適応した大径材長尺材搬出システムの導入により既存の機械に比べ約15%の生産性向上が望めることを明らかにした(H29)。軟弱地盤における長期間の作業道維持及び集材作業を可能とするため、丸太を用いた路面補強により路面支持力を約4倍まで大きくすれば、路面変形を抑えられることを実証した(H28)。さらに、大径材の架線系伐出作業における皆伐作業システムの生産性予測モデルを開発し、材の大径化に対応する適切なタワーヤードの機械の諸元を明らかにした(R2)。これらにより、効率的な木材生産技術に対して中長期計画事項を上回る成果を得た。

「(②) 高度な森林情報計測技術や多様な森林情報の評価技術による効率的な森林管理手法を開発する」に対して、デジタル空中写真から間接的に得られる樹高と立体視ソフトにより判読された本数から地域別にスギの林分材積を推定するモデルを構築し、林分密度管理図を利用した従来手法に比べ3割の推定精度の向上を図った(H29)。本州でカラマツ林面積の多い11県について今後20年間の地域別の主伐材積と材積成長量を予測した結果、主伐材積は材積成長量の22%に過ぎず、現水準の原木需要に対する供給持続性には当面問題がないことを明らかにした(H30)。森林利用者の健康向上に資する森林管理のために、森林散策頻度と生活習慣病である高血圧症との関連について、約1万人分の健康調査のデータを用い、筑波大学との共同により大規模な疫学研究を行った(R1)。さらに、高度な森林情報計測技術として、収穫調査から素材生産に至る過程での地上型レーザースキャナー(TLS)の効率的な運用方法とコスト分析による活用方法を提案した(R2)。これらにより、効率的な森林管理手法について中長期計画事項を上回る成果を得た。

「(③) 先端的な計測・制御技術や情報通信・処理技術を導入した先導的な林業生産技術を開発し、生産性を20%向上させる」に対して、【重要度:高】である荷おろし作業と作業道の往復運転を無人化する自動走行フォワードを開発し、毎日の事前行走や危険箇所等のバーコードによる個別作業指示により安全性を高め、作業班の構成人数を一人減らしても生産量を減らさない無人化集材作業システムを構築し、集材作業の労働生産性を約30%向上させる技術を開発した(H30)。また、従来の材径や材長に加え、原木の強度と曲がりも計測可能なハーベスタヘッドを持ったICT機能付きハーベスタを開発し、材の市場価格情報等を利用することで、造材作業による収益性向上を可能とした(R1)。これまでに開発した無人化集材作業システム、空中写真等による森林計測技術、ICTの活用技術及び、中長期計画事項を上回る成果として開発した苗木植栽ロボット等を組み合わせることにより、生産性の20%向上を可能としたことに加えて機械の開発から実装まで行うことができたため、想定以上の非常に高い成果を得ることができた。さらに、情報化施工の技術を森林内での作業道作設作業に適用し、単位時間当たりの路網作設延長距離及び作設作業生産性をそれぞれ1割以上向上させる技術を開発した(R2)。これらにより、先導的な林業生産技術の開発について中長期計画事項を上回る成果を達成した。

測可能なハーベスタを開発した。また、新しい木材生産技術として、大径長尺材の伐採搬出作業に必要な車両系及び架線系林業機械の諸元を提案し、大径材化への素材生産の対応指針を示した。さらに、新たなTLSの利用等森林計測技術の高度化やICTの活用技術を合わせ、全体の生産性を20%向上した。これらのことから中長期計画の目標をすべて達成した。

さらに、計画以上の成果として、コンテナ苗の育苗を効率化する充実種子選別装置を開発し、実機6台の市販を実現した。効率的な森林管理手法として、デジタル空中写真からスギ・ヒノキ・カラマツの林分材積を推定するモデルを構築し、既存の立体視ソフト「もりったい」へ実装した。また、オープンシステム収穫表を開発した。このほか、世界初の苗木植栽ロボットの開発と津波被災海岸林再造成地への実装、木材・木質に囲まれた住環境が睡眠に与える影響の評価等の成果をあげた。森林教育に関する研究成果をもとにした多様な森林教育プログラムと実践者との連携活動がIUFRO「森林教育ベストプラクティス賞」TOP10を受賞した。

以上の成果は、具体的な開発機器を多数含み、社会実装を着実に進めていることから、中長期計画に設定した目標を大きく上回るものである。初期保育経費10%以上の低減を可能とする森林施業法の実証、多様な生産目標に応じた適地判断指標の確立、天然更新を促進する伐採方法や更新管理基準の提示、地域特性に対応した多様な木材生産技術を支援する機械や写真やレーザーによる森林資源の管理手法及びオープンシステム収穫表を開発し、「スマート林業」として、地域特性に応じた具体的な活用が見込める。

以上により、イ(ア)の自己評価は、外部評価委員2名によるs評価も踏まえ、計画以上に特段に優れた成果を達成できたと考え「s」とする。

また、中長期計画事項を上回る成果として、施肥装置と自動苗木供給装置を備える世界初の苗木植栽ロボットを開発し、福島県の津波で被災した海岸林の再造成地における植栽作業に実装した(H30)。また、森林情報計測技術の高度化により、スギのほかヒノキ、カラマツについても林分材積推定モデルを開発し、スギの材積推定機能は既存の立体視ソフト「もりったい」へ実装され、雄勝広域森林組合(秋田県)に導入された(H29)。さらに、木材・木質に囲まれた住環境が睡眠に与える影響を調べ、寝室に木材・木質材料が多い方が不眠症の疑いのある人が少なく、寝室で安らぎや落ち着きを感じる割合もより高いことを明らかにした(R1)。また、最終年にはシカ被害リスクを推定するシカ影響スコアや高齢級に対応したオープンシステム収穫表を開発する(R2)など、中長期計画に想定していない非常に多数の高い成果を得ることができた。

<成果の普及>

低コスト再造林に関する技術開発について、生物系特定産業技術支援センター革新的技術緊急展開事業研究成果集「攻めの農業を支える革新技術」技術体系編の「林業の省力化・低コスト化を可能とする技術体系」として成果を発信した(H28)。また、当機構のウェブサイトにおいて「再造林加速化プロジェクト」の概要を紹介するウェブサイトを開発し、パンフレット「低コスト再造林に役立つ“下刈り省略手法”アラカルト」(H30)をはじめ、初期保育経費削減技術に関する成果情報を広く発信した(イア a)。森林経営管理制度を担当する市町村の担当者を対象とした普及書「針広混交林を目指す 市町村森林経営管理の施策」を刊行した(R2)(イア a)。

コンテナ苗に関する成果について、「新しいコンテナ苗生産方法の提案」と「育苗中困ったなという時に」と題する2つのパンフレットを発行した(H30)。林野庁による「コンテナ苗の基礎知識」(H29)と「コンテナ苗基礎知識に関する Q&A」(H30)の作成・公開に協力した。民間企業との共同研究により開発した充実種子選別装置が製品化され、発売された。

長尺材に対応した新たな施業技術の成果について、パンフレット「大径・長尺材に対応した新たな生産技術の開発」(H30)を発行した。多様な森林情報の成果について、パンフレット「本州以南におけるカラマツの安定供給と持続的利用方策の提案」を発行した(R1)。森林管理技術の高度化に関する成果普及の取組として、材積推定の成果を(一社)日本森林技術協会と協力して森林立体視ソフト「もりったい」に実装した。木材の生活空間への利用拡大に資する研究成果として「木のぬくもりあふれる寝室で良い眠りを」をプレスリリースした(R1)(イア b)。

このように中長期計画を大きく上回る成果を達成し、得られた成果については学術論文等により速やかに公表するとともに、林野庁等の行政機関と連携して成果の普及に取り組んだ。さらに、効率的な素材生産技術・再造林等による適切な更新の確保に対して、開発した実機が市販されるなど、研究成果の社会実装も着実に進展している。これらは林業イノベーション現場実装推進プログラム(令和元年12月、農林水産業・地域の活力創造本部)に先行して実行された林業イノベーションであり、当初計画を大きく上回る実績で中長期計画を達成した。

(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

a 持続的林業経営と効率的流通・加工体制の構築に向けた社会的・政策的対策の提示

「(①) 森林所有者や林業事業体の持続可能な林業経営のあり方の提示」に対して、森林投資に関して、林業経営の信託化を実現させる3条件として、一定規模の人工林とキャッシュフローの確保、林地流動化の促進、森林の経済価値評価とマーケティング能力を有する専門機関(家)の育成の重要性を提示した(H29)。また、森林組合の動向を分析し、主伐・再造林の増加が予想される中、造林労働者の確保と多技能化・通年雇用化等による労働条件の改善が必要であることを提示した(R1)。さらに、森林組合と組合員をつなぐ役割を担う地区委員・地域組織の実態を調べた結果、地区委員や地域組織が組合員に対して積極的に関わり、合意形成を担っている場合も見られ、そのようなところでは森林組合の素材生産も活発であることを明らかにした(R2)。これらにより中長期計画事項を上回る成果となった。

「(②) 木材需要動向と用途に応じた木材安定供給のための方向性の提示」に対して、世論調査結果の分析により木材生産機能への国民の期待の地域別(農村、都市)の増加傾向を明らかにし、期待の増加を住宅取得時に国産材使用につなげる必要性を示した(H28)。また、人口減少社会における林業従事者数と木材需要等の将来推計により、2030年の想定国産材需要に見合う供給を現状の再造林率で行うには、育林の省力化と、林業従事者の参入者数の増加又は素材生産性の向上が必要であると同時に、育林労働力の確保がより重要となることを数値で示した(H30)。さらに、中高層建築物における木材利用の需要拡大に向けて、中古RC造マンション等の上層階の減築と木質材料を使う増築により床面積を増やす木材利用モデルを導出した(H30)。これらにより中長期計画事項を達成した。

「(③) 流通・加工体制の合理化、効率化を図るための社会的・政策的対策の方向性の提示」に対して、合板業と製材業の動向分析により、今後、合板業界では国産材型枠・フロア台板生産の拡大、製材業界では国産材利用最適化に向けた産業再編が進展する予測を示した(H28)。国産広葉樹製材用材の増産には、素材生産過程での機械整備や労働力増強、売方への価格情報の提供と出材要請及び買方への出材情報の提供と原木の最適な仕分け販売、加工過程での生産設備拡充等の3つが必要であることを提示した(H29)。また、北海道の人工林の資源状況と用材利用について、道全域の林業経営収支マップと工場分布や木材流通状況を解析し、工場の最適立地の提示等、需給マッチングに向けた方策を提案した(R1)。さらに、欧州森林組合の調査分析によって、製材業界の寡占化に対するドイツの林業連合による木材供給の大口化と販売窓口の一本化が、木材産業の寡占

「イ(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、確実に中長期計画事項を達成し、さらに、計画事項を上回る成果が得られた。

持続可能な林業経営の在り方として、林業経営の信託化を実現させる条件、森林組合の造林労働者の確保に向けた多技能化等による労働条件の改善の必要性を示した。また、木材安定供給のための方向性として、木材生産機能への国民の期待の高まりを住宅建築における国産材利用につなげることの必要性、国産材供給不足回避に向けた林業従事者の確保対策強化の重要性並びに育林の省力化及び素材生産の生産性向上の必要性を示した。さらに、効率的な流通・加工体制について、合板業界における国産材型枠・フロア台板生産の拡大と製材業界における産業再編が今後進展すること、国産広葉樹製材用材の増産には機械整備や売方と買方双方への情報提供が必要であることを明らかにした。北海道全域の人工林経営収支マップ等の分析による需給マッチング方策、ドイツ林業の分析に基づく木材産業の寡占化に対する山元への利益還元の現実的方法を提案

化が進む日本においても、森林所有者に利益を還元するための現実的対応策であることを示し、林政審議会において提言することにより、森林組合法の改正案の検討に貢献した(R1)。林業への外国人労働力受入れのための技能実習の現状と課題を先行事例から分析した結果、受け入れ組織の整備、実習期間を現行の1年から他産業と同様の5年間に延長する必要性を示すとともに外国人林業労働者の技能検定制度の充実にはまだ時間がかかることを示した。また、多様な森林資源の活用実態を踏まえ、持続可能な林業経営のあり方と木材安定供給や流通・加工等の方向性については、育林労働力の確保、山元への利益還元の具体的現実的な解決策として寡占化する木材産業に対して木材の共同販売が重要である点を示した(R2)。これらにより中長期計画事項を上回る成果となった。

また、中長期計画事項を上回る成果として、林業種苗政策の明治・対象期以降の展開を整理し、林業種苗政策の形成要因と特徴を解明した(H28)。山村振興に欠かせない地域のリーダーとなるキーパーソンの生活史(ライフヒストリー)分析する新たな手法を導入した(H29)。山村地域の振興策として注目されている森林の空間利用について、国内の森林における新たなスポーツ・レジャー利用の実態調査から地権者、利用者、地元行政間のコンフリクトの存在を示すとともに、欧米の事例では、従来の利用者等との紛争解消のために、利用の許認可の単純化や利用者の権利保障と利用地の棲み分け、安全管理責任の明確化、利用者組織によるマナー向上対策や利用地整備技術の発展等がなされてきたことを明らかにした(H30)。現在の日本の森林計画制度の内実は1939年森林法改正とその後の戦後占領政策を経て形成されたことを政策作成者の記録から明らかにした(R1)。伐採作業のコストや生産性、搬出される丸太の質・量、将来の林分状態をシミュレーションする「伐出見積もりシステム」の改良版を公開し、利用申請のあった森林組合や都道府県等に180件配布することにより、木材生産活動活性化の一翼を担った(R1)。

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

「(①) 早生樹等の低コスト造林技術」に対して、北海道のヤナギ造林地において、施肥とマルチによる雑草抑制を組み合わせた場合の成長促進効果を実証するとともに、台切及びマルチ間の除草によって、目標値(10t/ha/年)を上回る年収量10.6t/ha/年を達成した(H28)。茨城県内で自生するヤナギ類を採種し、施肥条件下で栽培試験をした結果、カワヤナギ、ジャヤナギ、オノエヤナギ、コゴメヤナギが施肥効果の高い候補であることを明らかにした(R1)。行方市を対象に行った家畜排せつ物処理に関する調査から、運搬を含めて無料で利用可能な液肥があり、この量は、約50haで年間10t/haのヤナギ生産を行える施肥量であることを試算した(R1)。早生樹(ヤナギ)によるバイオマス生産の実用可能性を評価するためにケーンハーベスタを用いた収穫試験を行い、収穫・運搬・チップ化コストを試算した結果、8.4千円/dry tonであり、同一林分の人力による初回収穫時の試算と比べ25%低減した。欧米の栽培マニュアル等で示されたコストは今回の試算の1/2以下であり、植栽方式や植栽間隔の調整、収穫したヤナギの保持方法の変更、オペレーターの減員などによる更なるコスト低減の余地があることを明らかにした(R2)。これらにより、中長期計画事項を達成した。

「(②) 林地残材の低コスト供給手法の開発、木質バイオマスの供給安定性評価」に対して、高い伐出コストが課題となっている広葉樹林において、機械化による低コスト化の可能性を検討するために、伐出作業の実証試験を実施し、生産性を分析した。その結果、伐木・造材作業に関して、車両系機械を用いれば、単木材積が小さくても従来型の人力作業と同水準の労働生産性が得られることを明らかにした(H28)。スギ丸太の天然乾燥に関して、気温、降水量及び丸太の長さ、直径、初期含水率から乾燥中の含水率変化を推定する統計モデルを作成し、天然乾燥に要する期間の推定を可能にした(H30)。工場設置型ディスクチップパーを用いて木材チップ製造に要するエネルギーとコストへの樹種及び原料寸法の影響を検討した結果、絶乾質量あたりの消費エネルギーは45.3～96.4 MJ/t、チップ化コストは920～11,575円/tであり、原料密度や寸法が大きくなるほど消費エネルギー及び破砕コストが減少することを明らかにした。このことから、質量の大きな原料を投入して生産性を高めることで、消費エネルギー及びコストを抑えたチップ化ができることを明らかにした(R1)。日本全国を対象に木質バイオマス発電プラント間の燃料の競合状態を評価し、九州東部地域や中国地方等において燃料の競合が激しいという結果を得た(H28)。また、木質バイオマス発電事業における燃料安定確保への取組を分析し、既存の様々な流通体制の実態を出発点に実現可能な流通体制の類型を提示した。次に、資源の利用可能性に応じて、出荷意欲を喚起するための取組に加え、出荷者の供給力増大支援、出荷者拡大・調整弁確保、利用資源拡大、調整者による燃料生産等の取組が重要となることを明らかにした(H30)。これらにより、中長期計画事項を達成した。

「(③) エネルギー利用に関する採算性評価」に対して、木質バイオマスを使用した熱電併給事業に関するデータ収集を行い、蒸気タービン方式に対応した木質バイオマス熱電併給事業採算性評価ツールを開発し、当機構のウェブサイトで公開した(H28)。その結果、新規事業の企画立案等、415件以上の利用があった。木質バイオマス発電施設において発生する燃焼灰の林地還元試験を実施し、燃焼灰散布後の土壌中の重金属等微量成分を測定した結果、汚染は発生していないことを明らかにした(H29)。燃焼灰を散布した若齢のヒノキ林において、胸高直径、樹高の年間成長量が減少したことを明らかにし、樹木の成長低下をおこさないように量や散布方法を慎重に検討する必要があることを示した(H30)。さらに、新たな評価ツールとして、小規模ガス化熱電併給システムの事業採算性評価ツールを完成させた(R2)。これらによって、発電、熱電併給、小規模ガス化熱電併給のすべてのシステムに対応可能な事業採算性評価ツールを完成させることができ、中長期計画事項を大きく上回る成果となった。

し、林政審議会において提言し、森林組合法の改正案の検討に貢献した。以上の成果は、具体的な政策提言を数多く含むものである。

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については、早生樹等の低コスト造林技術の開発、林地残材の低コスト供給手法の開発、木質バイオマスの供給安定性評価、エネルギー利用に関する採算性評価及び木質バイオマスによるエネルギー変換利用システムの開発についてすべての中長期計画事項を着実に達成し、トレファクション燃料製造炭化炉の自動運転の成功、小規模木質バイオマスエネルギー利用採算性評価ツールを開発では想定を超えた成果となった。

さらに計画を上回る成果として、国内の森林における新たなスポーツ・レジャー利用の実態と欧米における紛争解消に向けた取組を明らかにした。今後、社会の要請が高まるであろう森林の空間利用について課題を抽出してその対応策を具体的に示した。この成果に関連して、スポーツ・レジャー利用に関する論文が、日本森林学会の論文賞(2019年)を受賞するなど、学術的にも高く評価されている。また、世界初となる木質バイオマスからの連続メタン発酵の成功は社会実装に繋がる特筆すべき成果である。木質エネルギー関連では、再生可能エネルギー固定価格買取制度を利用した木質バイオマス発電事業における原料調達価格と損益分岐点の関係に関する論文が日本エネルギー学会論文賞(2016年)、木質バイオマスを用いた熱電併給事業の成立条件に関する論文が日本森林学会論文賞(2019年)、原木の天然乾燥に関する論文が日本木材学会論文賞(2017年)を受賞するなど、多くの成果が学術的にも高く評価されている。さらに、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に入賞した。

以上のように、中長期計画を大きく上回る形で研究が進展した。研究成果は、主要な学会の論文賞を4本受賞したように学術的にも高く評価されたばかりでなく、林政審議会施策部会での報告をはじめ、林業政策立案への貢献や、木質バイオマス発電・熱電併給システムの採算性評価ツールの普及など、成果の「橋渡し」にも大きく貢献している。

以上により、イ(イ)の自己評価は、外部評価委員2名によるs評価も踏まえ、「s」とする。

「(④) 木質バイオマスによるエネルギー変換利用システム開発」に対して、トレファクションペレット造粒時に質量比2%程度のデンプンを添加する造粒製造手法を開発した。この手法によりペレット製造の歩留まりが向上し、ペレットの強度が増加することを確認した(H29)。また、トレファクション燃料製造実証試験において、炭化炉の自動運転に成功したことにより、自動制御の導入で温度変動が小さくなり炭化炉加熱補助燃料の約 30%削減を達成し、地域事業体が小規模に運転可能なプラントとすることができた(R1)。これらにより、中長期計画事項を上回る成果が得られた。

また、中長期計画事項を上回る成果として、世界初の試みである木質バイオマスを主原料としたメタン発酵システムの実証試験を福島県南相馬市において実施し、樹皮主体の原料で長期間安定的に連続メタン発酵が可能な条件を解明し、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(H29)。また、北海道下川町のヤナギ植栽試験地においてシカの食害調査を行った結果、クローンによって食害被害の受けやすさが異なることを明らかにした(H30)。さらに、スギ丸太の天然乾燥に関して、気温、降水量及び丸太の長さ、直径、初期含水率から乾燥期間中の含水率を推定する統計モデルを作成し、この推定モデルを基に Excel 形式の乾燥日数推定ツールを開発し、乾燥日数を推定できるようにした(H30)。このツールはあわら市の坂井森林組合のほか、株式会社アルファフォーラム、一般財団法人日本森林技術協会で利用されており、より広い地域で利用されるよう更なる改良を加えている。このように中長期計画で想定していなかった非常に多数の成果を得ることができた。

<成果の普及>

「(①) 行政機関、大学、民間企業等と連携しつつ、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」に対して、山梨県南アルプス市において、本課題の研究成果をもとに、山梨県が仲介して県有林を含めた森林でのマウンテンバイク利用を促進し、造林地での獣害管理を行う取組を開始した(H29)(イイ a)。本課題の研究成果をもとに、木質バイオマス燃焼灰の林地還元試験を、高知県土佐清水市、熊本県球磨郡あさぎり町(中国木材社有林)において実施するとともに、利用技術開発と普及拡大に向けて、「『知』の集積と活用」においてプラットフォーム「木質バイオマス燃焼灰利用研究プラットフォーム」を構築した(イイ b)。長野県信濃町において広葉樹燃料チップ生産・適用試験を実施した。北海道下川町と共同でヤナギの成長調査(H28、H29、H30)と収穫調査(R1)を行い、その成果を「木質バイオマス資源植物ヤナギの機械収穫検討会」(下川町)で講演し普及に努めた(R1)(イイ b)。また、利用実証試験を群馬県前橋市(事業体の居室ストーブ)と高知県芸西村(個人園芸農家の温風機)で実施した(H28)(イイ b)。稼働しているガス化発電や熱供給用ボイラー等に関する経営データを数多く収集し、パラメータの精査及び施設により変動するパラメータの設定手法をマニュアル化することにより、熱供給バイオマスボイラー採算性評価ツールと小規模ガス化熱電併給事業採算性評価ツールを完成させた(R2)。

以上により、中長期計画を大きく上回る実績を達成した。

2. 評価指標等の観点

評価指標 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

イ(ア)では、森林経営管理法(平成 31 年 4 月施行)に基づく森林経営管理制度で示された「市町村森林経営管理事業」の推進に、森林管理円滑化対策研修(R1～)での講義を通して貢献した(イア a)。「森林・林業基本計画」(平成 28 年 5 月閣議決定)が掲げる木材自給率の目標(2025 年までに 50%)の達成に欠かせない人工林の主伐・再造林の推進に、森林施業の低コスト化及び効率化に関する研究により貢献した(H28～R2)(イア a)。また、同基本計画の「森林の有する多面的機能の発揮に関する施策」について、森林総合監理土育成をはじめとする各種研修等の講師としての活動を通じて、天然更新や混交林化に向けた更新管理技術に関する成果の橋渡しを進めた(H28～R2)(イア a)。国有林を中心に現場ニーズの高かったコンテナ苗の育苗技術について、林野庁による「コンテナ苗基礎知識に関する Q&A」のとりまとめと発行に協力した(H30)(イア a)。北海道森林管理局などのニーズを踏まえ、森林管理局、森林管理署及び技術開発・支援センターと協力して、ト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(H28～H30)(イア a)。交付金プロジェクト「天然更新による低コストカンパ施業システムの開発」(R1～)は、北海道森林管理局の技術開発課題「天然更新カンパ類の効果的保育手法の確立」(R1～)に対応し、一部共同研究として実施した。地域の広葉樹資源の活用を進めるための研究は、山村振興や地域創生等の施策に寄与するものである(R1～)(イア a)。さらに、海岸防災林全体計画調査(北海道森林管理局)での指導、「木曾悠久の森」構想の天然林施業法作成への協力(中部森林管理局)など、国の施策推進に貢献する課題の推進に取り組んだ(H28～R2)(イア a)。林業用苗木に関する国の施策に應えるため、「優良苗の安定供給と下刈り省力化による一貫作業システム体系の開発」(H28～H30、農林水産技術会議「革新的技術開発・緊急展開事業」)及び「成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発」(H30～R4、農林水産技術会議「戦略的プロジェクト研究推進事業」)に取り組んだ(H30～R2)(イア a)。「ロボット新戦略」(平成 27 年 2 月、日本再生本部)が掲げる課題(無人走行フォワード、林業用アシストスーツ)、「次世代林業モデル・平成 28 年度重点施策提言」(平成 28 年 6 月、日本プロジェクト産業協議会森林再生事業化委員会)が掲げる課題(ICT ハーベスタ)に取り組んだ(H28～R2)(イア b)。森林施業の効率化・省力化を可能にする「ス

<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」の実績に示すように、イ(ア)については、「森林・林業基本計画」が目標とする林業の持続的かつ健全な発展及び森林の有する多面的機能の発揮や「スマート林業」の推進に貢献する研究開発に、林野庁や森林管理局等との密接な連携のもと取り組み、地域特性と多様な生産目標に対応した森林施業技術、効率的な森林管理手法及び先導的な林業生産システムの開発等、中長期計画に設定したすべての目標を達成している。さらに、計画を上回る成果として、充実種子選別機や自走式下刈りの製品化、苗木植栽ロボットの開発、森林と健康に関する科学的エビデンス等、国の施策や社会ニーズに応える実用的な成果を数多くあげた。得られた成果については、モニタリング指標 1 に示すように、学術論文等で速やかに公表するとともに、成果パンフレットや技術マニュアルの作成・

様式2-2-4-1 国立研究開発法人 中長期目標期間評価(期間実績評価) 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

「マート林業」の実現に向けて「地上型レーザースキャナーによる効率的な収穫調査と素材生産現場への活用方法の提案」(H29～H30、森林林業振興助成事業)、「作業道の情報化施工に関する実証研究」(H30～R2、生産性革命に向けた革新的技術開発事業)に取り組んだ(イアb)。さらに、苗木植栽ロボットの開発など、東日本大震災後の海岸防災林の再生を支援する研究開発に取り組んだ(H28-H30)(イアb) 森林空間を多様な分野で活用する森林サービス産業の創出に向けて、森林散策と高血圧症の関連性を疫学的に検証した研究等、森林と健康に関する科学的エビデンスとなる研究成果をあげた(R1)(イアb)。また、林野庁の「木づかい運動」をはじめ木材の利用促進に向けて、木材の住環境と睡眠との関連等、木の「良さ」に関する科学的エビデンスとなる研究成果をあげ、プレスリリース(R1)やウッドデザイン賞(R2)により広く発信した(イアb)。また、森林教育に関する研究成果をもとにした多様な森林教育プログラムと実践者との連携活動が IUFRO「森林教育ベストプラクティス賞」TOP10 を受賞した(R1)。さらに、「『知』の集積と活用の場」に林業分野の大型プラットフォーム「持続的な林業生産システム研究開発プラットフォーム」を設立し、会員数の拡大にも取り組んだ。その結果、令和2年度末の会員数は平成30年度末の会員数の約3.2倍(17機関→54機関)に増加した(H30～R2)。 イ(イ)では、「森林・林業基本計画」が掲げる「林業の成長産業化」、「未来投資戦略2018」(平成29年12月閣議決定;平成30年6月改訂)、「成長戦略(2019年)フォローアップ」(令和元年6月閣議決定)等の行政課題に対応した成果を多数あげてきた。これらに加えて、各種会議を通じた研究成果の還元、林政審議会施策部会における成果報告、森林・林業白書における成果の引用等、大きな貢献を行った。このほか、国が設置した委員会に委員を19回派遣するとともに、国が行う事業の推進に係る委員会に委員を73回派遣し、研究成果の還元に積極的に努めるとともに施策の推進に貢献した(イイa)。「森林・林業基本計画」の木質バイオマスの利用における「チップ用材等の効率的な搬出に有効な全木集材や効率的な収集・運搬システムの開発・普及、木質バイオマス発電施設における未利用間伐材等の利用、地域における熱電併給システムの構築」、「未来投資戦略2018」の地産地消型エネルギーシステムの構築等における「未利用材の安定的・効率的供給による木質バイオマス、下水汚泥などの廃棄物バイオマス等のバイオマス発電の導入拡大に向けた環境整備」、「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」(平成24年7月施行)等への対応として、木質バイオマス発電事業及び木質バイオマスを用いた発電・熱電併給事業の採算性評価ツールを順次作成し、公開した。 モニタリング指標1(1):行政機関との研究調整会議等の実施状況 イ(ア)では、林野庁と定期的に情報交換会を実施し、コンテナ苗の普及と取り扱いのマニュアル化、森林整備における下刈りの省力化やUAV(ドローン)の活用事例、早生樹の導入や広葉樹林化の技術的課題、林道関係等について意見交換を行った(H28～R2)(イアa)。近畿中国森林管理局と広葉樹に関するプロジェクトの現地検討会や技術発表会を通じて情報交換を行った(H28～R2)(イアa)。中部森林管理局・森林総合研究所技術交流会を定期的に開催し、木曽森林管理署管内での研究成果を管理局署員に紹介し、成果の普及を図った(H28～R1)(イアa)。関東森林管理局茨城森林管理署で開催された技術開発業務に係る打合せ会議に参加し、関東森林管理局と当機構との共同研究として実施されている課題について意見交換を行った(H28～R2)(イアa)。関東森林管理局主催の小笠原諸島森林生態系保護地域部会において、アカギの増大とガジュマルの新規加入個体に関する研究成果の情報を提供し、外来種対策について意見交換を行った(H28～R2)(イアa)。林野庁、東北、関東、中部、近畿中国、四国の各森林管理局を訪問して、カラマツ人工林に関する研究成果を説明し、意見交換を行った(H28～H30)(イアb)。苗木植栽ロボットについて、福島県林業振興課が事務局を務める運営委員会(年2回程度開催)において、研究開発の内容を討議し決定した(H28～H30)(イアb)。林野庁と「森林サービス産業」での連携を見据えて意見交換会を実施した。また、森林利用課山村振興・緑化推進室長が事務局長を務める「Forest Style ネットワーク」に参加した(H28～H30)(イアb)。 イ(イ)では、林野庁との研究調整会議等を5回開催(1～2回/年)した。また、そのほかの意見交換会を通じて研究成果の提供を積極的に行うとともに、逐次、会議の結果を課題遂行に反映した。ドイツの林業連合に関する研究成果を林政審議会施策部会(R1.12.2)において報告し、その内容が林政審議会本審議会(R2.1.9)における森林組合の今後の経営基盤の強化に関する議事の資料となった。農村振興局の主催する勉強会(R2.1.20、約50名参加)で耕作放棄地の植栽について講演し、質疑対応に加えてその後の質問票に対する回答を行った(イイa)。また、林野庁と研究調整会議を7回(1～2回/年)開催し、意見交換を行った(イイb)。 モニタリング指標1(2):外部資金等による研究課題件数及び金額 イ(ア)外部資金による研究課題は111件、外部資金は1,317百万円であった(H28～R2)。 イ(イ)外部資金による研究課題は30件、外部資金は73百万円であった(H28～R2)。 モニタリング指標1(3):学術論文、学会発表等による研究成果の発信状況	配布、講演会等の開催、及び林野庁や森林管理局が実施する各種研修等を通じた現場への成果普及に取り組み、成果の一部はウッドデザイン賞(林野庁長官賞)の形で認められた。 イ(イ)については、「森林・林業基本計画」が掲げる林業の成長産業化や木質バイオマスの利用、「未来投資戦略2018」の地産地消型エネルギーシステムの構築、「成長戦略(2019年)フォローアップ」、「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」等に応える研究開発に取り組み、持続的林業経営と効率の流通・加工体制の構築に向けた社会的・政策的対策並びに地域特性に応じた木質エネルギー等の効率の利用システムに関する成果を多数あげてきた。得られた成果については、「評価指標1-1」に示すように、林野庁との研究調整会議等を通じた成果情報の提供、林政審議会施策部会における報告、森林・林業白書における成果の引用等のほか、国が設置した委員会に委員を19回派遣するとともに、国が行う事業の推進に係る委員会に委員を73回派遣し、行政機関との密接な連携のもと成果の社会還元に取り組んでいる。 以上の特段に優れた取組と成果により、評価軸1に基づく重点課題イの自己評価を「s」とする。
---	---

イ(ア) 学術論文は356編(原著論文235編、総説12編、短報109編)、学会発表は825件、公刊図書は95件であった(H28~R2)。
イ(イ) 学術論文は83編(原著論文54編、総説0編、短報29編)、学会発表は195件、公刊図書は46件であった(H28~R2)。

評価指標2：研究開発成果等の普及促進への取組実績

イ(ア)では、国有林の技術開発委員会等各種専門委員会での提言や、関連の成果パンフレットや論文の配布により研究成果や情報の普及促進に取り組んだ(H28~R2)(イア a、b)。林野庁が実施する森林総合監理士育成研修、森林総合監理士育成(後期2)研修、森林立地研修、森林計画(基礎)研修、民国連携技術者育成研修(実践編)、林業成長産業化構想技術者育成研修(H30~)及び森林管理円滑化対策研修(R1~)において、森づくりの理念や森林施業などに関する講義、現地実習及び試験問題作成を行った(~R2)(イア a)。日本森林技術協会が実施する林業技士養成研修において、森林施業に関する研究成果を活用した試験問題作成及び講義を行った(H28~R2)(イア a)。科学技術振興機構(JST)、都道府県市町村、各種協会及び民間団体が主催する講演会において、研究成果の普及に取り組んだ(H28~R2)(イア a)。森林管理局が実施した天然力を活用した森作りに関する勉強会や、林野庁が実施した森林施業に関する研修に講師として参画し、教材作成に研究成果を活用した(H28~R2)(イア a)。コンテナ苗の育苗技術体系について、学術誌(森林科学誌、森林学会誌)に掲載された研究成果に基づき、林野庁による「コンテナ苗基礎知識に関するQ&A」の公表に貢献した(H30)(イア a)。再造林加速化プロジェクト(H28~H30)の成果を紹介するウェブサイトを開発し、技術開発の結果を広く公表する仕組みを構築した(H30~R2)(イア a)。研究成果の学会発表、機関紙等への成果掲載に加え、各種展示会(森林・林業・環境機械展示実演会、アグリビジネス創出フェア他)への試作機の出展、ポスター展示、講演等を行った(H28~R2)(イア a、b)。森林管理局が主催する情報交換会、北海道林木育種協会講演会、写真測量学会北海道支部春季特別講演会、森林GISフォーラム in 北海道等において依頼講演を行った(H28~R1)(イア b)。林業大学校等において講義を行った(H28~R2)(イア b)。産業技術総合研究所 北海道センターが主催する「産総研北海道センターシンポジウム in 旭川」において、「サステナブルな林業を目指すために必要なこと」と題した招待講演を行った(R2)。当機構ウェブサイトの「自然探訪」において、森林浴研究の現状を一般市民向けに発信した(R1)(イア b)。

イ(イ)では、持続的林業経営と効率の流通・加工体制の構築に向けた社会的・政策的対策に関する研究成果の普及促進のため、原著論文51件、学会発表104件に加え、公刊図書44件、定期刊行雑誌206件と多数の報告を行い、成果情報の幅広い普及に精力的に取り組んだ。地域特性に応じた木質エネルギー等の効率の利用システムに関する研究成果についても、これまでに原著論文12件、短報12件、学会講演要旨79件に加え、公刊図書3件、その他66件を発表して研究成果の普及に努めた。「伐出見積もりシステム」を森林組合や都道府県に348件配布し、伐出コスト・生産性把握支援ツールや研修教材として活用された(R1)。スギ丸太の天然乾燥日数推定ツールはあわら市の森林組合や民間企業等で活用されている。木質バイオマス発電事業採算性評価ツールを金融機関やエネルギー関連会社等に1,095件、木質バイオマスをを用いた発電・熱電併給事業の採算性評価ツールを金融機関やエネルギー関連会社等に546件配布した(H28~R2)。小型熱電併給事業採算性評価ツールのプロトタイプを作成し、民間企業における試用を実施し(R1)、データを集め、最終的に小型熱電併給事業採算性評価ツールを完成させた(R2)。講演会及び研修(森林技術総合研修所、福井県もりもりバイオマス研修会、バイオマス合同交流会シンポジウム、バイオマスエキスポ、福島県産木材利用相双地方連絡会議、南富良野町シンポジウム、バイオマス利用研究会、技術情報センター、福島県大玉村、林野庁「地域内エコシステム」構築事業成果報告会)で成果を普及した。展示会(アグリビジネス創出フェア、バイオマスエキスポ、国際ウッドフェア、水都おおさか森林の市、環境研究シンポジウム)で成果を展示した(イイ b)。

モニタリング指標2(1)：現地適用試験の実施状況

イ(ア)では、充実種子選別装置により選別した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、スギについて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)、ヒノキについて2ヶ所(高知県、岐阜県)、カラマツについて2ヶ所(北海道、長野県)、研究コンソーシアムの参画機関として連携する地元種苗生産者の圃場等において実施した。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おいて、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。木曽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。車両走行による影響調査を、長野県北部(北信森林管理署霊仙寺山国有林・黒姫山国有林)及び北海道美瑛市道有林において実施した。また、下川町において車両による地がき影響の実証試験を実施した。長野県北部の国有林(中部森林管理局北信森林管理署霊仙寺山国有林・黒姫山国有林)において、車両機の折り返し走行試験地を設定した。また、北海道支所羊ヶ丘実験林及び北海道美瑛市道有林において作業道上の車両機走行の影響試験地を設定し車両機走行試験を実施した。さらに、長野県霊仙寺山国有林と下川町において機械地がきによる植生への影響の実証試験を実施した。北海道支所羊ヶ丘実験林において、シラカンバ林における除伐試験地(5林班)、地がき試験地(7林班)を設定し、経過観察調査を行った。苗木植栽ロボットについて、南相馬市の海岸林再造成現場で現地実証試験を行った。次世代ハーベスタについて、大分県西部森林管理署管内の事業地にお

評価軸2：研究開発成果等の普及に貢献しているか。

イ(ア)については、「評価指標2」の実績に示すように、得られた成果については、学術論文等による発信に加え、成果パンフレットやマニュアル等現場で活用可能な情報として提供している。また、左記の各種研修や林業大学校等における講師として、施業(伐採作業、一貫作業システムや広葉樹天然更新)に関する講義や技術指導を通じて、研究成果の林業現場への普及を進めた。天然力を活用した森作りに関する森林管理局の勉強会、森林施業に関する森林技術総合研修所の研究会にも講師として参画し、研究成果の林業現場への普及に努めた。開発した機械については、各種展示会における開発機の展示実演、ポスター発表、講演等を行い情報発信に努めた。これらの成果を2冊の一般図書により普及した。特に充実種子選別装置は製品化され、6台の販売実績となった。また、「モニタリング指標2(1)」に示すように、現地適用試験を全国各地で様々なパートナーと連携して行い、地域特性と多様な生産目標に対応した森林施業技術に関する研究成果の普及に取り組んでいる。

イ(イ)については、学術論文や学会発表による成果発信のみならず、公刊図書の発行、林業木材関連雑誌への多数の寄稿、委員や講師の派遣等を通して、広報普及に精力的に取り組んだ。伐出見積もりシステムの森林組合等での活用、スギ丸太天然乾燥日数推定ツールの民間企業等での活用、熱電併給事業採算性評価ツールの多くの民間企業への配布、小型熱電併給事業採算性評価ツールのプロトタイプの民間企業での試用を経て完成させる等、研究成果の社会還元を進めた。森林総合研究所ードイツバイオマス研究センター合同ワークショップなど検討会を2件開催した。

以上の優れた成果普及への貢献の実績により、評価軸2に基づく重点課題イの自己評価を「a」とする。

本重点課題では、中長期目標において【重要度：高】とされた先導的な林業生産システムの開発をはじめ、中長期計画に設定したすべての目標について研究開発

いて市販機を用いた川上から川下までの原木の情報共有に関する新機能の実証試験、熊本県菊池森林組合による3回の検証、久保林産事業地にける動作試験を行った。林業用アシストスーツについて、京都府綴喜郡井手町、茨城県桜川市など地形形状及び斜度の異なる傾斜不整地を試験地に設定し、歩行実証試験を行った。信州大学演習林において機械位置計測機能に関する実証試験を行った。香美森林組合の皆伐事業地である同市民有林において、タワーヤードによる大径材集材システムの適用試験を行い、生産性や張力等のデータを得るとともに、現地検討会を開催し高知大学等と意見交換を行った。自動走行フォワーダについて、丹波市森林組合の作業現場にて実証試験を行った。山中湖村にて約750人を対象に、森林に関する意識構造、健康に関する基礎情報、森との関わり方の実態調査を行った。かすみがうら市に建設中の高齢者医療施設において森林浴に関するランドスケープデザインの研究開発成果を活用した外構(施設の庭:癒しの森)を設営中である。 イ(イ)では、山梨県南アルプス市において、本課題の研究成果をもとに、マウンテンバイカーの団体が県有林を含めた森林利用を促進し、造林地での獣害管理を行う取組を開始した(H29)(イイ a)。燃焼灰の林地還元試験を、熊本県とも連携しながら、中国木材株式会社社有林において実施した(H28)。福島県南相馬市に世界初の木質バイオマスを主原料としたメタン発酵の実証試験施設を作り実証試験を行った(H28)。茨城県つくば市及び福井県あわら市で11月～8月にかけてスギ丸太の天然乾燥試験を実施し、これにより乾燥日数推定ツールを開発した(H29)。北海道下川町と共同でヤナギの成長調査(H28、H29、H30)と収穫調査(R1～2)を行った。下川町の奥サンル植栽試験地での萌芽更新調査及び木質原料施設でのヤナギ収穫物の含水率測定を行った(R2)(イイ b)。長野県信濃町において広葉樹燃料チップ生産・適用試験を実施した(H28)。民間企業と連携してトレファクションペレット燃料の製造実証試験を実施した(R1)。丸太の天然乾燥試験を北海道当別町、つくば市、高知市で実施した(R2)(イイ b)。	を遂行し、全期間を通じて現場ニーズに応える実用的な成果をあげることができた。計画に設定した目標以外にも、世界初の苗木植栽ロボットの開発、同じく世界初の木質バイオマスによる連続メタン発酵システムの実証、森林経営管理制度への速やかな対応等、国の施策や社会ニーズに応える特筆すべき成果をあげた。得られた成果については、学術論文等による発信に加え、数多くのパンフレットやマニュアル、一般図書など現場で活用できる出版物も作成するとともに、展示会への出展、講演会等の開催、研修教材としての活用等に取り組み、充実種子選別機の開発と発売、材積推定モデルの既存の立体視ソフトへの実装、オープンシステム収穫表の開発、林政審議会への貢献等、研究成果の社会還元という点でも数多くの優れた取組がなされている。
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 イ(ア)では、タケの効率的駆除法について、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」(京都、技術者及び一般市民を対象)の開催、マニュアル「広がる竹林をどうしよう?という時に」の発行等を通じて、研究成果の普及に努めた(H29)。スズタケ一斉開花について、公開シンポジウム「120年ぶりの森の一大イベント 笹の一斉開花で森はどうなる?」を開催し、これまでの研究成果を用いて一般市民にわかりやすく説明した(H29)。 広葉樹林の資源利用や更新技術について、「広葉樹の利用と森林再生を考える～中山間地における広葉樹林の取り扱いについて～」の発行(H29)、針広混交林や人工林の広葉樹林化のための更新実態調査のためのマニュアル「国有林野事業における天然力を活用した施業実行マニュアル」の作成支援(H29)等を通じて研究成果の普及に努めた。関西支所公開講演会「広葉樹はお宝になるか?一有効活用の可能性を探る」(京都)(H30)、「広葉樹の利用と森林再生のためのワークショップと現地検討会 in 東近江」(H30)、「森林資源の利用と地域再生のためのワークショップ in 東近江」の東近江市と共催(R1)、「中山間地における広葉樹資源の利用と森林管理のためのハンドブック」の発行(H30)等により、広葉樹に関する研究成果の発信と広葉樹利用の促進に努めた。照葉樹林の持続的利用を目的に「綾リサーチサイト30周年記念フォーラム in 綾町 綾照葉樹林の生物多様性と恵み」を開催し、天然更新や森林動態に関する過去30年にわたる研究の成果を一般市民に向けて紹介した(R1)。「地域再生シンポジウム2020 in 旭川」において「広葉樹素材生産の機械化と生産性」及び「広葉樹資源の利用と山づくり-近畿圏における現状と課題-」と題する講演を行った(R2)。森林経営管理制度を担当する市町村の担当者を対象とした普及書「針広混交林を目指す 市町村森林経営管理の施業」(全国林業改良普及協会)を刊行した(R2)。 低コスト再造林技術について、公刊図書「低コスト再造林への挑戦一貫作業システム・コンテナ苗と下刈り省力化一」(日本林業調査会、2019年)で今中長期目標期間に得られたコンテナ苗～下刈り省略手法をまとめた。また、公開講演会「低コスト施業技術の現状と課題 ～再造林のさらなる促進に向けて」(東京)の開催(H30)、「低コスト再造林に役立つ“下刈り手法”アラカルト」、「新しいコンテナ苗生産方法の提案」及び「育苗中こまったなと言うときに・コンテナ苗症例集」(いずれもH30)の発行等により、研究成果の普及に取り組んだ。再造林を含めた林業の現状と課題及び研究成果について、季刊森林総研44号の特集「林業のいまを知りたい!」(H30)、シンポジウム「先端技術が林業にもたらす恩恵」(熊本)(H30)を通じて発信した。北海道のトドマツ林業の効率化について、北海道地域研究成果発表会「トドマツ人工林主伐後の更新技術一天然更新の活用でコスト提言を目指す」(札幌)の開催、パンフレット「トドマツ人工林主伐後の更新技術一天然更新の活用でコスト低減を目指す」の発行を通じて成果普及に努めた(H30)。育苗技術の高度化について、充実種子選別装置の林野庁中央展示(H30)、次世代森林産業展(長野県)(H30)及び全苗連全国生産者のつどい(愛媛県)(H30)への出展、林野庁による「コンテナ苗基礎知識」(H29)及び「コンテナ苗基礎知識に関するQ&A」(H30)の制作への協力等を通じて、林業現場への成果普及に努めた。森林総合研究所九州・四国地域公開講演会「植えた樹を鹿から守る」をYouTubeで開催し、九州・四国地域のシカ被害対策に関するこれまでの研究成果を一般市民を対象に解説した(R2)。 先進的な機械技術の成果発信として、無人走行フォワーダの研究成果に関する講演を「先進的な架線系集材と原木品質判定技術に関する国際セミナー」(つくば)(H30)、第16回環境研究シンポジウム「スマート社会と環境～豊かな暮らしと環境への配慮の両立を目指して」(東京)(H30)において行った(R1)。苗木植栽ロボットの開発内容について、「2019アグリビジネス創出 in Hokkaido一北海道の食と農の明日へ」(札幌、NPO法人	これらにより、中長期計画を大きく上回る特段の実績をもって目標を達成したことから、本重点課題の自己評価を「S」とする。 <課題と対応> 利用期を迎えた人工林などの多様な森林資源の持続的かつ効率的な活用を目指して、森林施業の低コスト化・効率化、安全確保、先導的な林業生産システムの開発、持続的林業経営と効率的流通・加工体制の構築、木質エネルギーの効率的利用システムの開発等を行ってきた。今後は、人口減少社会における農山村の振興と活性化、森林経営管理制度の着実な運用並びにSDGsが掲げる森林の持続的な経営に向けて、収益性向上と林業労働の省力化及び安全性向上を進めるため、川上と川下を繋ぐ森林情報活用技術、機械と情報技術の融合による伐採から造林・保育に至る施業システム技術、林内作業の高効率化と安全性向上のための機械・ロボット技術、バイオマスエネルギーの持続的利用技術、早生樹等を活用した新たな森林利用等の技術開発とともに、森林所有者への利益還元、川上と川下の連携による再造林費用の基金化、公益的機能を担保するクロス・コンプライアンス制度、労働力確保対策などの施策、政策を提示するための研究に取り組む必要がある。

グリーンテクノバンク主催)で講演した。次世代ハーベスタの成果として、次世代ハーベスタ開発に関する現地検討会において StanForD 2010 のパンフレットを配布した(大分県久大林産事業地)(R1)。森林技術者を対象とした普及書、「狙いどおりに伐倒するために 伐木のメカニズム」(全国林業改良普及協会)を刊行した(R2)。 イ(イ)では、森林の空間利用の推進のために、森林トレイルランニング、マウンテンバイク利用の実態と課題について公開シンポジウムを開催した(H29)。これまでの研究成果を広く一般に示すために、「マイクロデータで見る林業の実像：2005・2011年農林業センサスの分析」(日本林業調査会、2017年)、「森林未来会議 森を生かす仕組みをつくる」(築地書館、2019年)、「諸外国の森林投資と林業経営ー世界の育林経営が問うものー」(海青社、2019年)、「森林保護と林業のビジネス化ーマツ枯れが地域をつなぐー」(日本林業調査会、2019年)、「戦後紙パルプ原料調達史」(日本林業調査会、2021年)等の公刊図書を執筆した(イイ a)。季刊森林総研 No.50 で「森づくりは 100 年の計」を特集し成果を発信した(R2)。交付金プロジェクトの成果をパンフレット「マテリアル用国内広葉樹資源の需給実態の解明と需要拡大に向けた対応方策の提案」にまとめて公表した。日本経済新聞社、朝日新聞社、南日本新聞社、毎日新聞、TV 大阪等のマスコミに対して情報提供を行った(イイ a)。森林総合研究所ードイツバイオマス研究センター合同ワークショップ、木質バイオマス資源植物ヤナギの機械収穫検討会を開催した(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 イ(ア)委員会対応 1,724 回、技術指導講師 225 回、研修会講師 240 回、その他教育指導対応 323 件 (H28~R2) イ(イ)委員会対応 839 回、技術指導講師 77 回、研修会講師 43 回、その他教育指導対応 73 件 (H28~R2)	
--	--

4. その他参考情報
特になし。

様式2-2-4-1 国立研究開発法人 中長期目標期間評価(期間実績評価) 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 イノベーション創出・技術開発の推進	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
当該項目の重要性、難易度	【重要性：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 29-⑩、30-⑩、元-⑩、2-⑩、3-⑪ 行政事業レビューシート事業番号：29-0184、30-0189、元-0191、2-0203、2021-農水-20-0215

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	元年度	2年度		28年度	29年度	30年度	元年度	2年度
研究論文数	76件	77件	75件	58件	77件	予算額(千円)	1,337,942	1,517,551	1,719,649	1,711,028	1,741,790
口頭発表数	238件	228件	225件	259件	165件	決算額(千円)	1,655,575	1,777,133	1,740,923	1,702,480	1,777,403
公刊図書数	20件	13件	38件	6件	13件						
その他発表数	174件	140件	128件	121件	121件	経常費用(千円)	1,740,265	1,895,697	1,863,849	1,814,244	1,725,331
ウ(ア)の評価	a	a	s	s	s	経常利益(千円)	△45,449	△16,057	△42,193	△26,069	41,883
ウ(イ)の評価	a	a	s	s	s	行政サービス実施コスト(千円)	1,449,739	1,481,008	1,564,641	—	—
行政機関との研究調整会議等	12件	5件	6件	6件	7件	行政コスト(千円)	—	—	—	2,924,027	1,728,751
外部資金等による課題件数及び金額	55件 748百万円	42件 802百万円	42件 670百万円	42件 505百万円	46件 429百万円	従事人員数	62.3	66.2	63.6	67.2	67.4
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	12件	22件	17件						
技術指導、研修会等への講師等派遣状況	814回	630回	782回	756回	445回						
調査、分析、鑑定等の対応件数	30件	31件	15件	27件	32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、主な評価軸、業務実績等、中期目標期間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	中長期計画 ※本欄の丸数字は下欄の主要な業務実績等欄との対応比較のため、便宜上追記したものである。
(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はじ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【重要性：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。 【重要性：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	(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、以下の二つの課題に取り組む。 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) 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、(②) 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。(③) 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、(④) 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。 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) 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、(②) 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(③) 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、(④) 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、(①) 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、(②) 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。

るため。			
(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繋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。		(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。 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) 未利用木質資源からバイオリファイ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、(②) 又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。 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目指し、(①) 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、(②) 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、(③) 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、(④) 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。 c 機能性抽出成分の抽出・利用技術の開発 (①) 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、(②) 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、(③) 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、(④) 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、成果の普及として、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、(①) 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、(②) 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。	
主な評価軸(評価の視点)、指標等			
評価軸	評価指標		
<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。	(評価指標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		
<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) 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		
法人の業務実績・自己評価			
主な業務実績等		自己評価	
1. 研究成果の全体像		評定	S
(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		<評定と根拠>	
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		<研究課題の成果>	
「(①) 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」に対して、非破壊評価技術の高度化を目的として、JASに定める丸太のヤング係数測定法の精度検証を行い、末口径/元口径比が0.66以上(通常0.72程度)ならば測定誤差は5%程度となり、妥当性を確認した(H29)。推定精度の悪い鍾付加によるヤング係数推定に替わる方法として製材時に鋸断する木材端部を鍾とみなして検証したところ、製材工場等で実用化可能な成果が得られた(H30~R1)。また、大径材から生産される製材のヤング係数、含水率は採材位置により異なることから丸太横断面内の分布を非破壊で評価する技術開発を進めた。さらに、大径材のヤング係数測定では、丸棒加工の要領で径を小さくしながら段階的に求める簡易評価法を開発した(H30)。この方法により丸太内のヤング係数分布を考慮して推計した製材のヤング係数は、丸太の平均値を用いる従来法よりも高い精度となった(R1)。含水率測定については、低周波数域電磁波の位相及びガンマ線の検出量と含水率との相関関係を明らかにし、丸太内部の含水率分布推定につながる成果を得た(H30)。国産早生樹の利用可能性を検討するため、ユーカリ属の6樹種について、容積密度及び含水率の放射方向変動を測定するとともに、製材時の挽材時消費電力、切削力、製材精度等を測定した(R1)。早生樹については、センダン、ユリノキ、コウヨウザ		「ウ(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、「森林・林業基本計画」が目標とする木材産業の競争力強化と新たな木材需要の創出や「CLT 普及に向けた新たなロードマップ」の推進に貢献する研究開発に、産学官民の密接な連携のもとに取り組み、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、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等において、中長期計画を上回る成果を達成した。特にCLTの製造コストを	

ン、ユーカリなど用材利用が期待されている国産早生樹種について、その材質・物理特性、乾燥特性、加工特性に関する知見を集積した(R1~R2)。これらにより中長期計画事項を上回る成果を達成した。

「(②) 樹種・産地判別技術の効率化に資する技術の開発」に対して、近赤外光によって針葉樹2樹種(ヒノキ属とカヤ属)を区分できることを明らかにした(H28)。これは、非破壊での樹種鑑定、特に古い木彫像にも応用できることから文化財保護に大きく貢献する成果である。導入が進みつつある樹木年輪コア採取装置(スマートボーラー)について廉価版を開発し、国内のみならず、海外5か国で普及させるとともに、同装置の国内・国際特許が公開され、知財の確保に努めた(H29~R2)。また、スギ苗木を用いた重水ラベリング実験により枝木部の材に固定されている水素と酸素の起源を推定し、材の形成には経根吸収水よりも葉面吸収水の方が多く使われている可能性があることを明らかにした(R1)。また、木材中の酸素・水素安定同位体比の年輪ごとの変動を応用した木材の産地判別法の精度を向上させるため、雨水の酸素・水素同位体比の変動が、年輪の酸素・水素同位体比の変動として記録されるメカニズムについて、重水を用いた実験により解明した(R2)。これらにより中長期計画事項を上回る成果を達成した。

「(③) 大径材等を利用拡大するための原木の効率的な製材・機械加工技術等を開発」に対して、直径36cm以上の原木から生産可能な心去り平角は、製材時に生ずる大きな反りが課題となることから、製材時の残留応力解放ひずみの発生状況を詳細に調べ、心去り平角の効率的な木取りを明らかにした(H30)。また、大径材の製材作業の自動化に向け、木口面画像から樹心位置を高い精度で検出する手法を開発した(H30)。心去り平角の弱減圧乾燥は常圧の場合と比較して乾燥時間を大幅に短縮できることを明らかにした(H30)。切削加工時の刃先付近のひずみを画像相関法により明らかにし、逆目ばれの発生抑止につながる成果を得た(H30)。さらに、直径36cm以上のスギ大径材から心去り平角を2丁採材する場合、後から採材の方が先に採材するものよりも反りが小さくなることを明らかにし、後から採材する心去り平角の粗挽き寸法を小さくすることで、歩止りが1.8%向上して47.8%となり、製造経費が2,600円/m³低減でき41,700円/m³となることを示した(R2)。これらにより中長期計画事項を達成した。

「(④) 人工乾燥技術を高度化」に対して、木材乾燥後の仕上がり含水率に影響を及ぼす平衡含水率の全国分布図を作製し、地域性を明らかにした(H28)。スギ心持ち材の乾燥過程の表面ひずみを測定し、表面は蒸煮開始から数時間は収縮するが、蒸煮処理後半から高温セット処理の過程では割れ発生の兆候と見られる膨潤を検出するなど、材表面の挙動を明らかにした(H30)。国産の針・広葉樹10樹種について繊維方向に垂直な方向の力学的特性を解析し、横方向の力学的性質には、細胞の変形のしやすさ、早晚材の密度差、道管の分布の仕方、放射組織の配向性等の樹種によって異なる木材解剖学的な因子が複雑に絡み合っていることを明らかにした。これは、木材の変形加工技術や乾燥技術の制御を行うに当たり、各樹種の横方向の力学的特徴を加味するための基礎的な知見となる(H30)。国産の未利用広葉樹であるコジイについて、天然乾燥と人工乾燥の組合せによる効率的な乾燥方法を確立し、家具内装製品として利用するための乾燥原板の生産について実用化可能な成果を得た(R1)。さらに、スギ大径材から製材される心去り正角について、①高温セット+中温乾燥、②中温乾燥のみの2条件で乾燥試験を行った結果、心去り正角の乾燥に心持ち正角で用いられている高温セット法の推奨スケジュールを適用すると内部割れが発生しやすくなることから、過剰な高温セット処理は避けることが望ましいことを明らかにした(R2)。これにより中長期計画事項を達成した。

また、中長期計画事項を上回る成果として、脱成分処理を施した木材を有機液体で膨潤させることにより木材の大変形が可能であることを明らかにし、木製トレーの効率的な製造などに活用可能な、木材加工の新たな可能性を示唆する成果を得た(R1)。さらに、森林・林業・木材産業分野の各研究開発プラットフォームを統合的に協創してシステム全体のイノベーションを進めるため、「『知』の集積と活用」において、プロデューサー活動支援事業「地域木材流通の川下と川上をつなぐシステム・イノベーション」を立ち上げて、森林・林業・木材・育種を担う研究開発プラットフォームのマッチング支援や木材製品の市場調査を行い、川上と川下をつなぐ新たなビジネスモデルの構築に向けた木材流通の基本構図を作成し、冊子を発行した(R1~R2)。

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) 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の開発」に対して、CLTを効率的に製造する技術及びCLTを大型木造建築物に使用可能とするためにJAS規格や建築基準法関連法規等により求められる性能を確保する技術を開発した(H29)。CLTの製造コストを1/2にする研究開発では、加工時の消費電力の低減、接着工程の効率化、効率的な製造ラインの提案、門型開口パネルへのL字型CLTの使用による歩止りの向上、製造コスト分析ツールの開発とそれを用いた原木やラミナの運送コスト評価等により、従来の販売単価と比較して製造コストを1/2とするシナリオを提示した。開発した製造コスト分析ツールは工場の設計等に活用可能である(H29~R1)。CLTを用いた建物の施工コストを他工法並みにする研究では、費用が公表されている唯一の事例(坪単価90万円)との比較において、目標とした鉄筋コンクリート造の坪単価75万円を達成した(H29~R1)。CLTの屋外暴露試験(5年間)による接着性能の評価を行い、接着不良は開始後数ヶ月で判断可能であること、接着が良好な場合、接着層付近で生じる木部破断がCLTの特徴的現象であることを明らかにした(R1)。木材の木取りがCLTに用いられるスグラミナのせん断強度に与える影響を明らかにし、せん断弾性係数への採材位置の影響は、ラミナ内に含まれる年輪を考慮した弾

1/2にし、CLTを用いた建築物の施工コストを他工法並みとする技術開発は、CLTのロードマップ推進に資する特筆すべき成果であり、大径材利用のためのフローチャートを示し、技術成果をまとめたパンフレットは、今後の大径材利用の指針を示すものである。

さらに、記載された計画以外でも、木材の大変形を可能とする技術、木材の産地識別への応用が将来的に期待される木材中の水分子の起源推定、熊本地震における木造建築物の被害調査等、木材加工の新たな可能性や社会ニーズに応える数多くの成果をあげた。

得られた成果については、学術論文等で科学的新知見として速やかに公表するとともに、スマートボーラーやマイクロフィンガージョイントの特許申請と製品化、CLTの耐火構造の大臣認定取得への貢献、JAS、ISO等の規格や各種基準への反映等を通じて様々な形での普及活動に取り組み、研究成果である耐火集成材が実建物に採用される等、研究成果の社会実装と社会還元において数多くの特筆すべき実績をあげた。

以上のように、基礎的な成果から実用化に至る幅広い成果が得られ、【重要度：高】を含む中長期目標に対し、計画の確実な達成にとどまらず、計画を大きく上回る特筆すべき成果が得られた。

以上により、ウ(ア)の自己評価は、外部評価委員2名によるs評価も踏まえ、「s」とする。

様式2-2-4-1 国立研究開発法人 中長期目標期間評価(期間実績評価) 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

性力学モデルによって説明できることを明らかにした(R1)。現行規格では、集成材の最外層用ラミナのフィンガージョイントのフィンガー長さは12 mm 以上とされているが、6 mm で要求性能を満たすマイクロフィンガージョイントを開発し、実用化した(H28～H30)。また、枠組壁工法構造用たて継ぎ材(204材)に比べて断面の大きい枠組壁工法構造用たて継ぎ材(304材、404材)の強度特性を明らかにした。204材、304材、404材を用いて、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の有無が曲げ強度に及ぼす影響を調べ、全断面寸法で曲げ強さの最小値がJAS規格における樹種群JSII、等級(甲種)2級の曲げ強さの基準の最小値を上回ることを証明した。この成果は、スギ等国産材を用いた枠組壁工法用部材の製造や将来のJAS規格の改正に資する知見である(H29)。単板のたて継ぎが厚物合板の強度性能に与える影響を検討することで接着性能を満たす効率的な木材の接着接合技術を開発した。本成果は、最外層以外について、従来の半分の長さである1mの丸太が使用可能であることを明らかにしたもので、歩止り向上及び効率化、厚物合板の製造技術の向上に貢献するものである(H30)。CLTのラミナ接着に関して、集成材を想定した従来法に比してCLTの接着強度の評価により適した方法として接着面垂直方向(厚さ方向)に引張荷重を加える平面引張試験を新たに考案し、その適用性を確認した(R2)。CLTによる床構面を構成するCLTパネル間の接合部性能が床構面全体の水平せん断性能に及ぼす影響を解明するとともに、剛床とみなせる具体的なクライテリアを初めて示す画期的な成果をあげた(R2)。さらに、構造用集成材の低コスト化技術の開発において、間柱サイズのラミナの使用、弱減圧法による乾燥、接着剤の変更等を行うことで、開発目標である製造コストの5%以上削減に対し、大断面集成材の生産コストを現状から約11%削減できることを明らかにした(H30～R2)。上記の成果は中長期目標において【重要度：高】とされている「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」の開発に対応した成果である。これらにより、中長期計画事項を上回る成果を達成した。

「(②) 建築・土木分野等における構造体への木質材料利用技術の開発」に対して、国産樹種のヒノキ、スギ、カラマツについて目視等級区分材の基準弾性係数案を作成した。この際、林野庁委託事業等で得られた204材の曲げヤング係数に基づき、標準条件に換算調整し、目視等級の甲種特級、2級の基準弾性係数を算出し、国産樹種各等級の基準弾性係数案をASTMD-1990の計算方法に従い算出し(H29)、その結果が枠組壁工法建築物構造計算指針に記載された(H30)。木材に対する加力方向の違いがせん断及びめり込み強度特性に及ぼす影響を評価し、その影響が少ないことから、スギ心去り正角材を実際に使用する際には、木取りを考慮する必要があることを明らかにした(H30)。また、建築基準法に基づく木質材料の耐水性能の評価法と、簡便な評価方法である容器に張った水に浸漬する処理法を合板、削片板等の木質面材料に施し、両者が同等であることを検証した。これにより、木質面材料を構造用途で用いるための新たな耐水性能の評価方法を開発した(R1)。さらに、枠組壁工法建築物の構造用途に使用可能な複合部材の開発において、壁倍率5倍を超える高耐力壁構面複合部材の開発目標に対し、壁倍率10部の部材の開発、支持壁線間距離8mを超える大空間を可能とする高剛性梁複合部材の開発目標に対し、支持壁線間距離12mの大空間を達成する部材の開発に成功した(H28～R2)。木製ダム・ガードレールや路体補強材等の開発と保存処理技術、劣化診断技術の開発を行い、裏面側に刃物による切り込み加工をした後に保存処理した木材の表面を塗装することで、土木利用木材の美観維持性能を向上させる技術を開発したほか、木製ガードレールの点検において重要となる横梁のヤング係数を、横梁を取り外すことなく質量付加振動法を用いて簡易に推定する方法を開発し、マニュアルを作成した(H30～R2)。上述の成果は中長期目標において【重要度：高】とされている「建築・土木分野における構造体への木質材料利用技術」の開発に対応した成果である。これにより中長期計画事項を上回る成果を達成した。

「(③) 防耐火性、耐久性等の信頼性向上技術を開発」に対して、石膏ボード等無機材料で被覆する仕様により、5階建以上のCLT建築物に必要な2時間耐火部材を開発し、外壁及び間仕切壁において2時間耐火構造の国土交通大臣認定を取得したほか、難燃処理木材で被覆することによりCLTの床構造に2時間耐火性能を付与する技術を開発した(H30)。屋外で使用する難燃処理木材からの薬剤溶脱現象について、ウェザーメータ試験機を用いた促進耐候性試験に要する時間を、従来法の約2,000時間から約170時間に短縮できる試験条件を明らかにした(R1)。また、木材の強制腐朽試験において前培養期間を長くすると腐朽が促進されることを明らかにした。これは、腐朽試験における手順を明確にする上で有用な知見となる(H30)。さらに、耐候性の評価において、照度を高めることで評価に要する試験時間を短縮できることを見出し(R1)、促進耐候性試験を用いた外構用木質材料の気象劣化の評価において、従来法よりも放射照度2.5倍、人工降雨3倍、+10℃で運転することで、2.2～8.9倍の速さで劣化を予測できる技術を開発した(R2)。外構材としての利用拡大に向け、木材保護塗料の塗り替え後の耐用年数を初めて定量し、塗り替え後には初回塗装と比較して1.7～2.3倍の耐用年数が得られることを明らかにし、メンテナンスに役立つ成果を示した(R30)。木材に化学改質を施し寸法安定性を高める手法として、超臨界流体を用いた熱処理の有効を検証し、木材の細胞壁内に水が満たされた状態にある繊維飽和点に近い17～21%の含水率の試片を220℃で熱処理すると、寸法安定性の指標となる抗膨潤能(ASE)が約70%と高い値を示すことを明らかにした(H29)。上記の成果は中長期目標において【重要度：高】とされている「防耐火等の信頼性向上技術及びその性能評価手法」の開発に対応した成果である。これらにより中長期計画事項を上回る成果を達成した。

「(④) 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の高度化」に対して、 α -ピネンの嗅覚刺激は、副交感神経活動の有意な亢進及び心拍数の有意な減少をもたらし、ヒトを生理的にリラックスさせることを明らかにした(H28～29)。また、木材の接触がもたらす生理的影響を脳活動及び自律神経活動の同時計測により明らかにした(H30)。さらに、被験者が計算作業を行う実験により、ヒノキから抽出した精油を揮発させた環境下では、被験者のストレス軽減の指標となる作業直後のだ液中DHEA-s濃度が有意に高くなるなど、ストレスが低下するこ

とを明らかにした(R1)。これらにより中長期計画事項を上回る成果を達成した。

また、中長期計画事項に記載のない成果として、熊本地震における木造建築物の被害状況を調査し、耐震基準を満足するように構造設計された中大規模木造建築物に大きな被害が出ていないことを建築学会報告会で発表した(H28)。

<成果の普及>

「(①) 行政機関、大学、研究機関、関係団体、民間企業等と連携した実証、速やかな実用化」に対して、スマートボラーについて、国内外へ特許申請し、製品化して普及に努めた。また、構造用マイクロフィンガージョイントカッターについても特許申請並びに製品化を行った。さらに、CLTを用いた外壁、間仕切壁での2時間耐火構造の国土交通大臣認に必要なデータを日本 CLT 協会に提供することで、国土交通大臣認定取得に大きく貢献した。当研究所等で開発した1時間耐火構造の耐火集成材(柱・梁)については、長崎県庁、神田神社文化交流館で採用された。

「(②) 日本農林規格等の国家規格や各種基準等への反映」に対して、これまでに収集した CLT の強度データを提供することで「特殊な許容応力度及び特殊な材料強度を定める件(平成13年国土交通省告示第1024号)」の改正(平成30年国土交通省告示第1324号、平成30年12月12日公布、平成31年3月12日施行)に寄与した。また、マイクロフィンガージョイントの成果が、集成材の日本農林規格の改正(平成29年10月20日)に反映された。さらに、単板積層材、フローリング、竹圧縮材の日本農林規格の改正・制定に貢献した。このほか、ツーバイフォーたて継ぎ材、合板の単板たて継ぎについても、日本農林規格改正に資する知見を得たほか、潜熱蓄熱材に関する日本産業規格、VOCに関する材料性能評価、優良木質建材等認証審査等、多くの基準策定に貢献した。

以上により、研究成果において、基礎から実用化に至る幅広い成果が得られ、CLT のロードマップの着実な進展など【重要度：高】とされる項目について着実に成果をあげ、また、熊本地震など緊急事案についても機動的に対応したほか、成果の製品化や実建物への採用、日本農林規格、建築基準法関連告示の制定や改正への貢献など、成果の普及にも多くの成果が得られた。以上のことから、中長期計画事項をすべて達成し、さらに、計画を非常に大きく上回る実績を達成した。

(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

「(①) 未利用木質資源からバイオリファイ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」に対して、まず化学工業用の多糖類すなわちセルロースナノファイバー(CNF)については、地域資源として豊富に入手できるスギを用いて、パルプ製造からナノ化までの一貫製造プロセスの開発を行った(H28)。次に、この CNF の品質評価法として、2波長の可視光の透過率測定から CNF の分散度(ナノ化の程度)を評価する手法を開発した(H29)。また、この CNF を木材用水性塗料に配合して耐候性の高い外構用塗料を開発し、加えて、この塗料の取り扱い性を高めるためには、原料パルプの粘度(重合度)を落として CNF のスラリー粘度を低くする必要があることを解明した(H30)。さらに、本中長期計画が始まる時点で試算した製造コストを、製造装置の規模を変更することなくプロセス再構築により最大60%削減(12,106円/kg→4,858円/kg)できることを示した(R1)。加えて、CNF 配合木材用水性塗料を共同開発してきた民間企業に CNF 製造技術を移転し、同企業による CNF の自社生産と塗料の市販を達成した(R2)。また、工業用 CNF と疎水性プラスチックとの複合化を容易にしてその利用拡大を図るため、原料となるセルロースをシランカップリング剤の気相コーティングによりセルロース繊維の内面まで疎水化する技術を開発した(R2)。次に、食品産業に資する CNF の開発について、食経験のあるタケを原料として、食品製造に許された薬剤のみを使用してパルプ化から CNF 化までの一貫製造プロセスを構築し、食品として必要な変異原性やアレルギー性などの安全性検査を行い、問題がないことを確認した(H30)。これらにより中長期計画事項を上回る成果を達成した。

「(②) 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」に対して、もみ殻と林地残材を混合し粉砕・水熱処理したハイブリッドバイオマスフィラーを開発し、既存の市販無機フィラー(タルク)とポリプロピレン(PP)の複合材料と比較して、このフィラーと PP の複合材料の方が熱流動性や曲げ強度の点でより高性能であることを確認した(H28)。また、トレファクション処理による半炭化チップを用いた舗装材を開発し、既存の木材チップによる舗装と比較して耐久性が高いことに加え、数十年の使用の後、舗装薬剤と共に燃料としてサーマルリサイクル可能であることを示した(H28)。さらに、この半炭化舗装材は、アスファルト舗装に比較してクッション性に優れており、公園等の大規模施工から民家での小規模施工まで、その施工モデルを示して利用促進を図った(H29)。これらにより中長期計画事項を上回る成果を達成した(H29)。

また、中長期計画を上回る成果として、プラスチックと木粉を混練した木材プラスチック複合体(WPC)が脆く折れやすいという欠点を改良するため、木粉表面を疎水化して WPC の強度を高める技術の開発(H28)、ソーダ・アントラキノ蒸解法によるバイオリファイナリーで分離したリグニンの液体クロマトグラフ(LC)/質量分析装置(MS)による絶対分子量測定法の開発(H29)、CNF で表面をコートしたマイクロビーズを製造する方法の開発(H29)、CNF 高含有樹脂複合材料を水系エマルジョン重合により製造する方法の開発(H29)、レーザー光により CNF の平均長

「ウ(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」では、「森林・林業基本計画」に掲げる新たな木材需要の創出や「バイオマス活用推進基本計画」に掲げる循環型社会の形成や低炭素社会の実現に貢献する研究開発に、民間企業等を含む研究コンソーシアムを構築して取り組み、多糖成分等を利用した高機能・高付加価値材料の開発、リグニンの高度利用技術の開発、及び機能性抽出成分の抽出・利用技術の開発等、中長期計画に設定したすべての目標を達成している。さらに、中長期計画を上回る成果として、木材プラスチック複合体の強度を高める技術、CNF の平均長さを測定する技術、改質リグニンをを用いた炭素繊維強化材の開発とそれを用いた試作品の製作、有用抽出成分の効率的な抽出技術、「木の酒」製造法の開発等、学術的価値と共に産業面での波及効果の高い成果を数多くあげている。

得られた成果については、学術論文等で科学的新知見として速やかに公表するとともに、各種展示会への出展、公開シンポジウム、技術セミナー、パンフレットの配布、食品用 CNF 製造技術の民間企業への技術移転、改質リグニンの化審法登録等を通じて様々な形での普及活動に取り組み、CNF、改質リグニン、有用抽出成分のそれぞれにおいて研究成果を活用した製品が市販される等、研究成果の社会実装と社会還元において数多くの特筆すべき実績をあげた。

以上のように、ウ(イ)では、中長期目標において【難

さを測定する方法の開発(H30)、セルロースナノクリスタル(CNC)の液中での緩和挙動の解明(R1)、CNF 配合木材用水性下塗り塗料の耐候性発現メカニズムの解明(R2)、WPCの光劣化メカニズムの解明(R2)、乾燥凝集したCNFの部分再膨潤に基づく新規化学修飾法の開発(R2)、アカマツ針葉ヘミセルロースの耐凍結特性の解明(R2)等、特筆すべき多くの成果を得た。

b リグニンの高度利用技術の開発

「(①)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」に対して、実験室レベルであったポリエチレングリコール(PEG)を用いた可溶媒分解法によるPEG付加リグニン(改質リグニン)の抽出を、ベンチプラントレベルにスケールアップすることに成功した(H28)。このベンチプラントでの製造プロセス改良として、改質リグニンの分離を遠心分離からろ過に変更し消費電力を1/3に削減するとともに、回収したPEGを酸性下で加熱して不純物を除くことにより回収率95%とした(H29)。続いて、リグノマテリアを代表として森林機構を含めた7者でコンソーシアムを形成し、改質リグニンの供給安定を図るための製造実証プラント建設に着手した(R2)。また、これまで未解明であった葉のリグニンに関して、その効率的な抽出方法を開発するため、沈着時期や構造、存在部位、役割等を解明した(H28)。さらに、PETボトル原料のプラスチックを代替できるリグニン由来の有用化合物2-ピロン-4,6-ジカルボン酸(PDC)を製造するため、その原料となる低分子化リグニンをアルカリ空気酸化蒸解により木材リグニンに対して30%以上の収率で製造できる分解条件を確立するとともに、それらを94%の効率でPDCへ変換できる微生物(*Sphingobium sp.* SYK-6株)の培養系を確立した(R2)。これらにより中長期計画事項を上回る成果を達成した。

「(②)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」に対して、改質リグニン製造工程で副産する親水性リグニン誘導体が、セルラーゼのリグニンへの吸着を防ぐ優れた酵素安定化剤としての機能を持つことを解明した(H28)。また、改質リグニン製造に用いるPEGの分子量とリグニンへの導入量を制御することで、様々な熱溶解温度を持つ改質リグニンの製造を可能とした(H29)。これらにより中長期計画事項を上回る成果を達成した(H29)。

「(③)耐熱性プラスチックや電子基板等、機能性リグニンをを用いた高付加価値な工業製品を開発する」に対して、改質リグニン製造工程から副製するバルブと改質リグニンの複合化物が、射出成型可能な再生リグノセルロースコンポジットとして石油起源の合成樹脂を一部代替できることを示した(H28)。これにより中長期計画事項を達成した。

「(④)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」に対して、改質リグニン抽出液を50℃で加熱して凝集を促進し、ろ過速度を高めることにより、最終的に製造プロセスコスト(原料分を含まない)を198円/kgまで削減し実用化に近づけるとともに(H30)、繊維強化樹脂の素材に適用可能な高付加価値改質リグニンと副産バルブの安定製造には原料サイズの制御が重要であることを明らかにした(R1)。中長期計画事項はH30で達成し、R1はそれを上回る新たな取組である。

また、中長期計画を上回る成果として、イオン液体を用いた新規なリグニン定量法の開発、近赤外分光分析法を用いた改質リグニンの品質管理手法開発(H28)、改質リグニンとポリ乳酸の複合体による3Dプリンタフィラメントの開発(H29)、改質リグニンを配合した繊維強化材の開発と、その自動車部品への適用(光岡自動車、ビュートの実走試験)(H30)、四級アンモニウム塩を付加したカチオン化改質リグニン凝集剤の開発(H30)、改質リグニン製造のLCA、LCC評価(H30)、改質リグニンビジネスの導入シミュレーション作成(H30)、改質リグニンを導入した炭素繊維強化材によるジビエ運搬装置の試作(R1)、改質リグニンと天然の強化繊維(フラックスファイバー)を用いた新たな繊維強化材による飛行機の翼の開発(R1)、改質リグニンの化審法登録による上市の可能化(R1)、赤材桑に含まれるリグニンのアルカリ下での分解のメカニズムの解明(R2)、リグニン分解微生物 *Sphingobium sp.* SYK-6株のパニリン酸及びシリンガ酸代謝酵素遺伝子の発現調節メカニズムの解明(R2)、組換え微生物によるリグニン分解の代謝過程で、 β -ケトアジピン酸を生産する微生物株の作出(R2)、改質リグニン微粒子の製造法開発(R2)等、多くの特筆すべき成果を得た。

c 機能性抽出成分の抽出・利用技術の開発

「(①)間伐材等の未利用木質資源から有用な抽出成分を検索する」に対して、アカマツ樹皮ポリフェノール、トドマツ樹皮 β -フェランドレン、スギ合板製造工程から排出される乾燥排液中のジテルペン成分が酸化抑制に有用であることを見出した(H28)。これにより中長期計画事項を達成した。

「(②)抽出成分の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の解明」に対して、竹から得た抽出水が優れた抗菌性、抗ウイルス活性、血圧低下作用及びリラクセス効果など、人の健康を増進する効果を持つことを見出した(H28)。また、トドマツ樹皮精油成分に含まれるモノテルペン類が高い酸化抑制効果を持ち、空気浄化作用に優れていることを解明した(H29)。これらにより中長期計画事項を達成した。

「(③)抽出成分の機能性を活かした実用レベルの利用法を確立する」に対して、減圧式マイクロ波水蒸気蒸留法による竹抽出水の皮膚接触安全性、抗炎症活性及び人に対するリラクセス効果の確認、竹抽出残渣の炭化処理による消臭機能の向上、及び抽出残渣から調製したCNFのPP樹脂複合化による引張強度の向上を達成した(H29)。また事業性評価として、竹抽出残渣を100円/kgで販売できる場合、抽出液製造コストは6,300円/kgとなり、同類の市販品(アロエ液)の半分であり、事業化が可能であることを示した(H29)。さらに、シリカ素材の多孔質中空カプセルを用いてスギ合板乾燥廃液成分をマイクロカプセル化し、木材用塗料と混合して二酸化窒素除去能が持続する塗料を開発した(R2)。これらにより中長期計画事項を上回る成果を達成した。

「(④)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」に対して、トドマツ樹皮モノテルペン

【易度 高】とされている技術の実用化に資する技術開発を目標とし、社会のニーズに応えた技術開発を行うとともに、それをサポートする学術的に重要な技術の開発も並行して行ってきた。その結果として、多糖成分等、リグニン成分及び抽出成分の研究開発においては、基礎的な成果から、民間への技術移転や製品化により実用化に至る幅広い成果が得られ、計画を特段に上回る成果が得られた。

以上により、ウ(イ)の自己評価は、外部評価委員2名によるs評価も踏まえ、「s」とする。

等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(H29)。また、減圧マイクロ波水蒸気蒸留処理と超臨界二酸化炭素抽出処理(SFE法)を組み合わせ、 β -フェランドレンと cis-アビエノールを効率的に抽出できる方法の開発を達成した(H30)。さらに、木の酒製造条件(酵母、発酵温度、蒸留温度)の検討から、原料と製造工程の両方に由来する香り成分を特徴とする「木の酒」の最適な製造技術を確立した(R1)。加えて、シラカンバ等の広葉樹を原料とした木の酒製造技術の開発では、高濃度で生成するアセトアルデヒドを酸化防止剤や蒸留分画により低減する方法を開発するとともに、香り成分をモニターすることによる製造方法の最適化を達成した(R2)。これらにより中長期計画事項を上回る成果を達成した。

また、中長期計画を上回る成果として、トドマツ樹皮の樹脂成分に含まれる cis-アビエノールの、木材腐朽菌に対する高い抗菌性の解明(H29)、 β -フェランドレン等の有用成分を高い割合で含有するトドマツクローンの選抜(H30)、減圧式マイクロ波水蒸気蒸留法効率化のため、マイクロ波加熱により蒸発して減少する抽出試料中の水分と抽出量の関係を用いて、試料の含水率から精油抽出の終点を決定する手法の開発(H30)、同じく減圧式マイクロ波水蒸気蒸留法の効率化として、減圧と常圧の2段階で連続抽出を行い、精油収率を向上させる方法の開発(R1)、樹木葉部由来のテルペン類の抗菌性を、紫外線による酸化で増大させる技術の開発(R1)等を得た。また、スギ材等を原料とした醸造及び蒸留アルコールの製造法開発を、スギ材を用いた「木の酒」の製造へと発展させた(H30)。加えて、酒類の香りに関してヒトの心理的効果を解析するための手法開発(R1)や、スギ櫓から溶出する健康増進効果が期待できる成分と食品との反応生成物の解明(R1)、精油成分の紫外線処理によるナミハダニ殺ダニ効果の向上(R2)、タンニンの二酸化窒素除去能に及ぼす重合度の影響の解明(R2)、木槽の貯水保存に関わる機能としてヒノキ材が保存効力に優れていることの解明(R2)、市販されているクロモジ茶の香りの効果の解明(R2)、酒類を入れた状態のスギ・ヒノキ枿が発する香り成分の人の心理的・生理的な応答評価(R2)、早生樹種「コウヨウザン」の抽出成分特性の解明(R2)を行った。

<成果の普及>

「(①) 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する」に対して、木材成分の総合利用を目指すバイオリファイナリー手法の開発(研)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)「非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発」/研究開発項目②「木質系バイオマスから化学品までの一貫製造プロセスの開発」/(2)木質バイオマスから各種化学品原料の一貫製造プロセスの開発)では、プロジェクト参画32者と共にプロセスの完成を目指した。セルロースナノファイバー(CNF)の製造技術開発では、食品用 CNF(生物系特定産業技術研究支援センター革新的技術創造促進事業(異分野融合共同研究)工学との連携による農林水産物由来の物質を用いた高機能性素材等の開発「物理処理と酵素処理を併用した木質材料由来ナノファイバーの食品への応用」)では大学・民間企業等2者と、材料用 CNFの用途開発(林野庁補助事業 新規木材需要創出事業のうちセルロースナノファイバー製造技術実証事業)では3者とコンソーシアムを形成し、出口用途の開発を推進した。シリカと木粉のハイブリッドバイオマスファイラー開発(生物系特定産業技術研究支援センター革新的技術創造促進事業(異分野融合共同研究)工学との連携による農林水産物由来の物質を用いた高機能性素材等の開発「農林系廃棄物を用いたハイブリッドバイオマスファイラー製造及び複合材料開発」)では1者と、半炭化木質舗装材開発(農林水産技術会議 農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「半炭化処理による高性能木質舗装材の製造技術開発」)では4者とコンソーシアムを形成した。リグニンの利用技術開発(生物系特定産業技術研究支援センター SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)次世代農林水産業創造技術「地域のリグニン資源が先導するバイオマス利用システムの技術革新」)では、26者でコンソーシアムを形成しリグニン抽出技術や出口製品製造技術の開発を行った。改質リグニンの供給安定化を目的とした製造実証プラント建設は、7者でコンソーシアムを形成し建設を推進した。低分子リグニンの微生物変換による PDC 生産を目的とした。「未利用・低質国産材を原料とする高付加価値素材生産・利用システムの構築」(生物系特定産業技術研究支援センター イノベーション創出強化研究推進事業)は5者でコンソーシアムを形成して研究開発を実施し、相互の連携を図った。機能性抽出成分の利用技術開発では、スギ乾燥廃液中の抽出成分利用(科研費「スギ材の乾燥廃液を利用した二酸化窒素除去剤の開発」)で1者と、竹抽出液の機能性検討(林野庁 新たな木材需要創出総合プロジェクト事業のうち地域材利用促進のうち木質バイオマスの利用拡大のうち木質バイオマス加工・利用システム開発事業)で2者とコンソーシアムを形成し開発を推進した。

「(②) 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」に対して、CNF 配合木材用塗料が共同研究企業である玄々化学工業株式会社から試験販売され、この塗料を採用した木製食器が株式会社ラ・ルースから市販された(令和元年9月)。この塗料に配合する CNFの製造技術を玄々化学工業株式会社に技術移転し(令和3年1月)、同社が独自に CNFを製造しその CNFを配合した塗料を市販することとなった(令和3年3月)。また、食品用 CNF 製造技術を、アーモンドミルクを製造する筑波乳業株式会社に技術移転した(平成30年8月)。筑波乳業株式会社は、移転した製造技術により、廃棄物であるアーモンドの薄皮を原料に分散剤として機能する CNFを調製し、製造するアーモンドミルクに添加する予定である。改質リグニンを配合した繊維強化材を振動板に使用した全方位スピーカーがオオアサ電子株式会社から市販された(令和元年12月)ので、市場への改質リグニンの供給安定化を図るために製造実証プラントの建設に着工した(令和2年4月)。さらに、抽出成分関連では、第3期中長期目標期間中に行ったエステー株式会社との共同開発により実用化されたクリアフォレスト商品群に、新たな製品として、精油の消臭機能に関する成果をもとに、トドマツ枝葉精油を用いた花粉症対策用の“花粉バリアスティック”(エステー株式会社、平成30年6月販売)、ホテル向け消臭剤“エアフォレスト”(エステートレーディング株式会社平成31年4月販売)が、トドマツ枝葉精油の抽出残渣が有する悪臭並びに有害物質の浄化機能に関する成果をもとに、消臭機能付きゴミ袋(オルディ株式会社、令和元年10月販売)、消臭機能付き寝具“ネムリフォレスト”(株式会社赤堀とエステー株式会社)、令和2年4月販売)が製品化された。

様式2-2-4-1 国立研究開発法人 中長期目標期間評価(期間実績評価) 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

中長期計画事項を上回る成果として、ソーダ・アントラキノン蒸解法によるバイオリファイナリーにおいて分離したソーダリグニンの絶対分子量をLC/MSにより測定する方法を開発し、共同開発した東レリサーチセンターの分析メニューとして採用された。

以上により、中長期計画をすべて達成し、さらに、計画を特段に上回る実績を達成した。

2. 評価指標等の観点

評価指標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

ウ(ア)では、「森林・林業基本計画」(平成28年5月閣議決定)、「総合的なTPP等関連政策大綱」(平成29年11月、TPP等総合対策本部決定)等の施策、「未来投資戦略」(平成29年12月閣議決定、平成30年6月改訂)等に対応した国の施策や社会ニーズに合致した多くの成果をあげている。特にCLTに関しては、スギ以外の樹種について性能に見合う部材として建築材料に使用することを可能とするJASや国土交通省告示の改正に大きく貢献した。さらに、製造コストや施工コストの削減に資する技術開発、CLT普及に向けたロードマップを着実に進展させる多くの成果をあげた。これらの取組は総務省の広報誌にも掲載された(ウアb)。また、「木の良さ」に関する研究成果は平成29年度と平成30年度の森林・林業白書に掲載されるなど、社会ニーズに応える成果をあげている(ウアb)。

ウ(イ)では、CNF、改質リグニン、樹木抽出成分及び「木の酒」等について、「日本再興戦略改訂2016」(平成28年6月閣議決定)、「未来投資戦略2018」(平成30年6月閣議決定)及び「成長戦略(2019年)フォローアップ」(令和元年6月閣議決定)、「成長戦略(2020年)」の「令和2年度革新的事業活動に関する実行計画」(令和2年7月閣議決定)の、6-i)-⑥地域・くらし・福島新エネ社会構想・「気候変動×防災」等の取組に記載されるプラスチックの3Rの推進、代替素材開発技術の促進等、及び「6-v)-③林業改革」のセルロースナノファイバーの製造コスト低減、用途開発等に向けた研究開発の推進及び改質リグニンをを用いた製品の開発等に記載された林業の成長産業化や林業改革の具現化に、国産材に由来する新素材や機能性素材の開発により貢献する取組である(ウイa、b、c)。また、本課題は、「第4次循環型社会形成推進基本計画」(平成30年6月閣議決定)が取りあげている海洋プラスチック問題への対応のほか、「森林・林業基本計画」、「バイオマス活用推進基本計画」(平成28年9月閣議決定)等に対応する木質バイオマスの利活用に資する取組である(ウイa、b)。これらは、単なる取組に終わらず、製品の市販という形で行政ニーズだけでなく社会ニーズにも応えている(ウイa、b、c)。

モニタリング指標1(1)：行政機関との研究調整会議等の実施状況

ウ(ア)、(イ)共通として、林野庁と木材関係研究調整会議を毎年9月と2月に行い、研究開発や進捗に関する意見交換を行った(H28～R2、R2はコロナの影響により、WEB会議にて2月のみ実施)。

ウ(ア)では、当機構が幹事機関を務める関東・中部林業試験研究機関連絡協議会において、当機構における木材研究の現状を報告するとともに、大径材利用など今後森林総研と行政機関が連携して研究を進めたい課題等について意見交換を行った。また、期間を通じ、国土交通省、国土技術政策総合研究所、建築研究所の関係者と会議を行い、樹種のせん断強度等具体的なデータを提供しての基準強度関連告示の追加改訂やCLTの層構成の告示追加等について意見交換を行った。さらに、「接着重ね材の日本農林規格」及び「首里城の再建に関連したベイヒバの基準強度」について林野庁との会議を通じて技術的助言を行った。

ウ(イ)では、林野庁や農林水産省における勉強会において技術の詳細と意義を説明した。

モニタリング指標1(2)：外部資金等による研究課題件数及び金額

ウ(ア)外部資金による研究課題は91件、外部資金は1,450百万円であった(H28～R2)。

ウ(イ)外部資金による研究課題は53件、外部資金は1,705百万円であった(H28～R2)。

モニタリング指標1(3)：学術論文、学会発表等による研究成果の発信状況

ウ(ア)学術論文は284編(原著論文200編、総説51編、短報33編)、学会発表は808件、公刊図書は66件であった(H28～R2)。

ウ(イ)学術論文は79編(原著論文69編、総説2編、短報8編)、学会発表は307件、公刊図書11件であった(H28～R2)。

評価指標2-1：研究開発成果等の普及促進への取組実績

ウ(ア)では、樹木年輪コア採取装置(スマートボーラー)については、国内外で特許を取得し、更には民間企業との連携により実用化され、国内のみならず海外での普及が進んでいる(H29～R2)。マイクロフィンガージョイントカッターは民間企業と特許を共同出願したほか、製品化され、日本木工機械展/ウッドエコテック2019において技術優秀賞を受賞した(R1)。2時間耐火CLT外壁の国交大臣認定について、日本CLT協会・東京農工大学と共同でプレスリリースを行った(H30)。

研究成果への外部からの評価実績は以下のとおりである。材料規格等への貢献や国際学会開催等による国際貢献などの橋渡し実績により、課題担当者が米国林産学会のWood Engineering Achievement Awardを受賞した(R1)。同賞の受賞は日本人として2人目であり、国際的に高く評価されている。また、「木材細胞壁の形成機構の解明と樹種識別の高度化に関する研究」により日本木材学会賞(H28)を、「木材由来の嗅覚及び触覚

<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」の実績に示すように、ウ(ア)では、「森林・林業基本計画」、「総合的なTPP等関連政策大綱」、「未来投資戦略」等の国の施策や社会ニーズに合致した多くの成果をあげている。特にCLTに関しては、JASや国土交通省告示の改正、さらに、CLT普及に向けたロードマップの着実な進展等に大きく貢献する成果を数多くあげた。これらの取組は、「幅広く活躍する独立行政法人による外部との協働・社会実装の事例」として総務省の広報誌にも掲載された。また、「木の良さ」に関する研究成果は森林・林業白書に2回掲載されるなど、社会ニーズに応える成果をあげている。

ウ(イ)では、研究対象としたCNF、改質リグニン、樹木抽出成分及び「木の酒」等に関する研究開発は、「日本再興戦略」、「未来投資戦略」、「成長戦略(2019年)フォローアップ」に記載された林業の成長産業化や林業改革の具現化、更には「第4次循環型社会形成推進基本計画」等で取りあげられている海洋プラスチック問題の解決に、国産材に由来する新素材や機能性素材の開発により貢献する取組である。各研究対象分野でそれぞれの成果が製品としてその市販を達成したことから判断して、この研究推進方針は的確に世の中のニーズをとらえることができたものと考ええる。

以上の特段に優れた取組及び成果により、評価軸1に基づく重点課題ウの自己評価を「s」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。

ウ(ア)では、研究成果の実用化に関して、木材の産地判別等に有用なツールとなるスマートボーラーやラミナのたて継ぎ加工に資するマイクロフィンガージョイントを開発し、普及に努めたほか、2時間耐火CLT外壁を開発し、製造者団体の国交大臣認定へと繋げた。また、開発した耐火集成材が長崎県庁や神田神社文化交流館に採択された。

様式2-2-4-1 国立研究開発法人 中長期目標期間評価(期間実績評価) 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

刺激が人の生理応答に及ぼす影響」及び「木材の横引張変形及び破壊特性へ及ぼす熱軟化と組織構造の影響」によりそれぞれ日本木材学会奨励賞(H30)を受賞した。さらに、「長年にわたる実験を通した木質材料の特性把握、JAS規格化等への貢献」により第29回木質材料・木質構造技術研究基金賞第一部門(杉山英男賞)(2名)(H28)を、「長年にわたる木質系面材の研究と関連規格整備への貢献」により第31回同賞第一部門(杉山英男賞)(H30)を、「国産枠組壁工法構造用製材の材料強度特性に関する研究」により第19回同賞第2部門(大熊幹章賞)(R2)を、「混練型WPCの木粉含有率が耐候性に及ぼす影響に関する研究」により第16回木材保存学術奨励賞(R1)を受賞した。さらに、木材利用が人間の生理・心理面に及ぼす効果に関するこれまでの一連の研究に対して京都大学、東京大学と共に、ウッドデザイン賞2018(H30)を受賞した。また、CLT開発に関する共同研究による一連の成果は、日本CLT協会の民間部門農林水産研究開発功績者表彰における農林水産・食品産業技術振興協会会長賞の受賞に寄与したほか、農林水産副大臣、総務副大臣の視察を受け、高い関心を得た(R2)。

研究成果の実用化のため、JAS規格に関する委員会、国際規格(ISO)に関する国内委員会等極めて多くの委員会に対応した。また、日本住宅・木材技術センター主催の技術者研修会、日本木材加工技術協会主催の各種講習会、文化財建造物保存技術協会の中堅技術者講習、木質ボード部会シンポジウム、木の建築フォーラム、木材・合板博物館のウッドマスター講習会、林野庁森林技術総合研修所の木材産業・木材利用研修、地方自治体や団体、企業に講師を派遣し、関連業界の企業、業界団体及び関連部門の研究者、技術者に研究成果の橋渡しを行った。

ウ(イ)では、CNF利用技術開発に関して、G20新潟農業大臣会合展示をはじめ各種展示会への出展(35件)、ベンチプラントの見学対応(29件)、技術セミナーの主催、成果講演、パンフレット作成等を通じて成果の普及に取り組んだ。これらの成果は、第8会ICFPA国際CEO円卓会議(ドイツ)におけるBlue Sky Young Researchers and Innovation Award(H29)、アメリカ化学会(ACS)による招待講演(H29)、日本木材保存協会ベストプレゼンテーション賞(H30)、ウッドデザイン賞2018(H30)など、国内外で高く評価された。また、半炭化処理木質舗装材に関する研究成果出展の新聞報道(河北新報社)等、メディアによる報道も行われた。さらに、CNFの原料となる木材からCNF利用までを系統立てて評価した「CNF利用促進のための原料評価書」を作成し、CNFの製造や利用に携わる企業・団体等に配布した(R1)。これらの広報普及活動の結果、共同研究先の民間企業(玄々化学工業株式会社)から、CNFを配合した木材用水性下塗り塗料(シーラー)が試験販売され、そのシーラーを採用した木製食器が民間企業(ラ・ルース株式会社)から市販されるとともに(R1)、CNF製造技術を玄々化学工業株式会社に技術移転し、同企業によるシーラーの製品販売が開始されることとなった(R2)。

リグニン利用技術開発に関して、各種展示会への出展、ベンチプラント見学への対応、公開シンポジウム、技術者向けセミナー、講演会、公益法人開催イベントへの講師派遣、コンソーシアムやベンチプラントを紹介するパンフレット並びに技術広報用小冊子の作成と配布、動画コンテンツの配信、プレスリリース等を通じて成果の普及に取り組んだ(H27～R2)。改質リグニンから製造した3Dプリンタ用フィラメントがウッドデザイン賞2018林野庁長官賞を受賞した(H30)。また、「地域リグニン資源開発ネットワーク」を通じてサンプル配布や技術提供を行い、民間における技術開発を促進した(R1)。さらに、改質リグニンを導入した繊維強化材(FRP)の使用により大幅に軽量化したジビエ運搬装置の試作、飛行機の翼の開発(R1)、民間企業(オオアサ電子)による改質リグニンをういたスピーカーの商品化と市販、改質リグニンの化審法登録等、新たな用途開発と成果の社会実装に向けて顕著な実績をあげた(R1)。なお、改質リグニンをういたスピーカーのドーム型ウーファーが、「2020年超モノづくり部品大賞」で奨励賞を受賞した(R2)。

抽出成分利用技術開発では、アグリビジネス創出フェア等の展示会への出典、依頼講演、生活雑貨・香料・環境等の関連団体を対象にした講演、研究成果のプレスリリースと取材対応等を通じて成果の発信に取り組んだ。樹木精油に関する民間企業との共同研究(H30)や竹の利用技術に関する地方自治体(香川県三豊市)及び地元企業との事業化に向けた連携(H29)等に加え、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、オレゴン州立大学との連携研究を行い、国際的な成果の普及に取り組んだ(H29)。これらの成果は、竹の用途開発に関する成果の森林・林業白書(「竹の有効利用法」)への掲載(H29)、樹木精油の利用技術に関する共同研究実績の文部科学大臣表彰科学技術賞(開発部門)受賞(H30)、「木の酒」の研究成果のウッドデザイン賞2018受賞(H30)等、高く評価されている。さらに、樹木精油の消臭機能に関する研究成果(H28)をもとに、ホテル向け消臭剤「エアフォレスト」(エステートレーディング株式会社)並びに消臭機能付きゴミ袋(オルディ株式会社)(R1)、トドマツ精油抽出残渣の消臭機能を利用した消臭機能付き寝具「ネムリフォレスト」(株式会社赤堀とエステー株式会社)(R2)がクリアフォレスト商品群から発売された。これらトドマツ樹皮精油を原料とする同商品群の共同開発企業(株式会社北都)が一連の実績「未利用資源のトドマツ枝葉を原料とする廃棄物ゼロプラントの運営」に対して、北海道ゼロ・エミ大賞を受賞した(R1)など、研究成果の社会還元において顕著な実績をあげた。

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

ウ(ア)では、講演会の開催については、「山づくりのために木造建築ができること」と題する森林総合研究所公開講演会で木造建築に資する技術開発について最新の研究成果を発表した(R1)。大径材プロジェクトの成果を発信するため、6件の公開シンポジウムを開催した(H30～R2、東京、石川、北海道、高知、宮崎、R2はWEB開催)ほか、成果選集として「大径材の使い方丸太段階で強度を予測し、製材、乾燥するための技術集」を発行した。また、構造用集成材の低コスト化プロジェクトの成果を発信するため「原木・原材料の安定供給と木製品の生産率向上」と題するシンポジウム(R1、秋田)と成績報告会(R2、WEB)を開催したほか、成果報告集「構造用集成材の低コスト化技術～川下から川上まで～」を発行した(R2)。CLTプロジェクトの成果を発信するため「CLTの製造コストを1/2にし、施工コストを他工法並みにする技術開発」と題する

講演会については、広く一般を対象として「山づくりのために木造建築ができること」と題する公開講演会を開催したほか、大径材、構造用集成材、CLT、木の良さに関するプロジェクトの成果をシンポジウムや成果報告会で積極的に発信した。また、研究テーマについて広く議論する場を設けるため産学連携セミナーを開催するなど新しい取組も行った。

成果の普及に対する評価は、課題担当者の受賞歴からも明らかである。材料規格等への貢献等の実績により、米国林産学会のWood Engineering Achievement Awardを受賞したほか、研究成果により、日本木材学会賞、日本木材学会奨励賞2件、木質材料・木質構造技術研究基金賞第一部門(杉山英男賞)2件、同賞第2部門(大熊幹章賞)、木材保存学術奨励賞をそれぞれ受賞した。また、木材利用が人間の生理・心理面に及ぼす効果に関するこれまでの一連の研究に関する取組について、京都大学、東京大学と共に、ウッドデザイン賞2018を受賞した。さらに、CLT開発に関する共同研究による一連の成果が、民間部門農林水産研究開発功績者表彰における日本CLT協会の受賞に寄与したほか、農林水産副大臣、総務副大臣の視察を受け、高い関心を得た。

「モニタリング指標2-1(2)」に示すように、研究成果の実用化のため、JAS規格に関する委員会、国際規格(ISO)に関する国内委員会等極めて多くの委員会に対応した(委員会対応2,582回)。また、日本住宅・木材技術センター主催の技術者研修会、日本木材加工技術協会主催の各種講習会、文化財建造物保存技術協会の中堅技術者講習、木質ボード部会シンポジウム、木の建築フォーラム、木材・合板博物館のウッドマスター講習会、林野庁森林技術総合研修所の木材産業・木材利用研修、地方自治体や団体、企業に講師を派遣し、関連業界の企業・業界団体及び関連部門の研究者・技術者に橋渡しを行った(対応件数は、技術指導216回、研修会講師181回、教育指導106件)。

ウ(イ)では、研究成果を社会に発信するために、多くの展示会に出展しサンプルを手にとって評価してもらうとともに、シンポジウムや講演会の自己開催、又は依頼講演などを通じて製品の開発理由やその社会的意義等を理解してもらうことに努めた。また、マスコミ等の取材や見学対応、世間一般からの質問等にも積極的に応じ、成果の一般化にも努めた。その結果として、多くの人々に成果を認知してもらうこととなった。これらの特段の努力が、最終的に実用化に繋がったものと考えらる。

以上の特段に優れた成果普及への貢献の実績により評価軸2に基づく重点課題ウの自己評価を「s」とする。

様式2-2-4-1 国立研究開発法人 中長期目標期間評価(期間実績評価) 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

公開成果報告会(R1、東京)を開催した。木の良さの成果発信に向け、成果報告会「『木の良さ』を科学する－木材がひとの触・視・嗅に及ぼす影響－」(H29、東京)を開催したほか、「材料・空間の感性・快適性評価に関する産学連携セミナー」を2回(R1、つくば)主催した。また、Wood Adhesives2020 の開催に向けて VOC シンポジウムの運営を行い、関連する情報を提供した。プロデューサー活動支援事業について、4 回の web 検討会開催と冊子「地域の木材流通の川上と川下をつなぐシステム・イノベーション」の発行により、成果の普及に務めた。出版に関しては、海青社から出版された書籍「木材の物理」の分担執筆、日本木材加工技術協会の「構造用集成材の製品計画及び製造に関する講習会テキスト」への日本の平衡含水率の分布図掲載等により成果の普及に努めた。また、編集及び取りまとめに協力した日本合板工業組合連合会「合板耐力壁マニュアル改訂委員会」の成果物である「耐震補強用合板耐力壁マニュアル」が完成し、耐震補強設計用の資料として広く活用されている。 ウ(イ)では、講演会開催及び依頼講演を合わせて28件、出版物は、CNF 製造技術マニュアルやパンフレット、インターネットへの動画配信も合わせて18件の成果発信を行った。また、当研究所の機関誌である季刊「森林総研」No.49 に、「森の香りを科学する」と題して、樹木抽出成分や木の酒、樽などの記事を集集し、成果の広報に努めるとともに、機構ウェブサイトの Q&A を通して寄せられた16件の木の酒に関する質問に対応した(R2)。その他に、CNF や改質リグニンのサンプル頒布に対応するとともに、木の酒製造現場の見学11件に対応した。加えて、改質リグニン製造プラント及び木の酒は農林水産副大臣、総務副大臣の視察を受け、特に木の酒製造技術は、木材から食料等を造る技術として農林水産副大臣の注目を頂いた。 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 ウ(ア)委員会対応2,582回、技術指導講師216回、研修会講師181回、その他教育・指導106件、国際対応40件(H28~R2) ウ(イ)委員会対応142回、技術指導講師64回、研修会講師23回、その他教育・指導27件、国際交渉対応3件(H28~R2) モニタリング指標2-1(3):調査、分析、鑑定等の対応件数 ウ(ア)調査対応28件、分析対応56件、鑑定対応8件(H28~R2) ウ(イ)調査対応7件、分析対応31件、鑑定対応0件(H28~R2)	このように、本重点課題では、中長期目標において【重要度：高】と【難易度：高】とされている二つの目標を含め、国産材の需要拡大、大径材及び早生樹をはじめとする国産広葉樹等の利用拡大を実現するため中長期計画に設定したすべての目標について研究開発に取り組み、基礎的な成果の創出から製品化や民間への技術移転等による社会還元に至る数多くの成果をあげた。計画に設定した目標以外にも、材を形成する水の起源に関する知見、木材の大変形を可能とする技術、WPC の強度を高める技術、CNF の平均長さの測定方法、新たなリグニン定量法、樹木抽出成分の抗菌性を増大させる技術、「木の酒」の製造技術等、学術面・実用面において今後の発展に寄与し得る数多くの特筆すべき成果を創出した。得られた成果については、学術論文等による発信に加え、広報普及のための各種イベント開催、規格・告示等への反映、実建築物への成果利用、民間企業への技術移転や共同研究による製品化等により、成果の社会還元という点でも数多くの特筆すべき取組と実績が認められる。これらにより、中長期計画を大きく上回る特段の実績をもって目標を達成した。 以上の特段に優れた実績により、「S」評定とした。 <課題と対応> 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、国産材の需要拡大、大径材や国産広葉樹等の利用拡大、間伐等由来の未利用資源の有効利用を目指して、大径材や早生樹の特性評価技術の開発、製材・乾燥技術の高度化、CLT 等の新規木質材料の利用技術及び耐久性付与技術の開発に取り組んできた。今後は、中層・大規模建築物の木造化・木質化等の様々なニーズへの対応や新たな需要の開拓による丸太の付加価値向上のため、大径材の加工・流通システム、早生樹等の利活用、CLT の利用促進、超厚合板等の新たな木質材料の開発に取り組む必要がある。 また、SDGs や海洋プラスチック汚染対策を背景に石油起源合成物質を木質バイオマス由来の再生可能素材で置き換える流れが加速する中、セルロース、リグニン、精油等の木材各成分の一貫総合利用を目指す技術の開発に取り組む必要がある。さらに、2050 年ネットゼロエミッション達成に向けて、エネルギー利用も含めた木質バイオマスの総合的な利用技術開発に取り組む必要がある。
--	--

4. その他参考情報
特になし。

様式2-2-4-1 国立研究開発法人 中長期目標期間評価(期間実績評価) 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 イノベーション創出・技術開発の推進	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
当該項目の重要性、難易度	【難易度：高】あり、【重要性：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 29-⑩、30-⑩、元-⑩、2-⑩、3-⑪ 行政事業レビューシート事業番号：29-0184、30-0189、元-0191、2-0203、2021-農水-20-0215

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	元年度	2年度		28年度	29年度	30年度	元年度	2年度
研究論文数	68件	81件	69件	73件	78件	予算額(千円)	1,659,279	2,692,340	2,856,808	2,891,587	2,706,460
口頭発表数	209件	253件	247件	230件	153件	決算額(千円)	2,499,251	2,745,342	2,658,473	2,883,961	2,751,205
公刊図書数	5件	6件	8件	6件	7件						
その他発表数	112件	113件	122件	129件	98件	経常費用(千円)	2,734,987	2,594,417	2,646,415	2,655,674	2,609,866
エ(ア)の評価	b	b	a	a	a	経常利益(千円)	△124,526	△11,825	△12,605	△9,053	137,063
エ(イ)の評価	a	a	a	a	a						
行政機関との研究調整会議等	12件	10件	12件	13件	15件	行政サービス実施コスト(千円)	4,028,902	2,405,194	2,591,508	-	-
外部資金等による課題件数及び金額	53件 437百万円	59件 427百万円	59件 411百万円	58件 336百万円	57件 279百万円						
開発品種等の種類と数 ・エリートツリー ・開発品種	53系統 47品種	69系統 39品種	82系統 35品種	69系統 37品種	85系統 40品種	行政コスト(千円)	-	-	-	3,489,101	2,765,495
講演会、出版物による成果の発信状況	87回	81件	53件	108件	72件	従事人員数	67.6	73.1	70.7	69.3	32.6
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	221回	202回	205回						
要望に基づく種苗の配布状況	15,455本	17,866件	20,592件	18,668件	20,673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、主な評価軸、業務実績等、中期目標期間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	中長期計画 ※本欄の丸数字は下欄の主要な業務実績等欄との対応比較のため、便宜上追記したものである。
(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、分子生物学をはじ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。	(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持つ食用、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。 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 ゲノム情報や分子生物学等の先端技術を活用し、(①) 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(②) その機能性を利用した森林資源・環境保全技術等の開発、(③) 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(④) 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(⑤) 利用技術の開発を行う。 b きん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) きん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、(②) 原木栽培シイタケの放射性セシウム抑制技術の開発、(③) 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、(④) 森林微生物

【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。	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(⑤) 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、(①) 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、(②) 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、(③) 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等の生産性の向上に貢献する。
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、花粉発生源対策等的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。	(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、花粉発生源対策等的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。 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 林業種苗における多様なニーズに対応するため、(①) エリートツリーを300系統及び第2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、(②) 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、(③) 特定母樹への申請を積極的に進める。 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) 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、(②) 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、(③) 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、(④) 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、(⑤) 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、(⑥) 開発品種の特性に関する情報提供や(⑦) 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。
主な評価軸(評価の視点)、指標等	
評価軸	評価指標
<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。	(評価指標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) 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・自己評価	
主な業務実績等	自己評価
1. 研究成果の全体像	評価
(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	A
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	<評価と根拠>
	<研究課題の成果>
	「エ(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」では、確実に中長期計画事項を達成し、さらに、計画を上回る成果が得られている。
	裸子植物である針葉樹が、被子植物と異なる光合成代謝経路と光呼吸経路を持ち、アンモニア放出能、窒素同化能代謝物組成が異なることを明らかにしたことは、世界初であり生態的意義が高く、森林生態系に影響を及ぼす環境問題等への対応として森林のCO ₂ 固定量の

以上により中長期計画事項を達成した。

「(②) 機能性を利用した森林資源・環境保全技術等の開発」に対して、森林資源保全技術の開発に向けて、スギのプロトプラスト単離からの不定胚再生に成功し(H28)、不定胚に由来する無花粉スギの作出までの培養プロセスを確定する(H29)とともに、ヒノキ科樹木については培養細胞からの不定胚を含む器官分化条件を解明し(H30)、単一細胞からの個体再生条件を解明した(R1)。ゲノム編集技術を用いた無花粉スギの開発を進めるため、CRISPER/Cas9ベクターを導入した遺伝子組換え個体の作出を進め(H28)、ゲノム編集技術により作製した雄性不稔スギ苗の無花粉性を確認した(H29)。スギの植物体再生を効率的に作出するため、カルスより不定胚が誘導される過程では植物の胚発生過程に関わる遺伝子が多く発現しており、これらを指標にして個体再生を効率的に進められることを示した(R2)。

以上により中長期計画事項を達成した。

「(③) 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」に対して、スギ遺伝情報の整備については、スギ基盤連鎖地図上での領域の特定及び雄性不稔遺伝子に強く連鎖するDNAマーカーを開発するとともに基盤連鎖地図の充実を図り(H28)、スギのドラフトゲノムの解析について、スギゲノムの約29倍のDNA配列を得た(H29)。以上により中長期計画事項を達成した。

「(④) 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」に対して、環境変化に対する適応遺伝子の保有状況については、コナラの地域個体群地理的变化や集団間分化などの特徴を明らかにし(H29)、モミ属やブナ科樹木の地域性と過去の気候変動の過程における分布域の変遷を明らかにした(H30)。植物の異常高温への適応の一つである高温馴化という現象について、スギにおける高温馴化に関連する遺伝子を特定したところ、可動遺伝因子の一つであるレトロトランスポゾンが含まれており、スギの異常高温への馴化における作用を有する可能性を明らかにした(R2)。

以上により中長期計画事項を上回る成果を達成した。

「(⑤) 適応関連遺伝子の利用技術の開発」に対して、スギ交配家系を用いた植栽試験において、8つの有用形質においてクローン間や生育地間の差が明らかになり、複数の量的遺伝子座を検出した(H29)。スギ等においてゲノム情報と環境要因との関連性を調べ、適応等に関わる遺伝子領域を明らかにした(R1)。花粉生産の抑制に寄与する不稔性遺伝子を針葉樹において世界に先駆けて解明し、LAMP法を用いて*MS1*の遺伝子型を簡易に診断する手法の特許出願した。これを用いて、全国のスギから不稔性対立遺伝子*ms1*を持つ8系統を新たに発見するとともに、その祖先の遺伝子が全国に分布していることを確かめた(R2)。

以上により中長期計画事項を上回る成果を達成した。

また、中長期計画を上回る成果として、国産漆の増産に向けて、漆生産量の異なるウルシクローンについて刺激応答に関わる遺伝子発現情報を明らかにし、開発したDNAマーカーにより選抜した漆量産木による生産性向上を評価した。漆の利用拡大に向けては、顔料を添加した加飾用未利用漆を150℃、35～75分間加熱することで密着性・光沢・硬度に優れた加飾が可能なことを明らかにし、これらの技術を用いて蒔絵を施した試作品を作製した(H28～30)。また、我が国最初の無花粉スギの無花粉化メカニズムを解明した(R1)。

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) 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」に対して、シイタケのビタミンD含有量を増加させる技術が実用化できるか検討した結果、1日に必要とされるビタミンD摂取量に匹敵する量を含有する子実体の作出に成功した(R1)。以上により中長期計画事項を達成した。

「(②) 原木栽培シイタケの放射性セシウム抑制技術の開発」に対して、汚染地に置かれたホダ木の二次汚染等を調査し、ホダ木の汚染度を数値化し(H28)、ホダ木樹皮からホダ木内部への放射性セシウム移動量を解明してホダ木汚染と子実体汚染の関係を明らかにするとともに、シイタケ原木露地栽培にて、ホダ木を麻布で被覆することによる放射能汚染低減効果を明らかにした(H29)。樹木へのセシウム吸収抑制技術を開発するため、カリウム等の施用が樹木へのセシウムの吸収に及ぼす影響を明らかにした(H30)。カリウム施用により野生きのこの放射性セシウム濃度は低減し、追肥を行うと低減効果は更に強まることが明らかとなった。これまでの樹木等の研究と同様に、セシウムの吸収に拮抗する土壌中の交換性カリウムが施肥により増加したためと考えられた。この成果により、放射性セシウムの抑制にカリウムが有効である可能性を示した(R2)。

以上により中長期計画事項を達成した。

「(③) 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」に対して、国産トリュフの栽培技術の開発に向けて、食用として有望な日本産トリュフを新種として記載する(H28)とともに、トリュフ発生地と土壌環境から感染苗作出に適した肥培管理条件を明らかにした(H29)。日本産黒トリュフの遺伝情報に基づいた個体識別法を確立し(H29)、日本産トリュフ感染苗の野外植栽後のトリュフ菌の定着を確認した(R1)。マ

予測精度の向上に役立つ成果である。

世界に先駆けて針葉樹の雄性不稔遺伝子をスギにおいて解明し、雄性不稔遺伝子を簡易に診断する手法の特許出願した。これを用いて、不稔性遺伝子を持つスギ系統を新たに発見するとともに、その祖先の遺伝子が全国に分布していることを確かめた。ゲノム編集技術により作製した雄性不稔スギ苗の無花粉性を確認するとともに、植物体再生に関わる遺伝子を特定した。さらに、我が国初の無花粉スギの無花粉化メカニズムを解明し、自然変異を遺伝子レベルで明らかにしたことは、生物学的価値が高いだけでなく、利用技術につながることでできている。また、ヒノキ科樹種の培養条件や順化条件を更に検討し、植物体再生のプロセスを簡略化したことは、ゲノム編集技術の実装化に大きく貢献し、森林資源保全技術の開発に貢献している。

樹木複数種の地域性と過去の気候変動における分布域の変遷を解明するとともに、スギで、材質が環境より遺伝的要因の影響を受けやすいことや、環境によって異なる遺伝子が成長に関与していることを明らかにした。さらに、スギの異常高温への馴化における作用を遺伝的に明らかにした。これらの成果は、気候変動に適応可能な林業の実現に大きく寄与するものである。

原木栽培シイタケの放射性セシウム抑制技術の開発に向けて、原木林の汚染度は土壌の137Cs量と交換性カリウム量に強く影響を受けることを明らかにし、原木林へのカリウム散布により、原木林の汚染度を低減させることに成功したことは、原木林供給再開に向けた取組に貢献することが期待される。

【難易度：高】である高級菌根性キノコの栽培技術の開発については、マツタケの子実体原基形成に適した栽培条件を明らかにし、マツタケ菌の能力を損なわずに3年間凍結保存できること、また日本産黒トリュフ感染苗植栽後のトリュフ菌の定着には、土壌への石灰散布により定着が確認でき、難易度の高い栽培の定着条件を我が国で初めて明らかにし、中長期計画を達成した。以上の成果は、経済性価値の高いきのこ資源を活用した農山村地域の再生に貢献するものである。

森林微生物の木材腐朽等の生物機能を応用し、高分子残渣リグニンを精製ラッカーゼによって処理して、有用な低分子化合物を得る効率的な手法を確立し、リグニンからの微生物変換により生産される2-ピロン4,6-ジカルボン酸(PDC)生産過程のメタボローム解析から生産の低コスト化を達成したことは、木質資源からの新規有用物質生産による新たな産業創出に貢献するものである。また、PCB等などダイオキシン類の微生物による分解機構を明らかにしており、環境修復技術の開発への活用が期待される。

さらに当初の計画にはない優れた成果として、国産漆の増産や利用拡大に向けては、開発したDNAマーカー

様式2-2-4-1 国立研究開発法人 中長期目標期間評価(期間実績評価) 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

ツタケの栽培技術の開発に向けては、マツタケの有機物分解能を色素遊離により評価する方法を開発してマツタケの突然変異株は有機部分分解能を有することを明らかにすることで菌床栽培の可能性を示し(H29)、マツタケの子実体原基形成に適した栽培条件を明らかにして、マツタケ菌を3年間凍結保存可能となる条件を確立した(R1)。マツタケの近縁種であるバカマツタケの林地接種による継続的な発生を確認した(H29～R1)。このほか、菌根性キノコであるキツネタケをモデルとして、随伴細菌のキノコ形成への有効性を、土壌の栄養条件とに併せて解析し、感染苗木の植栽による菌根性きのこの発生機構を解明した(H30)。 以上により、【困難度：高】と設定された中長期計画事項を上回る成果を達成した。 「(④) 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」に対して、パルプ培地で培養した腐朽菌体上にマンガンペルオキシダーゼによるリグニン分解反応の効率的な機構が存在することを明らかにし(H28)、高分子残渣リグニンを精製カワラタケラッカーゼによって効率的に低分子化合物を得る手法を開発した(H29)。微生物を応用した新規有用物質への変換技術開発のため、リグニン代謝の中間体である2-ピロン 4,6-ジカルボン酸(PDC)の発酵過程におけるメタボローム解析による低コスト化を達成した(R1)。 以上により中長期計画事項を達成した。 「(⑤) PCB等の難分解性化合物の微生物分解機構の解明」に対して、PCBなどのダイオキシン類の分解能を有する有望株 <i>Geobacillus thermodenitrificans</i> UZO-3株による分解機構を、ダイオキシン類のモデルとして毒性の低い2,7-DCDDを用いて分解実験を行ったところ、UZO-3株はダイオキシン構造の分子内エーテル結合を開裂して、分解していることが明らかとなった。この反応は猛毒性のダイオキシンである2,3,7,8-TCDDの分解にも応用できる可能性があるとして推測された(R2)。 以上により中長期計画事項を達成した。 また、中長期計画を上回る成果として、マツタケの有機物分解能を色素遊離により評価する方法を開発してマツタケの突然変異株は有機部分分解能を有することを明らかにすることで菌床栽培の可能性を示し(H29)、マツタケの近縁種であるバカマツタケの林地接種による継続的な発生を確認した(H29～R1)。高分子残渣リグニンと粘土との混合により透明な紫外線カットフィルムを製造した(H30)。 <成果の普及> 「(①) 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」に対して、スギの80万本の発現遺伝子の情報を収集、追加し、データベースを充実することができている(H29)。 「(②) 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」に対して、雄性不稔個体が高い確率で選抜できるマーカーの情報提供(H29)、遺伝子データベース(ForestGEN)からトドマツの発現遺伝子情報データベース(TodoFirGene)への接続(H30)を可能にした。ForestGENへのアクセス数は、5年間で約26万件で広く活用されている。 「(③) 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」に対して、年に1～2回程度、林野庁経営課特用林産対策室とは特用林産物の利用推進に関して、整備課とは花粉発生源対策に関する意見交換を進めた。また、国産漆の増産や利用技術の開発に向けて、「漆サミット」を毎年開催し、地方自治体、大学、漆芸関係者や一般市民を対象に講演等を行い、成果の普及に努めた(H28～R2)。このほか、特用林産物安全供給推進復興事業における調査成果説明会を県担当者、関係団体及び生産者を対象にして実施し(H29)、林野庁経営課等とシイタケ原木栽培の今後の放射性物質対策や特用林産物利用に関する研究について意見交換会を行った(H30)。さらに、きのこに係る成果については、森林総合研究所公開講演会において、4件の講演と5件のポスター発表を行った(R2)。新型コロナウィルス感染が拡大する中、新たに開設したYouTube公式チャンネルによる動画配信など、リモート方式で実施したほか、当機構ウェブサイトにおける紹介記事を充実させて、広報普及に努めた。 以上により、中長期計画を全て達成し、さらに、計画を上回る実績で達成した。 (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 「(①) エリートツリーを300系統及び第2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」に対して、エリートツリーについては、5年間の目標である300系統に対して計358系統を開発し、目標を達成した。また、優良品種については、目標である150品種に対して、計198品種を開発し、目標を達成した。【重要度：高】。 「(②) 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」に対して、赤外線サーモグラフィーによるスギ苗木のスト	を用いて従来利用種の3倍に相当するウルシ量産木を発見するとともに、良好な塗膜が得られる塗装条件を明らかにしたことは、伝統文化の保全はもとより、それを守る地域経済の発展に寄与する観点で、顕著な貢献が期待される。さらにバカマツタケの研究においても、3年目の子実体発生に初めて成功し、現場実装に近づいた。 以上のように、【難易度：高】である高級菌根性きのこの栽培技術のほか、多くの計画事項において、これまでに目標を大幅に上回る成果が得られている。 以上により、エ(ア)の自己評価は、外部評価委員2名による評価も踏まえ、「a」とする。 「エ(イ) 多様な優良品種等の開発と育種基盤技術の強化」では、中長期計画事項を達成し、それ以外にも計画事項を上回る多数の成果が得られた。 エリートツリーの開発については、目標300系統に対して5年間で358系統に達しており、【重要度：高】の取組の目標を達成した。開発系統のうち、特性の優れる
---	--

レス状態の高速評価手法の開発(H28)、4年間にわたって実施した252系統のスギさし木苗を用いた乾燥ストレス試験の実施(H29～R2)、その試験結果に基づいて乾燥ストレス評価の頑健性について評価した結果、2回以上の評価により変動係数が大幅に減少し頑健な評価が可能であることを明らかにした成果(R2)、気候変動に適応した品種を開発するための育種統計モデルの開発(H29)とそのモデルを用いた乾燥が生育や成長に与える影響の系統評価(H30)、乾燥耐性に優れる育種素材候補の抽出(R1)、は、重要性が増してきている気候変動適応に資する品種開発への適用が期待できる成果である。新たな線虫系統の選定等によるより強い抵抗性マツを開発するための育種技術の開発(H29)は、マツ材線虫病被害を軽減するための施策への活用が期待できる成果である。光環境の改善と環状剥皮を組み合わせた処理をはじめとした、カラマツの安定的な種子の供給が期待できる技術等の開発とその成果の普及に資する技術普及マニュアルの刊行(H30)は、近年苗木の需要が高まっているものの種子の豊凶が顕著なカラマツにおいて安定的な種子の供給が期待できる成果である。スギ及びカラマツのヤング率や密度等の材質形質における15年生(成熟材移行期)と22年生(成熟材)の相関は0.8前後であることを明らかにし、15年生程度における材質検定による早期選抜の可能性を明らかにした成果(R2)は、材質形質の育種年限を短縮することができることを示した有益な成果である。

「(③) 特定母樹への申請を積極的に進める」に対して、エリートツリーを中心に特定母樹への申請を進め、5年間で農林水産大臣によりスギで80系統、ヒノキで39系統、カラマツで38系統、トドマツ20系統、計177系統が特定母樹に指定された。森林吸収源対策への着実な貢献が期待できる成果である。

また、中長期計画事項を上回る成果として、より強いマツノザイセンチュウ抵抗性第2世代品種(H29)、下刈り作業を省力化できる初期成長に優れた第2世代カラマツ品種(R1)、成長が優れた少花粉スギ品種(H30、R1)、都県との連携による初期成長が優れた無花粉スギ品種(H30、R1、R2)、花粉親としての活用が期待できる無花粉遺伝子を有するスギ品種(R1)を開発した。気候変動適応にかかる高速育種を可能とする乾燥耐性に優れるスギ個体を選抜するための遺伝子発現マーカーセットを開発(R2)するとともに、これまでの一連の成果を活用して、乾燥耐性に優れるスギの育種素材19系統を作出した(R2)。無花粉品種の高速育種を可能とする無花粉遺伝子の保有の有無を判定できるDNAマーカーの開発(H28)とそのマーカーを活用した精英樹からのヘテロ系統のスクリーニング(R1)を行った。花粉発生源対策を推進するため無花粉スギ品種とその育種素材の遺伝的な類縁関係を解明した(R1)。これまでのスギの検定林調査の結果をとりまとめ、遺伝的改良効果や年次相関を明らかにし、スギにおける早期選抜の学術的根拠を与えた(R1)。これらの成果は、林業の成長産業化や気候変動適応、花粉発生源対策の推進への着実な貢献が期待できる成果である。

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) 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」に対して、スギ、ヒノキ等育種対象樹種について既保存及び新規選抜個体について遺伝子型の決定と個体へのICタグのラベリング等を実施し、トレーサビリティを確保した原種苗木配布システムを開発した(H28～R2)。さらに、九州育種基本区では、このシステムが稼働しトレーサビリティを確保した原種配布を開始した(R2)。スギ等の原種苗木の増産技術に関しては、施設内での水耕栽培(H29)、管穂を用いたさし木(H30)等を実施し、増殖技術を開発した(H30～R2)。これらの成果は、優良種苗のトレーサビリティ確保及び効率的配布の観点で画期的な技術であり、需要の急激な増加が見込まれる優良種苗の増産に対応していくための顕著な成果である。

「(②) 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」に対して、コウヨウザンについて、生育地情報のデータベース化(H29)、着果指標の作成と評価(H30)、優良系統55系統の選抜(H29、R1、R2)、さし木等の増殖技術の開発(R1)等を実施し、収集・評価技術を開発した。栄養体等の長期保存に対しては、令和元年度までにブナ種子(H30)、ブナ及びシラカンパの栄養体(H28)、絶滅危惧種であるオガサワラグワの栄養体(冬芽)(R1)の長期保存可能な条件を見だし、シラカンパ冬芽細胞の凍結応答メカニズムを解明し(R1)、保存技術を開発した(H28～R2)。以上により中長期計画事項を上回る成果となった。これらの成果は、気候変動下での林木遺伝資源の安定的な長期保存に大きく貢献する成果である。

「(③) 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」に対して、遺伝子組換え雄性不稔スギの野外での特性評価(H29)、カギカズラ等薬用系機能性樹木の増殖技術の開発(H28、R2)、スギのゲノム編集基盤の構築(H30～R2)、ゲノム編集による無花粉化可能なスギ遺伝子の探索・同定(R1)等を行った。DNAの塩基を置換するゲノム編集をスギで実施し、ゲノム編集による変異の効率や形質の評価を行った(R2)。以上により中長期計画事項を上回る成果となった。これらの成果は、バイオテクノロジーを利用することにより育種の多様化、高速化に貢献する成果である。

「(④) 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」に対して、ベトナムでのアカシアハイブリッドの創出と評価等を実施し、より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った(H28～R2)。目標を上回る成果としてケニアの郷土樹種のメリアとアカシアを対象に集団選抜育種の実施に必要な技術を開発し(R28～R2)、メリアにおいて育種開始後7年で第2世代優

系統を特定母樹に申請し、177系統が指定された。これら特定母樹等は、再造林の低コスト化や伐期の短縮といった効果が期待されており、今後の種苗生産の中核的役割を果たすことが期待される。また、優良品種については、目標150品種に対して5年間で198品種を開発して目標を上回り、【重要度：高】の目標において大きな成果をあげた。これらは、林業の成長産業化、花粉発生源対策、森林吸収源対策、松くい虫対策の推進に寄与する成果である。特に、無花粉スギ品種については5年間で初期成長が優れた無花粉スギを16品種開発しており、このうち14品種は都県との連携による当初の計画にはなかった顕著な成果である。

高速育種技術等の開発については、赤外線サーモグラフィによるスギ苗木のストレス状態の高速評価手法の開発、乾燥ストレス試験の実施とその系統評価の頑健性の評価、気候変動に適応した品種を開発するための育種統計モデルの開発、乾燥耐性に優れたスギを選抜するための遺伝子発現マーカーセットの開発を行っており、科学的意義は大きい。これらの成果を統合して乾燥耐性に優れるスギを選抜するための育種技術を開発し、その技術を活用して乾燥耐性に優れるスギ19系統を作出したことは我が国の林木育種で初めての成果である。また、針葉樹では世界的にみても初のマーカー支援選抜(MAS)が可能なDNAマーカーを開発するとともに、それを用いてスギ精英樹を含む4,000系統以上を分析して、無花粉遺伝子をヘテロで有する21系統を同定し、それらの内の2系統を「無花粉遺伝子を有するスギ品種」として開発したことは、無花粉スギ品種開発の高速化に貢献した成果である。より強い抵抗性マツを開発するための育種技術は、マツ材線虫病被害を軽減するための施策への活用が期待できる成果である。カラマツの安定的な種子の供給が期待できる技術等の開発とその技術普及マニュアルの刊行は、近年苗木の需要が高まっているものの、種子の豊凶が顕著なカラマツにおいて安定的な種子の供給が期待できる顕著な成果である。

スギ、ヒノキ等育種対象樹種について、ICタグのラベリング等による原種苗木配布システムの開発と九州育種基本区での稼働は、優良種苗のトレーサビリティ確保及び効率的配布の観点で画期的な技術である。スギ実生コンテナ苗を1年で植栽可能にした技術や施設利用水耕栽培、管穂によるさし木等の原種苗木の増産技術は、需要の急激な増加が見込まれる優良種苗の増産に対応していくための顕著な成果である。

コウヨウザンについて、生育地情報のデータベース化、着果指標の作成と評価、優良系統の選抜、さし木等の増殖技術の開発等を実施し、収集・評価技術を開発した。栄養体等の長期保存に対しては、ブナ種子、ブナ及び絶滅危惧種であるオガサワラグワの栄養体(茎頂)の長期保存可能な条件を見だし、保存技術を開発した。

様式2-2-4-1 国立研究開発法人 中長期目標期間評価(期間実績評価) 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

良個体 (plus tree) を選抜した (R1)。以上によりケニア国内でのさらなる優良種苗の普及に貢献した。これらは、開発途上国の郷土樹種の育種として、画期的な成果であり、ケニアの国家的な目標である森林率の向上に貢献する成果である。以上により中長期計画事項を上回る成果となった。 また、中長期計画を上回る成果として、スギの育苗手法として画期的な「エアざし」を開発し、特許を取得した。この手法によりさし木発根率が大幅に向上した(R2)。この成果は、成長の優れた特定母樹等の苗木の早期かつ確実な供給に貢献する特に顕著な技術開発である。スギ実生コンテナ苗の育成に適する施肥量を明らかにし、1年で植栽可能であることを示した(R1)。スギさし木苗の育苗段階における初期成長と根系構造との関係を明らかにするとともに(H30)、スギのさし穂における発根部位における遺伝子発現の状況を解析した(H30)。早生広葉樹であるチャンテン及びユリノキについて有性及び無性繁殖特性についてとりまとめ(R1)、これらの樹種について苗木生産技術を開発した (R2)。絶滅危惧種のオガサワラグワについて、組織培養苗を活用した野生復帰を実施し(H30)、シラカンバの冬芽の凍結耐性メカニズムを解明した(R1)。また、薬用系機能性樹木として需要が期待されるワダツミノキにおける無菌組織培養苗の順化法を開発した(H29)。クロマツのゲノムワイドな SNP マーカーパネルを利用することで、クロマツの抵抗性遺伝子座についてより迅速にラフマッピングを行うことができ、抵抗性遺伝子の候補領域の検出と原因遺伝子の特定に向けた情報をより効率的かつ迅速に得ることができるシステムを確立し(R2)、スギについて木本植物では画期的な遺伝子組換えを介さないゲノム編集技術を開発し、特許を出願した(R2)。この成果は、木本植物では報告されていない世界初の先進的な成果である。透過型電子顕微鏡を用いて細胞壁形成に影響を与える2遺伝子の機能を欠損させたポプラ変異体の二次壁壁層構造を詳細に観察することにより、当該変異体では二次壁 S2 層の形成が著しく抑制されていることを発見した(R2)。さらに、ケニアの虫媒花樹木であるメリアにおいて人工交配により健全な種子が得られ (R1)、ベトナムのアカシア属において、林分生産性の高い優良な2クローンを選定した(R2)。フィンランドとの共同研究において、マツノザイセンチュウ抵抗性について一次検定が終了し、二次検定用の材料がそろったことから、ヨーロッパアカマツの抵抗性個体の選抜に目処が立った(R2)。さらに、ケニアのメリア及びアカシアについて、遺伝資源保全の在り方をとりまとめた「ケニア乾燥地域におけるメリアとアカシアの遺伝資源保全ガイドライン (英文)」の作成と配布を実施した(H29)。	これらは気候変動下での林木遺伝資源の安定的な長期保存に大きく貢献する成果である。 また、遺伝子組換え雄性不稔スギの野外での特性評価、カギカズラ等薬用系機能性樹木の増殖技術の開発、スギのゲノム編集基盤の構築、クロマツのマツノザイセンチュウ抵抗性遺伝子の候補領域の検出と原因遺伝子の特定に向けた情報をより効率的かつ迅速に得ることができるシステムの確立、スギについて遺伝子組換えを介さずゲノム編集を行う基盤技術の開発等を行った。これらはバイオテクノロジーを利用することにより育種の多様化、高速化に貢献する成果である。 さらに、ベトナムでのアカシアハイブリッドの創出と評価等を実施し、より気候変動への適応策等に資する林木育種技術を開発した。ケニアにおいて、郷土樹種のメリアとアカシアを対象に集団選抜育種の実施に必要な技術を開発し、メリアにおいて育種開始後7年で第2世代優良個体 (plus tree) を選抜し、早期の次世代化を実現したことは、ケニア国内でのさらなる優良種苗の生産と普及に貢献する重要な成果であるとともに開発途上国の郷土樹種の育種として画期的な成果である。フィンランドとの共同研究において、ヨーロッパアカマツのマツノザイセンチュウ抵抗性個体の選抜に目処が立った。 これらの成果に加え、目標になかった顕著な成果として、次のような実績をあげている。 無花粉スギ採種園において花粉親としての活用が期待できる無花粉遺伝子を有するスギ品種の開発、無花粉スギ品種とその育種素材の遺伝的な類縁関係の解明は、花粉発生源対策の推進への貢献が期待できる成果である。これまでのスギの検定林調査の結果をとりまとめ、遺伝的改良効果や年次相関を明らかにしたことは、早期選抜の学術的根拠を与え、今後の林木育種の推進に資する成果である。 画期的なさし木技術「エアざし」を開発し、特許を取得した。この手法によりさし木発根率が大幅に向上した。スギさし木苗の育苗段階における初期成長と根系構造との関係を明らかにしたことは、スギの成長性のメカニズムの解明につながる成果である。早生樹として期待が高いチャンテン及びユリノキの苗木生産技術の開発は、優良な種苗の増産を加速し西南日本地域を中心とした造林樹種の選択枝の多様化につながる成果である。ワダツミノキにおける無菌組織培養苗の順化法の開発は、薬用系機能性樹木の優良な苗木の増産に貢献し、ケニアのメリア及びアカシアについて、遺伝資源保全の在り方をとりまとめた「ケニア乾燥地域におけるメリアとアカシアの遺伝資源保全ガイドライン (英文)」の作成と配布は、ケニアの遺伝資源の保全や育種の進展に貢献する成果である。 以上により、エ (イ) の自己評価は、外部評価委員2名による評価も踏まえ、「a」とする。
--	---

2. 評価指標等の観点

評価指標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

エ(ア)では、国の施策である政府の「東日本大震災からの復興の基本方針」(平成23年7月策定)での被災地域の復旧・復興及び被災者の暮らしの再生のための施策における、被災地の農林水産業の復興に向けて、林野行政部局の要請に応じ、ほだ木の放射能汚染メカニズムや被災地におけるシイタケ栽培の再開に向けたモニタリング手法に関する情報を提供し(H28)、ほだ木の放射能汚染メカニズムを解明し(H29)、汚染された原本林へカリウム肥料を施用した場合に利用可能となる林分の判別技術を開発し、シイタケ原本林の再生・利用に向けた技術開発を進め(H30)、「放射能研究の在り方検討委員会」の委員として参加し、これまで取り組んだ成果に基づいて議論を行った(R1)(エアb-②)。

国の施策である重要文化財保全のための補修資材の確保に資する国産漆の量産にかかる研究において、漆生産量の異なるクローンについて刺激応答に関わる遺伝子発現情報を明らかにし、開発したDNAマーカーにより選抜した従来利用種の3倍に相当する漆量産木による生産性向上を試算し、国産漆の効果的な塗装技術等の開発を進め(H29)、密着性・光沢・硬度に優れた加飾が可能となる未利用漆の加熱条件を明らかにし(H30)、漆工芸品を試作するなど用途拡大に貢献するとともに、「漆サミット」を毎年開催するなど、成果の普及に努めた(エアa)。

「森林・林業基本計画」(平成28年5月閣議決定)の基本的な方針に挙げられている、「山村の振興・地方創生への寄与」に関し、日本産黒トリュフの人工栽培に向けた苗木への効率的な感染のための肥培管理条件や、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(H29)、日本産黒トリュフの遺伝情報に基づいて、感染苗木の植栽試験においてトリュフの個体識別が可能であることを示すとともに、平成29年度林地接種によりバカマツタケ子実体発生に成功した箇所において、令和元年度までさらに多くの子実体が継続して発生することを確認し(H30、R1)、日本産黒トリュフ菌の場合、石灰を添加するとトリュフ菌が良好に樹木に感染し、野外植栽の際、石灰を散布するとトリュフ菌の定着が認められたことから、土壌のpH条件がトリュフ菌の定着に必要であることを明らかにすることにより、高級菌根性きのこの栽培技術の開発を進めた(エアb-③)。

エ(イ)では、「森林・林業基本計画」のうち「林業の成長産業化、再造林等による適切な更新の確保のための造林コストの低減と優良種苗の確保、花粉発生源対策の推進、地球温暖化防止策及び適応策の推進、森林病虫害対策の推進、山村の振興・地方創生への寄与、国際協力の推進」及び、「森林・林業・木材産業分野の研究・技術開発戦略」(平成29年3月31日策定)のうち「新品種の開発等、新品種の開発や原種苗木等の増殖に必要な技術の開発」に対応した具体的な取組及び成果である。特に、エリートツリーを開発し特定母樹として申請するとともに、初期成長が優れた第2世代スギ・カラマツ品種、成長が優れる少花粉スギ品種及び初期成長が優れた無花粉スギ品種を新たに開発したことは林業の成長産業化、下刈り省力化等低コスト造林及び花粉発生源対策の推進に資する成果である。また、東北・関東・中部・北陸地域の都県における無花粉スギ品種及びヘテロ系統といった幅広い育種素材の遺伝的な類縁関係を解明したことは、今後の無花粉スギ品種の改良や採種園での種子生産における適切な血縁管理が可能となることにより、一層優良な品種の開発や高品質な種子の生産を可能とし、これらを通じて花粉発生源対策に大きく貢献することが期待される。また、温暖化に伴う乾燥がスギの生育や成長に与える影響を測定・評価する技術により、東北・関東・関西・九州育種基本区のスギ精英樹の系統評価等を行い、育種素材を作出したことは、農林水産省気候変動適応計画に記載されている森林・林業分野における対策の一つである「高温・乾燥ストレス等の気候変動に適応した品種開発に着手」に資する成果である。特に林業の成長産業化等への対応が課題となっている中、トレーサビリティを確保した原種苗木管理・配布システムの構築と稼働やスギの画期的な増産技術である「エアざし」の開発と実用化は、成長の優れた特定母樹等の苗木の早期かつ確実な供給に貢献するものであり、新需要の創出に寄与することが期待される樹種の優良種苗生産技術については、コウヨウゼンについて優良系統の選抜、実生及びさし木による増殖技術の開発、ユリノキ及びチャンチンの苗木生産技術の開発は、日本各地の造林樹種の選択枝の多様化に直結するものである。さらに、遺伝子組換え雄性不稔スギの野外での特性評価は、新品種開発に寄与し、薬用系機能性樹木であるカギカズラの増殖技術の開発は、山村の振興・地方創生に寄与する成果であり、ベトナムでの品種開発やケニア郷土樹種での育種技術の開発は開発途上国に対する国際協力に資するものであり、ヨーロッパアカマツでのマツノザイセンチュウ抵抗性個体の選抜は、ヨーロッパで拡大傾向にある被害対策として有効であり、先進国に対する国際貢献に資する成果につながる。

モニタリング指標1(1)：行政機関との研究調整会議等の実施状況

エ(ア)では、エ(ア)では、花粉症対策に関して林野庁と4回意見交換を行った(H28～R1)(エアa)。特用林産物利用促進に関して林野庁と5回意見交換を行った(H28～R2)(エアb)。林野庁と「今後の放射性物質対策に関する林野庁との意見交換会」を実施し、これまでの研究成果の概要と今後の課題について説明を行った(H30)(エアb)。都道府県については、東北、北関東の地方公設研究機関と特用林産物への放射能汚染対策に関する意見交換会を開催し(H30)、東北、関東・中部、関西及び九州の4ブロック会議特産部会において各地域における技術開発及び普及にかかる行政ニーズの把握及び都道府県から当機構の提案・要望にかかる意見・情報交換を行った(H28～R2)(エアb)。

エ(イ)では、毎年度、林野庁と花粉関連の情報交換の会議を開催し、花粉症対策関連事業について意見交換を行い、花粉症対策品種開発と普及への取組について情報提供してきた。また、林野庁と薬用樹木に関する研究動向について情報交換や遺伝資源保存に関する意見交換会を実施している。都道府県については、毎年度、林木育種と研究・技術開発の推進に関して北海道、東北、関東・中部、近畿・中国・四国及び九州の5ブロック(育種基本区)でのブロック会議育種分科会(9～10月)において各地域における品種開発、技術開発及び普及にかかる行政ニーズを把握

<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」の実績に示すように、ゲノム編集技術や無花粉スギの開発に向けた研究課題は、林野庁の「森林・林業基本計画」、農林水産省の「農林水産研究基本計画」及び内閣府総合科学技術・イノベーション会議の「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)次世代農林水産業創造技術」に対応した取組である。また、国産漆の増産や利用拡大に向けた課題は、林野庁による「我が国独自の伝統工芸を支える漆について、良質な特用林産物として安定的に供給していくことが重要」(平成29年度森林・林業白書から引用)とされていることや、文化庁の取組である重要文化財修復における漆の100%国産化に大いに貢献している。

きのこの放射能汚染対策は、東日本大震災に伴う被災農林漁業者の経営再開の支援及び東日本大震災からの復旧・復興に対応した取組として、成果は行政施策に活用されるものとしてよく貢献しており、高級きのこの栽培技術に関しては、「森林・林業基本計画」の「森林及び林業に関し、政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策」に対応した取組であるとともに、森林・林業・木材産業分野の研究・技術開発戦略の「特用林産物の新たな栽培・利用技術の開発」において取り組むべき内容として記述されている。

「森林・林業基本計画」及び「森林・林業・木材産業分野の研究・技術開発戦略」に対応した具体的な取組及び成果のうち、特にスギの原種増産技術は、林業の成長産業化等への対応として、成長の優れた特定母樹等の苗木の早期供給に貢献するものである。新需要の創出に寄与することが期待されるコウヨウゼンの優良系統の選抜、さし穂増産技術の開発、自殖弱勢の検出等、チャンチン及びユリノキの苗木生産技術の開発は、日本各地の造林樹種の選択枝の多様化につながるものである。

また、モニタリング指標1に示すように、毎年度の林野部局等行政機関との研究調整会議や全国でのブロック会議等を通じて国の施策やニーズの把握に努めてきた。また、研究実施にかかる外部資金の確保(1,890百万円)が図られた。エリートツリーや品種の開発の数値目標(300系統及び150品種)に対して、エリートツリー358系統、198品種を開発し、目標を達成した。このほか、原種苗木の都道府県等への配布本数は、前中長期目標期間の実績を今期は大幅に超える成果を出している。以上のことから、取組又は成果は国の施策や社会的ニーズに合致し、顕著な貢献が多数あったところである。

以上により、評価軸1に基づく重点課題エの自己評価を「a」とする。

するとともに、都道府県から林木育種センター等への提案・要望にかかる意見交換・情報交換を行ってきた。

モニタリング指標1(2): 外部資金等による研究課題件数及び金額

- エ(ア) 外部資金による研究課題は80件、外部資金は981百万円であった(H28~R2)。
- エ(イ) 外部資金による研究課題は79件、外部資金は909百万円であった(H28~R2)。

モニタリング指標1(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

開発品種等の種類と数は、エリートツリーについては、5年間の目標である300系統に対して、平成28年度に53系統、平成29年度に69系統、平成30年度に82系統、令和元年度に69系統、令和2年度に85系統、計358系統を開発した(エイ a-①)。優良品種については、5年間の目標である150品種に対して、平成28年度に第2世代等のマツノザイセンチュウ抵抗性品種、成長が優れた無花粉スギ品種等の47品種、平成29年度に抵抗性レベルがより高いマツノザイセンチュウ抵抗性品種等の39品種、平成30年度に都県との連携により成長が優れた少花粉スギ品種及び無花粉スギ品種を含む35品種、令和元年度に37品種、令和2年度に40品種の計198品種を開発した(エイ a-①)。これらの品種開発により、花粉発生源対策、森林吸収源対策、松くい虫対策にかかる施策などの社会的ニーズに対応できた。特定母樹については、エリートツリーを中心に平成28年度に37系統、平成29年度に41系統、平成30年度に33系統、令和元年度に30系統、令和2年度に36系統を申請し、5年間で農林水産大臣により計177系統が特定母樹に指定された(エイ a-①)。

- エ(ア) 学術論文は203編(原著論文138編、総説11編、短報54編)、学会発表は468件、公刊図書は23件であった(H28~R2)。
- エ(イ) 学術論文は166編(原著論文93編、総説5編、短報68編)、学会発表は624件、公刊図書は9件であった(H28~R2)。

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、5年間のアクセス数は約26万件に達し、森林生物の遺伝子に関する新たな情報源として利用された(エア a)。

評価指標2: 研究開発成果、技術及び開発品種の普及取組状況

エ(ア)では、講演会や成果発表会、出版物、メディアでの記事掲載等のほか、技術指導や研修会等への講師派遣等により普及に努めた。このうち、国産漆の増産、改質・利用技術の普及への取組として、「漆サミット」を5回開催(東京、神奈川、岩手、青森、オンライン)するとともに、行政・事業者に対して講習会や研修会等を行い研究成果の普及に努めた(H28~R2)(エア a)。放射能汚染地域におけるシイタケ原木林の利用再開・再生に関するシンポジウム(H30)、トリュフやマツタケの人工栽培に関する成果発表会(R2)、スギの遺伝情報と生育環境に関する公開シンポジウム(R1)を開催した。実験用に育成した無花粉スギ培養苗や小笠原母島産オオバシマムラサキ苗を外部機関に提供した。

エ(イ)では、毎年、林木育種成果発表会において成果の一部を発表したほか、林木育種センター等のウェブサイトやプレスリリースにより公表し、また、林木育種連携ネットワーク及びカラマツ育種技術連絡会において、メールマガジン等により情報発信を行った。特定母樹の普及促進のため、行政機関に加えて民間事業者等を対象として、毎年全国5箇所で特定母樹等普及促進会議を開催し、特定母樹の利用等にかかる技術情報の提供を行った。

モニタリング指標2(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

エ(ア)では、講演会(48回)、出版物(20回)、新聞・メディアへの掲載(47回)を行った。また、天竜地域の人工林の遺伝的組成の歴史的な変化について、当該地域の森林組合等に対して成果発表を行い、今後の造林の方向性について議論を行った(H29)(エア a)。日本漆アカデミーによる講演会や漆サミットなどで成果の発信を行った(H28~R2)(エア a)。植物組織培養技術によるクロマツ林の再生への取組について講演を行った(H29)(エア a)。Korean National Arboretumの依頼により日本の北方針葉樹に関する講演を行った。放射能汚染地域におけるシイタケ原木林の利用再開・再生に関する技術マニュアルを出版しウェブサイトで公開するとともに、原木林の放射能汚染対策に関するシンポジウムを開催した(H29)(エア b)。マツタケやトリュフの人工栽培技術の開発に向けては、成果パンフレットを2件発刊(H28、R1)したほか、第10回食用菌根性キノコに関する国際ワークショップにおいて発表セッション(長野)や、成果発表会「マツタケ・トリュフ人工栽培技術の開発」を開催(東京)するとともに、アグリビジネス創出フェア2019で国産トリュフの栽培化の取組についてポスター展示と説明を行った(R1)(エア b)。スギの遺伝情報に関して得られた成果については、公開シンポジウム「九州発! 遺伝情報からスギを知るー温暖多雨な環境に育つスギの成長、材質、利用ー」(熊本)を開催し、行政、一般を対象にして発表した(R1)(エア a)。きのこに関する成果については、森林総合研究所公開講演会「きのこを知るー微生物研究の最前線」を当研究所のYouTube公式チャンネルにおいて、令和2年11月より動画配信を開始した(令和3年3月1日現在で、再生回数は約5,830回)(R2)(エア b)。さらに、マツタケ栽培化に向けた取材記事が掲載された。(エア b)

エ(イ)では、講演会(136回)、出版物(10回)、新聞・メディアへの掲載(147回)を行った。林野庁主催のシンポジウム「早生樹・エリートツリーの現状と未来」(H30)及び全国林業改良普及協会主催の花粉発生源対策にかかるシンポジウム(H30、R1)で研究成果を発表した。成果発表会「カラマツ種苗の安定的生産に向けた技術開発」(H30)、シンポジウム「無花粉スギの普及促進に向けた技術開発の最前線」(R1)、成果発表会「気候変動適応育種の可能性を探るー大規模データと分子データから明らかにするスギのストレス応答ー」(R1)、シンポジウム「スギの生

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」の実績に示すように、エ(ア)では、民間企業や都道府県、大学、地方自治体、地域の森林組合、林業関係者やNPO法人等との共同研究及び課題の成果の普及に関わる国内成果発表会を10件共催し、食用菌根性きのこに関する国際ワークショップの第10回大会を日本で初めて開催するとともに、成果パンフレットを9件発刊するなど積極的に成果の普及に努めた。成果を現場で活用するため、講師派遣等による講習会・研修会等における技術指導にも努めた。その結果、放射能汚染対策では、成果の一部は森林・林業白書に掲載されている。

また、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、今中長期目標期間のアクセス数は約26万件に達し、森林生物の遺伝子に関する情報源として利用された。都道府県試験研究機関との共同研究を実施し、原木林再生に向けての実態調査や、マツタケやトリュフの現場レベルでの活性誘導試験等、社会実装に向けた地域実証の取組を行った。実験用に育成した無花粉スギ培養苗や小笠原母島産オオバシマムラサキ苗を外部機関に提供した。

エ(イ)では、林木育種成果発表会(年1回)等の開催や都道府県等に対する技術指導119回を行ったほか、特定母樹の普及促進のため、行政機関に加え、民間事業者等を対象として、全国5箇所で特定母樹等普及促進会議を開催し、特定母樹の利用等にかかる技術情報の提供を行った。北海道、東北、関東、中部等の各地域・

様式2-2-4-1 国立研究開発法人 中長期目標期間評価(期間実績評価) 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

育及び雄花着花に影響を与える環境要因の解明とその評価—気候変動に適応した林木育種の可能性—」(R2)を開催した。これらを含め講演及びポスター発表を行い成果の発信に努めた。また、全苗連研修会「コンテナ苗生産の新しい取組を考える」(H29)、林野庁開催シンポジウム「早生樹・エリートツリーの現状と未来—その可能性と課題を探る—」(R1)、令和元年度森林総合研究所公開講演会(R1)、アグリビジネス創出フェア2019(R1)、WOOD Collection 令和元年(R1)においてポスター及び木材製品等を展示し、日本製紙連合会原材料部委員会(R1)、2019年度合板技術講習会(R1)、西日本合板工業組合理事会(R1)、農林水産業みらいプロジェクト助成事業成果報告会(R1)、森林林業中央研修会(R2)、共創による多様な森林づくりワークショップ(R2)、島根県林業普及職員全体研修会(R2)、岩手大学農学部附属寒冷バイオフロンティア研究センター主催の112th CRC Seminar(兼第7回植物生命科学セミナー)(H30)。JSPSシンポジウム「Bioengineering of lignocellulose for clean energy production: perspectives and opportunities」(R1)、農研機構 NIAS 主宰のサイエンスカフェ(H30)で研究成果を発表した。コウヨウザンの研究成果をまとめた「コウヨウザンの特性と増殖の手引き」(H30)、「コウヨウザンの特性と増殖マニュアル」(R2)、カラマツの安定的な種苗生産に資する研究成果をとりまとめた「カラマツ種苗安定供給のための手引き」(H30)、無花粉スギの普及促進にかかる成果をとりまとめた「無花粉スギ苗木普及促進のための技術マニュアル」(R1)、さし木発根率が大幅に向上する手法をまとめた「用土を用いない空中さし木法(エアざし)によるスギさし木コンテナ苗生産マニュアル」(R2)、エリートツリーの特徴についてデータを交えて紹介している「エリートツリー由来の特定母樹—これからの種苗生産、森林づくりに—(リーフレット)」(R2)を作成・公表した。ケニアのメリア及びアカシアについて、遺伝資源保全の在り方をとりまとめた「メリアとアカシアの遺伝的多様性保全ガイドライン(英文)」を作成・配布した(H29)。	組織を跨いでカラマツの普及に関する技術情報等の提供、交換を行うためのカラマツ育種技術連絡会において、情報交換会の開催、成果発表会の開催、メールマガジン等により情報発信を行った。 優良品種開発のうち、初期成長が優れた無花粉スギ品種、無花粉遺伝子を有するスギ品種、マツノザイセンチュウ抵抗性アカマツ第2世代品種は、これらの普及に積極的な都県と共同開発したものであり、早期にかつ確実に普及が進むことが期待される。また、カラマツや無花粉スギの種子、苗木生産等にかかる技術開発は、事業の推進を見込んでいる機関とコンソーシアムと研究を進めており、これらの機関を通じて社会実装される方向性となっている。また成果をとりまとめたマニュアルの配布等を通じて開発した技術の普及が早期にかつ確実に進むことが期待される。また、開発品種等の普及のため、採種園、採種園の造成に必要な原種苗木について、5年間で93,254本を配布した。
モニタリング指標2(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 講師派遣等による講習会・研修会等における技術指導は1,069回(エア358回、エイ711回)行った(H28~R2)。	以上により、評価軸2に基づく重点課題エの自己評価を「a」とする。
モニタリング指標2(3): 要望に基づく種苗の配布状況 原種苗木を平成28年度は15,455本、平成29年度は17,866本、平成30年度は20,592本、令和元年度は18,668本、令和2年度は20,673本、計93,254本について、都道府県等の要望に基づき配布した。なお、苗木の配布本数は前中長期目標期間の57,363本を、今期は大幅に上回っている。	このように本重点課題では、研究課題の成果(a)、評価軸に基づく評価(評価軸1(a)、評価軸2(a))を、本戦略課題にかかる中長期目標、中長期計画及び令和元年度計画に照らし、これらを総合的に勘案した結果、総合評価の自己評価を「A」とした。 <課題と対応> エ(ア)では、スギにおいては、4つの雄性不稔遺伝子が知られており、今回明らかにしたMS1遺伝子同様に、残りの3つの雄性不稔遺伝子について、遺伝的な解析を進め、スギにおける雄性不稔機構の全貌を明らかにする。また、国産トリュフ菌の植栽試験地での定着の調査を継続して実施するとともに、更に多くの調査地での試験を行うため、効率的なトリュフ菌共生苗木の作出技術の開発を進めていく。 エ(イ)では、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おり、第5期中長期計画においては更に調査・研究を進め、①検定等の進捗状況を踏まえつつ、エリートツリーと優良品種を開発する【重要度:高】とともに、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とその基盤となる情報の整備、③九州基本区で運用を

	開始した原種苗木管理・配布システムの順次全国展開、④早生樹種のコウヨウザンについて、日本の各地域に適した優良系統を明らかにし、それぞれの地域に適した優良種苗の生産基盤を構築、⑤ゲノム編集技術の汎用性を高め、更なる高度化、⑥マツノザイセンチュウ抵抗性や着花特性等の有用形質発現の分子メカニズムの解明、⑦ケニア国の要望も高いことから、郷土樹種メリアやアカシアについて、更なる品種改良が可能となる技術開発・技術協力、等を進めていく。
--	---

4. その他参考情報
特になし。