

委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

研究課題名	現場ニーズ対応型研究のうち成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発			担当開発官等名	研究開発官(基礎・基盤、環境)
				連携する行政部局	林野庁森林整備部研究指導課 林野庁森林整備部整備課 林野庁林政部木材産業課 林野庁国有林野部業務課
研究期間	H30～R4（5年間）			総事業費（億円）	3.7億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発		
研究課題の概要					
我が国の人工林の約5割は主伐（※1）可能な時期に達しているものの、林業採算性悪化のために主伐と再造林（※2）が進まない状況にある。このため、豊富な人工林資源の循環利用促進が重要な政策的課題となっており、林業の収益性向上を図る技術開発が急務である。 「森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法」に基づき、エリートツリー（※3）等成長に優れた樹木が特定母樹（※4）として指定され、苗木生産の基盤となる採種園、採穂園（※5）の整備が進められている。また、「森林・林業基本計画」（令和3年6月閣議決定）では、成長に優れた苗木の活用、低密度での植栽等による低コスト造林技術の開発・実証を進めるとともに、早生樹（※6）等の実証的な植栽等に取り組むこととしている。 これらの背景を踏まえ、本課題では、林業経営体の収益を向上させ、山村を活性化し、林業の成長産業化を推進する新たな人工林施業（※7）体系の構築に向け、エリートツリーや早生樹等の最適な植栽密度（※8）の解明、ICTを活用した植栽木生育状況の情報収集・解析、省力・低コストな保育技術（※9）の開発を行い、成長に優れた苗木を活用した低コストで高収益な施業モデルの開発行う。					
1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標					
成長に優れた苗木を活用し、育林（※10）コストを30%削減する施業モデルを開発する。					
2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題としてのアウトカム目標（R9年）					
成長に優れた苗木を活用した施業モデルの普及により、日本全体で育林コストを47億円（※根拠は下記参照）程度削減する（令和9年度） （※根拠）現在の造林経費が約155万円/haとすると、30%削減分は47万円/haとなる。将来毎年1万haの造林地にこれが適応できれば47億になる。人工林の主伐地は毎年3-4万haと予想されるが、立地の良い場所（ここでは1万ha）だけでも効率化できれば47億、さらに適応できればプラスαとなる。					

【項目別評価】	
1. 研究成果の意義	ランク：A
我が国において主伐可能な50年生以上の人工林は約5割に達しているものの、木材価格の低迷、人件費等のコストの上昇による林業採算性悪化のために林業経営体の意欲は減退し、主伐と再造林が進まない状況にある。このため、作業コストの低減等を通して林業経営の収益を改善させることで人工林資源の循環利用を促進し、木材の供給力を増大させて林業の成長産業化を図ることが重要な政策的課題となり、成長が早く下刈り（※11）のコストの低減等が可能なエリートツリー等を活用することで林業の生産性や収益性の向上を図る技術開発が求められている。このことは研究開始以降さらに重要性が高まっており、「森林・林業基本計画」（令和3年6月閣議決定）にも「新しい林業」として記載された。 エリートツリー等成長に優れた樹木による森林施業は、造林・保育の低コスト化の実現のために必要であるが、森林の施業モデルに係る研究開発については、育林コスト低減効果が発現するまでに長期間を要すること、地域特性が高いこと等から民間が行うのは困難である。本プロジェクトでは研究機関によって、育種技術・育苗技術・立地把握技術・成長予測技術・成長確認技術を組み合わせた最先端の施	

業モデルが展開できることに意義が高い。本モデルはパラメータを各地域で調整することにより全国に普及できるものであり、今後のエリートツリーの利用に際し、実用性も高いものであると考えられる。

2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性

ランク：A

本課題では、（１）エリートツリー等の生育特性の解明と併せて、（２）山で速やかに伸びる苗の育苗技術の開発、（３）性能を最大限に発揮できる立地条件の評価、（４）植栽密度等コスト削減につながる造林技術の開発、（５）現場に応じた下刈り要否の判断基準の開発、（６）育林的手法による獣害対策技術の開発を行い、これらの成果を統合して優良苗の施業モデル作成ツール（I-Forests）を構築し、成長に優れた苗の特性を最大限に発揮させ、育林コストを30%以上削減できる施業モデルを提示することを最終の到達目標としている。

（１）については、30カ所近くの植栽試験地での調査を引き続き行うことで、施業モデルの基盤となる生育特性のデータを拡充した。（２）については、施肥や苗サイズ等と植栽後の成長との関係の調査・解析が進み、スギコンテナ苗（※12）の成長により施肥時期や出荷サイズ規格の範囲を明らかにした。また、グルタチオン（※13）施肥により出荷基準を満たす苗の割合が向上することを明らかにした。

（３）については、試験地スケールで解析したスギの樹高成長を、GIS（地理情報システム）の活用により面的な評価を行うため、標高メッシュデータ（※14）やTWI（※15）と成長データの整備を進めた。（４）については、エリートツリー等の本数密度と成長特性との関係の解析を行い、グイマツ雑種F1（※16）人工林について植栽密度と胸高直径（※17）との関係を明らかにした。（５）については、80カ所の幼齢造林地での多点調査から下刈り要否判断基準の核となる雑草木のタイプ分けを行い、下刈り回数による雑草木の成長変化とスギへの被圧影響を評価した。さらに、スギと雑草木との競合関係をUAV（※18）空撮から面的に評価する革新的な技術開発を進めている。（６）については、雑草木を通常より高い位置で刈払う「高下刈」という手法の開発に取り組み、これにより、シカによる造林木の食害の軽減効果や下刈りの作業効率の向上効果を明らかにした。

（１）～（６）の成果を統合した、優良苗の施業モデル作成ツール（I-Forests）については、樹高曲線を2齢級（※19）までの期間とそれ以降に分離してQGIS（※20）上で展開するシステムを開発し、2齢級以降については、樹高成長を補正可能な収穫・経費予測システムを完成させた。現在のところ、地方公設試験場などによる使用評価を行っており、暫定結果ではあるが、下刈り回数を1回は削減できることが確実となり、従来に比べ15%～20%の育林コスト削減効果が試算され、苗の生長が良い立地条件等では、さらにもう1回削減されることで30%の達成となる。

以上のように、研究は順調に進捗しており、成果が得られている。最終年度には、エリートツリー等の成長に優れた苗と、立地、植栽密度、下刈り手法とを組み合わせた施業方法についてI-Forestsに実装することで、省力・低コストな施業モデルの開発が完了すると考えられることから、最終到達目標は達成可能と考えられる。

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

ランク：A

① アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠

本課題のアウトカム目標としては47億円の保育コスト削減効果（下刈りを3年以下で終了、かつ新植地の半分で適用することで達成）を掲げている。保育コストの多くを占める下刈りについては、これまでの優れた成長特性を持つエリートツリー等と、育苗技術と立地評価、下刈り要否の判断基準を組み合わせることで、これまで5～6年間は毎年実施されてきた下刈りを3年間以下で終了可能とする保育方法が可能となる見込みである。また、「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月策定）では、令和5年度までに、造林面積全体の44%以上を低コスト造林とすることを目標としており、本プロジェクトのアウトカム目標を設定している令和9年度には、新植地の半分以上で低コスト造林が導入されると予想され、本研究で開発された技術が導入されると予想されることからアウトカム目標の達成可能性は高い。

さらに、本課題では、下刈り回数の削減に加えて、省力でかつシカ食害対策となる下刈り方法や、苗木代や植え付け、間伐に関わる経費を削減できる低密度植栽の技術開発も同時に進めている。これらの成果を組み合わせることで、アウトカム目標を超える効果が得られるものと考えられる。

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

アウトカム目標達成のためには、本プロジェクトの研究成果が行政施策に速やかに反映されるとともに、施策を支える新たな技術が林業現場に速やかに受け入れられる体制作りが必要となる。このため、林野庁森林整備部整備課と研究代表機関である森林総合研究所との連絡調整会議において、本プロジェクトに関して情報提供が行われるとともに、それを受けた担当者レベルでの打ち合わせも進められている。また、約20件の地方の行政、苗木生産者、林業事業体（※21）等の関係者が参加する協議会や講習会、森林管理署（※22）が主催する現地検討会において、本プロジェクトでの取り組みを広く周知しているほか、I-Forestsの林業現場での活用に向けて、試験的な導入を想定している林業事業体との協議にも着手・一部でI-Forestsのサンプル評価を開始している。このようにアウトカム目標達成に向けた以上のような取り組みは妥当である。

③ 他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

- ・気候変動影響を想定した省力的な生態系モニタリングへの応用

国内の様々な生態系では、気候変動影響が危惧されており、影響の早期検出を目的としたモニタリングの重要性が指摘されている。しかし、生態系モニタリングは、作業コストが高く、専門的な知識を必要とするため、継続的な運用体制が課題となっている。本課題で開発するUAVと画像認識技術は、対象生物群の面積変化や個体数密度等の情報の省力的なモニタリング手法の開発に貢献すると想定される。

- ・採種園・採穂園等の整備への応用

本課題で採用している近赤外光による充実種子の選別技術により、充実した種子であっても発芽勢に大きな差があり、その後の成長にも影響を及ぼすこと、また同じ採種園の同じ系統の大木から得た種子であっても、充実種子の品質が大きく異なることが明らかとなってきた。この技術は、今後造成される優良苗木の採種園・採穂園の生産性の評価に貢献すると想定される。

4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

① 研究計画（的確な見直しが行われているか等）の妥当性

2名の外部専門家と、関係する行政部局で構成する運営委員会を設置し、行政ニーズや各課題の進捗状況を踏まえて、実施計画の見直し等の適切な進行管理を行っている。

② 研究推進体制の妥当性

上記の運営委員会を年2回開催し、進捗状況の確認、研究計画・推進体制の見直し、研究成果の共有と公表等について、助言指導等を行っている。また、研究コンソーシアムの自主的な推進体制として、中間検討会や推進会議（コロナ禍においてはWebによる会議）を随時開催し、コンソーシアム内の情報共有や意見交換、推進体制の検討等を行っていることから、研究推進体制は妥当である。

③ 研究課題の妥当性（以後実施する研究課題構成が適切か等）

本研究では、（1）エリートツリー等の生育特性の解明、（2）山で速やかに伸びる苗の育苗技術の開発、（3）性能を最大限に発揮できる立地条件の評価、（4）植栽密度等コスト削減につながる造林技術の開発、（5）現場に応じた下刈要否の判断基準の開発、（6）育林的手法による獣害対策技術の開発の各課題で得られた成果を、優良苗の施業モデル作成ツール（I-Forests）に組み込む課題構成としている。苗木と植栽、植栽後の保育といった育林過程の要素技術を各課題が連携して取り組み、それらを統合して施業モデルの開発につなげるという課題構成は妥当である。

④ 研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性

各課題の進捗状況や研究成果の有用性を踏まえた予算配分の重点化を行っている。それぞれの中課題は計画通り進捗しており、特に今年度までは、I-Forestsに組み込むデータセット取得に集中的な配分を行ってきた。最終年度は、I-Forestsの評価にも予算配分を増やし、最終目標の達成を目指すことから、予算配分は妥当である。

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見

- ・林業の採算性向上に加えて、国土保全に関わる重要な研究課題であり、災害の多発化が進む中で研究の重要性が非常に高まっている。
- ・エリートツリーや早生樹、成長に優れた苗木を活用した、低コストの施業モデルの開発の各項目で成果が確認されるとともに、林業支援ツールの統合的な管理についても成果が認められており、目標達成は十分可能である。
- ・下草刈り回数の削減やその他の省力化技術の開発によって、アウトカム目標達成への道筋も確認できており、アウトリーチ活動の回数の多さからも普及に向けた取組が十分確認できている。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・林業生産技術に留まらず、生態系モニタリングや鳥獣害管理といった、様々な分野、事業との連携が可能な研究課題と思われるため、今後、他分野との連携、適用について検討いただきたい。
- ・この研究課題において、省力化、コスト削減が最も目に見える成果となるが、林業は国土保全という重要な役割を担っていることから、そのような視点からも有用性、効果を把握いただきたい。