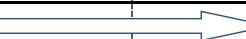


委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

研究課題名	林業・木材産業の成長産業化推進プロジェクトのうち、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）	3.9億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発	関連する研究基本計画の重点目標	重点目標 14
					

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」（平成28年5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）種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を行う。

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

中間時（2年度目末）の目標	最終の到達目標
- エリートツリーや早生樹等の生育特性のデータ収集と解析 - 成長に優れた樹種の材質や強度について、2種類の樹種で明らかにする [エリートツリーや早生樹等の生育特性のデータ収集と解析]	- 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 - 成長に優れた樹種の材質や強度について、5種類の樹種で明らかにする [成長に優れた苗木を活用し、育林コストを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全体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47億円程度削減する（令和9年度）
- 家具材用材における国産材利用量を15万m³増加させ、45億円の需要を創出する（平成25年度以降）
[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47億円程度削減する（令和9年度）]

【項目別評価】

1. 社会・経済の諸情勢の変化を踏まえた研究の必要性

ランク：A

①農林水産業・食品産業、国民生活の具体的なニーズ等から見た研究の重要性

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っている。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おり、以下の法律・計画においてもエリートツリー等成長に優れた樹木による森林施業の推進が位置付けられている。

- 「森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法」：エリートツリー等成長特性の特に優れた樹木を特定母樹として指定し、採種園、採穂園の整備を推進
- 「森林・林業基本計画」（平成28年5月閣議決定）：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、早生樹種等の実証的な植栽等に取り組むとしている。

このことから、引き続き本研究を推進することが重要である。

②引き続き国が関与して研究を推進する必要性

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ため民間が行うことは困難であること、研究成果を日本全国で適用可能なものとするためには、我が国の林木育種事業の中核機関である森林総合研究所林木育種センターに加え、大学や全国の公設試験研究機関といった国内の研究勢力を結集して取り組む必要があることから、本課題は国が関与して研究を推進することが適切である。

2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性

ランク：A

①中間時の目標に対する達成度

中間時の目標としては「エリートツリーや早生樹等の生育特性のデータ収集と解析」としている。これまでの研究では、

- ・ スギについては全国23か所の試験地においてデータ収集と解析を進め、九州地域のエリートツリーや特定母樹では在来品種に比べて1年程度早く成長する傾向にあること等が明らかになった。また北海道のクリーンラーチ（グイマツ雑種F1（※12）のうちの優良品種のひとつ）も、他のカラマツ類と比べて樹高成長や樹冠（※13）の拡大が早いことが明らかとなり、これらの成長に優れた苗の生育特性の解析から、従来、植栽後に5年程度は毎年実施している下刈りの終了年を少なくとも1年間は早められる可能性を指摘した。
- ・ さらに、早生樹の一種であるコウヨウザンについては、11カ所の植栽試験地のうち10カ所においてノウサギによる被害が顕著であること、忌避剤施用により一定の効果が得られることを明らかにした。

以上のように、エリートツリー等の生育特性に関するデータ収集と解析は順調に進められており、中間時の目標は十分に達成された。

なお、事前評価の際に中間時の目標として掲げた「成長に優れた樹種の材質や強度について、2種類の樹種で明らかにする。」は、予算編成の過程で整理した木材加工技術等の開発に関する課題に対応する目標であるため削除した。

②最終の到達目標の今後の達成可能性とその具体的な根拠

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)コスト削減につながる低密度植栽、(5)現場に応じた下刈要否の判断基準の開発、(6)育林の手法による獣害対策、これらの成果を統合して収支予測ツール（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開発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する。

(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（※14）の成長によい施肥時期を明らかにした。

(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）を活用することにより、より広域な評価を可能とするため、標高メッシュデータ（※15）や成長データの整備を進めている。

(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人工林について植栽密度と胸高直径（※16）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要否判断基準の核となる雑草木のタイプ分けとスギへの被圧影響の評価を行った。さらに、スギと雑草木との競合関係をUAV（※17）空撮から面的に評価する先駆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や下刈りの作業効率の向上が可能となった。また、収支予測ツール（I-Forests）についてもシステムに必要な評価式の整理等を進めた。

以上のように、研究は順調に進み、成果が得られている。今後、エリートツリー等の成長に優れた苗と、立地、植栽密度、下刈手法とを組み合わせた施業方法について収支予測ツールによりコスト・経営分析を行うことで、省力・低コストな施業モデルの開発が可能と考えられることから、最終到達目標の達成可能性は高い。

なお、事前評価の際に最終の到達目標として掲げた「成長に優れた樹種の材質や強度について、5種類の樹種で明らかにする。」は、予算編成の過程で整理縮小した木材加工技術等の開発に対応した到達目標であるため削除した。

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、下刈回数の削減に加えて、省力かつシカ食害対策となる下刈方法や、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、林業事業者（※18）等の関係者が参加する協議会や講習会、森林管理署（※19）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、収支予測ツール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者との協議にも着手している。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、継続的な運用に課題があった。本課題で開発する、UAVと画像認識技術を応用することで、対象生物群の面積変化や個体数密度等の情報を省力的にモニタリングすることが可能と想定される。

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)コスト削減につながる低密度植栽、(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の各課題で得られた成果を、収支予測ツール（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、最終目標の達成も見込まれることから、予算配分は妥当である。

【総括評価】

ランク：A

1. 委託プロジェクト研究課題の継続の適否に関する所見

・日本の7割を占める森林の管理は個人では難しいため、国が前に出て実施する必要がある。また、台風等の災害が頻発しており、森林の役割がますます大きくなっている状況で、本課題では様々な技術を組み合わせて総合的な森林の活性化に取り組んでいるところも評価できることから、課題の必要性も併せて、継続は妥当である。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

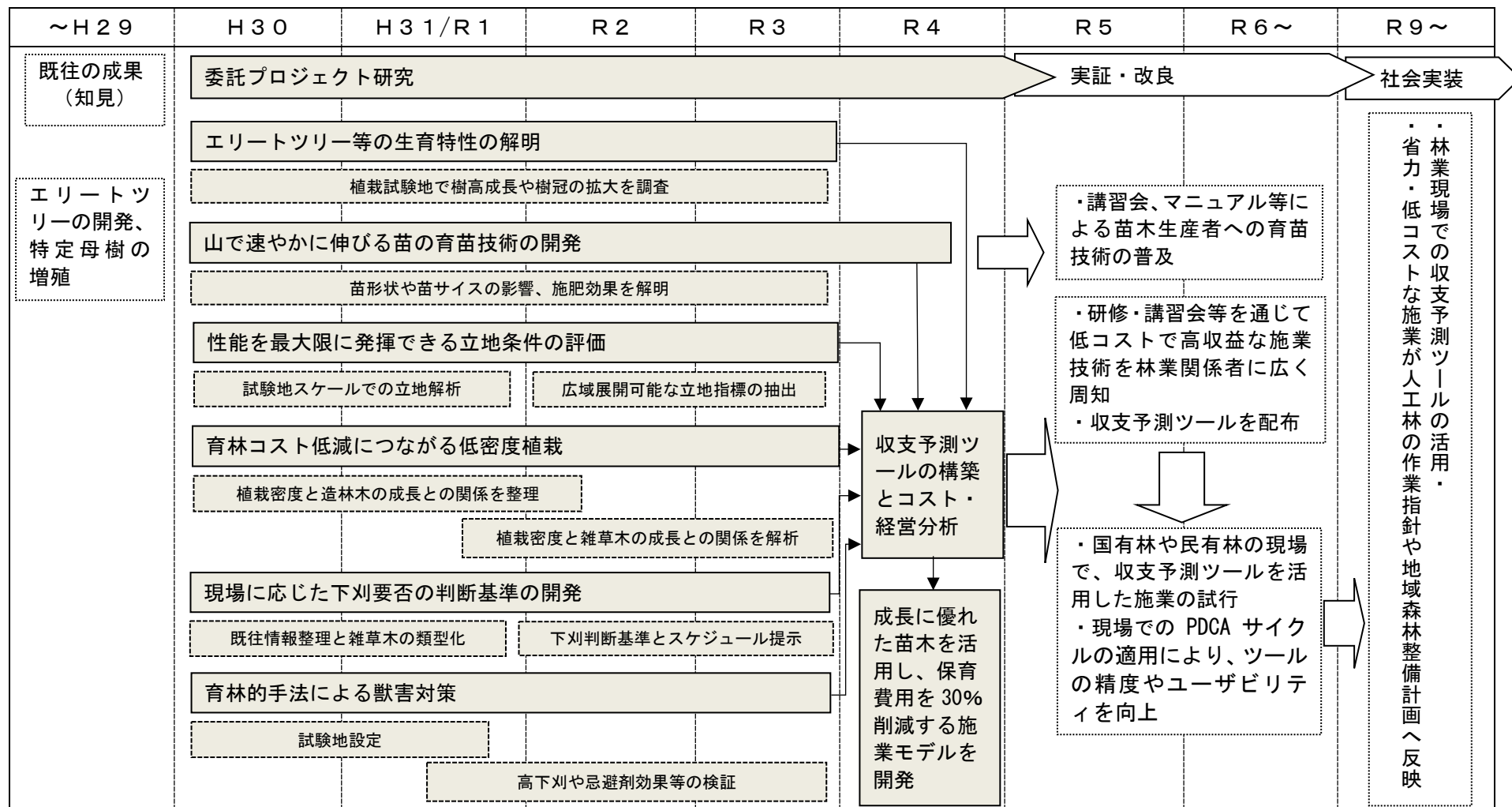
・優れた苗木に焦点を絞っているが、森林のトータルマネジメントにおいて、どのような位置づけになるのかという視点を持って進めていくことを期待する。

〔事業名〕 林業・木材産業の成長産業化推進プロジェクト

用 語	用 語 の 意 味	※ 番号
主伐	丸太を生産するために、一定の林齢（伐期）に達した樹木を伐採すること。	1
造林	有用樹種を植栽し森林を造成すること。人工林伐採跡地への造林を特に「再造林」と呼ぶ。	2
エリートツリー	スギ・ヒノキ等の造林樹種で、成長等の形質が優れた個体を一般林地から選抜したものを「第1世代精英樹」と呼び、この精英樹同士を交配してできた子供からさらに選抜したものを「第2世代精英樹（エリートツリー）」と呼ぶ。選抜に当たっては、成長量だけでなく、材の剛性や幹の通直性に著しい欠点がないこと、雄花着花量が多くないこと等も基準となっている。	3
特定母樹	平成25年に一部改正された「森林の間伐等の促進に関する特別措置法」に基づき、特に優良な種苗を生産するための種穂の採取に適する樹木であって、成長に係る特性の特に優れたものとして農林水産大臣が指定するもの。特定母樹の指定の考え方はエリートツリーとおおむね同じである。将来の人工造林において必要となる種苗については、特定母樹から採取する種穂により生産することが可能となるよう、生産体制の整備が進められている。	4
採種園、採穂園	苗木の種子を採種するための樹木園を採種園、挿し穂による苗木を生産するための穂（若い枝）を採取する樹木園を採穂園と呼ぶ。	5
早生樹	成長が優れた樹種。針葉樹としてはコウヨウザン、広葉樹としてはセンダン、チャンチン、チャンチンモドキ、ハンノキ、ユリノキ等が代表樹種である。これまで家具材として使用されてきたブナ、ミズナラ等の広葉樹資源が減少し、再造成には長い期間が必要なため、成長の早い早生樹が注目を集めている。	6
施業	植栽や下刈り、間伐、主伐等、目的とする森林を造成、管理、利用するための作業。植栽樹種や立地条件に応じて適切な施業を選択する必要がある、近年では施業の低コスト化や省力化が大きな課題となっている。	7
植栽密度	一般的に針葉樹は、2,500～3,000本/ha程度の密度で植栽されている。植栽密度を減らすことにより苗木代や植付け費用の低減が期待できる一方で、保育費用の掛かり増しや形質への影響が懸念される。	8
保育	植栽した苗木を守り育てること。下刈り、間伐等を含む。	9
育林	森林を育てること。植栽、下刈り、間伐等を含む。	10
下刈り	植栽地において、苗木に太陽光が十分当たるように雑草木を刈り払う作業で、通常は毎年1回、植栽から5～7年目まで行う。夏季に行われることが多いため非常に労働負担の大きい作業であり、育林コストに占める割合も大きいため、下刈りの省略が課題となっている。	11
グイマツ雑種F1	「グイマツ」を母親、「カラマツ」を父親とする種間雑種であり、グイマツより成長が早く、カラマツより材の強度と幹の通直性に優れるという特徴を持つ。	12
樹冠	樹木の枝葉が茂る部分。	13
コンテナ苗	根巻きが起こらないような工夫をした容器（コンテナ）で育成された苗。コンテナ苗は、裸苗に比べて高効率で植付できるほか、植付適期が広い等のメリットがある。	14
メッシュデータ	地図上を格子状に区切ったデータのこと。	15
胸高直径	成人の胸の高さの位置における立木の直径。日本では地面から1.2ないし1.3メートルを採用。	16
UAV	無人航空機（Unmanned Aerial Vehicle）。	17
林業事業体	他社からの委託または立木の購入により造林、伐採などの林内作業を行う森林組合、素材生産業者など。	18
森林管理署	林野庁の出先機関。林野庁が所管する約758万ヘクタールの国有林を管理。	19

【ロードマップ（中間評価段階）】

成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発



成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発

研究概要

林業経営の採算性を向上させる新たな人工林施業体系を構築するため、エリートツリーや早生樹等、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を開発する。

主要成果

エリートツリー等の生育特性の解明

スギエリートツリー・特定母樹及び在来品種の平均樹高

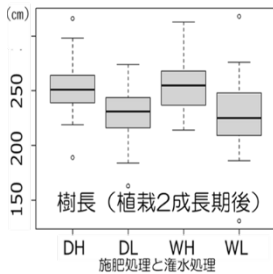
系統	平均樹高(cm)					
	植栽時	1 年次	2 年次	3 年次	4 年次	5 年次
エリートツリー・特定母樹	41.1±14.7	91.8±28.1	154.8±51.3	250.8±92.4	378.6±125.1	512.8±157.7
在来品種	33.4±19.1	56.0±23.8	103.5±35.4	168.2±61.8	263.6±98.8	351.1±128.8



植栽後4年の特定母樹「スギ九育2-203」(左)

少なくとも1年分の下刈を省ける性能。遺伝的要因が大きいことを解明。

植えた後に速やかに伸ばす 育苗技術の開発



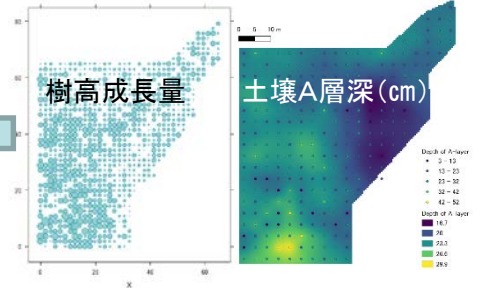
スギコンテナ苗で植栽前年の秋の追肥で成長促進効果を確認

林業収支予測ツール I-Forests



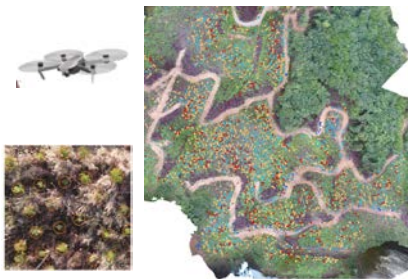
研究成果に基づき、モデルの構築・パラメータを設定

性能を最大限に発揮できる 立地条件の評価



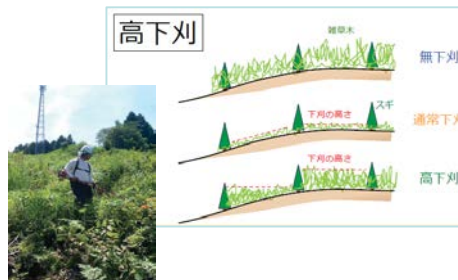
植栽後の樹高成長と土壌特性の空間分布を解析

多くの経費と労力を要する 下刈の要否判断基準



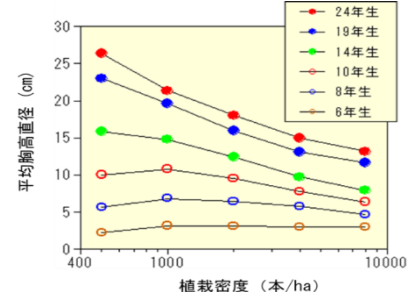
UAV空撮からスギと雑草木の競合関係を調べる技術を開発

育林的手法による シカ食害軽減



高下刈が食害軽減と作業効率の向上(最大2.6倍)を両立することを解明

育林コストの削減につながる 低密度植栽



ガイマツ雑種F1人工林で植栽密度と胸高直径との関係性を評価

今後の方針

- それぞれの成果を統合し、収支予測ツール (I-Forests) を構築。
- コスト、経営分析により、育林コストを30%以上削減する施業モデルを開発。
- 収支予測ツールを活用し、林業現場へ省力・低コストな施業方法の普及を進める。